

国立研究開発法人情報通信研究機構  
令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書

国立研究開発法人情報通信研究機構

(空白)

= 目次 =

自己評価書 No.	該当項目		ページ
1	I 研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置	1. 重点研究開発分野の研究開発等	1
2			39
3			98
4			131
5			169
6		2. 分野横断的な研究開発その他の業務	199
7			213
			213
			213
			213
	213		
-	3. 機構法第14条第1項第3号、第4号及び第5号の業務	-	

= 目次 =

自己評価書 No.	該当項目	ページ
8	Ⅱ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置	271
9	Ⅲ 予算計画(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画	281
	Ⅳ 短期借入金の限度額	
	Ⅴ 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画	
	Ⅵ 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画	
	Ⅶ 剰余金の使途	
10	Ⅷ その他主務省令で定める業務運営に関する事項	289

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.1 電磁波先進技術分野)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	Ⅲ. - 1. - (1)電磁波先進技術分野 Ⅲ. - 3. NICT 法第 14 条第 1 項第 3 号から第 5 号までの業務		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第 14 条第 1 項 第一号、第三号、第四号、第五号、第六号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※5					
	基準値等 (前中長期目標 期間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
査読付き論文数	—	85	68				予算額(百万円)	8,193	8,985			
招待講演数※1	—	52	60				決算額(百万円)	4,489	8,587			
論文被引用総数※2	—	62	20				経常費用(百万円)	4,538	5,434			
過年度発表を含む論 文被引用総数※3	—	62	317				経常利益(百万円)	86	18			
実施許諾件数	7	7	6				行政コスト(百万円)	4,638	5,527			
報道発表件数	9	7	6				従事人員数(人)	68	66			
共同研究件数※4	—	73	77									
標準化や国内制度化 の寄与件数	—	59	52									
標準化や国内制度化 の委員数	—	55	57									

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数

※2 当該年度に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※3 過去3年間(ただし、今中長期期間の始期である令和3年度以降を対象とし、令和3年度は1年間、令和4年度は2年間とする)に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※4 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(当該年度の3月末調査)。

※5 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

### 3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

#### 中長期目標

##### 1. 重点研究開発分野の研究開発等

##### (1) 電磁波先進技術分野

我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するためには、「社会を観る」能力として、多様なセンサー等を用いて高度なデータ収集や高精度な観測等を行うための基礎的・基盤的な技術が不可欠であり、Society 5.0 を実現する基盤技術として期待されることから、【重要度: 高】として、以下の研究開発に取り組むとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

##### ① リモートセンシング技術

電磁波伝搬に大きな影響を与える大気・地表面の状態把握と、その情報を活用した防災・減災をはじめとする社会的課題の解決に向けた分析・予測等に資するリモートセンシング技術の研究開発を実施するものとする。

##### ② 宇宙環境計測技術

通信・放送・測位・航空・人工衛星等の安定運用を実現する宇宙環境の計測技術及び計測した現況から分析・予測する技術の研究開発を実施し、宇宙環境擾乱等の予報・警報等の高度化を目指すものとする。

##### ③ 電磁環境計測技術

高度化した通信機器と電気電子機器の電磁的両立性の実現や、新たな無線システム等の安心・安全な利用を実施するため、高精度な電磁環境計測技術及び電波の人体ばく露評価技術の研究開発を実施するとともに、標準化活動等を推進することで、技術基準策定等にも寄与するものとする。

##### ④ 時空標準技術

高精度・高可用性を両立する標準時及び標準周波数の発生・配信の実現に向け、光周波数標準等を用いる時空標準技術の研究開発を実施し、国際単位系における秒の再定義を先導しうる高精度な時刻比較・共有技術を確立するものとする。

##### ⑤ デジタル光学基盤技術

次世代通信システムに利用可能な高効率かつ安価なプリント型ホログラム素子の実現を目指し、電磁波の回折現象を利用したデジタル光学基盤技術の研究開発を実施し、その技術確立とともに産業展開を促進するものとする。

##### 3. NICT 法第 14 条第 1 項第 3 号から第 5 号までの業務

NICT 法第 14 条第 1 項第 3 号に基づき、社会経済活動の秩序維持のために不可欠な尺度となる周波数標準値を設定し、標準電波を放射し、及び標準時を通報する業務を行う。

また、NICT 法第 14 条第 1 項第 4 号に基づき、短波帯通信の途絶や衛星測位の誤差増大等の影響を生じさせる太陽活動や地磁気及び電離圏の乱れ、宇宙放射線の変動に関する観測や予報・警報を行う。

さらに、NICT 法第 14 条第 1 項第 5 号に基づき、社会経済活動に不可欠な無線設備の性能に関する試験や測定結果の正確さを保つための較正を行う。

これらの業務は、社会経済活動を根底から支えている重要な業務であり、継続的かつ安定的に実施するものとする。本業務は、「1. 重点研究開発分野の研究開発等」における研究開発課題の一定の事業等のまとまりに含まれるものとし、評価については、別紙3に掲げる評価軸及び指標を用いて、研究開発課題と併せて実施する。

#### 中長期計画

## 1-1. 電磁波先進技術分野

電磁波を利用して社会を取り巻く様々な対象から情報を取得・収集・可視化・提供するための技術、様々な機器・システムの電磁的両立性(EMC)を確保するための技術、効率的な社会経済活動の基盤となる高品質な時刻・周波数を発生・供給・利活用するための基盤技術、低コストで高効率な光学素子を実現するための基盤技術として、リモートセンシング技術、宇宙環境技術、電磁環境技術、時空標準技術、デジタル光学基盤技術の研究開発を実施するとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

### (1) リモートセンシング技術

電磁波伝搬に大きな影響を与える大気・地表面の状態把握と、その情報を活用した防災・減災をはじめとする社会課題解決に向けた分析・予測等に資するリモートセンシング技術の研究開発に取り組む。

#### (ア) ローカルセンシング技術

局所的(ローカル)な電磁波伝搬に大きな影響を与える、大気中の雲・降水の分布や、地面、構造物、植生等を含む地表面や海表面を高精度に把握する水蒸気分布観測技術や干渉 SAR 等の観測・分析技術の研究開発を行い、防災・減災のみならず、平常時においても生活の質の向上に有用な情報を提供し、社会における活用に向けた成果展開を行う。

#### (イ) グローバルセンシング技術

地上・上空・衛星相互の電磁波伝搬に大きな影響を与える、大気中の水蒸気・雲・降水の分布を、衛星に搭載されたリモートセンサを用いて全球的(グローバル)かつ高精度に現状把握を可能とする技術及び取得された情報を分析する技術の研究開発等を行い、地球規模の気候変動の監視や天気予報等の予測精度向上、地球温暖化・水循環メカニズム等の解明に資する。

### (2) 宇宙環境技術

高精度衛星測位等宇宙システムの利用や民間を含む宇宙有人活動に影響を与える宇宙環境の乱れの把握が課題となっている。これらの課題を解決するための宇宙環境の現況監視及び予測・警報を高度化する技術を開発し、農業、社会インフラ維持管理、災害監視等における電波の安定利用に資する。また、3-2.「機構法第 14 条第 1 項第 4 号の業務」と連動した宇宙天気予報を安定的に遂行するために必要となる技術を開発する。

#### (ア) 宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発

地上・衛星等からの宇宙環境計測技術、宇宙環境シミュレーション・データ同化技術、AI 技術等を利用した宇宙環境の現況把握及び予測・警報の高度化(より高精度の情報より早期に提供する)に関する技術を開発する。特に大気・電離圏モデルを用いたデータ同化による電離圏擾乱の予測及び太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻予測等により、通信・放送・測位・航空・人工衛星運用等の安全・安定な利用に資する。2025 年度までに AI 及び数値シミュレーションを用いた宇宙環境予報技術の高度化を図る。

#### (イ) 宇宙天気予報システムの研究開発

宇宙天気予報業務を安定的に遂行し、国内及び国際的に情報を発信するために必要となるシステム及び利用者との交流を通じ、電波伝搬状況をウェブ上で推定できるシステム等のユーザインターフェース開発、予報精度評価を実施するとともに、関連する標準化に貢献する。

### (3) 電磁環境技術

電磁環境技術は、高度化した通信機器と電気電子機器の相互運用の実現や新たな無線システム等の安全・安心な利用を実施する際の電磁的両立性を確保するために必要不可欠な基盤技術であることから、先端 EMC 計測技術や生体 EMC 技術に関する研究開発を行う。

さらに、大学・研究機関等との研究ネットワーク構築や共同研究の実施等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすと同時に、研究開発で得られた知見や経験に基づき、国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与すると同時に、安全・安心な ICT の発展に貢献する。

#### (ア) 先端 EMC 計測技術

高度化した通信機器と電気電子機器の相互運用を実現するために、通信機器と電気電子機器が混在した状況下における雑音許容値設定モデル開発等の電磁干渉評価技術の研究開発を行い、5G/IoT 環境を支える雑音許容値と試験法の確立に寄与する。また、電磁干渉評価に必要な高分解能電磁環境計測技術及び較正技術の研究開発を行い、先進レーダーシステムや Beyond 5G 等で用いる広帯域パルス電磁波の高精度評価技術・電磁波制御技術等を確立するとともに、機構法第 14 条第 1 項第 5 号業務

等の試験・校正業務に反映する。

#### (イ)生体 EMC 技術

無線技術の高度化に対応した安全・安心な電波利用環境を構築するため、新たな無線システム等の電波防護指針への適合性を簡便かつ高い信頼性で評価する技術、Beyond 5G 等で利用されるテラヘルツ帯までの電波の人体ばく露特性を高精度に評価する技術等の研究開発を行い、5G/IoT 環境に最適化した適合性評価方法の確立、Beyond 5G 等に対応した電波防護指針の策定に寄与する。また、人体電波ばく露レベルに関する詳細かつ大規模なデータを取得・蓄積し、5G/IoT 等の電波ばく露に関するリスクコミュニケーション等に活用する。

#### (4)時空標準技術

時空標準技術は、3-1.「機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務」と連動して周波数や時刻の基準を生成し、これを社会での時間及び空間技術において利活用する方法を開発するとともに、時刻周波数基準の精度を活かす未踏の研究領域を開拓する。

#### (ア)周波数標準及び時刻生成技術

光周波数標準技術及びその遠隔比較技術を発展させることで 2030 年前後に想定される国際単位系の秒の定義改定への国際的な研究開発活動に貢献する。また、光周波数標準に基づく精度及び分散配置されたマイクロ波周波数標準に基づく信頼性を両立させた標準時及び標準周波数を実現する。

#### (イ)周波数標準及び時刻供給技術

安価で携帯可能な原子時計、地上での近距離無線双方向時刻比較技術、光ファイバによる時刻・周波数の伝達手段等を開発することで、Beyond 5G 時代の有無線ネットワーク技術の基盤となる基準時刻及び基準周波数の提供手法を実現する。

#### (ウ)周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓

標準周波数のテラヘルツ領域等への拡張や、高精度な周波数標準の測地センサとしての利用等、周波数標準の従来にない新しい応用領域を開拓する。

#### (5)デジタル光学基盤技術

光の回折を利用した光学技術の基盤となる、デジタルホログラムプリントによる回折光学素子の製造に関する研究開発を行い、2024 年度までに安定的なプリント技術の確立を目指す。また、プリントした光学素子の補償技術を確立し、プリントした光学素子を用いた、Beyond 5G 時代を支える高効率・安価な光通信モジュール、三次元車載ヘッドアップディスプレイ、次世代 AR システム等への応用を促進し、実用化に向けた技術移転を進める。さらにデジタルホログラムによる精密光学測定技術の研究開発を行い、ホログラムデータに関する計算量の適正化や、撮像系の高 S/N 化・低ノイズ化を実現すると共に、ホログラム撮像技術を顕微鏡等へ応用し産業展開を促進する。

### 3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務

#### 3-1. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務

機構法第 14 条第 1 項第 3 号は、正確な時刻及び周波数の維持に不可欠な業務を規定したものである。この業務は、社会経済活動の秩序維持のために必要不可欠な尺度となる周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報を行うものであり、社会における正確な時刻及び周波数の維持に不可欠である。このため、機構は関連する研究分野と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

#### 3-2. 機構法第 14 条第 1 項第 4 号の業務

機構は、機構法第 14 条第 1 項第 4 号は、電波の伝わり方の観測、予報及び異常に関する警報の送信、並びにその他の通報に関する業務を規定したものである。この業務は、無線通信・放送の途絶や衛星測位の誤差増大等の影響を生じさせる太陽活動や磁気圏及び電離圏の乱れ、宇宙放射線の変動に関する観測や予報・警報を行うものであり、安定的な社会経済活動の維持に不可欠である。このため、機構は関連する研究分野と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

#### 3-3. 機構法第 14 条第 1 項第 5 号の業務

機構法第 14 条第 1 項第 5 号は、高周波利用設備を含む無線設備の機器の試験及び較正に関する業務を規定したものである。この業務は、社会経済活動に不可欠な無線設備の性能に関する試験や、その測定結果の正確さを保つための較正を行うものであり、電波の公平かつ能率的な利用を実現するためには不可欠である。このため、機構は関連する研究分野と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。



中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価軸 (評価の視 点)、指標等	法人の主な業務実績等	自己評価	
1-1. 電磁波 先進技術分野	1-1. 電磁波先進技術分野	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発等の取組・成果の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。</li> <li>研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。</li> <li>研究開発等の成果を社会実装につなげる取組(技術シーズを实用化・事業化に導く等)が十分であるか。</li> </ul>		評定	A
				<p>1-1. 電磁波先進技術分野(3. 機構法第 14 条第1項第3号、第 4号及び第5号の業務を含む)</p> <p>我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するため、電磁波先端技術分野では、(1)リモートセンシング技術、(2)宇宙環境技術、(3)電磁環境技術、(4)時空標準技術、(5)デジタル光学基盤技術の研究開発を実施している。</p> <p>(1)リモートセンシング技術に関して、マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)における機械学習を利用した予測精度の向上は気象予測における新たな技術として注目される他、高精細航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR X3)による15cm 分解能の火山データ取得は災害時の比較可能な基礎データとして価値が高く、科学的意義、社会的価値の両面で顕著な成果を上げた。(2)宇宙環境技術に関して、大気圏電離圏モデル GAIA のデータ同化モデルの開発を進め Starlink 衛星落下の原因究明に至ったことは、宇宙環境の理解に大きな進展をもたらす点において科学的意義が高く、同時に衛星運用事業者にも有益な</p>	

		<p>&lt;指標&gt;  <b>【評価指標】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 具体的な研究開発成果</li> <li>• 研究開発成果の移転及び利用の状況</li> <li>• 共同研究や産学官連携の状況</li> <li>• データベース等の研究開発成果の公表状況</li> <li>• (個別の研究開発課題における)標準や国内制度の成立寄与状況</li> </ul> <p><b>【モニタリング指標】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 査読付き論文数</li> <li>• 招待講演数</li> <li>• 論文の合計被引用数</li> <li>• 研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)</li> <li>• 報道発表や展示会出席</li> </ul>		<p>情報提供を可能とするものとして社会的価値が高い。</p> <p>その他、科学的意義としては、(4)時空標準技術に関して、Sr光格子時計を参照した国際原子時の歩度評価結果を国際度量衡局(BIPM)に提供し、国際原子時(TAI)校正において光格子時計の貢献度向上を主導し秒の再定義の議論に大きく貢献していることも高く評価できる。</p> <p>また、社会的価値としては、上記以外に(3)電磁環境技術に関して、概ね 0.6THz までの生体組織の電気定数データ等を取得しデータベースの拡充を図り人体等価ファントムを開発したことはミリ波からテラヘルツ波の実用化における人体への影響に対する評価手法を与えるものとして高く評価できる。(4)時空標準技術に関しても、Sr 光格子時計を用いることで UTC に対する日本標準時の時刻差の変化を従来の2分の1以下に高精度化したことは高く評価できる。</p> <p>社会実装としては、(2)宇宙環境技術に関してひまわり後継器に搭載する宇宙環境センサのエンジニアリングモデルの開発を計画通りに進めるとともに、気象庁・総務省と連携し衛星搭載モデルの製造・打上げ・運用までの体制構築を進めたこと、(5)デジタル光学基盤技術に関して、水平視野角 60 度で複数人が同時に 3Dメガネなしにフルカラーアニメーション</p>
--	--	---	--	--

		<p>等の取組件数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>共同研究件数</li> <li>(個別の研究開発課題における)標準化や国内制度化の寄与件数</li> </ul> <p>等</p>		<p>ヨンの 3D 映像を観察できる透明 AR ディスプレイシステムを開発したこと、民間企業との共同研究にて外部資金と複数名の協力研究員を受け入れ研究を加速したことは、社会実装の促進という観点で高く評価出来る。</p> <p>上記以外にも(1)～(5)の各技術分野において、全般的に高く評価出来る成果を上げている。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。</p>
<p>(1)リモートセンシング技術</p>	<p>(1)リモートセンシング技術</p>		<p>(1)リモートセンシング技術</p>	<p>(1)リモートセンシング技術</p>
<p>(ア)ローカルセンシング技術</p>	<p>(ア)ローカルセンシング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高精細航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR X3)の初期機能・性能確認試験の評価結果を踏まえた改良を実施し、その確認試験と各種実証観測を実施するとともに、観測・情報抽出技術の更なる高度化を実施する。さらに、ドローン搭載適合型映像レーダー( DAIR : Drone-borne Adaptive Imaging Radar)の試作機をドローンに搭載するインテグレーション作業を実施する。</li> </ul>		<p>(ア)ローカルセンシング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>令和3年度に初フライトを成功させた Pi-SAR X3 について、初期機能確認・性能確認試験の残りを実施した他、東京都心のデータ取得を行った。また、内閣府防災が主導している火山防災対策会議等に関連して、内閣府・国土地理院・JAXA・気象庁・防衛省などと連携して緊急火山観測のスキームを検討・作成し、平時の火山データとして初めてとなる 15cm 分解能での浅間山・草津白根・焼岳のデータ取得を行った。観測・情報抽出技術の一環として、これまでに開発済みの垂直構造物のフットプリント抽出技術を応用し、SAR の観測偏波と建物の立地方位に関する解析を進め、その関連性の一端を突き止めた。当機構の航空機 SAR に求められている観測対象の一つである火山などのピンポイントターゲットに対して高分解能観測が可能な CSAR(Circular-SAR)の観測手法を検討し、Pi-SAR X3 の使用を想定したシミュレーションによって数 cm 分解能での観測可能性を示した。これまでの航空機 SAR 観測データは、データ検索・配信システムによる公開を継続している。航空機 SAR よりも圧倒的な機動力を持つ DAIR について、さらに小型化した試作機(第5世代)を製作してドローンへの組み込みを</li> </ul>	<p>科学的意義としては、高精細航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR X3)において平時の火山データとして初めてとなる 15cm 分解能での浅間山・草津白根・焼岳のデータ取得を行ったこと、マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)における機械学習を利用した降雨の短時間予測(ノウキャスト)において従来のノウキャストを上回る予測精度を実現したこと、マルチパラメータ・差分吸収ライダー(MP-DIAL)の主要コンポーネントであるシードレーザを内製し高精度高安定な波長制御を実現したこと、地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測網を九州に構築</p>

- マルチパラメータ・差分吸収ライダー (MP-DIAL : Multi-Parameter Differential Absorption Lidar) の社会実装に向けて、MP-DIAL を構成する種レーザーの小型化プロトタイプ製作及び常温動作パルスレーザーと信号処理システムの試作を行うとともに、各コンポーネントをインテグレートしたシステムの観測性能実証試験を実施する。
- マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー (MP-PAWR : Multi-Parameter Phased Array Weather Radar) を活用したゲリラ豪雨等の早期捕捉や発達メカニズムの解明に関する研究、機械学習を利用した降雨強度及び予測の精度向上に関する研究を実施する。また、自治体との実証実験を他機関との密接な連携により実施する。さらに、吹田と神戸に設置しているフェーズドアレイ気象レーダーをマルチパラメータ化する。
- 地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測装置について、欧州方式(DVB-T)に対応する屋外観測装

実施した。

- MP-DIAL を構成する各コンポーネント(シードレーザー・波長制御ユニット・常温動作型パルスレーザー・送受信信号処理ユニット)の製作・試作を行った。シードレーザーについては、当機構のものづくりグループでのアルミニウム合金製の筐体試作を経て、実用化モデルとして低熱膨張材(スーパーインバー)での筐体を製作し、低価格化する見込みを得た。同シードレーザーを用いて実観測(ドップラー計測)を実現するとともに、内製シードレーザーとして初めて WMO が規定する水蒸気観測精度( $\pm 10\%$ )を達成するために必要な精度の波長制御( $\pm 0.2\text{pm}$ )が可能な安定性の確保に成功した。波長制御ユニットでは、同シードレーザーの安定した波長制御を実現した。
- 機械学習を利用した降雨の短時間予測(ノウキャスト)について、敵対的生成ネットワーク(GAN)を用いて細かい構造を含む予測に成功し、気象庁をはじめとする従来のノウキャストを上回る予測精度を実現した。第2期 SIP の活動として自治体下水道局との実証実験を継続し、豪雨注意アラーム的中率を約 20%向上させて MP-PAWR 情報の有効性を示した。吹田・神戸の PAWR の MP-PAWR への更新が完了し、観測開始に向けた準備を進めている。これら新しい MP-PAWR の大阪万博での利活用について、総務省・内閣府・万博協会や関連研究機関と調整を進めている。PAWR、MP-PAWR の観測データは、希望するユーザへの提供を継続している。
- 欧州方式に対応する屋外観測装置の開発については、新型コロナウイルスの影響を受けて海外との連携が十分に進まず、また FPGA 等の資材調達にも時間を要する事態となっているため、予定を遅らせて令和4年度から令和5年度にかけて複数年で開発す

し、線状降水帯予測の捕捉率を上げることが示したことなど、高く評価できる成果を上げた。

社会的価値としては、MP-PAWR における機械学習を利用した降雨のノウキャストについて従来のノウキャストを上回る予測精度を実現したことは気象予測における新たな技術として注目されること、Pi-SAR X3 を用いて平時の火山データとして初めてとなる 15cm 分解能での浅間山・草津白根・焼岳のデータ取得を行ったことは災害時の比較可能な基礎データとして価値が高いこと、地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測網を民間企業と共同で九州 16 地点に構築し、クラウドによるデータの利活用を進め気象庁を含むオールジャパンでの線状降水帯メカニズム解明に貢献したこと、MP-DIAL の主要コンポーネントである高安定なシードレーザーを内製化しシステムの低価格化の見込みを得たことなど、高く評価できる成果を上げた。

社会実装としては、MP-PAWR において、自治体下水道局との実証実験を継続し、豪雨注意アラーム的中率を約 20%向上させて MP-PAWR 情報の有効性を示すなど、着実な成果を上げた。

なお、地デジ信号を用いた水蒸気観測に関しては、欧州方式に対応する屋外観測装置の開発

置の開発を行う。また、他機関との連携により九州の観測網を維持し、豪雨予測精度向上に関する研究を実施する。

- 気象レーダーの多目的化を実現する次世代レーダーシステムの基本設計に向けた検討を実施する。また、ウィンドプロファイラの測定データ品質向上を目的とした信号処理手法の高度化を実施する。
- センシングデータの利活用など社会実装に向けた研究開発として、AI 技術を用いた情報抽出、データ圧縮・復元技術の開発を行う。

ることとした。まず国内での展開を確実に実施してから海外展開を検討することとする。民間企業と共同で九州 16 地点に構築した地デジ観測網で観測を継続するとともに、クラウドによるデータ収集配信システムを運用した(第2期 SIP 成果としてプレスリリース)。気象庁による線状降水帯メカニズム解明のための九州エリアでの協力体制(オールジャパンでの取組み)にも参画し、データの利活用を進めた。得られた水蒸気の情報、データ同化において適切にモデル内の水を増減させ、線状降水帯予測の捕捉率を上げ、空振り率を下げる方向に寄与することが分かった。反射体となる人工物が少ない山岳域でも、砂防ダムや落石防止擁壁などが反射体となること、また山体そのものも反射体として使える可能性があることなどが示され、同手法の活用範囲を広げることができた。第2期 SIP 終了後の民間による水蒸気量データ配信のサービス化を目指している。

- 多目的レーダー実現に向けて、大学と共同で MP-PAWR によるドローン検知実験を実施した。MP-PAWR による火山灰観測について検討を進めている。ウィンドプロファイラについては、直近の成果であるアダプティブクラッター抑圧技術も含めた ISO 国際規格が令和4年 12 月に発行された。

- AI を用いたデータ圧縮・復元とその技術を用いたデータ配信システム構築・実証実験を行う総務省委託研究「リモートセンシング技術のユーザ最適型データ提供に関する要素技術の研究開発」(令和4年度～令和6年度)を民間企業とともに受託した。令和5年度以降試作・実証実験を行うデータ配信システム構築のため、民間企業と共同で 22 者以上の想定ユーザからのヒアリングを実施した。Pi-SAR X3 観測データを機上処理後リアルタイムで転送するために、機体にデータ圧縮装置・衛星通信装置を設置するための機体改修を行って、飛行規程承認を得た。データ圧縮装置・衛星通信装置は有事の緊急観測時に有用であると想定される。スペースと電力が限られた機上にデータ圧縮装置を設置するために、従来のデータ記録装置を小型・低消費電力化し、大きさを約 1/2、重さと消費電力を約 1/3 にすることに成功した。MP-PAWR 全データをリアルタイムで転送するためにデータ圧縮装置の準備、及びデータ通信帯域の確保を行っている。

において新型コロナウイルスの影響を受けて海外との連携活動を制限せざるを得なかったこと、および FPGA 等の資材調達の納期遅延の影響を受けたため、令和4年度から令和5年度にかけて複数年で開発する計画に変更した。まず国内での展開を確実に実施したうえで海外展開を進めることとする。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- Pi-SAR X3 において、内閣府防災が主導している火山防災対策会議等に関連して、内閣府・国土地理院・JAXA・気象庁・防衛省などと連携して緊急火山観測のスキームを検討・作成し、平時の火山データとして初めてとなる 15cm 分解能での浅間山・草津白根・焼岳のデータ取得を行ったこと。
- MP-PAWR における機械学習を利用した降雨の短時間予測(ナウキャスト)について、敵対的生成ネットワーク(GAN)を用いて細かい構造を含む予測に成功し、気象庁をはじめとする

<p>(イ)グローバルセンシング技術</p>	<p>(イ)グローバルセンシング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 雲エアロゾル放射ミッション (EarthCARE: Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer) 衛星の打ち上げに備えて、同衛星に搭載される雲プロファイリングレーダー (CPR: Cloud Profiling Radar) の地上処理アルゴリズムの改良を行う。また、打ち上げ後の地上検証に備えて、地上雲レーダーの長期観測を継続し、処理結果を処理アルゴリズムの改良に利用する。さらに、地上校正に用いる能動型レーダー校正器の運用性操作性向上のための改修を行う。</li> <li>• 全球降水観測計画 (GPM: Global Precipitation Measurement) 衛星に搭載された二周波降水レーダー (DPR: Dual-frequency Precipitation Radar) について、観測データから降水に関する物理量を推定する処理アルゴリズムについて改良・検証を行う。また、降水レーダー後継ミッションで計画されているドップラ一観測機能の検討を実施する。</li> </ul>		<p>(イ)グローバルセンシング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EarthCARE/CPR の地上処理について、Level2 アルゴリズムの改良を実施した。地上検証を目的に開発した高感度雲レーダー (HG-SPIDER) が、検証に有用なデータの蓄積を2年を超えて継続している。また、気象庁が全国 33 地点に展開する WINDAS の観測データも統計解析し、CPR の地上検証のためのデータを揃えている。打上後の地上校正に用いる3台の ARC (能動型レーダー校正器) について、精度向上や現地作業効率化を目的とした改修を行った他、実際の地上校正を想定したりハーサル実験を2度実施した。</li> <li>• 当機構が降水判定やクラッター除去のアルゴリズム改良で貢献した GPM/DPR の Ver7 プロダクトが公開され、その評価を行った。3次元データを活用した弱い降水の検出や、弱いクラッターの効果的な除去の効果が確認された。降水レーダー後継ミッションの検討では、令和3年度に続き航空機 SAR の移動体検出技術を活用したドップラ一観測の実証を行った。電子走査雲レーダー (ES-SPIDER) の観測データに対してアルゴリズムを適用することで、実際の雲降水観測データでも同手法が効果的であることを示した。</li> </ul>	<p>従来のナウキャストを上回る予測精度を実現したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MP-DIAL を構成する主要コンポーネントの1つであるシードレーザーにおいて、内製シードレーザーとして初めて水蒸気観測に必要な精度の波長制御 (<math>\pm 0.2\text{pm}</math>) が可能な安定性の確保に成功し、シードレーザーを用いて実観測 (ドップラ一計測) を実現したこと。</li> <li>• 地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測装置について、民間企業と共同で九州 16 地点に構築した地デジ観測網のデータの利活用を進めて気象庁を含むオールジャパンでの線状降水帯メカニズム解明に参画し、地デジ観測網で得られた水蒸気の情報線状降水帯予測の捕捉率を上げ、空振り率を下げる方向に寄与することが分かったこと。</li> </ul> <p><b>【社会的価値】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MP-PAWR における機械学習を利用した降雨のナウキャストについて、GAN を用いて細かい構造を含む予測に成功し、気象庁をはじめとする従来のナウキャストを上回る予測精度を実現したことは、気象予測における新たな技術として注目されること。</li> <li>• Pi-SAR X3 において平時の火</li> </ul>
------------------------	--	--	---	---

山データとして初めてとなる15cm 分解能での浅間山・草津白根・焼岳のデータ取得を行ったことは災害時の比較可能な基礎データとして価値が高いこと。

- 地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測装置において、民間企業と共同で九州 16 地点に構築した地デジ観測網においてクラウドによるデータ収集配信システムを運用し、データの利活用を進めることで、気象庁を含むオールジャパンでの線状降水帯メカニズム解明に貢献したこと。
- MP-DIAL を構成する各コンポーネントの製作・試作を進め、主要コンポーネントである高安定なシードレーザーを内製化し、MP-DIAL を低価格化する見込みを得たこと。
- ウィンドプロファイラにおいて、直近の成果であるアダプティブクラッター抑圧技術も含めた ISO 国際規格が令和4年 12 月に発行されたこと。

#### 【社会実装】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測装置において、反射体となる人工物が少ない山岳域でも水蒸気観測装置の活用範囲を広げられることを示し、民間によるサービス化を

			<p>目指した取組を進めていること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MP-PAWRにおいて、自治体下水道局との実証実験を継続し、豪雨注意アラームの的中率を約 20%向上させて MP-PAWR 情報の有効性を示したこと。</li> </ul>
(2)宇宙環境技術	(2)宇宙環境技術	(2)宇宙環境技術	(2)宇宙環境技術(3-2. 機構法第 14 条第1項第4号の業務を含む)
(ア)宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発	<p>(ア)宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発</p> <p>ユーザニーズに即した宇宙天気予報の精度向上のため、観測手法の拡大、数値予報及び AI を用いた経験モデルの開発、及びユーザフレンドリーな情報提供手法の検討を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内及び国際協力の基に地上からの宇宙天気監視網の充実を図るとともに、東南アジア諸国に対し電離圏観測に関する技術供与を行い、電離圏の現況把握技術を高度化する。</li> </ul>	<p>(ア)宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>東南アジア域で発生し日本に到達するプラズマバブルを監視するため、タイ・KMITL と協力し、タイ・チュンポンにおける VHF レーダーを用いたプラズマバブルの自動検出技術を開発した。本技術開発では、1000 枚の観測データと AI 技術(サポートベクターマシン)を用いてパターン認識モデルを構築し、85%以上の精度でプラズマバブルを自動検出することに成功した。社会インフラの基盤である GNSS の障害要因であるプラズマバブルの監視・予報のため、「プラズマバブルアラートシステム」への実装に向けた開発を着実に進めた。また、東南アジア域電離圏観測網 SEALION について共同研究・データ公開を進めた。</li> <li>タイ・GISTDA との共同研究の枠組みの下、当機構の技術提供により磁気赤道に近いタイ・ソククラの GISTDA 施設に磁力計を設置して地磁気の観測を開始した。また、観測データの扱いや技術協力について GISTDA と新たに共同研究契約を締結した。本観測データをプラズマバブル発生予測の研究に利用するとともに、タイ上空の宇宙天気監視・予報のために必要な運用・解析技術の GISTDA への提供や人材育成など、キャパシティビルディングに大きく貢献した。</li> </ul>	<p>大気圏電離圏モデル GAIA のデータ同化モデルの開発を進めるとともに令和4年2月に Starlink 衛星 38 機を落下させた磁気嵐イベントについて、GAIA 及び観測データを利用して衛星落下の原因を解明したこと、放射線帯三次元モデルにおいて放射線帯電子分布のリアルタイム計算を可能にしたことなどは、科学的意義および社会的価値として高く評価できる成果を上げた。</p> <p>また、タイ・チュンポンにおける VHF レーダーの観測データと AI 技術を用いたパターン認識モデルを構築し 85%以上の精度でプラズマバブル自動検出に成功したことは科学的意義として高く評価できる成果である。総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」及び「宇宙天気の警報基準に関する WG」に参画し、極端な宇宙天気現象がもたらす最悪シナリオや国外でも例がない社会的影響を考慮した新た</p>



- 静止気象衛星ひまわり後継機に搭載可能な宇宙環境計測センサ EM(エンジニアリングモデル)の開発を進める。

- 大気・電離圏モデルを用いたデータ同化による電離圏擾乱の予測モデルの実用化に向けてデータ同化手法の改良を行う。

- 衛星深部帯電の要因となりうる高エネルギー電子の予測・情報発信に向けて、放射線帯三次元モデルのリアルタイム化を進める。

- AI 技術を用いたイオノンデ観測の電離圏エコートレース手法について、前年度試作したピクセル単位で検出を行う「セマンティック・セグメンテーションモデル」の評価を実施し、実装化を進めた。令和4年度中に、本手法による自動読取りの運用を開始し、宇宙天気予報業務に利用した。また、国内電離圏定常観測に関連する共同研究・データ公開を進めた。
- 総務省委託研究課題「ひまわり高機能化研究技術開発」として、ひまわり後継器に搭載可能な宇宙環境センサのエンジニアリングモデルの開発を計画通りに実施した。電子センサは、基本設計及び製造が完了した。陽子センサは、GeV エネルギー陽子を計測するため、国内初の衛星搭載用チェレンコフ光検出器製造に向けて、日本原子力研究開発機構 J-PARC センター協力のもと要素技術試験を実施し、実現性を認める結果を得た。帯電センサについても、PEA 法により空間電荷分布を測定可能な装置の基本設計及び製造が完了した。また、次期ひまわり衛星への搭載の実現に向け、気象庁・総務省と協定を締結し、衛星製造・打上げ・運用までの体制構築を進めた。高エネルギー粒子センサは、現状のひまわりに搭載されているセンサより広いエネルギー領域を高精度で観測可能であり、日本上空静止軌道の宇宙環境情報の定常的取得により、現況・予報情報の精度を向上させ、人工衛星の安定運用に貢献する。また、本研究関連の共同研究を進めるとともに、学術論文を発表した。
- 大気圏電離圏モデル GAIA のデータ同化モデルの開発を進め、台湾・国家実験研究院 (NARLabs) との共同研究を通じて、FORMOSAT/COSMIC 衛星の電波掩蔽観測データの同化を可能にした。データ同化の影響範囲や推定パラメータの調整を行い、電離圏パラメータの高度分布や海上における再現精度の向上を図った。令和4年2月に Starlink 衛星 38 機を落下させた磁気嵐イベントについて、GAIA 及び観測データを利用して一連の宇宙天気現象のメカニズムを分析し、広範囲に広がる中性大気質量密度の増大を再現することで、衛星落下の原因を解明した。また、GAIA に関連する共同研究を進めた。
- 放射線帯電子分布を高精度かつ短時間で再現するため、宇宙環境の様々な活動度に対応した放射線帯電子の軌道情報を物理モデルにより事前に導出し、現況に応じた放射線帯電子分布を短時間で再現する手法を開発した。放射線帯電子の分布を決める主要因の1つである動径方向の拡散過程について、当手法を実装

な予報・警報基準の策定に大きく貢献したこと、および本検討会の報告書を踏まえ、新たな警報基準の実装や宇宙天気予報士の実現に向けた取組を実施したことは社会的価値として高く評価できる成果である。

社会実装としては、総務省委託研究課題「ひまわり高機能化研究技術開発」において、ひまわり後継器に搭載する宇宙環境センサのエンジニアリングモデルの開発を計画通りに進めるとともに、気象庁・総務省と連携し衛星搭載モデルの製造・打上げ・運用までの体制構築を進めたこと、航空機被ばく警報システム (WASAVIES) において、国際民間航空機関 (ICAO) での規定で利用されている基準 (30 フライトレベル (FL)) 毎に被ばく線量率を表示できるようにするとともに、将来システムへの対応や ICAO 基準よりも低高度での被ばく線量率の情報発信についても先行して実施していること、および「プラズマバブルアラートシステム」への実装に向けた開発を着実に進めたことなど、高く評価できる成果を上げた。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際民間航空機関での今後の規定変更に対応できるように太陽放射線被ばく警報システムを改修する。</li> </ul>		<p>し、再現性を確認した。計算時間は、通常計算の 1/10 以下に削減し、リアルタイム計算を可能とした。さらに電子分布再現に他の主要な物理過程も取り込むため、同手法の拡張に取り組んだ。また、磁気圏関連の共同研究を進めるとともに、学術論文を発表した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>航空機被ばく警報システム(WASAVIES)について、国際民間航空機関(ICAO)での規定で利用されている基準である 30 フライトレベル(FL)毎に被ばく線量率を表示できるようにするとともに、将来的な変更が確定している 10FL 毎での表示にも対応できるように改修し、機能を向上させた。さらに、総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」で議論された、ICAO 基準よりも低高度での被ばく線量率の情報発信についても対応可能とした。また、太陽・太陽風関連の共同研究を進めるとともに、学術論文を発表した。</li> </ul>	<p><b>【科学的意義】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大気圏電離圏モデル GAIA のデータ同化モデルの開発において、外国機関との共同研究を通じて、FORMOSAT/COSMIC 衛星の電波掩蔽観測データの同化を可能にしたこと。さらに、令和4年2月に Starlink 衛星 38 機を落下させた磁気嵐イベントについて、GAIA 及び観測データを利用して一連の宇宙天気現象のメカニズムを分析し、広範囲に広がる中性大気質量密度の増大を再現することで、衛星落下の原因を解明したこと。</li> <li>東南アジアで発生し日本に到達するプラズマバブルの監視において、タイ・チュンポンにおける VHF レーダーの観測データと AI 技術を用いたパターン認識モデルの構築により、85%以上の精度でプラズマバブルを自動検出することに成功したこと。</li> <li>衛星深部帯電の要因となりうる高エネルギー電子の予測・情報発信に向けた放射線帯三次元モデルのリアルタイム化において、現況に応じた放射線帯電子分布を短時間で再現する手法を開発し、リアルタイム計算を可能にしたこと。</li> </ul>
<p>(イ)宇宙天気予報システムの研究開発</p>	<p>(イ)宇宙天気予報システムの研究開発</p> <p>機構法第 14 条第1項第4号1項第4号の業務と連動した宇宙天気予報を安定的に遂行するとともに、予報業務に必要な技術を開発する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内太陽電波及び電離圏定常観測を滞りなく遂行するための基盤を整備する。国内及び国際的に情報を発信するシステムを整備する。国際協力による次期太陽風監視衛星データ受信システムを整備する。</li> </ul>	<p>(イ)宇宙天気予報システムの研究開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GNSS 受信機網を利用した全電子数(TEC)観測システムについて、異常値の混入等でも極力停止しないシステムへ大規模改修並びに運用方針の再考を行い、観測システムの堅牢性を高めた。本観測システムのデータは、宇宙天気予報業務での利用だけでなく、ICAO 宇宙天気センターのパートナー国への提供データとしても利用され、宇宙天気予報業務システムとして高い信頼性を実現した。また、南太平洋トンガ沖の海底火山の大規模噴火に伴い発生した電離圏擾乱の研究など、GNSS-TEC 観測に関連する共同研究・データ公開を進めた。</li> <li>次期太陽風観測衛星(SWFO-L1)により、24 時間 365 日、太陽風擾乱を監視するために、10 か国近くの参加が予定されている SWFO アンテナネットワーク地上局の整備を行っている。令和5年3月に地上局設備が鹿島宇宙技術センターに完成した。</li> </ul>	

- 宇宙天気ユーザ協議会等により利用者との交流を深め、ユーザニーズの調査を進めるとともに、社会経済活動の安心・安全の実現に向け、総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」(令和4年1月～6月)に参画し、検討会の結論を踏まえつつ、警報基準の具体化等の予報・警報の高度化に取り組む。予報精度評価を実施するとともに、関連する標準化に貢献する。

- 総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」(令和4年1月～6月)及び「宇宙天気の警報基準に関する WG」(令和4年1月～4月)に参画し、我が国では初めてとなる極端な宇宙天気現象をもたらす最悪シナリオや、国外でも例がない社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準の策定に大きく貢献した。本検討会の報告書を踏まえ、新たな警報基準の実装や宇宙天気予報士の実現等に向けた取組を実施した。
- 総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」にて予警報の必要性が高いと報告された、RTK 測位ユーザに向けた新たな予警報基準検討のため、電離圏擾乱時の測位 FIX 率について解析を実施した。GEONET 観測網のデータを用い、事例的研究および 10 年以上のデータを利用した統計解析を実施し、電離圏擾乱に応じた測位 FIX 率の初期解析結果を得た。また、予警報基準の暫定値の算出およびその評価を行った。
- 宇宙天気情報利用者との交流のため、宇宙天気ユーザーズフォーラムを令和4年 12 月 13 日オンラインで開催し、ユーザへの情報発信及びニーズ・シーズマッチングの検討を推進した。測位業界、衛星運用業界、通信業界、保険業界等から約 200 名の参加があった。また、宇宙天気ユーザ協議会の総会を令和4年 11 月 14 日に開催するとともに、衛星分科会4回、航空分科会1回、アウトリーチ分科会4回を開催し、各分野のユーザの宇宙天気利用状況やニーズ・シーズマッチングの課題、社会実装に向けた課題の検討を進めた。ユーザー協議会の取組等宇宙天気情報の社会利用の展開について、前島密賞を受賞した。
- 東北大学大学院生1名のインターンシップおよびタイ国地理情報宇宙技術機構(GISTDA)からの2名の研修生を受け入れて、予報業務の実践的なトレーニングを実施し、国内外人材育成やアジア域における宇宙天気予報キャパシティビルディングに貢献した。
- ITU-R SG7 において検討している WRC-23 に向けた宇宙天気観測のための周波数保護に関する改訂に関連し、日本の宇宙天気センサに関する情報入力を行った。また、SG3 会合に参加するとともに、電波伝搬シミュレータ及び GTEX に関する研究開発を進めた。ICAO グローバル宇宙天気センターの一員として、情報提供等運用を着実に実施するとともに、各センターで利用するモデル結果の比較・調整を主導して進めている。ISO TC20 SC14 WG4、WG9 において人工衛星の宇宙環境及び衛星耐放射線設計に関する標準化を検討した。CGMS/SWCG において、日本の次期ひま

### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 大気圏電離圏モデル GAIA のデータ同化モデルの開発において、令和4年2月に Starlink 衛星 38 機を落下させた原因を解明したことは、LEO コンステを構築、運用する事業者にとって極めて有益であること。
- 総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」及び「宇宙天気の警報基準に関する WG」に参画し、我が国では初めてとなる極端な宇宙天気現象をもたらす最悪シナリオや、国外でも例がない社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準の策定に大きく貢献したこと。さらに、本検討会の報告書を踏まえ、新たな警報基準の実装や宇宙天気予報士の実現に向けた取組を実施したこと。
- 衛星深部帯電の要因となりうる高エネルギー電子の予測・情報発信に向けた放射線帯三次元モデルのリアルタイム化において現況に応じた放射線帯電子分布のリアルタイム計算を可能にしたことは、衛星帯電の可能性について予測可能としたことにより衛星運用に有益な情報を提供することが期待されること。

わり衛星に搭載を検討するセンサ開発等に関する情報入力を行い、気象衛星による宇宙天気情報の利活用に関する標準化の検討を進めた。

**【社会実装】**

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 総務省委託研究課題「ひまわり高機能化研究技術開発」において、ひまわり後継器に搭載する宇宙環境センサのエンジニアリングモデルの開発を計画通りに進めるとともに、気象庁・総務省と連携し、衛星製造・打上げ・運用までの体制構築を進めたこと。
- 航空機被ばく警報システム（WASAVIES）において、国際民間航空機関（ICAO）での規定で利用されている基準（30 フライトレベル（FL））毎に被ばく線量率を表示できるようにするとともに、将来的な変更が確定している 10FL 毎での表示や ICAO 基準よりも低高度での被ばく線量率の情報発信についても対応可能としたこと。
- 国内太陽電波及び電離圏定常観測を滞りなく遂行するための基盤整備において、GNSS 受信機網を利用した全電子数（TEC）観測システムの堅牢性を高めるとともに、本観測システムのデータが宇宙天気予報業務だけでなく ICAO 宇宙天気センターのパートナー国への提供データとしても利用されることで宇宙天気予報業務システムとして高い信頼性を実現し、さらに南太平洋トンガ沖の海底火山の大規模噴火に伴い

			<p>発生した電離圏擾乱の研究などの GNSS-TEC 観測に関連する共同研究・データ公開を進めたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 社会インフラの基盤である GNSS の障害要因であるプラズマバブルの監視・予報のため、「プラズマバブルアラートシステム」への実装に向けた開発を着実に進めたこと。</li> </ul>
<p>(3)電磁環境技術</p>	<p>(3)電磁環境技術</p>	<p>(3)電磁環境技術</p>	<p>(3)電磁環境技術(3-3. 機構法第 14 条第1項第5号の業務を含む)</p>
<p>(ア)先端 EMC 計測技術</p>	<p>(ア)先端 EMC 計測技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 共通電源線上の複数の広帯域電磁雑音源の動作解析に必要な特性データを取得する。複数広帯域電磁雑音源と単一无線設備を考慮した電磁雑音許容値の設定式に必要なパラメータを明らかにする。令和3年度までに開発した近接電磁耐性評価用の新たなアンテナが機器製造業者や試験機関で広く利用できるようにするために改良を行う。40GHz までの放射電磁雑音の評価方法を開発するために、40GHz までの反射箱の基本特性データを取得する。</li> </ul>	<p>(ア)先端 EMC 計測技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5G 等の無線通信保護のための放射電磁雑音許容値設定モデルにおいて、複数広帯域電磁雑音源と単一无線設備を考慮した電磁雑音許容値の設定式に必要なパラメータを明らかにするために、一家に 10 台以上の高密度電磁雑音源について、電磁雑音の指向性を考慮した場合の最強の雑音源からの雑音受信電力の理論式を導出し、電磁雑音に指向性があると想定すると、無指向性の電磁雑音を想定した場合に比較して、電磁雑音の密度に依存して許容値を緩和可能であることを示し、モンテカルロ法による数値シミュレーションとの比較によってその妥当性を示した。さらに、本成果を国際無線障害特別委員会(CISPR)に提出し、技術報告文書の一部としてドラフト化した。当該技術文書は家電、情報機器、産業機器、自動車等からの雑音許容値設定の決定において参照されるものであることから、国内外の機器製造業に大きなインパクトとなる成果である。</li> <li>• 5G 等の準ミリ波・ミリ波帯無線通信の保護を目的として、電波反射箱による 40GHz までの広帯域放射電磁雑音評価方法を開発するために、電波反射箱を使用することによる広帯域放射電磁雑音の波形変化を、放射電磁雑音測定装置の検波機能別に評価し、電波反射箱で広帯域放射電磁雑音を正しく評価できる雑音帯域幅と測定分解能帯域幅の条件を明らかにすることによつて的確な検波方式を示し、国際ジャーナルに投稿した論文が条件付き採録となった。</li> <li>• 5G 等の準ミリ波・ミリ波帯無線通信の保護を目的として、電波反</li> </ul>	<p>科学的意義としては、電波防護指針が策定されていない 0.3THz 以上の電波ばく露の評価技術を確認するために概ね 0.6THz までの生体組織の電気定数データ等を取得しデータベースの拡充を図り、皮膚および眼球組織の電気特性に近似させた人体等価ファントムを開発したこと、数値人体モデルを用いてテラヘルツ波に局所ばく露した人体局所の電波吸収特性および温度上昇分布を数値シミュレーションにより明らかにしたこと、電測車を用いて測定した首都圏の携帯電話基地局からの電波ばく露レベルは人口が密になるにつれて高くなる傾向があることを国内で初めて定量的に明らかにしたことなど、着実な成果を上げた。</p> <p>社会的価値としては、概ね 0.6THz までの生体組織の電気定</p>

射箱による40GHzまでの広帯域放射電磁雑音の評価のために必要となるアンテナ放射効率の測定法として、同軸導波管変換アダプタを使用する方法を新たに考案した。参照アンテナとして同軸導波管アダプタを利用することで、その挿入損失をネットワークアナライザで直接測定することを可能とし、放射効率を簡易な手法で求めることができる。18GHz から 27GHz に対して実験実証し、論文文化した。

- 電源レールに接続されたスポット LED ライトのような共通電源線上の複数雑音波源の特性を把握するために、電源線に接続された電磁雑音源の等価回路化に必要なパラメータとして、平衡線路である電源線上の雑音電流を二線間の電流の向きが反対方向であるディファレンシャルモードと二線間の電流の向きが同方向であり遠方に電磁雑音を放射するコモンモードに分けて解析するために、雑音源のモード S パラメータ測定からモードインピーダンスを求める方法を検討した。非通電状態で実施した LED 電球のモード S パラメータ測定の結果から、電源コンセントと測定系の同軸コネクタの変換に用いる測定治具の接地状態の影響を受けることを明らかにした。また、通電状態でインピーダンスを測定するためには電源側のインピーダンスを安定化するため、VHF-LISN(疑似電源回路網)を用いた実験系を構築した。令和4年度内に通電状態のインピーダンス測定を実施した。
- 無線通信機器から発射される電波により医療機器等の電気電子機器が誤動作しないことを確認する近接電磁耐性試験のために、機構が第4期に開発したアンテナは従来の外国製アンテナに比べて効率や電界均一性で優れた性能を有しているが、大型で重量もあることからアンテナの保持に技術的課題を有していた。そこで第5期に機構が令和3年度までに開発した小型軽量化された新たな近接電磁耐性評価用の新アンテナについて、放射電界空間分布の均一性とアンテナ放射特性を保持したまま発熱を抑え、剛性や組立精度を向上させるための構造検討、材料選定、設計改良を行い、製品化のための最終試作を行った。さらに試作品の特性を評価し、従来の国際規格で要求されている近接電磁耐性評価面上の電界分布測定や放射効率測定に加えてアンテナからの距離に対する電界強度分布測定を行い、他のアンテナに比較して良好な距離特性を持つことを明らかにし、近接電磁耐性評価においては距離特性も重要であることを含めて論文文化した。また、発売を前提とした共同研究先との知財実施契約を締結した。

数データ等を取得しデータベースの拡充を図り人体等価ファントムを開発したことはミリ波からテラヘルツ波の実用化における人体への影響に対する評価手法を与えるものであること、複数の電磁雑音源がある場合、その指向性を考慮することで電磁雑音の密度に依存して許容値を緩和可能であることの妥当性を示し、さらに成果を国際無線障害特別委員会(CISPR)に提出して技術報告ドラフトに入力したこと、B5G/6Gの研究開発等で必要となる110～330GHzで高精度かつ安定した較正を可能としたことや世界に先駆けて1.1THzまでの特定実験試験局免許の特例措置の導入・運用に大きく貢献したこと、0.3THz以上の電波ばく露の評価のためアレイ化(100×100素子以上)検出器と入射電力密度分布高速測定技術を開発したこと、一般住居と教室内のPC使用時の電波ばく露レベルが同レベルであることを示すなど、高く評価できる成果を上げた。

社会実装としては、小型軽量化された新たな近接電磁耐性評価用の新アンテナを開発し共同研究先との知財実施契約を締結したこと、国際放射線防護委員会(ICRP)が推奨する小児の体形と臓器重量の参照値に合致する国際標準小児数値人体モデルを非営利の研究利用に対して無償で公開したこと、73件の較正作業を

- 40GHz までの電磁雑音測定のための測定場の評価方法及びアンテナ較正方法等の検証データ取得や改良を実施する。広帯域パルス電磁波の高精度評価技術を確立するために、広帯域伝送線路の高精度較正技術を開発する。ミリ波帯電磁波制御技術を確立するために、電波散乱壁の実証実験によって得られた伝搬特性の改善効果を検証し、改善効果を向上させるために改良する。110-330GHz の電力較正システムの不確かさを低減し、機構法第 14 条第 1 項第 5 号の較正業務に反映する。

- 機構が開発・提案してきた振幅確率分布 (APD) に基づく許容値を国際無線障害特別委員会 (CISPR) のマルチメディア機器製品規格に反映させるために、リサーチアシスタント制度を活用して人員を補充し、令和 2 年度に整備した準ミリ波帯データ記録/再生装置を用いた複雑な自動測定系を構築し、コピー機から放射される電磁妨害波に対する APD 測定の不確かさを評価し、信頼性の高い評価を行えることを実証し、国際標準化寄与へ向けて大規模データ取得を行うための技術的手法に目途をつけた。
- 5G 等の準ミリ波・ミリ波帯通信の保護のために、40GHz までの電磁雑音測定のための測定場の評価方法について高精度測定データに基づき実験的に検討し、18GHz まで使用可能な測定場であれば、40GHz までの電磁雑音測定にも使える可能性を、CISPR (国際無線障害特別委員会) 会議に提案した。その結果、現在改定中の測定場に関する国際規格に導入することについて審議を行うこととなった。
- 5G 等の準ミリ波・ミリ波帯無線通信の保護のために、40GHz までの電磁雑音測定のためのアンテナを較正する方法について検討し、従来のアンテナ較正に必要な 30m 程度のケーブル長の減衰により高精度な較正が困難であった高周波数帯について、高周波回路部分を分離して使用することが可能なベクトルネットワークアナライザを用いたことで、使用するケーブルの長さを必要最小限 (送信側 50cm + 受信側 50cm = 計 1m) まで短くした。これにより、ケーブルを通過することによって生じる損失を低減させることで、信号の強さ (電力) を 100 倍以上強くすることに成功し、これまで困難であったミリ波帯の高精度なアンテナ較正を実現した。
- 広帯域な周波数成分を有するパルス波形を用いる 5G や先進レーダーシステム等の性能を高精度に評価するために、広帯域パルス波形が伝送線路を通過した際に生じる信号波形の劣化を最低限に留める技術と、劣化を補償するために、伝達関数を高精度に求める較正技術が必要となる。これらの技術を確立するために、光ケーブル及び光変調器から構成される伝送線路系を構築し、光変調器の制御を最適化するとともに光変調器の安定度を向上させた周波数 10kHz ~ 40GHz で使用可能な広帯域伝送線路系を開発した。ミリ波帯において従来の同軸ケーブルで 100m の距離で信号を伝送すると、信号強度が 30 桁以上減衰するため信号を伝えることができないが、開発した広域伝送線路系では 100m の距離でも信号波形を劣化させることなく、信号強度も数分の 1 程度で

着実に実施するとともに 110GHz から 330GHz までの電力計およびスペクトラムアナライザの較正にも全て対応したことなど、高く評価できる成果を上げた。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 電波防護指針が策定されていない 0.3THz 以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、テラヘルツ帯 (概ね 0.6THz まで) の生体組織の電気定数データ等を取得し、生体組織の電気特性データベースの拡充を図り、皮膚および眼球組織の電気特性に近似させた人体等価ファントムを開発したこと。また、電波防護指針が策定されていない 0.3THz 以上の人体電波ばく露特性を明らかにするために、数値人体モデルを 0.6THz 付近までの周波数に適用するべく 0.05mm の空間分解能で表現できる皮膚や眼球組織等の微細組織を追加する等のモデルの改良を実施するとともに、数値人体モデルを用いてテラヘルツ波に局所ばく露し

			<p>伝送できることを実証した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 等の準ミリ波・ミリ波帯無線通信環境の改善のために、通信電波の到達領域を拡張させる機構が開発したメタマテリアル電波散乱シートの社会実装(製品化)に向けた取組み(CEATEC 2022での展示等)を行った結果、ユーザからの意見を収集するとともに、複数の企業との共同開発・製品化に向けた検討を進めることができた。</li> <li>B5G/6Gの研究開発等で必要となる110GHz以上の周波数領域における較正システムの精度を改善するために、新たに高出力信号源を整備して較正用信号出力を向上し、ミリ波回路を改良し導波路の損失を小さくした。この結果、我が国で機構だけが較正サービス可能な110~330GHz(170GHz以上は国際的にも機構だけで)高精度かつ安定した較正を行えるようにした。 また、1.1THzまでの特定実験試験局の特例措置の導入・運用のために、1.1THzまでの電力基準器による補正值の確認作業手順書案を取りまとめ、330~500GHz帯の補正值の電力計確認システムの開発に着手する等により、世界に先駆けて我が国の1.1THzまでの特定実験試験局の免許交付を迅速に行うための特例措置の導入・運用に大きく貢献した。</li> <li>通信・放送等で最も使われている300MHzから1GHzにおける周波数を一つのアンテナで測定することが可能なため、機構の較正サービス開始の要望が高い対数周期ダイポールアレイアンテナ(LPDA)の較正手順の決定、較正の不確かさの評価、較正手順書に必要な技術的検討を行い、我が国で初めてJCSS(計量法校正事業者登録制度)を新規申請し、計量法に準拠した国際相互認証可能な校正サービスを可能とする体制の整備に貢献した。</li> <li>パソコンやTVなどの電源線に接続された通信装置を保護するために、電源線を通る30MHz以下の伝導性雑音の測定に用いる電流プローブの挿入インピーダンスの較正法について検討し、その妥当性を確認するために国際ラウンドロビンテストを実施し、較正法の問題点を明らかにし、国際無線障害特別委員会(CISPR)会議に入力した。</li> </ul>	<p>た人体局所の電波吸収特性および温度上昇分布を数値シミュレーションにより明らかにしたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>これまでに取得した電波ばく露レベルと地理情報データとの関係の検討において、電測車を用いて測定した首都圏(日本橋を中心に半径100km圏内)の電波ばく露レベル値を基準地域メッシュ(1km<sup>2</sup>)毎に平均し、同地域の人口密度と比較を行い、携帯電話基地局からの電波ばく露レベルは人口が密になるにつれて高くなる傾向があることを国内で初めて定量的に明らかにしたこと。</li> </ul> <p><b>【社会的価値】</b> 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>テラヘルツ帯(概ね0.6THzまで)の生体組織の電気定数データ等を取得し、生体組織の電気特性データベースの拡充を図り、皮膚および眼球組織の電気特性に近似させた人体等価ファントムを開発したことは、ミリ波からテラヘルツ波の実用化における人体への影響に対する評価手法を与えるものであること。</li> <li>5G等の無線通信保護のための放射電磁雑音許容値設定モデルにおいて、電磁雑音に指向性があると想定すると電磁雑音の密度に依存して許容値</li> </ul>
<p>(イ)生体 EMC 技術</p>	<p>(イ)生体 EMC 技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5G等のミリ波帯携帯無線</li> </ul>	<p>(イ)生体 EMC 技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小児の電波ばく露特性等の評価を国内外で推進するために、機</li> </ul>	



通信端末やばく露低減技術を搭載した最新無線通信端末、ビーム状の電波を照射する5G基地局やワイヤレス電力伝送システム、人体近傍に多数配置されるIoT等の電波利用機器・設備における電波防護指針への適合性評価手法について、妥当性の確認や改良を行う。ミリ波帯における人体防護国際ガイドラインの新しい指標とされた吸収電力密度の簡便かつ再現性の高い評価方法を開発する。

構が開発した国際放射線防護委員会(International Commission on Ionizing Radiation Protection; ICRP)が推奨する小児の体形と臓器重量の参照値に合致する国際標準小児数値人体モデル(1歳、5歳、10歳)を非営利の研究利用に対して無償で公開した(令和5年2月1日より)。これにより、様々な分野においてNICT開発数値人体モデルの研究利用を大きく推進し、NICT開発数値人体モデルを用いた小児の電波ばく露量に関する研究成果が学術分野(特に国内外の電波のリスク評価レビュー等)で広く参照されるための取組を進めた。

- 5G等の6GHz以上の電波を発射する携帯無線端末を安全かつ有効に利用するために、機構はミリ波帯における人体防護国際ガイドラインの新しい指標とされた吸収電力密度の測定方法を提案しており、当該測定方法を検証するための測定システムを構築し、2種類のアンテナを用いて、評価データを取得し、再現性について検討した結果、当該測定方法が再現性の高い評価方法であることを確認した。本成果により、国際電気標準会議(IEC)で策定が予定されている吸収電力密度測定方法の国際規格に、機構が提案する手法が採用される可能性を高めることができた。
- 5Gシステムの電波ばく露の人体防護指針への適合性確認方法の信頼性を向上させるために、今後利用が見込まれる5G無線通信端末の28GHz以外のミリ波周波数帯(40GHzや70GHz)において国際標準規格で規定されている側頭部の評価面の妥当性を、様々な年齢(5歳、10歳、成人)の側頭部と比較することにより確認した。
- 5Gシステムの電波ばく露の人体防護指針への適合性確認方法の信頼性を向上させるために、6GHz以上の電波を発射する無線通信端末の電波防護指針への適合性確認に利用可能な2種類の異なる入射電力密度の評価方法(近傍電界プローブによる評価方法と導波管プローブによる評価方法)の不確かさを評価した。
- 6GHz以下の電波を発射する4G/5G等の最新携帯電話端末の電波ばく露の人体防護指針への適合性確認方法の信頼性を向上させるために、ばく露量低減技術を搭載した国内で市販されている複数の携帯電話端末に対して国際標準規格で規定されている比吸収率(SAR)測定を行い、SARが低減する人体検知機能トリガー位置等を確認した。これにより、人体検知機能等のばく露量低減技術を搭載した国内の携帯電話端末においても、国際標準規格

を緩和可能であることの妥当性を示し、さらに成果を国際無線障害特別委員会(CISPR)に提出して技術報告文書の一部としてドラフト化することで、国内外の機器製造業が雑音許容値を決定する際に参照できるようにしたこと。

- B5G/6Gの研究開発等で必要となる110GHz以上の周波数領域における較正システムの精度改善により、我が国で機構だけが較正サービス可能な110~330GHz(170GHz以上は国際的にも機構だけ)で高精度かつ安定した較正を行えるようにしたこと。また、1.1THzまでの電力基準器による補正值の確認作業手順書案を取りまとめた、330~500GHz帯の補正值の電力計確認システムの開発に着手する等により、世界に先駆けて我が国の1.1THzまでの特定実験試験局の免許交付を迅速に行うための特例措置の導入・運用に大きく貢献したこと。
- 電波防護指針が策定されていない0.3THz以上の電波ばく露の評価技術確立するために、電気光学結晶を用いた検出器をアレイ化(100×100素子以上)した入射電力密度分布高速測定技術を開発し、本測定方法技術の測定時間や空間解像度等の有効性を確認したこと。

に基づく人体防護指針への適合性評価方法が妥当であることを確認した。

- 6GHz 以下の電波を発射する 4G/5G 等の携帯電話端末の電波ばく露の人体防護指針への適合性確認に利用されている現行の比吸収率(SAR)測定システムでは、1本の SAR プローブで頭部ファントム内の評価領域を3次的に走査し、測定値を補間・外挿して 10g 領域の局所 SAR を算出するが、1条件あたり 20 分程度の測定時間が必要となり、4G/5G 携帯電話端末で用いられる膨大な変調条件等を全て網羅した測定は困難であった。一方で、近年に開発・市販されている次世代高速 SAR 測定システムでは評価領域にプローブがアレイ配置されており、現行の測定システムと比較して、非常に高速に SAR を算出できる。しかし、次世代高速 SAR 測定システムで正確に局所 SAR を算出することができるかについての検討は未だに十分ではない。そのため、国際規格が策定されているものの、日本を含む諸外国の規制当局は次世代高速 SAR 測定システムを用いた適合性確認を認めていない。そこで、15 種類以上の携帯電話端末を用いて、500 条件以上の SAR データを2種類の次世代高速 SAR 測定システムを用いて取得し、現行の SAR 測定システムで取得したデータと比較することで、次世代高速 SAR 測定システムが適合性評価に利用できる条件や範囲を明らかにした。この成果は現在進められている国際標準規格の改定作業に大きく寄与し、国内での適合性評価の技術基準の検討にも寄与するものである。
- WiFi 6E 等の 6GHz 帯の電波を使用する無線端末の電波ばく露の人体防護指針への適合性を確認するために、6GHz 以上 10GHz 以下の周波数範囲において SAR 測定システムが正常に動作していることを確認するためのダイポールアンテナを用いた総合評価試験及びその不確かさデータを取得した。
- 比較的長距離の無線電力伝送を行う空間伝送型マイクロ波無線電力伝送(WPT)システムの電波ばく露の人体防護指針への適合性確認を行う手法を確立するために、年齢の異なる複数の数値人体モデルを用いた数値シミュレーションにより、現実的な室内環境下での詳細な空間伝送型 WPT システムによる人体の電波ばく露量を明らかにした。また、人体に装着された IoT 機器に対して無線給電するような状況も想定し、人体の様々な部位に装着された機器に向けて、同一周波数および複数周波数の電波が WPT システムから放射された際の人体の電波ばく露量も明らかにした。

- 小児における電波ばく露レベルの把握において、小中学校の教室における電波ばく露レベルの測定を行った結果を一般住居内 48 宅での PC 使用時の電波ばく露レベルと比較し、教室内の PC 使用時においても一般住居内の電波ばく露レベルと同レベルであることを明らかにしたこと。

### 【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 機構が開発した小型軽量化された新たな近接電磁耐性評価用の新アンテナにおいて、他のアンテナに比較して良好な距離特性を持つことを明らかにするとともに、発売を前提とした共同研究先との知財実施契約を締結したこと。
- 小児の電波ばく露特性等の評価を国内外で推進するために、機構が開発した国際放射線防護委員会(ICRP)が推奨する小児の体形と臓器重量の参照値に合致する国際標準小児数値人体モデルを非営利の研究利用に対して無償で公開したことにより、NICT 開発数値人体モデルを用いた小児の電波ばく露量に関する研究成果が学術分野(特に国内外の電波のリスク評価レビュー等)で広く参照されるための取組を進めたこと。

- 0.3THz 付近までの周波数における電力密度分布測定技術を開発する。また、0.6THz 付近までの周波数に適用するために数値人体モデルを改良し、生体組織の電気的特性データベースを拡充し、テラヘルツ波に局所ばく露した人体内の温度上昇分布を数値シミュレーションにより取得する。

- IoT 機器の電波ばく露の人体防護指針への適合性確認を行うために、屋内環境において人体に装着または周辺に複数(数十程度)存在する IoT 機器からの電波ばく露を想定して、数値シミュレーションにおいて人体を模した数値モデルを用いて、IoT 機器の増加に対する電波ばく露量の変化について検証した。
- 電波防護指針が策定されていない 0.3THz 以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、電気光学結晶を用いた検出器をアレイ化(100×100 素子以上)した入射電力密度分布高速測定技術を開発した。0.3THz 付近の周波数において入射角や伝搬距離等を変化させた条件で入射電力密度分布の測定を実施し、導波管プローブを用いた測定データとの比較により、本測定技術の測定時間や空間解像度等の有効性を確認した。
- 現在、6GHz 以上の電波防護指針として用いられている入射電力密度の評価方法に関する国際規格は 0.3THz までを対象周波数としているが、評価方法の検証は 0.1THz 程度までしか行われていない。そこで、0.1THz(100GHz)以上の利用が見込まれている B5G/6G 等の電波ばく露の人体防護指針への適合性評価方法の妥当性を確認するために、0.1THz を超えて 0.3THz 付近の周波数において、導波管プローブ等を用いて、入射角や伝搬距離等の 5 通り以上の条件にて入射電力密度分布を測定した。
- 電波防護指針が策定されていない 0.3THz 以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、テラヘルツ帯(概ね 0.6THz まで)の生体組織の電気定数データ等を取得し、生体組織の電気特性データベースの拡充を図り、皮膚および眼球組織の電気特性に近似させた人体等価ファントムを開発した。
- 電波防護指針が策定されていない 0.3THz 以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、令和3年度に開発した高速応答(50 ミリ秒)かつサブミリメートルオーダーの空間分解能を有する温度感受性プローブ(色素)を生体等価ファントム等に応用したリアルタイム温度計測方法の温度校正を、温度感受性プローブにより計測した蛍光強度と校正された光ファイバ温度計や熱電対を使用して測定した温度を基準として実施できることを明らかにした。
- 電波防護指針が策定されていない 0.3THz 以上の人体電波ばく露特性を明らかにするために、数値人体モデルを 0.6THz 付近までの周波数に適用するべくモデルの分解能を 0.05mm 以下とし、0.05mm の空間分解能で表現できる皮膚や眼球組織等の微細組織を追加する等、モデルの改良を実施した。同時に計算環境を拡

- 電波法における無線局制度の国内最上位に位置付けられる較正機関として前年度を上回る 73 件の較正作業を着実に実施し、電波の公平かつ能率的な利用の実現に貢献したこと。特に B5G/6G 研究開発のためにミリ波帯の実験試験局開設の要望が増加している影響で較正依頼件数も増加の傾向にある 110GHz から 330GHz までの電力計およびスペクトラムアナライザの較正にも全て対応したこと。

- 電波ばく露レベルに関する詳細かつ大規模なデータを取得・蓄積し、5G/IoT 等の電波ばく露に関するリスクコミュニケーション等に活用するために、5G を中心に屋内外の電波ばく露レベルの定点測定や携帯測定等を行うとともに、広範囲の電波ばく露を把握するために地方都市において車載測定を行う。Web 調査等によりリスクコミュニケーション手法の妥当性や有効性を評価する。

充し、数値人体モデルを用いて、テラヘルツ波に局所ばく露した人体局所の電波吸収特性および温度上昇分布を数値シミュレーションにより明らかにした。

- B5G/6G で利用が進むと見込まれるテラヘルツ波帯の人体電波ばく露特性に関する研究開発を促進するために、機構が自ら測定等により取得・整備した約 60 種類の生体組織の電気定数データベース(1MHz~0.1THz)を Web 上で令和5年3月に公開した。
- 日本の各地域の電波ばく露レベルの傾向を把握するために、地方都市(札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、福岡)周辺において、各都市で 2,500km にわたり電測車による走行測定を実施し、我が国で初めて日本各地域の主要都市の FM/TV/携帯電話基地局等からの電波ばく露レベルを明らかにした。本成果により、携帯電話基地局等からの電波ばく露レベルは、電波防護指針よりも2桁以上小さいものの、どの地域でも郊外よりも都市部で増大する傾向を確認した。取得したデータに基づき、過去に測定したデータを含めたリスクコミュニケーションへの活用方法について検討した。
- これまでに取得した電波ばく露レベルと地理情報データとの関係を検討するために、令和3年度に電測車を用いて測定した首都圏(日本橋を中心に半径 100km 圏内)の電波ばく露レベル値を基準地域メッシュ(1km<sup>2</sup>)毎に平均し、同地域の人口密度と比較を行った。その結果、携帯電話基地局からの電波ばく露レベルは、電波防護指針よりも2桁以上小さいものの、人口が密になるにつれて高くなる傾向があることを国内で初めて定量的に明らかにした。基準地域メッシュの空間分解能を有する電波ばく露レベルの高精細広域データベースの構築は国際的にも例がなく、人口密度以外にも多くの地理情報データベースとの比較・連携が可能となるものである。
- 電波の安全性の関心が高い小児における電波ばく露レベルを把握するために、静岡県裾野市の協力のもと、小中学校の教室における電波ばく露レベルの測定を行った。この際、小型測定器を教室の隅に配置するとともに、教室内で PC を使用している場合と使用していない場合について測定を行った。また、両学校とも PC のインターネット接続には携帯電話回線を使用している。測定結果を令和3年度に実施した一般住居内 48 宅での PC 使用時の電波ばく露レベルと比較し、教室内の PC 使用時においても一般住居内の電波ばく露レベルと同レベルであり、電波防護指針よりも4桁以上小さいことを明らかにした。

以上の研究開発の実施においては、大学・研究機関等との研究ネットワーク構築や共同研究の実施等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすとともに、研究開発で得られた知見や経験に基づき、国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与することにより、安全・安心な ICT の発展に貢献する。

- 都心部を中心に普及が進んできている 5G システムによる電波ばく露レベルを把握するために、5G FR1(6GHz 以下)の基地局からの電波ばく露レベルについて、東京駅周辺で測定を行った。東京駅周辺の 5G 基地局からの電波ばく露レベルは、5G 以外の携帯電話システムの基地局からの電波ばく露レベルに比べて中央値で 30dB 程低いことを明らかにした。
- 我が国における電波のリスク認知の傾向について把握するために、5000 人規模の WEB アンケートを実施し、電波利用をとっても必要と思う集団でも電波に不安を強く感じる人が存在すること、知識レベルが高いとリスク認知・不安も同様に高くなる傾向などを明らかにした。
- 電波ばく露レベルモニタリングの国際的な連携体制を確立するために、国際生体電磁気学会(BioEM)にて、電波ばく露レベルモニタリングのワークショップを企画・開催し情報交換を行うとともに、EU の国際研究プロジェクト(SEAWave)と協調して電波ばく露レベルモニタリングの研究を実施する協力関係を構築した。
- 大学・研究機関等との共同研究(実績:大学 23、民間企業2)や協力研究員・研修員 20 人、リサーチアシスタント2人の受入などによる研究ネットワーク構築、オープンフォーラム NICT/EMC-net(主に産業界からの要望取得と議論を行う場として設置し、傘下の4研究会およびシンポジウムに延べ 515 名が参加(うち研究会登録会員数は延べ 819 名))などの活動などを通じて、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関として役割を果たした。  
研究開発で得られた知見や経験に基づき、下記に示す通り国際電気通信連合(ITU)、国際電気標準会議(IEC)、世界保健機関(WHO)、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)等の国際標準化および国内外技術基準の策定に対して、令和3年度と同様に機構随一の規模で参画し、関連規格・基準等の策定に大きく寄与した(人数はいずれも延べ)。  
国際会議エキスパート・構成員 67 人(うち議長等役職者は5人)、国際会合参加者数 82 人、国際寄与文書提出 14 件、機構寄与を含む国際規格文書の成立4編(頭部及び身体に近接した無線機器から発射される人体ばく露量の測定による評価手順(6GHz～300GHz)、頭部及び身体に近接した無線機器から発射される人体ばく露量の計算による評価手順(6GHz～300GHz)、6～10GHz における比吸収率から吸収電力密度の変換方法の公開仕様書、

		<p>30MHz～300MHz における空間伝送型無線電力伝送システムのばく露評価方法に関する技術報告)など。</p> <p>国内標準化会議構成員 82 人(うち議長等役職者は 15 人)、国内会合参加者数 104 人、文書提出 18 件、国内答申1編(CISPR 会議(令和4年)対処方針)、成立標準1編(JIS C 61000-4-3:2022、放射無線周波電磁界イミュニティ試験)など。</p>	
(4)時空標準技術	(4)時空標準技術	(4)時空標準技術	(4)時空標準技術(3-1. 機構法第 14 条第1項第3号の業務を含む)
(ア)周波数標準及び時刻生成技術	<p>(ア)周波数標準及び時刻生成技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4局(本部・神戸・長波送信所2箇所)の時計群による統合時系の実運用に向け、本部以外の拠点での計算機等の機器整備と監視ソフトウェアの最適化を行い、運用状況を確認可能にする。また日本標準時への光時計の導入について本部システムの改修を行い、複数の光時計による周波数調整に対応できる機能強化を進める。</li> <li>光格子時計については、秒の再定義に向けた必要条件のひとつである「光時計の定期的な国際原子時計校正」の実証、及び日本標準時の高精度化を実現する。また、光時計の次世代機開発を進めるとともに、現用器においても不確かさの一層の低減を進める。さらに、国内外の光時計と協力し、より高精度な周波数</li> </ul>	<p>(ア)周波数標準及び時刻生成技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4局(本部・神戸・長波送信所2箇所)の時計群による統合時系の実運用に向け、本部以外の拠点での計算機等と監視ソフトウェアの整備を行うことにより全拠点統合時系の運用状況が Web で迅速に確認可能となった。これを受けて、神戸及び長波送信所3拠点の平均時系としていた神戸局の予備系を全拠点統合時系に切り替え、予備系の耐災害性を向上させた。</li> <li>2台の原子泉型セシウム原子時計を連続的に運用し、時系生成の検証に必要なデータを得た。</li> <li>令和4年度全期間において Sr 光格子時計信号に基づいた光時系を継続的に生成し、日本標準時の高精度化を行った。光時計による調整が始まった令和3年8月以降、UTC に対する時刻差の変化が従来の2分の1以下に抑えられている。当該成果は、光格子時計の世界初の社会実装である。この成果についてプレスリリースを行い、複数のメディアで取り上げられた。</li> <li>Sr 光格子時計を参照した国際原子時の歩度評価結果を国際度量衡局(BIPM)に提供し、また令和3年8月から令和4年8月まで毎月 on-time の国際原子時(TAI)校正において光格子時計の貢献度向上を主導し、秒の再定義に向けた議論に大きく貢献した。令和3年に実現した歴代最高精度での TAI 校正について、ホームページにて報告した。</li> <li>産総研で運用された Yb 光格子時計データを複数の衛星データ方式で比較し、その検証を行った。</li> </ul>	<p>科学的意義としては、Sr 光格子時計を参照した国際原子時の歩度評価結果を国際度量衡局(BIPM)に提供し、また毎月 on-time の国際原子時(TAI)校正において光格子時計の貢献度向上を主導し、秒の再定義に向けた議論に大きく貢献していること、可搬型0.3THz周波数標準器を完成させ、国際学会の基調講演で報告したこと、量子ネットワークのノードとしての利用を見据えたイオントラップ装置の開発における性能向上に繋がるパラメータ測定を実現したことなど、高く評価できる成果を上げた。</p> <p>社会的価値としては、Sr 光格子時計による調整が始まった令和3年8月以降に UTC に対する日本標準時の時刻差の変化が従来の2分の1以下に高精度化されたこと、ITU-R WP5D における2030年国際モバイル通信(IMT-2030)の技術トレンド調査のドラフティングにおいて時空間同期に関する項目の導入を主導し、これ</p>

	<p>比計測や相補的な時計データを利用した時系生成にも取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 静止衛星を利用する周波数比較手法については、韓国 KRISS 研究所との間での継続的なリンクを行い、そこで得られる搬送波位相による測定結果の光周波数比較や時系比較への活用法を研究する。GNSS 利用の時刻周波数比較においては、汎用 Multi-GNSS モジュール基板を組み込んで開発した受信機を本部と副局に配置し分散化リンクへの組み込みを行う。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構が開発し、技術移転をした SRS モデムについて、前年度パリ天文台が購入し、このモデムとの間での時刻比較を行うために、パリ天文台と他の欧州の3つの標準機関(PTB(独)、INRIM(伊)、RISE(スウェーデン))からもう1台試験的に使用したい旨の連絡があり、共同研究契約を締結した。</li> <li>• 廉価版の時刻比較用 Multi-GNSS 受信機の開発を行い、市販受信機との間で時刻比較精度の検証を行なった。</li> <li>• アジア域での複数光時計データの統合利用を見据え、準天頂衛星の実時間高精度モデルである MADOCA PPP products を使用した時刻比較精度の検証を行なった。IGS が公開している高精度なモデルと比較して同等の精度が得られることが確認でき、分散化で要求される準実時間比較に適用可能なことを確認した。</li> </ul>	<p>らは圧縮されて令和5年度中に ITU-R WP5D にてまとめられる6G ビジョン勧告の技術部分にも反映されること、コンパクトな原子時計に利用する RF-MEMS 発振器に関し、180nm プロセスでの低コストな製造手法を確立するとともに集積化を進めたことなど、高く評価できる成果を上げた。</p> <p>社会実装としては、Sr 光格子時計信号に基づいた日本標準時の高精度化とその継続により光時計の国家標準時刻への導入を機構が世界に先駆けて初めて実現したこと、Sr 光格子時計を参照した国際原子時の歩度評価結果を国際度量衡局(BIPM)に提供することが国際標準時刻の維持及び高精度化の役割を果たしていること、Wi-Wi 技術の事業化に向けて国内モジュールメーカーとの連携を進めるとともに海外でのユースケース開拓に繋がる活動を実施していることなど、高く評価できる成果を上げた。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p>
<p>(イ)周波数標準及び時刻供給技術</p>	<p>(イ)周波数標準及び時刻供給技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 可搬型のコンパクトな原子時計の開発については、原子時計の要素部品の確実かつ低価格な供給を実現するための民間企業等との協業体制を整えるとともに、ガスセルの小型・低コスト化を先進材料と先進プロセスとを組み合わせる推進する。</li> </ul>	<p>(イ)周波数標準及び時刻供給技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大型の総務省委託研究(4年間、8億円/年)の公募に対し、大学や国プロの経験が少ない民間企業計 12 機関をまとめ上げてチームを編成し、研究を受託することに成功した。</li> <li>• ITU-R WP5D における 2030 年国際モバイル通信(IMT-2030)の技術トレンド調査のドラフティングにおいてリアルタイムのサービス/通信という section のエディターを務め、時空間同期(Space-Time Synchronization)という用語と機構開発の3本の矢「CLIFS」「Wi-Wi」「クラスタ時系」の内容を反映した。また高精度測位の section で Wi-Wi の原理である搬送波位相利用についても入力した。また、これらは圧縮されて令和5年度中に ITU-R WP5D にてまとめられる6G ビジョン勧告の技術部分にも反映される。</li> <li>• 可搬型の(小型端末にも搭載可能な)コンパクトな原子時計の開発について、波長可変型レーザーチップの開発に成功し、レーザー掃引特性を確認した。これにより、原子時計用光源のスクリーニングコストの削減が期待される。</li> <li>• 同じく可搬型の(小型端末にも搭載可能な)コンパクトな原子時計に利用する RF-MEMS 発振器に関して、レガシープロセス(180nm</li> </ul>	<p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr 光格子時計を参照した国際</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>近距離無線双方向時刻比較では、特定の通信機能に特化した小型省電力化を行うことで携帯可能とした無線機を開発し、野外変位モニタ等新たな利用領域での動作検証実験を行う。また、測位技術への応用に向けて反射波の影響を低減する手法の低減効果についての知見を得る。</li> <li>分散型時刻同期網の研究については、複数台の原子時計によって分散化の効果を検証し、さらにネットワーク遅延を考慮した時系アルゴリズムを組み込み、周波数安定度の検証を行う。また、原子時計を模擬したエミュレーション環境の構築に着手する。</li> </ul>		<p>プロセス)での低コストな製造手法を確立するとともに、さらなる集積度の向上を目指して平衡-非平衡変換回路やデジタル周波数制御回路の発振器チップへの集積化を進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NEDO の研究成果として試作した名刺サイズの小型基板 100 台を評価した。中間目標である 15 台同期、同期精度 100 ナノ秒、同期ジッタ 20 ピコ秒、消費電力 400mW を達成した。</li> <li>東京大学との共同研究により無線通信の際に遅延を一定値以内に抑える遅延保証通信手法を大型電波暗室内で実験、IEEE Access への論文投稿、学会発表を行った。広島大学との共同研究により時空間同期を活用してコード分割多数接続プロトコルを最大限に活用する実証実験を行い、学会発表を行った。Social ICT グループと連携して Wi-Wi を用いたロボットの等距離縦列走行実験を行った。</li> <li>Wi-Wi 技術の事業化に向けて、国内モジュールメーカーとの連携を進めた。また、北米でのユースケース開拓のために国際会議で Wi-Wi の紹介を2件行った。Wi-Wi を用いた peer to peer の秘匿通信技術を開発し、実験結果を Globecom2022 において発表した。</li> <li>原子時計の実機3台の平均時系により長期の周波数安定度が 1.7 倍改善できることを確認した。</li> <li>時系アルゴリズムについて、ネットワーク構成とその精度についてまとめ国内会議と国際会議で報告した。また、小型原子時計に適した安定度評価指標を定め、その解析表現の導出と数値評価を実施して、国内論文1件及び国際論文1件に成果をまとめて投稿した(東京工業大学、群馬大学との共同)。エミュレーション環境について、StarBED による 10 台規模の小型原子時計のネットワーク化について要件定義と基本設計を実施した。ネットワーク構成、ネットワーク遅延量などを自由に設定できる基本的なエミュレーション環境を整えた。</li> </ul>	<p>原子時の歩度評価結果を国際度量衡局 (BIPM) に提供し、令和3年8月から令和4年8月まで毎月 on-time の国際原子時 (TAI) 校正に貢献する機構の積極的な貢献が、他機関の貢献を誘引しつつ光時計の貢献度向上を主導し秒の再定義に向けた議論に大きく貢献していること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>テラヘルツ周波数標準技術において、2台のアセチレン安定化レーザーの光差周波発生を利用した可搬型 0.3THz 周波数標準器を完成させ、その結果を国際学会 IRMMW-THz2022 の基調講演として報告したこと。</li> <li>イオントラップの光周波数標準のみならず将来の量子ネットワークのノードとしての利用を見据えたイオントラップ装置の開発において、インジウムイオン光時計1号機と比して1桁以上の精度向上を目指す2号機においてイッテルビウムイオンのトラップ動作、多数イオン結晶化、単一イオントラップ、トラップ特性パラメータの測定等を実現したこと。</li> </ul>
<p>(ウ)周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓</p>	<p>(ウ)周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>光周波数標準器による重力ポテンシャル計測への外的擾乱の定量的評価のために、相対重力計の連続観測を継続し、地下水変動等との比較を行う。ま</li> </ul>		<p>(ウ)周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>前年度導入した相対重力計の試験運用を開始し、8月までの観測により重力計固有の特性であるバネの初期ドリフトを決定した。国立極地研究所の助力を得て、NICT 相対重力計近傍、及び光格子時計近傍での絶対重力測定を行い、東日本大震災の巨大地震の余効変動による地盤隆起の影響を評価した。想定より絶対値は大きいものの、隆起と調和的な減少傾向の<math>-43.79 \mu \text{Gal}</math> の重力変</li> </ul>	<p><b>【社会的価値】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sr 光格子時計信号に基づいた日本標準時の高精度化において、光時計による調整が始まっ</li> </ul>



た、相対重力計のドリフトや鉛直勾配の把握など、安定した連続観測に不可欠な初期評価を測地関係機関と協力して実施する。

- テラヘルツ周波数標準技術については、一酸化炭素分子安定化 THz 波長標準器及び小型・可搬型 0.3THz 標準器の絶対周波数を決定すると同時に、高度化に向けた研究開発を推進する。また、周波数校正業務の sub-THz 帯への拡張に資する実用技術等の検討を実施する。
- イオントラップの光周波数標準のみならず将来の量子ネットワークのノードとしての利用を見据え、インジウム、イッテルビウム等多種をトラップ可能なイオントラップ装置を開発する。

化を検出した。東京大学地震研究所共同利用研究「重力観測の高度化に基づく固体地球ダイナミクス研究の新展開」に参画し、他機関の関係研究者との合同観測により絶対重力計との比較、及び相対重力計観測のノウハウを取得した。国土地理院の協力を得て、石岡測地観測局において絶対重力計と NICT 相対重力計との並行観測により、相対重力計の性能評価を実施した。地盤上下変動の連続監視のために、GNSS 観測点を新たに設置し、観測を開始した。

- 2台のアセチレン安定化レーザーの光差周波発生を利用することで、周波数確度  $4.5 \times 10^{-8}$  の可搬型 0.3THz 周波数標準器を完成させ、その結果を国際学会 IRMMW-THz2022 において基調講演として報告した(当機構のテラヘルツ連携研究室との共同成果)。萌芽的課題として、テラヘルツ連携研究室と共同で、高周波電磁波の電力を正確に計測できる SI トレーサブルな THz パワーセンサーの研究を開始した。
- アルカリ金属原子のリュドベルグ準位を利用し、高精度光周波数計測技術を利用した電磁波の電界強度計測に挑戦した。
- インジウムイオン光時計1号機(カルシウムイオンとの共同冷却)の改善を継続すると同時に、イッテルビウムイオンとの共同冷却を行い、1号機と比して1桁以上の精度向上を目指す2号機においてイッテルビウムイオンのトラップ動作、多数イオン結晶化、単一イオントラップ、トラップ特性パラメータの測定等を実現した。

た令和3年8月以降に UTC に対する時刻差の変化を従来の2分の1以下に抑え、さらにこの成果についてプレスリリースを行い、複数のメディアで取り上げられたこと。

- 標準化において、ITU-R WP5D における 2030 年国際モバイル通信(IMT-2030)の技術トレンド調査のドラフティングにおいてリアルタイムサービス/通信という section のエディターを務め、時空間同期という用語と機構開発の3本の矢「CLIFS」「Wi-Wi」「クラスタ時系」の内容を反映し、また高精度測位の節で Wi-Wi の原理である搬送波位相利用についても入力したこと。さらに、これらは圧縮されて令和5年度中に ITU-R WP5D にてまとめられる 6G ビジョン勧告の技術部分にも反映されること。
- 可搬型のコンパクトな原子時計に利用する RF-MEMS 発振器に関し、レガシープロセス(180nm プロセス)での低コストな製造手法を確立するとともに、さらなる集積度の向上を目指して平衡-非平衡変換回路やデジタル周波数制御回路の発振器チップへの集積化を進めたこと。

#### 【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr 光格子時計信号に基づいた日本標準時の高精度化とその継続は、光時計の国家標準時刻への導入を機構が世界に先駆けて初めて実現した、優れた社会実装であること。</li> <li>• Sr 光格子時計を参照した国際原子時の歩度評価結果を国際度量衡局 (BIPM) に提供し、令和3年8月から令和4年8月まで毎月 on-time の国際原子時 (TAI) 校正に貢献したことは、国際標準時刻の維持及び高精度化の役割を果たしていること。</li> <li>• Wi-Wi 技術の事業化に向けて、国内モジュールメーカーとの連携を進めるとともに、北米でのユースケース開拓のために国際会議で Wi-Wi の紹介を行ったこと。</li> <li>• 電話回線による時刻供給サービスにおいて、光テレホン JJY (光電話回線利用) への移行が進むとともに、光テレホン JJY 開発者が電波技術協会賞を受賞したこと。また、http/https プロトコルによる時刻供給についてサービスの完全廃止を実現したこと。</li> </ul>
<p>(5) デジタル光学基盤技術</p>	<p>(5) デジタル光学基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 高効率かつ安価なプリント型ホログラム素子の製造に関する研究開発を行うとともに、産業展開を見据えた応用技術として、デジタ</li> </ul>	<p>(5) デジタル光学基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HOPTEC (Hologram Printing Technology) で作られるホログラム素子 (HOE) の応用の一つの例として、水平視野角 60 度で複数人が同時に 3D メガネなしにフルカラーアニメーションの 3D 映像を観察できる透明 AR (Augmented Reality) ディスプレイシステムを開発した。</li> </ul>	<p>(5) デジタル光学基盤技術</p> <p>科学的意義としては、デジタルホログラフィによる精密光学測定に関して、自然光のフルカラーホログラムを毎秒 22 コマで撮影で</p>

ルホログラムを活用した光通信向け光学技術や実写の精密光学測定技術に関する研究開発を行う。

- ホログラム素子の製造については、透過型又は波長選択効果が得られる反射型のいずれかに対応したプリント型ホログラム素子の製造を、参照光路の動的制御によって1台のホログラムプリンタで実現するための研究開発を行うとともに、プリントした素子の回折効率の最大化や結像特性の向上等を進める。
- また、プリントしたホログラム素子を用いた光通信素子等を実現するために、角度補正や導光など複数の機能を1つのホログラム素子に統合し、小型化・軽量化を目指す基礎設計を開始する。さらに、単層のホログラム素子を上回る光学特性を得ることを目的に、膨大な組み合わせによる複数層のホログラム素子の協調動作の実現に向け、機械学習を用いた光学設計を行う。
- 精密光学測定技術では、光源による測定対象への損傷抑制を目的に、デジタルホログラフィ光学系から偏光フィルタを排除し、か

- 空間光通信の精追尾機構を代替する HOE 設計を行った。
- 偏光方向に応じて異なる焦点距離を持つ複屈折レンズを用いることで曲率の異なる光波を生成し、異なる深さに配置されている屋外の構造物と柵を撮影し、数十メートルの奥行きを持つ被写体の精密なホログラムを取得・再構成できることを初めて示した。
- ホログラムプリンタにおいて、従来からの反射型に加えて新たに空間フィルタ形状を改良し空間光変調器から物体光と参照光を同時に生成し、透過型 HOE を作製し、有効性を確認した。
- 参照光路の動的制御で透過型/反射型の HOE 製造を1台のホログラムプリンタで実現した。
- 透過型ホログラムの回折条件の最大化や結像特性の改善をし、AR 用途で十分な MTF (Modulated Transfer Function) 特性を達成、フルカラー露光を実現した。
- 民間企業との共同研究にて、引き続き外部資金と複数名の協力研究員を受け入れ研究を加速した。さらに国内メーカーと共同で露光実験を進めるなど HOPTEC の社会実装に向けた取り組みを強化した。
- 精追尾機構をホログラム素子で代替し光通信素子を小型化する基礎設計を開始した。令和3年度までに実現した到来角度に対する角度補償をさらに発展させて10波多重で半値幅 $0.0532^\circ$ ・回折効率30%を実測で達成した。
- 角度に対する補償に加え、新たに受信光をシングルモードファイバに導く導光機能を、同一のホログラム素子上に形成することに成功した。
- 令和3年度までに開発した機械学習による HOE の自動設計手法を、実験室の光学セットアップに実装して光学検証を行った。ホログラムプリンタで露光された2層の透過型 HOE を協調動作させることに成功した。実験室の複数層のホログラム素子のセットアップを使い、光学実験でほぼ理論値の結像特性を確認した。
- さらに HOE の回折効率が低い実際の環境下で、不要光(透過ほか)が位相板に与える影響を回避するための位相板の配置方法等について発明し、特許を出願した。
- 光の利用効率を向上させ試料の光学損傷を抑制させるため、水平・垂直偏光のホログラムを重畳して記録し、信号処理で後から分離する方法を開発し、偏光フィルタを排除したデジタルホログラフィ顕微鏡の光学系を設計した。
- 精密光学測定技術において、特に偏光フィルタを排除したデジタ

きるホログラムセンサーを試作し風景のフルカラーホログラムを1回の露光で取得できることを示し、3次元画像コンファレンス2022にて優秀論文賞を受賞したこと、複数のホログラムを重畳して記録し信号処理で後から分離する方法を、波長や光の種類の識別へ展開し、米国光学学会の Optics Express に論文が掲載されたこと、偏光方向に応じて異なる焦点距離を持つ複屈折レンズを用いることで曲率の異なる光波を生成し数十メートルの奥行きを持つ被写体の精密なホログラムを取得・再構成できることを初めて示したことなど高く評価出来る成果を上げた。

社会的価値としては、ホログラムプリンタにおいて、従来からの反射型に加えて透過型 HOE (ホログラム素子) を作製し、有効性を確認したこと、および参照光路の動的制御で透過型/反射型の HOE 製造を1台のホログラムプリンタで実現したことなど、高く評価出来る成果を上げた。

社会実装としては、HOPTEC (Hologram Printing Technology) で作られる HOE の応用として水平視野角 60 度で複数人が同時に 3D メガネなしにフルカラーアニメーションの 3D 映像を観察できる透明 AR ディスプレイシステムを開発したこと、民間企業との共同研究にて外部資金と複数名の協力研究員を受け入れ研究を加速

つ複数の空間位相変調素子の協調動作が可能な、光の利用効率を向上した新たなデジタルホログラフィ顕微鏡を設計する。

ルホログラフィ光学系の分解能等の性能向上は、空間位相変調素子の新たな応用を拓く可能性等から、国内デバイスメーカーに大きく注目をされ、共同での研究・開発を進めた。

- デジタルホログラフィによる精密光学測定の検証のため、自然光のフルカラーホログラムを毎秒 22 コマで撮影できるホログラムセンサーを試作し、太陽光照明された風景のフルカラーホログラムを1回の露光で取得できることを示し、3次元画像コンファレンス 2022 にて優秀論文賞を受賞した。自然光デジタルホログラフィ顕微鏡による精密光学測定の検証のため、直径約  $0.2\mu\text{m}$  の蛍光粒子群の3次元動画像を 102fps で記録できることを示した。複数のホログラムを重畳して記録し信号処理で後から分離する方法を、波長や光の種類への識別へ展開し、米国光学会 (OPTICA) の Optics Express に論文が掲載された。

し HOPTEC の社会実装に向けた取り組みを強化したこと、精密光学測定技術において、特に偏光フィルタを排除したデジタルホログラフィ光学系の分解能等の性能向上を実現して新たな応用を拓く可能性を示し国内デバイスメーカーに大きく注目をされ、連携した共同研究・開発を進めたことなど高く評価出来る成果を上げた。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- デジタルホログラフィによる精密光学測定の検証のため、自然光のフルカラーホログラムを毎秒 22 コマで撮影できるホログラムセンサーを試作し、太陽光照明された風景のフルカラーホログラムを1回の露光で取得できることを示し、3次元画像コンファレンス 2022 にて優秀論文賞を受賞したこと。
- 複数のホログラムを重畳して記録し信号処理で後から分離する方法を、波長や光の種類への識別へ展開し、米国光学会の Optics Express に論文が掲

載されたこと。

- 偏光方向に応じて異なる焦点距離を持つ複屈折レンズを用いることで曲率の異なる光波を生成し、異なる深さに配置されている屋外の構造物と柵を撮影し、数十メートルの奥行きを持つ被写体の精密なホログラムを取得・再構成できることを初めて示したこと。

#### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- ホログラムプリンタにおいて、従来からの反射型に加えて新たに空間フィルタ形状を改良し空間光変調器から物体光と参照光を同時に生成し、透過型HOEを作製し、有効性を確認したこと。
- 参照光路の動的制御で透過型/反射型のHOE製造を1台のホログラムプリンタで実現したこと。

#### 【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- HOPTEC で作られるHOEの応用の一つの例として、水平視野角60度で複数人が同時に3Dメガネなしにフルカラーアニメーションの3D映像を観察できる透明AR(Augmented Reality)ディスプレイシステムを開発したこと。

				<ul style="list-style-type: none"> <li>民間企業との共同研究にて外部資金と複数名の協力研究員を受け入れ研究を加速し、さらにメーカーとも共同での露光実験を進めるなど HOPTEC の社会実装に向けた取り組みを強化したこと。</li> <li>精密光学測定技術において、特に偏光フィルタを排除したデジタルホログラフィ光学系の分解能等の性能向上は、空間位相変調素子の新たな応用を拓く可能性等から、国内デバイスメーカーに大きく注目をされ、共同での研究・開発を進めたこと。</li> </ul>
<p>3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務</p>	<p>3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務</p>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>業務が継続的かつ安定的に実施されているか。</li> </ul>	<p>3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務</p>	
<p>3-1. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務</p>	<p>3-1. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務</p> <p>機構法第 14 条第 1 項第 3 号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。</p>	<p>&lt;指標&gt;</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各業務の実施結果としての利用状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各業務の実施状況</li> </ul>	<p>3-1. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号の業務</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>神戸バックアップ時系を全 4 拠点の原子時計を統合利用する形に変更、本部被災時にマスタ局となる神戸副局と本部の間の連絡経路を IP 電話等で複数確保する、等耐災害性能を継続的に改善し、BCP マニュアルを更新した。</li> <li>令和 4 年 3 月 16 日に発生した東北沖地震のために、おたかどや山送信所において航空障害灯電源を供給するための陶器製絶縁オーステントランスが破損。トランスを外した形で運用を継続しつつ、迅速な修理に努め、無事令和 4 年度内にトランスの修理を完了した。また自然災害時に躊躇無く停波・設備総点検を行う震度・風速等を決定した。</li> <li>令和 4 年 9 月 19 日に九州を通過した台風 14 号によってはがね山送信所の取り付け道路において、道路崩落と複数箇所の土砂崩れが発生し、送信員が孤立する危険と共に送電線が土砂崩れのために切断された。九州電力、地元自治体等多数と調整をすることで令和 4 年中の道路復旧を実現し、遅延したものの送信所の年</li> </ul>	<p>1-(3)時空標準技術に含めて自己評価</p>

		<p>次点検を完了した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電話回線による時刻供給サービスにおいて、光テレホン JJY(光電話回線利用)のアクセス数がテレホン JJY(アナログ電話回線利用)のアクセス数を超え、光テレホン JJY への移行が進んだ。また、時代に合わなくなり、かつトラフィック的な負担が大きい http/https プロトコルによる時刻供給について、2年間に渡るサービス停止周知活動の末、サービスの完全廃止を実現した。また、光テレホン JJY 開発者が電波技術協会賞を受賞した。</li> </ul>	
<p><b>3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務</b></p>	<p><b>3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務</b>          機構法第14条第1項第4号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。</p>	<p><b>3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>機構法第14条第1項第4号に定める業務について、コロナ禍の影響を受けないようにウェブ会議システムによる遠隔宇宙天気予報会議等を活用して、メール、ウェブサイト、SNS 等での情報発信をするなど、宇宙天気予報業務を継続的かつ安定的に実施した。また、大規模宇宙天気現象発生時に備えた情報発信や関連府省庁への連絡対応の訓練を実施するとともに、神戸副局からの宇宙天気予報業務実施など、予報業務の強靱化を進めた。</li> </ul>	<p>1-(2)宇宙環境技術に含めて自己評価</p>
<p><b>3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務</b></p>	<p><b>3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務</b>          機構法第14条第1項第5号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。</p>	<p><b>3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電波法における無線局制度の国内最上位に位置付けられる較正機関として、前年度を上回る73件の較正作業を着実に実施し、電波の公平かつ能率的な利用の実現に貢献した。特に B5G/6G 研究開発のためにミリ波帯の実験試験局開設の要望が増加している影響で、較正依頼件数も増加の傾向(令和2年度4件→令和3年度11件→令和4年度17件)にある110GHzから330GHzまでの電力計およびスペクトラムアナライザの較正にも全て対応した。</li> <li>通信・放送等で最も使われている300MHzから1GHzにおける周波数を一つのアンテナで測定することが可能な対数周期ダイポールアレイアンテナ(LPDA)の較正手順書等を整備し、計量法校正事業者登録制度(JCSS)申請を行い、日本で初のLPDAのJCSS登録を申請し、計量法に基づく国際相互認証を可能とする較正サービスの開始に向けて大きく前進した。</li> <li>様々な強度の電波を正確に測定するために必要な高周波減衰器の較正手法を改良し、新たな較正システムを構築し、JCSS登録変更を行い、較正サービスの範囲を10~60dBから10~90dBま</li> </ul>	<p>1-(4)電磁環境技術に含めて自己評価</p>

で拡大した。

- 無線設備の試験に用いる標準電圧電流発生器の較正手順を全面改定し、JCSS 登録変更を申請し、従来よりも安定した較正サービス供給体制を実現した。  
具体的には、COVID-19 の影響により、基準器である標準電圧電流発生器の海外製造元における校正のスケジュール遅れが常態化していたため、基準器をデジタルマルチメータに変更することで、COVID-19 等による海外製造元での校正遅延リスクを低減させた。これに伴い、較正手順の変更、較正の不確かさの評価しなおしの作業が発生し、較正手順書を始めとする書類の全面改定作業を行った。
- 無線電力伝送(WPT)システム等の 30MHz 以下の試験・測定に必要なループアンテナ校正の JCSS 登録変更を行い、較正結果に付随する不確かさの低減に成功し、高精度な較正結果の安定的な供給を実現した。
- ロボットアーム・RPA(ロボティック・プロセス・オートメーション)等を使い、人手に頼っていた単純な較正作業の自動化について検討した。とくに、ロボットアームを用いることで、これまで自動化が困難であったデジタルマルチメータのバナナプラグの抜き差し自動化を実現するために、ロボットアームの制御プログラムを開発した。

#### <課題と対応>

##### 【令和3年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

##### (課題)

今後、社会的な普及が期待できる多くの種となる成果が見られる。社会実装に向けて、より徹底した実装先との連携活動が必要ではないだろうか。

##### (対応)

ご指摘のとおりと考えます。社会実装に近い分野は特に実装先を意識しながら研究開発を進めています。

具体的な例としましては、時空間同期について現在 10 以上の民間企業と共同で総務省の委託研究を受託したり、開発した時刻同期装置をデータセンターに導入すべくデータセンター運営会社やハードウェアメーカーと具体的な取組を開始する等が始まっております。また、宇宙天気予報の社会実装の加速化に向け、宇宙天気ユーザー協議会に設置された分野毎の分科会におけるユーザとの密な連携を活用し、社会実装やビジネス化に向けた取組を加速しています。

なお、電磁環境計測技術については中立公平な立場での貢献も求められることから、産業界との連携については利害関係上の問題を整理・明確化したうえで、社会実装に向けた取組を進めています。

##### (課題)



令和3年10月29日に発生したX1フレアについての宇宙天気予報情報を機構のウェブで発表したことが、多数のメディアで放送・掲載されるなど、宇宙天気予報の社会的関心・影響度も大きくなっている。機構が宇宙天気予報業務を今後も継続的に提供する中で、単なる宇宙天気予報だけでなくユーザが的確な被害防止対応・避難行動できるような警報・注意報としての伝達内容・方法を検討する必要があると考えられる。

(対応)

現在の宇宙天気予報は現象の規模に着目したものであるため、ユーザが宇宙天気現象の被害軽減・防止のために適切に対応するためには分かりづらい点がございます。機構からも多数参加した令和4年1～6月に開催された総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」においてもこの点について議論され、ユーザが甚大な宇宙天気現象が発生した際に適切に対処できるようにするため、通信・放送、測位、航空運用、衛星運用、電力の5分野について、社会的影響を考慮した新しい予警報基準が示されました。当該検討会の報告書も踏まえ、ユーザー協議会などユーザとの連携の場を利用しつつ、関係府省庁とも連携し、新しい予警報基準の内容及び伝達方法について検討を進め、宇宙天気予報への実装に向けた取組を進めています。

なお、この評価は、以下の「(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解」を踏まえ、「(2)見解に対する機構の対応」に基づいて決定した。

(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解

#### 1. 開催日

令和5年4月17日(月) 13時00分～18時00分

#### 2. 委員名簿

酒井 善則	委員長	東京工業大学	名誉教授
安藤 真	委員	東京工業大学	名誉教授
飯塚 久夫	委員	一般社団法人	量子ICTフォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学	先導的学際研究機構 教授
太田 勲	委員	兵庫県立大学	顧問
國井 秀子	委員	芝浦工業大学	客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学	情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社	開発本部 役員技監
安浦 寛人	委員	国立情報学研究所	副所長
渡辺 文夫	委員	Fifth Wave Initiative	代表

#### 3. 委員長及び委員からの意見

(電磁波先進技術分野について)

- 自己評価 A は妥当である。時空標準技術において、Sr 光格子時計を参照した国際原子時の歩度評価結果が国際度量衡局(BIPM)に提供されていることは、非常に大きな成功である。リモートセンシング技術において、線状降水帯が問題となっている中で機械学習の利用により降雨のナウキャストの精度を向上させたことは、今後リモートセンシングにおけるビッグデータの活用が非常に重要であることを示す成果である。宇宙環境技術が取り組む宇宙天気予報に関しても、優れた成果が得られている。宇宙天気予報は人工衛星の運用にも欠かせない重要なインフラであり、今後のさらなる発展を期待する。

(全体を通して)

- 全体的に大きな成果が出ている。組織としても社会実装への意識が高まっている。
- 急速な社会情勢や技術の変化に柔軟に対応して欲しい。
- 女性と外国人を含む多様な人材確保とともに国立研究開発法人として若者が将来研究者になりたいと思わせるプロモーションに取り組んで欲しい。
- 標準化人材も含めて、ICT 分野で必要となる人材育成方法について、機構として貢献出来ることを引き続き検討して欲しい。

(2)見解に対する機構の対応

対応なし(見解は A 評定で一致)

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.2 革新的ネットワーク分野)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	Ⅲ. -1. -(2)革新的ネットワーク分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項 第一号、第二号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※5					
	基準値等 (前中長期目標期 間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
査読付き論文数	—	239	202				予算額(百万円)	11,248	14,253			
招待講演数※1	—	148	138				決算額(百万円)	10,886	15,621			
論文被引用総数※2	—	27	18				経常費用(百万円)	9,142	11,681			
過年度発表を含む論 文被引用総数※3	—	27	251				経常利益(百万円)	△204	1,552			
実施許諾件数	30	21	22				行政コスト(百万円)	9,387	12,720			
報道発表件数	7	4	7				従事人員数(人)	75	74			
共同研究件数※4	—	131	147									
標準化や国内制度化 の寄与件数	—	101	94									
標準化や国内制度化 の委員数	—	39	42									

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数

※2 当該年度に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※3 過去3年間(ただし、今中長期期間の始期である令和3年度以降を対象とし、令和3年度は1年間、令和4年度は2年間とする)に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※4 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(当該年度の3月末調査)。

※5 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

### 3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

#### 中長期目標

##### 1.重点研究開発分野の研究開発等

##### (2)革新的ネットワーク分野

我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するためには、「社会を繋ぐ」能力として、通信量の爆発的増加等に対応するため地上や衛星等のネットワークを多層的に接続する基礎的・基盤的な技術が不可欠であり、Beyond 5G を支える基盤技術として期待されることから、【重要度:高】として、以下の研究開発等に取り組むとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

##### ① 計算機能複合型ネットワーク技術、フォトニックネットワーク技術、光・電波融合アクセス技術

Beyond 5G 時代の多様なネットワークサービスを持続的に支えるため、高品質通信を安定的に提供する通信アーキテクチャ、急増する通信トラフィックを支える超大容量フォトニックネットワーク、光ファイバ通信と無線通信を調和的に融合するアクセス技術等に資する研究開発を実施するものとする。

##### ② 次世代ワイヤレス技術

多種多様なサービスが収容される Beyond 5G 基盤技術の実現に向け、通信環境の模擬及び当該模擬環境を用いた様々な無線技術の評価を通じ、通信容量向上、柔軟な無線機動作の制御、通信エリアの拡大を目指す次世代ワイヤレス技術の研究開発を実施するものとする。

##### ③ 宇宙通信基盤技術

衛星通信を含む非地上系ネットワークや通信システムの利用拡大を鑑み、電波や光による柔軟な衛星通信ネットワークの構築により、次世代衛星通信基盤技術の研究開発を実施するとともに、産学連携を推進するものとする。

##### ④ テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術

Beyond 5G を見据えたさらなる周波数利用拡大を鑑み、テラヘルツ波利活用を推進するための研究開発を実施するものとする。また、システム展開にむけた計測評価基盤技術の研究開発を通じ、産学連携や国際標準化を推進するものとする。

##### ⑤ レジリエント ICT 基盤技術

大規模災害や障害等の様々な事象によって引き起こされる非連続な変化に対応が可能な、ネットワークの障害検知・予測及び適応制御技術、IoT 等による柔軟な情報収集及び総合的な可視化・解析の基盤技術等、持続性に優れたレジリエント ICT 基盤技術の研究開発を実施するものとする。

#### 中長期計画

##### 1-2. 革新的ネットワーク分野

Beyond 5G 時代における Society 5.0 の高度化による社会システムの変革を実現するため、通信トラフィックの急増や通信品質の確保、サービスの多様化等に対応しうる革新的なネットワークを構築する必要がある。そのための重点技術として、計算機能複合型ネットワーク技術、次世代ワイヤレス技術、フォトニックネットワーク技術、光・電波融合アクセス技術、宇宙通信基盤技術、テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術、タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術の研究開発を実施するとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

##### (1)計算機能複合型ネットワーク技術

Beyond 5G 時代における多様なネットワークサービスが共存する環境において、各々のサービスが求める通信品質や情報の信頼性を確保するとともに、ネットワーク資源の持続的で適正な提供を行うため、ネットワーク内の高度な処理機能によってこれらを実現する計算機能複合型ネットワーク技術の研究開発を実施する。具体的には、大規模ネットワーク制御技術、遅延保証型ルーター技術の研究開発を行い、ニューノーマル時代の社会経済の変革に資するサービスやアプリケーションの実現に寄与する。また、情報特性指向型の通信技術の基礎研究を推進し、社会展開を目指した応用研究開発の開始につなげていく。

**(ア) ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術**

時々刻々変化するネットワークサービスからのニーズと資源の状況をネットワークテレメトリを用いて情報集約・収集する技術、そして収集した情報を基にヒューリスティックなアプローチにより資源調整・制御する技術を開発する。情報収集手法を共通化するオープンネットワークテレメトリと、それを用いたネットワーク制御方法に関して標準化活動を行う。開発した手法についてテストベッドを用いた実証実験や産学官連携による技術検証を行う。

**(イ) 遅延保証型ルーター技術**

伝送遅延を一定の範囲に保つ必要がある超低遅延なネットワークサービスにおいて、従来のソフトウェアルーターではパイプライン処理割り込みにより遅延揺らぎが生じる。この問題を解決するため、決定論的(Deterministic)アーキテクチャを用いた遅延保証型ルーター技術の研究開発を行う。研究成果については、遠隔授業等に用いられるルーターに導入し、外部機関と共同で実証実験に取り組むような分野で社会展開を図る。

**(ウ) 分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術**

膨大な数の IoT デバイスやユーザから生成・発信される情報に対し、アプリケーションやサービス等が求める信頼性や有効性等の情報特性を判断して情報提供を可能とするトラスタブルなネットワークサービスの実現を目指し、分散情報管理機構を用いた情報特性指向型通信技術の基礎研究を行う。これら鍵となる技術の標準化あるいはプロトタイプ化を通じて応用研究の実施やサービスの具現化を目指す。

**(2) 次世代ワイヤレス技術**

ニューノーマル時代の社会経済の変革と Beyond 5G 基盤技術の実現を目指して、サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発、端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発、及びモビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発を実施し、専門的技術検討だけでなく一般の利用ニーズを踏まえた包括的な地上系無線通信システムの多様化・拡張化に資する技術の確立と社会展開を図る。

**(ア) サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発**

様々な無線システムに対し、実環境での実施が困難な大規模検証や、これまでにない高精度でリアルタイムな検証を実現するため、他の無線システムから受ける干渉も含めた電波環境をサイバー空間上で高度なデジタル処理を介して模擬する技術の研究開発を行う。多様化する無線システムの特性をサイバー空間上でリアルタイム性を含め詳細に評価することにより、実フィールドに対する検証とフィードバックを実現し、当該電波模擬技術の実社会実装を目指す。

**(イ) 端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発**

高速・低遅延・多数接続を実現する 5G の高度化と Beyond 5G 基盤技術の実現に向けて、全二重通信技術等の適用により加入者容量を向上させる無線アクセス技術及び関連する実装技術の開発を行う。また、通信状況をリアルタイム可視化し、省電力動作等の自律分散制御を行う IoT を含む様々な無線システムが混在する無線環境を評価可能な技術を確立するとともに、多様な無線端末の接続条件に応じてアプリケーションの所望要件を満足する動作制御技術の開発を行う。上記技術の確立により、ユーザ要求に応じた連携・協調による無線サービス最適化に寄与する。

**(ウ) モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発**

自動運転を含めた高度交通システムや、ドローン、無人機システム等、社会展開の加速が予想される地上・空中を含む高度なモビリティ運用を確実かつ効率的に実現するための、多段中継を前提としたモビリティ制御を可能とする超低遅延無線システム及びチャネル多元接続を用いた複数端末協調動作を実現する制御技術の研究開発を行い、無線適用分野の拡張により交通・運輸・物流の自動化に寄与する。また、海底資源探査・災害現場・人体内センシング等での正確かつ効率的な情報・状況把握を実現するため、遮蔽や減衰等による影響が深刻な電磁波伝搬環境に応じて無線方式を最適化し、通信品質を確保する極限環境通信技術確立のための研究開発を行い、資源探索、災害検出・察知に寄与する。

**(3) フォトニックネットワーク技術**

Beyond 5G 時代の増加を続ける通信トラフィックに対応するためのマッシュチャネル光ネットワーク技術の研究開発を行う。加えて、多種多様な要求に対応可能なネットワークを効率的に提供する光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術の開発を行う。また、フォトニックネットワークがすべての情報のインフラとして働くために、インシデントを予知しながら早期に復帰させる技術の研究開発を行う。

**(ア) マッシュチャネル光ネットワーク技術**

増加を続ける通信トラフィックへの持続的な対応方法として、空間・波長領域を活用した超多量の光チャネルを提供可能な光ファイバ及び光伝送技術の研究開発を行う。ま

た、その超多量の光チャネルを収容可能な総リンク容量が数 10 ペタ bps の光交換ノード技術の研究開発を実施する。光通信や光計測に適用して電子処理の速度限界を超える高速化を実現する光領域信号処理技術に関する研究開発を実施する。社会展開を目指したフィールド実証や産学官連携による研究推進等によって各要素技術を実証し、マッシブチャネル光ネットワーク技術を確立する。

#### (イ)光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術

アプリケーションからの光ネットワークへの多様な要求に対して、オンデマンドで必要十分なリソースを用いて、コアやアクセス等において様々な特性を持つ安定した通信環境を適応的に提供するため、オープン/プログラマブル光ネットワークに向けて、マネジメント省力化に資する光ハードウェアや光周波数資源の利用効率化技術の研究開発を行う。また、変化適応力向上のための多量光データに基づく光ネットワーク高度解析・制御技術の研究開発を実施する。社会実装を目指したフィールド実証や産学官連携による研究推進等によって各要素技術を実証し、光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術を確立する。

#### (ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術

大規模障害や災害等に対して、広域トランスポートネットワークに影響をもたらす、光ファイバ網特有の物理現象に由来する潜在的な故障源等を検知・予測するテレメトリ技術と、性能低下抑制のための適応制御の基盤技術を確立する。また、平常時/災害・大規模障害時における通信・計算基盤を連携し、クラウドエコシステムにおける構成調整の弾力化と障害復旧の迅速化を目指して、異種トランスポート網の高度な相互接続・統合利用を促進するための、ネットワーク資源のオープン化、需給均衡、通信・計算資源の連携等の基盤技術を確立する。

#### (4)光・電波融合アクセス基盤技術

Beyond 5G 時代以降のネットワークのより柔軟な運用を実現するために、アクセスネットワークにおける光と電波の信号帯域を融合して調和的に利用し、多量の送受信器やセンサ等のフィジカルリソースを適応的かつ柔軟に拡充・補完することを可能とし、光と電波の周波数帯域の高精度な相互変換や広帯域なパラレル波形処理等の機能を有する「マッシブ集積オールバンド ICT ハードウェア技術」の研究開発を行う。また、ユーザ特性のみならずネットワーク環境等に対応した光・電波伝送媒体の選択的・調和的な活用を可能とするために、超高速かつ可用性の高い次世代光ファイバ無線技術やスケラブルな帯域制御技術、伝送媒体の効果的な相互変換技術と基準信号配信技術、短距離向けリンク技術等の「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」の研究開発を行う。各要素技術を基にした産学官連携によるプロトタイプ実証やシステム・コンセプト等のフィールド社会検証により、各技術の実証や標準化等に取り組み、2030 年以降の利用シーン拡大に資するアクセス/ショートリーチに係る光・電波融合基盤技術を確立する。

#### (5)宇宙通信基盤技術

衛星通信を含む非地上系ネットワークや通信システムの利用が拡大する中、地上から宇宙までをシームレスにつなぐ高度な情報通信ネットワークの実現に向けて、効率的なデータ流通を実現する衛星フレキシブルネットワーク基盤技術及び小型化・大容量化・高秘匿化を可能とする大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術に関する研究開発を行う。

#### (ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術

衛星・航空機・ドローン等で構成される地上から宇宙までのネットワークが多層的に展開される光・電波を用いた統合型モビリティネットワークにおいて、流通データの要求条件(通信容量、遅延、信頼性、電波伝搬等)を踏まえ、最適な通信経路や通信条件を探索することで、効率的なデータ流通を可能とする衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の研究開発等に取り組む。本技術を活用し、衛星等を用いた通信技術の検証や実証実験を実施し、実用化を目指し基盤技術を確立するとともに標準化・産学との連携を推進する。

#### (イ)大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術

周波数資源逼迫の解決に応えるとともに、小型かつ大容量通信可能で、陸上・海上・空域・地球近傍・月等あらゆる場所の多地点間において信頼性、可用性が要求される様々なデータの流通を目指し、小型衛星や深宇宙等への大容量な光通信技術やデジタル化によるフレキシブルな通信技術の適用等に関する基盤技術の研究開発に取り組む。また、安心安全で高秘匿な無線通信システムを確立するため、宇宙における高感度・量子通信の基盤技術の研究開発等に取り組む。本技術を活用し、衛星等を用いた要素技術の実証実験を実施し、実用化を目指し基盤技術を確立するとともに標準化・産学との連携を推進する。

#### (6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術

Beyond 5G 時代のさらなる通信の高速化・大容量化が期待される将来の情報通信基盤を実現するため、テラヘルツ波 ICT・センシング技術を支える計測・評価・実装・利活用を行うプラットフォーム技術の研究開発を実施する。また、以下の取組を通じてテラヘルツ波 ICT システムの社会実装に向け、周波数割り当てをはじめとする国際標準化活

動等の推進に貢献する。

**(ア)テラヘルツ波 ICT 計測評価基盤技術**

テラヘルツ帯電波特性やデバイス周波数特性等の計測評価技術の開発を通じ、テラヘルツ帯電波を利用した様々なシステムの計測評価基盤を構築するとともに、テラヘルツ波 ICT・センシング技術確立の加速化に向けた利用を促進する。

**(イ)超高周波電磁波の宇宙利用技術**

将来的な宇宙産業化に貢献することを目指し、テラヘルツ波センシングや通信の宇宙利活用に向けた基盤技術や超小型軽量衛星センサ、電磁波伝搬モデルの研究開発と実装運用試験を行う。また、超高周波電磁波の衛星観測データ利用の高度化・利用促進を図るため、新たなデータ数値アルゴリズムを用いた衛星データ情報処理等の取組を行う。

**(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術**

大規模災害や障害等の様々な事象によって引き起こされる急激な変化に対してもサービスの持続的提供を支える情報通信技術の実現を可能とするため、次の研究開発を行う。ネットワークの分断や再統合といった動的変化が生じるタフフィジカル空間においても、情報通信資源を適切に割り当て、自律的に再構成する情報通信基盤の構築技術確立する。また、自然現象の急変の検知を可能とするため、環境計測センサ群からの情報を収集し、データを総合的に可視化・解析するレジリエント自然環境計測技術を確立する。

中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の主な業務実績等	自己評価	
1-2. 革新的ネットワーク分野	1-2. 革新的ネットワーク分野	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発等の取組・成果の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。</li> <li>研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価</li> </ul>		<p>評価</p>	<p><b>A</b></p> <p><b>1-2. 革新的ネットワーク分野</b></p> <p>我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーションを強化するため、革新的ネットワーク分野は(1)計算機能複合型ネットワーク技術、(2)次世代ワイヤレス技術、(3)フォトニックネットワーク技術、(4)光・電波融合アクセス基盤技術、(5)宇宙通信基盤技術、(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術、(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術の研究開発を実施している。</p> <p>科学的意義としては、(3)フォトニックネットワーク技術において世界で初めて標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送に成功し、また、世界で初</p>

		<p>値の創出に十分に貢献するものであるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発等の成果を社会実装につなげる取組（技術シーズを実用化・事業化に導く等）が十分であるか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt;  <b>【評価指標】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>具体的な研究開発成果</li> <li>研究開発成果の移転及び利用の状況</li> <li>共同研究や産学官連携の状況</li> <li>データベース等の研究開発成果の公表状況</li> <li>（個別の研究開発課題における）標準や国内制度の成立寄与状況</li> </ul> <p><b>【モニタリング指標】</b></p>		<p>めて標準外径 55 モード光ファイバで毎秒 1.53 ペタビットの大容量伝送の成功により標準外径光ファイバの伝送容量・モード数・スペクトル密度の世界記録を更新するなど複数の世界記録の達成や、実環境テストベッドに敷設された標準外径4コアファイバを用いた世界で初めての実環境下での波長毎の光スイッチング実証の成功、(4) 光・電波融合アクセス基盤技術に関して、シリコンフォトニクス集積回路を設計・試作し約 5000 パーツ/cm<sup>2</sup>の実装密度を達成、高機能光検出器アレイの実現などの成果を上げ、これらの成果がトップカンファレンスに位置づけられる著名な国際学会で計9編の最優秀論文(ポストデッドライン)に採択されるなど極めて高く評価出来る成果を創出するとともに、(5) 宇宙通信基盤技術において、衛星量子鍵配送(QKD)通信の実現に向け、量子ビット誤り率等への影響を数値的に求めた等の成果が著名な国際論文誌に採録されるなど各技術分野で高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会的価値としては、(1) 計算機能複合型ネットワーク技術において、分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術等に関して合計6件の IETF RFC および IRTF RFC の標準化仕様が認定されたこと、(2) 次世代ワイヤレス技術において国内自動運転関連企業及びオフィス関連企業との連携によるワイヤレスエミュレータの利</p>
--	--	--	--	---



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 査読付き論文数</li> <li>• 招待講演数</li> <li>• 論文の合計被引用数</li> <li>• 研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数（実施許諾件数等）</li> <li>• 報道発表や展示会出展等の取組件数</li> <li>• 共同研究件数</li> <li>• （個別の研究開発課題における）標準化や国内制度化の寄与件数</li> </ul> <p>等</p>		<p>活用促進を図る活動の実施、(3) フォトニックネットワーク技術において標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送や55モード光ファイバで毎秒1.53ペタビットの大容量伝送など世界初の成果が広く報道され社会的関心を集めたこと、(4) 光・電波融合アクセス基盤技術に関して、光→電波→光→電波の多段変換を応用し、光スイッチを組み合わせテラヘルツ周波数帯域(285GHz)の遠方への伝搬に成功しそのカバーエリアを飛躍的に広げられることを示したこと、(5) 宇宙通信基盤技術において、欧州宇宙機関(ESA)等との国際連携で地上の5Gコアと衛星を用いた長距離実験を成功させ衛星地上統合技術の実現性を実証した成果が日欧のプレスリリース等でアピールされていること、その他各技術分野での国際標準化の取り組みなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会実装としては、(2)次世代ワイヤレス技術において無線通信の安定制御技術に関するライセンスにより国内大手電機メーカーが開発した「無線通信安定化ソリューション」が国内自動車ソリューションメーカーの無線通信モジュールに組み込まれ、また、本技術を含むSRF (Smart Resource Flow)無線プラットフォーム規格に準拠した国内企業4種の製品が標準化アライアンス FFPA において、SRF 製品群の第1号として認定されたこと、</p>
--	--	---	--	---

				<p>(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術において高知県香南市の市民が利用する「防災情報通信・管理システム」の導入を民間企業と共同で進め、整備が完了したことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>その他、Beyond 5G の研究推進に関して、(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術においては、高安定な可搬型 300GHz 周波数標準器の開発やテラヘルツシステム応用推進協議会の 6G ワーキンググループで主査を務めるなど多大な貢献をした他、IEEE 802.15 Task Group 3mb の副議長や ITU-R・APT への寄書入力など国際標準化への貢献が電子情報通信学会功績賞を受賞するなど、社会的価値の高い成果を上げている。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。なお、フォトニックネットワーク技術に関しては、科学的意義と社会的価値において極めて顕著な成果を上げていることから中項目で「S」評価としているが、他の技術分野を総合すると調書全体では「A」が妥当であると判断する。</p>
<p>(1) 計算機能複合型ネットワーク技術</p>	<p>(1) 計算機能複合型ネットワーク技術 計算機能複合型ネットワーク技術の研究開発として、以</p>		<p>(1) 計算機能複合型ネットワーク技術</p>	<p>(1) 計算機能複合型ネットワーク技術 科学的意義については、広域ネットワークにおけるテレメトリ情報</p>

<p>(ア)ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術</p>	<p>下の内容を実施する。</p> <p>(ア)ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術</p> <p>Beyond 5G時代に求められる多様なサービスのQoEを確保するため、大規模マルチベンダネットワークの運用自動化レベル4(特定環境での完全自動化)を対象として、令和3年度に机上検討した制御管理技術(テレメトリ圧縮/集約技術やAI間自律連携等)の試作・検証を行うとともに、令和3年度にETSI OSM標準をベースとしてシングルベンダ環境/単一AIエンジン用の実装した情報分析プラットフォームを、マルチベンダ環境/AI間自律連携用に高度化するため、制御管理機構の試作・検証、及び基盤拡張開発を実施する。自動制御管理フレームワークに関する寄書提出等の国際標準化活動を行う。</p>	<p>(ア)ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中央集約型のETSI OSMにおける規模制約の解消を目指し、広域ネットワークにおけるテレメトリ情報の整合性担保とテレメトリ情報集約時間の短縮を実現するOSDM(Open Source Distribute MANO)を設計した。OSDMの要素技術として、テレメトリ情報の要否判断機能TKDP(Telemetry Knowledge Distribute Processing)、構造分析によるテレメトリ情報圧縮技術TLC(Telemetry Lossy Compression)、Pub-Subアーキテクチャによる高効率転送技術OmniBUSの設計に着手し、IEEE/IFIP NOMS 2023(Mini Conf.), ICIN 2023(short paper)に採択された。また、複数の仮想ネットワークサービスを効率的に収容し品質を維持するためのVNF配置決定手法を考案し、Elsevier Journalに投稿した。その他、クラウドネイティブ環境におけるコンテナ配置/移行スケジュールを秒単位で導出するAI技術を提案。本成果を記述したCNSM 2022を含め、IEEE国際会議等で6件発表した。</li> <li>モバイル通信事業者らとまとめたテレメトリフレームワークがIETF RFC 9232、ネットワーク運用管理インテント分類手法がIRTF RFC 9316として仕様認定された。ネットワーク障害自動予測技術のPoC等に関連して、通信事業者及び製造事業者と共にネットワーク障害自動予測技術のPoCに関する寄書(FGAN I-244)をITU-T FG-ANに提出し、この成果が、Autonomous Network(AN)のPoC deliverable文書と統合され、関連する要求条件がAN architecture framework文書に反映された。</li> <li>マルチベンダネットワークにおけるAI間連携制御技術に関して、KDDIと連名でLinux Foundation国際イベントにて合同発表した。KDDI及びNECと共同研究契約を締結し、標準化団体TM Forum(TM Forum)準拠の連携インターフェースを開発し、制御機構の連携実験を実施した。Beyond 5G無線基地局(O-RAN)の電力を動的かつプロアクティブに制御し、モバイル網基地局に要する消費電力を最大40%低減するため、複数のメッシュエリアの統計人口変動をAI/機械学習を活用して分析・予測するB5G無線基地局電力マネジメント技術研究を開始した。欧州の大学と共同研究を継続し、前年度成果をIEEE Future Networks World Forumにて1</li> </ul>	<p>の整合性担保とテレメトリ情報集約時間の短縮を実現するOSDMとその要素技術を設計したこと、ブロックチェーンで管理されたオフチェーンデータへのアクセスを情報指向ネットワーク(ICN)と属性暗号の組み合わせにより高速かつ安全に行うユーザ指向ネットワーク内ストレージ機能を提案し、応答時間の短縮とトラフィック量を削減した成果がIEEEの著名な国際会議で採択されたことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会的価値としては、国際標準化として、分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術において、マルチキャストプロトコル拡張がIETF RFC 9279(Proposed Standard)として、また、ICN名前解決要件、ネットワーク内符号化要件、ネットワーク内キャッシュ探索機構がそれぞれIRTF RFC 9236、9273、9344として、合計4本の標準化仕様認定されたこと、ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術において、モバイル通信事業者らとまとめたテレメトリフレームワークがIETF RFC 9232、ネットワーク運用管理インテント分類手法がIRTF RFC 9316として仕様認定されたことなど、極めて高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会実装としては、上記のマルチキャストプロトコル拡張RFCは米国2大ルータベンダーらとまとめ</p>
---------------------------------------	---	---	--

			<p>件発表した。また OSDM と ARCA を用いた連携実験を開始した。さらに、共同研究先である欧州の通信事業者などと共著で将来ネットワーク設計に関する論文を ITU Journal に投稿・採録された。地上と非地上ネットワーク (TN/NTN) の融合環境において、信頼性の高いエンドツーエンド通信サービスを提供するための統合ネットワーク制御アーキテクチャに関する研究を開始した。NTN シミュレータによる NTN 資源と OSM によるネットワーク資源を管理する統合ネットワーク制御アーキテクチャの機能の実装を開始した。成果を ITU Kaleidoscope にて論文発表し、ITU-T に標準化勧告草案を提案した。</p>	<p>た Proposed Standard であり、ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術における2件の RFC は通信事業者らと取り組んだもので、さらに標準化した仕様の社会実装が将来に期待できること、衝突回避に特化したハッシュテーブルを用いた ICN ルーター基本機能を NetFPGA-SUME 上に実装したことなどは、社会実装や製品化に繋がるものとして高く評価出来る成果を上げた。</p>
<p><b>(イ)遅延保証型ルーター技術</b></p>	<p><b>(イ)遅延保証型ルーター技術</b> 遅延保証型ルーターにおける柔軟なネットワーク内処理を実現するため、プログラマブルルーターに対する処理機能のオフローディング機能を着脱可能(プラグブル)にするハードウェアルーターフレームワークを設計・試作する。具体的には、ルーターを再起動せずともネットワーク内処理機能を 10 秒以内に更新し動的に切り替える動的な処理機能更新技術、ルーターの転送機能と連携して識別子に応じて適切なネットワーク内処理機能呼び出して実行する技術の設計・試作を行う。</p>	<p><b>(イ)遅延保証型ルーター技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HLS (HTTP live streaming) を CCNx メッセージ変換するストリーミングシステムを開発した。HLS のみと比較して、通信量を約 90% 削減しつつ再生品質を維持することを実証し、成果を IEEE ICC 2022 ワークショップにて発表した。</li> <li>• 従来の約4倍の回路規模と約7倍の内部メモリを有する次世代 FPGA 上に、ICN パケット転送機構と連携したセキュリティ検証処理機能 (SHA256、CRC32C) を、FPGA を停止させずに 10 秒以内に動的切替する技術を開発完了した。</li> <li>• 衝突回避に特化したハッシュテーブルを用いた ICN ルーター基本機能を NetFPGA-SUME 上に実装し、ソフトウェアルーターよりも大容量 (100 万エントリー、約 15 倍)・高スループット (2.8M パケット/秒、約 155 倍)・低転送遅延 (2.0 マイクロ秒~2.4 マイクロ秒/200 バイト)・低ジッタ (最大 270 ナノ秒/200 バイト、約 1/470) が可能なことを立証した。</li> </ul>	<p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p><b>【科学的意義】</b> 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術において、広域ネットワークにおけるテレメトリ情報の整合性担保とテレメトリ情報集約時間の短縮を実現する OSDM を設計したこと、複数の仮想ネットワークサービスを効率的に収容し品質を維持するための VNF 配置決定手法を考案したこと、クラウドネイティブ環境におけるコンテナ配置/移行スケジュールを秒単位で導出する AI 技術を提案したことなどに加え、さらに成果を IEEE 国際会議等で6件発表し世</li> </ul>	
<p><b>(ウ)分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術</b></p>	<p><b>(ウ)分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術</b> Beyond 5G における多様な通信サービスの信頼性向上を目的とし、超高速・超低遅延に対する要求に加え、情報</p>	<p><b>(ウ)分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ICN を用いたネットワーク内処理アプリケーションのための高効率トランスポート機能 (データ処理完了時間を約 32%短縮、ネットワークトラフィック負荷を約 94%低減)を提案した。また、セキュアなネットワーク内コンピューティングフレームワークとして、ICN と</li> </ul>		

やデータの信頼性や有効性を判断して通信を行う情報特性指向型通信を実現するネットワーク・プラットフォームの設計を進める。エッジコンピューティングと ICN 技術を統合した情報特性ベース経路制御方式の実装を行う。また、分散台帳技術より構成する情報特性管理機能の設計と実装を進め、分散台帳におけるネットワーク内ストレージ機能の設計とシミュレーション評価を行う。

IB-PRE (Identity-Based Proxy Re-Encryption)を用い、エンドエンドではなく、送信者とエッジコンピューターが暗号・複合を行うことで最大 36%の転送遅延を軽減するエッジベースのコンテンツ信頼性確保方式を提案した。共に、IEEE CCNC 2023 (Consumer Communications & Networking Conference) にて採択され、発表した。また、余剰遅延を考慮してネットワーク内で通信品質調整を行うストリーム符号技術、及び、分散台帳を用いて情報やデータの信頼性や有効性を判断し通信経路を決定するアルゴリズム提案、それぞれを世界最高峰の国際学会 IEEE Infocom 2023、IEEE ICDCS 2023 に投稿した。また、ネットワーク内キャッシュと超低遅延トランスポートプロトコル連携に関する研究を実施し、数学的解析及びシミュレーションを実施した。

- 情報特性ベース経路制御方式の設計・実装を進めるとともに、ブロックチェーンで管理されたオフチェーンデータへのアクセスを ICN と属性暗号 CP-ABE (Ciphertext-Policy Attribute-Based Encryption) の組み合わせにより高速かつ安全に行うユーザ指向ネットワーク内ストレージ機能を提案した。シミュレーション評価により、既存方式 (IPFS) と比較し、応答遅延を 42.7 ミリ秒から 9.2 ミリ秒に、トラフィック量を 1/40 に減少した事を確認した。本成果は IEEE のフラッグシップカンファレンスである ICC 2022 に投稿・採択・発表した。さらに、機械学習とエッジコンピューティングを融合したネットワーク内コンピューティングに関する研究を進め、共著論文が IF=10.693 の IEEE Network Mag. に採録された。
- 特性指向型ネットワーク・プラットフォーム設計に関し、国際学会 ACM ICN 及び APNOMS にてオープンソース Cefore に関するチュートリアルの実施、また IRTF にて Cefore を用いたサービスプラットフォームに関する発表を行った。
- 米国 2 大ルーターベンダーと提案したマルチキャストプロトコル拡張が IETF RFC 9279 (Proposed Standard) として、また、ICN 名前解決要件、ネットワーク内符号化要件、ネットワーク内キャッシュ探索機構が、それぞれ、IRTF RFC 9236、9273、9344 として、合計 4 本の標準化仕様が認定された。

界的に評価されたこと。

- 分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術において、ブロックチェーンで管理されたオフチェーンデータへのアクセスを情報指向ネットワーク (ICN) と属性暗号 (Ciphertext-Policy Attribute-Based Encryption) の組み合わせにより高速かつ安全に行うユーザ指向ネットワーク内ストレージ機能を提案し、既存方式 (IPFS) と比較し、応答時間を平均 42.7ms から平均 9.2ms に短縮、トラフィック量をネットワーク内キャッシュの効果により約 1/40 に削減した効果を示し、さらにこの成果を IEEE のフラッグシップ国際会議である ICC 2022 で発表したこと、セキュアなネットワーク内コンピューティングフレームワークとして ICN と IB-PRE を用いて送信者とエッジコンピューターが暗号・複合を行うことで最大 36% の転送遅延を軽減するエッジベースのコンテンツ信頼性確保方式を提案し、さらにこの成果を IEEE CCNC 2023 で発表したこと。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術において、マルチキャストプロトコル拡張が IETF RFC 9279 (Proposed Standard)として、また、ICN 名前解決要件、ネットワーク内符号化要件、ネットワーク内キャッシュ探索機構が IRTF RFC 9236、9273、9344 として、合計4本の標準化仕様が認定されたこと。
- ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術において、モバイル通信事業者らとまとめたテレメトリフレームワークが IETF RFC 9232、ネットワーク運用管理\_intent分類手法が IRTF RFC 9316 として仕様認定されたこと、さらに通信事業者及び製造事業者と共にネットワーク障害自動予測技術の PoC に関する寄書 (FGAN I-244) を ITU-T FG-AN に提出した成果が Autonomous Network (AN) の PoC deliverable 文書と統合され、関連する要求条件が AN architecture framework 文書に反映されたこと。

**【社会実装】**

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術における4件の標準化仕様認定は通信事業者・製造事業者とともに取り組んだ成果であり、海外

				<p>へのアピール効果が非常に高く、さらに標準化した仕様の社会実装が将来に期待できること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 遅延保証型ルーター技術において、衝突回避に特化したハッシュテーブルを用いた ICN ルーター基本機能を NetFPGA-SUME 上に実装し、ソフトウェアルーターよりも大容量・高スループット・低転送遅延・低ジッタが可能なことを立証したことは、実装手法を明確化することで将来の製品化につながる大きな成果であること。</li> <li>• マルチベンダネットワークにおける AI 間連携制御技術に関して、KDDI と連名で Linux Foundation 国際イベントにて合同発表、KDDI 及び NEC と共同研究契約を締結し、標準化団体 TM Forum (TMF) 準拠の連携インターフェースを開発し、制御機構の連携実験を実施したこと。</li> </ul>
<p><b>(2)次世代ワイヤレス技術</b></p>	<p><b>(2)次世代ワイヤレス技術</b></p> <p>サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発、端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発、モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発について、それぞれ次のような研究開発を進める。成果を外部プロジェクトにおける実証、検</p>		<p><b>(2)次世代ワイヤレス技術</b></p>	<p><b>(2)次世代ワイヤレス技術</b></p> <p>科学的意義としては、見通し外環境を想定した無線通信中継システムを高精度に模擬する実装技術の開発において、5G NR の実装・物理-仮想インターフェース・5G/B5G を対象としたビームフォーミングアンテナや車載アンテナのアンテナ放射パターン解析とモデル化等の物理ノード実装技術の初期検討を行ない、成果に関する論文が国際会議 WPMC2022 に採択され Best Paper Award を受賞した</p>

	証に活用しながら社会展開を積極的に進めるとともに、オープン化と知財化を適切に選択した成果展開を想定した研究開発を行う。			
<p>(ア)サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発</p>	<p>(ア)サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>物理空間の動的変化予測・反映技術の確立を目的として、見通し外環境を想定した無線通信中継システムを高精度に模擬する実装技術を開発する。また、移動体基地局による見通し外環境を考慮したネットワーク最適化・協調技術の研究開発を推進する。</li> </ul>		<p>(ア)サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>物理空間の動的変化予測・反映技術を適用するワイヤレスエミュレータに関する研究開発を、国内 10 機関及び総合テストベッド研究開発推進センターと共同で実施した。総合テストベッド研究開発推進センターと共同で立ち上げた「ワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラム」について、機構の他 10 の機関と 7 名の個人会員の参画を促し、第 1 回総会を主催した。また、IEEE PIMRC2022 において、無線チャンネルモデル化技術を集めたワークショップ及びワイヤレスエミュレータの最新の成果を集めたスペシャルセッションを企画提案し、採択された。その他、仙台市国家戦略特別区域(仙台特区)の近未来技術実証フィールド支援事業の活用事例としてドローンを利用した無線通信実証実験が取り上げられるなど、一連の活動により国内外でのワイヤレスエミュレータプロジェクトのプレゼンス向上及び社会展開に貢献した。</li> <li>実無線機模擬技術の開発成果として、5G NR の実装、物理-仮想インターフェース、5G/B5G を対象としたビームフォーミングアンテナや車載アンテナのアンテナ放射パターン解析とモデル化等、物理ノード実装技術の初期検討に関する論文が国際会議 WPMC2022 に採択され、通信分野の産業活性化が期待される研究成果として Best Paper Award (Contribution to Industrial Research Excellence) を受賞した。</li> <li>テレビ帯ホワイトスペースを利用する IEEE 802.22 システム(固定 WRAN (Wireless Regional Area Network) システム) の移動通信応用を目指す物理層開発のラボ検証と電波伝搬測定含むフィールド実証が可能な SDR (Software-Defined Radio) 実証プラットフォームを開発し、同期機能とチャネル推定機能を含む基礎特性評価結果を示した共著論文が IEEE Open J. Vehicular Technology に採択された。</li> </ul>	<p>こと、スループットの最適化を目的としてベクトル量子化に基づくモデルセル移動基地局のセル間干渉を考慮した最適配置アルゴリズムを提案し平均ユーザ容量の劣化を約 4% に抑えつつエッジ・ユーザ容量を約 36% 向上させることを示した成果が IEEE Trans. Wireless Commun.(2022 IF: 7.016) に採択されたことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会的価値としては、仮想環境で電波模擬を実現するワイヤレスエミュレータを活用したドローン中継システム、オフィス環境の電波可視化技術、及び仮想環境システム構成に関する 3 件の査読付き論文を含む 5 件の講演が IEEE PIMRC2022 のスペシャルセッションに採択されることで、プロジェクトの進捗を高めるとともにコミュニティにおける議論を活性化させたこと、飛行レベル 4 を想定した無線通信技術として、4 機のドローンの自律群飛行及び衝突回避に世界で初めて成功したことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会実装としては、On-Demand かつ Ad-Hoc な無線通信の安定制御技術に関するライセンスにより国内大手電機メーカーが開発した「無線通信安定化ソリューション」が国内自動車ソリューションメーカーの無線通信モジュールに組み込まれ、さらに国内大手自動車メーカーの実工場に導入されたこと、また、本技術を含む SRF (Smart</p>



- 遠隔物理ネットワーク間同期制御技術の確立を目的として、クラウド間連携等による遅延補正・同期を実現する実装技術の開発を行う。さらに、地理的な隔たりを前提とした移動体を考慮した統合モビリティ制御のための環境把握技術の研究開発を行う。

- 人やモノが移動する工場環境における 2.4/5.2GHz 帯の受信電力変動及び遅延スプレッド特性をモデル化した成果が国際会議 IEEE PIMRC2022 に採択された。また、レイトレーシング解析における遮蔽損失の計算を従来の 1/25 以下の時間に短縮可能とする高速計算手法を提案し、IEICE ComEX 誌に採録された。
- スループットの最適化を目的とし、ベクトル量子化に基づくモデルセル移動基地局の最適配置アルゴリズムを評価し、セル間干渉を考慮した提案アルゴリズムが、従来アルゴリズムと比較して平均ユーザ容量の劣化を約 4%に抑えつつ、エッジユーザ容量を約 36%向上させることを示した共著論文が IEEE Trans. Wireless Commun.(2022 IF:7.016)に採択された。
- 電波伝搬の可視化について、画像品質向上のためのライダー計測による空間モデル構築技術の導入とユーザインターフェース改善のためのソフトウェア改良を進め、動作検証を実施した。
- 遠隔物理ネットワーク間同期制御技術の要素技術として、GPS 信号を利用した時刻同期装置を開発した。また、本装置により 5G/ローカル 5G の基地局送信タイミングと同期して信号を送信することで、既存システムとの相互干渉の影響がない電波伝搬測定系を構築し、都市などの屋外環境においても無線チャネルモデル化のための電波伝搬測定を可能とした。
- クラウド間・ネットワーク間の連携による低遅延・低ジッタの無線システムの応用として、遠隔物理制御が必要な実運用アプリケーションの一つとしてサイバネティック・アバター(CA)をターゲットに定め、操作者と CA が物理的に離れた条件でのエンドーエンド間通信性能として低遅延・低ジッタ化を可能とするネットワーク構成を検討し、CA 制御の信頼性確保基盤としての適用を想定したプロジェクト提案がムーンショット目標1の新規プロジェクトとして採択された。さらに本プロジェクトの推進に関して、ネットワークアーキテクチャ研究室との連携による将来の有無線統合ネットワークの技術開発や、5G/ローカル 5G 端末ベンダの参画による実用化開発を前提としたプロジェクト体制を構築した。本成果は中長期計画における目標を超える成果である。
- 多様な物理的環境における通信環境のデータベース化(ダイナミックマップ)の実現を目指し、室内空間の環境情報を自動生成し、深層学習(Deep Learning)を用いて通信品質等の予測が可能な RadioResUNet (Radio Residual U-Net)を開発した。RadioResUNet は、生成した環境情報に基づき、通信品質予測に

Resource Flow)無線プラットフォーム規格に準拠した国内企業4種の製品が標準化アライアンス FFPA において、SRF 製品群の第1号として認定されたこと、製造現場において生じた無線通信機器のトラブルとその対策に関する 14 の新たな事例をまとめた「製造現場における無線通信トラブル対策事例集第二弾」を一般公開したこと、関連する CEATEC 出展や IEEE の国際会議でチュートリアル講演したこと、2.3GHz 帯を対象とした動的周波数共用技術の制度化への貢献が評価され、電気通信大学ら7機関連名で ARIB 電波功績賞総務大臣表彰を受賞したことなど、実用化及び制度化に繋がる活動を積極的に実施し、高く評価出来る成果を上げた。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 見通し外環境を想定した無線通信中継システムを高精度に模擬する実装技術の開発において、5G NR の実装・物理-仮想インターフェース・5G/B5G を対象としたビームフォーミングアンテナや車載アンテナのアンテナ

<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPS 高度化技術の確立を目的として、ミリ波、テラヘルツ波通信システム実現のためのアンテナモデル、電波伝搬モデルの研究開発を行う。また、複数の電波システム連携による統合型システムの開発と動作実証を行う。</li> </ul>	<p>より最適な通信システム選択や環境変化に起因する品質劣化の影響を最小化するための技術で、無線分野の専門的な知識がない利用者でも室内環境での無線状態を容易に把握できる。RadioResUNetにより、30メートル四方の典型的な室内環境において、実測値と比較して10dB以下の無線予測精度を実証し、既存の深層学習方法より2倍以上(3dB~5dB)の予測精度を達成した成果をまとめた論文が国際会議 WPMC2022 に採択された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• テラヘルツ連携研究室と連携し、B5G で利用が期待されているテラヘルツ帯の電波伝搬特性を解明し、テラヘルツ帯の周波数割り当てや回線設計及び干渉評価に利用可能な伝搬モデルを開発するため、屋内環境において300GHz帯の電波伝搬測定を実施した。電波伝搬モデルをITU-R WP3Kに日本提案寄書(テラヘルツ帯に関する日本提案寄書2件のうちの1件)として入力した結果、ITU-R CG3K-6で国際標準モデルとして継続議論されることになり、次年度に予定されている勧告改定の機会に提案モデルの採択を目指すことになった。</li> <li>• テラヘルツ帯アンテナ特性及び電波伝搬測定の概要報告が、国際会議 URSI AT-AP-RASC 2022 に採択された。その他、APT 2件、ITU-R CG3K-6 2件、WP1A 1件、WP5A 2件、WP5D 2件(計9件)のテラヘルツ帯周波数割り当てに向けた技術条件や干渉評価の寄書入力を行いITU-Rレポート M.SM2352-1 の改訂などに貢献した。</li> <li>• これまで当機構では測定ができていなかった受信スペクトラムや遅延プロファイルを測定可能なテラヘルツ帯伝搬測定システムを構築した。</li> <li>• 仮想環境における高精度な電波伝搬模擬に必要な電波伝搬測定技術に関して、従来の指向性アンテナを回転させる手法では数十時間必要としていた測定を、ビームフォーミングアンテナモジュールを用いて、水平面内全方向の遅延プロファイルを同一地点で5分程度の短時間で取得可能な24/60GHzのマルチバンド双方向電波伝搬測定方式を提案した。また、本方式により、都市部ビル屋上に基地局を設置して、半径数百mのエリアの電波伝搬特性を網羅的に測定する大規模な屋外市街地での測定結果により提案方式の有用性を示した共著論文が著名な国際会議 IEEE ICC2022、ISAP2022 に採択された。</li> <li>• シンプルな長方形のパッチ構造を有する28GHz帯平面アンテナ(縦横比2以上)がインピーダンスマッチングを取りやすく、利得</li> </ul>	<p>放射パターン解析とモデル化等の物理ノード実装技術の初期検討を行ない、成果に関する論文が国際会議 WPMC2022 に採択されるとともに通信分野の産業活性化が期待される研究成果として Best Paper Award を受賞したこと、テレビ帯ホワイトスペースを利用する IEEE 802.22 システム(固定WRANシステム)の移動通信応用を目指す物理層開発のラボ検証と電波伝搬測定を含むフィールド実証が可能な SDR 実証プラットフォームを開発し、同期機能とチャネル推定機能を含む基礎特性評価結果を示した共著論文が IEEE Open J. Vehicular Technology に採択されたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 移動体基地局による見通し外環境を考慮したネットワーク最適化・協調技術の研究開発の推進において、スループットの最適化を目的としてベクトル量子化に基づくスモールセル移動基地局の最適配置アルゴリズムを評価し、セル間干渉を考慮した提案アルゴリズムが、従来アルゴリズムと比較して平均ユーザ容量の劣化を約4%に抑えつつエッジ・ユーザ容量を約36%向上させることを示した共著論文が IEEE Trans. Wireless Commun.(2022 IF:7.016)に採択されたこと。</li> <li>• 一般的に通信品質に悪影響を及ぼす非線形特性につき、全二</li> </ul>
---	--	--

の向上と構造的に広帯域化が可能であることを明らかにした。また、試作評価により、特別な整合回路を設けずに、一般的な正方形パッチアンテナ(横縦比1程度)と比較して 4dB 以上高いアンテナ利得が得られることを確認した。このような長方形パッチアンテナを全二重無線通信へ適用し、送受信アンテナ間距離 4cm で、50dB 以上の自己干渉抑圧が可能であることを実験的に示した。

- テラヘルツ連携研究室と連携し、ガラス基板を用いたテラヘルツ波(300GHz 帯)を設計・試作し、それを用いた 300GHz 帯アンテナの On Wafer 測定システムの構築を行った。
- 複数の電波システム連携による統合型システムの開発に関して、ワイヤレスエミュレータの概要と国内自動運転関連企業及びオフィス関連企業との連携によるワイヤレスエミュレータ利活用の展望をまとめた論文が国際会議(WPMC2022)に採択された。また、仮想環境の電波模擬を活用したドローン中継システムに関する共著論文、オフィス環境の電波可視化技術に関する論文(主著:オフィス関連企業)、及び仮想環境システム構成に関する3件の査読付き論文を含む5件の講演が IEEE PIMRC2022 のスペシャルセッションに採択された。
- 総合テストベッド研究開発推進センターと連携し、令和4年度ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウムをハイブリッド開催し、294名(現地参加 52名)の参加者を得た。また、仮想環境対応模擬無線システムの開発進捗に関する講演と 5G NR 疑似無線機による動画伝送システムのデモ展示を行い、参加者と開発状況を共有するとともに活発な議論を促した。
- 統合型システムの実証に関して、国内自動運転関連企業及び総合テストベッド研究開発推進センターと連携し、仮想環境上に構築する自動運転技術の検証基盤において、走行可能なエリアの拡大と、各種センサと路車間通信を利用する自動走行評価環境を構築し、令和4年度ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウムにてデモ展示を行った。
- 東北大及び総合テストベッド研究開発推進センターとの連携により、中継ドローンを介した遠隔ドローン制御を実現するため、ワイヤレスエミュレータの仮想環境上で、管理者及び中継ドローンに対する各位置での電波強度による最適飛行経路の検証基盤を構築した。
- オフィス関連企業及び総合テストベッド研究開発推進センターと

重無線通信への適用においてはある程度非線形性を有する増幅器を用いた方が自己干渉の除去が容易になることを世界で初めて理論解析により導出し理論最適特性を明らかにするとともに、広く用いられているデジタルプリディストーション技術に簡単な修正を加えることで末端の増幅器がどのような特性であっても最適特性を実現でき、理想的に線形化された増幅器よりも通信品質を改善できることを示した。さらにこれらの成果が無線通信分野の旗艦論文誌 IEEE Trans. Wireless Commun. に採録されたこと。

#### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 複数の電波システム連携による統合型システムの開発において、ワイヤレスエミュレータの概要と国内自動運転関連企業及びオフィス関連企業との連携によるワイヤレスエミュレータ利活用の展望をまとめ、成果をまとめた論文が国際会議(WPMC2022)に採択されたこと。また、仮想環境の電波模擬を活用したドローン中継システムに関する共著論文、オフィス環境の電波可視化技術に関する論文(主著はオフィス関連企業)、及び仮想環境システム構

		<p>の連携によるオフィス環境における無線機器の最適配置を検証するための通信環境／性能評価用検証基盤を構築した。また、仮想環境での通信品質及び通信統計データを表示するアプリケーションを開発し、令和4年度ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウムにてデモ展示を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>総合テストベッド研究開発推進センターと連携し、ワイヤレスエミュレータに要求されるエミュレーション性能について、スマートオフィス環境のユースケースを題材に要件整理及びレベル定義を検討し、ユーザの要求性能とエミュレータが提供可能な性能を相互に参照可能な整理手法の素案を策定した。</li> </ul>	<p>成に関する3件の査読付き論文を含む5件の講演が IEEE PIMRC2022 のスペシャルセッションに採択されることで、プロジェクトの進捗を高めるとともにコミュニティにおける議論を活性化させたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>仮想環境における高精度な電波伝搬模擬に必要な電波伝搬測定技術において、ビームフォーミングアンテナモジュールを用いて、水平面内全方向の遅延プロファイルを同一地点で5分程度の短時間で取得可能な24/60GHz のマルチバンド双方向電波伝搬測定方式を提案し、さらに大規模な屋外市街地での測定結果により提案方式の有用性を示した共著論文が著名な国際会議 IEEE ICC2022、ISAP2022 に採択されたこと。</li> <li>飛行レベル4を想定した安定かつ高信頼な無線通信技術において、4機のドローンの自律群飛行及び衝突回避に世界で初めて実証に成功したこと。また、169MHz 帯のコマンド・テレメトリ通信の活用について、これまで実験環境では2km程度が限界であり実現が難しかった10kmの長距離通信を実飛行固定翼ドローンで実験的に実証したこと。</li> </ul>
<p>(イ) 端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発</p>	<p>(イ) 端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>QoS に基づく異種無線ネットワーク構成最適化技術の確立を目的として、非地上系ネットワークを含む複数無線ネットワークへのアクセス制御技術を開発する。また、ネットワーク間連携強化技術の確立を目的として、非地上系ネットワークを含む異種無線ネットワーク間相互連携技術及び空中と地上を統合するモビリティネットワークの高信頼化技術を開発する。得られた成果の3GPP等の標準化への反映について検討する。</li> </ul>	<p>(イ) 端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>セルサーチを省略し、自営網と公衆網のスムーズな連携を実現する事前仮想接続技術について、端末が収集する情報からカバーエリアを動的に定義可能とする高度化検討を実施した。収集情報を管理する基地局情報管理サーバの要件を定義し、スマートフォン等の端末が取得する無線品質測定結果等から強化学習によりカバーエリアの定義を動的に変化させる方式を提案し、電波暗室実験において、静的なエリア定義と比較して切り替え時の接続中断時間を約16秒から約7秒に半減できることを確認した。特にネットワーク切替時間の多くを占めていたネットワーク検索時間が約10秒から約1秒に大幅に短縮でき、公衆網と自営網の切り替えにおいて接続性を向上できることを確認した。</li> <li>総務省主催「ITU 加盟国のキャンパシビリティビルディング事業」において自営網と公衆網連携に関する研究成果を含む当該分野の取り組みについて5回の招待講演を行った。</li> <li>非地上系ネットワークを含む異種統合無線ネットワークへのアクセス制御技術として、輻輳制御や暗号化などを取り入れたUDP (User Datagram Protocol) 多重化方式であるQUICを用いたマルチパス通信制御方式の高度化技術として、数百msオーダーの長遅延まで想定し、往復の経路の違いによる非対称遅延があっても効率的なマルチパス通信制御を可能とする方式の実現を目標とし、要素技術として単一経路の非対称遅延に応じて適切なパケットフロー制御を実行する実装技術を開発した。また、PC 端末に実装し、最大1100msの非対称遅延環境を構築し、ラボ実証に</li> </ul>	<p>【社会実装】</p>

- スペクトラム利用高効率化を促進する干渉把握・制御技術の確立を目的として、電波到来方向推定アルゴリズムにより運用中の複数の既存システムが検出可能であることを検証する。また、非地上系ネットワークを想定した三次元的周波数共用エリア構築の研究開発を行う。さらに、波形整形、全二重通信技術等に有用な干渉抑制技術の実装を進める。

より平均スループットの観点での有効性を確認した。

- 3GPP SA2にて、国際的に主要な無線通信製造事業者(モトローラやエリクソン)ら 27 社との共同によるトラフィックの経路制御に MP-QUIC (Multi-Path-Quick UDP Internet Connections)を利用する提案が合意され、上記 QUIC ベースの提案を入力する土台を確立した。
- 前年度までに開発した HAPS 追尾アンテナおよび追尾アルゴリズムについて、年度内に地上での模擬的な実験を実施し、高度約 20km、速度約 100km/h で巡航する HAPS を自動で追尾し、HAPS の位置情報に対して、追尾アンテナの向きが正面±10 度の範囲内で 40dBi 以上(大型 600mmφレンズアンテナ)および 30dBi 以上(小型 150mmφレンズアンテナ)の有効な目標ピーク利得が得られる角度に HAPS が収まることをシミュレーション上で確認した。また、サイドローブについてもビーム中心から 20 度以上で-25dB 以下となり、周辺機器への干渉を抑制できることを暗室内の評価で確認した。
- HAPSによる中継を想定した 4G/5G の基地局との通信接続試験を実施し、HAPS 中継による通信インフラの実用化に向けた検証のための準備を完了した。
- 前年度までに開発した圧縮センシングによる電波到来方向の推定アルゴリズムについて、8ch 同時受信測定システムを開発し、送受信機を用いた実機検証を行った。検証で得られたデータの解析により、従来よりも半分以下のサンプル数の場合でも、2つ以上の送信機から発射される電波の到来方向を数度の角度分解能かつ SNR が-10dB 以下で推定可能であることの見込みを得た。
- イベントや取材等の映像素材中継用に移動局を運用主体とした放送事業用無線局に割当てられている 2.3GHz 帯を対象とした動的周波数共用技術の制度化(令和4年2月)への貢献が評価され、電気通信大学ら7機関連名で ARIB 電波功績賞総務大臣表彰を受賞した。
- 複数事業者を想定したローカル 5G の共用利用に関する検証を行うための実証環境を YRP エリアに構築し、共用のための条件検討に資する測定や実用的なアプリケーションによる実証実験を実施した。
- 周波数共用エリア構築技術に関して、屋内での複数事業者による 5G/ローカル 5G の同時運用を想定した実用的なシナリオでの

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- On-Demand かつ Ad-Hoc な CPS による多様なアプリケーションの安定制御技術の確立において、機構の無線安定化技術のライセンスにより国内大手電機メーカーが開発した「無線通信安定化ソリューション」が国内自動車ソリューションメーカーの無線通信モジュールに組み込まれ、さらに国内大手自動車メーカーの実工場に導入されたこと、また、本技術を含む SRF (Smart Resource Flow)無線プラットフォーム規格に準拠した国内企業4種の製品が標準化アライアンス FFPA において、SRF 製品群の第1号として認定されたこと、製造現場において生じた無線通信機器のトラブルとその対策に関する 14 の新たな事例をまとめた「製造現場における無線通信トラブル対策事例集第二弾」を一般公開したこと、B5G 新経営戦略センターのスマート工場 WG において国内の標準化提案を行う機関に対して、ローカル 5G の各種調整パラメータと通信性能の関係についての分析及び検証結果に基づくパラメータ可視化の有用性を共有したこと、実工場で取得した AGV の移動に伴う通信性能の変化に実空間情報を統合的に可視化するシミュレータを開発し CEATEC 2022 に出展したこと、製造現場

周波数共用可否の検討を実施した。隣接部屋間やフロア間で同一周波数帯を用いると一般的に相互干渉が発生するが、隣接フロアであっても直上・直下の部屋でなければスループットの低下が非干渉時と比較して約 10%程度に抑制でき、最悪時でも 50%程度のスループットが維持できることをシミュレーションにより確認し、限界性能が要求されない自営システム構築において十分に同一周波数での運用の余地があることを示した論文が国際会議(WPMC2022)に採択された。

- 波形整形技術として、可逆プリコーディングを適用する OP-OFDM(Orthogonal Precoded OFDM)におけるセミブラインドチャネル推定法を開発し、帯域両端で通常の OFDM と比較して 20 dB 以上の干渉抑圧を維持しつつ、 $10^{-2}$  以下の正規化平均二乗誤差となる実用的なチャネル推定精度を達成した論文が IEEE PIMRC2022 に採択された。また、ピーク電力抑圧に関して、 $\pi/4$ -QPSK と比較して約半分の計算量でほぼ同等の実用的なピーク電力抑圧性能を達成する  $\pi/2$ -4PAM に関する論文が国際会議(WPMC2022)に採択された。
- 全二重無線通信における基地局実装技術について、アナログ部で自己干渉(SI)を 60dB 抑圧する条件で、フェージング環境においても 110dB の目標値に対して 134dB のキャンセル性能が見込める機械学習ベースのデジタル SI キャンセラ方式をまとめた論文が Wireless Communications and Mobile Computing (2022 IF:2.146)に採録された。
- 全二重無線通信に適用可能なアナログ SI キャンセル技術に関して、5G/B5G で運用される 100MHz の広帯域信号に対して周波数特性を補償するためキャンセルパラメータ調整が可能な回路構成と調整アルゴリズムを提案し、実測により 30dB 以上のキャンセル性能が得られた成果をまとめた論文が国際会議(WPMC2022)に採択された。
- 一般的に通信品質に悪影響を及ぼす非線形特性について、全二重無線通信への適用においては、ある程度非線形性を有する増幅器を用いた方が自己干渉の除去が容易になることを世界で初めて理論解析により導出し、その結果から構築した最適な歪み特性を導出するための最適化アルゴリズムから理論最適特性を明らかにした。また、広く用いられているデジタルプリディストーション技術に簡単な修正を加えることで、端末の増幅器がどのような特性であっても最適特性を実現できることを示し、理想的に

における無線通信の課題・実験における特徴・得られたノウハウをまとめたチュートリアルが IoT World Forum 2022 に採択されたこと、医療分野などへの適用領域の拡大を推進し、佐賀大との連携により第 42 回医療情報学連合大会において共同企画セッションを開催したことなどの、社会実装の取り組みを進めていること。

- スペクトラム利用高効率化を促進する干渉把握・制御技術の確立における圧縮センシングによる電波到来方向の推定アルゴリズムについて、8ch 同時受信測定システムを開発し、送受信機を用いた実機検証を行い、従来よりも半分以下のサンプル数の場合でも、2つ以上の送信機から発射される電波の到来方向を数度の角度分解能かつ SNR が -10dB 以下で推定可能であることの見込みを得たことは、B5G に求められる干渉把握・制御技術の確立への貢献が期待できること。
- UWB 利用効率を高める技術開発として狭帯域無線を補助に用いた UWB チャネルアクセス方式を提案し、さらに本方式及び全体フレームワークに関する6件の寄書(海外主要ベンダとの共同寄書含む)を IEEE 802.15.4ab に入力したことに加え、電波産業会(ARIB)の UWB 作業班に参画し、UWB 無線システムの屋外

- On-Demand かつ Ad-Hoc な CPS により多様なアプリケーションの安定制御技術の確立を目的として、移動体を含む様々なアプリケーションに適応する安定的な無線環境構築のためのキーリスク指標を開発する。また、既存の無線通信方式の活用により遠隔制御を実現するためのオンデマンド制御プラットフォームの研究開発を行う。

線形化された増幅器よりも通信品質を改善できることを示した。これらの成果が無線通信分野の旗艦論文誌 IEEE Trans. Wireless Commun. (2022 IF: 7.016) に採録された。

- 工場の無線運用形態を追求する企業との共同研究団体である「FFPJ」の活動を継続した。機構の無線安定化技術のライセンスングにより国内大手電機メーカーが開発した「無線通信安定化ソリューション」が国内自動車ソリューションメーカーの無線通信モジュールに組み込まれ、さらに国内大手自動車メーカーの実工場に導入された。また、本技術を含む SRF 無線 PF 規格に準拠した国内企業の4種の製品が、標準化アライアンス FFPA において、SRF 製品群の第1号として認定された。
- 無線システムを製造現場だけでなく、物流や医療、インフラといった無線通信の導入が始まっている分野に拡大し、社会全体を無線通信で支える FSPJ (Flexible Society Project) の活動の一環として、製造現場において生じた無線通信機器のトラブルとその対策に関する 14 の新たな事例をまとめた「製造現場における無線通信トラブル対策事例集第二弾」を一般に利用できるよう公開した。
- 閉じた空間における移動体とアクセスポイント間の安定的な Wi-Fi 無線環境構築のためのキーリスク指標の開発に関して、電界強度の揺らぎに着目し、移動体とアクセスポイントの物理的な位置と揺らぎの発生を分析し、近距離で電界強度が強くても揺らぎが大きく通信が不安定になる状況が実工場では多発することを明らかにした。
- Wi-Fi 以外の通信として、ローカル 5G の各種調整パラメータと通信性能の関係を暗室実験で分析し、B5G 新経営戦略センターのスマート工場 WG において国内の標準化提案を行う機関に対し、分析及び検証結果に基づくパラメータ可視化の有用性を共有した。
- 実工場で取得した AGV (Automatic Guided Vehicle) の移動に伴う通信性能の変化に実空間情報を統合的に可視化するシミュレータを開発し、CEATEC 2022 に出展した。
- 対外活動として、製造現場における無線通信の課題と、実験における特徴(受信信号強度の揺らぎや周期的なトラフィック増、および断続的な通信断など)と、得られたノウハウをまとめたチュートリアルが IoT World Forum 2022 に採択された。また、医療分野などへの適用領域の拡大を推進し、佐賀大学との連携によ

利用を可能とするための技術条件及び運用制限等を明確に規定した STD-T91\_V4.0 版規格が策定されたことは将来の UWB 無線の社会実装につながる成果であること。

- イベントや取材等の映像素材中継用に移動局を運用主体とした放送事業用無線局に割当てられている 2.3GHz 帯を対象とした動的周波数共用技術の制度化への貢献が評価され、電気通信大学ら7機関連名で ARIB 電波功績賞総務大臣表彰を受賞したこと。

		<p>り、第 42 回医療情報学連合大会において共同企画セッションを開催した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 既存の無線通信方式の活用により遠隔制御を実現するためのオンデマンド制御プラットフォーム SRF (Smart Resource Flow) の研究開発として、制御のための通信品質推定を高速化する方式を提案し、SRF の導入効果として、通信障害からのプロセス再開に時間がかかる状況で、ジョブの進捗と通信品質の状態に合わせて通信路を切り替えることで、ジョブの完了時間を 50% 以上短縮できることを定量的に示した。</li> <li>• SRF の仕組みを海外ベンダの無線機器にも適用できるようにするため、日独で連携してグローバル通信機器の制御等の研究開発プロジェクトを立ち上げた。</li> <li>• SRF の IEC/SC65C/WG17 の標準仕様 (IEC 62657-4) への入力に関して、コンビナーからの Q 文書提出を主導した。また、IEEE802.1Q(TSN)の Annex に一塊のデータの遅延保証に必要な制御パラメータ設定方法に関する寄書を入力し、さらにこの方法を組み込んだドラフト 0.2 を提案した。</li> <li>• 存続期間満了により特許権が抹消された技術を有効活用するため、各社が過去に SEP 宣言をし、存続期間が満了した膨大な数の特許の中からコア特許を抽出する調査を、国内製造事業者を先導して実施し、ファミリー件数や被引用回数多さと相関があることを明らかにした。</li> </ul>
<p>(ウ)モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発</p>	<p>(ウ)モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 多段中継を前提としたモビリティ制御を可能とする通信システムの実現を目的として、多段中継で数ミリ秒での制御を実現する通信技術の研究開発を行う。また、無人航空機等を利用する実アプリケーションを考慮した通信技術の検討を進め、飛行レベル4(有人地帯における見通し外飛行)を想定した安定かつ高</li> </ul>	<p>(ウ)モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 多段中継で数ミリ秒のドローン遠隔制御を目的として、遅延補償を適用した 920MHz 帯での多段中継通信技術の初期実装及び実証実験を実施した。ラボ実験において、これまで遅延補償のなかった無線 LAN のマルチホッププロトコルでは 500ms 以上の遅延が生じていたが、最大3ホップの多段中継によるドローンの制御に関して、中継間で相互干渉なく、上下リンクとも最大遅延 70msec 以内、かつコマンド・テレメトリ通信に十分な通信速度である約 10kbps を維持できることを示した。また、ドローンを用いた実証実験では1ホップ当たり約 1km 離れた条件で、最大2ホップの多段中継でコマンド・テレメトリ通信が最大遅延 70msec 以内に行うことができることを示した。</li> <li>• 4機のドローンの自律群飛行及び衝突回避に世界で初めて成功</li> </ul>



信頼な無線通信技術を開発する。

- チャンネル多元接続を用いた複数端末協調動作の実現を目的として、超多数端末による同時接続を実現する無線システムの物理層技術を拡張し、実装評価を行う。また、端末群制御による自律的なネットワーク構築・管理技術の実機による動作実証を行う。得られた成果は、3GPP、IEEE802.15等の標準化への反映を目指し提案等を行う。

した実証実験の成果について報道発表し、さらに本成果がドローン研究最前線技術を集めた民放番組に取り上げられ、全国に放送された。また、本技術実証に関する学術解説記事が「光技術コンタクト」に掲載された。さらに本成果に関して、複数の企業や団体から、機構が開発した技術の具体的なアプリケーションへの適用可否について打診を受け、技術転用を視野に入れた検討を開始した。

- 自動飛行レベル4を想定した安定かつ高信頼な無線通信技術の実現に向けて、シミュレーションにより最終目標とする 7m/s 以上に必要な通信要件を整理するとともに、3m/s 以上での自律飛行制御が可能であることを実験により実証した。
- 固定翼ドローンによる中継通信について、これまで2km程度であった通信距離を、アンテナの取り付けや整合回路の調整により、1ホップで約 10km の通信距離延伸に成功した。
- 169MHz 帯を用いるドローンのコマンド・テレメトリ通信として開発したコマンドホッパーが、公衆網等の通信インフラが使用できない山中の見通し外や数キロ以上の離れた距離でのドローン遠隔制御に有用であり、ドローンによる電線のメンテナンスや測量などのアプリケーションに応用可能であることを示した実証実験の成果をまとめた論文が Advances In Robotics & Mechanical Engineering (2018 年インパクトファクタ 3.135) に採択された。
- 低遅延と多数接続を両立する無線アクセス技術 STABLE (Simultaneous Transmission Access Boosting Low-latEncy) の拡張として、分散基地局構成において NOMA (Non-Orthogonal Multiple Access) に連送方式を適用することで BLER(ブロック誤り率)を 29.6%から 4.4%に改善した成果をまとめた論文が IEEE VTC-Spring2022 に採択された。
- 端末間干渉によるスループットの劣化を改善するため、連送と逐次干渉キャンセル(SIC)技術を組み合わせることで最大約 40% のスループットの改善を実現した成果が国際会議(WPMC)に採択された。
- 国内企業と連携し、5G NR 上で STABLE を動作させるための基地局を開発した。また、連携企業が開発した端末が、基地局からの同期信号を受信し、同期が確立できることを確認した。
- 3GPP RAN1 の多数接続及び低遅延化の議題に合致する送信ダイバーシティ技術の寄書を入力した。
- 端末間通信の社会実装を目指し、マレーシア USM (University of

Science Malaysia)らとの共同研究により、水質データ等の管理サーバへの伝送に端末間通信を導入することで、セルラ等の通信システムが整備されない環境においても水再利用システムが実現可能であることを示す実証実験環境を構築し、水質データが取得できることを実験により確認した。

- 自律型端末間通信において端末密度や端末の移動等に起因する端末数の動的変化が引き起こす輻輳に対して端末間距離に基づくセンシング距離の制御アルゴリズムを提案し、端末密度が10平方キロメートル当たり3台の条件で端末発見確率を48%から97%に改善した。
- 国内企業と連携し、UWB(Ultra Wide Band)を用いる測距技術を応用し、環境測定等の具体的なアプリケーションを想定した自動走行制御システムの開発を推進した。端末間のUWB測距に基づく目的地への移動制御に関する特許を共同出願した。
- UWB利用効率を高める技術開発として、狭帯域無線を補助に用いたUWBチャンネルアクセス方式を提案し、UWBチャンネルアクセス機能を向上させるMAC設計により、既存技術と比較して約30dB低いレベルの信号でも受信できることを示した論文が国際会議(WPMC)に採択された。さらに本方式及び全体フレームワークに関する6件の寄書(海外主要ベンダとの共同寄書含む)をIEEE 802.15.4abに入力した。
- 電波産業会(ARIB)のUWB作業班に参画し、UWB無線システムの屋外利用を可能とするための技術条件及び運用制限等を明確に規定したSTD-T91\_V4.0版規格が策定された。
- マレーシアUKM(Universiti Kebangsaan Malaysia)との国際共同研究成果として、熱帯環境(マレーシアチニ湖)の水質監視のための気球を使ったSUN(Smart Utility Network)とLoRaによるハイブリッドIoTネットワーク構築に関してまとめた共著論文(UKM主著)がIEEE Internet of Things Journal(IF=9.936)に採択された。
- Wi-Fiを連携させた無線による水質モニタリングシステムを開発し、チニ湖における実証実験により、見通し外の山岳地帯においても水質センサよりデータ収集が可能であることを実証した。また、その成果をまとめた論文が国際会議WPMCに採択され、国や分野の垣根を超えて地球環境保全に取り組んだ研究成果である点が評価され、Best Paper Award(Contribution to Globalization of Research)を受賞した。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 極限環境への通信技術の適用実現を目的として、令和3年度までに検討したアンテナ小型化技術の応用と実装に関する研究開発を行う。また、センシングと通信を応用した海中ワイヤレスシステムの動作実証の検討を行う。さらに、体内外ワイヤレスの実用化に向けた実証実験を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 海中における電波を利用した無線通信の実現を目的として、海水中で利用可能な無線通信実験系(海中チャンネルサウンダ)の開発と測定結果について報告した論文が 2021 年度電子情報通信学会論文賞を受賞した。</li> <li>• これまでの音波や光では通信困難であった氷雪上-海中間通信を実現する 10kHz の電波を用いた無線通信システムを、氷上のクローラー型ロボットやドローンと海中ロボットに実装し、深度 100m 内の海氷下を航行する海中ロボットの測位に適用可能であることを示すための実証実験を実施し、測位性能の評価を行った。</li> <li>• センシングと海中無線通信を応用した船舶用プロペラ運航モニタリングシステムに適用可能なアンテナの試作開発を行い、水槽実験により通信距離による電波強度や通信速度への影響に加え、プロペラの回転によるドップラーシフトの影響について評価を行った。海水を満たした水槽に送受信機を入れた容器を浸水させ、容器間の最大距離 18mm に海水が存在する条件で、約 900rpm のプロペラ回転速度の条件でも平均 10Mbps 以上の通信ができ、プロペラの破損状況をモニタする圧電センサの情報を送信できる通信容量が得られることを確認した。さらにプロペラ製造メーカーと共同で海中での実船を用いたシステム評価を実施した。</li> <li>• 海中ワイヤレス技術に関する研究開発成果に関して、電子情報通信学会コミュニケーションシステム(CS)研究会において、特別招待講演を行った。</li> <li>• 飲込み型体内デバイスの位置推定手法の有用性を評価するため、大型犬に搭載可能な送受信機を用いて人体を模擬した実験環境を構築し、実証実験に着手した。人体を模擬したファントムを用いて送受信機の性能評価を行い、動物実験への適用性の検証を行った。</li> </ul>	
(3)フォトニックネットワーク技術	(3)フォトニックネットワーク技術	(3)フォトニックネットワーク技術	(3)フォトニックネットワーク技術 科学的意義としては、世界で初めて標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送に成功して世界記録を達成し、成果が著名な国際会議CLEO2022の最優秀論文(通称ポ
(ア)マッシュブチャンネル光ネットワーク技術	(ア)マッシュブチャンネル光ネットワーク技術 光ファイバ伝送技術において、モード多重器や光増幅器	(ア)マッシュブチャンネル光ネットワーク技術  • ラマン増幅とツリウム添加ファイバ増幅に基づく S バンド伝送技術により S 帯 (波長 1,460~1,530 ナノメートル) ほぼ全域にまで	

などの性能高度化を図り、標準外径ファイバにおける伝送容量、伝送距離を向上させる。また光通信波長帯の拡張及び空間多重伝送の実時間受信の手法を検討する。

光交換ノード技術において、経路切替の柔軟性を向上させるために、マルチコアファイバや数モードファイバに対応したコア間光スイッチングやポート間モード変換等が可能な光スイッチの開発に着手する。光領域信号処理技術について、偏波多重伝送におけるモード分散量推定技術及び偏波モード分散補償技術を開発し、その基本原理を実証する。

産学官連携による研究推進として、マルチコアファイバの実用化加速に向けた研究開発を行い、高品質・高信頼の標準外径マルチコアファイバ製造技術の確立、実使用環境下での光ケーブルの伝送特性の検証、標準化に向けた評価技術・周辺技術の確立を行う。

周波数帯域を拡大し、合計 20THz の広帯域波長多重を実現した。世界で初めて標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送に成功し、標準外径マルチコアファイバの伝送容量の世界記録を達成した。レーザと光エレクトロニクス of 広範な領域を対象とする著名な国際会議 CLEO (Conference on Lasers and Electro-Optics) 2022 の最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッションに採択された。5月に日本語及び英語の報道発表を実施し、国内の新聞と Web 掲載された他、英語・スペイン語・中国語・フランス語・アラビア語・ベトナム語など 20 を超える外国語での Web 記事数が 200 を超えた。

- ・実環境テストベッド(イタリア・ラクイラ市)において、世界で初めて 15 モードファイバにて 15 モード多重信号の伝搬特性を評価し、既存技術で実用化されている 50Gbaud DP-QPSK 光信号の 48.8km フィールド伝送を実証し、実環境下でのマルチモード伝送の特性を初めて明らかにした。光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 ECOC (European Conference on Optical Communication) 2022 のポストデッドライン論文に採択された。本実験では、欧州と米国合わせて4研究機関の研究開発成果を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標を達成した。
- ・世界で初めて標準外径 55 モード光ファイバで毎秒 1.53 ペタビットの大容量伝送に成功し、標準外径光ファイバの伝送容量、モード数、スペクトル密度の世界記録を更新した。スペクトル密度は、332 ビット/秒/Hz で、これまでの世界記録 105 ビット/秒/Hz から飛躍的に向上し、空間多重技術の極限的性能を実験的に追求した。ECOC2022 のポストデッドライン論文に採択された。本実験では、米国、欧州、オーストラリア合わせて3研究機関の研究開発成果を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標を達成した。また、10 月に日本語、11 月に英語の報道発表を実施し、国内の新聞と Web に掲載された他、英語・ロシア語・イタリア語・中国語・ギリシャ語など 20 ほどの外国語での Web 記事数が 100 を超えた。
- ・機構を筆頭著者として、光通信分野で著名な研究者と超並列光伝送技術について共同論文を執筆し、光通信分野では非常に高いインパクトファクタを持つ Proceedings of the IEEE 誌 (IF:14.9) に採択・出版された。近年注目を集めている低非線形・低遅延の特性を持つ中空ファイバや空間多重ファイバについて、その想定される伝送容量を明らかにするなどの学術的に意義の高い成

ストデッドライン論文)の特別セッションに採択されたこと、実環境テストベッド(イタリア・ラクイラ市)において世界で初めて 15 モードファイバにて 15 モード多重信号の伝搬特性を明らかにし、成果がトップカンファレンスである国際会議 ECOC2022 のポストデッドライン論文に採択されたこと、世界で初めて標準外径 55 モード光ファイバで毎秒 1.53 ペタビットの大容量伝送の成功により世界記録を更新し、成果が ECOC2022 のポストデッドライン論文に採択されたこと、実環境テストベッドに敷設された標準外径4コアファイバを用いた世界で初めての実環境下での波長毎の光スイッチング実証に成功し、成果が OFC2023 のポストデッドライン論文に採択されたことなど、複数の世界記録の達成や多くの光通信分野における著名な国際学会等で非常に高く評価されたことは、極めて高く評価出来る成果である。

社会的価値としては、標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送や55モード光ファイバで毎秒1.53ペタビットの大容量伝送の成果が新聞やWebに掲載され、外国語のWeb記事は20を超える言語でそれぞれ200、100を超えるなど、社会的に大きな関心を集めたこと、実環境テストベッドにおけるフィールド伝送実証実験では欧州と米国合わせて4研究機関の研究開発成果を機構が集

果を創出した。

- 伝送距離 180km までの3モードファイバ 64QAM 伝送において、モード間非線形効果による信号歪みを実験的に評価した。本成果は、OECC/PSC2022 に採択された。
- 15.2km 16QAM 15 モード伝送において、スプライスによる軸ずれが信号品質に与える影響を評価し、最大 6 マイクロメートルのずれで 6dB の信号品質劣化がもたらされる事を明らかにした。本成果は、ECOC2022 に採択された。
- 55 モード多重 16QAM 伝送において、MIMO (Multi-input-multi-output) 回路の規模削減とデータレートのトレードオフを評価し、4.9%のデータレート低下によって 21.5%の回路規模削減が可能であることを明らかにした。本成果は、光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 OFC (Optical Fiber Communication Conference) 2023 に採択された。
- 標準外径で世界最多コア数 19 の結合型マルチコア光ファイバを開発し、毎秒 1.7 ペタビットの大容量伝送に成功した。標準外径光ファイバの伝送容量の世界記録を更新した。本成果は、OFC2023 のポストデッドライン論文に採択された。3月に日本語の報道発表を実施した。
- 標準外径 15 モード光ファイバで毎秒 273.6 テラビット、1,000 km 超の伝送実験に成功した。本成果は、OFC2023 のポストデッドライン論文に採択された。
- S、C(波長 1,530~1,565 ナノメートル)、L(波長 1,565~1,625 ナノメートル)帯と 16QAM 変調を用いた 107km マルチバンド伝送において、後方ラマン励起及び双方向ラマン励起条件下での各バンド送信信号の最適送信強度を実験的に明らかにした。
- C、L 帯と 64QAM 変調、双方向ラマン増幅を用いて 90Tb/s 信号の 234.8km 無中継伝送を達成した。本成果は、Optics Express 誌に採択された。
- 実環境テストベッド(イタリア・ラクイア市)において、標準外径 15 モードファイバを用いて、交換機能を含むモード多重光ファイバネットワークを構築した。世界で初めて、15 モードに対応した光スイッチを試作し、波長ごとの光スイッチング実験に成功した。本成果は、ECOC2022 のポストデッドライン論文に採択された。本実験では、世界的なマーケットシェアを持つ光コンポーネント企業も含め、オーストラリア、欧州、米国合わせて5研究機関の研究開発成果を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標

約し、また光スイッチング実験では世界的なマーケットシェアを持つ光コンポーネント企業も含め、オーストラリア、欧州、米国合わせて5研究機関の研究開発成果を機構が集約することで、ともに単一組織では成しえない極めて高く評価出来る成果を上げた。

社会実装については、産学との連携によりマルチコア光ファイバ(MCF)の実用化加速に向けた研究開発を実施し、MCF 周辺技術に関する研究開発を行い、社会実装に繋がる活動を着実に実施するなどの成果を上げた。

本分野は、研究着手から技術実証を経て、更に基盤的な通信インフラとして既存のシステムを更新する形で社会実装されるまでには長期間を要する分野であることを考慮すると、今年度は科学的意義や社会的価値において極めて顕著な成果を上げていることを高く評価し、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 世界で初めて標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送に成功することで標準外径マルチコアファイバ

を達成した。また、9月に日本語、11月に英語の報道発表を実施し、国内の新聞とWeb掲載された他、英語と中国語でのWeb記事が掲載された。

- 多様な空間多重光ファイバが接続される将来のヘテロジニアスネットワークを見据え、より柔軟な空間光変調器をベースとした空間多重光スイッチを提案した。4コアファイバを用いた1入力2出力(4コア入力8コア出力)のコア入れ替えスイッチングに成功した。本成果は、OFC2023に採択された。提案する空間多重光スイッチは、コア数の異なるファイバ同士の接続や、モード変換等の機能拡張が可能な新しい空間光スイッチであり、多様な形状の空間多重光ファイバに対応可能である。
- 実環境テストベッド(イタリア・ラクイア市)において、標準外径の結合型4コアファイバを用いて、交換機能を備えた光ファイバネットワークを構築した。結合型4コア光ファイバ対応の光スイッチの試作機を開発、世界で初めて実環境下での波長毎の光スイッチングを実証した。本成果は、OFC2023のポストデッドライン論文に採択された。本実験では、世界的なマーケットシェアを持つ光コンポーネント企業も含め、オーストラリア、欧州、日本合わせて4研究機関の研究開発成果を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標を達成した。
- 光領域信号処理技術について、偏波多重伝送におけるモード分散量推定技術及び偏波モード分散補償技術の原理実証実験に着手した。
- 産学との連携により、マルチコア光ファイバ(MCF: Multi Core Fiber)の実用化加速に向けた研究開発として以下を実施した。
  - 高品質・高信頼性マルチコアファイバ技術について、プルーフレベル1以上を満足する1,500km・コアを超えるMCF製造技術を確立し、その2,000km・コアを超える技術への拡張性について明らかにした。
  - MCFケーブル・伝送路技術について、標準クラッド径MCFを用いた光ケーブルのフィールド環境下における経時特性を明らかにし、クロストーク特性の制御性と併せて、MCFケーブル技術として確立した。
  - 標準化に向けたMCF周辺技術について、製造時の特性検査を勘案し、所要時間がコアあたり従来比40%以下となる評価手法の効率化を実現した。さらに、製造・伝送路構築に適したMCF入出力技術を確立するとともに、多心MCFに対する新たな

の伝送容量の世界記録を達成し、成果が著名な国際会議CLEO2022の最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッションに採択されたこと、実環境テストベッド(イタリア・ラクイア市)において世界で初めて15モードファイバにて15モード多重信号の伝搬特性を評価し、既存技術で実用化されている50Gbaud DP-QPSK光信号の48.8kmフィールド伝送を実証・実環境下でのマルチモード伝送の特性を初めて明らかにし、成果がトップカンファレンスである国際会議ECOC2022のポストデッドライン論文に採択されたこと、世界で初めて標準外径55モード光ファイバで毎秒1.53ペタビットの大容量伝送に成功、標準外径光ファイバの伝送容量・モード数・スペクトル密度の世界記録を更新し、成果がECOC2022のポストデッドライン論文に採択されたこと、実環境テストベッドに敷設された標準外径4コアファイバを用いた世界で初めての実環境下での波長毎の光スイッチング実証に成功し、成果がOFC2023のポストデッドライン論文に採択されたことなどの、世界初・世界記録の成果を複数得ており、さらに成果が国際会議で非常に高く評価されていること。

- 実環境テストベッドにおいて標準外径15モードファイバを用い

<p>(イ) 光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術</p>	<p>(イ) 光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術</p> <p>オープン/プログラマブル光ネットワークの実現に資する技術として、高線形利得応答を持つ光ハードウェアとホワイトボックス型光伝送機器を導入した光伝送システム及び光パス設定技術を開発し、動作実証する。</p> <p>光ネットワーク高度解析・制御技術について、多種多様なトラフィック需要に対応した柔軟な光ネットワーク運用のためのネットワーク制御とモニタリング機構の連携技術を開発する。</p> <p>産学官連携による研究推進として、多様なサービスに対応する有線・無線アクセスネットワークのプラットフォーム技術の研究開発を行い、オープンなハードウェア・ソフトウェアによるネットワーク仮想化の環境の構築、ネットワークコントローラ・オーケストレータのインテグレーションとアーキテクチャの開発を行う。</p>	<p>整列技術の実現性を明らかにした。また、標準クラッド径 MCF の標準草案および標準化提案に向けた計画を策定した</p> <p>(イ) 光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>オープン/プログラマブル光ネットワークの実現に資する技術として、以下を実施した。             <ul style="list-style-type: none"> <li>高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムを開発し、メトロ光ネットワークを想定した波長多重 600km 伝送 (DP-QPSK, 25Gbaud) を実証した。従来システムと比較して、光パス設定・変更時の光信号強度変動が抑制されることで、光強度制御の時間や回数が 50% 程度削減できる見込みを得た。また、伝送品質推定器として GNP<sub>y</sub> (光伝送路設計と最適化のためのオープンソースライブラリ) による伝送シミュレーションにより、OSNR (Optical Signal to Noise Ratio) 推定を実施した。</li> <li>分散 SDN (SDN: Software Defined Networking) コントローラによる光パス設定技術として、遠隔のコントローラから 400Gbps 級の光ホワイトボックススイッチとトラフィックセンサをオーケストレーション制御する自動制御 (閉ループ制御) フレームワークを開発した。実機検証として、フランスに配置したコントローラから国内の2カ所に配置した光ホワイトボックススイッチとトラフィックセンサを自動制御する相互接続実験を国内企業や大学と連携して実施し、トラフィック異常を検知しスイッチポートの制御に成功、地理的に広範なネットワーク制御のフレームワークを確立し、国際会議 iPOP2022 にてオンライン動態展示 (Showcase) にて発表した。</li> </ul> </li> <li>年度計画に加え、光電変換器と GPU が設置されたサーバによるリアルタイムコヒーレント光伝送の実証について、国際会議 OECC/PSC2022 で招待講演を行った。</li> <li>産学との連携により、多様なサービスに対応する有線・無線アクセスネットワークのプラットフォーム技術の研究開発として、以下を実施した。             <ul style="list-style-type: none"> <li>ネットワーク装置のオープン化技術として、高精度な時刻同期に対応したプログラマブルスイッチ装置をプラットフォームへ組み込むことで、各機器、ソフト化機能のオープン化技術、各ドメインの統合技術を確立した。</li> </ul> </li> </ul>	<p>て交換機能を含むモード多重光ファイバネットワークを構築し、世界で初めて 15 モードに対応した光スイッチを試作、波長ごとの光スイッチング実験に成功し、さらに成果が ECOC2022 のポストデッドライン論文に採択されて高く評価されたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大規模障害時における通信インフラと連携したクラウド復旧戦略創出に向け、通信・計算基盤連携のアプローチを提示し、モデル評価を行った結果、DCP 需要を通信資源供給にマッチングすることで、従来と比べクラウドサービス復旧時間を 40% 以上に短縮した成果を IEEE の通信分野における二大旗艦国際会議の一つ Globecom2022 にて発表したこと。</li> </ul> <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送の成果が新聞や Web に掲載され、外国語の Web 記事は 20 を超える言語で 200 を超えた、また 55 モード光ファイバで毎秒 1.53 ペタビットの大容量伝送の成果も新聞や Web に掲載され、web 記事が約 20 言語で 100 を超えるなど、大きな反響があったこと。</li> <li>実環境テストベッドにおけるフィールド伝送実証実験では欧州と</li> </ul>
---------------------------------------	---	--	--

		<p>- ネットワーク仮想化基盤技術として、ネットワークコントローラ・オーケストレータのインテグレーションとアーキテクチャの開発を行った。CNF (Cloud Native Network Function) を中心に仮想化システム全体の性能、効率を向上させる技術の開発を行い、大規模システム検証を実施する中で、安定的なパケット処理能力などについての性能測定を実施し、専用ハードではなくソフトベースのネットワーク仮想化システムの性能限界を測定し、その拡張性についても確認した。</p> <p>- ネットワークの運用管理自動化に向けたゼロタッチ制御技術として、リソースの輻輳状況とサービスの要求に応じて、Cloud/MEC (Multi-access Edge Computing) 等パケット処理場所を動的に切り替える最適自動制御技術を検証基盤に実装、本技術の総合システム評価を実施し、大規模なシステムにおいても MEC のサービスレベルが向上できることを検証した。</p> <p>- エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術として、PTP プロトコルによる高精度同期により測定精度を向上した In-band ネットワーク監視機能のシステム開発、結合評価を行い、Beyond 5G に向けて必要と考える遅延測定精度 100 マイクロ秒以下を結合環境においても達成した。検証基盤に実装、本技術の総合システム評価を実施し、リソースの最適配備・運用が自律化されていることを検証した。MEC プラットフォームで収集できる情報に基づいて最適な資源利用を実現できるようにアルゴリズムを改良した。また、特許出願やオープンソースコンソーシアムへの提案など社会実装に向けて取り組んだ。</p>	<p>米国合わせて4研究機関の研究開発成果を機構が集約し、また光スイッチング実験では世界的なマーケットシェアを持つ光コンポーネント企業も含め、オーストラリア、欧州、米国合わせて5研究機関の研究開発成果を機構が集約することで、ともに単一組織では成しえない高い目標を達成したこと。</p> <p><b>【社会実装】</b> 以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>産学との連携により、マルチコア光ファイバ(MCF)の実用化加速に向けた研究開発として高品質・高信頼性マルチコアファイバ技術、MCF ケーブル伝送路技術、標準化に向けた MCF 周辺技術に関する取組を実施したこと。</li> <li>産学との連携により、多様なサービスに対応する有線・無線アクセスネットワークのプラットフォーム技術の研究開発として、ネットワーク装置のオープン化技術、ネットワーク仮想化基盤技術、ネットワークの運用管理自動化に向けたゼロタッチ制御技術、エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術に関する取組を実施したこと。</li> </ul>
<p>(ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術</p>	<p>(ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術 光ネットワークの障害予兆に関する時系列物理パラメータ測定システムを拡張し、障害モデルの設計とデータセット構築を実施する。 異なるネットワークモデルを TAPI モデルに統一したレストレーション制御方式と、異種トランスポート相互接続の</p>	<p>(ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>時系列物理パラメータの測定システムに複数箇所・複数パラメータの同時測定機能を拡張し、OSNR (Optical Signal to Noise Ratio) などの種々の光信号に関する情報に加えて環境情報も含めたテレメトリ情報収集システムを開発した。当該システムを用いて、インターネットで一般公開するための、光ネットワークの障害管理における機械学習利用において欠かすことのできないデータセット構築を実施した。</li> <li>障害モデルの設計において、障害によるマルチコアファイバのクロストーク変動と経路切り替え・レストレーションによる切替先パ</li> </ul>	



ためのプロトコル変換機能 VNF のクラスタ化と、オンデマンド制御システムの研究開発を行う。

通信・計算サービスにおける、複数ステークホルダー間の情報共有のための、ブロックチェーン技術に基づくプラットフォームの設計・開発を行う。

スの QoT (Quality of Transmission) 劣化推測等のネットワークの閉ループ制御に利用するための障害モデル作成にあたり、従来検出が困難であったサイレント障害を検知するために必要な情報・特徴量分析システムを試作した。試作したシステムを元に複数の障害種別に応じた障害・予兆情報検知を行う機械学習アルゴリズムを設計し、光ネットワーク設計に関する国際会議 ONDM2022 にて発表した。これにより、光ネットワークにおける劣化可能性の推測に基づく迅速な経路切り替え・レストレーション実現に向けた要素技術を実証した。さらに、多様な物理パラメータの測定システムを利用した連鎖障害モデルを設計した。

- 年度計画に加え、不完全な情報に基づくネットワーク性能劣化のサイレント故障源及び波及範囲の予測と修正機能実現に向けて、ツールを二つ開発した。一つ目は観測データを障害管理のイベント空間に投射するツールで、二つ目は故障による光ネットワーク中既存パスにおける影響を定量化、影響が比較的大きい波及範囲を特定するツールのプロトタイプである。また、障害に対する事前対応技術として、光パケットマルチパス伝送による低遅延で実現可能な性能劣化防止技術を提案し、実証実験による実現可能性を示した。成果を OECC/PSC2022 にて発表した。これにより、光ネットワークにおける事前の伝送品質予測に基づく迅速な経路切り替え・レストレーションや障害発生前の冗長化などの性能低下防止技術が実現可能となり、安定した光通信回線の実現に貢献する。
- 大規模オープン化光ネットワーク相互接続技術の研究開発において、異種オープン化光ネットワークを跨るパスのレストレーションの実現の為、異なるネットワークモデルを TAPI (Transport API) モデルに統一したレストレーション制御方式として、TAPI の元になる Unified Modeling Language (UML) モデルと異種光ネットワーク UML モデルとのマッピング関係を定義し、UML から YANG を生成する過程において TAPI と異種モデル YANG 間の対照情報自動生成機構を開発した。レストレーションに必要な異種モデルと TAPI 間の網コンテキスト・制御情報翻訳の自動化を実現した。さらに、データプレーンを含めての実証実験を実施した。
- 異種トランスポート相互接続のためのオープン化パケットトランスポート網相互接続技術の研究開発において、平常時・災害時に異種パケットトランスポート資源間低コスト・迅速な相互接続の実現の為、TAPI を拡張しマイクロサービス化プロトコル変換 VNF ク

ラスタを TAPI で抽象化し、Cloud Native のコンテナ管理技術を SDN 自動化に統合、VNF クラスタをワンタッチで自動構築、ゼロタッチで自動復旧機能を実現した。具体的には、TAPI からコンテナ管理システム Kubernetes の設定管理情報を自動生成するミドルウェアを開発した。自動構築・制御(オンデマンド制御)を含んだ実証実験を実施した。

- ブロックチェーン技術に基づくプラットフォームの設計・開発において、Hyper Ledger Fabric (OSS で提供されているブロックチェーンの一種)を用いて、第三者仲介 PNE (Provider Neutral Exchange)主導で事業者間協調のためのシグナル方式、及びモデルファイルで定義できる連携シーケンス制御のプラットフォームを開発した。これにより連携のオープン化、簡略化、及び連携方式の進化の柔軟性、耐故障性の向上、多様なブロックチェーン実装への適用性を示した。下記提案のデータセンタープロバイダ(DCP)復旧戦略に基づいた実証実験を実施した。
- 新しい研究領域として、大規模障害時における通信インフラと連携したクラウド復旧戦略創出に向け、通信・計算基盤連携のアプローチを提示し、モデル評価を行った。1)複数の DCP における通信資源需要の最適化手法、2)DCP の通信需要の評価手法、3)第三者仲介 (PNE) における需要と供給のマッチング手法のモデル化を数値評価した。従来と比べ、DCP 需要を通信資源供給にマッチングすることで、クラウドサービス復旧時間について40%以上の短縮を実現した。本成果を、IEEE の通信分野における二大旗艦国際会議の一つ Globecom2022 にて発表した。通信基盤、計算基盤とも現代社会に不可欠な生活インフラであり、それらの積極的な連携による効果を検証する新たな研究領域を創出した意義は大きい。連携スキームの提案と数値的な有効性の検証結果を国際会議にて発表し、研究領域としての認知度を高めている。
- 年度計画に加え、日米連携プロジェクト JUNO3 において、1)秘密情報の漏洩のない通信事業者間連携における復旧スケジューリングに関する新規課題を定義、2)通信事業者の復旧最適化手法、3)第三者 PNE による復旧タスク分担の最適化手法、などから構成される通信事業者間連携復旧戦略をモデル化し数値評価を行った。コストの最小化だけでなく、復旧時間の30%以上の大幅な短縮が可能であることを確認した。
- ネットワーク資源のオープン化とディスアグリゲーションおよび、

		<p>通信キャリアや DC 事業者など複数の事業者連携によるネットワークエコシステムのレジリエンシー強化の取り組みについて、光通信のフラッグシップ国際会議 OFC2023 にて招待講演を行った。</p>	
<p>(4) 光・電波融合アクセス基盤技術</p>	<p>(4) 光・電波融合アクセス基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>光と電波を融合する将来のアクセスネットワークにおいて「マッシブ集積オールバンド ICT ハードウェア技術」として、送受信器を構成する複数の要素・機能モジュールをヘテロジニアス集積する技術に関する研究開発を実施し実装密度を向上しつつ機能性を高める。また、光・電波帯域を広帯域化する110GHz超帯高周波動作光デバイス技術により、D帯(110-170GHz)ミリ波信号相互変換技術の確立に向けた研究開発を実施する。併せて、複数の多重化技術を実装可能な空間光デバイス技術の研究開発を実施し、複数波長信号検出等により逆多重化の原理を検証する。</li> </ul>	<p>(4) 光・電波融合アクセス基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>送受信器を構成する複数の要素・機能モジュールをヘテロジニアス集積する技術として、光・電波機能の高集積化を実現するため光源・光変調器・光検出器 (PD) を高密度集積したシリコンフォトニクス集積回路を設計・試作し、約 5000 パーツ/cm<sup>2</sup> の実装密度を達成した。 シリコンフォトニクス光回路用光源として温度安定性の高い量子ドット DFB (分布帰還型) レーザを作製、80°Cまでの安定動作を実証し、化合物半導体分野における主要会議とされる国際会議 GSW (Compound Semiconductor Week) 2022 に採択された。さらに、低消費電力化を目指し量子ドットレーザ光源の組成混晶化技術の改良により、室温付近±30°Cの範囲で動作電流が温度無依存のレーザを実現し、光デバイス分野におけるトップカンファレンスである国際会議 CLEO (Conference on Laser and Electro-Optics) 2022 に採択された。これらの量子ドット光源の研究開発は、光デバイスメーカーとの共同研究により進めている。 さらに、量子ドット利得チップとシリコンフォトニクス回路をヘテロジニアス集積することにより、S、C、L 帯をカバーする波長可変光源を実現、100 ナノメートルの波長チューニングを実証し、半導体レーザ専門の国際会議である ISLC (International Semiconductor Laser Conference) 2022 に採択された。</li> <li>広帯域な利得を得られる量子ドット半導体光増幅器と高速光検出器を集積化した光受信器を作製し、最大で25A/Wの高い受光感度を得た。CLEO2022 に採択された。新規 Bi 系材料を用いた量子ドット形成技術を確認し、レーザ発振波長の温度依存性を従来比 1/3 にした量子ドットレーザを実現した。本成果は、CLEO-PR2022 に採択された。</li> <li>D 帯(110-170GHz)ミリ波信号相互変換技術として、UTC-PD (Uni-Travelling Carrier Photodetector) の接合容量低減構造を考案、最適化し、120GHz までの動作を実証した。さらに量子ドット半導体光増幅器と高周波動作光検出器を集積化した高感度</li> </ul>	<p>(4) 光・電波融合アクセス基盤技術</p> <p>科学的意義としては、マッシブ集積オールバンド ICT ハードウェア技術において、シリコンフォトニクス集積回路を設計・試作し約 5000 パーツ/cm<sup>2</sup> の実装密度を達成したこと、高機能光検出器アレイを実現したことによりトップカンファレンスである国際会議 ECOC2022 に採択されたこと、温度安定性の高い量子ドット DFB (分布帰還型) レーザを作製して80°Cまでの安定動作を実証し、著名な国際会議 GSW2022 に採択されたこと、量子ドットレーザ光源の組成混晶化技術の改良により低消費電力化を実現し、トップカンファレンスである国際会議 CLEO2022 に採択されたこと、光→電波→光→電波の多段変換を応用し、光スイッチを組み合わせテラヘルツ周波数帯域(285GHz)の遠方への伝搬に成功しトップカンファレンスである国際会議 OFC 2023 のポストデッドラインに採択されたことなど、極めて高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会的価値としては、伝送メディア調和型アクセス基盤技術において、光→電波→光→電波の多段接続ネットワークにおいて</p>

- 「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」として、110GHz 超帯における光・電波信号送受信及び相互変換技術の研究開発を実施し、D 帯(110-170GHz)ミリ波信号の相互変換実現に向けた取組を行う。また、低雑音基準信号を活用する高精度信号生成・伝送技術により、100GHz を超えるミリ波帯信号発生とその光伝送の研究開発を

かつ高温動作光検出器を実現した。これらの成果は、光デバイス分野のトップカンファレンスである国際会議 CLEO2022 などに採択された。

- 機構独自の電極・光電変換融合周波数等化回路を実現し、広帯域 LN 変調器を設計、作製し、110GHz を超える周波数応答特性を実証した。本成果は光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 ECOC (European Conference on Optical Communication) 2022 に採択された。DC から 110GHz まではフラットな特性を示しており、理論的な見積もりからは 170GHz の応答も可能であることが見込まれる。
- 複数の多重化技術を実装可能な空間光デバイス技術として、波長分離器不要で WDM (Wavelength Division Multiplexing: 波長分割多重) 信号を検出する共振型 PD アレイを開発し、入射位置に関わらず 4 波長まで検出可能であることを確認した。さらに 1 芯光ファイバからの 25GbpsNRZ 2チャネルの WDM 光信号(合計 50Gbps)を出射、1.5m 空間伝送する空間光無線通信システムによる実験を実施、世界で初めて WDM 空間光無線通信に成功した。本実験により、既に実用化されている光ファイバ通信における WDM 通信方式を空間光無線通信においても活用することが可能であることを示した。本成果は、光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 ECOC2022 に採択された。
- 第 4 期中長期計画期間に企業に技術移転し製品化された周波数特性を高精度に測定する技術について、機器メーカーでの利用が拡大している。
- 100GHz 超帯における光・電波信号送受信及び相互変換技術として、これまでに開発してきた 100GHz 帯光ファイバ無線技術を拡張し、光→電波→光→電波の多段(カスケード)接続ネットワークにおいて、32/64QAM OFDM 信号を 29Gbps のラインレートで送受信実験に世界で初めて成功した。本実証結果は、ECOC2022 に採択された。また、D 帯 (110-170GHz) ミリ波信号の相互変換実現に向け D 帯 (110-170GHz) の 130GHz 帯を用いて光ファイバ無線のサブシステムを構築し、16QAM 信号の生成に成功した。本成果は赤外・ミリ波・テラヘルツ波に関する世界最大の国際会議 IRMMW-THz (International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves) 2022 に採択された。さらに、カスケード接続ネットワーク技術では、扱う無線周波数をテラヘルツ波領域(285GHz)まで拡張するとともに波長によるスイッ

32/64QAM OFDM 信号を送受信する実験に世界で初めて成功したことで多様な利用シーンの可能性を拡大したこと、前記 285GHz の遠方への伝搬は、そのカバーエリアを飛躍的に広げられることを示したこと、一つの PD アレイのみでコヒーレント信号を復調する位相回復受信技術を産官連携で共同開発した成果が前島密奨励賞を受賞したこと、さらに ITU-T、APT/ASTAP などにおける標準化活動を行い、開発した技術を屋内向けミリ波帯および空間光無線信号リレー技術として APT/ASTAP における技術レポート改訂版を発行するなど、高く評価出来る成果を上げた。

社会実装としては、多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発において車載ネットワークのデバイス構成、通信方式を決定しマスター装置とゲートウェイ装置のモジュールを設計・試作し 10Gbps の伝送容量を実現し、電力線と 4 本の光ファイバを 1 つの配線でも可能とするハイブリッド配線やコネクタ等の周辺技術の試作開発を産学官連携で実施するなど、社会実装に向けた取り組みを着実に実施した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

実施する。併せて、複数の伝送メディアを接続した高ロバスト化伝送サブシステムに関する原理検証として低速移動する対象を追跡し信号を送り届ける技術の研究開発を実施する。

チング機能を付加し、テラヘルツ波を遠方まで伝播させる大きな技術的進歩を加え、きわめて社会的価値の高い成果を挙げた。この成果により、光通信分野のトップカンファレンスである OFC2023 においてポストデッドライン論文にされるという極めて高い評価を得た。

- 低雑音基準信号を活用する高精度信号生成・伝送技術として、102GHz 帯において、高周波光変調器と高速光検出器を組み合わせた光電発振器を構成することにより、これまでより 10dB ノイズの低い基準信号生成技術を実証した。この成果は環太平洋地域における光デバイス分野の主要会議である CLEO-PR (Conference on Laser and Electro-Optics Pacific Rim) 2022 において採択され、招待講演にアップグレードされた。
- 複数の伝送メディアを接続した高ロバスト化伝送サブシステムに関する原理検証として、光ファイバ・ツー・光ファイバの空間光無線通信において低速移動する対象を自動で追跡し信号を送り届ける追尾システムを光デバイスメーカーとの産官連携で構築、評価し、1.8m の距離における  $5^\circ / \text{sec}$  の動きに対しても 10Gbps の伝送速度でデータ送受信できることを実証した。この成果は ECOC2022 に採択された。
- 年度計画に加え、一つの PD アレイのみでコヒーレント信号を復調する位相回復受信技術を産官連携で共同開発し、非線形現象を扱うことが可能なモデルを構築した。このモデルにより、シミュレーション下で送信信号とほぼ同等の受信信号の回復が可能であることを実証した。この成果は ECOC2022 に採択された。さらにこの成果を含む位相回復技術に対して前島密奨励賞を受賞した。
- 年度計画に加え、光ファイバ通信における分散補償技術として光電フィードフォワード等化技術を確立し、50km の光ファイバ伝送距離において PAM4 信号により 112Gbps のデータのエラーフリー受信を実証し、ECOC2022 に採択された。
- 年度計画に加え、ITU-T、APT/ASTAP などにおける標準化活動を行い、光ファイバ無線については ITU-T SG15 における IMT-2020 に向けたアーキテクチャ提案についての補助文書 G. Suppl. 55 改訂へ向けた寄与入力を行った。また、屋内向けミリ波帯および空間光無線信号リレー技術として APT/ASTAP 技術文書の改訂を実施し、技術レポート改訂版発行に寄与した。さらに、ミリ波帯固定無線における無線局・設置柱への風雨の影響について、

### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- マッシュ集積オールバンド ICT ハードウェア技術において、光・電波機能の高集積化を実現するため光源・光変調器・光検出器 (PD) を高密度集積したシリコンフォトニクス集積回路を設計・試作し約 5000 パーツ/cm<sup>2</sup> の実装密度を達成したこと、高機能光検出器アレイを実現したこと、シリコンフォトニクス光回路用光源として温度安定性の高い量子ドット DFB (分布帰還型) レーザを作製して 80°C までの安定動作を実証し、さらに成果が化合物半導体分野における主要会議とされる国際会議 CSW2022 に採択されたこと、低消費電力化を目指し量子ドットレーザ光源の組成混晶化技術の改良により室温付近  $\pm 30^\circ\text{C}$  の範囲で動作電流が温度無依存のレーザを実現し、さらにこれらの成果が光ファイバ通信、光デバイス分野におけるトップカンファレンスである国際会議 ECOC2022、CLEO2022 に採択されたこと、光→電波→光→電波の多段変換を応用し、光スイッチを組み合わせテラヘルツ周波数帯域 (285GHz) の遠方への伝搬に成功しトップカンファレンスである国際会議 OFC 2023 のポストデッドラインに採択された

- 「短距離向けリンク技術」として、50Gbaud 以上のデジタル信号処理と外部変調を含む強度多値変復調技術を確立し、空間多重と波長多重の併用によりファイバあたり 10 テラ bps 以上の短距離向けマルチコアファイバ伝送を実証する。

- 産学官連携による研究推進として、多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発を実施する。

モデル構築と数値計算を行い、APT 無線グループ (AWG) へ修正寄書提出を実施した。

- 次世代データセンター内ネットワーク向け毎秒 10 テラビット超の空間多重光インターコネクトを実現するため、50Gbaud 以上のデジタル信号処理と外部変調を含む強度多値変復調技術として、空間多重技術と 100Gbaud 級変復調技術を組み合わせて、毎秒 12.8 テラビット (毎秒 200 ギガビット (112GBaud) PAM4, 8波長, 8コア)、1km 伝送を実証した。ECOC2022 のレギュラー論文の中でも特に評価が高いハイスコア論文に選出された。
- 年度計画に加え、短距離光通信向けコヒーレント伝送技術として、簡易で安価な装置構成の自己ホモダイン検波方式を採用し、課題である偏波依存特性を無依存化するために、機構独自の構成により簡易な偏波無依存型自己ホモダイン受信器を開発した。さらに、最新の 100Gbaud 級変復調技術を取り入れ、1波長で毎秒 360 ギガビット (96GBaud) の 16QAM 信号、最長 142km 光コヒーレント伝送実験に成功した。ECOC2022 の最優秀論文 (通称ポストデッドライン論文) の特別セッションに採択され、報道発表を行った。
- 年度計画に加え、NEDO ポスト 5G 委託事業の中で取り組む短距離向け高速直変調技術として、出射面のレリーフ構造による横共振を利用した 1,060nm 帯面発光レーザ (VCSEL) を開発し、56 Gbps、NRZ 信号の 5km 伝送に成功した。共著論文として Applied Physics Letters に採録された。
- 多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発として、産学官連携により、車という電力の限られた環境の中で必要な伝送容量を得るための低消費電力ネットワーク構築のために新しいネットワークの在り方 (マスター+ゲートウェイ方式) を提案、車載ネットワークのデバイス構成、通信方式を決定し、光源を有するマスター装置と信号を分配/収集するゲートウェイ装置のモジュールを設計、試作し、自動運転等に必要 4K 映像を伝送可能な伝送容量 (10Gbps) の確保と電気ネットワークと比較し消費電力の抑制ができることを確認した。
- それぞれの装置間の通信を低遅延化するためのアーキテクチャの提案を行った。さらに、これらの装置の小型化を実現するため、多機能光集積回路を試作した。変調機能の光集積回路の試作においては、低速で送信する自動車の動きを制御する信号と高

こと、1 芯光ファイバからの 25GbpsNRZ 2チャンネルの WDM (波長分割多重) 光信号 (合計 50Gbps) を出射し 1.5m 空間伝送する空間光無線通信システムを用いた実験により世界で初めて WDM 空間光無線通信に成功し、さらに成果が光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 ECOC2022 に採択されたことなどの、世界トップレベルの科学的意義を有する成果を複数得ていること。

- 伝送メディア調和型アクセス基盤技術では、光→電波→光→電波の多段 (カスケード) 接続ネットワークにおいて 32/64QAM OFDM 信号を 29Gbps のラインレートで送受信する実験に世界で初めて成功し、さらに本実証結果が ECOC2022 に採択されたこと、また、D 帯ミリ波信号の相互変換実現に向け D 帯の 130GHz 帯を用いて光ファイバ無線のサブシステムを構築して 16QAM 信号の生成に成功し、さらに成果が赤外・ミリ波・テラヘルツ波に関する世界最大の国際会議 IRMMW-THz2022 に採択されたこと、前記 285GHz の遠方への伝搬は、そのカバーエリアを飛躍的に広げられることを示したこと、102GHz 帯において高周波光変調器と高速光検出器を組み合わせた光電発振器を構成することにより、これまでより 10dB ノイズの低い基準信号

速で送信する 4K 映像等の大容量データを同時に扱う必要があったが、シリコンフォトニクスでは低速信号と高速信号を同時に扱えない問題があり、高速部分と低速部分をカスケード接続する設計により、問題を解決した。試作した多機能光集積回路構成を模擬した車載光ネットワークを構成、10Gbps の光信号を送受信可能であることを実証した。これらの成果の論文は、レーザ学会に採択された。

- 産学官連携により、車載用光ファイバの実装方法を検討し、光ファイバメーカーが電力線と4本の光ファイバを1つの配線で可能とするハイブリッド配線の試作品を作製した。さらに、各接続点におけるコネクタについても方式を確定し試作品の作製を行い、光接続においては 0.2dB 以下の低い接続損失を達成した。
- 送受信簡易プロトコルを FPGA に実装したデバイス搭載ボードの検証ボードを試作し、10Gbps 信号送信時に生じる波形歪みについて補償する信号処理を実装し、高品質送受信が可能な技術を確立した。また、既存の標準化動向を調査しつつ、車載光通信技術の標準化の検討を行った。

生成技術を実証し、さらに成果が環太平洋地域における光デバイス分野の主要会議である CLEO-PR2022 において採択されさらに招待講演にアップグレードされたことなどの、世界トップレベルの科学的意義を有する成果を複数得ていること。

- 次世代データセンタ内ネットワーク向け毎秒 10 テラビット超の空間多重光インターコネクトを実現するため、空間多重技術と 100Gbaud 級変復調技術を組み合わせることで毎秒 12.8 テラビット (毎秒 200 ギガビット (112GBaud) PAM4, 8波長, 8コア)・1km 伝送を実証し、さらに成果が ECOC2022 のハイスコア論文に選出されたこと。

#### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 伝送メディア調和型アクセス基盤技術において、光→電波→光→電波の多段(カスケード)接続ネットワークにおいて 32/64QAM OFDM 信号を 29Gbps のラインレートで送受信する実験に世界で初めて成功した成果は利用シーンに柔軟性を与えるものであり社会的価値が大きいこと、一つの PD アレイのみでコヒーレント信号を復調する位相回復受信技術を産学連携で共同開発した成果が前島密奨励賞を受賞したこと。さらに

ITU-T、APT/ASTAP などにおける標準化活動を行い光ファイバ無線について ITU-T SG15 における IMT-2020 に向けたアーキテクチャ提案についての補助文書 G. Suppl. 55 改訂へ向けた寄与入力を行ったこと、屋内向けミリ波帯および空間光無線信号リレー技術として APT/ASTAP 技術文書の改訂を実施し技術レポート改訂版発行に寄与したこと、ミリ波帯固定無線における無線局・設置柱への風雨の影響についてモデル構築と数値計算を行い、APT 無線グループ (AWG) へ修正寄書提出を実施し、標準化における複数の成果を得たこと。

- マッシング集積オールバンド ICT ハードウェア技術において、1 芯光ファイバからの 25GbpsNRZ 2チャンネルの WDM 光信号 (合計 50Gbps) を出射し 1.5m 空間伝送する空間光無線通信システムを用いた実験により世界で初めて WDM 空間光無線通信に成功したことは新しい空間光無線通信方式において従来の光ファイバ通信の方式を適用できることを示した社会的価値が高い成果であること、80°C までの安定動作を実証した量子ドット DFB (分布帰還型) レーザの作製と室温付近  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  の範囲で動作電流が温度無依存のレーザの実現の成果を得た量子ドット光源の研究開発を光デバイスメーカーと



の共同研究により進めていること。

**【社会実装】**

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発において車載ネットワークのデバイス構成、通信方式を決定したこと、光源を有するマスター装置と信号を分配/収集するゲートウェイ装置のモジュールを設計・試作し自動運転等に必要な 4K 映像を伝送可能な伝送容量 (10Gbps) を確保したこと、電力線と4本の光ファイバを1つの配線で可能とするハイブリッド配線の試作品を作製したこと、各接続点におけるコネクタについても方式を確定し試作品の作製を行い、光接続においては0.2dB 以下の低い接続損失を達成したことなど、車載ネットワークの社会実装に向けた産学官連携による成果を得ていること。
- 第4期中長期計画期間に企業に技術移転し製品化された周波数特性を高精度に測定する技術について、機器メーカーでの利用が拡大していること。
- 複数の伝送メディアを接続した高ロバスト化伝送サブシステムに関する原理検証として、光ファイバ・ツリー・光ファイバの空間光無線通信において低速移動す

			<p>る対象を自動で追跡し信号を送り届ける追尾システムを光デバイスメーカーとの産官連携で構築・評価し、1.8m の距離における 5° /sec の動きに対しても 10Gbps の伝送速度でデータ送受信できることを実証したこと。</p>
<p><b>(5)宇宙通信基盤技術</b></p>	<p><b>(5)宇宙通信基盤技術</b> 衛星通信を含む非地上系ネットワークや通信システムの利用が拡大する中、地上から宇宙までをシームレスにつなぐ高度な情報通信ネットワークの実現に向けて、効率的なデータ流通を実現する衛星フレキシブルネットワーク基盤技術及び小型化・大容量化・高秘匿化を可能とする大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術に関する研究開発を行う。</p>	<p><b>(5)宇宙通信基盤技術</b></p>	<p><b>(5)宇宙通信基盤技術</b> 科学的意義としては、高高度プラットフォームや超小型衛星に搭載可能な超小型高速光通信機器のプロトタイプ機器の開発において 2Tbps のドローン搭載可能な 20×20cm のモジュール開発を行い著名な論文誌や国際会議に採択されたこと、衛星量子鍵配送 (QKD) 通信の実現に向け、大気ゆらぎや指向追尾誤差の影響下で、量子ビット誤り率等への影響を数値的に求め、また深層学習に基づく長短期記憶(LSTM)リカレントニューラルネットワーク(RNN)を用いた手法を提案し、成果が Nature Communications Physics に採録されたことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p>
<p><b>(ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術</b></p>	<p><b>(ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術</b> ・衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の確立に向け、地上系の 5G も含めて海洋から宇宙までをシームレスに接続する三次元ネットワークのアーキテクチャの概念検討に基づいてシミュレータの開発を行い、理論計算やシミュレーションにより三次元ネットワーク統合制御アルゴリズムの遅延、ロス、スループット、最適な通信経路等を定量的に評価する。</p>	<p><b>(ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>衛星フレキシブルネットワーク技術のシミュレータ開発を実施した。令和3年度は GEO 衛星1機と地上系ネットワーク(TN)の連携によるリソース制御アルゴリズムの評価を可能とした。令和4年度はこれに加え、事業者間連携の枠組みを導入、LEO コンステなどより複雑な非地上系ネットワーク(NTN)評価への拡張を行った。混在する地上系トラヒックと NTN トラヒックの一括管理や複数事業者間の調整コストを下げることを可能とするため、TN/NTN 間の 5QI/NTN スライスマッピングや事業者間をまたぐ経路制御を担うオーケストレータの概念を取り入れた。その有効性の初期評価を行った。</li> <li>NTN では、安定・不安定の通信リンクが混在し時間変動する一方、ユーザの QoS/QoE は独立しているため、アプリケーションから上位プロトコルすべてが影響する。このようなネットワーク柔軟性の実現における宇宙や成層圏等の伝搬環境の違いに起因す</li> </ul>	<p>社会的価値としては、欧州宇宙機関(ESA)等との国際連携で地上の 5G コアと衛星を用いた長距離実験を成功させ衛星地上統合技術の実現性を実証した成果が日欧のプレスリリース等でアピールされていること、ITU-R WP5D における将来技術トレンド(FTT)報告書が機構の成果を反映して発行されたことに加え、アジア太平洋地域の標準化団体である AWG 会合</p>

る通信課題を解決するため、調査や各種シミュレータにより具体的な品質情報の例を数値として抽出した。更にその結果を取り込み、ユーザの QoS/QoE 評価環境に反映可能なエミュレーション環境を整備し、初期評価において動画、音声、ファイル等のアプリケーションの NTN 環境下での伝送品質や利用者の体感品質を確認した。

- 衛星地上接続システム階層的制御システムの提案を行い、特許出願を行うとともに、宇宙分野における世界最大の国際会議 IAC2022 (73rd International Astronautical Congress) に採択された。また、移動体群フォーメーションフライトシステムに関する国際特許を出願した。これにより、将来、通信、観測、深宇宙探査、宇宙状況把握など、ユーザのサービス要件に応じてフォーメーション制御やクラスタ構成の変更、時刻同期や位置・姿勢制御メカニズムを活用したビームフォーミングや MIMO により多種多様なサービスを柔軟に提供できる移動体群フォーメーションフライトシステムが実現でき、これによりユーザは移動体群システムによる統合的なサービスプラットフォームと契約するだけでよいことが期待できる。
- 衛星地上統合技術の確立に向けた欧州宇宙機関(ESA)との日欧共同実験並びに機構の委託研究について、Phase1 の実衛星と地上の 5G コアを繋いだ国内で初めての実験となった日欧間長距離衛星 5G 実験成功の内容について、プレスリリースを日欧それぞれで発行し、また国際会議での発表を行い成果をアピールした。次の共同実験 Phase2 において NTN-5G 統合のキー技術の有効なデモを行うための実験計画・試験構成を策定した。得られた成果は以下の通り。
  - Phase1 の衛星 5G 実験の成功により、国際間長距離通信を介した 5G ネットワークにおける各伝送区間のネットワーク品質を測定し、衛星回線と 5G を接続したネットワーク性能の評価を行い、国際間長距離通信を介した 5G ネットワークにおける衛星回線の統合が実現した。本成果をプレスリリース及び国際会議での発表(AIAA ICSSC 2022)によりアピールした。
  - Phase2 の研究目標に基づき、NTN-5G 統合のキーとなる地球局から複数のバックホール回線への切り替え(マルチバックホール切替機能)について技術仕様を欧州側と決定し、ユースケースの選定、テストベッドの準備計画を受託者と合意した。

において機構の成果を含む寄与文書を提出し NTN の報告書案を改定したこと、スペース ICT 推進フォーラムを運営し異分野連携の促進に貢献するなど、コミュニティの活性化を積極的に実施し、高く評価出来る成果を上げた。

社会実装としては、超小型(6U)低周回軌道衛星に搭載可能な光通信端末 CubeSOTA の設計が完了であること、ドローンおよび光地上局用の小型化されたポインティングおよび追跡システムの開発と野外での 10Gbps のドローン地上間光通信実験を実施するなど、小型光通信ターミナルの実用化を目指した着実な成果を上げている。

なお、技術試験衛星 9 号機(ETS-9)の搭載用光通信機器開発に関しては、令和 4 年度は、PFM(プロト・フライト・モデル)である衛星搭載用 10Gbps 光通信機器・ビーコン送信機を含む搭載品について、ETS-9 の衛星本体への引き渡しに向けた搭載機器の製造・評価を継続実施し、光通信機器のコンポーネント(光アンテナ)の要改善点の対応検討、および令和 4 年 12 月の宇宙基本計画工程表改訂により ETS-9 打上が令和 7 年度に延期されたことへの対応検討を行い、衛星バス開発機関(JAXA)と調整の結果、JAXA への搭載機器引き渡しが令和 5 年度に設定された。

- 衛星搭載用 10Gbps 光通信機器とビーコン送信機の ETS-9 衛星本体への搭載作業の支援を行い、搭載後の光通信機器のシステム性能評価を実施するとともに、フレキシブル HTS のリソース制御のための地球局制御技術を開発する。また、衛星 5G/Beyond 5G のユースケース実証に向けて民間フォーラムを活用し海洋・航空などの異分野の連携を促進する。

- 令和4年度は、PFM(プロト・フライト・モデル)である衛星搭載用 10Gbps 光通信機器・ビーコン送信機を含む搭載品について、技術試験衛星9号機(ETS-9)の衛星本体への引き渡しに向けた搭載機器の製造・評価を継続実施した。令和4年12月の宇宙基本計画工程表改訂による ETS-9 打上の令和7年度への延期に伴い、搭載機器の衛星本体への引き渡しが令和5年度に設定された。一方、光通信機器のコンポーネント(光アンテナ)の評価試験で性能変化があり、性能を改善するため搭載品の引き渡し時期を衛星バス開発機関(JAXA)と調整を行い、令和5年度に設定した。衛星本体への搭載に向けた作業については、システム開発側機関と共同で実施し、手順書等の文書作成を進めた。また、搭載後の実証実験に向けた準備として、BBM(光通信機器の機能確認モデル)を使用した手順書を作成し、トレーニングを実施した。光通信機器及びビーコン送信機の機能性能及びバス機器との整合性を評価するために、JAXA と共同で各種試験の詳細内容を検討し手順書の初版を作成した。更に、ETS-9 衛星を用いた豪州オーストラリア宇宙機関(ASA)や、台湾とシンガポールの研究機関等との国際連携を考慮しており、国際共同実験に向けた準備のためインターフェースドキュメント(ICD)を作成した。成果発表として、電子情報通信学会のフラッグシップ国際会議 ICETC の基調講演1件、発表5件(画像電子学会 2022、PIERS2022(招待講演)、URSI2022(招待講演)、第66回宇宙科学技術連合講演会、IAC2022)の学会発表及びオーガナイズドセッションの企画により ETS-9 プロジェクトの情報発信を行い研究活動や成果をアピールした。
- ETS-9 用の光地上局を利用し、米国のマサチューセッツ工科大学(MIT)の衛星との光通信実験を行い、大気ゆらぎ等のデータ取得に成功した。
- フレキシブル HTS のリソース制御のための地球局制御技術として、運用計画作成技術及びリソース制御技術を開発し単体評価を完了した。具体的には以下の成果を得た。
  - 衛星のネットワークオペレーションセンター(NOC)に必要な衛星運用計画を、ETS-9 の特徴(Ka 帯の適切な地球局選択や、光リンクにより Ka 帯を解放する方策)を活用するシステムの開発を進めた。また、通信トラヒック・ユーザ位置情報・雨量・雲量率等の予測に従って最適リソース割当を実施する運用計画作成機能に、それを評価するための実績を取り込む機能を追加

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 高高度プラットフォームや超小型衛星に搭載可能な超小型高速光通信機器のプロトタイプ機器において、超高速コヒーレント光通信を令和3年度の5倍となる 2Tbps にアップグレードし、フィールドテスト用にドローンに搭載する 20x20cm のモジュールに小型化を行うなど、成果が著名な論文誌、国際会議で採択されたこと。

し、ETS-9 の可変ビーム機能に対応した運用計画作成機能を追加した。

- 光・共通部ミッション用の衛星オペレーション・センター(SOC)の改修のため、実際の ETS-9 衛星通信実験を行う前に必要となる衛星バス SOC との初期運用・定常運用時におけるインターフェース調整、最終的な HICALI 衛星搭載サブシステムに対するミッション SOC プログラム改修によるデータベース更新、テレメトリブロック図追加等を行った。また、ファイダリンク選択のためのデータ収集システムには、近赤外域全天モニタシステムおよび赤外放射計測システムの観測データと既存の環境データ(可視光全天カメラ画像, 雲量・雲高計, 気象データ)を合わせて計測データとして取得するシステムの構築を行った。

- 沖縄及び鹿島にファイダリンク地球局を完成させ、衛星と通信を行う基盤設備を整えた。また、衛星の打ち上げ前に実施するシステムプロトフライト(PFT)試験のシナリオ、試験構成、測定項目等の検討と、開発した地上局システムの機能確認のための疑似衛星局の主要機能の設計を実施した。

- 衛星光通信に必要となるサイトダイバーシティ技術における雲認識のための高精度かつリアルタイムに処理できる新しい深層学習アルゴリズムを開発し、サイト切り替えの判断を支援するシステムを開発した。このシステムは、光地上局に設置できるものである。雲認識では、精度性能と複雑さに関する他の雲認識技術との比較や、異なるニューラルネットワーク構成での性能検証を実施している。

- ETS-9 が静止軌道上で有害な干渉を受けず、かつ与えずに円滑な運用を行うため、ITU 無線通信規則に基づき国際周波数調整を完了し、国際周波数登録原簿に登録されることを目標として、国際周波数調整を進め以下の成果を得た。

- 近接衛星網との調整の一環として、東経 143° の軌道位置に対して、 $\pm 8^\circ$  の軌道離角があり、国際周波数調整が義務付けられている衛星網は 64 ある。令和4年度開始時 31 件の衛星網の合意調整が残っていたところ、令和4年度終了までの衛星網 41 件の合意に成功し、残り 23 衛星網となった。

- 他国主管庁からの調整要請に基づき調整が義務付けられている静止衛星網は令和4年度開始時 156 件ある。令和4年度末に、調整合意を得た衛星網 75、合意要請中1。非静止衛星網との調整では、周波数調整が必要な非静止衛星網 103 件に対し、

- 衛星-地上間の衛星量子鍵配送(QKD)通信の実現に向け、大気ゆらぎや指向追尾誤差の影響下で、量子ビット誤り率等への影響を数値的に求め、将来の QKD ミッションへの設計指針を示したこと、光子計数データを用いてチャネル透過率の統計的変動を検証することで量子大気チャネルの基礎となる統計的特性を明らかにしたこと、深層学習に基づく長短期記憶(LSTM)リカレントニューラルネットワーク(RNN)を用いた手法を提案し、成果が Nature Communications Physics に採録されたことなどの成果を得たこと。

- 多種多様なサービスを柔軟に提供できる移動体群フォーメーションフライトシステムの実現が期待できる衛星地上連接システム階層的制御システムを提案し、特許出願を行うとともに、提案が宇宙分野における世界最大の国際会議 IAC2022 に採択されたこと。

- 適応型衛星光ネットワークの回線設計につき、3波 WDM を想定することによる様々な通信サービスに対応可能な適応型衛星光ネットワークの回線設計を行ない、最大 100Gbps の通信を確立できることを示すとともに、成果が国際会議 ICSOS2022 に採択され、さらに第 66 回宇宙科学技術連合講演会に発表された、

衛星網 83 件の合意に成功し、残り 20 衛星網となった。

- ETS-9 に係る無線局の国内無線局免許申請を行うため、無線局申請書の作成に必要な基本情報を収集した。令和4年度内に事前説明手続きを行った。宇宙基本計画工程表の見直しを受けて、申請書ドラフト版の総務省への提出は次年度に延期された。
- NTN の標準化に貢献するための活動を実施した。ITU-R WP5D において将来技術トレンド (FTT) 報告書が機構の成果を反映してまとめ、11 月の SG5 会合での承認を経て発行された。また、アジア太平洋地域の標準化団体である AWG 会合において、機構から令和4年3月の会合で提案し採択された NTN の新報告作成の議題に対し、令和4年9月に開催された会合に機構の成果を含む寄与文書を提出し、報告書案を改定した。更に、3GPP における NTN の標準化状況の調査検討を継続し、標準化動向を把握した。また、衛星光通信の標準化活動として、令和4年度は6回の宇宙データシステム諮問委員会 (CCSDS) のスペースリンクサービスエリア (SLS) の光通信の WG (OPT) 会議に参加し、機構での研究開発活動について発表やサイトダイバーシティ関係の Bluebook 検討を開始した。今後も光衛星通信技術のフォローを続ける。
- 衛星 5G/B5G のユースケース実証に向けて、ETS-9 の通信ミッションの利用及び運営体制について検討を行い、企画案を策定することにより外部機関との連携を図り社会展開を進めた。また、民間フォーラムを活用し海洋・航空などの異分野の連携を促進するため、令和2年度に立ち上げ、令和5年3月2日現在 162 者が加入するスペース ICT 推進フォーラムの運営を行い、以下の行事を実施した。
  - 会員外にも公開の第2回スペース ICT 推進シンポジウムを開催し、国内主要通信事業者5社の NTN・Beyond 5G/6G 関連の研究開発動向を含め9件の講演で、約 430 名の参加であった。
  - 検討会・交流会を8回開催し、毎回約 110 名の参加であった。
  - 5G/Beyond 5G 連携技術分科会及び光通信技術分科会を運営し、計6回の分科会を開催し毎回約 100 名の参加であった。
  - 第 66 回宇宙科学技術連合講演会では、本フォーラムの議論を活かし広げるためオーガナイズドセッションを企画し、15 件の講演を行い、積極的に情報発信を実施した。また、同フォーラムは令和3年度に引き続き宇宙基本計画工程表の重点事項として宇宙開発の重要政策に位置付けられた。同フォーラムにおいて

などの成果を得たこと。

### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 衛星地上統合技術の確立に向けた欧州宇宙機関 (ESA) との日欧共同実験において、Phase 1 の実衛星と地上の 5G コアを繋いだ国内で初めての実験となった日欧間長距離衛星 5G 実験成功の内容についてのプレスリリースを日欧それぞれで発行し、さらに国際会議での発表を行って成果をアピールしたことなど、衛星通信と地上の 5G 通信の統合可能性を示す成果を得ていること。
- NTN の標準化に貢献するための活動において、ITU-R WP5D における将来技術トレンド (FTT) 報告書が機構の成果を反映して発行されたことに加え、アジア太平洋地域の標準化団体である AWG 会合において機構の成果を含む寄与文書を提出し NTN の報告書案を改定したこと。
- スペース ICT 推進フォーラムにおいて第2回スペース ICT 推進シンポジウムと検討会・交流会を開催し、さらに 5G/Beyond 5G 連携技術分科会及び光通信技術分科会を運営することなどにより、異分野の連携を促進したこと。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチプラットフォームへ適用可能な小型平面アンテナ素子の開発に関する概念検討の結果により、小型平面アンテナ素子の開発を進める。また、アンテナシステム開発に必要な電波伝搬特性において、衛星地上多層ネットワークエミュレータに入力できるような移動体伝搬のモデル化を実施する。</li> </ul>		<p>B5G 連携及び宇宙光通信の利活用や標準化、技術課題等の議論を行い、社会実装に向け異分野連携を促進した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ka 帯平面アンテナの低価格・低消費電力化について、設計作業やデバイス検討を行い、消費電力については50%の削減を達成できることを確認した。小型化に関して、各周波数帯のアンテナを積層することで、対応する周波数が増えてもアンテナ設置に必要な面積を増加させない構造のアンテナを試作した。試作の結果、異なる複数の周波数帯に対応するデュアルバンドアンテナで積層方法を工夫することにより、半分の面積で各周波数帯のみで動作するアンテナと同等の性能が得られることを確認した。また、発熱量の多いICが高密度に多数実装されても、その性能を維持できるようにするために、排熱処理に関して民間企業と情報交換し、より効率よく排熱するための構造及び材料選定により、排熱処理の対策を行った。また、汎用性の高いICを採用できるような構造とすることで、マルチプラットフォームへの適用性を向上させ、低価格で普及しやすいアンテナ構成となるように検討を実施した。アンテナ素子技術に関してもダイポールの入力抵抗と入力リアクタンスの間に成り立つベクトル実効長を用いた近似関係式の適用を、指向性を考慮することにより、ダイポールが1波長程度の長さまで成り立つように拡張した。また、交差偏波を考慮することにより、V型ダイポールにも拡張した。この成果は IET Microwaves, Antennas &amp; Propagation (IF: 2.0) に論文として採録された。</li> </ul>	<p><b>【社会実装】</b></p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>低周回軌道上での打上げ・実証に向けた6Uキューブサット用小型端末のプロトタイプモデル(PM)を開発したこと、6Uキューブサットに搭載するための小型化版CubeSOTAという光通信端末を令和4年度中に基本設計を完了したこと、キューブサットに対応した世界最小の宇宙用光増幅器の開発に成功したことに加え、民間業者と実験評価等で協力し、世界初のキューブサット-HAPS間光通信もサポートする計画の目途をつけたこと。</li> <li>ドローンと地上の光通信回線の実現に向けて、ドローンおよび光地上局用の小型化されたポインティングおよび追跡システムを開発し、10Gbps 光通信器のモデムの実現可能性を確認し、また、評価のため10Gbpsのドローンから地上への光通信回線を確立するための野外実験を実施する、などの成果を得たこと。</li> <li>日本版LEOコンステレーション構築において、民間企業4社と第1次案を5月末に、第2次最終報告書を6月末に取りまとめたことにより、日本版LEOコンステレーションの構築に向けた方向性や実施計画を確立したこと。</li> </ul>
<p>(イ)大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術</p>	<p>(イ)大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高高度プラットフォームや超小型衛星に搭載可能な超小型高速光通信機器のプロトタイプ機器の完成・機能評価を行うとともに、対向する光地上局の試作・試験を実施する。</li> </ul>	<p>(イ)大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超小型衛星やHAPSなどの飛翔体に搭載可能な光通信端末を開発しコア技術を掌握した。このため前年度の研究成果から課題の洗い出しを行い、衛星搭載環境に耐える機器の改良設計、キューブサットのサイズに納まる専用の光学系および電子回路の改良設計を実施した。更に、超高速コヒーレント光通信の検討では、400Gbpsの簡易評価システムを開発した。令和4年度では、令和3年度の400GbpsからWDMを使用して5倍である2Tbpsにアップグレードし、フィールドテスト用にドローンに搭載する20x20cmのモジュールに小型化を実施した。現在、ドローンやHAPSを利用したフィールド実験を可能とする互換性のある2種</li> </ul>	

類の端末を開発中である。現在進行中の重要な部分には、電子機器の小型化、光学性能の評価、最終的な機械設計の最適化、およびモデムの機能テストが含まれる。これらの成果は3件の論文(MDPI Electronics (IF=2.7), Acta Astronautica (IF=3.0), Frontiers in Physics (IF=3.7))に採録され、さらに2件の国際会議に採択された。

- 低軌道周回軌道上での打上げ・実証に向けた 6U キューブサット用小型端末の設計を行い、プロトタイプモデル(PM)を開発した。超小型衛星や HAPS に搭載可能な光通信端末をベースに、6U キューブサットに搭載するための小型化版 CubeSOTA という光通信端末を令和4年度に基本設計を完了した。また、キューブサットに対応した世界最小の宇宙用光増幅器(エルビウムドープファイバ増幅器:EDFA)の開発に成功し、この開発に関するジャーナル論文が MDPI Electronics (IF:2.7) に掲載された。更に、民間業者と実験評価等で協力し、世界初のキューブサット-HAPS 間光通信もサポートする計画の目途をつけた。
- ドローンおよび光地上局用の小型化されたポインティングおよび追跡システムを開発し、商用光トランシーバモジュール SFP+トランシーバに基づく強度変調および直接検出機能を使用した 10Gbps 光通信器のモデムの実現可能性を確認した。また、評価のため、10Gbps のドローンから地上への光通信回線確立するための野外実験を実施した。ドローン特有のホバリング時の挙動に対応するため、MEMS ミラーを用いた小型指向システムの開発に成功し、振動試験を実施してドローンの動きがポインティング精度に与える影響を実測した。更に長時間の評価を実現するため、テザー付電供給システムなどの開発を行った。また、ファイバ結合用の精追尾システムを備えた可搬型光地上局の設計と開発を行い、光モード分離技術を検証して、ファイバ結合効率を 3~5dB 改善するなどの成果を得た。これにより、次年度以降にドローンと地上の光通信回線を実現するフィールド実験を実施することが可能になった。これら一部の成果は二つの国際会議(IAC2022, OPAL2022)に採択された。
- B5G NTN ネットワーク構成、超小型衛星やHAPSなどの飛翔体に搭載可能な光通信端末のグローバルトレンドを紹介した(EGOC 2022 での招待講演)。
- 日本版 LEO コンステレーション構築に向け、民間企業4社と勉強会で連携し、取りまとめ及びアーキテクチャ検討を担当し、第1次



案を5月末にまとめ、第2次最終報告書を6月末に取りまとめた。これにより、日本版 LEO コンステレーションの構築に向け、通信アーキテクチャや光通信ターミナル技術、ネットワーク技術、地上-衛星間光通信技術等の、日本版 LEO コンステレーションの構築に向けた方向性や実施計画を確立した。

- HAPS 基地局用装置におけるアンテナシステムとして、従来の機械駆動追尾アンテナと比較し、メンテナンスや耐久性において優れる構造であり、2つの自由度の協調制御によって低消費電力での捕捉追尾を実現するとともに、詳細な軌道をレンズアンテナで追尾することで機械駆動ジンバルへの要求精度を下げることを可能とした。更に、GNSS からの飛翔体の位置情報を取得し、AR(自己回帰)モデルを適用して制御対象の位置を予測、求めた軌道の重心を利用した捕捉追尾アルゴリズムと捕捉追尾の構造及び追尾方法に関し特許出願を行った。この成果を WPMC2022 において発信した。
- 機構が開発した光通信用端末やサイトダイバーシティ用雲認識技術を国内外の研究機関への導入を目指し、国内、台湾、豪州、サウジアラビアの大学及び国内の企業と共同研究契約や産学官連携を図り、社会展開を進めた。成果の一つとして国内の大学と共同で特許出願を行った。
- 衛星光通信実験からの光子計数データを用いてチャネル透過率の統計的変動を検証し、光地上局における光子計数予測のための深層学習アルゴリズムを開発した。また、大気ゆらぎや指向追尾誤差の影響下で、量子ビット誤り率等への影響を数値的に求め、将来の衛星量子鍵配送(QKD)ミッションへの設計指針を示した。SOTA 量子実験の光子計数データを用いてチャネル透過率の統計的変動を検証し、光地上局における光子計数予測のための深層学習アルゴリズムを開発した。その成果の一つとして光子計数データを用いてチャネル透過率の統計的変動を検証し、衛星-地上間の QKD 通信の実現のため、量子大気チャネルの基礎となる統計的特性を明らかにした。また、量子大気チャネル上の光子数ゆらぎを予測するため、深層学習に基づく長短期記憶(LSTM)リカレントニューラルネットワーク(RNN)を用いた手法を提案した。その成果は、Nature Communications Physics に採録された。
- 実衛星の光データ中継衛星による実験運用と大気伝搬測定を春と夏の時期に実施し完了した。前年度の秋のデータも含めて、

- デジタルフレキシブルパイロードのシステム設計に基づき、シミュレータによるシステムの詳細設計及び一部基盤技術の基本設計を実施する。また、実験プラットフォームのWDM化による影響の検討、並びに衛星搭載WDM光増幅器(2波長以上)実現に向けた検討を実施する。

季節ごとの大気伝搬特性や通信特性の評価及び解析し比較を行った結果、季節ごとの差異があることを確認した。前年度の光データ中継衛星実験で取得した実験データを解析し、国内初となる $1.5\mu\text{m}$ の波長帯を用いた地上-静止衛星間に関するダウンリンク及びアップリンクの大気伝搬特性及び、ダウンリンクの通信特性の評価結果及び大気伝搬データの一つであるFriedパラメータの解析結果を、IEICE衛星通信研究会及び国際会議ICSOで発表した。また、共同研究先のJAXAからも共著で関連する成果を国内会議で発表を行った。また、静止衛星の大気伝搬モデルを解析し、論文誌に投稿した。

- 衛星搭載機器が5Gの機能を有していると仮定した物理層における信号の流れの解析をシミュレータを活用して行い、レベルダイヤやEVM等の結果から必要な性能を算出し、次年度以降の機器開発に要求される性能を整理した。特に、多層ネットワークを想定して、衛星間の信号の流れについても解析を行い、今後のNTNの活用のシナリオに可能な限り則したモデルづくりを行った。令和5年度以降の機器開発への検討作業として、O-RANに準拠する形でFPGA、MxFE、BFの機器選定を行い、一部評価ボードにより試験も行い、オンボードでの5Gコアのデプロイやネットワークスライシング制御、QoSのマッピングを行うために必要なストレージや計算資源、消費電力を算出し、現行の機器で実施できる範囲を検討するとともに、今後搭載可能となる機器で達成可能な性能についても検討を実施した。
- 令和3年度に出願した適応型衛星光ネットワークのコア技術となる特許をベースに、3波WDMを想定することによる様々な通信サービスに対応可能な適応型衛星光ネットワークの回線設計を行ない、回線状況に応じて変調方式や通信レート等を切り替えることで、最大100Gbpsの通信を確立できることを示した。これらの成果は、国際会議ICSOS2022に採択され、第66回宇宙科学技術連合講演会に発表した。また適応型衛星光ネットワークの検証に必要となる実験プラットフォームのWDM化への拡張を完了した。これにより、適応型衛星光ネットワークの確立に向けて必要となるWDM伝送の評価を可能にした。更に、適応型衛星光ネットワークのWDM技術の適用による影響として、信号劣化が最大で1.5dBになることを確認し、目標である3dB以内に抑えられることを実験による評価で確認した。
- 小型衛星への搭載を視野に入れた衛星搭載用WDM光増幅装

- 大気ゆらぎの影響を緩和する補償光学システム開発を推進するため、受信系補償光学系の多様な光源を用いた性能検証及び送信系における光行差補正を含む補償光学系のシミュレーションや送信系実証実験を実施する。

置の仕様確立に向けて概念検討を実施した。衛星搭載に向けた部品選定や要素技術評価などを行い、小型衛星向けとして 2W 以上の光出力で、3波以上を多重可能な WDM 光増幅装置の光学系構成や回路系構成、構造モデルの設計を完了した。これにより、次年度の衛星搭載用光端末の製作に着手できるようにし、B5G や CubeSOTA 等の他プロジェクトへ幅広く適用可能にした。

- 衛星光通信や量子暗号通信において、国際宇宙ステーション (ISS) 実験に対応するための精追尾光学系の調整を行い、その後の水平伝搬試験により大気通過による光ビーム品質低下において 100Hz 以上の擾乱の改善の確認作業を行い、令和5年度の初旬に計画されている ISS 実験に必須となる精追尾機能の実装を行った。
- 大気の乱れによる損失を計算して回線設計を改善した。また、令和3年度の ISS 実験データを解析して、大気の変動、指向誤差、角度変動が光地上局(OGS)の精追尾システムとファイバ結合システムに及ぼす影響を明らかにした。具体的には、到来角と受信電力の確率密度関数 (PDF) を理論モデルで統計的に検証し、ISS のレーザーコム端末の指向精度と大気の乱流損失を調べた。更に、信号対雑音比の推定とビット誤り率の計算に重要なファイバ結合データに最適な PDF モデルを提案した。これらの結果は 12 月に Optica Optics Express に論文提出し、2月に出版された。
- 受信系補償光学系と適切な光学的インターフェースをとるべき精追尾光学系の調整を行い、天体や衛星反射光を使つての補償光学系の定量的評価を通して補償光学系のない場合との比較で 5dB 以上改善できることを確認した。この成果により ETS-9 の実証実験を行う上での光通信の回線成立性を確保できる。
- 送信補償光学系の概念設計とシミュレーションを行い、地上側でのビーム波面形成により、ビームの強度中心の方向ずれの補正と局所的なビームの方向ずれを補正し、衛星上でのビーム強度のふらつきによる受信効率劣化の低減に関して定量的評価を行い、地上受信での方向ずれ補正と同等の 3dB 程度の改善が見られることの検証を完了した。この成果は、国際会議である OFC2023 において招待講演として採択され、3月に講演を行った。一方、深宇宙光通信の要素技術である補償光学系の検証に必要とし、デジタルコヒーレント方式と CCSDS 規定の HDR 方式を実現する高感度光フロントエンド装置の試作を行い、オフラ

		<p>イン処理で-54dBm 以下の受信感度におけるユーザレート 1Gbps を達成する見込みである。これらの成果は Photonics West 2023 に採択され発表した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 月地球間で、1Gbps の衛星通信を行うための大口径光アンテナシステムの詳細設計および低熱膨張の実証を行うアンテナの試作を行い2月に完了した。また、大口径光アンテナシステムと併せて月地球間での 1Gbps 通信を可能とするキー技術として、上記大口径光アンテナに取り付けられる補償光学系制御系の詳細設計を行い、これまでに例のない FPGA への制御系実装制御アルゴリズムの構築を2月に完了した。これらの成果は Photonics West 2023 に採択され発表した。</li> <li>• 補正予算において Beyond5G のキーテクノロジーとなる光通信の研究開発に必要となる共用研究開発テストベッドとして深宇宙通信への活用をも考慮した日本最大級 2m 大型光アンテナ及び 40cm 小型光アンテナの整備を開始した。3台の小型光アンテナは低次補償光学系装置を、2m 光アンテナも補償光学系装置を有し、更に小型化を実証する可搬型光地上局の新規整備も行い令和5年度の製造完了を確実とした。また、各種光アンテナを 10Gbps の高速ネットワークに接続し、光通信におけるサイトダイバーシティ技術の検証、遠隔制御や局間でのデータを共有可能とすることで、今後の衛星光通信の運用を効率よく実施できる環境の構築も開始した。</li> </ul>	
<p>(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術</p>	<p>(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術          超高周波電磁波の宇宙利用や Beyond 5G 時代における新たな情報通信基盤の社会実装を目指して、以下の超高周波電磁波技術の研究開発を推進するとともに、テラヘルツ等の超高周波電磁波に関連する協議会等を通じて標準化やコミュニティ形成を推進する。</p>	<p>(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B5G/6G 時代に向けたテラヘルツ技術の社会実装に向けて、コミュニティ形成や標準化活動に関し、テラヘルツシステム応用推進協議会やテラヘルツテクノロジーフォーラムの運営に、幹事団や部門長の立場からテラヘルツ技術の普及に積極的に関与した。特にテラヘルツシステム応用推進協議会では前年度より設置された 6G ワーキンググループで主査を務めるなど多大な貢献をした。また、前年度立ち上がった IEEE 802.15 Task Group 3mb の副議長としての貢献や WRC-23 に向けた ITU-R・APT への寄書入力に貢献した。これら一連の活動により、電子情報通信学会功績賞を受賞した。</li> </ul>	<p>(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術          Beyond 5G 時代の新たな周波数利用拡大に向け研究開発基盤となるプラットフォーム技術の技術開発に取り組み科学的意義や社会的価値で高い成果を上げているとともに、特に本中長期目標に向けてはテラヘルツ波 ICT・センシング技術を支える計測・評価・実装・利活用を行う基盤環境として外部機関を含めた研究開発に利用いただくための社会実装活動が重要</p>

<p>(ア)テラヘルツ波 ICT 計測評価基盤技術</p>	<p>(ア)テラヘルツ波 ICT 計測評価基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beyond 5G 時代のようなさらなる通信の高速化・大容量化が期待される将来の情報通信基盤を実現するため、テラヘルツ帯の伝送信号計測・評価基盤技術の研究開発を行う。特に高周波帯での送受信が可能となるような数百 GHz 帯の低位相雑音信号発生システムの構築を目指し、300GHz 以上で発振可能な低位相雑音信号発生系の原理検証を行う。</li> <li>• 高速化・大容量化を目指した将来の情報通信基盤を実現するにあたり、それを支えるテラヘルツ電波の周波数や電力に関する計測評価技術の研究開発を行う。特に、WRC-19 で固定業務及び陸上移動業務用途として特定された広い周波数帯域の活用に向けて、実験試験局によるオフィス等を想定した環境での電波伝搬特性を取得する。</li> </ul>		<p>(ア)テラヘルツ波 ICT 計測評価基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• テラヘルツ送受信評価基盤としてアンテナパターン遠方界計測システムを構築し、その成果を国際標準化の寄書入力に活用した。また、325GHz の低位相雑音信号発生のため、光変調器による SSB 変調を用い、低位相雑音化を実現した (-100dBc/Hz@10kHz)。さらに、Si CMOS を用いた 300GHz 帯無線受信モジュールに関し、更なる実利用に向けてメカニカルアンテナを開発し、キャリア周波数 265GHz に対して最大±16° のビームステアリングに成功した。これらに関し、OECC2022 や MWP2022 などの主要国際会議や IEEE 系のジャーナル(Solid-state Circuits と Microwave Theory &amp; Techniques)に発表を行い、標準活動では寄書に反映されるなど、テラヘルツ波利用拡大に向けた活動を行った。</li> <li>• 情報通信基盤を支える計測評価技術の研究開発にあたり、光-THz 変換を用いた広帯域スペクトル計測システムの要素技術を開発し、1.5THz 付近においてピーク強度約 5kW の高強度テラヘルツ光発生を実現した。また、テラヘルツ帯周波数標準器においては光差周波による可搬型 300GHz 周波数標準器を開発し、長期安定性を確認した。これに関し、テラヘルツ分野の国際会議である IRMMW-THz2022 にて基調講演として報告した。さらに、テラヘルツ帯無線伝搬特性取得にあたり、500GHz までの送受信特性を評価し、APT/AWG 等国際標準化の寄書入力に活用した。また、遅延プロファイル測定に必要な測定システムを構築し、無線局(特定実験試験局)を次年度に開設する予定である。</li> <li>• 上記テラヘルツ送受信基盤技術とテラヘルツ計測評価技術を支える材料評価技術では、テラヘルツ帯材料評価プラットフォームを目指し、角スペクトル法による誘電率導出手法を提案した。従来の平面波近似法より正確に測定可能であることを実証した。今後論文化へと進めていく予定である。</li> </ul>	<p>であり、テラヘルツシステム応用推進協議会での普及活動や各種標準化を、また、テラヘルツ波リモートセンシングの宇宙利用に関しても産官学のコンソーシアム活動を計画通り推進している。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p><b>【科学的意義】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 300GHz 以上で発振可能な低位相雑音信号発生系の原理検証において、光変調器による SSB 変調を用いた 325GHz の低位相雑音信号発生 of 低位相雑音化を実現したこと。</li> <li>• テラヘルツ帯周波数標準器において光差周波による可搬型 300GHz 周波数標準器を開発し、長期安定性を確認するとともに、成果を国際会議(IRMMW-THz2022)の基調講演で報告したこと。</li> <li>• テラヘルツ波リモートセンシングによる月の水資源探査において、地表面より少し下のサブサーフェスの水資源全球分布を探査することがテラヘルツ波リモートセンシングにより実現可能であることを、センサ性能とテラヘルツ放射伝達モデルアルゴリズムの両者から証明したこと、短期間のセンサ開発を進めたこと</li> </ul>
<p>(イ)超高周波電磁波の宇宙利用技術</p>	<p>(イ)超高周波電磁波の宇宙利用技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• テラヘルツ波センシングや通信の宇宙利活用を目的</li> </ul>		<p>(イ)超高周波電磁波の宇宙利用技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 地球一月間領域産業の原動力となるエネルギー源である月の水資源や鉱物の探査に必要な資源マップの作成に向けて、世界</li> </ul>	

として、宇宙テラヘルツ電磁波伝搬モデル構築のための電磁波伝搬を測定する超小型テラヘルツ波センサの開発研究を推進する。また、テラヘルツ波センシングや通信に有用なテラヘルツデータの実験室研究とテラヘルツ電磁波伝搬モデルの研究開発を推進する。

でも初めてとなるテラヘルツ波リモートセンシングの研究開発を推進した。衛星開発、モデル開発、基礎物理実験の研究に加え、コンソーシアムの形成など包括的な活動を実施し、「誰もが簡単に」月産業に参画できるプロトタイプモデルを推進した。我が国の得意分野として国際競争力の強化に努めた。

- 月の地表には十分な水資源がないとされているが、地中に水資源が埋蔵されていることが示唆されている。掘り出しやすい地表面より少し下のサブサーフェスの水資源全球分布を探查することがテラヘルツ波リモートセンシングにより実現可能であることを、センサ性能と、測器観測放射輝度から月の水を推定するための地下の3次元散乱を考慮したテラヘルツ放射伝達モデルアルゴリズムの両者から、証明した。研究開発を開始して1年未満であるが、学会における招待講演2件や特別セッション開催の提案などを受けた。
- 月面というフロンティアにおいて国際的な競争力を有することは極めて重要である。1kg あたり1億円と言われる宇宙品の中で、小型化は開発予算の低減に重要であり、宇宙開発の推進の鍵である。テラヘルツリモセンの特徴を生かし、マイクロ波のセンサと比較したセンサの小型化（324kg から 10kg 以下へ）を実現するための設計開発を実施した。本プロジェクトでは自ら研究開発を行うことで、測器開発もデータ解析アルゴリズムも国内に知財と経験が残るように推進し、短期間開発と小型化による低予算開発を併せて実現した。既存の国の宇宙開発では3～5年かかるころ、令和3年12月からの4ヶ月の短期でミッション計画確認会(MPR)を完了(令和4年4月20日)することに成功した。
- MPR を経て、ブレッドモードモデル(BBM)の開発に着手した。令和4年度に行うブレッドモード開発を経て、令和5年にエンジニアリングモデルに着手する。これにより、大型プロジェクトでは10年程度かかる宇宙衛星開発を3～5年程度で実現する、宇宙開発の常識を変える破壊的イノベーションを推進する。
- 早期短期開発における信頼性を確保するために BBM に対するコンフィグレーション確認会(11月30日と12月6日)を実施した。
- 産業化、特に研究のための研究からの脱却に力を入れており、産官学のコンソーシアム活動を推進した。内閣府宇宙開発戦略推進事務局主催の宇宙ビジネスアイデアコンテストにて「月・小惑星の資源宝地図」に関して発表をし、「S-Booster」審査員特別賞を受賞した。

となど、意義ある高い成果が得られていること。

#### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- テラヘルツ技術のコミュニティ形成や標準化活動に積極的に関与し、特にテラヘルツシステム応用推進協議会では前年度より設置された 6G ワーキンググループで主査を務めるなど多大な貢献をし、また IEEE 802.15 Task Group 3mb の副議長としての貢献や WRC-23 に向けた ITU-R・APT への寄書入力に貢献したこと。さらに、これら一連の活動により、電子情報通信学会功績賞を受賞したこと。
- テラヘルツ送受信評価基盤としてアンテナパターン遠方界計測システムを構築し、その成果を国際標準化の寄書入力に活用したこと。
- SNAP-CII において、「誰でもスマホ1つで大気汚染物質を観測できる」の実現を目指したカメラ画像 xICT を利用した簡易型エアロゾル濃度推定数理アルゴリズムにおいて、福岡をはじめ全国 10 都市を対象にアルゴリズムを検証し、正解率 70%を達成したこと。

#### 【社会実装】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 大気汚染天気予報に向けて、温室効果ガス観測衛星ビッグデータ情報処理システムを開発する。衛星ビッグデータや地上簡易測定データを用いた新たな大気汚染天気予報を実現するための実証研究をする。さらに、静止衛星等諸外国のセンサで取得したビッグデータを活用した大気汚染天気予報の高度化に向けた基礎的な研究を行う。

- テラヘルツ宇宙リモートセンシング地表探査において、観測放射輝度から目的の物理量を推定するために必要な、地上実験室での研究と3次元の散乱を考慮したテラヘルツ放射伝達モデルアルゴリズムの研究開発を推進した。また、令和4年度は、新たに、衛星開発や観測モードの決定に必要な月周回軌道 TSUKIMI 衛星からの月観測シミュレータ開発に着手した。TSUKIMI 衛星月観測シミュレータにリアルな月表面データを実装し、観測傾斜角 40° やクレータ内など、TSUKIMI 衛星の特殊な観測を再現した。これらシミュレーション結果や開発状況等の発信を推進しており、3月 25 日に後樂園 TeNQ にて一般へのイベント講演を実施した。
- 様々な模擬月土壌組成を作成に取り組んだ。世界でも初めてとなる、月土壌の3大組成の一つである  $Al_2O_3$  のテラヘルツ領域における誘電率を定量的に測定することに成功した。今後の月環境の同定に必要なテラヘルツ物性データベース構築を可能にした。
- テラヘルツ波における大気減衰率データの無料提供サービスを引き続き行っている。URL は、<https://www.nict.go.jp/press/2013/04/18-1.html>
- 温室効果ガス・水循環観測技術衛星 GOSAT-GW において、人類活動度の指標となる大気汚染物質  $NO_2$  観測における衛星ビッグデータ情報処理システムの開発を、国立環境研究所、海洋研究開発機構と共同で実施した。令和4年 12 月に本システムの製造報告会を完了し、システム開発を計画通りに推進した。
- 大気汚染物質観測の民主化を目指し、「誰でもスマホ1つで大気汚染物質を観測できる」ようにするため、世界で初めての試みとなるカメラ画像 xICT を利用した簡易型エアロゾル濃度推定数値アルゴリズム (SNAP-CII) の開発を進めた。今年度は、線形 RGB 比等の物理量を画像解析により抽出し、機械学習によりエアロゾル濃度を3クラスに分類した。福岡をはじめ全国 10 都市を対象にアルゴリズムを検証し、正解率 70%を達成した。国際展開を考慮し、本アルゴリズムの特許を PCT 出願した。
- 静止衛星等を用いた予報の高度化に向けた基礎研究につき、日本上空を1時間毎に観測している韓国静止衛星 GEMS データ (令和5年3月末現在未公開)を共同研究により公開に先行して入手し、GEMS と気象衛星ひまわり8号のエアロゾル観測データの比較検証を実施した。ひまわり8号では、黄砂予報の精度悪

- テラヘルツ技術のコミュニティ形成や標準化活動に積極的に関与し、特にテラヘルツシステム応用推進協議会では昨年度より設置された 6G ワーキンググループで主査を務めるなど多大な貢献をし、また IEEE 802.15 Task Group 3mb の副議長としての貢献や WRC-23 に向けた ITU-R・APT への寄書入力に貢献したこと。さらに、これら一連の活動により、電子情報通信学会功績賞を受賞したこと。
- テラヘルツ帯無線伝搬特性取得において 500GHz までの送受信特性を評価し、APT/AWG 等国际標準化の寄書入力に活用したことや遅延プロファイル測定に必要な測定システムを構築し、無線局 (特定実験試験局) を次年度に開設する予定であることは、今後の社会実装に繋がる成果であること。
- 超高周波電磁波の宇宙利用につき、産官学のコンソーシアム活動を推進するとともに、内閣府宇宙開発戦略推進事務局主催の宇宙ビジネスアイディアコンテストの「S-Booster」審査員特別賞を受賞したこと。

		<p>化につながっていた大陸起源のエアロゾルの正確な観測ができていなかったが、GEMS ではそれらを観測していることを見出した。「韓国衛星データを日本の天気予報に使用する」ための研究開発を実施するための交渉を開始し、今後、民間企業と協力しながら我が国で黄砂などのエアロゾルの予報精度を向上させていくための第一歩を踏み出した。</p>	
<p>(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術</p>	<p>(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術</p> <p>タフフィジカル空間における情報通信基盤の構築に向けて、回線途絶リスクの定量化及び検出に向けたカメラ画像を用いたリアルタイム電波伝搬予測技術の開発に取り組むとともに、回線途絶前のバックアップ回線確立に向けた非再生低遅延中継通信を用いた無線アクセス技術の開発に取り組む。また、遍在する情報通信資源を自律分散環境下でも利用可能とする分散資源発見・活用技術に関する研究開発に取り組む、その機能検証を実施する。さらに、レジリエントな自然環境計測技術の実現に向けて、インフラサウンドセンサーデータ、気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション結果、及び映像 IoT システムによってフィールド画像から抽出された情報を、時空間 GIS プラットフォーム上で時系列に可視化する技術の開発に取り組むとともに、電源自立性に配慮した無線通信機能を備</p>	<p>(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>【カメラ画像を用いたリアルタイム電波伝搬予測技術】 廃炉作業におけるロボット制御無線の高信頼化に向けて、連携機関へのヒアリングに基づき、電磁界解析計算を併用した転移学習を用いる新たな手法を提案し、令和3年度に考案した手法と比較して、学習データ数を大幅(10分の1以下)に削減できることを実証した(IEICE Communications Express に採択済)。また、タフ環境を模した環境(福島ロボットテストフィールド)において予測手法の実証を完了した。</li> <li>【非再生低遅延中継通信を用いた無線アクセス技術】 廃炉作業におけるロボット制御等で利用される低遅延無線を対象として、連携機関へのヒアリング及び連携機関より提供されたプラント CAD データを基にして、カバレッジ拡大と冗長経路の確保を簡易に行える非再生低遅延中継手法について、低遅延(マイクロ秒オーダー)で干渉抑圧処理を行う手法を特許出願した。この手法を実装した非再生中継器を用いて、作業ロボット制御において利用される無線通信方式の1つである LTE を対象とした機能検証を行い、LTE の仕様変更を行うことなく、端末(市販スマートフォン)に対して中継通信が行えることを確認した。また、福島ロボットテストフィールドにおける試験を完了した。また、研究成果の社会実装に向けて、民間企業からモビリティ分野への適用に関する研究を令和4年3月に受託し、関連特許 12 件を共同出願した。3GPP における標準化活動として、RAN1 Release18(5G Advanced)における Study item「Network-controlled repeater」へ民間企業との連名で寄与文書を入力し、寄与文書が引用された合意案が最終レポート Technical Report 38.867 に採用された。また、本議題の Work item 化に際して、設立メンバーとして参加した。</li> <li>【分散資源発見・活用技術に関する研究開発】 遍在する情報通</li> </ul>	<p>(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術</p> <p>科学的意義としては、廃炉作業におけるロボット制御無線の高信頼化を実現するため、電磁界解析計算を併用した転移学習を用いる新たな手法を提案し学習データ数を10分の1以下に削減できることを実証するとともに成果が論文誌に採択されたこと、インフラサウンド観測に関して音速センサが不要でありかつ雑音の影響が受けにくい、複数点の観測データから音速と到来方向を同時推定する手法を提案し、トンガ海底火山噴火に伴う空振の観測データや九州地方の火山噴火においても本手法の有効性を示したことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会的価値については、インフラサウンドセンサーデータの観測・解析において、日本気象協会が提供する「インフラサウンド・モニタリング・ネットワーク」を通じた研究目的での観測データのオープン化を推進し、47 件(機関及び個人)のデータ利用登録を受けたこと、廃炉作業におけるロボット制御無線の高信頼化や低遅延化に関して連携機関との研究開発・実証に取</p>



<p>えた高耐候・省電力 IoT モジュールを開発し、実フィールドにおける実用性能評価を実施する。</p>		<p>信資源を自律分散環境下でも利用可能とする分散資源発見・活用技術に関する研究開発として、クラウドサーバへの接続回線途絶時にもエッジノード間で自律分散的にクラウドサービスを自動再構成する機能の設計と、シミュレーション上での機能検証を完了し、機能実装に着手した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•【年度計画以上の成果:量子効果を活用した信号処理】大規模な劣決定問題に対して、量子効果を活用したアニーラによって解を効率よく見つける新たな手法を提案し、特許出願を行った。この手法を C-RAN 構成を想定した非直交多元接続時における集中局での信号分離(7台同時接続まで。なお、令和5年度には10台まで拡張予定)へ適用し、厳密解の場合と同等の収束特性を示しつつ、厳密解の計算と比較して計算時間を10分の1以下(QPSK信号を7台重畳した際に0.28秒)へ削減できることを、量子アニーリングマシンを利用した実験によって実証し、IEEE 通信ソサイエティのフラグシップ国際会議 ICG2023 に採択となった。研究成果の社会実装(提案手法のライセンス供与)に向けて、民間企業との共同研究契約の締結に向けた調整を進めた。</li> <li>•【機構内連携による成果】機構の電磁波研究所で開発した高精度時刻同期技術「Wi-Wi」による以下の研究成果が得られた。1) 秘匿性を備えた新たな無線通信手法として、時刻同期に基づく搬送波同期を利用した手法(特許出願済)を提案し、実験によって秘匿容量が得られることを実証した。IEEE 通信ソサイエティのフラグシップ国際会議 Globecom2022 に採択されて、発表を行った。2) NEDO ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業を受託し、搬送波同期を活用した分散配置端末間での協調ビームフォーミング技術(特許出願済)に関する研究開発に取り組み、実環境において同相合成による受信信号電力の改善効果を確認した(4端末による同相合成時、GPS 利用時と比較して2.2倍以上)。本技術を分散型ワイヤレス給電技術への適用に向けて、民間企業への技術移転に向けた秘密保持契約を締結した。3) 高精度時刻同期を活用した遅延保証通信手法(特許出願済)について、実験結果による性能検証を示した論文が IEEE Access に採択された(東京大学との共同研究成果)。</li> <li>•【受託研究成果(社会実装に向けた取り組み)】1) 高知県香南市「防災情報通信・管理システム」:当機構と共同出願知財を有する民間企業によるシステム(100台規模の通信機器から構成)の導入にあたり、通信機器の基本特性の測定及びシステム</li> </ul>	<p>り組むとともに、福島ロボットテストフィールドにおける試験を完了したことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>社会実装に関しては、高知県香南市の市民が利用する「防災情報通信・管理システム」の導入を民間企業と共同で進め、整備が完了であること、低遅延無線につき、研究成果の社会実装に向けて民間企業からモビリティ分野への適用に関する研究を受託し、関連特許12件を共同出願したことなど、高く評価出来る成果を上げた。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p><b>【科学的意義】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 廃炉作業におけるロボット制御無線の高信頼化に向けて、連携機関へのヒアリングに基づき、電磁界解析計算を併用した転移学習を用いる新たな手法を提案し、令和3年度に考案した手法と比較して学習データ数を大幅(10分の1以下)に削減できることを実証するとともに、成果が論文誌に採択されたこと。</li> </ul>
---	--	--	--

			<p>性能評価(スループット、パケットロス、エリアカバー率等)を含め整備を完了した。2) ポータブル SIP4D の開発(防災科学研究所・国際電気通信基礎技術研究所(ATR)との共同受託による研究開発):防災科学研究所が運用する災害情報クラウドサーバ(SIP4D)に対して、接近時高速無線通信技術(機構の技術)を適用することで、大規模災害等によってサーバへの通信回線が途絶した場合でも、入力した災害情報の情報同期を実現する機能の実装と動作検証を完了した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 【インフラサウンドセンサーデータの観測・解析】音源位置推定手法(音響インテンシティ計測が不要でありかつ雑音の影響が受けにくい、複数点の観測データから音速と到来方向を同時推定する手法)を提案し、令和4年1月に発生したトンガ海底火山噴火及び令和4年7月九州地方の火山噴火に伴う空振の観測データによって、本提案手法を実証した(トンガ噴火の結果はIEEE 信号処理ソサイエティのフラグシップ国際会議 ICASSP2023 に採択済)。また、推定手法の高度化に向けて、宮城県、東京都、鹿児島県に観測点を各1か所追加した他、新たに北海道(4か所)、沖縄(4か所)、高知県(1か所)に観測点を設置し、総計25か所からなる観測網を構築した。あわせて、日本気象協会が提供する「インフラサウンド・モニタリング・ネットワーク」を通じた研究目的での観測データのオープン化を推進し、47件(機関及び個人)のデータ利用登録を受けた。</li> <li>• 【気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション】音波伝搬シミュレーションの開発に向けて、FDTDによる可聴音伝搬シミュレーション手法のインフラサウンド周波数帯への適用について評価を進めた。</li> <li>• 【映像 IoT システムによるフィールド画像からの情報抽出】災害検知を目的とした長期運用可能な映像観測システム構築に向けて、イベント(噴煙等)発生時のみ解析サーバへ映像転送を行うシステムを構築し、九州地方に設置した火山観測カメラによる評価を開始した。軽量演算でのイベント検出手法(目標:検出確率90%超)を実装した。また、宮城県女川町に設置したカメラを用いて、機械学習を用いた車両自動検出システムを構築した。</li> <li>• 【時空間 GIS プラットフォーム上での時系列可視化技術】インフラサウンドセンサーデータ、気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション結果、及び映像 IoT システムによってフィールド画像から抽出された各種情報について、時空間 GIS プラットフォ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 音源位置推定手法(音速センサーが不要でありかつ雑音の影響が受けにくい、複数点の観測データから音速と到来方向を同時推定する手法)を提案し、令和4年1月に発生したトンガ海底火山噴火に伴う空振の観測データによって実証した、他、令和4年7月に発生した九州地方の火山噴火においても本手法の有効性を確認するとともに、トンガ噴火の結果が著名な国際会議 ICASSP2023 に採択されたこと。</li> <li>• 量子効果を活用した信号処理において、大規模な劣決定問題に対して、量子効果を活用したアニーラによって解を効率よく見つける新たな手法を提案し、この手法を C-RAN 構成を想定した非直交多元接続時における集中局での信号分離へ適用し、厳密解の計算と比較して計算時間を10分の1以下へ削減できることを、量子アニーリングマシンを利用した実験によって実証するとともに、成果が IEEE 通信ソサイエティのフラグシップ国際会議 ICC2023 に採択されたこと。</li> </ul> <p><b>【社会的価値】</b> 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p>
--	--	--	--	--

			<p>ーム上に時系列可視化するツールを開発した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 【高耐候・省電力 IoT モジュールの開発】 火山観測を対象に設計した電源自立型(太陽光パネル+燃料電池)映像・インフラサウンド観測装置を九州地方の活火山に設置し、前年度に実施した短期運用において安定動作が確認できたことから、長期稼働(目標:3年間)試験を前倒して開始した。また、シングルボードコンピュータ(Raspberry Pi)を用いた低消費電力を特長とする高感度カメラ映像伝送システムを開発し、東北大学川渡フィールドにおいて、鳥獣被害対策のための野生動物検出手法の検証を実施した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• インフラサウンドセンサーデータの観測・解析において、日本気象協会が提供する「インフラサウンド・モニタリング・ネットワーク」を通じた研究目的での観測データのオープン化を推進し、47件(機関及び個人)のデータ利用登録を受けたこと。</li> <li>• 廃炉作業におけるロボット制御無線の高信頼化に向けた成果は、廃炉にむけた連携機関との研究開発・実証において重要であること。</li> <li>• 廃炉作業におけるロボット制御等で利用される低遅延無線において、低遅延で干渉抑圧処理を行う手法についての LTE を対象とした機能検証を行い、LTE の仕様変更を行うことなく端末(市販スマートフォン)に対して中継通信が行えることを確認するとともに、福島ロボットテストフィールドにおける試験を完了したこと。また、3GPP における標準化活動として、RAN1 Release18 (5G Advanced)における Study item 「 Network-controlled repeater」へ民間企業との連名で寄与文書を入力し、寄与文書が引用された合意案が最終レポート Technical Report 38.867 に反映されたこと。</li> </ul> <p><b>【社会実装】</b> 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p>
--	--	--	---	--

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構の技術を含み、高知県香南市の市民が利用する「防災情報通信・管理システム」の導入を民間企業と共同で進め、整備を完了したこと。また、防災科研が運用する災害情報クラウドサーバ(SIP4D)に対して、機構が開発した接近時高速無線通信技術を適用することで、大規模災害等によってサーバへの通信回線が途絶した場合でも、入力した災害情報の情報同期を実現する機能の実装と動作検証を完了したこと。</li> <li>• 廃炉作業におけるロボット制御等で利用される低遅延無線につき、研究成果の社会実装に向けて、民間企業からモビリティ分野への適用に関する研究を受託し、関連特許 12 件を共同出願したこと。</li> </ul>
--	--	--	--	---

<課題と対応>

【令和3年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

(課題)

ワイヤレスエミュレータプロジェクトや3次元ネットワーク構想など、多くのステークホルダを巻き込んだプラットフォーム構築に国研としての中立性を生かして取り組んでいることは素晴らしいが、このようなトライアルフェーズから各参加事業者が自立してビジネス採算がとれるフェーズに移行するまでが難しい。技術や標準化の領域にとどまらず、電波行政や必要なネットワーク投資など多方面での課題抽出を早めに行い、早期導入への環境整備につながる取組にしてほしい。

(対応)

現在進行中およびこれからの国や民間のプロジェクトや構想に対して、どのようにすれば民間での事業化が進み、社会実装が実現するかを、それぞれの分野の特性に応じて検討し、当機構の技術を生かしてシステム検討への参加や事業者へのテストベッドの提供などにより、早期導入への環境整備につながる取組を進めています。

なお、この評価は、以下の「(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解」を踏まえ、「(2)見解に対する機構の対応」に基づいて決定した。

(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解

## 1. 開催日

令和5年4月17日(月) 13時00分～18時00分

## 2. 委員名簿

酒井 善則	委員長	東京工業大学	名誉教授
安藤 真	委員	東京工業大学	名誉教授
飯塚 久夫	委員	一般社団法人	量子 ICT フォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学	先導的学際研究機構 教授
太田 勲	委員	兵庫県立大学	顧問
國井 秀子	委員	芝浦工業大学	客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学	情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社	開発本部 役員技監
安浦 寛人	委員	国立情報学研究所	副所長
渡辺 文夫	委員	Fifth Wave Initiative	代表

## 3. 委員長及び委員からの意見

(革新的ネットワーク分野について)

- 自己評価 A は妥当である。中長期計画2年目において、技術の応用展開のシーズとなる論文や世界トップデータ、技術の普及に大きく寄与する標準化やオープン化、国立研究開発法人として求められるネットワークに関連する国の制度への貢献など、数々の優れた成果が得られている。競争が激しくなる次世代の超低遅延オール光グローバルネットワークに向けて、本分野に関わる部門間が連携し、それぞれの部門が持つ技術を生かして欲しい。本分野の技術変化が激しいことを考慮した柔軟な対応を行い、令和5年度も活躍して欲しい。

(全体を通して)

- 全体的に大きな成果が出ている。組織としても社会実装への意識が高まっている。
- 急速な社会情勢や技術の変化に柔軟に対応して欲しい。
- 女性と外国人を含む多様な人材確保とともに国立研究開発法人として若者が将来研究者になりたいと思わせるプロモーションに取り組んで欲しい。
- 標準化人材も含めて、ICT 分野で必要となる人材育成方法について、機構として貢献出来ることを引き続き検討して欲しい。

(2)見解に対する機構の対応

対応なし(見解は A 評定で一致)

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する 項目別自己評価書(No.3 サイバーセキュリティ分野)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	Ⅲ. -1. -(3)サイバーセキュリティ分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項 第一号、第七号、第八号、附則第8条第2項 サイバーセキュリティ基本法第13条及び第14条
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※10					
	基準値等 (前中長期目標期 間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
査読付き論文数	—	59	78				予算額(百万円)	14,113	11,349			
招待講演数※1	—	48	49				決算額(百万円)	6,319	10,419			
論文被引用総数※2	—	4	1				経常費用(百万円)	4,418	4,764			
過年度発表を含む論文 被引用総数※3	—	4	45				経常利益(百万円)	△37	△37			
実施許諾件数	—	11	12				行政コスト(百万円)	4,479	6,106			
報道発表件数	—	4	3				従事人員数(人)	34	39			
共同研究件数※4	—	47	51									
標準化や国内制度化 の寄与件数	—	14	9									
標準化や国内制度化 の委員数	—	14	11									
実践的サイバー防御演 習の実施回数	—	105	108									

実践的サイバー防御演習の受講者数	-	3,095	4,032										
構築した基盤環境の外部利用組織数※5	-	37	55										
外部組織が開発した人材育成コンテンツ数※6	-	1	7										
調査対象 IP アドレス数(百万アドレス)※7	-	112	112										
注意喚起対象通知件数※8	-	21,049	48,814										
参加 ISP の数※9	-	69	77										

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数

※2 当該年度に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※3 過去3年間(ただし、今中長期期間の始期である令和3年度以降を対象とし、令和3年度は1年間、令和4年度は2年間とする)に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※4 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(当該年度の3月末調査)。

※5 サイバーセキュリティ統合的・人材育成基盤として構築した基盤環境の外部利用組織数。

※6 サイバーセキュリティ統合的・人材育成基盤を活用して外部組織が開発した人材育成コンテンツ数。

※7 パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査における、毎月の調査対象 IP アドレス数の年間平均。

※8 パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査において、注意喚起対象として ISP (Internet Service Provider)へ通知した1年間の総件数。

※9 パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査に参加している ISP (Internet Service Provider)の数。

※10 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

### 3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

#### 中長期目標

##### 1.重点研究開発分野の研究開発等

##### (3)サイバーセキュリティ分野

我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するためには、「社会(生命・財産・情報)を守る」能力として、急増するサイバー攻撃から社会システム等を守るサイバーセキュリティ分野の技術の高度化が不可欠となっていることから、【重要度:高】として、以下の研究開発等に取り組むとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

また、急増するサイバー攻撃への対策は国を挙げた喫緊の課題となっており、サイバーセキュリティ分野での NICT に対する社会的要請が高まりつつあることから、研究開発等やその成果普及等に関する体制の強化に向けた措置を講ずるものとする。

**① サイバーセキュリティ技術**

サイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上と多様化するサイバー攻撃の対処に貢献するため、巧妙化・複雑化するサイバー攻撃に対応した攻撃観測・分析・可視化・対策技術、大規模集約された攻撃に関する多種多様な情報の横断分析技術、新たなネットワーク環境等のセキュリティ向上のための検証技術の研究開発を実施する。

**② 暗号技術**

社会の持続的発展において欠くことの出来ない情報のセキュリティやプライバシーの確保を確かなものとするため、耐量子計算機暗号等を含む新たな暗号・認証技術やプライバシー保護技術の研究開発を実施するものとする。その安全性評価を行うとともに、安全な情報利活用を推進し、国民生活を支える様々なシステムへの普及を図るものとする。

**③ サイバーセキュリティに関する演習**

国の機関や地方公共団体等のサイバー攻撃への対処能力の向上に貢献するため、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、NICT 法第 14 条第 1 項第 7 号の規定に基づき、最新のサイバー攻撃に関する知見を踏まえた実践的な演習を実施するほか、若手セキュリティ人材の育成を行う。

**④ サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成**

我が国のサイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上に貢献するため、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報を大規模集約した上で、横断的に分析し、実践的な脅威情報の生成・関係機関との共有等を行うための基盤を構築する。また、当該基盤を活用し、国産セキュリティ技術を事業者が検証できる環境を構築するとともに、サイバーセキュリティ関連情報を多角的に解析する能力を有する高度セキュリティ人材の育成に取り組む。加えて、社会全体でのセキュリティ人材の持続的供給のため、演習で得た知見等を積極的に活用するための基盤を構築し、民間等における自律的な人材育成の支援を行う。これらの取組により、我が国のサイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の中核拠点を形成する。

**⑤ パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査**

IoT 機器のサイバーセキュリティ対策に貢献するため、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、NICT 法附則第 8 条第 2 項の規定に基づき、パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査及び電気通信事業者への情報提供に関する業務を、令和 6 年 3 月 31 日まで実施する。その際、関係機関と連携を図るとともに、本調査の重要性等を踏まえ、情報の安全管理に留意しつつ、広範な調査を行うことができるよう配慮する。

**中長期計画****1-3. サイバーセキュリティ分野**

我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するためには、「社会(生命・財産・情報)を守る」能力として、急増するサイバー攻撃から社会システム等を守るサイバーセキュリティ分野の技術の高度化が不可欠となっていることから、以下の研究開発等に取り組むとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

また、急増するサイバー攻撃への対策は国を挙げた喫緊の課題となっており、サイバーセキュリティ分野での機構に対する社会的要請が高まりつつあることから、研究開発等やその成果普及等に関する体制の強化に向けた措置を講ずる。

**(1) サイバーセキュリティ技術**

サイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上と多様化するサイバー攻撃の対処に貢献するため、巧妙化・複雑化するサイバー攻撃に対応した攻撃観測・分析・可視化・対策技術、大規模集約された多種多様なサイバー攻撃に関する情報の横断分析技術、新たなネットワーク環境等のセキュリティ向上のための検証技術の研究開発を実施する。

**(ア) データ駆動型サイバーセキュリティ技術**

無差別型攻撃や標的型攻撃をはじめとする巧妙化・複雑化するサイバー攻撃を複数の側面から観測する技術、状況把握を支える可視化技術、機械学習等の AI 技術を駆使した自動分析・自動対策技術の確立・高度化を進める。また、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報を大規模集約し、横断分析する技術についても確立・高度化を進める。

サイバー攻撃のトレンドの変化等に対応した技術開発を迅速に進める体制を整え、開発した技術や得られたデータの社会展開を進める。また、開発した観測・分析技術は、(3)から(5)までの取組に適用することにより技術検証を行うとともに、当該取組からのフィードバックを受け、有用性を高めていく。

**(イ) エマージングセキュリティ技術**



新たに社会に登場する技術のセキュリティに関する課題抽出や対策に貢献するため、最新の通信機器、IoT 機器、コネクテッドカー等のエマージング技術に対応したセキュリティ検証技術を確認する。具体的には、エマージング技術のネットワーク接続試験環境構築、実機を用いた脅威分析や攻撃シナリオの評価等により、個々のエマージング技術のセキュリティ課題を抽出し対策につなげる。また、これらの知見を通じ、今後世の中に登場する Beyond 5G 等の新たなネットワーク環境におけるセキュリティ課題や検証手法を明確化する。

## (2)暗号技術

社会の持続的発展において欠くことの出来ない情報のセキュリティやプライバシーの確保を確かなものとするため、耐量子計算機暗号等を含む新たな暗号・認証技術やプライバシー保護技術の研究開発を実施し、その安全性評価を行うとともに、安全な情報利活用を推進し、国民生活を支える様々なシステムへの普及を図る。

### (ア)安全なデータ利活用技術

データの提供・収集・保管・解析・展開の各段階におけるセキュリティやプライバシーを確保するため、匿名認証や検索可能暗号等のアクセス制御技術、秘匿計算等のプライバシー保護解析技術等の研究開発を行う。これらを用いて組織横断的な連携を含むデータ利活用を促進するとともに、安全なテレワーク等の社会的な課題解決に貢献する。

### (イ)量子コンピュータ時代に向けた暗号技術の安全性評価

量子コンピュータ時代に安全に利用できる暗号基盤技術の確立を目指し、耐量子計算機暗号を含む新たな暗号技術及び電子政府システム等において使用される暗号技術の安全性評価に関する研究開発を実施する。具体的には、将来的には耐量子計算機暗号として世界標準となることが予想される格子暗号、多変数公開鍵暗号等や、現在広く使用されている RSA 暗号、楕円曲線暗号等の安全性評価について取り組み、世界最先端の評価技術によって国民生活を支える様々なシステムの安全な運用に貢献する。

## (3)サイバーセキュリティに関する演習

国の機関や地方公共団体等のサイバー攻撃への対処能力の向上に貢献するため、国からの補助等を受けた場合には、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法第 14 条第 1 項第 7 号の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、最新のサイバー攻撃状況を踏まえた実践的なサイバーセキュリティ演習を実施する。演習の実施に当たっては、サイバーセキュリティ基本法第 13 条及び第 14 条の規定を踏まえ、全ての国の行政機関、独立行政法人及び指定法人並びに地方公共団体の受講機会を確保するとともに、重要社会基盤事業者及びその組織する団体についても、より多くの受講機会を確保できるよう配慮する。また、地理的条件により受講機会が失われることを最小限とするよう、集合演習を全国で実施するほか、オンライン演習を拡大していくこととし、未受講となる組織・団体に対して積極的な参加を促す。あわせて、最新のサイバー攻撃情報を踏まえた演習内容の高度化、オンライン演習における学習定着率の向上等、演習効果の最大化に取り組む。さらに、機構におけるサイバーセキュリティ研究と演習業務で得られた知見等を活用し、若手セキュリティ人材の育成を行う。

### (4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

我が国のサイバーセキュリティ対処能力の絶え間ない向上に貢献し、社会全体でセキュリティ人材を持続的に育成していくため、サイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の産学官連携の中核的拠点を形成する。

具体的には、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報を大規模集約した上で、横断的かつ多角的に分析し、実践的かつ説明可能な脅威情報を生成するための基盤を構築するとともに、生成された脅威情報を必要とする関係機関に継続的に提供する。あわせて、当該基盤を活用し、国産セキュリティ技術を機器製造事業者や運用事業者が検証できる環境を構築する。

また、上記の取組を通じて、サイバーセキュリティ関連情報を多角的に解析する能力を有する高度セキュリティ人材の育成を行う。さらに、これら取組で得た最新のサイバーセキュリティ関連情報に(3)の演習で得た知見等をあわせ、これを活用した人材育成演習を民間や教育機関等が実施可能とするための基盤を構築し、民間等における自律的な人材育成の支援を行う。

加えて、これら取組について、産学官の関係者が円滑かつ自主的に参画できるような枠組みを整備し、参画機関からの要望やフィードバックを反映しつつ基盤を構築し、参画機関の協力を得て運営する。

### (5)パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査

IoT 機器のサイバーセキュリティ対策に貢献するため、国からの補助等を受けた場合には、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機

構法附則第8条第2項の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査及び電気通信事業者への情報提供に関する業務を、令和6年3月 31 日まで実施する。その際、総務省や関係機関と連携を図るとともに、本調査の重要性等を踏まえ、調査手法や情報の安全管理に留意しつつ、より広範かつより高度な調査を行うことができるよう配慮する。

中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の主な業務実績等	自己評価	
1-3. サイバーセキュリティ分野	1-3. サイバーセキュリティ分野	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発等の取組・成果の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。</li> <li>研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。</li> <li>研究開発等の成果を社会実装につなげる取組(技術シーズを実用化・事</li> </ul>		評定	S
				<p>1-3. サイバーセキュリティ分野</p> <p>我が国におけるこれまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらすイノベーションを強化するために不可欠な急増するサイバー攻撃から社会システム等を守るサイバーセキュリティ分野の技術の高度化の研究開発等に取り組むとともに標準化、成果の普及と社会実装を行うという中長期目標に対して、年度計画を着実に実施し、特に社会的価値の創出に重点をおいたサイバーセキュリティ技術、暗号技術、及びパスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査において、サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ(CURE)上のデータと連動した悪性サイトの自動解析技術、及びサイバー攻撃誘引基盤(STARDUST)上での高速・快適な解析を実現するユーザインタフェースとなる新STARDUST Web を開発したこと、大学発ベンチャーと連携し銀行の取引データを用いて得られた高信頼度の(被害取引判定用の)不正利用検知エンジンにつ</p>	

		<p>業化に導く等)が十分であるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。(「サイバーセキュリティに関する演習」及び「サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成」の評価時に使用)</li> <li>取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt; 【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>具体的な研究開発成果</li> <li>研究開発成果の移転及び利用の状</li> </ul>	<p>いて、銀行内でテスト運用を開始したこと、パスワード設定等不備のある IoT 機器の調査についても注意喚起対象機器が削減していることなど、同様に ICT 人材の需要への対応に重点をおいた実践的サイバー防御演習 (CYDER) においてオンライン標準コースに加えてオンライン入門コースを新設し、また、小規模地方公共団体を直接訪問する出前 CYDER を実施することで幅広く ICT 人材育成に貢献したことなどといった社会的価値の創出において非常に顕著な成果を上げたとともに、科学的意義や社会実装についても非常に優れた成果を上げた。</p> <p>また、ICT 人材需要への対応に重点をおいたサイバーセキュリティ産学官連携拠点形成において、令和4年度の初期参画組織は当初の想定を大きく上回る全体で 55 組織まで増加したこと、サイバーセキュリティネクサス (CYNEX) オリジナル演習コンテンツの提供を開始するとともに教育機関向けと民間企業向けのオリジナル演習コンテンツの開発を進めるなどといった顕著な成果を創出した。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」と</p>
--	--	---	---

<p>(1)サイバーセキュリティ技術</p> <p>(ア)データ駆動型サイバーセキュリティ技術</p>	<p>(1)サイバーセキュリティ技術</p> <p>(ア)データ駆動型サイバーセキュリティ技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>観測データの拡充を目指し、無差別型攻撃観測技術や標的型攻撃観測技術の高度化(Tunnel Endpointを用いたマルチプラットフォーム化等)に向けたプロトタイプ開発を行う。</li> <li>サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ(CURE)へのデータ集約をさらに進めるとともに、異種データの分析・検索機能強化(IoC やタグに対するフィードバック機能追加等)に向けたプロトタイプ開発を行う。</li> </ul>	<p>況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>共同研究や産学官連携の状況</li> <li>データベース等の研究開発成果の公表状況</li> <li>(個別の研究開発課題における)標準や国内制度の成立寄与状況</li> <li>IoT 機器調査に関する業務の実施状況(「パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査」の評価時に使用)</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>査読付き論文数</li> <li>招待講演数</li> <li>論文の合計被引用数</li> <li>研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)</li> </ul>	<p>(1)サイバーセキュリティ技術</p> <p>(ア)データ駆動型サイバーセキュリティ技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>次世代 STARDUST 研究開発について、STARDUST の並行ネットワーク(解析環境)の論理・物理構成を解析者の要求に応じて動的に変更可能にするアジャイル型環境構築ツールを開発した。また、サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ(CURE)上のデータと連動した悪性サイトの自動解析技術を開発した。これに加えて、STARDUST 上での高速・快適な解析を実現するユーザインタフェースとなる新 STARDUST Web を開発した。</li> <li>STARDUST の外部利用・共同研究を拡大し、新たに4機関が参画し、外部利用機関は延べ 18 機関となった。</li> <li>CURE の異種データ融合機能の強化として、サイバーセキュリティ研究室で収集したスパムメール及びクライアントハニーポットによる悪性サイト解析結果の2種類のサイバーセキュリティ関連情報を新たに追加し、従来のものと合わせて計 18 種類のデータの融合による多角的な分析環境を実現した。</li> <li>大量にある多種多様な観測データに対して付加的な情報を与えることで CURE 全体のデータの質を向上させるデータエンリッチメント機能 Enricher を新たに実装した。付加情報の一実装として、類似の挙動を観測した IoC を自動検出する仕組みを Doc2Vec とコサイン類似度を用いて実装し、定常運用を開始した。この成果は、Interop Tokyo 2022 で動態展示を行った。</li> <li>CURE 上に蓄積されたデータの活用も進められている。観測ネットワーク上の NetFlow 情報と CURE に格納された IoC を高速に突合して異常検知を行う IDS である CUREFlow を実装した。この成果は、Interop Tokyo 2022 のネットワーク ShowNet に導入し、効果を検証した。</li> <li>ダークネット観測に基づくマルウェア活動検知技術を発展させた。 <ul style="list-style-type: none"> <li>ダークネット観測に基づくマルウェア活動検知技術 Dark-TRACER の高精度化・高機能化を実現し、実データを用いたリアルタイム実証実験を開始した。</li> <li>台湾大学と連携し、お互いが観測したトラフィックを生データの共有なしに学習(連合学習)し、マルウェア活動の早期検知を実現</li> </ul> </li> </ul>	<p>した。</p> <p>(1)サイバーセキュリティ技術</p> <p>本年度は研究開発等の取組・成果を社会課題・政策課題の解決につなげるため各技術の社会的価値の創出に重点をおいた。ダークネット観測に基づくマルウェア活動検知技術 Dark-TRACER の高精度化・高機能化を実現し、実データを用いたリアルタイム実証実験を開始できている。ライブネット観測に基づくアラートスクリーニング技術の高度化を実現、フィッシングサイト等の悪性サイト検知技術の高度化を実現した。</p> <p>次世代 STARDUST 研究開発について、STARDUST の並行ネットワーク(解析環境)の論理・物理構成を解析者の要求に応じて動的に変更可能にするアジャイル型環境構築ツールを開発した。また、サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ(CURE)上のデータと連動した悪性サイトの自動解析技術を開発した。これに加えて、STARDUST 上での高速・快適な解析を実現するユーザインタフェースとなる新 STARDUST Web を開発した。サイバー攻撃の分析データの質を向上させる CURE の Enricher 機能の可視化機能を NIRVANA 改に実装し、各データ同士の相関関係を視覚的に分析できるようになり、これまで見えていなかったデータ同士のつながりの把</p>
---	---	--	--	---

- 報道発表や展示会出展等の取組件数
  - 共同研究件数
  - (個別の研究開発課題における)標準化や国内制度化の寄与件数
  - 演習の実施回数又は参加人数(「サイバーセキュリティに関する演習」の評価時に使用)
  - 構築した基盤環境の外部による利用回数、もしくは利用者数(「サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成」の評価時に使用)
  - 民間企業が開発した人材育成コンテンツ数(「サイバーセキュリティ
- する技術 FINISH を構築した。
- スキャンパケットからマルウェアのフィンガープリントを自動で抽出する技術を構築し、特許出願を行った。
- ライブネット観測に基づくアラートスクリーニング技術の高度化を実現した。
    - データの極端な不均衡問題を解決することにより、機械学習の効果的適用を実現した。その結果、対処が必要なアラートを高精度に抽出することが可能になった。
    - 機構内部にて運用中のセキュリティアプライアンスに対応した実装を完了した。オペレータからフィードバックを適宜獲得しつつ、令和4年度末開始の試験運用に向けた改修を実施した。
  - フィッシングサイト等の悪性サイト検知技術の高度化を実現した。
    - WarpDrive プロジェクトのデータを活用し、スマートフォンの画面推移を分析することにより SMS やアプリ操作も含め、ユーザのアクセスを追跡・補完する技術を構築した。
    - Javascript を AST(抽象構文木)に変換・特徴化することによりフィッシングサイト検知を実現した。
    - 台湾大学と連携し、個人情報を求めるフォームの画像認識技術を活用して特定することによりフィッシングサイト検知を実現した。
  - 上述の研究開発成果を共同研究や産学官連携の中で活用するため、機構内部のオペレータにて利活用をしてもらうことを想定し、試験運用を開始した。また、より実際のオペレーションに活用できる研究開発成果を構築するため、研究開発チームのメンバーが週に1回、セキュリティオペレーションにオペレータとして業務を実施する体制を構築した。
  - 上述の Dark-TRACER の研究に利用したデータセットを、機微な情報を除外した上で、“NICT Darknet Dataset 2022”として Web 公開し、データのオープン化に努めた。
  - 表層ウェブ/ダークウェブクロウリングによる大規模レポジトリを構築し、そのデータを共同研究先に共有した。具体的には、フィッシングサイト等の悪性 URL、日本語・英語のセキュリティレポート、ダークウェブ上のマーケット/フォーラムサイトのセキュリティ関連情報をクローラにより収集した。
  - 総務省の電波資源拡大のための研究開発において、MITIGATE プロジェクトを実施してきており、機構、横浜国立大学、早稲田大学、神戸大学、九州大学、セキュアブレイン株式会社、ジャパ

握が可能となった。

STARDUST の外部利用・共同研究を拡大し、新たに4機関が参画し延べ 18 機関が利用中である。NIRVANA 改は技術移転先を通して引き続き商用展開を行っており、国内大学など、国内組織への導入実績が広がった。また、IPv6 対応版の民間企業への技術移転を行った。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- ダークネット観測に基づくマルウェア活動検知技術 Dark-TRACER の高精度化・高機能化を実現し、実データを用いたリアルタイム実証実験を開始できている。ライブネット観測に基づくアラートスクリーニング技術の高度化を実現、フィッシングサイト等の悪性サイト検知技術の高度化を実現した。
- NTT 研究所と連携し、Q & A サイトにおけるセキュリティ・プライバシー関連の 400 件以上の質問を質的に分析し一般ユーザの悩みや不安の傾向を解明した結果を研究論文として

産学官連携  
拠点形成」  
の評価時に  
使用)

- 調査した IoT 機器数(「パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査」の評価時に使用)

等

- セキュリティレポート等の集約・要約を可能にするセキュリティキュレーション技術のプロトタイプ開発を行う。

一タコム株式会社と連携し、IoT マルウェア無害化／無機能化技術等に関する研究開発を実施している。

- 異常検知された状況の理解・検証を容易にする「ハイブリッド攻撃分析プラットフォーム」技術、およびそのプロトタイプを構築した。
- 機構のセキュリティオペレーションの現場にて本技術の有効性を検証すべく、オペレータが利用できる環境に試験実装の上、試験運用・評価を実施した。
- 上記の技術・データベースを含む複数の AI 分析エンジンを連携・連動した分析を実現した。マルウェア分析、ダークネットアラート分析、ライブネットアラート分析において、処理の自動化ができることを検証した。
- 機構内部での活用を見据え、オペレータからのフィードバックに基づく改修を実施した。実際の事例に基づき、本プラットフォームによる DX の可能性を評価した。
- また、MITIGATE 連携の中で、九州大学および神戸大学とは個別に連携し、それぞれマルウェア分析/アラート分析、セキュリティレポート分析の分野にて共同論文執筆を実現した。
- 台湾大学との連携では、上述の通り、連合学習を用いたダークネット分析技術、およびフィッシングサイト検知技術について連携しており、その成果は IEEE ICC 2022 に採録された。
- Telecom SudParis と連携し、AI 判定結果を説明する XAI 技術の現状を網羅的に調査し、サイバーセキュリティ領域での課題を明確化した。
- 日本最速・最高品質のセキュリティ関連まとめサイト『piyolog』自動化に向け、プロトタイプ実装を開始した。プロトタイプでは、キュレーション対象記事の選択支援を目的として、クロールした記事からキーワード検索し、検索されたそれぞれの記事に対して記事の要約や Like/Dislike 評価を提示することができる機能を実現した。また、ここで選択された記事群を元データとしてまとめ記事のタイトル・キーワード・草稿を自動生成可能である。プロトタイプ実装のインタフェースでは、利用者は提示された記事に対して手動で追記や削除といった編集を行うことで、まとめ記事を完成させることができる。
- これと並行して、記事文書の処理効率や精度を向上させるために、セキュリティ分野の用語辞書の構築を開始した。脆弱性や攻

まとめた。同論文を国際会議 USENIX SOUPS 2022 に投稿し、採択された。

- 日本最速・最高品質のセキュリティ関連まとめサイト『piyolog』自動化に向け、プロトタイプ実装を開始した。プロトタイプでは、キュレーション対象記事の選択支援を目的として、クロールした記事からキーワード検索し、検索されたそれぞれの記事に対して記事の要約や Like/Dislike 評価を提示することができる機能を実現した。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 次世代 STARDUST 研究開発について、STARDUST の並行ネットワーク(解析環境)の論理・物理構成を解析者の要求に応じて動的に変更可能にするアジャイル型環境構築ツールを開発した。また、サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ(CURE)上のデータと連動した悪性サイトの自動解析技術を開発した。これに加えて、STARDUST 上での高速・快適な解析を実現するユーザーインタフェースとなる新 STARDUST Web を開発した。
- 「5G ネットワーク構築のためのセキュリティガイドライン 第1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NIRVANA 改等の可視化エンジンの高度化(IPv6 機能強化等)をさらに進めるとともに、実社会への展開を進める。</li> <li>• 上記の研究開発成果については、適宜、下記(3)から(5)までの取組への適用を進める。</li> </ul>		<p>撃手法といった分野固有の単語(複合語)や状態、動作をまとめたオントロジー辞書を作成した。また、同一概念を指す用語の表記ゆれを解消する用語リストを半自動的に作成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• サイバー攻撃の分析データの質を向上させる CURE の Enricher 機能の可視化機能を NIRVANA 改に実装し、各データ同士の相関関係を視覚的に分析できるようになり、これまで見えていなかったデータ同士のつながりの把握が可能となった。Interop Tokyo 2022 で動態展示を行った。</li> <li>• NIRVANA 改は技術移転先を通して引き続き商用展開を行っており、国内大学など、国内組織への導入実績が広がった。また、IPv6 対応版の民間企業への技術移転を行った。</li> <li>• 現 NICTER の課題を解決するための NICTER の再設計を行った。現状ダークネットデータ転送には UDP が使われているが、TCP を利用したデータ転送の仕組へと再設計することにより、瞬間的なスパイクや運用上発生するデータ欠損をなくし、高品質なデータ転送が可能となることを確認した。また、従来対象としてきた IPv4 のダークネット観測に加え、IPv6 でのダークネット観測とデータ転送が可能となるようセンサシステムの開発を行った。ダークネットデータ用 DB では、入力される SQL を字句解析や構文解析パーサを使って抽象構文木を作成し、当該 SQL を分割するとともに並列分散処理させることによって高速なデータ検索が可能となるプロトタイプシステムの開発を行った。</li> <li>• STARDUST や CURE 等の技術について CYNEX での活用を進めた。</li> </ul>	<p>版」について、総務省の Web ページなどを通じて公開された。RAN 部分までを含めて構築した 5G セキュリティ検証基盤を、今後の検証に向けて、5G の特徴に基づいたユースケースベースでの拡張を検討し、基礎調査を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• サイバー攻撃の分析データの質を向上させる CURE の Enricher 機能の可視化機能を NIRVANA 改に実装し、各データ同士の相関関係を視覚的に分析できるようになり、これまで見えていなかったデータ同士のつながりの把握が可能となった。</li> </ul> <p><b>【社会実装】</b></p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• STARDUST の外部利用・共同研究を拡大し、新たに4機関が参画し延べ 18 機関となった。</li> <li>• NIRVANA 改は技術移転先を通して引き続き商用展開を行っており、国内大学など、国内組織への導入実績が広がった。また、IPv6 対応版の民間企業への技術移転を行った。</li> <li>• 横浜国立大学及びオランダ・デルフト工科大学(TU Delft)と連携し、産業用制御システム(ICS)のリモート管理機器を発見する手法及び当該手法による実機器の発見状況、発見し</li> </ul>
<p>(イ)エマージングセキュリティ技術</p>	<p>(イ)エマージング技術に対応したネットワークセキュリティ技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5G ネットワーク接続試験環境の構築を進めるとともに、構築した環境でのセキュリティ検証をさらに進める。また、Beyond 5G ネットワークにおけるセキュリティ検証に向けた基礎検討を行う。</li> </ul>	<p>(イ)エマージング技術に対応したネットワークセキュリティ技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 前年度まで3年間取り組んできた総務省委託案件「5G ネットワークにおけるセキュリティ確保に向けた調査・検討等の請負」の成果である「5G ネットワーク構築のためのセキュリティガイドライン 第1版」について、前年度末に総務省に提出した。提出したガイドラインは、総務省の Web ページなどを通じて公開された。また、前年度中に RAN 部分までを含めて構築した 5G セキュリティ検証基盤を、今後の検証に向けて、5G の特徴である「高速大容量」「高信頼低遅延」「多接続」に基づいたユースケースベースでの拡張を検討</li> </ul>	

- IoT 機器、コネクテッドカー等のセキュリティ検証技術の確立を目指し、ハードウェアからファームウェアまでのローレイヤのセキュリティ検証に関する検討を進めるとともに、各種実機を用いた検証をさらに進める。

- ユーザへの有効なセキュリティ通知等の、ユーザブルセキュリティ研究に関する検討を進める。

- している。そのための基礎調査を実施し、必要な拡張を検討した。
- オープンソースソフトウェアで構築した RAN 区間の検証環境を利用し、悪意のある端末からネットワーク網への DoS 攻撃によるサービス信頼性への攻撃の検証を実施し、DoS 攻撃の可能性の確認と、オープンソースソフトウェアによるコアの問題を明らかにした。その成果を CSS2022 にて発表し、CSS2022 奨励賞を受賞した。
  - 【IC チップの脆弱性・仕様不備をついたファームウェア改ざんの検証・対策】種々の IoT 機器のファームウェアを検証した。一例として、IoT 機器ベンダから依頼のあったデジタルビデオレコーダのファームウェアを検証し、任意のコードが実行される脆弱性やリモート操作に悪用されるバックドアの存在を明らかにした。その結果は当該機器ベンダに提供した。
  - 【RTL 回路(Register-Transfer Level)に対する不正動作検証技術の開発】FPGA に使用される RTL 回路検証用シミュレータを開発した。本シミュレータは回路の未検証箇所を優先的に検証することを特徴とし、検証の効率化に寄与する。本成果は国際会議 AsiaJCIS 2022 にて発表した。また、ソフトウェア検証で効果をあげているファジングツール AFL(American Fuzzy Lop)があり、AFL の RTL 回路検証における有効性を調査し、有効な事例とそうでない事例を発見した。本成果は国内学会 DA シンポジウム 2022 にて発表し、情報処理学会 SLDM 研究会優秀発表賞に選ばれた
  - 【FPGA を含む複数種類の機器を用いたソフトウェア検証技術の開発】ソフトウェア(ファームウェア含む)の検証中に複数の機器・エミュレータ間でマイグレーションを行うシステムを開発した。本システムによりソフトウェア開発者は種々の検証環境を効率的に利用することができる。本成果は国際会議 ACM/IEEE AST 2022 にて発表した。また、本システムをオープンソースソフトウェア化し、GitHub を通じて一般に広く公開している。
  - 【コネクテッドカーセキュリティ】電磁波研究所と連携し、ITS (Intelligent Transport Systems)通信の電波を悪用したリプレイ攻撃の実験をコネクテッドカー(実車)に対して実施した。
  - 【脆弱な ICS リモート管理システムの実態解明及び設置・組織への通知・対策の試み】横浜国立大学及びオランダ・デルフト工科大学(TU Delft)と連携し、産業用制御システム(ICS)のリモート管理機器を発見する手法及び当該手法による実機器の発見状況、発見した機器の所有者への通知効果を研究論文にまとめた。同論文を

た機器の所有者への通知効果を研究論文にまとめた。同論文を国際会議 IEEE S&P 2022 に投稿し、採択された。



		<p>国際会議 IEEE S&amp;P 2022 に投稿し、採択された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•【ユーザのセキュリティ・プライバシーに関する悩みの解明】 NTT 研究所と連携し、Q&amp;A サイトにおけるセキュリティ・プライバシー関連の 400 件以上の質問を質的に分析し一般ユーザの悩みや不安の傾向を解明した結果を研究論文としてまとめた。同論文を国際会議 USENIX SOUPS 2022 に投稿し、採択された。</li> <li>•【IoT セキュリティに関係するステークホルダーの認識や動機付け・課題の解明】 英国・University College of London の Research Institute for Sociotechnical Cyber Security(RISCS)と連携し、令和 2 年度に日本国内 ISP20 社超と一般ユーザ 300 名超を対象に行った「IoT セキュリティに対する意識」及び「セキュリティ対策を行ううえでインセンティブとなる事柄」に関する調査の結果を研究論文としてまとめた。同論文を国際会議 USENIX Security '23 に投稿し、採択された。</li> <li>•【児童のサイバーセキュリティに対する理解度向上に資するコンテンツの調査】 ドイツ・ルール大学ボーフム等と連携し、小学生にサイバーセキュリティへの興味を喚起するコンテンツとしてコミック(マンガ)が持つ効果を測定するオンラインアンケートを実施し、その結果を研究論文としてまとめた。同論文を国際会議 USENIX SOUPS 2022 poster session に投稿し、採択された。</li> </ul>	
(2)暗号技術	(2)暗号技術	(2)暗号技術	(2)暗号技術
(ア)安全なデータ利活用技術	<p>(ア)安全なデータ利活用を実現する暗号・プライバシー保護技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 金融機関を対象に社会実装を進めた複数組織連携機械学習が可能なプライバシー保護技術について、金融機関内で継続学習を進めるとともに、その効果を検証する。さらに差分プライバシーなどを用いたセキュリティ強化手法の研究開発を行う。</li> </ul>	<p>(ア)安全なデータ利活用を実現する暗号・プライバシー保護技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 銀行データを使った DeepProtect の継続学習:前年度、2銀行の取引データを用いて得られた高信頼度の(被害取引判定用の)不正利用検知エンジンについて、1銀行内でテスト運用を開始した。また、4銀行と協力し、より高信頼の(不正口座判定用の)不正利用検知エンジンを生成するため継続学習に関する実証実験を実施した。これら一連の取り組みについては神戸大学発のベンチャー企業と連携し、実施した。</li> <li>• 匿名ヘルスケアデータコンテスト PWSCUP2022: 情報処理学会 CSS において匿名ヘルスケアデータに関するコンテストを開催した。本コンテストでは、コロナウイルス重篤化患者に関する疑似データを使い、匿名化と攻撃に関するコンテストを実施した。機構が</li> </ul>	<p>本年度は研究開発等の取組・成果を社会課題の解決につなげるため各技術の社会的価値の創出に重点をおいた。検索可能暗号の基礎研究(電気通信大学、東京大学との共同研究)に関して、複数の成果がそれぞれ国際会議に採録され、特に平文一致確認可能属性ベース暗号に関する成果が Best Paper Award を受賞するなど対外的にも高い評価を得た。</p> <p>銀行の取引データを用いて機械学習を行い構築した高信頼度の(被害取引判定用の)不正利</p>

- 匿名認証に関して、引き続き研究開発及びライブラリ化、アクセス制御の一つである改ざん防止技術に関して、引き続き研究開発及び実利用を想定した実験等を進める。検索可能暗号の社会展開を推進するため、検索可能暗号ライブラリのユーザビリティ調査を行う。

準備したシステムに 60 名の参加者が一同に集まり、約二ヶ月間、白熱した戦いが繰り広げられた。

- 差分プライバシーを満たす連合学習: 複数の組織のデータをお互いに隠しながら学習が可能なプライバシー保護型の連合学習の提案をおこなった。提案方式は通信量が小さく(定数  $O(1)$  であり)、収束を保証できるという特徴がある。
- 検索可能暗号を用いたストレージ・チャットシステムとその一般向け試用のためのサイト構築: システム設計と実装評価の科学的意義が認められ国際会議に採録されたとともに、一般向け試用のためのサイト構築を行った。次年度システム一般向け試用のための準備を着実に進めた。
- 検索可能暗号の基礎研究(電気通信大学、東京大学との共同研究): 複数の成果がそれぞれ国際会議に採録され、特に平文一致確認可能属性ベース暗号に関する成果が Best Paper Award を受賞するなど対外的にも高い評価を得た。
- 盗聴通信路上情報理論的鍵共有(機構内連携): 無線双方向時刻同期システム(WiWi)上にて、時刻差及び伝搬遅延の計測値に変調を加えて相手に伝えることで受信者のみ伝送情報のノイズを少なくできる秘匿通信に関して、理論的な安全性の定義と検証を行った。通信に関するフラグシップカンファレンスに採録されるなど対外的にも高い評価を受け、さらにテストベッドを構築し、代表的な物理レイヤープロトコルが機能することを確認した。
- 匿名認証ライブラリを用いたプライバシー保護コントラクトウォレットシステムの研究開発(筑波大学との共同研究): コントラクトをトランザクションの起点とする新たな仕組み(アカウントアブストラクション)の実利用が進んでいることを受け、そのプライバシー保護策として匿名認証ライブラリを用いたシステム構築を進めた。
- スマートコントラクトを用いた資金拘束型の封印入札オークションの開発(筑波大学との共同研究): 現実に高額取引がなされているブロックチェーンを介したオークションについて、単に入札額を隠すだけではなく実際に支払う能力があることを示す残高を秘匿したまま保証する方式を提案し、ブロックチェーンに関するトップカンファレンスで発表した。
- ブロックチェーンを用いた分散型モデルトレーニング方式の提案(神戸大学との共同研究): 不正送金検知のためのブロックチェーンを用いた非中央集権な分散型 XGBoost モデルトレーニングを提案した。

用検知エンジンについて、銀行内でテスト運用を開始した。また、複数の銀行と協力し、より高信頼度の(不正口座判定用の)不正利用検知エンジンを生成するため継続学習に関する実証実験を実施した。これら一連の取り組みについては神戸大学発のベンチャー企業と連携し、実施した。

CRYPTREC 事務局活動において、耐量子計算機暗号の調査を実施し、それを基に耐量子計算機暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。また、高機能暗号の調査を実施し、それを基に高機能暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 検索可能暗号の基礎研究(電気通信大学、東京大学との共同研究)に関して、複数の成果がそれぞれ国際会議に採録され、特に平文一致確認可能属性ベース暗号に関する

		<ul style="list-style-type: none"> <li>放送用セキュアグループメッセージングの研究開発 (NHK との共同研究): 鍵の漏洩に対し強固な安全性を担保するセキュアグループメッセージングにおいて、外部には参加者が誰なのかという情報が漏洩しない方式を提案した。</li> <li>耐量子計算機暗号を用いた暗号化キャッシュシステムとアクセス制御システムの研究開発 (TIS 株式会社との共同研究): 暗号化されたコンテンツをキャッシュ可能な暗号化キャッシュシステムにおいて、スケラブルな時限的復号無効化機能付きアクセス制御方式を提案し、耐量子計算機暗号を用いた場合の性能評価を行った。</li> </ul>	<p>成果が Best Paper Award を受賞するなど対外的にも高い評価を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>差分プライバシーを満たす連合学習に関して、複数の組織のデータをお互いに隠しながら学習が可能なプライバシー保護型の連合学習の提案をおこなった。提案方式は通信量が小さく(定数 <math>O(1)</math>)であり、収束を保証できるという特徴がある。</li> <li>Beyond 5G 時代に向けて提案された認証暗号 Rocca の設計者が想定するよりも強力な攻撃が実行可能であることを示すとともに、想定した安全性要件を満たすための効果的な対策について提案した。本提案を受け、設計者は Rocca の仕様を速やかに修正するとともに、別バージョンとして Rocca-S を提案し、標準化に向けて IETF にてドラフト版を公開している。</li> </ul>
<p><b>(イ) 量子コンピュータ時代に向けた暗号技術の安全性評価</b></p>	<p><b>(イ) 暗号技術及び安全性評価</b></p> <p>量子コンピュータ時代において必要とされる新たな暗号技術、特に格子暗号や多変数公開鍵暗号等の耐量子計算機暗号や、省エネルギー性を有する軽量暗号等について安全性評価のための研究及び調査を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現在広く使用されている暗号技術について、従来の計算機及び量子コンピュータの双方に対する安全性を確保し続けるため、政府調達の際に参照される CRYPTREC 暗号リストの監視活動を行うとともに、CRYPTREC において必要とされる暗号技術の安全性評価を行う。</li> </ul>	<p><b>(イ) 暗号技術及び安全性評価</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beyond 5G 時代に向けて提案された認証暗号 Rocca に対する安全性評価 (NTT、NEC、名古屋大学との共同研究): Rocca の設計者が想定するよりも強力な攻撃が実行可能であることを示すとともに、想定した安全性要件を満たすための効果的な対策について提案した。本提案を受け、設計者は Rocca の仕様を速やかに修正するとともに、別バージョンとして Rocca-S を提案し、標準化に向けて IETF にてドラフト版を公開している。</li> <li>多変数公開鍵暗号の安全性評価 (東京都立大学との共同研究): 多変数公開鍵暗号の安全性の根拠である MQ 問題を解く研究は耐量子計算機暗号の分野で重要な課題となっている。MQ 問題を解くための代表的な手法である F4 アルゴリズム及びその変種に容易に導入できる計算コスト削減手法を提案した。</li> <li>量子コンピュータ実機による現代暗号の安全性評価 (慶應義塾大学、三菱 UFJ フィナンシャル・グループ、みずほフィナンシャルグループとの共同研究): 現在広く利用されている公開鍵暗号である DH 及び DSA の安全性の根拠である離散対数問題を量子コンピュータで解く研究は重要な研究課題となっている。「量子コンピュータで離散対数問題の解が得られたこと」の理論的な定義を世界で初めて提案し、量子コンピュータによる安全性評価の基礎を築いた。</li> <li>量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC (NICT Quantum Camp) における暗号分野での貢献: NQC において、現代暗号に対する量子コンピュータの脅威について講義を実施した。特に、現代暗号の安全性の根拠として利用される数学的な問題を量子コンピ</li> </ul>	<p><b>【社会的価値】</b></p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>前年度、2銀行の取引データを用いて機械学習で構築した高信頼度の(被害取引判定用の)不正利用検知エンジンについて、1銀行内でテスト運用を開始した。また、4銀行と協力し、より高信頼度の(不正口座判定用の)不正利用検知工</li> </ul>

- 上記の活動内容やその結果について、CRYPTREC においてとりまとめ公表するとともに、これらの知見を基に CRYPTREC において耐量子計算機暗号・高機能暗号に関するガイドライン策定に反映する。

ユーザ実機によって解く数値実験で世界記録を達成した知見をもとに、量子コンピュータプログラム開発環境 Qiskit による現代暗号の解読に関する数値実験の演習を実施した。

- 5G 時代に向けて提案されたストリーム暗号 ZUC-256 に対する安全性評価(兵庫県立大学との共同研究): 剰余差分、符号付差分、XOR 差分と呼ばれる3種類の差分演算に着目し、これらの演算間における相互作用を注意深く制御可能な新しい評価手法を開発した。本評価手法を ZUC-256 に適用し、既存の評価結果を改善できることを示すとともに、ZUC-256 が 5G 時代において安全に使用可能であることを示した。
- TLS で使用可能なストリーム暗号 ChaCha に対する安全性評価(大阪大学との共同研究): ChaCha に対する既存の差分攻撃において、これまで重要視されていなかった PNB と呼ばれる性質に着目し、この性質を網羅的に解析することで ChaCha に対する攻撃可能ラウンド数の上界を初めて評価した。
- 幅広く利用されている3種類のブロック暗号 AES、PRESENT、TWINE に対する深層学習を用いた安全性評価(東海大学、兵庫県立大学との共同研究): ブラックボックスモデルにおいて深層学習を用いた暗号文予測攻撃と平文回復攻撃を提案し、対象のブロック暗号に対して攻撃可能ラウンド数の上界を評価した。また、提案手法を差分攻撃や線形攻撃などの従来手法と比較し、従来手法よりも強力な攻撃が実行可能であることを示した。
- 世界で広く利用されている主要な公開鍵暗号の安全性の予測図の更新: 令和4年度の CRYPTREC 事務局活動において、RSA 暗号及び楕円曲線暗号の安全性を表す図として、それらの安全性の根拠となる素因数分解問題及び楕円曲線上の離散対数問題が解かれる可能性がある時期の予測図を更新した。
- 耐量子計算機暗号ガイドラインの策定: 大規模な量子コンピュータが実用化されても安全性が保たれると期待される暗号(耐量子計算機暗号)の研究開発及び標準化などが各国で進められている。これらの状況を踏まえ、CRYPTREC 事務局活動において耐量子計算機暗号の調査を実施し、それを基に耐量子計算機暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。
- 高機能暗号ガイドラインの策定: 公開鍵暗号は、アプリケーションが多様となりその活用が広がっている。その中で、従来の公開鍵暗号よりも機能が向上した高機能暗号を利用してアプリケーションに適用することが有効と考えられている。これらの状況を踏まえ、

ンジンを生成するため継続学習に関する実証実験を実施した。これら一連の取り組みについては神戸大学発のベンチャー企業と連携し、実施した。

- Beyond 5G 時代に向けて提案された認証暗号 Rocca の設計者が想定するよりも強力な攻撃が実行可能であることを示すとともに、想定した安全性要件を満たすための効果的な対策について提案した。本提案を受け、設計者は Rocca の仕様を速やかに修正するとともに、別バージョンとして Rocca-S を提案し、標準化に向けて IETF にてドラフト版を公開している。
- 大規模な量子コンピュータが実用化されても安全性が保たれると期待される暗号(耐量子計算機暗号)の研究開発及び標準化などが各国で進められている。これらの状況を踏まえ、CRYPTREC 事務局活動において、耐量子計算機暗号の調査を実施し、それを基に耐量子計算機暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。

#### 【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 前年度、2銀行の取引データを用いて機械学習で構築した高信頼度の(被害取引判定用

CRYPTREC 事務局活動において高機能暗号の調査を実施し、それを基に高機能暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。

- 軽量暗号ガイドライン更新に向けた技術動向調査・評価：NIST(米国標準技術研究所)は、軽量暗号の公募を行い、現在最終選考の過程にある。ISO/IECなどでも軽量暗号の標準化が進んでいる。これらの状況を踏まえ、CRYPTREC では令和5年度に『CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(軽量暗号)2023 年度版』の公開を予定している。このガイドラインへの掲載を目的とし、NIST 公募の最終選考対象方式について、安全性、実装性能に関わる技術動向調査・評価を実施した。併せて、軽量暗号に関わる標準化動向についても調査を実施した。

の)不正利用検知エンジンについて、銀行内でテスト運用を開始した。また、4銀行と協力し、より高信頼度の(不正口座判定用の)不正利用検知エンジンを生成するため継続学習に関する実証実験を実施した。これら一連の取り組みについては神戸大学発のベンチャー企業と連携し、実施した。

- 公開鍵暗号は、アプリケーションが多様となりその活用が広まっている。その中で、従来の公開鍵暗号よりも機能が向上した高機能暗号を利用してアプリケーションに適用することが有効と考えられている。これらの状況を踏まえ、CRYPTREC 事務局活動において、高機能暗号の調査を実施し、それを基に高機能暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。
- 大規模な量子コンピュータが実用化されても安全性が保たれると期待される暗号(耐量子計算機暗号)の研究開発及び標準化などが各国で進められている。これらの状況を踏まえ、CRYPTREC 事務局活動において、耐量子計算機暗号の調査を実施し、それを基に耐量子計算機暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。

<p><b>(3)サイバーセキュリティに関する演習</b></p>	<p><b>(3)サイバーセキュリティに関する演習</b></p> <p>国の機関や地方公共団体等のサイバー攻撃への対処能力の向上に貢献するため、国等からの補助等を受けた場合には、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法第14条第1項第7号の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、最新のサイバー攻撃状況を踏まえた実践的な集合演習を全国において3,000名規模で実施するほか、オンライン演習の試行と本格導入により、受講機会の最大化を図る。その際、サイバーセキュリティ基本法第13条に規定する全ての国の機関、独立行政法人、指定法人及び地方公共団体の受講機会を確保するとともに、同法第14条に規定する重要社会基盤事業者及びその組織する団体についても、サイバー攻撃により国民生活等に与える影響の大きさに鑑み、より多くの受講機会を確保できるよう配慮する。併せて、最新のサイバー攻撃情報を踏まえた演習シナリオの改定を行うほか、演習内容の高度化として、サイバーコロッセオ事業の演習シナリオと演習環境をレガシーとして活用した準上級コースを集合演習の一環とし</p>		<p><b>(3)サイバーセキュリティに関する演習</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>当機構が有する技術的知見、研究成果、研究施設等を最大に活用して、脆弱性を悪用した現実的な攻撃事例等に基づき、実践的サイバー防御演習「CYDER」及び実践サイバー演習「RPCI」を実施すると共に当機構におけるサイバーセキュリティ研究と演習事業で得られた知見等を活用し、セキュリティイノベーター育成事業「SecHack365」において、若手セキュリティ人材の育成を実施した。</li> </ul> <p><b>&lt;実践的サイバー防御演習「CYDER」&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等が、組織のネットワーク環境を模擬した環境で、実践的な防御演習を行うことができるプログラムを提供することにより、数千人規模でセキュリティオペレーターを育成した。</li> <li>令和3年度までにおける累計受講者数は16,000人を超え、国内最大規模の演習に成長し、我が国のセキュリティ能力の底上げに貢献した。令和4年度においても、国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等が、組織のネットワーク環境を模擬した環境で、実践的な防御演習を行うことができるプログラムを提供することにより3,000人規模でセキュリティオペレーターを育成した。</li> <li>令和4年3月改定の「地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」では、実際に情報漏えい等の情報セキュリティインシデントが発生した場合に備え、受講が望まれる訓練としてCYDERの受講が推進されており、令和3年度には1,593名だった地方公共団体職員の受講者数が令和4年度には2,395名(オンライン演習547名)と増加していることから、本事業の有用性が実証されている。</li> <li>新型コロナウイルス感染症対策をしっかりと取りつつ、全国47都道府県で集合演習を開催(年間100回程度)し、国の機関、地方公共団体と共に重要インフラ事業者等にも受講機会を提供した。加えて、手話通訳手配等、多様な受講者の参加を全面的にサポートした。</li> <li>演習の開催においては、各都道府県の地方公共団体職員が集合演習を受講しやすいように、日程・場所について、都道府県庁や総務省の総合通信局等に聴取し、スケジュールに反映した。ま</li> </ul>	<p><b>(3)サイバーセキュリティに関する演習</b></p> <p>事業の趣旨に鑑み各取り組みにおいてさらなるICT人材の需要への対応に重点をおいた。CYDERでは、令和3年度には1,593名だった地方公共団体職員の受講者数が令和4年度には2,395名(オンライン演習547名)と増加していることから、本事業の有用性が実証されている。オンライン標準コースに加えてオンライン入門コースを新設し、セキュリティインシデント対応初学者の「はじめの一步」をサポートし、ICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施した。更に、地理的・時間的要因で集合演習の受講をあきらめていた小規模地方公共団体を直接訪問する出前CYDERを実施し、同様の悩みを抱えていた周辺の地方公共団体にも受講機会を提供し、地方の町村のICT人材育成にも貢献した。</p> <p>RPCIでは、CYDERで培ってきた大規模演習環境を活用したリアリティあるインシデントハンドリングのノウハウ等が情報処理安全確保支援士向けの人材育成事業でも有効であることを実証した。特に、実際の攻撃をリアルに体験できるようにし、事前学習や解説資料を充実させることで振り返りも可能とし、高い受講者満足度が得られた。</p> <p>SecHack365では、修了生をア</p>
-----------------------------------	--	--	--	--

て実施し、より高度なセキュリティ人材の育成を行う。また、オンライン演習についても、学習定着率の向上のため演習システム（オンライン版 CYDERANGE）の改良を行う。

た、受講済みの地方公共団体職員へのヒアリングを実施することで、実際に現場で起こっている事象や求められている演習内容を見極め、シナリオに反映することでリアルな演習の提供へと繋がっている。

- オンライン標準コースに加えてオンライン入門コースを新設し、セキュリティインシデント対応初学者の「はじめの一步」をサポートし、初学者から上級者まで幅広い層への受講機会を提供した。受講者数が標準コースの約2倍に上るなど、このレベルの演習のニーズの高さが示された。
- 地理的・時間的要因を理由に集合演習の受講機会を逃している未受講自治体の解消を目的とする「出前 CYDER」、複数会場での同時演習実施による演習効率化を目的とする「CYDERサテライト」の実証実験を実施し、新たな演習形態を提供するとともに、地方の小規模自治体等における ICT 人材育成にも貢献した。
- ナショナルサイバートレーニングセンターからの受講対象組織へのパンフレット送付、総務省・各総合通信局と連携した事務連絡、各種イベントへの出展や講演活動等の周知活動が功を奏し、CYDER の認知度は年々上がり、令和4年度までに、国の機関・指定法人・独立行政法人(126 組織)の未受講組織数を6年間で 98% 減、地方公共団体(1,788 組織)の未受講組織数を6年間で 79% 減とし、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献した。
- A コース東京開催においては、受講を望む組織が多く、例年申込受付開始直後に満席となっており、受講までの調整時間を要する地方公共団体は申込機会を逃していた状況である。今年度、A コース東京回の追加開催を実施するにあたり、関東エリアの未受講自治体へ事前にお声がけし先行申込を行った結果、50 名の方に申込をいただき 30 組織の未受講自治体解消へ繋がった。

#### • 開催結果：

- ・集合演習（出前・サテライト含む）：108 回開催、受講者数：3,327 名
- ・オンライン演習：申込総数 974 名、受講者数 705 名
  - オンライン標準コース：申込総数 412 名、受講者数 296 名（全 35 日）
  - オンライン入門コース：申込総数 562 名、受講者数 409 名（全 45 日）

シスタントとしてアサインし、修了生アシスタント提案によるオンラインミーティングやイベントの実施、コミュニティでの現役生へのサポート等、当プログラムの修了生が指導だけではなく運営側の支援も実施した。当事業を通じて毎年輩出される修了生の修了後の活動を支援することで、活動報告を長期に捉えることができるような工夫を行った。また、台湾 CCoE Cyber Blue Range Competition へ参加し、SecHack365 修了生チームが1位になる等の優秀な成績を修めると共に、国際連携を推進した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 令和4年3月改定の「地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」では、実際に情報漏えい等の情報セキュリティインシデントが発生した場合に備え、受講が望まれる訓練として CYDER の受講が推進されており、令和3年度には 1,593 名だった地方公共団体職員の受

- ・出前 CYDER
  - 令和4年8月 23 日、高知県須崎市にて実施、受講者数 12 名 (未受講自治体2組織解消済み)
  - 令和4年9月 15 日、北海道幌加内町にて実施、受講者数 12 名(未受講自治体5組織解消済み)
- ・CYDER サテライト
  - 令和4年 11 月 10 日、近畿総合通信局にて実施、受講者 12 名

#### <実践サイバー演習「RPCI」>

- 当機構が持つ大規模演習環境を活用してリアリティを高めたインシデントハンドリングの演習実績に基づき、情報処理安全確保支援士向け特定講習の提供を令和3年度より開始したが、資格更新に必要な内容に加えて、資格更新対象者自身の関心や専門性にも合った講座を選定する上で、技術に寄った講習を希望する受講者のニーズに対応することで、情報処理安全確保支援士のスキル向上に貢献した。具体的には、年間 10 回の開催をし、うち土曜日の開催を2回とし、資格更新の登録期限直前の月は2回開催するなど、受講者のニーズに応えた日程を工夫した。
- CYDER で培ってきた大規模演習環境を活用したリアリティあるインシデントハンドリングのノウハウ等が情報処理安全確保支援士向けの人材育成事業でも有効であることを実証した。特に、インシデントの発見(検知)、初動対応、指示、報告、ベンダへの依頼、問題箇所の特定・隔離、ログ分析、被害状況の確認、フォレンジック等、実際にパソコン操作を通じて実際の攻撃をリアルに体験できるようにし、グループでの活発な意見交換や会話から様々な考え方や気づきを習得し、事前学習や解説資料を充実させることで振り返りも可能とする演習を通して、情報共有の大切さと難しさを体感できる学習を可能とした。  
実践的な演習を特色とした、情報処理安全確保支援士向け特定講習としての地位の確立のため、機構内の関連部門と連携し、年間を通じて、イベント・講演での事業紹介、Web 掲載情報の充実化、SNS での情報発信、メールマガジンの定期的配信や告知等を実施し、前年度からの受講者数増加を達成した。
- **開催結果：**
  - ・10 回開催、受講者数 218 名(前年度比 3.8 倍)、受講者満足度：94%という高い受講者満足度が得られた(5段階評価での5(大

講者数が令和4年度には2,395名(オンライン演習547名)と増加していることから、本事業の有用性が実証されている。

- 当機構が持つ大規模演習環境を活用してリアリティを高めたインシデントハンドリングの演習実績に基づいた情報処理安全確保支援士向け特定講習の提供を令和3年度より開始したが、資格更新に必要な内容に加えて、資格更新対象者自身の関心や専門性等に合った講座を選定する上で、技術に寄った講習を希望する受講者のニーズに対応することで、情報処理安全確保支援士のスキル向上に貢献した。
- 若手セキュリティイノベーター育成プログラム(SecHack365)を実施し、自ら手を動かし、セキュリティに関わる新たなモノ作りができる人材(セキュリティイノベーター)の育成に向けて、25歳以下の若年層を対象に、機構の研究開発のノウハウや、実際のサイバー攻撃関連データを安全に利用できる環境を活かした、365日をかけ実施するプログラムを提供した。

#### 【社会実装】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。



さらに、機構におけるサイバーセキュリティ研究と演習事業で得られた知見等を活用し、40乃至50名の若手セキュリティ人材の育成を行う。

変満足)と4(満足)を合算)。

#### <セキュリティイノベーター育成プログラム「SecHack365」>

- 自ら手を動かし、セキュリティに関わる新たなモノ作りができる人材(セキュリティイノベーター)の育成に向けて、25歳以下の若年層を対象に、機構の研究開発のノウハウや、実際のサイバー攻撃関連データを安全に利用できる環境を活かした、365日をかけ実施するプログラムを提供した。技術だけではなく、25歳以下の若年層に対する早期のセキュリティの意識付けと、異なる年齢や環境の中で互いに切磋琢磨し、コミュニケーションを取りながらセキュリティを実装したモノづくりを経験することで、セキュリティが当たり前に考えられる創造的人材として広く社会で活躍できる人材を育成した。若年層に早期にサイバーセキュリティの課題認識をインプットし、サイバーセキュリティに対する知識や理解を有した修了生をさまざまな分野領域へ輩出することで、社会全体のサイバーセキュリティ向上への寄与が期待できる。
- 令和4年度は、新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえ、3年ぶりにオフラインでの集合イベントを開催し、より多くの作品発表と、きめ細やかなフィードバックの機会を提供した。オンラインとオフラインの特徴を生かし、実地開催のオフラインでの集合イベントでは発表以外にもコースワークや指導を中心として交流を重視した内容とする等、発表とフィードバックを繰り返しながら作品を作り上げていくプログラムを提供した。
- 集合イベントでの発表の際は各自発表動画を提出し、発表後すぐにフィードバックが反映できるようにイベントプログラムでの工夫を行った。
- 修了生アシスタント提案によるオンラインミーティングやイベントの実施、コミュニティでの現役生へのサポート等、指導だけではなく修了生アシスタント主導によるコミュニティの運営、現役生へのサポートを実施した。当事業を通じて毎年輩出される修了生の修了後の活動を支援することで、活動報告を長期に捉えることができるような工夫を行った。修了生ポータルサイトでは、成果報告やコミュニティの場を提供できるような運用を実施した。
- 台湾 CCoE 主催の Cyber Blue Range Competition へ参加し、SecHack365 修了生チームが1位になる等の優秀な成績を修める等、国際連携を推進した。
- **開催結果:**

- 実践的サイバー防御演習(CYDER)について、新型コロナウイルス感染症対策をしっかり取りつつ、全国47都道府県で集合演習を開催(年間100回程度)し、国の機関、地方公共団体と共に重要インフラ事業者等にも受講機会を提供した。
- CYDERで培ってきた大規模演習環境を活用したリアリティあるインシデントハンドリングのノウハウ等が情報処理安全確保支援士向けの人材育成事業でも有効であることを実証した。特に、実際の攻撃をリアルに体験できるようにし、事前学習や解説資料を充実させることで振り返りも可能とし、高い受講者満足度が得られた。
- 若手セキュリティイノベーター育成プログラム(SecHack365)を実施し、自ら手を動かし、セキュリティに関わる新たなモノ作りができる人材(セキュリティイノベーター)の育成に向けて、25歳以下の若年層を対象に、機構の研究開発のノウハウや、実際のサイバー攻撃関連データを安全に利用できる環境を活かした、365日かけ実施するプログラムを提供した。

**【取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか】**

- ・集合イベントを年間で6回開催(オフライン3回/オンライン3回)、受講者数:40名、全員が修了済み。
- ・修了生イベント(SecHack365 Returns)(令和4年10月22日)には212名の修了生のうち半数以上からの回答と80名以上の参加があった。
- ・成果発表会(令和5年3月4日)には、一般参加者も86名が参加した。

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- ・令和4年度においては、オンライン標準コースに加えてオンライン入門コースを新設し、セキュリティインシデント対応初学者の「はじめの一步」をサポートし、ICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施した。更に、地理的・時間的要因で集合演習の受講をあきらめていた小規模地方公共団体を直接訪問する出前CYDERを実施し、同様の悩みを抱えていた周辺の地方公共団体にも受講機会を提供し、地方の町村のICT人材育成にも貢献した。
- ・国際連携においては、台湾CCoE Cyber Blue Range Competitionへ参加し、SecHack365修了生チームが1位になる等の優秀な成績を修めると共に、国際連携を推進した。

**【取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか】**

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- ・ナショナルサイバートレーニングセンターからの受講対象組織へのパンフレット送付、総務省・各総合通信局と連携した事務連絡、各種イベントへの

出展や講演活動等の周知活動が功を奏し、CYDER の認知度は年々上がり、令和4年度までに、国の機関・指定法人・独立行政法人(126 組織)の未受講組織数を6年間で 98%減、地方公共団体(1,788 組織)の未受講組織数を6年間で 79%減とし、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献した。

- 令和3年度に引き続き、令和4年度においても年間 10 回の集合演習を開催し、情報処理安全確保支援士のスキル向上に貢献した。前年度の実施結果を踏まえた開催日程を設定し、土曜日の開催を2回、資格更新の登録期限直前の月は2回開催とする等、受講者ニーズに応えた日程で演習を提供し、取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施した。
- SecHack365 の受講者(トレーニー)の指導においては、修了生をアシスタントとしてアサインした。修了生アシスタント提案によるオンラインミーティングやイベントの実施、コミュニティでの現役生へのサポート等、当プログラムの修了生が指導だけではなく運営側の支援も実施した。当事業を通じて毎年輩出される修了生の修了後の活動を支援することで、

			<p>活動報告を長期に捉えることができるような工夫を行った。修了生ポータルサイトでは、成果報告やコミュニティの場を提供できるような運用を実施した。</p>
<p>(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成</p>	<p>(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成</p> <p>サイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の産学官連携の中核的拠点形成を目的とした共通基盤設備の構築・高度化を進める。</p> <p>具体的には、大規模並列型サイバー攻撃分析環境、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報の大規模集約データベース、セキュリティ機器テスト環境等の構築と試験運用、人材育成パイロットコンテンツの開発をさらに進める。また、外部機関との連携体制構築に向け、20 を超える参画メンバーを集めた協議の場を活用し、令和5年度の本格運用を予定するアライアンスを産学官の関係者が円滑かつ自主的に参画できるものとするための体制整備を進める。</p>	<p>(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>北陸 StarBED 技術センター隣接地の令和2年度補正予算調達によるコンテナ型データセンターの新設基盤へ、STARDUST、NICTER や CYROP 等の大規模データ収集、分析基盤、人材育成基盤の構築を開始した。横須賀拠点を活用した地理的分散を含めた強靱なデータ蓄積を実現した。また WarpDrive や NICTER の高速分析には商用クラウド基盤も併用するなど可用性、柔軟性の高いシステムを構築した。</li> <li>Co-Nexus E 初期参画組織は7組織に拡大、そのうち6組織が有する製品・技術の長期検証を開始した。検証環境はオンプレミス環境に加え商用クラウドも利用し、各組織のニーズに応じた柔軟な検証環境を構築した。CYNEX が有するデータセットや、Red Team による模擬攻撃などを用いた製品・技術検証結果のフィードバックも開始した。</li> <li>令和3年度に提供を開始した、CYDER A コース相当のコンテンツ提供は民間企業2社に増加した。それに加えて B コース相当のコンテンツの提供の検証を民間企業1社と開始し事業化を支援している。サイバーコロッセオ由来の演習コンテンツの提供に向けた検証も開始している。また CYNEX オリジナル演習コンテンツを主に大学、高専といった教育機関へ提供を開始し、年度内の講義への導入検証を行った。また今年度新たに高等教育機関向け教材を2種、民間企業向け教材を2種のオリジナル演習コンテンツの開発を進めた。</li> <li>令和5年3月末時点での初期参画組織は全体で 55 組織まで増加した。組織種別も産学官に広がり、中小企業からの参画も増加するなど当初目標を大幅に超えて連携が進んでいる。Co-Nexus A の解析者コミュニティ会合は前期に2回実施し、それぞれの参加者数は 61 名、73 名と拡大した。また、12 月には正規の参加者の招待者まで参加可能なセミオープン会合を実施し、90 名が参加した。</li> </ul>	<p>(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成</p> <p>連携拠点形成のために各取り組みにおいてさらなる ICT 人材の需要への対応に重点をおいた。初期参画組織は全体で55組織まで増加し、組織種別も産学官に広がり、中小企業も参画し、当初目標を大幅に超えて連携が進んでいる。Co-Nexus A の解析者コミュニティ会合は前期に2回実施し、それぞれの参加者数は 61 名、73 名と拡大した。また、Co-Nexus E 初期参画組織は7組織に拡大、そのうち6組織が有する製品・技術の長期検証を開始した。検証環境はオンプレミス環境に加え商用クラウドも利用し、各組織のニーズに応じた柔軟な検証環境を構築した。</p> <p>CYNEX オリジナル演習コンテンツを主に大学、高専といった教育機関へ提供を開始し、年度内の講義への導入検証を行った。また今年度新たに高等教育機関向け教材を2種、民間企業向け教材を2種のオリジナル演習コンテンツの開発を進めた。</p> <p>CYNEX 新設基盤へ、STARDUST、NICTER や CYROP 等の大規模データ収集、分析基</p>

盤、人材育成基盤の構築を開始した。横須賀拠点を活用した地理的分散を含めた強靱なデータ蓄積を実現した。また WarpDrive や NICTER の高速分析には商用クラウド基盤も併用し、可用性、柔軟性の高いシステムを構築した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 初期参画組織は全体で 55 組織まで増加し、組織種別も産学官に広がり、中小企業も参画し、当初目標を大幅に超えて連携が進んでいる。Co-Nexus A の解析者コミュニティ会合は前期に2回実施し、それぞれの参加者数は 61 名、73 名と拡大した。また、12 月には正規の参加者の招待者まで参加可能なセミオープン会合を実施し、90 名が参加した。
- Co-Nexus E 初期参画組織は 7 組織に拡大、そのうち 6 組織が有する製品・技術の長期検証を開始した。検証環境はオンプレミス環境に加え商用クラ

ウドも利用し、各組織のニーズに応じた柔軟な検証環境を構築した。CYNEX が有するデータセットや、Red Teamによる模擬攻撃などを用いた製品・技術検証結果のフィードバックも開始した。

**【社会実装】**

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- Co-Nexus E 初期参画組織は7組織に拡大、そのうち6組織が有する製品・技術の長期検証を開始した。検証環境はオンプレミス環境に加え商用クラウドも利用し、各組織のニーズに応じた柔軟な検証環境を構築した。CYNEX が有するデータセットや、Red Teamによる模擬攻撃などを用いた製品・技術検証結果のフィードバックも開始した。
- 令和3年度に提供を開始した、CYDER A コース相当のコンテンツ提供を継続して、提供先が民間企業2社に増加した。それに加えて B コース相当のコンテンツの提供の検証を民間企業1社と開始し事業化を支援している。サイバーコロッセオ由来の演習コンテンツの提供に向けた検証も開始している。また CYNEX オリジナル演習コンテンツを主に大学、高専といった教育機関へ提供を開始し、年度内の講義への

導入検証を行った。また今年度新たに高等教育機関向け教材を2種、民間企業向け教材を2種のオリジナル演習コンテンツの開発を進めた。

**【取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか】**

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 令和3年度に提供を開始した、CYDER A コース相当のコンテンツ提供を継続して、提供先が民間企業2社に増加した。それに加えて B コース相当のコンテンツの提供の検証を民間企業1社と開始し事業化を支援している。サイバーコロッセオ由来の演習コンテンツの提供に向けた検証も開始している。また CYNEX オリジナル演習コンテンツを主に大学、高専といった教育機関へ提供を開始し、年度内の講義への導入検証を行った。また今年度新たに高等教育機関向け教材を2種、民間企業向け教材を2種のオリジナル演習コンテンツの開発を進めた。
- 初期参画組織は全体で 55 組織まで増加し、組織種別も産学官に広がり、中小企業も参画し、当初目標を大幅に超えて連携が進んでいる。Co-Nexus A の解析者コミュニティ会合は前期に2回実施し、そ

				<p>それぞれの参加者数は 61 名、73 名と拡大した。また、12 月には正規の参加者の招待者まで参加可能なセミオープン会合を実施し、90 名が参加した。</p> <p><b>【取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 新設基盤へ、STARDUST、NICTER や CYROP 等の大規模データ収集、分析基盤、人材育成基盤の構築を開始し、横須賀拠点を活用した地理的分散を含めた強靱なデータ蓄積を実現した。また WarpDrive や NICTER の高速分析には商用クラウド基盤も併用するなど可用性、柔軟性の高いシステムを構築した。</li> <li>• Co-Nexus E 初期参画組織は 7 組織に拡大、そのうち 6 組織が有する製品・技術の長期検証を開始した。検証環境はオンプレミス環境に加え商用クラウドも利用し、各組織のニーズに応じた柔軟な検証環境を構築した。CYNEX が有するデータセットや、Red Team による模擬攻撃などを用いた製品・技術検証結果のフィードバックも開始した。</li> </ul>
(5)パスワード	(5)パスワード設定等に不備		(5)パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査	(5)パスワード設定等に不備の



### 設定等に不備のあるIoT機器の調査

#### のあるIoT機器の調査

IoT機器のサイバーセキュリティ対策に貢献するため、国からの補助等を受けた場合には、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法附則第8条第2項の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査及び電気通信事業者への情報提供に関する業務を、総務省や関係機関と連携しつつ実施する。

また、より広範かつ高度な調査を行うことができるよう、総務省と連携して特定アクセスを実施する対象プロトコルにHTTP/HTTPS等を追加し、それに応じた調査の高度化を図る。

- NOTICEに参画した国内ISP77社が保有する約1.12億IPv4アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月1回の頻度で実施した。その結果、国内に存在するTelnet及びSSH、HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を14,000台以上発見し、通知を行った。令和4年度においては、延べ48,814件のパスワード設定に不備のあるIoT機器を注意喚起対象としてISPへ通知を行った。
- HTTP(S)に対する特定アクセスにより、特定のISPにおいて4,000台以上のISP貸与ルータがパスワード設定不備となっていることを発見し、ISPへの通知を実施した結果、全ての機器の対処が完了した。
- 毎月の継続した調査及びISPへの通知により、ISPから機器所有者に対する注意喚起が実施され、その結果としてTelnet及びSSHにおけるパスワード設定に不備のある注意喚起対象機器は最も多く発見された令和2年12月時点と比較して約30%削減された。
- マルウェア感染済みの国内IoT機器からの攻撃活動を観測し、当該機器情報を日毎でISPへと通知を行った。令和4年度は1日平均で約1,000台規模のマルウェア感染済みIoT機器を検知し、通知を行った。
- 新たにHTTP(S)のBasic/Digest認証に対する特定アクセス試行を可能とする調査システムの新機能を開発した。
- 数十万台規模のHTTP(S)認証機器を調査可能とするために、ジョブキューシステムを採用した約4,800並列の特定アクセス処理を実現した大規模並列調査システムを開発した。開発したシステムを用いて、12,000台以上のHTTP(S)のパスワード設定不備の機器を発見した。
- IoT機器のWebUIにはBasic/Digest認証ではなく、ログインフォームを用いたフォーム認証が稼働する機器が存在する。これらのフォーム認証はBasic/Digest認証とは異なり認証フローが規格で定められておらず、機器毎に異なる。そこで、HTTP(S)のフォーム認証が稼働する機器を調査で得られたバナー情報から探索し、発見したフォーム認証機器について実機調査を行い、フォーム認証の認証フローを明らかにした。それらの認証フローに対応した新たな特定アクセス機能のプロトタイプを開発した。

#### あるIoT機器の調査

事業の趣旨に鑑み各技術の社会的価値の創出に重点をおいた。NOTICEに参画した国内ISP77社が保有する約1.12億IPv4アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月1回の頻度で実施した。その結果、国内に存在するTelnet及びSSH、HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を14,000台以上発見し、通知を行った。令和4年度においては、延べ48,814件のパスワード設定に不備のあるIoT機器を注意喚起対象としてISPへ通知を行った。

毎月の継続した調査及びISPへの通知により、ISPから機器所有者に対する注意喚起が実施され、その結果としてTelnet及びSSHにおけるパスワード設定に不備のある注意喚起対象機器は最も多く発見された令和2年12月時点と比較して約30%削減された。新たにHTTP(S)のBasic/Digest認証に対する特定アクセス試行を可能とする調査システムの新機能を開発した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- NOTICEに参画した国内ISP77社が保有する約 1.12 億 IPv4 アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月1回の頻度で実施した。その結果、国内に存在する Telnet 及び SSH、HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を 14,000 台以上発見し、通知を行った。令和4年度においては、延べ 48,814 件のパスワード設定に不備のある IoT 機器を注意喚起対象として ISP へ通知を行った。
- 毎月の継続した調査及び ISP への通知により、ISP から機器所有者に対する注意喚起が実施され、その結果として Telnet 及び SSH におけるパスワード設定に不備のある注意喚起対象機器は最も多く発見された令和2年 12 月時点と比較して約 30%削減された。
- HTTP(S)に対する特定アクセスにより、特定の ISP において 4,000 台以上の ISP 貸与ルータがパスワード設定不備となっていることを発見し、ISP への通知を実施した結果、全ての機器の対処が完了した。

**【取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか】**

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- NOTICEに参画した国内ISP77社が保有する約 1.12 億 IPv4 アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月1回の頻度で実施した。その結果、国内に存在する Telnet 及び SSH、HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を 14,000 台以上発見し、通知を行った。令和4年度においては、延べ 48,814 件のパスワード設定に不備のある IoT 機器を注意喚起対象として ISP へ通知を行った。
- 新たに HTTP(S) の Basic/Digest 認証に対する特定アクセス試行を可能とする調査システムの新機能を開発した。
- 数十万台規模の HTTP(S)認証機器を調査可能とするために、ジョブキューシステムを採用した約 4,800 並列の特定アクセス処理を実現した大規模並列調査システムを開発した。開発したシステムを用いて、12,000 台以上の HTTP(S) のパスワード設定不備の機器を発見した。
- HTTP(S)に対する特定アクセスにより、特定の ISP において 4,000 台以上の ISP 貸与ルータがパスワード設定不備となっていることを発見し、ISP への通知を実施した結果、全ての

機器の対処が完了した。

## &lt;課題と対応&gt;

## 【令和3年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

## (課題)

人材育成、産学連携拠点形成、NOTICE など、研究員に事務的な負担がかかりすぎるのではないかの懸念がある。研究者の事務作業などを軽減・効率化してほしい。また、女性活用も積極的に実施してほしい。

## (対応)

研究員に対する事務的な負担に関するご懸念をお伝えいただきありがとうございます。人材育成についてはナショナルサイバートレーニングセンターにて体制を組み、事務的な業務は研究職以外の職員が主力となって事業を推進しています。産学連携拠点形成についてはサイバーセキュリティネクサスの組織が令和3年4月に立ち上がったばかりで人材確保に努めているところ、事務的な負担はサイバーセキュリティ研究所総合企画室メンバーが支援していますが、研究職の負担を減らせるよう、新たに産学連携支援を行う職員の採用を行いました。NOTICE についても、ナショナルサイバーオペレーションセンターにて体制を組み、事務的な業務は研究職以外の職員が主力となって事業を推進しています。

上記の事業ではいずれも女性が活躍しており、特にナショナルサイバートレーニングセンターの「CYDER」、「SecHack365」といった人材育成事業を事業推進側で統括しているのはいずれも女性です。女性活用を更に進めてまいります。

## (課題)

コロナ禍で支障をきたしていた人材育成、実証実験などについて、コロナの状況を見定めて柔軟に対応してほしい。

## (対応)

ご意見いただきありがとうございます。コロナ禍でのサイバーセキュリティ人材育成事業は、演習開催地自治体のイベント開催制限等に基づき、会場の定員を減らしての開催となり、令和3年度は受講者数が伸び悩みましたが、大規模会場の確保や追加開催などコストが許す範囲で柔軟に対応しました。令和4年度は幸いコロナ禍が落ち着き、CYDERの申込者数は大幅に伸びたところです。また、コロナ禍で収容人数を抑える運用をしていたところ、補正予算を活用し、特に満席が続いている東京開催会場を拡充し、受講人数について柔軟に対応できるように取り組んでいます。

## (課題)

演習、人材育成等(海外からの招へい含む)については、単に人数等の推移だけでなく、受講者アンケート等によるフォローアップを行うことで、有効性の確認等を実施することが必要である。目標とする人材育成とその輩出が見える化させ、人材育成の目的とその効果を明確にしたい。

## (対応)

演習、人材育成等(海外からの招へい含む)に関して、サイバーセキュリティ人材育成事業は、「SecHack365」については修了生の活動継続の奨励とその実績についてのフォローアップ調査、コミュニティ継続のための取組を引き続き行うとともに、目標とする人材育成像を明確化させてまいります。また、「CYDER」については受講者アンケートや確認テスト結果の分析や、現在行っている受講後の好事例の収集と分析、自治体の CSIRT 成熟度指標の調査・分析を含め、受講効果の評価方法の更なる検討を進めてまいります。「RPCI」についても受講者アンケートの分析を進めているところです。また、量子ネイティブ人材育成プログラムでは、プログラム修了時に受講者インタビューを行って

公開するとともに、同窓会の際にその後の活動状況などをヒアリングするアンケートを実施し、修了後の状況として、輩出の見える化、事業フィードバックにつなげています。協力研究員、研修員等については、受入終了者に対して満足度や課題等の把握を目的としたアンケート調査を継続して実施し、受入れ手続きでの高評価に加え、指導水準の高さ等による高い満足度評価の状況を把握しました。また、受入研究所にもフィードバックを行うことで受入・活動意欲の向上を促しました。令和4年度からは、派遣元の指導教官・上司や機構の受入れ担当者の満足度等の調査、活動修了者の追跡調査についても着手したところです。今後も、アンケート調査等を継続し、実態把握の取組を進めてまいります。海外研究者招へいでは、本制度の有効性を把握するためにアンケート調査(論文数や学会発表数)を行っていましたが、令和4年度末時点として行う調査において、共同研究や研究ポストの獲得など、人材育成の観点の事後展開の質問項目も設定して実施しました。その結果、招へい期間終了後に受け入れ機関で研究活動継続、外部競争的研究資金への共同応募、学術交流協定締結の協議開始などの展開を確認しました。

(課題)

コロナ禍で支障を来していた人材育成・実証実験などについて、コロナの状況を見定めて柔軟に対応してほしい。

(対応)

コロナ禍で支障を来していた人材育成・実証実験などに関して、サイバーセキュリティ人材育成事業では、大規模会場の確保やニーズの高い地域での追加開催など柔軟に対応しており、また、高齢者介護支援マルチモーダル音声対話システム MICSUS の実証実験では、令和4年度にスマートフォンやタブレット端末上で動作するアプリを開発・活用し、被験者との接触機会を低減してさらに実証実験の規模を拡大し、計画では100名の予定であったところ日本各地で合計179名を対象とした実証実験を行いました。コロナの状況を見定めて柔軟な対応をいたしました。

なお、この評定は、以下の「(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解」を踏まえ、「(2)見解に対する機構の対応」に基づいて決定した。

(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解

1. 開催日

令和5年4月17日(月) 13時00分～18時00分

2. 委員名簿

酒井 善則	委員長	東京工業大学	名誉教授
安藤 真	委員	東京工業大学	名誉教授
飯塚 久夫	委員	一般社団法人	量子 ICT フォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学	先導的学際研究機構 教授
太田 勲	委員	兵庫県立大学	顧問
國井 秀子	委員	芝浦工業大学	客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学	情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社	開発本部 役員技監
安浦 寛人	委員	国立情報学研究所	副所長
渡辺 文夫	委員	Fifth Wave Initiative	代表

3. 委員長及び委員からの意見

(サイバーセキュリティ分野について)

- 自己評価 S は妥当である。サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST を高速化させたこと、プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect を活用した不正利用検知エンジンを銀行内でテスト運用を開始したこと、実践的サイバー防御演習 CYDER において地方公共団体への訪問やオンライン入門コースの新設等により幅広い ICT 人材育成に貢献したこと、パスワード設定等不備のある IoT 機器の調査についても注意喚起対象機器を ISP に通知し削減させていること等、いずれも、大学・民間企業等では成しえない国立研究開発法人ならではの取り組みを、限られたリソースの中で十分に進められている。今後は、国際的な視野を持ちながら研究を進めることも期待する。

(全体を通して)

- 全体的に大きな成果が出ている。組織としても社会実装への意識が高まっている。
- 急速な社会情勢や技術の変化に柔軟に対応して欲しい。
- 女性と外国人を含む多様な人材確保とともに国立研究開発法人として若者が将来研究者になりたいと思わせるプロモーションに取り組んで欲しい。
- 標準化人材も含めて、ICT 分野で必要となる人材育成方法について、機構として貢献出来ることを引き続き検討して欲しい。

(2)見解に対する機構の対応

対応なし(見解は S 評定で一致)

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.4 ユニバーサルコミュニケーション分野)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	Ⅲ. -1. -(4)ユニバーサルコミュニケーション分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※5					
	基準値等 (前中長期目標期間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
査読付き論文数	-	70	72				予算額(百万円)	10,884	20,360			
招待講演数※1	-	7	2				決算額(百万円)	4,970	4,153			
論文被引用総数※2	-	6	4				経常費用(百万円)	5,533	11,828			
過年度発表を含む論文被引用総数※3	-	6	49				経常利益(百万円)	△316	△281			
実施許諾件数	-	58	62				行政コスト(百万円)	5,665	12,858			
報道発表件数	-	2	1				従事人員数(人)	28	29			
共同研究件数※4	-	17	16									
標準化や国内制度化の寄与件数	-	0	0									
標準化や国内制度化の委員数	-	0	0									

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数

※2 当該年度に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※3 過去3年間(ただし、今中長期期間の始期である令和3年度以降を対象とし、令和3年度は1年間、令和4年度は2年間とする)に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※4 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(当該年度の3月末調査)。

※5 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

### 3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

#### 中長期目標

##### 1.重点研究開発分野の研究開発等

##### (4)ユニバーサルコミュニケーション分野

我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するためには、「社会(価値)を創る」能力として、人工知能等の活用によって新しい知識・価値を創造していくための基礎的・基盤的な技術が不可欠であることから、【重要度:高】として、以下の研究開発等に取り組むとともに、研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

##### ① 多言語コミュニケーション技術

「グローバルコミュニケーション計画 2025」(令和2年3月 31 日総務省)に基づき、文脈や話者の意図、周囲の状況等の多様な情報源も活用した、ビジネスや国際会議等の場面においても利用可能な実用レベルの自動同時通訳を実現する技術の研究開発を実施する。政府の外国人材受入れ・共生政策や観光戦略等を踏まえた重点対応言語の充実・拡大、2025 年大阪・関西万博も見据えた新たな社会ニーズや多様なユーザインターフェースに対応した同時通訳システムの社会実装の推進等にも取り組む。

##### ② 社会知コミュニケーション技術

ユーザの背景や文脈に合わせた音声対話の実現に向け、インターネット等に蓄積された情報を高度な深層学習技術等により取得・融合し、ユーザの興味に合わせて組み合わせや類推等で仮説推論も行う社会知コミュニケーション技術の研究開発を実施するものとする。

##### ③ スマートデータ利活用基盤技術

多様なセンシングデータを相互連携することで予測や分析の目的に適合した情報を生成するデータ利活用技術の研究開発を通じて、最適化された行動やリスクを避けた健康的な生活様式を支援する等スマートサービス開発 ICT 基盤の実現を目指すものとする。

#### 中長期計画

##### 1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野

誰もが分かり合えるユニバーサルコミュニケーションの実現を目指して、音声、テキスト、センサーデータ等の膨大なデータを用いた深層学習技術等の先端技術により、多言語コミュニケーション技術、社会知コミュニケーション技術、スマートデータ利活用基盤技術の研究開発を実施する。また、多様なユーザインターフェースに対応したシステムの社会実装の推進等に取り組む。これらにより、Beyond 5G 時代に向けて、ICT を活用した様々な社会課題の解決や新たな価値創造等に貢献する。

##### (1)多言語コミュニケーション技術

「グローバルコミュニケーション計画 2025」(令和2年3月 31 日総務省)に基づき、文脈や話者の意図、周囲の状況等の多様な情報源も活用した、ビジネスや国際会議等の場面においても利用可能な実用レベルの自動同時通訳を実現する多言語コミュニケーション技術を研究開発する。政府の外国人材受入れ・共生政策や観光戦略等を踏まえた重点対応言語の充実・拡大、2025 年大阪・関西万博も見据えた新たな社会ニーズや多様なユーザインターフェースに対応した同時通訳システムの社会実装の推進等にも取り組む。

これらの取組にあたっては、以下の(ア)、(イ)及び(ウ)を密接に連携させて行う。

##### (ア)音声コミュニケーション技術

旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質が実用レベルに達している重点言語に関して、ビジネスや国際会議での講演及び議論等の音声を実用的な精度で自動文字化する音声認識技術を実現するため、①特に重要となる最重点言語(日英中等)に関して各言語 700 時間程度、その他の重点言語に関して各言語 350 時間程度の音声認識用音声コーパスの構築、②音声認識エンジンの低遅延化及び明瞭度が中程度の発声に対する精度の向上、③音声/非音声、複数話者、複数言語が混在するオーディオストリームから発話内容を自動文字化する技術の確立を目指す。



また、同重点言語に関して、翻訳結果を円滑に伝達する音声合成技術を実現するため、④肉声レベルの音声合成技術の確立、⑤自然性劣化の少ない声質制御技術の確立を目指す。

さらに、旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質の実用レベルへの強化が必要な重点言語に関して、日常会話等の実用的な音声翻訳に対応するため、⑥各言語 700 時間程度の音声認識用音声コーパスの構築、⑦音声認識エンジンの高精度化、⑧実用的な音質の音声合成技術の確立を目指す。

**(イ)自動同時通訳技術**

ビジネスや国際会議等の場面に対応した実用的な自動同時通訳技術を実現するため、①低遅延の自動同時通訳を実現するための入力発話の分割点検出技術、要約等外部処理と翻訳との融合を行う技術の確立、②様々な分野における多言語の情報を日本語のみで受発信可能とする翻訳技術の確立、③対訳データ依存性を最小化する技術の確立、④一文を越えた情報(文脈、話者の意図、周囲の状況等)を利用して翻訳精度を高める技術の確立、⑤自動同時通訳の評価技術の確立を目指す。

また、社会実装を着実に進めるため、⑥多様な分野でも利用可能な多言語自動翻訳の実現に向けた翻訳バンクによる大規模な対訳の構築、⑦旅行、医療、防災等を含む日常会話の翻訳品質の実用レベルへの強化が必要な重点言語を含めた対訳コーパスの構築を図る。

**(ウ)研究開発成果の社会実装**

2025 年大阪・関西万博を見据え、新たな社会ニーズや多様なシーンを想定したユーザインターフェースの活用を踏まえつつ、①グローバルコミュニケーション開発推進協議会等の産学官の関係者が集う場の活用、②開発した技術を利用したサービスやこれと様々な技術とを組み合わせたサービスの事業化等を希望する企業等に対する実証実験への支援、技術の試験的な提供等、③実証実験等で得られた課題や知見の研究開発へのフィードバック、④企業等が事業化に至る場合の技術のライセンス提供等による技術移転等着実な社会実装の推進、⑤開発した技術の社会実装に結びつくソフトウェアの開発及び運用により、(ア)及び(イ)の研究開発成果である自動同時通訳技術又はこれと様々な技術が連携したシステムや各技術の社会実装の推進を図る。

**(2)社会知コミュニケーション技術**

高度な深層学習技術等を用いて、インターネット等から、複数文書の情報を融合しつつ、それらに書かれている膨大な知識すなわち社会知を、人間にとってわかりやすい形式で取得し、さらには、それら社会知の組み合わせや類推等で様々な仮説も推論する技術を開発する。

また、同様に深層学習技術等を活用し、前記技術で得られた社会知や仮説、さらには用途や適用分野に合った目的やポリシー等を持つ仮想人格を用い、ユーザの興味、背景や文脈に合わせた対話等ができる社会知コミュニケーションシステムを開発する。

さらに、上で述べたようなインターネット等から知識、仮説を取得する技術や、それらを活用する音声対話システム等、インターネット等の知識・情報を活用する高度な AI サービスにおいて、ユーザの要求の変動に質的、量的にエラスティックに追従し、運用コストを低減する技術を研究開発する。

加えて、これらの技術によってより多様な人々が社会知をより有効に活用できる社会の実現に貢献し、また、開発した技術の社会実装を目指す。

**(3)スマートデータ利活用基盤技術**

実世界の様々な状況を随時把握し最適化された行動支援を行うことを目的として、多様な分野のセンシングデータを適切に収集し、複合的な状況の予測や分析の処理を、個々の環境に適合させ、同時に相互に連携させながら全体最適化を行う分散連合型の機械学習技術やデータマイニング技術の研究開発を行う。これらの技術により、従来のパブリックデータに加えプライベートデータも活用した予測や分析を可能にし、データ収集・予測・分析のモデルケースを種々の課題解決に効果的に展開できるようにする。具体的には、これらの技術を用いて、地域の環境問題を考慮した安全・快適な移動や健康的な生活等を支援するスマートサービスを自治体等に展開できるよう、その開発に必要なプラットフォームを構築し、その実証を行うことにより、技術の社会実装につなげていく。

中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の主な業務実績等	自己評価				
1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野	1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野	<評価軸> ・ 研究開発等の取組・成		<table border="1"> <tr> <td>評価</td> <td>S</td> </tr> </table>	評価	S	<table border="1"> <tr> <td>1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野</td> </tr> </table>	1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野
評価	S							
1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野								

		<p>果の科学的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）が十分に大きなものであるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。</li> <li>研究開発等の成果を社会実装につなげる取組（技術シーズを実用化・事業化に導く等）が十分であるか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt; 【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>具体的な研究開発成果</li> <li>研究開発成果の移転及</li> </ul>		<p>深層学習など AI 技術を活用した誰もが分かり合えるユニバーサルコミュニケーションの実現を目指した研究開発を推進しており、特に第5期中長期期間の2年目としては、多言語コミュニケーション技術では「グローバルコミュニケーション計画 2025」(令和2年3月 31日総務省:GCP2025)達成に向けた活動と、社会知コミュニケーション技術では次期主要課題化に向けた活動に関して、目標達成に向けた高い技術成果の創出と社会実装に向けた活動の両面から推進することが重要であり、同時通訳の達成レベルの客観的評価技術や日本語の「崩れ」に関する評価用コーパスの構築、仮想人格技術に関連する質問タイプの大幅な拡張や新規仮説を多数生成できる新たな仮説生成手法の開発などの高い科学的成果をあげるとともに、経済安全保障等の分野で重要な5言語に関する音声認識精度の改善を大幅に前倒して実現したことや、社会課題の解決に資する MICSUS や SOCDA の社会実装を推進し技術移転につなげていることは、非常に高い成果である。また、中項目として重点をおいている多言語コミュニケーション技術における、当初計画を越えたウクライナ語への対応を極めて短期間で実施してVoiceTraで公開する社会貢献につながる成果や、具体的なライセンスにもつなげる社会実装での成果もあげており、これらは</p>
--	--	--	--	---

		<p>び利用の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>共同研究や産学官連携の状況</li> <li>データベース等の研究開発成果の公表状況</li> <li>(個別の研究開発課題における)標準や国内制度の成立寄与状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>査読付き論文数</li> <li>招待講演数</li> <li>論文の合計被引用数</li> <li>研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)</li> <li>報道発表や展示会出展等の取組件数</li> <li>共同研究件数</li> <li>(個別の研究開発課題における)標</li> </ul>		<p>極めて高い成果である。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」とした。</p>
(1)多言語コミュニケーション技術	(1)多言語コミュニケーション技術		(1)多言語コミュニケーション技術	(1)多言語コミュニケーション技術
(ア)音声コミュニケーション技術	<p>(ア)音声コミュニケーション技術</p> <p>旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質が実用レベルに達している重点言語について、自動同時通訳を実現するための音声コーパス構築と音声認識技術の研究開発として以下を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>模擬講演・模擬会議の音声コーパスに関して、ベトナム語 500 時間、日英中韓各 200 時間等、合計 2,000 時間を構築する。</li> <li>リアルな日本語講演の音声認識において、準実用レベル(誤りがあるが音声認識結果を読んである程度理解できるレベル)の認識精度を達成する。</li> <li>End-to-end 音声認識技術に基づく次世代音声認識モデルの基礎研究を行う。</li> </ul>	<p>(ア)音声コミュニケーション技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ベトナム語 720 時間、日本語 280 時間、韓国語 390 時間等、合計 3,060 時間の模擬講演・会議音声コーパスを構築した。リアリティの高い模擬ビジネスミーティングを収録した日本語の音声認識用テストセットを構築し、SPREDS-D1 として Web 上で一般公開した。</li> <li>リアルな音声データとして、機構内部の会議を録音し、文字起こしを行って学習用コーパスおよびテストセットとして整備した(合計 76 時間)。追加した学習データが大きな効果を示し、CEATEC 2020 収録音声から作成した日本語のテストセットで実用レベル(軽微な誤りがあるが音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル)の認識精度を達成した。</li> <li>日本語および中国語の end-to-end 音声認識においては、同音異義語の表記を推定するために音素識別の結果に対して複雑な変換処理が必要となる問題がある。これを解決するために Pronunciation-aware Unique Character Encoding 手法を提案した。これにより、計算量の増加なしに実用的な end-to-end 音声</li> </ul>	<p>自動同時通訳の実現に向け、同時通訳の達成レベルの客観的評価技術の確立や日本語の「崩れ」に関する評価用コーパスの構築などの非常に高い研究成果をあげるとともに、GCP2025 の実現に向けては早期に自動翻訳技術が社会に展開、活用されることが重要であり、文より短い翻訳単位(チャンク)での翻訳の遅延圧縮効果を年度計画以上の言語間数で確認し、また翻訳時に一つ前の翻訳単位も含んで翻訳するように手法を改良したことなどで自動同時通訳の実現性と価値を示したこと、経済安全保障等の分野で重要な5言語に関する音声認識精度の改善を大幅に前倒して実現したことなどの非常に高い成果を上げている。特に、年度計画を越えて、ウクライナからの避難民のための緊急的な初期対応として VoiceTra にウクライナ語を4か月という短期で追加し、さらに民間企業へのライセンスにつなげたことは極めて高い成果である。</p>	

- 複数話者が混在するオーディオストリームから話者ラベルを自動推定する技術を開発し、検証システムを試作する。
- 言語識別、話者認識技術におけるドメイン適応(発話スタイルや環境への適応)に関する基礎研究を行う。

旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質が実用レベルに達している重点言語について、自動同時通訳を実現するための音声合成技術の研究開発として以下を行う。

- 日英中以外の GCP10 言語について CPU で動作するニューラル音声合成モデルを開発する。
- 話速変換に対して音質劣化が小さい音声合成モデルに関する研究を行う。

準化や国内  
制度化の寄  
与件数  
等

- 認識エンジンの実現が可能となった。この成果を IEEE SLT で発表した(採択率 42.1%)。
- 話者ラベルを自動付与する議事録作成支援システムを開発し、研究所内で試用を開始した。
- 言語識別におけるドメイン依存性の問題の解決を目指して、音響的特徴に加えて言語的特徴(音素連鎖の特徴)をモデル化可能な Transducer-based language embedding 手法を考案した。クロスドメインデータで識別精度を評価したところ、2秒の発話に対する誤識別率が 17.7% から 9.31% に改善した。この成果を Interspeech2022 で発表した(採択率 51.5%)。
- 日英中韓越以外の GCP10 言語について実用レベルのニューラル音声合成モデルを開発した。スペイン、フランス、タイ、インドネシアの各言語は令和4年 11 月、ミャンマー語は令和5年3月に VoiceTra で一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。なお、韓国語とベトナム語については令和3年度中に開発・一般公開済みである。
- 言語解析結果であるコンテキストラベル系列から音声波形を1つのニューラルネットワークで直接生成する end-to-end モデルを開発した。これにより、音質改善を実現しつつ(MOS 値 4.0 から 4.3 へと改善)学習時間が半分以下となった。この方式により日本語、英語、中国語および韓国語の音声合成モデルを試作し、マルチスポット音場再生の公開デモ等で使用した。
- 基本周波数の高調波を入力するニューラル波形生成モデルを考案し、従来のメルスペクトログラム入力と比較して話速変換時の音質劣化が小さいことを実験的に確認した。
- 同一の話者が声の高さを複数通りに変えて発声した音声のコーパスを開発し、声質制御の研究用として一般公開した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 同時通訳者の技能を科学的・工学的に分析し、通訳誤りに関するスコアのデータ化を世界で初めて実現し、自動化した同時通訳の到達レベルの客観的評価技術の確立に寄与したこと。
- 日本語の「崩れ」に関する評価用コーパスを初めて構築し、公開したことで、標準的な表記から逸脱したユーザ生成テキストによる言語処理(自動翻訳等)システムの精度低下の問題を解決する研究加速に貢献したこと。
- 言語解析結果であるコンテキストラベル系列から音声波形を1つのニューラルネットワークで直接生成する end-to-end モデルの開発により、音質改善(MOS 値 4.0 から 4.3 へと改善)と学習時間の半減を達成したこと。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 文より短い翻訳単位(チャンク)について、年度計画である日本

旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質の実用レベルへの強化が必要な重点言語について、音声認識技術・音声合成技術の研究開発として以下を行う。

- 日常会話に関して、クメール語 100 時間、モンゴル語 100 時間、合計 200 時間の音声コーパスを構築する。
- ネパール語に関して、実用レベル(軽微な誤りがあるが音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル)の認識精度を達成する。
- モンゴル語の音声合成で、準実用レベル(読み誤りが多少あるが、明瞭性・自然性は実用上問題ないレベル)の音質を達成する。
- ロシア、アラビア、ヒンディー、イタリア、ドイツの5言語について、音声認識技術を開発するために各言語 800 時間の音声コーパス、音声合成技術を開発するために各言語男女各 20 時間の音声コーパスを構築する。

- クメール語 140 時間、モンゴル語 120 時間の音声コーパスを構築した。
- ネパール語に関して実用レベルの認識精度を達成した。令和4年7月に VoiceTra で一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。
- モンゴル語の音声合成で準実用レベルの音質を達成し、令和4年8月に VoiceTra で一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。
- ロシア、アラビア、ヒンディー、イタリア、ドイツの5言語について合計 7,350 時間、ウクライナ語について 550 時間の音声認識用音声コーパスを構築した。ロシア語、アラビア語、ドイツ語の音声認識について、令和5年度から令和4年度に計画を大幅に前倒して音声認識モデルを開発し、実用レベルの認識精度を達成した。イタリア語およびヒンディー語についても同様に準実用レベル(誤りがあるが音声認識結果を読んである程度理解できるレベル)の認識精度を達成した。ロシア語、アラビア語、ドイツ語は令和4年 11 月、イタリア語、ヒンディー語は令和5年3月に VoiceTra で一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。
- ロシア、アラビア、ヒンディー、イタリア、ドイツ、ウクライナの6言語について男女(ウクライナ語は男性のみ)各 20 時間の音声合成用音声コーパスを構築した。
- ロシア、アラビア、ヒンディー、ドイツ、イタリアの5言語に関して試作レベルの音質の音声合成モデルを開発した。ロシア語は

語と中国語だけでなく、日本語と韓国語、越語、台湾語、および英語と中国語、韓国語、越語、台湾語にも拡張して遅延圧縮効果を確認し、またチャンク分割による翻訳品質の劣化を抑制するため翻訳時に一つ前の翻訳単位も含んで翻訳するように手法を改良したことで、実用的な自動同時通訳技術の実現に近づいたこと。

- 年度計画を越えて、ウクライナからの避難民のための緊急的な初期対応として VoiceTra にウクライナ語を4か月という短期で追加したこと。
- プレスリリースの他、一般の方々を対象とした自動翻訳シンポジウムや GCP 協議会会員を対象とした講演会の開催、CEATEC 等8件の展示会出展などで積極的に周知を図り、また、消防研究センターと共同で開発した救急隊用多言語音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」が 47 都道府県の 723 本部中 683 本部 (94.5%) の消防本部で導入され(令和5年1月1日時点)るなど、安全な社会生活を支える応用などへの展開が更に進展したこと。

#### 【社会実装】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 音声認識について経済安全保障等の分野で重要なロシア、ア

		<p>令和4年8月、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語は令和5年3月にVoiceTraで一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ウクライナ語への緊急対策として、既製品の音声コーパス250時間分を急遽調達し、音声認識モデルを作成した。生活会話の音声認識用テストセットを作成し、音声認識精度を評価したところ、実用レベルの精度(軽微な誤りがあるが音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル)であった。音声認識モデルは、令和4年8月にVoiceTraで一般公開するとともに、商用ライセンスも開始した(1者と契約済み)。</li> <li>音声合成に関しても既製品の小規模な音声コーパスを調達して試作レベル(読み誤りや不明瞭箇所があって聞き取りが困難なことがあるレベル)の音質の音声合成モデルを開発し、令和4年8月にVoiceTraで一般公開するとともに、1者に商用ライセンスを提供した。</li> </ul>	<p>ラビア、ヒンディー、イタリア、ドイツの5言語について計7,450時間の音声コーパスを構築し、ロシア語、アラビア語、ドイツ語は計画を大幅に前倒して令和4年11月に実用レベルの認識精度を達成してVoiceTraで公開した。またイタリア語およびヒンディー語についても同様に準実用レベル(誤りがあるが音声認識結果を読んである程度理解できるレベル)の認識精度を達成し令和5年3月にVoiceTraで公開したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ウクライナ語への緊急対策として、音声認識および音声合成モデルを作成し、令和4年8月にVoiceTraで一般公開するとともに、音声認識モデル及び音声合成モデル各1者に商用ライセンス提供したこと。</li> <li>文単位の分割による翻訳に対応する言語を増やし、チャンク単位と併せて、前期に技術移転完了したこと。</li> <li>研究成果の知的財産化および広報活動に積極的に取り組み、研究成果の直接ライセンスは計48件(40者)となり、また、機構の技術を活用した商用製品・サービスが新たに6件生まれ、多数の分野・業界で利用が拡大し、機構の知財収入の約75%を占めるに至った。</li> </ul>
<p><b>(イ)自動同時通訳技術</b></p>	<p><b>(イ)自動同時通訳技術</b></p> <p>ビジネスや国際会議等の場面に対応した実用的な自動同時通訳技術を実現するため以下を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>文より短い翻訳単位に基づく低遅延性についての深層学習を使った研究開発の対象を令和3年度の対象であった日本語、英語から中国語を含むように拡張し効果を評価し手法の改良に繋げる。</li> <li>また、同手法の実装であるソフトウェアについて可能な部分から技術移転を行う。</li> <li>さらに、次年度の研究開発での深層学習のデータについて言語数を増やす。</li> </ul>	<p><b>(イ)自動同時通訳技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>文より短い翻訳単位であるチャンクを、同時通訳過程をデータ化したものに基づいて、深層学習によってチャンクで分割可能な言語ペアは、年度計画の日本語と中国語だけでなく、日本語と韓国語、越語、台湾語にも拡張した。さらに、英語と中国語だけでなく、英語と韓国語、越語、台湾語にも拡張し、遅延圧縮効果を確認した。また、チャンク分割による翻訳品質の劣化を抑制するため、翻訳時に一つ前の翻訳単位も含んで翻訳するように手法を改良した。</li> <li>文単位の分割による翻訳の対応も言語を増やし、チャンク単位と併せて、前期に技術移転完了した。</li> <li>チャンク単位のデータ収集について日本語からインドネシア語、フィリピン語、ブラジルポルトガル語、フランス語の4言語に拡張した。</li> </ul>	

- 対訳データ量が少ない言語の翻訳精度を一定程度にするため、活用アルゴリズムを改良し多言語化を進める。
- 人間の同時通訳とコンピュータの同時通訳の双方に適用可能な能力評価について検討する。
- また、社会実装を着実に進めるため以下を行う。
- 多分野化と多言語化のための翻訳バンクについて、専門性の高い科学技術論文の日本語と英語のデータ収集を進める。

- 対訳データ量が少ない言語の翻訳精度を一定程度にするため、ユニバーサル翻訳モデルとして学習し、ウクライナ語も含め 31 言語 x30 言語の多言語 NMT を技術移転した。
- ユーザ生成テキストでは「標準的な」表記から逸脱した「崩れた」表記が多用される。標準的な表記の(対訳等の)アノテーションデータは大規模に確保できるが、「崩れた」表記にかかわる大規模なアノテーションデータは存在しない。言語処理(自動翻訳等)システムは標準的な表記の大規模データから構築されるので「崩れ」がシステムの精度を大きく低下させる。「崩れた」表記から「標準的な」表記を求めることによって問題解決する研究を促進するために機構では日本語の「崩れ」に関する評価用コーパスを初めて構築して公開した。
- 同時通訳の技能は科学的・工学的には分析されてこなかった。本研究は自動化した同時通訳の到達レベルを示す計画であり、通訳レベル評価の手順を確立する必要がある。
- 同時通訳のエージェントとクライアントの間で長年運用されてきた通訳レベルを勘案し、A、B、C の3段階のレベルを設定した。
- 本研究では、エージェント以外が客観的にレベルを評価できるようにするために、通訳課題文(入力)と、異なるレベルの被験者による通訳結果(出力)と、入力と出力の対を参照して判定される通訳誤りに関する、(複数の評価者による)スコアをデータ化した(世界初)。
- 高度な英語力を有する通訳者の間に存在するレベル差を識別しうる高難度の課題文の作成方法や誤りの評価基準などについて、先行事例が全く無い中、実験を繰り返して改良してきた手法で、令和4年度はデータを大規模化した。
- 専門性の高い英文論文の集積である PubMed や arXiv を基に科学技術論文を日本語に MTPE (Machine Translation Post-editing: 具体的には、機構の高精度の自動翻訳システムで英日翻訳し少数の誤訳を人手で修正)することで日本語と英語のデータ収集を進め、汎用モデルをカスタマイズ(ファインチューニング)して、科学技術論文専用の高精度自動翻訳モデルを構築し「みんなの自動翻訳@TexTra」サイトで公開し技術移転した。さらにタグ処理にかかわる周辺技術も開発し、技術普及・社会実装の加速を目指して、高精度自動翻訳の利用によって拓かれる

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多分野化と多言語化のための翻訳バンクについて、多様な情報を含むニュース記事の日本語と英語のデータ収集を進める。また、ロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語に拡張する。</li> <li>• 旅行、医療、防災等を含む日常会話対訳コーパスをロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語に拡張する。</li> </ul>		<p>「新しい多言語情報収集の形態が体験できるシステム」を構築した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 翻訳精度について熾烈な競争下にある英日自動翻訳において、多様な情報を含むニュース記事の対訳を構築し、一層の高精度を実現した。</li> <li>• 外交・防衛や経済安全保障等の分野において各国情報の円滑な収集を可能とするため、ロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語について、ニュース記事の対訳を構築し、汎用の自動翻訳システムを構築した。</li> <li>• ヒンディー語をはじめとする 11 の主要なインド言語と英語を対象にした事前トレーニングモデル IndicBART を構築した。IndicBART は mBART50 よりパラメータが少なく、他方、翻訳(言語によって異なるが、BLEU で最大約7%の増加)等のタスクで mBART50 に匹敵する又は優る精度を達成した。IndicBART を MIT ライセンスとして公開した。</li> <li>• 外交・防衛や経済安全保障等の分野における各国情報の円滑な収集のため、日常会話対訳コーパスをロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語に拡張した。更に、収束がままならないコロナ禍によってグローバル化された社会経済の弱点として再認識された感染症対応の日本語文を作成し対訳も作成した。</li> <li>• 基本会話について日本語・ウクライナ語の対訳を作り、ウクライナ語対応翻訳エンジンを VoiceTra に追加した。翻訳エンジンは 3 者に商用ライセンスを提供した。</li> </ul>	
<p><b>(ウ)研究開発成果の社会実装</b></p>	<p><b>(ウ)研究開発成果の社会実装</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• グローバルコミュニケーション開発推進協議会の事務局として協議会の活動を企画・運営し、研究開発や社会実装を促進するための情報共有やシーズとニーズのマッチング等の場を提供する。</li> </ul>		<p><b>(ウ)研究開発成果の社会実装</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 産学官連携拠点として、グローバルコミュニケーション開発推進協議会(以下「GCP 協議会」という。)(224 会員(令和5年3月末時点))の事務局を運営し、会員を主な対象として、総会、普及促進部会、技術部会などの各種会合を開催している。</li> <li>• 自動翻訳シンポジウムを令和5年2月に一般も対象とし開催し、389 名が参加した。本シンポジウムでは、これまで技術的な講演が中心であったところ、アフターコロナを見据え日本政府観光局によるインバウンド需要等の講演により需要喚起を行ったほか、リアル展示を4年ぶりに実施した。</li> <li>• さらに、GCP 協議会会員・部会員に対して、株式会社海外通信・</li> </ul>	



- オンラインの開催含めシンポジウムや展示会等のイベントを積極的に活用し、研究開発成果の周知を図るとともに、外部との連携や共同研究を促進する。

- 放送・郵便事業支援機構(JICT)の事業内容の紹介を実施した。それに加え、多言語翻訳技術に関する欧州及びアジアの事例及び市場の動向を調査中であり、その結果を令和5年度に向けてフィードバックすべく準備を進めている。
- これらにより、国内市場の活性化及び民間企業の海外進出を見据えた多言語翻訳技術の社会実装を促進した。
  - 大阪・関西万博における多言語翻訳技術の実装・利活用に関しても、GCP 協議会会員に対し、2025 年日本国際博覧会協会からの情報提供を行ったほか、総務省委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」の成果である同時通訳 API、基本アプリ、デザインルールの試験提供を実施した。
  - 令和4年4月の総務省からの要請を受け、年度計画を越えて、ウクライナからの避難民のための緊急的な初期対応として、VoiceTra で翻訳できる言語にウクライナ語を追加し、令和4年8月にプレスリリースを行った。これについて、テレビニュース2件や新聞等の複数の記事で取り上げられ、また、出入国在留管理庁の在留ウクライナ人向け Web サイトやウクライナ大使館のSNS でも紹介された。
  - 上記の、一般の方々を対象とした自動翻訳シンポジウムや GCP 協議会会員を対象とした講演会の開催に加え、福岡県や熊本県において多言語翻訳技術の講演を実施し、研究成果の周知を行った。
  - 展示に関しては、CEATEC など8件に出展した。この中では、同時通訳技術の研究開発状況及び VoiceTra 及びその技術の活用状況をアピールした。
  - 大阪・関西万博に関連する議員団や府省の視察に対応するとともに、日本国際博覧会協会とも情報交換を行った。
  - パンフレットやホームページを活用した情報発信も積極的に行った。
  - ヤマハとの共同研究の枠組で、東京都主催の障がい者スポーツ関連イベントにおける聴覚障がい者向け情報保障の実証実験を実施した。
  - 中高生を対象にアイデアソンを開催し、その中で、多言語翻訳技術の必要性や、10 年後の多言語翻訳技術について、中高生と研究者がディスカッションを行った。
  - これらの活動により、機構の技術移転先の作成した多言語翻訳システムの利用は、報道ベースで、65 件確認された。

- 外部との連携等により、辞書等のコーパスを収集するとともに、得られた課題や知見を研究開発へフィードバックする。
- 様々な機会を捉え、蓄積した知財の有用性を PR するとともに、技術のライセンス提供や民間サービスへの橋渡しを進め、社会実装を促進する。

- 公共応用に関して、警察関連では、機構の技術を用いた警察庁のシステムや独自のオンプレの利用が進んでおり、また、11 道府県警では、VoiceTra の利用も継続された。
- 消防関連では、消防研究センターと共同で開発した救急隊用多言語音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」が 47 都道府県の 723 本部中 683 本部 (94.5%) の消防本部で導入された (令和5年1月1日時点)。
- これらにより安全な社会生活を支える応用などへの展開が更に進展した。
- 外部連携等を通じて「翻訳バンク」の活動として辞書・コーパスを収集し、研究開発にフィードバックした。新たに4者から提供を受け、辞書・コーパスの提供組織は 100 者となった。収集した辞書等は VoiceTra の基盤となる音声翻訳エンジン・サーバで活用された。
- 同時通訳技術の研究開発に必要な、会議・講演時のリアルな音声データを収集するため、音声ファイルの書き起こしを行うアプリを製作した。まず機構内を対象に周知し、20 を超える部署から要望を受けて配布した。
- 技術移転に向けて、知的財産を所管する部門との連携を強化するとともに、研究開発成果の特許等の知的財産として蓄積する体制の整備を進め、新たに 11 件 (うち同時通訳のコア要素 (チャック翻訳、音声合成技術) に関連するもの8件) の国内外特許出願及び PCT 出願を行った。特許登録は新たに 11 件増えた。
- 前述の広報活動等による民間企業からの引き合いに対応するとともに、既存の技術移転先の製品・サービスの紹介も実施した。その結果、研究開発成果であるソフトウェアやデータベースの直接ライセンスは、計 48 件 (40 者) となった。また、高品質なニューラル音声合成技術やユニバーサル翻訳モデルに関し、11 者と商談 (音声合成4者 (うち、3者と契約済)、翻訳7者 (うち、3者と契約済)) した。コニカミノルタ (株) の自治体・行政向け多言語通訳サービス「KOTOBAL (コトバル)」で業界初の「やさしい日本語 AI 音声翻訳サービス」の提供 (第2回多言語音声翻訳コンテスト総務大臣賞の技術を活用)、東芝デジタルソリューションズ (株) の高精度機械翻訳「DOCCAI 翻訳」のサービス提供やポケットーク (株) の AI 翻訳アプリ及び「ポケットーク同時通訳」サブスクリプションサービスなど、機構の技術を活用した商用製品・サービスが新たに6件生まれた。ポケットーク (株) の携帯型音声通訳機「ポケ

	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動同時通訳の実現に向け、同時通訳サーバソフトウェアの開発及びスマートフォン用アプリ、様々な技術と連携したデモシステム等の開発を進めるとともに、開発したシステムの安定運用を行う。</li> </ul>	<p>トーク」の関西国際空港への導入、コニカミノルタ(株)の「KOTOBAL」の岐阜・大垣市役所での実証実験、凸版印刷(株)の遠隔多人数翻訳サービス「RemoteVoice」の秋田県への導入及び対面での円滑な多言語コミュニケーションを実現するサービス「VoiceBiz<sup>®</sup>UCDisplay」の鉄道会社等での実証実験など、他企業の製品・サービスも、自治体・医療・製造業・IT 関連企業をはじめ、多数の分野・業界で利用が拡大し、機構の知財収入の約75%を占めるに至った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>同時通訳のコア技術の民間企業へのライセンスも実現した。</li> <li>同時通訳の活用イメージを示すデモシステムの開発・改良を行い、海外からの機構への来訪者への研究内容説明や質疑応答等で実際に活用した。Web 会議で同時通訳を行い字幕も表示するデモシステムも製作して、けいはんな R&amp;D フェア 2022 で展示するとともに、機構への視察の際等に活用した。</li> <li>政府の外国人材受入れ・共生政策や観光戦略等を踏まえた重点対応言語の充実・拡大に向け、また、同時通訳プロトタイプを搭載するプラットフォームとしての活用も見据え、社会実装に結びつくソフトウェアの開発を加速するために、研究開発成果の検証の場として、多言語音声翻訳アプリ VoiceTra の公開・改良を行うとともに、その基盤となる音声翻訳エンジン・サーバの高速化、安定化を行った。また、緊急的な初期対応として、令和4年8月にウクライナ語に対応した。VoiceTra のダウンロード数は、令和4年度に約 100 万件増加し、累計で約 761 万件、シリーズ累計では約 895 万件(令和5年3月末時点)となった。</li> <li>多様なユーザインターフェースに対応した同時通訳システムの社会実装の推進として、マルチスポット再生技術を応用し、同時通訳システムが出力する複数の言語の合成音声を個別のゾーン内で明瞭に聴取できるユーザインターフェースを開発し、政府要人等向けの複数のデモで使用するとともに、日本科学未来館で一般公開の実証実験を行った。</li> </ul>	
<p>(2)社会知コミュニケーション技術</p>	<p>(2)社会知コミュニケーション技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自動並列化深層学習ミドルウェア RaNNC に新しい並列化手法を統合し、高度化する。</li> </ul>	<p>(2)社会知コミュニケーション技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RaNNC の並列化方式を抜本的に拡張し、新たにテンソルを分割して並列に計算する機構を開発し、従来の並列化方式と統合した。従来は、ニューラルネットワークを計算グラフとして分割して扱う方式(グラフ並列)を用いていたが、今回開発した、計算対象</li> </ul>	<p>(2)社会知コミュニケーション技術</p> <p>深層学習技術等を活用した社会知コミュニケーションの実現に向けて研究開発から社会実装に関する多岐に渡る活動を高いレベル</p>

- 大規模 Web 情報分析システム WISDOM X の対応質問タイプ拡充及びタイプごとの質問機構を一つにする統合型質問応答機構の開発を実施する。

のテンソルを分割して並列に計算する方式(テンソル並列)を併用することにより、学習時に必要となるメモリ量を 30~50%程度(ニューラルネットワーク規模等によって異なる)削減した。必要なメモリ量の減少により、大規模モデル学習に必要なサーバ台数が削減できる(200 億パラメータ規模のニューラルネットワークのファインチューニングの場合で2台から1台)ことを確認しており、これは実利用におけるコスト削減にもつながる。これまでにグラフ並列とテンソル並列を併用するアプローチの研究報告では、ニューラルネットワークの学習においてその効率が上昇することは確認されているものの検証されているニューラルネットワークの規模が極めて小さい(確認できた範囲では1億パラメータ未満)。RaNNC のように数千億パラメータ規模のニューラルネットワークに対応し、グラフ並列、テンソル並列を併用できるソフトウェアは、現時点では、研究報告がない。

- RaNNC が「第 35 回独創性を拓く先端技術大賞」経済産業大臣賞を受賞した。関連する新聞等の報道が 14 件あった。
- WISDOM X が対応できる質問タイプを拡充するために以下に示す新たな7種類の非ファクトイド型質問(以下の N1~N7)と Yes/No 型質問(以下の YN1)に対する質問応答データセットを構築した。
  - N1)「特徴・能力」:あるモノの特徴や能力を問う質問。
    - 例:タイ料理は食べたことが無いので、どんな味?
  - N2)「比較・選択」:(A と B の)比較や(A または B の)選択を問う質問。
    - 例:カレイとヒラメの違いについて教えてください
  - N3)「定義・説明」:ある事象に対する定義や説明を求める質問。
    - 例:チーズを熟成するってどういう意味なの?
  - N4)「方法/手順/手段」:ある目的を達成するための方法・手順・手段を問う質問。既存のどうやって型質問と異なり、「どうやって」等の疑問詞を含まないものに限定。
    - 例:蒸し生姜や乾燥生姜の保存方法や保存期間は?
  - N5)「メリット・デメリット」:あるモノ・事象・出来事のメリットやデメリットを問う質問。
    - 例:デザイン住宅を建てるメリットにはどのようなものがあるのでしょうか?
  - N6)「意見・評価/経験」:ある事象・出来事に対する意見・

で推進し、特に本技術の多様な用途への活用や、背景や文脈に合わせた対話を実現するための仮想人格技術に関連する研究開発において、WISDOM X が対応できる質問タイプの大幅な拡張や、新規仮説を数百個のレベルで多数生成するという新たな仮説生成手法の開発など高い研究成果を上げるとともに、基盤技術となる自動並列化深層学習ミドルウェア RaNNC の並列化方式の抜本的な拡張を実施したこと、また、高齢者介護や防災などの社会的課題の解決に寄与するサービスの社会実装を推進し、MICSUS では令和5年度に商用ライセンス契約を締結する見込みを得たこと、SOCDA では商用トライアルサービス(無償)を今年度60もの多数の自治体等で開始し、新規に2自治体で商用サービスの利用が開始されたこと、などは極めて高い成果である。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- WISDOM X が対応できる質問タイプの拡充のために、なぜ型質問、どうやって型質問、7種の新

経験等を問う質問。

➤ 例: 人は非日常的な事象に遭遇した時、何を思うか

- N7)「状況確認/見込み」: ある事象・出来事に対する状況の確認や今後の見込みを問う質問。

➤ 例: 今夏、そして将来の電力供給はどうなる?

- YN1)「Yes/No」: ある事象・出来事に対して Yes か No を回答として求める質問。

➤ 例: 抗菌処理ということはカビにも強い?

- より具体的には、Web テキストから質問文を自動抽出し、上記の8種の質問のいずれかに分類できるものを人手で選別した。また、選別した質問で Web テキストから回答を含むようなパッセージ(最大7つの連続する文で構成)を検索し、その結果で得られたパッセージにおける回答有無の判定と回答を含む文の抽出を人手で行った。最終的に上記の8種類の質問タイプに対する合計 19,604 質問と 195,461 件のパッセージからなる新規の質問応答用のデータセットを構築した(このうち 18,404 質問、183,494 件のパッセージを学習データとして後述する評価を実施)。また、上記のデータセットに加え、現行の WISDOM X における「なぜ」型・「どうやって」型質問応答機構の強化のために上述したデータセットの構築と同様に Web テキストから自動獲得したパッセージに対して回答有無の判定と回答を含む文の抽出を人手で行い、42,318 質問に対する 531,282 件のパッセージからなる新規の学習データを構築した。まとめると、新規8種類と既存2種類の合計 10 種類となる非ファクトイド型質問応答および Yes/No 型質問応答用の学習データ合計約 71 万件を整備した。現在試験公開中の WISDOM X における「なぜ」型・「どうやって」型質問応答のための学習データとあわせると世界最大規模となる累計 118 万件的学習データとなる(既存の大規模質問応答用データの同種の英語、中国語のデータセットである MS MARCO(英語、約 52 万件)、Natural Questions(英語、約 31 万件)、DuReader(中国語、20 万件)より2倍以上大きい)。
- また、上記の新規データセットを用いて、なぜ型質問、どうやって型質問、7種の新規非ファクトイド型質問、Yes/No型質問の合計 10 種の質問全てに対応できる統合型質問応答モデルを開発した。既存のなぜ型・どうやって型質問応答機構では、なぜ型・どうやって型といった質問タイプを区別して学習したパッセージの回答有無判定モデルとパッセージ内の回答文抽出モデルといった

規非ファクトイド型質問、Yes/No 型質問の合計 10 種の質問応答に関する世界最大規模となる累計 118 万件的学習データを整備し、さらに 10 種すべてに対応できる統合型質問応答モデルを開発した。これにより、ユーザからの多様な質問に精度よく対応できるようになっただけでなく、実装に必要な GPGPU を含む計算機リソースを大幅に削減できることが確認でき、今後社会実装上の課題となる運用コスト低減へ貢献することが期待できること。

- SIP 第2期における「Web 等に存在するビッグデータと応用分野特化型対話シナリオを用いたハイブリッド型マルチモーダル音声対話システムの研究」を引き続き推進し、システム、高齢者それぞれ約1万3千発話の客観評価という日本語として最大規模の評価を実施して当初目標を大幅に上回る性能を達成する成果をあげ、このような高品質な雑談的応答が達成できたことは仮想人格に関する研究開発の顕著な進捗とみなすことができること。
- 文間意味的關係知識を用いて世界最大の 17 億件もの仮説生成用の学習データを作成し、入力文と仮説の方向性を指定するキーワードを与えられると、そのキーワードに関連した自明ではない新規仮説を数百個のレベ

複数のモデルで回答を抽出したが、統合型質問応答モデルは、質問のタイプを区別せず、マルチタスク学習法によって学習した1つのモデルでパッセージの回答有無判定とパッセージ内の回答文抽出を同時に行うことが可能である。これにより、質問タイプ毎に用意すべき質問応答モデル、そして、回答有無判定や回答文抽出といった回答抽出のために従来必要だった多数のモデルを一元化し、質問応答機構の実装に必要な GPGPU を含む計算機リソースを大幅に削減できる。例えば、BERT\_LARGE で実装した「回答有無判定」と「回答文抽出」の2つのモデルで質問応答機構を構成する場合、各々のモデルが 6GB 程度のメモリを要するため、1種の質問に対応する質問応答機構の運用に最低 12GB 以上のメモリを持つ1枚の GPGPU が必要であり、今回カバーした 10 種類の質問に対応しようとする、少なくとも 120GB 以上のメモリを複数の GPU で確保しなければならない。(最新の NVIDIA A100(40GB)であれば、3枚が必要となる。) 一方で、統合型質問応答機構の利用により 6GB のメモリを備えた GPU1 枚で 10 種類の質問に対応でき、メモリの節約効果は 20 倍となる。本技術は、今後社会実装上の課題となっている運用コスト低減へ貢献すると期待できる。

- このように、WISDOM X が対応できる質問の種類を大幅に増やし、ユーザからの多様な質問に対応できるようになった。これら既存の WISDOM X で回答できなかった8種の質問に対して1種類毎に 50 問、合計 400 問となる評価データを作成し、評価したところ 78% の P@1(最上位結果の精度)、90%の P@3(上位3位の結果内に正解がある比率)といった高精度で回答可能になった(上記数値は、WISDOM X とは別途に用意したデータ作成用の回答検索機構を用いて回答パッセージを検索し、その検索結果の回答パッセージにおける回答有無を手で判定して作成した評価データで評価した結果である)。さらに、既存のなぜ型・どうやって型質問への質問応答精度も向上し、P@1 で5%の性能向上(WISDOM X による最上位結果を手で評価: 77.5% ⇒ 82.5%)、P@3 でも 5.3%(89.5% ⇒ 94.8%)の精度向上を達成した。(評価データが異なるため直接比較は難しいが、非ファクトイド型質問応答の SOTA(英語: 70.9% P@1(Hashemi ら、ECIR20)、日本語: 54.8% P@1(Ohら、ACL19))より高いP@1を達成。)
- 統合型質問応答機構のための統合型回答特定モデルの学習に

ルで多数生成するという新たな仮説生成手法の開発したこと。

- RaNNC の並列化方式を抜本的に拡張し、新たにテンソルを分割して並列に計算する機構を開発した。また RaNNC は「第 35 回独創性を拓く先端技術大賞」経済産業大臣賞を受賞し、関連する新聞等の報道が 14 件あったこと。

### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- MICSUS の対話の結果を高齢者の発話の意味解釈結果も含めて確認、修正できるツールを用いて、ケアマネジャーの介護モニタリングに要する時間がどの程度削減できるか検証を行い、ケアマネジャーと高齢者が面談で介護モニタリングを実施した場合と比較して 69%以上の時間が削減できることを確認した。また、介護領域以外の質問(Web から無作為に抽出した質問)に関しても介護モニタリングとほぼ同等の回答精度の達成を確認し、介護および他分野への応用も可能であることを示したこと。
- 防災チャットボット SOCDA について、自治体組織内での活用に焦点をあて安価に実現できるサービスを構築し、その商用トライアルサービス(無償)を今年度 60 もの多数の自治体等で新規

- 大規模 Web 情報分析システム WISDOM X の新規特定分野へのチューニングを

令和3年度発表、公開したBERTAC(Ohら、ACL21)を採用し、高精度なモデルを構築した。BERTAC は、敵対的学習により因果関係等の意味的關係を示す表現を生成するよう事前学習したCNN を BERT 等の言語モデルと統合し、性能向上を図るものである。機構で独自開発した350GBのテキストで学習したBERTをBERTACに適用し、質問応答における最上位精度で評価したところ、BERT 単体を用いて質問応答をした場合に比べて新しい8種類の質問型に関しては2.7%(75.3%⇒78.0%)、なぜ型・どうやって型質問については、1.7%(80.8%⇒82.5%)の精度向上を確認した。なお、この機構の独自BERTは、Yahoo Japanと早稲田大学の共同研究によって作成され、令和4年5月に公開されたオープンな日本語言語理解ベンチマークJGLUE(Kuraharaら、LREC22)を用いた評価で、JSQuADとJCommonSenseQAの質問応答タスクを含む全てのタスクの全5種類のデータセットを用いた評価において既公開のWaseda RoBERTa\_LARGE等より高精度であることを確認している。このうち3種類のデータセットでは人間による評価値を上回る結果であった。

- また、現在WISDOM Xは後述するようにサイバーセキュリティ分野の情報のサーベイを行うためのチューニングがなされているほか、後述するMICSUSの雑談機能等の仮想人格の一部となる技術でも活用されており、本成果によって、それらのシステムの応答をより多様なものにし、より高度な仮想人格の実現でも活用が見込まれる。
- 昨今トップレベルの学会では、査読付き論文の採録に際し、使用したデータ、実験に用いたプログラム等の公開を義務づけることが増えている。データ駆動知能システム研究センター(DIRECT)では、社会実装の障害となることがないように、独自のオープン・アンド・クローズ戦略に基づき、RaNNCのような基礎的技術については論文発表を行い、オープンにする一方、WISDOM Xや後述する高齢者介護支援マルチモーダル音声対話システムMICSUS等の独自アプリケーションに関して、データ、プログラムの公開を伴う論文発表は控えている状況である。そのため、当該分野の外部動向等は独自に調査、分析し、自らが開発しているシステムとの性能差等を意識して研究開発を進めている。
- サイバーセキュリティ分野を対象とし、民間企業等のセキュリティ担当者の有力な情報源となっている、いわゆるまとめサイトの生成を自動化することを念頭に、「～公式サイト・アプリ管理サーバ

に実施した。このうち、台風第14号接近時に本トライアルを実施していた宮崎県のある山間部市町村においてSOCDAが実活用され、職員による詳細な位置情報、説明、写真が速やかに収集され共有されることで災害対応に非常に役立つことを示したこと。

- 入力文と仮説の方向性を指定するキーワードを与えられると、そのキーワードに関連した自明ではない新規仮説を数百個のレベルで多数生成するとい新たな仮説生成手法の開発し、この技術に対話システムに組み込むことで、ブレインストーミング的な対話までが実現される可能性が見えてきたこと。

#### 【社会実装】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 神戸市の消防団ではこれまで3年以上にわたりSOCDAを活用する長期実証実験を実施していたが、その信頼と実績に基づきこれを商用サービスに移行するなど、防災チャットボットのSOCDAの商用サービスが新規に2自治体で利用開始されるなど(令和5年3月末時点で合計9自治体にて活用)、SOCDAの社会実装を着実に進めたこと。
- MICSUSの実用化、商用化に向けて、HBERTの計算の高速化や、意味解釈モジュールもその

実施する。

- 令和3年度に構築した文レベルの意味的関係知識の大規模データベースを用いて仮説推論技術等の高度

への不正アクセス」といった特定のセキュリティインシデントを表す表現が入力されると、それをもとに WISDOM X 用の質問を自動で生成・編集する新規手法を開発した。これにより、単純な質問テンプレートを適用する方法では、取得が困難だった多様な質問応答結果を網羅的に取得する手法を開発した。より具体的には既存の著名なまとめサイトに基づき、各まとめのタイトルをシステムへの入力とみなし、まとめの記事にある情報を取得するための質問を人手で 1,800 件作成した。質問は、その質問応答結果に現れる重要語等を用いて深掘りをする質問も含んでいる。深掘りをどこまでするのが効率的であるかは検討の余地があるものの、最初からこうした深掘りを行える機構としている点の特徴である。次にこれらの質問から 140 種類の質問テンプレートを作成した。テンプレートの作成は、質問中において重要語を変数とすることで「～の脆弱性をどのように悪用した」という元の質問から「A の B をどのように悪用した」「A の脆弱性をどのように悪用した」といったテンプレートを得る。この深掘りも可能なテンプレートを用いて質問を生成する。さらに、質問の生成の際に同義語を置き換えた質問を生成することで得られる情報の網羅性を向上させる。このための同義語辞書 25 万件を整備した。また、このまとめサイトで使われているキーワードを網羅的に取得できるかどうかを示す評価尺度を新たに設定した。加えて、このまとめサイトの記事テキストを該当のセキュリティインシデントについて情報が集約された結果とみなし、評価が行えるよう評価データを作成した。これを用いて評価を行い、上記手法によりこの尺度が大幅に向上することを確認した。WISDOM X の開発ではランキング上位の結果の精度を主要な性能指標としてきたが、セキュリティ分野等では、再現率、回答の詳細さ等も重要な性能指標であり、この研究を開始した。

- 第5期中長期計画では、その目標を表現する重要なコンセプトとして仮想人格技術を挙げている。この技術は、まず前提として、雑談を含めた協調的な対話を行う人、対話システム等のエージェントの目的は、さまざまな知識や相手の発話等をもとに相手

処理をする際に雑談応答生成が必要と分かった時点で雑談応答生成処理も一体的に行うことによる高速化を行い GPU 1 枚 (NVIDIA V100) で、雑談応答生成も含めて最大 5,000 ユーザが同時利用可能とした。このことで利用者の費用負担の低減を可能とし、複数の事業者と具体的にソフトウェアのライセンス等について交渉を進め、令和5年度に商用ライセンス契約を締結する見込みを得たこと。



化を実施する。

の意図を推測あるいは仮定し、それを踏まえて、その相手の目的のより良い形での達成や、そもそも目的の変更、達成の結果のより良い形での享受等に資する情報を交換し、相手、あるいは自らの行動を変容させることであると仮定する。なお、当然のことながら、交換される情報は対話参加者が共有済みであったり、自明な情報であったりしてはならない。また、ここで交換される情報は根拠のあるものだけでなく、未検証の仮説や将来の計画、プラン等であっても良い。こうした仮説、プラン等は相手の目的設定等、意思決定を支援し、行動変容につながることもあり、そのような仮説、プラン等を交換、検討することがブレインストーミングやシナリオプランニングといった意思決定手法の眼目である。加えて、上で仮定した目的を踏まえても、対話で交換すべき情報には多種多様なものがあり、どのような情報を交換するかについてのより具体的なポリシーや能力、さらには意図する行動変容等の方向性といった、いわばパラメータが、常識的な意味での個々のエージェントの「人格」を定義する大きな要素となる。また、一見、上述の目的は特定の種類の対話に特化しており、適用範囲が狭いようにも思えるが、例えば、思い出話の披露等、過去の情報の交換も将来に向けての教訓の共有と解すれば、上記の目的に合致し、広範な対話が上記の目的に従って行われていると解される。さらに切符の予約等、外部システムへのトランザクションやロボットの物理的行為等を伴う対話も、システム、ロボットがユーザに対してトランザクションや行為にコミットしているという情報を提供していると考えれば、多くの場合、上記目的に合致していると考えられる。仮想人格技術とは、広く上記のような目的、特性を備えた対話システムを実現するための技術の総称である。

後述する高齢者向け対話システム MICSUS、特に Web 情報を用いて雑談を行うモジュール(前年度までは次世代音声対話システム WEKDA と称していた)は、上記の仮想人格技術の初歩的な例ということになる。より具体的にその技術的内容を説明すると、Web 等のビッグデータから収集した多様な知識を用いて、ユーザの発話等の入力から、ユーザの目的を、多くの場合、ユーザ発話中で言及されたトピックの「一般的な、もしくは常識的な活用」に関係するものだと仮定し、その目的の達成や、それに関するさらなるチャンスの享受やリスクの回避を支援する情報を雑談的応答として提供する。具体的な対話例を挙げると、「野菜

「サラダが好き」といったユーザの発話から、このユーザは野菜サラダを（一般的な、もしくは常識的な意味で）活用する、すなわち、食べるという目的を持つことがよくあるのだな、と推測し、食べることに関係するチャンスやリスク、例えば、「野菜サラダに卵を追加すると、ビタミン E の吸収を促進する」といったチャンスに関する情報を提供する。このように生成された応答の品質についての評価は、後ほど MICSUS に関する報告中で示すように非常に良好であるものの、ユーザの目的が、発話中のトピックの「一般的、常識的活用」（例：野菜サラダを食べること）への関連が薄い特殊な目的（例えば、野菜サラダの販売や野菜サラダの「映える」写真撮影等）であってもそれを推測し、そうした目的により即した雑談的応答ができるように拡張をしていくことで、さらに高品質な対話が可能になり、また、提供する情報の選別法を改良していくことで、各々の用途に合わせた個々の対話システムの個性等の演出も可能になると考えている。

こうした仮想人格技術の実現においては、そもそもユーザに提供可能な情報、仮説の多数性が担保され、提供すべき情報、仮説に選択の余地がない限り、対話システムの目的、ポリシーを実現できない。このため、まずはさまざまな視点からの情報、仮説を多数確保することが重要となる。

本成果においては、こうした仮説の多数性の担保を行い、ブレインストーミングやシナリオプランニングを介したユーザの行動変容や意思決定支援を目的として、入力文と仮説の方向性を指定するキーワードを与えられると、そのキーワードに関連した自明ではない新規仮説を数百個のレベルで多数生成するという新規な仮説生成手法の開発を行った。本手法は、令和3年度に大量に獲得した文間の意味的関係の DB をベースとしており、仮説としては、因果関係、出来事(行為)-目的関係、問題-解決策関係等々様々な意味的関係に関するものが出力可能である。例えば、入力文を原因としたときに、その因果的帰結となる仮説を生成することが可能である。なお、ユーザの発話(例：地球温暖化が進んでいるね)を入力、すなわち原因とした場合、その因果的帰結(例：感染症が増加する)はユーザにとってのなんらかのチャンスやリスクに関する情報であることが多く、仮想人格の提供すべき情報の範疇に入っているため、因果的帰結に関する仮説は多くの場合、仮想人格の提供する情報の候補となり得る。一方で、既存の仮説生成ではユーザ発話等の入力文だけを生

- 仮想人格音声対話技術の研究開発として令和3年度に構築した文レベルの意

成系ニューラルネットワークに入力し、因果関係等に関する仮説を自動生成していたが、そのような生成を行うと多くの場合、入力「対話システムを開発する」に対して「対話システムを構築するためのツールを開発する」のみを生成するといった、入力に意味的に近い自明な仮説をごく少数しか生成できないという問題がある。この問題を解決するために生成時の beam 幅を増やして N-best(複数の仮説)を出力することも考えられるが、そのような処理を行ったとしても、同じような仮説が出力されるだけであり、多様な仮説を生成するのは容易ではない。

このため、既存の仮説生成技術を仮想人格に組み込んだ場合には、上述の仮説の多数性が担保できず、ユーザにとって自明でないチャンスやリスクに関する仮説を提供できないという問題が生じる。また、これは前年度開発した出力する仮説を制御できる仮説生成手法でも同様である。

- これに対し、新規に開発した仮説生成手法では、例えば、入力「対話システムを開発する」に加え、仮説の方向性を指定するキーワードとして「高齢者」を入力すると、「対話システムで高齢者とその家族の介護・健康に関する相談をする」、「対話システムで詐欺的投資勧誘等の悪質商法から高齢者を保護する」、「高齢者の想いを正確に感じ取れる対話システムの構築を目指す」、「対話システムで高齢者の食生活を支援する」、「対話システムで高齢者の健康状態を把握する」等の興味深い仮説を生成することが可能である。これらの仮説は、高齢者介護支援マルチモーダル音声対話システム MICSUS を実現する上で構想されたアイデアそのものもしくはその発展系であり、このことから、提案手法を用いて多様な仮説を列挙することで研究のテーマとして吟味すべき内容を幅広く容易に得ることができる等、実用上も様々な応用が可能であることまで示唆されており、また、対話システムに組み込むことで、研究開発に関するブレインストーミング的な対話までが実現される可能性が見えてきたと言える。また、この技術開発のために、前年度大規模に構築した文間意味的關係知識を用い、最大で約 17 億件もの仮説生成用の学習データ(仮説生成の学習データとしては世界最大規模)を作成して、仮説生成器の学習を行った。
- 仮想人格では、ユーザの発話に関連するリスク情報を提供したが、そのリスク情報の典型的な例がユーザの発話に対する反論である。(例:リニアが奈良を通ったらいいよね。→京都の経済力

味的関係知識を活用して対話する方法を研究開発する。

が落ちるといふ反論が考えられますよ。)前年度より、仮想人格の一部として、対話システムでユーザと高度な議論を行うための重要な要素技術である反論提示手法の開発を行っているが、その品質向上に必要な個別の分類処理の性能改善を行った。我々が開発している反論提示システムでは、大規模に事前に獲得された文間意味的関係知識中の因果関係知識(約8億件)を反論の知識源とし、その知識を構成する因果関係の原因を表す文とユーザの発話を含意関係認識処理によって照合を行い、照合ができた場合には原因を表す文と対となる帰結を表す文で、かつ、その文が何らかのトラブルを表している場合、つまりリスクを表している場合に、その文をユーザへの反論として提示する。なお、既存の反論生成技術はニューラル生成モデルで反論を生成するものがほぼ全てであり、全く根拠のない反論が生成される可能性があるほか、学習データを reddit 等のユーザによる議論が投稿されるサイトに依存しており、適用できるトピックに限られるといった問題があった。一方で我々の技術は Web 情報を広く使い、また、Web に掲載された情報を直接的に提示するため、少なくとも Web 上に誰か人間が発信した情報に基づく反論であるという意味で一定の根拠が担保される。これまでに我々が開発してきたそれらの処理をこのシステムに組み込んだ場合に個別の分類処理の性能が低い(精度が6割前後)ために、不適切な反論がユーザに提示されるという問題があった。そこで、反論提示システムで必要となる含意判定認識、因果関係認識、トラブル判定の改善を行うために、各処理のアノテーションデータの増強を行った。結果として、含意判定認識、因果関係認識に関しては日本語では最大のデータとなり、また、因果関係に関しては英語のデータの2倍以上のサイズのデータとなった。また、これらのデータを用いて学習した分類器は含意判定認識、因果関係認識共に9割前後の高い平均精度を達成した。

具体的には、トラブル判定に関しては新規に約 38,000 事例をアノテーションし、このデータを用いて深層学習に基づく分類器を作成し、平均精度で9割弱という高い性能を得た。また、含意判定の改善に関しては、既存の含意判定の学習・評価用データである JNLI データ(約2万5千事例、日本語言語理解ベンチマーク JGLUE の一部)を用いることも考えられたが、このデータには「ボウルの中にバナナとオレンジが盛られている。」と「バナナとミカンがボウルに入れられています。」の文対のように、人がある画

- 第4期中長期目標期間に開発、改良を進めてきた対災害 SNS 情報分析システム DISAANA、災害状況要約システム D-SUMM の解析機構を令和3年度に開

像を見て書いた文しか含まれておらず、テキストの内容が限定的であるため、このデータを用いて学習した結果得られる含意判定器は適応領域の狭いものとなるという問題があった。そこで、機構が保有する含意判定用のデータを増強するために、令和3年度の成果物である大規模文間意味的關係 DB に含まれる文対に対して含意關係のラベルを付与してデータを増強した。この大規模文間意味的關係 DB に含まれる文は元データが Web テキストであるため多様な内容を含み、また、データの件数も過去に作成したものと合わせて合計で 83,000 事例と JNLI と比較して 3倍以上という含意判定に関する日本最大のデータである。このため、この多様かつ大規模なデータを利用して深層学習に基づく分類器を作成することで平均精度が9割弱という高性能で、かつ頑健な含意判定器を構築することができた。

さらに因果關係判定の改善についても、英語談話關係解析データ PTDB3.0 内に含まれる Implicit かつ Inter-S(令和4年度我々がアノテーションした文対に対するアノテーションしたものと同種のデータ。英語で最大規模の約1万5千事例)と比較して、2倍以上となる 33,000 事例(文の対に対する因果關係データとしては日本最大)に対して新規に因果關係をアノテーションして因果關係判定器を開発した。因果關係のアノテーションについては、既に DIRECT で構築した Hashimoto ら(ACL2014)のデータ(約 15 万事例)も存在するが、このデータは「食道に逆流する→炎症を起す」といった名詞一つ、述語一つからなる句の対に対するアノテーションであり、言語表現が限定的であるという問題がある。これに対し、今回のアノテーションでは句よりも長い文の対に対してアノテーションを行っているため、このデータを利用して作成した深層学習に基づく判定器はより多様な入力をカバーでき、さらに自動判定の平均精度も約9割と句レベルの性能(平均精度で約 74%)よりも高い性能を得ている。今後はこれらの処理を適切に組み込むことで反論提示システムの改善を行う予定である。

- DISAANA、D-SUMM 等が分析対象とする SNS や、音声対話システムの入出力等のリアルタイムなデータストリームの解析において、需要に応じて、処理に必要なリソースをスケールアウト、スケールインするためのバッファリング機構としてこれまでに開発してきたエラスティックバッファに対応するよう DISAANA・D-SUMM の解析機構を改良するとともに、従来、解析モジュールと解析結

発したエラスティックバックファに対応するよう改良し、これらのシステムの解析機構をエラスティック化する。

- SIP 第2期における「Web等に存在するビッグデータと応用分野特化型対話シナリオを用いたハイブリッド型マルチモーダル音声対話システムの研究」を引き続き推進する。文レベルの意味的關係知識などを活用して雑談対話のバリエーションを増やすなど完成度を高め、長期の実証実験を実施して社会実装に向けた研究開発を進める。

果保存データベースが1対1に対応する形式でしか配備できなかった点をあらため、複数の解析モジュールの結果を一つの解析結果保存データベースに集約するなど柔軟な対応付けが可能な構成をとれるようにした。解析モジュールをコンテナ化し、解析をスケールアウト、スケールインできる機構を実装した。また、解析結果保存データベースについても同様にスケールアウト、スケールインできるようにした。

- 高齢者に対して健康状態や生活習慣などを面談で確認する介護モニタリングは、介護、より具体的には介護プランの構築などにおいて重要な作業であるが、一方で介護作業（ケアマネジャー）の作業時間の6割以上を占めるという大きな負担を強い作業である。前例のない高齢化と、介護関係者の不足が深刻な問題となる中で、介護モニタリングの一部を代替して介護作業者の作業負担を軽減し、さらに健康状態悪化の原因となりうるコミュニケーション不足を Web 情報を用いた雑談で抑制することを狙って、マルチモーダル音声対話システム MICSUS を開発した（SIP 第2期支援のもと、KDDI 株式会社、NEC ソリューションイノベーション株式会社、日本総合研究所と共同開発）。MICSUS は、カメラ、マイク、スピーカー、ディスプレイを備え、携帯電話回線でサーバに接続されている犬型端末とカメラなどを備えたスマートフォン等で動作するアプリ版の2種類があり、カメラで顔画像から高齢者の感情も認識し、対話の流れに変更する等、マルチモーダリティにも対応している。SIP による支援は令和4年度までとなるが、機構担当部分での主たる技術的成果は、新規構築した約400万件の言語資源（5年間の累計。知られている限りでは日本最大級規模。令和4年度は97万件構築）と令和3年度開発の音声認識誤りに頑健なHBERTにより、遠回しな言い方でも正しく意味解釈ができる意味解釈機構を実現したこと、ついで Web 情報を用い、ユーザ発話に関するチャンスやリスクなど何らかの新規情報を含む高品質な雑談を可能にしたことであり、いずれも、後述する SIP における技術目標の達成で不可欠な役割を果たした技術である。また、上記の雑談技術は、第5期中長期計画期間における中心的なコンセプトである仮想人格の一種であり、後述するように、その雑談技術が実際に高齢者から望ましいリアクションを引き出した、極めて高品質な雑談的応答を生成できたことは、仮想人格に関する研究開発の顕著な進捗とみなすことができる。

令和4年度の活動について具体的に述べると、特に性能評価およびシステムの改善のために、実証実験を多数の高齢者を対象に実施し、また、これまでの実証実験でのコメントを受けて、雑談に関する一部機能を追加した他、社会実装に向けてのシステムの軽量化、高速化を実施した。

まず、MICSUS の対話の例を示す。いずれの対話も後述の実証実験における高齢者と MICSUS との実際の対話から抜粋したものである。(対話の様子は <https://www.youtube.com/watch?v=8lhanHO9iT4> の3分 39 秒前後より視聴可能)

なお、健康状態チェックに関する質問は、厚労省が普及を進めている「適切なケアマネジメント手法」に基づいて作成しており、例えば、以下のように実施する。

MICSUS(以下 M)〉 毎日どれくらい水分をとっているか分かりますか？

高齢者(以下 U)〉 大体 1.5L から2L 程度だと思います。

M〉 (間接的な回答も質問に対して Yes であると正しく解釈して) いつもの生活でどれくらい水分をとっているかご自身で分かっていると安心ですよ。

次に、雑談的対話の具体例を示す。

M〉 どんなおかずが好きですか？

U〉 えー、野菜サラダです。

M〉 好きなおかずは野菜サラダなのですね。ネットでは、野菜サラダに卵を追加すると体内でビタミン E のより良い吸収を促進するという情報がありますよ。

U〉 ああそういえば、よくゆで卵を使っています。

M〉 ネットの情報なので嘘かもしれませんが、野菜サラダの中でシーザーサラダはカロリーが高いサラダという情報がありますよ。

「野菜サラダ」に対して、「卵を追加すると」のように、高齢者からの発話に関連した新規情報を含む雑談的応答を Web 情報を利用して生成している。

なお、本プロジェクト開始時には以下の A~D の技術目標を設定した。合わせて現時点での達成状況も記載するが、いずれも目標を大幅に上回って達成し、特に精度的な指標に関しては十分に実用レベルに達していると言える。なお、各種エラーの原因で

最も多いものは、音声認識誤りであり、本プロジェクトにおける主眼であった自然言語処理技術としてはかなり限界に近いレベルに到達していると言える。

A. 介護モニタリングにおける高齢者の健康状態、生活習慣のチェックに関して、対話シナリオで指定された情報のうち、80%以上を適切に収集可能。(→93.5%と大幅に上回って達成。健康状態チェックの項目単位で正解率を計算した。)

なお、MICSUS からの質問に対する1回目のユーザ発話のみを評価した場合は 91.7%であった。MICSUS には高齢者の回答が不明確と判定した場合に対話シナリオに沿って実施される質問の聞き直し機能や、対話中にいつでも実行可能な回答の訂正機能(システム側から最近になされた回答の意味解釈結果を最大3つ提示して訂正がないか確認する機能もあり)を実装しており、これらの機能により 93.5%に改善された。

B. 健康状態チェックの対話と Web ベースの雑談の両方を含むハイブリッドな対話において、利用者発話の 80%以上に対し、適切な応答の出力が可能。(→92.9%と大幅に上回って達成)

C. 健康状態チェックの対話と Web ベースの雑談のハイブリッド化により、利用者の満足度が目的志向型対話のみを利用する条件と比較して有意に高いこと。(→AB テストを実施したところ、5%の有意水準で達成)

D. 介護モニタリングに要する業務時間を 10%削減する。(→69%以上削減で大幅に上回って達成)

上記目標を達成した実証実験では、179 名の高齢者各々について、1日に異なる条件で数回対話する短期実証と、15 日間毎日対話する長期実証のいずれかを実施した(合計 927 回の対話セッション、システム、高齢者のターンは合計 26,704 回(うち高齢者は 12,885 ターン)、対話時間は合計約 95 時間、対話1回は平均6分、高齢者の発話は平均 14 回で AI スピーカーよりも顕著に長い対話)。本実験規模は、日本語の対話システムに関して公開されている評価の中では最大規模であり、システム、高齢者それぞれ約1万3千発話の客観評価は極めて大規模かつ他に例を見ない詳細な評価である(日本語対話システムのユーザ評価は、対話システムライブコンペティション4(人工知能学会言語・音声理解と対話処理研究会主催)の予選におけるクラウドワーカー 50 名による1回ずつの対話(1システムあたり計 50 対話)が最大規模である。英語では公開されている中では対話コーパスによ



る自動評価が主流で、人による評価はほぼ行われていない。日本語・英語ともに公開されている中では、人による評価は対話後のユーザへのアンケートによる主観評価がほとんどであり、ユーザ/システム発話の各々に対する大規模かつ詳細な評価はほぼ行われていない)。いずれの実験でも対話破綻による実験中止といったトラブルはなく、長期実証では被験者全員が他者の支援なく 15 日間の実験を遂行できた。合計で7か月以上継続してシステムを稼働させたが、システム面のトラブルはほぼ皆無であり、実システムとしての安定性は実用レベルに到達している。

加えて、雑談の品質に関しての当初目標以上に詳細な評価も行った。上記、実証実験では、合計 1,346 回の雑談応答が生成され、それぞれについて評価したところ(機構の作業員3名が第三者視点で評価、多数決)、91.8%の応答が雑談として適切であり、半数以上の 51.9%に対して、笑顔を見せたり(全体の 25.4%)、「やってみます」など積極的な興味を示唆(全体の 39.4%)した。なお、このような規模で発話の各々に対して、笑顔等のリアクションを分類する等の詳細な評価は我々の知る限り前例がない。先述した通り、MICSUS の雑談機能は、仮想人格実現の第一歩と位置付けられており、ユーザ発話に関するチャンスやリスクなど何らかの新規情報を含む設計になっているが、そうした雑談応答として考えると非常に良好な品質であると考えている。特に雑談応答の3割に笑顔、半分近くに積極的な行動を示唆するポジティブなリアクションという結果は、特に親しいわけでもない高齢者に対しては、人間でも達成が簡単ではないと考えており、MICSUS が高齢者のコミュニケーション不足の対策になり得ることを示唆している。また、上述の目標達成状況(技術目標 C)でも述べたが、高齢者 39 名に対して、雑談機能ありの対話となしの対話を2回ずつ計4回実施する AB テストを行い、雑談機能を好むかを5段階(1:雑談不要~5:雑談有りが良い)でアンケート評価したところ、雑談有りが有意に好まれた。スコア5が最多で、雑談有りを好む(スコア4、5)高齢者は全体の 67%と多く、その他はほぼ全員ニュートラル(スコア3)であり、雑談不要と回答したのは1名だけあり、有意水準5%で雑談有りが好まれた。雑談の有効性は多くの高齢者に認められたと言え得る。

また、先述の技術目標 D に関して、MICSUS の対話の結果を高齢者の発話の意味解釈結果も含めて確認、修正できるツールを用いて、ケアマネジャーの介護モニタリングに要する時間がど

の程度削減できるか検証を行い、ケアマネジャーと高齢者が面談で介護モニタリングを実施した場合と比較して 69%以上の時間が削減できることを確認した。なおこの検証で用いたツールは、雑談等はそのぞき、健康状態に関する質問の応答のみを確認、修正するものである。ケアマネジャーは MICSUS の意味解釈に疑義がある場合に、高齢者の回答の様子を動画で確認でき、必要があれば、画面をタップするだけで意味解釈結果の修正が可能である。なお、MICSUS からなされる健康状態に関する質問はテキストで表示されるので、動画の再生は不要であり、雑談等の動画を再生しないことと併せて時間短縮が期待できる。今回はすべての回答に疑義があるという極めて不利な条件を仮定して、すべての回答の様子をケアマネジャーに動画で確認してもらったにもかかわらず、大幅な時間短縮が確認できた。一方で、上述したように意味解釈の精度は高い上、過去の経緯や音声認識結果を見るだけで回答が正確である可能性が高いと見做せる場合も多く、実際の活用時にはすべての回答を動画で確認する必要はない。また、比較対象となるケアマネジャーによる面談時間も、本来不可欠である高齢者への挨拶、雑談等に要した時間は除いて計算しており、実際にはさらなる時間短縮が期待できる。このような作業時間短縮はシステムの社会実装上、極めて重要である。実証実験に協力いただいたケアマネジャーからは「高齢者にも無理なく使っていただけるレベルまで改善してきており、十分にモニタリングの一助となりうる」とコメントいただいた。

加えて、高齢者 120 名に対して実施した実証実験後のアンケート調査では、MICSUS への全体的な印象は平均 4.2(5段階、1:悪い~5:良い)と高評価であった。口頭での聞き取りでは「多少意地悪したくなるくらい楽しい」「頭の体操になる」といった高評価も得られた。高齢者の関係者からは「実証実験の際は普段より元気だった」といったコメントを複数いただいた。これは、MICSUS によってコミュニケーションの頻度が増えたことによる可能性もある。

また、システムがなした質問に対するユーザの応答の意味解釈について補足すると、実証実験ではなくテキストレベルの評価データを用いた評価ではあるが、介護領域以外の質問(Web から無作為に抽出した質問)に関してもほぼ同等の精度が達成できており、他分野への応用も可能である。また、雑談も介護に特

化したものではなく、同じように他分野への展開が可能な技術であり、今後、さらなる展開を検討している。

さらに、令和4年度に開発した新規技術としては、上記実証実験以前の実証実験、試用の際に高齢者等よりいただいたコメントをもとに、より自然な雑談を実現するために、システムの雑談応答に対するユーザ発話の分類モデルの構築と分類結果に応じて適切な返答をする機構を新規に開発した。高齢者の発話（例「知らなかった、ありがとう」「やってみます。」）を分類し、「どういたしまして」「周りの人に聞いてから試してね」などと返答できるようになり、より自然な雑談を実現した。

MICSUS の実用化、商用化に向けて、特にランニングコストの低減が重要である。高齢者介護のサービスは様々な月額のものが存在するが、その中で競争力を発揮する程度の価格に下げするために、特に意味解釈モジュールと雑談応答生成モジュールについて、大幅に高速化することで、ランニングコストを大幅に削減する開発を行った。より具体的には、現状の3つの課題に対して、それぞれ以下の対策を施した。

課題1: 意味解釈等で使用する GPU は比較的大きなバッチサイズで計算しないとパイプラインに空きが出て、スループットが低下する。現状は入力されるたびにバッチサイズ1で計算しており、極めて非効率

対策: 多数の入力をバッファリングして大きなバッチサイズで計算できるようにすることで高スループット化

課題2: MICSUS の意味解釈は 17 種類のサブタスクがあり、それぞれのために別の HBERT が稼働している

対策: マルチタスク学習により複数のタスクを1回の HBERT の計算で実施

課題3: そもそも HBERT の計算は遅い

対策: 入力形式などを工夫することで HBERT 自体の計算も高速化。適切なバッファリングが行われる状況下では、一入力に対する計算時間は数ミリ秒

また、雑談応答生成モジュールは令和3年度に WISDOM X の活用をオフラインで行い、大量の雑談応答候補をあらかじめデータベース（以下これを雑談応答 DB とする）に格納しておくことで、大幅に高速化した。令和4年度は、意味解釈モジュールがその処理をする際に雑談応答生成が必要と分かった時点で雑談応答生成処理も一体的に行うことでさらに高速化した。これらの

開発の結果、GPU1枚(NVIDIA V100)で、雑談応答生成も含めて、最大 5,000 ユーザが同時利用可能となった。現在さらなる改善を進めている。また、ライセンス先の企業等で Web ベースの雑談応答生成モジュールの導入を容易にするためのツールを開発した。従来は、雑談応答 DB を構築するには WISDOM X の導入が必要だったが、新規に開発した Web ページから雑談応答を直接生成するツールを使うことで WISDOM X の導入無しで雑談応答 DB が構築でき、雑談応答生成モジュールが利用可能となった。

加えて、スマホ版のアプリの開発と平行して、音声認識をスマホやタブレット端末で行うことで音声認識サーバを不要としコストを低減するため、機構のユニバーサルコミュニケーション研究所先進的音声翻訳研究開発推進センター先進的音声技術研究室にて開発した既存の音声認識器(MICSUS の音声認識器として利用。通常の Linux サーバ上でのみ動作)の Android 版および Raspberry Pi 版の開発を行い、Android 端末、Raspberry Pi にて動作確認を行った。先進的音声技術研究室より MICSUS の研究開発以外でこういった Android 端末上で動作する音声認識器の需要があるということでこれを同研究室に Android 版認識器を貸与し、検証を行った。MICSUS の構成において意味解釈モジュールは、ユーザ発話終了時に一瞬動作するだけで良いのに対し、音声認識は、発話の時間に近い処理時間(RTF0.5 と仮定しても発話時間の半分)を必要とし、同時利用ユーザ数が増えるとサーバの負荷も比例して大きくなる。そのため、音声認識に関して同時利用ユーザ数が多い状況でのサーバ費用は、高速版意味解釈モジュールに比べ、極めて大きくなり得る。一方、音声認識器が端末側で動作すれば、MICSUS 運用者が音声認識のためのサーバを用意する必要がなくなり、費用負担が軽減されることに加えて通信量についても音声信号からテキストへと媒体が変わることで抑制され、より多様なサービス運用者が出現するきっかけとなり得る。

上記のように、商用化の際のランニングコスト削減にむけての研究開発を実施し、現在、実際に複数の企業と技術検証やライセンスについて交渉中である。この結果令和5年度に1社と商用ライセンス契約を締結する目処が立った。また、CEATEC や CareTEX、花園万博など多数の展示会に出展し、1回の対話に5～10分必要であるにもかかわらず、高齢者から子供まで合計

- SIP 第2期における「対話型災害情報流通基盤の研究開発」を引き続き推進する。防災チャットボットSOCDAを実証実験等により検証し、社会実装を推進する。

368名がMICSUSの対話を体験した。令和4年度には、実証実験と合わせて合計400人以上が対話したが、全てのケースで少数の意味解釈の誤り等の他は問題なく最後まで対話が完了した。体験された方からは「発売されたら欲しいです」「非常に有用」「思っていたよりちゃんと対話になっている」といった好意的なコメントを多数いただいた。さらに、MICSUSの5年間の研究開発を総括する運営委員会において、医療福祉の専門家や高齢者を対象とした在宅医療を専門とする医師等の外部有識者より「初めてこの研究を聞いた際は雲をつかむような話だったが、5年間で実際に使えるレベルのものに進歩したと思う」等の高い評価をいただいた。

- 関連する新聞等の報道が24件あった。
- 防災チャットボットのSOCDAに関して機構のライセンス先民間企業による商用サービスが新規に2自治体で開始された(令和5年3月末時点で合計9自治体にて活用)。このうちの1自治体となる神戸市の消防団はこれまで3年以上にわたりSOCDAを活用する長期実証実験を実施していたが、その信頼と実績に基づきこれを商用サービスに移行し、SOCDAの社会実装を着実に進めた。加えて当該企業が神戸市消防団の実証実験で培った技術を活用し、自組織内でのSOCDAの活用に焦点をあて安価に実現できる新サービスを構築し、その商用トライアルサービス(無償)を令和4年度に60もの多数の自治体等で新規に実施した。このうち、台風第14号接近時に本トライアルを実施していた宮崎県のある山間部市町村においてSOCDAが実活用され、消防団員による詳細な位置情報、説明、写真が速やかに収集され共有されることで災害対応に非常に役立つことを示した。

神戸市の消防団のシステム同様に長期の実証実験を実施している神戸市の市民版のシステムでは、神戸市内の自動車販売店等と協力してSOCDAの一部機能を用いて避難所等へ給電のためのEV等を配車することを可能にする給電サポーターマツチングシステムを開発し、SOCDAの様々な可能性の検証を行った。

SIP第2期における実証実験として令和4年8月に常総市における風水害を想定した実験を通してSOCDA単体の機能のみならずSIP4Dの後継システムであるDDS4Dとの連携といったSIPのサブテーマ毎に開発している複数のシステムとの連携を確認し、システムの完成度を確認した。

		<p>※防災チャットボット SOCDA の研究開発は、内閣府 SIP 第2期にて株式会社ウェザーニューズ、国立研究開発法人防災科学技術研究所、機構の3機関が LINE 株式会社の協力を得て研究開発している(平成 30 年度～令和4年度)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 関連する新聞等の報道が6件あった。</li> </ul>	
<p>(3) スマートデータ利活用基盤技術</p>	<p>(3)スマートデータ利活用基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 異種・異分野のデータ連携分析モデルを連合学習する際に、個別環境で収集・蓄積されるプライベートデータの種類や品質のばらつきによる性能低下を防ぐため、プライベートデータの仕様に依じてモデルの転送・集約を調整し全体最適化を図る方式について検討し、その基本設計を行う。これをデータ連携分析基盤(xData プラットフォーム)に実装し、行動支援のモデルケース実証を通じた有効性の検証を行う。</li> </ul>	<p>(3)スマートデータ利活用基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• データ連携分析モデルの性能改善に取り組んだ。異種データから Transformer で抽出したイベント構成要素(objects/entities/batches)に多重の Attention をかけることで、従来の特徴量空間レベルの相関予測から事象関係レベルの相関予測までを可能にする、世界に類を見ないクロスモーダル Attention モデルを開発し、テキスト-画像間の相関予測で従来手法を平均 20%上回る性能(上位 K 件の精度、P@K)を達成した。また、ニュース映像に付与された不正なキャプション (Re-contextualizing) の検出精度を競う ACM Multimedia Grand Challenge on Detecting Cheapfakes において、このマルチモーダル Attention モデルを用いたテキスト-画像クロスモーダル検索手法を2種類提案し、参加した 15 チーム中1位と3位の優れた成績を収めた。これらの研究成果に基づき、ACM Multimedia などのトップカンファレンスを含む国際会議等に論文4件が採択された。</li> <li>• その他にも、電気通信事業者から協力研究員を受け入れ、ノイズ耐性の高いマルチモーダル深層学習モデル Mu2ReST を開発するなど、外部連携を活かしたデータ連携分析の強化を行った。</li> <li>• 個別環境で収集された不均質なマルチモーダルデータの偏りを吸収しデータ連携分析モデルの全体最適化を行う連合学習方式 FedProb を開発した。各エッジとクラウドのデータ発生頻度分布に基づきフィードバックを重み付けして集約する連合学習方式であり、令和3年度に開発した時空間分布に基づく方式を、任意の特徴量の Non-IID 分布を扱えるように一般化し、データの内容の偏りも吸収できるよう拡張したものである。Non-IID データ分布に対する有効性の評価で、FedAvg など代表的な既存の連合学習方式を最大 10%上回る連合学習性能(予測精度比)を達成し、特に学習の収束が早い利点があることを確認した。</li> <li>• 連合学習のエッジ側の処理を効率的に実行できるようにすべく、</li> </ul>	<p>(3)スマートデータ利活用基盤技術</p> <p>クロスモーダルデータ連携分析技術や不均質なマルチモーダルデータを用いた連合学習技術において高い成果をあげている。特に、第5期中長期期間においてスマートデータ利活用基盤の展開を拡大するためには社会的価値の強化が重要であり、運送事業者と連携した MM センシング情報資産の運行管理業務支援など社会的価値の高い応用での実証活動、気象データや環境データを対象に予測を行うシステムの開発環境を DCCS から公開し、研究成果の利用拡大を推進したことなどの高い成果を上げている。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p><b>【科学的意義】</b></p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• データ連携分析モデルの新たなクロスモーダル Attention モデル</li> </ul>

- データ連携分析による地域の環境問題や安全・快適な移動に関する課題解決の社会実装を進展させるべく、これまでの環境や交通などに関するパブリックデータの収集・分析による行動支援のモデルケースに対し、連合型に拡張したxDataプラットフォームを用いて、ユーザが個別環境に収集・蓄積したプライベートデータを安全に活用して最適化された行動支援を提供するサービスを開発する

モデル分割によるエッジ分散学習方式 SplitDyn を開発した。Round-Robin 分配法と Hungarian アルゴリズムにより、深層学習モデルを分割しエッジ計算デバイス(ノード)へ動的に最適配置するスケーラブルな手法を提案し、基本実装と動作検証を行った結果、学習時間を安定的に低減できることを確認した。実際のエッジ環境に展開すべく、NVIDIA Jetson や Raspberry Pi などのエッジ計算デバイスへの移植と性能評価にも着手した。これらの研究成果に基づき、IEEE BigData 等の難関国際会議を含む論文2件が採択された。

- xData プラットフォームの連合学習機能(xData FL モジュール)を実装した。既存の連合学習フレームワーク(FedML 等)に不足している、連合サーバ構成管理やモデル更新管理機能、中間集約処理やアクセス制御などを行う中継サーバ等を追加し、実用性を高めた。この連合学習モジュールを用いたエッジ・クラウド連携システムを構築し、運送事業者と連携した MM センシングによる運行業務管理支援での実証実験を実施した。具体的には、DADA-2000などのパブリックデータを用いてxDataプラットフォーム上で学習した MM センシング情報資産の予測モデルを、トラックから収集したドライブレコーダーなどのデータ約 67,000 件(5 TB)のデータを保有する運送事業者のエッジサーバとの間で連合学習するよう構成し、社会実装を想定した環境下での技術実証を行った。
- 環境品質短期予測情報資産から派生した光化学オキシダント注意報予測情報資産を、環境モニタリング事業者へ技術移転するとともに(ライセンス契約手続中)、xData プラットフォーム技術の提供先である機構の 総合テストベッド Data Centric Cloud Service (DCCS)を活用した事業者による応用実証で、展開先の自治体の特性に応じた学習データの調整方法や予測結果の活用方法に関する技術支援を行った。具体的には、異常値の判定と除去、欠測値の調整・補完、学習対象の期間の調整などを支援し、大阪府の例で 41~70%の予測精度改善を実現するなど、事業者自体が情報誌資産を有効活用するスキルを高め、DCCS を活用した複数の自治体への展開を促進した。さらに、技術移転を通じブラッシュアップした環境品質短期予測情報資産に、リスク適応ナビ技術を加え、同事業者が自動車関係の研究機関等と連携し、アジア向け交通公害リスク回避ナビゲーションアプリの検討を開始するなど、新たな社会実装の開拓へとつな

を開発し、従来手法を平均 20% 上回る高い性能改善と ACM Multimedia Grand Challenge での優勝、また ACM Multimedia などのトップカンファレンスを含む国際会議等に論文4件が採択されたこと。

- 個別環境で収集された不均質なマルチモーダルデータを用いて深層学習モデルを効率的に連合学習できるようにする技術を開発し、従来手法を上回る性能を実現するとともに、これらを xData プラットフォームの連合学習機能として実装し、機構と運送事業者との間に構築したエッジ・クラウド連携システムに展開し、実用を想定した環境下で技術実証を実施した。これらに基づき、IEEE BigData 等の難関国際会議を含む論文2件が採択されたこと。

#### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 運送事業者と連携した MM センシング情報資産の運行管理業務支援への応用実証を推進し、運転リスクイベント予測の大幅な性能改善を実現し特許出願を果たすと同時に、従来のドライブレコーダー製品には無い特徴を持ったイベント分析・可視化アプリが高く評価され、運行スケジュール立案支援やリスク回避運転支援なども含む運行管理

ための実証実験を行い、その有効性を検証する。

- データ連携サービス開発のためのプラットフォーム構築を加速させるべく、総合

げた。

- MM センシング情報資産を活用した運転業務支援の応用実証を、運送事業者と連携して実施した。ドライブレコーダーデータ等から事故・ヒヤリハットなどの運転リスクイベントを予測できるようにするため、周囲の物体の軌跡や速度を検出し衝突回避可能な安全領域を推定しながら、運転リスクにつながるイベントを予測する処理と、予測されたイベントを運転リスクの種類や発生状況などに応じ分類する処理を、MM センシング情報資産に実装した。これにより、高精度なリスクイベント予測と、ユーザ定義のイベント分類の追加を可能とする高い拡張性を兼ね備えた情報資産を実現した。運送事業者の運転リスク分析要件に基づく、リスク発生状況も加味した11種類の交通障害リスクイベント対象に、実際にトラックから収集したデータを対象とした予測性能の評価で、従来手法に比べ2～52%(平均 29%)の精度改善を達成した。この MM センシング情報資産に関する特許出願を1件行った。この情報資産を用いて、トラック収集データから運転リスクイベントを予測し、運転リスク傾向を詳細に分析するデータ分析・可視化アプリケーションを開発した。運行管理業務での活用法について、運送事業者への聞き取り調査を行ったところ、従来のドライブレコーダー製品には無い、ユーザ定義イベントの予測機能や、車内外の環境や運転者の健康など他のデータと組み合わせたリスク要因分析などが高く評価された。さらに、連合型に拡張した xData プラットフォームを用いて、運送事業者が収集したデータを安全に連携させた MM センシングの連合学習の実証実験を実施した。これらの成果から運行管理業務への有用性が認められ、さらに分析結果を活用した運行スケジュール立案支援やリスク回避運転支援なども含む運行管理業務 DX サービスの検討へと進展した。
- MM センシング情報資産と xData プラットフォーム連合学習機能の社会実装を加速すべく、総務省「情報通信技術の研究開発に係る提案(ICT 重点技術の研究開発プロジェクト)」の研究開発課題「安全なデータ連携による最適化 AI 技術の研究開発」(令和5～7年度、代表研究機関: KDDI 株式会社)に民間企業ら8社の共同研究を提案し採択された。
- DCCS への展開による研究成果の利用拡大を推進すべく、気象データや環境データを対象に予測を行うシステムの開発環境を DCCS から公開した。また、公開に際し、xData PF・DCCS 共通の

業務 DX サービスの検討へと進展したこと。

- 研究成果の利用拡大を推進するために気象データや環境データを対象に予測を行うシステムの開発環境を DCCS から公開し、リスク予測に基づく行動支援など新たな応用開発や実証実験を実施する利用者を獲得した。さらに、DCCS 移行によりテスト期間短縮や性能の向上を図り、今後の利用拡大活動も推進したこと。

#### 【社会実装】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 環境品質短期予測情報資産の環境モニタリング事業者への技術移転とその後の技術支援を通じ、展開先の特性に応じた情報資産の活用スキルを高め、複数自治体への展開を促進するとともに、それらの活動を通じブラッシュアップした情報資産にリスク適応ナビ技術を加えた新たな社会実装案件を開拓するなど、発展的な形で社会実装を加速したこと。



テストベッドとの間で、データ連携分析の機能モジュールや情報資産の共有、及び利用者支援の共通化を推進し、xData プラットフォームを用いた基本実装と総合テストベッドを用いた応用実証の間をシームレスに移行しながらサービス開発を効果的に進めるようにする環境を実現する。

情報資産利用規約(二次利用許諾可)を策定した。

- DCCS を活用した応用開発や実証実験を推進すべく、新たなユーザの獲得を積極的に行った。環境品質短期予測情報資産に、xData プラットフォームのリスク適応ナビゲーション技術を組み合わせた、アジア向けの交通公害リスク回避ナビゲーションアプリについて、環境モニタリング事業者と自動車関連研究機関が検討を開始した。また、機構の高度通信・放送研究開発委託研究の受託者による利用を推進し、異常気象時の混雑リスク予測に基づくリスク回避行動支援アプリの開発(課題 227、電気通信事業者ら)での利用を開始するとともに、移動データを他の時系列データと組み合わせた可視化・分析処理の開発(課題 226、名古屋大学ら)での利用について検討を開始した。さらに、利用事例の共有や横展開、基盤の要件定義や整備計画などを検討することを目的としたタスクフォースを、スマート IoT 推進フォーラムテストベッド分科会に設立することにも着手した(総合テストベッドと共同)。
- DCCS を活用した課題解決や技術移転を加速させるべく、情報資産の改良とDCCS移行によりユーザの開発効率を大幅に向上させた。具体的には、機能モジュールをコンテナ化し、xData PFと同じ情報資産を DCCS の計算機クラスタ上で実行可能にすることで、DB サーバによる降雨・渋滞・人流データセットの結合処理を約 24 倍高速化し、例えば3日分のデータ結合を 12 分から 30 秒に短縮することができた。また、計算機クラスタを用いることで、光化学オキシダント注意報予測の学習処理を約 20~40%高速化し、テスト期間を約2割短縮することが可能となった。さらに、環境品質短期予測情報資産の処理プログラムの並列化や API 呼出し効率化により、処理速度を最大 80 倍高速化し、例えば福岡県(平成 29 年~令和3年、12 測定局)の予測モデル作成を 80 時間から1~2時間に、モデル実行を 23 分から7分に短縮することができた。
- Beyond 5G/6G サイバー空間アーキテクチャのオーケストレータ機能の基本設計を行い、xData プラットフォーム/DCCS をベースとしたデジタルツイン連携のプロトタイプ開発の検討を進め、Beyond 5G/6G ホワイトペーパー 3.0 版で公開するとともに、国際標準化団体 ITU SG16 のメタバース標準化 FG での課題提案(ワークショップ発表)を行った。また、Beyond 5G/6G 時代の大容量・低遅延・超多様なデータストリームに対応したマルチモー

ダル AI 技術の開発を促進する目的で、機構の 高度情報・通信委託研究の公募を行い、xData プラットフォーム/DCCS を活用した受託者（電気通信事業者ら）との連携を開始した。さらに、Beyond 5G 研究開発促進事業オフィサー、総務省「Web3 時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」構成員など、Beyond 5G/6G を推進する新たな外部活動にも取り組んだ。

<課題と対応>

【令和3年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

(課題)

少ない予算でこれだけの成果を挙げていることを高く評価する。また一方で、研究者が事務作業に時間を取られすぎているかの懸念がある。各中項目で査読付き論文数のバラツキが大きい。人員バランスや研究着手からの進捗状況のほか、研究への阻害などがないかなどその要因を分析して、問題がないかを検討する必要がある。

(対応)

慢性的な人員不足の下、社会実装の加速に伴い論文以外の負荷が高まっておりますが、事務作業の負荷については、研究所全体で要因を分析し負荷分散に努めています。

査読付き論文については、昨今、トップレベルの学会では、査読付き論文の採録に際し、使用したデータ、実験に用いたプログラム等の公開を義務づけることが増えており、論文執筆に際し、中項目の技術によって、オープンデータで代替可能な場合とそうでない場合があります。代替不可の技術については、社会実装における競争力確保のために論文投稿を控えていることから、論文数にバラツキが生じています。例えば、多言語コミュニケーション技術とスマートデータ利活用基盤技術については、論文投稿にはオープンデータを活用し、社会実装にはクローズドデータを活用することで査読付き論文数と社会実装を両立しています。一方、社会知コミュニケーション技術については、高齢者向けの健康に関する対話等、独自のアプリケーションのため、独自の学習データを構築し、そのためのノウハウを蓄積し、研究することを活動のコアとしており、代替可能なオープンデータがほとんどありません。社会知コミュニケーション技術を担当しているデータ駆動知能システム研究センター(DIRECT)では、そうしたデータ、プログラム公開の義務付けがなされるまでは ACL(Association for Computational Linguistics)、AAAI(American Association for Artificial Intelligence)等のトップカンファレンスで国内トップクラスのペースで毎年論文を発表しておりましたが、データとプログラムの両方をオープンにすることが論文採択の条件とされるようになって以降、研究員とも議論をしつつ、独自のオープン・アンド・クローズ戦略として、海外での受賞もある RaNNC のような基礎的技術については論文発表を行い、オープンにする一方、高齢者向け対話システム等の独自アプリケーションに関して、データ、プログラムの公開を伴う論文発表は控えている状況です。なお、国内外を問わず、民間企業も同様の戦略をとっているものと思います。また、研究開発のために Web から収集した情報をもとにした学習データを DIRECT は多数作成しておりますが、これも日本の法的な問題により、公開が困難である場合もあり、論文投稿を控える理由となっております。

また、人員バランスにつきましては、DIRECT では社会実装に向けて、民間企業、自治体等の連携先との渉外、事務作業を専門とする民間企業出身の職員等も専任で雇用し、個人情報等の取扱い等の法的問題に対処するため、個人情報、著作権、情報処理に詳しい顧問弁護士にも日常的に相談し、契約書、許諾書の作成、確認、民間企業とのミーティングに参加してもらおう等、密接に連携しておりますが、技術の深いところに関連する部分や省庁とのやりとりをする際は、研究員が担当せざるを得ない部分もあり、今後更なる改善を図ってまいります。加えて研究着手からの進捗状況、研究への阻害要因等を分析し、問題がないかを検討しております。

また、スマートデータ利活用基盤技術については、これまで研究者のみで行っていた社会実証活動や情報資産整備などを総合テストベッドと連携して進め効率化を図りつつ、プラットフォームを活用した共同研究等による成果拡充や、論文発表先を厳選し質的向上を図るなどの対策を検討してまいります。

(課題)

コロナ禍での実証実験に支障をきたしているものについて、コロナの状況を見定めて実験方法を検討して推進してほしい。

例) 高齢者介護支援マルチモーダル音声対話システム MICSUS の実証実験は、今回、コロナ禍で1名のみの実験となった。

(対応)

ご意見ありがとうございます。MICSUS に関しましては、スマートフォンやタブレット端末上で動作するアプリも並行して開発し、令和4年度は、これらも活用することで、研究参加メンバーが高齢者の自宅等に出向いて設置する必要のある現状の専用ハードウェアを用いる場合と比較して、被験者との接触機会を低減し、より多くの高齢者を対象として実証実験を実施できました。令和4年度は高知、京都、奈良、滋賀、長崎、広島、北海道等を含め、日本各所で高齢者 179 名を対象とし、1名の高齢者に 15 日間毎日対話をする実験も含めて、実証実験を実施しており、全体で 927 セッション、26,704 ターン(うち高齢者は 12,885 ターン)、のべ対話時間 95 時間の対話を行う実験を実施しました。その評価が確定し、前年度報告した数値と同等の、プロジェクト開始時の目標を 10%以上上回る 90%以上の各種精度等が得られたほか、各種アンケートによって高齢者から、全体の評価として、5段階評価で平均 4.2 という高い評価をいただきました。さらに面談による高齢者の健康状態チェックの大幅な作業時間短縮(69%以上)も確認され、実験に参加した介護作業員(ケアマネジャー)からも、「十分に介護モニタリング(健康状態チェックのための面談)の一助となり得る」とコメントをいただいたところです。また、SIP の運営委員会において医療福祉の専門家や高齢者を対象とした在宅医療を専門とする医師等の外部有識者から「初めてこの研究を聞いた際は雲をつかむような話だったが、5年間で実際に使えるレベルのものに進歩したと思う」等の高い評価をいただきました。

(課題)

コロナ禍で支障を来していた人材育成・実証実験などについて、コロナの状況を見定めて柔軟に対応してほしい。

(対応)

コロナ禍で支障を来していた人材育成・実証実験などに関して、サイバーセキュリティ人材育成事業では、大規模会場の確保やニーズの高い地域での追加開催など柔軟に対応しており、また、高齢者介護支援マルチモーダル音声対話システム MICSUS の実証実験では、令和4年度にスマートフォンやタブレット端末上で動作するアプリを開発・活用し、被験者との接触機会を低減してさらに実証実験の規模を拡大し、計画では 100 名の予定であったところ日本各地で合計 179 名を対象とした実証実験を行いました。コロナの状況を見定めて柔軟な対応をいたしました。

なお、この評定は、以下の「(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解」を踏まえ、「(2)見解に対する機構の対応」に基づいて決定した。

(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解

#### 1. 開催日

令和5年4月 17 日(月) 13 時 00 分～18 時 00 分

#### 2. 委員名簿

酒井 善則	委員長	東京工業大学	名誉教授
安藤 真	委員	東京工業大学	名誉教授
飯塚 久夫	委員	一般社団法人	量子 ICT フォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学	先導的学際研究機構 教授
太田 勲	委員	兵庫県立大学	顧問
國井 秀子	委員	芝浦工業大学	客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学	情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社	開発本部 役員技監

安浦 寛人 委員 国立情報学研究所 副所長  
渡辺 文夫 委員 Fifth Wave Initiative 代表

### 3. 委員長及び委員からの意見

(ユニバーサルコミュニケーション分野について)

- 自己評価 S は妥当である。社会情勢への迅速な対応として自動翻訳のウクライナ語対応を非常に短期間に成し遂げたことや、学習を高速に、かつコンパクトに行えるプラットフォームである自動並列化深層学習ミドルウェア RaNNC を数千億パラメータ規模のニューラルネットワークに対応できるように拡張したことなどは大いに評価できる。
- ユニバーサルコミュニケーション分野は、ChatGPT の登場以来、世の中が変わってきている。制度的な問題や ELSI 的な問題もあるが、現在の研究をオープンな場に広げ、そこからフィードバックを得られる仕組みを作ることは国立研究開発法人でなければならないと思われるため、そのような方向性を検討して欲しい。

(全体を通して)

- 全体的に大きな成果が出ている。組織としても社会実装への意識が高まっている。
- 急速な社会情勢や技術の変化に柔軟に対応して欲しい。
- 女性と外国人を含む多様な人材確保とともに国立研究開発法人として若者が将来研究者になりたいと思わせるプロモーションに取り組んで欲しい。
- 標準化人材も含めて、ICT 分野で必要となる人材育成方法について、機構として貢献出来ることを引き続き検討して欲しい。

(2) 見解に対する機構の対応

対応なし(見解は S 評定で一致)

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.5 フロンティアサイエンス分野)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	Ⅲ. -1. -(5)フロンティアサイエンス分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項 第一号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※5					
	基準値等 (前中長期目標期 間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
査読付き論文数	-	144	107				予算額(百万円)	38,946	37,684			
招待講演数※1	-	72	93				決算額(百万円)	6,859	16,397			
論文被引用総数※2	-	50	31				経常費用(百万円)	6,563	7,577			
過年度発表を含む論 文被引用総数※3	-	50	341				経常利益(百万円)	△199	△118			
実施許諾件数	-	14	16				行政コスト(百万円)	6,916	7,693			
報道発表件数	-	10	12				従事人員数(人)	62	61			
共同研究件数※4	-	127	143									
標準化や国内制度化 の寄与件数	-	126	100									
標準化や国内制度化 の委員数	-	18	17									

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数

※2 当該年度に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。

※3 過去3年間(ただし、今中長期期間の始期である令和3年度以降を対象とし、令和3年度は1年間、令和4年度は2年間とする)に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被

引用の総数(当該年度の3月調査)。

※4 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(当該年度の3月末調査)。

※5 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

### 3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

#### 中長期目標

##### 1.重点研究開発分野の研究開発等

##### (5)フロンティアサイエンス分野

我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するためには、「未来を拓く」能力として、イノベーション創出に向けた先端的・基礎的な技術が不可欠であり、Beyond 5G を支える基盤技術として期待されることから、【重要度:高】として、以下の研究開発等に取り組むとともに研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

##### ① フロンティア ICT 基盤技術

周波数限界の拡大や高速化、高感度特性の実現、処理能力の高度化等、通信技術・センシング技術の飛躍的な発展に資する革新的 ICT システムの創出を目指し、集積型超伝導回路技術やナノハイブリッド基盤技術、超高周波基盤技術等の研究開発を実施するものとする。さらに、人間や環境への親和性の高い生物模倣工学的的手法等による情報処理・通信システムの創出を目指した研究開発を実施するものとする。

##### ② 先端 ICT デバイス基盤技術

宇宙環境等極限環境における高度な ICT システムへの産業応用等を見据え、酸化物半導体デバイス基盤技術のさらなる高性能化・高効率化を目指す。また、光通信資源の飛躍的拡大を目指し、深紫外光源技術の高度化を含む深紫外光 ICT デバイス基盤技術の研究開発を実施するものとする。

##### ③ 量子情報通信基盤技術

衛星・地上等の量子暗号網を統合したグローバルな量子セキュアネットワークの将来的な実現を目指し、あらゆる計算機で解読不可能な安全性を実現する量子暗号をはじめとする量子セキュアネットワーク技術に係る研究開発を実施するとともに、社会実装を想定したシステム化を図る。あわせて、量子計測標準、光量子制御、量子誤り訂正を含む高度な量子制御技術の研究開発を推進し、より汎用的な量子ノード技術の実現を目指すものとする。

##### ④ 脳情報通信技術

究極のコミュニケーションの実現を目指し、脳情報取得・解析技術の高度化等を通じて、人間の脳機能の理解を深めることで、脳情報通信の基盤的研究開発を実施する。また、その成果を活用して先進的 ICT や人間機能の再建・拡張等を支援する技術に係る研究開発を実施し普及を目指すものとする。

#### 中長期計画

##### 1-5. フロンティアサイエンス分野

次世代の抜本的ブレークスルーにつながる先端的な基盤技術の開発、深化に基づく新たなイノベーションを持続的に創出することで、豊かで安心・安全な未来社会を支えるICTの基礎となる新概念や新たな枠組みを形作ることを目指す。このため、「未来を拓く」能力として、卓越した ICT 機能につながる新奇材料や構造、機能を創出するフロンティア ICT 技術、究極的な安全性を実現する量子情報通信技術、新しい原理や材料特性に基づきデバイスを創出する新規 ICT デバイス技術、数十億年の歴史を持つ生物の仕組みを解明し利活用するバイオ ICT 技術、脳機能の解明により究極のコミュニケーションを目指す脳情報通信技術等のフロンティア ICT 領域技術の各研究課題において、先端的・基礎的研究開発を実施するとともに、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

##### (1)フロンティア ICT 基盤技術

将来の情報通信において求められる周波数限界の拡大や高速化、高感度特性の実現、処理能力の高度化等、通信・センシング技術の飛躍的な発展に資する革新的 ICT システムの創出を目指し、集積型超伝導回路技術やナノハイブリッド基盤技術、超高周波基盤技術等の研究開発を実施する。さらに、人間や環境への親和性の高い生物模倣工学的的手法等による新たな情報処理・通信システムの創出を目指した研究開発を実施する。

**(ア)集積型超伝導回路基盤技術**

超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SSPD)について、高速化、高機能化に向けて重要となる多ピクセル化技術の研究開発を実施し、超伝導デジタル信号処理回路との融合により 200~300 ピクセル規模の SSPD アレイを実現し、単一光子感度のイメージングの実証を目指す。また、超伝導量子ビットの高性能化を目指し、窒化物材料を用いた超伝導量子ビットの作製、評価技術を確立する。

**(イ)ナノハイブリッド基盤技術**

未来世代の通信システムにおける更なる高速化・低消費電力化・広帯域化・小型化等に向けて、優れた光機能を有する有機分子と無機誘電体・半導体・金属等とのナノレベルの構造制御・機能融合技術やハイブリッドデバイスの集積化技術等のナノハイブリッド基盤技術の研究開発を実施し、超高速・超低消費電力・小型光変調器や超広帯域無線光変調器、広帯域・高感度電界センサ等の革新的デバイス・サブシステムの創出を目指す。また、デバイスの社会展開に向けて、耐久性や量産性等の実用化に向けた課題抽出とその解決に向けた研究開発等を行う。

**(ウ)超高周波基盤技術**

ミリ波及びテラヘルツ波の超高周波無線通信に用いる電子・光デバイスの高性能化を進め、より高い周波数の活用を目指すとともに、Beyond 5G を見据えた通信や高度なセンシングシステムへの利活用に向けてトランシーバのモジュール化技術、及び高速、大容量通信に関わる高安定な基準信号源の提供を可能とする光源モジュール化への基盤技術の確立を目指す。

**(エ)自然知規範型情報通信基盤技術**

生物が有する極小の情報量を介した情報通信を ICT に取り入れることで、Society 5.0 やその先の社会において期待される人-環境-生物間でのシームレスな情報通信の下で予見される情報量の爆発的増加等に対応するため、自然知(あたかも知能を持つがごとくふるまう生物が内在的に有する情報処理・制御アルゴリズム)を規範とした知的情報処理技術とそれにより実現する先進的 ICT 分野の新技术の創出に必要な基盤的研究開発を行う。具体的には、様々な生物の階層に潜む自然知の計測・評価技術を構築するとともに、それらの情報識別・処理及び制御プロセスの解析とモデル構築を行う。また、認知科学、電子デバイス工学等の知見を融合し、自然知を規範とした知的情報処理を行うアルゴリズムやシステムを構築する。

**(オ)バイオ ICT 基盤技術**

人や環境への親和性の高い情報素子の提供による新奇情報通信サービスの構築に向けて、持続可能でより豊かな未来社会の実現につなげるため、生命体の分子を介した情報通信の利活用と、それらと電磁的なネットワークとの融合に必要な、分子情報の定量化や電磁的信号への変換技術等を用いたバイオマテリアルによる情報識別・通信システムの創出に関する基盤的研究開発を行う。具体的には、現在の情報通信技術では測定や伝送が困難な、生物の化学的感覚や生物活性物質の影響等の分子に付随した情報を計測・評価するための基盤技術を構築するとともに、分子を介した情報通信システムの構成や制御に必要な要素として、バイオ材料等のソフトマテリアル活用型の新奇情報素子の作製・操作に関する基盤的技術を構築する。

**(2)先端 ICT デバイス基盤技術**

高度な ICT システムへの活用を始めとする幅広い分野への産業応用を見据え、酸化半導体デバイス基盤技術や深紫外光源技術のさらなる高性能化・高効率化等に向けた研究開発を実施するとともに、研究開発成果の普及や社会実装に向けた取組を行う。

**(ア)酸化半導体電子デバイス**

高度な情報通信社会の実現に不可欠である、半導体 ICT エレクトロニクス分野の発展及び電力の高効率制御による社会の省エネルギー化の実現を目指し、酸化半導体材料の優れた材料特性を活かした新機能先端的電子デバイス(トランジスタ、ダイオード)研究開発に取り組む。具体的には、酸化ガリウムを利用した高周波デバイス、高温・放射線下等の極限環境における ICT デバイス、高効率パワーデバイス等の基盤技術の研究開発・高度化を行う。極限環境 ICT デバイスに関しては、高周波酸化ガリウム FET の耐放射線デバイス用途に向けた開発を実施し、2025 年までに実用に向けた技術的知見を得る。また、高効率パワーデバイス開発においては、縦型 FET のさらなる高性能化(高効率化、高耐圧化)に取り組み、得られた成果・技術の企業への移転を図り、2030 年までの実用化を目指す。

**(イ)深紫外光 ICT デバイス**

深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信・超高感度センシング技術等、既存の可視・赤外光技術の枠組みを超えた革新的光 ICT 機能の創出を目指し、深紫外光 ICT デバイスに関する基盤技術の研究開発を行う。またそれらの成果を生かしつつ、深紫外光の利活用による安心・安全で持続可能な社会の実現、アフターコロナ社会で

求められる深紫外光応用技術の社会展開に向けて、深紫外小型固体光源等の実用化・高度化に向けて必要な技術の研究開発を行い、2026 年度末までに従来光源である水銀ランプと同等以上の性能値を実証することで、社会普及の早期実現を目指す。

### **(3)量子情報通信基盤技術**

あらゆる計算機で解読不可能な安全性を実現する量子暗号をはじめとする量子セキュアネットワーク技術や、ノード内の信号処理も量子的に行う完全な量子ネットワークの実現を目指した量子ノード技術の研究開発を行う。

#### **(ア)量子セキュアネットワーク技術**

量子暗号を活用することで機密情報の超長期分散保存を可能にする量子セキュアクラウド技術の研究開発と社会実装を想定したシステム化を進める。また、衛星・地上の量子暗号網を統合したグローバル量子セキュアネットワークの将来的な実現に向けて、量子暗号ネットワークの高度化・広域化、衛星における量子暗号・物理レイヤ暗号等の実現に向けた研究開発を行い、必要な要素技術を確立する。

#### **(イ)量子ノード技術**

量子計測標準技術の高度化及びイオントラップ量子メモリへの応用と光量子制御技術、イオン-光子の研究開発により、量子ネットワークにおける量子時刻同期の原理実証を可能とする技術を確立し、イオントラップ光時計に実装する。また、新型超伝導量子ビットの実現に向けた作製・評価技術及び量子誤り訂正に必要とされる高度な量子ビット制御技術の研究開発を進める。

### **(4)脳情報通信技術**

人間の究極のコミュニケーションの実現や、人間の潜在能力の発揮を実現することで人々が幸せを実感できる新しい ICT の創出を目指して、人間の認知・感覚・運動に関する脳活動を高度かつ多角的に計測・解析する技術や、得られた脳情報を効率的に解読しモデル化する技術、及び人間の能力の向上を支援する技術等の脳情報通信技術の研究開発を実施する。また、脳情報通信技術の社会における健全な利活用・受容性の確立を念頭においた研究開発拠点機能を強化する。

#### **(ア)人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発**

人間の究極のコミュニケーションの実現に資するため、多角的な脳活動データを取得・解析し、脳の機能全体をモデル化した人工脳を構築するための基盤的研究開発を行う。

具体的には、人間の認知、情動、知覚、意思決定、運動、社会性、言語等の脳機能の分析をし、それらの相互関係の解明等に関する研究開発を行うことで、脳の高次機能も考慮した脳内情報処理モデルの構築を行う。さらに、脳内情報処理モデルの構築に必要な脳情報の分析に必須な脳機能計測技術を一層高度化するため、超高磁場 MRI 等の大型計測装置を用いた計測の時空間分解能を向上させる技術、MRI と脳波等の多様な手法を用いたマルチモーダル計測技術、実生活の中で多数の脳活動や行動指標を高い時間精度で同時に計測可能な小型計測装置等の実現を目指した研究開発を行う。

#### **(イ)脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発**

脳情報と先端 ICT を組み合わせ、新たなデバイスやコミュニケーション等に应用するために必要な基盤的研究開発を行う。

具体的には、人工脳を開発する過程で得られた脳内情報処理モデルを活用し、感覚情報、運動情報や認知情報等に基づいた人間機能の再建・拡張の支援等や脳機能のバイオマーカの発見につながる研究開発を実施する。また、脳情報を用いて、人間が製品やサービスに対して抱く印象・感覚を客観的に評価することが可能となる次世代の ICT 等を確立させる。

#### **(ウ)脳情報通信技術の社会的受容性向上と産学官連携研究活動の推進**

Society 5.0 の発展のために、脳情報通信が次世代の ICT として技術が健全に活用されるよう社会的受容性を高めるような研究・環境整備が必要である。また、大学等の学術機関だけでなく産業界との連携を強化することで脳情報通信技術を中心とした産学官融合研究の積極的な実施を目指す。

これらの目的のために、脳情報に関する研究開発で得られた技術を、多方面の研究者・企業等と連携して、共同研究や研究員の受入等による知的・人材交流を通じた人材の育成や企業への技術移転に努め、科学技術・社会的受容性の両面から成熟させながら、社会に普及するための研究開発拠点を形成する。また、この拠点においてオープンイノベーションを推進するため、収集した研究データの安全な利活用を実現するためのデータ収集管理システム等の研究開発を行う。

これらの活動を通じて、人々が安心して豊かな暮らしを享受できる社会の構築に貢献できる脳情報通信技術を育てていく。



中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の主な業務実績等	自己評価			
1-5. フロンティアサイエンス分野	1-5. フロンティアサイエンス分野	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発等の取組・成果の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。</li> <li>研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。</li> <li>研究開発等の成果を社会実装につなげる取組(技術シーズを実用化・事業化に導く等)が十分であるか。</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>評価</td> <td>A</td> </tr> </table>	評価	A	<p>1-5. フロンティアサイエンス分野</p> <p>我が国におけるこれまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらすイノベーションを強化するための先進的・基礎的な技術の研究開発に取り組むとともにその成果の普及と社会実装を行うという中長期目標に対して年度計画を着実に実施し、特にフロンティア ICT 基盤技術において、光ファイバ無線モバイルフロントホールの一部無線区間やリモートアンテナにおける高速無線-光信号変換に向けて、量産化可能なデバイス構造で 375GHz 電磁波照射による直接光変調を世界で初めて実証したこと、ショウジョウバエの脳中で実際に記憶ができていく様子を1個の同定したニューロン内でリアルタイム観察することに世界で初めて成功する等、科学的意義の高い特に顕著な成果を創出した。同様に脳情報通信技術において、扁桃体 BOLD(血中酸素濃度依存)信号の initial dip(初期減少)を持つ情報の7テスラ MRI による定量化に成功したこと、また、脳情報通信融合研究センター(CiNet)による研究成果の社会受容促進のために、CiNet 内に ELSI 研究グループを設置し、専門の研究者による</p>
評価	A						

		<p>&lt;指標&gt;  <b>【評価指標】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 具体的な研究開発成果</li> <li>• 研究開発成果の移転及び利用の状況</li> <li>• 共同研究や産学官連携の状況</li> <li>• データベース等の研究開発成果の公表状況</li> <li>• (個別の研究開発課題における)標準や国内制度の成立寄与状況</li> </ul> <p><b>【モニタリング指標】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 査読付き論文数</li> <li>• 招待講演数</li> <li>• 論文の合計被引用数</li> <li>• 研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)</li> <li>• 報道発表や</li> </ul>		<p>研究を開始し報告書を取りまとめる等、科学的意義及び社会的価値に関して特に顕著な成果を創出した。また、それぞれ社会実装に向けても着実に進捗させることができた。</p> <p>なお、先端デバイス ICT 基盤技術において、最も殺菌性能の高い波長 265nm 帯の発光ピークで光出力 8W を超えるワット級高出力動作の深紫外 LED ハンディ照射モジュールを世界に先駆け開発することに成功し、豚コロナウイルス (PEDV) に対する不活性化効果を検証したことで幅広い場面において深紫外光を活用した殺菌応用の可能性が飛躍的に広がった、という社会的価値の極めて高い顕著な成果の創出と、量子情報通信基盤技術において、QKD ネットワークで 80GB の全ゲノムデータの高速分散の改良を行い、全ゲノムデータの分散ストレージに企業とも連携して世界で初めて成功し関連する複数のプレスリリースも実施した、といった社会実装に近い非常に顕著な成果を上げたとともに、全ての中項目に対して科学的意義の高い非常に優れた成果も上げた。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。</p>
--	--	--	--	--

(1)フロンティア ICT 基盤技術	(1)フロンティア ICT 基盤技術	展示会出展等の取組件数	(1)フロンティア ICT 基盤技術	(1)フロンティア ICT 基盤技術
(ア)集積型超伝導回路基盤技術	(ア)集積型超伝導回路基盤技術 <ul style="list-style-type: none"> <li>SSPD システムのさらなる多チャンネル化に向けて、光ファイバ遅延線とSFQ 信号処理回路を組み合わせた時間多重読み出し方式について検討を行う。</li> <li>超伝導量子ビットの高性能化のために、窒化ニオブエピタキシャルジョセフソン接合を用いた Merged Element 型トランズモン量子ビットについて設計、検討を行う。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>共同研究件数</li> <li>(個別の研究開発課題における)標準化や国内制度化の寄与件数等</li> </ul>	(ア)集積型超伝導回路基盤技術 <ul style="list-style-type: none"> <li>光ファイバ遅延線と SFQ 信号処理回路を組み合わせた複数 SSPD からの時間多重読み出し方法を考案し(特許申請1件)、3チャンネルのシステムで原理実証実験を実施し、1本の同軸ケーブルで3チャンネルの SSPD から信号読み出しが可能であることを実証した。各々のチャンネルのタイミングジッタとして 50ps 程度を確認し、1ns 以下のチャンネル間時間遅延で読み出すことが可能であり、1本の同軸ケーブルによって 10MHz で動作する SSPD 100 チャンネルの読み出しが可能であることを示した。また、最大 12 チャンネルの SSPD システムを浜松ホトニクスが主体となって試作、大阪大学、機構と共同で量子もつれ光子対の評価実験に適用し、その有効性を実証した(報道発表1件)。</li> <li>Merged Element 型トランズモン量子ビットで必要となるジョセフソン接合の臨界電流、接合面積を検討し、それぞれ 30 nA、1.6 <math>\mu\text{m}^2</math> を得た。NbN/AlN/NbN エピタキシャル接合でこの接合パラメータを実現する作製条件を検討し、AlN 成膜時間 46~47 秒で所望の臨界電流密度を実現できる見通しを得ると同時に、超伝導量子ビットに適用可能な低リーク電流な接合特性を確認した。また、理研、東大、NICT(当機構)、産総研、大阪大、NTT、富士通が Q-LEAP フラグシッププロジェクトを通じて共同で開発を進めている超伝導量子コンピュータの国産初号機がクラウド公開され、当機構は高フィデリティ量子ゲートの実現に必須となる低損失電極材料である窒化チタン薄膜の作製・提供で大きく貢献した(機構の「お知らせ」より発表した)。</li> </ul>
(イ)ナノハイブリッド基盤技術	(イ)ナノハイブリッド基盤技術 <ul style="list-style-type: none"> <li>小型光変調器等の超高速光制御デバイスに係る基盤技術として、低電圧動作や短波長動作に向けた素子構造や作製プロセスの最適化の検証を行う。</li> </ul>		(イ)ナノハイブリッド基盤技術 <ul style="list-style-type: none"> <li>空間光通信や3次元ヘッドマウントディスプレイ等の光制御素子となる EO ポリマー(EOP)を用いた超高速低電圧駆動光フェーズドアレイ(OPA)の短波長動作に向けて、機構が独自に開発した EOP を用いて OPA の試作を行った。素子構造及び作製プロセス等の最適化により、結合損失や迷光が飛躍的に改善し、前年度より明瞭な8分岐導波路の出射を実現した。また、高速駆動に向けて、EOP 光変調器の 100kHz の高速駆動を確認するとともに、</li> </ul>	

- 無線光変調素子や電界センサ等の超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、300GHz帯無線光変調素子の試作と評価を行うとともに、積層技術の適用による広帯域化の検証を行う。

- 有機電気光学ポリマーデバイスの高性能化や耐久

高速駆動用電極の設計に着手した。さらに、OPA 駆動に向けて、デバイス集積化技術の開発とデバイス実装にも着手した。論文掲載1件(Opt. Express)、招待講演5件、国際会議発表4件、学会発表3件、特許 PCT 出願1件、国内移行3件(日米欧)、報道発表1件(日中米加メディア掲載 15 件)、展示会出展4件、共同研究2件。

- Beyond 5G の基盤となるデータ通信の高速化と低消費電力化に資する Si/EOP リンダー(EOP)ハイブリッド小型光変調器の実用化に向けて、企業と共同で量産化対応の Si フォトニクスファブを利用した試作と評価を行なった。ファブで作製した Si スロット光変調器構造に対して、機構が開発した EOP ハイブリッド構造作製プロセスを適用し、端面入射による光変調、グレーティングカップラ(GC)の入出射効率、高周波特性を確認した。高周波特性は、電気帯域 65GHz 以上で S21>-3dB が得られており、100Gbps が可能なレベルであることを確認した。招待講演6件、国際会議発表3件、展示会出展2件、共同研究2件。
- 超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、光ファイバ無線モバイルフロントホールの一部無線区間やリモートアンテナにおける高速無線-光信号変換に向けた 300GHz 帯無線光変調素子を試作し、量産可能なデバイス構造で 375GHz 電磁波照射による直接光変調を世界で初めて実証した。総務省「令和3年度から新たに実施する電波資源拡大のための研究開発」『無線・光相互変換による超高周波数帯大容量通信技術に関する研究開発(光電気相互変換技術)』を共同実施中である(徳島大、機構、岐阜大(令和3年度~))。招待講演9件、国際会議発表2件、学会発表6件、特許登録1件、PCT 出願1件、出願2件、展示会出展2件、共同研究3件。
- 世界で初めて開発した EO ポリマー(EOP)自立膜・積層膜作製技術を発展させ、100 $\mu$ m 以上の厚膜化を達成し、EOP 積層膜を用いて従来の EO 結晶に比べて 10 倍以上の超広帯域検出を実現した。超広帯域電磁波制御デバイスの超広帯域化や、超広帯域 THz 検出デバイスの量産化及び実用化の技術基盤となる成果を得た。論文掲載1件、受理1件、招待講演5件、国際会議発表1件、学会発表4件、特許登録1件、展示会出展1件、共同研究1件、NDA1件。
- EO ポリマー(EOP)デバイスの光耐性強化に向けて、O バンド(1.3 $\mu$ m 帯)における光酸化挙動を解析し、高温下では熱エネルギー

発につなげ、2光子顕微鏡像の SN 比向上法として特許出願した。生体の光毒性を格段に低減させられることから、生物学のみならず医学等、広範な分野に貢献しうる成果を得た。

EO ポリマー(EOP)デバイスの光耐性強化に向けて、O バンド(1.3 $\mu$ m 帯)における光酸化挙動を解析し、高温下で光酸化が加速するプロセスを明らかにした。光耐性強化方法として原子層堆積(ALD)膜による封止技術の検討を企業と共同で行い、複合組成膜で直接被覆することで光耐性が大幅に改善することを見出した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、光ファイバ無線モバイルフロントホールの一部無線区間やリモートアンテナにおける高速無線-光信号変換に向けた 300GHz 帯無線光変調素子を試作し、量産化可能なデバイス構造で 375 GHz 電磁波照射による直接光変調を世界で初めて実証した。
- 記憶形成に関連した脳機能変

	<p>性強化に向けて、界面物性制御技術の最適化を行う。</p>		<p>ギーが加わることで1光子励起による励起一重項酸素生成が可能となり、光酸化が加速するプロセスを明らかにした。光耐性強化方法として原子層堆積(ALD)膜による封止技術の検討を企業と共同で行い、複合組成膜で直接被覆することで光耐性が大幅に改善することを見出した。論文受理1件、招待講演5件、国際会議発表3件、学会発表1件、特許出願1件、共同研究2件。</p>	<p>化の解析法に関する要素技術の検討に関連し、前年度までに確立したショウジョウバエの脳内を観察しながら条件付けによって記憶をつくる実験系を用い、脳の中で実際に記憶ができていく様子を、1個の同定したニューロン内でリアルタイム観察することに世界で初めて成功した。</p>
<p>(ウ) 超高周波基盤技術</p>	<p>(ウ) 超高周波基盤技術</p> <p>ミリ波及びテラヘルツ波を用いた無線システムの実用化に向けて重要となるトランシーバのモジュール化技術の確立に向けて、位相制御技術、ビームフォーミング技術、無線伝送システムの開発を行うとともに、これらの基盤となる電子デバイスの高性能化に取り組み、28GHz 帯出力特性の評価を行うとともに110-170GHz 帯出力特性評価技術の確立に着手する。また、高速、大容量無線伝送に関わる高安定な基準信号源技術の研究開発のため、高Q値光共振器のデバイス構造作製の高度化を引き続き目指すとともに、集積化テラヘルツ信号源実現に向けてフィルタなどの信号処理回路の実装方法の検討を行う。励起光源共集積化に向けた半導体レーザー直接励起に関してもコムの発生方法などの観点から検討を行う。</p>	<p>(ウ) 超高周波基盤技術</p>	<p>(ウ) 超高周波基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高速・大容量無線通信技術の確立に向けたテラヘルツ帯トランシーバ集積回路の要素技術開発として、シリコン CMOS により開発したテラヘルツ帯無線受信機により 300GHz 帯で伝送速度 76Gbps の高速無線伝送を達成するとともに、IEEE802.15.3d 規格 23 チャンルの無線リンクにも成功した。またテラヘルツ帯ビームフォーミング無線伝送を実現するための位相シフト回路を、シリコン CMOS を用いて試作開発し、粗動・微動制御が可能な2つの位相シフト回路をトランシーバ回路内の 18 通倍局発振(LO)信号回路内に導入しつつ、テラヘルツ帯送受信系の基準信号の周波数同期精度を得るため LO 信号を 12GHz で共通化し、ネットワークアナライザのベクトルミキサモード測定により、位相シフト回路動作を評価した。この結果、340° 以上の位相シフト制御動作を確認し、位相シフト回路技術の開発と共に、送信・受信機における位相制御の評価技術を確認した。これら成果について集積回路分野で著名な IEEE Journal of Solid-State Circuits (JSSC)での発表を含む研究論文4件、国際会議8件、招待講演1件の成果発表を実施した。これら研究成果の一部は総務省電波資源拡大のための研究開発「集積電子デバイスによる大容量映像の非圧縮低電力無線伝送技術の研究開発」、同「テラヘルツ波による大容量無線 LAN 伝送技術の研究開発」、科学技術振興機構 CREST「ナノ光学と光カオスを用いた超高速意思決定メカニズムの創成」で実施した。</li> <li>ミリ波及びテラヘルツ波を用いた超高周波無線通信システムの実用化に向けた電子デバイスの高性能化として、窒化ガリウム(GaN)系 HEMT の高出力化のため、28GHz 帯ロード・ソースプル出力特性評価システムで AlGaIn/AIn/GaN-HEMT(ゲート長 <math>L_g=70\text{nm}</math>、ゲート幅 <math>W_g=100\mu\text{m}</math>、ソース・ドレイン間距離 <math>L_{SD}=1\mu\text{m}</math>) の出力特性を評価するとともに、出力 10W 超級デバイス評価の</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速・大容量無線通信技術の確立に向けたテラヘルツ帯トランシーバ集積回路技術の要素回路技術を開発として、シリコン CMOS により開発したテラヘルツ帯無線受信機により 300GHz 帯で伝送速度 76Gbps の高速無線伝送を達成するとともに、IEEE802.15.3d 規格 23 チャンルの無線リンクにも成功した。</li> </ul> <p><b>【社会的価値】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自由空間光通信や3次元カメラ等の超高速・超低遅延通信を支えるバックボーンとなり得る EOポリマー(EOP)を用いた超高速低電圧駆動光フェーズドアレイ(OPA)の短波長動作に向けて、機構が独自に開発した EOP を用いて OPA の試作を行った。素子構造及び作製プロセス等の最適化により、結合損失や迷光が飛躍的に改善し、前年度より明瞭な8分岐導波路の出射を</li> </ul>

ためのパルス RF 法の検討に着手した。これら成果についてミリ波・テラヘルツ波分野で著名な国際会議である International Microwave Conference (IMS) での招待講演1件の他、研究論文3件、国際会議4件、特許出願1件の成果発表を実施した。

- B5G デバイス開発に必要な THz 計測評価技術として、110～170GHz 帯ロード・ソースプル測定システムの構築に着手するとともに、220GHz オンウエハ VNA や BCDR 平衡型円板共振器 (10～120GHz) をネットワーク研究所先端 ICT デバイスラボに整備し、シリコン CMOS のモデリングやシート材料 (厚みは 1mm 以下) の誘電率測定を可能とした。また VNA 及び周波数エクステンダを組み合わせて特定実験試験局免許を取得し、J 帯 (287.5～312.5 GHz) など降雨や霧環境下での電波伝搬試験を実施した。これらは国内メーカーと締結したサブテラヘルツ波の車載センサ応用に関する資金受入型共同研究や今年度採択・実施した科学技術振興機構 A-STEP トライアウト「5G/B5G ビームステアリング無線アクセスに適した電波吸収体の開発」の成果で、国際会議9件、招待講演1件、特許出願1件の成果発表を実施した。
- 将来の高速・大容量通信及び高精度センシングにおいて重要な要素となる高安定な基準信号源の提供に向けた光源技術として、小型集積化高安定光源実現のため、引き続き膜質向上の検討を行った。成膜後のアニーリングによる cat-CVD 法窒化シリコン (SiN) 膜の残留水素濃度低減について実験的な定量評価 (プロセスとのコンパチビリティの検討: dopant activation temperature: 1,020°C、Ge-PD: 800°C) を行い、1,000°C 程度でのアニールは必要であるが、短時間で良いこと、また活性化温度と膜の高密度化開始温度は異なることを明らかにした。また、高 Q 値微小光共振器と励起光源としての半導体レーザー (量子ドットレーザー等) の共集積を目指したインターフェースの検討を行った。
- 独自のスロット導波路型スポットサイズコンバーターを設計し、励起レーザーとのモード整合性の向上を図った。この結果、短尺 (<math>< 100 \mu\text{m}</math>) かつ低損失 (0.65dB: 従来型では ~1.15 dB) な構造を実現した。これら研究成果について研究論文1件、国際会議2件の成果発表を実施した。

(工) 自然知規範型情報通信基盤技術

実現した。また、高速駆動に向けて、EOP 光変調器の 100kHz の高速駆動を確認するとともに、高速駆動用電極の設計に着手した。さらに、OPA 駆動に向けて、デバイス集積化技術の開発とデバイス実装にも着手した。

- 顕微鏡技術の深部化、高分解能化に関し、2光子顕微鏡画像を光学理論に基づき1光子顕微鏡像に変換する新規手法を開発した。この方法を応用し2光子顕微鏡像の SN 比を飛躍的に向上する画像処理法を開発した。2光子顕微鏡像の SN 比向上法として特許出願を行い、この方法を用いてマウス脳 100  $\mu\text{m}$  の深部における SN 比を6倍に改善した。生体の光毒性を格段に低減させられることから、生物学のみならず医学等、広範な分野に貢献しうる成果を得た。
- 生物の環境応答の中核を担う分子・神経ネットワークの構造及び機能解析法の検討に関連し、トランスクリプトーム解析 (網羅的遺伝子発現解析) に用いる試料の新規調製技術を開発し、大幅な高感度化 (従来 1,000 倍) と特異性の向上を達成 (特許出願、招待講演1件) したことで、取扱いが困難であった微量サンプルの遺伝子発現動態解析が可能となり、次世代シーケンシングの適用範囲の拡大、生体タンパク質情報を読み取るバ

(工) 自然知規範型情報通信基盤技術

(工) 自然知規範型情報通信基盤技術

<p><b>技術</b></p>	<p>様々な生物の階層に潜む自然知の計測・評価技術構築のための取組として、仮想現実を用いた昆虫行動解析系の試作と評価を行うとともに、生物の環境応答の中核を担う分子・神経ネットワークの構造及び機能解析法の検討を進める。また、記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する要素技術の検討を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 仮想現実を用いた昆虫行動解析系の試作と評価に関連し、前年度に引き続き昆虫用 VR 実験系を構築した。前年度に作成したハードウェアの動作に必要なソフトウェア環境を整備し、ショウジョウバエの運動出力を視覚刺激パラメータに帰還させた閉ループ系が動作することを確認した。またこの実験系に実際にハエを導入し、基礎的な行動データの収集を開始した。</li> <li>• 生物の環境応答の中核を担う分子・神経ネットワークの構造及び機能解析法の検討に関連し、甘味の検知・受容に関わる細胞集団が機能的に分化しており、それぞれが異なるタスク(摂食量調節・餌選択)に寄与することを報告した(Frontiers in Molecular Neuroscience 誌掲載)。</li> <li>• 生物の環境応答の中核を担う分子・神経ネットワークの構造及び機能解析法の検討に関連し、トランスクリプトーム解析(網羅的遺伝子発現解析)に用いる試料の新規調製技術を開発した。mRNA の多重精製と増幅ステップの導入により大幅な高感度化(従来の 1,000 倍)と特異性の向上を達成し、その有効性を行動の高次制御に関わる少数ニューロン(約 150 個)を対象とした解析によって確認した。取扱いが困難であった微量サンプルの遺伝子発現動態解析が可能となったことから、次世代シーケンシングの適用範囲の拡大、生体タンパク質情報を読み取るバイオセンサの要素技術となり得る成果を得た(特許出願、招待講演1件)。</li> <li>• 記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する要素技術の検討に関連し、前年度までに確立したショウジョウバエの脳内を観察しながら条件付けによって記憶をつくる実験系を用い、脳の中で実際に記憶ができていく様子を、1個の同定したニューロン内でリアルタイム観察することに世界で初めて成功した(特許出願中、論文発表準備中)。また、記憶分子候補であるシナプトタグミン7の記憶における役割について、突然変異体を解析することによって調べた(論文発表準備中)。</li> </ul>	<p>イオセンサの要素技術となり得る成果を得た。</p> <p><b>【社会実装】</b></p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ミリ波及びテラヘルツ波を用いた超高周波無線通信システムの実用化に向けた電子デバイスの高性能化として、窒化ガリウム(GaN)系 HEMT の高出力化のため、28GHz 帯ロード・ソースプル出力特性評価システムで AlGaN/AlN/GaN-HEMT (ゲート長 <math>L_g = 70\text{nm}</math>、ゲート幅 <math>W_g = 100\ \mu\text{m}</math>、ソース・ドレイン間距離 <math>L_{SD} = 1\ \mu\text{m}</math>) の出力特性を評価するとともに、出力 10W 超級デバイス評価のためのパルス RF 法の検討に着手した。</li> <li>• 光ファイバ遅延線と SFQ 信号処理回路を組み合わせた複数 SSPD からの時間多重読み出し方法を考案し(特許申請)、3チャンネルのシステムで原理実証実験を実施し、1本の同軸ケーブルで3チャンネルの SSPD から信号読み出しが可能であることを実証した。各々のチャンネルのタイミングジッタとして 50ps 程度を確認し、1ns 以下のチャンネル間時間遅延で読み出すことが可能であり、1本の同軸ケーブルで 10MHz で動作する SSPD 100 チャンネルの読み出しが可能であることを示した。また、最大 12 チャンネルの SSPD</li> </ul>
<p>(オ)バイオ ICT 基盤技術</p>	<p>(オ)バイオ ICT 基盤技術</p> <p>分子やバイオマテリアルに付随した情報の評価基盤を構築するため、化学的ラベル識別対象の評価に要する技</p>	<p>(オ)バイオ ICT 基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 化学的ラベル識別対象の評価に要する技術要素の検討に関し、バクテリアによる情報識別法をオンサイト計測に適用する際に考慮すべき環境パラメータを検討し、その中で温度をパラメータとして利用できる計測系を構築するとともに、大腸菌株をオン</li> </ul>	

	<p>術要素の検討を行うとともに、顕微鏡技術の深部化、高分解能化を進める。また、生体分子を組み合わせた情報処理システムを構成するための要素の試作を行うとともに、細胞機能の人工制御に必要な要素技術の構築・検討を行う。</p>	<p>サイトで容易に得るための小型静置培養手法の開発を行った。また、当技術のコンセプト論文の発表に伴って、複数の記事掲載(日本経済新聞他)、テレビ番組放映(MBS/あしたワクワク未来予報)に至った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 顕微鏡技術の深部化、高分解能化に関し、2光子顕微鏡画像を光学理論に基づき1光子顕微鏡像に変換する新規手法を開発した。この方法を応用し、1光子顕微鏡像において周波数限界以上の空間周波数成分を除去し、1光子顕微鏡像としてデコンボリューションを行ったのち、2光子顕微鏡像に変換し、再度2光子顕微鏡像としてデコンボリューションを行うことにより、2光子顕微鏡像のSN比を飛躍的に向上する画像処理法を開発した(2光子顕微鏡像のSN比向上法として特許出願済み(「顕微鏡画像補正方法及び顕微鏡画像補正プログラム」特願 2022-132546、令和4年8月23日出願))。この方法を用いてマウス脳 100<math>\mu</math>mの深部におけるSN比を6倍に改善した。生体の光毒性を格段に低減させられることから、医学・脳科学・生物学等の広範な分野に貢献しうる成果を得た。</li> <li>• 生体分子を組み合わせた情報処理システムを構成するための要素の試作に関し、情報の運搬を担う分子シャトルにおいて、自律的に輸送方向を反転させる仕組みを設計・試作し、実際に集合状態に依存して運動方向が逆転することを確認するに至った。また、DNA ナノテクノロジーと人工分子素子を組み合わせたシステムに関する論文発表に伴い、複数の新聞記事等への掲載(朝日新聞他)に至った。さらに、DNA 構造体を用いた動的機能素子の開発に関して DNA 折り紙の創始者(カリフォルニア工科大)等との連携を開始した。</li> <li>• 細胞機能の人工制御に必要な要素技術の構築・検討に関し、細胞内に導入した人工ビーズの周囲で起こる現象の計測と制御に必要なバイオイメーjing用流体制御デバイスを試作・検討し、薬剤処理がビーズ周辺の影響を、生細胞蛍光-電子相関顕微鏡観察法によって解析できる実験系を構築した。</li> </ul>	<p>システムを浜松ホトニクスが主体となって試作、大阪大学、機構と共同で量子もつれ光子対の評価実験に適用し、その有効性を実証した(報道発表1件)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EO ポリマー(EOP)デバイスの光耐性強化に向けて、O バンド(1.3<math>\mu</math>m 帯)における光酸化挙動を解析し、高温下では熱エネルギーが加わることで1光子励起による励起一重項酸素生成が可能となり、光酸化が加速するプロセスを明らかにした。光耐性強化方法として原子層堆積(ALD)膜による封止技術の検討を企業と共同で行い、複合組成膜で直接被覆することで光耐性が大幅に改善することを見出した。</li> </ul>
<p>(2)先端 ICT デバイス基盤技術</p>	<p>(2)先端 ICT デバイス基盤技術</p>	<p>(2)先端 ICT デバイス基盤技術</p>	<p>(2)先端 ICT デバイス基盤技術</p>
<p>(ア)酸化物半導体電子デバイス</p>	<p>(ア)酸化物半導体電子デバイス</p>	<p>(ア)酸化物半導体電子デバイス</p>	<p>本年度は次年度以降の各技術の社会実装を見据えて科学的意義のある成果の創出及び社会的</p>



- 酸化ガリウム極限環境 ICT デバイスに関しては、令和3年度に引き続き、酸化ガリウム FET の高周波デバイス特性を改善するためのデバイス構造設計、試作に必要となるデバイスプロセス要素技術開発を経て、実際に高周波酸化ガリウム FET を試作し、その DC 及び RF デバイス特性評価を行う。
- 酸化ガリウム高効率パワーデバイス開発に関しては、令和3年度に開発したデバイスプロセス要素技術（エッチング、ボンディング、ゲート絶縁膜）を活用して縦型酸化ガリウム FET を試作し、そのデバイス特性評価を行う。

- Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板/エピ界面に生じるドレイン電流リークを低減するため、また短ゲート化に伴う FET 高周波デバイス特性の向上を妨げる要因となる短チャネル効果を解消するために、(AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バックバリア層の導入を検討し、(AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層の分子線エピタキシー (MBE) 成膜条件の最適条件を得た (Journal of Vacuum Science Technology A に投稿中)。続いて、(AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バックバリア層を導入した短ゲート Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOSFET を試作し、その DC 及び RF デバイス特性の評価を行った。結果、ドレイン電流リークを大幅に低減させることに成功すると共に、電流利得遮断周波数 ( $f_T$ ) 10 GHz、最大発振周波数 ( $f_{max}$ ) 24 GHz という良好な高周波デバイス特性を実現した。本年度開発した (AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バックバリア層は、今後の横型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FET 研究開発における基盤プロセス技術となることが期待される。
- 縦型パワートランジスタ試作に関して、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面へ RF プラズマセルにより生成した窒素ラジカルを照射しドーピング層を活用して特性向上を狙い特性評価を行った。計測において窒素ラジカルを照射することで、表面ダメージの回復効果が得られることを発見した。表面窒素ラジカル処理を施した Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板を用いて作製したショットキーバリアダイオードにおいて、電気的特性及びその面内均一性の改善が認められるという顕著な特性を得た。本プロセスを FET に応用した場合、ゲートしきい値電圧の均一化、各種デバイス特性及び信頼性の向上に役立つことが期待される。
- 産学官の共同研究体制を組織し、総務省委託事業において各種重要要素技術を網羅する総合的な Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> デバイス研究開発を前年度に引き続き実施した。
- 基板直接接合により p-Si/n-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ヘテロ接合ダイオードを試作し、その接合界面の電気的特性評価を行った (科研費基盤(B)課題)。電気的特性からバンドアライメントを同定し、特徴的な容量-電圧特性から接合界面に2次元電子ガスが形成されることを解明し、新規デバイス構造実現に向けた知見を得た (Journal of Applied Physics へ投稿、採択済み)。
- グリーン ICT デバイス研究室長が、第 54 回市村学術賞貢献賞 (酸化ガリウムデバイスの先駆的研究開発) 受賞、2023IEEE フェロー (For contributions to gallium oxide electronics and millimeter-wave gallium nitride transistors) 表彰を受けた。IEEE フェロー称号は、毎年の任命数をメンバー以上の資格を有する

価値の創出に重点をおいた。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板/エピ界面に生じるドレイン電流リークを低減するため、また、短ゲート化に伴う FET 高周波デバイス特性の向上を妨げる要因となる短チャネル効果を解消するために、(AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バックバリア層の導入を検討し、(AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層の分子線エピタキシー (MBE) 成膜条件の最適条件を得た。この最適状態に基づく短ゲート Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOSFET を試作し、その DC 及び RF デバイス特性を評価した。まず、一番の目的とする、基板/エピ層界面に生じるドレイン電流リークを大幅に改善することに成功した。更に、電流利得遮断周波数 ( $f_T$ ) 10GHz、最大発振周波数 ( $f_{max}$ ) 24GHz という良好な高周波デバイス特性を実現した。

最も殺菌性能の高い波長 265nm 帯の発光ピークを示す高強度深紫外 LED 技術を用いて、LED チップを高密度マルチチップ実装することにより、光出力 8W を超えるワット級高出力動作の深紫外 LED ハンディ照射モジュールを世界に先駆け開発することに成功した。また、開発したワット級の 265nm 帯深紫外 LED ハンディ照射モジュールを用いて、豚コロナウイルス (PEDV) に対する不活性化効果を検証した。直径 100cm の広範囲のウイルスに対して、わずか 12.86 秒の照射で 99.9%、27.17 秒の照射で 99.99% 不活性化できることを実証した。これまで、持ち運

			<p>会員数(40万人以上)の0.1%以内と厳しく定めており、当該分野で著名な業績を挙げ、世の中の改革と進歩に貢献した研究者に与えられる。</p>	
<p>(イ) 深紫外光 ICT デバイス</p>	<p>(イ) 深紫外光 ICT デバイス</p> <p>深紫外小型固体光源の実用化・高度化を目指して、AlGaIn 系深紫外 LED の光取出し効率の向上や更なる特性改善に向けたエピタキシャル層・デバイス構造に関する要素技術の開発と特性評価を令和3年度に引き続いて実施する。また深紫外光 ICT デバイス応用展開に向けて、深紫外コヒーレント小型固体光源の実現に必要な AlGaIn 系半導体デバイス構造の設計と作製手法の開発を行う。</p>		<p>(イ) 深紫外光 ICT デバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>窒化アルミニウムガリウム (AlGaIn) 系深紫外 LED の光取出し効率の向上や内部光吸収の抑制に向けて、p-GaN コンタクト層を用いないデバイス構造を開発した。単結晶 AlN 基板上 Mg ドープ AlGaIn エピタキシャル層の結晶性向上により、世界最小レベルの高 Al 組成 p-AlGaIn/p-電極間の接触抵抗率を実現することで、高 Al 組成 p-AlGaIn に対する p-GaN フリーのオーミックコンタクトを実証した。</li> <li>深紫外光 ICT デバイス応用に向けて、AlGaIn/AlN 分布ブラッグ反射鏡 (DBR) 構造を開発した。クラック無く100層 (50ペア、膜厚約 3 μm) の AlGaIn/AlN 超格子をスードモルフィックにエピ成長することに成功し、UVC 領域で高反射率 (99%以上) を達成した。また、深紫外光の指向性制御に向けて、マルチ位相レベルの AlN フネルルゾーンプレート (FZP) 構造を設計し、指向性向上効果を確認した。</li> <li>安心・安全で持続可能な社会の実現、「ポスト/With コロナ」社会で求められる深紫外光応用技術の社会展開に向けて、最も殺菌性能の高い波長 265 nm 帯の発光ピークを示す高強度深紫外 LED 技術を用いて、LED チップを高密度マルチチップ実装することにより、光出力 8W を超えるワット級高出力動作の深紫外 LED ハンディ照射モジュールを開発することに成功した。</li> <li>開発したワット級の 265 nm 帯深紫外 LED ハンディ照射モジュールを用いて、豚コロナウイルス (PEDV) に対する不活性化効果を検証した。直径 100cm の広範囲のウイルスに対して、わずか 12.86 秒の照射で 99.9%、27.17 秒の照射で 99.99% 不活性化できることを実証した。これまで、持ち運びできる高出力な小型照射機がなく、広範囲のウイルスを短時間で殺菌することは不可能で、利用可能なシーンは限られていたが、本成果により、病院・商業施設・公共交通機関等、幅広い場面での応用が期待される (令和4年 10月 27日報道発表、日刊工業新聞令和4年 10月 31日付、日本経済新聞令和4年 10月 27日付電子版他多数掲載)。</li> </ul>	<p>びできる高出力な小型照射機がなく、広範囲のウイルスを短時間で殺菌することは不可能で、利用可能なシーンは限られていたが、本成果により、病院・商業施設・公共交通機関など幅広い場面において、深紫外光を活用した殺菌応用の可能性が飛躍的に広がり、その社会普及を一段と加速させる技術として期待される。また、これらの成果の社会展開のために企業と連携し環境省主管 (総務省連携) 委託事業も受託している。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p><b>【科学的意義】</b></p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板/エピ界面に生じるドレイン電流リークを低減するため、また、短ゲート化に伴う FET 高周波デバイス特性の向上を妨げる要因となる短チャネル効果を解消するために、(AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バックバリア層の導入を検討し (AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層の分子線エピタキシー (MBE) 成膜条件の最適条件を得た。この最適状態に基づく短ゲート Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOSFET を試作し、その DC 及び RF デバイス特性を評価した。</li> </ul>

- また、高強度深紫外 LED の早期社会実装や省 CO2 型感染症対策技術の応用実証に向けた取組みとして、企業とも連携し、環境省主管(総務省連携)委託事業を実施した。

まず、一番の目的とする、基板/エピ層界面に生じるドレイン電流リークを大幅に改善することに成功した。更に、電流利得遮断周波数( $f_T$ )10GHz、最大発振周波数( $f_{max}$ )24GHz という良好な高周波デバイス特性を実現した。

- p-Si/n-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 直接接合によるヘテロ接合ダイオードを試作し、電気的特性からバンドアライメントを同定し、特徴的な容量-電圧特性から接合界面に2次元電子ガス(高速で電子が流れることのできる層状領域)が形成されることを解明し、新規デバイス構造実現に向けた知見を得た。
- 窒化アルミニウムガリウム (AlGaIn)系深紫外 LED の光取出し効率の向上や内部光吸収の抑制に向けて、深紫外光を吸収してしまう p-GaN コンタクト層を用いないデバイス構造を開発した。単結晶 AlN 基板上 Mgドーピング AlGaIn エピタキシャル層の結晶性向上により、世界最小レベルの高 Al 組成 p-AlGaIn/p-電極間の接触抵抗率を実現することで、高 Al 組成 p-AlGaIn に対する p-GaN フリーのオーミックコンタクトを実証した。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 安心・安全で持続可能な社会の

実現、「ポスト／With コロナ」社会で求められる深紫外光応用技術の社会展開に向けて、最も殺菌性能の高い波長 265 nm 帯の発光ピークを示す高強度深紫外 LED 技術を用いて、LED チップを高密度マルチチップ実装することにより、光出力 8W を超えるワット級高出力動作の深紫外 LED ハンディ照射モジュールを世界に先駆け開発することに成功した。

- MBE 成長最適化を行った (AlGa)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バックバリア層を導入した短ゲート Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOSFET を試作し、電流利得遮断周波数 ( $f_T$ ) 10GHz、最大発振周波数 ( $f_{max}$ ) 24GHz という良好な高周波デバイス特性を実現し、今後の横型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FET 研究開発における基盤プロセス技術につながる成果を得た。

#### 【社会実装】

以下に示す、顕著な成果が認められる。

- 開発したワット級の 265nm 帯深紫外 LED ハンディ照射モジュールを用いて、豚コロナウイルス (PEDV) に対する不活性化効果を検証した。直径 100 cm の広範囲のウイルスに対して、わずか 12.86 秒の照射で 99.9%、27.17 秒の照射で 99.99% 不活性化できることを実証した。これまで、持ち運びできる高出力な小型照射機がなく、広範囲のウ

			<p>ウイルスを短時間で殺菌することは不可能で、利用可能なシーンは限られていたが、本成果により、病院・商業施設・公共交通機関など幅広い場面において、深紫外光を活用した殺菌応用の可能性が飛躍的に広がり、その社会普及を一段と加速させる技術として期待される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>縦型パワートランジスタ試作に関して、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面へ RF プラズマセルにより生成した窒素ラジカルを照射しドーピング層を活用して特性向上を狙い特性評価を行った。計測において窒素ラジカルを照射することで、表面ダメージの回復効果が得られることを発見した。表面窒素ラジカル処理を施した Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板を用いて作製したショットキーバリアダイオードにおいて、電気的特性及びその面内均一性の改善が認められるという顕著な特性を得た。本プロセスを FET に応用した場合、ゲートしきい値電圧の均一化、各種デバイス特性及び信頼性の向上に役立つことが期待される。</li> </ul>
<p>(3)量子情報通信基盤技術</p>	<p>(3)量子情報通信基盤技術</p>	<p>(3)量子情報通信基盤技術</p>	<p>(3)量子情報通信基盤技術</p> <p>本年度は科学的意義のある成果の創出及び企業とも連携することで社会実装に向けた取り組みに重点をおいた。量子誤り訂正に必要とされる高度な量子ビット制御技術に関し、最適制御理論に基づく勾配上昇パルス工学アルゴリズムを応用し、考えられる全ての量</p>
<p>(ア)量子セキュアネットワーク技術</p>	<p>(ア)量子セキュアネットワーク技術</p> <p>令和3年度に引き続き量子セキュアクラウドの実用性向上に向けて、秘密分散処理及び秘匿通信の高速化に取り組む。具体的には“信頼で</p>	<p>(ア)量子セキュアネットワーク技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高速秘密分散を実現し、700Mbps を超えるスループットを実現した。また株式会社東芝が構築した QKD ネットワークにおいて、80GB の全ゲノムデータの高速分散の改良に成功した。京都大学、株式会社東芝等と連携し、ゲノム解析専用サーバを“信頼できるサーバ”として量子セキュアクラウド(量子暗号</li> </ul>	

きるサーバ”を想定し、個人情報保護とデータの利活用の両立を可能とするシステムの実装を行い、ゲノム解析データを用いたデモを実施する。また、秘密分散を応用した安全なデータ中継の実証を行う。

光空間通信に関しても、令和3年度に引き続き、空間通信に適した量子暗号・物理レイヤ暗号の基礎理論・技術の研究を進めるとともに、ISS 搭載用物理レイヤ暗号装置を開発する。また、低軌道衛星で利用可能な量子暗号用鍵蒸留処理技術を開発し、放射線耐性のテスト・評価を実施し、宇宙空間での利用可能性を検証する。また、静止衛星軌道でも動作可能なデバイスの選定を実施する。

量子暗号ネットワークの高度化・広域化に向けて、暗号鍵やデータを複数のノードとリンクで分散的に処理・伝送・保管する高度分散化技術の

ネットワーク上に秘密分散を組み合わせた分散ストレージシステム)に実装し、サーバ内以外は情報理論的安全性を保証しつつ伝送・保管する技術を確立した。またゲノム解析や治療に不必要なゲノム情報をフィルタリングする技術も実施し、400Mbps 以上の高速処理を実現した。全ゲノムデータのような大容量、非構造化データを用いた秘匿計算の実証は世界初の成果であり、その成果は Scientific Reports 誌に掲載された。また同様のコンセプトを製造業の分野でのデモとして、京都大学のフォトニックレーザの設計を慶應義塾大学の次世代アクセラレータにより最適化するデモにも成功し、2件のプレスリリースを実施した。また、秘密分散を応用し、パスワード1つ分のデータを無中継で伝送するだけで、大容量のデータを信頼できるノードを仮定した量子鍵配送ネットワーク上において、情報理論的安全性なデータ中継の実証に成功した。

- 空間通信に適した量子暗号・物理レイヤ暗号の基礎理論・技術の研究を進めるとともに、物理レイヤ暗号の送信機及び鍵蒸留装置の国際宇宙ステーション(ISS)搭載機器の開発を実施した。放射線耐性のテスト・評価を経て、開発品は ISS 搭載機器として、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の審査に合格した。また、搭載機器の地上試験モデル(GM モデル)を用いて、スカイツリー450m 展望台から上野公園に設置した ISS との実証実験に使用する可搬局との間で、伝搬距離 3km での物理レイヤ暗号のための機器機能確認と通信路評価実験に成功し、プレスリリースを実施した。
- また、超小型衛星 SOCRATES を用いて平成 27 年から平成 28 年に行われた低軌道衛星-地上局間の量子通信実験で蓄積したデータの詳細な解析を実施し、大気揺らぎやポインティングエラーを受けた量子通信路の統計的モデルを導出し、量子鍵配送に与える影響を評価した。その成果は Communications Physics 誌に掲載された。さらに、静止衛星軌道でも量子暗号を可能とする耐放射線特性と高い計算能力を有するデバイスの選定を実施した。
- 「乱数マスキング」、「誤り訂正符号化」、「ブロック分割・分散化」を組み合わせた高度分散化技術の基本設計を完了し、ノード危殆化に対する信頼性・安全性・可用性の統計的評価を行って機能検証を完了した。さらに、量子暗号ネットワークに新たにネットワーク符号化を導入することで、ワンタイムパッド鍵の消費量を

子演算シーケンスの中から理論的に最適なものを特定するシステムティックな手法を開発し Physical Review A 誌に掲載された。また、高速秘密分散を実現し、700Mbps を超えるスループットを実現した。また、QKD ネットワークにおいて、80GB の全ゲノムデータの高速分散を改良し、全ゲノムデータの分散ストレージに企業とも連携して世界で初めて成功した。また、これらの成果に関連する複数のプレスリリースも行った。

量子鍵配送装置の安全性評価に向けた標準化活動は装置ベンダー、想定ユーザ双方から期待されていることに対し、ITU-T 27 件、ETSI 10 件、ISO 2 件の寄書を提出、ITU-T 勧告2件を成立させた等、我が国が世界を主導する成果を得た。

秘匿化、誤り訂正、経路分散化の機能を有し伝送効率に優れた高度分散化技術を開発し2件の特許出願を行った。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 秘密分散処理に関して、

基本設計と機能検証を行うとともに、ネットワーク制御・管理に関する主要機能の実装と検証を行う。また、ネットワークテストベッドの拡張と整備を進める。

低軌道のみならず中軌道や静止軌道上の衛星と地上局間で情報理論的に安全な暗号通信を実現可能な衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術の実現に向けて、令和3年度に実施した要件定義に基づいて、衛星搭載機器や地上側量子受信技術の詳細設計と試作を行う。

量子暗号モジュールの評価・検定法に関する要求仕様の草案を作成するとともに、量子暗号ネットワークの標準化を進める。

低減する手法を考案した(特願 2022-060274、特願 2022-073442)。

- 量子鍵配送ネットワーク制御・管理に関して、障害、リンク構成、課金、性能等の状態管理を高度化・効率化するための新たなグラフィックユーザインターフェースを開発・実装し、府省関係者や重要潜在顧客へのネットワークオペレーションデモを多数実施しながら、検証を進め問題点を洗い出すとともに運用ノウハウを蓄積した。ネットワークテストベッドに関して、機構内、さらに、政府機関、民間企業に新たなノードを設け、これまでのネットワークからノード数、リンク数を倍増させる拡張と整備を進めた。
- 衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術に関して、衛星搭載用の鍵管理部及びネットワークコントローラ機能の詳細設計を行い、地上局との連携動作を模擬する鍵管理シミュレータソフトウェアを開発した。
- 地上側の受信望遠鏡の設計・試作、精追尾光学系の詳細設計、量子受信機の詳細設計と試作を行った。
- 量子鍵配送装置の安全性評価に向けた標準化活動は装置ベンダー、想定ユーザ双方から期待されていることに対し、国際電気通信連合電気通信標準化部門(ITU-T)へ 27 件、欧州電気通信標準化機関(ETSI)へ 10 件、国際標準化機構(ISO)へ2件の寄書を提出し、我が国が世界を主導する成果を得た。ETSI において、量子暗号モジュールの評価・検定法に関する要求仕様の草案を作成、改定を進め、会合で紹介し専門家の意見を取り入れ適用性の向上を図った。ITU-T において、量子暗号とストレージネットワークの統合系のセキュリティ要件の勧告 X.1715 及び異なるアーキテクチャの量子暗号ネットワークのインターワーキングに関する勧告 Y.3810 の編纂を主導し発刊を完了させた。

700Mbps を超えるスループットとなる高速秘密分散を実現した。また、QKD ネットワークにおいて、80GB の全ゲノムデータの高速分散の改良にも世界で初めて成功した。

- 超小型衛星 SOCRATES を用いて平成 27 年から平成 28 年に行われた低軌道衛星-地上局間の量子通信実験で蓄積したデータの詳細な解析を実施し、大気揺らぎやポインティングエラーを受けた量子通信路の統計的モデルを導出し、成果が Communications Physics 誌に掲載された。
- 量子誤り訂正に必要とされる高度な量子ビット制御技術に関し、最適制御理論に基づく勾配上昇パルス工学アルゴリズムを応用し、考えられる全ての量子演算シーケンスの中から理論的に最適なものを特定するシステムティックな手法を開発し Physical Review A 誌に掲載された。またプレスリリースも実施し、紙上掲載3件・Web 掲載 11 件に達した。
- NbN/PdNi/NbN の  $\pi$  接合を用いた全窒化物磁束量子ビットを作製し、低温での量子ビットエネルギーのバイアス磁場依存性測定の結果、磁束量子ビットの最適動作点が Offset 磁場なくゼロ磁場で動作することを確認したことで、グローバル磁場不要

(イ)量子ノード技術

(イ)量子ノード技術

量子計測標準技術として、イオントラップシステムに複数個量子ビットによる光時計機

(イ)量子ノード技術

- 光ファイバで精密周波数配信が可能な E-band での時計レーザーを開発した。カルシウムイオンに照射する際に非線形結晶での第2高調波発生で 729nm に変換し、光通信帯波長を用いるこ

能を実装し、精密光周波数生成の確認を行う。超高繰り返し量子光生成技術を連続量量子状態生成へ拡張するため、同状態の生成や検出に適した導波路型非古典光源やホモダイン検出器を構築する。

新型超伝導量子ビットの実現に向けて、引き続きシリコン基板上にエピ成長させた窒化物超伝導磁束量子ビット作製・評価技術向上及びグローバル磁場不要な超伝導磁束量子ビットの研究開発を進め、動作検証を行う。

とにより、19inch ラックサイズに収まるような小型化に成功した。また 15 個までのイオンを用いて光時計動作を達成した。複数イオン光時計で従来問題となっていた遷移周波数のばらつきに起因するノイズを抑える電場を発見し、1時間以上に渡って精密光周波数を生成できることを確認した。以上のように次世代のインフラに不可欠な時計の高精度化に貢献する成果を得て、APTQS2022 での招待講演にて発表をした。また、超高繰り返しでの連続量量子状態生成に向けて GHz 繰り返しで駆動可能な非古典周波数コム光源の開発に着手、導波路型非古典光源やホモダイン検出器を構築し、コム間隔 1.25GHz を実測した。また、非古典光源評価のための量子状態推定の新手法を考案し、実証実験に成功した結果が Physical Review Applied 誌に掲載された。

- 窒化物超伝導量子ビットの作製技術向上に関し、新しいエッチング技術の導入により、素子性能の向上に目途が立った。また NbN/PdNi/NbN の  $\pi$  接合を用いた全窒化物磁束量子ビット ( $\pi$ -qubit) を作製し、低温での量子ビットエネルギーのバイアス磁場依存性測定の結果、磁束量子ビットの最適動作点が Offset 磁場なくゼロ磁場で動作することを確認したことで、グローバル磁場不要の SFS 接合を必須要素として含む  $\pi$ -qubit の開発に世界に先駆けて成功している。
- さらに、量子誤り訂正に必要とされる高度な量子ビット制御技術に関し、最適制御理論に基づく勾配上昇パルス工学アルゴリズムを応用し、考えられる全ての量子演算シーケンスの中から理論的に最適なものを特定するシステムティックな手法を開発した。その結果は Physical Review A 誌に掲載された。またプレスリリースも実施し、紙上掲載3件・Web 掲載 11 件に達した。

な超伝導磁束量子ビットの開発に世界に先駆けて成功している。

### 【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 量子鍵配送装置の安全性評価に向けた標準化活動は装置ベンダー、想定ユーザ双方から期待されていることに対し、ITU-T27 件、ETSI 10 件、ISO 2 件の寄書を提出し、我が国が世界を主導する成果を得た。ETSI において、量子暗号モジュールの評価・検定法に関する要求仕様の草案を作成、改定を進め、会合で紹介し専門家の意見を取り入れ適用性の向上を図ったとともに、ITU-T 勧告2件を成立させた。
- 静止衛星軌道でも量子暗号を可能とする耐放射線特性と高い計算能力を有するデバイスの選定を実施した。
- 15 個までのカルシウムイオンを用いた光時計動作に成功し、複数イオン光時計で従来問題となっていた遷移周波数のばらつきに起因するノイズを抑える電場を発見し、1時間以上に渡って精密光周波数生成を確認することができたことで、次世代のインフラに不可欠な時計の高精度化に貢献する成果を得た。

### 【社会実装】



以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 京都大学、株式会社東芝等と連携し、ゲノム解析専用サーバを“信頼できるサーバ”として量子セキュアクラウド(量子暗号ネットワーク上に秘密分散を組み合わせた分散ストレージシステム)に実装し、サーバ内以外は情報理論的安全性を保証しつつ伝送・保管する技術を確立した。ゲノム解析や治療に不必要なゲノム情報をフィルタリングする技術も実施し、400Mbps 以上の高速処理を実現した。全ゲノムデータのような大容量、非構造化データを用いた秘匿計算の実証は世界初の成果である。また同様のコンセプトを製造業の分野でのデモとして、京都大学のフォトニックレーザーの設計を慶應義塾大学の次世代アクセラレータにより最適化するデモにも成功し、2件のプレスリリースを実施した。
- 「乱数マスキング」、「誤り訂正符号化」、「ブロック分割・分散化」を組み合わせた高度分散化技術の基本設計を完了し、ノード危殆化に対する信頼性・安全性・可用性の統計的評価を行って機能検証を完了した。さらに、量子暗号ネットワークに新たにネットワーク符号化を導入することで、ワンタイムパッド鍵の消費量を低減する手法を考案し2件の特許出願を行った。量子鍵

				<p>配送ネットワーク制御・管理に関して、障害、リンク構成、課金、性能等の状態管理を高度化・効率化するための新たなグラフィックユーザインターフェースを開発・実装し、府省関係者や重要潜在顧客へのネットワークオペレーションデモを多数実施しながら、検証を進め運用ノウハウを蓄積した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>空間通信に適したISS搭載用物理レイヤ暗号装置を完成させ、振動試験、真空・熱試験での正常動作を確認し、JAXA による搭載機器審査に合格した。昨今の国際情勢が厳しい状況になるなか、有人機への搭載機器の審査が4月より改変され、大変厳しい条件となったにもかかわらず計画通りに遂行させることができた。</li> </ul>
<p><b>(4)脳情報通信技術</b></p>	<p><b>(4)脳情報通信技術</b></p> <p>人間の究極のコミュニケーションの実現や、人間の潜在能力の発揮を実現することで人々が幸せを実感できる新しい ICT の創出を目指して、人間の認知・感覚・運動に関する脳活動を高度かつ多角的に計測・解析する技術を開発するとともに、人間の機能の向上等を支援する技術等の脳情報通信技術の研究開発を実施する。また、脳情報通信技術を社会実装する際に留意すべき ELSI に関わる課</p>		<p><b>(4)脳情報通信技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人間の認知・感覚・運動に関する脳活動を高度かつ多角的に計測・解析する技術を開発したことを以下の(ア)に示す。</li> <li>人間の機能の向上等を支援する技術等の脳情報通信技術の研究開発を実施したことを以下の(イ)に示す。</li> <li>脳情報通信技術を社会実装する際に留意すべき ELSI に関わる課題を抽出し対策の検討を進めたことを以下の(ウ)に示す。</li> </ul>	<p><b>(4)脳情報通信技術</b></p> <p>本年度は次年度以降の各技術の実応用を見据えつつ科学的意義のある成果の創出及び社会的価値の創出に重点をおき、認知神経学、画像・言語処理、精神医学等の研究領域において脳機能や脳内知識体系の理解に寄与しうる以下のような成果を得た。車椅子レースのパラリンピアン脳では運動野足領域が手の領域に使用され、足領域の拡大もみられる超適応が起きていることを明らかにした。扁桃体 BOLD(血中酸素濃度依存)信号の initial dip(初期減</p>

<p>(ア)人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発</p>	<p>題を抽出し、対策の検討を進める。</p> <p>(ア)人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自然で多様な知覚・認知を司る脳内情報表現を包括的に扱う脳機能モデルの構築に向け、3D 自然画像や能動的な条件等を含む多様な知覚・認知体験下での脳活動データを収集する。脳機能モデルの構築と高度化を行うとともに、当該モデルの脳に倣う人工知能や個性を模倣する人工知能への応用を検討する。</li> <li>時間情報処理メカニズムの文脈依存性及び汎化性を、行動実験あるいは脳活動データを取得・解析することで検討する。また、感覚刺激等によって時間感覚を調節する技術を検討する。</li> </ul>	<p>(ア)人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>外的・内的注意下での脳情報の定量化に成功した。また、脳内情報のモデル化により、脳内意味情報をもつ非対称性などの特性を明らかにするとともに、意味情報同士のつながりの効率性を表す「スモールワールド性」は統合失調症患者では健常者に比べて低いことと、統合失調症患者特有の脳内意味構造の崩れを可視化することに成功した。論文は国際誌に掲載された。加えて、小脳・皮質下の認知情報の定量と小脳における情報表現空間を明らかにした。これらは、NeuroImage, Schizophrenia Bulletin, Communications Biology を含む査読論文5報として出版した。これらの論文発表は、精神科学のみならず、認知神経学、神経画像、言語処理等の幅広い研究領域において脳内の知識体系の理解に寄与しうる著しい成果となった。</li> <li>脳活動と AI 技術を介した情動推定技術を企業と共同開発した。共同開発について特許登録を行い、企業向けの研究コンサルティング(8社)を提供した。</li> <li>脳内情報のモデルを人工知能(AI)と融合し、視聴覚及び言語の入力から知覚・認知内容の個人差を反映する新たな脳融合 AI を開発した。AI が生成した情報に対する選好の個人差をもたらす脳内機構を明らかにした。査読論文1報を発表。国際学会発表5件、国内学会発表8件(うち2件で受賞)を行った。</li> <li>脳融合 AI の特許を技術移転して実施した。NTT データによる脳融合 AI の商用サービスが継続し、延べのユーザ数は 60 企業となり前年度比で 1.6 倍になっている。</li> <li>一定の時間の長さ(時間長)への慣れ(順応)によってその後知覚される時間長が伸縮する錯覚を用いて、時間の脳内表現の文脈依存性及び汎用性を調べた。この結果、時間を表現するメカニズムは刺激タイプによらず共通であるが、表現する神経細胞群は独立であるという時間の脳内表現の文脈依存性及び汎用性に関する新たな知見を得た。</li> <li>刺激タイプ間で時間の学習効率が異なるのか、また、刺激タイプ間で学習効果が汎化するかを調べた。その結果、刺激持続時間よりも刺激間隔時間の方が効率的に学習できることがわかり、さ</li> </ul>	<p>少)が持つ情報の7テスラMRIによる定量化に成功し、機能的 MRI 解析における多次元ダイナミクスアルゴリズムの有効性を示唆する成果を得た。また、時間情報処理の理解に重要な知見を与える高い科学的価値を持つ成果を得た。これらの成果を国際的な学術雑誌に発表した。</p> <p>MRI 画像から個々の筋骨格形状を自動認識する AI の開発を行い、認識の難しい肩部分を対象として Dice 係数約 0.8 という高い認識性能を達成した。さらに、その認識結果に基づいて個人を忠実に再現した人体力学モデルを構築した。簡便な方法で精密な人体モデルを可視化できたことで、医療やスポーツ、リハビリの現場における実応用の可能性が広がる成果を得た。また、3次元超音波イメージング(3DUS:2次元超音波技術と3次元モーションキャプチャ技術を融合した手法)を実装し、世界で初めて肩の複雑な筋形状の計測に適用した。</p> <p>脳情報通信融合研究センター(CiNet)研究成果の社会受容促進のために、CiNet 内に設置した ELSI 研究グループにおいて専門の研究者による研究を開始し報告書を取りまとめるなど、社会での認知度を高める活動を行った。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成</p>
--	--	--	--

- 社会的なインタラクションを伴う課題遂行中の脳活動データを収集し、被験者の行動選択、反応時間を予測する計算モデルを構築する。また計算モデルの解析結果とサイバー・フィジカル空間における実社会行動との関係を明らかにする研究を進める。

- 日々の感情状態等とウェルビーイングの関係性を検

らに十分な学習が起こると、その効果は刺激タイプ間で転移することが示された。時間情報処理の理解に重要な知見を与える科学的価値の高いこの成果を Scientific Reports に発表した。

- 腕に触覚刺激を与えながら動画を見ると、触覚刺激の周波数が高いほど動画の再生時間が長かったと感じ、主観的時間が最大約 50%まで伸展することが示された。触覚刺激による主観的時間の操作に成功したことは、応用技術への発展性がある。
- 注意の瞬きにシータ波とアルファ波という2つの神経律動が関与しており、それらの関与は妨害刺激の有無によって変化することを示した。研究成果を European Journal of Neuroscience に発表した。
- 脳のネットワークが時間順序判断の条件に応じてアイドリングモード通信(5~10Hz)とブーストモード通信(12~18Hz)をダイナミックに使い分けていることを示した。論文を Cerebral Cortex に発表した。
- 扁桃体に関して、BOLD(血中酸素濃度依存)信号の peak 値よりも神経活動を反映するとされる initial dip(初期減少)からの顔表情のデコーディングを試みて、顔提示から2秒後のデータが initial dip を示すこと、さらにそこから顔表情の定量的なデコーディングが可能であることを示した。これは 7T(テスラ)MRI を使うことで初めて計測することのできるデータであり、従来の議論に決着をつけるもので、かつ、機能的 MRI 解析における多次元ダイナミクスアルゴリズムの有効性を示唆するものである(NeuroImage と Human Brain Mapping に発表)。3T(テスラ)MRI 装置内でアバターを用いた実験、3D の VR を用いた実験を可能とする環境を構築し、社会行動実験及び意思決定に関する実験を開始した。社会展開が進んでいるアバターや仮想現実の技術が、いかに脳情報へ影響するかを評価できるシステムとして重要な技術基盤となるものである。
- 異なる国で作成された表情画像データベースを、畳み込みニューラルネットワークを利用して比較することで、表情特徴が国によってどのように異なるかを客観的に分析し、Frontiers in Neuroscience に論文掲載された。表情と感情の関係については長く続いている論争があり、本研究の客観的分析の成果は、この議論の決着に影響を与えるものと期待できる。
- 対象者を国内在住者の 20 代~60 代(1,028 名)としてアンケートデータを取得し、解析を行なった。心理的特性が広義に良好な

果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【科学的意義】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 車椅子レースのパラリンピアン  
の脳では運動野足領域が手の領域に使用され、足領域の拡大もみられる超適応が起きていることを明らかにした。脳内ネットワークの機能的変化を示すもので、研究成果を Frontiers in Systems Neuroscience に発表した。
- 扁桃体 BOLD(血中酸素濃度依存)信号の initial dip(初期減少)が持つ情報の7テスラ MRI による定量化に成功した。7テスラ MRI をもって初めて計測できるデータであり、機能的 MRI 解析における多次元ダイナミクスアルゴリズムの有効性を示唆するものである。NeuroImage と Human Brain Mapping に論文が掲載された。
- 外的・内的注意下での脳情報の定量化に成功した。また、統合失調症における意味空間の変容を明らかにした。加えて、小脳・皮質下の認知情報の定量と小脳における情報表現空間を明らかにした。精神医学のみならず、認知神経学、画像・言語処理等の研究領域において脳内の知識体系の理解に寄与する知見を得て、NeuroImage、

証し、ウェルビーイングの脳科学的指標の確立に向けて有用な個人特性を探索する。

- 超高磁場 MRI を用いた BOLD 手法の高度化や BOLD 手法以外のバイオマーカを活用した計測技術の開発を進め、カラムや皮質層ごとの計測を実現する基盤技術の構築を行い、これらの技術を用いて脳内情報処理に関する研究を進める。
- 構造 MRI データと機能的 MRI データの関連性の分析を進め、脳構造をもとに機能的 MRI データ解析の自動化を行う手法の基盤技術の開発を行う。
- 日常的な活動時の脳波及び行動データの計測及び解析を進め、気分やモチベーションなどの心的状態を推定するモデルの構築等を進める。

状態を意味するウェルビーイング(WB)のどの部分に、どのような特性がどの程度、影響を与えているのかを明らかにした。心理的特性によるウェルビーイングの構造を解明しており、新規性のある成果である。

- 超高磁場 MRI を用いて、匂い知覚を表象する一次嗅覚野の活動を、世界に先駆けて1mm 角の高解像度で計測した。匂い物質に言葉をラベルすることで、匂い物質による匂い知覚の変化と、言語ラベルによる匂い知覚の変化を検証したところ、両者は一次嗅覚野の中で棲み分けられていることが示された。匂いの情報表現がトップダウンな言語情報により変化すること示したこの研究は、日本味と匂学会にて優秀発表賞を受けた。
- ヒト脳線維束と一次視覚野表面積の相関関係を発見した。構造 MRI データと畳み込みニューラルネットを用い、手動では非常に時間のかかる機能的 MRI データ解析の自動化手法を開発した。神経科学分野の国際誌 The Journal of Neuroscience 誌に論文を発表した。機能的 MRI データ解析の自動化手法を国際会議で発表した。
- ニュースを聞いている時の135名分の脳波からメンタル状態を推定するモデルを構築した。さらに、本研究をメンタル状態の日間変動を考慮したモデルに発展させるため、長期的な気分指標の取得と脳波計測を行っている。研究成果は、Scientific Reports 誌に採択され、さらに特許出願を行った(特願 2022- 87801)。
- 主観的モチベーションに関する P300 脳波変化に関する解析を進めた。研究成果は Frontiers in Neuroergonomics 誌に採択された。さらに特許の PCT 出願を行った。
- 協調的に問題を解く場合と、競争的に問題を解く場合とで、正解時の脳反応が異なることが分かった。このことから、同様の問題を解く場合でもシチュエーションによってモチベーションが変わることが明らかになり、そのモチベーションを推定するためのバイオマーカを特定した。研究成果が Plos One 誌に掲載された。

Schizophrenia Bulletin、Communications Biology を含む査読付き論文5報を出版した。

- 刺激タイプ間で時間の学習効率が異なるのか、また、刺激タイプ間で学習効果が汎化するかを調べた。その結果、学習効率は刺激タイプによって異なり、さらに十分な学習が起こると、その効果は刺激タイプ間で転移することが示された。時間情報処理の理解に重要な知見を与える高い科学的価値を持つこの成果が Scientific Reports に掲載された。

#### 【社会的価値】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- MRI 画像から個々の筋骨格形状を自動認識する AI の開発を行い、認識の難しい肩部分を対象として Dice 係数約 0.8 という高い認識性能を達成した。さらに、その認識結果に基づいて個人を忠実に再現した人体力学モデルを構築した。簡便な方法で精密な人体モデルを可視化できたことで、医療やスポーツ、リハビリの現場における実応用の可能性が広がっている成果を得た。
- 3次元超音波イメージング(3DUS: 2次元超音波技術と3次元モーションキャプチャ技術を融合した手法)を実装し、世界

(イ)脳情報通信技術の応用展開

(イ)脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発

(イ)脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発

## に関する研究開発

- BMIシステムの高度化に向け、神経信号の長期安定計測を実現するため、表面型神経電極の作成プロセスの改善により耐久性の向上を行うとともに、BMI用無線通信ユニットの省電力化に向けた研究開発を行う。
- 人のパフォーマンス向上技術の開発を目指して、人の認知・運動機能を支える脳の感覚運動情報処理機能や脳内抑制機能の発達・低下・特殊化に伴う脳内ネットワークの機能的・構造的変化を解析し、これらに関連した脳の計算モデルを構築する。
- 人間の運動機能の向上や効率的な運動学習の促進を図るため、運動の記憶を書き込む/読み出す仕組みを行動学実験及び脳活動測定により調査するとともに、MRIや超音波で計測された人体構造を忠実に反映できる人体力学モデルを開発する。

- 作成プロセスの改善により皮質脳波計測用柔軟神経電極の耐久性の向上を実現した。具体的にはウエハ剥離後にアニーリング処理を追加することにより、パリレン2層間の接着性が向上し、耐久性が向上することを生理食塩水内での試験により確認した。パリレンを用いる神経電極全般に応用可能な重要な基盤技術となった。
- 前年度に引き続き省電力型で長時間の使用が可能なBMI用無線通信ユニットの研究開発を進めた。消費電流を抑え(11mA)、長時間(9時間、100mAh Li-Po バッテリー使用)の計測を可能とした上、スリープモードを備えることでさらに長期の実験使用が可能となることを実証実験により確認し、省電力型のBMI用無線通信技術を開発した。
- 車椅子レースのパラリンピアン的大脑では運動野足領域が手の領域として使用され、足領域の拡大もみられる超適応が起きていることを明らかにした。研究成果を Frontiers in Systems Neuroscience に発表した。
- 長期間車椅子スポーツの訓練をしてきた人の脳では、手からの固有受容感覚情報処理に関わる右半球下前頭-頭頂ネットワークの活動が亢進しており、この傾向は車椅子レースのパラリンピアンで最も顕著であることを明らかにした。ユニークな視点で行われた研究の成果は Brain Sciences 誌に掲載された。
- 両手同調運動が必要な車椅子レースのパラリンピアン的大脑では、左右運動野間をつなぐ脳梁線維が著しく発達しており、通常健常者で観察される左右運動野間の半球間抑制が発達していない左右同調モードになっていることを発見した。CiNet で構築された半球間抑制の概念をパラリンピアンに拡張した CiNet の特徴を活かした研究成果である。
- CiNet で開発した VR 歩容改善システムを用いた行動学実験により、学習した歩行動作の読出しにおける学習時に用いた文脈(具体的にはステップ位置を狙って歩くかどうか)の関与を示すことに成功した。VR 歩容改善システムの独自開発とこれを活かした研究成果である。
- 3次元超音波イメージング(3DUS: 2次元超音波技術と3次元モーションキャプチャ技術を融合した手法)を実装し、世界で初めて肩の複雑な筋形状の計測に適用した。ゴールドスタンダードな手法であるMRI計測に比べて表面間距離で平均約1mmの誤差を実現し、系統誤差がないことを実証し、この成果を Ultrasound in

- で初めて肩の複雑な筋形状の計測に適用した。参照基準となるMRI計測に比べて表面間距離で平均約1mmの誤差を実現し、系統誤差がなく簡易で高精度な計測方法になりうることを実証し、Ultrasound in Medicine & Biology に発表された。
- CiNet 研究成果の社会受容促進のために CiNet 内に設定した ELSI 研究グループにおいて専門の研究者による研究を開始し、内閣府 PRISM「脳情報から知覚情報を推定するAI技術」プロジェクトにおいて、当該技術の社会受容性に関する調査研究を実施した。社会実装に向けた検討会を、外部有識者(特に、大阪大学社会技術共創研究センター)を加えて今年度5回実施し、その成果として ELSI シンポジウムを開催し、さらに報告書を取りまとめるといった社会での認知度を高める活動を行った。

### 【社会実装】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 脳融合 AI の特許を技術移転して実施している NTT データの商用サービスが発展継続し、延べのユーザ数は 60 企業となり前年度比で 1.6 倍になっている。
- 神経活動電位のパルス列を用いた非同期脳内情報処理にヒントを得た非同期パルス符号多

- 脳情報通信研究成果に基づく非同期パルス符号多重通信のプロトコルに誤り訂正符号等を追加し、検証実験を行う。
- 高次認知機能における脳内情報処理モデルを活用し、少ない計算量で困難な問題に近似的な解をもたらす機械学習モデルを開発するために、脳の情報処理過程と既存の機械学習での情報処理過程の定量的な比較を実施する。

Medicine and Biology に発表した。この簡易で高精度な計測法は社会応用が想定される成果である。

- MRI 画像から個々の筋骨格形状を自動認識する AI を開発し、認識の難しい肩部分を対象として Dice 係数約 0.8 という高い認識性能を達成した。さらに、その認識結果に基づいて個人を忠実に再現した人体力学モデルを構築した。認識の難しい肩部分を対象として高い認識性能を達成したことで、医療やスポーツ、リハビリの現場における実応用の可能性が広がりを果した。
- 非同期パルス符号多重通信 (Asynchronous Pulse Code Multiple Access: APCMA) を利用した 1,500 ノードのハードウェアとソフトウェアを開発し実験を開始した。また、企業と APCMA の実用試験を実施した。既存技術である CSMA/CA と比較して APCMA の通信成功率が高い性能を実証した論文を準備した。APCMA の特許出願と実証実験・実用実験を遂行した。
- 知覚的意思決定プロセスにおける脳活動の機能的 MRI 解析により、刺激情報や選択肢間競合が後頭葉、側頭葉、頭頂葉において表現されるのに対し、決定のタイミングは前頭葉が表現しており、知覚達成のため脳が広域的・階層的に相互作用する仕組みを解明した。査読付き国際学術誌 Journal of Neuroscience に論文が掲載された。
- ゆらぎ(ノイズ)を利用して超省エネ化を実現する生命システムに注目し、シグナルに対して 10 分の 1 程度の強さのゆらぎを活かした動力的情報伝達の仕組みを明らかにできた。ゆらぎを活かした動力的情報伝達の仕組みに関して、特許出願 (特願 2022-146887) を行った。
- 脳の神経活動におけるヘブ則を用いることにより、十分に学習された深層学習分類器に、一例を用いるだけで新しい概念を追加できるワンショット学習法を開発した。新たな学習法に関して特許を出願 (特願 2022-107734) し、AAAI の国際会議に論文を投稿した (プレプリント公開済み)。
- 極度に情報を欠損した画像を「ひらめき」によって認識するプロセスを、人間の試験で用いた画像と深層学習機を用いて再現した。また人間にとっての画像の難しさと深層学習機にとっての画像の難しさに、小さいながら有意な相関がみられた。査読付き国際会議で論文が採択された (International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support System, KICSS

重通信 (Asynchronous Pulse Code Multiple Access: APCMA) の特許出願を行い、センサーネットワーク等様々な用途に利用することができる 1,500 ノードのハードウェアとソフトウェアを開発した。そして、企業と APCMA の実証実験・実用試験を実施し、既存の CSMA/CA 技術に比べ通信成功率が高い結果を得た。

<p>(ウ)脳情報通信技術の社会的受容性向上と産学官連携研究活動の推進</p>	<p>(ウ)脳情報通信技術の社会的受容性を高めるための産学官連携研究活動の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人間が幸せを実感できる社会構築に脳情報通信技術を的確に役立てるため、ELSIに関する研究センター内での連携体制を構築し、脳情報通信技術の社会受容性に関する検討を進める。</li> <li>引き続き学界や産業界への積極的な成果情報発信を行い、共同研究・人材交流等の連携研究を企画・運営し、オープンイノベーション拠点としての機能を強化する。</li> <li>収集した研究データの安全な利活用の前提となる被験者同意情報を MRI/MEG 脳計測データに紐付けて確認可能な仕組みを実現する。</li> <li>研究成果の普及のために、オンラインシステムも活用したセミナー等を引き続き積極的に運用し、優れた研究成果の世界規模の情</li> </ul>	<p>2023、発表採択)。</p>	<p>(ウ)脳情報通信技術の社会的受容性を高めるための産学官連携研究活動の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CiNet 研究成果の社会受容促進のために CiNet 内に設置した ELSI 研究グループにおいて、専門の研究者による研究を開始し、内閣府 PRISM「脳情報から知覚情報を推定する AI 技術」プロジェクトにおいて、当該技術の社会受容性に関する調査研究を実施した。社会実装に向けた検討会を、外部有識者(特に、大阪大学社会技術共創研究センター)を加えて今年度5回実施して、その成果として ELSI シンポジウムを開催し、さらに報告書を取りまとめた。脳情報通信融合研究における ELSI 研究の意義の社会的認知度を高めることができた。</li> <li>外部連携企画グループが中心となって産業界との連携強化のための資金受入型共同研究を実施している。また、10 年近く継続している応用脳科学コンソーシアム(CAN)との連携において、CAN アカデミー特別コース CiNet として令和4年度も実施、6名の研究者が講師となった産業界関係者へ CiNet の研究成果を紹介した。資金受入型共同研究を 10 件、資金総額約1億円で実施した。</li> <li>被験者情報システム(PIMS)が提供する電子アンケート機能を用いて収集したデータ共有同意情報を、脳計測データ管理システム上の MRI データに自動付加するシステム間連携機構の設計を行い、同機構の予備実装及び原理検証を完了した。MRI データ利用の利便性向上に資するものとなった。</li> <li>令和3年度補正予算による次世代人工知能研究基盤整備事業の一貫として、大規模脳計測データの蓄積及びデータ解析のための脳情報データ蓄積処理基盤の導入を進めた。脳機能モデリング及び脳型 AI 開発に使用可能な GPGPU 計算サーバ群(24基)と、これに高速・広帯域接続されたペタバイト級ストレージ(20PB)を導入した。CiNet Brain 構築に資するものとなった。</li> <li>大阪国際サイエンスクラブと連携し金曜サイエンスサロンを企画した。CiNet の研究成果を4回各2件(計8件)の研究成果を紹介し、企業連携促進に資する活動となっている。</li> <li>第 12 回 CiNet シンポジウムを対面・オンライン併用で開催し、仮想空間の利用拡大に伴う ICT や脳情報の活用やその課題を議</li> </ul>	
---	--	--------------------	--	--



報発信を Web 等を活用し進める。

論し広報した。シンポジウムへの参加者数は 300 名を上回った（会場参加者数：60 名、オンライン参加者数：246 名、参加者数合計：306 名）。人々の生活や社会を変え始めている仮想空間と VR 技術は社会的関心の高いテーマである。社会的知名度の高い 5 名の招待講演者の講演を通して、これらの技術が AI や BMI 技術と並ぶ脳情報通信研究の主要なテーマの 1 つとなりつつあることを参加者に強く感じさせた。

- CiNet Monthly Seminar をオンラインで定期的に開催した。国内外の気鋭の研究者との連携と交流を深めた。
- CiNet Conference を令和 5 年 3 月に開催した。海外から新進気鋭の研究者 8 名を招聘し、CiNet メンバーと密な議論を行い、次世代の研究の方向性の議論を行った。

#### <課題と対応>

##### 【令和 3 年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

###### （課題）

量子情報通信については、実用化に向けての成果が大いにあるとの自己評価の割に、その意義が社会に十分に認知されているとはいえない。判りやすさに意識しての広報が必要かと思われる。

###### （対応）

当機構の広報による平易なビデオによる量子通信技術の紹介を実施しています。また本技術の必要性について利活用が想定される機関等への個別説明を行うとともに、実用化を見据えて金融機関等の協力を得て実用検証を実施しています。さらにその実証検証についてのプレスリリースを 4 件実施しています。

###### （課題）

量子セキュアクラウドについては、昨今のデジタルサービスのほとんどがクラウド経由であることを考えると実用化が急がれる領域である。一方、現状の主流クラウドサービスは AWS や Azure などの米国ベースのものであり、これらと独立に国産量子セキュアクラウドを構築すると、使い勝手の悪さやセキュリティ以外の先進技術の遅れから主流のサービスにならないリスクが大きい。AWS のようなパブリッククラウドと独自クラウドを併用・統合するハイブリッドなクラウド構築が考えられるが、全体として量子セキュリティのレベルが徹底できるかは課題が残る。これらの懸念については早期から検討しておく必要があると思われる。

###### （対応）

パブリックなクラウドと、超長期に秘匿性を保証すべきデータを安全に伝送・保管・利用を可能とする量子セキュアクラウドが共存できるアーキテクチャの構築を進めています。また、様々なニーズに応えるためには何が必要かの要件定義をするため、クラウド事業者と共同研究を実施し、実際のクラウドサービスに適用した場合のシミュレーション・技術検証を進め、セキュリティレベルを犠牲にすることがなく、我が国独自のクラウドの構築を目指した研究開発を進めています。さらに超長期に秘匿性を必要とする情報の利活用が可能なプラットフォームとして量子セキュアクラウドを定義しており、従来のクラウドサービスとの差別化をガイドラインの整備と並行して進めています。

なお、この評価は、以下の「(1) 国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解」を踏まえ、「(2) 見解に対する機構の対応」に基づいて決定した。

## (1) 国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解

## 1. 開催日

令和5年4月17日(月) 13時00分～18時00分

## 2. 委員名簿

酒井 善則	委員長	東京工業大学	名誉教授
安藤 真	委員	東京工業大学	名誉教授
飯塚 久夫	委員	一般社団法人	量子 ICT フォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学	先導的学際研究機構 教授
太田 勲	委員	兵庫県立大学	顧問
國井 秀子	委員	芝浦工業大学	客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学	情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社	開発本部 役員技監
安浦 寛人	委員	国立情報学研究所	副所長
渡辺 文夫	委員	Fifth Wave Initiative	代表

## 3. 委員長及び委員からの意見

(フロンティアサイエンス分野について)

- 自己評価 A は妥当である。フロンティア ICT 基盤技術及び脳情報通信技術において、科学的解明とともに一部は社会的応用にもつながる成果も出ており研究の進展は順調である。先端 ICT デバイス基盤技術及び量子情報通信技術については、酸化物半導体デバイスと深紫外光源の基盤技術について非常に精力的に先端研究を展開し実用目前にまで達しており、量子鍵配送ネットワークで 80GB ゲノムデータ高速分散の改良等を企業と連携して世界で初めて成功する等、基盤技術から次世代 ICT システムへの応用又は幅広い産業を見据えた実用化目前の研究成果も出ている。

(全体を通して)

- 全体的に大きな成果が出ている。組織としても社会実装への意識が高まっている。
- 急速な社会情勢や技術の変化に柔軟に対応して欲しい。
- 女性と外国人を含む多様な人材確保とともに国立研究開発法人として若者が将来研究者になりたいと思わせるプロモーションに取り組んで欲しい。
- 標準化人材も含めて、ICT 分野で必要となる人材育成方法について、機構として貢献出来ることを引き続き検討して欲しい。

## (2) 見解に対する機構の対応

対応なし(見解は A 評定で一致)

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書 (No.6 Beyond 5G の推進)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	Ⅲ. -2. -(1) Beyond 5G の推進		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項 第一号、附則第12条第1項
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※8					
	基準値等 (前中長期目標期 間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
標準化や国内制度化 の寄与件数※1	-	215	335				予算額(百万円)	36,013	23,680			
特許出願件数※2	-	-	-				決算額(百万円)	23,330	48,395			
特許登録件数※3	-	-	-				経常費用(百万円)	7,649	29,919			
研究開発実施者間の 調整・連携に向けた NICT 主催会合等の 開催件数※4	-	-	-				経常利益(百万円)	△0	0			
研究開発実施者間の 調整・連携に向けた NICT 主催会合等の 出席者数※5	-	-	-				行政コスト(百万円)	8,283	33,872			
知財・標準化に向け た NICT 主催会合等 の開催件数※6	-	-	-				従事人員数(人)	9	13			

知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の出席者数※7	-	-	-										
------------------------------	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- ※1 Beyond 5G に関係する標準化、国内外制度化への寄与文書数。
- ※2 情報通信研究開発基金に係る特許出願件数(令和5年度以降に実績を記載)。
- ※3 情報通信研究開発基金に係る特許登録件数(令和5年度以降に実績を記載)。
- ※4 情報通信研究開発基金に係る研究開発実施者間の調整・連携に向けた NICT 主催会合等の開催件数(令和5年度以降に実績を記載)。
- ※5 情報通信研究開発基金に係る研究開発実施者間の調整・連携に向けた NICT 主催会合等の出席者数(令和5年度以降に実績を記載)。
- ※6 情報通信研究開発基金に係る知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の開催件数(令和5年度以降に実績を記載)。
- ※7 情報通信研究開発基金に係る知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の出席者数(令和5年度以降に実績を記載)。
- ※8 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

中長期目標

2. 分野横断的な研究開発その他の業務

NICT の研究開発成果を最大化するとともに、我が国発の技術の社会実装・海外展開を促進するため、1. の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と連携し、企業・大学等との共同研究、委託研究、研究開発成果の標準化、国際展開、民間企業等の進める戦略的な研究開発の支援、ベンチャー創出等に積極的に取り組み、研究開発成果の普及や社会実装に向けた取組を実施する。特に、Beyond 5G、AI(データ利活用、脳情報通信)、量子情報通信、サイバーセキュリティの4領域については、我が国における推進体制の強化や拠点形成等も含め、産学官一体となり、横断的かつ戦略的な取組を強力に推進していく。

これらの取組を NICT 内で組織横断的かつ戦略的に推進し、NICT の研究開発による直接的な成果の創出に加えて、我が国の ICT 産業の活性化及び国際競争力確保にも念頭に置いた戦略的・総合的な取組も推進するとともに、社会課題・地域課題解決や社会システム変革、新たな価値創造等に資するイノベーション創出及び SDGs の達成への貢献を目指すものとする。

(1) Beyond 5G の推進

我が国として目指すべき Beyond 5G を実現し、Beyond 5G における我が国の国際競争力強化等を図るためには、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の確立やその社会実装・海外展開に向けた研究開発や知財・標準化を強力に推進する必要があるため、【重要度：高】とする。本中長期目標期間を集中的な取組期間として、NICT 自ら先端的な研究開発を実施するとともに、民間企業等の研究開発の支援やこれを通じた成果の知財・標準化、さらには社会実装・海外展開を促進するため、総務省が策定する基金運用方針等に基づき、公募型研究開発プログラムを実施する。

<公募型研究開発プログラム>

① 革新的情報通信技術研究開発推進基金等(Beyond 5G 研究開発促進事業)(令和2年度第三次補正予算から令和4年度当初予算まで)

革新的情報通信技術研究開発推進基金等を活用し、効率的かつ効果的に研究開発を実施するため、官民の英知を結集した研究開発体制を構築する。具体的には、Beyond 5G の機能を実現するために中核となる技術分野を対象とした研究開発、協調可能な技術分野において国際的な戦略的パートナーと連携する研究開発、多様なプレイヤーによる技術シーズを創出する研究開発等を実施する中で、研究開発の実施者と緊密に連携し、各研究開発課題の進捗管理を行う。

また、外部の幅広い知見を活用するため、外部有識者で構成する評価委員会を設置し、採択時及び終了時の評価とともに、ステージゲート評価を実施することにより、成果目標の達成見通しを常に把握した上で、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査し、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を行うなど、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施する。(なお、革新的情報通信技術研究開発推進基金を充てる研究開発案件については、令和3年度末までに開始する案件に限ることとする。)

さらに、革新的情報通信技術研究開発推進基金に係る業務の成果について、Beyond 5G に関する国際的動向や関連技術の進展に寄与する程度を踏まえて評価を行った上で、当該評価に関する報告書を作成、総務大臣に提出し、その概要を公表する。

## ② 情報通信研究開発基金(令和4年度第二次補正予算以降)

上記①による研究開発の優れた成果を引き継ぎつつ、社会実装・海外展開を目指し、情報通信研究開発基金を活用して効率的かつ効果的に研究開発の支援・実施を行う。

具体的には、Beyond 5G 中間答申を踏まえ、我が国が強みを有する技術分野を中心として、社会実装・海外展開を目指した戦略的な研究開発、長期的視点で取り組むべき技術シーズの創出や共通基盤技術の研究開発、電波の有効利用に資する技術の研究開発等について支援・実施するとともに、研究開発の実施者と緊密に連携し、各研究開発課題の進捗管理を適切に行う。

また、外部の有識者で構成する評価委員会を設置し、採択時及び終了時の評価とともに、ステージゲート評価等を実施することにより、成果目標の達成見通しを常に把握した上で、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査し、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を求めるなど、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施する。

さらに、研究開発の支援を通じて、研究開発の実施者間の調整・連携を促進するとともに、当該研究開発の実施者に対し、オープン＆クローズ戦略を含めた戦略的な知財・標準化や社会実装・海外展開を促進するなど、当該研究開発成果の最大化に向けた取組を総務省と連携して積極的に進める。

## 中長期計画

### 2. 分野横断的な研究開発その他の業務

ICT が経済活動のインフラとなっており、ICT 分野における国際競争力の確保は豊かで安全・安心な国民生活の実現のみならず、社会経済活動の高度化からも非常に重要である。特に、2030 年以降の社会システムの基盤となる Beyond 5G、データ利活用・脳情報通信技術等の AI、量子情報通信、サイバーセキュリティの4領域は横断的かつ戦略的に取り組む必要がある。このため、研究開発と社会実装・展開を欠くことのない両輪として強力に推進し、産学官一体でオープンイノベーションを創発するための中核・拠点形成等が必要になっている。

一方、SDGs やニューノーマル等の新たな社会課題の解決に向けて、機構の研究開発成果の横断的展開のみならず、機構が有する施設・設備を効果的に活用したオープンイノベーション・コラボレーションを軸とするスピーディかつ横断的な取組の推進が重要となっている。

また、機構の目的である研究開発成果の最大化という観点では、産学官連携の強化に加え、研究開発成果を基盤とした知的財産・標準化戦略を一体的に推進し国内のみならず国外への技術展開を推進することが必要である。

このため、1. の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と横断的に連携し、研究開発成果の普及や社会実装を目指しながら以下の取組を一体的に推進する。また、オープンイノベーションで組織を超えて情報共有する際には知的財産等の情報保全にも配慮する。さらに、機構の研究開発により創出される直接的な成果の創出に加えて、我が国の ICT 産業の競争力確保も念頭においた戦略的・総合的な取組も推進する。

なお、評価に際しては、研究開発及び業務の内容・段階等に応じて、中長期目標に定められている評価軸により評価を実施する。また、評価軸に関連する指標に従って取組や成果を示す。

#### 2-1. Beyond 5G の推進

我が国として目指すべき Beyond 5G を実現し、Beyond 5G における我が国の国際競争力強化等を図るためには、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の確立やその社会実装・海外展開に向けた研究開発や知財・標準化を強力に推進する必要があるため【重要性：高】とする。本中長期目標期間を集中的な取組期間として、機構自ら先端的な研究開発を実施するとともに、民間企業等の研究開発の支援やこれを通じた成果の知財・標準化、さらには社会実装・海外展開を促進するため、総務省が策定する基金運用方針等に基づき、以下の公募型研究開発プログラムを実施する。

#### <公募型研究開発プログラム>

##### ① 革新的情報通信技術研究開発推進基金等(Beyond 5G 研究開発促進事業)(令和2年度第三次補正予算から令和4年度当初予算まで)

革新的情報通信技術研究開発推進基金等を活用し、効率的かつ効果的に研究開発を実施するため、官民の英知を結集した研究開発体制を構築する。

具体的には、Beyond 5G の機能を実現するために中核となる技術分野を対象とした研究開発、協調可能な技術分野において国際的な戦略的パートナーと連携する研究開発、多様なプレイヤーによる技術シーズを創出する研究開発等を実施する中で、研究開発の実施者と緊密に連携し、各研究開発課題の進捗管理を行う。当該進捗管理については、実施者による研究開発の進捗状況の把握、実施者に対する必要な指示・支援等（研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む）を行う。

また、外部の幅広い知見を活用するため、外部有識者で構成する評価委員会を設置し、採択時及び終了時の評価とともに、ステージゲート評価を実施することにより、各研究開発課題に関する研究開発成果の創出状況(国際動向も考慮)及び成果目標の達成見通しを常に把握した上で、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査し、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を行う等、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施する(なお、革新的情報通信技術研究開発推進基金を充てる研究開発案件については、令和3年度末までに開始する案件に限ることとする。)

さらに、革新的情報通信技術研究開発推進基金に係る業務の成果について、Beyond 5G に関する国際的動向や関連技術の進展に寄与する程度を踏まえて令和5年度に評価を行った上で、当該評価に関する報告書を作成し、総務大臣に提出するとともに、その概要を公表する。

② 情報通信研究開発基金(令和4年度第二次補正予算以降)

上記①による研究開発の優れた成果を引き継ぎつつ、社会実装・海外展開や電波の公平かつ能率的な利用の確保等を目指し、情報通信研究開発基金を活用して効率的かつ効果的に研究開発の支援・実施を行う。

具体的には、我が国が強みを有する技術分野を中心として、社会実装・海外展開を目指した戦略的な研究開発、長期的視点で取り組むべき技術シーズの創出や共通基盤技術の研究開発、電波の有効利用に資する技術の研究開発等について支援・実施するとともに、研究開発の実施者と緊密に連携し、各研究開発課題の進捗管理を適切に行う。当該進捗管理については、実施者による研究開発の進捗状況の把握、実施者に対する必要な指示・支援等（研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む）を行う。

また、外部の有識者で構成する評価委員会を設置し、採択時及び終了時の評価とともに、ステージゲート評価等を実施することにより、各研究開発課題に関する研究開発成果の創出状況(国際動向も考慮)及び成果目標の達成見通しを常に把握した上で、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査し、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を求めるとともに、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施する。

さらに、研究開発の支援を通じて、研究開発の実施者間の調整・連携を促進するとともに、当該研究開発の実施者に対し、オープン&クローズ戦略を含めた戦略的な知財・標準化や、社会実装・海外展開を促進するなど、当該研究開発成果の最大化に向けた取組を総務省と連携して積極的に進める。

中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の主な業務実績等	自己評価	
				評定	S
2. 分野横断的な研究開発その他の業務	2. 分野横断的な研究開発その他の業務 1. の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と横断的に連携し、研究開発成果の普及や社会実装を目指しながら以下の取組を一体的に推進する。また、機構の研究開発により創出される直接的な成果の創出に加えて、我が国の ICT 産業の競争力確保	<評価軸> ・ Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。 ・ 公募型研究開発プログラムを適切に実施した			2. 分野横断的な研究開発その他の業務 年度計画を着実に達成した上で、2030 年頃の Beyond 5G 実現の鍵を握る要素技術等の早期確立に向けた2年目の取組として、特に機構を含めた産官学が連携した研究開発活動の強化加速と公募型研究開発プログラムにおける研究課題の拡充と高度化が重要

も念頭においた戦略的・総合的な取組も推進する。

か。

<指標>

注 三重下線部は、情報通信研究開発基金に係るものに限る。

【評価指標】

- Beyond 5Gの実現に向けた産学官連携等の活動状況
- 公募型研究開発プログラムに係る研究開発マネジメントの取組状況（進捗管理等の活動状況、評価委員会の設置・活動状況等）
- 公募型研究開発プログラムの応募・採択状況
- 社会実装・海外展開の促進等、研究開発成果の最大化に向けた取組状況

であり、Beyond 5Gシステムアーキテクチャの基盤要素であるオーケストレータやイネーブラーの機能検討等を進めホワイトペーパー第3版として公開したこと、外部機関との議論を加速し、Oulu 大学をはじめとする海外研究開発機関とのコラボレーションを実現して取り組みサイクルを回したこと、前年度採択した委託研究 44 課題の適切な管理・運営、知財化・標準化アドバイザー等によるプッシュ型の支援強化により、事業開始2年で、国内 320 件(令和4年度 262 件)、国外 328 件(令和4年度 308 件)という積極的な特許出願を実現し、将来の社会実装・海外展開に向けての基盤を築き上げ、加えて政府方針を踏まえたオール光ネットワーク技術などプログラム全体の取組強化につながるハイレベルな新規 29 課題の研究開発をタイトなスケジュールの中で開始させ、国立研究開発法人情報通信研究機構法及び電波法の改正後、新たな公募型研究開発プログラムである革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業の立ち上げのため中長期計画を変更し機構内の体制整備に係る規程整備を行うとともに、総務省と連携して研究開発成果の社会実装・海外展開を意識した研究開発プログラムの設計を行ったことは非常に高い成果である。

以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、ま

		【モニタリング指標】		た「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」とした。
2-1. Beyond 5G の推進	<p>2-1. Beyond 5G の推進</p> <p>我が国として目指すべき Beyond 5G を実現し、Beyond 5G における我が国の国際競争力強化等を図るためには、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の確立やその社会実装・海外展開に向けた研究開発や知財・標準化を強力に推進する必要がある。本中長期目標期間を集中的な取組期間として、機構自ら先端的な研究開発の戦略の立案・実施・見直しのサイクルを迅速に実行し、産学連携活動の中心的存在となるように研究開発を推進するとともに、民間企業等の研究開発の支援やこれを通じた成果の知財・標準化、さらには社会実装・海外展開を促進するため、総務省が策定する基金運用方針等に基づき、以下の公募型研究開発プログラムを実施する。</p>	<p>• 標準化や国内制度化の寄与件数</p> <p>• <u>国内外での特許出願(・登録)件数</u></p> <p>• <u>研究開発の実施者間の調整・連携に向け、NICT が主催した会合等の開催件数やその出席者数</u></p> <p>• <u>知財・標準化に向け、NICT が主催した会合等の開催件数やその出席者数</u></p> <p>等</p>	<p>2-1. Beyond 5G の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CPS 機能の持ち寄りと適切な組み合わせを可能にする Beyond 5G のアーキテクチャに関して、①「オーケストレータとイネーブラー」についての機能の詳細を具体化した上で論文誌に投稿するとともに、②「ヘテロジニアスネットワーク連携」、③「デジタルツイン間連携」における地上系・非地上系ネットワークの一体的利用における要件や、異業種のデジタルツイン相互の連携方式、サービス要求に応じて連携した CPS 動作を可能とするオーケストレータの機能定義、外部パートナーのデジタルツインなどとテストベッド上のオーケストレータを介して連携するためのインターフェース(API)方式などについて各研究所等との議論を更に加速化して具体化を図り、①～③の成果をホワイトペーパー第3版に反映させるとともに、外部との連携のプラットフォームとなる NICT テストベッド上で必要な機能の概念設計を進めるなど、機構外のステークホルダを巻き込んで成果を継続的に創出するスパイラルを一層加速させて研究開発のフェーズを次のステップに進めた。</li> <li>• 更に、Beyond 5G に関する各国の研究開発動向や委託研究課題の動向等も踏まえつつ、自主研究や委託研究から創出される多様な技術を Beyond 5G システムとして有機的につなぐオーケストレータ機能の検討を進めると共に、その機能により新たな価値を創出できることを可視化するための実証システム(PoC)を試作するため、Beyond 5G 研究開発推進ユニットが課題発掘の支援や対外調整を行いながら予算措置も行う「Beyond 5G 研究開発プロモーションプログラム」を活用して各研究所と共同で進めた(令和5年度以降順次完成予定)。</li> <li>• モバイルシステムへのリモートセンシング技術の適用について検討を進め、分野融合技術について具体化を進めた。</li> <li>• レジリエント ICT 研究センターで開催された「アイデアソン+仙台」において、ホワイトペーパーに基づく未来生活のシナリオや Beyond 5G の技術要素などを題材に議論し、新たな視点から具体的な Beyond 5G 活用のアイデアを抽出するとともに、アイデア創出に向けた自発的な活動の始動につなげた。更にそのアイデ</li> </ul>	<p>2-1. Beyond 5G の推進</p> <p>【Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 前年度抽出した Beyond 5G アーキテクチャに関わる課題の検討を進め、オーケストレータやイネーブラーの機能や、ヘテロジニアスネットワーク、デジタルツイン間の連携要件、連携方式などの検討結果をホワイトペーパー第3版へ反映させるとともに論文誌に投稿し採択された。また、これら検討成果を機構外のステークホルダを巻き込んで議論することで Beyond 5G の実現に向けた活動を外部連携でスパイラルに推進していくフェーズに進めた。</li> <li>• Beyond 5G に関して先行的な取組を進める組織等との連携強化を進め、世界初の 6G ホワイトペーパー執筆を手掛けたフィンランド Oulu 大学との MOU 締結をはじめ国際的な研究開発コミュニティと共に研究開発をグローバルに推進するフェーズにコロナ影響下で早期に移行した。</li> <li>• 令和4年度に開始する研究課題の策定において、政府方針等を</li> </ul>



アをストーリー仕立てで紹介するビデオ制作を行い外部からの視点を機構内の研究開発へ継続的にフィードバックする一連の流れを確立するなど、ポジティブ・スパイラルの実例を早期に実現できた。

- 第1回 Beyond 5G ゼログラビティイベントにおいて、異なる業種の人材で構成された混成チームにより新たな観点で Beyond 5G の可能性を議論し、人脈形成によるイノベーションを生み出すとともに、機構内の研究者が他業界とのつながりによる新たな価値創出の可能性について気づきを得た。
- 分野横断型の特許獲得を促進するための機構内特許アイデアソンにおいて、研究者の特許手続きの負担を減らしアイデア創出のモチベーションを向上させた。
- Beyond 5G に関する各国の研究開発動向を踏まえ、世界初の6G ホワイトペーパーの執筆を手掛けたフィンランド Oulu 大学との MOU 締結や、ドイツにおける 6G 関連の大型研究開発プロジェクトである 6GEM との国際学会における共同発表やワークショップの開催(令和5年4月)、独アーヘン工科大学からの研究者の育成(令和5年4月から)など、Beyond 5G に関して先行的な取組を進める国際的な研究開発コミュニティと共に研究開発を活性化するフェーズにコロナ影響下で早期に移行でき、グローバル連携に着手できた。
- Beyond 5G 推進コンソーシアムにおけるリーダーズフォーラムに参画し議論することにより、ホワイトペーパーで提案する Beyond 5G アーキテクチャの意義である異業種が連携してサービス創成を可能にするプラットフォームの必要性について、非専門家も含めて広く情報発信することにつながった。
- Beyond 5G に関連する国際的なフォーラムの一つである IOWN Global Forum において、ホワイトペーパーで提案する Beyond 5G アーキテクチャのオープンプラットフォームとしての重要性とその機能構成について入力し、先端的な取組を進める国際的な研究開発コミュニティと共に議論を開始した。
- Beyond 5G 国際カンファレンスにおいて、機構が強みを持つ研究分野や研究開発促進事業について講演し、国内外に活動をアピールした。ドイツ BMBF との連携強化にも結び付けることができ、その後のワークショップ開催(令和5年4月)につなげるなど、日独連携の可能性に向けて具体的に活動を立ち上げることができた。

踏まえ、ハイレベルな研究開発成果を創出することを目標として基幹課題を設定するとともに、研究開発に留まらず社会実装への展開を重視した、従来を大幅に上回る年額 40 億円規模の大型研究計画を策定し、さらに前年度の採択課題と合わせてプログラム全体の強化が図れる課題採択を進めるなど、Beyond 5G の実現に向け、重点的に予算を投入して研究開発を推進した。

#### 【公募型研究開発プログラムを適切に実施したか】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 令和3年度補正予算及び令和4年度当初予算による「革新的情報通信技術研究開発推進事業費補助金」の執行機関として追加の研究開発課題の公募や評価等の必要なプロセスをタイトなスケジュールの中で着実に実施し適切に研究開発プログラムを推進し、本事業をさらに拡充(44課題→73課題)させ、民間企業や大学等での研究開発を一層強力に推進した。
- 令和4年度に開始する研究課題の策定において、政府方針等を踏まえ、ハイレベルな研究開発成果を創出することを目標として基幹課題を設定するとともに、研究開発に留まらず社会実装への展開を重視した、従来を

- 令和4年 10 月に開催された GEATEC 2022 において、「Beyond 5G で実現するすべてが繋がる未来社会」をテーマに機構が考える Beyond 5G の全体コンセプトと技術分野を効果的にアピールすると共に、ホワイトペーパー小冊子、未来生活を描いたジオラマイラスト、ホワイトペーパーのシナリオをアニメ化した動画、オブジェの作成や配布グッズの作成など、異分野や非専門家にもわかりやすいアウトリーチツールを用いて情報発信を行なった。令和4年度中に 45 件の講演を実施し、後日、金融業、製造業、運輸業、大学等から Beyond 5G アーキテクチャに関する問い合わせを受けるなど、潜在的なステークホルダの巻き込みにつなげた。
- Beyond 5G で実現される未来社会の様子を、VR 等を活用して前提となる専門知識を持たなくても体験でき、理解が容易でないオーケストレータ等の機能が直感的に理解できる体験ツールを開発し、令和5年度以降の展示会や講演会等のイベントで活用し外部の異業種のステークホルダの巻き込みにつなげる。
- ホワイトペーパーについて Web での公開や各種講演等を通して認知を高めることのほか、英語版もタイムリーに公開しウェブサイトで多くのダウンロードを得ることができ、アーキテクチャ等の認知につなげた(令和4年4月1日～令和5年3月31日の期間中に、日本語版 4,391 件、英語版 882 件のダウンロード)。
- Beyond 5G の主要構成技術である CPS(電波)エミュレータについては、ワイヤレスネットワーク研究センター及び総合テストベッド研究開発推進センターと共同で実施しているが、機構が代表者となり 11 研究機関が共同で受託する大型の研究開発プロジェクトを円滑に実施するため、Beyond 5G との関連も意識しつつ、外部有識者を含む研究者の多様な意見を迅速に取りまとめるなど、議論のファシリテーションを行って研究開発が一体的に実施されるように指揮するとともに、社会展開の道筋に関する議論を先導した。関連する研究開発機関・ユーザ企業等による連携母体として、ワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラムを立ち上げた。令和4年 11 月に総会、令和5年3月にワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウムを開催した。
- 「Beyond 5G 研究開発促進事業 研究開発方針」(総務省)に基づき、機構に設置した「革新的情報通信技術研究開発推進基金」や「革新的情報通信技術研究開発推進事業費補助金」を用いて、公募型研究開発プログラム「Beyond 5G 研究開発促進事業」を実施した。

大幅に上回る年額 40 億円規模の大型研究計画を策定し、さらに前年度の採択課題と合わせてプログラム全体の強化が図れる課題採択を進めるなど、Beyond 5G の実現に向け、重点的に予算を投入して研究開発を推進した。

- 評価委員会の評価項目(知財化、標準化への貢献度等)に関する助言を得た上で公募を行い、予算額及び課題数の増加に合わせて評価委員を前年度の 12 名から 14 名に、専門委員を 34 名から 61 名に増員したうえで、提案内容に応じた専門委員による専門的事項の評価とその結果を踏まえた幅広い経験や研究実績を有する委員による総合的な評価の二段階での評価により、研究開発プログラムを適切に実施した。
- 社会実装への展開を強化するため「知財化・標準化アドバイザー」として専門家による支援体制を構築し、研究開発実施者の研究状況に応じてプッシュ型でも派遣をすることにより、プログラム全体の成果の最大化に向けて適切に取り組んだ。
- 事業開始2年で、国内 320 件(令和4年度 262 件)、国外 328 件(令和4年度 308 件)という積極的な特許出願を実現し、将来の社会実装・海外展開に向けての基盤を築き上げることができた。
- 革新的情報通信技術研究開発

<公募型研究開発プログラム>

①革新的情報通信技術研究開発推進基金等(Beyond 5G 研究開発促進事業)(令和2年度第三次補正予算から令和4年度当初予算まで)

令和3年度に引き続き、革新的情報通信技術研究開発推進基金等を活用し、効率的かつ効果的に研究開発を実施するため、官民の英知を結集した研究開発を推進する。

- 国立研究開発法人情報通信研究機構法及び電波法の一部を改正する法律(令和4年12月19日施行)に基づき、令和5年3月に情報通信研究開発基金を設置し、新たな公募型研究開発プログラム「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」を実施するための制度整備を実施した。
- 「Beyond 5G 研究開発促進事業」では、令和3年度に引き続き、Beyond 5G に求められる機能を実現するため、Beyond 5G が具備すべき機能として挙げられている「超高速・大容量」、「超低遅延」、「超多数同時接続」、「自律性」、「拡張性」、「超安全・信頼性」、「超低消費電力」を実現する上で中核となり得る技術開発を対象とする「Beyond 5G 機能実現型プログラム(基幹課題、一般課題)」、協調可能な技術分野で戦略的パートナーとの連携による先端的な要素技術の国際共同研究開発プロジェクトを推進する「Beyond 5G 国際共同研究型プログラム」及び幅広い多様な研究開発を支援し、技術シーズ創出からイノベーションを生み出す「Beyond 5G シーズ創出型プログラム(委託・助成)」という委託研究及び助成金のスキームに基づく公募型研究開発プログラムを運営し、多様なプレイヤーの研究開発力を活用できるよう取り組んだ。
- 令和3年度に引き続き、公募型研究開発プログラム「Beyond 5G 研究開発促進事業」を実施するに当たり、令和2年度補正予算(300億円)で創設した革新的情報通信技術研究開発推進基金に加え、総務省が新たに公募した令和3年度補正予算(200億円)及び令和4年度当初予算(100億円)による革新的情報通信技術研究開発推進事業費補助金での本事業の執行機関に応募し、選定されたことにより、本事業をさらに拡充(委託研究44課題→73課題)させ、民間企業や大学等での研究開発を一層強力に推進した。
- 総務省が策定した研究開発方針に基づき、研究の成果の最大化や普及に向けた積極的な情報発信を行った。具体的には、令

基金を充てた各研究課題についてステージゲート評価を実施した。ステージゲート評価にあたっては、委託研究の効率性や研究成果の有効性、委託研究継続の必要性に関する評価項目や評価ポイントを策定するとともに、書面審査のみならず44課題すべての研究開発課題に対して、ヒアリングを行った上で評価することで、より効率的かつ効果的な研究開発の実施を促進した。

- 国立研究開発法人情報通信研究機構法及び電波法の一部を改正する法律(令和4年12月19日施行)に基づき、令和5年3月に情報通信研究開発基金を設置し、新たな公募型研究開発プログラム「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」を実施するための制度整備を実施、総務省と連携して研究開発成果の社会実装・海外展開を意識した研究開発プログラムの設計を行った。

令和3年度までに採択した研究開発課題との重複やまだ採択されていない技術分野の研究開発課題の採択にも留意しつつ、Beyond 5G の機能を実現するために中核となる技術分野を対象とした研究開発、協調可能な技術分野において国際的な戦略的パートナーと連携する研究開発、多様なプレイヤーによる技術シーズを創出する研究開発等を実施する。研究開発の実施に当たっては実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握するとともに、実施者に対する必要な指示・支援等（研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む）を行い、個々の研究開発課題の成果の最大化とプログラム全体の成果の最大化に向けて取り組む。

- 和4年3月に立ち上げた Beyond 5G 研究開発促進事業のポータルサイトにおいて、本事業の内容に関する分かりやすく丁寧な説明や公募に関する情報等を迅速に掲載するとともに、各研究課題の内容を研究者自ら紹介するための動画の作成・公表、研究者が活用可能なテストベッドに関する紹介動画の作成・公表等に取り組んだ。
- 令和3年度に作成した事業説明パンフレットの情報を更新し、一部コンテンツは英語版（電子版）も作成し、本事業の情報発信に取り組んだ。
  - こういった情報発信等を行い、13 の研究開発実施者がテストベッドを利用するなど（令和5年3月末現在）、機構が整備したテストベッドを活用し、官民の英知を結集することにより、個別の要素技術の研究開発に留まらず、システムとしての社会実装を加速する取組を推進した。
  - 2030 年頃の革新的な社会像を具体化するための取組や、Beyond 5G を実現するための先駆的な研究開発課題について提案募集を行い、その結果を踏まえて令和4年2月に開催した「Beyond 5G 研究開発ワークショップ」での研究者、民間企業、総務省、機構等の参加者による議論の成果や、令和4年6月から7月にかけて機構ホームページにおいて広く意見募集を行った結果をもとに策定した「開発対象と開発する技術等の候補例（第2版）」を活用し、令和4年9月の新規委託研究の公募において当該候補例を参考にした提案を求め、最新の技術動向を踏まえ官民の知見を反映しながら研究開発を推進した。
  - 令和4年度に開始する研究課題の策定においては、令和3年度までに採択した研究開発課題との重複を排除しつつ、政府方針等で重要技術として位置付けられたオール光ネットワーク技術などの研究開発課題を基幹課題として位置づけるとともに、研究開発に留まらず、社会実装への展開を重視した、従来を大幅に上回る年額 40 億円規模の大型研究計画を策定し、研究開発の重点化を行った。特に、これまではインフラ寄りの課題が多かったところ、公募時にデータ連携技術に係る課題の採択を優先する旨を明示すること等を通じ、多岐にわたる技術分野をカバーする課題を採択し、プログラム全体での Beyond 5G の実現の強化に取り組んだ。
  - 委託研究への提案について幅広い視点から評価するため、外部有識者で構成する評価委員会（予算額及び課題数の増加に合

わせて評価委員を令和3年度の12名から14名に、専門委員を34名から61名に増員)を設置するとともに、Beyond 5Gの実現を加速するため、知財化、標準化への貢献度などといった評価項目に対する助言を得た上で、応募要領等の公募にかかる書類を策定し公募を行った。公募で提出された委託研究の各提案について、提案内容に応じた専門委員による専門的事項の評価とその結果を踏まえた幅広い経験や研究実績を有する委員による総合的な評価の二段階による評価を実施し、理事会における所要の審議を経た後、29課題(うち、機能実現型プログラム(基幹課題)6課題、機能実現型プログラム(一般課題)9課題、国際共同研究型プログラム2課題、シーズ創出型プログラム(委託)12課題(うち、若手・中小企業枠で5課題))を採択した。

- 44課題から73課題へ研究課題数が大幅に増加する中で、本事業を統一的に指導・監督するプログラムディレクター(PD)のイニシアティブの下、各研究開発課題に「リエゾンアシスタント」(12名)を配置し、進捗管理や情報交換等を行い、研究開発実施者と緊密に連携するとともに、機構の研究者を「連携オフィサー」として自主研究と各研究課題との連携を図るため26名配置するなど体制の拡充を通じ各研究開発課題の成果の最大化を図った。
- 「知財化アドバイザー」として、豊富な経験を有する知財専門家人材やハイレベルな弁理士等9名、「標準化アドバイザー」として、国際的な標準化活動で標準化提案等の豊富な経験のあるハイレベルな標準化エキスパート4名の体制を整備した(今後順次充実を予定)。研究開発実施者の求めに応じつつ、特に専門の知財部門・標準化部門を持たないベンチャー企業や学際機関等を優先し個別に働きかけ、知財化・標準化アドバイザーを派遣し、潜在的な知財化・標準化ニーズに対応できるようにプッシュ型の支援を行った。
- 研究開発成果の知財(権利)化及び国際標準化に向けた戦略策定への支援を希望する研究開発受託者に対し、当該研究開発分野の知財化、標準化活動の基礎となる調査を行い、「知財化・標準化マップ」を作成することで効果的な支援を実施した。
- 研究開発実施者に「標準化と特許」「標準必須特許と実装特許(周辺特許)」「知財の取り方及び標準化の組織や活動の概要」などの基礎的な知識を習得してもらうために「知財化・標準化セミナー」を実施した。また、セミナーで使用した資料は教材として提供し、知財化・標準化活動に役立てるようにした。

また、革新的情報通信技術研究開発推進基金を充てた研究開発課題については、外部有識者で構成する評価委員会を通じて、ステージゲート評価を実施する。評価に当たっては、各研究開発課題に関する研究開発成果の創出状況(国際動向も考慮)及び成果目標の達成見通しを把握し、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査した上で、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を行う等、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを行う。さらに、今後取り組むべき課題の調査検討を行う。

なお、本公募型研究開発プログラムの実施に当たっては、人材育成の観点も考慮し、大学の若手研究者等、多様なプレイヤーが Beyond 5G の研究開発に参画できるような取組を検討する。

- これらの活動を行い、事業開始2年で、国内 320 件(令和4年度 262 件)、国外 328 件(令和4年度 308 件)という積極的な特許出願を実現し、将来の社会実装・海外展開に向けての基盤を築き上げることができた。
- 各研究開発課題間の横連携を図る運営調整会議内に、研究開発内容ごとに受託者間連携のための SIG (Special Interest Group) を設置するなど、事業全体として成果の最大化を図る体制のもとで研究開発を推進した。
- 革新的情報通信技術研究開発基金を充てた各研究課題について令和5年度以降に他財源での継続等を検討するため、外部有識者で構成する評価委員会を通じて、ステージゲート評価を実施した。当該評価に当たっては、委託研究の効率性や研究成果の有効性、委託研究継続の必要性に関する評価項目や評価ポイントの評価委員会において議論の上で策定するとともに、研究内容に応じた専門委員による専門的事項の評価とその結果を踏まえた幅広い経験や研究実績を有する委員による総合的な評価の二段階による評価を実施し、その際、書面審査のみならず 44 課題すべての研究開発課題に対して、ヒアリングを行った上で評価することで、研究の継続に関する優先順位付けを行うことにより、研究開発の中止、加速・縮小等の必要性を判断した。継続する研究課題にあっても今後の研究において留意すべき事項について指摘を行うこと等を通じてより効率的かつ効果的な研究開発の実施を促進した。
- 総務省情報通信審議会技術戦略委員会での「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方」の検討に積極的に参画し、中間答申の策定に寄与した。中間答申で示された今後重点化すべき研究課題を踏まえつつ、取り組むべき研究課題を十分に検討し、外部専門家による事前評価を経て研究計画書の策定等を実施した。
- 「Beyond 5G 研究開発促進事業」の「シーズ創出型プログラム」では、人材育成の観点から、大学の若手研究者や中小企業のアントレプレナー等幅広い人材の支援を図るため、「特別枠」として、代表研究責任者が若手研究者(39 歳以下等)であるもの、又は、代表提案者が中小企業であるものの一定件数の採択を検討することについて公募の際に明示し、これに該当する研究課題を5 課題採択し、多様なプレイヤーの参画による研究開発を推進した。

②情報通信研究開発基金  
(令和4年度第二次補正予算  
以降)

我が国が強みを有する技術分野を中心として、社会実装・海外展開を目指した戦略的な研究開発、長期的視点で取り組むべき技術シーズの創出や共通基盤技術の研究開発、電波の有効利用に資する技術の研究開発等を支援・実施するため、情報通信研究開発基金を造成するとともに、上記①による研究開発の優れた成果を引き継ぎつつ、当該基金による研究開発成果の最大化に向けた取組を総務省と連携して進める。

- 革新的な技術シーズやアイデアを有しながら、困難な課題に意欲的に挑戦するベンチャー・スタートアップ等の中小企業を対象に助成金を交付するため、「Beyond 5G 研究開発促進事業」の「シーズ創出型プログラム」のうち、「革新的ベンチャー等助成プログラム(SBIR)」に係る助成金事業について、令和3年度に公募・採択した案件に係る3件の研究開発を支援するとともに新たな公募を実施し、ベンチャー・スタートアップ等の中小企業のBeyond 5G 関連事業への参画に取り組んだ。
- 国立研究開発法人情報通信研究機構法及び電波法の一部を改正する法律(令和4年12月19日施行)に基づき、令和5年3月に情報通信研究開発基金を設置し、新たな公募型研究開発プログラム「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」を実施するための制度整備を実施、総務省と連携して研究開発成果の社会実装・海外展開を意識した研究開発プログラムの設計を行った。
- 革新的情報通信技術研究開発推進基金等を活用して実施した公募型研究開発プログラムについて、ステージゲート評価における評価に基づき、研究開発の中止、加速・縮小等の必要性を判断した。継続する研究課題にあっても今後の研究において留意すべき事項について指摘を行うこと等を通じてより効率的かつ効果的な研究開発の実施を促進した。

なお、この評定は、以下の「(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解」を踏まえ、「(2)見解に対する機構の対応」に基づいて決定した。

(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解

1. 開催日

令和5年4月17日(月) 13時00分～18時00分

2. 委員名簿

酒井 善則 委員長 東京工業大学 名誉教授  
安藤 真 委員 東京工業大学 名誉教授

飯塚 久夫	委員	一般社団法人 量子 ICT フォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学 先導的学際研究機構 教授
太田 勲	委員	兵庫県立大学 顧問
國井 秀子	委員	芝浦工業大学 客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学 情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監
安浦 寛人	委員	国立情報学研究所 副所長
渡辺 文夫	委員	Fifth Wave Initiative 代表

### 3. 委員長及び委員からの意見

(Beyond 5G の推進分野について)

- 自己評価 S は妥当である。国の研究機関として、非常に透明性の高いビッグピクチャをホワイトペーパーという形で発信し、Beyond 5G の方向性を示していること、また示した方向性に基づいて、Beyond5G のエコシステムが育っていない中で非常に短期間に、新たに 29 件もの公募テーマを選んだことを大いに評価する。
- ビッグピクチャの中に、日本としてどの領域で勝っていくのかといった点を加えること、また、公募型研究開発プログラムとして、ステージゲートで案件をふるいにかけるだけでなく、どのようにプログラムを推進していくのか、支援していくのかが問われるため、その点への対応を、今後期待している。

(全体を通して)

- 全体的に大きな成果が出ている。組織としても社会実装への意識が高まっている。
- 急速な社会情勢や技術の変化に柔軟に対応して欲しい。
- 女性と外国人を含む多様な人材確保とともに国立研究開発法人として若者が将来研究者になりたいと思わせるプロモーションに取り組んで欲しい。
- 標準化人材も含めて、ICT 分野で必要となる人材育成方法について、機構として貢献出来ることを引き続き検討して欲しい。

#### (2) 見解に対する機構の対応

対応なし(見解は S 評定で一致)



## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.7 分野横断的な研究開発その他の業務)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	Ⅲ. -2. 分野横断的な研究開発その他の業務		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項 第八号、第九号、第十号、第十一号、第十二号、第十三号、第十四号、第2項第五号
当該項目の重要度、難易度		関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報				主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※2								
	基準値等 (前中長期目標期間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
NICT 内外によるテストベッドの利用件数 (うち、NICT 外の利用件数※1)	171	96 (-)	124 (66)	( )	( )	( )	予算額(百万円)	14,043	13,374			
NICT 外のテストベッド 利用機関数※1	-	-	130				決算額(百万円)	31,193	11,248			
特許出願件数	-	125	141				経常費用(百万円)	32,892	11,313			
知的財産の実施許諾 契約件数	-	111	118				経常利益(百万円)	△117	△35			
標準化や国内制度化 の寄与件数	-	321	435				行政コスト(百万円)	32,944	11,454			
							従事人員数(人)	67	70			

※1 NICT 外の利用件数、利用機関数は、令和4年度以降に実績を記載。

※2 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

## 3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

## 中長期目標

## 2. 分野横断的な研究開発その他の業務

NICTの研究開発成果を最大化するとともに、我が国発の技術の社会実装・海外展開を促進するため、1.の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と連携し、企業・大学等との共同研究、委託研究、研究開発成果の標準化、国際展開、民間企業等の進める戦略的な研究開発の支援、ベンチャー創出等に積極的に取り組み、研究開発成果の普及や社会実装に向けた取組を実施する。特に、Beyond 5G、AI(データ利活用、脳情報通信)、量子情報通信、サイバーセキュリティの4領域については、我が国における推進体制の強化や拠点形成等も含め、産学官一体となり、横断的かつ戦略的な取組を強力に推進していく。

これらの取組をNICT内で組織横断的かつ戦略的に推進し、NICTの研究開発による直接的な成果の創出に加えて、我が国のICT産業の活性化及び国際競争力確保にも念頭に置いた戦略的・総合的な取組も推進するとともに、社会課題・地域課題解決や社会システム変革、新たな価値創造等に資するイノベーション創出及びSDGsの達成への貢献を目指すものとする。

## (2) オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

外部の多様なプレイヤーと連携しながら、速やかに社会に還元するよう、組織対組織の連携、研究開発成果の技術移転、NICTの技術シーズを活用したベンチャー創出等の様々なオープンイノベーションの取組を戦略的・積極的に推進し、研究開発成果の社会実装を目指す。

## ① 社会実装の推進体制の構築

戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化に取り組み、NICT内で組織横断的に外部との連携方策等を検討・実施するほか、様々なフェーズにある研究開発成果の社会実装を推進するため、プロジェクト企画から成果展開までを支える人材の登用・育成を行いつつ、機動的・弾力的な組織編成を可能とする体制を構築する。また、総務省等と密接に連携し、最新の技術動向等の調査・分析・評価に取り組み、適時適切に研究開発へ反映させる。

## ② 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化

研究成果の社会実装を推進するため、企業、大学、公的研究機関、地方自治体等様々なステークホルダーの垣根を超えた共同研究開発等の実現に取り組むことで、それぞれが持つポテンシャルを相乗的に発揮し、各ステークホルダーがメリットを享受できるようにする。また、国内外の研究者等の人材交流等を活性化することにより産学官連携の強化に貢献する。

ニューノーマルなど新たな社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクトの推進にあたり、外部へ研究開発成果の積極的な情報発信を行う。

## ③ NICTの技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成

自らの技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成にあたって、様々なフェーズにおける支援を行う。

また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」(平成20年法律第63号)に基づき、NICTの研究開発成果を活用するベンチャーへの出資等を行う体制を構築し、適切に対応する。

## (3) 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出

重点研究開発分野における我が国の国際競争力を確保・強化する観点から、基礎研究から成果普及まで一貫通貫で取り組むための国際的に魅力ある研究開発ハブを戦略的・機動的に形成する。

特に、Beyond 5Gの実現に向け、新たな技術の進展が想定されることを踏まえ、ネットワークキャリア、ベンダ、研究機関、ユーザの力を集結する研究開発・技術実証・社会実装のオープンイノベーション拠点として、運用、利用及び改善を通じて実証環境が循環進化するテストベッドを構築し、民間企業、大学等の利用拡大に努める。

## (4) 知的財産の積極的な取得と活用

研究開発成果を広く社会に還元しイノベーションを創出するため、優れた成果を知的財産として積極的に取得し、有効に活用するための方策を講じるものとする。

国の政策や技術動向を適切に踏まえ、重点的に推進すべき課題についてはその推進体制を整備し、知的財産の取得・維持を図るものとする。

特に、Beyond 5Gの知財・標準化活動を強力に推進し、NICT内の技術シーズと標準化や知財に関する知識・ノウハウを結集するため、Beyond 5Gの知財・標準化を検討する体制を整備し、外部専門家の雇用を含む人材の確保、NICT内外とのノウハウの共有、知財取得支援等に集中して取り組む。

また、知的財産の活用による成果展開や社会実装に貢献するための人材の獲得・育成に努める。

#### (5) 戦略的な標準化活動の推進

産学官連携や国際展開に係る組織との連携を実施するとともに標準化関連団体や産業界とも密接に連携し、NICTの研究開発成果の最大化を目指すものとする。戦略的かつ重点的な標準化活動を実現するため、NICTの標準化に係る計画を策定・実施する。

#### (6) 研究開発成果の国際展開の強化

世界の社会課題解決及び我が国の国際競争力の維持を実現するため、積極的な国際連携を通じて、NICTの優れた研究開発成果の国際展開に取り組む。NICTが持つ研究開発成果や研究人材、人的ネットワークを基盤に、国際的な共同研究や人材交流、研究ネットワーク形成等の国際連携を積極的に推進することにより、NICTの研究開発成果をグローバルに最大化するよう取り組む。

#### (7) 国土強靱化に向けた取組の推進

自然災害、未知の感染症等による被害から国民の生命・財産を守るため、NICTの耐災害 ICT 等に係る研究開発成果の普及や社会実装について、継続的に取り組むものとする。

さらに、研究開発成果の最大化のため、仙台の拠点を中心とし、地方公共団体を含めた産学官の幅広いネットワーク形成や情報の収集・蓄積・交換、共同研究、標準化、社会実装、研究成果・技術移転事例の蓄積等を推進するものとする。加えて、防災組織や大学研究機関等多様な主体との産学官連携、災害時を想定した ICT システムの具体的な標準モデルやガイドラインの策定等を通じて社会実装を促進するものとする。

#### (8) 戦略的 ICT 人材育成

我が国の国際競争力の強化のため、国として戦略的に取り組むべき ICT 研究開発分野において、NICTの研究開発成果等を活用した人材育成プログラムを若手技術者、教育指導者等へ提供し、新たな分野を切り拓くことのできる専門性の高い人材育成に取り組む。

また、産学官連携による共同研究等を通じた専門人材の強化、連携大学院協定等による NICT の職員の大学院・大学での研究・教育活動への従事、国内外の研究者や学生の受け入れ等を推進し、一層深刻化する ICT 人材の育成にも貢献するものとする。

#### (9) 研究支援業務・事業振興業務等

「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」(平成 22 年 12 月 7 日閣議決定)等の政府決定を踏まえ、国の政策目的達成のために必要なものに限定しつつ、引き続き効率的かつ効果的に実施していくものとする。また、各業務における支援対象の選定に当たっては、第三者委員会の設置等適切な方法により評価を行い、透明性の確保に努めるものとする。

##### ① 海外研究者の招へい等の支援

高度通信・放送研究開発を促進し、我が国の情報通信技術の研究レベルの向上を図るため、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会の開催支援」を行うものとする。ウィズコロナ・ポストコロナ時代において、オンラインでの国際的な研究交流が拡大していく状況を踏まえ、今中長期目標期間では、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会の開催支援」について、前期(平成 28 年度から令和 2 年度まで)と同程度の実績を目指すものとする。さらに「海外研究者の招へい」においては、招へいごとに、共著論文、研究発表、共同研究成果のとりまとめ、共同研究の締結等の研究交流の成果が得られるものとする。

また、民間の研究機関における通信・放送基盤技術に関する研究レベルの向上を図るため、民間の公益信託の運用益等を原資として、海外から優秀な研究者を招へいする「国際研究協力ジャパントラスト事業」を着実に実施する。実施にあたっては、「海外研究者の招へい」との運用面での一体的実施を図るものとする。

##### ② 情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援

次世代の情報通信サービスのシーズを生み出す情報通信ベンチャー企業の事業化、IoT サービスの創出・展開、身体障害者向けの情報通信サービスの普及に対する以下の支援等を行うものとする。

なお、これらの業務の実施に当たっては、情報提供の充実や標準処理期間の明示等により利用者に利便性の高い業務となるよう努めるとともに、政策目標に関連した具体的かつ定量的な目標の達成度に応じて、事業の見直しを行いつつ、着実に進めるものとする。

ア 次世代のより豊かで多様な情報通信サービスを実現するため、独創的な技術のシーズを有し、かつ、資金調達が困難な全国各地の情報通信ベンチャー企業や将来の起業を目指す学生等に対し、自治体や地域においてベンチャーを支援する団体等との連携を通じて、情報提供及び交流の機会提供等の支援を行うものとする。

さらに、NICTの研究開発成果の社会実装や NICT が有する知的財産権の社会還元を目指す観点から、自治体や地域においてベンチャーを支援する団体等との連携の枠組みを有効に活用するものとする。

情報通信ベンチャーに対する情報提供及び交流事業については、実施の結果、ベンチャーの創業や事業拡大にどの程度の貢献があったかといった成果に関する客観的かつ定量的な指標により成果を把握するものとする。

イ 信用基金の運用益によって実施している通信・放送新規事業に対する債務保証業務及び地域通信・放送開発事業に対する利子補給業務については、新規案件の採択は行わないものとし、当該利子補給業務については、既往案件の利子補給期間終了の令和3年度まで着実に実施するものとする。

令和4年3月31日に終了する新技術開発施設供用事業及び地域特定電気通信設備供用事業に対する債務保証業務及び助成金交付業務については、これらの事業が着実に成果を上げ、IoTサービスの創出・展開につながるものとなるよう努めるものとする。

なお、信用基金については、令和3年度を目途に清算するものとする。

ウ 誰もが等しく通信・放送役務を利用できる情報バリアフリー環境の実現を図るため、次の事業を実施するものとする。

(ア) 身体障害者向け放送の充実を図るため、国庫補助金を原資として、字幕番組・解説番組等を制作する者等に対する助成を実施するものとする。

(イ) 身体障害者向けの通信・放送役務の利用利便の増進を図るため、国庫補助金を原資として、身体障害者向け通信・放送役務の提供・開発を行う者に対する助成等を実施するものとする。

### ③ その他の業務

電波利用料財源による業務、型式検定に係る試験事務、情報収集衛星に関する開発等について、国から受託した場合には、適切に実施するものとする。

## 中長期計画

### 2. 分野横断的な研究開発その他の業務

ICTが経済活動のインフラとなっており、ICT分野における国際競争力の確保は豊かで安全・安心な国民生活の実現のみならず、社会経済活動の高度化からも非常に重要である。特に、2030年以降の社会システムの基盤となる Beyond 5G、データ利活用・脳情報通信技術等の AI、量子情報通信、サイバーセキュリティの4領域は横断的かつ戦略的に取り組む必要がある。このため、研究開発と社会実装・展開を欠くことのない両輪として強力に推進し、産学官一体でオープンイノベーションを創発するための中核・拠点形成等が必要になっている。

一方、SDGs やニューノーマル等の新たな社会課題の解決に向けて、機構の研究開発成果の横断的展開のみならず、機構が有する施設・設備を効果的に活用したオープンイノベーション・コラボレーションを軸とするスピーディかつ横断的な取組の推進が重要となっている。

また、機構の目的である研究開発成果の最大化という観点では、産学官連携の強化に加え、研究開発成果を基盤とした知的財産・標準化戦略を一体的に推進し国内のみならず国外への技術展開を推進することが必要である。

このため、1. の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と横断的に連携し、研究開発成果の普及や社会実装を目指しながら以下の取組を一体的に推進する。また、オープンイノベーションで組織を超えて情報共有する際には知的財産等の情報保全にも配慮する。さらに、機構の研究開発により創出される直接的な成果の創出に加えて、我が国の ICT 産業の競争力確保も念頭においた戦略的・総合的な取組も推進する。

なお、評価に際しては、研究開発及び業務の内容・段階等に応じて、中長期目標に定められている評価軸により評価を実施する。また、評価軸に関連する指標に従って取組や成果を示す。

#### 2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

外部の多様なプレイヤーと連携しながら、機構の研究開発成果を速やかに社会に還元するよう、大学・企業等との組織対組織の連携、研究開発成果の社会実証機会の創出、研究開発成果の技術移転、機構の技術シーズを活用したベンチャー創出・育成のための支援等の様々なオープンイノベーションの取組を戦略的・積極的に推進し、研究開発成果の社会実装を目指す。

##### (1) 社会実装の推進体制の構築

戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化に取り組み、競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策等の検討を機構内で組織横断的に行う。併せて、シーズとニーズのマッチングの場への積極参加や研究開発成果の社会実装を推進する取組

等、外部との連携を増やす取組を、外部リソースも効果的に組み合わせ活用しつつ実施する。様々なフェーズにある研究開発成果の社会実装を推進するため、出口を特定し、目標と期限を明確にしたプロジェクトを機動的・弾力的に組織できる体制を構築し、プロジェクトの企画、社会実証や成果展開の支援等を行うとともに、これらを実施する人材の登用・育成のための取組を行う。

また、最新の技術動向、市場・ニーズ動向、標準化動向等を適時適切に研究開発へ反映するため、国内外の技術動向等の調査・分析・評価に取り組む。調査結果を総務省等と共有し、我が国の ICT 研究開発力の強化の成果の拡大に活用していく。

#### (2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化

研究成果の社会実装を推進するため、企業・大学・公的研究機関等との共同研究開発や研究人材の交流、包括連携協定の締結等に取り組む。また、企業等からの外部資金の積極的な受入れにも取り組む。さらに、機構と大学が有する研究ポテンシャルを掛け合わせた大型の共同研究プロジェクトを形成するため、両者のマッチングを推進し、幅広い分野での案件形成に取り組む。産学官連携に関する知見等をデータベースとして構築し、戦略的に活用できるよう取り組む。

また、ニューノーマル等新たな社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクトの推進及び機構の研究開発成果の普及や社会実装を推進するにあたり、外部へ研究開発成果の積極的な情報発信に取り組む。

#### (3) 機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成

先端的な研究開発成果を社会に実装していくため、機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・支援に努める。

具体的には、機構職員の事業化気運の醸成や支援人材の育成、技術シーズの事業性評価、事業計画の策定支援、知的財産の観点からの支援の充実等、支援すべき事業を明確にしつつ、フェーズに応じた様々な事業化支援を行う。

また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」(平成 20 年法律第 63 号)に基づき、機構の研究開発成果を活用するベンチャーへの出資等を行う体制を構築し、適切に対処する。その際には、「研究開発法人による出資等に係るガイドライン」(平成 31 年 1 月 17 日内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)・文部科学省科学技術・学術政策局決定)を踏まえ、関連規程の整備等を行う。

### 2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出

Society 5.0 の実現に向けて Beyond 5G 等の新たな技術の進展が想定されることを踏まえ、Beyond 5G 時代の社会的・技術的ニーズを検証可能な分散広域実証環境及びリアルタイムエミュレーション環境並びにデータ駆動型社会の実現に寄与するデータ利活用に向けた実証環境を機構における既存のテストベッド上に新たに構築するとともに、光・量子通信技術等の世界最先端技術の実証環境を支え、我が国の ICT 分野の研究開発・技術実証・社会実装・国際連携に貢献する。また、関連するフォーラムの活動、国が実施する研究開発等の機会を通じて、当機構、国内外の研究機関、通信事業者、ベンダ、ベンチャー等のテストベッド利用者の研究開発能力をテストベッドに結集させることにより新たな価値創造及び社会課題の解決に寄与するとともに、テストベッド利用、運用及び改善を通じてテストベッドの実証環境を循環進化させる等、国際的に魅力ある研究開発ハブの形成に向けた取組を推進し、テストベッドの民間企業、大学等の利用拡大に努める。

サービス創成基盤として多様化するユーザの利用シーンに応じた実証基盤をすばやく構築するテストベッドシステムの研究開発運用を行う。具体的には様々なデータを組み合わせながらエッジとクラウドで連携処理するデータ連携処理基盤技術及び、Beyond 5G に資するソフトウェア化されたネットワーク及びエッジクラウド連携基盤技術を、テストベッド上に実装し利用者に提供しつつフィードバックを受けて改良することを繰り返しながら形成する。

シミュレーション等で模倣した Beyond 5G 時代を想定した事象とエミュレーション環境内に実現した ICT システムとを連携させ、それぞれの相互影響を検証し、サイバー空間とフィジカル空間の融合を目指した研究開発を推進する。さらに、実デバイスやソフトウェアと接続し、現実世界の振る舞いを組み合わせたリアルタイムエミュレーション環境を構築し利用者に提供する。

機構が専門とする情報通信分野ではない異分野・異業種の複数の企業等と連携して、Beyond 5G 社会を構成する超高周波を用いる IoT 無線技術、AI 技術、ロボットを含む自律型モビリティ技術を融合的に活用することで構築可能となる構内や地域のデータ収集配信基盤技術の実証的な研究開発を推進し、社会的受容性の高い様々な社会課題の解決に資する ICT サービスのエコシステムを形成することを目標とした研究開発と社会実証実験を実施し、得られた知見を機構のテストベッド及び社会にフィードバックする。

### 2-4. 知的財産の積極的な取得と活用

機構の知的財産ポリシーを踏まえ、優れた研究開発成果を知的財産として戦略的かつ積極的に取得・維持するとともに、機構の知的財産を広く社会に還元し、新たなビジネス

スやサービスの創造、イノベーションの創出につなげるため、技術の特性等も考慮し、迅速かつ柔軟な視点で知的財産の活用促進に取り組む。また、成果展開や社会実装に貢献するための人材の獲得・育成に努める。

国の政策や技術動向等を適切に踏まえ、重点的に推進すべき課題については、その推進体制を整備し、特に研究開発や標準化活動と連携して知的財産の取得・維持・活用を図る。加えて、我が国の国際競争力向上に資するため、国際連携や成果の国際展開に必要な外国における知的財産の取得についても適切に実施する。

外部専門家等人材を確保し、機構内に Beyond 5G の知的財産・標準化を検討する体制を整備し、Beyond 5G に関する標準必須特許といった知的財産の取得に戦略的に取り組む。また、機構内外とのノウハウの共有、知的財産の取得支援等に集中的に取り組む、機構内の技術シーズと知的財産・標準化に関する知識・ノウハウを結集する。

## 2-5. 戦略的な標準化活動の推進

機構の技術シーズについて、総務省、産学官の関係者、国内外の標準化機関等との連携体制を構築し、標準化活動を積極的に推進する。

機構の研究開発成果の最大化を目指すため、製品・サービスの普及やグローバル展開によるデファクト標準を含め、我が国が最終的に目指すものを意識し、その成果を戦略的に ITU 等の国際標準化機関や各種フォーラムへ寄与文書として積極的に提案する。このとき、機構内における産学官連携や、標準化関連団体と密接に連携して取り組むほか、国内外の専門家の活用も行う。

機構は ICT 分野の専門的な知見を有しており、中立的な立場であるため、標準化に関する各種委員会への委員の派遣等を積極的に行い、国内標準の策定や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針検討に貢献する。

また、標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の開催を支援することにより、研究開発成果の標準への反映や国際的な周知広報を推進し、我が国の国際競争力の強化を目指す。

戦略的かつ重点的な標準化活動を推進するために、総務省とも連携しつつ、機構の標準化に係るアクションプランを明確化し実施する。

## 2-6. 研究開発成果の国際展開の強化

世界の社会課題解決及び我が国の国際競争力の維持を実現するため、積極的な国際連携を通じて、機構の優れた研究開発成果の国際展開に取り組む。

このため、有力な海外の研究機関や大学等との協力協定の締結取組を推進し、また、国際研究集会の開催や国際インターンシップ研修員制度による人材交流を積極的に行い、国際的な研究連携(体制)を深化させ、グローバルな視点でのオープンイノベーションを目指す共同プロジェクトが効果的に創出されるよう取り組む。また、機構の研究者が海外機関と連携して創出した共同プロジェクトを推進するプログラムを継続する。

米国や欧州とは、政策対話や科学技術協力協定の下で実施してきた日米国際共同研究プログラム及び日欧国際共同研究プログラムを継続し、先進技術分野の国際競争力維持・強化につながる戦略的な国際共同研究プロジェクトを創出し推進する。

アジア諸国とは、これまで機構がリーダーシップを発揮し推進してきた研究連携ネットワークの活動をさらに進め、人材育成や SDGs への貢献にもつながる ICT を活用した共通の課題解決を目指す国際共同プロジェクトを積極的に創出し推進する。また、これらの取組を効率的に行うため、アジア諸国の関係機関との戦略的パートナーシップの構築を進めていく。

プロジェクトの創出と推進、成果の展開においては、機構自らが国際イベントの開催や国際展示会への出展等を行うのみならず、各国の政府機関や組織、総務省や在外公館、関係機関とも積極的に連携を図り、効果的な方策に取り組む。

また、このような国際的な活動を通じて、公開情報のみでは得られない海外情報の継続的・体系的・組織的な収集・蓄積・分析に努める。

北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮する。そのため、各連携センターでは、上述した国際展開の各取組を実施し、これらに対する支援を行うとともに、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携の促進に取り組む。また、特に国際展開を目指す研究開発分野においては、相手国・地域への展開・社会実装を目指すとともに、機構の研究開発成果を技術移転した日本企業による海外展開等を目指した取組を行う。

## 2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進

国土強靱化に向けた研究拠点機能及び社会実装への取組を更に強化するため、耐災害 ICT をはじめ、災害への対応力を強化する ICT に係る基盤研究、応用研究及びこれらの研究成果に基づく社会実装に向けた活動を連携して取り組む体制を整備する。また、研究開発の着実な推進及び研究拠点機能の強化に向けて、大学・研究機関等との共同研究等を通じて、外部研究機関との連携を強化する。さらに、研究開発成果の社会実装に向けて、地方公共団体を含めた産学官、企業を含む民間セクター、NPO とい

った様々なステークホルダーの垣根を超えたネットワークの形成、知見・事例の収集・蓄積・交換、研究成果・技術移転等の蓄積及び地方公共団体等の利用者ニーズの把握のため、耐災害 ICTに係る協議会等の産学官連携活動に積極的な貢献を行う。

加えて、研究開発成果を活用した実証実験の実施、地方公共団体が実施する総合防災訓練等における研究開発成果の活用・展開及び災害発生時の円滑な災害医療・救護活動等に貢献するための ICT システムの標準モデルやガイドラインの策定に関する取組等を通じて、研究開発成果の国土強靱化に向けた社会実装の促進を図る。

## 2-8. 戦略的 ICT 人材育成

我が国の ICT 分野における国際競争力の強化のため、量子技術等機構の研究成果を活用した人材育成プログラムを策定・提供し、我が国の将来を担う若手研究者及び技術者のみならず、教育指導者等へ提供し、新たな ICT 領域を開拓しうる専門性の高い人材育成に取り組む。

ICT 人材育成に関する諸課題の解決に向けて、産学官連携による共同研究等を通じて、幅広い視野や高い技術力を有する専門人材の強化に貢献する。また、連携大学院制度に基づく大学等との連携協定等を活用し、機構の研究者を大学等へ派遣することにより、大学等における ICT 人材育成に貢献する。さらに国内外の研究者や大学院生等を受け入れることにより、機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する人材を育成する。

## 2-9. 研究支援業務・事業振興業務等

### (1) 海外研究者の招へい等による研究開発の支援

高度通信・放送研究開発を促進し、我が国における ICT 研究のレベル向上を図るため、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」を行う。

また、民間の研究機関における通信・放送基盤技術に関する研究レベルの向上を図るため、「国際研究協力ジャパントラスト事業」による海外からの優秀な研究者の招へいを着実に実施し、上記「海外研究者の招へい」と一体的に運用する。

これらについては、内外の研究者の国際交流を促進し、ICT 分野の技術革新につながる優れた提案を競争的に採択するため、積極的に周知活動を行うこととし、オンラインでの国際的な研究交流が拡大していく状況を踏まえ、「海外研究者の招へい（「国際研究協力ジャパントラスト事業」によるものを含む。以下同じ。）」及び「国際研究集会開催支援」の合計で毎年 30 件以上の応募を集めることを目指す。さらに、「海外研究者の招へい」については、招へい毎に、共著論文の執筆・投稿や、外部への研究発表、共同研究の締結等の研究交流の具体的な成果が得られるように、働きかけを行う。

### (2) 情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援

#### (ア) 情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供

リアルな対面の場やオンライン・メディアを活用しつつ、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流の機会を提供することにより、情報通信ベンチャーの有する有望かつ新規性・波及性のある技術やサービスの事業化等を促進する。本事業の実施に当たっては、総務省におけるスタートアップ支援施策との連携・情報共有等を図る。その際、次の点に留意する。

有識者やサポーター企業による情報の提供、助言・相談の場を提供するとともに、情報通信ベンチャーによるビジネスプランの発表会や商品・サービス紹介等のイベント等を通じたマッチングの機会を提供する。

また、全国の自治体やベンチャー支援組織・ベンチャー団体等との連携の強化により、効率的・効果的な情報の提供や交流の機会の提供を図る。

これらの取組により、イベント等を毎年 20 件以上開催する。特に、事業化を促進するマッチングの機会を提供するイベントは、その実施後 1 年以内において具体的なマッチング等商談に至った割合が 50% 以上となることを目指す。

イベントについて、参加者に対して有益度に関する調査を実施し、4 段階評価において上位 2 段階の評価を 70% 以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をその後の業務運営に反映させる。

更にイベントにおいて機構の知的財産等の情報提供を実施する等、機構の技術シーズを活用したベンチャー創出・育成に向けた取組とのシナジー効果を発揮するよう努める。

ウェブページ及びソーシャル・ネットワーキング・サービスを活用し、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流機会を提供する。

#### (イ) 債務保証等による支援

通信・放送新規事業に対する債務保証業務及び地域通信・放送開発事業に対する利子補給業務については、新規案件の採択は行わないものとし、当該利子補給業務については、既往案件の利子補給期間終了の令和 3 年度まで着実に実施する。

令和4年3月 31 日に終了する新技術開発施設供用事業及び地域特定電気通信設備供用事業に対する債務保証業務及び助成金交付業務については、これらの事業が着実に成果を上げ、IoT サービスの創出・展開につながるものとなるよう努める。

なお、信用基金については、令和3年度末の債務保証業務終了後、清算する。

#### (ウ)情報弱者への支援

誰もが等しく通信・放送役務を利用できる情報バリアフリー環境の実現を図るため、総務大臣の定める基本方針を踏まえつつ、情報バリアフリー助成金制度である次の事業を実施する。

##### ①身体障害者向け放送の充実を図るために行う放送事業者等に対する助成

###### ア. 字幕・手話・解説番組制作の促進

字幕番組、手話付き番組及び解説番組の制作を助成することにより、字幕番組等の拡充に貢献する。なお、普及状況等を勘案して、助成対象や助成率の見直しを行う等、適切に助成を実施する。また、採択した助成先について公表する。

###### イ. 手話翻訳映像提供の促進

手話が付いていない放送番組に合成して表示される手話翻訳映像の制作を助成することとし、その際、次の点に留意する。

- ・手話翻訳映像提供促進助成金について、ウェブページ等を通じて、助成制度の周知を行い、利用の促進を図る。
- ・採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先について公表する。

###### ウ. 生放送番組への字幕付与の促進

生放送番組への字幕付与に必要な機器の放送事業者による整備を助成することとし、その際、次の点に留意する。

- ・生放送字幕番組普及促進助成金について、ウェブページ等を通じて助成制度の周知を行い、利用の促進を図る。
- ・事業者の生放送番組への字幕付与に向けた取組状況や財務規模等も考慮し、採択案件の選定を効果的に行う。また、採択した助成先について公表する。

##### ②身体障害者の利便増進に資する観点から、有益性・波及性に優れた事業に対する助成

次の点に留意する。

- ・本制度の周知を行い、利用の促進を図る。
- ・採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先について公表する。
- ・毎年度、採択事業の成果について事後評価を行い、業務運営等に反映させる。
- ・助成に当たっては、助成終了2年後における継続実施率が70%以上となることを目指す。

また、情報バリアフリー関係情報の提供を行うこととし、その際、次の点に留意する。

- ・「情報バリアフリーのための情報提供サイト」では、身体障害者や高齢者のウェブ・アクセシビリティに配慮しつつ、身体障害者や高齢者に役立つ情報その他の情報バリアフリーに関する幅広い情報等の収集・蓄積を行うとともに、有益な情報の提供を定期的に行うほか、機構の情報バリアフリー助成金制度の概要やその成果事例を広く情報提供する。
- ・情報バリアフリー助成金の交付を受けた事業者がその事業成果を発表できる機会を設け、成果を広く周知するとともに、身体障害者や社会福祉に携わる団体等との交流の拡大を図る。
- ・「情報バリアフリー関係情報の提供サイト」の利用者及び成果発表会の来場者に対して「有益度」に関する調査を実施し、4段階評価において上位2段階の評価を70%以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をその後の業務運営に反映させる。

#### 2-10. その他の業務

電波利用料財源による業務、型式検定に係る試験事務等の業務を国から受託した場合及び情報収集衛星に関する開発等を国から受託した場合には、電波利用技術等の研究開発能力を活用して効率的かつ確実に実施する。



中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の主な業務実績等	自己評価	
2. 分野横断的な研究開発その他の業務	<p>2. 分野横断的な研究開発その他の業務</p> <p>1. の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と横断的に連携し、研究開発成果の普及や社会実装を目指しながら以下の取組を一体的に推進する。また、機構の研究開発により創出される直接的な成果の創出に加えて、我が国の ICT 産業の競争力確保も念頭においた戦略的・総合的な取組も推進する。</p>			<p>評価</p>	<p>B</p>
2-2. オープンイノベーション創	2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>取組がオー</li> </ul>	2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化	<p>2. 分野横断的な研究開発その他の業務</p> <p>年度計画を着実に達成した上で、機構の技術シーズの社会実装推進のための組織横断的な取組の深化など総合調整機能を強化しつつ具体的な社会実装事例の創出に寄与したこと、Beyond 5G 実現に向けた研究開発加速のためのテストベッドの提供を開始し、Beyond 5G 研究開発受託者を含め積極的な利用等に至ったこと、国土強靱化に向けた取組の推進により耐災害 ICT の研究開発成果が自治体に社会実装されたこと、我が国の戦略分野に係る量子ネイティブ人材の育成プログラムの継続や若手研究者による研究開発への挑戦を促す仕組みを開始したことをはじめ、その他、知財・標準化、国際展開、研究支援業務・事業振興業務等について引き続き着実な取組を実施した。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた着実な成果の創出等が得られたと認め、評価を「B」とした。</p> <p>2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化</p>	

<p>出に向けた産学官連携等の強化</p>	<p><b>等の強化</b></p> <p>外部の多様なプレイヤーと連携しながら、機構の研究開発成果を速やかに社会に還元するよう、大学・企業等との組織対組織の連携、研究開発成果の社会実証機会の創出、研究開発成果の技術移転、機構の技術シーズを活用したベンチャー創出・育成のための支援等の様々なオープンイノベーションの取組を戦略的・積極的に推進し、研究開発成果の社会実装を目指す。</p>	<p>オープンイノベーション創出につながっているか。</p> <p>&lt;指標&gt; 【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>共同研究や産学官連携等の活動状況</li> <li>研究支援人材の確保及び資質向上等の取組状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オープンイノベーション推進本部が中心的役割を担い、外部の多様なプレイヤーと連携しながら、機構の研究開発成果を速やかに社会に還元するよう、下記(1)～(3)に関するオープンイノベーションの取組を戦略的・積極的に推進した。             <ul style="list-style-type: none"> <li>(1)社会実装の推進体制の構築</li> <li>(2)社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化</li> <li>(3)機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成</li> </ul> </li> </ul>	<p>戦略的な社会実装を推進するため、社会実装推進チームや、同チームを核に機構内組織間の連携体制（研究成果展開サポートグループ）を構築した上で、組織間での情報共有や、共同事業（社会実装のためのセミナー）を企画・実施するとともに、より強固に研究成果展開をサポートするために、研究者等の相談者に組織横断で対応し相談後のフォローアップも行うなど、全体をマネジメントする体制を構築したことにより、総合調整機能を強化した。</p>
<p>(1)社会実装の推進体制の構築</p>	<p><b>(1)社会実装の推進体制の構築</b></p> <p>戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化に取り組み、令和3年度に構築した機構内での組織横断的な検討体制を活用し、競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策を検討する。また、社会実装につながる可能性のある機構の研究開発シーズについて、引き続き新たなシーズを調査するとともに、令和3年度に実施した調査と合わせ、社会実装に向けた強化方策を検討しつつ、一部についてはその方策を実施する。</p>	<p>社会実装に向けた取組の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NICTの技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成のための支援の取組状況等</li> </ul>	<p><b>(1)社会実装の推進体制の構築</b></p> <p>&lt;戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>戦略的な社会実装を推進するため、令和3年4月に技術の社会実装を手掛けた経験を有する外部人材2名を戦略的プログラムオフィスで雇用し、社会実装を推進するチーム（社会実装推進チーム）を構築し、令和4年度にはさらに2名の外部人材を加え計4名として強化した。さらに、社会実装推進チームを核に、機構内部の研究開発成果展開に関わる組織間連携体制（研究成果展開サポートグループ）を構築し、令和3年8月以降月2回の継続的な連絡会議を開催、組織間での情報共有や、共同で実施する事業（社会実装のためのセミナー）を企画・実施するとともに、その広報を強化し、所内での認知度向上を行った。このサポートグループで組織横断的に研究者からの相談を受け付ける研究成果展開ワンストップ相談会を、令和4年度は4回開催した。令和3年度は2件の相談であったが、令和4年度は9件の相談に応じ、起業や研究者の技術シーズの社会実装、研究データの外部利用、機構開発プログラムの外部利用者への提供等の相談があった。特に起業の相談については、ベンチャー支援担当、知財担当、出資担当、テストベッド担当等様々な部署の連携が必要な課題となるため、組織横断で相談に応じることにより、担当部署への説明</li> </ul>	<p>競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策等を検討するため、機構内で社会実装された代表的な5つの技術を取り上げ、過去の関連研究、委託・受託研究、共同研究、特許の調査、機構の研究者および連携企業へのインタビュー等を通じて、社会実装までの経緯と現状を分析するケーススタディを実施し、今後の体系的検討につながる重要な4要因を抽出した。</p> <p>製造現場のデジタルトランスフォーメーションを推進するために必要となる、複数の無線システムが過密・混在した環境下で安定した通信を実現するための協調制御技術（SRF無線プラットフォーム）について、民間企業とともに設立したFFPAの事務局を引き続き務め、</p>

時間が大幅に短縮されただけでなく、部署間での課題認識の相違や担当業務間のすり合わせなどについての検討が深まった。このように、より強固に社会実装を含めた研究成果展開をサポートするために、相談者に対して組織横断で向き合って議論しただけでなく、相談内容に応じて適切な担当部署を決め、相談後のフォローアップをし、戦略的プログラムオフィスが全体をマネジメントする体制を構築したことにより、総合調整機能を強化した。

#### <各種戦略・方策の検討>

- 競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策を検討するため、機構内で社会実装された代表的な技術である標準時、NIRVANA 改(サイバー攻撃統合分析プラットフォーム)、多言語音声翻訳、脳情報モデル化、Wi-SUN(Wireless Smart Utility Network)を取り上げ、各々について過去の関連研究、委託・受託研究、共同研究、特許を調査するとともに、機構の研究者および外部連携企業にインタビューをし、当時の外的要因を含めて、社会実装までの経緯と現状を分析するケーススタディを実施した。
- このケーススタディから、今後の体系的検討につながる重要な4要因として、1)競争領域と協調領域の使い分けにより、エコシステムに属するすべての参加者に便益がもたらされるようなモデルを構築、2)エコシステムモデルの中で、機構技術を実装する過程や実装されたサービスやアプリケーションを多くのユーザが使用し、機構研究者が思いもよらない使い方やアイデアが要件として機構研究者にフィードバックすることで、オープンイノベーションにつなげる、3)ユーザ要件をくみ取りながら研究開発や標準化が必須、4)機構内および民間企業内に両者の仲介を行うインタープリターの存在が重要、を抽出した。この4要因を中心に各種戦略と方策を検討した。

#### <機構の研究開発シーズの社会実装に向けたシーズ候補調査および支援>

- 社会実装の加速に向け、社会実装につながる可能性のある機構の研究開発シーズについて、前年度調査した 60 シーズに加え、令和4年度は新たに 76 のシーズを調査し、合計 136 のシーズに対し、アウトカムの時期とその TRL(技術成熟度レベル)を整理した。また、令和3年度の研究者へのヒアリングから得られた知見を基に、社会実装に向けた強化方策として、1)シーズの知

規格化、普及促進活動を推進した。この中で、認証プログラムの本格立上げを行い、規格に準拠した製品群を初めて認定したことで、ベンダによる SRF 無線プラットフォーム事業が開始されるに至った。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【取組がオープンイノベーション創出につながっているか】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 製造現場のデジタルトランスフォーメーションを推進するために必要となる、複数の無線システムが過密・混在した環境下で安定した通信を実現するための協調制御技術 (SRF (Smart Resource Flow) 無線プラットフォーム)について、平成 29 年度に民間6社とともに設立したFFPA (Flexible Factory Partner Alliance)の事務局を務め、規格化、普及促進活動を推進した。普及促進活動の一環として、認証プログラムを本格立上げし、SRF 無線プラットフォーム Ver.1 に準拠した製品群第一号として、Field Manager、SRF Gateway、SRF Device、SRF Sensor の4種の製品を認定し、ベンダによる SRF 無線プラットフォーム

財獲得強化、2)市場調査とその共有、3)ビジネスモデル設計支援、4)シーズの利用可能性のある民間企業の調査、と整理し、以下を実施した。

- 強化方策1) シーズの知財獲得強化として、研究所等が実施している知財勉強会に参加し、12 シーズに対して取得しようとしている特許等について社会実装観点でのアドバイスを実施した。

- 強化方策2) 市場調査とその共有として、社会実装につながる可能性のある機構の研究開発シーズを抽出し、それらのシーズに関係するビジネス領域である脳波ビジネス、メタバース、ドローンビジネスについて市場調査を行い、当該シーズ担当研究室と情報共有を行うと共に、研究所の希望する支援について議論した。その結果、ドローンビジネスについては、社会実装に向けて連携できそうな民間企業を検討し、国産ドローンシステムを開発する民間企業をドローン SAR(合成開口レーダー)の担当者に紹介した。またそれ以外のシーズとして、光車載 LAN は、大手車載センサー開発企業と討議の場を作り、機構研究者が業界のニーズに対する理解を深めることができた。音場制御は、車内でのナビゲーションや乗員個別向けインフォテイメントへの応用可能性検討のため、自動車技術会エレクトロニクス部門委員会委員企業 21 社に対して紹介した。海上監視システムについて事業性を検討する民間企業と NDA を締結し応用に関する議論を行った。

- 強化方策3) ビジネスモデル設計支援として、社会実装の推進に資する実証的研究(後述)のプロジェクトの一つである体験共有プラットフォーム(コード名:“みなっば”)について、ターゲット設定とビジネスモデルを設計し、市場予測を行い担当者に提案した。このビジネスモデルに応じて研究開発及び社会実装活動を推進した結果、民間企業(1社)へ技術移転がなされ(令和4年9月)、社会実装にむけて大きく前進した。

- 強化方策4) シーズの利用可能性のある民間企業の調査として、民間が実施するシーズとニーズのマッチングを行うプラットフォームを活用し、掲載シーズを定期的に入れ替えつつ、事業内容からニーズを持ちそうな民間企業をシーズごとに検索し、連携候補 19 社を抽出した。

- これらに基づき、研究所の社会実装の取り組みをサポートすると共に、民間のプラットフォームを活用して調査したシーズと民間企業ニーズをマッチングさせ、10 社に対して4シーズ(みなっば、

オーム事業が開始された。

- 競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策を検討するため、機構内で社会実装された代表的な技術である標準時、NIRVANA 改(サイバー攻撃統合分析プラットフォーム)、多言語翻訳、脳情報モデル化、Wi-SUN(Wireless Smart Utility Network)を取り上げ、各々について過去の関連研究、委託・受託研究、共同研究、特許を調査するとともに、機構の研究者および外部連携企業にインタビューをし、当時の外的要因を含めて、社会実装までの経緯と現状を分析するケーススタディを実施した。このケーススタディから、今後の体系的検討につながる重要な4要因を抽出した。
- 戦略的な社会実装を推進するため、社会実装を推進するチーム(社会実装推進チーム)を構築し、体制を強化した。さらに、社会実装推進チームを核に、機構内部の研究成果展開に関わる組織間連携体制(研究成果展開サポートグループ)を構築し、月2回の継続的な連絡会議を開催、組織間での情報共有や、共同で実施する事業(社会実装のためのセミナー)を企画・実施するとともに、その広報を強化し、所内での認知度向上を行った。

3D ディスプレイ、SRF 無線プラットフォーム、無線制御)を紹介、社会実装に向けた要件・要望を得て、シーズ担当へフィードバックした。さらに、2社に対して6シーズ(マルチスポット再生、観測データ高さ情報抽出、環境品質予測技術、キレイな空気指数、xData プラットフォーム、太陽フレア)を紹介した。“みなっば”については、上記強化方策3)でも述べたように民間企業に技術移転すると共に、プロトタイプ試用による実証実験4件に至ると共に招待講演を5回実施、実演1回によるプロモーションを行った。

- 社会実装を目指した研究開発への取り組みを強化するために、機構内で「社会実装の推進に資する実証的研究」の公募を実施し、以下の5件の案件を採択した。
  - 「あなたがいるその場の大気汚染度を届ける」を実現する「画像×環境×ICT」スマホサービスに向けた実証研究
  - ポストコロナ時代に向けた農業教育における遠隔指導・実習の実証研究
  - 多数同時無線通信を実現するための APCMA 方式を用いた IoT デバイスの実証研究
  - IoT センサーと IoT 無線による高齢者見守り見逃しゼロに向けた北九州市実証研究
  - ニューノーマル社会における共同体験の在り方に関する実証研究
- 研究者の社会実装への意識向上のために、社会実装の推進に必要なビジネスモデルキャンパス(技術を社会実装するために必要なビジネスモデルを可視化するためのフレームワーク)を応募書類の一つとして位置付け、その作成をサポートするとともに、採択された案件については研究資金のサポートだけでなく、戦略的プログラムオフィスの担当者が社会実装のために必要な支援(知財マネジメント、連携先開拓等)を実施し研究者の育成に繋げた。また課題によっては外部のイノベーションコーディネーターがメンタリング(2件)を行った。その中で、「ニューノーマル社会における共同体験の在り方に関する実証研究」は、研究成果の一つである体験共有プラットフォーム“みなっば”が民間企業(1社)へ技術移転された(再掲)。さらに採択された案件の内、外部連携を積極的に進めるべきものについては、機構のシーズ集(令和4年度版)に掲載した。

<社会実装に向けたプロジェクトの推進>

- 製造現場のデジタルトランスフォーメーションを推進するために

より強固に研究成果展開をサポートするために、相談者に対して組織横断で向き合って議論しただけでなく、相談内容に応じて適切な担当部署を決め、相談後のフォローアップをし、戦略的プログラムオフィスが全体をマネジメントする体制を構築したことにより、総合調整機能を強化した。

必要となる、複数の無線システムが過密・混在した環境下で安定した通信を実現するための協調制御技術(SRF (Smart Resource Flow) 無線プラットフォーム)について、平成 29 年度に民間6社とともに設立した FFPA (Flexible Factory Partner Alliance)の事務局を引き続き務め、規格化、普及促進活動を推進した。SRF 無線プラットフォームは機構の研究開発成果である。令和4年度の会員は、活動の中心となる Promoter 会員8者、技術仕様の利用拡大を目的とする Adopter 会員1者、試験機関を対象とする Advisory 会員1者であった。普及促進活動の一環として、認証プログラムを本格立上げし、SRF 無線プラットフォーム Ver.1 に準拠した製品群第一号として、Field Manager、SRF Gateway、SRF Device、SRF Sensor の4種の製品を認定し、ベンダによる SRF 無線プラットフォーム事業が開始された。また、規格化の一環として、令和3年度に引き続き、ローカル 5G を含む 5G をサポートする SRF 無線プラットフォーム Ver.2 の通信規格である技術仕様 Ver.2 の改定を継続し完了した。ベンダや Sier 等通信関連企業への訴求および普及促進のため、技術仕様 Ver.2.0.0 策定完了を報道発表し(令和4年5月)、さらにこの改定版である技術仕様 Ver.2.0.1(令和4年11月策定完了)を FFPA の Web サイトで一般公開した(令和5年1月)。一方、並行して SRF 無線プラットフォーム Ver.1 の試験仕様の改定を進め、適合性試験仕様 Ver.1.1.0 エラッタ策定及び相互接続性試験仕様 Ver.1.0.2 策定を完了した(令和4年10月)。令和3年度までに SRF 無線 Ver.1 の通信規格策定が概ね収束し、令和4年度からは認証プログラムによる社会実装立上げという次のフェーズに移行することを受け、普及促進活動のさらなる強化策を実行した。以下の通り、第一の強化策「ワークショップ・展示会の強化」、第二の強化策「定量的実証に基づくプロモーション」及び第三の強化策「業界団体連携」を実施した。

- 強化方策1) これまでも開催してきたワークショップ・展示会の開催頻度を拡大し、VoC (Voice of Customers) Community (FFPA 活動や SRF 無線プラットフォームへの関心が高い、将来の SRF 無線プラットフォームユーザ候補)の拡大を狙って VoC ワークショップの年4回開催(令和4年4月、7月、11月、令和5年3月)、ワイヤレステクノロジーパーク (WTP) 2022 への出展・技術セミナー開催(令和4年5月)、スマート工場 EXPO2023 への出展・技術セミナー開催(令和5年1月)を実施した(令和3年度は VoC ワー

また、最新の技術動向、市場・ニーズ・関連社会動向、標準化動向等を適時適切に研究開発へ反映するため、及び将来にわたる機構の研究開発戦略などに活かしていくため、情報を整理して知の集

クショップ開催1回、展示会出展・技術セミナー開催1回)。WTP2022では、SRF 無線準拠機器の展示・講演によりSRF 無線が実用化段階に入っていることを訴求した結果、メディアに取り上げられた(ビジネスネットワーク(令和4年5月25日))。またこれらの活動を通じて、製造現場における無線化の課題とSRF 無線プラットフォームの効果を訴求した結果、VoC コミュニティメンバーは令和5年3月時点で59者に増加し(令和3年度末に対して17者追加)、ユーザコミュニティを大幅に拡大することができた。これは、製造現場での無線利用の進展により無線化の課題が顕在化し始めSRF 無線への期待が高まってきていることの表れである。

- 強化方策2)SRF 無線準拠機器の入手が可能となったことより、SRF 無線準拠機器を用いた定量的実証に基づくプロモーションを開始した。安定した無線通信が困難な製造現場の代表的ユースケースでの実証実験結果を公開し(令和4年7月)、SRF 無線プラットフォームの無線通信安定化の効果を訴求した結果、メディアに取り上げられた(電波タイムズ(令和4年8月3日))。また、令和5年3月からSRF 無線プラットフォームの効果を体験してもらう実証イベントを随時開催していくため、SRF 無線プラットフォームデモ系の構築を完了した(令和5年3月)。

- 強化方策3)SRF 無線を製造業界の業界標準とすることを目指し、業界団体連携の取組みを開始し、ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会(RRI)事務局と議論を行った。その議論の中で、ワーキンググループで具体的な話を始める前に、まずはRRIの中でSRF 無線プラットフォームの認知度を上げる活動が重要との要望があり、令和5年度からの本格的な連携を目指して、RRIが策定を進めている「モノづくり標準化ロードマップ」へのSRF 無線プラットフォーム関連事項の記載提案(令和4年11月)及びWG1全体会合でのセミナー講演(令和4年12月)を実施した。

- 海外のICT関連技術、市場・ニーズ、標準化の動向等について、北米、欧州、アジアの各拠点より20件、10件、8件の情報提供と議論を実施した。定例会(令和4年度は37回実施)では理事長を含む数十人の機構内関係者が参加し、横断的な情報交換を実施した。発表資料等は整理し、月次報告の形で機構内システム上にアーカイブし共有した。これらの成果を通じて、毎年改訂を加えているBeyond 5Gのホワイトペーパーへ情報を提供すると

	<p>積を行うこと、及び国内外の技術動向等の調査・分析・評価・機構内及び国内外への発信に取り組む。調査結果を総務省等と共有し、我が国の ICT 研究開発力の強化の成果の拡大に活用していく。さらに、我が国の ICT の新たな価値向上を視野に入れた知的基盤の構築を目指す。</p>	<p>もに、量子ネットワークのホワイトペーパー更新(日本語版、令和4年10月公開)にも寄与した。また、国内外の有識者(多様な視点を得るために研究領域からビジネスまでの広範囲の有識者)による内部講演会を7件実施し、研究開発、イノベーションのデザイン等について最新の知見を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構内外の知見を集約した内部向け「ナレッジハブレポート」定期刊行、電波研以来の ICT 歴史資料集約等により、誰でもいつでもアクセスできる知的ノウハウの利用性向上を目指す取組みを進めた。また、OG・OB の知見を活用した有識者ネットワーク構築、部署・異分野・他機関との相互連携推進及びこれらを通じた最先端技術動向調査やユーザ企業等への機構の技術紹介等を実施し、機構の戦略性向上に資する取組みを進めた。データサイエンスや量子物理等の知見・調査結果を活用した外部(日本技術士会、多摩六都科学館、研究基盤国際会議 2022 等)の招待講演や G7 科学技術大臣合意文書への貢献、無線通信研究発祥の地である元平磯センターの記念モニュメント設置準備等、機構の社会的プレゼンス向上並びに ICT の新たな価値向上へ貢献した。</li> </ul>	
<p><b>(2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化</b></p>	<p><b>(2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化</b></p> <p>研究成果の社会実装を推進するため、企業・大学・公的研究機関等との間における共同研究開発、秘密保持契約、研究人材の交流、包括連携等に関する契約締結等に取り組む。その際、当該契約締結等を目指す研究部門等からの問合せへの迅速な相談対応を行うとともに、契約締結等に関する FAQ の充実等による支援の強化に取り組む。また、連携相手先機関の拡大に向けた活動に取り組む。</p>	<p><b>(2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 令和4年度は、共同研究契約件数 514 件、産業界等との秘密保持契約件数 263 件、包括協定件数 18 件となり、特に、産業界との新たな共同研究契約件数が前年度より47件(174件⇒221件)増加しており、産業界との連携を促進できた。また、資金受入型共同研究は 29 件となり、近年と同程度の件数となった。</li> <li>• 社会実装の推進に資する機構内連携を強化するために構築した研究成果展開サポートグループの活動の中で、ワンストップ相談会の参加者や多言語音声翻訳等の成功事例を担う研究者からのヒアリングを継続するとともに、ヒアリング結果や過去の共同研究実績等を踏まえ、技術シーズの展開に効果的な共同研究や人材交流の形成が期待できる大学・企業等への働きかけを継続した。</li> <li>• また、共同研究契約書や申請書等を Web 入力形式で自動作成可能なシステムの内製、文書決裁プロセスの簡素化、共同研究形成前の支援事業等を通じて、研究部門における契約締結等に</li> </ul>	



研究部門向けのセミナーを複数回開催すること、先行事例の蓄積・共有等により、企業等から外部資金を受け入れる資金受入型共同研究の拡大を図る。

機構と大学が有する研究ポテンシャルを掛け合わせた大型の共同研究プロジェクトを形成するため、マッチング研究支援事業による両者のマッチングを推進し、幅広い分野での案件形成に取り組む。

係る負担軽減・迅速化に加え、共同研究等の案件形成を支援した。契約等の迅速な問い合わせに対しては、担当部署が、内容を精査し新たなFAQを追加するとともに、設定した回答処理期限の遵守に努めた。

- 連携相手先機関の拡大に向けては、技術シーズの展開に効果的な共同研究形成に資する異分野の研究者交流(データサイエンス分野、農学・医学分野等)を促進するとともに、資金受入型共同研究等産業界が求める共同研究の実施状況の把握、機構の研究開発成果や専門的知識を生かした技術相談(4案件)、NICT シーズ集の積極的発信等を、双方のマッチングを強く意識して精力的に実施した。
- 令和4年度の資金受入型共同研究は、29件(受入資金約2億円)となり、前年度程度で推移している。企業等からの資金受入型共同研究の拡大に向けては、前述した連携相手先機関拡大に資する取組に加え、受入資金が小規模であっても研究者還元がされるようインセンティブ制度を見直し、その対象を拡大した。また、実績のある研究所等の取組事例を紹介・共有するセミナーを継続・拡大(令和4年8月及び令和5年2月)する等、機構内の事例の把握・蓄積・共有に取り組んだ。
- 連携・協力を促進するための支援事業として、機構と大学の双方から年間1課題あたり数十万円規模となる予算支援(マッチング研究支援事業)を継続しており、令和4年度は、東北大、早稲田大、九工大との間で各々、11課題、3課題、4課題を採択した。採択テーマには、文系学部や農学部との間での研究テーマが含まれる等、機構の持つICTのポテンシャルを新たな視点から活用する形のコラボレーションも生まれてきている。また、本支援事業開始(平成28年度)以後、同事業を経て、科学技術振興機構光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)、戦略的創造研究推進事業(さきがけ)、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)、日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究)等で約40件の採択につながる等、研究プロジェクト形成に貢献しているとともに、採択者や評価者等の意見を都度集約することで同事業の改善を継続している。令和4年度は、各大学の状況を踏まえ、マッチング分野の裾野拡大に向けた研究者相互の交流会の実施や次年度以降の支援内容の充実(予算規模・期間の拡大)等、事業の更なる促進に向けた取組を実施した。

機構内の産学官連携に関する情報を取りまとめ、戦略的に活用できるデータベースとして、引き続き、研究部門等のニーズを把握することにより、データの拡充や閲覧・検索機能の高度化に取り組む。

また、ニューノーマル等新たな社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクトとして、ウイルス等感染症対策に資する情報通信の研究開発や地域課題解決のための実証型研究開発を委託研究等の活用により推進する。外部へ研究開発成果を積極的に情報発信するために、情報発信の方法を見直すとともに、機構の技術シーズをまとめたシーズ集を改版する。

- 共同研究に係る情報の閲覧・検索・集計等を行うデータベース(DB)の更新、より詳細な検索が可能となるよう検索条件を細分化する等、閲覧・検索機能の高度化を図るとともに、本 DB の活用が広がるよう機構職員を対象とした利用者セミナーを開催した。また、本 DB を活用した情報収集作業を研究連携の担当部署が代行する取組を継続し、共同研究の案件形成や産学官連携の促進に貢献した。

#### <産学官連携等の強化>

- IoT 分野の産学官連携を推進するため、スマート IoT 推進フォーラムを運営し、この分野の連携活動を積極的に推進し、活性化させた。新たに連携する団体を増やしモバイルコンピューティング推進コンソーシアムへの後援を行った。IoT による価値創造を目指し、DX 推進や IoT 活用の事例の取材を 15 件分行い、11 件のメールマガジン・14 件の事例紹介の発信、および令和3年度の総集編を発信した。総会を令和5年3月22日に開催し、自治体、産学連携等の好事例に関する講演を行った。

#### <社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクト>

- データ連携・利活用による新たな価値創造を狙った委託研究 10 件(課題 220 (令和2~4年度))を継続し、社会実装に向けた取組みを推進している。トマトの施設栽培(課題 22001)においては AI による収量予測の精度を改良すること(20~30%)ができ、今後の北海道の大規模施設栽培における収益性改善や省労働力につながる成果が出た。観光施策立案評価システム(課題 22005)では位置情報ビッグデータの人流変化分析の成果を活用し商用サービスにつながり、利用が拡大している(無償 300、有償 100 以上)。術中情報共有プラットフォームの構築(課題 22009)では東京女子医大とはこだて未来大間で術中情報を匿名化し情報共有サーバに蓄積して共有、および確認を可能とした。また、課題 220 全体で、研究開発成果のさらなる拡大を目指し合同会議を開催し、研究開発で直面した問題点、解決策等参考となる事項の共有を行った。
- 新型コロナウイルスの急激な感染拡大を受け、令和3年度から開始した「ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発」の委託研究8件(課題 A ウイルス等感染症により発生するパンデミック対策に資する ICT(3件)、課題 B 新型コロナウイルス感染症対策“新しい生活様式”を実現するための ICT(2件)、課題 C アフターコロナ社会を形成する ICT(3件))についての課

題を推進し、社会課題の解決に向けた取組みを進めた。令和4年度中に課題A、課題Bについては評価委員や機構幹部を交えて終了評価を行った。課題Cについては令和5年度の継続を判断するための中間評価を実施した。課題222A01においては除菌ロボットを最適化アルゴリズムで計算したルートで実際に走行させる事ができた。課題222A03ではCOVID-19肺炎に関連するアノテーションが付与された画像データを合計1,553例収集し、3D画像の判別を行う機構を独自に開発し、約83%の分類精度を実現した。課題222B01においては100kgを搭載できる自動回収運搬ロボットを開発した。222B02では路線バスセンシングの複雑度や車内換気状況の精密測定の実現性を検証した。

- 令和4年度から始まる「データ利活用等のデジタル化の推進による社会課題・地域課題解決のための実証型研究開発」(課題226(令和4～6年度))の公募を行い10件の課題を採択した(令和4年10月)。評価委員や機構幹部を交えて実施するスタートアップミーティングを行った。この課題では、上記課題220と同様に、自走可能な形態による社会実装を目指し、ビジネスプロデューサーの設置と産学官等の連携による複数者での実施体制を条件とした。また受託者に提供可能な機構発技術シーズ18件を提示し、機構発技術シーズを活用した新しいサービスの創出やこれらのシーズの社会実装の機会拡大も狙った。その結果採択10件中の2件が機構発技術シーズの利用希望案件であり、委託研究を通じた機構研究シーズを活用したオープンイノベーションに至るパスを開拓した。今後はこれらのシーズを用いて社会課題を解決するために必要な研究開発を委託研究としても推進する。

<イノベーションコーディネーターを通じた地域と機構との連携>

- 社会課題・地域課題の掘り起こしや、機構の研究開発成果の社会実装のコーディネーター役として、令和4年度は産業界、NPO、地方自治体などの経験者4名(北海道、東北、北陸、東海の各地域を担当)を、イノベーションコーディネーターとして登用し、地域での研究テーマの発掘やその実施フォーメーションの検討、機構の共同研究先の発掘および技術の移転先の検討等を実施した。北海道地域においては、北海道で活躍する技術的バックグラウンドを持つ民間企業経営者(起業家)を招へいし、機構内で実施している「社会実装の推進に資する実証的研究」の2課題のメンターとして機構職員を指導することにより、機構の研究開発成果の社会実装に向けて取り組んだ(再掲)。東北地方では

現役の仙台市職員を招へいし、仙台地域に実際に存在する社会課題とその解決をスタートアップやNPO等のエコシステムの視点から眺め、機構の社会実装活動との連携の可能性を検討するとともに、仙台市で開催するアイデアソンのインプットセミナーおよび運営を担当した。北陸地域においては、北陸地域の地域課題に精通し、かつ地域のNPOで活躍する方を招へいした。そのキャリアを活かし、StarBEDの利活用の促進及び地域との連携活動を目的とした「NICT 北陸連携サロン」の実施に関し、アイデア段階からアドバイスをを行い集客に関しても支援を行った。また、機構が北陸総合通信局等と共同で開催し、地元中小企業経営層を主なターゲットとした「サイバーセキュリティデイズ 2023」(令和5年2月)の企画についても機構職員へのアドバイスをを行った。また、東海地域においては、名古屋市の Hatch Meets に参画し、機構の取組等を紹介するなどの意見交換を実施した。また、機構と東海総合通信局とセミナーを共催し、同セミナー内で東海地域におけるコーディネート活動の紹介を行った。

<アイデアソン・ハッカソンによる社会課題・地域課題の掘り起こしと人材交流・育成>

- 機構の地方拠点等を活用しつつ、オープンイノベーション創出につながる人材交流・育成及び地域課題の発見を目的としたアイデアソンを令和4年10月に東北地方在住者を中心にオンラインで開催した。このアイデアソンでは、地域で活動する民間企業、大学、法人、NPO、地方自治体等に、参加者としてだけでなく、メンターやアドバイザーとして参加してもらうことで、様々な技術やノウハウを結集・融合させるとともに、機構との連携の強化を図った。本イベントは東北大学と主催で行っているが、今年度は宮城県、仙台市が共催に加わった。機構の Beyond 5G 研究開発推進ユニットからも協力があり、地元の Code for SENDAI が全面協力すると共に、仙台市役所からのイノベーションコーディネーターも加わった産学官公民の体制で「10年先のICTで暮らしを豊かに」をテーマに実施した。前年度同様にコロナ禍で対面でのアイデアソンの実施が困難となっているが、過去の経験を元に、様々な遠隔参加のためのツールを駆使し、対面と遜色のないコミュニケーションが実現できた。参加者への事前研修の位置づけとなるインプットセミナーには仙台市役所から市のデジタル化について講演、機構の Beyond 5G 研究開発推進ユニットからも未来のICTはどうなるかという講演を行い、参加者の理解を深めた。地元の

社会人、仙台を中心とした東北地域の理工系以外の大学生等の参加も多く、ICT 関連技術と人文科学的側面を融合させ、地域の課題を発見し、それを解決する工学的手法を組み合わせたアイデアソンを実施するなど、地域における人材交流および育成を実施した。

<外部への研究開発成果の積極的な情報発信>

- 機構の研究開発成果等の技術移転を促進し、新たな価値の創造や課題の解決に役立てるために必要な産学官連携の強化を目指し、機構の研究開発成果等を紹介する NICT シーズ集 Web ページおよびシーズ集 PDF 全体版について、令和4年度版(第5版)として改版した。令和4年6月に 17 件追加、2件削除の計 60 件を公開し、さらに令和5年1月に2件、2月に2件のシーズを追加し、3月末時点で計 64 件を掲載した。改版にあたっては、機構の技術に興味・関心を持つ層に対して効果的に技術情報が届くよう、1) 収容シーズの拡充と入れ替え、2) 一つのシーズから関連するシーズが検索できるような検索機能の充実と回遊性の向上、3) SNS からより一斉しやすくするための個別シーズページの充実を目指した。さらに、より高いマッチングを目指し、シーズごとに記載した研究開発のフェーズ情報を見直し、戦略的プログラムオフィス内で管理する「NICT TRL(Technology Readiness Level、技術成熟度レベル)」に沿った表記で、「外部連携によって何を推進したいフェーズなのか」という視点を徹底した。またこのフェーズ情報をメーターとして図版で表記することで、閲覧者が直感的に理解できるページデザインとした。一方、研究者自身の思いを記述する「研究者より」の項目を新たにページ上部に配し、「誰と、どのような連携を希望するか」を明確に記載した。その上で、新規シーズの早期公開や更新情報の迅速な公知と、サイト検索順位の上位表示対策を兼ねて、令和4年4月には導線整理とキーワード検索機能を、10 月には Google カスタム検索を追加し、年間を通じて随時更新可能な運用へと移行し、更新頻度を上げることで検索エンジンのクローラーの巡回を促した。シーズ集 Web ページ内のサブコンテンツも拡充し、連携後の展開をイメージしやすく示す「ユースケース」のコーナーを新設した。令和4年6月の公開では3件、以降令和4年11月に1件を公開し、令和5年3月末時点で計6件公開した。情報の追加など適宜ページ更新を行った。さらに、シーズ集 Web ページへの流入を促す手段として SNS による広報を開始した。令和4年7月からは Twitter で

の週2～4回につぶやきと、広報部へのリツイート依頼を行い、また Facebook においても1～2ヶ月に1本のレポートを掲載した。PR 用チラシの作成にあたっては、シーズ集 Web ページ閲覧の9割がPCからというアクセスの現状に基づき、従来のQRコードに加え、検索窓に「NICT シーズ」と入れた検索を促す表記を併記した。民間企業からの要望、コメントに対し、特許公開に合わせてのシーズ改訂や、既に公開している技術情報の提供を行った。これら様々な施策を行うことにより、コロナ明けのイベント等で部署内や各拠点等での PR 用チラシを積極的に配布できたこともあり、令和4年6月末の改版以降7月からのシーズ単位での月間PVは令和3年度から平均360%増、PDF全体版のDL数は平均470%増となり、令和3年を大幅に上回る閲覧数となった。累計としては、個別シーズは令和4年4～8月末、PDF全体版のDL数は令和4年4～6月末の合算で、令和3年度の年間累計を上回った。個別シーズの閲覧数計は、令和4年/令和3年比較で以下の通りとなった。令和4年7月：1337/224、8月：626/128、9月：1153/203、10月：1105/199、11月：987/220、12月：829/307、令和5年1月：1315/220、2月：893/283、3月：852/331。またPDF全体版のDL数は、以下の通りとなった。令和4年7月：138/17、8月：98/14、9月：108/22、10月：97/16、11月：125/16、12月：85/15、令和5年1月 56/22、2月：59/13、3月：64/39。さらに、令和4年度のシーズ集 Web ページを通じた問い合わせは、令和3年度の3件から5件に増加し、技術移転先の紹介、意見交換の実施および講演依頼への対応へとつながった。また、民間企業と研究者間の仲介をきめ細かく行い、要望、要件を確認し、継続的議論や試作に向けた仕様の検討につながられた。

- 情報通信政策研究所での総合通信局向けの研修では機構のシーズや地域連携・産学連携の活動について講演を行い機構の活動の理解促進を図った。その結果、総合通信局等が主催するセミナーにおいて機構のシーズが積極的に取り入れられ、13回の発表が行われた（音声翻訳3回、レジリエント3回、セキュリティ4回、シーズ集5回、委託研究6回）。
- デジタル媒体を活用した効果的な外部への情報発信のため、SNS や動画共有サイトを通じて機構のコンテンツ提供を実施し、職員採用ホームページへ月当たり 5,000 以上のプレビュー数を得る等、従前の規模を超えるアクセスを確保することができた。また、機構のブランド力向上のため、機構のイメージを分かりや

			<p>すく伝えるためのブランドステートメントを制作し、機構内各方面との議論を活性化させ、今後のブランディング活動に必要な合意形成やツールの整備を促進させた。</p>	
<p>(3) 機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成</p>	<p>(3) 機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成</p> <p>先端的な研究開発成果を社会に実装していくため、機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・支援に努める。</p> <p>具体的には、機構職員の事業化気運の醸成や支援人材の育成、技術シーズの事業性評価、事業計画の策定支援、知的財産の観点からの支援の充実等、支援すべき事業を明確にしつつ、フェーズに応じた様々な事業化支援を行う。</p> <p>また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する</p>		<p>(3) 機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構の研究開発シーズの社会実装に向けたパイロット的な活動として、複数の研究領域の具体テーマと連携して、実証実験パートナー・事業化パートナーの開拓や外部競争的研究資金の獲得等、計4件の技術シーズに対して、ベンチャーの創出や既存ベンチャーを通じた社会実装も視野に入れつつ試行的伴走型プロジェクトを推進した。</li> <li>• 機構発ベンチャー向けの支援として、展示会やピッチイベントの開催情報の紹介や出展支援(CEATEC に2社出展、約 3,000 名が機構ブースに来場)、経営状況の確認や事業計画の聴取などを継続して実施した。また、首相官邸英語版 SNS (Facebook、Twitter) に機構発ベンチャー2社の事業紹介が掲載された(1件目は、令和4年10月25日に掲載され、令和5年3月31日現在、Facebook 視聴数 2.2 万件。2件目は、令和5年3月31日に掲載された。)</li> <li>• フェーズに応じた様々な事業化支援として、研究成果展開サポートグループの活動の中で、研究成果展開ワンストップ相談会における起業相談への対応を行った。また、事業化気運の醸成や支援人材の育成のため、中小企業基盤整備機構関東本部 農工大・多摩小金井ベンチャーポート(以下、農工大 VP)との連携を開始し、農工大 VP が主催する起業家向けセミナーの開催を機構内に周知した他、資金繰りへの対応策に関する意見交換を行った。さらに、研究開発成果の社会実装を喚起するために、機構の技術シーズを活用したベンチャーの支援対象や支援メニューの拡充案を策定した。</li> <li>• 「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」に基づく成果活用型出資等業務について、「研究開発法人による出資等</li> </ul>	

	<p>法律」(平成 20 年法律第 63 号)に基づき、機構の研究開発成果を活用するベンチャーへの出資等を行う体制を構築し、適切に対処する。その際には、「研究開発法人による出資等に係るガイドライン」(平成 31 年1月 17 日内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)・文部科学省科学技術・学術政策局決定)を踏まえ、出資や企業経営等の知見を有する外部有識者による審議体制を含む出資業務の実施体制や手続き等に係る規程類の整備を進めるとともに、具体的な出資案件の形成に向けて取り組む。また、出資を行う際には、総務省に対し、出資内容及び出資後の状況等について適時適切に報告を行う。</p>		<p>に係るガイドライン」を踏まえ、機構内及び外部の知見も活用しながら、体制や募集要項等の運用にあたって必要な資料等を整備し、機構として初めてとなる出資先の募集を令和5年3月に開始した。また、当該募集の開始に当たっては、総務省にも適切に報告し、情報共有を図った。</p>	
<p>2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出</p>	<p>2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出</p> <p>Beyond 5G 時代の社会的・技術的ニーズを検証可能な分散広域実証環境及びリアルタイムエミュレーション環境並びにデータ駆動型社会の実現に寄与するデータ利活用に向けた実証環境の基盤となる設備・機能を既存のテストベッド上に新たに構築するとともに、テストベッドの安定運用を確保し、光・量子通信技術等の世界最先端技術に加</p>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。</li> <li>• Beyond 5G の実現やハイレベルな研究開発を行うためのテストベッドが構築され、テストベ</li> </ul>	<p>2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beyond 5G に係るテストベッド新機能の構築を計画どおり進め、令和4年 10 月に提供開始した。</li> </ul>	<p>2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出</p> <p>2030 年頃の Beyond 5G 実現に向けた研究開発加速に貢献するため「高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド」を提供することが特に重要であり、年度計画であるテストベッド提供開始に向けた開発を計画通りに進め、加えて想定利用者への事前周知、事前相談などを実施したことで提供開始後6か月の令和4年度末での利用件数は 47 件(利用手続き中・利用相談中含め)となり総合テストベッド全体で</p>



え、エミュレーション技術、データ利活用技術等の上位レイヤを含めた実証環境を支え、テストベッドの民間企業、大学等の利用拡大に努める。

- 関連するフォーラム等との連携を強化することにより、Beyond 5G ネットワーク、データ分析・可視化、データ連携・利活用等の実現に資する新たな機能の導入に向けた検討を進める。また、スマート IoT 推進フォーラム テストベッド分科会等の外部ユーザ連携を支える仕組みを構築するために、分科会内での新たなタスクフォースの立上げや他の分科会・タスクフォースとの連携体制の創出等を進める。
- Beyond 5G 等社会的インパクトの大きな研究開発、社会実証等における利用を積極的に推進することにより、JGN の海外接続による国際連携も活用しながら、機構、国内外の研究機関、通信事業者、ベンダ、ベンチャー等の研究開発能力をテストベッドに結集させ、ICT 分野のイノベーションエコシステムの構築に資する取組を推進する。

ッドが有益な技術実証・社会実証につながっているか。

<指標>

【評価指標】

• Beyond 5G の実現等に向けたテストベッドの構築状況

【モニタリング指標】

- NICT 内外によるテストベッドの利用件数（うち、NICT 外の利用件数）
- NICT 外のテストベッド利用者（機関）数等

- 外部ユーザへのアプローチとして、Beyond 5G 革新委託研究受託者に対しては、受託者の意見交換の場である SIG (Special Interest Group) 会合、一般利用者に対しては、スマート IoT 推進フォーラムテストベッド分科会、NICT オープンハウス、九州工業大学学園祭などの機会を活用し外部への周知活動を積極的に行った。さらに、より広い研究開発分野での利用者への訴求を目指しシンポジウムを開催することとし、大阪大学、九州工業大学、テストベッド分科会と協力し「高信頼・高可塑 Beyond 5G/IoT テストベッドシンポジウム」を令和4年 12 月5日に開催した。

- テストベッド情報の事前周知や、利用を想定した評価データの Web 公開や事前相談等の先行取組の結果、提供開始後6カ月の令和4年度末で、Beyond 5G に係る多くのプロジェクトでご利用いただくことが実現できた(新機能の利用件数が利用手続き中・利用相談中も含めて 47 件、うち Beyond 5G 研究開発事業受託案件4件)。相談中の 17 件(うち Beyond 5G 研究開発事業受託案件1件)を加えると 141 件となった。なお、テストベッド全体の利用件数は令和4年度末で 124 件(内部利用 58 件、外部利用 66 件、外部利用機関数 130)であり、令和3年度実績 96 件(内部利用 48 件、外部利用 48 件)を大きく上回った利用を実現した。
- 令和4年 11 月の SC22(米国ダラス)において APOnet メンバーの6本の 100Gbps 回線を利用した 400Gbps E2E データ・映像伝送実験など6つの実証実験を実施した。国際会議として APOnet が、組織別では機構が SCinet Spirit of Innovation 賞を受賞した(米国でプレスリリース)。機構の実証実験については、APOnet メンバー間の強い連携が今回のような高速・大容量回線の国際

前年度比 1.4 倍以上の利用件数につながったことは Beyond 5G 実現に向けた取組として高い成果である。また、Beyond 5G 革新委託研究受託者の意見交換の場である SIG (Special Interest Group) 会合でのテストベッド紹介等を進め、Beyond 5G 受託者による利用も既に4件が開始され、2件の利用手続き・利用相談を進めていることはハイレベルな研究開発の技術実証につながる高い成果である。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

【Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- テストベッド新機能の提供を予定通り実施するとともに、利用者への先行取組の結果、提供開始後6か月時点の令和4年度末で、Beyond 5G に係る多くのプロジェクトでご利用いただくことが実現できた(新機能の利用件数が利用手続き中・利用相談中も含めて 47 件)。なお、テストベッド全体の利用件数についても、利用件数 124 件あり、利用手続き中・相談段階中 17 件を加えると 141 件あり、前年度実績を大きく上回った利用を実現してい

- 総合テストベッドの老朽化した基盤設備を更新するとともに、以下のカスタマイズ

運用の成果につながっていることが評価された。

- 今回実施した 400Gbps E2E データ・映像伝送実験の高速性と、8K 広帯域映像処理技術に 400Gbps エッジデバイスを米国から操作する実験は世界初であり、広域ネットワーク上のリモートプロダクション等に資する高い技術的成果として APOnet の Website に掲載された。8K 広帯域映像処理技術の実証実験では、日本で新たに開発された 400Gbps の映像処理能力のあるエッジデバイス(日本に設置)がダラスの会場から遠隔で操作された。遠隔から映像切替えやトランスコーディング、色彩変換といった様々な映像処理機能を自在に操作するサービスチェイニング方式の実証は、拠点間高精度同期等の見地から困難かつ世界で例がない。
- 令和元年7月、シンガポール-ロンドン間の CAE-1 回線と機構及び NII の回線によりアジア-欧州地域でリング状のネットワークが形成されることから、このリングを AER (Asia-Pacific Europe Ring) と呼び、覚書 (MoU) を締結した。相互バックアップやネットワーク研究協力で機構が貢献する中、令和5年3月、KISTI が AER に加盟し、新たに MoU を締結した (署名式は APAN55)。AER は 11 の組織に拡大し、アジア太平洋地域とヨーロッパ地域の研究教育ネットワーク (NREN) を介する国際通信環境の高信頼化や高度なネットワーク機能の提供を、より柔軟な形態で実施することが可能となった。
- 海外機関との接続ネットワークを構成する国内機関の結束を図るため、機構、NII、MAFFIN 及び ARENA-PAC の4者間で MoU を締結し、署名式 (令和4年 10 月7日) を実施した。本協定の締結によって、4者間の相互接続環境の構築・運用、国際的な共同実験に関する連携・協力が円滑化され、ネットワークの耐障害性が大幅に向上する。ネットワーク間の連携・協力の推進については、CINJI (Coalition for Interoperable Network of Japan and International) という機構、NII、MAFFIN、WIDE プロジェクトによる相互接続環境の構築及び運用に関する連携協力を推進するための連絡会議 (ネットワーク企画戦略会議を引継ぎ令和4年 10 月7日発足) で企画・調整が行われており、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド環境の構築についての進捗も CINJI で報告された。
- 新機能の早期利用を図るため、令和4年 10 月より先行して、令和4年6月に総合テストベッドホームページを刷新し新機能を紹介するとともに、利用相談フォーラムの Web 化を行う等ユーザの利

た。

- 外部ユーザへのアプローチとして、Beyond 5G 革新委託研究受託者に対しては、受託者の意見交換の場である SIG (Special Interest Group) 会合、一般利用者に対しては、スマート IoT 推進フォーラムテストベッド分科会、NICT オープンハウス、学園祭などの機会を活用し外部への周知活動を積極的に行った。さらに、より広い研究開発分野での利用者への訴求を目指しシンポジウムを開催した。
- DCCS (Data Centric Cloud Service) について、利用者の要望を聞きながらニーズが高い技術を機能改善や汎用化を施しながら提供し、技術移転案件や高度通信・放送研究開発委託研究課題での活用など有効なテストベッド活用につなげた。

**【Beyond 5G の実現やハイレベルな研究開発を行うためのテストベッドが構築され、テストベッドが有益な技術実証・社会実証につながっているか】**

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- テストベッド新機能の提供を予定通り実施するとともに、利用者への先行取組の結果、提供開始後6か月時点の令和4年度末で、Beyond 5G に係る多くのプロジェクトでご利用いただくことが実現できた (新機能の利用件数

可能なモバイル環境や高信頼の仮想化環境を増設することにより高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド環境を構築する。また、本テストベッド環境を委託研究実施者以外の外部ユーザが利用できる運用体制を整備し、その運用を開始する。

- カスタマイズ可能なモバイル環境として、データ利活用技術と Beyond 5G ネットワークが統合された DCCS 構想のテストベッド構築を進める。多様なデータの解析を通じて人の行動変容や機器の性能向上を実現させる技術として機構が主導して研究開発を推進している xData 等を含めたマルチ API を実装し、サービスレイヤテストベッドと、Beyond 5G ネットワークレイヤテストベッドを併せて評価・実証できる環境を構築する。

便性向上を図った。

- さらに、ユーザの利用検討を促進するため、実験・検証に有効な新機能の詳細情報(基礎データ、実験例等)を揃え、事前にホームページに掲載しユーザとのディスカッションを開始した。
- また、今後のテストベッドの進化について、Beyond 5G 研究開発事業での利活用シーンや、標準化動向等から有用とみられる機能について考察し、「CPS(Cyber Physical System)・デジタルツイン」、「テラヘルツ」技術等を含めながら、総合テストベッドの機能高度化・拡充による循環進化について、機構内検討を進めた。
- 機構内の関連部署と連携し、利用者の要望を聞きながらニーズが高い技術を機能改善や汎用化を施しながら提供し、技術移転案件や高度通信・放送研究開発委託研究課題での活用など有効なテストベッド活用につなげた。具体的には、統合ビッグデータ研究センター(BDI)、レジリエント ICT 研究センター、時空間データ GIS PF、先進的音声翻訳研究開発推進センター(ASTREC)との連携を進めマルチ API の拡充と実装を進めた。
- BDI との連携においては、令和3年度 DCCS(Data Centric Cloud Service)での利用準備を進めた光化学オキシダント注意報予測機能の環境モニタリング事業者への技術移転に向け、事業者によるパイロット試験を当室のメンバーも協力して DCCS で実施するとともに、予測機能の改善等(データセットの結合処理を約 24 倍高速化、予測処理プログラムを最大 80 倍高速化)を実施した。これらの改善に加え、DCCS の計算機クラスタを用いることで、学習処理を約 20~40%高速化し、試験期間を約2割短縮し、技術移転を実現した。
- 上記の光化学オキシダント注意報予測のベースとなっている大気質指数(AQI)予測機能について、BDI と連携し同様の性能改善を反映するとともに多く利用者が利用できるように機能の汎用化等の改善を実施して DCCS への実装を行い、令和4年10月から一般利用者へサービス提供するとともに、高度通信・放送研究開発委託研究課題1件を含む3件の外部利用者による活用につなげた。また、この AQI 予測機能は後述のレジリエント ICT センターとの連携案件2件でも利用されている。
- さらに、Kubernetes を用いることで xData PF のデータ連携・分析機能やそれを用いたアプリケーション(情報資産)を DCCS にシームレスに移行できる環境を整えた。加えて DCCS および

が利用手続き中・利用相談中も含めて 47 件)。なお、テストベッド全体の利用件数についても、利用件数 124 件(うち Beyond 5G 研究開発事業受託案件4件)あり、利用手続き中・相談段階中 17 件(うち Beyond 5G 研究開発事業受託案件1件)を加えると 141 件あり、前年度実績を大きく上回った利用を実現している。

- DCCS (Data Centric Cloud Service)について、利用者の要望を聞きながらニーズが高い技術を機能改善や汎用化を施しながら提供し、技術移転案件や高度通信・放送研究開発委託研究課題での活用など有効なテストベッド活用につなげた。
- Beyond 5G のための、オープン化技術・ソフトウェア化技術を用いた新機能開発・高信頼化・相互接続検証・運用自動化等の研究開発を可能とする環境として「B5G 高信頼仮想化環境」と「B5G モバイル環境」のサービス提供を開始した。

xData PF の機能を利用者が容易に試せるように、利用者が簡易なプログラムをダウンロードして機能を試しに使うことができるお試し利用のサービスを、AQI 予測機能を例として開始した。

- レジリエント ICT 研究センターおよび時空間データ GIS PF と連携し、レジリエント ICT 研究センターで研究開発中のポータブル SIP4D (防災科研が運用する基盤的防災情報流通ネットワーク SIP4D を、災害時などのようにインターネットへのアクセス網が途絶した場合にも利用可能とするシステム) について DCCS の機能及びデータとの連携によりポータブル SIP4D の機能拡張を行う検討を進めた。また、時空間データ GIS PF の成果 (リアルタイム映像伝送機能、IoT データ蓄積・閲覧機能) を用い農作業などの作業環境をセンシングするシステムにおいて DCCS のデータ分析・予測機能を連携させたシステム拡張の検討を進めた。
- ASTREC との連携により、最新のライブ音声翻訳機能を DCCS 上でマルチユーザ環境を使えるよう実装し、一般利用者へのサービス提供を開始した。
- Beyond 5G 研究開発推進ユニットおよび BDI と連携し、マルチテナンシ DTw を導入したサイバーオーケストレーションにより複数の DTw が連携するという CPS サイバー空間の新しいアーキテクチャを検討し、xData PF、DCCS、ネットワークレイヤテストベッドを連携させてその参照実装を行うための設計を進めた。
- Beyond 5G のための、オープン化技術・ソフトウェア化技術を用いた新機能開発・高信頼化・相互接続検証・運用自動化等の研究開発を可能とする環境として「B5G 高信頼仮想化環境」と「B5G モバイル環境」のサービス提供を令和4年10月より開始し、Beyond 5G 研究開発事業受託案件3件、高度通信・放送研究開発委託研究1件を含む18件の外部利用者による活用と8件の機構内部利用につなげた。
- 「B5G 高信頼仮想化環境」としては、Beyond 5G 向けの無線網を考慮したリソース配分機能や耐障害機能等の評価・検証のため、ソフトウェア化されたネットワーク機能と仮想化技術により、リソースを柔軟に配分可能とする高速で高信頼な仮想化環境を提供する「次世代仮想化サービス環境」と、光ホワイトボックスと広帯域光伝送路により、光伝送装置のディスアグリゲーション、ハードウェア・ソフトウェア分離及びオープン化による光伝送技術の高度化環境を提供する「光ホワイトボックス環境」の二つのサービスの提供を開始した。また「光ホワイトボックス環境」について

はサービス提供に先立ち令和4年6月から Interop Shownet において大手町、千葉港 DC、幕張メッセ間で総ファイバー距離 70km 以上の環境で性能評価試験およびデモを行い 10 月からのサービス開始にあたっての事前試験およびサービスへのフィードバックを行うとともに、デモ等を通じ 10 月からの早期の利用者獲得につなげた。

- 「B5G モバイル環境」としては、基地局設備、アンテナ等で構成されるモバイルネットワーク環境を提供し、5G ネットワークを活用するアプリケーション技術の研究開発を実施可能な「モバイルアプリケーション実証環境」、汎用サーバを用いたクラウドネイティブな基地局設備とアンテナ等によるモバイルネットワーク環境を提供し、基地局機能のソフトウェア変更が可能で基地局の研究開発が可能な「モバイルネットワーク開発環境」、複数基地局 (28GHz 帯、Sub-6GHz 帯) 及びこれらに接続可能なマルチバンド端末局を用いるモバイルシステムの実証環境を提供する「モバイル基地局開発環境」の提供を開始した。また、「モバイルネットワーク開発環境」においては、ユーザごとにモバイルネットワークスライスを提供する環境を整備し、さらに計画以上の成果として、当該ネットワークスライスごとに相互の干渉を回避しながら通信容量を分配できる環境を整えた。「モバイルアプリケーション実証環境」と「モバイルネットワーク開発環境」は機構本部、大阪大学、九州工業大学に設置され、「モバイル基地局開発環境」は横須賀に設置されている。
- また、計画外の成果として、「B5G 高信頼仮想化環境」において利用者の許諾を得て利用者の各種サービスの利用状況等のデータを収集し、これらのデータをテストベッドの利用者が研究開発に利用できるよう規約を整備した。これにより、テストベッドの活用法として期待されておりまた要望も大きかったネットワークや計算機利用時の実際の利用状況 (実データ) を用いた研究開発が可能となった。
- さらに、これらのサービスの提供にあたっては、令和4年6月からホームページでサービスメニューを公開し利用相談と利用申込受付を早期に開始するとともに、各サービスの詳細情報 (サービスイメージやスペック等の基礎データ、利用例、利用手続きの流れ) を公開し、10 月の提供開始直後から速やかに多くの利用者の利用を開始した。
- ネットワーク研究所と連携し、Beyond 5G フィジカル空間のオー

ケストレータ構成を検討し、NTN 等を含むヘテロなサービスに対応した動的リソース制御実証の検討を進めた。

- 「高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド」のネットワークレイヤにおける SDN のテストベッド環境である「P4 実験環境」について、構築を推進するとともに旧 SDN テストベッドである RISE からの移行を含め利用者へのサポートを実施した。また、P4 言語を用いたマルチテナンシ等の実証に関して NAR Labs との連携を開始した。
- サービスレイヤテストベッドとネットワークレイヤテストベッドの連携に不可欠なエッジコンピューティングプラットフォームについて、共同研究等を通じ利用者のニーズ等を取り込みながら研究開発を進め、またその成果を活用したテストベッド「B5G エッジ環境」および「B5G 多端末環境」の構築を進めた。
- Beyond 5G ネットワークを活用した応用展開が期待されているコネクテッドカーについて、グローバル展開を想定して、海外仕様に近い 5.8GHz 帯で車両間通信プロトコル 802.11p を用いる実験試験局を構築・運用し、また、RTK を適用することで正確な位置データに基づく通信性能を取得可能とする環境を整備し、実環境とエミュレーション環境で当研究室開発のコネクテッドカープラットフォームソフトウェア(IVNP)を用いたアプリケーションの検証が可能な「B5G 多端末大規模データ集配信環境(B5G 多端末環境)」を構築しパイロットユーザに $\alpha$ 版サービス提供を開始した。
- 多様な品質・条件が混在する状況の下、車両データを安定的・効率的に活用可能とするため、不正動作する端末が存在する状況等のもとでも IVNP の通信性能を維持可能とする方式を検討、特許申請した。同方式の実車への適用を含むプラットフォーム実現方法の検討を行い、「B5G 多端末環境」を利用した検証を行う資金受け入れ型共同研究を大手国内自動車メーカーと新たに締結した。
- Beyond 5G ネットワークで重要となる超低遅延・超多数接続性の確保等に向けたエッジコンピューティングプラットフォーム(CLINET)の設計・開発を進め、マルチテナントの仮想エッジネットワーク構成機能を持つエッジコンピューティングテストベッド「B5G エッジコンピューティング環境(B5G エッジ環境)」として $\alpha$ 版サービス提供開始した。
- 「B5G エッジ環境」のネットワーク制御を最適化するため、「B5G 高信頼仮想化環境」が持つネットワーク内処理機能へエッジ処理

- 高信頼の仮想化環境として、プラットフォームレイヤとの連動をサポートするサイリアルテストベッドとネットワークレイヤとの連動をサポートする電波伝搬エミュレータをミドルウェアレイヤとして実装することで、将来の高度かつ多様なシステム・サービスを評価・実証できる環境を構築する。

をオフロードする方式の設計および初期実装を完了した。そして「B5G 高信頼仮想化環境」と「B5G エッジ環境」のさらなる高機能化に向け、「B5 エッジ環境」のオフロード化の実装方式の検討を行う共同研究を NTT コミュニケーションズ株式会社と新たに締結した。

- 時空間データ GIS プラットフォーム基盤を完成させ、データベースとアクセス用 API、データ可視化用 API および Web アプリを開発・オープン化(25 種類)した。また、時空間データ GISPF for DCCS に着手し、リアルタイム映像伝送サービス基盤と IoT データ蓄積・閲覧サービス基盤を DCCS にポーティングした。
- 物理事象などのシミュレーション、エミュレーションと実デバイスを適宜組み合わせる CyReal(サイリアル)検証環境の構築に向け、支援ソフトウェアを StarBED 上に展開した。当初令和4年 10 月の提供を予定していたが、一部のパートナーに年度当初から提供した。パートナーにより実装されたエミュレータのパートナー自身による組み込みと基本システムとの連携が可能であることを確認し、デバッグと改善を実施し、利用者ニーズの再確認を早期に実施した。10 月以降は複数のパートナーに環境提供し、要望取込み等を経て令和5年度の一般提供以前に改善を実施した。
- 実験結果・環境制御システムの駆動ログ取得、可視化のための機能を新規構築した。効率的な実験結果収集モジュール、取得データの汎用化・外部出力モジュール、ビジュアライズモジュールを開発した。実験結果をリアルタイム・実験後にそれぞれ効率的に確認出来るアーキテクチャの再検討を実施するとともに、リアルタイムかつ大容量のデータの可視化に向けてのアーキテクチャを追加的に整備し、実際に利用者の可視化システムと必要時に連携できるようにした。
- StarBED の物理機器の制御機能を刷新した。令和4年 10 月から提供を予定していた機能を、一部利用者に9月から先行提供し、機能検証を実施することで 10 月からの2件の実利用を順調に進めた。利用者・管理者への統一的な UI を提供し令和5年度からの一般提供に向けた修正を実施した。具体的には、管理コスト低減のため、予定よりも重点的にワークフローを確認し、より使いやすい UI を開発した。また、旧来システムの主機能であるアプリケーション・ネットワーク設定に加え、シナリオ実行やダッシュボードでの状況確認などの新機能を開発した。また、実験自体と、StarBED 運用の効率を向上させた。さらに、新たなモジュールを

- Beyond 5G に親和性の高い ICT の社会実装を推進するため、異分野・異業種の複数の企業等と連携した、Beyond 5G 社会を構成する超高周波を用いた IoT 無線技術、AI 技術、自律移動型ロボット技術、時空間同期技術を融合的に活用することで構築可能となる構内のデータ集配信実証システムの高度化活動と、システム開発者と運用者の双方を含めた共同体制で概念実証を実践する。また、量子暗号ネットワークに関するテストベッドの拡張と整備を進める。

迅速に取り込み、利用者に提供可能な環境として整備した。

- ミリ波等の超高周波を用いる IoT 通信においても Beyond 5G 要件である超カバレッジ性を実質的に満たすことを特徴とする、超高周波 IoT 搭載ロボット間の近接繰り返し中継伝送原理に基づく、大容量データ集配信実証システムの構築と PoC 実証活動を、異分野・異業種の複数企業との共同研究活動によって推進し、Beyond 5G 時代の超高周波 IoT 通信システムイメージとして CEATEC2022 機構ブースにおいて動態展示を実施した(令和4年10月)。
- 共同研究機関提供の最先端 60GHz ミリ波帯 IoT デバイス(SoC)に加え、機構内分野横断的な研究室間連携(時空標準研究室、ワイヤレスシステム研究室等)によって、テラヘルツ通信の知見、WiWi やドローンマッパー等の時空間同期技術を結集した通信実証システムを構成し、移動局と固定局間でのすれ違い通信実証を飲料系物流企業と共同で実施し、1秒程度のすれ違い時間内に 250MiB を超えるデータの転送を確認した(令和4年12月)。さらに、本データ転送を実現する通信ユニットを搭載のドローン間追尾・すれ違い通信実証も実施した(令和5年2月、3月)。
- ミリ波・テラヘルツ等の超高周波 IoT 無線を用いた自律移動型ロボット間通信において顕在化する、超スポット性の課題を実験的に明らかにし、これを解決する時空間同期技術 WiWi を用いた自律移動型モビリティ間等位相追尾制御方式を提案した。その有効性を小型ロボットを用いた実証実験によって確認し、GPS の精度を越えるミリメートルオーダー精度での協調移動によって良好な通信チャネルの安定維持が可能であることを確認した。本成果は国際会議 IEEE CCNC2023 の論文として採択され発表(令和5年1月)を実施した。
- 上記ミリ波帯 IoT デバイスと時空間同期技術を搭載したモビリティ間通信実験活動等の過程で抽出された課題や成果を活かし、テラヘルツ関連研究開発に貢献するテストベッド機能の検討に着手した。機構内のテラヘルツ関連研究者との意見交換を実施し、テラヘルツの研究開発を加速するために、瞬時大容量伝送を実現するテラヘルツ通信イベントの高精細な評価・検証を実現するための1)時空間同期×テラヘルツ特性可視化環境、および2)時空間同期×ネットワーク接続環境、3)時空間同期×サイバ



			<p>一空間の分散管理環境、などのテストベッド構築要件案を抽出した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>次世代のセキュアな暗号インフラ構築に向けて、令和3年度補正予算による「量子暗号通信ネットワーク実証事業」として、量子鍵配送リンクの増設とネットワークの拡充、秘匿通信と高速秘密分散による情報理論的に安全なデータ分散保管システム、量子・古典ハイブリッド型情報処理装置による安全なデータ二次利用システムの整備を進めた。官公庁機関及び金融分野などの民間企業等に量子鍵配送装置を配置することにより、秘匿通信や安全なデータ二次利用の試験サービス実証を行うためのテストベッド構築を進めている。</li> </ul>	
<p><b>2-4. 知的財産の積極的な取得と活用</b></p>	<p><b>2-4. 知的財産の積極的な取得と活用</b></p> <p>機構の知的財産ポリシーを踏まえ、優れた研究開発成果を知的財産として戦略的かつ積極的に取得・維持するとともに、機構の知的財産を広く社会に還元し、新たなビジネスやサービスの創造、イノベーションの創出につなげるため、技術の特性等も考慮し、迅速かつ柔軟な視点で知的財産の活用促進に取り組む。そのため、機構の知的財産化されたシーズを産業界等に紹介する機会を設ける。</p>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>取組が研究開発成果の利用につながっているか。</li> <li>知的財産の活用に係る専門人材の確保・育成に取り組んでいるか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt;</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>知的財産の取得と活用に関する活動状況</li> <li>知的財産の活用に係る専門人材の確保及び育成の取組状況</li> </ul>	<p><b>2-4. 知的財産の積極的な取得と活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>特許出願、特許登録、特許維持・廃棄等の知財の取得・維持に係る判断を、従来の機構全体による一元管理の体制から、必要な経費(知財予算)とともに、各研究所に委任・分配し、研究現場が知財動向把握やその活用の視点を強く意識し、知財の取得・維持の可否を主体的に判断する体制変換を着実に推進している。これにより、特許出願に対する、迅速なアクション、技術動向に応じた柔軟な判断を実現している。知財担当部署には知財の専門家を配置し、知財の取得支援、維持管理、知財法務、技術移転、知財教育等の周辺支援に引き続き注力した。具体的には知財経験や開発(事業)経験のある企業出身者からなる体制で、研究成果に対する発明発掘や効果的な権利化の支援、出願登録維持の適切な実施や共同出願相手との調整及び実施条件の交渉等戦略的な知財取得を支援した。また、共同研究契約やNDA、共同出願契約、技術移転契約等、多数の技術契約書の作成も支援(相談対応件数約 450 件)し、機構全体の知財取得・活用とともに、法務的チェックによる知財リスクの低減にも貢献した。加えて、知財活用・技術移転の視点から、社会実装の促進に取り組む機構内の複数部署が連携し研究成果展開サポートグループとして活動、知財セミナーの共同開催や新技術説明会でのNICT シーズ集の紹介、研究者向けのワンストップ相談会(主にベンチャー起業や技術移転に向けた相談)等に取り組んだ。</li> <li>機構の知的財産化されたシーズを産業界等に紹介するため、保有知財や技術活用事例を、Web や技術説明・紹介の機会等を活</li> </ul>	<p><b>2-4. 知的財産の積極的な取得と活用</b></p> <p>重点5分野の具体的な知的財産に関する活動方針(技術特性を考慮した技術分野別の戦略)を策定し、各分野の具体的な技術やその特性に応じた、社会展開の方針(技術移転、標準化、ベンチャー創出、公共サービス等)、そのための知財の創造・保護・活用の考え方を整理した。研究現場主体の判断や取組に貢献するとともに、知財担当部署による支援や機構内の複数部署による社会実装促進の取組にも貢献している。</p> <p>Beyond 5G 等技術分野横断の政策的な重要課題に対する知財戦略について、機構として取り組むべき基本的な考え方を整理するとともに、経営層及び各研究所長等が参加する「知財戦略委員会」のもとに司令塔機能を設置し推進すること等を骨子として策定した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着</p>

## 【モニタリング指標】

- 特許出願件数
- 知的財産の実施許諾契約件数等

また、成果展開や社会実装に貢献するための人材を育成するため、内部で知的財産に関するセミナーや研修等を実施する。

用し、積極的に産業界等へ情報発信した。外部向けイベントとしては、研究現場(研究者)と知財担当部署が密に連携・調整し、科学技術振興機構との共催により「NICT 新技術説明会」(令和4年10月27日 オンライン、事前参加登録者数 363名)を開催し、研究者自身が産学連携に関心のある企業向けに最新の成果(時刻同期関連1件、音場制御関連1件、脳情報処理関連2件)を紹介した。また今年度は、ARIB ニュースへの開催案内掲載やツイッター投稿など事前 PR にも力を入れた。前述の研究成果展開サポートグループと連携し発表の合間の背景に NICT シーズ集の紹介も実施した。説明会後には参加した企業から連携の相談を受け対応し、脳情報に係る技術については企業との共同研究の検討に進展した。

- 前年度に続き、Interop TOKYO 2022(令和4年6月15-17日@幕張)では、サイバーセキュリティ技術の利用拡大に向け、技術移転の取組(実施許諾契約や試用契約等の連携メニューの紹介等)や導入事例(「NIRVANA 改※1、DAEDALUS※2」の企業連携によるソリューション展開等)を技術移転先企業と協力して紹介した(※1:リアルタイム可視化ツール、※2:対サイバー攻撃アラートシステム)。また、今年度は CEATEC2022(令和4年10月18-21日@幕張)でも技術移転の取組や導入事例(NIRVANA 改、DAEDALUS、DeepProtect(プライバシー保護連合学習技術))を紹介し、機構の技術移転活動や技術移転事例の情報発信に貢献した。
- 令和4年度の特許出願数は141件(国内88件、PCT及び外国53件)、保有登録特許数は1,041件(国内662件、国外379件)。新規技術移転契約件数は21件、技術移転契約件数は135件、技術移転収入は117,854千円である。前年度まで減少傾向にあった国内出願数が増加傾向に変化している。後述する知財戦略の実施や Beyond 5G の知財化の取組等により、第5期中長期を通じて一層効果的な出願や技術移転を図っていく。
- 成果展開や社会実装に貢献する人材育成のための内部向け知財セミナーとして、研究現場及び知財担当等で共有すべきデータ活用時代の知財マネージメントに関するセミナーを実施した。東京大学未来ビジョン研究センター客員研究員の小川紘一先生に講師を依頼し「デジタル化とデータ活用時代に向けた知財マネージメント」と題してセミナーを開催し(令和4年9月2日)、リアル会場20名、オンライン会場90名の職員が参加し、オープンク

実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

## 【取組が研究開発成果の利用につながっているか】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 技術特性を考慮した各研究分野(電磁波先進技術分野、革新的ネットワーク分野、ユニバーサルコミュニケーション分野、サイバーセキュリティ分野、フロンティアサイエンス分野等)の具体的な知的財産に関する活動方針(技術特性を考慮した技術分野別の戦略)を策定(令和4年7月)し、各技術分野の具体的な技術やその特性に応じて、社会展開の方針(技術移転、標準化、ベンチャー創出、公共サービス等)、その為の、知財の創造・保護・活用の考え方等を整理した。「研究現場」主体の判断や取組に貢献するとともに、知財担当部署による周辺支援や機構内の複数部署による社会実装促進の取組にも貢献している。
- Beyond 5G 等技術分野横断の政策的重要課題に対する知財戦略を、機構として取り組むべき基本的な考え方を整理するとともに、当面の取組として、経営層及び各研究所長等が参加する「知財戦略委員会」のもとに、柔軟な司令塔機能を設置し推進すること等を骨子案として策定し

国の政策や技術動向等を適切に踏まえ、重点的に推進すべき課題については、その推進体制を整備し、特に研究開発や標準化活動と連携して知的財産の取得・維持・活用を図る。そのために、知的財産戦略を策定し推進する。加えて、我が国の国際競争力向上に資するため、国際連携や成果の国際展開に必要な外国における知的財産の取得についても適切に実施する。

ローズ戦略の事例やサイバーフィジカルシステム(CPS)の戦略構想とEUのGAIA-X等について活発な質疑が行われ知財意識の喚起、人材の育成に貢献した。また、外部機関(独立行政法人工業所有権情報・研修館など)が公開しているeラーニング等の知財教材の有効性の調査を行い、それらを活用した初心者向け研修用のコンテンツを整理した。

- 知的財産戦略の策定に向けては、研究開発・標準化活動と連携し知財に係る取組を効果的に推進するため、経営層及び各研究所長が参加する「知的財産戦略委員会」で戦略の策定を進めている。前年度、機構の知的財産ポリシーを具体化した技術分野によらない基本的な考え方(共通戦略)を策定したが、共通戦略をベースとし、今年度は、技術特性を考慮した各研究分野(電磁波先進技術分野、革新的ネットワーク分野、ユニバーサルコミュニケーション分野、サイバーセキュリティ分野、フロンティアサイエンス分野等)の具体的な知的財産に関する活動方針(技術特性を考慮した技術分野別の戦略)を策定(令和4年7月)し、各技術分野の具体的な技術やその特性に応じて、社会展開の方針(技術移転、標準化、ベンチャー創出、公共サービス等)、そのための知財の創造・保護・活用の考え方等を整理した。知財戦略の目的や考え方の柱を共通戦略で明示し、研究分野毎の具体的な方針を技術分野別の戦略として整理し共有することで、前述した「研究現場」主体の判断や取組に貢献するとともに、知財担当部署による周辺支援や機構内の複数部署による社会実装促進の取組にも貢献した。
- また、Beyond 5G等技術分野横断の政策的な重要課題に対する知財戦略を、関連部署とも連携し、必要な調査とともに、その骨子案を策定した。まず、Beyond 5G知財の戦略的な取得・活用のため、要素技術のみならずシステム・サービス・ユースケースの視点に留意すること、グローバルファーストを徹底し外国特許取得に注力すること、Beyond 5G委託事業での知財取得支援・事業間のコーディネート機能を強化すること等、機構として取り組むべき基本的な考え方を整理するとともに、当面の取組として、経営層及び各研究所長等が参加する「知財戦略委員会」のもとに、柔軟な司令塔機能を設置し推進すること等を骨子案として策定した。テラヘルツ、時空標準/時空間同期、NTNといった機構が技術や標準化等で先導する分野を中心に、取り組むべき事項を明確にしつつ、「Beyond 5G研究開発促進事業」の委託研究等の取

た。

#### 【知的財産の活用に係る専門人材の確保・育成に取り組んでいるか】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 司令塔部署が主導して実施した特許アイデアソンを改善・拡大し今年度も実施した。①異分野技術融合による新アイデア創造に資する複数研究所混合メンバーの構成、②アイデアの創造、技術による具現化、知財化等、段階的な議論プロセスの導入、③特許出願で注力すべき発明ポイントの記載ノウハウ実践とその特許出願費用の支援も行う等の改善・拡大を行い実施した。
- 受託者向けに、知財獲得の重要性や標準必須特許の取得、標準化会合への参加方法など、知財標準化の基礎的知識を提供するセミナーを実施した。

外部専門家等人材を確保し、Beyond 5G の知的財産・標準化を検討する体制を整備し、Beyond 5G に関する標準必須特許となるような知的財産の取得に戦略的に取り組む。また、機構内外とのノウハウの共有、知的財産の取得支援等に集中的に取り組む。機構内の技術シーズと知的財産・標準化に関する知識・ノウハウを結集する。

得知財状況も踏まえ、戦略を完成させていく。

- Beyond 5G の知財化・標準化を検討する体制整備や標準必須特許となる知財取得の取組については、機構の自ら研究における取得支援に加え、Beyond 5G 研究開発促進事業での標準必須特許の取得支援の活動において、機構の知財担当部署と標準化担当部署が連携した体制により対応している。機構自身の研究開発から Beyond 5G 標準必須特許を創造していくため、機構の知財担当部署が Beyond 5G 司令塔部署とも密接に連携して取り組んだ。具体的には、前年度、司令塔部署が主導して試行的に実施した特許アイデアソンを改善・拡大し今年度も実施した。①異分野技術融合による新アイデア創造に資する複数研究所混合メンバーの構成、②アイデアの創造、技術による具現化、知財化等、段階的な議論プロセスの導入、③特許出願で注力すべき発明ポイントの記載ノウハウ実践とその特許出願費用の支援も行う等の改善・拡大を行い実施した。
- Beyond 5G 知財創造のインセンティブとするため、各研究所等の Beyond 5G 関連技術の特許出願経費に対して予算支援を実施するとともに、各研究所等組織横断メンバーからなる知財戦略委員会で、効果や改善点等のヒアリング結果を報告し支援継続を共有した。ヒアリングでは、Beyond 5G 知財選定(数十件の選定を、知財室と司令塔部署が連携して実施した。選定結果については、標準必須特許の戦略的取得の視点から標準化担当部署にも共有)による研究現場の権利化インセンティブの向上、予算制約ではない戦略的必要性からの研究現場の出願判断等で効果があったと報告された。また、改善点としては、予算配算時期の一層早期化と研究現場への周知徹底が求められており次年度実施において反映していく。
- 標準化担当部署や研究現場と連携し、戦略的な知財発掘・取得に資する技術動向調査を実施した。具体的には、日本の強い産業の視点から「自動運転分野に関する Beyond 5G 等の研究動向調査」を、機構の独自技術の視点から、「時空間同期関連技術及び NTN に関する動向調査」(時空間同期及び NTN は技術ドリブン分野であるため、公開論文・特許の Big Data 手法により分析)を実施した。
- Beyond 5G 研究開発促進事業(委託事業)において、知財化支援を強化するため、標準化担当部署と連携し外部専門家も活用

			<p>した体制を整備し、受託企業の中でも「知財部門」や「標準化部門」を持たないベンチャー企業や大学への支援を優先的に対応している。具体的には、同事業受託者のうち知財化や標準化の推進体制の弱い中小企業や大学等の知財化支援を強化するため、知財や標準の専門家で構成される知財化標準化アドバイザーを複数人選定し(知財化アドバイザー9名、標準化アドバイザー4名)、受託者からの要望に応じて相談対応する取組や、知財化・標準化対象になり得る潜在的技術の研究開発を推進する大学やベンチャー企業等に対して、上記アドバイザーとともにプッシュ型でヒアリングを行い(合計 18 件)、知財標準化マップの策定や知財取得・標準化の具体的活動に対して個別に助言するなどの支援を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>受託者向けに、知財獲得の重要性や標準必須特許の取得、標準化会合への参加方法など、知財標準化の基礎的知識を提供するセミナーを実施した。具体的には、第一部の標準化と特許(令和4年7月7日、令和5年1月 26 日)、第二部の標準必須特許とそれを支える特許(令和4年7月 14 日、令和5年2月2日)、第三部の 5G に関連する標準化団体(令和4年7月 21 日、令和5年2月9日)の3つのセミナーを2回ずつ実施した。</li> <li>受託者の研究開発から創出された特許の出願状況の実態把握(令和4年度 Beyond 5G 研究開発促進事業 73 課題: 国内出願数 262 件、国外出願数 308 件)を行うとともに、公表論文や公開フェーズに入る特許情報の効果的な収集・分析・活用手法の検討に着手した。</li> </ul>	
<p><b>2-5. 戦略的な標準化活動の推進</b></p>	<p><b>2-5. 戦略的な標準化活動の推進</b>          機構の技術シーズについて、総務省、産学官の関係者、国内外の標準化機関等との連携体制を構築し、標準化活動を積極的に推進する。</p>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>取組が標準化につながっているか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt;</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>標準や国内制度の成立寄与状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p>	<p><b>2-5. 戦略的な標準化活動の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>機構内の研究所・研究センターと連携し、令和4年度は国際標準化機関等に寄与文書 168 件(うち Beyond 5G 関連 92 件)を提出したほか、機構の研究開発成果に基づく国際標準等 24 件(うち Beyond 5G 関連 15 件)の成立に貢献した。</li> <li>量子鍵配送技術において ITU-T で QKD のインターワーキングフレームワーク、QKD とセキュアストレージネットワークを統合するためのセキュリティ要求条件と対策の2つの勧告を成立させた。電磁環境技術では、IEC/IEEE で、頭部及び身体に近接した無線機器からの輻射による人体ばく露量(電力密度)の、「測定による評価手順」及び「計算(シミュレーション)による評価手順」の2件の</li> </ul>	<p><b>2-5. 戦略的な標準化活動の推進</b></p> <p>ITU-T における量子鍵配送技術(QKD)関係の勧告2件、IEC/IEEE における電磁環境関係の標準等2件、ISO におけるリモートセンシング技術関係の標準の成立を主導するなど、着実な成果を挙げた。</p> <p>Beyond 5G の標準化活動に関し、国際標準化機関に 92 件の関連寄与文書を提出し、ITU-R WP5D で作成された「将来技術トレ</p>

• 標準化や国内制度化の寄与件数等

機構の研究開発成果の最大化を目指すため、製品・サービスの普及やグローバル展開によるデファクト標準を含め、我が国が最終的に目指すものを意識し、その成果を戦略的に ITU 等の国際標準化機関や各種フォーラムへ寄与文書として積極的に提案する。このとき、機構内における産学官連携や、標準化関連団体と密接に連携して取り組むほか、国内外の専門家の活用も行う。

標準等が成立した。リモートセンシング技術では、風向・風速を計測するレーダーで天気予報などに活用するウインドプロファイラレーダーについての標準 ISO 23032 が成立した。

その他、IMT-2030 に向けた「将来技術トレンド報告」に機構関連技術が反映され、報告案が完成、承認・成立した。テラヘルツでは、275-3000GHz の周波数領域で運用する能動業務の技術動向報告(第2版)が成立した。

- 一般社団法人電波産業会 (ARIB) との連携協定に基づき、両組織の理事等から構成される連絡会を令和4年9月に開催し、Beyond 5G 推進コンソーシアムの活動に関する情報交換や、無線分野の標準化等について意見交換を実施した。具体的には、新技術説明会の開催や第2回スペース ICT シンポジウム開催について、ARIB の発行する会員誌 ARIB News に掲載いただくなど、Beyond 5G の取組についての連携を特に行うことができた。
- 機構職員の標準化に関する啓発活動として「標準化セミナー」を開催し、令和4年11月に IOWN GLOBAL FORUM、令和4年12月に ITS 及び令和5年2月に標準化技術調査についての概要と最新動向、機構の技術シーズや Beyond 5G の研究との関連について情報共有を行った。
- 標準化機関発行の各種雑誌への機構職員の技術動向や標準化活動に関する寄稿について、機構内 HP への報告の掲載等により研究所等に情報提供を行った。
- Beyond 5G の標準化に関し令和4年度で、国際標準化機関に92件の Beyond 5G に関連する寄与文書を提出した。
- ITU-R WP5D で作成された「将来技術トレンド報告」に対して機構関連技術が反映され、報告案が完成(令和4年6月)、承認・成立(令和4年11月)した他、令和5年6月に原案が策定予定の「フレームワーク勧告」にも同報告内容が反映されるよう、同勧告原案の検討に積極的に参加・貢献した。
- 3GPP においても、世界に先行する、時空間同期技術、ローカル5G(Non-Public Network(NPN))高度化等の機構関連技術が、「Study Item(SI)」や「Work Item(WI)」となり検討が進展するよう、関連会合や仲間づくりに積極的に参加・貢献した。時空間同期技術による超低遅延と高精度位置測位については、SA(Service Aspect) WG1(サービス・システム要件)で機構から Release 19 での SI 案を提案し、会合コメントを踏まえ継続対応を進めている。SA WG2(アーキテクチャ)では、機構が Source とし

ンド報告」に機構の技術を盛り込むことができたほか、国内においても、Beyond 5G 推進コンソーシアムにおける白書 2.0 版の作成にも積極的に参画し、日本寄与文書の作成に貢献した。

ITU-T SG13 議長、ITU-D SG2 副議長をはじめ、多数の機構職員が役職者を務め、日本の標準化活動のプレゼンスに貢献した。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

#### 【取組が標準化につながっているか】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 量子鍵配送技術において ITU-T で QKD のインターワーキングフレームワーク、QKD とセキュアストレージネットワークを統合するためのセキュリティ要求条件と対策の2つの勧告を成立させた。電磁環境技術では、2件の標準等が成立し、リモートセンシング技術では、風向・風速を計測するレーダーで天気予報などに活用するウインドプロファイラレーダーについての標準が成立した。その他、IMT-2030 に向けた「将来技術トレンド報告」に機構関連技術が反映され、報告案が完成、承認・成立した。テラヘルツでは、275-3000GHz の周波数領域で運用する能動業務の

機構は ICT 分野の専門的な知見を有しており、中立的な立場であるため、標準化に関する各種委員会への委員の派遣等を積極的に行い、国際標準化会合で主導的立場となる役職者に機構職員が選出されるよう活動を行うほか、国内標準の策定や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針検討に貢献する。

て SI(Time Resiliency)の審議に参画し、TR(Technical Report)完成に貢献した。令和4年 12 月の TSG(Technical Specification Group)で TS(Technical Specification)策定に向けた WI への移行が承認され、対面会合の機会(令和5年2月)に機構研究者とキーパーソン(Nokia Bell 研、SA WG1、SA WG2 議長・副議長等)との会合アレンジを行う等関係構築を促進した。

また、ローカル 5G(NPN)高度化等については、SA WG2 で、機構が Source 等として SI(NPN 高度化、トラヒック管理)の審議に参画し、TR 完成に貢献した。令和4年 12 月の TSG で TS 策定に向けた WI への移行が承認され、対面会合の機会(令和5年2月)に機構研究者とキーパーソン(Motorola/Lenovo、Ericsson、Qualcomm)との会合アレンジを行う等関係構築を促進した。

- 「Beyond 5G 白書」の 2.0 版策定(令和5年3月)に向け、機構関連技術の反映を行うほか、関連する技術項目の執筆を行う等参加・貢献した。また、ITU-R WP5D 向け日本寄与文書作成についても、Beyond 5G 推進コンソーシアム作業班において精力的に参画・貢献した。
- 総務省設置の「Beyond 5G 新経営戦略センター」では事務局を務め、オープンクローズ戦略策定支援の基盤整備、及びスマート工場等具体的なユースケースによる産業間連携の推進等の検討を継続した。
- 国際標準化会議等における役職者として、令和4年度は、ITU-T SG13 議長、ITU-D SG2 副議長をはじめとした、計 66 ポストに 26 名の職員が務めており、議論のリード、とりまとめを実施している。また、国内標準や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針の検討を行う国内委員会等の役職者としては機構全体で計 81 ポストに 37 名の職員を派遣し審議に貢献した。
- ITU-T 局長尾上誠蔵候補の選挙活動の一環として実施された、総務省の「ITU 国際連携強化キャンペーンビルディング」に関連し、広報部やグローバル推進部門、関連の研究所・センターと連携し、途上国を中心とした ITU 加盟国への機構本部の見学ツアー受入れ(計2回)、セミナー講師の輩出(計3名)を実施した。なお、尾上候補は次期 ITU-T 局長に選出された。
- 尾上次期 ITU-T 局長の機構来訪(令和4年 11 月)を実施し、徳田理事長をはじめとする機構幹部、谷川 ITU-T SG13 議長との面談に加え、量子 ICT 協創センター、サイバーセキュリティ研究所の視察と、ITU-T 等で活動中の各研究所等との意見交換会を

技術動向報告(第2版)が成立した。

- Beyond 5G の標準化に関し令和4年度で、国際標準化機関に 92 件の Beyond 5G に関連する寄与文書を提出した。ITU-R WP5D で作成された「将来技術トレンド報告」に対して機構関連技術が反映された。

	<p>また、標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の開催を支援することにより、研究開発成果の標準への反映や国際的な周知広報を推進し、我が国の国際競争力の強化を目指す。</p> <p>戦略的かつ重点的な標準化活動の実現に向けて、総務省とも連携しつつ、機構の標準化に係るアクションプランを明確化し、必要に応じて Beyond 5G 等の技術分野に重点を置く等柔軟に改定等を行い、実施する。</p>		<p>実施し、ITU-T を中心とした、より円滑な標準化活動の実施に向けた取組を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の開催支援については、新型コロナウイルス感染症の国際的まん延を受け、標準化会合の招致だけでなく開催自体がほぼ全てオンラインでの開催となった。</li> <li>研究開発成果の効果的・効率的な国際標準化に資するため、重点分野や具体的な行動計画等を定めた「情報通信研究機構標準化アクションプラン」(平成29年3月策定)について、研究開発・標準化活動の進展や標準化機関の動向の変化等を踏まえ、令和5年3月に改定した。</li> <li>Beyond 5G 研究開発促進事業に応募された63件の研究開発提案に対し、標準化だけでなく知財の観点も含めた審査コメントを必要数作成し、有識者による評価の参考資料とした。審査コメントについては、すべての提案について一提案あたり2名の専門家体制でチェックや確認、それぞれの観点から作成するとともに、メーカーや通信事業者出身である標準化活動の専門家の経験を生かし、標準化の観点について幅広く詳細なコメントを付与するだけでなく、よりよい活動を行える潜在性があるかどうかのコメントとともに、標準化推進室内の専門家の民間企業での知財に関する知見を生かし、知財の観点からコメントも付与した。また、同事業の受託者への標準化支援を行うため、支援内容の検討等を行った。また、Beyond 5G 研究開発促進事業の研究受託者の求め等に応じた標準化アドバイザーの派遣に加え、機構から受託者に働きかけて実施した知財・標準化個別打合せにおいて、標準化推進室の専門家からアドバイスを行う等のプッシュ型の活動も実施した。</li> <li>Beyond 5Gに関する標準化支援の充実等のため、標準化推進室の標準化専門家を追加で2名雇用し、体制の充実を図った。</li> </ul>	
<p>2-6. 研究開発成果の国際展開の強化</p>	<p>2-6. 研究開発成果の国際展開の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>我が国の国際競争力の維持に資するため、既存の</li> </ul>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>取組が研究開発成果の国際展開に</li> </ul>	<p>2-6. 研究開発成果の国際展開の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>令和4年度は11機関(新規4・更新7)とMOU等を取り交わし、24カ国、76機関(計79件)の研究連携体制とし、国際実証実験、</li> </ul>	<p>2-6. 研究開発成果の国際展開の強化</p> <p>経済安全保障への対応が求められる中、外為法省令・通達の改</p>



協力協定を適切にフォローアップしつつ、有力な海外の研究機関や大学等との間で新たに協力協定を締結するなど、国際的な連携関係の構築に取り組む。

- 海外の研究機関等に所属する者が機構において研究指導を受けることを可能とする国際インターンシップ研修員について、その受入れを支援するとともに、外国人研究者等を支援するための日本語研修等を実施する。
- 国際共同研究や研究開発成果の国際展開を行う際に必要となる外国為替及び外国貿易法に基づく安全保障輸出管理について、適切な管理を行うことでコンプライアンスの強化に取り組む。
- 機構の研究開発成果の国際展開を推進するため、ボトムアップの提案を支援するプログラムを実施する。

つながっているか。

<指標>

【評価指標】

- 国際連携・国際展開の活動状況等

国際共同研究、国際研究集会開催等に貢献した。また、ネパール元首相、フィンランド オウル大学学長、ドイツ研究・イノベーション有識者会議議長、ドイツ連邦教育・研究省局長、タイ KMITL 学長など計 13 件の来訪に対応し、連携等に関する情報交換を行い、共同研究の形成支援、機構の知名度向上に大きく貢献した。

- 国際インターンシップ研修員について、令和4年度は3か国・3機関から3名の新規受入れを支援した。機構に在籍する外国人研究者及び海外からのインターンシップ研修員を支援するため、日本語研修をリモート方式で実施し、26 名が受講した。
- 国際インターンシップ研修員の受け入れに際し、新型コロナの影響により通常とは異なる手続きが必要であったが、当室の支援により円滑に研修員を受け入れることができた。日本語研修については、初期の受講定員以上の受講希望に対し、委託業者との調整等により希望者全員の受講を実現した。
- 経済安全保障への対応が求められる中、外為法省令・通達の改正に伴うみなし輸出制度の見直し、諸外国の輸出規制(例:米国 EAR 規制)に対応するため、機構内部規程を見直すとともに、機構職員に対する周知啓発を実施した。最新の制度や規程に関する機構職員の理解を促進するため、安全保障輸出管理ハンドブック(令和4年8月第3版)を作成・配布するとともに、内部 Web ページにより最新の情報を提供した。
- 令和4年5月1日に施行されたみなし輸出管理改正に関連して、確実に施行を実施するとともに、制度改正の周知・広報に努めるなど適切に対応した。
- 安全保障輸出管理に関する e-Learning を実施し、対象となる職員が受講できるように努めた。
- 国際展開ファンドにおいて5件の提案を採択・実施し、機構発技術の国際実証実験等の取組を推進した。特に令和4年度は初のケースとなるアフリカへの技術展開を支援した。また、それぞれの地域の地理的・社会的環境に応じて、機構発技術の活用を促進し、農業、医療、水といった広範な分野において実証実験等の取組を支援した。
- さまざまな国際イベントを開催し、海外の研究機関・大学等との研究交流・連携を推進するとともに、国際的なプレゼンスの向上を図った。特に、オウル大学・ヘルシンキ大学、JST 若手研究者

正に伴うみなし輸出制度の見直し、諸外国の輸出規制に対応するため、機構内部規程を見直すとともに、機構職員に対する周知啓発を実施したことは、我が国の国際競争力の維持に資する着実な取組である。

ASEAN IVO は ASEAN において存在感のあるフレームワークに成長しており、ASEAN IVO 事務局による広報活動や日 ASEAN 科学技術協力委員会の参加などで新規6組織が加盟して、80 の研究機関・大学が加盟する世界的なアライアンスとなった。北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮し、フィンランドやシンガポール等と戦略分野を中心とした覚書を速やかに締結するとともに、e-ASIA 共同研究プログラムにおける新規プロジェクト形成を支援し、採択に成功した。また、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携を促進するなど機構の研究開発成果をグローバルに最大化する取組を行った。

なお、欧州委員会との日欧共同研究について、第4弾のプロジェクト2件のうち1件は COVID-19 の影響により約1年延長し、令和4年度9月に最終レビューを実施し、完了した。

- 米国国立科学財団と共同で実施しているネットワーク領域及び計算論的神経科学領域における日米国際共同研究（JUNO3 及び CRCNS）を引き続き推進するとともに、欧州委員会と共同で実施している日欧国際共同研究について、総務省と連携して、必要に応じて連携プロジェクト等を実施する。台湾との研究連携に関して、台湾国家実験研究院との共同研究開発プログラムを推進する。
- 東南アジア諸国の研究機関や大学と協力して設立した ASEAN IVO について、連携プロジェクトを推進し、各分野のユーザとの連携を強化するための方策について検討を行う。また、終了したプロジェクトのうち、優れたプロジェクトについてフォローアップを行う。

との円卓会議のような複数の研究組織が一堂に集まって共通の関心話題による情報交換は新しい試みであり、研究者ネットワーク構築に貢献した。

- NSF との日米共同研究について、Beyond 5G を対象とする JUNO3 を公募及び機構内募集し、5件(外部4件、内部1件)採択し、共同研究を開始した。CRCNS について4件を継続(機構提案1件を含む)、新規1件の共同研究を開始した。欧州委員会との日欧共同研究について、第4弾のプロジェクト2件のうち1件は COVID-19 の影響により約1年延長し、令和4年9月に最終レビューを実施し、完了した。令和4年度より日欧連携の新規スキーム立上げの検討を開始した。
- 台湾国家実験研究院との日台共同研究に関して、共同ワークショップをオンライン開催し、前年度開始した共同研究プロジェクト3件の中間報告、及び次年度に向けた連携研究トピックス4件について議論を行った。また、次年度に向けた連携研究課題数を増やし、共同ワークショップによる研究者同士の情報交換や連携可能性の探求に貢献した。
- ASEAN IVO は、ASEAN において存在感のあるフレームワークに成長しており、機構が運営委員会の議長及び事務局を担当した。ASEAN IVO 事務局による広報活動や日 ASEAN 科学技術協力委員会への参加により、本フレームワークは ASEAN 地域における知名度が向上した。その結果、令和4年度では新規6組織が加盟して、計 80 の研究機関・大学が加盟する世界的なアライアンスとなった。また、日 ASEAN 科学技術協力委員会(AJCCST)への参加を招聘されるなど ASEAN から一定の評価を得た。また、ASEAN 域内の共同研究を促進するとともに、令和4年度中に IEEE などの学会へ 12 の論文の寄稿、25 の国際会議における発表など大きな成果が得られた。
- 国際共同研究プロジェクトについて、新たに5件のプロジェクトを開始し、計 14 件のプロジェクトを推進した。
- ASEAN IVO Forum 2022 を実開催し、ASEAN 地域共通の課題である食糧、環境保護、防災、健康・福祉、安全・スマートコミュニティ等の分野を対象としてポスターを含む計 25 件の提案を発表・議論し、プロジェクト形成を促進した。今次会合では、研究者の希望に応え3年ぶりにバンコクにおいて実開催とオンライン開催のハイブリッド型フォーラムを成功裏に実施した。フォーラムでは、

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

#### 【取組が研究開発成果の国際展開につながっているか】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 経済安全保障への対応が求められる中、外為法省令・通達の改正に伴うみなし輸出制度の見直し、諸外国の輸出規制(例:米国 EAR 規制)に対応するため、機構内部規程を見直すとともに、機構職員に対する周知啓発を実施した。最新の制度や規程に関する機構職員の理解を促進するため、安全保障輸出管理ハンドブック(令和4年8月第3版)を作成・配布するとともに、内部 Web ページにより最新の情報を提供した。
- ASEAN IVO は、ASEAN において存在感のあるフレームワークに成長しており、機構が運営委員会の議長及び事務局を担当した。ASEN IVO 事務局による広報活動や日 ASEAN 科学技術協力委員会の参加により、本フレームワークは ASEAN 地域における知名度が向上し、新規6組織が加盟して、80 の研究機関・大学が加盟する世界的なアライアンスとなった。
- 北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつ

- 北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮できるように取り組む。

- 各連携センターでは、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携の促進に取り組む。特に国際展開を目指す研究開発分野においては、相手国・地域への展開・社会実装を目指すとともに、機構の研究開発成果を技術移転した日本企業による

SDGsに資する地球的課題の設定、または地域や社会に特化した問題設定による現実社会の諸問題の解決方法を提案した。また、地域に特化した研究開発レベルの底上げのため、ラオス、カンボジア等に限定した提案を公募するなど新たな試みを試行し、実効性を高めた。

- 北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮した。これにより、フィンランド等と重点分野を中心とした覚書を速やかに締結した。
- 米国の主要な研究機関・団体等との関係を構築し、機構の研究活動を紹介するとともに、NSF(全米科学財団)との間で Beyond 5G に関する継続的な意見交換を実施し、連携研究の案件形成を推進した。
- 総務省、Beyond 5G 推進コンソーシアムと連携し、フィンランド 6G Flagship との意見交換を通じて、Beyond 5G に関する研究開発等の協力に関する覚書を締結した。また、欧州の各国日本大使館と連携し、量子通信・暗号技術等に関する国際会議 Quantum Innovation 2022 を共催することにより、多くの欧州の研究機関に機構の研究開発の状況を紹介した。この活動を通じて連携研究および実用化の動きを加速させた。
- 機構内の関係研究室と連携して、東アジアサミット参加国の公的ファンディング機関が設置した e-ASIA 共同研究プログラムに「Greener Digital Cities」に関する提案を行い採択されるなど、国際共同研究スキームを活用したプロジェクトに初期の提案段階から参画・支援することにより、機構の一層の国際展開に貢献した。
- 北米においては、令和3年4月及び令和4年5月の日米首脳共同声明に基づき、Beyond 5G や量子科学技術等の分野での研究開発の連携の促進・具体化を図るとともに、米国社会・経済全体に影響の強いベンチャー企業の動向をはじめとした情報通信関連の情報収集・分析を積極的に進めた。北米では、Beyond 5G 及び量子 ICT に関するカンファレンス等への積極的な参加を通じて、米国の主要な研究機関・団体等との関係を構築し、機構の研究活動を紹介するとともに、NSF(全米科学財団)との間で Beyond 5G に関する継続的な意見交換を実施した。
- サイバーセキュリティ分野における研究開発の連携について NIST 及び MITRE 社との意見交換を実施し、MITRE 社とは研究

つ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮し、フィンランド等と重点分野を中心とした覚書を速やかに締結するとともに、e-ASIA 共同研究プログラムにおける新規プロジェクト形成を支援し、採択に成功した。また、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携を促進した。

海外展開等を目指した取組を行う。

- 様々な研究領域に関する海外の研究開発動向を把握するため、海外の情報収集・分析の能力を高め、研究部門と協力しながら

開発等の協力に関する覚書の締結に向けて合意した。

- 米国のローレンス・リバモア国立研究所との間で日本人研究者の研修受け入れ等に関する意見交換を開始した。機構の研究開発成果の海外展開については、時空間同期技術、特に Wi-Wi の研究活動を WSTS 2022 及び OCP Global Summit 2022 において発表し、米国の主要な時刻同期ベンダ及びサービスプロバイダとの関係を構築した。また、米国における事業化をゴールとして国内企業との連携を開始するとともに、米国企業と秘密保持契約を締結して事業化の検討を実施した。
- 欧州においては、総務省、Beyond 5G 推進コンソーシアムと連携し、フィンランド 6G Flagship との Beyond 5G に関する意見交換を実施し、研究開発等の協力に関する覚書を締結した。
- 機構の研究開発について仏 Inria(国立情報学自動制御研究所)及び仏 CNRS(国立科学研究センター)等に紹介するとともに、今後の協力について意見交換を実施し、協力関係を構築し今後の協力拡大につなげた。
- アジアにおいては、タイ政府主催の「科学技術博覧会」において、タイの研究連携先の大学や研究機関と協力して展示や現場での説明等を実施した。また、開会式後に行われたドーン副首相兼外務大臣らのご視察に際して、機構の展示内容をご説明するとともに、多言語音声翻訳ソフト VoiceTra を用いて日本語からタイ語への翻訳の実演を行う機会を得るなど、政府高官から若年層に至るまで、幅広い層に機構の研究開発活動に関する情報発信を行った。
- ネットワーク研究所とタイ・チュラロンコン大学等との共同研究支援(共同研究契約を令和8年3月末まで延長)や CU-NICT Workshop on Photonic Network Research 2022 の開催、APT プロジェクト(IoT による森林内泥炭地の管理を行う「NAPC プロジェクト」)の実施、e-ASIA 共同研究プログラムへのプロジェクト提案・採択の他、タイ KMITL(モンクット王工科大学ラカバン校)等の関係機関との間で、新たな共同研究の可能性について探った。
- 研究機関・団体・ベンチャー企業の動向など情報通信関連の情報収集・分析を積極的に進めた。具体的には、北米においては、Beyond 5G 及び量子 ICT に関するカンファレンス等への積極的な参加を通じて主要な研究機関・団体等との関係を構築し、また、サイバーセキュリティ分野における研究開発の連携について

	調査研究に取り組む。		<p>NIST 及び MITRE 社との意見交換を実施するなど、研究推進と並行して情報通信関連の情報収集・分析を積極的に進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 欧州においては、ドイツの世界最大級の製造業の展示会ハノーバーメッセ、フランスの欧州最大級のスタートアップ・イベント VIVA Technology、世界最大の宇宙会議である国際宇宙会議 2022 への参加等を通じた情報収集・分析や、各研究所等と連携した海外動向調査に取り組んだ。</li> <li>• アジアにおいては、タイ・チュラロンコン大学との共同研究支援、タイ KMITL(モンクット王工科大学ラカバン校)や HII(タイ科学技術省水文情報研究所)との共同研究形成に向けた意見交換等を通じ、情報収集・分析を積極的に進めた。</li> </ul>	
2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進	<p><b>2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進</b></p> <p>国土強靱化に向けた取組を推進する研究拠点として耐災害 ICT をはじめ、災害への対応力を強化する ICT に係る基盤研究、応用研究を推進し、その成果の社会実装に向けた活動に取り組む。また、大学・研究機関等の外部機関との連携による耐災害 ICT 技術等の研究を進める。さらに、耐災害 ICT に係る協議会等や地域連携、地方公共団体を含めた産学官、企業を含む民間セクター、NPO といった様々なステークホルダーの垣根を超えたネットワークを活用して、耐災害 ICT に係る情報収集や、利用者のニーズを把握し、研究推進や社会実装に役立てていく。研究成果の社会実装を促進するため、自治体の防災訓練への参加、展示等による技術や有</p>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 取組が耐災害 ICT 分野等の産学官連携につながっているか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt;</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 産学官連携等の活動状況等</li> </ul>	<p><b>2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 和歌山県白浜町との連携として、NerveNet を基盤としたデジタル田園都市国家構想推進交付金(デジ田)(デジタル実装タイプ(TypeI))申請「耐災害ネットワークを活用した転職なき移住の実現」の検討に協力して本件が採択され、実装にも協力した。また本事例をグッドプラクティスとして、非技術者である自治体職員に理解しやすく、利用可能な財源も記載して導入検討できる内容にした説明資料を作成し、協力研究員等による各自治体への訪問・説明や、複数の地方総合通信局を通じて各自治体にアプローチするなど地方自治体への事業展開支援を行い、令和4年度補正予算のデジ田・デジタル実装タイプの交付金対象事業に宮崎県延岡市がナーブネットを活用した事業を提案し採択された。</li> <li>• ダイハードネットワーク®システムを基盤とし民間企業と共同開発している地方自治体向けの防災情報通信・管理システムの通信機器の基本特性の測定、システムのスループット・パケットロスの評価・考察を行い、同システムの高知県香南市への本導入が行われた。また通信途絶領域において SIP4D とのデータ連携を可能とするポータブル SIP4D の実証実験に成功し基本機能拡張の開発を完成させた。</li> <li>• 大学・研究機関との連携として、霧島硫黄山に自立型の映像 IoT とインフラサウンドの火山観測を設置し、3年間の継続運用・同山における火山ダイナミクスの解明に資するデータ取得に向けた実証実験を令和4年9月より開始した。また、科研費基盤 B「超高密度多点地震観測と高精度映像分析による爆発的噴火ダイ</li> </ul>	<p><b>2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進</b></p> <p>和歌山県白浜町がデジタル田園都市国家構想推進(タイプ1)に提案した「耐災害ネットワークを活用した転職なき移住の実現」の提案において NerveNet を基盤としたシステム検討を支援し採択され、システムの実装にも協力したこと、ダイハードネットワークを基盤とした地方自治体向けの防災情報通信・管理システムが高知県香南市で導入され実装されたことは、国土強靱化に貢献する社会実装としての顕著な成果である。また、ASTAP33 にて提案し新作業項目として承認された「レジリエントな地域情報共有・通信システム」に対する寄書入力や総務省主催「ITU 加盟国のキャパシティビルディング事業」Workshop での技術紹介など国際標準化、国際展開の活動を積極的に実施した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着</p>

効性のアピールを行う。

ナミクスの解明」が採択され、桜島の火口域の高精細画像取得の観測にも着手した。更に、自立型映像 IoT システムによる鳥獣被害対策検討として、川渡フィールドセンターでの試験観測を実施した。東北大学マッチング支援事業(共同研究6件)に基づく連携や、APT によるスリランカやネパールでの NerveNet の国際連携プロジェクトなど、大学・研究機関との研究連携を推進した。

- 地方自治体や民間セクターとの連携として、宮城県女川町のニーズに基づく豪雨による冠水等に対する幹線国道交通渋滞状況等モニタリングの実証実験を継続し、町によるアプリの公開に向けた準備を進めると共に、港湾監視、津波監視等を目的とした、出島(女川町)への映像 IoT 装置の設置に向けた調整を行った。また、(一社)全国地域活性化支援機構のレジリエント ICT の社会実証・実装例や技術に関する視察・研修を行い、地域ニーズと映像 IoT や NerveNet(シーズ)のマッチングが取れた自治体向けソリューションの検討や一部自治体への情報展開(京都府京丹後町など)が行われた。さらに、陸上自衛隊開発実験団等からの要望により、今後の研究交流、連携に向けてレジリエント ICT に関する研究交流会を開催した。
- 協議会等を活用したフォーラム活動として、耐災害 ICT 研究協議会総会(令和4年7月:オンライン)において、白浜町のデジ田採択を好事例として会員へ紹介すると共に、今後の計画としてガイドライン改定計画と会員増員計画の提案が承認され活性化に向けて動き出した他、AI 防災協議会総会・シンポジウムへの参加(令和4年6月)、組織発足10年の節目として、これまでの研究成果や今後の研究・連携の方向性を発信するレジリエント ICT 研究シンポジウムを開催(令和4年11月:ハイブリッド)した。
- 耐災害 ICT 技術の理解と展開の促進を目標に、国や地方自治体を実施する防災訓練での展示(令和4年5月:高知県、国交省@宮城県、令和4年10月:岩手県)に参加し、自治体の災害時の実働組織の関係者の他、首長等にも直接、耐災害 ICT の技術を実地で紹介した他、ICT フェア in 東北 2022(令和4年6月:オンライン)、NICT オープンハウス(令和4年6月:小金井)、ぼうさいこくたい2022(令和4年10月:神戸市、現地開催+オンライン)、など11件のイベントに積極的に出展し、成果技術とその効用を幅広い属性の来場者にアピールした。この他、令和4年3月に当センターが開催した研究シンポジウムをきっかけに、電波技術協会誌 FORN の2022年9月号にてレジリエント ICT 特集号を企画・出版

実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

#### 【取組が耐災害 ICT 分野等の産学官連携につながっているか】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 和歌山県白浜町との連携として、NerveNet を基盤としたデジタル田園都市国家構想推進交付金、「耐災害ネットワークを活用した転職なき移住の実現」が採択され、実装にも協力した。また本事例をグッドプラクティスとして説明資料を作成し、協力研究員等による各自自治体への訪問・説明や、複数の地方総合通信局を通じて各自自治体にアプローチするなど地方自治体への事業展開支援を行った。
- ダイハードネットワーク@システムを基盤とし民間企業と共同開発している地方自治体向けの防災情報通信・管理システムの通信機器の基本特性の測定、システムのスループット・パケットロスの評価・考察を行い、同システムの高知県香南市への本導入が行われた。また通信途絶領域において SIP4D とのデータ連携を可能とするポータブル SIP4D の実証実験に成功し基本機能拡張の開発を完成させた。
- 標準化活動として、ASTAP33 にて提案し新作業項目として承認

			<p>し、機構内(研究センター及び他部署)及び大学の研究者の研究成果を含む 10 編のレジリエント ICT の取組みを紹介した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>標準化活動として、ASTAP33 にて提案し新作業項目として承認された「レジリエントな地域情報共有・通信システム」の取組として ASTAP34 において寄書入力を行った。また、国際化の取組として、総務省主催「ITU 加盟国のキャパシティビルディング事業」で開催された第 1 回、第 3 回 Workshop において、「ICT &amp; Resiliency」をテーマとしたパネルディスカッションのモデレータ、依頼講演を行った他、World BOSAI Forum(令和5年3月 10-12 日開催)にて「Resilient ICT for Sustainable Society -R&amp;D, Demonstration, and Deployment-(持続可能な社会を支えるレジリエントICT —研究開発、社会実証、社会実装—)」を企画・運営し、NerveNet やレジリエント自然環境計測に関する研究開発成果や社会実証事例を紹介すると共に、東南アジア域研究者2名による NerveNet や映像 IoT を活用した課題解決の取組みを紹介した。</li> </ul>	<p>された「レジリエントな地域情報共有・通信システム」の取組として ASTAP34 において寄書入力を行った。また、国際化の取組として、総務省主催「ITU 加盟国のキャパシティビルディング事業」Workshop において講演を行った他、World BOSAI Forum にてレジリエント ICT セッションを開催し、NerveNet やレジリエント自然環境計測に関する研究開発成果や社会実証事例を紹介するとともに、東南アジア域研究者による NerveNet や映像 IoT を活用した課題解決の取組みを紹介した。</p>
<p><b>2-8. 戦略的 ICT 人材育成</b></p>	<p><b>2-8. 戦略的 ICT 人材育成</b></p> <p>我が国のICT分野における国際競争力の強化のため、量子技術等機構の研究成果を活用した人材育成プログラムを策定・提供し、我が国の将来を担う若手研究者及び技術者のみならず、教導する教育指導者等へ提供し、新たな ICT 領域を開拓しうる専門性の高い人材育成に取り組む。</p> <p>具体的には、量子計算や量子通信に代表される量子 ICT を担う人材を育成するため、機構の量子 ICT に関わる研究成果と人材を活用しつつ、機構外の量子技術の研究開発、応用に関わる研究者</p>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt;</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人材育成プログラムの取組実績</li> <li>産学官連携による ICT 人材の育成実績</li> </ul> <p>等</p>	<p><b>2-8. 戦略的 ICT 人材育成</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC(NICT Quantum Camp)を、令和4年度も継続して実施した。前年度までと同様、(1)量子 ICT に関心のある一般向けの公開セミナー、(2)専門家からの講義や演習を選抜メンバー向けに提供する体験型プログラム、(3)スーパーバイザーの指導の下、研究を実施する探索型プログラムの3プログラムと、体験型、探索型の参加者のオンライン交流を引き続き実施した。(1)には 70 名の参加、(2)には 69 名中から選抜した 55 名が参加し、41 名が修了認定、(3)には4件(7名)の応募により4件が参加し修了認定を受けた。</li> <li>修了生にサポーターという名称で NQC の運営に参画してもらう取り組みを進めた。上記のオンライン交流への修了生の参加や、サポーター主催の勉強会やイベントなどの実施を促すことで、これまで NQC に関わった人材が相互啓発し成長し続ける仕組みを構築した。さらに、「若手チャレンジラボ」(7名)を発足させ、修了生の中から、リサーチアシスタントとして機構の研究開発に参画する学生も現れ、人材環流を作り上げることができた。</li> </ul>	<p><b>2-8. 戦略的 ICT 人材育成</b></p> <p>量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC(NICT Quantum Camp)を令和4年度も継続し、一般向けの公開セミナー、体験型プログラム、探索型プログラムの3プログラムと体験型、探索型の参加者のオンライン交流を実施した。特に、令和4年度からは量子 ICT 技術分野の先端的な研究開発に挑戦する「若手チャレンジラボ」を発足させるとともに、NQC 修了生の中から機構のリサーチアシスタントとして機構の研究開発に参画する学生も現れ、量子 ICT 技術についての人材環流を作り上げることができたことは、機構の研究成果等を活用した量子 ICT 技術の人材育成プログラムの提供のみならず、我が国として戦略的に取り組むべ</p>

及び開発者を講師、アドバイザーに招き、講習と演習による体験型人材育成と研究開発支援による探索型/課題解決型人材育成を実施する。

産学官連携による共同研究等を通じて、幅広い視野や高い技術力を有する専門人材の強化に向けて取り組む。

国内外の研究者や大学院生等を研修員として受け入れることにより、機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する人材の育成に取り組む。また、研修員、協力研究員等に関する実態の把握を行い、受入れに当たった必要な改善策を講じる。

連携大学院制度に基づく大学等との連携協定等を活用し、機構の研究者を大学等へ派遣することにより、大学等におけるICT人材育成に取り組む。

- 幅広い視野や高い技術力を有する専門人材の強化に向けて、協力研究員、研修員、招へい専門員の受入れ等を行い、年間数百人規模の人材育成を継続的に推進している。令和4年度は、研修員受入れが大幅に増加し、受入れ合計は 616 人に達し、前年度実績を上回ることができた。

また、令和3年度から開始した「Beyond 5G 研究開発促進事業」のうち「Beyond 5G シーズ創出型プログラム」では、代表研究責任者が 39 歳以下等を要件とする「特別枠」を設け、令和4年度は3件の若手研究者からの提案を採択する等、委託事業においても、若手研究者育成に留意した取組を推進した。

- 機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する次代の人材を確保していくため、研修員について、令和4年度は 90 人を大学・大学院から受け入れるとともに、人数は前年度より 42 人増の 106 人に達し、学生や若手研究者の継続的な育成に貢献した。
- 協力研究員、研修員等に対して、活動終了時点において実施したアンケート結果では、受入れ手続きでの高評価に加え、指導水準の高さ等による高い満足度評価の状況を把握し、受入研究所にもフィードバックを行うことで受入・活動意欲の向上を促した。令和4年度は、派遣元の指導教官・上司や機構の受入れ担当者の満足度等の調査、活動修了者の追跡調査にも新たに着手し、求められる人材育成に向け、実態把握の取組を深めた。
- 連携大学院制度に基づき機構の研究者を大学等へ派遣し、大学院の ICT 人材育成にも継続的に取り組んでおり、令和4年度は、新たな大学との連携大学院協定を締結し、今後の研究者派遣対象の拡大につなげた。

量子 ICT 技術分野において専門性の高い人材の需要に資する高い成果である。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

**【取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか】**

以下に示す、顕著な成果が認められる。

- 修了生にサポーターという名称で NQC の運営に参画してもらう取り組みを進めた。修了生の参加や、サポーター主催の勉強会やイベントなどの実施を促すことで、これまで NQC に関わった人材が相互啓発し成長続ける仕組みを構築した。さらに、「若手チャレンジラボ」を発足させ、修了生の中から、リサーチアシスタントとして機構の研究開発に参画する学生も現れ、人材環流を作り上げることができた。
- 量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC (NICT Quantum Camp) を、令和4年度も継続し、(1)量子 ICT に関心のある一般向けの公開セミナー、(2)専門家からの講義や演習を選抜メンバー向けに提供する体験型プログラム、(3)スーパーバイザーの指導の下、研究を実施する探



				<p>索型プログラムの3プログラムと、体験型、探索型の参加者のオンライン交流を引き続き実施した。(1)には70名の参加、(2)には69名中から選抜した55名の参加、(3)には4件(7名)の応募から認定した4件の参加を受け入れた。</p>
<p>2-9. 研究支援業務・事業振興業務等</p>	<p>2-9. 研究支援業務・事業振興業務等</p>	<p>&lt;評価軸&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>取組が国際的な研究交流の促進や情報通信サービスの創出につながっているか。</li> </ul>	<p>2-9. 研究支援業務・事業振興業務等</p>	<p>2-9. 研究支援業務・事業振興業務等</p>
<p>(1)海外研究者の招へい等による研究開発の支援</p>	<p>(1)海外研究者の招へい等による研究開発の支援</p> <p>高度通信・放送研究開発を促進し、我が国におけるICT研究のレベル向上を図るため、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」を行う。</p> <p>また、民間の研究機関における通信・放送基盤技術に関する研究レベルの向上を図るため、「国際研究協力ジャパントラスト事業」による海外からの優秀な研究者の招へいを着実に実施し、上記「海外研究者の招へい」と一体的に運用する。</p> <p>これらについては、内外の研究者の国際交流を促進し、</p>	<p>&lt;指標&gt;</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究交流の取組状況</li> <li>情報通信ベンチャー企業に対する支援の取組状況</li> </ul> <p>等</p>	<p>(1)海外研究者の招へい等による研究開発の支援</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」(「国際研究協力ジャパントラスト事業」によるものを含む。)に係る今年度の招へい(令和4年度招へい12件、前年度から継続1件)や集会開催(11件)のための事務連絡や問い合わせ対応に加え、公募(周知、審査)などを一体的に行った。なお、コロナの影響に伴う招へい期間や研究集会の開催形態などの変更に柔軟に対応した。</li> <li>周知活動の強化として、高専や科研費採択数上位の私大も周知先に追加、公募期間中に開催された支援先の国際研究集会での周知、HPやSNSで使用するバナーイメージ作成などを行った。結果、31件の応募があり、内訳は、「海外研究者の招へい(国際研究協力ジャパントラスト事業を含む。)」の令和5年度分の公募が16件(大学等16件、民間企業0件)、「国際研究集会開催支援」の令和5、6年度分の公募が15件(令和5年度分14件、令和6年度分1件)となり、審査の結果、「海外研究者の招へい」の令和5年度分を9件、「国際研究集会開催支援」の令和5年度分を12件、令和6年度分を1件採択した。なお、海外研究者の招へいのうち、民間企業が受け入れ機関となる国際研究協力ジャパントラスト事業の応募がゼロとなった。このため、令和5年度に行う公募は、機構主催イベントや機構の研究成果を出展する展示会が多く開催される時期に変更し、当該イベントや展示会などで周知活動を行い、応募数の増大を図ることとした。</li> <li>招へい先機関や招へい者に対して、招へいの開始と終了の際、論文や学会発表などの積極的な研究活動となるように働きかけ</li> </ul>	<p>海外研究者の招へい及び国際研究集会開催支援については、周知活動の強化を行った上、新型コロナウイルス感染症の影響に伴う招へい期間や研究集会の開催形態などの変更に柔軟に対応する等の取組を行った。その結果、目標を上回る31件の応募があり、22件を採択した。</p> <p>情報通信ベンチャー企業の事業化等に関する支援については、大学、地方公共団体、地域のスタートアップ支援組織等と連携して、地域におけるICTスタートアップ発掘イベントやブラッシュアップセミナー等を開催するとともに、有識者であるICTメンターを派遣し、情報の提供、助言・相談等を実施した。これらの取り組みを踏まえ、新型コロナウイルス感染症の影響により令和元年度よりオンライン開催となっていた「起業家甲子園」及び「起業家万博」を令和5年3月に4年ぶりに実開催した。</p> <p>その他、情報バリアフリー助成金制度に基づく事業を着実に実施した。</p>

	<p>ICT分野の技術革新につながる優れた提案を競争的に採択するため、積極的に周知活動を行うこととし、オンラインでの国際的な研究交流が拡大していく状況を踏まえ、「海外研究者の招へい(「国際研究協力ジャパントラスト事業」によるものを含む。以下同じ。)」及び「国際研究集会開催支援」の合計で30件以上の応募を集めることを目指す。さらに、「海外研究者の招へい」については、招へいごとに、共著論文の執筆・投稿や、外部への研究発表、共同研究の締結等の研究交流の具体的な成果が得られるように、働きかけを行う。招へい終了後の研究機関等における連携の実態等について調査する。</p>		<p>を行った。前年度まで、招へい終了年度末時点で論文数などの調査を行っていたが、追跡調査として招へい終了の翌年度末にも調査を実施することとした。また、共同研究や研究ポストの獲得など、人材育成の観点の事後展開も調査項目に加えることとした結果、招へい期間終了後に受け入れ機関で研究活動継続、外部競争的研究資金への共同応募、学術交流協定締結の協議開始などの展開を確認した。</p>	<p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p><b>【取組が国際的な研究交流の促進や情報通信サービスの創出につながっているか】</b></p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ベンチャーキャピタル、ICTスタートアップ業界等のプロフェッショナルにより構成する「ICTメンタープラットフォーム」のICTメンターによるICTスタートアップ(情報通信ベンチャー)への助言・相談を実施し、ICTスタートアップの事業化の支援を行った(令和4年度:ICTメンター18名)。</li> <li>全国から選抜された学生による全国コンテストとして「起業家甲子園」及び地域から発掘したICTスタートアップが販路拡大等を目的としてビジネスプランを発表する「起業家万博」を令和5年3月に開催した。</li> </ul>
<p>(2)情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援</p>	<p>(2)情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援</p>		<p>(2)情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援</p>	
<p>(ア)情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供</p>	<p>(ア)情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供</p> <p>リアルな対面の場やオンライン・メディアを活用しつつ、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流の機会を提供することにより、情報通信ベンチャーの有する有望かつ新規性・波及性のある技術やサービスの事業化等を促進する。その際、次の点</p>		<p>(ア)情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>リアルな対面の場であるイベント(「令和4年度起業家甲子園」、「令和4年度起業家万博」等)やオンライン・メディアである「ICTスタートアップ支援センター(HP)」等を活用しつつ、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流の機会を提供することにより、情報通信ベンチャーの有する有望かつ新規性・波及性のある技術やサービスの事業化等の促進に努めた。</li> </ul>	

に留意する。

有識者やサポーター企業による情報の提供、助言・相談の場を提供するとともに、情報通信ベンチャーによるビジネスプランの発表会や商品・サービス紹介等のイベント等を通じたマッチングの機会を提供する。

また、全国の自治体やベンチャー支援組織・ベンチャー団体等との連携の強化により、効率的・効果的な情報の提供や交流の機会の提供を図る。

これらの取組により、イベント等を毎年 20 件以上開催する。特に、事業化を促進するマッチングの機会を提供するイベントは、その実施後 1 年以内において具体的なマッチング等商談に至った割合が 50% 以上となることを目指す。

イベントについて、参加者に対して有益度に関する調査を実施し、4 段階評価において上位 2 段階の評価を 70% 以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をその後の業務運営に反映させ

- ベンチャーキャピタル、ICT スタートアップ業界等のプロフェッショナルにより構成する「ICT メンタープラットフォーム」の ICT メンター(18 名)による ICT スタートアップ(情報通信ベンチャー)への助言・相談を実施し、ICT スタートアップの事業化の支援を行った。
- 「令和 4 年度起業家甲子園」(令和 5 年 3 月)の出場挑戦権獲得者を対象とし、グローバル志向の ICT スタートアップマインドの醸成と、より実践的なスキルの向上を図ることを目的に「シリコンバレー起業家育成プログラム」を令和 5 年 2 月に、現地で実開催した。
- ICT スタートアップに「令和 4 年度起業家万博」(令和 5 年 3 月)への出場機会及び過去起業家万博出場者等に CEATEC 2022(令和 4 年 10 月)への出展機会を提供、第 10 回 ILS(INNOVATION LEADERS SUMMIT。令和 4 年 11 月～12 月)への出展に向けて推薦を行う等、事業化促進のためのマッチング機会を提供した。
- 効率的・効果的な情報の提供や交流機会の提供を図るため、「令和 4 年度起業家甲子園」及び「令和 4 年度起業家万博」の開催に向けて、全国の自治体や地域のベンチャー支援組織・団体等と連携し、ICT スタートアップ発掘イベント等を実施した。
- 「令和 4 年度起業家甲子園」、「令和 4 年度起業家万博」、地域連携イベント、講演会・セミナー等のイベントを、令和 4 年度は 33 件実施し、ICT スタートアップの事業化を支援した。なお、令和 4 年度も新型コロナウイルス感染症対策等により、一部のイベントがオンライン又はオンライン併用で開催された。
- 事業化を促進するマッチングの機会を提供するためのイベント実施後に、令和 3 年度起業家万博出場者に対して実施したアンケート等の結果で、目標の 50% 以上を上回る出場者の 90% が新規取引先の開拓等につながったとの回答を得た。
- イベント毎に行った参加者への「有益度」に関する調査では、4 段階評価において上位 2 段階の評価について、目標の 70% 以上を大きく上回る 97.3% の評価を得られた。得られた意見要望は、次年度の業務運営に反映させた。

	<p>る。</p> <p>さらに、イベントにおいて機構の知的財産等の情報提供を実施する等、機構の技術シーズを活用したベンチャー創出・育成に向けた取組とのシナジー効果を発揮するよう努める。</p> <p>ウェブページ及びソーシャル・ネットワーキング・サービスを活用し、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流機会を提供する。</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• イベント(CEATEC 2022)において、機構の知的財産等の情報提供を実施するため、機構の技術シーズを活用する機構発ベンチャーに対して出展の機会を提供し、多様な者とのマッチングの機会を提供した。</li> <li>• ICT スタートアップ支援センター(HP)では、全国各地で連携・開催した地域連携イベントの結果状況等を速やかに発信した。また、Facebook を活用したタイムリーな情報発信、起業家甲子園・起業家万博のビデオライブラリの公表等を行い、情報内容の充実を図るとともに、起業家甲子園・起業家万博のブランディング向上のためのPRに努めた。</li> </ul>	
<p><b>(イ)債務保証等による支援</b></p>	<p><b>(イ)債務保証等による支援</b></p> <p>債務保証業務、利子補給業務及び助成金交付業務は、令和3年度で終了した。</p> <p>信用基金については、関係省庁との協議の結果を踏まえ、清算に向けた手続きに取り掛かる。</p>		<p><b>(イ)債務保証等による支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 債務保証業務、利子補給業務及び助成金交付業務は令和3年度で終了している。</li> <li>• 信用基金については、関係省庁との協議の結果を踏まえ、現行法上手続きがある出資金について清算に向けた手続きに着手し、出資金の払戻に係る総務省及び財務省からの認可を受けて出資者に催告を行った。</li> </ul>	
<p><b>(ウ)情報弱者への支援</b></p>	<p><b>(ウ)情報弱者への支援</b></p> <p>誰もが等しく通信・放送役務を利用できる情報バリアフリー環境の実現を図るため、総務大臣の定める基本方針を踏まえつつ、情報バリアフリー助成金制度である次の事業を実施する。</p> <p>① 身体障害者向け放送の充実を図るために行う放送事業者等に対する助成</p>		<p><b>(ウ)情報弱者への支援</b></p> <p>① 身体障害者向け放送の充実を図るために行う放送事業者等に対する助成</p>	

	<p><b>ア. 字幕・手話・解説番組制作の促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 身体障害者がテレビジョン放送を視聴するための字幕番組、手話付き番組及び解説番組の制作を助成する。</li> <li>• 公募に当たっては、ウェブページ等を通じて字幕番組・解説番組及び手話番組制作促進助成金制度の周知を行う。</li> <li>• 助成に当たっては、普及状況等を勘案し、県域局の字幕番組、手話付き番組及び解説番組について、重点的に助成を行う等により、効果的な助成となるよう適切に実施する。また、採択した助成先の公表を行う。</li> </ul>		<p><b>ア. 字幕・手話・解説番組制作の促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 54,088 番組(字幕 33,495 本、生放送字幕 14,810 本、手話 1,851 本、解説 3,932 本)の制作に対し、総額5億1千万円を助成した。</li> <li>• 助成金制度の概要や実績等の情報を Web サイトで公表するとともに、公募開始について報道発表した。</li> <li>• 公募の結果、全国 128 者から申請があり、県域放送事業者を優先的に配分して助成を決定した。また、その結果(助成事業者の決定)について報道発表した。</li> <li>• 執行率を高めるため、年度途中で制作番組数の年度前半実績と年度後半計画を調査し、当初計画に大きな差が生じる事業者に対して助成金の額を変更した。なお、1者廃止のため 127 者を助成した。</li> </ul>	
	<p><b>イ. 手話翻訳映像提供の促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 身体障害者がテレビジョン放送を視聴するための手話が付いていない放送番組に合成して表示される手話翻訳映像の制作を助成する。</li> <li>• 公募に当たっては、ウェブページ等を通じて手話翻訳映像提供促進助成金制度の周知を行い、利用の促進を図る。</li> <li>• 採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した</li> </ul>		<p><b>イ. 手話翻訳映像提供の促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 手話翻訳映像の制作に対し、総額 839 万円(116 本)を助成した。</li> <li>• 助成金制度の概要や実績等の情報を Web サイトで公表するとともに、公募開始について報道発表した。</li> <li>• 公募の結果、1者から申請があり、評価委員会(外部有識者7名)による厳正な審査・評価を行って助成を決定した。また、その結果(助成事業者の決定)について報道発表した。</li> </ul>	

助成先の公表を行う。

#### ウ. 生放送番組への字幕付与の促進

- 身体障害者がテレビジョン放送を視聴するための字幕が付いた生放送番組の普及に資するため、生放送番組への字幕付与に必要な機器の放送事業者による整備を助成する。
- 公募に当たっては、ウェブページ等を通じて生放送字幕番組普及促進助成金制度の周知を行い、利用の促進を図る。
- 採択に当たっては事業者の生放送番組への字幕付与に向けた取組状況や財務規模等も考慮した上で優先順位を付け、効果的な助成になるよう適切に実施する。また、採択した助成先の公表を行う。

#### ② 身体障害者の利便増進に資する観点から、有益性・波及性に優れた事業に対する助成

##### ア. 身体障害者向け通信・放送役務の提供及び開発の促進

- 身体障害者の利便増進に資する事業を適時適切に助成する観点から、有益性・波及性において優れた事業計画を有し、効率的・効果的な技術が使用

#### ウ. 生放送番組への字幕付与の促進

- 生放送番組に字幕を付与する機器の整備を行う2者に対し、総額 1,406 万円を助成した。
- 助成金制度の概要や実績等の情報を Web サイトで公表するとともに、公募開始について報道発表した。
- 2回公募した結果、3者から申請(1回目:3、2回目:0)があり、各者の取り組み状況や財務規模等を考慮した上で助成を決定した。また、その結果(助成事業者の決定)について報道発表した。なお、1者廃止のため2者を助成した。

#### ② 身体障害者の利便増進に資する観点から、有益性・波及性に優れた事業に対する助成

##### ア. 身体障害者向け通信・放送役務の提供及び開発の促進

- 評価委員会(外部有識者7名)の評価(有益性・波及性に優れたもの、効率的・効果的な技術を使用するもの)結果をもとに、6件の申請事業のうち3件の事業助成を決定し、総額 2,630 万円を助成した。

されている事業に助成金を交付する。

- 公募に当たっては、ウェブページ等を通じて情報バリアフリー通信・放送役務提供・開発推進助成金制度の周知を行い、利用の促進を図る。
- 採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先の公表を行う。
- 採択案件の実績について事後評価を行い、次年度以降の業務運営に反映させる。
- 助成に当たっては、助成終了2年後における継続実施率が70%以上となることを目指す。

#### イ. 情報バリアフリー関係情報の提供

- インターネット上に開設したウェブページ「情報バリアフリーのための情報提供サイト」及び「Act-Navi」について、身体障害者や高齢者のウェブ・アクセシビリティに配慮しつつ、身体障害者や高齢者に役立つ情報その他の情報バリアフリーに関する幅広い情報等の収集・蓄積を行うとともに、有益な情報の提供を随時更新して行う。また機構の情報バリアフリー

- 助成金制度の概要や実績などの情報を Web サイトで公表するとともに、公募開始について報道発表した。

- 6件の申請事業について評価委員会(外部有識者7名)による厳正な審査・評価を行った。これをもとに採択した3件の事業について報道発表した。

- 令和3年度に採択した助成事業の実績について評価委員会(外部有識者7名)による事後評価を行い、その結果を各事業者に伝達して対応を指示した。

- 助成終了2年後の事業(令和元年度に助成した事業)の継続率は100%であった。

#### イ. 情報バリアフリー関係情報の提供

- 「情報バリアフリーのための情報提供サイト」において、身体障害者や高齢者、役務提供や開発に関わる者に有用な情報を Web アクセシビリティに配慮して提供した。毎月、情報バリアフリーに関連する取組等について紹介した。また、「Act-Navi」において、障害者ニーズ情報や配慮事例、シーズ情報及び専門家情報等の内容を更新した。
- 機構が実施する情報バリアフリー事業助成金制度の概要や助成事業の評価、成果事例について公表した。

	<p>事業助成金の制度概要やその成果事例についての情報提供を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構の情報バリアフリー事業助成金の交付を受けた事業者がその事業成果を広く発表できる機会を設け、成果を広く周知するとともに、身体障害者や社会福祉に携わる団体等との交流の拡大を図る。併せて、機構が取り組んだ情報バリアフリーに向けた研究成果についても情報発信する。</li> <li>• 「情報バリアフリーのための情報提供サイト」の利用者及び成果発表会の来場者に対して、その「有益度」に関する調査を実施し、4段階評価において上位2段階の評価を得る割合を70%以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をその後の業務運営に反映させる。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 第49回国際福祉機器展に出展し、令和3年度助成事業の成果発表やデモ展示を行って、広く成果を周知した。また、来訪した身体障害者や社会福祉関連団体等と意見交換するとともに、機構の取組の紹介や助成金制度に関する相談に対応した。併せて、機構の研究成果を活用した情報バリアフリー関連サービス「こえとら」、「SpeechCanvas」のデモ展示も行った。</li> <li>• 「情報バリアフリーのための情報提供サイト」の利用者及び国際福祉機器展の成果発表会参加者に対し、当該サイトの「有益度」に関するアンケートを実施した結果、9割以上の方から「有益」と回答を得た。得られた意見要望は、今後のサイト運用の参考とする。</li> </ul>	
<p>2-10. その他の業務</p>	<p>2-10. その他の業務</p> <p>電波利用料財源による業務、型式検定に係る試験事務等の業務を国から受託した場合及び情報収集衛星に関する開発等を国から受託した場合には、電波利用技術等の研究開発能力を活用して効率的かつ確実に実施する。</p>		<p>2-10. その他の業務</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 情報収集衛星レーダー衛星の開発および維持管理を受託し、電波利用及び宇宙技術に関する研究開発能力を活用して効率的かつ確実に実施した。</li> </ul>	

<課題と対応>

【令和3年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】



## (課題)

演習、人材育成等(海外からの招へい含む)については、単に人数等の推移だけでなく、受講者アンケート等によるフォローアップを行うことで、有効性の確認等を実施することが必要である。目標とする人材育成とその輩出を見える化させ、人材育成の目的とその効果を明確にしてほしい。

## (対応)

演習、人材育成等(海外からの招へい含む)に関して、サイバーセキュリティ人材育成事業は、「SecHack365」については修了生の活動継続の奨励とその実績についてのフォローアップ調査、コミュニティ継続のための取組を引き続き行うとともに、目標とする人材育成像を明確化させてまいります。また、「CYDER」については受講者アンケートや確認テスト結果の分析や、現在行っている受講後の好事例の収集と分析、自治体の CSIRT 成熟度指標の調査・分析を含め、受講効果の評価方法の更なる検討を進めてまいります。「RPCI」についても受講者アンケートの分析を進めているところです。

また、量子ネイティブ人材育成プログラムでは、プログラム修了時に受講者インタビューを行って公開するとともに、同窓会の際にその後の活動状況などをヒアリングするアンケートを実施し、修了後の状況として、輩出の見える化、事業フィードバックにつなげています。

協力研究員、研修員等については、受入終了者に対して満足度や課題等の把握を目的としたアンケート調査を継続して実施し、受入れ手続きでの高評価に加え、指導水準の高さ等による高い満足度評価の状況を把握しました。また、受入研究所にもフィードバックを行うことで受入・活動意欲の向上を促しました。令和4年度からは、派遣元の指導教官・上司や機構の受入れ担当者の満足度等の調査、活動修了者の追跡調査についても着手したところです。今後も、アンケート調査等を継続し、実態把握の取組を進めてまいります。

海外研究者招へいでは、本制度の有効性を把握するためにアンケート調査(論文数や学会発表数)を行っておりましたが、令和4年度末時点として行う調査において、共同研究や研究ポストの獲得など、人材育成の観点の事後展開の質問項目も設定して実施しました。その結果、招へい期間終了後に受け入れ機関で研究活動継続、外部競争的研究資金への共同応募、学術交流協定締結の協議開始などの展開を確認しました。

なお、この評定は、以下の「(1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解」を踏まえ、「(2)見解に対する機構の対応」に基づいて決定した。

## (1)国立研究開発法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会(総括評価委員会)における見解

## 1. 開催日

令和5年4月17日(月) 13時00分～18時00分

## 2. 委員名簿

酒井 善則	委員長	東京工業大学	名誉教授
安藤 真	委員	東京工業大学	名誉教授
飯塚 久夫	委員	一般社団法人	量子 ICT フォーラム 総務理事
栄藤 稔	委員	大阪大学	先導的学際研究機構 教授
太田 勲	委員	兵庫県立大学	顧問
國井 秀子	委員	芝浦工業大学	客員教授
徳永 健伸	委員	東京工業大学	情報理工学院 教授
松井 充	委員	三菱電機株式会社	開発本部 役員技監
安浦 寛人	委員	国立情報学研究所	副所長

渡辺 文夫 委員 Fifth Wave Initiative 代表

### 3. 委員長及び委員からの意見

(分野横断的な研究開発その他の業務分野について)

- 自己評価 B は妥当である。分野横断業務に携わっている人たちは、いわば「縁の下の力持ち」である。彼らへのインセンティブ維持に配慮して欲しい。社会実装に向けた取組みが素晴らしいが、オープンイノベーションについて日本は、ベンチャーのサポートや取り込みが全体として弱い。アジリティを高めスピードアップしていくためにはうまく活用していくことが重要である。出口戦略等と連携し、社会実装を進めるため、民間との協力体制を強化して欲しい。

(全体を通して)

- 全体的に大きな成果が出ている。組織としても社会実装への意識が高まっている。
- 急速な社会情勢や技術の変化に柔軟に対応して欲しい。
- 女性と外国人を含む多様な人材確保とともに国立研究開発法人として若者が将来研究者になりたいと思わせるプロモーションに取り組んで欲しい。
- 標準化人材も含めて、ICT 分野で必要となる人材育成方法について、機構として貢献出来ることを引き続き検討して欲しい。

#### (2) 見解に対する機構の対応

対応なし(見解は B 評定で一致)

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.8 業務運営の効率化に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	IV. 業務運営の効率化に関する事項		
当該項目の重要度、難易度		関連する政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ									
評価対象となる指標	達成目標		3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な情報	
一般管理費及び事業費の合計の効率化状況(%)	効率化率 平均 1.1% 以上	当年度	1.1%	1.1%				効率化率平均 1.1%	
		毎年度平均	1.1%	1.1%					

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績等、年度評価に係る自己評価	
中長期目標	
<b>IV. 業務運営の効率化に関する事項</b> <b>1. 機動的・弾力的な資源配分</b> NICT の役員は、研究開発の最大限の成果を確保することを目的とした国立研究開発法人制度の趣旨を踏まえ、研究開発に係る機動的かつ弾力的な資源配分の決定を行うものとする。そのため、NICT 内部で資源獲得に対する競争的な環境を醸成し、研究開発成果(研究開発成果の普及や社会実装を目指した取組実績を含む。)に対する客観的な評価に基づき、適切な資源配分を行うものとする。 また、外部への研究開発の委託については、NICT が自ら行う研究開発と一体的に行うことでより効率化が図られる場合にのみ実施することとし、委託の対象課題の一層の重点化を図ることで機構全体の資源配分の最適化を図るものとする。 なお、資源配分の決定に際しては、NICT が定常的に行うべき業務や長期的に維持すべき研究開発体制(若手研究者の育成を含む。)に対しては十分に配慮するものとする。 加えて、客観的な評価に当たっては、外部の専門家・有識者を活用する等適切な体制を構築するとともに、評価結果をその後の事業改善にフィードバックする等、PDCA サイクルを強化するものとする。 <b>2. 調達等の合理化</b> 「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」(平成 27 年5月 25 日、総務大臣決定)に基づき、事務・事業の特性を踏まえ、マネジメントサイクル(PDCA サイクル)により、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組むものとする。	

### 3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進

ウィズコロナ・ポストコロナ時代においてもテレワーク、ローテーション勤務、時差出勤等を積極的に活用し、コミュニケーションの活性化、業務の効率化、働き方改革に努めるとともに、電子化の促進等により事務手続きの簡素化・迅速化を図る。

また、「情報システムの整備及び管理の基本的な方針」(令和3年12月24日、デジタル大臣決定)を踏まえ、PMO(Portfolio Management Office)の設置等の体制整備を行うとともに、情報システムの適切な整備及び管理を行う。

### 4. 業務の効率化

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1%以上の効率化を達成するものとする。

また、総人件費については、政府の方針に従い、必要な措置を講じるものとする。その際、給与水準については、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」(平成25年12月24日閣議決定)を踏まえ、検証を行った上で、適正な水準を維持するとともに、その検証結果や取組状況を公表するものとする。

### 5. 組織体制の見直し

研究開発の成果の最大化及び適正、効果的かつ効率的な業務運営の一層の確保を図るため、NICTの本部・各拠点における研究等の組織体制の不断の見直しを図るものとする。特に、重点研究開発課題の研究成果の最大化が図れるよう、研究開発の推進スキーム、推進体制の柔軟な設定、及び研究者の育成・確保について見直しを図るものとする。

また、組織体制の見直しに際しては、研究開発成果を最大化するための機能に係る組織の役割及びマネジメント体制を明確化することで効率的・効果的な組織運営を実現するものとする。

## 中長期計画

### II 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置

#### 1. 機動的・弾力的な資源配分

研究開発の最大限の成果を確保することを目的とした国立研究開発法人制度の趣旨を踏まえ、機構内外の情勢に応じた機動的・弾力的な資源配分を行う。

資源配分は、基本的には研究開発成果(研究開発成果の普及や社会実装を目指した取組実績を含む。)に対する客観的な評価に基づき実施する。評価に当たっては、客観性を保てるよう、外部の専門家・有識者を活用する等、適切な体制を構築するとともに、評価結果をフィードバックすることにより、PDCAサイクルの強化を図る。

なお、資源配分の決定に際しては、機構が定期的に行うべき業務や長期的に維持すべき研究開発体制の構築(若手研究者の育成を含む。)に配慮する。

また、外部への研究開発の委託については、機構が自ら行う研究開発と一体的に行うことでより効率化が図られる場合にのみ実施することとし、委託の対象課題の一層の重点化を図る。

委託研究に関する客観的な評価に当たっては、外部有識者による事前評価、採択評価、中間評価、終了評価、追跡評価等を踏まえ、PDCAサイクルを着実に回し、社会的課題の変化等に柔軟に対応した研究を推進する。

#### 2. 調達等の合理化

「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」(平成27年5月25日、総務大臣決定)に基づき策定した「調達等合理化計画」を着実に実施し、公正性・透明性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達の実現を図る。

#### 3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進

ウィズコロナ、ポストコロナ時代においても業務の継続を可能とするリモートワークツールの整備としてテレワーク環境を整備し、リモートでのコミュニケーション確保のためチャットツール及びウェブ会議システム等の活用をすすめ、コミュニケーションの活性化をはかる等機構におけるデジタルトランスフォーメーション推進のための取組を進める。より多様で柔軟な仕事環境を実現するための環境整備を進め、働き方改革に努める。業務の電子化を促進し事務手続きの簡素化をはかり研究開発業務の円滑な推進に貢献する。

また、「情報システムの整備及び管理の基本的な方針」(令和3年12月24日、デジタル大臣決定)を踏まえ、PMO(Portfolio Management Office)の設置等の体制整備を行うとともに、情報システムの適切な整備及び管理を行う。

**4. 業務の効率化**

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充等は除外した上で、一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1%以上の効率化を達成する。

総人件費については、政府の方針に従い、必要な措置を講じる。その際、給与水準については、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」(平成25年12月24日閣議決定)を踏まえ、検証を行った上で、適正な水準を維持するとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

**5. 組織体制の見直し**

研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上を実現するため、機構の本部・各拠点における研究等の組織体制の見直しを不断に行う。組織体制の見直しに際しては、研究開発成果を最大化するための機能に係る組織の役割及びマネジメント体制を明確化することで効率的・効果的な組織運営を実現する。さらに、恒久的な基金である情報通信研究開発基金の設置に際しても、基金の適正な管理・運用に一層努めるとともに、研究開発成果を最大化するための体制整備を行う。

また、オープンイノベーション創出に向けて産学官連携の強化を促進するため、分野横断的な取組や外部との連携が必要な研究開発課題に対しては、機動的に研究課題の設定や研究推進体制の整備を行う。

中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価指標	法人の業務実績等	自己評価	
				評定	B
II 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置	II 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置			II 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置 業務運営の効率化については、年度計画に沿って以下のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評定を「B」とした。	
1. 機動的・弾力的な資源配分	1. 機動的・弾力的な資源配分 研究開発の最大限の成果を確保することを目的とした国立研究開発法人制度の趣旨を踏まえ、機構内外の情勢に応じた機動的・弾力的な資源配分を行う。 資源配分は、基本的には研究開発成果の普及や社会実装を目指した取組実績を含む研究開発成果に対する客観的な評価に基づき実施する。評価に当たっては、客観性を保てるよう、外部の専門	<評価の視点> • 資源配分は、基本的には研究開発成果に対する客観的な評価に基づき、機構内外の情勢に応じた機動的・弾力的な資源配分を行ったか。 • 評価は、外部の専門家・有識者を活用す	1. 機動的・弾力的な資源配分 • 機動的・弾力的な資源配分については、補正予算等情勢の変化に柔軟に対応し、予算や人員等の資源配分についての特段の配慮を意識したマネジメントを行った。また、新たな価値の創造、機構内活性化を目的とした外部資金獲得インセンティブ向上のための推進制度を継続実施した。 • 外部の専門家や有識者を構成員とする外部評価委員会に関して、引き続き研究分野ごとの分野評価委員会の開催に加え、機構の自己評価の妥当性を審議する総括評価委員会を開催し、評価の客観性を高めた。 • 研究開発成果に対する客観的な評価については、外部の専門家による外部評価、機構幹部による内部評価(実績評価及び研究計画に対する評価)を適正に実施した。またその結果及び	1. 機動的・弾力的な資源配分 • 機動的・弾力的な資源配分については、補正予算等情勢の変化に柔軟に対応し、予算や人員等の資源配分についての特段の配慮を意識したマネジメントを行った。 • 総務省との補正予算関係の調整業務、国際・国内アドバイザーコミッティ、理事長タウンミーティングに加え、NEXT、TRIALなど機構内活性化ファンドを実施し、機構活性化を行うなどの業務を適切に執行した。	

家・有識者を活用する等、適切な体制を構築するとともに、評価結果をフィードバックすることにより、PDCAサイクルの強化を図る。

なお、資源配分の決定に際しては、機構が定常的に行うべき業務や長期的に維持すべき若手研究者の育成の仕組みを含めた研究開発体制の構築に配慮する。

委託研究に関する客観的評価に当たっては、外部有識者による事前評価、採択評価、中間評価、終了評価、追跡評価等を踏まえ、PDCAサイクルを着実に回し、社会的課題の変化等に柔軟に対応した研究を推進する。

るなど、適切な体制を構築するとともに、評価結果をフィードバックすることにより、PDCAサイクルの強化を図ったか。

- 資源配分の決定に際して、機構が定常的に行うべき業務や長期的に維持すべき研究開発体制の構築に配慮したか。
- 委託研究の推進にあたっては、PDCAサイクルを意識した評価を行ったか。

機構内外の情勢も踏まえて令和4年度の予算計画や追加配算を決定し、予算配分を行うなど機動的・弾力的な資源配分を行った。

- 若手研究者の育成の仕組みを含めた研究開発体制の構築について、以下に取り組んだ。
  - 研究現場や管理部門との意見交換を行う「理事長タウンミーティング」を、令和4年度はネットワーク研究所、ユニバーサルコミュニケーション研究所、バックオフィス系部署（戦略的プログラムオフィス、総合プロデュースオフィス、デプロイメント推進部門、業務企画部）で開催し、出された要望に対して適切に対応した。
- 上記に加えて、研究者や総合職職員の自由闊達な議論を醸成し、職員各々が機構の研究開発や業務実施体制の構築と改革に関する高い意識を持つため、以下にも取り組んだ。
  - 若手研究者等からの幅広い提案を募集し、新規研究課題のフィージビリティスタディや業務上の課題解決アイデア等を試行する「TRIAL」について、令和3年度採択者の報告会を開催するとともに、令和4年度の募集を実施した（令和4年度21件採択、採択後に1件辞退）。
    - 機構内の全階層（研究者、総合職及び経営層）によるオープンな意見交換会や検討会を通じ、新たな価値の創造や機構内の活性化の推進を目的としたスキーム「NEXT」の対象を、研究分野だけでなく、機構内のDX対応や横連携推進などの非研究分野にも広げて募集を行い、実施した（令和4年度5件（うち継続2件））。
- 高度通信・放送研究開発委託研究の18課題（47個別課題）については、機構の研究者が委託研究を統括することで、機構が自ら行う研究開発と一体的に実施した。
- 同委託研究の推進に当たっては、4課題の事前評価、5課題の採択評価を実施し、計18個別課題について採択・契約・スタートアップミーティングを実施した。また、3個別課題の中間評価、20個別課題の終了評価を実施したほか、PDCAサイクルを意識し、終了後1、3、5年経過した計58個別課題について成果展開等状況調査を、うち5個別課題について追跡評価を実施した。
- 革新的情報通信技術研究開発委託研究の機能実現型プログ

以上のように、機動的・弾力的な資源配分について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

			<p>ラム基幹課題7課題の事前評価・採択評価、機能実現型プログラム一般課題・国際共同研究型プログラム・シーズ創出型プログラム(委託研究)の採択評価を実施し、計30個別課題について採択・契約・スタートアップミーティングを実施した。また、令和3年度以前に採択した46個別課題についてステージゲート評価(45個別課題)または終了評価(1個別課題)を、令和4年度に採択した30個別課題について継続評価を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>委託研究の推進に当たり、研究内容については外部有識者による評価を受けるとともに、委託費の経理処理については経理検査業務を着実に実施した。</li> </ul>	
<p><b>2. 調達等の合理化</b></p>	<p><b>2. 調達等の合理化</b></p> <p>「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」(平成27年5月25日、総務大臣決定)に基づき策定する「令和4年度調達等合理化計画」を着実に実施し、公正性・透明性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達の実現を図る。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組んだか。</li> </ul>	<p><b>2. 調達等の合理化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>特殊な物品で買入先が特定されるもの等規程に定める随意契約によることができる事由に合致しているかについて適切に審査を行い、効率的に調達事務手続きを実施した。</li> <li>入札参加者拡大のため、令和4年度において予定される調達契約の案件一覧を定期的(令和3年12月、令和4年3月、7月、10月時点で計648件)に入札公告以前に機構Webサイト「調達情報」に掲載し、競争の機会の拡大につなげた。</li> <li>令和3年度に引き続き、入札情報配信サービスの周知に努め、同サービスへの新規登録者は前年度末比65社増加、うち22社と新たに契約を締結し、競争の機会の拡大につなげた。</li> <li>競争性のない随意契約案件であるとして要求部署から提出された217件について、財務部に設置した「随意契約検証チーム」により、会計規程に定める随意契約によることができる事由との整合性について点検を適切に実施した。点検の結果、同事由に合致しない9案件について競争性を確保した公募及び入札手続きへ移行したところ、3件について複数応札となり競争性の拡大につなげた。</li> <li>公平性・透明性・競争性の確保のため、専任職員による仕様内容の適正化に向けた点検を実施した。</li> <li>契約に係る事務について、規程において「契約担当」の権限を明文化し、適切に事務を行った。</li> <li>規程に基づき、原則要求者以外の者による適正な検収を実施した。</li> </ul>	<p><b>2. 調達等の合理化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「調達等合理化計画」を着実に実施し、公正性・透明性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達の実現を図った。</li> <li>電子契約の本格稼働など業務の効率化等に着実に取り組んだ。</li> <li>補正などを含めた予算拡大の中で調達合理化、収支計画管理などを着実に実施した。</li> </ul> <p>以上のように、調達等の合理化について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調達に係るマニュアルの整備(改正)を実施し、引き続き職員向けホームページに掲載することにより周知を行った。</li> <li>・ 不適切な処理の発生未然防止並びに業務の円滑な処理を目的に、財務部における業務全般に関する「財務部総合説明会」、「調達に係るeラーニング」及び「各研究所別の個別説明及び意見交換会(電磁波研究所、脳情報通信融合研究センター、未来ICT研究所、ユニバーサルコミュニケーション研究所)」を引き続き実施した。また、公正取引委員会による「官製談合防止に係る研修会」の動画を契約室ホームページで案内することにより、不適切な処理の防止及びルールの遵守について、職員の意識の向上を図った。</li> <li>・ 現場購買に関する不適切な処理の再発防止策として、事後点検(抽出点検)を実施するとともに内部監査等の対策を引き続き実施し、不適切な処理が行われていないことを確認した。</li> <li>・ 契約締結の迅速化を図るため、電子契約について、試行による課題整理を行い、令和4年11月から本運用を開始した。</li> </ul>	
<p>3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進</p>	<p>3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進</p> <p>ウィズコロナ、ポストコロナ時代においても業務の継続を可能とするリモートワークツールの整備としてテレワーク環境を整備し、リモートでのコミュニケーション確保のためチャットツール及びウェブ会議システム等の活用をすすめ、コミュニケーションの活性化をはかる等機構におけるデジタルトランスフォーメーション推進のための取組を進める。より多様で柔軟な仕事環境を実現するための環境整備を進め、テレワークの報告とテレワーク手当の支給を連動させるシステムを導入し、働き方</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレワーク環境の整備、リモートワークツールの活用によりコミュニケーションの活性化を図る等デジタルトランスフォーメーション推進のための取組を進めたか。</li> <li>・ より多様で柔軟な仕事環境を実現するための環境整備を進め、働き方改革に努め</li> </ul>	<p>3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新型コロナウイルス感染拡大防止のため、在宅勤務等を活用した出勤抑制が必要となり、令和2年1月に在宅勤務の特例措置として適用。条件を大幅に緩和した。</li> <li>・ 特例措置の適用から2年が経過し、機構において在宅勤務が定着してきており、今後、DXの推進ともマッチした働き方改革の推進、BCP確保等の観点から、更に在宅勤務制度を行いやすい環境整備が必要であることから、在宅勤務制度の見直し(在宅勤務→テレワークと改名)を令和4年度から実施した。</li> </ul> <p>&lt;改正概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレワーク実施に当たっての制度上の制約となっている部分の緩和(適用条件、取得可能回数、勤務場所の緩和)</li> <li>・ テレワークの弊害の抑制等のための措置(テレワークの要請及び業務上必要がある場合の出勤命令等の明文化)</li> <li>・ 諸手当の見直し(テレワーク手当の新設、通勤手当等各諸手当の支給方法の見直し)</li> </ul>	<p>3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ コロナ禍における働き方改革やDXプロジェクトを継続するとともに、ウィズコロナ、ポストコロナ時代にも継続可能とするリモートワークの制度と環境を整備し、機構業務の効率化、DXの推進に貢献した。</li> <li>・ 契約事務手続きの迅速化とペーパーレス化等のための電子契約を導入するとともに、機構職員や外部機関に対する電子契約に係る説明会を複数回行い、意識の熟成と導入推進を図った。</li> <li>・ PMOの体制を整備した。また情報システム台帳を更新し、適切な情報システムの管理をおこなった。</li> </ul>



改革に努める。業務の電子化を促進し事務手続きの簡素化をはかり研究開発業務の円滑な推進に貢献する。

また、「情報システムの整備及び管理の基本的な方針」（令和3年12月24日、デジタル大臣決定）を踏まえ、PMO（Portfolio Management Office）の設置等の体制整備を行うとともに、情報システムの適切な整備及び管理を行う。

たか。

- 電子化の促進等により事務手続きの簡素化・迅速化を図ったか。
- PMO（Portfolio Management Office）の設置等の体制整備を行い、情報システムの適切な整備と管理を行ったか。

- 令和4年7月にテレワーク手当の新設、通勤手当の支給方法の見直しを実施した。
- 令和4年12月現在、1,242名がテレワーク制度を利用している（令和元年12月：94名、令和2年12月：1,033名、令和3年12月：997名）
- 総務省他、各関係府省及び関係団体の主唱により実施している「テレワーク月間」（令和4年11月）に参加した。
- 契約事務手続きの迅速化とペーパーレス化等のため、電子契約サービスについて、令和2年度からの試行を踏まえ、令和4年11月から機構全体を対象として導入を行った。正式導入にあたっては、機構職員や外部機関に対する電子契約に係る説明会を複数回行い、意識の醸成と導入推進を図った。
- デジタルトランスフォーメーションの推進の取組により、業務効率化を目指した業務プロセスの見直しや業務システムの更改を計画的に実施した（成果管理システム・電子決裁システムは更改済、会計システム・eラーニングシステム・人事管理システム・ユーザアカウント連携システムは契約締結済）。既存の業務システム（資産、勤怠）の改修を行い、効率的な資源利用を進めた。
- 情報インフラ整備・更新・増強（2号館NW更新、協創棟、日本橋、B5G電波暗室）を実施し、業務・研究開発環境の改善を図った。
- システムのバックアップメディアの耐火金庫保管や遠隔バックアップ、テレワーク中心の運用など、災害時を想定した運用を継続的に実施した。
- Teamsを機構全体に導入し、コミュニケーションの活性化を行った。
- 内線用スマートフォンにTeamsやSharePoint等のスマートフォン版アプリを配布し、簡易・迅速な連絡・情報交換手段として整備し、多様で柔軟な仕事環境の実現を進めた。
- 電子申請（ワークフロー）への移行支援、アンケートフォーム（Forms）の運用、クラウドサービスを活用して業務環境のデジタルトランスフォーメーションを推進した。
- 従来からあるシステム管理、セキュリティ等を担う組織にPMOの機能を持たせる形で体制を整備し、デジタル・ガバメント推進標準ガイドラインにおいてPMOの機能として定めている14業務を基本とした役割を担うこととした。令和5年度以降において

- エクセルファイルのやり取りで行っていた煩雑な予算要求・評価プロセスを一元管理できる「予算計画システム」をローコード・ノーコード開発ツールで迅速に開発し、その有用性を実証した。

以上のように、テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

			<p>は、毎年度の実施計画を作成し、活動していくこととしている。また、情報システム台帳を更新し、適切な情報システムの管理を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>従来、エクセルファイルのやり取りで行っていた煩雑な予算要求・評価プロセスを一元管理できる「予算計画システム」を、ローコード・ノーコード開発ツールで迅速に開発した。実際に事業活動維持費・一般管理費の要求・査定プロセス及び内部評価における研究費の要求・評価プロセスに適用してその有用性を実証した。</li> </ul>	
<p><b>4. 業務の効率化</b></p>	<p><b>4. 業務の効率化</b>                  運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1%以上の効率化を達成する。</p> <p>総人件費については、政府の方針に従い、必要な措置を講じる。その際、給与水準については、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」（平成25年12月24日閣議決定）を踏まえ、検証を行った上</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一般管理費及び事業費の合計について、1.1%以上の効率化を達成したか。</li> <li>総人件費について、必要な措置を講じたか。</li> <li>給与水準について、適切性を検証し、必要に応じて適正化を図ったか。</li> <li>給与水準の検証結果等を公表したか。</li> </ul> <p>&lt;指標&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一般管理費及び事業費の合計の効率化状況(%)</li> </ul>	<p><b>4. 業務の効率化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等(5.0億円(新規・拡充分9.0億円ー廃止プロジェクト等分4.0億円))は除外した上で、一般管理費及び事業費の合計について、1.1%以上の効率化を達成した。</li> </ul> <p>【運営費交付金算定式の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>当年度運営費交付金＝(前年度当初予算額(※1)＋前年度自己収入(※2)－廃止プロジェクト等(※3))×効率化係数＋新規・拡充－当年度自己収入(※4)</li> </ul> <p>令和4年度 28,253,965千円＝( 28,072,047 + 148,922 - 394,293 )× 0.989 + 897,197 - 163,814</p> <p>※1:令和3年度予算額                  ※2:令和3年度自己収入(148,922)＝令和2年度自己収入実績額(135,384)×1.1(調整係数)                  ※3:令和3年度で終了した委託研究                  ※4:令和4年度自己収入(163,814)＝令和3年度自己収入(148,922)×1.1(調整係数)                  ※自己収入・・・知財許諾に伴う実施料(ランニングロイヤリティ、一時金、年間利用料等)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>総人件費については、政府と同様に、国家公務員の給与体系に準拠した給与制度維持のため、各年度において、人事院勧告等に基づく国家公務員給与の改定を法人の給与に反映している。</li> <li>令和4年度についても同様に、国家公務員の給与水準を考慮しつつ、機構全体の給与水準を検証し、給与水準の検証結果や適正な給与水準の維持の取組状況について、国民の理解が</li> </ul>	<p><b>4. 業務の効率化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一般管理費及び事業費の合計については、毎年度平均で1.1%の効率化となり、計画を達成した。</li> </ul> <p>以上のように、業務の効率化について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>

	<p>で、適正な水準を維持するとともに、その検証結果や取組状況を公表する。</p>		<p>得られるよう「国立研究開発法人情報通信研究機構の役職員の報酬・給与等」として機構Webサイトで公表した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>令和4年度法人の給与水準(ラスパイレス指数) (研究職員(234人)) 対国家公務員(研究職) 99.9 (対前年比 ±0ポイント) (事務・技術職員(94人)) 対国家公務員(行政職(一)) 106.1 (対前年比 ▲0.9ポイント)</li> </ul>	
<p><b>5. 組織体制の見直し</b></p>	<p><b>5. 組織体制の見直し</b></p> <p>研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上を実現するため、機構の本部・各拠点における研究等の組織体制の見直しを不断に行う。組織体制の見直しに際しては、研究開発成果を最大化するための機能に係る組織の役割及びマネジメント体制を明確化することで効率的・効果的な組織運営を実現する。さらに、恒久的な基金である情報通信研究開発基金の設置に際しても、基金の適正な管理・運用に一層努めるとともに、研究開発成果を最大化するための体制整備を行う。</p> <p>また、オープンイノベーション創出に向けて産学官連携の強化を促進するため、分野横断的な取組や外部との連携が必要な研究開発課題に対しては、機動的に研究課題の設定や研究推進体制の整備を行う。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>機構の本部・各拠点における研究等の組織体制の見直しを不断に行い、効率的・効果的な組織運営を実現したか。</li> <li>恒久的な基金である情報通信研究開発基金の適正な管理・運用に努めるとともに、研究開発成果を最大化するための体制整備を行ったか。</li> <li>分野横断的な取組や外部との連携が必要な研究開発課題に対して、機動的に研究課題の設定や</li> </ul>	<p><b>5. 組織体制の見直し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>効率的・効果的な組織運営の実現については、経営資源(人材、予算、施設、設備)と成果(研究成果、知財)を見える化し、より機動的・戦略的な組織運営を可能とすることを目的として、機構内の全ての研究プロジェクトを抽出する大規模な調査を実施するとともに、これらを組織、中長期計画、財源を含む新プロジェクトコード体系で表現することによって、経営判断に活用可能な統計値や時系列データを速やかに提示できるシステムの礎を築いた。</li> <li>情報通信研究開発基金を活用した革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業では、社会実装・海外展開を目指した研究開発への助成の実施のため、オープンイノベーション推進本部総合プロデュースオフィス内に、新たに「革新的情報通信技術開発推進室」を設置する規程類を整備した。</li> <li>研究推進体制の整備については、ICT研究と人を対象とする生命科学・医学系研究の領域が重なりつつある状況を鑑み、リスクを適切に緩和しながら研究領域を拡大し、より多くの研究成果を創出するとともに、これらの成果の社会実装を促進させるよう、機構職員が人を対象とする生命科学・医学系研究に貢献するICT研究を適正に実施する体制の整備に向け、規程類を整備した。さらに、研究コンプライアンスの重要性と研究倫理への意識の高まりを鑑み、人を対象とする生命科学・医学系研究を含む委託研究に対する監督責任を果たすために、当該研究の有無を申告する様式の策定や実施機関の適正性を審査するた</li> </ul>	<p><b>5. 組織体制の見直し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>効率的・効果的な組織運営の実現については、経営資源(人材、予算、施設、設備)と成果(研究成果、知財)を見える化し、より機動的・戦略的な組織運営を可能とすることを目的として、機構内の全ての研究プロジェクトを抽出する大規模な調査によって、組織、中長期計画、財源を含む新プロジェクトコード体系で表現し、経営判断に活用可能な統計値や時系列データを速やかに提示できる経営管理システムの礎を築いた。</li> </ul> <p>以上のように、組織体制の見直しについて、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>

		研究推進体制の整備を行ったか。	めの規程類を整備した。	
--	--	-----------------	-------------	--

<課題と対応>

【令和3年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

(課題)

定常業務の効率化とともに、補正等による予算急増に対しては、その執行の質を低下させないためには、弾力的で適切な人的配置(増を含む)が必要であると思われる。引き続き、配慮をお願いしたい。

(対応)

補正予算の執行にあたっては、増員も含めた適切な要員配置を行い、定常業務の効率化とともに業務運営の質を維持しています。

(課題)

人的リソースや予算の制約の中で、効果的な資源投入を行っている。定常業務の効率化と共に、補正等に関する予算急増に対してはその執行の質を低下させないため、弾力的で適切な人員配置が必要であると思われる。引き続き配慮をお願いしたい。

(対応)

人的リソースや予算の制約はございますが、引き続き効果的・効率的な資源投入を行います。また、定常業務の効率化、補正予算等による予算急増に対しては、弾力的かつ適切な人員配置を行い、業務運営の質を維持しています。

(課題)

機構の業務は、法令等に従い適正に実施され、また、中長期目標の着実な達成に向け効果的かつ効率的に実施されていたものと認められる。業務運営の効率化に向けて、業務改革及びDXの推進の取組を更に進めていくことが望ましい。

(対応)

法令等を遵守し引き続き機構の業務を推進し、中長期目標の着実な達成に向け努めます。DXの推進による業務プロセス見直しやシステム更改等業務改革に取り組み、より一層の業務運営の効率化を図っています。

(課題)

業務運営への向き合い方については、従来のやり方の踏襲だけでなく、新しい状況への積極的な対応が望まれる。

(対応)

業務運営への取り組み方としては、業務引継ぎといった業務の基本部分を確保するとともに、外部環境の急変に対しては、発生しうる事態を事前に予測するようなマネジメントを進めるなど、新しい状況への積極的な対応をするように努めています。

**国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.9 財務内容の改善に関する事項)**

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	V. 財務内容の改善に関する事項		
当該項目の重要度、難易度		関連する政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ									
評価対象となる指標	達成目標	基準値等 (前中長期目標期間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	(参考情報) 当該年度までの累積 値等、必要な情報	

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績等、年度評価に係る自己評価									
中長期目標									
<b>V. 財務内容の改善に関する事項</b>									
<b>1. 一般勘定</b>									
<p>運営費交付金を充当して行う事業については、「IV 業務運営の効率化に関する事項」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金の適正な収入を見込んだ上で、中長期計画の予算及び収支計画を作成し、当該予算及び収支計画による運営を行うものとする。</p> <p>また、独立行政法人会計基準の改定(平成12年2月16日独立行政法人会計基準研究会策定、令和2年3月26日改訂)等により、運営費交付金の会計処理として、業務達成基準による収益が原則とされたことを踏まえ、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理する体制を構築する。</p> <p>その他、保有資産については不断の見直しを行うとともに有効活用を推進し、不要財産は国庫納付するものとする。</p>									
<b>2. 自己収入等の拡大</b>									
<p>「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」(平成25年12月24日閣議決定)において、「法人の増収意欲を増加させるため、自己収入の増加が見込まれる場合には、運営費交付金の要求時に、自己収入の増加見込額を充てて行う新規業務の経費を見込んで要求できるものとし、これにより、当該経費に充てる額を運営費交付金の要求額の算定に当たり減額しないこととする。」とされていることも踏まえ、保有する知的財産について、保有コストの適正化を図るとともに、技術移転活動の活性化による知的財産収入の増加や、競争的資金や資金受入型共同研究による外部資金等の増加に努めるものとする。その際、これまで収入が見込めなかった分野について、中長期目標期間の平均年間知的財産収入が前中長期目標期間よりも増加となることを目指すものとする。</p>									
<b>3. 基盤技術研究促進勘定</b>									
<p>民間基盤技術研究促進業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、既往の委託研究締結案件に関して、研究開発成果の事業化や売上等の状況把握を行い、収益納付・売上納付の回収を引き続き進めること、業務経費の低減化を進めることにより、繰越欠損金の着実な縮減に努めるものとする。</p>									

なお、償還期限を迎えた保有有価証券に係る政府出資金については、国庫納付を行うこととする。

#### 4. 債務保証勘定

各業務の実績を踏まえるとともに、信用基金の清算を着実に実施する。債務保証業務については、財務内容の健全性を確保するため、債務保証の決定に当たり、資金計画や担保の確保等について多角的な審査・分析を行い、保証範囲や保証料率については、リスクを勘案した適切な水準とするものとする。また、保証債務の代位弁済、利子補給金及び助成金交付の額は同基金の運用益及び剰余金の範囲内に抑えるように努めるものとする。なお、これらに併せて、信用基金を清算するまで運用益の最大化を図るものとする。

#### 5. 出資勘定

出資業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、引き続き業務経費の低減化に努めること、毎年度の決算、中間決算の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じて、必要があれば事業運営の改善を求めることにより、出資金の最大限の回収に努める。加えて、配当金の着実な受取に努めるなど、繰越欠損金の着実な縮減に努めるものとする。

### 中長期計画

#### Ⅲ 予算計画(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画

予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画については、次のとおりとする。

予算計画

収支計画

資金計画

##### 1. 一般勘定

運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅱ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとすべき措置」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金の適正な収入を見込んだ上で、中長期目標期間中の予算計画及び収支計画を作成し、当該予算計画及び収支計画による運営を行う。なお、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理し、目標と評価の単位である事業等のまとまりごとに、財務諸表にセグメント情報を開示する。また、事業等のまとまりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算書において説明する。

その他、保有資産については、不断の見直しを行うとともに有効活用を推進し、不要財産は国庫納付する。

##### 2. 自己収入等の拡大

「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」(平成25年12月24日閣議決定)において、「法人の増収意欲を増加させるため、自己収入の増加が見込まれる場合には、運営費交付金の要求時に、自己収入の増加見込額を充てて行う新規業務の経費を見込んで要求できるものとし、これにより、当該経費に充てる額を運営費交付金の要求額の算定に当たり減額しないこととする。」とされていることも踏まえ、保有する知的財産について、保有コストの適正化を図るとともに、技術移転活動の活性化による知的財産収入の増加や、競争的資金や資金受入型共同研究による外部資金等の増加に努めるものとする。その際、これまで収入が見込めなかった分野について、中長期目標期間の平均年間知的財産収入が前中長期目標期間よりも増加となることを目指すものとする。

##### 3. 基盤技術研究促進勘定

民間基盤技術研究促進業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、既往の委託研究締結案件に関して、研究開発成果の事業化や売上等の状況把握を行い、収益納付・売上納付の回収を引き続き進めること、業務経費の低減化を進めることにより、繰越欠損金の着実な縮減に努める。

基盤技術研究促進勘定において、令和2年度末に償還期限を迎えた保有有価証券に係る政府出資金15億円については、令和3年度第1四半期中を目処として国庫納付する。

#### 4. 債務保証勘定

各業務の実績を踏まえ基金を適正に運用するとともに、信用基金の清算を着実に実施する。

債務保証業務については、財務内容の健全性を確保するため、債務保証の決定に当たり、資金計画や担保の確保等について多角的な審査・分析を行い、保証範囲や保証

料率については、リスクを勘案した適切な水準とする。

また、保証債務の代位弁済、利子補給金及び助成金交付の額は同基金の運用益及び剰余金の範囲内に抑えるように努める。

これらに併せて、信用基金を清算するまで運用益の最大化を図る。

なお、信用基金については、令和3年度末の債務保証業務終了後、清算する。

**5. 出資勘定**

出資業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、引き続き業務経費の低減化に努めること、毎年度の決算、中間決算の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じて、必要があれば事業運営の改善を求めることにより、出資金の最大限の回収に努める。加えて、配当金の着実な受取に努める等、繰越欠損金の着実な縮減に努める。

**IV 短期借入金の限度額**

年度当初における国からの運営費交付金の受入れが最大限3ヶ月遅延した場合における機構職員への人件費の遅配及び機構の事業費支払い遅延を回避するため、短期借入金を借り入れることができることとし、その限度額を29億円とする。

**V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画**

別表4に掲げる基盤技術研究促進勘定における不要財産及び鹿島宇宙技術センターの一部について、国庫納付を行う。

**VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画**

なし。

**VII 剰余金の使途**

- 1 重点的に実施すべき研究開発に係る経費
- 2 広報や成果発表、成果展示等に係る経費
- 3 知的財産管理、技術移転促進等に係る経費
- 4 職場環境改善等に係る経費
- 5 施設の新営、増改築及び改修等に係る経費

中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価指標	法人の業務実績等	自己評価	
III 予算計画(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画	III 予算計画(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画 予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画については、次のとおりとする。  予算計画			評価	B
				予算計画、収支計画及び資金計画に基づき、以下のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評価を「B」とした。	

<p>1. 一般勘定</p>	<p>収支計画 資金計画</p> <p>1. 一般勘定</p> <p>運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅱ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金の適正な収入を見込んだ上で、年度の予算計画及び収支計画を作成し、当該予算計画及び収支計画による運営を行う。なお、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理し、目標と評価の単位である事業等のまとまりごとに、財務諸表にセグメント情報を開示する。また、事業等のまとまりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算書において説明する。</p> <p>その他、保有資産については、不断の見直しを行うとともに有効活用を推進し、不要財産は国庫納付する。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運営費交付金を充当して行う事業について、適切に、計画の予算及び収支計画を作成し、当該予算及び収支計画による運営を行ったか。</li> <li>収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理したか。</li> <li>事業等のまとまりごとに財務諸表にセグメント情報を開示し、また、予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算書にて説明したか。</li> <li>保有資産については不断の見直しを行うとともに有効活用を推進し、不要財産</li> </ul>	<p>1. 一般勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅱ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金については、令和3年度の実績等を勘案し、適正な収入を見込んだ上で、令和4年度予算計画を作成し、当該計画による運営を行った。なお、 イ: 特許料収入は、予算額130百万円(決算117百万円)であった。 ロ: 競争的資金等の外部資金を含んだ受託収入は、予算13,632百万円(決算18,098百万円)であった。</li> <li>収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理し、目標と評価の単位である事業等のまとまりごとに、財務諸表にセグメント情報を開示している。また、事業等のまとまりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算報告書にて説明した。</li> <li>施設・設備等保有資産については、棚卸等により不断の見直しを行い、引き続き有効活用を推進している。また、国庫納付については、「Ⅴ 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画」に記載した。</li> </ul>	<p>1. 一般勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>補正などを含めた予算拡大の中で調達合理化、収支計画管理などを着実に実施している。</li> <li>運営費交付金を充当して行う事業については、効率化に関する目標について配慮し、外部資金の適正な収入を見込んだ上で、適切に予算計画等を作成し、これらの計画に基づく適切な運営を行った。</li> <li>収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理し、目標と評価の単位である事業等のまとまりごとに、財務諸表にセグメント情報を開示している。また、事業等のまとまりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算報告書にて説明した。</li> <li>施設・設備等保有資産については、棚卸等により不断の見直しを行い、引き続き有効活用を推進している。また、国庫納付については、「Ⅴ 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画」に記載した。</li> </ul> <p>以上のように、一般勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
----------------	---	--	---	--



<p><b>2. 自己収入等の拡大</b></p>	<p><b>2. 自己収入等の拡大</b></p> <p>機構が創出・保有する知的財産の活用により知的財産収入の増大に取り組む。また、競争的資金等の外部資金のより一層の獲得のため、公募情報の周知、不正の防止、着実な事務処理とその迅速化に努める。資金受入型共同研究について、研究部門の参考となるミニセミナーを機構内で開催するなど、拡大に向けて取り組む。</p>	<p>は国庫納付したか。</p> <p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>知的財産の活用により知的財産収入の増加を図ったか。</li> <li>競争的資金等の外部資金の増加に努めたか。</li> <li>資金受入型共同研究の拡大を図ったか。</li> </ul>	<p><b>2. 自己収入等の拡大</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>知的財産の活用による知財収入の増大に向けて、技術移転推進担当者と研究所・研究者及び関連部署が連携して企業に対する技術シーズ情報の発信や技術移転契約の交渉を進め、知的財産の活用促進を図った。具体的には、JST との共催による NICT 新技術説明会の開催、Interop TOKYO 2022(6月15日-17日@幕張)及び CEATEC2022(10月18日-21日@幕張)への参加、社会実装の促進に取り組む機構内の複数部署が連携した研究成果展開サポートグループとしての活動(研究者向けのワンストップ相談会等)、Web を活用した情報発信等に取り組んだ。なお、令和4年度の、新規技術移転契約件数は21件、技術移転契約件数は135件、技術移転収入は117,854千円であった。今後、更に保有する知的財産の産業界などへの情報発信を積極的に行い一層効果的な知的財産の活用を図っていく。</li> <li>受託研究・研究助成金などの外部資金では、9,744 百万円を獲得した。外部資金の増加に向けては、外部資金獲得に関する説明会や科研費説明会の開催、「外部資金獲得推進制度」による追加資金の配分などに取り組んだ。</li> <li>また資金受入型共同研究においても204百万円の資金を獲得した。資金受入型共同研究の拡大に向けては、受入資金が小規模であっても研究者還元がされるようインセンティブ制度を見直し、その対象を拡大した。また、新たな施策の周知と研究所事例等のトピック的なテーマを機構内に紹介・共有するセミナーを継続・拡大(令和4年8月及び令和5年2月)する等、機構内の事例の把握・蓄積・共有に取り組んだ。</li> </ul>	<p><b>2. 自己収入等の拡大</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>知財収入の増大に向けて、技術移転推進担当者と研究所・研究者および関連部署が連携して企業に対する技術シーズ情報の発信や技術移転契約の交渉を着実に進め、知的財産の活用促進を図った。</li> <li>外部資金獲得のための説明会の実施、制度の充実等、外部資金増加のための取組を着実に実施した。</li> </ul> <p>以上のように、自己収入等の拡大について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
<p><b>3. 基盤技術研究促進勘定</b></p>	<p><b>3. 基盤技術研究促進勘定</b></p> <p>民間基盤技術研究促進業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表する。また、既往の委託研究締結案件に関して、研究開発</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>業務経費の低減化を図るとともに、繰越欠損金の着実な縮減に努めたか。</li> </ul>	<p><b>3. 基盤技術研究促進勘定</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析するため、今年度においても過去の委託研究における売上納付の計画額と実績額に乖離が生じている理由について事実関係の調査を実施した。調査の結果については、事業化断念、売上低迷・減少及び事業継続断念が乖離の生じた理由で有ると分析するとともに当機構のHPに掲載した。</li> <li>既往の委託研究締結案件に関して、研究成果の事業化や売上</li> </ul>	<p><b>3. 基盤技術研究促進勘定</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>書面調査やヒアリングを実施し収益納付・売上納付の回収を進めたほか、業務経費の低減により繰越欠損金を着実に縮減した。</li> </ul> <p>以上のように、基盤技術研究促進勘定について、年度計画に沿って</p>

	<p>成果の事業化や売上等の状況把握を行い、収益納付・売上納付の回収を引き続き進めること、業務経費の低減化を進めることにより、繰越欠損金の着実な縮減に努める。</p>		<p>等の状況把握を行うため、年度当初に策定した「民間基盤技術研究促進業務における売上(収益)納付金回収のための実施方針」に基づき、書面調査やヒアリングを実施し、収益納付・売上納付として16百万円を回収し、併せて業務経費の低減を進めたことにより繰越欠損金を8百万円縮減した。</p>	<p>業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
<p><b>4. 債務保証勘定</b></p>	<p><b>4. 債務保証勘定</b> 各業務の実績を踏まえ基金を適正に運用するとともに、信用基金の清算を着実に実施する。 また、信用基金を清算するまで運用益の最大化を図る。 なお、信用基金については、関係省庁との協議の結果を踏まえ、清算に向けた手続きに取り掛かる。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt; ・基金を適正に運用するとともに、信用基金の清算を着実に実施したか。 ・信用基金の運用益の最大化を図ったか。</p>	<p><b>4. 債務保証勘定</b> ・令和3年度の利益剰余金 2.0 億円に加えて、56.2 億円の信用基金を維持した。 ・可能な限り有利な利率で運用した。 ・信用基金については、関係省庁との協議の結果を踏まえ、現行法上手続きがある出資金について清算に向けた手続きに着手し、出資金の払戻に係る総務省及び財務省からの認可を受けて出資者に催告を行った。</p>	<p><b>4. 債務保証勘定</b> ・信用基金の規模を維持し、運用の適正化を図るとともに、信用基金を清算するまで運用益の最大化を図った。 ・信用基金については、関係省庁との協議の結果を踏まえ、清算に向けた手続きに着手した。</p> <p>以上のように、債務保証勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
<p><b>5. 出資勘定</b></p>	<p><b>5. 出資勘定</b> 出資業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、引き続き業務経費の低減化に努めること、毎年度の決算、中間決算の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じて、必要があれば事業運営の改善を求めることにより、出資金の最大限の回収に努める。加えて、配当金の着実な受取に努める等、繰越欠損金の着実な縮減に努める。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt; ・業務経費の低減化を図るとともに、出資金の最大限の回収に努めたか。</p>	<p><b>5. 出資勘定</b> ・これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析するため、今年度においても引き続き調査を実施した。 ・調査の結果については、リスクの高い創業・スタートアップ段階の情報通信ベンチャー等への出資であったが、一定の民間投資を呼び込むとともに、先進的なサービスの実用化等を実現する効果が見られたと分析し、当機構 HP に掲載した。 ・旧通信・放送機構が直接出資し機構が承継した法人のうち、株式保有中の2社については、年度決算や中間決算の報告等を通じて事業運営の改善を求めることによって、今期においても1社は黒字を確保した。他の1社については、新型コロナウイルス感染症の影響もあり引き続き赤字となったが、資金は十分に保有されているため問題はない。 ・さらに、うち1社は、令和3年度決算を踏まえ、株式配当の要請に向けた協議を行ったが、合意に至らなかった。また、出資により取得した株式がその取得価格以上の適正な価格で処分し得ると見込まれる企業に対しては、株式処分に関する協議を進</p>	<p><b>5. 出資勘定</b> ・これまでの事業の実施状況に関して調査を実施し、結果については今後の対応等と併せ、当機構HPに掲載した。 ・出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じては、株式配当の実施を求めするなど繰越欠損金の縮減に努めた。</p> <p>以上のように、出資勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>

<p><b>IV 短期借入金 の限度額</b></p>	<p><b>IV 短期借入金の限度額</b></p> <p>年度当初における国からの運営費交付金の受入れが最大限3ヶ月遅延した場合における機構職員への人件費の遅配及び機構の事業費支払い遅延を回避するため、短期借入金を借り入れることができることとし、その限度額を29億円とする。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>短期借入金について、借入があった場合、借り入れ理由や借入額等は適切なものと認められるか。</li> </ul>	<p>めたが、合意に至らず株式処分を見送った。</p> <p><b>IV 短期借入金の限度額</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>該当なし。</li> </ul>	<p><b>IV 短期借入金の限度額</b></p> <p>短期借入金の借入はなかった。</p>						
<p><b>V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画</b></p>	<p><b>V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画</b></p> <p>別表4に掲げる鹿島宇宙技術センターの一部国庫納付に向け、地歴調査及び既存施設撤去のための調査を継続し、撤去・解体作業に着手する。 (別表4)</p> <table border="1" data-bbox="331 983 678 1305"> <thead> <tr> <th data-bbox="331 983 454 1118">不要財産と認められる 具体の 財産</th> <th data-bbox="454 983 566 1118">処分時期</th> <th data-bbox="566 983 678 1118">納付方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="331 1118 454 1305">鹿島宇宙技術センターの一部(土地、建物及び工作物)</td> <td data-bbox="454 1118 566 1305">令和5年度以降</td> <td data-bbox="566 1118 678 1305">土地、建物及び工作物(現物納付)</td> </tr> </tbody> </table>	不要財産と認められる 具体の 財産	処分時期	納付方法	鹿島宇宙技術センターの一部(土地、建物及び工作物)	令和5年度以降	土地、建物及び工作物(現物納付)	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>不要資産について、適切に対応を行ったか。</li> </ul>	<p><b>V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鹿島宇宙技術センターの一部国庫納付に向け、地歴調査及び既存施設撤去のための調査を継続した。</li> <li>撤去・解体作業に必要となる工事の設計を実施するなどし、撤去・解体作業に着手した。</li> </ul>	<p><b>V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鹿島宇宙技術センターについて、撤去・解体作業に必要となる工事の設計を完了するなどし、撤去・解体作業に着手した。</li> </ul>
不要財産と認められる 具体の 財産	処分時期	納付方法								
鹿島宇宙技術センターの一部(土地、建物及び工作物)	令和5年度以降	土地、建物及び工作物(現物納付)								
<p><b>VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保</b></p>	<p><b>VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画</b></p>	<p>—</p>	<p><b>VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画</b></p>	<p><b>VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画</b></p>						

<p>に供しようとするときは、その計画</p>	<p>なし。</p>		<p>• 該当なし。</p>	<p>なし。</p>
<p><b>Ⅶ 剰余金の使途</b></p>	<p><b>Ⅶ 剰余金の使途</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 重点的に実施すべき研究開発に係る経費</li> <li>2 広報や成果発表、成果展示等に係る経費</li> <li>3 知的財産管理、技術移転促進等に係る経費</li> <li>4 職場環境改善等に係る経費</li> <li>5 施設の新営、増改築及び改修等に係る経費</li> </ol>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 剰余金が発生したときは、利益または損失について適切に処理されたか。</li> </ul>	<p><b>Ⅶ 剰余金の使途</b></p> <p>• 該当なし。</p>	<p><b>Ⅶ 剰余金の使途</b></p> <p>なし。</p>

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 令和4年度の業務実績に関する項目別自己評価書(No.10 その他業務運営に関する重要事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	VI. その他業務運営に関する重要事項		
当該項目の重要度、難易度		関連する政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート ****

2. 主要な経年データ									
評価対象となる指標	達成目標	基準値等 (前中長期目標期間最終年度値)	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な情報	
研究成果に関する報道発表の掲載率	100%	100%	100%	100%					

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績等、年度評価に係る自己評価	
中長期目標	
<b>VI. その他業務運営に関する重要事項</b>	
<b>1. 人事制度の強化</b> テニュアトラック制度の推進、給与や研究環境を含めた処遇面の改善など、若手や競争の激しい研究分野の研究者の確保に資するよう、魅力ある制度を充実させるとともに、民間等で事業経験のある研究支援人材を確保するものとする。また、多様なキャリア形成に向けた組織内外の人事交流を行うとともに、人材交流等による体制の強化に向けた人材育成を行うものとする。さらに組織に変化をもたらす人材の流動化を促進するため、実施可能なスキームを最大限活用し、諸外国の人材含め国研・大学・民間企業間でより積極的な人材交流を行うものとする。 なお、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」第24条に基づき策定された「人材活用等に関する方針」にも留意する。	
<b>2. 研究開発成果の積極的な情報発信</b> 研究開発成果の科学的・技術的・社会的意義、学術論文、保有する知的財産、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を積極的に行うことで、NICTの役割(ミッション)や研究開発成果を外部にアピールしていくものとする。 また、NICTの研究開発成果の普及や社会実装を推進するためには、上記の情報発信が受け手に十分に届けられることが必要であることから、広報業務の強化に向けた取組を行うものとする。この場合、報道発表数等のアウトプットに加えて、当該アウトプットの効果としてのアウトカムとして新聞・雑誌・Web等の媒体での紹介や反響等の最大化を目指した取組を行うものとする。	
<b>3. 情報セキュリティ対策の推進</b> 政府の情報セキュリティ対策における方針及び実際のサイバー攻撃の実態を踏まえ、情報システムや重要情報への不正アクセスに対して十分な対策を講じるとともに、サイバーセキュリティ基本法(平成26年法律第104号)に基づき、情報セキュリティポリシーの強化等により情報セキュリティ対策を講ずるものとする。さらに、情報セキュリティポリ	

シーを不断に見直すことで対策強化を図るものとする。

#### 4. コンプライアンスの確保

理事長の指揮の下、職員の規律の確保、適切かつ効率的な予算執行を含む NICT における業務全般の適正性確保に向け、厳正かつ着実にコンプライアンス業務を推進する。

特に、研究不正の防止に向けた取組については、「情報通信分野における研究上の不正行為への対応指針(第3版)」(平成 27 年 4 月 21 日)に従って、適切に取り組むものとする。

#### 5. 内部統制に係る体制の整備

内部統制については、法人の長によるマネジメントを強化するための有効な手段の一つであることから、「独立行政法人の業務の適正を確保するための体制等の整備」(平成 26 年 11 月 28 日付け総務省行政管理局長通知)等で通知された事項を参考にしつつ、必要な取組を推進するものとする。

#### 6. 情報公開の推進等

NICT の適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、適切かつ積極的に情報を公開するとともに、個人情報適切に保護するものとする。具体的には、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律(平成 13 年法律第 140 号)及び個人情報の保護に関する法律(平成 15 年法律第 57 号)に基づき、適切に対応するとともに、職員への周知徹底を図るものとする。

### 中長期計画

#### Ⅷ その他主務省令で定める業務運営に関する事項

##### 1. 施設及び設備に関する計画

中長期目標を達成するために必要な別表5に掲げる施設及び設備の効率的な維持・整備を適切に実施する。

##### 2. 人事に関する計画

##### 2-1. 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保

テニュアトラック制度の推進等により、若手研究者の成長機会を整備し、将来のICTを担う優秀な研究者を育成する。また、インターンシップやリサーチアシスタント等の制度を活用し、大学等との連携による先行的かつ効果的な人材発見と育成を進める。

職員の雇用においては、オープンイノベーションの潮流を踏まえた多様な能力を融合した機構組織を実現するため、企業や大学での経験を評価した雇用を充実させる等、人材の流動化とダイバーシティの確保に努める。

##### 2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化

戦略的に重要な分野等において国内外で激化する人材確保競争に健全に対応していくため、それらの分野の研究者の戦略面の役割に応じた処遇・報酬と研究環境を実現させる制度を設計し実践する。また、機構の運営を含む各職務の役割を明確化し、それに応じた処遇と環境を実現してキャリアパスとその意味を明確にすることで、職員の意識の向上と能力発揮の最大化を図る。

##### 2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成

機構の若手を含む多様な職員が経験豊富なリーダーの下で実践を通じた能力の向上を目指していく実践的育成プロセスの充実を図る。

また、民間や大学等への出向、移籍、再雇用の柔軟化等、組織の境界を越えた人材の流動化によるダイバーシティの確保にも努める。

さらに、グローバルな視点を持つ優秀な人材を確保・育成するため、諸外国からの人材の確保、諸外国への人材の派遣による知見の拡大等を積極的に推進する。

##### 2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上

研究開発及び社会実装を円滑に推進する上で不可欠な研究支援人材を確保し、研究支援体制を整備する。さらに、業務をすすめる上で必要とされるスキルセットを整理し、研修を行う等、資質の向上に関する取組を行うとともに、研究支援人材の評価手法を確立してキャリアパスに反映させる等、人材の育成と層の深化を図る。

なお、上記については「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」(平成20年法律第63号)第24条に基づき策定する「人材活用等に関する方針」に留意する。

#### 3. 積立金の使途

「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている剰余金の使途に係る経費等に充当する。第4期中長期目標期間終了までに自己収入財源で取得し、第5期中長期目標期間に繰り越した固定資産の減価償却に要する費用に充当する。

第5期中長期目標期間において、債務保証勘定の業務に要する費用に充当する。

#### 4. 研究開発成果の積極的な情報発信

機構の研究開発成果の普及や社会実装に向けた活動を推進するために、機構の活動に対する関心や理解の促進につながる広報活動を積極的に実施する。

機構の活動が広く理解されるよう、最新の研究開発成果に関する報道発表、記者向け説明会の実施等、報道メディアに対する情報発信力を強化するとともに、メディアからの取材に積極的に対応する。また、ウェブページや広報誌等を活用して研究開発成果を分かりやすく伝える等、情報提供機会の充実を図る。

機構の施設の一般公開等を戦略的に行うことや、見学者の受入れ等を積極的に行うことで、ICT分野及び機構の業務への興味を喚起するとともに理解を深める機会を積極的に提供する。

さらに、研究開発成果の科学的・技術的・社会的意義、学術論文、保有する知的財産、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を積極的に行うことで、機構の役割や研究開発成果を外部にアピールする。

#### 5. 情報セキュリティ対策の推進

政府の情報セキュリティ対策における方針及び実際のサイバー攻撃の実態を踏まえ、CSIRT(Computer Security Incident Response Team:情報セキュリティインシデント対応チーム)の適切な運営を行うとともに、研修やシステムの統一的管理等を進めることで、セキュリティを確保した安全な情報システムを運用する。また、サイバーセキュリティ基本法に基づき、ガイドラインを適宜整備するとともに、情報セキュリティポリシーを不断に見直す等、機構のセキュリティの維持・強化に努める。また、機構のサイバーセキュリティ分野の先端的な研究開発成果の導入等により安全性を高めていく。

#### 6. コンプライアンスの確保

理事長の指揮の下、職員の規律の確保、適切かつ効率的な予算執行を含む機構における業務全般の適正性確保に向け、厳正かつ着実にコンプライアンス業務を推進する。

特に、研究不正の防止に向けた取組については、「情報通信分野における研究上の不正行為への対応指針(第3版)」(平成27年4月21日)に従って、適切に取り組む。

#### 7. 内部統制に係る体制の整備

内部統制については、法人の長によるマネジメントを強化するための有効な手段の一つであることから、「独立行政法人の業務の適正を確保するための体制等の整備」(平成26年11月28日付け総務省行政管理局長通知)等で通知された事項を参考にしつつ、必要な取組を推進する。

#### 8. 情報公開の推進等

機構の適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、適切かつ積極的に情報を公開するとともに、個人情報適切に保護する。具体的には、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律(平成13年法律第140号)及び個人情報の保護に関する法律(平成15年法律第57号)に基づき、適切に対応するとともに、職員への周知徹底を図る。

中長期計画 (小項目)	年度計画	主な評価指標	法人の業務実績等	自己評価	
				評価	B
Ⅷ その他主務省令で定める業務運営に関する事項	Ⅷ その他主務省令で定める業務運営に関する事項			評価	B その他主務省令で定める業務運営に関する事項については、年度計画に沿って以下のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評価を「B」とした。

<p><b>1. 施設及び設備に関する計画</b></p>	<p><b>1. 施設及び設備に関する計画</b></p> <p>中長期計画に基づき、別表5に掲げる本部及び各拠点における施設・設備の更新・改修、整備を実施する。</p> <p>(別表5)</p> <p>令和4年度施設及び設備に関する計画(一般勘定)</p> <table border="1" data-bbox="331 467 674 871"> <thead> <tr> <th>施設・設備の内訳</th> <th>予定額(百万円)</th> <th>財源</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Beyond 5G 共用研究施設・設備の整備、本部外壁防水改修・機械設備更新工事ほか</td> <td>※ 8,582</td> <td>運営費交付金 施設整備費補助金</td> </tr> </tbody> </table> <p>※令和4年度運営費交付金 350百万 令和4年度施設整備費補助金 90百万 令和3年度からの運営費交付金繰越分 301百万 令和3年度からの補正予算繰越分 3,270百万 令和2年度からの補正予算事故繰越分 4,571百万</p>	施設・設備の内訳	予定額(百万円)	財源	Beyond 5G 共用研究施設・設備の整備、本部外壁防水改修・機械設備更新工事ほか	※ 8,582	運営費交付金 施設整備費補助金	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施設及び設備の効率的な維持・整備を適切に実施したか。</li> </ul>	<p><b>1. 施設及び設備に関する計画</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中長期計画に基づき、本部及び各拠点における施設・設備の更新・改修・整備を下記のとおり執行した。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(単位:百万円)</p> <table border="1" data-bbox="947 320 1709 1445"> <thead> <tr> <th>件名</th> <th>執行額</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>令和4年度運営費交付金</b></td> <td><b>135</b></td> </tr> <tr> <td>本部外壁防水等改修工事(施設整備費補助金のうち交付金充当分)</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>本部南門門扉改修工事等</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>その他各所修繕工事</td> <td>77</td> </tr> <tr> <td><b>令和4年度施設整備費補助金</b></td> <td><b>88</b></td> </tr> <tr> <td>本部外壁防水等改修工事</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td><b>令和3年度からの運営費交付金繰越分</b></td> <td><b>292</b></td> </tr> <tr> <td>脳情報通信融合研究センター機械設備改修工事設計業務</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>レジリエント ICT 研究センター機械設備改修工事設計業務</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>レジリエント ICT 研究センター機械設備改修工事</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>鹿島宇宙技術センター機械設備更新工事</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>脳情報通信融合研究センター機械設備改修工事</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>本部舗装改修工事等</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td><b>令和3年度からの補正予算繰越分</b></td> <td><b>155</b></td> </tr> <tr> <td>未来 ICT 研究所 18 棟(旧クリーンルーム棟)改修工事設計業務( ICT デバイス開発環境整備)</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>イノベーションセンター移転改修工事他(サイバーセキュリティ演習環境の拡充)</td> <td>109</td> </tr> <tr> <td><b>令和2年度からの補正予算事故繰越分</b></td> <td><b>3,838</b></td> </tr> <tr> <td>B5G 電波暗室棟建築工事他(Beyond5G 共用研究施設・設備の整備)</td> <td>1,373</td> </tr> <tr> <td>演習用大規模計算機および解析基盤環境の構築、北陸 StarBED 技術センター発電機設備増設他(サイバーセキュリティ統合知的・人材育成基盤の構築)</td> <td>2,465</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>合計</b></td> <td><b>4,508</b></td> </tr> </tbody> </table>	件名	執行額	<b>令和4年度運営費交付金</b>	<b>135</b>	本部外壁防水等改修工事(施設整備費補助金のうち交付金充当分)	47	本部南門門扉改修工事等	10	その他各所修繕工事	77	<b>令和4年度施設整備費補助金</b>	<b>88</b>	本部外壁防水等改修工事	88	<b>令和3年度からの運営費交付金繰越分</b>	<b>292</b>	脳情報通信融合研究センター機械設備改修工事設計業務	4	レジリエント ICT 研究センター機械設備改修工事設計業務	3	レジリエント ICT 研究センター機械設備改修工事	65	鹿島宇宙技術センター機械設備更新工事	78	脳情報通信融合研究センター機械設備改修工事	72	本部舗装改修工事等	71	<b>令和3年度からの補正予算繰越分</b>	<b>155</b>	未来 ICT 研究所 18 棟(旧クリーンルーム棟)改修工事設計業務( ICT デバイス開発環境整備)	46	イノベーションセンター移転改修工事他(サイバーセキュリティ演習環境の拡充)	109	<b>令和2年度からの補正予算事故繰越分</b>	<b>3,838</b>	B5G 電波暗室棟建築工事他(Beyond5G 共用研究施設・設備の整備)	1,373	演習用大規模計算機および解析基盤環境の構築、北陸 StarBED 技術センター発電機設備増設他(サイバーセキュリティ統合知的・人材育成基盤の構築)	2,465	<b>合計</b>	<b>4,508</b>	<p><b>1. 施設及び設備に関する計画</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中長期修繕計画に基づき、施設及び設備の効率的な維持・整備のため、改修・更新工事を適切に実施した。</li> </ul>
施設・設備の内訳	予定額(百万円)	財源																																																		
Beyond 5G 共用研究施設・設備の整備、本部外壁防水改修・機械設備更新工事ほか	※ 8,582	運営費交付金 施設整備費補助金																																																		
件名	執行額																																																			
<b>令和4年度運営費交付金</b>	<b>135</b>																																																			
本部外壁防水等改修工事(施設整備費補助金のうち交付金充当分)	47																																																			
本部南門門扉改修工事等	10																																																			
その他各所修繕工事	77																																																			
<b>令和4年度施設整備費補助金</b>	<b>88</b>																																																			
本部外壁防水等改修工事	88																																																			
<b>令和3年度からの運営費交付金繰越分</b>	<b>292</b>																																																			
脳情報通信融合研究センター機械設備改修工事設計業務	4																																																			
レジリエント ICT 研究センター機械設備改修工事設計業務	3																																																			
レジリエント ICT 研究センター機械設備改修工事	65																																																			
鹿島宇宙技術センター機械設備更新工事	78																																																			
脳情報通信融合研究センター機械設備改修工事	72																																																			
本部舗装改修工事等	71																																																			
<b>令和3年度からの補正予算繰越分</b>	<b>155</b>																																																			
未来 ICT 研究所 18 棟(旧クリーンルーム棟)改修工事設計業務( ICT デバイス開発環境整備)	46																																																			
イノベーションセンター移転改修工事他(サイバーセキュリティ演習環境の拡充)	109																																																			
<b>令和2年度からの補正予算事故繰越分</b>	<b>3,838</b>																																																			
B5G 電波暗室棟建築工事他(Beyond5G 共用研究施設・設備の整備)	1,373																																																			
演習用大規模計算機および解析基盤環境の構築、北陸 StarBED 技術センター発電機設備増設他(サイバーセキュリティ統合知的・人材育成基盤の構築)	2,465																																																			
<b>合計</b>	<b>4,508</b>																																																			



			<p>注:計画額(8,582 百万円)と執行額(4,508 百万円)の差額(4,074 百万円)のうち、3,339 百万円は令和5年度に繰越して執行し、残り735 百万円は総務省へ減額して実績報告を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>繰越額の内訳:令和4年度運営費交付金繰越額 215 百万円(当初予算 350 百万円)、令和3年度からの運営費交付金繰越分 9 百万円(当初予算 301 百万円)、令和3年度からの補正予算繰越分 3,115 百万円(当初予算 3,270 百万円)。</li> <li>減額の内訳:令和4年度施設整備費補助金 2百万円(当初予算 90 百万円)、令和2年度からの補正予算事故繰越分 733 百万円(当初予算 4,571 百万円)。</li> </ul>	
<p>2. 人事に関する計画</p>	<p>2. 人事に関する計画</p>		<p>2. 人事に関する計画</p>	<p>2. 人事に関する計画</p>
<p>2-1. 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保</p>	<p>2-1. 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保</p> <p>テニュアトラック制度の推進等により、若手研究者の成長機会を整備し、将来のICTを担う優秀な研究者を育成する。また、インターンシップやリサーチアシスタント等の制度を活用し、大学等との連携による先行的かつ効果的な人材発見と育成を進める。</p> <p>職員の雇用においては、オープンイノベーションの潮流を踏まえた多様な能力を融合した機構組織を実現するため、企業や大学での経験を評価した雇用を充実させる等、人材の流動化とダイバーシティの確保に努める。</p> <p>研究職・研究技術職・総合職以外でのパーマネント職に対するニーズへの対応、人材の最適配置、現在の無期一般職の処遇改善等を目的に</p>	<p>&lt; 評価の視点 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>若手研究者の成長機会を整備し、将来のICTを担う優秀な研究者を育成したか。</li> <li>リサーチアシスタント等の制度を活用し、大学等との連携による先行的かつ効果的な人材発見と育成を進めたか。</li> <li>オープンイノベーションの潮流を踏まえた多様な能力を融合した機構組織を実現</li> </ul>	<p>2-1. 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>総合職に関しては、令和4年度は令和3年度に引き続き、新卒者採用活動と合わせて経験者採用活動を実施した。</li> <li>総合職新卒者採用活動に関しては、181 名の応募があり、9名を内定した。</li> <li>次年度総合職採用に向けた準備として、令和4年度中に就職ナビサイトを活用してインターンシップ(2回開催)・説明会(10 回程度予定)等を開催。また機構の外部公開を目的としたオープンハウスでのリクルートコーナー設置や、一部の大学における説明会においては、研究職・研究技術職志望の理系学生も対象に含めたプログラムを実施した。</li> <li>総合職経験者採用活動は、令和3年度から開始したところ、令和5年度採用に関しては、求人広告媒体への求人掲載だけでなく、求人広告媒体のスカウトメール機能を利用して積極的に勧誘活動を行った結果、305 名の応募があり5名を内定した(令和5年4月採用)。これまでの活動経験も踏まえ、令和6年度採用も引き続き、活動を継続予定である。</li> <li>研究職・研究技術職・総合職以外でのパーマネント職に対するニーズへの対応及び人材の最適配置を踏まえ、令和3年度に整備したパーマネント一般職制度に係る採用活動を行った。令和4年10月1日付けでパーマネント一般職 34 名を採用するとともに、9 名を内定した(令和5年4月採用)。</li> <li>女性総合職、女性研究者確保に向けたリクルートイベントを実施</li> </ul>	<p>2-1. 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>若手研究者が挑戦できる機会としてテニュアトラック制度を着実に推進した。</li> <li>若手人材を含む多様で優秀な人材の確保として、リサーチアシスタント制度、インターンシップ、総合職経験者採用活動を着実に運用した。</li> </ul>

	<p>令和3年度に創設したパーマネント一般職制度について、人材の確保に努める。</p>	<p>するため、企業や大学での経験を評価した雇用を充実させる等、人材の流動化とダイバーシティの確保に努めたか。</p>	<p>した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 先行的かつ効果的な人材発見と育成については若手研究者が挑戦できる機会としてテニュアトラック制度を推進し、令和4年度に新たに2名のテニュアトラック研究員を採用した。また、既存のテニュアトラック研究員のうち一定の成果を挙げた5名を令和4年度にパーマネント職員として採用した(令和5年度はテニュアトラック研究員1名をパーマネント職員として採用予定)。</li> <li>• リサーチアシスタント制度の活用については、サイバーセキュリティ分野や量子 ICT 分野等、優秀な若手人材 21 名を採用した。</li> <li>• インターンシップ制度の活用については、学生が研究就業体験を通じて研究者として挑戦するきっかけとなるよう令和2年度に制定した。令和4年度は 20 名受け入れた。</li> <li>• オープンイノベーションの潮流を踏まえた雇用については、研究成果の最大化を実現するための人材として、求める人材の専門性やミッションに応じてパーマネント職員(研究職、研究技術職及び総合職)及び有期雇用職員を採用したほか、民間企業等からも出向者(専門研究員・専門研究技術員・専門調査員)を受け入れた。具体的には、令和5年度新規採用予定者は、パーマネント研究職 12 名(うち女性2名)、パーマネント研究技術職 15 名(うち女性1名)、テニュアトラック研究員7名(うち女性2名)。</li> <li>• 令和4年度における新規出向者は1名である。</li> <li>• 優秀な人材の確保、イノベーションの創出、国際競争力の獲得等に資するダイバーシティの推進を進めるため、新たに「ダイバーシティ推進室」を設置する規程を整備した。</li> </ul>	
<p><b>2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化</b></p>	<p><b>2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化</b>                  戦略的に重要な分野等において国内外で激化する人材確保競争に健全に対応していくため、それらの分野の研究者の戦略面の役割に応じた処遇・報酬と研究環境を実現させる制度を設計し実践する。また、機構の運営を含む各職務の役割を明確化し、それに応じた処遇と環境を实</p>	<p>&lt; 評価の視点 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 戦略的に重要な分野等において、それらの分野の研究者の戦略面の役割に応じた処遇・報酬と研究環境を実現させる制度を設計し</li> </ul>	<p><b>2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 研究者の戦略面の役割に応じた処遇・報酬と研究環境を実現させる制度の設計及び実践については、「国の重要な政策目標の達成のために必要な研究開発課題」を指定し、当該課題の目標達成に不可欠な能力を有する者を特定研究員又は特定研究技術員に指定し、一定額の手当を支給する制度を設けているところであり、令和4年度末時点での指定者は2課題で41名であった。</li> <li>• 職員の意識の向上と能力発揮の最大化については、経営企画部等に若手から中堅層までの研究職・研究技術職の職員をプランニングマネージャーとして配置して機構全体のマネジメント業務にあたらせるなどにより、部署間の連携研究を意識した研究マ</li> </ul>	<p><b>2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「国の重要な政策目標の達成のために必要な研究開発課題」を指定するとともに、当該課題の目標達成に不可欠な能力を有する者を特定研究員又は特定研究技術員に指定し、一定額の手当を支給する制度を着実に運用した。令和4年度末の指定者は41名である。</li> <li>• 無期一般職や無期研究技術員</li> </ul>

	<p>現してキャリアパスとその意味を明確にすることで、職員の意識の向上と能力発揮の最大化を図る。</p>	<p>実践したか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構の運営を含む各職務の役割を明確化し、それに応じた処遇と環境を実現してキャリアパスとその意味を明確にすることで、職員の意識の向上と能力発揮の最大化を図ったか。</li> </ul>	<p>ネジメメント能力の向上に努めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 有期一般職(7名)、無期一般職(27名)及び無期研究技術員(3名)のパーマネント職への転換を促進し、職務の役割に応じた処遇と環境を実現してキャリアパスとその意味を明確にすることで、職員の意識の向上と能力発揮の最大化を図った。</li> </ul>	<p>のパーマネント職への転換を促進し、職務の役割に応じた処遇と環境を実現してキャリアパスとその意味を明確にすることで、職員の意識の向上と能力発揮の最大化を図った。</p>
<p><b>2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成</b></p>	<p><b>2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成</b></p> <p>機構の若手を含む多様な職員が経験豊富なリーダーのもとで実践を通じた能力の向上を目指していく実践的育成プロセスの充実を図る。</p> <p>また、民間や大学等への出向、移籍、再雇用の柔軟化等、組織の境界を越えた人材の流動化によるダイバーシティの確保にも努める。</p> <p>さらに、グローバルな視点を持つ優秀な人材を確保・育成するため、諸外国からの人材の確保、諸外国への人材の派遣による知見の拡大等を積極的に推進する。</p>	<p>&lt; 評価の視点 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 多様な職員が経験豊富なリーダーのもとで実践を通じた能力の向上を目指していく実践的育成プロセスの充実を図ったか。</li> <li>• 民間や大学等への出向、移籍、再雇用の柔軟化等、組織の境界を越えた人材の流動化によるダイバーシティの確保にも努めたか。</li> </ul>	<p><b>2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• マネジメメント能力の向上等のため階層別研修として管理監督者研修、中堅リーダー研修、主査・主任研修のほか、令和4年度から3～4年目の職員を対象とした、コア人材として求められる能力・資質の向上を目的としたフォローアップ研修を実施した。また、新人育成のためメンターとなる者の研修を実施する等各種研修を実施した。</li> <li>• 令和2年度に導入した人事評価制度(管理監督者による部下の育成指導の項目追加、評価結果の原則開示等)を引き続き実施し、経験豊富なリーダーのもとで実践的育成プロセスの充実を図った。</li> <li>• これまで新人育成のためのメンター制度を試行していたが、同制度の本格運用を実施するため、令和4年度にメンター制度に係る規程整備を行った。</li> <li>• IDI などの活動を通じて、研究職と総合職の協力体制の構築、連携を進めた。</li> <li>• 民間や大学等への出向、移籍、再雇用の柔軟化については、クロスアポイントメントによる人事交流を大学法人と行った(令和4年度の実績は3件(継続))。</li> <li>• ダイバーシティの確保については、女性職員の登用に努め、研究マネージャー1名をグループリーダーに、プランニングマネー</li> </ul>	<p><b>2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 国際人材派遣制度による総合職1名の派遣を開始したほか、令和5年度からの米国への総合職の派遣を検討し、決定した。</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>諸外国からの人材の確保、諸外国への人材の派遣による知見の拡大等を積極的に推進したか。</li> </ul>	<p>ャー1名を総括プランニングマネージャーに、研究マネージャー1名を管理職(プランニングマネージャー)に昇任させ、ダイバーシティの確保に努めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>諸外国への人材の派遣については、令和3年度の国際人材派遣制度で派遣を決定した、総合職1名の派遣を開始した。また、令和5年度からの米国への総合職1名の派遣を検討し、決定した。</li> </ul>	
<b>2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上</b>	<b>2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上</b> 研究開発及び社会実装を円滑に推進する上で不可欠な研究支援人材を確保し、研修の実施等、資質の向上に関する取組をはじめ、有効な研究支援体制のあり方及び研究支援人材の評価手法の検討を開始する。 なお、上記については「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」(平成20年法律第63号)第24条に基づき策定する「人材活用等に関する方針」に留意する。	< 評価の視点 > <ul style="list-style-type: none"> <li>研究支援人材を確保し、資質の向上に関する取組をはじめ、有効な研究支援体制のあり方及び研究支援人材の評価手法の検討を開始したか。</li> </ul>	<b>2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究支援人材の確保については、パーマネント総合職の経験者採用(中途採用)を進めるとともに、パーマネント研究技術職の採用を積極的に行った(令和5年度新規採用予定者 15名)。また、将来的な研究支援人材確保を目指し、インターンシップ生やリサーチアシスタントとして、知財等を学ぶ学生の受入れ(22名)、採用等を進めた。</li> <li>有効な研究支援体制のあり方については、プロジェクト企画から成果展開までを実践的な視点で推進し、プロジェクト運営をサポートする人材として、企業での製品の開発・展開等の経験が豊富な外部人材等を、イノベーションプロデューサーとして配置した。令和5年3月31日時点での配置数は32名であった。</li> <li>新規採用者から管理監督者まで、各階層に対して、求められる能力の習得や意識付けを行うための研修を実施し、資質の向上に努めた。</li> <li>研究支援人材の評価方法について、評価軸の検討を行った。</li> </ul>	<b>2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト企画から成果展開までを実践的な視点で推進し、プロジェクト運営をサポートする人材として、企業での製品の開発・展開等の経験が豊富な外部人材等を、イノベーションプロデューサーとして配置するなど、着実に推進した。</li> </ul> <p>以上のように、人材に関する計画について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
<b>3. 積立金の使途</b>	<b>3. 積立金の使途</b> 「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている剰余金の使途に係る経費等に充当する。第4期中長期目標期間終了までに自己収入財源で取得し、第5期中長期目標期間に繰り越した固定資産の減価償却に要する費用に充当する。 第5期中長期目標期間において、債務保証勘定の業	< 評価の視点 > <ul style="list-style-type: none"> <li>積立金は適切に処理されたか。</li> </ul>	<b>3. 積立金の使途</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>積立金は「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている経費等に充当している。</li> <li>第4期中長期目標期間終了までに自己収入財源で取得し、第5期中長期目標期間に繰り越した固定資産の減価償却に要する費用等 4.8 億円に充当した。</li> <li>債務保証勘定の業務に要する費用 0.15 億円に充当した。</li> </ul>	<b>3. 積立金の使途</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>積立金は「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている経費等に充当した。</li> </ul>

<p>4. 研究開発成果の積極的な情報発信</p>	<p>務に要する費用に充当する。</p> <p>4. 研究開発成果の積極的な情報発信</p> <p>機構の研究開発成果を普及させるとともに、機構の活動に対する関心や機構の役割が広く社会に認知されるよう、多様な手段を用いた広報活動を積極的に実施する。</p> <p>最新の研究開発成果等に関する報道発表、記者向け説明会等を個々の内容に応じ効果的に行い、報道メディアに対する情報発信</p>	<p>&lt; 評価の視点 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構の活動に対する関心や理解の促進につながる広報活動を積極的に実施したか。</li> <li>• 機構の役割や研究開発成果を外部にアピールしたか。</li> <li>• 研究開発成果の科学的・技術的・社会的意義、学術論文、保有する知的財産権、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を積極的に行ったか。</li> </ul>	<p>4. 研究開発成果の積極的な情報発信</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構の魅力を伝えるための PR ムービー『N のいる未来』を制作し、NICT channel にアップすると共に、若者(18歳～34歳)をターゲットに YouTube 広告で配信。機構の公式動画史上最多の年度内再生回数が 210 万回に達した。</li> <li>• 平成 29 年 7 月に掲載を開始した日刊工業新聞のコラム枠「情報通信研究機構 NICT 先端研究」は、第 241 回(令和 4 年 9 月)をもって 5 年におよぶ連載を終了した。毎週 1 回、機構の研究者とその研究内容が大きくコラム欄に掲載され、各研究所・センターの研究者紹介の PR に貢献した。</li> <li>• 広報誌「NICT NEWS」(英語版を含む)では、毎回ホットな分野を取り上げ、単独の研究分野の特集のみならず、組織を横断した機構全体の研究開発や取組を特集した。また、外部向けの視点をより重視し、トピックスページの一層の活用に努めた(直近のプレス記事、受賞者紹介など)。「NICT NEWS」英語版は、引き続きウェブ公開版にて発行した。</li> <li>• 技術情報誌「研究報告」を 2 回発行した。</li> <li>• 年間の活動報告を取りまとめた年報を適切な時期に発行した(電子ブック及び PDF)。</li> <li>• 海外向けに、より幅広い機構の研究活動等の情報発信の強化となるよう、英文機関誌「NICT REPORT」(年 1 回発行、電子ブック及び PDF)を令和 5 年 1 月 16 日に発行した。機構の研究成果・活動紹介・Research Highlights・Researchers をはじめ、マガジ的な要素である海外拠点の紹介など、機構を幅広くアピールした。</li> <li>• 刊行物については、掲載と同時に機構公式ツイッターへ投稿(日・英)し、引き続き周知に努めた。また、「NICT REPORT」については、広報誌「NICT NEWS」英語版の配信先に「NICT REPORT」の発行について周知するとともに、海外に向けアピールすべく、前年度に引き続き冊子版を発行し、フライヤー、URL・QR コード付カードについても令和 3 年度と同様に作成した。</li> <li>• 研究成果に関する報道発表(29 件)に対する新聞掲載率は前年度に引き続き 100%となった。</li> <li>• 報道関係者と日頃から良好な関係を維持し、取材時は広報部がコミュニケーターとして主導的に対応した。報道発表だけでなく、記者への個別説明を積極的にアレンジし、メディアからの取材依</li> </ul>	<p>4. 研究開発成果の積極的な情報発信</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NICT オープンハウスの企画、CEATEC などコロナ禍でのイベント対応が適切に行われたとともに、より積極的な姿勢で NICT ブランドの強化に取り組んだ。</li> <li>• SNS、テレビや新聞の活用に加え、PR ムービーの制作とその若者向け配信など、機構の知名度・理解度・関心度を高めるための“攻めの広報”に取り組み、高い注目を得ることができた。</li> <li>• 独立行政法人工業所有権情報・研修館(INPIT)の開放特許データベースに機構が保有する特許情報を掲載し発信した。</li> </ul> <p>以上のように、研究開発成果の積極的な情報発信について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
---------------------------	---	---	--	--

力を強化する。また、TVや新聞、雑誌等からの取材への対応を積極的に行い、幅広く機構の紹介に努める。

- 機構のWebサイトについて、最新の情報が分かりやすく掲載されるように努めるとともに、Webサイトの利便性や利活用性の更なる向上に向けて継続的に改善を進める。

頼、問合せや相談などには丁寧かつ迅速に対応した。コロナ禍において、引き続き、オンラインの利便性を活かして積極的にオンラインによる取材対応を行っている。従来、電話取材だけで済ませざるを得なかった地方の研究者への取材などについても、積極的にオンライン取材の調整を行い、資料を見ながら研究者が説明を行うことができることにより、紙面の獲得に至っている。

- 報道発表に関する事故を防止するための「チェックシート」により、コンプライアンスを強化することができた。また、発表概要をまとめた「報道発表の起案前確認シート」により、タイトルや内容について、報道室で担当部署と調整して分かりやすく手直しし、メディアに取り上げられるようアピールした。
- 報道発表に際しては、毎回、担当部署と詳細な打合せをオンラインで行い、より分かりやすい報道発表資料の作成に努めた。報道発表資料においては実担当者名を前面に出すように取り組んだ。その結果、研究開発成果等に関する報道発表を55件実施した。
- また、海外への発信が効果的な案件については、英文による報道発表を9件行うとともに、米国科学振興協会(AAAS)が提供するオンラインサービスを使って投稿するなどPRに努めたところ、海外メディアに速報として掲載された。
- 様々な媒体への発信に取り組んだことや研究成果の効果的なアピールにより、報道メディアからは多くの取材要望があり、取材対応件数は325件となった。
- 雑誌掲載については、一般業界誌から小中学生向けの雑誌まで幅広い層を対象に掲載された。
- 記者からの取材依頼や電話問合せに、迅速で、きめ細やかな対応を行った結果、新聞掲載は1,016件、TV/ラジオ等放送が128件、雑誌掲載が308件、Web掲載が11,244件となった(広報部把握分)。新聞の1面掲載は大手一般紙39件を含み145件あった。
- 機構Webサイトについて、令和3年度に刷新した新CMSテンプレートに基づき日本語版、英語版の更新を継続した。報道発表(56件)、お知らせ(160件:うち97件がコロナ感染)、イベント(38件)などを掲載した。機構運営Webサイトの総アクセス数は約8,010万PVであった。
- 令和4年度外部web等改善WGの中で「外部webにおけるVI統一に関して」「SNSの効果的な活用に関して」「解析ソフトの刷新

- Webサイト、広報誌、SNS等により研究開発成果を国内外に向けて分かりやすく伝えとともに、より魅力的な発信となるように内容等の充実化に努める。
- 最新の研究内容や成果を総合的に紹介するオープンハウス（一般公開）を開催するとともに、研究開発戦略に適した展示会に出展することにより、さまざまな業種との連携促進を意識した情報発信を図るとともに、若い世代への理解を深める機会を提供する。
- 見学等の受け入れ、地域に親しまれるイベントの開催・出展、科学館等との連携等、幅広いアウトリーチ活動を実施する。

（GA の導入）に関して「アクセシビリティの向上に関して」の4つのテーマを議論した。令和5年度のより効果的な外部 web 等の活用に向け準備を推進した。

- Twitter、Facebook、Instagram に、報道発表/イベント情報/お知らせ掲載などを発信した。特に Twitter に注力し、閲覧数向上の効果を出した(昨年度比約7倍の閲覧数)。
- 令和4年6月24日と25日、オープンハウス2022を『ニューノーマル社会における「新たなつながり」の創出』と題して、3年ぶりとなるリアル会場での開催とオンライン会場を合わせた、初のハイブリッド形式で開催、2日間でリアル会場366名（事前申し込みによる定員制）、オンライン会場 延べ1,044名（事前登録制）が来場した。  
リアル会場では、基調講演、特別講演、技術展示（展示数70件）を、オンライン会場では、プレゼンテーションタイム（2日間で発表22件、延べ1,668名参加）、リクルートコーナー（2日間で約50名参加）、探検ツアー（コンテンツ公開）、トークライブを行った。  
また、各拠点の施設公開は、COVID-19のため、開催中止（鹿島）、あるいはハイブリッド（神戸、けいはんな、仙台、沖縄）での開催となった。
- 展示会 GEATEC（Combined Exhibition of Advanced Technologies）は、3年ぶりの幕張メッセでのリアル開催となった。幕張メッセ会場は「トータルソリューションエリア」に出展し、令和4年10月18日から21日までの4日間の会期中、4,985名（対前回リアル開催比約25%増、GEATEC全体の総来場者数は81,612名で同比約40%減）となった。なお、スタートアップ&ユニバーシティエリアブースに出展したアルム株式会社が「デジタル大臣賞」を受賞した。
- 機構の活動内容を深く理解してもらうため、人数制限や換気などCOVID-19の感染防止策を講じながら、VIPの視察、学生や社会人等の見学を受け入れた。視察・見学者は小金井本部で1,385名を受け入れ、そのうち、74名をオンライン対応した。また、展示室としての総来場者数は2,610名であった。
- 神奈川県横浜市にあるはまぎんこども宇宙科学館の企画「わくわく研究所見学ツアー」にコンテンツ協力。宇宙環境研究室、時

- 研究開発成果の科学的・技術的・社会的意義、学術論文、保有する知的財産、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を積極的に行う。

空標準研究室にそれぞれ協力いただき、「宇宙天気とは？(令和5年1月28日)」「日本標準時って？(令和5年2月18日)」というテーマで小学校低学年向けのライブ配信を実施した。また、千葉県立現代産業科学館で平成29年より実施している日本標準時展示の内容見直しを実施。ポスター2枚を新規制作し、「Nのいる未来」の上映と併せ、家族での来場者によりわかりやすい展示を実現した。

- 多摩科学技術高等学校の特別授業対応を実施した。12月は宇宙天気、3月はB5G関連をテーマに対応した。こども霞が関見学デーは本年オンライン開催に参加した。
- 研究成果公開システムの改修が完了し、検索性などの利便性向上が図れる環境が構築できたため現状のテキスト掲載のみからこのシステムに更新し、機構HPでの公開を開始した。
- 保有する知的財産、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を、Webや様々な機会等を活用し積極的に行った。
- 外部向けイベントとしては、研究現場(研究者)と知財担当部署が密に連携・調整し、機構発の知財化シーズを産業界等に紹介するため、科学技術振興機構との共催により「NICT 新技術説明会」(令和4年10月27日オンライン、253名聴講)を開催するとともに、Interop TOKYO 2022(令和4年6月15日-17日@幕張)では、サイバーセキュリティ技術の利用拡大に向け、技術移転の取組(実施許諾契約や試用契約等の連携メニューの紹介等)や導入事例(「NIRVANA 改※1、DAEDALUS※2」の企業連携によるソリューション展開等)を技術移転先企業と協力して紹介した(※1:リアルタイム可視化ツール、※2:対サイバー攻撃アラートシステム)。また、令和4年度はCEATEC2022(令和4年10月18日-21日@幕張)でも技術移転の取組や導入事例(NIRVANA改、DAEDALUS、DeepProtect(プライバシー保護連合学習技術))を紹介し、機構の技術移転活動や技術移転事例の情報発信に貢献した。
- また、機構のホームページにて新規登録特許の分かり易い概要説明を付加して定期的に紹介した他、「数値人体モデルデータおよび専用プログラム」、「EDR 電子化辞書」、「日本語話し言葉コーパス」、「静止衛星画像データ」に関する有償提供データや、「電磁波計測ケーススタディ集」や「テラヘルツ帯分光器ユーザのための“プラクティスガイド”」の無償頒布についても発信



			<p>した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• さらに、独立行政法人工業所有権情報・研修館 (INPIT) の開放特許データベースに機構が保有する特許情報を掲載し発信した。</li> </ul>	
<p><b>5. 情報セキュリティ対策の推進</b></p>	<p><b>5. 情報セキュリティ対策の推進</b></p> <p>政府の情報セキュリティ対策における方針及び実際のサイバー攻撃の実態を踏まえ、CSIRT (Computer Security Incident Response Team: 情報セキュリティインシデント対応チーム) の適切な運営を行うとともに、研修やシステムの統一的な管理等を進めることで、セキュリティを確保した安全な情報システムを運用する。また、サイバーセキュリティ基本法に基づき、ガイドラインを適宜整備するとともに、情報セキュリティポリシーを不断に見直す等、機構のセキュリティの維持・強化に努める。さらに、機構のサイバーセキュリティ分野の先端的研究開発成果の導入等により安全性を高めていく。</p>	<p>&lt; 評価の視点 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CSIRT の適切な運営を行ったか。</li> <li>• セキュリティを確保した安全な情報システムを運用したか。</li> <li>• 情報セキュリティポリシー等を不断に見直し、対策強化を図ったか。</li> </ul>	<p><b>5. 情報セキュリティ対策の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CSIRT の活動により、インシデント発生時の緊急対策・連絡の迅速化、被害拡大の防止に努めた。また、原因の分析等を行った。</li> <li>• 不正侵入検知・防御システム、ファイアウォールの情報を収集・分析し、365 日 24 時間監視する体制を維持した。</li> <li>• 基幹ファイアウォールにより、アンチウィルスや侵入検知にも対応した統合脅威防御を運用した。</li> <li>• 機構のセキュリティ研究開発の成果を活用した SOC (Security Operation Center) を運用し、従来から実施・運用している脆弱性診断、侵入検知装置、ファイアウォール、アクセスログ等の情報を分析し、24 時間 365 日の監視体制の下、情報システムや研究成果のセキュリティ確保に努めた。</li> <li>• インシデント発生時に備え、初動のネットワーク切断から、サーバの証拠保全、不審ファイルや通信の解析までを迅速に実施する体制を維持し、被害の拡大や再発の防止に努めた。</li> <li>• CDN (Contents Delivery Network) を活用し、外部 web サーバの可用性を向上させた。</li> <li>• メール誤送信を防止するため、メール誤送信防止アドオンを導入した。</li> <li>• 令和3年度末に改正した情報セキュリティポリシーに基づき、外部サービス利用申請制度を運用した (令和5年3月31日時点で許可 230 件)</li> <li>• IT 資産管理ツールの PoC を実施しライセンス取得を契約済み。EDR については導入に向け検討し、令和5年度以降に導入する。</li> <li>• 情報セキュリティ対策のための訓練及び研修として以下を実施した。             <ul style="list-style-type: none"> <li>情報セキュリティ説明会 (4月)</li> <li>標的型攻撃メール訓練 (1月)</li> <li>情報セキュリティセミナー (集合型研修) (2月)</li> <li>情報セキュリティ自己点検 (7月～11月)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>5. 情報セキュリティ対策の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 政府の情報セキュリティ対策における方針及び実際のサイバー攻撃の実態を踏まえ、情報セキュリティ対策の業務を着実に推進した。</li> </ul> <p>以上のように、情報セキュリティ対策の推進について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>

<p><b>6. コンプライアンスの確保</b></p>	<p><b>6. コンプライアンスの確保</b></p> <p>理事長の指揮の下、職員の規律の確保、適切かつ効率的な予算執行を含む機構における業務全般の適正性確保に向け、コンプライアンス研修や規程改正時のチェックなどをはじめ、コンプライアンスの向上に資する業務を厳正かつ着実に推進する。特に、研究不正の防止に向けた取組については、「情報通信分野における研究上の不正行為への対応指針(第3版)」(平成27年4月21日 総務省)に従って、適切に取り組む。</p>	<p>&lt; 評価の視点 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 業務全般の適正性確保に向け、厳正かつ着実にコンプライアンス業務を推進したか。</li> <li>• 特に、研究不正の防止に向けた取組について適切に取り組んだか。</li> </ul>	<p><b>6. コンプライアンスの確保</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 合同コンプライアンス研修(講習会及び e-Learning)の実施 コンプライアンスに対する意識の一層の浸透を図るため、役員(派遣労働者含む)全員を対象とした合同コンプライアンス研修(講習会及びe-Learning)を実施した。 講習会は、新型コロナウイルス感染症対策のため、集合研修に代えて、パワーポイントによるビデオ動画の視聴とし、令和4年11月14日～令和5年1月31日に実施した。 講習内容は、役職員(特に文書管理者)に文書管理の重要性をあらためて認識してもらうべく外部講師(内閣府大臣官房公文書管理課)講演「法人文書管理の基本及び重要性」として実施し、1431名(96%)の役職員が視聴した。このほか部内講師(機構担当者)による「個人情報の管理について」、「研究活動不正行為の防止に向けて」、「公的研究費の適正な執行について」、「パーソナルデータ・利益相反・生体情報研究倫理」の4テーマの講演も合わせて実施した。これらのビデオ動画については、視聴期間終了後もWebページに掲載することにより、研修期間内に視聴できなかった役職員や繰り返し視聴したい者のニーズに対応した。 e-Learningは、役職員のコンプライアンス、内部統制、リスクマネジメント、研究不正、生体情報研究倫理、パーソナルデータ取扱研究開発業務、利益相反マネジメント、個人情報保護、反社会的勢力対応についての知識の向上を図りつつ、インシデント発生を予防し、内部統制の推進に資するため、令和4年10月11日～令和5年2月20日の間、全役職員の受講を目標に実施し達成した。</li> <li>• 役職員への講習会・研修、教育の充実 研修の計画的で効率的・効果的な実施のため、機構内全体に関する35研修の実実施計画を作成し、進捗管理を行った。また、コンプライアンス面からのコンテンツの確認を行った。</li> <li>• 行動規範カード、コンプライアンスガイドブック、「NICT 職員となって最初に読む冊子」の活用 「国立研究開発法人情報通信研究機構行動規範(平成 20 年 10 月 1 日制定)」を印刷したカードを前年度の在籍者に続き、令和4年度に入所した役職員全員に、和文か英文のいずれか1部の配付を実施した。コンプライアンスの基本的事項をまとめた</li> </ul>	<p><b>6. コンプライアンスの確保</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• コンプライアンス意識の向上を図るため、全役職員を対象とするコンプライアンス研修の実施等の施策を着実に推進した。</li> </ul> <p>以上のように、コンプライアンスの確保について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
------------------------------	---	---	---	--

			<p>「コンプライアンスガイドブック」について、必要な現行化を実施するとともに、新規採用者向けにコンプライアンスについて最低限認識すべき内容に特化した冊子「NICT 職員となって最初に読む冊子」を現行化して、新規採用者研修等で活用した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究不正の防止に向けた取組             <p>上記の合同コンプライアンス研修(e-learning・講習会)において研究不正の防止、公的研究費の適正な執行に関する研修を実施した。講習会では、不正行為の防止にとどまらず、研究倫理に関する教材コンテンツの紹介、特定不正行為以外の二重投稿、不適切なオーサーシップへの警鐘についても周知した。</p> </li> <li>法律関係業務の充実             <p>法律相談の窓口業務、顧問弁護士との仲介業務を実施した。共同研究・受託・委託研究等に係る契約に関する各部署への業務を支援した。司法関係業務として、機構に係る紛争・訴訟対応実務を一括して実施した。法令、規程類(規程、細則、通知)に係る解釈、例文作成を含む助言事務等を実施。規程類以外のマニュアル、覚書等の作成相談等に対して随時助言を行った。</p> </li> <li>独立行政法人通則法に基づく届出未履行への対応             <p>令和3年度に独立行政法人通則法に基づく届出が未履行だったことが判明した件について、令和3年度に引き続き令和4年度においても以下の対策を継続し発生防止を図った。</p> <p>ガイドラインに届出決裁プロセスの並行実施を盛り込み、審査の際に、届出の決裁プロセスを行うよう担当部署への注意喚起を徹底した。届出等の要否も含む、規程改正における各種必要作業の確認に関し、チェックシートを活用し、規程改正の担当部署及び法務・コンプライアンス室の双方でクロスチェックを行った。</p> <p>規程改正を理事会に付議する場合、規程改正と併せて主務省への届出及び外部HPへの公表を行う場合には、その旨を理事会説明資料に盛り込みもれの無いようにチェックした。</p> </li> </ul>	
<p><b>7. 内部統制に係る体制の整備</b></p>	<p><b>7. 内部統制に係る体制の整備</b></p> <p>内部統制については、「独立行政法人の業務の適正を確保するための体制等の整備」(平成26年11月28日付け</p>	<p>&lt; 評価の視点 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>内部統制に係る体制整備のための必要な取組を推進し</li> </ul>	<p><b>7. 内部統制に係る体制の整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>内部統制委員会(委員長:理事長)             <p>内部統制委員会を令和4年6月に開催し、前年度の内部統制の取組状況を踏まえ、内部統制システムに係る課題を洗い出し「内部統制システムに係る課題対応整理表」を現行化し、主要</p> </li> </ul>	<p><b>7. 内部統制に係る体制の整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>内部統制については、定時的な委員会を開催し内部統制システムに係る課題を洗い出すとともにリスクマネジメント、DX推進の活動状況のフォローアップ</li> </ul>

	<p>総務省行政管理局長通知)に基づき業務方法書に記載した事項に則り、必要な取組を推進する。</p>	<p>たか。</p>	<p>課題とした3課題を中心に対応している。具体的には、予防的リスクマネジメントのフォローアップ、支払い資金不足の対策、DX推進委員会の活動状況のフォローアップを行うこととしている。また、リスクマネジメント委員会から、リスク管理の進捗状況等が報告され、リスクマネジメントが適切に行われていることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• リスクマネジメント委員会(委員長:総務系理事)             <ul style="list-style-type: none"> <li>リスクマネジメント委員会を令和4年6月及び11月に開催し、洗い出したリスクの取組状況の報告を踏まえ、「リスクマネジメントの実施計画」を現行化し、全部署においてリスク低減策の実施状況や新たなリスクの洗い出し等を行った。さらに、これに基づき、PDCAサイクルによるリスク低減対応を実施した。具体的には、令和4年6月に優先対応リスクの見直しを行った。また、令和4年11月までにリスク6件を追加した。このほか、リスクの見える化にも取り組むこととし、リスクマップを作成し、役職員が日頃からリスクマップに接し、問題意識を持てるように機構内のシステムに掲載すると共に、ビジュアル化を検討し、導入準備を進めた。</li> </ul> </li> </ul>	<p>等に取り組んだ。リスクマネジメントについては、定例的に委員会を開催し「リスクマネジメントの実施計画」を現行化、リスク低減策の実施状況や新たなリスクの洗い出し等により、優先対応リスクを見直した。</p> <p>以上のように、内部統制に係る体制の整備について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
<p><b>8. 情報公開の推進等</b></p>	<p><b>8. 情報公開の推進等</b></p> <p>機構の適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、適切かつ積極的に情報を公開するとともに、個人情報情報を適切に保護する。具体的には、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律(平成13年法律第140号)及び個人情報の保護に関する法律(平成15年法律第57号)に基づき、適切に対応するとともに、職員への周知徹底を図る。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 情報の公開を適切かつ積極的に行うとともに、情報の開示請求に対し適切かつ迅速に対応したか。</li> <li>• 機構の保有する個人情報の適切な保護を図る取組を推進したか。</li> <li>• 独立行政法人等の保有する情報の公</li> </ul>	<p><b>8. 情報公開の推進等</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構 Web サイトにおいて、組織に関する情報、業務に関する情報、財務に関する情報等、適切かつ積極的に情報の公開を行った。</li> <li>• 例年と同様に、文書整理作業を全部署において実施し、その結果を受け、法人文書ファイル管理簿の Web 公表及び内閣府への報告を行った。</li> <li>• 令和4年度における法人文書の開示請求は2件あり、適切かつ迅速に開示決定等を行った。</li> <li>• 改正個人情報保護法の施行に合わせ、関連規定を改正し、令和4年4月1日より運用開始した。</li> <li>• 令和4年度における個人情報の開示請求は0件であった。</li> <li>• 合同コンプライアンス研修、新規採用者研修、個人情報保護管理者向け e ラーニングにおいて、個人情報保護に関する研修を実施すること等により、個人情報の適切な取扱いを徹底した。</li> <li>• 役職員を対象にコンプライアンスの基本を説明するコンプライアンスガイドブックにおいて、法人文書の適切な管理、開示請求を</li> </ul>	<p><b>8. 情報公開の推進等</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構Webサイトにおいて、組織に関する情報、業務に関する情報、財務に関する情報等、適切かつ積極的に情報の公開を行った。</li> </ul> <p>以上のように、情報公開の推進等について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>

開に関する法律等に基づき、適切に対応するとともに、役職員への周知徹底を行ったか。

受けた場合の対応等について解説する等、周知徹底を行っている。

<課題と対応>

【令和3年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

(課題)

業務運営への向き合い方については、従来のやり方の踏襲だけでなく、新しい状況への積極的な対応が望まれる。

(対応)

業務運営への取り組み方としては、業務引継ぎといった業務の基本部分を確保するとともに、外部環境の急変に対しては、発生しうる事態を事前に予測するようなマネジメントを進めるなど、新しい状況への積極的な対応をするように努めています。