

1. 評価対象に関する事項			
法人名	国立研究開発法人情報通信研究機構		
評価対象事業年度	年度評価	令和6年度（第5期）	
	中長期目標期間	令和3～令和7年度	

2. 評価の実施者に関する事項				
主務大臣		総務大臣（No.9 V－5については財務大臣と共同して担当）		
	法人所管部局	国際戦略局	担当課、責任者	技術政策課 課長 松井 正幸
	評価点検部局	大臣官房	担当課、責任者	政策評価広報課 課長 渡邊 浩之
主務大臣		財務大臣（No.9 V－5のみ担当）		
	法人所管部局	大臣官房	担当課、責任者	政策金融課 課長 小平 武史
	評価点検部局	大臣官房	担当課、責任者	文書課政策評価室 室長 熊澤 明男

3. 評価の実施に関する事項	
令和7年5月16日 総務省国立研究開発法人審議会情報通信研究機構部会（総務省の評価方針の説明）	
6月17日 監事ヒアリング	
7月10日、7月23日 総務省国立研究開発法人審議会情報通信研究機構部会（意見の聴取）	
8月5日 総務省国立研究開発法人審議会（意見の聴取）	

4. その他評価に関する重要事項				
令和 4年	8月 2日	中長期目標変更		
	11月11日	中長期計画変更		
	11月11日	年度計画変更		
	12月27日	年度計画変更		
令和 5年	2月16日	中長期目標変更		
	3月16日	中長期計画変更		
	3月16日	年度計画変更		
令和 6年	2月 7日	中長期目標変更		
	3月14日	中長期計画変更		
	3月14日	年度計画変更		
令和 7年	3月12日	中長期計画変更		
	3月12日	年度計画変更		

1. 全体の評定						
評定 (S、A、B、C、D)	A：当該国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、当該法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
		A	A	S	A	
評定に至った理由	項目別評定はSが3つ、Aが3つ、Bが4つであった。その中で重要度の高い研究開発業務（電磁波先進技術分野、革新的ネットワーク分野、サイバーセキュリティ分野、ユニバーサルコミュニケーション分野、フロンティアサイエンス分野）及びBeyond 5Gの推進については、6つのうち3つがAであること等を勘案した結果Aとした。					

2. 法人全体に対する評価
特に重大な業務運営上の課題は検出されておらず、全体として順調な組織運営が行われていると評価する。なお、重要度の高い5つの分野及び分野横断的な研究開発その他の業務において、それぞれ以下のような顕著な成果が見られた。 - 電磁波先進技術分野では、長年かけて国際連携で開発した EarthCARE 衛星打ち上げに成功し、衛星搭載雲レーダ(CPR)の初期データの評価が順調であった。また、国際連携により宇宙天気予報を継続的安定的に運用しており、基盤技術として広範に影響を及ぼしていることから NICT が社会的貢献の一翼を担っている。さらに、主観的な解釈に陥りやすい電波ばく露の影響について、電波モニタリング測定データを掲載したウェブサイトを構築し、電波利用行動に対するニーズ、不安感等について分析、効果検証を行った。 - 革新的ネットワーク分野では、情報特性指向ネットワークについて、高速かつ安全なネットワークストレージのための非集中型ストレージネットワーク構成技術が世界最高峰の国際会議 IEEE Infocom2025 に採択され、関連成果が IEICE でも閲覧ランク 1 位、2 位を独占した。また、マルチバンド単一コア・単一モード波長多重信号で世界記録（毎秒 322.8 テラビット ×100km）を達成。さらに、CMOS 送受信機・IEEE802. 15. 3e 対応通信システムの構築に成功し、従来の認識を刷新するような可視化も実施され、国際的にも高い水準の研究成果が得られている。 - サイバーセキュリティ分野では、AI 技術の活用によるマルウェア感染の早期発見、Fusion SHAP による NIDS 解釈性向上等、基礎的な研究から社会実装までを視野に入れ、多岐にわたった取組を行い、大きな成果を上げた。また、CYDER、CIDLE、RPCI などの大規模演習の実施、SecHack365 による若年層の発掘・育成と修了生による自律的ネットワークの形成など、地方公共団体、大阪万博関係者等、社会的に重要な人材層の能力向上に大きく貢献するとともに、持続可能な人材育成にも貢献した。さらに NOTICE での国内 ISP84 社との協調調査などを実施し、サイバーセキュリティ対策助言の活動範囲を広げ、注意喚起の効果を向上させるための方策を検討・実施した。 - ユニバーサルコミュニケーション分野では、多言語翻訳アプリ VoiceTra に関して、救急隊用多言語音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」が 690（95. 8％）の消防本部で導入されている。2025 年大阪・関西万博に向けて社会実装を推進した。特に、日本語・韓国語で人間レベル、英語・中国語で実用レベルの音声認識精度を達成し、商用ライセンスを供与するなど商品化を前倒しで実現した。また、LLM のみならず多様な AI を並列、非同期にて動作させ、その組み合わせを「思考パターン」と呼ぶ記述形式で記載することで、極めて容易に実現できる汎用ソフトウェアプラットフォーム WISDOM-LLM を実現した。深層学習を用いた他にない技術を用いて、これまでに蓄積した 660 億の Web ページの一部から日本語を対象とした事前学習データとしては、世界最大規模となる 22. 9TB（NICT 独自トークナイザで 3. 8T トークン）のデータを整備した。 - フロンティアサイエンス分野では、外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを世界で初めて実現した。また、深紫外 LED を搭載した殺菌モジュールを開発し、実運行中の鉄道車両への搭載を実証し、感染症対策や公共交通分野での波及効果が高い技術として優れた性能を評価した。ISSー可搬地上局との間で物理レイヤ暗号による鍵共有実験に成功した。さらに、脳の高次機能に関する研究として、「意思決定状態」の違いが運動記憶の切り分けに関与することを示した成果が、Nature Human Behavior 誌の Trends in Cognitive Sciences において注目論文として紹介された。 - Beyond 5G の推進については、特に機構が強みを有する B5G アーキテクチャの構成要素（THz、時空間同期、NTN、AI、オーケストレーション）を、ホワイトペーパーをベースに絞り込むとともに、PoC による具現化と国際標準化（3GPP、 IEEE802、 ITU-T、 IOWN GF）を産学共同で積極的に推進し、MWC2025 において、その成果を世界に強力に発信できた。また、B5G 公募型研究開発プログラムでは、技術分野も多岐に渡り、多数かつ多様なプレイヤーの参画がある中、プログラムの形態にかかわらず、採択評価、ステージゲート評価、終了評価を的確に実施し、ほぼすべてのプロジェクトを極めて優秀な成果に導いている（90%を超えるプロジェクトが A 判定以上）。また、本プログラムにおいて特に重要となる知財（特許出願）と国際標準化（提案数）への取組については、いずれもが昨年よりも大幅に増加している。

オープンイノベーション創出に向けた産官学連携等の強化について、機構技術シーズを活用したベンチャー支援体制を構築。GPAI 東京専門家支援センターを速やかに設置し、SAFE プロジェクトを展開するとともに、AI に関する横断的組織を起ち上げた。

3. 項目別評価の主な課題、改善事項等
- 電磁波先進技術分野においては、科学的意義及び社会的価値の観点からは顕著な成果が見られた上で、社会実装及び社会的な認知については、さらなる貢献及び努力が期待されることから一層の取組を求めたい。 - サイバーセキュリティ分野においては、今後「特に顕著な成果」を挙げるべく、社会実装につなげる取組、国際的なリードをはじめ国際的評価を得る一層の取組を期待したい。 - フロンティアサイエンス分野においては、これまでの取組が科学的意義・社会的価値の観点から高く評価できると考えられる上で、その特性上社会実装に結び付けることが難しい中においても長期的な視点で成果を上げるよう取り組んでもらいたい。 - Beyond 5G の推進においては、国際的な取組に関し、戦略的かつ幅広い視点を持った上で、日本が先導し、産業競争力が向上することを目指してもらいたい。

4. その他事項	
研究開発に関する審議会の主な意見	（業務運営の効率化に関する事項）業務運営の改善に向けて会議開催、審議実施、アンケート実施、点検実施などに取り組んでいることは評価すべきであるが、一方で、人的リソースを費やすことにもつながる。こうした改善に向けた取組を次年度以降は、人的判断が必要な重要ポイントを効率よく絞り込んでいけるかといった観点からどのようにシステムとして落とし込めるかも含めてぜひご検討頂きたい。 （財務内容の改善に関する事項）出資先法人の経営状況については、引き続き適切にモニタリングを行い、資産価値の維持・向上に向けた関与を継続することが重要である。 （財務内容の改善に関する事項）知的財産収入や共同研究の増加に向けた持続的な取組が引き続き重要と考えられる。 （その他の業務運営に関する事項）人材流出がリスクとして想定され、人材の競争的確保が必要。 （その他の業務運営に関する事項）より多様度の高い人材を扱うことのできる文化の醸成・しかけの導入を急ぐ必要がある。
監事の主な意見	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るものと認められる。業務運営の効率化に向けて、業務改革及びD Xの推進の取組を更に進めていくことが望ましい。

様式 2－1－3 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価総括表

中長期目標（中長期計画）		年度評価					項目別調書No.	備考
		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		
III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項								
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	A	A	A	S		1	
	（２）革新的ネットワーク分野	A	A	A	A		2	
	（３）サイバーセキュリティ分野	S	S	S	A		3	
	（４）ユニバーサルコミュニケーション分野	A	S	S	S		4	
	（５）フロンティアサイエンス分野	A	A	A	A		5	
2. 分野横断的な研究開発その他の業務								
	2－１　Beyond 5G の推進	S	A	S	S		6	
	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	B	B	A	B		7	
	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							
	2－４　知的財産の積極的な取得と活用							
	2－５　戦略的な標準化活動の推進							
	2－６　研究開発成果の国際展開の強化							
	2－７　国土強靱化に向けた取組の推進							
	2－８　戦略的 ICT 人材育成							
	2－９　研究支援業務・事業振興業務等							
3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号から第 5 号までの業務※								

※Ⅲ－3 の評価については、中長期目標のとおり、研究開発課題と併せて実施することとする。

中長期目標（中長期計画）		年度評価					項目別調書No.	備考
		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		
IV. 業務運営の効率化に関する事項		B	B	B	B		8	
V. 財務内容の改善に関する事項		B	B	B	B		9	
VI. その他業務運営に関する重要事項		B	B	B	B		10	

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

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	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 19240

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	88	71		予算額(百万円)	8,193	8,985	6,807	8,278	
招待講演数※1	－	52	60	83	57		決算額(百万円)	4,489	8,587	5,278	5,458	
論文被引用総数※2	－	62	20	22	19		経常費用(百万円)	4,538	5,434	6,835	6,469	
過年度発表を含む論文被引用総数※3	－	62	317	703	540		経常利益(百万円)	86	18	△121	△3	
実施許諾件数	7	7	6	5	8		行政コスト(百万円)	4,638	5,527	6,938	6,563	
報道発表件数	9	7	6	4	8		従事人員数(人)	68	66	67	72	
共同研究件数※4	－	73	77	85	89							
標準化や国内制度化の寄与件数	－	59	52	42	50							
標準化や国内制度化の委員数	－	55	57	54	48							

※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. 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及び主務大臣による評価				
中長期目標、中長期計画、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		主務大臣による評価	
	主な業務実績等	自己評価		
		S	評価	S
<評価軸> - 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。 - 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。 - 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。 <指標>		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) 電磁波先端技術分野は、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中項目で構成される。リモートセンシング技術では、令和6年度には、長年かけて国際連携で開発したEarthCARE 衛星打ち上げに成功し、機構独自に開発してきた地上検証システムによる検証も順調に進展し始めたことや、新たなレーザー基盤技術の性能実証により、大気中の長距離空間伝送で優位な後方散乱信号検出に成功、フェーズドアレイ気象レーダ技術の降水予測のリアルタイム実証、Pi-SAR X3における火山データ取得と整備など、科学的基礎先端技術から社会実装まで高いレベルの成果となった。 宇宙環境技術においては、ひまわり10号衛星に搭載するためのセンサー	<評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。 主な状況は以下のとおり。	

【評価指標】 • 具体的な研究開発成果 • 研究開発成果の移転及び利用の状況 • 共同研究や産学官連携の状況 • データベース等の研究開発成果の公表状況 • (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 【モニタリング指標】 • 査読付き論文数 • 招待講演数 • 論文の合計被引用数 • 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) • 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		開発においてエンジニアリングモデル開発を完了、プラズマバブル発生状況の AI 等による自動検出、フレア予測の物理モデル高度化や AI 予測の技術展開など、基礎基盤から社会実装までが一層高度化されたことや、宇宙天気予報の事業計画を策定して(株)Space Weather Company を設立するなど、ビジネス展開まで開拓されたことは特筆すべき顕著な成果である。 電磁環境技術においては、受信雑音電力の確率分布に基づく2種類の許容値モデル構築とその標準化、生体等価ファントム内の温度分布を3次元的に高空間分解能で経時的に観測する測定系を構築、電波モニタリング測定データを活用し電波に対する主観的なばく露レベルや不安感に基づいて集団を分類しそれぞれのグループへの影響や効果を明らかにしたことなど、先端科学的意義の高い成果から具体的社会実装、また、理解増進につながる活動でも顕著な成果を創出した。 時空標準技術においては、日本標準時を世界とも協調しながら維持・高度化していく先端科学技術とその試験実装運用による実績増進、小型原子時計や時空間同期などの B5G 時代の各所の同期に不可欠となっていく技術群が新材料や新方式の応用も絡みながら産学官連携のもとで加速進展したことなど、4年目に達成された大きな実績のレベルが極めて高い。	

		デジタル光学基盤技術においては、デジタルホログラフィーの基盤技術開拓から多方面への応用を進めてきたが、現中長期目標期間に HOPTEC、光空間通信への応用、3次元顕微鏡・ホログラムセンサなど、各成果群が具体的アプリケーションにつながるレベルに到達した、手法の新規制も含め、最先端であり、フロントランナーとしての企業等からの注目も含め、卓越したレベルである。 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、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な特別の成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」とした。	
	(1) リモートセンシング技術 (ア) ローカルセンシング技術 周波数帯域幅に依存しない SAR の高分解能化の手法の一つとして CSAR (Circular SAR) 及びスパース再構成の検討を実施した。CSAR については、Pi-SAR X3 への適応の前段階として、米空軍が取得し公開している試験観測の実データを利用した解析を行った。航空機は完全な円形で飛行することはできないため、従来の CSAR の解析では、飛行軌道を考慮して非常に時間のかかる処理が必要であったが、軌道誤差修正を含む新しい解析手法を考案し、分解能を維持したまま 1/100 以上処理時間を短縮することに成功した。スパース再構成についてはこれまで Pi-SAR2 のデータで検証をしてきたが、同技術の汎用性を示すために衛星データを使った解析を行い、	(1) リモートセンシング技術 科学的意義の高い成果として、マルチパラメータ・差分吸収ライダー (MP-DIAL) の水蒸気、風の長距離センサーとしての可能性シミュレーション結果を出し一部のスペックを実機で実現した成果、Pi-SAR X3 における気象庁常時観測火山 50 のデータ取得及び鹿児島島の土砂災害データの取得などの成果、EarthCARE の打ち上げ成功により機構開発の雲レーダー (CPR) の実データ取得と地上検証が進んだ成果、これらいずれも世界初の卓越した先端成果である。	【リモートセンシング技術】 長年かけて国際連携で開発した EarthCARE 衛星打ち上げに成功し、衛星搭載雲レーダー (CPR) の初期データの評価が順調であることは、世界初の先端成果であり、科学的意義が高いと評価できる。また、本成果は、今後、地球規模の気象・環境の諸課題へのインパクトも大きく、社会的価値の観点からも高く評価できる。 Pi-SAR X3 による世界最高レベル 15cm 分解能での地表面画像取得に成功し、その成果を気象庁常時観

衛星 SAR でも高分解能化が可能なことを示した。

- 内閣府(防災)が取りまとめる緊急火山観測スキームにおいて、機構は平時の火山観測を一つの役割として担っている。気象庁常時観測火山 51 の内、一般住民が居住しておらず遠方海洋上にあるため実質観測が困難な硫黄島を除く 50 の火山について、Pi-SAR X3 によって平時の観測を完了した。
- 衛星にはない航空機ならではの SAR 観測の利点として、観測方位の自由度がある。一方向からではシャドウになって観測できない山間などを別方向から観測することで可視化できることを能登半島観測において示した。また、鹿児島県南大隅町の観測では、土砂災害現場の状況を Pi-SAR X3 で取得することに成功した。道路上に土砂が流出している様子、復旧作業中の車などが観測できており、土砂災害における Pi-SAR X3 の有効性を示す例となった。
- Pi-SAR X3 のデータ利活用による社会実装を目指して、同技術が適用可能な国内事業分野やその事業者、海外での航空機 SAR 活用事例などの調査を開始した。
- Pi-SAR シリーズの観測データについて、過去データを含め、データ配信検索システムでの公開を継続しており、年間百件程度の利用実績がある。
- ドローン搭載型映像レーダーについて、飛行実験を行い、試験データを取得した。
- これまで機構で開発してきた波長 $2\mu\text{m}$ 帯シードレーザについて、Oリングを用いて気密性を確保して安定性を増した波長可変のライダー用モデルと、ハーメチックシールにより完全に封止することで波長固

社会的価値の高い成果として、Pi-SAR X3 の実利用可能なデータ取得、MP-DIAL の実普及を可能にするために必須である安価で常温で安定動作するレーザ技術の実現、マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)を用いた、AI と MP-PAWR データによる短時間降水ナウキャストの実現などの卓越した成果が達成された。

社会実装について、Pi-SAR X3 における気象庁常時観測火山 50 のデータ取得完了や鹿児島県の土砂災害データの取得など、国や自治体の災害対応に実利用可能なデータをそろえた実績は社会実装の観点で高く評価したい。また、MP-PAWR のデータを用いたナウキャストの実現と配信はゲリラ豪雨のような短時間極端気象から生命や生活を守るための重要情報になりうる情報の実配信として社会実装としての価値が高いものである。さらに EarthCAR の打ち上げに成功し、雲レーダーの正常動作と地上検証の進展は、気候変動とその気象への効果をグローバルに把握し、気候変動問題や気象問題解決に大きな進展をもたらす重要な社会実装成果である。

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

測火山(硫黄島を除く 50 の火山)の観測、鹿児島県南大隅町の土砂災害現場の観測に展開した。これにより我が国の自然災害対策の強化に直接貢献できたことは、機構が常に社会的価値と社会実装の視座をもって先端研究開発を推進していることの表れであり、高く評価できる。

MP-PAWR に関わる AI ナウキャスト(GANによる降雨予測)が局地的大雨に対する気象庁モデルを上回る予測精度を得て、スマホアプリによるリアルタイム配信を開始しており、社会実装の取組として評価できる。

定ながらさらに小型・安定で通信等にも用いることができるモデルの2つを開発した。

- 水蒸気と風を同時観測可能な MP-DIAL について、製品化を目指してこれまで個別に開発してきたコンポーネントを組み合わせ、沖縄での実証試験を進め、水蒸気と風の同時観測が可能なことを実証した。
- 機構独自開発の、増幅器を併用した常温動作型パルスレーザーについて、高い励起用パワーをかけられるように改良したことで高出力化に成功し、さらに高エネルギーレーザーを照射しても損傷しない高耐久ミラーの試作に成功したことで、令和5年時点で世界最高だったコヒーレントライダー用パルスレーザーの性能指数をさらに約 29% 向上させた。洋上風力発電の環境アセスメントなどで有効な長距離風観測が可能なドップラーライダーシステムの検討を進めており、シミュレーションによって1秒積分、100m 分解能で 20～25km 先までの風観測が可能なことを示したほか、実測により 20km 先までの風観測を実証した。令和7年度中に 30 km 先までの風観測を実測により実証する見込みである。
- 超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (SNSPD) を受光部に用いた直接検波方式のライダーシステムにおいては、太陽背景光がノイズとなるために、その混入が大きな障害となる。太陽背景光を極力抑圧するための狭帯域フィルターの試作に成功し、これによってこれまで 600 秒積分して観測可能になっていた 3km 先の水蒸気量が1秒で観測できることをシミュレーションによって示した。さらに、同技術を用いることで、高度 2 km 程度までの気温の高度プロファイルをライダーによって連続観測できることをシミュレーションで示

待される実績も得られたため、評価を「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。

- CPR 搭載 EarthCARE 衛星の打ち上げに成功した(5月 28 日 UT)。打ち上げ時のイベントでは、米国射場に理事長・電磁波研究所長、ドイツ ESOC (ESA 衛星運用局) にリモートセンシング研究室長・室員、JAXA 東京事務所でのライブ解説にリモートセンシング研究室員がそれぞれ参加して重要な役割を果たした。
- 打ち上げ後、能動型レーザー校正器 (ARC) を用いた外部校正実験を継続して実施している。3 台の ARC の受信強度から CPR の送信性能、アンテナパターンやビーム方向のずれなどが、また ARC からの折返し送信波の CPR での受信強度から CPR の受信性能がそれぞれ校正可能となる。これまでの複数回の A 外部校正実験の暫定解析結果から、CPR のアンテナパターンが地上試験時からほぼ変わっていないこと、送信系に期待値から約 2dB のオフセットがあることを明らかにした。

した。この技術の実現に向けて未来 ICT 研究所・超伝導 ICT 研究室との連携を深めている。

- AI と MP-PAWR を用いた 10 分先までの短時間降水ナウキャストについて、大阪万博での活用を視野に、まずさいたま MP-PAWR データを用いたリアルタイム常時予測を開始した。また、この AI ナウキャストの予測結果を、気象情報を提供する民間企業の携帯アプリでリアルタイム配信する実証実験を開始した。民間企業への MP-PAWR データ配信では、これまでに開発してきた AI を用いたデータの圧縮転送技術を活用している。
- AI ナウキャストに確率予測の概念を導入するための検討を開始し、これに向けてスウェーデンの Chalmers Tech Univ. と連携を開始した。
- 降雹は降った時点で被害をもたらすため、通常の豪雨災害よりもリードタイムが短く、正確な予測が求められる。時空間分解能の高い MP-PAWR ならではの観測を活かし、4月16日に兵庫県で発生した降雹の事例解析を行った。高時間空間分解能の偏波パラメータを用いて、降雹時の過冷却水滴や個体降水の動きの可視化に成功した。
- ユーザーの希望に応じた MP-PAWR にデータの提供を維持している。
- 日台連携プロジェクトの一つに採択された。台湾中央大学と連携して台湾での地デジを用いた水蒸気量観測を準備中である。
- 民間企業と共同で九州に構築した地デジ観測網とクラウドによるデータ収集配信システムを維持し、民間によるサービス化を目指している(データ販売実績1

- 超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (SNSPD) を用いた直接検波方式のライダーシステムにおいては、太陽背景光がノイズを極力抑圧するための狭帯域フィルターの試作に成功し、これによってこれまで 600 秒積分して観測可能になっていた 3km 先の水蒸気量が 1 秒で観測できることをシミュレーションによって示した。同技術を用いることで、高度 2 km 程度までの気温の高度プロファイルをライダーによって連続観測できることをシミュレーションで示した。(未来 ICT 研究所・超伝導 ICT 研究室との連携)。

【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。

- AI と MP-PAWR を用いた 10 分先までの短時間降水ナウキャストについて、大阪万博での活用を視野に、まずさいたま MP-PAWR データを用いたリアルタイム常時予測を開始した。また、この AI ナウキャストの予測結果を、気象情報を提供する民間企業の携帯アプリでリアルタイム配信する実証実験を開始した。民間企業への MP-PAWR データ配信では、これまでに開発してきた AI を用

件)。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り組み)にも継続して参画している。

- 複数の大学と連携して地デジ観測データの解析、反射体の特定などの手法について高度化を進めた。
- 令和5年度実施した MP-PAWR によるドローン検知実験において、レーダーから 10 km 程度離れた距離を飛行するドローンについてはレーダーの仰角が低くなり地表面クラッタの影響で検知が困難であるのに対し、近い距離で飛行するドローンについてはその3次元位置やドップラー速度が正しく検知できることを示した。
- ウィンドプロファイラ(WPR)について、アダプティブクラッタ抑圧(ACS)における適応信号処理の高速化手法を開発し、従来と同程度の精度を保ちつつ計算量を数十分の一にできることを示した。
- ACS の信頼性についての検証を行い、クラッタがあるところでその信号を除去し正しい風速測定を実現する一方、クラッタが無いところでも風速測定精度が悪化しないことを示した。これらの結果ともに ACS の国内想定ユーザーである気象庁や気象研に同技術のアピールを行い、実利用に向けた取組を進めている。
- 現在利用が広がりつつある X 帯 MP-PAWR の次のターゲットとして C 帯 MP-PAWR 開発に向けた産官学を巻き込んだ議論を展開している。当面すぐに大型開発を開始する状況ではないが、気象庁やメーカーを含めた議論を進め、WPR で培った ACS の技術を適用する技術開発などの検討を行っている。

いたデータの圧縮転送技術を活用している。

- CPR 搭載 EarthCARE 衛星の打ち上げに成功した(5月 28 日 UT)。打ち上げ時には、米国射場に理事長・電磁波研究所長、ドイツ ESOC (ESA 衛星運用局)にリモートセンシング研究室長・室員、JAXA 東京事務所でのライブ解説にリモートセンシング研究室員がそれぞれ参加して重要な役割を果たした。また6月 27 日には CPR 初画像公開の報道発表を、10 月 4 日には EarthCARE 搭載4センサーのシナジー初画像公開の記者説明会を実施した
- 機構独自開発の、増幅器を併用した常温動作型パルスレーザーについて、高い励起用パワーをかけられるように改良したことで高出力化に成功した。洋上風力発電の環境アセスメントなどで有効な長距離風観測が可能なドップラーライダーシステムの検討を進めており、シミュレーションによって1秒積分、100m 分解能で 20～25km 先までの風観測が可能なことを示したほか、実測により 25km 先まで風観測を実証した。令和7年度中に 30 km 先までの風観測を実測により実証する見込みである。

- 通信とセンシングを融合した新たな計測技術の開発に向けてローカル 5G 電波を用いた計測システムの開発を進めている。すでに開発の完了している 4GHz 帯の観測システムについて、伝搬遅延の測定検証を目標に机上シミュレーターを構築したほか、28GHz 帯の観測システムの開発も完了した。この技術の実現に向けてネットワーク研究所・ワイヤレスシステム研究室との連携を深めている。
- MP-PAWR のデータレートは全データで 355Mbps になるが、それを 10Mbps 以下の帯域で品質を保ちつつ非可逆圧縮転送する機械学習を用いた圧縮・転送・復元手法を民間企業と共に開発した(転送パラメータを主要なものに絞れば 1Mbps 以下で転送可能)。この機能を実装し、かつデータの 3次元可視化の機能も有するデータ配信プラットフォーム「きゅむろん」を開発してベータ版を一般に公開した。
- 大阪万博に向けて、理研・防災科研・阪大や民間企業と連携して携帯アプリによる情報の発信を開始するとともに、富岳を用いた高精度気象予測の提供(令和7年8月)の準備を行っている。MP-PAWR データ転送については機械学習を用いた圧縮転送を実装している(令和7年3月に報道発表を実施)。
- 民間企業と共同で、埼玉県神戸地区のアンダーパスで道路冠水予測実験を実施した。過去事例の解析において、従来のナウキャストを用いた冠水予測よりも、MP-PAWR データを用いた方が 10 分程度早く冠水を予測できることが示されている。冠水事例が少ないため、実証実験を継続して事例収集を行っている。
- 機上で処理した Pi-SAR X3 の観測データ(2km 四方)を、機械学習による圧縮を施して衛星回線を通し

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- CPR 搭載 EarthCARE 衛星の打ち上げに成功した(5月 28 日 UT)。外部校正、地上処理アルゴリズムの改良などを経て更新が続く L1 データ(工学値)及び L2 データ(物理量)が、それぞれ令和7年の1月及び3月に一般に公開された。
- AI と MP-PAWR を用いた 10 分先までの短時間降水ナウキャストについて、大阪万博での活用を視野に、まずさいたま MP-PAWR データを用いたリアルタイム常時予測を開始した。また、この AI ナウキャストの予測結果を、気象情報を提供する民間企業の携帯アプリでリアルタイム配信する実証実験を開始した。民間企業への MP-PAWR データ配信では、これまでに開発してきた AI を用いたデータの圧縮転送技術を活用している。
- 水蒸気と風を同時観測可能な MP-DIAL について、製品化を目指してこれまで個別に開発してきたコンポーネントを組み合わせることで沖縄での実証試験を進め、水蒸気と風の同時観測が可能なことを実証した。

て 30 分以内に地上へ転送することに成功した。

(イ)グローバルセンシング技術

- CPR 搭載 EarthCARE 衛星の打ち上げに成功した(5月 28 日 UT)。打ち上げ時のイベントでは、米国射場に理事長・電磁波研究所長、ドイツ ESOC(ESA 衛星運用局)にリモートセンシング研究室長・室員、JAXA 東京事務所でのライブ解説にリモートセンシング研究室員がそれぞれ参加して重要な役割を果たした。また6月 27 日には CPR 初画像公開の報道発表を、10 月4日には EarthCARE 搭載4センサーのシナジー初画像公開の記者説明会を実施した。外部校正、地上処理アルゴリズムの改良などを経て更新が続く L1 データ(工学値)及び L2 データ(物理量)が、それぞれ令和7年の1月及び3月に一般に公開された(令和7年1月に報道発表を実施)。
- CPR の地上処理アルゴリズムについて、本来 0m/s であるはずの地表面ドップラー速度が数 m/s の範囲で変動しているのがアンテナの熱歪みによるポインティング補正式の問題であることを突き止め、暫定処置を提案して処理に組み込んだ。さらに、受信機の校正に関する評価をまとめ処理の改良に努めた。また、レーダー反射因子やドップラー速度など主要パラメータの 1km 積分、10km 積分を実施する高次処理アルゴリズムを開発している。
- 打ち上げ後、能動型レーダー校正器(ARC)を用いた外部校正実験を継続して実施している。3台の ARC の受信強度から CPR の送信性能、アンテナパターンやビーム方向のずれなどが、また ARC からの折返し送信波の CPR での受信強度から CPR の受信性能がそれぞれ校正可能となる。これまでの複数回の ARC による外部校正実験において、CPR の送信

電波を $\pm 0.5\text{dB}$ 程度の安定した精度で測定することに成功しており、これらの暫定解析結果から、CPRのアンテナパターンが地上試験時からほぼ変わっていないこと、CPRの送信系に期待値から約 2dB のオフセットがあることを明らかにした。回数を重ねるごとに校正の信頼性が上がるため令和6年度は月2回程度の頻度での校正実験を継続している。

- 地上検証のために開発した地上雲レーダー(HG-SPIDER)の4年を超えるデータについて、CPRと統計的および直接的に比較をするための準備を進めている。具体的には、電波の減衰が大きく検証に不向きな降水時のデータを除外するフラグ立て、レーダー反射因子の減衰補正のための積分大気減衰量の推定などを行っている。また、全国33地点に展開されている気象庁のウィンドプロファイラ観測網(WINDAS)を用いた検証の準備も行っている。EarthCARE衛星がこれらのレーダーの近くを通ったマッチアップ事例を集積し、統計的および直接的比較検証に使えるデータを整備している。
- TRMM/PRの海面反射強度を用いた長期間トレンド除去の手法を論文化した。TRMM/PRのデータについては同手法による補正が適応済である。10年を超えて観測が続くGPM/DPRでも10年で 0.3dB 程度の受信強度の劣化が見られており、次期バージョンのプロダクトで同手法がGPM/DPRにも適用される予定である。
- GPM/DPRの反射強度から降水粒子の粒径を、さらにそこから落下速度を推定することで、機構が担当する雨の鉛直ドップラー観測のアルゴリズム開発に資する粒子落下速度データベースを作成している。粒子落下速度はEarthCAREのドップラー観測でも観

測可能であり、今後直接比較できるイベントで EarthCARE のドップラー観測と比較検証する準備も進めている。

GPM10 周年シンポジウムを JAXA とともに開催した他、札幌で開催された全球エネルギー水循環プロジェクト国際会議(GEWEX)において展示ブースを出展し、これらの機会に機構の衛星リモートセンシングの活動をアピールして将来の人材獲得に向けた取組を行った。

(2) 宇宙環境技術

(ア) 宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発

- 東南アジア域におけるプラズマバブルの発生状況を AI 等によって自動検出し、伝搬予測情報と併せて可視化するプラズマバブルアラートについて、GNSS 受信機設置や FMCW イオノゾンデ更新等により電離圏観測データの充実化を図った。また、AI によるイオノグラム読み取り手法を実装し、電離圏状況のリアルタイム検出精度を向上させるとともに、可視化システムを実装して公開した。さらに、国際協力体制の強化のため各国機関との協力で得られた観測データの共有・公開機能も実装して公開した。

- ひまわり 10 号の気象観測装置と同時搭載可能な宇宙環境センサについて、エンジニアリングモデル(EM)の環境試験を完了するとともに、EM 開発成果を踏まえて、搭載するサブシステム全体(電子線計測装置2台、陽子線計測装置1台、共通回路部1台)のプロトタイプモデル(PFM)の基本設計を完了した。詳細設計については、必要部品の納期・見積り取得に時間を要し遅れが生じているが、次年度の作業スケジュールを見直した。また、帯電計測装置に

(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)

科学的意義の高い成果として、静止気象衛星ひまわり 10 号の気象観測装置と同時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完了したこと、東南アジア域におけるプラズマバブル発生状況を AI 等によって自動検出、伝搬予測情報と併せて可視化するプラズマバブルアラートを GNSS 受信機設置や FMCW イオノゾンデ更新等により電離圏観測データの充実化を図ったこと AI によるイオノグラム読み取り手法を実装し電離圏状況のリアルタイム検出精度を向上し可視化システムを実装して公開したこと、静止軌道上の人工衛星に対する放射線帯電子予測の機械学習モデルについて、24 時間後の予測結果を適切に評価するために、過去 72 時間の予測確率の変化を評価可能とした。また、リアルタイム運用システムの構築を着実に実施し、稼働さ

【宇宙環境計測技術】

国際連携により宇宙天気予報を継続的に運用しており、基盤技術として広範に影響を及ぼしていることから NICT が社会的貢献の一翼を担っていることは、社会的価値の点から評価できる。また、宇宙天気予報の研究成果を活用し、(株)Space Weather Company を設立するなど、ビジネス展開まで進んでいることは社会実装の取組水準が十分と評価できる。

ひまわり 10 号衛星搭載センサーの開発においてエンジニアリングモデル開発を完了、順調な進捗が伺える。また、プラズマバブル発生状況の AI 等による自動検出、フレア予測の物理モデル高度化や AI 予測の技術展開など、基礎基盤から社会実装までが一層高度化されており、それぞれがハイレベルを

ついて、東京都市大学との共同研究のもとで PFM 開発および宇宙での実証に向けた検討を進めた。11 月に実施された地球電磁気・地球惑星圏学会 (SGE PSS) の宇宙天気セッションにおいて、EM の開発成果と PFM 開発計画等について招待講演を実施した。米国大気海洋庁 (NOAA) と米国気象衛星 GOES の宇宙環境計測装置と宇宙環境センサの今後の連携・情報交換のあり方や、双方のデータ利活用などについて意見交換及び書簡の交換を行った。また、世界気象機関 (WMO) の下に設置された全球衛星搭載センサ相互校正システム (GSICS) において、ニュースレターの宇宙天気特集号をゲスト編集者として出版した。本特集号には、電子線計測装置のキャリブレーションに関わるシミュレーション結果を含め 2 編の記事が掲載された。気象庁と連携して「静止気象衛星ひまわりの運用等事業実施方針」を公表し、ひまわり 10 号に対する地上施設運用を行う PFI 事業者選定に向けた取組を開始した。

- 大気・電離圏モデル GAIA のデータ同化について実運用に向けて複数の電離圏観測 (GNSS 全電子数、衛星電波掩蔽観測) を同化するシステムを実装し、同システムを用いた同化実験から使用する観測ごとの性能の違いを確認するとともに、同システムを用いたデータ同化を実際の一定期間実行し、安定性や誤差など性能を評価した。また、GAIA 計算データの解析から、スポラディック E 層の冬季における発達要因が成層圏の突然昇温によってもたらされることを詳細な物理過程とともに解明し、論文発表を行った。
- 静止軌道上の人工衛星に対する放射線帯電子予測の機械学習モデルについて、24 時間後の予測結果を適切に評価するために、過去 72 時間の予測確率の変化を評価可能とするとともに、リアルタイム運用

せた。計算コストが高い放射線帯電子の散乱過程を事前計算させることで、実運用が可能な時間スケールで計算を可能にした放射線帯物理モデルを開発したこと、など科学的に重要な先端計測装置の開発から、モデルシミュレーションのレベル向上のためのサイエンティフィックな重要成果、AI を用いた各種手法の開拓まで、科学的に意義の高い世界最先端の成果が数多く創出された。

社会的価値の高い成果として、令和 6 年 5 月に連続発生した太陽嵐および 10 月に発生した太陽嵐について、太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻を予測し、お知らせ発表における予報内容の策定に貢献したこと、5 月の太陽嵐について、山川の太陽電波観測システムにより複数の II 型太陽電波バーストを観測することに成功し、同バーストの自動検出手法や速度導出手法を高度化したこと、数値モデルを用いた太陽フレア発生警報システムの中核となる太陽活動領域に蓄積されたエネルギーを評価しフレア発生危険性を可視化するシステムのプロトタイプを構築し運用を開始したこと、太陽フレア AI 予報モデルについて、太陽フレア規模の確率予報の精度評価と実装を進めたこと、また同予測手法 (Deep Flare Net) について民間活用を促進するため、公開データベースの商用向け覚書を作成すると共に、技術移転の手続きを開始したこと、

維持しながら、順調に研究開発が進められている。

システムを構築した。計算コストが高い放射線帯電子の散乱過程を事前計算させることで、実運用が可能な時間スケールで計算を可能にした放射線帯物理モデルを開発した。この物理モデルについては、国際会議2件(2024年5月 AT-RASC、7月 COSPAR)において招待講演を実施した。リアルタイム磁気圏シミュレーションの電離圏データを用い、膨大な計算機リソースを必要とするリアルタイムシミュレーションの結果を100万倍高速に模擬する機械学習エミュレータを構築した(情報・システム研究機構、国立極地研究所、統計数理研究所、および機構の合同報道発表)。さらに膨大なデータを用いた深層学習モデルを構築した。

- 数値モデルを用いた太陽フレア発生警報システムの中核となる、太陽活動領域に蓄積されたエネルギーを評価しフレア発生危険性を可視化するシステムのプロトタイプを構築し、運用を開始した。太陽フレア AI 予報モデルについて、太陽フレア規模の確率予報の精度評価と実装を進めた。また同予測手法(Deep Flare Net)について民間活用を促進するため、公開データベースの商用向け覚書を作成すると共に、技術移転の手続きを開始した。JpGU にて JSAI と合同で初めての AI コンペティション(GeoSciAI2024: 地球惑星科学分野データにおける AI モデル作成コンテスト)について、企画立案や審査員を務めるとともに、招待講演を行った。また令和7年度開催に向けて準備を進めた。太陽フレア AI 予測手法を応用して、AI 技術を用いた太陽風速度の予測手法を開発し、その予測精度の評価を行った。

(イ) 宇宙天気予報システムの研究開発

- 国際協力の下、NOAA の次期太陽風観測衛星

大規模太陽フレア時の対応について、現象解析、広報対応、関係府省庁連絡など役割を明確化してマニュアルを整備し、すべての X クラス以上の太陽フレア発生時(令和6年度 50 回)に初動判断チームが24時間体制で確認し、対応レベル判断を行ったこと、令和7年3月までに取材 112 件、記事掲載 新聞 283、TV・ラジオ・Web 動画 67 件、雑誌 43 件など、多数のメディアに取りあげられたこと、

など、太陽活動が極大期を迎え、高度に ICT 化された社会を太陽フレアによる影響から守ることが従来以上に重要になっている中で、予報技術の高度化からマニュアルの整備による初動体制の機能化などまで、社会要請に的確に応えていくための先端技術とその適用体制を有効化した成果は社会的価値が極めて高いものである。

社会実装として、

宇宙天気予報の市場調査(80 社以上の企業ニーズの聴き取り)を実施し社会実装に向けた課題の検討を進め、企業ヒアリングや動画/モック作成を通じて顧客ニーズ調査と仮説検証を行い、事業計画を策定して(株)Space Weather Company を設立したこと、令和6年5月に連続発生した太陽嵐および 10 月に発生した太陽嵐について、太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻を予測し、お知らせ発表における予報内容の策定に貢献し、5月の太陽嵐について、山川の太陽電波観測システムにより複

(SWFO-L1、令和7年秋に打ち上げ予定)による24時間365日太陽風擾乱監視体制の実現に向けて、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(SAN)地上局の1つを世界に先駆けて鹿島宇宙技術センターに整備し、NOAAの代表団の表敬訪問を受けるとともに、SAN受信局構築のための議論をNOAAと進めた。

- 令和6年5月に連続発生した太陽嵐および10月に発生した太陽嵐について、太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻を予測し、お知らせ発表における予報内容の策定に貢献した。また、5月の太陽嵐について、山川の太陽電波観測システムにより複数のⅡ型太陽電波バーストを観測することに成功し、同バーストの自動検出手法や速度導出手法を高度化した。さらに5月の太陽嵐について、名古屋大学との共同研究により、大型電波望遠鏡による多数の電波天体からの電波の顕著な散乱として初めて観測に成功した。(報道発表1件)
- 3次元電離圏電子密度分布における電波伝搬を可視化するシミュレータHF-STARTについて、ユーザーからのフィードバックを受けて、短波利用ユーザー向けページの拡充を行うとともに、ユーザーニーズが高い電離圏による電波吸収効果の評価を追加した。
- 高速計算機システムのリプレイスについて、予測モデルの運用停止が発生しないようにするために、高速計算機システムを途切れなく切り替えるとともに、各モデルのシステム切り替えを滞りなく実施した。
- 大規模太陽フレア時の対応について、現象解析、広報対応、関係府省庁連絡など役割を明確化してマニュアルを整備した。マニュアルに従い、すべてのXクラス以上の太陽フレア発生時(令和6年度50回)、

数のⅡ型太陽電波バーストを観測することに成功し、同バーストの自動検出手法や速度導出手法を高度化したこと、太陽フレアAI予報モデルについて、太陽フレア規模の確率予報の精度評価と実装を進め、同予測手法(Deep Flare Net)について民間活用を促進するため、公開データベースの商用向け覚書を作成すると共に、技術移転の手続きを開始した。太陽フレアAI予測手法を応用して、AI技術を用いた太陽風速度の予測手法を開発し、その予測精度の評価を行ったこと、

など、具体的な宇宙天気予報サービスに研究開発成果を直接導入してきた成果がさらに発展したことや、市場展開までを見据えた事業計画を策定し会社設立に繋いだことは、4年目の年度の成果としても顕著なものである。

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、顕著な成果があったと認められる。

- ひまわり10号の気象観測装置と同時搭載可能な宇宙環境センサについて、エンジニアリングモデル(EM)

初動判断チームが 24 時間体制で確認し、対応レベル判断を行った。令和6年5月に連続発生した太陽嵐および 10 月に発生した太陽嵐については、お知らせによるウェブ発表、メディア対応、記者発表会、関係府省庁への周知を滞りなく実施するとともに、国内外の社会的影響について調査し、ウェブサイトや国内外関連学会にて報告した。令和7年3月までに取材 112 件、記事掲載 新聞 283、TV・ラジオ・Web 動画 67 件、雑誌 43 件など、多数のメディアに取りあげられ、宇宙天気予報のビジビリティを高めた。また、大規模太陽フレアに関する関係府省庁への連絡方法について、総務省・内閣府・内閣官房と連携し、5月31日「宇宙システムの安定性強化に関する官民協議会」の課長級会合に参加、宇宙天気現象の社会的影響と今後の連絡方法について説明を行うとともに、令和7年2月5日に開催された「宇宙システム全体の機能保証強化のための机上演習」に宇宙天気現象を含むシナリオ策定及びレスポンス対応として参加した。当該協議会構成員へメーリングリストを利用して情報共有する体制を整え、6月7日から新警報発信システムの配信先に登録するとともに、5月および 10 月の大規模フレアイベント時に当該メーリングリストにより情報共有を行った。

- 宇宙天気情報利用者からの情報収集や交流のため、宇宙天気ユーザー協議会の総会や分科会を開催した。また、令和6年度の宇宙天気ユーザーズフォーラムを令和7年3月7日に小金井本部とオンラインのハイブリッドで開催した。これらの活動に加え、宇宙天気予報の市場調査によって 80 社以上の企業ニーズの聴き取りを実施、各分野のユーザーの宇宙天気利用状況やニーズ・シーズマッチング、社会実装に向けた課題の検討を進めた。調査によりニーズの

の環境試験を完了するとともに、EM 開発成果を踏まえて、搭載するサブシステム全体(電子線計測装置2台、陽子線計測装置1台、共通回路部1台)のプロトフライトモデル(PFM)の基本設計を令和6年度中に完了した。気象庁と連携して「静止気象衛星ひまわりの運用等事業実施方針」を公表し、ひまわり 10 号に対する地上施設運用を行う PFI 事業者選定に向けた取組を開始した。

- 東南アジア域におけるプラズマバブル発生状況を AI 等によって自動検出、伝搬予測情報と併せて可視化するプラズマバブルアラートを GNSS 受信機設置や FMCW イオノゾンデ更新等により電離圏観測データの充実化を図った。また AI によるイオノグラム読み取り手法を実装し電離圏状況のリアルタイム検出精度を向上し可視化システムを実装して公開した。
- 静止軌道上の人工衛星に対する放射線帯電子予測の機械学習モデルについて、24 時間後の予測結果を適切に評価するために、過去 72 時間の予測確率の変化を評価可能とした。また、リアルタイム運用システムの構築を着実に実施し、令和6年度内に稼働させた。計算コストが高い放射線帯電子の散乱過程を事前

高い分野を同定、衛星運用、衛星測位・ドローン、観光分野のビジネス向けコンセプトムービーを製作し、イベントや企業訪問で利用した他、測位分野を中心としたビジネスモデルの検討や、APIを利用したデータ提供プラットフォームの構築の検討等、社会実装を促進するための取組を進めた。ニュースペース研究会に参加し、宇宙天気予報ワーキンググループを立ち上げ、民間企業と共に宇宙天気予報を活用したマネタイズを中心にした議論を活発化している。さらに企業ヒアリングや動画/モック作成を通じて顧客ニーズ調査と仮説検証を行い、事業計画を策定して(株)Space Weather Companyを設立した。研究者自らの宇宙天気 AI 予測技術の技術移転手続きと共に機構発ベンチャー認定を目指している。

- 社会的影響の大きさも考慮した新たな警報基準を用いて自動でメールを配信する新警報発信システムについて、基準が策定済みの通信・放送(HF 帯)、宇宙システム運用(衛星)、航空機人体被ばく分野について、関係府省庁等配信先を制限して運用を実施するとともに、令和7年春の一般への公開に向けて準備を進めた。また、警報を受け取った後の対処方針(ガイドライン)についても合わせて公開できるよう、宇宙天気ユーザー協議会等で協議しつつ、策定を進めた。
- 宇宙天気予報に関連し、多数のメディア・取材対応、見学対応、会議・展示会への参加を行うなど、アウトリーチ活動を積極的に行った。また、国内学生4名のインターンシップを受け入れ、予報業務の実践的なトレーニングを実施した。また、令和7年2月に東南アジア5か国からインターンシップ7名を受け入れた。さらに、国内外の研究者・技術者に向けたリクルート相談会を行うなど、国内外人材育成やアジア域におけ

計算させることで、実運用が可能な時間スケールで計算を可能にした放射線帯物理モデルを開発した。

【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6年5月に連続発生した太陽嵐および10月に発生した太陽嵐について、太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻を予測し、お知らせ発表における予報内容の策定に貢献した。また、5月の太陽嵐について、山川の太陽電波観測システムにより複数のⅡ型太陽電波バーストを観測することに成功し、同バーストの自動検出手法や速度導出手法を高度化した。
- 数値モデルを用いた太陽フレア発生警報システムの中核となる、太陽活動領域に蓄積されたエネルギーを評価しフレア発生危険性を可視化するシステムのプロトタイプを構築し運用を開始した。太陽フレア AI 予報モデルについて、太陽フレア規模の確率予報の精度評価と実装を進めた。また同予測手法(Deep Flare Net)について民間活用を促進するため、公開データベースの商用向け覚書を作成すると共に、技術移転の

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、WRC-27 に向けた宇宙天気観測のための周波数保護に関する検討を進めるとともに、SG3 に関連する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(気象衛星調整会議)にひまわり 10 号搭載予定のセンサ開発状況、SWFO 地上受信システムの準備状況、静止気象衛星の宇宙環境計測装置の相互校正等に関する情報を入力した。

手続きを開始した。

- 大規模太陽フレア時の対応について、現象解析、広報対応、関係府省庁連絡など役割を明確化してマニュアルを整備した。マニュアルに従い、すべての X クラス以上の太陽フレア発生時(令和6年度 50 回)、初動判断チームが 24 時間体制で確認し、対応レベル判断を行った。令和7年3月までに取材 112 件、記事掲載 新聞 260、TV・ラジオ・Web 動画 67 件、雑誌 43 件など、多数のメディアに取りあげられた。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 宇宙天気予報の市場調査(80 社以上の企業ニーズの聴き取り)を実施し社会実装に向けた課題の検討を進めた。さらに企業ヒアリングや動画/モック作成を通じて顧客ニーズ調査と仮説検証を行い、事業計画を策定して(株)Space Weather Company を設立した。
- 令和6年5月に連続発生した太陽嵐および 10 月に発生した太陽嵐について、太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻を予測し、お知らせ発表における予報内容の策定に貢

	献した。また、5月の太陽嵐について、山川の太陽電波観測システムにより複数のⅡ型太陽電波バーストを観測することに成功し、同バーストの自動検出手法や速度導出手法を高度化した。 • 太陽フレア AI 予報モデルについて、太陽フレア規模の確率予報の精度評価と実装を進めた。また同予測手法(Deep Flare Net)について民間活用を促進するため、公開データベースの商用向け覚書を作成するとともに、技術移転の手続きを開始した。太陽フレア AI 予測手法を応用して、AI 技術を用いた太陽風速度の予測手法を開発し、その予測精度の評価を行った。	
(3) 電磁環境技術 (ア)先端 EMC 計測技術 • 高密度に分布する広帯域電磁雑音源を想定し、雑音放射方向が被干渉受信機方向に向く確率や所望信号帯域内の雑音スペクトルの占有率等を含む一般化電磁雑音許容値設定モデルに準拠し、最強波源による妨害波強度に基づく許容値設定法が国際無線障害特別委員会(CISPR)技術報告として発行が決定した。さらに本モデルに 3GPP 規格等を根拠とする5G 通信のパラメータを与え、世界で初めて5G 保護を目的とした雑音許容値を導出し、CISPR 共通規格への 40GHz までの許容値導入を提案し、規格	(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) 科学的意義、社会的価値、社会実装面全てにおいての高いレベルの成果として、高密度に分布する包帯行き電磁雑音源を想定し、一般的条件を考慮して、受信雑音電力の確立分布に基づく2種類の許容値モデル(最強雑音源、全雑音源)を構築し、最強波源を想定した許容値設定モデルの国際標準化を成立させたこと、また5G システムを保	【電磁環境計測技術】 受信雑音電力の確率分布に基づく許容値設定モデルを構築し、国際標準化を成立させただけでなく、この成果をベースに、5G システムの保護を目的とした雑音許容値を世界で初めて導出し、国際規格原案に反映させたことは、科学的意義だけでなく、社会的価値、社会実装の両面からも価値あるものと評価できる。

原案への反映を確定させた。

- 複数の LED 照明の放射雑音特性の評価に対する電波反射箱の適用を検討した。これまでの研究、共通の電力線により給電された複数のLED照明から放射される広帯域雑音の電力スペクトルは、必ずしもLEDを個々に点灯させた場合の雑音電力スペクトルの線形和にならないことが明らかになっている。ダクトレール上に配置する LED 照明の数が増えると、ダクトレール上を流れる雑音電流の分布が複雑になり、放射雑音の周波数スペクトルが単純には変化しないことを明らかにした。このため反射箱を用いて雑音の全方向総放射電力を測定し、その結果をさらに一定周波数帯域内で積分することによって、点灯LED個数に対する雑音電力の加法性を検証した。その結果、LED の点灯数に対して積分電力が線形に増加することを初めて明らかにし、再現性よく測定するための重要な要件を明確にした。
- 令和5年度に開発した干渉シミュレーションモデルを用い、ガウス性雑音が無線通信に与える影響を解析し、令和6年度に構築した実機の通信端末を用いた干渉実験系で比較した。実機端末を用いたガウス性雑音による通信劣化特性はシミュレーションと一致しており、誤り訂正を考慮した本シミュレーション評価系が実機端末の模擬に妥当であることを確認した。この環境により、実環境で発生する高調波ノイズを模擬した正弦波雑音に対する通信劣化特性を調査したところ、正弦波周波数の変化によって受信感度の劣化特性が 30 dB 以上異なることを発見した。特に、通信帯域の約2割でガウス性雑音を上回る受信感度劣化が発生する可能性があることを明らかにした。

護するための 40GHz までの許容値を導出し、国際規格原案に反映させることを確定させたことが挙げられる。また、科学的意義、社会的価値の点で高いレベルの成果として、温度感受性蛍光色素を混合した生体等価ファントムと共焦点レーザー捜査型顕微鏡を組み合わせ、生体等価ファントム内の温度分布を3次元的に高空間分解能で経時的に観測する測定系を構築したこと、従来の光ファイバー温度計と比較して 100 倍以上となる約 20 ミクロンの空間分解能と約 0.05℃の温度分解能を達成し、非接触での超高精度測定を可能にしたことは卓越した成果である。

社会的価値の面での高いレベルの成果としては、電波ばく露レベルモニタリングデータを含む電波に関する情報を掲載したウェブサイトを構築し、閲覧前・直後及び5週間後の電波に対する主観ばく露レベル、電波利用行動に対するニーズ及び不安感、発がん性リスク認知等について 802 名を対象に調査し、対象者を「安心層」「不安層」「低関心層」「高関心層」の4つに分類することとし、不安層には最もウェブサイト閲覧の効果が表れることを明らかにしたことが挙げられる。さらに、世界に先駆けて 500GHz から 750GHz の電力計比較システムを構築し、特定実験試験局の特例措置に対応するための確認サービスを開始予定としたことも社会的価値が高く、社会実装として極めて重要な成果である。

主観的な解釈に陥りやすい電波ばく露の影響について、電波モニタリング測定データを掲載したウェブサイトを構築し、電波利用行動に対するニーズ、不安感等について分析、効果検証を行ったことは、電波利用の安全性に対する社会的関心や要請に対し、科学的アプローチを用いて正面から応えようとするものであり、その意義は大きく、社会的価値を有するものとして高く評価できる。

EMC 測定法や人体への電波吸収評価法などの測定技術の整備が進展しており、制度整備や安全基準への波及が期待される技術基盤が構築されつつある。社会制度やインフラ運用の基盤技術として広範に影響を及ぼしており、社会実装アプローチとして明確な進展が認められ、NICT の社会的貢献の一翼を担っている取組として評価できる。

さらに、機構が開発し国際標準化した APD（振幅確率分布）測定法を用い、CISPR 規格におけるマルチメディア機器の許容値提案の妥当性を検証した。コピー機の雑音と 5G 通信シミュレーターで生成した無線通信信号を合成して 5G 通信への影響を評価し、2 種類のコピー機からの放射雑音が提案許容値を満たす場合、5G 通信に影響を与えないことを確認した。さらに、パルス変調妨害波を用いて振幅と繰り返し周波数を変化させ、5G 通信への影響度を調査し、コピー機からのパルス発生頻度が、実際に 5G に影響を与えるパルス発生頻度に比べ桁小さいことを明らかにし、既に国際規格に提案した APD 許容値の妥当性を補強した。

- 令和5年度までに開発した近接電磁耐性評価用アンテナを放射雑音測定にも適用できるようにするために上限周波数を 6GHz から 18GHz に拡張するアンテナ設計を行った。有限積分法を用いた数値シミュレーションによる構造設計および特性評価を繰り返し行い、1GHz から 18GHz にわたる優れた放射特性、低反射特性、およびビーム割れのない指向特性を有しており、EMC 測定用の広帯域アンテナとして有効性を確認した。
- 電磁雑音の測定等を行うために用いるアンテナの校正法に関して、電波暗室内の反射波の影響を確認し、また、遠方界条件において校正を行うために必要なアンテナ間距離等を 18 GHz～43.5 GHz の周波数帯において明らかにした。また、確立した方法により測定したデータの妥当性について、韓国の RRA（国立電波研究院）と連携した両機関の測定結果を相互比較によって、NICT 提案法（床面に吸収体設置）では 18～22 GHz の範囲で測定値が変動しない

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。

- 電波防護指針未策定の 300 GHz 以上の人体に対する電波ばく露特性を明らかにするため、600 GHz 帯のジャイロトン（真空管）と電力制御装置、ミラー系を組み合わせ、電波ばく露装置を構築した。また、発振した電波の周波数、電力等について、磁場強度等を変化させて特性データを取得し最適化した。入射電力密度測定技術については、光学結晶の複屈折効果を応用した入射電力密度測定システムの検出感度を改善し、ばく露装置の入射電力密度変化を高速に測定に成功した。
- 特定実験試験局のテラヘルツ帯における特例措置に対応するために必要不可欠である電力基準値を、500～750GHz において決定した。その基準値を使用して、補正值提供に用いる電力計比較システムを開発し性能評価を行い確認サービス

ことを確認し、その結果を CISPR に寄書入力した。さらに、電磁雑音の測定場やアンテナ較正法に関する研究成果のうち、周波数 30MHz 以下について、CISPR 規格として成立したことが認められ、日本 ITU 協会賞及び IEC-APC 議長賞を受賞した。

- 広帯域パルス電磁波を高精度に評価するための基盤技術として、電気-光変換器及び光-電気変換器を用いることで、光伝送により 43.5 GHz まで低損失かつ線形位相を保持して伝送させるためのシステムを構築した。これにより、アンテナと計測器間を 100m の同軸ケーブルで伝送させた場合に 10GHz 以上でノイズフロア以下に減衰してしまい、信号を伝送できないのに対し、100m の光ファイバケーブルを用いて伝送させた場合は -10dB 程度の減衰量となり、低損失の信号伝送を実現できることを実証した。また、使用する増幅器のバイアス電圧をフィードバック制御することで、 $\pm 0.1\text{dB}$ 以内で安定な動作を実現した。さらに、同軸系に比べて受信ケーブル長を 10 倍にしても、アンテナ較正結果が 0.2dB 以内で一致していることを確認した。これはレーダー等の屋外・長距離におけるアンテナ特性評価に圧倒的に有利となる。

- ローカル 5G に周波数が割当てられている 28GHz 帯の電波伝搬を制御する技術として電波散乱シートを開発し、通信可能エリアを広げるための基地局・通信端末との位置関係を考慮した散乱シート設置位置決定の方法について特許出願を行った。また、民間企業と協力し、商品化に向けて 100 μm 厚の薄型の実証モデル(プロトタイプ)を完成させた。ローカル 5G 基地局実機(28 GHz 帯)の実証実験サイトにおける電波不感エリアにおいて、プロトタイプを用いて電波を散乱させることによってデータ通信を可能とし、通常の金属反射板を用いた場合よりもスループットが2

を提供できる体制を整備した。また、無線免許申請に必要なデータの取得に使用するスペクトル分析器の入力信号と表示レベルの関係(線形性)を従来法を超える精度で較正できる画期的な較正法較正を開発した。

- Beyond 5G/6G での使用が想定される周波数領域までの詳細な人体ばく露特性を明らかにするため、昨年度までに取得した皮膚(表皮、真皮)の電気定数データや測定の不確かさを考慮し、100 GHz から 600GHz までの生体組織の水分等による電気定数のばらつきについて分析し、電磁界シミュレーションに用いる電気定数を決定した。

【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。

- 電波ばく露レベルモニタリングデータを含む電波に関する情報を掲載したウェブサイトを構築し、閲覧前・直後及び5週間後の電波に対する主観ばく露レベル、電波利用行動に対するニーズ及び不安感、発がん性リスク認知等について 802 名を対象に調査し、対象者を「安心層」「不安層」「低関心層」「高関心層」の4つ

倍程度改善できることを示し、試作品の有効性を実験的に実証した。さらに、Beyond5G 通信を想定した 300GHz 帯の電波散乱シートについても試作し、300GHz での反射パターン測定を行い、広範囲な散乱性能が得られることを実証した。

- 特定実験試験局のテラヘルツ帯における特例措置に対応するために必要不可欠である電力基準値を、500～750GHz において決定した。また、その基準値を使用して、補正値を提供するために用いる電力計比較システムを開発し、その性能評価を行い、確認サービスを提供できる体制を整備した。また、無線免許申請に必要なデータの取得に使用するスペクトル分析器の入力信号と表示レベルの関係（線形性）を較正する方法について開発した。この較正法は、高周波減衰量の標準器が無いテラヘルツ帯においても較正が可能な方法であるとともに、従来法を超える精度で較正できる画期的な較正法であり、電子情報通信学会論文誌において発表し論文賞を受賞した。

(イ) 生体 EMC 技術

- 吸収電力密度評価方法に関する国際標準化に向けた議論が開始されており、標準規格策定の議論に適切に対応するため、機構が提案している周囲の電磁界測定から人体等価ファントムへの吸収電力密度を高精度に推定する方法で利用するファントムの適用可能な周波数範囲を確認し、吸収電力密度評価システムの信頼性に関わる不確か評価データを取得する必要があった。そのため、28GHz に最適化された適合性評価用ファントムが適用可能な周波数範囲を明らかにし、また 40GHz と 60GHz に対してファントムの厚さ等の最適化し、吸収電力密度測定システムの不確かさを明らかにした。

に分類することとし、不安層には最もウェブサイト閲覧の効果が表れ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 300 GHz 以上の人体に対する電波ばく露特性を明らかにするため、電波ばく露装置を構築した。入射電力密度測定技術については、光学結晶の複屈折効果を応用したばく露装置の入射電力密度変化を高速に測定することに成功した。さらに、較正された電力計と導波管プローブを用いた測定データとの比較により、補正係数を求めることで、265GHz での入射電力密度測定の精度を向上させた。
- 特定実験試験局のテラヘルツ帯における特例措置に対応するために必要不可欠である電力基準値を、500～750GHz において決定した。その基準値を使用して、補正値を提供するための電力計比較システムを開発し、確認サービスを提供できる体制を整備した。また、無線免許申請に必要なデータの取得に使用するスペクトル分析器の入力信号と表示レベルの関係（線形性）を較正する方法について開発した。

- 携帯無線端末の電波防護指針への適合性評価の効率化を実現する革新的な方法について検討した。従来、携帯無線端末の SAR 測定では、平面ファントムと頭部ファントムの両方での評価が必要とされ、特に頭部ファントムでの測定は端末の位置や傾きなど多くの条件を考慮する必要があるため、測定に多大な時間を要していた。そこで、本研究では、最新の様々な携帯無線端末から取得した大規模な SAR データを活用し、現行の SAR 測定システムと高速 SAR 測定システムを用いて、平面ファントムでの測定結果から頭部ファントムでの SAR 分布や SAR 値を高精度に推定する方法の開発に取り組んだ。特に、AI(機械学習や深層学習)技術を導入することで、平面ファントムから頭部ファントム上の SAR 分布と SAR 値を推定できること実証した。
- 5G 以降の無線基地局の運用では、マクロセルおよび複数のビームの形成が可能なスモールセル基地局が用いられることから、マクロセルおよびスモールセルによる複数のビームからの複合ばく露について評価が必要となる。そこで、マクロセルおよびスモールセル基地局からの複合ばく露条件下において、大地や壁等の周辺環境の影響を評価するために、屋外通路を想定し、壁面の有無等が異なる4条件について、マクロセルおよびスモールセルのアンテナ位置を変えた3条件について、電磁界シミュレーションを用いて電界強度や入射電力密度を評価し、直接波のみによる結果と比較を行い、大地や壁等、人体周辺の環境の影響を明らかにした。
- 5G サービスの開始により、これまで以上に多様化した様々な周波数帯の電波に同時に人体がさらされることが想定されることから、現実的なばく露条件を想定し、複数周波数帯の複合ばく露における人体ばく

【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。

- 高密度に分布する広帯域電磁雑音源を想定し、雑音放射方向が被干渉受信機方向に向く確率や所望信号帯域内の雑音スペクトルの占有率等を含む一般化電磁雑音許容値設定モデルに準拠し、最強波源による妨害波強度に基づく許容値設定法が国際無線障害特別委員会 (CISPR) 技術報告として発行が決定した。本モデルに基づき、5G 保護のための具体的な許容値を典型的パラメータを用いて試算し、その結果を CISPR 共通規格への導入提案として提出した。
- 世界に先駆けて構築した 300GHz～500GHz の電力計比較システムを用い、特定実験試験局の特例措置に対応する確認サービスを開始した。将来の較正・確認サービスの展望について産業技術総合研究所と共同でテラヘルツ帯(100GHz 超)を含む周波数領域の計量標準および較正技術のロードマップを作成し公表した。さらに、確認サービスの更なる周波数拡張を行うため、500GHz～750GHz の電力比較システムの構築と基準値決定の検討を行い、令和7年度に確認サービスを開始でき

露量を詳細に検討した。5種類の市販スマートフォン端末を分解し、詳細なスマートフォン形状を模擬した数値モデルを生成し、アンテナの位置や実機端末の SAR 分布に合致するようにスマートフォンモデルを調整することで、スマートフォンモデルを改良し、複数周波数帯(6GHz 以下)の複合ばく露において、現実的な端末使用状況下(音声通話や動画再生)を模擬するように、成人男女の数値人体モデル等に配置して、複数周波数帯の複合ばく露時の電波ばく露量データを取得し、複数周波数をばく露しても SAR 値は増大しないことを明らかにした。

- 電波防護指針が策定されていない 300 GHz 以上の人体に対する電波ばく露特性を明らかにするため、令和5年度に製造した 600 GHz 帯のジャイロトン(真空管)と電力制御装置、ミラー系を組み合わせ、世界初の電波ばく露装置を構築した(令和7年3月報道発表)。また、発振した電波の周波数、電力等について、ジャイロトンの印可磁場強度等を変化させて特性データを取得し、最適化した。

入射電力密度測定技術については、光学結晶の複屈折効果を応用した入射電力密度測定システムの検出感度を改善し、ばく露装置の入射電力密度変化を高速に測定することに成功した。さらに、較正された電力計と導波管プローブを用いた測定データとの比較により、補正係数を求めることで、265GHz での入射電力密度測定の精度を向上した。

- 皮膚の表面構造の凸凹は人体の部位や年齢等によって異なることから、電波ばく露量の皮膚構造依存性について明らかにするため、部位や年齢による皮膚表面構造の変化について調査し、年齢による皮膚

るシステムを整えた。

- 特定実験試験局のテラヘルツ帯における特例措置に対応するための電力基準値を、500～750GHz において決定した。その基準値を使用して、補正値を提供するために用いる電力計比較システムを開発し性能評価を行い、確認サービスを提供できる体制を整備した。また、無線免許申請に必要なデータの取得に使用するスペクトル分析器の入力信号と表示レベルの関係(線形性)を較正する方法について開発した。

表面の構造変化も考慮した上、皮膚の表面データに基づき、皮膚の溝や丘を精密に模擬した数値人体モデルの構築に成功した。

- テラヘルツ帯において不可欠な、3次元で高空間分解能を有する温度分布測定技術を開発してきており、次世代通信システムで想定される急峻な時間変動特性を持つテラヘルツ帯電波のばく露を高精度に評価することも視野に入れ、温度感受性蛍光色素を混合した生体等価ファントムと共焦点レーザ走査型顕微鏡を組み合わせた先進的な温度分布測定技術により、ファントム内の温度分布を3次元的に高空間分解能で経時的に観測する測定系を構築した。令和6年度には、従来の光ファイバー温度計と比較して100倍以上の性能となる約 $20\mu\text{m}$ の空間分解能と約 0.05°C の温度分解能を達成し、非接触での超高精度リアルタイム観測に成功した。

- テラヘルツ帯の電波ばく露評価において、令和5年度までに構築した計算環境を用いた数値シミュレーションと実験的検証により、超高周波帯における人体の詳細な電波吸収特性を世界で初めて明らかにした。本研究では、数百マイクロオーダーの生体内波長に対応する超高精細・高精度な数値人体モデルを用いた数値シミュレーションによって、100GHz から600GHz までの広帯域における電波吸収特性を詳細に評価した。特に、皮膚や眼球に対する局所ばく露時の電波吸収特性について、生体組織の電気定数依存性、組織の厚さ、さらには表面形状による電波吸収特性の不確かさについても明らかにした。さらに、シミュレーション結果の妥当性を実証するため、独自開発の高強度ばく露装置と生体等価ファントムを用いた温度上昇測定による実験的検証を実施し、265GHz と600GHz の電波ばく露に起因する温度上

昇特性を得て、論文を執筆した。

- 我が国における電波ばく露レベルの空間分布を把握するため、令和3年度から日本の各地域において電測車による走行測定を継続的に実施しており、令和6年度は沖縄における測定を実施した。測定対象とする範囲を沖縄本島全体として、市街地、観光地、郊外、山間部、海岸沿いの電波レベルを明らかにした。その結果、他の都市における測定結果と同様に、人口密度が高くなるにつれて電波ばく露レベルも高くなることが確認され、令和5年度までに得られていた電波ばく露レベルと人口密度との関係は、離島（沖縄）を含めて全国的に同様の傾向を示すことを明らかにした。
- 複数定点における長期的な電波ばく露レベルデータ取得を実施した。長期的かつ継続的自動測定を可能とするメンテナンスフリーの電波レベル測定装置 35 台を、学校・病院・公共施設など日本全国 33 か所に設置し、測定を1年間実施した。その結果、1日の中の変化として、昼間は電界強度が高く、夜間は低くなる傾向の場所が多い。1週間単位で見ると平日に高く、休日に低くなる傾向の場所が多いことが明らかになった。また、本測定期間内においては電波レベルが著しく上昇するなどの変動傾向がないことを確認した。
- 微小環境測定（個人が小型測定器を携帯することによって実施する測定）を東京都心と市街においてそれぞれ4種類の周辺環境（主要な駅中心部、商業地区、住宅地域、公共の公園）で歩行しながら測定をした。その結果、微小環境測定においても、令和5年度までに行ったスポット測定（ある固定の地点におけ

る測定)と同様に、市街に対して都心部のほうが電波レベルは高いことが確認された。さらに、市街を対象に同じプロトコルで測定した海外のデータと同程度のレベルであることを確認した。ことが判明した。

- 電波ばく露レベルモニタリングデータを含む電波に関する情報を掲載したウェブサイトを構築し、ウェブサイト閲覧前・直後及び5週間後の電波に対する主観ばく露レベル、電波利用行動に対するニーズ及び不安感、発がん性リスク認知等について 802 名を対象に調査した。被験者を回答の類似性に基づいてクラスター分析した結果、「安心層」「不安層」「低関心層」「高関心層」の4つに分類できることを見出し、不安層には最もウェブサイト閲覧の効果が表れることを明らかにした。また、安心層ではウェブサイト閲覧直後に一時的に不安感の増大が観察されたが、5週間後にはウェブサイト閲覧前と同等レベルに戻った一方で、不安層における不安感の低減効果は持続傾向が確認された。これらの成果は国際学術論文誌に掲載された。
- リスクコミュニケーションと科学技術コミュニケーションを統合した総合的なコミュニケーション手法を検討するため、外部有識者による委員会を設置した。この手法により、電波に関して適切なリスク認知を醸成するだけでなくリテラシー向上を目指す包括的なコミュニケーションが可能となる。また、若者へのアウトリーチ活動として、モニタリング装置を設置している学校である中等教育学校で出張講義を実施し、測定データを活用することで、身の回りの電波に関する理解促進と興味喚起を図った。
- 大学・研究機関等との共同研究(実績:大学 20、民間企業2)や協力研究員・研修員 18 人の受入れなど

による研究ネットワークの構築・活用を継続的に推進した。さらに、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、登録会員数 901 名)においては、令和6年度 NICT/EMC-net シンポジウム「成層圏通信プラットフォーム(HAPS)の最新動向」の開催(参加者数 101 名)に加え、所属する3研究会の開催などの活動を通じて、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5年度までと同様に機構トップクラスの規模で参画し、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 52 人(うち議長等役職者は 4 人)、国際会合参加者数 110 人、国際寄与文書提出 21 件、機構寄与を含む国際規格文書の成立 4 (30MHz 以下の WPT 装置の電波防護適合性確認方法、30MHz 以下の放射妨害波試験法を定めた規格、無線業務のデータベースの記載項目・書式を定めた技術文書、無線保護のための妨害波許容値設定モデルを定めた技術文書) など。

国内標準化会議構成員 43 人(うち議長等役職者は 13 人)、国内会合参加者数 131 人、文書提出 6 件、国内答申 4 編(「電波防護指針の在り方」の

うち「吸収電力密度の指針値の導入等」について、「6GHz～10GHzにおける吸収電力密度の測定方法等」について、「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち「ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」のうち「6.7 MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」について、CISPR 会議（令和6年）対処方針）など。		
(4)時空標準技術 (ア)周波数標準及び時刻生成技術 - 水素メーザを利用した合成原子時について、水素メーザの算入により時刻変動がより滑らかになり年度を通じ日本標準時の短期安定度を 10^{-16} 台に向上させ、また UTC からの偏差を5ナノ秒以下に抑え、長期に渡る十分な精度向上を実証した。次期中長期計画での光格子時計の冗長化に向けて、計測システムに周波数調整器を追加整備し、制御用ソフトウェアを整備した。 - 令和5年度に整備した日本標準時の4拠点の分散統合時系を本部時系と時刻差 20 ナノ秒以内で運用するとともに、その維持に必要な原子時計、時刻差計、位相計等を集中的に機器更新した。またネットワーク系統図を再整備し、一部を外部から切り離すなどセキュリティを向上させた。さらに送信所の空調設備更新設計や耐震補強作業を行った。 - 高精度な日本標準時を生成するシステムにおいて、システムを構成する計算機のOSを更新し、源発振器切替時の不具合を解消する制御等を導入し、また4拠点の監視制御システムの統合化を進めた。複数	(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) 科学的意義の高い成果として、ガスセルの大幅な小型・低コスト化の実現が期待される新規な光学素子の萌芽的な研究としてメタサーフェスを活用した光学部品の薄膜集積化を検討、光学パスの偏向について収率を90%にまで改善させ、偏光制御機能やコリメーションの機能をパターン設計だけで組み込むことにも成功し、コリメータレンズ、プリズム、偏光子の一体集積を世界に先駆けて開発したこと、分散型の時刻同期のアルゴリズムについて、隣接ノードとの通信のみで時刻同期が達成可能な制御パラメータを明らかにし、従来の同期法との後方互換性を考慮して原子時計群を目標となる時刻に制御する理論も構築したこと、時刻生成アルゴリズムについて、複数の原子時計を用いた時刻生成において、理論的に達成可能なアラン標準偏	【時空標準技術】 近距離無線双方向時刻比較（Wi-Wi）をはじめとする時刻同期関連の開発成果については、商用化を見据え、企業との連携・技術移転契約の締結がより一層加速化しており、社会実装の取組として高く評価できる。 小型原子時計・光格子時計の運用実績とともに標準時制度への実用化において継続的な成果を上げており科学的意義が認められる。また、B5G 時代において正確かつ安価で小型の時刻同期技術は重要であると思われるところ、需要を早期に見越して技術開発を進めていることは社会実装の取組としても評価できる。

の光格子時計に対応できるよう、周波数調整器を追加整備して標準時計測システム中のDMTD (Dual Mixing Time Difference) 測定器で周波数を比較できるようにした。位相空間モデルに基づいた複数種類の時計を活用して時系を生成するアルゴリズムを実装し、新たに追加した周波数調整器で試験的な運用を開始した。また、光時計を運用する国内外の機関と定期的な打ち合わせを行い、高精度な原子時計データの共同利用について検討を行った。さらに、これらの機関との更なる連携および情報共有のため、機構主催による国際シンポジウムを開催した。

- 年度を通して継続的に光格子時計を平均して週に一度以上の頻度で運用し、原振の水素メーザを定期的に評価した。その結果を用いて日本標準時の参照光時系を継続的に生成した。また、周波数リンク(光格子時計-標準時-国際原子時)の系統誤差を年間を通して伝達遅延変動 5ps以内、相対周波数差として 2×10^{-17} 以内と評価し、国際原子時の歩度評価に影響を与えないレベルに抑えられていることを確認した。
- GNSS を利用し、韓国の計量標準研究機関 KRISS のイッテルビウム光格子時計と NICT ストロンチウム光格子時計の間で周波数比較を 16 桁前半の精度で実施した。
- 光ファイバを利用し、理研のストロンチウム光格子時計と NICT ストロンチウム光格子時計の間で周波数比較を実施した。この光ファイバリンクは光のキャリア周波数ではなく、強度変調によるマイクロ波伝送を用いて 16 桁の精度で実現した。
- 秒の再定義の方法として(a)セシウムに代わる1つの原子遷移とするのではなく、(b)複数の原子遷移の重み

差の下限を導出し、理論的に時刻揺らぎを最小化する時刻生成アルゴリズムを構築したこと、

などの優れた先端的かつ世界をリードする技術が創出された。

社会的価値の高い成果として、年度を通して継続的に光格子時計を平均して週に一度運用し、原振の水素メーザを定期的に評価したことと、その結果を用いて日本標準時の参照光時系を継続的に生成したこと、周波数リンク(光格子時計-標準時-国際原子時)の系統誤差を年間を通して評価し、国際原子時の歩度評価に影響を与えないレベルに抑えられていることを確認したこと、

分散型時刻同期網の要となる小型原子時計搭載の GNSS アンカーについて、民間企業との連携により、準天頂衛星みちびきの L6 信号(MADOCA)を取り込んだ PPP 解析を利用したマルチ GNSS の周波数基準の長期測定を行い、UTC(NICT)に対してナノ秒確度の同期と、1日の周波数安定度で 7.8×10^{-15} が得られたこと、

Open Compute Project (OCP:データセンターの技術開発をオープンに進める団体)とのオープンコラボレーションで開発したボードを用い、チップ内に実装されている Channel State Information を取り出して活用することで Wi-Fi 機能を実装し、OFDM の特性を活かして多周波のマルチチャンネルでの Wi-Fi 計測を同時にできることを実証したこと、

付き相乗平均によって定義する新しい手法が 2019 年にパリ天文台の研究者から提案されているが、その方法及び利点・欠点についての解釈が難解であり、これまで国際的な議論が停滞していた。これに対し、周波数空間でのグラフを考え、定義とは周波数値空間内で値を一意に決定する最後の拘束条件と考える事で(a)(b)の方法統一して見通しよく理解出来る(具体的にはグラフにより直観的に理解できる)ことを提唱し、国際会議等で口頭発表するとともに、当該手法の提案者と共著論文を執筆し、投稿した。これにより難題となっていた複数遷移による定義の本質的な理解が進み、議論のフェーズが方式の「理解」から「選択」へ大きく進展して、2030 年の再定義の実現可能性を高めた。

- 欧州側の受け入れ準備が整い、機構の開発した SRS モデムをイタリア及びドイツの計量標準研究機関に送り出し、9月以降、欧州域内での試験運用を開始した。
- 本部・神戸副局間で開発したマルチ GNSS 受信機の性能評価を行い、市販品の供視法受信機と同等の性能が得られていることを確認したことから、標準電波送信所にも装置を設置し、本部・副局・送信所（2 か所）での時刻比較の運用を開始した。また、開発した供視法のソフトウェアは、遠隔校正などにも利用可能なように、受信機開発メーカーへ技術移転を行なった。

(イ) 周波数標準及び時刻供給技術

- 小型原子時計モジュールの実装に向けて、個別部品の原子時計ループ内での性能評価が可能な評価システムを開発・市販化した。また、アルカリ金属ソース(RbN3)の滴下装置や RbN3 パターンドウェハーな

など、日本標準時や国際的時刻生成に未来にわたって寄与していく重要性から B5G 時代に様々なシーンで実装されていく期待がある時空間同期技術や原子時計技術などについて、いずれも具体的ユースケースを想定した成果展開や高度化が進んだことは当該年度の顕著な成果である。

社会実装として、
小型原子時計モジュールの実装に向けて、個別部品の原子時計ループ内での性能評価が可能な評価システムを開発・市販化した。また、アルカリ金属ソース(RbN3)の滴下装置や RbN3 パターンドウェハーなどの市販化にも目途を得るとともに、原子時計の量産を意識した並列計測システム化と、小型ガスセルに適した吸収線の高コントラスト化技術を開発したこと、
Wi-Fi の普及活動を続けてきた結果、国内企業に対するライセンス契約が2件成立。またさらに普及促進をすすめるべくもう2社と秘密保持契約を締結したこと、
分散型時刻同期網の要となる小型原子時計搭載の GNSS アンカーについて、民間企業との連携により、準天頂衛星みちびきの L6 信号(MADOCA)を取り込んだ PPP 解析を利用したマルチ GNSS の周波数基準の長期測定を行い、UTC(NICT)に対してナノ秒確度の同期と、1 日の周波数安定度で 7.8×10^{-15} が得られたこと、

どの市販化にも目途を得るとともに、原子時計の量産を意識した並列計測システム化と、小型ガスセルに適した吸収線の高コントラスト化技術を開発した。

- 機構内にてラボレベルでの試作が進んでいた、ガスセル開発や可変波長面発光レーザー(VCSEL)、RF発振器に関して、大学・企業の外部機関との協業の下、量産性とモジュール複合化を意識した開発を進捗させた。ガスセルでは、原子共鳴周波数の温度依存性をゼロとするためのアルゴンガスの導入に目途を得るとともに、物理パッケージ化の設計・試作にも着手した。レーザー素子に関しては、波長可変機能を組み込んだ VCSEL を利用して、原子共鳴スペクトルの取得に成功した(世界初)。また、発振器に関しては、発振器を中心に原子時計制御モジュールへ開発範囲を拡大し、先進的な RF 変調回路やデジタル制御回路の提案を行い、特許を出願した。
- ガスセルの大幅な小型・低コスト化の実現が期待される新規な光学素子の萌芽的な研究として、メタサーフェスを活用した光学部品の薄膜集積化を検討した。光学パスの偏向については収率を 90%にまで改善させた。さらに、偏光制御機能やコリメーションの機能をパターン設計だけで組み込むことにも成功し、コリメータレンズ、プリズム、偏光子の一体集積を世界に先駆けて開発した。
- ガスセルの大幅な小型・低コスト化の実現が期待される新規な固体材料の萌芽的な研究として窒素内包フラーレンの高純度パウダーの入手を進め、時計遷移を示す微弱な共鳴線の取得方法について検討を行うとともに研究体制の構築を進めた。
- 3GPP SA1 において、6G の最初の議論となるユー

など、小型原子時計や時空間同期技術について、社会的期待(社会的価値)が高まっている中で、具体的な実装を目指すパートナーとの普及促進に踏み出していくための活動が活性化するなど、社会実装の点でも顕著な進展があった。

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。

- ガスセルの大幅な小型・低コスト化の実現が期待される新規な光学素子の萌芽的な研究として、メタサーフェスを活用した光学部品の薄膜集積化を検討した。光学パスの偏向については収率を 90%にまで改善させた。さらに、偏光制御機能やコリメーションの機能をパターン設計だけで組み込むことにも成功し、コリメータレンズ、プリズム、偏光子の一体集積を世界に先駆けて開発した。
- 分散型の時刻同期のアルゴリズムについては、隣接ノードとの通信の

スペースの提案を3件行い、内1件が採択された。

- Open Compute Project (OCP:データセンターの技術開発をオープンに進める団体)とのオープンコラボレーションで開発した Wi-Fi ボードを用い、チップ内に実装されている Channel State Information を取り出して活用することで Wi-Wi 機能を実装した。OFDM の特性を活かして多周波のマルチチャンネルでの Wi-Wi 計測を同時にできることを実証した。
- データセンターでのニーズに合わせて GNSS 等の標準時刻を無線で屋内に届ける PoC 実験を構築し、国際学会 (IEEE ISPCS) およびデータセンターの国際展示会 (OCP global Summit) で展示を行った。
- Wi-Wi の普及活動を続けてきた結果、国内企業に対するライセンス契約が2件成立した。またさらに普及促進をすすめるべくもう2社と秘密保持契約を締結した。
- 令和4年度に開発した Wi-Wi モジュールを利用して有線の距離計測精度を検証し、時刻同期精度から予想される 10m 以下の精度 (1σ) であることを確認した。
- 移動体の変位計測デモを構築し、国際フォーラムで展示した。またマルチパスの課題に取り組むため、エンコーダーを Wi-Wi と組み合わせて精度を向上する手法を提案、検証した。
- IEEE ISPCS2024@品川の現地運営委員長を務めて運営を行い、グローバルな時刻同期ビジネスと日本のベンダーやデータセンターとのネットワーク構築に貢献した。
- CPU のソフトウェア時刻を外部の基準時計に同期

みで時刻同期が達成可能な制御パラメータを明らかにした(特許出願1件)。また、従来の同期法との後方互換性を考慮し、原子時計群を目標となる時刻に制御する理論も構築した。

- 時刻生成アルゴリズムについては、複数の原子時計を用いた時刻生成において、理論的に達成可能なアラン標準偏差の下限を導出し、理論的に時刻揺らぎを最小化する時刻生成アルゴリズムを構築した。(特許出願1件)。

【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。

- 年度を通して継続的に光格子時計を平均して週に一度運用し、原振の水素メーザを定期的に評価した。その結果を用いて日本標準時の参照光時系を継続的に生成した。また、周波数リンク(光格子時計-標準時-国際原子時)の系統誤差を年間を通して評価し、国際原子時の歩度評価に影響を与えないレベルに抑えられていることを確認した。
- 分散型時刻同期網の要となる小型原子時計搭載の GNSS アンカーについては、株式会社コア社との連携

し、同期精度を検証した。独立したローカルクロックを持つコンポーネント間のイベントの時刻関係を整理することを可能とする技術(Precision Time Measurement)により離れたPCの内部時計をマイクロ秒以内で同期できることを実証した。

- Wi-Wi モジュールの時刻同期精度は反射のある屋内でも、また無線機間の直達見通しがあってもなくても30ns以下であることを確認した。
- フローティングメタル装荷型折り返しスロットアンテナ(無線による距離測定精度劣化の原因となるアンテナ位相の電波到来・放射角度依存性を低減するアンテナ)の構造最適化によりサイズをWi-Wi モジュールと同程度まで小型化した。
- 時刻生成アルゴリズムについては、複数の原子時計を用いた時刻生成において、理論的に達成可能なアラシ標準偏差の下限を導出し、理論的に時刻揺らぎを最小化する時刻生成アルゴリズムを構築した。(特許出願1件)。
- 分散型の時刻同期のアルゴリズムについては、隣接ノードとの通信のみで時刻同期が達成可能な制御パラメータを明らかにした(特許出願1件)。また、従来の同期法との後方互換性を考慮し、原子時計群を目標となる時刻に制御する理論も構築した。
- 2つの分割した状態空間モデルを取り入れた時系アルゴリズムを実機に実装し、分散時刻同期による安定性の向上が実現した。この成果については欧州の時刻周波数領域のトップカンファレンス EFTF2024 にて招待講演を行った。
- 大規模システムでの有効性を探るためのエミュレー

により、準天頂衛星みちびきの L6 信号(MADOCA)を取り込んだ PPP 解析を利用したマルチ GNSS の周波数基準の長期測定を行い、UTC(NICT)に対してナノ秒確度の同期と、1日の周波数安定度で 7.8×10^{-15} が得られた。

- Open Compute Project (OCP:データセンターの技術開発をオープンに進める団体)とのオープンコラボレーションで開発したボードを用い、チップ内に実装されている Channel State Information を取り出して活用することで Wi-Wi 機能を実装した。OFDM の特性を活かして多周波のマルチチャンネルでの Wi-Wi 計測を同時にできることを実証した。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 小型原子時計モジュールの実装に向けて、個別部品の原子時計ループ内での性能評価が可能な評価システムを開発・市販化した。また、アルカリ金属ソース(RbN3)の滴下装置や RbN3 パターンドウェハーなどの市販化にも目途を得るとともに、原子時計の量産を意識した並列計測システム化と、小型ガスセルに適

	ションとして、StarBED4 上で、時系アルゴリズムが動作することを確認した。少数台の実機システムとの整合性を確認した。 - 分散型時刻同期網の要となる小型原子時計搭載の GNSS アンカーについては、株式会社コア社との連携により、準天頂衛星みちびきの L6 信号 (MADOCA) を取り込んだ PPP (Precise Point Positioning) 解析を利用したマルチ GNSS の周波数基準の長期測定を行い、UTC(NICT) に対してナノ秒精度の同期と、1 日の周波数安定度で 7.8×10^{-15} が得られた。 - 都心への高精度時刻伝送配信を見据え、CERN 発祥の時刻同期技術 (White Rabbit) による小金井本部北側敷地と南側時空標準研究室間の時刻伝送実験を実施した。光トランシーバーのキャリブレーションをしていない場合の結果では、数ナノ秒以内で時刻が一致し、1 秒の周波数安定度は 1.0×10^{-12} となることを確認した。さらに適切に光トランシーバーをキャリブレーションした場合は、0.1 ナノ秒以下の時刻確度となることがスプールファイバにて確認され、高精度に両端間で時刻が同期できることを確認した。 - 都心への高精度時刻伝送配信について、そのサービスや時刻配信に基づいた研究開発を加速するために、日本ネットワークオペレーターズグループ (JANOG) や日本のインターネットの最大級の研究会である WIDE プロジェクトで発表を行い、将来的な利用者に対して広く情報を共有した。社会実装に向けて、データセンター事業者や地域商用光ネットワークサービス事業者と NDA を締結して連携体制を構築した。 - デジタル化や偏波自動制御により光ファイバによる	した吸収線の高コントラスト化技術を開発した。 - Wi-Wi の普及活動を続けてきた結果、国内企業に対するライセンス契約が 2 件成立。またさらに普及促進をすすめるべくもう 2 社と秘密保持契約を締結した。 - 分散型時刻同期網の要となる小型原子時計搭載の GNSS アンカーについては、株式会社コア社との連携により、準天頂衛星みちびきの L6 信号 (MADOCA) を取り込んだ PPP 解析を利用したマルチ GNSS の周波数基準の長期測定を行い、UTC(NICT) に対してナノ秒確度の同期と、1 日の周波数安定度で 7.8×10^{-15} が得られた。	

ロバストな光キャリア伝送システムを構築し、従来の伝送距離の 1.5 倍となる 150 km の伝送を達成した。周波数安定度として 60,000 秒で 1.3×10^{-19} という高い精度を実現した。

- 令和5年度に技術移転をして市販化されたマイクロ波周波数・タイミング信号伝送装置を国内研究機関が購入し、技術指導等を行い当該開発品の社会実装を果たした。

(ウ)周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓

- 機構本部の地下に設置した相対重力計の測定データについて、令和6年2月～9月のデータを重力観測データ解析ソフト「BAYTAP-G(Tamura et al., 1992)」を用いて詳細に解析することにより、固体地球潮汐に起因する小金井での正味の重力変動を抽出した。この重力変動は、潮汐がもたらす最大振幅 20cm に及ぶ地盤上下変動が大部分であり、良く知られる理論モデルが存在する。しかしながら、実際の重力観測により、双方の残差から最大 $10 \mu\text{Gal}$ 、高さ換算で最大振幅 3.2cm(周波数標準の変化として 3.2×10^{-18})の理論モデルとのずれが存在することを確認した。

- GNSS 観測データの PPP 解析、重力観測結果、および地下水変動との比較を進め、特に平成 23 年3月 11 日の巨大地震発生以降の余効地殻変動の様相を評価した

- 高精度測位信号対応の GNSS 観測にも着手し、初期解析を実施した。

- 一酸化炭素分子安定化 3THz レーザー光源の絶対周波数精度および長期安定度向上を目的として、制

御信号の差動検出法の導入を開始した。

- 光集積回路技術を用いた THz 基準伝送法の到達性能を検討するため、光集積回路との互換性を担保した光キャリア伝送システムの実験シミュレータを構築した。また、光集積回路評価装置を開発し、光回路素子の性能および製造プロセスに起因する特性のバラツキを評価した。
- 0.3THz 波の照射パワーにより変化する周波数分裂信号の分裂間隔を、照射方向を工夫することにより4倍以上拡大させることに成功した。また、ダイナミックレンジの拡大と不確かさ低減のための磁場縮退を解いた信号観測を実施した。
- ある特定の磁場副準位だけが関与する分裂信号に成功した。
- 開発した小型・可搬型 0.3THz 標準を用いて商用のフーリエ変換赤外分光計の試験的校正を実施し、簡易校正ツールとして動作することを確認した。
- イッテルビウムイオンとの共同冷却を行うインジウムイオン光時計2号機の開発を進め、インジウムイオンの確実なトラップ確認を行うためにインジウムイオンの蛍光遷移に共鳴する波長の光源の開発と蛍光観測システムの構築を進めた。

(5) デジタル光学基盤技術

- 次世代 AR システムの社会実装に向け、専用プロジェクトの開発を進める企業と共に、台湾 COMPUTEX' 2024(アジア最大のコンピューター見本市)に出展し、国内印刷会社と共に、社会実装に向けた NDA ベースで協業に向けた取組を行った。

(5) デジタル光学基盤技術

科学的意義、社会的価値、社会実装のすべての軸について一気に進展した顕著な成果として、HOPTEC 露光機の破面センサの最適化、収差改善により有効径1インチ程度の素子で End-to-

【デジタル光学基盤技術】

ホログラムプリント技術(HOPTEC)やホログラフィック光学素子(HOE)等の開発成果については、科学的意義の高い取組として高く評価できる。

- HOPTEC 露光機の波面センサーの最適化により、収差の RMS 値の時間変動幅(5秒程度)を令和5年度までとの比較で2桁程度の大幅に改善した、令和6年度中に有効径1インチ程度の素子で、End-to-End で波面精度 $1/10\lambda$ を達成した。
- ワークサイズ 260mm 四方の HOE を可能にし、対角 282mm 程度の HOE を製作した。天文やサインージなど、大口径光学素子を必要とする分野に HOPTEC が安価・高信頼の素子を供給できるようになる。
- 国内自動車部品メーカーとの資金受け入れ型共同研究で、外部資金の受け入れ及び、HOPTEC 露光実験を共に進める協力研究員を受け入れて HUD 等での社会実装に向けて、第5期中長期での実用化に向けた技術移転の道筋を確保した。
- HOE を用いる空間光通信(FSO)受光部について、設計の柔軟さから、次期中長期での共同研究開発を視野に令和6年度から国内大手通信機器メーカーと NDA ベースで協業を開始した。
- 同一のホログラム上に複数波長のカップラーHOE を記録することに成功し、ピークで青 82%、緑 68% の回折効率を達成した。焦点距離 300mm のレンズを波長多重記録した HOE を試作し、複数波長の再生照明光を HOE により分離及び集光できる事を確認した。
- HOE を、 $0.83\mu\text{m}$ の近赤外で動作させることに成功し、令和6年度末に回折効率 40% を達成した。
- 波面多重化マルチビーム伝送の光学系を大幅に小型化して代替する波面変調機能付きビームコンバイナの HOE を試作し動作確認を完了、1月にレーザー

Endで波面精度 $1/10\lambda$ を達成したこと、次世代 AR システムの社会実装に向けて専用プロジェクタを開発する企業と連携して台湾 COMPUTEX' 2024 に出展したことが挙げられる。

科学的意義の高い成果としては、機械学習を用いた HOE 設計手法について、不要光の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公開となったこと、複数層 HOE の作成誤差で生じる位相ズレを吸収する機械学習を開発・実装し、光学実験により HOE 協調動作時の制度の大幅な向上(18%→76%)を確認、作成誤差による位相ズレを吸収するアルゴリズムを開発し、Scientific Report 誌に掲載されたことなどが挙げられる。

社会的価値を高めた成果としては、空間光通信への応用について空間光通信(FSO)受光部における設計の柔軟さから、今後の共同研究開発を視野に国内大手通信機器メーカーとの NDA を締結したことが挙げられる。

これら、いずれの技術もその手法の開拓を含めたフォロンティアに位置しているが、それらの成果を実装して新たなシステムやサービスを開拓する意欲のある企業等との具体的連携活動も進展しており、先端科学技術から社会実装に直結していくテーマの好事例としても注目すべきであり、総合的視点による成果促進の達成度が極めて高く顕著である。

あわせて、次世代 AR システムの社会実装に向け、専用プロジェクタを開発する企業と連携して台湾 COMPUTEX' 2024 に出展したことや、空間光通信への応用に向け企業との連携を進めていることなどは、社会的価値を高める取組として評価できる。

学会で発表した。

- 令和5年度に開発した、作成誤差による位相ずれを吸収するアルゴリズムを、原著論文としてまとめ、Scientific Reports 誌に掲載された。
- ホログラムプリンタ物体光側の波面収差測定を行い、支配的なゼルニケ係数でデジタル補償するソフトを開発し、HOPTEC での HOE プリントの一連のフロー中に組み入れた。
- 拡散面越しの像を再結像させる HOE を機械学習で設計し、シミュレーションで結像までを確認した。
- 自然光 DH の分解能について、LED を光源とし深さ分解能を向上させる方法を開発し、OSA Continuum、Optics Express に掲載された。その後実装し、面内 $1.55\ \mu\text{m}$ 、深さ $1\ \mu\text{m}$ を達成、OSA Optics Express に掲載された。
- 自然光 DH の社会実装に向け、令和5年度から複数年で社会実装の強化に向けた所内ファンドを得、OPIE (パシフィコ) 及び、CEATEC (幕張) など国内展示会にてユーザー企業の開拓、また JST 新技術説明会などの機会を捉え、企業連携のための活動を継続した。
- 自然光デジホロカメラにおいて、曲率を異にする2つの凸面鏡で生成した波面同士を干渉させ、計算コヒーレント多重の方法により、分光情報を同時測定する方法及び、凸面鏡の代わりに複屈折レンズと液晶位相素子を用いて同様に分光情報を測定する方法の2つの手法を開発した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、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。

- HOPTEC 露光機の波面センサーの最適化により、収差の RMS 値の時間変動幅(5秒程度)を令和5年度までとの比較で2桁程度的大幅に改善した、令和6年度中に有効径1インチ程度の素子で、End-to-End で波面精度 $1/10\ \lambda$ を達成した。
- 自然光デジホロカメラにおいて、曲率を異にする2つの凸面鏡で生成した波面同士を干渉させ、計算コヒーレント多重の方法により、分光情報を同時測定する方法及び、凸面鏡の代わりに複屈折レンズと液晶位相素子を用いて同様に分光情報を測定する方法の2つの手法を開発した。
- 波面多重化マルチビーム伝送の光学系を大幅に小型化して代替する波面変調機能付きビームコンバイナの HOE を試作し動作確認を完了、

		1月にレーザー学会で発表した。 【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。 • HOPTEC 露光機の波面センサーの最適化により、収差の RMS 値の時間変動幅(5秒程度)を令和5年度までとの比較で2桁程度の大幅に改善した、令和6年度中に有効径1インチ程度の素子で、End-to-Endで波面精度 $1/10\lambda$ を達成した。 • ワークサイズ 260mm 四方の HOE を可能にし、対角 282mm 程度の HOE を製作した。天文やサイネージなど、大口径光学素子を必要とする分野に HOPTEC が安価・高信頼の素子を供給できるようになる。 • 次世代 AR システムの社会実装に向け、専用プロジェクタの開発を進める企業と共に、台湾 COMPUTEX' 2024(アジア最大のコンピューター見本市)に出展し、国内印刷会社と共に、社会実装に向けた NDA ベースで協業に向けた取組を行った。 【社会実装】	

		以下に示す、顕著な成果があったと認められる。 - 次世代 AR システムの社会実装に向け、専用プロジェクタの開発を進める企業と共に、台湾 COMPUTEX' 2024(アジア最大のコンピューター見本市)に出展し、国内印刷会社と共に、社会実装に向けた NDA ベースで協業に向けた取組を行った。 - 国内自動車部品メーカーとの資金受け入れ型共同研究で、外部資金の受入れ及び、HOPTEC 露光実験を共に進める協力研究員を受け入れて HUD 等での社会実装に向けて、今中長期での実用化に向けた技術移転の道筋を確保した。 - HOE を用いる空間光通信(FSO)受光部について、設計の柔軟さから、次期中長期での共同研究開発を視野に令和6年度から国内大手通信機器メーカーと NDA ベースで協業を開始した。	
<評価軸> - 業務が継続的かつ安定的に実施されているか。 <指標> 【評価指標】 - 各業務の実施結果として	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 周波数標準値の設定においては、本部周波数を 10⁻¹⁶ 台の安定度で維持し続ける等、関連する研究開発課題の成果を業務標準に十分反映できており、年度を通じて、継続的かつ安定的に実施した。またテレビ等を通じてこれらの活動の社会への周知・露出を図	1-(3)時空標準技術に含めて自己評価	

の利用状況 【モニタリング指標】 各業務の実施状況	った。 - 標準電波の発射においては、機器更新、道路補修設計、耐震補強、空調機更新設計を実施し、電線ケーブル地中化を計画化した。施設維持と運用監視により、年度を通じて、継続的かつ安定的に実施した。 - 標準時の通報においては、旧テレホン JJY を超える光テレホン JJY 利用者増大や新タイムビジネス制度での標準時の利用を実現した。年度を通じて、各時刻供給サービスを十分に少ない停止時間で運用しており、継続的かつ安定的に実施した。 - BCP 訓練や機構のネットワークセキュリティ内部監査の機を捉えて、ファイアーウォールの二重化、UPS の耐火性能向上の設計、神戸被災時の想定シナリオの作成、部外者のネットワークへの侵入等のネットワークインシデント発生時の対応策等を作成して、耐災害性・抗たん性を向上させた。		
	3-2. 機構法第 14 条第 1 項第 4 号の業務 機構法第 14 条第 1 項第 4 号に定める業務について、メール、ウェブサイト、SNS 等での情報発信等、宇宙天気予報業務を継続的かつ安定的に実施した。宇宙天気予報業務を着実に実施するため、宇宙天気予報業務に関する規程及び体制を整備するとともに、大規模な太陽フレアが発生した際の対応、災害発生時の業務継続性の対応マニュアルを整備した。大規模太陽フレア時の対応について、予想される社会的影響の大きさにより対応レベルを判断し、影響が大きいものについては現象解析、広報対応、関係府省庁連絡など役割を明確化して対応することをマニュアルに明記し、関連部署と連携して訓練を実施するとともに、令和 5 年度からすべての X クラス以上の太陽フレア発生時に初動判断チームが 24 時間	1-(2)宇宙環境技術に含めて自己評価	

	体制で確認し、対応レベル判断を行った。令和6年5月及び10月など、社会的な影響が大きい大規模な太陽フレア等宇宙天気現象発生時については、お知らせによるウェブ発表、メディア対応、記者発表会を滞りなく実施するとともに、関係府省庁への周知を行った。高速計算システムのリプレースについて、予測モデルの運用停止が発生しないようにするために、高速計算システムを途切れなく切り替えるとともに、各モデルのシステム切替えを滞りなく実施した。		
	3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務 - 電波法に基づく国内最上位較正機関として令和6年度は75件の較正作業を着実に実施し、電波の公平かつ効率的な利用の実現に貢献した。依頼件数が増加傾向にあるミリ波較正(令和3年度10件→令和4年度15件→令和5年度18件→令和6年度20件)は、システム改善、測定手順書の整備、要員配置の最適化や体制強化を実施した。更に、極小導波管の取扱いなどの高度な技術が必要であることから教育訓練を実施した。その結果、受入可能件数を年間数件から20件程度に増やし、較正を遅滞なく実施した。 - 世界に先駆けて構築した300GHz～500GHzの電力計比較システムを用い、特定実験試験局の特例措置に対応するための確認サービスを開始した。整備した電力計比較システムを安定的に運用し、確認サービスを継続して提供するため、関連する研究開発課題(較正技術プロジェクトの研究開発)と連携して、基準値の繰返し評価やシステムの改善(経路伝搬損失の低減など)、校正手順書及び操作マニュアルの見直しを行った。また、将来の較正・確認サービスの展望について産業技術総合研究所と共同でテラヘルツ帯(100GHz超)を含む周波数領域の計量標	1-(4)電磁環境技術に含めて自己評価	

	準および較正技術のロードマップを作成し公表した。さらに、確認サービスの更なる周波数拡張を行うため、関連する研究開発課題（較正技術の研究開発）と連携し 500GHz～750GHz の電力比較システムの構築、ならびに基準値決定の検討を行い、令和7年度に確認サービスを開始できるシステムを整えた。また、750GHz～1.1THz の電力比較システムについても、必要な機器の要求仕様を策定した。 • 較正サービスの項目と較正範囲の全体的な見直しを行い、10 年以上申請の無い較正（周波数カウンタによる周波数較正及び再現性）については、法制度上における必要性やかかる人的・経済的コストを精査検討した上で、サービス終了を決定した。 • 較正業務の DX 推進において、平成 14 年度より運用している顧客向け較正サービス Web サイトの改修を更に進め、較正料金の参考見積自動計算機能を実装し、受付担当者の業務負担を低減するとともに、申請書式の自動作成機能等を追加し、申請者の利便性を向上させた。また、較正業務で使用する設備の管理最適化を目的に、設備の棚卸と設備管理台帳のデータベース化を実施した。較正成績書の電子化に向けては、他機関の動向調査を継続し、成績書の電子化を既に実施している校正機関（産業技術総合研究所など）に具体的な運用方法を確認し、利用者の利便性のために共通のフォーマットを採用することとした。さらに機構内で既に導入されている電子承認システムの活用を検討し、電子成績書の導入に向けた具体的な準備を更に進めた。		
		<課題と対応> 【令和5年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】	

		(課題) 電波ばく露レベルを可視化し、リスクコミュニケーションに役立てる取組は重要であるが、研究者の興味本意にならないよう、情報開示する総務省などとしつかり調整しながら取り組んでほしい。また、携帯事業者等現場に入ってくる情報や関係者の意見もヒアリングし、戦略的なリスクコミュニケーションの方向性についても並行して検討することが必要と考える。社会学的な見地も必須であり、定期的に外部研究機関と連携したりコンサルを活用することを検討してもよいのではないかと(電磁環境技術)。 (対応) 取得したデータについては、学術的見地からの解析に加え、一般社会においても分かりやすい形式での情報開示を進めており、他分野の研究にも活用できるデータとして提供することを目指し、総務省と調整を行いながら引き続き取り組んでいます。また、電磁波の研究者、携帯事業者、リスクコミュニケーションの専門家や、法曹界、消費者団体などの有識者を委員として含む「電波に関するコミュニケーション委員会」を立ち上げ、多様な立場からの議論やご意見を研究開発に反映させています。さらに、信頼性の高い測定データの活用を基盤としたリスクコミュニケーションの方向性を明確にし、研究開発を更に推進しております。	

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

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	Ⅲ. ー1. ー(2)革新的ネットワーク分野		
関連する政策・施策	ー	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 19241

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	261	225		予算額(百万円)	11,248	14,253	14,199	11,952	
招待講演数※1	－	148	138	149	182		決算額(百万円)	10,886	15,621	14,320	9,312	
論文被引用総数※2	－	27	18	14	30		経常費用(百万円)	9,142	11,681	12,027	10,881	
過年度発表を含む論文被引用総数※3	－	27	251	761	572		経常利益(百万円)	△204	1,552	173	529	
実施許諾件数	30	21	22	27	21		行政コスト(百万円)	9,387	12,720	13,844	12,352	
報道発表件数	7	4	7	13	5		従事人員数(人)	75	74	81	78	
共同研究件数※4	－	131	147	159	170							
標準化や国内制度化の寄与件数	－	101	94	67	100							

標準化や国内制度化 の委員数	-	39	42	46	41							

※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. 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及び主務大臣による評価

中長期目標、中長期計画、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		主務大臣による評価	
	法人の主な業務実績等	自己評価		
		A	評価	A
<評価軸> - 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。 - 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。 - 研究開発等の成果を社		1-2. 革新的ネットワーク分野 革新的ネットワーク分野は、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・電波融合アクセス基盤技術、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 基盤技術で構成される。アーキテクチャからハードウェア、デバイス、さらに国土強靱化や災害対策を意識した ICT まで多岐にわたる視点で研究開発を行った。 計算機能複合型ネットワーク技術では、ネットワークの AI 連携制御技術において通信事業者及び製造事業者との共著論文(機構が主著)を NOMS2025 投稿したこと、情報特性指向型の通信技術に関して、IEICE の令和6年閲覧ラ	<評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。 主な状況は以下のとおり。	

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。 <指標> 【評価指標】 • 具体的な研究開発成果 • 研究開発成果の移転及び利用の状況 • 共同研究や産学官連携の状況 • データベース等の研究開発成果の公表状況 • （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 【モニタリング指標】 • 査読付き論文数 • 招待講演数 • 論文の合計被引用数 • 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） • 報道発表や展示会出展		ンク1位2位を独占するなど、学術的に極めて高いレベルの成果、マルチキャストテレメトリー技術に関する規格が IETF RFC9630 として標準化仕様が認定されたこと、遅延保証型ルーター技術を完成させ、標準化活動において ITU-T 勧告 1 件、IETF Proposed Standard 1 件、通信事業者及び製造事業者と共に TM Forum にて活動したことなどの顕著な成果が創出された。 次世代ワイヤレス技術では、HAPS を模擬した小型飛行機（セスナ機）から 38 GHz 帯での 5G NR 方式によるセルラ広域ネットワークを構築し、上空を中継する複数リンクからなるバックホール回線の実証に世界で初めて成功、SRF 無線プラットフォームを活用した公衆網と自営網を横断する管理技術を開発、自動車工場で実証実験に成功、関連技術の IEEE 802.1Q の追記提案承認、IEC への FDIS 提出及び規格化(IEC62657-4)完了したことなど、NTN に向けた技術開発実証成果から、工場の無線化に関する具体的導入とその関連技術の規格化の完了など、科学技術から社会実装までにわたる顕著な成果が数多く創出された。 フォトニックネットワーク技術においては、マルチバンド波長多重技術で毎秒 322.8 テラビットの光信号を標準的な単一コア・単一モードファイバで 100km まで伝送することに成功するなどの先端成果を数多く創出し、国際的に著名な会議で最高レベルの評価を受けたこ	

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		と、世界初の実環境下でのマルチバンドネットワーク実証により S、C、L 帯にわたる 321 波長チャネル、毎秒 155 テラビットの波長多重光信号の 36km 伝送、波長帯及び波長スイッチングに成功するなどの社会アピール度の高い成果、機構が主導して形成した委託研究の受託機関により、マルチコア光ファイバの実用化に向けた社会実装の取組が行われ、令和9年に国内の海底ケーブルシステム事業者が北欧の海底ケーブルへマルチコア光ファイバケーブルシステムを提供することが検討されていることなどの成果の社会実装の進展など、科学的先端成果から長年取り組んできた産学官連携活動成果の社会実装成果まで、極めて高いレベルの卓越した成果が多く創出された。 光・電波融合アクセス基盤技術では、マシブ集積オールバンド ICT ハードウェア技術:シリコンフォトニクス集積回路を設計、試作し、14,000 パーツ/cm² の実装密度達成などの先端科学技術成果や関連成果が国際的に最高レベルの著名な会議に多数採択されたこと、IEC 国際標準化活動の一部が、標準化文書として成立したこと、RoF の技術をセンシング用途に展開し、空港滑走路監視システムの羽田空港への実証実験器導入を実現したことなど、先端科学成果から社会実装まで、多岐にわたる多くの顕著な成果が創出された。	

		宇宙通信基盤技術では、平面アンテナの軽量化を実現したこと、複数のNTN事業者の存在下においてオーケストレータと各事業者の目的を可能な限り達成できるオーケストレーション方式についての数値シミュレーション、ETS-9搭載10Gbps光通信機器及びETS-9搭載ビーコン送信機の搭載機器を衛星バス開発機関へ引渡し、衛星本体への搭載が完了したことなど、アンテナの先端科学技術成果、NTNのシミュレーション、大型衛星ミッション機器の完成など、多岐に亘って優れた顕著な成果が創出された。 テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術では、300GHz 帯 CMOS 送受信機とIEEE802.15.3e モジュールによるテラヘルツ-ミリ波ハイブリッド無線通信システムの実現、角スペクトル法を用いた材料評価技術の開発、簡易型エアロゾル濃度推定アルゴリズムに関して大気汚染被害の大きいインドでの観測実現に向け複数現地大学との連携を開始など、先端開発から社会実装までの多様な顕著な成果、テラヘルツ帯の利活用に向けたITU-R や IEEE における主導的な活動などの標準化活動での成果も特筆すべき実績である。 タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術では、作業用遠隔制御ロボットが備えるセンサ計測データから、機械学習を利用して数秒先の制御回線の電波強度を予測する手法、量子アニーリングを利用した信号分離手法により、	

		10 局の移動局との同時接続が行えることを実フィールド実験で示したこと、インフラサウンドによる音源推定、電波強度予測結果にもとづいて制御回線途絶が生じないようにロボット・ドローンを制御する手法などの先端科学成果から具体的フィールドで活用する実装性の高い成果まで多くの顕著な成果が創出された。また、3GPP RAN1 Release19 における議題「NR MIMO Phase5」に対して、分散局ビーム選定や分散局間同期のシグナリングにおけるオーバーヘッド削減等に関する技術提案を含む寄与文書を計 11 件入力し、合意内容に反映したことなどの標準化の成果も特筆すべきである。 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、評価を「A」とした。	
	(1) 計算機能複合型ネットワーク技術 (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 (1) ネットワークテレメトリを用いて情報集約・収集し、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・制御する分散型 OSM (OSDM: Open Source Distribute MANO (MANagement and Orchestration)) 技術 ・機構研究員が著者に含まれる IETF RFC 9232(令和 4 年度認定)に則り、ネットワーク運用のための計算機資源利用効率を改善する ICN	(1) 計算機能複合型ネットワーク技術 科学的意義の高い成果として、ネットワークの AI 連携制御技術において、AI 間連携による自動化レベル 4 の実現・作業時間短縮を示し、通信事業者及び製造事業者との共著論文(機構が主著)を NOMS2025 投稿したこと、情報特性指向型の通信技術に関して、IEICE の令和 6 年閲覧ランク 1 位 2 位を独占(論文賞 1 件)したことなど、卓越した成果が創出された。	【計算機能複合型ネットワーク技術】 情報特性指向ネットワークについて、高速かつ安全なネットワークストレージのための非集中型ストレージネットワーク構成技術が世界最高峰の国際会議 IEEE Infocom2025 に採択され、関連成果が IEICE でも閲覧ランク 1 位、2 位を独占している。

(Information Centric Networking) ベース制御基盤 (iCPN : ICN-based Control Plane Network) を開発した。実ネットワークの状態変化を短時間かつ正確に把握しつつ、使用帯域と CPU 使用率を各々最大 50%、30%削減することを実機評価した。その結果をネットワーク運用管理に関する主要国際会議 IEEE/IFIP NOMS (Network Operations and Management Symposium) 2024 に投稿し発表した。

- ネットワーク分析・設計 AI (ARCA : Autonomic Resource Control Architecture) 及び ネットワークテレメトリを効率的に実現するテレメトリ情報集約技術 (TKDP : Telemetry Knowledge Distributed Processing)、テレメトリ情報圧縮技術 (TLC : Telemetry Lossy Compression)、iCPN などからなる OSDM を用いた、ネットワークサービスに対する障害検知機構を開発した。実機評価により 94% の検知率を達成できること (参考 : 先行研究は 30~50%) を示し、成果をまとめた論文を IEEE Open Journal of ComSoc (OJCOMS, IF 6.3) に投稿し採録された。
- インテント (意図) に基づくネットワーク制御 (Intent-based Networking, IBN) のための、意図解釈機構 (オペレータからの口語による指示を制御コマンドに変換する機構) を、OSDM に実装した。意図解釈の精度が 48% 向上することを示し、成果は NOMS 2025 へ投稿した。
- OSDM を構成するネットワークテレメトリ効率

社会的価値の高い成果として、マルチキャストテレメトリ技術に関して欧米の通信事業者や製造事業者の研究者らと共同提案した規格が IETF RFC9630 として標準化仕様が認定されたこと、AI によるネットワーク制御、AI サービスのためのネットワーク構成、インテントベースネットワーキングなどに関して、5 件の IRTF I-D (海外の研究機関、国内外の通信事業者と共同のもの 3 件を含む)、1 件の IETF I-D を提出したことなどの顕著な成果が創出された。

社会実装について、遅延保証型ルーター技術に関して RFC 8569, 8609 準拠 CCNx 機能を FPGA ボード 2 台の連結基盤構築、遅延保証型ルーターを完成させたこと、標準化活動において ITU-T 勧告 1 件、IETF Proposed Standard 1 件、通信事業者及び製造事業者と共に TM Forum にて活動したこと、ETSI OSM ベースのマルチベンダネットワーク環境制御/AI 間連携機構についてネットワークサービスの新規作成及び品質維持機能の自動化レベル 4 の実証実験を、機構の高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド内の B5G 高信頼仮想化環境上で実施したことなど、複数の有効なステップを進める顕著な成果が創出された。

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、評価を「A」とした。

化技術(TKDP, TLC, iCPN)などを拡張し、多拠点を跨ぐネットワークサービスを自動管理制御するシステムを開発した。先行研究に比較し、モニタリングのための使用帯域と CPU 使用率を各々最大 50%、36%削減可能であること、管理制御のための計算処理量を 80%簡素化できること、状況の変化を 98%早く認識できることなどをシミュレーションにて示し、IEEE 論文誌 TNSM (Transactions on Network and Service Management、IF 4.7)へ投稿した。

- 欧州の通信事業者及び学術機関と共同で、OSDM によるマルチドメイン制御機能の相互接続性に関して実証実験を行った。セキュアなネットワークサービスを短時間で構築できることを実証した。成果についての上記 2 者との共著論文が CMES (Computer Modeling in Engineering & Sciences、IF 2.2)論文誌に採録された。

(2)マルチベンダネットワークにおける AI 間連携制御(AI パイプライン)技術

- 複数の AI を活用した AI パイプラインによる分散型の稼働状況分析・AI 自動更新・計算機負荷予測を行う AI 間連携制御技術を考案、及び機構の高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド内の P4 (Programming Protocol-independent Packet Processors) 実験環境上で実証実験を行い、CPU 利用変動の予測誤差を 50%低減し、通信速度を約 1.5 倍向上、コンテンツダウンロード時間を約 30%低減することを確認し、NOMS 2024 にて発

【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。

- データ管理・流通の安全性を向上させる情報特性指向型通信を実現する統合ネットワーク・プラットフォームのプロトタイプ開発を進め、通信の効率性とプライバシー保護の両立課題を解決する方式として、準同型暗号と局所的エッジ処理を駆使する分散ネットワーク内コンピューティングを提案した。既存技術と比較して、セキュリティとプライバシーを考慮しながらも通信遅延を 30%、及び暗号化計算コストを 20%削減可能であることをシミュレーションで示し、IEEE LCN2024 にて採録され発表したこと。
- 令和 5 年度に提案した新たなメモリ実装方式を FPGA 上に実装、さらに、理論上 100 MSPS を達成可能であることを示しつつ、単純な FIFO 処理では検索メモリ利用率が 52%しか発揮できないところを、処理順序を調停するスケジューラーを導入することで利用

表した。これまでの研究成果を含め、NOMS 2024 併催ワークショップにて基調講演を行った。

- ETSI (European Telecommunications Standards Institute) OSM (Open Source MANO)ベースのマルチベンダネットワーク環境制御/AI 間連携機構において、通信事業者及び製造事業者と共同で開発した AI 間連携インタフェース(国際標準化団体 TM Forum の提唱する標準インタフェースに準拠)を用いた、ネットワークサービスの新規作成及び品質維持機能の自動化レベル 4 の実証実験を、機構の高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド内の B5G 高信頼仮想化環境上で実施した。成果に関する共著論文を NOMS 2025 に投稿した。インタフェース開発・実証の成果について、通信事業者及び製造事業者と共に TM Forum の会合にて紹介した。
- マルチキャストテレメトリ技術に関して欧米の通信事業者や製造事業者の研究者らと共同提案した規格が IETF RFC9630 (Proposed Standard)として標準化仕様が認定された。AI によるネットワーク制御、AI サービスのためのネットワーク構成、インテントベースネットワーキングなどに関して、5 件の IRTF I-D(海外の研究機関、国内外の通信事業者と共同のもの 3 件を含む)、1 件の IETF I-D を提出した。
- Beyond 5G における多様なサービスの QoE を確保する応用として、対象を地上(TN)/非地上(NTN)に広げる研究を継続実施し、TN/NTN 統

率を 99%に改善可能であることをシミュレーションにて提示し、本研究成果をハードウェア系の著名な国際会議 IEEE ISOC 2024 にて発表したこと。

- ネットワーク分析・設計 AI 及びネットワークテレメトリを効率的に実現するテレメトリ情報集約技術、テレメトリ情報圧縮技術、iCPN などからなる OSDM を用いた、ネットワークサービスに対する障害検知機構を開発、実機評価により 94%の検知率を達成できることを示し、成果をまとめた論文を IEEE Open Journal of ComSoc (OJCOMS, IF 6.3)に投稿し採録されたこと。

【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。

- ETSI OSM ベースのマルチベンダネットワーク環境制御/AI 間連携機構において、通信事業者及び製造事業者と共同で開発した AI 間連携インタフェース(国際標準化団体 TM Forum の提唱する標準インタフェースに準拠)を用い

合ネットワーク制御アーキテクチャ(INCA : Integrated Network Control Architecture)の設計と実装、及び本調書の中項目(5)宇宙通信基盤技術において開発する NTN エミュレータを制御する動態デモの成果についてまとめた論文が、ITU Kaleidoscope 2024 に採録され発表した。機構の高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド内の B5G モバイル環境への INCA 展開に向けて、ネットワーク機器構成の検討、ソフトウェアの機能拡張の設計及び実装作業を実施した。INCA に関して提出した ITU-T SG13 勧告草案が令和 6 年 4 月に ITU-T Y.3207 として承認された。

- Beyond 5G における多様なサービスの QoE の確保をネットワークシステムの省電力とともに実現する研究開発を継続実施した。O-RAN 基地局の消費電力を 1 日の最大値で 40%以上低減できる省電力マネジメント技術に関する成果が、IEICE Transactions on Communications に採録され掲載された。さらに、当該技術について、電子情報通信学会ソサイエティ大会内企画セッションにて B5G モバイルテストベッドを用いた動態デモンストレーション講演を実施した。人流分析及び NTN 回線容量を活用した O-RAN 省電力マネジメント技術について、国内の大学との共同研究契約のもとで、大学開発のデジタルツインと機構の Non-RT RIC との連携機構に関し、REST API によるデータ転送機能の実装を実施した。さらに、シンガポールの大学と連携し、機構のコントローラーから機構と当該大学双方の O-RAN 基地局を制御する仕組みや日星間データ

た、ネットワークサービスの新規作成及び品質維持機能の自動化レベル 4 の実証実験を、機構の高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド内の B5G 高信頼仮想化環境上で実施、成果に関する共著論文を NOMS 2025 に投稿し、インタフェース開発・実証の成果について、通信事業者及び製造事業者と共に TM Forum の会合にて紹介したこと。

- マルチキャストテレメトリー技術に関して欧米の通信事業者や製造事業者の研究者らと共同提案した規格が IETF RFC9630 として標準化仕様が認定されたこと。また、AI によるネットワーク制御、AI サービスのためのネットワーク構成、インテントベースネットワークキングなどに関して、5 件の IRTF I-D(海外の研究機関、国内外の通信事業者と共同のもの 3 件を含む)、1 件の IETF I-D を提出したこと。
- 令和 5 年度に提案した新たなメモリ実装方式を FPGA 上に実装、さらに、理論上 100 MSPS を達成可能であることを示しつつ、単純な FIFO 処理では検索メモリ利

	転送の仕組み等を設計・実装し、MWC (Mobile World Capital) 2025 にて出展した。 • ネットワークアーキテクチャ分野世界最高峰の国際会議である ACM CoNEXT (International Conference on emerging Networking EXperiments and Technologies) 2024 のメインセッション (UCLA にて開催) で、パネリストとして「Network Research Evolution at the Crossroads : Balancing Innovation, Regulation, and Ethical AI」というタイトルで研究成果を議論した。これからの AI の発展に対し、新しい通信技術やプロトコルがもたらす影響、どのようなことに注意してネットワーク技術の標準化などを考えていくべきかなどに関して議論を行った。 (イ)遅延保証型ルーター技術 • ルーターが維持・管理する経路表 (ルーティングテーブル) 実装に関し、更新頻度が低い従来の IP アドレスの経路検索とは異なり、頻繁な更新が発生するコンテンツベースの経路検索とデータの高速伝送を両立可能な実装として、ハッシュテーブルと DRAM バンクを組み合わせた並列検索方式、及び SRAM 型の逐次比較と並列検索を行う新たなメモリ実装方式 (MACT*) を令和 5 年度に提案し、令和 6 年度はこれを FPGA (Field Programmable Gate Array) 上に実装した。さらに、理論上 100 MSPS (Million Searches Per Second) を達成可能であることを示しつつ、単純な FIFO 処理では検索メモリ利用率が 52% し	用率が 52% しか発揮できないところを、処理順序を調停するスケジューラーを導入することで利用率を 99% に改善可能であることをシミュレーションにて提示し、本研究成果をハードウェア系の著名な国際会議 IEEE ISOC 2024 にて発表したこと。 • 電子情報通信学会 (IEICE) ソサエティ大会、及び、ICN 特別研專にて、Cefore チュートリアル及びハンズオンを開催し、研究開発技術のプロモーション活動を継続的に行ったこと。 【社会実装】 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。 • MACT と DMAC に加え、NIC サポート機能や転送機能、キャッシュ機能、各種管理機能等を含む RFC 8569 及び RFC 8609 に準拠した CCNx 機能を FPGA ボード 2 台の連結基盤として構築し、遅延保証型ルーターを完成させたこと。 • ETSI OSM ベースのマルチベン	

か発揮できないところを、処理順序を調停するスケジューラーを導入することで利用率を 99%に改善可能であることをシミュレーションにて提示した。本研究成果をハードウェア系の著名な国際会議 IEEE ISOCC (International SoC Design Conference) 2024 にて発表した。

*MACT : TCAM (Ternary Content Addressable Memory) を逆順に並び替えた用語

- 動的な通信経路管理の機能実装において、従来の IP ルーターハードウェアでは考慮する必要がなかったデータの高速転送と FIB (Forwarding Information Base) 更新の処理衝突の調停を実現するため、FPGA ルーターとルーティングデーモンの通信を高速化するドライバーとして、PC と FPGA 間の直接的な通信を最小限に抑えて FPGA 内部でメモリ更新を行うダイナミックメモリアクセスコントローラー (DMAC)、及び、FIB 更新処理を即座に反映させる優先制御機構を実装した。これらにより、ルーティングデーモンと FPGA 上のテーブル検索部を連携して転送処理と経路更新を並列化させることが可能となり、転送速度を維持し、テーブル更新速度を 100 倍程度改善出来ることを示した。これらと上記 MACT に加え、NIC サポート機能や転送機能、キャッシュ機能、各種管理機能等を含む RFC 8569 及び RFC 8609 に準拠した CCNx 機能を FPGA ボード 2 台の連結基盤として構築し、遅延保証型ルーターを完成させた。

- 複数の 4K ビデオコンテンツ（授業映像）を複数

ダネットワーク環境制御/AI 間連携機構において、通信事業者及び製造事業者と共同で開発した AI 間連携インタフェース(国際標準化団体 TM Forum の提唱する標準インタフェースに準拠)を用いた、ネットワークサービスの新規作成及び品質維持機能の自動化レベル 4 の実証実験を、機構の高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド内の B5G 高信頼仮想化環境上で実施したこと。

- 「NICT セキュアオフチェーンストレージ」システムを設計・実装、合わせて、同システムを B5G/IoT テストベッド上に展開・構築し、動作検証を実施し、次年度以降に実施予定の委託研究受託者による社会実装に向けた実証に繋げたこと。

のユーザ（学生）に対してリアルタイムマルチキャストストーリーミングを行い、一般的に利用されている Web ベースの遠隔会議アプリケーションと比較し、それらよりも高品質（低遅延・低ジッタ）かつ高精細に行えることを令和 7 年度にフィールド実験にて評価するため、共同研究組織である高専とフィールド実験構成の設計に着手した。

(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

- データ管理・流通の安全性を向上させる情報特性指向型通信を実現する統合ネットワーク・プラットフォームのプロトタイプ開発を進め、通信の効率性とプライバシー保護の両立課題を解決する方式として、準同型暗号と局所的エッジ処理を駆使する分散ネットワーク内コンピューティングを提案した。既存技術と比較して、セキュリティとプライバシーを考慮しながらも通信遅延を 30%、及び暗号化計算コストを 20%削減可能であることをシミュレーションで示し、IEEE LCN (Conference on Local Computer Networks) 2024 にて採録され発表した。
- 非集中型ストレージネットワークやブロックチェーンで用いられるオーバーレイネットワークにおける経路制御上の課題の一つであった Eclipse Attack（対象ノードをネットワークから隔離する攻撃）に対する脆弱性を含むビザンチン障害を、自律的に正しい経路を確保する冗長化ルーティングにより回避可能とするオーバーレイネットワーク構成方式 ByzSkip を提案した。IPFS (InterPlanetary File System) のルーティング

レイヤに適用可能なソフトウェアとして開発し、これをシミュレーション及び実機評価した成果を、ネットワークアーキテクチャ分野世界最高峰の国際会議 IEEE Infocom (International Conference on Computer Communications) 2025 に投稿し採択された（採択率 18.7%、令和 7 年度発表）。

- ネットワーク内コンピューティングを活用した量子鍵配送（QKD）ネットワークの性能検証機能実装に向け、QKD ネットワークシミュレータ機能の設計・開発を実施した。
- セキュリティ機能及び分散台帳技術による情報特性管理機能を統合するネットワーク内コンピューティングフレームワークの開発を進め、令和 5 年度までに設計等を進め国際会議等で発表してきた ICN と属性暗号を組み合わせるユーザ指向ネットワーク内ストレージ機能（UCINC）、Eclipse Attack に耐性を持つ非集中型ストレージネットワーク機能である ByzSkip の拡張を施した IPFS、ならびに、ブロックチェーン実装の一つである Hyperledger Fabric と属性暗号鍵管理を連携させる Authority 機能を組み合わせた「NICT セキュアオフチェーンストレージ」システムを設計・実装した。合わせて、同システムを機構の B5G/IoT テストベッド上に展開・構築し、動作検証を実施した。次年度以降に実施予定の委託研究受託者による社会実装に向けた実証に繋げた。
- 情報特性指向型通信を実現するネットワーク・プ

	ラットフォームに関し、令和6年1月に発表したIEICE論文誌(EB) Invited Survey Paper がIEICE 通信ソサイエティ Best Tutorial Paper を受賞した。本論文及び別の原著論文が、令和6年電子情報通信学会英文論文誌(EB)閲覧ランキング（令和6年1月から12月までの公開データから集計）で、1位と2位を占めた。 • 電子情報通信学会（IEICE）ソサイエティ大会、及び、ICN 特別研専にて、Cefore チュートリアル及びハンズオンを開催し、研究開発技術のプロモーション活動を継続的に行うと共に、多方面の研究者・技術者からフィードバックを得た。 • 国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)ムーンショットプロジェクトに3年目の活動として継続参加し、有線・無線ネットワーク全体のアーキテクチャにおいて、ヒトとサイバネティック・アバター（CA）間の情報交換を高信頼・低遅延・高効率に行う情報指向型通信制御技術拡張（ICNx）の設計を行うと共に、具体的な開発をCefore を拡張して進めた。また、IETF の姉妹組織である IRTF ICN Research Group（ICNRG）に対し、ICNx にて定義した新しい通信プロトコル（双方向通信拡張、コンテンツ分割転送技術、コンテンツバージョン管理手法）の3本の標準化提案を実施した。		
	(2)次世代ワイヤレス技術 (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	(2) 次世代ワイヤレス技術 科学的意義の高い成果として、高高度プラットフォーム局（HAPS）を模擬した小型飛行	【次世代ワイヤレス技術】 機構がライセンス提供したSRFプラットフォーム構成機器が自動車工場へ搬

- 前年度までに開発した深層学習を活用した無線予測手法に基づき、屋内の無線環境をリアルタイムで予測・可視化するデモ環境を構築した。紙面上に線描画で表現した部屋のレイアウトとその上に配置したオブジェクトの位置をカメラでリアルタイムに認識し、壁の位置、送信局やオブジェクトの配置情報から無線伝搬状況を3秒以内に予測して表示できることを示した。このデモ環境をオープンハウス 2024 で展示し、無線の専門知識がない人々でも電波の受信強度がオブジェクトの位置によって違うことを視覚的に理解できる手法として評価された。具体的には、施設管理や医療分野の無線化を推進する工場や病院関係者などから、無線ネットワーク構築への有効活用が期待でき、実現場での活用を検討してみたいとのフィードバックを多数得た。これにより、一般利用者の電波リテラシー向上や、次世代を担う若者の無線技術への興味喚起に貢献した。
- 少量多品種の半導体チップを低コスト・短時間で製造するミニマルファブにおいて、半導体製造と品質管理を支えるため、企業と共同でローカル 5G を活用した無線環境を構築した。上記の無線予測手法を活用し、30m × 20m の実証環境に複数のカメラやセンサによる遠隔モニタリングシステムを構築し、基地局 1 台あたり最大スループット 50Mbps の制限内で、要求遅延 100 ミリ秒以内で工程ごとに異なる製造レシピの装置への送信及び装置のモニタ画像情報などの安定した通信が可能な無線環境を構築できることを確認した。この取り組みにより、ローカル 5G がミニマルフ

機（セスナ機）により高度約 4 km から 38 GHz 帯での 5G NR 方式によるセルラ広域ネットワークを構築、機構が開発した HAPS 自動追尾型レンズアンテナを活用し、上空を中継する複数リンクからなるバックホール回線の実証に世界で初めて成功した成果が国際的に大きな注目を集め、IEEE の旗艦誌である Spectrum 誌 6 月号に取り上げられたこと、全二重無線通信（IBFD）の実現に向け、無線端末の非線形性を考慮したデジタル自己干渉（SI）キャンセラを設計し、実機によるベースバンドでのループバック試験を行い、既存研究の 30～40dB を超える 50dB の SI 除去性能が得られることを実機により確認したこと、テラヘルツ帯のユースケースを想定し 300GHz 帯の 5GHz に及ぶ広帯域信号を使用した実験によりテラヘルツ帯の電波伝搬特性を明らかにしたこと、などの顕著な成果が創出された。

社会的価値の高い成果として、社会全体を無線通信で支える FSPJ において、分野や用途を超

入され、実稼働環境での通信安定性向上に貢献した。

HAPS 模擬通信で 38GHz 帯 5G NR 通信を実現、IEEE Spectrum 誌にも掲載されて注目され、研究と実装の接続性という観点から高い評価に値する。

ァブ環境の構築にも有効であることを示した。この成果をまとめた論文が国際会議 WPMC2024 に採択され、Best Paper Award を受賞した。

- 移動基地局配置の最適化に必要なビームフォーミングのモデル化に関する研究を推進し、ブロックフェージング下でのビームフォーミングの上界と下界をモデル化した。ユーザと基地局間の相対速度によるドップラースプレッド、伝送速度、送信遅延、アンテナ本数などを引数とした関数を導出し、見通し外によるレイリー時変フェージングがビームフォーミングゲインを低下させる理由を数学的に明確化した。この結果、動的環境下でのユーザパフォーマンスを推定し、より精密な移動局の配置が可能となる成果を得た。
- 国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)ムーンショット目標1のプログラムディレクター及び他のプロジェクトマネージャーらと共に、サイバネティック・アバター（CA）※の位置づけ、現状、通信信頼性、操作性に関する課題などをまとめた共著解説記事（主著：大学）が、Science Robotics（IF=26.1）の最新の研究成果やロボティクス分野の動向をタイムリーに解説する Focus 記事として掲載された。
- CA の遠隔操作における通信信頼性を確保するため、通信品質の可視化、ジッタ軽減、通信経路の動的切り替え機能を持つサポートノードを設計・開発した。このノードはネットワークの結節点に配置され、エンド・ツー・エンド及び各区間の通信品質をモニタリングし、大きなジッタやパケッ

えたデータ活用を推進する FDTPJ の活動の一環として、無線通信の性能評価に不可欠なデータ取得方法をまとめた「使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価マニュアル」を作成し、一般公開したこと、など具体的フィールドでの実用普及につながる顕著な成果が創出された。

社会実装として、FFPA において、一般財団法人テレコムエンジニアリングセンターが実施する適合性試験及び相互接続性試験に合格し、SRF 無線プラットフォーム Ver1.0 通信規格の認証を取得した認証機が、機構の知財を活用した製品 10 機（3 種）を含めて 15 機（4 種）に達したこと、機構がライセンス提供した SRF 無線プラットフォーム ver2.0 を活用した公衆網と自営網を横断する管理技術を開発し、自動車工場で実証実験に成功し日経新聞等で報道されたこと、IEEE Access 採録、ガイドラインを公開、無線トラブル削減に貢献、関連技術の IEEE 802.1Q の追記提案承認、IEC への FDIS 提出及び規格化

トロスが発生する場合に通信経路を切り替えて通信を安定化できる。東京日本橋と横須賀の拠点間で遠隔操作の実証環境を構築し、約 100 ミリ秒のジッタを与え、30-150 ミリ秒の遅延が発生する通信経路でも、ジッタ軽減機能により 5 ミリ秒以内に安定化させることに成功した。

- 上記の実証環境を用いて、横須賀に設置した双腕ロボットを日本橋から遠隔操作する実証実験を行った。遠隔操作パケットを 30 ミリ秒間隔で送信するシステムで、パケット間隔が 50 ミリ秒を超えると動作が停止する設定とし、最大 60 ミリ秒のジッタを挿入したところ、動作と停止が頻繁に切り替わり、不安定になることを確認した。サポートノードのジッタ軽減機能によりパケット間隔が安定し、遠隔操作を安定的に維持できることを示した。これらサポートノードのジッタ軽減、経路切替機能の効果を示した成果が国際会議 Smartcom2024 にて Best Paper Award を受賞した。また、この評価環境で双腕ロボットを遠隔操作する実証を行い、サポートノード機能が操作の安定性に有効であることを示した成果を国際会議に投稿した。
- CA 遠隔制御の高信頼化に向けて、通信経路の品質変化を予測し、アプリケーションや操作に必要な性能要件（遅延、ジッタ、スループットなど）を満たすプロアクティブな動的経路構成技術を検討した。限られたパケット数の観測データでも、スループットやジッタを推定できるアルゴリズムを設計し、サポートノード上に実装して基本動作

(IEC62657-4)完了したことなどの顕著な成果が創出された。

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。

- 複数の国内事業者との共同研究にて、高高度プラットフォーム局（HAPS）を模擬した小型飛行機（セスナ機）を使用して、高度約 4 km から 38 GHz 帯での 5G NR 方式によるセルラ広域ネットワークを構築し、機構が開発した HAPS 自動追尾型レンズアンテナを活用し、上空を中継する複数リンクからなるバックホール回線の実証に世界で初めて成功、本成果が、国際的に大きな注目を集め、IEEE の旗艦誌である Spectrum 誌 6 月号に取り上げられたこ

の評価を行った。また、深層学習などの機械学習を活用した予測技術の適用についても検討を進めた。さらに、1体のCAを複数人で協調操作するユースケースにおいて、より効率的な通信の実現を目指し、ICNx※※を活用した遠隔制御基盤の適用手法や、無線リソースデータベースの制御プロトコルへの適用手法の検討も進めた。

- フィンランドの大学が主導する 6G Flagship と共同ワークショップを開催し、CA 遠隔操作の信頼性確保に関するセッションを企画し、国をまたいだ遠隔操作環境での通信品質の実測を行い、課題を共有した。

※サイバネティック・アバター（CA、Cybernetic Avatar）：身代わりとしてのロボットや 3D 映像等を示すアバターに加えて、人の身体的能力、認知能力及び知覚能力を拡張する ICT 技術やロボット技術を含む概念

※※ICNx（extended Information-centric Networking）：情報指向型通信制御技術拡張

- テラヘルツ帯のユースケースとして検討されている、データセンタやオフィス、廊下などの屋内環境での近距離高速通信や、屋外のルーラル環境でのフロントホール・バックホール通信を想定し、300GHz 帯の 5GHz に及ぶ広帯域信号を使用した実験によりテラヘルツ帯の電波伝搬特性を明らかにした。これにより、無線通信システム設計に必要な電力遅延プロファイル特性を評価し、ITU-R 勧告などではモデル化されていない遅延スプレッドモデルを開発した。本成果をまとめた

と。

- 全二重無線通信（IBFD）の実現に向け、無線端末の非線形性を考慮したデジタル自己干渉（SI）キャンセラを設計し、実機によるベースバンドでのループバック試験で、25MHz 帯域幅の OFDM 信号に対して約 52dB の SI 除去性能を確認、送受信機で発振器を共有する IBFD に特化したアナログ RF フロントエンドを試作し、2.15GHz のアナログ信号に対してもデジタル部にて、既存研究の 30～40dB を超える 50dB の SI 除去性能が得られることを実機により確認したこと。
- 波長や物体の大きさを考慮したレイトレーシング解析の反射・回折波の電力補償方式を提案し、局所的なパラメータ最適化によって電波伝搬特性を高精度に再現するアルゴリズムを開発、本手法を工場環境に適用し、実測値との受信電力の平均二乗誤差（RMSE）を既存のレイトレーシング手法と比較した結果、大幅な改善、また、ITU-R 勧告の site-general モデルとの比較でも、最大 3.5dB の RMSE 改善を確認し、本成果を

論文が、アンテナ及び電波伝搬に関する主要国際会議 EuCAP2025 に採択された。

- RF デバイスの出力に制限のあるテラヘルツ帯に適した電力効率の高い通信方式の実現を目指し、定包絡線変調である FSK の適用検討を行った。伝搬特性の解析から判明したフラットフェージングが得られるコヒーレンス帯域幅 2GHz を考慮し、狭帯域信号とした FSK 変調の一種である MSK、4FSK、及び線形変調方式である $\pi/4$ シフト QPSK について評価を行い、MSK 変調適用時にパワーアンプを使用しなくても 1m の距離で 1Gbps の伝送が実現できることを実験的に確認した。
- テラヘルツ帯の高信頼通信を実現するための通信システムを検討し、線形変調や FSK 変調に誤り訂正符号（畳み込み符号）を導入し、特に FSK 変調に適用することで信号対雑音比（SNR）が 9dB の条件下で誤り率を 1 万分の 1 に低減できることを確認した。この成果は国際会議に採択された。
- テラヘルツ帯を用いた高信頼かつ安定な近距離移動体通信の実現に向けて、テラヘルツ帯ビームフォーミング機能を開発し、通信路が遮蔽され接続断となっても自動的にビームサーチを行い再接続可能であることを実機で確認した。
- データセンタなどでのテラヘルツ利用において、アクセスポイント（AP）の高密度配置による無線アクセスシステムをユースケースとして検討

まとめた論文が海外論文誌 IEEE Transactions on Vehicular Technology (IF=6.2) に採録されたこと。

- テラヘルツ帯のユースケースとして検討されている、データセンタやオフィス、廊下などの屋内環境での近距離高速通信や、屋外のルーラル環境でのフロントホール・バックホール通信を想定し、300GHz 帯の 5GHz に及ぶ広帯域信号を使用した実験によりテラヘルツ帯の電波伝搬特性を明らかにしたこと。

【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。

- ムーンショット目標 1 のプログラムディレクター及び他のプロジェクトマネージャーらと共に、サイバネティック・アバター（CA）の位置づけ、現状、通信信頼性、操作性に関する課題などをまとめた共著解説記事（主著：大学）が、Science Robotics (IF=26.1) の最新の研究成果やロボティクス分野の動向をタイム

し、隣接する AP 同士が無線信号でシンボルタイミングを同期させ、それぞれの周波数精度に応じて 1 マイクロ秒から 1 ミリ秒の周期で繰り返すことで AP 群全体を同期させる技術を提案した。5 × 5 のグリッド状に配置した 25 個の AP 群のシンボルタイミングが 10 ピコ秒の精度で同期できることを示した成果をまとめた論文が採択率約 40% の国際会議 WCNC2024 に採択された。距離減衰が大きいと、1 つまたは少数の時刻マスタ AP で距離の離れた全ての AP を同期させることが一般的に難しいとされるテラヘルツ帯無線アクセスシステムにおいて、従来の PTP※などのプロトコルによる時刻同期は AP とネットワーク間を有線接続する必要があったが、この技術により無線による時刻同期が可能となる。

- テラヘルツ帯無線アクセスシステムの利便性向上を目指し、様々な利用シーンに対応する技術開発を行った。従来のリンク確立方式では、各端末にパイロット信号や制御信号を送受信する際、利得の高いアンテナのビーム幅が狭いため、必要なビーム数が 1,000 個近くに増加し、オーバヘッドが大きくなる問題があった。これを解決するため、準無指向性アンテナで繰り返し送信されるパイロット信号を用いて端末の位置を推定し、高利得狭ビームアンテナを効率的に制御する技術や、位置推定後にその方向にのみ制御信号を送信してリンクを確立する方式を設計し、2 件の特許出願を行った。
- ミリ波・テラヘルツ波で広帯域かつ高利得な平面

リーに解説する Focus 記事として掲載されたこと。

- 社会全体を無線通信で支える
FSPJ では、分野や用途を超えたデータ活用を推進する FDTPJ の活動の一環として、無線通信の性能評価に不可欠なデータ取得方法をまとめた「使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価マニュアル」を作成し、一般公開したこと。

【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。

- FFPA において、一般財団法人テレコムエンジニアリングセンターが実施する適合性試験及び相互接続性試験に合格し、SRF 無線プラットフォーム Ver1.0 通信規格の認証を取得した認証機が、機構の知財を活用した製品 10 機（3 種）を含めて 15 機（4 種）に達したこと。また、SRF 無線プラットフォーム Ver1.0 に準拠した機器・システムの商用化が進展する中、国際標準化を目指し、IEC/TC65 の分科会である SC65

アンテナを実現するため、幅・長さ比の大きな構成を提案し、その基礎となるマルチ共振モード特性を明らかにした。このアンテナは、従来の狭帯域特性を克服し、小型・軽量・低背を維持しつつ、広帯域かつ高利得な特性を達成できる。28GHz 帯の試作評価では、約 1GHz の動作帯域、約 7dBi のアンテナ利得、中心周波数での反射損 25dB 以上という優れた特性を実測で確認した。

- 複数の試作アンテナを組み込んだ、全二重通信用の自己干渉キャンセル性能評価基板を開発した。対となるアンテナの選択により、27dB から 52dB までの範囲で安定したアンテナ間アイソレーションを設定でき、高周波アナログ回路やベースバンドデジタル回路と結合して、様々な条件下で自己干渉キャンセル性能の評価を可能とした。また、アンテナ間隔を 4cm に設定することで、最大 50dB 以上のアンテナ間アイソレーションが得られることを実測で確認した。

※PTP (Precision Time Protocol) : LAN (Local Area Network) において、マイクロ秒以下の精度の正確な時刻同期を達成するプロトコル。

- 前年度までに構築したワイヤレスエミュレータを 400MHz 帯域幅を超える Beyond 5G の広帯域信号に対応させるため、主要な構成要素であるハードウェア無線リンクエミュレータとアナログデジタルインタフェースの拡張を進めた。また、対応周波数の拡張に向け、遅延分解能 1 ナノ秒以下の

の WG17 で議論されている 62657-4 の改訂に、SRF 無線プラットフォームを盛り込む提案が各国の賛同を得て最終国際規格案 (FDIS) として提出された。投票と最終編集を経て、国際規格化を完了した。さらに、機構がライセンス提供した SRF 無線プラットフォーム ver2.0 を活用した公衆網と自営網を横断する管理技術を開発し、自動車工場で実証実験に成功し日経新聞等で報道されたこと。

- 国内企業と共同で、長野県の LTE 圏外の山岳地域におけるドローン物流の実現に向け、長距離見通し外中継通信技術を用いた実証実験を実施し、ノイズフリー環境では、中継局間距離 12km で通信成功率ほぼ 100%を達成したこと。
- 複数の国内事業者との共同研究にて、高高度プラットフォーム局 (HAPS) を模擬した小型飛行機 (セスナ機) を使用して、高度約 4 km から 38 GHz 帯での 5G NR 方式によるセルラ広域ネットワークを構築し、機構が開発した HAPS 自動追尾型レンズアンテナ

実現や標準パス数の拡張に関する方式検討を行った結果を含む論文が国際会議に採択された。諸外国にない世界初の 800MHz 帯域幅に対応のハードウェア無線リンクエミュレータとアナログデジタルインタフェースの試作評価を実施した。

- 既存のワイヤレスエミュレータで干渉低減手法を評価するため、オーケストレーション機能の検討に着手した。オープンソースソフトウェアである OAI (OpenAirInterface) 及び free5GC を活用した仮想環境と接続する汎用実無線機の開発を進め、ワイヤレスエミュレータとの連携を可能にするインタフェースの策定を行った。
- 人流や作業工程を最適化するための離散事象シミュレーションソフトウェアに無線通信環境模擬機能を追加するプラグインを開発し、製品化に向けてソフトウェア会社と共同で特許出願を行った。また、ユーザ候補となる複数社に対してプラグインの機能紹介を行い、実際の工場環境で発生している無線通信システムの課題や、今後のプラグイン機能拡張に必要なユーザニーズを共有することができた。
- 波長や物体の大きさを考慮したレイトレーシング解析の反射・回折波の電力補償方式を提案し、局所的なパラメータ最適化によって電波伝搬特性を高精度に再現するアルゴリズムを開発した。この手法を工場環境に適用し、実測値との受信電力の平均二乗誤差 (RMSE) を既存のレイトレーシング手法と比較した結果、922MHz では 11.6dB から 5.9dB に、2,462MHz では 8.4dB から 2.8dB

を活用し、上空を中継する複数リンクからなるバックホール回線の実証に世界で初めて成功したこと。

に、4,850MHz では 4.9dB から 2.7dB に、5,290MHz では 4.4dB から 2.9dB に、28.35GHz では 3.5dB から 2.8dB に改善した。また、ITU-R 勧告の site-general モデルとの比較でも、最大 3.5dB の RMSE 改善を確認した。この成果をまとめた論文が海外論文誌 IEEE Transactions on Vehicular Technology (IF=6.2) に採録された。

- 上記手法の一般性を評価するためにオフィス環境に適用し、実測値との受信電力の RMSE を既存のレイトレーシング手法と比較した結果、922MHz では 14.1dB から 9.0dB に、4,850MHz では 7.5dB から 5.3dB に、28.35GHz では 4.1dB から 3.7dB に改善した。また、ITU-R 勧告の site-general モデルとの比較でも最大 2.7dB の RMSE 改善を確認し、多様な屋内環境に対して一定の一般性を持つことを示した。さらに、局所的なパラメータ最適化において、環境の空間相関を反映させるため、補償方式の適用範囲を最適化した結果、最適学習範囲は工場環境で 15m、オフィス環境で 4m であることを明らかにした。
- レイトレーシング解析高速化のためのパスクラスタリング手法を提案し、計算時間を従来の方法の約 20 分の 1 に短縮できることを示した共著論文（主著：国内企業）が IEEE Access (IF=3.9) に採録された。
- これまで明らかにされていなかった周波数帯を含む 922MHz から 28GHz までの 5 つの周波数帯について、オフィス環境におけるフロア内及びフロア間の電波伝搬損失を推定可能な伝搬モデルを

開発した。

- 工場での 28GHz 帯ローカル 5G システムの利用を目的として、実稼働する工場環境で通信特性を評価した結果、LOS 条件（無線波の送受信が可能な範囲）での受信電力は、フリスの伝送方程式の理論値と一致する一方、距離が 10m 以上になると、金属面からの反射による複数経路の影響が顕著になることを示した共著論文（主著：国内企業）が国際会議に採択された。
- ワイヤレスエミュレータの利活用が想定される 5G/Beyond 5G、ドローン／ロボット、ITS、スマートオフィス、スマート工場、スマートメータの各ユースケースにおける電波伝搬モデルの研究開発成果をまとめて紹介した共著論文（主著：大学）が、IEICE 論文誌 B に招待論文として採録された。

(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

- 複数経路を使用する従来の MP-QUIC（マルチパス QUIC）技術では、いずれかの通信経路でパケットロスが発生すると再送が必要となり遅延が発生する。その影響を低減する技術として、データ及び制御パケットを複製し、複数の通信経路から送信する冗長化技術を開発した。シミュレーションにより、通信経路が 1 つの場合と比較して 2 つの場合に遅延の発生確率を 10 分の 1 に改善できることを確認した。Linux 上に実装し、同等の性能が得られることを評価した。また、QUIC のスロースタート問題に対し、順方向遅延を利用して

探索時間を短縮する手法を提案し、順方向遅延が逆方向の2分の1以下のネットワークで1MBファイル転送時間を15%以上短縮することに成功した。さらに、非地上系ネットワーク（NTN：Non-Terrestrial Network）の長遅延対応として、タイムアウトを3,000ミリ秒に拡張し、従来は接続が困難だったRTT 2,000ミリ秒のネットワークでも接続できることを確認した。

- 近隣で複数のシステムが同一周波数を使用する環境では、従来の送信電力やアンテナ指向性の調整による干渉回避手法ではサービスエリアが縮小するという課題があった。これを解決するため、サービスエリアを狭めずに干渉を回避する新しい方式として、帯域内の無線リソースを専用帯域と干渉を許容する共用帯域に分ける無線リソース制御技術を検討した。シミュレーションの結果、変調度を固定した条件でも、無線リソースを効率的に制御することで、全帯域を共用する場合に比べ、スループットが約4%向上することを確認した。
- 国際会議 WPMC2024 において、次世代ワイヤレス通信技術を集めたワークショップ「Future Wireless Technology for Next Generation Mobile Communications」を企画した。また、フィンランドの大学が主導する6G Flagshipと共同でワークショップを開催し、プライベートネットワーク高度化に向けたセッションを立て、今後の連携に向けた議論を進展させた。
- 3GPP の TSG SA WG において、災害現場や介護現場などで遠隔操作により人と協働するロボッ

	トが活動する際に、利用可能なあらゆる無線アクセスシステムを有機的に活用し、高信頼なネットワークを構築するための議論の基盤を整えるため、6G のユースケース文書の目次案に新たなカテゴリを追加する提案を行った。他社案との調整を経て、S1-242544 では「Ubiquitous Connectivity」を追加することに成功した。 • Wi-Fi とローカル 5G を活用した異種無線ネットワーク環境で、CA の遠隔操作における通信信頼性を確保するために開発している通信品質の可視化、ジッタ軽減、通信経路の動的切り替え機能を持つサポートノードを適用し、リアルタイムで通信特性を観測しながら、QoS を満たす最適な経路に動的に切り替える技術を実証した。機構のオープンハウスでは、小金井本部から横須賀のラジコンカーを遠隔操作し、映像をフィードバックするデモを実施した。映像配信経路に 3 % のパケットロスを用意した際、即座に経路が切り替わり、映像の途切れを防止できることを確認した。 • 同環境を活用して、協調制御対応ラジコンカー（Raspberry Pi Mouse）の右車輪と左車輪を別々の操作者が操作するデモ環境を構築した。右車輪に 500 ミリ秒の遅延を加えたデモでは、特に遠隔操作の開始・終了時に操作が難しいとの意見が寄せられるなど、来訪者に遅延の影響を実感してもらうことができた。また、車両に搭載されたセンサでラインからの乖離を検出し、通信を介したフィードバック制御でラインをトレースする	

自動走行実験を行った。遅延の影響を評価し、150 ミリ秒までの固定遅延では正常にトレースできたが、200 ミリ秒を超えるとトレースが困難になることを確認した。複数の遅延やジッタパターンを挿入して、遠隔制御された車両の位置精度等への影響を検証した。

- 多様なサイバネティック・アバター（CA）を多数の遠隔操作者が協調して制御するユースケースを想定し、CA の種別や通信内容に応じた QoS 要件、CA と基地局の距離に応じて提供可能な電波の強度に基づいて、各 CA の要求通信品質満足度を最大化することを評価関数として無線リソースを効率的に割り当てるマルチレイヤ QoS 管理技術の開発を進めた。動的なエリア構成技術の開発に向けて、ローカル 5G を中心に、Wi-Fi や公衆 5G など複数の無線アクセスシステムで構成される無線サービスエリアの情報を管理するデータベースシステム「OCAC DB」を構築した。また、CA ごとの異なる QoS に対応した無線エリアをレイヤとして定義し、CA の配置や移動に応じてプロアクティブにエリアを再構成するマルチレイヤ方式を提案し、シミュレーション評価を実施した。従来の PFS 方式※と比較して、提案した方式を採用することによって、全ての CA の QoS を満足できない条件でも、基地局あたりのスループットとユーザの満足度が向上することを確認し、得られた成果は国際会議に採択された。

※PFS（Proportional Fairness Scheduling）方式：無線通信ネットワークで、各ユーザの瞬時の

	スループットと過去の平均スループットの比率に基づき、リソースを効率的かつ公平に配分する比例公平スケジューリング方式。 • 全二重無線通信（IBFD）の実現に向け、無線端末の非線形性を考慮したデジタル自己干渉（SI）キャンセラを設計し、実機によるベースバンドでのループバック試験で、25MHz 帯域幅の OFDM 信号に対して約 52dB の SI 除去性能を確認した。送受信機で発振器を共有する IBFD に特化したアナログ RF フロントエンドを試作し、2.15GHz のアナログ信号に対してもデジタル部にて、既存研究の 30～40dB を超える 50dB の SI 除去性能が得られることを実機により確認した。 • 4.8GHz 帯における電波到来方向の推定アルゴリズムを電波暗室で評価した。SNR が-10dB 以上の領域で、従来の半分のサンプル数でも、2つの送信機からの電波到来角の推定誤差を 5 度以下に抑え、占有周波数バンド検出率 90%以上を達成した。また、従来の到来電波の方向を測定する技術である MUSIC 法に比べ、2つの送信機の離隔角度が 10 度しかない場合において、到来角の推定誤差を 19 度から 2 度まで低減できた。この成果をまとめた論文を国際会議に投稿した。さらに、28GHz 帯では、4つの送信機の電波到来角を同時に推定し、推定誤差を従来法より最大 20 度低減できることを確認し、高周波数帯への拡張性を有することを示した。 • OFDM の送信信号における帯域外漏洩電力を低	

減する実装性に優れた波形整形技術を開発した。シミュレーションにより、開発した波形整形技術を採用することで、従来の高速フーリエ変換（FFT）解析と比較して、ほぼ同等の計算量で隣接チャネル漏洩電力比（ACLR）30dB 以上を達成できることを確認した。また、送信信号の高いピーク電力問題を解決するため、複素乗算を不要とする巡回シフトによる位相回転を用いた DFT-s-OFDM 方式を開発し、従来の複素乗算方式の半分の計算量で同等のピーク電力改善効果を達成した。得られた成果をまとめた論文が IEEE Access（IF=3.9）に採録された。

- 工場における無線ユースケースとして、無人搬送車（AGV）を用いた自動搬送を対象に、立体倉庫で無線と生産性を同時に評価できるシミュレーション環境を構築した。これにより、荷物搬送の生産性と無線チャネルの占有率のトレードオフを分析し、提案した適応的伝送レート制御が生産性を損なわず、固定レートと比較してチャネル負荷を最大 50%削減しつつ信頼性の高い搬送を実現できることを示した。この成果をまとめた論文が IEEE Access（IF=3.9）に採録された。
- 社会全体を無線通信で支える FSPJ（Flexible Society Project）では、分野や用途を超えたデータ活用を推進する FDTPJ（Flexible Data Trading Project）の活動の一環として、無線通信の性能評価に不可欠なデータ取得方法をまとめた「使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価マニュアル」を作成し、一般公開した。

- 製造アプリケーションで頻繁に発生するバースト的かつ散発的なトラヒックを、要求される遅延時間内に届けるため、製造現場の IoT 向けトラヒックに特有な大きなデータの塊を平準化するトラフィックシェイパー制御のパラメータ算出手法を明確化した。この手法を基に、IEEE 802.1Q (TSN)の標準文書に追記する提案を P802.1Qdq として提出し、各国の投票 (WG Ballot) において 84%の賛成を得て通過した。
- 国内外の連携先と協力し、チャネルサウンダ等を用いた電波伝搬特性測定 of 課題である、基地局運用中に固定の変調信号以外を送信できない問題に対応するため、信号送信を必要としないローカル 5G 環境向けのチャネルモデル測定手法を提案した。ドイツのローカル 5G 環境での測定と評価を通じて、この手法が電波法や無線システム構成が異なる他国でも有効であることを確認し、成果をまとめた共著論文 (主著: 大学) が国際会議 APWCS2024 に採択された。また、100MHz 帯域の信号において、従来の逆高速フーリエ変換 (IFFT) 法では解像度不足が課題であったが、MUSIC 法を用いて 10 倍の解像度でスペクトラム測定が可能であることを示した (主著: 大学) が和文論文誌に採録された。
- 無線電力伝送(WPT)の周波数として検討されている 24GHz 帯で、高い利得を実現するために、H 型マイクロストリップアンテナ(MSA)を用いた 64 素子アレイアンテナによる WPT システムを提案した。シミュレーションにより、従来の正方

形 MSA 形状に比べて 6dB 高い利得が得られることを確認し、この成果をまとめた論文が国際会議 CAMA2024 に採択された。

- 機構が研究開発を行っている SRF (Smart Resource Flow) 無線プラットフォームの規格策定及び標準化、普及促進を行っている任意団体であるフレキシブルファクトリパートナーアライアンス (FFPA) において、一般財団法人テレコムエンジニアリングセンターが実施する適合性試験及び相互接続性試験に合格し、SRF 無線プラットフォーム Ver1.0 通信規格の認証を取得した認証機が、機構の知財を活用した製品 10 機 (3 種) を含めて 15 機 (4 種) に達した。
- SRF 無線プラットフォーム Ver1.0 に準拠した機器・システムの商用化が進展する中、国際標準化を目指し、IEC/TC65※の分科会である SC65※※の WG17※※※で議論されている 62657-4 の改訂に、SRF 無線プラットフォームを盛り込むことが決定した。国内会議で日本からの提案内容について国内関係者間で取りまとめた上で WG17 に働きかけを行い、国際会議で各国の賛同を得て、最終国際規格案 (FDIS) として提出された。投票と最終編集を経て、国際規格化を完了した。
- 移動体の遠隔制御のためのオンデマンド制御プラットフォームに向けたアプリケーション安定制御基盤の拡張・高度化を目指し、連携先と協力して SRF 無線プラットフォーム Ver2.0 を活用した公衆／自営ネットワークを横断するネットワーク管

理技術を開発し、自動車工場で実証実験を行った。この成果は日本経済新聞など多くのメディアに取り上げられ、さらに地元テレビ局2局や新聞社2社の取材を受け、ローカルニュースでも報道された。

※IEC/TC65：工業用プロセス計測・制御全般の標準化を担当する技術委員会

※※SC65：IEC/TC65の下で工業用制御システムや自動化技術に関する標準化を行う分科会

※※※WG17：SC65の配下で、工業用無線システムの共存管理に関する規格の策定を担当するワーキンググループ

(ウ)モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発

- 国内企業と共同で、長野県のLTE圏外の山岳地域におけるドローン物流の実現に向け、長距離見通し外中継通信技術を用いた実証実験を実施した。ノイズフリー環境では、中継局間距離12kmで通信成功率ほぼ100%を達成した。さらに、ドローンの機体ノイズ源の特定と改善を行い、169MHz帯での係留バルーンを経由した多段中継通信実験では、高低差1,600m、直線距離約4kmで3ホップの中継リンクが安定して確立できることを確認した。これにより、低高度では発着点付近のバルーンを、高高度では山頂付近の中継局を利用し、全飛行ルートで安定した通信が確保できる見通しを得た。
- 5.7GHz帯を活用した空飛ぶクルマなどの次世代モビリティとの長距離通信技術の研究開発を進め

た。小型化や省電力化に対応した無線機の試作を行い、長距離通信の安定性を大幅に向上させるため、狭帯域化や信号拡散を用いることで 5km 以上の通信距離で、通信速度 1Mbps、通信成功率 9 割以上の実現を目指した開発を進め、性能評価を実施した。

- 機体間通信をベースとした複数のドローンによる群飛行を活用し、離島への荷物分散配送サービスを想定した実証実験を、宅配業者と連携して進めている。規模と飛行距離の面で国内初の成果となる、5 台のドローンを約 30m 間隔で秒速 7m（時速 25km）以上、距離 5km 以上の群飛行に成功した。

- さらに、将来の大規模物流や広域災害対応に向け、100 台規模のドローンが 1km 四方以上のエリアを時速 40km 以上で飛行する群飛行（スウォーム飛行）を実現するために、短距離高速通信に対応する FSK と、低速ながら長距離通信が可能な LoRa を組み合わせた新しいクラスタ型マルチバンド機体間通信アーキテクチャを提案した。単一方式では 100 台規模でのチャンネル容量の確保が難しいため、複数バンド・複数方式を組合せたクラスタ構成により、多数機間の V2V ネットワークを実現するアーキテクチャに基づいて無線機の試作開発を行い、性能評価を実施した。

- 将来の様々な空モビリティが飛び交う時代を見据え、有人ヘリコプターとドローンが自律的に衝突を回避できるシステムの開発を進めた。従来の方式に比べ、エネルギー効率を大幅に改善した新し

いアルゴリズムを発案し、シミュレーションで評価を行った。この技術は、カメラやレーダを使用せず、100g 以下の小型機体間通信デバイスのみで動作し、機体の優先度に応じて無駄な動きを排除した効率的な回避経路を生成できる点が大きな特徴である。ドローン業者と共同で特許出願を完了した。時速 100km 以上で接近するヘリコプターに対する安全な回避を実現するための通信距離やデータフォーマットの検討を進め、無線機の改修と回避アルゴリズムの実装を行った。

- 国内企業と共同で、端末間通信を洋上ドローン間通信ネットワークに適用するための通信特性評価を実施した。169MHz、920MHz、5.7GHz の 3 つの周波数帯で通信距離や伝送速度を測定し、洋上での適切な周波数を検討した。結果として、169MHz と 920MHz では通信距離が 1km 以下にとどまり、特に 920MHz 帯は海面近くでの長距離通信には不向きである結果を得た。一方、5.7GHz では、地上高 1m に設置したアンテナ間で、洋上を挟む 5km 離れた場所でも 5Mbps の伝送速度で安定した通信と動画転送ができることを確認した。
- 洋上でのエンジン無人機に対する長距離通信実験の成果を国際会議に投稿した。この実験では、1 区間 10km の条件で通信リンクが不安定になる現象を確認しており、その主要因が機体内のノイズであることを特定した。ノイズ対策を講じることで、1 区間 20km 以上の長距離通信が可能であることを示した。

- ドローン用電波の運用調整システムの高度化を目指し、ロボット用電波（U24 と U169）の狭帯域化に関する規格提案と仕様策定を進め、試作評価を行った。狭帯域化によりユーザの同時利用可能チャンネル数が5～10倍となる。この成果は、3年後に800以上の機関が加盟するJUTM（日本無人機運航管理コンソーシアム）の運用調整システムの改修や、電波法の技術基準改定に反映されることになった。
- 大分県産業技術センターと共同で、機構の169MHz 帯多段中継技術を地域防災向けドローン運用に適用する評価実験の検討を開始した。地元メーカーや放送事業者と協力する覚書の締結を進めた。無線機材を用いて地上と山上間で25kmの長距離通信の事前評価を実施した。
- 複数の国内事業者との共同研究にて、高高度プラットフォーム局（HAPS：High Altitude Platform Station）を模擬した小型飛行機（セスナ機）を使用して、高度約4 km から38 GHz 帯での5G NR 方式によるセルラ広域ネットワークを構築し、機構が開発したHAPS 自動追尾型レンズアンテナを活用し、上空を中継する複数リンクからなるバックホール回線の実証に世界で初めて成功した。この成果は、国際的に大きな注目を集め、IEEE の旗艦誌である IEEE Spectrum 6月号に取り上げられた（記事名：This Japanese Aircraft Became a 5G Base Station）。
- また、HAPS を中継したドローンの広域制御リンクを実現するため、福島ロボットテストフィールド

ドで HAPS 搭載用マルチビームアンテナの地上機能を実験的に評価した。また、本技術に関連して、機体に搭載されたマルチビームアンテナを用いて同一周波数帯をフィーダリンクとユーザリンクで共用する技術を提案した特許の登録が完了した。

- 3GPP の TSG RAN WG において、複数の端末が連携しエラーが発生した受信パケットを補い合うことで、衛星通信のダウンリンクパフォーマンスを改善する仕様追加案や、複数のアンテナから同時に送信するパイロット信号を用いて高精度なビーム制御を行う仕様追加案を提案した。これらの提案は、従来の繰り返し送信によるリンク品質改善に伴う所要無線リソースの増加を抑えながらハンドヘルド端末と衛星間の直接リンクの実現を目指すものである。
- これまでのドローンの多段中継や機体間通信に関するフィールド実証の成果や報道発表が非常に高く評価され、電子情報通信学会や電波技術協会報で解説記事が掲載された。また、スマートテクノロジーフォーラム、ワイヤレステクノロジーパーク (WTP)、Japan Drone 展で招待講演を行った。
- 受信電力の変動を抑えるためにはダイバーシチが効果的であったが、複数のアンテナが必要であることが制約となっていた。これに対し、アンテナ 1 本でも、送信電力制御 (TPC) を適用することで、最大ドップラー周波数 10 Hz 程度の環境ではブロック誤り率 0.1%~10%を維持して通信で

きることを確認した。これにより、TPC がアップリンク・非直交多元接続（UL-NOMA）※における移動対応に有効であることを示した。

- 5G NR 上で、低遅延と多数接続を両立する機構が開発した低遅延・多数接続ワイヤレス技術「STABLE (Simultaneous Transmission Access Boosting Low-latEncy)」を動作させ、UL-NOMA により 2 台の商用端末から同一周波数で同時に映像伝送を行うシステムの構築と実証の成果が非常に高く評価され、電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会より委員長賞を受賞した。また、7 月の同研究会で招待講演を行った。
- 機構が開発した、5G 向け通信規格 NR に準拠した低遅延・多数接続ワイヤレス技術「NR-STABLE (5G New Radio-Simultaneous Transmission Access Boosting Low-latEncy)」の NTN 対応について、高速で移動する衛星におけるドップラーシフトを補償するため、OFDM 信号を周波数軸方向にパンクチャリング（データを定期的に間引きすること）してドップラーシフト量を推定する新しい方式を提案した。従来の 3GPP で検討されている技術では、ドップラーシフト量が事前に把握されていることが前提となっているが、この方式では、海上などで地上系のネットワークから事前情報を受け取ることができない状況であってもドップラーシフトを補償して通信が可能となる。計算機シミュレーションを実施とハードウェアの実動作により、有効性を確認し

た。

- NOMA を NTN に適用する技術など、計 5 件の特許を出願した。3GPP への寄与文書では、NTN 対応として採用すべき直交カバーコード（OCC）方式※※及び NOMA の適用を提案し、さらに OCC 適用時に懸念される制御信号の伝送遅延を解決するために参照信号を利用した新たな制御信号伝送方式を提案し、継続検討となった。

※アップリンク・非直交多元接続（UL-NOMA）：移動端末から基地局へ方向の通信（アップリンク）において、複数の移動端末からの信号を、信号ごとに異なる強さの電波を用いることにより、同一の周波数で伝送する技術。

※※OCC（Orthogonal Cover Code）：同一通信チャネルを使う無線システムにおいて、複数の信号を互いに干渉することなく同時に送受信を行うために使用される符号の一種。

- 端末間通信を応用し、道路を走行する移動端末を用いた高齢者見守りのためのセンサデータ自動収集システムの通信プロトコル設計、プロトタイプ開発、及び長野県中山間部での実証実験結果をまとめた論文が、IEEE Access (IF=3.9)に採録された。実験では、住宅周辺環境の違いによらず、1 日分の見守りデータを安定して収集でき、2 つの異なるセンサから取得したデータも高い相関値を示すことが確認でき、十分な信頼性を確保できることを示した。また、ドローン衝突回避のためのアダプティブ制御にも活用できる端末間通信の無

線チャンネルでの輻輳改善に関する特許 1 件の登録が完了した。

- マレーシアの大学などと共同で実施した端末間通信を用いた水再利用システムの研究開発について、マレーシア電波法に合致し、データ中継などのルートの自由な設定やデータ分割・合成ができる 920MHz 帯の端末間通信システムを開発した。通信インフラが整備されていない環境で固定端末を用いた端末間通信によりセンサの実データを収集する実験を行い、建物などの遮蔽がある見通し外環境で Wi-Fi が 20～40m しかデータを取得できない中、実証システムは 330m の距離でも安定したデータ取得を実現できることを実証した。さらに、解析により、1 回の送信で 96.4%～99.9%のデータパケットを伝送でき、再送で 100%の伝送を達成できることも確認した。この成果をまとめた論文が国際会議 ICSPCS2024 に採択された。
- 地理情報を活用した転移学習による端末間通信の受信電力予測技術を開発した。沖縄県や高知県の農水産業エリアで取得した実測の伝搬データを基に、地図情報からの標高データ、国道交通省の 3D 都市モデルからの建物の高さデータ、地形カテゴリデータ、使用周波数データを組み合わせて予測精度を高めた。その結果、従来のフリスの伝送方程式に比べ、実測値との平均誤差を約 5dB 低減し、誤差が 5dB 以内に収まる割合を最大 40%向上させた。本技術に関して、成果を国際会議に投稿し、特許を 1 件出願した。

- 目標物と自動走行ロボットに搭載した端末間で行う超広帯域（UWB：Ultra-Wide Band）測距に基づく自動走行制御システムを、国内企業と共同開発した。このシステムは、従来のパターン認識技術による6メートルの制御限界を大きく上回り、10メートル以上の距離でも安定した制御が可能であることを確認した。さらに、金属壁で、テレビやPCなどの什器が散在する厳しい室内環境において、開始地点を様々に変えても、自動走行により指定目標地点に確実にたどり着く実用的な性能と信頼性が得られることを確認できた。制御プロセスのリアルタイム処理を補強し、更なる制御効率の向上を確認した。
- 複数の海外企業と共同で提案した、狭帯域無線信号を Sync ビーコンとして活用し、UWB の測距や通信性能を向上させる技術について、次年度以降の成立を目指す IEEE802.15.4ab 標準規格ドラフト D02 版への反映に貢献した。
- これまでに開発してきた約 1m の微小ダイポール型アンテナを、半分以下の大きさ为目标に小型化を進めるため、国内の大学や企業と共同で、自律型無人探査機（AUV）へ搭載するための海中アンテナの小型化及び広帯域化の検討を開始した。また、10kHz から 1MHz までの広帯域に対応するアンテナについても検討を行い、1 次試作アンテナの評価を実施した。
- 飲み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、複数の生体組織を電波が通過する際の位置推定技術への影響をシミュレーションで

	評価した。胃、腸、筋肉、脂肪、骨等の電気的特性を考慮し、これらの組合せが推定精度へ与える影響を分析し、精度向上のために推定手法の改良を進めた。 • 人体ファントムを用いた電磁界解析を実施し、体内外通信デバイスの通信設計に必要な電波伝搬特性を明確化し、統計的な通信成功確率を原理的に推定可能にした。		
	(3) フォトニックネットワーク技術 (ア) マッシュチャネル光ネットワーク技術 • O、E、S、C、L、U 帯にわたる 36 テラヘルツの周波数帯のマルチバンド波長多重技術を活用し、毎秒 322.8 テラビットの光信号を実用化されている標準的な単一コア・単一モードファイバで 100km まで伝送することに成功した。令和 5 年度の成果と比較して、1.7 倍の伝送容量距離積を達成した。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) 2024 に採択された。また、令和 5 年度に達成した O、E、S、C、L、U 帯にわたる 37.6 テラヘルツの周波数帯域、毎秒 378.9 テラビットの伝送成功の成果について英語の報道発表を実施し、35 ほどの外国語で 350 を超える Web 記事が掲載された。また、世界最大の研究専門組織である IEEE の旗艦誌及び Web サイトである IEEE Spectrum において、本成果が雑誌及び Web 上に掲載され（記事名：New Fiber Optics Tech Smashes Data Rate Record。令和 6 年 7 月）、広く国内外に世界トップレベルの先導的な研究をア	(3) フォトニックネットワーク技術 科学的意義の高い成果として、O、E、S、C、L、U 帯にわたる 36 テラヘルツの周波数帯のマルチバンド波長多重技術を活用し、毎秒 322.8 テラビットの光信号を実用化されている標準的な単一コア・単一モードファイバで 100km まで伝送することに成功、令和 5 年度の成果と比較して、1.7 倍の伝送容量・距離積を達成し、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 ECOC 2024 に採択されたこと、実環境テストベッドにおいて、標準的な単一コア・単一モード光ファイバを用いて、S、C、L 帯用の波長帯及び波長選択光スイッチを備えた光ファイバネットワークを構築、世界で初めて、実環境下でのマルチバンドネットワーク実証を行い、S、C、L 帯にわたる 321 波長チャネル、毎秒 155 テラビットの波長多重光信号の 36km 伝送、波長帯及び波長スイッチングに成功し、本成果が、ECOC2024 に採択されたこと、長距離及び広帯域のコア/メトロネットワークにおけるプログラマブル	【フォトニックネットワーク技術】 O、E、S、C、L、U 帯を活用したマルチバンド単一コア・単一モード波長多重信号で世界記録(毎秒 322.8 テラビット × 100km)を達成した。技術的先進性を示す成果として高く評価できる。 機構が主導して形成した委託研究の受託機関においては、マルチコア光ファイバを含む海底ケーブルシステムが受注/受注候補といった商用フェーズに進展しており、実利用を前提とした社会実装の具体的成果として高く評価できる。

ピールした。さらに、40 テラヘルツの周波数帯域を利用可能にするために、E 帯光増幅器の帯域を拡大した広帯域伝送システムを考案した。

- 短距離海底ケーブル等への適用が期待される無中継伝送システムの研究開発として、双方向分散ラマン増幅を活用して、C 帯における合計 175 波長チャンネルの波長多重光信号を 363 km の単一コア・単一モードファイバで無中継伝送することに成功し、毎秒 16.1 テラビットの伝送容量、毎秒 5.8 ペタビット・km の伝送容量距離積を達成した。本成果は、ECOC2024 のトップスコア論文に採択された。無中継伝送システムの波長帯の拡大を目指して、C、L、U 帯における双方向分散ラマン増幅を活用して、3 つの帯域にわたる合計 520 波長チャンネルの波長多重光信号の 257 km の無中継伝送に成功した。24.5 GBaud で PM-16QAM チャンネルの伝送を行い、合計で毎秒 84.5 テラビットの伝送容量を達成し、世界で初めて C、L、U 帯の無中継伝送を実証した。本成果は、ECOC2024 に採択された。さらに、同方向伝搬用の非コヒーレントラマンポンプを使用して、波長チャンネルあたり 49 GBaud の PM-QPSK 方式で伝送を行い、73 波長合計で毎秒 10.3 テラビットの容量で、403km の無中継伝送を実証した。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 OFC (Optical Fiber Communication Conference) 2025 に採択された。
- 令和 5 年度に達成した、短距離海底ケーブル等へ

な光パス設定を実証するために、高線形性光増幅器を用いた広域光ネットワークシステムを構築し、50 波長以上の光信号の分岐・挿入と 1,000km 伝送を実施し、各光信号の利得変動抑制及び通信品質安定性を実証したこと、などの世界トップの卓越した成果が創出された。

また、研究成果の報道発表 3 回、新聞や Web に多数掲載(最多 35 超言語・350 件超掲載)。IEEE の旗艦誌 Spectrum で雑誌及び Web 上に掲載、著名学会 IEEE、Optica 論文誌 8 件、分野の二大旗艦国際会議の招待講演 1 件(筆頭)、一般講演 18 件などは、これらの成果が科学的に卓越している証左である。

社会的価値の高い成果として、実環境テストベッドにおいて、標準的な単一コア・単一モード光ファイバ用いて、S、C、L 帯用の波長帯及び波長選択光スイッチを備えた光ファイバネットワークを構築、世界で初めて、実環境下でのマルチバンドネットワーク実証を行い、S、C、L 帯にわたる 321 波長チャンネル、毎秒 155 テラビットの波長多重光信号の 36km 伝送、波長帯及び波長スイッチングに成功したこと、長距離及び広帯域のコア/メトロネットワークにおけるプログラマブルな光パス設定を実証するために、高線形性光増幅器を用いた広域光ネットワークシステムを構築し、50 波長以上の光信号の分岐・挿入と

の適用が期待される無中継伝送システムの送受信系に単一ユニットで 60 nm 以上の広帯域を有する C、L 帯の一括増幅が可能なテルライトファイバ増幅器を使用した伝送実証の成果の詳細化として、光増幅器の内部構造の説明、信号利得と雑音指数の入力強度への依存性の評価を行い、査読付き科学学術雑誌である IEEE/Optica Journal of Lightwave Technology (IF 4.1)に採択された。

- 結合型 19 コアファイバに対応した光増幅システムを構築した。本増幅システムを用いて、結合型 19 コアファイバによる長距離伝送を実証した。
- データセンタ間光通信ネットワークを想定した 14.3km のマルチコアファイバ上で、コヒーレント光通信の復調用 DSP の簡略化を目指した高品質の標準光の配信を実施した。光送受信部において標準光を用いて生成した C 帯ほぼ全域に及ぶ光コムを用いた 64QAM 波長多重光信号のコヒーレント通信において、6 波長の参照チャネルを使って、158 波長の光信号の位相回復が可能であることを実証した。本成果は、OFC2025 に採択された。また、令和 5 年度に基準光配信と光コム技術を組み合わせ、光源 1 つで毎秒 336 テラビット伝送した成果について日本語と英語の報道発表を行い、新聞や Web 記事に掲載された。
- 機構の空間多重光ファイバ通信の研究成果を基に、機構が研究計画を策定するなどして主導して形成した種々の委託研究の受託機関により、マルチコア光ファイバの実用化に向けた社会実装の取

1,000km 伝送を実施し、各光信号の利得変動抑制及び通信品質安定性を実証したこと、O、E、S、C、L、U 帯にわたる 36 テラヘルツの周波数帯のマルチバンド波長多重技術を活用し、毎秒 322.8 テラビットの光信号を実用化されている標準的な単一コア・単一モードファイバで 100km まで伝送することに成功したこと。また、短距離海底ケーブル等への適用が期待される無中継伝送システムの研究開発として、双方向分散ラマン増幅を活用して、C 帯における合計 175 波長チャネルの波長多重光信号を 363 km の単一コア・単一モードファイバで無中継伝送することに成功し、毎秒 16.1 テラビットの伝送容量、毎秒 5.8 ペタビット・km 容量距離積を達成したこと、など今後想定される様々なユースケースに有効に機能する卓越した重要技術が多く創出された。

研究成果の報道発表 3 回、新聞や Web に多数掲載(最多 35 超言語・350 件超掲載)などの発信と関心が集まったことについても社会的価値向上の重要事項として強調したい。

社会実装として、空間光学系ベースの低損失なマルチコアファイバ可変光減衰器を考案し、4 コアファイバ用の光減衰器を試作、本マルチコアファイバ可変光減衰器について米国へ特許出願を行い、共同出願先の企業により製品化され、令和 6 年度より販売されたこと、光ネットワークの障害及び予兆情報の遠隔検知・収集技術として、模擬環

	り組みが行われた。具体的には、令和9年に国内の海底ケーブルシステム事業者が北欧の海底ケーブルヘマルチコア光ファイバケーブルシステムを提供することが検討されている。 • 上記の外部発表を含め、論文誌に5編が掲載され、また、著名な国際会議である ECOC2024 にて招待講演（筆頭）1件、一般論文9編採録、国際会議 OFC 2025 に一般論文3編が採録された。 • 実環境テストベッド（イギリス・ロンドン市）において、標準的な単一コア・単一モード光ファイバを用いて、S、C、L 帯用の波長帯及び波長選択光スイッチを備えた光ファイバネットワークを構築した。世界で初めて、実環境下でのマルチバンドネットワーク実証を行い、S、C、L 帯にわたる 321 波長チャネル、毎秒 155 テラビットの波長多重光信号の 36km 伝送、波長帯及び波長スイッチングに成功した。本成果は、ECOC2024 に採択された。 • 市販の波長選択スイッチを多数使用して接続構成を最適化することにより、世界で初めて、標準外径の結合型 19 コアファイバに対応した大規模光スイッチを開発した。さらに、本スイッチや光増幅器、空間チャネルの結合/分離器を用いて2入力・2出力ポート、分岐・挿入ポートを有する空間多重型光交換ノードを開発した。 • モード数を2倍に拡張した多重反射型光スイッチ	境等を構築し、障害時の長期データセットを構築、一部を学会にてインターネット公開し、外部研究者が利用し始めたこと、機構が研究計画を策定するなどして主導して形成した委託研究において開発された機械学習を応用した光物理層モニタリング技術について、委託研究の受託機関が商用の光伝送システムに搭載し、令和5年度に国内の複数大手通信事業者に採用され、令和6年度現在、北米を初めとする海外の通信事業者やデータセンタ事業者向けに製品展開されていること、機構の空間多重光ファイバ通信の研究成果を基に、機構が研究計画を策定するなどして主導して形成した種々の委託研究の受託機関により、マルチコア光ファイバの実用化に向けた社会実装の取り組みが行われ、令和9年に国内の海底ケーブルシステム事業者が北欧の海底ケーブルヘマルチコア光ファイバケーブルシステムを提供することが検討されていること、など社会実装面でも卓越した実績が創出された。 研究成果の報道発表3回、新聞やWeb に多数掲載(最多 35 超言語・350 件超掲載)などの発信と関心が集まったことについても社会実装面の重要事項として強調したい。 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

を試作し、動作実証を行った。

- 大容量光交換ノードに障害発生時の自己復旧機能を持たせるために、8x8 の 3 次元 MEMS と光強度モニタを光交換ノードに設置した。3 台のノードを、2 本の 4 コアファイバで接続し、対向する現用系光パス、予備系光パスを設定し、全長 139km の空間多重リングネットワークを構築した。障害発生時にデータレート毎秒 120 テラビット（4 コア、185 波長、24.5Gbaud PM16QAM）の信号が予備系光パスに切り替えられ、11 ミリ秒で信号が復旧することを実証した。本成果は、査読付き科学学術雑誌である Optica Optics Express(IF 3.8)に、採録された。
- 空間多重光ネットワークでの光増幅や受信時のコア間の強度偏差を均等化するための、Fan-in/Fan-out(FIFO)デバイスが必要としない空間光学系ベースの低損失なマルチコアファイバ可変光減衰器を考案し、4 コアファイバ用の光減衰器を試作した。本試作器において 0.56 dB 以下の挿入損失、50 dB を超える減衰量のダイナミックレンジ、50 dB 未満のクロストークレベルを達成した。本成果は、ECOC2024 に採択された。また、本マルチコアファイバ可変光減衰器について米国へ特許出願を行い、共同出願先の企業により製品化され、令和 6 年度より販売された。
- 次世代の光ファイバ間を接続する技術の研究開発を実施し、多芯マルチコアファイバ一括接続技術を考案し、国内へ特許出願を 1 件行った。

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。

- O、E、S、C、L、U 帯にわたる 36 テラヘルツの周波数帯のマルチバンド波長多重技術を活用し、毎秒 322.8 テラビットの光信号を実用化されている標準的な単一コア・単一モードファイバで 100km まで伝送することに成功、令和 5 年度の成果と比較して、1.7 倍の伝送容量・距離積を達成し、本成果が、光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 ECOC 2024 に採択されたこと。
- 実環境テストベッド（イギリス・ロンドン市）において、標準的な単一コア・単一モード光ファイバを用いて、S、C、L 帯用の波長帯及び波長選択光スイッチを備えた光ファイバネットワークを構築、世界で初めて、実環境下でのマルチバンドネットワーク実証を行い、S、C、L 帯にわたる 321 波長チャネル、毎秒 155 テラビッ

	• 偏波多重伝送における光周波数領域モード補償システムを試作した。偏波モード結合・分散の光学的手法による補償が可能であることを計算機シミュレーションにて実証した。 • 上記の外部発表を含め、論文誌に2編が掲載され、また、著名な国際会議である ECOC2024 に一般論文が2編採録された。 (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 • 長距離及び広帯域のコア/メトロネットワークにおけるプログラマブルな光パス設定のために、高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムに分岐・挿入機能を追加して高度化し、50 波長以上の光信号の分岐・挿入と 1,000km 伝送を実施し、各光信号の利得変動抑制及び通信品質安定性を実証した。 • 令和5年度に開発したマルチクラウドオーケストレータ制御システムの実機検証として、複数の場所に設置された、複数の国内企業・大学等のモニタリングシステムや Open ROADM 対応機器、アクセスネットワーク機器等と相互接続実験を行い、アクセスからコアネットワークまでの複数ドメインにおける一気通貫の光パス設定や光ファイバパススイッチングを実証した。本成果は、国際会議 IP/IoT_&_Processing + Optical Network (iPOP) 2024 の Showcase にて展示発表した。 • 高効率かつ迅速な光パス設定技術として、マルチクラウドオーケストレータ制御システム、高線形性光増幅器、マルチベンダの光ホワイトボックス	トの波長多重光信号の 36km 伝送、波長帯及び波長スイッチングに成功し、本成果が、ECOC2024 に採択されたこと。 • 長距離及び広帯域のコア/メトロネットワークにおけるプログラマブルな光パス設定を実証するために、高線形性光増幅器を用いた広域光ネットワークシステムを構築し、50 波長以上の光信号の分岐・挿入と 1,000km 伝送を実施し、各光信号の利得変動抑制及び通信品質安定性を実証したこと。 【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。 • 実環境テストベッド（イギリス・ロンドン市）において、標準的な単一コア・単一モード光ファイバを用いて、S、C、L 帯用の波長帯及び波長選択光スイッチを備えた光ファイバネットワークを構築、世界で初めて、実環境下でのマルチバンドネットワーク実証を行い、S、C、L 帯にわたる 321 波長チャネル、毎秒 155 テラビットの波長多重光信号の 36km 伝送、波長帯及び波長スイッチング	

機器、フィールドファイバを組み合わせ、プログラマブルな光パス動作性を検証するための複数のユースケースを想定した実証実験を行った。光パス設定時の光信号の品質安定動作、遅延時間を考慮した入出力ポートの変更、ファイバ切断時のエラー検出と自動的な再ルーティングなどが可能であることを実証した。本成果は ECOC2024 に採択された。

- 光ネットワークのトラヒックや機器の状態監視と連携したリアルタイム制御のクローズ・ループ（閉ループ）フレームワークの高速化のために、機械学習による情報解析手法を取り入れた。また、機械学習ベースの情報解析部とオーケストラ制御システムを API にて連携動作可能にし、iPOP2024 Showcase の一部として発表した。
- 光電変換器と GPU が設置されたサーバによるデジタル信号処理ベースのコヒーレント光伝送方式において、複数のデータ処理ユニット間の接続手法として、マルチポイント・ツー・マルチポイント通信をサポートするデジタルサブキャリア伝送方式を考案した。毎秒 922 メガビットのサブキャリアを 4 つ生成し、2 つのユニットからのサブキャリア結合の実験シナリオにおいて、1～50 km のファイバ長の伝送実験を行って GPU による信号処理とエラーフリー通信を実証し、複数のユニットに割り当てる光通信のスループットや距離を可変できることを示した。本成果は、ECOC2024 に採択された。

に成功したこと。また、空間光学系ベースの低損失なマルチコアファイバ可変光減衰器を考案し、4 コアファイバ用の光減衰器を試作、本マルチコアファイバ可変光減衰器について米国へ特許出願を行い、共同出願先の企業により製品化され、令和 6 年度より販売されたこと。

- 長距離及び広帯域のコア/メトロネットワークにおけるプログラマブルな光パス設定を実証するために、高線形性光増幅器を用いた広域光ネットワークシステムを構築し、50 波長以上の光信号の分岐・挿入と 1,000km 伝送を実施し、各光信号の利得変動抑制及び通信品質安定性を実証したこと。
- O、E、S、C、L、U 帯にわたる 36THz の周波数帯のマルチバンド波長多重技術を活用し、毎秒 322.8 テラビットの光信号を実用化されている標準的な単一コア・単一モードファイバで 100km まで伝送することに成功したこと。また、短距離海底ケーブル等への適用が期待される無中継伝送システムの研究開発として、双方向分散ラマン増幅を活用して、C 帯

	• 光ネットワークで伝送される波長多重光信号に対する高繰り返し計測が可能な波長モニタリング技術を考案し、高速変調器と波長分散用ファイバを用いて数メガヘルツの繰り返し計測が可能な波長モニタリングシステムを開発した。更に、波長モニタリングシステムを応用した微粒子光計測システムを開発し、米国への特許出願を行った。関連する論文が American Institute of Physics の学術論文誌 APL Photonics (IF 5.4) に採択された。 • 機構が研究計画を策定するなどして主導して形成した委託研究において開発された機械学習を応用した光物理層モニタリング技術について、委託研究の受託機関が商用の光伝送システムに搭載し、令和5年度に国内の複数大手通信事業者を採用された。令和6年度現在、北米を初めとする海外の通信事業者やデータセンタ事業者向けに製品展開されている。 • 上記の外部発表を含め、論文誌に1編が採録され、また、査読つき国際会議に3編の論文が採録された。 (ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術 • 商用 ROADM を用いた光ネットワーク障害模擬環境、並びに、テレメトリ情報取得システムを構築した。模擬障害として、具体的にはリンク切断、一部波長パス途絶、波長フィルタ狭窄、振動、テレメトリ回線切断等を想定し、遠隔収集技	における合計 175 波長チャネルの波長多重光信号を 363 km の単一コア・単一モードファイバで無中継伝送することに成功し、毎秒 16.1 テラビットの伝送容量、毎秒 5.8 ペタビット・km 容量距離積を達成したこと。 【社会実装】 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。 • 機構の空間多重光ファイバ通信の研究成果を基に、機構が研究計画を策定するなどして主導して形成した種々の委託研究の受託機関により、マルチコア光ファイバの実用化に向けた社会実装の取組が行われ、令和9年に国内の海底ケーブルシステム事業者が北欧の海底ケーブルへマルチコア光ファイバケーブルシステムを提供することが検討されていること。 • 機構が研究計画を策定するなどして主導して形成した委託研究において開発された機械学習を応用した光物理層モニタリング技術について、委託研究の受託機関が商用の光伝送システムに搭載し、令和5年度に国内の複数大手通信事業	

	術を実証するとともに、障害時の光ネットワークデータセットを構築した。収集したデータから故障源を分析する機械学習モデルを開発した。 また、前年度から継続して構築・蓄積しているデータセットの一部を、外部公開できる形に整理し、電子情報通信学会 PN（フォトニックネットワーク）研究会にてインターネット公開し、PN 研究会関係の外部研究者らが利用した。 • 光ファイバ網特有の物理現象を捉え、潜在的な故障を検知し、表面化する前に障害を予測する機械学習モデルを開発・検証した内容を、電子情報通信学会 PN 研究会、ICTON（International Conference on Transparent Optical Networks）2024 招待講演などで発表した。 • 日独 B5G 連携の共同研究でドイツの通信技術研究機関とともに、データ主権志向のデータスペースを用いたテストベッドデータ共有システムを構築・実証した。また、データ共有のリアルタイム化に向けた要素技術の開発をした。OFC2025 にてデモ展示した。フィールドファイバ環境でのデータセット、及びドイツの通信技術研究機関所有のテストベッドで取得した複数のテストベッドデータを用いることで学習器の汎化性能向上を実証した。 • 光ネットワークパフォーマンス低下防止技術として、潜在的な高リスク故障範囲を避けて、新規パス要求に対する資源割当手法、及び、既存パス調整時におけるリスクを最小化する手法を開発し実	者に採用され、令和 6 年度現在、北米を初めとする海外の通信事業者やデータセンタ事業者向けに製品展開されていること。 • 商用 ROADM を用いた光ネットワーク障害模擬環境、並びに、テレメトリ情報取得システムを構築、遠隔収集技術を実証するとともに、障害時の光ネットワークデータセットを構築し、収集したデータから故障源を分析する機械学習モデルを開発したこと。また、前年度から継続して構築・蓄積しているデータセットの一部を、外部公開できる形に整理し、学会の研究会にてインターネット公開し、研究会関係の外部研究者らが利用したこと。	

	証した。論理リンク切断障害の事前予測により、モデル上でのデータロス従来比 10%～最大 80%低減することを実証した。 - 日米連携プロジェクト JUNO3 の採択課題を推進し、光通信特有の物理層での劣化/切断に関する障害検知・管理技術として、光ネットワークにおけるカスケード障害事例を実証し、模擬障害データを用いた障害予測をする機械学習アルゴリズムを開発し、招待講演 1 件などを行った。また、光ネットワーク上で模擬障害を発生させたデータセットを元に、障害箇所推定手法の研究開発を実施した。 ネットワーク資源のオープン化による相互接続基盤技術 - レジリエンシーの側面でオープンな相互接続を強化するために、光ネットワークオープン化における研究成果（OFC2023 招待講演、JOCN (IEEE/Optica Journal of Optical Communications and Networking) 招待論文等）を踏まえて、異種ネットワーク間を相互に接続する時に、ホワイトボックス ROADM 装置の開示されている性能監視機能に基づいて、複数ドメインの責任分界点であるボーダにおいて複数ドメインに跨がるパスの性能劣化を監視し、マルチドメイン光パスレストレーションを起動する方式を設計した。問題になるドメインの範囲のみでパス計算を行い、グローバル問題からローカル問題に縮小することで、マルチドメインパス計算複雑度を軽減する方式を提案・実証した。		

• パケットレイヤ異種トランスポート相互接続のためのプロトコル変換クラスタのハードウェア実装として、平時から利用できるスマート NIC や汎用サーバなどハードウェア上の仮想環境に、クラウドネイティブ化ネットワーク機能（CNF）を用いてレジリエンシー向上の機能を組込むアーキテクチャの提案を行った。具体的には、制御管理プレーンにおいて、a)既存通信事業者の環境に組み込み他事業者へリクエストを出す方法、b)既存の複数の通信事業者間のインターフェースを定義し、それぞれの環境に組込む方法、c)新たにクラウドに必要機能を実装し、既存事業者のハブとなって機能する方法の3つを考案し実証した。データプレーンにおいて、スマート NIC 上にプロトコル変換クラスタを実装する設計を行った。さらに、CNF に実装するクラスタの Ingress ノードでのヘッダ処理においてフローの ID などで優先度を区別し、優先度の高いパケットフローに対してクラスタ内部のスマート NIC が装備される部分に誘導してプロトコル変換を行い、そのパケットの処理速度がソフトウェアスイッチと比べ輻輳時2倍向上することを実証し、あわせて、パケット処理機能に付加価値を加える拡張クラスタアーキテクチャ（例えば、FEC による高信頼化等）を CNF 上に実装する設計を行った。

通信・計算資源の連携基盤技術

• 異種事業者間の公平オープンな連携促進技術として、通信・計算基盤間連携の方式や参加するステークホルダーの多様性を見据えて、連携態様の多

	様性に対応できるプラットフォームを研究開発・実証し、FNWF（IEEE Future Networks World Forum）2024にて発表した。さらに、令和5年度までに開発したデータモデル定義に基づく需給マッチングプラットフォームの上で、a) 通信事業者間連携、ネットワーク・クラウド連携等異なる連携方式（連携ワークフロー等）のデータモデルをライブラリ化すること、及び、b) 分散された各ステークホルダーにおいて、前記モデルに合わせて自身の挙動を定義する情報交換・需給マッチングプラットフォームの設定情報を自動形成・自動配信し、プラットフォームを自動設定する管理機能を設計完了した。 • ネットワーク・クラウドエコシステムにおいて、障害や災害時に通信・計算基盤を所有する異種事業者間の連携復旧戦略（異なるステークホルダー間の連携方式とその効果を示す研究成果：Globecom2022、ONDM（International Conference on Optical Network Design and Modelling）2023 最優秀論文、さらにこれを踏まえた総括的な研究成果は光ネットワークアーキテクチャ分野の論文誌で最も著名な JOCN の招待論文に採択）に則り、また、研究成果の社会実装に向けて、異種事業者環境を模擬した実証実験を行い、ONDM2024にて発表した。さらに、令和5年度に開発したブロックチェーンに基づく情報交換・需給マッチングプラットフォームの上で、障害や災害時に特に必須である公平、公正、公開な情報共有、そして、ステークホルダー間分散計算による連携復旧戦略の最適化機能を実現し		

た。二つの通信事業者、一つのクラウド事業者、PNE (Provider Neural Exchange : プロバイダ中立エクスチェンジ)を模擬した実証実験では、数10個のトランSACTIONという小さいオーバーヘッド、実際の復旧時間より十分短い10数分間以内の復旧戦略の策定過程を確認した。

日米連携プロジェクト JUNO3 の採択課題の推進

- JUNO3 において、分散された PNE ノードの制御管理ネットワークの高可用性を自動的に維持する機能を創出し実証した。具体的には、a)平常時の輻輳及び障害時に、新しい評価指標として経路ダイバシティの低減による高可用性の低下を監視・検出する機能、そして、b)障害により経路ダイバシティが低下する際に、最小コストで通信事業者の新しい回線を要求することを通じて、PNE 制御管理ネットワークの経路ダイバシティを再び一定水準に満たすよう PNE 制御管理ネットワークのトポロジを最適化する機能を両方含み、PNE の可用性を維持する機能の設計を行った。
- 物理層を意識した管理・障害検知技術として、光ネットワークのテレメトリ・制御高度化技術に関連して、異種事業者間連携動作のトリガ機能として、管理通信網内の障害をリアルタイムで検知する障害検知アルゴリズムを実装し、機能を実機検証した。
- 異種事業者間の公平オープンな連携促進技術として、異なる事業者のネットワークやクラウドサー

	ビスを統合し、ユーザに統合したエンド・ツー・エンドのネットワーク・クラウドサービスをプロビジョニングするための、分散型エコシステム制御管理プラットフォームのアーキテクチャを設計・開発し、クラウド・ネットワークを跨るサービスのプロビジョニング機能の設計を行った。 その他、ネットワーク・クラウドエコシステムのレジリエンシー向上に関する日米連携研究成果の共著論文は、最も著名な IEEE Communications Magazine 誌及び IEEE JSAC (Journal on Selected Areas in Communications) に採択された。		
	(4)光・電波融合アクセス基盤技術 ・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、光源・光変調器・光検出器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、年度計画を大幅に超えた 14,000 パーツ/cm² の実装密度を達成した。本技術によるゲルマニウム光検出器を集積化したシリコンフォトニクスチップを用い、光ファイバ無線 (RoF : Radio over Fiber) に適用可能な 5G ミリ波帯である 26~47GHz の光電波変換機能を実証した。これらの成果はマイクロ波フォトニクスに関する代表的な国際会議である MWP (International Topical Meeting on Microwave Photonics) 2024 に採択された。さらに、シリコンフォトニクス光回路と量子ドット半導体光増幅器をヘテロジニアス集積した広帯域波長可変レーザーにおいて、光通信波長帯 C バ	(4)光・電波融合アクセス基盤技術 科学的意義の高い成果として、マッシブ集積オールバンド ICT ハードウェア技術:シリコンフォトニクス集積回路を設計、試作し、14,000 パーツ/cm² の実装密度達成、これを用い光信号をミリ波変換、狭線幅(27kHz) 波長可変レーザ実現したこと、伝送メディア調和型アクセス基盤技術:RoF 技術を拡張し、ミリ波から光信号への直接変換技術、Y 帯 (170-260GHz)RoF を構築し周波数変換技術を開発、172GHz の RoF では 5G NR FR2 帯 (38GHz) 80Gbps で空間伝送、200GHz では、5G NR FR2 帯 (28GHz)への変換と 100Gbps 伝送達成したことなどの卓越した顕著な成果が創出された。 社会的価値の高い成果として、様々な波長帯において強度変調のみでデー	【光・電波融合アクセス基盤技術】 高密度実装 10,000 パーツ/cm² 目標を 40%超で達成。挑戦的指標を 4 年目に大幅クリアしており、光・電波融合アクセス基盤など複数の分野で対外的に成果を論文や Award 受賞でアピールできたことは、今後の発展に大きく寄与する。

ンド全域の動作とサイドモード抑圧比 40dB 以上を達成し、市販半導体レーザーと比較し 30%未満となる 27kHz の狭線幅化に成功した。本成果は化合物半導体に関する代表的な国際会議である CSW (Compound Semiconductor Week) 2024 に採択された。加えて、ニオブ酸リチウム

(LN) を用いて開発してきた機構独自の電極・光電変換融合周波数等化回路を組み込んだシリコンフォトニクス光変調器を作製し、3mm×0.5mm 程度の超小型ながら 60GHz 以上の高速動作を実証した。本成果は光通信分野のトップカンファレンスである ECOC (European Conference on Optical Communication) 2024 に採択された。これらの研究開発により、従来技術であれば 19 インチラックの 1 ユニット以上を占有する構成を 1 cm² 以下の小型チップにする事を可能にした。

ヘテロジニアス集積デバイス用光源として、量子ドットを用いた DFB レーザーの特性改善を行い、CW 動作で 15mA の低しきい値電流を達成し、作製した高速変調動作可能な周辺回路と接続し、14Gbps までの NRZ 直接変調に成功した。本成果は光デバイス関連のトップカンファレンスである CLEO (Conference on Laser and Electro-Optics) 2024 に採択された。また、面型 2 次元アレイ光デバイス作製技術の確立として、量子ドットを用いた 1550nm 帯の垂直共振器面発光型レーザー (VCSEL : Vertical Cavity Surface Emitting Laser) の研究開発を企業と共同で進め、量子ドットを利得材料として用いた

タ伝送を行う IM-DD 方式を用いた近距離通信に関して、高いスロープ効率を持つ光変調器を用いることにより、O、S、C、L バンドそれぞれにおいて約 360Gbps 以上の通信容量を実証したこと、量子ドットを用いた 1550nm 帯の VCSEL の研究開発を企業と共同で進め、量子ドットを利得材料として用いた 1550nm 帯 VCSEL としては世界で初めて電流注入発振に成功したこと、光空間通信のための高速光検出器としてマルチジャンクション光検出器を考案、作製し、光空間通信に必要な大面積性を有しながら単純構造に比べて動作速度が 38 倍となる 7.6GHz までの高速化を実現したこと、これまで進めてきた IEC 国際標準化活動の内、バランス検出器を用いた光電変換デバイスにおけるコモンモード抑圧比の周波数特性応答の計測手法に関するものと、光電変換デバイスの非線形応答に関する周波数応答特性の計測手法に関するものが、標準化文書として成立した (IEC 62803-2、IEC 62803-3) こと、など社会的価値を高める顕著な成果が創出された。

社会実装として、RoF の技術をセンシング用途に展開し、産学官連携によりこれまで進めてきた空港滑走路監視システムの社会実装の活動を企業と連携して進め、羽田空港への実証実験器の導入を実現するとともに、総務省の電波監理審議会から当該周波数を利用可能とする答申を得たこと、機構の量子ドット形成技術を基に製造販売され

1550nm 帯 VCSEL としては世界で初めて電流注入発振に成功し、CLEO2024 に採択された。さらに、量子ドットを用いたモードロックレーザの研究開発を行い、パルス幅 1 ピコ秒以下、繰り返し周波数間隔 100GHz の超高速、高繰り返しモードロックレーザを実現した。本成果は半導体レーザの代表的な国際会議である ISLC

(International Semiconductor Laser Conference) 2024 に採択された。これを改良した複数セクションを持つモードロックレーザでは、140GHz の繰り返し周波数を得ることに成功し、光技術関連の世界最大の国際会議である Photonics West 2025 に採択された。

- Y 帯(170-260GHz)光電相互変換技術の実現に向けて、超高速光検出器 UTC-PD (Uni-Travelling Carrier Photodetector) のインピーダンスマッチング精密制御のための追加抵抗構造を作製し、DC-200GHz 超で動作可能な超広帯域光検出器を実現した。本成果は光通信・光デバイスの代表的な国際会議である OECC (Opto-Electronics and Communications Conference) 2024、光通信のトップカンファレンスである OFC (Optical Fiber Communication Conference) 2025 に採択された。
- 薄膜 LN を用いた高速・高精度光変調器において電極構造などの最適化により DC から 200GHz 超で動作する超高速光変調器を実現するための基礎技術確立した。本成果は IEEE Photonics Society の光分野の代表的な国際会議である

た量子ドットウエハ、チップの取引拡大の交渉が技術移転先企業で進められていること、などの優れた実装事例が創出された。

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、評価を「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。

- Y 帯 172GHz を用いた RoF システムを構築し、アクセスポイントではさらに 5G NR 通信における FR2 の 38GHz で空間伝送するシステムにより、16/64QAM OFDM 信号の送受信に成功し、80Gbps の伝送容量を実証、本成果が INFOCOM2024 本会議ポスターセッションに採択されたこと。また、200GHz を用いた RoF システムを構築し、最終段では 5G NR における FR2 帯である 28GHz にダウンコンバージョンするシステムを構築、16/64QAM OFDM 信号の伝送に成功し、100Gbps の伝送容量を

IPC(IEEE Photonics Conference)2024 に採択された。また、特定の周波数で応答効率の高い共振型の LN 光変調器を開発し、50GHz の動作周波数で応答特性が従来技術より 5.8dB 高い実験結果を示し、MWP2024 に採択された。

- 面型 2 次元アレイ光デバイス作製技術の確立として、光空間通信のための高速光検出器としてマルチジャンクション光検出器を考案、作製し、光空間通信に必要な大面積性を有しながら単純構造に比べて動作速度が 38 倍となる 7.6GHz までの高速化を実現した。この成果は CLEO2024 及び CSW2024 に採択された。
- 機構の量子ドット形成技術を基に製造販売された量子ドットウエハ、チップの取引拡大の交渉が技術移転先企業で進められている。また、機構の量子ドット技術等について、光デバイスメーカーからの資金提供の申し出による共同研究（資金受入型共同研究）を 6 件実施した。
- これまでの光源技術の高温動作化、変調器技術の高速化、光検出器技術の高速化及びこれらのデバイス集積化に関する研究開発が、ICT に係わるイノベーションを立案し、ネットワーク社会の進歩発展に顕著な功績であると認められ、第 69 回(令和 5 年度) 前島密賞を受賞した。
- Y 帯 (170-260GHz)、テラヘルツ帯、光波に関するより柔軟な接続技術の確立として、Y 帯に対応した光・電波信号送受信及び相互変換技術として、172GHz を用いた RoF システムを構築し、

達成、本成果が MWP2024 に採択されたこと。

- 光源・光変調器・光検出器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、中長期計画の目標以上となる 14,000 パーツ/cm² の実装密度を達成、さらに、シリコンフォトニクス光回路と量子ドット半導体光増幅器をヘテロジニアス集積した広帯域波長可変レーザにおいて、フル C バンド動作とサイドモード抑圧比 40dB 以上を達成し、27kHz の狭線幅化に成功、本成果が化合物半導体に関する代表的な国際会議である CSW 2024 に採択されたこと。また、UTC-PD について、インピーダンスマッチング精密制御のための追加抵抗構造を作製し、これにより UTC-PD の高速化が可能になり、DC-200GHz 超で動作可能な超広帯域光検出器を実現したこと。
- 完全自動運転のための高性能かつ高信頼な車載光ネットワーク基盤技術に関する研究開発として、産学官連携により、コヒーレント光フレームスイッチ方式を用いた車載通信システムの拡張性向上と省

アクセスポイントではさらに 5G NR 通信における FR2 の 38GHz で空間伝送するシステムにより、16/64QAM OFDM 信号の送受信に成功し、80Gbps の伝送容量を実証した。本成果はネットワークと通信技術のトップカンファレンスである INFOCOM (IEEE International Conference on Computer Communications) 2024 の本会議ポスターセッションに採択された。また、200GHz を用いた RoF システムを構築し、最終段では 5G NR における FR2 帯である 28GHz にダウンコンバージョンするシステムを構築し、16/64QAM OFDM 信号の伝送に成功し、100Gbps の伝送容量を達成し、本成果は MWP2024 に採択された。

- 近中距離、ネットワークエッジ大容量伝送のため、高精度光信号制御技術による量子ドットモードロックレーザで実現した 100GHz 間隔の広帯域光源を WDM 用光源として用い、単一かつ簡便な構成で 56 チャンネルを 80Gbps で OOK 変調と復調に成功、年度計画の 1Tbps を大幅に超えた 4Tbps 以上の伝送容量を可能とする基礎技術を確立した。この成果は電波、電気通信及び電子科学分野のトップカンファレンスである URSI-ATRASC (Union Radio-Scientifique Internationale Atlantic Radio Science Meeting) 2024 に採択され、若手研究者賞を受賞した。
- 様々な波長帯において強度変調のみでデータ伝送を行う IM-DD 方式を用いた近距離通信に関し

電力化に関する研究を開始し、ゾーン分割型構成に基づく車載光ネットワーク構築のため、マスター装置と各ゾーンのゲートウェイ間で上りと下りの通信を分離し、非対称かつトラフィック変動に対応可能な大容量かつ低遅延通信方式を考案、設計したこと。

【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。

- 様々な波長帯において強度変調のみでデータ伝送を行う IM-DD 方式を用いた近距離通信に関して、高いスロープ効率を持つ光変調器を用いることにより、O、S、C、L バンドそれぞれにおいて約 360Gbps 以上の通信容量を実証したこと。
- 量子ドットを用いた 1550nm 帯の VCSEL の研究開発を企業と共同で進め、量子ドットを利得材料として用いた 1550nm 帯 VCSEL としては世界で初めて電流注入発振に成功したこと。また、光空間通信のための高速光検出器としてマルチジャンクション光検出器を

て、高いスロープ効率を持つ光変調器を用いることにより、O、S、C、Lバンドそれぞれにおいて約 360Gbps 以上の通信容量を実証した。この成果は光通信・光デバイスの代表的な国際会議である OECC2024 に採択された。

光電融合型信号歪補償技術として、機構独自の光電等化技術により分散損失を大幅に低減する技術を確立し、30km の距離で 224Gbps の PAM4 信号の 4 波長多重伝送（トータル 880Gbps 以上）に成功し、本成果は MWP2024 に採択された。

高ロバスト化伝送サブシステムについて、光ファイバ・ツー・光ファイバの光空間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、OFC2024 ではデモセッションにも採択され、本デモセッションの来訪がきっかけで、光空間通信では世界的権威である米国大学の研究室から共同研究が申し込まれた。光空間通信における低速移動体の複雑な揺動パターンに対応したダイバーシチ伝送技術として、機構独自技術で開発した高速 PD アレイの検出メカニズムの解明を進め、ビーム形状の歪や光軸ずれ、フォーカスずれに対してトレランスを大幅に向上するロバストな信号検出手法を明らかにした。この成果は MWP2024 に採択された。

- これまでに開発したマイクロ波・ミリ波～テラヘルツ帯に渡る RoF 技術の研究開発の実績が認められ、電子情報通信学会のエレクトロニクスソサ

考案、作製し、光空間通信に必要な大面積性を有しながら単純構造に比べて動作速度が 38 倍となる 7.6GHz までの高速化を実現したこと。

- これまで進めてきた IEC 国際標準化活動の内、バランス検出器を用いた光電変換デバイスにおけるコモンモード抑圧比の周波数特性応答の計測手法に関するものと、光電変換デバイスの非線形応答に関する周波数応答特性の計測手法に関するものが、標準化文書として成立した（IEC 62803-2、IEC 62803-3）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。

- RoF の技術をセンシング用途に展開し、産学官連携によりこれまで進めてきた空港滑走路監視システムの社会実装の活動を企業と連携して進め、羽田空港への実証実験器の導入を実現するとともに、総務省の電波監理審議会から当該周波数を利用可能とする答申を得

イエティ賞を受賞した。

- 年度計画に加え、位相回復技術をはじめとした信号処理技術の研究開発について、Journal of Lightwave Technology 誌にて論文発表を行った。また、OFC2025 に論文が採択された。
- データセンタ間ネットワークに向けた簡易な送受信器により構成する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てきたが、本方式は光源の位相雑音に対する影響が少ない検波方式であることから、より安価なインコヒーレントな光源の利用可能性を検討した。インコヒーレント光源として LED 光源を用いて、入射偏波無依存型自己ホモダイン検出器による毎秒 53 ギガビット秒の QPSK 信号の 1km コヒーレント伝送の実証に成功し、アジア・太平洋地域最大の光通信分野の国際会議 OECC2024 に採択された。
- 拡張性の高いデータセンタ内ネットワークの大容量化のため、市販の直接変調型の O 帯 DFB レーザ（4 波長）を用いて、毎秒 800 ギガビット（75 Gbaud PAM8、4 波長）の送信器を構築し、4 コアファイバや 8 コアファイバ及び MEMS 光スイッチと組み合わせて、データセンタ内 Spine-Leaf 間を模擬したテラビット級光スイッチ接続を実証した。本成果は、ECOC2024 のトップスコア論文に採択された。
- アレイ化した複数の VCSEL を駆動可能な回路基板を試作し、各 VCSEL のチャンネルあたり毎秒

たこと。

- 機構の量子ドット形成技術を基に製造販売された量子ドットウエハ、チップの取引拡大の交渉が技術移転先企業で進められていること。

100 ギガビットの高速変調及びテラビット級の空間多重伝送を実証した。

- 産学との連携により、短距離超高速光ファイバリンクのための超高速並列レーザー光源技術に関する委託研究を実施した。

超高速レーザー光源の研究開発として、変調帯域 40 ギガヘルツ以上、チャンネルあたりの変調速度 毎秒 200 ギガビットの結合 VCSEL の高速化設計を実施した。また、大規模・高均一並列レーザー光源の研究開発として、結合共振器型面発光レーザーのウェハ性能の改善試作、プロセス基本設計を実施した。

- 完全自動運転のための高性能かつ高信頼な車載光ネットワーク基盤技術に関する研究開発として、産学官連携により、コヒーレント光フレームスイッチ方式を用いた車載通信システムの拡張性向上と省電力化に関する研究を開始した。ゾーン分割型構成に基づく車載光ネットワーク構築のため、マスター装置と各ゾーンのゲートウェイ間で上りと下りの通信を分離し、非対称かつトラヒック変動に対応可能な大容量かつ低遅延通信方式を考案、設計した。

- 年度計画に加え、継続的に標準化活動を推進した。これまで進めてきた IEC 国際標準化活動の内、バランス検出器を用いた光電変換デバイスにおけるコモンモード抑圧比の周波数特性応答の計測手法に関するものと、光電変換デバイスの非線形応答に関する周波数応答特性の計測手法に関する

	るものが、標準化文書として成立した（IEC 62803-2、IEC 62803-3）。 • 年度計画に加え、企業との連携により推進してきた RoF 技術をセンシング用途に展開した空港滑走路監視システムの社会実装の活動を進め、羽田空港への実証実験器の導入を実現するとともに、総務省の電波監理審議会から当該周波数を利用可能とする答申を得た。これに先立って、「90GHz 帯 滑走路面異物検知システムの開発と実証」について第 35 回電波功績賞総務大臣表彰を関連組織とともに受賞した。		
	(5)宇宙通信基盤技術 (ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術 三次元ネットワーク統合制御のアルゴリズム開発 • 様々な種類のユーザ要求を満たす三次元ネットワークの実現のために、これまでに提案したネットワーク制御アルゴリズムについて、高度の異なる衛星等のプラットフォームが混在する複数のシナリオを対象としたシミュレーションを実施し、提案アルゴリズムの管理コスト低減効果の有効適応範囲を明確化した。 • 5G のバックホール回線として NTN 非地上系ネットワーク（NTN：Non-Terrestrial Network）を利用する構成において、GEO/LEO/地上等のマルチバックホール回線へ対応できるように 5G コアネットワーク装置と NTN-NOC（Network Operations Center）間での制御メッセージの拡張を行い、擬似衛星局を利用した総合	(5) 宇宙通信基盤技術 科学的意義の高い成果として、平面アンテナの小型化を目指し、航空機、HAPS、スカイカー、船舶に搭載可能な L 帯と Ka 帯のデュアルバンド化を提案し、令和5年度までに試作したアンテナ素子を用いて、Ka 帯のビームフォーミング IC の実装を含めた小型化に向けた設計を行い、平面アンテナの対応周波数の倍増に対し、設置スペースの増大を 50%とし、1.3 倍の空間効率化を満足することを確認したこと、複数の NTN 事業者の存在下において、オーケストレータと各事業者の目的を可能な限り達成できるオーケストレーション方式を新たに提案し、各事業者の自身のネットワークの運用コスト等の目的も考慮したネットワークを構築できることを数値シミュレーションにより有効性を示したこと、超小型光通信端末にジンバル機能	【宇宙通信基盤技術】 ETS-9 衛星機器を完成させ、今後の NTN 実運用に直結していることは、研究と実装の接続性という観点から高い評価に値する。

評価を実施し、回線混雑時や回線故障時にでも經由する NTN 回線を変更することで継続してユーザが通信できること、ユーザ要求が増加した場合でも衛星の帯域割当制御により要求通りの通信ができることを示した。

- 複数の NTN 事業者の存在下において、オーケストレータと各事業者の目的を可能な限り達成できるオーケストレーション方式を新たに提案し、各事業者の自身のネットワークの運用コスト等の目的も考慮したネットワークを構築できることを数値シミュレーションにより有効性を示した。
- NTN 模擬環境（NTN エミュレータ／シミュレータ）と本調書の中項目(1)計算機能複合型ネットワーク技術において開発する INCA（Integrated Network Control Architecture）模擬環境とのインタフェースを拡張し、非静止衛星の位置等が時間変動する NTN シミュレーションシナリオへの対応を可能とし、INCA 模擬システムで想定可能な NTN 環境の自由度を向上させ、機構の高信頼・高可塑 B5GIoT テストベッド内の B5G モバイル環境へのシステム移行のサポートや、NTN リンク故障による経路切り替えシナリオへの対応を可能とし、多層エミュレータの性能評価により、NTN 回線模擬として適切と思われるパラメータチューニングを実施した。この結果を、光通信分野で最大規模の国際会議 ECOC 2024 の招待講演において発表した。
- 衛星ゲートウェイ配置最適化に衛星ルーティング最適化を取り入れ、これらを同時に最適化するた

を搭載し、各種プラットフォームでの技術実証を目的として個々の環境での動作、追尾性能や通信速度などの性能評価が完了したこと、その結果として、端末の設計開発に関し、査読付きジャーナル論文（MDPI Photonics Journal、IF=2.6）に採録され、著名な「OPTICA: Optics and Photonics News」において本論文が引用されたこと、大気伝搬環境下での性能確認のため、地上で 10Gbps と 2Tbps 空間伝送成功したこと、などの科学的意義の高い複数の成果が創出された。

社会的価値の高い成果として、平面アンテナの小型化を目指し、航空機、HAPS、スカイカー、船舶に搭載可能な L 帯と Ka 帯のデュアルバンド化を提案し、令和5年度までに試作したアンテナ素子を用いて、Ka 帯のビームフォーミング IC の実装を含めた小型化に向けた設計を行い、平面アンテナの対応周波数の倍増に対し、設置スペースの増大を 50%とし、1.3 倍の空間効率化を満足することを確認したこと、超小型光通信端末にジンバル機能を搭載し、各種プラットフォームでの技術実証を目的として個々の環境での動作、追尾性能や通信速度などの性能評価が完了したこと。

また、企業による利用が具体的に想定されている CubeSat に搭載するためのインタフェース設計、光地上局との回線及び捕捉追尾アルゴリズムの詳細設計、エンジニアリングモデルの製造試

めのモデリングと問題定義を行い、提案したアルゴリズムを用いたシミュレーションを行い、ゲートウェイ数と遅延などのルーティング性能それぞれに重みを付けて最適化し、効果と性能のトレードオフを定量的に検証した。

- ハイスループット衛星における周波数リソース配分に関する成果を取りまとめ査読付きジャーナル論文に投稿し、採録が決定するとともに、三次元ネットワークを活用した将来の社会像やアプリケーションについての課題やシナリオまとめた成果が論文誌（Futures）に採択された。

HAPS 高高度プラットフォーム（HAPS: High Altitude Platform Station）向け地上局用アンテナシステム

- 機構、及び、衛星通信事業者、移動通信事業者、通信機器製造事業者からなるコンソーシアムで令和6年3月に実施した実証実験では、HAPS を模擬した航空機と複数地上局との間で、上空での 38GHz 帯電波を用いた複数リンクを世界で初めて確立し、地上の携帯電話網のコアネットワークと gNB 間のバックホール回線として利用する実証実験に成功した。また、航空機による HAPS 模擬回線をバックホールとしたセルラと、従来の地上の光ファイバ網を用いたセルラとの間で、一般的な UE 端末を用いたシームレスなハンドオーバに成功した。さらに、提案追尾方式により追尾に係る消費電力に関して約 90% 低減が達成されること等の結果を得た。この実証実験の成果を基に、コンソーシアム合同での報道発表を実施し、IEEE の旗艦誌である IEEE Spectrum（記事名：

験を実施し、令和7年度に6U衛星打ち上げのための引き渡しができる目途を立てたこと、HAPS を模擬した航空機と複数地上局との間で、上空での 38GHz 帯電波を用いた複数リンクを世界で初めて確立し、地上の携帯電話網のコアネットワークと gNB 間のバックホール回線として利用する実証実験に成功したこと、など社会的価値を向上させる複数の成果が創出された。

社会実装として、技術試験衛星9号機(ETS-9)搭載 10Gbps 光通信機器及び ETS-9 搭載ビーコン送信機の搭載機器を衛星バス開発機関へ引渡し、衛星本体への搭載が完了、これにより衛星-地上間光通信の基盤技術確立に向け開発段階を前進させたこと。また、ETS-9 搭載 10Gbps 光通信機器及び搭載ビーコン送信機の衛星本体への搭載後の地上試験において、搭載機器の性能評価を確実に実施し、搭載機器が電氣的な所要性能(約4万 km の長距離における回線成立)を発揮できることを確認、搭載機器の宇宙環境下での動作確認完了に向けた準備を実施し、宇宙基本計画工程表に示されている令和7年度以降の ETS-9 打ち上げの確定に向けた試験を着実に進め、衛星バス開発機関への引き渡しを完了したこと。さらに、機構が開発し特許化を進めている HAPS 用地上局に関して、民間企業に対して実機を用いた説明を行い、知財移転の条件調整を進めたこと、など次

	This Japanese Aircraft Became a 5G Base Station)を含む多数の新聞やメディアへ掲載された。報道発表の翌週には、コンソーシアムへの参画企業の一社である移動通信事業者から、海外企業との資本業務提携が発表されるとともに、令和8年の HAPS サービス提供を目指すとしており、本研究開発で得られた知見が令和8年以降の HAPS サービスにも大きく寄与する見込みである。加えて、コンソーシアムにおいて搭載局を開発した製造事業者と共同研究契約を結び、更に安定した通信リンクを上空との間で形成するために、地上局機能の洗練化に向けた基礎検討を実施し、小型航空機を用いた追加実証の計画を策定した。さらに、機構が開発し特許化を進めている HAPS 用地上局に関して、製品化のため民間企業に対して実機を用いた説明を行い、知財移転の条件調整を進めた。 衛星と地上 5G ネットワークの統合に向けた日欧共同実験 • 日欧共同実験最終年度であり、衛星回線を地上 5G ネットワークのバックホール回線として利用するシステムに関して、複数のバックホール回線の接続切り替えを行う技術や、5G 優先度制御の実証実験を行った。また、電波行政や衛星通信に関わる事業者を対象に、実衛星、実ローカル 5G システムを利用し、災害時のロボット制御を対象としたデモを実施し、その有効性を確認した。 • この研究成果を国際会議 Ka and Broadband	のステージに確実に実装した成果が創出された。 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、評価を「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。 • 超小型光通信端末にジンバル機能を搭載し、各種プラットフォームでの技術実証を目的として個々の環境での動作、追尾性能や通信速度などの性能評価が完了したこと。その結果として、端末の設計開発に関し、査読付きジャーナル論文 (MDPI Photonics Journal、IF=2.6) に採録され、著名な「OPTICA: Optics and Photonics News」において本論文が引用されたこと。 • 平面アンテナの小型化を目指し、航空機、HAPS、スカイカー、船舶に搭載可能な L 帯と Ka 帯のデュアルバンド化を提案し、令和5年度までに試作したアンテナ素子	

	Space Communications Conference2024 内で開催された BroadSky ワークショップで発表した。 ETS-9 搭載 10Gbps 光通信機器・共用部 R F 通信機器、ETS-9 用地球局 • 技術試験衛星 9 号機 (ETS-9) 搭載 10Gbps 光通信機器及び ETS-9 搭載ビーコン送信機の搭載機器を衛星バス開発機関へ引渡し、衛星本体への搭載が完了した。これにより衛星-地上間光通信の基盤技術確立に向け開発段階を前進させた。 • ETS-9 搭載 10Gbps 光通信機器及び搭載ビーコン送信機の衛星本体への搭載後の地上試験において、搭載機器の性能評価を確実に実施し、搭載機器が電氣的な所要性能 (約 4 万 km の長距離における回線成立) を発揮できることを確認した。また、搭載機器の宇宙環境下での動作確認完了に向けた準備を実施した。以上により宇宙基本計画工程表に示されている令和 7 年度以降の ETS-9 打上げの確定に向けた試験を着実に進めた。 • フレキシブル HTS (ETS-9) について、地上での疑似衛星局を用いて、事前に立案された運用計画に基づいた周波数フレキシビリティ機能やサイトダイバーシティ機能の基本機能を確認した。また、エリア/周波数フレキシビリティ及び電波-光ハイブリッドフィードリンク等のリソース制御性能を周波数利用効率の観点で評価し、2 倍以上の周波数利用効率が達成できることを示した。 • AI を用いた天候状況や移動体需要変動の予測データを用いて、柔軟な周波数リソース割当や適切	を用いて、Ka 帯のビームフォーミング IC の実装を含めた小型化に向けた設計を行い、平面アンテナの対応周波数の倍増に対し、設置スペースの増大を 50% とし、1.3 倍の空間効率化を満足することを確認したこと。 • 複数の NTN 事業者の存在下において、オーケストレータと各事業者の目的を可能な限り達成できるオーケストレーション方式を新たに提案し、各事業者の自身のネットワークの運用コスト等の目的も考慮したネットワークを構築できることを数値シミュレーションにより有効性を示したこと。 【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。 • 平面アンテナの小型化を目指し、航空機、HAPS、スカイカー、船舶に搭載可能な L 帯と Ka 帯のデュアルバンド化を提案し、令和 5 年度までに試作したアンテナ素子を用いて、Ka 帯のビームフォーミング IC の実装を含めた小型化に向けた設計を行い、平面アンテナ	

	なフィーダリンク局選択などの最適な衛星制御と衛星中継器の制御を高速化することで、周波数利用効率の改善効果が向上し、従来の衛星通信システムと比較して、シミュレータにより2倍以上の効率を達成できることを示した。また、デジタルチャネライザ相当の機能を搭載した擬似衛星局を用いた地上総合評価及び他システムとの接続評価により、ETS-9を用いた宇宙実証においても、本シミュレータを用いて立案した運用計画が実機に対して適用可能であることを確認した。 • 第68回宇宙科学技術連合講演会でETS-9に関する発表を合計4件行い、通信ミッション、地上系及び実験の概要と結果を情報発信しプレゼンス向上に努めた。 • ETS-9用の地球局設備に関し、以下の試験、整備等を行い、ETS-9の通信ミッションの健全性を確認するとともに、外部資金で開発した衛星搭載機器のチャネライザの最適な帯域割当とアンテナビーム切替技術と合わせて、地上にて周波数利用効率が2倍以上となることを確認した。 • 光通信機器・共通部RF通信機器用のミッション衛星オペレーションセンタ（光・共通部ミッションSOC）に関しては、IP-VPN回線で接続し初期運用衛星バス側SOCとの地上試験を行い、衛星本体との試験環境を整備した。 • ネットワーク運用センタ（NOC）と光・共通部ミッションSOCの地上総合評価実験を実施し、運用計画立案から衛星制御コマンド生成までの環	ナの対応周波数の倍増に対し、設置スペースの増大を50%とし、1.3倍の空間効率化を満足することを確認したこと。 • 超小型光通信端末にジンバル機能を搭載し、各種プラットフォームでの技術実証を目的として個々の環境での動作、追尾性能や通信速度などの性能評価が完了したこと。また、企業による利用が具体的に想定されているCubeSatに搭載するためのインタフェース設計、光地上局との回線及び捕捉追尾アルゴリズムの詳細設計、エンジニアリングモデルの製造試験を実施し、令和7年度に6U衛星打ち上げのための引き渡しができる目途を立てたこと。 • HAPSを模擬した航空機と複数地上局との間で、上空での38GHz帯電波を用いた複数リンクを世界で初めて確立し、地上の携帯電話網のコアネットワークとgNB間のバックホール回線として利用する実証実験に成功したこと。 【社会実装】	

	境を整備した。 • ETS-9 実験室の電源切り替え作業を実施し、今後設置予定の JAXA 等他機関開発のフルデジタルペイロード（FDP）などの実験機器の受入環境を整備した。 • 衛星打上げ延期に伴う、擬似衛星局を使用した地上試験に関しては、試験シナリオを制作し、実地球局を接続した試験を実施し、周波数利用効率向上を検証した。 ETS-9 の実運用に向けた国際周波数調整 • 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、国際電気通信連合（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。 • 近接衛星通信網との調整の一環として、東経 143° の軌道位置に対して軌道離角が $\pm 8^{\circ}$ 以内であり、国際周波数調整が義務付けられている静止衛星通信網は 64 件ある。令和 6 年度開始時 13 件の衛星通信網の合意調整が残っていたところ、同年度終了までに衛星網 6 件の合意に成功し、残り 7 衛星通信網となった。 • 近接衛星通信網以外に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通信網は令和 4 年度開始時 156 件であり、令和 6 年	以下に示す、顕著な成果があったと認められる。 • 技術試験衛星 9 号機（ETS-9）搭載 10Gbps 光通信機器及び ETS-9 搭載ビーコン送信機の搭載機器を衛星バス開発機関へ引渡し、衛星本体への搭載が完了、これにより衛星-地上間光通信の基盤技術確立に向け開発段階を前進させたこと。また、ETS-9 搭載 10Gbps 光通信機器及び搭載ビーコン送信機の衛星本体への搭載後の地上試験において、搭載機器の性能評価を確実に実施し、搭載機器が電氣的な所要性能（約 4 万 km の長距離における回線成立）を発揮できることを確認、搭載機器の宇宙環境下での動作確認完了に向けた準備を実施し、宇宙基本計画工程表に示されている令和 7 年度以降の ETS-9 打上げの確定に向けた試験を着実に進めたこと。 • 機構が開発し特許化を進めている HAPS 用地上局に関して、民間企業に対して実機を用いた説明を行い、知財移転の条件調整を進めたこと。	

度開始時 7 件ある。同年度末までに、調整合意を得た衛星通信網は 6 件、残り 1 件である。非静止衛星システムとの調整では、周波数調整が必要な非静止衛星システムが全体で 103 件ある。令和 6 年度開始時 18 件の合意調整が必要であるところ、同年度末までに、衛星システム 9 件の合意に成功し、非静止衛星システムでは残り 9 件となった。

宇宙分野及び異分野の連携促進

- 令和 2 年度に立ち上げたスペース ICT 推進フォーラムの運営を通じて、宇宙分野及び異分野との連携促進に引き続き貢献するため以下の活動を実施した。
- 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 10 回の分科会・WG を開催し、ライドシェア・光地上局テストベッドの検討を行い、光衛星通信技術のビジョン・ロードマップを策定した。
- 分科会を補完する検討会・交流会を計 16 回開催し、各種検討を行い、交流を深めた。
- 令和 6 年度から有料とした年会費は会員への綿密な説明と効果的な制度設計により予想を超える収入があり、それにより効果的な活動が可能になり、対面を含む行事・会議を 25 回（前年度は 7 回）開催し、これまでより更に連携を促進した。
- 公開のスペース ICT 推進シンポジウムでは初め

	ての対面で「宇宙政策の大きな一歩と活性化する民間宇宙活動」をテーマに開催し、約 200 名が参加した。 - 第 68 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 10 件の講演を行い、また同講演会の展示会にフォーラム会員の共同出展を行い、WTP（ワイヤレステクノロジーパーク）2024 にもフォーラムパビリオンを形成し、積極的に情報発信を実施した。 - 以上により各種テーマでの講演・議論を行い、国内コミュニティの連携と拡大を行い、社会実装に向け異分野連携を促進した。また、本フォーラムは令和 3 年度から引き続き宇宙基本計画工程表に記載され宇宙開発の重要政策に位置付けられている。 小型平面アンテナ素子 - Beyond 5G に向けて企業が開発を進めている平面アンテナと、機構が開発したアンテナの排熱システムを用いて、空飛ぶクルマへ搭載するために排熱構造とレドーム、取付インタフェースの設計・試作を行い、熱輸送能力の高いグラファイトシートと CFRP の新複合材料を用いることで、平面アンテナを模擬した 1,000W の熱源に対し放熱面側で中心部の温度が 71℃で端部付近では 50℃以下となり、中心部からの熱を端部に排熱できていることを確認した。平面アンテナのドローンへの搭載化を実現するために、排熱構造の更な	

る軽量化について検討を行い、開口 40cm 四方のアンテナにおいて従来のアルミ製の排熱構造の重量（4kg）と比較して 50%以下に軽量化した。前年度発案した熱輸送能力の高いグラファイトシートと CFRP の新複合材料の特許出願を完了した。

- 平面アンテナの小型化を目指し、航空機、HAPS、スカイカー、船舶に搭載可能な L 帯と Ka 帯のデュアルバンド化を提案し、令和 5 年度までに試作したアンテナ素子を用いて、Ka 帯のビームフォーミング IC の実装を含めた小型化に向けた設計を行い、平面アンテナの対応周波数の倍増に対し、設置スペースの増大を 50%とし、1.3 倍の空間効率化を満足することを確認した。
- 平面アンテナを航空機へ搭載した場合に、航空機筐体によるアンテナパターンの変化が、地上系システムの保護の観点から有効であることを測定により判明した成果が、査読付きジャーナル論文誌（Journal of Evolving Space Activities）に掲載された。
- 複数機の衛星がお互いの相対位置・姿勢を制御しながら飛行する低軌道衛星編隊飛行における、地上端末との直接通信を実現するためのナローアンテナビーム形成技術構築のため、企業と連携し、アンテナ素子再構成技術の研究開発を着手した。ここでは自己ヘテロダインやマイクロ原子発信器を利用する同期技術を提案した。

※CFRP：炭素繊維強化プラスチック：Carbon

Fiber Reinforced Plastics

電波伝搬特性の測定・モデル化

- 都市の位置（緯度・経度）や都市構造に加え、人工物の密度、植生の多さで大きく変わる伝搬環境の違いを明らかにするため、北海道、青森、秋田で実施し、関東地域の伝搬環境との比較を行うことで、都市の位置による伝搬環境の違いを明確にすると同時に、都心の伝搬データのアップデートを行った。また、幕張地区において都市部の伝搬環境の視覚化のため、伝搬測定時に取得した映像と位置情報から 3D 化用データを作成した。
- 都市構造（都市部、郊外部、農村部）の違いによる遮蔽の影響をシミュレーション結果と測定した伝搬データを比較し、都市構造の違いによる伝搬環境の違いを明らかにし、成果は査読付きジャーナル論文（Journal of Evolving Space Activities）に掲載された。また、都市部での遮蔽物情報を含む衛星移動体伝搬側定と解析を行い、都市部電波伝搬環境を遮蔽の主な要因である人工物（建物、電柱等）と遮蔽の部分的な要因である植生に分け、都市部電波伝搬環境のモデル化に向け、初期検討を行った。
- 衛星通信において Ka バンドまでの周波数が逼迫している状況で、VW バンド対応送信器を用いた、VW バンドの伝搬測定システムを構築し、今後使用が注目されている高周波数帯での伝搬測定法を考慮した伝搬測定環境を確立した。これにより、より高い周波数の利用に向けた周波数資源の

	開拓への貢献が可能となった。 • 民間衛星システムを利用し、防災訓練等への参加を通して衛星の災害対策としての利用を図った。愛媛県と災害時の臨時通信回線支援について認識共有しており、本年度は防災訓練において仮想避難所へ電話、Wi-Fi 等通信支援を行う予定で推進し、台風の影響により防災訓練は実施されなかったが、愛媛県とは引き続き災害時の衛星通信のあり方を議論していくことにした。 (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 超小型高速光通信機器 • 超小型光通信端末にジンバル機能を搭載し、各種プラットフォームでの技術実証を目的として個々の環境での動作、追尾性能や通信速度などの性能評価が完了した。その結果として、端末の設計開発に関し、査読付きジャーナル論文（MDPI Photonics Journal、IF=2.6）に採録され、著名な「OPTICA: Optics and Photonics News」においてこの論文が引用された。さらに、新たに論文を投稿した。また、WTP2024 (Wireless Technology Park) において、実際の光通信端末を使用した世界初のリアルタイム通信が公開イベントで実証された。 • 小型光通信端末 ST/FX 端末と開発したモデムを利用し、地上の屋外環境の実験を通して、大気伝搬環境下での受信光のレベル変動に対する回線品質維持のための誤り率と追尾誤差（BER：10^{-6}以下を 10 分間以上継続）を条件評価とし、10Gbps	

	と 2Tbps の速度において誤り訂正やインタリーバの効果を確認しながら実施した。 • 企業による利用が具体的に想定されている CubeSat に搭載するためのインタフェース設計、光地上局との回線及び捕捉追尾アルゴリズムの詳細設計、エンジニアリングモデルの製造試験を実施し、令和 7 年度に 6U 衛星打ち上げのための引き渡しができる目途を立てた。この成果を活用して、連携企業は令和 8 年度に CubeSat を使った実証実験を計画していることを発表した。 • CubeSat 用光端末の軌道上実験のため、光地上局のモデム開発及び CubeSat 用光端末のテレメトリコマンド送受信のための地上設備を整備した。 • 産学連携の成果として、HAPS の光通信に関し機構の委託研究を開始した。令和 7 年度に HAPS の光通信を実現するため、本年度は成層圏環境下で動作できる光端末のジンバルの基本設計を行った。 • 小型光通信端末 ST/FX 端末やネットワークで接続された光地上局開発等の成果について、IEEE VTC 2024 Fall と ECOC2024 の著名な国際会議、及び、主要な宇宙機関が開催する TASA Tasti, ESA Sckyllight といった国際会議において、招待講演として成果を発表した。 日本版衛星コンステレーションの構築	

- 日本版衛星コンステレーションの構築に向けて、観測衛星の撮像データを、複数の衛星コンステレーション運用事業者を経由して地上のデータセンタまでダウンロードするユースケースを対象に、システム開発に着手した。具体的な成果は以下の通り。
- 次世代ターミナル技術として、LEO 衛星コンステレーションにおいて、波長多重数の分だけ倍に通信大容量化を行える小型衛星搭載光波長多重（WDM）対応光増幅装置に関し、プロトタイプの宇宙環境耐性評価を完了した。小型衛星搭載 WDM 対応光増幅装置の基本性能評価結果を、SPIE Photonics West 2025 で報告し、回線モニタリング機能や回線パラメータ切替機能を具備した光通信機器プロトタイプの設計結果を元に実装を完了した。
- ネットワーク統合制御技術について、令和 5 年度のシステム基本設計結果を元に、複数の個別の衛星コンステレーション事業者のネットワーク制御システム間を調整するオーケストレータの詳細設計と基本実装を行い、観測衛星が衛星コンステレーションを利用するユースケースにおける正常系のメッセージフォーマットと通信確立シーケンスを整備した。また、令和 9 年度に打ち上げる実証衛星を用いた検証に向けて、オーケストレータと衛星コンステレーション事業者のネットワーク制御システム間の接続試験を行い、複数事業者が連携することで、送信データ量が異なる（500Gbit、1Tbit）データ転送要求を満足でき

ることを確認した。

- 光通信ネットワークエミュレータについて、ネットワーク制御シミュレータと光通信試験装置同士が連携し、衛星間光通信及び地上衛星間光通信のエミュレーションが可能な光通信ネットワークエミュレータの開発を進め、ネットワーク制御シミュレータ、光通信試験装置の基本実装を行い、単独で動作できるようにし、光通信試験装置においては、大気伝搬模擬装置や WDM 拡張化等の導入を行った。これにより、衛星コンステレーションを含む衛星光通信基盤の高度化に向けた新たな通信方式の検討を行える仕組みを整えた。
- 標準化活動について、APT-AWG33 において、機構の提案により検討を開始した 『地上系及び非地上系システムを利用した多層ネットワークアクセスのための複合接続に関する新 APT 報告書案』 についての報告書が成立した (AWG-33/OUT-15)。また新報告書に向けた機構からの提案として 『非地上系及び地上系複合運用システムの活用方法及び技術に関する新 APT 報告草案向け作業文書 (NEW APT REPORT ON MULTI CONNECTIVITY FOR MULTILAYERED NETWORK ACCESS USING TERRESTRIAL AND NON-TERRESTRIAL SYSTEMS)』 が採択された (AWG-33/TMP-46)。
- 通信リンクの確立が困難な静止衛星と地上間の回線状態に応じたフレキシブルな変調方式の切替を実現するため、前年度の基本設計を元にし、適応的な変調の切替が可能なデジタル信号処理部

(FPGA)の詳細設計(コーディング等)を行い、デジタルコヒーレント方式ベースで BER 規定値に対し変調方式を切替可能であること (2.5Gbaud の BPSK(2.5Gbps)と 2.5Gbaud の QPSK(5.0Gbps)の切替)を実現した。これにより、地上検証モデルの変調方式の切替検証に利用できる見込みを得た。静止衛星-地上間の長遅延でかつ大気ゆらぎがある環境においては、誤り訂正やインタリーバを考慮してパケット長を長くすると、高速光信号で間欠的に途切れて伝送させるより、低速光信号に切り替えて長時間持続させて伝送させる方が、安定した通信を提供できスループットを向上できる。大気伝搬特性や通信特性の評価を行うため、光データ中継衛星搭載 LUCAS を用いた地上-静止衛星間の光通信実験において、これまでに取得した大気伝搬特性や通信特性の評価結果をまとめ、季節毎の特性比較を実施し、寒い季節である 11 月と暑い季節である 9 月とを比較した結果、季節毎の環境データの違いによる差分を明らかにした。さらに、令和 3 年の 11 月と令和 5 年の同じ季節でも比較してみた結果、同じ傾向を示すことを明らかにした。これにより地上-衛星間光通信を実用化する上での新たな知見を獲得し、衛星コンステレーションを用いた地上-衛星間光通信の運用に活用できる。本成果は、国際会議 ICSO2024 にて報告した。

- 5G 基地局機能 (CU/DU/RU) の衛星搭載化において複数衛星に分散実装することで、分散点の変更のみでユーザの要求に対応可能なデジタルフレキシブルペイロード技術を実現するために、オー

	プンスース OAI (OpenAirInterface) の活用に着目し、OAI ベースの NTN の実装プロジェクトのソースコードの一つで開発中となっているベントパイプ方式の「5G-LEO」を元に、5G 基地局機能の分散実装の検証ができるシミュレーション環境の構築と汎用 PC 環境 (CPU : Intel 系、OS : Ubuntu-OS) で動作する OAI のソースコードを FPGA 評価ボードの ARM CPU へ移植するため部分設計を行った。 • レーザビームの伝送技術において、複数ビームをレンズで成形したビームを探知用ビームとして用いることにより、受信側の追尾やビームの位置検出をしやすくし、効率良くビーム伝送を行う技術について令和 5 年度に特許を出願するとともに、NTN や宇宙における光のコア技術としての戦略特許を目指し PCT 出願を行った。 補償光学系システム • ETS-9 用光フィーダリンク地上局で、送信補償光学系の詳細設計を元に制御系の構築を完了し、最終的に本光学系において大気ゆらぎの強度を少なくとも 4 層に分割して計測するシステムと望遠鏡 1m 分の波面情報を用いた送信用可変形鏡制御系を構築した。これにより、送信系において 3dB の改善を実現した。 • 月地球間の衛星通信を行うための大口径光アンテナシステムと補償光学系を試作し、軽量低熱膨張素材で製造し、光学系全体で 15kg 以下を達成し、最終的に地球 - 月面間の約 40 万 km において 1Gbps を達成可能な衛星搭載光学系であるこ	

とを確認した。

- 口径 40cm の小型局に取り付ける送受信補償光学系の詳細設計を行い、低軌道衛星に対して受信側ファイバ入射効率を 5dB 改善するための光学系、送信側では 1mrad 直径の範囲で光行差補正が可能な補償光学系の設計を完了した。
- 補償光学系の波面補正を行う開発中の MEMS デバイスを通信用に適用する際の検討を行った。その中でも通信への応用として光ファイバに入射するための光学系の構築に着手し、理想的な波面が入った場合の光ファイバの入射効率 70% 以上の光学系構築を目標とし、従来の可変形鏡と比較して高速制御が可能で、耐熱性能の良い MEMS の開発の見通しを得た。

月-地球間長距離光通信の実現に向けた大口径光アンテナ

- 月-地球間長距離光通信を実現するために必要となる大口径光地上局の研究開発において大口径光アンテナシステムとその熱ひずみを補正するための補償光学系を試作した。軽量低熱膨張素材を用いることで、光学系全体で 15kg 以下を達成し、またその光学系の熱ひずみをとるための補償光学系制御を確立することで、最終的に 1Gbps を達成可能な衛星搭載光学系であることを確認した。
- 地球-月面間深宇宙光通信の確立に向けて、国内外において報告事例がない静止衛星搭載向けのデジタルコヒーレント高感度光受信機内デジタル信

	号処理部（FPGA 内デジタル信号処理プログラムを含む）を試作した。FPGA のシミュレーション結果により、地球 - 月面間の約 40 万 km の通信距離でユーザレート 1Gbps のデータ通信を達成できることを確認した。これにより、静止衛星への搭載を可能にし、地球-月面間深宇宙光通信を達成できる見通しを得た。 • 本成果は、衛星通信（SAT）研究会、宇宙光学に関する国際会議 ICSO2024 と宇宙科学技術講演会にて成果を報告した。		
	(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術 • 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、幹事団などの立場からテラヘルツ技術の普及に積極的に関与した。また本年度は特に XGMF において「テラヘルツ波無線技術プロジェクト」の活動が開始し、機構がプロジェクトリーダーを務め、ユースケース検討を開始した。標準化活動に関し、ITU-R 関連では、WRC-19 の特定化および WRC-23 の結果を受けて、ITU-R WP1A、WP5A、WP5B、WP5C 等の Working party において、各種レポート等の作業文書入力への貢献を行った。アジア地域での活動である AWG においてもテラヘルツ帯に係る業務に関する作業文書の提案を行った。IEEE802.15 については、IEEE802.15 SC-THz（副議長を機構が担当）において、WRC-23 の結	(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術 中長期期間の4年目として Beyond 5G 時代のテラヘルツ帯の利活用に向けた社会実装の強化に重きを置いたが、特に、300GHz 帯 CMOS 送受信機と IEEE802.15.3e モジュールによるテラヘルツ-ミリ波ハイブリッド無線通信システムの実現、材料評価技術として角スペクトル法を用いた 220-330GHz 帯および 330GHz-500GHz 帯の誘電率測定系の開発や、簡易型エアロゾル濃度推定アルゴリズムに関して大気汚染被害の大きいインドでの観測実現に向け複数現地大学との連携を開始したことは社会実装に向けた優れた成果といえる。なお、低ノイズ2トーン光信号の生成、スペクトルドリル共振器を用いた周波数安定化の実証など優れた科学的意義ある成果や、テラヘルツ帯の利活用に向けた ITU-R や IEEE における主導的	【テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術】 CMOS 送受信機・IEEE802.15.3e 対応通信システムの構築に成功し、従来の認識を刷新するような可視化も実施され、国際的にも高い水準の研究成果が得られている。特に、学術・標準化・実装の 3 観点での成果のバランスと、企業との連携による応用可能性の高さが顕著であり、独創性・先導性・発展性が認められる。 ITU-R や IEEE 活動及び WRC-23 議題提案等を通じて、WRC-27 以降に向けたテラヘルツ議題提案へ貢献。テラヘルツ技術の実利用を大いに促進する極めて重要な成果、且つ関連して数々の賞を受賞するなど対外的に成果をアピールできたことは、今後の発展に大きく寄与する。

	果を受け、将来の THz 無線システムの在り方に関する議論を Wireless Interim や Plenary Session にて継続的に実施した。特に機構からは、5 月会合、11 月会合、1 月会合（共同研究相手先との連名含む）と継続的に技術文書を入力した、特に 1 月会合では、テラヘルツ技術のユースケースについてデモ展示という形態で機構および関連企業で世界に示すことに成功した。その中では、機構内ソーシャル ICT システム研究室と連携して、IEEE802.15.3 規格準拠の無線システムによるサービス可視化を進め、CEATEC2024 等にもその一端を示した。 • Beyond 5G 時代の更なる通信の高速化・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、テラヘルツ帯を含超高周波数帯に対応した測定環境として、B5G 電波暗室棟を令和 4 年度末に竣工し、暗室の特性評価測定、利用ルール等を整備し令和 5 年度から利用に供した。令和 6 年度も引き続き多数の利用に対応した。 外部機関が制作した送受信機について、B5G 電波暗室棟を利用して評価された結果をもとにした論文が、米国ホノルルで開催された「2024 IEEE Symposium on VLSI Technology & Circuits」において注目論文の一つに選定されるなど、B5G 電波暗室棟の整備、利用提供が有効に活用されている。 暗室等の利用対応と並行しながら、国内外の見学者に対応し B5G 技術開発の取組や重要性を示した。	な活動、Si-CMOS 技術をベースにした 300GHz 帯送受信機による動画データの送受信の可視化、世界的課題であった NO₂ 濃度導出の最大誤差要因であるエアマス因子の導出アルゴリズムの開発など社会的価値の優れた成果も認められる。 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。 • 300GHz 帯以上の周波数を用いた高品質テラヘルツ無線通信実現のため、受信部分でテラヘルツ無線部分からダウンコンバージョンする際の信号劣化を抑制する高品質ローカル信号の開発し、独自に開発した超高速光変調器を用いて低ノイズ 2 トーン光信号の生成に成功したこと。 • スペクトルドリル共振器を用い、簡便な構成で任意の点における周波数御に必要なエラー信号から周波数安定化を実証した（8THz ま	

	(ア)テラヘルツ波 ICT 計測評価基盤技術 •テラヘルツ送受信評価技術として、テラヘルツ技術の FH/BH 応用など適用範囲を広げるための光波-テラヘルツ波-光波のブリッジシステムにおいて 300GHz 帯以上の周波数を用いた高品質テラヘルツ無線通信実現のため、受信部分でテラヘルツ無線部分からダウンコンバージョンする際の信号劣化を抑制する高品質ローカル信号の開発を行った。独自に開発した超高速光変調器を用いて低ノイズ 2 トーン光信号の生成に成功し、110GHz から 220GHz までの周波数間隔可変性を示した。本成果は主要会議である MWP2024 において報告した。また、UE など小型機器への搭載可能性のある Si-CMOS 技術をベースに試作開発した 300GHz 帯 CMOS 送信・受信機と 60GHz 帯の IEEE802.15.3e モジュール(Transfer Jet X)を組み合わせた IEEE802.15.3-2023 準拠テラヘルツ-ミリ波ハイブリッド無線通信システムを、機構内ソーシャル ICT システム研究室と連携して実現した。導波管接続によるセットアップにて、テラヘルツ帯通信による動画データの送受に成功し、CEATEC2024、IEEE802 Wireless Interim 一月会合や MWC2025 にて展示を行った。 •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、大学との共同で開発しているスペクトルドリル共振器を用い、簡便な構成で任意の点における周波数御に必要なエラー信号から周波数安定化を実証した (8THz までの周波数範囲で制御可能)。また、大学や企業との共同研究により、光周波数領域の制御手法をテラヘルツ周波数制御に	での周波数範囲で制御可能) こと。 •従来の平面波近似より正確な解析手法である角スペクトル法を用い、220-330GHz 帯および 330-500GHz 帯の自由空間法による誘電率測定系を開発したこと。 【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。 •WRC-19 の特定化および WRC-23 の結果を受けて、ITU-R WP1A、WP5A、WP5B、WP5C 等の Working party において、各種レポート等の作業文書入力への貢献を行ったこと。 •Si-CMOS 技術をベースに試作開発した 300GHz 帯 CMOS 送信・受信機と 60GHz 帯の IEEE802.15.3e モジュール (Transfer Jet X)を組み合わせた IEEE802.15.3-2023 準拠テラヘルツ-ミリ波ハイブリッド無線通信システムを、機構内で連携して実現し、導波管接続によるセットアップにて、テラヘルツ帯通信による動画データの送受に成功した	

適用する手法を提案・実現し、主要会議である IRMMW-THz2024 や CLEO-PR2024 等の国際・国内会議にて報告した。また、周波数標準のユーザーへの伝送に関して、シリコン光集積回路と互換性を担保した光キャリア伝送システムを基線長 90km の JGN2 ファイバリンクで動作させ、実環境下においても 24 時間以上の連続運転を達成できる実用性の高い光学設計を決定、成果を主要国際学会（IRMMW-THz2024）で報告した。また、シリコン光回路評価系を構築、回路内素子の性能や製造プロセス依存の特性バラツキを評価し、設計の改善点を明確化した（時空標準研究室と共同）。さらに、今後新たな需要が予想されるパルス波の精密計測実現のため、フェムト秒レーザを用いた計測システムを構築し、参照用 40GHz 帯高速パルス信号の生成に成功した。前年度作製の LiTaO₃ 基板上で伝搬する高速パルス信号測定を実施、各要素が測定に与える影響を明らかにした。

- 上記テラヘルツ送受信基盤技術と情報通信基盤を支える計測評価技術を支える材料評価技術では、高精度なテラヘルツ帯材料評価プラットフォームを目指し、前年度開発した、従来の平面波近似より正確な解析手法である角スペクトル法を用い、220-330GHz 帯および 330-500GHz 帯の自由空間法による誘電率測定系を開発した。これにより従来困難であった低吸収率材料の誘電特性の精密測定が可能となった。WRC において次世代通信規格（Beyond 5G/6G）として特定化されている 450GHz までの周波数帯をカバーし、かつ高い精

こと。

- IEEE802.15 については、IEEE802.15 SC-THz（副議長を機構が担当）において、WRC-23 の結果を受け、将来の THz 無線システムの在り方に関する議論を Wireless Interim や Plenary Session にて継続的に実施したこと。
- GOSAT-GW 衛星観測 NO₂ 地上データ処理システム（GNDPS）開発を国立環境研究所・海洋研究開発機構と共同で推進し、GOSAT-GW 衛星打上げに向け、GNDPS に実装する対流圏 NO₂ 鉛直カラム量を導出するアルゴリズムを構築したこと。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- Si-CMOS 技術をベースに試作開発した 300GHz 帯 CMOS 送信・受信機と 60GHz 帯の IEEE802.15.3e モジュール (Transfer Jet X) を組み合わせた IEEE802.15.3-2023 準拠テラヘルツ・ミリ波ハイブリッド無線通

	度を得られるという点で、通信応用以外でも超高周波帯における材料評価等への寄与が期待される成果である。 (イ) 超高周波電磁波の宇宙利用技術 • THz 波の利用により、資源探査として重要かつ誰も実現していない月面直下浅部の探査、マイクロ波の 30km と比較して 30 倍以上の空間分解能の実現（1km 以下）によるピンポイント資源探査、また、マイクロ波（324kg 級）などと比較しコンパクトかつ軽量（10kg 級）なセンサを宇宙品として実現することを狙った開発を進め、エンジニアリングモデル（EM）の開発を完了した。令和 7 年度は PFM の開発を完了(予定)。 • 非宇宙機関における衛星プロジェクト推進、環境試験、評価審査会開催、惑星保護対応や X-band 周波数申請、地上局の選定、地上データ処理設計など、実務を通して衛星開発に関するノウハウの構築を推進した。 • 前年度に引き続き、宇宙科学技術に関する国内最大規模の学会（宇科連：宇宙科学技術連合講演会）及び地球惑星科学に関する国際学会（AOGS：アジア・オセアニア地球化学学会）にてセッションを主催し、国内学会では 17 件、国際学会では 9 件の発表を実施した。 • これまで困難であったテラヘルツ波帯のパッシブ測定による物性評価手法を開発し、論文化した（IEEE Trans. THz Sci. Tech.）。テラヘルツ波	信システムを、機構内で連携して実現し、導波管接続によるセットアップにて、テラヘルツ帯通信による動画データの送受に成功したこと。 • 世界で最も大気汚染被害が大きい国の一つであるインドでの SNAP-CII 観測の実現に向け、インド工科大学及びデリー大学と共同研究締結に向けた連携を開始したこと。 • 従来の平面波近似より正確な解析手法である角スペクトル法を用い、220-330GHz 帯および 330-500GHz 帯の自由空間法による誘電率測定系を開発したこと。	

	パッシブ探査における地表面探査の知見を世界に先駆けて深め、表面特性のパッシブ探査で特に必要な知見である表面粗さの影響などの評価を実施した。また、50-400 K の広い温度範囲での誘電率物性測定を可能とする月環境等を模擬可能なテラヘルツ波散乱特性測定システムを構築した。国内学会では3件、国際学会では2件の発表を実施した。 • 220-500GHz 帯において高精度な反射率・吸収率のアクティブ測定システムを開発し、月の模擬土に対する測定結果が論文化された(MDPI, Remote Sens.)。 • 散乱を含むテラヘルツ波測定のモデルを開発し、月面観測時のテラヘルツ波の有用性について定量的な検討を実施し論文化された(MDPI, Remote Sens.)。 • 2023 年 4 月に打上げた欧州宇宙機関 (ESA) の大型ミッションである木星氷衛星探査機 JUICE (JUpiter ICy moons Explorer) に搭載の「テラヘルツ波分光計 (SWI)」の開発において、機構はハードウェアでは、主鏡・副鏡・アクチュエータを担当した。令和 6 年度は観測データ解析アルゴリズムの研究開発を実施した。令和 6 年 8 月には地球と月のフライバイを実施し、地球大気および、月面のテラヘルツ波放射の高精度測定に成功した。月面サブサーフェス観測において性能を有すことを確認した。 • 宇宙リモートセンシング研究開発活動について、		

	アウトリーチ活動として、東洋大学京北中学高等学校にて高校1年生（約300名）を対象とした講演を実施した。読売新聞オンラインに活動の様子が掲載された。 • 世界で統一の指標がない大気汚染の実態を把握する目的で、機構が開発した CII (Clean air Index) 指標を用い、衛星データを用いた再解析データからグローバルに大気汚染の状況を評価するとともに未来予測を実施した。中国の大気汚染状況が良くなる一方、インドでは悪化していることなどを確認した。 • 「誰でもスマホ一つで大気汚染物質観測」の実現を目指し、カメラ画像データ x ICT 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) を開発した。市民参加型エアロゾル観測という新たな大気観測の形を示した。SNAP-CII の社会実装に向け、デモ用アプリを用いて、環境に関する技術を中心とする国際展示会 Pollutec Paris 2024（出展数：約300、参加者：8600名以上）に出展した。2日間で100名以上の来場者（地元企業や大阪府知事、大阪市長等）に研究成果を説明し、国内外への機構のプレゼンスを示した。論文2報、学会発表2件（その内招待講演1件）。 • 世界で最も大気汚染被害が大きい国の一つであるインドでの SNAP-CII 観測の実現に向け、インド工科大学及びデリー大学と共同研究締結に向けた連携を開始した。		

	• GOSAT-GW 衛星観測 NO₂ 地上データ処理システム (GNDPS) 開発を国立環境研究所・海洋研究開発機構と共同で推進した。GOSAT-GW 衛星打上げに向け、GNDPS に実装する対流圏 NO₂ 鉛直カラム量を導出するアルゴリズムを構築した。また、世界的な課題であった NO₂ 濃度導出の最大誤差要因であるエアマス因子の計算において、深層学習を用いた数値アルゴリズムを開発した。実大気における検証を行い、従来の早見表を用いた手法と比較して計算精度 30 倍かつ速度 2 倍向上の達成を確認した。論文 2 報・学会発表 3 件 (その内招待講演 1 件)。 • 「地球観測に関する政府間会合 GEO」の閣僚級会合議長により、世界閣僚宣言文締結をリードした。 • GOSAT-GW 衛星に次いで日本の衛星リモセン研究の柱とするべく、2034～2036 年のひまわり衛星の後継機に照準を当て、衛星リモセンタスクフォース「衛星地球観測ミッション公募」に応募した。JpGU 及び地球観測 WS にて発表した。		
	(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術 無線アクセス技術 • 【電波強度予測技術】通信環境の変動予測技術として、プラント内等の複雑な電波伝搬環境におけるロボット遠隔制御をユースケースに設定し、ロボットが備えるセンサ (カメラやライダ等) で取得したデータと電波強度変動履歴から、深層学習を利用して、数秒先までの電波強度を予測する手	(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術 科学的意義の高い成果として、無線アクセス (電波伝搬予測) において、立ち入り困難な場所への作業用遠隔制御ロボットの確実な投入に向けて、周波数帯固有の電波伝搬特性を踏まえた特徴量を用いて、ロボットが備えるカメラ・ライダ等のセンサ計測データから、	【タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術】 電波強度を予測する手法による遠隔ロボット制御を模擬環境で実証し、社会的要請に大きく貢献する応用技術を進展させた。

	法について、研究開発を進めた。前年度までに実施した 60GHz と 2.4GHz 帯 (Wi-Fi) に加えて、適用ユースケースの拡大に向けて、新たに 920MHz 帯及び 4.9GHz 帯 (ローカル 5G 信号) を対象とした電波強度予測手法を考案した。前年度までのカメラ映像のみを用いた予測手法に対して、遠方からの反射波の影響を受ける周波数帯 (6GHz 以下) における予測精度の向上をめざして、空間の 3 次元構造や移動局の向きを反映するため、ライダや IMU センサ等の複数センサによって取得したデータを併用する予測手法を考案 (特許出願準備中) した。本手法の有効性について、大学との共同研究のもと、ユースケースにもとづく実証をプラント模擬環境等で 920MHz 帯及び 2.4GHz 帯 (Wi-Fi) を対象とした実証を行い、誤差 $\pm 3.0\text{dB}$ (Root Mean Square Error 値) 以内の精度で予測が行えることを確認した。この結果によって、無線通信パラメータ選定時におけるマージンを低減できることを示した。結果について、論文誌へ投稿した他、1 件の招待講演を行った。さらに、研究開発成果の展開に向けて、2 件の出展 (ワイヤレステクノロジーパーク 2024、CEATEC2024) を実施した。電波強度予測結果に基づき、制御回線途絶が生じないようロボット・ドローンを制御する手法を考案し、地上走行ロボットによる構内実験環境での原理検証を完了し、国際ワークショップでデモを実施した。 • 【低遅延無線中継技術】回線途絶前にバックアップ回線の確保を行う無線アクセス技術として、ロボット・ドローン・自動車等の遠隔制御で求めら	機械学習を利用して数秒先の制御回線の電波強度を予測する手法を考案し、構内実験環境における遠隔ロボット制御を実証したこと、量子アニーリングを利用した信号分離手法を適用し、従来手法では 1 局のみの接続であったのに対して、10 局の移動局との同時接続が行えることを実フィールド実験で示したこと、複数地点で観測されたインフラサウンドデータから音源位置 (津波・火山噴火の発生場所に相当) を可視化・解析する手法について、令和 6 年 1 月に発生した能登半島地震時の観測データを用いた検証を実施、波源推定エリアが地殻変動もしくは津波が発生したエリアと整合することを確認し、本結果について、国内研究集会 (招待講演) 及び国際会議 (セッション招待講演) で発表を行ったこと、など、多様な視点による複数の科学的意義の高い成果が創出された。 社会的価値の高い成果として、複数地点で観測されたインフラサウンドデータから音源位置 (津波・火山噴火の発生場所に相当) を可視化・解析する手法について、令和 6 年 1 月に発生した能登半島地震時の観測データを用いた検証を実施、波源推定エリアが地殻変動もしくは津波が発生したエリアと整合することを確認したこと、電波強度予測結果に基づき、制御回線途絶が生じないようロボット・ドローンを制御する手法を考案し、模擬環境での遠隔ロボット制御の実証 (2.4GHz 等) を行うなど、具体

	れる低レイテンシと不感エリア解消（カバレッジ拡大）の両立を実現する低遅延非再生無線中継手法（自己干渉と帯域外輻射の抑圧処理をマイクロ秒オーダの低遅延で処理できることを特徴とするもの。特許出願済）に関する研究開発を進めた。前年度までに実証した LTE 等のシステムに対する中継実験に加えて、適用ユースケースの拡大に向けて、新たに 4.9GHz 帯（ローカル 5G を想定）を対象とした実証を行った。電波環境が複雑な構造物内（福島ロボットテストフィールド内の試験用トンネル及び試験用プラント）において、群ロボット遠隔制御をユースケースとして、100MHz 帯域幅の 5G NR 信号（上り・下りの双方向通信）に対して、2 マイクロ秒未満の処理遅延で非再生中継が行えることを確認し、広帯域信号に対する低レイテンシ（サブミリ秒）通信のカバレッジ拡大（実験では通信距離を約 1.7 倍へ拡大）の効果を実証した。中継機における干渉抑圧手法に関して、低遅延で実装可能なエラーベクトル振幅（Error Vector Magnitude）最小化規範にもとづく自己干渉抑圧手法を無線通信分野で著名な国際会議（IEEE VTC-fall2024）で発表した。また、最適な中継局選定手法に関する研究成果を国際会議へ投稿した。電波強度予測技術と低遅延無線中継技術との統合システムの構築に向けた設計と試作を進めて、電波強度予測結果にもとづき低遅延無線中継における通信パラメータ制御及び中継局選定を行う手法を考案し、実プラントの CAD データを用いた計算機シミュレーションによって、ロボット遠隔制御に求められる低レイ	的災害や具体的フィールドでのユースケースを想定した優れた成果が複数創出された。 社会実装として、国際標準化活動として、3GPP RAN1 Release19 における議題「NR MIMO Phase5」に対して、分散局ビーム選定や分散局間同期のシグナリングにおけるオーバーヘッド削減等に関する技術提案を含む寄与文書を計 11 件入力し、合意内容に反映したこと。また、社会実装に向けた活動として、民間企業から、当該技術のモビリティ分野への適用に向けた受託研究を実施、特許 18 件を移転し、あわせて、3GPP RAN1 Release 20 への寄与に向けて、さらなる大規模分散 MIMO におけるコヒーレント合成の実現に向けた準備を始めたこと、複数地点で観測されたインフラサウンドデータから音源位置（津波・火山噴火の発生場所に相当）を可視化・解析する手法について、令和 6 年 1 月に発生した能登半島地震時の観測データを用いた検証を実施、波源推定エリアが地殻変動もしくは津波が発生したエリアと整合することを確認したこと、内閣府 SIP 第 3 期「スマート防災ネットワークの構築」では災害時の実動機関（自衛隊・警察・消防等）同士が円滑に情報共有できる標準システムの開発をめざす課題において、防災科研が運用するクラウド型の災害情報共有基盤 SIP4D への通信回線が途絶した場合でも、エッジでサーバ機能を動作させると

	テンシ通信（1ms 以下、10Mbps 以上）が得られる場所率（地上高 50cm の地上走行ロボットを想定）を 99%以上（非再生中継を使用しない場合は 18.3%）にできることを明らかにした。 •【分散協調無線技術】回線途絶リスクを低減する無線アクセス技術として、端末局が電波伝搬損失の大きな場所（がれき下等）に置かれる場合であっても、端末局でコヒーレント受信が行えるよう、複数分散局で協調信号送信を行う分散協調無線技術（機構技術である「双方向時計比較」を用いた分散局間同期と、端末局と各分散局間の電波伝搬における位相回転補償のオーバーヘッド削減を特徴とするもの。特許出願済）に関する研究開発を進めた。前年度、被災後を想定した模擬環境（福島ロボットテストフィールド内のがれき環境）において、ロボット遠隔制御をユースケースとして、分散局数を 4 局設置し、2GHz 帯を利用した実験を行った。結果、オーバーヘッドを約 20%削減しつつ、端末局における合成利得の損失（理想的な合成との比較）を 1.3dB 以下（99% 値）に抑えられることを実証した（GPS 同期を用いて電力合成を行う際の損失（99%値）は約 22dB）。この結果を無線通信分野で著名な国際会議（IEEE VTC-fall2024）で発表した。また、より大規模な分散 MIMO におけるコヒーレント受信の実証として、分散局を 8 局とした時の実験を行い、オーバーヘッドを削減しつつ、理想的な合成に対する損失を 2dB 以内に収められることを示した。国際標準化活動として、3GPP RAN1 Release19 における議題「NR MIMO Phase5」	ともに、スターリンク等の回線を活用してクラウド型の災害情報共有基盤とのデータ同期も可能とするシステム（X-ICS:クロスイクス）の研究開発を担当し、実動機関へのヒアリングを通して進めた基本開発を完了し、内閣府 SIP 第 2 期で開発したシステムについては開発したシステムを自衛隊の訓練に提供し、災害情報共有基盤として利用されたこと、など具体的実装フィールドとの連携を含む成果実装が進展した。 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、評価を「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。 •遠方からの反射波の影響を受ける周波数帯（6GHz 以下）における予測精度の向上をめざして、空間の 3 次元構造や移動局の向きを反映するため、ライダや IMU センサ等の複数センサによって取得したデータを併用する予測手法を考案（特許出願準備中）、本手法の有効性について、大学との共同研究のもと、ユースケースにもとづ

	のうち Coherent Joint Transmission に関する内容に対して、分散局ビーム選定や分散局間同期のシグナリングにおけるオーバーヘッド削減等に関する技術提案を含む寄与文書を計 11 件入力し、合意内容に反映した（令和 7 年度に技術仕様である Technical Specification (TS) として発行予定）。社会実装に向けた活動として、当該技術のモビリティ分野への適用に向けた研究開発を民間企業から受託し、特許 18 件を移転した。あわせて、3GPP RAN1 Release 20 への寄与に向けて、さらなる大規模分散 MIMO におけるコヒーレント合成の実現に向けた準備を始めた。 • 【量子デジタル統合処理技術】利用可能な周波数資源が減少した場合であっても、サービス継続に資する周波数利用効率増を実現する無線アクセス技術として、同一時間同一周波数を複数端末で共用する非直交多元接続技術（Non-orthogonal Multiple Access: NOMA）を対象に、上り回線 NOMA における基地局信号処理の低遅延化に資する量子アニーリング適用手法（量子アニーリングを用いて劣決定問題に対する解を短時間で得ることを特徴とするもの。特許出願済）に関する研究開発を進めた。前年度に行った実証（上り回線 NOMA に対する量子アニーリングマシンを用いた信号分離において、電波発射を介したオンライン実証を世界で初めて成功）について、報道発表を行った（新聞等にも掲載）。また、前年度の実証では端末局 4 局のみであったのに対して、基地局アンテナ 1 本あたり 10 局の端末局との同時接続をフィールド試験で実証し、理論解析との整合	く実証をプラント模擬環境等で 920MHz 帯及び 2.4GHz 帯（Wi-Fi）を対象とした実証を行い、誤差±3.0dB 以内の精度で予測が行えることを確認したこと。また、電波強度予測結果に基づき、制御回線途絶が生じないようロボット・ドローンを制御する手法を考案し、地上走行ロボットによる構内実験環境での原理検証を完了し、国際ワークショップでデモを実施したこと。さらに、量子デジタル統合処理技術に関して、上り回線非直交多元接続技術について、前年度の実証では端末局 4 局のみであったのに対して、基地局アンテナ 1 本あたり 10 局の端末局との同時接続をフィールド試験で実証し、理論解析との整合性を確認したこと。5G NR システムを対象として、基地局における信号処理に対して、量子アニーリングを利用した信号分離手法を適用し、従来手法では 1 局のみの接続であったのに対して、10 局の移動局との同時接続が行えることを実フィールド実験で示したこと。 • ネットワークの分断・再統合があっても、クラウドサービスの継続を実現することを目的として、分	

	性を確認した。総務省戦略的情報通信研究開発推進事業（フェーズ2）による研究開発「量子アニーリングを用いた端末間干渉抑圧処理による超多数同時接続技術に関する研究開発」を実施し、5G NR システム（Multi-input/Multi-output Orthogonal Frequency Multiple Access: MIMO-OFDMA）を対象として、基地局における信号処理に対して、量子アニーリングを利用した信号分離手法を適用し、従来手法では1局のみの接続であったのに対して、10局の移動局との同時接続が行えることを実フィールド実験で示した。この性能評価結果を無線通信分野で著名な国際会議 IEEE VTC-Spring2025 へ投稿し、採択となった。社会実装に向けた活動として、民間企業との共同研究を進めて、共同研究先のアニーリング手法（ベクトルアニーラ）を用いて、量子アニーリング適用手法（機構技術）の検証を上り回線 NOMA における信号分離手法で実施し、量子アニーリングマシンと同様の分離性能が得られることを確認した。この成果を共著論文として IEEE Access へ投稿し、採択となった。 自己産出型エッジクラウド技術 • ネットワークの分断・再統合があっても、クラウドサービスの継続を実現する「自己産出型エッジクラウド技術」の研究開発を進めた。前年度までに実装したネットワークの各ノードが持つ資源発見機能に加えて、分散オーケストレーション機能を実装し、防災科研（国立研究開発法人防災科学	散オーケストレーション機能を実装し、防災科研が災害時情報共有基盤として提供している Web GIS アプリケーションをサービスとして想定し、複数ノードから構成されるネットワークにおいて、ネットワークの分断・再統合が生じて、自律的にネットワークとサービスの両方を1秒以内に再構成できることを実証したこと。 • 複数地点で観測されたインフラサウンドデータから音源位置（津波・火山噴火の発生場所に相当）を可視化・解析する手法について、令和6年1月に発生した能登半島地震時の観測データを用いた検証を実施、波源推定エリアが地殻変動もしくは津波が発生したエリアと整合することを確認し、本結果について、国内研究集会（招待講演）及び国際会議（セッション招待講演）で発表を行ったこと。 【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。 • 複数地点で観測されたインフラサ	

	技術研究所)が災害時情報共有基盤として提供している Web GIS アプリケーションをサービスとして想定し、3 台のノードから構成されるネットワークにおいて、ネットワークの分断・再統合が生じて、自律的にネットワークとサービスの両方を 1 秒以内に再構成できることを実証した。ネットワークの分断や再統合の検出、自律的なネットワーク構築と分散データベースによる情報同期、サービス再構成に関する手法とその実装方法に関する論文が IEEE Access (IF=3.4) に採択となった他、国際会議 1 件 (IEEE INFOCOM2024 Workshop) に採択されて発表を行った。また、自己産出型エッジクラウド技術に関するコンセプトを整理した内容を IEEE Internet Computing マガジンへ投稿した。研究開発成果の展開や周知に向けて、5 件の招待講演や解説記事への寄稿を行った他、防災・災害対応に関連するイベントへの出展を 7 件行った。内閣府 SIP 第 3 期「スマート防災ネットワークの構築」では災害時の実動機関 (自衛隊・警察・消防等) 同士が円滑に情報共有できる標準システムの開発をめざす課題「災害実動機関における組織横断の情報共有・活用」において、防災科研が運用するクラウド型の災害情報共有基盤 SIP4D への通信回線が途絶した場合でも、エッジでサーバ機能を動作させるとともに、スターリンク等の回線を活用してクラウド型の災害情報共有基盤とのデータ同期も可能とするシステム (X-ICS: クロスイクス) の研究開発を担当し、実動機関へのヒアリングを通して進めた基本開発を完了した。本研	ウンドデータから音源位置 (津波・火山噴火の発生場所に相当) を可視化・解析する手法について、令和 6 年 1 月に発生した能登半島地震時の観測データを用いた検証を実施、波源推定エリアが地殻変動もしくは津波が発生したエリアと整合することを確認したこと。また、護岸における波浪打ち上げ高の推定手法として、波浪を撮影した映像フレームに対して、フレーム内オブジェクトの動きベクトルの推移と、参照となる背景物の大きさとの比較から、波浪の高さを推定する手法 (特許出願準備中) を考案、本手法の検証を目的として、観測システムを実フィールド (富山県内の護岸) に設置し、夜間 (赤外線カメラを使用) を含む連続運用実証を行い、昼夜を通じて所望の計測精度が得られることを示した (国土交通省河川砂防技術研究開発による研究成果) こと。 • 電波強度予測結果に基づき、制御回線途絶が生じないようにロボット・ドローンを制御する手法を考案し、地上走行ロボットによる構内実験環境での原理検証を完了	

	究開発は、内閣府 SIP 第 2 期で開発したシステム（「ポータブル SIP4D」：通信途絶環境であっても防災科研が運用する災害情報クラウド SIP4D とのデータ同期を可能とするもの）について、災害時実動機関（自衛隊等）による標準システムとしての採用をめざすもの。この目標達成に向けて、実際の災害を想定した大規模な訓練（みちのく ALERT2024、南海レスキュー 2024）において、開発したシステムを自衛隊へ提供し、災害情報共有基盤として利用された。国際標準化活動として、Asia Pacific Telecommunity Standardization Program (APT ASTAP)（アジア・太平洋地域における ICT 分野を対象とした国際標準化機関）の Expert Group on Disaster Risk Management and Relief System（防災・減災に関する専門部会）が作成中のレポート” APT REPORT OF LOCAL-AREA RESILIENT INFORMATION SHARING AND COMMUNICATION SYSTEMS” に対して、機構が開発した技術（インターネット回線が途絶した際でも、クラウドサービスの継続利用を可能とするもの）のユースケースに関する寄与文書を入力し、最終レポートへ反映された（令和 6 年 8 月）。また、ITU-T SG21（Multimedia and related digital technologies）の議題” Immersive live experience systems and services” に対して、民間企業との連名で、寄与文書（災害現場での作業効率向上に資するユースケースの提案）を入力し、レポートへ反映（最終レポートは令和 8 年度に発行予定）。海外への技術移転に向けて、海外	し、国際ワークショップでデモを実施したこと。また、電波強度予測技術と低遅延無線中継技術との統合システムの構築に向けた設計と試作を進めて、電波強度予測結果にもとづき低遅延無線中継における通信パラメータ制御及び中継局選定を行う手法を考案し、実プラントの CAD データを用いた計算機シミュレーションによって、ロボット遠隔制御に求められる低レイテンシ通信（1ms 以下、10Mbps 以上）が得られる場所率（地上高 50cm の地上走行ロボットを想定）を 99%以上（非再生中継を使用しない場合は 18.3%）にできることを明らかにしたこと。 内閣府 SIP 第 3 期「スマート防災ネットワークの構築」では災害時の実動機関（自衛隊・警察・消防等）同士が円滑に情報共有できる標準システムの開発をめざす課題において、防災科研が運用するクラウド型の災害情報共有基盤 SIP4D への通信回線が途絶した場合でも、エッジでサーバ機能を動作させるとともに、スターリンク等の回線を活用してクラウド型の災害情報共有基盤とのデータ同	

	政府機関による視察への対応を3件行った。 自然環境計測技術 【インフラサウンド関連技術】インフラサウンド（津波・火山噴火等の大規模な自然災害発生時に生じる可聴周波数以下の音波）センサを環境計測センサとして、計測データの解析技術の検証とともに解析技術の性能向上に向けた研究開発を進めた。前年度までに開発した新型センサ（MEMSセンサの複数利用や、MEMSセンサと小型マイクロホンを併用する点を特徴として、従来センサである精密微気圧計と同等の感度と帯域幅を持ちながら、省電力駆動及びコスト低減を可能とするもの）による国内25か所（北海道、宮城県、東京都、高知県、鹿児島県、沖縄県）におけるデータ計測を進めるとともに、日本気象協会ウェブサイトからの研究目的でのデータ公開を継続して進めた（利用登録者数は前年度から8者増加して計64者へ。また、機構センサの公開地点も3か所増やして計7か所とした）。複数地点で観測されたインフラサウンドデータから音源位置（津波・火山噴火の発生場所に相当）を可視化・解析する手法について、令和6年1月に発生した能登半島地震時の観測データを用いた検証を実施し、波源推定エリアが地殻変動もしくは津波が発生したエリアと整合することを確認した。この結果については、国内研究集会（招待講演）及び国際会議（セッション招待講演）で発表を行った。制度化に向けた取組として、国立研究開発法人産業技術総合研究所と連携し、インフラサウンド周波数帯	期も可能とするシステム（X-ICS：クロスイクス）の研究開発を担当し、実動機関へのヒアリングを通して進めた基本開発を完了したこと。本研究開発は、内閣府SIP第2期で開発したシステムについて、災害時実動機関（自衛隊等）による標準システムとしての採用をめざすものであり、本目標達成に向けて、実際の災害を想定した大規模な訓練において、開発したシステムを自衛隊へ提供し、災害情報共有基盤として利用されたこと。 【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。 社会実装に向けた活動として、インフラサウンドセンサを共同開発した民間企業から製品化され、また、同社によって、山梨県からの事業受託を通じて、防災を目的（噴火時の火口位置特定等）としたインフラサウンドセンサの設置が富士山東方3か所で行われたこと。さらに、当機構の委託研究を通じて、実証実験を目的として、九州大学がインフラサウンドセン	

	の計量基準の確立に向けた活動を進めた。社会実装に向けた活動として、インフラサウンドセンサを共同開発した民間企業から製品化された。また、同社によって、山梨県からの事業受託を通じて、防災を目的（噴火時の火口位置特定等）としたインフラサウンドセンサの設置が富士山東方3か所で行われた。さらに、実証実験を目的として、機構の委託研究を通じて大学がインフラサウンドセンサを福岡市内45か所に設置した。観測データの解析結果を総合的に可視化するツールとして、インフラサウンドデータを観測データとして、時間・周波数の分解能を調整可能なスペクトログラム表示ツールを開発し、自然現象によって異なる時間・周波数領域でのインフラサウンドの特徴を可視化できるようにした。 •【カメラ映像解析による自然現象検出技術】市販ネットワークカメラで取得した映像データから、機械学習等を用いて自然現象の急変を検知する手法に関して、解析技術の検証とともに解析技術の性能向上に向けた研究開発を進めた。護岸における波浪打ち上げ高の推定手法として、波浪を撮影した映像フレームに対して、フレーム内オブジェクトの動きベクトルの推移と、参照となる背景物の大きさとの比較から、波浪の高さを推定する手法（特許出願準備中）を考案し、国際会議にて発表を行った。上記手法の検証を目的として、観測システムを実フィールド（富山県内の護岸）に設置し、夜間（赤外線カメラを使用）を含む連続運用実証を行い、昼夜を通じて所望の計測精度が得られることを示した（国土交通省河川砂防技術研	サを福岡市内45箇所に設置したこと。 •国際標準化活動として、3GPP RAN1 Release19における議題「NR MIMO Phase5」に対して、分散局ビーム選定や分散局間同期のシグナリングにおけるオーバーヘッド削減等に関する技術提案を含む寄与文書を計11件入力し、合意内容に反映したこと。また、社会実装に向けた活動として、民間企業から、当該技術のモビリティ分野への適用に向けた受託研究を実施、特許18件を移転し、あわせて、3GPP RAN1 Release 20への寄与に向けて、さらなる大規模分散MIMOにおけるコヒーレント合成の実現に向けた準備を始めたこと。 •内閣府SIP第3期「スマート防災ネットワークの構築」では災害時の実動機関（自衛隊・警察・消防等）同士が円滑に情報共有できる標準システムの開発をめざす課題において、防災科研が運用するクラウド型の災害情報共有基盤SIP4Dへの通信回線が途絶した場合でも、エッジでサーバ機能を動作させるとともに、スターリン	

	究開発による研究成果)。これによって、カメラのみで波浪高を観測できる可能性を示すとともに、従来の接触型センサでは計測できなかった護岸高を超える波の観測が可能になること、高時間分解能で波浪高に対応する観測データが得られることを示した。研究開発成果の展開や周知を目的として、前年度までに行った噴煙検出手法とともに、2件の展示会（組み込み技術の展示会 EdgeTech+等）へ出展した。社会実装に向けた取り組みとして、内閣府 SIP 第3期「スマート防災ネットワークの構築」を受託し、自治体からのニーズにもとづき、市販ネットワークカメラを設置し、これまでに考案した自然現象の検知手法（煙、降雪等）の実証を進めた。 ・【高耐侯・電源自立型システム技術】商用電源利用不可な場所における自然環境計測及び計測情報の収集を可能とする高耐侯・電源自立型システム技術に関する研究開発を進めた。環境発電（太陽光）を主な電源とする電源自立型観測装置（センサとしてはインフラサウンド及びカメラを具備）による観測を継続して実施、当初計画した期間（3年間）にわたる運用試験を九州地方の活火山で完了した。本システムで取得された火口映像は、火山研究者による研究発表に活用された（令和6年度においては2件、うち1件は論文誌）。社会実装に向けた取り組みとして、設置した装置で取得した映像を周辺3自治体（宮崎県、えびの市、小林市）への試験提供を令和5年度から継続して実施し、今年度は自治体における火山防災訓	ク等の回線を活用してクラウド型の災害情報共有基盤とのデータ同期も可能とするシステム（X-ICS：クロスイクス）の研究開発を担当し、実動機関へのヒアリングを通して進めた基本開発を完了したこと。本研究開発は、内閣府 SIP 第2期で開発したシステムについて、災害時実動機関（自衛隊等）による標準システムとしての採用をめざすものであり、本目標達成に向けて、実際の災害を想定した大規模な訓練において、開発したシステムを自衛隊へ提供し、災害情報共有基盤として利用されたこと。	

	練にも活用された。 •【省電力データ収集技術】自然環境計測データ収集を低消費電力で行う省電力データ収集技術に関する研究開発を進めた。環境データ収集におけるセンサノードにおける電力消費のさらなる低減に向けて、ウェイクアップ信号を用いた低消費電力広域（Low power wide area: LPWA）通信による中継型データ収集プロトコルを開発した。河川流量監視をユースケースとして想定し、京都府内の木津川沿いにセンサノード（6ノード）を設置し、4段の中継ノードを介したデータ収集評価を40日以上にわたって実施した。この期間、センサノードは環境発電（太陽光パネル）のみで駆動し、所望の周期（10分ごとに1回）でセンサデータを確実に収集できることを確認した。		
		＜課題と対応＞ 【令和5年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】 （課題） マルチベンダ環境制御/AI 間連携機構に関して、通信事業者による総務省委託研究（機構との共同研究）の成果が事業展開され、通信事業者および製造事業者との共同研究に基づき、AI 間連携によるサービス自動制御を実装し、それを用いた実証実験も行われており、社会実装につながる貢献として顕著なものとする。ただ、一部の事業者、製造事業者にとどまる活用にならない	

		ように、フォーラムや標準化等への反映や情報開示にも力を入れてほしい。 (対応) これまでも継続的に ITU-T、IETF／IRTF 標準化活動を行ってまいりましたが、今後もさらに積極的に、国内外のベンダやキャリアとの連携、またサービス事業者などとの連携も模索しつつ、標準化活動を実施しています。 また、令和6年度より、各種企業との新たな連携に向け、世界の主要キャリア／ベンダ 850 社以上が加盟する国際標準化団体である TM Forum において、まずは国内主要キャリアと共に技術提案活動に参加いたしましたので、現状の新たな活動としてご報告いたします。	

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

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	Ⅲ. ー1. ー(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、第18条第1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 18873

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	49	47		予算額(百万円)	14,113	11,349	9,975	12,014	
招待講演数※1	－	48	49	94	62		決算額(百万円)	6,319	10,419	5,492	9,369	
論文被引用総数※2	－	4	1	4	0		経常費用(百万円)	4,418	4,764	5,000	7,715	
過年度発表を含む論文被引用総数※3	－	4	45	191	262		経常利益(百万円)	△37	△37	△17	△12	
実施許諾件数	－	11	12	7	9		行政コスト(百万円)	4,479	6,106	7,129	9,865	
報道発表件数	－	4	3	3	3		従事人員数(人)	34	39	39	46	
共同研究件数※4	－	47	51	57	60							
標準化や国内制度化の寄与件数	－	14	9	19	12							

標準化や国内制度化の委員数	-	14	11	13	9								
実践的サイバー防御演習の実施回数	-	105	108	110	110								
実践的サイバー防御演習の受講者数	-	3,095	4,032	5,705	8,283								
構築した基盤環境の外部利用組織数※5	-	37	55	61	92								
外部組織が開発した人材育成コンテンツ数※6	-	1	7	25	85								
調査対象 IP アドレス数(百万アドレス)※7	-	112	112	112	124								
注意喚起対象通知件数※8	-	21,049	48,814	61,845	183,066								
参加 ISP の数※9	-	69	77	83	84								

※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知的・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知的・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. 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及び主務大臣による評価

中長期目標、中長期計画、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		主務大臣による評価	
	主な業務実績等	自己評価		
		S	評価	A
＜評価軸＞ - 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。 - 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。 - 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。 - 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)		1-3. サイバーセキュリティ分野 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、中長期期間の4年目として年度計画を着実に達成した上で、NICTER で観測した感染機器に対して、OSINT 情報とリアルタイムのスキャンバックで収集したバナー情報を組み合わせることで感染 IoT 機器を特定可能なシステムを開発し、合計 19 件の通知を行い、影響を受ける可能性のある機器は合計 4,000 台以上に達したこと、SAT ソルバーによるハッシュ関数 AES-DM に対する衝突攻撃とセミフリースタート衝突攻撃の条件下における初めての安全性評価を示したこと、サイバーセキュリティに関する演習において、小規模な自治体等からの調査・ヒアリング結果を踏まえ短時間で習得できるオンラインコースであるプレ CYDER を本格的に実施したことなど、科学的意義、社会的価値、社会実装それぞれについて非常に優れた成果を上げた。また、CYNEX アライアン	＜評価に至った理由＞ 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。 主な状況は以下のとおり。	

- 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。 <指標> 【評価指標】 - 具体的な研究開発成果・研究開発成果の移転及び利用の状況 - 共同研究や産学官連携の状況 - データベース等の研究開発成果の公表状況(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 - 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) 【モニタリング指標】 - 査読付き論文数 - 招待講演数 - 論文の合計被引用数 - 研究開発成果の移転及	(1)サイバーセキュリティ技術 (ア)データ駆動型サイバーセキュリティ技術 - NICTER で観測した感染機器に対して、OSINT 情報 (Open Source Intelligence) とリアルタイムのスキャンバックで収集したバナー情報を組み合わせることで感染 IoT 機器を特定可能なシステムを開発した。当該システムを用いて特に日本国内において感染被害にあっている IoT 機器の特定を行い、感染機器の設置組織や製品ベンダへの注意喚起・情報提供を実施した。通知対象は、家庭用ブロードバンドルーターベンダ、集合住宅のネットワーク管理業者、複合機ベンダ、国土交通省、制御システムベンダとそのユーザ、など多岐に渡り、合計 19 件の通知を行い、影響を受ける可能性のある機器は合計 4,000 台以上に達した。 - 特定した感染 IoT 機器の実機を用いて当該機器への攻撃者の感染経路や攻撃インフラを特定可能なハ	スは令和5年 10 月に発足時の参画組織数である 47 組織から令和6年度はその 1.9 倍となる 92 組織まで増加したこと、IoT 機器調査においてはサイバー攻撃に悪用される IoT 機器としてリフレクション攻撃の踏み台になり得るリスクのある機器を調査し、計 14 万件以上の ISP に対する通知を行うなど、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に特に大きく貢献している。 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。 (1)サイバーセキュリティ技術 NIDS 検知結果の解釈性を高める手法を開発において、従来手法の SHAP が扱う特徴量を統合することでカテゴリ変数の影響をわかりやすく解釈可能な Fusion SHAP を開発し、NIDS ベンチマークデータで高い解釈性を実証し、国際会議 ICISC 2024 で最優秀論文賞を受賞したこと、令和5年度開発を行った STARDUST NextGen について、CYNEX アライアンスを通じた外部展開を進め、令和5年度の 17 組織から 29 組織(120 ユーザ)へ利用が拡大したこと、利用組織からの要望を踏まえ、単一の小型 PC 上で STARDUST に搭載されている全てのサービス・機能を利用可能な、可搬型の STARDUST Appliance を新たに開発したこと、NICTER で観測した感染機	【サイバーセキュリティ技術】 AI 技術の活用によるマルウェア感染の早期発見、Fusion SHAP による NIDS 解釈性向上等、基礎的な研究から社会実装までを視野に入れ、多岐にわたった取組を行い、大きな成果を上げた。 Fusion SHAP が国際会議で最優秀論文賞を受賞したことは、学術的な領域にて高く評価されている。

び利用に向けた活動件数（実施許諾件数等） - 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産学官連携拠点形成」の評価時に使用） - IoT 機器の調査に基づく通知件数（「IoT 機器のサイバーセキュリティ対策の促進」の評価時に使用）（令和6年度以降）	ニーポットシステムを開発し運用した。その結果、攻撃者が悪用している未知の脆弱性を効率的に特定することに成功し、JVN（Japan Vulnerability Notes）を通じて3件の新規脆弱性が公表され、6件の CVE（Common Vulnerabilities and Exposures）が発行された（CVE-2024-41929、CVE-2024-43778、CVE-2024-47001、CVE-2024-44072、CVE-2024-45841、CVE-2024-47133）。 - サイバーセキュリティ研究室で運用するハニーポットシステム（AmpMpn、Haguregumo 等）で観測された DRDoS 攻撃の観測結果や IoT 機器を狙う攻撃活動の情報は NOTICE プロジェクトとはじめとする関係組織に情報共有を行い、注意喚起等に活用された。 - 令和5年度開発を行った STARDUST NxtGen について、CYNEX アライアンスを通じた外部展開を進め、令和5年度の 17 組織から 29 組織（120 ユーザ）へ利用が拡大した。STARDUST 環境は、標的型攻撃の解析用途以外にも Co-Nexus E での製品評価や LETTICE でのマルウェア解析等に活用されている。 - 利用組織からの要望を踏まえ、単一の小型 PC 上で STARDUST に搭載されている全てのサービス・機能を利用可能な、可搬型の STARDUST Appliance を新たに開発した。STARDUST Appliance では STARDUST NxtGen で利用している VMware 製品の代わりにオープンソースソフトウェア（KVM 等）を利用して同等の機能を実現するリファクタリングを実施することで、ベンダーロックインによるサプライチェーンリスクに対応する形で開発を行った。 - STARDUST 上での解析作業を効率的かつ効果的に実施するための新規機能として新たに 21 種類の機能を開発した。それらの機能には、隔離された解析	器に対して OSINT 情報とリアルタイムのスキャンバックで収集したバナー情報を組み合わせることで感染 IoT 機器を特定可能なシステムを開発したこと、通知対象は家庭用ブロードバンドルーターベンダ、集合住宅のネットワーク管理業者、複合機ベンダ、国土交通省、制御システムベンダとそのユーザなど多岐に渡り、合計 19 件の通知を行い、影響を受ける可能性のある機器は合計 4,000 台以上に達したことは、科学的意義、社会的価値、社会実装の観点で非常に優れた成果である。 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、評価を「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。 NIDS 検知結果の解釈性を高める手法を開発した。従来手法の SHAP は、ワンホットエンコーディングされた特徴量を個別に扱うため、カテゴリ変数の影響を明確に説明するのが難しいが、これらの特徴量を統合することでカテゴリ変数の影響をわかりやすく解釈可能な Fusion SHAP を開発し、NIDS ベンチマークデータで高い解釈性を実証し、国際会議

	中の VM から情報を収集し操作を実現するライブフォレンジック機能や、トラフィックの監視・通知機能、プロセス監視・通知機能、HTTPS 通信の解析のための透過プロキシ機能、VM 上のマウスとキーボードの操作を行うマクロ記録・再機能、URL 自動投入解析機能などが含まれる。これらの解析機能の追加により、より柔軟かつ効果的な解析が可能になった。 • CURE に蓄積された膨大な脅威情報を対象に、IP アドレスやドメイン名、メールアドレスといった情報をキーにして、自組織に関連した攻撃情報をリアルタイムに抽出・通知可能な CURE Watcher を新たに設計・開発した。また、CURE Watcher の WebUI を新規開発するとともに、IoC (Indicator of Compromise) 検索の高速化 (平均クエリ応答時間を 98%短縮) を実現した。 • セキュリティレポートを自動収集し IoC 情報を抽出し CURE に蓄積するエンジンにおいて、抽出精度の向上を目的に大規模言語モデル (LLM) を活用した抽出エンジンを開発した。また、NICTER データの CURE 蓄積については、データベースの圧迫を回避するために重要度の高いデータを優先的に蓄積する仕組みを新規導入した。 • AI×サイバーセキュリティの研究で開発した、同期した攻撃パターンを示すホストを自動でクラスタリング可能な Dark-TRACER の出力結果を CURE データに融合し、オペレータが悪性ホストの同期性を CURE 上で確認することが可能になった。 • DRDoS 攻撃の分析作業の効率化のために CURE 上に DRDoS 攻撃の分析に特化した専用のビューを作成し、DRDoS 攻撃に関連した一連のデータを	ICISC 2024 に採択され、最優秀論文賞を受賞したこと。 • ユーザがセキュリティ・プライバシー上のリスクを伴う行動を示すトリガとなりうる要因についてユーザ調査を通じた分析を実施し、分析結果から、ユーザ自身による高リスク行動を抑制し、個人のセキュリティやプライバシーに深刻な影響を与えるリスクを軽減するためには、ソーシャルトリガから受ける影響の軽減とそれらの伝搬を防ぐ対策手法が重要であることを特定したこと。本成果はユーザブルセキュリティ分野における難関国際会議の一つである SOUPS 2024 に採録され、発表を行ったこと。 • ダークネット観測データに基づく同期性を示すマルウェア活動のクラスタリング・追跡技術を改良し、追跡可能な範囲を広げるとともに、オペレータにとって解釈しやすいモデルと可視化手法を構築したこと。 【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。 • 昨年度開発を行った STARDUST NextGen について、CYNEX アライア

CURE で容易に抽出し分析が行えるようにした。

- CURE の実運用・外部組織へのデータ開放として、CYNEX アライアンス参画組織への CURE のデータ開放を拡大し、25 組織での利用が行われた。各利用組織による CURE を通じた分析によって、機構が保有する国産脅威情報がサイバーセキュリティ対策の研究開発等に活用されたほか、利用組織からのフィードバックを収集し今後の CURE に求められる機能等の検討に活用した。
- 令和5年度に開発したダークネット観測データに基づく同期性を示すマルウェア活動のクラスタリング・追跡技術を改良し、追跡可能な範囲を広げるとともに、オペレータにとって解釈しやすいモデルと可視化手法を構築した。提案手法では、長期にわたりスキャンタイミングが同期するスキャナグループを追跡可能とする LST-NMF を提案した。提案手法は、送信元 IP アドレスの変化に対して頑健で、スキャナの仕様変化にも対応可能である。
- スキャナのクラスタリング結果の解釈性を向上させるため、スキャンタイミングの同期性や宛先ポートの種類と数の類似性を可視化する手法を開発するとともに、三角不等式を活用した独自の近傍探索の高速化により、クラスタリングの計算量を 99% 以上削減した。従来の単純な追跡手法ではスキャン活動の追跡が困難であることを示し、提案手法の有効性を明らかにした研究成果を国際会議 (IEEE DSC24) で発表した。
- Focal Loss 基準を用いて、分類器の予測確率が低いアラートに高い重みを付与することでアラート判別精度を向上させる手法を提案した。提案手法をセキュリティアラートデータおよび公開ベンチマークデータ

ンスを通じた外部展開を進め、昨年度の 17 組織から 29 組織 (120 ユーザ) へ利用が拡大したこと。利用組織からの要望を踏まえ、単一の小型 PC 上で STARDUST に搭載されている全てのサービス・機能を利用可能な、可搬型の STARDUST Appliance を新たに開発したこと。

- CURE に蓄積された膨大な脅威情報を対象に、IP アドレスやドメイン名、メールアドレスといった情報をキーにして、自組織に関連した攻撃情報をリアルタイムに抽出・通知可能な CURE Watcher を新たに設計・開発したこと。
- NICTER で観測した感染機器に対して、OSINT 情報とリアルタイムのスキャンバックで収集したバナー情報を組み合わせることで感染 IoT 機器を特定可能なシステムを開発したこと。通知対象は、家庭用ブロードバンドルーターベンダ、集合住宅のネットワーク管理業者、複合機ベンダ、国土交通省、制御システムベンダとそのユーザ、など多岐に渡り、合計 19 件の通知を行い、影響を受ける可能性のある機器は合計 4,000 台以上に達したこと。

【社会実装】

を用いて評価した結果、従来手法と比較して分類精度の向上を確認した。本成果は国際会議 CyberHunt 2024 に採択された。

- NIDS (Network Intrusion Detection System) 検知結果の解釈性を高める手法を開発した。従来手法の SHAP は、ワンホットエンコーディングされた特徴量を個別に扱うため、カテゴリ変数の影響を明確に説明するのが難しい。そこで、これらの特徴量を統合することでカテゴリ変数の影響をわかりやすく解釈可能な Fusion SHAP を開発し、NIDS ベンチマークデータで高い解釈性を実証した。本研究成果は国際会議 ICISC 2024 に採択され、最優秀論文賞を受賞した。
- 九州大学との共同研究として、機械学習技術を用いた NIDS の研究開発を実施した。特に、NIDS への入力となる通信データの時系列構造に着目し、通信のペイロードをバイト値の系列として扱いペイロード情報を活用して通信分類を行う手法および一連の通信に関連するパケットの系列として扱い、Transformer で処理することにより、特徴量を手動で設計せずに通信分類を行う手法の開発を行った。後者の成果は国際会議 ARTMAN 2024 に採録された。
- 機械学習およびディープラーニングを用いた SIEM システムの脆弱性を体系的に評価する手法として、Smart Sample Manipulation (SSM) を提案した。この手法では、分類器の予測確率に基づき予測精度が低いサンプルを抽出し、実際の攻撃シナリオを模倣した擬似攻撃を生成することで、システムの敵対的耐性の評価を可能とする。提案手法により、SIEM システムの潜在的な脆弱性を明確化し、改善に向けた具体的な指針を提示することができた。本成果は国際会議 CyberSciTech 2024 の優秀論文賞を受賞し

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 令和5年度開発を行った STARDUST NxtGen について、CYNEX アライアンスを通じた外部展開を進め、令和5年度の 17 組織から 29 組織 (120 ユーザ) へ利用が拡大したこと。利用組織からの要望を踏まえ、単一の小型 PC 上で STARDUST に搭載されている全てのサービス・機能を利用可能な、可搬型の STARDUST Appliance を新たに開発したこと。
- NICTER で観測した感染機器に対して、OSINT 情報とリアルタイムのスキャンバックで収集したバナー情報を組み合わせることで感染 IoT 機器を特定可能なシステムを開発したこと。通知対象は、家庭用ブロードバンドルーターベンダ、集合住宅のネットワーク管理業者、複合機ベンダ、国土交通省、制御システムベンダとそのユーザなど多岐に渡り、合計 19 件の通知を行い、影響を受ける可能性のある機器は合計 4,000 台以上に達したこと。
- セキュリティレポートを自動収集し IoC (侵害指標) 情報を抽出し CURE に蓄積するエンジンにおいて、抽出精度の向上を目的に大規模言語モデル (LLM) を活用した抽出エンジン

た。 • 九州大学との共同研究として、ペイロード情報を活用した通信分類を LSTM モデルで行う手法の開発、および開発手法がペイロードのどの部分に着目して分類を行っているかを特定する説明可能性の研究を実施した。本成果は国際会議 IEEE DSC 2024 にてポスター発表を行った。 • 九州大学との共同研究として、IDS に対する敵対的サンプルに関する研究を実施した。これらの成果は国際会議 CANDAR 2024 に採択された。 • ソースコードの脆弱性検出のための評価用データセット生成手法として、生成 AI とプログラミング言語モデル (PLM) を用いた脆弱性を持つコードの自動生成技術を開発した。提案手法は最小限の変更でコードの関連性と有効性を保持しながら、修正済みコードから脆弱性を持つ複数のソースコードを生成することで、評価データの拡充を実現した。提案手法はコード生成モデルの評価指標である CodeBLEU スコアで 0.8773 と高い値を達成し、脆弱性を持つ攻撃コードを効率的に生成できている。今後、ソースコードの脆弱性検知手法の性能向上を支援する技術として活用されることが期待される。本研究成果は国際会議 ARTMAN 2024 に採録された。 • Taint 分析と機械学習手法を活用した汎用的な脆弱性シグネチャマッチング手法を台湾国立大学と共同で開発し、既存ツールを上回る精度での脆弱性の検出を実現した。本研究成果は国際会議 IEEE CNS 2024 に採録された。 • Code Property Graph (CPG) を強化した新しい手法「ContextCPG」を提案し、ソースコード内の変数名や	を開発したこと。	

データ型に関する追加情報を組み込んで CPG を拡張した。実験の結果、ContextCPG は CPG と比較して常に高い精度を示し、平均で8%の精度向上を達成した。この手法は、グラフ表現に補足情報を提供することで、脆弱性検出の効果を一貫して高めることを示している。本研究成果は国際論文誌 IEEE Access (IF=3.4) に採録された。

- 関数呼び出しの推移を利用してユーザ定義関数を特定する手法を開発した。本手法はアーキテクチャやビルドオプションに依存せず、GitHub 上の IoT マルウェアサンプルで平均 10.3 個のユーザ定義関数を特定できた。さらに、シグネチャマッチングにより無害化に関連するユーザ定義関数の最大 50% を特定できることを確認した。本成果は CSEC 2024 研究会で発表され、優秀研究賞を受賞した。
- 従来の FCG (Function Call Graphs) に基づくマルウェア分析の性能を改善するため、システムコールを特定し、オペコードシーケンスに組み込む手法を提案した。これにより、FCG に新たなセマンティック情報が加わり、悪意のある機能の特定精度が向上した。7 種類の CPU アーキテクチャ上での検証により、クロスプラットフォームでの有効性と、Radare2 を超える性能向上を確認した。また、GraphSAGE に基づく機械学習によって、検出精度の強化も実現した。本研究成果は国際会議 ICISC 2024 に採択され、最優秀論文賞を受賞した。
- 九州大学との共同研究として、IoT マルウェアの横断的な機能分析を目的に、FCG からライブラリ関数呼び出しを除いたグラフ作成およびベクトル埋め込みによる類似度分析手法を提案し、CPU アーキテクチャや最適化オプションの影響を低減する方法を開発

した。また、IoT マルウェアの系統樹クラスタリングにおいて、ユーザーコード部のオペコード情報のみを用いることでクラスタリング精度が向上することを確認し、当該成果を国内研究会および国際会議 (IEEE DSC 2024) のポスターで発表した。

- IoT マルウェア分析の精度向上に向けて FCG の不一致解消、パッキングによるオペコード難読化の影響分析、関連文字列の効率的抽出、新しいルールを用いたシステムコールの特定精度向上、そして Few-shot 学習による少数サンプルからの高精度な検出手法の検証を行った。これにより、FCG の一致率と検出精度が大幅に改善され、新たな脅威にも対応できる柔軟な IoT マルウェア検出フレームワークが構築された。これらの研究成果について国際会議 (IEEE DSC 2024 および ICONIP 2024) で合計5件のポスター発表を行った。
- 兵庫県立大学と連携し、Android マルウェア解析及びフィッシングサイト検知技術とその説明可能性に関する研究を実施した。当該研究成果として、これまでに国際会議での論文採録1件 (優秀論文賞を受賞) に加え、ACM Trans. Internet Technol. (IF=5.3) 論文誌へ1件が採録された。
- 令和5年度公開したダークネット関連データセットである「NICT Darknet Dataset 2022」に新データを追加し、継続的に公開をした。これまでに国内6件、国外12件の提供実績があり、令和6年度には国内1件、国外7件を新たに提供するなど、当該データセットを活用した研究開発の推進に貢献した。
- 日本語および英語で記載されたセキュリティレポート約2万5千件を収集し、脆弱性やエクスプロイトに関するデータベースを構築した。収集した情報は神戸

	大学、早稲田大学と共同利用し研究開発に活用している。また、兵庫県立大学や台湾 NICS への提供も検討している。 • ダークウェブに対応した専用のクローラを開発し、悪性のマーケットサイトやフォーラムサイトからセキュリティ情報を収集した。具体的には、マーケットサイトで販売されるマルウェアなどのセキュリティ商品情報約 1 万件、フォーラムサイトでのセキュリティ関連スレッド約 20 万件を収集している。当該データセットを台湾 NICS と共同で活用し、クローラの機能拡張を開発している。 • イギリスの Imperial College London との共同研究を継続し、JavaScript エンジン向けの fuzz テストに関する研究を実施した。本研究成果は国際会議に論文を投稿した。 • フランスの Telecom SudParis との研究連携を実施し、学生インターンを 1 名受け入れた。今後も継続してインターンを受け入れること、およびその成果を毎年実施している日仏ワークショップにて発表することに合意した。 • カナダの York 大学と MOU を締結し、月 1 回のオンライン議論を通じて、IoT 環境におけるセキュリティ対策技術に関する研究を推進している。今後は、学生インターンの受入れおよび共同論文の執筆を目指すことで合意した。 • カナダの University of New Brunswick との研究連携も強化し、研究員 2 名を 1 週間派遣して研究交流を実施した。現在、AI セキュリティおよび IoT セキュリティに関する研究に注力し、連携を進めている。さらに、学生インターンシップの受入れおよび共同論文の執		

	筆も目指すことで合意した。 • オーストラリアの Federation University Australia と MOU を締結し、IoT 環境におけるセキュリティ対策技術および AI を活用したセキュリティ技術に関する共同研究契約の締結に向けた準備を進めている。今後、学生インターンシップの受け入れ、共同論文執筆、外部ファンド取得についても共同で取り組むことで合意した。 • 機構と FUA 共催の国際ワークショップ AICS 2025 と国際コンペ CyberCup 2025 を開催した。AICS 2025 では8篇の高品質な論文が集まり、2つの基調講演が実施された。CyberCup 2025 の参加者数は昨年の134 名から 412 名に増加した。 • 国際会議 ACSAC2024 のワークショップとして、米英仏を含む、各国の AI に関する研究者と連携した国際会議 ARTMAN を開催した。 • 台湾の国立台湾大学との連携として、ダークネットトラフィック分析、ネットワーク侵入検知回避攻撃、および説明可能 AI に関する研究を実施した。 • 台湾の国立台湾科技大学と国立台湾大学を軸に、TWISC と TACC が連携し IoT セキュリティ研究開発を実施した。TACC との MOU および共同研究契約書を令和7年2月に締結した。年度内に研修生6名を受け入れ、国際会議論文3本及びポスター5本を発表した。 • 台湾の NARLabs との連携として、ダークネット観測との相関分析を通じて企業ネットワークにおける攻撃検知技術の連携を実施した。データ収集、相関分析、検知の解釈性に注力し、研究を進めている。	

- 台湾の NICS との連携として令和6年度に研究者2名を3か月間機構に受け入れ連携を実施した。台湾の国立中山大学とは APT 攻撃検出及び Android Malware 解析で連携を実施した。連携成果は国際会議に論文が1本採録されたほか、国際ジャーナルへ論文を投稿した。
- 台湾の国立中正大学との連携で、LLM 技術を用いたフェイクニュース対策技術の研究協力を行った。研修生受け入れについても検討を進めている。
- 台湾の国立清華大学から国際インターンシップ生を1名受け入れて共同研究を実施した。当該成果は国際会議 ARTMAN 2024 に採録された。
- 台湾の CyCraft との連携として、脅威インテリジェンスに関する研究開発を連携して実施し、論文誌に論文1件を投稿した。
- LLM(大規模言語モデル)を用いて生成したキュレーション記事の出力を ROUGE や BERTScore などを用いて評価したところ、それらの評価指標においても LLM に与えるプロンプトの違いによるキュレーション結果の違いは捉えられることを確認した。具体的には、プロンプトを変更することで、キュレーションされた記事の内容や焦点が異なり、評価指標にもその変化が反映されることを検証した。他方、これらの定量評価指標はあくまで自動化されたアルゴリズムに基づくものであり、記事を実際に読む人間が感じるキュレーション記事の良し悪しと必ずしも一致した評価とにならないことも確認できた。この結果から、キュレーションモデルの性能を正しく評価するための新たな評価手法が必要であることが確認できた。本成果をまとめた論文成果を国内研究会で発表した。

- キュレーションモデルの性能に関する適切な評価を実現するため、読者による含意判断に基づく評価手法を新たに構築した。提案手法では、攻撃の内容や被害規模などのセキュリティインシデント等の主要事象を整理した評価シートを用いる。この評価シートには、事象に関連する重要な情報（動機、被害規模、影響を受けた関係者など）の正確さや重要性を評価する項目が含まれており、定量的指標だけでは捉えきれない記事の意味的な深さや包括性を反映する。この評価シートに従い、キュレーション記事に含まれるべき情報を整理し、LLM 等を用いたキュレーションモデルが生成した出力文と評価シートに記載された情報との意味的な一致を人間が評価することで、読者の視点での正確性と包括性を判定できる。作成した評価シートは、異なる記事やプロンプトに基づくキュレーション結果を比較する際にも有効で、LLM の出力や手法を客観的に評価する基準を提供することが可能である。本成果をまとめた論文成果を国内研究会で発表した。
- CURE に蓄積された膨大な情報のなから自組織に関連した情報を自動通知する CURE Watcher について可視化機能を開発した。当該機能は NIRVANA 改と連携することで、従来の NIRVANA 改による組織内のアラート解析と組み合わせ、統合的な可視化 UI 上での分析を実現した。開発した可視化システムを Interop Tokyo 2024 で動態展示を行った。
- 令和5年度に開発した NIRVANA 改の組織横断分析機能について「政府端末情報を活用したサイバーセキュリティ情報の収集・分析に係る実証事業（CYXROSS）」の仕様に合わせた改修を実施した。その上で、当該機能を CYXROSS での実運用を開始し、多数のエンドポイントから収集される情報の可視

	化・分析を実現した。 - インターネット上のスキャン活動の活発化に応じて大幅に増加したデータ処理に対応するため、NICTER システムの高信頼化のための改修を実施した。新 NICTER では、ダークネットデータ転送を UDP から TCP を利用した仕組みへと変更し、瞬間的なスパイクや運用上発生しうるデータ欠損をなくし、高品質なデータ転送を実現することで、従来と比較し、よりシステムの安定稼働と耐障害性を向上させた。 - ダークネットデータ用 DB においては、データをツリー構造に配置させ並列分散処理することによって高速な検索が行えるようシステムの構築と実装を行ったほか、IPv6 対応も実施した。これらの開発システムについて、詳細なドキュメント化と各種試験を実施し、設計で求めていた品質を保証可能なことを検証した。本格運用における運用コスト軽減のために、各種運用監視ツールを開発した。 (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 5G ネットワークで実現される様々なユースケースに対して網羅的なセキュリティ検証を実現するために、検証環境での実装が必要となる機能のうち、複数ホストでの C/U(制御プレーン/ユーザプレーン)分離、MEC アプリケーションの実装、マルチスライス構成についてオープンソースソフトウェア(OpenAirInterface)上での実装検証を行った。その結果、特に MEC アプリケーションの実装については、実装難易度が高い可能性があることを確認した。これらの検証を通じて、5G セキュリティ検証環境をオープンソースソフトウェア等のみを用いて構築しようとした場合、パフォーマンスの制限や検証可能な項目に制限が発生す		

ることが想定されたため、検証用の実機を組み合わせた 5G セキュリティ検証テストベッドの立ち上げの検討を開始し、国内ベンダやオペレータへのヒアリングを実施した。

- これまでの 5G セキュリティの検証結果をまとめた成果として、5G のブートストラッピングプロセスで使用される AKA と呼ばれるプロトコルの 5G への継承に起因する潜在的脆弱性に着目した検証結果や先行研究で提案されている対策の処理負荷がボトルネックとなる点に加え、今後の 5G セキュリティ検証に考慮が必要となる側面（標準仕様、ユースケース、テストベッド）について議論を行った研究成果を国際会議（IEEE DSC 2024）で発表した。
- 5G セキュリティガイドライン第二版の発行を見据え、KDDI Digital Security 社と、新たな検証項目や調査内容について検討を行った。それらの検討結果を基に令和6年度の総務省委託案件「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」を受託し、具体的な調査・検討を開始した。本調査・検討では、標準化に関する最新動向の調査に加えて、様々なユースケースでの実装が想定されるマルチスライス環境における脅威の OSS による実機検証、更に 5G Advanced/B5G での導入が見込まれるテレコム AI に関する調査を実施した。
- また、EURECOM が主導する OpenAirInterface プロジェクトへの参画に向けて必要となる手続きや機構内での調整等を実施した。
- Field Programmable Gate Arrays (FPGA) 上で動作する RTL 回路 (Register-Transfer Level) に対する不正動作検証技術として、ハードウェアトロジャン検出システムのプロトタイプシステムを開発し、その成果を

まとめた論文成果を国際会議 DAC 2024 (Design Automated Conference) および IEEE DSC 2024 (IEEE Conference on Dependable and Secure Computing) で発表した。

- 本システムでは RTL 回路をシミュレーションで動作させ、テイント追跡の技術を用いて、回路内で処理される各種情報の伝播を追跡することで、Verilog などのハードウェア記述言語で書かれた回路から意図していない情報が漏洩していないかを検知し、その漏洩の原因となった回路の箇所を推定してハードウェアトロジャンとして検出することが可能である。従来ではある1つの情報(例: 暗号回路であれば秘密鍵)の伝播しか追跡できなかったが、本手法では複数の情報を追跡でき、様々なハードウェアトロジャンを検出できる点に特徴がある。Verilog コードの各種ステートメント・構文への対応を進めることで検査可能な回路の種類を拡充した。
- 国内で流通する 40 機種以上のルータを調査し、6ベンダ 30 機種において、これらの初期 Wi-Fi パスワードが特定のアルゴリズムに基づいて生成されており、その結果悪意のある第三者によって推測されてしまう脆弱性があることを特定し、JPCERT/CC を通じて当該ルータの製造ベンダへの脆弱性報告を行った。
- 都内でのフィールド調査を実施し、ユーザが設置するアクセスポイントの中に実際に第三者が推測可能な初期 Wi-Fi パスワードのまま運用されている実態を明らかにした。なお、当該フィールド調査についてはサイバーセキュリティに詳しい法曹関係者の協力の下、法律的に問題の無い手法で調査を実施した。本調査結果をまとめた論文成果は国内研究会で発表され、IEICE の ICSS 研究賞を受賞した。

- コネクテッドカーセキュリティ検証技術として、車載ネットワーク(CAN バス)に対する少量データで学習可能な異常検知技術を開発し、その成果をまとめた論文が車両関連の研究に特化した国際会議 VEHICULAR ANALYTICS 2024 に採択され、優秀論文賞を受賞した。CAN バスネットワークを通じたサイバー攻撃については過去に複数のリスクが報告されているため、異常な CAN データをリアルタイムに検知する技術の研究開発が重要となっているが、サイバーセキュリティのデータセットは一般的に異常データが正常データに比べて極端に少ない不均衡データであるため、少量の異常データで効果的に学習できることが重要になる。そこで本研究ではエキスパートモデルを組み合わせることで不均衡データの課題に対処した異常検知手法を開発しその有効性を検証した。また、異常検知技術を評価するために正常データと異常データの通信を再現するための CAN バスシミュレータを開発した。
- SBOM 情報(Software Bill of Materials)によるソフトウェアの脆弱性管理やサプライチェーンリスク対策を実現するためには、SBOM 情報が適切に作成・管理・更新される必要がある。しかしながら、ソフトウェア開発環境のバージョンやアップデート等によりコンパイラやビルドシステム、ライブラリ等に変更が生じた場合、ソフトウェア開発の管理者が作成する SBOM 情報と実際の構成の間に意図しない差異が生じてしまう懸念が存在する。そこで、ファームウェア開発の管理者が作成する SBOM 情報とのずれをなくすために、各開発者の開発環境が健全であるか(意図せずに変更されていないか)をビルドログなどにより検証する技術を開発した。本成果について国内研究会で論文発表を行った。

- ユーザがセキュリティ・プライバシー上のリスクを伴う行動を示すトリガとなりうる要因についてユーザ調査を通じた分析を実施した。その結果、多数のユーザが自ら高リスク行動を実行する前に、他者による高リスク行動を見聞きしていることを特定し、この「ソーシャルトリガ」の影響がユーザの高リスク行動を誘発していることが明らかになった。また、このソーシャルトリガは、主に友人や家族、さらにはオンライン上での見知らぬ人の行動によって引き起こされており、さらにはソーシャルトリガによって実行された高リスク行動は、さらに他者へ情報共有が行われ広がっていくという負の連鎖が存在することも明らかとなった。これらの分析結果から、ユーザ自身による高リスク行動を抑制し、個人のセキュリティやプライバシーに深刻な影響を与えるリスクを軽減するためには、ソーシャルトリガから受ける影響の軽減とそれらの伝搬を防ぐ対策手法が重要であることを特定した。本成果はユーザブルセキュリティ分野における難関国際会議の一つである SOUPS 2024 に採録され、発表を行った。
- デマの自動検知技術の確立に向け、デマの言語的特徴の中でも文章に含まれるモダリティ(情報発信者の判断や態度を示す表現)に注目し、デマとされる情報を含む文におけるモダリティの傾向を調査した。本成果としてまず、文章中に含まれるモダリティを自動的に特定する技術を開発した。当該技術を用いて、ファクトチェックを受けた過去の SNS 投稿・返信を調査データとしてモダリティの出現率を分析した結果、誤りを含む文群と事実だが誤解を招く文群の間において、モダリティの中でも「推測的な表現」の使用に統計的な有意差が見られることを特定した。すなわち、このような文章データからのモダリティ検出で得

	られる情報は、SNS 等で流布するデマを外部の参照情報に頼らずに自動検知するための情報として有効である可能性が示された。本成果をまとめた論文成果を国内研究会で発表した。 • 日本国内のユーザを対象としたテクニカルサポート詐欺の実態解明のための調査研究を実施した。調査では実際の被害者 PC を模した解析環境を用意し、被害者の年齢や職業等のペルソナ設定を行った上で、攻撃者と通話するために音声を実タイムに変換する環境を構築した。その上で、収集した詐欺広告で表示される電話番号に架電し、攻撃者との音声会話を通じて一連の攻撃活動を観測した。観測結果の分析により、先行研究でも攻撃者がインドの IP アドレスを利用して被害者 PC を遠隔操作している状況を特定したほか、被害者に Amazon ギフトカードを購入させて金銭を得ようとするなど日本独自の対応も観測された。また、被害者を誤認させるための話法や判断を急がせるために強い口調で用いるなど、攻撃者の取る振舞いについても明らかにし、被害者 PC に残留する攻撃者の特定に有効な可能性のある情報についても調査を実施した。これらの研究成果をまとめた論文は国際会議 (IEEE DSC 2024) に採録され発表を行った。 • サイバー空間を経由して人の認知に影響を与えることを目的とした情報操作型サイバー攻撃について、心理学的側面からの脅威と対策について検討を実施した。情報操作型サイバー攻撃は社会に混乱を引き起こす要員として個人ユーザを利用しようというものであり、ユーザは偽・誤情報を真実であると誤って認識するだけでなく、真実を偽・誤情報と認識して訂正情報を拒絶するようになってしまう。このような人の心理的背景に対して健全な情報空間を促進する		

	ため、人と情報のエコシステムの中で、信頼できる情報にアクセスできること、情報の完全性によりトラストを形成すること、透明性を高めるデータガバナンスが今後対策の柱となることを確認した。これらの検討結果を学会誌で公表した。 • NTT 研究所と連携し、セキュリティ・プライバシー分野におけるユーザ調査を含む先行研究において、調査参加者の属性が WEIRD (Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic) に偏っていることを明らかにした。この結果は、先行研究で得られた知見や提言の一般化可能性が低く、日本を含むアジアなどの異なる地理・文化圏の人々が十分に恩恵を得られない可能性があること、及び地理的・文化的に異なる人々の差異を明らかにすることの重要性を示している。この問題点を踏まえたうえで、今後のユーザ調査型のセキュリティ・プライバシー研究の適切な実施方法について提言した論文成果がセキュリティ分野の最難関国際会議である USENIX Security Symposium 2024 に採択された。		
	(2) 暗号技術 (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 • プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect による金融分野のデータを用いた実証実験：銀行業界において、不正な取引を検知することは、社会全体の秩序を守るための重要な課題となっており、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必要性が生じている。そのためには、機微情報である銀行の取引データを用いた機械学習を安心安全に実施する必要がある。そこで、データの秘匿を保持しつつ連合学習が可能な DeepProtect を用いた不正検知の実証実験を実施した。実証実験では、犯	(2) 暗号技術 SAT ソルバーによるハッシュ関数 AES-DM の衝突攻撃とセミフリースタート衝突攻撃の条件下における初めての安全性評価を示したこと、令和4年度の CRYPTREC 事務局活動として、「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(耐量子計算機暗号)」を発行し、さらに米国 NIST の PQC 標準化プロジェクト等の状況を踏まえ、令和5年度に再度立ち上げられた CRYPTREC の PQC ワーキンググループ(WG)において2年間かけて PQC の技術動向について調査・把	【暗号技術】 DeepProtect の金融分野での実証実験を実施したことは、我が国のセキュリティ技術の基盤強化に大きく貢献している。 CRYPTREC 暗号技術ガイドラインの改訂およびそれに向けた事務局活動を含む一連の取組は、暗号基盤技術の整備として社会的意義が大きく、社会課題の解決に資する取組として高く評価できる。

罪の手口の変化に AI が対応可能であるか否かを調べるため、学習データが逐次的に与えられる継続学習のシナリオのもとで有効性を検証した。検証においては、複数の銀行で個別に学習する AI モデルと、複数の銀行データを扱う連合学習による AI モデルを比較した。その結果、個別に学習した AI モデルでは検知できなかったものが連合学習で検知できるなどの改善を得ることができた。また、従来から行われている個別学習に比べて、連合学習の方が再現率において高い検知性能が得られた。これらの結果を基に、協力いただいた銀行への報告会を複数回実施し、よりユーティリティを上げるための技術的な改善を試している。本研究は、JST AIP 研究課題「秘匿計算による安全な組織間データ連携技術の社会実装」、および、「高度通信・放送研究開発委託研究「プライバシー保護連合学習の高度化に関する研究開発」」のプロジェクトのもとで実施した。

- DeepProtect の金融分野以外への応用研究：医療機関の所持するデータはほぼすべてのデータが機微情報である。このため、複数の医療機関でデータを持ち寄ることは非常に困難である。当然、複数の医療機関のデータをまとめて機械学習を行うことは非常に困難である。この状況が、医療分野における機械学習の発展の障害の一つとなっている。一方、DeepProtect は他の機関にデータを秘匿したまま、学習を行うことができる暗号技術を活用したプライバシー保護連合学習技術である。そこで、本研究では、個々の医療機関データを他の機関には秘匿しつつ処理する方法として、DeepProtect を用いた研究の検討を開始した。この研究は DeepProtect を用いた金融分野における実証実験により得られた知見を活かして、さらに新たな分野(医療)への適用を検討

握し、これらの結果に基づきガイドラインを改定し、令和6年度末に令和6年度版のガイドラインを策定した。また、プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect による金融分野のデータを用いた実証実験にて、データの秘匿を保持しつつ連合学習が可能な DeepProtect を用いた不正検知の実証実験を実施し、協力いただいた銀行への報告会を複数回実施し、よりユーティリティを上げるための技術的な改善を試み、実証実験を進めた。このように、科学的意義、社会的価値に関して非常に優れた成果をあげるとともに社会実装でも優れた成果をあげている。

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。

- プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect による金融分野のデータを用いた実証実験にて、データの秘匿を保持しつつ連合学習が可能な DeepProtect を用いた不正検知の実証実験を実施したこと。協力いただいた銀行への報告会を複数

することで、DeepProtect の利用範囲の拡大を目指すものである。具体的には、複数の医学部と連携し、複数の医療機関の実際の医療データを用いた実証実験によって、医療の分野に向けて改良した DeepProtect の有効性を示す研究開発を開始した。

- 複数組織における連合機械学習を行うために必要となる機能拡張手法やセキュリティ強化手法などの研究: DeepProtect の社会実装／社会展開では、新たな機能拡張、セキュリティ強化が必須となる。この課題解決のために、暗号及びプライバシー保護の基盤技術の開発が必要となる。本研究では、例えば、学習のために送受信する必要のあるデータ量を定式化し、それに基づきデータの送受信を行うことにより通信量を減らすことを可能とした。すなわち、データは最小限しか送らないため、機密情報の不必要な開示のリスクを最小限に抑えることが可能となった。本成果は、国際会議 International Conference on Applied Mathematics(ICAM 2024)に採録された。
- 差分プライバシーを持つ分散型アルゴリズムの研究: 機械学習で利用される学習データに個人情報が含まれる場合は数多くあり、個人情報の漏洩を気にするデータ提供者も多い。このデータ提供者の危惧を払しょくするために差分プライバシーの概念が提唱されているが、具体的な差分プライバシーの実現方法は大きな課題となっている。本研究では、プライバシー保護に配慮した連合機械学習を行うために、プライバシー保護の指標となる差分プライバシーを持つ分散型アルゴリズムを提案した。そして、学習に必要となるデータ送受信の通信量を従来よりも削減したアルゴリズムを提案した。提案技術を用いることにより、機密情報の不必要な開示のリスクを最小限に抑えることが可能となる。本成果は、CREST 匿名コ

回実施し、よりユーティリティを上げるための技術的な改善を試み、実証実験を進めたこと。

- 利用シーンに合わせた情報理論的暗号に関して、民間宇宙ロケットでも特に通信環境が過酷で信頼性が求められる人工衛星打上げ用ロケットへの利用を想定した条件下で、回路実装の性能を評価し実用に資することを確認したこと。
- 本成果は、国際会議 12th Computing Conference 2024 に採録された。また、採択論文の中からインタビュー対象論文として選出され、インタビューを受けたこと。
- SAT ソルバーによるハッシュ関数 AES-DM の衝突攻撃に関する既存研究では初期化ベクトルに差分を入力することが許容されるフリースタート衝突攻撃の条件下での安全性が評価されているが、現実的な条件である衝突攻撃やセミフリースタート衝突攻撃の条件下での安全性は評価されていない。AES-DM に対する衝突攻撃とセミフリースタート衝突攻撃の条件下における初めての安全性評価を示したこと。

【社会的価値】

ホート基盤ワークショップ 2024 で発表した。さらに、国際会議 The 18-th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems(CISIS-2024)に採録された。

- 敵対的生成ネットワーク(GAN)を用いた連合学習: 機械学習の学習時に用いる学習データは、学習対象の項目に欠損がないほど学習効果を向上できると考えられる。そこで、欠損データを補填する技術として注目されている敵対的生成ネットワーク(GAN)を使用し、学習効果の向上を目指した。本研究では、具体的には、データの欠損値補完の機能を付与した連合学習手法を提案した。効率的な勾配ブースティング決定木に基づく連合学習 eFL-Boost に適用し、さらに実装を行い、実際の金融データを用いた実証実験に導入した。本成果は、国内会議第 68 回システム制御情報学会研究発表講演会(SCI'24)で発表した。
- 連合機械学習を行うため通信量を抑えた連合学習アルゴリズム: 本研究では、連合機械学習を行うために必要となる機能拡張手法やセキュリティ強化手法などの研究において、通信エラーに対する耐性が高くロバストな通信の確保を実現し、そのロバストな通信を確保した状態で学習のための通信量を抑えることができる連合学習アルゴリズムを開発した。本成果は、国際会議 CITA2024 に採録された。
- 分散最適化アルゴリズムの改良: 複数組織における連合機械学習を行う際に、プライバシーを保護しながら効率よく学習を進めるツールとして、分散最適化アルゴリズムは有用である。本研究では、既存の分散最適化アルゴリズムを改良し、通信量を削減したアルゴリズムを提案した。提案アルゴリズムを用いるこ

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect による金融分野のデータを用いた実証実験にて、データの秘匿を保持しつつ連合学習が可能な DeepProtect を用いた不正検知の実証実験を実施したこと。協力いただいた銀行への報告会を複数回実施し、よりユーティリティを上げるための技術的な改善を試み、実証実験を進めたこと。
- 令和4年度の CRYPTREC 事務局活動として、「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(耐量子計算機暗号)」を発行したこと。ただし、令和4年度末時点では、米国 NIST の PQC 標準化プロジェクトにおいて第4ラウンドの選考過程が進行中であることをはじめ、PQC に関する技術開発、標準化活動が世界的に活発であった。このような状況を踏まえ、CRYPTREC では令和5年度に PQC ワーキンググループ(WG)を再度立ち上げ、2年間かけて PQC の技術動向について調査・把握した。これらの結果に基づきガイドラインを改定し、令和6度末に令和6年度版のガイドラインを策定したこと。

とにより、機密情報の不必要な開示のリスクを最小限に抑えることが可能となる。本成果は、国際会議 The 18-th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems(CISIS-2024)に採録された。

- 決定木ベースの機械学習: 機械学習の学習効果を高めるために、種々の学習法の研究が進められている。本研究では、機械学習の手法の一つ、決定木ベースの機械学習について、k-匿名化を乱択決定木に適用することで差分プライバシーを満たす方法を提案した。この方式を用いることにより、元のデータにラプラスノイズ等のノイズを追加せずに決定木における差分プライバシーを実現することが可能となる。本成果は、CREST 匿名コホート基盤ワークショップ 2024 で発表し、さらにハイレベルで注目度の高い国際論文誌 Applied Sciences(An Open Access Journal from MDPI)に採録された。また、AI や機械学習に関わる課題を取り上げている国際会議で招待講演を行った。
- 中央集積型学習に対する Differentially private extreme learning machine: 本研究では、連合機械学習の機能拡張手法やセキュリティ強化手法への応用につながる、中央集積型学習に対する Differentially private extreme learning machine を提案した。提案した技術は、中央集積型学習に差分プライバシー技術を適用し、DeepProtect のユーザビリティ(使い易さ)の向上とプライバシー保護の融合に寄与する技術である。本成果は、国内会議 CREST 匿名コホート基盤ワークショップ 2024 で発表した。また、国際会議 The 21th International Conference on Modeling Decisions for Artificial Intelligence に採録された。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect による金融分野のデータを用いた実証実験にて、データの秘匿を保持しつつ連合学習が可能な DeepProtect を用いた不正検知の実証実験を実施したこと。協力いただいた銀行への報告会を複数回実施し、よりユーティリティを上げるための技術的な改善を試み、実証実験を進めたこと。
- 令和6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こと。
- 令和4年度の CRYPTREC 事務局活動として、「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(耐量子計算機暗号)」を発行したこと。ただし、令和4年度末時点では、米国 NIST の PQC 標準化プロジェクトにおいて第4ラウンドの選考過程が進行中であることをはじめ、PQC に関する技術開発、標準化活動が世界的に活発であった。このような状況を踏まえ、CRYPTREC では令和5年度に PQC

- 結託攻撃に対して安全なプライバシー保護連合学習:本研究では、これまでに提案された準同型暗号を用いたプライバシー保護連合学習方式の分析を行い、改良した異なる暗号化鍵を使用するプライバシー保護連合学習プロトコルを提案した。そして、より強い結託攻撃に対する安全なプロトコルの実現に貢献した。本成果は、国際会議 2024 International Symposium on Information Theory and Its Applications(ISITA 2024)に採録された。
- プライバシーポリシーに関する研究開発:プライバシーポリシーにおける技術用語の調査として、日本人ユーザ 362 名へのアンケート調査を実施することによって、プライバシーポリシーにおける技術用語の使用が日本のユーザの同意率に有意な影響をもたらすこと、個人情報保護法に対しても誤った期待を持つ参加者が多いことを明らかにした。本成果は、国際会議 HCII2024 に採録された。また、情報処理学会論文誌「社会的・倫理的なオンライン活動を支援するセキュリティとトラスト」に採録された。さらに、インターネット版プライバシー次元尺度の改訂版がパーソナリティ研究 The Japanese Journal of Personality Psychology に掲載された。また、令和5年度の発表について、情報処理学会 2024 年度山下記念研究賞を受賞した。さらに本研究では、プライバシーポリシー分析による FemTech アプリに対するユーザの同意に関する課題を検討した。本成果は、検討結果を国内会議 CREST 匿名コホート基盤ワークショップ 2024 および国内会議コンピュータセキュリティシンポジウム 2024 で発表した。
- アウトリーチ活動:DeepProtect について、技術移転先企業との連携し、より社会実装に必要な機能や実装ソースコードの改良などを検討し、改良版を実装し

ワーキンググループ(WG)を再度立ち上げ、2年間かけて PQC の技術動向について調査・把握した。これらの結果に基づきガイドラインを改定し、令和6度末に令和6年度版のガイドラインを策定したこと。

た。また、金融分野のコミュニティの一般社団法人金融データ活用推進協会(FDUA)に賛助会員として参画し、勉強会での講演活動や、複数の金融分野以外の一般企業からの問い合わせに対して技術相談を実施するなどの暗号を軸としたプライバシー保護技術のアウトリーチ活動を実施した。

- データ合成法 Quasi-multinomial sampling の正確性保証定理を証明: 信頼性が重要なシーン(医療データ解析、公的統計等)でのデータ合成を扱う際には、データ合成法がブラックボックスでないことや合成されたデータの正確性とプライバシーの保護が保証できることが重要である。本研究では、これらの要件を満たすために Quasi-multinomial sampling という非ブラックボックスかつ差分プライバシーを満たすデータ合成法に注目し、その正確性保証定理を証明し、その定理を基にバイアス軽減法を提案した。本成果は、国内会議 CREST 匿名コホート基盤ワークショップ 2024 で発表した。また、国際会議 PRIVACY IN STATISTICAL DATABASES 2024 に採録された。
- アバターのなりすましなどのセキュリティ検討: アバターのなりすましなどのセキュリティ課題を大手企業との連携により検討し、安全性要件の抽出、およびその技術的実現方法を特許出願した。具体的には、Web 会議にアバターを利用して参加する場合、他の参加者が他人のアバターを録画するなどして、成りすます可能性がある。この可能性をなくすために、アバターの認証を可能とする技術を出願した。また、既存の Web 会議等のアプリとの相互接続性を調査した。
- 情報理論的安全な暗号に関する研究: 本研究では、利用シーンに合わせた情報理論的暗号に関する研

究である。その中で、民間宇宙ロケットでも特に通信環境が過酷で信頼性が求められる人工衛星打上げ用ロケットのための通信プロトコルの設計についての総括的な内容を、国内会議、および、国際会議 34th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences で発表した。

- 情報理論的安全な暗号に関する実装性能評価: 本研究では、利用シーンに合わせた情報理論的暗号に関して、民間宇宙ロケットでも特に通信環境が過酷で信頼性が求められる人工衛星打上げ用ロケットへの利用を想定した条件下で、回路実装の性能を評価し実用に資することを確認した。本成果は、国際会議 12th Computing Conference 2024 に採録された。また、採択論文の中からインタビュー対象論文として選出され、インタビューを受けた。
- 情報理論的安全な秘密計算について通信回数と通信量の最小化のタイトな理論限界の証明: 本研究は、情報理論的暗号で最も汎用的な機能をもつ秘密計算について通信回数と通信量の最小化のタイトな理論限界を証明したものである。本成果は、情報理論分野で最も歴史と権威がある IEEE Information Theory Society のフラグシップカンファレンスである IEEE ISIT 2024 に採録された。
- マルチパーティ計算と共通鍵暗号の組合せ実装: 本研究では、マルチパーティ計算(MPC)と共通鍵暗号を組合せ、有料放送サービスを自宅外でも享受しつつ、匿名でサービス享受するプライバシー保護を実現する方式を提案した。本成果は、国内会議電子情報通信学会情報セキュリティ研究会セキュリティサマーサミット 2024 で発表した。
- 人工衛星打上げ用ロケットへの搭載を想定した暗号

回路の実装:本研究では、利用シーンに合わせた情報理論的暗号に関して、民間宇宙ロケットの中でも特に通信環境が過酷で信頼性が求められる人工衛星打上げ用ロケットへの搭載を想定した暗号回路の実装について、信頼性保証のための形式検証法を提案し、実時間内(2日以内)での検証に成功した。本成果は、国内会議 DA シンポジウム 2024 で発表した。

- 複数回の対話により成立するゼロ知識証明:プライバシー保護に有用な汎用的な技術としてゼロ知識証明がある。ゼロ知識証明では、自分が所持する秘密を公開することなく、検証者に自分が秘密を所持していることを証明できる。このため、具体的には、プライバシー情報そのものを公開することなく、ある資格を有するような事例で使用され、プライバシー保護が実現できる。本研究では、個人と検証者の間の複数回の対話により成り立つゼロ知識証明を対象として、複雑な関係性を証明可能とする構成する方法を提案した。本成果は、暗号分野をけん引する IACR 主催の会議であり、暗号分野の世界最高峰の国際会議 CRYPTO 2024 に採録された。

- ビット列表現と算術的記法を同時に使用可能なゼロ知識証明:ある情報を所持することをその情報を公開することなく相手に納得させる手段としてゼロ知識証明は有用である。ある情報を表現するデータの状態は 0/1 のビット列による表現や算術的記法を用いた表現などがある。本研究では、ビット列による表現と算術的記法を用いた表現を同時に扱うことが可能なゼロ知識証明の方式を開発した。本成果は、国際会議 14th International Conference on Security and Cryptography(SCN2024)に採録された。さらに、評価が高かったことから論文誌 Cryptography and

Communications への招待論文に選出された。

- ミックスネットにおけるプライバシー保護: ミックスネットは匿名通信路を構成する暗号ツールである。先行研究によるミックスネットでは、送信者はその正当性と匿名性を両立するために、署名・暗号文などと共にゼロ知識証明を多用していた。提案方式では、送信者は、権限を付与する第3者と共に協力してその署名の正当性と匿名性を実現することが出来る。また、生成された署名の特性により各ミックスサーバの処理も既存方式に比べ極めて効率的に処理することが出来、安全性と効率性を兼ね備えたミックスネットの実現が可能となる。本成果は、IACR Cryptography ePrint Archive に公開された。

(イ) 暗号技術及び安全性評価

- 格子暗号の安全性評価に使用される基本アルゴリズムの厳密な計算量評価: 国内外において耐量子計算機暗号(PQC)の研究開発及び標準化に向けた準備が進められている。PQCの1つに格子暗号があり、その安全性の根拠となる格子点探索問題を効率的に解くための2つの代表的な基本アルゴリズムとして、ENUM アルゴリズムと Sieve アルゴリズムがある。これらの改良アルゴリズムはこれまでに多く提案されてきたものの、この10年でその改良が成熟し、これ以上の改良が困難な状況に達してきた。この状況で、この2つのアルゴリズムを比較すると、Sieve アルゴリズムが理論的にも実際に計算をした場合でも高速であると知られている。一方で、Sieve アルゴリズムを用いて NIST 標準方式を解くために要求されるメモリ量は現在地球上に存在する総データ量より最低でも4～5桁大きい。このため、物理的な実現可能性の観点から、実際の攻撃には Sieve アルゴリズム単体ではなく、ENUM アルゴリズムや他の多項式

空間攻撃アルゴリズムとの組み合わせが用いられると考えられる。本研究では、ENUM アルゴリズムの計算量評価と確率評価を理論的観点から更新した。具体的には、暗号解析で用いられる非常に低い成功確率の設定において、ENUM アルゴリズムの計算量予測が実際よりも低く与えられる問題の指摘と解決手法を提案した。さらに、解の確率分布が一様ではない場合の成功確率の解析手法を提案した。具体的には、ガウス分布の性質を利用することで格子問題の1つであるLWE (Learning With Errors) 問題の計算量を理論上で少なくとも1,000倍程度改善できることを示した。提案手法により、LWE問題を解く計算量をより正確に評価できるようになり、格子暗号のための適切なパラメータ選定に貢献できる。本成果は国内シンポジウムCSS 2024で発表した。

- 多変数公開鍵暗号(MPKC)の安全性評価に使用される基本アルゴリズムの効率化: 国内外において耐量子計算機暗号(PQC)の研究開発及び標準化に向けた準備が進められている。PQCの1つにMPKCがある。MPKCは多変数二次連立方程式の求解問題(MQ問題)の困難性を安全性の根拠とする。このため、MPKCの安全性評価のためにはMQ問題を効率良く解く方法を知ることが重要であり、MQ問題を解く研究が活発である。本研究では、MQ問題を解くために幅広く使用されるグレブナ基底計算において、剰余計算の対象となる多項式の選び方を基底計算中に切り替える手法を提案した。特に、グレブナ基底計算の後半の過程、具体的には多項式の剰余次数が減少してからの計算過程において、計算効率が良くなる多項式の選択方法に関する新しい手法を提案した。これにより、全体の計算量を従来手法よりも40%以上削減することに成功した。本成果は国内シ

ンポジウム SCIS 2025 で発表した。

- エンドツーエンド暗号化(E2EE)技術 SFrame の安全性評価: COVID-19 の世界的流行に伴い、メッセージングアプリケーションやビデオ会議アプリケーションなどの様々なコミュニケーションツールが幅広く普及した。また、利用者のプライバシー保護を目的とした E2EE 技術も急速に発達し、多くのツールに E2EE が導入されるようになった。SFrame はビデオ会議アプリケーションなどのリアルタイム通信が要求される環境で E2EE 機能を実現するためのフレームワークであり、令和2年5月に IETF のインターネットドラフトとして仕様が初めて公開され、令和6年8月に RFC 化された。本研究では、SFrame の初期バージョン(令和2年 11 月公開のドラフトに記載された仕様)に対して安全性評価を行い、3件の脆弱性とこれらの脆弱性を悪用した3種類の攻撃手法を提案するとともに、これらの攻撃に対する防御対策について提案した。これらの成果を難関国際会議 ESORICS 2021 で発表し、その後の発展的研究として、提案した防御対策の有効性について詳細に検証し、安全性と実装性能の観点から SFrame の初期バージョンに適した暗号アルゴリズムと適さない暗号アルゴリズムについて明らかにした。これら一連の成果について、国際論文誌 Journal of Information Security and Applications に採録された。
- 分散型 SNS プロトコル Nostr における E2EE 技術の安全性評価: コミュニケーション手段としてソーシャルネットワーキングサービス(SNS)が世界中で幅広く普及されている。X(旧: Twitter)、Facebook、Instagram などの伝統的な SNS は中央集権型プロトコルを採用しているが、このようなプロトコルでは中央サーバーに全てのデータが集約されているため、プライバシ

一保護や検閲耐性などの観点で課題が生じている。この課題を解決するために、従来の中央集権型 SNS プロトコルに代わる分散型 SNS プロトコルが注目されている。本研究では、分散型 SNS プロトコル Nostr とその代表的なクライアントアプリケーション (Damus、Amethyst、Iris、FreeFrom、Plebstr) の E2EE に対して安全性評価を行い、仕様や実装に起因する重大な脆弱性が内在していることを明らかにした。具体的には、7 件の脆弱性とこれらの脆弱性を悪用した 14 種類の攻撃手法を提示するとともに、これらの攻撃に対する防御対策について提案した。また、これらの攻撃の実行可能性について Proof of Concept (PoC) として検証を行い、Amethyst を除くクライアントアプリケーションでは攻撃 (の一部) が有効であることを示した。これら一連の成果については各設計者に報告し、脆弱性の一部が修正されていることを確認している。本成果の一部を CSS 2024 で発表し、優秀論文賞とエシカルプラクティス賞を受賞した。

- コミュニケーションプラットフォーム Rocket.Chat における E2EE 技術の安全性評価: Rocket.Chat は世界中の公的機関や大手企業において幅広く導入されているオープンソースのコミュニケーションプラットフォームであり、その主要な機能の 1 つとして E2EE によるグループチャット機能がある。本研究では、Rocket.Chat の E2EE に対して安全性評価を行い、メッセージの機密性と完全性が損なわれる重大な脆弱性が内在していることを明らかにした。この脆弱性を悪用することで、実際に通信内容の機密性と完全性を破る攻撃手法を提示するとともに、この攻撃に対する防御対策について提案した。提示した攻撃手法の実行可能性については PoC として検証を行い、その

有効性を提示した。また、Rocket.Chat のオンプレミス運用を採用する組織に対し、運用上生じうる課題を考察し、その課題に対処するための推奨運用方法を提示した。これら一連の成果について Rocket.Chat のセキュリティチームに報告し、脆弱性の一部が修正されたことを確認した。本成果の一部を国内シンポジウム CSS 2024 と SCIS 2025 で発表し、CSS 2024 の発表では優秀論文賞とエシカルプラクティス賞を受賞した。

- SAT ソルバーによる軽量ブロック暗号 PRINCE、QARMA の安全性評価: 差分攻撃は共通鍵暗号解析の分野において最も重要な解析手法の1つである。差分攻撃による安全性評価では、対象となる暗号方式の差分確率を厳密に評価することが重要な解析手順の1つとなるが、差分確率を厳密に評価することは計算量的に困難であるという課題がある。本研究では、充足可能性問題 (SAT: Boolean Satisfiability Problem) を解くソルバーの力を借り、差分確率を厳密に評価するための汎用的な並列化フレームワークを提案し、本成果を難関国際会議 SAC 2023 で発表し、その後の発展的研究として、提案したフレームワークを応用し、鍵回復攻撃の実行に適した差分特性の探索を可能にすることで、特に軽量ブロック暗号 QARMA に対する差分解読法を用いた鍵回復攻撃耐性評価を初めて示した。
- 深層学習による軽量ブロック暗号 Simon の安全性評価: 共通鍵暗号の設計段階において、設計対象の暗号アルゴリズムがあらゆる暗号解読法 (差分攻撃、線形攻撃、積分攻撃など) に対して安全であることを証明することは重要である。一方で、これらの暗号解読法に対する安全性を網羅的に評価することは困難である。評価漏れにより設計時に致命的な脆弱性が

見逃され、公開された暗号アルゴリズムがすぐに解読された例も少なくない。本研究では、令和4年度に提案したニューラルネットワークベースの出力予測攻撃を使用し、共通鍵暗号の設計に対してこの攻撃がどのような効果をもたらすかに関し、軽量ブロック暗号 Simon を解析対象として考察した。具体的には、Simon の内部パラメータを変更した複数の Simon 亜種を構築し、これらの亜種に対して5つの暗号解読法(差分攻撃、線形攻撃、不能差分攻撃、零相関線形攻撃、積分攻撃)に起因する脆弱性の有無を明らかにした上で、これらの脆弱性に対するニューラルネットワークの検知能力を検証した。結果として、ニューラルネットワークは Simon 亜種の脆弱性を有する構造を特定することに成功した。得られた結果は、共通鍵暗号の設計段階における安全性評価において、ニューラルネットワークが有効に機能する可能性を見出したことを示している。本成果は国際会議 CSCML 2024 に採録された。

- 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: 1年に一度開催される 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ュータ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シミュレーション実験の演習を実施した。
- SAT ソルバーによるブロック暗号 (AES、Camellia、など)の安全性評価: 共通鍵暗号の設計段階において、設計対象の暗号アルゴリズムがあらゆる暗号解読法(差分攻撃、線形攻撃、積分攻撃、など)に対し

て安全であることを証明することは重要である。そして、MILP、SAT、CPなどをベースとした自動評価ツールの著しい進展により、安全性解析のタスクの実行が比較的容易になりつつある。一方、暗号アルゴリズムが複雑な構成要素(例えば、8ビットのような大きいサイズの S-box や行列演算のような複雑な線形層)で設計されている場合、自動評価ツールを使用した評価は依然として計算量的に困難なタスクとなっている。この困難なタスクに取り組むため、SAT 手法と分割統治手法を組み合わせた新しい自動評価手法を提案した。具体的には、与えられた SAT モデルを複数の小さな SAT モデルに分割し、分割された SAT モデルに対して真に解析が必要な SAT モデルに対してのみ解析を行う汎用的なツールを開発した。開発したツールを AES や Camellia 等の電子政府推奨暗号に適用するとともに、ARIA、LED、Midori、SKINNY 等、様々なタイプの暗号アルゴリズムに適用することで、汎用ツールとしての有効性を示した。本成果については、暗号分野に関する国内最大のシンポジウム SCIS 2024 で発表し、全 345 件の発表の中から唯一のイノベーション論文賞に選出された。

- SAT ソルバーによるハッシュ関数 AES-DM の安全性評価: 電子政府推奨暗号である AES を用いたハッシュ関数モードには様々な種類がある。これらのハッシュ関数モードのうち Davies-Meyer(DM)モードを利用した AES-DM ハッシュ関数がある。AES-DM の衝突攻撃に関する既存研究では初期化ベクトルに差分を入力することが許容されるフリースタート衝突攻撃の条件下での安全性が評価されているが、現実的な条件である衝突攻撃やセミフリースタート衝突攻撃の条件下での安全性は評価されていない。これは差分を入力することが許容される空間が限定的となる

ことで、衝突を生起させることが困難であるためと推察される。本研究では AES-DM に対する衝突攻撃とセミフリースタート衝突攻撃の条件下における初めての安全性評価を示した。具体的には、SAT ソルバーにより、AES の秘密鍵にのみ差分が入力されるような差分特性を探索し、AES ベースのハッシュ関数に対して有効なリバウンド攻撃を適用した。結果として、衝突攻撃の条件下では3ラウンド AES-128-DM、5ラウンド AES-192-DM、9ラウンド AES-256-DM まで攻撃が有効であり、セミフリースタート衝突攻撃の条件下では5ラウンド AES-128-DM、7ラウンド AES-192-DM、9ラウンド AES-256-DM まで攻撃が可能であることを世界で初めて明らかにした。本成果は、暗号分野の最難関国際会議の1つである Asiacrypt 2024 に採録された。

- 耐量子計算機暗号(PQC)ガイドラインの改定: 令和4年度の CRYPTREC 事務局活動として、「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(耐量子計算機暗号)」を発行した。ただし、令和4年度末時点では、米国 NIST の PQC 標準化プロジェクトにおいて第4ラウンドの選考過程が進行中であることをはじめ、PQC に関する技術開発、標準化活動が世界的に活発であった。このような状況を踏まえ、CRYPTREC では令和5年度に PQC ワーキンググループ(WG)を再度立ち上げ、2年間かけて PQC の技術動向について調査・把握した。これらの結果に基づきガイドラインを改定し、令和6年度末に令和6年度版のガイドラインを策定した。
- 主要な公開鍵暗号の安全性の予測図の更新: 令和6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。状況はこれまでと変わらず、暗号技術の危殆化時期が先に延びている様子を示した。		
	(3)サイバーセキュリティに関する演習 【実践的サイバー防御演習(CYDER)】 ・集合演習(オンライン実践を含む) 実施回数:110 回開催済み 受講申込者数 4,237 人、受講修了者数 4,225 人 オンライン演習 プレ CYDER 受講申込者数 4,721 人、受講修了者数 4,058 人 オンライン実践コース: 令和6年 10 月 31 日、11 月 12 日に、中級レベルを実証実験済み(東北、中国管区内より 21 人が受講) 令和6年 12 月5日、12 月6日に、初級レベルを実証実験済み(北海道、近畿管区内より 24 人が受講) - 令和6年度までにおける累計受講者数は 27,000 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6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 4,000 人規模でセキュリティオペレーター	(3)サイバーセキュリティに関する演習 CYDER では基礎的で CSIRT 担当者として知っておきたい事項を短時間で習得できるオンラインコースであるプレ CYDER を本格的に実施し、年度の前半に分けて、受講機会の創出に努め、ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施したこと、CIDLE では大阪・関西万博関連組織の情報システム担当者等を対象として開始しており、大阪・関西万博の安全な開催に向けたサイバーセキュリティの強化に貢献していること、RPCI では令和5年度に引き続き、令和6年度においても受講者ニーズに応えた日程で年間 10 回の集合演習を開催し報処理安全確保支援士のスキル向上に貢献したこと、SecHack365 では受講者(トレーニー)の指導において修了生をア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ことなど、社会的価値、社会実装、ICT 人材の需要への対応、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化への貢献のそれぞれの観点に対して非常に優れた成果をあげている。	【サイバーセキュリティに関する演習】 CYDER、CIDLE、RPCI などの大規模演習の実施、SecHack365 による若年層の発掘・育成と修了生による自律的ネットワークの形成など、地方公共団体、大阪万博関係者等、社会的に重要な人材層の能力向上に大きく貢献するとともに、持続可能な人材育成にも貢献。 自治体への演習や若手人材の育成等、その方法をも含めて工夫がなされており、一定の成果も生んでいる。難しい取組であるが、サイバーセキュリティ人材全般に関する画期的な取組、将来的な育成につながる取組への大きな期待がある。

を育成した。

- 令和7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5年度では 2,639 人だった地方公共団体職員の受講者数(オンライン実践を含む)が令和6年度には 2,879 人と増加していることから、本事業の有用性が実証された。
- 全国 47 都道府県で集合演習を開催(年間 110 回)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。
- 集合演習 A コース(初級)、B コース(中級)、C コース(準上級)に加え、オンライン演習においてプレ CYDER を本格実施するとともに、オンライン実践コースの実証実験において、令和6年度に初級レベル相当のコースの実証を開始するなど、多彩なコース設定で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。加えて、言語聴覚士手配等、多様な受講者の参加を全面的にサポートした。
- 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各総合通信局等に聴取し、集合演習実施スケジュールに反映した。加えて、令和6年度は C コースを大阪でも開催し、西日本エリアにおける上級セキュリティ人材育成に貢献した。
- また、サイバーセキュリティ研究所の最新の攻撃等に係る知見等をシナリオに反映することで、よりリア

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6年度までにおける累計受講者数は 27,000 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こと。令和6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 4,000 人規模でセキュリティオペレーターを育成したこと。
- 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

ルな演習の提供へと繋がった。

- 令和6年度においては、小規模な自治体等は交通の便が悪いエリアに多く、なおかつ人手が少ないことから複数兼務を抱えており時間的・地理的制約があること、異動が頻繁で専門性の蓄積が難しい、といった課題があるという調査・ヒアリング結果を踏まえ、基礎的で、CSIRT 担当者として知っておきたい事項を短時間で習得できるオンラインコースであるプレ CYDER を本格的に実施した。年度の前後半に分けて、受講機会の創出に努め、ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施した。
- 受講対象組織へのパンフレット送付やメールのご案内、総務省・各総通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6年度までに、国の機関・指定法人・独立行政法人(124 組織)の未受講組織数を8年間で 99%減、地方公共団体(1,788 組織)の未受講組織数を8年間で 91%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。
- 更に、CYDER の効果の可視化のため、令和4年度より人材需要調査において、自治体の組織のインシデント対応能力(CSIRT の成熟度)について測るための評価軸を設計するとともに、令和5年度より CYDER 事業の Web サイトよりダウンロード可能なものとして提供しており、自治体が自組織のレベル感を認識することで、さらなる演習の受講や体制強化へのインセンティブにつなげるような仕組みを構築した。

【万博向けサイバー防御講習(CIDLE)】

- ナショナルサイバートレーニングセンターが有する大規模仮想ネットワーク環境及び最新のサイバーセキ

提供したこと。

- 令和6年度は延べ 72 日のオンライン講習、9日の集合演習・講習を提供し、大阪・関西万博関連組織の情報システム担当者等のスキル向上に貢献していること。

【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。

- 集合演習 A コース(初級)、B コース(中級)、C コース(準上級)に加え、オンライン演習においてプレ CYDER を本格実施するとともに、オンライン実践コースの実証実験において、令和6年度に初級レベル相当のコースの実証を開始するなど、多彩なコース設定で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こと。加えて、言語聴覚士手配等、多様な受講者の参加を全面的にサポートしたこと。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各総合通信局等に聴取し、集合演習実施スケジュールに反映したこと。加えて、令和6年度は C コースを大阪でも開催し、西日本エリアにおける上級セキュリティ人

セキュリティ研究の成果を活用し、大阪・関西万博関連組織の情報システム担当者等を対象として、セキュリティインシデントに関する講義である CIDLE 集合カレッジⅠ、Ⅱや、グループワーク・ロールプレイ等を中心とした大阪・関西万博向けインシデント対応演習である CIDLE 集合演習Ⅰ、Ⅱ、また博覧会協会全職員を対象としたオンラインコースである CIDLE オンラインカレッジエレメンツ等を実施した。

- 講習の企画にあたっては大阪・関西万博関連組織と綿密な打ち合わせを実施し、先方の体制・ニーズに応じた講習形態を企画した。具体的には、令和5年度の演習結果を踏まえ、大阪・関西万博関連組織の要望するシステムを題材にした内容を演習に組み込むとともに、より基礎的な内容を受講者自身のペースに合わせて学習できるオンラインコースの提供等、きめ細やかな対応を実施した。
- 令和6年度は延べ72日のオンライン講習、9日の集合演習・講習を提供し、大阪・関西万博関連組織の情報システム担当者等のスキル向上に貢献した。

(令和6年度で事業終了)

【実践サイバー演習(RPCI)】

- 情報処理安全確保支援士向け特定講習である RPCI を以下の通り開催した

実施回数: 10 回開催

受講者数(受講申込者数を含め): 180 人

(前年度比 0.7 倍(令和6年度: 249 人))

受講者満足度: 94%(5段階評価での5(大変満足)と4(満足)を合算)

材育成に貢献したこと。

- 社会実装を意識した指導内容を強化するため、テーマに対して独創性や実用性、社会的ニーズの観点から指導を行う「社会実装ゼミ」について、今年度も受講生から希望者を募り、指導を行ったこと。
- 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こと。

【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6年度においては、小規模な自治体等は交通の便が悪いエリアに多く、なおかつ人手が少ないことから複数兼務を抱えており時間的・地理的制約があること、異動が頻繁で専門性の蓄積が難しい、といった課題があるという調査・ヒアリング結果を踏まえ、基礎的で、CSIRT 担当者として知っておきたい事項を短時間で習得できるオンラインコースであるプレ CYDER を本格的に実施したこと。年度の前後半に分けて、受講

- 他の特定講習では実施していない土曜日の開催を複数設け、資格更新登録期限の直前は月2回の開催としていたところ、令和6年度は過去3年度の申込状況を分析し、6月に2回、7月に3回とニーズのある時期の開催回数を大幅に増やし、受講者視点に基づき講習スケジュールを実施した。
- また、中部・関西以西の支援士への受講機会を創出するため、東京以外での開催として初めて大阪で開催した。
- より効果的な周知活動を行うため、大阪開催の申込期限前に、支援士のキャリアパスと特定講習についてのミニセミナーを開催した。
- 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し、情報処理安全確保支援士のスキル向上に貢献した。なお、令和7年度以降のシナリオを一新、内容をより高度なものに変更し、支援士の一層のスキル向上に資するとともに、過去のRPCI受講者の再受講を促進した。(※令和6年度特定講習全40講座のうち、インシデントハンドリングをテーマとしている集合形式の講座は、RPCIの他、民間企業の提供する1講座のみ。)
- 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

機会の創出に努め、ICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施したこと。

- 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こと(これまでの延べ修了生数328人)。
- 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こと。

【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。

- 令和6年度は延べ72日のオンライン、9日の集合演習・講習を提供し、

	能とし、高い受講者満足度を得られた。 • 事前学習サイトへのアクセス期間は、受講日にかかわらず予約確定後から1月中旬までとし、最長8箇月間受講でき、演習後も繰り返して学習できる環境を提供した。 • 受講者が組織内で共有・展開できるよう、演習で利用するインシデント報告書のフォーマットを受講者全員に対し演習後に提供した。 • 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、フォレンジック等が実際にパソコン操作を通じて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た周知活動を行い、令和5年度からの受講者数大幅増加を達成するとともに、ICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施した。 • 令和5年度に引き続き、令和6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。 • 聞き取り調査、受講者アンケートの結果を踏まえ令和6年度は過去3年度の申込状況を分析し、6月に2回、7月に3回とニーズのある時期の開催回数を大幅に増やし、選択と集中を行い、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	大阪・関西万博関連組織の情報システム担当者等のスキル向上に貢献したこと。 • 令和6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こと。聞き取り調査、受講者アンケートの結果を踏まえ令和6年度は過去3年度の申込状況を分析し、6月に2回、7月に3回とニーズのある時期の開催回数を大幅に増やし、選択と集中を行い、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こと。 • 受講者（トレーニー）の指導においては、SecHack365で培った知見を現役の受講者に還元し修了生の視点からアドバイスや指導補助を行うため、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こと。	

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。

【若手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。
- 全6回のイベントをオンライン2回、実地開催を4回開催した。オンラインでは講義や発表・オフラインでは発表やレビューなど、指導の目的に合わせ使い分け、より効果的な指導や開発継続のため工夫を行った。開催地については、令和5年度同様に関東について応募者数の多い関西地域でのイベント開催に加え、広島での初のイベントも実施し、現地の起業家や専門家の講演も行った。
- 受講者数:40人
- 毎年3月に開催している成果発表会では修了生の作品も展示した。また、より多くの方に成果を見ていただく機会として、「InteropTokyo2024」にて修了生の成果を4作品ポスター展示した。初めての試みであったが参加した修了生や来場者にも好評であった。事業成果を発表する機会として今後も継続する予定である。社会実装を意識した指導内容を強化するため、テーマに対して独創性や実用性、社会的ニーズの観点から指導を行う「社会実装ゼミ」について、令和6年度も受講生から希望者を募り、指導を行った。令和7年度も引き続き実施する予定である。

- 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と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(これまでの延べ修了生数 328 人)。
 - 修了生はこれまでに起業、表彰、学会・論文等受賞、他事業採択等、顕著な活躍をしており、修了生による社会全体のサイバーセキュリティ向上への寄与ができた。
 - 受講者(トレーニー)の指導においては、SecHack365で培った知見を現役の受講者に還元し修了生の視点からアドバイスや指導補助を行うため、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、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。
- また、修了生サポートのため、修了生による成果発表の機会の提供や、修了生イベントにおける企業とのつながりの機会の強化を実施した。また、修了生への経歴証明・キャリアマッチングの支援、事業プレゼンスの向上のため、修了を証明できるデジタルバッジの付与を令和7年度に予定しており令和6年度についてはその準備等を実施した。

• 修了生イベント(SecHack365 Returns)の实地開催 これまで修了生だけの参加としていたが、令和5年度から外部出展者や見学者も参加できるイベントとして、令和6年度も日本橋 TCR で開催した。外部見学者として企業の人事やセキュリティ担当者などを招待し、修了生の日頃の成果や取り組みなど活動状況を知ってもらう機会となった。また、新規取組として、地域での SecHack365 事業と修了生のコネクション維持・向上を目的として小規模版のイベントを札幌にて試験的に施行した。 • 中学生・高校生を対象にした出張授業「SecHack0 (セックハッコー)」を実施し、中学生・高校生が「セキュリティ」と「イノベーション」に興味を持ち、社会全体が抱える未解決の課題について認識し、理解を深める機会を創出した。			
(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成 • 令和6年度末の Co-Nexus A 参画組織は 40 組織まで増加した。参画内訳は大企業 13、中小企業1、教育機関 10、官公庁 10、その他社団法人等6となった。 • 解析者コミュニティをコアとして活動継続、Co-Nexus A 解析者コミュニティに加えて WarpDrive、LETTICE の2つのサブコミュニティを形成し、サブコミュニティにより生成された技術、データセット、脅威情報は解析者コミュニティに適宜フィードバックを行う事で、解析者コミュニティの強化を行った。Co-Nexus A 解析者コミュニティの定期会合の参加者は各回 90 人規模に拡大した。		(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成 令和5年 10 月に発足したアライアンスが発足時の参画組織数である 47 組織から今年度はその 1.9 倍となる 92 組織まで増加し、民間企業、大学、高専、政府官公庁等からさらに幅広く参画頂いたことで確固たる産学官の結節点として組織を越えたアライアンスとなったこと、STARDUST NextGen の貸与を継続・拡大したこと、CURE データの解放を開始したこと、高度セキュリティ人材育成オンライン SOC 研修プログラムにおいて 11 組織 22 名を育成したこと、さらに、現状シェアが少なくデータの少なから検証改善の進まない国産セキュ	【サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成】 国産セキュリティ製品・技術に対して検証環境を提供し、それを用いて実際に検証・フィードバックを行ったことは、産業界の技術力向上に直接的に貢献する取組であり、研究成果の社会実装として極めて意義深い。 産官学共同の研究開発体制、およびサイバーセキュリティ確保に関して中心的な取組を進めており、国全体としてのサイバーセキュリティ対策への取組、特に技術的な取組の一翼を担っており、今まで開発した技術、取組を十分に活用した CYNEX アライアンス体制、およびその強化は重要な成果である。

- LETTICE の活動を本格化し、Co-Nexus A 解析者コミュニティを皮切りに情報共有を開始した。
- STARDUST NxtGen の貸与を継続・拡大、CURE データの解放を開始した。
- WarpDrive コミュニティでは第2回 WarpDrive Workshop を開催した。WarpDrive 参画組織から 40 人規模が参加し、研究開発成果、解析手法についての情報共有を行った。
- より長く、より多くのユーザの獲得を目的として WarpDrive 情報収集の核となるタチコマセキュリティエージェントを高度化した。定常的なブラックリストの更新、ユーザインタラクション機能の整備など、セキュリティエージェントとしての基本機能の深化に加えて、セキュリティクイズゲーム機能を大幅拡張し、問題数を約7倍の 2,000 問に大幅に増加させると共に、問題の領域を情報・セキュリティ資格の体系に適合・分類し、試験対策アプリとして活用可能になるよう進化させた。その結果ユーザ利用時間が延び収集データが大幅に増加した。
- 高度セキュリティ人材育成オンライン SOC 研修プログラムにおいて 11 組織 22 名を育成した(受講生属性:社会人 17 名、学生5名)。
- 高度セキュリティ人材育成オンライン OJT 研修プログラムにおいて2組織3名(1名修了、2名在籍中)を育成した。
- NICTER 観測レポート Q1、Q2、Q3、Q4、NICTER 観測レポート 2024(令和7年2月 13 日公開)、NICTER Blog: 8件、Twitter 随時更新など、国産脅威情報を継続的に生成・発信した。

リティ製品・技術に対し各製品・技術毎にカスタムした検証環境を構築し、それらを用いて検証・フィードバックを行うことで製品・技術の改善に大きく寄与し、我が国のサイバーセキュリティ対応能力の向上に貢献したことなど、社会的価値、社会実装、ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に非常に実施されたか、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のそれぞれの観点で非常に優れた成果をあげている。

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。

【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。

- STARDUST NxtGen の貸与を継続・拡大、CURE データの解放を開始したこと。
- 令和5年 10 月に発足したアライアンスが発足時の参画組織数である 47 組織(A:28、S:12、E:4、C:21)から、今年度はその 1.9 倍となる 92 組織まで増加したこと。各 Co-Nexus 毎の内訳は A:39、S:18、E:8、

• 独自収集データの外部提供2件の継続と Co-Nexus 間連携として、Co-Nexus E 製品評価の為に独自収集データの提供による評価を実現した。 • 現状シェアが少なくデータの少なさから検証改善の進まない国産セキュリティ製品・技術に対し、各製品・技術毎にカスタムした検証環境を構築、比較項目を共同検討した。さらにそれらを用いて検証・フィードバックを行うことで、製品・技術の改善に大きく寄与し、我が国のサイバーセキュリティ対応能力の向上に貢献した。 • 令和6年度検証した製品・技術は4社6製品に上り、製品の運用・検証日数は平均 200 日以上となった。 • 認証制度を視野に同一種別製品を公平に検証・評価する為の手法・項目の定式化を推進した。 • Co-Nexus S の高度セキュリティ人材育成オンライン SOC 研修プログラムで利用している、自主学習型オンライン SOC 研修システムについて Co-Nexus S と連携し内製化、演習受入れキャパシティの向上と、同演習コンテンツの Co-Nexus C での提供(外販も可能)を実現した。 • 演習教材の開発を進め、令和6年度は 83 種類のコンテンツラインナップに基づき、CYROP の提供を行った。教育機関の参画が急速に拡大、参画組織数は 66 組織となり、国内のセキュリティ人材育成の促進に寄与した。 • 定常的なオリジナルコンテンツ開発に加えて、重要インフラを念頭に事業領域別演習教材を新たに9種類開発した。また、その演習教材の評価を確認するため、試験実施を行った。	C:64 組織である。民間企業、大学、高専、政府官公庁等からさらに幅広く参画頂いたことで、確固たる産学官の結節点として組織を越えたアライアンスとなったこと。この参画組織数は当初、令和7年度末までに参画組織 40 組織であったところ、アライアンス発足時点で上回ったため、上方修正した 80 組織を既に上回っている状況であること。 • 令和5年補正予算事業である CYROP での演習拡大に関する追加措置において、作成した事業領域別演習教材を用いて、防衛向け(B パート)4日間×2回、警察向け(K パート)1日間×8回、医療向け(M パート)1日間×10 回、講師育成向け(T パート)3日間×3回の総演習日数 35 日に及ぶ演習の試験実施を主催したこと。従来までの全組織向け演習コンテンツに加え、特定業種別のコンテンツを拡充するとともに、より幅広い分野の人材育成に寄与する礎を築き、CYNEX アライアンスがより社会的価値を高めることに貢献したこと。 【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。

• Co-Nexus C 参画組織から講師・チューターの人員不足との声を受けて、講師・チューター育成コースの Co-Nexus C 主催での実施に向けコンテンツを作成した。また、CYNEX 認定講師制度(仮称)の開始を想定し、CYNEX Co-Nexus C 主催での試験実施を行った。 • AI セキュリティの研究開発とコミュニティ形成、そして情報収集・発信を実施する組織として、AI セキュリティ研究センターを令和7年2月1日に設立した。 • 米国 MITRE 社との連携フレームワークを大枠合意した。令和7年度末までに MITRE と連携して AI 技術のセキュリティ面での分析を実施し、ATLAS への掲載を目指すことで合意した。 • カナダの York University と、共同研究契約を令和7年3月に締結し、研究者の短期派遣を伴う研究開発体制を構築した。 • 令和5年 10 月に発足したアライアンスが発足時の参画組織数である 47 組織(A:28、S:12、E:4、C:21)から、令和6年度はその 1.9 倍となる 92 組織まで増加した。Co-Nexus 毎の内訳は A:40、S:18、E:8、C:66 組織である。民間企業、大学、高専、政府官公庁等からさらに幅広く参画頂いたことで、確固たる産学官の結節点として組織を越えたアライアンスとなった。この参画組織数は当初、令和7年度末までに参画組織 40 組織であったところ、アライアンス発足時点で上回ったため、上方修正した 80 組織を既に上回っている状況となった。 • 令和5年補正予算事業である CYROP での演習拡大に関する追加措置において、作成した事業領域別演習教材を用いて、防衛向け(B パート)4日間×2回、警察向け(K パート)1日間×8回、医療向け(M パート)1日間×10 回、講師育成向け(T パート)3日間×3回の総演	• STARDUST NxtGen の貸与を継続・拡大、CURE データの解放を開始したこと。 • より長く、より多くのユーザの獲得を目的として WarpDrive 情報収集の核となるタチコマセキュリティエージェントを高度化したこと。 【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。 • 高度セキュリティ人材育成オンライン SOC 研修プログラムにおいて 11 組織 22 名を育成した(受講生属性: 社会人 17 名、学生5名)こと。 • 高度セキュリティ人材育成オンライン OJT 研修プログラムにおいて2組織3名(1名修了、2名在籍中)を育成したこと。 • Co-Nexus S の高度セキュリティ人材育成オンライン SOC 研修プログラムで利用している、自主学習型オンライン SOC 研修システムについて Co-Nexus S と連携し内製化、演習受入れキャパシティの向上と、同演習コンテンツの Co-Nexus C での提供(外販も可能)を実現したこと。

	習日数 35 日に及ぶ演習の試験実施を主催した。従来までの全組織向け演習コンテンツに加え、特定業種別のコンテンツを拡充するとともに幅広い分野の人材育成に寄与する礎を築き、CYNEX アライアンスがより社会的価値を高めることに貢献した。 • その他：政府端末情報を活用したサイバーセキュリティ情報の収集・分析に係る実証事業における分析拠点 CYXROSS Core を開設した。 • 安全性や透明性の検証が可能な国産セキュリティソフトを政府端末に導入し、得られたマルウェア情報等を機構の CYNEX において集約・分析する実証事業を実施するため、実績のある国産の振る舞い検知型ソフトウェアをベースに CYXROSS Agent および管理分析基盤を開発した。 • CYXROSS Agent の導入に向けて、各省庁と調整を進め、複数の省庁・独立行政法人等に導入、その他の省庁等への検証導入を含め、導入台数が大規模な導入となった。	• 演習教材の開発を進め、今年度は 74 種類のコンテンツナインナップに基づき、CYROP の提供を行った。教育機関の参画が急速に拡大、参画組織数は 66 組織となり、国内のセキュリティ人材育成の促進に寄与したこと。 【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、顕著な成果があったと認められる。 • 現状シェアが少なくデータの少なさから検証改善の進まない国産セキュリティ製品・技術に対し、各製品・技術毎にカスタムした検証環境を構築、比較項目を共同検討した。さらにそれらを用いて検証・フィードバックを行うことで、製品・技術の改善に大きく寄与し、我が国のサイバーセキュリティ対応能力の向上に貢献したこと。 • 令和5年 10 月に発足したアライアンスが発足時の参画組織数である 47 組織 (A:28、S:12、E:4、C:21) から、今年度はその 1.9 倍となる 92 組織まで増加したこと。各 Co-Nexus 毎の内訳は A:39、S:18、E:8、C:64 組織である。民間企業、大学、

		高専、政府官公庁等からさらに幅広く参画頂いたことで、確固たる産学官の結節点として組織を越えたアライアンスとなったこと。この参画組織数は当初、令和7年度末までに参画組織 40 組織であったところ、アライアンス発足時点で上回ったため、上方修正した 80 組織を既に上回っている状況であること。 • Co-Nexus A 参画組織は 40 組織まで増加した。参画内訳は大企業 13、中小企業 1、教育機関 10、官公庁 10、その他社団法人等 6 となった。	
	(5)IoT 機器のサイバーセキュリティ対策の促進 • NOTICE に参画した国内 ISP 84 社が保有する約 1.25 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多数発見し、通知を行った。令和 6 年度においては、延べ 183,066 件のパスワード設定の不備等のある脆弱な IoT 機器を注意喚起対象として ISP に通知した。 • 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 6 年度は 1 日平均で約 800 件のマルウェア感染済み IoT 機器を検知し、通知を行った。 • サイバー攻撃に悪用される IoT 機器として、DNS 及び NTP、SSDP プロトコルを悪用したリフレクション攻撃の踏み台になり得るリスクのある機器を調査し、計	(5)IoT 機器のサイバーセキュリティ対策の促進 NOTICE に参画した国内 ISP84 社が保有する約 1.25 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、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多数発見し、通知を行ったこと、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 へと通知を行ったこと(令和 6 年度は 1 日平均で約 891 件のマルウェア感染済み IoT 機器を検知し、通知を行った)、サイバー攻撃に悪用される IoT 機器として、DNS 及び NTP、SSDP プロトコルを悪用したリフレクション攻撃の踏み台になり得るリス	【IoT 機器のサイバーセキュリティ対策の促進】 NOTICE での国内 ISP84 社との協調調査などを実施した。サイバーセキュリティ対策助言の活動範囲を広げ、注意喚起の効果を向上させるための方策を検討・実施した。単なる調査に留まらず、ISP やベンダとの協力によって国内のサイバーセキュリティ対策に大きく貢献している。 NICT でしかリードできない業務を着実に実施し、我が国全体のセキュリティ基盤強化に明確に貢献している。

21 万件以上の ISP に対する通知を行った。

- 注意喚起を受けて実際に機器の設定変更までの対処を完了するユーザが多くないことから、一般に募集するユーザを対象とした調査により、ユーザが注意を向ける対象や思考の過程を明らかにすることで、注意喚起から機器の設定変更の完了までの行動障壁を解明した。今後、本調査の分析結果を元に、NOTICE における新たな注意喚起の伝達方法や注意喚起文面を検討する。
- 数多く存在する脆弱性のうち、本事業においては外部から攻撃可能なセキュリティホール等のソフトウェアの脆弱性であり、かつ脆弱性の深刻度、普及台数、社会的な影響、攻撃への悪用可能性等の様々な観点から評価した脆弱性を調査の対象とした。機器に対して擬似攻撃コードを直接注入するといった検査方法は対象機器の動作を不安定にすることから、本調査では、従来行ってきたパスワード設定不備の調査におけるポートスキャン、バナー収集等の調査により機種が特定できた機器の情報をを用いて、独自に整備した脆弱性データベースと照合することで脆弱性の判定を行う方式とした。以上の取り組みにより、既存の調査システムをベースとしつつファームウェア脆弱性に対応した新たな調査環境を構築し、国内の数十万台の脆弱な機器の検知を可能とする大規模な調査を実現した。
- 構築したファームウェア脆弱性の調査環境を活用し、令和6年度においては4件のファームウェア脆弱性を対象として調査を実施し、計 87,005 件の通知を ISP に対して送付した。NICTER 解析チームと連携することで、実際の攻撃事例に基づいたファームウェア脆弱性に関する調査を推進したほか、複数の IoT 製品

クのある機器を調査し延べ14万件以上の ISP に対する通知を行ったことなど、社会的価値、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に資するものの観点でそれぞれ非常に優れた成果をあげている。

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、評価を「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 ISP 84 社が保有する約 1.25 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多数発見し、通知を行ったこと。
- サイバー攻撃に悪用される IoT 機器として、DNS 及び NTP、SSDP プロトコルを悪用したリフレクション攻撃の踏み台になり得るリスクのある機器を調査し、計 14 万件以上の ISP に対する通知を行ったこと。
- 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

ベンダと連携して対応を進めたことで、対象機器の注意喚起数について短期的に大幅な減少が見られるなど、顕著な効果が見られた。

- NISC による横断的 ASM 事業の一環として、機構において令和6年度に NOTICE による政府機関向け ASM サービス(NOTICE-ASM)を試験的に開始した。
- 機器の情報(シグネチャ)をより大規模かつ効率的に収集し、NCO の調査分析能力を向上することで NOTICE 事業の成果の最大化を目指す、NOTICE ヘルプチェックサービス(仮称)の検討を進めた。本サービスでは、ユーザとの契約の下、ユーザのネットワーク環境内において使用する機器の情報を収集する一方、当該機器の設定状況の確認、製品サポート状況に関する情報をユーザに提供する。この取り組みにより様々な機器のシグネチャを従来よりも効率的に収集した。NOTICE で得られた知見に基づき、通信事業者や行政機関等の組織を対象とした高度分析情報提供基盤の検討と設計作業を推進した。本システムでは、通信事業者、行政機関等における注意喚起や自己対応を促進するため、調査結果の詳細な分析結果を提供する。具体的には、個別の IP アドレスに関するセキュリティ履歴や保有機器の脆弱性情報等、各組織におけるセキュリティ対応に資する情報をリアルタイムに提供する。令和6年度は本システムのサービス形態やシステム設計作業を推進した。

器情報を日毎で ISP へと通知を行ったこと。1日平均で約 891 件のマルウェア感染済み IoT 機器を検知し、通知を行ったこと。

【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。

- 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 へと通知を行ったこと。1日平均で約 891 件のマルウェア感染済み IoT 機器を検知し、通知を行ったこと。
- サイバー攻撃に悪用される IoT 機器として、DNS 及び NTP、SSDP プロトコルを悪用したリフレクション攻撃の踏み台になり得るリスクのある機器を調査し、計 14 万件以上の ISP に対する通知を行ったこと。
- NOTICE に参画した国内 ISP 84 社が保有する約 1.25 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多数発見し、通知を行っ

		たこと。 • 既存の調査システムをベースとしてファームウェア脆弱性に対応した新たな調査環境を構築し、国内の数十万台の脆弱な機器の検知を可能とする大規模な調査を実現している。	
		<課題と対応> 【令和5年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】 (課題) 昨年度も指摘させていただいたが、産学連携で有望な国内セキュリティ製品ベンダがなかなか育たない点が相変わらず課題である。機構も言っているように、日本や世界のサイバー空間に広く入り込んだセキュリティ製品を扱う国産ベンダが育ってこない、サイバーセキュリティ上のデータ獲得の面でも不利となり、人材・技術・データが循環する場としても不備となる。大手電機メーカーやキャリアとの連携も取り組まれているようであるが、日本のサイバーセキュリティ産業の顔となる製品企業の育成につながる対応の強化をぜひお願いしたい。日本の経済安全保障の観点から国防関連やクラウド関係の日本企業の維持や育成が課題になっているが、セキュリティベンダについても同様のことが言えると考え。純国産セキュリティベンダについては(少数のスタートアップを除けば)なかなかスタートラインにも	

		立てない状況であるが、地道な育成に加えて、国策的な観点でも思い切った取組を期待したい。 (対応) ご意見ありがとうございます。CYNEX Co-Nexus E における国産セキュリティ製品の運用・検証を通して、国産ベンダの育成を進めているところではありますが、セキュリティ製品を自社開発しているベンダが少ないという日本の環境を変えて行く必要があると認識しております。そのためにはまず、日本政府が国産製品を採用することが重要であり、そうすることで国産ベンダが自社セキュリティ製品を開発する動機となり、アカデミアからもたらされるイノベーションへのニーズも向上します。このような日本のセキュリティのエコシステムを構築・循環させるための原動力として、CYNEX は産官学への働きかけと支援を行っています。その一環として、CYNEX で新たに開始した政府端末情報の収集・分析プロジェクト CYXROSS では、国産セキュリティ製品をベースに機構で開発したエージェントプログラムを政府機関のエンドポイントに導入し、自国のセキュリティを自国の技術で守るという環境を作り出すことを目指しており、既に一部政府機関への導入が始まっています。今後も、機構と国策が密接に連動しながら、我が国のサイバー攻撃対処能力の向上に努めてまいります。 (課題)	

		サイバーセキュリティ分野の業務内容が広がっているにもかかわらず、昨年と従事人員数が変わっていないのは健全ではない。研究開発とその他の活動を分けてリソースを配分する等の対応を検討すべきではないか。 (対応) ご意見ありがとうございます。評価資料の従事人数には有期雇用職員が含まれておりませんが、研究開発とその他の活動を分けてリソース配分し、業務を実施しております。サイバーセキュリティ分野の研究開発等を進めるのに必要な有期研究員や有期研究技術員、その他の活動等を実施するのに必要な有期一般職等を確保するための予算をそれぞれ毎年要求し、人材を公募・採用しております。当該分野は人材獲得競争が激しく、民間との給与差が大きいです。が、機構として「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も活用しております。	

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

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	Ⅲ. ー1. ー(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 19243

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	87	67		予算額(百万円)	10,884	20,360	22,140	33,440	
招待講演数※1	－	7	2	21	16		決算額(百万円)	4,970	4,153	8,722	8,311	
論文被引用総数※2	－	6	4	1	1		経常費用(百万円)	5,533	11,828	7,004	6,323	
過年度発表を含む論文被引用総数※3	－	6	49	167	141		経常利益(百万円)	△316	△281	△298	△412	
実施許諾件数	－	58	62	63	51		行政コスト(百万円)	5,665	12,858	8,190	7,523	
報道発表件数	－	2	1	1	1		従事人員数(人)	28	29	33	38	
共同研究件数※4	－	17	16	13	23							
標準化や国内制度化の寄与件数	－	0	0	1	9							
標準化や国内制度化の委員数	－	0	0	0	2							

※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. 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及び主務大臣による評価

中長期目標、中長期計画、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		主務大臣による評価	
	主な業務実績等	自己評価		
		S	評価	S
＜評価軸＞ - 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。 - 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。 - 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。		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、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研究開発を推進する中長期目標に対して、中長期期間の4年目として多言語コミュニケーション技術における 2025 年大阪・関西万博に向けた社会実装の推進と、社会知コミュニケーション技術における大規模言語モデルに関連する技術強化と社会的価値創造に重点をおき、特に、多言語コミュニケーション技術では、日本語・韓国語で人間レベル、英語・中国語で実用レベルの音声認識精度を達成し、計画を前倒しして VoiceTra で公開し、商用ライセンスを供与したこと、技術移転先においてクラウド型だけでなく、ノート PC 向けのスタンドアローン型としても実装され、すでに商	＜評価に至った理由＞ 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。 主な状況は以下のとおり。	

＜指標＞ 【評価指標】 • 具体的な研究開発成果 • 研究開発成果の移転及び利用の状況 • 共同研究や産学官連携の状況 • データベース等の研究開発成果の公表状況 • (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 【モニタリング指標】 • 査読付き論文数 • 招待講演数 • 論文の合計被引用数 • 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) • 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)標準化や国内制度の寄与件数		品化されていることなど前倒しで多言語コミュニケーション技術の社会実装が進展していること、また、社会知コミュニケーション技術では、当初の計画を大幅に上回り世界最大規模となる 22.9TB の日本語事前学習データを整備し、さらに、当初計画にはなかった最大トークン長がより長い新アーキテクチャの LLM を導入し、その学習環境を整備できたこと、多様な AI を同時並列、非同期に容易に組み合わせた反論生成、仮想人格等、全く異なる処理をローコスト、短時間での実装と根拠のある反論や情報の裏取り等、多様かつ変化するリスクに対する技術的対応策を短時間、ローコストでの実装とを可能にする汎用プラットフォーム WISDOM-LLM を開発したこと、世界最大規模の日本語事前学習用データや試作した LLM を民間企業に提供したこと、など計画を大きく超えて社会知コミュニケーション技術の科学的意義、社会的価値の創造が進んでいることなどは非常に優れた成果といえる。 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。	
	(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 • 模擬講演・会議の音声コーパスについて、タイ語 628 時間、ミャンマー語 612 時間、スペイン語 396 時間、ネ	(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」に基づき、2025 年大阪・関西万博も見据えた自動同時通訳の実現、並びに政策に即した重点対応言語の充実・拡大	【多言語コミュニケーション技術】 研究開発成果の検証の場として公開している多言語翻訳アプリ VoiceTra の高速化、安定化を継続的に行うことなどにより、VoiceTra

パール語 592 時間、クメール語 613 時間、モンゴル語 536 時間のあわせて 3,849 時間を構築した。また、非英語母語話者の音声コーパスについて、日本語母語話者による英語 300 時間を整備した。計画を上回る成果としてインド、オーストラリア、フィリピン、シンガポールの英語音声合計 2,044 時間を整備した。

- 日英オープンデータ計 88,100 時間を整備し、さらに、未整備のオープンデータ日本語 600 時間、英語 720 時間分の音声分類を行い、日本語 138 時間、英語 169 時間分を修正・整備した。また、会話スタイルの音声コーパスの拡充のため、日本語会話 633 時間、英語会話および自発発話計 2,514 時間、タイ語会話 545 時間、ベトナム語会話 500 時間、ミャンマー語会話 126 時間、アラビア語会話 112 時間のコーパスを調達、整備した。
- 最重点言語の音声認識に関して、日本語と韓国語で音声認識結果を問題なく読んで理解できるレベル(人間レベル)、英語と中国語で音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル(実用レベル)の認識精度を達成し、令和7年3月から令和6年 10 月に計画を前倒して VoiceTra で一般公開するとともに、民間企業等に商用ライセンスを供与した。
- 最重点言語以外の言語の音声認識に関して、ベトナム語、フィリピン語、ブラジルポルトガル語で音声認識結果を問題なく読んで理解できるレベル(人間レベル)、フランス語、タイ語、スペイン語、モンゴル語で音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル(実用レベル)、インドネシア語、ミャンマー語、ネパール語、クメール語で音声認識結果を読んである程度理解できるレベル(準実用レベル)の認識精度を達成し、令和7年3月から令和6年 10 月に計画を前倒して VoiceTra で一般

を実施し、同時通訳システム等の社会実装を推進する中長期目標に対して、中長期期間の4年目として大きな目標である 2025 年大阪・関西万博に向けた社会実装に重点をおいて業務を推進し、特に、日本語・韓国語で人間レベル、英語・中国語で実用レベルの音声認識精度を達成し、計画を前倒して VoiceTra で公開し、商用ライセンスを供与したこと、複数の自動同時通訳システムについて精度・速度の評価を行い、提案手法が低遅延でかつ高精度であることを確認したこと。また、技術移転先においてクラウド型だけでなく、ノート PC 向けのスタンドアローン型としても実装され、すでに商品化されていること、機構の技術を活用した商用製品・サービスが 10 件誕生し、自治体や企業での利用が拡大したことなどは社会実装の観点で非常に優れた成果といえる。なお、高品質、高速に話速及び声の高さを制御可能な超高速ニューラル波形生成モデル FIRNet の開発や、ミドルレンジのスマートフォンに搭載可能な高速・高音質な ConvNeXt 型ネットワークを音響モデルに導入した音声合成モデルを開発したこと、IIT Madras との共同研究により、高品質な人手作成データと人工データを組み合わせ、大規模な事前学習データと指示データを作成する手法を考案し、インド公用語 22 言語の事前学習データ、指示データを作成したことなどは今後の展開にもつながる科学的意義が非常に優れた成果といえる。

のダウンロード数は、累計で約 1,240 万件、シリーズ累計では約 1,373 万件となった。日本語、英語で約 7 億のパラメータを持つ大規模音声認識モデルを構築し、Open AI Whisper 等の世界トップレベルの音声認識エンジンと同等もしくはそれ以上の性能を達成した。これらのモデルと従来の音声認識方式を組み合わせることにより入力時間長の制限なくストリーミング処理可能な音声認識エンジンを開発した。さらに、総務省委託研究開発の各社に評価用として提供し、音声認識技術の発展に貢献した。これらの事実・取組・成果より、社会的価値において、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ていると評価できる。

救急隊用多言語音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」が 690(95.8%)の消防本部で導入されており、公共安全分野での社会的貢献は高く評価できる。

2025 年大阪・関西万博に向けて、同時通訳システム等の社会実装を推進。日本語・韓国語で人間レベル、英語・中国語で実用レベルの音声認識精度を達成、VoiceTra で公開し、商用ライセンスを供与するなど商品化を前倒して実現したこ

公開するとともに、民間企業等に商用ライセンスを供与した。

- 計画を上回る成果として、日本語、英語で約7億のパラメータ数を有する大規模音声認識モデルを構築し、Open AI Whisper 等の世界トップレベルの音声認識エンジンと同等もしくはそれ以上の性能を達成した。構築したモデルを総務省委託研究開発の研究担当各社に評価用として提供した。
- 大学技術系科目の教科書 150 冊を選定し、作業仕様を制定して複数年契約にて調達を開始した。
- 従来型の音声認識方式と end-to-end 型の音声認識方式を組み合わせることにより入力時間長の制限なくストリーミング処理可能な音声認識エンジンを開発した。
- 複数音声タスク(言語識別、話者識別、音声認識)に対応する 80 億パラメータの大規模音声モデルを試作した。商用モデルと性能を比較したところ、音声認識精度に関しては、日本語で同等、英語、中国語、韓国語において5%～16%、言語識別精度に関しては、69%の改善が得られた。計算速度は、GPU を使用した場合の RTF(リアルタイム比)が 0.2 程度であり、商用モデルと同等であった。この結果により LLM を活用した音声認識の有効性が確認された。
- 日本語言語辞書中の名詞単語 40 万件について、人手による検査・修正作業を進めており、本年度末には生活コーパスセット 1500 文に対する誤り率3%以下(2.9%)を達成した。
- 日本語について 400 人、合計 120 時間、英語について 110 人、33 時間のコーパスを構築した。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、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。

- IIT Madras との共同研究により、高品質な人手作成データと人工データを組み合わせ、大規模な事前学習データと指示データを作成する手法を考案し、インド公用語 22 言語の事前学習データ、指示データを作成したこと。また、事前学習データを Web サイト、PDF、動画等からノイズ除去して収集するパイプラインを構築し、指示データは翻訳や LLM を活用し作成し、データやソフトウェアを OSS として公開したこと。
- 話速及び声の高さを制御可能な超高速ニューラル波形生成モデル FIRNet を提案し、音質が MOS 値 4.0 で従来方式の5倍の速度を実現したこと。また、FIRNet の特性を活かし、テキスト音声合成のみの学習データのみを用いてテキスト音声合成および歌声合成の両方を実現する統合モデルを考案したこと。さらに、どちらも主要な国際会議で発表を行ったこと。

とは社会的価値及び社会実装の観点から高く評価できる。

	• CC BY 4.0 の英語公開コーパスを用いて話速及び声の高さを制御可能な平均オピニオン評点(MOS)値 4.0 を超えるニューラル波形生成モデルを構築した。テキスト音声合成モデルに関しては、日本語については納品されたコーパスを用いて、英語については CC BY 4.0 の公開コーパスを用いてモデル開発を行った。 • 話速及び声の高さを制御可能な超高速ニューラル波形生成モデル FIRNet を提案し、音質が MOS 値 4.0 で従来方式の5倍の速度を実現した(IEEE ICASSP 2024 で発表)。また、FIRNet の特性を活かし、テキスト音声合成のみの学習データのみを用いてテキスト音声合成および歌声合成の両方を実現する統合モデルを考案した(Interspeech 2024 で発表)。 • 音声認識の高精度化に必要な、多言語辞書について、ロシア語、アラビア語、ドイツ語、イタリア語、ヒンディー語、ウクライナ語各 35,000 語を整備した。 • ヒンディー語、ロシア語、ウクライナ語、アラビア語のテキスト正規化を開発し、読み誤りが少なく自然性のある音質(実用レベル)の音声合成を実現した。この成果を令和7年3月から令和6年 10 月に計画を前倒して VoiceTra で一般公開するとともに、民間企業等の商用ライセンス先に提供した。 • 令和5年度に画像識別の分野で用いられる ConvNeXt 型ネットワークをニューラルボコーダ部に導入することにより高速化を実現したが、本年度は音響モデルにも ConvNeXt 型ネットワークを導入することにより、29% の高速化を実現した。この成果を IEEE ICASSP2024 で発表した。	• ConvNeXt 型ネットワークを音響モデルに導入して 29%の高速化を達成し、IEEE ICASSP2024 で発表したこと。さらに、開発した高速・高音質な音声合成モデルをミドルレンジのスマートフォンに搭載し、0.5 秒の遅延で音声合成可能であることを確認し、報道発表と Interspeech 2024 で発表したこと。 【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。 • 日本語、英語で約7億のパラメータを持つ巨大音声認識モデルを構築し、世界トップレベルの音声認識エンジンと同等以上の性能を示したこと。[③-5]これらのモデルと従来の音声認識方式を組み合わせることにより入力時間長の制限なくストリーミング処理可能な音声認識エンジンを開発したこと、さらに、総務省委託研究開発の各社に評価用として提供し、音声認識技術の発展に貢献したこと。 • PubMed と arXiv の日本語検索を開始した。前年度 arXiv の日本語検索を開始したが、今年度はさらに PubMed の日本語検索を開始し、8月末時点で、arXiv 215 万件、PubMed 3765 万件と大量の文献情報を日次

	開発した高速・高音質な音声合成モデルをミドルレンジのスマートフォンに搭載し、遅延時間わずか 0.5 秒で合成音を出力可能であることを確認した。この成果を報道発表するとともに、Interspeech 2024 Show & Tell で発表した。		
	(イ) 自動同時通訳技術 - 低遅延化を図るため、多言語の同時通訳データから（文より短い）分割点を深層学習する技術の対象言語を、令和5年度の9言語（日本語、英語、中国語、韓国語、ベトナム語、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）に6言語（スペイン語、タイ語、ミャンマー語、ネパール語、クメール語、モンゴル語）を追加し、最終目標である計 15 言語に拡張した。また、同手法の実装であるソフトウェア及び分割のモデルについて、令和7年度での技術移転を予定していた全 15 言語について、全 15 言語の技術移転を令和6年末までに前倒しで行い、社会実装を加速した。 - 来年度での同時通訳精度の向上を目的として、6言語（中国語、韓国語、ベトナム語、タイ語、フィリピン語、フランス語）について、これら6言語を起点言語とする、日本語への同時通訳コーパスを作成した。同時通訳では、言語方向により、訳し方に大きな差があるので、これにより、双方向コーパスが揃い、来年度の翻訳精度向上が期待できる。 - PubMed と arXiv の日本語検索を開始した。前年度 arXiv の日本語検索を開始したが、今年度はさらに、PubMed の日本語検索を開始した。8月末時点で、arXiv 215 万件、PubMed 3,765 万件と大量の文献情報を日次で更新している。	で更新していること。 - 大阪・関西万博に向けて、総務省委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」の成果を活用した同時通訳システムについて、大阪・関西万博の紹介イベントでの実証実験を同委託の枠組で複数回実施した。また、半導体分野の大規模な国際展示会での実証実験も前年度に引き続き令和6年 12 月に実施したこと。 【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。 - 日本語・韓国語で人間レベル、英語・中国語で実用レベルの音声認識精度を達成し、計画を前倒して VoiceTra で公開し、商用ライセンスを供与したこと。さらに、最重点言語以外でも複数言語で人間レベル、実用レベル、準実用レベルと音声認識の対応範囲を広げ、計画を前倒して VoiceTra で一般公開するとともに、民間企業等に商用ライセンスを供与したこと。 - 複数の自動同時通訳システムについて、文または無音分割で、精度・速度の評価を行い、提案手法が低遅延でかつ高精度であることを確認したこと。また、技術移転先においてクラウド型だけでなく、ノート PC 向けのスタ	

	• 前年度開発した対話用多言語翻訳モデルを更新し、90 言語から 99 言語に対応した。英語と日本語への翻訳品質を改善するとともに、翻訳速度を約 1.5 倍に改善した。本モデルは、「日常会話」エンジンとして、みんなの自動翻訳@TexTra より公開されている。 • 基盤研究として、LLM を活用した翻訳精度の向上技術の研究に取り組み、公開されている LLM (Llama-3.1-70B-Instruct) を小規模の多言語対訳でチューニングをすることで多言語翻訳能力を向上できる可能性を示した。関連して特許2件を出願した。本研究により、これまでの機械翻訳エンジンでは実現ができなかったマークダウン形式のファイルの翻訳が、マークダウン形式を崩さずにできるようになった。また、本研究結果は、広い文脈を考慮できるため、従来の機械翻訳エンジンとは異なり、小説であっても翻訳できる可能性があることを示した。 • IIT Madras との共同研究により、高品質の人手作成データと人工データを組み合わせることで、大規模な事前学習データと指示データを作成する手法を考案し、インド公用語 22 言語の事前学習データ(2,510 億トークン)と指示データ(7,480 万)を作成した。 • 事前学習データを Web サイト、PDF、動画等からノイズ除去して収集するパイプラインを構築し、指示データは、既存データを利用する他、英語の指示データを翻訳したり、Wikipedia や WikiHow から LLM を利用して会話データを作成した。データやソフトウェアを OSS として公開した。 • 最難関国際会議 ACL 2024 で Outstanding Paper Award を受賞した。 • 教師あり構文解析タスクにおいて、従来は、構文ラベ	ンドアローン型としても実装され、すでに商品化されていること。 • 新たに 11 件の国内外特許・PCT 出願を行い、特許登録も5件増加していること。研究成果のライセンス契約は 48 件に達し、商用サービスの開始見込みや翻訳モデルのカスタマイズを実現するアダプテーション技術について、商談・契約交渉中であること。さらに、機構の技術を活用した商用製品・サービスが9件誕生し、自治体や企業での利用が拡大したことにより、知財収入が前年度比3割増となったこと。

ルが連続量のベクトル(float16x500 等)であるところを、0/1 の 10 ビット程度のベクトル(表現力は float16x1 未満)で表現しても、従来と同等の構文解析精度になることを示した。また、教師なし構文解析タスクにおいて、0/1 の 16、44 ビット(それぞれ、英語、中国語)程度で、従来と同等程度の構文解析精度になることを示した。更に、従来手法が、教師無し構文解析においては、英語または中国語のどちらかでのみ高精度であったが、提案手法は、両言語において、最高精度と同等精度であるので、汎用性が高い。

- 教師あり構文解析、および、教師無し構文解析に適用した論文が、それぞれ、最難関国際会議 ACL2024 および EMNLP2024 に採録された。
 - 主に講演を想定して、プレゼンテーションスライドに記述されている文章を独自開発した OCR エンジンにより読み取り、それを機械翻訳し、元のスライドに埋め込むと同時に、自動同時通訳により、音声も翻訳することで、リアルタイムに画像と音声を翻訳するシステムを研究開発した。
 - 翻訳単位をオンラインで決定する際に、従来よりも、広い文脈(最大3文程度)を考慮することで、正確に翻訳単位を決定できたため、翻訳精度が向上した。
 - 文字埋め込みについては、背景文字と講演者を区別し、講演者の手が動くと、文字が隠れるなどの高度な文字埋め込みを実現した。
 - NICT オープンハウス・CEATEC に出展し、好評だった。
- 特許出願1件(手続き中)
- 前年度までに構築した同時通訳のテストデータを用い

て、複数の自動同時通訳システムについて、文または無音分割で、精度・速度の評価を行い、提案手法が低遅延でかつ高精度であることを確認した。

複数社の既存ツールが、低遅延・高精度のどちらか一方しか満たさないのとは異なり、提案手法は、低遅延・高精度であることを確認した。

提案手法は、技術移転先において、クラウド型だけでなく、ノート PC にスタンドアローン(SA)として実装されており、SA は、既に商品化されている。

- Eval4NLP 2021 における機械翻訳の品質推定の国際コンペティションで最高性能を達成したツールを整理したものを TexTra-MTQE として OSS で公開した。また、同ツールにより、一般向け文書2種類のベンチマークで、小型モデルで、既存の最高性能の手法と同等以上の性能を達成した。

- インターネットから収集した中国語テキスト(生データ)を、汎用中日翻訳エンジンを活用して機械翻訳してからポストエディットすることで、効率的に中日対訳を構築した。

◇ 生データ: ネット上から収集した多岐にわたる中国語テキスト

- 中国メインランドと海外の中国語メディアのリソース、両方を含む
- 多分野の新聞記事、政府の公開文書、ビジネス文章などを含む
- 収集したテキストに、文字の量として数十億単位

◇ ポストエディット手法

- 元の中国文と自動翻訳文の品質を図り、数億文字の中日文ペアを抽出
- 令和6年8月～令和8年2月の間、1年半の期間で人手作業を行う
- 全作業で1億文字以上の中国文と対訳の日本語文を整備

上記と並行して、前年度までに蓄積している対訳データを活用し、Llama-3.1-70B-Instruct をカスタマイズする中日翻訳エンジンの基盤研究を実施した。それにより、汎用 NT を上回る翻訳精度を達成した。

- 法律・医療・科学という固有名詞が少なく、文体が整った分野では、汎用 NT と同等程度の翻訳精度
- 経済・エンタメという固有名詞が多く、文体も比較的自由な分野では、汎用 NT よりも高精度
- 全分野で 80%以上という高い精度を達成
- 令和3年度に金融庁の委託で金融専門対訳(日英)を構築し、汎用 NT をアダプテーションして高精度翻訳エンジン(国際金融翻訳モデル)を構築した。令和4、5年度は、国際金融翻訳モデルの技術移転により、産業界に利用を拡大し、特に、金融庁においても国際金融翻訳モデルが利用された。本年度は、東京都/国際金融都市戦略室からの委託により、決算短信の日英対訳を構築し、適応モデルを構築した。
- タイ語は発話者の性別に依存して、表現が異なるが、前年度までに構築した生活コーパスはデフォルト男性表現になっているため、女性発話者が日本語等をタイ語に翻訳した場合、違和感がでてしまう。そこで、生活

	コーパスから選択した約 34 万文に対して、男性・女性・中立表現を付与、逆表現(男性なら女性、女性なら男性表現)を半自動生成したコーパスを作成した。前年度までに蓄積した対訳データを有効活用し、日本語と異なる文化的な情報(男女で言語表現が大きく異なる)に対応するためのコーパスへのアノテーション法を考案した。		
	(ウ)研究開発成果の社会実装 • 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。)(228 会員(令和7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、研究開発成果の社会実装事例や最新技術に関しての情報提供を実施した。 • 自動翻訳シンポジウム(約 400 名参加)を令和7年2月に一般も対象とし開催した。本シンポジウムでは、大規模言語モデルと AI 翻訳についての講演、自治体における AI 翻訳の導入事例の講演を行った。また併せて企業・団体によるリアル展示も実施した。 • GCP 協議会部会員に対して、総務省委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」の進捗状況、ユーズ事例に基づく AI 翻訳サービスの課題、大阪万博での翻訳技術の活用、法務省法令翻訳システムの事例等を紹介した。 • これらにより、国内市場の活性化を見据えた多言語翻訳技術の社会実装を促進した。 • 大阪・関西万博に向けて、総務省委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」の成果を活用した同時通訳システムについて、大阪・関西万博の紹介イベントでの実証実験を同委託の枠組で複数回実施した。ま		

た、半導体分野の大規模な国際展示会での実証実験も前年度に引き続き令和6年12月に実施した。

- CEATEC2024にて、日本語又は英語による機構の10件の展示内容の紹介をリアルタイムで3言語(英中韓又は日中韓)に同時通訳するデモを実施し、数千人の来場者にアピールした。
- 関連府省庁等からの依頼を受け、ICTフェア in 東北、「けいはんな万博」キックオフイベントなど各種イベント計18件に出展した。この中では、同時通訳技術の研究開発状況、VoiceTra及びその技術の活用状況並びに音声マルチスポット再生技術等をアピールした。ICTフェア in 東北では、TOPPAN(株)など民間企業とともに自動翻訳に関する展示を行い、一部は報道でも取り上げられるなど、特にアピールを行うことができた。
- 国土交通省、近畿財務局等の視察に対応した。
- 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。
- これらで得られた知見を同時通訳サーバ・システムの改良に活用した。
- これらの活動により、機構の技術移転先が開発した多言語翻訳システムの利用は、報道ベースで88件確認された(令和7年3月末時点)。
- 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、6道府県警では、VoiceTraの利用も継続されている。
- 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 720 本部中 690 本部 (95.8%) の消防本部で導入された(令和7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。
- 外部連携等を通じた「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2者から提供を受け、辞書・コーパスの提供組織は 103 者となった。収集した辞書等は VoiceTra や同時通訳システムの基盤となる音声翻訳エンジン・サーバで活用された。
- イベントなどの際に、エリアによって異なる音を提示可能な音声マルチスポット再生技術を用いた「音声マルチスポット再生スピーカ」を併せてデモすることにより、同時通訳技術の具体的なイメージを示した。また NTT データカスタマサービス社との協働により海遊館で実証実験を実施した。
- 令和6年度末までに、新たに 11 件(うち同時通訳のコア要素(チャンク翻訳、音声合成技術)に関連するもの 7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5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、スタンドアローン型同時通訳技術に関して1者と契約締結した。さらに、翻訳モデルのカスタマイズを実現するアダプテーション技術に関して、5者と商談を開始し、1者と契約交渉中である。さらに、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、22 者と契約を締結している(音声

合成 11 者、翻訳 11 者)。

- 同時通訳技術の研究成果を用いた TOPPAN(株)のスタンドアローン型会議用同時通訳ツール「MeeTra」のほか、ポケットーク(株)の教育機関向けサービス「ポケットーク for スクール」やツアーガイド向けサービス「ポケットーク for ツアー」、(株)スマートボックスのハイブリッド型多言語通訳サービス「ドコツアー AI MIX」、コニカミノルタ(株)の多言語通訳サービス「KOTOBAL(コトバル)」を用いた東京都施設窓口向けサービスなど、機構の技術を活用した商用製品・サービスが新たに 10 件生まれた。
- 東芝デジタルソリューションズ(株)の法令翻訳システムは、翻訳バンクの活動として法務省の対訳データを活用して機構で構築した「法令契約」翻訳エンジンを用いたもので、令和5年 12 月から法務省で試行運用が開始されていたが、令和6年4月からは全省庁で運用が開始された。
- 他企業の製品・サービスも、自治体・医療・製造業・IT 関連企業・官公庁をはじめ、多数の分野・業界で利用が拡大し、令和6年度上半期の機構の知財収入の4分の3強を占め、金額も前年度上半期から約3割増となっている。
- 同時通訳の活用イメージを示すデモシステムの開発・改良を行った。具体的には、同時通訳システム及びマルチスポット再生システムを開発・改良・運用した。さらに、個別の運用に加えて、両者を連携させ、両システムの新たな活用シーンを示すシステムとして、言語識別機能を用いて1本のマイクロフォンを共有して日本語と英語間のインタビューを行え、マルチスポット再生技術を用いて多言語の同時通訳音声を混じりわずに出力できる多言語インタビューシステムを開発し、NICT

	オープンハウス 2024 でデモンストレーションを行った。このシステムでは、さらに、観客のスマホに翻訳結果文字列とその合成音声を出力することも可能である。令和7年1月の海遊館での実証実験でも活用した。 • 同時通訳電話デモシステムおよび Web 会議用の同時通訳システムを開発し、前者をけいはんな R&D フェア 2024 で展示すると共に後者を機構内利用に供した。 • 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。VoiceTra のダウンロード数は、令和5年度は約 194 万件であったが、令和6年度はさらに増加してコロナ前の水準を上回り、約 284 万件（累計で約 1,240 万件、シリーズ累計では約 1,373 万件）である。 • 多言語学習・評価データの整備及び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として、ベンガル語、タミル語の音声及び対訳コーパスの構築に着手した。 • 複数の言語に対応した多言語 LLM を活用した多言語翻訳技術の開発・評価として、多言語 LLM の評価データ構築に着手した。		
	(2)社会知コミュニケーション技術 • 仮想人格技術の実現に向けて、大規模言語モデル (LLM) も含めた多様な AI を統合し、多くの情報を含み有用なテキストを出力する、これまでにない技術の開	(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	【社会知コミュニケーション技術】 LLM のみならず多様な AI を並列、非同期にて動作させ、その組み合わせを「思考パターン」と呼ぶ

発を行った。我々は、従来技術、特に ChatGPT 等の現在の LLM ではその動作原理として確率最大の単語を選択してテキストを生成するために、(1)アイデア出しをさせても月並みなアイデアしか出力できないといった「創造性」の問題、(2)ハルシネーションで誤った情報を出力してしまうといった「信頼性」の問題、(3)出力に多様性がないといった「多様性」の問題という3つの本質的な弱点があると考えている。こうした LLM の本質的な弱点を克服する一つの方法は、多様な視点、特徴を持つ複数の LLM や大規模 Web 情報分析システム WISDOM X といった LLM には限らない多様な AI を柔軟に組み合わせることで用いることであるが、こうした組み合わせを容易に実現するために、これまでにない汎用ソフトウェアプラットフォーム WISDOM-LLM を開発した。WISDOM-LLM では、各 AI を並列、非同期に動作させつつ、組み合わせることが可能である。こういった並列、非同期の実装は個別に作り込むことで実現は可能であるが、WISDOM-LLM ではそういった AI の組み合わせを「思考パターン」と呼ぶ処理のフロー記述で簡潔に指定するだけで開発できるという特徴を持ち、この機能により AI 開発での試行錯誤を効率的に行うことが可能となる。WISDOM-LLM では思考パターンに従い、各 AI が並列・非同期に動作し、多数の出力候補を作成し、最終的には、出力候補を自動でランキングし、ベストな候補あるいは何らかの基準を満たす候補のみを出力する、あるいは、人間が出力候補をスコア順に目視し、良さそうなものを選択する等、ユーザの目的にあった出力を行うといった柔軟な使い方が可能であり、これもシステム開発の効率化に大きく貢献する。多様なシステムが WISDOM-LLM 上で実装可能であり、実際、前年度開発した尖ったアイデアの生成の他、根拠のある反論生成、仮想人格等、全く異なる処理を WISDOM-LLM 上でローコスト、短時間で実装してい

等により取得・融合する技術の実現や、さらに、我が国における大規模言語モデルの開発力強化及びリスク対応力強化に向けた研究開発を実施する中長期目標に対して、中長期期間の4年目として大規模言語モデルに関連する技術強化と社会的価値創造に重点をおき業務を推進し、特に、科学的意義の観点で、当初の計画を大幅に上回り世界最大規模となる 22.9TB の日本語事前学習データを整備し、さらに、当初計画にはなかった最大トークン長がより長い新アーキテクチャの LLM を導入し、その学習環境を整備できたこと、また、7種類のタスクの独自ベンチマークデータセットを構築し、これまでに試作してきたモデルを手で評価したこと、多様な AI を同時並列、非同期に容易に組み合わせ反論生成、仮想人格等、全く異なる処理をローコスト、短時間での実装を可能にする汎用プラットフォーム WISDOM-LLM を開発したこと、生成テキストの信憑性を確認する、他の AI システムと容易に組み合わせ可能な裏取り技術を WISDOM-LLM も用いて実装したことなど、加えて、社会的価値の観点で、世界最大規模の日本語事前学習用データや試作した LLM を民間企業に提供したこと、また、様々な LLM を多数学習し、学習に適したハイパーパラメータを明らかにしたこと、事前学習モデルを評価するためのデータセットを整備したこと、根拠のある反論や情報の裏取り等、多様かつ変化するリスクに対する技術的対応策を短時間、ローコストで実

記述形式で記載することで、極めて容易に実現できる汎用ソフトウェアプラットフォーム WISDOM-LLM を実現した。この事実・取組・成果より、社会的意義において、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と評価できる。

深層学習を用いた他にない技術を用いて、これまでに蓄積した 660 億の Web ページの一部から日本語を対象とした事前学習データとしては、世界最大規模となる 22.9TB (NICT 独自トークンサイズで 3.8T トークン) のデータを整備した。

生成型の LLM の研究開発を推進し、10 億パラメータから日本語特化型では、構築当時世界最大となる 3,110 億パラメータのモデルまで、適切な学習設定等を探索するため、パラメータ数、学習データ量などが異なる 60 個(2024 年 11 月時点)以上の LLM を構築した。

最大トークン長がより長い新アーキテクチャの LLM を導入し、その学習環境を整備できた。多様に変化する環境への対応を短時間で実現可能な WISDOM-LLM を開発した。

る。加えて、当初計画では独立したシステムとして実現予定であった情報の裏取り、後述する WISDOM-CS の基本的な処理も WISDOM-LLM 上に実装できた。なお、並列に稼働する LLM 等 AI の負荷分散、GPU 上での高効率な LLM の推論のために大バッチサイズを実現するプロンプトのバッファリング、WISDOM X で回答が得られない場合に質問の条件を自動的に緩和するといった、処理の頑健化、高速化の機構も開発している。

以下ではまず、仮想人格を例にとり、簡単な思考パターンの具体的な内容を説明する。我々は、そもそも仮想人格とは、一般的に、対話において交換する情報についてのポリシーや能力、さらには対話システム等の意図するユーザの行動、思考の方向性と定義しているが、そうしたポリシーや方向性を反映した雑談の生成のための初歩的な思考パターンを作成した。この思考パターンでは、「風邪気味の若者」「高齢者」「自転車競技に参加している若者」といったユーザの特性も考慮した健康関連のアドバイスを雑談中で生成することを目標とする。この思考パターンでは、まず、ユーザの発話、例えば「納豆が好き」と与えられたユーザ属性から「『納豆が好き』という自転車競技に参加している若者に役立つ情報を雑談として提供するなら次のように」といい「いい」といったプロンプトを、テンプレートを用いて作成し、複数の LLM (実際に使用したのは機構が独自に開発した 7 種類の LLM) に応答を生成させる。ついで、それらの応答をランキングして、ベストな結果を出力する。これによって例えば、ユーザの特性が「風邪気味の若者」である場合には、「納豆にはビタミン B2 が豊富に含まれているので、風邪の予防に効果がある」といった応答ができるのに対し、ユーザの特性が「高齢者」の場合には「納豆は血栓を溶かす作用があるの

装可能な WISDOM-LLM を開発したことなどは非常に優れた成果といえる。

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。

- 生成テキストの信憑性を確認する裏取り技術として、他の AI システムと容易に組み合わせ可能な裏取り処理はこれまでに存在しておらず、WISDOM-LLM における裏取り処理の実装は世界初の試みと言えること。さらに、それを信憑性の判断材料とできるよう可視化可能なユーザインタフェースの開発も行い、裏取り処理の利便性の向上を図ったこと。
- 信頼性、多様性、創造性の欠如といった課題の解決に向け、多様な AI を同時並列、非同期に容易に組み合わせ反論生成、仮想人格等、全く異なる処理をローコスト、短時間での実装を可能にする汎用プラットフォーム WISDOM-LLM を開発したこと。
- 日本語を中心とした LLM 用学習データとしては、当初の計画を大幅に上回

で、脳梗塞や心筋梗塞の予防になるんですよ」といった高齢者の健康にさらに寄せた応答を出力できる。また、ユーザの特性が「自転車競技に参加している若者」である場合には、「納豆は、自転車競技に参加している若者にとって、持久力を高めるために役立つ食品である」といった自転車競技参加者がより興味を持ちそうな応答を返すことができる。これはつまり、ユーザの特性に応じてより適切な健康状態にアドバイスを提供するという仮想人格に必要な処理を WISDOM-LLM を用いて実現できているということである。この思考パターンは、極めて単純なものであるが、実際の対話システムではこの例にとどまらず、様々な思考パターンが必要とされるため、今後更なる思考パターンを実装していく予定であるが、技術的には、参照すべきテキストを事前に獲得して RAG (Retrieval-Augmented Generation) と同様の機構で応答を生成する、もしくは、LLM で生成した応答の裏取り等も行い、より確かな情報を出力する、あるいは、過去の対話ログも考慮した生成、応答を出した後のユーザの可能な応答を LLM で先読みして生成し、その先読みの内容も考慮してベストな応答を選択する等、より「対話の流れ」を考慮した対話処理も WISDOM-LLM で開発していく予定である。

次にもう少し複雑な思考パターンの例として、「高齢者向け対話システムで配食サービスの提供が可能になる」といったアイデアが与えられた時にそれをさらに洗練させるための思考パターンを実装した。(なお、上記の高齢者向け対話システムに関するアイデアは、ここで説明する思考パターンとは別の「尖った仮説を生成する」思考パターンを WISDOM-LLM 上で動作させ得られた実際の出力である。)このパターンはまず、与えられたアイデアの問題点を問う質問を多数

り世界最大規模となる 22.9TB (NICT 独自トークナイザで 3.8T トークン) の学習データを整備し、これを用いて長文生成能力を強化した LLM 開発時の適切な学習設定を探索するため、試作モデルを 40 以上開発したこと。さらに、当初計画にはなかった最大トークン長がより長い新アーキテクチャの LLM を導入し、その学習環境を整備できたこと。また、7 種類のタスクの独自ベンチマークデータセット (各 1,000 件、合計 7,000 件) を構築し、これまでに試作してきたモデルを人手で評価し、2,340 億パラメータのモデルが 7 タスクの平均で最も精度が高いことを確認したこと。

【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。

- 当初計画を大幅に上回って整備できた世界最大規模の日本語事前学習用データや試作した LLM を民間企業に提供したこと。また、様々な LLM を多数学習し、学習に適したハイパーパラメータを明らかにしたこと、事前学習モデルを評価するためのデータセットを整備したことに加え、日本語特化型の LLM に関する様々なノウハウを蓄積していることは、日本の文

WISDOM X に投入して、多数の回答を出力させ、その回答をさらに LLM で整形する。ついで、それら回答中の問題の解決策を WISDOM X や LLM に生成させる。これら解決策は多数出力されるが、WISDOM X の回答スコアや解決策の良し悪しのスコアを計算してランキングし、重複削除等も行った解決策、すなわち、より洗練されたアイデアを出力する。この思考パターンに先ほどの「高齢者向け対話システムで配食サービスの提供が可能になる」というアイデアを入力したところ、例えば、問題点として「配食サービスの提供者は高齢者の健康状態を把握することができないため、高齢者の健康状態に応じた食事を提供することができない」といったテキストが生成された。さらにこの問題点に対する解決策として「高齢者の健康状態を把握するために、高齢者の健康状態を把握するための質問を高齢者にするのではなく、高齢者が普段の生活で行っている会話の中から、高齢者の健康状態を把握するための情報を抽出することである。この手法を用いることで、高齢者は普段の会話をするだけで、自分の健康状態に応じた食事を提供してもらうことができる。」といったテキストが生成された。ちなみにこのテキストはランキングの一位として出力されたものであるが、そのほかにも配食サービスでは高齢者の安否確認が必要であり、安否確認のためにセンサと対話システムを併用すべきだといったアイデアが多数出力された。これらは、高齢者向け対話システム MICSUS の開発を5年以上にわたって行ってきた研究者の目からみても、実装の難易度はともかく、かなり洗練された創造的なアイデアだと見受けられる。

なお、通常 LLM 単体しか使えない状況では、このような洗練されたアイデアを多数得るためにはプロンプトを試行錯誤しながら相当工夫する必要がある。一方、

化、独自性を維持するという点においても重要な役割を果たしていること。

- 根拠のある反論や情報の裏取り等、多様かつ変化するリスクに対する技術的対応策を短時間、ローコストで実装可能な WISDOM-LLM を開発したこと。また、WISDOM-LLM の出力に関連して、日経新聞等の寄稿や内閣府 AI 制度研究会等の政府の委員会から依頼があり、プレゼンを行ったこと。加えて、高齢者に寄り添う等、様々な仮想人格を実装可能な WISDOM-LLM の社会的価値はその点でも高いこと。
- 生成 AI のリスクが全社会的にクローズアップされ、確たる解決策が見出せない現状において、根拠のある反論や情報の裏取り等、多様かつ変化するリスクに対する技術的対応策を試作したこと。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- MICSUS について民間企業との共同研究を継続し、有償での導入実験を計画し、ソフトウェア等を商用ライセンスする準備を行ったこと。また、SOCDA については、デマ分析結果が、報道に多く取り上げられ注目を集めたこと。加えて、実証実験という位

WISDOM-LLM では比較的単純で汎用性を持つ思考パターンを用意するだけで、多数の創造的アイデアが出力される可能性があり、このことは、LLM の創造性、多様性の欠如への解決策となる可能性を示すと考えている。また、アイデア、アイデアの問題点、問題点の解決策というステップを踏んで洗練されたアイデアを出すという手法自体は、テーゼ、アンチテーゼ、ジンテーゼ(止揚)からなるいわゆるヘーゲルの弁証法に倣ったものである。LLM 単体では、よほどプロンプトを試行錯誤しながら工夫しないと、このような複雑な処理を得たアイデアを多数同時に得るのは難しく、WISDOM-LLM が LLM の出力の多様性、創造性の欠如という問題への解決策となる可能性を示唆している。こうした興味深い出力を多数導き出すための思考のテクノロジーは科学、哲学に無数に存在し、それらを簡単な思考パターンの記述で活用できることは今後重要になると考えられる。また、いずれはこうした思考パターン自体を WISDOM-LLM のようなシステムに書き下ろさせ、自己認識、自己変革を可能にし、さらに強力な創造性、多様性を持った AI が実現できる可能性もあると考える。

また、今後、運用者も開発者も不明な「野良」生成 AI が、人力では対応不可能な大量のフェイクニュースをばら撒くことが予想される。これは冒頭であげた LLM の信頼性の問題に起因するものであるが、人間が発信した情報を誤って削除することなく、そうした大量のフェイクニュースに対抗するためには、LLM で根拠のある反論を生成することが有効な対策の一つである。そのため、WISDOM-LLM と複数の LLM と WISDOM X を連携させて Web 上の情報で裏が取れた反論を生成する思考パターンも開発した。これはまず、多数のテンプレートを用いて、入力されたテキストに反論するプロ

置づけで長らく運用されてきた神戸市の市民版アカウントが商用サービスへと移行したこと。

- 民間企業と LLM に関する共同研究を開始し、日本語に特化した規模としては世界最大となる事前学習用データや機構がこれまでに試作した LLM を民間企業へ提供したこと。

ンプトを作成し、それらを複数の LLM に投入して、反論の候補を生成させ、さらに反論のテキストを文等のより短い単位に分割して、その内容の裏を取る質問を自動生成し、WISDOM X に投入して、Web 情報の根拠を探すものである。また、後述するように、LLM を含めた AI のユーザ側の視点に立って、任意の AI の出力テキストに対して、それらテキストの根拠を Web 上で探す、より汎用的な裏取りのための思考パターンも開発済みである。

- これらのテーマ、技術は社会的な注目も高く、日経新聞「私見卓見」、月刊正論から依頼を受け寄稿を行った。また、内閣府 AI 制度研究会、総務省「デジタル空間における情報流通の健全性確保の在り方に関する検討会」等でプレゼンを行った。
- 加えて、これらの研究開発を通じて、我々は、多様な LLM が喧々諤々議論を行い、その結果を受けて人間が意思決定を行うといった「民主的」AI の世界の実現を目指すべきだと考えている。そのような状況においては、AI が互いに否定し、批判することで不適切な情報を排除し、また、多様な LLM がそれぞれの視点で議論してよりよい結論を得るといったことが可能になると考えられる。そういった世界に到達する第一歩として、WISDOM-LLM との接続を前提に、発話内容を NICT-LLM で生成して音声で対話するプロトタイプシステムの開発も行った。
- サイバーセキュリティ分野で定評のある piyolog にあるようなコンテンツを自動生成するためのシステム WISDOM-CS (WISDOM for Cyber Security) の研究開発を実施した。令和5年度には、サイバーセキュリティ分野固有の表現(単なる単語ではなく、述語も含むより長い複雑な表現も含む)を特定する識別器のために

12 カテゴリ(マルウェア、日時、CVE、攻撃対象、攻撃者、攻撃組織、被害者、被害組織、報告者、報告組織、攻撃活動、対処措置)約8万事例の学習データを整備した。今年度は、より多くの表現を網羅するためにこれを 13 カテゴリ(攻撃手口 or マルウェア、日時、共通脆弱性識別子(CVE)、攻撃対象、攻撃者、攻撃組織、被害者、被害組織、報告者、報告組織、攻撃活動、対処措置、ヒヤリハット(インシデント))へ拡張し、当初の計画を上回る約 30 万事例の学習データとした。この学習データの整備のために、アノテーションマニュアルをよりわかりやすくするとともに、アノテーションの見落としを防ぐための独自ツールの開発等も実施した。

- 特定したサイバーセキュリティ分野の表現を用いて Web から情報を収集するために質問テンプレートを用いて WISDOM X を駆動する。令和5年度にこの質問テンプレートを 173 件用意したが、拡張したカテゴリに対応させ、200 の質問テンプレートとした。

また、計画には無かったが、実際に情報を収集した際に、一定程度ワードサラダ(文法的には間違いはないが、意味をなしていない記述)が存在することが確認されたので、これを特定するための約1万件の学習データを整備し、ワードサラダ分類器を構築した。

- さらに、計画外の成果として、上述した WISDOM-LLM を用いて処理を実現することが、非常に容易であることがわかったので、セキュリティ分野固有の表現を特定し、その結果を用いて WISDOM X を駆動して情報を収集し、その結果をわかりやすく提示するという WISDOM-CS の一連の処理を行うプロトタイプシステムの開発を WISDOM-LLM 上にて開始し、基本的な処理を実装した。
- LLM の研究開発に必要となる学習用データや、当機構

にて試作した大規模言語モデルを民間企業等が活用するために共同研究を実施する枠組みを前年度整備したが、これを具体化し、7月より LLM に関する民間企業との共同研究を開始し、共同発表を実施した。その結果、本件に関する新聞報道等が日本経済新聞をはじめとして 103 件あった。共同研究の中で、後述する事前学習用データや試作した LLM 等を民間企業へ提供し、日本国内の LLM の研究開発力向上に貢献した。

また、当初計画はしていなかったが、上述の共同研究に関する共同発表も追い風となり、当機構における大規模言語モデルの研究開発の取り組みに関して多数の講演の依頼があり、招待講演等を 13 件実施した。また、日経新聞等への寄稿も 2 件実施し、さらには、総務省の「デジタル空間における情報流通の健全性確保の在り方に関する検討会」にて生成 AI とそのリスクに関する話題について、また、内閣府「AI 制度研究会」にて AI をめぐる法制度に関して発表を実施するなど積極的な情報発信を実施した。

- マルチモーダル音声対話システム MICSUS についての民間企業との共同研究を継続し、MICSUS の社会実装を推進した。具体的には、MICSUS を用いて有償にて導入実験を行うことを計画し、MICSUS に必要となるソフトウェア等を商用ライセンスするための準備を実施した。
- 令和 6 年 1 月に発生した能登半島地震において災害状況要約システム D-SUMM を用いて X (旧 Twitter) への投稿を分析し、発災後 24 時間における救助カテゴリのデマの分析を行ったところ、救助要請の 1 割がデマと推定されることがわかった。この結果が、読売新聞朝刊 1 面等、新聞報道にて大きく取り上げられ、137 件の報道

がなされた。

- 防災チャットボット SOCDA の社会実装をフォローし、これまで民間企業により実験的に運用されてきた神戸市の市民版アカウントが商用サービスへ移行した。
- 長文生成が可能な LLM を構築するため、その事前学習データを整備した。具体的には、まず、当機構で独自に構築した BERT (NICT-BERT) を用いて Web ページから通常の書籍に記載されるようなテキストを抽出するために、文単位で判定するための学習データを 15,000 件の Web ページの 275 万文に対し抽出すべきか否かの観点でラベル付けを行った。次にこの学習データで学習した NICT-BERT を用いて Web ページから LLM の事前学習用データとしてふさわしいテキストを抽出しつつ、抽出したテキストの重複削除を実施した。これにより、約 381 億件の Web ページから当初計画を大幅に上回る最大で 22.9TB の日本語事前学習用データ(我々の知る限り日本語の学習データとしては世界最大である。機構独自トークナイザで 3.8T トークン。tiktoken で 8.0T トークンと推計。)を構築した。

この事前学習用データを構築するにあたり、データの品質を左右するテキストの抽出法や重複削除法に関して複数の方法を比較検証した。より具体的には、まず、約 5 億件の Web ページ (NICT が収集した約 381 億件の Web ページからサンプリング) に対して、2 種類のテキスト抽出法と 2 種類の重複削除法の組み合わせ合計 4 種類の学習データを用意した。2 種類のテキスト抽出法とは、NICT-BERT で LLM の事前学習用データとしてふさわしいテキストを Web ページから抽出した後、「抽出した結果の全てを一つのテキストとして利用するテキストの一括抽出手法」と「抽出したテキストの繋がりを考え、離れたテキストを分割し、テキストブ

ロックを抽出して利用する手法」であり、2種類の重複削除法とは、「既存の厳しい近似重複削除法」と「完全一致の重複削除法」である。次にこれらの4種の学習データを用いて 10 億パラメータの LLM を合計4種類事前学習した。LLM の学習設定は、下記に述べる「LLM の学習時のハイパーパラメータの検証」で先に行われた検証結果に基づき、最大トークン長=2048、学習率=2.4e-4、バッチサイズ=1M トークン、アテンションヘッドサイズ=32 にした。学習が終了した 4 種類の LLM に対して質問応答による評価(ノンファクトイド型質問やファクトイド型質問を含む合計 216 件の質問を入力して LLM が生成した応答が説得力のある相応しい応答か否かを人間の評価者3名の多数決で判定し、その結果を精度で評価)を行った。結果から「完全一致の重複削除法」と「テキストブロックを抽出して利用する手法」による学習データで事前学習したモデルが最高精度となった。上記の検証結果で明らかになったテキスト抽出法と重複削除法により冒頭述べた 22.9TB の事前学習用データを構築した。本取組の計画時は、当時 GPT-4 の学習データ量として推計された 9TB 程度の日本語データを令和8年頃までに構築することを目的としたが、これを大幅に上回るデータが構築できたことになる。この 22.9TB のデータを構築するより前に、同様の構築方法ではあるもののテキスト抽出の際に広告や宣伝等と判定されたテキストを除くことを条件とした 9.6TB のデータ(機構独自トークナイザで 1.6T トークン。tiktoken で 3.4T トークンと推計。)を構築している。その後、この条件を緩和し 22.9TB のデータを構築した。

また、より大規模な LLM における学習データの検証のために上記の検証で高精度だった上位2件の設定を用いて約 381 億件の Web ページから学習データを2

種類(「テキストブロック抽出+完全一致の重複削除法」と「テキストブロック抽出+既存の厳しい近似重複削除法」による)作製し、130 億パラメータの LLM の事前学習を実施した。これは、ABCI の「大規模基盤モデル構築支援プログラム 2024」にて ABCI 2.0 を用いて実施しており、データの種類の他に、学習率やバッチサイズ等の複数の設定の組み合わせにより合計4種類のモデルを 10 月末までに学習し、当該モデルを質問応答タスクで評価した。

長文生成能力の強化を念頭に、多様な設定で合計 40 件以上の LLM の試作を実施した。具体的には、当初計画には無かったが、上述した ABCI の「大規模生成 AI 研究開発支援プログラム」の公募に採択されたことを受け、LLM の学習時のハイパーパラメータ(学習率、バッチサイズ等)の検証を行った。まず、上記事前学習データの作成時におけるテキストの抽出法や重複削除法の検証用に作成した 4 種のデータのうち、「テキストブロック抽出+既存の厳しい近似重複削除法」の設定で作成したものの一部(約 1/3、360GB 程度)をサンプリングした学習データで、最大トークン長=2048、アテンションヘッドサイズ=64、学習率={ $1.5e-4$ 、 $1.8e-4$ 、 $2e-4$ 、 $2.4e-4$ 、 $3e-4$ 、 $3.6e-4$ 、 $4e-4$ } (7 種)、バッチサイズ={1M トークン、2M トークン、4M トークン、8M トークン} (4 種)の組み合わせの設定(1M トークン、2M トークンのバッチサイズに対しては7種の全ての学習率を適用して先に検証を行い、4M トークン、8M トークンのバッチサイズに対しては先に実施した検証結果に基づいて選別した4種の学習率を適用してモデルを学習。合計 22 種)で 10 億パラメータの LLM を学習した。また、学習した LLM に対して質問応答による評価(上記「テキストの抽出法や重複削除法の検証」時の評価と同様な設定で実施)を行った結果、学習率= $2.4e-4$ 、バッチサ

イズ=1Mトークンの設定で学習した LLM が最高精度を出せることを確認した。また、最大トークン長=2,048、バッチサイズ=1Mトークンの設定上で学習率=[$2e-4$ 、 $2.4e-4$ 、 $3e-4$]とアテンションヘッドサイズ={16、32、64}の全ての組み合わせ(合計 9 種)での検証実験を行い、アテンションヘッドサイズ=32、学習率= $2.4e-4$ で最高精度を確認した。

また、前年度に、今年 10 月まで日本語特化型では世界最大規模となる 3,110 億パラメータの LLM を開発したが、今年度は、作成時点で日本語データとして世界最大であった 9.6TB のデータで学習した LLM を開発した。より具体的には、上記検証結果と上記事前学習データの作成法の検証結果を基に 9.6TB の学習データを用いて最大トークン長=2048、バッチサイズ=1M トークン、学習率 $2.4e-4$ 、アテンションヘッドサイズ=32 の設定で 160 億パラメータの LLM を開発し、後述する独自ベンチマークで評価した。

さらに、当初計画にはなかったものの、長文生成能力の強化のために学習環境の整備と新アーキテクチャの LLM の開発を行った。具体的には、既存の LLM の学習環境では学習時の最大トークン長が 2,048 までに制限され、長文データに対する学習に限界があった。この問題を解決するために、最新版の Megatron-DeepSpeed や Flash Attention 等を導入し、最大トークン長の制限を大幅に緩和しつつ(最大トークン長 16,384 まで検証済み)、学習速度も約 1.3~1.7 倍に向上させた(既存環境での最大トークン長 2,048 の設定時との比較)。また、Llama を基にした新アーキテクチャの LLM を試作した(合計 10 件以上)。より具体的には 2TB の学習データ(約 5 億件の Web ページに対して上記 9.6TB データと同一方法で作成)と最大トークン長を 2,048 以上にした設定で 10 億パラメータ(最大トークン

長 2,048、4,096、8,192、16,384) や 80 億パラメータ(最大トークン長 4,096)のモデルを試作し、さらに、現行モデルとの比較のために BERT の学習に使われた 350GB のデータを用いて最大トークン長 256 の設定で 80 億パラメータ(最大トークン長 256)と 700 億パラメータ(最大トークン長 256)のモデルも試作した(試作モデルの評価は、現在準備中である)。今後、新学習環境や新アーキテクチャの LLM による LLM の長文生成能力の向上を期待している。加えて、LLM の性能向上のためのインストラクションチューニング (Instruction tuning) や DPO (Direct Preference Optimization) 等のファインチューニング用の学習環境の構築も行った。以下に述べる「ファインチューニング用データの作成」で構築したデータを用いてファインチューニングモデルを開発した。

また、1月から利用が可能となったばかりの ABCI 3.0 を利用し、来年度以降 ABCI 3.0 を大規模に利用するための準備を行った。具体的には、22.9TB の学習データの一部 2.7TB を用いて、上述した新アーキテクチャの 80 億パラメータと 160 億パラメータのモデルの事前学習を実施した。これにより、学習環境の整備、確認ができたほか、ABCI の運用を踏まえた対策の検討等、来年度以降大規模な LLM の学習を円滑に行うための様々なノウハウを蓄積することができた。

加えて、前年度法的課題を整理した結果に従い、民間企業との共同研究を開始し、その中でこの事前学習用データや試作した LLM 等を民間企業へ提供し、日本国内の LLM の研究開発力向上に貢献した。

また、事前学習済み LLM を評価するために、7種類のタスク(質問応答、雑談、仮説生成、反論、同調、要約、文脈付き質問応答)について独自ベンチマークセッ

トを各 1,000 件構築し、機構でこれまでに開発した複数の LLM の性能比較をする体制を整備した。ただし、このベンチマークでは、LLM の出力の品質評価は自動ではなく人手により行う。この理由は、既存の一般的な言語理解日本語ベンチマーク等においては、BERT 等のモデルでも高精度を達成できることがわかっている他、既存の商用も含む LLM により評価する方法では、そのような LLM よりも良い出力が正当に評価されない恐れがあるためである。この独自ベンチマークセットを用いて、機構でこれまでに構築した LLM を評価した。7タスクの平均で最も精度が高かったモデルは、888GB のデータで事前学習した 2,340 億パラメータのモデルであり、精度の平均は 67.1%だった。また、7モデル（一部タスクでは6モデル）中、このモデルの出力が最も良かった割合は 21.2%だった。

さらに、このように複数の LLM の出力が得られる状況で質の高いものを選択できるよう、NICT-BERT を用いた軽量な応答選択モデルを開発した。このモデルを評価するために、タスク毎にそのタスクで平均して精度が最高である単一の LLM を用いる場合と、5～7モデルの結果を本モデルにより選択した場合との比較実験を行い、5タスク（質問応答、雑談、仮説生成、反論、同調）の平均において精度が約 15%、また5～7モデルからベストな応答を選択できる割合が約 20%向上することを確認した。

- 加えて、事前学習済みモデルをファインチューニングするために WISDOM X を活用して、既存の質問応答をはじめとするさまざまな学習データを LLM のインストラクションチューニング用データへ変換する技術を開発し、これまでに蓄積してきた質問応答分類、含意関係判定、因果関係判定等の豊富な言語資源をインストラクションチューニング用データへ変換する作業を開始し

た。LLM の安全性のための有害プロンプトを含め、これまでにインストラクションチューニング用データ 23,755 件を作成済みである。たとえば、質問応答の学習データとして、「AI を医療で何に应用する」という質問に対し「新薬開発、画像診断、在宅診療、…」といった回答のセットがあったとすると、それぞれの回答からたとえば、「AI を新薬開発に应用すると何がいい」といった質問を生成し、WISDOM X を駆動することで、「開発コスト・期間の削減が期待されています」といった回答を得ることができる。これを繰り返し、もとの「AI を医療で何に应用する」といった質問に対し、各回答に関する様々な観点からの情報を付加し、回答としてまとめることで、インストラクションチューニング用のデータを作成する。なお、上述の例では、質問応答の学習データを基にインストラクションチューニング用データを作成しているが、直接 WISDOM X を駆動して、その回答を用いても良く、学習データにない任意の質問に対してもインストラクションチューニング用データを低コストで作成できる。

- LLM を利用する際の安全性強化のため、LLM が生成したテキストの根拠を探し、それらをユーザに提示することにより、生成された内容の真偽の判断に役立てる裏取り技術の開発を行った。この裏取り処理では、LLM 生成結果の個別のテキスト断片に対して WISDOM X を使って関連する Web テキストを獲得し、Web テキスト内の関連部分と照合して裏取り情報として出力する。また、この裏取り処理ではテキストに陽に書かれているとは限らないテキスト間の因果関係のような複雑な意味的關係もいわば行間を読んで検証をすることが可能である。これにより、単純なテキスト照合だけでは不可能な、より高度な裏取り処理を実施可能となるが、こうした行間を読んだ検証が可能な裏取り技

術は世界に類を見ない高度な生成テキスト信憑性判定のための技術であるといえる。当初計画では、この裏取り技術を、単独のシステムとして実装する予定であったが、上述の汎用ソフトウェアプラットフォーム WISDOM-LLM の思考パターンの記述が容易であるため、WISDOM-LLM の思考パターンの一つとして利用できるように設計し、裏取りの思考パターンを実行するために必要となる機能を WISDOM-LLM 上に実装した。裏取り処理自体を WISDOM-LLM の思考パターンの一つとみなすことにより、WISDOM-LLM の任意の思考パターンと組み合わせることが可能となる。つまり、WISDOM-LLM の多様な思考パターンで出力される任意の生成テキストに対して簡単に(オンデマンドで)裏取りを行うことができ、出力されたテキストが安全なものであるかを判断するための根拠をユーザに提示することが可能となる。こうした他の AI システムと容易に組み合わせ可能な裏取り処理はこれまでに存在しておらず、WISDOM-LLM における裏取り処理の実装は世界初の試みといえる。

この組み合わせの具体例としては、WISDOM-LLM に関する成果説明の項で言及した根拠の「ある反論生成のタスクが挙げられる。今後、運用者も開発者も不明な「野良」生成 AI が、人力では対応不可能な大量のフェイクニュースをばら撒くことが予想される。これは冒頭であげた LLM の信頼性の問題に起因するものであるが、人間が発信した情報を誤って削除することなく、そうした大量のフェイクニュースに対抗するためには、LLM で根拠のある反論を生成することが有効であると考えられる。そのため、WISDOM-LLM 上で複数の LLM と WISDOM X を連携させて Web 上の情報で裏が取れた反論を生成する思考パターンも開発した。これはまず、多数のテンプレートを用いて、入力されたテキ

ストに反論するプロンプトを作成し、それらを複数の LLM に投入して、反論の候補を多数生成させ、さらに上述の裏取りの思考パターンによって、生成された反論のテキストそれぞれを文等のより短い単位に分割して、その内容の裏を取る質問を自動生成し、WISDOM X に投入して、Web 情報の根拠を探すものである。

なお、この裏取り処理のためには、LLM が生成したテキストの一部となる任意のテキストから WISDOM X を駆動させるために必要な質問を自動で作成する必要があるが、そうした裏取り用の質問作成技術の開発ならびにその改良も並行して実施した。この技術を用いることにより、たとえば、「納豆はなぜ持久力を高めるのに役立つか」というと、納豆に含まれる「ナットウキナーゼ」という酵素が、血液をサラサラにしてくれるからです。…」という LLM 生成テキストから「納豆に関して何に含まれる「ナットウキナーゼ」という酵素が、血液をサラサラにしてくれる」といった質問を自動で作成できる。その質問を WISDOM X に入力して得られた回答を裏取りの候補として獲得、さらに裏取り候補集合をスコアリングすることにより、より適切な裏取り根拠をその根拠を含むページの URL とともにユーザに提示可能である。さらに、LLM 生成テキストのどの部分が裏取りできたのかを容易に確認可能なユーザインタフェースの開発も行い、裏取り処理の利便性の向上を図った。

- また、前述したように、これらのテーマ、技術は社会的な注目も高く、日経新聞「私見卓見」、月刊正論から依頼を受け寄稿を行った。また、内閣府 AI 制度研究会、総務省「デジタル空間における情報流通の健全性確保の在り方に関する検討会」等でプレゼンを行った。
- WISDOM-LLM を用いて情報の裏を取るつまり根拠を検証する処理をベースにして、根拠の他に矛盾などの

	多様な意味的關係にあるテキストを検索し、検証するフレームワークについて検討した。加えて根拠を伴う反論を出力する処理は既に実装済みであるが、そのような反論をした場合に想定されるリスク等について LLM で生成し、提示する手法についても検討した。		
	(3)スマートデータ利活用基盤技術 •これまでに開発したデータ連携分析 AI モデルのフレームワーク MMCRAI に基づき、後期結合型マルチモーダル AI モデルを作成する際のシングルモーダル基盤モデルの選択とパラメータ調整を、AuthoHAS 方式による並列処理で効率的に最適化することで、モデルサイズを 56%削減できることを確認した。また、この機能を、標準的な機械学習モデル開発プロセス MLOps のツール(FedML など)に組み込み可能なモジュールを開発した。さらに、データ連携分析基盤 xData プラットフォームや NICT 総合テストベッド DCCS で利用できるようにすることで、情報資産を活用した応用モデル開発を効率化する取組みに着手した。 •総務省委託研究「安全なデータ連携による最適化 AI 技術の研究開発」において、スマート運転支援実証システムに組み込んだマルチモーダル運転リスク予測モデル MM センシングと連合型エッジ AI 技術 AOP を、ユーザ検証レベルに性能改善することに取り組んだ。エッジにおける MM センシングの追加学習性能を向上すべく、低ランク適応化(LoRA)と量子化を組み合わせたファインチューニング手法を開発し、学習速度を 7.6 倍向上させるとともに、リソース消費 24.5 倍減少させることに成功した。これにより、省資源のエッジ機器でのユーザ適合化を実現した。また、自動ラベリングツールの改良や学習データの再調整により、前年度の予備実証で誤予測の多かった対向車両や隣接車両との衝突等の運転リスクの予測精度を改善するとともに、ドラ	(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活用するデータ利活用技術を研究開発し、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サービス開発に資するスマートサービス開発 ICT 基盤を実現する中長期目標に対して、中長期期間の 4 年目として研究開発成果をベースにした社会的価値の創造と社会実装の加速に重点をおき業務を推進し、特に、総務省委託研究の参画企業ら 5 社が機構の総合テストベッドの MM センシング情報資産を活用し、スマート運転支援の実証システム開発を始めたこと、委託研究先の電気通信事業者と開発した渋滞予測モデル等を、DCCS の移動環境リスク予測情報資産に実装するとともに、これを他の DCCS 利用者も使えるよう公開したこと、MM センシングと連合型エッジ AI の性能改善を競うベンチマーキングタスクを実施し MMM2025 と連携し、ベンチマーキングタスクの特別セッションを企画運営したこと、マルチモーダル AI 技術 MM センシングと連合型エッジ AI 技術 AOP をスマート運転審実証システムに組み込み、運輸業界の 2024 年問題対策で要望が高い休憩アシスト機能を運送事業者らと共同で開発し、運行管理者や運転者による受	【スマートデータ利活用基盤技術】 MM センシングを用いた運転行動推薦システムは ACM Multimedia 2024 の最優秀産業デモ賞を受賞。GPU-CPU オーケストレーションによる高速化・省電力化、非同期化や連合継続学習による 300 台規模のエッジ環境での分散マルチタスク学習などを実現し、スマート運転支援等への社会実証に展開した。これらの事実・取組・成果より、社会的意義において、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と評価できる。 民間企業 10 社と共同で実施した総務省委託研究開発「安全なデータ連携による最適化 AI 技術の研究開発」で、MM センシングや AOP を核とした AI モデル循環進化技術の研究開発と社会実証を主導し、地域やサービスを横断した連合学習で運転リスク予測モデルの持続的な性能改善を図る循環進化型 AI ドラレコを開発(見込)するとともに、スマート運転支援実証や地域安全サービス実証(見込)への展開や、

イブレコーダ映像に環境センサ(CO2 データ)とウェアラブルセンサ(心拍数データ)のモダリティを加えた予測を強化することで、映像の死角からの衝突リスク等の予測精度を大幅に改善したり、アプリケーションと連携して注意力の低下や疲労等に伴うヒヤリハット事象などのリスク予測を可能するための基本設計を行うなど、実用性能の向上を実現した。

- 連合型エッジ AI については、令和5年度の予備実証で課題となった、車載エッジ環境における AOP 実行の省電力化と高速化に取り組んだ。GPU から CPU に embedding 処理等を動的に移行することで、消費電力に直結する GPU 負荷を軽減しつつ、GPU-CPU 間の通信遅延を抑え高速化も実現する GPU-CPU オークストレーション手法を開発し、平均 15.7%の GPU 負荷軽減と、平均 16.4%の高速化を達成した。この成果は、IEEE SMARTCOMP 2024 国際会議で最優秀論文賞にノミネートされた。また、AOP の連合学習処理の非同期化により、異なるエッジクライアント間での学習時間のばらつきにより生じるエッジサーバ側でのモデル集約の待機時間を大幅に削減できるようにした。仮想エッジ AI シミュレーション実験システムを用いて、50 台～300 台規模の仮想エッジ環境によるシミュレーション実験を行ったところ、仮想エッジクライアントの数を倍に増やした場合、SOTA 手法(FedAdapt)は約 47%総学習時間が増えるのに対し、AOP は約3%しか増えておらず、高いスケーラビリティを有することが確認された。また、スマート運転支援実証で用いる車載エッジ機器5台を対象に従来の同期型連合学習に比べ 10.8%短縮するとともに、駐車等によるアドホックな学習中断にも対応できるようにした。さらに、実証企業からの要望に応え、AOP を、これまでの小型エッジ計算機(NVIDIA Jetson や Raspberry Pi)に加え、スマートフォン

容性検証を実施したことなどは社会的価値、社会実装の観点で優れた成果といえる。

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、評価を「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。

- 生成 AI で作成された文章や画像を検出する技術である SimLLM を開発し、LLM 生成文を 88.9%の精度で検出する性能を実現し、関連する SOTA 手法に比べ 12.8%優れた検出精度を達成したこと。この成果は EMNLP2024 に採択され、誤情報・偽情報拡散防止に向けたニュース記事を対象とした性能改善や、画像も含めた AI 生成コンテンツ検出技術の基本設計を行ったこと。
- スマート運転支援実証システムに組込んだマルチモーダル運転リスク予測モデル MM センシングと連合型エッジ AI 技術 AOP の性能改善に取り組み、ファインチューニング手法を開発し、学習速度倍向上とリソース消費減に成功し、省資源のエッジ機器

車載機器メーカー等との連携検討を推進した。これらの事実・取組・成果より、社会実装において、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ていると評価できる。

(Google Pixel)等でも実行できるよう拡張した。

- 上記の性能改善を施した MM センシング及び AOP をスマート運転支援実証システムに組み込み、運送事業者の車両を用いた実証実験を実施した。特に、運輸業界の 2024 年問題対策で要望が高く、既存のドライブレコーダ製品ではまだ実現されていない休憩アシスト機能(運行管理者が運転リスク発生時の状況を分析し休憩取得のタイミングや場所を調整)を運送事業者らと共同で試作し、運行管理者による受容性検証を行い、2024 年問題対策に活用したいとのコメントを得た。また、実証システムから切り出した循環進化型 AI ドラレコの開発と、総務省委託研究の他の実証(地域安全対策サービスにおける交通リスク情報収集)への横展開や車載機器メーカ等との連携検討を推進した。また、3つのビジネスパターン(モデル提供、プラットフォーム提供、事業組込)を設定し具体的なユースケースを検討した。こうした活動は、企業が表に出せないデータを活用する仕組みを官民連携で作り分野特化型 AI でビックテックに対抗する取組として新聞でも報道された。
- リスク予測に基づく運転行動推薦機能の開発に取り組んだ。Naturalistic Driving Study (NDS)運転行動データの事例推論に基づき、リスク発生時の車両や道路の状況に対する運転行動を推薦する機能を開発するとともに、これを運転シミュレーションソフトウェア CARLA に実装した DriveCoach システムを開発した。本システムは、ドライバーの運転リスク傾向を分析し、リスク発生シーンを運転シミュレータで再現しながらリスク回避運転行動の推薦を行う。このシステムは、運転シミュレータを用いたスマート運転支援の屋内実証として、制約の多い実車両を用いたフィールド実証を補完し、被験者実験ではリスクの認知と回避操作に対する有用性が示された。これらの成果は、マルチメディア分野のトッ

でのユーザ適合化を実現した。また、運転リスクの予測精度を改善するとともに、環境センサとウェアラブルセンサの予測を強化することで衝突リスク等の予測精度を大幅に改善し実用性能を向上させたこと。車載エッジ環境において、GPU-CPU オーケストレーション手法を開発し、GPU 負荷軽減と高速化を達成し、主要国際会議で最優秀論文賞にノミネートされたこと。

- リスク予測に基づく運転行動推薦機能を開発し、運転行動データに基づくリスク発生時の運転行動推薦機能を開発したこと。また、これを実装した DriveCoach システムの被験者実験では、リスマート運転支援技術の屋内実証として実車両フィールド実証を補完し。リスクの認知と回避操作に有用性が示されたこと。さらに、この成果は、ACM Multimedia 2024 で最優秀産業デモ賞を受賞したこと。

【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。

- 総務省委託研究の参画企業ら5社が、機構の総合テストベッドの MM センシング情報資産を活用し、スマート運転支援の実証システム開発を始

プカンファレンスである ACM Multimedia 2024 で最優秀産業デモ賞を受賞するなど、顕著な成果を挙げた。

- 外部の研究者や技術者らを巻き込んだデータ連携分析技術の性能改善を促進すべく、これまでに構築した仮想エッジ AI シミュレーション実験システムを用いて、MM センシングと連合型エッジ AI の性能改善を競うベンチマーキングタスクを実施した。主要国際会議の1つである Multimedia Modeling 国際会議(MMM2025)と連携し、世界各国から研究者が参加するベンチマーキングタスクの特別セッション SEAMAI(Simulating Edge Computing and Multimodal AI: A Benchmark for Real-World Applications)を企画運営した。ベンチマーキングタスクでは、令和5年度に行ったスマート運転支援実証のエッジ環境をシミュレーション実験システムの仮想サーバ上に再現し、参加者が①MM センシングモデルを対象とした AOP の最適化、②AOP の分散処理、システム負荷および電力消費の改善、及び③生成 AI を活用した新しい AOP ソリューションの開発の3つのタスクに取り組む。ベトナム、ノルウェー、ベルギー、香港等から6チームが登録し、令和6年7月から9月にタスクを実施、その結果を論文にまとめ会議に投稿したところ、3チームの論文が採択され発表した。凸最適化と GA による AOP 学習速度向上やプルーニングと量子化によるモデルチューニングなどの具体的な性能改善方法が提案されるとともに、参加した1チームからは当研究センターと連携を希望する申し出もあり、本ベンチマーキングタスクが研究コミュニティを巻き込んだ研究開発の促進に効果的であることが示された。
- 安全なデータ利活用を促進するため、これまでに開発したデータ連携分析技術を発展させ、代表的な生成 AI で生成された文章や画像等を検出する技術の研究開発に取り組んだ。元コンテンツと生成 AI で処理したコ

め、運転リスク予測モデルを用いたパーソナライズド連合学習の性能評価などの研究開発連携を推進したこと。委託研究先の電気通信事業者と DCCS を利用した共同研究を行い、委託研究で開発した渋滞予測モデル等を、DCCS の移動環境リスク予測情報資産に実装するとともに、これを他の DCCS 利用者も使えるよう公開したこと。DCCS を通じた研究開発成果の利活用を増やすため、開発環境のお試し利用を公開し、さらなるアクセス数増加が期待されること。

- これまでに構築した仮想エッジ AI シミュレーション実験システムを用いて、MM センシングと連合型エッジ AI の性能改善を競うベンチマーキングタスクを実施し MMM2025 と連携し、ベンチマーキングタスクの特別セッションを企画運営したこと。参加した6チームがタスクに取り組んだ結果を論文にまとめ会議に投稿したところ、3チームの論文が採択されたこと。さらに、性能改善方法が提案されたことや、当研究センターと連携を希望する申し出もあり、本ベンチマーキングタスクの効果が示されたこと。
- Beyond 5G オーケストレータの概念を基に設計したデジタルツイン・オーケストレータ機能を用いた、スマートで持続可能なモビリティのユースケース実証に向けたデジタルツイン連携ア

コンテンツの相関性から生成コンテンツを検出する手法の基本設計を行い、代表的な LLM (GPT-4 など) に対応した検出手法 SimLLM を開発した。SimLLM では、入力文と、入力文から LLM で生成した文の類似度を基に、LLM 生成文の検出を行う。その際、入力文を複数の LLM を用いて校正した結果を類似度の順に連結し分類することで性能向上を図る。これにより、LLM 生成文を 88.9% の精度で検出する性能を実現し、関連する SOTA 手法 (DetectGPT、MPU-RoBERTa など) に比べ 12.8% 優れた検出精度を達成した。この研究成果は、自然言語処理分野のトップカンファレンスである EMNLP2024 (CORE ranking A*) に採択された。さらに、近年注目される誤情報・偽情報拡散防止への応用に向け、ニュース記事を対象とした性能改善や、画像も含めた AI 生成コンテンツ検出技術の基本設計を行った。

- データ連携分析の情報資産を活用した応用開発・実証を推進する取り組みとして、総務省委託研究「安全なデータ連携による最適化 AI 技術の研究開発」の参画企業ら 5 社 (電気通信事業者など) が、機構の総合テストベッド Data Centric Cloud Service (DCCS) に技術移転した MM センシング情報資産を活用し、スマート運転支援の実証システム開発を始め、運転リスク予測モデルを用いたパーソナライズド連合学習の性能評価や、合成データによる予測モデル性能改善、連合学習フレームワークの MLOps への統合の基本設計などを実施し、MM センシング情報資産を核とした研究開発連携を推進した。
- DCCS 利用者と情報資産を共同で開発するテストベッド循環進化を推進するため、機構の高度通信・放送委託研究「持続性の高い行動支援のための次世代 IoT データ活用技術の研究開発」(課題 227) を受託した電気通信事業者と DCCS を利用した共同研究を行い、委託研究で開発した渋滞予測モデルと行動ナビゲーションアプリケーション

アプリケーションの概念検証 (PoC) 実装を行い、国際電気通信連合 電気通信標準化諮問委員会 (ITU TSAG) に寄書 4 件を投稿し、ワーキンググループの成果文書に反映・公開したこと。また、IOWN Global Forum が策定を進める Data Space for Digital Twin Applications (DSDT) アーキテクチャを共同で編集しデジタルツイン・オーケストレータの機能コンポーネントを反映し公開するなど、国際標準化を推進したこと。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- マルチモーダル AI 技術 MM センシングと連合型エッジ AI 技術 AOP の社会実装に向けた性能改善を着実に進め、これらをスマート運転審実証システムに組み込み、運輸業界の 2024 年問題対策で要望が高い休憩アシスト機能を運送事業者らと共同で開発し、運行管理者や運転者による受容性検証を実施したこと。また、実証システムから主要な機能を切り出した循環進化型 AI ドラレコの開発と、地域安全サービス実証への横展開や車載機器メーカー等との連携検討を推進したこと。

	ン、及び携帯端末位置情報データから生成した疑似移動データを、DCCS の移動環境リスク予測情報資産に実装するとともに、これを他の DCCS 利用者も使えるよう限定公開した。さらに本共同研究では、この情報資産を活用した地域安全サービス実証やスマート交通デジタルツインのサービス PoC など、社会実装を推進する取組を行う計画である。本共同研究をモデルケースとして、今後も DCCS 利用者が開発した成果を DCCS に取り込み進化させる取り組みを推進していく。 • DCCS を通じた研究開発成果の利活用を増やすためのアウトリーチ活動として、これまでに行ってきた環境品質短期予測情報資産のサンプルアプリケーションのお試し利用(フェーズ1)を拡張し、DCCS に技術移転した API を用いてユーザが収集・保有するデータを同情報資産に搬入し予測モデルをチューニングできる、開発環境のお試し利用(フェーズ2)を公開した。お試し利用では、統合テストベッドとの共同研究契約を締結する前に DCCS を試用することができ、アプリケーションの試用で月間 1,500 アクセスを得たフェーズ1より、開発環境の試用が可能なフェーズ2ではさらなるアクセス数の増加が期待される。 • 機構の Beyond 5G/6G の研究開発を推進すべく、xData プラットフォームを拡張したデジタルツイン基盤上で、各種の情報資産を基に、環境、運転、交通の各デジタルツインのサンプル実装を行うとともに、Beyond 5G オーケストレータの概念を基に設計したデジタルツイン・オーケストレータ機能を用いた、スマートで持続可能なモビリティ (Smart Sustainable Mobility) のユースケース実証に向けたデジタルツイン連携アプリケーション(環境ホットスポット予測、エコ運転支援、渋滞軽減ルート案内)の概念検証 (PoC) 実装を行った。これらを基に、国際電気通信連合電気通信標準化諮問委員会 (ITU TSAG) の Focused Group on Metaverse (FGMV) の Working Group 5 (Interoperability) で策定したプラットフォーム間連携のための高レベル相互運用性アーキテクチャ (High-level		

	interoperability architecture for cross-platform metaverse)に、デジタルツイン・オーケストレータ機能に基づく Digital Twin Interoperability 機能コンポーネントとユースケースに関する寄書4件を投稿し、ワーキンググループの成果文書に反映・公開した(令和7年度からITU-T SG21 で勧告案の策定を行う予定)。また、機構が参画するオールフォトニクス通信ネットワークの技術標準を開発する業界団体 IOWN Global Forum が策定を進める Data Space for Digital Twin Applications (DSDT)アーキテクチャを共同で編集し、デジタルツイン・オーケストレータの機能コンポーネントを反映し公開するなど、国際標準化を推進した。さらに、革新的情報通信技術研究開発委託研究 課題 05201「デジタルツインによるサイバー・フィジカル連携型セキュリティ基盤」の受託者(電気通信事業者)と、デジタルツインのセキュリティ情報管理におけるデジタルツイン・オーケストレータのユースケースを共同で作成し、上記の ITU FGMV への寄書提出を行うとともに、ユースケース実証に向け必要なオーケストレータ機能の詳細設計を行った。これらにより、Beyond 5G/6G の委託研究と自ら研の連携を推進した。		

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

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	Ⅲ. ー1. ー(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 18874

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	178	158		予算額(百万円)	38,946	37,684	26,383	11,852	
招待講演数※1	－	72	93	84	103		決算額(百万円)	6,859	16,397	23,815	7,886	
論文被引用総数※2	－	50	31	56	46		経常費用(百万円)	6,563	7,577	11,509	14,597	
過年度発表を含む論文被引用総数※3	－	50	341	965	901		経常利益(百万円)	△199	△118	△306	△103	
実施許諾件数	－	14	16	14	17		行政コスト(百万円)	6,916	7,693	12,381	15,590	
報道発表件数	－	10	12	10	16		従事人員数(人)	62	61	63	78	
共同研究件数※4	－	127	143	153	165							
標準化や国内制度化の寄与件数	－	126	100	172	90							
標準化や国内制度化の委員数	－	18	17	28	25							

※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. 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及び主務大臣による評価				
中長期目標、中長期計画、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		主務大臣による評価	
	主な業務実績等	自己評価		
		A	評価	A
＜評価軸＞ - 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。 - 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。 - 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。		1ー5. フロンティアサイエンス分野 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、中長期期間の4年目として、フロンティア ICT 基盤技術において外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを世界で初めて実現したこと、CMOS 集積回路技術のみで 300GHz 帯2次元フェーズドアレイを世界初で実現したこと、先端 ICT デバイス基盤技術において深紫外光 ICT デバイスでは機構が開発した AlGaIn 系深紫外 LED に対して長期信頼性試験で極めて優れた長期安定性(推定寿命:7,000 時間以上)を示したこと、波長 265nm 帯・高強度・高効率の深紫外 LED を搭載した空気殺菌用モジ	＜評価に至った理由＞ 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。 主な状況は以下のとおり。	

<指標> 【評価指標】 • 具体的な研究開発成果 • 研究開発成果の移転及び利用の状況 • 共同研究や産学官連携の状況 • データベース等の研究開発成果の公表状況 • (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 【モニタリング指標】 • 査読付き論文数 • 招待講演数 • 論文の合計被引用数 • 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) • 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)標準化や国内制度の寄与件数	(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 • 熱結合を利用した積層 SSPD 構造の設計・作製を行い、上下に積層されたナノストリップ層において同時	ジュールを開発し、実運行中の鉄道車両への搭載を実証して優れた性能を評価したこと、量子情報通信基盤技術において国際宇宙ステーション(ISS)ー可搬地上局とでの物理レイヤ暗号による鍵共有実験に成功したこと、その実験において機構が開発した Commercial Off-The-Shelf(COTS)品で構成された鍵蒸留基板を用いて1年以上の低軌道衛星環境での正常動作の確認に成功したこと、脳情報通信技術についてこれまで運動学習とは関係ないと思われてきた高次の「意思決定状態」の違いによって運動記憶が切り分けられていることを明らかにした成果を Nature Human Behavior 誌において論文発表し Trends in Cognitive Science に注目論文としてとりあげられたこと、脳情報利用に関するガイドラインを策定・公表し、その内容が OECD の Neurotechnology toolkit に掲載されたことなどは科学的意義、社会的価値及び社会実装のいずれについても優れた成果といえる。 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、評価を「A」とした。	【フロンティア ICT 基盤技術】 外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを世界で初めて実現したことは、科学的意義・社会的価値において、年度計画を着実に達成した上

出力が発生する熱結合動作を実証し、大規模 SSPD アレイの実現むけた重要な技術開発に成功した。また、本構造を利用した 288 (12×24)ピクセルを超える規模での SSPD アレイ素子の設計及び作製プロセスを確立した。

- SSPD の新規応用として 2 μ m 波長帯用 SSPD の水蒸気ライダー技術応用についての研究開発を開始した。SSPD を用いた新規手法により測定時間を 1/600 に低減可能であることをシミュレーションで確認した。また、CO₂ガスの吸収スペクトル (λ = 2050.96nm) を、SSPD を用いて観測することに成功した。
- 東京大学との共同研究において、機構製 SSPD を適用することで、光量子計算機の実現に必要な光量子状態の高速生成 (Nature Communications 誌掲載、報道発表) や、量子性の強い光パルスを導入した汎用型光量子計算プラットフォームの実現 (PRX Quantum 誌掲載、報道発表) に成功するなど、機構で開発した SSPD が先端技術に適用され、その有用性を国内外に広くアピールすることが出来た。
- SiO₂ 犠牲層エッチングに気相フッ酸を導入し、ウェットエッチングで問題となっていた残渣の発生、ブリッジの倒壊を抑制するとともに、接合及び薄膜共振器の特性に影響がないことを確認した。これによりコヒーレンス時間改善を目指した窒化物超伝導量子ビットの作製に、本プロセスを導入することができる目途をつけることが出来た。
- 外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを世界で初めて実現し、強磁性ジョセフソン π 接合を持つ超伝導量子ビットとしては最も優れたコヒーレンス時間を達成した (Communications Materials 誌掲

して、EO ポリマー光変調器を THz 波受信器として使用し、量産化可能なデバイス構造の THz-光信号直接変換器を用いたアナログ RoF として世界最高周波数である 150GHz 帯での 10Gbps QPSK 信号の無線伝送 (BER: 1×10^{-3}) を実証したこと、CMOS 集積回路技術のみで 300GHz 帯 2次元フェーズドアレイを世界初で実現したこと、東京大学との共同研究において、機構製 SSPD を適用することで光量子計算機の実現に必要な先端技術開発に成功したこと、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て昨年発表した弾性分子素子 (ナノスプリング) に加えて、より小型で、力学シグナルの強さを光学情報 (輝度) に変換するデジタルフォースセンサを開発したこと、EO ポリマー自立膜・積層膜作製技術の高度化のために、大面積化に向けて 15mm 四方の EO ポリマー自立膜の作製に成功したことなどは科学的意義が非常に高い成果であるとともに、社会的価値及び社会実装においても優れた成果である。

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。

【科学的意義】

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ていると評価できる。

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、InP/EO ポリマーハイブリッド光変調器が試作されたことは、科学的意義・社会的価値において、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ていると評価できる。

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ことを目標に、CMOS 集積回路技術のみで 300GHz 帯 2 次元フェーズドアレイが世界初で実現された。これまでの基礎的な研究の成果が価値のある成果に結びついてきたものであり。科学的意義・社会的価値において、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と評価できる。

より小型で、力学シグナルの強さを光情報に変換するデジタルフォースセンサが開発されたことは、社会的価値において、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ていると評価できる。

載、報道発表。機構内では量子ノード技術との連携)。これまでの量子ビットとは違い、外部磁場を必要としないことから、外部ノイズの抑制・回路の簡素化・省エネ・コスト削減などの効果が期待されることから、量子ビットの大規模化、集積化に向けた重要な技術に位置づけられると考えられる。

(イ) ナノハイブリッド基盤技術

- 2次元光操作に向けて表面出射型光フェーズドアレイ(OPA)を試作した。表面出射部には、出射グレーティングの回折効率を高くするために屈折率が高い窒化シリコン(SiN)を使用した。SiN 導波路を作製した基板に、位相シフターとなる EO ポリマー導波路を転写法により作製した。EO ポリマー導波路から SiN 導波路への高効率層間結合を実現し、設計値に基づくビーム幅と偏向角を実証した。2次元(2D)配列 OPA を試作した。(招待講演7件、特許出願1件、展示会出展1件、共同研究4件。)
- Beyond 5G の基盤となるデータ通信の高速化に向けて、Si/EO ポリマーハイブリッド(SOH)光変調器では、ラダー構造により抵抗値を下げることで EO 帯域 86GHz を実現した。更なる高速化と低電圧駆動が期待できる InP/EO ポリマーハイブリッド(IOH)光変調器を試作した。(招待講演6件、特許登録2件、展示会出展1件、共同研究5件。)
- 上下配置アンテナアレイを有する EO ポリマー光変調器を THz 波受信器として使用し、量産化可能なデバイス構造の THz-光信号直接変換器を用いたアナログ RoF として世界最高周波数である 150GHz 帯での 10Gbps QPSK 信号の無線伝送(BER: 1×10^{-3})を実証した。アンテナ構造を改良した 350GHz 帯 EO ポリマー光変調器を試作した。総務省「令和3年度か

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- 集積型超伝導回路基盤技術に関して、外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを世界で初めて実現し、強磁性ジョセフソン π 接合を持つ超伝導量子ビットとしては最も優れたコヒーレンス時間を達成し、Communications Materials 誌での論文発表に至ったこと。
- 集積型超伝導回路基盤技術に関して、東京大学との共同研究において、機構製 SSPD を適用することで、光量子計算機の実現に必要な光量子状態の高速生成(Nature Communications 誌掲載)や、量子性の強い光パルスを導入した汎用型光量子計算プラットフォームの実現(PRX Quantum 誌掲載)に成功するなど、機構で開発した SSPD の有用性が示されたこと。
- ナノハイブリッド基盤技術に関して、上下配置アンテナアレイを有する EO ポリマー光変調器を THz 波受信器として使用し、量産化可能なデバイス構造の THz-光信号直接変換器を用いたアナログ RoF として世界最高周波数である 150GHz 帯での 10Gbps QPSK 信号の無線伝送(BER: 1×10^{-3})を実証した。350GHz 帯 EO ポリマー光変調器のアンテナ

	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(徳島大学、機構、岐阜大学(令和3年度～))。(招待講演7件、特許出願7件、登録1件、展示会出展2件、共同研究5件。) • 200 μm 以上の EO ポリマー積層膜を用いて世界最高レベルの超広帯域検出(従来 EO 結晶の 10 倍)と共に、計測系の最適化によって前年度比2倍の高効率検出を実現した。EO ポリマー自立膜・積層膜作製可能な材料系において、高効率化につながる性能指数(n^3r)の大きな材料開発の指針を得た。(著書2件、基調講演1件、招待講演9件、特許出願1件、登録1件、展示会出展1件、共同研究4件。) • 世界で初めて開発した EO ポリマー自立膜・積層膜作製技術の高度化のために、大面積化に向けて 15mm 四方の EO ポリマー自立膜の作製に成功した。さらに、特殊フィルムを有する企業との共同研究により、15mm 四方の EO ポリマー自立膜を離型フィルムと低粘着フィルムで挟んだキャリアフィルム構造の作製に成功した。大面積化キャリアフィルム構造から他の基板へ転写することによる EO ポリマー導波路デバイスの作製への展開や、大面積 EO ポリマー自立膜を細かくカットすることによる多層の積層膜作製の高効率化や、EO ポリマー自立膜の汎用化と社会展開へ向けた基盤となる成果が得られた。(招待講演9件、特許出願1件、登録2件、展示会出展2件、共同研究2件。) (ウ) 超高周波基盤技術 • 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	構造やデバイス作製プロセスを改良したこと。 • 超高周波基盤技術に関して、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 を用いた2次元アンテナ指向性制御を可能とする 300GHz 帯フェーズドアレイ式ビームステアリング CMOS 送信機を開発したこと。CMOS 集積回路技術のみで 300GHz 帯2次元フェーズドアレイを実現した取り組みとして世界初であり、最大 40Gbps の無線通信性能を2次元ステアリング角$\pm 30^\circ$ で実現したこと。 【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。 • ナノハイブリッド基盤技術に関して、Beyond 5G の基盤となるデータ通信の高速化に向けて、Si/EO ポリマーハイブリッド(SOH)光変調器では、ラダー構造により抵抗値を下げることで EO 帯域 86GHz を実現し、更なる高速化と低電圧駆動が期待できる InP/EO ポリマーハイブリッド(IOH)光変調器を試作したこと。 • 集積型超伝導回路基盤技術に関し

リコン CMOS を用いた2次元アンテナ指向性制御を可能とする 300GHz 帯フェーズドアレイ式ビームステアリング CMOS 送信機を開発した。CMOS 集積回路技術のみで 300GHz 帯2次元フェーズドアレイを実現した取り組みとして世界初であり、最大 40Gbps の無線通信性能を2次元ステアリング角 $\pm 30^\circ$ で実現した。これら成果を IMS Microwave Week 併設会議の IEEE MTT-S Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (RFIC2024、6月)での発表を含む国際会議 20 件(招待講演1件を含む)の成果発表を行った。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「テラヘルツ波による超大容量無線 LAN 伝送技術の研究開発」、日本学術振興会科学研究費助成事業学術変革領域研究(A)「光の極限性能を用いたフォトニックコンピューティングの創成」で実施した。

- 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、国内半導体基板メーカーから供給された GaN エピ基板の高出力化検討のため、6インチ径 Si 基板上 GaN デバイスを作製、ゲート長 70nm で遮断周波数 $f_T = 96\text{GHz}$ 、最大発振周波数 $f_{\max} = 179\text{GHz}$ を達成した。令和5年度に世界最高の f_T を更新した GaInSb チャネル HEMT においてゲート長依存性を評価した結果、ゲート長 70nm 以下で $f_T = 300\text{GHz}$ 以上かつ $f_{\max} = 400\text{GHz}$ 以上を実現できることを確認し、これら成果について国際会議8件、国内研究会2件(招待講演1件を含む)の成果発表を実施した。なお、B5G デバイス開発に必要な THz 計測評価技術として、研究論文2件、国際会議7件の成果発表を行うとともに、一部成果は中小企業政策推進事業費補助金(成長型中小企業等研究開発事業)「社会インフ

て、東京大学との共同研究において、機構製 SSPD を適用することで光量子計算機の実現に必要な先端技術に適用され報道発表も行い、その有用性を国内外に広くアピールすることができたこと。

- バイオ ICT 基盤技術に関して、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、令和5年度に発表した弾性分子素子(ナノスプリング)に加えて、より小型で、力学シグナルの強さを光学情報(輝度)に変換するデジタルフォースセンサを開発したこと。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 集積型超伝導回路基盤技術に関して、科学的意義の代表的な成果として前述した外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを世界で初めて実現したことは、これまでの量子ビットとは違い、外部ノイズの抑制・回路の簡素化・省エネ・コスト削減などの効果が期待され、量子ビットの大規模化、集積化に向けた重要な技術に位置づけられるため、報

ラ維持業務効率化のための 60GHz 帯(ビヨンド 5G 帯)レーダ／通信共用アンテナ一体型モジュールの開発」で実施した。

- 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、超高周波領域での通信・計測システムに適用可能な高安定光源の開発を行った。今期に新規導入したデバイス作製用大型装置の立ち上げ、条件最適化を行い、(1)hot-wire CVD 法 SiN 膜の残留水素濃度低減に成功し、光通信波長帯(C バンド)にて $Q_{\text{int}} > 5 \times 10^5$ を実現し、C バンド励起でのパラメトリック発振を実現した。また、テラヘルツ波発生のためのオンチップフィルタを作製し、チューニング特性の評価を実施した結果、600GHz の 2 トーン信号発生を実現した。更に、(2)励起レーザー(LD)と高 Q 値マイクロリング共振器(MRR)のインターフェースである高効率スポットサイズコンバータを提案、短尺($< 100 \mu\text{m}$)で結合損失が 0.65dB 以下になることを確認(特許出願済)し、本件についてドイツ企業との共同研究へとつなげた。これと並行して、励起半導体 LD と MRR の結合系の理論解析を実施し、実際にパラメトリック発振に成功すると共に、(3)DFB レーザーの直接電流変調によるソリトンマイクロコムが発生に成功し、簡易な構成で光コムを得られる道筋をつけた。これら研究成果について Conference on Laser and Electro-Optics/Quantum Electronics and Laser Science (CLEO/QELS、5月)での発表を含む研究論文2件、国際会議7件の成果発表を実施した。

道発表を行ったこと。

- ナノハイブリッド基盤技術に関して、世界で初めて開発した EO ポリマー自立膜・積層膜作製技術の高度化のために、大面積化に向けて 15mm 四方の EO ポリマー自立膜の作製に成功し、さらに、特殊フィルムを有する企業との共同研究により、15mm 四方の EO ポリマー自立膜を離型フィルムと低粘着フィルムで挟んだキャリアフィルム構造の作製に成功したことから、大面積化キャリアフィルム構造から他の基板へ転写することによる EO ポリマー導波路デバイスの作製への展開や、大面積 EO ポリマー自立膜を細かくカットすることによる多層の積層膜作製の高効率化や、EO ポリマー自立膜の汎用化と社会展開へ向けた基盤となる成果が得られたこと。

	(エ) 自然知規範型情報通信基盤技術 • 昆虫神経系の様々な階層に潜む自然知の計測・評価基盤の構築に関して、画像解析により、自由行動下(非拘束条件下)にある複数のハエの歩行運動を定量化するためのデータ取得・解析環境を構築した。この解析系を用いて、生活環境の違いによって生ずる追跡行動の変化を高精度に解析し、関連するニューロン応答の変化やそれに随伴する遺伝子発現の変化を捉えることに成功した(国内会議発表)。 • 個体の環境応答を担う分子・神経回路機構のモデル構築に関して、昨年までに取得した追跡行動中の歩行制御に関わる高次視覚系ニューロンの応答特性データに基づく数理モデルを構築し、行動応答のシミュレーションを実現した(金沢大学 新学術創成研究機構 革新的統合バイオ研究コア 数理神経科学研究ユニットとの共同研究)。 • 神経活動や遺伝子発現等の各種生体情報データの収集に関して、独自の行動解析技術と神経活動操作技術を用いて行動の種間差を生む脳回路部位を探索し、キイロショウジョウバエと同属別種の <i>D. subobscura</i> に特異的な求愛行動様式、「婚姻贈呈」を制御するニューロンを特定した。さらに、神経活動の光操作と電気生理学的手法を組み合わせた解析により、婚姻贈呈の進化的成因となるシナプスを特定した(国内会議発表、論文審査中)。また、<i>Drosophila subobscura</i> の近縁種 <i>D. madeirensis</i> の全ゲノム解読に成功し、アメリカ遺伝学会の学術誌「G3」にて論文発表を行なった。 • カルシウムセンサー分子シナプトタグミン7の各部位の突然変異体を作成し、それらのシナプス伝達を電気生理学的に解析した。その結果、シナプトタグミン		

	7の分子内相互作用により短期シナプス可塑性がつけられる、という新しい分子メカニズムを発見した。さらに、そのシナプスにおける短期可塑性異常が個体の即時記憶を担うことを見出した(論文投稿済み)。		

	(オ) バイオ ICT 基盤技術 • 化学的ラベル識別技術システムの利便性を向上させ、オンサイト適用を簡易に可能とする道を切り拓くための、システム構成の検討として、親水化 PDMS マイクロ流路チャンバーの試作と最適化を行い、プラズマ処理を必要としない(装置と手間を省く)手順を構築した。また、識別能の向上や計測対象サンプルの拡張を目指した情報抽出法の検討として、使用条件(温度、濁度、細胞調製からの経過時間等)についての検討を進め、使用環境(温度)を考慮に入れた解析の実現への足掛かりとなる、バクテリアの応答と使用条件の相関を可視化(定量)する手法(プログラム)を開発した。 • 生体光計測基盤技術の深部化・高分解能化に関して、これまでに独自開発した「計算補償光学」の超解像顕微鏡への適用に関する技術改良を進め、超解像顕微鏡の利点である高分解能の情報を豊富に含んだ周波数空間における相関関数を評価方法として新たに導入したことにより、正確性とロバスト性を飛躍的に向上させることに成功した。 • 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に関し、令和5年度に発表した弾性分子素子(ナノスプリング)に加えて、より小型で、力学シグナルの強さを光学情報(輝度)に変換するデジタルフォースセンサを開発した。また、システムの構成要素のうち、分子モーターのエネルギー変換機構に関して、分子モーターの一種「キネシン」の再構成を通じて、分子モーターが化学エネルギーを運動エネルギーに変換する新しい機構を提案した(東京大学と共同。米国科学アカデミー紀要に掲載し、報道発表を行った)。さらに、細胞内小器官の生成機構の理解と制御に関して、国外の研究グループと連		

	携して取り組んでいる、DNA ナノテクノロジーによって構成分子の配置を制御する研究が日本学術振興会の日英二国間交流事業に採用され、本年度までに DNA で構成した構造を細胞の中に導入することに成功した。 外部からの入力刺激によって開始される細胞応答変化の計測・評価に関し、令和5年度に開発した生体分子結合ビーズの生細胞内への導入制御法を使って、ビーズ周囲で起こる細胞応答の変化を解析した。また、解析結果に基づいたビーズ導入条件の更なる最適化を進め、ビーズ表面に結合させた生体分子の分解を最小限に抑えつつビーズを細胞内部（細胞質）へと送達する手法を確立した（関連特許出願1件）。		
	(2)先端 ICT デバイス基盤技術 (ア)酸化物半導体電子デバイス - BCl₃ 反応性イオンエッチング (RIE) プロセスが生じるキャリア不活性化に関する調査・考察及び Fe イオン注入プロセスによるドレインリーク電流低減等のプロセス要素技術を開発した。その後、上記知見を用いた高周波 Ga₂O₃ FET の試作を実施した。 - 短ゲート Ga₂O₃ MOSFET の破壊的処理であるガンマ線照射耐性試験において必要となる詳細なデバイス特性評価を実施し、今回新たに採用したホットウォール型有機金属気相成長法によるエピタキシャル膜のドレインリーク電流低減への有効性を確認した。 - 令和5年度に試作した縦型 Ga₂O₃ フィントランジスタの問題点であった、ゲートリーク電流低減に向けたデバイス構造・プロセスの最適化を実施した。その結果、最大4桁以上のゲートリーク電流低減を達成し	(2)先端 ICT デバイス基盤技術 深紫外光 ICT デバイスに関して、機構が開発した高結晶品質且つ光出力 500mW 超の高出力の特性を有する 265nm 帯 AlGa_N 系深紫外 LED に対して、長期信頼性試験を実施し、極めて優れた長期安定性（推定寿命：7,000 時間以上）を示したこと、Clarivate Analytics 社「Highly Cited Researcher 2024」にグリーン ICT デバイス研究室長が選出されたことは科学的意義が極めて高い成果である。 そして、高強度深紫外 LED 高密度マルチ実装ハンディ照射技術と AR (Augmented Reality: 拡張現実) 技術とを組み合わせることで、深紫外光によりウイルス・細菌が不活性化されたエリアをリアルタイムで可視化するシステムを開発することに世界で初めて成功したことは社会的価値が非常に高い。 深紫外 LED を搭載した殺菌モジュールを開発し、実運行中の鉄道車両への搭載を実証し、感染症対策や公共交通	【先端 ICT デバイス基盤技術】 AlGa_N 系深紫外 LED に対して、長期信頼性試験で優れた長期安定性を示しており、これまでの基礎的な研究の成果が価値のある成果に結びついてきた。 高強度深紫外 LED 高密度マルチ実装ハンディ照射技術と AR (Augmented Reality: 拡張現実) 技術とを組み合わせることで、深紫外光によりウイルス・細菌が不活性化されたエリアをリアルタイムで可視化するシステムを開発することに世界で初めて成功したことは社会的価値が非常に高い。 深紫外 LED を搭載した殺菌モジュールを開発し、実運行中の鉄道車両への搭載を実証し、感染症対策や公共交通

	た。 • Ga₂O₃ ショットキーバリアダイオード開発成果を Appl. Phys. Express 誌にて報告した論文が、第 46 回(令和6年度)応用物理学会論文賞「応用物理学会優秀論文賞」を受賞した。 • Clarivate Analytics 社「Highly Cited Researcher 2024」にグリーン ICT デバイス研究室長が選出された(令和3年、令和5年に続いて通算3度目)。過去 10 年間に被引用数トップ1%にランクされる論文を複数発表し、科学技術分野において強い影響力を持つパイオニアが対象である。全世界、全分野の研究者・科学者 1,000 人に1人程度の選出となる。機構からは、過去も含めて同室長のみが選出された。		分野での波及効果が高い技術として優れた性能を評価した。
	(イ)深紫外光 ICT デバイス • これまでの深紫外 LED は、高電流を印加すると発熱や結晶欠陥等の問題により、時間経過により急速にその性能が劣化してしまう問題があった。このような従来課題を解決し、高出力且つ長期的に安定した特性を有するデバイスの実現を目指し、機構が開発した高結晶品質且つ光出力 500mW 超の高出力、265nm 帯 AlGa_N 系深紫外 LED に対して、長期信頼性試験を実施した。この結果、高電流印加条件下で 1,000 時間の連続駆動を行っても、光出力低下は僅か 10%未満に留まり、極めて優れた長期安定性(推定寿命: 7,000 時間以上)を示した。本成果は、世界で初めて、深紫外 LED の高出力化と長寿命化を併せて達成したものであり、本研究領域における重要なブレークスルーであると共に、その実用化や社会普及に向けた取組を大きく加速させるものである。 • 深紫外光は、ウイルスや細菌に対して、薬剤を用い	アルタイムで可視化するシステムを開発することに世界で初めて成功したこと、波長 265nm 帯・高強度・高効率の深紫外 LED を搭載した空気殺菌用モジュールを開発し、実運行中の鉄道車両への搭載を実証して水銀ランプを用いた場合と比較し室内の浮遊ウイルスを 99.9%不活性化するために必要な時間と電力を 40%以上削減することに成功したことなどは社会的価値、社会実装の観点で優れた成果と言える。 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、特に顕著な成果があったと認められる。 • 深紫外光 ICT デバイスに関して、機構が開発した高結晶品質且つ光出力 500mW 超の高出力の特性を有する 265nm 帯 AlGa_N 系深紫外 LED に対して、長期信頼性試験を実施し、高電流印加条件下で 1,000 時間の連続駆動を行っても、光出力低下は僅か 10%未満に留まり、極めて優れた長期安定性(推定寿命: 7,000 時間以上)を示したこと。これまでの深紫外 LED は、高電流を印加すると急速にその性能が劣化し	

ず非接触で極めて高い不活性化効果を有する為、あらゆる場面でその利活用が期待されているが、深紫外光は不可視であり、どこかのウイルスが不活性化され、どこかのウイルスが不活性化されていないのか、視覚的に認識することは、これまで困難であった。今回、高強度深紫外 LED 高密度マルチ実装ハンディ照射技術と AR(Augmented Reality: 拡張現実)技術とを組合せることで、深紫外光によりウイルス・細菌が不活性化されたエリアを、リアルタイムで可視化するシステムを開発することに世界で初めて成功した。これにより、小型で持ち運び可能な深紫外 LED 照射機を用いて、ウイルス・細菌の不活性化完了エリアを、その場で迅速に把握することが可能となった。深紫外光の照射不足による活性ウイルスの残存や、過剰照射によるロスを防ぐことができ、深紫外光応用の安全性、効率性を飛躍的に高める技術として期待される。

- 人流が密集し、換気も制限される鉄道車両のような公共交通機関において、空気中の浮遊ウイルスを介した感染拡大の抑制に有効な技術を開発することは、安全上極めて重要な課題である。今回、波長 265nm 帯・高強度・高効率の深紫外 LED を搭載した空気殺菌用モジュールを開発し、実運行中の鉄道車両への搭載を実証した。モジュール内に流入する空気の流れに対向する形で、深紫外光が照射されるよう深紫外 LED の配光を制御することで、水銀ランプを用いた場合と比較し、室内の浮遊ウイルス(容積: 25m³)を 99.9%不活性化するために必要な時間と電力を 40%以上削減することに成功した。公共交通機関などにおける感染拡大抑制へ高い有効性を示すだけでなく、CO₂削減へも寄与する成果であり、安全で持続可能な社会の実現に大きく貢献する技術とし

てしまう問題があったが、本成果は世界で初めて深紫外 LED の高出力化と長寿命化を併せて達成したものであり、本研究領域における重要なブレークスルーとなる成果を創出したこと。

- 深紫外光は、ウイルスや細菌に対して、薬剤を用いず非接触で極めて高い不活性化効果を有する為、あらゆる場面でその利活用が期待されているが、深紫外光は不可視であるため、どこかのウイルスが不活性化されどこが不活性化されていないのか視覚的に認識することはこれまで困難であったことに対して、今回、高強度深紫外 LED 高密度マルチ実装ハンディ照射技術と AR(Augmented Reality: 拡張現実)技術とを組合せることで、深紫外光によりウイルス・細菌が不活性化されたエリアを、リアルタイムで可視化するシステムを開発することに世界で初めて成功したこと。
- Clarivate Analytics 社「Highly Cited Researcher 2024」にグリーン ICT デバイス研究室長が選出されたこと。過去 10 年間に、被引用数トップ 1% にランクされる論文を複数発表し、科学技術分野において強い影響力を持つパイオニアが対象であり、全世界、全分野の研究者・科学者 1,000 人に 1 人程度の選出となる

て期待される。

が、同室長は令和3年、令和5年に続いて通算3度目の選出となったこと。

【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。

- 高強度深紫外 LED 高密度マルチ実装ハンディ照射技術と AR (Augmented Reality: 拡張現実) 技術とを組合せることで、深紫外光によりウイルス・細菌が不活性化されたエリアを、リアルタイムで可視化するシステムを開発することに世界で初めて成功したことにより、小型で持ち運び可能な深紫外 LED 照射機を用いて、ウイルス・細菌の不活性化完了エリアを、その場で迅速に把握することが可能となり、深紫外光の照射不足による活性ウイルスの残存や、過剰照射によるロスを防ぐことができ、深紫外光応用の安全性を飛躍的に高める技術として期待される成果を創出したこと。
- 深紫外光 ICT デバイスに関して、人流が密集し、換気も制限される鉄道車両のような公共交通機関において、空気中の浮遊ウイルスを介した感染拡大の抑制に有効な技術を開発することは安全上極めて重要な課題であることに対して、波長

		265nm 帯・高強度・高効率の深紫外 LED を搭載した空気殺菌用モジュールを開発したこと。 - 高出力と長寿命化とを両立する深紫外 LED の実現が難題であったことに対して、機構が開発した高結晶品質且つ光出力 500mW 超の 265nm 帯 AlGaIn 系深紫外 LED の長期信頼性試験により、高出力化と長寿命化(推定寿命:7,000 時間以上)を併せて達成したことを示したことで、高出力且つ長期安定性に優れた特長を有するデバイスの実用化に向けた取組を大きく加速させたこと。 【社会実装】 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。 - 波長 265nm 帯・高強度・高効率の深紫外 LED を搭載した空気殺菌用モジュールを開発し、実運行中の鉄道車両への搭載を実証したこと。特に、モジュール内に流入する空気の流れに対向する形で、深紫外光が照射されるよう深紫外 LED の配光を制御することで、水銀ランプを用いた場合と比較し、室内の浮遊ウイルスを 99.9%不活性化するために必要な時間と電力を 40%以上削減することに成功し、公共交通機関な	

		どにおける感染拡大抑制へ高い有効性を示すだけでなく、CO2 削減へも寄与し、安全で持続可能な社会の実現に大きく貢献する技術として期待される成果を創出したこと。 - 科学的意義及び社会的価値を代表する成果として前述した機構の開発による深紫外 LED が高出力化と長期安定性を実証したことで、高出力且つ長期安定性に優れた特長を有するデバイスの実用化のみならず社会普及に向けた取組も大きく加速させる成果を創出したこと。 - 科学的意義及び社会的価値を代表する成果として前述した深紫外光によるウイルス・細菌の不活性化エリアをリアルタイムで可視化するシステムの開発を実現させたことで、深紫外光応用の安全性のみならず効率性も飛躍的に高める技術として期待される成果を創出したこと。	
	(3)量子情報通信基盤技術 (ア)量子セキュアネットワーク技術 東京 QKD ネットワーク上で第三者によるデータの完全性保証を可能とするアプリケーションの開発及び動作検証に成功した。また高精度空間情報を含めたタイムスタンプを量子鍵で暗号化し、情報理論的な改竄防止技術に関し特許出願を行った(特願 2024-068687)。さらに時空間情報を利用した量子セキュアクラウドの高機能化を目指し、量子もつれスワ	(3)量子情報通信基盤技術 国際宇宙ステーション(ISS)ー可搬地上局とでの物理レイヤ暗号による鍵共有実験に成功したこと、ISS 搭載機器には Vernam's one-time pad(OTP)暗号化機能も作り込まれており共有した鍵を用いた OTP 暗号伝送に成功したこと、エピタキシャル成長した窒化物超伝導量子ビットと強磁性ジョセフソン π-接合を用いてゼロ磁場で動作する超伝導	【量子情報通信基盤技術】 ISSー可搬地上局との間で物理レイヤ暗号による鍵共有実験に成功しており、これまでの基礎的な研究の成果が価値のある成果に結びついてきた。 当該鍵共有実験の際に、鍵蒸留基板が低軌道衛星環境で1年以上正常動作しており、価値の高い研究成果を応用として社会に出している。

ッピング時の中間ノードに対し、量子もつれ光源をもつ2者による情報理論的な本人認証技術に関し、特許出願を行った(特願 2024-083210)。さらに耐量子公開鍵暗号(PQC)と量子鍵配送ネットワークとの融合方式を検討し、スマートフォンを用いて、PQCを実装したカードによる認証時の伝送を情報理論的安全に実現するための特許出願を行った。(ユーザ特定カードに関する情報の利用方法、特願 2024-214678)

- 衛星-地上局間での量子鍵配送のみならず、見通し通信のもつ条件を活かし、受信光のレベルが量子状態である場合でのワイヤタップチャネルモデル、いわゆる量子ワイヤタップチャネルについても検討を進め、理論的定式化をすすめている。さらに国際宇宙ステーション(ISS)-可搬地上局とでの物理レイヤ暗号による鍵共有実験に成功した。その実験の際には機構が開発した Commercial Off-The-Shelf(COTS)品で構成された鍵蒸留基板が用いられており、1年以上の低軌道衛星環境での正常動作の確認に成功した。また ISS 搭載機器には Vernam's one-time pad(OTP)暗号化機能も作り込まれており、共有した鍵を用いた OTP 暗号伝送に成功した。それらの結果を令和6年4月に報道発表した。本成果に対し3件の国際会議において招待講演(ETSI/IQC Quantum safe Cryptography Conference 1件、Quantum Innovation 2件)を実施した。また可搬地上局における光軸調整の効率化を可能とするための特許出願を行った。(望遠鏡と光ファイバとの結合効率を向上させるための方法特願特願 2024-214676)
- パスワード1つで情報理論的安全な本人認証を可能とするプロトコルを応用し、“信頼できる局舎”へのセキュリティ要求レベルを緩和しつつ、情報理論的安全なデータ中継を 100km 圏での実験に成功した。従来

磁束量子ビットを実現したことなどは科学的意義が極めて高い成果といえる。そして、東京 QKD ネットワーク上で第三者によるデータの完全性保証を可能とするように開発したアプリケーションの動作検証に成功したこと、ITU-Tにおいて量子セキュアクラウドや QKDN の認証・制御・管理に関する勧告が3件承認されたこと、国際宇宙ステーション(ISS)-可搬地上局とでの物理レイヤ暗号による鍵共有実験の際に、機構が開発した Commercial Off-The-Shelf(COTS)品で構成された鍵蒸留基板が用いられていたが1年以上の低軌道衛星環境での正常動作の確認に成功したことなどは社会的価値、社会実装の観点で優れた成果といえる。

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、特に顕著な成果があったと認められる。

- 量子セキュアネットワーク技術において、国際宇宙ステーション(ISS)-可搬地上局とでの物理レイヤ暗号による鍵共有実験に成功した。その実験の際には機構が開発した Commercial Off-The-Shelf(COTS)

ITU-T において量子セキュアクラウドや QKDN の認証・制御・管理に関する勧告が3件承認されたことは、国際的な標準化活動を通じた社会的価値の創出も顕著と認められ、高く評価できる。

のデータ保管機能に加え、安全なデータの長距離伝送に成功した。その際、スループットは従来比2桁以上の高性能化に成功し、論文発表を実施した(IEEE access10.1109/ACCESS.2024.3468442)。さらに本プロトコルのボトルネックの解消を目指し、安全性を損なうことなくスループットを改善する手法としての鍵リレー経路探索技術に関し、特許出願を行った(特願2023-172625)。

- 衛星にも地上系と同じ鍵管理アーキテクチャの導入を可能とするハードウェアの選定・ソフトウェアの開発を実施した。衛星に搭載できるハードウェアに制限があることから、QKD 衛星を管制するネットワークに衛星での鍵管理をサポートするシステムを導入した。これにより地上系量子鍵配送ネットワークとの鍵リレーのシミュレーションに成功した。また本システムは衛星量子鍵配送システムとして独立して成立することが可能であり、社会実装を容易としている。本成果を基に宇宙戦略基金に応募し、採択に至っている。
- 国際認証アレンジメント(CCRA)での相互認証を可能とするため、評価保証レベル EAL-2 におけるセキュリティ要求仕様書(プロテクションプロファイル)の作成を進め、量子フォーラムを通じて IPA への申請が完了した。さらに ITU-T において量子セキュアクラウドや QKDN の認証・制御・管理に関する勧告が承認された(3件)。

(イ)量子ノード技術

- 令和5年度までに光時計動作を実証したカルシウムイオン光時計システムに、イオンの量子状態と生成された光子の偏光状態に量子もつれを生成する光学系を実装完了し、動作検証を完了した。

品で構成された鍵蒸留基板が用いられており、1年以上の低軌道衛星環境での正常動作の確認に成功した。また ISS 搭載機器には Vernam's one-time pad(OTP)暗号化機能も作り込まれており、共有した鍵を用いた OTP 暗号伝送に成功した。本成果に対し3件の国際会議において招待講演を実施し報道発表も行ったこと。

- 量子ノード技術において、エピタキシャル成長した窒化物超伝導量子ビットと強磁性ジョセフソン π -接合を用いてゼロ磁場で動作する超伝導磁束量子ビットを実現したこと。コイル等の外部付加回路を必要とせず、量子回路の超伝導秩序パラメータの位相を反転させ、量子コヒーレンス性を確認したこと。今までの強磁性ジョセフソン π -接合を持つ超伝導量子ビットとしては最も優れたコヒーレンス時間を達成したこと。
- 量子セキュアクラウドの高機能化を目指し、東京 QKD ネットワーク上で第三者によるデータの完全性保証を可能とするアプリケーションの開発に成功し、高精度空間情報を含めたタイムスタンプを量子鍵で暗号化し、情報理論的安全な改竄防止技術に関し特許出願を行ったこと。さらに、時空間情報を利用した量子

- イオンからの青色蛍光を通信波長帯光子へ変換するための量子波長変換システムの設置を完了し、特性評価系の構築と高機能化への指針策定を完了した。
- エピタキシャル成長した窒化物超伝導量子ビットと強磁性ジョセフソン π -接合を用いてゼロ磁場で動作する超伝導磁束量子ビットを実現した。コイル等の外部付加回路を必要とせずに、量子回路の超伝導秩序パラメータの位相を反転させ、量子コヒーレンス性を確認した。今までの強磁性ジョセフソン π -接合を持つ超伝導量子ビットとしては最も優れたコヒーレンス時間を達成した(機構主導、日本電信電話株式会社(NTT)、東北大学、名古屋大学との共同研究。機構内では集積型超伝導回路基盤技術との連携)。さらに「超伝導量子ビットの光技術との融合」に向けては、超伝導量子ビットのフォトニックリンク実験の実施に向け、必要な装置や部品の調達を順調に行った。
- 量子コンピュータにタスクを実行させるには、コンパイラを使い、プログラミング言語で書かれた命令を量子ビットへのゲート操作で構成されるシーケンスに変換する必要があるが、我々は確率的アプローチによる最適な量子ゲートシーケンスを探索する手法の開発に成功した。この探索手法により、最適シーケンスを探索する時間を桁違いに短縮されることを、スーパーコンピュータ「富岳」を用いて、確認・実証した。量子インターネットを支える量子ノードでの量子情報処理にも貢献が期待される(機構主導、理化学研究所、東京大学、東京理科大学との共同研究)。

セキュアクラウドの高機能化を目指し、量子もつれスワッピング時の中間ノードに対し量子もつれ光源をもつ2者による情報理論的な本人認証技術に関して特許出願を行ったこと。

【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。

- 東京 QKD ネットワーク上で第三者によるデータの完全性保証を可能とするように開発したアプリケーションの動作検証に成功し、また、高精度空間情報を含めたタイムスタンプを量子鍵で暗号化し、情報理論的安全な改竄防止技術に関し特許出願を行ったこと。また、時空間情報を利用した量子セキュアクラウドの高機能化を目指し、量子もつれスワッピング時の中間ノードに対し量子もつれ光源をもつ2者による情報理論的な本人認証技術に関して特許出願を行ったこと。さらに、耐量子・公開鍵暗号(PQC)と量子鍵配送ネットワークとの融合方式を検討し、スマートフォンを用いて PQC を実装したカードによる認証時の伝送を情報理論的安全性に実現するための特許出願を行ったこと。

- 衛星量子鍵配送網と地上の量子鍵

		配送網の一体運用を可能とさせるため、衛星にも地上系と同じ鍵管理アーキテクチャの導入を可能とするハードウェアの選定・ソフトウェアの開発を実施し、衛星に搭載できるハードウェアに制限があることから、QKD 衛星を管制するネットワークに衛星での鍵管理をサポートするシステムを導入し、これにより地上系量子鍵配送ネットワークとの鍵リレーのシミュレーションに成功したこと。 • ITU-T において量子セキュアクラウドや QKDN の認証・制御・管理に関する勧告が3件承認されたこと。 【社会実装】 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。 • 国際宇宙ステーション (ISS) – 可搬地上局とでの物理レイヤ暗号による鍵共有実験の際に、機構が開発した Commercial Off-The-Shelf (COTS) 品で構成された鍵蒸留基板が用いられていたが、1年以上の低軌道衛星環境での正常動作の確認に成功し、ISS 搭載機器には Vernam's one-time pad (OTP) 暗号化機能も作り込まれており、共有した鍵を用いた OTP 暗号伝送に成功したこと。	

		- 量子鍵配送の将来の認証制度の立ち上げを目指して、国際認証アレンジメント(C CRA)での相互認証を可能とするため評価保証レベル EAL-2におけるセキュリティ要求仕様書(プロテクションプロファイル)の作成を進め、量子フォーラムを通じてIPA への申請が完了したこと。 - 衛星にも地上系と同じ鍵管理アーキテクチャの導入を可能とするハードウェアの選定・ソフトウェアの開発を実施し、本システムは衛星量子鍵配送システムとして独立して成立することが可能であり、社会実装を容易としていること。本成果を基に宇宙戦略基金に応募し、採択されたこと。	
	(4)脳情報通信技術 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。 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。 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。 (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 人間がどのように世界を 3D(立体)で見ているのか、その脳内情報処理過程を fMRI で計測し、その活動パターンと複数種の深層ニューラルネットワークとの	(4)脳情報通信技術 これまで運動学習とは関係ないと思われてきた高次の「意思決定状態」の違いによって運動記憶が切り分けられていることを明らかにした成果を Nature Human Behavior 誌において論文発表し Trends in Cognitive Science に注目論文としてとりあげられ、日本心理学会国際賞奨励賞及び電気通信普及財団賞(テレコム学際研究賞)の受賞に至ったこと、立体視の脳内情報処理過程を fMRI で計測し、その活動パターンと複数種の深層ニューラルネットワークとの相同・相違を定量的に評価し、Geometry Context Network (GC-Net)	【脳情報通信技術】 脳卒中後のリハビリに有効な方法を提案し、脳科学的な機序を明らかにしており、これまでの基礎的な研究成果が価値のある成果に結びついてきた。 ELSI に関するガイドライン作成と社会活動を実施しており、価値の高い研究成果を応用として社会に出している。 脳の高次機能に関する研究として、「意思決定状態」の違いが運動記憶の切り分けに関与することを示した成果が、Nature Human Behavior 誌の Trends in Cognitive Sciences において注目論文として紹介され、それが日本

相同・相違を定量的に評価した。その結果、GC-Net (Geometry Context Network) と呼ばれる深層ニューラルネットワークが、ヒト視覚野の応答特性とよく似ていることを発見し、層を経るごとに立体情報が再現されていくさまを可視化することに成功した (Wundari et al., 2024 bioRxiv)。この知見を応用して、ヒトのように世界を 3D で理解する (正確だけでなく、人間と同じように知覚し、間違ふ) ニューラルネットワークの技術開発へと繋げることが可能となった。また、ニューラルネットワークの振る舞いを知ることで、ヒト脳のさらなる理解へと繋げることが可能とした。また、3D 映像・画像を扱う実験系を構築する中で、従来よりも広い視野に大きく映像を呈示することを可能とし、かつ、キャリブレーション不要でセットアップに時間のかからない fMRI 実験用広視野刺激呈示システムを企業と共同で開発し、「鏡システム」として共同知財を出願した。

- ヒト空間認知機能のモデル化に最適化された fMRI データセットの構築を進めた。独自開発した fMRI 用広視野 3D 呈示システムと AI 訓練用 3D 空間シミュレータを組み合わせることで、日常に極めて近い自然 3D 空間体験下の fMRI 脳活動応答 (32 時間分) のデータを収集した。さらに、データ品質を検証するために、自然画像から奥行きを推定する空間認識 AI を脳の視覚処理モデルと見立てた符号化モデル解析を適用した結果、広視野 3D 動画への脳活動応答を奥行き推定 AI の内部表現で精度良くモデル化できることを示した。
- ドラマ・映画視聴時の脳活動データについて、音声、ストーリーなどの多様な意味内容の脳内表現を各種大規模言語モデル及び基盤モデルによって検証し、各意味表現と脳領域の固有の対応等について示し

がヒト視覚野の応答特性とよく似ていることを発見し、層を経るごとに立体情報が再現されていくさまを可視化することに成功したこと、脳情報利用に関するガイドラインを策定・公表し、その内容が OECD の Neurotechnology toolkit に掲載されたこと、片手の随意運動に同期して反対の手を受動的に動かすことで、左右運動野間の機能連携が増大し、左右運動野の活動が受動手の筋活動を増強することを示し、この方法が脳卒中後の運動機能再建リハビリテーションに有効であることを提案する論文を公表したことなどは科学的意義、社会的価値の観点で非常に優れた成果といえる。

また、人間がどのように世界を 3D (立体) で見ているのか、その脳内情報処理過程を fMRI で計測するにあたり、従来よりも広い視野に大きく映像を呈示することを可能とし、かつ、キャリブレーション不要でセットアップに時間のかからない fMRI 実験用広視野刺激呈示システムを企業と共同で開発し共同出願したこと、脳のはたらきを模倣する人工脳の実現を目指して意味情報の脳内表現をモデル化して、対称的な意味情報の脳内表現が極めて非対称であることを解明し株式会社 NTT データとの商用サービスへ実装したことは社会実装の観点でも高い成果といえる。

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

心理学会国際賞奨励賞および電気通信普及財団賞 (テレコム学際研究賞) を受賞に繋がったことは科学的意義について非常に高く評価できる。

意味情報の脳内表現をモデル化し、民間企業との連携により商用サービスへ実装されたことは、先端的な基礎研究の社会への展開として評価できる。

た。この成果は自然言語処理分野の主要国際会議である EMNLP2024 に採択された (Takagi et al., 2024)。また、生成 AI を用いた脳情報デコーディング技術を皮質脳波 (ECoG) 記録に応用し、脳活動から画像やテキストを一定精度で生成出来ることを示した (Ikegawa et al., 2024 J. Neural Eng. 21 036019)。

- これまでに独自に収集してきた 4K 画質、10,000 枚以上の 3D 自然風景写真からなる「3D 古都」ライブラリを用い、これらのうち 1,600 枚の 3D 写真 (及び対となる 1,600 枚の 2D 写真) を観察中のヒト 40 名分の眼球運動データを収集し、3D 空間に特有の眼球運動特性を明らかにするための解析を進めた。このほか、10,000 枚の 3D 画像観察中の 5 名の眼球運動特性データの収集を進めた。
- 大手自動車メーカーの研究所との共同研究を進め、同じ映像 (運転時の車窓の景色を見る場合や、ゲーム・映画などを視聴する場合) や画像であっても、その見え方 (視界の一部が遮られている、視界が分断されている、など) の違いが酔いの印象を変えることを見出し、それを定量的に評価する実験系を構築した。この結果、映像の分断の数、対称性が特に酔いに強い影響を及ぼすことを突き止めた。共同研究企業の研究者らと共同で本システムの知財を出願したことで社会実装へと結びつけることができた。
- 脳のはたらきを模倣する人工脳の実現を目指して、日常の知覚や認知に関わる脳情報のモデル化・可視化を進める課題で、意味情報の脳内表現をモデル化して、対称的な意味情報の脳内表現が極めて非対称であることを解明した。その成果を NeuroImage:Reports 誌などで発表し、株式会社 NTT データとの商用サービスへ実装した。AI へのネガティ

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。

- これまで運動学習とは関係ないと思われてきた高次の「意思決定状態」の違いによって運動記憶が切り分けられていることを明らかにした成果を Nature Human Behavior 誌において論文発表し Trends in Cognitive Science に注目論文としてとりあげられ、日本心理学会国際賞奨励賞及び電気通信普及財団賞 (テレコム学際研究賞) の受賞に至り、さらに、その数理モデルを作成したこと。
- 運動イメージの統御可能性を客観的に評価できる CMI テストを開発し、運動イメージをうまく操作できる人は、上縦束線維が発達しており、イメージ中に運動感覚や視覚の予測をしていることを明らかにした論文を公表したこと。
- 立体視の脳内情報処理過程を fMRI で計測し、その活動パターンと複数種の深層ニューラルネットワークとの相同・相違を定量的に評価し、Geometry Context Network (GC-

ブイメーが生成情報に対する人間の選好と脳応答に与える影響を特定し、成果を Computers in Human Behavior: Artificial Humans 誌などで発表した。脳応答から感性情報を解読するための、脳応答の効果的な特徴抽出技術を開発して、その成果を国際会議 ICBHI など で発表するとともに、関連知財の PCT 国際出願を米国と EU へ移行した。

- 運動学習時、運動の誤差に対する順応が完全な運動学習を阻害することを発見した。さらに視覚情報が運動の文脈となる場合でも、わずかに時間を空けると学習ができないことを突き止めた。
- これまで、運動学習とは関係ないと思われてきた高次の「意思決定状態」が脳内で連関していること、また、確実・不確実な状況の違いによって、運動記憶が切り分けられていることを明らかにした成果を Nature Human Behavior 誌より論文発表させることができ、国内外の多くのメディアや、著名な総説誌 (Trends in Cognitive Science) にて注目論文としてとりあげられた。さらに、本研究成果によって、日本心理学会国際賞奨励賞を、そして、「認知科学、行動科学、スポーツ科学などの学際分野に新たな視点を提供すると共に確実・不確実を組み込んだ新たな学習法の開発等に貢献することが期待される」として電気通信普及財団賞(テレコム学際研究賞)を受賞した。さらに研究を発展させ、意思決定状況に紐づいて運動記憶が生成されるメカニズムの数理モデルを作成した。
- 大手自動車メーカー研究所との共同研究により資金を調達し、自己運動に伴う触覚フィードバックの有用性について、行動実験で明らかにした。成果を論文投

Net) がヒト視覚野の応答特性とよく似ていることを発見し、層を経るごとに立体情報が再現されていくさまを可視化することに成功したこと。

【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。

- 脳神経科学の倫理的・法的・社会的課題 (ELSI) について、大阪大学社会技術共創研究センターと協働して、脳情報利用に関するガイドラインを策定・公表し、その内容が OECD の Neurotechnology toolkit に掲載されたこと。さらに、ELSI について広く関連分野から国際的に著名な研究者や新進気鋭の研究者らを招へいし、脳情報通信研究にかかわる ELSI に対する意識を高めるとともに、異分野間の研究者の学際的交流及び意見交換を促す国際会議 (CiNet Conference) を開催したこと。これらの活動にいち早く取り組み、センター内体制を整備した研究統括が「情報通信技術と脳機能科学の融合研究の推進と社会展開」という功績により、第 70 回前島密賞を受賞したこと。
- 大手自動車メーカー研究所との共同研究により資金を調達し、自己運動に伴う触覚フィードバックの有用性

稿して、さらに、本発見を実車両環境に実装したうえでの試験を開始した。

- 空間(方位)情報と時間(時間長)情報の弁別精度の個人差が、脳の異なる領域の灰白質の容積と相関することを示した。空間情報については後頭葉及び小脳の灰白質の容積と相関し、一方、時間情報については側頭葉及び前頭葉の灰白質の容積と相関していることが分かった。
- 数の大きさの情報が脳内で絶対値として表現されているのか、あるいは、文脈に応じた相対値として表現されているのかを脳機能イメージングを用いて調べた。その結果、情報の入力に近い領域(視覚野)では絶対値として表現し、出力に近い方(頭頂-前頭葉)に向かうにつれ相対値表現に変換されている可能性を示した(Nature Communications 誌に掲載された)。
- 数の知覚には低次の視覚情報処理領域が重要な役割を担う可能性を、一連の心理物理実験により明らかにした。従来の研究では、数の知覚は頭頂連合野の活動と関連していると考えられていたが、本研究では数知覚における視覚野の重要性を新たに示した。
- 視覚情報の「分離」と「統合」では空間的な感度特性が異なり、統合は視野の中心が周辺よりも感度が高く、一方分離は上視野の方が下視野よりも感度が高いことを明らかにした。
- 身体皮膚表面の空間解像度は方向依存的に異なることが知られているが、それが時間解像度にも反映されることを明らかにした。
- 時間を跨いだ空間情報の「統合」と「分離」を行う場合の視空間的感度特性には高い非対称性があり、統

について行動実験で明らかにし、さらに、本発見を実車両環境に実装したうえでの試験を開始したこと。

- 片手の随意運動に同期して反対の手を受動的に動かすことで、左右運動野間の機能連携が増大し、左右運動野の活動が受動手の筋活動を増強することを示し、この方法が脳卒中後の運動機能再建リハビリテーションに有効であることを提案する論文を公表したこと。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 人間がどのように世界を3D(立体)で見ているのか、その脳内情報処理過程をfMRIで計測するにあたり、3D映像・画像を扱う実験系を構築する中で、従来よりも広い視野に大きく映像を呈示することを可能とし、かつ、キャリブレーション不要でセットアップに時間のかからないfMRI実験用広視野刺激呈示システムを企業と共同で開発し共同出願したこと。
- MRI画像から筋骨格形状を自動で認識するAI、及びそのAIを開発するために必要な手動セグメンテーション

合は視野中心部に高い感度を示す一方、分離では上視野に高い感度を示すことを明らかにした。

- ドットにより示される数の情報への順応効果を用いた一連の心理物理実験により、数の情報が従来考えられていた脳の高次の情報処理階層だけでなく、低次の感覚情報処理の階層でも起きていることを明らかにした。
- 自律学習した 12 層 Vision Transformer (DINO ViT) の attention heads を層毎に解析して、ヒトに似るのは 9-10 層であること、さらに 9-10 層の attention head は 3 群に分かれること、を発見した。3 群はそれぞれ G1: 図の中心 (顔)、G2: 図 (体全体)、G3: 地 (背景) に注意を向けることが明らかになった。「顔」というラベルを全く使わない自律学習で、顔への注意が創発することが注目される。さらに、単なる顔検出器ではなくて、低次の大きさなどの違いによる pop-out や線分の方角の違いによる 2 次の情報に基づく図の検出も行えることを見出した。つまり、DINO ViT はヒトのあらゆる注意を再現する画期的な人工神経回路モデルである (Yamamoto et al., arXiv)。さらに脳のネットワークの中心に位置する楔前部に G1、G2、G3 の神経相関があることを示した (Uchimura et al., J Neurosci 2024)。
- 社会的なインタラクションを伴う課題遂行として、コミュニケーションの相手がアバターの時に risk-taking 行動が増えることを発見した。その要因として扁桃体のフィードバックの uncertainty に対する活動を特定した。
- 仮想空間において、自分のアクションによって安全な状態に遷移できることが予測できると、繰り返し危険な状態に曝露することなしに、恐怖反応が減少する

ョン作業を支援する技術を開発し、論文公表及びソフトウェアの無償公開を行ったこと。

- 脳のはたらきを模倣する人工脳の実現を目指して、日常の知覚や認知に関わる脳情報のモデル化・可視化を進める課題で意味情報の脳内表現をモデル化して、対称的な意味情報の脳内表現が極めて非対称であることを解明した。その成果を論文発表し、株式会社 NTT データとの商用サービスへ実装したこと。

	ことを発見した。本研究結果が Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) 誌に掲載された。 • プレッシャーの掛かる速い系列運動において、状況 (state) の変化を予測して意思決定する model-based learner は状況予測を行わない model-free learner よりエラーが少ないことを発見した。 • 海馬と嗅内皮質における空間的計算と意味的計算を統合した神経表現モデルを構築した研究結果が PNAS 誌に掲載された。 • 7T-MRI において独自開発したラインスキャン計測法により、皮質層を 0.5mm の空間分解能で fMRI 計測を行うことに成功した。ヒトを対象とした 7T-MRI において 0.5mm 角の空間分解能による layer-fMRI の報告は、とても少なく新規性があると言える。本研究成果は国際会議 (ISMRM) で発表した。また、拡散強調画像法を用いることで、静脈由来の BOLD 信号と異なる情報を得ることができることを証明した。本研究成果を ISMRM2024 に発表した。 • 7T-MRI を用いた 1.0mm 角の空間分解能での一次嗅覚野内の脳活動計測により、匂いに対する一次嗅覚野の脳活動が先入観 (言語ラベル) によって変化することを明らかにした。本研究成果について論文発表 (Human Brain Mapping) と共に報道発表を行った。 • 新しい香りの商品に対する潜在的嗜好の脳内符号化と、それが慣れによってどのように変化するかについて fMRI 解析を行い、主観評価では嗜好を区別させられない場合においても脳内で符号化されてお		

	り、前頭葉での符号化は慣れに対して頑健であることを明らかにした。本研究成果は NeuroImage 誌で早期公開された。 • 畳み込みニューラルネットを用いて MRI 脳構造データのみから fMRI による脳活動データの空間パターンを向上させる試みを続け、拡散強調 MRI データを含めることがさらなる精度向上に貢献することを明らかにした。 • 親密な二者間の会話中の脳波と音声に基づく行動のデータから相互満足している会話か否かを識別可能なモデルを構築し、その成果を学会発表、論文投稿するとともに、特許出願を行った。また、視線等の解析を進め、当該モデルの拡張を実施した。心的状態を推定するモデルに関して、気分の推定モデルを年齢等に起因する脳波の個人差に適応出来るように拡張することで、手動で解析するよりも自動化した方が推定精度が向上した。米国・欧米に PCT 出願を行った。また、MRI を用いた研究で、映像視聴中に感情が喚起された際に、視覚由来、聴覚由来によって異なる脳活動を示す脳部位の特定に成功した。この成果は国際誌 (Scientific Reports) に掲載され、関連する報道発表も行った。 • 約 400 名の 20 代を中心とした参加者を対象とした分析を行い、感謝介入が日本人の心理的ウェルビーイングを向上させる効果を示す研究成果を得た。 (イ)脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発 • 手指及び手掌部用多点逐次機械的刺激デバイスを開発し、大阪大学(委託研究)と連携して多点高密度神経電極の性能を評価し、皮質脳波(EEG)用高密		

度電極のデータを基に推定誤差約 2mm 以下で手の刺激位置を推定できることを明らかにした。また、YRP 国際連携研究所(委託研究 PJ)と連携して、国際標準規格 IEEE802.15.6ma の代表応用として BMI 用大容量体内外無線通信を位置づけて議論を推進し、規格改訂案を成立させた。さらに、コンパクト(重量 1.8g、寸法 25mm×16mm×4mm)で低消費電力(3g の 100Ah バッテリーで 8.5 時間連続記録)を実現する 32 チャンネルワイヤレス ECoG ヘッドステージを開発し Frontiers in Neuroscience 誌で発表した。

- 運動イメージの統御可能性を客観的に評価できる CMI テストを開発し、運動イメージをうまく操作できる人は、上縦束線維が発達しており、イメージ中に運動感覚や視覚の予測をしていることを明らかにした論文を公表した(Scientific Reports 誌)。
- 片手の随意運動に同期して反対の手を受動的に動かすことで、左右運動野間の機能連携が増大し、左右運動野の活動が受動手の筋活動を増強することを示した。この方法を Bilateral proprioceptive-motor coupling 法と命名し、この方法が脳卒中後の運動機能再建リハビリテーションに有効であることを提案する論文を公表した(Frontiers in Neurology 誌)。
- これまで、脳は制御対象の遅れを位相遅れとして表現しているため、運動の周波数が変わっても時間遅れ一定ではなく、位相遅れ一定となるような道具が扱いやすいことを示してきた。今年度はどの程度の位相遅れが扱いやすいのかを検討するために、さまざまな位相遅れでトラッキングを行う行動実験を実施し

	た。 • MRI 画像から筋骨格形状を自動で認識する AI、及びその AI を開発するために必要な手動セグメンテーション作業を支援する技術を開発し、論文公表 (Scientific Reports) 及びソフトウェアの無償公開を行った。 • 提案したパルスベースの APCMA の特性を 1,500 台のデバイスを持つ大規模 IoT 系で、シミュレーションと実験で検証した。伝送データ速度を向上させる方法としてパルスをよりよく検出し、ノイズと分離するための時間ユニットの詳細な分解能を検討した。 • 脳の学習則であるヘブ則を適用することで、既存の深層学習モデルに一切変化を加えることなく、新たな概念を一例から学習するワンショット学習手法が可能になることを明らかにし、論文を公表した (Hosoda et al., Frontiers in Neuroscience (2024))。このことは、脳のワンショット学習の理解と新たな汎用的ワンショット学習法の開発の両方に寄与する。さらに、決定論的な大自由度カオスを用いて再現できることを示した。 (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 • 脳神経科学の倫理的・法的・社会的課題 (ELSI) について、脳情報通信融合研究センター (CiNet) は大阪大学社会技術共創研究センターと協働して脳情報利用に関するガイドラインを策定、そして、公表し、その内容が OECD の Neurotechnology toolkit に掲載された。さらに、ELSI について広く関連分野から国際的に著名な研究者や新進気鋭の研究者らを招へいし、脳情報通信研究にかかわる ELSI に対する意識を高めるとともに、異分野間の研究者の学際的交流		

	及び意見交換を促す国際会議(CiNet Conference)を開催した。また、ニューロダイバーシティに関わる展示会(みんなの脳世界展)に出展した。脳情報通信研究の社会実装を見据えた社会的受容性を高めたこれらの活動に、いち早く取り組み、センター内体制を整備した研究統括が「情報通信技術と脳機能科学の融合研究の推進と社会展開」という功績により第70回前島密賞を受賞した。 • 成果発信の取り組みとして「脳情報通信技術が創る未来ーオープンイノベーションによる社会実装ー」をテーマとした CiNet シンポジウムを10月に東京で開催し、参加者からは好評であったとのアンケート回答を多数得た。また応用脳科学コンソーシアムを通じて参加企業への CiNet の研究の紹介や共同研究を進めてきた。さらに、大阪大学、神戸大学との協定に基づく連携や、金曜サイエンスサロンを通じた関西のメーカーとの交流では CiNet から8人の講師を派遣して研究開発の情報提供を行っている。この2つの成果発信活動は10年以上も継続しており、企業連携を生む素地を作ってきた。 • MEG において生体運動由来の磁気雑音を、MRI を用いることにより分離する技術の開発を進めており、4D MRI による雑音源推定の結果を国際学会(BIOMAG 2024)にて発表した。 • 再利用性の高い脳計測データを研究センター内で安全かつ効率的に共有可能にするデータフローを設計した。これにより、脳計測データ管理システム上に既に存在する脳計測データを対象として、再利用に適した撮像パラメータを用いて収集された脳構造画像		

	のみを抽出して集約する手法の動作検証を進めた。		
		<課題と対応> 【令和5年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】 (課題) 基礎・基盤研究分野では息の長い取り組みが必要であることが前提ではあるが、社会的価値や社会実装に向けては企業などとの交流を広く行い、様々な可能性を見据えることが必要である。毎年の定量的な研究成果にこだわって特定のテーマや手法から抜け出せなくなるリスクを考慮し、広い見地で研究のあり方や方向性を評価し、方向転換を恐れることがないようにしてほしい。 (対応) 長期的視点に立った研究活動を、効果的に社会的な価値創出や社会実装へとつなげるための取り組みとして、企業も巻き込んだサロン活動や各種展示会などを通じたネットワークの形成による成果のアピールとニーズの把握、さらにはこれらをベースとした企業との共同研究活動を積極的に進めております。また、個々の研究テーマが近視眼的にタコつぼ化することの無いように、広い視野を持ったうえでの内外との連携活動を積極的に推進するとともに、マネジメント側として各研究課題に対するアドバイスやサポートをきめ細かく行いながら取り組みを進めております。	

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

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	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、第15条の2
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 19245

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)※13					
	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
①標準化や国内制度 化の寄与件数※1	-	215	335	703	1,015		予算額(百万円)	36,013	23,680	50,316	45,679	
②特許出願件数※2	-	-	-	615	832		決算額(百万円)	23,330	48,395	35,491	37,554	
③特許登録件数※3	-	-	-	20	50		経常費用(百万円)	7,649	29,919	32,749	40,082	
④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	-	-	-	9	9		経常利益(百万円)	△0	0	0	△0	
⑤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	-	-	-	841	499		行政コスト(百万円)	8,283	33,872	34,828	42,003	
⑥研究開発実施者間 の調整・連携に向け た NICT 主催会合等 の出席者の満足度※ 6	-	-	-	-	96%		従事人員数(人)	9	13	19	19	

⑦知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の開催件数※7	-	-	-	9	2								
⑧知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の出席者数※8	-	-	-	216	35								
⑨知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の出席者の満足度※9	-	-	-	-	80%								
⑩社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおけるステージゲート評価において、着実に進捗していると認められたプロジェクト数の割合※10	-	-	-	-	91%								
⑪社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおいて採択された事業者の事業化に対する寄与度※11	-	-	-	-	100%								
⑫社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおける評価委員のプログラムに対する評価※12	-	-	-	-	100%								

※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(Beyond 5G 研究開発促進事業において採択したものに限り)(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(Beyond 5G 研究開発促進事業において採択したものに限り)(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研究開発実施者間の調整・連携に向けた NICT 主催会合等のアンケート評価に基づく出席者の満足度(Beyond 5G 研究開発促進事業において採択したものに限り)(令和6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 主催会合等の開催件数(Beyond 5G 研究開発促進事業において採択したものに限り)(令和5年度以降に実績を記載)。

- ※8 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(Beyond 5G 研究開発促進事業において採択したものに限る)(令和5年度以降に実績を記載)。
- ※9 情報通信研究開発基金に係る知財・標準化に向けた NICT 主催会合等のアンケート評価に基づく出席者の満足度(Beyond 5G 研究開発促進事業において 採択したものに限る)(令和6年度以降に実績を記載)。
- ※10 情報通信研究開発基金に係る社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおけるステージゲート評価において、着実に進捗していると認められたプロジェクト数の割合(令和6年度以降に実績を記載)。
- ※11 情報通信研究開発基金に係る社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおいて採択された事業者の事業化に対する寄与度(令和6年度以降に実績を記載)。
- ※12 情報通信研究開発基金に係る社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおける評価委員のプログラムに対する評価(令和6年度以降に実績を記載)。
- ※13 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. 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及び主務大臣による評価				
中長期目標、中長期計画、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		主務大臣による評価	
	主な業務実績等	自己評価		
		S	評価	S
＜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か。 ＜指標＞ 注 革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業で実施しているもののうち、<u>一重下線部</u>は、Beyond 5G 研究開発促進事業、<u>二重下線部</u>は、革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業において採択したものに限る。 【評価指標】 • Beyond 5G の実現に向け		2. 分野横断的な研究開発その他の業務 Beyond 5G における我が国の国際競争力強化等を図るために、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を促進するための公募型研究開発プログラムを実施する中長期目標に対して、中長期期間の4年目として Beyond 5G の実現に向けた社会実装の加速、研究開発のグローバル連携拡大に重みを置いて業務を推進し、Beyond 5G アーキテクチャでフォーカスすべき重要な構成要素を抽出し、海外を含む組織と連携してサービスを可視化する概念実証システムを構築することで国際的な情報発信や標準化活動につなげたこと、日独間の国際連携を3年間の短期間で成功モデルとして百名規模の研究者コミュニティに成長させ、さらに JST の ASPIRE などにおいてドイツや米国、フィンランドをはじめ	＜評価に至った理由＞ 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。 主な状況は以下のとおり。	

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 • <u>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</u> 【モニタリング指標】 • 標準化や国内制度化の寄与件数 • 国内外での特許出願(・登録)件数 • <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及びアンケート評価に基づく出席者の満足度^{※1}</u> • <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及びアンケート評価に</u>	とする世界の多くの研究機関や国内大学との共同プロジェクトを開始して研究を加速させたこと等の Beyond 5G の取組の強化の観点における非常に優れた成果をあげた。また、公募型プログラムについては、「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」において、社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援の強化を主たる趣旨とする「社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム」により、令和5年度より実施されているプロジェクトに対するステージゲート評価を実施し、この中で提案事業者の経営層からのヒアリングを通じた戦略とコミットメントを測り厳格に評価することで、機構として、グローバル通信インフラ市場において競争に勝てる可能性が高く、かつ我が国の経済安全保障上極めて重要なプロジェクトに対して助成の継続を決定したこと、情報通信審議会より示された政策等に迅速に対応すべく、共通基盤技術確立型、国際標準化活動支援及び国際共同研究開発プロジェクトを柔軟に創設したこと等の公募型研究開発プログラムの実施の観点における非常に優れた成果をあげた。 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。 2-1. Beyond 5G の推進 • Beyond 5G アーキテクチャについては、フォーカスす	とする世界の多くの研究機関や国内大学との共同プロジェクトを開始して研究を加速させたこと等の Beyond 5G の取組の強化の観点における非常に優れた成果をあげた。また、公募型プログラムについては、「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」において、社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援の強化を主たる趣旨とする「社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム」により、令和5年度より実施されているプロジェクトに対するステージゲート評価を実施し、この中で提案事業者の経営層からのヒアリングを通じた戦略とコミットメントを測り厳格に評価することで、機構として、グローバル通信インフラ市場において競争に勝てる可能性が高く、かつ我が国の経済安全保障上極めて重要なプロジェクトに対して助成の継続を決定したこと、情報通信審議会より示された政策等に迅速に対応すべく、共通基盤技術確立型、国際標準化活動支援及び国際共同研究開発プロジェクトを柔軟に創設したこと等の公募型研究開発プログラムの実施の観点における非常に優れた成果をあげた。 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。 2-1. Beyond 5G の推進 【Beyond 5G の実現に向けた取組の	【Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。】

基づく出席者の満足度^{※1}

- 社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおけるステージゲート評価において、着実に進捗していると認められたプロジェクト数の割合^{※2}
- 社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおいて採択された事業者の事業化に対する寄与度^{※2}
- 社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおける評価委員^{※3}のプログラムに対する評価^{※2}

※1 出席者の満足度は、令和6年度以降に実績集約

※2 令和6年度以降に実績集約

※3 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 革新的情報通信技術プロジェクト WG を併任

べき重要な構成要素を3点抽出し、それぞれ得意分野をもつ研究部署やアーヘン工科大学やシンガポール工科大学、東京大学など対外組織を選定し、サービスを可視化する概念実証システム(PoC)を共同で構築した。またアーキテクチャの本質的な課題を抽出し議論を深掘りするとともに、それらの PoC を統合させトータルでサービスの検証が行える環境として整えた。研究開発を迅速に進めるため、アーキテクチャの中でも特に重要なオーケストレーションと Society5.0 実現の主要要素となるサイバーフィジカルシステム(CPS)などに着目し、それぞれの技術と知見を有する研究部署と連携して検討し、詳細機能の検討や制御やデータの取扱いに関する課題の掘り起こしを行った。また、海外を含む外部研究機関と連携して、学際分野との融合や海外動向を踏まえた検討を行うとともに、国際的な情報発信(MWC2025)や2025 大阪・関西万博への出展(見込み)、研究所による標準化活動(3GPP, IEEE802, ITU-T, IOWN GF)にもつなげた。さらに、構築した PoC を通してイノベーション創出活動や特許アイデアソンに活動を広げた。具体的な PoC として、(1)テラヘルツ波/ミリ波と時空間同期技術に基づく複数視点映像の融合、(2)O-RAN および TN/NTN 連携による通信品質制御と省電力管理、(3)デジタルツイン連携オーケストレーションを構築し、ホワイトペーパーで示した Beyond5G アーキテクチャに即してこれらを統合し、トータルでサービスの検証が行える環境として構築した。

- Beyond 5G/6G の分野において世界で最も取組みが進んでいる日独の間で戦略的なパートナーシップを深化させる取組として、研究者コミュニティの形成から共同研究の始動、国際連携ファンドの獲得、研究成果の共同出展に至るまで、国際連携を通じた橋渡

強化につながっているか】

以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。

- Beyond 5G アーキテクチャについては、フォーカスすべき重要な構成要素を3点抽出し、それぞれ得意分野をもつ研究部署や海外を含む対外組織を選定し、サービスを可視化する概念実証システム(PoC)を共同で構築したこと。また、アーキテクチャの本質的な課題を抽出し議論を深掘りするとともに、それらの PoC を統合させトータルでサービスの検証が行える環境として整えたこと。またオーケストレーションとサイバーフィジカルシステム(CPS)などに着目し、他の研究部署と連携して詳細機能の検討などを行い、国際的な情報発信や標準化活動につなげるなど、研究開発を加速させたこと。
- 日独間の国際連携の取組において、研究者コミュニティの形成から研究成果の共同出展に到るまで、国際連携を通じた橋渡しにより研究を加速させる取組を進め、日独研究者コミュニティを百名規模にまで成長させたこと。また、国際連携による研究開発が自律的に機能するまでの一連のスキームを成功モデルとして3年間という短期間で確立させた。これにより研究開発の一層の加

特に機構が強みを有するB5Gアーキテクチャの構成要素(THz、時空間同期、NTN、AI、オーケストレーション)を、ホワイトペーパーをベースに絞り込むとともに、PoCによる具現化と国際標準化(3GPP、IEEE802、ITU-T、IOWN GF)を産学共同で積極的に推進し、MWC2025において、その成果を世界に強力に発信できた。また、機構の B5G 研究開発を国際的に展開すべく、日独間の国際連携をわずか3年間で100名規模の研究コミュニティに拡大させただけでなく、米国、フィンランドをはじめ世界の多くの研究機関との共同プロジェクトを積極的に進め、世界トップ集団と連携した B5G のイノベーション拠点を構築した。我が国の B5G 研究開発において、国際標準化対応を含め、将来、国際的にイニシアチブを取るための土台を限られたリソースの中、極めて短期間に構築できたことが高く評価できるが、プラットフォームが構築された段階のため、今後のフィードバックに期待したい。

海外を含む組織と連携してサービスを可視化する概念実証システムを構築することで国際的な情報発信や標準化活動につなげたことや日独間の国際連携を進めたことは評価できる一方で、日本が B5G 時代においてどのようなイニシアチブを取ろうとしているのか、その中における海外連携の戦略的な位置付けがどのようなものであるのか、より明確な説明が必要と考える。

しにより研究を加速させる取組を進め、日独研究者コミュニティを百名規模にまで成長させた。令和6年度に締結されたアーヘン工科大学やフラウンホーファー HHI 研究所などとの共同研究契約に基づき、具体的な課題について研究開発を進めるとともに、フラグシップ国際会議である Berlin 6G Conference の中で開催した第4回日独ワークショップや令和7年1月に仙台において開催した第5回日独ワークショップにおいて、ファンディングによる研究の成果発表を行った。また JST の ASPIRE において、テラヘルツに関するプロジェクトを提案して採択され、ドイツとの関係に留まらず、米国やフィンランドをはじめとする世界の多くの研究機関や国内大学との共同プロジェクトを開始するなど、研究を加速させた。さらに MWC Barcelona 2025 では機構として初めて独自ブースを確保し、共同研究の成果の一部を出展した。これらの活動を研究所横断的な広がりを持たせつつ複数国同時に集中的に実施し、それらの相乗効果により研究開発を効率的かつ効果的に推進できる一連のスキームを3年間という短期間で確立させ研究開発を加速させるとともに、早期に当分野の研究開発における世界のトップ集団の位置づけを強固にした。

- 世界の Beyond 5G/6G リーダーが集う多くの機会において、ホワイトペーパーに記載したビジョンを提示し、多くの賛同を得た。この実績に基づき、各国がそれぞれ持つ強みとの相乗効果が得やすい分野を見極めつつ、国際連携の成功モデルも活用しながら効率的かつ効果的に関係を醸成させ、MoU 締結やワークショップ開催により、具体的な共同研究プロジェクトを生み出した。これらを通して、機構をハブとした Beyond 5G 研究活動の国際的な展開を急速に加速させた。

速につなげるとともに、世界トップ集団の位置づけを強固なものとしたこと。

- さらに、JST の ASPIRE において、テラヘルツに関するプロジェクトを提案して採択され、ドイツや米国、フィンランドをはじめとする世界の多くの研究機関や国内大学との共同プロジェクトを開始して、研究を加速させたこと。
- 基金事業の終了評価では、29 プロジェクト中 26 プロジェクトが SABC のうち S 又は A という高い評価を得たこと。また、電波有効利用研究開発プログラム等のステージゲート評価では、18 プロジェクト中 18 プロジェクトが S 又は A という高い評価を得て、当該 18 プロジェクトの次年度以降の研究開発の継続を決定したこと。社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおけるステージゲート評価では、事業計画の進捗報告、経営層からの事業計画を含むヒアリングを実施し、事業面及び技術面の評価を評価委員会の意見として取りまとめた。また、11 プロジェクト中 10 プロジェクトが S 又は A という高い評価を得、継続及び助成率の妥当性を検討し、次年度以降の交付決定を行ったこと。

技術開発から標準化・社会実装まで一体的に展開され、国際競争力強化に貢献している。成果の中に委託によるものが含まれている点に留意しつつも、NICT が中核として連携・推進した事実は評価に値する。分野横断的活動は構築フェーズにあり、成果としては未成熟であるが、構築段階であることを踏まえ、次年度以降の展開が注視される。

第5期の中長期計画の4年目として「社会実装の加速」と「グローバル連携拡大」に重点を置き、PoC の構築・統合を推進した。日独間成功モデルを継承し、3年で百名規模のコミュニティを維持・拡大した。海外組織との共同 PoC や標準化活動を継続し、MWC や万博への出展(見込み)を通じて国際情報発信を強化した。中長期計画の目標に沿って「社会実装」「国際連携」「概念実証」を加速させ、成果を着実に積み上げる「ポジティブスパイラル」を形成できたことは、顕著な取組結果として高く評価できる。

【公募型研究開発プログラムを適切に実施したか。】

B5G 公募型研究開発プログラムでは、技術分野も多岐に渡り、多数かつ多様なプレイヤーの参画がある中、プログラムの形態にかかわらず、採択評価、ステージゲート評価、終了評価を的確に実施し、ほぼすべてのプロジェクトを極めて優秀な成果に導いている(90%を超えるプロジェクトがA判定以上)。情

- 【フランス】ソフトウェア技術に強みを持つフランスとは Beyond 5G の広い技術分野で連携の可能性があり、令和6年7月に Inria/CNRS/原子力・代替エネルギー庁(CEA)/フランス国立技術大学グループ(IMT)と共同でワークショップを開催した。さらに令和6年12月より共同研究を開始した。
- 【シンガポール】O-RAN インテリジェンスに関する研究開発と拠点構築で世界的に先駆けるシンガポール工科デザイン大学(SUTD)との間で共同研究の契約を締結した。Beyond 5G アーキテクチャへの O-RAN 適用により、TN/NTN 連携や基地局電力制御など、共同 PoC 構築により技術を短期融合させたライブデモ環境を MWC2025 に出展した。
- 【米国】令和6年6月に O-RAN の世界トップ研究機関であり電波エミュレーションの大型テストベッド運用実績もある米ノースイスタン大学との間で、CPS エミュレータに関する議論を開始した。令和7年2月研究ワークショップを開催し、Open RAN、テラヘルツ波、電波エミュレータ、AI などの広い分野において米国との共同研究につながる足掛かりを得た。さらに今後の活動につなげるため、MOU を3月に締結した。米国の 6G フラグシップイベントである 6G Symposium にパネル登壇し、米国政府関係者や招待された主要国のキーパーソンなどが集う中で NICT ホワイトペーパーが示す世界観を伝えるなど、機構の研究開発の方向性を世界に示した。
- 【英国】英国の 6G フラグシップイベントである Cambridge 6G Symposium に招待講演及びパネルセッションへの登壇を行い、英国政府関係者や招待された主要国のキーパーソンなどが集う中で NICT ホワイトペーパーが示す世界観を伝えるなど、機構の

【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。

- 基金事業の終了評価では、29 プロジェクト中 26 プロジェクトが S 又は A という高い評価を得たこと。また、電波有効利用研究開発プログラム等のステージゲート評価では、18 プロジェクト中 18 プロジェクトが S 又は A という高い評価を得て、当該 18 プロジェクトの次年度以降の研究開発の継続を決定したこと。

社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおけるステージゲート評価では、事業計画の進捗報告、経営層からの事業計画を含むヒアリングを実施し、事業面及び技術面の評価を評価委員会の意見として取りまとめた。また、11 プロジェクト中 10 プロジェクトが S 又は A という高い評価を得、継続及び助成率の妥当性を検討し、次年度以降の交付決定を行ったこと。

- 基金を活用した研究開発を通じ、日 EU デジタルパートナーシップや日独 ICT 政策対話といった政府戦略に参加し、国際競争力の強化及び国際標準化の推進に貢献したこと。

報通信審議会で示された政策に沿った形で、共通基盤技術と国際標準化に関するプログラムを速やかに創設し、令和6年度から公募をスタートさせている。400 件を超える査読付き論文数はもちろんのこと、我が国の B5G の国際競争力に直結する特許出願数と標準化提案数のいずれもが昨年よりも大幅に増加しており、機構の産学への社会実装に関する地道な啓発活動の成果が着実に現れてきたものと評価できる。また、新たに国際標準獲得に向けた強化プログラム等の統括・運営もスタートさせており、機構として、国際競争力強化・海外展開に向けた産業界への支援・対応が限られたリソースの中、迅速かつ着実に実施されている。

ステージゲートでの評価を踏まえ、研究が確実に進み、一部は社会実装にまで到達している。我が国の研究開発力を下支えしていることは高く評価できる。

「社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム」にて、令和5年度から実施中のプロジェクトにステージゲート評価を実施した。経営層ヒアリングによるコミットメント確認と厳格評価のもと、経済安全保障上重要なプロジェクトを継続して助成した。政策対応型の共通基盤技術確立、国際標準化支援、国際共同研究の新規創設を柔軟に推進した。評価委員会による継続的なモニタリングとステージゲート運用により、「研究開発成果の最大化」に向けた非常に優れたマ

	研究開発の方向性を世界に示した。 •【学術的国際会議】令和6年度だけでも WWRF Huddle 2024、WWRF 52/53、FUSECO Forum 2024 など世界のリーダーが集う多くの講演機会があり、機構が Beyond 5G/6G 分野の研究ハブとしてけん引力と研究開発能力を持つことを世界に示した。この結果として、グローバルな研究連携の動きが加速している。国内においても、東京大学との間で共同研究契約を締結して短期に MWC2025 での展示につなげるなど、研究連携が加速した。 •【日本からのビジョン発信】公的研究機関としての立場を生かし、国内で開催される重要イベントにおいて、Beyond 5G のあるべき研究開発方針や本質的な課題の議論を牽引した。令和6年 10 月には、CEATEC2024 に併設された Beyond 5G 国際カンファレンスにおいて総務省とともにわが国の研究開発方針を示すとともに、パネルに登壇して各国のリーダーとの議論を深めた。【国内のコミュニティ活性化】XG モバイル推進フォーラム：XGMF において提案された 28 プロジェクトのうち4プロジェクト（NTN、テラヘルツ波、時空間同期、産業間オーケストレーション）のリーダーを機構職員が務め、機構が強みを持つテーマについてコミュニティを形成してステークホルダーとの連携と議論促進を牽引し、産業間オーケストレーションを実現するプロジェクトを企業と共同で提案した。 •【国内の異業種連携】Beyond 5G 新経営戦略センターでは、リーダーズフォーラムや XG Ignite における議論や人脈形成を通じて異業種とも連携を強化するとともに、オープンイノベーションにつながる企業の壁を越えた活動を継続的に進展させた。	また、総務省 情報通信審議会より示された政策に基づき、共通基盤技術確立型や国際標準化支援といった新たな研究開発支援プログラムを創設し、公募を行うなど、総務省と連携し、Beyond 5G の実現に向けて取り組んだこと。 •利用者ニーズを喚起し、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、32 プロジェクトの研究開発実施者が、機構が整備したテストベッドを活用するなど、研究開発プロジェクトの時間短縮やコストダウンを促進し、システムとしての社会実装を加速する取組を推進したこと。	ネジメントを実現しており、期待された以上の成果を上げ高く評価できる。

- 【情報発信】将来の Beyond 5G を担う若手や情報通信の非専門家、産業間連携の要となる異分野の専門家など潜在的なステークホルダーの巻き込みを念頭に置き、Beyond 5G が実現する未来社会の様子や専門性の高いオーケストレータなどの機能の説明をできるだけわかりやすく理解いただけるよう、タッチパネル操作などのツールも適宜活用して丁寧に説明することで、多くの国内外の潜在的ステークホルダーとの共通意識を醸成した。CEATEC2024 では、デジタルツイン連携により新たな産業が生まれる様子をタッチパネルディスプレイでインタラクティブに体験できるツールを展示するとともに、各研究所と共同で Beyond 5G の概念から基盤技術、サービスまでを一体的に示し、非専門家にわかりやすくアピールした。出展を契機に企業や教育機関から技術的な相談や講演依頼、機構と企業の共同での標準化活動、共同研究の開始など、巻き込みと連携強化に貢献した。さらに令和7年3月開催の MWC2025 では機構として初めての単独出展を行い、アーヘン工科大や東大と共同でテラヘルツ通信技術や時空間同期技術を活用したスポット通信や、シンガポール工科デザイン大学と共同で O-RAN 省電力マネジメントに関する出展を行うなど、展示内容を拡充して躍動感のある動態展示を行った。これらは国際的な研究活動の取組として強力なアピールとなり、さらには新たなパートナーの開拓につながるなど、連携と巻き込みの一連のスパイラルが絶えず生み出される場として機能し研究の加速に大きく貢献した。
- 【人材育成】高等専門学校にて Beyond 5G に関するデモやアイデアソン形式の出前授業を行い、Beyond 5G に関する認知を深めるとともに Beyond 5G を活用した新規サービス創出に関する気づきを創発し

た。また継続的に毎年複数名の国際インターン研修員を2名受け入れ、機構内の研究室と連携してサービス PoC の構築を共同で進めるなど、若手研究者の育成と学術的な国際協働の強化を推進した。

- ゼログラビティイベントを令和7年2月及び3月に3回開催した。これまで構築した PoC を題材とするとともに、開催地でのフィールドの視察なども実施し、早期のフィールド実証につなげるための準備としてエコシステムや地域の課題にまで踏み込んだ議論を有識者も交えて行なうことができた。
- CPS(電波)エミュレータは Beyond 5G システムの研究開発を加速する重要な機能であり、わが国としても新たな電波利用を切り拓くツールとして確立させることが期待されている。令和2年度から令和5年度に電波利用料を財源とする委託研究開発を実施し、令和5年度に計画通り開発を完了した。さらに、国内外研究者へのオープン利用環境の構築が産学から求められており、引き続き重要な研究開発対象として新たな体制を構築して令和6年度から新プロジェクトを開始した。
- 令和6年度までに進めた「研究開発戦略に基づく研究開発の加速」、「外部連携・標準化における効率的・効果的な推進」、「知財戦略・アイデアソンによる研究開発へのフィードバック」、「情報発信などによるステークホルダーの巻き込み」、など、アジャイルに進めてきた活動で得られたノウハウなどを一過性のものとせず、組織全体で活用できる知的資産として定着させることで、研究開発のさらなる効率化や好循環、さらには情報通信技術分野におけるゲームチェンジ後の環境変化にも対応できるような国際競争力の向上に利活用できることを目指し、国際的な

Beyond 5G/6G イノベーション拠点「NICT Innovation PARK(仮称)」の企画、構築に向けた活動に令和6年度から着手した。具体的には、(1)アジャイルな組込みと実証、(2)社会実装への橋渡し、(3)技術融合による新サービスの創造、(4)技術の融合と可視化、(5)異分野・異業種との人脈形成、などを機能として組み込むことを検討し、研究成果の集積が可能なりビングラボ環境の構築、空間全体を活用したサービス PoC のショールーム、学際的連携と異業種協働を促進させる異業種 Beyond 5G/6G コミュニティの場、などの機能を持たせた。都心の立地条件や公的研究機関としての中立的な立場も活かしつつ、オープンイノベーションを生む場として機能させることで海外を含め広くステークホルダーを巻き込んで社会実装につながるポジティブスパイラルの速い流れを生み出すなど、わが国の国際競争力の強化に資する機能を盛り込んだ。

- 「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」では、Beyond 5G 研究開発促進事業から移行したプロジェクトを含め、令和6年度は 63 のプロジェクトを実施し、Beyond 5G 研究開発促進事業の成果を引き継ぎ、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、電波の公平かつ能率的な利用の確保を強力に推進した。
- 日 EU デジタルパートナーシップ閣僚級会合(令和4年5月)や日独 ICT 政策対話(令和5年6月)で合意された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実施し、国際競争力の強化及び国際標準化の推進に貢献した。

- 総務省 情報通信審議会より示された政策に基づき、共通基盤技術確立型や国際標準化支援といった新たな研究開発支援プログラムを創設し、公募を行うなど、総務省と連携し、Beyond 5G の実現に向けて取り組んだ。
- 同審議会技術戦略委員会革新的情報通信技術プロジェクト事業面評価等ワーキンググループとりまとめ「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業による国際標準化活動に対する支援の在り方について」(令和6年3月)に基づき、社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム【事業戦略支援型】の研究開発実施者を対象とし、市場の形成・獲得までを見据えた企業の事業戦略に基づくその一環としての標準化(ルール形成)活動に係る費用を国際標準化活動支援として支援し、研究開発と一体的な国際標準化を推進した。
- 同審議会「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方」(最終答申)(令和6年6月)及び同審議会技術戦略委員会オール光ネットワーク共通基盤技術ワーキンググループとりまとめ「オール光ネットワーク共通基盤技術の開発の方向性及び普及方策について」(令和6年5月)に従い、令和6年12月にオール光ネットワークの事業者間連携のための共通基盤技術の研究開発を開始した。単独の通信事業者の取組を超える開発領域で、オール光ネットワークの早期の社会実装及び普及拡大に貢献した。オール光ネットワーク共通基盤技術ワーキンググループには機構の研究者も構成員の一人として参加し、共通基盤

技術の研究開発の方向性及び内容に機構の知見を反映した。

- 外部有識者から構成される評価委員会による採択評価、ステージゲート評価（次年度以降の研究開発の継続を判断する）、終了評価を適切な時期に実施し、評価に応じて次年度以降の継続の可否を決定するなど、研究開発の進捗を管理し、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施した。
- その結果、電波有効利用研究開発プログラム等のステージゲート評価では、100%（18 プロジェクト中 18 プロジェクト【令和6年度評価プロジェクト】）が、SABC 評価のうち S（非常に優れている）又は A（適切である）という高い評価を得、当該プロジェクトの次年度以降の研究開発の継続を決定した。
- 社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム【事業戦略支援型】におけるステージゲート評価では、社会実装・海外展開に向けた戦略とコミットメントを測るため、研究開発実施者に事業計画の進捗を報告させた上で、受託企業の経営層から事業計画を含むヒアリングを実施し、事業面及び技術面の評価を評価委員会の意見として取りまとめた。約 91%（11 プロジェクト中 10 プロジェクト【令和6年度評価プロジェクト】）が S 又は A という高い評価を得たことを踏まえ、当該プロジェクトについては、機構理事会において、次年度以降の交付決定を行った。
- また、終了評価では、約 90%（29 プロジェクト中 26 プロジェクト）が S 又は A という高い評価【令和6年度終了プロジェクト】を得た。例えば、テラヘルツ帯を用いた超高速大容量通信を実現する研究開発については、限られた予算と期間の中で、テラヘルツ帯利用の重要なユースケースとなるような、テラヘルツ通

信のフラッグシップとなる成果が得られたとの評価を得た。

- 情報通信審議会技術戦略委員会革新的情報通信技術プロジェクト事業面評価等ワーキンググループによる研究開発の進捗モニタリングに協力し、総務省と連携し、各研究開発課題に関する研究開発成果の創出状況及び成果目標の達成見通しを把握するなど、効率的に研究開発マネジメントを実施した。
- 「知財化アドバイザー」、「標準化アドバイザー」、「知財化・標準化マップ」、「知財化・標準化セミナー」といった取組を通じて、研究開発実施者の知財・標準化の活動への支援を実施するとともに、研究開発プロジェクト間の連携を促進するなど、個々の研究開発プロジェクト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んだ。
- 「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を4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5名の体制を整備、研究開発実施者の知財・標準化の活動への支援を実施した。
- 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、知財化アドバイザーを3プロジェクトに対して20回、標準化アドバイザーを7プロジェクトに対して54回派遣をした。支援にあたっては、潜在的な知財化・標準化ニーズを掘り起こすことを念頭に呼びかけや意見交換などを行った。その結果、標準化について研究開発プロジェクト間で連携しITU-T SG20に標準化提案し標準化作業が行われるなどの標準化提案に向けた活動が行わ

	れた。 • 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4件作成することで標準化提案に活用されるなどの効果的な支援を実施した。 • これらの活動により、旧事業からの累計で、査読付き論文 1396 件【令和6年度末時点】、国内外の特許出願 2122 件（国内 1002 件、外国 1120 件【令和6年度末時点】）、標準化・国内外制度化への寄与文書 1392 件【令和6年度末時点】を実現し、SIG (Special Interest Group) をきっかけとした標準化提案が行われるなど研究開発プロジェクト間の連携が進んだ。学術的な成果だけでなく、実用化に向けた取り組みも進めている。 • 基金運用方針に基づき、研究開発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、本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した。また、各研究開発プロジェクトの内容を研究者自らが紹介する動画や研究者が活用可能なテストベッドに関する紹介動画について、研究開発の進捗に対応した最新の内容に更新して掲載した。 • 加えて、CEATEC に出展し、グラフィック等を用いて研究開発の取組内容や効果、強みなどをわかりやすく紹介し、12,000 名以上の方に機構ブースへ来場いただくなど、社会実装に結び付ける支援を行った。 • このような情報発信等により、利用者ニーズを喚起		

	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、32 プロジェクトの研究開発実施者が、機構が整備したテストベッドを活用するなど、研究開発プロジェクトの時間短縮やコストダウンを促進し、システムとしての社会実装を加速する取組を推進した。		

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

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	Ⅲ. ー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 19246

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)	122 (60)	131 (67)	()	予算額(百万円)	14,043	13,374	19,854	20,803	
NICT 外のテストベッド 利用機関数※1	-	-	130	114	121		決算額(百万円)	31,193	11,248	10,048	13,338	
特許出願件数	-	125	141	149	155		経常費用(百万円)	32,892	11,313	11,168	13,538	
知的財産の実施許諾 契約件数	-	111	118	116	106		経常利益(百万円)	△117	△35	△1	4	
標準化や国内制度化 の寄与件数	-	321	435	790	795		行政コスト(百万円)	32,944	11,454	12,489	14,835	

								従事人員数(人)	67	70	74	85	

※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. 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及び主務大臣による評価				
中長期目標、中長期計画、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		主務大臣による評価	
	主な業務実績等	自己評価		
		B	評価	B
		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、機構内に GPAI 東京専門家支援センターを設置し SAFE プロジェクトを展開することによって、生成 AI の安全性に関する研究開発と社会実装に向けたグローバルな議論に貢献したこと、「高信頼・高可塑 IoT/ Beyond 5G テストベッド」を構成する各サービスなどを柔軟に組み合わせることで接続利用できる連携インタフェース及びオーケストレータの実装と検証を進めることにより、Beyond 5G の実現に向けた研究開発環境の整備を進めたこと、機構の耐災害 ICT の研究成果である地域デジタル・通信基盤「NerveNet(ナーブネット)」について、災害時のみならず平時にも利用可能な自治体通信基盤として実装が促進されるとともに、海外においてもその展開が進捗するなど、国内外における国土強靱化に大きく貢献したことをはじめ、その	<評価に至った理由> 自己評価書の B との評価結果が妥当であると確認できた。 主な状況は以下のとおり。	

		他、知財戦略、国際標準化、国際展開、人材育成、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。 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、評定を「B」とした。	
<評価軸> - 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。 <指標> 【評価指標】 - 共同研究や産学官連携等の活動状況 - 研究支援人材の確保及び資質向上等の取組状況 - 社会実装に向けた取組の状況 - 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	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 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。 (1)社会実装の推進体制の構築 (2)社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化 (3)機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成	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 戦略的プログラムオフィスが独自に支援しているプロジェクトや機構内公募で採択された案件に対して、同オフィスが社会実装に向けて策定した戦略と検討手順に従い、研究者の信頼も得ながら共同研究契約の締結、実環境で実証実験、企業とのマッチング活動、ベンチャー創出支援のための市場調査等の支援を進めた結果、それぞれのプロジェクトの TRL のレベルの向上に貢献したことは、機構の研究成果の社会実装を推進する観点から優れた成果と言える。 令和5年 10 月に合意された「広島 AI プロセスに関する G7 首脳声明」に基づき、令和6年7月に機構内に GPAI 東京専門家支援センターを速やかに設置した上で、短期間で迅速に SAFE プロジェクトを展開するとともに、GPAI 関連の複数の国際会議に出席し、中間報告、最終報告を行ったことは、生成 AI の安全	【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】 機構技術シーズを活用したベンチャー支援に加えて、GPAI 東京専門家支援センターを速やかに設置し、SAFE プロジェクトを展開するなど、AI に関する横断的組織を起ち上げ、AI 技術に関する戦略的な連携と社会実装が進展している。

機能の強化に取り組んだ。

•【社会実装戦略・方策の策定】

これまで、社会実装された機構発技術や他の機関発の技術の成功要因を分析し、機構技術の社会実装に必要な戦略とそれに必要な方策の検討手順を検討した。令和4年度～令和5年度に、機構内で実施されている公的サービスからソフトウェア、システム、材料・デバイスなど、非常に多岐に渡る分野を対象とし、一般企業との社会実装の手段の違いや、公的機関として実施すべき領域などの違いを明確化するため、複数の対象分野について成功事例をピックアップし、機構内部に加え、外部機関の有識者にケーススタディとしてヒアリングを行った。社会実装に向けた機構と外部機関との関係、及び主要な施策などについて整理し、社会実装のための戦略と方策の検討手順を策定し、研究所とケーススタディの結果を共有した。

令和6年度は、【社会実装に向けたプロジェクトの推進】で記述するプロジェクトに対し、取りまとめた検討手順に沿って社会実装の推進方策を策定した。また、研究者の社会実装に対する意識向上を図りつつ、社会実装に向けて支援した。

•【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】

令和3年度に発足した機構内部の研究成果展開に関する組織の担当者で構成する連携体制(研究成果展開サポートグループ)を維持し、令和6年度はその体制で連絡会議を月2回程度開催し、組織間での情報共有や、研究者からの相談をサポート部門が協力し、ワンストップで対応する相談会を継続した。令和6年度はワンストップ相談会を3回開催し、5件の相談に応じた。より効率的な社会実装の推進体制を構築するため、当該サポートグループを含めた機構サポート部門への要望の

性を保証し研究開発と社会実装をグローバルに推進する優れた成果である。

機構内の AI の研究開発と政策的に重要な事項に対応するための横断的組織として、令和6年9月に「AI 研究開発推進ユニット」を新たに設置し、AI 技術に関する新たな課題創出等を目的としたフィージビリティスタディの提案募集と採択を行うことで機構内の AI 関連組織の連携強化とイノベーション創出を促進するという着実な成果を上げた。

ICT 分野の研究開発の最新動向と将来展望について令和5年度にとりまとめた ICT 俯瞰報告書の更新バージョン 1.1 版を公表したことによって、国内唯一の ICT 分野を専門とする公的研究機関である機構として、我が国 ICT の発展と Society 5.0 の実現に寄与するための有益な情報提供を行うという着実な成果を上げた。

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、着実な成果が認められる。

- 独自に支援しているプロジェクトや機構内で公募し採択されたプロジェクトに対し、社会実装に向けて策定

収集と課題の明確化を目指し、機構研究者へのヒアリングを戦略的プログラムオフィスが中心となって実施した。そこで得られた知見をもとに改善策を検討することで、令和7年度に向けた研究者支援体制を整えることができた。

•【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及び支援】

令和3年度に定義した NICT TRL(以下単に TRL)を用い、NICT シーズ集掲載技術について、技術シーズ毎に調査時点の TRL 付与とレベルアップ要件を整理し、研究者個々に研究内容、推進状況、課題を伺い、外部連携が可能なレベルに至ったと判断できる技術シーズについては民間の共創プラットフォームに掲載する企業とのマッチング活動を継続し、情報発信を行った。具体的には、令和5年度に取り上げた5つの技術(ドローン間通信技術、メタマテリアル電波散乱シート、リアルタイム拡張仮想技術 Studio-RX、簡易脳波計によるモチベーション推定技術、計算補償光学による収差劣化画像の補正技術)に、自然光デジタルホログラフィー技術を民間の共創プラットフォームに追加更新した。これら6技術に関して、引き続き関連技術を開発する企業、関連事業を展開する企業を調査し、モチベーション推定技術について学習塾経営・オンライン教材を開発する企業に技術紹介を行った。共創プラットフォームの機構ページへのアクセスは 308 社、月平均 27 社であり、個別技術に関する問い合わせは無かったが、機構技術に興味を示す建設関係の企業よりコンタクトがあり、先方の検討しているトラック配送システムに適用できそうな技術について相談に応じた。

•【社会実装に向けたプロジェクトの形成】

令和5年度から、より効率的な機構の研究開発成果の社会実装推進と、機構研究者の社会実装に対する意識向上及び人材育成を目的に機構内公募を見直し

した、戦略と方策の検討手順に従い支援を行った。教材開発のための脳波による学習意欲評価の実証的研究については、大手通信教育企業との連携を進め、共同研究契約を締結し、実フィールドに近い実教材を使用した実証実験による取得を完了し、技術の有効性の分析を開始した。宇宙天気 AI 予報技術をオーロラ予測や衛星運用等に応用することで、新たな市場を開拓するベンチャーを創出に資する顧客ニーズ調査に向けたコンセプトムービーを作成し、潜在的な顧客へのヒアリングを実施するとともに、ビジネス化のための仮説検証を実施し、令和6年8月に機構技術を活用したベンチャーの創出に至ったこと。

- AI の研究開発の推進とともに、AI に関する政策的に重要な事項に対応するための横断的な組織として、「AI 研究開発推進ユニット」を新たに設置したこと。
- 令和6年7月、GPAI 東京専門家支援センターを機構に設置し、AI 専門家による研究やプロジェクトの運営・管理の支援を開始したこと。
- 国内唯一の ICT を専門とする公的研究機関として、令和5年度に初めて作成・公表した ICT 俯瞰報告書の更新バージョン 1.1 版を公表したこ

た。現状技術の TRL を意識し、社会実装可能な TRL(TRL6以上)に進めることを考慮した研究計画とするために、研究フェーズとねらいの違いによる2種類の研究開発課題、及び、新たにベンチャー創出をねらう研究開発課題を新設・整備した。以下、各課題の概要を示す。

- ・テーマ1: 魔の川越え型研究開発課題。マーケットに参入するための技術課題を解決する技術開発を実施し、PoC(Proof of Concept)で終わることなく、企業に技術移転する(魔の川を渡る=TRL6以上)までをゴールとし、TRL3～5相当の課題
- ・テーマ2: マーケットイン型研究開発課題。開発技術を技術移転する場合の対象マーケット、ユーザ要件を明確にし、ユーザの課題を解決できる研究開発課題を形成(マーケットイン)し、企業等との共同研究を目指し、TRL2～3相当の課題
- ・テーマ3: ベンチャー創出型研究開発課題。尖った技術、新しい技術で新たなマーケットを開拓する研究開発課題、数年以内にベンチャー化を予定している研究開発課題であり、TRL2～5相当の課題

令和6年度は、令和5年度からの継続テーマを含め、以下の6件のプロジェクトを採択した。

- ・教材開発のための脳波による学習意欲評価の実証的研究(令和5年度からの継続、テーマ1)
- ・SRF 無線プラットフォーム普及促進のための端末 SRF 化エージェントの実証的研究(令和5年度からの継続、テーマ1)
- ・自然光デジタルホログラフィーの社会実装の方向性選定に関する研究開発(令和5年度からの継続、テーマ2)
- ・光フェーズドアレイの駆動技術に関する研究開発(令和5年度からの継続、テーマ2)
- ・宇宙天気情報プラットフォーム技術に関する研究開発(新規、テーマ2)

と。

- ・宇宙天気情報の社会実装におけるビジネス枠組みの構築（新規、テーマ3）

【社会実装に向けたプロジェクトの推進】で記述するが、採択されたプロジェクトに対し、採択時の TRL と目標とする TRL に至るまでのギャップ分析を行い、TRL を上げるための要件を抽出し、要件から導かれる技術的課題を解決するための方針を検討した。検討した方針に沿って支援を実施することで、社会実装に向けた TRL レベルアップに貢献した。また、戦略的プログラムオフィスの担当者が、緊密に研究者に寄り添い支援することで、市場性や企業ニーズの重要性、TRL を意識した研究開発推進について研究者と意識の共有が図れ、機構技術の社会実装に向けた効率的な推進を行うことができた。一方で、設定した TRL 要件を満たしていない技術の応募があったりする等、社会実装をねらう機構の技術シーズの TRL 底上げが課題として挙げられた。

•【社会実装に向けたプロジェクトの推進】

機構が独自に支援しているプロジェクトや機構内で公募し採択されたプロジェクト（【社会実装に向けたプロジェクトの形成】で記述）に対し、社会実装に向けて【社会実装戦略・方策の策定】で策定した、戦略と方策の検討手順に従い支援を行った。

以下、令和6年度に推進したプロジェクトの概要を示す。

- ・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、平成 29 年度に民間6社とともに設立した FFPA 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。令和6年度の会員数は、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。規格化の一環として、令

和5年度に引き続き、ローカル5Gを含む5Gを支援する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の改定を継続した。令和7年度以降に開始する予定であるSRF無線プラットフォームVer.2の認証プログラムの適用仕様を技術仕様Ver.2.1.2と定め、令和6年3月に策定完了した技術仕様Ver.2.1.1の完成度を高めるためのマイナーリビジョンを実施し、技術仕様Ver.2.1.2の策定を完了した(令和7年2月)。また、引き続きSRF無線プラットフォームの普及促進活動に対する以下の3つの強化策を行った。

第1の強化策として、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であるVoC(Voice of Customers) Communityの拡大をねらって、令和5年度に引き続き、令和4～5年度と同レベルの高い頻度でのワークショップ開催・展示会出展を実施した。ワークショップを年5回開催し(令和6年7月、9月、11月、12月、令和7年2月)、ワイヤレステクノロジーパーク(WTP)2024(令和6年5月)、スマート工場EXPO2025(令和7年1月)での出展・セミナー開催を行った。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 Communityメンバーは令和6年度末時点で93者に増加し(令和5年度末に対して18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によるものと思われる。

第2の強化策として、SRF無線プラットフォームを製造業界の業界標準とすることを目指し、令和5年度に引き続き、業界団体連携の取組みを実施した。令和5年度に引き続き、一般社団法人日本電気計測器工業会JEMIMAとの連携活動として、「製造・物流・医療・農業・社会インフラ等における無線通信活用(その1)」をテー

マとする意見交換会(令和6年9月)、及び「製造・物流・医療・農業・社会インフラ等における無線通信活用(その2)」をテーマとする意見交換会(令和7年2月)を実施した。これらの意見交換会では、JEMIMA 内におけるSRF 無線プラットフォームの認知度向上を目指し、SRF 無線プラットフォームの講演と実機を用いたイベントを実施した。さらに、令和6年 10 月に JEMIMA 主催の展示会である計測展 2024において、「製造業と社会インフラを支える無線通信と 5G への期待」と題する講演を JEMIMA との連名で実施し、SRF 無線プラットフォームを紹介した。

第3の強化策として、令和4年度に本格立上げた認証プログラムにおいて、SRF 無線プラットフォーム Ver.1 に準拠した製品群は、FFPA メンバーの無線通信機器ベンダによる 15 製品に拡大しているが、今後、SRF 無線プラットフォームを本格的に普及させるためには、SRF 無線プラットフォーム内で制御される製造機器や、各種センサーを増やす必要がある。しかしながら、製造機器や各種センサーを開発している産業機器ベンダが SRF 無線に新規参入するために必要な大きな投資が障壁になることが予想され、産業機器ベンダの SRF 無線参入負担を大幅に軽減するため、機構内公募「端末 SRF 化エージェントの研究開発」(令和5年度からの継続、テーマ1)を立ち上げた。開発した端末 SRF 化エージェント(Linux 版)の完成度をより高めるために、ユーザ視点での意見を収集する目的で、強化策2、強化策3と連動させ、VoC Community ワークショップ(令和6年12月)と JEMIMA 意見交換会(令和7年2月)において、端末 SRF 化エージェントのハンズオンイベントを実施した。さらに、令和7年1月に開始したスマート工場 EXPO2025において、端末 SRF 化エージェントの展示及びセミナー講演を行った。

・教材開発のための脳波による学習意欲評価の実証的研究(令和5年度からの継続、テーマ1)について

は、採択当初の令和5年度は TRL4（実証実験可能レベル）であり、これを TRL6（社会実装可能）に上げるためにギャップ分析を行い、大手通信教育企業に採用してもらうための要件調査と仕様の整理、学習意欲評価のための性能指標（精度）の明確化、脳波計のユーザビリティ向上・脳波 AI ソフトウェア仕様の明確化を支援方針とした。令和6年度は、機構が主導して、大手通信教育企業との連携を進め、共同研究契約を締結し、実フィールドに近い実教材を使用した実証実験による脳波データ取得を完了し、技術の有効性の分析を開始した。また、民間の共創プラットフォームや展示会でマッチングした別の通信教育企業や電子機器企業、ソリューション企業への応用ニーズ調査及び協業提案活動を行った。さらに、ICT フェア in 東北、オープンハウス 2024 及び CEATEC2024 において動展示を行い、技術要件の情報収集及び企業とのマッチング活動を積極的に行った。

- ・メタマテリアル電波散乱シートについては、令和3年度の機構内公募において採択されたプロジェクトであり、その後社会実装に向けた研究所の取組みの支援を継続している。令和5年度に引き続き、社会実装に向けた研究所の取組みを支援した。まず、社会実装における知的財産ライセンスの基盤を強化するために、メタマテリアル電波散乱シートの周辺特許化の検討を支援し、メタマテリアル電波散乱シートを使用した無線通信システムに関する特許出願（令和6年9月）に貢献した。次に、ミリ波帯ローカル 5G システムの課題を解決できるメタマテリアル電波散乱シートが実用化段階に入っていることを訴求するために、機構が主導して、大手通信業者のローカル 5G 実証環境での実証実験の実施（令和6年6月）、及びその成果の公開（令和6年 10 月）を支援し、その結果としてその公開情報がメディアに取り上げられたことに貢献した。

- ・宇宙天気 AI 予報に関するベンチャー創出のための市場調査(機構内公募テーマ3、令和5年～令和6年)については、宇宙天気 AI 予報技術をオーロラ予測や衛星運用等に応用することで、新たな市場を開拓するベンチャーを創出に資する顧客ニーズ調査に向けたコンセプトムービーを作成し、潜在的な顧客へのヒアリングを実施するとともに、ビジネス化のための仮説検証を実施し、令和6年8月に機構技術を活用したベンチャーの創出に至った。
- ・有機電気光学(EO)ポリマー光フェーズドアレイ技術は、3D 映像ディスプレイや水中光通信など、幅広い応用分野に適用できる技術であり、機構内公募テーマ2「光フェーズドアレイデバイスの駆動技術に関する研究開発」(令和5年度からの継続、テーマ2)として採択し、社会実装支援を行った。有機 EO ポリマー光フェーズドアレイ技術を、マーケット規模が大きい超小型 LiDAR をターゲットに定め、光フェーズドアレイデバイスを構成する基礎材料、プロセス、デバイス、システム技術及び最終製品企業までのサプライチェーンの明確化を行うとともに、令和5年度に策定した戦略と方策の検討手順を研究者と共有しながら支援を実施した。具体的には、超小型 LiDAR の実現に向けて、各サプライチェーンのカテゴリー(材料、プロセス、デバイス、システム)毎にターゲット企業を定め、研究者と共同でデバイス企業・システム企業を中心に5社とのマッチング活動と、有機 EO ポリマー応用市場調査として材料系の市場調査会社に聞き取り調査を行い、応用ニーズと必要技術要件を明確にし、令和7年度に向けた戦略を立案し活動計画を策定した。また、ユーザからのフィードバックを汲み取るコンソーシアム形成の要件を整理した。これらにより、有機 EO ポリマー光フェーズドアレイ技術の適用先を、サプライチェーンを考慮に入れて明確にし、サプライチェーンを構成する企業にターゲットを絞っ

たことにより、効率的かつ効果的な社会実装への取り組みが促進された。

- ・ 自然光デジタルホログラフィーの社会実装の方向性選定に関する研究開発(令和5年度からの継続、テーマ2)については、採択当初の令和5年度は TRL3(プロトタイプ)であり、これを TRL5(実フィールドでの実証実験)に上げるためにギャップ分析を行い、技術課題解決と社会実装支援に分けて課題を抽出し、支援を行った。技術課題として光学ユニットの最適化や性能向上が上げられるが、それらを開発できる光学機器開発メーカーや画像処理基盤制作メーカーに関し、調査会社に調査を依頼し、各メーカーの製品のシェア及び、製造を行う企業へのインタビューを実施した。さらに、より詳細なニーズを知るために、直接コンタクトする企業(4社)を選び、調査会社経由での2社とコンタクトして協業可能性を検討した。また、高速度カメラの製造販売の企業を来訪し、今後の共同研究について検討を行った。社会実装支援に関しては、技術ニーズを把握するため、光学機器・技術の展示会 OPIE'24 に出展し、展示会終了後に来訪者(155 名)へのアンケートを実施した。技術相談を希望する企業、研究開発機関計6社に対し、論文等の資料を送付し、うち1社は強い興味を示し、技術の詳細説明の機会を頂いた。さらに、CEATEC2024 にも技術展示し、半導体検査装置の世界シェアNo.1の企業への技術説明と議論を行い、継続的に情報交換を行うこととなった。
- ・ 他、宇宙天気に関する2プロジェクトについて支援した。
- ・ 国内唯一の ICT を専門とする公的研究機関として、令和5年度に初めて作成・公表した ICT 俯瞰報告書の更新バージョン 1.1 版を公表した(令和7年3月、日本語 1.1 版、英語版 v1.1)。
- ・ 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 26 件、10 件、9 件の情報提供と議論を実施した。定例会（令和6年度は 34 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。毎回の発表資料等は月次報告の形で、機構内システム上でアーカイブし共有した。また、国内外の有識者による内部講演会を9件実施（うち3件はダイバーシティ推進室と共催）し、研究開発、産学連携、AI/ELSI、ダイバーシティ推進等について最新の知見を共有した。

- 新たな研究開発の連携では宇宙技術、センシング、量子などの分野横断的な連携推進、当室が貢献してきた G7 科学技術大臣共同声明の加盟各国へのオープンサイエンス活動影響調査の実施・報告書とりまとめを行い、また同大臣合意文書策定などへの貢献を実施した。また機構の宇宙開発について、これまでの知見を活かした助言及び指導を行い、宇宙開発関連プロジェクト推進の強化に貢献した。あわせて OB・OG の知見を活用する有識者ネットワーク推進、さらに機構からの転出研究者と機構との連携に資する交流の意義と方法についての検討を行うとともに、機構外歴史資料収集を継続し、機構 20 周年事業への貢献を進めた。部署・異分野・国内外機関の相互連携推進を推進し、国・公的機関・企業コミュニティ、国際会議等における協力やリーダーシップをもって宇宙、データ等の分野で、多岐にわたる国内外の外部講演・会議貢献を実施した。内部向け「ナレッジハブレポート」定期刊行も継続した。

- 令和5年 10 月に合意された「広島 AI プロセスに関する G7 首脳声明」に基づき、令和6年7月、GPAI 東京専門家支援センター（東京センター）を機構に設置し、AI 専門家による研究やプロジェクトの運営・管理

	の支援を開始した。 - 令和6年7月、東京センターの Web サイトをオープンし、活動状況を周知し、具体的には、東京センター概要、The Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI)、所要業務である SAFE (Safety and Assurance of Generative AI) プロジェクトを丁寧に説明するほか、活動状況として、7月の GPAI 中間サミットへの参加、10月の SAFE 全体会合の開催、OECD Global Strategic Group(GSG)のサイドイベントへの参加など国際活動、9月の理事長とカナダ・モントリオールの CEIMIA センター長との協議、GPAI 有識者や企業との意見交換、AI 関連イベント対応などの取組を紹介してきた。 - 令和6年7月、インドのニューデリーにおいて、GPAI 中間サミットが開催され、東京センター長が、総務省代表团とともに GPAI の主要な会合に出席した。今回の GPAI 中間サミットは、AI の主要な課題等に関して専門家を招いて複数のパネルを展開するインド政府主催のイベント「Global India AI Summit 2024」と同時に開催する形式がとられ、GPAI の閣僚理事会 (Ministerial Council) や執行理事会 (Executive Council) をはじめとした複数の会合が開かれた。閣僚理事会において、東京センター長は、センターを機構に設置した旨を報告するとともに、設置に至るまでの関係国の協力への謝意を述べるとともに、フランス・パリ (Inria)、カナダ・モントリオール (CEIMIA) の先行する2つの専門家支援センターに対して、より一層の協力を要請した。 - 令和6年9月、機構の理事長が、カナダ・モントリオールの CEIMIA を訪問し、今後の東京センターの活動の参考となる情報交換やセンター間の連携強化を目		

的として、CEIMIA センター長と協議した。機構からは、機構における生成 AI や AI 同時通訳が可能な多言語コミュニケーション技術などの研究開発のほか、東京センターが担当する SAFE プロジェクトやセンター設立以降の取組概要などを紹介した。CEIMIA センター長からは、GPAI の中で担当する「責任ある AI」と「データ・ガバナンス」の2つのワーキング・グループのプロジェクトの紹介がなされた。また、GPAI と OECD との統合パートナーシップを前提とした、「GPAI2.0」への円滑な移行と活力維持に向け、日本、カナダに加え、フランスの GPAI 専門家支援センターの間の連携強化の必要性が高まっている点で一致した。当面は、GPAI サミット(令和6年12月)から東京で開催予定のイノベーションワークショップ(令和7年春)をターゲットとして定期的な協議を継続していくことで合意した。このような取組により、東京センターと CEIMIA との AI の戦略的な社会実装の連携を確認し、国際社会での社会実装の推進・加速に貢献した。

- 令和6年10月、GPAI の SAFE プロジェクトの専門家がオンライン上で参集し、生成 AI の商用化時の安全性を保証する実践的なアプローチの展開を支援する、SAFE 全体会議(Plenary)が開催された。この会議では、冒頭、SAFE プロジェクトを中核プロジェクトとして掲げる東京センター長が挨拶を行い、共同議長(スペイン、米国)から、①LLM の技術的安全性、②LLM のデータ・ガバナンス、③AGI をトラック別に実施していく旨の説明がなされ、AI の安全性に関する議論の重要性、AI 安全性ソリューションの包括的なマッピングの必要性が強調された。参加した専門家からは、AI の安全性開発のスピードと政策立案者間の知識のギャップや、各国 AISI 間の連絡の必要

性といった懸念などが示され、これを受けて、東京センター長からは、AISI との連携は始まっており、まずは AISI との連携、次に GPAI のような外部との連携になる旨の説明がなされた。また、東京センター事務局からは、今後の SAFE プロジェクトの推進に向けた全体会議、トラック別分科会の開催方法等について提案がなされ、了承された。

- 令和6年 10 月、東京センター長は、フランス・パリを訪問し、OECD Global Strategic Group(GSG)のサイドイベントに参加したほか、OECD 事務局及び CEIMIA (カナダ)、Inria(フランス)と意見交換を行った。「信頼できる AI への進化: 未来へのビジネス分野のイノベーション」をテーマとしたサイドイベントでは、今年の GSG 議長国であるカナダ政府からの依頼を受けた CEIMIA、Inria 及び東京センターが共同ブースを設置し、それぞれのセンターでの活動内容が紹介され、特に、東京センターからは中核業務と位置付ける SAFE プロジェクトを紹介した。東京センター長は、CEIMIA センター長及び Inria センター長とともに講演を行い、OECD と統合を果たした GPAI がこれからどのように国際的な AI ガバナンスの議論に貢献するかを強調した。この展示ブースには、チェネッタ カナダ OECD 政府代表部大使をはじめとした OECD 加盟国の関係者、企業の代表者や AI 関係者など多くの方々が訪れ、沢山の質問や関心事項が寄せられ、GPAI の取り組みが広く認知された。また、サイドイベント終了後、Inria、CEIMIA とのミーティングでは、各専門家支援センターの取組が共有され、GPAI2.0 における GPAI 専門家支援センターの役割・位置づけ、東京イノベーションワークショップの準備、セルビアサミットに向けた対応、今後の連携強化について議論が交わされた。加えて、OECD 事務局では、令

和7年以降の AI safety に関するプロジェクトの在り方、GPAI 年次計画(workplan 2025)の策定準備、東京イノベーションワークショップ後の活動に向けた意見交換が行われた。このような取組により、OECD と統合を果たした GPAI における国際的な AI ガバナンスの議論の推進・加速に貢献した。

- 令和6年 12 月、セルビア・ベオグラードにおいて「GPAI セルビアサミット」が開催され、東京センター長、事務局長が出席した。同サミットは、GPAI が OECD (AIGO) と統合後の GPAI2.0 体制下での初開催となり、セルビアの大統領、OECD の事務総長が臨席して開会を宣言し、GPAI2.0 加盟国(44 か国)の政府閣僚級(我が国は総務省の総務審議官)が一堂に会して議論が行われ、閣僚宣言(GPAI ベオグラード閣僚宣言)が採択された。また、複数の会議室に分かれて並行でのパネルセッションやプロジェクト成果の展示が同時に開催され、1,200 人以上が参加した。GPAI 専門家コミュニティ(3センター、プロジェクト専門家)も多数参加し、センター長は複数の基調講演、パネル(パネリスト)に対応した。このほか、4日に OECD とのワーキング・ランチ、5日に3センター打合せを現地で開催した。
- 令和7年2月 10 日及び 11 日、フランスのパリにおいて開催された AI アクションサミットに、東京センター長が参加した。同サミットの公式サイドイベント(11日)では、東京センターが派遣した GPAI 専門家(慶應義塾大学准教授)が SAFE プロジェクトの最終報告(成果物の発表)を行った。また、この機会に、ワークプラン 2025 に盛り込まれる見込みの東京センターが実施する2つのプロジェクト(Agentic AI の利点とリスクの特定、リスクの許容アプローチ)の進め方、5月下旬に東京で開催される東京イノベーションワーク

	ショップで議論するテーマ・コンセプトを協議した。 • 令和7年2月 27 日及び 28 日、広島 AI プロセス・フレンズグループ会合の初の対面会合が総務省主催により東京で開催された。この会合には、G7 を含む約 40 の国・地域の高級実務者や国際機関等が参加し、広島 AI プロセスの実効性の確保、国際連携の確保重要性が再確認された。東京センター長が参加し、会合全体の締め括りの総括講演を行った。 • このような取組により、GPAI における国際的な AI ガバナンスの議論の推進・加速に貢献した。 • AI の研究開発の推進とともに、AI に関する政策的に重要な事項に対応するための横断的な組織として、「AI 研究開発推進ユニット」を新たに設置した(令和6年9月)。 • 人工知能研究開発ネットワーク(AI Japan R&D Network)、AI セーフティ・インスティテュート(Japan AI Safety Institute)、GPAI 東京専門家支援センターなど AI 関連団体・組織との連携体制を構築し、機構内外における情報把握・情報共有体制を早期に整備した。 • 機構内における AI 技術に関する新たな課題創出や AI 技術の幅広い活動を探ることを目的としたフィージビリティスタディの研究開発課題提案募集を行い、応募のあった 30 件の中から 14 件の採択課題を選定し、研究開発に着手した。 (2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化 • 第4期に構築した技術相談制度に基づき、研究部門との連携を通じて機構の研究成果や専門的知識を		

活かした技術支援・指導（技術相談）を実施した（今中期実績 28 件、うち令和6年度 10 件）。令和6年度は、民間企業への技術支援に加えて、衛星測位技術に関する公的プロジェクトに参画する国立研究開発法人からの依頼に基づき、技術相談のスキームを活用し、共同プロジェクトの一員として衛星搭載用レーザー時計試作機の安定度評価方法について技術的助言を行った。技術相談制度を活用した新たなスキームの技術支援により、研究成果の社会実装をより一層推進することができた。

- 令和6年度は、共同研究契約件数 600 件、産業界等との秘密保持契約件数 318 件、包括協定件数 20 件となった。共同研究は契約件数 30 件増加（570 件⇒600 件、契約機関数 37 件増加（831 件⇒857868 件）しており、産学官連携が進展した。また、資金受入型共同研究は 32 件となり、近年と同程度の件数で推移した。
- 社会実装の推進に資する機構内連携を強化するため、組織横断で組織した研究成果展開サポートグループの活動を行い、研究成果展開ワンストップ相談会により研究者の支援を行っている。令和6年度は研究所に対して行う支援内容の整理を行うとともに、研究所へのヒアリングを行い改善点の洗い出しを行った。
- 共同研究等の案件形成のため、契約書作成の支援を行っている。また、情報のデータベース化の促進、共同研究契約書や関係書類を Web 入力形式で自動作成可能なシステムの内製・改良を行い契約締結等に係る負担軽減・迅速化を図った。令和6年度は法務・コンプライアンス室、知財活用推進室と連携して共同研究先との調整がスムーズに行えるように契約

書ひな型の見直しを行った。また、問合せに関する FAQ を随時見直し、更新した。

- 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 600 人規模の人材育成を継続的に推進した。さらに、大学等との間で包括連携協定を締結し、機構と相手先機関との連携を強化しており、令和6年度時点で 20 機関との間で包括協定を締結し、情報交換や共同研究の促進に寄与した。
- また、第4期に構築した技術相談制度に基づき、研究部門との連携を通じて機構の研究成果や専門的知識を活かした技術支援・指導(技術相談)を実施した(28 件、うち令和6年度 10 件)。令和6年度は、民間企業への技術支援に加えて、衛星測位技術に関する公的プロジェクトに参画する国立研究開発法人からの依頼に基づき、技術相談のスキームを活用し、共同プロジェクトの一員として衛星搭載用レーザー時計試作機の安定度評価方法について技術的助言を行った。
- 企業等からの資金受入型共同研究の拡大に向けては、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(*)を継続して推進した。令和6年度は例年実施している契約事務手続きをサポートする機構内セミナーと併せ、近年著しく実績を増やしている研究所の先進取組事例紹介を実施し(令和6年 10 月)、外部資金獲得のためのノウハウの共有に取り組んだ。契約件数は 32 件(受入資金約2億円弱)となり、近年と同程度の件数で推移した。

* インセンティブ制度:連携先からの資金受入額に応じ研究資金を支援、これにより外部資金導入・研

研究成果の社会実装を推進

- 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の予算支援を行うマッチング研究支援事業を東北大、早稲田大、九工大との間で継続して実施した。令和6年度は、3大学それぞれ、14課題、3課題、4課題を採択した。採択テーマでは、農学分野との連携や教育分野との連携なども進展しており、機構の持つポテンシャルを新たな視点から活用するといったコラボレーションも進んでいる。また、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行っており、令和6年度は、マッチングの裾野拡大に向け、研究者相互の交流会を3大学それぞれと連携して実施するとともに、事業の浸透に向け、好事例の紹介等なども積極的に行った。このような取組を進める中、複数課題間での研究連携や機構の研究者が学生に指導・講義を行う機会等も生まれた。

- 共同研究に係る情報の閲覧・検索・集計等が行えるデータベース(DB)を整備し、研究者等のニーズを踏まえた情報や機能の更新を行い、共同研究の案件形成や産学官連携の促進に貢献している。令和6年度は本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10月、11月に開催し、利用者との意見交換を行い、説明会の資料、動画を公開して利用促進に取り組んだ。

- 【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推進フォーラム事務局を運営し、この分野の連携活動を積極的に推進し、会員数は2,534者となった。同フォーラムが主催する「インフラモニタリングなど、IoTにおけるNTN・衛星通信活用ワークショップ」を令和6年10

月に実施した(参加者 282 機関)。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8件行い、合計 12 件のメールマガジン・事例紹介の発信を行い、このうち令和5年度の総集編等も発信した。総会を令和7年3月 26 日に開催し、社会課題解決、自治体、産学連携等の好事例に関する講演を実施した。

•【社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクト】

第4期から実施している、社会課題・地域課題を情報通信技術を用いて解決するための取り組みとして、第5期からは、さらに機構発技術によるサービス創出や社会実装の機会拡大を目的に加え、機構が地域・社会に対しオープンイノベーションプラットフォームとして機能するための施策として位置づけて推進した。

令和4年度から実施している課題 226「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」では、機構発技術シーズを利活用する2件を含む 10 件が採択され、うち、中間評価で継続となった9件を推進した。課題番号 22601「画像解析による種鶏・原種鶏の初生雛雌雄選別の実証型研究」では、目標である精度 98%に迫る、精度 97%がすでに達成され、今後の有資格者の高齢化による鑑別師不足に対処できる目途が立ち(TRL5相当)、社会実装を推進しやすいように体制変更もおこなった。課題番号 22604「想定外災害発生時に必要な即興的対応能力創発型教育訓練シナリオの検討及び実証試験」では、ネットワークを利用した遠隔地(徳島大学)との実証実験も行われ(TRL4相当)、戦略的プログラムオフィスの担当者も実証実験に参加した。課題番号 22603「地域農業従事者の業務をスマート化し収益性を高める農業 DXのための農業支援 AI の研究開発」では、開発した水田の水管理システムを実証実験地域である徳島県内の農場から、さらに長野県の農場などにも展開を始めた(TRL5相当)。各課題の担当者と打合せを行い課題の順調に進むように支援を行った。課題番号 22605「地域

防災のための多地点微小気圧変動計測パッケージの標準化と都市近郊・中山間部における市民協力型実証実験」については、機構発技術シーズ「インフラサウンド」の研究担当者との連絡を取り、実証実験を当初予定通り、香美市、江別市から福岡市まで拡張して実施した。

令和5年度から実施している課題 233「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(第2回)」では、6件(うち1課題で機構技術シーズの利用希望)を採択し推進した。課題 23305「AI 開発で生み出す次世代復興モデルの構築」では、予定外であるが、令和6年1月の能登半島地震の被災地での観測実験を迅速に行い、被災地での復興に役立てる技術の研究開発を進めた。また、令和6年10月から11月にかけて各課題の中間評価を実施した。

令和6年度から開始された課題 236「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(第3回)」では、中長期計画の計画期間の関係から、令和6～7年度の2年間の研究期間での公募を行った。提供可能な機構発技術シーズも20件を提示して、10件の採択課題の内、1件の課題で機構技術シーズ4件を使用予定である。

以上のように委託研究を推進し、課題 226 では現在研究期間中であるが、課題番号 22601 で目標精度に迫る開発成果を上げ、課題番号 22603 では横展開に向けた活動が実施され、課題番号 22604 では実証実験を進めながら実際に教員への防災教育を進めつつある。機構技術シーズ利用も目標 10 技術シーズに対し、課題 226、課題 233、課題 236 で合計7技術シーズになり、機構研究開発成果の社会実装に向けて大きな成果となった。さらに、これまでの活動の総括を行い、第6期中長期計画に向け、機構が地域・社会に対し、オープンイノ

	ベーションプラットフォームとなるための機能について検討を開始した。 •【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、また、地域の研究者と企業をつなぎ、地域における人的ネットワークの形成等の目的で、4名（東海、北海道、北陸、東北の各地域を担当）を、イノベーションコーディネーターとして継続登用した。【社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクト】に記述した委託研究の地域における説明会の開催やコーディネート等を行った。特に、北陸においては、北陸連携サロンの企画検討に参加し、北陸地域の研究機関の参加意欲が高まるプログラムを策定・実施し、地域コミュニティの構築が進んだ。また、東北においては、【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】に記述するアイデアソン運営に積極的に関り、地域の企業、自治体、大学等との連携が深まった。特に、アイデアソン仙台をきっかけとして、委託研究に応募し、課題 236 に1件が採択された。 •【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6年11月に東北地方在住者を中心に21名が参加（学生17名、社会人4名）し、東北大学にて対面での開催を実施した。本アイデアソンでは、地域で活動する民間企業、大学、法人、NPO、地方自治体に参加者として		

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ることができた。本イベントは東北大学と共催であるが、令和6年度は東北情報通信懇談会、仙台市が参加し、宮城県が協力機関として加わった。機構のサイバーセキュリティ研究所、Beyond 5G ユニットからも協力があり、セキュリティ研究所は研究者によるインプットセミナー、Beyond 5G ユニットは Beyond 5G 時代の暮らしがどのようなになるのかを、タッチパネルを使って体験出来るコンテンツの展示を行い、地域における機構プレゼンスの向上にもつながった。地元の Code for SENDAI が全面協力するとともに、仙台市役所からのイノベーションコーディネーターも参加した産学官公民の体制で「災害を生き抜く！～ICT でできる地域の減災・防災～」をテーマに実施した。

・【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 ページ及び NICT シーズ集 PDF 全体版について、令和6年度版として改版し、計 64 件のシーズを公開した。令和6年 11 月には、WEB 版に対してレイアウト修正を行うとともに、検索機能の大幅な見直しを行った。修正内容としては、ページ上部に「ユースケース」と「活用分野」を記載することで、その技術に興味・関心を持つ層に具体的な用途をイメージしやすくするとともに、「活用分野」をキーとした絞り込み検索機能により、閲覧者の専門分野を対象としたシーズを適切に抽出し、より回遊しやすいサイト構成とした。さらに、技術シーズの使用イメージを分かり易く図解・説

明した「ユースケース」コーナーにコンテンツを2件追加した。

また、令和6年度より知財活用推進室と連携し、JST主催の新技术説明会登録者名簿を活用し、4回のイベントの告知(オープンハウス 2024、CEATEC2024、EdgeTech+2024、その他)をメールマガジンとして配信した。また、機構のオープンハウスをはじめとする各種イベントのタイミングで研究者、研究所や広報室と連携し、SNS(X(旧 Twitter)や Facebook)で研究者の活動をアピールし、NICT シーズ集の URL への誘導等の情報発信を行った(X は 137 件、Facebook は3件)。

なお、令和6年度は Web アクセス解析ツールが変更になったため、単純な比較はできないが、令和6年度の NICT シーズ集 WEB 版トップページの閲覧数は 4,245 件(令和5年度 8,546 件)となった。個別シーズの閲覧数は 16,416 件(令和5年度は 35,770 件)、PDF 全体版のダウンロード数は 387 件(令和5年度は 1,196 件)、ユースケース閲覧数は 3,585 件となった。展示会等のイベントから個別シーズ閲覧を行う動きは確認できなかったが、太陽フレア予測などニュースで話題に上った内容については、スマートフォンによる検索エンジンを経由した流入と判断されるものが極めて多く、また SNS から実イベントへの流入は、イベント会場やリポスト等から確認できた。また、令和6年度の NICT シーズ集に関係する問い合わせは、14 件となり、問い合わせ企業との打ち合わせの実施や技術相談等につなげた。

機構が出展する展示会だけでなく、機構技術シーズの成熟度や内容に整合する展示会を選定し、光学機器・技術の展示会である OPIE' 24、IoT 系の展示会である EdgeTech+2024 等に出展し、顧客要件の収集と来場した企業とのマッチングを行い、うち2社と打ち合わせを実施した。加えて総通局主催の展示会に機構技術を出展するとともに、総通局主催の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、17 回の発表が行われ

た。その結果、地域の研究者との連携や地域の課題発掘等に結び付いた。

令和5年6月に締結された株式会社 海外通信・放送・郵便事業支援機構(JICT)との連携・協力を推進した。協力の事項は、1)情報交換、2)人的交流・知見共有、3)共同事業(スタートアップ支援、シンポジウム開催等)、4)その他の連携であり、具体的には情報交換や、機構出資事業・海外展開に関する意見交換、相互知見共有・助言である。戦略的プログラムオフィスが窓口となり、定期的に打ち合わせを開催し、情報交換を継続するとともに、機構 B5G 基金事業担当者を紹介し、機構側から JICT 側に海外展開を行う予定のある企業を、助成終了後に紹介する可能性について意見交換を行った。また、令和6年 11 月に、JICT から識者を機構に招き、JICT 投資スキーム説明会を開催し、JICT の投資ノウハウの紹介を機構職員にレクチャーすると共に、機構担当者との意見交換を実施した。

- シリーズ化させた動画施策「NICT すごい人・会いたい人」では、より広い潜在的な人材層へのリーチ拡大を目指して、五輪メダリストと研究者の対談を実施した。また、機構の価値観を魅力的に発信するため、機構内研究所(レジリエント ICT 研究センター)と協働で青少年向けの夏休みワークショップ「集まれ、未来の博士たち！」を開催し、今までとは異なる若年層向けに機構の研究成果を情報発信した。さらに、総合職職員のプロモーション動画を企画制作・運用まで機構内部で実施し、SNS(X、旧 Twitter)に公開した。公開から3ヶ月でアクセス数2万回以上を獲得し、SNS 経由での総合職募集サイトのサクセス数を従来と比較し増加させることができた。この結果、令和7年度の総合職採用プレエントリー数を前年度より増加させることができた。

	(3) 機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成 • 機構の研究開発シーズの社会実装におけるパイロット的な活動として、複数の研究領域のテーマと連携して、広報・アウトリーチ活動の実施や実証実験パートナー・事業化パートナーの開拓等、計3件の技術シーズに対して試行的伴走型プロジェクトを推進した。うち1件の SFC (Sound Field Control、音場制御技術) については、世界でも有数の規模の水族館である海遊館における実証実験で、技術協力を行った。 • 研究開発マネジメント人材の育成プロジェクトにおいては、研究開発マネジメント業務研修を制度化し実施するとともに、スキルアップ研修、機構内ネットワーキング研修、業界・他機関交流研修を新たに実施した。また、NRA 制度 (機構版リサーチ・アドミニストレーター) の確立に向けて、NRA に必要なスキルやマインドについて機構内アンケートを実施し、NRA 像を定義するための検討材料を得た。 • 起業前段階の事業化支援として、研究成果展開サポートグループの活動の一環であるワンストップ相談会において起業相談への対応を行った。機構内部の制度を適用する上で課題があるものについては、解決に向け、部署間の調整等の支援を行った。また、すでに起業している機構発ベンチャー2社への支援として、その事業を周知するため、2社が事業展開する装置を組み合わせで展示するデモンストレーション装置の機構内展示室への設置や CEATEC への出展支援を行った。 • 事業化気運の醸成や支援人材の育成の観点から、中小企業基盤整備機構農工大・多摩小金井ベンチャーポート (以下、農工大 VP) との連携を維持し、農工		

	大 VP が主催する起業家向け情報交換会に参加した。また農工大 VP が地域に提供し、機構でのベンチャー創出に利用できる機能について情報交換・意見交換を行った。 • 機構の技術シーズを活用したベンチャーの起業がより多く検討される環境を整える観点から、機構内のベンチャー支援の仕組みの再整備を行った。外部の事業化支援機関の能力を活用して起業する形態を考慮した仕組みとし、支援対象ベンチャーを外部に明確に示すための認定制度を創設して令和7年度から運用することとした。 • 令和6年度分の出資先の募集、書類審査及び Due Diligence を行った。 • 令和5年度の出資先への支援の一環として、出資先の事業についてモニタリングを行うとともに、出資先のヒアリングを実施した。当該ヒアリングにおいて機構からの出資が同社の他の資金調達に呼び水効果を有していたことを確認した。		
<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。 • 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。	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 • Beyond5G ネットワークの技術検証環境となる「高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド」等の構築を計画通り進め、民間企業、大学等の利用拡大に向け、外部ニーズに即したテストベッドの機能改良、並びに利用促進のための取組をさらに強化した。利用者のニーズに即したテストベッドの機能改良として、次期テストベッドのハードウェア資源の有効活用のために検討を進めていた B5G 高信頼仮想化環境と DCCS の連携機能について、本機能を早期に利用したいという利用者の要望に応え計画を前倒して提供し、B5G 高信頼仮想化環境と DCCS を連携させて活用する	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 Beyond 5G の実現に向けた多様な研究開発での利用を考慮し、機構発行の「Beyond 5G/6G ホワイトペーパー 3.0 版」に示したアーキテクチャに基づいて高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドを構成する各サービスなどを柔軟に組み合わせることで接続利用できる連携インターフェースおよびオーケストレータの実装と検証を進め、様々なデータを連携処理できる DCCS の提供に加え、連合学習機能を追加するなど実証研究が多様な技術と連携して展開されており、B5G 社会構築に貢献している。 Beyond 5G テストベッドを中心に Beyond 5G の実現に向けた研究開発環	【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】 B5G/IoT テストベッドの各サービスを柔軟に組み合わせるための連携インターフェースおよびオーケストレータの実装と検証を進め、様々なデータを連携処理できる DCCS の提供に加え、連合学習機能を追加するなど実証研究が多様な技術と連携して展開されており、B5G 社会構築に貢献している。 Beyond 5G テストベッドを中心に Beyond 5G の実現に向けた研究開発環

＜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	利用事例がスタートした。利活用促進の取組として、Beyond5G に係る新機能(高信頼仮想化環境、モバイル環境、DCCS)を中心に CPS や上位レイヤのサービスの研究開発への利活用事例の情報提供を強化(ホームページでの利活用事例紹介:25⇒30 件)した。また、大阪大学で実際の B5G モバイル環境を用いたデモとユースケース紹介を実施した。利用手続きについては、共同研究契約の電子契約活用、利用申請の全オンライン化など改善を進めた。これにより、利用申請手続きを4ステップ(申請書ダウンロード、記入、メール申請、書面での契約)から1ステップ(Web での申請書記入のみ)に削減するとともに、利用者状況管理の効率化に向け申請情報の自動データベース化を行う利用申請システムを開発した。 • 上記の取組みを含むテストベッド運用の循環進化により、令和6年度末時点で、利用件数 131(うち、内部利用 64、外部利用 67)、外部の利用機関数 121 となった。 • 研究ネットワークインフラとしてインターネット帯域を増速(100Gbps)させた。Beyond 5G 関連研究、LLM (Large language Models)のためのデータ収集(クロール)の性能向上、研究の進展に貢献した。 • スマート IoT 推進フォーラムテストベッド分科会並びにその下の4タスクフォースにおいて、各レイヤにおける優れた事例の共有や機能改善のための意見交換等を行うとともに、B5G モバイル環境の利用拡大と成果共有のため、大阪大学において実証イベントを実施した。また、タスクフォースでの検討成果であるデータ分析・可視化機能については DCCS に実装し、DCCS の環境品質予測等のデータ連携・分析機能の結果を地図データ上に容易に可視化できる機能	証を進めたこと、新規サービス開発に資する様々なデータを連携処理できる DCCS の提供ならびに連合学習機能を追加するなど機能向上を進めたこと、さらに AI・データ駆動社会の実現に向けた通信と計算を融合させる研究開発・実証環境の提供準備を進めたことなどは Beyond 5G 実現に向けた優れた成果といえる。また、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドを構成する各サービスなどを柔軟に組み合わせて接続利用できる連携インタフェースおよびオーケストレータの実装や DCCS の提供に加え、令和3年度補正予算により「量子暗号通信ネットワーク事業」として安全なデータ二次利用システムの整備を進め、官公庁機関及び金融分野などの民間企業等が試験サービス実証を行えるテストベッドとして運用し、理化学研究所の量子コンピュータとの接続を実現するなど優れたテストベッド構築の成果も認められる。 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】	境の整備として、その運用だけでなく、高機能化に取り組んでおり、社会実装に向けての重要な基盤になり得る。 Beyond 5G の実現に向けた研究開発での利用を考慮し、各サービスの実装と検証を進めた。AI 社会の実現に向けた研究開発・実証環境の提供準備を進めており、年度計画を達成し、顕著な成果が表れていると認められる。

を実現させた。

- 国内外の研究・教育機関との協力関係を強化するため締結した覚書(①アジア・太平洋・オセアニア地域での 100Gbps 高速ネットワークによる連携 (APOnet)、②アジア-欧州間研究・教育用ネットワーク(AER)、③東アジアの国際回線ネットワークの相互バックアップによる同地域におけるレジリエンシーの向上と国際回線運用の協力のため東アジアレジリエント基盤ネットワーク(EARBN: East Asia Resilient Backbone Network))等に基づき、継続してテストベッドを通じた国際連携を推進し、協力関係を維持した。整備した国際回線環境を用い、令和6年 11 月 の SC24(The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis、米国アトランタ)では、国内外の研究・教育機関(B5G 基金事業、JUNO3 のプロジェクト等)と共同技術実証が実施され、テストベッド利用者の研究開発やその成果の国際発信に貢献した。
- プラットフォームレイヤのテストベッドとして、様々なデータを組み合わせながら連携処理するデータ連携処理基盤「Data Centric Cloud Service(DCCS)」の構築と提供を継続した。
- Beyond 5G において、アプリケーションサービス開発への応用が期待されておりテストベッド利用者からも要望の大きかった連合学習を用いたデータ分析機能を DCCS に実装し動作検証を行い、パイロットユーザに提供した。
- DCCS を活用した委託研究である高度通信・放送研究開発委託研究課題 227「持続性の高い行動支援のための次世代 IoT データ利活用技術の研究開発」について、その研究成果を情報資産として DCCS に

以下に示す、顕著な成果が認められる。

- 機構発行の「Beyond 5G/6G ホワイトペーパー 3.0 版」記載の機能アーキテクチャに基づき、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドを構成する「DCCS」、「CyReal」、「B5G 高信頼仮想化環境」、「B5G モバイル環境」の各サービスを仮想ネットワーク技術により接続し、異種のネットワーク機能、提供リソース・機能・データなどを組み合わせられるようにするテストベッドサービス間連携インタフェース及びオーケストレータについて、令和7年度のテストベッド機能としての本格運用開始に向けた実装と検証を進めたこと。
- プラットフォームレイヤのテストベッドとして、様々なデータを組み合わせながら連携処理するデータ連携処理基盤「Data Centric Cloud Service (DCCS)」の構築と提供を継続したこと。
- Beyond 5G 時代におけるコンピューティング・ネットワーキング環境の高度化に対応するため、ソフトウェア機能の一部をネットワーク内に配備されたアクセラレータ等へオフロードし、処理や通信を高速化する機能、実環境と仮想環境上のデジタルツインとを DCCS と連携し接続するインタフェース、並びに、エッジコンピュ

組み込み他の利用者にも利用可能とするための新たな共同研究を大手通信キャリア研究機関と機構内部署で締結した。令和6年度は移動リスク予測に基づく行動ナビゲーションソフトを情報資産として、DCCS に組み込み提供可能とするとともにパイロットユーザに提供した。これにより、DCCS のさらなる循環進化と DCCS を活用することの効果を拡大するとともに、利用者間での成果の活用という相乗効果が生まれた。

- 機構の提案する CPS アーキテクチャのデモシステムの構築を進めた。
- NTN 関連研究開発への提供に向け、時空間データ GIS プラットフォームとして整備してきた「ひまわり衛星データ」、「太陽放射コンソーシアム公開データ(日射量、地表面気温、地表面相対湿度、地表面風向風速)」、「高解像度降水ナウキャストデータ(タイル画像)」などの DCCS での提供準備を進め、先行して機構内部署へ提供していたが、令和6年度には利用規約等の整備と API の拡充を行い一般ユーザにも提供し大阪・関西万博案件等にも活用された。また、多言語音声翻訳プラットフォームについても、ユーザフィードバックを得て辞書カスタマイズ機能用 API などを拡充させパイロットユーザに提供した。
- 上述の連合学習を含め、Beyond 5G における分散コンピューティングやエッジコンピューティングを用いたサービスの開発・実証を可能とする「分散アプリ開発環境」をユーザに提供し、CPS アプリケーションの実証を可能とした。これにより、Beyond 5G における分散コンピューティングやエッジコンピューティングを用いたアプリケーションの開発が容易になり、Beyond 5G の実現に向け先進的なアプリケーションの研究開

ーティングリソース上にデジタルツインを柔軟に配備可能とする機能を実装する研究開発を実施、試作を完了した。これらの機能拡充により、AI・データ駆動社会の実現に向けた通信と計算を融合させる技術の研究開発・実証環境の提供準備が整ったこと。

【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、顕著な成果が認められる。

- 機構発行の「Beyond 5G/6G ホワイトペーパー 3.0 版」記載の機能アーキテクチャに基づき、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドを構成する「DCCS」、「CyReal」、「B5G 高信頼仮想化環境」、「B5G モバイル環境」の各サービスを仮想ネットワーク技術により接続し、異種のネットワーク機能、提供リソース・機能・データなどを組み合わせられるようにするテストベッドサービス間連携インタフェース及びオーケストレータについて、令和7年度のテストベッド機能としての本格運用開始に向けた実装と検証を進めた。B5G 高信頼仮想化環境上で多数の端末・基地局が

発の加速化につなげた。

- 環境品質短期予測機能をプリインストールした Jupyter Hub ベースのお試し利用環境「DCCS トライアル」を提供し、ユーザビリティ、サービス品質の向上を図るとともに利用者拡大のため簡易な手続きでの試用機会を提供した。
- 機構内部署と連携して、ポータブル SIP4D/X-ICS の検証環境を提供、通信障害を再現した検証等を実施した。
- 機構発行の「Beyond 5G/6G ホワイトペーパー 3.0 版」記載の機能アーキテクチャに基づき、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドを構成する「DCCS」、「CyReal」、「B5G 高信頼仮想化環境」、「B5G モバイル環境」の各サービスを仮想ネットワーク技術により接続し、異種のネットワーク機能、提供リソース・機能・データなどを組み合わせられるようにするテストベッドサービス間連携インタフェース及びオーケストレータについて、令和7年度のテストベッド機能としての本格運用開始に向けた実装と検証を進めた。B5G 高信頼仮想化環境上で多数の端末・基地局が相互接続した環境をエミュレーションにより再現可能とする大規模検証基盤(多端末エミュレーション機能)について安定性、完成度を高め、一般ユーザ向けに提供を開始した。また、B5G モバイル環境における 5G-SA(Standalone)システムと B5G 高信頼仮想化環境を組み合わせ、実機と RAN/UE シミュレーション環境を利用した Beyond 5G システム開発・検証の循環サイクルを検証した。この B5G モバイル環境と B5G 高信頼仮想化環境を組み合わせたエッジコンピューティングのデモンストレーションシステムをオープンハウス 2024 にて展示した。機構内部署による TN-NTN 統

相互接続した環境をエミュレーションにより再現可能とする大規模検証基盤(多端末エミュレーション機能)について安定性、完成度を高め、一般ユーザ向けに提供を開始した。また、B5G モバイル環境における 5G-SA(Standalone)システムと B5G 高信頼仮想化環境を組み合わせ、実機と RAN/UE シミュレーション環境を利用した Beyond 5G システム開発・検証の循環サイクルを検証した。この B5G モバイル環境と B5G 高信頼仮想化環境を組み合わせたエッジコンピューティングのデモンストレーションシステムをオープンハウス 2024 にて展示した。機構内部署による TN-NTN 統合ネットワーク制御アーキテクチャを、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドに展開するための構成を設計し、動作を確認した。また、任意のネットワーク内の位置へ柔軟にネットワークリソースを展開可能とする機能により、同研究所による非集中型ネットワーク内ストレージアーキテクチャに基づく NICT セキュアオフチェーンストレージをネットワーク内に展開し、検証用のテストベッド環境を構築可能としたこと。

- 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

合ネットワーク制御アーキテクチャを、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドに展開するための構成を設計し、動作を確認した。また、任意のネットワーク内の位置へ柔軟にネットワークリソースを展開可能とする機能により、機構内部署による非集中型ネットワーク内ストレージアーキテクチャに基づく NICT セキュアオフチェーンストレージをネットワーク内に展開し、検証用のテストベッド環境を構築可能とした。

- Beyond 5G 時代におけるコンピューティング・ネットワーク環境の高度化に対応するため、ソフトウェア機能の一部をネットワーク内に配備されたアクセラレータ等へオフロードし、処理や通信を高速化する機能、実環境と仮想環境上のデジタルツインとを DCCS と連携し接続するインタフェース、並びに、エッジコンピューティングリソース上にデジタルツインを柔軟に配備可能とする機能を実装する研究開発を実施、試作を完了した。これらの機能拡充により、AI・データ駆動社会の実現に向けた通信と計算を融合させる技術の研究開発・実証環境の提供準備が整った。これらの機能の一部は令和7年度以降に高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドへ展開予定である。
- B5G モバイル環境の RIC(RAN Intelligent Controller) 機能拡張を行い、基本機能の動作検証を行った。これにより、令和7年度以降、無線区間のリソース制御を活用したモバイルネットワークの自律・分散・協調制御研究/実証検証が実施可能となった。
- 台湾 NCHC(NARLabs)との共同研究の過程において、遠隔操作やストリーミングに要求される低遅延かつ安定性の高い通信を実現する上で、障害や輻輳時に問題が起きている箇所を素早く特定し修復可能とするため、ネットワークのデータプレーンにて正確

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、完了した。官公庁機関及び金融分野などの民間企業等が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えるように構築したテストベッドを運用し、新たな企業に向けてユーザートライアル実証説明会を開催して、新規ユーザとの検証開始を行うとともに、理化学研究所の量子コンピュータとの接続を実現し、量子イノベーション拠点間連携を促進したこと。

- プラットフォームレイヤのテストベッドとして、様々なデータを組み合わせながら連携処理するデータ連携処理基盤「Data Centric Cloud Service (DCCS)」の構築と提供を継続したこと。

なパケット処理時刻の計測を行うことが可能な INT(In-Band Network Telemetry)によるネットワーク計測機能が追加で必要になった。そのため、この計測機能を SRv6 による経路制御との組み合わせにより実現する方式を設計し、P4 による実装を進めた。これにより、B5G ネットワークにおいて応答性や安定性が重要な将来アプリケーションの研究開発の加速につなげた。

- B5G の新たなネットワーク機能として研究開発した車両間の通信とセルラー網による通信を組み合わせるデータ収集手法において、DoS を防ぎセキュリティを確保する手法、データ収集データ量を削減する車両間のデータ交換手法、移動車両群の相互通信によるデータ収集効率を向上させる手法の設計を進め、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド上にて試作し、大手自動車メーカーによる多端末エミュレーション機能を用いた性能検証につなげた。これらの検討を大手自動車メーカーと資金受入共同研究を通じて進め、それぞれについて特許を共同出願した。
- 高信頼エッジクラウドネットワーク、並びに、セキュリティ・プライバシー保護のためのデータプレーン技術のデモンストレーションシステムをそれぞれ九州工業大学および KDDI 総合研究所、大阪大学および島根大学と共同で B5G P4 実験環境を用いて構築、世界最大級の高性能計算通信関連の学術会議である SC24 に出展した。セキュリティ・プライバシー保護のためのデータプレーン技術について、SCinet Spirit of Innovation を受賞した。
- StarBED 上に CyReal 実証環境を構築するためのミドルウェア TENTOU の提供を継続し、利用者に安定したテストベッドを提供した。令和6年度当初の計画

に加え、利用者に TENTOU を制御するための REST API の提供を開始した。これにより、利用者自身が容易に TENTOU に組み込むモジュールを実装することができるようになり、さらに利用者自身が実装したモジュールを他の利用者に提供することが可能となる新たなモデルが構築された。その結果、一部の利用者が開発した機能が CyReal 実証環境の運用に取り込まれ、循環進化がなされた。

- CyReal 実証環境の概念とその環境を構築するためのミドルウェア TENTOU の実装及び、ユースケースとしてワイヤレスエミュレーションの事例を紹介した論文を執筆した。国際会議(EAI SIMUtools 2024)にて発表、国内学会論文誌(情報処理学会)に採録された。
- ASEAN IVO の新規プロジェクトにて CyReal 実証環境を活用する国際連携事業を提案(Cyber to Real World Integrated Testbed for Dam Safety Management and Water Governance System)し、採択された。ラオス、タイ、ミャンマー、カンボジア、フィリピンの大学や研究所と連携して、降水、河川の状況をシミュレートし、ダム の水量制御などの方法論の研究開発を推進し、ダム管理の安全性狙う研究開発を推進した。
- 当初 StarBED 内の当該利用者に割り当てられたテストベッドリソースのみを制御するフレームワークとして TENTOU を開発していたが、これに加え、他の利用者環境や他の JGN の拠点など StarBED 外にあるテストベッド、クラウド環境の機能を制御できるよう TENTOU を拡張した。複数の利用者でのサービス共有や、外部インフラに存在する機能の利用や制御を可能とし、リソースの利用効率の向上や、他の環境

にのみ存在する機能の利用を可能とした(令和6年度は StarBED の他の利用者環境及び JGN 別拠点のみ)。

- CyReal 実証環境へ利用者が新たに持ち込む機能群はそれぞれの独自の設定記述を必要とするため、利用者は利用する機能ごとの設定を用意する必要があった。これを回避し、統一的なフォーマットで設定記述を行うためのユーザインタフェース及び設定情報を保存するための仕組みを用意し、新規機能などもここから必要な情報を読み込むような拡張を行うことで、単一の設定ファイルによる検証実施を可能とし、利用障壁を低減した。
- ワイヤレスエミュレーションの設定を容易化するため、物理的な伝送路を模倣するコネクションレイヤ、OS などの基盤となるシステムが動作するシステムレイヤ、一般的なアプリケーションソフトウェアなどが動作するサービスレイヤごとにエミュレーション要素を変更できるよう、ユーザインタフェースを拡張した。またビジュアライズについてもレイヤごとに確認出来るよう修正を行い、設定及び結果確認を容易化した。
- 実環境により近い検証環境を構築するために、実際のアプリケーショントラフィックを模倣・生成するためのトラフィックジェネレータをワイヤレスエミュレーション環境に導入した。また、現在は Linux ノードを対象とした環境を前提としていたが、Windows ノードの操作を可能とするための設計を開始した。これらの取り組みにより、実環境に近い実証環境の構築を実現した。
- 令和5年度に終了した電波利用料による受託研究「仮想空間における電波模擬システム技術の高度化に向けた研究開発」にて整備したワイヤレスエミュレ

	ータ環境の第三者への提供のため、ワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラム加入と機構共同研究の締結を条件とした枠組みを整備し、ワイヤレスエミュレータの提供を開始した(令和6年度末時点で京都大学に2件)。 • 大手時刻同期機器メーカーとの連携を深め、ITU-Rにおける Beyond 5G の将来技術トレンド(FTT)報告にも入力済みの 時空間同期技術 Wi-Wi を活用し、ドローンや車両等の複数モビリティが同期した観測をすることにより、観測対象の形状や形状の変化を、より高い精度で検出するための合成観測データを生成出来る協調型多視点観測システムの設計・開発を行い、これを IEEE802.15.3 準拠 60GHz 帯超高周波 IoT 無線通信デバイスを搭載した自律型モビリティによる大容量データ集配信システムと組合せた統合実証システムとして時空間同期多視点観測サービスの有効性を示し、超高速無線技術、時空間同期技術の新規サービス構成技術としての可能性を実証した。実証成果は国際会議 IEEE WF-IoT2024(11 月オタワ開催)で発表したと同時に、小規模実証システムを構築して、CEATEC2024(10 月幕張メッセ開催)、IEEE Internal meeting (1 月神戸開催)、及び MWC2025(3 月バルセロナ開催)といった国内外の旗艦展示会や会議においてもサービスイメージとして動態展示を行い、各産業界から超高周波帯を使った移動通信サービスに可能性を感じるとのフィードバックを受けた。 • 機構内横断的な取り組みによって IEEE802.15.3 準拠 300GHz テラヘルツ通信実証システムの構築に成功した。また、その一部を構成する IEEE802.15.3d 評価環境を活用して、テラヘルツ通信の研究開発を推進する大手キャリアとのテラヘルツ通信試験を実施し、今後の機構のテストベッド仕様に対するフィードバッ		

	クを得た。 • 道路・線路インフラ等の環境保全に関わる社会課題の解決に資する ICT サービスの研究開発と社会実証実験の実施に向けて、全国に展開される道の駅を情報の収集・発信ハブとする構想に至り、令和7年度での実証実験実施に向けて、中部ブロック道の駅連絡会事務局長と共同実施について合意し、具体的な実証フィールドとなる道の駅選定と駅長を含めた協力体制を確立した。また、AI(YOLO)による画像からの特定オブジェクト検出システムの構築も完了させた。 • ドイツ 6G の研究を牽引する研究ハブのひとつ 6GEM を主導するドイツの総合工科大学との「分散接続型ネットワーク基盤を活用する自律型モビリティ向け CPS サービスの可視化に関する共同研究」(国際共同研究)を推進し、6G Conference(6月)での共同ポスター発表を実施した他、SmartCom2024(11月アーヘン開催)及び 6GEM 総会(11月ボン開催)での共同ポスター発表と簡易的な共同実証システム動態展示を実施した。6GEM 総会では基調講演を実施した。また MWC2025(3月バルセロナ開催)においても共同で展示を実施した。 • 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、完了した。官公庁機関及び金融分野などの民間企業等が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えるよ		

	うに構築したテストベッドを運用し、新たな企業に向けてユーザトライアル実証説明会を開催して、新規ユーザとの検証を開始するとともに、理化学研究所の量子コンピュータとの接続を実現し、量子イノベーション拠点間連携を促進した。		
<評価軸> - 取組が研究開発成果の利用につながっているか。 - 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。 <指標> 【評価指標】 - 知的財産の取得と活用に関する活動状況 - 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 【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	2-4. 知的財産の積極的な取得と活用 - 令和6年度も特許出願、登録、維持・放棄等の知財の取得・維持に係る判断を、必要な経費(知財予算)とともに、各研究所に委任・分配して、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・維持の要否を主体的に判断する体制とし、その定着と運用の改善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ている。 - 具体的には、研究現場と知財担当部署が連携し、研究成果に対する発明発掘や効果的な権利化、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を行い、戦略的な知財取得を積極的に推進した。一方で、登録から一定期間経過した特許権については、必要な特許ポートフォリオや権利を維持する必要性及び今後の権利実施見通しに関する研究現場の判断を基に、権利放棄を含めて適切に管理し維持コスト抑制に貢献した。 - NDA や共同研究契約、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(415 件の相談に対応)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。	2-4. 知的財産の積極的な取得と活用 機構の特許出願、登録、維持・廃棄、必要な経費等の判断を各研究現場に委ねる体制とすることで、研究現場が主体的に必要なアクションをとれるようにすると同時に、機構全体の知財担当部署において知財の専門家を配置し、知財の取得支援、技術移転、知財法務、知財教育といった周辺支援に注力することにより、機構全体として特許出願に関する柔軟な対応をとれる運用体制を維持継続したことは、機構の研究開発成果の利用促進につながる着実な成果と言える。 Beyond 5G 知的財産戦略について、機構が ITU や 3GPP で標準化活動を先導しているテラヘルツ、時空標準/時空間同期、NTN の3重要テーマに関する特許出願状況を詳しく分析し戦略的な権利化を目指すための方針を検討したことは、機構の研究開発成果の利用促進につながる着実な成果である。 機構内部向け知財セミナーを開催し、マルチコアファイバや生成 AI といった特定分野の技術動向調査結果の報告や若手研究者などの知財初心者を対象とした知財実務の講義など、機構	【知的財産の積極的な取得と活用】 知財セミナー等の教育・研修等を通じ、機構における知的財産に係る専門人材の育成と機構全体の知財スキルの底上げを図るなど意欲的取組により、専門人材育成が広まっている。

- 新知財管理システムの導入を進めた。特許の書誌事項、経過情報、期限、費用、契約状況等に関するデータの安全で確実な管理を実現するとともに、旧式なDBに依存した知財管理業務を、最新DBシステムを導入しDX化することで業務の効率化と知財データの有効活用を図った。新知財管理システムは前年度末に導入完了し令和6年度から知財室内での運用を開始し、段階的に研究所知財担当への公開、経営層への最新知財データの提供を進めた。
- 特許出願状況を組織毎や技術分野毎に分析し見える化し、経営層及び各研究所長が参加する「知的財産戦略委員会」で報告した。
- 令和6年5月から施行された特許出願の非公開に関する制度に対応する為、外国出願禁止や開示禁止に適切に対応するための業務フローの整理、適正管理義務のための規程策定、研究現場への情報共有、を行った。
- 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」(10/24 オンライン)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(「ノイズを利用した情報処理」、「脳波を用いたメンタル状態の推定」、「カメラのパン・チルト操作時によるズレの補償方法」、「自然光デジタルホログラフィカメラ」、「メタマテリアル電波散乱シート」、「MP-TCP 制御パケット重複送受信方式」、の6テーマ)を発表した。前年度に続き、ARIBニ

における知的財産に係る専門人材の育成と機構全体の知財スキルの底上げに着実に取り組んできた。

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。

- 本年度も特許出願、登録、維持・放棄等の知財の取得・維持に係る判断を、必要な経費(知財予算)とともに、各研究所に委任・分配して、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・維持の要否を主体的に判断する体制とし、その定着と運用の改善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ていること。
- 新知財管理システムの導入を進め、特許の書誌事項、経過情報、期限、費用、契約状況等に関するデータの安全で確実な管理を実現するとともに、旧式なDBに依存した知財管理業務を、最新DBシステムを導入しDX

ユースへの開催案内掲載や SNS への投稿など事前 PR にも力を入れるとともに、発表の合間に NICT シーズ集の紹介も実施した。事前申込者数は 524 名（前年度 335 名）、当日の聴講者は 272 名（前年度 192 名）であった。説明会終了後にベンチャーキャピタル2社からメールで問合せがあり講演者が直接対応した。研究者自身が成果の展開を企業にアピールすることで、市場ニーズの収集や研究者の意識向上にも貢献した。

- 令和5年度に続き Interop TOKYO ((6/12-14@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、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。(※1:リアルトラフィック可視化ツール、※2:対サイバー攻撃アラートシステム)
- 機構のホームページにて、新規に登録となった特許の情報や、「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」などの有償提供データの情報を継続的に発信した。
- 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引き続き活動しており、組織間の情報共有、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)、各種セミナーの開催等に取り組んだ。令和6年度は更に有効な支援に向けて各研究所の要望を伺う意見交換も各研究所及びセンターの幹部と実施した。

化することで業務の効率化と知財データの有効活用を図った。新知財管理システムは全年度末に導入完了し本年度から知財室内での運用を開始し、段階的に研究所知財担当への公開、経営層への最新知財データの提供を進めたこと。

【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。

- 成果展開や社会実装に貢献する人材育成のための機構内部向け知財セミナー実施については、初心者向け、専門家向け、経営層向け等、各々に適した内容で計画し実施した。本年度の知財セミナー第一回は前年度に実施した特定分野(マルチコアファイバー通信技術、生成 AI 技術)の技術動向調査結果に関する報告会で、2回に分けて開催したこと。第二回は若手研究者などの知財初心者を対象として、権利取得、技術移転、技術契約、の3テーマに関する実務的な内容で開催したこと。
- 知的財産戦略の策定については、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、前年度までに、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)と、共通戦略をベースとして、技術特性を考慮した技術分野別の戦略と、Beyond

- 新たな機構認定スタートアップ制度の担当部署と連携して、機構の研究開発成果を活用するスタートアップを支援し成果の社会実装を促進するために、認定スタートアップへの知財の実施許諾契約に係る支援メニューや条件を整理した。
- 令和6年度の特許出願数は155件(国内74件、PCT&国外81件(うち2件は実用新案))、保有登録特許数は905件(国内558件、外国347件)。前年度に比べて国内出願数はやや増加、外国出願数(PCTを含む)は微減であった。Beyond 5G ホワイトペーパーの要素技術分野別の出願状況では、超高速・大容量、超低遅延・超多元接続、有無線通信・NW制御などのコア技術に加え、超安全、超臨場感、NTNや時空間同期など幅広く出願している。保有登録特許の数は保有する必要性を定期的に精査し権利放棄を含めて適切に管理した結果やや減少した。
- 令和6年度の新規技術移転契約件数は12件、技術移転契約件数は122件、技術移転収入は132,041千円である。前年度に比べて契約件数は減少、技術移転収入は増加であった。
- 成果展開や社会実装に貢献する人材育成のための機構内部向け知財セミナー実施については、初心者向け、専門家向け、経営層向け等、各々に適した内容で計画し実施した。令和6年度の知財セミナー第一回は前年度に実施した特定分野(マルチコアファイバー通信技術、生成AI技術)の技術動向調査結果に関する報告会で、2回に分けて開催した(7/4-5、オンライン開催、聴講者数は延べ約130名)。第二回は若手研究者などの知財初心者を対象として、権利取得、技術移転、技術契約、の3テーマに関する実務的な内容で開催した(11/25、オンライン開催、

5G のための技術分野横断の政策的
重要課題に対する知財戦略を策定した。本年度はこれら戦略に沿った特許出願の状況を、Beyond 5G ホワイトペーパーの要素技術毎や研究室毎で分類し見える化して出願傾向を分析し、知的財産戦略委員会で報告し戦略の推進に貢献し、テラヘルツ、時空間標準/時空間同期、NTN の3重要テーマに関連する特許出願状況を詳しく分析評価したこと。

	聴講者数は約 85 名)。 • 職員向けの知財室ホームページを定期的に更新し、研究者にとって有益な特許出願や技術移転、技術契約などの基礎知識を分かり易く発信するとともに、機構の知的財産ポリシーや知的財産戦略に加え、最新の知財関連情報を掲載し、機構全体の知財スキルの底上げに貢献した。 • 知的財産戦略の策定については、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、前年度までに、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)と、共通戦略をベースとして、技術特性を考慮した技術分野別の戦略と、Beyond 5G のための技術分野横断の政策的重要課題に対する知財戦略を策定した。令和6年度はこれら戦略に沿った特許出願の状況を、Beyond 5G ホワイトペーパーの要素技術毎や研究室毎で分類し見える化して出願傾向を分析し、知的財産戦略委員会で報告し戦略の推進に貢献した。更に、テラヘルツ、時空標準／時空間同期、NTN の3重要テーマに関連する特許出願状況を詳しく分析評価した。 • 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 公募型研究開発プログラムでの標準必須特許の取得支援の活動において、機構の司令部部署と知財担当部署及び標準化担当部署が連携した体制により対応した。 • 自ら研究における取組では、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するの予算支援を前		

	年度に続き実施するとともに、知的財産戦略委員会で、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。研究現場からのヒアリング結果をもとに、予算配算時期の早期化と研究現場への早期周知、新規権利化テーマへの支援強化など改善を図り実施した。これによって、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出願判断等に貢献した。 - 研究現場と連携した研究開発戦略や戦略的な知財発掘・取得に資する技術動向調査について、令和6年度は機構の強み技術の観点から「自然知を活用したICTの動向」について調査を実施し、学术论文や特許等を基に主要国・主要組織の技術ポートフォリオや最先端研究の動向等の調査を実施した。 - Beyond 5G 公募型研究開発プログラムにおいて、知財化支援を強化するため、令和6年度も引き続き司令塔部署及び標準化担当部署と連携し外部専門家も活用した体制で、研究開発受託者の中でも「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た。具体的には、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、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、知財化・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引き続き行った。詳細は「調書 No6 Beyond 5G の推進」を参照頂きたい。		
<評価軸> 取組が標準化につながっ	2-5. 戦略的な標準化活動の推進 機構内の各研究所・センター等と連携し、令和6年度	2-5. 戦略的な標準化活動の推進	【戦略的な標準化活動の推進】

ているか。 <指標> 【評価指標】 - 標準や国内制度の成立寄与状況 【モニタリング指標】 - 標準化や国内制度化の寄与件数	に国際標準化機関等の会合に延べ 579 人が出席し、寄与文書 232 件(うち Beyond 5G 関連 159 件)を提出した。これにより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 21 件)の成立に貢献した。 - 令和6年度からの取組として「標準化スキルアップ研修」を開始した。標準化活動経験が豊富な機構内専門家により、4名の若手機構職員に対し、知識・ノウハウの継承と標準化会合におけるオンサイト支援を行うことにより、標準化専門家候補を育成した。 - ITU-T では、どこの SG にも属さない新たなメタバース技術の勧告策定に向け、1年程度で集中的に議論するとして令和4年 12 月に設置された「メタバース(仮想世界)に関するフォーカスグループ」において、その副議長を機構職員が務め、メタバースのユースケースや相互接続技術要件等の検討やその運営に貢献した。また、機構の推進するデジタルツインオーケストレーションに関連して、メタバースオーケストレーション機能の成果文書への記載を支援した。 - ITU-T SG16(マルチメディア)では、機構の開発技術である3次元アバター生成技術を国際標準化すべく、新たな標準化検討項目の設置を支援している。各課題は、ITU-T SG21(マルチメディア・ケーブルテレビ)等に引き継がれ、引き続き、機構職員が検討、運営に携わっている。 - ITU-T SG13(将来ネットワーク)では、IOWN のハイレベルアーキテクチャとして「統合ネットワークングにおける低遅延、高エネルギー効率通信のフレームワーク」に関する共同寄書提案を NTT と連携する企業全 7 社とともにを行い、新ワークアイテムの承認に貢献し	ITU の国際標準化会議において、SG 議長、副議長、フォーカスグループ副議長などの重要な役職ポストに機構職員から 27 名、計 75 ポストを輩出し、国際標準化活動の議論をリードするとともに、国内標準や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針を検討する国内委員会においても、機構職員 42 名が計 80 ポストを務めるなど、我が国の標準化活動に直接貢献する着実な成果を上げている。 量子鍵配送、NTN、光電波融合アクセス基盤分野においては、機構が国際標準化活動のイニシアチブを発揮し、国際標準の成立に貢献するなど着実な成果を上げている。 令和6年度より開始した「標準化スキルアップ研修」において、標準化活動経験が豊富な機構内専門家により、4名の若手研究者、技術者に対して知識・ノウハウの継承と標準化会合におけるオンサイト支援を行ったことは、今後の国際標準化専門人材の育成につながる優れた成果である。 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。	ITU の国際標準化会議において、リーダーシップを発揮している。「標準化スキルアップ研修」を実施し、専門人材の育成にも貢献した。

た。

- ITU-R WP5D では、令和5年 11 月の IMT-2030 のフレームワーク勧告の承認を受け、無線インタフェース技術の最小要求条件、評価方法等の策定を開始した。機構で研究を進めている小型原子時計の利用を前提とした位置出し(positioning)技術について、最小性能要求条件の寄書提案など、社会実装に向けた働きかけを図っている。
- APT 無線グループ(AWG)では、地上系ネットワーク(TN)と非地上系ネットワーク(NTN)の事業者間連携に関する新レポート提案の支援を行い、作業グループの新たな立ち上げの議論を促進させた。
- 第3世代移動通信システムパートナーシップ(3GPP)では、Release 18 及び 19(5G-Advanced)の審議において、機構が研究を進めている「複数の異なるモバイルネットワーク間の連携技術」及び「デバイス間通信による時刻同期技術」に関わる検討項目を、標準化が必要な研究課題として提案し審議を進めた。また、新たに検討を開始した Release 20(6G)のサービス要件等の課題として、複数のユースケースを提案し、IMT-2030(6G)の技術課題の基となる議論に参画している。
- ITU-D では、機構職員が副議長を務め、アジア・太平洋電気通信標準化機関(ASTAP)では、機構職員がエキスパートグループ議長を務め、機構が開発した通信途絶時の代替通信手段について、災害対応関連のレポートへの記載を支援した。また、国内通信4社に働きかけ、能登地震の対応状況を世界に発信するようレポートへの記載を支援した。
- IOWN グローバルフォーラムでは、機構の推進するデ

- 令和6年度からの取組として「標準化スキルアップ研修」を開始。標準化活動経験が豊富な機構内専門家により、4名の若手機構職員に対し、知識・ノウハウの継承と標準化会合におけるオンサイト支援を行うことにより、標準化専門家候補を育成したこと。
- ITU-T では、どこの SG にも属さない新たなメタバース技術の勧告策定に向け、1年程度で集中的に議論するとして令和4年 12 月に設置された「メタバース(仮想世界)に関するフォーカスグループ」において、その副議長を機構職員が務め、メタバースのユースケースや相互接続技術要件等の検討やその運営に貢献した。また、機構の推進するデジタルツインオーケストレーションに関連して、メタバースオーケストレーション機能の成果文書への記載を支援したこと。
- 機構が成立に貢献した国際標準として、量子鍵配送、NTN、光電波融合アクセス基盤分野など技術面でも国際標準化活動でのイニシアチブを発揮した。
- 国際標準化会議等における役職者として、令和6年度は、ITU-T SG13(将来ネットワーク)議長をはじめ、27名の職員が計 75 ポストを務め、議論のリード、取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、42名

デジタルツイン関連技術を「デジタルツイン用データ流通アーキテクチャ文書」に反映させた。

※IMT-2030 は、ITU における B5G/6G の呼称

- 機構内の各研究所・センター等と連携し、令和6年度上半期(4月～9月)に国際標準化機関等の会合に延べ 273 人が出席し、寄与文書 121 件(うち Beyond 5G 関連 91 件)を提出した。これにより機構の研究開発成果に基づく国際標準等 17 件(うち Beyond 5G 関連 16 件)の成立に貢献した。(再掲)
- 機構が成立に貢献した国際標準

(量子鍵配送技術)ITU-T SG17(セキュリティ)において、量子鍵配送ネットワーク(QKDN)構築に必要となる「認証と認可」、「制御と管理のセキュリティ」等を規定する勧告を成立させた。東京 QKDN に実装しているセキュリティ技術をもとに提案活動を行い、これらの勧告を完成させた。

(ネットワークアーキテクチャ)ITU-T SG13(将来ネットワーク)において、地上系ネットワーク(TN)と非地上系ネットワーク(NTN)の統合制御システムアーキテクチャに関する勧告を成立させた。異なる通信プロバイダ間で相互接続性のある NTN 網を構築することが可能となった。

インターネット技術特別調査委員会(IETF)において、欧米の通信事業者や製造事業者等と共同提案した「マルチキャスト通信品質を計測するテレメトリー規格」をプロポーゼドスタンダードとして成立させた。ベンダやネットワーク機器に依存せずにマルチキャスト通信品質の維持・監視が可能となった。

(光電波融合アクセス基盤)国際電気標準会議(IEC)において、コヒーレント光検出器のコモンモード抑圧比の計測方法を策定、成立させた。また、光電変換デバイスの非線形応答の計測方法を策定、成立させた。精度

の職員が計 80 ポストを務め、審議に貢献したこと。

- 令和6年 10 月に開催された ITU 世界電気通信標準化総会(WTSA-24)で、SG13(将来ネットワーク)議長、SG11(プロトコル)副議長に機構職員から任命された。また、旧 SG16(マルチメディア)と旧 SG9(ケーブルテレビ)が統合し SG21(マルチメディア・ケーブルテレビ)が新設され、その運営にも機構職員が役職者として携わっていること。

の高い、統一的な計測方法、評価方法が可能となった。

(IOWN)IOWN のデータ処理中のデータ保護を目的とする PET アーキテクチャ、通信中のデータ保護を目的とする MFS アーキテクチャを作成、成立させた。IOWN グローバルフォーラムにおける初のセキュリティアーキテクチャ文書となる。

- 国際標準化会議等における役職者として、令和6年度は、ITU-T SG13(将来ネットワーク)議長をはじめ、27名の職員が計75ポストを務め、議論のリード、取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、41名の職員が計80ポストを務め、審議に貢献している。
- 令和6年10月に開催された ITU 世界電気通信標準化総会(WTSA-24)で、SG13(将来ネットワーク)議長、SG11(プロトコル)副議長に機構職員から任命された。また、旧 SG16(マルチメディア)と旧 SG9(ケーブルテレビ)が統合し SG21(マルチメディア・ケーブルテレビ)が新設され、その運営にも機構職員が役職者として携わっている。
- 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、標準化会合の開催動向を見つつ、適宜行った。
- 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6年9月に開催し、Beyond 5G 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。また、新技術説明会の開催を ARIB の発行する会員誌 ARIB News に掲載してもらうなど、Beyond 5G の取組について連携が図られた。

	• 機構職員に標準化活動の最新動向を提供するため、令和6年度も引き続き「標準化セミナー」を開催した。第1回は「ITU 世界電気通信標準化総会(WTSA-24)の結果報告」と、「国際会議の招聘・開催」をテーマに(令和7年2月7日オンライン開催、参加者 47 名)、第2回は「テラヘルツ技術及び時空間同期技術の社会実装に向けた課題」をテーマに実施した。(令和7年3月 10 日オンライン開催、参加者 27 名)。 • 標準化機関発行の各種雑誌への機構職員による技術動向や標準化活動に関する寄稿を行った。また、それらの各種雑誌の発行情報について、機構内 HP への掲載等により機構内に情報提供を行った。 • 「情報通信研究機構 標準化アクションプラン 2025」は、第5期中長期計画に対応する形で、訴求力を高めつつ、標準化活動の最新動向を反映させるべく、令和7年3月に改定した。		
<評価軸> • 取組が研究開発成果の国際展開につながっているか。 <指標> 【評価指標】 • 国際連携・国際展開の活動状況	2-6. 研究開発成果の国際展開の強化 • 11 機関(新規5、更新6)と覚書等を締結し、令和6年度末時点での総数は、22 か国・地域、70 機関、計 72 件となった。また、シンガポールの研究機関、インドネシア通信情報省、ドイツ州政府代表团、台湾デジタル発展省、フランスの研究機関・大学、イギリス政府の派遣団、ウズベキスタン・デジタル技術省、ドイツ・デジタル交通省等の来訪において意見交換を実施した。 • 台湾国家実験研究院及び台湾国家宇宙センターとの間で、またフランス国立情報学自動制御研究所(Inria)、フランス科学研究センター(CNRS)、フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)、フランス国立技術大学グループ(IMT)との間で、二国間の共同ワークシ	2-6. 研究開発成果の国際展開の強化 ASEAN IVO は計 98 機関となり、令和6年度は日 ASEAN 科学技術協力委員会への参加等、ASEAN 事務局との連携を強化したこと、Beyond 5G 分野の国際共同研究の対象国をドイツ、フランス等に拡大し、機構内提案を募集して9件を採択、令和7年1月から共同研究を開始したことは、我が国の国際競争力の維持、及び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資する着実な取組である。	【研究開発成果の国際展開の強化】 国際的な連携や国外への広報等、積極的に取り組んでいる。

	ヨップを開催した。また、多国間では、ASEAN IVO Forum 2024 を開催し、ASEAN 諸国との連携を強化した。 • 7か国・13 機関から 14 名の国際インターンシップ研修員の新規受入れを支援した。また、日本語研修についてはリモート及び対面で実施し、計 20 名が受講した。 • 経済安全保障への確実な対応の観点から、機構内の研究インテグリティ担当との連携に取り組み、コンプライアンスの確保に貢献した。 • 国際連携展開ファンドについては、テラヘルツ無線システムを NEC TEC(タイ)と連携して開発する取組の支援、アジア・オセアニア地域の宇宙天気予報技術の向上を目指す取組の継続支援等5件の提案を採択し実施した。 • JUNO3 については、5件の共同研究プロジェクトを推進するとともに、第2回 PI(Principal Investigator)ミーティング及び共同ワークショップを開催し、ネットワークの将来像と課題を議論した。CRCNS については、2件の研究課題を継続して推進するとともに、我が国からの共同研究提案の増加を促進するため、国内の研究會及び展示会において本制度の周知・広報を行い、5件の新規提案の応募につなげた。 • Beyond 5G 分野の国際共同研究の対象国をドイツ、フランス等に拡大し、機構内提案を募集して9件を採	北米、欧州、アジアの各連携センターにおいて、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、機構の研究開発についての情報発信、米国でのワシントンフォーラムの開催等のイベント活動で機構と海外の機関との研究交流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。 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。 • ASEAN IVO は、発足時 23 機関だった加入機関が、令和6年度には新たに 13 組織が加盟し、発足当初の約4倍の計 98 機関となり、発足から 10 年で ASEAN 地域における存在感のあるフレームワークに成長した。また、令和6年度は、日 ASEAN 科学技術協力委員会への参加等、ASEAN 事務局との連携を強化したこと。 • 台湾国家実験研究院及び台湾国家宇宙センターとの間で、またフランス	

	択、令和7年1月から共同研究を開始した。 • アジア諸国のうち台湾とは、国家実験研究院及び国家宇宙センターとの間での共同研究推進については、研究課題4件を採択し、連携プロジェクトを開始した。 • ASEAN IVO は、発足時 23 機関だった加入機関が、令和6年度には新たに 13 組織が加盟し、発足当初の約4倍の計 98 機関となり、発足から 10 年で ASEAN 地域における存在感のあるフレームワークに成長した。また、令和6年度は、日 ASEAN 科学技術協力委員会への参加等、ASEAN 事務局との連携を強化した。 • ASEAN IVO では、複数の国の研究者が参加する共同研究開発プロジェクトを毎年5件程度採択し実施している。令和6年度は、新たに5件の課題を開始し、計 15 件の課題を実施した。また、ASEAN IVO の実施においては、機構の国際インターンシップ研修員制度を活用することで人材育成にも貢献している（令和6年度は1名）。 • ASEAN IVO では、研究者の情報交換やプロジェクトチーム形成のため、毎年フォーラムを開催している。令和6年度は、ASEAN IVO Forum 2024（プノンペン）において、ASEAN 地域共通の課題である食糧、防災、健康・福祉、スマートコミュニティを対象とした一般公演を募集し（応募 73 件）、運営委員会が選定した 24 件の口頭発表と5件のポスター展示を実施した。また、運営委員会を開催し、研究プロジェクト採択の評価方法、ASEAN 科学技術イノベーション委員会との連携可能性について議論した。 • MWC2025 に機構内の関係部署と連携し、機構として	国立情報学自動制御研究所（Inria）、フランス科学研究センター（CNRS）、フランス原子力・代替エネルギー庁（CEA）、フランス国立技術大学グループ（IMT）との間で、二国間の共同ワークショップを開催した。また、多国間では、ASEAN IVO Forum 2024 を開催し、ASEAN 諸国との連携を強化したこと。 • Beyond 5G 分野の国際共同研究の対象国をドイツ、フランス等に拡大し、機構内提案を募集して9件を採択、令和7年1月から共同研究を開始したこと。	

初めて独自ブースを構えて出展する(令和7年3月)。また、タイの高等教育科学研究イノベーション省及び国立科学博物館が主催する「科学技術博覧会」において、タイ側の研究機関と連携して取り組んでいる光通信や宇宙天気予報等の機構の研究内容をパネルで展示し、タイ政府高官に機構の取組の理解を促進した。

- 北米においては、米国 NSF、NIST、MITRE、カナダ CEIMIA、Mila、NRC 等の米国・カナダの政府機関・研究機関等と幹部も含めた意見交換を実施し、Beyond 5G、サイバーセキュリティ、AI 等における今後の連携や共同研究に向けた議論を行い、これらの具体化に向けた調整を開始した。また、10 年ぶりに「NICT Forum」を開催し、米国政府機関や関係事業者、団体、研究者との人的ネットワークの維持、強化を図るとともに、NSF との Beyond 5G に関する協力等具体的な案件を進捗させた。また、日米研究連携促進週間、各種事業説明会等への参加等により、機構の研究成果の広報に加え、ネットワーキングを実施した。
- 欧州においては、フランスやドイツの研究機関との連携の促進・具体化を図り、各国の研究機関等と覚書の締結を通じて各機関との連携を推進した。AI 分野については、情報収集等を通じて機構における GPAI 東京専門家支援センターの創設に向け Inria との間で連携強化を行った。Beyond 5G については、日独ワークショップ(令和6年5月)、日仏共同ワークショップ(令和6年7月)等を通じた連携強化に貢献した。量子分野については、内閣府や総務省とも連携し、デンマークのニールス・ボーア研究所との覚書の締結のほか、スイス、英国等の研究機関との連携に貢献した。

	・アジアにおいては、タイのチュラロンコン大学、KMITL 等の東南アジアの大学、公的研究機関と連携枠組の構築・拡大に向けてハイレベルで意見交換した。タイ地理情報・宇宙技術開発機関等との覚書の更新に寄与した。また、チュラロンコン大学とネットワーク研究所とともに共同ワークショップを毎年開催する等、共同研究の促進及び機構の国際展開に向けた取組を推進した。 ・海外拠点を活用し、北米、欧州、アジアにおける ICT 技術動向の調査を実施し、関連する研究所や研究者へ日常的な情報提供を行うとともに、研究現場のニーズに基づき、研究機関・団体・技術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。令和 6 年度は研究所と連携しながら 2 件（「生体 CA（サイバネティック・アバター）との通信技術に関する技術動向・業界動向の調査」、「HAPS の開発状況とビジネスプラン動向の調査」）の調査を実施した。また、海外の政策・研究開発動向を収集するため、米国、欧州、アジア地域で開催される各種イベント・会議に参加し、収集した情報を分析して、機構内で報告・共有した。情報通信関係の国際機関の会合、世界的な展示会（VIVA Technology、MWC 等）への参加を通じた情報収集・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。		
<評価軸> ・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。 <指標> 【評価指標】	2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進 【耐災害 ICT 研究協議会】 ・当機構が事務局を担当する耐災害 ICT 研究協議会が自治体向けに作成し公開していた「災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドライン」を近年の DX 化やクラウド化に対応する自治体の状況や技術の進歩	2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進 地域デジタル・通信基盤「NerveNet：ナープネット」について、自治体への導入と実用促進を確実にしていくために、技術的支援から具体実装プランへのアドバイスなど、先端技術を一般に導入	【国土強靱化に向けた取組の推進】 NerveNet や X-ICS 等の展開、大学・研究機関・自治体との活発な連携をしており、目標を上回る成果が得られていると認められる。 地域デジタル・通信基盤の自治体への導入に向けて、障壁を取り払う活動で重要な成果を挙げた。特に九州内自

• 産学官連携等の活動状況	に対応させるため約4年ぶりに大幅改訂し、「災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドブック 2024」として発行し公開した。 【地域デジタル・通信基盤『NerveNet: ナーブネット』】 • 国内実装: フェーズフリー(平常時のフリーWi-Fi 利用や観光客向け情報サービス等にも、災害時の避難誘導等にも利用可能)な自治体自営情報基盤として、令和4年度に全国の自治体に先駆けて整備を開始した和歌山県白浜町は、基地局 13 局(富田地区)が追加整備され、合計 33 局の構成となった。令和5年度に整備した宮城県延岡市では、13 局(主として、山間部)が追加整備され、合計 33 局の構成となった。令和5年度に整備した北海道更別村も含めた既整備自治体(3市町村)に対して、令和7年度以降の基地局増設や LGWAN(総合行政ネットワーク)接続等の高度利活用の検討を支援した。なお、白浜町では、陸上自衛隊中部方面隊が実施した最大規模の災害対処訓練(南海レスキュー2024)において、南紀白浜空港の基地局が用いられた。 • 国内展開支援: 新たに整備を目指す自治体を喚起するため、引き続き、機構自ら各地での防災訓練や展示会での展示、機構や各総合通信局等による自治体担当者への概要説明や実演等を行った他、耐災害 ICT 協議会が主催したレジリエント ICT 研究シンポジウム 2024(ぼうさいこくたい 2024 の中で開催)において、整備済み自治体である延岡市の市長による利用者目線の講演を実施して他自治体に対して効用をわかりやすく伝える機会を創出した。白浜町と延岡市での実装・利活用の紹介ビデオ作成と公開、ガイドブック(耐災害 ICT 研究協議会作成)や事例紹介(「地域社会 DX ナビ」:総務省 Web)への掲載等、多様な形態でナーブネットの概要や利活用事例の	するための障壁を取り払う活動で多くの重要な成果を生んだ。特に令和6年度においては、総合的な技術コンサルティングの実施、ガイドブック(耐災害 ICT 研究協議会作成)や総務省 Web 地域社会 DX ナビでの事例掲載、延岡市基地局整備施工企業(技術移転先企業と代理店契約)により九州内自治体(201 市町村)への概要説明等の多面的なアピールなど、自治体への実装の確実化と利用促進への技術知見からの誘導などを進め、導入自治体でも着実を超える整備が進み、平時の利用促進によるリテラシー向上から、災害時にもスムーズに利用できる基盤構築が進んだこと、海外における展開も進捗したことで、国際的にも災害対応を強化する貢献が高まり、当初の想定を大きく上回る実績を極めて高い成果として評価する。 また、国民一人ひとりの避難と災害対応機関の意思決定を支援する「防災チャットボット(SOCDA)」についても導入自治体での運用開始など、実装が進んだことを高く評価したい。 さらに SIP における連携成果である公衆通信途絶環境下でも接近時通信により情報共有を維持するシステム(X-ICS:クロス・イクス)について、自衛隊などの組織や自治体との共同実証が進み、南紀白浜空港に白浜町が設置済みの NerveNet とも組み合わせた通信確保性能や関係機関(ATR/NIED 等)と研究開発したデータ連携機構等を検証	治体へのアピールなどで、平時の利用促進によるリテラシー向上から災害時での利用に関する基盤構築が進んでいることから、年度計画を達成し、顕著な成果が表れていると認められる。

アピールを行った。さらに、延岡市での整備施工企業が技術移転先企業と代理店契約を締結し、九州内自治体（201 の市町村）への概要説明等を行った。その結果、既整備自治体の延岡市と更別村での令和7年度中の増設や高度利用化が決定した。

• 海外展開：

スリランカ（Gampola 市）において、国内 NPO 法人等の両国産学官機関と連携して、紅茶農場内の環境監視や河川氾濫モニタ等のための基地局 10 局（LoRa ナーブネット9局、Wi-Fi ナーブネット1局）を整備し、現地で維持や運用する体制に引き継いだ。

世界銀行主催の展示会や会合、世界防災フォーラム、台湾やウズベキスタン等からの視察等において、海外向けにナーブネットの概要や国内外の利活用事例等をアピールした。

【自然環境計測技術】

• 火口映像の利活用：

「映像 IoT 技術（目）とインフラサウンド技術（耳）による新しい火山活動研究」は、2大学と共同で東北大学マッチングファンド（令和3年度）や科研費（令和4年度～令和6年度）を獲得し、令和4年9月から電源自立型観測装置を霧島硫黄山の火口付近に設置し、高精細カメラによる噴出口映像の撮影と伝送を継続し、学術研究や火山噴火予知連絡会で利活用されている。また、令和5年度に継続的な映像提供を開始した自治体（宮崎県えびの市、小林市、宮崎県庁）には、引き続き、映像提供を行った。えびの市では、5月 20 日付で宮崎県知事に対して提出した河川白濁対策の要望書の表紙に白濁の原因となった火山の活動が活発化した火口部の現状を訴えるために引用された。また、10 月2日にえびの市が実施した火山防災訓練では、宮崎県や近隣自治体などの防災関係者が視察する中、火口映像で現状

するなどの具体的で実効性の高まる方向に進んだことを極めて高い成果として評価したい。

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。

【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、特に顕著な成果が認められる。

• フェーズフリー（平常時のフリーWi-Fi 利用や観光客向け情報サービス等にも、災害時の避難誘導等にも利用可能）な自治体自営情報基盤として、令和4年度に整備を開始した和歌山県白浜町は、基地局 13 局（富田地区）が追加整備され、合計 33 局の構成となった。令和5年度に整備した宮崎県延岡市では、13 局（主として、山間部）が追加整備され、合計 33 局の構成となった。令和5年度に整備した北海道更別村も含めた既整備自治体（3市町村）に対して、令和7年度以降の基地局増設や LGWAN（総合行政ネットワーク）接続等の高度利活用の検討を支援した。なお、白浜町では、陸上自衛隊中部方面隊が実施した最大規模の災害対処訓練（南海レスキュー）において、南紀白浜空港の基地局が用いられたこと。

確認を行うことから訓練が始まった。訓練終了後、現在規制中の遊歩道を通行可能とした場合、観光と防災を両立する観点から、火口活動に応じて避難を呼びかけるためには高精細映像の必要であると評価された。

- インフラサウンド(超低周波音)センサーの開発と製品化:

大規模な地震や噴火活動を捉えるインフラサウンドセンサーとして、小型インフラサウンドマイクロホンを用いる安価で正確な観測装置を開発し、従来の高価なセンサーと同程度のサブ Pa レベルの信号が観測可能であることを実証した。令和7年3月現在、国内の機構各地拠点や高専、自治体等 25 箇所(北海道:4、宮城:6、東京:5、高知:1、鹿児島:5、沖縄:4)に設置し、地震や火山噴火、火球等が発生した際に分析や検証等を行っている。なお、当機構の観測データの一部(令和6年度に3箇所分を追加し計7箇所分)は、自治体や大学等が設置するセンサーの観測データ(岩手県:3、三重県:3、愛知県:3、大学共同利用機関法人・大学:3)と共に日本気象協会の Web サイトで公開され、関係機関の研究開発等の利活用されている。また、当該センサーは企業で製品化され、同社が火山観測として提案した山梨県による『やまなし火山防災イノベーションピッチコンテスト』で採択され、噴火活動再開が懸念されている富士山周辺3箇所にセンサーを設置し、県の研究機関等で火口位置特定等の実証実験が開始された。

【機関横断情報通信システム(X-ICS:クロス・イクス)】

- X-ICS の研究開発:

内閣府 SIP 第3期の研究開発※において、複数通信システムを用いて通信回線を多重化して通信帯域を最大化するとともに、公衆通信途絶環境下でも接近時通信により情報共有を維持するシステム(機関横断情報通信システム X-ICS: Cross-Agency Information and Communication System)の研究開発や災害実動機関

- スリランカ(Gampola 市)において、国内 NPO 法人等の両国産学官機関と連携して、紅茶農場内の環境監視や河川氾濫モニタ等のための基地局 10 局(LoRa ナーブネット9局、Wi-Fi ナーブネット1局)を整備し、現地で維持や運用する体制に引き継いだ。

世界銀行主催の展示会や会合、世界防災フォーラム、台湾やウズベキスタン等からの視察等において、海外向けにナーブネットの概要や国内外の利活用事例等をアピールしたこと。

- 新たに整備を目指す自治体を喚起するため、引き続き、機構自ら各地での防災訓練や展示会での展示、機構や各総合通信局等による自治体担当者への概要説明や実演等を行った他、耐災害 ICT 協議会が主催したレジリエント ICT 研究シンポジウム 2024(ぼうさいこくたい 2024 の中で開催)において、整備済み自治体である延岡市の市長による利用者目線の講演を実施して他自治体に対して効用をわかりやすく伝える機会を創出した。白浜町と延岡市での実装・利活用の紹介ビデオ作成と公開、ガイドブック(耐災害 ICT 研究協議会作成)や事例紹介(「地域社会 DX ナビ」:総務省 Web)への掲載等、多様な形態でナーブネットの概要や利活用事例のアピールを行った。さらに、延岡市での整備施工企業が技術移転先企業と代理店契約を締結し、九州内自治体(201 の

	(自衛隊、消防、警察)による有効性検証を進めている。陸上自衛隊各地方方面隊が開催する大規模防災訓練(東北方面隊:みちのく ALERT2024、中部方面隊:南海レスキュー2024)等の実動機関訓練にて開発した試作機を自衛隊員やDMAT関係者等が使用し、有用性の確認や改善策のヒアリングを行った。また、関係機関である企業等や防災科研と構築するデータ連携、南海レスキュー2024では NerveNet と X-ICS を使った通信や EMIS(広域災害救急医療情報システム)との連携等も検証した。さらに、ぼうさいこくたい 2024@熊本や青森県総合防災訓練等で展示し、災害実動機関関係者等にアピールした。 ※DHN(ダイハードネットワーク:様々な通信手段を重層使用し、どのような状況下においても情報の流通を途切れさせないネットワークコンセプト)の後継研究として、SIP 第3期「スマート防災ネットワークの構築」のサブ課題「災害実動機関における組織横断の情報共有・活用」の研究開発テーマ「災害実動機関における現場標準システムの開発」における研究題目「アドバンスト・ダイハードネットワーク(A-DHN) * の開発」(令和5年度～令和9年度): * 機関横断情報通信システム(X-ICS)に改称 【防災チャットボット(SOCDA: SOCial-dynamics observation and victims support Dialogue Agent platform for disaster management)】 ・防災科研や民間企業と連携して国民一人ひとりの避難と災害対応機関の意思決定を支援する「防災チャットボット(SOCDA)」の推進してきた研究開発において、令和3年11月にAIを備えた防災チャットボットSOCDAが人間の代わりに大勢の被災者と自動的にLINEで対話をし、被災情報収集・分析や避難支援を行うLINEアカウント「AI防災支援システム」がAI防災協議会から公開され、実証実験を進めてきた神戸	市町村)への概要説明等を行ったこと。	

	市では、令和6年12月、LINE「神戸市災害掲示板」として神戸市による運用が開始された。同じく連携先企業によりSOCDAに基づいた独自の商用サービスも開始され、導入自治体数が令和6年度末までの累計で120となった。 【国際標準化活動】 • ASTAP-33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・通信システムに関するレポート」について、ASTAP-36(令和6年5月)においてエディタとして編集作業に貢献するとともに、システムデザインの要件に関する寄書も入力して貢献した。 【宇宙天気、太陽活動(太陽フレア)がもたらす災害の周知啓蒙】 • 約11年ぶりに極大期を迎えている太陽活動(太陽フレア)が災害(通信・放送、測位、衛星運用への障害等)をもたらす要因になること、そのリスクを軽減するために宇宙天気予報業務を行っていることについて、国内外の災害関係者への周知啓蒙活動(世界防災フォーラム2025での講演)やアウトリーチ活動(仙台防災未来フォーラム2025や東北大学サイエンスキャンパスでの講演や関連展示)を行った。 【音声マルチスポット再生スピーカの災害利用】 • エリアによって異なる音を提示可能な「音声マルチスポット再生技術」の災害利用として、日英中韓4言語同時避難誘導(4エリアに4言語の避難誘導アナウンスを同期再生)や4方向同時避難誘導(4差路交差点への侵入を想定し、侵入方向に合わせた4つの避難方向を同時再生)を国内外の災害関係者が参加する世界防災フォーラム2025で実演し、迅速で確実なアナウンスが求められる災害発生時の避難誘導に		

	において、多言語同時再生や適切な方向を誘導することの有用性をアピールした。		
<評価軸> - 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。 <指標> 【評価指標】 - 人材育成プログラムの取組実績 - 産学官連携による ICT 人材の育成実績	2-8. 戦略的 ICT 人材育成 - 量子ネイティブ人材を育成するため、(1)一般向けの公開セミナー、(2)専門家からの講義や演習を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で研究を実施する探索型プログラムの3つからなる NICT Quantum Camp(NQC)を令和2年度から開始し、発展させつつ運営している。学生や社会人研究者をリサーチアシスタントとして機構に採用し、先端的な研究に取り組ませることで研究人材を育成する「若手チャレンジラボ」を令和4年度より開設した。これらの取り組みにより、着実に様々な階層で量子技術分野の人材育成が進んでいる。令和6年度は、NQC の体験型プログラムにより多くの接触機会を創出できるように 50 名の定員を越える 66 名を受け入れた。探索型プログラムでは、オープンソースソフトウェア開発への貢献という研究以外の活動も採択した。IPA 未踏ターゲット事業に量子コンピューティング技術を活用したソフトウェア開発分野にて 12 件中4件に NQC 修了生の提案が採用されるなど、多様な人材や活動が集まる場としての存在感を強めつつある。 - 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 600 人規模の人材育成を継続的に推進している。令和6年度は受入れの合計は 689 人に達し、堅調に増加した。 - 若手研究者支援の取組として、科研費獲得セミナーを実施して応募支援を実施した。令和6年度は前年	2-8. 戦略的 ICT 人材育成 協力研究員、研修員、招へい専門員の受入れ等を積極的に行い、令和6年度は受入れの合計は 689 人に達し前年度同時期を上回ったことは、ICT 分野において幅広い視野や高い技術力を有する専門人材に対する需要への対応につながる着実な成果である。 量子ネイティブ人材を育成するプログラム NICT Quantum Camp(NQC)において、令和6年度は NQC の体験型プログラムを準備し多くの接触機会を創出できるようにすることで 50 名の定員を超える 66 名を受け入れるなど、量子分野という我が国の ICT 戦略分野において、研究人材の育成と輩出に大きく貢献する優れた成果を上げた。 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 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、着実な成果が認められる。 量子ネイティブ人材を育成するため、(1)一般向けの公開セミナー、(2)専門家からの講義や演習を提	【戦略的 ICT 人材育成】 協力研究員、研修員、招へい専門員の受入れ等を積極的に行っていることや、量子ネイティブ人材を育成するプログラムである NQC も実施していることから、積極的な人材育成に取り組んでいると認められる。

度に比べて「若手研究」の採択件数が8件から12件に増加した。

- 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、年間80人以上の大学生・大学院生を研修員として受け入れている。令和6年度は98人を大学・大学院から受け入れ、継続的に若手人材の育成に貢献した。
- 協力研究員、研修員等に対して、活動終了時点にアンケートや追跡調査を実施した。活動目的は「知識の習得」、「共同研究」、「実験」、「論文作成」、「学位取得」の順で、活動をもとに「論文発表での表彰」や「国際規格策定への寄与」につながった事例もあり、指導水準やについて、高い満足度であることを確認した。これらの結果を受入研究所にもフィードバックを行うことで、研修プログラム等の改善を促した。
- 連携大学院制度に基づき機構の研究者を大学院へ派遣することにより、大学院のICT人材育成にも継続的に取り組んでいる。令和6年度は、25人となり、近年と同程度の人数を受け入れた。

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で研究を実施する探索型プログラムの3つからなる NICT Quantum Camp (NQC) を令和2年度から開始し、発展させつつ運営している。学生や社会人研究者をリサーチアシスタントとして機構に採用し、先端的な研究に取り組ませることで研究人材を育成する「若手チャレンジラボ」を令和4年度より開設した。これらの取り組みにより、着実に様々な階層で量子技術分野の人材育成が進んでいる。令和6年度は、NQC の体験型プログラムにより多くの接触機会を創出できるように50名の定員を越える66名の受け入れを試行した。探索型プログラムでは、オープンソースソフトウェア開発への貢献という研究以外の活動への応募も評価して採択した。IPA 未踏ターゲット事業に量子コンピューティング技術を活用したソフトウェア開発分野にて12件中4件にNQC 修了生の提案が採用されるなど、多様な人材や活動が集まる場としての存在感を強めつつあること。

- 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600人規模の人材育成を継続的に推進している。

		令和6年度は受入れの合計は 689 人に達し、堅調に増加したこと。	
<評価軸> - 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。 <指標> 【評価指標】 - 研究交流の取組状況 - 情報通信ベンチャー企業に対する支援の取組状況	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 「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」に係る令和6年度の招へい(令和6年度開始の招へい9件、令和5年度からの継続2件)及び集会開催(15件)の支援を実施するための事務連絡や契約締結等の業務を行った。「国際研究協力ジャパントラスト事業」による海外からの研究者の招へいについては、令和6年度の実施のため採択されていた1件は招へい者の都合により中止となったが、令和7年度に向けた公募及び審査を「海外研究者の招へい」と一体的に実施した。 - 公募の周知活動として、大学や研究機関への案内の送付や、学会への周知依頼等を実施した。「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7年度分の応募が16件(大学等11件、民間企業5件)、「国際研究集会開催支援」の令和7年度分の応募が14件となり、合計で30件となった。 「海外研究者の招へい」について論文投稿や研究発表等の成果がより多く得られるよう、募集要項への記載をはじめ、採択通知時等の機会を捉え働きかけを行った。招へい終了の年度末の共著論文数等の調査を継続して実施することとしているが、令和6年度終了案件は、共著論文3件、研究発表9件となった。また、令和4年度以降に終了した19件の招へいを対象として連携等の効果について追跡調査を実施したところ、18件で共同研究を継続していることや、	2-9. 研究支援業務・事業振興業務等 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、着実に業務を実施した他、応募を増やす取り組みを行った。その結果、30件の応募があり、目標を達成した。 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、起業家甲子園及び起業家万博を開催した。さらに起業家万博出場者等に対し、CEATEC 2024への出展機会を提供する等ビジネスマッチングの機会を提供した。 その他、情報弱者への支援についても、各種助成事業や情報バリアフリー関係情報の提供等を着実に実施した。 以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。	【研究支援業務・事業振興業務等】 海外研究者の招へい及び国際研究集会開催支援の実施、国際研究集会開催の支援、各種イベントへの出席などに取り組んだ。

受入機関での研究者公募への応募といった人材獲得への貢献の例もあることが確認できた。

- 「国際研究集会開催支援」について、令和4年度開催の集会 11 件の各開催責任者に向けて集会開催効果の調査(任意回答)を実施したところ4件の回答があり、感染症対策による空白があった後の集会では発表のモチベーションが非常に上がったという声や、研究者間で密なフィードバックが得られる効果があったとの声が寄せられた。

(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

- 平成 23 年度から設置している「ICT メンタープラットフォーム」の下、大学、地方公共団体、地域のスタートアップ支援組織・団体等と連携して、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 25 件開催した。
- 当該イベント等に ICT スタートアップ業界の有識者である ICT メンターを派遣し、ICT スタートアップに対する情報の提供、助言・相談等を実施した。
- 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7年3月に開催した。
- 事業化を促進するマッチングの機会を提供するため、起業家万博出場者等に対し、CEATEC 2024(令和6年 10 月)への出展機会を提供し、10 社が出展した。機構としても出展し、起業家甲子園・起業家万博の周知広報活動を行った。
- 各地域における ICT スタートアップを発掘するため、

【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】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- 「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」に係る本年度の招へい(令和6年度開始の招へい 9 件、令和5年度からの継続2 件。)及び集会開催(15 件)の支援を実施するための事務連絡や契約締結等の業務を行った。「国際研究協力ジャパントラスト事業」による海外からの研究者の招へいについては、本年度の実施のため採択されていた1件は招へい者の都合により中止となったが、令和7年度に向けた公募及び審査を「海外研究者の招へい」と一体的に実施したこと。
- 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7年3月に開催したこと。
- 平成 23 年度から設置している「ICT メンタープラットフォーム」の下、大学、地方公共団体、地域のスタートアップ支援組織・団体等と連携し

全国の自治体やベンチャー支援組織等と連携の上、各地域におけるイベント等を 25 件実施した。

- 平成 23 年度から設置している「ICT メンタープラットフォーム」の下、大学、地方公共団体、各地域のスタートアップ支援組織・団体等と連携して、各地域における 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 25 件開催した。
- 当該イベント等に ICT スタートアップ業界の有識者である ICT メンターを派遣し、ICT スタートアップに対する情報の提供、助言・相談等を実施した。
- 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」、及び各地域から発掘した 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 7 年 3 月に開催した。
- 起業家甲子園出場見込み者に対し、グローバル志向のスタートアップマインドの醸成、より実践的なスキルの向上を図るため、「シリコンバレー起業家育成プログラム」を令和 7 年 2 月に実施した。
- 各地域における ICT スタートアップを発掘するため、全国の自治体やベンチャー支援組織等と連携の上、各地域におけるイベント等を 25 件実施した。
- 各地域における連携大会、ブラッシュアップセミナーのイベント等を 25 件開催した。
- 起業家万博実施後 1 年以内の具体的なマッチング等商談に至った割合は 90%であった。
- イベント参加者に対して行った有益度に関する調査の結果、4 段階評価において上位 2 段階の評価を

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、25 件開催したこと。

98.6%得ることができた。

- イベント(CEATEC 2024)において、機構の知的財産等の情報提供を実施するため、過去の起業家万博出場企業とともに、機構の技術シーズを活用する機構発ベンチャーに対し、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。
- 地方公共団体、ベンチャー支援組織等との協力による、各地域における連携大会の実施見込・結果等をウェブページ及び Facebook 等の SNS サービスを活用により、速やかに情報発信するとともに、令和5年度起業家甲子園・起業家万博の模様をビデオライブラリーとして公表する等、ICT スタートアップに役立つ情報及び交流の機会を提供した。

(イ)債務保証等による支援

(ウ)情報弱者への支援

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

- 129 事業者の申請(2者廃止で 127 者)に対して総額 5億6千1百万円(61,325 番組:字幕 37,166 本、生放送字幕 17,986 本、手話 2,220 本、解説 3,953 本)を助成した。
- 年度途中で全事業者に中間報告書を提出させ、当初計画と実績・見込が大きく異なる者に計画変更を依頼し、執行率の向上に努めた。
- 助成金の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。

- 申請者の放送実績、総務省の「放送分野における情報アクセシビリティに関する指針」を参考にして助成対象事業者を採択し、適切に実施した。

- 公募開始やその結果(助成金交付決定)について報道発表した。

イ. 手話翻訳映像提供の促進

- 1事業者に対して総額9百万円(122本)を助成した。

- 助成金の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。

- 1事業の申請について評価委員会(外部有識者7名)による審査・評価を行い、助成対象事業を採択した。

- 公募開始やその結果(助成金交付決定)について報道発表した。

ウ. 生放送番組への字幕付与の促進

- 2事業者に対して総額2千5百万円を助成した。

- 助成金の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。

- 申請者の生放送番組の字幕付与の状況等を考慮して助成対象事業者を採択した。

- 公募開始やその結果(助成金交付決定)について報道発表した。

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

- 4事業(申請 11 件、採択5件うち1件廃止)に対して総額 42 百万円を助成した。
 - 助成金の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。
 - 11 事業の申請について評価委員会(外部有識者7名)による審査・評価を行い、助成対象事業5件を採択した。(1件廃止)
 - 公募開始やその結果(助成金交付決定)について報道発表した。
 - 令和7年度公募に当たり、助成金の上限額や名称変更を行うこととなり、関係規程や申請様式を改正した。また、総務省・厚生労働省と合同で公募説明会を行った。
 - 令和5年度の助成対象事業6件について事後評価を行い、結果を各事業者伝えて実施事業に反映するよう指示した。
 - 令和5年度の助成対象事業の事後評価や成果発表について、Web サイトで公表した。
 - 令和3年度の助成対象事業の事業継続率は、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、ウェブアクセシビリティに配慮して関連情報、助成事業の概要説明資料、事業者の説明動画(字幕付)を掲載した。
 - 利用者意見も参考にして「情報バリアフリーのための情報提供サイト」を令和7年2月にリニューアル公開

	した。 • データベース「情報アクセシビリティ支援ナビ (Act-navi)」について、ウェブアクセシビリティに配慮しつつ運用した。 • データベース「情報アクセシビリティ支援ナビ」の機能強化について、総務省に相談しながら作業を行い、令和7年2月末に公開した。 • 情報バリアフリー環境の実現に資する各助成金制度の概要や実績等の情報について Web サイト(情報バリアフリーのための情報提供サイト)で提供した。 • 第 51 回国際福祉機器展やニーズ・シーズマッチング交流会に参加し、助成対象事業の概要説明や成果発表等を行って事業成果を周知した。 • 障害者団体、厚生労働省や国立研究開発法人新産業エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、公益財団法人テクノエイド協会の担当者と意見交換を行った。 • 「情報バリアフリーのための情報提供サイト」の有益度(4段階評価の上位2段階)に関する評価は、70%以上であった。		
	2-10. その他の業務 • 情報収集衛星レーダ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。		
		<課題と対応> 【令和5年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】	

		(課題) テストベッド利用件数の減少分と増加分、また、(難しいとは思うが)その後の(利用)成果についても公平に自己評価いただくことが期待される。利用件数のグラフは非常に見にくいので、改善してほしい。 (対応) 貴重なご助言ありがとうございます。その後の(利用)成果については、利用者の事業的な情報も含むため、ご指摘のとおり機構で評価とすることは難しいと認識しております。いずれにしても、引き続き、テストベッドの利用状況の効果的な評価方法を検討し、その結果を踏まえたテストベッドの循環進化を進めることで、民間企業、大学等の利用拡大に努めています。また、利用件数のグラフは、より分かりやすく改善いたしました。	

4. その他参考情報

様式2-1-4-2 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(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 000852

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%	1.1%	1.1%		効率化率平均 1.1%	
		毎年度平均	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%			

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価				
中長期目標、中長期計画、年度計画				
主な評価指標	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
	業務実績	自己評価		
		B	評価	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 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、評価を「B」とした。	<評価に至った理由> 業務運営の効率化に向け、着実な成果をあげており、自己評価の B が妥当であることを確認できた。 主な状況は以下のとおり。	

<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。	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。 • 調書ごと及び中項目ごとの評定理由を明確にするための工夫を行い、外部有識者による総括評価委員会を経て、自己評価会議で審議を行い、自己評価の客観性を担保した。 • 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（分野評価及び総括評価）、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）を適切に実施した。また、その結果及び機構内外の情勢も踏まえて令和6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。 • 機構が定常的に行う業務への資源配分の決定に資するため、以下の業務を行った。 ・ 研究現場等と幹部層の意見交換を行う「理事長タウンミーティング」を下記の3部署において開催し、開催部署からの改善要望を整理し、対応を図った。 開催部署：ソーシャルイノベーションユニット北陸 StarBED 技術センター（能美 令和6年8月8日）、サイバーセキュリティ研究所（小金井 令和6年9月13日）、未来 ICT 研究所神戸フロンティア研究センター（神戸 令和6年12月16-17日） • 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。	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。 • 総務省との補正予算関係の調整業務に加え、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。「TRIAL」について、リサーチアシスタント及び研修員向けの応募枠「TRIAL-EC」を新たに設置し、また、「NEXT」について、次期中長期の組織体制の強靱化につながる活動「組織強靱化トラック」の募集、採択を実施した。 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。	令和6年9月には AI 研究開発推進ユニット、令和7年2月には AI セキュリティ研究センターを新設したことなどオープンイノベーション創出に向けて、昨今の生成 AI の普及にあわせ、令和6年度内にこうした組織を新設したことは第5期の成果へとつなげることが期待できる。

- ・若手研究者等からの幅広い提案を募集し、新規研究課題のフュ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5年度採択者の報告会を開催するとともに、令和6年度の募集を実施した（令和6年度応募件数 40 件、内 26 件採択）。研究開発推進ファンドを人材育成プログラムとして活用することを目的に、リサーチアシスタント及び研修員向けの応募枠「TRIAL-EC」（TRIAL for Early Career）を新たに設置し、令和6年度の募集を実施した（令和6年度応募件数1件、内1件採択）。
- ・機構内の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」について、令和6年1月及び4月に活動を開始した6件の「研究トラック」について、3回の進捗報告会を実施した。また、次期中長期の組織体制の強靱化につながる活動「組織強靱化トラック」の募集を行い、7件の応募があり、3件のプロジェクトを採択し、1回の進捗報告会を実施した。
- ・高度通信・放送研究開発委託研究の17課題（43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、外部有識者により4課題の事前評価、8課題の採択評価を実施し、14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、7個別課題の中間評価、14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66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、それぞれ実施した。
- ・革新的情報通信技術研究開発委託研究の社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム（共通基盤技

	術確立型)1課題について、外部有識者により事前評価・採択評価を実施し、採択・契約・スタートアップミーティングを実施した。また要素技術・シーズ創出型プログラム(一般課題)のスタートアップミーティングを実施した。また、18個別課題についてステージゲート評価、29個別課題について終了評価を実施した。さらに、令和7年度に研究開発を開始する要素技術・シーズ創出型プログラム(日EU及び日独国際共同研究)の公募・採択評価を実施した。また、終了後1年の5個別課題について成果展開等状況調査を実施した。 • 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。		
<評価の視点> • 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。	2. 調達等の合理化 • 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。 • 入札参加者拡大のため、令和6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5年12月、令和6年3月、7月、10月時点で計713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。 • 令和5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78社増加、うち27社と新たに契約を締結し、競争の機会の拡大につなげた。 • 競争性のない随意契約案件であるとして要求部署か	2. 調達等の合理化 • 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。 • 入札参加者拡大のため、令和6年度において予定される調達契約の案件一覧を定期的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。 • 令和5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78社増加、うち27社と新たに契約	

	ら提出された 264 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 8 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。 • 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。 • 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。 • 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。 • 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。 • 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「各研究所別の意見交換会(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。 • 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。 • 過去の作業請負契約において、監督・検査が不十分な事例が判明したことを踏まえ、調達に係る e ラーニングに加えて研究室等による自己点検(抽出)と、監督員と検査員向けのアンケートの取り組みを行い、	を締結し、競争の機会の拡大につなげた。 • 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「各研究所別の意見交換会」を引き続き実施した。 • 過去の作業請負契約において、監督・検査が不十分な事例が判明したことを踏まえ、調達に係る e ラーニングに加えて研究室等による自己点検(抽出)と、監督員と検査員向けのアンケートの取り組みを行い、自己点検(抽出)とアンケートの結果により、調達契約の履行に係る監督・検査の契約履行確認チェックポイントを作成し、再発防止策を強化した。 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。	

	自己点検(抽出)とアンケートの結果により、調達契約の履行に係る監督・検査の契約履行確認チェックポイントを作成し、再発防止策を強化した。		
<評価の視点> • 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。 • 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。	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 • 令和6年度もテレワーク制度を着実に実施している。 • 令和6年12月現在、1,327名がテレワーク制度を利用している。 (令和2年12月:1,033名、令和3年12月:997名、令和4年12月:1,242名、令和5年12月:1,226名、令和6年12月:1,327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6年11月)に参加した。機構内で周知啓発を実施した。 • デジタルトランスフォーメーション推進の取組により、業務効率化を目指し、契約業務における仕様書作成・調整手続きの作業負担の軽減、進捗状況の可視化を目的とした仕様書調整システムを内製し、令和6年10月1日から本格運用を開始した。また、過去に作成した仕様書の検索機能や調達スケジュール試算機能を追加することで仕様書作成の作業負担軽減、契約履行完了までの契約スケジュールの可視化を実現した。 • 法令に基づく届出・報告等の漏れ防止策として、令和6年9月1日より業務タスク管理アプリケーションを活用したスケジュール管理アラート発信の本格運用を開始した。また、タスク管理等他の業務でも活用可能であることから、簡易マニュアル等を整備し、機構内に展開した。	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 • 令和6年度もテレワーク制度を着実に実施した。 • 契約事務手続きの迅速化とペーパーレス化等のための電子契約サービスについて、令和5年度からは有期雇用職員再雇用契約において電子契約を実施し、令和6年度からは有期雇用職員雇用契約変更に関する協議書にも導入し、更なる推進を図った。 • 法令に基づく届出・報告等の漏れ防止策として、令和6年9月1日より業務タスク管理アプリケーションを活用したスケジュール管理アラート発信の本格運用を開始した。また、タスク管理等他の業務でも活用可能であることから、簡易マニュアル等を整備し、機構内に展開した。 • PMO において、令和6年度の実施計画を作成し、令和5年度に実施したアンケートのフォローアップに加え、2システムを新規追加して実施した。令和6年度においては、機構全体の PMO が取り組むべきシステムの監視と情報把握に注力した。	

	• 情報システム(電子決裁システム、勤務管理システム、財務会計システム、資産管理システム、研究成果管理・公開システム、知財管理システム、人事管理・評価システム)の組織コード及び所管プロジェクトコードの共通化について、事前調査を実施し、改修計画策定の準備を進めた。 • 情報インフラの整備・更新・増強(本部5号館、6号館のネットワーク更新、GPAI 東京専門家支援センターの Web サイト構築支援、サーバ室用無停電電源装置の更新、共用ファイルサーバへのランサムウェア対策導入、本部本館2階サーバ室の入退室設備とカメラ等の更新)を実施し、業務・研究開発環境の改善を図った。 • クラウドサービスの活用として、財務会計システムへの Entra ID 認証拡大、脅威メール隔離サービスの検証実施、クラウドバックアップの増速と増量、権威 DNS サーバのクラウド対応による負荷分散と耐障害性向上を実施した。 • 横須賀拠点について、内線用スマートフォン配布・展開を実施した。 • 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継続して推進した。 • 契約事務手続きの迅速化とペーパーレス化等のための電子契約サービスについて、令和6年度からは有期雇用職員雇用契約変更に関する協議書にも導入し、更なる推進を図った。 • PMO において、令和6年度の実施計画を作成し、令	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。	

	和5年度に実施したアンケートのフォローアップに加え、2システムを新規追加してアンケートや改善提案を実施した。令和6年度においては、機構全体のPMOが取り組むべきシステムの監視と情報把握に注力した。		
<評価の視点> - 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。 - 総人件費について、必要な措置を講じたか。 - 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。 - 給与水準の検証結果等を公表したか。 <指標> - 一般管理費及び事業費の合計の効率化状況(%)	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(16.6億円(新規・拡充分19.1億円－廃止プロジェクト等分2.5億円))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。 【運営費交付金算定式の概要】 - 当年度運営費交付金＝(前年度当初予算額＋前年度自己収入－廃止プロジェクト等)×効率化係数＋新規・拡充－当年度自己収入 - 令和6年度 30,013,988 千円＝(28,682,170(※1)＋129,639(※2)－250,522(※3))×0.989＋1,909,479－142,603(※4) ※1: 令和5年度予算額 ※2: 令和5年度自己収入(129,639)＝令和4年度自己収入実績額(117,854)×1.1(調整係数) ※3: 令和5年度で終了した委託研究 ※4: 令和6年度自己収入(142,603)＝令和5年度自己収入(129,639)×1.1(調整係数) ※自己収入・・・ 知財許諾に伴う実	4. 業務の効率化 - 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。 - 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、令和6年度においても、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た。 - 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、国民の理解が得られるよう機構ホームページに公表している。 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。	

	施料(ランニングロイヤリティ、一時金、年間利用料等) • 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、令和6年度においても、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た。 • 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」として機構ホームページに公表している。 • 令和6年度法人の給与水準(ラスパイレス指数) (研究職員(214 人)) 対国家公務員(研究職) 101.2 (対前年比+1.2 ポイント) (事務・技術職員(165 人)) 対国家公務員(行政職(一)) 92.5 (対前年比-0.5 ポイント)		
<評価の視点> • 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。 • 恒久的な基金である情報	5. 組織体制の見直し • 効率的・効果的な組織運営の実現を目指し、経営資源(人材、予算、施設、設備)と成果(研究成果、知財)を可視化するため、令和4年度に開発、運用開始した経営管理システムの更新を行った。 • 情勢の変化に対応するため、令和6年4月にはダイバーシティ推進室、令和6年7月には GPAI 東京専門	5. 組織体制の見直し • 情勢の変化に対応するため、令和6年4月にはダイバーシティ推進室、令和6年7月には GPAI 東京専門家支援センター、令和6年9月には AI 研究開発推進ユニット、令和7年2月には AI セキュリティ研究センター	

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。 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研究推進体制の整備を行ったか。	家支援センター、令和6年9月には AI 研究開発推進ユニット、令和7年2月には AI セキュリティ研究センターを新設した。 - 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、有期職員の雇用により必要な体制を整えた。 - 研究推進体制の整備については、機構内の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」について、令和6年1月及び4月に活動を開始した6件の「研究トラック」について、3回の進捗報告会を実施した。また、次期中長期の組織体制の強靱化につながる活動「組織強靱化トラック」の募集を行い、7件の応募があり、3件のプロジェクトを採択し、1回の進捗報告会を実施した(再掲)。	を新設した。 効率的・効果的な組織運営の実現を目指し、経営資源と成果を可視化するため、令和4年度に開発、運用開始した経営管理システムの更新を行った。 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。	
		<課題と対応> 【令和5年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】 (課題) サイバーセキュリティ分野の業務内容が広がっているにもかかわらず、昨年と従事人員数が変わっていないのは健全ではない。研究開発とその他の活動を分けてリソースを配分する等の対応を検討すべきではないか。 (対応) ご意見ありがとうございます。評価資料の従事人数には有期雇用職員が含まれておりませんが、研究開発とその他の活動を分けてリソース配分し、業務を実施しております。サイバーセキュリ	

		ティ分野の研究開発等を進めるのに必要な有期研究員や有期研究技術員、その他の活動等を実施するのに必要な有期一般職等を確保するための予算をそれぞれ毎年要求し、人材を公募・採用しております。当該分野は人材獲得競争が激しく、民間との給与差が大きいです。が、機構として「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も活用しております。	

4. その他参考情報

様式2-1-4-3 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(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 000852

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、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価				
中長期目標、中長期計画、年度計画				
主な評価指標	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
	業務実績	自己評価		
		B	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。	<評価に至った理由> 自己評価書の「B」との評価結果が妥当であると確認できた。	
<評価の視点> ・運営費交付金を充当して行う事業について、適切	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る	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		

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。 • 収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理したか。 • 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。 • 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したか。	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5年度の実績等を勘案し、適正な収入を見込んだ上で、令和6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110百万円に対して、決算額132百万円であった。 ロ: 競争的資金等の外部資金を含んだ受託収入は、予算額22,255百万円に対して、決算額14,459百万円であった。 • 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。 • 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。 なお、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」のうち、鹿島宇宙技術センターについては、一部国庫納付に向け、既存施設の撤去・解体作業を実施し、債務保証等の保有財産については、残余財産を国庫納付した。	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5年度の実績等を勘案し、適正な収入を見込んだ上で、令和6年度予算計画を作成し、当該計画による運営を行った。 • 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。 • 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。なお、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」のうち、鹿島宇宙技術センターについては、一部国庫納付に向け、既存施設の撤去・解体作業を実施し、債務保証等の保有財産については、残余財産を国庫納付した。

		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。	
<評価の視点> - 知的財産の活用により知的財産収入の増加を図ったか。 - 競争的資金等の外部資金の増加に努めたか。 - 資金受入型共同研究の拡大を図ったか。	2. 自己収入等の拡大 - 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(10 月 24 日オンライン)、Interop TOKYO 2024(6 月 12 日-14 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や関連セミナー開催等)、Web を活用した情報発信等に取り組んだ。 - 令和6年度の新規技術移転契約件数は 12 件、年度末における技術移転契約件数は 122 件、技術移転収入は 132,041 千円であった。令和 5 年度に比べて契約件数は減少、技術移転収入は増加した。 - 受託研究・研究助成金等の外部資金獲得額は、10,545 百万円となった。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。 - 資金受入型共同研究については、203 百万円となった。企業等からの資金受入型共同研究の拡大に向けた取組としては、契約手続きをスムーズに進めるための説明会や機構内の事例紹介などのセミナーを	2. 自己収入等の拡大 - 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。 - 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。 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。	

	実施した。		
<評価の視点> 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。	3. 基盤技術研究促進勘定 - これまでの事業の実施状況に関して調査を実施した結果等については当機構サイトに掲載し公開を継続している。 - 既往の委託研究締結案件に関しては、研究成果の事業化や売上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、書面調査等を実施し、収益納付・売上納付の回収を適切に進めた。 - また、業務経費の低減維持に努めることで繰越欠損金を着実に縮減した。	3. 基盤技術研究促進勘定 書面調査等を実施し収益納付・売上納付の回収を適切に進めたこと及び業務経費の低減維持に努めることで繰越欠損金を着実に縮減した。 以上のように、基盤技術研究促進勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。	
<評価の視点> - 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。	4. 債務保証勘定 令和5年度末で債務保証勘定の業務は廃止し、残余財産は令和6年7月8日に国庫納付して同勘定を廃止し、信用基金を清算した。	4. 債務保証勘定 令和5年度末で債務保証勘定の業務は廃止し、残余財産は令和6年7月8日に国庫納付して同勘定を廃止し、信用基金を清算した。 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。	
<評価の視点> 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。	5. 出資勘定 - これまでの事業の実施状況に関して調査を実施した結果等については当機構サイトに掲載し公開を継続している。 - また、業務経費の低減維持に努めることで繰越欠損	5. 出資勘定 これまでの事業の実施状況に関して調査を実施した結果等については当機構サイトに掲載し公開を継続している。また、業務経費の低減維持に努めることで繰越欠損金を着	

	金を着実に縮減した。 - 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経営内容・事業計画等の把握に努めた。 - 令和6年度においては物価高の影響もある中で、2社とも黒字を確保した。 - 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となるよう、配当の是非も含め適時に協議を行った。	実に縮減した。 出資先法人のうち、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経営内容・事業計画等の把握に努めた。今期においては物価高の影響もある中で、2社とも黒字を確保した。 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。	
<評価の視点> 短期借入金について、借入があった場合、借入理由や借入額等は適切なものと認められるか。	IV 短期借入金の限度額 該当なし。	IV 短期借入金の限度額 該当なし。	
<評価の視点> 不要資産について、適切に対応を行ったか。	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 - 鹿島宇宙技術センターの一部国庫納付に向け、既存施設の撤去・解体作業を実施した。 - 債務保証等の業務が終了したため、残余財産を令和6年7月8日に国庫納付した。	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 - 鹿島宇宙技術センターの一部国庫納付に向け、既存施設の撤去・解体作業を実施した。 - 債務保証等の業務が終了したため、残余財産を国庫納付した。	
—	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 該当なし。	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 該当なし。	
<評価の視点>	VII 剰余金の使途	VII 剰余金の使途	

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。	• 該当なし。	該当なし。	

4. その他参考情報

様式2-1-4-4 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(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 000852

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%	100%	100%			

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価				
中長期目標、中長期計画、年度計画				
主な評価指標	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
	業務実績	自己評価		
			B	評定
		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、評定を「B」とした。	＜評価に至った理由＞ 自己評価書の「B」との評価結果が妥当であると確認できた。 テニュアトラック制度の推進、インターンシップやリサーチアシスタント等の制度の活用を着実に進めており、若手人材の確保は、とても有効であると評価できる。	
＜評価の視点＞ ・施設及び設備の効率	1. 施設及び設備に関する計画 ・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	1. 施設及び設備に関する計画 ・中長期計画に基づき、本部及び		

的な維持・整備を適切に実施したか。

更新・改修・整備を以下のとおり実施した。

(単位:百万円)

件 名	執行額
運営費交付金	461
本部 128 棟 134 棟機械設備改修工事	155
本部 123 棟電気設備(照明)更新工事	67
本部 140 棟天井輻射空調設備改修工事	97
本部・未来 ICT 研究所電気設備更新工事設計業務	6
北陸 StarBED 技術センター空調機更新工事	11
けいはんな本館機械設備更新工事設計業務	11
その他設計及び各所修繕等工事	114
施設整備費補助金	108
ユニバーサルコミュニケーション研究所外壁改修工事	73
けいはんな本館セキュリティ強化改修工事(仮称)設計業務	15
情報システムのセキュリティ強化	20
合 計	569

注:計画額(1,145 百万円)と執行額(569 百万円)の差額(576 百万円)のうち、運営費交付金の差額(373 百万円)については、入札不調等の理由により、令和7年度に実施予定とし、施設整備費補助金

各拠点における施設・設備の更新・改修・整備を適切に実施した。

	の差額(203 百万円)のうち、186 百万円については、工事着工個所の変更等の理由により、令和7年度に繰越し、残りの17 百万円については、契約差額等のため、総務省へ減額して実績報告を行った。	
<評価の視点> - 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。 - 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。 - 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推進に努めたか。	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 - 優秀な若手研究者の確保のために、令和7年度採用において機構として初めて「パーマネント研究職(修士新卒型)」の選考を実施し、3名に内定を出すとともに、育成支援のために、博士の学位の取得活動に係る経費の全部又は一部を機構で負担する制度やメンター制度を運用するための規程類を検討・整備した。 - 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6年度は新たに4名をテニュアトラック研究員として採用した。また、令和7年度採用については3名を採用予定である。さらに、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1名を令和6年度にパーマネント職員として採用し、令和7年度採用にて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内定した。 - 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 分野等で、優秀な若手人材 40 名を令和6年度に採用した。 - 優秀な若手研究者の確保に向け、オープンハウス 2024 において、機構を含む4国研が集まり、リクルートを目的としたトークセッションを企画し、80 名以上の聴衆を集め、国研の魅力を PR した。また、電子情報通信学会ソサイエティ大会や応用物理学会における企業展示、東京大学・神戸大学・東北大学・東京科学大学の企業説明会において採用活動を実施した。 - 国内インターンシップ制度を活用し、30 名の学生を令和6年度	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 - 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保として、テニュアトラック制度の推進、インターンシップやリサーチアシスタント等の制度の活用を着実に進めた。 - 優秀な若手研究者の確保のために、令和7年度採用において機構として初めて「パーマネント研究職(修士新卒型)」の選考を実施し、3名に内定を出すとともに、育成支援のために、博士学位の取得活動に係る経費の全部又は一部を機構で負担する制度やメンター制度を運用するための規程類を検討・整備した。 - 全機構役職員向けに『ダイバーシティを「自分事」として考える』をテーマに、「NICT Diversity Day2025」をハイブリッドで開催するとともに、機構内で連携して、全機構役職員向けにダイバーシティ推進活動への理解を深めることを目的とした「ダイバーシティ

	に受け入れた。 • 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。 • 令和7年度採用(令和7年4月1日採用)のパーマネント研究職、テニュアトラック研究員、パーマネント研究技術職の公募において、通常の公募とは別に、女性を対象とした公募を引き続き実施し、パーマネント研究職 17 名(うち女性5名)、パーマネント研究技術職 14 名(うち女性3名)を最終的に内定した。その結果、最終的な内定者 32 名(非公募選考1名含む)に対する女性の割合が 25%となった。 • 令和8年度の総合職新卒者採用活動に向けた準備として、就職ナビサイトを活用してオープンカンパニー(4回開催)・説明会(9回程度予定)等を従前の Web 開催に加え、本部での対面開催を実施した。また、8名の職員訪問を受け入れ、機構への理解を深める機会を充実させた。 • 令和7年度の総合職採用活動に関しては、新卒者9名を最終的に内定する(令和7年4月1日採用)とともに、年齢構成の偏り解消及び国際連携関連や施設管理業務などの専門知見を有する人材の獲得を図るため、ターゲットを絞った積極的な採用活動を行い、民間企業等の経験者5名を最終的に内定した(令和7年4月1日採用)。 • 令和6年6月に第1回、令和6年12月に第2回ダイバーシティ推進委員会を開催し、機構全体のダイバーシティ推進に係る基本方針の合意形成を行った。 • ダイバーシティ推進に関する基本方針の立案に資するため、機構全役職員を対象に「NICT の働きやすさに関する意識調査」	研修」を実施した。	

	を実施した。 • 各種共用設備の運用ルール等の見直しを実施した。 • 機構内の委員会と連携し、各部署が「みんなの自動翻訳」等の翻訳ツールを用いてイントラサイトの英語化を推進できるよう、英語化の基本方針を作成した。 • 令和7年1月24日、全機構役職員向けに『ダイバーシティを「自分事」として考える』をテーマに、「NICT Diversity Day2025」をハイブリッドで開催した。 • ヒアリングや意見交換を目的にダイバーシティランチを各拠点で実施した。 • 機構内の他部署と共同で令和7年1月16日、全機構役職員向けにダイバーシティ推進活動への理解を深めることを目的とした「ダイバーシティ研修」を実施した。 • 機構内の他部署と共催で令和7年3月にダイバーシティ関連の講演会を2本開催した。 • ダイバーシティ公式サイト英語版を令和7年3月に開設した。また NICT ダイバーシティ・ステイメント(ダイバーシティ推進指針)を作成し、ダイバーシティ推進公式サイトで公開した。 • 内閣府が支援する「輝く女性の活躍を加速する男性リーダーの会」に令和6年7月より加入した。 • 日経ウーマンエンパワーメントプロジェクトを活用し、様々な取り組みを実施した。令和6年12月「ジェンダーギャップ会議」(主催:日本経済新聞社 日経 BP)のパネル討論に登壇し、採録記事が日経新聞、日経ビジネスおよび日経ウーマンに掲載された。日経ウーマンエンパワーメントプロジェクト社長会に参加し、この採録記事が日経 xwoman に掲載された。また、機構の女性研究者、研究技術者らによる対談記事が、日経 xwoman		

	に掲載された。 - 令和5年度ダイバーシティ推進に関する活動報告書(日・英)を公開した。 - ダイバーシティ推進活動の機構内外での認知度を高めるため、ロゴマークを策定した。機構職員から応募のあったダイバーシティ推進ロゴマーク17点について職員投票を実施し、ダイバーシティ推進委員会で議論を行い令和7年1月に最終決定した。 - パーマネント職に対するニーズへの対応及び最適な人材配置を行うため、9月からパーマネント一般職の部内公募(令和7年4月1日採用)を実施し、各部署からの意見等も踏まえ、有期雇用職員から11名の内定を出した(令和6年度末のパーマネント一般職在籍者数は、内定者含め70名)。		
<評価の視点> - 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実践したか。 - 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	2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化 - 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することで、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6年度末時点での指定者は2課題で51名であった。 - 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ネジメント能力の向上に努めた。 - 優秀な人材流出防止の観点から、管理監督職勤務上限年齢(60歳)となる年度の翌年度以降も降格等の適用を受けない	2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化 - 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することで、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6年度末時点での指定者は2課題で51名であった。 - 優秀な人材流出防止の観点か	

最大化を図ったか。	「当機構独自の特例任用制度」を引き続き運用し、令和6年度に新たに5名の上級職職員を指定した。	ら、管理監督職勤務上限年齢（60歳）となる年度の翌年度以降も降格等の適用を受けない「当機構独自の特例任用制度」を引き続き運用し、令和6年度に新たに5名の上級職職員を指定した。	
<評価の視点> - 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に図ったか。 - 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推進にも努めたか。 - 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。	2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成 - 研修については、マネジ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、入構3年目の職員を対象として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するなど、各種研修を実施した。 - 研究マネジメント業務研修として研究活動の企画、マネジメント、研究成果の活用促進等を行う人材の育成・活躍推進を目的に文部科学省施策によるURA(University Research Administrator)スキル認定の研修を希望者に対して受講させ、令和6年度は44名の受講があった。また研究マネジメント業務研修を補完する研修カリキュラムとして、研究マネジメント業務を担う職員の連携が継続的に続くようにすること等を目的とした複数の研修を実施した。 - 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6年度の実績は3件(継続)、2件(新規))。 - 内閣府、個人情報保護委員会、総務省へそれぞれ1名出向させ、組織の境界を越えた人材の流動化を進めた。 - 女性職員の登用に努め、総合企画室長1名を企画戦略室長に、研究マネージャー1名をイニシアティブ長に、主任研究員1名を研究マネージャーに、室長1名を総合企画室長に昇任さ	2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成 - 総合職1名の海外民間企業への出向(研修型)を実施した。令和7年度においても継続して出向できるよう各種準備を行っている。 - 外部経験に対する意識を把握するため、令和6年8月にパーマネント総合職・一般職に対して、国内出向(国の機関、民間企業等)や海外勤務(海外拠点・国際人材派遣(留学)、海外出向等)への関心や希望を確認するアンケート調査を実施した。 - 国際人材派遣制度により令和6年度に英国への派遣を決定し、令和7年度に派遣予定である。 - 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6年度の実績は5)。	

	せ、ダイバーシティの推進に努めた。 - 令和5年7月より加入している 21 の研究教育機関が連携して男女共同参画を推進している「ダイバーシティ・サポート・オフィス」の懇話会等を通じて他機関との課題や好事例の共有を行った。 - 令和7月1月 14 日に NEC ソリューションイノベータが実施する「女性役員への登用を加速させるスポンサーシッププログラム」の参加者との交流会を実施し、講演のほか、グループワークを行った。 - 令和7年3月 14 日に日本アイ・ビー・エム株式会社の女性技術者コミュニティcosmos が主催する cosmos partners 情報交換会に参加した。 - STEM 人材育成活動として、令和6年6月 29 日「オープンハウス 2024」のプログラムの1つとして、次世代の ICT 人材育成を目的に、近隣のスーパーサイエンスハイスクールを含む3校の高校生を迎え、機構研究者とのトークセッションを開催した。各校の高校生による研究発表を基に、高校生と研究者がディスカッションを実施した。 - 令和6年8月3日、福井県教育委員会が主催する「ふくい Girls 未来のテックリーダー首都圏研修」プログラムの1つとして、キャリアトークイベントを実施した。この研修は、女子高校生に理系キャリアを志すきっかけを提供することを目的として実施されているもので、女子高校生たちに理系進路やキャリアパスとしての女性研究者について知る機会を提供した。 - 国際人材派遣制度により令和6年度に英国への派遣を決定し、令和7年度に派遣予定である。 - 総合職1名の海外民間企業への出向(研修型)を実施した。令和7年度においても継続して出向できるよう各種準備を行って	令和5年7月より加入している 21 の研究教育機関が連携して、男女共同参画を推進している「ダイバーシティ・サポート・オフィス」の懇話会等で情報交換を行った。	

	いる。 - 外部経験に対する意識を把握するため、令和6年8月にパーマネント総合職・一般職に対して、国内出向(国の機関、民間企業等)や海外勤務(海外拠点・国際人材派遣(留学)、海外出向等)への関心や希望を確認するアンケート調査を実施した。 - グローバル人材育成のため、「英会話 VR 研修」として、総合職・一般職のうち海外勤務に興味を持つ者のうち希望者に対し、VR 機器を用いた英会話研修を令和6年度に実施し、12 名が受講した。		
<評価の視点> 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。	2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上 - 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、パーマネント研究職・研究技術職の募集要項に「研究開発マネジメント業務」を明記して採用を積極的に行うほか、令和7年度採用(令和7年4月1日)から修士新卒型のパーマネント研究職の採用を開始した。 - 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令和6年度は 22 名配置した。	2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上 - パーマネント総合職の経験者採用(中途採用)及びパーマネント研究技術職の採用を積極的に行い、令和7年度採用(令和7年4月1日)にて必要な人材を確保した。 - 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令和6年度は 22 名配置した。	
<評価の視点> 積立金は適切に処理されたか。	3. 積立金の使途 「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている重点的に実施すべき研究開発に係る経費 4.0 億円に充当している。	3. 積立金の使途 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	

	- 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 0.4 億円に充当した。 - 債務保証等の業務が終了したため、残余財産を令和6年7月8日に国庫納付した。	た。	
＜評価の視点＞ - 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。 - 機構の役割や研究開発成果を外部にアピールしたか。 - 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に行ったか。	4. 研究開発成果の積極的な情報発信 3分程度で機構の研究内容を解説する動画『NICT ステーション』を6テーマ追加で12月までに制作を完了させ、若者(18歳～34歳)をターゲットにYouTube 広告を活用して12月から1月に配信した。その結果興味を持って視聴いただき、機構の研究紹介動画史上最多の再生回数(455 万回)を達成した。 - 令和4年度に制作したPR 動画『N のいる未来』も引き続き若者をターゲットにYouTube 広告を活用して12月から3月に配信した。その結果、NICT 研究紹介動画史上第2位となる再生回数(367 万回)を達成した。 - さらに、3月10日から16日に、『N のいる未来』の動画に字幕を加えて機構を紹介するコンテンツを、利用者延べ933万人の中央線快速トレインチャンネルに出稿し、沿線住民への親近感と認知度の向上を図る取組を試行的に行った。その効果検証を次年度調査していく予定である。 - 令和6年度認知調査を実施した。その結果として、若者への認知度は向上している。また、機構のイメージはセキュリティ対策をしている機関との結果であった。 - 機構創立20周年記念誌『情報通信研究機構20年の歩み、その先へ。』を制作、12月に刊行し、電子ブックでも公開した。職員にスポットライトを当て、ビジュアルを駆使して機構の「過去・現在・未来」を楽しく分かりやすく伝える構成となっている。	4. 研究開発成果の積極的な情報発信 3分程度で機構の研究内容を解説する動画『NICT ステーション』を6テーマ追加で12月までに制作を完了させ、若者をターゲットにYouTube 広告を活用して12月から1月に配信した。その結果興味を持って視聴いただき、機構の研究紹介動画史上最多の再生回数(455 万回)を達成した。 「オープンハウス 2024」は令和5年度に引き続きオンラインも活用しつつ、リアル会場をメインに開催した。その結果、2日間合計で1,893名の来場者となった(前年度は1,413名)。オンラインは、各講演のライブ配信及び技術展示ポスターのPDF掲載を実施した結果、2日間延べ3,957名の来場者を迎えた(令和5年度は3,504名)といずれも、令和5年度から増になっている。	

	• 広報誌「NICT NEWS」(英語版を含む)は、年6回発行しており、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、組織横断の機構の研究開発や取組の特集に取り組んだ。また、外部向けの視点をより重視し、トピックスページ(直近のプレス記事、受賞者紹介など)の一層の活用に取り組んだ。「NICT NEWS」英語版は、日本語版発行後速やかにウェブ公開版を発行した。 • 技術情報誌「研究報告」を「Beyond5G 研究特集」、「サイバーセキュリティ特集」で2回発行した。また、執筆を行う研究者の負担と寄贈者が電子閲覧の希望が多いことから、令和7年度からの Web 閲覧に向けた調整、準備を行った。 • 年間の活動報告を取りまとめた「年報」を9月に発行(電子ブック及び PDF 版)した。 • 海外向けに、機構の研究成果・活動紹介・Research Highlights・Researchers をはじめ、マガジンの要素である海外拠点の紹介など、機構を幅広くアピールなど機構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 版)を1月に発行した。 • 各刊行物の掲載と同時に機構公式 X へ投稿(日・英)し、引き続き周知を行った。また、「NICT REPORT」については、広報誌「NICT NEWS」英語版の配信先に「NICT REPORT」の発行を配信した。 • 研究成果に関する報道発表(35 件)に対する新聞掲載率は前年度に引き続き、発表に対して掲載率 100%であった。 • 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頼、問合せや相談などには丁寧かつ迅速に対応した。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	• 展示会 CEATEC 2024 に、令和5年度に引き続き、各研究所、オープンイノベ等の協力を得て出展した。令和6年度は、国プロの基金事業ブースと隣り合わせで設営した効果もあり、4日間の会期中、12,066 名が機構のブースを来場した(令和5年度比約 31%増)。 • 機構創立 20 周年を記念して、設立 20 周年誌を制作、発行するとともに、機構の研究成果からの社会実装事例について外部登壇者招いてシンポジウムを開催することによって、機構の 20 年の研究成果と社会実装の成果と機構が描く次の 20 年のビジョンを分かり易く情報発信した。	

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、紙面掲載の獲得に至っていることから、利便性を活かしてオンラインによる取材の対応に積極的に対応している。

- 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。
- 発表概要をまとめた「報道発表の起案前確認シート」の活用で、タイトルや内容について、メディアに取り上げられるよう、報道室で担当部署と調整することができた。
- 報道発表に際しては、オンラインも活用して、毎回、担当部署と詳細な打合せを行うことで、より分かりやすい報道発表資料の作成に取り組み、特に、資料作成に当たっては実担当者名を前面に出すように企画している。その結果、研究開発成果を含め 62 件の報道発表を実施した。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 16 件実施した。また、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 に取り組んだところ、海外メディアに速報で掲載されている。
- 新聞・テレビなど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 425 件で、増加傾向である。
- 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した雑誌に、機構の研究内容が掲載された。
- 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 1,104 件、TV/ラジオ等放送が 133 件、雑誌掲載が 294 件、Web 掲載が 15,561 件 (広報部把握分) となった。特に、新聞の 1 面掲載は大手一般紙 64 件を含み 159 件である。
- 外部 web サイトを通じて、最新の情報を掲載した。令和 6 年度

中の掲載数は、報道発表 62 件、お知らせ 56 件、イベント 34 件となった。広報部管理の機構 Web サイトの総アクセス数は、2億 PV を超えた。

- 令和6年度外部 web 改善ワーキンググループのなかで「web、SNS 連動による NICT 認知度向上」「UX 向上に向けた GA4 導入」「Web アクセシビリティ改善」の3つのテーマで活動し、サイトの改善に取り組んだ。
- SNS 発信での理解を得るために、総務省戦略広報アドバイザーを講師に迎えた“SNS 活用セミナー”を実施した。受講者は 76 名となった。また、当日視聴できなかった職員向けにアーカイブでも情報提供した。
- GA4 導入は全研究所への導入を達成した。また、GA4 の効果的な利用を加速するため、1月 30 日に、オンラインによる GA4 勉強会(研修)を実施し、90 名近くの参加があり、アーカイブによる機会も設けた。
- X(旧 Twitter)、Facebook、Instagram では、Web 掲載情報と同様の情報を掲載するにとどまらず、オープンハウスや CEATEC の他、研究所などのイベントを積極的に発信した。X のフォロワー数は 19,600 名となった。投稿の中では、10 月9日に発信した「太陽面で大規模な爆発が発生、地球方向への高速コロナガスの噴出を確認」が、約 167 万 PV になるなど、機構の情報への関心の高さがうかがわれた。
- 創立 20 周年を記念して、“N”を利用した記念ロゴを制作し、機構のイベントでの活用や職員の名刺への利用など 20 周年の機運を盛り上げた。
- 機構のブランドステートメントの浸透を図るため、CEATEC や各種イベントで周知するとともに、浸透度の調査を行い、認知度向上に取り組んだ。
- 外部 Web を活用して、機構の研究者が受賞した各賞を紹介す

るとともに、本館玄関の顕彰ブースに最新の受賞者の紹介を行った。

- 6月 28 日・29 日、令和5年度に引き続き「知の限界を超え未来の社会基盤を創る NICT」のテーマで、オンラインも活用しつつ、リアル会場をメインにした「オープンハウス 2024」を開催した。28 日は「招待者・ビジネス Day」として「基調講演」「特別講演(落合陽一氏)」「研究者によるプレゼンテーションタイム」「技術展示(95 ブース)」などを実施した。落合氏の講演はアーカイブでも発信したが当分の間視聴(PV)数がトップとなっていた。

29 日は一般向けの企画とし、「学生・一般 Day」として「NICT 職員によるトークセッション」「南極ゆうびん・南極紹介コーナー」「技術展示」「NICT 探検ツアー」「クイズラリー」などを実施し、特に小学生以上のこども向け企画を充実させ、更に来場者の属性にあわせた情報発信を図った。その結果、28 日は 736 名、29 日は 1,157 名、2 日間合計で 1,893 名の来場者となった(昨年は 1,413 名)。オンラインは、各講演のライブ配信及び技術展示ポスターの PDF 掲載を実施した結果、2 日間延べ 3,957 名の来場者を迎えた(昨年は 3,803 名)といずれも、令和5年度から増になっている。

- また、神戸、鹿島、沖縄の各拠点独自で施設公開を開催した。
- 展示会 CEATEC(Combined Exhibition of Advanced Technologies)2024 に、令和5年度に引き続き、各研究所、オープンイノベ等の協力を得て出展した。令和6年度は、国プロの基金事業ブースと隣り合わせて設営した効果もあり、10 月 15 日(月)から 18 日(金)までの4日間の会期中、12,066 名(昨年比約 31%増)の来場者を迎えることができた。
- 機構創立 20 周年を記念するイベントとして、「NICT20 周年記念シンポジウム 20 年の歩み、その先へ。」を2月 13 日に開催した。機構の研究から社会実装事例につながった事例を、4人

の外部登壇者を招いて講演を実施した。リアル会場(イイノホール)のほかに、小金井本部にサテライト会場を設置し、更に YouTube 同時配信を行い、400 名超の方に参加いただいた。

- グローバル広報の一環としてグローバル部門が企画する「MWC(Mobile World Congress)2025 (スペイン バルセロナ)」(3月)の出展を支援した。広報部としては、出展ブースの企画、TN & NTN のジオラマの制作、B5G ユニットが制作した裸眼立体視ディスプレイ用コンテンツの協力を行った。また、海外メディアへの効果的に手法を模索し、国内出展者(NTT ドコモ、KDDI)にヒアリングを行い、メディアに対する事前及び当日の対応について準備を行った。結果として、期間中の来場者数は 2,000 名近くの出場になった。なお、VIP 視察は 6 件、取材は 4 件であった。
- 大阪・関西万博に向けて、総務省が実施する「Beyond 5G ready ショーケース」(令和 7 年 5 月 26 日～6 月 3 日)に出展する展示物の準備等について令和 6 年度に取り組んだ。
- 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ことを目的に、展示室を大幅にリニューアルし、8 月から受け入れ態勢を強化した。また、地域のお子様向けイベントなどを実施し、積極的に受け入れを推進した。さらに昨今の外国からの来訪者に対応するために、展示室のポスターの英語化をすすめている。結果として、見学は 525 件、2776 名となった。
- 経営企画部、グローバル部門と連携して、総務省政務三役など国内外の VIP 視察における研究所との調整及び当日の運営支援を行った。結果として、視察は 23 件 226 名となった。
- 多摩科学技術高等学校への協力として、小金井本部にて特別授業を実施した。12 月のテーマは「リモートセンシング技術」で、参加者は 33 名、3 月のテーマは「量子暗号」で、参加者は

42 名となった。

- 展示室の7月リニューアルオープンのお披露目を兼ねて、小学生を対象とした夏休みのイベント「夏休みこども見学デー」を開催した。展示室見学のほか、多摩六都科学館による出張天文教室、工作教室を実施した(参加者は 206 名(展示室のみ 60 名、出張天文教室 47 名、工作教室 99 名))。
- 府省庁等による連携イベント「こども霞が関見学デー」に「太陽フレアでオーロラが活発?! 宇宙の天気とは?」をテーマに参加した。研究者による太陽フレアなど宇宙の天気についての説明と、実際の衛星データを用いたミニ地球儀工作を実施した。参加者は 282 名(こども 169 名、保護者 107 名、外部出展者・運営職員6名)。
- 横浜市にある、はまぎんこども宇宙科学館と連携し、先方の会員制組織であるサイエンスクラブ会員(小学生)9組 18 名を対象に、令和4年度ライブ配信を行った場所を実際に見学する「現地で! わくわく研究所見学ツアー」を宇宙環境研究室に協力いただき、宇宙天気予報センター、DSCOVR・イオノゾンデアンテナの見学と工作教室を8月に実施した。
- 本部と隣接する東京学芸大学で9月 22 日に開催された「青少年のための科学の祭典」に参加した。「太陽フレアでオーロラが活発? 宇宙天気とは」をテーマに地域のこども達に科学の楽しさを伝えた。(参加者は 79 名。)
- 研究紹介およびリクルートを目的に、経営企画部、広報部、研究所で、日本工業大学(埼玉県南埼玉郡)で開催された「電子情報通信学会ソサイエティ大会」(9月 10 日～11 日)、東京理科大学(千葉県野田市)で開催された第 72 回応用物理学会春季学術講演会「JSAP EXPO Spring 2025」(3月 14 日～16 日)及び東京都市大学(東京都世田谷区)で開催された「2025 年電子情報通信学会総合大会」(3月 25 日～27 日)に出展した。この取組により、機構の認知度向上に加え、多くの学生との接点を創

	出した。 • 国立科学博物館からの資料貸出依頼に応じ、令和7年3月 25 日から同年6月 15 日に開催される企画展「気象業務 150 周年 企画展「地球を測る」」に、Pi-SAR アンテナポッド、Pi-SAR 観測結果表示用ディスプレイ、フェーズドアレイ気象レーダー模型を貸出している。 • 本部図書室の効率的な活用を通じて、研究の質的向上を支援した。外国電子ジャーナルの利用実績及び購読希望調査に基づき年間契約手続きの見直しを行い、年約5～7%の定価上昇に加え、円安に伴う大幅な契約額上昇により、令和6年契約分からは閲覧数の少ないジャーナルを中心に 10 タイトルを削減した。 • また、図書の登録・管理方法、図書点検の徹底、不要図書の基準・処分の見直し等の見直しを目的に、図書管理規程の見直しを4月に実施した。特に紙書籍を対象とし図書管理業務の効率化を図った。 • 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」(10/24 オンライン)を開催するとともに、Interop TOKYO 2024(6/12-14@幕張)ではサイバーセキュリティ研究所と協力して技術移転の取組(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(リアルタイム可視化ツール)、DAEDALUS(対サイバー攻撃アラートシステム)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。 • 機構のホームページにて新規登録特許の情報に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した。 • 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。 • 機構外部向け web の「研究データ等の提供」ページにて、研究者が公開、提供している研究データ(アプリケーション等も含む)を一覧として(ポータルページとして)公開した(令和6年度は4件増で、129 件の研究データ等を公開中)。 • さらに、NII 研究データ基盤にある「NICT リポジトリ」から研究データ及びメタデータ等の公開を1月 10 日に開始した(掲載数はメタデータ1件)。 • 産学連携強化等観点から成果管理・公開システムを通じて、成果管理・公開システムを通じて、論文成果や機構に所属する研究者情報をタイムリーに更新・公開した。	
<評価の視点> • CSIRT の適切な運営を行ったか。 • 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。 • 情報セキュリティポリシー	5. 情報セキュリティ対策の推進 • 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。 • 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。	5. 情報セキュリティ対策の推進 • 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。 • 令和5年度政府統一基準群の改正対応として令和6年度に情報

一等を不断に見直し、対策強化を図ったか。	• 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。 • 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、365 日 24 時間監視体制の下、情報システムや研究成果のセキュリティ確保に努めた。 • 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。 • CDN (Contents Delivery Network) を活用し、外部 web サーバの可用性を向上させた。 • 令和5年度政府統一群の改正対応として令和6年9月に情報セキュリティポリシーの改正及び情報セキュリティ関連規程類の改正を行った。改正後の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7年3月末時点で許可数は 190 件)。 • メール誤送信対策として、メール送信業務管理簿の作成と棚卸を行った。また、業務委託先におけるメール誤送信対策としてメール送信業務についての仕様書ひな型案を共有した。 • IT 資産管理ツールの共通事務 PC への継続的な運用を行い、現在各研究所等研究系 PC、サーバへ導入を継続した。 • ゼロトラストセキュリティへの対応として、EDR (Endpoint Detection and Response) ツールを運用し、共通事務 PC への全台導入を実施した。 • 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。 管理者向け情報セキュリティ自己点検(令和6年 10 月～11	セキュリティポリシーを改正、改正後の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7年3月末時点で許可数は 190 件)。 • 情報セキュリティ対策のための訓練及び研修として情報セキュリティ自己点検、情報セキュリティ説明会、標的型攻撃メール訓練、情報セキュリティセミナーを実施した。	

	月) 全職員向け情報セキュリティ自己点検(令和6年12月～令和7年1月) 情報セキュリティ説明会(令和6年10月) 標的型攻撃メール訓練(令和6年11月、令和6年12月) 情報セキュリティセミナー(集合型研修)(令和7年1月)		
<評価の視点> - 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。 - 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。	6. コンプライアンスの確保 (合同コンプライアンス研修(講習会、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、役職員(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、e-Learningによるテスト)を実施した。 - 講習会として、ビデオ動画の視聴期間を設定し、令和6年12月2日から令和7年1月31日まで実施した。 - 講習会の内容として外部講師(光和総合法律事務所・竹岡八重子弁護士)による講演「産学官連携と利益相反マネジメント」を実施した。 - 上記のほか、内部講師(機構内の各担当者)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・生体情報研究倫理」及び「利益相反マネジメントについて」の計5テーマの講演も実施した。 e-Learningによるテストとして、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、個人情報保護などに関する知識の向上を図ること、そしてインシデント発生を予防し、内部統制の推進に資することを目的に、令和6年10月30日から令和7年2月14日までの期間で実施	6. コンプライアンスの確保 - 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、役職員(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、e-Learningによるテスト)を実施した。 - 行動規範を印刷したカードを、令和5年度の在籍者に加えて、令和6年度に入所した役職員全員に配付し、啓発した。また、コンプライアンスの基本的事項をまとめた「コンプライアンスガイドブック」の改訂を行った(年度単位で更新)。	

	した。(受講対象となる全役職員は全員受講) (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 37 研修の実施計画を作成、進捗管理を行った。また、当初計画から1件追加(研究マネジメント人材業務研修関係)し、計 38 研修に充実化させた。 (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、昨年度の在籍者に加えて、令和 6 年度に入所した役職員全員に配付し、啓発した。 (和文か英文のいずれかを配付) • また、コンプライアンスの基本的事項をまとめた「コンプライアンスガイドブック」の改訂を行った(年度単位で更新)。 • さらに、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」を改訂するとともに、「NICT職員となって二番目に読む冊子」を作成、拡充し、新規採用者研修等で活用した。 (研究不正の防止に向けた取組) • 上記の合同コンプライアンス研修において、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。 (法律関係業務の充実) • 法律関係業務として、法律相談の窓口業務、顧問弁護士との仲介業務、共同研究・受託・委託研究に係る契約に関する各部署への支援業務、機構に係る紛争・訴訟対応実務を実施した。また、法令や規程類(規程、細則、通知)に係る解釈、規程類の制定・改正に関する審査業務を実施したほか、規程類以外の		

	マニュアル及び覚書等の作成相談に対する助言を随時に行った。 (法令違反等への対応) 法令等に基づく手続きの漏れや遅延について、速やかに対応するとともに再発防止策を講じた。		
<評価の視点> 内部統制に係る体制整備のための必要な取組を推進したか。	7. 内部統制に係る体制の整備 (内部統制委員会) - 内部統制委員会を令和6年7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て「内部統制システムに係る課題対応整理表」を現行化し、主要課題とした3課題を中心に対応した。具体的には、経済安全保障についてのフォローアップ、ELSIに関する取組についてのフォローアップ、DX推進委員会の活動状況のフォローアップを行っている。 - また、リスクマネジメント委員会によるリスク管理の進捗状況等の報告に基づき、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。 (リスクマネジメント委員会) - リスクマネジメント委員会を令和6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、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。現在、同実施計画に基づき、PDCAサイクルによるリスク低減対応を実施している。具体的には、令和6年6月に Beyond 5G 関係リスク4件を、一般リスクに見直すとともに、直近発生の問題事例(6件)の新たなリスクとして追加した。また、令和6年11月に直近発生の問題事例(1件)を、新たなリスクとして追加し、現在、一般リスク79件をリスク管理している。このほか、予防的なリスクマネジメントの取組として、研究インテグリティの確保に関する取組、ジョブデ	7. 内部統制に係る体制の整備 - 内部統制委員会を令和6年7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て「内部統制システムに係る課題対応整理表」を現行化し、主要課題とした3課題を中心に対応した。 - リスクマネジメント委員会を令和6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、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。 - リスク対応計画に基づき、令和3年6月から「リスクマップ」を作成し、リスク管理するとともに、令和5年5月からは視覚的に分かりやすいビジュアル版のリスクマップを作成、更新し、機構内に周知し、役職員のリスク管理意識の浸透を図っている。	

	イスクリプションの取組、DX 化の取組及び法令対応漏れアラートについての報告と議論を行った。 • また、リスク対応計画に基づき、令和3年6月から「リスクマップ」を作成し、リスク管理するとともに、令和5年5月からは視覚的に分かりやすいビジュアル版のリスクマップを作成、更新し、機構内に周知し、役職員のリスク管理意識の浸透を図っている。令和6年度においても、リスクマネジメント委員会の開催毎に、最新のリスク対応計画の内容に更新し、継続的にリスク管理意識の浸透に取り組んでいる。 (研究インテグリティへの対応) • 「研究活動の国際化、オープン化に伴う新たなリスクに対する研究インテグリティの確保に係る対応方針について(令和3年4月27日統合イノベーション戦略推進会議決定)」をはじめとする政府方針・通知・要請等を踏まえ、令和5年4月より施行した「国立研究開発法人情報通信研究機構における研究インテグリティの確保に関する規程」に基づき、研究インテグリティ・マネジメント委員会と研究インテグリティ・マネジメント専門委員会をそれぞれ開催し、必要な措置の検討や機構内での情報共有を可能とする体制を構築した。また、機構内研究者に研究活動の透明性の確保を促すとともに、研究者に対し兼業や利益相反の有無について確認する自己点検を実施した。さらに、研究インテグリティに関する相談窓口を設置し、会合開催や研究者受入れについて、研究インテグリティの観点から確認を実施した。 (経済安全保障上の主要課題に関する対応) • 安全保障輸出管理の審査とも連携し、インテグリティとして確認が必要な事項等についての検討を行った。経済安全保障上の主要課題に関する対応については、経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律(経済安全保障推進法)が令和4年5月に成立し、令和4年8月から施行されるなど、国家及び国民の安全を経済面から確保するための取組の強化・推進が求められている。	• 研究インテグリティへの対応に関しては、政府方針・通知・要請等を踏まえ、令和5年4月より施行した研究インテグリティの確保に関する規程に基づき、研究インテグリティ・マネジメント委員会と研究インテグリティ・マネジメント専門委員会をそれぞれ開催、必要な措置の検討や機構内での情報共有を可能とする体制を構築した。また、機構内研究者に研究活動の透明性の確保を促すとともに、研究者に対し兼業や利益相反の有無について確認する自己点検を実施した。さらに、研究インテグリティに関する相談窓口を設置し、会合開催や研究者受入れについて、研究インテグリティの観点から確認を実施するとともに、安全保障輸出管理の審査等とも連携し、インテグリティとして確認が必要な事項等についての検討を行った。	

	政府の方針等に基づき、経済安全保障上の主要課題について情報収集や関係各所と連携を行うとともに、リスクマネジメントの観点のみではなく、新たな課題に対する機構内の内部統制全般の観点から取り組むべき課題として内部統制委員会での報告を行い、検討に付した。		
＜評価の視点＞ - 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。 - 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。 - 独立行政法人等の保有する情報の公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。	8. 情報公開の推進等 - 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。 - 令和6年度における法人文書の開示請求は0件であった。 - 令和6年度における個人情報の開示請求は0件であった。 - 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。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。	8. 情報公開の推進等 法人文書の開示請求に対して、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律に基づき、適切に対応した。	

4. その他参考情報