



国立研究開発法人 情報通信研究機構の業務実績の概要 令和2年度及び第4期中長期目標期間期末

令和3年5月14日

国立研究開発法人
情報通信研究機構

調査No.	第4期中長期計画		本資料ページ
	大項目	中項目	
No. 1	I 研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置	1. センシング基盤分野 (1) リモートセンシング技術 (2) 宇宙環境計測技術 (3) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術) (4) 電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)	3~6
No. 2		2. 統合ICT基盤分野 (1) 革新的ネットワーク技術 (2) ワイヤレスネットワーク基盤技術 (3) フォトニックネットワーク基盤技術 (4) 光アクセス基盤技術 (5) 衛星通信技術	7~11
No. 3		3. データ活用基盤分野 (1) 音声翻訳・対話システム高度化技術 (2) 社会知解析技術 (3) 実空間情報分析技術 (4) 脳情報通信技術	12~15
No. 4		4. サイバーセキュリティ分野 (1) サイバーセキュリティ技術 (2) セキュリティ検証プラットフォーム構築活用技術 (3) 暗号技術	16~18
No. 5		5. フロンティア研究分野 (1) 量子情報通信技術 (2) 新規ICTデバイス技術 (3) フロンティアICT領域技術	19~21
No. 6		2. 研究開発成果を最大化するための業務 1. 技術実証及び社会実証を可能とするテストベッド構築 2. オープンイノベーション創出に向けた取組の強化 3. 耐災害ICTの実現に向けた取組の推進 4. 戦略的な標準化活動の推進 5. 研究開発成果の国際展開の強化 6. サイバーセキュリティに関する演習 7. パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査	22~38
		3. 機構法第14条 1. 第3号(標準電波の発射、標準時の通報) 2. 第4号(宇宙天気予報) 3. 第5号(無線設備の機器の試験・較正)	

調査No.	第4期中長期計画		本資料ページ
	大項目	中項目	
No. 7	I 研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置	4. 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、国際研究集会開催支援、ジャパントラスト) 2. 情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援 3. 民間基盤技術研究促進業務 4. ICT人材の育成の取組 5. その他の業務	39
No. 8		II 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置 1. 動機的・弾力的な資源配分 2. 調達等の合理化 3. 業務の電子化の推進 4. 業務の効率化 5. 組織体制の見直し	40~41
No. 9		III 予算計画(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画 1. 一般勘定 2. 自己収入等の拡大 3. 基盤技術研究促進勘定 4. 債務保証勘定 5. 出資勘定	42
		IV 短期借入金の限度額	
		V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画 VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画 VII 余剰金の使途	
No. 10	VIII その他主務省令で定める業務運営に関する事項 1. 施設及び設備に関する計画 2. 人事に関する計画 3. 積立金の使途 4. 研究開発成果の積極的な情報発信 5. 知的財産の活用推進 6. 情報セキュリティ対策の推進 7. コンプライアンスの確保 8. 内部統制に係る体制の整備 9. 情報公開の推進等	42~43	

本資料では、令和2年度の実績を区別することなく、5年間の内容を一括で説明いたします。説明資料中では、令和2年度の実績の背景色を「クリーム色」としております。

未来社会を開拓する 世界最先端のICT

センシング基盤分野

ゲリラ豪雨などの早期捕捉につながる
リモートセンシング技術、電波伝搬等に
影響を与える宇宙環境を計測・予測する
宇宙環境計測技術 など

みる

データ利活用基盤分野

AI技術を利用した**多言語音声翻訳
技術**、社会における問題とそれに関
連する情報を発見する**社会知解
析技術**、**脳情報通信技術** など

つくる

サイバーセキュリティ分野

次世代の**サイバー攻撃分析技術**、
IoTデバイスにも実装可能な**軽量
暗号・認証技術** など

まもる

フロンティア研究分野

盗聴・解読の危険性が無い**量子光ネット
ワーク技術**、酸化ガリウムを利用する
デバイスや深紫外光を発生させる
デバイスの開発技術 など

ひら拓く

統合ICT基盤分野

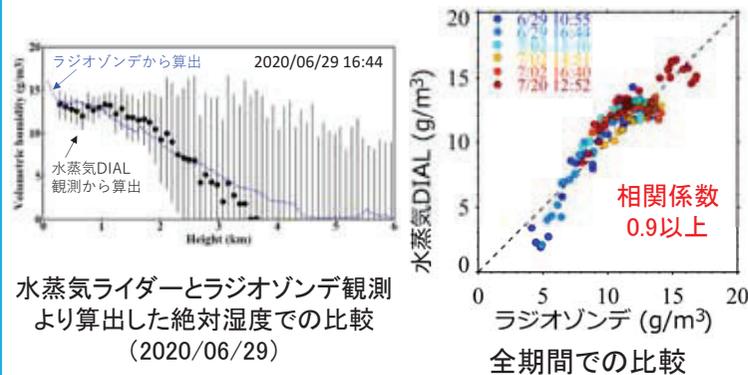
IoTを実現する**革新的ネットワーク技術**、
人・モノ・データ・情報等あらゆるもの
を繋ぐ**ワイヤレスネットワーク技術**、
世界最高水準の**光ファイバー網**実現に
向けた**大容量マルチコア光交換技術** など

つな繋ぐ

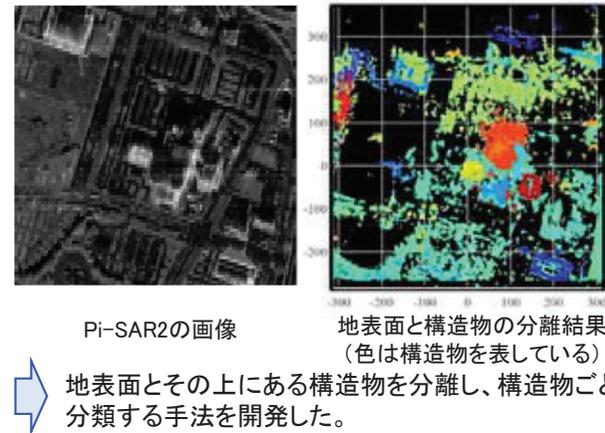
研究内容及び実績

- ① 大気中の水蒸気量観測の実現に向けて、令和元年度に開発した高出力パルスレーザの発振波長を広範囲にわたり長期間安定して制御できる手法を開発。2μm帯高出力パルスレーザ技術とCO₂差分吸収ライダー技術を融合させた「地上設置型水蒸気・風ライダー」を令和2年度に完成させ、ラジオゾンデによる同期観測結果との比較により水蒸気観測性能を検証し、目標とした湿度±10%を達成。
- ② 画質(空間分解能等)を限界まで高めた次世代航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR X3)の初期機能・性能確認試験の予備実験を実施。人工構造物の自動抽出手法、AI技術(深層学習)による土地被覆分類、地表の高分解能3次元イメージングの更なる高度化により、地表と構造物群を分離する手法を完成。
- ③ 雲エアロゾル放射ミッション衛星搭載雲プロファイリングレーダーの地上検証用雲レーダー2台を完成。従来より10倍高い感度で雲エコーの連続観測を開始。デジタルビームフォーミング手法で雲エコーの水平分布を短時間で取得できる雲レーダーシステムを完成。
- ④ 惑星水エネルギー探査を目指した衛星搭載テラヘルツセンサ研究開発「開発期間短縮・低価格・超小型軽量」を実現。また、衛星ビッグデータなどから、革新的アルゴリズムにより新たな価値を創造し、COVID-19前後の「空気キレイ度マップ」など天気予報企業から発信。
- ⑤ 電磁波を用いた非破壊センシング技術について、マイクロ波及びアクティブ赤外線技術をインフラ分野へ、THzパルス波・ミリ波イメージング技術を文化財分野に、それぞれNICTが開発した技術を移転して社会での活用につなげ、当該プロジェクトを完了。

① 水蒸気ライダーのラジオゾンデによる性能評価



② 地表と構造物群の分離手法の開発



④ 先進的テラヘルツ衛星技術

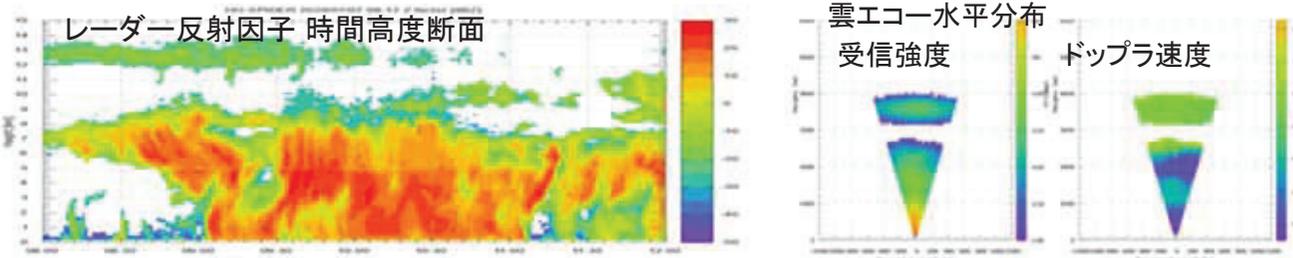
高周波により超小型軽量の衛星センサを実現。低コストで高頻度な衛星打上げに貢献。新たな周波数等により、人類未踏の地球や惑星の姿を明らかに。

独自の数理モデルを用いてグローバルBDを解析、これまでにない価値を創造し、新たな世界産業の創出等に貢献。

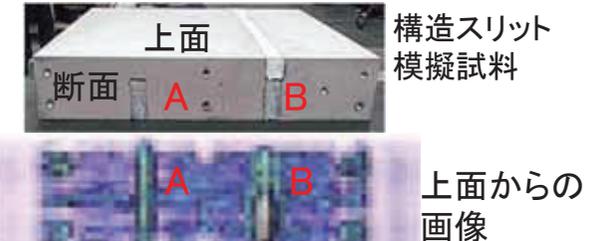
2020/3/3 「新型コロナ流行で中国の大気汚染は低下」

超小型THz宇宙センサ

③ 地上雲レーダーによる雲の連続観測と水平分布観測



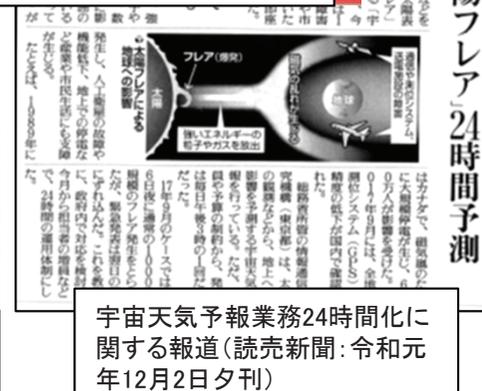
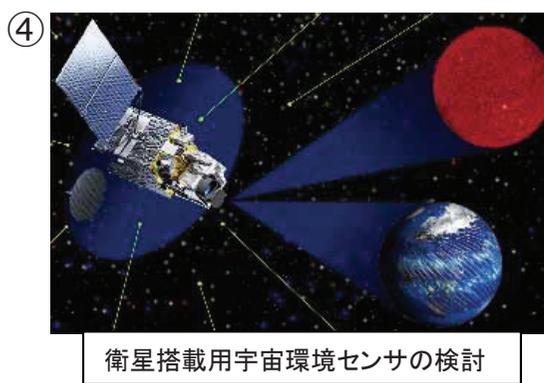
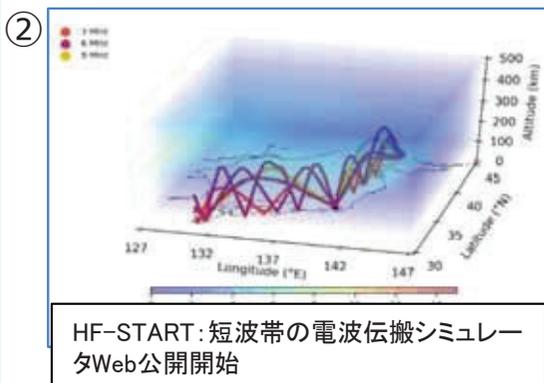
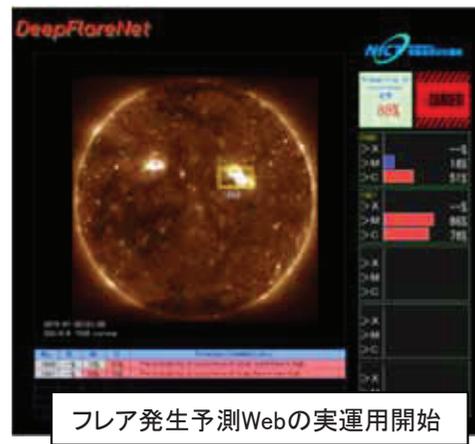
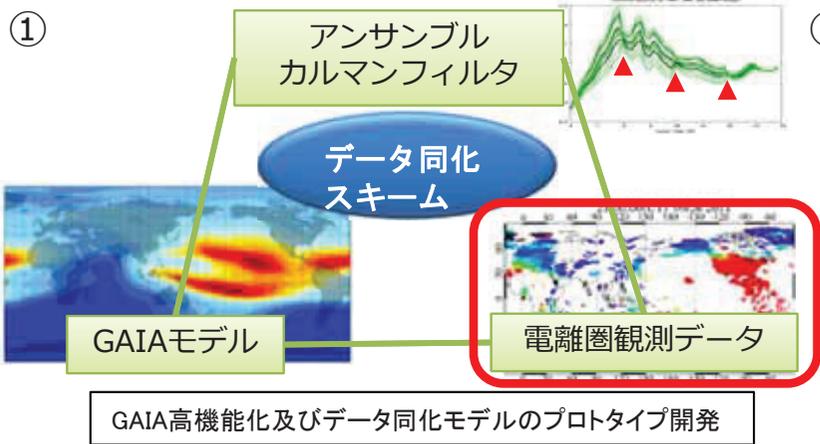
⑤ マイクロ波によるコンクリート建造物調査例



構造スリットの存在をコンクリートの上から確認できることを実証した。

研究内容及び実績

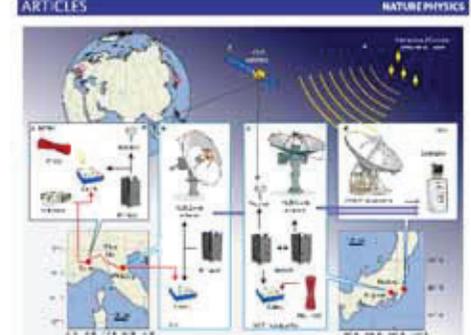
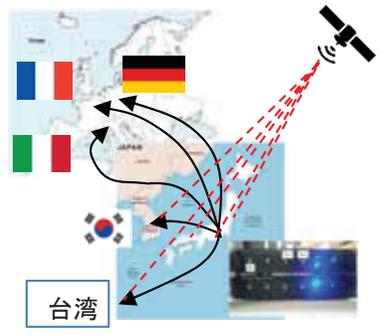
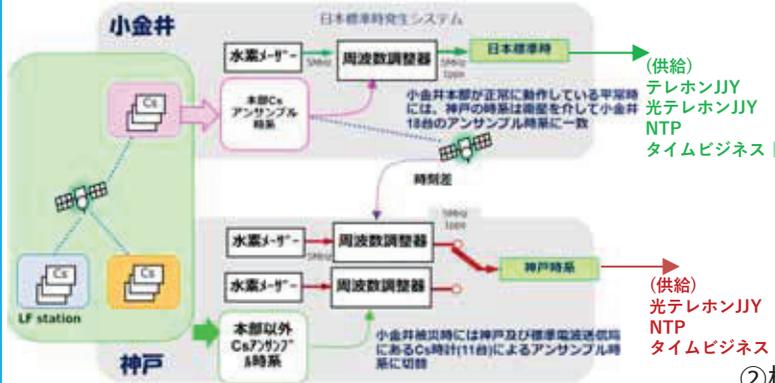
- ① 大気電離圏モデル(GAIA)の高機能化を進めるとともに、データ同化モデルとして、アンサンブルデータ同化の実装、電離圏観測データ(全球TEC)の同化実験を実施するなど、GAIAデータ同化プロトタイプの開発を推進。
- ② 様々な3次元電離圏電子密度分布に対応する電波伝搬シミュレーター(HF-START)を開発し、観測データとの比較による検証を実施。電離圏リアルタイムトモグラフィーと結合することによりリアルタイム予測を実現し、ウェブサービスで予測結果を提供する運用を令和2年度に開始。
- ③ AI技術を利用した太陽フレア発生確率予報システムを開発し、ウェブサービスで発生確率予報を提供する運用を開始。
- ④ 中長期的展望に立ち、関係省庁や民間とも連携し、衛星搭載用宇宙環境センサの開発の実現に向けた検討を開始。
- ⑤ 令和元年に国際民間航空機関(ICAO)グローバル宇宙天気センターとして、宇宙天気情報をICAOに定常的に提供する業務を開始。また急激に変化する太陽活動とその社会影響に対応するため、宇宙天気予報業務の24時間化を実現。
- ⑥ 宇宙天気予報精度向上に資する複数の国際連携を推進し、平成30年には駐米日本大使館において国際会議を主催。



NICT 1-1-(3) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術) ~ 中長期計画期間の主要な成果 ~

研究内容及び実績

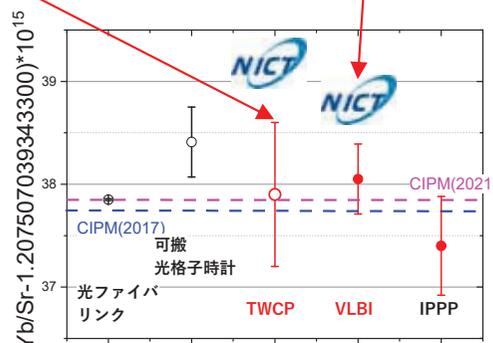
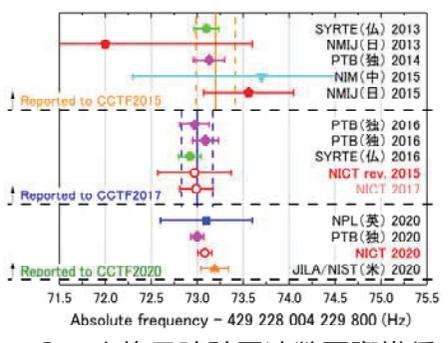
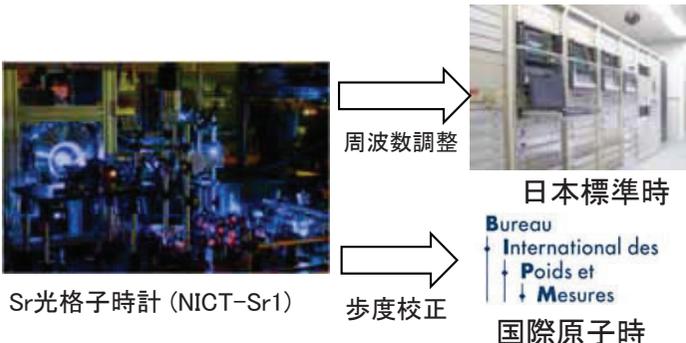
- ①日本標準時システムの**神戸副局を設置**し、時系生成および光電話回線やNTPによる時刻供給の**定常的な冗長性を確立**。また本部・神戸・標準電波送信所2カ所の各時系の統合により、より安定的な時系が生成できることを確認。
- ①②**ストロンチウム(Sr)光格子時計**を利用した時系信号の生成に成功し、日本標準時の歩度校正を実現。また光時計として世界で初めて**国際原子時のオンタイム歩度校正**を実現し、**インジウムイオン光時計**と共に国際推奨周波数値の更新に貢献。
- ②超長基線電波干渉計(VLBI)技術を用いて、**日本-イタリア間の光格子時計の周波数比**を不確かさ 3×10^{-16} で決定。またパルサー信号のX線との同時観測を実施し、これらの成果を**高IF誌(Nature Physics, Science)に発表**。
- ②機構開発の衛星搬送波利用周波数比較法(TWCP)の**比較能力が 10^{-17} レベル**であることを実証し、日韓間の光格子時計周波数比較を実現。また同手法のモデムを**技術移転して商品化**し、複数の外国機関で購入され利用を開始。
- ③チップスケール原子時計(CSAC)について、携帯端末に搭載するために必須となる**低消費電力のGHz発振器**や、**MEMSアルカリ金属セル**を開発して原子時計動作を実現し、セルの長寿命化が可能であることを実証。
- ④コロナ禍の中、**感染防止対策に徹底した運用体制**を組むことにより、国家標準となる原子時計群を安定に維持し、協定世界時との時刻差を概ね20ns以内に維持。標準電波の発射時間率は**5年間平均99.99%**で安定運用。光電話回線やインターネットを用いた時刻供給の停止時間は**5年間で1時間未満**。



① 日本標準時システムの4局分散冗長体制の確立

②標準時システムや諸外国で試用・②小金井-鹿島-イタリア間VLBIリンク活用が進む衛星時刻比較用モデムによる日欧光格子時計周波数比較

③CSAC搭載用
左下: 3.4GHz帯高安定MEMS発振器
右上: MEMSアルカリ金属セル
(MEMS: Micro Electro Mechanical System)



①②光格子時計を国際原子時や標準時の維持に活用

②Sr光格子時計周波数国際推奨値に貢献したデータ

②これまで報告されたYb/Sr周波数比

	サービス停止時間 (16/04~21/03)
標準電波	5時間16分
テレホンJJY	2時間35分
光テレホンJJY	0分
専用線NTP	0分
タイムビジネス	0分
公開NTP	40分

④今中長期計画期間での各供給サービスのダウンタイム

研究内容及び実績

- ① 産業技術総合研究所との共同研究により、**世界で初めて140～330 GHzの国家標準にトレーサブルな電力標準を開発し**、その成果が**著名な国際学術論文誌に掲載される【平成29年度】**とともに、**300GHz帯まで切れ目のない電力計較正サービスを世界で初めて開始【令和2年度】**。これにより、「無線設備からの不要発射(スプリアス)に対する新規制(新スプリアス規格)の移行期限(令和4年)の1年以上前に無線設備の新規制への適合証明の取得に必要なミリ波帯電力計の較正を可能としてほしい」との**無線機器メーカー等の要望に遅滞なく対応**。これにより、次世代の無線設備の性能を正確に評価できる高精度測定技術及び較正技術を確立。
- ② ミリ波帯までの生体組織の電気定数データベースを開発し【平成30年度】、5G等で用いられる準ミリ波・ミリ波帯において人体に入射する電波の強度と体温上昇の関係を定量的に明らかにし、その成果が**国際学術論文誌に掲載される【平成29年度】**とともに、WHOが推奨し、我が国やEU各国等で参照される**国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)の国際ガイドライン改定版に反映【令和2年度】**。また、5G端末等が電波防護指針を満足していることを簡便かつ高精度に確認する方法を開発し、成果が**著名な国際学術論文誌(IF>4)に掲載されるとともに【平成30年度】**、国際電気標準化会議(IEC)技術報告書に採用され【平成30年度】、**IEC国際規格投票用委員会原案(CDV)に反映された【令和元年度】**。これにより、総務省情報通信審議会の答申を経て、**世界に先駆けてわが国における5G人体防護規制(電波法関連規則・告示)が導入【令和元年度】**。さらに、提案手法の技術移転を進め、提案手法に基づく5G端末等の評価システムが**世界で初めて販売開始【令和元年度】**。これらにより、準ミリ波・ミリ波帯における電波防護指針の再検証・改良がなされ、5G端末等が電波防護指針を満足していることを確認する手法が確立され、5G等の最新・次世代無線設備の安全かつ安心な利用を実現。

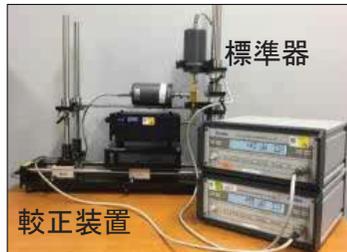
① 無線機器のスプリアス規格の変更に伴い規格にあった無線機器の運用が必要です

ITU-R勧告SM.329-10における指針

基本周波数範囲	測定に関する実効数範囲	
	下限	上限
9 kHz～100 MHz	9 kHz	1 GHz
100 MHz～300 MHz	9 kHz	10倍の高調波
300 MHz～600 MHz	30 MHz	3 GHz
600 MHz～5.2 GHz	30 MHz	5倍の高調波
5.2 GHz～13 GHz	30 MHz	26 GHz
13 GHz～150 GHz	30 MHz	2倍の高調波
150 GHz～300 GHz	30 MHz	300GHz



開発した標準器(等温制御型ツインドライカロリメータ)

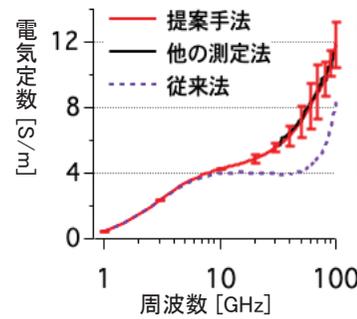


標準器

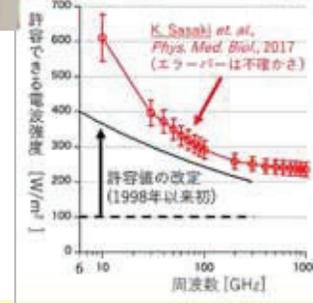
較正装置

300GHz帯までの切れ目のない電力計較正サービス開始(世界初)

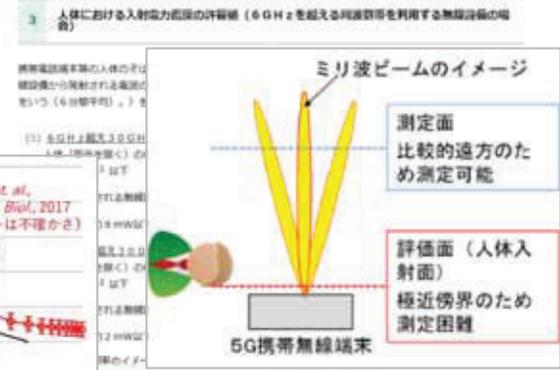
②



生体組織の電気定数測定システムの開発とデータベース構築



ミリ波電波ばく露時の体表温度上昇特性を精密に評価した論文が国際ガイドラインに反映



5G端末等の簡便かつ高精度な評価方法を開発し、世界に先駆けた我が国の5G人体防護規制に反映。

研究内容及び実績

世界最高峰学会論文

- ① 情報・コンテンツ指向型ネットワーク(ICN/CCN)に関する研究として、
 - ・高品質ストリーミングを実現するトランスポート技術(L4C2)、CCNトランスポート、経路制御技術と連携するキャッシュ分散技術等多くの技術を設計・評価。L4C2は世界最高峰の国際学会IEEE Infocom^{*1}に採録、その他IEEE ComMag.、IEEE TNSM、TNSE、IoT J等にも採録。
 - ・ICN/CCN通信基本ソフトウェアとしてCeforeを開発しオープンソースとして公開継続。Ceforeの検証環境としての大規模ネットワークエミュレータ、ICNグローバルテストベッドも開発し公開。研究成果の具現化と将来指針を示すためオンライン授業システムフィールド実験等のICNアプリ開発・実験検証を実施。
- ② ネットワークの利用者からの要求に応じたサービス間の資源分配・調停及び論理網構築等の自動化に求められる分散制御技術として、
 - ・機械学習組み込みネットワークの資源分配自動調停技術^{*4}アルゴリズムを設計・評価。国内キャリアと連携し、管理が異なるネットワークの自動制御実験に成功。
- ③ ネットワークインフラ構造やトラフィック変動状況等に基づくサービス品質保証技術に関する研究として、
 - ・2階層からなるIoTエッジコンピューティングアーキテクチャを提唱し、省電力エッジインフラ資源割り当て方式を設計・評価。エッジインフラ・プラットフォーム技術を確立し、テストベッドを構築してパイロットサービスを研究者向けに提供開始。IoTサービス事業者によるライドシェア・見守り、スマート空調の技術実証に適用。
- ④ 成果展開を見据えた産学官連携として、標準化活動を実施。
 - ・IETFにて、マルチキャスト通信路探索機能が標準化(RFC)認定。他、IETF1件、IRTF(ネットワーク内符号化等)3件がR3年度前半に標準化(RFC)認定見込み。
 - ・ITU-Tにて、勧告Y.3074、Y.3177が勧告承認。また、AI/機械学習適用のネットワークに関してR3年度前半に勧告承認見込み。

① ICN/CCNに関する研究

高品質ストリーミングを実現するトランスポート技術(L4C2, IEEE Infocomにて発表)

多ノード同時配信

マルチキャスト

冗長データ付与

ネットワーク内コーディング

ロス時も再生可能

再送処理

複数ルートで確実に転送

マルチパス

通信環境に応じた画質で動画を配信

低画質 高画質

競合トラフィックの発生・収束

QoE(ユーザ体感品質)

制御トラフィック

最大25%向上

80%削減

(1) Cefore(オープンソース), (2) ネットワークエミュレータ, (3) ICNグローバルテストベッド(日欧を中心とした複数拠点)

開発/検証環境

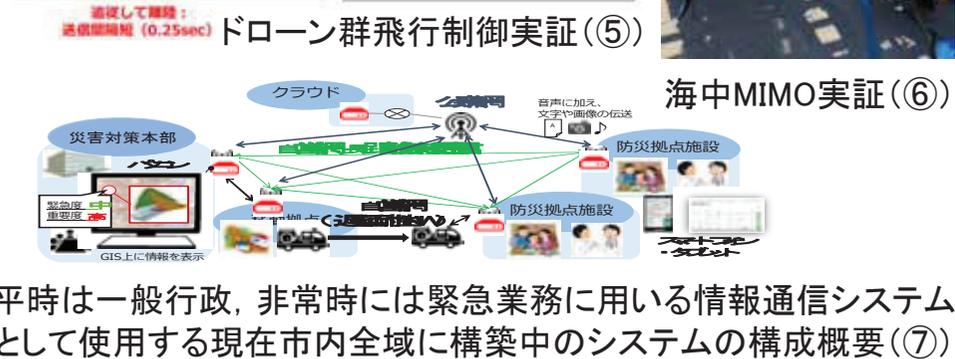
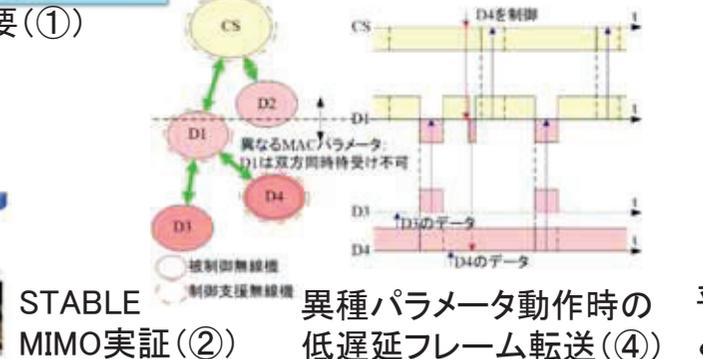
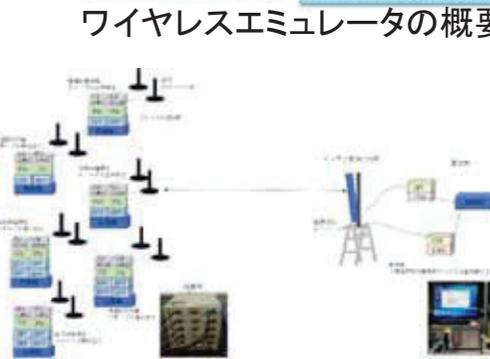
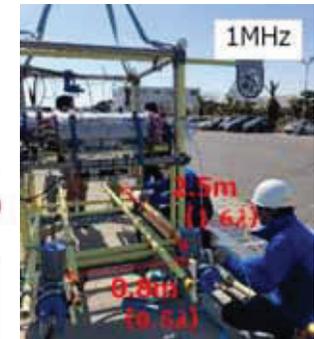
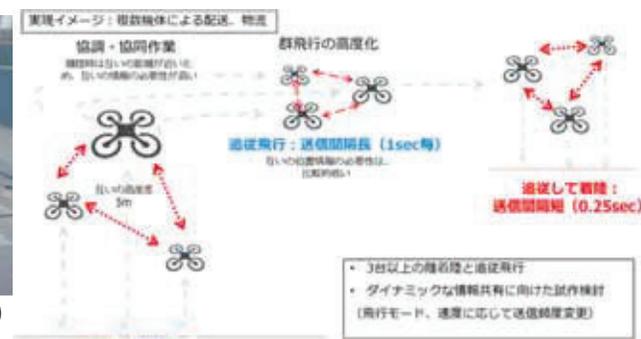
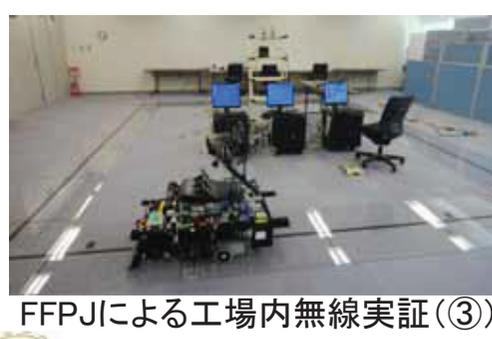
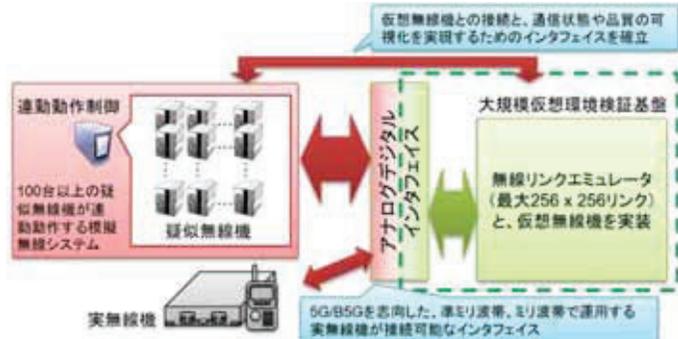
④ ITU-TおよびIETF/IRTFにおける国際標準化活動

年度	平成29	平成30	令和元	令和2
① 情報・コンテンツ指向型ネットワーク		<p>Proposed Standard</p> <p>・ IETF RFC8487 : マルチキャスト通信路探索機能</p>		<p>U617 勧告承認見込</p> <ul style="list-style-type: none"> ITU-T Y.ICN-interworking : IoT-ICNフレームワーク IETF RFC: IGMP/MLDプロトコル拡張 IRTF RFC: CCNトレースプログラム IRTF RFC: ICN名前解決に関する機能要件 IRTF RFC: ネットワーク内符号化機能要件 <p>U6B 認定見込</p> <p>U6E 認定見込</p> <p>U6I 認定見込</p> <p>U6B 認定見込</p>
			<p>勧告承認</p> <p>・ ITU-T Y.3074 : IoT-DSフレームワーク提案</p>	<p>勧告承認</p> <p>・ ITU-T Y.3177 : AIネットワーク資源制御</p>
② ネットワーク構築自動制御	<p>勧告承認</p> <p>・ ITU-T Y.3071 : Data-aware networking (DAN) 要求条件</p>		<p>補足文書承認</p> <p>・ ITU-T Y.Sup55 : AIネットワークユースケース</p>	<p>U617 勧告承認見込</p> <ul style="list-style-type: none"> ITU-T Y.ML-IMT2020-serv-prov AIネットワークサービスデザイン

*1: IEEE Infocom: (International Conference on Computer Communications)(ネットワーク分野の世界最高峰カンファレンス), *2: IEEE ComMag (Communications Magazine、インパクトファクタ 11.052), *3: IEEE IoT Journal (インパクトファクタ 9.515) (インパクトファクタ値は令和3年4月現在), *4: ARCA: Autonomic Resource Control Architecture

研究内容及び実績

- ① ローカル5G制度化に貢献し、プライベートマイクロセル導入による5G可用性向上技術として、鉄道環境での接続時間短縮、防災用途高精細映像伝送等を実証。またワイヤレスエミュレータ、最大2倍の周波数効率が期待されるFull duplex基地局実装等、B5Gを志向した研究開発も推進。
- ② 5G接続性向上に資する低遅延・多数接続両立型無線アクセス技術STABLEを開発し、遅延4ms以下の複数端末接続を実証。MIMO適用で接続数・伝送品質向上を図り、10台端末局の同一リソース・同時接続でパケット誤り率10%以下を実現。モビリティに関する拡張検討・標準化を推進。
- ③ 中立性を有する公的機関として工場の無線運用形態を追求する「FFPJ」を立ち上げ、国内企業間連携の下、実工場内でデータ取得と検証実験を主導。IEEE 802標準化にも寄与し、認証の確立に資するデータを取得。物流と5Gを含めた「Flexible Society Project」の活動への発展に貢献。
- ④ 要件に応じた端末網動作実証を目的とし、SUNのMAC仕様拡張による自律分散的な多数端末間動作や、工場等干渉状況下でのPAN内異種通信パラメータ動作を検討し、制御用データの低遅延交換動作や、センシングデータの結合伝送制御動作の実証に成功。
- ⑤ 適用環境拡張を目的とした基地局に依存しないシステム要件として、ドローン間協調動作(10km規模)、人工知能(AI)やロボットを活用するシステムのレイテンシ保証・高可用性を検討。可用性を実現しながら、レイテンシ保証のための時間同期等を確保するMAC制御を実証。
- ⑥ 海中作業型無人機への搭載を想定した電波を用いた通信、およびセンシング技術の研究開発を推進し、2x2 MIMOの適用により、1mの距離で1Mb/s以上の通信実証に成功。また、海底面を利用する電波伝搬を通信に応用し、1MHzの周波数において約1.5倍の伝搬距離拡張を実証。
- ⑦ 今期開発・実証に成功した災害時等に有効な無線ネットワーク技術を搭載したシステムを自治体が採用し、R2-R3年度にかけて構築中。



数多くの
世界記録

研究内容及び実績

超大容量マルチコアネットワークシステム技術として、

①空間スーパーモード伝送基盤技術

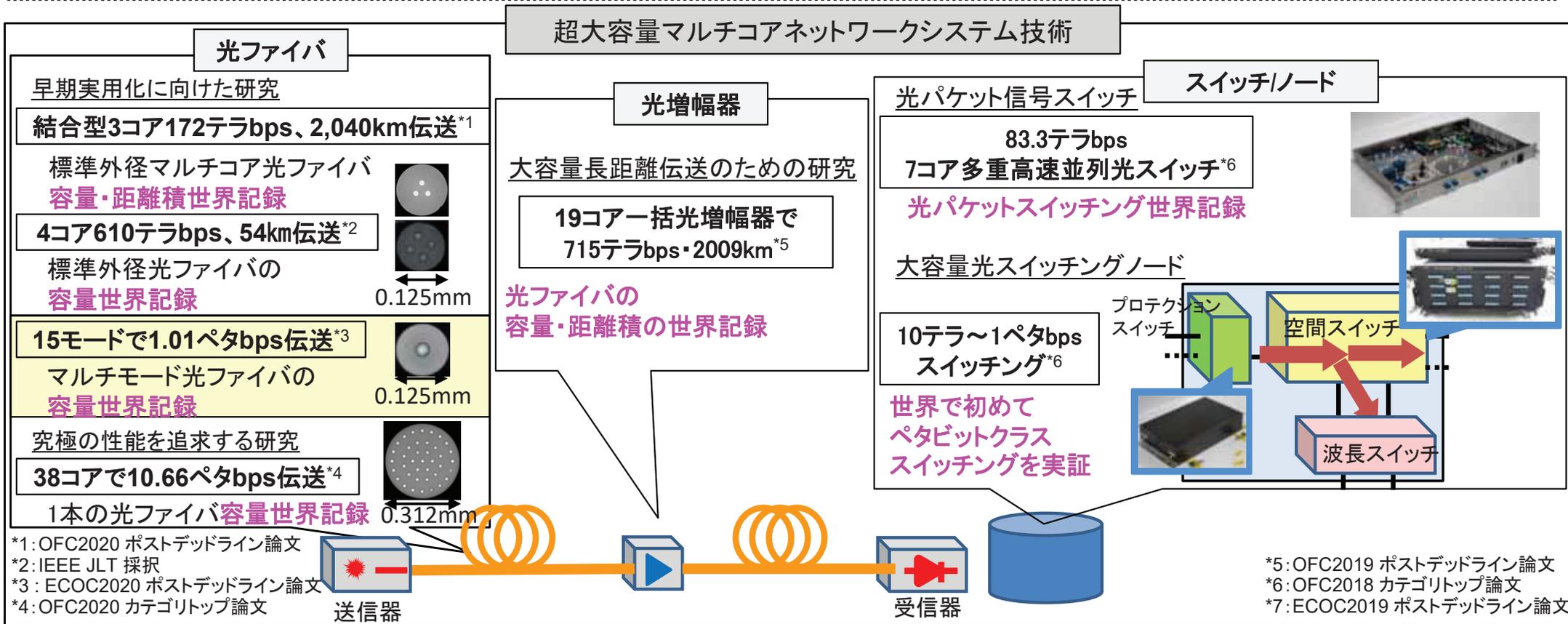
- ・標準外径(0.125mm)光ファイバ容量・距離積の世界記録 (結合型3コア172テラbps、2040km伝送)と、容量の世界記録 (4コア610テラbps、54km伝送)。
- ・1本の光ファイバ容量世界記録(38コア・3モード、10.66ペタbps伝送)。マルチモード光ファイバ伝送容量世界記録(15モード、1.01ペタbps伝送)。
- ・容量・距離積の世界記録、波長範囲が広い19コア一括光増幅器を用いて、高密度345波長、715テラbps・2009km伝送成功。

②空間多重方式をベースとしたハードウェアシステム技術

- ・光パケットスイッチング世界記録、切替速度ナノ秒の電界吸収型光スイッチ素子を並列化、7コア多重光パケットスイッチング83.3テラbps成功。
- ・大容量光スイッチングノードを用いて様々な運用方法を実証、世界で初めて1ペタbps超級光パススイッチングに成功。

③産学官連携による研究推進及び社会実装を目指したフィールド試験実証

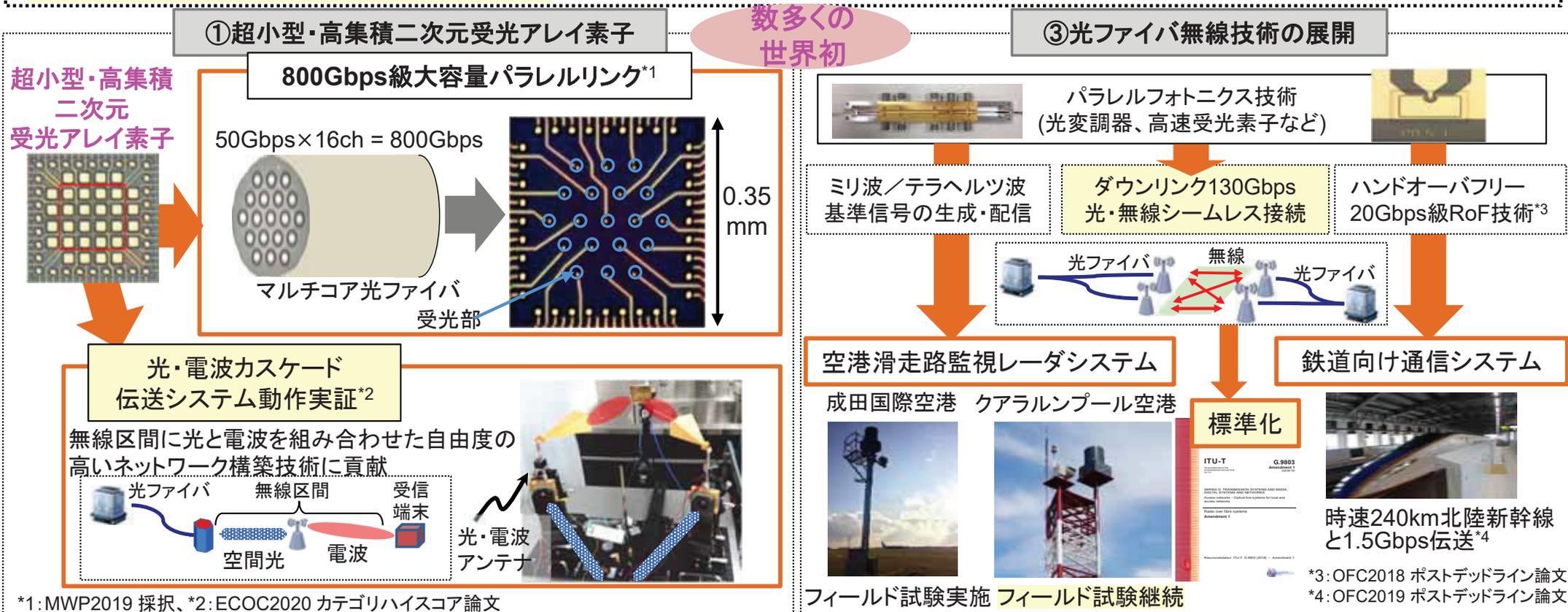
- ・産学との連携により開発した標準外径マルチコア光ファイバの実環境テストベッドがイタリアに敷設され、ラクイア大学と共同でフィールド試験を実施。



研究内容及び実績

アクセス系に係る光基盤技術として、

- ① **パラレルフォトニクス**: 光・高周波クロストーク制御技術を基に一素子あたり20GHz以上で動作する超小型・高集積二次元受光アレイ素子を世界に先駆け開発。本素子をマルチコア光ファイバと結合し、**世界初の800Gbps級大容量パラレルリンク成功**。また、空間光伝送では大容量100Gbps伝送、ビームのトレランス性能が高い**40Gbps級PAM信号伝送に世界で初めて成功**、さらに、**光・電波カスケード伝送システムの動作実証に世界で初めて成功**。
- ② **100Gアクセスに係る基盤技術**: 広帯域中間周波数多重を用いた90GHz帯光ファイバ無線技術の世界に先駆け開発し、中長期計画を大幅に上回る**世界最大容量ダウンリンク130Gbpsとアップリンク50Gbpsの光無線シームレス接続に成功**。
- ③ **高速移動体等に対する10Gbps級データ伝送の社会実証**: ハンドオーバーフリー・高速移動体用光ファイバ無線(RoF)技術を開発し、20Gbps級の高速セル切り替えを可能とする基盤技術を確立、産官連携で本技術を利用した鉄道向け通信システムを開発、**時速240kmで走行する北陸新幹線とミリ波による1.5Gbpsの伝送実験に成功**。また、RoF技術を利用した空港滑走路監視レーダシステムを産官連携で開発、**成田国際空港滑走路にレーダシステムを設置し連続運用フィールド試験実施**。さらにマレーシアのクアラルンプール空港等と協議を重ね、レーダ設置プラン等を確定、フィールド試験を継続実施。ITU-T G.9803への寄書提出。日本ITU協会より功績賞授与。

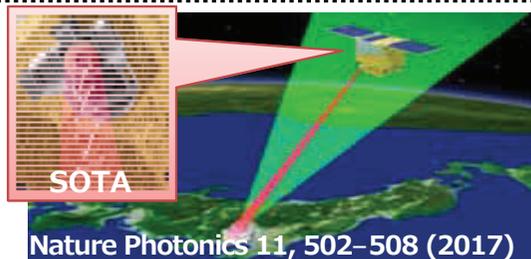


*1: MWP2019 採択、*2: ECOC2020 カテゴリハイスコア論文

*3: OFC2018 ポストデッドライン論文
*4: OFC2019 ポストデッドライン論文

研究内容及び実績

- ① 小型光トランスポンダ(SOTA)を用いた50kg級小型衛星-地上間光通信実験を成功すると共に、世界で初めて量子通信の基礎実験に成功。成果をNature Photonics誌に論文掲載。さらに、衛星搭載超小型光送信機(VSOTA)のRISESATへの搭載や、国内の民間企業と共同で国際宇宙ステーション(ISS)の搭載小型衛星光通信実験装置(SOLISS)等を用いて光通信宇宙実証を成功し、「2020年度グッドデザイン賞」を受賞。
- ② 2023年打上げ予定の技術試験衛星9号機(ETS-9)の通信ミッション全体を統括し、ビーコン送信機器・光通信機器間の噛み合わせ試験準備及びビーコン送信機器の試験を完了。デジタルチャネライザを用いたハイスループット衛星の周波数フレキシブル化について、国内誌上論文掲載及び、IEEEのフラグシップ会議であるInternational Conference on Communications 2017 (ICC 2017)においてBest Paper Awardを受賞(共著)。
- ③ 静止衛星に対して10Gbps級の世界初の伝送速度を実現するため、ETS-9搭載用の超高速先進光通信機器(HICALI)の研究開発を推進し、光送受信部、制御部、光学部の詳細設計～製造を実施中。開発中の一部サブコンポーネントの納期が遅延したが、対策に目途を立てた。
- ④ 将来の衛星通信技術の取組として、衛星通信と5Gの連携推進を目的に欧州宇宙機関(ESA)との基本合意書を改定し、ワークショップ開催や衛星5Gトライアルの計画を開始。国内では衛星通信-5G/Beyond 5G連携に関する国内19機関による検討会を立ち上げ、検討成果を報告書で公開。これを発展させ、機構が事務局となるスペースICT推進フォーラムと、その下での5G/B5G連携技術と光通信の分科会を立ち上げ、5G/B5GにおけるNTNの異種ネットワーク統合と利用を牽引。光衛星通信関連の国際会議IEEE ICSOS 2017と2019を開催し、コミュニティ形成を推進。
- ⑤ ITU-RやAPTにおいて、移動衛星通信と地上網の統合MSSシステムや、次世代アクセス技術統合化及び伝搬等の標準化に貢献し報告書を完成。更にIoTへの衛星技術の応用について新提案を行い、報告書が進行中。また、CCSDSにおいて、機構がエディタとなりグリーンブック(解説資料)とマジェンダブック(推奨実践規範)を完成。1550nm波長での高データレート光通信のオレンジブック(予備検討規格)へ寄与し完成。



① SOTAを用いた世界初の衛星-地上間における量子通信基礎実験の成功



① SONY CSL/JAXAとの光衛星通信の共同実験



②③ ETS-9搭載通信ミッションとRF/光ハイブリッド衛星通信システムの開発



検討会を更に発展



④ 衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携に関する検討会開催(機構主催)とスペースICT推進フォーラム/分科会設立



④ IEEE ICSOS 2017/2019の開催



⑤ ITU-R標準化文書



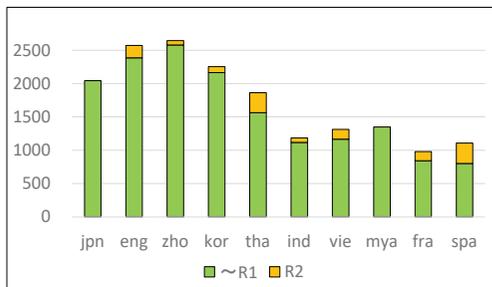
⑤ CCSDS標準化文書

研究内容及び実績

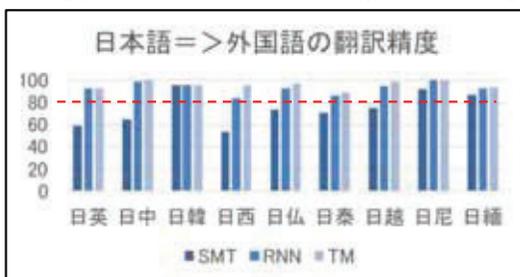
総務省のグローバルコミュニケーション計画に基づき令和2年までに10言語(*)を対象として実用レベルの音声翻訳技術を研究開発して社会実装することを目標として大規模コーパスの構築と先進的な技術の研究開発による多言語の音声認識・合成及び翻訳の精度向上を進めている。
(*)日、英、中、韓、スペイン、フランス、タイ、インドネシア、ベトナム、ミャンマー

- 【多言語音声コーパスの構築、音声の認識・合成技術の開発】GC10言語に関して17,200時間(対計画122%)の音声コーパスを構築。令和2年度は1,200時間を構築。GC10言語の実用レベルの音声認識・音声合成技術を開発し、商用ライセンスを提供中。令和2年度は、韓国語等4言語の音声認識をストレスない認識精度に改善、また、日本語の音声合成を肉声と遜色ない音質に改善。GC10言語について310万語の固有名詞辞書を構築。令和2年度は、92万語を整備。
- 【現場音声認識技術および混合言語音声対話技術の研究】GC10言語の言語識別技術を開発し、商用ライセンスを提供中。令和2年度は、プログレッシブ言語識別について、高精度を維持したままモデルサイズを1/4にコンパクト化。話者識別技術を開発し、国際大会INTERSPEECH2020における短い発話話者認識コンテストで34の国際研究チーム中準優勝を獲得。
- 【多言語・多分野対訳コーパスの構築、多言語・多分野の自動翻訳技術の開発】世界最大の話し言葉の対訳コーパス構築をGC10言語に関して完成。対訳データを収集する翻訳バンクのシステムを確立し令和2年2月に第2回オープンイノベーション大賞総務大臣賞受賞。令和2年度はオープンソースソフトウェアの分野を追加し更に多分野化を推進。翻訳精度80%以上の実用レベルの多言語自動翻訳エンジンを構築し、VoiceTra・TexTra への実装と技術移転を実現。
- 【対訳コーパスへの依存を最小化する技術や同時通訳の基礎技術の研究】対訳依存度最小化技術を改良し、特にUser Generated Text(UGT)に適用可能なアルゴリズムを創出。ニューラル翻訳のアルゴリズムを改良し、多分野の高精度システムの構築法を明確化。入力の途中で翻訳する同時通訳(漸次化)プロトタイプ構築し、同時通訳のための深層学習に基づいた実験用プログラムを開発。
- 【研究開発成果の社会実装】音声翻訳技術の研究開発成果であるソフトウェアやデータベースのライセンス実績は平成28年度の31件から57件(令和2年度新規3件)に増加。共同研究から実用化に至った事例や新サービスも生まれ、多言語音声翻訳プラットフォームのサービス提供と音声翻訳ソフトウェアのライセンス事業が開始され、利用が拡大。利用に関する報道数は確認できたもので418件(令和2年度59件)。

①多言語音声コーパスの構築



③多言語・多分野対訳コーパスの構築、多言語・多分野の自動翻訳技術の開発



⑤実証実験、共同研究から実用化へ(代表例)

警察
警察庁で多言語音声翻訳のオンプレサーバーを稼働開始。全国47都道府県警に合計5万台の専用スマートフォンやタブレットを配備。

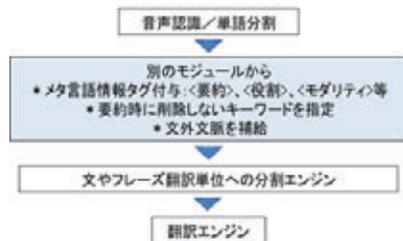
産業
Linux Foundation Japanに技術を提供し、オープンソース関連の対訳データで翻訳エンジンを高精度化していくエコシステムを創出

②話者言語識別技術の開発



国際大会INTERSPEECH2020 準優勝

④同時通訳の基礎技術の研究



防災
総務省消防庁 726本部中631(86.9%)の消防本部で活用[R3.1.1現在]

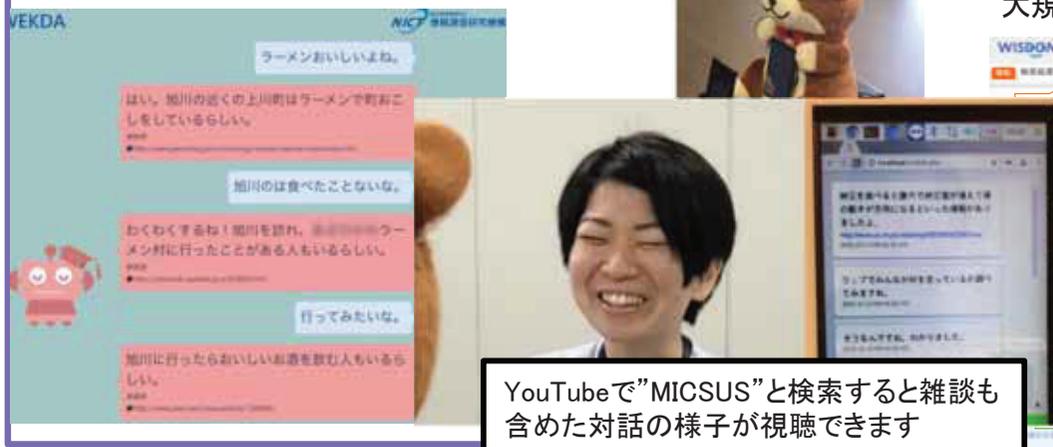
救急隊用音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」

生活
ソースネクスト
令和2年11月にシリーズ累計出荷台数80万台突破
クラウド型音声通訳機 POCKETALK® S/W

研究内容及び実績

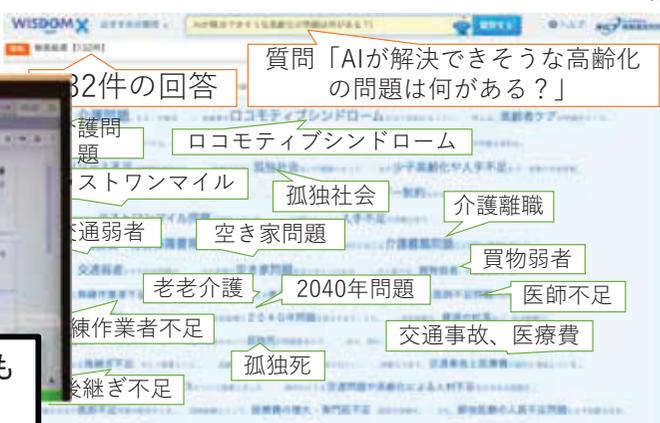
- ① Web40億ページの情報を元に雑談、質問応答に応じる次世代音声対話システムWEKDAを開発。このための独自技術、独自学習データとBERT、UniLM等の深層学習技術を組み合わせ、雑談対話技術、省略補完技術、文脈処理技術、質問応答技術を高精度化。民間企業に研究ライセンス、実証実験用API提供も実施。高精度化した深層学習ベースの質問応答技術を、前中長期計画期間中に一般公開した大規模Web情報分析システムWISDOM Xに搭載して、一般公開。これによりWISDOM XはWeb60億ページの情報を元に、より高精度で質問に回答可能に。
- ② 内閣府SIP第2期「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」の支援のもと、高齢者の健康状態を面談で自動チェックして介護作業の負担軽減を図るとともに、高齢者介護の質向上を狙ったマルチモーダル音声対話システムMICSUSをKDDI株式会社、NECソリューションイノベータ株式会社、株式会社日本総合研究所と共同で開発(令和4年度まで開発継続の予定)。NICTは、高齢者の社会的孤立回避と豊かな生活実現を狙ったWEKDAを活用した雑談対話機能と、高齢者の発話を柔軟に意味解釈する手法、対話結果要約機能等を開発。高齢者介護施設での実証実験を多数回実施し、高齢者発話の意味解釈で良好な精度を達成し、高齢者から高評価を得た。ビジネス化の検討も開始。
- ③ 前中長期期間に開発した並列化ミドルウェアRaSCの改良および、巨大ニューラルネットを自動的に分割し、並列深層学習を可能にして、巨大ニューラルネットの学習を容易に実現するミドルウェアRaNNCの開発を実施し一般公開。日本語深層学習モデル(BERT)の一部を一般公開。また、より大きなテキスト、バッチサイズ等で学習したBERT_largeを民間企業へライセンス。RaNNCを用い、さらに巨大な拡大版BERTの学習も実施し、精度向上を確認した。
- ④ 内閣府SIP第1期「レジリエントな防災・減災機能の強化」の支援のもと、災害時にTwitter上に一般市民から投稿される被災情報を分析、要約する災害状況要約システムD-SUMMを開発し、一般公開。前中長期計画期間中に一般公開した対災害情報分析システムDISAANAと合わせて、自治体等が実際の災害時に実活用し、鉄橋流失等の重大事象を他に先駆けて発見する等の成果を得た。また、自治体や自衛隊等の防災訓練に多数回参加。ビジネスライセンスによって複数の民間企業にソフトウェアも提供。内閣府SIP第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」にて(国研)防災科学技術研究所、株式会社ウェザーニューズと共同で防災チャットボットSOCDAを開発(令和4年度まで開発継続の予定)。神戸市での市民1万人を対象とするもの等、多数回の実証実験を実施。令和元年の台風19号では神戸市、三重県等で実活用。
- ⑤ 文部科学大臣表彰科学技術賞、志田林三郎賞、日本オープンイノベーション大賞等受賞。NHKスペシャル、一般紙一面等、約300件の報道。

- ①次世代音声対話システムWEKDA(左)と
- ②マルチモーダル音声対話システムMICSUS(右)



YouTubeで“MICSUS”と検索すると雑談も含めた対話の様子が視聴できます

①深層学習ベースの質問応答技術を搭載した大規模Web情報分析システムWISDOM X



④災害状況要約システムD-SUMMと平成29年九州北部豪雨で大分県庁が発見した被災情報赤枠は鉄橋流失を報じるツイート



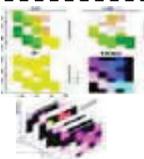
研究内容及び実績

- ① Society 5.0に向けたデータ利活用基盤を構築しSDGs達成に貢献すべく、様々な分野のセンシングデータから実空間のイベント情報を抽出・収集し横断的に組合せられるようにするイベントデータウェアハウスと、時空間的な局所性や連続性を考慮したイベント情報の相関パターンを発見・予測するデータマイニング手法や機械学習手法などのデータ連携分析基盤技術を開発。さらに、利活用に即したセンシングデータ収集を行うべく、携帯型カメラの画像ログ解析により目的に応じた環境品質情報を収集できるようにする技術を開発。ビッグデータ/AI分野のトップカンファレンス/ジャーナル(IEEE BigData, SSDBM, PAMI等)での論文採択や論文賞受賞、画像データ解析/映像検索の国際コンペ(imageCLEF, TRECVID)での上位入賞やトップレベルの評価獲得等、優れた学術成果を達成。
- ② データ連携分析基盤技術を実装したxDataプラットフォームを構築し、APIを公開。NICTリモートセンシングデータ等をはじめ11分野・30TB(非圧縮数百TB)のイベント情報をプラットフォーム上で連携可能にし、環境変化による交通・健康等の社会生活リスクの短期予測に応用。地域住民や研究者、技術者らが参加し、予測データを活用したスマートサービスを提案・試作するハッカソンや、分析モデルのベンチマーキングタスクなどを実施。データ連携による課題解決のアイデアを迅速に形にできることが、参加者アンケートや新聞報道、ベンチマーキング主催者からの表彰を通じ高く評価。
- ③ xDataプラットフォームのユーザ開発環境を提供し、サービス事業者など実証パートナーのデータやノウハウを活かしたデータ連携分析の社会実装を推進。自治体やスマートシティと連携した環境問題対策支援の実証実験を国内外で実施し、環境モニタリング事業者など実証参加企業の事業化に向けた技術移転の検討を開始。また、環境問題意識の高いASEAN地域の大学や企業と連携し、環境、観光、交通などのデータ連携スマートサービスの実証実験を実施(ベトナム、ブルネイ、フィリピン等)。総務省日ベトナムICT同作業部会(第3回, 令和元年度)でも取り上げられるなど、国際連携の取り組みを加速。xDataプラットフォームを活用した利用者巻き込み型のアプリケーション開発により、データ連携による課題解決のパートナーシップへとフォーメーション構築を進化。

異分野センシングデータの収集

- ・ 気象観測データ(降雨レーダー)
- ・ 環境モニタリングデータ(大気汚染等)
- ・ 交通データ(渋滞、事故、混雑等)
- ・ 車載センサーデータ(プローブカー等)
- ・ ウェアラブルセンサー(環境、活動量、画像ログ)
- ・ SNSデータ
- ・ レセプトデータ、など

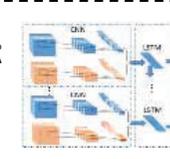
異分野データを組み合わせ
た複合イベント分析手法
(3D-CNN)



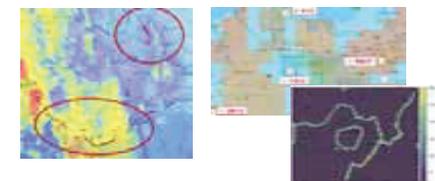
局所的に有用性の高い
相関ルールの発見手法
(WFI, SHUIM)

```
day=Thursday,
Hour=Peakhour (7-10 am),
MeshCode=5234252242,
minRainfall=0mm
⇒ Congestion = 300 to 600m
```

イベント間の
時空間相関パ
ターンの深層
学習手法
(DTL-CRNN)

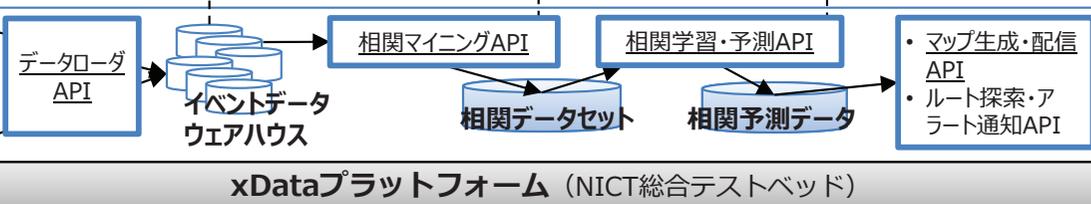


環境品質予測モデルの作成
異常気象による交通障害リスク
(左図)や大気汚染による健康リスク
(右図)などを予測(地域メッシュ・
ルート単位、1~12時間後)



利活用に即したデータ収集

小型環境センサーに加え、ドライブレコーダーやライフログカメラで取得した画像ログを解析し、利用者周辺の環境品質を予測(MMセンシング)



- ユーザ参加型開発(ハッカソン等)
- ・ 環境×健康データ収集・利活用(データソン): のべ80名(H29-30)
- ・ 異常気象時の交通リスク予測を用いたナビアプリ開発: 20名(H30)
- ・ ベンチマーキングタスクを通じた環境品質予測モデルの改善(MediaEval Insight for wellbeing): のべ22チーム(R1-2)。タスク自体も特別表彰(R1)



- 光化学オキシダントの注意報発令予測による早期警戒支援の社会実装(環境モニタリング事業者)
- ・ 事業者のスクリーニング条件設定により、誤発令の予測を70%削減



- リスク予測に適応したルート案内の実証実験
- ・ ウォーキング支援
- ・ カーナビ(委託研究課題201)
- ・ スマートシティ(ベトナム ダラット市)



研究内容及び実績

【脳活動の解明・モデル化】

- ① 脳機能のモデル化に向け、脳活動から視聴覚内容を解読する技術を開発。さらに脳活動モデルと人工知能技術の組み合わせにより、MRIによる新規脳活動計測を行わずに知覚および行動の推定を行える技術を開発。企業との連携によりニューロマーケティング技術の商用サービスへの展開に貢献(AAAIで発表)。
- ② 脳活動モデルの一層の高度化のため、人間の多様な認知機能(103課題)を対象に認知情報表現モデルと脳情報解読技術を開発(NatureCommunication誌に発表)。
- ③ 精緻なモデル化のため、脳内微細ネットワーク構造と機能の関係を解析し、アルファ波周波数や立体視力と対応した白質繊維の同定に成功(PNAS, eNeuro等に発表)。
- ④ 社会の中での人間の健全な活動に資する脳活動解析を行い、扁桃体の脳活動から主観的うつ傾向を予測する技術を開発するとともに、緊張ストレスによる運動パフォーマンス低下のメカニズムを同定(NatreHumanBehaviour, NatureCommunication等に発表)。

【応用研究開発】

- ⑤ ドライ電極を用いたワイヤレス脳波計を開発し、脳波のニューロフィードバックトレーニングによる英語リスニング能力向上を実現するとともに、英語習熟度を反映する脳波を発見し、英語習熟度評価技術を開発(PlosOne等に発表)。
- ⑥ 運動と脳活動の関係を解明するため、独自技術である次世代型筋骨格モデルを開発進化させ、企業へのライセンス契約を実現。また、エキスパート(例えば、車いすアスリート)の脳活動の特徴解析に成功し、脳の身体認知機能の右半球領域における発達過程を初めて解明(CerebralCortex, Develop.Neurobiol.等に発表)。

【脳活動計測の高度化】

- ⑦ 脳活動と視知覚の因果関係を実証し、特に、ジッター錯視がアルファ波のリズムで生じていることを発見するとともに、この錯視周波数から脳波を推定する技術を開発。脳波計を用いないアルファ波推定技術の可能性を提示(CurrentBiol, NatureHumanBehaviour, NatureCommunication等に発表)。
- ⑧ 7T-MRIを用いて精緻なモデル化を実現するため、0.6mm角空間分解能でのfMRI-BOLD画像取得に成功し、また、新しい手法による灰白質白質描出や脳画像と脳血管画像分離に成功(NeuroImage, PlosOne等に発表)。
- ⑨ 皮質脳波BMI用完全埋込型システム開発に成功(神経信号処理用LSIを一体化、阪大他と連携)。さらにシステムの高度化のため、NICTの無線技術を活かした大容量神経信号通信システムや高密度多点神経電極の開発に成功(J. Neural Engineering等に発表)。

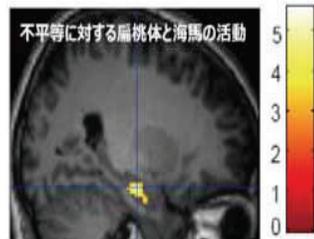
【オープンコラボレーション】

- ⑩ NICTのAIデータテストベッドから、脳情報通信研究に関する15のデータセットを一般に公開(R2年度に4件追加)(<https://ai-data.nict.go.jp/>で公開中)

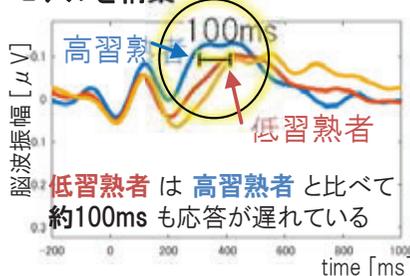
①CM動画視聴中の脳活動からの知覚情報定量解読例



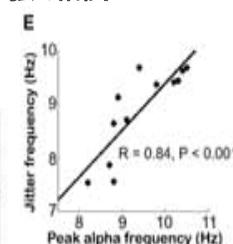
④主観的うつ傾向の解析に用いた扁桃体の活動



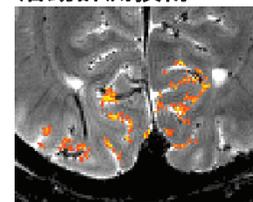
⑤英語リスニング時の脳波を指標とした習熟度評価モデルを構築



⑦アルファ波周波数とジッター周波数が強く相関



⑧7T-MRI 高分解能活動計測技術



0.6mm角空間分解能のfMRI画像

⑨皮質脳波BMI用完全埋込システム



②多様な認知機能を司る脳内認知表現空間の構造可視化例

研究内容及び実績

① N I R V A N A 改 の持続進化と成果展開

- サイバー攻撃統合分析プラットフォームの各種機能強化
- 脆弱性管理プラットフォーム N I R V A N A 改 式 開発
- **東京オリンピック・パラリンピックに向けた技術協力**

② Web媒介型攻撃対策プロジェクトWarpDrive始動

- Chrome用センサ：**参画ユーザ数10,000達成**（令和2年度末）
- Android用センサ：**参画ユーザ数3,000達成**（令和2年度末）
- 1日平均**400件の未知悪性Webサイト**を発見

③ サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリCURE開発

- 多種多様な**セキュリティ関連情報を集約・横断分析**
- インメモリデータベース実装+可視化エンジン実装
- **自然言語のセキュリティレポートやMITRE ATT&CK等を融合**

④ 機械学習とサイバーセキュリティの融合研究加速

- セキュリティ機器のアラートを**Isolation Forest**で絞り込み
- マルウェア感染活動の同期性を**GLASSO**で検出
- WarpDriveデータの**有害パス分析**によって危険ドメインを特定



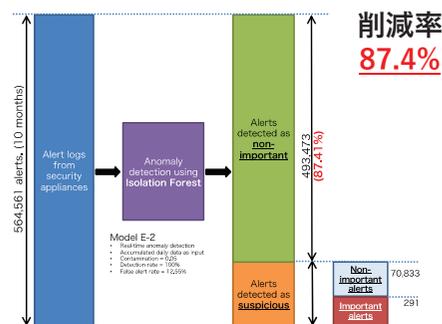
① N I R V A N A 改 アラート管理機能強化



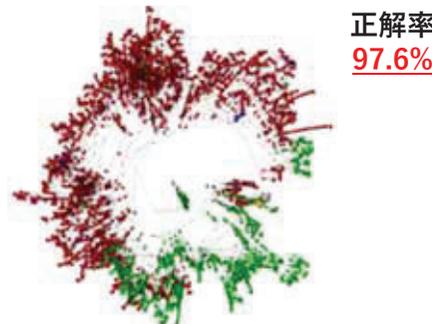
② WarpDrive ポータルサイト



③ CURE 可視化エンジン



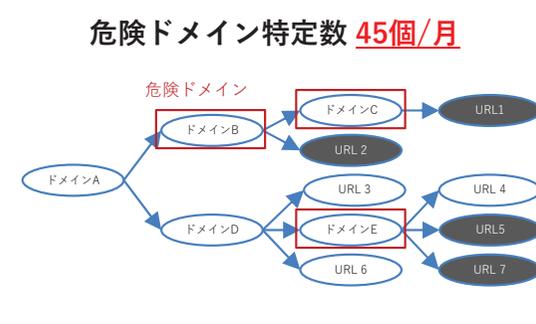
Isolation Forestによるアラートの削減 (ICONIP 2019)



系統樹によるIoTマルウェアのクラスタリング (ICONIP 2019)



GLASSOによる感染活動の同期性検出 (IEICE Trans D, 2020)



危険ドメインの特定 (RAID 2020)

④ 機械学習とサイバーセキュリティの融合研究加速

研究内容及び実績

① サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST 開発

- 企業サイズの **模擬環境を60並列で自動生成可能**なシステムを実現
- 模擬環境に実環境のIPアドレス転写を可能にする **Wormhole開発**

② STARDUST 攻撃元アトリビューション実証実験

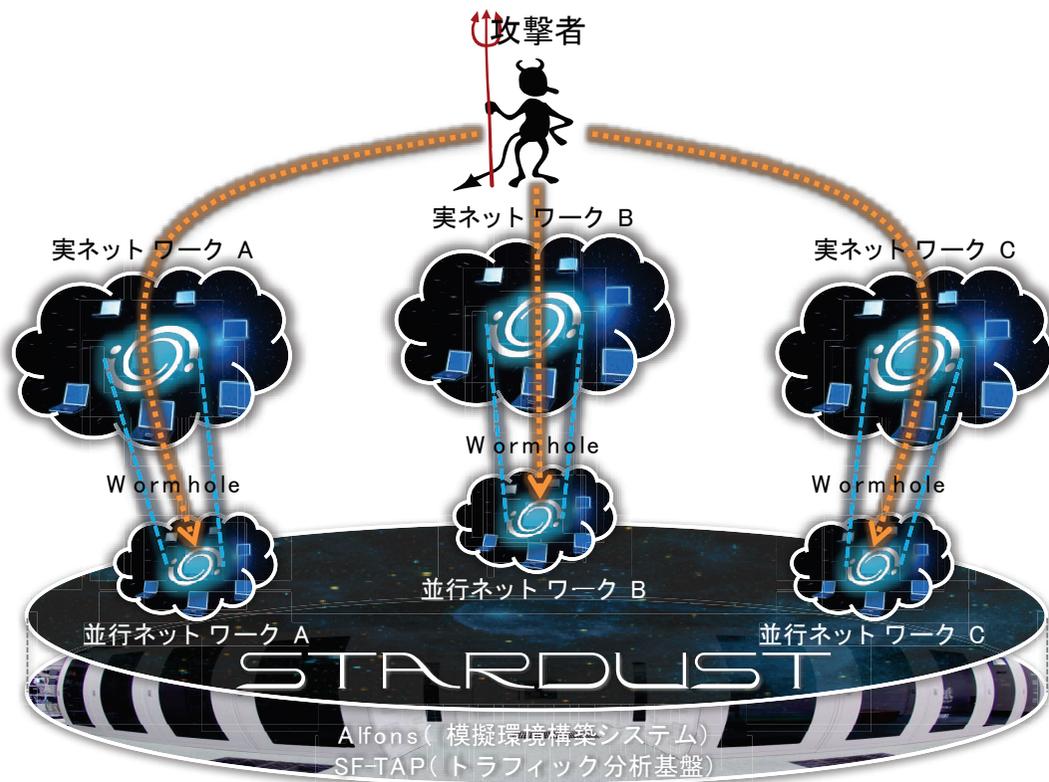
- 攻撃元追跡用 **Webビーコン入り模擬情報開発**
- **並行ネットワーク11並列、延べ250検体以上で実験**
NanoCoreの解析結果についてBotconf2020に採録
- Emotetの解析結果についてNICTER Blog 2件公表

③ STARDUSTの外部利活用拡大

- STARDUSTを用いた解析に **多数の外部連携機関が参画**
- **サイバー攻撃解析分科会**を開催し解析者コミュニティで解析情報共有

④ 機構内外でのサイバー演習支援

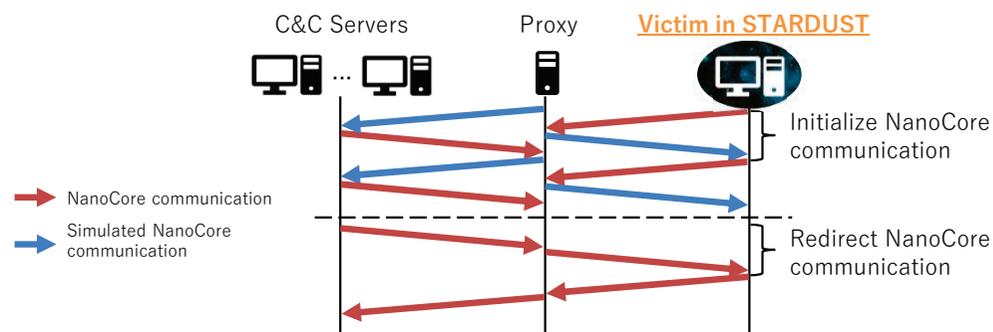
- 実践的サイバー防御演習「**CYDER**」への演習環境技術提供
- 堅牢化技術競技「**Hardening**」への演習環境技術提供
- NZ Waikato大学、台湾AIS3へのサイバー演習技術支援



① サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST



② ビーコンファイルによる攻撃元アトリビューション実証実験
攻撃者がビーコンファイル（模擬情報）を閲覧すると追跡用のビーコンを発信（注：図と実際の実験結果は異なる）



② NanoCore Hunter (NanoCoreをSTARDUST内で動作させ全C&Cを解析)

研究内容及び実績

- ① 機能性暗号技術: 小型衛星・小型ロケット用セキュア通信技術
 - ・ 情報理論的安全性を持つ暗号の「小型かつ民生部品での宇宙通信」における実現可能性を検証
 - ・ 群構造維持暗号技術等の論文が最高峰の国際会議に多数採録
- ② 暗号技術の安全性評価
 - ・ 耐量子計算機暗号・現代暗号の安全性評価
 - ・ CRYPTRECにおいて、「量子コンピュータ時代に向けた暗号の在り方検討TF」を開催
- ③ プライバシー保護技術
 - ・ 秘匿協調学習 DeepProtect の社会実装にむけて、5銀行と協力し実証実験(協調学習のための)を実施

① 機能性暗号技術

地上局との通信を守る！
乗っ取りの防止・重要な情報の完全秘匿



観測ロケット打上げにおける
4つの極限環境で実現可能性の検証に成功

観測ロケットの画像は共同研究先(インターステラテクノロジズ株式会社)より提供

MOMO3	MOMO4	MOMO5	MOMO5
日本民間初の宇宙	緊急自動停止から着水	民生品で極寒	ロケット破損から着水

NewSpace時代の高信頼通信に寄与

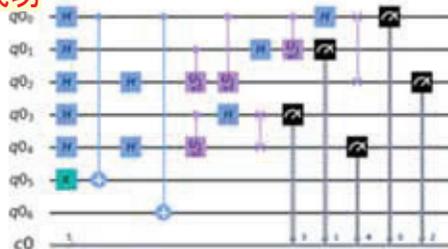
② 暗号技術の安全性評価

耐量子計算機暗号の安全性の見積もり

- ・ 格子暗号: 解読コンテストでノイズ0.005の場合に70変数を解読する等、世界記録を3回更新
- ・ 多変数公開鍵暗号: 解読コンテストで37変数を解読する等、2つの世界記録を更新

現代暗号の安全性の見積もり

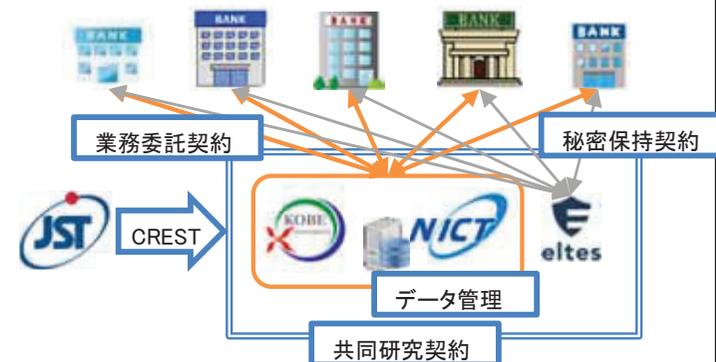
- ・ IBM社の超電導量子コンピュータを用いた離散対数問題の求解実験に世界で初めて成功



実験に用いた回路

③ プライバシー保護技術

プライバシーを保護しながら機械学習



- ・ 5銀行と業務委託契約を締結し、データを受領
- ・ 実証実験として、フェーズ0(個別解析)を終了し、フェーズ1(協調学習)を開始

研究内容及び実績

(ア)量子光ネットワーク技術

①-A: QKDプラットフォーム技術: 量子鍵配送(QKD)及び関連要素技術を開発し、顔認証による本人認証と機器認証を組み合わせ、Tokyo QKD Network 上に構築した 秘密分散ストレージネットワークに保管された生体データによる顔認証と、電子カルテデータの高速復元・高速書き込みの実証を、東京都の公的医療機関と共にデモンストレーションを実施。QKD鍵管理技術を応用した広域分散データバックアップネットワークを構築、実医療データを用いた実証実験を実施。(いずれも世界初) QKD技術の国際標準化に寄与し、特にITU-T初のQKD関連勧告成立に主導的役割。

①-B: 量子光伝送技術: 超小型衛星(SOCRATES)による光地上局との間での量子通信の基礎実験に成功。電通大-NICT間に光空間通信テストベッドを構築し、光空間通信における物理レイヤ暗号の原理実証、グループ鍵共有に成功。(いずれも世界初) GHz級高速物理レイヤ暗号システムの試作と動作実証を実施。

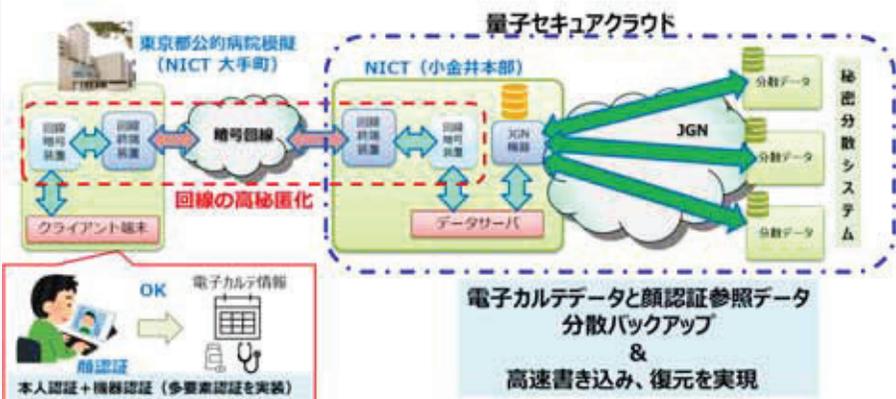
(イ)量子ノード技術

②-A: 光量子制御技術: 量子光源等の要素技術を開発し、量子もつれの非局所性増強実験等の新プロトコルの原理実証に成功。励起光源、光子検出系、光子対源の高度化により世界最高速の量子光源を実現。マルチユーザの新規量子暗号理論を確立。(いずれも世界初)

②-B: 量子計測標準技術: インジウムイオン光周波数精度を従来比60倍に改善(国際度量衡局の標準光周波数リスト更新に採用)。イオントラップシステムの各種要素技術の小型化を実現し、可搬型周波数標準技術を確立。イオントラップ技術を応用した量子通信基礎実験に成功。(いずれも世界初)

②-C: 量子インターフェース技術: 光子と超伝導人工原子が極めて強く結合した安定な分子状態を発見。超伝導量子回路人工原子系における従来比100倍の巨大な光シフトの観測・制御に成功。マイクロ波光子⇄超伝導量子ビット間量子結合技術を超強結合領域へ拡張するスキームを開発。非アルミニウムNbN 窒化物超伝導磁束量子ビット試作に成功。超(深)強結合領域の超伝導回路ハミルトニアン導出に成功。(いずれも世界初)

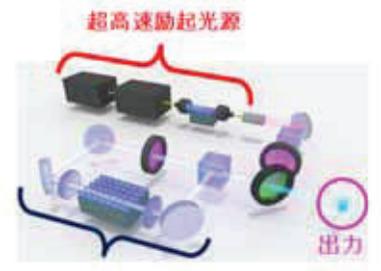
①-A QKD秘密分散ストレージネットワークの生体データ保管実証実験



①-B 光空間通信テストベッドにおける物理レイヤ暗号実証実験



②-A 世界最高速量子光源の開発



②-C 超(深)強結合領域を正しく記述する超伝導磁束量子ビット複合回路の正準ハミルトニアン導出に成功

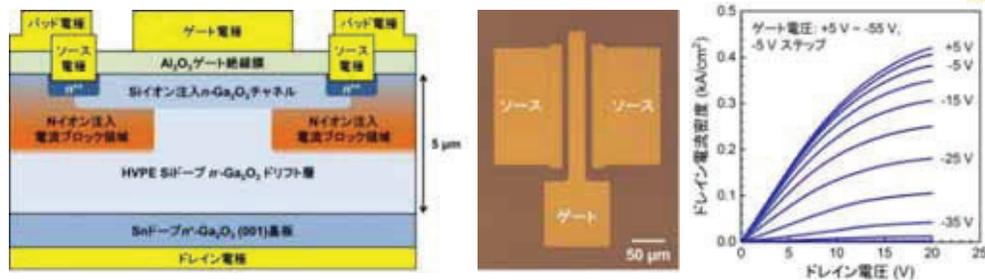
超伝導電気回路のΦ(磁束)とq(電荷)を正準量子化

$$\hat{\mathcal{H}}_{circ} = \frac{\hat{q}_1^2}{2C} + \frac{\hat{\Phi}_1^2}{2L_{LC}} + \frac{\hat{q}_2^2}{2C_j} - E_j \cos \left[2\pi \frac{(\hat{\Phi}_2 - \Phi_x)}{\Phi_0} \right] + \frac{\hat{\Phi}_2^2}{2L_{FQ}} - \frac{\hat{\Phi}_1 \hat{\Phi}_2}{L_{12}}$$

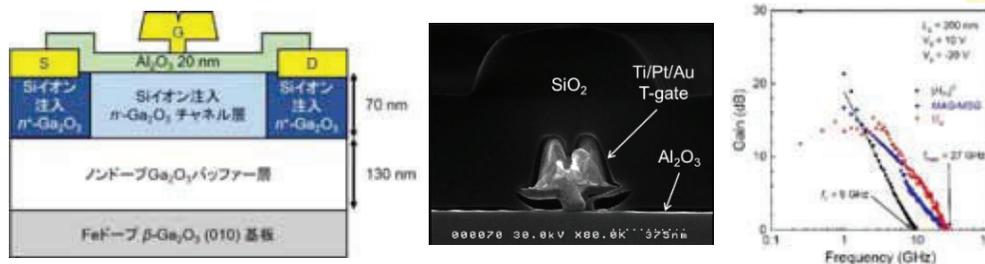
研究内容及び実績

- ①-A: 量産に適し、汎用性が高いシリコン (Si)、窒素 (N) イオン注入ドーピングプロセス(世界に先駆けて開発に成功)を用いて、ノーマリーオン、オフ両モードの縦型酸化ガリウム (Ga_2O_3) MOSFETの作製に成功、優れたデバイス特性を実現、平成30年12月報道発表。
- ①-B: 横型微細ゲート Ga_2O_3 MOSFETを作製し、優れた高周波デバイス特性を実現(最大発振周波数 $f_{\text{max}}=27$ GHzは Ga_2O_3 トランジスタ世界最高値)。
- ①-C: 横型 Ga_2O_3 MOSFETの高いガンマ線照射耐性を確認(宇宙応用のみならず、原子炉応用も期待できるレベルの優れた放射線耐性を実証)。
- ①-D: グリーンICTセンター報告の Ga_2O_3 論文: 多くの被引用回数、年々増加(平成28年 445回、平成29年 687回、平成30年 1,036回、令和元年 1,532回、令和2年 1,487回 : Web of Science 令和3年4月6日調べ)。
- ②-A: 深紫外LED(発光波長265nm)の世界最高出力を大幅に更新する光出力650mW超を達成(シングルチップ・室温・連続駆動)。
- ②-B: 深紫外LEDにおいて、電流駆動中の内部量子効率 (IQE) と電流注入効率 (CIE) を世界で初めて定量化することに成功。世界最高値となるIQE 77%を達成。Optics Express誌ハイライト論文に選出。
- ②-C: 深紫外LEDの内部光吸収の抑制、更なる量子効率の改善に向けて、六方晶窒化ホウ素 (h-BN) / AlGaNヘテロ構造の低温 (300°C) 製膜技術を開発。深紫外領域での高透過性 (~99% @ $\lambda=265\text{nm}$) を世界で初めて実証。

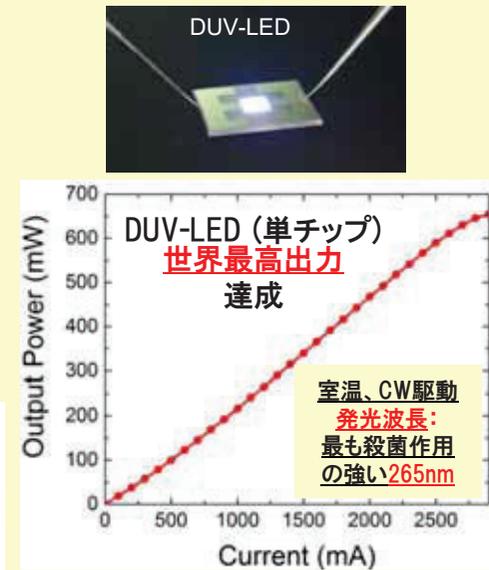
②-A深紫外LEDの世界最高出力を大幅更新 ②-B内部量子効率77%(世界最高値)を実証



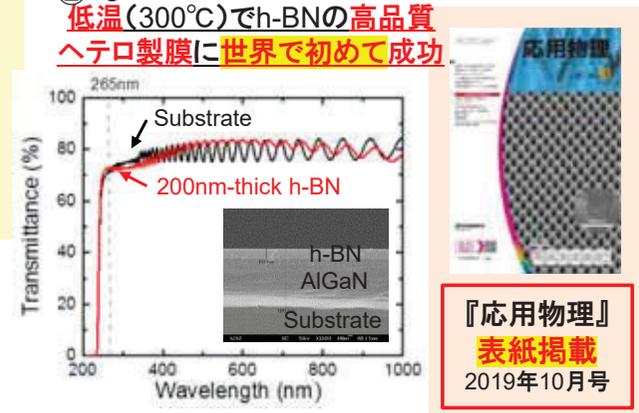
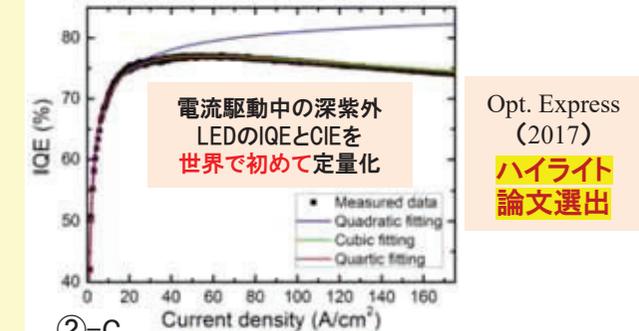
①-A 縦型ノーマリーオン Ga_2O_3 トランジスタの(左)断面構造模式図、(中)ゲート部分電子顕微鏡像、(右)DC電流-電圧出力特性



①-B 横型高周波 Ga_2O_3 MOSFETの(左)断面構造模式図、(中)ゲート部分電子顕微鏡像、(右)RF小信号特性(ゲート長 0.2 μm)



②-A 深紫外LED(単チップ)世界最高出力達成
室温、CW駆動
発光波長: 最も殺菌作用の強い265nm
受賞(平成30年7月)
第32回 独創性を拓く先端技術大賞
フジサンケイビジネスアイ賞

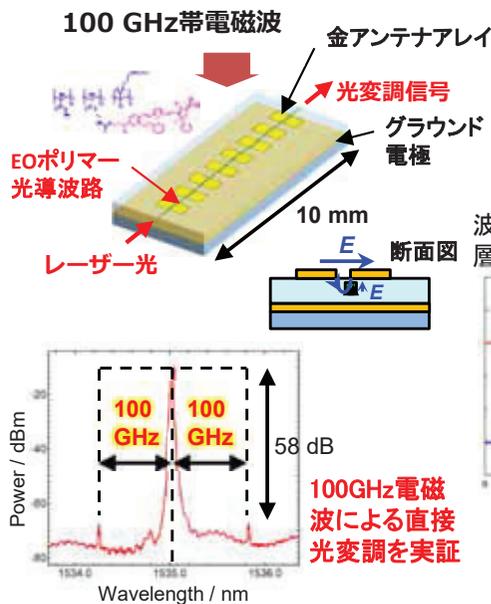


②-B 内部量子効率77%(世界最高値)を実証
電流駆動中の深紫外LEDのIQEとCIEを世界で初めて定量化
Opt. Express (2017) ハイライト論文選出
②-C 低温(300°C)でh-BNの高品質ヘテロ製膜に世界で初めて成功
『応用物理』表紙掲載 2019年10月号

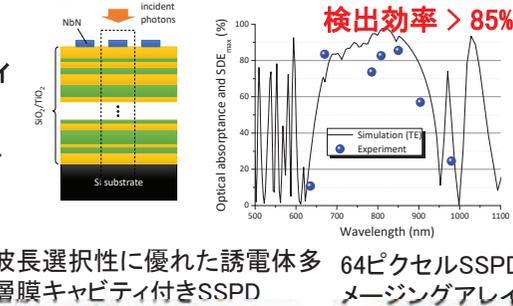
研究内容及び実績

- ①-A: 独自開発【平成29年】のEOポリマー膜転写法の汎用プロセス技術を開発、グラウンド電極を有するEOポリマー導波路THz検出器を試作し、次世代高速無線通信(Beyond 5G/6G)へ向けた技術基盤として、100GHz電磁波による直接光変調を実証【令和2年】。論文掲載3件、特願2017-161292。
- ①-B: 超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SSPD)の広範な応用展開を可能とする広波長帯域化、マルチピクセル化に成功。自在な検出波長選択性、64ピクセルSSPDアレイによる単一光子感度のイメージングを実現。論文掲載7件、報道発表3件、令和2年度前島密賞受賞。
- ②-A: シリコンCMOSによるワンチップ300GHz送受信集積回路を実現、100Gbps超無線伝送を達成、世界最高峰の国際会議IEEE ISSCCに2回採択【平成28, 30年】、国際会議IEEE RFIT で最優秀Award受賞【平成29年】、集積回路最高峰論文誌IEEE JSCCに2本掲載【平成28年, 令和元年】。300GHzトランシーバの開発と無線伝送実験の成果について、前島密賞を受賞【平成30年】。
- ②-B: 275GHz以上の周波数における国際標準化活動を行い、IEEE Std 802.15.3dの成立やITU-R世界無線会議(WRC-19)においてテラヘルツ周波数帯を陸上移動業務と固定業務に特定化することに貢献。これらの活動に関し、ARIB電波功労賞【平成29年】、ITU協会賞功績賞【平成30年】、日本規格協会 産業標準化事業表彰経済産業大臣表彰【令和元年】を受賞。
- ③-A: 自然界にある分子モジュールを組み合わせて新しい機能を持つ人工分子素子を創出する手法を提案、機能計測、性能評価を遂行し、手法の有効性を確認(Nat. Nanotech.(2017), Curr Opin Biotechnol.(2018), BBRC(2020), Biophys. Rev.(2020))。文部科学大臣表彰【平成28年～令和2年】
- ③-B: 化学物質に対するバクテリア出力波形処理法の検討、および混合物に対する識別能の定量的な評価を実施(特開2019-121258「情報処理装置およびセンシングシステム」特許第6631771号「微生物分析装置及び微生物分析方法」、企業との共同研究実施)。【平成28年～令和2年】

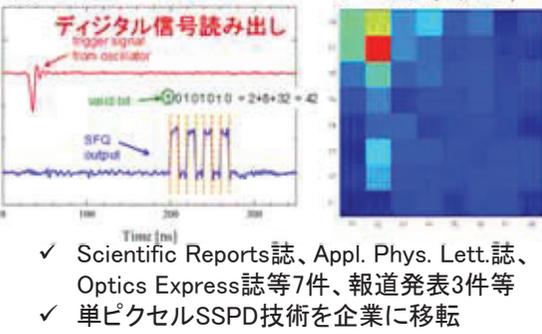
①-A
Si基板など様々な材料基板上へEOポリマーを転写する汎用的プロセス技術を開発



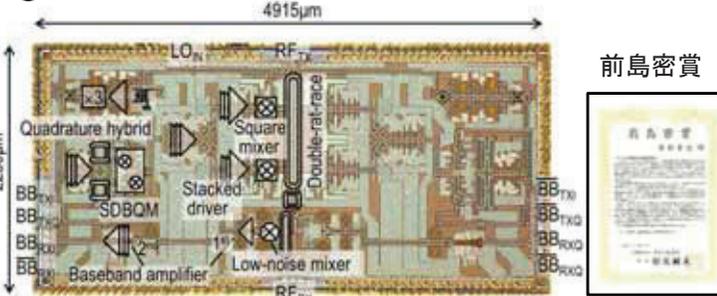
①-B
SSPDの広範な応用展開に向けた広波長帯域化、マルチピクセル化技術を開発



波長選択性に優れた誘電体多層膜キャビティ付きSSPD
64ピクセルSSPDイメージングアレイ



②-A 300GHzシリコンCMOSトランシーバ集積回路の顕微鏡写真



②-B
IEEE std 802.15.3d-2017の表紙



③-A 自然界にない新たな機能を持つ新規生体分子素子の設計・構築手法の開発に成功

<国際誌上发表>

- Nat Nanotech. (2017)
- Curr Opin Biotechnol (2018)
- BBRC (2020)
- Biophys. Rev. (2020)

<受賞>

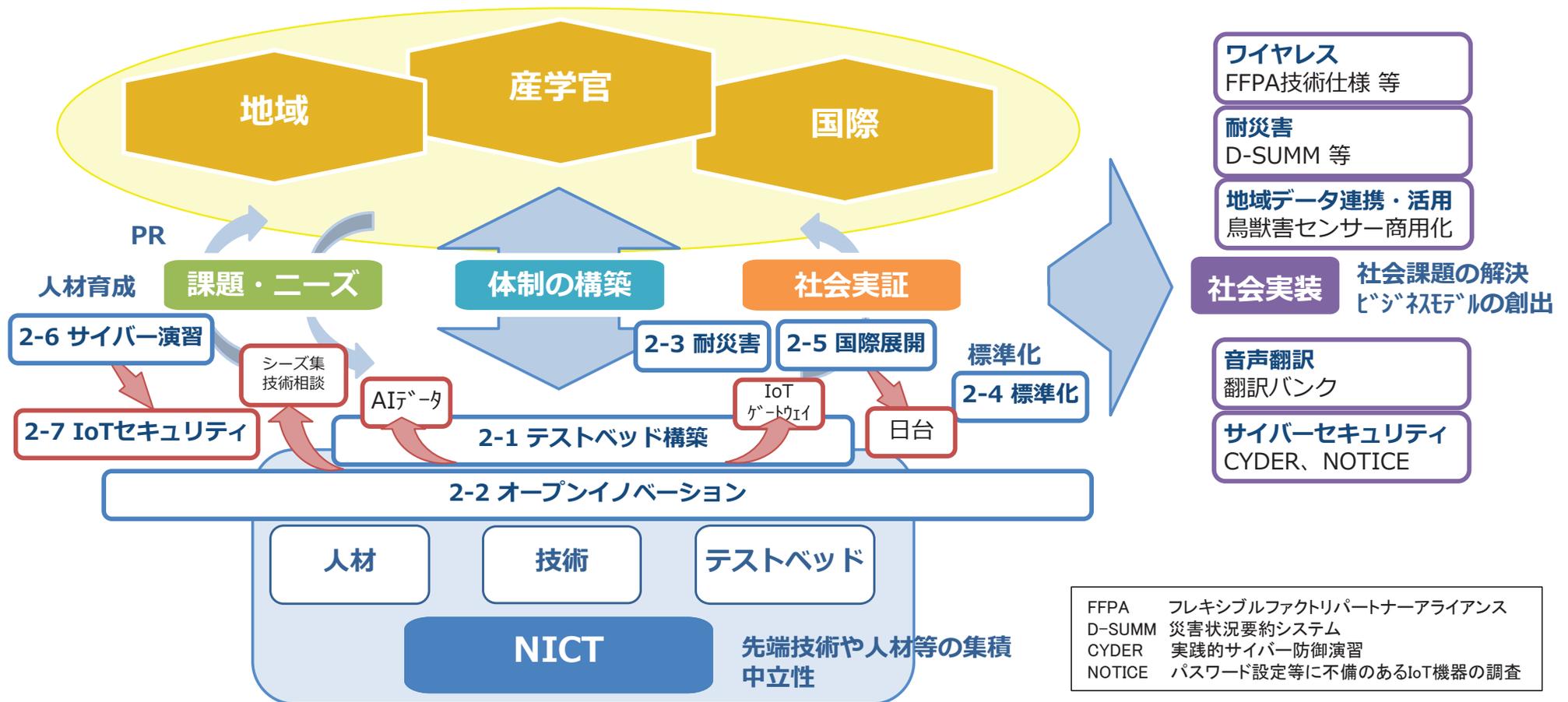
- 文部科学大臣表彰科学技術賞研究部門 (令和2年度)
- 『生物分子モータ作動機序に基づく新奇分子モータの研究』

NICTが進めるオープンイノベーションの取組

【背景】 急速なICT技術の発展のなかで、我が国が国際競争力を確保していくためにも、様々な分野・業種との連携を実現しながら、各プレイヤーが保有する技術やノウハウを結集することで研究開発から社会実装の実現までを加速化することが求められている。

【狙い】 研究開発成果を最大化するため、機構が中核になり、**産学官連携、地域連携、国際連携**をオープンに進めるとともに、**技術実証や社会実証を可能とするテストベッドの充実、戦略的な標準化と研究成果の国際展開**、さらには**耐災害ICTの実現や実践的なサイバー防御演習の開発・実施、そしてパスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査**を進め、情報通信産業の振興などに取り組む。このような活動を通じて、我が国のイノベーションの創出を目指し、ICTを活用した**新たな価値の創造**を図る。

活動を進める中で、第4期中長期開始時にはなかった**新たな事業(AIデータテストベッド、IoTセキュリティ調査等)**が立ち上がり、活動の幅が広がるとともに様々な分野での**社会実装が進展**している。



達成状況及びトピックス

テストベッドの融合利用の促進、利活用活性化

- ・ JGN、StarBED、RISE、JOSE等の連携した利用・運用を実現するため、M2Mクラウド基盤をJOSEに移行するなど各テストベッドの運用管理を統合化しユーザの利便性を向上させた。また、IoTゲートウェイを導入してユーザのデバイスから容易にテストベッドを利用できる環境を提供することによって、技術実証と社会実証を一体的推進が可能な「総合テストベッド」を構築した。さらに、テストベッド分科会の活用研究会で新たな取組として、会員が提供する自社のデバイス、ソフトウェア、データ等のサービス・機能を、他の会員が試用できる仕組みを整備し、令和2年4月から試用サービス提供を開始した。
- ・ 利活用活性化のため、申請・相談窓口を一元化してユーザの利便性を高めるとともに、情報発信・広報活動等を積極的に実施する等周知活動を強化した。

以上の取組により、中長期計画の主要参考指標である「テストベッド利用件数」は、平成28年度以降着実に増加（102件→171件、（期間総テーマ数320件（平成28年度-令和2年度）））させ、「商品化+実運用化」の期間累計（予定を含む）を52件とした。

国際実証実験とアジア各国に役立つテストベッド利用の拡大

- ・ アジア初の国際回線100Gbps化を実現し、この回線により、アジア・太平洋地域で100Gbps高速回線によるリング(APR)及びアジア-欧州間研究・教育用ネットワーク(AER)に関する覚書を国内外の機関と締結した。これにより、アジアのみならず欧米も含めた100Gbps以上の帯域を利用可能な全世界的な回線接続環境を整備し、国際研究・教育用ネットワーク間での回線相互バックアップ及び国内外研究・教育機関との協力関係を強化した。
- ・ 国際回線環境は、平成29年以降のSC(SuperComputing)、さっぽろ雪まつり実験、大容量データ伝送を競う技術コンテストData Mover Challenge、e-VLBI(超長基線電波干渉法)実験(成果がNature Physicsに掲載)等で活用されるとともに、ひまわりリアルタイムWeb(年間300万超ページビューに成長、宇宙開発利用大賞 国交大臣賞 受賞)のアジア展開等、計18件の国際的な技術実証に活用された。また、NICTが競技者として参加したDMC20コンテストで「Experimental Excellence Award」を受賞した。

活用研究会の新たな取組：会員による使用サービスの提供

- (試用できる外部サービス)
- ・GPUクラウドサービス
 - ・データ可視化ソフトウェア
 - ・NICTサイエンスクラウド(気象・地理データ・アプリ等)
 - ・IoTキャラバンテストベッドの一部機材(LPWA関連)
- 令和2年4月提供

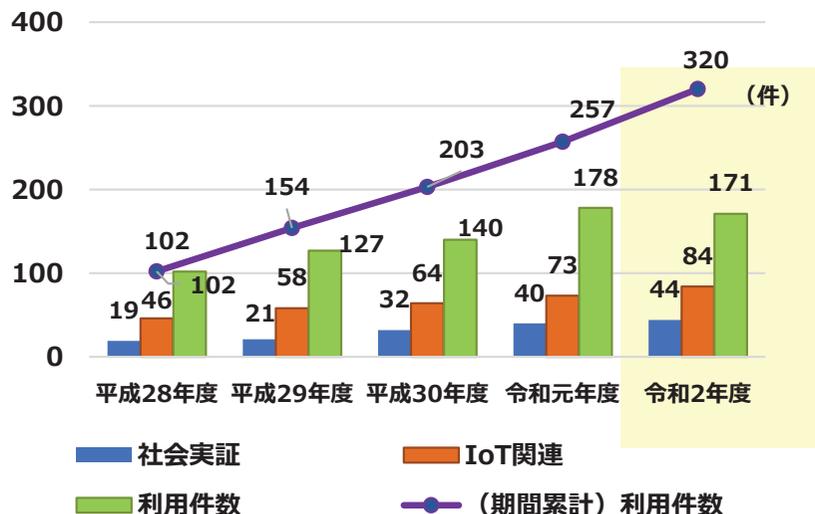
会員が、サービス・機能を追加ができ、他の会員の試用を可能とする仕組み



これにより活用研究会の会員数
18名(令和元年度)

→ 28名(令和2年度) 増

利活用の活性化：利用件数の伸び



ひまわりリアルタイムWebの受賞



宇宙開発利用大賞 国交大臣賞受賞

Data Mover Challenge (DMC20)

各国のNRENが回線とサーバを提供し、データ伝送技術を競うコンテスト

- ・ NICTはパートナー及び競技者(JAXAと共同)として参加



NICTとJAXAで結成した「チームむさしの」が競技者として参加。NICT開発のHCPツールが、評価され「Experimental Excellence Award」を受賞。

達成状況及びトピックス

IoTテストベッドとしての利便性向上と高機能化を実施

- IoTデバイス等の環境設定とテストベッドの運用を統合管理するIoTゲートウェイを開発、NICT総合テストベッドに導入し、管理運用コストの増加なくユーザーのIoT実証基盤構築の設定負荷を軽減した。本IoTゲートウェイは企業の実証実験等に活用されている。
- 実時間解析を実施可能な大容量高精細モニタリング技術を開発し、ユーザー自身の環境をモニタリングするサービスを令和2年2月に導入した。

エミュレータを活用したIoTアプリケーション検証システムの開発と展開

- 幅広いIoT検証に対応させるため、①IoTデバイスのソフトウェアの動作検証を効率よく行うためのIoTデバイス模倣基盤、②人の挙動や災害状況等を含めたいろいろな事象を検証する、シミュレータエミュレータ連携基盤、③IoTテストベッドをより容易に利用できるUI機能を開発した。基盤技術として、BluMoon（BLEエミュレータ）、IoTデバイスエミュレータ、Smithsonian（シミュレーション・エミュレーション連携基盤）、SW無線リンクエミュレータNEToriumおよびHW無線リンクエミュレータを拡張、共同研究ユーザとの連携により、AOBAKO（電波環境を模倣したIoT検証システム）、梨園でのスプレーヤー移動シミュレーション、ARIA（減災オープンプラットフォーム）等のシステム開発し、StarBEDに実装し、幅広い利用への展開を図った。

次期中長期に向けた新しいテストベッド機能の開発

- 次世代SDNプログラミング言語P4のマルチテナントテストベッド環境を試作、サービス試行を令和2年3月に開始した。
- また、IoTへの新規取組として、公衆網整備途上環境においてコネクテッドカーを実現するための、車車間通信と狭帯域モバイル通信をハイブリッドに用いる車両Delay Tolerant Networkによるデータ収集プラットフォームを開発した。同プラットフォームについて実車走行実験でデータ収集効率の向上効果を確認するとともに、オープンAPIを規定、同APIを用いたアプリケーションの検証を可能とするエミュレーションパッケージを開発しエミュレーション基盤StarBED上に1000台規模での動作を確認した。

IoTゲートウェイと利用事例

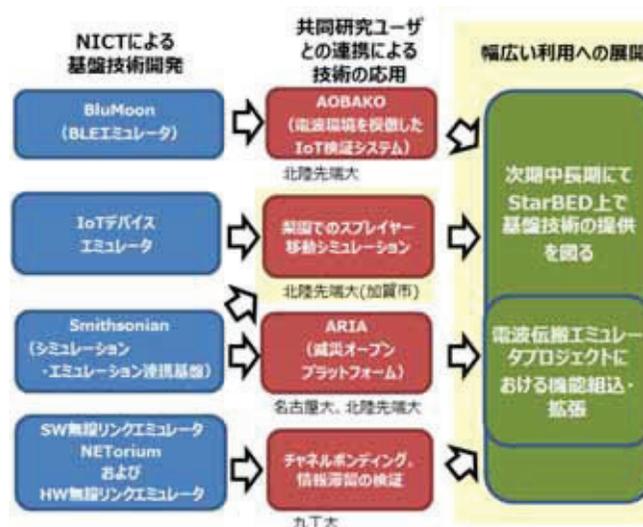


IoTゲートウェイの利用例・コネクテッドカーによるデータ収集プラットフォームの検証
広帯域モバイル網の整備途上環境においてコネクテッドカーサービスを実行可能なセンター情報収集・分析プラットフォームの実証IoTゲートウェイを活用

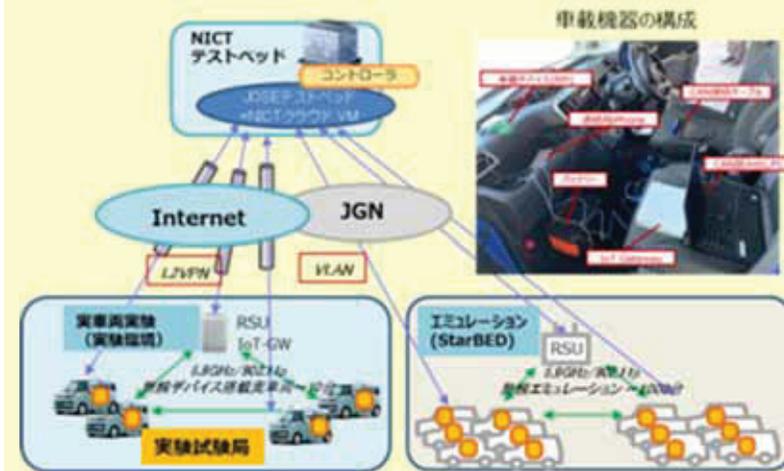


計画を2年前倒して
NICT総合テストベッドに導入

エミュレータを活用したIoTアプリケーション検証システムの開発と展開



コネクテッドカー向けDTN(Delay Tolerant Networks)車載プラットフォーム実証環境



連携のための取組(共同研究・委託研究)

① 共同研究

産業界、大学等の研究リソースを有効に活用して研究開発成果を最大化するために取り組みを推進し、共同研究を実施したプロジェクト件数が平成28年度の429件から令和2年度は568件(内新規:98件)に増加した。

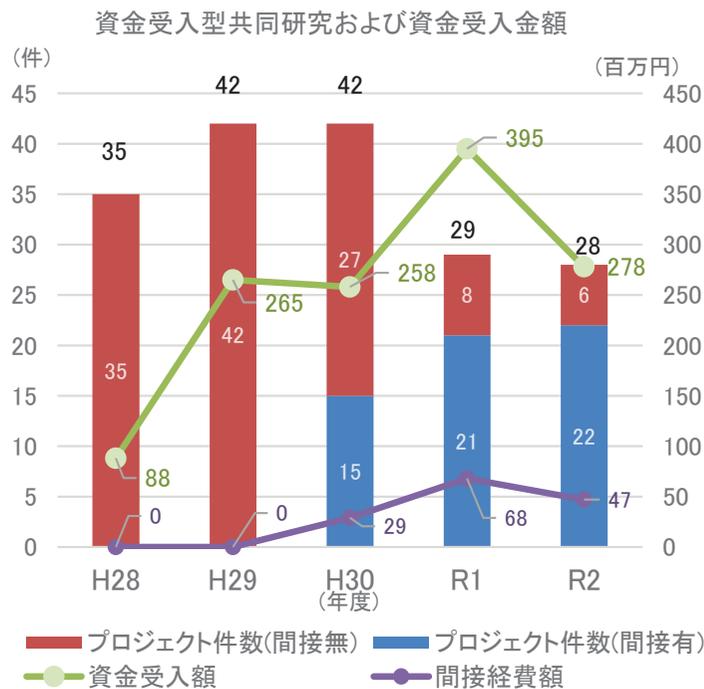
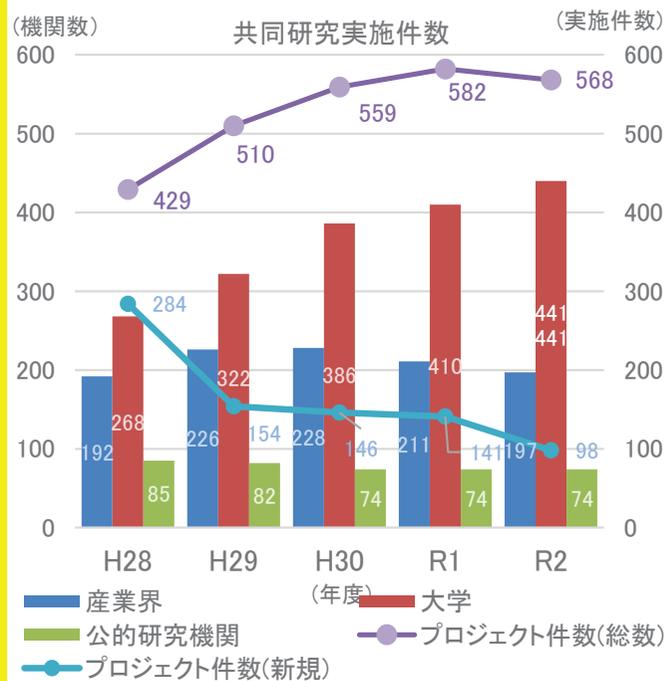
また、資金受入型共同研究では資金受入額が平成28年度の88百万円から令和2年度278百万円まで増加するとともに、間接経費の取得件数率も79%まで増加した。

② 委託研究

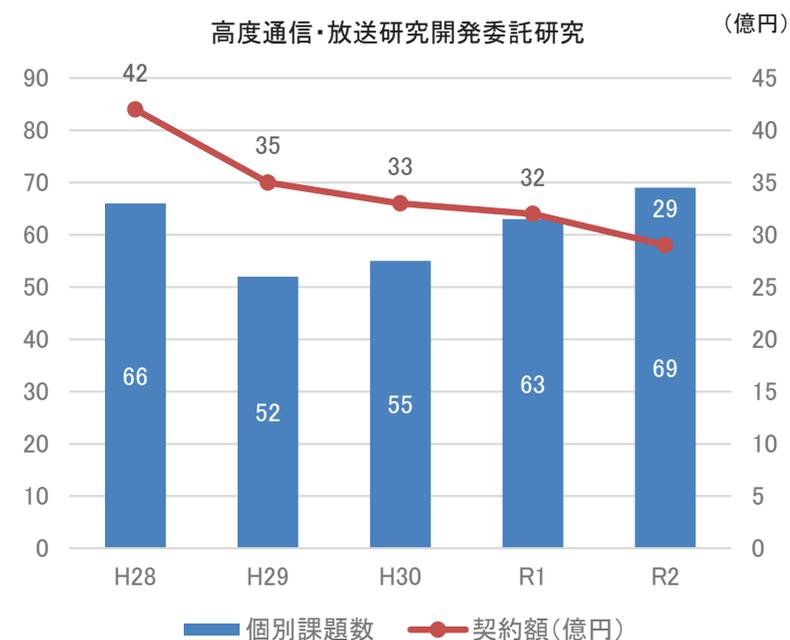
高度通信・研究開発委託研究では、機構だけでは効率的に実施することが困難なものや、機構の研究成果を社会実装していく上で民間に委託した方が望ましい課題を推進。委託研究の効果の最大化を図るため、平成30年度の公募課題から機構の研究者がProject Officerとして委託研究を統括し、機構の研究開発と一体となった研究開発を実施。また、平成30年度から地域課題解決のための実証型研究開発課題を実施し、地域に根ざした企業等の参画による社会実装を推進。さらに、新型コロナウイルス等の感染症対策に資する委託研究の公募・採択評価を令和2年度中に行い、令和3年度から研究開発が開始できるよう準備を実施。

次世代通信技術Beyond 5Gの実現に必要な要素技術の確立に向け、令和2年度に設置された基金を用いて民間企業や大学等への公募型研究開発制度を創設し、委託研究1課題の公募・採択を実施するとともに、令和3年度からの本格公募の準備を実施。

① 共同研究



② 委託研究



連携のための取組(大学とのマッチング研究支援事業・競争的研究資金)

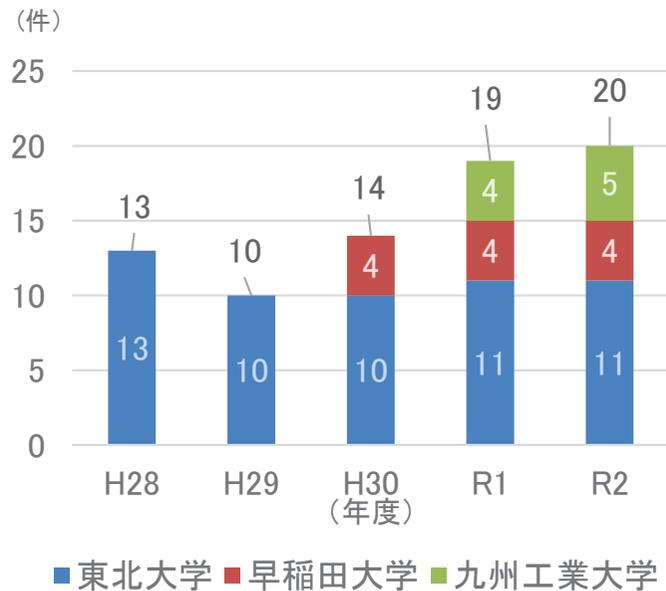
③ 大学とのマッチング研究支援事業

平成28年度から東北大学との包括協定に基づき、それぞれの研究ポテンシャルを掛け合わせるためにマッチング研究支援事業を開始。全学的に提案を募集することにより、従来から連携関係にあった通信分野のみならず、分野を広げる取組を実施。更に、平成30年度からは早稲田大学、令和元年度からは九州工業大学とも同事業を開始し、新たな連携関係の構築に取り組んだ。この取組により、中長期計画期間を通じて17件の課題で、延べ26件の外部資金獲得につながった。

④ 競争的研究資金

科学技術振興機構が推進する戦略的創造研究推進事業(CREST、さきがけ、ERATOなど)のような競争性の高い競争的研究資金を積極的に獲得。機構全体の研究力の向上と、研究領域の研究統括や領域アドバイザーとの組織を超えた相互連携につながっている。

③ 大学とのマッチング研究支援事業
実施課題数

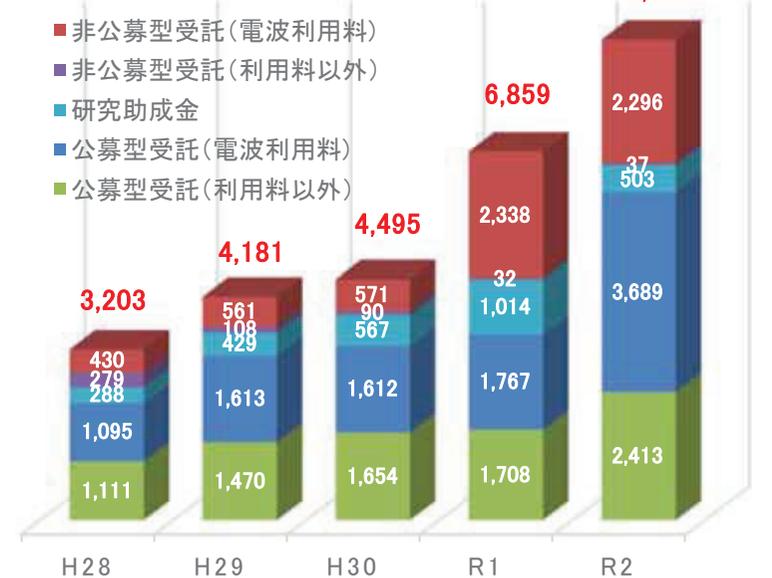


④ 競争的研究資金

内閣府競争的資金制度一覧表中の実施例

受託	総務省	戦略的情報通信研究開発推進制度【SCOPE】
	科学技術振興機構 (文部科学省)	戦略的創造研究推進事業【CREST、さきがけ】
		研究成果最適展開支援プログラム【A-STEP】
		産学共創基礎基盤研究プログラム
		センター・オブ・イノベーション【COI】プログラム
		ムーンショット型研究開発事業【MOONSHOT】
		光・量子飛躍フラッグシッププログラム【Q-LEAP】
防衛装備庁	安全保障技術研究推進制度	
助成	日本学術振興会 (文部科学省)	科学研究費助成事業(科研費)

外部資金獲得額 (百万円)



社会実装に向けた課題・ニーズの発掘と体制構築の取組

○シーズ集と技術相談 課題・ニーズ

- ◇ 研究開発成果等の技術移転を促進するため、NICTシーズ集を作成した（外部への提供可能な技術等43件を掲載）。NICTオープンハウス、CEATECにあわせて、アップデートを実施した。**令和元年6月発行時から令和3年3月末までで5790回以上のダウンロードされた。**さらに**新型コロナウイルス対策に活用可能なニューノーマル時代に資する技術シーズ集**を緊急に作成した(令和2年10月に公表。3月末時点で1000回以上のダウンロード)。2018年より**NICTの外部連携の事例を年度毎**に作成し、Webで公開した。
- ◇ NICT研究者が研究開発成果や専門的知識を活かして、企業等との連携（共同研究や技術移転など）を広げるために技術相談制度を創設した（平成30年3月）。平成30年度に運用を開始して以来、25件（うち、令和2年度8件）の相談に対応した。



NICTシーズ集

○フレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA) 体制の構築

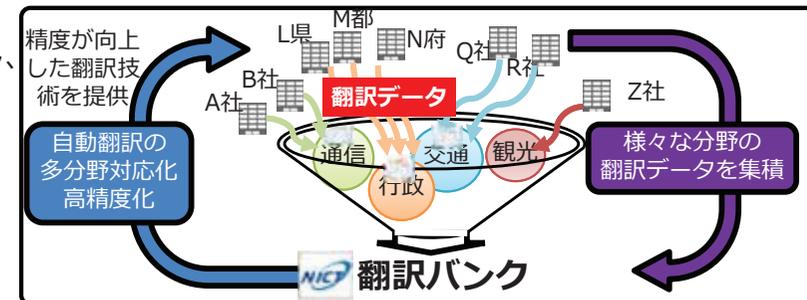
- ◇ 複数の無線システムが過密・混在した環境下で安定した通信を実現する協調制御技術（Smart Resource Flow (SRF) 無線プラットフォーム）の国際標準化、普及促進を目指し、平成29年7月に民間6者とともFFPAを設立した。中心となるPromoter会員8者に加え、FFPA技術仕様に基づく製品展開を急ぐため、令和2年度に2つの会員区分を新設した。技術仕様に基づく製品開発者向けAdopter会員に1者、技術仕様に基づく試験機関向けAdvisory会員に1者が加入した。
- ◇ **FFPA技術仕様Ver.1.1**及び技術仕様への適合性試験のための**試験仕様を完成**（令和3年1月）した。また、製品認証プログラムの準備を進めており、令和3年度中に認証開始予定している。SRF技術の適用先である工場関係者へのアピールのため、スマート工場EXPO(令和元、2年度)において、実演デモや技術セミナーを実施した。
- ◇ IEEEにおいて、**製造現場での無線通信の課題を提起し**、ユースケースや通信要件をまとめた**IEEE-SALレポート*の作成を主導**し、令和2年4月に発行された。*IEEE-SA(Standards Association) Industry Connection Report Flexible Factory IoT
- ◇ 5Gの産業ネットワークへの展開を目的とする国際アライアンス5G-ACIA*とMoUを締結(令和2年4月8日)し、工場における無線IoTのユースケースや要求条件の情報共有を実施した。*5G Alliance for Connected Industries & Automation。平成30年4月に設立。



ニューノーマル時代に資する技術シーズ集

○翻訳バンク 体制の構築

- ◇ オール・ジャパン体制で翻訳データを集積する『翻訳バンク』の運用を平成29年9月に開始した。現在、83組織が参加している。（令和2年度は2組織が新たに参加）
- ◇ 対訳データの蓄積、高精度化、利用拡大のポジティブスパイラル(エコシステム)を実現し、社会・経済活動のグローバル化が進む中での我が国の国際競争力の強化に貢献した。
- ◇ 翻訳時間の短縮化がもたらす効果
 - 新薬が早く患者に届き開発費用が安くなる。
 - 外国語の自動車法規文書が日本語化され輸出対応が効率化できる。
 - 海外特許の調査に特許庁サービスが広く使われる。



地域における社会実証の取組

イノベーション創出につながる技術実証と社会実証の一体的推進

(1) 長野県千曲市を中心に産学官9組織が連携したIoT技術により地域を見守る「千曲市あんずプロジェクト」

- NICT独自技術をベースに、**地域モニタリングデータをLoRa網を通じて市内全域に広範囲に収集・融合し**、地域内の詳細な気象環境情報を多角的に視覚化するという新しい価値創造が目標の研究開発を実施した。
- 得られた気象環境データをオープン化することで、**他の地方自治体でも本技術が有効活用できるオープンイノベーションの創出**と民間企業へのスピンアウトを目指した。



火の見櫓等を活用した市内LoRa通信網の基地局を10力所から14力所に拡充した。LoRa通信エリアマップ作成と地理情報を含めた通信性能評価を実施した。

NICT、千曲市、信州大学と6つの民間企業（気象予報、気象計測、建設コンサルタント、通信など）が協力し、平成30年4月より長野県千曲市でシステムを構築した。

- LPWAシステムの実フィールドでの高耐久性試験実施とシステムを構築した。
- 降雪等の気象環境モニタリング、河川水位計測と増水予測、コミュニティバス位置情報や中学校全教室の環境モニタリングシステムを構築した。
- 中学校教室の環境モニタリングにより、教育環境の効率的な活用・改善に寄与した。

地域におけるデータ連携・利活用のためのプラットフォームを構築した。参画民間企業が、本研究成果を利用した実サービスを検討している。

(2) IoT無線技術で人・ロボットの協調活動を支援～非接触エレベーター移動支援システムを開発～

- 人とロボットが共存・協働する駅等構内空間で有効な、**近距離IoT無線を使ったフロア移動支援システムを開発し**、ロボット事業者に**技術移転を完了した**。
- 特許出願、報道発表、CEATECでの公開**(令和2年10月)を行い、**雑誌日経グローバルの表紙を飾る**(令和3年3月)等、**新聞・雑誌等で広く取り上げられた**。
- 高輪ゲートウェイ駅における**異業種ロボットによる共用実証実験**について、**JR東日本によるプレスリリースにも掲載され**(令和2年11月)、**実証実験を実施した**(令和2年12月)。



NICT構内での実証の様子をYoutube公開



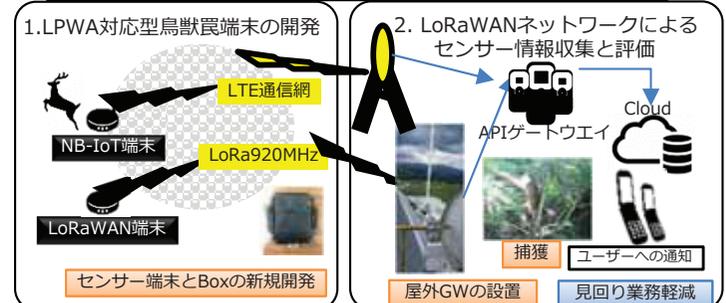
高輪ゲートウェイ駅での実証の様子

ニューノーマル時代のIoT利活用サービスの創発を目指し、多様で複数の企業との連携実証実験を実施するとともに、技術移転を行った。

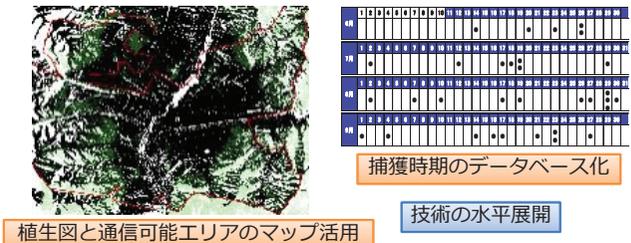
(3) 委託研究「データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発 信州伊那谷におけるLPWA (LoRaWAN等)鳥獣害センサーの高度活用」

- LPWAを搭載した鳥獣害センサーを開発し、野外での通信実証実験を推進した。収集した情報を高度に活用して鳥獣害の課題を解決し、社会実装した**。
- (代表研究者：信州大学、研究分担者：新光商事株式会社、伊那市有線放送農業協同組合、ソフトバンク株式会社、研究実施協力者：伊那市、伊那市猟友会)

IoT罨センサー活用による見回り業務軽減



3. 地域資源情報の融合と活用モデルの構築



- LoRa通信モジュールを搭載し長時間駆動を可能とする専用端末を開発し、さらにNB-IoTモジュールを搭載する試作機を開発した。
- 伊那市地域で罨センサーの設置と通信実証試験を実施した。
- 猟友会に罨稼働状況をメールする情報通知システムを開発した。
- 現場感覚では時間コストが1/2~1/3以下に削減された。

民間企業が鳥獣害センサーを商用サービスとして販売し、猟友会の人々の効率化に寄与しており、社会実装完了した。

達成状況及びトピックス

災害に強いICT基盤系技術の社会実装へ向けた連携

ネットワークが柔軟に対応し途切れにくい性質を持つ自律分散型メッシュネットワークシステムNerveNetの社会実装促進に向け、小型化・ソフトウェア化に取組。H28熊本地震では被災地における通信環境の提供、中央省庁災害対策本部(立川)における非常時通信確保に本システムを導入(H29.10～)。また、光ネットワークの応急復旧技術の研究開発に取り組み、将来の企業利用・社会実装に向けた機能実証実験等を実施。



熊本県高森町における災害対策の支援

リアルタイム社会知解析による災害情報提示等新たな技術の実用化と社会実装の推進

内閣府SIP第1期「レジリエントな防災・減災機能の強化」の支援のもと、SNS発信情報等に埋もれている社会知から瞬時に被災情報を分析、要約する災害状況要約システム



H30北海道胆振東部地震でのD-SUMM (Disaster-information SUMMARizer) 表示画面
九州北部豪雨における分析で検出(鉄道の流失把握)

D-SUMM(H28.10、試験公開)を開発。ベンダーと共同した防災チャットボットなど現場ニーズを反映した開発も実施。開発成果は、地震や豪雨等の実災害、自治体の防災訓練などで活用されており、本技術を活用した商用サービスを民間企業が開始(R2.7)。

耐災害ICTの実用化・普及に資する産学官連携、地域での防災訓練・展示を通じた社会展開への取組

耐災害ICT研究協議会等産学官連携活動を通じて策定した「災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドライン(H26.6)」を、ICT技術の急速な進展を踏まえ改訂(H30.6, R2.6)、研究シンポジウムの開催、防災イベントでの展示等を通じて、研究成果の広報、成果展開に取組。



地域で開催される防災訓練に災害SNS情報分析システムを提供、平成29年の九州北部豪雨災害では実活用され防災業務を支援。防災チャットボットを利用した新型コロナ対応に適應した情報共有訓練、大学・企業研究者の連携コミュニティと協働し、大規模災害発生時、遠隔地から被害情報の電子化等支援する広域ネットワーク防災訓練(R1.8)に取組むなど新防災対策モデルにも参画。



自治体の防災訓練でのシステム活用

達成状況及びトピックス

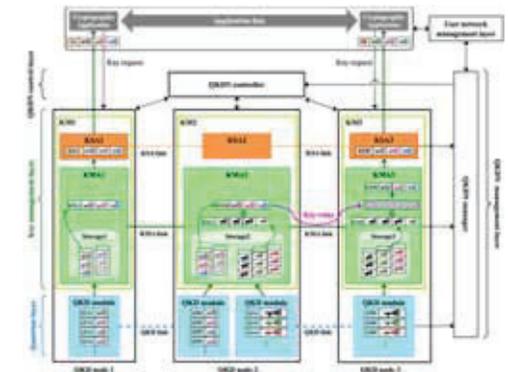
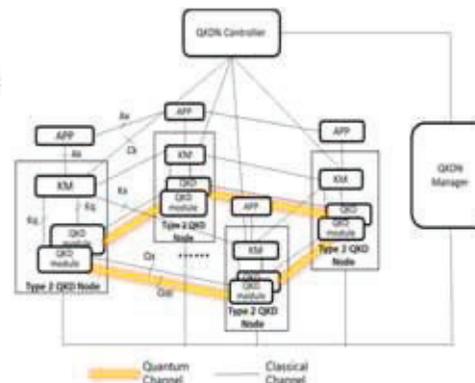
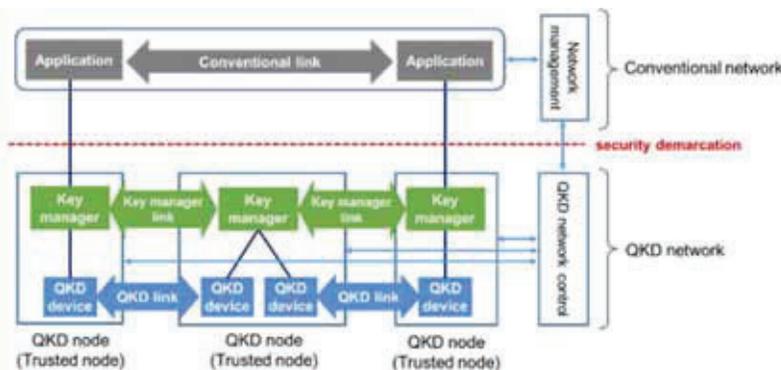
- ① 機構内の研究所・研究センターと連携し、標準化活動を推進。国際電気通信連合(ITU)、アジア・太平洋電気通信共同体(APT)、欧州電気通信標準化機構(ETSI)等の標準化機関のメンバーとなって国際標準化に向けた活動を活発に実施。平成28年度から令和2年度までに計74件(うち令和2年度は26件)の国際標準(勧告等)の成立に貢献。主なものは以下のとおり。
標準化活動の例:
 - 量子情報通信技術 ITU、ETSI、ISOにおいて、関連企業と連携し、量子鍵配送技術の標準化に向けた取り組みを実施。ITU-TのSGで我が国の技術を標準化する作業項目を機構からの提案で立ち上げ、令和元年度及び2年度で計7つ(見込含む)(SG13, SG17)のITU-T勧告策定など標準化に貢献。
 - ウィンドプロファイラ 技術要件を定めるISO国際規格作業委員会原案に、気象庁や企業等と連携してNICT主導で作成した提案を反映。令和元年度に国際規格原案が承認、規格として成立した。
 - テラヘルツ テラヘルツ帯を利用するために必要な、無線通信規則への記載を反映するため、2019年世界無線通信会議(WRC-19)の対応を行うとともに、ITU-R、APT等で標準化活動を実施し、275GHz以上の周波数帯において合計137GHzの周波数帯を固定業務と陸上移動業務とに制約条件なしで使用可能とする新脚注制定に貢献。
- ② 第5世代移動通信システム(5G)の次の規格にあたるBeyond 5Gの政府の検討にも基づき、既にITU-Rを中心として進められている標準化動向についてとりまとめ、機構内に展開し、Beyond 5Gの政策に対する機構としての検討を促進。ITU-R WP5DでBeyond 5Gの標準化に向けて作成中の「将来技術トレンド調査報告」に対して機構として寄与文書を提出し、機構関連技術の反映を行った(令和3年3月)。
- ③ 研究開発成果の国際標準化に資するため、重点分野や具体的な行動計画等を定めた「情報通信研究機構標準化アクションプラン」(平成30年3月策定)について、研究開発・標準化活動の進展や標準化機関の動向の変化等を踏まえて毎年度改定。令和2年度改定作業においてはBeyond 5G関連技術について明示的に記載を行う形とした。
- ④ 「標準化ファクト調査」を毎年実施し、NICT全体の標準化活動動向の俯瞰的な把握に活用。

①NICTの研究成果を反映し成立した国際標準の例

ITU-T勧告Y.3802(量子鍵配送網の機能とアーキテクチャ)

ITU-T勧告Y.3803(量子鍵配送網の鍵管理機能)

ITU-T勧告Y.3800(量子鍵配送網の概要)



達成状況及びトピックス

- ⑤ 標準化に係る国内委員会の委員や国際標準化会合に議長やラポータ等として参加し、標準化活動を推進。また、毎年開催されるITU、APT等の関連会合に参加した結果について、機構内webへの掲載等により研究所等に情報を提供。
- ⑥ ARIBとの連携協定に基づき毎年連絡会を開催(令和2年はオンライン開催)し、無線分野の標準化等について意見交換を実施。また、TTCと協力して平成29年度から計3回のIoTセミナーを開催する等により、産学官の関係者との交流・啓発活動を推進。
- ⑦ 機構職員向けに有識者による講演など標準化活動を紹介するセミナーを毎年数回開催し(令和2年度は4回開催※)、標準化活動への意識を醸成。※第1回:Beyond5Gに向けた国内外の動向・標準化(4月)、第2回:NICT標準化活動全般(7月)、第3回:O-RAN Alliance標準化活動と製品開発について有識者による講演(9月)、第4回:先進的ネットワーク技術分野における関連技術について有識者による講演(令和3年1月)
- ⑧ 国際競争力強化に向けたフォーラム活動や国際会議等の開催を支援。各研究所等と連携して、量子情報技術に関する産学官連携を推進している「量子ICTフォーラム」、有線/無線のローカル・エリア・ネットワーク(LAN)などの標準規格を策定している「IEEE 802.1会合」の運営を支援。

⑥ ARIBとの第7回連絡会 (令和元年8月)



⑥ IoTセミナー (2018年11月、東京)



⑧ IEEE 802.1会合 (2019年1月、広島)



海外研究機関との研究協力覚書の取り交わし等による研究ネットワークの形成

国際連携を円滑に進めるため、海外の有力な研究機関や大学と覚書を取り交わし、共同研究や人的交流を推進。活動度の低い覚書を廃止しつつ、新たな連携先を開拓し、定常的に90～100の機関と連携し、国際実証実験、国際共同研究、国際研究集会開催、インターンシップ研修員受入等に寄与。令和2年度においては、14機関(新規4、更新10)とMOU等を取り交わし、年度末時点で29か国89機関との間で連携関係を形成。

＜海外との提携支援(MOU/CRA/NDA等締結等)が貢献した一例＞

- 日欧5G衛星通信実験の実施 (ESA)
- タイへの宇宙天気監視・予測技術の展開 (GISTDA等)
- NICTERのセンサ設置先の拡大
- 自動翻訳技術の実用化に向けた検討 (欧州企業)
- ひまわり8号衛星画像の提供(ミラーサーバの設置) (タイ、フィリピン、台湾の研究機関等)
- 国際ワークショップ開催: 12件
- 日米国際共同研究新プログラム開始
- 台湾NARLabsとの共同研究プログラム開始

＜新たに取り交わしたMOU等による研究連携＞

- 自然保護区が社会経済に及ぼす影響に関する研究 (米・仏・ブラジルの大学等)
- 耐災害ネットワーク技術の展開 (ネパール・ICT経済開発活用センター (ICT4D Nepal))
- 宇宙天気及び地球リモートセンシングに関する研究 (南アフリカ・国立宇宙機関(SANSA))
- 工場無線通信に関する研究(ドイツ・フラウンホーファー研究機構)

＜台湾国家実験研究院(NARLabs)との共同研究プログラム＞

令和3年度開始予定の第2弾プロジェクトに向けた第2回共同ワークショップを開催。



台湾NARLabsとのワークショップ(オンライン)
(令和2年7月27日、NICT本部)

• インターンシップ研修員の積極的な受け入れによる人材育成・人材交流

平成20年より開始した海外からのインターンシップ研修員は受入を積み重ね、第4期中長期計画期間では22か国・45機関から78名のインターンシップ研修員を受け入れ(平成20年以降の全累計195名)。特に、翻訳技術研究分野等において、論文発表や受賞、リクルーティングへと発展。令和2年度においては、2か国・3機関3名を前年度から引き続き受け入れ。

国際共同研究の推進

日米共同研究

米国国立科学財団(NSF)との間で、先端的、萌芽的、革新的な技術探索とその研究先導を目的に、共同研究プロジェクト(ネットワーク領域のJUNO, JUNO2及び計算論的神経科学領域のCRCNS)を実施。令和2年度は第5期に公募して実施予定のJUNO3(仮称)の研究課題を議論する日米ワークショップを開催し、日米有識者約70名の参加を得て、報告書を取りまとめた。CRCNSについては採択された研究1件を開始するとともに、令和3年度開始分の国内募集及びCRCNS合同審査への対応を行った。

実績例1 (JUNO: ACTION) (平成25年度から3年間)

- IEEE GLOBECOM 2015のBest Paper Award受賞
- ネットワークロボットトリガによる制御を日米テストベッドで実証

実績例2 (JUNO: 階層化エラスティック光パスネットワーク)

(平成25年度から3年間)

- フォトニックノードのプロトタイプを製作し伝送性能の優位性を実証

実績例3 (JUNO2: 高信頼設計エッジ・クラウド・ネットワーク)

(平成30年度から3年間)

- INCoS2019併設ワークショップWIND2019のBest Paper Award受賞



Workshop on Programmable Networking (令和2年.11月17-19日、NSFと共催)
日米の有識者約70名が5つのセッションで研究課題を議論し、報告書を取りまとめ

日欧共同研究

欧州委員会と合同で、機構の研究とのシナジーや将来の標準化やビジネスでの連携を目的に、共同研究プロジェクトを実施。令和2年度は日欧共同シンポジウム(第6弾(令和3年末以降公募)の課題を検討)の開催に向けた調整や実施中プロジェクトのレビューを実施した。

実績例1 (第2弾: RAPID (高密度ユーザ集中環境に対応する次世代無線技術)) 実績例2 (第3弾: BigClouT (市民の影響力を拡張するビッグデータ・クラウド・IoT融合基盤技術))

(平成26年度から3年間)

- 42,000人収容スタジアム(試合中)でWi-Fi通信環境評価を実施
- ヘテロジーニアス5G無線通信システム試験(同会場)でGb/sデータ伝送、4K動画ダウンロード、Mobil IP制御を実証
- 国際標準への貢献: (1) IEEE802.11ai (FILS: Fast Initial Link Setup) (2) IEEE802.11ay (Next Generation mmWave)

(平成28年度から3年間)

- つくば市、藤沢市、グルノーブル市、ブリストル市で日欧連携実証を実施
- 日欧チーム全体で、工業用IoTのグローバル業界団体(IIC)、M2M(Machine to Machine)の標準化団体(oneM2M)、Javaベースのサービスプラットフォームの標準化団体(OSGi)へ25件の標準化提案
- 国際コンソーシアム発足(UTA: Urban Technology Alliance for Smarter Cities)

日台共同研究

第3期中に台湾との共同研究プログラムを開始した。台湾国家実験研究院(NARLabs)との共同研究の枠組みの下で、平成30年度に共同で研究プログラムの募集・審査を実施し、令和元年度より、アンドロイドスマートフォンを対象とするマルウェア検出・解析手法の開発、ひまわりリアルタイムWEBの台湾ミラーリングシステム構築の2件のプロジェクト(第1弾)を開始した(令和2年度で終了)。また、令和2年度は令和3年度から開始する第2弾プロジェクトを形成するためのNICT-NARLabs共同ワークショップをオンラインで開催し、その後、3件のプロジェクト(令和3年度から2年間)を採択した。

東南アジアとの連携推進及び各センターの取組

ASEAN IVO (ICT Virtual Organization of ASEAN Institutes and NICT)

- ① 共通課題解決に向けた認識共有とプロジェクト形成を目的としたフォーラムを毎年開催
- ② 共同研究開発プロジェクト（研究開発、実証実験、研究者の派遣・受入）を実施
- ③ 議長と事務局を担当し活動を主導（運営委員会の運営、プロジェクト予算執行管理等）

- 68機関(前年度比 +8、第4期期間中に2倍以上)が参加する大きな共同研究体へ成長させた。
- 累計168機関292名が参画して共同研究開発プロジェクトを28件実施して成果(右)を得た。
- 令和2年度は17件のプロジェクトを実施し、40件の学術発表等の成果を得た。
- フォーラムを初めてウェブ上で開催し、38件(前年度比+8)のプロジェクトのアイデアが発表された。ウェブ上で活発な議論やグループ形成が行われた結果、46件(前年度比+12)の新規プロジェクト提案がとりまとめられ、運営委員会において、そのうち5件を採択した。
- 成果発信及び研究者間の連携を更に促進するためSNS(Twitter等)アカウントを開設した。



プロジェクト成果

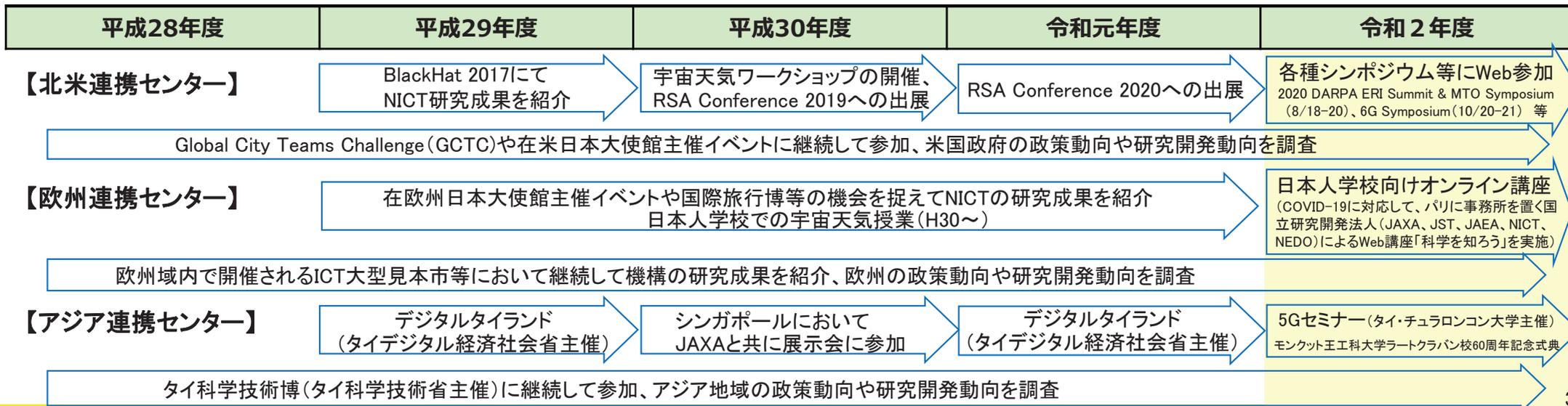
- 国際実証実験(実施プロジェクト数): 28件
 - マレーシア湖水水質管理センサデータ伝送実験
 - ホーチミン市地下鉄での無線伝送実験(写真)
 - スマート映像分析技術の検証実験(博物館(タイ)、交通(ラオス)、観光スポット(ミャンマー)等)
 - IoTによる都市農業実験(マレーシア、インドネシア、ミャンマー)等
- 国際会議発表: 163件(令和2年度分40件)
- 国際標準化寄書: 2件(APT)
- 成果物(研究開発用データベース等)
 - 翻訳コーパス(Asian Language Treebank, 9言語、2万文)公開
 - ASEAN言語コーパス(7言語, 1万語)
 - ASEAN地域における泥炭湿地(Peat Swamp)データベース



ホーチミン市地下鉄での実験
(赤字表記はNICTの成果を活用したプロジェクト)

海外連携センターにおける主な活動

機構内の各研究所と連携し、機構の研究開発成果に関する情報発信や海外機関との研究交流に向けた取組を積極的に展開。



実践的サイバー防御演習「CYDER」（実施実績）

行政機関、重要インフラ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、毎年数千人規模でセキュリティオペレーターを育成（事業主体を総務省からNICTに変更して平成28年度から実施し、**累計1万3千人以上が受講**）

	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
実施実績	<ul style="list-style-type: none"> 総務省からの移管を受け、NICTとしての演習事業の開始 地方公共団体向けコースの新設 	<ul style="list-style-type: none"> 初級Aコースの新設、事前オンライン学習導入による演習日程の短縮(1.5日→1.0日) 全国47都道府県で計100回実施、3000人以上が受講(前年度比約2倍) サイバー演習自動化システムCYDERANGEの開発 	<ul style="list-style-type: none"> 実費負担いただくことで、一般企業等からの受講者を受け入れ サイバー演習自動化システムCYDERANGEの実運用開始 CISSPの継続認定に必要な単位付与の対象となる演習に設定 受講者拡大のための周知・広報活動の強化 中央省庁が大学関係者向けに実施する演習事業に参画 	<ul style="list-style-type: none"> 開催場所・開催時期の改善 IoT機器の普及等社会情勢をより反映したシナリオの実現 周知広報の多面的かつ積極的な展開 政府の「情報システム統一研修」への参画(3回実施し113人受講) 国家資格との連携に向けた準備を開始 受講生へのフィードバックのためCYDERANGEで収集されたデータに基づく研究開発を推進(継続中) CYDERANGEの次期版の開発を推進 国の機関での未受講組織実質ゼロを達成 	<ul style="list-style-type: none"> 感染症対策を徹底し全国47都道府県で8月から計106回実施 コロナ禍における緊急的措置として無料で教材提供、申込総数4624件 開催場所に依存しにくい新たな訓練方式(オンライン演習)の段階的導入 受講申込受付開始(7/1)から最短の5カ月で申込人数3000人を達成したが、令和3年1月以降に発令された緊急事態宣言によるキャンセルのため目標未達となる

			平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	
コース概要・実施実績	初級	CSIRTアシスタント	A		47都道府県/全59回/受講者1477人	47都道府県/全63回/受講者1389人	47都道府県/全66回/受講者1949人	47都道府県/全74回(うち2回がコロナの影響により中止)/受講者数2036人
	中級	CSIRTメンバー	B-1 地方公共団体	11都道府県/全30回/受講者1119人	11都道府県/全21回/受講者649人	11都道府県/全23回/受講者708人	12都道府県/全20回/受講者593人	11都道府県/全20回(うち1回がコロナの影響により中止)/受講者数391人
			B-2 国の機関等	東京/全9回/受講者420人	東京/全20回/受講者883人	東京/全11回/受講者303人	東京・名古屋・大阪/全19回/受講者548人	東京・名古屋・大阪・福岡/全15回/受講者数221人
			B-3 重要社会基盤事業者・民間企業等			東京/全10回/受講者266人		
計			受講者1539人	受講者3009人	受講者2666人	受講者3090人	受講者2648人	

東京2020大会に向けたサイバー演習「サイバーコロッセオ」(実施実績)

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会関連組織のセキュリティ関係者が、大会開催時を想定した模擬環境で攻撃・防御双方の実践的な演習を行うことにより、高度な攻撃に対処可能な能力を有するサイバーセキュリティ人材を育成 (平成29年度から事業実施主体が総務省からNICTに変更)

	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
実施実績	サイバーコロッセオ全体で4年間で延べ145日(128回)実施、延べ約2300名が受講。 4年間の事業目標であるセキュリティ人材220名の育成を完遂し令和2年度で事業を終了した。			
	<ul style="list-style-type: none"> 総務省からの移管を受け、NICTとしての演習事業の開始 受講者の習熟度や業務の性質等に合わせて、初級・中級・準上級コースを設定(ただし初・中級を分離および初級実施は平成30年度から) 	<ul style="list-style-type: none"> 育成人数枠を拡大し、実機を用いる「コロッセオ演習」を引き続き実施 技術的知識を補完するための講義演習「コロッセオカレッジ」の新設 育成機会の拡大のため、オンライン学習コンテンツの常時公開による予習復習時間の拡充 CISSPの継続認定に必要な単位付与の対象となる演習に設定 	<ul style="list-style-type: none"> 育成人員の前倒し(令和2年度分の約半数→令和元年度へ)および受講機会の拡充 ニーズに応じた演習内容のより一層の拡充 <ul style="list-style-type: none"> ネットワークエンジニア向け演習シナリオの演習中級B他、準上級B、準上級Cを新設 コロッセオカレッジ科目を分離および新設(個人情報保護関連法令とGDPRを分割等、15科目→20科目へ拡充) 充足率向上、適切な科目選択への取り組み <ul style="list-style-type: none"> 演習コンテンツの準備を前倒して行う等の工夫により、周知期間を確保 講師インタビュー等を盛り込んだ小冊子の作成し、組織委員会および演習会場にて受講者に配布 	<ul style="list-style-type: none"> 新型コロナウイルス感染症および、東京2020大会の延期を受けて、日程を順延し、コロッセオカレッジの一部でオンライン受講併用を導入(受講者が選択) 演習: WEBサービスレイヤーへの攻撃中心の中級A演習の演習内容を改定、攻防戦形式の演習へ深化 カレッジ: カレッジ全20科目中10科目でオンライン受講併用方式を導入すると共に、全科目で時節に応じた講義内容の改修を実施



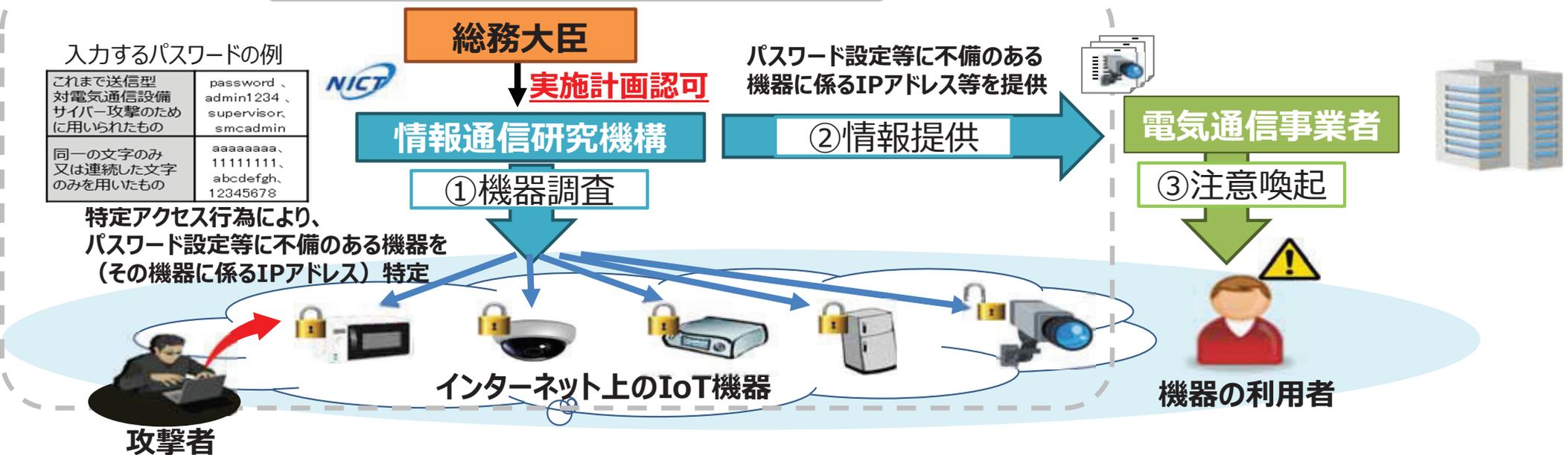
				平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
コース概要・実施実績	初級	CSIRTアシスタント	1日間		A/B: 各1回開催 受講者数38人	Aコース: 2回、受講者数36人 Bコース: 2回、受講者数36人	Aコース: 1回、受講者数18人 Bコース: 1回、受講者数24人
	中級	CSIRTメンバー	1日間	1回開催 受講者数34人	2回開催 受講者数51人	Aコース: 3回、受講者数38人 Bコース: 2回、受講者数29人	Aコース: 1回、申込者数19人 Bコース: 2回、申込者数27人
	準上級	データ解析者	2日間	1回開催 受講者数40人	2回開催 受講者数48人	Aコース: 2回、受講者数14人 Bコース: 2回、受講者数21人 Cコース: 2回、受講者数18人	Aコース: 2回、受講者数31人 Bコース: 1回、受講者数27人 Cコース: 2回、受講者数22人
	コロッセオカレッジ(初級・中級・準上級)				15科目20コマの講義演習 受講者数347人	20科目59回の講義演習、 受講者数992人	20科目20回の講義演習(オンライン併設10科目)、 受講者数378人
	計				受講者数74人	受講者数484人	受講者数1184人

達成状況及びトピックス

NOTICE: National Operation Towards IoT Clean Environment

- 総務省「IoTセキュリティ総合対策」の一環で脆弱なIoT機器を国内全域調査。
- NICT法を改正し、パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査等を業務に追加。
- 平成31年1月に総務大臣から実施計画の認可を受け、2月20日より調査開始。
- 取組強化のため、特定アクセス行為において入力する識別符号 (ID・パスワード) 及び特定アクセス行為の送信元のIPアドレスを追加するべく、令和2年9月2日に実施計画の変更申請を行い、同年9月11日に総務省より認可。
- 令和2年10月以降、この認可に基づき、調査を実施。この取組強化により、注意喚起対象としてISPへ通知した件数は、取組強化前に比べて約6倍に増加。
- 令和3年3月までに調査のための手続きが完了しているインターネット・サービス・プロバイダ (ISP) 66社に係る約1.12億IPアドレスに対して調査を実施。

情報通信研究機構法による規定範囲



達成状況及びトピックス

IoT機器調査及び利用者への注意喚起の実施状況（2021年3月度）

- ▶ 参加手続きが完了している**ISP**（インターネット・サービス・プロバイダ）は**66社**。
当該ISPの約**1.12億IPアドレス**に対して調査を実施。
- ▶ **NOTICE**による注意喚起は、**1,883件**の**対象を検知**しISPへ通知。
- ▶ **NICTER**による注意喚起は、**1日平均469件**の**対象を検知**しISPへ通知。

NOTICE注意喚起の取組結果

注意喚起対象としてISPへ通知したもの*

1,883件（2月度:1,948件）

（参考）2020年度の累積件数：12,804件（2019年度：2,249件）
ID・パスワードが入力可能だったもの：9.6万件

*) 特定のID・パスワードによりログインできるかという調査をおおむね月に1回実施し、ログインでき、注意喚起対象となったもの（ユニークIPアドレス数）

増加要因：調査プログラムの改修や
調査対象アドレスの拡大等
減少要因：ISPによる注意喚起により
利用者が対策実施



NICTER注意喚起※の取組結果

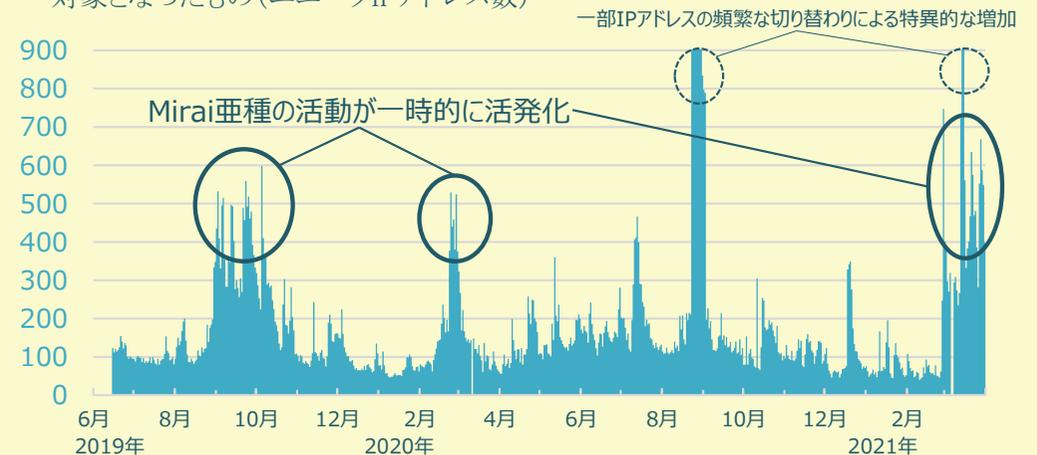
※マルウェアに感染しているIoT機器の利用者への注意喚起

注意喚起対象としてISPへ通知したもの**

1日平均469件（2月度:94件）

（参考）期間全体での値：1日平均190件
最小：40件(2021/2/10)／最大：3,227件(2020/8/24)

**）NICTERプロジェクトによりマルウェアに感染していることが検知され、注意喚起対象となったもの（ユニークIPアドレス数）



I-4-1 海外研究者の招へい等

＜第4期中長期計画＞
「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」

＜実施結果＞

区分	第4期中長期					
	合計	H28	H29	H30	R1	R2
海外研究者の招へい (ジャバントラストを含む)	46	12	13	12	7	2
国際研究集会開催支援	54	12	12	10	10	10

I-4-4 ICT人材の育成

＜第4期中長期計画＞

ICT人材育成に関する諸課題の解決に向けて、産学官連携による共同研究等を通じて、幅広い視野や高い技術力を有する専門人材の強化に貢献する。また、連携大学院制度に基づく大学等との連携協定等を活用し、機構の研究者を大学等へ派遣することにより、大学等におけるICT人材育成に貢献する。国内外の研究者や大学院生等を受け入れることにより、機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する人材を育成する。

＜実施結果＞

取組/年度	H28	H29	H30	R1	R2
共同研究(課題)	429	510	559	582	568
大学院等への講師派遣(名)	37	36	32	33	23
協力研究員+研修員(名)	505	581	591	518	510

- **SecHack365** のトレーナー(受講者)に対し、遠隔研究・開発環境の提供及びトレーナーからの遠隔指導と並行し、国内各地における集合研修(計6回)での指導を実施した。令和2年度はCOVID-19の影響でオンラインの開催となったが、7か月で計7回のイベントウィーク(作品作り期間)、9回のイベントデイ(全員参加型のオンラインイベント)を実施し41人が修了した。(平成29年度からの修了者は累計171人)
* SecHack365は、「25歳以下の若者向け」、「1年間にわたるプログラム」、「反復的ハッカソンイベント」、「ものづくりを指導」といった特徴がある。

I-4-2~3 情報通信ベンチャーの支援等

＜第4期中長期計画＞

- 有識者等による情報提供、助言・相談の場、及びICTスタートアップによるビジネスプランの発表会等のイベント等を通じたマッチング機会を提供(イベント等開催年20件以上、マッチング割合50%以上、イベント参加者有益度評価70%以上、Webページによる情報発信)
- IoTテストベッド及び地域データセンターの整備に対する助成金等による支援

＜実施結果＞

- 「起業家甲子園・万博」を中心に、ICTスタートアップ支援のためのイベント等を実施(イベント開催数、マッチング割合、イベント参加者有益度評価のいずれも目標値を達成)した。
- Webページ「ICTスタートアップ支援センター」において、全国各地で開催・連携する地域イベントの状況等を発信した。

	H28	H29	H30	R1	R2
イベント等開催(件)	40	38	39	47	38
マッチング割合(%)	100	100	100	100	100
イベント参加者有益度評価(%)	96.5	95.0	98.9	92.2	96.2

- IoTテストベッド及び地域データセンターの整備を行う計29件の事業について助成を実施した。

		H28	H29	H30	R1	R2
IoTテストベッド	件数(社)	4	1	1	2	0
	助成金(万円)	9,273	800	1,153	2,540	0
地域データセンター	件数(社)	8	5	4	3	1
	助成金(万円)	8,399	5,589	4,000	3,000	1,000

Ⅱ-1 機動的・弾力的な資源配分

「第4期中長期計画」

機構内外の情勢に応じた機動的・弾力的な資源配分

「実施結果」

- 外部評価、内部評価を適正に実施し、その評価結果と機構内外の情勢も踏まえて各年度の予算を決定した。
- 外部評価において、研究分野ごとの評価に加え、機構の自己評価の妥当性を審議する総括評価委員会を平成30年度から継続して実施した。
- 長期的な視点でコスト削減につながる計算機資源の集約化や新たな業務のための予算措置等、機動的・弾力的な資源配分を実施した。
- 新たな価値の創造、機構内活性化を目的とした機構内ファンド及び外部資金獲得インセンティブ向上のための推進制度を実施した。

Ⅱ-3 業務の電子化の推進

「第4期中長期計画」

- 構内の事務手続きの簡素化・迅速化を図るため、機構内の情報システムを横断的にサポートする情報システム環境を整備
- 耐災害性の高い情報通信システムを構築・運用し、業務の安全性、信頼性、継続性を確保

「実施結果」

- 業務改革(Re-engineering)の取組により、業務効率化を目指した業務プロセスの見直しや業務システムの更改を実施した。
- 電子化(ペーパーレス化)や機構全体で利用できるグループウェアの導入により事務手続きの簡素化・迅速化を促進した。
- 業務系・基幹系システムの仮想化と処理能力向上、システム負荷増大に合わせた柔軟な運用変更、災害時を想定した運用を行った。
- コロナ感染対策としてテレワーク環境を整備し業務継続性を確保した。

Ⅱ-2 調達等の合理化

「第4期中長期計画」

「調達等合理化計画」を着実に実施し、公正性・透明性を確保した迅速かつ効率的な調達の実現

「実施結果」

- 競争性のない随意契約案件として提出された全件について、財務部に設置した「随意契約検証チーム」により、契約事務細則等に定める随意契約によることができる理由の整合性について点検を実施した。同事由に合致しない案件について、競争性を確保した手続きへ移行した。公正性・透明性を確保しつつ、効率的な調達を行った。
- 不祥事の発生未然防止・再発防止のため、調達に係る各種マニュアルの整備、「財務部総合説明会」、「eラーニング」及び「各研究所別の個別説明及び意見交換会」を実施した。
- 現場購買に関する不適切な処理の再発防止策として、支払後の事後点検(令和元年9月抽出点検に移行)及び内部監査等の対策を実施し、適正な事務処理を行わせた。
- 競争参加拡大の一環として、一般競争入札の原則電子入札への移行を行った。

契約方式別契約実績の推移(件数)



Ⅱ-4 業務の効率化

「第4期中長期計画」

- 一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1%以上の効率化の達成
- 給与水準の検証及び適正な水準の維持

「実施結果」

- 運営費交付金を充当して行う業務について、新規・拡充分は除外したうえで毎年度平均1.1%以上の効率化を達成した。

令和2年度数値は決算前のため未確定

(単位:億円)

一般管理費及び事業費の合計の効率化状況(%)					
	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
前年度額 (a)	273.9	270.3	272.5	280.3	270.6
当年度額 (b)	270.3	265.7 (新規拡充分6.8を除く)	270.0 (新規拡充分10.3を除く)	265.9 (新規拡充分4.8を除く)	267.8 (新規拡充分11.6を除く)
対前年度増減率(b/a-1)	△1.31%	△1.70%	△0.91%	△5.11%	△1.03%
毎年度平均	△1.31%	△1.51%	△1.31%	△2.26%	△2.02%

- 人事院勧告に基づく国家公務員給与の改定を機構の給与に反映した。
- 対国家公務員指数 (ラスパイレス指数)

【研究職員】(対国家公務員(研究職))

平成28年度	(253人)	95.0
平成29年度	(249人)	95.9
平成30年度	(246人)	95.8
令和元年度	(254人)	96.2
令和2年度	(未定)	未定

【事務・技術職員】(対国家公務員(行政職(一)))

平成28年度	(97人)	106.6
平成29年度	(93人)	105.2
平成30年度	(94人)	106.3
令和元年度	(92人)	105.0
令和2年度	(未定)	未定

Ⅱ-5 組織体制の見直し

「第4期中長期計画」

研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上を実現するため、機構の本部・各拠点における研究等の組織体制の不断の見直し

「実施結果」

- 研究開発成果の普及・社会実装を目指すオープンイノベーション推進本部の組織体制について不断の見直しを実施し、下記の組織を設立した。
 - ✓ ナショナルサイバートレーニングセンター
 - ✓ 知能科学融合研究開発推進センター
 - ✓ ナショナルサイバーオブザベーションセンター
- 理事長のリーダーシップの下で、国内外の研究開発動向等の情報収集・分析機動的に推進するための組織「イノベーションデザインイニシアティブ」を設置した。また、サイバー空間と実空間をつないだエミュレータの研究開発に関する企画調整を行うためCPSエミュレータプロジェクトを設置した。
- 第5期中長期計画の検討に資するため、研究所長等を中核とする将来ビジョンタスクフォースを設置し、マネジメントレベルによる計画の検討や将来ビジョンの検討、有識者による講演会を実施した。
- 若い世代の研究者や総合職で構成するワーキンググループも組織し、第5期中長期以降の研究開発の柱の検討や、機構の組織・風土改革に関する議論を実施した。



Ⅲ～Ⅶ 予算計画、収支計画及び資金計画 ほか

「第4期中長期計画」

一般勘定の予算計画等による運営、自己収入等の拡大等

「実施結果」

令和2年度数値は決算前のため未確定

(単位:億円)

	平成28年度		平成29年度		平成30年度		令和元年度		令和2年度	
	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算
収入	365.6	373.7	472.7	474.0	455.1	452.8	541.1	505.9	1,193.6	
支出	367.2	326.4	517.8	394.0	561.8	402.4	660.2	489.1	1,028.2	
特許料収入等自己収入	2.1	3.3	3.4	4.6	2.8	4.3	3.4	5.1	3.8	
競争的資金等外部資金	65.2	72.9	115.3	117.5	141.8	138.6	156.4	151.8	144.1	

Ⅷ-4 研究開発成果の積極的な情報発信

「第4期中長期計画」

積極的な情報発信による多様な手段を用いた広報活動

「実施結果」

報道発表では、記者クラブへの配布、登録記者への配信、Web配信サービスの利用など、メディアへの効果的なアピール・露出を実施した。また、案件に応じて記者への説明会を開催した。

COVID-19を受け、令和2年度本部オープンハウスに代えて、特別オ

ープンシンポジウム『アフターコロナ社会のかたち』をオンライン開催（視聴数：9,184回。令和元年度の本部オープンハウス来場者数は4,863名）したほか、オンライン開催となったCEATECに出展した。また、機構ホームページにバーチャル展示室を開設した。



Ⅷ-2 人事に関する計画

「第4期中長期計画」

- 研究開発成果の最大化のための人材の確保・育成・評価・活用
- 有期雇用等による最先端人材の確保等

「実施結果」

- 研究開発成果の最大化を実現するための人材として、パーマネント職員（研究職、研究技術職及び総合職）及び有期雇用職員を採用したほか、民間企業等からも出向者を受け入れた。

＜参考＞ パーマネント職員の年度別採用数

	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	計
研究職	7	7	5	9	12	40
研究技術職	-	2	1	3	4	10
総合職	0	0	2	3	4	9

- 「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制度を平成29年度に創設した。令和3年3月31日現在の指定者は30名。
- 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する企業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・イノベーションコーディネーターとして配置する制度を平成28年度に創設した。令和3年3月31日時点での配置数はそれぞれ26名・6名。
- 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及び中堅リーダー研修を実施する等、各種研修を実施した。
- 若手研究者が挑戦できる機会の拡大として、テニュアトラック研究員を平成28年度～令和2年度の5年間で17名を採用した。（うち、2名はテニュアトラック終了後、パーマネント職員として採用済み。）
- AIやセキュリティ関連分野の優秀な若手人材確保のため、リサーチアシスタントを平成28年度～令和2年度の5年間で16名を採用した。
- 学生のキャリア形成につながる就業体験の機会として国内インターンシップ制度を令和2年度より開始し、令和2年度に3名受け入れた。

VIII-5 知的財産の活用推進

「第4期中長期計画」

知的財産取得から技術移転までを一体的かつ戦略的に進め、研究開発成果の社会への移転及び利用の拡大を図る。重点的に推進すべき課題については、その推進体制を整備し、効果的な技術移転を実施

「実施結果」

- 音声翻訳技術、サイバーセキュリティ技術など実用化に近い技術を中心に、技術移転推進担当者と研究所・研究者が連携して企業に対する技術移転活動等を進め、知財の活用促進を図った。
- 令和2年度知財収入はコロナ禍で前年度より減少するものの、今中長期目標期間の合計は750百万円（平均年額150百万円）程度となる見込みで、前期5年間の平均年額78百万円からほぼ倍増した。

VIII-6 情報セキュリティ対策の推進

「第4期中長期計画」

- CSIRTの適切な運営、研修やシステムの統一的な管理等を進め、セキュリティを確保した安全な情報システムの運用
- サイバーセキュリティ基本法に基づいたガイドラインの整備、情報セキュリティポリシーの不断の見直しなど、機構のセキュリティの維持・強化

「実施結果」

- 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、被害拡大の防止に尽力した。
- 最新の研究開発成果を活用したSOCを研究所と共同で運用し、各種セキュリティ情報の分析により、24時間365日の監視体制の下、情報システム等のセキュリティ向上に貢献した。
- 統一基準群改定に基づき、機構の情報セキュリティポリシーの見直し、関連文書の適宜改定を実施した。最高情報セキュリティ副責任者を設置し体制を強化した。

VIII-7~9 コンプライアンスの確保、内部統制に係る体制の整備、情報公開の推進等

「第4期中長期計画」

- 機構における業務全般の適正性確保に向け、厳正かつ着実にコンプライアンス業務を推進
- 内部統制について業務方法書に記載した事項に着実に取り組むとともに、内部統制の推進に必要な取組を推進
- 情報公開の推進及び機構の保有する個人情報保護の適切な保護を図る取組の推進

「実施結果」

- 業務全般の適正性確保のため、「コンプライアンス・ガイドブック」を作成するとともに、新規採用者向けにコンプライアンスについて最低限認識すべき内容に特化した冊子「NICT職員となって最初に読む冊子」を作成した。
- 合同コンプライアンス研修（e-learning）を全役職員を対象として毎年実施している。
- 内部統制とリスク管理の徹底のため、内部統制委員会（年1回）及びリスクマネジメント委員会（年1回）を定期的開催し、それぞれ実施計画を策定するとともに、両計画に基づき実施状況を点検し、改善策を検討・実施したほか、新たな事態に対応して計画変更、再発防止策の検討・実施を行うなど、PDCAサイクルを構築した。
- 適正な内部統制を確保するため、規程類の総点検を行い、規程類の適正化の取組みを実施したほか、起案文書の点検活動を実施し、問題が多い事例について起案ひな型を拡充した。
- 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。
- 平成29年度に個人情報保護マニュアルを作成し、必要の都度改正を行うとともに、コンプライアンス研修、新規採用者研修において、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。