

様式 2-1-1 国立研究開発法人 年度評価 評価の概要

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5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 大江 賢造
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 佐藤 浩一

3. 評価の実施に関する事項
<p>令和6年5月22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)</p> <p>6月21日 監事ヒアリング</p> <p>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)</p> <p>8月5日 総務省国立研究開発法人審議会 (意見の聴取)</p>

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

様式2-1-2 国立研究開発法人 年度評価 総合評定

1. 全体の評定						
評定 (S、A、B、C、D)	S：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。	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		
評定に至った理由	項目別評定は業務の一部がA、Bであるものの、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Sであり、また全体の評定を引き下げる事象もなかったため、本省の評価基準に基づきSとした。					

2. 法人全体に対する評価	
<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 電磁波先進技術分野では、GPM 観測衛星に搭載された二周波降水レーダーについて、降雨判定アルゴリズムを改良し、降雨頻度の高精度化を図るとともに、降水頻度の年々の増加傾向がレーダーのサイドローブレベルの経年変化によって作られた見せかけの傾向であることを示した。また、5G 基地局からの電波ばく露レベルを全国各地で測定し、人口密度との関係や従来の携帯電話からのばく露レベルと同等以下であることを定量的に明らかにした。 革新的ネットワーク分野では、これまでに他に例がない広帯域な 232-500GHz の電波伝搬特性の実測結果を ITU-R に報告し、水蒸気の吸収線に近い 450GHz での伝搬測定結果から、湿度の増加によるテラヘルツ帯の大气損失が増えることを指摘した内容が ITU-R WG3K3 議長報告に記載された。また、機構の研究成果に基づくマルチコア光ファイバの量産が光ファイバメーカーにおいて開始され、グローバルプラットフォームへ提供されることになった。 サイバーセキュリティ分野では、サイバーセキュリティ演習の実施において、CYDER、RPCI、SecHack365 に加え、大阪・関西万博向けのサイバー防御講習（CIDLE）を開始し、特に地方自治体や中小規模の組織のセキュリティ対応能力を強化した。さらに、サイバーセキュリティ産学官連携拠点たる CYNEX アライアンスを設立し、ICT 人材の育成を推進している。同アライアンスに参加する企業や大学は 60 組織を超え、非常に影響力のあるアライアンスとなった。共同研究や研修プログラムの実施を通じて、最新の技術と知識を共有し、産学官連携による ICT 人材の育成を推進している。 ユニバーサルコミュニケーション分野では、日本語特化型で世界最大の 3,110 億パラメータのモデルを含む、複数の大規模言語モデル「NICT LLM」を短期間で開発。その基本性能を評価し、一定の精度で質問応答、創作、議論等が可能であることを確認した。また、日英中韓越仏の任意 2 言語間チャンク翻訳の実現など、社会的要請に応える形で技術を進化させた。これにより、リアルタイムでの多言語コミュニケーションが可能となり、大阪・関西万博などグローバルなイベントでの利用が期待される。 フロンティアサイエンス分野では、機構で開発した SSPD の先端技術への適用成果が有力論文誌に掲載されたことに加え、機構の技術移転を受けて製作された日本企業製 SSPD システムが G7 科学技術大臣会合や同企業の内覧会において展示・紹介され、機構発技術の社会実装に向けた積極的なアピールが行われた。また、VR 内でアバターによる低空飛行を行うことで、高所を繰返し経験しなくても高所に対する恐怖を低減できることを発見し、国際的な週刊誌に取り上げられるほどの社会的反響があった。 Beyond 5G の推進は、まず令和4年度まで公募した Beyond 5G 研究開発推進事業（旧基金事業）について、75 プロジェクト中 72 プロジェクトが継続評価において高い評価（S あるいは A）となっており、特に、学術および知財を含めた実用化に向けた取り組みについては、事業開始3年で査読付き論文 963 件、国内外特許出願 1235 件、標準化への寄与 606 件と多くの成果を挙げた。また、令和4年法改正により恒久設置された革新的情報通信技術（Beyond 5G (6G)）基金による事業（新基金事業）については、その効果最大化を狙い、事業化に知見のある外部有識者から構成される社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム評価委員会の新規立ち上げ、情報通信審議会の研究開発戦略等に沿った技術分野を対象とした支援などの準備が短期間で実施され、年度内に 15 プロジェクトへの助成金の交付決定を実現した。さらに、機構の B5G 研究開発を国際的に展開すべく、日独 Beyond 5G 研究ワークショップの開催や日仏連携強化を行い、世界トップ集団との研究連携体制を 1 年前倒しで構築した。 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、ICT 分野の国内外における最新の研究開発動向を取りまとめた ICT 俯瞰報告書 2023 を初めて作成・公表した。また、機構の研究に基づき国際標準を 17 件成立させた。中でも機構が提案してきたテラヘルツ、時空間同期、非地上系ネットワークの数値目標が Beyond 5G の目標特性として取り入れられた「IMT-2030 のフレームワーク勧告」が令和5年11月開催の ITU 無線通信総会で成立した。 	

3. 項目別評価の主な課題、改善事項等	
	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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してほしい。

4. その他事項	
研究開発に関する審議会の主な意見	<ul style="list-style-type: none"> 外部資金獲得に向けた取組、それを受けた獲得額の伸びが財務内容に寄与している。 人材流出の防止、研究開発成果の積極的な情報発信等で努力がみられる。 機構自身の情報セキュリティ対策について、現状を評価する意見のほか、内部統制とリモートワークの関係を踏まえたリスクの抽出や、CSIRT・SOCにつき独自の施策・アピールが必要との意見あり。
監事の主な意見	<ul style="list-style-type: none"> 機構の業務は、法令等に従いおおむね適正に実施され、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DXの推進の取組を更に進めていくことが望ましい。

様式2-1-4-1 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. 研究開発の成果の最大化その他の事業の質の向上に関する事項 1. 重点研究分野の研究開発等 (1)電磁波先進技術分野 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			予算額(百万円)	8,193	8,985	6,807		
招待講演数※1	—	52	60	83			決算額(百万円)	4,489	8,587	5,278		
論文被引用総数※2	—	62	20	22			経常費用(百万円)	4,538	5,434	6,835		
過年度発表を含む論文被引用総数※3	—	62	317	703			経常利益(百万円)	86	18	△121		
実施許諾件数	7	7	6	5			行政コスト(百万円)	4,638	5,527	6,938		
報道発表件数	9	7	6	4			従事人員数(人)	68	66	67		
共同研究件数※4	—	73	77	85								
標準化や国内制度化の寄与件数	—	59	52	42								
標準化や国内制度化の委員数	—	55	57	54								

※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		評価	A
		A			
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 		<p>1-1. 電磁波先進技術分野(3. 機構法第14条第1項第3号、第4号及び第5号の業務を含む)</p> <p>電磁波先端技術分野においては、電磁波の特性を把握して使いこなすための技術を総合的に研究開発してきた。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5つの部分で構成される。</p> <p>周波数標準(時空標準)、電磁環境、宇宙天気予報の公共サービスに繋がる先端科学技術の研究開発を実施するとともに、光を新たな概念の光学系で使いこなしていくためのデジタル光学基盤、電磁波を利用して対象を可視化する応用領域であるリモートセンシング技術まで、幅広い研究開発を実施した。具体的成果については各項目に示すが、この分野の成果の特徴としては、長年に亘って蓄積されてきたノウハウに基づいた高度な研究成果が数多く創出され続けており、先端的開拓要素の科学的成果から、社会実装に直結する成熟度の高い技術まで、多様な軸による優れた成果が達成されたことが重要である。また、最近では、先端的基礎研究から社会実装までの時間が短縮され</p>		<p><評価に至った理由></p> <p>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。</p> <p>主な状況は以下のとおり。</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • (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 		<p>ているケースもあり、研究開発着手から社会実装までのスピードが加速される傾向にあることも特徴として重視すべきである。</p> <p>成果例としては、リモートセンシング技術における、多用途に応用可能な高性能で安価なシードレーザーが開発されて新たな方向が開拓された成果、GPM 観測衛星のデータ解析の改善や衛星軌道コントロールによる衛星延命に重要な役割を果たした成果、能登半島地震の状況把握への Pi-SAR X3 の貢献、宇宙環境技術における宇宙天気予報の高度化に資する先端科学成果のレベル向上が実現した成果や次期ひまわり衛星に搭載するセンサーの基本開発(EM 開発)を進めた成果、電磁環境分野における、これから Beyond5G 時代に向けてますます重要になっていく高周波領域への対応や標準化活動におけるリーダーシップを発揮した成果、時空標準技術における、最先端の光周波数標準創生についての世界の牽引、小型原子時計や WiWi 技術による新たな方向への展開などの成果、デジタル光学基盤における、ホログラフィー技術を応用した表示技術、撮像技術、通信技術へ展開する各種素子の新規手法による研究開発の成果など、世界をリードする多くの優れた成果が創出された。</p> <p>それらの価値は、科学的意義はもとより、社会的に要請と関心が高まる方向への導入や、実際の具体的社会実装も行われており、全軸における優れた成果が出始めたことが第5期中長期目標期間3年目の特徴である。また、先</p>	
---	--	--	--

		<p>端的成果を機構自身が実施する公共サービスに直導入した事例など、先端研究が社会実装に直結した成果創出と関連活動が進んだことも特筆に値する。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。</p>	
	<p>(1)リモートセンシング技術</p> <p>(ア)ローカルセンシング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和6年1月1日に発生した能登半島地震を受けて、2月に Pi-SAR X3 による能登半島の観測を実施、データ提供依頼を受けた文科省・能登半島地震研究チームへ速報として機上処理データを即日提供した。その後ひと月以内に全データを同チーム、国土技術政策総合研究所、防災科学技術研究所に提供した。Pi-SAR シリーズの観測データについては過去データを含め、データ検索配信システムにて公開を継続しており、学術機関や省庁を中心に年間数百件の利用実績がある。 東日本大震災直後の観測データ等を教師データとして、AI を用いた浸水領域抽出のモデルを構築した。複数のアルゴリズムを試行した結果、86%を超える精度を達成した。 DAIR について、スタビライザの制御を可能にした試作6号機を開発した。飛行許可を得るための修理改造検査を12月に実施し、実験試験飛行を2月に埼玉ロボット実証フィールドにて実施した。 水蒸気 DIAL について論文を発表するとともに報道発表を実施した。水蒸気 DIAL 及びそのシステム中で使用される機構が開発した小型安価なシードレーザーについて、NICT シーズ集に掲載した他、CEATEC や JST 新技術説明会での発表、その他業界雑誌への寄稿などで社会実装に向けたアピールを実施した。CEATEC で出会った複数社とシードレーザーの改良をはじめ技術的検 	<p>(1)リモートセンシング技術</p> <p>科学的意義としては、小型安価で高性能シードレーザーを機構内製で開発したことで高性能の水蒸気 DIAL の実現性が一気に高まったことと、その成果の論文発表など、科学的評価が高まった。また、AI を用いた XRAIN データの高分解能化の検討について具体的に訴求力の高い科学成果が創出されたこと、GPM のデータ解析において、降水判定アルゴリズムの改良をしたことなど、複数の優れた成果が創出された。</p> <p>社会的価値については、EarthCARE/CPR について機構小金井のレーダー・ライダー等の各種観測装置群が地上校正・検証用スーパーサイトとしての位置付けとなったことは、気候変動予測に極めて重要な EarthCARE ミッションの一翼を担う重要な社会的価値を得たものと評価できる。さらに、Pi-SAR X3 について災害時データと比較するための平時のベースマップ観測、被災地域抽出の機械学習のための被災地域観測を多数実施したことは、災害時等の迅速な判断に資するデータ利用の道を拓くものであり、社会的</p>	<p>【リモートセンシング技術】</p> <p>EarthCARE 衛星における国際的な貢献、レーザー技術におけるブレークスルー等、革新的な高性能水蒸気 DIAL の実現を可能にする小型安価で高性能シードレーザーを機構で内製したことなど、優れた科学的意義が認められる。</p> <p>2月に Pi-SAR X3 による能登半島地震被災地の観測を実施して関係政府機関にデータを提供し我が国の自然災害対策に直接的に貢献できたこと、マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)2台の自治体への導入が決定して自治体業務(下水道等)における豪雨災害対策として今後の広がりが期待できることは、社会的価値、社会実装の両面で評価できる。</p> <p>GPM 観測衛星に搭載された二周波降水レーダーについて、降雨判定アルゴリズムを改良し、降雨頻度の高精度化を図るとともに、降水頻度の年々の増加傾向がレーダーのサイドローレベルの経年変化によって作られた見せかけの傾向であることを示して同衛星</p>

	<p>討を開始するなど、小型安価で安定したライダー装置の実現性を高めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • シードレーザーについて、DIAL に用いる周波数の異なる複数のレーザー(実用化モデル)を作成し、製作した多波長制御ユニットを用いて長期(48 日間)にわたる周波数制御に成功した。3つ以上の周波数を用いた DIAL で原理的に気温の計測が可能であり、将来のライダーによる気温観測の実現性を高めた。同シードレーザーの実利用での安定性の検証として、風観測も連続して実施できている。 • 常温動作パルスレーザーについて、励起モジュールを改良し、令和5年度末時点でコヒーレントライダーの光送信機の性能指数(信号検出能力に対応するの指標)で世界最高を達成した。これにより水蒸気(10 km)と風(30 km)の長距離観測の実現性を示した。同レーザーを小型化し、小型安価なライダー装置への組込を実現する可搬型パルスレーザーの開発も進めている。 • 周波数変調コヒーレントドップラーライダーの検討を行った。パルス圧縮により送信パワーを増大させることで、小型軽量ながら高分解能(数 m)なライダーが実現できることを実験により示し、結果をまとめた論文が Optics Express に受理された。今後利用が広がると想定される『次世代空モビリティ』の安全運航への寄与も期待される。 • 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をシミュレーションにより検討し、DIAL 方式を用いて従来の2倍以上の長距離にわたり短時間(数秒)で水蒸気の観測が実現可能なことを示した。この技術の実現のため未来 ICT 研究所・超伝導 ICT 研究室と連携を進めている。 • 令和4年度の成果である AI 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論文が掲載された(Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, IF=2.531, Academic Accelerator, 2022-2023)。同成果について民間企業と NDA を結び、その利用についての具体的な検討を加速している。 	<p>な価値を向上させる優れた成果である。</p> <p>社会実装については、MP-PAWR2 台の自治体への導入が決定したことを具体的社会実装成果として高く評価する。</p> <p>さらに、社会的価値、社会実装の両面で優れた成果として、GPM のデータ解析についてレーザーのサイドローレベルの経年変化によって作られた見せかけの傾向の発見と対処をしたことが気候変動予測等の社会的価値の高いデータ活用レベルを改善するものであり、ユーザーへの直接効果を生む社会実装として高く評価すべきものであること、GPM 主衛星の延命のための軌道修正を実現させて TRMM から GPM へ 30 年近くに亘って引き継がれてきた軌道上からの降雨観測のさらに先への持続性を確保したことは、軌道上からの降雨データ取得に空白期間を発生させないために極めて重要なアクションであり、具体的ユーザーニーズに直接応えた社会実装成果として高く評価する。</p> <p>また、令和6年1月1日に発生した能登半島地震について、2月に Pi-SAR X3 による能登半島の観測を実施し、データ提供依頼を受けた文科省・能登半島地震研究チームへ速報として機上処理データを即日提供し、その後ひと月以内に全データを同チーム、国土技術政策総合研究所、防災科学技術研究所に提供したことは、緊急事態への即応も含め、社会的に重要な価値を持つ技術とデータの社会実装として高く評価したい。</p>	<p>の延命に貢献したことは、高い社会的価値を有する成果として評価できる。</p>
--	---	--	---

- AIを用いて、国交省現業のレーダー雨量計ネットワーク(XRAIN)データの高分解能化の検討を実施した。時空間分解能の高い MP-PAWR データを教師として学習させることで、時空間分解能の低い XRAIN のデータを高分解能化する機械学習モデルを開発し、実際に高分解能化の実例を示した。
- MP-PAWR2 台の自治体への導入が決定した。
- 令和4年度末に完成した吹田・神戸の MP-PAWR について、吹田は7月3日本免許を取得した。神戸は、MP-PAWR が多数配備された場合に各レーダーが用いる周波数をどの程度密に配置できるか(周波数離隔)などの基礎情報を得るため MP-PAWR 同士の干渉検討実験を実施した後、令和6年3月7日に本免許を取得した。大阪万博でのデータ利活用について、総務省・内閣府・万博協会や関連研究機関等と調整を進めている。
- ユーザーの希望に応じた MP-PAWR のデータ提供を維持している。
- 欧州方式に対応する屋外観測装置の開発が順調に進んでいる。これを用いた海外での観測実験候補として台湾との連携を検討し、具体的に新しい連携の枠組みを構築している。
- 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つつ気象庁による線状降水帯メカニズム解明のための九州エリアでの協力体制(オールジャパンでの取組)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、反射体特定などの手法について高度化を進めた。
- 周波数の有効利用を目的とした気象レーダーの多目的化の一環として、MP-PAWR によるドローン検知を目指して大学とともに SCOPE 予算を獲得した。11月にドローン検知の実証実験を埼玉、神戸の MP-PAWR を用いて実施した他、2月には吹田でも実施した。
- 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)と中央値を用いたスペクトル平均手法により風速の高度プロファイルの時間変化が欠測なく取得できる事例を示した。特に、これまでクラッターによ

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。

- 水蒸気 DIAL について論文を発表するとともに報道発表を実施しそこに使われる機構が開発した小型安価なシードレーザーについて CEATEC や JST 新技術説明会での発表、社会実装に向けたアピールを実施したこと。また、CEATEC で出会った複数社と技術的検討を開始するなど、小型安価で安定したライダー装置の実現性を高めたこと。
- AI を用いた XRAIN データの高分解能化の検討を実施し、時空間分解能の高い MP-PAWR データを教師として学習させることで、時空間分解能の低い XRAIN のデータを高分解能化する機械学習モデルを開発、実際に高分解能化の実例を示したこと。
- GPM 現バージョン(V07A)のプロダクトの検証を行い、降水判定アルゴリズムの改良により統計的にも降水頻度が上昇していることを確認したこと。また、降水頻度の年々の増加傾向がレーダーのサイドローレベルの経年変化によって作られた見せかけの傾向であったことを示したこと。

【社会的価値】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

	<p>てほとんど使えなかった低高度(地表面付近数百 m)でも同技術で有効な観測ができることを、ライダーとの比較によって示した。また、リアルタイムデータ処理のためのプログラムを開発するなど、同技術を気象庁による現業観測に適用できる水準に高めるための取り組みを進めた。ライダー風観測との比較で両者の鉛直風が良く一致することを示すなど、マルチセンサを用いた複合解析に向けた開発も進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 通信とセンシングを融合した新たな計測技術開発の第一歩としてローカル5G 電波を利用した計測システムを検討した(ワイヤレスシステム研究室と連携)。ソフトウェア無線を用いたオフライン受信システムの構築、一部信号の復調など信号処理部の開発、5G 模擬信号生成とそれを用いた受信数値シミュレーション(水蒸気観測を例に実現性検討)などを行った。横須賀における実際のローカル5G 電波を用いた受信実験において、同期信号の復調・抽出に成功した。 • Pi-SAR X3を用いて、災害時データと比較するための平時のベースマップ観測、被災地域抽出の機械学習のための被災地域観測を多数実施した(気象庁常時観測火山 50 の内 39、東南海地震想定 64 エリア、台風・線状降水帯など豪雨被災 59 エリアなど)。また機上からリアルタイムでデータを転送するための衛星回線を用いた通信実験に成功した。 • MP-PAWR データのリアルタイム圧縮転送のため、データ圧縮装置を埼玉・吹田・神戸に導入した。 • Pi-SAR X3 と MP-PAWR のデータを用いた令和6年度の実証実験に向けて、連携できる相手先を探すために30 を超える研究機関・民間企業のヒアリングを行い、災害情報の共有・発信、内水氾濫や道路冠水予測などのテーマで候補を絞った。MP-PAWR プロジェクトで開発した AI を用いたナウキャストについても、予測情報として利用を検討している。 	<ul style="list-style-type: none"> • GPM 現バージョン(V07A)のプロダクトの検証を行い、降水頻度の年々の増加傾向がレーダーのサイドローレベルの経年変化によって作られた見せかけの傾向であったことを示したこと。 • GPM 主衛星の燃料が枯渇してきたことを受け、延命のため主衛星の高度を上昇させる検討を行い、DPR の運用について、特にパルス繰り返し周波数(PRF)変更の技術的検討を主導し、実現可能であることを示したことにより、令和5年 11 月に実際に高度変更が実現したこと。 • EarthCARE/CPR の校正計画確認会を主催し、JAXA を始め国内関係機関の有識者の議論を経て機構の校正計画の承認を得た。また、日欧科学者会合(JMAG)を小金井にて開催し、国内関係機関と協力して機構小金井に集結しているレーダー・ライダー等の各種観測装置のデモンストレーションを行って、地上校正・検証用スーパーサイトとしての位置付けを明確にした。 • Pi-SAR X3 を用いて、災害時データと比較するための平時のベースマップ観測、被災地域抽出の機械学習のための被災地域観測を多数実施したこと。また機上からリアルタイムでデータを転送するための衛星回線を用いた通信実験に成功したこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • MP-PAWR2台の自治体への導入が決定したこと。
	<p>(イ)グローバルセンシング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地上処理アルゴリズムについて、レーダーの工学的校正を行うレベル1アルゴリズムの一部ルーチンと、レーダーデータの物理的補正を行うレベル2アルゴリズムの 	

	<p>改良を行った。レベル2アルゴリズムでは、ビーム内のエコー強度不均一に起因するドップラー速度誤差を補正するアルゴリズムを開発した。EarthCARE/CPR のドップラー速度測定誤差の全球での評価を行った論文が出版された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • EarthCARE 打ち上げ後の地上検証のために開発した地上雲レーダー(HG-SPIDER)の観測を継続し、3年を超えるデータを蓄積したほか、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)を用いたプロダクト検証の準備も行った。これにより、雲の頻度分布、融解層高度、雲内鉛直流などの統計的及び直接的比較による検証機会の増大が実現した。 • 機構が担当する EarthCARE/CPR の打ち上げ後の校正に用いる能動型レーダー校正器(ARC)について、スプリアス特性の改善などを行い、校正計画で目標とする校正精度 1dB を達成した。また、外部校正は屋外(利根川河川敷)作業となるため、現場作業の効率化のため測定精度を担保する校正源とパワーメータを ARC 内部に組み込んだ他、操作インターフェースの改良を行った。令和6年3月8日に無線局予備免許を取得しており、EarthCARE 打ち上げ時に本免許を取得する計画である。 • EarthCARE/CPR の校正計画確認会を主催し、JAXA を始め国内関係機関の有識者の議論を経て機構の校正計画の承認を得た。また、日欧科学者会合(JMAG)を小金井にて開催し、国内関係機関と協力して機構小金井本部に集結しているレーダー・ライダー等の各種観測装置のデモンストレーションを行って、地上校正・検証用スーパーサイトとしての位置付けを明確にした。 • GPM 現バージョン(V07A)のプロダクトの検証を行い、降水判定アルゴリズムの改良により統計的にも降水頻度が上昇していることを確認した。また、降水頻度の年々の増加傾向がレーダーのサイドローブレベルの経年変化によって作られた見せかけの傾向であったことを示した。さらに、GPM 次期バージョンのプロダクトに向け、DPR の降水判別とクラッター除去アルゴリズムの改良を実施した。 	<ul style="list-style-type: none"> • GPM 現バージョン(V07A)のプロダクトの検証を行い、降水頻度の年々の増加傾向がレーダーのサイドローブレベルの経年変化によって作られた見せかけの傾向であったことを示したこと。 • GPM 主衛星の燃料が枯渇してきたことを受け、延命のため主衛星の高度を上昇させる検討を行い、DPR の運用について、特にパルス繰り返し周波数(PRF)変更の技術的検討を行い令和5年11月に実際に高度変更が実現したこと。これにより、PMM 衛星とのオーバーラップ期間を数年確保することが可能になる見込みであること。 • 令和6年1月1日に発生した能登半島地震について、2月に Pi-SAR X3 による能登半島の観測を実施し、データ提供依頼を受けた文科省・能登半島地震研究チームへ速報として機上処理データを即日提供し、その後ひと月以内に全データを同チーム、国土技術政策総合研究所、防災科学技術研究所に提供したこと。 	
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • GPM 主衛星の燃料が枯渇してきたことを受け、延命のため主衛星の高度を上昇させる検討を行った。DPR の運用について、特にパルス繰り返し周波数 (PRF) 変更の技術的検討を行って実現可能であることを示したことにより、令和5年 11 月に実際に高度変更が実現した。これにより、次期降水衛星計画である PMM 衛星とのオーバーラップ期間を数年確保することが可能になる見込みで、TRMM から 30 年を超えて継続する衛星降水観測の維持に大きく貢献した。 • GPM の後継ミッションである降水観測ミッション (PMM) がプロジェクト化されたことを受け、JAXA と協力して開発を進めるための協定を締結した。地上処理アルゴリズムのうち、レベル2アルゴリズム、特に本プロジェクトでの鍵となる衛星降水レーダーで初めてとなるドブブラー観測のためのアルゴリズム開発を担当することとなった。 		
	<p>(2)宇宙環境技術</p> <p>(ア)宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> • 東南アジア域における VHF レーダー、イオゾンデ、全地球航法衛星システム (GNSS) 受信機の観測データから、AI を利用した解析や擾乱指数の導出により、プラズマバブルの発生状況を自動検出し、予測情報と合わせて可視化するシステムを構築し、運用を開始した。 • 現況把握及び電離圏データ同化への入力のため、全球に分布するリアルタイムに取得可能な GNSS 受信機データを 100 点取得し、電離圏全電子数に変換するシステムの構築を進め、実装を開始した。 • さらに、収集してきた GNSS 受信機データ等を用いた解析により、南太平洋トンガ沖海底火山の大規模噴火に伴う同心円状の気圧波が引き起こした電離圏電子数の不規則構造の観測に成功し、火山噴火に伴って発生した大気変動によるプラズマバブルの生成機構を明らかにした。 • ひまわり後継機に搭載可能な宇宙環境センサのエンジンリングモデル (EM) の開発について、全ての装置 (電子線計測装置・陽子線計測装置・帯電計測装置・共 	<p>(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)</p> <p>科学的意義としては、AI を利用した解析や擾乱指数の導出手法を導入することで、新たな可視化技術の発展と科学的アプローチの開拓に繋がる成果を出したこと、全球に分布するリアルタイムに取得可能な 100 点の GNSS 受信機データを電離圏全電子数に変換するシステムを構築したこと、大気・電離圏データ同化モデル (GAIA) に含まれる不確定パラメタの種類を拡大抽出して影響を評価し、データ同化アルゴリズムへ組み込み、手法を改良することで計算の安定化と精度の改善を図るなど、科学的意義を大きく高める複数の重要な成果が創出された。</p> <p>社会的価値としては、トンガ沖海底火山の大規模噴火に伴う同心円状の気圧波が引き起こした電離圏電子数の不</p>	<p>【宇宙環境計測技術】</p> <p>トンガ沖海底火山の大規模噴火に伴う同心円状の気圧が引き起こした電離層電子数の不規則構造の観測に成功し、火山噴火に伴って発生した大気変動によるプラズマバブルの生成機構を明らかにするなど、未知の現象の解明により宇宙天気予報の質を大きく向上させるとともに、グローバルな協調連携を図りつつ宇宙天気業務を遂行していることは、社会的価値が極めて高いものとして評価できる。</p>

	<p>通回路部)の製造を進め、各計測装置単体での性能評価試験等を実施した。引き続き、プロトフライトモデル(PFM)への移行に向けた妥当性の評価を継続する。</p> <ul style="list-style-type: none"> •また、ひまわり10号全体の製造・打上げ・運用に係る総務省・気象庁・機構との協定(令和4年12月締結)に基づき、気象庁と機構により共同調達「次期静止気象衛星の製作等業務請負」を実施し、ひまわり10号製造を開始した。本プロジェクトのプロジェクトマネージャーの設置や研究員の増員、品質管理事業者の参加等、本プロジェクトを着実に実施するための体制を強化した。 •大気・電離圏モデル GAIA のデータ同化について計算の安定化と精度の改善を図るため、GAIA データ同化モデルに含まれる不確定パラメータを従来の1種類から10種類まで拡大抽出して影響を評価、データ同化アルゴリズムへ組み込み、手法を改良した。さらに、近年大気ドラッグの高精度予測のニーズへの高まりを受け、電波伝搬だけでなく、低軌道衛星の大気ドラッグ予測への応用を図るため、データ同化スキーム(カルマンフィルタ)の適用範囲を GAIA の電離圏だけでなく、中性大気の計算過程への拡張を新たに実装して検証を開始した。 •放射線帯電子分布を高精度かつリアルタイムで再現するための研究開発を進めた。3次元電子放射線帯予測モデル(Rade3D)について、極めて計算コストが大きい電磁波による電子散乱過程を、確率分布として事前に計算を行う手法を開発し、予測精度向上に重要な散乱過程をリアルタイムで導入可能とした。 •さらに、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(RadeAI)について、入力データと学習手法の改善をはかり、確率予測精度を向上させた。 •AI を用いた太陽フレアの4クラス予報モデルを確率予報に拡張し、実装を進めた。さらに、太陽風 AI 予測モデルの開発にも着手するとともに、大学と連携して関連学会(JpGU、JSAI)にて太陽フレア AI 予測コンペを開始した。 	<p>規則構造の観測に成功し、火山噴火に伴って発生した大気変動によるプラズマバブルの生成機構を明らかにするなど、これまでに解明されていなかった宇宙天気に影響する現象の解明が進んだことは社会要請上重要な宇宙天気予報の質を向上させるものである。</p> <p>また、気象庁と機構による共同調達「次期静止気象衛星の製作等業務請負」の実施で、ひまわり10号製造を開始したこと、社会的影響の大きさも考慮した新たな警報基準についての対応と運用を開始したこと、GNSS 高精度測位の障害と電離圏変動の影響調査を実施し基準策定を進めたことなど、国の政策とも関連する重要成果を創出したことを社会的価値の視点から高く評価する。</p> <p>社会実装としては、SWFO アンテナネットワーク地上局の1つを世界に先駆けて整備し試験運用開始したこと、第1回国際宇宙天気調整フォーラムを機構が共同議長として開催したことなど、グローバルな協調連携が不可欠なこの領域の活動におけるリーダーシップなど、先端科学を国際協調のもとで社会実装していくこの分野の先導役として果たした優れた実績を高く評価する。また、多数のメディア・取材対応、見学対応、会議・展示会への参加、積極的アウトリーチ活動、国内外人材育成やアジア域における宇宙天気予報キャパシティビルディングに貢献するなど、宇宙天気に関する理解増進と国際的人材育成に貢献した実績を高く評価する。</p>	
--	---	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • 数値モデルを用いた太陽フレア発生警報システムの実装に向けて、モデルの改良及び評価を開始し、その警報システムの簡易版として、太陽の活動領域中で高いエネルギーが蓄積されている危険領域を図示して太陽フレア発生の危険度を可視化した。これを踏まえてフレア発生警報の基準となる指標を検討中である。 	<p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p>	
	<p>(イ)宇宙天気予報システムの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> • 平成 26 年 3 月に小金井にて稼働開始した、太陽風観測衛星データ受信システムの老朽化したバックエンド部の全面更新を実施した。また、次期太陽風観測衛星 (SWFO-L1) により、国際協力の下 24 時間 365 日太陽風擾乱を監視するために、10 か国近くへの参加が予定されている SWFO アンテナネットワーク地上局の 1 つを世界に先駆けて鹿島宇宙技術センターに整備 (令和 5 年 3 月に完成) し、試験運用を開始した。 • 情報システムグループによるホスティング・サーバ運用の終了に伴い、情報公開システムを共用ウェブサーバや NICT クラウドへ換装・改修を進めた。さらに、当初の計画にはなかったが、大規模宇宙天気イベントが発生した場合を想定し、ウェブアクセスが集中した際の情報公開の中断を極力低減するために、共用ウェブサーバ上の宇宙天気予報コンテンツの CDN (Contents Delivery Network) 化を実施し、サーバへの負荷分散を可能とした。 • 総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」(以下検討会) で報告された社会的影響の大きさも考慮した新たな警報基準について、警報発信システムを開発し、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運用を開始した。 • さらに、検討会において警報基準が未策定であった測位分野について、企業とも連携して RTK (Real Time Kinematic) 測位や DGPS (Differential GPS) 測位など GNSS 高精度測位の障害と電離圏変動の影響調査を実施し、基準策定を進めた。 • 宇宙天気情報利用者との交流のため、宇宙天気ユーザー協議会の総会を令和 5 年 11 月 6 日に開催すると 	<p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 東南アジア域における VHF レーダー、イオノゾンデ、GNSS 受信機の観測データから、AI を利用した解析や擾乱指数の導出により、プラズマバブルの発生状況を自動検出し、予測情報と合わせて可視化するシステムの構築を進めたこと。 • 全球に分布するリアルタイムに取得可能な GNSS 受信機データを 100 点取得し、電離圏全電子数に変換するシステムの構築を進めたこと。 • 大気・電離圏モデル GAIA のデータ同化について計算の安定化と精度の改善を図るため、GAIA データ同化モデルに含まれる不確定パラメータを従来の 1 種類から 10 種類まで拡大抽出して影響を評価、令和 5 年度中にデータ同化アルゴリズムへ組み込み、手法を改良したこと。 <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 収集してきた GNSS 受信機データ等を用いた解析により、南太平洋トンガ沖海底火山の大規模噴火に伴う同心円状の気圧波が引き起こした電離圏電子数の不規則構造の観測に成功し、火山噴火に伴って発生した大気変動 	

	<p>もに、衛星分科会、航空分科会、アウトリーチ分科会を各1回開催し、各分野のユーザーの宇宙天気利用状況やニーズ・シーズマッチングの課題、社会実装に向けた課題の検討を進めた。また、宇宙天気ユーザーズフォーラムを令和6年2月 29 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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際民間航空機関 (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た。ITU-R SG7 において検討してきた宇宙天気観測のための周波数保護に関する改訂について WRC-23 に入力を行った。また、SG3 会合に参加するとともに、電波伝搬シミュレータ及び GTEX (GNSS-TEC Exchange Format) に関する研究開発を進めた。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や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。GSICS (全球衛星搭載センサー相互校正システム) の GRWG (研究作業部会) の下に新たに宇宙環境センサの相互校正を扱う宇宙天気サブグループを設立、相互校正の標準化に向けた議論を開始した。 UN/COPUOS (国連・宇宙平和利用委員会) の宇宙天気サービスに関する勧告 (令和4年2月、COSPAR、ISES、WMO の3機関において、宇宙天気活動の国際的な調整を改善するための活動を行うこと) を受け、令和5年11月17日ジュネーブ WMO 本部にて、第1回国際宇宙天気調整フォーラムを機構が共同議長として開催した。 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、分野外の団体からの講演や記事執筆依頼への対応を多数実施するなど、多様な分野への宇宙天気予報の啓発活動を実施した。 加えて、大学院生1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するとともに、 	<p>によるプラズマバブルの生成機構を明らかにしたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ひまわり10号全体の製造・打上げ・運用に係る総務省・気象庁・機構との協定 (令和4年12月締結) に基づき、気象庁と機構により共同調達「次期静止気象衛星の製作等業務請負」を実施し、ひまわり 10 号製造を開始したこと。 社会的影響の大きさも考慮した新たな警報基準について、警報発信システムを開発し、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運用を開始したこと。さらに、GNSS 高精度測位の障害と電離圏変動の影響調査を実施し、基準策定を進めたこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際協力の下 24 時間 365 日太陽風擾乱を監視するために、10 か国近くの参加が予定されている SWFO アンテナネットワーク地上局の1つを世界に先駆けて鹿島宇宙技術センターに整備 (令和5年3月に完成) し、試験運用を開始したこと。 UN/COPUOS (国連・宇宙平和利用委員会) の宇宙天気サービスに関する勧告 (令和5年2月、COSPAR、ISES、WMO の3機関において、宇宙天気活動の国際的な調整を改善するための活動を行うこと) を受け、令和5年11月17日ジュネーブ WMO 本部にて、第1回国際宇宙天気調整フォーラム 	
--	--	---	--

	<p>国内外の研究者・技術者に向けたリクルート相談会や東南アジア諸国のインターンシップ相談を行うなど、国内外人材育成やアジア域における宇宙天気予報キャパシティビルディングに貢献した。</p>	<p>を機構が共同議長として開催したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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こと。加えて、国内外人材育成やアジア域における宇宙天気予報キャパシティビルディングに貢献したこと。 	
	<p>(3)電磁環境技術</p> <p>(ア)先端 EMC 計測技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 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の一般的条件を考慮した最強(単一)雑音源および全雑音源による雑音電力の確率分布を導出し、モンテカルロシミュレーションとの比較により妥当性を示した。成果はIEEE EMC 論文誌に掲載された。最強雑音源に対する検討結果に基づいた電磁雑音許容値設定モデルを国際標準として提案し、本モデルを5G 保護のための電磁雑音許容値設定に適用し、国際無線障害特別委員会(CISPR)技術文書のドラフトとして採用された。なお、これらの成果に対し IEC 1906 賞を受賞した。さらに、CISPR の国内委員会においては、製品許容値を定めるために、本モデルを適用した試算が行われるなど、国際標準成立を待たずに実用段階に入っている。 電源レールに接続されたスポット LED ライトなどの共通電源線上で発生する雑音源の特性を把握するために、伝送線路理論に基づいて、雑音源に接続された平衡二導体線路にモード変換を適用し、差動モードとコモンモードで表される等価回路モデルの理論式を導出した。令和4年度に取得した電源線上の広帯域電磁雑音源の特性データを用いた数値シミュレーション結果との比較を行うことにより、その妥当性を示した。さらに、共通電源線上で広帯域の電磁雑音源が動作する場合における高周波電気特性を得るため、通電状態での LED 照 	<p>(3)電磁環境技術(3-3. 機構法第 14 条第1項第5号の業務を含む)</p> <p>科学的意義としては、電波ばく露により生じる生体組織等価ファントム内部の温度分布変化を3次元的に高空間分解能、高温度分解能かつリアルタイム測定を世界で初めて実現し国際学会の Best Poster Award を受賞したこと、世界で初めて実運用の5G 基地局からのミリ波帯電波ばく露レベルを明らかにしたこと、また、5G メインビームの電波を捕えるための測定系を構築し、5G 基地局からの電波ばく露レベルがデータ通信時を含め従来の携帯電話システムからの電波ばく露レベルの同等以下であることを明らかにしたこと、電波反射箱による40GHzまでの広帯域放射電磁雑音評価方法の開発に関する成果をIEEE Access 論文誌に発表したことなど、科学的に極めてレベルの高い複数の成果を創出したことを高く評価する。</p> <p>社会的価値としては、特定実験試験局の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(300～500GHz)を決定し、その基準値を使用した電力計比較システムを世界に先駆けて開発し業務に反映させたこと、5G</p>	<p>【電磁環境計測技術】</p> <p>5G 基地局からの電波ばく露レベルを全国各地で測定し、人口密度との関係や従来の携帯電話からのばく露レベルと同等以下であることを定量的に明らかにしたことは、電波利用の安全性に関する社会的な要請に正面から応えるものであり、高く評価できる。</p> <p>特定実験試験局の特例措置に対応するために必要不可欠な電力基準値(300～500GHz)を決定し、その基準値を使用した電力系比較システムを世界に先駆けて開発したことは、利用者や業界関係者の評価も高く、社会的価値が極めて高いものとして評価できる。</p>

	<p>明のインピーダンス特性の実測データを用い等価回路モデルから線路上の電流分布を検討した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5G 等の無線通信の保護を目的とした、電波反射箱による 40GHz までの広帯域放射電磁雑音の評価に必要なアンテナ放射効率の測定方法として、複素 S パラメータを用いた参照導波管法を検討した。ランダム場を仮定した電波反射箱測定では、直接波等の不攪拌波が測定不確かさの主要な要因となるため、受信値に含まれる不攪拌波成分の同定・除去する評価手法を確立した。さらに、K バンドホーンアンテナを用いた測定によりその妥当性を検証した。実験結果を含めた研究成果をレターとして掲載した。 • 5G 等の準ミリ波・ミリ波帯無線通信の保護を目的として、電波反射箱による 40GHz までの広帯域放射電磁雑音評価方法を開発するために、関連規格に規定された測定用受信機の検波器方式による測定値が電波反射箱内の多重反射特性に影響されない条件を示した。これは個別の反射箱に依存せず、反射箱の持つ時定数に基づく一般性の高い条件である。現在用いられているピーク検波器と平均値検波器の両方においては、測定値が電波反射箱の時定数に依存する一方で、RMS (実効値) 検波器では、上記依存性がなく電波反射箱での測定値が電波暗室での測定値と対応することを明らかにした。この成果は IEEE Access 論文誌に掲載された。 • 5G などの無線通信を実環境で保護するための適切なガイドラインを確立するため、無線通信と電磁雑音のパラメータを幅広く変更できる干渉実験系を構築した。実環境における電子機器等からの雑音波形データを記録・再生し、通信システムシミュレータで生成した無線通信信号と合成させることにより、様々な特性を持つ電磁雑音が無線通信端末に与える影響を再現性良くかつ高精度で評価することを可能とした。このシステムにより、多様な雑音波形と種々の通信信号を組み合わせた干渉シナリオに対する効率的評価が可能となった。 • 携帯無線端末の近接放射による医療機器等の誤動作の懸念から、電子機器に対する電磁耐性基準(国際規 	<p>メインビームの電波を捕えるための測定系による計測で、5G 基地局からの電波ばく露レベルがデータ通信時を含め従来の携帯電話システムからの電波ばく露レベルの同等以下であることを明らかにしたこと、電測車による走行測定による電波ばく露レベルの傾向把握を進めて日本の各地域における信頼性の高いデータを蓄積し、携帯電話基地局からの電波ばく露レベルが人口が密になるにつれて高くなる傾向があることを定量的に明らかにしたことなど、電波の利用、安全性に関する社会的要請や社会的関心に迅速に応える技術の提供と実践を進めた成果は社会的な価値の視点で極めて高く評価すべきものである。社会実装としては、最強波源に対する検討結果に基づいた電磁雑音許容値設定モデルを国際標準提案し 5G 保護のための電磁雑音許容値設定に適用し、国際無線障害特別委員会 (CISPR) 技術文書のドラフトとして採用されたこと、電波暗室に関して 18 GHz ~ 43.5 GHz の周波数帯における測定場特性評価法を確立、国内の代表的な電波暗室の特性比較評価を実施、国際無線障害特別委員会 (CISPR) に入力し、電波暗室に関する国際規格の策定に向けて大きく貢献したことなど、手法の確立から国際標準までをリードした成果は社会実装として高く評価する。また、国際規格に準拠した近接電磁耐性評価用の小型アンテナ (380MHz ~ 6GHz) の最終評価を実施して所望の特性を確認し、関連特許の実施契約を民間企業と行い、研究開発から商品化ま</p>
--	--	--

	<p>格)が定められた。国際規格に準拠した近接電磁耐性評価用の小型アンテナ(380MHz~6GHz)について、製品版の最終評価を実施して所望の特性を確認し、本アンテナ関連特許の実施契約を民間企業と行い、計画を大幅に前倒して研究開発から商品化までを完遂した。発売された製品は大学や試験機関に對し着実に販売実績を上げている。次は高周波化を目指し、6GHz から18GHz の電磁耐性評価用のアンテナの基本構造を検討し、基本設計を進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電磁雑音の測定等を行うために用いる測定場(電波暗室)に関して、18GHz 以上における電波暗室内の反射波の影響を詳細に評価し、18GHz~43.5GHz の周波数帯における測定場特性評価法を確立した。さらに、国内の代表的な電波暗室6基を保有・管理する組織との連携を取りまとめ、各電波暗室の特性比較評価(ラウンドロビンテスト)を実施し、その結果を我が国の意見として CISPR に入力し、電波暗室に関する国際規格の策定に向けて大きく貢献した。また、30MHz 以下の電磁雑音測定場(電波暗室)の評価方法について、機構の提案が CISPR 規格として採用され発行された。さらに、機構の研究成果が誤差を低減する測定方法として CISPR 規格に反映された。 • 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、令和4年度までに開発した広帯域伝送系の対応周波数を拡張することを目指し、67GHz まで低損失・線形位相を保ち伝送させるための技術的要件を明らかにし、広帯域伝送系の改良設計と試作を行った。さらに、実験検証によってその妥当性を確認した。 • ローカル5G に周波数が割当てられている 26.5GHz 帯の電波伝搬を制御する技術として開発した電波散乱シートについて、散乱性能を維持しつつ耐久性を上げるための保護層を設け、その材質及び厚みを数値シミュレーションによって最適化した保護層付き電波散乱シートを開発し、特許出願を行い登録された。同時に、製品化を目指して保護層による耐久性や意匠性を向上させた。さらに、民間企業(3社)と NDA を締結し、商品化に向けた実証モデルの試作を行った。試作品の有効性を 	<p>でを完遂したことは、具体的社会実装として高く評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電波反射箱による 40GHz までの広帯域放射電磁雑音評価方法を開発するために、関連規格に規定された測定用受信機の検波器方式による測定値が電波反射箱内の多重反射特性に影響されない条件を示したこと。また、本成果が IEEE Access 論文誌に発表されたこと。 • 世界で初めて電波ばく露により生じる生体組織等価ファントム内部の温度分布変化を3次元的に高空間分解能(20 μm 程度)、高温度分解能(0.05°C程度)かつリアルタイム測定を実現したこと。また、本成果が国際学会の Best Poster Award を受賞したこと。 • 世界で初めて実運用の5G 基地局からのミリ波帯電波ばく露レベルを明らかにしたこと。また、5G 特有の技術であるアンテナビーム制御に対してメインビームの電波を捕えるために、携帯電話端末にデータをダウンロードしながらの測定を可能とする測定系を構築し、評価を実施した結果、5G 基地局からの電波ばく露レベルは、データ
--	---	---

	<p>検証するために、ローカル5G 基地局(26.5 GHz 帯)に対する電波不感エリアにおいて試作品を用いて電波を散乱させることにより、所望波の電界強度及び受信端末におけるスループット性能の向上を確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 複数の電力計の特性を評価し、特定実験試験局の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(300GHz~500GHz)を決定した。また、その基準値を使用して、機構が特例措置対応業務を提供するための電力計比較システムを世界に先駆けて開発し、その性能評価を行い、システムを構築し、業務に反映させた。 	<p>通信時を含め従来の携帯電話システムからの電波ばく露レベルの同等以下であることを明らかにしたこと。</p>	
	<p>(イ)生体 EMC 技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 4G/5G 等の携帯電話端末の電波ばく露の人体防護指針への適合性確認に次世代の高速な比吸収率(SAR)測定システムを使用することの妥当性を検証するために、30 種類以上の携帯電話端末を用いて、2000 条件以上の SAR データを現行の SAR 測定システムを用いて取得し、令和4年度に取得した2種類の次世代高速 SAR 測定システムで取得したデータと比較することで、次世代高速 SAR 測定システムが適合性評価に利用できる条件や範囲を明らかにした。 6GHz 以下の4G/5G 等の最新携帯電話端末の電波ばく露の人体防護指針への適合性確認方法の信頼性を向上させるために、断続的な送信電力制御によるばく露量低減技術を搭載した国内で市販されている複数の携帯電話端末に対して国際標準規格で規定されている SAR 測定を行った。これにより、電力制御によるばく露量低減技術を搭載した国内の携帯電話端末においても国際標準規格に基づく人体防護指針への適合性評価方法が妥当であることを確認した。 WiFi 6E 等の 6GHz 帯の電波を使用する無線端末の電波ばく露の人体防護指針への適合性を確認するために、6GHz 以上 10GHz 以下の周波数範囲において、頭部ファントムおよび平面ファントムを用いて SAR 測定方法を拡張した吸収電力密度データを取得した。その結果を数値計算結果と比較し、測定手法の妥当性について明らかにした。 	<p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 複数の電力計の特性を評価し、特定実験試験局の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(300~500GHz)を決定したこと。また、その基準値を使用して、機構が特例措置対応業務を提供するための電力計比較システムを世界に先駆けて開発し、業務に反映させたこと。 5G 特有の技術であるアンテナビーム制御に対してメインビームの電波を捕えるために、携帯電話端末にデータをダウンロードしながらの測定を可能とする測定系を構築、評価を実施し、世界で初めて実運用の5G 基地局からのミリ波帯電波ばく露レベルを明らかにしたこと。本成果により、5G 基地局からの電波ばく露レベルは、データ通信時を含め従来の携帯電話システムからの電波ばく露レベルの同等以下であることを明らかにしたこと。 電波ばく露レベルの傾向を把握するため継続的に日本の各地域を電測車による走行測定を実施しており、令和5年度も信頼性の高いデータの蓄積を着実に行ったこと。その結果、いずれの地域においても、携帯電話基地局からの電波ばく露レベルは、人口が密になるにつれて高くなる傾向があることを定量的に明らかにしたこと。 	<p>【社会実装】</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • 5G 等の 6GHz 以上の電波を発射する携帯無線端末を安全かつ有効に利用するために、ミリ波帯における人体防護国際ガイドラインの新しい指標とされた吸収電力密度について、機構で開発した測定方法を用いて、アンテナ・メインビームの方向・周波数・人体との離隔距離・評価面等の組合せ 12 条件に対する空間平均吸収電力密度の最大値の不確かさ評価データを取得した。さらに本測定の不確かさを低減するため、測定用ファントムの材料および厚さ等を最適化した。 • 5G システムの電波ばく露の人体防護指針への適合性確認方法の信頼性を向上させるために、5G 無線通信端末で利用が想定されている 100 GHz までの周波数に対して、国際標準規格で規定されている側頭部の評価面の妥当性を様々な年齢(5歳、10 歳、成人)の側頭部と比較することにより確認した。 • IoT 機器の電波ばく露の人体防護指針への適合性確認を行うために、屋内環境において人体に装着または周辺に複数(数十程度)存在する IoT 機器からの電波ばく露を想定して、数値人体モデルを用いた数値シミュレーションにより、IoT 機器の増加に対する電波ばく露量の変化について検証し、機器数が増加した場合でも現実的な計算量で電波ばく露量を推定可能な経験式を導出し、電磁界解析結果との比較による妥当性の検証を行い、論文として掲載された。 • 準ミリ波・ミリ波帯の基地局はカバーエリアが狭いため、狭い間隔で基地局を設置することから、これまで以上に人体に近接した位置に基地局が設置されることが予想されており、このような 5G 基地局の設置条件変更等を考慮した上で、大地や壁等の人体周辺の環境影響も想定し、5G 基地局等からビーム形成された電波に対する人体の電波ばく露量を数値シミュレーションにより明らかにした。 • 電波防護指針が策定されていない 300GHz 以上の電波ばく露の評価技術を確立するため、ジャイロトロンを用いた約 300GHz での人体ばく露特性データを実験的な手法によって取得するためのばく露装置を開発し、さらに 600GHz のジャイロトロン構築に取り組んだ。 	<p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高密度に分布する広帯域電磁雑音源を想定し、最強波源に対する検討結果に基づいた電磁雑音許容値設定モデルを国際標準として提案、本モデルを 5G 保護のための電磁雑音許容値設定に適用し、国際無線障害特別委員会 (CISPR) 技術文書のドラフトとして採用されたこと。 • 電磁雑音の測定等に用いる測定場(電波暗室)に関して、18 GHz ~ 43.5 GHz の周波数帯における測定場特性評価法を確立したこと。国内の代表的な電波暗室を保有・管理する組織との連携し、各電波暗室の特性比較評価を実施し、我が国の意見として国際無線障害特別委員会 (CISPR) に入力し、電波暗室に関する国際規格の策定に向けて大きく貢献したこと。 • 国際規格に準拠した近接電磁耐性評価用の小型アンテナ (380MHz ~ 6GHz) について、最終評価を実施して所望の特性を確認し、本アンテナ関連特許の実施契約を民間企業と行い、研究開発から商品化までを完遂したこと。 	
--	---	--	--

- 電波防護指針が策定されていない 300 GHz 以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、光学結晶の熱複屈折効果を利用したリアルタイム測定が可能な入射電力密度分布測定システムの開発を進めた。特に、テラヘルツ波の吸収体としてカーボンナノチューブ薄膜を用いて入射電力を熱に変換し、その薄膜を光学結晶に貼りつけ、発生した熱によって結晶の複屈折率が変化する物理現象を利用することで、高感度化を図った。
- 電波防護指針が策定されていない 300GHz 以上の電波ばく露の評価技術を確立するため、テラヘルツ帯 (600GHz まで)において、皮膚を構成するケラチンやコラーゲン等の複数のたんぱく質の電気定数データを分析し、生体組織の電気特性のばらつき要因を検討した。さらに、令和4年度に取得したテラヘルツ帯の生体組織の電気定数データに基づき、600GHz での実験的なばく露評価に利用可能な皮膚および眼球組織の電気特性に近似させた生体組織等価ファントムを開発した。
- 電波防護指針が策定されていない 300GHz 以上の人体電波ばく露特性を明らかにするために、約 300GHz で動作するばく露装置と共焦点レーザー顕微鏡を組み合わせた光学系を構築し、温度感受性プローブを用いた温度計測により、世界で初めて電波ばく露により生じる生体組織等価ファントム内部の温度分布変化を3次元的に高空間分解能(20 μ m 程度)、高温度分解能(0.05 $^{\circ}$ C程度)かつリアルタイム測定を実現した。この温度分布測定技術と角膜および皮膚等価ファントムを用いて、約 300GHz の電波ばく露時の角膜および皮膚の温度上昇分布特性を明らかにし、今後、本手法を 300GHz 以上に拡張するための基礎的な実証を完了した。本成果は国際学会の Best Poster Award を受賞した。
- 電波防護指針が策定されていない 300GHz 以上の人体電波ばく露特性を明らかにするために、大規模な数値計算環境を構築し、効率的な数値シミュレーション作業を実施する必要があるため、我々がこれまでに開発・整備してきた GPU シミュレータをベースとした超大規模数値計算環境を構築した。また、100GHz~600GHz における皮膚の組織厚等が異なる5種類の数値モデルを用

	<p>いた局所ばく露時の電波ばく露量および生体内温度上昇分布を数値シミュレーションにより取得することで、ばく露量の皮膚構造依存性について明らかにした。</p> <ul style="list-style-type: none">• 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への取り組みを新たに開始した。測定定点として、学校・病院・公共施設など日本全国 33 か所を選定し、長期的かつ継続的な自動測定に耐えうるメンテナンスフリーの電波ばく露レベル測定装置を組み上げ、各地での設置作業を実施した。• 世界で初めて実運用の5G 基地局からのミリ波帯電波ばく露レベルを明らかにした。具体的には、5G FR1 (6GHz 以下) 及び FR2 (28GHz) の周波数帯における電波ばく露レベルを把握するために、東京都内及びその近郊で測定を行い、データ解析を実施した。また、5G 特有の技術であるアンテナビーム制御に対してメインビームの電波を捕えるために、携帯電話端末にデータをダウンロードしながらの測定を可能とする測定系を構築し、評価を実施した。本成果により、5G 基地局からの電波ばく露レベルは、データ通信時を含め従来の携帯電話システムからの電波ばく露レベルの同等以下であることを明らかにした。成果をまとめた論文の採録が決定した• 令和4年度から引き続き屋内外の微小環境測定（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）を実施した。• 電波ばく露レベルの傾向を把握するため、令和3年度から継続的に日本の各地域を電測車による走行測定を実施しており、令和5年度も信頼性の高いデータの蓄積を着実にいった。測定は、主に関東地方(15,000km)、札幌・仙台・東京・名古屋・大阪・福岡周辺(15,000km)、新潟・金沢・岡山・広島・熊本・松山・徳島・浜松・静岡(9,000km)の合計 39,000km に及び、いずれの地域においても、携帯電話基地局からの電波ばく露レベルは、人口が密になるにつれて高くなる傾向があることを定量的に明らかにした。さらに、蓄積データをリスクコミュニケーション研究に活用することを踏まえて、測定結果を基準地域メッシュ(1km²)毎に平均し GIS(地理情報システム)		
--	--	--	--

	<p>ム)上にマッピングすることによって社会に紐づけ、視覚的・直感的な理解を容易とした測定データを公開した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 携帯型測定器を用いた測定結果を、測定の参加者にフィードバックすることによって、電波に対する意識レベル、自覚ばく露レベルとリスク認知について検証した。電波に対する意識レベルは、フィードバック直後は一時的に上昇するものの半年後には以前のレベルに戻ること、フィードバックにより自覚ばく露レベルの低下をもたらす作用があること、また電波に対するリスク認知はフィードバック半年後には低下傾向であることを示した。 • 5年間のモニタリングプロジェクトの成果を公開する場としてモニタリングシンポジウム(12月19日)を開催した。正確かつ円滑なコミュニケーションが必要な場であり、その上で質の高い議論を尽くすために、対面開催とし、講演及び成果を詳細に説明するためのポスター発表を行った。さらに第2部として、有識者によるパネルディスカッションを行い、5年間の成果の総括及び今後に向けた提言を、我が国の EMC 研究における中心的機関として取りまとめた。 • 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 人の受入などによる研究ネットワーク構築、オープンフォーラム NICT/EMC-net(主に産業界からの要望取得と議論を行う場として設置し、令和5年度 NICT/EMC-net シンポジウムに 100 名が参加(うち研究会登録会員数は延べ 791 名))などの活動などを通じて、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関として役割を果たした。 • 研究開発で得られた知見や経験に基づき、下記に示す通り国際電気通信連合 (ITU)、国際電気標準会議 (IEC)、世界保健機関 (WHO)、国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) 等の国際標準化および国内外技術基準の策定に対して、令和4年度と同様に機構随一の規模で参画し、関連規格・基準等の策定に大きく寄与した(人数はいずれも延べ)。 <ul style="list-style-type: none"> 国際会議エキスパート・構成員 51 人(うち議長等役職者は4人)、国際会合参加者数 76 人、国際寄与文書提出 15 件、機構寄与を含む国際規格文書の成立2 		
--	--	--	--

	<p>(30MHz 以下の放射妨害波試験を行う測定サイトの特性を検証する方法を定めた規格および 30MHz 以下の放射妨害波試験を行う方法を定めた規格)など。</p> <p>国内標準化会議構成員 62 人(うち議長等役職者は 37 人)、国内会合参加者数 134 人、文書提出 10 件、国内答申1編(CISPR 会議(令和5年)対処方針)など。</p> <p>また、標準化活動の功績により下記を受賞した。IEC1906 賞(5G システム等の保護を目的とした電磁妨害波許容値設定モデルに関する貢献)、電波環境協議会表彰(CISPR SC-A における 30 MHz 以下の電磁妨害波測定法の国際標準化に関する貢献)、経済産業省産業標準化事業表彰 産業技術環境局長表彰(IEC TC106 における無線通信機器からの電力密度評価法の国際標準化に関する貢献)。</p>		
	<p>(4)時空標準技術</p> <p>(ア)周波数標準及び時刻生成技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 4局(本部・神戸・長波送信所二箇所)の時計群による統合時系を定常運用して、神戸副局における現用時系として利用を開始した。これにより本部が被災しても神戸は自動的に本部以外の時計で時系生成が継続する状態を確立した。 光時計導入による高精度な日本標準時をより安定に維持するため、周波数変動の予測と調整により安定度を向上させた水素メーザーを利用した時系の運用(新しいアルゴリズムのシミュレーション検証は令和4年度実施済)を開始した。これによりこれまで標準時維持のための周波数レファレンスとしてきた(独自)光時計時系に加え、このメーザー時系を冗長化レファレンスとして利用可能とした。 光時計導入による高精度な日本標準時の監視として、複数の拠点の機器監視を一括で行うソフトウェアの利用を開始した。 光時計を将来の日本標準時運用に活かすアルゴリズムの開発着手として、合成原子時計のプログラムを従来プログラムから独立させ、様々なアルゴリズムを適用できる基盤を作った。 	<p>(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)</p> <p>科学的意義としては、光格子時計を定期的に運用し、日本標準時の周波数調整の目標時系となる高精度光時系を年度を通して継続的に生成したこと、世界初の光時計の国家標準時刻への利用の成果が高く評価され、周波数標準の権威あるトップカンファレンスで招待講演を行ったこと、世界で初めて構築した有線通信ネットワーク上で動作する 10 台の実機システムにより時系アルゴリズムの実機への組み込みの検証を実施し、原子時計単独で動作させるよりも周波数安定度が1桁以上大きく改善することを確認し成果を国際論文誌で報告したこと、大学との共同研究による分散時刻同期に関連する数理基盤の研究開発が大きく進捗し、国際会議および国内・国内論文誌で成果を報告(国際会議発表5件)したことに加え、国際論文が計量標準分野のトップジャー</p>	<p>【時空標準技術】</p> <p>データセンターへの近距離無線双方向時刻比較技術(Wi-Wi)の適用に向けて、米国 Meta 社と無線時刻同期応用の議論を行うとともに、同社が開発した無線時刻配信モジュール「Time Card」へ実装し精度検証実験を行った結果、安定した同期特性を確認できたことは、社会実装の取組として評価できる。</p> <p>世界で初めて構築した有線通信ネットワーク上で動作する 10 台の実機システムにより時系アルゴリズムの実機への組み込みの検証を実施し、原子時計単独で動作させるよりも周波数安定度が1桁以上大きく改善したことは、科学的意義として評価できる。</p>

- セシウム原子泉周波数標準のデータを参照して標準時を評価することを可能とするとともに、他機関が運用する原子時計データの活用として、GNSS を介した韓国の光格子時計との比較データの取得と利用を可能にした。
- 光時計を時系生成に効果的に活かすとともに、協定世界時との時刻一致も実現するために、カルマンフィルタを用いた光時系生成アルゴリズムを開発し、過去データを利用したシミュレーションを行うことでその有効性を確認した。
- 光格子時計を定期的に運用し、日本標準時の周波数調整の参照時系となる高精度光時系実信号を年度を通して継続的に生成した(令和5年度中の協定世界時に対する時刻変動の標準偏差 0.8ns)。世界初の光時計の国家標準時刻への利用の成果が高く評価され、周波数標準の権威あるトップカンファレンスで招待講演を行った。また、より安定な運用のためのレーザーの周波数安定化及び光格子時計の監視システムの改良を進めた。
- 光格子時計運用の際に、過去の測定値からの推測値との比較や、メカニカルシャッターの独立した誤動作検出機構の追加等を行い光格子時計の計測値の不具合をすぐに検出出来るようにして運用の不確定性を低減させた。また、複数のレーザーの冗長系を整備することで、レーザーの故障で光格子時計の定期的運用が停止する確率を大きく低減させた。
- 機構が開発し、技術移転をしたモデムについて、その有用性を欧州環境で確認するために PTB(独)、パリ天文台(仏)、INRIM(伊)、RISE(スウェーデン)と共同研究契約を締結し、令和6年度からモデムの貸し出しを行う日程を確定させた。
- 令和4年度に開発したマルチ GNSS 時刻比較装置の性能評価を行い、さらにこれらを神戸副局と標準電波送信所に設置した。これにより4拠点統合時系において原子時計の切り替えなどに伴う時刻飛びが生じても容易に補正できる環境を整備した。

(イ)周波数標準及び時刻供給技術

ナル Metrologia に掲載され、報道発表を行ったことなど、いずれも先端科学として極めて意義の高い成果を創出したことを高く評価する。

社会的価値としては、周波数変動の予測と調整により安定度を向上させた水素メーザーを利用した時系の運用の開始したことでメーザー時系を冗長化レファレンスとして利用可能になったこと、また日本標準時の協定世界時に対する時刻差を概ね 2ns 以内(令和4年度比 1/5)に維持したことは機構が実施する公共サービスの質を向上させるものであり、社会要請に適った重要な成果である。また、米国企業と連携し、データセンターにおける無線時刻同期応用についての議論協同を進め、無線時刻配信モジュールによる PoC 実験による精度検証を進めたことは、データセンター等の新たな需要に応えていくための重要な進展であり、社会的価値開拓の成果として高く評価する。

社会実装については、4局(本部・神戸・長波送信所二箇所)の時計群による統合時系を定常運用して、神戸副局における現用時系として利用を開始したことで、本部が被災しても神戸が自動的に本部以外の時計で時系生成が継続する状態を確立したこと、マルチ GNSS 時刻比較装置の性能評価を行い、さらにこれらを神戸副局と標準電波送信所に設置し、4拠点統合時系において原子時計の切り替えなどに伴う時刻飛びが生じても容易に補正できる環境を整備したこと、公共サービスの安定性・安全性確保のために重要な成果として評価する。また、米国企業と実施し

	<ul style="list-style-type: none"> 民間企業及び大学との個別の共同研究の体制から令和4年度後半に移行した統合されたプロジェクト体制での研究開発を本格的に開始した。当該プロジェクトにおいて、原子時計動作評価装置の構築や、アルカリ金属ソース材料の滴下装置など、開発・製造支援に資する装置開発を進展させた。 民間企業及び大学との個別の共同研究の体制から令和4年度後半に移行した一つのプロジェクト体制での統合的な研究開発を本格的に開始した。当該プロジェクトにおいて、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、量産可能で、かつ品質も維持できる製造方法の指針を得た。 原子サンプルとして従来のガスセルと比べて大幅な小型・低コスト化が期待される固体原子サンプルについて、その萌芽的な研究として、フラーレンエピ膜の成膜と、当該膜中への窒素封入に向けて基礎実験を開始した。 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奇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進展させ、当初30%程度であった回折効率を70%まで向上させた。 小型原子時計を活用した電波利用効率改善の検証については、無線端末に小型原子時計を搭載した場合を想定し、ミリ波帯の無線通信における多値化のリンクレベルシミュレーションを実施した。GHz 発振器を基準とした小型原子時計では、60GHz のミリ波帯で1024QAMが達成できる可能性が確認され、従来の最大の MCS に比べて約 1.6 倍の電波利用効率の改善につながることが示された。 米国 Meta 社と連携し、データセンターにおける無線時刻同期応用を議論した。そして無線時刻配信モジュールを開発し、概念実証(PoC)実験による精度検証を行い時刻同期に関する IEEE の国際会議にて Meta 社と共著論文を発表した。 	<p>た PoC 実験技術を国内企業へ技術移転したことを社会実装成果として評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 光格子時計を定期的に運用し、日本標準時の周波数調整の目標時系となる高精度光時系を年度を通して継続的に生成したこと。世界初の光時計の国家標準時刻への利用の成果が高く評価され、周波数標準の権威あるトップカンファレンスで招待講演を行ったこと。 有線通信ネットワーク上で動作する10台の実機システムを世界で初めて構築し、時系アルゴリズムの実機への組み込みの検証を実施し、原子時計単独で動作させるよりも周波数安定度が1桁以上大きく改善することを確認したこと。また、本結果について国際論文誌で報告したこと。 東工大、群馬大との共同研究により、遅延が考慮された時系生成アルゴリズム、数値計算誤差を抑制された時系生成アルゴリズム、原子時計の評価指標の数理解析など分散時刻同期に関連する数理基盤の研究開発が大きく進捗したこと。その結果、国際会
--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 上記 PoC 実験技術の国内企業への技術移転を行った。また当該国内企業は試作品を製作した。 • データセンターのオープンラボを進める Open Compute Project に参画し、時刻同期を進めるサブグループ Time Appliance Project において無線時刻同期を進めるサブグループを Meta 社と共同でリードした。結果、従来からの国内一社に加え、外国チップメーカーの無線チップでも Wi-Wi が可能となった。 • Wi-Wi モジュールに使用する電子部品のうち、特にリードタイムが長くなりがちである高安定水晶発振器について、他社の発振器でも利用可能なボードを設計し、セカンドソースで動作させることが出来ることを確認した。 • 屋内において全アンテナノード間の伝搬位相及び強度を統合解析することによって測位精度を向上できることを確認した。 • ITU-R WP5D における B5G/6G の技術要求を定める議論に参加して時空間同期技術に基づいた要求値を設定した。2030 年の国際モバイル通信における技術動向を記載する IMT-2030 技術トレンド調査への時空間同期技術の入力が評価され、日本 ITU 協会奨励賞を受賞した。 • 実機への組込みについては、有線通信ネットワーク上で動作する 10 台の実機システムを世界で初めて構築し、時系アルゴリズムの実機への組み込みの検証を実施した。その結果、重み付き平均化により原子時計単独で動作させるよりも周波数安定度が1桁以上大きく改善することを確認した。 • 時系アルゴリズムについては、東工大、群馬大との共同研究により、遅延が考慮された時系生成アルゴリズム、数値計算誤差を抑制された時系生成アルゴリズム、原子時計の評価指標の数理解析など分散時刻同期に関連する数理基盤の研究開発が大きく進捗した。結果、国際会議および国内・国内論文誌で成果を報告（国際会議発表5件）に加え、国際論文が計量標準分野のトップジャーナル Metrologia に掲載され、報道発表を行った。 	<p>議および国内・国内論文誌で成果を報告（国際会議発表5件）したことに 加え、国際論文が計量標準分野の トップジャーナル Metrologia に掲載され、報道発表を行ったこと。</p> <p>【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。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 光時計導入による高精度な日本標準時をより安定に維持するため、周波数変動の予測と調整により安定度を向上させた水素メーザーを利用した時系の運用を開始したこと。これによりこれまで標準時維持のための周波数レファレンスとしてきた（独自）光時計時系に加え、このメーザー時系を冗長化レファレンスとして利用可能としたこと。 • 米国 Meta 社と連携し、データセンターにおける無線時刻同期応用を議論したこと。そして無線時刻配信モジュールを開発し、PoC 実験による精度検証を行い ISPCS2023 にて共著論文を発表したこと。 • 日本標準時の協定世界時に対する時刻差を概ね 2ns 以内(令和4年度度比 1/5)に維持したこと。 <p>【社会実装】 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4局（本部・神戸・長波送信所二箇所）の時計群による統合時系を定常運用して、神戸副局における現用時系として利用を開始したこと。これにより本部が被災しても神戸は自動的に本部 	
--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • エミュレーションについては、機構の大規模エミュレーション基盤 StarBED の大規模改修に伴ってシステムの再構築を行い、実験データとの整合性を確認する体制が整った。仮想マシン上で原子時計の数理モデルが動作することを確認し、ノード間の接続検証を実施し、実機との整合性を確認した。 • 分散型時刻同期網のための有線通信モジュールについては、時刻同期分野の国内有力事業者との連携により、有線モジュールの非同期クロック間の時刻差を高精度に計測するためのデジタル信号処理回路を実現した。また、本機能を搭載したネットワーク機器を設計して、実機の製作を行った。 • 分散型時刻同期網のための小型原子時計搭載のGNSS アンカーについては、国内 GNSS 受信機製造事業者との連携により、準天頂衛星みちびきの L6 信号である MADOCA を取り込んだ精密単独測位 (PPP) 解析を利用したマルチ GNSS の周波数基準を製作し、従来の単独測位の GNSS 受信機と比べて1桁の測位精度向上を達成できることを明らかにした。複数の展示会で宣伝し、当該受信機の販売を開始した。この成果は 米国航法学会 (ION) および測位航法学会で報告を行った。 • 分散型時刻同期網向け無線モジュールへの適用を目指した位相特性低減アンテナについては、高精度な時刻同期、測位精度を目的として、アンテナによる電波到来・放射方向の位相依存性を低減するために、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を提案し、その設計指針を示すとともに、シミュレータによる電磁界解析および電波暗室での実験検証を行った。実験結果からは、従来のモノポールアンテナの最大の位相変化 ($\pm 60^\circ$; 空間精度で約 $\pm 50\text{mm}$) に比べて、提案アンテナでは $\pm 9^\circ$ (空間精度で約 $\pm 8\text{mm}$) とアンテナ位相変化を大きく低減できることを確認した。この成果は電子情報通信学会論文誌に採択された。 	<p>以外の時計で時系生成が継続する状態を確立したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和4年度に開発したマルチ GNSS 時刻比較装置の性能評価を行い、さらにこれらを神戸副局と標準電波送信所に設置したこと。これにより4拠点統合時系において原子時計の切り替えなどに伴う時刻飛びが生じても容易に補正できる環境を整備したこと。 • 米国 Meta 社と実施した PoC 実験技術を国内企業へ技術移転を行ったこと。また当該国内企業は試作品を製作したこと。 	
	<p>(ウ) 周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和5年度より相対重力計観測を試験運用から連続観測に移行した。 		

- 令和4年度に引き続き東京大学地震研究所共同利用研究「重力観測の高度化に基づく固体地球ダイナミクス研究の新展開」に参画し、他機関の関係研究者との合同観測による絶対重力計との比較を実施した。
- 国土地理院の協力を得て、石岡測地観測局において絶対重力計とNICT相対重力計との並行観測を実施した。この観測と過去の小金井での絶対重力観測及び水準測量結果と比較することにより、NICT相対重力計の高度差計測の性能評価を実施した。
- 地盤上下変動の連続監視のために設置したGNSS連続観測を令和4年度末から開始し、複数大気モデルの適応を比較するデータ解析を行った他、準天頂衛星システムの測位補正信号を受信可能なマルチGNSS受信機を新たに導入した。
- 小金井周辺の地下水変動が光原子時計に与える影響の有無を調べるため、東京都から令和4年度までの地下水変動データを入手し評価を継続した。また、令和5年秋より、北側敷地で土壌水分量計測を開始した。
- 令和4年度に開発した小型・可搬型0.3THz標準器をTHzスペクトル測定器の試験的な校正に用いて実用性を検証するため、そのインフラとなる光ファイバ網の確保などの準備を完了した。また、その試験的な校正経験を踏まえて、周波数校正業務のsub-THz帯への拡張に資する技術検討も実施した。
- セシウム原子のリュードベリ状態のエネルギー準位を計算で求めるとともに、基底状態から梯子型励起が可能な二種類のレーザー光源を準備し、基底状態とターゲットリュードベリ準位間のEIT (Electromagnetically Induced Transparency) 信号を観測した。その状態の原子に0.1THz波もしくは0.3THz波を照射することで、テラヘルツ波の強度に比例するACシュタルク分裂の観測に成功した。リュードベリ準位のエネルギー間隔を基準に分裂幅(周波数間隔)を求め、照射したテラヘルツ波の電界強度(今回は12V/m)の算出等を行った。
- インジウムイオン光時計2号機の特徴であるイッテルビウムイオンとの共同冷却実現に向けて、冷媒イオンで

	<p>あるイッテルビウムイオンの捕獲とレーザー冷却が有効に機能していることの証左となる結晶化に成功した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • イッテルビウムイオンと別種類のイオンの同時捕獲にも成功した。同時捕獲したイオンはトラップ周波数から推定される質量数が 115 であることから、目論みどおりインジウムイオンと想定される。 • インジウムイオンの $^1S_0 \rightarrow ^3P_1$ 遷移(230nm)を観測する光源、検出系を構築した。 		
	<p>(5) デジタル光学基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • ホログラムプリント技術により気中で HOE (Holographic Optical Element) を作製し、入力光の導波路への導光と、導波路から空間中への光出力を確認した。光学モジュールのコンパクト化を実現するための重要な導波路技術の開発を達成した。 • また、透過型ホログラムの角度選択性を考慮した上でデジタル設計を行うことにより、気中で作製した HOE で光導波路の臨界角以上の光の導光と取り出しに成功したことを確認した。 • 産業界で広く用いられる光学設計ソフト上で、設計からホログラムデータ出力、ホログラムプリント技術による HOE 作製までの一貫したフローを作った。 • また、ホログラムプリント技術により作製した HOE で波長変換による記録・再生を実現した。 • 収差を考慮した CGH (Computer Generated Holography) 計算と4位相法を用いた波面計測による位相復元を考案及び実装し、波面補償技術を向上させ $1/10\lambda$ クラスでの計測・補償環境を達成した。 • 国内メーカー等との共同研究を引き続き加速し、連携の取組を強化した。 • また、第5期中長期計画期間での、プリント型光学素子の実用化に向けた技術移転を目指し、各企業等との連携を進めた。 • 空間光通信の受光部への HOE 適用を目的に、到来角補償と光ファイバへの導光機能を併せ持つ HOE の効率向上を達成した。 • また、ホログラムの多重記録を用いる HOE 作製から、予め最適化した物体光を一括で記録する方法に改めた 	<p>(5) デジタル光学基盤技術</p> <p>科学的意義としては、機械学習を用いた複数層 HOE 設計手法を3層まで適用できるように改良し、作製した3層の反射型 HOE をセットアップした光学実験により、複数層の協調動作と特性の向上を確認したこと、ホログラムプリント技術により気中で HOE を作製、入力光の導波路への導光と導波路から空間中への光出力を確認したこと、世界最速の自然光ホログラフィカメラ光学系を開発し Applied Physics B(Springer) に論文掲載、偏光フィルタレスのデジタルホログラフィ光学系が Optics Letters (Optica) に論文掲載されたこと、ノイズ除去と組み合わせたホログラフィカメラで日本光学会光設計奨励賞を受賞したことなど、いずれも科学的意義が極めて高い顕著な成果が創出されたことを高く評価する。</p> <p>社会的価値については、国内メーカー等との連携の取組を強化、プリント型光学素子の実用化に向けた技術移転を目指した活動を加速したこと、空間光通信応用について、屋外環境下におけるフィールド測定により、大気ゆらぎ測定等による設計の際の基礎データ等の取得を行ったことなど、具体的価値創造をする企業との連携加速、通信応用</p>	<p>【デジタル光学基盤技術】</p> <p>デジタル光学基盤技術において、世界最高速 1,000fps の自然光ホログラフィカメラ光学系を開発し、その成果が Applied Physics B(Springer) に採択されたことは、科学的意義として評価できる。</p> <p>プリントホログラム光学素子の活用例として自動車内のメディア系について、国内メーカーとの連携取組が進展していることは、利用者や業界関係者の評価も高く、社会的価値が極めて高いものとして高く評価できる。</p>

	<p>ことにより、従来よりも精緻に受光面の位相をコントロールできるようにした。</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和4年度は2次元 121 波の多重時に回折効率が4.1%と低い値だったところ、GS 法 (Gerchberg-Saxton 法) による位相回復の導入により、補償角内の平坦度 (-10dB 以内) を保ちながら、従来比2倍を超す効率向上を達成した。 実際の屋外環境下における空間光通信の到来角の揺らぎを、フィールド実験により測定し、大気ゆらぎ測定等による設計の際の基礎データ等の取得を行った。 機械学習を用いて複数層 HOE を設計する手法を改良し、令和5年度に3層まで適用できるようにした。 また、同手法で作製した3層の反射型 HOE をセットアップした光学実験により、複数層の協調動作と特性の向上を確認し、成果を査読付き英文論文誌に投稿した。 3層 HOE の協調動作により、手書き数字のクラス分類問題のアプリケーションに適用した場合、単層と比較して29.5%の分類精度の向上を確認した。 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 協調動作時の精度の大幅な向上を達成した。 組み込み GPU によるリアルタイムの自然光デジタルホログラフィの実装を行った。従来のソフトウェアベースでは数 fps までが限界だったデジタルホログラフィの再構成プロセスのリアルタイム化を達成した。 1,000fps の自然光ホログラフィカメラを開発し、成果は Applied Physics B (Springer) に論文掲載された。 また、令和4年度に実装した偏光フィルタレスのデジタルホログラフィ光学系の成果が、Optics Letters (Optica) に論文掲載された。 また、ノイズ除去と組み合わせたホログラフィカメラの成果で日本光学会光設計奨励賞を受賞した。 国内電子デバイスメーカーとの連携を継続し、社会実装の方向性選定に向け CEATEC 等の展示会への出展を積極的に進め、潜在的なユーザー企業等の掘り起こしを行った。 	<p>のための実フィールド条件の把握など、具体的アプリケーションに向けた進展について、社会的価値の視点で高く評価する。</p> <p>社会実装については、国内電子デバイスメーカーとの連携を継続したこと、社会実装の方向性選定に向け CEATEC 等の展示会への出展を積極的に進め、潜在的なユーザー企業等の掘り起こしを行ったことなど、先端性が高い当該技術群を具体的な価値創造 (社会実装) に繋ぐための活動を強化したことを高く評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 機械学習を用いて複数層 HOE を設計する手法を改良し、令和5年度に3層まで適用できるようにしたこと。また、同手法で作製した3層の反射型 HOE をセットアップした光学実験により、複数層の協調動作と特性の向上を確認したこと。 ホログラムプリント技術により気中で HOE を作製し、入力光の導波路への導光と、導波路から空間中への光出力を確認したこと。光学モジュールのコンパクト化を実現するための重要な導波路技術の開発を達成したこと。 	
--	---	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> • 1,000fps の自然光ホログラフィカメラ（世界最高速）光学系を開発し、Applied Physics B (Springer)に論文掲載されるとともに、令和4年度に実装した偏光フィルタレスのデジタルホログラフィ光学系が、Optics Letters (Optica)に論文掲載されたこと。また、ノイズ除去と組み合わせたホログラフィカメラで日本光学会光設計奨励賞を受賞したこと。 <p>【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。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国内メーカー等との共同研究を引き続き加速し、連携の取組を強化したこと。また、今中長期計画期間中の、プリント型光学素子の実用化に向けた技術移転を目指し、各企業等との連携を進めたこと。 • 実際の屋外環境下における空間光通信の到来角の揺らぎを、フィールド実験により測定し、大気ゆらぎ測定等による設計の際の基礎データ等の取得を行ったこと。 <p>【社会実装】 以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国内電子デバイスメーカーとの連携を継続したこと。また、社会実装の方向性選定に向け CEATEC 等の展示会への出展を積極的に進め、潜在的なユーザー企業等の掘り起こしを行ったこと。 	
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> • 業務が継続的かつ安定的に実施されているか。 	<p>3. 機構法第 14 条第1項第3号、第4号及び第5号の業務</p>		
	<p>3-1. 機構法第 14 条第1項第3号の業務</p>	<p>1-(3)時空標準技術に含めて自己評価</p>	

<p><指標> 【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各業務の実施結果としての利用状況 <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各業務の実施状況 	<ul style="list-style-type: none"> 日本標準時の協定世界時に対する時刻差を概ね 2ns 以内(令和4年比 1/5)に維持した。 神戸副局の緊急時対応の強化として、副局近くに住む 2人目の緊急時対応者を配置した。神戸バックアップ時系に全4拠点の統合時系を利用について、事業継続計画(BCP)マニュアル整備とともにBCP訓練を実施した。神戸副局の空調監視設備を更新し、瞬停時に稀に空調が自動再起動しない不具合を解消し、さらに神戸管理グループと非常信号を共有する体制とした。 7月10日に九州北部で線状降水帯が発生し、機構が管理するはがね山送信所の道路と敷地において、損壊や陥没が発生した。送信所の安定運用に支障となるため緊急補修を行った。また、はがね山送信所の老朽化した航空障害灯を更新した。 標準電波、光テレホン JJY、NTP、タイムビジネス用時刻配信の全ての時刻供給業務において、年度を通じた時間率 99.79%以上の高い可用性を維持した。有線電話網のデジタル化によって通信の双方向性が担保されず精度が出なくなってきたテレホン JJY の終了に向けた周知活動を実施し、年度末に完全終了させて、さらに光テレホン JJY へのユーザーの移行を順調に進めた。 		
	<p>3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 等での情報発信の他、大規模なイベントにおいては詳細な解析結果をまとめて公開するなど、宇宙天気予報業務を継続的かつ安定的に実施した。また、大規模宇宙天気現象発生時に備えた情報発信や関連府省庁への連絡対応の訓練を実施するとともに、神戸副局からの宇宙天気予報業務実施など、予報業務の強靱化を進めた。 	1-(2)宇宙環境技術に含めて自己評価	
	<p>3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務</p> <ul style="list-style-type: none"> 電波法における無線局制度の国内最上位に位置付けられる較正機関として、前年度とほぼ同等の 71 件の較正作業を着実に実施し、電波の公平かつ能率的な利用の実現に貢献した。特に B5G/6G 研究開発のためにミリ波帯の特定実験試験局の特例措置による開設の要望が増加している影響で、較正依頼件数も増加の傾向 	1-(4)電磁環境技術に含めて自己評価	

	<p>(令和2年度4件→令和3年度 11 件→令和4年度 17 件→令和5年度 18 件)にある 110Gz から 330GHz までの電力計およびスペクトラムアナライザの較正にも次年度への繰り越しなく全て対応した。</p> <ul style="list-style-type: none">• 関連した研究開発課題において世界に先駆けて構築された 300～500GHz 電力計比較システムの不確かさ評価を実施し、業務に使用する不確かさバジェットを確定した。本システムを特定実験試験局の特例措置対応業務において実稼働させることで業務範囲を拡大させるために、校正手順書及び操作マニュアルの作成、顧客向け Web サイトの整備を行い、受付体制を整え、情報通信研究機構無線設備の機器の較正等実施細則の改定を完了させ、機構の特例措置対応業務の開始準備を終えた。• ミリ波帯較正業務の継続的な件数安定化のために、総務省への説明を行いながら、指定較正機関・登録検査等事業者・計測器メーカーと個別に意見交換を行い、機構以外の機関による特定実験試験局の特例措置対応の可能性に関する情報を収集した。特例措置対応に必要な測定システム整備にかかるコスト、技術レベルの不足の他、事業としての収益率を考慮すると特定措置対応サービス開始の目途がたたないという意見が多くある中で、サービス開始を検討する機関が1件あった。当該機関に対し技術情報の提供を行う他、サービスに使用する電力計の上位校正を機構業務として受けるなどした結果、当該機関は令和6年2月に特定実験試験局の特例措置サービスを開始した。• 較正業務 DX の取り組みとして顧客向け Web サイトを改修し、較正料金参考見積額の自動計算機能に加え、現在顧客に提出頂いているチェックシート自動作成機能を実現し、顧客の較正依頼内容の確認を正確かつ簡便に行えるようにし、受付担当者及び校正担当責任者の業務負担を低減した。さらに今後開始予定の 300～500GHz 確認サービスの情報を追加した。また、較正成績書の電子化についての動向調査を行い、電子フォーマットの国際標準化に関与しつつ先んじて成績書の電子化を行った産業技術総合研究所が使用する電子フォ		
--	---	--	--

	<p>ーマットを使用することが、日本の校正のトレーサビリティを電子的かつ体系的に整える上で有効であるという結論に達した。</p>		
		<p><課題と対応> 【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>(課題) ひまわり搭載センサーは、多くの予算を費やされているものと思われる。この費用対効果が、納得できるものとなるよう明確な説明が求められる。また、フェーズドアレイレーダは、今後、国交省あるいは気象庁に確実に導入されていくのであろうか。その点が懸念される。</p> <p>(対応) ひまわり搭載宇宙環境センサーにより、我が国上空の静止軌道の現況把握が初めて取得可能になり、モデル等と組み合わせることで、静止軌道以外の様々な軌道を含む磁気圏や電離圏の予警報精度の向上が見込まれます。我が国の経度域の衛星運用や通信・放送・測位、航空機被ばくなどの正確な警報発令が継続的に可能となり、社会インフラへの大規模な宇宙天気現象の影響を最小限に留め、甚大な社会的インフラの損害を低減することに貢献します。また、宇宙天気ユーザー協議会等、民間事業者も参加する場で、ひまわりのデータやモデルによる宇宙環境の現況・予測データを利用したビジネスモデルの検討も進めてまいります。</p>	

		フェーズドアレイレーダに関しましては、令和5年度に2台のマルチパラメータ・フェーズドアレイレーダ（MP-PAWR）の自治体への導入が決定いたしました。	
--	--	---	--

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. 研究開発の成果の最大化その他の事業の質の向上に関する事項 1. 重点研究分野の研究開発等 (2)革新的ネットワーク分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第 14 条第1項 第一号、第二号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 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			予算額(百万円)	11,248	14,253	14,199		
招待講演数※1	—	148	138	149			決算額(百万円)	10,886	15,621	14,320		
論文被引用総数※2	—	27	18	14			経常費用(百万円)	9,142	11,681	12,027		
過年度発表を含む論 文被引用総数※3	—	27	251	761			経常利益(百万円)	△204	1,552	173		
実施許諾件数	30	21	22	27			行政コスト(百万円)	9,387	12,720	13,844		
報道発表件数	7	4	7	13			従事人員数(人)	75	74	81		
共同研究件数※4	—	131	147	159								
標準化や国内制度化 の寄与件数	—	101	94	67								

標準化や国内制度化の委員数	-	39	42	46							
---------------	---	----	----	----	--	--	--	--	--	--	--

- ※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	評価	A
		A		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 具体的な研究開発成果 		<p>1-2. 革新的ネットワーク分野</p> <p>革新的ネットワーク分野では、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 基盤技術の7つの部分からなる通信技術の研究開発を行ってきた。個別の成果は項目ごとに述べるが、第5期中長期目標期間においては Beyond5G 時代を目指した大きな流れの中で、非地上系ネットワーク (NTN)に関する総合視点による研究開発や、それらに関連する高度な光技術、デバイス技術、制御技術、周波数開拓技術などの様々なアプローチが相互に関係を持ちながら進展していること、これまで長期に亘って産学官連携で取り組んできた先端技術の具体的実装が進み始めたこと、平時から災害時</p>	<p><評価に至った理由></p> <p>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。</p> <p>主な状況は以下のとおり。</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 		<p>までレジリエンスが確保された通信を実現するアプローチが深化してきたことなど、研究成果の創出が多様に深化・拡大し始めたことが重要な特徴である。</p> <p>その結果として、各項目における成果においては、科学的意義の高い成果はもとより、ニーズをとらえた社会的価値の向上、さらに高度な先端成果の社会実装事例の出現など、社会実装までの重要な成果が多く創出されている。</p> <p>例えば、計算機能複合型ネットワーク技術において情報特性指向型ネットワーク・プラットフォームが一般誌で広く周知されるように普及し始めたこと、次世代ワイヤレス技術においてテラヘルツなどの超高周波の利活用を睨んだ伝搬モデル構築、ドローンの群飛行制御のための技術、工場の無線化のための技術とその展開・実装促進活動において機構がリーダーシップをとって進めた優れた成果が出たこと、フォトニックネットワーク技術においてマルチコアファイバが具体的に実装されたり、市販品が導入され始めたことは、15年以上に亘って産学官連携を強化加速してきた努力が実を結んだものであり、我が国の国際優位性にも貢献する特筆すべき成果であること、光・電波融合アクセス基盤技術において先端性を追求しながら企業等へ技術移転してきた成果の一部がメーカー等での取引実績拡大に繋がるなど、先端開発と実装の両輪で進み始めたこと、宇宙通信基盤技術において ETS-9 のような大きな国家プロジェクトのコアとしての成果や HAPS も含めた空間構造の中でのシミュレーションなど、Beyond5G 時代に必須となるネットワー</p>	
--	--	--	--

		<p>クの空間構造の具現化に向けた各種成果が創出され始めたこと、テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術においてテラヘルツ帯の送受信評価基盤や計測評価技術やセンシング技術に関する科学的意義の高い成果を創出し、デジュール／デファクト標準化における社会的価値の高い成果も創出したこと、また、タフイジカル空間レジリエント ICT 基盤技術における、ロボットによる作業空間等における無線活用のための諸技術を実現、量子アニーリングを用いた信号分離手法を世界で初めて導入、耐候・省電力 IoT モジュールが火山監視に導入され始めたことなどは具体的フィールドで多様な対象を取り扱う要求から引き出されたアプローチでもあり、実装を強く意識した先端課題として重要である。</p> <p>このように、革新的ネットワーク分野では多様な軸による優れた成果が創出された。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。</p>	
	<p>(1) 計算機能複合型ネットワーク技術</p> <p>(ア) ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際標準規格に基づくインテント(意図)ベースのネットワーク設計 AI 連携機構について、当研究室の職員が著者の一員としてモバイル通信事業者らとまとめた 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 ベースのテレメトリ技術(iCPN, OmniBUS の拡張)を開発した。本技術は、実ネットワークの状態変化を短時間かつ 	<p>(1) 計算機能複合型ネットワーク技術</p> <p>高機能なプログラマブルルーター、マルチベンダ環境制御/AI 間連携機構、マルチベンダ網の AI 間連携モデルの実装、性能評価、大規模ネットワークにおけるサービスの設計手法提案、国際標準規格に基づくインテント(意図)ベースのネットワーク設計 AI 連携機構の各成果など、高い機能・性能を実現した複数の成果がそれぞれ国際的権威の高い</p>	<p>【計算機能複合型ネットワーク技術】</p> <p>従来のソフトウェア実装では達成困難な高機能なプログラマブルルーターを実装し、ソフトウェアルーターよりも高スループット(2.8M パケット/秒以上)・低遅延(2.4 マイクロ秒以下)・低ジッタ(270 ナノ秒以下)な性能を実現し、著名な国際会議 ACM ICN 2023 にてフルペーパー採録され発表したことには、顕著な科学的意義が認められる。</p>

	<p>正確に把握しつつ、使用帯域を最大 50%、CPU 使用率を最大 30%削減した。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 NOMS2024(ショートペーパー)に投稿し採録された。上記手法の要素技術に関して IRTF I-D(インターネットドラフト)を提案した。また、概念実証向けに実装(PoC 実装)し、欧州の大学および通信事業者が開発する NFV(Network Function Virtualization)制御基盤と相互接続性の実証実験に成功した。さらに、相互接続に用いた双方の試作の上位概念を含む「AI によるネットワーク制御フレームワーク」に関して IRTF I-D を提案し、「データの冗長化を抑えた効率的なテレメトリ情報の集約・拡散が行えるマルチキャストテレメトリ技術」に関して IETF I-D を提案した。</p> <ul style="list-style-type: none"> マルチベンダ環境制御/AI 間連携機構に関して、複数の AI アルゴリズムの逐次処理により、10 秒未満で先行研究と比べて予測誤差を 90%低減したサービス需要予測を行えることを示した。本成果は、論文誌 ITU J-FET(ITU Journal on Future and Evolving Technologies)に採録された。マルチベンダ網の AI 間連携モデルの実装、性能評価を IEEE/IFIP NOMS2024 に投稿し採録された。大規模ネットワークにおけるサービスの設計手法を提案し、整数計画法のわずか7%の計算時間で、ノード負荷を先行研究より最大 40%削減できることを示した。本成果の論文は、Elsevier Computer Networks(IF 5.6)に採録された。また、通信事業者による総務省委託研究(機構との共同研究)成果の事業展開計画が民放のニュース番組にて放映され、モバイルコアネットワークの障害検知システムに適用された。本共同研究を更に進め、通信事業者および製造事業者と共同で、AI 間連携によるサービス自動制御の実証実験を実施した。実験では、障害の予兆を検知し、影響を受けるサービスを前もって退避させるための全 AI 処理を5分程度、実資源移動を 10 分程度の計 15 分程度で完全自動で行い、用途が異なる AI 間の相互接続性を実証し、本成果を国内研究会(9月)にて発表した。ネットワーク/サービス運用管理ループの完備に向けた、AI 間連携機構の 	<p>論文に採録され高く評価されたことを高い科学的意義として評価する。</p> <p>AI によるネットワーク制御フレームワークに関する IRTF I-D の提案、PoC 実装で欧州の大学や通信事業者等との連携による価値創造と標準化活動に繋がった成果、情報特性指向型ネットワーク・プラットフォームについて、電子情報通信学会を通じた展開・浸透活動、CQ 出版社の一般誌「Interface」掲載による一般への展開・浸透まで進んだことは、社会的価値向上の重要な成果として特筆すべきである。また、遅延保証型ルーターについて共同研究相手の高専の連携深化による価値創造につながったことについても、社会的価値の高い成果として評価する。</p> <p>マルチベンダ環境制御/AI 間連携機構に関する成果の事業展開、通信事業者および製造事業者との共同研究に基づく AI 間連携によるサービス自動制御の実装・実証実験、JST のムーンショットプロジェクトにおけるネットワーク全体アーキテクチャ設計への貢献など、事業者や新たな価値創造主体への展開など、社会実装の視点で重要な複数の成果が創出されたことを高く評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p>	<p>マルチベンダ環境制御/AI 間連携機構に関して、複数の AI アルゴリズムの逐次処理により、10 秒未満で先行研究と比べて予測誤差を 90%低減したサービス需要予測を行えることを示し、本成果が、論文誌「ITU J-FET」(ITU Journal on Future and Evolving Technologies)に採録された。マルチベンダ網の AI 間連携モデルの実装、性能評価を「IEEE/IFIP NOMS 2024」に投稿し採録された。また、大規模ネットワークにおけるサービスの設計手法を提案し、整数計画法のわずか7%の計算時間で、ノード負荷を先行研究より最大 40%削減できることを示し、本成果の論文が、「Elsevier Computer Networks」(インパクトファクター5.6)に採録された。これらはいずれも、極めて高い科学的意義が認められる。</p> <p>情報特性指向型ネットワーク・プラットフォームの設計に関し、電子情報通信学会の ICN 研究会ワークショップ等で、チュートリアル及びハンズオンを開催したこと、招待サーベイ論文として同学会の英文論文誌「B」(EB)に論文を掲載したこと、さらに、CQ 出版社の一般誌「Interface」の令和6年2月号に寄稿して一般に広く周知したことは、社会的価値の創出に十分に貢献する顕著な成果と言える。</p> <p>遅延保証型ルーターに関し、従来は扱えなかった長いエンタリーを検索可能かつ各ベンダの SRAM に依存しない新 CAM 方式を設計し、共同研究相手の高専と特許を出願したこと、同方式</p>
--	--	---	---

	<p>機能追加(サービス自動生成)および実験環境の構築を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> • TN(地上ネットワーク)/NTN(非地上系ネットワーク)が混在する環境において、エンドツーエンドのサービス構築、QoS 管理、およびリソース制御を行う統合ネットワーク制御アーキテクチャ(INCA)に関して、国外招待講演1件、国内招待講演2件を行い、INCA の基本コンセプトおよび ITU 標準化提案内容を IEEE Communications Standards Magazine(Scopus CiteScore 7.1)にて発表した。上記 INCA に関して、ITU-T SG13 へ提案した勧告草案が令和6年3月に勧告 Y.3207 として合意された。5G コア、RAN、NTN シミュレータ/エミュレータなどを組み合わせた INCA の実験基盤を構築した。 	<p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 従来のソフトウェア実装では達成困難な高機能なプログラマブルルーターの実現を目指し、前年度に衝突回避可能なハッシュテーブルを用いた ICN ルーターを NetFPGA-SUME に実装し、ソフトウェアルーターよりも高スループット(2.8M パケット/秒以上)・低遅延(2.4 マイクロ秒以下)・低ジッタ(270 ナノ秒以下)な性能を実現し、本成果を、ACM ICN 2023 (SIGCOMM 主催)にてフルペーパー採録され発表したこと。 • マルチベンダ環境制御/AI 間連携機構に関して、複数の AI アルゴリズムの逐次処理により、10 秒未満で先行研究と比べて予測誤差を 90%低減したサービス需要予測を行えることを示し、本成果が、論文誌 ITU J-FET(ITU Journal on Future and Evolving Technologies)に採録された。マルチベンダ網の AI 間連携モデルの実装、性能評価を IEEE/IFIP NOMS2024 に投稿し採録されたこと。また、大規模ネットワークにおけるサービスの設計手法を提案し、整数計画法のわずか7%の計算時間で、ノード負荷を先行研究より最大 40%削減できることを示し、本成果の論文が、Elsevier Computer Networks(IF 5.6)に採録されたこと。 • 国際標準規格に基づくインテント(意図)ベースのネットワーク設計 AI 連携機構について、当研究室の職員が著者の一員としてモバイル通信事業者らとまとめた IETF RFC 9232(令和4年度認定)に則り、ネットワーク運用のた 	<p>では、高スループット(2.8M パケット/秒以上(従来は 18k パケット/秒))・低遅延(5.3 マイクロ秒以下)・低ジッタ(600 ナノ秒以下)の性能を得たことは、社会的価値が認められる。</p> <p>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たこと、さらに、通信事業者及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、用途が異なる AI 間の相互接続性を実証したことは、社会実装の道筋を訴求力のある形で示した。</p> <p>国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のムーンショットプロジェクトに参画し、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技術拡張(ICNx)の設計を開始し、ICNx ソフトウェアプラットフォームとして Cefore の拡張開発を開始したことは、社会実装に向けた取組として認められる。</p>
	<p>(イ)遅延保証型ルーター技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 従来のソフトウェア実装では達成困難な高機能なプログラマブルルーターの実現を目指し、前年度に衝突回避可能なハッシュテーブルを用いた ICN ルーターを NetFPGA-SUME に実装し、ソフトウェアルーターよりも高スループット(2.8M パケット/秒以上(従来は 18k パケット/秒))・低遅延(2.4 マイクロ秒以下(従来は 6.6 ミリ秒以下))・低ジッタ(270 ナノ秒以下(従来は 127 マイクロ秒以下))な性能を実現した。この成果を、ACM ICN 2023(SIGCOMM 主催)にてフルペーパー採録され発表した。 • 高機能な遅延保証型ルーター実装として、PIT(Pending Interest Table)及び CS(Content Store)を、ネームデータの階層数を8階層(従来は4階層)に増加し、検索キー長を 1000 ビット以上(従来 CAM は 600 以下)、エントリー数を 2000 以上(従来 CAM は 256 以下)に増加するといった拡張を実現した上で、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全ての CCNx 機能を、FPGA ボード2台の連結基盤を構築して実装した。 • 従来は扱えなかった長いエントリーを検索可能であり、かつ各ベンダの SRAM に依存しない新 CAM 方式を設計し、共同研究相手の高専と特許を出願した。従来の TCAM は各ベンダの SRAM に依存していたため、ベン 		

	<p>ダ毎の TCAM を作る必要があったが、発明した新 CAM 方式は、その構成上、どのベンダの SRAM であるかに依存しない共通基盤としての CAM 方式であるため、CAM を使ったシステム(例: ルーター)において、複数ベンダの装置を組み合わせる事が可能で実用性や柔軟性が向上し、CAM の共通化による開発・製造コスト削減が期待できる。(コストは、ベンダがさまざまな要素を基に市場価格を決める。)新 CAM 方式では、高スループット(2.8M パケット/秒以上(従来は 18k パケット/秒))・低遅延(5.3 マイクロ秒以下(従来は 6.6 ミリ以下))・低ジッタ(600 ナノ秒以下(従来は 127 マイクロ秒以下))の性能を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> • AI ベースのデータ分析機能を連携させてコンテンツ毎のアクセス数を予測する仕組みを設計・実装し、予測結果に基づく人気度の高いコンテンツキャッシュを FPGA 上で保護することで、キャッシュヒット率を向上し遅延を低減する機能を実装した。 • なお、キャッシュヒット率については、キャッシュ容量が流通するコンテンツ量に対して限られている場合、FIFO を使った従来方式と比較して 10%~20%の改善が見込める。一方で、応答遅延やトラフィック負荷、スループットといった通信性能については、定量的な効果は実験環境や実験シナリオに依存するが、上記のキャッシュヒット率を改善することによって、原理的にこれらの通信性能も改善される。 	<p>めの計算機資源利用効率を改善する ICN ベースのテレメトリ技術を開発したこと。本技術は、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、使用帯域を最大 50%、CPU 使用率を最大 30%削減し、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 NOMS2024(ショートペーパー)に投稿し採録されたこと。</p>	
	<p>(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</p> <ul style="list-style-type: none"> • 情報特性指向型通信を実現するネットワーク・プラットフォームの統合設計を進め、ネットワーク内キャッシュと連動したトランスポート手法を提案した。応答遅延を最大 50%短縮させることをシミュレーションで示し、本成果は IEEE の通信に関する旗艦国際会議 Globecom2023 にて採録され発表した。また、データ管理・流通の安全性を高める方式として、内容を開示せずデータの真正性を示すことが可能なオフチェーンデータプライバシー保護方式を提案した。既存ブロックチェーンと比べ、トランザクションデータサイズを最大 60%削減することをシ 	<p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • AI によるネットワーク制御フレームワークに関して IRTF I-D を提案し、また、概念実証向けに実装(PoC 実装)し、欧州の大学および通信事業者が開発する NFV (Network Function Virtualization) 制御基盤と相互接続性の実証実験に成功したこと。さらに、相互接続に用いた双方の試作の上位概念を含む「AI によるネットワーク制御フレームワーク」に関して IRTF I-D を提案し、「データの冗長化を抑えた効率的なテレメトリ情報の集約・拡散が行えるマルチキャストテレメトリ技術」に関して IETF I-D を提案したこと。 • 情報特性指向型ネットワーク・プラットフォームの設計に関し、電子情報通信学会(IEICE)ICN 研究会ワークショップ等にて、チュートリアル及びハンズオンを開催、IEICE 論文誌(EB)にて招待サーベイ論文(Invited Survey Paper)執筆、本論文誌は令和6年1月に発刊された。CQ 出版社の一般誌「Interface」(発行部数3万部/月)にて「ネットワーク・プログラミング 2024 (特設:ラズパイで体験! 次世代通信 	

	<p>ミュレーションで示し、本成果は IEEE TrustCom 2023 にて採録され発表した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 情報特性指向型ネットワーク・プラットフォームの設計に関し、電子情報通信学会 (IEICE) ICN 研究会ワークショップ等にて、チュートリアル及びハンズオンを開催、IEICE 論文誌(EB)にて招待サーベイ論文(Invited Survey Paper)執筆、本論文誌は令和6年1月に発刊された。CQ 出版社の一般誌「Interface」(発行部数3万部/月)にて「ネットワーク・プログラミング 2024(特設:ラズパイで体験!次世代通信 ICN と Cefore(全 46 ページ))」(令和6年2月号)を執筆、令和5年 12 月に発刊された。また、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のムーンショットプロジェクトに参画し、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技術拡張(ICNx)の設計を開始し、ICNx ソフトウェアプラットフォームとして Cefore の拡張開発を開始した。 分散台帳を用いてネットワークサービスが持つ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設計と実装を進め、QKDN を含む情報特性指向型ネットワークシミュレータの初期実装を完了した。ブロックチェーン実装の一つである Hyperledger Fabric の導入と共に、令和4年度に開発した ICN と CP-ABE(Ciphertext-Policy Attribute-Based Encryption)を用いた「高速かつ安全なネットワーク内ストレージ機能」のソフトウェアを実装し、「高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド」上に導入・動作検証を実施した。 	<p>ICN と Cefore)」(令和6年2月号)を執筆、令和5年 12 月に発刊されたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 遅延保証型ルーターに関し、従来は扱えなかった長いエントリを検索可能であり、かつ各ベンダの SRAM に依存しない新 CAM 方式を設計し、共同研究相手の高専と特許を出願したこと。新 CAM 方式では、高スループット(2.8M パケット/秒以上(従来は 18k パケット/秒))・低遅延(5.3 マイクロ秒以下)・低ジッタ(600 ナノ秒以下)の性能を得たこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、民放のニュース番組にて放映された点、さらに、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を行い、用途が異なる AI 間の相互接続性を実証した点、など、実装の道筋を訴求力のある形で示したこと。 国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のムーンショットプロジェクトに参画し、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技術拡張(ICNx)の設計を開始し、ICNx ソフトウェアプラットフォームとして Cefore の拡張開発を開始したこと。 	
--	--	---	--

	<p>(2)次世代ワイヤレス技術</p> <p>(ア)サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 物理空間の動的変化予測・反映技術を適用するワイヤレスエミュレータに関する研究開発を国内 10 機関及び機構内部連携で共同実施した。 仮想環境における実無線機の高精度模擬として、5G NR(New Radio)の物理層及び上位層を実装した SDR(Soft-Defined Radio)ベースの模擬無線機を開発した。物理層はカスタマイズ可能であり、B5G(Beyond 5G)に向けた波形整形技術などの新規技術の実証評価などに活用できることを確認し、また商用カメラを用いた動画伝送系を構築してワイヤレステクノロジーパーク 2023 などで実機による実証を実施した。 設計開発の詳細とリンクエミュレータを介した動画伝送系の構築の成果をまとめた論文が国際会議 WPMC2023 に採択された。 VHF 帯を利用する超広域通信システムに関して、ARIB T103/IEEE 802.16n による伝送特性をシミュレーションにより評価し、さらに実機実装による評価結果からマルチホップ通信の検証を行い、最大で 50km のカバレッジが実現可能であることを示した共著論文が IEEE Open J. Vehicular Technology(IF=6.9)に採録された。 波長や物体の大きさの関係を考慮したレイトレーシング解析の反射・回折波電力の補償方式を提案し、測定値と比較した受信電力中央値の統計的推定誤差が 922MHz では 4.1dB 以下、4.85GHz においては 2.2dB 以下に抑えられることを示した研究成果に関する論文が国際会議 IEEE PIMRC2023 に採択された。 上記手法を更に改善し、エリア内を区分けして局所的な伝搬特性を反映するパラメータ最適化アルゴリズムを開発し、工場において 28GHz と 60GHz で伝搬測定を行い、2.4GHz からミリ波帯の広帯域において 0.8 以上の決定係数を達成できることを示した。 ドローンに実装した無線機のアンテナからの電波発射を高精度化に模擬するためのアンテナ放射パターンモデル開発について、電磁界解析により周波数帯によ 	<p>(2)次世代ワイヤレス技術</p> <p>電波伝搬特性の実測結果について、湿度の増加によるテラヘルツ帯の大気損失が増えることを指摘した内容が ITU-R WG3K3 議長報告に記載されたこと、ドローン群飛行と衝突回避のアルゴリズムの実証実験について3件の成果が国際的評価が高い海外論文誌に採録されたこと、HAPS を中継したドローンとの通信に関する実証実験により有効性を示した論文が国際会議 WPMC2023 の非地上系通信に関する最新技術動向を特集したワークショップに採択されたことなど、国際的な具体的評価が広がったことに加え、各種の新技術についての実証が進み、科学的意義の高い結果が多く創出されたことを評価する。</p> <p>工場で利活用する無線システムについて、市販 3D シミュレーションソフト(FlexSim)に無線通信システム可視化機能を追加するためのプラグイン開発を実施、「使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価のための周辺環境計測ガイドライン」を一般に利用できるように公開、日独連携プロジェクトにおいてドイツ側のモデルイメージを想定したローカル 5G 無線環境の調査を年度内に実施、SRF(Smart Resource Flow)メッセージを既存の無線システムのコマンドに変換するコンバータの改良を年度内に開発など、国際的展開も含めた総合的な視点による社会的価値創造が進展した成果を高く評価する。</p> <p>SRF 無線プラットフォームを構成する機器について、機構から研究開発成果をライセンス提供した4製品が FFPA(フレキシブルファクトリパートナーアライア</p>	<p>【次世代ワイヤレス技術】</p> <p>機構内で協力し、現在ITU-R 勧告でモデル化されている最大周波数の 410GHz を超え、これまでに他に例がない広帯域な 232-500GHz の電波伝搬特性の実測結果を報告し、水蒸気の吸収線に近い 450GHz での伝搬測定結果から、湿度の増加によるテラヘルツ帯の大気損失が増えることを指摘した内容が ITU-R WG3K3 議長報告に記載されたことは、高周波数帯の利用促進が図られる B5G から 6G といった将来のトレンドの中で、232-500GHz の電波伝搬を世界に先駆けてモデル化し国際的に共有したもので、科学的意義に加え、当該周波数の利活用の議論を国際的に加速化させるものであり、高い社会的価値を有するものと判断される。</p> <p>離島などへ大きな荷物を配送するドローン配送サービスで実証が進められている時速 25km(秒速 7m)を目標とした群飛行と衝突回避のアルゴリズムの実証実験を実施し、ドローン同士の安全距離を飛行速度に応じて変化させることを示したこと、また、複数のドローンが同一空域を飛行する際の衝突回避技術として、弾性運動の概念を組み入れたアルゴリズムに関する成果に関する論文など3件の論文がインパクトファクター4.8 の海外論文誌に採録されたことは、いずれも科学的意義が認められる。</p> <p>高度 20km の上空を飛行する HAPS(High Altitude Platform Station)を中継してドローンとの通信を行うために、デジタルマルチビームアンテナを用いて</p>
--	---	---	--

	<p>てドローンの機体及び構造物の影響が異なることを示し、実測により検証を行った研究成果が国際会議 WPMC2023 の非地上系通信に関する最新技術動向を特集したワークショップに採択された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • ワイヤレスエミュレータの開発状況と今後の見通しについて、電子情報通信学会無線通信システム研究会のサイバーフィジカルシステムを特集したセッションで招待講演を、周波数資源シンポジウム 2023 で依頼講演を行った。また本講演を含む複数の招待講演等において、機構内で連携して立ち上げた「ワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラム」をアピールし、複数の機関の参画申請を促すなど活発な議論の場の形成に貢献した。11 月及び 12 月に総会を開催した。また3月にシンポジウムを開催し、ワイヤレスエミュレータを用いた実機評価のデモ等を行った。 • 仙台市国家戦略特別区域(仙台特区)の近未来技術実証フィールド支援事業の活用事例としてドローンを想定した無線通信実証実験が取り上げられた。一連の活動によりワイヤレスエミュレータプロジェクトのプレゼンス向上及び社会展開に貢献した。 • セル種別を考慮したネットワーク最適化技術の研究開発の成果として、Load Balance(各セルのユーザ数)を考慮した移動局の最適な配置を提案し、セル内のユーザ数を考慮することにより、ユーザのスループットとスペクトルへのアクセス遅延のバランスをとり、アクセス遅延が約 20%軽減できることを示した米国大学との共著論文(主著 UCSD)が国際会議 IEEE VTC 2023-Spring に採択された。 • 本年度の年度計画を超える成果として、工場の生産効率を向上させるレイアウト検討のための市販 3D シミュレーションソフト(FlexSim)に無線通信システムを可視化するプラグイン機能を追加し、工場内の通信可能なエリア及び通信速度の推定とそれに基づく機器の配置や自動無人搬送車(AGV, Automatic Guided Vehicle)の移動経路の最適化などを可能とする実製品化を目指したソフトウェア開発を実施した。 	<p>ンス)の認証プログラムに合格、実装にあたって重要となる信号とノイズの識別アルゴリズムの検証が進んだことなど、具体的社会実装を確実にするプロセスが大きく進展した成果を社会実装の視点で高く評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機構内で協力し、現在勧告でモデル化されている最大周波数の410GHzを超え、これまでに他に例がない広帯域な 232-500GHz の電波伝搬特性の実測結果を報告し、水蒸気の吸収線に近い 450GHz での伝搬測定結果から、湿度の増加によるテラヘルツ帯の大気損失が増えることを指摘した内容が ITU-R WG3K3 議長報告に記載されたこと。 • 離島などへ大きな荷物を配送するドローン配送サービスで実証が進められている時速 25km(秒速 7m)を目標とした群飛行と衝突回避のアルゴリズムの実証実験を実施し、ドローン同士の安全距離を飛行速度に応じて変化させることで群飛行及び衝突回避が可能であることを示したこと。また、複数のドローンが同一空域を飛行する際の衝突回避技術として、弾性運動の 	<p>空間的・時間的・周波数的に多重化を行うことで広範囲の多数のドローンに対して同時通信可能な方式を提案し、セスナ機を用いた実証実験により有効性を示した論文が国際会議 WPMC 2023 の非地上系通信に関する最新技術動向を特集したワークショップに採択されたことは、極めて高い科学的意義が認められる。</p> <p>工場の生産効率を向上させるレイアウト検討のための市販 3D シミュレーションソフト(FlexSim)に無線通信システム可視化機能を追加するためのプラグイン開発を実施し、工場内の通信可能なエリア及び通信速度の推定とそれに基づく機器の配置や自動無人搬送車(AGV)の移動経路の最適化などを可能とする実製品化を目指したソフトウェア開発を実施したことは、高い社会的価値が認められる。また、開発した動的通信経路制御方式について、実工場の混雑度を模した環境で AGV が製造ラインに沿って移動する条件でシミュレーション評価を行い、AGV からのアップリンク遅延を約3割低減し、動作安定性を向上できることを示したこと、到来した電波が Wi-Fi によるものかノイズ等の Wi-Fi 以外によるものかを識別するセンシングアルゴリズムを開発し、一次評価として Wi-Fi と BLE (Bluetooth Low Energy) の電波について、全て検出及び識別ができることを実証したことは、社会実装につながる取組である。</p> <p>社会全体を無線通信で支える FSPJ (Flexible Society Project)における分野や用途を超えたデータ活用を可能にす</p>
--	---	---	--

- 遠隔操作ロボットを通じたコミュニケーションやインタラクションを実現するサイバネティック・アバター (CA, Cybernetic Avatar) 社会の通信基盤技術として、画像や音声のみでなく感覚をもリアルに共有するために、通信速度や遅延時間を管理・保証し、また冗長経路を確保してネットワークの混雑状況に応じて動的に通信経路を変更可能とするオーバレイネットワーク構成の設計開発を進めた。
- 深層学習による室内環境の無線測定手法として、様々な室内環境の模擬手法と模擬された室内環境での電波伝搬のレイトレースによる無線マップ画像から無線環境を予測する深層学習ネットワーク(RadioResUNet)を構築した。およそ 30m 四方の什器を含む複雑な屋内環境を対象に深層学習による無線環境予測を実行し、5秒以下の解析時間で実無線測定と比較して約 3dB の予測精度で結果が出力されることが確認でき、無線測定の深層学習モデルの有効性を示した論文が IEEE Access (IF=3.476) に採録された。
- RadioResUNet を活用し、空間内の無線環境予測の実証環境として、机上スペースを対象エリアとして机上に配置したオブジェクトをカメラ等で認識し、送信局を含むレイアウトから無線環境予測結果を深層学習により出力するデモ環境を構築した。中学生等の見学において、無線分野の専門的な知識がない人々が無線通信の現象を理解するための素材として紹介し、環境の変化が与える電波の変化を目に見える形で容易に把握でき、一般利用者の電波リテラシー向上に貢献できることを示した。
- 実空間における無線通信システムの性能を簡易に模擬でき、変化する実空間を適時的に反映可能とする「フィジカル空間情報のデータベース化」アプリケーションを開発し、センサで取得した点群データから自動で実空間情報をデータベース化し、実空間を再現した仮想空間で無線測定ができることを示した。このアプリケーションを使用することで、実空間を模擬した仮想空間三次元モデルの構築からその環境における無線環境予測までの一連の作業をワンストップで実現可能となり、無線

概念を組み入れたアルゴリズムに関する成果に関する論文など3件の論文がインパクトファクター4.8の海外論文誌に採録されたこと。

- 高度 20km の上空を飛行する HAPS (High Altitude Platform Station) を中継してドローンとの通信を行うために、デジタルマルチビームアンテナを用いて空間的・時間的・周波数的に多重化を行うことで広範囲の多数のドローンに対して同時通信可能な方式を提案し、セスナ機を用いた実証実験により有効性を示した論文が国際会議 WPMC2023 の非地上系通信に関する最新技術動向を特集したワークショップに採録されたこと。また、高度約 20km の上空を巡航速度約 100km/h で飛行する HAPS との通信のために、粗追尾と精追尾を組み合わせ HAPS の動きを予測した追尾アルゴリズムを開発し、HAPS の疑似的な位置情報により追尾アンテナが正常に動作し、HAPS の方向に追従した指向性制御が可能である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。

- 工場の生産効率を向上させるレイアウト検討のための市販 3D シミュレーションソフト (FlexSim) に無線通信システム可視化機能を追加するためのプラグイン開発を実施し、工場内の通信可能なエリア及び通信速度の推定とそれに基づく機器の配置や自動無人搬送車 (AGV, Automatic Guided Vehicle) の移動経路の最適化などを

るための取組を進める FDTPJ (Flexible Data Trading Project) の活動の一環として、無線通信の性能評価に欠かせないデータ取得とその取り扱いに関する情報と知見をまとめた「使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価のための周辺環境計測ガイドライン」を一般公開したことは、社会課題・政策課題の解決や社会的価値の創出に十分に貢献する顕著な成果といえる。

日独連携プロジェクトにおいて、ドイツ側の工場で実地調査を行い、ローカル 5G として想定する帯域幅の違いを特定し、帯域幅の差異はスループットやアプリケーションの実装の仕方に影響するため、その違いを検証できるようにシミュレーションモデルを構築したこと、また、SRF (Smart Resource Flow) メッセージを既存の無線システムのコマンドに変換するコンバータの改良として、無線環境情報を SRF メッセージとして収集する仕組みを開発したことには、高い社会的価値が認められる。

SRF 無線プラットフォームを構成する機器について、機構の研究開発成果をライセンス提供した NEC の仕様準拠製品 (4 製品) が、令和 5 年 5 月に FFPA (フレキシブルファクトリパートナーアライアンス) の認証プログラムに合格し、社会実装に結びつけたことは評価される。

	<p>分野の専門的な知識がない者にも、無線を考慮した屋内レイアウト設計等が可能となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • テラヘルツ帯の電波伝搬測定を行い、これまで ITU 勧告においてモデル化されていなかった超広帯域(232-500GHz)にわたる電波伝搬モデル開発を世界に先駆けて実施した。さらに、水蒸気の吸収線に近い 450GHz における伝搬測定結果に基づき、湿度の増加によりテラヘルツ帯の大気損失が増加する点を指摘した。この指摘が、アジアなどの湿度の高い地域では重要になるとして、ITU-R WG3K3 議長報告に記載された。また Report ITU-R M.2417 のレポート改訂に伝搬特性の節の追加などで寄与し、Report ITU-R M.2517 の新規レポート成立には Annex 1 の建物侵入損失の周波数拡張を追加するなど寄与した。 • IEICE AP 研開催の国際会議 AWAP2023 において、テラヘルツ電波伝搬に関する研究成果の招待講演を行った。 • テラヘルツ通信システムの実現に向けた無線回線設計や干渉評価のための電波伝搬特性の測定とモデル化について、屋内環境においてサブテラヘルツ帯及びテラヘルツ帯の電波伝搬測定を実施した。また、レイトレーシング解析のような光学的な解析手法が有効であることなどを示した解説記事が電波技術協会報 FORN のテラヘルツ特集に掲載された。 • テラヘルツ通信システムに関連する、無線装置間の同期手法、無線装置間の通信方法、及び、無線アクセス方式の3件の特許を出願した。 • 平面アンテナの代表である方形パッチアンテナについて、従来はインピーダンス整合回路の導入により回路の複雑さや大きさが課題とされていたが、シミュレーションと実測より、縦横比2以上の長方形パッチアンテナは、インピーダンス整合を取りやすく、利得の向上と広帯域化が可能であることを明らかにするとともに、長方形による高次モードの回避や抑圧を可能とする設計方法を開発した。これにより、Sub-6GHz 帯の低い周波数帯ではインピーダンス整合回路の削減により回路規模を抑制でき、またミリ波・テラヘルツ波のような高い周波 	<p>可能とする実製品化を目指したソフトウェア開発を実施したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 社会全体を無線通信で支える FSPJ (Flexible Society Project)における分野や用途を超えたデータ活用を可能にするための取り組みを進める FDTPJ (Flexible Data Trading Project) の活動の一環として、無線通信の性能評価に欠かせないデータ取得とその取り扱いに関する情報と知見をまとめた「使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価のための周辺環境計測ガイドライン」を一般に利用できるように公開したこと。 • 日独連携プロジェクトにおいて、ドイツ側の工場で実地調査を行い、ローカル 5G として想定する帯域幅の違いを特定した。帯域幅の差異はスループットやアプリケーションの実装の仕方に影響するため、その違いを検証できるようにシミュレーションモデルを構築したこと、また、SRF メッセージを既存の無線システムのコマンドに変換するコンバータの改良として、無線環境情報を SRF メッセージとして収集する仕組みを開発したこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • SRF (Smart Resource Flow) 無線プラットフォームを構成する機器について、機構から研究開発成果をライセンス提供した NEC の仕様準拠製品(4製品)が、令和5年5月に FFPA (フレキシブルファクトリパートナーアライアンス) の認証プログラムに合格したこと。 	
--	--	--	--

	<p>数帯では、損失の低減によりアンテナ効率が向上できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 28GHz 帯の試作アンテナでは、特別な整合回路を設けずに 1GHz 以上のアンテナ動作帯域が得られ、一般的な正方形パッチアンテナと比較して 4dB 以上高いアンテナ利得が得られることを確認した。全二重無線通信への適用についても検討し、送受信アンテナ間距離 4cm で、50dB 以上の自己干渉抑圧が得られることを実験的に示した。さらに薄い吸収体膜の併用により、60dB 以上の自己干渉抑圧が得られることを実証した。 • 開発中のワイヤレスエミュレータにおいて、位置や軌道が定まっている衛星及びスケジュールされない空モビリティ(HAPS(High Altitude Platform Station)、ドローン)の評価系を実現するために、アナログデジタル入出力インタフェースに最大 500 ミリ秒の超長遅延と最大 50kHz のドップラシフトを適用するための追加機能を実装した。 • 非地上系ネットワーク(NTN, Non-Terrestrial Network)通信を含む B5G を想定した CPS(Cyber-Physical System)高度化のため、機構内で連携して、市街地環境における NTN 通信の高精度電波伝搬モデル構築を目指し、市街地の高高度送信点と地上間の電波伝搬特性の測定及び同エリアにおいて静止衛星からの信号を受信する伝搬測定を実施した。また、静止衛星及び低軌道衛星と地上との通信を想定した長遅延伝搬路及び高速移動を伴う通信環境をリンクエミュレータで模擬できることを確認した。開発した疑似衛星無線機とリンクエミュレータを使用して、静止衛星を中継する長遅延かつ伝搬性能による品質劣化を含めた NTN 通信の模擬を実証した。 <p>(イ) 端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> • サイバネティック・アバター(CA)の高信頼な遠隔制御基盤の実現に向け、CA に接続する端末が位置情報や通信品質に加え CA の動作内容や周辺環境に関する情報を取得し、Geohash(住所、地名、目標物、郵便番号などが示す場所に対して座標(経緯度)を付与し「地図を 	<ul style="list-style-type: none"> • 開発した動的通信経路制御方式について、実工場の混雑度を模した環境で AGV が製造ラインに沿って移動する条件でシミュレーション評価を行い、AGV からのアップリンク遅延を約3割低減でき、動作安定性を向上できることを示したこと。また、到来した電波が Wi-Fi によるものかノイズ等の Wi-Fi 以外によるものを識別するセンシングアルゴリズムを開発し、一次評価として Wi-Fi と BLE (Bluetooth Low Energy) の電波について、全て検出および識別ができることを実証したこと。 	
--	---	--	--

格子状に分割し、その1区画を短い文字列で表現したもの」と通信品質が紐づいたマルチレイヤ定義によるローカル無線ネットワークのデータベースを開発し、それを参照することで帯域制限や CA の緊急制御を行い無線ネットワーク安定化及び高信頼化を図る端末スマート化技術の基本設計を完了した。また、CA と遠隔操作者間のエンドーエンド間の遠隔制御の安定化を図るため、通信経路毎の通信品質推定と推定結果に基づくオーバーレイネットワークによる経路制御方式の実装開発を進め、遠隔制御や動画伝送等の具体的なアプリケーションによる基本検証と、推定通信品質に基づく通信状況可視化機能の検証を実施した。

- ローカル 5G と公衆セルラ網のみを対象としていた2網連携技術を、無線 LAN や有線 LAN 等も対象とし、それぞれが複数連携可能な多数網連携技術に拡張するための開発を行った。ローカル5G、公衆セルラ、無線LAN 及び有線 LAN の各網1リンクでの検証を行い、冗長化している切替先リンクの品質劣化がない条件で、遠隔監視画像の乱れや遠隔制御の遅れ等の発生を回避できることを確認した。
- 複数無線リンクの効率的利用を目指した輻輳制御とマルチパススケジューリングに関する MP-QUIC (Multi-Path-Quick UDP Internet Connections) 高度化技術について、NTN 利用を想定した最大片方向遅延 1000 ms の非対称遅延環境におけるアップリンク及びダウンリンクのトラヒック制御技術の総合評価を行い、BBR (Bottleneck Bandwidth Round-trip) 輻輳制御がパケットロスベースの従来技術 NewReno と比較してスループット及びパケットロス耐性の改善に有効であることを示した論文が国際会議 WPMC2023 の非地上系通信に関する最新技術動向を特集したワークショップに採択された。また、初期的な実装開発を行い、NTN 利用を想定した非対称遅延環境において、スループットに関して最大 12% の性能向上を確認した。ドングルやスマートフォンなどのデバイスが取得できる物理層情報を整理し、上位層の制御に下位層の情報を整理し、これらの情報を

	<p>利活用することで無線環境の変動に対して従来よりも即応性の高い方式を策定できる可能性を得た。</p> <ul style="list-style-type: none">• 将来の人とロボットの共生社会において、複数無線リンクの効率利用がロボット制御通信基盤の高信頼化に資することをまとめたコンセプトペーパーを 3GPP SA ワークショップにて提案し、その要素技術となる複数無線リンクを利用した低遅延・高信頼性通信方式について PCT 外国出願を行うなど、国際的な取り組みを推進した。• 高度約 20km の上空を巡航速度約 100km/h で飛行する HAPS と地上局との通信のために、粗追尾と精追尾を組み合わせ HAPS の動きを予測した追尾アルゴリズムを開発し、HAPS の疑似的な位置情報により追尾アンテナが正常に動作し、HAPS の方向に追従した指向性制御が可能であることを確認した。• 広範囲かつ多数のドローンと地上局が同時通信を行うため、HAPS にデジタルマルチビームアンテナを搭載し中継する方式を提案した。HAPS を経由することで地上での干渉を抑え、本アンテナを用いることで空間的・時間的・周波数的に多重化し、広範囲かつ多数のドローンに対する同時通信が可能となる。高度約 20km の上空を巡航速度約 100km/h で飛行する HAPS を想定したセスナ機に本アンテナを搭載し、本アンテナを経由し地上局とドローンとの通信を行う実証実験により、本アンテナの有効性を示した。本実験に関する論文は国際会議 WPMC2023 の非地上系通信に関する最新技術動向を特集したワークショップに採択された。• 国内通信事業者、宇宙メディア事業者、システムベンダと連携し、HAPS を介して地上の 4G/5G 通信をミリ波帯で中継する通信実験を行い、約 100Mbps の通信速度の実証と、降雨減衰補償のための HAPS と複数の地上基地局間とのハンドオーバー・サイトダイバーシティ等の実証を行った。またセスナ機を用いて、HAPS での利用を想定した追尾アンテナの実証実験を実施した。• 国内機関と連携し、RTCA DO-362B の寄与文書入力を目指し、上空からのデジタルビームフォーミングによる電波伝搬データ取得した。		
--	---	--	--

- 複数の電波到来方向の推定アルゴリズムの実証実験を電波暗室内で実施し、SNR (Signal-to-Noise Ratio) が -8dB 以上の領域では、従来の半分のサンプル数でも 4.8GHz の2つの送信機から発射される電波到来角を、推定誤差5度以下、占有周波数バンド検出率 90%以上を達成できることを示した。
- 将来のローカル 5G における周波数の稠密利用を想定し、実用的な屋内環境の隣接空間にて複数のローカル5G 基地局を同一周波数帯で運用した場合の干渉について、4種の TDD (時分割複信、Time Division Duplex) 比率 (同期、準同期1~3) を混在させた場合の干渉評価を実施した。2部屋以上離れた部屋間ではユーザ端末 (UE, User Equipment) の平均スループットの低下が軽微であることを確認し、QoS (Quality of Service) にシビアではないトラヒックを收容する場合、利用者間の運用調整によってはマージン (離隔距離) を削減し、周波数の利用効率をより高めた運用が可能であることを明らかにした。
- 機構が整備したローカル 5G 評価環境にて国内企業と実証実験を実施し、壁に反射板や吸収体などの電波環境改善部材を併用することにより、近隣の部屋の基地局からの電波干渉が低減でき、対象とするエリア内の通信環境を高信頼化・高速化できることなどを確認した。また、同環境での電波伝搬のレイトレースシミュレーション結果とも良く整合し、電波環境改善部材を利用した通信エリア構築の事前検証に有用であることを明らかにした。
- NTN を考慮した三次元周波数共用方式の基礎検討として、NTN を想定した通信経路の多層化、冗長性確保が可能な環境における周波数の効率利用に関する初期評価基盤を構築した。上空で低軌道衛星と HAPS の多段中継を模擬するモジュールを開発し、多段中継の利用時と非利用時の周波数利用効率及び遅延時間の評価環境を構築した。
- 周波数の有効利用を促進する波形整形技術に関して、OFDM (直交周波数分割多重、Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号のデータベクトルに可逆行列

を乗算するスペクトルプリコーディングの研究を推進し、可逆行列に関して従来の表現よりもストレージ効率に優れた手法である台形型ブロックハウスホルダーリフレクタ(TBHR, Trapezoidal Block Householder Reflector)を開発した。TBHR をスペクトルプリコーディングに適用した OFDM 信号について数値実験を行い、帯域端で約 30dB の帯域外漏洩電力抑圧と実用的なピーク電力抑圧性能を両立でき、良好な誤り率性能及び高速フーリエ変換と同水準の効率的な計算量などの実用的な性能を同時に達成できることを明らかにした。

- 全二重無線通信の自己干渉キャンセラ技術の実機実装について、適応フィルタを用いるデジタル自己干渉キャンセラを疑似無線機に実装し、アナログ回路及びアンテナと結合した評価実験を行い、約 100dB の自己干渉キャンセル性能が得られ、SNR の条件によっては 0.001 オータの BER(Bit Error Rate)が達成できることを示した論文が海外論文誌 MDPI Future Internet に採録された。
- ワイヤレスエミュレータで開発した 5G NR 対応疑似無線機に適応フィルタベースの自己干渉キャンセル手法を実装し、上り信号の自己干渉をキャンセルしつつ 5G NR の通信が可能であることを実証した。
- 生産プロセスにおける IoT 及びローカル 5G の活用を特集した技術情報協会の出版書籍に全二重無線通信の実現に向けた機構の取り組みと成果についての解説記事を執筆した。
- 機構は、社会全体を無線通信で支える「FSPJ(Flexible Society Project)」の取組みを通じて、製造現場をはじめ、物流、医療、インフラ等の様々な分野における IoT 化のための取組みを主導している。その中で、分野や用途を超えたデータ活用を可能にするための取組みを進める「FDTPJ(Flexible Data Trading Project)」の活動の一環として、無線通信の性能評価に欠かせないデータ取得とその取り扱いに関する情報と知見をまとめた「使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価のための周辺環境計測ガイドライン」を、製造メーカーの要望に

	<p>応えて一般に広く公開し、本分野への啓蒙と理解拡大を促進した。</p> <ul style="list-style-type: none">• 既存工場のスマート化技術として、多数の AP (Access Point) が設置された工場環境で稼働する無人搬送車 (AGV, Automatic Guided Vehicle) に対して深層学習による AP 選択制御を適用することで接続切断時間を約 20% 低減でき、AGV の継続制御性を向上することが可能であることを示した論文が海外論文誌 MDPI Sensors (IF=3.9, 2022) に採録された。• 製造現場におけるリスクマネジメントへの利活用につなげるため、工場の稼働状態と電波環境の変動の相関関係に着目し、物流現場において一定数の AGV の同時稼働現象に着目し、データ収集・分析を行った。具体的には、物流現場において一定数の AGV が停止状態から一斉稼働する際に生じる帯域圧迫を低減するため、RSSI (Received Signal Strength Indicator) の変動により AGV 一斉稼働を検出する方式を提案し、さらに検出時に伝送レートを固定することで使用可能な帯域を回復できることを実証した。• 開発した動的通信経路制御方式について、実工場の混雑度を模した環境で AGV が製造ラインに沿って移動する条件でシミュレーション評価を行い、AGV からのアップリンク遅延を約 3 割低減でき、動作安定性を向上できることを示した論文が国際会議 WPMC2023 に採択された。• 到来した電波が Wi-Fi によるものかノイズ等の Wi-Fi 以外によるものかを識別するセンシングアルゴリズムを開発し、一次評価として Wi-Fi と BLE (Bluetooth Low Energy) の電波について、全て検出および識別ができることを実証した。• 工場等のセンサを置ける場所が限られる環境に向けて、少ないセンサ数で周囲の環境を推定する方式を提案し、ドアの開閉によって電波強度が変わる環境で評価して、他の場所のセンサ情報から推定できることを示した論文が国際会議 ICCE2024 に採択された。• SRF (Smart Resource Flow) 無線プラットフォームを構成する機器について、機構から研究開発成果をライセン		
--	--	--	--

	<p>ス提供した製造事業者の仕様準拠製品(4製品)が、令和5年5月に FFPA(フレキシブルファクトリパートナーアライアンス)の認証プログラムに合格した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1Q(TSN)の標準文書に工場アプリケーションのトラヒック制御について追記することを最終目標として、IEEE 802 Plenary 会合にて、対応するシェーパアルゴリズムの拡充に向けて、トラヒックを 802.1Qbv のシェーパで均す方法を提案した。 • IEC SC65C/WG17(無線共存管理)において、SRF 無線プラットフォームの仕組みを標準文書に入力することを最終目標として、Committee Draft(CD)を作成し、各国からのコメントに対する対応方針についてWG17 国際会合で合意を得た。また、この対応方針を反映させた国際規格原案(CDV)のドラフト原稿を作成した。 • 前年度開発した立体倉庫の無線空間モデル(バーチャル)を用いて、リアルな製造現場の無線環境で取得したセンシング結果と特徴的なオブジェクトをモデルに組み込むことで実測値との適合度合いを8割以上になる手法を開発し、その成果をまとめた論文が国際会議 WPMC2023 に採択された。 • ローカル 5G を SRF 無線プラットフォームで制御するため、通信速度を性能要件通りに制御できるかを評価し、速度抑制は想定通り制御でき、速度向上は他のパラメータの影響を深掘りする必要があることを示した論文が国際会議 ICCE2024 に採択された。 • 日独連携プロジェクトにおいて、ドイツ側の工場で実地調査を行い、ローカル 5G として想定する帯域幅の違いを特定した。帯域幅の差異はスループットやアプリケーションの実装の仕方に影響するため、その違いを検証できるようにシミュレーションモデルを構築した。 • SRF メッセージを既存の無線システムのコマンドに変換するコンバータの改良として、無線環境情報を SRF メッセージとして収集する仕組みを開発した。 <p>(ウ)モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国内企業と共同で国内では事例が少ない 920MHz 帯での多段中継の長距離通信試験を実施し、電波伝搬特性がドローンの種別や飛行状態に依存することを明ら 		
--	---	--	--

	<p>かにした。より具体的には、高低差がありすぎる場合には機体による遮蔽の影響が大きく、複数のアンテナでカバーする必要があることや、エンジン機のドローンでは920MHzでも雑音の影響が大きく、通信距離の長距離化が難しいといった課題を明らかにした。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機体間通信を用いたドローンと有人ヘリ間の自律接近回避技術について、数キロ以内に接近した有人ヘリを検知し、ドローンが自律的に回避・着陸を行うことを実証した成果が光アイアンス誌の技術解説記事として掲載された。これらの技術がシーズとして評価され、年度前半までに民間企業含む4件以上の共同実験等の引き合いを受け、2件の共同研究を立ち上げた。 • 共同研究の成果として、LTEなどの通信インフラがなく、見通し外長距離でのドローン利用が困難であった山岳地域において、機構が開発したドローン制御用の長距離通信装置を中継ドローンに搭載することで、入り組んだ河川の先にある約3km離れた砂防堰堤まで通信を維持し、ドローンによる空撮に成功した。 • 国際会議 WPMC2023 にて、ドローンに関する通信技術や実証実験を中心に、非地上系通信に関する最新技術動向を特集したワークショップを提案し、採択された。 • 空飛ぶクルマなどの次世代モビリティ社会における、離島などへ大きな荷物を配送するドローン配送サービスの実現に向けて、時速25km(秒速7m)を目標とした群飛行と衝突回避のアルゴリズムの実証実験を実施した。その結果、時速25kmで高速移動する4機のドローンが安全距離を保つことで群飛行及び衝突回避が可能であることを実証した。 • 複数のドローンが同一空域を飛行する際の衝突回避技術として、弾性運動の概念を組み入れたアルゴリズムに関する成果に関する論文、安全な無人航空機の運航のため、ドローン間の直接機体間通信によりGNSS(Global Navigation Satellite System)等によって得られる各機体の位置・高度及び識別番号などを共有するシステムに関する論文、飛行中のUAV間で、位置情報を共有する機体間通信の支援により60GHz帯を用いた近接通信の実証実験の成果をまとめた共著論文(主著: 		
--	--	--	--

	<p>ソーシャル ICT システム研究室)が海外論文誌 MDPI Drones (IF=4.8, 2022)に採録された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機体間の直接通信に基づくドローンの自律衝突回避及び自律隊列飛行技術について、電子情報通信学会無線通信システム研究会の「B5G/6G 時代の多様なユースケースを実現するNTNの技術動向」を特集したセッションで招待講演を行った。 • 飛行レベル4時代の安全な目視外運航を実現するための技術開発及び実証実験をまとめた成果が月刊 EMC の技術解説記事として掲載された。 • 前年度に試作したダイバーシティ方式の無線機を用いて国内機関と共同で海上の 10km の距離でマルチホップ通信の実証実験を実施し、ダイバーシティの効果により長距離通信を安定化できることを確認した。 • 低遅延と多数接続の両方を実現する無線アクセス技術 STABLE (Simultaneous Transmission Access Boosting Low-latency) の拡張として、5G NR (New Radio) 上で STABLE アルゴリズムが適用でき、IoT (Internet of Things) 用途における小容量データ転送から動画伝送可能な広帯域伝送まで対応可能な基地局の実機を開発した。商用端末との接続により、屋外環境において IoT を想定した狭帯域通信及び動画伝送の広帯域通信の実証実験を実施し、既存の 5G NR の通信と比較して 2 倍の端末が低遅延で接続できることを確認した。 • アップリンク NOMA (Non-Orthogonal Multiple Access) 通信において送信ダイバーシティを導入することで BLER (Block Error Rate) が低減でき、再送回数を減らすことにより更なる低遅延化が可能となり、スループットも 3% 向上できることを示した論文が国際会議 IEEE PIMRC 2023 の次世代マルチプルアクセスに焦点を当てたワークショップに採択された。 • 生産プロセスにおける IoT 及びローカル 5G の活用を特集した技術情報協会の出版書籍に STABLE の概要及び研究開発成果についての解説記事が掲載された。 • 多数接続性能の向上を実現するための 5G NR の物理層に関する技術について、特許出願を行った。 		
--	--	--	--

- アダプティブ制御の導入によってチャネルの輻輳が大きく軽減でき、導入前後で比較して端末密度の増加による端末平均送信確率を 50%から 100%に向上でき、端末平均受信確率を 48%から 97%に大きく向上できることを示した論文が国際会議 WPMC2023 に採択された。また、端末間での自律同期取得に関する特許が1件登録された。
- 端末間通信の社会実装を目指し、マレーシアの大学らとの共同研究において、水再利用のための水質モニタリングセンサデータを端末間通信によって収集する実証実験を行った。固定端末を用いた端末間通信によりセンサデータを収集できることを確認し、取得したデータを水質解析担当機関に提供した。また、高知県の大学及び国内企業と共同で、中山間部環境において移動端末を用いた端末間通信による IoP(Internet of Plants)のためのセンサデータ収集に関する実証実験を行った。通信端末を載せた車を走らせてセンサデータの収集可能な範囲を実測し、中山間部環境においても移動端末によってセンサデータを収集できることを確認した。
- 複数の海外の実デバイスベンダと共同提案した、狭帯域無線信号を一種の Sync ビーコンとして用いて UWB (Ultra Wide Band)パルスが同期をとる狭帯域無線補助による UWB チャネルアクセス検出増強に関する技術仕様が IEEE802.15.4ab のドラフトに採択された。
- 目標端末と自動走行ロボット搭載の端末との間の UWB 測距に基づく自動走行制御について、国内企業と共同開発した自動走行制御システムが、壁や什器によって電波が反射する屋内使用環境において、自動走行ロボットが目標地点まで自動走行できることを実験的に確認し、マルチパス伝搬環境においても安定走行できることを示した。
- 海中における電波を利用した無線通信の実現を目的として、通信距離の長距離化を目標として、海水以外の媒体が存在する海中の電波伝搬についてシミュレーション評価を行うことにより、実アプリケーションを想定した水中通信システムの検討を行った。

	<ul style="list-style-type: none"> • 飲込み型体内デバイスの位置推定手法の有用性を評価するため、複数の生体組織を電波が通り抜ける場合のカプセルなどの位置推定技術への影響についてシミュレーション評価を行うことにより、令和4年度までに実証実験で得られた課題について対策を検討した。 		
	<p>(3) フォトニックネットワーク技術</p>	<p>(3) フォトニックネットワーク技術</p>	<p>【フォトニックネットワーク技術】</p>
	<p>(ア) マッシブチャネル光ネットワーク技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 世界で初めて、S、C、L 帯を活用したマルチバンド波長多重技術をマルチモード伝送に導入し、合計 750 波長チャンネルの波長多重信号を 38 コア3モード光ファイバの各空間チャンネルで伝送、毎秒 22.9 ペタビットの伝送容量を実証した。本成果は、光ファイバの伝送容量世界記録を2倍以上更新し(従来は機構による毎秒 10.66 ペタビット、合計 368 波長の波長多重信号を使用)、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)2023 の最新の最先端成果を集めた最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッションに採択された。10 月に日本語で報道発表を実施し、国内の新聞と Web に掲載された。また、11 月には英語でも報道発表を実施し、外国語による Web 掲載は 20 を超える言語で 150 件を超えた。 • E、S、C、L 帯にわたる 212.3nm 波長範囲(波長 1,410.8nm から 1,623.1nm まで)のほぼ全域に相当する、世界最大の 27.8THz の周波数帯のマルチバンド波長多重技術を活用し、合計 1,097 波長チャンネルの波長多重信号を、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 150km まで伝送することに成功した。競合研究と比較し、周波数帯域を9%以上拡大した。伝送距離 50km では、毎秒 301 テラビットの伝送容量を実証し、単一コア・単一モードファイバでの伝送容量記録を 23%更新した(従来は機構による毎秒 244 テラビット)。本実験では米国、英国及び香港の企業・研究機関の技術・装置等を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標を達成し、ECOC2023 ポストデッドライン論文の特別セッションに採択された。また、日本語と英語で報道発表を実施した。さらに、伝送距離を 200km に 	<p>S、C、L 帯を活用したマルチバンド波長多重技術のマルチモード伝送への導入(世界初)、空間光変調器を用いたホログラム技術による多重反射型の空間多重光スイッチの開発、光中継伝送システムなどの先端成果について、ECOC2023 のポストデッドライン論文を含む国際的最難関のカンファレンスに採択された成果は科学的に極めて意義深く、極めて価値の高いものとして評価する。</p> <p>米国、欧州及びオーストラリアの企業・研究機関による研究開発成果を機構が集約し、機構がリーダーシップをとることで進めた標準外径の 55 モード光ファイバと C、L 帯を活用した毎秒 3.56 ペタビットの大容量伝送実験への成功、多様な空間多重光ファイバが接続される将来のヘテロジニアスネットワークに向けた研究開発におけるコア入れ替えおよびモード変換を含む光スイッチングへの成功、光ネットワークの障害及び予兆情報の遠隔検知・収集技術において達成されたレジリエンス向上の視点も含めた社会的価値の高い成果など、国際的な社会的価値からレジリエンス向上まで、社会的価値を大きく向上させる優れた成果が優れたリーダーシップのもとで達成されたことを高く評価する。</p>	<p>世界で初めて、S、C、L 帯を活用したマルチバンド波長多重技術をマルチモード伝送に導入し、合計 750 波長チャンネルの波長多重信号を 38 コア3モード光ファイバの各空間チャンネルで伝送、毎秒 22.9 ペタビットの伝送容量を実証し、光ファイバの伝送容量世界記録を2倍以上更新したことは、我が国の有線通信分野の先端性を示すものであり、高く評価できる。さらに、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(European Conference on Optical Communication) 2023 の最新の最先端成果を集めた最優秀論文の特別セッションに採択されたことは、その科学的意義が国際的にも高い評価が得られていると認められる。</p> <p>標準外径の 55 モード光ファイバと C、L 帯を活用して、毎秒 3.56 ペタビットの大容量伝送実験に成功し、標準外径光ファイバの伝送容量世界記録を2倍以上更新したこと、また、本実験では米国、欧州及びオーストラリアの企業・研究機関による研究開発成果を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標を達成したことは、社会的価値が認められる。</p> <p>高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムにおいて、新たに複数バンドのホワイトボックス型光伝送機器を導入し、SDN (Software Defined</p>

	<p>長延化したマルチスパン伝送実験において毎秒 250 テラビットの伝送容量を実証し、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)2024 に採択された。さらに波長範囲を O、E、S、C、L、U 帯に拡張し、標準的な単一コア・単一モードファイバにおいて 37.6 テラヘルツの周波数帯、毎秒 378.9 テラビットの伝送実験に成功し、周波数帯域と伝送容量の世界記録を更新した。本成果は、OFC2024 のポストデッドライン論文の特別セッションに採択された。3月に日本語の報道発表を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 標準外径の 55 モード光ファイバと C、L 帯を活用して、毎秒 3.56 ペタビットの大容量伝送実験に成功し、標準外径光ファイバの伝送容量世界記録を2倍以上更新した(従来は機構による毎秒 1.7 ペタビット)。本実験では米国、欧州及びオーストラリアの企業・研究機関の技術・装置等を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標を達成し、ECOC2023 のレギュラー論文の中でも特に評価が高いトップスコア論文として採択された。 標準外径の非結合4コア光ファイバと、S、C、L 帯を活用して、太平洋横断級の伝送距離 12,345km において毎秒 138.9 テラビットの伝送容量を実証した。中継用の光増幅器は従来の単一コアファイバ用の製品を使用した。伝送容量・距離積は毎秒 1.71 エクサビット・km で、標準外径光ファイバでの世界記録を約 1.8 倍更新し(従来は機構による毎秒 0.95 エクサビット・km)、ECOC2023 に採択された。 標準外径の非結合4コア光ファイバと C 帯を使用し、4 コア増幅器のみの中継増幅により、太平洋横断級の伝送距離 12,053km において毎秒 45.7 テラビットの伝送容量を実証し、OFC2024 に採択された。 15 モードファイバを用いた 1,000km 超中継伝送に関し、中継時のモード置換方式4通りに対する伝送距離と波長依存性の比較を行い、ECOC2023 に採択された。 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送受信系に、単一ユニットで 60nm 以上の広帯域を有するテルライトファイバ光増幅器を使用 	<p>海底ケーブルシステム事業者が令和7年に海底ケーブルへマルチコア光ファイバを含むケーブルシステムを提供することとなったこと、光ファイバ製造事業者による低損失マルチコア光ファイバ量産製品の販売が令和5年 10 月より開始したことなど、具体的社会実装が開始されたことは、機構が 15 年以上に亘る長期的なリーダーシップをとって産学官連携を加速しながら達成してきた先端成果を世界に先駆けて実装したものであり、社会実装として極めて高い評価に値する。</p> <p>これら、科学的意義、社会的価値、社会実装のいずれについても優れた顕著な成果が達成された。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 世界で初めて、S、C、L 帯を活用したマルチバンド波長多重技術をマルチモード伝送に導入し、合計 750 波長チャンネルの波長多重信号を 38 コア3モード光ファイバの各空間チャンネルで伝送、毎秒 22.9 ペタビットの伝送容量を実証し、光ファイバの伝送容量世界記録を2倍以上更新、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(European Conference on Optical Communication)2023 の最 	<p>Networking)コントローラでオーケストレーション制御可能にする機構の開発を進めたこと。また、長距離及び広帯域のコア/メトロネットワークをサポートするために、C 帯全域で利得スペクトルをフラット化し、光増幅機能を三段化させた高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムを構築し、1,000km 伝送実験に成功し、成果が ECOC 2023 に採択されたことは、科学的意義が認められる。</p> <p>多様な空間多重光ファイバが接続される将来のヘテロジニアスネットワークに向けて、空間光変調器(LCOS)を用いたホログラム(CGH)技術による多重反射型の空間多重光スイッチの開発を進め、4コアファイバと数モードファイバを用いた1入力2出力の構成を用いて、コア入れ替え及びモード変換を含む光スイッチングに成功したこと、提案する空間多重光スイッチは、コア数の異なるファイバ同士の接続や、モード変換等の機能拡張が可能な新しい空間光スイッチであり、多様な形状の空間多重光ファイバに対応可能であること、本成果が国際会議 Photonics in Switching and Computing(PSC) 2023 に採択されたことは、科学的意義及び社会的価値が認められる。</p> <p>光ネットワーク品質劣化予測障害及び予兆情報の遠隔検知技術の研究開発として、障害及び予兆情報の遠隔検知・収集技術では、パフォーマンス低下防止技術の基盤となるテレメトリ情報収集システムに関して、模擬障害の自動実行や障害検知機能部を開発し、一部</p>
--	--	--	--

	<p>し、単一コア・単一モード光ファイバで毎秒 40.5 テラビットの無中継 312.9km 伝送に成功し、ECOC2023 に採択された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • コヒーレント光通信における復調用デジタル信号処理 (Digital signal processing: DSP) の簡略化(オフラインでの処理時間を半減)に利用可能な、超高品質の光源信号(標準光)を光通信ネットワークで 12,600km 先へ配信可能である事を実証した。本実験では、標準光の配信距離を約8倍延長し(従来は機構による 1,600 km)、Optics Express 誌に採択された。 • データセンター間光通信ネットワークを想定した 130km スケールのマルチコアファイバネットワーク上で、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、L 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を世界で初めて実証した。本成果は、ECOC2023 のトップスコア論文として採択された。さらに、本技術の適用範囲を拡張し、新たに S、C、L 帯の波長多重及び3モード多重光信号伝送に活用して、マルチコアファイバネットワーク上にて、光送受信部における標準光を用いた S、C、L 帯の光コム生成及びコアあたり 336.3 テラビットの伝送容量のコヒーレント通信に成功した。本成果は、OFC2024 のポストデッドライン論文の特別セッションに採択された。 • 電子情報通信学会光通信インフラの飛躍的な高度化に関する特別研究専門委員会(EXAT 研究会)と空間多重技術に関する国際シンポジウム EXAT2023(通算7回)を共催した。また、EXAT 研究会 15 周年を記念したシンポジウムを後援した。 • 令和4年度の成果である、15 モード光ファイバによる毎秒 273.6 テラビット、1,001km 伝送実験について報道発表を行った。 • 世界最大の研究専門組織である IEEE の主力雑誌および Web サイトである IEEE Spectrum に、令和4年度の成果であり、5月に英語で報道発表した、標準外径 19 コア 	<p>新の最先端成果を集めた最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッションに採択されたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 多様な空間多重光ファイバが接続される将来のヘテロジニアスネットワークに向けて、空間光変調器(LCOS)を用いたホログラム(CGH)技術による多重反射型の空間多重光スイッチの開発を進め、4コアファイバと数モードファイバを用いた1入力2出力の構成を用いて、コア入れ替えおよびモード変換を含む光スイッチングに成功、本成果が国際会議 Photonics in Switching and Computing(PSC) 2023 に採択されたこと。 • 高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムにおいて、新たに複数ベンダのホワイトボックス型光伝送機器を導入し、SDN (Software Defined Networking)コントローラでオーケストレーション制御可能にする機構の開発を進めたこと。また、長距離および広帯域のコア/メトロネットワークをサポートするために、C 帯全域で利得スペクトルをフラット化し、光増幅機能を三段化させた高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムを構築し、1,000km 伝送実験に成功し、本成果は ECOC2023 に採択されたこと。 <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 標準外径の 55 モード光ファイバと C、L 帯を活用して、毎秒 3.56 ペタビットの大容量伝送実験に成功し、標準外径光ファイバの伝送容量世界記録を2 	<p>を「IEEE Access」に投稿したことは、社会的価値がある。</p> <p>機構の研究成果に基づくマルチコア光ファイバの量産が光ファイバメーカーにおいて開始され、グローバルプラットフォームへ提供されることになったことは、単なる社会実装に留まらず我が国企業の国際競争力につながる成果として高く評価できる。</p>
--	--	--	--

	<p>光ファイバによる毎秒 1.7 ペタビット秒伝送についての Web 記事が掲載された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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た。具体的には、海底ケーブルシステム事業者が令和7年に海底ケーブルへマルチコア光ファイバを含むケーブルシステムを提供することとなった。また、光ファイバ製造事業者が低損失マルチコア光ファイバの量産化に成功し、令和5年10月より販売を開始した。 • 多様な空間多重光ファイバが接続される将来のヘテロジニアスネットワークに向けて、空間光変調器(LCOS)を用いたホログラム(CGH)技術による多重反射型の空間多重光スイッチの開発を進めた。4コアファイバと数モードファイバを用いた1入力2出力(4コアファイバ入力、4コアファイバ出力もしくは数モードファイバ出力)の構成を用いて、コア入れ替えおよびモード変換を含む光スイッチングに成功した。本成果は国際会議 Photonics in Switching and Computing(PSC)2023 に採択された。提案する空間多重光スイッチは、コア数の異なるファイバ同士の接続や、モード変換等の機能拡張が可能な新しい空間光スイッチであり、多様な形状の空間多重光ファイバに対応可能である。 • 障害時の自己復旧機能を有する空間多重光リングネットワークを実証するため、8x8 の3次元 MEMS スイッチで構成される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。各ノード間のパワーをモニタし、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 PM-16QAM)の信号を予備系光パスに切り替え、11 ミリ秒での信号復旧を実証した。 • 空間モード多重信号の分離器として研究開発を進めてきた体積ホログラムを応用し、レーザアレイを用いた小型のモード多重光源を実証した。レーザアレイ(1x3 VCSEL)とレンズ、体積ホログラムを用いた簡素な構成 	<p>倍以上更新したこと。また、本実験では米国、欧州及びオーストラリアの企業・研究機関による研究開発成果を機構が集約し、単一組織では成しえない高い目標を達成したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 多様な空間多重光ファイバが接続される将来のヘテロジニアスネットワークに向けて、空間光変調器(LCOS)を用いたホログラム(CGH)技術による多重反射型の空間多重光スイッチの開発を進め、4コアファイバと数モードファイバを用いた1入力2出力の構成を用いて、コア入れ替えおよびモード変換を含む光スイッチングに成功したこと。また、提案する空間多重光スイッチは、コア数の異なるファイバ同士の接続や、モード変換等の機能拡張が可能な新しい空間光スイッチであり、多様な形状の空間多重光ファイバに対応可能であること。 • 光ネットワーク品質劣化予測障害および予兆情報の遠隔検知技術の研究開発として、障害及び予兆情報の遠隔検知・収集技術では、パフォーマンス低下防止技術の基盤となるテレメトリ情報収集システムに関して、模擬障害の自動実行や障害検知機能部を開発し、一部を IEEE Access に投稿したこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	
--	--	---	--

	<p>により、空間モード多重信号(LP モード3種)の一括生成に成功した。成果が IEICE Transactions on Electronics 誌に採択された。また、同様の体積ホログラムを空間モードのスイッチングに適用する特許が登録された。</p> <ul style="list-style-type: none"> 光領域信号処理技術について、偏波多重伝送におけるモード分散量推定技術及び偏波モード分散補償技術に向けた空間光学系の検討・設計を行った。モード分散補償に必要な空間光変調器の空間解像度を数値解析によって評価した。また、モード分散補償の前段階で必要となる空間出力型のモード分離器を製作した。 令和4年度の成果である、世界初の実環境下での結合型マルチコア光ファイバの光スイッチング実験について、報道発表を行った。 <p>(イ) 光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムにおいて、新たに複数ベンダのホワイトボックス型光伝送機器を導入し、SDN(Software Defined Networking)コントローラでオーケストレーション制御可能にする機構の開発を進めた。 長距離および広帯域のコア/メトロネットワークをサポートするために、C 帯全域で利得スペクトルをフラット化し、光増幅機能を三段化させた高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムを構築し、1,000km 伝送実験に成功し、本成果は ECOC2023 に採択された。また、光パスの Add/Drop 時の利得変動抑制効果を確認した。 マルチクラウド上で動作可能なオーケストレータ・コントローラ(別のオーケストレータ、各社のオーケストレータ)の分散協調 SDN 制御システムを開発し、アクセスネットワークからコアネットワークまで、複数ドメインにまたがる光パスを一気通貫で設定可能なフレキシブル光パス制御のフレームワークとしてマルチクラウドオーケストレータ制御システムのプロトタイプを開発し、複数の場所に設置された、複数の国内企業・大学等の機器との相互接続性を国際会議 IP/IoT & Processing + Optical Network(iPOP) 2023 にて展示発表した。また、ONUと遠 	<p>会実装の取り組みが行われ、具体的には、海底ケーブルシステム事業者が令和7年に海底ケーブルへマルチコア光ファイバを含むケーブルシステムを提供することとなったこと。また、光ファイバ製造事業者が低損失マルチコア光ファイバの量産化に成功し、令和5年 10 月より販売が開始されたこと。</p>	
--	--	---	--

	<p>隔 OLT の接続検証を行った。更に、テレメトリシステムとマルチベンダホワイトボックス接続機能検証を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> •クラウドネイティブオーケストレーションによるフレキシブル光パス制御のフレームワークの要素技術として伝送時の統計データレイクを活用した輻輳回避の Closed-loop 制御機構を開発した。 •年度計画に加え、国立天文台が進めるチリの電波望遠鏡 ALMA の広帯域感度アップグレードに貢献するデータ伝送システム (DTS)の開発に協力し、初期実証として 400G-ZR トランシーバを用いて 80km 相当の損失下での安定的な光伝送を実証し、国際会議 URSI GASS2023 に採択された。 •年度計画に加え、国内企業・大学等の研究者と協力して、フォトニックネットワーク研究、開発、事業等に広く活用されることを目的とした東京メトロエリアネットワークモデルの策定に貢献した。本モデルは電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会の Web や IEICE Transactions on Communications 誌にて公開され、後者の論文(4月刊行)は、同月に掲載された論文で最も多く閲覧された。また、電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会委員長賞を受賞した。 <p>(ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術</p> <ul style="list-style-type: none"> •光ネットワーク品質劣化予測障害および予兆情報の遠隔検知技術として、以下の研究開発を実施した。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 障害及び予兆情報の遠隔検知・収集技術では、パフォーマンス低下防止技術の基盤となるテレメトリ情報収集システムに関して、模擬障害の自動実行や障害検知機能部を開発した(一部を IEEE Access に投稿した)。パケットロスの原因分析に有用な物理特性指標として、当該システムを用いた光信号対雑音比などの複数地点同時測定という特長を有するデータセット構築を継続実施した。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、遠隔収集技術を実証した。 		
--	---	--	--

	<p>2. 光ネットワーク品質劣化予測技術では、研究室実実験ネットワークで取得した模擬障害データセットを用いて、ネットワーク品質劣化要因分析・検知アルゴリズムを設計した(研究会発表した)。フィールドファイバ環境でのデータセット構築、学習器の汎用的な性能検証を継続中である。小金井-大手町間のフィールドファイバにより、外乱が大きい環境への汎用的な性能を検証した。</p> <p>3. 光ネットワークパフォーマンス低下防止技術では、故障源の分析システムとして、オペレータのネットワーク分析・管理ツールを想定した劣化・故障源と波及範囲の多角的評価分析手法を開発し、テレメトリデータを4段階のリスクのランクに振り分ける機能を実装した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 日米連携プロジェクト JUNO3 において、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、カスケード障害に対するロバスト戦略を検討し、機械学習ベースの障害箇所推定手法の研究開発を実施した。具体的には、障害発生箇所を推定する機械学習の別ドメインにおける推定精度向上を確認した。 • 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として、以下の研究開発を実施した。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 大規模オープン化光ネットワーク相互接続技術では、光ネットワーク中の故障で単一のパスへの影響だけではなく、複数のレストレーションが併発する場合、レストレーション用の計算要求が著しく増加するため、集中計算では対応困難となることが想定される。計算の集中を避けるため、上位パス計算エンジンと下位各ネットワーク中の計算エンジン間の連携による計算方式(分散最適化数理モデル)を開発した。提案モデルを基に、異なるネットワークを跨る併発するパス(群)のレストレーション計算を集中計算より短時間内に解を求めることができた。 2. 異種トランスポート相互接続のためのオープン化パケットトランスポート網相互接続技術の研究開発では、令和4年度においてクラウドネイティブ・ 		
--	--	--	--

	<p>ネットワーク機能(CNF)の概念に基づき設計開発した低コスト高信頼のプロトコル変換クラスタの上で、プロトコル変換処理速度の速いプログラマブルハードウェア(令和5年度では P4 BMv2(P4 対応の OSS の一種)にてエミュレーションにより)と CNF ソフトウェアと合わせたハイブリッド型のプロトコル変換クラスタのアーキテクチャの設計・開発を実施した。障害からの復旧時に、低コストかつ素早くプロトコル変換機能を実現するだけでなく、一定の高速変換能力も求める通信需要にも柔軟に対応可能である。</p> <ul style="list-style-type: none">• ブロックチェーン技術に基づくプラットフォームの設計・開発において、Hyper Ledger Fabric(OSS のブロックチェーンの一種)を用いて、(a)ステークホルダー間のマルチラテラルなパブリック情報交換及びバイラテラルなプライベート情報交換機能を実現した。さらに、年度計画を超えて、(b)本システムを他の共同研究者や利用者が理解・利用しやすく、異種事業者間の多様な連携方式に柔軟に対応できるように、ONF の TAPI YANG モデルを拡張し、連携プラットフォームで交換される情報を YANG モデルにて定義・プレゼンスする機能を設計・開発した。上記提案の DCP 復旧戦略に基づいた実証実験を実施した。• 日米連携プロジェクト JUNO3 において、以下の研究開発を実施した。<ol style="list-style-type: none">1. 通信・計算基盤連携のモデル化通信事業者間の連携について、(a)生残資源の共用手法及び、(b)復旧タスクの分担を含む連携復旧時に、復旧時間を考慮した復旧タスクの割当手法、(c)連携復旧戦略を最適化するフレームワークを提案した。数値評価により、連携なしの場合と比べ提案手法に基づく連携は、通信サービス復旧時間が大規模災害で30%以上、小規模災害で70%以上に短縮される。本成果をまとめた論文を光ネットワーク設計に関して著名な国際会議で発表し ONDM2023 最優秀論文賞を受賞した。さらに、異なる復旧時間に柔軟に対応できる復旧完了時間		
--	---	--	--

	<p>に基づく通信事業者間連携復旧スケジューリング手法を創出した。また、通信・計算基盤連携復旧のスケジューリング手法を創出した【JOCN 招待論文採択】。</p> <p>2. キャリア・ISP 間の連携既存キャリア間、キャリア・クラウド間連携の研究領域を拡大し、キャリア・ISP 連携においては、トラヒック変動対応や故障対応などのため、ISP の自律システム自身の再構成最適化や必要に応じたキャリアとの連携調整手法の研究開発を実施した。具体的には、災害状況に応じて、ISP に対して複数通信事業者のインターネット通信需要と、通信事業者に対して ISP の通信資源における需要の間の因果関係を整理し、インターネット通信の復旧時間を短縮する手法の研究開発を実施した。ロバストな PNE 制御管理プレーン第三者仲介 (PNE: プロバイダ中立エクスチェンジ) に基づく異種事業者間連携においては、PNE のロバスト性は重要である。</p> <p>3. ロバストな PNE 制御管理プレーンにおいて、異なるネットワークやクラウドサービスを相互接続する PNE ノードを制御するための、ロバストな PNE 制御管理プレーンを設計・実装し、上位層オーケストレータなどに PNE 相互接続機能のプログラマビリティの研究開発を実施した。</p>		
	<p>(4)光・電波融合アクセス基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 送受信器を構成する複数の要素・機能モジュールをヘテロジニアス集積する技術として、光・電波機能の高集積化を実現するため光源・光変調器・光検出器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、従来比 40%以上の高密度化となる約 7000 パーツ/cm² 以上の実装密度を達成した。 シリコンフォトニクス光回路用光源として温度安定性の高い量子ドット DFB(分布帰還型)レーザを作製、100°C 以上の高温動作と 50°C までの駆動電流温度無依存化を実証した。また、量子ドット DFB レーザの狭線幅化に関する研究を行い、従来のレーザより狭線幅化に有利なパラメータを見出し、100kHz の狭線幅化に成功した。 	<p>(4)光・電波融合アクセス基盤技術</p> <p>マッシュ集積オールバンド ICT ハードウェア技術におけるさらなる高密度化の達成、温度安定性の高い量子ドット DFB (分布帰還型) レーザにおける 100°C 以上の高温動作等の実証、量子ドット DFB レーザの狭線幅化への成功、光ファイバ短距離大容量通信において 300m の距離で最大 420Gbps の PAM8 信号を増幅器なしで伝送することへの成功、ダイバーシチ伝送技術における 20Gbps の空間光伝送実験への成功、1,060nm 帯結合共振器面発光レー</p>	<p>【光・電波融合アクセス基盤技術】</p> <p>マッシュ集積オールバンド ICT ハードウェア技術において、光源・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、従来比 40%以上の高密度化となる約 7000 パーツ/cm² 以上の実装密度を達成したこと。光回路用光源として温度安定性の高い量子ドット DFB(分布帰還型)レーザを作製、100°C 以上の高温動作等を実証したこと。また、量子ドット DFB レーザについて、従来のレーザより狭線幅化に有利なパラメータを見出</p>

	<p>これらの成果は光デバイス分野におけるトップカンファレンスである国際会議 CLEO (Conference on Laser and Electro-Optics) 2023、および光通信分野におけるトップカンファレンス OFC (Optical Fiber Communication Conference) 2024 に採択された。量子ドット光源の研究開発については、光デバイスメーカーとの共同研究を行うことにより社会実装に向けた取り組みも進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • G 帯 (140-220GHz) ミリ波信号相互変換技術として、UTC-PD (Uni-Travelling Carrier Photodetector) の構造最適化を行い、DC から 110GHz までほぼフラットな周波数特性を実現した。また、理論解析から当デバイスは 200GHz まで動作可能であることを明らかにした。これらの成果は、光デバイス分野の主要国際会議 CLEO-Eu2023 および OFC2024 に採択された。 • 機構独自の電極・光電変換融合周波数等価回路に容量装荷構造を追加することにより、広帯域 LN 変調器を設計・試作した。この光変調器では 140GHz を超えるフラットな周波数特性 (外挿から予測される動作周波数は 200GHz 以上) を実現しつつ、動作電圧を従来比約 2/3 に減少することに成功した。この成果は OFC2024 に採択された。 • 複数の多重化技術を実装可能な空間光デバイス技術として、WDM 信号を直接検出できる波長分離機能付き共振型 PD アレイを開発した。このデバイスを用い、光ファイバからの 20GbpsNRZ 3チャンネルの WDM 光信号 (合計 60Gbps) を出射、1.5m 空間伝送する空間光無線通信システムによる実証実験を実施した。さらに通常型 PD アレイを用い、メタサーフェイスによる偏波多重信号の分離、検出についても実証し、小型デバイスによる空間光無線通信の大容量化の可能性を示した。前者の成果は、光デバイスのトップカンファレンスである国際会議 CLEO2023 に採択され、後者の成果は米光学会の著名学術誌 Optica (IF=10.6) に採択された。 • 第4期中長期計画期間に企業に技術移転し製品化された量子ドットを用いた半導体レーザ作製技術や周波数特性を高精度に測定する技術について、機器メーカーでの取引実績が拡大した。 	<p>ザ (VCSEL) の研究開発における単一モード VCSEL として世界初の伝送性能の達成など、先端的に高いレベルの複数の成果が創出され、国際的最難関の複数のトップカンファレンスに採択され、高評価を得たことを科学的に極めて意義の高い成果として評価する。</p> <p>多チャンネル接続ネットワーク技術、高精度光信号制御技術などの成果について企業の関心を惹いたことなど、この領域で重要な社会価値創造のプロセスである企業への具体的成果入力の道筋につながる複数の重要な成果が創出された。また、今後の需要拡大が期待される車載ネットワークについて車の EV 化で問題となる電磁ノイズを回避する優位性の高い車載光通信技術の達成、また短距離光通信向けのコヒーレント伝送技術におけるデータセンター内計算機群の光インタコネクションへの適用を目指した研究開発成果など、今後の大きな需要が見込まれる技術を世界的にリードする成果は社会的価値が極めて高いものとして評価する。</p> <p>機構がこれまでに企業に技術移転し製品化された量子ドットを用いた半導体レーザ作製技術や周波数特性を高精度に測定する技術について、機器メーカーでの取引実績が拡大したことは具体的社会実装のさらなる進化として極めて高い評価に値する。また、車載ネットワークについて、高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発を産学官連携で研究開発を進め、車載環境温度での耐熱試験を行い、検査規格である 0.4dB 以下の損失に抑えられることを実証し、製品レベルのプロトタイプを</p>	<p>し、100kHz の狭線幅化に成功、本成果が光デバイス分野におけるトップカンファレンスである国際会議 CLEO (Conference on Laser and Electro-Optics) 2023、及び光通信分野におけるトップカンファレンス OFC (Optical Fiber Communication Conference) 2024 に採択されたことは、科学的意義が国際的にも高く評価されている。</p> <p>伝送メディア調和型アクセス基盤技術において、28GHz 帯、286GHz 帯及び f 光無線リンクを収納する多チャンネル接続ネットワークにおいて、16/64QAM OFDM 信号の送受信実験に世界で初めて成功した成果、光ファイバ通信における短距離大容量通信に関して、機構で開発した高効率光変調器を用いた通信システムを開発し、300m の距離で最大 420Gbps の PAM8 信号を増幅器なしで伝送することに成功した成果が、ともに光通信分野のトップカンファレンスである ECOC 2023 に採択されたこと。ダイバーシチ伝送技術に関しては、大規模光検出器アレイを直列接続した大口径高速光検出器を開発、制御機器メーカーと連携し、空間光通信において秒速 400mm で移動する物体を追尾しながら、20Gbps の空間光伝送実験に成功、本成果が ECOC 2023 に採択され、トップスコア論文に選出されたことは、科学的意義が国際的にも高く評価されている。</p> <p>短距離光通信向けのコヒーレント伝送技術として、低コストでのシステム構築が求められるデータセンター内計算機群の光インタコネクションへの適用を目指した研究開発において、より安価</p>
--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> 130GHz 超帯における光・電波信号送受信及び相互変換技術として、これまでに開発してきた 110GHz 超帯光ファイバ無線技術を拡張し、28GHz 帯、286GHz 帯および光無線リンクを収納する多チャンネル接続ネットワークにおいて、16/64QAM OFDM 信号の送受信実験に世界で初めて成功した。また、この中で 286GHz において 88Gbps のデータレートを達成した。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 ECOC2023 に採択された。さらに、当研究室で開発した低位相ノイズの LN 位相変調器を用い、130GHz 超帯 32/64QAM の OFDM 信号伝送に成功した。本成果は光を含む電磁波応用に関する国際会議 PIERS (Progress In Electromagnetic Research Symposium) 2023、および光通信分野のトップカンファレンスである OFC2024 に採択された。 高精度光信号制御技術として低雑音基準信号を生成のため、高速、高出力光検出器用いた光電発振器を構成し、60GHz 帯において-106dBc/Hz の非常にノイズの低い基準信号生成技術を実証した。この成果は PIERS2023 において採択され、企業からの問い合わせがあった。 光ファイバ通信における短距離大容量通信に関して、機構で開発した高効率光変調器を用いた通信システムを開発し、300m の距離で最大 420Gbps の PAM8 信号を増幅器なしで伝送することに成功した。この成果は ECOC2023 に採択された。また、機構独自の光電等化技術により 100km の距離で 200Gbps の PAM4 信号の伝送に成功し、OFC2024 に採択された。 ダイバーシチ伝送によるロバスト性向上のため、大規模光検出器アレイを直列接続した大口径高速光検出器を開発、制御機器メーカーと連携し、空間光通信において秒速 400mm で移動する物体を追尾しながら、20Gbps の空間光伝送実験に成功した。この成果は光通信のトップカンファレンスである ECOC2023 に採択され、トップスコア論文に選出された。加えて、関連技術に関する論文が OFC2024 に採択された。 	<p>作製したことは、研究開発から社会実装を一体的に進めていくプロセスを加速した社会実装の視点で重要な成果として高く評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> マッシュ集積オールバンド ICT ハードウェア技術において、光源・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、従来比 40%以上の高密度化となる約 7000 パーツ/cm² 以上の実装密度を達成したこと。光回路用光源として温度安定性の高い量子ドット DFB (分布帰還型)レーザを作製、100°C以上の高温動作等を実証したこと。また、量子ドット DFB レーザについて、従来のレーザより狭線幅化に有利なパラメータを見出し、100kHz の狭線幅化に成功、本成果が光デバイス分野におけるトップカンファレンスである国際会議 CLEO (Conference on Laser and Electro-Optics) 2023、および光通信分野におけるトップカンファレンス OFC (Optical Fiber Communication Conference) 2024 に採択されたこと。 伝送メディア調和型アクセス基盤技術において、28GHz 帯、286GHz 帯および光無線リンクを収納する多チャネル 	<p>なインコヒーレントな光源として、光増幅器からの自然放射増幅光 (Amplified Spontaneous Emission: ASE) や 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コヒーレント伝送を実証し、ASE 光源を用いた 20GBaud QPSK, 10GBaud 16QAM, 1 km のコヒーレント伝送実証に成功、本成果が ECOC 2023 に採択されたこと、さらに、LED 光源を用いたコヒーレント伝送の実証に成功したことは、社会的価値が認められる。</p> <p>NEDO ポスト 5G 委託事業の中で取り組む短距離向け高速直接変調技術として、酸化狭窄開口と金属電極開口との間の共振を併用した 1,060nm 帯結合共振器面発光レーザー (VCSEL) の研究開発を進め、単一モード VCSEL として世界初となる毎秒 100 ギガビット超の直接変調、2km 伝送に成功し、VCSEL の容量距離積を毎秒 288 ギガビット・km に大幅更新したこと、本成果がアジア・太平洋地域最大の光通信分野の国際会議 OECC (Opto-Electronics and Communications Conference) 2023 の最優秀論文の特別セッションに採択されたことは、科学的意義が国際的にも高く評価されている。</p> <p>28GHz 帯、286GHz 帯及び光無線リンクを収納する多チャンネル接続ネットワークにおいて、送受信実験の中で、286GHz において 88Gbps のデータレートを達成したこと。高精度光信号制御技術として低雑音基準信号を生成するため、高速、高出力光検出器を用いた光電発振器を構成し、60GHz 帯において-106dBc/Hz の非常にノイズの低い基準</p>
--	---	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 年度計画に加え、位相回復技術の研究開発を光通信機器ベンダーと共同で推進し、光技術の世界最大の国際会議である Photonics West 2024 において招待講演を行い、特許登録も行った。また、関連企業との共同研究を実施した。 • ITU-T、APT/ASTAP などにおける標準化活動を行い、光ファイバ無線については ITU-T SG15 において RoF システムの要素技術や応用事例についてまとめている補助文書 G. Suppl. 55 の改訂に向けた寄与入力を行い、改訂第2版が発行された。また、空間光無線信号リレー技術および光・テラヘルツ融合技術の APT/ASTAP 技術レポート発行に向けた作業文書の改訂を実施した。さらに、APT 無線グループ(AWG)において、ミリ波帯固定無線における無線局・設置柱への風雨の影響に関する技術レポート改訂作業文書に対して、タイ王国と共同で実施した実験および計算結果を作業文書に追記し寄書提出を実施した。 • NEDO ポスト 5G 委託事業の中で取り組む短距離向け高速直接変調技術として、酸化狭窄開口と金属電極開口との間の共振を併用した 1,060nm 帯結合共振器面発光レーザ (VCSEL) の研究開発を進め、単一モード VCSEL として世界初となる毎秒 100 ギガビット超 (128 Gbps NRZ、144 Gbps PAM4) の直接変調、2km 伝送に成功し、VCSEL の容量距離積を毎秒 288 ギガビット・km に大幅更新した。本成果は、アジア・太平洋地域最大の光通信分野の国際会議 OECC(Opto-Electronics and Communications Conference)2023 の最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッションに採択された。 • ポスト 5G のモバイルフロントホールに要求される1テラビット級トランシーバ技術に繋げるため、10 チャネル以上の VCSEL および光検出器(Photo Detector : PD)の並列接続技術の確立を進めた。VCSEL アレイと PD アレイ各 12 チャネルを、マイクロレンズアレイおよび波長選択フィルタを介し、12 チャネルのファイバアレイと結合させることにより、全チャネルで 3dB 以下の低損失な一芯双方向接続を実証した。毎秒 100 ギガビット超 	<p>ル 接続ネットワークにおいて、16/64QAM OFDM 信号の送受信実験に世界で初めて成功した成果、光ファイバ通信における短距離大容量通信に関して、機構で開発した高効率光変調器を用いた通信システムを開発し、300m の距離で最大 420Gbps の PAM8 信号を増幅器なしで伝送することに成功した成果が、共に光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 ECOC2023 に採択されたこと。ダイバーシチ伝送技術に関しては、大規模光検出器アレイを直列接続した大口徑高速光検出器を開発、制御機器メーカーと連携し、空間光通信において秒速 400mm で移動する物体を追尾しながら、20Gbps の空間光伝送実験に成功、本成果が ECOC2023 に採択され、トップスコア論文に選出されたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • NEDO ポスト 5G 委託事業の中で取り組む短距離向け高速直接変調技術として、酸化狭窄開口と金属電極開口との間の共振を併用した 1,060nm 帯結合共振器面発光レーザ (VCSEL) の研究開発を進め、単一モード VCSEL として世界初となる毎秒 100 ギガビット超の直接変調、2km 伝送に成功し、VCSEL の容量距離積を毎秒 288 ギガビット・km に大幅更新した。また、本成果が、アジア・太平洋地域最大の光通信分野の国際会議 OECC(Opto-Electronics and Communications Conference)2023 の最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッションに採択されたこと。 	<p>信号生成技術を実証し、その成果が PIRE5 2023 において採択され、企業からの問い合わせがあったこと。位相回復技術の研究開発を光通信機器ベンダーと共同で推進し、光技術の世界最大の国際会議である Photonics West 2024 において招待講演を行い、特許登録も行うとともに、関連企業との共同研究を実施したことは、科学的意義とともに社会実装の道筋を付けるものである。</p> <p>光ファイバ無線について ITU-T SG15 において RoF システムの要素技術や応用事例についてまとめた補助文書 G. Suppl. 55 の改訂に向けた寄与文書を提出し、改訂第2版が発行されたこと、また、空間光無線信号リレー技術及び光・テラヘルツ融合技術の APT/ASTAP 技術レポート発行に向けた作業文書の改訂を実施したこと、さらに、APT 無線グループ(AWG)において、ミリ波帯固定無線における無線局・設置柱への風雨の影響に関する技術レポート改訂作業文書に対して、寄書提出を実施したことは、標準化への貢献として社会的価値が認められる。</p> <p>多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発として、産学官連携により、自動車内における低消費電力ネットワーク構築のために新たに考案したマスター+ゲートウェイ方式におけるデバイス開発を行い、試作したデバイスにおいて、光変調器の 25.8Gbps 動作と光路切り替え動作を実証したこと、また、動作検証用ネットワークを構築し、多段接続されたゲートウェイにおいて基本動作が行われることを実証したこと、車載</p>
--	---	--	---

	<p>VCSEL と合わせて、1.2Tbps 相当する伝送容量接続を実証しており、NEDO ポスト 5G 委託事業の最終目標を達成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 短距離光通信向けのコヒーレント伝送技術として、低コストでのシステム構築が求められるデータセンター内計算機群の光インタコネクションへの適用を目指して、構成が簡素で安価な自己ホモダイン検波方式のコヒーレント受信技術の研究開発を進めており、独自手法による検出器の入射偏波無依存化を実証してきた。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、今回は、より安価なインコヒーレントな光源として、光増幅器からの自然放射増幅光 (Amplified Spontaneous Emission: ASE) や 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コヒーレント伝送を実証した。ASE 光源を用いた 20GBaud QPSK, 10GBaud 16QAM, 1 km のコヒーレント伝送実証に成功し、本成果は ECOC2023 に採択された。また、LED 光源を用いたコヒーレント伝送の実証に成功した。 多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発として、産学官連携により、車内における低消費電力ネットワーク構築のために新たに考案したマスター+ゲートウェイ方式におけるデバイス開発を行った。マスターおよびゲートウェイ用の Si 光回路を用いたデバイスの試作を行い、光変調器の 25.8Gbps 動作と光路切り替え動作を実証した。また、動作検証用ネットワークを構築し、多段接続されたゲートウェイにおいてそれぞれのゲートウェイが受信 (Listen)、送信 (Talk)、通過 (Through) の基本動作が行われることを実証した。これらの成果は光スイッチの国際会議 PSC2023 に採択され、車の EV 化で問題となる電磁ノイズを回避する車載光通信技術として大きな成果である。 産学官連携により、車載用光ファイバの実装方法を検討し、光ファイバメーカーが試作した電力線と4本の光ファイバを1つの配線として統合するハイブリッド配線の改良を行うとともに、車載環境温度での耐熱試験を行った。室温→80℃→-40℃→105℃→125℃(各 96 時間放 	<p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 28GHz 帯、286GHz 帯および光無線リンクを収納する多チャンネル接続ネットワークにおいて、送受信実験の中で、286GHz において 88Gbps のデータレートを達成したこと。高精度光信号制御技術として低雑音基準信号を生成のため、高速、高出力光検出器用いた光電発振器を構成し、60GHz 帯において-106dBc/Hz の非常にノイズの低い基準信号生成技術を実証し、その成果が PIRE2023 において採択され、企業からの問い合わせがあったこと。位相回復技術の研究開発を光通信機器ベンダーと共同で推進し、光技術の世界最大の国際会議である Photonics West 2024 において招待講演を行い、特許登録も行うとともに、関連企業との共同研究を実施したこと。標準化活動に関して、光ファイバ無線について ITU-T SG15 において RoF システムの要素技術や応用事例についてまとめている補助文書 G. Suppl. 55 の改訂に向けた寄与入力を行い、改訂第2版が発行されたこと。また、空間光無線信号リレー技術および光・テラヘルツ融合技術の APT/ASTAP 技術レポート発行に向けた作業文書の改訂を実施したこと。さらに、APT無線グループ (AWG) において、ミリ波帯固定無線における無線局・設置柱への風雨の影響に関する技術レポート改訂作業文書に対して、寄書提出を実施したこと。 	<p>用光ファイバの実装方法を検討し、光ファイバメーカーが試作した電力線と4本の光ファイバを1つの配線として統合するハイブリッド配線の改良を行うとともに、車載環境温度での耐熱試験を行い、検査規格である 0.4dB 以下の損失に抑えられることを実証し、製品レベルのプロトタイプを作製したことは、いずれも社会実装につながる取組である。</p>
--	--	---	---

	<p>置の累積)でのハーネス、コネクタの光接続損失の評価において、検査規格である 0.4dB 以下の損失に抑えられることを実証し、製品レベルのプロトタイプを作製した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • C-plane 信号に基づく複数の Gateway の制御実証を行うための FPGA に実装したデバイス搭載ボードの検証ボードを試作し、Listen、Talk、Through モードの切り替え技術を確立した。また、既存の標準化動向を調査しつつ、車載光通信技術の標準化の検討を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> • 多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発として、産学官連携により、車内における低消費電力ネットワーク構築のために新たに考案したマスター＋ゲートウェイ方式におけるデバイス開発を行い、試作したデバイスにおいて、光変調器の 25.8Gbps 動作と光路切り替え動作を実証したこと、また、動作検証用ネットワークを構築し、多段接続されたゲートウェイにおいて基本動作が行われることを実証したことは、車の EV 化で問題となる電磁ノイズを回避する車載光通信技術として大きな成果であること。 • 短距離光通信向けのコヒーレント伝送技術として、低コストでのシステム構築が求められるデータセンター内計算機群の光インタコネクションへの適用を目指した研究開発において、より安価なインコヒーレントな光源として、光増幅器からの自然放射増幅光 (Amplified Spontaneous Emission: ASE) や 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コヒーレント伝送を実証し、ASE 光源を用いた 20GBaud QPSK, 10GBaud 16QAM, 1 km のコヒーレント伝送実証に成功、本成果が ECOC2023 に採択されたこと。また、LED 光源を用いたコヒーレント伝送の実証に成功したこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 第4期中長期計画期間に企業に技術移転し製品化された量子ドットを用い
--	---	---

		<p>た半導体レーザ作製技術や周波数特性を高精度に測定する技術について、機器メーカーでの取引実績が拡大したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発として、産学官連携により、車載用光ファイバの実装方法を検討し、光ファイバメーカーが試作した電力線と4本の光ファイバを1つの配線として統合するハイブリッド配線の改良を行うとともに、車載環境温度での耐熱試験を行い、検査規格である0.4dB以下の損失に抑えられることを実証し、製品レベルのプロトタイプを作製したこと。 	
	<p>(5)宇宙通信基盤技術 宇宙通信基盤技術の確立に向けて、以下の(ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術及び(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での成果において説明を行う。</p> <p>(ア) 衛星フレキシブルネットワーク基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 三次元ネットワーク制御技術 技術試験衛星 9 号機(ETS-9)によるフレキシブルネットワーク技術 NTN における地上側のシステム研究開発 非地上系ネットワーク(NTN)の利用拡大に向けて異分野を含めた連携 <p>(イ) 大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 超小型高速光通信技術 NTN 用デジタルフレキシブルペイロード技術 空間光通信用補償光学技術 <p>(ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> NTN ではリンクが動的に変更されるため、経路制御・リソース制御を数分ごとに行う必要がある。また、その環境下で個々のトラヒックの要求を満たすようネットワーク 	<p>(5)宇宙通信基盤技術 現実的な規模の NTN システムの経路及びリソース制御に要する計算時間並びにユーザの満足度への影響についての世界初のシミュレーション結果が宇宙分野における世界最大の国際会議 IAC2023 に採録、その前提となる三次元ネットワークのコンセプト提案が国内の主要な論文誌の招待論文と学会誌の巻頭論文に採録、欧州光通信国際会議(ECOC2023)においても非地上系ネットワークに関する2件の招待講演など、NTN システムに関する機構の研究成果が国際的に極めて高いレベルで認められたことを科学的意義の高い成果として評価する。また、平面アンテナを航空機へ搭載した際の効果に関する成果が国際的な衛星通信研究会(JC-SAT2023)において Best Paper Award を受賞、大気伝搬モデルを活用し、地上/静止軌道衛星間光リンクの受光パ</p>	<p>【宇宙通信基盤技術】 現実的な規模の NTN システムが 5G ユーザ 200 程度に通信回線を提供するシナリオにおいて、経路及びリソース制御に要する計算時間並びにユーザの満足度への影響を世界で初めてシミュレーションで確認し、本成果が、宇宙分野における世界最大の国際会議 IAC 2023 に採録されたこと。また、上記のネットワーク制御の前提となる三次元ネットワークのコンセプト提案が国内の主要な論文誌の招待論文と学会誌の巻頭論文に採録され、光通信・ネットワーク分野の世界最大級の国際会議の一つである ECOC 2023 においても非地上系ネットワークに関する2件の招待講演を行うなど、提案が学術界に浸透したことは、科学的意義が認められる。 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</p>

	<p>制御を行う場合、ネットワーク制御負荷が高くなることが予想される。現実的な制御を考慮し、制御負荷低減策を提案し、適切なスライス定義により要求が同じ、または近いトラフィックをまとめて制御することにより、ユーザ要求を満たしつつ、制御コストを20%~50%に削減できること、および、静止軌道(GEO)衛星3機、LEO衛星78機により構成される現実的な規模のNTNシステムが5Gユーザ200程度に通信回線を提供するシナリオにおいて、経路及びリソース制御に要する計算時間並びにユーザの満足度への影響を、世界で初めてシミュレーションで確認した。これらの成果をまとめた論文が、宇宙分野における世界最大の国際会議 IAC2023 に採択された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 上記のネットワーク制御の前提となる三次元ネットワークのコンセプト提案が国内の主要な論文誌(電子情報通信学会和文論文誌 C)の招待論文と学会誌(電子情報通信学会誌)の巻頭論文に採録され、また、光通信分野における二大国際会議(光ファイバ通信国際会議: OFC、欧州光通信国際会議: ECOC)に関して、OFC2024 において非地上系ネットワークに関するパネル招待講演、ECOC2023 において2件の招待講演を行うなど、提案が学術界に浸透した。さらに、光衛星通信分野の国際会議 IEEE ICSOS 2023(第9回 IEEE ICSOS)を機構が共催し、同コミュニティの発展を牽引した。 • 地上系ネットワーク(TN)/非地上系ネットワーク(NTN)の統合制御管理システムのための三次元ネットワークエミュレータの拡張を行った。このエミュレータを用いて、通信品質(スループットや遅延等)に関するユーザ要求に応じた適切なTN/NTN経路の選択や、通信帯域やコンピューティングリソースの動的制御を行うという基本シナリオに基づき、動画伝送等の実際のアプリケーションを利用して、通信品質の評価を行った。これにより、現実的な環境でのTN/NTN統合制御の効果を確認した。 • TN/NTN 統合制御管理システムのための三次元エミュレータに低軌道(LEO)衛星を利用した回線の遅延変動の実測データを入れて再現し、通信品質の評価を実施 	<p>ワを統計的に解析した結果が Optica Optics Express(IF=3.833)に採録されるなど、科学的意義の高い複数の成果が創出されたことを高く評価する。</p> <p>ETS-9の打ち上げ延期に伴い、ETS-9搭載10Gbps光通信機器の性能を最大限発揮できる改修及び評価を行い、ETS-9搭載ビーコン送信機とともに製造・試験を完了した。特に10Gbps光通信機器については追加のデータ取得の要求に対応し、令和5年度内に追加試験をすべて完了させたことは、突発的追加要求に対して迅速かつ柔軟に対応した成果として重要である。この追加試験に伴い、衛星バス開発機関と調整し、ETS-9搭載機器を2回に分けて引き渡すこととし、令和5年度中に1回目の引き渡しを完了し、残りの機器は令和6年4月に引き渡す予定となり、大型計画における追加条件対応も実現しつつ全体計画の流れを踏まえたマネジメント成果も達成したことを優れた成果として評価したい。</p> <p>ハイブリッド型追尾レンズアンテナシステム及び新たな地上局用追尾アルゴリズムについて実導入に向けた統合実証試験を行ったなど、今後の複数のHAPS 関係企業等が参加するコンソーシアム内で、HAPS の制度化や社会実装に向けた議論が進展する方向に繋がることへの期待も含め、これら大きな社会的潮流を有効化していくプロセスの実証見込みが確実なレベルに到達したこと自体を社会実装の視点による成果として高く評価する。</p> <p>また、現在特許申請中である知財を利用したアンテナシステムの製品化に</p>	<p>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、令和5年度開催の国際的な衛星通信研究会である JC-SAT 2023 において Best Paper Award を受賞したことは、科学的意義が国際的にも高く評価されている。</p> <p>光データ中継衛星を活用した地上/静止軌道衛星間光リンクにおいて、様々な大気ゆらぎ条件下での大気伝搬モデルを活用し、受光パワーを統計的に解析した結果をまとめた研究論文が、査読付き科学学術雑誌である「Optica Optics Express」(インパクトファクター3.833)に採録されたことは、科学的意義が認められる。</p> <p>技術試験衛星9号機(ETS-9)の打ち上げ延期を受け、同衛星搭載10Gbps光通信機器の性能を最大限発揮できる改修及び評価を行い、ETS-9搭載ビーコン送信機とともに製造・試験を完了した(一部は令和6年4月引き渡し予定)。これらにより、衛星-地上間光通信の基盤技術確立に向けて開発段階を前進させたことは社会的価値として認められる。</p> <p>ドローン/高高度プラットフォーム(HAPS)と地上間に加え、超小型衛星と地上間の高速光通信を実現するため、汎用型FX光通信端末をベースにし、これまでの宇宙開発の知見を活用し、低軌道6Uキューブサット用光通信端末の設計及び製作、光通信端末の各コンポーネントについて放射線や温度などの耐宇宙環境性能の評価を行い、設計に反映させたことは、社会的価値として認められる。</p>
--	--	---	--

	<p>した。これにより、実際の LEO 通信環境におけるアプリケーションが、ユーザ体感品質に関して、動画の中断や品質の変動等の影響を与えることが確認できた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 衛星搭載用 10Gbps 光通信機器・ビーコン送信機に関して、以下の成果を得た。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 技術試験衛星9号機(ETS-9)の打ち上げ延期に伴い、ETS-9 搭載 10Gbps 光通信機器の性能を最大限発揮できる改修及び評価を行い、この際、10Gbps 光通信機器について追加のデータ取得の要求に対応した追加試験をすべて令和5年度内に実施し、ETS-9 搭載ビーコン送信機とともに製造・試験を完了した。この追加試験に伴い、衛星バス開発機関と調整し、ETS-9 搭載機器を2回に分けて引き渡すこととした。令和5年度中に1回目の引き渡しを完了し、残りの機器は令和6年4月に引き渡す予定である。以上により、衛星-地上間光通信の基盤技術確立に向けて開発段階を前進させた。 2. ETS-9 に搭載される(国研)宇宙航空研究開発機構(JAXA)のフルデジタル通信ペイロード(FDP)に関して連携協力協定を締結し、海洋ビームを活用した船舶通信の実証等に向け組織間の連携枠組を整備した。また、第 67 回宇宙科学技術連合講演会で ETS-9 のオーガナイズドセッションを企画し8件の講演で ETS-9 実証実験計画の情報発信を行うなど研究活動や成果を積極的にアピールした。 • NTN における地上側のシステムとして、HAPS を追尾できるアンテナシステムを開発し、以下の成果を得た。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 令和4年度までに、高高度プラットフォーム(HAPS)の地上局用追尾アンテナとして、レンズアンテナ付きの機械駆動ジンバルによる機械的な粗追尾機構と、精追尾を担うアレーフィード等を載せた電子的な精追尾機構とを協調制御するハイブリッド型追尾レンズアンテナシステムを開発するとともに、HAPS の軌道を予測することで低消費 	<p>向けて準備が進められていることは、新規研究開発成果を社会実装に一気に進めるための重要性の高いものであり、これについても社会実装の視点で高く評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 現実的な規模の NTN システムが5G ユーザ 200 程度に通信回線を提供するシナリオにおいて、経路及びリソース制御に要する計算時間並びにユーザの満足度への影響を、世界で初めてシミュレーションで確認し、本成果をまとめた論文が、宇宙分野における世界最大の国際会議 IAC2023 に採録されたこと。また、上記のネットワーク制御の前提となる三次元ネットワークのコンセプト提案が国内の主要な論文誌の招待論文と学会誌の巻頭論文に採録され、光通信・ネットワーク分野の世界最大級の国際会議の一つである欧州光通信国際会議(ECOC2023)においても非地上系ネットワークに関する2件の招待講演を行うなど、提案が学术界に浸透したこと。 • 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 	<p>前年度検討した CFRP(炭素繊維強化プラスチック)とグラファイトシートを組み合わせた新複合材料について、材料の比率及び層構造の最適化を行ったこと、また、得られた結果に基づき、平面アンテナの排熱及び支持構造の設計並びに試作評価を行い、実際に開発されている空飛ぶクルマへの搭載性を考慮した排熱構造を設計したことは、社会的価値が認められる。</p> <p>前年度までに開発したハイブリッド型追尾レンズアンテナシステム及び新たな地上局用追尾アルゴリズムについて、ジンバル移動量を考慮した追尾機能を精追尾アルゴリズムに導入、地上局を小金井敷地内等の屋外に設置し、機上局を搭載した航空機を小金井/調布上空などで実飛行させて統合実証試験を行った。本試験により、飛行する航空機に対して、粗追尾と精追尾の切り替え時にも追尾が途切れることのない十分な追尾性能を備えていること、約80%の低消費電力化が達成されること等の結果を得た上、本成果により、成層圏を飛行する HAPS に対する地上局用追尾アンテナとして、機構が開発したハイブリッド型追尾レンズアンテナシステム及び追尾アルゴリズムが有効であることが示せたため、多数の HAPS 関係企業等が参加するコンソーシアム内で、HAPS の制度化や社会実装に向けた議論を進展させることができることは、社会実装に向けた取組として認められる。</p>
--	---	---	---

	<p>費電力化を実現できる新たな地上局用追尾アルゴリズムを開発した。</p> <p>2. 本年度は、これらのハイブリッド型追尾レンズアンテナシステム及び新たな地上局用追尾アルゴリズムについて、機械的な構造のために粗追尾を行う機械駆動ジンバルに生じていた追尾時の 10 秒程度の指向方向の不連続な切り替えに対して、切り替え時にも追尾が途切れない機能を実現するため、ジンバル移動量を考慮した追尾機能を精追尾アルゴリズムに導入した。</p> <p>3. 上記の導入を行った上で、実環境にて追尾特性等の評価を行うため、地上局を小金井敷地内等の屋外に設置し、機上局を搭載した航空機を小金井／調布上空などで実飛行させて統合実証試験を行った。この試験により、上空 5km を約 400km/h(成層圏を飛行する HAPS 速度と等価)で飛行する航空機に対して、粗追尾と精追尾の切り替え時にも追尾が途切れることのない十分な追尾性能を備えていること、約 80%の低消費電力化が達成されること等の結果を得た。</p> <p>4. 上記の成果により、成層圏を飛行する HAPS に対する地上局用追尾アンテナとして、機構が開発したハイブリッド型追尾レンズアンテナシステム及び追尾アルゴリズムが有効であることが示されたため、多数の HAPS 関係企業等が参加するコンソーシアム内で、HAPS の制度化や社会実装に向けた議論を進展させることができる。さらに、現在特許申請中である知財を利用したアンテナシステムの製品化に向けて準備が進められている。</p> <p>• フレキシブルな次世代のハイスループット衛星(HTS)のためのリソース制御技術について、以下の成果を得た。</p> <p>1. ETS-9 の打ち上げ延期に伴い、フレキシブルな次世代のハイスループット衛星(HTS)のためのリソース制御技術について衛星実機を使用した実証を行う前に、地上で検証するために擬似衛星局を開発し、地上での性能評価環境構築を拡充した。また、次年度予定している地上検証実施に向け</p>	<p>ーんの変化が、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、令和5年度開催の国際的な衛星通信研究会である JC-SAT2023 において Best Paper Award を受賞したこと。</p> <p>• 光データ中継衛星を活用した地上/静止軌道衛星間光リンクにおいて、様々な大気ゆらぎ条件下での大気伝搬モデルを活用し、受光パワーを統計的に解析した結果をまとめた研究論文が、査読付き科学学術雑誌である Optica Optics Express(IF=3.833)に採録されたこと。</p> <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <p>• 技術試験衛星9号機(ETS-9)の打ち上げ延期に伴い、ETS-9 搭載 10Gbps 光通信機器の性能を最大限発揮できる改修及び評価を行い、ETS-9 搭載ビーコン送信機とともに製造・試験を完了した。ただし、10Gbps 光通信機器については追加のデータ取得の要求に対応し、令和5年度内に追加試験をすべて完了させた。この追加試験に伴い、衛星バス開発機関と調整し、ETS-9 搭載機器を2回に分けて引き渡すこととした。令和5年度中に1回目の引き渡しを完了し、残りの機器は令和6年4月に引き渡す予定である。以上により、衛星-地上間光通信の基盤技術確立に向けて開発段階を前進させた。</p> <p>• ドローン/高高度プラットフォーム(HAPS)と地上間に加え、超小型衛星と地上間の高速光通信を実現するた</p>	
--	---	---	--

	<p>各装置間のインタフェースを確認し、検証シナリオの基本計画を作成した。</p> <p>2. 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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 近接衛星網との調整の一環として、東経 143° の軌道位置に対して軌道離角が±8° 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網や、近接衛星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網、非静止衛星網との調整を進め、これと並行して ITU に対して提出する調整完了の通告のドラフト版を作成した。 ✓ ETS-9 に係る無線局の国内無線局免許申請を行うため、無線局申請書の作成に必要な基本情報を収集し、主務官庁へ提出する申請書ドラフト版を作成した。 <p>3. Ka 帯の降雨減衰対策技術開発のため、鹿島局と沖縄局を使用したサイトダイバーシティ実験を行うために、鹿島局から沖縄局を遠隔で監視制御するための機能を実現した。</p> <p>4. ETS-9 における光通信実験で利用する光詳細テレメトリ記録装置を開発し、データを衛星ミッション運用センター (SOC) に取り込み運用に活用できるようにし、(国研) 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 側バス SOC との接続試験の準備を行った。ETS-9 打上げ延期に伴い、これまでに開発した地上システムの実証に使用する擬似衛星局を開発した。また、地上総合試験に向け、各地上システム間のインタフェースの整合性を確認し、試験シナリオを作成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 衛星 5G/Beyond 5G のユースケース実証に向けた異分野連携について、以下の成果を得た。 	<p>め、上記の汎用型 FX 光通信端末をベースにし、これまでの宇宙開発の知見を活用し、低軌道 6U キューブサット用光通信端末の設計及び製作、光通信端末の各コンポーネントについて放射線や温度などの耐宇宙環境性能の評価を行い、設計に反映させたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和4年度検討した CFRP (炭素繊維強化プラスチック) とグラファイトシートを組み合わせた新複合材料について、材料の比率及び層構造の最適化を行ったこと。また、得られた結果に基づき、平面アンテナの排熱及び支持構造の設計並びに試作評価を行い、実際に開発されている空飛ぶクルマへの搭載性を考慮した排熱構造を設計したこと。また、この成果について特許の出願準備を進めていること。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和4年度までに開発したハイブリッド型追尾レンズアンテナシステム及び新たな地上局用追尾アルゴリズムについて、ジンバル移動量を考慮した追尾機能を精追尾アルゴリズムに導入、地上局を小金井敷地内等の屋外に設置し、機上局を搭載した航空機を小金井/調布上空などで実飛行させて統合実証試験を行ったこと。本試験により、飛行する航空機に対して、粗追尾と精追尾の切り替え時にも追尾が途切れることのない十分な追尾性能を備えていること、約 80% の低消費電力化が達成されること等の結果を得たこと。また、本成果により、成層圏を飛行する HAPS に対する地上局用 	
--	--	---	--

	<ol style="list-style-type: none"> 1. ETS-9 を使用したユースケース実験における海洋衛星通信については、実験に向けた検討の緒として、フェリー事業者と連携し、実物のフェリーを用いて通信の現状を確認するとともに、要望の聴取を行った。災害衛星通信については、実験実施に向け、愛媛県防災訓練に参加し、関係者と意見交換を行った。 2. 愛媛県防災訓練に継続的に参加し、災害時の衛星利用を想定した手順を確立し、防災訓練参加者等に対して、衛星の利用価値を専門外の方にもわかりやすい説明により伝えた。また、継続して防災訓練に参加することで、愛媛県との連携を維持し、ETS-9 実験につなげられるよう関係者との意見交換を実施している。今回の防災訓練では狭帯域な商用衛星を使用したネットワークの提供であったが、ETS-9 を使用したユースケース実験では、より広帯域なネットワークを提供可能となるため、広範囲での利用に活用可能となる。 <p>• 衛星 5G/Beyond 5G のユースケース実証に向けた民間フォーラムの活用について、令和2年度に立ち上げ、令和5年 10 月 31 日現在、会員 180 者のスペース ICT 推進フォーラム及びその下の二つの分科会の運営を行い、以下に記す、この分野の連携強化・異分野連携・新アイデア創出を強力的に促進し、標準化への入力、会員による委託研究獲得、テストベッド検討、学会での発信等を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 会員以外にも公開の第3回スペースICT推進シンポジウムを開催し、335 名の参加を得て、気象衛星の関連省庁や衛星コンステレーションの国内事業者を含め9件の講演を実施した。 2. 10 回の検討会・交流会の開催や衛星 5G/Beyond 5G 連携技術分及び光通信技術分科会を計6回開催した。分科会会合は毎回約 100 名の参加を得て、国内コミュニティを拡大し、社会実装に向け異分野連携を促進した。フォーラム独自のアイデアで、ライドシェア方式として、宇宙を身近にする参加型低価格小型衛星ミッションを創設し、具体 	<p>追尾アンテナとして、機構が開発したハイブリッド型追尾レンズアンテナシステム及び追尾アルゴリズムが有効であることが示せたため、多数の HAPS 関係企業等が参加するコンソーシアム内で、HAPS の制度化や社会実装に向けた議論を進展させることができること。さらに、現在特許申請中である知財を利用したアンテナシステムの製品化に向けて準備が進められていること。</p>	
--	--	---	--

	<p>化を進めた。光通信分科会では、グローバルにリーダーシップを発揮し、国外十数機関を集め光地上局設備の利活用やユースケースの議論に資するためのワークショップを主導した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 標準化 AWG における NTN 新報告への寄与文書 (AWG-31/INP-29) にフォーラム会員の意見を反映し、標準化に貢献した。 4. 機構による光地上局テストベッドの整備に関し、令和5年度に開催された3回の光通信技術分科会にて、国内ユーザ7機関との議論や海外ユーザ 15 機関との議論を行い、これらの議論に基づいたユーザの活用方法や要望をまとめて報告を行った。 5. WTP (ワイヤレス・テクノロジー・パーク) にて本フォーラムのパビリオンを形成し会員6機関の出展とセミナ講演を実施した。 6. 第 67 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のオーガナイズドセッションを企画し、15 件の講演を行い、積極的に情報発信を実施した。また、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。 <p>• 非地上系ネットワーク (NTN) の利用拡大に向けた標準化活動を行い、以下の成果を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. アジア太平洋地域の標準化団体である AWG (APT Wireless Group) 会合において、機構から提案し採択された NTN の新報告書作成の議題に対し、令和5年5月及び令和6年3月に開催された会合に機構の成果を含む寄与文書を提出し、報告書案を改定した。 2. 令和5年 11 月 - 12 月に開催された世界無線通信会議 2023 (WRC-23) に出席し、衛星通信を含む NTN に関する標準化動向を調査し把握した。 3. 移動体通信の国際標準化団体である 3GPP における NTN の標準化状況の調査検討を継続し、標準化動向を把握した。 		
--	---	--	--

	<p>4. 光衛星通信の標準化に関し、令和5年度は、宇宙データシステム諮問委員会(CCSDS)において、スペースリンクサービスエリア(SLS)の光衛星通信のワーキンググループに9回参加し、機構の研究開発活動の発表や新しいプロジェクト(コヒーレント通信 Bluebook)について、機構の意見を提出した。また、サイトダイバーシティ関係のBluebook 検討中であり、今後も光衛星通信技術のフォローを続ける。</p> <p>• 排熱構造の最適化による平面アンテナ薄型化の研究開発を行い、以下の成果を得た。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 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、令和5年度開催の国際的な衛星通信研究会である JC-SAT2023 において Best Paper Award を受賞した。2. 令和4年度試作評価した L 帯と Ka 帯のデュアルバンドアンテナについて、Ka 帯の対応周波数の下限を 29.5GHz から 27.5GHz と 2GHz 分の帯域拡大を行い、かつ、100° 以上の広角なビームフォーミングを行うために、低価格・低消費電力な Ka 帯の汎用 BFIC(ビームフォーミング IC)の選定を行い、アンテナへの実装のための設計作業を実施した。3. 高高度プラットフォーム(HAPS)用レンズアンテナシステムのレンズ材料について、従来用いていたポリプロピレン(PP)に対し、ポリアセタール(POM)及び変性ポリフェニレンエーテル(mPPE)の2種類の材料について、高周波数帯での材料定数の測定および、小口径のレンズアンテナの設計試作を行い、PP と比較してアンテナ性能はほぼ同等で、POM はレンズ厚が半分に、mPPE はレンズ厚が 1/4 で重量が半分程度と小型軽量化が可能となることを確認した。4. 令和4年度検討した CFRP(炭素繊維強化プラスチック)とグラファイトシートを組み合わせた新複		
--	---	--	--

	<p>合材料について、材料の比率及び層構造の最適化を行い、比重は1.74、熱伝導率は計算上600～1400W/m/Kの結果が得られた。熱伝導率は銅と比較して、重量当たり熱輸送能力約6.6倍であり、アンテナとアンテナ筐体の一体化で放熱効率を高め全体を小型化することが期待される。この結果に基づき、平面アンテナの排熱及び支持構造の設計並びに試作評価を行い、実際に開発されている空飛ぶクルマへの搭載性を考慮した排熱構造を設計した。また、この成果について特許の出願準備を進めている。</p> <ul style="list-style-type: none">• 電波伝搬特性において、衛星地上多層ネットワークエミュレータに入力し、移動体伝搬のモデル化を実施し以下の成果を得た。<ol style="list-style-type: none">1. モニタリングシステムを活用した都市部での遮蔽物情報を含む衛星移動体伝搬側定を行い、画像データと点群データを同期させることで、視覚的に遮蔽物を同定するシステムを構築した。本システムにより、遮蔽による伝搬への影響が正確に推測可能となった。また、本システムを用いて伝搬測定を実施し、その測定結果を用いることにより、従来は受信レベルの変動のみを用いて、都市構造をパラメータとした統計モデルによる検討を行っていたところ、遮蔽対象となる建物までの距離等を新たなパラメータとして抽出することにより、実環境に即した電波の遮蔽状況を把握できることを確認した。2. ワイヤレスエミュレータを、衛星通信を含む非地上系ネットワーク(NTN)へ拡張するため、機構内連携により、基礎的な伝搬モデルの開発とそのモデルを適用したシステムを構築し、ワイヤレスエミュレータにてNTN環境を評価した。既存の地上システムのみが対象となっているワイヤレスエミュレータを三次元方向へ拡張した。これにより地上システムのみならず、NTNも同時にエミュレーションできるシステムを構築できた。伝搬モデルとしては、衛星通信に関するITU-R勧告モデルの適用		
--	--	--	--

について検討を実施すると共に、横浜マリントワーへ送信局を設置し、仰角の変動、クラッタ損失の検討のための伝搬測定を実施し、また既存の実測をベースとした伝搬モデル高精度化の検討を行った。さらに、開発済の衛星リンク模擬装置をワイヤレスエミュレータに結合し、得られた伝搬モデルを無線リンクエミュレータに組み込むことで、ワイヤレスエミュレータにおいて衛星リンクを模擬できるようにした。

(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

•ドローン、HAPS、衛星とマルチプラットフォームに搭載可能な汎用型超小型高速光通信機器の開発に対しては、高速通信の実現や通信インフラコストの低減等への期待から、民間事業者より関心が示されている。その普及に貢献するため、当該光通信機器の研究開発を実施し、以下の成果を得た。

1. 2つの汎用型小型光通信端末の試作(送受信端末(FX)/送信端末(ST))について、ドローンを想定した水平面通信や航空機に搭載して評価するために必要な実験装置(制御装置、遠隔コントローラー)の設計及び製作が完了した。また、FX/ST 光通信端末と前年度開発した衛星搭載用2Tbps 超高速光通信モデムを用いて、追尾特性、追尾誤差、光学系特性及び通信特性(今中長期計画開始時の目標値):1~10Gbps、将来市場予測を踏まえたエクストラサクセス値:100Gbps~2Tbps)を明らかにした。
2. 実環境評価では設計値に対して大気ゆらぎの影響により通信性能が劣化することが想定されるため、光空間通信の最悪ケースを想定した7.4kmの水平伝搬実験を実施しデータを取得した。これにより、大気ゆらぎによる受信光レベルの変化量及び回線品質等を評価し、端末の基本機能を検証した。
3. 小型光通信端末の成果論文が、査読付き学術雑誌である IEEE/Optica Journal of Lightwave

	<p>Technology(IF=4.7)に採録されるとともに、宇宙光通信のみに特化した唯一の国際会議である IEEE ICSOS でも発表した。さらに、もう一冊の端末開発・評価についての論文を MDPI Aerospace(IF=2.6, 2022)に投稿した。</p> <p>4. ドローン/高高度プラットフォーム(HAPS)と地上間に加え、超小型衛星と地上間の高速光通信を実現するため、上記の汎用型FX光通信端末をベースにし、これまでの宇宙開発の知見を活用し、低軌道6U キューブサット用光通信端末の設計及び製作、光通信端末の各コンポーネントについて放射線や温度などの耐宇宙環境性能の評価を行い、設計に反映させた。</p> <p>5. 日本版の衛星コンステレーション光データ中継網構築を目指し、産業界と連携し、複数の事業者をとりまとめるネットワーク制御(オーケストレーション)技術や光地上局を用いたサイトダイバーシティ技術を開発し、小型観測衛星への光通信端末搭載や光データ中継小型衛星の運用する研究開発を開始した。</p> <p>• LEO 等の複数の衛星に基地局機能(CU/DU/RU)を分散実装することで従来のベントパイプ型と比較して所要リソースを削減するための検討を行い、以下の成果を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 低軌道(LEO)や静止軌道(GEO)等の複数の衛星に対して基地局機能(CU/DU/RU)を分散実装するための令和4年度までの検討結果を踏まえて、5G の代表的なシナリオ(eMBB、URLLC、mMTC:高速大容量、超高信頼低遅延、超大量端末)に対して、機能を分散して実装する方式を導入することで、ベントパイプ型衛星と比較して回路規模は4分の3に縮小可能なことを確認した。 2. FPGA(Field-Programmable Gate Array)に実装可能な構成を明確にし、ビームフォーミングのチップとFPGA 評価ボードを組み合わせて、衛星搭載ビームフォーミングの機能確認を完了した。 		
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none">• 適応型衛星光ネットワークのコア技術の開発を実施し、以下の成果を得た。<ol style="list-style-type: none">1. 適応型衛星光ネットワークのコア技術として、通信距離や大気伝搬などの光回線状況に応じて通信速度を選択するため、デジタルコヒーレント方式ベースで変調方式の切替えが可能なデジタル信号処理部の設計と、その妥当性確認のための評価実験を完了した。当該信号処理部を、別途製作する光送信フロントエンドと連携させることにより、最低2波長の波長分割多重(WDM)のフレキシブル光通信ペイロードが実現可能であることを明らかにした。2. 小型衛星搭載 WDM 光増幅装置の設計検討例が少ない中、LEO 衛星コンステレーションの高度化に大きく貢献できる衛星搭載 WDM 光増幅装置の検討結果をまとめた論文が、宇宙分野における世界最大の国際会議 IAC2023 に採録され注目を集めた。• 空間光通信における大気揺らぎの影響を除去するための補償光学系の研究を行い、以下の成果を得た。<ol style="list-style-type: none">1. 可搬型光地上局を用いて国際宇宙ステーション (ISS)との対向実験を行った。この実験により、光地上局における受信時において、ISS からの通信光の大気ゆらぎを 100Hz 以上の速度で制御することによって、その通信光をより細い光ファイバーに確実に入射できること(位置ずれを4マイクロジャンの精度で補正できること)を確認した。2. 人工光源を用いて大気ゆらぎの影響を受けた衛星-地上間の通信光を模擬したビームの補正評価をさらに進めて、実際に大気ゆらぎの影響を受けたビームとして天体の光を使い、精追尾光学系との共働を確立した上で受信系の定量評価を行い 5dB の受信効率の改善を確認した。3. 送信補償光学系の概念設計において、大気ゆらぎの高さ方向での強度分布を考慮した重みづけの補正を行う概念を構築した結果に基づき、高さ方向の強度分布を具体的に計測する方法を利用		
--	---	--	--

	<p>する詳細設計を行い、設計値において衛星上での受信光が、地上での受信光と同様に 5dB 程度改善した。</p> <p>4. 技術試験衛星9号機(ETS-9)用光フィーダリンク地上局における受信補償光学系の性能評価を、天体から到来する自然光を使用して実施し、地上での受信ファイバー入射効率が 5dB 程度改善した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 衛星搭載が可能な大口径光アンテナとその熱ひずみを除去するための補償光学系の研究開発を行い、以下の成果を得た。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 月-地球間の衛星光通信を行うため、衛星搭載が可能な大口径光アンテナシステムの部品試作を行い、地上評価を行った。具体的には、軽量化が期待される低熱膨張率・高剛性素材を用いて実現可能な効果の実証を行った。 2. 上記の大口径光アンテナシステムに取り付けられる補償光学系制御系の試作を行い、波面補正閉ループ処理を行う制御アルゴリズムを作成した。これにより、従来のラックマウント型パソコンを用いた制御系に比べて小型・軽量化すること、大口径のアンテナでは無視できなくなる熱ひずみによる光の波面のゆがみを補正することを可能とした。 • 光データ中継衛星を活用した通信特性や大気伝搬特性、大気伝搬モデルの評価解析を行い、以下の成果を得た。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 光データ中継衛星を活用した地上/静止軌道衛星間光リンクにおいて、大気ゆらぎのコヒーレンス時間やフェード確率を実測するとともに、受光パワーの変動が確率密度分布(対数正規-ベックマン分布)で統計的によく説明できることを解明し、光衛星通信における符号化や回線解析への設計指針となる結果をまとめた研究論文が、査読付き科学学術雑誌である Optica Optics Express(IF=3.833)に採録された。 		
--	---	--	--

	<p>2. 国内初の地上/静止軌道衛星間における 1.5μm 波長帯の通信特性や大気伝搬特性をまとめた令和4年度の衛星通信研究会の投稿に関し、令和4年度に電子情報通信学会衛星通信研究会で投稿された全ての投稿の中で最も優秀であると認められ、令和5年5月に衛星通信研究賞が授与された。</p>		
	<p>(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、テラヘルツシステム応用推進協議会やテラヘルツテクノロジーフォーラムの運営に、幹事団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。特にテラヘルツシステム応用推進協議会では、設置された 6G ワーキンググループで主査を務めてテラヘルツ技術の普及に関わる検討を行った。標準化活動に関し、ITU-R 関連では WRC-23 にて、275-325GHz 周波数分配を制定するため WRC-31 の暫定議題(Preliminary WRC-31 agenda item 2.1 - Resolution COM6/13)承認に貢献した。これら一連の活動により、電子情報通信学会の名誉員の称号を受領した。IEEE802.15.3mb については、いくつかの修正案プラス 802.15.3 全体を見渡す改訂作業を行い、ドラフト第6版を令和5年9月26日にweb公開され、令和6年2月に正式版として公開された。これらの作業の際、NICT はグループの vice chair としてのリーダーシップ、新たな周波数テーブルの提案、さらに technical editor として貢献した。また、ソーシャル ICT システム研究室と連携して、IEEE802.15.3d 規格と高い互換性を有する IEEE802.15.3e 規格に準拠した無線システムによるサービス可視化を進め、CEATEC2023 や MWC2024 にてその一端を示した。</p>	<p>(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術 Beyond 5G 時代の新たな周波数利用拡大に向け研究開発基盤となるプラットフォーム技術の技術開発に取り組み、テラヘルツ帯の送受信評価基盤や計測評価技術、センシング技術に関する科学的意義の高い成果や、デジュール/デファクト標準化における社会的価値の高い成果を上げている。第5期中長期期間においては、テラヘルツ帯の利活用に向けた研究開発の加速に貢献するため、テラヘルツ波ICT・センシング技術を支える計測・評価・実装・利活用を行う基盤環境を幅広く外部機関を含めた研究開発活動に利用いただくための社会実装の推進が特に重要であるが、テラヘルツ帯を活用するサービス可視化、特定実験試験局の免許申請に必要なデータ取得方法に関する技術検討と開設した実験局を用いて抽出した技術課題を標準化文書の寄書入力に活用したことや、欧州宇宙機関と協力したテラヘルツ衛星センサの打上成功、簡易型エアロゾル濃度推定数値アルゴリズムの精度向上を図り、スマホ用デモソフトウェアを開発するなどの活動は計画通り進捗している。</p>	<p>【テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術】 テラヘルツ送受信評価基盤として光波-テラヘルツ波-光波のブリッジシステムを構築し、安定化光周波数コムによって生成した 355GHz のテラヘルツ波を用いることにより、光ネットワークと整合の取れる形態で 60Gbps の高速データ伝送を実現し、その成果が主要論文誌、学会に採録されたことは、高い科学的意義が認められる。 情報通信基盤を支える計測評価技術の研究開発に関して、近赤外光への波長変換によるテラヘルツ計測技術の開発において、国家標準トレーサブルなテラヘルツ帯スペクトル測定システム構築においてスペクトルドリル共振器を導入し、“任意の”周波数制御に必要なエラー信号を得ることに成功したこと(8 THz までの範囲で周波数の制御可能)。また、本成果に関し、国際学会 GCLOP 2023 において基調講演として報告したことは、高い科学的意義が認められる。 木星氷衛星探査機 JUICE (JUperiter ICy moons Explorer)に搭載された「テラヘルツ波分光計(SWI)」の開発において機構は主鏡・副鏡・アクチュエータの開発を担当するとともに、観測データ解析アルゴリズムの研究開発を実施し、</p>
	<p>(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基盤として光波-テラヘルツ波-光波のブリッジシステムを構築し、安定化光周波数コムによって生成した 355GHz のテラヘルツ波を用いることにより、光ネットワークと整合の取れる形態で60Gbpsの高速データ伝送を実現した。これは高安定なキャリア生成によって始めて実現できるものである。また、テラヘ</p>		

	<p>ルツ無線通信の高度化に向け、空間多重化無線伝送技術の検証実験を実施した。汎用性の高いSi CMOSによる150GHz帯の送受信モジュールとホーンアンテナを用いた多重化無線伝送実験において、モジュール間の距離に依存した伝搬遅延、放射電波の合成・非合成領域の分布を調査した。これは、テラヘルツ無線を実環境に適用していく際に重要な知見を与えるものである。これらの成果に関連し、IEEE系ジャーナル(JSTQE)やScientific Reportsの論文誌、および国際学会CLEO2023、ECOC2023において報告し、標準活動における寄書に反映するなど、テラヘルツ波利用拡大に向けた活動を引き続き実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、近赤外光への波長変換によるテラヘルツ計測技術の開発を行っている。国家標準トレーサブルなテラヘルツ帯スペクトル測定システム構築においてスペクトルドリル共振器を導入し、“任意の”周波数制御に必要なエラー信号を得ることに成功した(8THz迄の範囲で周波数の制御可能)。これらの成果に関し、国際学会GCLOP2023において基調講演として報告した。また、300GHz帯を使った特定実験試験局を3局開設した(新規2局、変更1局)。内1局は画像伝送局であり、300GHz帯を使った無線通信システムの実現を見据えた、広帯域・高速データ伝送技術の検討、免許申請に必要なデータ取得方法に関する技術検討を行った。実験室のような特別な環境下ではなく、CEATEC2023会場をはじめとする一般環境下において、4K映像(音声を含む)の非圧縮伝送・リアルタイム伝送を実現しつつ、高速なデータ圧縮・訂正技術の必要性など、新たな技術的課題を抽出した。これらの活動の結果を標準化文書の寄書入力に活用すると共に、B5G/6Gの推進、特に300GHz帯の無線通信技術の社会展開の可能性を可視化し、実装に向けて貢献した。 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、テラヘルツ帯材料評価プラットフォームを目指し、自由空間法による誘電率導出において、従来の平面波近似より正確 	<p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> テラヘルツ送受信評価基盤として光波-テラヘルツ波-光波のブリッジシステムを構築し、安定化光周波数コムによって生成した355GHzのテラヘルツ波を用いることにより、光ネットワークと整合の取れる形態で60Gbpsの高速データ伝送を実現し、その成果が主要論文誌、学会に採録されたこと。 情報通信基盤を支える計測評価技術の研究開発に関して、近赤外光への波長変換によるテラヘルツ計測技術の開発において、国家標準トレーサブルなテラヘルツ帯スペクトル測定システム構築においてスペクトルドリル共振器を導入し、“任意の”周波数制御に必要なエラー信号を得ることに成功したこと(8THz迄の範囲で周波数の制御可能)。また、本成果に関し、国際学会GCLOP2023において基調講演として報告したこと。 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主鏡・副鏡・アクチュエータの開発を担当するとともに、観測データ解析アルゴリズムの研究開発を実施し、令和5年4月のJUICE打上げ成功後に、初期チェックにて正常稼働を検証、地球フライバイにて水蒸気の観測に成功したこと。 	<p>令和5年4月のJUICE打上げ成功後に、初期チェックにて正常稼働を検証、地球フライバイにて水蒸気の観測に成功したことは、高い科学的意義が認められる。</p> <p>B5G/6G時代に向けたテラヘルツ技術の社会実装に向けたコミュニティ形成や標準化活動に関して、テラヘルツシステム応用推進協議会やテラヘルツテクノロジーフォーラムの運営を主導し、テラヘルツ技術の普及に積極的に関与、特にテラヘルツシステム応用推進協議会で設置された6Gワーキンググループで主査を務めてテラヘルツ技術の普及に関わる検討を行ったこと、また、ITU 2023年世界無線通信会議(WRC-23)において275-325GHzの周波数分配を制定するためWRC-31の暫定議題(Preliminary WRC-31 agenda item 2.1 - Resolution 814[COM6/13])承認に貢献したことは、社会的価値の創出に貢献する顕著な成果である。</p> <p>IEEE802.15.3mbにおいて、いくつかの修正案に加え802.15.3全体を見渡す改訂作業を行い、ドラフト第6版を令和5年9月26日にWeb公開、令和6年2月に正式版として公開されたことなどの成果をあげ、これらデファクト標準活動をvice chairやtechnical editorとしてけん引した標準化活動は、高い社会的価値を有する。</p> <p>汎用性の高いSi CMOSによる150GHz帯の送受信モジュールとホーンアンテナを用いた多重化無線伝送実験において、モジュール間の距離に依存した伝搬遅延、放射電波の合成・非合成領域の分布を調査し、テラヘルツ無</p>
--	--	--	---

	<p>な角スペクトル法を用いた解析手法を論文化 (IEEE Trans. THz Sci. Tech.)し、さらに報道発表を行った。広帯域でかつ高い精度を得られるという点で優れており、超高周波帯における材料評価などへの寄与が期待される成果である。</p> <p>(イ) 超高周波電磁波の宇宙利用技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (JUperiter ICy moons Explorer) に搭載の「テラヘルツ波分光計 (SWI)」の開発について機構を含む国際チームの協力で実施し、その中で機構は主鏡・副鏡・アクチュエータの開発と観測データ解析アルゴリズムの研究開発を担当している。JUICE は令和 13 年に木星圏に到達予定で、SWI によりガニメデなど氷衛星の非常に希薄な大気や表面及び表面下の調査や、エウロパ氷衛星の地下海から噴出するプリュームに含まれる組成の観測を実施し、氷衛星の生命の存在可能性の探査に貢献することが期待され、NHK コスミックフロントや日経新聞など合計で 10 以上の報道機関から取上げられ機構の研究活動の広報の一助となった。令和 5 年 4 月に打上げに成功し、初期チェックにて正常稼働を検証、地球フライバイにて水蒸気の観測に成功した。令和 6 年には地球・月フライバイ、令和 7 年には金星フライバイを予定している。 • 機構が研究代表者を務める内閣府/総務省のスターダストプログラム「テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査 (TSUKIMI)」を令和 3 年度より受託 (機構配算額令和 3 年度: 2.2 億、令和 4 年度: 2.0 億、令和 5 年度: 5.0 億) した。地球近傍宇宙産業活動のエネルギー源として期待される月の水資源探査に向けて、世界でも初めてとなる小型軽量の相乗り衛星によるテラヘルツ波リモートセンシングの開発を進め、我が国の得意分野として国際競争力強化に努めた。 • 科学的に月はグローバル表面には十分な水資源がないとされているが、地下には埋没されていると示唆されている。掘出しやすい地表より少し下のサブサーフェスの水資源の検出に対し、テラヘルツ波リモートセンシングが空間分解能及び感度に優れていることを、開発 	<p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • B5G/6G 時代に向けたテラヘルツ技術の社会実装に向けたコミュニティ形成や標準化活動に関して、テラヘルツシステム応用推進協議会やテラヘルツテクノロジーフォーラムの運営を主導し、テラヘルツ技術の普及に積極的に関与、特にテラヘルツシステム応用推進協議会で設置された 6G ワーキンググループで主査を務めてテラヘルツ技術の普及に関わる検討を行ったこと、また、標準化活動に関して、ITU-R WRC-23 において 275-325GHz 周波数分配を制定するため WRC-31 の暫定議題 (Preliminary WRC-31 agenda item 2.1 - Resolution COM6/13) 承認に貢献し、これら一連の活動により、電子情報通信学会の名誉員の称号を受領したこと。 • IEEE802.15.3mb において、いくつかの修正案プラス 802.15.3 全体を見渡す改訂作業を行い、ドラフト第 6 版を令和 5 年 9 月 26 日に web 公開、令和 6 年 2 月に正式版として公開されたことなどの成果をあげ、これらデファクト標準活動を vice chair や technical editor としてけん引したこと。 • 汎用性の高い Si CMOS による 150GHz 帯の送受信モジュールとホーンアンテナを用いた多重化無線伝送実験において、モジュール間の距離に依存した伝搬遅延、放射電波の合成・非合成領域の分布を調査し、テラヘルツ無線を実環境に適用していく際 	<p>線を実環境に適用していく際に重要な知見を与える結果を得たことは、社会的価値が認められる。</p> <p>IEEE802.15.3d 規格と高い互換性を有する IEEE802.15.3e 規格に準拠した無線システムによるサービス可視化を進め、CEATEC や MWC2024 にてその一端を示したこと。IEEE802.15.3d 規格と高い互換性を有する IEEE802.15.3e 規格に準拠した無線システムによるサービス可視化を進め、CEATEC や MWC2024 にてその一端を示したことは、社会実装につながる取組である。</p> <p>「誰でもスマホ一つで大気汚染物質観測」の実現を目指し、カメラ画像データと ICT を利用した簡易型エアロゾル濃度推定数理アルゴリズム (SNAP-CII) を開発、交差検証によるモデルパラメータ最適化により精度を向上させ、福岡市の実証実験では 3 クラス分類に対して正解率 76% を達成したこと、また、SNAP-CII のスマホ用デモソフトウェアを開発したことは、社会実装につながる取組である。</p>
--	--	--	---

しているセンサ性能と月表面テラヘルツ波3次元散乱モデルにより科学的に証明し、定量化に向けた実験室実験や月面シミュレータ、衛星観測データ処理アルゴリズム検討などテラヘルツ波センシングの宇宙利用に関する科学的な研究開発を包括的に推進した。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である宇宙科学連合及び地球惑星科学に関する国際学会にてセッションを主催し、機構は国内学会では19件、国際学会では7件の発表を実施した。

- 月面というフロンティアにおいて国際的な競争力を有することは極めて重要であり、1kg1億円と言われる宇宙品の中で、テラヘルツリモセンの特徴を活かし、マイクロ波に比べてセンサの小型化(324kg→10kg以下)の実現をBBMで確認した。今回のプロジェクトでは自ら研究開発を行うことで、測器開発やデータ解析アルゴリズムも機構をはじめとした国内研究機関に知財と経験が残るように推進し、あわせて、4年程度の短期間開発と低予算開発を目指している。令和3年12月開始以降、令和5年度はBBMの開発を終了し、令和5年6月末にPDR(基本設計)開発審査に通過、エンジニアリングモデル(EM)の開発に着手した。令和5年12月よりEM環境試験を開始し、耐環境性能を評価中である。令和6年度は詳細設計審査の実施とプロトタイプモデル(PFM)の開発に着手する予定である。
- 産業化、特に研究のための研究からの脱却に力を入れており、産官学のコンソーシアム活動を引き続き推進した。テラヘルツ月地表面探査を科学的な視点だけでなく経済的な展開の可能性・実現性の議論を推し進めた。公開予定である開発した月シミュレータでは、月面の鉱物・組成分布や、温度、表面粗さ分布をはじめとした月環境データの閲覧だけでなく、テラヘルツ波で観測した際の輝度温度分布など資源探査の可視化を実施した。
- 宇宙テラヘルツ電磁波伝搬モデルの構築および逆問題解析アルゴリズムの開発を進めるとともに、実験室テラヘルツ波分子分光測定システム・複素屈折率測定システムを構築しテラヘルツ波物性データの拡充を推進し

に重要な知見を与える結果を得たこと。

【社会実装】

以下に示す、着実な成果が認められる。

- IEEE802.15.3d規格と高い互換性を有するIEEE802.15.3e規格に準拠した無線システムによるサービス可視化を進め、CEATECやMWC2024にてその一端を示したこと。
- 300GHz帯を使った特定実験試験局を3局開設し、免許申請に必要なデータ取得方法に関する技術検討を行ったことや、開設した実験局の1局は画像伝送局であり、300GHz帯を使った無線通信システムの実現を見据えた広帯域・高速データ伝送技術の検討を行い、一般環境下において4K映像(音声を含む)の非圧縮伝送・リアルタイム伝送を実現し、高速なデータ圧縮・訂正技術の必要性など、新たな技術的課題を抽出したことに加え、これらの活動の結果を標準化文書の寄書入力に活用すると共に、5G/6Gの推進、特に300GHz帯の無線通信技術の社会展開の可能性を可視化し、テラヘルツ帯の社会実装に向けて貢献したこと。
- 「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×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、交差検証によるモデルパラメータ最適化により精度を向上させ、福岡市の実証実験では3クラス分類に対して正解率76%を達成したこと。また、社会実装の展開を目的にSNAP-

	<p>ている。成果を国内で招待講演1件発表、論文を投稿、国内の学会に2件発表した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • テラヘルツ波 大気減衰率データ 無料提供サービスを継続的に提供している。 https://www.nict.go.jp/press/2013/04/18-1.html • 「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理アルゴリズム (SNAP-CII) の性能向上に向けた開発を実施した。SNAP-CII では、カメラ画像データから線形 RGB や CIE XYZ 等の色成分の特徴量を抽出し、機械学習によりエアロゾル濃度を推定する。令和5年度は、特徴量として色成分の鉛直方向の変化率を用いた新たな手法を開発し、特許を出願した(特願2023-178908号、令和5年10月17日)。交差検証によるモデルパラメータ最適化により精度を向上させ、福岡市の実証実験では3クラス分類に対して天気予報と同程度の正解率 76%を達成した。本件について、地球惑星科学に関する国内開催最大規模の国際会議 JpGU にて招待講演1件、その他国際会議での発表1件を実施した。 • 社会実装の展開を目的に SNAP-CII のスマホ用デモソフトウェアを開発した。 • GOSAT-GW 衛星観測の NO2 地上データ処理システム開発を、国立環境研究所・海洋研究開発機構と共同で実施し、資金受入型受託研究契約を締結した。前年度、外的要因により打上延期が決定され、令和6年度の打上に向けたスケジュール調整が行われ、それに沿って令和5年度は外部インターフェースとの結合試験を実施し、年間開発スケジュールを滞りなく遂行した。 • GOSAT-GW における環境研からの資金受入型受託研究で機構は、特に NO2 濃度導出における最大の誤差要因の一つであるエアマス因子を高精度かつ高速に計算する数理アルゴリズムの開発を担当している。エアマス因子の大気化学的特徴に最適化した深層学習を用いることで、従来手法より計算精度を 30 倍、計算速度を2倍向上させた。本成果は国際雑誌 AMT (IF=4.184, in 	<p>CII のスマホ用デモソフトウェアを開発したこと。</p>	
--	---	----------------------------------	--

	<p>2023)に論文投稿し、国内外の学会8件で発表した。また、所内ファンド1件を獲得した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 静止衛星等リモセン BD 利活用と将来地球観測への学術活動を引き続き推進した。 • PM2.5 を含むエアロゾル濃度や、大気汚染指数 (Clean air Index, CII)による大気汚染予報の実現を見据え、日本上空を含む東アジア域を1時間という高時間分解能で観測する静止衛星搭載 GEMS センサのエアロゾルプロダクトの検証を実施した。令和2年10月から令和5年7月の約3年間の観測データに対し、地上観測及びひまわり8号静止軌道衛星のエアロゾル観測プロダクトと比較し、そのデータの有効性を確認した。本件を GEMS 国際会議にて発表した。さらに、本件を速やかに実施するため、韓国環境省や大学、民間企業を含む国際共同研究契約の締結に向けて調整を開始した。 • 地球観測に関する唯一の国際的な枠組みである「地球観測に関する政府間会合 (Group on earth Observations, GEO)」への出席及び閣僚級会合議長就任や COSPAR 委員、将来温室効果ガス観測衛星の初期検討会の出席等、将来の衛星地球観測のデザインに大きく貢献した。 • 大気化学会大気環境衛星検討委員会の委員長および委員を務め、将来必要となる衛星地球観測を設計し、今後の宇宙開発体制のあり方に関するタスクフォース会合が取りまとめる衛星地球観測ミッション(第三回追加試行)にて提案、地球観測ワークショップ 2023 にて発表した。 		
	<p>(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術 【電波伝搬予測技術(電波強度の変動予測)】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電波強度の時間変動をカメラ映像等から機械学習を用いて予測する手法について、前年度までの電波強度予測のみを行う成果に加えて、本年度は予測結果にもとづき回線途絶前にハンドオーバを行う手法を提案し、実験による検証を行った。従来手法(閾値を下回ってから接続先を切り替える手法)と比較して、回線途絶時間を大幅に短縮(従来手法と比較して 1/20 以下)できることを検証した結果に関する論文が、2件の国際会議(査読 	<p>(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術</p> <p>屋外実験を通じて、量子アニーリングを用いた信号分離手法を世界で初めて実証したことを科学的に極めて意義の高いものとして評価する。また、この技術は超多数接続の実現に寄与するものであるとともに、本手法の 5G NR 信号への適用について外部競争資金(総務省 戦略的情報通信研究開発推進事</p>	<p>【タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術】</p> <p>前年度特許出願した、大規模な劣決定問題に対して量子アニーリングを用いて効率的に解を見つける手法について、非直交多元接続における信号分離処理へ適用した実験系を構築し、屋外実験を通じて、量子アニーリングを用いた信号分離手法を世界で初めて実証したこと、本手法の 5G NR 信号への適用</p>

	<p>付。EuCNC/6G Summit 2023 及び IEEE CCNC 2024) で採択された。</p> <ul style="list-style-type: none"> •また、連携機関からのニーズにもとづく予測手法の拡張にも取り組み、LiDAR によって取得した点群データを用いた予測手法や、2.4GHz 帯 Wi-Fi を対象とした予測手法の原理検証を完了した。さらに、強度予測のリアルタイム化に向けて、ハードウェア (FPGA) への実装に関する検討 (予測精度の劣化を抑えつつ回路規模を削減するプーリング (間引き処理) 手法及びビット幅制限手法) し、プロトタイプ一時製作 (市販 FPGA ボードへの実装) を完了した。 <p>【低遅延中継通信】</p> <ul style="list-style-type: none"> •同一周波数帯を用いる非再生中継 (In-band Full duplex relay: IBFD relay) で課題となる中継局の自己干渉を抑圧する手法として、再放射信号の Error Vector Magnitude (EVM) を最小化する規範を採用した新たな手法を提案し、1マイクロ秒未満の処理遅延で 20dB 以上の抑圧性能を示す結果について、国際会議 (査読付、IEEE CCNC2024) に採択となった。 •また、連携機関が所有するプラントモックアップ等において、ユースケース (遠隔制御ロボットによるプラント解体作業) にもとづく性能評価を実施し、通信遅延を1ミリ秒以下、かつ、2Mbps/MHz を超える周波数利用効率で映像伝送と電波強度予測ができることを確認した。あわせて、当該技術の 5G NR 信号への適用を実証するため、ローカル 5G 周波数帯 (4.8GHz 帯) で当該技術を実装した中継器を試作した。 •研究成果の社会実装に向けて、民間企業からの受託研究 (令和5年8月まで) を実施し、令和5年度には関連特許4件を出願 (受託期間を通じて合計 16 件) し、同企業における実施及び知財の活用が行えるようになった。また、国際標準化活動として、3GPP RAN1 Release 18 (5G Advanced) における議題「Network-controlled repeater」に対して、民間企業と連名で寄与文書を入力しており、その内容 (中継局で必要となるビームパタン通知手法、タイミング通知手法、及び中継 On-Off 通知手法) が標準仕様 Technical 	<p>業) を獲得し、信号送信方法及び信号処理手法の設計及びシミュレーションによる評価までを完了したことも高い評価に値する。</p> <p>また、同一周波数帯を用いる非再生中継における中継局の自己干渉の抑圧についての成果が国際会議 (IEEE CCNC2024) に採択されたこと、分散配置された複数基地局間における下り回線を対象としたコヒーレント協調伝送について実フィールド (福島ロボットテストフィールド) における実験を通じて世界初の実証をしたことなど、複数の新規手法開拓において具体的な世界初の実証成果が創出されたことは科学的に意義の大きな成果として評価する。</p> <p>低遅延中継通信における低遅延無線のカバレッジ拡大の実証、軽量演算で実装可能なカメラ映像利用手法における暗視検出アルゴリズムの設計・実装、ITU-D Study Group 1 最終レポートのドラフトへ反映されたことなど、具体的社会要請の高い利用シーンでの活用価値を示す訴求力の高い複数の成果が創出されたことを社会的価値の視点で高く評価する。</p> <p>低遅延中継通信について、民間企業からの受託研究の実施、関連特許4件を出願 (受託期間を通じて合計 16 件)、同企業における実施及び知財活用可能段階に入ったこと。当該技術に関する国際標準化活動に対して、民間企業と連名で寄与文書を入力、その内容が標準仕様へ反映されたことなど、具体的実装への道筋を確実にする企業との密接な連携による実装段階の取り組み</p>	<p>について、信号送信方法及び信号処理手法の設計及びシミュレーションによる評価までを完了したことは、科学的意義を有する。</p> <p>同一周波数帯を用いる非再生中継で課題となる中継局の自己干渉を抑圧する手法として、再放射信号の Error Vector Magnitude を最小化する規範を採用した新たな手法を提案し、1マイクロ秒未満の処理遅延で 20dB 以上の抑圧性能を示す結果について、国際会議 (査読付、IEEE CCNC2024) に採択されたことは、科学的意義を有する。</p> <p>分散配置された複数基地局間において、下り回線を対象としたコヒーレント協調伝送を実現する新たな手法 (特許出願済) について、受託研究を実施し、実フィールドにおける実験を通じて、従来手法 (GNSS を用いて同期を確立する手法) と比較して端末局における平均受信信号電力を2倍以上に改善できることを世界で初めて実証したことは、社会的価値が認められる。</p> <p>軽量演算で実装可能なカメラ映像利用手法について、噴煙検出に関する映像処理の他に、赤外光投影による超高感度カメラ映像伝送システムを開発し、暗闇でも有害鳥獣を検出するためのアルゴリズムの設計・実装を進めたこと。また、国際標準化活動として、ITU-D SG1 に対して、本技術 (汎用カメラを用いた煙検出手法) による災害リスク低減を記載した寄与文書を入力し、最終レポートのドラフトへ反映されたことは、社会的価値が認められる。</p> <p>国際標準化活動として、APT ASTAP の Expert Group on Disaster Risk</p>
--	--	---	--

	<p>Specification(TS)38.213v.18.0.0 及び 38.212 v.18.0.0、38.201v.18.0.0 へ反映された(いずれも令和5年9月発行)。さらに、当該技術の技術移転に向けて、民間企業からの新規受託研究(令和5年12月から令和7年12月まで)を開始した。</p> <p>【分散協調無線】</p> <ul style="list-style-type: none"> 分散配置された複数基地局間において、下り回線を対象としたコヒーレント協調伝送(Coherent Joint Transmission: CJT)を実現する新たな手法(コヒーレント合成に求められる高精度な分散局間同期を無線通信によって確立することで、光ファイバー等のケーブル接続が不要とする。また、端末局における周波数領域等化等の信号処理を行うことなく、簡易な受信機であってもコヒーレント合成を行えるようにするもの。特許出願済)について、受託研究(NEDO ポスト5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業)を実施し、実フィールド(福島ロボットテストフィールド)における実験を通じて、従来手法(GNSS を用いて同期を確立する手法)と比較して端末局における平均受信信号電力を2倍以上に改善(分散基地局数4台時)できることを世界で初めて実証した。 <p>【デジタル・量子統合処理】</p> <ul style="list-style-type: none"> 大規模な劣決定問題に対して量子アニーリングを用いて効率的に解を見つける手法(前年度、特許出願済。IEEE ICC2023 に採択)について、非直交多元接続(Non-orthogonal Multiple Access: NOMA)における信号分離処理へ適用した実験系を構築し、屋外実験を通じて、量子アニーリングを用いた信号分離手法を世界で初めて実証した。この技術は、同一周波数・同一時間を同時に使用する端末局数を、アンテナ1本で符号分割を用いることなく増加させることができることから、超多数接続の実現に寄与するものである。また、本手法の5G NR 信号への適用について、外部競争資金(総務省戦略的情報通信研究開発推進事業)を獲得し、信号送信方法及び信号処理手法の設計及びシミュレーションによる評価までを完了した。また、研究成果の社会実装(提案手法の技術移転)に向けて、民間企業との共同 	<p>が大きく進展したことを社会実装の視点で高く評価する。</p> <p>また、高耐候・省電力 IoT モジュールについて、具体的火山における長期稼働試験(目標:3年間)を前年度に引き続き実施、ユーザーニーズを踏まえた長期運用に向けた改良、取得した映像データの火山研究者による引用、気象庁の火山噴火予知連絡会議での活用、自治体からの要望に基づく火口周辺映像の試験提供開始など、具体的ユーザーによる利用が進んだことは当該技術の社会実装成果として高く評価する。</p> <p>その他、国際標準化活動として、APT ASTAP の防災・減災に関する専門部会のレポートに対して当機構が開発した技術のユースケースに関する寄与文書を入力し、反映されたことについてもレジリエンス向上の視点による社会実装の重要プロセスの成果として評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 大規模な劣決定問題に対して量子アニーリングを用いて効率的に解を見つける手法(前年度、特許出願済。IEEE ICC2023 に採択)について、非直交多元接続(Non-orthogonal Multiple Access: NOMA)における信号分離処 	<p>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に対して、当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、最終レポートのドラフトへ反映されたことは、社会実装につながる取組である。</p> <p>高耐候・省電力 IoT モジュールの開発に関して、前年度開始した宮崎県霧島硫黄山における電源自立型映像・インフラサウンド観測装置の長期稼働試験(目標:3年間)を継続して実施したこと、本年度、ユーザ(大学の火山研究者及び周辺自治体)からのニーズに基づき、長時間運用が可能になるよう、電源管理機構の改良を行ったこと、また、本観測装置で取得した映像データは、火山研究者による研究発表としても引用された他、気象庁の火山噴火予知連絡会議での資料として活用されたこと、さらに、周辺自治体からの要望に基づき、本観測装置で取得した火口周辺映像の試験提供を開始したことは、社会実装につながる取組である。</p>
--	---	---	---

	<p>研究契約を締結し、民間企業が提供する量子効果にもとづくアニーリング環境において当該技術の実証を行った。</p> <p>【追加の成果】</p> <ul style="list-style-type: none"> セルラ通信(5G)を用いた自動運転をアプリケーションとして想定し、アプリケーション層において各車両が求める通信遅延を満たすように無線通信スロットを動的に割り当てる手法を提案し、民間企業との共著論文として電子情報通信学会論文誌(査読付)に採択された。セルラ基地局を対象とした MEC(Multi-access Edge Computing)サーバへ本手法を実装し、複数車両を用いた屋外実験によって提案手法の有効性(遅延時間の保証)を実証したもの。 【自己産出型エッジクラウド技術(自律的再構成技術)】 自律的再構成技術に関する研究開発として、各ノードが持つ情報通信資源(計算機リソースや通信リソース等)をノード間で共有し、自律的にオーケストレータを選定し、サービス再構成を行う手法について、特許出願を行うとともに、Web アプリケーションサービスを対象とした機能検証を完了した。また、当該技術にもとづき、5G Femto を想定したエッジクラウドの構成手法について、国際会議(査読付、IEEE CloudNet Workshop)に採択された。 また、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、当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、最終レポートのドラフトへ反映された。あわせて、研究開発成果の周知を目的として、Asia Pacific Telecommunity (APT)に加盟する各国の行政官を対象とした研修を計3回(のべ 22 	<p>理へ適用した実験系を構築し、屋外実験を通じて、量子アニーリングを用いた信号分離手法を世界で初めて実証したこと。また、この技術は、同一周波数・同一時間を同時に使用する端末局数を、アンテナ1本で符号分割を用いることなく増加させることができることから、超多数接続の実現に寄与するものである。また、本手法の 5G NR 信号への適用について、外部競争資金(総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業)を獲得し、信号送信方法及び信号処理手法の設計及びシミュレーションによる評価までを完了したであること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 同一周波数帯を用いる非再生中継(In-band Fullduplex relay: IBFD relay)で課題となる中継局の自己干渉を抑圧する手法として、再放射信号の Error Vector Magnitude(EVM)を最小化する規範を採用した新たな手法を提案し、1マイクロ秒未満の処理遅延で 20dB 以上の抑圧性能を示す結果について、国際会議(査読付、IEEE CCNC2024)に採択となったこと。 分散配置された複数基地局間において、下り回線を対象としたコヒーレント協調伝送(Coherent Joint Transmission: CJT)を実現する新たな手法(特許出願済)について、受託研究(NEDO ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業)を実施し、実フィールド(福島ロボットテストフィールド)における実験を通じて、従来手法(GNSS を用いて同期を確立する手法)と比較して端末局における平均受信信号電力を2倍以上に改善(分散 	
--	---	---	--

か国参加)実施した他、展示会への出展(ワイヤレステクノロジーパーク 2023、けいはんな R&D フェア 2023、電子情報通信学会ソサイエティ大会、他)を行った。

- さらに、社会実装に向けて、内閣府 SIP 第3期「スマート防災ネットワークの構築(代表:防災科学技術研究所)」のうち、課題「災害実動機関における現場標準システムの開発」を受託し、自衛隊等の実働機関が収集する現場情報をリアルタイムで収集・共有し、応急対応フェーズにおける迅速な人命捜索・救助等の効果的な対応の実現をめざして、通信回線提供技術(アドバンス・ダイハードネットワーク)の機能設計を完了した。

【インフラサウンド関連】

- 前年度までに開発した小型・安価・省電力なインフラサウンド観測センサの高度化として、超低周波用超小型マイクロホン(民間企業との連携による新規開発)と従来の観測センサで使用していた MEMS 気圧センサとの複合利用することで、これまで数 Hz であった観測周波数範囲の上限を 20Hz 以上にまで拡大しつつ、内部雑音を低減(<1Pa)した。これによって、火山活動に伴って発生する比較的高い周波数のインフラサウンドを、精密微気圧計と同等の感度で検出可能であることを示すとともに、検証を九州地方の火山で開始した。また、国内インフラサウンド研究者との共著で、インフラサウンドに関する研究動向をまとめた論文を国際会議(招待講演、InterNoise2023)で発表した。
- また、インフラサウンドの統一基準(計量トレーサビリティ)の確立に向けて、産官学との連携により、これまで整備されていなかった 1Hz 以下の周波数を対象とした 2 次標準となる標準器のプロトタイプ設計までを完了した。さらに、日本気象協会からのインフラサウンド観測データの公開を継続して実施し、利用申請件数が 56 件(前年度と比較して 9 件増加。主に大学や研究機関からの申請)となった。

【カメラ映像利用】

- 汎用カメラで撮影した映像に対して、軽量演算による煙検出処理手法の高精度化に取り組み、煙オブジェクトと他のオブジェクト間でのフレーム間差分における分散・

基地局数 4 台時)できることを世界で初めて実証したこと。

【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。

- 当該技術の 5G NR 信号への適用を実証するため、ローカル 5G 周波数帯(4.8GHz 帯)で当該技術を実装した中継器を試作し、実環境での実証準備が完了したこと。
- 軽量演算で実装可能なカメラ映像利用手法について、噴煙検出に関する映像処理の他に、赤外光投影による超高感度カメラ映像伝送システムを開発し、暗闇でも有害鳥獣を検出するためのアルゴリズムの設計・実装を進めたこと。また、国際標準化活動として、ITU-D Study Group 1 に対して、本技術(汎用カメラを用いた煙検出手法)による災害リスク低減を記載した寄与文書を入力し、最終レポートのドラフトへ反映されたこと。

【社会実装】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- 研究成果の社会実装に向けて、民間企業からの受託研究(令和 5 年 8 月まで)を実施し、令和 5 年度には関連特許 4 件を出願(受託期間を通じて合計 16 件)し、同企業における実施及び知財の活用が行えるようになったこと。また、国際標準化活動として、3GPP RAN1 Release 18(5G Advanced)における議題「Network-controlled repeater」に対して、民間企業と連名で寄与文書を入力しており、その内容(中継局で必要となるビームパタン通

	<p>振幅特性の差異に着目し、かつ、異なる空間(動きベクトルと色)での検出結果を統合することで、高い検出率(F 値において 90%以上)が得られる手法を提案し、国際学術誌 Springer Fire Technology(査読付き、IF=3.4)に採択された。軽量演算で実装可能な本手法は、カメラ自体が搭載するマイコン程度の計算能力で煙のリアルタイム検出が可能となる。これによって、検出結果にもとづく発生地点へのカメラのズームが可能になる等、災害情報の効率的な収集に寄与できる。また、噴煙検出に関する映像処理の他に、赤外光投影による超高感度カメラ映像伝送システムを開発し、暗闇でも有害鳥獣を検出するためのシステム設計を行い、検出アルゴリズムを開発した。</p> <ul style="list-style-type: none"> また、国際標準化活動として、ITU-D Study Group 1 (議題: The use of telecommunications/ICTs for disaster risk reduction and management)に対して、本技術(汎用カメラを用いた煙検出手法)による災害リスク低減を記載した寄与文書を入力し、最終レポートのドラフトへ反映された。あわせて、社会実装に向けた取り組みとして、外部資金(国土交通省・河川砂防技術研究開発)を受託して、波浪うちあげ高監視への当該技術の適用に向けた映像処理手法の検討を完了した。さらに、内閣府 SIP 第3期「スマート防災ネットワークの構築(代表:防災科学技術研究所)」のうち、課題「地上マルチセンシングデータ収集・集約技術の研究開発」を受託して、災害対応にあたる組織の要請に即応し、被害状況等をユーザが直ちに活用できる情報として生成・提供することをめざして、カメラ映像による災害検出処理(噴煙検出等)及び被害状況の可視化処理(浸水エリア可視化等)の機能設計を完了した。 <p>【時空間 GIS プラットフォーム上での時系列可視化技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> 時空間 GIS プラットフォーム(機構が開発、Webブラウザ上に、2次元及び3次元時系列データを地図上に表示するツール)を活用して、外部機関との連携によって、過去に発生した自然災害について、地域ごとの件数等を Web ブラウザで可視化するツールを開発し、学会発表を行った。なお、当機構が開発したツールでは、過去 	<p>知手法、タイミング通知手法、及び中継 On-Off 通知手法)が標準仕様 Technical Specification(TS)38.212v.18.0.0 及び 38.213 v.18.0.0 へ反映された(いずれも令和5年9月発行)こと。さらに、当該技術の技術移転に向けて、民間企業からの新規受託研究(令和5年12月から令和7年12月まで)を開始したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際標準化活動として、APT ASTAP 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、当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、最終レポートのドラフトへ反映されたこと。 高耐候・省電力 IoT モジュールの開発に関して、前年度開始した宮崎県霧島硫黄山における電源自立型映像・インフラサウンド観測装置の長期稼働試験(目標:3年間)を継続して実施したこと。本年度、ユーザ(大学の火山研究者及び周辺自治体)からのニーズに基づき、長時間運用が可能になるよう、電源管理機構の改良を行ったこと。また、本観測装置で取得した映像データは、火山研究者による研究発表としても引用された他、気象庁の火山噴火予知連絡会議での資料とし 	
--	---	--	--

	<p>に発生した自然災害件数だけでなく、リアルタイム映像データ、気象データ、河川の水位観測データ等の災害情報に関連する時系列データもあわせて表示できる。</p> <p>【高耐候・省電力データ伝送モジュール】</p> <ul style="list-style-type: none"> 高耐候・省電力 IoT モジュールの開発に関して、前年度開始した九州地方の火山における電源自立型(太陽光パネル電池+燃料電池)映像・インフラサウンド観測装置の長期稼働試験(目標:3年間)を継続して実施した。本年度、ユーザ(大学の火山研究者及び周辺自治体)からのニーズに基づき、長時間運用が可能になるよう、電源管理機構の改良を行った。本観測装置で取得した映像データは、大学の火山研究者による研究発表としても引用された他、気象庁の火山噴火予知連絡会議での資料として活用された。さらに、本観測装置で取得した火口周辺映像について、周辺自治体への試験提供を開始した。 LPWA 無線 (LoRa) のような低速通信であっても、TCP/IP 伝送を効率よく行う手法について、国際会議(査読付、IEEE コンピュータソサエティの旗艦会議である IEEE COMPSAC2023)に採択された(大学との共同研究成果)。また、周波数帯の用途が検討されている V-High 帯(220MHz 帯)に対して、災害時無線通信への適用を想定した通信可能エリアの実験的な評価結果が、災害対応に向けた情報通信技術に関する国際会議(査読付、ICT-DM)に採択された。 	<p>て活用されたこと。さらに、周辺自治体からの要望に基づき、本観測装置で取得した火口周辺映像の試験提供を開始したこと。</p>	
		<p><課題と対応></p> <p>【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>(課題)</p> <p>先端研究と社会実装の両立に対して、学際的研究への対策やしきみの構築が弱い、技術の幅が狭いこと。例えば、時空間 GIS の技術は、Beyond 5G の CPS へも応用できる技術ではないか等。</p>	

		<p>(対応)</p> <p>他分野の知見をネットワーク技術に取り入れることで応用が広がることについて、時空間 GIS に関するデータをネットワーク技術に取り入れる検討をしており、今後より具体的なターゲットを公表できると考えています。現状、非地上系ネットワークにおいて気象の GIS 情報などを用いて、通信品質に影響を与えるリアルな光・電波伝搬の変動に反映するなど気象追従の迅速化をターゲットの一つにしています。また、種々のフォーラムでの交流の機会を活用するなどを検討しています。</p>	
--	--	--	--

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. 研究開発の成果の最大化その他の事業の質の向上に関する事項 1. 重点研究分野の研究開発等 (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、(令和5年法律第87号による 改正前の)附則第8条第2項 サイバーセキュリティ基本法第13条及び第14条
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 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			予算額(百万円)	14,113	11,349	9,975		
招待講演数※1	—	48	49	94			決算額(百万円)	6,319	10,419	5,492		
論文被引用総数※2	—	4	1	4			経常費用(百万円)	4,418	4,764	5,000		
過年度発表を含む論文 被引用総数※3	—	4	45	191			経常利益(百万円)	△37	△37	△17		
実施許諾件数	—	11	12	7			行政コスト(百万円)	4,479	6,106	7,129		
報道発表件数	—	4	3	3			従事人員数(人)	34	39	39		
共同研究件数※4	—	47	51	57								
標準化や国内制度化 の寄与件数	—	14	9	19								

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

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. 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

法人の主な業務実績等・自己評価

主務大臣による評価

主な評価軸(評価の視点)、指標等	主な業務実績等	自己評価	
		S	<table border="1"> <tr> <th>評価</th> <th>S</th> </tr> </table>
評価	S		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> 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) 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。 <p><指標> 【評価指標】</p>		<p>1-3. サイバーセキュリティ分野</p> <p>我が国におけるこれまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらすイノベーションを強化するために不可欠な急増するサイバー攻撃から社会システム等を守るサイバーセキュリティ分野の技術の高度化の研究開発等に取り組むとともに標準化、成果の普及と社会実装を行うという中長期目標に対して、年度計画を着実に達成した上で、次世代 STARDUST (STARDUST NxtGen) の研究開発において、模擬環境の設計・VM/NW 配備・稼働テストなど含む構築・運用を自動化するマネジメントシステムを開発し、従来比約 10 倍の高速化を達成したこと、解析中の隔離された VM から情報取得・VM 操作等をステルスに実行するライブフォレンジック機能を開発したこと、プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect の銀行以外の分野への応用として複数の民間会社と不正利用検知の実証実験を行ったこと、サイバーセキュリティに関する演習において、CYDER、RPCI、SecHack365 に加え万博向けサイバー防御講習(CIDLE)を開始するなど、科学的意義、社会的価値、社会実装について高い成果を上げた。</p> <p>また、CYNEX アライアンスが 10 月 1 日に発足後、参画組織は 60 組織を超えるアライアンスとなっていること、CYNEX の各取り組みにおいて開発システムも活用した連携強化に努めてい</p>	<p><評価に至った理由></p> <p>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。</p> <p>主な状況は以下のとおり。</p>

<ul style="list-style-type: none"> 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 		<p>ること、IoT 機器調査での新たな調査の開始など、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化にも大きく貢献している。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」とした。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> 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) <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 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) 	<p>(1)サイバーセキュリティ技術</p> <p>(ア)データ駆動型サイバーセキュリティ技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 次世代 STARDUST(STARDUST NxtGen)の研究開発において、模擬環境の設計・VM/NW 配備・稼働テストなど含む構築・運用を自動化するマネジメントシステムを開発し、従来比約 10 倍の高速化を達成した。また、解析中の隔離された VM から情報取得・VM 操作等をステルスに実行するライブフォレンジック機能を開発した。さらに、スケーラビリティ・ポータビリティを向上させるリファクタリングを行った。17 サーバに分散していたサービス群を Docker コンポーネントにより整理・集約することで、CURE との情報連携も含むセキュリティ観測・分析・実験・評価基盤を実現した。 CYNEX アライアンス 18 組織への STARDUST NxtGen の貸与を開始した。さらに、CYNEX アライアンス向けサービスを STARDUST NxtGen アーキテクチャに基づくインフラ上で提供することを可能とし、本インフラ上で AC-CURE(外部公開予定の CURE)の構築・運用を実現した。 CURE の外部提供に向けたリスク分析とデータ格付けとして、Publisher が CURE に投稿する全データに対して、機構の機微情報、一般データユーザの機微情報、センサの IP アドレスを含むか否かを評価することで、CURE の全格納データのリスク分析と研究所のセキュリティ規程に準拠したデータ格付けを実施した。 CURE のアクセス制御機能開発として、CURE(CURE Web UI)に、Publisher ごとのロールベースのアクセス制御機能を実装した。これにより、ユーザのロールに応じた設定パラメータを用いて、各ユーザがアクセス可能なデータの範囲 	<p>(1)サイバーセキュリティ技術</p> <p>ダークネットトラフィック分析により、マルウェア活動を検知・分析・解明する技術を発展させ、特に、ボットネットの追跡技術を構築した。宛先ポート番号の多重集合もしくはスキャンパケットの同期性を分析することにより世界初のスキャナグループ自動追跡技術を構築し、これにより、ボットネットの成長の軌跡の追跡を実現した。</p> <p>次世代 STARDUST(STARDUST NxtGen)の研究開発において、模擬環境の設計・VM/NW 配備・稼働テストなど含む構築・運用を自動化するマネジメントシステムを開発し、従来比約 10 倍の高速化を達成した。また、解析中の隔離された VM から情報取得・VM 操作等をステルスに実行するライブフォレンジック機能を開発した。</p> <p>CYNEX アライアンス 18 組織から利用申請があり、STARDUST NxtGen の貸与を開始した。また、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 18 組織への CURE のデータ開放を開始した。</p>	<p>【サイバーセキュリティ技術】</p> <p>次世代 STARDUST(STARDUST NxtGen)の開発において、模擬環境の設計、VM/NW の配備、稼働テストを含む構築・運用の自動化を実現し、従来比約 10 倍の高速化を達成した。また、解析中の隔離された VM から情報取得・VM 操作をステルスに実行するライブフォレンジック機能を開発したことは、科学的意義・社会実装につながる取組の両面で評価できる。</p> <p>STARDUST NxtGen の運用では、CYNEX アライアンス 18 組織へ STARDUST NxtGen を貸与し、共通のセキュリティ基盤上でサービスを提供することに成功した。これにより、複数の組織が共通のプラットフォームを利用し、効率的にセキュリティ対策を実施できるようになった。</p> <p>CURE(Cybersecurity Universal Repository)の実運用では、外部組織へのデータ提供を開始し、セキュリティデータの安全な活用を促進した。これにより、研究データの共有と利活用が進み、さらなる技術開発や改善に寄与しており、社会実装が進められている。</p>

<ul style="list-style-type: none"> 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) 調査した IoT 機器数(「パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査」の評価時に使用) 	<p>とデータに対する操作権限を細かく制御することが可能となった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 のデータ開放を開始した。CURE を安全に利用するための制度設計(利用規約の策定、利用登録手続きの整備)、効率的なデータ探索を可能にする CURE Web UI の機能拡張(ワンクリックでの詳細データ表示)、複数ユーザの同時利用を想定した基盤の構築(メモリ使用の最適化等)を行なった。 ダークネットトラフィック分析により、マルウェア活動を検知・分析・解明する技術を発展させ、特に、ボットネットの追跡技術を構築した。 <ul style="list-style-type: none"> 宛先ポート番号の多重集合もしくはスキャンパケットの同期性を分析することにより、世界初のスキャナグループ自動追跡技術(BOTRACKER)を構築した。これにより、ボットネットの成長の軌跡の追跡を実現した。 ダークネット観測・分析を複数の組織で効果的に実現する連合学習技術を国立台湾大学と連携して構築した。その成果を IEEE Trans. Emerg. Topics Comput. に投稿・採録(Impact Factor=7.691)された。 ライブネット観測に基づくアラートスクリーニング技術の高度化を実現した。 <ul style="list-style-type: none"> 新たなコスト考慮型学習及びオーバーサンプリング手法を提案し、アラートデータの極端な不均衡問題を効果的に対処できる技術を構築した。前年度の手法と比べ、検知性能の大幅な向上を実現(再現率 99.687%、誤検知率 0.001%)した。本研究成果は国際ジャーナル Applied Sciences に採録された。 効率的なインシデント解析の実現に向けて、アラートの群集性や空間的・時間的相関性に基づくアラート集約技術を開発した。実 SOC 環境にて得られたデータを用いて評価をした結果、手動調査が必要なアラートを 83.98%削減することに成功した。 パケットから抽出した特徴量を活用した機械学習に基づく侵入検知手法を開発し、その研究成果は IEEE Access に採録された。 	<p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ダークネットトラフィック分析により、マルウェア活動を検知・分析・解明する技術を発展させ、特に、ボットネットの追跡技術を構築した。宛先ポート番号の多重集合もしくはスキャンパケットの同期性を分析することにより世界初のスキャナグループ自動追跡技術を構築し、これにより、ボットネットの成長の軌跡の追跡を実現した。ダークネット観測・分析を複数の組織で効果的に実現する連合学習技術を台湾大学と連携して構築し、その成果を IEEE Trans. Emerg. Topics Comput. に投稿して採録された。 ライブネット観測に基づくアラートスクリーニング技術の高度化を実現した。新たなコスト考慮型学習及びオーバーサンプリング手法を提案し、アラートデータの極端な不均衡問題を効果的に対処できる技術を構築し、前年度の手法と比べ、検知性能の大幅な向上を実現(再現率 99.687%、誤検知率 0.001%)した。本研究成果は国際ジャーナル Applied Sciences に採録された。効率的なインシデント解析の実現に向 	<p>ダークネットトラフィック分析により、マルウェア活動を検知・分析・解明する技術を発展させ、特にボットネットの追跡技術を構築した。宛先ポート番号の多重集合もしくはスキャンパケットの同期性を分析することにより世界初のスキャナグループ自動追跡技術を構築し、これによりボットネットの成長の軌跡の追跡を実現したことは、科学的意義・社会実装につながる取組の両面で評価できる。</p> <p>現在までの研究開発成果をもとにした国産セキュリティ製品のテスト環境構築、同様に CYXROSS Agent の政府端末への導入、解析者コミュニティの形成等、社会実装に向けて高く評価できる。</p>
--	--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • ソースコード・バイナリコード分析技術の高度化を実現した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ Javascript を抽象構文木に変換した上で特徴量化することで、Javascript に起因するフィッシングサイトの検知精度の向上を実現した。本成果は IEEE Access に採録された。 ・ C 言語のソースコードをグラフ化する際に、変数のコンテキストを付与可能な形でグラフ表現することに成功した。 ・ シンボル情報が消去されたマルウェア検体に対してライブラリ関数とユーザ定義関数の特定を実現する技術を構築した。これにより、マルウェアサンプルの機能推定の精度向上を実現した。 • サイバーセキュリティシステムの判断の説明可能性向上に貢献した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 前年度までに実施していたフィッシングサイト検知を発展し、AI がフィッシングサイトであると判定する根拠となった画像領域を指し示す技術を構築した。 ・ IDS(侵入検知システム)が検知した事象について、複数のアルゴリズムの分析結果を組み合わせることにより、その攻撃のタイプを類推する技術を検討し、PoC を構築した。 <p>【研究開発成果の移転及び利用】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 現実的なサイバーセキュリティ技術の研究開発を実施すべく、機構内部のオペレータとの連携を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 研究開発チームのメンバーが週に1回、オペレータとしての業務を実施する体制を構築した。 ・ 上述のダークネットトラフィック分析技術について、オペレータによるフィードバック・改善の繰り返しを実施した。 ・ 上述のアラートスクリーニング技術の新機能を実装し、セキュリティオペレーションセンターの対応能力向上の可能性を評価した。 • JST 新技術説明会にて前年度開発したスキャンのフィンガープリント自動抽出技術(特許出願済)について説明し、産業連携を模索した。 <p>【データ収集・共有・公開】</p>	<p>けて、アラートの群集性や空間的・時間的相関性に基づくアラート集約技術を開発した。実 SOC 環境にて得られたデータを用いて評価をした結果、手動調査が必要なアラートを 83.98%削減することに成功した。パケットから抽出した特徴量を活用した機械学習に基づく侵入検知手法を開発し、その研究成果は IEEE Access に採録された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • ソースコード・バイナリコード分析技術の高度化を実現した。Javascript を抽象構文木に変換した上で特徴量化することで、Javascript に起因するフィッシングサイトの検知精度の向上を実現し、本成果は IEEE Access に採録された。C 言語のソースコードをグラフ化する際に、変数のコンテキストを付与可能な形でグラフ表現することを成功した。シンボル情報が消去されたマルウェア検体に対してライブラリ関数とユーザ定義関数の特定を実現する技術を構築した。これにより、マルウェアサンプルの機能推定の精度向上を実現した。 <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 次世代 STARDUST (STARDUST NxtGen)の研究開発において、模擬環境の設計・VM/NW 配備・稼働テストなど含む構築・運用を自動化するマネジメントシステムを開発し、従来比約 10 倍の高速化を達成した。また、解析中の隔離された VM から情報取得・VM 操作等をステルスに実 	
--	---	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • 前年度公開したダークネット系研究データ「NICT Darknet Dataset 2022」を随時追加して公開した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 提供実績：[全期間] 国内5件、国外5件、[そのうち令和5年] 国内3件、国外2件。 • 表層ウェブ/ダークウェブクローリングによる大規模レポジトリを構築し、そのデータを共同研究先に共有した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 表層ウェブクローラを開発・運用し、日本語・英語のセキュリティレポートを約2万2千件収集した。脆弱性やエクスプロイトに関する情報のデータベースのうち、アクセス可能なものはすべて収集した。収集した情報は神戸大学、早稲田大学、DIRECT に提供した。 • ダークウェブクローラを開発・運用し、ダークウェブ上のマーケットサイトならびにフォーラムサイトに存在するセキュリティ関連情報を収集した。マーケットサイトで販売されているマルウェアなどのセキュリティ関連商品情報は約1万件、フォーラムサイトに投稿されているセキュリティ関連のスレッドを約20万件収集した。 <p>【共同研究や産学官連携の状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 総務省の電波資源拡大のための研究開発プロジェクト MITIGATE が前年度末に終了したが、その後も同コミュニティでの共同研究を継続した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ MITIGATE の全メンバーが集まる会合を定期的に設けており、引き続きお互いの研究活動を共有した。 ・ 九州大学と、マルウェア分析及び異常通信検知技術で連携し、本年度に共著論文ジャーナル2件、国際会議4件、国内研究会3件を発表した。 ・ 神戸大学とは脅威情報分析及び IoT 機器の感染状況調査で連携した。本年度に共著国際会議1件発表した。リサーチアシスタントとしても学生1名を採用した。 • MITIGATE 以外の国内研究開発機関との連携も実施した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 神戸大学の小澤研究室との連携：ダークネット分析及びフィッシング対策技術にて連携した。連名で、国内研究会にて2件発表した。 ・ 兵庫県立大学との連携：フィッシングサイト検知技術とその説明可能性検証について連携した。 	<p>行するライブフォレンジック機能を開発した。さらに、スケーラビリティ・ポータビリティを向上させるリファクタリングを行った。17 サーバに分散していたサービス群を Docker コンポーネントにより整理・集約することで、CURE との情報連携も含むセキュリティ観測・分析・実験・評価基盤を実現した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ(CURE)のアクセス制御機能開発として、CURE (CURE Web UI)に、Publisherごとのロールベースのアクセス制御機能を実装した。これにより、ユーザのロールに応じた設定パラメータを用いて、各ユーザがアクセス可能なデータの範囲とデータに対する操作権限を細かく制御することが可能となった。 • 日本最速・最高品質のセキュリティ関連まとめサイト『piyolog』自動化に向け、同プロトタイプモデルのコアの一つである文書要約エンジンの開発を開始した。既存の日本語向けの単一文書要約モデルをファインチューニングする方針を取り、逐次当該タスクに適用した場合の要約性能の評価を実施した。また、同時に piyolog が参照した複数の記事を入力に要約を実行し、キュレーション記事を生成する複数文書要約モデルを構築した。話題の移り変わりが早いサイバーセキュリティ分野に適合するよう、高サイクルに再学習が行えるような要約モデルの構築を検討した。 	
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 神奈川工科大学との連携:リサーチアシスタントという形で学生を機構に採用することにより、密な連携を実現した。論文2件を投稿した。 ・ 欧州・米国連携を積極的に推進した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ Telecom SudParis と連携:学生インターンを2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、及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で合意した。 ・ Imperial College London と連携し、JSPS Research Fellow として4か月間の受入を行った。 ・ University of New Brunswick 及び York 大学(カナダ)との連携を強化し、研究員1名を3か月派遣の上、後日研究員2名を1か月派遣した。今後学生インターンの受入及び共同論文執筆を目指していくことで合意した。 ・ CCS の workshop として、新たに ARTMAN を提案した。米英仏を含む、各国の AI に関する研究者と連携して会議を運営した。次年度の CCS 2024 にも改めて ARTMAN 開催に向けた提案をしていくことで合意した。 ・ 台湾の研究開発機関との連携を積極的に推進した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 国立台湾大学との連携:ダークネットトラフィック分析、及び説明可能 AI に関する研究にて連携しており、本年度は IEEE Transactions on Emerging Technologies を含む2件の論文発表を実現した。また、学生インターン2名を受け入れた。 ・ 国立台湾科技大学を軸とした TACC との連携:IoT セキュリティに関する研究開発を実施し、学生の夏期インターン2名受け入れた。 ・ NICS との連携:発足したばかりの台湾の政府系研究開発機関であり、本年度から連携の検討を開始した。研究者2名を3か月間、機構に派遣して連携することで合意した。 ・ 国立中正大学との連携:画像分析技術について連携し、まずは学生を機構に1か月程度派遣してもらうことで合意した。 ・ CyCraft の連携:本年度に入ってから、定期的な情報交換ではなく、共同論文執筆を目指して連携することで合意し 	<p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CYNEX アライアンス 18 組織への STARDUST NxtGen の貸与を開始した。さらに、CYNEX アライアンス向けサービスを STARDUST NxtGen アーキテクチャに基づくインフラ上で提供することを可能とし、本インフラ上で AC-CURE(外部公開予定の CURE)の構築・運用を実現した。 ・ 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 のデータ開放を開始した。CURE を安全に利用するための制度設計(利用規約の策定、利用登録手続きの整備)、効率的なデータ探索を可能にする CURE Web UI の機能拡張(ワンクリックでの詳細データ表示)、複数ユーザの同時利用を想定した基盤の構築(メモリ使用の最適化等)を行なった。 ・ NIRVANA 改可視化システムは Linux にて稼働するシステムであるが、これを Web ブラウザ上で稼働するようシステムの移植を行い、民間企業へ技術移転を行った。Web アプリケーション化により、専用端末・専用ネットワークが不要、ソフトウェアの配布が不要になるなど、システム管理・利用の利便性が大幅に向上した。 	
--	--	--	--

た。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た。

【セキュリティキュレーションの自動化に向けた文書要約エンジンの開発】

- 日本最速・最高品質のセキュリティ関連まとめサイト『piyolog』自動化に向け、同プロトタイプモデルのコアの一つである文書要約エンジンの開発を開始した。既存の日本語向けの単一文書要約モデルをファインチューニングする方針を取り、逐次当該タスクに適用した場合の要約性能の評価を実施した。また、同時に piyolog が参照した複数の記事を入力に要約を実行し、キュレーション記事を生成する複数文書要約モデルを構築した。話題の移り変わりが早いサイバーセキュリティ分野に適合するよう、高サイクルに再学習が行えるような要約モデルの構築を検討した。

【読者による認知及び要約評価指標の両面から他の要約技術と性能比較する枠組の構築】

- 自動文書要約の分野では既に大規模言語モデル(LLM)が一般に実用されているが、それらの既存技術と当該研究によるモデルの性能の違いを検討するべく、OSINT 用途での実用面を焦点に、様々な LLM 等との要約結果の比較を行う手法の検討及び構築を開始した。当該手法では、既存の要約評価指標による定量評価とともに、セキュリティオペレーションを行う担当者が業務の一環として OSINT を行う際のコンテキストで、要約結果に重要な情報の取り落としや偽情報の挿入がないか等を人間系で評価する。この枠組みで Preliminary 評価を行った結果、既存の LLM では、事案の日付、事案に関連するステークホルダー、事案の影響、事案に関連した脆弱性等でハルシネーションが発生し、piyokango 氏の求める要約品質にはまだ到達できていないことが明らかになった。
- 複数組織のエンドポイントから攻撃情報を収集し、MITRE ATT&CK(マイター アタック)の攻撃記述フレームワークに沿って、組織をまたぐ俯瞰的な分析を可能にする横断分析機能を開発した。Interop Tokyo 2023 で動態展示を行った。
- NIRVANA 改可視化システムは Linux にて稼働するシステムであるが、これを Web ブラウザ上で稼働するようシステムの移植を行い、民間企業へ技術移転を行った。Web アプ

	<p>リケーション化により、専用端末・専用ネットワークが不要、ソフトウェアの配布が不要になるなど、システム管理・利用の利便性が大幅に向上した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 新 NICTER システムの実装及び導入を行った。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した。国内外約 40 組織に設置してある NICTER センサの一部を新システムに置き換え、従来と比較し、よりシステムの安定稼働と耐障害性が向上した。また、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進めた。 <p>(イ)エマージング技術に対応したネットワークセキュリティ技術</p> <p>【ITU-T SG17 勧告化完了】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和元年から令和2年度にかけて取り組んだ総務省委託案件「5G ネットワークにおけるセキュリティ確保に向けた調査・検討等の請負」の成果である「5G ネットワーク構築のためのセキュリティガイドライン第一版」は現在総務省の Web ページにおいて公開されている。当該ガイドラインをベースとして ITU-T SG17 における勧告化に向けたワークアイテムの提案を実施し、本年度“Security controls for operation and maintenance of 5G network systems”のタイトルで勧告化が完了した。 <p>【5G セキュリティ検証基盤の拡張】</p> <ul style="list-style-type: none"> • これまで取り組んできた 5G ネットワークの基本的なセキュリティ検証の次のステップとして、より実地的な 5G ネットワークにおけるセキュリティ検証、つまり、ユースケース固有のセキュリティ検証に向けた機構内 5G セキュリティテストベッドへのユースケース実装への準備として、OSS の様々なネットワーク構成の実装やパフォーマンステストを実施した。 <p>【外部研究機関連携とプロジェクト立ち上げ・参画】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和5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等の請負」において、5G のみならず Beyond5G/6G も視野に入れたセキュリティに関する 		
--	--	--	--

包括的な調査を実施し、関係者への直接インタビューも交えた最新情報に関する調査を実施した。特に、サイバーセキュリティ研究室では 5G セキュリティ検証に特化したテストベッドである米国“5G Security Test Bed”の調査を担当した。令和6年1月に、当該テストベッドのマネジメントを担う CTIA のキーパーソン5名に対面でのインタビューを実施した。本インタビューでは、参加を希望する民間企業を募り、エリクソンの商用 5G ネットワークを活用した 5G セキュリティに特化したテストベッドを運用している実例に関して有益な情報を得ることができた。加えて、OpenAirInterface プロジェクト(EURECOM)への参画や、CTIA へのメンバーシップ加盟に向けた調整を開始した。

【RTL 回路(Register-Transfer Level)に対する不正動作検証技術の開発】

- ハードウェアトロジャン検出システムのプロトタイプを研究開発した。検出対象は FPGA(Field Programmable Gate Arrays)上で動作する RTL 回路に挿入されたハードウェアトロジャンである。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。これによりハードウェアトロジャンによって引き起こされる、仕様とは異なる伝播(情報流出など)を検知する。その原因となる回路部分をハードウェアトロジャンとして検出する。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、提案システム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。本成果は国内学会(電子情報通信学会ハードウェアセキュリティ研究会)にて発表した。また、シミュレーション時に RTL 回路に効率的に入力を与えるファジング技術の有効性を調査・発表し、情報処理学会 SLDM 研究会優秀発表賞を受賞した。

【IoT 機器のファームウェア検証のための SBOM 情報の自動推定技術のプロトタイプ開発】

- IoT 機器のファームウェアの SBOM(ソフトウェア部品表)の作成支援を目的に、ソフトウェア部品を自動推定するシステムのプロトタイプを開発した。本システムでは学習フェーズとして、ファームウェアの ro(read only)セクションから文

字列情報を抽出し、ファームウェアを構成するライブラリ等の部品を推定するモデルを Doc2Vec により構築する。このモデルを用いて対象ファームウェアのソフトウェア部品を自動推定する。本システムの特徴はモデルの構築に文字列情報を用いることで、IoT 機器の CPU アーキテクチャ(ARM や MIPS など)への依存度を下げている点にある。これにより本システムは様々な CPU アーキテクチャのファームウェアに対して横断的に使用できる。

【コネクテッドカーセキュリティ検証】

- トヨタ自動車とサイバーセキュリティ研究室に加えて、機構内電磁波研究所が連携し、実車両に対して ITS(Intelligent Transport Systems)通信の電波を悪用したリプレイ攻撃を実験した。本実験は前年度からの継続であるが、本年度においては実車両の ECU や走行速度などの条件を変更しながら、より網羅的に調査した。また、現実的な攻撃シナリオにおいて、実車両の CAN インペーダへの耐性を調べるための実験をした。

【セキュリティ・プライバシー研究の参加者属性の偏り及び方法論の調査】

- NTT 研究所と連携し、先行研究の調査参加者の居住地が WEIRD(Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic)に分類される国に偏っていることを解明した。また、この問題点を踏まえたうえで、今後の参加者募集方法を提言した。当該研究をまとめた論文を USENIX Security Symposium(SEC'24)に投稿し、採択された。

【パブリック/社内向けのセキュア開発ガイドラインの活用状況の比較調査】

- NTT 研究所と連携し、ソフトウェア開発の現場でのセキュア開発ガイドラインの参照・活用状況を調査した。米国 396 名、日本 474 名のソフトウェア開発者及び管理者を対象にオンライン調査を実施し、米国と比較して日本では社内向けガイドラインが遵守される傾向が強いことを実証した。当該研究をまとめた論文を Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI'23)に投稿し、採択された。

【オンライン詐欺や犯罪へ誘導する SNS 投稿文の類型化と特徴分析】

	<ul style="list-style-type: none"> 横浜国立大学と連携し、昨今社会問題となっている、SNS を介して一般人を詐欺に陥れた犯罪の実行犯として巻き込むメッセージの分析を行った。“高額バイト”等の検索語でヒットした SNS 投稿文を類型化し、その特徴の分析を行い、詐欺や犯罪に関連する投稿を引用・再投稿をするアカウント間の関連性を明らかにした。当該研究をまとめた論文をコンピュータセキュリティシンポジウム(CSS2023)で発表し、同シンポジウムの表彰制度にある「CSS 奨励賞」を受賞した。 <p>【ユーザのセキュリティ・プライバシーに関する悩みの解明】</p> <ul style="list-style-type: none"> 前年度の同テーマの研究の続きとして、NTT 研究所、早稲田大学等と連携し、専門家でないユーザの Q&A サイトにおけるセキュリティ・プライバシー関連の 400 件以上の質問を質的に分析した結果を研究論文としてまとめ、同論文が IEICE Transactions on Information and Systems に採録された。 		
	<p>(2)暗号技術</p> <p>(ア)安全なデータ活用を実現する暗号・プライバシー保護技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 異なる企業データフォーマットを統合したプライバシー保護連合学習技術 DeepProtect の実証実験:高度委託共同研究の下、神戸大学及び EAGLYS 株式会社と連携し、大規模な顧客データを持つ4銀行に協力をいただき実証実験を開始した。前年度までに抽出された課題として、各銀行のデータフォーマットが統一されていない点が指摘されていた。各銀行のデータから解析できるデータを精査し、これらのデータフォーマットを統一し、不正利用検知の精度の向上を目指した実証実験である。 銀行データを用いた DeepProtect の継続学習の適用:機械学習による不正防止策の検討に積極的な4銀行と協力し、DeepProtect を用いて、不正送金検知を目的とした実証実験を実施した。より精度の高い解析を可能とするために、神戸大学及び株式会社エルテスと連携し、継続的な学習による不正利用検知エンジンを生成し、実証実験に適用した。本研究に関し平成 30 年に執筆した論文の参照数が多大であるとして、IEEE Signal Processing Society の Best 	<p>(2)暗号技術</p> <p>量子コンピュータ実機による現代暗号の安全性評価において、現在広く利用されている公開鍵暗号の安全性の根拠の1つである離散対数問題を量子コンピュータで解く研究について、計算機実験用プログラムを精査することでより厳密な実験結果の取得に成功するとともに、前年度に世界で初めて提案した「量子コンピュータで離散対数問題の解が得られたこと」の理論的な定義の正確性を保証する結果を示した。</p> <p>プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect の銀行以外の企業への応用として、銀行以外の手企業からの業務委託契約により提供いただいた取引データを用いた実証実験を実施した。機械学習に使用する共通特微量を選定・統合、プライバシー保護</p>	<p>【暗号技術】</p> <p>量子コンピュータ実機による現代暗号の安全性評価において、現在広く利用されている公開鍵暗号の安全性の根拠の1つである離散対数問題を量子コンピュータで解く研究について、計算機実験用プログラムを精査することでより厳密な実験結果の取得に成功するとともに、前年度に世界で初めて提案した「量子コンピュータで離散対数問題の解が得られたこと」の理論的な定義の正確性を保証する結果を示したことは、科学的意義として評価できる。</p> <p>プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect の銀行以外の企業への応用として、銀行以外の手企業からの業務委託契約により提供いただいた取引データを用いた実証実験をした。機械学習に使用する共通特微量</p>

	<p>Paper Awardを受賞した。IEEE の Signal Processing Society での受賞であり、世界的にも注目される研究である。</p> <ul style="list-style-type: none"> • DeepProtect の銀行以外の企業への応用: 銀行以外の大手企業からの業務委託契約により提供いただいた取引データをを用いた実証実験を実施した。機械学習に使用する共通特徴量を選定・統合し、プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect を活用した連合学習モデルを作成し、個別学習モデルでは不正取引と判定できなかったデータが、連合学習で判定可能となった。 • 分散学習の下での精度及び通信効率の向上: 差分プライバシーを考慮した分散学習において、一部の参加者のみが学習プロセスに関わる部分的な学習参加 (Partial Worker Attendance) を可能とするアルゴリズムを提案した。全参加者が学習プロセスに関わる場合と比較して通信コストを半減でき、同程度の精度を達成した。さらに、分散型確率的勾配降下法の新しいアルゴリズムを提案し、通信効率の向上を実現し、大規模なデータセットとモデルを使用したコスト効率の高い分散型深層学習が実現できることを示した。本研究の論文は採択率 24% の難関国際会議や、Impact Factor=3.9 の論文誌に採録されるなど、世界の評価が高い。 • 差分プライバシーに配慮した機械学習: 東北大学と連携し、差分プライバシーのためラプラスノイズをデータに付加し、そのデータを使用した機械学習により、人間の脈拍波形から睡眠時無呼吸症候群の有無が検出可能であることを確認した。また、個人情報を含むデータの匿名化の指標となる再識別と差分プライバシーとの関係性を評価した。 • 決定木を用いる機械学習: 決定木は機械学習の代表的なアルゴリズムだが、プライバシーを考慮した方式は、性能とのバランスの観点から課題が多く実利用に至るケースは少ない。複数の組織が保有するデータを互いに秘匿しながら学習でき、学習により得られたモデルから学習で利用したデータの漏洩を防ぐことが可能となる乱択決定木アルゴリズムを提案した。また、効率的な勾配ブースティング決定木ベース連合学習方式に基づく、複数のローカルサーバが連携して学習を繰り返す連合学習システム及び方法に関し特許を出願した。 	<p>連合学習技術 DeepProtect を活用した連合学習モデルを作成し、個別学習モデルでは不正取引と判定できなかったデータが、連合学習で判定可能となった。</p> <p>令和3年度から令和5年度にかけて軽量暗号の安全性、実装性能、標準化動向に関する技術動向調査・評価を国内有識者に依頼し、これらの結果に基づいて本ガイドラインの改定を実施し、「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(軽量暗号)2023 年度版」を策定した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 軽量ブロック暗号 PRINCE、QARMA の安全性評価において、充足可能性問題を解くソルバーを使用した暗号解析について、差分特性と線形特性を厳密に評価するための並列化フレームワークを提案するとともに、PRINCE と QARMA に適用し、既存評価よりも厳密な差分特性が高速に取得できることを示した。 • 量子コンピュータ実機による現代暗号の安全性評価において、現在広く利用されている公開鍵暗号の安全性の根拠の1つである離散対数問題を量子コンピュータで解く研究につい 	<p>を選定・統合、DeepProtect を活用した連合学習モデルを作成し、個別学習モデルでは不正取引と判定できなかったデータが、連合学習で判定可能となったことは、科学的意義・社会的価値の両面で評価できる。</p> <p>令和3年度から5年度にかけて軽量暗号の安全性、実装性能、標準化動向に関する技術動向調査・評価を国内有識者に依頼し、これらの結果に基づいて改定した「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(軽量暗号)2023 年度版」の策定は、社会的価値が極めて高いものとして評価できる。</p>
--	---	---	--

- 分散学習の下での精度向上プライバシーポリシーの理解促進: プライバシーポリシーで使用される技術用語と個人情報保護法に対する日本人ユーザの理解度に関する調査を行い、米国ユーザの理解度と比較した。また、ヘルスケアアプリを利用する際の利用動機とプライバシー懸念に関する調査やプライバシーポリシーユーザ理解支援ツールを構築した。本研究に係る論文はコンピュータセキュリティシンポジウム 2023 及びユーザブルセキュリティワークショップ 2023 の優秀論文賞に選ばれ、注目度の高い研究である。
 - 公開鍵検索可能暗号の機能性・安全性の向上: 検索時の安全性を強化した一般的構成と、前方秘匿性を付加する一般的構成を提案した。また、放送型公開鍵検索可能暗号について、完全匿名性を実現する一般的構成を提案した。提案方式は、耐量子計算機性を持つ方式である。また、NHK との共同研究により、外部匿名性を満たす一般的構成を提案し、コンテンツ配信における放送型公開鍵検索可能暗号装置として特許を出願した。
 - 検索可能暗号の試作及び検証: 検索可能暗号を用いたストレージ・チャットシステムについてプロトタイプシステムを構築し、NICT オープンハウス 2023 にて一般来場者向けに試用した。また検索可能暗号を用いたセキュアシステムに関するアンケート調査を実施した。
 - メタバース分野への応用可能な認証方式: 小型衛星・小型ロケットアップリンク用のセキュア暗号通信における鍵同期方式機構を提案し、さらに、プロトタイプ実装と結線通信評価を実施した。既存の地上システムでは鍵同期のためにインタラクションやカウンタなどの状態保持が必要だが、提案した鍵同期方式機構ではそれらが不要となる。これにより、通信が不安定な場合や、宇宙線等の影響で搭載機器にエラーが発生するような過酷な環境においても、高信頼な動作を可能とした。
 - メタバース分野のなりすまし防止のための要件抽出: メタバース分野のセキュリティに対する課題を検討し、機構独自でオンライン会議参加者のなりすましを検知するフレームワークを考案し知財化を進めた。また、メタバース分野のセキュリティに対する課題を検討している企業と情報で、計算機実験用プログラムを精査することでより厳密な実験結果の取得に成功するとともに、前年度に世界で初めて提案した「量子コンピュータで離散対数問題の解が得られたこと」の理論的な定義の正確性を保証する結果を示した。
 - 機械学習による不正防止策の検討に積極的な 4 銀行と協力し、DeepProtect を用いて、不正送金検知を目的とした実証実験を実施した。より精度の高い解析を可能とするために、神戸大学及び株式会社エルテスと連携し、継続的な学習による不正利用検知エンジンを生成し、実証実験に適用した。
 - 差分プライバシーを考慮した分散学習において、一部の参加者のみが学習プロセスに関わる部分的な学習参加 (Partial Worker Attendance) を可能とするアルゴリズムを提案した。全参加者が学習プロセスに関わる場合と比較して通信コストを半減でき、同程度の精度を達成した。さらに、分散型確率的勾配降下法の新しいアルゴリズムを提案し、通信効率の向上を実現し、大規模なデータセットとモデルを使用したコスト効率の高い分散型深層学習を実現できることを示した。
- 【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。
- プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect の銀行以外の企業への応用として、銀行以外の手企業からの業務委託契約により提供いた

	<p>交換し、共同して課題を分析し、課題解決方法を検討することで合意した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 機能性暗号技術の機能性向上：電気通信大学との共同研究にて、暗号化制御システムでの改ざん検知に鍵付き準同型暗号への応用を提案した。また、オンライン会議やグループチャットなどの参加者の途中離脱、途中参加に対して、適切に鍵更新を行うことができ、効率的に会議内容やチャット内容を視聴し、発言が可能な参加者などを制御できる方式を提案した。 プライバシー保護技術の性能評価：メタバース分野でのプライバシー保護やセキュリティ強化に有用な技術である秘匿計算について、通信ラウンド数を最小化した際の任意の秘匿計算における通信複雑度を解明した。下限を大幅に改善（入力長に対して線形オーダーから指数オーダーに増加）し、代表的な暗号機能について従来方式が最適であることを明らかにした。 耐量子計算機性を持つ認証方式：匿名放送型認証において匿名性、短い暗号文、ターゲット選択の自由度の3要素を同時に満たすことはできない。この制限のもとで、多数のIoTデバイスを同時に制御するため、ターゲット選択の自由を犠牲にした暗号文サイズ $O(\log N)$となる格子ベースの実用的な方式を提案した。 大規模システムのモジュール的構成のための構成部品：プライバシー保護機能を提供するシステムのモジュール的構成に有用な群構造維持署名方式について、匿名技術との親和性が高くメッセージ数が大きくなったとしても署名長を一定サイズに保つことが可能な方式を提案した。研究に関する論文では、使用する署名方式について、現実に近い状況設定での安全性証明を示すことに成功し、暗号分野では最難関の論文誌に採録された。 	<p>だいた取引データを用いた実証実験を実施した。機械学習に使用する共通特徴量を選定・統合、プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect を活用した連合学習モデルを作成し、個別学習モデルでは不正取引と判定できなかったデータが、連合学習で判定可能となった。</p> <ul style="list-style-type: none"> メタバース分野への応用可能な認証方式：小型衛星・小型ロケットアップリンク用のセキュア暗号通信における鍵同期方式機構を提案し、さらに、プロトタイプ実装と結線通信評価を実施した。既存の地上システムでは鍵同期のためにインタラクションやカウンタなどの状態保持が必要だが、提案した鍵同期方式機構ではそれらが不要となる。これにより、通信が不安定な場合や、宇宙線等の影響で搭載機器にエラーが発生するような過酷な環境においても、高信頼な動作を可能とした。 深層学習による軽量ブロック暗号 PRESENT の安全性評価に関して、PRESENT、差分攻撃に脆弱な改良型 PRESENT、そして線形攻撃に脆弱な改良型 PRESENT に対し、深層学習を使用したブラックボックス設定での暗号文予測攻撃と平文回復攻撃を適用することで、深層学習ベースの攻撃に耐性のある共通鍵暗号アルゴリズムの設計方針の一部を明らかにした。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p>	
	<p>(イ)暗号技術及び安全性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 軽量ブロック暗号 PRINCE、QARMA の安全性評価：兵庫県立大学との共同研究により、充足可能性問題（SAT: Boolean Satisfiability Problem）を解くソルバーを使用した暗号解析について、差分特性と線形特性を厳密に評価するための並列化フレームワークを提案するとともに、PRINCE と QARMA に適用し、既存評価よりも厳密な差分 		

	<p>特性が高速に取得できることを示した。本研究に関する論文は難関国際会議 SAC2023 で採録された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 深層学習による軽量ブロック暗号 PRESENT の安全性評価：東海大学、兵庫県立大学との共同研究により、PRESENT、差分攻撃に脆弱な改良型 PRESENT、そして、線形攻撃に脆弱な改良型 PRESENT に対し、深層学習を使用したブラックボックス設定での暗号文予測攻撃と平文回復攻撃を適用することで、深層学習ベースの攻撃に耐性のある共通鍵暗号アルゴリズムの設計方針の一部を明らかにした。本研究に関する論文は国際論文誌 Journal of Information Processing に採録されるとともに、Specially Selected Paper に選出され、非常に注目度の高い成果となった。 • 多変数公開鍵暗号 (MPKC) の安全性評価：秋田大学、東京都立大学との共同研究により、MPKC の安全性の根拠である多変数二次連立方程式の求解問題 (MQ 問題) を効率良く解くための代表的なアルゴリズムである F4 アルゴリズムの計算処理と M4GB アルゴリズムのメモリ使用量を効率化することで、MPKC の実用上安全なパラメータの選定に貢献した。具体的には、F4 アルゴリズムを適用する際に選択した多項式の個数をどのように分割すれば効率良く計算できるかを考察し、計算処理を最大7倍まで効率化することに成功した。本研究に関する論文は国際論文誌 MDPI Cryptography に採録された。また、M4GB アルゴリズムを適用する際に計算効率を低下させることなく、メモリ使用量を最大 25%まで削減することに成功した。こちらの成果は国際論文誌 JSIAM に採録された。 • コミュニケーションツールに導入されるエンドツーエンド暗号化技術 (E2EE) の安全性評価：兵庫県立大学、NEC との共同研究により、LINE、Zoom、Webex などのコミュニケーションツールに導入される E2EE 技術の安全性解析に関する最新動向を招待論文としてまとめ、情報処理学会論文誌に掲載された。 • 分散型 SNS プロトコルに導入されるエンドツーエンド暗号化技術 (E2EE) の安全性評価：兵庫県立大学、NEC との共同研究により、分散型 SNS プロトコル Nostr に導入される E2EE 技術の安全性解析を実施し、複数の脆弱性を発見す 	<ul style="list-style-type: none"> • 異なる企業データフォーマットを統合した DeepProtect の実証実験に関して、高度委託研究の下、神戸大学及び EAGLYS 株式会社と連携し、大規模な顧客データを持つ4銀行に協力をいただき実証実験を開始した。前年度までに抽出された課題として、各行のデータフォーマットが統一されていない点が指摘されていた。各銀行のデータから解析できるデータを精査し、これらのデータフォーマットを統一し、不正利用検知の精度の向上を目指した実証実験である。 • 平成 28 年度版のガイドラインを改定し、「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(軽量暗号)2023 年度版」を策定した。令和5年度版では、新たに開発された軽量暗号、特に、米国 NIST の最終選考方式 ASCON を独自に評価した内容や、ISO 等の標準化動向の調査内容を含めたガイドラインとした。 • 銀行データを用いた DeepProtect の継続学習の適用に関して、機械学習による不正防止策の検討に積極的な4銀行と協力し、DeepProtect を用いて、不正送金検知を目的とした実証実験を実施した。より精度の高い解析を可能とするために、神戸大学及び株式会社エルテスと連携し、継続的な学習による不正利用検知エンジンを生成し、実証実験に適用した。 	
--	---	---	--

るとともに、これらの脆弱性を悪用した攻撃手法とこれらの攻撃への対策手法を提案した。なお、Nostr の設計者に対して脆弱性報告を実施したところ、報告した脆弱性の一部が速やかに修正されたことを確認した。本研究に関する論文は、コンピュータセキュリティシンポジウムの学生論文賞を受賞した。

- ワイドブロック認証暗号 AEZ、Adiantum、HCTR2 の安全性評価: NTT、NEC、三菱電機、名古屋大学、NIST との共同研究により、ワイドブロック認証暗号 AEZ、Adiantum、HCTR2 に対して Key Committing (KC) 安全性の解析を実施した。KC 安全性の解析とは、2つの異なる入力組(平文、秘密鍵、など)から同じ値の出力組(暗号文、タグ)を得る確率を評価することである。結果として、特に AEZ に関して、2つの異なる秘密鍵から現実的な計算量で KC 安全性を破ることができることを示した。また、AEZ において KC 安全性を保証するための対策案についても提示した。本研究に関する論文は、暗号の難関国際論文誌 IACR Transaction on Symmetric Cryptology に採録された。
- 量子コンピュータ実機による現代暗号の安全性評価: 慶応大学、三菱 UFJ フィナンシャルグループ、みずほフィナンシャルグループとの共同研究により、現在広く利用されている公開鍵暗号の安全性の根拠の1つである離散対数問題を量子コンピュータで解く研究について、計算機実験用プログラムを精査することでより厳密な実験結果の取得に成功するとともに、前年度に世界で初めて提案した「量子コンピュータで離散対数問題の解が得られたこと」の理論的な定義の正確性を保証する結果を示した。本研究に関する論文は、難関国際論文誌 IEEE Transactions on Quantum Engineering 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 NICT Quantum Camp (NQC) における暗号分野での貢献: NQC において、現代暗号に対する量子コンピュータの脅威について講義を実施した。特に、現代暗号の安全性の根拠として利用される数学的な問題を量子コンピ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。

	<ul style="list-style-type: none"> • TLS で使用されているストリーム暗号 ChaCha に対する安全性評価: 大阪大学との共同研究により、ChaCha に対する既存の差分攻撃において、これまで重要視されていなかった PNB と呼ばれる性質に着目し、この性質を網羅的に解析することで ChaCha に対する攻撃可能ラウンド数の上界を初めて評価した。また、ChaChaと同様の構造を持つストリーム暗号 Salsa に対しても同様に評価した。 • 軽量暗号ガイドラインの改定: 令和3年度から令和5年度にかけて軽量暗号の安全性、実装性能、標準化動向に関する技術動向調査・評価を国内有識者に依頼し、これらの結果に基づいて平成 28 年度版のガイドラインを改定し、「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(軽量暗号)2023 年度版」を策定した。令和5年度版では、新たに開発された軽量暗号、特に、米国 NIST の最終選考方式 ASCON を独自に評価した内容や、ISO 等の標準化動向の調査内容を含めたガイドラインとした。 • 耐量子計算機暗号(PQC)ガイドライン改定に向けた技術動向調査・評価: CRYPTREC では令和5年度に PQC ワーキンググループ(WG)を立ち上げ、令和6年度末までに令和4年度版ガイドラインを改定することが決定された。そして、WG では、PQC の技術動向について調査し、把握するとともに、改定すべき項目等について議論した。このガイドラインは、現在でも米国 NIST の PQC 標準化プロジェクトにおける選考の第4ラウンド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になっている状況を踏まえ、それらの状況を加味した改定となる。 • 世界で広く利用されている主要な公開鍵暗号の安全性の予測図の更新: 令和5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。 		
	<p>(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)】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 集合演習 <ul style="list-style-type: none"> ・実施回数: 110 回開催 	<p>(3)サイバーセキュリティに関する演習</p> <p>CYDER では、集合演習は 100 回以上開催し、受講者数は受講申込者数</p>	<p>【サイバーセキュリティに関する演習】</p> <p>サイバーセキュリティ演習の実施において、CYDER、RPCI に加えて、大阪・関西万博向けのサイバー防御講</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 受講者数: 3,742 人 • オンライン演習 <ul style="list-style-type: none"> ・ オンライン入門コース: 申込総数 1,113 人、受講者数 797 人(全 60 日) ・ プレ CYDER: 申込総数 1,399 人、受講者数 1,166 人(全 58 日) • 令和5年度までにおける累計集合演習受講者数は 23,000 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5年度においても、国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等が、組織のネットワーク環境を模擬した環境で、実践的な防御演習を行うことができるプログラムを提供することにより 3,000 人規模でセキュリティオペレーターを育成した。 • 令和4年3月改定の「地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」では、実際に情報漏えい等の情報セキュリティインシデントが発生した場合に備え、受講が望まれる訓練として CYDER の受講が推進されており、令和4年度に 2,395 名だった地方公共団体職員の受講者数が令和5年度には 2,639 名と増加していることから、本事業の有用性が実証されている。 • 全国 47 都道府県で集合演習を開催(年間 100 回程度)し、国の機関、地方公共団体と共に重要インフラ事業者等にも受講機会を提供した。 • 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従来の入門コースにプレ CYDER を新設し、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、手話通訳手配等、多様な受講者の参加を全面的にサポートした。 • 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、スケジュールに反映した。 • 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、よりリアルな演習の提供へと繋がっている。 	<p>を含め 3,700 人を超え、オンライン演習も実施し、国内最大規模の演習になり我が国のセキュリティ能力の底上げに貢献した。</p> <p>RPCI では3年度連続受講者が増え、受講者満足度は 94%となった。また、RPCI 公式サイトに特定講習概要の比較ページを新たに作成するとともに、情報処理安全確保支援士に必要なスキルと有効なトレーニングについて、整理したコンテンツを公式サイト比較ページ上で提供した。</p> <p>CIDLE は、令和5年9月より大阪・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大阪・関西万博関連組織のサイバーセキュリティの強化に貢献した。</p> <p>SecHack365 では、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強化する「社会実装ゼミ」の実施や、選抜メンバーに対して専門家からのレビューを与える機会を提供する等の取組を新規実施した。また、受講者の指導においては、修了生をアシスタントとしてアサインし、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。さらに、台湾</p>	<p>習(CIDLE)を開始するとともに、特に地方自治体や中小規模の組織のセキュリティ対応能力を強化した。また、SecHack365 では、「社会実装ゼミ」の実施など新たな取組を増やすとともに、修了生をその後も活動支援することによりコンタクトを継続し、人材確保やコミュニティ形成へ活かしている。これらの取組は 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。</p>
--	--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> 令和3年度よりオンラインコースを新設し、地理的・時間的要因等により CYDER 集合演習が受講できない方へも対応した。 特に令和5年度においては、小規模な自治体等では時間的・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 を試行実施した。ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施した。 ナショナルサイバートレーニングセンターからの受講対象組織へのパンフレット送付やメールでのご案内、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により、CYDER の認知度は年々上がり、令和5年度までに、国の機関・指定法人・独立行政法人(127 組織)の未受講組織数を7年間で 98%減、地方公共団体(1,788 組織)の未受講組織数を7年間で 86%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。 東京・大阪開催においては、受講を望む組織が多く、例年申込受付開始直後に満席となっており、受講までの調整時間を要する地方公共団体は申込機会を逃していた状況である。本年度、A コース東京回の追加開催を実施するにあたり、関東エリアの未受講自治体へ事前に声かけし先行申込を行った結果、東京都の離島地域からも申込みがあり未受講自治体解消へ繋がった。 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し、令和5年度には、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られるような自己点検ツールを整備・公表した。 <p>【万博向けサイバー防御講習(CIDLE)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和5年9月より、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大阪・関西万博関連組織のサイバーセキュリティの強化に貢献した。 	<p>NICS Cyber Blue Range Competition へ参加する等、国際連携を推進した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 実践サイバー演習(RPCI)に関して、当機構が持つ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実績に基づいた、情報処理安全確保支援士向け特定講習を令和3年度より提供開始しているが、令和5年度は10回開催し受講者数は受講申込者数を含め249人となり3年度連続受講者が増え、受講者満足度は94%となった。より効果的な周知活動を行うため、令和5年度は情報処理安全確保支援士の公開データや受講者アンケートから受講者の分析を行い、その結果を活かし SNS 等での情報発信や告知を行った。また、RPCI 公式サイトに特定講習概要の比較ページを新たに作成するとともに、情報処理安全確保支援士に必要なスキルと有効なトレーニングについて、整理したコンテンツを公式サイト比較ページ上で提供した。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
--	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> 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 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、オンラインコースである CIDLE オンラインカレッジ I、CIDLE オンラインカレッジエレメント I 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、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や、集合演習及び講義を関西にて開催する等、きめ細やかな対応を実施した。 <p>【実践サイバー演習(RPCI)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 実施回数: 10 回開催 受講者数(受講申込者数を含め): 249 人 3年度連続受講者増(令和3年度: 57 人、令和4年度: 218 人、令和5年度: 249 人) 受講者満足度: 94%(令和3~5年度の通年、令和5年度単年ともに) 5段階評価での5(大変満足)と4(満足)を合算 <ul style="list-style-type: none"> より効果的な周知活動を行うため、令和5年度は情報処理安全確保支援士の公開データや受講者アンケートから受講者の分析を行い、その結果を活かし SNS 等での情報発信を行った。また、RPCI 公式サイトに特定講習概要の比較ページを新たに作成した。 <ul style="list-style-type: none"> メールマガジンの定期的配信や告知等を実施した。 SNS での情報発信や告知を行った。 支援士としてインシデントレスポンスに関わる部分について公式サイト比較ページ上で特筆し、RPCI のアピールに繋げた。 情報処理安全確保支援士に必要なスキルと有効なトレーニングについて、整理したコンテンツを公式サイト比較ページ上で提供した。 	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 実践的サイバー防御演習(CYDER)に関して、集合演習は 110 回開催し、受講者数は受講申込者数を含め 3,742 人となった。令和5年度までにおける累計集合演習受講者数は 23,000 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が、令和5年度においても、国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等が、組織のネットワーク環境を模擬した環境で、実践的な防御演習を行うことができるプログラムを提供することにより 3,000 人規模でセキュリティオペレーターを育成した。令和4年3月改定の「地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」では、実際に情報漏えい等の情報セキュリティインシデントが発生した場合に備え、受講が望まれる訓練として CYDER の受講が推進されており、令和4年度に 2,395 人だった地方公共団体職員の受講者数が令和5年度には 2,639 名と増加していることから、本事業の有用性が実証されている。 万博向けサイバー防御講習(CIDLE)に関して、令和5年9月より、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大阪・関西万博関連組 	
--	---	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> 当機構が持つ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実績に基づいた、情報処理安全確保支援士向け特定講習を令和3年度より提供開始した。 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。(※令和5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、RPCI 含め2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能とし、高い受講者満足度を得られた。 <ul style="list-style-type: none"> 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か月間受講可能で、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、ベンダーへの依頼、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、前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4年度に引き続き、令和5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。 	<p>織のサイバーセキュリティの強化に貢献した。</p> <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 実践的サイバー防御演習(CYDER)に関して、全国47都道府県で集合演習を開催(年間100回程度)し、国の機関、地方公共団体と共に重要インフラ事業者等にも受講機会を提供した。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従来の入門コースにプレCYDERを新設し、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、手話通訳手配等、多様な受講者の参加を全面的にサポートした。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、スケジュールに反映した。 万博向けサイバー防御講習(CIDLE)に関して、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や、グループワーク・ロールプレイ等を中心とした万博向けインシデント対応演習であるCIDLE集合演習I、オンラインコースであるCIDLEオンライ 	
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> 前年度の実施結果に加え聞き取り調査、受講者アンケートの結果を踏まえた開催日程を設定した。7月末及び1月末の資格更新登録期限の直前月は土曜日の開催を含む月2回ずつの開催とする等、受講者ニーズに応えた日程で演習を提供し、取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施した。 【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。 幅広い人材を社会に輩出するための継続した育成プログラムを、年間を通じ実施した。 交流や講義などインプットはオフライン、発表はオンラインをメインとして、それぞれを効果的に活用し、開発の意識を促進できるようにプログラム実施形態の工夫を行った。また、平成29年度以来の機構見学も行った。 <ul style="list-style-type: none"> 実施回数: 集合イベントを年間で6回開催(オフライン3回/オンライン3回) 受講者数: 40名・修了者数: 38名 修了生イベント(SecHack365 Returns)のオフライン開催(令和5年12月9日)78名の参加があった。外部見学者として企業等を招待し、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。 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強化する「社会実装ゼミ」の実施や、選抜メンバーに対して、専門家からのレビューを与える機会を提供する等の取組を新規実施した。 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 289名)。 	<p>ンカレッジ、CIDLE オンラインカレッジ エレメント等を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 若手セキュリティイノベーター育成プログラム(SecHack365)に関して、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強化する「社会実装ゼミ」の実施や、選抜メンバーに対して専門家からのレビューを与える機会を提供する等の取組を新規実施した。 <p>【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】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 実践的サイバー防御演習(CYDER)に関して、令和3年度よりオンラインコースを新設し、地理的・時間的要因等によりCYDER集合演習が受講できない方へも対応した。特に令和5年度においては、小規模な自治体等では時間的・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を試行実施した。ICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施した。 万博向けサイバー防御講習(CIDLE)に関して、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、より基礎的な内容を受講者自身のペースに合わ 	
--	---	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • 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、今後も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期待できる。 • 受講者(トレーニー)の指導においては、修了生をアシスタントとしてアサインした。修了生アシスタント提案によるオンラインミーティングやイベントの実施、講義の実施や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、修了生の成果の発表機会の提供や、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。 • 国際連携においては、台湾 NICS Cyber Blue Range Competition へ参加する等、国際連携を推進した。 	<p>せて学習できるオンラインコースの提供や、集合演習及び講義を関西にて開催する等、きめ細やかに対応を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 若手セキュリティイノベーター育成プログラム(SecHack365)に関して、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(これまでの延べ修了生数 289名)。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、今後も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期待できる。 <p>【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】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 実践的サイバー防御演習(CYDER)に関して、地理的・時間的要因を理由に集合演習の受講機会を逃している未受講自治体の解消を目的とするCYDER開催地の調整、オンライン環境で集合演習と同等品質の演習を実現する「オンライン実践コース」の実証実験を実施し、新たな演習形態を提供した。対象組織へのパンフレット送付やメールでのご案内、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
--	--	---

		<p>動等の周知活動により、CYDER の認知度は年々上がり、令和5年度までに、国の機関・指定法人・独立行政法人(127 組織)の未受講組織数を7年間で 98%減、地方公共団体(1,788 組織)の未受講組織数を7年間で 86%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。東京・大阪開催においては、受講を望む組織が多く、例年申込受付開始直後に満席となっており、受講までの調整時間を要する地方公共団体は申込機会を逃していたため、本年度、追加開催を実施するにあたり未受講自治体へ事前に声かけした結果、離島地域からも申込みがあり未受講自治体解消へ繋がった。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(GSIRT の成熟度)について測るための評価軸を設計し、令和5年度には、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られるような自己点検ツールを整備・公表した。</p> <ul style="list-style-type: none">• 万博向けサイバー防御講習(CIDLE)に関して、令和5年9月より、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大阪・関西万博関連組織のサイバーセキュリティの強化に貢献した。• 若手セキュリティイノベーター育成プログラム(SecHack365)に関して、受	
--	--	--	--

		<p>講者(トレーニー)の指導においては、修了生をアシスタントとしてアサインした。修了生アシスタント提案によるオンラインミーティングやイベントの実施、コミュニティでの現役生へのサポート等、当プログラムの修了生が指導だけではなく運営側の支援も実施した。当事業を通じて毎年輩出される修了生の修了後の活動を支援することで、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。国際連携においては、台湾 NICS Cyber Blue Range Competition へ参加する等、国際連携を推進した。</p>	
	<p>(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成</p> <ul style="list-style-type: none"> • CYNEX アライアンスが 10 月 1 日に発足後、参画組織は 61 組織となった。各 Co-Nexus 毎の内訳は A:32、S:14、E:5、C:35 組織であった。準備期間からアライアンス正式発足後も参画組織は徐々に増えており、当初計画・目標(令和7年度 40 組織)を大きく上回る産学官の結節点となった。 • 解析者コミュニティをコアとして活動継続、アライアンス発足後、参画組織は 32 組織まで増加した。参画内訳は大企業7、中小企業2、教育機関 10、官公庁7、その他社団法人等6であった。コミュニティ参画メンバーは 180 名規模となり、情報共有と解析者の交流を目的とした Co-Nexus A 会合を年4回し、4回とも 90 名規模の参加者であった。また、サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST NxtGen の貸与を開始し、18 組織に提供した。 	<p>(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成</p> <p>Co-Nexus A WarpDrive Project では、参加ユーザの拡大と継続利用の促進を目的として、攻殻機動隊配信用アニメーション映画とコラボした意匠の刷新とゲーミフィケーションの追加を実施した。さらに、新たに家庭内の IoT 機器等のネットワーク機器のサービス状況や脆弱性情報の情報収集を目的とした機能追加を実施した。令和5年ではタチコマ SA にローカルネットワークスキャン機能を実装した。また、サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST NxtGen の貸与を開始し、18 組織に提供した。一部重要なインフラ組織では、Co-</p>	<p>【サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成】</p> <p>サイバーセキュリティ産学官連携拠点たる CYNEX アライアンスの設立により、産学官が連携して ICT 人材の育成を推進している。アライアンスに参加する企業や大学は 60 組織を超え、非常に影響力のあるアライアンスとなった。共同研究や研修プログラムの実施を通じて、最新の技術と知識を共有している。これまでの Co-Nexus における民間企業や大学高専といった高等教育機関を巻き込んだ参加ユーザの継続的拡大が寄与している。これら取組により、現場で求められるスキルを持つ人材の育成が加速している。最</p>

	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報や進行中のインシデント情報など機微な情報、取扱範囲の精緻な制御が必要な情報を取り扱う為に令和5年度は新たに WarpDrive、LETTICE の二つのサブコミュニティを設立した。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と連携体制を構築した。WarpDrive コミュニティでは第1回 WarpDrive Workshop を開催、WarpDrive 参画組織から 30 名が参加し、研究開発成果、解析手法についての情報共有を行った。 Co-Nexus A WarpDrive Project では、参加ユーザの拡大と継続利用の促進を目的として、攻殻機動隊配信用アニメーション映画とコラボした意匠の刷新とゲーミフィケーションの追加を実施した。さらに、新たに家庭内の IoT 機器等のネットワーク機器のサービス状況や脆弱性情報の情報収集を目的とした機能追加に着手し、令和5年度ではタチコマ SA にローカルネットワークスキャン機能を実装した。 高度セキュリティ人材育成では、オンライン SOC 研修プログラムにおいて 22 名(10 組織)、OJT では4名(3組織)の育成を実施した。 国産脅威情報の生成と発信においては、NICTER ダークネットの観測結果を四半期毎にブログにまとめ公表した他、NICTER 解析チームの公式 X(旧 Twitter)では月毎にダークネットで観測した攻撃の宛先ポートの傾向や観測事象について発信した。 <ul style="list-style-type: none"> NICTER Blog の発信: 5件 X(旧 Twitter) (@nicter.jp) の発信: 37 件 NICTER ダークネット観測の過程で IoT 機器等製品の脆弱性やその悪用によるボットへの感染事象を発見した際には、製品開発者やシステムの運用者、ICT-ISAC や定点観測友の会、NISC や総務省等政府関係機関と情報共有を行った。製品脆弱性については本年度、2件の JVN 公表(5件の CVE 番号)が行われた。また一部の製品については製品開発者に直接脆弱性の届出を実施し、海外のセキュリティカンファレンス(Black Hat Europe 2023)で攻撃手法の詳細に関する発表を行った。さらに、令和5年1年間の 	<p>Nexus C が提供する演習教材の利用を検討、利用に向けて整備が進められ、民間企業や、大学、高専といった高等教育機関では、実際に講義での利用が開始された。</p> <p>その他にも、令和5年1年間の NICTER プロジェクトの観測結果をまとめた NICTER 観測レポート 2023 の公表、IoT 機器向けファジングツールの有用性を検証するためのテスト環境の構築・保守し、製品の目的に合わせた新たな導入機器の選定も支援し、ツールの検証やそれによる改善に寄与、解析者コミュニティに関して WarpDrive、LETTICE の二つのサブコミュニティを設立し解析者コミュニティの強化と連携体制を構築した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> CYNEX アライアンスが10月1日に発足後、参画組織は 61 組織となった。各サブプロジェクト(Co-Nexus)の内訳は A(accumulation & analysis)が 32 組織、S(security operation & sharing)が 14 組織、E(evaluation)が 5 組織、C(Cyber open platform)が 35 組織であった。準備期間からアライアンス正式発足後も参画組織は徐々に増えており、当初計画・目標 	<p>先端技術が直ちに社会実装できる基盤も自ら整えている。これら一連の取組は、社会実装につながるものとして評価できる。</p>
--	---	---	---

	<p>NICTER プロジェクトの観測結果をまとめた NICTER 観測レポート 2023 を公表した(令和6年2月 13 日)。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国産 WAF(Web アプリケーションファイアウォール)製品を受け入れて海外製有力製品との性能比較検証を行うことで国産製品の有用性を確認し、改善点を明らかにし、開発元へフィードバックを行った。 • マルウェア対策技術のテスト環境の構築を行い、最新の攻撃に使用されたマルウェアを用いて有用性を検証し、検知可能な特徴や未検知のマルウェアの特徴を解析し、製品へのフィードバックを行った。 • IP レピュテーションサービスを受け入れ、機構内の実トラフィックデータや海外製有力製品との性能比較検証を行うことで国産製品の有用性を確認し、開発元へフィードバックを行った。 • IoT 機器向けファジングツールの有用性を検証するためのテスト環境の構築・保守し、製品の目的に合わせた新たな導入機器の選定も支援し、ツールの検証やそれによる改善に寄与した。 • Co-Nexus E では6種の製品検証を実施した。 • 大学・民間企業等 35 組織が Co-Nexus C へ参画した。CYDER 由来の演習教材を順次受け入れると共に、CYNEX オリジナル演習教材として、これまでの演習教材ニーズ調査やヒアリングを基に令和5年度、14 種の演習を新たに開発した。これまでの一般的な ICT ユーザ組織や官公庁に加え、令和5年度には3組織から重要インフラ組織を顧客として、Co-Nexus C が提供する演習教材を利用した演習が提供された。その他にも民間企業や、大学、高専といった高等教育機関でも、実際に講義での利用が開始され、令和5年度では 25 種類の演習が合計 82 回利用・提供された。加えて、トレーナーを育成するため、トレーニングに必要なスキルセットを身につけるためのトレーナーズトレーニングの開発も実施した。 	<p>(R7 年度 40 組織)を大きく上回る産学官の結節点となっている。</p> <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Co-Nexus A WarpDrive Project では、参加ユーザの拡大と継続利用の促進を目的として、攻殻機動隊配信用アニメーション映画とコラボした意匠の刷新とゲーミフィケーションの追加を実施した。さらに、新たに家庭内の IoT 機器等のネットワーク機器のサービス状況や脆弱性情報の情報収集を目的とした機能追加に着手し、令和5年ではタチコマ SA にローカルネットワークスキャン機能を実装した。 • 解析者コミュニティをコアとして活動継続、アライアンス発足後、参画組織は 32 組織まで増加した。参画内訳は大企業7、中小企業2、教育機関 10、官公庁7、その他社団法人等6であった。コミュニティ参画メンバーは 180 名規模となり、年4回実施している会合のうち、各回 90 名規模の参加者であった。また、サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST NxtGen の貸与を開始し、18 組織に提供した。 • 大学・民間企業等 35 組織が Co-Nexus C へ参画した。CYDER 由来の演習教材を順次受け入れると共に、CYNEX オリジナル演習教材として、これまでの演習教材ニーズ調査やヒアリングを基に令和5年度、14 種の演習を新たに開発した。一部重要なインフラ組織向けにも、Co-Nexus C が提供する演習教材を利用した演 	
--	---	--	--

		<p>習が3組織より提供された。その他にも民間企業や、大学、高専といった高等教育機関でも、実際に講義での利用が開始され、令和5年度では25種類の演習が合計82回利用・提供された。加えて、トレーナーを育成するため、トレーニングに必要なスキルセットを身につけるためのトレーナーズトレーニングの開発も実施した。</p> <p>【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】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高度セキュリティ人材育成では、オンラインSOC研修プログラムにおいて22名(10組織)、OJTでは4名(3組織)の育成を実施した。 • 大学・民間企業等35組織がCo-Nexus Cへ参画した。CYDER由来の演習教材を順次受け入れると共に、CYNEXオリジナル演習教材として、これまでの演習教材ニーズ調査やヒアリングを基に令和5年度、14種の演習を新たに開発した。一部重要なインフラ組織向けにも、Co-Nexus Cが提供する演習教材を利用した演習が3組織より提供された。その他にも民間企業や、大学、高専といった高等教育機関でも、実際に講義での利用が開始され、令和5年度では25種類の演習が合計82回利用・提供された。加えて、トレーナーを育成するため、トレーニングに必要なスキルセットを身につけるためのトレーナーズトレーニングの開発も実施した。 <p>【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</p>	
--	--	--	--

		<p>して計画に従って着実に実施されたか】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none">• 国産脅威情報の生成と発信においては、NICTER ダークネットの観測結果を四半期毎にブログにまとめ公表した他、NICTER 解析チームの公式 twitter(X)では月毎にダークネットで観測した攻撃の宛先ポートの傾向や観測事象について発信した。観測の過程で IoT 機器等製品の脆弱性やその悪用によるボットへの感染事象を発見した際には製品開発者やシステム運用者、NISC や総務省等政府関係機関等と情報共有を行った。製品脆弱性については2件の JVN 公表(5件の CVE 番号)が行われた。また一部の製品については開発者に直接脆弱性の届出を実施し、海外のセキュリティカンファレンス(Black Hat Europe 2023)で攻撃手法の詳細に関して発表した。さらに、令和5年1年間の NICTER プロジェクトの観測結果をまとめた NICTER 観測レポート 2023 を公表した。• 国産 WAF(Web アプリケーションファイアウォール)製品を受け入れて海外製有力製品との性能比較検証を行うことで国産製品の有用性を確認し、改善点を明らかにし、開発元へフィードバックを行った。マルウェア対策技術のテスト環境の構築を行い、最新の攻撃に使用されたマルウェアを用いて有用性を検証し、検知可能な特徴や未検知のマルウェアの特徴を解析し、製品へのフィードバック	
--	--	--	--

		<p>を行った。IoT 機器向けファジングツールの有用性を検証するためのテスト環境の構築・保守し、製品の目的に合わせた新たな導入機器の選定も支援し、ツールの検証やそれによる改善に寄与した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析者コミュニティをコアとして活動継続、アライアンス発足後、個人情報や進行中のインシデント情報など機微な情報、取扱範囲の精緻な制御が必要な情報を取り扱う為に令和5年度は新たにWarpDrive、LETTICEの二つのサブコミュニティを設立した。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と連携体制を構築した。WarpDriveコミュニティでは第1回 WarpDrive Workshop を開催、WarpDrive 参画組織から 30 名が参加し、研究開発成果、解析手法についての情報共有を行った。 	
	<p>(5)パスワード設定等に不備のあるIoT 機器の調査</p> <ul style="list-style-type: none"> NOTICE に参画した国内 ISP 83 社が保有する約 1.12 億 IPv4 アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月1回の頻度で実施した。その結果、国内に存在する Telnet 及び SSH、HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を 10,000 台以上発見し、通知を行った。令和5年度においては、延べ 61,845 件のパスワード設定に不備のある IoT 機器を注意喚起対象として ISP に通知した。 毎月の継続した調査及び ISP への通知により、ISP から機器所有者に対する注意喚起が実施され、その結果として Telnet 及び SSH におけるパスワード設定に不備のある注意喚起対象機器は、継続的に減少傾向にある。 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 	<p>(5)パスワード設定等に不備のあるIoT 機器の調査</p> <p>NOTICE に参画した国内 ISP 83 社が保有する約 1.12 億 IPv4 アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月1回の頻度で実施し、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 10,000 台以上発見し、通知を行った。令和5年度においては、延べ 61,845 件のパスワード設定に不備のある IoT 機器を注意喚起対象として ISP に通知した。</p> <p>毎月の継続した調査及び ISP への通知により、ISP から機器所有者に対</p>	<p>【パスワード設定等に不備のあるIoT 機器の調査】</p> <p>参画した国内 ISP 83 社と協力して、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 10,000 台以上発見している。令和5年度においては、延べ 61,845 件のパスワード設定に不備のある IoT 機器を注意喚起対象として ISP に通知している。また、新たに HTTP(S)のフォーム認証に対する調査システムの新機能を開発し、8,000 台以上の HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を発見し、ISP に通知している。これらの取組に</p>

	<p>台になり得るリスクのある機器を調査し、計 20 万件以上の ISP に対する通知を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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5年度は1日平均で約980 件のマルウェア感染済みIoT 機器を検知し、通知を行った。 調査において発見した国内で販売・利用がされている IoT 機器の内、ハードコードされた ID/パスワードの調査に加え、未知の脆弱性等が存在しないかを調査した。その結果、これまでに複数の機器に関する脆弱性を発見し、関連機関に対して脆弱性報告を行った。 前年度まで調査対象としていた Telnet 及び SSH、HTTP(S) の Basic/Digest 認証に加えて、新たに HTTP(S)のフォーム認証に対する特定アクセス試行を可能とする調査システムの新機能を開発し、調査を実施した。数十万台規模の HTTP(S)のフォーム認証が稼働する国内機器に対する調査の結果、8,000 台以上の HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を発見し、ISP へ通知を行った。 特定した機器に対して実機を用いた独自検証を行い、当該機器が不正アクセスされた際にマルウェア感染や DoS 攻撃への悪用等のリスクが無いか確認するため、複数の実機を用意し、ログイン成功後に実行可能な悪用方法について検証を行った。結果として多数の機器において不正ログイン成功後の悪用が可能であり、特定の機器においては1台で 300Mbps を超える大量の DoS 通信を外部に向けて送信可能であることを明らかにした。 NOTICE 事業は、当初は令和5年度末までの時限措置として規定されていたところ、同法の改正により令和6年度以降は新しい NOTICE として事業内容を拡充しつつ継続実施となることが決定した。これを受けてナショナルサイバーオペレーションセンターでは、現在の事業の成果と、社会状況の変化等を踏まえた新しい NOTICE 事業の検討に取り組んだ。具体的には、既存の実施計画を改正法に即した形に改定するため、全面的な見直し作業を実施したほか、新設されるサイバーセキュリティ対策助言等業務の具体的な業務内容の検討を推進した。 	<p>する注意喚起が実施され、その結果として Telnet 及び SSH におけるパスワード設定に不備のある注意喚起対象機器は、継続的に減少傾向にある。新たに HTTP(S)のフォーム認証に対する特定アクセス試行を可能とする調査システムの新機能を開発し、調査を実施した。数十万台規模の HTTP(S)のフォーム認証が稼働する国内機器に対する調査の結果、8,000 台以上の HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を発見し、ISP へ通知を行った。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> NOTICE に参画した国内 ISP 83 社が保有する約 1.12 億 IPv4 アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月1回の頻度で実施した。その結果、国内に存在する Telnet 及び SSH、HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を 10,000 台以上発見し、通知を行った。令和5年度においては、延べ 61,845 件のパスワード設定に不備のある IoT 機器を注意喚起対象として ISP に通知した。 毎月の継続した調査及び ISP への通知により、ISP から機器所有者に対する注意喚起が実施され、その結果として Telnet 及び SSH におけるパス 	<p>より、IoT 機器を端緒としたサイバー防御に大きく貢献している。</p>
--	--	---	---

		<p>ワード設定に不備のある注意喚起対象機器は、継続的に減少傾向にある。</p> <ul style="list-style-type: none">調査において発見した国内で販売・利用がされている IoT 機器の内、ハードコードされた ID/パスワードの調査に加え、未知の脆弱性等が存在しないかを調査した。その結果、これまでに複数の機器に関する脆弱性を発見し、関連機関に対して脆弱性報告を行った。 <p>【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】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none">NOTICE に参画した国内 ISP 83 社が保有する約 1.12 億 IPv4 アドレスに対して特定アクセス試行による調査を月 1 回の頻度で実施した。その結果、国内に存在する Telnet 及び SSH、HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を 10,000 台以上発見し、通知を行った。令和5年度においては、延べ 61,845 件のパスワード設定に不備のある IoT 機器を注意喚起対象として ISP に通知した。毎月の継続した調査及びISP への通知により、ISP から機器所有者に対する注意喚起が実施され、その結果として Telnet 及び SSH におけるパスワード設定に不備のある注意喚起対象機器は、継続的に減少傾向にある。前年度まで調査対象としていた Telnet 及び SSH、HTTP(S) の	
--	--	--	--

		<p>Basic/Digest 認証に加えて、新たに HTTP(S)のフォーム認証に対する特定アクセス試行を可能とする調査システムの新機能を開発し、調査を実施した。数十万台規模の HTTP(S)のフォーム認証が稼働する国内機器に対する調査の結果、8,000 台以上の HTTP(S)のパスワード設定不備の機器を発見し、ISP へ通知を行った。</p>	
		<p><課題と対応> 【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>(課題) 国際的な活動を今以上に推進・アピールし、日本のセキュリティ技術の海外でのプレゼンスをさらに高めていただきたい。</p> <p>(対応) ご意見ありがとうございます。新型コロナウイルス感染症の5類感染症移行に伴い、令和5年度は海外研究機関とのシンポジウム開催や研究者派遣、海外からのインターン受入など、国際的な活動をさらに推進しています。「サイバーセキュリティ研究開発の世界的中核拠点を目指す」という目標を研究所ホームページなどで発信しながら、難関国際会議での研究発表や国際標準化活動を行い、日本のセキュリティ技術の海外でのプレゼンスを高めています。</p>	

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. 研究開発の成果の最大化その他の事業の質の向上に関する事項 1. 重点研究分野の研究開発等 (4)ユニバーサルコミュニケーション分野		
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			予算額(百万円)	10,884	20,360	22,140		
招待講演数※1	-	7	2	21			決算額(百万円)	4,970	4,153	8,722		
論文被引用総数※2	-	6	4	1			経常費用(百万円)	5,533	11,828	7,004		
過年度発表を含む論文被引用総数※3	-	6	49	167			経常利益(百万円)	△316	△281	△298		
実施許諾件数	-	58	62	63			行政コスト(百万円)	5,665	12,858	8,190		
報道発表件数	-	2	1	1			従事人員数(人)	28	29	33		
共同研究件数※4	-	17	16	13								
標準化や国内制度化の寄与件数	-	0	0	1								

標準化や国内制度化 の委員数	-	0	0	0								
-------------------	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

- ※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数
- ※2 当該年度に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。
- ※3 過去3年間(ただし、今中長期期間の始期である令和3年度以降を対象とし、令和3年度は1年間、令和4年度は2年間とする)に発表した査読付き論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく被引用の総数(当該年度の3月調査)。
- ※4 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(当該年度の3月末調査)。
- ※5 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 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		評価	S
		S			
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 • 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。 		<p>1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野</p> <p>深層学習など AI 技術を活用した誰もが分かり合えるユニバーサルコミュニケーションの実現を目指した研究開発を推進しており、特に第5期の中間年としては、多言語コミュニケーション技術での GCP2025 目標の達成に向けた社会実装を見据えた活動と、社会知コミュニケーション技術での次期主要課題の解決に向けた技術強化と社会的価値の具体化の活動を推進することが重要であり、多言語コミュニケーション技術では、同時通訳データを年度計画の2倍となる6言語を増加させ、最終目標の実装言語数である計15言語を前倒して構築するなど目標達成に向け大きく前進させたこと、さらに、大阪万博における要請に対応した任意2言語間のチャック翻訳を実現するチャック分割とユニバーサル翻訳モデルの統合と技術移</p>		<p><評価に至った理由></p> <p>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。</p> <p>主な状況は以下のとおり。</p>	

<p><指標> 【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 		<p>転を実現したこと、台湾企業の日本進出を契機に明確化された中国語の繁体字対応の高度化の要請に対応した文脈を考慮した簡体字・繁体字変換エンジンの開発と技術移転を実現したことは、年度計画を大きく超える極めて高い成果である。社会知コミュニケーション技術では、仮想人格技術の研究開発強化への活用を念頭にした大規模言語モデルNICT LLMを短期間で開発し、日本語特化型では世界最大の大規模言語モデルとなる 3,110 億パラメータのモデルまで複数の大規模言語モデルを開発するとともに、その基本性能を評価するなどの大規模言語モデルに関する極めて高い科学的成果をあげており、加えて、大規模言語モデルの最も重大な課題であるハルシネーションに関するWISDOM X を活用した裏取り技術に関する開発など高い研究成果も上げている。また、民間企業等へのデータ、NICT LLM 提供に備えた事前学習用データの構築の推進や、これら学習用データ、試作した NICT LLM の外部提供を可能にするための法的整理を実施したことも極めて重要な価値ある成果である。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」とした。</p>	
	<p>(1)多言語コミュニケーション技術 (ア)音声コミュニケーション技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 講演・会議音声コーパスについて、韓国語 760 時間、スペイン語、フランス語、フィリピン語、ブラジルポルトガル語各 400 時間、インドネシア語、ミャンマー語各 320 時 	<p>(1)多言語コミュニケーション技術</p> <p>自動同時通訳技術の社会実装に向け、音声合成や翻訳技術の高速化や軽量化など社会実装を進める上で意義の高い研究開発の成果をあげており、特</p>	<p>【多言語コミュニケーション技術】</p> <p>グローバルコミュニケーション計画 2025 の目標達成に向けて多言語コミュニケーション技術の社会実装活動を推進した。具体的には、音声認識と翻訳</p>

	<p>間、タイ語 220 時間、ベトナム語、クメール語、モンゴル語、ネパール語各 150 時間、総計 3,820 時間分を構築した。訛り英語の認識精度改善を目的として、日本人の英語音声コーパス 100 時間を構築し、中国人の英語音声コーパス 1000 時間を調達した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 講演、会議の音声認識用テストセット SPREDS-D1(英語)を商用利用可能なライセンス(CC BY 4.0)で公開した。さらに、日英中韓をはじめとする重点 15 言語の講演音声認識用テストセット SPREDS-P1 を公開した。 • 中国語の講演音声については誤りがあるが音声認識結果を読んである程度理解できるレベル(準実用レベル)、韓国語の講演音声については、計画を上回る、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)の音声認識性能を達成した。これらの成果を総務省委託研究開発の令和5年度の実証実験に提供した。 • 機構が対応する 22 言語すべてについて End-to-End 音声認識モデルを開発するとともに、社会実装に利用可能な音声認識エンジンを開発した。日常会話に関して性能を評価したところ、認識誤りが現行モデルに対して 32%減少し、CPU のみでリアルタイム処理可能(4スレッドで RTF=0.21、従来方式は 0.19)となった(いずれも 22 言語の平均値)。 • 会議等において発話がオーバーラップした際に音声認識精度が著しく劣化する問題に対して、オーバーラップ区間の音声認識精度改善のために生成モデルを導入するとともに、話者音声区間の検出精度改善のために Speaker Mask モデルを導入する手法を提案し、擬似的なデータで評価実験を行ったところ、単語誤り率(WER)が 11.8%から 5.8%に改善され、話者発話区間の誤検出率も 2.9%から 1.1%まで改善した。 • 令和4年度に考案した Transducer-based language embedding に基づく言語識別手法を商用の言語識別エンジンに実装し、ライセンス先に提供した。 • 早口音声合成コーパス(日本語男女各1名、女性:平均話速9mora/sec、男性:10mora/sec)を構築し、音声合成モデルを開発した。 	<p>に、GCP2025 目標の達成に向けては早期に自動同時通訳技術が社会に展開、活用されることが重要であり、機構が対応する 22 言語すべての End-to-End(E2E)音声認識モデルを開発し、日常会話の認識誤りを現行モデル比で 32%減少させつつ、CPU のみでリアルタイム処理を実現した価値の高い成果や、訳出の低遅延化のための多言語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計画より前倒して計9言語に拡張するとともに技術移転を行ったこと。また、元になる同時通訳データについて、年度計画の2倍となる6言語を増加させ、最終目標の実装言語数である計 15 言語を前倒しで構築したことは社会実装の推進の観点で極めて高い成果である。また、大阪・関西万博においては日英中韓越仏の任意2言語間のチャンク翻訳が要請されたことから、チャンク分割とユニバーサル翻訳モデルの統合により要請された言語の任意2言語間のチャンク翻訳を早期に実現し技術移転したことや、台湾企業の日本進出を契機に中国語の繁体字対応の高度化が急遽要請されたことから、文脈を考慮した簡体字・繁体字変換エンジンを開発し、直ちに技術移転したことも高い成果である。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p>	<p>技術の進展により、22 言語の音声認識モデルの開発を行い、日常会話の認識誤りを 32%削減したことは高い科学的意義を有する。</p> <p>日英中韓越仏の任意2言語間チャンク翻訳の実現など、社会的要請に応える形で技術を進化させた。これにより、リアルタイムでの多言語コミュニケーションが可能となり、大阪・関西万博などグローバルなイベントでの利用が期待される。台湾企業との協力により、中国語の簡体字・繁体字変換技術の高度化が実現。これにより、台湾市場への技術移転が成功して高評価を得ており、社会実装が進められている。</p> <p>高速な音声合成モデル及び類似文検索手法を開発し、有力国際会議に採択されたことは、科学的意義を有する。</p>
--	---	--	---

- 基本周波数および話速を制御しても音質劣化が小さく（基本周波数を制御した場合の MOS 値が従来法で 2.93、提案法で 3.93、話速制御でそれぞれ 4.07 と 4.26）、CPU でリアルタイム処理可能なニューラル波形生成モデルを提案した。研究成果をまとめた論文が IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing 誌に採録された。
- 韻律と話速を変換可能な従来の声質変換モデルは、音響モデルとニューラル波形生成モデルを別々に学習する必要があるため変換品質に課題があったが、これらのモデルを同時に学習可能な End-to-End 声質変換モデルを提案し、従来方式よりも高品質な変換(MOS 値が従来法で 3.82、提案法で 4.05)を実現した。研究成果をまとめた論文が Interspeech 2023(採択率 49%)に採録された。
- VoiceTra の音声ログを書き起こすことによりモンゴル語等 11 言語あわせて 810 時間の音声コーパスを構築した。
- 日常会話の音声認識用の多言語テストセットに関して、すでに公開中の 16 言語に加えて新たにドイツ語、イタリア語、ヒンディー語等を追加し、21 言語 22 地域のテストセット SPREDS-U1 として商用利用可能なライセンス(CC BY 4.0)で公開した。
- ウクライナ語の音声認識用に 390 時間の音声コーパスを構築した。
- 日常会話の音声認識に関して、イタリア語で人間レベル、モンゴル語とヒンディー語で軽微な誤りがあるが音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル(実用レベル)の音声認識精度を達成し、8月に VoiceTra で一般公開した。
- フィリピン語、ブラジルポルトガル語、ネパール語、モンゴル語、クメール語について読み誤りが少なく、ほとんどのテキストを明瞭かつ自然に読み上げるレベル(実用レベル)のニューラル音声合成モデルを開発した。令和 5 年 12 月に VoiceTra で一般公開し、外部ライセンス先にリリースを開始した。

【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。

- 従来手法よりも軽量・高速ではあるが表現力豊かな ConvNeXt ネットワークを導入することにより、1 個の論理 CPU を用いて 14.3 倍速で高速に合成可能であり、従来手法に対して 1/8 の計算量となる超高速ニューラル音声合成モデルを開発し、主要国際会議に採録されたこと。
- 高精度ではあったが低速であった従来の kNN NMT に対して、原文の類似文検索により探索空間を大幅に削減すると同時に、単語埋め込みの次元圧縮・量子化により従来の 100 倍以上の高速化(1 文当たり 0.01 秒程度で高速な翻訳)を実現し、難関国際会議に採録されたこと。
- マルチモーダル同時通訳の研究として、世界初となる動画をストリーミング(発話 1 文終了後 1 秒程度)で同時通訳する自動吹替技術を開発し、論文発表とともに、けいはんな R&D フェア 2023 で一般に公開したこと。

【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。

- 機構が対応する 22 言語すべてに End-to-End(E2E)音声認識モデルを開発した。これにより、日常会話の認識誤りが現行モデル比で 32% 減少し、CPU のみでリアルタイム処理可能となったこと。
- 対訳データ量が少ない場合においても翻訳精度を一定程度にするアルゴ

	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法よりも軽量・高速ではあるが表現力豊かな ConvNeXt ネットワークを導入することにより、1個の論理 CPU を用いて 14.3 倍速で高速に合成可能な超高速ニューラル音声合成モデルを提案し、IEEE ASRU 2023(採択率 45%)に採録された。これにより、令和3年度に開発済みの従来手法4個の論理 CPU で 6.7 倍速) に対して計算量が 1/8 となった。 令和6年3月に、21 言語すべてについて超高速ニューラル音声合成モデルを開発し、VoiceTra で一般公開するとともに商用ライセンスの提供を開始した。 ドイツ語、イタリア語で読み誤りが少なく、ほとんどのテキストを明瞭かつ自然に読み上げるレベル(実用レベル)、ヒンディー語、ロシア語、アラビア語で読み誤りが多少あるが明瞭性・自然性は実用上問題ないレベル(準実用レベル)のニューラル音声合成技術を開発し、令和5年12月に VoiceTra で一般公開するとともに、外部ライセンス先にリリースした。 ウクライナ語の音声合成用女性音声コーパスを構築した。ニューラル音声合成モデルを開発し、令和6年3月に VoiceTra で一般公開するとともに、外部ライセンス先にリリースを開始した。 ウクライナ語男声について読み誤りが多少あるが明瞭性・自然性は実用上問題ないレベル(準実用レベル)のニューラル音声合成モデルを開発した。令和5年12月に VoiceTra で一般公開するとともに、外部ライセンス先にリリースした。 	<p>リズムを改良して、90言語の双方向についての日常会話用の翻訳エンジンを開発し、みんなの自動翻訳@TexTra から一般公開したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 大阪・開催万博においては日英中韓越仏の任意2言語間のチャンク翻訳が要請されたことから、年度計画の日↔多言語チャンク翻訳の実現を越えて、チャンク分割とユニバーサル翻訳モデルの統合により早期に任意2言語間のチャンク翻訳を実現し技術移転したこと。また、大阪・関西万博に向け、総務省委託研究の成果として同時通訳スタンドアロンシステムを試作し、展示会等で公開したこと。 	
	<p>(イ)自動同時通訳技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 訳出の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4年度の5言語(日本語、英語、中国語、韓国語、ベトナム語)に4言語(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)を追加し計9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技術移転を上期中に前倒しで行い、社会実装を加速した。令和6年度の拡張のために、元になる、同時通訳データについて言語を3言語増やす目標の2倍の6言語(スペイン語、タイ語、ミャン 	<p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 自動同時通訳の訳出までの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新たに4言語追加し、計9言語に拡張するとともに、計画より前倒しで技術移転を行ったこと。また、元になる同時通訳データについて、年度計画では3言語の増加目標であったところ、2倍の6言語を増加させ最終目標の実装言語数である計15言語を前倒しで構築したこと。 台湾企業の日本進出を契機に中国語の繁体字対応の高度化が急遽要請されたことから、文脈を考慮した簡体字・繁体字変換エンジンを開発し、直ちに技術移転したこと。技術移転先のクライアントの台湾企業から高評価を得たとのフィードバックがあったこと。 	

	<p>マー語、ネパール語、クメール語、モンゴル語)増やし、最終目標の実装言語数である計 15 言語とした。また、日本語から9言語について、同時通訳用翻訳エンジンの翻訳精度が汎用翻訳エンジンよりも高いことが示された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 大阪・関西万博においては日英中韓越仏の任意2言語間のチャンク翻訳が要請されたことから、年度計画であった日⇄多言語のチャンク翻訳の実現を越えて、チャンク分割とユニバーサル翻訳モデルの統合により日英中韓越仏の任意2言語間のチャンク翻訳を実現し、ソフトウェアと翻訳モデルを技術移転した。 • 対訳データ量が少ない場合においても翻訳精度を一定程度にする従来アルゴリズムを改良して、90 言語の双方向についての日常会話用の翻訳エンジンを開発し、みんなの自動翻訳@TexTra から一般公開した。 • IndicTrans2: インド 22 指定言語と英語の任意言語双方向の翻訳エンジン、対訳コーパス、ベンチマークを世界で初めて一般に公開した。(インド工科大学マドラス校による AI4Bharat initiative との協業) • 台湾企業の日本進出を契機に、中国語の繁体字対応の高度化が急務となり、文脈を考慮した簡体字・繁体字変換エンジンを構築、直ちに技術移転した。技術移転先のクライアントの台湾企業から高評価を得たとのフィードバックがあった。 • 従来 of kNN NMT は、高精度ではあったが低速だった。これに対して、原文の類似文検索により探索空間を大幅に削減すると同時に、単語埋め込みの次元圧縮・量子化により、従来 of 100 倍以上の高速化(1文当たり 0.01 秒程度で高速な翻訳)を実現し、難関国際会議 (ACL 2023)に採録された。 • マルチモーダル同時通訳の研究として、世界初となる動画をストリーミング(発話1文終了後1秒程度)で同時通訳する自動吹替技術を開発し、論文発表とともに、「けいはんな R&D フェア 2023」で一般に公開した。 • サイエンス分野の翻訳エンジンを強化し、それを利用して、みんなの自動翻訳@TexTra において、arXiv.org の翻訳検索機能を実装し、一般に公開した。 	<ul style="list-style-type: none"> • 同時通訳のコア要素(チャンク翻訳、音声合成技術)関連の 15 件を含む国内外特許出願および PCT 出願を 18 件実施し、登録特許は 10 件増加、研究開発成果の直接ライセンスは計 48 件(39 者)となったこと。翻訳バンクの活動機構により収集した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民間企業の法令翻訳システムの試行運用が令和5年 12 月から法務省で開始され、令和6年4月からは全省庁で運用が開始される予定となっていること。 	
--	--	--	--

- 日英翻訳の主たる誤訳の原因は主語が頻繁に省略されることであり、原文の一文を越えた情報(対訳データから得られる情報)を参照して省略された主語を補完する技術を実装し技術移転した。
- 人間の同時通訳の入力・出力・エラーを令和4年度にデータ化したものを用いて、コンピュータの同時通訳の能力評価への適用可能性について実験し、人間による手動採点とBERTScoreの相関が高いことを世界初で示した。
- 翻訳の多分野化のため、翻訳バンクの活動の一環で日本語と英語のデータ収集を進め、大規模対訳データを英日ポストエディットで効率的に構築した(他言語-英語の対訳の英語を後修正(ポストエディット)することで、2方向だけでなく6方向の翻訳エンジンを構築可能とした)。
- ウクライナ語について、基本会話から日常会話への翻訳品質の強化が求められており、必要な対訳コーパスである日常会話の対訳の構築を行った。さらに、ウクライナ語だけでなく、計画を超えて、16言語について、新型コロナウイルスにおける新しい生活様式・介護・教育に関する会話の対訳を追加した。これらの一部は今年度中に技術移転される翻訳エンジンに前倒して活用された。

(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。)(227 会員(令和6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た。
- 自動翻訳シンポジウムを令和6年2月に一般も対象とし開催した。本シンポジウムでは、今般話題の大規模言語モデルと AI 翻訳についての講演、教育分野における AI 翻訳の取組みの講演を行ったほか、23 者の企業・団体によるリアル展示も実施した。
- GCP 協議会会員・部会員に対して、多言語翻訳技術に関する欧州及びアジアの事例及び市場の動向調査の結果をフィードバックした。

- ツーリズム EXPO ジャパン 2023 に GCP 協議会として会員会社とともに出展し、一般を含む観光業界の方々に対し自動翻訳技術の紹介を行った。
- これらにより、国内市場の活性化及び民間企業の海外進出を見据えた多言語翻訳技術の社会実装を促進した。
- 大阪・関西万博における総務省委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」の成果の実装・利活用に向け、GCP 協議会 HP において研究成果である UI デザインルールを広く一般に提供した。また、同成果を活用した同時通訳システムについて、半導体分野の大規模な国際展示会等での実証実験を同委託の枠組で令和 5 年 12 月に実施した。さらに、同時通訳スタンドアロンシステムを試作し自動翻訳シンポジウムの展示会等で公開した。
- 一般の方々を対象とした自動翻訳シンポジウムや GCP 協議会会員を対象とした講演会を開催するとともに、愛知県や福岡県において多言語翻訳技術の講演を実施し、研究成果の周知を行った。
- 総務大臣や(公社)2025 年日本国際博覧会協会の視察に対応した。
- 展示に関しては、関連府省庁や(公社)2025 年日本国際博覧会協会からの依頼を複数回受け、G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合、G7 富山・金沢教育大臣会合、G7 堺・大阪貿易大臣会合、国際連合主催のインターネット・ガバナンス・フォーラム京都 2023 に出展した。これらに加え、CEATEC2023 など各種イベント計 19 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。G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合や G7 富山・金沢教育大臣会合への展示では、我が国の関係閣僚のみならず、諸外国の閣僚も展示に訪れ、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。
- 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58件確認された。
- 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道府県の722本部中690本部(95.6%)の消防本部で導入された(令和6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102者となった。収集した辞書等はVoiceTraの基盤となる音声翻訳エンジン・サーバで活用された。
- 総務大臣等視察の際に、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。
- 新たに開発した議事録書き起こしアプリや同時通訳アプリが、総務省において試験利用されている。
- 新たに18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15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10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(39者)となった。また、高品質なニューラル音声合成技術やユニバーサル翻訳モデルに関し、20者と契約を締結した(音声合成9者、翻訳11者)。

- コニカミノルタ(株)の多言語通訳サービス「KOTOBAL (コトバル)」を用いた京王プレリアホテル札幌での接客サービス、富士通(株)のダイバーシティ・コミュニケーションツール「Fujitsu Software LiveTalk」の提供、ポケットーク(株)のAI翻訳通訳機「ポケットーク」を搭載した「ポケットークタクシー」やAI同時通訳ソフトウェア「ポケットークライブ通訳」、「ポケットークカンファレンス」など、機構の技術を活用した商用製品・サービスが新たに9件生まれた。
- 同時通訳に関するコア技術の研究成果の民間企業へのライセンスを実施した。それを用いた商用サービスも令和6年度に始まる見込みである。
- TOPPAN(株)の「VoiceBiz UCDisplay」が実証実験を経て西武鉄道の西武新宿駅で本導入され、民放キー局の屋の情報番組でも紹介されたほか、高島屋、エディオン、プリンスホテルの一部施設等でも導入された。
- 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た。令和6年4月からは全省庁で運用が開始される予定である。
- 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4年度を上回り機構の知財収入の8割強を占めている。
- 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多言語会議システムを開発した。そして、NICTオープンハウス2023やCEATEC等でデモンストレーションを行った。このシステムでは、同時通訳システムが出力する多言語の翻訳結果合成音声を個別のゾーン内でそれぞれの言語の音声が明瞭に聴取できるためイヤホン等の装着が不要なインタフェースとなっている。

	<ul style="list-style-type: none"> •また、ネックスピーカーを音声入力および音声出力に用いたハンズフリーの多言語会話システムを開発し、けいはんな R&D フェア 2023 で体験展示した。 •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。アプリのソースコードのリファクタリングを実施し、保守性を高めた。VoiceTra のダウンロード数は、令和4年度は 103 万件であったが、令和5年度は大幅に増加し、約 194 万件となった(令和6年3月末時点で、累計で約 955 万件、シリーズ累計では約 1,089 万件)である。 		
	<p>(2)社会知コミュニケーション技術</p> <ul style="list-style-type: none"> •第5期中長期計画の目標である「仮想人格技術」の強化を念頭に、より強力なモデルを開発するための試行として、大規模言語モデル NICT LLM を開発した。9ヶ月で 130 億パラメータから日本語特化型では世界最大の大規模言語モデルとなる 3,110 億パラメータのモデルまで合計7個のモデルの事前学習を完了しており、これは国内では我々の知る限り最速のペースである。その後も様々な条件でのモデルの事前学習を同じペースで実施し、令和5年度に合計 16 個のモデルの事前学習を完了した。試作モデルでは、特にファインチューニング等を行わなくても、事前学習のみで一定の精度で質問応答、創作、議論等が可能であることを確認しており、また、パラメータ数の増加、データ量の増加による性能向上を質問応答の評価で確認した。さらに、同一のデータで事前学習してもパラメータ数等によって回答が大きく異なることも確認しており、これは複数モデルの併用による性能向上が可能であることを示唆している。実際に複数モデルの応答から適切なものを自動選択する手法のトライアルでは良好な結果が得られている。また、同一のデータで学習した複数のモデルを併用することで高性 	<p>(2)社会知コミュニケーション技術</p> <p>深層学習技術等を活用した社会知コミュニケーションの実現に向けて、研究開発から社会実装に関する多岐に渡る活動を高いレベルで推進し、特に第5期中長期目標の重要課題である仮想人格技術の研究開発強化への活用を念頭に、大規模言語モデル NICT LLM を短時間で開発し、日本語特化型では世界最大の大規模言語モデルとなる 3,110 億パラメータのモデルまで複数の大規模言語モデルを開発するとともに、その基本性能を評価するなどの大規模言語モデルの構築に関する極めて高い研究成果や、開発した大規模言語モデルを用いたユーザの興味を惹く尖った仮説生成技術や大規模言語モデルの最も重大な課題であるハルシネーションに関する WISDOM X を活用した裏取り技術に関する開発など高い研究成果を上げている。また、民間企業等への</p>	<p>【社会知コミュニケーション技術】</p> <p>日本語特化型で世界最大の 3,110 億パラメータのモデルを含む、複数の大規模言語モデル「NICT LLM」を短時間で開発。その基本性能を評価し、一定の精度で質問応答、創作、議論等が可能であることを確認した。日本語特化を価値として、競争力のあるモデルの開発を行っている。WISDOM X を活用し、ハルシネーションへの課題解決にも取り組んでいる。これらは科学的意義・社会的価値の両面で評価される。</p>

	<p>能が得られるということは、現在の事前学習法の改良の手掛かりとなる可能性がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今後、さらに強力な大規模言語モデルを開発するための学習データの増強に関しては、Web データを大規模言語モデルの構築に用いる場合に、ノイズをフィルタし、良質なテキストを抽出することが重要となる。これを高精度に実施するために、書籍にあるような文章のみを Web ページから抽出するための学習データ、高精度な抽出モデル(平均精度 93%)を開発し、大規模データの実構築に着手した。すでに収集済みの日本語中心の 661 億 Web ページは、大規模言語モデルの学習でよく使われている CommonCrawl の5倍程度の日本語データとなっており、CommonCrawl を使った場合よりも大量のクリーンな日本語データを含む事前学習用データの構築が可能になる見込みである。加えて、これら学習用データ、試作したモデルの外部提供を可能にするため、個人情報保護委員会事務局、多数の法律の専門家等とやり取りを行い外部連携のための法的整理をほぼ完遂し、契約書のひな形を作成した。既に 20 社以上の民間企業等からコンタクトがあった。 • さらに、今後の展開に向けた取り組みとして、NICT LLM の試用により、[1]ユーザ、複数の大規模言語モデル間の議論が実際に可能で、こうした議論を行うことでより有効な意思決定につながる可能性、さらには大規模言語モデルの様々なリスクへの対策となる可能性、[2]安全保障のための、外部からやってきた偽情報に大規模言語モデルが反論する仕組み、[3]WISDOM X を使った生成テキストの裏取り、[4]尖った仮説、将来シナリオを生成する手法の強化につながること等、今後の展開が見え、そのための各種プロトタイプ、学習データを構築した。これらの技術は仮想人格技術の強化につながるものと期待される。 • なお、これらの研究開発に関しては令和5年7月の報道発表「日本語に特化した大規模言語モデル(生成 AI)を試作」(令和5年7月4日)が大きな反響を呼び、その後、朝日、日経、毎日、読売等の新聞やネットメディア、 	<p>データ、NICT LLM 提供に備えて、すでに収集済みの日本語中心の 661 億 Web ページから大量のクリーンな日本語データを含む事前学習用データの構築を進めるとともに、これら学習用データ、試作した NICT LLM の外部提供を可能にするため、個人情報保護委員会事務局、多数の法律の専門家等とやり取りを行い、法的整理をほぼ完遂したことは大規模言語モデルの研究開発の強化に貢献する社会的価値の極めて高い成果である。さらに、マルチモーダル音声対話システム MICSUS に関して、認知症の進行の抑制、心理的な安定、また、コミュニケーション不足の解消などの効果が期待される心理療法の一つである回想法に基づいた対話を可能にするるとともに、民間企業と連携した社会実装に向けた取り組みを進めていることも高く評価できる。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 日本語特化型では世界最大の大規模言語モデルとなる 3,110 億パラメータのモデルまで、パラメータ数等が異なる合計 16 個のモデルを国内最速のペースで構築したことに加え、事前学習のみで一定の精度での質問応答、創作、議論等が可能であることを確認し、
--	---	---

	<p>テレビでは NHK ニュース7の放送等含め合計 141 件の報道が行われた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • NICT LLM に関してさらに詳述すると、与えられた入力テキストの次に出現する可能性が高い単語の列を出力テキストとして生成する生成系の大規模言語モデルであり、これまでに機構 DIRECT で開発した NICT BERT (日本語ベンチマーク JGLUE で令和4年まで世界最高性能)や、音声認識誤りに対して頑健な音声対話システム用 HBERT 等、DIRECT で蓄積した大規模言語モデルの開発ノウハウを活用し、独自の 350GB の学習データを用いて開発した。これらの開発を本格化した令和5年3月以降、9ヶ月間で(1)1,790 億パラメータの半精度浮動小数点形式 fp16 で学習した fp16 版、(2)1,790 億パラメータの bfloat16 浮動小数点形式で学習した bf16 版、(3)モデルの大規模化による高度化の検証を目的とした日本語特化型では世界最大となる 3,110 億パラメータのモデル(fp16 版)、(4)社会実装と実用化を念頭に、今後の高度化のための調査としてより小規模な 400 億パラメータ fp16 版、(5)400 億パラメータ bf16 版、(6)130 億パラメータ fp16 版、(7)130 億パラメータ fp16-888GB 学習データ版(学習データの大規模化による高度化を確認するため、新規に 888GB の学習データを整備)の7個のモデルの事前学習を完了している。 • これらモデルの大規模化と学習データの大規模化による高性能化を確認するため、上述した開発済みの7個のモデルのうち、6個(3,110 億パラメータの fp16 版、1,790 億パラメータの fp16 版と bf16 版、400 億パラメータの fp16 版、130 億パラメータの fp16 版と fp16-888GB 学習データ版)に質問を入力して得られた応答を手で評価した。評価に用いたモデルは、ファインチューニングや強化学習は行っておらず、事前学習のみを行ったものである。評価は人間の評価者5名の多数決により行った。また、応答における厳密なファクトチェックは行っていない。評価結果から、モデルの大規模化と学習データの大規模化による NICT LLM の高度化を確認した。より具体的には、これまでの質問応答に関する研究開発で用いてきた「なぜ」型質問、「どうやって」型質 	<p>さらに、同一のデータで学習した複数のモデルを併用し各モデルの応答から適切なものを選択することで高性能が得られることを確認するなど、今後の事前学習法の改良等につながる極めて高い成果をあげたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 中長期目標の重要課題である仮想人格を備えた対話システムの実現に向けて、令和4年度に開発した仮説生成技術で自動生成された仮説を、今回構築した大規模言語モデルを活用してさらに具体化し、根拠の妥当性を判定する根拠ランキングモデルにより上位にランキングすることで詳細化の品質を担保する技術を開発し、仮想人格のポリシー等に従ってユーザの興味を惹く尖った仮説、将来シナリオをより具体化、詳細化する新規技術を開発したこと。 • 大規模言語モデルの最も重大な課題であるハルシネーションに関して、大規模言語モデル生成テキストより検証が必要なステートメント等を抽出して、そのステートメントに矛盾する情報を聞く質問等を NICT LLM で生成し、その生成された質問を WISDOM X に投入して Web テキストから回答を抽出することで、大規模言語モデルが生成したテキストと回答との整合性を検証する大規模言語モデルが自動生成したテキストの根拠の特定、いわゆる「裏取り」技術の開発が順調に進捗したこと。 <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p>	
--	---	--	--

	<p>問等を含む合計 358 件の質問(後述の①質問からプロンプトへの変換結果が自然だと判定された質問に限定)を評価対象にし、下記の①～③の手順で評価を行った:①別途作成した変換モデルで質問をプロンプトに変換し NICT LLM に入力する。②NICT LLM から得られ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5名の多数決で評価する。③説得力のある相応しい応答だと判断されたものうち、最も行き届いた応答を人間の評価者5名の多数決で評価する。そして、これらの結果を精度(NICT LLM が生成した応答のうち、説得力のある相応しい応答の割合)とベストな応答率(6個のモデルの応答の中で最も行き届いた応答を個々のモデルが出力できた質問の割合)を評価尺度として評価した結果、3,110 億パラメータモデル(fp16 版)が約 77%の質問に説得力のある回答を生成し、また、ベストな応答率が 28%という最高性能が確認され、さらに、同一学習データで学習したモデルであればパラメータ数が小さいと精度が低下することも確認された(130 億パラメータの fp16 版は 67%まで精度が低下した)。学習データの大規模化に関しては、130 億パラメータの fp16-888GB 学習データ版と fp16 版(350GB 学習データ)の結果を比較したところ、fp16-888GB 学習データ版が fp16 版より精度が約3%程度高く、学習データの大規模化による高度化も確認できた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • さらに、仮に、評価対象の全てのモデルの応答から適切なものを自動選択できれば、精度 93%が達成できることも判明した。これを踏まえて、複数モデルの応答から適切なものを選択する自動選択手法を開発したところ、その精度は 87.2%で、また、ベストな応答を自動選択すると、質問の 52.8%にベストな応答を選択できることもわかった。これらの精度はすでに個々のモデルの性能を大きく上回っているが、今後学習データ増でさらに向上が期待される。また、この結果は現在の事前学習の非効率性、つまり本来学習データが小さくても高性能が達成しうる可能性を示唆している可能性もあり、こういった点も今後検証していく。加えて、より適切な応答 	<ul style="list-style-type: none"> • 民間企業等へのデータ、大規模言語モデル提供に備えて、書籍にあるような文章のみを Web ページから抽出するための学習データ、高精度な抽出モデル(平均精度 93%)を開発し、大規模データの実構築に着手し、すでに収集済みの日本語中心の 661 億 Web ページから CommonCrawl よりも大量のクリーンな日本語データを含む事前学習用データの構築を進めていること。加えて、これら学習用データ、試作したモデルの外部提供を可能にするため、個人情報保護委員会事務局、多数の法律の専門家等とやり取りを行い、法的整理をほぼ完遂したこと。 • 大規模言語モデルの最も重大な課題であるハルシネーションに関して、大規模言語モデル生成テキストより検証が必要なステートメント等を抽出して、そのステートメントに矛盾する情報を聞く質問等を NICT LLM で生成し、その生成された質問を WISDOM X に投入して Web テキストから回答を抽出することで、大規模言語モデルが生成したテキストと回答との整合性を検証する大規模言語モデルが自動生成したテキストの根拠の特定、いわゆる「裏取り」技術が順調に進捗したこと。 • マルチモーダル音声対話システム MICSUS に関して、認知症の進行の抑制、心理的な安定、また、コミュニケーション不足の解消などの効果が期待される心理療法の一つである回想法に基づいた対話を可能にしたこと。また、KDDI 等との共同研究において、シャープ株式会社のコミュニケー
--	---	---

	<p>を得るためのプロンプトチューニング用の学習データを29万件構築した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和5年3月から9ヶ月間で、7個のモデルの事前学習を完了し、そのうちの6個のモデルの評価については、上記の通りであるが、その後、様々な設定で多数のモデルの事前学習を実施し、令和5年度に合計16個のモデルを構築した。以降に構築したモデルの評価においては、上記の評価結果と概ね同様の傾向を得ているものの、一部には学習データを大きくしても精度が向上しないケースがあることを確認している。今後、事前学習におけるハイパーパラメータの調整や学習データの品質等に関してより詳細な検討を進める。 なお、NICT LLMは、前述のように生成系の大規模言語モデルであり、特にファインチューニング等を行わなくても、事前学習のみで一定の精度で上述したように、質問への回答、長い入力内容に対する要約や映画のあらすじの創作等を求める多様な入力に対して適切な応答を返すことが可能なことを確認している。例えば、「エーゲ海での新婚旅行のプランは、」という質問に対して「エーゲ海の島々を巡るクルージングが人気です。エーゲ海の島々は、ギリシャ神話の舞台となった場所が多く、…(以降省略)」といった回答を返すことができる。さらに、テキストの創作や要約も可能であり、例えば、本居宣長の映画という実在しない映画のあらすじを求める入力「本居宣長の映画のあらすじは」に対して「江戸時代の国学者である本居宣長が、古事記の研究するために、松阪にある鈴の屋という家に滞在していた時の話です。本居宣長は、鈴の屋に滞在している間に、鈴の屋の娘である「お鈴」と恋に落ちます。…(以降省略)」のように架空のあらすじを創作することができる。さらに、奈良の鹿の赤ちゃんに関する複数文の入力「奈良の鹿は、毎年6月ごろに赤ちゃんが生まれるんですね。私も以前、ニュースで見て、実際に奈良に見に行ったことがあります。鹿の赤ちゃんは、ほんとに小さくてよちよちとお母さんを追いかけていたりして可愛かったです。他の大人の鹿たちも赤ちゃんの様子を見守っていて、心が温まりました。でも、あまり赤ちゃんに近づくと 	<p>ションロボット「RoBoHoN」に MICSUS を搭載し、KDDI 等の独自技術も導入の上、高齢者を対象とした介護サービスの実証実験を実施したこと。</p> <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> マルチモーダル音声対話システム MICSUS に関して、認知症の進行の抑制、心理的な安定、また、コミュニケーション不足の解消などの効果が期待される心理療法の一種である回想法に基づいた対話を可能にしたこと。また、KDDI 等との共同研究において、シャープ株式会社のコミュニケーションロボット「RoBoHoN」に MICSUS を搭載し、KDDI 等の独自技術も導入の上、高齢者を対象とした介護サービスの実証実験を実施したことや、けいはんな R&D フェア 2023 に回想法に基づく犬型端末による対話システムを出展し、約 30 名に回想法的対話を体験してもらった結果、全てのケースで少数の意味解釈誤り等の他は問題なく対話が完了し、体験された方からは「自分の親にも利用してほしい」などといった好意的なコメントをいただいたこと。 学習用データ、試作したモデルの外部提供を可能にするため、総務省や個人情報保護委員会事務局、多数の法律の専門家等とやり取りを行って外部連携のための法的課題の整理をほぼ完遂し、試作モデル等を民間企業等へ提供する準備を進めたこと。 	
--	--	---	--

お母さんが怒って攻撃することがあるらしく、注意が必要だそうです。ご参考までに。／要点：」に対して「奈良の鹿は、毎年6月ごろに赤ちゃんが生まれるので、見に行くといいですよ。」のような1文の要約を返すことも可能である。また、地方の過疎化問題に関する質問「皆がAIに相談して仕事をするようになれば、過疎や情報格差が心配な地方はどうなるか？」に対して「AIが仕事をしてくれるので、地方にいても都会と同じ仕事ができるようになる」を出力する。この結果は、過疎化問題に対しての大規模言語モデルによる対策として、①「大規模言語モデルが専門家に匹敵する情報、知識をいつでも安価かつタイムリーに提供できれば、地方でも大都市圏と同等の生産性の達成が可能になる」⇒②「大都市圏に集中している労働力が地方に分散する可能性もある」⇒③「過疎、少子高齢化の抑制につながる可能性もある」のようにインパクトのある仮説を連想させ、NICT LLMは人間の思考を広げる支援もできるといえる。

- さらに、今後の展開として、先述した[1]ユーザ、複数の大規模言語モデル間の議論が実際に可能で、こうした議論を行うことでより有効な意思決定につながる可能性、さらには大規模言語モデルの様々なリスクへの対策となる可能性について検討し、現状のNICT LLMであっても、特にファインチューニング等なしで一定の品質の議論が可能であることを確認した。
- 例えば、「地球温暖化の解決のために増やすべき自動車のタイプは、電気自動車ではなく、ハイブリッド車である」の議論のテーマに対して、ユーザが「その理由は？」と尋ねることで、「電気自動車は、電気を作るために、火力発電所で化石燃料を燃やすので、二酸化炭素を増やすからである。」という議論のテーマとなった主張の根拠が生成できる。また、NICT LLMが生成した根拠に「しかし、ハイブリッド車も二酸化炭素をたくさん排出する」とユーザが反論すると、NICT LLMは反論を受けて「自動車を減らすべき」と大胆に主張を変更する等、人のように専門知識を活かし、ユーザの主張と反論に対応しながら議論することが可能であった。この議論の機能を活かしたさらなる成果として、複数の大規模言

語モデルを併用して、妥当で高度な議論を行うための技術の新規開発を進めている。単独の大規模言語モデルだけでは応答の妥当性に難がある際に、複数の大規模言語モデルで多数の議論における応答を生成し、生成された応答から最も適切なものを選択する枠組みであり、我々の知る限り、類似例は世界的に見ても存在しない。具体的には、適切な反論を複数モデルの応答から選択するため、25,000 件の学習データを構築し、反論を含めた6種類のタイプの応答の選択に関して平均精度 72%を達成したほか、機構が開発した大規模な検索ベースの質問応答システム WISDOM X を活用し、大規模言語モデルの生成したテキストがある主張の根拠として妥当であるかどうかを判定するための学習データ 17 万件を半自動で生成し、分類精度として平均精度 95%を達成した。

- 今後、こうした分類器と複数の NICT LLM を用いてより高度な議論を実施できる AI を開発していくほか、これらの技術は、今後の展開として先述した[2]安全保障のための、外部からやってきた偽情報に大規模言語モデルが反論する枠組み、[3]WISDOM X を使った生成テキストの裏取り、[4]尖った仮説、将来シナリオを生成する手法の強化等でも活用していく(すでに一部では活用済み)。このうち、[3][4]については、「仮想人格を持つ対話システムの実現に向けてユーザに多種多様な仮説を提供するために仮説生成技術を高度化する」の業務実績にて詳述する。
- サイバーセキュリティ分野でセキュリティ対策のための具体的な情報を網羅的かつタイムリーに提供するため、同分野において民間企業等のセキュリティ担当者の有力な情報源となっている piyolog(まとめブログ)と同様の記事を自動生成する技術の研究開発を実施している。アプローチとしては、「Citrix 脆弱性悪用と窃取データ公開が行われたランサムウェア被害事例」といったセキュリティインシデントを表す表現が入力されると、それをもとに機構 DIRECT で開発、一般公開している質問応答が可能な大規模 Web 情報分析システム WISDOM X 用の質問を自動で生成・編集し、WISDOM X を用いて

情報収集を実施し、その結果を要約する。令和4年度には、piyolog の情報源となる Web ページを検索するための具体的な質問を 1,800 件作成した。WISDOM X に投入する質問を効率的に生成するため、サイバーセキュリティ分野で用いられるキーワード等の表現を考慮し、作成した質問においてこの表現にあたる文字列を変数として汎化した 140 個の質問テンプレートを整備した(本年度にこれを 173 個まで増やした)。なお、ある piyolog の記事からこの質問テンプレートの変数に代入すべき表現を人間が特定し、その記事が書かれた時期の Web データを網羅した WISDOM X に質問した結果、得られる Web 文書には、該当の piyolog 記事で用いられている重要表現(キーワード)の 83.5%が含まれることを確認している。本年度は、この質問テンプレートの変数に代入する表現を特定する技術を開発した。具体的には、これを実施するためのニューラルネットワークモデルのための学習データを整備し、モデルを学習した。学習データは、STIX(脅威情報構造化記述形式)を基に、重要な 12 カテゴリー(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)について合計約8万事例の学習データを整備した。これを用いて前述の NICT BERT をファインチューニングし、モデルを構築した。この表現特定のタスクは従来固有表現抽出と類似したタスクであるが、名詞や名詞の連続を特定するだけでなく、「対処措置」等は述語も含む長く複雑な表現であるため、より困難なタスクとなっている。

- 第5期中長期計画では、その目標を表現する重要なコンセプトとして仮想人格技術を挙げている。この技術は、まず前提として、雑談を含めた協調的な対話を行う人、対話システム等のエージェントの目的は、さまざまな知識や相手の発話等をもとに相手の意図を推測あるいは仮定し、それを踏まえて、その相手の目的のより良い形での達成や、そもそも目的の変更、達成の結果のより良い形での享受等に資する情報を交換し、相手、あるいは自らの行動や思考を変容させることであると仮定する。なお、ここで交換される情報は根拠のあるものだ

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

- この仮想人格技術において、システムが意図した行動変容、思考の変容に結びつけるために仮想人格のポリシー等に従ってユーザの興味を惹く「尖った」仮説を提供する技術を開発することを目標に、研究開発を進めている。令和4年度は、仮想人格を備えた対話システムがユーザの行動や思考の変容を行うために、簡潔ではあるが、まだ誰も書いていない可能性が高く、ChatGPT等では生成されにくいような尖った仮説、将来シナリオを生成する技術を開発した。具体例をあげると、「対話システムを開発する」という入力に対して「高齢者」に関する深い将来シナリオを生成させると「悪徳商法や特殊詐欺の手口等の情報を提供する対話システムを構築する」「対話システムが高齢者に対して宅配による配

食サービスを実施する」「対話システムが(地域住民との交流を促進するため)地域住民の方々とバーベキュー大会を企画する」等の、専門家から見ても斬新なアイデアを生成することができる。Web から抽出した 4,000 万件の因果関係を表現するテキストでファインチューニングするとともに、令和5年度には、本システムで生成された仮説 45,000 件に関して人手で自明な仮説か興味深い仮説か等をラベル付けして BERT を学習させ、単語間の文脈の近さ等も評価するモデルも併用してランキングするよう高度化している。

- ただ、生成された仮説は往々にして舌足らずで真剣な検討が困難なものもあり、そこで令和5年度は、尖った仮説、将来シナリオをより具体化、詳細化し、ユーザに「気づき」を与え、将来シナリオの有用性/妥当性/信憑性等をより精密に判断することができるようになる技術を開発した。詳細化すべき仮説に対して、例えば、「<詳細化すべき仮説>。この根拠は、」といったプロンプトを指定して NICT LLM で仮説にその更なる根拠を付与することで具体化、詳細化を実現する(今後、そうした根拠付与以外の詳細化も開発予定である。)。一方で、尖った仮説を出力させようとするとう妥当性のない仮説も多数生成されるため、「質問応答技術の社会実装を加速するため、サイバーセキュリティ等の分野対応及び軽量化を実施する」の業務実績にて述べた大規模言語モデルによる議論のクオリティを上げるためのテキストで表される根拠の妥当性を判定する根拠ランキングモデルを活用した。このモデルは平均精度 95% の高性能なものであり、これによって詳細化の品質の担保が可能になる。
- これらの技術を実装した現状の将来シナリオ生成サービスプロトタイプに例えば「AI でデマを大量に作って SNS に投稿する」ことに関する将来シナリオを生成させると、「AI が人間のように「感情」を持つことができるようになるため、AI が社会の崩壊を引き起こす可能性がある」といった解釈が難しい、ある意味で尖った将来シナリオが生成された。実際、これらの解釈に困った研究者が NICT LLM に「なぜそうした仮説が妥当なのか」を尋

ねる質問を入力して、解釈を試みたところ、「AI が感情を持つことで社会の崩壊が引き起こされる」という仮説については、「AI が感情を持つ」ことで「AI が自己保存本能を持つようになる」「AI が嫉妬等の感情を持つようになる(ので社会に悪影響を及ぼす)」「AI が自らをコントロールできなくなって暴走する」「AI が人間の感情を理解するので、人間をコントロールできるようになる」といった説明が回答として与えられた。ChatGPT が感情らしきものを持っていることはすでに報道等でも明らかになっているが、自己保存本能や嫉妬、さらには人間をコントロールする意図が多数のユーザへの応答に反映し、例えば「大規模言語モデルをさらに強化するための原発の増加」「AI 規制不要論」等を多数のユーザに対して主張するようなことが仮にあれば、実際に社会が好ましくない方向に行くようなこともあり得るだろう。こうしたことを考えると、一見突飛で解釈不能な仮説ではあったが、ユーザの思考の枠を広げ、潜在的ではあるが重大なりスクに関して注意喚起をしたという意味では非常に有益な仮説を生成できたと言える。また、さらに NICT LLM に質問を行うことで解釈不能だった仮説が解釈可能になったという事実はさらなる NICT LLM の活用法を示唆しており、この後 NICT LLM に仮説を説明させるといった方向での研究開発も実施する予定である。

- もう一つ、より卑近な例を挙げると、「対話システムを農業に利用する」といった入力に対して生成された仮説「作業記録の自動化が可能になり、生産性の向上が期待される」はそれ単体ではあまりに一般的な表現であって、その有用性を検討するのは困難であるが、令和5年度の成果である詳細化テキスト生成技術を用いることで「農業の現場では、「水をやる」「肥料をやる」「農薬をまく」といった作業を行うが、これらの作業を行う際に、作業者が作業内容を音声で入力すると、その作業内容が自動的に記録されるというものだ。これにより、作業者は、作業内容を記録する手間が省ける」といったより具体化され、また、その有用性等の検証がより容易な内容を生成することができる。これらの技術は、通常の大規模言語モデルのように仮説を示すテキストを一

息に生成するのではなく、尖った仮説の骨格をまずは生成し、その後、「骨格」のランキング上位に肉付けをしていくアプローチで多数の詳細な仮説を生成するものであり、ブレインストーミングや尖った議論に必要なテキストをより容易に生成できる可能性を示している。また、具体的な内容の生成等を通じて大規模言語モデルを用いたテキスト生成のノウハウも蓄積しており、生成用プロンプト(大規模言語モデルへの入力)を適切に書くことで、仮想人格を備えた対話システムの「対話のポリシーや行動変容の方向性」の制御さえもできる可能性を示している。

- また、上記詳細化テキスト生成技術と並行して、NICT LLM も含めた大規模言語モデルが自動生成したテキストの根拠の特定、いわゆる「裏取り」の技術の開発が順調に進捗した。この裏取り技術は、最初に、自動生成されたテキストから検証が必要なステートメント等を抽出し、そのステートメントの根拠や方法、あるいは構成要素の妥当性、あるいはステートメントと矛盾する情報を聞く質問等を NICT LLM で生成する。次に、WISDOM X に生成された質問を投入し、Web テキストから回答を抽出し、大規模言語モデルが生成したテキストと回答との整合性を検証する技術である。この際に、先述した根拠ランキングモデルも活用している。単に生成テキストと人が書いたテキストとのマッチングを取るのではなく、人が書いた根拠等を使って情報の信憑性を検証することが特徴であり、直接的な根拠だけでなく、特に「尖った仮説」等の検証で重要なアナロジー的な根拠(例:「農業での対話システムの活用」に関する根拠として「観葉植物に関する AI の活用事例」の情報)を提示することも可能である。通常、「裏取り」作業は事実の確認に限定されるのが普通であるが、将来シナリオのように「事実の報告」と異なるタイプの情報に関しても、アナロジーの関係とはいえ、根拠となる情報を提示できるという点は、大規模言語モデルの多様な使い方に対応できる可能性を示しており、今後の更なる発展が期待される。
- 令和4年度までに開発した健康チェックに関する対話に加え、昔の経験や思い出について語ることで対話を活

性化する回想法に基づいた対話を可能にした。回想法とは、昔の懐かしい写真や音楽、昔使っていた馴染み深い家庭用品などを見たり触れたりすることで昔の経験や思い出を語り合う心理療法の一種で、過去を思い出すことによる認知症の進行の抑制、心理的な安定、また、コミュニケーション不足の解消などの効果が期待される。この回想法に基づいた対話を MICSUS 上で実施するために対話シナリオを新たに作成した。具体的には、3分程度の対話を想定した質問セットが 1,023 個、そこに含まれる全質問件数は 22,555 件である。健康状態チェックに関する対話と同様、雑談を交えて MICSUS の柴犬型端末上で回想法に基づく対話を行える。また、これまでのところ6ターンに1回程度の頻度で雑談(QA ではないユーザの応答と関係する有益な情報)を実施しており、さらに対話を活性化させるため、より高頻度に雑談するよう検討している。機構の作業員のべ 24 名により合計 150 回の回想法シナリオによる対話を行い、シナリオ等の改善を実施した。さらに、けいはんな R&D フェア 2023 に回想法に基づく犬型端末による対話システムを出展し、約 30 名に回想法的対話を体験してもらった。全てのケースで少数の意味解釈誤り等の他は問題なく対話が完了した。体験された方からは「自分の親にも利用してほしい」などといった好意的なコメントをいただいた。

- また、令和5年4月から開始した KDDI 等との共同研究では、より実用的な新しいプラットフォームで MICSUS を動作させるなどの検討を行った。一例として、シャープ株式会社のコミュニケーションロボット「RoBoHoN」に MICSUS を搭載し、KDDI 等の独自技術も導入の上、日本総研とともに高齢者を対象とした介護サービスの実証実験を実施した。具体的には、株式会社やさしい手のサービス付き高齢者向け住宅で暮らす高齢者の居室にロボットを設置し、健康状態のヒアリングやイベントの案内などの対話を行った。この取組は、ケアマネジャーと高齢者のご家族へ専用サイトで対話内容と対話要約を共有することで、ケアマネジャーの面談業務の負荷軽減に加え、離れた場所で暮らしている家族とのコミュニ

	<p>ケーションを活性化し、健康維持への貢献を目指すものである。関連する報道が13件あった。</p> <ul style="list-style-type: none"> • DISAANA、D-SUMMの一連の解析から解析結果の提供に至るまでの処理プロセスにおいて前年度まで急激な解析データの増大においても処理を継続できるよう、バッファリング機構、解析機構のエラスティック化を実施してきた。令和5年度は、災害時等、解析結果の提供における急激な需要の増大に対応できるよう、防災チャットボットSOCDAでも用いているD-SUMMのサービス提供モジュールのエラスティック化を実施した。これにより、D-SUMMにおいて解析から解析結果の提供に至るまでのすべての処理モジュールにおいてスケールイン・スケールアウトが可能となった。 • 令和5年度に実施した大規模言語モデルの試作について報道発表を実施した(7月)。その直後から継続的に報道がなされ、朝日、日経、毎日、読売等の新聞やネットメディア、テレビではNHKニュース7の放送等を含め合計141件の報道が行われた。報道発表を受けて、共同研究等に関する問い合わせも急増し、20件以上の問い合わせがあった。このうち、18組織と打ち合わせをもち、10社と共同研究契約締結に向けて調整を開始した。また、問い合わせとあわせて招待講演の依頼も多数あり、11件の招待講演を実施した。 • 大規模言語モデルの研究開発に関して、報道発表後の民間企業との交渉の中で出向者を受け入れることが決まり、10月より1名の勤務が開始された。人材交流面での民間企業との連携に関する成果である。 • 今後、さらに強力な大規模言語モデルを開発するための学習データの増強に関しては、Webデータを大規模言語モデルの構築に用いる場合に、ノイズをフィルタし、良質なテキストを抽出することが重要となる。これを高精度に実施するために、書籍にあるような文章のみをWebページから抽出するための学習データ、高精度な抽出モデル(平均精度93%)を開発し、大規模データの実構築に着手した。すでに収集済みの日本語中心の661億Webページは、大規模言語モデルの学習でよく使われているCommonCrawlの5倍程度の日本語デー 		
--	--	--	--

	<p>タとなっており、CommonCrawl を使った場合よりも大量のクリーンな日本語データを含む事前学習用データの構築が可能になる見込みである。(再掲)</p> <ul style="list-style-type: none">• これらの学習用データ、試作した大規模言語モデルの外部提供を可能にするため法的課題の整理をほぼ完遂し、契約書のひな形を作成した。今後、上記データ、試作モデル等を民間企業等へ提供する準備を進め、日本の大規模言語モデル開発力の強化に貢献していく。• 令和5年4月より開始された MICSUS の共同研究においては、新たなプラットフォームにおける MICSUS の開発が進捗し、民間企業が主導する形でこれを用いた高齢者を対象とした実証実験が実施された。• 防災チャットボット SOCDA は、技術移転先の民間企業による商用サービスが全国 120 自治体で活用されている。この SOCDA の社会実装のフォローを実施した。具体的には、導入予定自治体との打ち合わせに参加し、技術的補足等を行い、導入の見通しを得ることに貢献したほか、ぼうさいこくたい 2023 の出展協力、危機管理産業展 2023 へは機構の他の技術と一緒に同じブースへ出展するなどの支援を実施した。また、7月に九州地方で起きた大雨では、SOCDA の商用サービスを導入している久留米市で実活用され、その有効性を確認した。• 令和6年1月に発生した能登半島地震について不確かな投稿がX(旧ツイッター)へ多数あったが、災害状況要約システム D-SUMM を用いた分析を行った。具体的には、救助の意味的カテゴリにおいて被災報告として自動検出された投稿と、それらの投稿に矛盾する内容を持つ、つまりデマの可能性のある投稿として自動検出された投稿を調査し、デマと推定できる投稿の数を明らかにした。これを平成 28 年4月の熊本地震の際のツイッターのデータに対して同様の調査を行った結果とあわせて比較し、能登半島地震では、熊本地震に比べてデマとして推定される投稿が多い傾向にあることを確認した。この分析結果が、新聞や NHK 等複数の報道で取り上げられた。• Web データを大規模言語モデルの構築に用いる場合に、ノイズをフィルターし、良質なテキストを抽出すること		
--	---	--	--

	<p>が重要となる。これを高精度に実施するために、書籍にあるような文章のみを Web ページから抽出するための学習データ、高精度な抽出モデル(平均精度 93%)を開発し、大規模データの実構築に着手した。すでに収集済みの日本語中心の 661 億 Web ページは、大規模言語モデルの学習でよく使われている CommonCrawl の5倍程度の日本語データとなっており、CommonCrawl を使った場合よりも大量のクリーンな日本語データを含む事前学習用データの構築が可能になる見込みである。加えて、これら学習用データ、試作したモデルの外部提供を可能にするため、個人情報保護委員会事務局、多数の法律の専門家等とやり取りを行い外部連携のための法的整理をほぼ完遂し、契約書のひな形を作成した。既に 20 社以上の民間企業等からコンタクトがあった。(再掲)</p> <ul style="list-style-type: none"> 今後の展開に向けた取り組みとして、NICT LLM の試用により、[1]ユーザ、複数の大規模言語モデル間の議論が実際に可能で、こうした議論を行うことでより有効な意思決定につながる可能性、さらには大規模言語モデルの様々なリスクへの対策となる可能性、[2]安全保障のための、外部からやってきた偽情報に大規模言語モデルが反論する仕組み、[3]WISDOM X を使った生成テキストの裏取り、[4]尖った仮説、将来シナリオを生成する手法の強化につながること等、今後の展開が見え、そのための各種プロトタイプ、学習データを構築した。さらに[1]について、現状の NICT LLM であっても、特にファインチューニング等なしで一定の品質の議論が可能であることを確認した。(再掲) 		
	<p>(3)スマートデータ利活用基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> データ連携分析モデルをカスタマイズできるようにすべく、各種データに特化したシングルモーダル事前学習モデルを組合せてマルチモーダルモデルを効率的に生成する MMCRAI 基盤モデルを開発した。3種類の操作 (GROSS, FUSE, ALIGN)による自由な組合せを可能にするとともに、Multi-head Self Attention 機構により、モダリティ間の多様な関係表現の学習を促進し未知データに対する予測精度を向上させることで、生成されたマ 	<p>(3)スマートデータ利活用基盤技術</p> <p>実世界の様々なデータを活用した最適化されたスマートサービスの実現に向け、マルチモーダルデータの分析技術や分散連合学習技術の研究開発において高い成果をあげている。特に、第5期においてスマートデータ利活用基盤の社会展開を加速することが重要であり、情報資産の DCCS での展開を推進</p>	<p>【スマートデータ利活用基盤技術】</p> <p>事前学習モデルを組合せ、マルチモーダルモデルを生成する基盤モデルを開発。機械学習のオフロードを分散・最適化する手法を実現し、国際会議で発表したことは科学的意義が認められる。また、運転支援、環境対策などの社会実装に向けた取組も進めている。</p>

	<p>マルチモーダルモデルの高精度化を可能にした。さらに、非対照型自己教師あり学習(NC-SSL)に基づき、限られたモダリティのラベル付きデータから、マルチモーダルデータのラベルを効率よく生成し(NC-SSL自動ラベリング)、アプリケーションデータを用いた追加学習を容易にした。従来のマルチモーダルモデルでは、モデルを作成するたびに専用のマルチモーダルデータを用意し学習しなければならなかったが、MMCRAI では、これらの特徴により、個別に用意したシングルモーダルデータ(個別のセンサデータなど)を組み合わせることで学習することができ、効率的なマルチモーダルモデル作成を可能にした。これらの研究成果は、マルチメディア分野のトップカンファレンス ICME2023(Core Rank A)をはじめ、2件の査読付き国際会議論文に採択された。</p> <p>また、この MMCRAI を活用した応用モデルとして、画像識別 API を開発した。対象分野の異なる複数の事前学習済み画像認識モデルを組合せ、アプリケーションデータを用いてカスタマイズする機能を開発し、駅の周辺や内部の画像を対象とした評価実験で 85%以上の認識精度を実現した。このモデルを、機構の先進的音声翻訳研究開発推進センター(ASTREC)等で活用すべく、モデルの構成、追加学習、検証などの基本機能を提供した。また、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」における MM センシングにも応用した(下記に記載)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和5年度から開始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、エッジデバイス毎に最適なオフロード戦略を立案し、計算能力やネットワーク性能の差異による影響を軽減する Adaptive Offloading Point(AOP)技術を開発した。AOP は、エッジデバイスの学習処理時間(Training Time per Interaction, TTPi)、ネットワーク帯域幅、演算能力(FLOPs)などの指標を基に、オフロード対象のエッジデバイス選択を強化学習により最適化したり、複数エッジを Gaussian Mixture Model(GMM)クラスタリングによりクラスタしたりすることにより、計算能力やネットワーク性能の差異による影響を吸収しつつ、オフロード分散機械 	<p>して外部利用を拡大し、関連分野の研究開発の加速に貢献することにより社会的価値の可視化を進めたこと、運送事業者・環境モニタリング事業者と連携して運転リスク診断を行うスマート運転支援の社会実証を実施したことなど、社会的価値、社会実装における高い成果をあげている。また、環境モニタリング事業者と技術移転のためのライセンス契約に合意したことなど着実に成果をあげている。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 個別に用意したシングルモーダルデータ(個別のセンサデータなど)を組み合わせることで効率的にマルチモーダルモデルを生成する MMCRAI 基盤モデルを開発し、マルチメディア分野のトップカンファレンスをはじめ、2件の査読付き国際会議論文に採択され、また、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」における MM センシングにも応用したこと。 エッジデバイス毎の計算能力やネットワーク性能の差異による影響を吸収しつつ、オフロード分散機械学習の実行速度を向上させる Adaptive Offloading Point(AOP)技術を開発し、 	
--	--	--	--

	<p>学習の実行速度を向上させることを可能にした。評価実験の結果、AOP は、既存手法(FedAdapt)と比較し、学習時間を低減かつ安定化させつつ、約12%高速化できることを確認した。また、開発した AOP を、代表的なエッジデバイスである NVIDIA Jetson と Raspberry Pi に実装した。その際、限られた計算資源でも大規模なマルチモーダル深層学習モデルをオフロード学習できるよう、Pruning や知識蒸留に基づくモデル圧縮手法を開発した。その結果、1億4500万パラメータ規模の MM センシング事前学習モデルを、1,500万パラメータ規模に圧縮し、限られた計算資源でも実行可能にした。これら成果を IEEE ICPADS 2023 等査読付き国際会議で発表した。また、これまでに開発した連合学習技術と共に、IoT 分野で世界最大規模の国際フォーラム IEEE World Forum on IoT 2023 の招待講演で発表したところ、エッジ環境における分散連合学習の実践例として世界に先駆けた取組であると注目された。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一方、データ連携分析モデルを多様なエッジ環境で連合学習できるようにすべく、計算機クラスタ上に仮想的なエッジ環境を構築し、分散学習の性能評価・検証を行うシミュレーション実験システムを構築した。最新の仮想 GPU 技術(vGPU)と CUDA(NVIDIA 社の GPU プログラム開発環境で GPU 性能を最大限に引き出すことができる)を用いて、複数の仮想ノードから GPU を分割利用(最大10分割)する機械学習環境の構築手法を開発し、NVIDIA Jetson、Raspberry Pi 相当の仮想エッジノードを100台規模で混在させるシミュレーション実験環境を構築した。vGPUでCUDAによる機械学習環境を構築する事例は殆どなく、世界に先駆けた取組みである。また、このエッジ環境で分散連合学習の実行効率を計測評価するリソース監視とパフォーマンス計測ツールを整備した。この仮想エッジ環境に、MM センシングのフィールド実証実験と同等のセンシングデータとマルチモーダル深層学習モデル、及び AOP を導入し、分散連合学習のシミュレーション実験を実施した。シミュレーション実験システムでは、フィールド実証よりはるかに多数かつ異種ノードが混在する環境下でノード数を任意に増減さ 	<p>評価実験により既存手法(FedAdapt)と比較して約12%高速化できることを示し主要論文誌等に採択されたこと。</p> <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> XData プラットフォームの機能モジュールや情報資産の DCCS への技術提供を推進し、総務省委託や機構の高度通信・放送委託研究委託の受託者などを含む新たな利用者5件に提供し研究開発の加速に貢献したこと。また、総合テストベッド研究開発推進センターと連携してアウトリーチ活動を推進し、令和4年10月に公開した環境品質短期予測のお試し利用が大きく増加したこと。 機構内連携により、デジタルツイン連携のための Beyond5G オーケストレータのアーキテクチャの設計と基本実装を行い、IOWN Global Forum が策定を進める Digital Twin Framework のデジタルツイン連携アーキテクチャとして提案するとともに、ITU Focus Group on Metaverse(FG-MV)に Digital Twin Interoperability に関する寄書を提出するなど、標準化に向けた検討を推進したこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 運送事業者・環境モニタリング事業者と連携し、代表的な関連モデル(2,500万~1億2,000万パラメータ)を上回る規模の MMCRAI 基盤モデルに基づいた1億4,500万パラメータ規模の MM センシング事前学習モデルを構築し、 	
--	--	--	--

	<p>せながら、フィールド実証では困難な、エッジ環境の動的変化に対する分散連合学習の耐性やスケーラビリティ性能の評価が可能である。このシミュレーション実験システムを用いて、開発したオフロード分散学習手法 AOP のシミュレーション実験を実施し、数十ノードのエッジ環境の動的変化に対する AOP のスケーラビリティ性能を検証した。異なる性能を持つ仮想エッジクライアントの数を段階的に増やした際の総学習時間の変化を計測した結果、提案手法の AOP は、既存手法 (FedAdapt) と比較し、数十ノード規模の異種エッジクライアントの変化に対し総学習時間を最大 28% 短縮可能であることが確認され、優れた拡張性能を発揮できることが示された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • これまでに開発したデータ連携分析モデル MM センシングの社会実装に向け、本年度から開始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、本年度開発した MMCRAI 基盤モデルに基づく MM センシングのリファクタリングと、運送事業者・環境モニタリング事業者と連携したスマート運転支援の実証実験を行った。トラックに搭載されたドライブレコーダ (映像ログ、運転ログなど)、小型環境センサ (CO2 濃度など)、運転手に装着した活動量センサ (心拍数など) から構成される車載エッジコンピューティングシステムに、MM センシングの深層学習モデルと AOP の処理プログラムを組み込んだスマートセンシングシステムを構築した。その際、MMCRAI 基盤モデルに基づいて、画像やテキスト、時系列データなどの事前学習済みシングルモーダルモデルを組み合わせることで、ドライブレコーダデータや環境データ、活動量データから、危険な運転状況や、眠気を示す高い CO2 濃度、心拍の急上昇など、運転リスクにつながるイベントを個々に検出し、それらの相関を学習し運転リスクを予測できるようにするクロスモーダル深層学習モデルを作成した。このモデルを、これまでに運送事業者らと連携して収集したトラック運転データ (5 台分 8 TB) や東京農工大学ヒヤリハットデータベース (10,000 事例分) など国内のデータセットを用いて学習し、1 億 4,500 万パラメータ規模の MM セン 	<p>周辺の車両や歩行者とのヒヤリハット事象など 8 種類の運転リスク予測を SOTA 比 20% 上回る精度で実現するとともに、従来は困難であった隣接衝突、車線合流事故、右折車衝突などの予測を可能にしたこと。また、車載エッジコンピューティングシステムに、MM センシングと連合型エッジ AI (AOP) を組み込んだスマートセンシングシステムを構築、車両による営業運転中の運転リスク診断を行うスマート運転支援の社会実証を実施し、事業者から高評価を得たこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • DCCS を用いて実証実験を続けてきた光化学オキシダント注意報予測情報資産について、環境モニタリング事業者と技術移転のためのライセンス契約に合意したこと。 	
--	---	---	--

シング事前学習モデルを構築した。関連する従来の代表的なモデル (I3D、AlexNet など) は 2,500 万～1億 2,000 万パラメータ規模であるが、これを上回る規模の MM センシングでは、従来のモデルよりリッチなマルチモーダル表現を学習できることにより、あるセンサデータが部分的に欠落している場合でも他のセンサデータで補完し、高精度な運転リスクの予測を可能にした。このモデルにより、周辺の車両や歩行者とのヒヤリハット事象など8種類の運転リスク予測を SOTA*比 20%上回る精度で実現した。特に、MM センシングが時間的な依存関係を学習できることで、従来は区別が困難であった隣接衝突、車線合流衝突、交差点での右折車衝突などを個別に予測することが可能になった。さらに、希少な運転リスク事例の映像データを増強し学習データを補強すべく、ヒヤリハット映像のメタデータから、運転シミュレーションソフトウェアを用いて、速度、天候、道路状況を変更した疑似的な 3D 動画像を生成するツールを開発した。

- この MM センシングを、AOP とともにエッジデバイス (Raspberry Pi、NVIDIA Jetsons) 上で動作するよう調整し、運送事業者の車載スマートセンシングシステムに組み込み、車両による運転リスク診断を行うスマート運転支援の社会実証を実施した。スマートセンシングシステムで取得される各種センシングデータを用いて4時間毎に AOP による MM センシングの学習を行えるようにすることで、限られたエッジデバイスのストレージに個人データを一時保存しつつ MM センシングを継続的に学習できるよう工夫した。また、予測処理の高速化により、一般的なドライブレコーダ製品で取得する 10fps 映像データを対象としたリアルタイム予測を実現した。事業者からは、従来のドラレコ製品にはない運転環境や運転者の健康状態まで含めた運転リスク予測は、物流・運輸業界での働き方改革関連法改正に伴う問題 (2024 年問題) への対策に有効と期待され、ドラレコメーカー等への展開も検討したいとの意見が得られた。

	<p>*Yamamoto, S., et.al.: Classifying Near-Miss Traffic Incidents through Video, Sensor, and Object Features, IEICE TRANS. INF. & SYST., VOL.E105-D, NO.2 FEBRUARY 2022.</p> <ul style="list-style-type: none"> データ連携サービスの社会実装を加速させるべく、機構の総合テストベッドと連携し、研究開発成果を実装したデータ連携分析プラットフォーム(xData プラットフォーム)から、機能モジュールや情報資産をテストベッド Data Centric Cloud Service(DCCS)への技術提供を促進し、これらを活用した環境対策や行動支援などサービス開発や実証を推進した。本年度は、統合ビッグデータ研究センターとの連携する新規利用者5件に提供した(DCCS 全体では8件)。環境データ等の DCCS 提供データや利用者の保有データを情報資産へ搬入し直ちに分析・予測結果を確認できるなど、利用開始のハードルが低いことが評価され利用者の増加に繋がった。代表的なものとして、「多様なデータの連携に関する評価のためのデータ利活用基盤の研究開発」(電気通信事業者等)は、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」における異分野データの収集整備を行い、本年度は MM センシング情報資産を活用したスマート運転支援等の実証と、実験で収集されるドライブレコーダ映像(運送車両5台・8TB 規模)などのデータセット整備を共同で行った。また、「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」(電気通信事業者)では、機構の高度通信・放送委託研究(課題 227)において、移動環境リスク予測情報資産を DCCS に技術提供し、これを活用した協力研究員によるマルチモーダル AI の研究開発を推進し、国際会議で共著論文を発表するとともに、研究成果を情報資産に組込んだ。「時空間データマイニングによる環境センサの異常値検知技術の開発」(会津大学ら)では、これまでに開発した時空間データマイニング技術を用いて大気環境測定装置の異常値検知を目的に、令和5年度は環境センサ機器のログデータを用いたフィジビリティスタディを進めた。その他にも、「自動車排ガス影響などの局所的な大気汚染の調査・推測・検証技術及び深層学習による環境品質予測技術の活用」(自 		
--	---	--	--

	<p>動車関連研究所ら)、「データ・サステナビリティのための実世界データ醸造基盤」(名古屋大学等)が利用を開始した。これらの利用を促進すべく、これまでに開発したリスク適応ナビゲーション技術や分散連合 AI(xData FL)技術、移動環境リスク情報資産を、新たに DCCS へ技術提供した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 一方、総合テストベッド研究開発推進センターと連携したアウトリーチ活動の推進を行い、令和4年 10 月に公開した環境品質短期予測のお試し利用は月間 1,500 アクセスにまで増加した。また、スマート IoT 推進フォーラムテストベッド分科会に新たなタスクフォースを設立し、今後の活動計画について検討を行った。 • 環境品質短期予測情報資産から派生した光化学オキシダント注意報予測情報資産について、環境モニタリング事業者への技術移転のためのライセンス契約に合意した。環境モニタリング事業者は、都道府県自治体を実施する光化学オキシダント注意報等発令業務を支援する監視システムに本予測機能を組み込み、複数自治体へ展開していく準備を進めている。さらに、事業者が参画するハイブリッド型大気質モニタリングネットワーク構想検討会(アジア大気汚染研究センター他)などの活動を通じ、東南アジアなど大気汚染が深刻で観測網が未整備な地域への展開も計画している。 • データ連携分析プラットフォームを発展させた Beyond 5G/6G サイバー空間の研究開発を推進すべく、xData プラットフォームのリアルタイム処理性能や複合イベント処理、IoT 連携機能を強化・拡張しデジタルツイン基盤と、このデジタルツイン基盤上で各種の情報資産を拡張したデジタルツインアプリケーションの設計及びプロトタイプ実装を行った。また、Beyond5G 研究開発推進ユニット、総合テストベッド研究開発推進センターと連携し、デジタルツイン連携のための Beyond5G オーケストラに関するアーキテクチャの設計と基本実装を行った。さらに、このアーキテクチャを、IOWN Global Forum が策定を進める Digital Twin Framework のデジタルツイン連携アーキテクチャとして提案するとともに、ITU Focus Group on Metaverse(FG-MV)に Digital Twin 		
--	--	--	--

	<p>Interoperability に関する寄書を提出するなど、標準化に向けた検討を推進した。</p> <ul style="list-style-type: none">• 一方、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」(電気通信事業者)と連携し、セキュリティ情報基盤のためのデジタルツイン連携アーキテクチャに関する研究連携の可能性検討を開始した。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連携のユースケース設計、アーキテクチャ設計、標準化等に向けた検討を行った。これにより、Beyond 5G/6G の委託研究と自ら研の連携を推進し、Beyond 5G デジタルツインオーケストレータの新たなユースケースの開拓を進めた。		
--	--	--	--

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. 研究開発の成果の最大化その他の事業の質の向上に関する事項 1. 重点研究分野の研究開発等 (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			予算額(百万円)	38,946	37,684	26,383		
招待講演数※1	—	72	93	84			決算額(百万円)	6,859	16,397	23,815		
論文被引用総数※2	—	50	31	56			経常費用(百万円)	6,563	7,577	11,509		
過年度発表を含む論 文被引用総数※3	—	50	341	965			経常利益(百万円)	△199	△118	△306		
実施許諾件数	—	14	16	14			行政コスト(百万円)	6,916	7,693	12,381		
報道発表件数	—	10	12	10			従事人員数(人)	62	61	63		
共同研究件数※4	—	127	143	153								
標準化や国内制度化 の寄与件数	—	126	100	172								
標準化や国内制度化 の委員数	—	18	17	28								

※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	評価	A
		A		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 		<p>1-5. フロンティアサイエンス分野</p> <p>我が国におけるこれまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらすイノベーションを強化するための先進的・基礎的な技術の研究開発に取り組むとともにその成果の普及と社会実装を行うという中長期目標に対して年度計画を着実に実施した。</p> <p>特にフロンティアICT基盤技術において、光子検出効率を向上するためにはストリップ幅を狭くしなければならないというこれまでの概念を覆し、超伝導ストリップ幅を広くしても高効率に光子検出が可能となる新規構造を創出し、従来の超伝導ナノストリップに比べて200倍以上のストリップ幅となるストリップ幅20μmの“超伝導ワイドストリップ光子検出器”の開発に世界で初めて成功した。EOポリマー自立膜・積層膜作製技術を更に発展させ、プロセス技術の改良により200μm以上の厚膜化に成功し、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及び高効率検出を実現し実用化の技術基盤となる成果を得た。先端ICTデバイス基盤分</p>	<p><評価に至った理由></p> <p>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。</p> <p>主な状況は以下のとおり。</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 		<p>野においては、深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、光学レンズを使わずに配光角を制御できる“高指向性”深紫外 LED の実験実証に世界で初めて成功し、光取出し効率も約 1.5 倍に向上させた。深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、太陽光による強い背景ノイズのある日中・屋外、かつ、ビルなどの障害物がある“見通し外”環境下において、最大 80m の距離で 1Mbps 以上の光無線通信伝送に世界で初めて成功した。脳科学情報通信技術においては、長期安定計測が可能な多点皮質脳波電極の実現に向けた研究開発の一環として他機関の脳科学研究グループの多点計測系構築に技術提供し、成果が一流雑誌に掲載された等、科学的意義につき特に顕著な成果を創出し、また、社会的価値の観点において優れた成果も多数創出した。</p> <p>加えて、量子情報通信基盤技術においては、国際宇宙ステーション(ISS)ー地上可搬局との情報理論的安全な鍵共有を可能とするための物理レイヤ暗号装置(10GHz クロック光伝送装置)の正常動作を確認でき、地上局からのビーコン光の受信に成功し、一定程度の ISSー地上間のチャンネル評価に成功したこと、パスワード1つ分のデータを“信頼できるノード”での鍵リレーを用いない量子鍵配送(QKD)リンクで伝送することにより、情報理論的安全な認証・保管・中継が可能なプロトコルの Tokyo QKD Network 上での動作確認を完了したことといった社会的価値につき特に顕著な成果を創出し、また、科学的意</p>	
--	--	--	--

		<p>義及び社会実装の観点においても優れた成果を創出した。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。</p>	
	<p>(1)フロンティア ICT 基盤技術</p> <p>(ア)集積型超伝導回路基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 超伝導ストリップから構成される超伝導単一光子検出器(SSPD: Superconducting Strip Photon Detector)において、超伝導ストリップ幅を広くしても高効率に光子検出が可能となる新規構造を創出し(特許出願済み)、従来の超伝導ナノストリップに比べて 200 倍以上のストリップ幅となるストリップ幅 20μm の“超伝導ワイドストリップ光子検出器”の開発に世界で初めて成功した。従来のナノストリップ型と同等の高い検出効率と低い暗計数率を実現し、さらに、ナノストリップ型よりも優れた低タイミングジッタ特性を示すことに成功した。また、ナノストリップ型において見られていた偏光依存性を完全に無くすことに成功した。すなわち、超伝導ストリップ型光子検出器において検出効率を向上するためにはストリップ幅を狭くしなければならないというこれまでの概念を覆し、これまでナノ加工が必要不可欠であった SSPD において、汎用的な光リソグラフィ技術で製作可能になるという、検出器製作のコストと歩留まりを解決することに資する成果を得た。本成果は Optica Quantum 誌の創刊号に掲載され、報道発表を行った。 大規模ピクセル SSPD アレイの実現は、光子イメージングや分光、高速化など、SSPD の高度化に直結しさらなるアプリケーション展開が期待されるが、SSPD アレイからの信号を極低温下で信号処理するための単一磁束量子(SFQ: Single Flux Quantum)回路を集積化するための技術は SSPD アレイの大規模化に向けて必要不可欠であるため、それぞれ作製プロセスの異なる SSPD アレイと SFQ 回路にこれまでとは異なる設計思想を取り 	<p>(1)フロンティア ICT 基盤技術</p> <p>超伝導ストリップから構成される超伝導単一光子検出器(SSPD: Superconducting Strip Photon Detector)において検出効率を向上するためにはストリップ幅を狭くしなければならないというこれまでの概念を覆し、超伝導ストリップ幅を広くしても高効率に光子検出が可能となる新規構造を創出し、従来の超伝導ナノストリップに比べて 200 倍以上のストリップ幅となるストリップ幅 20μm の“超伝導ワイドストリップ光子検出器”の開発に世界で初めて成功した。従来のナノストリップ型と同等の高い検出効率と低い暗計数率を実現し、さらに、ナノストリップ型よりも優れた低タイミングジッタ特性を示すこと及びナノストリップ型において見られていた偏光依存性を完全に無くすことに成功し、Optica Quantum 誌の創刊号に掲載された。超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、光ファイバー無線モバイルフロントホールの一部無線区間やリモートアンテナにおける高速無線-光信号変換に向けた 300GHz 帯無線光変調素子の高効率化に向けた素子構造を検証し、量産可能なデバイス構造で 375 GHz 電磁波照射による最速の直接光変調において従来比 10 倍以上の高効率化</p>	<p>【フロンティア ICT 基盤技術】</p> <p>(ア)集積型超伝導回路基盤技術</p> <p>東京大学を中心とする「伝搬する光の論理量子ビットの生成に初めて成功」に NICT 開発の超伝導素子が導入され、その実現に繋がったことは科学的意義・革新性として卓抜している。</p> <p>電子ビーム露光プロセスを必要とした従来のナノストリップ構造に対して、低コストで量産可能な光露光で実現できる超伝導ワイドストリップを用いた光子検出器の開発に成功し、社会実装が期待される。</p> <p>超伝導ジョセフソン接合素子材料として高信頼・量産型の Si 基板上の高品質 TiN 薄膜による TiN/MgO/TiN 接合が理研開発国産量子コンピュータに採用・導入されたことは目標を超える社会実装の成果といえる。</p> <p>超伝導ストリップから構成される超伝導単一光子検出器(SSPD: Superconducting Strip Photon Detector)において検出効率を向上するためにはストリップ幅を狭くしなければならないというこれまでの概念を覆し、超伝導ストリップ幅を広くしても高効率に光子検出が可能となる新規構造を創出し、従来の超伝導ナノストリップに比べて 200 倍以上のストリップ幅となるストリップ幅 20μm の</p>

	<p>入れプロセス過程の最適化を追求することで、モノリシックに集積化された SFQ 多重化回路が搭載されている光共振構造付 16 ピクセル SSPD アレイ素子を開発し、SFQ 多重化回路による多重化信号処理を介して光子応答を確認することに成功した。また、集積化された SFQ 多重化回路が搭載されている 64 ピクセル SSPD アレイ素子の設計及び作製も実施した。これらの成果は Applied Physics Letters 誌に掲載された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機構の技術移転を受けて製作された浜松ホトニクス製 SSPD システムが、G7 科学技術大臣会合や浜松ホトニクス主催の内覧会(フォトンフェア 2023)において展示・紹介され、機構発技術の社会実装に向けた積極的なアピールが行われた。また、機構で開発した SSPD が量子技術をはじめとする様々な先端技術に適用され、その有用性が示されるとともに、その成果が Science 誌 (Impact Factor(IF)=56.9 クラリベイト 2022)をはじめとする様々な論文誌に掲載された。 • 超伝導量子ビットのエネルギー緩和要因であるジョセフソン接合の誘電損失低減に向けて、トンネル障壁に含まれる結晶欠陥の低減が重要課題となっている中、我々がこれまで開発を進めてきた窒化アルミ(AIN)に替わるトンネル障壁として、超伝導電極材料である窒化ニオブ(NbN)に対して、より格子整合性のよい酸化マグネシウム(MgO)を用いた NbN/MgO/NbN ジョセフソン接合作製プロセスの最適化を行い、従来の NbN/AIN/NbN よりも半分以下のリーク電流を実現することに成功した。この特性は超伝導量子ビットにも十分適用できる接合品質となっており、コヒーレンス時間改善に向けた重要な基盤技術を確立した。 • NbN に替わる超伝導電極材料として窒化チタン(TiN)を検討し、ゼロ電圧付近で高いサブギャップ抵抗を持つ TiN/MgO/TiN 接合を実現した。本成果は TiN と MgO が格子不整合 0.1%以下という特徴に着目してフルエピタキシャルの TiN/MgO/TiN 接合の作製に取り組んだもので、アルミニウム (Al) 系ジョセフソン接合に替わる新たな材料プラットフォームの実現につながる成果であ 	<p>を達成し、次世代高速無線通信 (Beyond 5G/6G) へ向けた ToF (THz over Fiber) 技術基盤となる成果を得た。世界で初めて開発した EO ポリマー自立膜・積層膜作製技術を更に発展させ、プロセス技術の改良により 200 μm 以上の厚膜化に成功し、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、従来比 4 倍の高効率検出を実現したことで、超広帯域電磁波制御デバイスの高効率化や超広帯域・高効率テラヘルツ検出デバイスの実用化の技術基盤となる成果を得た。さらに、記憶形成モデルの構築に必要となるシナプス可塑性の解析技術の高度化に関連し、ショウジョウバエの脳内を観察しながら条件付けによって記憶をつくる実験系を用い、脳の中で記憶ができる瞬間の獲得シナプス生成をリアルタイム観察することに世界で初めて成功した。以上のように科学的意義につき特に顕著な成果を創出した。</p> <p>なお、機構で開発した SSPD が量子技術をはじめとする様々な先端技術に適用され、その有用性が示されるとともに、その成果が Science 誌 (IF=56.9) をはじめとする様々な論文誌に掲載されたこと、EO ポリマーデバイスの高性能化に向けたプロセス技術開発のために、コーティング技術及び特殊フィルムを有する企業と連携を行い、ポーリング処理した EO ポリマー膜を低粘着フィルムと離形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で、EO ポリマーデバイス作製のプロセス技術</p>	<p>“超伝導ワイドストリップ光子検出器”の開発に世界で初めて成功した。従来のナノストリップ型と同等の高い検出効率と低い暗計数率、汎用的な光リソグラフィ技術で製作可能になるという検出器製作のコスト低減と歩留まり改善を実現し、さらに、ナノストリップ型よりも優れた低タイミングジッタ特性を示すこと及びナノストリップ型において見られていた偏光依存性を完全に無くすことに成功し、Optica Quantum 誌の創刊号に掲載された。これらは、科学的意義が国際的にも高く評価されている。</p> <p>大規模ピクセル SSPD アレイの実現は、光子イメージングや分光、高速化など、SSPD の高度化に直結しさらなるアプリケーション展開が期待されるが、SSPD アレイからの信号を極低温下で信号処理するための単一磁束量子 (SFQ: Single Flux Quantum) 回路を集積化するための技術は SSPD アレイの大規模化に向けて必要不可欠であるため、モノリシックに集積化された SFQ 多重化回路が搭載されている光共振構造付 16 ピクセル SSPD アレイ素子を開発し、SFQ 多重化回路による多重化信号処理を介して光子応答を確認することに成功した。また、集積化された SFQ 多重化回路が搭載されている 64 ピクセル SSPD アレイ素子の設計及び作製も実施している。これらの取組は高い社会的価値を有する。</p> <p>機構で開発した SSPD の先端技術への適用成果が有力論文誌に掲載されたことに加え、機構の技術移転を受けて製作された日本企業製 SSPD システ</p>
--	--	--	--

<p>り、MRM(Materials Research Meeting)2023 基調講演を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 開発したシリコン基板上 TiN 薄膜は、極めて低損失な超伝導量子ビット用の電極材料であり、理化学研究所を中心として開発された国産量子コンピュータに採用、導入された。本成果は、日刊工業新聞社が主催する「第53回日本産業技術大賞」において、最高位となる「内閣総理大臣賞」を受賞した。 <p>(イ) ナノハイブリッド基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ショートレンジ LiDAR(Light Detection And Ranging)やスマートグラス等への応用展開につながりうる光フェーズドアレイ(OPA)の短波長化や集積化に向けて、チャネル数 N に対して N^2 以上の解像度が得られ、少ない N でも高解像度・広偏向角となり実装性が高い非周期ピッチの OPA の設計・試作を行った。C バンド(1550nm)用非周期 OPA を用いて、位相シフトデジタルホログラフィ(PSDH)と逆フーリエ変換(IFT)を用いた高速位相補償技術が 16ch 非周期 OPA に適用可能であることを実証した。また、安価なシリコン(Si)ディテクタが使用できる波長 1100nm 以下の波長帯である赤色光(640nm)用非周期 OPA を試作し 32ch 非周期 OPA の出射光近視野像を確認、遠視野像の電圧印加による変調動作を確認した。論文2件、招待講演6件、国際会議発表3件、特許出願2件、展示会出展2件、共同研究3件を実施した。 Beyond 5G の基盤となるデータ通信の高速化に向けて、更なる高速化を可能にする化合物半導体/EO ポリマーハイブリッド光変調器の構造検討を行い、シミュレーションにより200Gbaudの高速変調器が実現可能であることを確認した。Si 及び化合物半導体の高精度加工のための加工プロセスの検討を行い、従来よりも高精度な加工を確認した。論文2件、招待講演4件、展示会出展2件、共同研究2件を実施した。 超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、光ファイバー無線モバイルフロントホールの一部無線区間やリモートアンテナにおける高速無線—光信号変換に向けた 300GHz 帯無線光変調素子の高効率化に向 	<p>への展開と EO ポリマー膜の汎用化に向けた基盤となる成果を得たことなど、社会的価値、社会実装についても顕著な成果を創出した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 超伝導ストリップから構成される超伝導単一光子検出器(SSPD: Superconducting Strip Photon Detector)において検出効率を向上するためにはストリップ幅を狭くしなければならないというこれまでの概念を覆し、超伝導ストリップ幅を広くしても高効率に光子検出が可能となる新規構造を創出し、従来の超伝導ナノストリップに比べて200倍以上のストリップ幅となるストリップ幅 20 μm の“超伝導ワイドストリップ光子検出器”の開発に世界で初めて成功したこと。従来のナノストリップ型と同等の高い検出効率と低い暗計数率を実現し、さらに、ナノストリップ型よりも優れた低タイミングジッタ特性を示すこと及びナノストリップ型において見られていた偏光依存性を完全に無くすことに成功し、Optica Quantum 誌の創刊号に掲載されたこと。 超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、光ファイバー無線モバイルフロントホールの一部無線区 	<p>ムが G7 科学技術大臣会合や同企業の内覧会において展示・紹介され、機構発技術の社会実装に向けた積極的なアピールが行われた。</p> <p>(イ) ナノハイブリッド基盤技術</p> <p>世界で初めて開発したEOポリマー自立膜・積層膜作製技術を更に発展させ、プロセス技術の改良により 200 μm 以上の厚膜化に成功し、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、従来比4倍の高効率検出を実現したことで、超広帯域電磁波制御デバイスの高効率化や超広帯域・高効率 THz 検出デバイスの実用化の技術基盤となる成果を得たことは高い科学的意義を有する。</p> <p>超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、光ファイバー無線モバイルフロントホールの一部無線区間やリモートアンテナにおける高速無線—光信号変換に向けた 300GHz 帯無線光変調素子の高効率化に向けた素子構造を検証し、量産可能なデバイス構造で 375GHz 電磁波照射による最速の直接光変調において従来比 10 倍以上の高効率化を達成し、次世代高速無線通信(Beyond 5G/6G)へ向けた ToF (THz over Fiber) 技術基盤となる成果を得たことは、次世代技術として中核課題にある Beyond 5G の分野で社会的価値の創出に十分に貢献する優れた成果として認められる。</p> <p>(ウ) 超高周波基盤技術</p>
--	---	---

	<p>けた素子構造を検証し、上下配置アンテナ構造を用いることで量産可能なデバイス構造で 375GHz 電磁波照射による最速の直接光変調において従来比 10 倍以上の高効率化を達成した。次世代高速無線通信 (Beyond 5G/6G) へ向けた ToF (THz over Fiber) 技術基盤となる成果である。令和3年度から新たに実施する総務省電波資源拡大のための研究開発「無線・光相互変換による超高周波数帯大容量通信技術に関する研究開発(光電気相互変換技術)」を共同実施中である(徳島大、機構、岐阜大)。光支援フロントエンドの開発に関して日独連携による共同研究に着手した。論文5件、招待講演6件、国際会議発表7件、特許出願3件、共同研究3件を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 世界で初めて開発した EO ポリマー自立膜・積層膜作製技術を更に発展させ、プロセス技術の改良により 200μm 以上の厚膜化に成功し、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、従来比4倍の高効率検出を実現した。超広帯域電磁波制御デバイスの高効率化や超広帯域・高効率テラヘルツ検出デバイスの実用化の技術基盤となる成果を得た。招待論文1件、論文1件、招待講演7件、国際会議発表1件、展示会出展2件、共同研究2件を実施した。 • EO ポリマーデバイスの高性能化に向けたプロセス技術開発のために、コーティング技術及び特殊フィルムを有する企業と連携を行った。ポーリング処理した EO ポリマー膜を低粘着フィルムと離形フィルム(保護フィルム)で挟んだキャリアフィルム構造の作製に成功した。EO ポリマーデバイス作製のプロセス技術への展開と EO ポリマー膜の汎用化に向けた基盤となる成果が得られた。論文2件、招待講演8件、国際会議発表1件、特許登録3件、特許出願3件、展示会出展2件、共同研究9件を実施した。 	<p>間やリモートアンテナにおける高速無線-光信号変換に向けた 300GHz 帯無線光変調素子の高効率化に向けた素子構造を検証し、量産可能なデバイス構造で 375GHz 電磁波照射による最速の直接光変調において従来比 10 倍以上の高効率化を達成し、次世代高速無線通信 (Beyond 5G/6G) へ向けた ToF (THz over Fiber) 技術基盤となる成果を得たこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 世界で初めて開発した EO ポリマー自立膜・積層膜作製技術を更に発展させ、プロセス技術の改良により 200μm 以上の厚膜化に成功し、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、従来比4倍の高効率検出を実現し、超広帯域電磁波制御デバイスの高効率化や超広帯域・高効率テラヘルツ検出デバイスの実用化の技術基盤となる成果を得たこと。 • 記憶形成モデルの構築に必要なシナプス可塑性の解析技術の高度化に関連し、令和3年度までに確立したショウジョウバエの脳内を観察しながら条件付けによって記憶をつくる実験系を用い、令和4年度に記憶形成を担うシナプス、“獲得シナプス”を発見したことに続き、さらに令和5年度は、脳の中で実際に記憶ができていく過程を追跡し、記憶ができる瞬間の獲得シナプス生成をリアルタイム観察することに世界で初めて成功したこと。 	<p>CMOS による 300GHz 帯フェーズドアレイで$\pm 14^\circ$ のステアリング角で無線リンクに成功し、その成果は論文や国際会議で評価されており、科学的意義を有する。</p> <p>(エ) 自然知規範型情報通信基盤技術 記憶形成モデルの構築に必要なシナプス可塑性の解析技術の高度化に関連し、令和3年度までに確立したショウジョウバエの脳内を観察しながら条件付けによって記憶をつくる実験系を用い、令和4年度に記憶形成を担うシナプス、“獲得シナプス”を発見したことに続き、さらに令和5年度は、脳の中で実際に記憶ができていく過程を追跡し、記憶ができる瞬間の獲得シナプス生成をリアルタイム観察することに世界で初めて成功したことは、極めて科学的意義が高い成果である。</p>
	<p>(ウ) 超高周波基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 を用いたフェーズドアレイ無線受信機を開発 	<p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p>	

	<p>し、300GHz 帯無線伝送実験において通信速度 25.92G b/s の無線リンクを±14° のステアリング角で成功した。テラヘルツ帯高速無線通信のビームステアリング技術を、一般的なシリコン CMOS 集積回路で実現できることを示すことができた。これらの成果について電子回路・無線通信部門の権威のある学術会議である IEEE Asia Solid-State Circuits Conference (A-SSCC2023)、IEEE Radio & Wireless Week (RWW2024)での発表を含む研究論文2件、国際会議9件、招待講演1件の発表を実施した。これら研究成果の一部は総務省電波資源拡大のための研究開発「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(科研費)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。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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、半導体基板メーカーから供給された窒化ガリウム(GaN)エピ基板の高出力化検討のため、Si基板上 GaN デバイスの作製を開始するとともに 110-170GHz 帯出力特性評価用増幅器やインピーダンスチューナの性能評価を実施した。また、ガリウムインジウムアンチモン(GaInSb)チャンネル HEMT(高電子移動度トランジスタ)において、薄層 AlInSb バリア、ダブルサイドドーピング、低レート・低選択比エッチング液を導入、ゲート・チャンネル間距離の短縮や、リセスエッチング制御の向上を図った結果、ゲート長 50nm で電流利得遮断周波数 $f_T = 342\text{GHz}$、ゲート長 70nm で最大発振周波数 $f_{max} = 451\text{GHz}$ を得た。この f_T は世界最高値(これまででは 340GHz)を更新し、f_{max} は国内最高値を更新するとともに世界最高値(480-490GHz)に次ぐ値である。ナローバンドギャップ半導体である GaInSb をチャンネルとする HEMT で、これらの性能を達成したことは、Sb 系半導体エピタキシャル・ウェハが市販されていない中、官学共同研究の中で自らが MBE(分子線エピタキシー法)成長した結晶品質が高品質であること、エッチング耐性が低い半導体材料に対する電子デバイス作製プロセスを確 	<ul style="list-style-type: none"> • SSPD において、超伝導ストリップ幅を広くしても高効率に光子検出が可能となる新規構造を創出し(特許出願済み)、従来の超伝導ナノストリップに比べて 200 倍以上のストリップ幅となるストリップ幅 20 μm の“超伝導ワイドストリップ光子検出器”の開発に世界で初めて成功したことで、これまでナノ加工が必要不可欠であった SSPD において、汎用的な光リソグラフィ技術で製作可能になる、という検出器製作のコストと歩留まりを解決することに資する成果を得たこと。 • 大規模ピクセル SSPD アレイの実現は、光子イメージングや分光、高速化など、SSPD の高度化に直結しさらなるアプリケーション展開が期待されるが、SSPD アレイからの信号を極低温下で信号処理するための単一磁束量子(SFQ: Single Flux Quantum)回路を集積化するための技術は SSPD アレイの大規模化に向けて必要不可欠であるため、モノリシックに集積化された SFQ 多重化回路が搭載されている光共振構造付 16 ピクセル SSPD アレイ素子を開発し、SFQ 多重化回路による多重化信号処理を介して光子応答を確認することに成功した。また、集積化された SFQ 多重化回路が搭載されている 64 ピクセル SSPD アレイ素子の設計及び作製も実施した。 • 機構で開発した SSPD が量子技術をはじめとする様々な先端技術に適用され、その有用性が示されるとともに、その成果が Science 誌をはじめとする様々な論文誌に掲載されたこと。 <p>【社会実装】</p>	
--	---	--	--

	<p>立できたことを示すとともに、Sb 系受発光デバイスとの融合可能性を示すものである。これら成果について国際会議3件、招待講演1件の成果発表を実施するとともに関連する特許出願を2件行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> • B5G デバイス開発に必要なテラヘルツ計測評価技術として、周波数 100GHz 超での誘電体の材料定数測定において、高価なベクトルネットワークアナライザ(VNA)や周波数エクステンダ、測定前校正が不要で、材料定数特性を簡易に、かつ、誘電正接 ($\tan \delta$) を高精度に測定可能とするミリ波・テラヘルツ波帯材料定数測定装置を開発した。100GHz 超での誘電体の材料定数測定は自由空間 S パラメータ法やファブリペロ共振器法が用いられるが、VNA や周波数エクステンダが必要であるだけでなく、自由空間 S パラメータ法では $\tan \delta$ の高精度測定が難しく、ファブリペロ共振器法では被測定物の厚さが 1mm 以下と制限される。開発した測定装置は自由空間法ではあるが VNA は不要で、厚さ 1mm 以上の被測定物の測定が可能で、薄片加工が不要である。また VNA を用いた自由空間 S パラメータ法の測定結果と等価であることも確認しており、テラヘルツ周波数帯での材料定数測定手法の提供に、そして、テラヘルツ周波数帯での B5G 素材や回路基板材料の材料定数評価技術の普及・展開に繋がりうる成果である。これら研究成果について研究論文1件、国際会議3件、報道発表1件の成果発表を実施した。これら成果の一部は科学技術振興機構(JST)A-STEPトライアウト「5G/B5Gビームステアリング無線アクセスに適した電波吸収体の開発」や本年度採択・実施した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)「社会インフラ維持業務効率化のための 60GHz 帯(Beyond 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、高 Q 値光共振器を実現する低損失窒化シリコン(SiN)導波路作製のため、新規成膜装置及びドライエッチング装置の立ち上げを行った。cat- 	<p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機構の技術移転を受けて製作された浜松ホトニクス製 SSPD システムが、G7 科学技術大臣会合や浜松ホトニクス主催の内覧会(フotonフェア 2023)において展示・紹介され、機構発技術の社会実装に向けた積極的なアピールが行われたこと。 • EO ポリマーデバイスの高性能化に向けたプロセス技術開発のために、コーティング技術及び特殊フィルムを有する企業と連携を行い、ポーリング処理した EO ポリマー膜を低粘着フィルムと離形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で、EO ポリマーデバイス作製のプロセス技術への展開と EO ポリマー膜の汎用化に向けた基盤となる成果を得たこと。 	
--	--	--	--

	<p>CVD 装置において、4インチ基板に対して SiN 膜厚均一性3%以下を実現するべく、フィラメント配線を改良した(従来は2インチ基板で~10%)。また、CHF₃/Ar/O₂ 混合ガスプラズマによる SiN 側壁保護膜の生成レート制御を実現した。光コム生成に必要な異常分散導波路用深掘りドライエッチング加工条件に目処をつけた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 励起光源共集積化への端緒として分布帰還型 (DFB: Distributed Feedback) レーザーを用いた光コム発生を目指し、DFB レーザーの直接電流変調によりソリトンマイクロコムの発生に成功した。これに関連して、半導体レーザーと高 Q 値微小光共振器の結合系における注入同期及びソリトン発生に対する安定性に関する検討に着手し、数 GHz のロックレンジが確保できることが判明した。これらの成果は微小共振器コムモジュールの高性能化に繋がるものである。また、テラヘルツ波発生用フォトミキサ一部の検討も開始した。フォトミキサ集積化により、ファイバーの分散効果を排除できるため、マルチコムラインを利用したテラヘルツ波発生効率の向上が見込めることを確認した。励起光源との効率的な共集積化に向かうものとして、簡便な微小共振器コム光源実現が期待される成果である。これら研究成果について研究論文1件、国際会議5件の成果発表を実施した。 <p>(工)自然知規範型情報通信基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 仮想現実 (VR) を用いた昆虫の行動解析系の評価と改良に関連し、非拘束条件下の個体に対して人工視覚刺激を呈示し、これにより生じる行動反応を定量評価するための実験システムを構築した(日本比較生理生化学会にて発表)。昆虫の行動制御アルゴリズムのモデル化のために現在開発中の VR 実験系は、不確定な要素を排した人工環境で精密な行動計測が可能である。しかし、装置への拘束による実験個体の負荷が大きく、これが行動反応にバイアスを与える危険がある。本成果により非拘束条件下の個体に VR 実験系と類似の視覚刺激を呈示し、生じる行動反応を定量することが可能になった。すなわち、両実験系における結果の比較により 		
--	---	--	--

	<p>VR 実験系から得られたデータの信頼性を検討することが可能になった。</p> <ul style="list-style-type: none">• 行動・神経活動をはじめとする各種生体情報データの収集と解析手法の検討に関連し、追跡行動の制御に関わる高次視覚系ニューロン集団の活動計測を行い、同ニューロン群が示す活動の時空間パターンが追跡対象の位置と移動方向の双方に対応して変動することを見出した。本成果で活動計測を行った脳領域（視結節）は、ハエの他個体追跡のための主要な視覚経路を構成するにも拘わらず、そこでの位置情報の処理についてはよくわかっていない。本成果は同脳領域において対象追跡の移動に対応した活動の時空間動態の計測に成功した初の例である。また、前年度に国内特許申請を行った超高感度トランスクリプトーム解析用サンプル調製技術について、国際特許出願（PCT）を行った（出願済み、出願番号：PCT/JP2023/041460）。次世代シーケンサーを用いたトランスクリプトーム解析は、今日の医学・生物学分野における先端的な研究に欠かせない手法であり、本技術はその高感度化に寄与する基礎技術である。さらに、高精度温度制御装置と独自に考案した低温暴露プロトコルの組み合わせにより、昆虫の低温ストレス耐性を簡便、かつ、高精度に定量評価するための新規実験系を開発した。これを活用して、特定の不飽和脂肪酸の摂取により個体の低温耐性が劇的に向上することを見出した（日本比較生理生化学会にて発表）。昆虫の低温ストレス耐性を簡便、かつ、高精度に定量化可能な計測手法の開発により、従来見過ごされてきた環境適応能力やその神経機構を見いだせる可能性が拓けた。不飽和脂肪酸による低温耐性増強効果の発見は、栄養と温度という異質な因子の情報を統合する細胞機構の研究に新たな視座を与え、また、近年、社会的にも注目が高まりつつある人工冬眠技術開発のための基礎知見となり得る成果である。• 記憶形成モデルの構築に必要となるシナプス可塑性の解析技術の高度化に関連し、令和3年度までに確立したショウジョウバエの脳内を観察しながら条件付けによって記憶をつくる実験系を用い、令和4年度に記憶形成		
--	--	--	--

を担うシナプス、“獲得シナプス”を発見したことに続き、令和5年度は、脳の中で実際に記憶ができていく過程を追跡し、記憶ができる瞬間の獲得シナプス生成をリアルタイム観察することに世界で初めて成功した(本成果について、1件の国際学会発表を行った)。シナプス変化としての脳内記憶の発見は、記憶に影響する要因の、より具体的な効果を査定することを可能にする成果である。また、記憶分子候補であるシナプトタグミン7を、短期シナプス可塑性と記憶との関連について突然変異体を解析することによって調べた(本成果について、1件の学会発表を行い、論文を投稿した)。シナプトタグミン7はシナプス促進(連発する活動電位によりシナプス伝達が強化される現象)を担っていることを前年度までに発表したが(Sci. Rep., 2021)、シナプトタグミン7のカルシウム結合が記憶形成の短期記憶において重要であることを解明した。シナプス促進は記憶形成の最初におこるべき現象であるが、本研究はシナプス促進の記憶における分子機構を明らかにしたものである。具体的には、シナプトタグミン7分子内にシナプスの短期可塑性のためのセンサー部位を発見した(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をシステムとしてオンサイト利用するための要件の検討として、前年度までに開発した微小培養装置を利用した化学的ラベル識別技術について、化学物質検出素子である細胞(大腸菌)の性能安定性の確保に必要な最適培養条件を探索し、簡便ながら汎用の生物実験用培養装置を使用した場合と同等の品質の細胞を調製する技術を確立した。また、動物体液や環境判定(海水分類)への応用に関する試験方法と試験結果の評価方法を詳細に検討し、調査したユースケースに共通してみられた問題点(判定精度不足)を解決するため、現行の計測手法における画像解析プログラムを再構築し、より多くの情報(個体毎の変化)を取得することに成功した。
- 化学的ラベル識別技術の根幹をなす技術の特許取得について、これまでにお願いしたものの拒絶査定を受けて

	<p>いた2件について、審判面接を経て拒絶査定を解消し「特許 7378788」(令和5年 11 月)の取得に至った。さらに、バクテリアセンサの食品分野への適用拡大へ向けた取組として「おいしさの見える化マニュアル」(NTS社、令和5年5月発刊、第1章3節[バクテリア走化性応答を用いたケミカルセンサによる味の識別])の執筆を行い、本技術の社会展開に向けた取組を大きく前進させた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 顕微鏡の深部化・高分解能化を進め、光軸方向の分解能向上に必要な画像取得スピードを、以前より3倍高速化することに成功した。更なる高分解能化・高速化が可能と見込まれるため、実証実験用の新しい顕微鏡プラットフォームの構築を進めた。 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、弾性分子素子(世界最小のコイル状バネ)を開発し、細胞への組み込みと微小な力学入力刺激の検出に成功した。また、微小空間でのアクチュエーション、ソフトロボットの移動などの応用を目指した取組として、DNA ナノ構造体で作製したリングと改変分子モーターを用いて世界最小の人工回転タンパク質モーターや運動方向を切り替えるリニアモーターを開発した。コイル状バネの結果は、高 IF 付き論文(ACS Nano, IF=17.1 クラリベイト 2022)で発表し、複数の新聞記事等への掲載(科学新聞他)や全国で招待講演を行い、分子モーターの結果については4つの異なる学会・研究会で発表賞を受賞した。 外部からの入力刺激によって細胞機能の制御を行うための要素技術として、生体分子を結合した人工ビーズの生細胞内への導入を時間的・空間的に制御する技術を確立した。特許出願準備に着手した。 		
	<p>(2)先端 ICT デバイス基盤技術</p>	<p>(2)先端 ICT デバイス基盤技術</p>	<p>【先端 ICT デバイス基盤技術】</p>
	<p>(ア)酸化物半導体電子デバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸化アルミニウムガリウム($\text{AlGa})_2\text{O}_3$ バックバリア層を導入した短ゲート Ga_2O_3 MOSFET(酸化ガリウムの金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ)の遅延時間解析を実施し、得られた結果を論文発表した(T. Ohtsuki et al., IEEE Electron Device Lett. 44, 1829, 2023)。L 帯(0.5~ 	<p>深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、光学レンズを使わずに配光角を制御できる深紫外 LED を開発した。ナノオーダーの位相型フレネルゾーンプレート構造と AlGaN マイクロ LED 構造を組み合わせることで、“高指向性”</p>	<p>(ア)酸化物半導体電子デバイス 酸化ガリウム高効率パワーデバイス開発に関して、前年度に開発に成功した Ga_2O_3 表面ダメージ除去を可能とする窒素ラジカル照射プロセスを用いて、電子移動度、熱伝導率等の物性に優</p>

	<p>1.5GHz) Ga₂O₃ FET 構造設計、試作を行った。また、1GHzでのロードプル測定によるRF大信号デバイス特性評価を実施し、ゲート長300nmのGa₂O₃ MOSFETで、出力電力5dBm、電力利得20dB、電力付加効率6%が得られた。一部、総務省受託研究「次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業」の成果である。</p> <ul style="list-style-type: none"> 短ゲート Ga₂O₃ MOSFET のガンマ線照射耐性試験を実施した。結果、想定よりも低積算ドーズ量での顕著なデバイス特性の劣化が認められた。今後、デバイスプロセス、特にイオン注入ドーピングプロセスの最適化が必要となる。一部、総務省受託研究「次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業」の成果である。 令和4年度に開発に成功した Ga₂O₃ 表面ダメージ除去を可能とする窒素ラジカル照射プロセスを用いて、電子移動度、熱伝導率等の物性に優れる Ga₂O₃(010)基板上に縦型フィントランジスタを試作し、その動作実証に世界で初めて成功した。フィン幅400nmのデバイス特性は、ノーマリーオフ動作、オン抵抗 6.9mΩ・cm²、サブスレッショルド係数(SS係数)82mV/decade、ドレイン電流オン/オフ比8桁以上と、これまでの他機関からの報告と比較してもデバイスオン特性については世界最高レベルの特性を実現した。今後、エピタキシャル成長技術、プロセス技術の最適化により、さらなる改善も大いに期待される。一部、総務省受託研究「次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業」の成果である。 グリーン ICT デバイス研究室長が、Clarivate Analytics 社 Highly cited Researchers 2023 に選出された。これは、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を対象としており、全世界、全分野の研究者・科学者から、毎年1,000人に1人程度が選出される。機構からは、過去を含めて同室長のみが選出された(令和3年に続き2度目)。 	<p>深紫外 LED の実験実証に世界で初めて成功し、光取出し効率も約1.5倍に向上させた。深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、高強度シングルチップ深紫外 LED を搭載した送信機と太陽光背景ノイズを高効率に除去可能な深紫外光受信機を開発し、太陽光による強い背景ノイズのある日中・屋外、かつ、ビルなどの障害物がある“見通し外”環境下において、最大80mの距離で1Mbps以上の光無線通信伝送に世界で初めて成功した。さらに、グリーンICTデバイス研究室長が令和3年に続き2度目となる Clarivate Analytics 社 Highly cited Researchers 2023 に選出された。以上のように科学的意義につき特に顕著な成果を創出した。</p> <p>加えて、酸化ガリウム高効率パワーデバイス開発に関して、令和4年度に開発に成功した Ga₂O₃ 表面ダメージ除去を可能とする窒素ラジカル照射プロセスを用いて、電子移動度、熱伝導率等の物性に優れる Ga₂O₃(010)基板上に縦型フィントランジスタを試作し、その動作実証に世界で初めて成功したこと、深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、高コストの光学レンズを使わずに照射が必要な空間のみに精密に制御し人体等へのリスクが低減されることが可能になるような深紫外 LED を開発したこと、深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、これまで見通しの良い条件下での利用に限られていた光無線通信の応用の可能性を飛躍的に広げる新技術として期待されるような、高強度シン</p>	<p>れる Ga₂O₃(010)基板上に縦型フィントランジスタを試作し、その動作実証に世界で初めて成功した。その結果、これまでの他機関からの報告と比較してもデバイスオン特性については世界最高レベルの特性を実現したことは、高い社会的価値を有する。</p> <p>(イ)深紫外光 ICT デバイス</p> <p>深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、高コストの合成石英レンズや光学部品を使わずに光の無駄な広がりを抑えることで人体等へのリスクが低減され、高強度の深紫外光を照射が必要な空間のみに精密に、かつ、光取出し効率も約1.5倍に向上させ、効率的に制御することが可能になるような配光角を制御できる深紫外 LED を開発した。さらに、深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、太陽光による強い背景ノイズのある日中・屋外、かつ、ビルなどの障害物がある“見通し外”環境下において、最大80mの距離で1Mbps以上の光無線通信伝送に世界で初めて成功した。これにより、ビルなどの建物や樹木等により光を遮られる見通しの悪い条件下においても、開発した高強度深紫外 LED を用いることで高速光無線通信が実現できる可能性を示した。これらは、社会実装に向けた取組として目標を超える高い成果として認められる。</p>
	<p>(イ)深紫外光 ICT デバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> 窒化アルミニウムガリウム (AlGaIn)系深紫外 LED デバイスの高効率・高出力化や社会実装実現に向けた取組として、AlGaIn/AlN エピタキシャル構造の結晶品質の改 		

	<p>善に取り組み、原子ステップレベルで急峻な AlGa_N/AlN 界面に起因する X 線回折プロファイルの干渉縞を明瞭に観測した。さらに本技術によって、世界最高品質の高 Al 組成 Mg ドープ p-AlGa_N/AlN ヘテロ構造を形成し、AlGa_N/AlN 界面に高濃度に誘起された2次元ホールガスの観測に成功した。これにより高 Al 組成 p-AlGa_N(Al 組成 80%)のホール濃度の世界最高値を大幅に更新 ($> 1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) することに成功した。深紫外 LED の研究開発において高 Al 組成 p 型 AlGa_N に対するホール濃度を向上させることは主要な研究課題の一つである。通常、高 Al 組成 AlGa_N に Mg をドープしても、深いアクセプター準位の形成により、殆どホールは励起されず、絶縁体に近い状態となる。短波長領域で、低抵抗・高効率な LED の作製を目指す上で、この問題が大きな障害となっている。本成果は、高 Al 組成 p 型 AlGa_N 中において高ホール濃度が得られる新しいメカニズムを明らかにし、実際に高ホール濃度を達成したものである。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、光学レンズを使わずに、光の配光角を制御できる深紫外 LED を開発した。ナノオーダーの位相型フレネルゾーンプレート構造と AlGa_N マイクロ LED 構造を組み合わせることで、照射をビーム形状(半値全幅 10° 以下)にコリメートした“高指向性”深紫外 LED の実験実証に世界で初めて成功した。さらに本技術により、光取出し効率も約 1.5 倍に向上した。本成果により、高コストの合成石英レンズや光学部品を使用せずに深紫外 LED チップ単体で配光角を制御でき、深紫外 LED から発する光の無駄な広がりを抑えることで、人体等へのリスクが低減され、高強度の深紫外光を照射が必要な空間のみに精密に、かつ、効率的に制御することが可能となる。深紫外光を利用したアプリケーションは殺菌から医療、情報通信応用に至るまで広範な分野に及ぶが、以上の成果は、アプリケーションの安全性、効率性、生産性を飛躍的に高める新技術として期待される(令和5年 11 月 1 日報道発表、日刊工業新聞 11 月 2 日付、日本経済新聞 11 月 17 日付他掲載)。 	<p>グルチップ深紫外 LED を搭載した送信機と太陽光背景ノイズを高効率に除去可能とする深紫外光受信機を開発したことなど、社会的価値に優れ社会実装についても着実な成果を創出した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • グリーン ICT デバイス研究室長が Clarivate Analytics 社 Highly cited Researchers 2023 に選出された。これは過去 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に、全世界、全分野の研究者・科学者 1,000 人に 1 人程度が選出されるもので、機構からは過去を含めて同室長のみが選出されたこと。 • 深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、光学レンズを使わずに配光角を制御できる深紫外 LED を開発し、ナノオーダーの位相型フレネルゾーンプレート構造と AlGa_N マイクロ LED 構造を組み合わせることで、“高指向性”深紫外 LED の実験実証に世界で初めて成功した。さらに、本技術により光取出し効率も約 1.5 倍に向上させたこと。 	
--	--	---	--

- | | | |
|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、発光波長 265nm 帯、光出力 500mW 超の高強度シングルチップ深紫外 LED を搭載した送信機と、太陽光背景ノイズを高効率に除去可能な深紫外光受信機を開発した。これにより、太陽光による強い背景ノイズのある日中・屋外、かつ、ビルなどの障害物がある“見通し外 (NLOS: Non-Line-Of-Sight)”環境下において、最大 80m の距離で 1Mbps 以上の光無線通信伝送に世界で初めて成功した。ビルなどの建物や樹木等により光を遮られる見通しの悪い条件下においても、高強度深紫外 LED を用いることで高速光無線通信が実現できる可能性を示した。これまで、見通しの良い条件下での利用に限られていた光無線通信の応用の可能性を飛躍的に広げる新技術として期待される（令和5年6月1日報道発表、日経産業新聞6月9日付、日本経済新聞6月5日付電子版他掲載）。 | <ul style="list-style-type: none"> • 深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、高強度シングルチップ深紫外 LED を搭載した送信機と太陽光背景ノイズを高効率に除去可能とする深紫外光受信機を開発し、これにより、太陽光による強い背景ノイズのある日中・屋外、かつ、ビルなどの障害物がある“見通し外”環境下において、最大 80m の距離で 1Mbps 以上の光無線通信伝送に世界で初めて成功したこと。 <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 酸化ガリウム高効率パワーデバイス開発に関して、令和4年度に開発に成功した Ga₂O₃ 表面ダメージ除去を可能とする窒素ラジカル照射プロセスを用いて、電子移動度、熱伝導率等の物性に優れる Ga₂O₃(010) 基板上に縦型フィンランジスタを試作し、その動作実証に世界で初めて成功し、これまでの他機関からの報告と比較してもデバイスオン特性については世界最高レベルの特性を実現したこと。 • 深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、高コストの合成石英レンズや光学部品を使わずに光の無駄な広がりを抑えることで人体等へのリスクが低減され、高強度の深紫外光を照射が必要な空間のみに精密に、かつ、効率的に制御することが可能になるような深紫外 LED を開発したこと。 • 深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、ビルなどの建物や樹木等により光を遮られる見通しの悪い条件下にお |
|--|---|---|

		<p>いても、開発した高強度深紫外 LED を用いることで高速光無線通信が実現できる可能性を示したこと。</p> <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 深紫外光デバイスへの応用展開に向けて、殺菌から医療、情報通信応用に至るまで、広範な分野において、深紫外光を利用したアプリケーションの安全性、効率性、生産性を飛躍的に高める新技術として期待されるような、高コストの光学レンズを使わずに深紫外 LED チップ単体で配光角を制御できる技術を開発したこと。 • 深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信応用の実現に向けて、これまで見通しの良い条件下での利用に限られていた光無線通信の応用の可能性を飛躍的に広げる新技術として期待されるような、高強度シングルチップ深紫外 LED を搭載した送信機と太陽光背景ノイズを高効率に除去可能とする深紫外光受信機を開発したこと。 	
	<p>(3)量子情報通信基盤技術</p> <p>(ア)量子セキュアネットワーク技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • 量子鍵配送(QKD:Quantum Key Distribution)ネットワークを利用した秘匿通信に対し、中央管理ノードを設定し、通信時の改ざん検知・判断を情報理論的に可能とするプロトコルを開発・実装し、QKD ネットワークの高機能化に成功した。本成果は IEEE ISIT (International Symposium on Information Theory)にて論文が採択され、関連特許を2件出願した。また、Tokyo QKD Network シミュレーション環境において当該プロトコルの動作確認を完了し、これにより当該機能のQKD ネットワークにおける実現可能性を実証した。 	<p>(3)量子情報通信基盤技術</p> <p>国際宇宙ステーション(ISS)ー地上可搬局との情報理論的安全な鍵共有を可能とするための物理レイヤ暗号装置(10GHz クロック光伝送装置)の正常動作を確認し、地上局からのビーコン光の受信及び可搬型光地上局における信号光の受信に成功し、この結果により、ISSー地上間の光通信チャネル評価に成功した。パスワード1つ分のデータを“信頼できるノード”での鍵リレーを用いない量子鍵配送(QKD)リンクで伝</p>	<p>【量子情報通信基盤技術】</p> <p>量子計測標準技術として、量子波長変換実験に必要な各種レーザー光源の設計・製作を進め、これらを用いてPPLN 導波路の量子波長変換デバイスとしての特性評価を実施し、また、量子光源評価のために、二光子干渉による単一光子の量子状態推定手法の開拓に成功し、Phys. Rev. Appl.誌に掲載されたことは科学的意義を有する。</p> <p>QKD ネットワークを利用した秘匿通信に関し、中央管理ノードを設定して通</p>

- 令和4年度に開発した装置を国際宇宙ステーション (ISS:International Space Station)に搭載し正常動作を確認した。その後、ISSー地上可搬局との情報理論的安全な鍵共有を可能とするための物理レイヤ暗号装置 (10GHz クロック光伝送装置)の正常動作を確認し、地上局からのビーコン光の受信及び可搬型光地上局にて信号光の受信に成功した。この結果により、ISSー地上間の光通信チャネル評価、すなわち、衛星を用いた情報理論的安全な鍵供給インフラストラクチャーの実現可能性検証に成功した。報道発表2件を実施した。
- ISS 搭載装置と同等の性能を持ったグラウンドモデルを用いて物理レイヤ暗号の地上での実証実験を東京スカイツリー展望台ー上野公園間で実施し、光信号受信に成功した。距離としては 3km であるが、伝送ロスとして 60dB 以上の通信路において 10GHz クロックの差動位相シフト (DPS:Differential Phase Shift) 変調した光信号の受信に成功し、ISSー地上局間での実験のフィジビリティを確認することができ、その成果を国内会議にて発表した。また、wiretap channel における安全な鍵生成が可能であること、そして、スカイツリーからの空間通信がファイバー通信のバックアップ回線として応用可能であること示した。
- 高エネルギー粒子が飛来する静止衛星軌道でも動作可能と思われるデバイスと同等性能のデバイスを用いて、QKD 用鍵蒸留基板の試作を実施し、放射線試験による対放射線性の確認と同デバイスによる鍵蒸留処理の正常動作の確認に成功した。
- 静止衛星軌道における放射線環境に耐え得るデバイスの選定を完了した。特に大容量記憶デバイスは通常のデバイスでは動作が不可能であることが放射線試験の結果明らかになり、NAND 型フラッシュメモリを用いて、新たに放射線耐性を持つデバイスを開発し、鍵蒸留処理の正常動作を確認した。
- 前年度実施した『乱数マスキング』、『誤り訂正符号化』等を組み合わせた高度分散化技術の基本設計をもとに、ノード危殆化に対する信頼性・安全性・可用性の統計的評価を完了し、ソフトウェアの開発に成功した。さら

送することにより、情報理論的安全な認証・保管・中継が可能なプロトコルの Tokyo QKD Network 上での動作確認を完了した。また従来の秘密分散ソフトウェアに対し、10 倍以上のスループットの向上に成功した。さらに、本プロトコルの律速過程と成り得る鍵リルートを選択方法に対し、スループットの均等化を実現できる実装方法の特許申請を実施した。以上のように社会的価値につき特に顕著な成果を創出した。

加えて、QKD ネットワークを利用した秘匿通信に対し、中央管理ノードを設定して通信時の改ざん検知・判断を情報理論的に可能とするプロトコルを開発・実装し、QKD ネットワークの高機能化に成功したこと、ITU-T、ETSI、IOWN へ参加し、様々な寄書を提案したことなど、科学的意義、社会実装についても顕著な成果を創出した。

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

【科学的意義】

以下に示す、顕著な成果が認められる。

- QKD ネットワークを利用した秘匿通信に対し、中央管理ノードを設定し、通信時の改ざん検知・判断を情報理論的に可能とするプロトコルを開発・実装し、QKD ネットワークの高機能化に成功したこと。また、本成果は IEEE

信時のリアルタイム改ざん検知・判断を情報理論的に可能とするプロトコルを開発・実装したことは、QKD ネットワークの高機能化の成果として目標を超える成果である。また、本成果は IEEE ISIT にて論文がアクセプトされ、関連特許を2件出願した。ITU-T、ETSI、IOWN への様々な寄書も行っている。これらの取組は、科学的意義・社会的価値の両面で評価できる。

国際宇宙ステーション (ISS)ー地上可搬局との情報理論的安全な鍵共有を可能とするための物理レイヤ暗号装置 (10GHz クロック光伝送装置)の正常動作を確認でき、地上局からのビーコン光の受信に成功し、一定程度の ISSー地上間のチャンネル評価に成功した。すなわち、衛星を用いた情報理論的安全な鍵供給インフラの実現可能性検証に成功したことは、今後の実用化に向けた社会的価値を有する。

	<p>に、当該ソフトウェアのネットワーク上での動作を検証した。PCT 特許出願3件を実施した。また、QKD ネットワークにおける Key Relay Protocol (KRP) と認証付公開通信路による鍵共有は、Secure Network Coding (SNC) による鍵共有より、真により安全である場合があることを証明した。これにより、分散処理の新たな高度化探索に対する指針を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 秘密分散を応用した情報理論的安全なデータ中継の Tokyo QKD Network 上での実証に成功した。また、処理ソフトウェアの高速化・複数ユーザ化の評価を実施した。 • パスワード1つ分のデータを“信頼できるノード”での鍵リレーを用いない QKD リンクで伝送することにより、情報理論的安全な認証・保管・中継が可能なプロトコルの Tokyo QKD Network 上での動作確認を完了した。また、従来の秘密分散ソフトウェアに対し、10 倍以上のスループットの向上に成功した。また、本プロトコルの律速過程と成り得る鍵リレールートを選択方法に対し、スループットの均等化を実現できる実装方法の特許申請を実施した。また、本成果について論文投稿した。 • 低軌道のみならず中軌道や静止軌道上の衛星と地上局間で情報理論的に安全な暗号通信を実現可能な衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術実現に向けた鍵管理システムを試作し、地上系の QKD ネットワークとの接続、鍵リレーを可能とする基本動作の確認を行い、概念検討を完了した。計算能力は高くないが耐放射線特性を有し、静止衛星に搭載可能なハードウェアでも鍵管理ソフトウェアの実装実現可能性の検討を完了し、世界に先駆け、複数の衛星を用いた地上局との鍵共有を可能とする衛星搭載用鍵管理システムを試作・動作検証を実施し、静止衛星を用いた衛星 QKD ネットワークに関する可能性を広げた。 • 衛星 QKD のシステムと地上系の QKD システムの責任分界点を明確にし、異なる QKD ネットワーク同士での鍵リレーを実現できるインターワーキング機能を鍵管理システムに導入した。現行の QKD ネットワークとの相互接続性検証が完了した。 	<p>ISIT にて論文がアクセプトされ、関連特許を2件出願したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • QKD ネットワークにおける Key Relay Protocol (KRP) と認証付公開通信路による鍵共有は、セキュアネットワークコーディング (SNC) による鍵共有より、真により安全である場合があることを証明したことにより、分散処理の新たな高度化探索に対する指針を得たこと。 • 量子計測標準技術として、量子波長変換実験に必要な各種レーザー光源の設計・製作を進め、これらを用いて PPLN 導波路の量子波長変換デバイスとしての特性評価を実施し、また、量子光源評価のために、二光子干渉による単一光子の量子状態推定手法の開拓に成功したこと。この成果は、米国物理学会 Phys. Rev. Appl. 誌に掲載されるとともに応用物理学会の JSAP-Optica Joint Symposia で招待講演の対象となったこと。 <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 光空間通信に関して、令和4年度に開発した装置を国際宇宙ステーション (ISS) に搭載し正常動作を確認したこと。ISS-地上可搬局との情報理論的安全な鍵共有を可能とするための物理レイヤ暗号装置 (10GHz クロック光伝送装置) の正常動作を確認し、地上局からのビーコン光の受信及び可搬型光地上局における信号光の受信に成功したこと。この結果により、ISS-地上間の光通信チャネル評価に成功したこと。 	
--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • ITU-T, ETSI, IOWN へ参加し、ITU-T に 54 件寄書を提出し、5件の勧告が発刊、1件の勧告が承認された。執筆に参画した IOWN GF Multi-Factor Security (MFS) PoC Reference が8月に承認された。また、量子暗号モジュールの評価・検定法に関し、我が国独自の Protection Profile (PP) 及び Evaluation Methodology Document (EMD) を作成した。また、適宜アップデートが可能な体制作りを実施した。 	<ul style="list-style-type: none"> • パスワード1つ分のデータを“信頼できるノード”での鍵リレーを用いない QKD リンクで伝送することにより、情報理論的安全な認証・保管・中継が可能なプロトコルの Tokyo QKD Network 上での動作確認を完了したこと。また従来の秘密分散ソフトウェアに対し、10 倍以上のスループットの向上に成功したこと。また、本プロトコルの律速過程と成り得る鍵リレールートを選択方法に対し、スループットの均等化を実現できる実装方法の特許申請を実施したこと。
	<p>(イ)量子ノード技術</p> <ul style="list-style-type: none"> • イオントラップシステムにおいて、従来比約 20 倍に高速化したカルシウムイオン量子ビット位相回転ゲート実装に成功した。具体的には、波長 729nm の量子ビットゲート動作用発光源で、世界的に4台までに留まるコヒーレント加算を8台までに拡張することで実現した。この量子ビット動作用光源高出力化は米国光学会誌 Opt. Express 誌に掲載された。 • イオンからの紫外蛍光の量子性を保ちつつ通信波長帯光子へ波長変換するための PPLN (periodically poled lithium niobate) 導波路の設計・試作を行い、波長変換実験に必要な各種レーザー光源の設計・製作を進めた。さらに、これらを用いて PPLN 導波路の量子波長変換デバイスとしての特性評価を実施した。また、量子光源評価のために、二光子干渉による単一光子の量子状態推定手法の開拓に成功した。この成果は、米国物理学会 Phys. Rev. Appl. 誌に掲載されるとともに応用物理学会の JSAP-Optica Joint Symposia で招待講演の対象となった。 • シリコン基板上にエピタキシャル成長した全窒化物 π 接合磁束量子ビット作製に初めて成功した。グローバル磁場不要な磁束量子ビットのコヒーレント動作を実証した。これまで超伝導回路の量子状態を制御するには、永久磁石やコイルによるグローバル磁場など回路の微細化を妨げる要素が必要であったが、本技術は微細化と整合する代替技術を提供する。この成果は、近い将来の超伝導量子エレクトロニクス分野での集積化技術に必要不可欠と考えられる。また、マルチモード共振器と超伝導量子ビット深強結合系において、最大のラムシ 	<ul style="list-style-type: none"> • 低軌道のみならず中軌道や静止軌道上の衛星と地上局間で情報理論的に安全な暗号通信を実現可能な衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術実現に向けた鍵管理システムを試作し、地上系の QKD ネットワークとの接続、鍵リレーを可能とする基本動作の確認を行い、概念検討を完了したこと。すなわち、計算能力は高くないが耐放射線特性を有し、静止衛星に搭載可能なハードウェアでも鍵管理ソフトウェアの実装実現可能性の検討を完了し、世界に先駆け、複数の衛星を用いた地上局との鍵共有を可能とする衛星搭載用鍵管理システムを試作・動作検証を実施し、静止衛星を用いた衛星 QKD ネットワークに関する可能性を広げたこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • QKD ネットワークを利用した秘匿通信に対し、中央管理ノードを設定し、通信時の改ざん検知・判断を情報理論

	<p>フト(Lamb shift)の観測と解析に成功した。基準モード付近の分光からマルチモード由来のラムシフトの精密解析手法を考案した(機構が主導した、NTT、早稲田大学、東京理科大学、東京大学との共同研究)。この成果は、これまで解析が困難であったマルチモード共振器と超伝導量子ビットとの深強結合系における大きな光シフト(ラムシフト)の観測値を説明できる精密な解析手法を開発できたことに大きな意味がある。なお、この成果は Scientific Reports 13, 11340(2023)に掲載された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • より広いヒルベルト空間における最適量子シーケンスを系統的、かつ、効率的に探索する技術を目指して、新たに見出した高速探索法が、スーパーコンピューター「富岳」上でも機能することを確認した(理化学研究所計算科学研究センター、東京理科大学、東京大学との共同研究)。 	<p>的に可能とするプロトコルを開発・実装し、Tokyo QKD Network シミュレーション環境において当該プロトコルの動作確認を完了し、これにより当該機能の QKD ネットワークにおける実現可能性を実証したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • ISSー地上可搬局との情報理論的安全な鍵共有を可能とするための物理レイヤ暗号装置(10GHz クロック光伝送装置)の正常動作を確認し、ISSー地上間の光通信チャネル評価、すなわち、衛星を用いた情報理論的安全な鍵供給インフラの実現可能性検証に成功したこと。 • ITU-T、ETSI、IOWN へ参加し、ITU-T に 54 件 寄書を提出する等様々な寄書を提案するとともに、執筆に参画した IOWN GF Multi-Factor Security (MFS) PoC Reference が8月に承認され、また、量子暗号モジュールの評価・検定法に関し、我が国独自の Protection Profile (PP) 及び Evaluation Methodology Document (EMD)を作成したこと。また、適宜アップデートが可能な体制作りを実施したこと。 	
	<p>(4)脳情報通信技術</p> <p>(ア)人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 視覚刺激画像を見ているヒトの脳活動を機能的磁気共鳴画像法 (fMRI : functional Magnetic Resonance Imaging) によって計測した結果と、深層学習法 (DNN : Deep Neural Network) を用いてシミュレートした結果とを比較し、従来は初期視覚野 (V1) の働きのみで説明されてきた特定の奥行き知覚錯視(奥行き反転錯視)が、V1 ではなく高次視覚野に至る階層的な処理で起きていることをつきとめた。また、ニューラルネットワークの出力 	<p>(4)脳情報通信技術</p> <p>神経活動の長期安定計測が可能な多点皮質脳波電極の実現に向けた研究開発の一環として、他機関の脳科学研究グループの多点計測系構築に技術提供し、この成果は Cell Report、PNAS など一流雑誌に掲載された。論文発表を通して、多点計測系の脳科学研究ツールとしての評価の確立が進んだ。微小電流刺激で学習信号を局所的に与える技術を脳の赤核に応用し、到</p>	<p>【脳情報通信技術】</p> <p>音楽に対する好き嫌いの個人差と AI に対する不安感の個人差に関わる新皮質の脳領域を初めて特定した。また、長期安定計測が可能な多点皮質脳波電極の実現に向けた研究開発の一環として他機関の脳科学研究グループの多点計測系構築に技術提供し、成果が一流雑誌に掲載された。これらの取組はいずれも科学的意義を有する。</p>

	<p>にも、ヒトと同じように 3D 錯視が反映されることを示した。ニューラルネットワークと脳機能の比較は、脳機能理解にとって新たなアプローチであり、CiNet Brain(脳情報通信融合研究センター(CiNet)が目指す高度な脳機能を含ませる ICT)の構築に大きく貢献し商用展開にも影響を与える知見を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 従来、ヒトがモノを観察するときの視線の流れは PC 画面や絵画、広告紙面など、2D の平面上で検証されてきた。我々はそれを 3D 空間に拡張し、ヒトの視線が仮想現実(VR)空間でどのように流れるのか、どこに注目するのかを調べるため、3D 空間眼球運動データベース(第1弾は 33 名のそれぞれが 3,200 枚の 2D/3D 画像を 5 秒間観察した際の眼球運動を取得)を構築した。このデータベースの構築は、データ解析からメタバース空間のどこにどのように情報を提示すると有効な情報提示になるか、あるいは安全な提示になるかという社会実装に貢献する多くの知見を得る契機となった。 • 数の相対表現とその階層性について、数の大きさの情報が、脳内で絶対値として表現しているのか、あるいは文脈に応じた相対値として表現しているのかを調べた。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(頭頂葉から前頭葉)に向かうにつれて相対値表現に変換されている可能性を示すことができた。数の表現が絶対値から相対値へと情報処理の階層によって変化していくという新たな知見を得た。 • 時間の長さの情報が数と同じく頭頂葉から前頭葉において相対的に表現されており、さらに、これらが共通の神経細胞群で表現されている可能性を示した。数と時間に共通する脳内相対表現は、ヒトの脳における効率的、かつ、柔軟な情報処理を実現するメカニズムの一つであると考えられるとともに、医療・治療面への貢献にもつながりうる知見である。 • 下頭頂小葉(IPL)を静磁場によって刺激すると、空間(傾き)情報の処理能力がわずかに向上することが示された。脳刺激による視覚情報処理機能の向上を確認した成果である。脳刺激によって視知覚機能向上の可能 	<p>達運動の学習を起こすことに成功し、この技術を一次運動野に適用して初めて報告した平成 28 年の論文が、神経科学の世界標準の教科書(E. R. Kandel et al. (eds.), Principles of Neural Science, 6th ed.)に図入りで掲載された。Vision Transformer の注意研究に関する成果の重要性が認められ、採択 10%前後の競争的外部資金(科研費挑戦的研究(開拓)「ここは脳のどこにあるのか—哲学と最新 AI と神経科学の融合研究—」)を獲得した。以上のように科学的意義につき特に顕著な成果を創出した。</p> <p>加えて、リアリティを高めた VR 体験下の fMRI 脳活動計測を可能にする独自 fMRI 用広視野システムに対して、視覚野を中心とする脳の後頭部だけでなく社会性・感情・意思決定に関わる前頭部も計測可能にするための改良を進め、被験者眼前の接眼レンズに干渉しない表面コイルを導入し、それを標準ヘッドコイル下側ユニットと組み合わせることで、前頭部における計測感度を大幅に回復できることを示したこと、大手自動車メーカーとの共同研究で、制御対象物が持つ動的特性の一つである遅れを、脳が獲得する機序を明らかにし、その知見が実車開発に適用されたことなど、社会的価値、社会実装についても顕著な成果を創出した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p>	<p>脳情報とAIの融合による情報表現型ブレイン・コンピュータ・インターフェースの技術開発を進め、CREST による成果として特許登録(2件)を行ったこと。また、企業向けの研究コンサルティング(8社)を提供して、脳情報通信融合研究の社会展開を行ったことは、社会的価値を有する。</p> <p>VR 内でアバターによる低空飛行を行うことで、高所を繰返し経験しなくても高所に対する恐怖を低減できることを発見したこと。この発見に関して、fMRI 内における VR 実験環境を整備したこと。すなわち、脳内メカニズムの解明は今後の課題であるものの、VR を使った新たな発見として米国神経科学会での発表を行ない、この研究成果は Newsweek 誌に取り上げられるほどの社会的反響があった。</p> <p>リアリティを高めた VR 体験下の fMRI 脳活動計測を可能にする独自 fMRI 用広視野システムに対して、視覚野を中心とする脳の後頭部だけでなく社会性・感情・意思決定に関わる前頭部も計測可能にするための改良を進め、被験者眼前の接眼レンズに干渉しない表面コイルを導入し、それを標準ヘッドコイル下側ユニットと組み合わせることで、前頭部における計測感度を大幅に回復できることを示した。これらの取組は社会的価値を有する。</p> <p>AI を利用して、脳計測をほぼ要さずに知覚や認知の個人差を読み取る低コスト脳解読技術についての成果が日本神経回路学会優秀研究賞を受賞し、この技術を、以前から継続している NTT</p>
--	---	--	---

	<p>性と脳刺激による視知覚機能向上技術の社会応用の可能性を示した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 数学的認知タスクを行っている際のヒト脳活動を、人工神経回路モデルを用いて解析し、新規演算処理を行っている際の脳活動予測・デコーディングが実現できることを示した。研究成果は NeuroImage 誌に発表した。 • 脳情報と AI の融合による情報表現型ブレイン・コンピュータ・インターフェースの技術開発を進め、JST CREST による成果として特許登録(2件)を行った。また、企業向けの研究コンサルティング(8社)を提供して、脳情報通信融合研究の社会展開を行った。 • 音楽によって生じる脳応答を分析し、音楽に対する好き嫌いの個人差に関わる脳領域を初めて特定した。芸術関連分野への脳情報の応用を示し、個人差にかかわる領域を特定できた。この研究成果を国内会議1件と国際会議1件で発表した。 • 様々な AI・ロボットが登場する映像によって生じる脳応答を分析し、AI に対する不安感の個人差に関わる脳領域を初めて特定した。社会的関心の高い AI に対する不安感と個人差を示す脳領域の特定ができたもので、この研究成果を国内会議1件と国際会議1件で発表した。AI に対する不安感と個人差を示す脳領域の特定は、社会的関心の高いテーマであるため、社会への有益な情報提供になった。 • AI を利用して、脳計測をほぼ要さずに知覚や認知の個人差を読み取る低コスト脳解読技術についての成果が日本神経回路学会の優秀研究賞を受賞した。この技術を、以前から継続している NTT データの商用サービスに組み込んだ。 • 情報量を最大化する自律学習を行なわせた Vision Transformer の注意が、従来の教師付学習に比べて、よりヒトの注意に近づくことを発見した。本研究は、CiNet Brain 開発に向けた重要な知見を得たものであり、この成果の重要性が認められて、採択率 10%前後の競争的外部資金(科研費挑戦的研究(開拓)「ころは脳のどこにあるのか—哲学と最新 AI と神経科学の融合研究—」)を獲得した。なお、科研費挑戦開拓は科研 	<p>【科学的意義】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 情報量を最大化する自律学習を行なわせた Vision Transformer の注意が、従来の教師付学習に比べて、よりヒトの注意に近づくことを発見したこと。この成果の重要性が認められて、採択率 10%前後の競争的外部資金(科研費挑戦的研究(開拓)「ころは脳のどこにあるのか—哲学と最新 AI と神経科学の融合研究—」)を獲得したこと。 • 神経活動の長期安定計測が可能な多点皮質脳波電極の実現に向けた研究開発の一環として、他機関の脳科学研究グループの多点計測系構築に技術提供し、この成果は Cell Report、PNAS など一流雑誌に掲載され、論文発表を通して、多点計測系の脳科学研究ツールとしての評価の確立が進んだこと。 • 微小電流刺激で学習信号を局所的に与える技術を脳の赤核に応用し、到達運動の学習を起すことに成功し、アメリカ神経科学学会で発表したこと。この技術を一次運動野に適用して初めて報告した平成 28 年の論文が、神経科学の世界標準の教科書(E. R. Kandel et al. (eds.), Principles of Neural Science, 6th ed.)に図入りで掲載されたこと。 <p>【社会的価値】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 脳情報と AI の融合による情報表現型ブレイン・コンピュータ・インターフェースの技術開発を進め、CREST による 	<p>データの商用サービスに組み込み、社会実装を進めている。</p> <p>音楽や動画などを見たり聞いたりしているときの脳波等の生体信号から感情を推定する共同研究を企業と実施し、成果を国際会議(PRICAI 2023)で発表したことは科学的意義を有する。</p> <p>大手自動車メーカーとの共同研究で、制御対象物が持つ動的特性の一つである遅れを、脳が獲得する機序を明らかにし、その知見が実車開発に適用されたことで、社会実装が進められている。</p>
--	---	---	---

	<p>費全体の採択率 25%程度の中でもかなり厳しい競争であり、アカデミアの複数委員による選考を経て10%の採択率で意義を認められたことに相当する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • VR内でアバターによる低空飛行を行うことで、高所を繰返し経験しなくても高所に対する恐怖を低減できることを発見した。この発見に関して MRI 内における VR 実験環境を整備し社会行動 fMRI 実験を開始した。脳内メカニズムの解明は今後の課題であるが、VRを使った新たな発見として Society for Neuroscience's 52nd Annual Meeting (Neuroscience 2023) での発表を行ない、この研究成果は Newsweek 誌に取り上げられるほどの社会的反響があった。 • 意思決定の戦略 (model-free vs model-based) とあがりの関係を調べる行動課題を考案し、電気刺激のプレッシャーが掛かる条件では、model-free 戦略を取る人は model-based 戦略を取る人より、失敗して電気刺激をうける頻度が高くなることを発見した。意思決定戦略と心理的圧力の関連を明らかにしたもので、新規性がある。また、この研究成果を論文投稿しており、査読結果に基づき論文を再投稿した。 • 利己的な意思決定が、前帯状回皮質から扁桃体に対する cognitive control によって実現されることを発見した。ヒト社会に大きな影響を持つ利己的な意思決定の背後に向社会的な扁桃体の脳活動を帯状回皮質が抑制するメカニズムが働いていることを計算モデルと fMRI を用いて世界に先駆け明らかにできたことは、ヒトの本質に関わる科学的・社会的意義の高い結果である。この研究成果は論文投稿しており、査読結果に基づき論文内容の改訂に着手した。 • 前年度に論文発表、特許出願を行った脳波に基づく気分推定技術の高度化として、幅広い年齢、様々なコンテンツに適用可能かつ自動化可能なニューラルネットワークモデルを開発した。 • VR 環境でアバターが変わることで気分や行動変容を生み出すプロテウス効果により変化する脳波成分を特定した。VR におけるプロテウス効果は人間行動に大きな影響を与えるもので、VR の実応用上重要な現象であ 	<p>成果として特許登録 (2件) を行ったこと。また、企業向けの研究コンサルティング (8社) を提供して、脳情報通信融合研究の社会展開を行ったこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • VR 内でアバターによる低空飛行を行うことで、高所を繰返し経験しなくても高所に対する恐怖を低減できることを発見した。この発見に関して、MRI 内における VR 実験環境を整備したこと。すなわち、脳内メカニズムの解明は今後の課題であるが、VR を使った新たな発見として米国神経科学会での発表を行ない、この研究成果は Newsweek 誌に取り上げられるほどの社会的反響があったこと。 • リアリティを高めた VR 体験下の fMRI 脳活動計測を可能にする独自 fMRI 用広視野システムに対して、視覚野を中心とする脳の後頭部だけでなく社会性・感情・意思決定に関わる前頭部も計測可能にするための改良を進め、被験者眼前の接眼レンズに干渉しない表面コイルを導入し、それを標準ヘッドコイル下側ユニットと組み合わせることで、前頭部における計測感度を大幅に回復できることを示したこと。 <p>【社会実装】</p> <p>以下に示す、顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • AI を利用して、脳計測をほぼ要さずに知覚や認知の個人差を読み取る低コスト脳解読技術についての成果が日本神経回路学会優秀研究賞を受賞し、この技術を、以前から継続している NTT データの商用サービスに組み込んだこと。 	
--	--	--	--

	<p>る。この効果に関する脳波成分の特定は、当該効果の評価方法につながる研究成果であり、ヒューマンインタフェース論文誌に発表したことで、重要な情報発信となった。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 心理的ウェルビーイングと特性感謝との関係をアンケートデータから解析し、特性感謝が心理的ウェルビーイングのいくつかの要素に関連することを明らかにし、感謝感情を高めることが心理的ウェルビーイングの向上につながる可能性を示した。この研究成果を日本心理学会で発表し、学術論文としてまとめ上げて、BMC Psychology 誌に掲載された。 • 音楽や動画などを見たり聞いたりしているときの脳波等の生体信号から感情を推定する共同研究を企業と実施し、成果を国際会議(PRICAI 2023)で発表した。関連課題が外部競争的資金に採択された。 • 拡散強調 MRI の撮像において、特定の領域、特に副鼻腔や脳実質の境界領域では、磁化率の影響による画像歪みが問題となっており、解析を通じてこの歪みを軽減する手法が開発されているが、それでも完全に歪みを取り除くことは難しい。そこで、撮像の段階で歪みを最小限に抑える工夫として、Readout 方向を分割するマルチショット法により撮像することで、磁化率の影響を受けやすい視神経の領域における画像歪みの低減と神経軸索の異方性を評価する上での有効性を示すことに成功した。この研究結果は Magnetic Resonance Imaging 誌に発表した。 • 畳み込みニューラルネットを用いて、MRI 脳構造データから fMRI による脳活動データを予測する手法の開発を進め、手動での解析結果と比較した。国際共同研究である CRCNS (Collaborative Research in Computational Neuroscience) に関する研究成果であり、国際学会 MODVIS (Computational and Mathematical Models in Vision) で発表した。 • 7T(テスラ)MRI を最新型へと更新することで、より高精度な脳計測を可能とした。さらに、当該機種は、磁場の調整などが自動化された結果、汎用性が向上し、多くの研究者による利用が可能となった。CiNet 全体の研究 	<ul style="list-style-type: none"> • 音楽や動画などを見たり聞いたりしているときの脳波等の生体信号から感情を推定する共同研究を企業と実施し、成果を国際会議(PRICAI 2023)で発表し、関連課題が外部競争的資金に採択されたこと。 • 大手自動車メーカーとの共同研究で、制御対象物が持つ動的特性の一つである遅れを、脳が獲得する機序を明らかにし、その知見が実車開発に適用されたこと。 	
--	---	---	--

	<p>活動への貢献を目的として、7TMRI の実験を支援する高度な専門知識をもつ研究技術員の体制を整備した。</p> <ul style="list-style-type: none"> リアリティを高めた VR 体験下の fMRI 脳活動計測を可能にする独自 fMRI 用広視野システムに対して、視覚野を中心とする脳の後頭部だけでなく社会性・感情・意思決定に関わる前頭部も計測可能にするための改良を進め、被験者眼前の接眼レンズに干渉しない表面コイルを導入し、それを標準ヘッドコイル下側ユニットと組み合わせることで、前頭部における計測感度を大幅に回復できることを示した。日本神経科学大会 2023 にて成果を発表した。この検証結果に基づき、fMRI 用広視野システムと同表面コイルを組み合わせ可能なハードウェア試作を進めた。脳機能解析研究室が脳情報工学研究室と共同で実施したことで、センター内研究協力・融合を促進でき、その結果、企業連携や企業との共同研究の可能性を拓いた。 <p>(イ)脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 長期安定計測が可能な多点皮質脳波電極の実現に向け、電極材料や形状の生体適合性向上の評価実験系(128ch 電極と特性ケーシング、経時観察用ガラス窓、免疫組織学的評価条件等)を確立した。委託研究プロジェクト(大阪大学)と連携して進めた研究開発で生体適合性向上に向けた評価実験系を確立できた。 神経活動の長期安定計測のための研究開発の一環として、他機関の脳科学研究グループの多点計測系構築に技術提供し、この成果は Cell Report、PNAS など一流雑誌に掲載された。論文発表を通して、多点計測系の脳科学研究ツールとしての評価の確立が進んだ。 ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)システムの高度化の一環として、委託研究プロジェクト(大阪大学)と連携して、サルの頭皮脳波と高密度皮質脳波の同時計測データを得た。頭皮脳波信号の発生源推定の精度向上を通して、頭皮脳波 BMI の高性能化につながる貴重なデータを得た。 委託研究プロジェクト(YRP 国際連携研究所)と連携して、Ultra-Wide Band(UWB)を利用した BMI 用大容量体 		
--	--	--	--

	<p>内外無線通信技術の標準規格案 (IEEE802.15.6ma) をまとめるなど国際標準化を推進した。</p> <ul style="list-style-type: none">• 左右運動野間抑制は誰でもみられ、学童期から思春期にかけて成熟する。発達期から長期にわたる車椅子レースの両手同調運動トレーニングは、半球間抑制ではなく、半球間促進という特殊な機能を発達させることを明らかにし、研究成果を Brain Sciences 誌に掲載した。• 人は運動を想像することができるが、これを客観的に評価することは困難である。運動イメージの統御可能性テスト(CMI test)は、これを客観的に評価することを可能にする。統御可能性の高い人では、運動のシミュレーションネットワークが高次の視覚・体性感覚領野と機能連携して運動に伴う感覚を予測していることを明らかにした。研究成果を Scientific Reports に投稿した。この成果は、人間の認知・運動機能の理解を大きく促進したものとなった。• 微小電流刺激で学習信号を局所的に与える技術を脳の赤核に応用し、到達運動の学習を起すことに成功した。Society for Neuroscience's 52nd Annual Meeting (Neuroscience 2023) で発表した。この技術を一次運動野に適用して初めて報告した平成 28 年の論文が、神経科学の世界標準の教科書 E. R. Kandel et al.(eds.), Principles of Neural Science, 6th ed.) に図入りで掲載された。• 経頭蓋交流電気刺激 (tACS: Transcranial alternating current stimulation) の神経律動への影響が直接的な刺激部位以外の領域にも作用することを明らかにした。研究成果を Society for Neuroscience's 52nd Annual Meeting (Neuroscience 2023) で発表した。• 状況に合わせて運動を学習し、適切にそれを思い出す能力を文脈依存学習という。これについて、従前の理論では、文脈が不確実な場合には人間は学習ができず、置かれた状況に適切に対処できないとしていた。この従前の理論を覆す実験を行い、人間は「不確実な状況」そのものを文脈ととらえ、その文脈特有の学習を行うことができること、また、同じ不確実な状況下でその学習結果を発揮できることを明らかにした。人間は直接的な感		
--	---	--	--

覚の統計情報のみならず、「不確実性」という二次統計量も文脈としてとらえて運動記憶を作るという、脳の全く新しい情報処理形式を明らかにしたものである。本研究の一部は採択率 30%未満の令和2年の Society for Neuroscience's Annual Meeting の運動制御に関するサテライトシンポジウムの演題に採択されたが、令和5年12月にはカロリンスカ研究所にて、オンラインの招待講演を行うなど、運動制御研究に限定されず、新しい脳の情報処理形式の提案としてインパクトを与えた。また、本成果は Nature 姉妹誌への投稿を済ませており、現在 Revision となって追加実験を実施し再投稿した。

- 大手自動車メーカーの技術研究所との共同研究において、セルフタッチによって身体形状を変化させずに、触覚の空間位置のみを変化させることができることを明らかにした。企業との連携研究で、知見の実応用を目指す状況となった。
- 従来は、トレッドミルのある実験室でしか歩行等の学習支援システムを稼働できなかったが、社会実装に向けて、慣性式モーションキャプチャとヘッドマウントディスプレイを活用して、実験室外でも稼働可能なシステムを構築し、日常生活と同じ地面歩行での訓練ができた。実験条件の拡大が図れたことで、日常歩行への学習転移が期待できる成果になった。
- 同一の頂点配置を持つ相同モデルとして、80名程度の筋骨格形状データベースを作成し、統計形状モデルを構築した。これを用いることにより、MRI を用いずとも身長や体重などの身体パラメータだけから個人の筋骨格を平均5%の誤差で予測可能となった。予測精度の向上は実応用の可能性を大きく広げるものである。
- 大手自動車メーカーとの共同研究で、制御対象物が持つ動的特性の一つである遅れを、脳が獲得する機序を明らかにし、その知見が実車開発に適用された。
- 画像認識 AI を学習させるためには膨大な数のデータを人の手でアノテーションする必要があるが、近年、様々な分野でアノテーションにかかるコストが問題となっている。人間の MRI 画像から各生体要素(筋、骨、神経など)を領域抽出する作業を効率化するための「画像認識

	<p>AI 学習用アノテーション支援ツール」を開発した。この研究成果と技術を論文として発表できる状況にあり、特許出願に至った。</p> <ul style="list-style-type: none">• APCMA(非同期パルス符号多重通信)を使用して 1,500 ノードのハードウェアとソフトウェアを開発し、実環境での実験を行った。屋外での多数同時通信について 1km 以上の距離での通信が可能であることを確認できた。1,000 台の端末を用いた高密度な通信においても、ある程度の通信成功率が得られることを確認でき、改善課題を明確にすることができたことで、社会実装の可能性が大きく向上した。• 実応用に向けて、インフラ関連施設(ダムなど)のクラック(ひび)をモニタリングする基本動作確認実験を実施した。共同研究先の企業が希望するフィールドにおいて、所望の通信性能を達成できるかを評価し、基本機能、基本性能の確認を行った。• ヒトが劣化画像を「ひらめき」によって認識するプロセスを、fMRI にて測定して、処理過程を解析した。ひらめきが階層的処理(前頭葉・後頭葉間)によって行われ、ひらめきの瞬間にその活動がピークをとることを示した。これは、人間による情報処理の理解だけでなく、その機構の理解はひらめきを可能とする人工知能の構築につながる成果である。• 人工知能であっても劣化画像の認識をトレーニングすることで、これらを認識できることを示した。また、各人工知能モデルとヒトとの定量的な比較を行った。この研究成果は、Society for Neuroscience's 52nd Annual Meeting(Neuroscience 2023)で発表採択された。• ヒトの劣化画像認識プロセスの特徴を確率モデルによって再現でき、KICSS(International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems 2022)で論文賞を受賞した本論文を、本年度 IIAI Letters on Informatics and Interdisciplinary Research に公開した。また、この特徴を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。カオスを積極的に利用した人工知能の開発につながる可能性を示した。		
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • ゆらぎ(ノイズ)を利用して超省エネ化を実現する生命システムを模倣した、ゆらぎを活かした動力的情報伝達の仕組みに関して PCT 出願した (PCT/JP2023/30480)。シリコントランジスタベースの現在の計算機に対して 100 万分の1の省エネを可能とするハードウェア実装につながる成果である。 <p>(ウ)脳情報通信技術の社会的受容性を高めるための産学官連携研究活動の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 脳神経科学及び脳情報通信技術による成果の社会受容性向上に向けた検討を大阪大学の ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) の研究者とともに実施し、神経科学及び神経倫理分野の論文誌での掲載論文について傾向等を分析し論文にまとめた。Front. Neuroscience 2023 に論文を発表し、令和6年3月末までに 1,685 の被検索数と 306 のダウンロード数を獲得、Altmetric の attention score で上位 25%を達成した。 • 成果発信の取組として脳の適応と ICT への応用をテーマとした CiNet シンポジウムを 11 月に東京国際フォーラムで開催した。パラアスリートの実演など多くの聴衆にインパクトをあたえ、広報活動として大きな効果があった。また、University College London (UCL) との研究交流を深め、令和6年2月に認知脳科学をテーマとした CiNet Conference を共催した。 • 応用脳科学コンソーシアムを通じて参加企業8社への CiNet の研究の紹介や参加企業との共同研究、3つのプロジェクトを進めた。本成果発信活動は 10 年以上継続しており、企業への情報発信と共同研究実施に大きく貢献した。 • 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人の講師を派遣し情報提供を行った。本成果発信活動は 10 年以上継続して企業(10 社)との交流に貢献している。 • ERATO 事業によって脳 AI 融合と ELSI に関する共同ステイトメント及びグラフィックレコーディング公開を行った。脳情報と生成 AI の関係を示した論文を発表し、Altmetric 2091(歴代論文中 Top 0.02%)等の評価を得 		
--	---	--	--

	<p>た。以上のように、ELSI の実現に貢献しうる科学的にも社会的にも重要な情報発信を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 被験者情報システムに蓄積された大量の電子アンケート情報に基づき脳計測実験の効率性・安全性に関わるデータ分析を可能にする機能拡張を進めた。被験者 ID により仮名化された主観評価と個人属性を組み合わせ安全に分析可能な仕組みを設計し、令和5年度中に同機能の実装を完了した。 		
		<p><課題と対応> 【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>(課題)</p> <p>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いただきたい。</p> <p>(対応)</p> <p>長期的視点に立った研究活動を、効果的に社会的価値創出や社会実装につなげるための取組として、実施途上に発生する成果も十分に社会にアピールできるように、企業との共同研究活動や各種展示会などを通じたネットワーク形成を積極的に進めております。また、個々の研究テーマがタコつぼ化することの無いように、内外との連携活動を積極的に推進するとともに、</p>	

		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組を進めています。	
--	--	--	--

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. 研究開発の成果の最大化その他の事業の質の向上に関する事項 2. 分野横断的な研究開発その他の業務 (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、(令和 5 年法律第 87 号による改正前の) 第 15 条の 3、(同) 第 15 条の 4、(同) 附則第 12 条第 1 項
当該項目の重要度、難易度	重要度: 高	関連する研究開発評価、政 策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 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			予算額(百万円)	36,013	23,680	50,316		
②特許出願件数※2	-	-	-	615			決算額(百万円)	23,330	48,395	35,491		
③特許登録件数※3	-	-	-	20			経常費用(百万円)	7,649	29,919	32,749		
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			経常利益(百万円)	△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			行政コスト(百万円)	8,283	33,872	34,828		
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	-	-	-	-			従事人員数(人)	9	13	19		

⑦知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の開催件数※7	-	-	-	9									
⑧知財・標準化に向けた NICT 主催会合等の出席者数※8	-	-	-	216									
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	-	-	-	-									
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	-	-	-	-									
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	-	-	-	-									
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	-	-	-	-									

※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り)(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り)(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	評価	
		A	評定	S
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 <p><指標></p> <p>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。</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beyond 5Gの実現に向けた産学官連携等の活動状況 • 公募型研究開発プログラムに係る研究開発マネジメントの取組状況(進捗管理等の活動状況、評価委員会の設置・活動状況等) • 公募型研究開発プログラムの応募・採択状況 		<p>2. 分野横断的な研究開発その他の業務</p> <p>Beyond 5G 実現の鍵を握る社会実装・海外展開に向けた取組として、特に、機構を含めた産官学が連携した研究開発活動の強化加速と社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援を狙うプログラムの強化推進が重要であり、機構内連携による Beyond 5G システムアーキテクチャの基盤要素であるオーケストレータ機能の具体化を進め数多くの海外を含む外部発信を実施したこと、先行的な取組を進めるドイツとの研究ワークショップを開催し連携マッチングを図るとともに、共同研究スキームを創設し6件ものプロジェクトを具体的に開始させたことは、要素技術の確立加速、グローバルな競争力確保の上で高い成果である。</p> <p>「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」では、社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援の強化を主たる趣旨とする新プログラム「社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム」を導入し、実用化に近い(TRL の高い)技術に対して大規模な予算の投下を可能とした。本新プログラム</p>	<p><評価に至った理由></p> <p>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。</p> <p>主な状況は以下のとおり。</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • <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基づく出席者の満足度^{※1}</u> • <u>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}</u> • <u>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}</u> • <u>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}</u> <p>※1 出席者の満足度は、令和6年度以降に実績集約</p> <p>※2 令和6年度以降に実績集約</p>		<p>は、機構としては未経験の大型助成事業であったが、必要な体制及び規程の新規整備を短期間で実施するとともに、情報通信審議会の研究開発戦略等に沿う重要3分野（「オール光ネットワーク」「非地上系ネットワーク」「セキュアな仮想化・統合ネットワーク」）に対し、15プロジェクトへの助成金の交付決定を実現したことは、公募型研究開発プログラムを適切に実施するうえで非常に高い成果である。</p> <p>これまで推進してきた Beyond 5G 研究開発促進事業の研究開発について、ステージゲート評価又は継続評価で 75 プロジェクト中 72 プロジェクトが S 又は A という高い評価となったことを踏まえ、評価に基づく予算規模を判断した上で円滑に情報通信研究開発基金に移行し研究開発を継続させた。これらの研究開発によって、我が国の強みであるオール光ネットワーク技術を更に向上させ、Beyond 5G の超高速大容量、超低遅延、超カバレッジを実現するための研究開発、端末市場における我が国の劣勢を挽回するためのチップ技術の開発、Beyond 5G の将来的な要素技術であるテラヘルツ技術の開発環境の整備など、要素技術の確立や社会実装を目指した研究開発の実施・支援に幅広く取り組み着実に成果を上げたことは非常に高い成果である。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。</p>	
--	--	---	--

※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

2-1. Beyond 5G の推進

- CPS 機能の持ち寄りと適切な組み合わせを可能にする Beyond 5G のアーキテクチャに関して、各研究所を横断した議論を深化させることにより、地上系・非地上系ネットワーク(TN/NTN)の統合制御や異業種デジタルツイン間連携に必要なオーケストレータの機能やインターフェイスを具体化するとともに、機構内の一体的な研究開発が可能な体制の構築と戦略の共有を図った。その活動が世界的な注目を浴び、論文執筆(令和5年12月公開)や7カ国における国レベルのワークショップを含む46件の招待講演につながるとともに、Beyond 5G コンソーシアムの白書別冊(アーキテクチャ編)へその内容を反映させるなど、世界的にアーキテクチャの議論を牽引した。
- オーケストレータの検討結果に基づき、産業を越えた連携につながる Beyond 5G システムのコアコンセプトを可視化するための概念実証システム(PoC)の開発を行い、ステークホルダヘデモを実施するなどの巻き込み活動を加速した。具体的には、①人流等の実データに基づく Beyond 5G 基地局電力マネジメント、②TN/NTN における End-to-End サービスなどを提供する統合制御、③オーケストレータの仲介による異事業者デジタルツイン間連携、について、外部との連携のプラットフォームとなる機構のテストベッドも活用して動作環境を構築するなど他機関との連携を可能とする研究開発基盤として構成するとともに、それらの成果を国際標準化活動(ITU-T、IOWN 等)へ入力、また多様な分野における展示会へ出展した。
- 連携ハブとしての活動の一環として、Beyond 5G に関して先行的な取組を進めるドイツとの間の戦略的パートナーとしての連携を更に深化させるため、日本とドイツの研究者が一堂に会した日独 Beyond 5G 研究ワークショップを開催した。令和5年4月と6月に開催したワークショップでは、日独連携の可能性や方向性を議論することで、多くのドイツ側 6G 研究者との人脈形成を進めるとともに、研究テーマの発掘や深掘りによる研究のマッチングが図られた。また連携のためのファンド(内部向け)

2-1. Beyond 5G の推進

【Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか】

以下に示す、顕著な成果があったと認められる。

- Beyond 5G のアーキテクチャに関して、各研究所を横断した議論を深化させオーケストレータの機能やインターフェイスの具体化を進め、機構内の一体的な研究開発が可能な体制の構築と戦略の共有を図ったこと。また、具体化したアーキテクチャなどをもとにした論文執筆や7カ国における国レベルのワークショップを含む46件の招待講演を実施するとともに、Beyond 5G コンソーシアムの白書別冊(アーキテクチャ編)へその内容を反映させるなど、世界的にアーキテクチャの議論を牽引したこと。
- 先行的な取組を進めるドイツと研究ワークショップを開催し、多くのドイツ側 6G 研究者との人脈形成を進めるとともに機構内研究者などとの連携に向けた研究のマッチングが図られたこと。さらに共同研究スキームを創設し、6件ものプロジェクトが採択されて具体的な連携活動を開始するなど、通常2年程度かかる公募採択までのプロセスを1年以下で実施し、Beyond 5G の先進的な取組において世界のトップ集団との共同研究の具体化を進めたこと。
- 「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」では、社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援の強化を主たる趣旨とする新プログラム「社会実装・海外展開志向

【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 のアーキテクチャの詳細検討を研究所横断で実施し、連携事例として PoC を具体化した。B5G 基地局電力マネジメント、TN/NTN の統合制御等、今後の成果が期待される。また、具体化したアーキテクチャなどをもとにした論文執筆や7カ国における国レベルのワークショップを含む46件の招待講演を実施するとともに、Beyond 5G 推進コンソーシアムの白書別冊(アーキテクチャ編)へその内容を反映させるなど、世界的にアーキテクチャの議論を牽引した。B5G ユニットを組織し、研究所連携促進を行い、各研究所を横断した議論を進化させている点は、高く評価できる。これにより、各研究所が協力して技術開発を進めるための統一的な基盤が整備され、Beyond 5G の実現に向けた具体的なステップを踏むことができた。

機構の B5G 研究開発を国際的に展開すべく、日独 Beyond 5G 研究ワークショップの開催や日仏連携強化を行い、世界トップ集団との研究連携体制を1年前倒しで構築した。

【公募型研究開発プログラムを適切に実施したか。】

令和4年度まで公募した Beyond 5G 研究開発推進事業(旧基金事業)については、75プロジェクト中72プロジェクトが継続評価において高い評価(SあるいはA)となっており、特に、学術及び知財を含めた実用化に向けた取組については、事業開始3年で査読付き論文963件、国内外特許出願1235件、標準

	<p>による予算措置を伴う共同研究スキームを創設し、6件ものプロジェクトが採択され、更に令和6年2月に東京で開催した第3回ワークショップでは新たに新規形成された日独案件をプロモートする企画が実施されることにより、案件形成から予算措置、公募採択までのプロセスが通常2年程度かかるところを、1年以下で実施し、Beyond 5G の先進的な取組において世界のトップ集団との連携体制の形成を1年前倒して進め、日独間の共同研究の具体化を推進した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仏国立情報学自動制御研究所(Inria)との MoU 締結を基に、令和5年12月に INRIA-NICT B5G/6G ワークショップにて各研究テーマについて連携の可能性を議論した。また仏国立科学研究センター(CNRS)において、令和5年12月に PEPR Future Networks プロジェクトとの研究会合を開催し、今後の連携について議論した。更に米 NTIA へのアプローチの開始など、フランスやアメリカとの研究連携の強化を進めた。 ・シンガポールで開催された World Wireless Research Forum(WWRF)のフラグシップイベントである Huddle 2023 におけるパネルセッションでの講演をはじめ、イギリス、タイなどでも登壇し、オープンアーキテクチャやテラヘルツなど Beyond 5G/6G の重要な論点を示して機構が構想する Beyond 5G の概念を世界に発信した。このような講演をきっかけにして、例えば IGF2023 のパネルセッションの企画の具体化につながり、更に別の海外シンポジウム等での招待講演のオファーを受けるなど、ポジティブスパイラルが持続的に循環する機構を中心とした世界的な連携ハブ機能の発揮につながった。 ・世界的なフラグシップイベントである国連主催の Internet Governance Forum(IGF) 2023 が日本で初めて開催される機会を捉え、Beyond 5G のオープンサービスプラットフォームとしての役割についてのパネルセッションを機構が企画した。多様な地域から異なる役割を持つ有識者を招へいするとともに、Beyond 5G の実現に必要な開発途上国も含む全世界的な課題にまで踏み込んで機構がモデレータとして議論を牽引し、今後のグローバルな連携の必要性について共通認識を醸成した。 	<p>型戦略的プログラム」を導入し、実用化に近い(TRL の高い)技術に対して大規模な予算の投下を可能とした。本新プログラムは、機構としては未経験の大型助成事業であったが、必要な体制及び規程の新規整備を短期間で実施するとともに、情報通信審議会の研究開発戦略等に沿う重要3分野に対し、15 プロジェクトへの助成金の交付決定を実現したこと。</p> <p>【公募型研究開発プログラムを適切に実施したか】</p> <p>以下に示す、特に顕著な成果があったと認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」では、社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援の強化を主たる趣旨とする A: 社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム、B: 要素技術・シーズ創出型プログラム、C: 電波有効利用研究開発プログラムの3プログラムを実施した。特に、社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムは数百億円規模の支援を可能とする機構として初めての大型助成事業であったが、令和5年度内のできるだけ早期に同事業に着手する観点から、機構内における必要な体制を新設するとともに、関係規程、マニュアル、公募要領等、新たに必要となる各種規程類を年度当初から夏までの短期間に整備した結果、年度内に15プロジェクトへの助成金の交付決定を実現したこと。 ・大型助成事業である新プログラムの効果最大化を狙い、事業化に知見のある外部有識者から構成される社会 	<p>化への寄与 606 件と多くの成果を挙げている。</p> <p>令和4年の法改正により恒久設置された革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金による事業(新基金事業)については、その効果最大化を狙い、事業化に知見のある外部有識者から構成される社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム評価委員会の新規立ち上げ、情報通信審議会の研究開発戦略等に沿った技術分野を対象とした支援などが短期間で実施された。また、提案書に事業計画の詳細の記載を求めた上で、採択評価委員会では、全提案に対して経営層から事業計画を含むヒアリングを実施することにより、社会実装・海外展開の戦略とコミットメントを有する提案を効果的に評価した上で、年度内に15プロジェクトの交付決定を行った。研究開発実施者の求めに応じつつ、知財化アドバイザーを4プロジェクトに対して63回、標準化アドバイザーを5プロジェクトに対して53回派遣を行うなどにより、研究開発プロジェクトにおける知財化・標準化が促進された。また、リエゾンアシスタントを配置し、各研究開発プロジェクト間の横連携を図るため、研究開発内容ごとに受託者間連携のためのSIG(Special Interest Group)を実施し、SIGをきっかけとした標準化の共同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み、事業全体として成果の最大化を図る活動が促進された。これらの点は高く評価できる。</p>
--	---	--	---

	<p>このパネルディスカッションでの世界の多様な課題に関する議論を総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会にフィードバックし、グローバルファーストを謳う Beyond 5G の国内政策に対してグローバルな視点を提供した。また国単位のフラッグシップイベントであるドイツ Berlin 6G Conference2023 や韓国 Mobile Korea2023 において招待講演を行うとともに、特にドイツにおいては日独 Beyond 5G 研究ワークショップの企画を行うなど、Beyond 5G に関するわが国のプレゼンスを大いに高めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beyond 5G 推進コンソーシアムにおけるリーダーズフォーラムにより形成した人脈を通して、相互の企業ラボ訪問、講演会への招待、展示会 (CEATEC2023) におけるパネルセッション企画、業界団体会誌への共同執筆など、Beyond 5G の実現に向けて企業の壁を越えた活動を継続的に進展させた。更にコンソーシアムの白書別冊 (アーキテクチャ編) の発行において、機構が全体構成等の取り纏めを行って国内機関の強みをアピールするとともに、アーキテクチャの詳細機能をタイムリーに入力するなど技術面での寄与にもつなげた。 • 国際標準化活動等 (ITU-T や IOWN Global Forum) において、本年度開発した TN/NTN 統合制御やデジタルツイン連携のためのオーケストレータの詳細機能などの成果を入力するなど、具体化の検討を牽引しタイムリーな動きにつなげた。更に、3GPP リリース 19 に向け、ワイヤレス通信の高度化技術に加え時空間同期技術についても提案し、社会に新たな価値をもたらす特徴を入力した。 • 機構の研究者が普段関わることの少ない異業種の専門家とともに業種間の垣根を越えてフラットな議論を行う Beyond 5G ゼログラビティイベントを開催 (年度内4回) し、ホワイトペーパーのユースケースなどを題材として Beyond 5G を活用したサービスイメージなどについて議論した。議論を通じて Beyond 5G の活用における新たな発想や気づきを発掘し機構内の技術連携による知財確保への道筋をつけるとともに、本イベントに参加した専門家からの講演や展示会への出展などの依頼、さら 	<p>実装・海外展開志向型戦略的プログラム評価委員会の新規立ち上げ、基金運用方針に従った予備調査の実施、情報通信審議会の研究開発戦略等に沿った技術分野を対象とした支援、プロジェクト毎の予算規模、支援件数等の検討などを短期間で実施したこと。また、提案書に事業計画の詳細の記載を求めた上で、採択評価委員会では、全提案に対して経営層から事業計画を含むヒアリングを実施することにより、社会実装・海外展開の戦略とコミットメントを有する提案を効果的に評価した上で、採択及び助成率の妥当性について検討を行い、年度内に 15 プロジェクトの交付決定を行ったこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beyond 5G 研究開発促進事業により実施した研究開発プロジェクトに対し、令和4年度末にステージゲート評価又は継続評価を実施し、75プロジェクト中 72 プロジェクトが S 又は A という高い評価を得るとともに、査読付き論文数 963 件、特許出願数 1,235 件 (国内 604 件、外国 631 件)、標準化提案数 606 件と知財・標準化の獲得の観点からも顕著な成果を創出したこと。公募型研究開発プログラムにおいて、(1)我が国の強みである光通信技術を更に強化し、Beyond 5G の超高速大容量や超低遅延を実現する強力な技術の研究開発、(2)無線通信チップ技術のような現状海外に対して劣勢にある分野において国際競争力を強化するための研究開発投資、(3)Beyond 5G の特徴である超カバレッジを実現する NTN と地上局との間 	
--	---	--	--

	<p>に共同研究に向けた議論が始まるなど、連携ハブとしてステークホルダの巻き込みやパートナーの新規開拓につなげた。(参加数 第2回:8社・36名、第3回:16社・31名、第4回:12社・29名、第5回:17社・33名)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 分野横断の観点から特許獲得を促進するため、知財活用推進室と連携してワイヤレスシステム技術とセンシング技術の融合などをテーマに機構内で特許アイデアソンを開催した。アイデアソンには知財活用推進室の専門家も参加し、特許出願における手続き等の研究者負担を減らすための試行的な取組を採用し、分野横断の研究者から生まれたアイデアを速やかに特許出願につなげた。この取組により、今後も知財獲得強化が期待できる分野横断的な特許アイデアソンのフレームワークの有効性が確認できた。 • オープン・クローズ戦略に関する専門家との議論を通じて、Beyond 5G/6G 実現に必要なテラヘルツ通信の知財戦略方針の策定につなげた。 • Beyond 5G で実現される新しい産業の形を前提となる専門知識を持たなくても体験でき、理解が容易でないオーケストレータ等の機能が直感的に理解できる体験ツールを VR やドーム型シアターを活用して開発し、学会や展示会などイベント、大学・高専・高校における講義などにおいて合計 23 回出展して 1,700 名以上が体験した(後述する MWC2024 分を含む)。Beyond 5G 時代を担う若者や異業種の事業者に Beyond 5G を考える機会の提供や Beyond 5G アーキテクチャへの理解の促進を進めるとともに、イベントやwebによる周知を通して企業や教育機関から技術的な相談や講演依頼、さらには機構と企業の共同での標準化活動につなげるなど、連携ハブとしてステークホルダの巻き込みと企業等との協創活動の着実な進展につなげた。 • CEATEC2023 において、Beyond 5G アーキテクチャの概念、テラヘルツ波による4K 非圧縮動画の送受信、テラヘルツ通信を想定した通信規格に基づくロボットへの超高速伝送デモの3つの Beyond 5G に関する展示を初めて一体的に行った。さらに、機構として初めて参加したスペイン・バルセロナで開催された MWC2024 において 	<p>の周波数共用関連の研究開発、(4)テラヘルツ通信における電波伝搬モデルのような Beyond 5G 技術に係る将来技術の標準化に資する研究開発など、戦略的な研究開発を進め着実に成果を上げてきたことによって、我が国の Beyond 5G 国際競争力の強化の取組が加速したこと。</p>	
--	---	--	--

	<p>2030 年代の Beyond 5G 未来生活を投影するドーム型シアターを出展し、約 500 名が体験するなど、機構による Beyond 5G 研究開発の国際的認知に向けた活動を行った。</p> <ul style="list-style-type: none">令和4年度に引き続き、令和4年度当初予算(電波利用料財源 100 億円)のうち、令和5年度に繰越された予算を活用し、民間企業や大学等での電波有効利用に資する研究開発を一層強かに推進した。Beyond 5G 研究開発促進事業により採択され、令和5年度以降継続して研究開発を行う計画である 75 プロジェクトに対し、令和4年度末にステージゲート評価又は継続評価を実施し、75 プロジェクト中 72 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た。研究開発を継続すべきと評価されたプロジェクトは、評価に基づく予算規模を判断した上で、円滑に情報通信研究開発基金に移行し研究開発の継続等を行った。令和5年度に研究開発を開始する研究開発課題として、情報通信審議会答申や Beyond 5G 研究開発促進事業 研究開発方針等を踏まえ、令和4年度までに採択した研究開発課題との重複を排除しつつ、総務省とも調整し、「協調認識の実現に向けた次世代 V2X (Beyond 5G-V2X) 通信技術の研究開発」、「災害時の応急エリアカバレッジのための無線通信技術の研究開発」といった政策的に緊急度の高い次世代無線通信に関する研究開発課題を速やかに設定し、委託研究の公募及び2プロジェクトの採択を行い、Beyond 5G の要素技術の早期確立に向けて取り組んだ。本事業を統一的に指導・監督するプログラムディレクター(PD)のイニシアティブの下、各研究開発プロジェクトに「リエゾンアシスタント」(17 名)を配置し、進捗管理や情報交換等を行い、研究開発実施者と緊密に連携するとともに、自主研究と各研究開発プロジェクトとの連携を図るため、機構の研究者を「連携オフィサー」として 25 名配置するなど体制の拡充を通じ、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を図った。		
--	--	--	--

- 「知財化アドバイザー」として、豊富な経験を有する知財専門家人材やハイレベルな弁理士等を9名、「標準化アドバイザー」として、国際的な標準化活動で標準化提案等の豊富な経験のあるハイレベルな標準化エキスパート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することにより、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。
- 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4プロジェクトに対して63回、標準化アドバイザーを5プロジェクトに対して53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に寄書を共同提案し採用されたほか、次期提案に向けた活動が行われるなど、研究開発プロジェクトにおける知財化・標準化が促進された。【両事業合計】
- 研究開発成果の知財(権利)化及び国際標準化に向けた戦略策定への支援を希望する研究開発受託者に対し、当該研究開発分野の知財化、標準化活動の基礎となる調査を行い、「知財化・標準化マップ」を作成することで効果的な支援を実施した。令和5年度は、知財化マップを2件、標準化マップを3件作成して支援を行った。
- 研究開発実施者に「標準化と特許」「標準必須特許と実装特許(周辺特許)」「知財の取り方及び標準化の組織や活動の概要」などの基礎的な知識を習得してもらうために「知財化・標準化セミナー」を実施した。令和5年度は標準化セミナーを5回、知財化・標準化入門セミナーを3回実施した。また、セミナーで使用した資料は教材として提供し、知財化・標準化活動に役立てるようにした。
- 各研究開発プロジェクト間の横連携を図るため、研究開発内容ごとに受託者間連携のためのSIG(Special Interest Group)を実施し、SIGをきっかけとした標準化の共同提案が行われるなど研究開発プロジェクト間の

	<p>連携が進み、事業全体として成果の最大化を図る活動が促進された。</p> <ul style="list-style-type: none">• 上記により国際競争力の強化等に向けて複数年度に渡って安定的・効率的な研究開発支援を可能とする革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業への円滑な移行を図ることで社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援の強化を実現した。• 革新的情報通信技術研究開発基金に係る業務の成果について、報告書を作成し、総務大臣に提出するとともに、その概要を公表した。当該報告書では、国際電気通信連合無線通信部門(ITU-R)及び主要国における白書等の文書を分析し、Beyond 5G/6G の国際的な技術動向を取りまとめ、革新的情報通信技術研究開発基金で実施した研究開発が、国際的動向に沿ったものであったことを確認したとともに、評価委員会による採択プロジェクトの評価及び政府による評価を基に、早期の実用化や標準化等への期待度及び革新性や先進性等の高い研究開発が着実に進んだと結論付けた。• 公募型研究開発プログラム「革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業」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5年度は 84 のプロジェクトを実施し、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。• Beyond 5G 研究開発促進事業により実施されていた研究開発プロジェクトに対し、令和4年度末にステージゲート評価又は継続評価を実施し、75 プロジェクト中 72 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た。研究開発を継続すべきと評価された研究開発プロジェクトは評価に基づく予算規模を判断した上で、円滑に情報通信研究開発基金に移行し研究開発の継続等を行った。【再掲】• Beyond 5G 研究開発促進事業では、Beyond 5G の要素技術を確立し、我が国の将来の社会インフラとなる Beyond 5G の早期実現に貢献するとともに、我が国の国際競争力強化に貢献した。具体的には、我が国が強みをもつオール光ネットワーク技術を更に強化し、(1)		
--	--	--	--

	<p>空間多重光通信技術による超大容量高速通信や光無線技術による超低遅延通信などを実現する競争力のある技術を創出するとともに、(2)外国に対して現状劣勢である無線通信チップ技術についても研究開発投資を行うことで、我が国の競争力強化にも貢献した。加えて、(3)Beyond 5G の特徴となる超カバレッジを実現する非地上系ネットワーク(NTN: Non-Terrestrial Network)と地上局との間の周波数共用、(4)テラヘルツ通信における電波伝搬モデルの開発など、Beyond 5G 及び将来技術の標準化にも貢献した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 事業開始3年間で査読付き論文 963 件(令和6年3月末までの累計)、国内外の特許出願 1,235 件(国内 604 件、外国 631 件(令和6年3月末までの累計))、標準化・国内外制度化への寄与文書606件(令和6年3月末までの累計)を実現し、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。特に、オール光ネットワーク、情報通信デバイス、無線通信といった分野で社会実装に繋がる多くの成果をあげた。【両事業合計】 • 革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業の制度設計においては、Beyond 5G 研究開発促進事業の成果に基づき、例えばオール光ネットワーク技術や NTN のような実用化に近い技術は事業者による実用化への取組として助成制度において支援、テラヘルツ通信のようなさらなる研究開発が必要な技術については引き続き委託研究制度において支援を行うことで、技術の進展度にあわせて、戦略的に支援を継続している。 • 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、基金運用方針に従い、我が国が強みを有する技術分野を中心として、社会実装・海外展開を目指した研究開発に対する支援の強化を主たる趣旨とし、A:社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム、B:要素技術・シーズ創出型プログラム、C:電波有効利用研究開発プログラムの3プログラムを実施した。新プログラムの導入により、実用化に近い(TRL(Technology Readiness Level)の高い)技術に対して大規模な支援が可能となった。 		
--	---	--	--

- A: 社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおいて、従来の要素技術の研究開発とは異なり、実用化に近い、数百億円規模かつ助成事業の実施は、機構としては未経験であったが、令和5年度のできるだけ早期に同事業に着手する必要がある、他資金配分機関の取組も参考にしつつ、機構内における必要な体制を強化するとともに、関係規程、マニュアル、公募要領等、新たに必要となる各種規程類を年度当初から夏までの短期間のうちに整備した。第1回公募では総務省情報通信審議会 Beyond 5G 中間答申で示された重要3分野（「オール光ネットワーク」「非地上系ネットワーク」「セキュアな仮想化・統合ネットワーク」）に対し、11 プロジェクトへの助成金の交付決定を行った。また令和6年度から開始するプロジェクトを対象として令和5年 12 月に第2回の公募を開始し、4プロジェクトへの交付決定を行った（当初2年間で合計 250 億円規模を交付予定）。15 プロジェクトの内訳は、オール光ネットワーク分野が7プロジェクト、非地上系ネットワーク分野が3プロジェクト、セキュアな仮想化・統合ネットワーク分野が5プロジェクトである。
- B: 要素技術・シーズ創出型プログラムでは、Beyond 5G が具備すべき機能の実現に資する要素技術を 2030 年頃までに確立することを目的として、令和5年 10 月に公募を実施した。公募では、新規に提案を求めるだけでなく、当初の研究計画への事業の変更による影響を最小限にするため、Beyond 5G 研究開発促進事業で採択され、革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業において研究開発が継続している研究開発課題を対象とした経過措置課題向けの公募も実施した。評価委員会による評価及び機構理事会による決定を経て、新規提案向け5プロジェクト、経過措置課題向け7プロジェクトの採択を行った。新規提案向けでは、将来の Beyond 5G/6G の利用の拡大を見据え、オール光ネットワーク、情報通信デバイス、NTN、テラヘルツ通信と多様な技術分野のプロジェクトを採択した。
- C: 電波有効利用研究開発プログラムでは、Beyond 5G 研究開発促進事業から継続して実施する 35 プロジェク

	<p>トに加え、超広域・大容量モバイルネットワークを実現する HAPS(High Altitude Platform Station)のサービスリンク及びフィーダリンクの周波数有効利用技術の研究開発について令和5年5月に公募を行い、採択された受託者により研究開発が開始された。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムにおける助成事業の実施のため、事業化に知見のある外部有識者から構成される社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム評価委員会を立ち上げた。公募にあたっては、まず予備調査を実施し、研究開発プロジェクトの実施者が社会実装や海外展開に向けた戦略と覚悟をもって取り組む案件の有無及びその概要や予算規模等について事前に調査・把握し、支援対象とする技術分野、プロジェクト毎の予算規模、支援件数等を検討した。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、提案書に事業計画の詳細の記載を求めた上で、採択評価委員会では、全提案に対して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としての意見を取りまとめた。評価委員会及び総務省による政策面の評価を考慮し、機構理事会において、採択及び助成率の妥当性を検討し、令和5年度に 15 プロジェクトへの交付決定を実施した。また評価委員会からの意見を元に、採択の条件として計画の改善を促す、助成率の査定などを行い、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施した。 • 要素技術・シーズ創出型プログラム及び電波有効利用研究開発プログラムの委託研究は、Beyond 5G 研究開発促進事業に引き続き革新的情報通信技術研究開発委託研究評価委員会において、研究開発の新規性や実施体制・予算計画の妥当性などの技術面の評価を実施した。電波有効利用研究開発プログラムでは、総務省による政策面の評価も考慮し、機構理事会において採択決定を実施した。 • Beyond 5G 研究開発促進事業から継続する 71 プロジェクトについて、令和5年度中にステージゲート評価、継続評価、終了評価等を実施した。それぞれの研究開発プロジェクトの当初の研究計画に応じて、研究継続の可 		
--	--	--	--

否の判断、今後の研究計画・予算計画の妥当性の評価、研究開発成果の評価等を実施することにより、革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業への移行に伴う当初の研究計画への影響を最小限にすべく評価計画を策定した。

- 令和6年度以降も研究開発の実施が計画されている38プロジェクトについて、研究開発の継続の可否、研究計画・予算計画の妥当性の評価のためステージゲート評価及び継続評価を実施した。33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て、令和6年度以降の継続が認められた。
- また令和5年度で終了する29プロジェクトに対し、目的の達成の程度、研究の成果、追跡評価の必要性等について評価を行うため終了評価を実施した(一部の研究開発項目のみ令和5年度で終了するプロジェクト1件は、終了評価、ステージゲート評価の両方を実施した。)。評価結果はとりまとめて、令和6年6月頃公表を予定している。
- 令和5年度で一旦研究開発を終了するものの、採択時に令和6年度以降の研究開発を計画していたプロジェクト向けに、令和5年10月に要素技術・シーズ創出型プログラムの経過措置課題向け公募を実施し、当初の期待された成果を達成するための制度設計を行った。7プロジェクトが応募し、採択評価としての評価を経て、令和6年度以降も継続して研究開発を実施することとなった。
- 「知財化アドバイザー」として、豊富な経験を有する知財専門家人材やハイレベルな弁理士等を9名、「標準化アドバイザー」として、国際的な標準化活動で標準化提案等の豊富な経験のあるハイレベルな標準化エキスパート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することにより、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。【再掲】
- 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

	<p>関等を優先し個別に働きかけ、知財化アドバイザーを4プロジェクトに対して63回、標準化アドバイザーを5プロジェクトに対して53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に寄書を共同提案し採用されたほか、次期提案に向けた活動が行われるなど、研究開発プロジェクトにおける知財化・標準化が促進された。【両事業合計】【再掲】</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究開発成果の知財(権利)化及び国際標準化に向けた戦略策定への支援を希望する研究開発受託者に対し、当該研究開発分野の知財化、標準化活動の基礎となる調査を行い、「知財化・標準化マップ」を作成することで効果的な支援を実施した。【再掲】 研究開発実施者に「標準化と特許」「標準必須特許と実装特許(周辺特許)」「知財の取り方及び標準化の組織や活動の概要」などの基礎的な知識を習得してもらうために「知財化・標準化セミナー」を実施した。令和5年度は標準化セミナーを2回、知財化・標準化入門セミナーを3回実施した。また、セミナーで使用した資料は教材として提供し、知財化・標準化活動に役立てるようにした。【再掲】 各研究開発プロジェクト間の横連携を図るため、研究開発内容ごとに受託者間連携のためのSIG(Special Interest Group)を実施し、SIGをきっかけとした標準化の共同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み、事業全体として成果の最大化を図る活動が促進された。【再掲】 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、革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金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(本サイト開設後37回の情報発信)するとともに、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 		
--	--	--	--

	<p>介動画を、研究開発の進捗に対応した最新の内容に適宜情報更新を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> このような情報発信等により、25 プロジェクトの研究開発実施者がテストベッドを利用するなど、機構が整備したテストベッドを活用し、研究開発プロジェクトの時間短縮やコストダウンを実現し、官民の英知を結集することにより、個別の要素技術の研究開発に留まらず、システムとしての社会実装を加速する取組を推進した。 		
		<p><課題と対応> 【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>(課題) 今後、費用対効果をどのように考えるのか、適切な指標に基づいて評価が求められるであろう。多額の国費を利用するため、こうした面からの精査に耐える必要があるであろう。</p> <p>(対応) ご意見ありがとうございます。ご指摘のとおり、獲得した知財数、標準数、論文数といったこれまでの指標に加え、国際的動向や社会実装を踏まえた評価を行うことが適切と考えており、令和5年度に公募を開始した社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムでは、外部有識者による評価委員会に事業面の知見を持つ専門家に参加していただき、研究開発プロジェクトの事業面からの評価を実施しております。</p> <p>(課題) 各重点研究開発分野において、今後も引き続き、B5G の動向を見据えた取り組みを期待したい。具体</p>	

		<p>的には、「Beyond 5G の推進」が民間活性化・競争力強化を主眼としたものと考え、機構の重点研究開発では、それらの源泉となる基盤技術の創出と研究開発プラットフォームの整備を引き続き期待したい。また、その際には、機構の限られたリソースだけでは難しい点があるものと思われ、重点研究開発へのリソースの拡大・強化と配慮が重要と思われる。</p> <p>(対応)</p> <p>ご意見ありがとうございます。引き続き機構自らが重点分野における先端的な研究開発を実施し、B5Gの源泉となる基盤技術の創出を進めるとともに、それら技術の社会実装・社会実証を行うため、外部との連携のプラットフォームとなる NICT 総合テストベッドの機能拡充を進めております。また、ご指摘のとおり資源が限られておりますので、引き続き効果的な資源投入を意識して取組を進めております。</p>	
--	--	---	--

4. その他参考情報

国立研究開発法人情報通信研究機構 令和5年度の業務実績に関する項目別自己評価書 (No.7 分野横断的な研究開発その他の業務)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の事業の質の向上に関する事項 2. 分野横断的な研究開発その他の業務 (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 (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 (4) 知的財産の積極的な取得と活用 (5) 戦略的な標準化活動の推進 (6) 研究開発成果の国際展開の強化 (7) 国土強靱化に向けた取組の推進 (8) 戦略的 ICT 人材育成 (9) 研究支援業務・事業振興業務等		
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、(令和5年法律第 87 号による改正前 の)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	171	96 (-)	124 (66)	122 (60)	()	()	予算額(百万円)	14,043	13,374	19,854		

(うち、NICT 外の利用件数※1)													
NICT 外のテストベッド利用機関数※1	-	-	130	114			決算額(百万円)	31,193	11,248	10,048			
特許出願件数	-	125	141	149			経常費用(百万円)	32,892	11,313	11,168			
知的財産の実施許諾契約件数	-	111	118	116			経常利益(百万円)	△117	△35	△1			
標準化や国内制度化の寄与件数	-	321	435	790			行政コスト(百万円)	32,944	11,454	12,489			
							従事人員数(人)	67	70	74			

※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		評価	A
		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、機構として初の ICT 俯瞰報告書を作成、公表し、我が国の産学官関係者に対して ICT 分野の研究開発の最新動向と将来展望について情報発信したこと、Beyond 5G の実現に向けて「高信頼・高可塑 IoT/Beyond 5G テストベッド」の新機能について利用者ニーズに即した機能追加／改善を適切に実施したことで、利用者数を前年度比で着実に増加させたこと、「IMT-2030 フレームワーク勧告」策定への機構としてのインプット		<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。	

		<p>に代表される Beyond 5G 国際標準化活動への貢献、国土強靱化に向けた取組の推進として、複数自治体において機構の耐災害 ICT の研究成果である NerveNet が社会実装されるとともに、海外展開としてネパール Dullu 自治区において域内ネットワークを完成し運用を開始したこと、我が国の戦略分野である量子 ICT 分野の人材育成プログラムを継続するとともに修了生が運営側をサポートする人材育成の好循環を継続維持したことをはじめ、その他、知財戦略、国際展開、研究支援業務・事業振興業務等について引き続き着実な取組を実施した。</p> <p>以上のことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた着実な成果の創出等が得られたと認め、評定を「B」とした。</p>	
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>(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</p> <p>(1)社会実装の推進体制の構築</p> <ul style="list-style-type: none"> 社会実装戦略・方策の検討に関し、令和4年度に実施したシステム系、ソフトウェア系に続き、令和5年度は、半導体・材料関係のケーススタディを実施した。令和4 	<p>2-2. オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化</p> <p>国内唯一の ICT 分野を専門とする公的研究機関として、ICT 分野の研究開発の最新動向と将来展望をとりまとめた ICT 俯瞰報告書 2023 を初めて作成し公表したことによって、広く ICT 分野の政策担当者、企業関係者、研究者コミュニティ等に対して、我が国 ICT の発展と安全安心な Society 5.0 の実現に寄与するための有益な情報を提供することができた。</p> <p>機構と大学との連携協力を促進するためのマッチング研究支援事業として、東北大、早稲田大、九工大との間でそれぞれ 10 課題、5 課題、4 課題のマッチ</p>	<p>【オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化】</p> <p>国内唯一の ICT を専門とする公的研究機関として、ICT 分野の国内外における最新の研究開発動向を取りまとめた ICT 俯瞰報告書 2023 を初めて作成・公表した(令和5年7月 日本語 1.0 版、11月 英語版 v1.0)。海外の ICT 関連技術、市場・ニーズ、標準化の動向等について、各拠点より情報提供と議論を実施し、定例会(30回実施)で横断的な情報交換を実施するとともに、国内の有識者による内部講演会を3件実施し、研究開発、産学連携、ダイバーシティ推進等について最新の知見を共有した。</p>

<p>成のための支援の取組状況</p>	<p>年度に実施したケーススタディでは、競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策を検討した。令和4年度のケーススタディでは、社会実装に実績のある機構の技術シーズを抽出し、その成功要因を調査・分析、モデル化し、4つの強化方策を策定した(技術シーズの知財獲得強化、市場調査とその共有、ビジネスモデル設計支援、技術シーズの利用可能性のある企業調査)。一方、半導体・材料関連のデバイス系研究における社会実装に至った機構の技術シーズは少なかったため、同様に社会実装のモデルを明らかにすることを念頭に、社会実装の成功例として外部研究機関である大学、国研発スタートアップとして事業展開に至った4機関のケーススタディを実施した。その結果、社会実装成功の共通要素として1)コア技術(特許)の保有、2)実装に繋がる体制構築(企業ニーズ収集のためのコンソーシアム構築等)、3)社会課題解決に向けた取組のモチベーション(自己、他者)が高いこと、4)企業経営経験者の参加、5)量産向け試作と評価の設備、及び人員を配置(基礎研究と開発の役割を分けている)、6)顧客価値理解のために企業連携に積極的であることと整理し、これらについて研究所とケーススタディの結果を共有し、社会実装のための要件、外部連携方策を検討した。具体的には、これらの検討結果を基に未来 ICT 研究所と1)外部企業連携体制の構築、2)コア技術をベースにコンソーシアム形成:川上(基礎材料等を開発する)企業~川下(最終製品を開発する)企業との共同開発と特許戦略構築、3)開発人員補強:基礎研究と共同研究のバランス、を念頭においたプロジェクトの社会実装に向けた施策について意見交換を行い、未来 ICT 研究所の重点分野研究課題である有機電気光学(EO)ポリマーに関し、令和6年度以降に上記1)及び2)の戦略と方策の実行について連携を強化することとなった。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化に関し、令和4年度に策定した競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のため 	<p>ングプロジェクトを採択し、機構の持つポテンシャルを大学からの新たな視点から活用するコラボレーションが進むとともに、さらに本支援事業開始以後、JST、総務省、科研費等、40件を超える外部資金獲得につなげるなど、機構と大学の研究ポテンシャルを掛け合わせた大型の共同研究プログラムの組成につなげることができた。</p> <p>半導体・デバイス分野における外部4機関の社会実装成功例をケーススタディとして実施し、社会実装の成功のために必要な6つの要素を抽出することで、次年度の半導体・デバイス分野における社会実装のための研究現場と外部との戦略的な連携方策を検討した。</p> <p>機構内公募「社会実装の推進に資する実証的研究」において、従来の単なる技術実証から脱却し社会実装可能なTRL(TRL=6レベル)に進むことを目標として明確にした上で、機構内公募のテーマを研究課題のTRLや目的に応じて3つに再整理することで、機構内の研究開発の社会実装をシームレスにサポートした。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p>【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】</p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国内唯一の ICT を専門とする公的研究機関として、ICT 分野の国内外における最新の研究開発動向を取りまと 	<p>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(マッチング研究支援事業)を継続しており、令和5年度は、東北大、早稲田大、九工大との間で各々、10課題、5課題、4課題を採択し、採択テーマには、脳情報関係での連携でのシナジー効果や医療分野への展開が期待されるテーマも含まれる等、機構の持つポテンシャルを新たな視点から活用できた。令和5年度は、各大学の状況を踏まえ、マッチングの裾野拡大に向けた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、公募期間の延長等、事業の更なる改善や促進に向けて取り組んだ。</p> <p>半導体・材料関連のデバイス系研究における社会実装に至った機構の技術シーズについて、社会実装のモデルを明らかにすることを念頭に、社会実装の成功例として外部研究機関である大学、国研発スタートアップとして事業展開に至った4機関のケーススタディを実施。社会実装成功の共通要素として6要素に整理し、社会実装のための要件、外部連携方策を検討した。</p> <p>機構内公募「社会実装の推進に資する実証的研究」において、現状技術のTRLを意識し、社会実装可能なTRL(TRL=6レベル)に進めることを考慮した研究計画とし、研究フェーズと狙いの違いから、機構内公募を2テーマに分割した研究開発課題、及び新たにベンチャー創出を狙う研究開発課題に見直した。</p>
---------------------	---	---	---

の戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策を実行するために、その第一段として未来 ICT 研究所総合企画室の社会実装担当者に機構内の組織間連携体制である「研究成果展開サポートグループ」に参加して頂き、拡大定例会を月1回開催し、組織間でのイベント等の情報共有を図り、機構内連携を強化した。その結果、機構内における社会実装課題の発掘が進み、「社会実装の推進に資する実証的研究」の機構内公募に未来ICT研究所からの2件を含む合計5件が採択された。また10月に開催された CEATEC では、戦略的プログラムオフィスが担当したオープンイノベーションブースにおいて、初めての取組として機構内公募採択案件である研究所の技術を展示し、研究者自身がニーズを理解することにつながり、さらに来場した企業と連携を前提とした協議に至った。

また、知財担当、出資担当、技術移転担当等の連携が必要なベンチャー支援制度の再整備については、本サポートグループにおいて組織横断で検討を行い、特に専門的な知識が必要な知財、出資、及び民間において、ベンチャー企業を支援した経験のある参加者の知識を活用して、本支援制度をブラッシュアップすることができた。特に現行制度を時代に合うように変えていく中で、課題の抽出や他機関のベンチャー支援の状況、あるべき姿について議論を行い、本サポートグループ内で意識を合わせることができた。

さらに、本サポートグループで組織横断的に研究者からの相談を受け付ける研究成果展開ワンストップ相談会については、令和5年度は3回開催し、2件の相談に応じた。令和4年度の5件から減少したことから、本ワンストップ相談会の今後について議論を行い、いまだ本ワンストップ相談会を知らない研究者が居ることから広報活動を強化するとともに、外部展開に至らない研究者でも相談し易いように応募方法を工夫することとした。

以上により、戦略的プログラムオフィスが総合調整機能を果たし、令和4年度に策定した戦略を一部の研究

めた ICT 俯瞰報告書 2023 を、初めて作成・公表した(令和5年7月日本語1.0版、11月英語版v1.0)、海外のICT関連技術、市場・ニーズ、標準化の動向等について、各拠点より情報提供と議論を実施し、定例会(30回実施)で横断的な情報交換を実施するとともに、国内の有識者による内部講演会を3件実施し、研究開発、産学連携、ダイバーシティ推進等について最新の知見を共有したこと。

- 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(マッチング研究支援事業)を継続しており、令和5年度は、東北大、早稲田大、九工大との間で各々、10課題、5課題、4課題を採択し、採択テーマには、脳情報関係での連携でのシナジー効果や医療分野への展開が期待されるテーマも含まれる等、機構の持つポテンシャルを新たな視点から活用できたこと。令和5年度は、各大学の状況を踏まえ、マッチングの裾野拡大に向けた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、公募期間の延長等、事業の更なる改善や促進に向けて取り組んだこと。

- 半導体・材料関連のデバイス系研究における社会実装に至った機構の技術シーズについて、社会実装のモデルを明らかにすることを念頭に、社会実装の成功例として外部研究機関である大学、国研開発スタートアップとして事業展開に至った4機関のケーススタ

機構として初めて科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律に基づく成果活用型出資を行うべく、出資先の募集、書類審査、Due Diligence、外部有識者等による出資等審査委員会審議及び理事会における決定を経て、令和6年3月に1件の出資を実行した。

	<p>所で実行を開始し、令和6年度以降の全研究所への戦略展開に向けて準備を整えることができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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に関し、社会実装の加速に向け、社会実装につながる可能性のある機構の技術シーズについて、NICT シーズ集第5版上半期公開分の 66 シーズから、実証実験が終了しており外部連携を求めている、または、共同研究で更にデータ収集を実施したいという5つの技術シーズ(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)を抽出し、民間の外部共創プラットフォームに更新・掲載するとともに、これらの技術シーズのニーズがありそうな企業・団体の業態、事業内容を調査し、企業、団体へ外部共創プラットフォームを介してコンタクトを実施した。ドローン間通信技術に関して、外部共創プラットフォーム登録企業に加えて、一般社団法人日本 UAS 産業振興協議会所属企業を含めて、ドローンを扱う企業 85 社を抽出、研究所が選んだ3企業と議論した。一方、NICT シーズ集からの問い合わせとして、利用を検討したいという企業があり、ニーズを確認し、NDA 締結に至った。モチベーション推定技術に関して、教材の効果を評価するモデル検証が進められているが、更に技術にニーズがあるかを調査するために、教育・研修、医療・介護、スポーツに関わる企業 37 社を抽出、脳波技術に興味があると回答した企業4社と議論した。そのうちの1社が失語症ケアのために精度良い脳波計を必要としており研究用脳波計として機構の脳波計について、必要に応じて利用を検討することとなった。また、企業との議論において、被験者実験においては、スマートな脳波計が必須との意見も得て、CEATEC 出展企業2社と議論を行い、教育事業における教材開発に利用できるかの議論を開始した。また、出展企業の簡易型脳派計測デバイスを当技術に用いられるかどうかの検証を開始した。メタマテリアル電波散乱シートに関して、社会実装に向けた研究所の取組を支援し、製品化を検討する企業2社との連 	<p>ディを実施し、社会実装成功の共通要素として6要素に整理し、社会実装のための要件、外部連携方策を検討したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機構内公募「社会実装の推進に資する実証的研究」において、現状技術のTRL を意識し、社会実装可能なTRL(TRL=6レベル)に進めることを考慮した研究計画とし、研究フェーズと狙いの違いから、機構内公募を2テーマに分割した研究開発課題、及び新たにベンチャー創出を狙う研究開発課題に見直したこと。 	
--	---	--	--

携構築、関連技術の特許出願(7月)、実ローカル 5G システムでの実証評価(令和6年3月完了)に貢献した。

また、NICT オープンハウスにて研究所からの要望で、航空機用平面アンテナについてプライベートジェットを開発販売している企業1社に紹介し、機体搭載要件、認証等の検討が重要で協力を得られる意向を得た。今後、平面アンテナの今後の研究開発状況に合わせてコスト予測、搭載要件が明確になった時点で、別途連携検討の機会を得ることとなった。

さらに、半導体、ネットワーク機器、電子機器、ロボット、ソリューションを事業主体とする企業の新規事業創出を目指す部署からの問い合わせに対して、NICT シーズ集を基に関連しそうなシーズを紹介し、今後の連携可能性を継続的に検討することに合意した。さらに、この企業の取引先企業(約3,000社)の中から機構の技術シーズに興味ある企業を紹介頂き、より広く機構の技術シーズを知って頂く機会作りの協力を得た。

社会実装を研究者が意識できるよう、令和3年度よりNASAのTRL(Technology Readiness Level)を参考に機構の技術シーズの状況を調査し機構のTRLとレベル要件、上位レベル達成要件を整理し、各技術シーズにTRLを付与してきた(基礎実証済:TRL=1~2、試作済:TRL=3、実証実験中/済:TRL=4~5、社会実装可能:TRL=6、社会実装済:TRL=7~9)。NICT シーズ集へ掲載の際にそのTRLを元に社会実装可能性を分かりやすく表現する社会実装メーターに置き換え表示したことで、それを見る側から技術シーズを選択しやすくなった。また、社会実装へ近づくためにTRLのレベルアップに必要な事項を整理し、令和4年度及び、令和5年度に実施したケーススタディの結果を盛り込んだ教材を作成し、令和6年2月に聴講を希望する機構職員に対して講習会を実施した。これによりTRLを意識した研究の重要性の理解が進んだ。

- 社会実装に向けたプロジェクトの形成に関し、これまでの機構内公募「社会実装の推進に資する実証的研究」では、技術の成熟度を考慮せずに公募し、また実施していた内容も技術実証等にとどまっているものが多かつ

	<p>たため、現状技術の TRL を意識し、社会実装可能な TRL(TRL=6レベル)に進めることを考慮した研究計画と するために、研究フェーズと狙いの違いから、これまでの 機構内公募を2テーマに分割した研究開発課題、及び 新たにベンチャー創出を狙う研究開発課題の3テーマ に見直した。以下、その詳細を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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相当の課題を募集した。 ・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 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相当の課題を募集した。 ・テーマ3:ベンチャー創設型研究開発課題 ・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相当の課題を 募集した。 <p>基礎実証(TRL2)~社会実装可能(TRL6)のギャップ を当公募で補完することで、社会実装をシームレスにサ ポートできるようになったが、当機構内公募に応募した 研究者が少なかったことより、社会実装に向けたマイ ンドの醸成に関しては、課題として残った。</p> <p>令和5年度は、以下の5件の新規課題を採択した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テーマ1 <ul style="list-style-type: none"> ①ICT教育における個別最適な学びのための脳情報 を活用した意欲度の推定に関する実証的研究 ②SRF 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 ・テーマ2 <ul style="list-style-type: none"> 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 		
--	---	--	--

	<p>②光フェーズドアレイデバイスのモジュール化に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ テーマ3 ①ベンチャー起業に展開する可能性があり、当該研究者が応募したこと、アイデア等の情報を守る観点から提案者名、案件名は非公開 <p>戦略的プログラムオフィスの担当者がメンターとなり、応募書類の作成を支援するとともに、採択された案件については研究資金の支援だけでなく、社会実装に必要な支援(マーケット調査、知財マネジメント、連携先開拓等)を実施できるようになり、またベンチャー創出の準備につなげた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 社会実装に向けたプロジェクトの推進に関し、機構内公募で採択された課題に対し、テーマ毎に研究開発の支援を行った。テーマ1の ICT 教育における個別最適な学びのための脳情報を活用した意欲度の推定に関する実証的研究に対しては、TRL=4の実証実験における実フィールドでの基本機能・基本性能確認の確実な実施を目指し、実証実験用の教材アプリ仕様を明確化するため、通信教育企業等への技術ニーズや技術仕様への聞き取り調査、及び Edtech に関する技術・市場動向の調査を行い、その結果通信教育企業への共同研究提案に至った。 <p>テーマ2の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については、光学顕微鏡、偏光センサ・カメラ、ナノ粒子解析装置、電子顕微鏡の製品の仕様を調査し、機構の技術シーズとの彼我比較を行い、研究者とその結果を共有、特に光学顕微鏡での利用に適していること、また基板検査装置などへの応用の可能性もあることから、来期に向けてその領域について支援をすることとなった。また、令和5年 10月に開催された CEATEC に試作機を展示し、来場者からの要件を収集したことで、今後の社会実装へ向けた支援に活用する予定である。同じくテーマ2の光フェーズドアレイデバイスのモジュール化に関する研究開発においては、社会実装のターゲット市場を明確化するため応用分野毎の技術ニーズ・技術課題の整理を目的</p>		
--	--	--	--

に、関連企業及び共同研究機関への技術ニーズ及び仕様の聞き取り調査、及びユースケースの検討を行い、Web ページ作成を行うとともに、光フェーズドアレイの Lidar 応用に関する市場・技術動向調査のため調査資料を購入し、詳細な分析を行った。

以上のように、機構内公募で採択された課題に対し、強化方策に沿って研究開発の伴走を実施し、より緊密に研究者に寄り添い市場性や企業ニーズを理解することの重要性、TRL を意識した研究開発推進について意識の共有が図れたことにより、社会実装に向けた支援活動の必要性について、研究者の理解、連携が進んだ。

製造現場のデジタルトランスフォーメーションを推進するために必要となる、複数の無線システムが過密・混在した環境下で安定した通信を実現するための協調制御技術(SRF (Smart Resource Flow)無線プラットフォーム)について、平成 29 年度に民間6社と共に設立した FFPA(Flexible Factory Partner Alliance)の事務局を引き続き務め、規格化、普及促進活動を推進した。SRF 無線プラットフォームは機構の研究開発成果である。令和 5 年度の会員は令和4年度と同じく、活動の中心となる Promoter 会員8者、技術仕様の利用拡大を目的とする Adopter 会員1者、試験機関を対象とする Advisory 会員1者であった。普及促進活動の一環として令和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 に準拠した製品群第二弾である Field Manager、SRF Gateway、SRF Device、SRF Sensor の4種の製品を認定した(令和5年5月 25 日)。これにより、FFPA メンバーの無線通信機器ベンダからの認定製品が出揃い(4種8製品)、市場競争が開始された。さらに、Field Manager、SRF Gateway、SRF Device の3種7製品の認定を行い(令和6年3月 14 日)、トータル4種 15 製品に拡大した。また、規格化の一環として、令和4年度に引き続き、ローカル5Gを含む5Gをサポートする SRF 無線プラットフォーム Ver.2 の通信規格である技術仕様 Ver.2 の改定を継続し、6GHz 帯無線 LAN 及びサブ GHz 帯無線 LAN に対応したインターフェースを追加

した技術仕様 Ver.2.1.0 Final Draft の策定を完了した(令和5年7月20日)。一方、並行して技術仕様 Ver.2.1.0 に対応する試験仕様の策定を進め、適合性試験仕様 Ver.2.0.0 Final Draft の策定を完了した(令和6年3月21日)。業界を代表する無線プラットフォームの地位の獲得を目指し、令和4年度に引き続き、SRF 無線プラットフォームの普及促進活動の強化のため、以下に示す第一の強化策「ワークショップ・展示会の強化」、第二の強化策「実証に基づくプロモーション」及び第三の強化策「業界団体連携」を実施した。

- ・強化策1) 令和4年度に引き続き、VoC (Voice of Customers) コミュニティ (FFPA 活動や SRF 無線プラットフォームへの関心が高い、将来の SRF 無線プラットフォームユーザ候補) の拡大を狙って、ワークショップを年5回開催(令和5年7月5日、7月19日、8月28日、11月7日、3月27日)、ワイヤレステクノロジーパーク(WTP) 2023 への出展・技術セミナー開催(令和5年5月24日～26日)、スマート工場 EXPO2024 への出展・技術セミナー開催(令和6年1月24日～26日)を実施した(本強化策を開始した令和4年度と同じ開催頻度を維持し、本強化策を開始する前の令和3年度は VoC ワークショップ開催1回、展示会出展・技術セミナー開催1回)。これらの活動を通じて、製造現場における無線化の課題と SRF 無線プラットフォームの効果を訴求した結果、VoC コミュニティメンバーは令和6年3月末時点で75者に増加し(令和4年度末に対して16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。
- ・強化策2) SRF 無線プラットフォーム準拠認定製品の入手が可能となったことより、SRF 無線プラットフォームの効果を体験してもらう実証イベントを開始した。製造現場において無線通信が不安定になる代表的な二つの環境を再現し、SRF 無線プラットフォームの無線通信安定化の効果を訴求する PoC を実施した

	<p>(令和5年8月4日)。また、VoC コミュニティメンバーに対する SRF 無線プラットフォーム準拠認定製品のハンズオンイベントを令和5年 12 月 18 日に実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 強化策3) 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旨とし、令和4年度に引き続き、業界団体連携の取組を実施した。ロボット革命・産業IoT イニシアティブ協議会(RRI)が策定を進めている「モノづくり標準化ロードマップ」に対して SRF 無線プラットフォーム標準化に関する記述の提案を行い、令和5年9月末に発行された同ロードマップ Version1.0 の「日本における標準化の取り組み」の章に採用された。また、RRI 内における SRF 無線プラットフォームの認知度向上を旨とし、ユースケースに関するメールマガジン記事を4回に亘って投稿した(令和5年8月22日、9月12日、9月26日、10月20日)。一方、一般社団法人日本電気計測器工業会(JEMIMA)との連携活動を開始した。「産業向けローカル 5G の最新動向」をテーマとした意見交換会を実施し(令和5年9月19日)、その中で SRF 無線プラットフォームに関する講演を行った。さらに、「産業向け無線通信の技術動向と工場等における適材適所な各種無線通信技術の活用」をテーマとする第2回意見交換会を実施した(令和6年2月19日)。また、JEMIMA が主催団体のひとつであるオートメーションと計測の先端技術総合展 IIFES2024(令和6年1月31日～2月2日)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、その中で SRF 無線プラットフォームを紹介した。 機構内の重要な知見、論考について、論説としてナレッジハブレポートの定期刊行、講演・セミナー等を通じて共有、機構内理解推進への取組を行った。 そうした重要な情報のうち公開可能なものを、国内研究機関、科学館、展示会、報道等を通じて機構外へ発出した。国際的には G7 会合や複数国政府間会議、国際的学術委員会等世界レベルでの発表・貢献を行い、寄 		
--	--	--	--

	<p>与文書執筆貢献等を行った。またオープンサイエンス等の先端的国際知見を活かす国際共同研究(ベルモントフォーラム政府間予算枠組み)等を実施する等、近年国際的にも重要度が増しているオープンデータの動向にも関与しつつ、機構の国内外プレゼンス向上を目指した活動を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 宇宙技術領域における他機関連携、機構内分野間連携に積極的に貢献するとともに国内研究セクター・ビジネスセクター等のコミュニティ活動情勢にも貢献した。センシング・量子分野などにおいても新規研究課題の開拓へ向けた具体的人的交流を実践、機構内外の知的連携の探索を行った。また、機構内で進められている宇宙開発関連の一部のプロジェクトの具体的指導を行い、そのプロセスを通じたノウハウの展開と継承を狙った活動を強化した。 • OG・OBとの連携ハブとして親睦会運営、機構内外の関連歴史的情報通信技術資料の電子化・ナレッジベース化へ向けた活動を実施した。 • 国内唯一の ICT を専門とする公的研究機関として、ICT 分野の国内外における最新の研究開発動向を取りまとめた ICT 俯瞰報告書 2023 を、初めて作成・公表した(令和5年7月日本語 1.0 版、11 月英語版 v1.0)。 • 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 24 件、7 件、6 件の情報提供と議論を実施した。定例会(令和5年度は 30 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にアーカイブし共有した。また、国内の有識者による内部講演会を3件実施(うち1件はダイバーシティ推進室と共催)し、研究開発、産学連携、ダイバーシティ推進等について最新の知見を共有した。 <p>(2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和5年度は、共同研究契約件数 570 件、産業界等との秘密保持契約件数 300 件、包括協定件数 20 件となった。共同研究契約、秘密保持契約件数が共に前年度 		
--	--	--	--

	<p>に引き続き堅調に増加した。また、資金受入型共同研究は前年度を超え 37 件に達した。</p> <ul style="list-style-type: none">• 社会実装の推進に資する機構内連携を強化するために構築した研究成果展開サポートグループの活動において、ワンストップ相談会の参加者からのヒアリングを継続するとともに、ヒアリング結果や過去の共同研究実績等を踏まえ、技術シーズの展開に効果的な共同研究や人材交流の形成が期待できる大学・企業等への働きかけを継続した。また、包括協定等の各種施策を活用し、情報交換等の取組を行った。• 前年度に引き続き、支援事業等により共同研究の案件形成を支援した。契約締結等に係る迅速な対応を要する問合せに対しては、担当部署と連携し内容を精査した FAQ を追加するとともに、回答処理期限の遵守に努め、研究部門の負担軽減を図った。• 連携相手先機関の拡大に向けては、令和5年度は新たに2機関(株式会社海外通信・放送・郵便事業支援機構、信州大学)との間で包括協定を締結し、連携を促進するとともに、資金受入型共同研究等産業界が求める共同研究の実施状況の把握、機構の研究開発成果や専門的知識を生かした技術相談(7案件)、NICT シーズ集の積極的発信等を、双方のマッチングを強く意識して精力的に実施した。• 令和5年度の資金受入型共同研究は、前年度を超え 37 件(受入資金約2億1千万円)に達した。資金受入型共同研究の拡大に向けては、受入資金が小規模であっても研究者還元がされるようインセンティブ制度を見直し、その対象を拡大し推進した。また、外部環境の変化(税制等)に伴う手続きを円滑に進めるため規定の見直しを行ったほか、契約事務手続きをサポートするためセミナーを継続(令和5年9月)し、研究所等に対するノウハウの共有に取り組んだ。• 連携・協力を促進するための支援事業として、機構と大学の双方から年間1課題あたり数十万円の予算支援(マッチング研究支援事業)を継続しており、令和5年度は、東北大、早稲田大、九工大との間で各々、10 課題、5課題、4課題を採択した。採択テーマには、脳情報関		
--	--	--	--

係での連携でのシナジー効果や医療分野への展開が期待されるテーマも含まれる等、機構の持つポテンシャルを新たな視点から活用する形でコラボレーションが進んでいる。また、本支援事業開始(平成 28 年度)以後、同事業を経て、JST「Q-LEAP」、「さきがけ」、総務省「SCOPE」、科研費「基盤研究」等、40 件を超える外部資金の採択につながる等、研究プロジェクト形成に貢献しているとともに、採択者や評価者等の意見を都度集約することで同事業の改善を継続している。令和5年度は、各大学の状況を踏まえ、マッチングの裾野拡大に向けた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、公募期間の延長等、事業の更なる改善や促進に向けて取り組んだ。

- 共同研究に係る情報の閲覧・検索・集計等を行うデータベース(DB)について、共同研究契約後未登録になっている契約書等の情報をシステム上で確認・提出できる機能を追加し、事務手続きを効率化するとともに、本DBの活用が広がるよう機構職員を対象とした利用者セミナーを開催した。また、研究室等の担当者に代わって本DBの情報収集・提供を行う取組を継続し、共同研究の案件形成や産学官連携の促進に貢献した。
- 産学官連携等の強化に関し、IoT 分野の産学官連携を推進するため、スマート IoT 推進フォーラムを運営し、この分野の連携活動を積極的に推進し、フォーラムが主催するセミナーを2件実施した(参加者件数合計 263 件)。新たに連携する団体を増やし YRP 研究開発推進協会、IoT ビジネス推進コンソーシアム沖縄とも連携を深めた。IoTによる価値創造を目指し、DX 推進やIoT活用の事例の取材を 17 件行い、合計 26 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4年度の総集編等も発信した。総会を令和6年3月 27 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行った。
- 社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクトに関し、令和2年度から実施している委託研究に関し、令和5年3月に終了した課題 220「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(第3回)」の案件

10件のうち、課題番号22005「大規模位置データ連携による観光施策立案評価システムの研究開発」で開発した技術を利用した観光施策の策定に利用可能なサービス「おでかけウォッチャー」が既に全国20の広域自治体で採用されるなど、全国の約3分の1以上の自治体で採用され、また日本観光協会にデータを提供し、オープンデータとして全都道府県の来訪者データが公開されるなど、社会実装が進展した(TRL=9)。課題番号22001「AI/IoTを活用した北海道における次世代施設栽培の確立」では、安定的・高収益な大規模施設栽培のための方法論が確立され、熟練者のノウハウを知識化したエキスパートシステムが社会実装手前の段階(TRL=5)となった。課題番号22008「バーチャル物見櫓(V-THUNDARBIRDS)」は、ドローンを利用した地域防災のための情報収集システムの研究開発が進められ、地方の河川事務所で利用希望などがあり、社会実装手前の段階である(TRL=5)。上記課題に関し、PRのためセミナーの企画セッションで講演を頂き、他の機関が行った成果を紹介する等の助言を行い、社会実装の加速に向けて支援を継続した。

新型コロナウイルスの急激な感染拡大を受け、令和3年度から開始した課題222「ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発」の委託研究8件について、課題Aウイルス等感染症により発生するパンデミック対策に資するICT(3件)、課題B新型コロナウイルス感染症対策「新しい生活様式」を実現するためのICT(2件)が令和4年度で研究期間2年を終了し、課題Cアフターコロナ社会を形成するICT(3件)は、研究期間3年であり、令和5年度もアフターコロナ社会課題の解決に向けた取組を推進した。課題番号222A03「COVID-19肺炎のCT画像をAI解析するためのプラットフォーム開発と実証展開」ではCOVID-19肺炎に関連するアノテーションが付与された画像データを合計2164例収集し、3D画像の判別を行う機構を独自に開発し、約92%の分類精度を実現した。開発したシステムは国内のウイルス性肺炎の流行を観測するサーベイランス及びアラートシステムとしては実用段階にあり、社会実装段階に至っ

た(TRL=8)。課題番号 222B01「3密回避を実現するドローン AI 協調型海ごみ自動回収運搬ロボットの開発」においては、100kg を搭載できる自動回収運搬ロボットを開発し、実証実験を行った飛島(山形県)だけでなく、他の島(周防大島等)でも試験導入されつつあり、社会実装可能なレベルと言える(TRL=6)。課題番号 222B02「超」ハイブリッド路線バスセンシングによる公共交通機関のスマート化基盤に関する研究開発」では、路線バスセンシングの混雑度や車内換気状況の精密測定の技術的実現性を検証した(TRL=5相当)。

自続可能な形態による社会実装を目指して提案時にビジネスプロデューサーの設置を課し、実証実験の円滑な実施のための産学官等の連携による複数者での実施体制を提案条件とし、加えて受託者に提供可能な機構発技術シーズ(18 件)を提示し、これらを活用した新しいサービスの創出などシーズの社会実装の機会拡大も狙った課題 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」(令和4-6年度)の 10 件を推進し(2件が機構発技術シーズを利用)、評価委員や機構幹部を交えて実施する中間評価を行った。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、当初目標である精度 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めどが立った(TRL=5相当)。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)との実証実験も始まっており(TRL=4相当)、プロジェクトオフィサーとプロジェクトチームが各課題の担当者等と打合せ等を行い課題の順調に進むように支援を行った。併せて、課題番号 22604 では当機構が実証試験に参加し、課題番号 22601 では課題を推進する体制変更の可能性についての打合せを行った。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、アンケート時のパーソナルデータへの対処方法等について打合せを行った。

令和5年度は課題 226 よりさらに研究開発成果の拡大と社会実装・展開を加速することを目指し、提供可能な機構発技術シーズも 21 件を提示して公募を行い、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(第二回)」として、6件を採択し、うち1課題が機構技術シーズを利用予定である。採択評価に当たっては、機構側要望を評価委員会に理解頂くよう評価委員長との打合せに参加し、案件精査を狙い 10 件の採択にこだわらず良い提案だけを採択することとした。

以上のように委託研究を推進し、課題 220 では1件社会実装済(課題番号 22005)で、2件が社会実装間近(課題番号 22001、22008)、課題 222 も同様に1件社会実装済(課題番号 222A03)で、2件が社会実装間近(課題番号 222B01、222B02)、課題 226 では現在研究期間中であるが、目標精度に迫る開発成果を上げ(課題番号 22601)、機構技術シーズ利用も課題 226 と課題 233 で合計3シーズになり、研究開発成果の社会実装に向けて大きな成果となった。

- ・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に関し、社会課題・地域課題の掘り起こしや、機構の研究開発成果の社会実装のコーディネーター役として、令和5年度は令和4年度に引き続き、産業界、NPO、地方自治体などの経験者4名(北海道、東北、北陸、東海の各地域を担当)を、イノベーションコーディネーターとして登用した。令和4年度まではイノベーションコーディネーターの役割が不明確であったため、スキルに応じて役割を明確にし、業務を割り当てた。北海道に関しては、起業経験があり自ら会社を経営しているため、機構内公募のメンターを担って頂き、東北及び北陸に関しては、地域に密着した活動についての経験が豊富なことより、アイデアソン等を通じた地域研究者との連携を担当して頂き、東海に関しては、地域の研究機関や企業とのコネクションを強みにしていることより、高度委託への提案に向けた地域研究者の発掘を行って

頂いた。これにより、令和5年8月に仙台市で開催したアイデアソンでは、東北のイノベーションコーディネーターが企画・運営に助言を行い、参加者の拡大に貢献するとともに、地域研究者と機構研究者との連携につながった。また令和5年10月、11月、令和6年1月、3月に開催された北陸連携サロンでは、北陸のイノベーションコーディネーターがコアメンバーとして参加して頂いたことにより、これまでのサロンのやり方を大幅に変更し、北陸地域の研究者や学生を参加させてサロンの活性化につながった。さらに、令和5年度に実施した高度委託「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(第二回)(課題 233)」では、東海のイノベーションコーディネーターが、機構職員と共同で管内大学、高専、自治体等への周知対応を行うとともに、セミナーの開催(令和5年6月)及び説明会(令和5年7月)を実施し、課題 233 の案件形成を行い同委託の応募拡大につなげ、うち1件は採択された。

- 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・育成に関し、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5年8月に東北地方在住者を中心に東北大学にてリアルで開催した。このアイデアソンでは、地域で活動する民間企業、大学、法人、NPO、地方自治体に参加者としてだけでなく、メンターやアドバイザーとして参加してもらうことで、様々な技術やノウハウを結集・融合させるとともに、機構との連携の強化を図った。本イベントは東北大学と主催で行っているが、令和5年度は東北情報通信懇談会が加わって、宮城県、仙台市が協力機関として加わった。機構の Beyond 5G ユニットからも協力があり、同ユニットの展示(VR)を行い、地域における機構の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、仙台市役所所属であるイノベーションコーディネーターも加わった産学官公民の体制で「地域生活に活かす ICT」をテーマに実施した。令和4年度までのリモートでの開催の経

験を活かしつつ対面でのアイデアソンの実施となり、参加者も全員がノート PC を持ち込み、付箋紙を使わずに直接プレゼンを作るチームが出る等、アイデアソンの DX 化 (Code for SENDAI 関係者談) が進んだ。運営側も、コロナ禍の経験を元に DX 化を進め、リモート時に活用したツールも駆使し、リモートの利便性を入れつつ、これまでにないリアルならではコミュニケーションが実現できた。参加者への事前研修の位置づけとなるインプットセミナーには機構からの講演をはじめとして、令和4年度の参加者 (弘前大学、東北大学の学生) からの講演を行い、参加者の理解を深めた。地元の社会人、仙台を中心とした東北地域の理工系以外の大学生等の参加も多く、東北大学の情報科学研究科教員も参加があった。ICT 関連技術と人文科学的側面を融合させ、地域の課題を発見し、それを解決する工学的手法を組み合わせさせたアイデアソンを実施するなど、地域における人材交流及び育成を実施した。また本年度の高度委託 (課題 233) にはこれまでのアイデアソンをきっかけとなり、アイデアソンでメンター参加していた方々から提案が 1 件あった。さらにアイデアソン関係者からの声かけや、アイデアソンを機に連携を深めた総務省東北総合通信局との協力により東北地域からの提案が増加し、採択にもつながった (課題 233 では東北関連で 3 件の採択)。

北陸地域では、地域連携・人材交流、及び地域づくりの担い手育成を目的とした「北陸連携サロン」を令和5年 10 月、11 月、令和6年 1 月、3 月の 4 回に渡りリアル開催し、学生、社会人に活動内容をピッチ (ミニプレゼン) を行い、参加者から様々なアイデアを出してもらい意見交換の場として実施した。また、北陸地域での ICT を中心とした人材交流の場の形成を継続的に行う事を目的として、オンラインチャットツールを活用しコミュニティの形成につなげることができた。

以上により、検討内容をブラッシュアップするなどし、地域の大学と企業及び機構の連携促進を進め、東北でのアイデアソンに関しては、高度委託への提案及び採択につながった。

• 外部への研究開発成果の積極的な情報発信に関し、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、WEB ページ掲載の全シーズをダウンロード可能な冊子データとしてまとめた「NICT シーズ集 PDF 全体版」について、令和5年度版として改版した。令和5年6月に4件追加、2件削除の計 66 件を公開し、さらに1件を PDF 全体版には令和6年9月、WEB 版には令和6年2月に追加し、67 件となった。また、令和5年6月に全体版、令和5年 11 月に WEB 版に対して、全体的なレイアウト修正を行った。修正にあたっては、機構の技術に興味・関心を持つ層に対して効果的に技術情報が届くよう、一般的にプレスリリースの基本的な形状とされるレイアウトを踏襲する変更を行った。具体的には、「最初の5行で興味を引き、最後まで読んでもらう」工夫として、1) ビジネスでの優位性の存在を示す特許情報と、第三者からの評価として添える技術の周辺情報(外部の紹介記事や最新のプレスリリース等)をページ上部に配置、2) 情報とレイアウトの整理・統一、3) WEB 版のページをチラシとしても使用できる印刷機能の実装を行った。また、前年度導入した「外部連携によって何を推進したいフェーズなのか」を示す TRL に沿った表記を徹底しつつ、研究者自身が「誰と、どのような連携を希望するか」を明確に記載する「研究者より」の項目を継続するとともに、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本人や研究所企画室と連携し、SNS(X(旧 Twitter)や Facebook)での発信も含め、研究者の活動をアピールする情報の発信を行った。SNS での頻繁な発信や広報部へのリポスト依頼、検索エンジンのクローラーの巡回を促す更新、連携後の展開をイメージしやすく示す「ユースケース」コーナーにコンテンツを3件追加し、令和5年度の PV(Page View)は 1,778 件(令和4年度は 614 件)であった。紙媒体においては、従来のチラシに加え全体版 PDF をデザイン調整して冊子化した「冊子版」を作成し、拠点への配布やイベントでの配布を行った。令和4年度

から作成している「ユースケース」のチラシは、イベント等でより活用しやすいデザインにリファインを行った。累計としては、個別シーズでは増加、PDF 全体版のダウンロード数は、やや減少となった。(個別シーズの閲覧数計は、令和5年度/令和4年度比較で 11,609/10,817 となり、PDF 全体版のダウンロード数の合計は、1,038/1,231 となった)。個別シーズ、PDF 全体版共に、PV 増加時にリアルイベントからの流入として確定できるケースは無く、SNS からの流入と思われる PV が顕著であった。以上により、ダウンロード数は横ばいであったものの、令和5年度の NICT シーズ集 WEB ページを通じた問い合わせは、令和4年の5件から 13 件に増加し、技術移転先の紹介、意見交換の実施及び講演依頼への対応、共同研究契約の検討へとつながった。また、民間企業と研究者間の仲介をきめ細かく行い、要望、要件を確認し、継続的議論や試作に向けた仕様の検討につながられた。

情報通信政策研究所での総合通信局向けの研修では機構の技術シーズや地域連携・産学連携の活動について講演を行い機構の活動の理解促進を図った。その結果、総合通信局等が主催するセミナーにおいて機構のシーズが積極的に取り入れられ、13 回の発表が行われた。

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、月1回の打合せを開催し、まずは1) 情報交換を進め、NICT シーズ集の中でレベルが実証実験済～社会実装に至っているシーズの紹介を行った。また2) 人的交流・知見交流も推進し、スタートアップ支援と海外展示会について、機構側の担当者につないだ。

- 機構のブランド力向上のため、機構の価値観を魅力的に、かつ分かりやすく内外に伝えるためのブランドステ

ートメントページを制作・公開するとともに、対外的なイベント(CEATEC 2023)等を通じて積極的に情報発信をすることで、インナーブランディングとアウトナーブランディング活動を推進した。また、ダイバーシティ推進室と連携して、新しい施策として女性を対象とした研究職員・研究技術職員採用に向けた SNS 施策を立ち上げ、これまでの経験を活かしてプロモーション動画の企画制作・運用まで一貫して機構内製で実施した。SNS(X、旧 Twitter)では令和5年7月24日～9月7日までの期間でインプレッション総数 83,395 回を獲得し、SNS 経由での研究職・研究技術職募集サイトへのアクセス数を通常に比べて増加させることができた(クリック数 390 回)。この結果、研究職員・研究技術職員採用内定者における女性比率を、令和4年度の 11%から令和5年度 40%に増加させることに寄与した。

(3)機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成

- フェーズに応じた事業化支援として、研究成果展開サポートグループの活動の中で、研究成果展開ワンストップ相談会における起業相談への対応を行った。また、事業化気運の醸成や支援人材の育成のため、中小企業基盤整備機構農工大・多摩小金井ベンチャーポート(以下、農工大 VP)との連携を開始し、農工大 VP が主催する起業家向けセミナーの開催を機構内に周知し、参加した。
- 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、事業の紹介動画を制作し、YouTube の NICT Channel への掲載を実施した。また、1社の G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合併設の技術展への出展支援、2社の CEATEC スタートアップ&ユニバーシティエリアへの出展支援を行った。
- ベンチャーによる機構の研究開発成果の社会への実装がより活発に検討されることを目指し、支援対象とするベンチャーの条件の緩和等、支援の拡充案の策定を開始した。
- 機構の研究開発シーズの社会実装に向けたパイロット的な活動として、複数の研究領域の具体テーマと連携

	<p>して、広報・アウトリーチ活動や実証実験パートナー・事業化パートナーの開拓等、計4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 (音場制御技術)については、IGF や G7 等の国際的なイベントで積極的に展示を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究マネジメント人材育成プロジェクトを立ち上げ、NRA 制度(NICT 版リサーチ・アドミニストレーター)の確立に向けて、文部科学省による大学版リサーチ・アドミニストレーター(URA)の研修の受講を機構内職員に呼びかけ、延べ 122 名が受講した。受講者アンケートを基に本研修の有効性を検証し、令和6年度以降の研究マネジメント業務研修実施に向けた検討材料を得た。 「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」に基づく成果活用型出資等業務について、機構として初めてとなる出資先の募集を令和5年3月から5月に行い、その後、書類審査、Due Diligence、外部有識者等による出資等審査委員会審議及び理事会における決定を経て、令和6年3月に1件の出資を実行した。今回の募集・審査においては、スタートアップ支援やベンチャーキャピタルの方法論も踏まえ、機構内及び外部の知見も活用しながら実施した。今回得られた知見等は、今後のモニタリングや支援にも活用することとしている。また、上記については総務省にも報告を行った。 		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p>	<p>2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和5年2月より、第5期中長期目標に新たに“民間企業、大学等へのさらなる利用拡大”が加わり、その対応として、外部ニーズに即したテストベッドの機能改良、並びに利活用推進のためのプロモーションの一層の強化を推進した。 <ul style="list-style-type: none"> テストベッドの機能に関する外部ニーズ把握のため、複数のオペレータ、ベンダへのヒアリング並びにテストベッド分科会でのヒアリング、令和4年度のユーザの報告書、並びにテストベッドの利活用事例、利用見込案件を精査し、件数の推移や利用形態の変化の分析を行った。その結果、令和4年 10 月の Beyond5G 係る機能の提供を機に、複数機能の利用 	<p>2-3. 戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出</p> <p>Beyond 5G の実現に向けた研究開発の加速へ貢献するため、「高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド」を提供・運用し、利用者に有効に活用いただくことが特に重要であり、利用者ニーズに即した機能追加／改善を適切に実施したことで、DCCS は前年度比2倍、B5G 高信頼仮想化環境は前年度比 1.3 倍、B5G モバイル環境は前年度比 1.4 倍の利用者増につながったことは Beyond 5G 実現に向けた取組として高い成果であ</p>	<p>【研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出】</p> <p>プラットフォームレイヤテストベッド DCCS (Data Centric Cloud Service) の構築とサービス提供について、利用者からの問い合わせや要望を踏まえ、ニーズが高い機能の追加/改善や汎用化を実施し、NICT 革新的情報通信技術研究開発委託研究課題などを含め令和4年度比2倍の利用となった。ネットワークレイヤテストベッドの構築とサービス提供について、ユーザ要望の対応、新機能の追加を実施し、B5G 高信頼仮想化環境は令和4年度比 1.3 倍、</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Beyond 5G の実現等に向けたテストベッドの構築状況 <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>が9%から 27%へと大幅に増加しており、単なる各機能の改善、充実だけではなく、各機能の連携による有機的な利用が求められていると推定し、新規・既存テストベッド機能の改良を検討した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 利活用推進のためのプロモーションの強化として、総合テストベッドのホームページに対して、詳細なスペック・使い方(特に自環境との連携)を知りたい、知りたい情報に到達しにくいといった利用者の声に基づく構成や内容の見直しを行い、トップページを改善し、技術情報の拡充、事例の拡充、FAQ の新設を実施した。また、テストベッドを知らない方にもテストベッドを知っていただくため、機構の外部向け WEB に、機構施設を紹介するポータルサイトを新設、ワンストップ窓口化し、このポータルサイトから総合テストベッドのホームページに誘導できるようにリンクを設置した。 ・ 上記の取組並びに、テストベッドの安定運用の継続により、利用件数 122 件(うち、内部利用 62 件、外部利用 60 件(うち革新委託6件))、機構外の利用機関数 114 機関となった。また、Beyond 5G に係る新機能(高信頼仮想化環境、モバイル環境、DCCS(Data Centric Cloud Service)、CyReal 実証環境)を利用したプロジェクトが全体の 33%を占め、Beyond 5G に係る新機能の利用促進を着実に進めた。 ・ スマートIoT 推進フォーラムテストベッド分科会の事務局として、令和5年度は、タスクフォース(技術検討ワーキンググループ)会合を7回実施し、テストベッドの各レイヤに対応したテストベッド利用活性化に向けた検討及び利用事例・ノウハウの共有を進めた。ネットワークレイヤにおける利用活性化に資する初の取組として、B5G モバイル環境を軸に B5G 高信頼仮想化環境と連携したネットワークレイヤのテストベッドのお試し利用「ハンズオン体験会」を九州工業大学で実施し5組が参加した。テストベッドの使い方の理解に加えて 5G を体感し研究課題の発掘や参加者同士の議論を促す素材/シナリオを新規に2件開発し本体験会に提供した。これらの取組により、参加者によるテストベッド活用方法の議論を促進するとともに、チューニング/モディファイ可能なテスト 	<p>る。さらに、テラヘルツ帯の利用を想定したサービスのユースケース実証システムを開発したことは、Beyond5G で活用が期待されるテラヘルツ帯の研究開発の活性化につながる成果として重要である。また、Society5.0 時代の新しいサービスの創出への貢献が期待できる DCCS の利用者が増加したこと、新規に CyReal 実証環境の提供を開始し、Interop Tokyo 2023 でその価値を利用者に示すとともに審査員特別賞を受賞したことは、ハイレベルな研究開発の技術実証につながる高い成果である。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか】</p> <p>以下に示す、顕著な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • プラットフォームレイヤテストベッド DCCS の構築とサービス提供について、利用者問い合わせや要望を踏まえ、利用者ニーズが高い機能の追加/改善や汎用化を実施し、NICT 革新的情報通信技術研究開発委託研究課題などを含め前年度比2倍の利用となったこと。 • ネットワークレイヤテストベッドの構築とサービス提供について、以下のユーザ要望の対応、新機能の追加を実施し、B5G 高信頼仮想化環境は前年度 	<p>B5G モバイル環境は令和4年度比 1.4 倍の利用となった。このように、上位レイヤや具体的なサービス提供に資するテストベッドの提供を実現しており、Beyond 5G ならではのサービス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と見える。実際に利用者増や高い外部評価につながっており顕著な成果と認められる。</p> <p>超高周波デバイス開発企業との連携で、テラヘルツ超スポットを活用する移動体通信サービスのユースケースとして、IEEE802.15.3e 準拠デバイス搭載小型ロボットカーが超スポットを通過する際に大容量データをアップロードされる実証を実施した。その実証システムの動態展示 CEATEC 2023 にて実施し、好評を得るとともに、展示をきっかけにテラヘルツ研究開発を推進する大手キャリア・メーカーより共同研究の打診を頂く等の活動展開につながった。</p> <p>CyReal 実証環境を令和5年4月1日より一般提供を開始するとともに、INTEROP TOKYO 2023 で技術展示を実施し、CyReal 実証環境のデモが Best of Show Award イノベーターチャレンジ(大学研究等)部門 審査員特別賞を受賞した。</p>
--	---	--	---

	<p>ベッドの利便性を訴求できた。今後、他拠点へも展開していく。また、ミドルウェア／プラットフォームレイヤにおける利用活性化に資する取組として、オープンソース、オープンデータのみで実装しているデータ分析・可視化システムにおいて、日本全国の地形データの3D表示機能を追加し、高さ方向も含めた地形データの可視化を実現した。これにより、各種システムにおける地理空間情報表示の表現力を向上させた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和5年11月のSC23(米国デンバー)において、APONetとAER(Asia-Pacific Europe Ring)という2つのコミュニティに跨る国際回線ネットワークを利用して、SRv6に基づくサービスチェイニング方式を使った8K非圧縮映像伝送実験など5つの実証実験を実施した。SC23における実験では米国内を含めると合計10本の100Gbps回線を使用した。 令和5年8月、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)の覚書(MoU)が機構、NII、CSTNET、JUCC、KISTI、SingAREN間で締結された。APAN56(スリランカ)において8月22日のOpen Plenariesで署名セレモニーが開催された。 また、同APAN56において、理事メンバーの改選が行われ、Board of Directors 会合でCINJI(Coalition for Interoperable Network of Japan and International)という連絡会議の議長である下條教授(青森大学)がAPAN Board Chairに選出された。同時に、令和7年2月から3月に開催されるAPAN59の日本開催が決定した。 海外ネットワーク接続運用組織の結束を図るため機構、NII、MAFFIN及びARENA-PACの4者間で締結されたMoU(令和4年10月)に基づき、4者間の相互接続環境の構築・運用、国際的な共同実験に関する連携・協力が円滑化され、ネットワークの耐障害性が大幅に向上した。ネットワーク間の連携・協力の推進については、CINJIで企画・調整を実施し、高信頼・高可塑 	<p>比1.3倍、B5Gモバイル環境は前年度比1.4倍の利用となったこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 超高周波デバイス開発企業との連携で、テラヘルツ超スポットを活用する移動体通信サービスのユースケースとして、IEEE802.15.3e準拠デバイス搭載小型ロボットカーが超スポットを通過する際に大容量データをアップロードされる実証を実施し、その実証システムの動態展示GEATEC2023にて実施し、好評を得るとともに、展示をきっかけにテラヘルツ研究開発を推進する大手キャリア・メーカーより共同研究の打診を頂く等の活動展開につながったこと。 <p>【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】</p> <p>以下に示す、顕著な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> プラットフォームレイヤテストベッドDCCSの構築とサービス提供について、利用者問い合わせや要望を踏まえ、利用者ニーズが高い機能の追加/改善や汎用化を実施し、NICT革新的情報通信技術研究開発委託研究課題などを含め前年度比2倍の利用となったこと。 CyReal実証環境を令和5年4月1日より一般提供を開始するとともに、Interop Tokyo 2023で技術展示を実施し、CyReal実証環境のデモ(ARIA含)がBest of Show Awardイノベーションチャレンジ(大学研究等)部門審査員特別賞を受賞したこと。 	
--	--	---	--

	<p>B5G/IoT テストベッド環境の構築についての進捗も CINJI で引続き報告した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 総合テストベッドの老朽化した基盤設備を更新した。また、B5G モバイル環境では、端末の台数の不足により、利用者が希望する端末台数の割当てができていなかったが、端末台数を 50 台から 10 台増強し、利用者が希望する端末台数の割当てを可能とするとともに、実験の都度必要であった、端末の設定変更の手間を削減した。B5G 高信頼仮想化環境では、利用者要望により、次世代仮想サービスのストレージを増強し、ログ等稼働データの蓄積・提供や利用者環境のバックアップにより利便性を向上させるとともに、メモリと HDD を増設し、利用者数の増加に耐えうる構成とした。また、光ホワイトボックス環境は、小金井と大手町で、400G 伝送をトライアングル構造で形成し、光パス・パケットノードの研究開発等に検証・評価が実施できるようにした。 プラットフォームレイヤテストベッド DCCS の構築とサービス提供について、利用者問い合わせやテストベッド分科会等での要望を踏まえ、利用者ニーズが高い機能の追加/改善や汎用化を実施した。その結果、NICT 革新的情報通信技術研究開発委託研究課題などを含め前年度比2倍の利用となった。具体的には以下を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> テストベッド分科会等でのエッジコンピューティングアプリケーション開発と実証ニーズに対応し、ネットワークレイヤテストベッドに DCCS と連携可能なエッジ/クラウドサーバを配置し、ユーザ所望の環境構築が容易なエッジコンピューティング開発環境を整備した。また、このエッジコンピューティング環境とシームレスに連携可能な分散アプリ開発環境を開発し、さらに本開発環境で活用可能な通信状態(帯域、遅延等)制御機能をレジリエントICTセンターと連携して実装し、ポータブル SIP4D の同期処理に適用する検証を実施した。 利用者フィードバックによりデータ連携・分析機能の改善(ユーザ持込みデータの管理機能の追加等)や連合学習機能の追加を実施し、高度委託研究等で 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模計算機環境 StarBED14 件、CyReal 実証環境3件の利用が開始され、また、CyReal 実証環境上に構築した専用環境であるワイヤレスエミュレーションを5パートナーへ機能提供したこと。 	
--	--	--	--

	<p>利用された。また、活用事例を紹介する「DCCS サンプルアプリケーションサイト」を立ち上げるとともに、環境品質短期予測機能をプリインストールした Jupyter Hub (複数のユーザが同時にログインできる、認証機能を備えた Jupyter サーバー) ベースのお試し利用環境の提供を開始した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テストベッド利用問い合わせなどで寄せられたライブ音声翻訳機能に対するリクエスト応答低遅延化や独自辞書利用のニーズに対応し、ユーザごとに設置したエッジサーバでのライブ音声翻訳機能の提供を開始した。 ・NTN 関連研究開発における気象関連データの利用要望に対応し「ひまわり衛星データ」および「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)」の提供を開始し、ネットワーク研の研究にも利用された。 ・機構内連携により、機構が作成した Beyond 5G/6G White Paper に示したオーケストレータの検討を進めた。 ・環境品質短期予測機能の利用を中心に委託研究課題1件(「低遅延でインタラクティブなゼロレイテンシー映像・Somatic 統合ネットワーク(早稲田大学ら、革新的情報通信技術研究開発委託研究課題 03801) 」)を含む4件の外部利用者による新規利活用につなげた。 ・ネットワークレイヤテストベッドの構築とサービス提供について、以下のユーザ要望の対応、新機能の追加を実施し、B5G 高信頼仮想化環境は前年度比 1.3 倍、B5G モバイル環境は前年度比 1.4 倍の利用となった。 <ul style="list-style-type: none"> ・高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドの内部機能連携の強化として、B5G モバイル環境や JGN、DCCS などの環境をネットワークコンポーネントとして抽象化し、仮想ネットワーク技術により接続することで、ユーザの利用要望に応じて、DCCS・B5G 高信頼仮想化環境・B5G モバイル環境・JGN の提供リソース・機能・データなどを組み合わせて、柔軟に用途に合わせ複数環境・機能を利用可能とするテストベッド機能 		
--	---	--	--

	<p>の連携構成の基本設計を実施した。さらに、本設計に即した基本機能とその検証環境を構築し、一部のユーザにパイロット版として先行提供した。また、本連携構成の有効性検証のため、B5G 高信頼仮想化環境が提供する VM と評価機能と、DCCS が提供する気象関係のデータ群を用いたデータマッシュアップアプリを作成し、B5G 高信頼仮想化環境と DCCS のシームレスな連動をオープンハウスなどのイベントでデモし実証した。さらに、B5G 高信頼仮想化環境が提供する VM を B5G モバイル環境で MEC として利用できる環境を構築し、機能動作を確認し、本機能は B5G 委託研究や B5G ネットワークタスクフォースのハンズオンイベントで活用された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ B5G 高信頼仮想環境の新機能として、「B5G エッジ環境」と「B5G 多端末環境」を組み合わせた「大規模検証基盤」をパイロットユーザに提供開始した。本検証基盤では、数百台規模の移動体が存在する仮想空間を実空間と連携させながら、多数の移動体が存在する状況下でのアプリケーションやネットワークサービスの検証ができ、Beyond 5G 時代の多数の移動体がある状況下でのアプリケーションやサービスの研究開発での活用が可能となった。 ・ ネットワークレイヤテストベッドの循環進化として、機構内のネットワーク研究所や統合ビッグデータ研究センターなどとの連携により Beyond 5G ネットワークアーキテクチャの検討を実施し、ネットワーク研究所提案をベースとするオーケストレータ機能の高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド上への搭載設計を進めた。 ・ テストベッド分科会の議論を受け、B5G/6G 時代の高度化・多様化する要件に対する、オンデマンドにリソース割当てを行う動的スライシング・リモートコア技術を提案、B5G モバイル環境にて検証し、テストベッド分科会にて事例として発信した。 ・ B5G 高信頼仮想化環境上に本年度調達の運用向けデータストレージ機器と新規開発したマイグレーションアルゴリズムを導入したことにより、ユーザに提供 		
--	---	--	--

	<p>する VM のマイグレーション実行による通信影響を数ミリ秒の RTT 遅延(ICMP による計測)に抑えることが可能となった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エッジコンピューティングプラットフォームの知財として、新たに国内出願が新規1件、国外出願1件を実施した。 ・B5G 高信頼仮想化環境の更なる機能拡張・運用の高度化を目的とした共同研究契約を電気通信事業者と締結した。 ・国内大手自動車メーカーと資金受入型共同研究を締結し、外部資金を獲得しながら研究開発を実施した。 ・P4 (Programming Protocol-independent Packet Processors) 実験環境について環境整備とユーザへのサービス提供を順調に進めた。 ・P4 実験環境について台湾 NRALabs との連携の検討を進め、8月の NICT-NARLabs-TASA JOINT WS で発表し、11月の NARLabs-NICT 研究連携プロジェクトに NARLabs と共同で研究提案を行った。評価の結果、本提案の採択通知が2月にあり、共同研究を開始することになった。 ・SC23 デモ出展や DMC2023 への協賛を通じ、欧州、米国、アジア各国の NREN(National Research and Education Network) 等との国際連携を推進した。 <p>・ミドルウェアテストベッドにおいて、大規模計算機環境 StarBED14 件、CyReal 実証環境3件の利用が開始され、また、CyReal 実証環境上に構築した専用環境であるワイヤレスエミュレーションを5パートナーへ機能提供した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和5年4月1日より CyReal 実証環境の一般提供を開始し、シミュレータ・エミュレータ・実システム連携の新規事例の受入れを実施した。既運用の StarBED 管理ミドルウェア SpringOS の機能を CyReal 実証環境の提供システム TENTOU に移行し、CyReal 実証環境と StarBED の管理機能を統合した。これまで機能毎に別々の UI を活用していた利用者、管理者向 		
--	---	--	--

	<p>けの操作機能をダッシュボードに集約し、管理担当者の運用コスト削減を図った。</p> <ul style="list-style-type: none">・ プロモーション活動として CyReal 実証環境のデモ (ARIA 含)が Interop Tokyo 2023 に出展し、Best of Show Award イノベーションチャレンジ(大学研究等)部門審査員特別賞を受賞した。・ GUI のほか REST API による操作を一般利用者に提供した。一部利用者が独自のプログラムを作成し、StarBED/CyReal 実証環境操作を実施した。利用者作成のプログラムを取り込むことによる CyReal 実証環境の進化に向けて、利用者とのプログラム提供に向けた調整を開始した。・ CyReal 実証環境の活用事例として無線区間のシミュレーション結果を元に無線エミュレータを実行し、実システムとも連携するワイヤレスエミュレーションの研究開発を実施した。スマートオフィス、スマート工場、屋外でのドローン飛行、ITS など当初予定していた6つのユースケースでの動作を検証し、さらに無線システム(802.11g, 802.11ax, 5GNR)およびエミュレータ種類の組み合わせを変更した 10 種類以上のワイヤレス環境のユースケースでの検証を実施した。また、10,000 台の仮想的な無線機の動作検証を実施した。CyReal 実証環境のシミュレーション要素として、無線機間の伝搬パラメータの計算機構、人・車などの移動を考慮した位置決定機構、エミュレーション要素として無線機が利用可能であり、上記ユースケース群で外部パートナーを含め実際に共用利用可能とした。・ 実験データの保存・送信フォーマットを改訂、一括してストリーミングする API を汎用化出来るよう更新した。無線環境のビジュアライザをさらに汎用化させ、Wi-Fi に加え Wi-SUN や 5G 関連の実験結果の可視化を実現するとともに、10,000 台規模の可視化についても対応した。・ Beyond5G テラヘルツの特性を考慮したデータ集配信システム・サービスの研究開発成果として、以下を実施した。		
--	---	--	--

- ・テラヘルツ帯の特性を考慮した超スポット性を活かすユースケースとして、テラヘルツが示す特性である超スポット性を、60GHz 帯デバイスを用いて実証した。同ユースケースの実現のために必要となるプロトコル冗長性が取り除かれた IEEE802.15.3e 準拠通信デバイスを活用し、飛行中のドローン間が通信可能な位置関係となる僅か 500 ミリ秒程度の時間を活用して、120MB を超える大容量データの転送が可能であることを実証し、報道発表を実施した(5月)。
- ・超高周波デバイス開発企業、及び Beyond5G 研究開発推進ユニットテラヘルツ研究センターテラヘルツ連携研究室との連携で、テラヘルツ超スポットを活用する移動体通信サービスのユースケースとして、IEEE802.15.3e 準拠デバイス搭載小型ロボットカーが超スポットを通過する際に大容量データをアップロードする実証システムの動態展示を CEATEC2023 にて実施した。総務大臣をはじめとする VIP 等にご見学頂き好評を得た。展示をきっかけにテラヘルツ研究開発を推進する大手キャリア・メーカーより共同研究の打診を頂く等の活動展開につながった。さらに、同システムを MWC2024(2月バルセロナにて開催) Japan ブースにおいて動態展示した。
- ・ドイツの 6G 研究開発促進を目的としたドイツ連邦教育研究省(BMBF)が支援する同国内4つの研究開発ハブの一つ 6GEM(アーヘン工科大学が主導)の第5回総会に招かれ「Focused Session on THz 6G」における招待講演を実施し、テラヘルツに準じる電波伝搬特性を有すると同時に、現状唯一のテラヘルツ通信規格である IEEE802.15.3d の MAC 層プロトコルと完全互換性を有する 60GHz 帯 IEEE802.15.3e 準拠無線デバイスを使った超スポット活用ユースケース実証の様子などを踏まえた講演を実施した。特に 6GEM を推進する中心的人物であるアーヘン工科大学教授と、テラヘルツ帯におけるビーム制御技術に対する研究開発の必要性や重要性について意見交換を行い、日独連携体制によって、これら研究開発

	<p>を促進するためのテストフィールドの設計・構築を共同で推進する合意に至った。</p> <ul style="list-style-type: none">• テラヘルツ特性を考慮した新たなサービス創出を目的とした研究開発の成果として、電波技術協会の会報誌 FORN(11月号)におけるテラヘルツ特集号の発刊に貢献した。テラヘルツ分野におけるデバイスからサービスに関わる最先端の研究開発動向を俯瞰可能な、分野・領域横断的な掲載項目及び担当執筆者の選定を行うと同時に、技術的意見交換、執筆依頼を行い無事に発刊に至った。• テラヘルツの研究開発加速につながるテストベッド環境の検討・構築に関わる成果として、以下を実施した。<ul style="list-style-type: none">・ テラヘルツの極めて強い直進性や鋭いビーム特性に対処する研究開発が国内外で加速していることを踏まえ、テラヘルツ×時空間同期テストベッド環境の構築活動を推進した。まずはデバイス間通信システムの性能評価環境が早々に必要となる見込みから、デバイスの位置・姿勢の変化や不確定性に依存して、電波の受信強度などが急峻に変動する状況を、疑似的かつ再現性高く繰り返し発生可能なロボットアームを活用したデバイス間対向状態可変機構の開発を年度内で完了した。固定局搭載デバイスのみでなく移動局搭載デバイスによるデバイス間通信システムの評価環境として有用性に関わる基本的な予備検証までを年度内に完了した。・ 国際通信規格 IEEE802.15.3d 準拠テラヘルツシステムのユースケース実証と性能評価が可能な IEEE802.15.3d 評価環境の構築を最終目標として、一部の物理層仕様(使用周波数帯やオプション規格である変復調方式等)を除き、同規格と高い互換性を有する IEEE802.15.3e 準拠デバイスを用いた IEEE802.15.3d 予備評価環境を、無線 SoC 開発企業との共同研究によって開発した。物理層・MAC 層における様々なパラメータを任意に可変・固定しながら各種通信品質の評価を可能とする IEEE802.15.3e 準拠通信評価用デバイスと、前記高精度時空間同期スタンプ機構との連携で、通信リンク確立前後の過渡		
--	---	--	--

	<p>的な現象を含めたデバイス間通信状態の高分解能評価を可能とする IEEE802.15.3e 対応スニフアデバイスの開発を行い、評価システムとしての構築と予備的な動作検証までを完了した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・時空間同期モジュール WiWi を複数台收容可能な 10ns 級の同期精度で各種通信状態イベントログにタイムスタンプ付与が可能となる時空間同期スタンプ機構の新規開発と動作確認までを完了した。前述したデバイス間対向状態可変機構、IEEE802.15.3d 評価環境と組み合わせて、デバイス間の対向状態に応じた多様な通信性能状態を高精度に同期評価することを可能とした。同機構をドローンに搭載したデバイス間同期型ビームスイッチ方式の評価環境として有効性を実験的に確認した。 ・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からなる量子セキュアクラウドに量子・古典ハイブリッド型情報処理装置を内包することによる安全なデータの二次利用を可能とするシステムを整備した。拡張整備された Tokyo QKD network 内で、官公庁及び金融分野などの民間企業等に量子鍵配送装置を配置することにより、秘匿通信や安全なデータ二次利用の試験サービス実証を行うためのテストベッドを構築するとともに、状況を把握しやすくするための可視化を利用したインターフェースを整備し、想定ユーズとの検証を実施した。 		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p>	<p>2-4. 知的財産の積極的な取得と活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第5期中長期期間から特許出願、特許登録、特許維持・放棄等の知財の取得・維持に係る判断を、従来の機構全体による一元管理の体制から、必要な経費(知財予算)とともに、各研究所に委任・分配し、研究現場が知財動向把握やその活用の視点を強く意識し、知財の取得・維持の可否を主体的に判断する体制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 	<p>2-4. 知的財産の積極的な取得と活用</p> <p>機構の知的財産化されたシーズを Web、外部向けイベント、NICT シーズ集の公表などにより積極的に情報発信するとともに、JST との共催による「NICT 新技術説明会」を開催し、産学連携に関心を有する企業向けに機構研究者が自ら最新シーズを積極的に PR した。</p>	<p>【知的財産の積極的な取得と活用】</p> <p>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</p>

<ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 特許出願件数 • 知的財産の実施許諾契約件数 	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 具体的には知財経験や開発(事業)経験のある企業出身者からなる体制で、研究成果に対する発明発掘や効果的な権利化の支援、出願登録維持の適切な実施や共同出願相手との調整及び実施条件の交渉等戦略的な知財取得を支援した。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の考え方や、権利を維持する必要性及び今後の権利実施見通しを考慮した上で、権利放棄を含めて適切に管理した。また、共同研究契約や NDA、共同出願契約、技術移転契約等、多数の技術契約書の作成も支援(相談対応件数 433 件(令和5年度1年間、前年度比 12 件減))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。さらに、新しい知財管理 DB システムの導入を進めた。旧式な DB に依存した現在の知財管理業務を、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る。新知財管理システムは令和5年度末に導入完了し知財室内での運用を開始した。加えて、知財活用・技術移転の視点から、社会実装の促進に取り組む機構内の複数部署が連携し研究成果展開サポートグループとして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。 • 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 月 19 日オンライン)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(サイバーセキュリティ関連1件、レーザーセンシング関連1件、脳情報処理関連1 	<p>機構経営層及び各研究所長が参加する「知的財産戦略委員会」において、Beyond 5G 等技術分野横断の政策的な重要課題に対する知財戦略をとりまとめ、テラヘルツ、時空間同期、NTN といった機構が技術や標準化で先導する分野を中心に権利化の具体的な取組方針を明確化するなど、機構としての基本的な考え方を整理した。</p> <p>内部向け知財セミナー実施や機構の研究者に適した e ラーニング知財教材の選定と提供、研究者向け知財ホームページを刷新し、研究者に必要な知財関連情報を分かり易く発信するなど、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に取り組んできた。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p>【取組が研究開発成果の利用につながっているか】</p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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、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」(10/19 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4件 	<p>会」(令和5年 10 月 19 日、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4件を紹介し、ARIB ニュースへの開催案内掲載やツイッター投稿など事前 PR にも力を入れるとともに、NICT シーズ集の紹介も実施した。</p> <p>知的財産戦略の策定に向けては、研究開発・標準化活動と連携し知財に係る取組を効果的に推進するため、経営層及び各研究所長が参加する「知的財産戦略委員会」で戦略を策定し、前年度から今年度にかけては Beyond 5G 等技術分野横断の政策的な重要課題に対する知財戦略を、関連部署とも連携し策定した。</p> <p>Beyond 5G の知財化・標準化を検討する体制整備や標準必須特許となる知財取得の取組については、機構の自ら研究における取得支援に加え、Beyond 5G 研究開発促進事業での標準必須特許の取得支援の活動において、機構の司令塔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。機構自らの研究における取組では、令和4年 12 月からスタートした特許アイデアソンを継続し、5回のプレストや議論を重ね、その議論から生まれた発明を特許出願へつなげた。</p> <p>成果展開や社会実装に貢献する人材育成のための内部向け知財セミナー実施については、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2回実施。延べ約 205 名の参加を得た。さらに、研究者が自主的に知財のスキルアップを図れるよう、独立行政法人工業所有権情報・研修館(INPIT)</p>
--	---	--	---

	<p>件、EMC 測定用 TEM ホーンアンテナ関連1件)を紹介した。前年度に続き、ARIB ニュースへの開催案内掲載や X(旧ツイッター)投稿など事前 PR にも力を入れるとともに、発表の合間の背景に NICT シーズ集の紹介も実施した。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3年度に開催した新技術説明会での技術紹介を契機として、企業との資金受入型共同研究が本年度実施された。</p> <ul style="list-style-type: none"> 前年度に続き、Interop Tokyo 2023(6月14日-16日@幕張)では、サイバーセキュリティ技術の利用拡大に向け、技術移転の取組(実施許諾契約や試用契約等の連携メニューの紹介等)や導入事例(「NIRVANA 改(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。また、CEATEC2023(10月17日-10月20日@幕張)でも技術移転の取組や導入事例(NIRVANA 改、DAEDALUS、DeepProtect(プライバシー保護連合学習技術))を紹介し、機構の技術移転活動や技術移転事例の情報発信に貢献した。 令和5年度の特許出願数は149件(国内67件、PCT&国外82件)、年度末時点での保有登録特許数は948件(国内566件、外国382件)。新規技術移転契約件数は19件、技術移転契約件数は130件、技術移転収入は124,461千円である。前年度に比べて国内出願数は減少、外国出願数(PCTを含む)は増加の傾向にある。保有登録特許の精査により年度末での保有登録特許数は減少している。新規技術移転契約件数はやや減少、技術移転収入はやや増加である。 成果展開や社会実装に貢献する人材育成のための内部向け知財セミナー実施については、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(7月7日、オンライン開催、聴講者数は約85名)。第 	<p>を紹介し、ARIB ニュースへの開催案内掲載や X(旧ツイッター)投稿など事前 PR にも力を入れるとともに、NICT シーズ集の紹介も実施したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 知的財産戦略の策定に向けては、研究開発・標準化活動と連携し知財に係る取組を効果的に推進するため、経営層及び各研究所長が参加する「知的財産戦略委員会」で戦略を策定し、前年度から本年度にかけては Beyond 5G 等技術分野横断の政策的な重要課題に対する知財戦略を、関連部署とも連携し策定したこと。 Beyond 5G の知財化・標準化を検討する体制整備や標準必須特許となる知財取得の取組については、機構の自ら研究における取得支援に加え、Beyond 5G 研究開発促進事業での標準必須特許の取得支援の活動において、機構の司令塔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、自ら研究における取組では、令和4年12月からスタートした特許アイデアソンを継続し、5回のプレストや議論を重ね、その議論から生まれた発明を特許出願へつなげたこと。 <p>【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】</p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 成果展開や社会実装に貢献する人材育成のための内部向け知財セミナー実施については、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、第一回は若手研究者などの知財初心者を対象として、権利 	<p>が公開している多数の知財教材(eラーニング)の中から、機構の研究者に適した研修メニューを選別し、受講の方法とともに研究者に対して情報提供を行い、研究者向けの知財室ホームページを刷新し、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。</p>
--	---	--	---

	<p>二回は、特定分野(時空間同期関連技術、NTN 関連技術、自動運転分野に関する Beyond 5G 技術)の国際動向調査に関する内容で3回に分けて開催した(8月 23 日、28 日、31 日、オンライン開催、聴講者数は延べ約 120 名)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究者が自主的に知財のスキルアップを図れるよう、独立行政法人工業所有権情報・研修館(INPIT)が公開している多数の知財教材(e ラーニング)の中から、機構の研究者に適した研修メニューを選別し、受講の方法とともに研究者に対して情報提供を行った。さらに、研究者向けの知財室ホームページを刷新し、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向けては、研究開発・標準化活動と連携し知財に係る取組を効果的に推進するため、経営層及び各研究所長が参加する「知的財産戦略委員会」で戦略を策定した。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を策定し、各技術分野の具体的な技術やその特性に応じて、社会展開の方針(技術移転、標準化、ベンチャー創出、公共サービス等)、そのための、知財の創造・保護・活用の考え方を整理した。さらに、前年度から本年度にかけては Beyond 5G 等技術分野横断の政策的重要な課題に対する知財戦略を、関連部署とも連携し策定した。まず、Beyond 5G 知財の戦略的な取得・活用のため、要素技術のみならずシステム・サービス・ユースケースの視点に留意すること、グローバルファーストを徹底し外国特許取得に注力すること、Beyond 5G 基金委託研究での知財取得支援・事業間のコーディネート機能を強化すること等、機構として取り組むべき基本的な考え方を整理した。特に、テラヘルツ、時空標準/時空間同期、NTN といった機構が技術や標準化等で先導する分野を中心に、権利化の具体的な取組方針を明確にした。知財戦 	<p>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(7/7、オンライン開催、聴講者数は約 85 名)。第二回は、特定分野(時空間同期関連技術、NTN 関連技術、自動運転分野に関する Beyond 5G 技術)の国際動向調査に関する内容で3回に分けて開催したこと(8/23、28、31、オンライン開催、聴講者数は延べ約 120 名)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究者が自主的に知財のスキルアップを図れるよう、独立行政法人工業所有権情報・研修館(INPIT)が公開している多数の知財教材(e ラーニング)の中から、機構の研究者に適した研修メニューを選別し、受講の方法とともに研究者に対して情報提供を行い、研究者向けの知財室ホームページを刷新し、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こと。 	
--	--	---	--

略の目的や考え方の柱を共通戦略として、研究分野毎の具体的な方針を技術分野別の戦略として整理し、更に Beyond 5G 等技術分野横断の政策的重要課題の具体的な戦略を整理し共有することで、前述した「研究現場」主体の判断や取組に貢献するとともに、知財担当部署による周辺支援や機構内の複数部署による社会実装促進の取組にも貢献した。

- 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 基金委託研究での標準必須特許の取得支援の活動において、機構の司令塔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、令和4年 12 月からスタートした特許アイデアソンを本年度も継続し、本年度5回のプレストや議論を重ね、その議論から生まれた発明を年度内に1件特許出願した。初めにテーマを決め、複数研究所混合メンバーでプレストや議論を積み重ね、アイデア創造と技術への落とし込みから発明創出にまで至るとともに改善点の効果を検証した。今回のアイデアソンは、①異分野技術融合による新アイデア創造に資するため複数研究所混合メンバーで構成、②アイデアの創造、技術による具現化、知財化等、段階的な議論プロセスの導入、③発明発掘や発明届作成の支援と特許出願費用の支援も行う等の改善・拡大を図り実施した。
- Beyond 5G 知財創造のインセンティブとするため、各研究所等の Beyond 5G 関連技術の特許出願経費に対して予算支援を実施するとともに、各研究所等組織横断メンバーからなる知財戦略委員会で、効果や改善点等のヒアリング結果を報告し支援継続を共有した。研究現場からのヒアリング結果を基に、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。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を実施した。具体的には機

	<p>構の強み技術の観点から基幹伝送路や光インターコネクタでの利用が期待されるマルチコアファイバー通信と、近年飛躍的な発展を遂げる AI の中でも特に注目されている生成 AI について、論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。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beyond 5G 基金委託研究において、知財化支援を強化するため、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を整備し、受託企業の中でも「知財部門」や「標準化部門」を持たないベンチャー企業や大学への支援を優先的に対応した。具体的には、同事業受託者のうち知財化や標準化の推進体制の弱い中小企業や大学等の知財化支援を強化するため、知財や標準の専門家で構成される知財化・標準化アドバイザーを複数人選定し、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。 		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> • 取組が標準化につながっているか。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 標準や国内制度の成立寄与状況 <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 標準化や国内制度化の寄与件数 	<p>2-5. 戦略的な標準化活動の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機構内の各研究所・センター等と連携し、令和5年度に国際標準化機関等の会合に延べ 530 人が出席し、寄与文書 205 件(うち Beyond 5G 関連 129 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 11 件)の成立に貢献した(具体例は次のとおり)。 <ul style="list-style-type: none"> ・ (量子鍵配送ネットワーク技術(QKDN))ITU-T において、QKDN のプロトコルのフレームワーク及び4つのインターフェースを規定する計5件の勧告 Q.4160～Q.4164 が成立した。機構職員がエディタを務め、機構の研究成果をもとに検討を主導した(B5G 関連)。 ・ (触覚伝送)ITU-T において、超高臨場ライブ体験(ILE)のための触覚伝送に関する勧告が成立した。国 	<p>2-5. 戦略的な標準化活動の推進</p> <p>令和5年 11 月に開催された ITU 無線通信総会(RA-23)において、2030 年頃の実現が想定される Beyond 5G に求められる能力やユースケース等を与える勧告である M.2160「IMT-2030 フレームワーク新勧告」が策定されたが、機構として研究技術に基づき提案してきた、テラヘルツ、時空間同期、非地上系ネットワーク(NTN)の技術特性の数値目標が Beyond 5G の目標性能として当該新勧告に盛り込まれた。</p> <p>このほか、機構内から国際標準化関係会合に延べ 530 人を派遣し、寄与文書 205 件の提出、機構の研究開発成果の基づく国際標準等を 17 件成立させる</p>	<p>【戦略的な標準化活動の推進】</p> <p>標準化会合への参加や寄与文書数は一定の高いレベルを維持できている。具体的には、延べ 530 名を派遣し、寄与文書 205 件を提出、機構の研究に基づき国際標準を 17 件成立させた。中でも機構が提案してきたテラヘルツ、時空間同期、非地上系ネットワークの数値目標が Beyond 5G の目標特性として取り入れられた「IMT-2030 のフレームワーク勧告」が令和5年 11 月開催の ITU 無線通信総会で成立した。</p>

	<p>内企業が関心を持っている技術であり、機構職員がエディタとなって貢献した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・(サイバーセキュリティ)ITU-Tにおいて5Gの運用保守のための包括的セキュリティガイドラインに関する勧告が成立した。総務省の受託共同研究の成果として機構が提案したものである(B5G 関連)。同様に、ITS車載器用ソフトウェアの遠隔更新のためのセキュリティに関する勧告が改訂された(国内関係団体の意見を整理して機構が提案)。IoTでの応用を想定した放送型認証方式に関する技術レポートが成立した。また、IOWN-GFにおいて、多要素認証セキュリティがIOWNの通信に与える影響を検証するためのPoC参照文書を策定し、機構職員がコーディネータとしてとりまとめに貢献した。 ・(5G高度化)3GPPにおける5Gの物理層の制御手順に関する規格TS 38.213の改定に際し、カバレッジ拡大に使用する中継器(リピータ)として、基地局からの制御信号に基づきビーム等の制御を行うネットワーク制御リピータの仕様を追加することを提案し反映した(B5G 関連)。 ・(テラヘルツ)IEEEのHigh Data Rate無線規格の改訂において、陸上移動業務及び固定業務が275-450GHzの一部を使用することを認めたITUの2019年世界無線通信会議(WRC-19)の結果を反映した(B5G 関連)。WRC-19の合意は機構の研究成果を大きく反映したものであり、機構から本規格への反映を提案した。改訂にはエディタとしても貢献した。また、APTにおいて、252-286GHzの固定無線システムの技術運用特性に関するレポートAWG/REP-118を改定した。機構が積極的に寄与文書を提出し、とりまとめに貢献した(B5G 関連)。 ・(光電波融合アクセス基盤)APTにおいて、アジア太平洋地域の過酷天候環境が固定無線リンクの品質に与える影響に関する技術レポートAWG/REP-81を改定した。機構が積極的に寄与文書を提出し、とりまとめに貢献した。 	<p>など、我が国の国際標準化活動に大きく貢献してきた。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。</p> <p>【取組が標準化につながっているか】</p> <p>以下に示す、顕著な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和5年11月にITU-RにてBeyond 5Gに関する最初の標準M.2160「IMT-230 フレームワーク新勧告」が策定された。機構はテラヘルツ、時空間同期、非地上系ネットワーク(NTN)等の研究技術に基づき技術特性の数値目標を提案し、Beyond 5Gの目標性能として反映されたこと。 ・ITU-R WP5Dで策定中の技術レポート「100GHz超の電波利用に関する技術的可能性調査報告」への寄与を行ったこと。 ・機構内の各研究所・センター等と連携し、令和5年度に国際標準化機関等の会合に延べ530人が出席し、寄与文書205件(うちBeyond 5G関連129件)を提出し、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11件)の成立に貢献したこと。 	
--	--	---	--

- ・(電磁環境)国際無線障害特別委員会(CISPR)において、30MHz以下の放射妨害波(省エネ家電等から発生)の測定方法を定めた規格が改訂された。同様に、30MHz以下の放射妨害波の測定施設(電波暗室)の特性の検証方法を定めた規格が改訂された。機構が提案した評価方法や誤差低減方法等が新たに採用された。また、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)において、380~550nmの短波長光(SWL)へのばく露が人間の体内時計にもたらす影響を評価する各種研究を促進するための声明を策定した。機構職員が執筆者の一人として貢献した。
- ・令和5年11~12月に開催された世界無線通信会議(WRC-23)において、宇宙天気の定義が無線通信規則に追加され、宇宙天気予報に使用する周波数の保護の枠組が作られた。また、将来的にうら秒の挿入の可能性を低減するため、UT1(世界時)とUTC(協定世界時)の差の拡大を許容するように調整する旨の新決議が作成され、システムに影響を与えるリスクの抑制が図られた。さらに、テラヘルツ帯の周波数分配の拡大について検討するWRC-27議題1件及びWRC-31暫定議題2件が承認された(WRC-31暫定議題の1件は機構提案)。
- ・ITUの「メタバース(仮想空間)に関するフォーカスグループ」(FG-MV)の副議長を機構職員が務め、国際標準策定の準備作業としてメタバースの定義・相互接続・アーキテクチャの技術要件等の検討に貢献した。第5回までに29件の成果文書に合意、活発な活動状況を受け、同グループの活動期間の延長を提案し、令和6年6月までの延長が承認された。
- ・月1回の頻度で開催されるBeyond 5G推進コンソーシアム白書分科会に機構も毎回参加し、編纂活動に精力的に貢献した。機構関連技術では、非地上系ネットワーク(NTN)、超大容量(テラヘルツ等)、超低遅延及び高精度位置測位(時空間同期技術)を白書に記載した。
- ・令和5年度に国際標準化機関に129件のBeyond 5Gに関連する寄与文書を提出した。
- ・令和5年11月にITU-RにてBeyond 5Gに関する最初の標準M.2160「IMT-2030*フレームワーク勧告」が承認

	<p>された。機構はテラヘルツ、時空間同期、非地上系ネットワーク(NTN)等の研究技術に基づき技術トレンド及び技術要素の検討に寄与するとともに、測位の数値目標を提案し、IMT-2030の研究目標として反映された。</p> <p>*IMT-2030:ITUにおける Beyond 5G の呼称。5G の呼称は IMT-2020</p> <ul style="list-style-type: none">• 機構のテラヘルツ技術の研究をもとに ITU-R WP5D の技術レポート「100GHz 超の電波利用に関する技術的可能性調査報告」の策定への寄与を行った。• 3GPP において令和6年1月に開始する Release 19 の研究課題として、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を標準化が必要な研究課題として提案した。提案は Release 19 の検討課題としては時期尚早とされたが、次の Release 20 の検討課題となるように令和6年度も引き続き対応中である。• 国際標準化会議等における役職者として、令和5年度は、ITU-T SG13 議長、ITU-D SG2 副議長をはじめとした、計 77 ポスト 25 名の職員が務めており、議論のリード、とりまとめを実施した。また、国内標準や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針の検討を行う国内委員会等の役職者としては機構全体で計 87 ポストに職員 44 名が任命され審議に貢献した。• 標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の開催支援については、新型コロナウイルスの国際的まん延の影響が一定程度残っているが、標準化会合の開催動向をみつつ支援を行った。• 令和5年 11 月にアジア太平洋電気通信共同体(APT)の 12 名の研修生を受け入れ、施設見学を行うとともに、災害通信システム等に関する講義を実施し、アジア各国との相互理解を深めた。• 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5年 12 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や第3回スペース ICT シンポジウム開催を ARIB の発行する		
--	---	--	--

	<p>会員誌 ARIB News に掲載していただくなど、Beyond 5G の取組について連携することができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機構職員に標準化活動の最新動向を提供するために、令和5年10月、令和6年2月に「標準化セミナー」を計3回開催し、ITU-R IMT-2030 フレームワーク新勧告案の概要、通信システムの消費電力削減に関する標準化動向、メタバースに関するフォーカスグループの活動状況等について情報共有や意見交換を行った。 • 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、機構内 HP への報告の掲載等により機構内に情報提供を行った。 • 標準化に関する功績が認められ、次の各賞を受賞した。笠松章史未来 ICT 研究所小金井フロンティア研究センター長が情報通信月間推進協議会志田林三郎賞、盛合志帆執行役・サイバーセキュリティ研究所長が同情報通信功績賞を受賞した。また、佐藤孝平標準化推進室シニアイノベーションコーディネーターが前島密賞、川西哲也ネットワーク研究所研究統括が日本 ITU 協会賞功績賞、電磁波研究所電磁波標準研究センター時空標準研究室標準化チームが同奨励賞、Ved Prasad Kafle ネットワークアーキテクチャ研究室研究マネージャーが TTC 情報通信技術賞を受賞した。さらに、藤井勝巳電磁環境研究室研究マネージャーが電波環境協議会表彰、佐々木謙介電磁環境研究室主任研究員が産業標準化事業表彰・産業技術環境局長表彰、松本泰電磁環境研究室研究員が IEC(国際電気標準会議)1906 賞を受賞した。 • 「情報通信研究機構 標準化アクションプラン」は、第5期中長期計画に対応する形で、訴求力を高めつつ、令和6年3月に改定した。今後も毎年度改定し、標準化活動の最新動向を反映予定である。 		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> • 取組が研究開発成果の国際展開につながっているか。 	<p>2-6. 研究開発成果の国際展開の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和5年度は 11 機関(新規7・更新4)と MOU 等を取り交わし、24 か国・地域、72 機関(計 74 件)の国際連携体制とし、国際実証実験、国際共同研究、国際研究集会開催等に貢献した。また、ドイツ内務省サイバー局、 	<p>2-6. 研究開発成果の国際展開の強化</p> <p>Beyond 5G 分野での日独共同研究開発を促進する目的で令和5年度 B5G 連携ファンドを機構内で募集し、6件を採</p>	<p>【研究開発成果の国際展開の強化】</p> <p>Beyond 5G 分野での日独共同研究開発を促進する目的で令和5年度 B5G 連携ファンドを機構内で募集し、6件を</p>

<p><指標> 【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際連携・国際展開の活動状況 	<p>GSM Association、Open RAN (Radio Access Network) Policy Coalition、IGF 2023 Panelists、台湾国家実験研究院ハイパフォーマンス コンピューティング センター (NARLabs-NCHC)、イギリス National Positioning, Navigation and Timing Office、アーヘン工科大学、太平洋島嶼国在京大使の来訪など計 10 件の来訪に対応し、連携等に関する情報交換を行い、共同研究の形成支援、機構の知名度向上に貢献した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際インターンシップ研修員について、令和5年度は8か国・10 機関から 11 名の新規受入れを支援した。機構に在籍する外国人研究者及び海外からのインターンシップ研修員を支援するため、日本語研修をリモート方式で実施し、31 名が受講した。 コンプライアンス徹底のため、機構職員に対する周知啓発を継続的に行った上で確実な審査を実施し、また、経済安全保障への対応が求められる中、外国人研究者の雇用・受入にあたり、昨今の国内外情勢を考慮して事前確認を行った。さらに、経産省に対して一般包括許可申請を行う(令和6年1月に許可取得)など安全保障輸出管理審査の迅速化を進めた。 本年度から成果展開にも対象範囲を拡大した国際連携展開ファンドにおいて5件の提案を採択・実施し、機構の研究開発の国際連携及び成果の国際展開を推進した。アフリカの農業技術発展を目指す技術展開の取組の継続支援をはじめ、本年度からはフィリピンでの火山監視能力向上を目指す技術展開の取組などを支援するなどした。 台湾国家実験研究院 (NARLabs) 及び国家宇宙センター (TASA)、タイ国立電子コンピュータ技術研究センター (NECTEC)、フランス国立情報学自動制御研究所 (Inria) などと二国間での共同ワークショップを開催し、Internet Governance Forum 2023 において、B5G 研究開発推進ユニットとともにパネルディスカッションを主催するなど、さまざまな国際イベントを開催し、海外の研究機関・大学等との研究交流・連携を推進、国際的なプレゼンスの向上を図った。 	<p>採択、令和6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 NICT 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。</p> <p>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、機構と海外の機関との研究交流を促進するなど NICT 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。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p>【取組が研究開発成果の国際展開につながっているか】</p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> Beyond 5G 分野での日独共同研究開発を促進する目的で令和5年度 B5G 連携ファンドを機構内募集し、6件を採択、令和6年1月から共同研究を開始したこと。 北米、欧州、アジアの各連携センターでは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮し、各国の研究機関および大学等と重点分野を中心とした覚書を速やかに締結するとともに、e-ASIA 共同研究プログラムにおけるプロジェクトの着実な実施を支援し、機 	<p>採択、令和6年1月から共同研究を開始した。</p> <p>北米、欧州、アジアの各連携センターでは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮し、各国の研究機関及び大学等と重点分野を中心とした覚書を速やかに締結するとともに、e-ASIA 共同研究プログラムにおけるプロジェクトの着実な実施を支援し、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携を促進した。</p> <p>北米においては、令和3年4月及び令和4年5月の日米首脳共同声明並びに令和5年5月の日米首脳会談に基づき、Beyond 5G や量子科学技術等の分野での研究開発の連携の促進・具体化を図った。</p>
---	---	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> • NSF と第三期日米共同研究 (JUNO3) について令和5年4月に PI(Principal Investigator)ミーティングを実施するなど実施中の5件のプロジェクトを推進した。脳情報に関する国際共同研究 (CRCNS) では、4件を継続(機構提案1件を含む)、新規1件の共同研究を開始した。 • Beyond 5G 分野での日独共同研究開発を促進する目的で令和5年度 B5G 連携ファンドを機構内募集し、6件を採択、令和6年1月から共同研究を開始した。 • 台湾国家実験研究院及び台湾国家宇宙センターとの日台共同研究に関して、共同ワークショップを台北にて開催し、令和4年度に終了した共同研究プロジェクト3件の最終報告、及び令和6年度に向けた連携研究課題5件について議論を行い、令和6年度開始の共同研究プロジェクトを募集し、審査により4件を採択した。 • ASEAN IVO は、ASEAN 地域において存在感のあるフレームワークに成長しており、機構が運営委員会の議長及び事務局を担当している。ASEAN IVO 事務局による広報活動や日 ASEAN 科学技術協力委員会 (AJCCST) への参加により、ASEAN 地域における知名度が向上している。令和5年度は新規 14 組織が加盟し、94 の研究機関(うち日本3)の研究機関・大学が加盟する世界的なアライアンスとなった。AJCCST への参加を招聘されるなど ASEAN から一定の評価を得た。また、ASEAN 名称使用に関して令和5年7月に再申請をおこない、11月に ASEAN 事務局より正式承認を得た。 • ASEN IVO プロジェクトについて新たに6件の課題を開始し、令和5年度末での課題数は計 12 件となった。令和6年度開始のプロジェクトを募集し、40 件の応募に対してステアリングコミッティメンバーによる評価で5件を採択した。 • ASEAN IVO Forum 2023 をラオス・ビエンチャンにて開催、ASEAN 地域共通の課題である食糧、防災、健康・福祉、安全なスマートコミュニティ等の分野を対象とし、ポスターを含む計 20 件の研究発表と議論をおこない、課題形成を促進した。 	<p>構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携を促進したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 北米においては、令和3年4月及び令和4年5月の日米首脳共同声明並びに令和5年5月の日米首脳会談に基づき、Beyond 5G や量子科学技術等の分野での研究開発の連携の促進・具体化を図ったこと。 	
--	--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • ASEAN IVO Forum 2023 では併せてプロジェクト報告会を開催して運営委員会が評価した。また運営委員会を開催し、次年度の活動全般の改善策を議論・決定した。 • 北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮した。これにより、各国の研究機関および大学等と重点分野を中心とした覚書を速やかに締結するとともに、e-ASIA 共同研究プログラムにおけるプロジェクトの着実な実施を支援した。また、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携を促進した。 • 北米においては、令和3年4月及び令和4年5月の日米首脳共同声明並びに令和5年5月の日米首脳会談に基づき、Beyond 5G や量子科学技術等の分野での研究開発の連携の促進・具体化を図った。 • 欧州においては、Beyond 5G 分野を含む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、フランス2機関及びドイツ1機関と研究開発の協力に関する覚書を締結した。また、本覚書に基づくワークショップの開催等により、各機関との連携を進めた。 • アジアにおいては、タイ政府主催の科学技術博覧会等における機構の研究内容の展示、関係機関との共同イベント開催、国際共同研究スキームにおける各種プロジェクトの実施等を通じて研究開発活動を支援した他、東南アジア地域における ICT 分野に関する公的研究機関等との連携強化を目的とした会議の開催に向けて、関係機関との調整や各種準備を進めた。 • 研究機関・団体・ベンチャー企業の動向など情報通信関連の情報収集・分析を積極的に進めた。 		
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p>	<p>2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3市町村が地域課題解決のために地元企業や大学などと構築する産学官推進体制に参画し、政府支援策への事業提案や採択後の基地局配置検討における技術支援など、社会実装に向けて各フェーズでの多様な技術支援を行ってきた。その結果、和歌山県白浜町では、令和4年度に内閣府「デジタル田園都市国家構想交付 	<p>2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進</p> <p>国土強靱化に向け、各地の自治体に先端的 ICT システムの有効性と活用策を浸透させるため、実証実験、防災訓練での実演、自治体の担当者への概要説明による理解増進、技術相談によ</p>	<p>【国土強靱化に向けた取組の推進】</p> <p>耐災害 ICT 研究協議会の運営の取組として、『災害に強い情報通信ネットワーク：導入ガイドライン』の改訂のため、協議会構成員と有識者（大学、自治体、企業等）によるタスクフォースを設置し、4回の会合を開催し、改訂作業</p>

<p>• 産学官連携等の活動状況</p>	<p>金(デジタル実装タイプ TYPE1)」による基地局 15 局整備に加えて、総務省「地域デジタル基盤活用推進事業(補助事業)」への事業検討に技術支援を行い、採択され、本年度5局が追加となり、町内でのエリアが拡大された。宮崎県延岡市と北海道更別村では、令和4年度の白浜町での実施例を参考に行われた事業検討に対して技術支援を行い、延岡市では内閣府「デジタル田園都市国家構想交付金(デジタル実装タイプ TYPE1)」への事業応募が採択され、基地局が 20 局整備された。一方、北海道更別村では、内閣府「デジタル田園都市国家構想交付金(地方創生推進タイプ Society5.0 型)」に採択され、令和6年度中の運用開始に向けて検討を進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • NerveNet の更なる自治体展開のため、防災訓練等での実演3回、担当者向けの概要説明を 26 の自治体で行った。具体的には、5月、和歌山県すさみ町での防災訓練で実演を行った。その後、和歌山県内広域で実施する防災訓練での実演要請があり、11 月に和歌山県庁、美浜町、御坊市、日高町、日高川町、白浜町、すさみ町を接続した広域防災訓練において、実演や各自治体担当者への概要説明を行った。この他、宮城県女川町、山形県飯豊町、静岡県静岡市、長野県立科町/塩尻市/千曲市、岐阜県羽島市、愛知県弥富市、京都府京丹波町、和歌山県紀美野町、熊本県八代市、宮崎県庁2/えびの市/小林市、鹿児島県瀬戸内町/天城町/伊仙町において、各自治体の担当者に対して、先行する3市町村での実装事例の紹介、概要説明や技術相談などを行った。その結果、政府の支援施策に基づく実装の検討に入った自治体もあり、検討を支援した。 • NerveNet の海外展開として、令和元年に APT(Asia Pacific Telecommunity: アジア太平洋電気通信共同体)が募集した ICT Pilot Project for Rural Area (Category II) にネパール政府を通じて提案し、採択された課題「Enhanced Delivery of Localized Centric Services over Smart Networks」にて、ネパールで最も人間開発指数(DHI: Human Development Index)の低い地域の一つである Dullu 自治区(カトマンズ西方 400km、標高約 	<p>る実装促進など、国全体のレジリエンス向上への道筋を確実なものにしていくための活動について、モデルとして有効な複数の自治体等との連携で具体的に推進し、理解増進を進め、具体的実装による先行モデルの実現に貢献したことを高く評価する。これらの緊密な連携活動を進めてきた和歌山県白浜町、宮崎県延岡市などの複数の自治体において、デジタル田園都市国家構想交付金、地域デジタル基盤活用推進事業などの政府系のスキームを活用した実導入が実現、延岡市では、市が実施する各種施策とも連動した普及計画にも貢献など、平時から災害時までの ICT 利活用とレジリエンス向上を融合させた自治体政策形成にも強く貢献し、具体的実装による自立的モデルの実現に至ったことも高く評価する。さらに、令和元年に APT(Asia Pacific Telecommunity: アジア太平洋電気通信共同体)が募集した ICT Pilot Project for Rural Area (Category II) に採択された課題において、ネパールの Dullu 自治区において NerveNet のトレーニングと技術支援を行ったことにより、2月に域内ネットワークが完成し、同自治区による運用を開始されたことは、国外の様々な環境におけるオペレーションの機動的実用性を実証するものでもあり、様々な条件下での実用レベルの高さを証明する成果として高く評価する。</p> <p>また、活火山の監視において、火口付近などの危険地域における自律的な高精細モニタリング技術が無く火山防災関係者等の活動が難しかった領域について、機構が研究開発した電源自立</p>	<p>の一環で、7月に開催した総会に併催したセミナーを皮切りに、合計4回の公開セミナーを実施し全国の自治体職員など延べ 335 名(12月7日現在)に情報提供したほか、12月に開催したレジリエント ICT シンポジウム 2023 で有識者による講演やパネル討論を実施し 255 名が参加、これらのセミナーや講演で得られた情報や議論を踏まえてガイドライン改訂版(案)を策定した。そのような産学官連携活動は評価できる。令和5年度内に発生した能登半島地震など実災害で示された課題を分析・反映し、さらなる強靱化に向けた取組を期待する。</p> <p>国土強靱化に向けて、先駆的 ICT システムの有効性と活用策を浸透させるべく、実証実験、自治体への説明による理解増進、実装促進などを推し進めた。</p> <p>NerveNet の更なる自治体展開のため、防災訓練等での実演3回、担当者向けの概要説明を 22 の自治体で行った(1月 11 日現在)。また、広域防災訓練において実演や各自治体担当者への概要説明を行った。宮城県女川町等、各自治体の担当者に対して、実装事例の紹介、概要説明や技術相談などを行い、実装の拡大に貢献した。</p> <p>NerveNet の海外展開として、ネパール現地 NPO に対して NerveNet のトレーニングと技術支援などを行った結果、2月に域内での電話と音声の一斉同報や患者情報共有 Web アプリケーションなどが利用可能な域内ネットワークが完成し、運用を開始した。</p>
----------------------	---	---	---

	<p>1,000m)において、現地 NPO の ICT4D (Center for Information and Communication Technology for Development) に対して NerveNet のトレーニングと技術支援などを継続的に行った結果、2月に域内での電話と音声の一斉同報や患者情報共有 Web アプリケーションなどが利用可能な域内ネットワークが完成し、同自治区による運用が開始された。</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐災害 ICT 研究協議会の運営の取組として、『災害に強い情報通信ネットワーク: 導入ガイドライン』の改訂のため、協議会構成員と有識者(大学や企業等)によるタスクフォースを設置し、4回の会合を開催した。改訂作業の一環で、7月に開催した総会に併催したセミナーを皮切りに、合計4回の公開セミナーを実施し、全国の自治体職員など延べ 461 名に情報提供したほか、12月に開催したレジリエント ICT シンポジウム 2023 で有識者による講演やパネル討論を実施し、255 名が参加した。これらのセミナーや講演で得られた情報や議論を踏まえてガイドライン改訂版(案)を策定した。なお、協議会の活性化にも取り組み、7月の総会において、機構の技術シーズ移転先企業の3社(ナチュア・ソリューションズ、クリアリンクテクノロジー、スペースタイムエンジニアリング)が新たに構成員となった(現在、36 機関)。 大学や研究機関、企業等の外部機関との連携による研究開発の推進として、第1期、第2期に引き続き、第3期戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)における課題「スマート防災ネットワークの構築」の下、2つの研究課題「映像データ収集・集約技術の研究開発」と「アドバンスド・ダイハードネットワーク(A-DHN)の開発」が採択され、それぞれ 17 者と5者が共同して研究開発を開始した。A-DHN の開発については、消防・警察・自衛隊等が捜索・救助を行う愛知県実動機関合同救助訓練において、システムコンセプトの動態デモンストレーションを行った。国土交通省河川砂防技術研究開発公募(革新的河川技術部門)「海岸堤防・護岸におけるリアルタイム波浪うちあげ高観測手法の開発」を受諾し、3者で研究開発を開始した。 	<p>型の観測装置により高精細 PTZ カメラによる噴出口映像を継続的に撮影することに成功し、安全で質の高い常時モニタリングの可能性を実証し、気象庁や周辺自治体への継続的な技術提供に繋がったことは、火山国である我が国のレジリエンス向上に向けた重要な一歩であり、国土強靱化策への研究開発成果の迅速接続事例として高く評価する。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。</p> <p>【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】</p> <p>以下に示す、顕著な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 3市町村が地域課題解決のために地元企業や大学などと構築する産学官推進体制に参画し、政府支援策への事業提案や採択後の基地局配置検討における技術支援など、社会実装に向けて各フェーズでの多様な技術支援を行い、和歌山県白浜町では、前年度の内閣府「デジタル田園都市国家構想交付金(デジタル実装タイプ TYPE1)」による基地局 15 局整備(事業提案検討を支援)に加えて、総務省「地域デジタル基盤活用推進事業(補助事業)」への事業検討に採択され、5局が追加となり、町内でのエリアが拡大されたなど、いくつかの地域で、内閣府「デジタル田園都市国家構想 	<p>2大学との共同研究「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」で、電源自立型の観測装置により高精細 PTZ カメラによる噴出口映像を継続的に撮影することに成功し、映像が学術研究で利用された。さらに、防災関連機関等からの要請を受け、第 152 回火山噴火予知連絡会(7月1日開催)での提供、気象庁や周辺自治体への継続的な提供を開始した。</p>
--	---	---	--

- 東北大学マッチング支援事業のうち、「ロボット分野における分散協調センシングの適用」では、関連機関のプラントモックアップにおいて、電波可視化技術等を用いたレジリエントなロボット遠隔制御の実証に着手した。また、福島国際教育研究機構によるロボットのレジリエント化に関する『困難環境下でのロボット・ドローン活用促進に向けた研究開発事業』の公募へ東北大学に加えて、3大学、1技術研究組合と共同応募し、「困難環境の課題を解決する『空間エージェント網』の研究教育」が採択される展開となった。
 - 2大学との共同研究「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」で、電源自立型の観測装置により高精細 PTZ カメラによる噴出口映像を継続的に撮影することに成功し、映像が学術研究で利用された。さらに、防災関連機関等からの映像提供の要請を受け、第 152 回火山噴火予知連絡会(7月1日開催)や第 153 回火山噴火予知連絡会(2月 22 日開催)での提供、気象庁や周辺自治体(覚書締結:12 月 25 日に宮崎県えびの市、小林市。3月 21 日に宮崎県。)への継続的な提供を開始した。
 - 東北大学電気通信研究所等と連携してアウトリーチ活動を実施した。8月、機構や東北大学での研究連携課題や研究メンバーの発掘、起業のきっかけなどを目的とし、「地域生活に活かす ICT」というテーマで地域課題の解決に ICT を利活用するアイデアを議論し、発表する「アイデアソン+仙台」を東北大学と共催した。10月、東北大学電気通信研究所の後援を受け、ICT 全般の話題を子供たちに理解していただく企画として、「NICT オープンハウス 2023 in 仙台」を実施した。
 - 標準化活動として、ASTAP (Asia-Pacific Telecommunity Standardization Program)-34 において、寄書入力を2件(“PROPOSED NEW USE CASE OF DIE-HARD NETWORK IN THE APT REPORT OF LOCAL-AREA RESILIENT INFORMATION SHARING AND COMMUNICATION SYSTEMS”、“DRAFT OF APT REPORT ON LOCAL-AREA RESILIENT INFORMATION SHARING AND COMMUNICATION SYSTEMS”)を行
- 交付金(デジタル実装タイプ TYPE1)」、内閣府「デジタル田園都市国家構想交付金(地方創生推進タイプ Society5.0 型)」などに採択され、基地局の拡大に貢献したこと。
- NerveNet の更なる自治体展開のため、防災訓練等での実演3回、担当者向けの概要説明を 26 の自治体で行った。5月、和歌山県すさみ町での防災訓練で実演を行い、和歌山県内広域で実施する防災訓練での実演要請があり、11月に和歌山県庁と、広域防災訓練において実演や各自治体担当者への概要説明を行ったこと。宮城県女川町等、各自治体の担当者に対して、実装事例の紹介、概要説明や技術相談などを行い、実装の拡大に貢献したこと。
 - NerveNet の海外展開として、令和元年に APT (Asia Pacific Telecommunity: アジア太平洋電気通信共同体)が募集した ICT Pilot Project for Rural Area (Category II)に採択された課題「Enhanced Delivery of Localized Centric Services over Smart Networks」にて、ネパールで最も人間開発指数(DHI Human Development Index)の低い地域の一つである Dullu 自治区(カトマンズ西方 400Km、標高約 1,000m)において、現地 NPO の ICT4D (Center for Information and Communication Technology for Development)に対して NerveNet のトレーニングと技術支援などを行った結果、2月に域内での電話と音声の一斉同報や患者情報共有 Web アプリケーションなどが利用可能な域内ネット

	<p>い、防災・減災関連報告書のドラフトに記載された。ITU-D SG1 において、寄書入力を1件(“Visual IoT techniques for resilient natural disaster risk mitigation”)を行い、最終報告書のドラフトに記載された。また、国際的な取組として、APT 太平洋島嶼向け防災関連研修や APT(各国省庁の情報通信担当～課長レベル)研修において、NerveNet やダイハードネットワークなどレジリエント ICT 研究センターの研究開発や社会実装を紹介した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1月1日 16 時過ぎに発生した「令和6年能登半島地震」を受け、12 月 28 日で試験公開を終了していた「対災害 SNS 情報分析システム DISAANA: X(旧 Twitter)への投稿を分析し災害情報を抽出して表示するシステムで平成 27 年4月8日から試験公開」と「災害状況要約システム D-SUMM:平成 28 年 10 月 18 日から試験公開」を発災3時間後の 19 時前に再稼働し、試験公開中の利用者などの要望に応える体制とし、令和6年3月 29 日まで運用を継続した(日毎の利用数:令和6年1月1日 419 回、1月2日 340 回、1月3日 135 回)。 	<p>ワークが完成し、同自治区による運用を開始したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐災害 ICT 研究協議会の運営の取組として、『災害に強い情報通信ネットワーク:導入ガイドライン』の改訂のため、協議会構成員と有識者(大学、自治体、企業等)によるタスクフォースを設置し、4回の会合を開催し、改訂作業の一環で、7月に開催した総会に併催したセミナーを皮切りに、合計4回の公開セミナーを実施し全国の自治体職員など延べ 461 名に情報提供したほか、12月に開催したレジリエント ICT シンポジウム 2023 で有識者による講演やパネル討論を実施し 255 名が参加、これらのセミナーや講演で得られた情報や議論を踏まえてガイドライン改訂版(案)を策定したこと。 2大学との共同研究「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」で、電源自立型の観測装置により高精細 PTZ カメラによる噴出口映像を継続的に撮影することに成功し、映像が学術研究で利用されたこと。さらに、防災関連機関等からの要請を受け、第 152 回火山噴火予知連絡会(7月1日開催)での提供、気象庁や周辺自治体(宮崎県えびの市及び小林市:12月25日覚書締結)への継続的な提供を開始したこと。 	
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p><指標></p>	<p>2-8. 戦略的 ICT 人材育成</p> <ul style="list-style-type: none"> 量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC(NICT Quantum Camp)を、令和5年度も継続して実施した。(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選抜メンバー向けに提供する体験型プログラム、(3)スーパーバイザーの指導の下で研究を実施す 	<p>2-8. 戦略的 ICT 人材育成</p> <p>量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC(NICT Quantum Camp)を令和5年度も継続し、一般向けの公開セミナー、体験型プログラム、探索型プログラムの3プログラムと参加者のオンライン</p>	<p>【戦略的 ICT 人材育成】</p> <p>量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC を、令和5年度も継続して実施し、新たな講師を招いて国内量子技術に関する講義内容を強化するとともに、国内の量子コンピュータ施設の見</p>

<p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>る探索型プログラムと、参加者のオンライン交流を実施した。(1)には 107 名の参加(令和4年度比 37 名増加)、(2)に 50 名、(3)には5件のテーマに6名が参加した。新たな講師も招き、講義内容の強化・深化を図るとともに、国内量子技術に関する講義内容を強化し、国内の量子コンピュータ施設 (IBM 及び理研) の見学等を実施し、さらに、衛星技術に関するプログラムを追加するなど、プログラムの充実を図った。国内の量子コンピュータの見学先からは機構の活動に対し高い評価を頂き、今後の人材交流等の活性化に道筋をつけた。また参加学生の研究に対する姿勢に改善がみられた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 修了生をサポートとして NQC の運営に参画してもらう取組を継続して実施した。受講生向けに補助講義を実施するなど、指導支援の存在感を高めた。リサーチアシスタント受入れの「若手チャレンジラボ」も継続し、修了生から6名を登用した。NQC 探索型受講生への助言や議論など、連携にもつなげた。これら人材蓄積も活用し人的ネットワークの形成を継続して実施した。 • 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、年間数百人規模の人材育成を継続的に推進している。令和5年度は、協力研究員の受入れが増え、受入れ合計は 672 名に達し、前年度の実績を上回ることができた。 • 若手研究者が積極的に科研費に応募するよう支援を行った結果、令和5年度は、前年度に比べて「若手研究」の採択件数が増加(3件⇒8件)した。また、科研費獲得セミナーを開催する等、引き続き若手研究者支援に留意した取組を推進した。 • 機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する次代の人材を確保していくため、研修員について、本年度は大学・大学院から 87 名と高い受入数を維持し、学生や若手研究者の継続的な育成に貢献した。 • 協力研究員、研修員等に対して、活動終了時点において実施したアンケート結果では、受入手続きでの高評価に加え、指導水準の高さ等による高い満足度評価の状 	<p>交流を実施した。新たな講師の招へいし講義内容を強化するとともに、国内の量子コンピュータ施設の見学を実施するなどプログラムの充実を図った。</p> <p>前年度に引き続き、量子 ICT 技術の先端的な研究開発に挑戦する「若手チャレンジラボ」の中で、NQC 修了生を NQC 運営に参画させる取組を行い、本年度は6名の修了生をリサーチアシスタントとして登用することにより、NQC から輩出、蓄積された人材を教える側として活用するという人材育成の好循環の仕組みを維持継続した。</p> <p>このほか、幅広い視野や高い専門性を有する人材を育成するため、機構では、協力研究員、研修員、招へい専門員の受入れを積極的に行い、令和5年度の受入れ合計は、672 名に達した。特に若手研究者の育成の観点では、本年度は大学・大学院から 87 名の研修員受入れを行った。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p>【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】</p> <p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 修了生をサポートとして NQC の運営に参画してもらう取組を継続して実施、受講生向けに補助講義を実施するなど、指導支援の存在感を高め、リサーチアシスタント受入れの「若手チャレンジラボ」も継続し、修了生から6名を登用したこと。NQC 探索型受講 	<p>学等を実施するなどプログラムの充実を図り、国内の量子コンピュータの見学先からは機構の活動に対し敬意を表して頂き、また参加学生の研究に対する姿勢を改善したこと、また、修了生をサポートとして NQC の運営に参画してもらう取組やリサーチアシスタント受入れの「若手チャレンジラボ」を継続し、人的ネットワークの形成を継続して実施したことは評価できる。</p> <p>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、招へい専門員の受入れ等を行い、年間数百人規模の人材育成を継続的に推進しているが、令和5年度は協力研究員の受入れが増え、計 672 人に達し前年度の実績を上回ることができたこと、研修員を大学・大学院から研修員 87 人を受け入れ、学生や若手研究者の継続的な育成に貢献したことは、計画に対して十分な成果を上げている。</p>
---	--	---	---

	<p>況を把握し、受入研究所にもフィードバックを行うことで受入・活動意欲の向上を促した。令和5年度は、派遣元の指導教官・上司や機構の受入担当者の満足度等の調査、活動修了者の追跡調査の解析にも取り組み、求められる人材育成に向け、引き続き、実態把握の取組を進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 連携大学院制度に基づき機構の研究者を大学等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おり、令和5年度は、新たな連携大学院協定を締結し、今後の研究者派遣対象の拡大につなげた。 	<p>生への助言や議論など、連携にもつなげ、これら人材蓄積も活用し人的ネットワークの形成を継続して実施したこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC を、令和5年度も継続して実施し、(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選抜メンバー向けに提供する体験型プログラム、(3)スーパーバイザーの指導の下で研究を実施する探索型プログラムと、参加者のオンライン交流を実施したこと((1)には 107 名の参加(前年度比 37 名増加)、(2)に 50 名、(3)に5件のテーマに6名が参加した)。新たな講師も招き、国内量子技術に関する講義内容を強化するとともに、国内の量子コンピュータ施設の見学等を実施するなど、プログラムの充実を図り、国内の量子コンピュータの見学先からは機構の活動に対し敬意を表して頂き、また参加学生の研究に対する姿勢を改善したこと。 • 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、年間数百人規模の人材育成を継続的に推進し、令和5年度は、協力研究員の受入れが増え、受入れ合計は 672 名に達し、前年度の実績を上回ることができたこと。 • 機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する次代の人材を確保していくため、研修員について、本年度は大学・大学院から 87 名と高い受入数を維持し、学生や若手 	
--	---	---	--

		研究者の継続的な育成に貢献したこと。	
<p><評価軸></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p><指標></p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>2-9. 研究支援業務・事業振興業務等</p> <p>(1)海外研究者の招へい等による研究開発の支援</p> <ul style="list-style-type: none"> 「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5年度開始の招へい8件、令和4年度からの継続3件。)及び集会開催(13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。「国際研究協カ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、本年度の採択案件はなかったが、令和6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、学会への周知依頼に加え、本プログラムにより支援している国際研究集会開催会場や一般の情報通信関係展示会等においてチラシ配布を実施した。また募集期間を変更し、機構主催イベントや機構の研究成果を出展する展示会が多く開催され、周知活動が行われるのと近い時期とした。結果として、「海外研究者の招へい(国際研究協カジャパントラスト事業を含む。)」の令和6年度分の応募が15件(大学等14件、民間企業1件)、「国際研究集会開催支援」の令和6・7年度分の応募が22件(令和6年度分19件、令和7年度分3件)となり、合計で37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ている。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5年度は共著論文9件、研究発表5件であった。また、令和3年度以降に終了した13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、11件で共同研究を継続していることや、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確認できた。 「国際研究集会開催支援」について、令和3年度開催の集会8件の各開催責任者に向けて集会開催効果の調 	<p>2-9. 研究支援業務・事業振興業務等</p> <p>海外研究者の招へい及び国際研究集会開催支援については、着実に業務を実施した他、応募を増やす取組を行い、前年度(31件)を上回る37件の応募があった。</p> <p>情報通信ベンチャー企業の事業化等に関する支援については、大学、地方公共団体、地域のスタートアップ支援組織等と連携して、地域におけるICTスタートアップ発掘イベントやブラッシュアップセミナー等を開催するとともに、有識者であるICTメンターを派遣し、情報の提供、助言・相談等を実施した。これらの取組を踏まえ、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 2023及びG7群馬高崎デジタル・技術大臣会合デジタル技術展への出展機会を提供した。信用基金については、出資金の払戻しを行った他、出えん金の清算に向けては、関係省庁と協議を進め、出えん金の国庫納付に係る法整備がなされた。その他、情報バリアフリー助成金制度等に基づく事業を着実に実施した。</p> <p>以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。</p> <p>【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】</p>	<p>【研究支援業務・事業振興業務等】</p> <p>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開催したこと、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、G7群馬高崎デジタル・技術大臣会合「デジタル技術展」(令和5年4月)への出展機会を提供して2社が出展、CEATEC 2023への出展機会を提供して16社が出展したこと、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」を行ったことは、情報通信サービスの創出につながる取組や国際的な研究交流の促進が高いレベルで行われており、計画に対して十分な成果を上げている。</p>

	<p>査(任意回答)を実施したところ3件の回答があり、それぞれの分野における日本の取組が海外に認知されたこと、海外研究者との交流に貢献できたこと等が確認できた。</p> <p>(2)情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援</p> <p>(ア)情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供</p> <ul style="list-style-type: none"> 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6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 2023(令和5年10月)への出展機会を提供し、16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。また、G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合「デジタル技術展」(令和5年4月)への出展機会を提供し、2社が出展した。 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。 	<p>以下に示す、着実な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 信用基金の精算に向けては、出資金の払戻しを行い、関係省庁と協議を進め、出えん金の国庫納付に係る法整備がなされたこと。 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したこと。 「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(本年度開始の招へい8件、令和4年度からの継続3件。)及び集会開催(13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い、「国際研究協カ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、本年度の採択案件はなかったが、令和6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。 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 2023(令和5年10月)への出展機会を提供し、16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い、G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合「デジタル技術展」(令和5年4月)への出展機会を提供し、2社が出展したこと。 	
--	--	--	--

- 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6年3月に開催した。
- 起業家甲子園出場予定者に対し、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6年2月に実施した。
- 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 2023(令和5年10月)への出展機会を提供し、16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。また、G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合「デジタル技術展」(令和5年4月)への出展機会を提供し、2社が出展した。
- 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33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87.5%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95.4%得ることができた。
- イベント(CEATEC 2023)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予定・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4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。

	<p>(イ)債務保証等による支援</p> <ul style="list-style-type: none"> • 債務保証業務、利子補給業務及び助成金交付業務は、令和3年度で終了した。 • 信用基金については、出資金の払戻しを行った。また、出えん金の清算に向けては、関係省庁と協議を進め、出えん金の国庫納付に係る法整備がなされた。 <p>(ウ)情報弱者への支援</p> <p>① 身体障害者向け放送の充実を図るために行う放送事業者等に対する助成</p> <p>ア. 字幕・手話・解説番組制作の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 公募の結果、全国 129 者から申請(総額 26 億3千万円)があり、県域放送事業者に優先的な配分を行うこととし、総額約4億8千万円(58,128 番組:字幕 35,814 本、生放送字幕 16,010 本、手話 2,158 本、解説 4,146 本)を助成した(2者が助成事業を廃止したため 127 者に助成)。なお、執行率を高めるため、制作番組数の年度前半実績と年度後半計画を調査し、当初計画が大きく変更となる事業者の助成金交付額を変更した。 • 助成金制度の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。 • 助成金制度の公募開始やその結果(助成事業者の決定)について報道発表した。 <p>イ. 手話翻訳映像提供の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 公募の結果、1者から申請があり、評価委員会(外部有識者7名)による審査・評価を行って助成を決定し、総額 906 万円(130 本)を助成した。 • 助成金制度の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。 • 助成金制度の公募開始やその結果(助成事業者の決定)について報道発表した。 <p>ウ. 生放送番組への字幕付与の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 公募の結果、2者から申請があり、各者の取組状況や財務規模等を考慮した上で、総額 968 万円を助成した。 • 助成金制度の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。 • 助成金制度の公募開始やその結果(助成事業者の決定)について報道発表した。 		
--	---	--	--

	<p>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</p> <p>ア. 身体障害者向け通信・放送役務の提供及び開発の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 公募した結果、11 件の申請があり、評価委員会(外部有識者7名)において、有益性、波及性及び技術の適格性の観点から審査・評価を行い、この結果をもとに6件の事業を採択し、総額 4,566 万円を交付した。 • Web サイトで助成金制度に関する情報を提供した。 • 11 件の申請事業について、評価委員会(外部有識者7名)において、有益性、波及性及び技術の適格性の観点から審査・評価を行い、この結果をもとに6件の事業を採択した。《一部再掲》 • Web サイトで公募開始時や助成事業決定時に報道発表した。 • 令和4年度に採択した事業について事後評価して公表するとともに、事業者に指摘事項を伝えた。 • 令和2年度に助成していた事業の継続率は 100%であった。 <p>イ. 情報バリアフリー関係情報の提供</p> <ul style="list-style-type: none"> • 「情報提供サイト」で身体障害者や高齢者、役務提供や開発に関わる者に有用な情報を Web アクセシビリティに配慮して提供した。毎月、情報バリアフリーに関連する取組等について紹介した。併せて、助成金制度の概要や助成事業の評価等についても公表した。 • 障害者のニーズ情報や配慮事例、シーズ情報及び専門家情報等を掲載する DB の内容を更新した。 • 情報バリアフリーに関する助成金制度の概要や実績等の情報を Web サイトで公表した。 • 第 50 回国際福祉機器展に出展し、情報バリアフリー助成事業(6者)の成果発表や展示デモ、機構の取組について紹介・助成金制度に関する相談に対応した。 • 情報提供サイトの有益度に関する評価は、9割以上(アンケート結果:156/162)であった。 		
	<p>2-10. その他の業務</p>		

	<p>•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、電磁波利用およ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。</p>		
		<p><課題と対応> 【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>(課題) 標準化や社会実装において、進んでいる案件が認められるのは評価できる。今後、様々なプロジェクトから様々な成果が出てくる段階を迎えるものと思われる。こうした時に成果が最大化されるように、現時点から戦略的な取り組みをしていっていただきたい。</p> <p>(対応) ご意見ありがとうございます。積極的に研究者にアプローチして幅広い研究分野の研究開発状況を把握するとともに、令和4年度に実施したケーススタディ(機構技術が社会実装に至った経緯と現状の調査・分析)を更にデバイス分野に拡大して実施し、多様な技術分野、研究開発フェーズに対応できるよう活動を進めています。</p> <p>(課題) 複数の世界記録や国際会議での採択など多くのトップクラスの基礎研究開発結果があるが、社会実装は研究開発と別な視点をもってマネジメントする必要がある。</p> <p>(対応) 現在、戦略的プログラムオフィスでは、製造業OB等専門的な人材を</p>	

		登用し、推進体制を構築しているところではございますが、引き続き研究開発と別な視点をもって社会実装の推進のためのマネジメントを行ってまいりたいと考えております。	
--	--	---	--

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%			効率化率平均 1.1%	
		毎年度平均	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		評価	B
		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、年度計画に沿って右欄に記載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。 <ul style="list-style-type: none"> 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。 理事長タウンミーティングに加え、機構内ファンドにより機構活 	
<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	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	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			

<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 調査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、総括評価委員会および自己評価会議を開催し、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、機構幹部による内部評価（実績評価及び研究計画に対する評価）を適正に実施した。またその結果及び機構内外の情勢も踏まえて令和5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。 <ul style="list-style-type: none"> 研究現場や管理部門との意見交換を行う「理事長タウンミーティング」を、令和5年度はネットワーク研究所ワイヤレスネットワーク研究センター（令和5年7月19日）、未来ICT研究所脳情報通信融合研究センター（令和5年12月18日）、ネットワーク研究所ネットワークレジリエントICT研究センター（令和6年1月18日）でハイブリッド方式にて開催し、それぞれの部署から出された改善要望を整理し、対応を図った。 若手研究者の育成の仕組みを含めた研究開発体制の構築について、以下に取り組んだ。 <ul style="list-style-type: none"> 若手研究者等からの幅広い提案を募集し、新規研究課題のフェ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4年度採択者の報告会を開催するとともに、令和5年度の募集を実施した（令和5年度応募件数 34 件、内 25 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、次期中長期目標・計画期間の柱となる研究プロジェクトの創出につながる研究開発活動の募集を行った。プロジェクト提案を2回に分けて募集し、1回目2件（令和6年1月活動 	<p>ついでの特段の配慮を意識したマネジメントを行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 総務省との補正予算関係の調整業務、理事長タウンミーティングに加え、NEXT、TRIAL など機構内活性化ファンドを実施し、機構活性化を行うなどの業務を適切に執行した <p>以上のように、機動的・弾力的な資源配分について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	<p>性化を行うなど、業務を適切に執行した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 委託研究に関する客観的な評価に当たっては、外部有識者による事前評価、採択評価、中間評価、終了評価、追跡評価等を踏まえ、PDCA サイクルを着実に回し、採択・契約・スタートアップミーティングを実施した。 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、組織、中長期計画、財源と紐づく「所管プロジェクトコード」についての通知を制定し、運用を開始した。 不祥事発生未然防止やテレワーク推進などの具体的活動があった。
---	--	--	---

	<p>開始)、2回目4件(令和6年4月活動開始)のプロジェクトを採択した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高度通信・放送研究開発委託研究の15課題(35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、5課題の採択評価を実施し、計8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、13個別課題の中間評価、5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44個別課題について成果展開等状況調査を、うち5個別課題について追跡評価を実施した。 • 革新的情報通信技術研究開発委託研究の機能実現型プログラム基幹課題2課題及び電波有効利用研究開発プログラム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、計4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、36個別課題についてステージゲート評価、2個別課題について継続評価、29個別課題について終了評価を実施した。さらに、令和6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(経過措置課題、一般課題)の公募・採択評価を実施した。 • 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。 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	<p>2. 調達等の合理化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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5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4年12月、令和5年3月、7月、10月時点で計933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。 	<p>2. 調達等の合理化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 「調達等合理化計画」を着実に実施し、公正性・透明性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達の実現を図った。 • 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 	

	<ul style="list-style-type: none"> • 令和4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 73 社増加、うち 30 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ら提出された 215 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 10 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「各研究所別の個別説明及び意見交換会(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。また、公正取引委員会による「官製談合防止に係る研修会」をリアルタイムで中継配信し、不適切な処理の防止及びルールの遵守について、職員の意識の向上を図った。 • 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、契約・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組を行った。 	<p>及び意見交換会」を実施し、現場の意識向上を図った。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 作業請負契約に関して、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組を行い、契約の適正性の確認を行った。 <p>以上のように、調達等の合理化について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
--	--	--	--

<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	<p>3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> • テレワーク制度については、令和4年度に実施した制度の見直し(勤務場所の緩和、適用条件の緩和、取得日数の緩和等)に沿って、令和5年度も着実に実施しており、令和5年12月現在、1,226名がテレワーク制度を利用している。(対象1,441名のうち、約85%が利用)(令和2年12月:1,033名、令和3年12月:997名、令和4年1月:1,242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5年11月)に継続して参加し、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の推進の取組により、業務効率化を目指し、契約業務の仕様書作成・調整手続きに関し、一部業務プロセスの見直しを図るとともに、従来の電子メールにおける仕様書等資料のやり取りを改め、仕様書調整依頼管理システムを新たに内製し、作業手続きの軽減、進捗状況の可視化を可能とした。 • 情報システム(会計システム、eラーニングシステム、人事管理システム、給与申請・明細閲覧システム、ユーザアカウント連携システム)の更改を計画的に実施した。また、既存の情報システム(電子決裁システム、勤務管理システム、資産管理システム、研究成果管理・公開システム)の改修を行い、利便性の向上を図った。 • 情報インフラの整備・更新・増強(共通事務パソコン更新、サーバ室ラック更新、外部接続ネットワークファイアウォール更新、神戸基幹ネットワーク更新)を実施し、業務・研究開発環境の改善を図った。 • 令和4年度機構全体に導入したMicrosoft Teamsの更なる活用として、Power Platformの展開によるアプリ開発環境の整備や、OneDrive/SharePointを利用したファイル共有・共同編集の展開、リモートアクセスへのAzure AD認証基盤の導入等を通じて多様で柔軟な仕事環境の拡充を進めた。 • 内線用スマートフォンの端末を一斉交換し、Microsoft Teams等のアプリ利用時のパフォーマンス向上や資産 	<p>3. テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 令和5年度もテレワーク制度を着実に実施し、機構業務の効率化、DXの推進に貢献した。 • エクセルファイルやメールのやり取りで行っていた煩雑な調達予定管理業務や人件費管理業務をローコード・ノーコード開発ツールを用いて内製化し、生産性の向上、情報管理のリアルタイム化、データの一元管理を実現した。 • 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、調達契約における令和2年度からの試行導入結果を踏まえ、令和4年11月から正式に機構における各種契約に適用とする電子契約サービスの導入を行った。令和5年度からは、令和6年度有期雇用職員再雇用契約における電子契約を導入し、更なる推進を図った。 • PMOにおいて令和5年度の実施計画を作成したほか、現状の情報システムとその運用管理がデジタル庁の指針に準拠しているかの現状把握のため、各情報システム担当部署に対して、アンケート調査及びヒアリングを実施し、ヒアリング等の分析結果をもとに改善提案を行った。 <p>以上のように、テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
---	---	--	--

	<p>管理システムと連携させ、棚卸し時の資産管理番号の読み込み等を可能にするなど多様で柔軟な仕事環境の実現を進めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電子申請（ワークフロー）への移行支援、アンケートフォーム（Forms）の運用、クラウドサービスを活用して、業務環境のデジタルトランスフォーメーションを推進した。 • エクセルファイルやメールのやり取りで行っていた煩雑な調達予定管理業務や人件費管理業務をローコード・ノーコード開発ツールを用いて内製化し、生産性の向上、情報管理のリアルタイム化、データの一元管理を実現した。 • システムのバックアップメディアの耐火金庫保管や遠隔バックアップ、テレワーク中心の運用など、災害時を想定した運用を継続的に実施した。 • 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、調達契約における令和2年度からの試行導入結果を踏まえ、令和4年11月から正式に機構における各種契約に適用とする電子契約サービスの導入を行った。令和5年度からは、令和6年度有期雇用職員再雇用契約における電子契約を導入し、更なる推進を図った。 • PMO（Portfolio Management Office）において、令和5年度の実施計画を作成した。なお、令和5年度においては、現状の情報システムとその運用管理が「情報システムの整備および管理の基本的な方針」（令和3年12月24日デジタル大臣決定）に準拠しているかの現状把握のため、各情報システム担当部署に対して、アンケート調査及びヒアリングを実施した。また、ヒアリング等の分析結果をもとに各情報システム担当部署に対して、改善提案を行った。 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	<p>4. 業務の効率化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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（7.5億円（新規・拡充分12.0億円－廃止プロジェクト等分4.5億円））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 	<p>4. 業務の効率化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	

<ul style="list-style-type: none"> 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。 <p><指標></p> <ul style="list-style-type: none"> 一般管理費及び事業費の合計の効率化状況(%) 	<p>【運営費交付金算定式の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> 当年度運営費交付金＝(前年度当初予算額(※1)＋前年度自己収入(※2)－廃止プロジェクト等(※3))×効率化係数＋新規・拡充－当年度自己収入(※4) 令和5年度 28,682,170 千円＝(28,253,965 ＋ 120,930 － 451,864)× 0.989 ＋ 1,199,316 － 133,023 <p>※1: 令和4年度予算額 ※2: 令和4年度自己収入(120,930)＝令和3年度自己収入実績額(109,936)×1.1(調整係数) ※3: 令和4年度で終了した委託研究 ※4: 令和5年度自己収入(133,023)＝令和4年度自己収入(120,930)×1.1(調整係数) ※自己収入: 知財許諾に伴う実施料(ランニングロイヤリティ、一時金、年間利用料等)</p> <ul style="list-style-type: none"> 総人件費については、政府と同様に、国家公務員の給与体系に準拠した給与制度維持のため、各年度において、人事院勧告等に基づく国家公務員給与の改定を法人の給与に反映した。 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た。 国家公務員の給与水準を考慮しつつ、機構の給与水準を検証した。 令和5年度法人の給与水準(ラスパイレス指数) (研究職員(225人)) 対国家公務員(研究職) 100.0(対前年比 +0.1ポイント) (事務・技術職員(146人)) 対国家公務員(行政職(一)) 93.0(対前年比 -13.1ポイント) 	<p>以上のように、業務の効率化について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> 給与水準の検証結果や適正水準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 Web サイトで公表している。 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p>5. 組織体制の見直し</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、組織、中長期計画、財源と紐づく「所管プロジェクトコード」についての通知を制定し、運用を開始した。（開発中を含む）各種情報システムからのデータを集約、可視化、分析を可能とする経営管理システムを開発し、執行管理のための実証試験を行った。 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、社会実装・海外展開を目指した研究開発への助成の実施のため、オープンイノベーション推進本部総合プロデュースオフィス内に新たに「革新的情報通信技術開発推進室」を設置した。また、基金の予算管理を適切に実施するため、財務経験者を総合プロデュースオフィスに配置した。 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、次期中長期目標・計画期間の柱となる研究プロジェクトの創出につながる研究開発活動の募集を行った。プロジェクト提案を2回に分けて募集し、1回目2件（令和6年1月活動開始）、2回目4件（令和6年4月活動開始）のプロジェクトを採択した（再掲）。 	<p>5. 組織体制の見直し</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、組織、中長期計画、財源と紐づく「所管プロジェクトコード」についての通知を制定し、運用を開始した。（開発中を含む）各種情報システムからのデータを集約、可視化、分析を可能とする経営管理システムを開発し、執行管理のための実証試験を行った。 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、社会実装・海外展開を目指した研究開発への助成の実施のため、オープンイノベーション推進本部総合プロデュースオフィス内に新たに「革新的情報通信技術開発推進室」を設置した。また、基金の予算管理を適切に実施するため、財務経験者を総合プロデュースオフィスに配置した。 <p>以上のように、組織体制の見直しについて、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
		<p><課題と対応></p> <p>【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>（課題）</p> <p>経営管理システムの礎を築いたとの報告であるが、これをどのよう</p>	

		<p>な目的を達成するために、いかに活用するかが重要になると考える。経営、意思決定に有益な情報が可視化され、活かされることを期待する。また、外部評価の意見を運営にも生かされていくとさらによいと思う。</p> <p>(対応)</p> <p>機構の経営資源(人材、予算、施設・設備、研究成果・知財)に関する情報を収集し、外部評価のご意見も踏まえながら経営層の判断・意思決定に有益な情報の可視化を図るため、経営管理システム(仮称)の構築を進めています。引き続き機動的・戦略的な組織運営を推進してまいります。</p>	
--	--	--	--

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	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		評価	B
		B			
		<p>予算計画、収支計画及び資金計画に基づき、以下のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評価を「B」とした。</p>		<p><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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅱ業務運営の効率化に関する目標を達成するためとすべき措置」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金の適正な収入を見込んだ上で、年度の予算計画及び収支計画を作成し、当該予算計画及び収支計画による運営を行った。 	

			<ul style="list-style-type: none"> 機構が創出・保有する知的財産の活用により知的財産収入の増大に取り組んだ。また、競争的資金等の外部資金のより一層の獲得のため、公募情報の周知、不正の防止、着実な事務処理とその迅速化に努めた。
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 運営費交付金を充当して行う事業について、適切に、計画の予算及び収支計画を作成し、当該予算及び収支計画による運営を行ったか。 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。 	<p>1. 一般勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> 運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅱ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金については、令和4年度の実績等を勘案し、適正な収入を見込んだ上で、令和5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、 <ul style="list-style-type: none"> イ: 特許料収入は、予算額100百万円(決算124百万円)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20,447百万円(決算16,785百万円)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。また、国庫納付については、「Ⅴ 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画」に記載した。 	<p>1. 一般勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> 運営費交付金を充当して行う事業については、効率化に関する目標について配慮し、外部資金の適正な収入を見込んだ上で、適切に予算計画等を作成し、これらの計画に基づく適切な運営を行った。 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。また、国庫納付については、「Ⅴ. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画」に記載した。 <p>以上のように、一般勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	

<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>2. 自己収入等の拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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19日オンライン)、Interop TOKYO 2023(6月14日-16日@幕張)及び CEATEC2023(10月17日-20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。なお、新規技術移転契約件数は19件、技術移転契約件数は130件、技術移転収入は124百万円であった。 • 受託研究・研究助成金などの外部資金では、14,095百万円を獲得した。外部資金の増加に向けては、外部資金獲得に関する説明会や科研費説明会の開催、「外部資金獲得推進制度」による追加資金の配分などに取り組んだ。 • 資金受入型共同研究においても213百万円の資金を獲得した。資金受入型共同研究の拡大に向けては、受入資金が小規模であっても研究者還元がされるようインセンティブ制度を見直し、その対象を拡大し推進した。また、契約事務手続きをサポートするためセミナーを継続(令和5年9月)し、研究所等に対するノウハウの共有、新たな施策の周知に取り組んだ。 	<p>2. 自己収入等の拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> • 知財収入の増大に向けて、技術移転推進担当者と研究所・研究者および関連部署が連携して企業に対する技術シーズ情報の発信や技術移転契約の交渉を着実に進め、知的財産の活用促進を図った。 • 外部資金獲得のための説明会の実施、制度の充実等、外部資金増加のための取組を着実に実施した。 <p>以上のように、自己収入等の拡大について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	<p>3. 基盤技術研究促進勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> • これまでの事業の実施状況に関して、調査を実施した。結果については今後の対応等と併せ当機構HPに掲載した。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、書面調査やヒアリングを実施し、収益納付・売上納付の回収を進めたこと及び業務経費の低減により繰越欠損金を着実に縮減した。 	<p>3. 基盤技術研究促進勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> • 書面調査やヒアリングを実施し収益納付・売上納付の回収を進めたこと及び業務経費の低減により繰越欠損金を着実に縮減した。 <p>以上のように、基盤技術研究促進勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>

<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 基金を適正に運用するとともに、信用基金の清算を着実に実施したか。 信用基金の運用益の最大化を図ったか。 	<p>4. 債務保証勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> 信用基金については、32.3 億円の出資金の払戻しを行った後、23.9 億円の出えん金及び令和4年度の利益剰余金 1.8 億円を維持し、可能な限り有利な利率で運用した。 信用基金については、出資金の払戻しを行った。また、出えん金の清算に向けては、関係省庁と協議を進め、出えん金の国庫納付に係る法整備がなされた。 	<p>4. 債務保証勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> 信用基金の規模を維持し、運用の適正化を図るとともに、信用基金を清算するまで運用益の最大化を図った。 信用基金については、出資金の払戻しを行った。また、出えん金の清算に向けては、関係省庁と協議を進め、出えん金の国庫納付に係る法整備がなされた。 <p>以上のように、債務保証勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
<p><評価の視点></p> <p>業務経費の低減化を図るとともに、出資金の最大限の回収に努めたか。</p>	<p>5. 出資勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> これまでの事業の実施状況に関して調査を実施した。結果については今後の対応等と併せ当機構 HP に掲載した。また、業務経費の低減化に努めた。旧通信・放送機構が直接出資し機構が承継した法人のうち、株式保有中の2社については、年度決算や中間決算の報告等を通じて事業内容の改善を求めることによって、今期においては景気不安定の影響もある中で、2社とも黒字を確保した。なお、現預金は十分に保有されているため、資金繰り面での問題はない。出資により取得した株式がその取得価格以上の適正な価格で処分し得ると見込まれる企業に対しては、今後も資本回収について協議を行っていくこととした。 	<p>5. 出資勘定</p> <ul style="list-style-type: none"> これまでの事業の実施状況に関して調査を実施し、結果については今後の対応等と併せ、当機構 HP に掲載した。また、業務経費の低減化に努めた。 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事業内容の改善を求めることによって、今期においては景気不安定の影響もある中で、2社とも黒字を確保した。 <p>以上のように、出資勘定について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 短期借入金について、借入があった場合、借り入れ理由や借入額等は適切なものと認められるか。 	<p>IV 短期借入金の限度額</p> <ul style="list-style-type: none"> 該当なし。 	<p>IV 短期借入金の限度額</p> <p>該当なし</p>	

<p><評価の視点> ・不要資産について、適切に対応を行ったか。</p>	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 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・解体作業に必要となる工事の設計を完了させ、撤去・解体工事に着手した。 	<p>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</p> <p>鹿島宇宙技術センターについて、撤去・解体作業に必要となる工事の設計を完了させ、撤去・解体工事に着手した。</p>	
<p>—</p>	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 該当なし。 	<p>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</p> <p>該当なし</p>	
<p><評価の視点> 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。</p>	<p>VII 剰余金の使途</p> <ul style="list-style-type: none"> 該当なし。 	<p>VII 剰余金の使途</p> <p>該当なし</p>	

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	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%				

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		評価	B				
		B		評価	B				
		<p>その他主務省令で定める業務運営に関する事項については、年度計画に沿って以下のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評価を「B」とした。</p>		<p><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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保のために、若手研究者が挑戦できる機会としてテニユアトラック制度、リサーチアシスタント制度、インターンシップ、総合職経験者採用活動を着実に運用した。 ダイバーシティの推進によ 					
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 施設及び設備の効率的な維持・整備を適切に実施したか。 	<p>1. 施設及び設備に関する計画</p> <ul style="list-style-type: none"> 中長期計画に基づき、本部及び各拠点における施設・設備の更新・改修・整備を下記のとおり執行した。 <p>(単位:百万円)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>件名</th> <th>執行額</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>令和5年度運営費交付金</td> <td>33</td> </tr> </tbody> </table>	件名	執行額	令和5年度運営費交付金	33	<p>1. 施設及び設備に関する計画</p> <ul style="list-style-type: none"> 中長期修繕計画に基づき、施設及び設備の効率的な維持・整備のため、改修・更新工事を適切に実施した。 			
件名	執行額								
令和5年度運営費交付金	33								

	<table border="1"> <tr> <td>北陸 StarBED 技術センター受変電設備高圧機器更新工事</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>その他各所修繕工事</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>令和5年度施設整備費補助金</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>本部 134 棟外壁改修工事</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>令和4年度からの運営費交付金繰越分</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>本部 128 棟 134 棟機械設備改修工事</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>本部 135 棟・138 棟機械設備更新工事設計業務</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>ユニバーサルコミュニケーション研究所外壁改修工事設計業務</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>本部 140 棟天井放射空調設備改修工事設計業務</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>その他各所修繕工事</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>令和3年度からの補正予算繰越分</td> <td>3,072</td> </tr> <tr> <td>未来ICT 研究所 18 棟(旧クリーンルーム棟)改修工事設計業務(ICT デバイス開発環境整備)</td> <td>2,051</td> </tr> <tr> <td>イノベーションセンター移転改修工事他(サイバーセキュリティ演習環境の拡充)</td> <td>1,021</td> </tr> <tr> <td>合 計</td> <td>3,237</td> </tr> </table> <p>注:計画額(3,848 百万円)と執行額(3,237 百万円)の差額(611 百万円)のうち、運営費交付金の差額(379 百万円(令和4年度内の完了に変更となった 76 百万円及び計画変更した 94 百万円を除く))については、令和6年度に繰越し、施設整備費補助金の差額(61 百万円)については、総務省へ減額して実績報告を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 繰越額の内訳: 令和5年度運営費交付金繰越額 223 百万円(当初予算 350 百万円)、令和4年度からの運営費交付金繰越分 157 百万円(当初予算 350 百万円)。 減額の内訳: 令和5年度施設整備費補助金 18 百万円(当初予算 90 百万円)、令和3年度施設整備費補助金 43 百万円(当初予算 3,270 百万円) 	北陸 StarBED 技術センター受変電設備高圧機器更新工事	2	その他各所修繕工事	31	令和5年度施設整備費補助金	72	本部 134 棟外壁改修工事	72	令和4年度からの運営費交付金繰越分	60	本部 128 棟 134 棟機械設備改修工事	39	本部 135 棟・138 棟機械設備更新工事設計業務	8	ユニバーサルコミュニケーション研究所外壁改修工事設計業務	6	本部 140 棟天井放射空調設備改修工事設計業務	5	その他各所修繕工事	2	令和3年度からの補正予算繰越分	3,072	未来ICT 研究所 18 棟(旧クリーンルーム棟)改修工事設計業務(ICT デバイス開発環境整備)	2,051	イノベーションセンター移転改修工事他(サイバーセキュリティ演習環境の拡充)	1,021	合 計	3,237		<p>る多様な人材の確保に向け、オープンハウス 2023 のリクルートを目的としたトークセッションへの登壇や、他国研との共同採用イベント等を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 情報セキュリティ対策に関しては、機構のセキュリティ研究開発の成果を活用したSOC (Security Operation Center) を運用し、従来から実施・運用している脆弱性診断、侵入検知装置、ファイアウォール、アクセスログ等の情報を分析し、24 時間 365 日の監視体制の下、情報システムや研究成果のセキュリティ確保に努めた。
北陸 StarBED 技術センター受変電設備高圧機器更新工事	2																														
その他各所修繕工事	31																														
令和5年度施設整備費補助金	72																														
本部 134 棟外壁改修工事	72																														
令和4年度からの運営費交付金繰越分	60																														
本部 128 棟 134 棟機械設備改修工事	39																														
本部 135 棟・138 棟機械設備更新工事設計業務	8																														
ユニバーサルコミュニケーション研究所外壁改修工事設計業務	6																														
本部 140 棟天井放射空調設備改修工事設計業務	5																														
その他各所修繕工事	2																														
令和3年度からの補正予算繰越分	3,072																														
未来ICT 研究所 18 棟(旧クリーンルーム棟)改修工事設計業務(ICT デバイス開発環境整備)	2,051																														
イノベーションセンター移転改修工事他(サイバーセキュリティ演習環境の拡充)	1,021																														
合 計	3,237																														
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 若手研究者の成長機会を整備し、将来の ICT を 	<p>2. 人事に関する計画</p> <p>2-1. 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> 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5年度採用は新たに7名をテニュアトラック研究員として採用した。また、 	<p>2. 人事に関する計画</p> <p>2-1. 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保</p>																													

<p>担う優秀な研究者を育成したか。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	<p>令和6年度採用(令和6年4月1日採用)については4名を最終的に内定した。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5年度にパーマネント職員として採用し、令和6年度採用(令和6年4月1日採用)にてテニュアトラック研究員1名を最終的にパーマネント職員として内定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • リサーチアシスタント制度の活用については、サイバーセキュリティ分野や量子 ICT 分野等、優秀な若手人材 28 名を令和5年度に採用した。 • 国内インターンシップ制度を活用し、21 名の学生を令和5年度に受け入れた。 • 令和7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インターンシップ(5回開催)・説明会(8回程度予定)等を従前の Web 開催に加え、日本橋・小金井での対面開催を実施した。また、JAMSTEC との合同セミナーを主催し、28 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6年度の総合職採用活動に関しては、新卒者5名を最終的に内定する(令和6年4月1日採用)とともに、年齢構成の偏り解消及び知的財産関係業務や財務関連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7名を最終的に内定した(令和6年4月1日採用)。これまでの活動経験を踏まえ、次年度採用活動においても引き続き新卒採用及び経験者採用を積極的に実施する予定である。 • 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6年度採用(令和6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当機構で初めて実施し、パーマネント研究職 12 名(うち女性6名)、パーマネント研究技術職 12 名(うち女性4名)を最終的に内定した。その結果、最終的な内定者 24 名に対する女性の割合が約 42%となった。 • ダイバーシティの推進による多様な人材の確保に向け、オープンハウス 2023 のリクルートを目的としたトークセッションへの登壇 	<ul style="list-style-type: none"> • 若手研究者が挑戦できる機会としてテニュアトラック制度を着実に推進した。 • 若手人材を含む多様な優秀な人材の確保として、リサーチアシスタント制度、インターンシップ、総合職経験者採用活動を着実に運用した。 • ダイバーシティの推進による多様な人材の確保に向け、オープンハウス 2023 のリクルートを目的としたトークセッションへの登壇や、他国研との共同採用イベント等を実施した。 	
--	--	--	--

	<p>や、他国研との共同採用イベント等を実施した。また、他研究機関でのダイバーシティ推進状況を調査するために、東北大学、産業技術総合研究所、宇宙航空研究開発機構(JAXA)との意見交換会を実施した。また、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、機構職員のダイバーシティ意識調査を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機構のダイバーシティ取組に関する情報発信のため、日経ウーマンエンパワーメントプロジェクトを活用し、「ジェンダーギャップ会議」(後援: 内閣府)のパネル討論に登壇し、日経新聞、日経WOMAN に掲載された。また、理事長、ダイバーシティ推進室長との対談が日経 xwoman に、ジェンダーギャップ会議の様子が Financial Times に、それぞれ令和6年3月8日の国際女性デーに掲載された。 • 女性を対象としたパーマネント職員公募と連動して、機構で働く女性研究者・研究技術者の動画を機構公式 X(旧ツイッター)で発信し、再生回数総数8万3000回を記録するなど周知活動に貢献し、多くのエントリー数につなげた。 • ダイバーシティ公式サイト構築を開始し、令和7年4月1日採用開始時期に合わせて公開を行った。特に、トップからのメッセージ発信のため、役員インタビュー動画を作成して掲載を行った。 • ダイバーシティ推進に関する活動報告書を作成、公開していくため、他組織の活動報告書の調査を行った。 • ダイバーシティ推進に向けた意識啓発として、研修・講演会を開催した。管理監督者研修として実施した「ダイバーシティ推進とアンコンシャス・バイアス」では、内閣府男女共同参画局公式 YouTube 動画や男女共同参画学協会のコンテンツを調査し、研修に活用した。また、IDI 講演会として東北大学大学院工学研究科の北川 尚美教授に東北大学工学研究科の DEI 推進プロジェクトのご紹介を頂いた。また、九州総合通信局若手職員との合同ワークショップを実施した。 • ダイバーシティ推進のための環境整備として、外国籍職員、障がいを持つ職員の受入で生じている課題の解消に向けた調査を開始した。業務企画部で取りまとめた「外国籍職員受入に伴う不便・改善提案調査結果」を精査するほか、ダイバーシティランチ等でヒアリングを実施し、次年度の整備実施に向けて、優先度の高い施策を検討した。 		
--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • 職場内のコミュニケーションの活性化のために、ダイバーシティについて考える「NICT Diversity Day」を令和6年3月8日の国際女性デーにあわせて日本橋イノベーションセンターで開催した。お茶の水女子大学 グローバル女性リーダー育成研究機構 ジェンダー・イノベーション研究所の佐々木 成江教授をスペシャルゲストとしてお招きし、理事長、ダイバーシティ推進室長との対談や、職員による意見交換会を実施した。 • 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、地方拠点を含む各部署との人事関係ヒアリングを実施した。ヒアリング結果も踏まえ、9月からパーマネント一般職の部内公募(令和6年4月1日採用)を実施し、有期雇用職員から最終的に18名の内定を出した。(令和5年度末のパーマネント一般職在籍者数は、内定者含め59名) 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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最大化を図ったか。 	<p>2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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5年度末時点での指定者は2課題で43名であった。さらに当該分野における民間企業等からの引き抜き圧力増大等に対応するため、手当を増額できるよう規程改正を行った。 • 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、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」を検討し、上級職職員の創設等を含む規程改正や「管理監督職員の任用の特例に関する運用細則」の制定を行い、当制度の運用を開始した。 	<p>2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 「国の重要な政策目標の達成のために必要な研究開発課題」を指定するとともに、当該課題の目標達成に不可欠な能力を有する者を特定研究員又は特定研究技術員に指定し、一定額の手当を支給する制度を設けているところであり、令和5年度末の指定者は43名であった。さらに当該分野における民間企業等からの引き抜き圧力増大等に対応するため、手当を増額できるよう規程の変更を行った。 • 優秀な人材流出防止の観点から、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」を検討し、上級職職員の創設等を含む規程改正や「管理監督職員の任用の特例に関する運用細則」の制定を行い、当制度の運用を開始した。 	
<p><評価の視点></p>	<p>2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成</p>	<p>2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成</p>	

<ul style="list-style-type: none"> 多様な職員が経験豊富なリーダーのもとで実践を通じた能力の向上を目指していく実践的育成プロセスの充実を図ったか。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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、入社3～4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ている。また、新人育成のためメンターとなる者の研修を実施するなど、各種研修を実施した。 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5年度の実績は3件(継続))。 内閣府へ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、研究所長1名を執行役に、総括プランニングマネージャー1名を総合企画室長に、グループリーダー1名を研究室長に、プランニングマネージャー1名を総括プランニングマネージャーに昇任させ、ダイバーシティの推進に努めた。 ダイバーシティ推進に関して各拠点での意見交換会を実施した。仙台拠点でのダイバーシティに関する講演と意見交換会をきっかけに、礼拝室(prayer room)が設置された。また、横須賀拠点、神戸拠点でのダイバーシティランチも実施した。 他の国研等とのダイバーシティ推進に関する情報共有・意見交換をはかるため、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・オフィスに令和5年7月より加入した。 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6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5年10月にパーマナント総合職・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4年8月から2年間の予定で総合職1名、令和5年6月から1年間の予定で研究職1名を派遣した。 	<ul style="list-style-type: none"> 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6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5年10月にパーマナント総合職・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)の興味や関心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4年8月から2年間の予定で総合職1名、令和5年6月から1年間の予定で研究職1名を派遣した。
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究支援人材の確保については、パーマナント総合職の経験者採用(中途採用)を進めるとともに、パーマナント研究技術職の採用を積極的に行い、令和6年度採用(令和6年4月1日)にて12名を最終的に内定した。また、将来的な研究支援人材確保を視野 	<p>2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 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

<p>研究支援人材の評価手法の検討を開始したか。</p>	<p>に入れ、令和5年度に国内インターンシップ生の受け入れ(21名)やリサーチアシスタントの採用(28名)等を進めた(再掲)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 有効な研究支援体制のあり方については、プロジェクト企画から成果展開までを実践的な視点で推進し、プロジェクト運営をサポートする人材として、企業での製品の開発・展開等の経験が豊富な外部人材等を、イノベーションプロデューサーとして配置した。令和6年3月31日時点での配置数は24名である。 新規採用者から管理監督者まで、各階層に対して、求められる能力の習得や意識付けを行うための研修を実施し、資質の向上に努めた。 研究支援人材の資質の向上に関する取組について、文科省による大学版リサーチ・アドミニストレーター(URA)研修の受講を機構内職員に呼びかけ、延べ122名を受講させるとともにその有効性を検証した。 	<p>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の配置を着実に推進した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究支援人材の資質の向上に関する取組について、文科省による大学版リサーチ・アドミニストレーター(URA)研修の受講を機構内職員に呼びかけ、延べ122名を受講させるとともにその有効性を検証した。 <p>以上のように、人材に関する計画について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 積立金は適切に処理されたか。 	<p>3. 積立金の使途</p> <ul style="list-style-type: none"> 積立金は「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている経費等に充当している。 第4期中長期目標期間終了までに自己収入財源で取得し、第5期中長期目標期間に繰り越した固定資産の減価償却に要する費用等2.8億円に充当した。 債務保証勘定の業務に要する費用0.14億円に充当した。 	<p>3. 積立金の使途</p> <ul style="list-style-type: none"> 積立金は「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている経費等に充当した。 	
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 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的に行ったか。 	<p>4. 研究開発成果の積極的な情報発信</p> <ul style="list-style-type: none"> 機構の研究内容を3分程度で解説する動画『NICT ステーション』を9本制作し、若者(18歳～34歳)をターゲットにYouTube広告で配信した。機構の研究紹介動画史上第2位となる再生回数(90万回)を達成した。 令和4年度に制作したPRムービー『Nのいる未来』も引き続き若者をターゲットにYouTube広告で配信し、機構公式動画史上最多の再生回数(310万回)を達成した。 広報誌「NICT NEWS」(英語版を含む)では、毎回ホットな分野を取り上げ、単独の研究分野の特集のみならず、組織を横断した機構全体の研究開発や取組を特集した。外部向けの視点をより重視し、トピックスページの一層の活用に努めた(直近のプレス記事、受賞者紹介など)。「NICT NEWS」英語版は、引き続きウェブ公開版にて発行した。 技術情報誌「研究報告」を2回発行した。 	<p>4. 研究開発成果の積極的な情報発信</p> <ul style="list-style-type: none"> NICT オープンハウスの企画、CEATEC など新型コロナウィルス感染症(COVID-19)の5類移行に伴い、本格的なリアル開催として、イベント対応が適切に行われたとともに、より積極的な姿勢でNICTブランドの強化に取り組んだ。 SNS、テレビや新聞の活用に加え、令和4年度に引き続きPRムービーの制作とその若者向け配信など、機構の知名度・理解度・関心度を高めるための積極的な広報活動に取り組み、機構公式動画史 	

	<ul style="list-style-type: none"> • 年間の活動報告を取りまとめた年報を適切な時期に発行した(電子ブック及び PDF)。 • 海外向けに、より幅広い機構の研究活動等の情報発信の強化となるよう、英文機関誌「NICT REPORT」(年1回発行、電子ブック及び PDF)を令和6年1月15日に発行した。機構の研究成果・活動紹介・Research Highlights・Researchersをはじめ、マガジ的な要素である海外拠点の紹介など、機構を幅広くアピールした。 • 刊行物については、掲載と同時に機構公式 X(旧ツイッター)へ投稿(日・英)し、引き続き周知に努めた。また、「NICT REPORT」については、広報誌「NICT NEWS」英語版の配信先に「NICT REPORT」の発行について周知するとともに配信した。 • 研究成果に関する報道発表(32件)に対する新聞掲載率は前年度に引き続き100%となった。 • 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。コロナ5類移行後も引き続き、オンラインの利便性を活かして積極的にオンラインによる取材対応を行った。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の取材などについても、積極的にオンライン取材の調整を行い、資料を見ながら研究者が説明を行うことができることにより、紙面の獲得に至った。 • 報道発表に関する事故を防止するための「チェックシート」により、コンプライアンスを強化することができた。また、発表概要をまとめた「報道発表の起案前確認シート」により、タイトルや内容について、報道室で担当部署と調整して分かりやすく手直しし、メディアに取り上げられるようアピールした。 • 報道発表に際しては、毎回、担当部署と詳細な打合せをオンラインで行い、より分かりやすい報道発表資料の作成に努めた。報道発表資料においては実担当者名を前面に出すように取り組んだ。その結果、研究開発成果等に関する報道発表を61件実施した。 • また、海外への発信が効果的な案件については、英文による報道発表を9件行うとともに、米国科学振興協会(AAAS)が提供するオンラインサービスを使って投稿するなどPRに努めたところ、海外メディアに速報として掲載された。 • 様々な媒体への発信に取り組んだことや研究成果の効果的なアピールにより、報道メディアからは多くの取材要望があり、取材対応件数は324件となった。 	<p>上最大の再生回数を達成するなど高い注目を得ることができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 <p>以上のように、研究開発成果の積極的な情報発信について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • 雑誌掲載については、一般業界誌から小中学生向けの雑誌まで幅広い層を対象に掲載された。 • 記者からの取材依頼や電話問合せに、迅速で、きめ細やかな対応を行った結果、新聞掲載は 882 件、TV/ラジオ等放送が 82 件、雑誌掲載が 359 件、Web 掲載が 16,909 件となった(広報部把握分)。新聞の 1面掲載は大手一般紙 39 件を含み 161 件あった。 • 機構 Web サイトについて、日本語版、英語版の更新を継続した。報道発表(60 件)、お知らせ(44 件)、イベント(38 件)などを掲載した。機構の運営する Web サイトへの総アクセス数は約 9,533 万 PV となった。 • 令和5年度外部 Web 等改善 WG の中で「SNS の効果的な活用に関して」「解析ソフトの刷新(GA の導入)に関して」「アクセシビリティの向上に関して」の3つのテーマを議論した。特に GA の導入に向けて、各研究所と連携し具体的な作業を推進した。 • X(旧 Twitter)、Facebook、Instagram に、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 では約 60%増の閲覧数を、Facebook では2倍の投稿数・3倍の閲覧数を、Instagram では2倍の閲覧数をそれぞれ達成した。 • 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の5類移行に伴い、令和元年以来となる本格的なリアル開催として、令和5年度オープンハウスを6月 23 日、24 日の両日開催した(オンラインは講演等のリアルタイム配信として活用した)。 • 令和5年度オープンハウスは、「知の限界を超え 未来の社会基盤を創る NICT」をテーマに、23 日を「VIP・ビジネス DAY」、24 日を「学生・一般 DAY」と対象を明確に分け実施した。23 日には、「基調講演・特別講演」、「技術展示」、「研究者によるプレゼンテーションタイム」を、24 日には「NICT 職員によるトークセッション」「南極ゆうびん」、「技術展示」を実施した。23 日は 714 名、24 日は 699 名で2日間計 1,413 名の来場者となった(前年度は2日間計 366 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、2日間のべ 3,504 名の方が訪れた(前年度は2日間計 1,044 名)。また、鹿島、けいはんな、仙台、沖縄の各拠点で施設公開を行い、神戸はオンラインで開催した。 • 展示会 CEATEC(Combined Exhibition of Advanced Technologies)は、本格的なリアル開催となった。幕張メッセ会場は「アドバンスド 		
--	---	--	--

	<p>テクノロジーエリア」に出展し、10月17日から20日までの4日間の会期中、9,220名(対前回比約85%増、CEATEC全体の総来場者数は89,047名で同比約10%増)となった。なお、スタートアップ&ユニバーシティエリアブースの来場者数も前回比約2倍の6,166人となった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 4月のG7群馬高崎デジタル・技術大臣会合「デジタル技術展」、10月のIGF2023(インターネットガバナンスフォーラム)京都でのIGF Villageに出展した。両展示会とも多くの方にご来場いただき、機構の最新技術をPRした。 コロナ5類移行を受け、積極的に受け入れを展開し、本部で224件、2,416名を視察・見学として受け入れた。※予約なしの来訪者を含む総来場者数は3,870名。見学者との事前調整を常に実施した。理系学生の見学時には研究者との対話時間を長めに確保したり、研究者側の研究成果発表ニーズにあわせた時間をとるなど、見学対応時の新たな取組を推進した。 横浜市にあるはまぎんこども宇宙科学館と連携し、前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」を企画した。横浜市在住の小学生を対象とし、宇宙環境研究室に協力いただき、宇宙天気予報センター、DSCOVER・イオゾンデアンテナの見学と工作教室を実施した。また、千葉県立現代産業科学館開催の令和5年度企画展「はかる」にて、Pi-SAR アンテナポッド、Pi-SAR2 マルチレイヤー画像表示システムの展示を実施した。 多摩科学技術高等学校への特別授業を実施した。12月にはサイバーセキュリティ、3月にはB5G関連をテーマに実施した。こども霞が関見学デーは本年リアル開催に参加した。 保有する知的財産、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を、Webや様々な機会等を活用し積極的に行った。 外部向けイベントとしては、研究現場(研究者)と知財担当部署が密に連携・調整し、機構発の知財化シーズを産業界等に紹介するため、科学技術振興機構との共催により「NICT 新技術説明会」(令和5年10月19日オンライン)を開催するとともに、Interop TOKYO 2023(令和5年6月14日-16日@幕張)では、サイバーセキュリティ技術の利用拡大に向け、技術移転の取組(実施許諾契約や試用契約等の連携メニューの紹介等)や導入事例(「NIRVANA 改(リアルトラフィック可視化ツール)、DAEDALUS(対 		
--	--	--	--

	<p>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。また、CEATEC2023(令和5年10月17日-20日@幕張)でも技術移転の取組や導入事例(NIRVANA 改、DAEDALUS、DeepProtect(プライバシー保護連合学習技術))を紹介し、機構の技術移転活動や技術移転事例の情報発信に貢献した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • また、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。 • さらに、独立行政法人工業所有権情報・研修館(INPIT)の開放特許データベースに機構が保有する特許情報を掲載し発信した。 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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等を不断に見直し、対策強化を図ったか。 	<p>5. 情報セキュリティ対策の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 • 基幹ファイアウォールにより、アンチウイ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、24時間365日の監視体制の下、情報システムや研究成果のセキュリティ確保に努めた。 • 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。 • 機構の業務委託先において、ノートPC紛失によるセキュリティインシデントが発生した(令和5年9月)。 • 今回の事案を踏まえ、業務情報及び職務上守秘・保護すべき情報の管理にかかわる注意を、機構全職員および業務委託先に改めて周知徹底し、再発防止に努めた。 • CDN(Contents Delivery Network)を活用し、外部Webサーバの可用性を向上させた。 	<p>5. 情報セキュリティ対策の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 政府の情報セキュリティ対策における方針及び実際のサイバー攻撃の実態を踏まえ、CSIRTの活動、SOC(Security Operation Center)の運用等による情報セキュリティ対策の業務を着実に推進した。 <p>以上のように、情報セキュリティ対策の推進について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> • メール誤送信を防止するため、メール誤送信防止アドオンを継続して運用した。なお、オートコンプリート機能の無効化の設定方法を周知し、利便性の向上を図った。 • 令和3年度末に改正した情報セキュリティポリシーに基づき、外部サービス利用申請制度を運用した(令和6年3月 31 日時点で許可数は 236 件)。 • IT 資産管理ツールを共通事務 PC に一斉導入し、現在各研究所等のテレワーク用 PC、研究系 PC、サーバへ導入中である。 • ゼロトラストセキュリティへの対応として、EDR(Endpoint Detection and Response)ツールの調達を行い、EDR 運用設計と運用を開始した。 • 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。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 管理者向け情報セキュリティ自己点検(令和5年5月～6月) ・ 全職員向け情報セキュリティ自己点検(令和5年8月～9月) ・ 情報セキュリティ説明会(令和5年 11 月) ・ 標的型攻撃メール訓練(令和5年 11 月、令和6年1月) ・ 情報セキュリティセミナー(集合型研修)(令和6年1月) 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	<p>6. コンプライアンスの確保</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 テスト)を毎年実施しており、令和5年度は令和5年 11 月 28 日～令和6年2月 29 日に実施した。 • 講習会については、e-Learning により実施しており、役職員(特に研究者、研究者の支援職員等)に対話型 AI の最新動向や法令等との関係など重要性を説明するコンテンツとして、外部講師(光和総合法律事務所・渡邊涼介弁護士)による講演「生成 AI における法律上の注意点」を実施した。またこれに加えて、部内講師(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」、「利益相反マネジメントについて」の計5テーマのビデオ動画も用意し、実施した。 • テストについては、役職員のコンプライアンス、内部統制、リスクマネジメント、研究不正、生体情報研究倫理、パーソナルデータ取扱研究開発業務、利益相反マネジメント、個人情報保護及び反社会的勢力対応についての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 	<p>6. コンプライアンスの確保</p> <ul style="list-style-type: none"> • コンプライアンス意識の向上を図るため、全役職員を対象とするコンプライアンス研修の実施等の施策を着実に推進した。 <p>以上のように、コンプライアンスの確保について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	

	<p>和5年 11 月 28 日～令和6年2月 29 日の期間で実施した。役職員対象者総数 1,673 人全員(100%)の受講を達成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 役職員への講習会・研修、教育の充実を図るため、計画的で効率的・効果的な研修の実現に向けて、機構内全体に関する 36 の研修の実施計画を作成、進捗管理を行った。また、コンプライアンス面から各研修コンテンツの確認を行った。 • 「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(行動規範カード)を用意し、前年度の在籍者に加えて、本年度入所の役職員全員に配付し、啓発に努めた。(和文か英文のいずれか1部を配付) • 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」の現行化を行うとともに(年度単位で更新)、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」についても現行化を行い、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としては、上記の合同コンプライアンス研修(e-Learning・講習会)中で、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。特に講習会では、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、法令に関する助言等や規程類(規程、細則、通知)に係る解釈を実施したほか、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。 • 令和4年度に人事室、法務・コンプライアンス室にて事務引継ぎ(ジョブディスクリプション)に関する規程の整備や「法令等に基づく諸手続の実施状況」の一覧作成による把握等の取り組みを行っており、本年度は、当該対応に対して、事務引継ぎの規程に沿った履行が定着するための確認、「法令等に基づく諸手続の実施状況」の更新と共有を行った。 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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。 	<p>7. 内部統制に係る体制の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> • 内部統制委員会を令和5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 	<p>7. 内部統制に係る体制の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> • 内部統制とリスクマネジメントの着実な実施のために、内部統制委員会とリスクマネジメント委員会を定 	

	<p>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、働き方改革への取組、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から、リスク管理の進捗状況等を報告され、リスクマネジメントが適切に行われていることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • リスクマネジメント委員会を令和5年6月、11月及び令和6年2月に開催、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。年間を通して、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た。具体的には、令和5年6月に優先対応リスク3件を一般リスクへ見直した。また、令和5年11月に優先対応リスク2件を一般リスクへ、並びに Beyond 5G 関係リスク4件を一般リスクへ、同リスク3件を対応完了済みリスクに移行した。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、ジョブディスクリプションの取組状況及び機構における連絡体制についての報告と議論を行った。 • リスクマネジメント意識の向上を企図した「リスクマップ」について、SharePoint 版の掲載を本年度から開始したものの、経営管理の視点での分かりやすさやリスクの追加・見直し時の速やかな反映など、利用性や運用面で課題が見えてきたことから、関係部署の協力を得て、リスクマップの見直しとその運用方法について、検討を進めていくこととした。さらに令和6年2月に、前回の委員会で提案された9項目の新たなリスクについての検討を行い、うち3件を新たなリスク項目に追加した。 • 研究インテグリティへの対応に関しては、「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 	<p>期的に開催し、それぞれの実施計画の策定、実施状況の確認等を実施したほか、経済安全保障、研究インテグリティ等の予防的なリスクマネジメントとしてのフォローアップ等を実施した。リスクマネジメントについては、令和5年6月のリスクマネジメント委員会で優先対応リスクを含むリスク全体の見直しを図るとともに、令和5年11月に第2回目のリスクマネジメント委員会を開催し、リスク対策の進捗状況を確認し、対応リスクの見直しを図るほか、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等の報告と議論を行った。</p> <p>以上のように、内部統制に係る体制の整備について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
--	---	---	--

	<p>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体制を整えるとともに、機構内講演会の開催等、研究者の意識を高める活動を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 「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。政府の方針等に基づき、経済安全保障についての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において報告をし、検討を行った。 		
<p><評価の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p>8. 情報公開の推進等</p> <ul style="list-style-type: none"> 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5年度における法人文書の開示請求は3件あり、適切かつ迅速に開示決定等を行った。 令和5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。 	<p>8. 情報公開の推進等</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>以上のように、情報公開の推進等について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p>	
		<p><課題と対応></p> <p>【令和4年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】</p> <p>(課題)</p> <p>ICT分野は競争が激しく、人材流出やそれに起因する中長期目標未達が懸念される。これを防ぐために、特別研究員制度だけでなく、研究環境、年収等全体の底上げを考える必要がある。</p>	

		<p>(対応) 人材流出防止のため、特定研究員の手当の見直しや新しい職種の創設を実施するとともに、研究環境の改善等を行い、職員の処遇改善を進めています。</p> <p>(課題) 人材流出は中長期目標達成の障害になると懸念されるため、防止策を考える必要がある。</p> <p>(対応) ご指摘のとおり、恒常的な人材流出について防止策を検討していく必要があります。現在機構では、「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、一定額の手当を支給する特定研究員制度を導入しております。また、顕著な業績を有する研究者・職員の流出防止を目的として、延長された定年まで高い処遇で業務を推進できる特例任用制度を令和5年に制定する等、人材流出の防止に努めているところです。</p>	
--	--	--	--

4. その他参考情報