

第7節 ICT研究開発の推進

1 研究開発戦略の推進

超高齢化社会を迎え、厳しい国際競争の中で、我が国経済の持続的成長を図るためには、ICTを最大限活用し、サイバー空間と現実世界の融合を図り、新たな価値創出に取り組んでいくことが不可欠である。2016年（平成28年）1月に閣議決定された第5期科学技術基本計画においても、このような取組を「Society 5.0」として政府全体で強力に推進し、ICTはその実現に不可欠な基盤的技術として戦略的強化を図ることとしている。また、2018年（平成30年）より、Society 5.0の実現に向け関連施策を府省横断的かつ一体的に推進するため、「統合イノベーション戦略」を毎年策定している。2019年（令和元年）6月11日に閣議決定された「統合イノベーション戦略2019」では、特に取組を強化すべき分野としてAI、量子技術等が挙げられており、「AI戦略2019」を同日に閣議決定するとともに、「量子技術イノベーション戦略」についても2020年（令和2年）1月21日に最終報告を取りまとめた。

このような中、情報通信審議会情報通信技術分科会技術戦略委員会では、「新たな情報通信技術戦略の在り方」（2014年（平成26年）12月18日付け諮問第22号）について、2016年度（平成28年度）からの5年間を目途とし、ICT分野において国や国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT:National Institute of Information and Communications Technology）等が取り組むべき重点研究開発分野・課題及び研究開発、成果展開等の推進方策の検討を行い、2015年（平成27年）7月28日に中間答申^{*1}がなされた。総務省では、同中間答申の提言を踏まえ、NICTの次期中長期目標を策定するとともに、産学官によるIoT推進体制として、2015年（平成27年）10月に「IoT推進コンソーシアム」が設立され、同コンソーシアムのもとに設置された「スマートIoT推進フォーラム（技術開発WG）」において、IoT関連技術の開発・実証・標準化の推進に向けた取組を進めている。

続いて、2016年（平成28年）7月には、第2次中間答申^{*2}がなされ、IoT/ビッグデータ/AI時代において、我が国経済が国際競争力を維持・強化し、持続的な成長を図るための「スマートIoT推進戦略」と「次世代人工知能推進戦略」や、新しい時代に若い世代が世界と伍していくための「IoT人材育成策」と、今後の国際標準化活動における重点領域及び重点領域ごとの具体的目標を定める新たな「標準化戦略」が取りまとめられた。

さらに、IoT/ビッグデータ/AI時代を迎えた熾烈な国際競争の中で、我が国社会の生産性向上と豊かで安心な生活を実現するため、技術戦略委員会における検討が続けられ、次世代AI技術の社会実装を図るとともに、その駆動力となる超大量データを活用可能なICTデータバリエーションを推進するための戦略である「次世代AI社会実装戦略」及び「次世代AI×ICTデータバリエーション戦略」が、2017年（平成29年）7月に第3次中間答申^{*3}として取りまとめられた。

また、少子高齢化や地域社会の活性化といった将来的な社会的課題の解決に向けたICT分野の技術課題や技術開発・社会実装の推進方策等について、中長期的な技術戦略等を検討するため、2017年（平成29年）12月から、「ICT分野における技術戦略検討会^{*4}」を開催しており、2018年（平成30年）7月に検討状況が取りまとめられた。2018年（平成30年）12月からは、AI技術、センシング技術、ネットワーク技術などの世界最先端のICT研究開発を進めると共に、ICTの社会実装とその海外展開、国際標準化などによる世界の社会課題解決を進めるための戦略を検討するため、「デジタル変革時代のICTグローバル戦略懇談会^{*5}」を開催し、検討を行った。さらに、同懇談会の下に「技術戦略ワーキンググループ」を開催し、Society5.0の実現や国際競争力の強化に向けて国が重点的に取り組むべき施策や国内の社会課題解決に向けた技術開発の推進及び開発を促進するための環境の整備、国際標準化、国際連携の推進等について検討を行い、同懇談会に報告した。これらの検討を取りまとめ、2019年（令和元年）5月31日に「ICTグローバル戦略」を公表した。

2019年（令和元年）10月以降は、技術戦略委員会における検討を再開し、Society5.0の実現やグローバル展開に向けたICT技術戦略を推進するため、次期科学技術基本計画や国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）

*1 中間答申：https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000136.html

*2 第2次中間答申：https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02tsushin03_03000223.html

*3 第3次中間答申：https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000216.html

*4 ICT分野における技術戦略検討会：https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/technical_strategy_ict/index.html

*5 デジタル変革時代のICTグローバル戦略懇談会：https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000260.html

の次期中長期計画等を見据えつつ、ICT分野で国が重点的に取り組むべき技術課題や社会実装方策等について検討を行っている。

総務省では、これらの取組を通じ、ICTを専門とする唯一の公的研究機関であるNICT等と連携して、我が国の将来の発展へのシーズを生み出すICT分野の研究開発と、研究成果の社会実装によるイノベーション創出の実現に向けた取組を推進している。

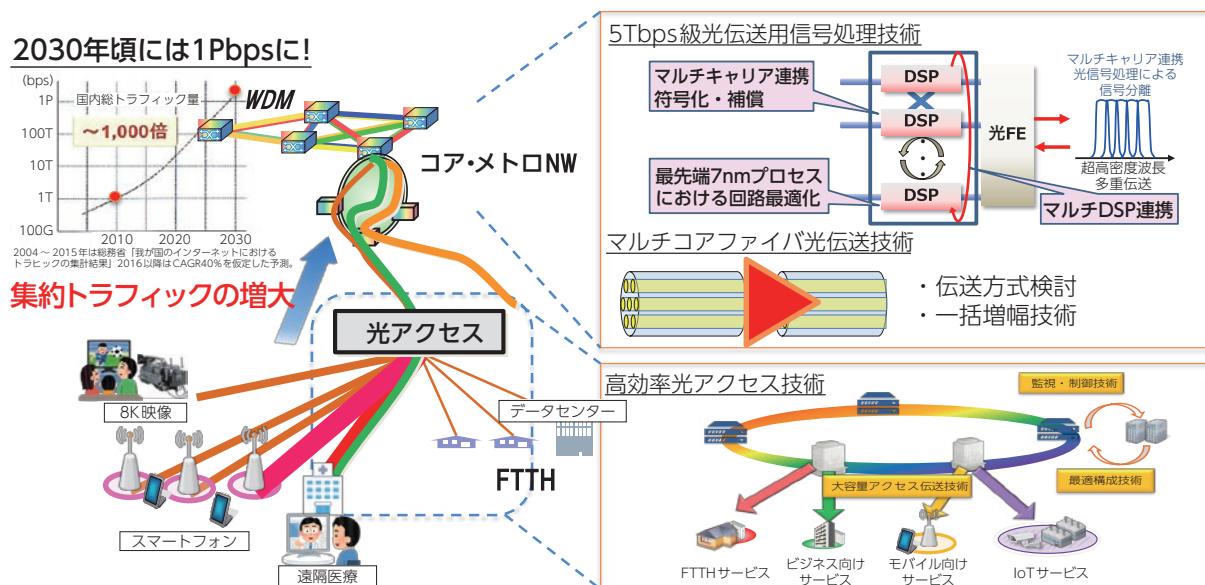
2 最先端の社会全体のICT化実現に向けた研究開発の強化

1 革新的光ネットワーク技術の研究開発の推進

2020年（令和2年）以降、5G普及による高精細動画の携帯端末への配信、8Kコンテンツのインターネット配信、遠隔医療、IoT機器等からのデータ収集、AI活用のためのビッグデータ流通、自動運転のための情報の送受等のネットワークと連携したサービスの普及により、データトラフィックが爆発的に増大し、ネットワーク全体の通信容量がひっ迫することが指摘されている。これまで研究開発を行ってきた現行技術のみによる基幹網の大容量化は限界に近づきつつあり、現行技術でさらなる大容量化に対処する場合には、光ケーブル・送受信器等の増設及びそれに伴う電力・設置空間・コストの増大が課題となっている。

これらに対応するため、総務省では2018年度（平成30年度）から每秒5テラビット級光伝送用信号処理技術、マルチコアファイバ伝送技術等の革新的な光伝送技術を確認するとともに、アクセス網において多様化する通信サービス需要を効率的に収容する高効率光アクセスの基盤技術の研究開発を行っている（図表6-7-2-1）。

図表6-7-2-1 革新的光ネットワーク技術のイメージ



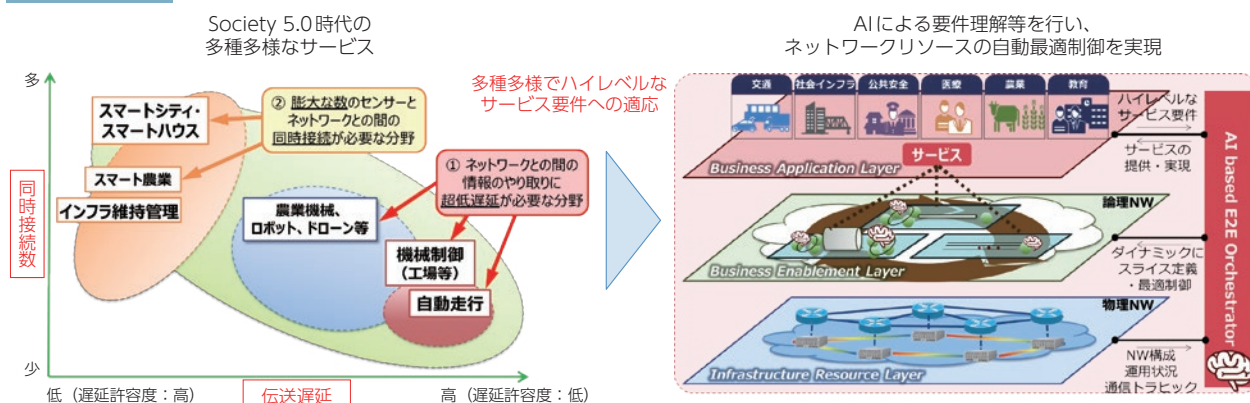
2 AIを活用したネットワーク自動最適制御技術の研究開発

スマートフォンやIoT機器の急速な普及に伴い、ネットワークを流れるトラフィック量は今後、爆発的に増加することが見込まれており、ICTの利活用やAIによる技術革新を背景として交通、医療・介護、農業、製造業等の様々な分野で新たなサービスが創出され、それぞれのサービス毎に多種多様なサービス要件（伝送速度、伝送遅延、同時接続数等）が求められるようになっている。

これらの要件に対応し、ネットワークが多種多様なサービスの実現に資する基盤となっていくために、総務省では2018年度（平成30年度）から、ネットワーク制御へのAIの活用やトラフィックの状態分析を行うための「AIによるネットワーク運用技術」、及びAIによるサービス要件分析やネットワークリソースの最適配分を行うための「AIによるネットワークサービス自動最適運用制御技術」の2つから成る、革新的AIネットワーク統合基盤技術

の研究開発を行っている。加えて、AIシステムがネットワークを介して他のAIシステムと連携する「AIネットワーク化」の進展を見据え、2019年度（平成31年度）からは、ネットワークやサービスの状態に応じたネットワーク機能の動的制御を行うための「データ連携によるネットワーク機能動的制御技術」の研究開発を行っている（図表6-7-2-2）。

図表6-7-2-2 革新的AIネットワーク統合基盤技術のイメージ



3 多言語翻訳技術の研究開発及び社会実装の推進

総務省は、2014年に「グローバルコミュニケーション計画」を策定し、NICTの多言語音声翻訳技術によって、世界の「言葉の壁」の解消に努め、グローバルで自由な交流を促進するような取組を推進してきた。

具体的には、NICTにディープラーニング翻訳を導入するためのAI学習用計算機（GPGPU^{*6}）等を整備し、翻訳や音声認識の精度向上や対応言語の拡大等に取り組み、2019年度中に12言語^{*7}の短文逐次翻訳において実用レベルの翻訳精度を実現している。

また、従来の多言語音声翻訳技術では話者の言語を事前に設定しなければならなかったところ、NICTにおいて相手方言語を自動識別する機能を開発し、2019年10月に同機能を8言語^{*8}に対応して実装した。

さらに、NICTが開発した多言語音声翻訳技術を、翻訳サービスを提供する民間企業等がより簡便に利用できるような環境を整備し、社会実装を推進するための「多言語音声翻訳プラットフォーム」を2019年4月に構築した。

これにより、翻訳サービスを提供する民間企業等は自らサーバの構築・運営・管理等が不要となり、サービスの開発や提供に集中することが可能となる。この「多言語音声翻訳プラットフォーム」を活用して、観光（ショッピング）、交通（鉄道、タクシー）、医療、防災などの分野に重点を置いて、翻訳サービスの社会実装を見据えた技術実証を行ってきた。

これらの取組により、NICTから民間企業への技術移転が進み、民間企業による多種多様な翻訳サービス（端末・アプリ）の製品化・普及につながっている。実際に、NICTの多言語音声翻訳技術を活用した様々なサービスが、旅行業、小売業（百貨店、スーパー、コンビニ、薬局、アパレル等）、飲食業、交通機関、医療機関、金融機関、自治体（窓口対応、防災訓練等）、教育機関（学校・教育委員会）等多くの分野での導入が進んでいる。今後も、多言語翻訳の更なる普及に向けて、地方自治体への導入促進や普及啓発に向けた取組を推進する。

今後2025年に向けては、ビジネス・国際会議における議論・交渉の場面にも対応したビジネス力の強化、政府全体で進める観光戦略や外国人材受入れ政策を背景とした外国人との共生社会の実現、日本国際博覧会（大阪・関西万博）における日本のプレゼンス向上のため、多言語翻訳技術の飛躍的発展が期待されている。

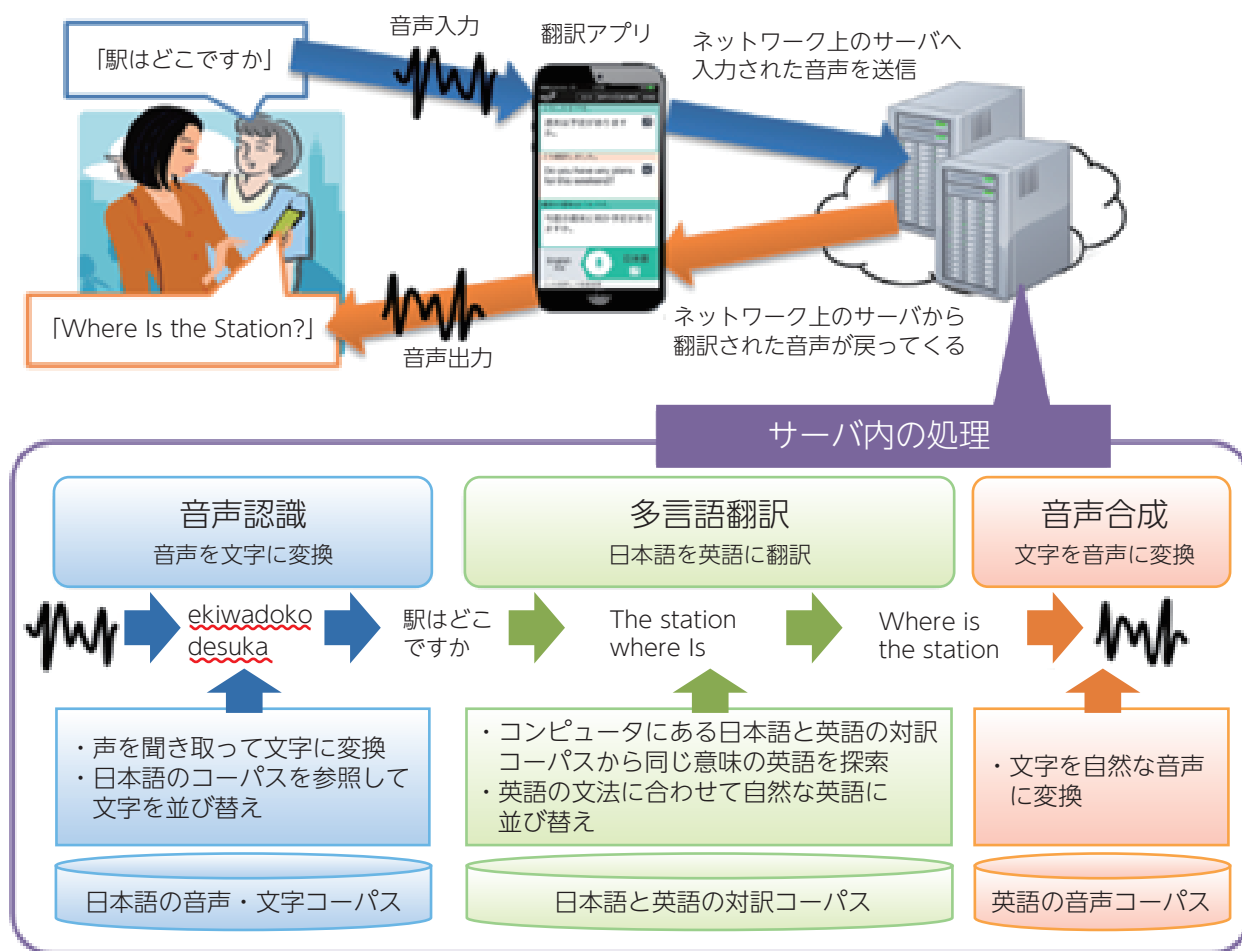
このため、総務省は、2025年にはAIによる「同時通訳」を実現し、その社会実装を目指すなど、多言語翻訳技術の更なる高度化等に向けて研究開発等を推進すべく、「グローバルコミュニケーション計画2025」を2020年3月に策定した。

*6 General-purpose computing on graphics processing units

*7 日本語、英語、中国語、韓国語、タイ語、インドネシア語、ベトナム語、ミャンマー語、フランス語、スペイン語、ブラジルポルトガル語、フィリピン語

*8 日本語、英語、中国語、韓国語、タイ語、インドネシア語、ベトナム語、ミャンマー語

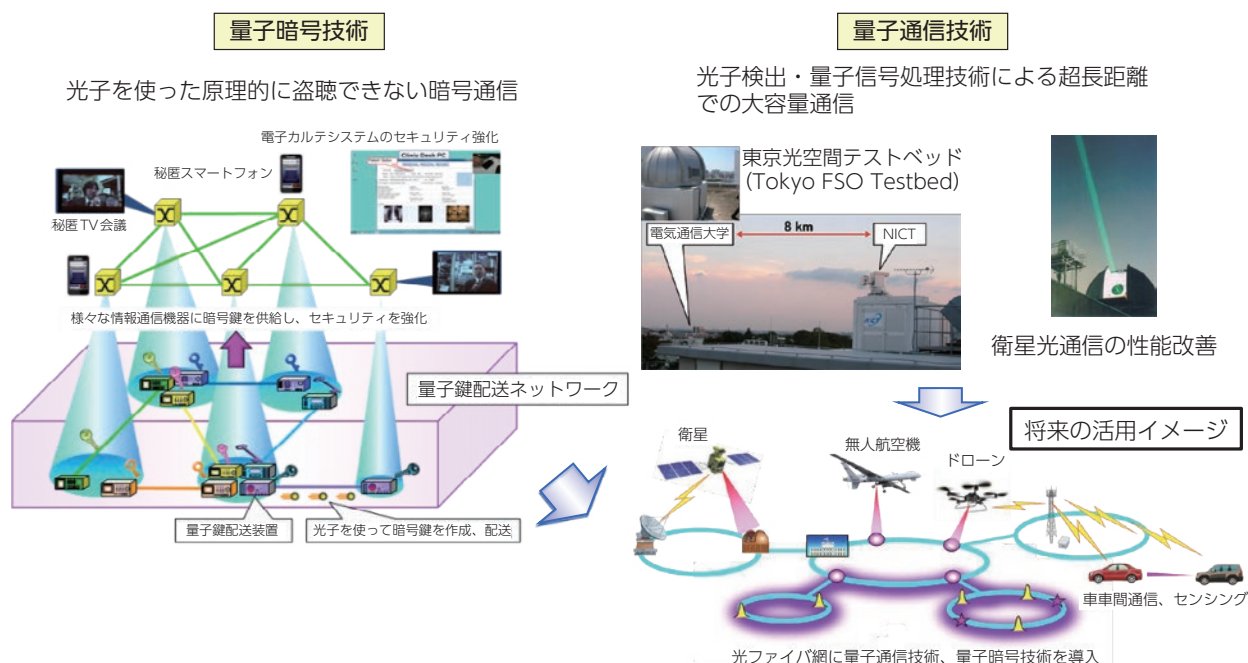
図表 6-7-2-3 多言語音声翻訳システムの仕組み



4 量子ICT技術に関する研究開発

NICTでは、計算機では解読不可能な量子暗号技術や、微弱な光信号から情報を取り出す量子信号処理に基づく量子通信技術の研究開発を実施している。2019年度（令和元年度）は、量子暗号ネットワーク上の分散ストレージを顔認証の認証用参照データの保護に利用する秘匿ネットワークシステムを構築し、日本代表選手を擁するナショナルチームのデータサーバを実際に保護するシステムとしての実証実験を開始した。量子通信技術についても、2019年度（令和元年度）は、前年度までに光空間通信テストベッドに実装した物理レイヤ秘密鍵共有システムを元に、複数の正規受信者に高速に情報理論的安全な鍵を共有可能な新しい方式を実装し、NICT-電通大間（7.8Km）の見通し通信路において8Mbpsのグループ鍵共有の実証実験に成功した（図表6-7-2-4）。

図表 6-7-2-4 量子通信技術と量子暗号技術のイメージ

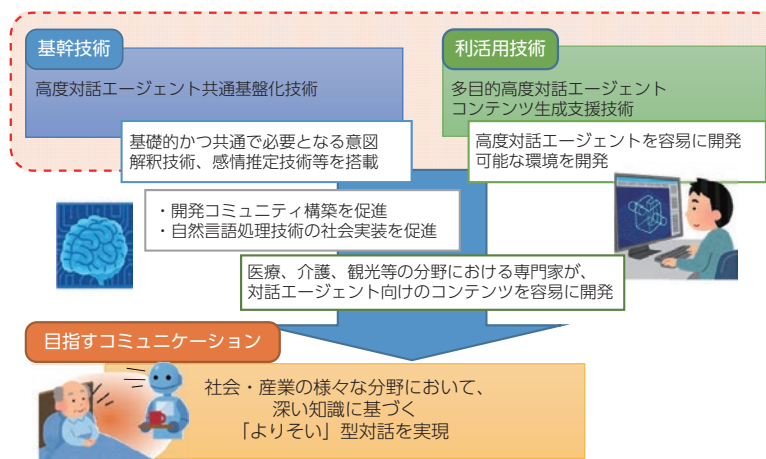


5 高度対話エージェント技術の研究開発の推進

海外の大手ICT企業が大規模な対話プラットフォームを構築してデータの蓄積を行い、そのデータによって高度な人工知能を生み出そうとしている熾烈な国際競争の中において、我が国が海外の大企業に対抗するためには、一刻も早く、自然言語処理技術の社会実装を加速化させ、貴重な日本語データを我が国の手元で活かすような仕組みを構築する必要がある。

そのため、総務省では2018年度（平成30年度）より、従来の「命令実行」型対話技術では実現困難な、世界的に認められた「おもてなし」に代表される日本の対人関係観を反映した「よりそい」型対話を可能とする高度対話エージェント技術の研究開発・実証を実施している。2019年度（令和元年度）は高度対話技術の利活用を推進する開発コミュニティの育成を図るため、開発した対話プラットフォームの基本部をオープンソースとして公開した。（図表 6-7-2-5）。

図表 6-7-2-5 高度対話エージェント技術のイメージ



6 ワイヤレス工場の推進

工場などの製造現場では、消費者の多様なニーズに応えるための生産ラインの柔軟な変更を可能とする工場内通信のワイヤレス化や、無線センサを活用した産業機械の故障予知など、無線の利活用が期待されている。一方で、工場内においては様々な無線システムが混在することや産業機械から電波雑音が発生することにより、無線通信が不安定化することが課題となっている。こうした課題に対応するため、総務省では、工場など狭空間における無線通信を最適制御する技術の研究開発・国際標準化、成果の国際展開を見据えた日独間の国際連携、無線使用に関するリテラシーの向上のための人材育成等を実施している。

3 競争的資金を活用したイノベーション創出支援

競争的資金とは、広く研究開発課題を募り、提案された課題の中から専門家を含む複数の者による評価に基づいて実施すべき課題を採択し、研究者等に配分する研究開発資金である。総務省では、ICT分野の研究開発における競争的資金である「戦略的情報通信研究開発推進事業」(SCOPE)等を実施している。

1 戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)

情報通信技術 (ICT) 分野において新規性に富む研究開発課題を大学・国立研究開発法人・企業・地方公共団体の研究機関などから広く公募し、外部有識者による選考評価の上、研究を委託する競争的資金として、2002年度(平成14年度)から延べ1,000件以上の研究開発課題に対して支援を行っている。これにより、未来社会における新たな価値創造、若手ICT研究者の育成、ICTの利活用による地域の活性化等を推進している。

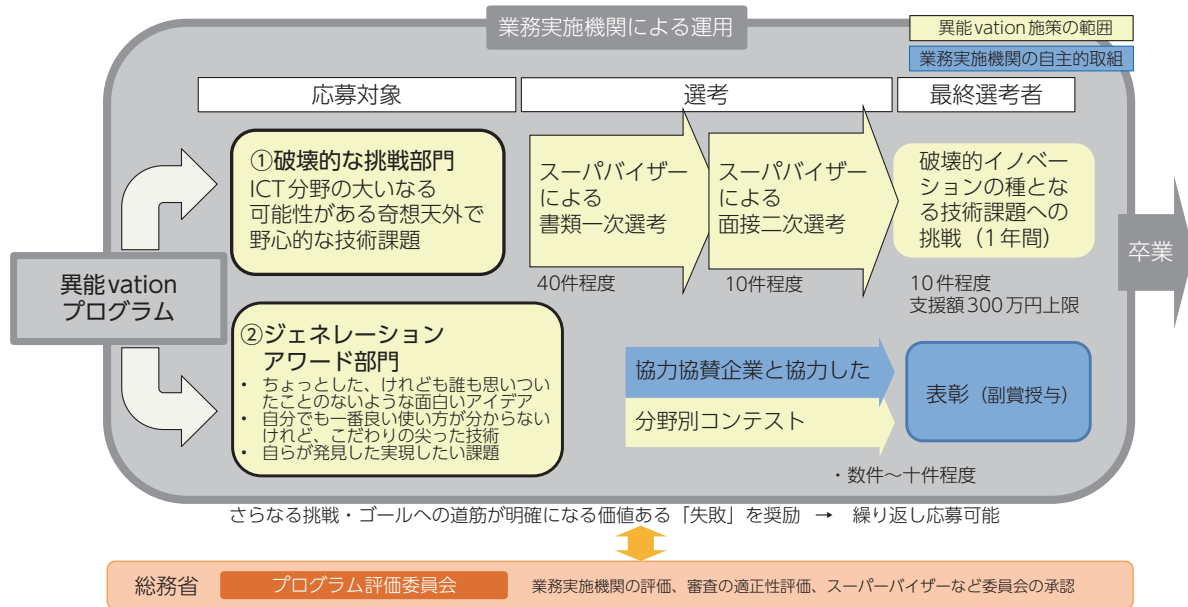
2019年度(令和元年度)は、(1)社会展開指向型研究開発、(2)ICT基礎・育成型研究開発、(3)電波有効利用促進型研究開発、(4)電波COE研究開発プログラム、(5)国際標準獲得型研究開発及び(6)異能(Innovation)の六つのプログラムに関する研究課題を実施している。このうち2019年度(令和元年度)から新たに開始した電波COE研究開発プログラムは、ワイヤレス分野の研究者のための中核的拠点機能(電波Center of Excellence (COE))の創出を推進することとしている。このため、電波利用によるイノベーション創出や社会課題解決に必要なワイヤレス分野の先端人材を育成・確保すべく、大学や高専と企業との共同型研究開発を実施するとともに外部開放型研究環境の構築及びメンターによる研究活動等の指導を一体的に行うプロジェクトを実施している。

2 異能 (Inno) vation プログラム

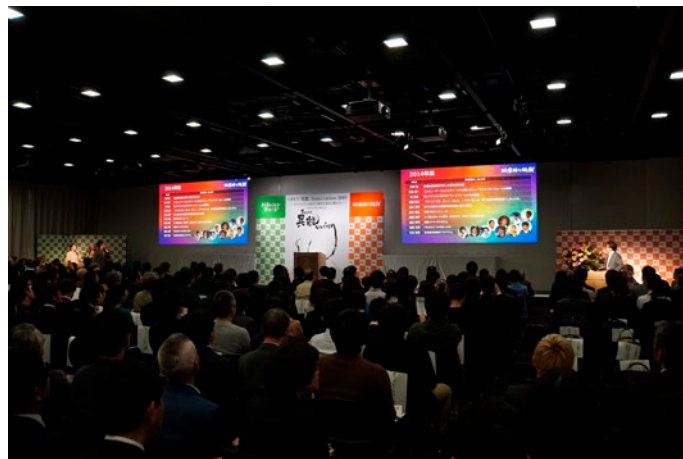
ICT分野において、破壊的イノベーションの種となるような技術課題への挑戦を支援する「異能 (Innovation) プログラム」を実施している。本プログラムは、ICT分野において破壊的な地球規模の価値創造を生み出すために、大いなる可能性がある奇想天外でアンビシャスな技術課題への挑戦を支援するものである。そのため、野心的な目標設定に対し、革新的なアプローチによる挑戦を奨励している。また、実現への道筋が明確となるような価値ある失敗を高く評価することとしている(図表6-7-3-1)。

2019年度(令和元年度)は、14,488件の応募があり、「破壊的な挑戦」部門については9名の最終選考通過者が果敢に技術課題への挑戦を開始し、また、協力協賛企業の協力の下「未来がより良くなるような、ちょっとした独自のアイデア」、「自分でも一番良い使い方が分からないけれど、こだわりの尖った技術やモノ」、「自らが発見した実現したい何か」を表彰する「ジェネレーションアワード」部門については業務実施機関や協力協賛企業等が開催した「OPEN 異能 (innovation) 2019」イベント(2019年(令和元年)10月30日)において26件の表彰等が行われた(図表6-7-3-2)。併せて、応募提案者と協力協賛企業とのマッチング等を実施し、社会展開への機会を促進している。くわえて、本イベントでは、地域におけるちょっと変わった人材・変わったことに没頭している方々が持つ個性が尊重され、自らが学び協力して挑戦していくような場をつくり活動していくことで、地域発の破壊的イノベーションの種を育成する「異能vationネットワーク」や、協力協賛企業などが設定する課題に失敗をおそれず挑戦する課題設定型コンテストである「異能vationランドチャレンジ」などの開始が公表された。

図表 6-7-3-1 異能vationプログラムのスキーム



図表 6-7-3-2 「OPEN 異能 (inno) vation 2019」 イベントの様子



4 ICT 国際連携推進研究開発プログラム

1 外国政府と連携した戦略的な国際共同研究

ICT市場のグローバル化の加速に伴い、国際標準の獲得やグローバルニーズに応じた研究開発の必要性が一層増加している。その中で、我が国の研究機関による研究開発成果の更なる展開やイノベーションの創出により我が国の国際競争力を強化するためには、研究開発の初期段階から国際標準化や実用化等の出口を見据え、各国の有する技術の優位性を踏まえつつ、海外の研究機関との共同研究を戦略的に推進することが有効である。

このため、総務省では、2012年（平成24年）5月の日欧閣僚級会合での合意を踏まえ、同年から欧州委員会と連携し、我が国と欧州連合（EU）における大学、民間企業等研究機関の共同提案に対して研究開発資金を支援するため、日EU共同研究を実施している。2020年度（令和2年度）には、日EU共同研究の第5次公募（公募期間：2019年（令和元年）11月より公募開始）で採択するeHealthに関する研究開始を予定している。また、2021年（令和3年）からはEUの次期研究開発フレームワークであるホライズンヨーロッパ（2021年～2027年）の開始が予定されており、同フレームワークの下でのより一層効果的な共同研究の展開に向け、欧州委員会とのさらなる連携強化を図っている。

さらに、2016年度（平成28年度）から米国研究機関との国際共同研究を実施しており、2019年度（令和元年

度) には、日米共同研究の第3次公募で採択した次世代映像伝送に関する研究を開始した。

2 研究者の国際交流推進

NICTでは、高度通信・放送分野に関し、最新の技術及び研究情報の共有、技術水準の向上並びに人材育成に寄与するとともに、研究開発の推進及び国際協力に貢献するため、研究者の国際交流を推進する「国際交流プログラム」を実施している。

同プログラムでは、海外の研究者を受け入れて情報通信技術の研究開発を行うことを希望する国内の機関を支援しており、我が国及び世界の研究者の国際交流の促進に貢献している。2019年度(令和元年度)においては、アジア等から計9件(前年度からの継続4件を含む)の研究者招へいに対する支援を実施した。

5 研究開発成果の社会実装の推進

1 災害対応におけるICTの活用

総務省では、東日本大震災での経験を踏まえ、2011年度(平成23年度)より災害に強い情報通信技術の実現に向けた研究開発施策に取り組むとともに、総務省、NICT、大学及び民間企業からなる耐災害ICT研究協議会等を中心とした産学官連携体制により、研究開発成果の普及展開を進めている。

2018年度(平成30年度)より、内閣府が推進する府省横断による戦略的イノベーション創造プログラム(SIP:Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)第2期の研究テーマの一つである「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」において、通信途絶領域解消技術等を実装したシステムの開発、線状降水帯観測・予測システムの開発、衛星データ等を活用した被災状況解析・共有システムの開発などの取組を実施している。

また、SNS上の災害関連情報等をリアルタイムに収集・分析し、地図上に整理して表示等する高度自然言語処理プラットフォームの実現を目指し、2017年度(平成29年度)から「IoT/BD/AI情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業を実施した。当該事業では、自治体等主催の防災訓練や実際の災害時での実証等を通じて、他の防災関連情報システムとの連携機能等も含め、本プラットフォームの開発・改良を推進してきたところであり、引き続き、社会実装に向けた取組を進めている。

2 研究成果の社会実装を加速するテストベッドの構築・活用

NICTでは、1999年度(平成11年度)より、超高速研究開発ネットワークテストベッド(JGN)を構築し、これを国内外の研究機関等へ広く開放することで、先進的なネットワーク技術の研究開発や多様なアプリケーション実証実験の推進等に貢献してきた。また、2002年度(平成14年度)より、大規模エミュレーションテストベッド(StarBED)の運用を開始し、様々な技術の検証テストベッドを提供している。2016年(平成28年度)以降は、IoTの技術実証と社会実証の一体的な推進のために、JGN、StarBEDの拡張に加え、広域SDNテストベッド(RISE)、大規模IoTサービステストベッド(JOSE)等のテストベッドを統合した「NICT総合テストベッド」を構築・運用している。

2019年度(令和元年度)には、最先端ICT技術に関する実証を支援するため、次期ネットワークテストベッド(広域ネットワーク、分散型及びクラスター型コンピューティング基盤で構成されるテストベッド)について、今後のあるべき姿(利用シーン、機能、性能など)の検討を実施した。

6 その他の研究開発

1 宇宙通信技術

ア 技術試験衛星9号機の開発

総務省では宇宙基本計画を踏まえ、文部科学省等と連携し、フレキシブルペイロード技術等の軌道上実証を目指し、2022年度（令和4年度）に打上げ予定である大容量伝送技術を実現するための技術試験衛星9号機の開発に取り組んでいる。

イ 宇宙利用の将来像に関する懇話会

人口問題、資源・エネルギー枯渇、環境汚染等、山積する課題に対して、宇宙利用の推進・高度化は、先駆的なイノベーションによる打開策を導き出すために有効であると期待されている。宇宙利用におけるイノベーションによりもたらされる新たな将来像について幅広く懇話することにより、宇宙利用における我が国の目指すべき方向性やICTの利活用推進に向けて短期的及び長期的に取り組むべき方策について検討するため、2018年（平成30年）2月、「宇宙利用の将来像に関する懇話会^{*9}」が立ち上げられた。

また、宇宙を新たなビジネスフロンティアと捉えるとともに、現代社会が抱える社会的課題の解決に向け、その実現のために必要となる情報通信に関する新たな要素技術等について、より専門的な観点から検討するため、2018年（平成30年）8月に同懇話会の下に「宙を拓くタスクフォース」を開催し、2030年代以降の宇宙利用の将来像について意見交換を行い、その将来像の実現のために必要となる情報通信技術等について検討を行い、2019年（令和元年）6月7日に報告書を取りまとめた。

2 未来ICT基盤技術

ア 超高周波ICT技術に関する研究開発

総務省及びNICTでは、ミリ波、テラヘルツ波等の未開拓の超高周波帯を用いて、新しい超高速無線通信方式や、センシングシステムの実現を目指した基盤技術の研究開発を実施している。2019年度（令和元年度）は、超高周波領域での通信・計測システムに適用可能な高安定光源の研究開発に関し、集積化に適した狭線幅・高安定コム光源の光コム生成で重要となる非常に高いQ値を持つ共振器を実現し、 10^6 を超えるQ値を達成した。さらに、この高いQ値の実現の結果、およそ100GHzのモード間隔を有する光周波数コムの発生を確認した。また、これまでに開発した300GHz帯トランシーバー技術を活用し、8K等の大容量映像の非圧縮低電力無線伝送技術の研究開発を開始した。

イ ナノICT技術に関する研究開発

NICTでは、ナノメートルサイズの微細構造技術と新規材料により、光変調・スイッチングデバイスや光子検出器等の性能を向上させる研究開発を実施している。2019年度（令和元年度）は、Si/有機ポリマーハイブリッド超高速光変調器の実用化技術開発を進め、EOポリマーやSi単独の光変調器よりも高効率の光変調（ $V_{\pi}L=0.81$ ）を確認した。また、転写法を用いてEOポリマー導波路THz検出器を試作し、90 GHz電磁波による直接光変調を世界で初めて実証した。さらに、衛星から地上への光ダウンリンクの実証を目的とした超小型光通信器VSOTAの地上局で使用する900-1100 nm帯 超伝導単一光子検出器（SSPD）を開発し、980nmの光波長において80%以上の検出効率を達成した。

ウ 脳ICT技術に関する研究開発

NICTでは、人の認知、行動等に関わる脳機能メカニズム解明を通じて、高齢者や障害者の能力回復、健常者の能力向上、脳情報科学に基づいた製品、サービス等の新しい評価方法の構築等に貢献する脳型情報処理技術、高精度な脳活動計測や脳情報に係るデータの統合・共有・分析を実現する技術等を研究開発している。

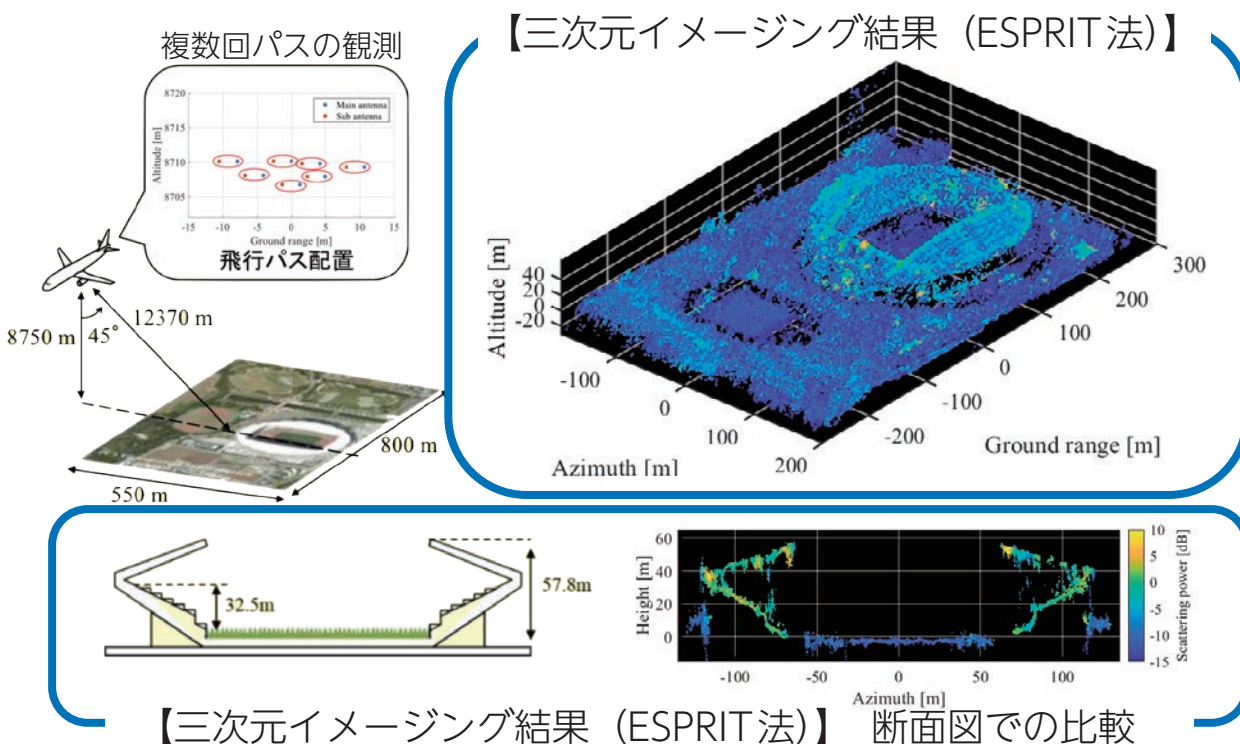
^{*9} 宇宙利用の将来像に関する懇話会：https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/space_utilization/index.html

2019年度（令和元年度）は、脳型情報処理技術では人工脳モデル構築の一環として、100 課題以上の多数の認知課題遂行時の MRI による脳活動計測から、認知機能と脳活動を関係づける定量的な脳情報表現モデルの構築に成功した。また、脳活動計測技術では、拡散 MRI 手法を用いて脳内の微細な神経回路の描出と視覚機能との関連解析に成功した。さらに、脳波を用いて計測された脳活動から、英語のリスニング能力を推定できる脳内表現を特定することに成功し、音素や品詞等の英語の個別要素に対してのリスニング能力の推定が出来る可能性が示唆された。

3 電磁波センシング基盤技術

NICTでは、ゲリラ豪雨・竜巻に代表される突発的大気現象の早期捕捉・発達メカニズムの解明に貢献することを目的として、風、水蒸気、雲、降水等を高い時間空間分解能で観測する技術の研究開発を実施している。2019年度（令和元年度）は二重偏波化されたフェーズドアレイ気象レーダー（MP-PAWR）に関し、他機関との密接な連携により首都圏豪雨予測システムによる大規模イベントおよび自治体との実証試験を行った。また、上空の風を測定できるウインドプロファイラに関し、次世代の技術であるアダプティブクラッタ抑圧システム（ACS）の実証試験を気象庁の協力を得て実施し、航空機のクラッタ低減に成功した。また、水蒸気量観測実現に向け、高出力パルスレーザの発振波長を広範囲にわたり長期間安定して制御する手法の開発に成功した。

図表 6-7-6-1 高分解能三次元イメージングによる構造物の形状把握



さらにNICTでは、天候や昼夜によらず地表面を詳細に撮像できる航空機搭載合成開口レーダー（SAR）の研究開発を進め、2019年度（令和元年度）は高分解能三次元イメージングによる構造物の形状把握（図表 6-7-6-1）など情報抽出技術の更なる高度化を実施した。

この他、NICTでは、地球規模の気候変動の診断・予測精度向上に有用な衛星搭載センサの研究開発を実施しており、サブミリ波サウンダーのための2THz帯受信機の開発、衛星搭載雲プロファイリングレーダー（EarthCARE/CPR）の開発及び地上検証用雲レーダーの開発、衛星搭載降水レーダーの降雨判定アルゴリズムの改良等を行った。

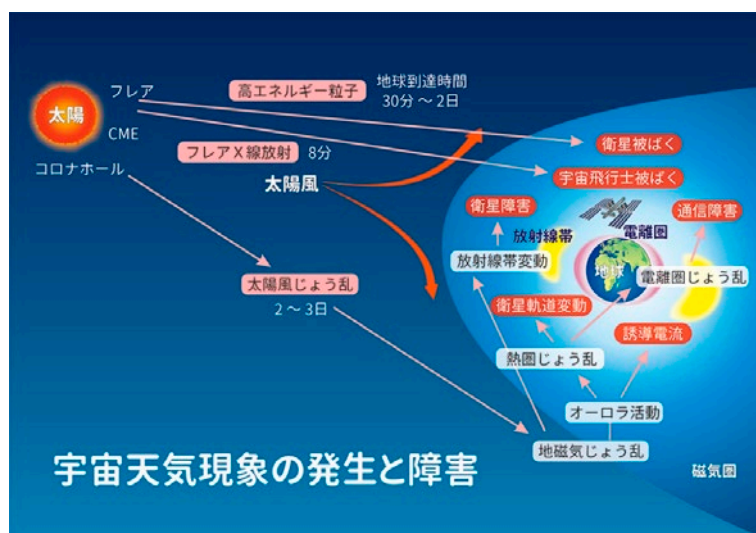
政策
フォーカス

宇宙天気予報について

1 宇宙天気とは

地球は、大気と磁場の2つの防護壁によって、太陽から常に到来するガスや粒子から守られている。しかし、太陽フレアと呼ばれる太陽面爆発が発生すると、一時的にコロナ質量放出（CME）と呼ばれる、非常に速度が速く密度の高いガス（プラズマ）が噴出される。このCMEが磁場を伴い地球に到達することで、地球の磁気が乱されることがある（磁気圏じょう乱）。これは地球の大気の一部がイオンと電子に分れた（電離した）状態になっている高度60～1000kmの層である電離圏の乱れ（電離圏じょう乱）を引き起こす原因となることがある。電離圏は、通信衛星や放送衛星、GPS衛星などから地上へ向けての電波が通過する場所にある。電離圏じょう乱により、電離圏を通過する電波の伝わり方（電波伝搬）が変化すると、衛星通信や衛星放送、GPS測位などに悪影響を及ぼす恐れがある。また、短波を用いた通信や放送などの一部では電波が電離圏で反射する特性を利用することで、直接は見えない遠くの地域に通信や放送を届けているが、電離圏じょう乱により、電離層で電波が反射されなくなると、通信や放送が遠方に届かなくなってしまうなどの現象が生じる恐れがある。その他、太陽フレアではCMEと合わせて非常に高いエネルギーを持つ粒子（高エネルギー粒子）も放出され、宇宙飛行士や飛行機の搭乗員の被爆を引き起こす恐れがあることも指摘されている。

図表1 宇宙天気の概要



このように太陽の活動が通信や放送などに影響を及ぼすことがあるため、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）では1952年（昭和27年）からこのような太陽活動等（宇宙天気）の観測を開始し、1988年（昭和63年）からは「宇宙天気予報」として情報提供、配信を行っている。例えば、2017年（平成29年）9月6日に11年ぶりとなる大規模な太陽フレアが発生した際は、総務省及びNICTから関係事業者への注意喚起などを行った。

2 我が国の観測体制

NICTでは、国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条に基づき、約70年に亘って、太陽活動及び電離圏の状況を観測している。

太陽活動の観測については、太陽フレアの早期発見のため、鹿児島県指宿市にある太陽電波望遠鏡で太陽から放射される太陽電波の観測を行っている。また、米国のACE、DSCOVR等の太陽風観測衛星が観測した太陽風（CMEなどを含む太陽から常に流れている電気を帯びた気体の総称）のデータを、東京都小金井市にある太陽風観測データ受信システムで受信し、精度の高い太陽風情報を取得している。

電離圏の観測は、国内4カ所（北海道、東京都、鹿児島県、沖縄県）にあるイオノゾンデと呼ばれる短波レーダを用いて行われている。短波帯の電波を、周波数を変化させながら上空に発射し、電離圏の電子密度に応じて反射されるエコーを観測することにより、電離圏の状態を観測している。

NICTでは太陽や電離圏観測の結果だけでなく、太陽高エネルギー粒子や人工衛星の障害の原因となり得る放射線帯電子など、様々な宇宙天気に関する情報をまとめている。NICT宇宙天気予報センターでは、宇宙天気の現状把握と予報作成を実施しており、取りまとめられた情報は電子メールやウェブサイトなどを通じてユーザーに配信しており、現在ウェブサイトへのアクセス数は月平均約7万件、電子メール登録数も約7000件と社会への周知に役立てられている。

2019年（令和元年）の電波法改正において、新たに電波伝搬の観測・分析等を電波利用料の使途に追加したことにより、2019年（令和元年）12月から、休日を含めた24時間有人運用の予報体制を構築し、日に2回（朝・夜）の宇宙天気予報の配信を行っている。

またNICTは、長年にわたり、国際協力による東南アジアでの電離圏観測網の構築、運用などにも取り組んでおり、最近では、測位衛星による位置情報の精度低下の原因となるプラズマバブルを観測するためのVHFレーダを、タイのキングモンクット工科大学ラカバン校チュンポンキャンパス内に設置し、2020年（令和2年）1月17日に運用を開始した。

図表2 NICT法と電波法

(1) NICT法

実施内容	第14条（業務の範囲）
宇宙天気予報業務	四 電波の伝わり方について、観測を行い、予報及び異常に関する警報を送信し、並びにその他の通報をすること。
電波の伝わり方についての観測技術等の高度化	六 前三号に掲げる業務に関連して必要な技術の調査、研究及び開発を行うこと。

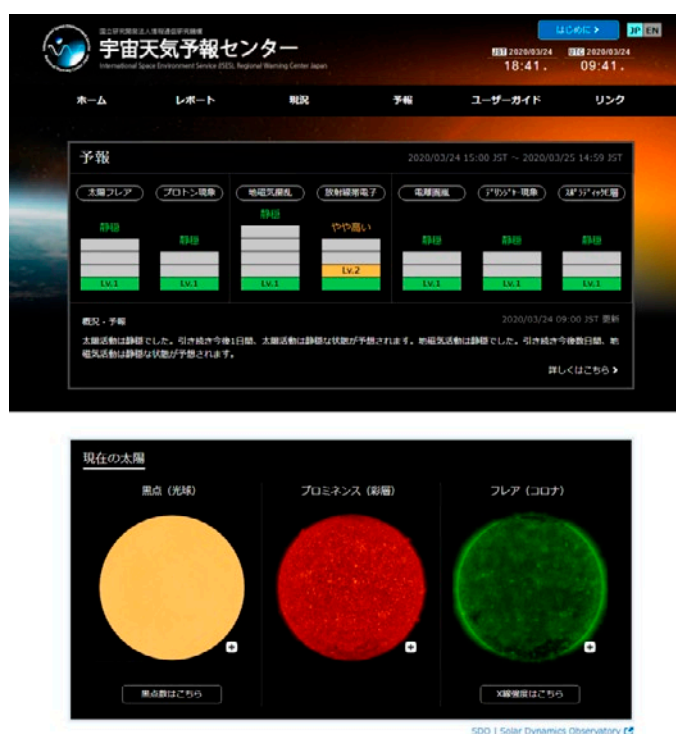
(2) 電波法

電波伝搬を観測・分析し、伝搬異常の発生の把握や予測を行う重要性が高まっていることを踏まえ、電波伝搬の観測・分析等を電波利用料の使途に追加（令和元年度電波法改正）。

（第百三条の二 第4項）

六 電波の伝わり方について、観測を行い、予報及び異常に関する警報を送信し、並びにその他の通報をする事務並びに当該事務に関連して必要な技術の調査、研究及び開発を行う事務

図表3 NICTのHP



3 欧米の取組

米国では戦略的国家危機評価（Strategic National Risk Assessment）で挙げた国家的危機の中で、宇宙天気を地震や津波とともに自然関係のリスクの一つに位置付け、宇宙天気業務・研究・被害軽減委員会（SWORM：Subcommittee on Space Weather Operations, Research, and Mitigation）において、国家宇宙天気戦略・アクションプランを策定している。また、海洋大気庁（NOAA：National Oceanic and Atmospheric Administration）が1946年に宇宙天気予報センターを創設し、1965年からは毎日宇宙天気予報を発表している。

欧州では、欧州宇宙機関（ESA：European Space Agency）が宇宙状況把握（SSA）のプログラムの中で宇宙天気調整センター（SSCC：Space Weather Coordination Centre）を設置している。宇宙天気調整センターでは太陽や電離圏の状況を観測・公開するとともに、衛星や宇宙飛行士に影響を与える可能性のある宇宙天気情報のアーカイブを公開している。

4 国際的な取組と宇宙天気情報の活用

国際的にも宇宙天気への関心は高く、各国で宇宙天気観測を実施している。1962年に国際電波科学連合の傘下に設置されたコンソーシアムである国際宇宙環境サービス（ISES：International Space Environment Service）には現在21の国と機関が加盟し、宇宙天気観測サービスの国際調整・情報交換を行っている。そこでは、太陽、磁気圏、電離圏の状態の予測、警告について各国の情報が共有されるとともに、予報スキルの向上やデータ標準化などについて検討が行われている。なお、日本と宇宙天気予報配信のデータフォーマットが揃っている6カ国（米国、中国、韓国、インドネシア、ベルギー、オーストラリア）からの情報は、NICTのホームページにおいてもリアルタイムで公開している。

太陽活動が活発になると、短波通信や測位衛星に影響があるとともに、地域によっては飛行機の搭乗員への被爆の恐れもあるとして、国際連合の専門機関である国際民間航空機構（ICAO）において、航空機と地上管制との短波通信障害、衛星通信障害の回避や、電子航法に関連した航空機位置の測定誤差の増大防止、航空機搭乗員の宇宙放射被爆の低減などのために、民間航空機の運航に資する情報として宇宙天気情報を利用することが決定された。2018年（平成30年）にICAOは、航空に影響を及ぼす宇宙天気の情報を提供するための組織である「ICAO宇宙天気情報センター」の指定を行い、その1つである日豪仏加のコンソーシアム（ACFJコンソーシアム）にNICTは参加している。なお、その他にICAO宇宙天気情報センターには、米国とPECASUSコンソーシアム（英国、ドイツ、フィンランドなどが参加）の2つが指定されている。現在は、これら3つのICAO宇宙天気情報センターが2週間おきに交代で、必要に応じてICAO加盟国への情報提供を行う体制がとられている。