

諮問第 22 号

新たな情報通信技術戦略の在り方

中間報告書（案）

平成 27 年 5 月 25 日
事務局

目次

第1章 検討の背景	1
1.1 ICTの発展動向	1
1.2 我が国のICTインフラの状況	3
1.3 我が国のICT産業の状況	4
1.4 我が国を取り巻く社会的課題	6
1.5 新たなチャンスの到来	8
第2章 新たな情報通信技術戦略の方向	9
2.1 新たなIoT戦略への期待	9
2.2 今後の情報通信技術戦略の方向	9
2.3 世界最先端のICTによる新たな価値創造（未来社会）のイメージ	11
2.3.1 ロボットとの協働による多様な社会参加の実現、社会生活の利便性向上	11
2.3.2 ユーザの感情・潜在意識まで理解して、きめ細やかに支援するロボットの実現	12
2.3.3 多言語音声翻訳システムによるグローバルで自由な交流の進展	13
2.3.4 ビッグデータのリアルタイム解析によるオンデマンド生産・供給の実現	14
2.3.5 センサ・ビッグデータを活用した社会システムの最適制御	14
2.3.6 脳情報を活用した新ビジネスの創出	15
2.4 ソーシャルICT革命を推進するために必要な技術分野	16
2.5 ソーシャルICT革命推進に向けた重点研究開発分野	16
第3章 重点研究開発分野及び重点研究開発課題	18
3.1 重点研究開発分野	18
3.2 重点研究開発課題	19
3.2.1 国・NICTが主導して研究開発を推進すべき技術課題	19
3.2.2 各分野における主要な重点研究開発課題	20
3.2.3 重点研究開発課題の全体像	30
3.2.4 各重点研究開発課題の概要	32
第4章 研究開発等の推進方策	42
4.1 研究開発、成果展開の推進について	42
4.1.1 国・NICTによる先導的・基盤的研究開発の推進	42
4.1.2 研究開発の成果展開・社会実装に向けた取り組みの強化	42
4.2 テストベッドの構築・活用について	43
4.2.1 次世代ICTテストベッドによる最先端技術の「橋渡し」の推進	44
4.2.2 ソーシャルICTテストベッドによる社会実証の推進	44
4.3 産学官連携の推進について	45
4.3.1 産学官連携によるIoT推進体制の構築	45
4.3.2 オープンイノベーションを促進する取組の推進	45
4.4 国際標準化の推進について	46
4.4.1 本格的なIoT時代に向けて多様化・複雑化する国際標準化活動への対応	46
4.4.2 NICTにおける国際標準化への取組の一層の強化	46
4.4.3 研究開発と国際標準化の一体的推進	46
4.4.4 国際標準化に係る人材育成の推進	47

4.5 国際連携の推進について	47
4.5.1 国際共同研究の推進	47
4.5.2 研究開発成果の国際展開の推進	47
4.6 人材育成の推進について	48
4.6.1 研究人材等の育成の推進	48
4.6.2 研究人材等の流動化	48

はじめに

我が国が超高齢化社会を迎え、国際的な経済競争が厳しくなる中で、経済を再生し、さらに持続的に発展させていくためには、経済社会活動全般の基盤であるとともに、今後とも重要な産業である ICT 分野が力強く成長し、市場と雇用を創出していく必要がある。

情報通信審議会では、ICT 分野におけるイノベーション創出の実現に向けた取組として、平成 26 年 6 月に、「イノベーション創出実現に向けた情報通信技術政策の在り方」を答申したところであるが、イノベーションのシーズを生み出すための未来への投資として、基礎的・基盤的な研究開発についても着実に推進していく必要がある。

また、総務省が所管する、情報通信研究機構（NICT）は、平成 27 年 4 月より、研究開発成果の最大化を目的とした新たな「国立研究開発法人」に移行したが、ICT 分野における我が国の研究開発等を一層強力にリードすることにより、ICT 産業の国際競争力の確保等に資することが期待されている。

このような状況を踏まえ、総務省は、ICT 分野において国、NICT 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、NICT の次期中長期目標、次期科学技術基本計画の策定等に資するため、平成 26 年 12 月に、平成 28 年度からの 5 年間を目途とした「新たな情報通信技術戦略の在り方」について情報通信審議会に諮問した。これを受けて、情報通信技術分科会に、技術戦略委員会が設置され、これまで審議が進められてきたところである。

本中間報告書は、これまでの検討結果を踏まえ、新たな情報通信技術戦略の方向、重点研究開発分野及び重点研究開発課題、研究開発等の推進方策について、中間的に取りまとめるものである。なお、具体的な施策の推進方策等、引き続き議論すべき事項については、本中間報告の取りまとめ後に引き続き検討を進めることとする。

第1章 検討の背景

1.1 ICTの発展動向

ICTの役割は、従来の電気通信のように端末と端末を必要な時だけ繋ぐような「人と人を繋ぐ」手段から、近年のブロードバンドの発展により大量の情報が高速に伝送可能となり、端末とサーバ・クラウドを繋ぐような「人と情報を繋ぐ」手段へ発展してきた。(図1-1)

現在、IoT (Internet of Things : モノのインターネット) の登場や、人工知能の高度化により、ネットワークに接続されたセンサー等のIoTデバイスから得られたビッグデータの分析結果(「知識」)に基づき、将来予測等の新たな価値(「知性(インテリジェンス)」)を創出することが可能となってきた。これにより、ICTは、実空間とサイバー空間を連携させ、「人・モノ・コトと知性を繋ぐ」ことを可能とし、様々な分野・業界において、新たな価値を創出する役割が期待されている。

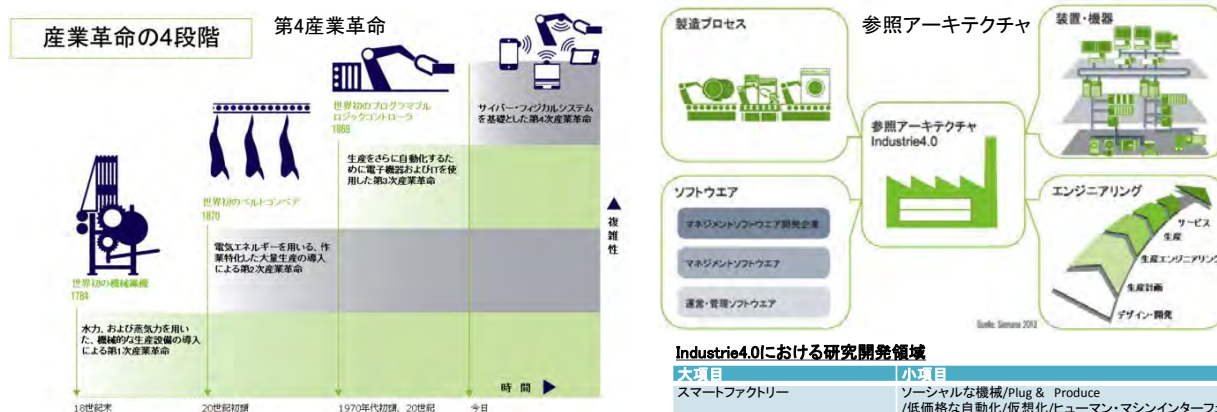
今後の超高齢化、厳しい国際競争の時代において、このような新たな価値を創出し経済・社会システムの変革につなげていくためには、ビッグデータ・人工知能・IoT・ロボット等のICT分野の技術が重要な役割を果たすものと考えられる。



図1-1 ICTの発展動向

既に、諸外国においては、ドイツでは、Industrie 4.0 を提唱し、産学官共同でセンサーや自ら考えるソフトウェア、機械や部品の情報蓄積能力及び相互通信能力によって生産工程を高度化することにより、「サイバーフィジカルシステム」(CPS)でネットワーク化された『考える工場』を実現し、ドイツの生産拠点としての国際競争力の強化を目指している(図1-2)。

- 「ハイテク戦略2020」(2011-2014年の予算見込み:84億€)のアクションプランの1つであり、産官学共同でセンサーや自ら考えるソフトウェア、機械や部品の情報蓄積能力、相互通信能力によって生産工程を高度化することにより、ドイツの生産拠点としての国際競争力を確保、及びCPPS(Cyber-Physical-Production-System)の開発を目標として掲げており、技術的には「CPS(Cyber-Physical Systems)でネットワーク化された『考える工場』」の実現を指向している。
- これを実現するために、CPS(M2M、センサ&アクチュエータ等)、クラウドコンピューティング(ビッグデータ等)、ロバストなネットワーク環境、ITセキュリティ、スマート工場(ソーシャルマシン等)等の技術への対応が必要であるとしている。
- また、多様なメカノベンダによる機器を相互に接続可能とするために、標準化も重要であるとしている。



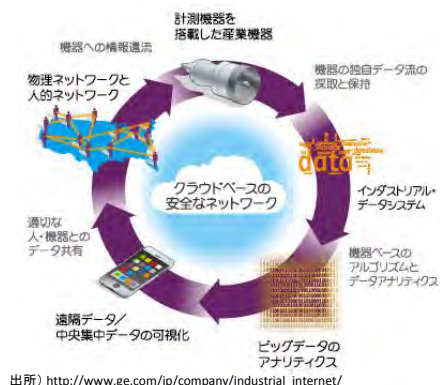
出所) CRDS 永野博氏「ドイツ政府の第4次産業革命 Industrie4.0」2014年7月24日 日本機械学会

図 1-2 欧州における新たな IoT 戦略 (ドイツ Industrie 4.0)

また、米国では、GE が Industrial Internet を提唱し、先進的な産業機器、予測分析技術と意思決定者である人間をインターネットを介して結びつけることで新たな価値の創造を目指している。また、シスコシステムズは IoT の先のコンセプトとして IoE (Internet of Everything) を提唱し、モノとモノの通信だけでなく、モノ、人、プロセス、データの有機的な連携を目指している (図 1-3)。このように、欧米主要国は、ビッグデータ・人工知能・IoT 等の ICT を活用して、モノの生産やサービスの提供等について実空間とサイバー空間を連携させて高度化を図る CPS の実現に向けた新たな IoT 戦略を打ち出している。

Industrial Internet

- GEが提唱する概念であり、産業革命、インターネット革命に続き、先進的な産業機器、予測分析ソフトウェアと意思決定者である人間がインターネットを介して結びつくことで、新しい価値が創造されるとしている。
- 産業界にIoTを適用することで、新たな付加価値を創出することを目指しており、航空、電力、医療、鉄道、石油とガスといった主要部門でIndustrial Internetを実現し、1%効率を改善するだけで年間約200億ドルの利益を生み出すことが可能としている。
- 2014年3月、GE、AT&T、Cisco、IBM、Intelの5社がIIC (Industry Internet Consortium)を設立。2015年3月末時点で148組織が参加。



Internet of Everything (IoE)

- シスコシステムズでは、IoTのさらに先のコンセプトとしてIoEを提唱しており、IoEではモノとモノが通信するだけでなく、モノ、人、プロセス、データが有機的に連携するようになるとしている。
- 同社が2013年に発表した資料によれば、今後10年間で企業が生み出すIoEの経済価値は、累積で76.1兆円(日本)/1,440兆円(世界)になるとしており、特定産業に閉じたもので58.1兆円(日本)/950兆円(世界)、産業間の連携によるもので18兆円(日本)/490兆円(世界)になるとしている。

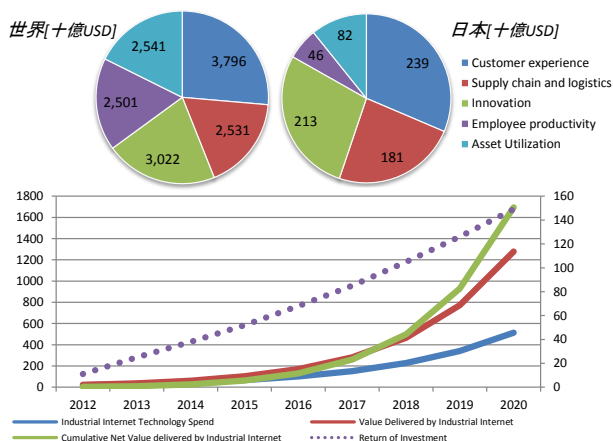


図 1-3 米国における新たな IoT 戦略

1.2 我が国のICTインフラの状況

これまで、我が国においては、光ファイバや無線によるブロードバンド整備を推進してきたところであり、超高速ブロードバンドの利用可能世帯率は99.9%を達成し、また、LTEの人口カバー率は90%以上となるなど、固定系、移動系の双方において世界的に高度なICTインフラが広く普及しているところである。

一方、ICTの利活用の観点でみると、例えばビジネスにおけるブロードバンドの活用状況や電子商取引の利用状況については、欧米諸国と比べ進んでいるとは言えないことから、今後の新たなIoT時代に向けて、この優れた固定系・移動系のICTインフラの一層の利活用を図っていくことが重要と考えられる。(図1-4)

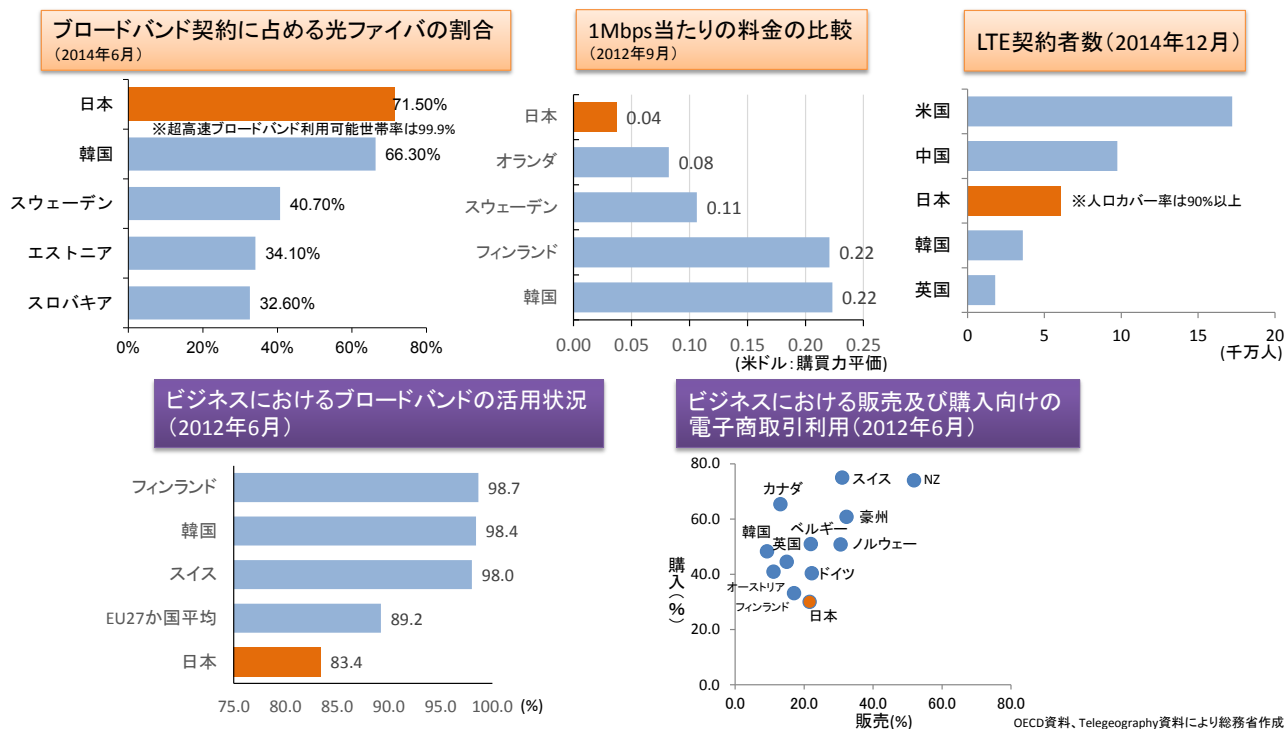


図 1-4 我が国の ICT インフラの普及状況

1.3 我が国のICT産業の状況

一方、ICT 分野の産業の状況を見ると、我が国は国際競争力の低迷、貿易収支の赤字化等の厳しい状況に陥っている。世界経済フォーラム（WEF）が発表している ICT 分野の国際競争力ランキングにおいては、我が国はここ数年 20 位前後で推移しているところであり、2015 年には 10 位に上昇しているものの、他の先進国と比較すると下位の状況が続いているところである。また、ICT 産業の貿易収支については、2011 年までは黒字であったが、2012 年に赤字に転落している。

特に、スマートフォン、テレビ等に代表される B2C 市場においては、コモディティ化の進展等により、韓国や中国メーカーのシェアが急速に増加し、我が国メーカーのシェアは低下しており、コスト面等の点でこれらの国々と競争していくのは厳しい状況にある。また、ICT サービスの市場においては、米国企業が高い競争力を獲得しており、新たなビジネスモデルの創出等の点で米国に後れをとっている。（図 1-5）

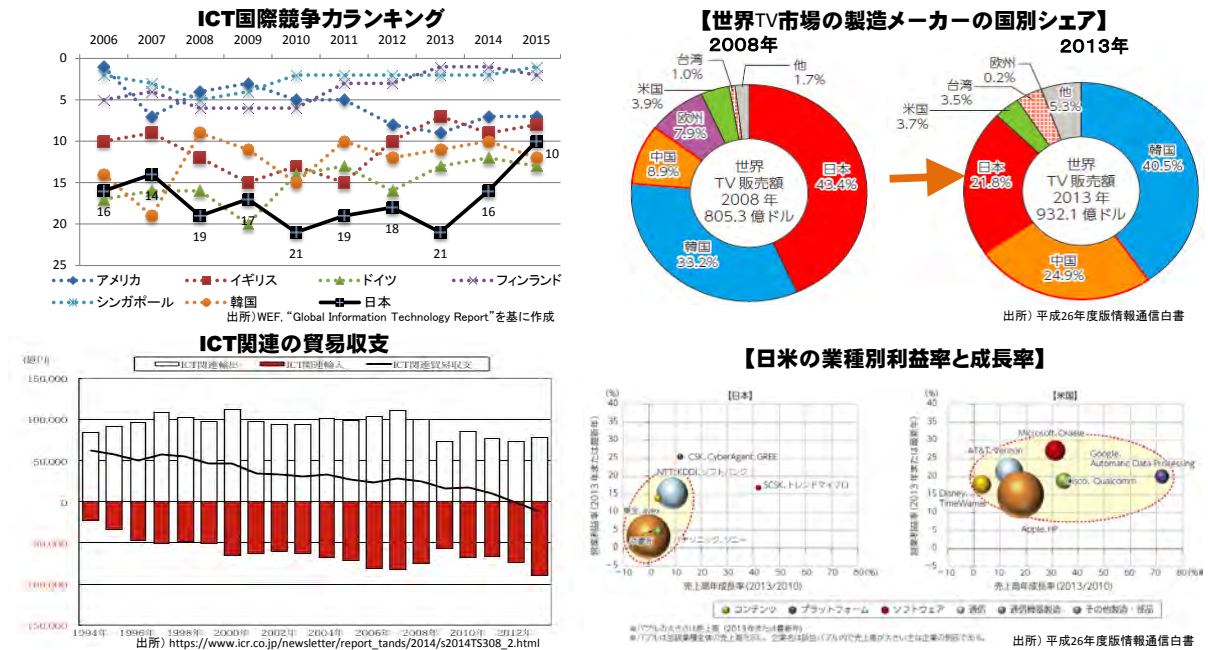


図 1-5 我が国の ICT 産業の国際競争力の低下

研究開発投資については、我が国の ICT 分野への研究開発投資は 2007 年にピークを迎えた後、減少傾向となっている。また全分野を通して見ると、基礎研究費は全研究費のうちの約 15%にとどまっている一方、応用研究費、開発研究費はそれぞれ約 23%、約 62%であり、研究開発投資において基礎研究より応用研究、開発研究を重視していることが分かる。国内外の主要な ICT 企業における研究開発費の推移を見ると、我が国企業の研究開発費は過去 10 年間に於いて減少傾向である一方、米国企業の研究開発費は増加傾向を示している。また、我が国の主要な企業の研究開発費投資は、売上高比で 5～10%程度であるのに対して、米国では 15%前後やそれを超える企業もあり、米国の方が活発な研究開発投資を行っていることがわかる。

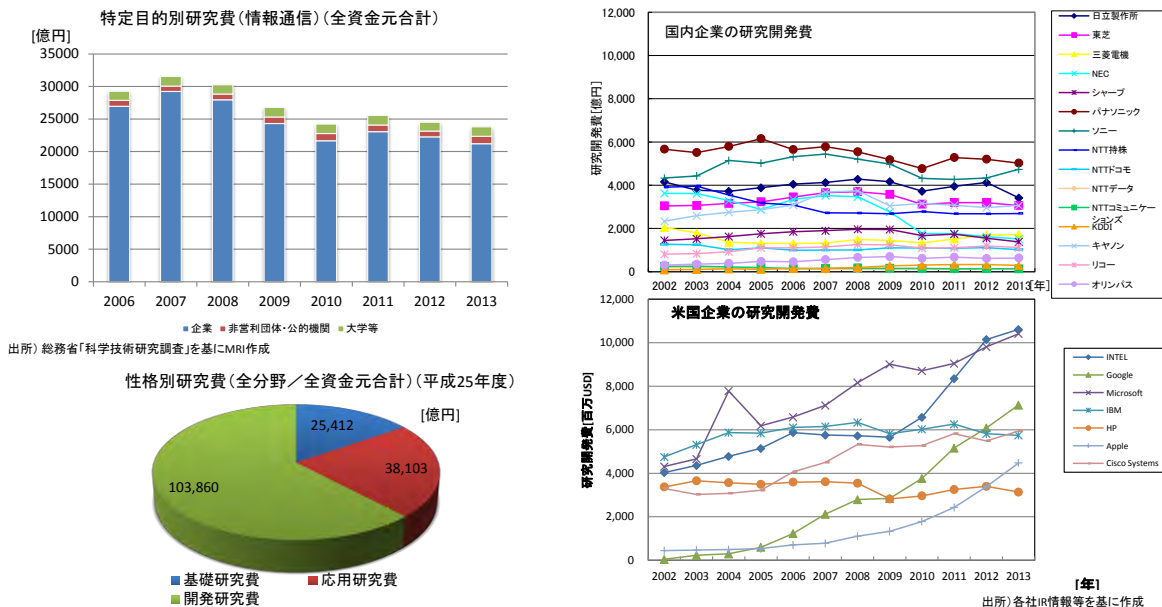


図 1-6 我が国の ICT 研究開発投資の状況

このように、我が国の ICT 産業は厳しい国際競争にさらされ、研究開発投資は低迷しているが、依然として我が国が世界的に強みを有する技術も存在している。

例えば、図 1-7 のように、センサー技術、レーダー技術、光通信技術、ネットワーク仮想化技術、画像認識技術、ロボット技術のような分野については、我が国が依然として世界最先端の技術を有しているとともに、これらの技術は、今後の新たな IoT 社会におけるキーテクノロジーとしても期待される。

このような我が国が強みを有する技術について、今後、国際競争力の更なる強化を図っていくことが重要である。これらの技術の中核とした ICT システムの早期の開発、社会実装を通じた社会課題の解決や市場展開を図ることで、我が国 ICT 産業の国際競争力を強化していくことが必要である。

技術(例)	我が国の強み(一例)
センサー技術	日本は世界有数のセンサー大国 - 世界のセンサーの1/4が日本で使われていると言われている。 - CMOS画像センサーでは、我が国企業が世界シェアの首位。
レーダー技術	フェーズドアレイレーダーは、民生用として世界初の実用機を開発 世界で最短の観測周期で全空間を実際に観測できる技術を有する。
光通信技術	日本の光通信技術は世界最高レベル - 伝送容量は世界最高速。 - 大容量マルチコアファイバ伝送技術では、世界一のファイバ製造技術と要素技術を持つ。 100Gbpsのデジタル信号処理(DSP)回路を世界に先駆けて実用化。世界で大きなシェアを獲得。 2016年製品化予定の400Gチップも伝送距離、駆動電圧等で世界最高性能となる見込み。
ネットワーク仮想化技術(SDN)	ネットワーク仮想化技術の開発・製品化で欧米をリード - オープン・ソース・ソフトウェア(OSS)用スイッチはOSS用では世界最高レベルの高速処理性能。 - マルチレイヤ、マルチネットワーク、マルチドメインに対応した世界初のOSS用コントローラを実用化。
画像認識技術	人物の顔認識の精度は世界最高性能 米国国立標準技術研究(NIST)の顔認証の精度評価コンテストでは米、仏、独、中等の企業の中で、2012年から3年連続世界1位を獲得。
ロボット技術	ネットワークロボット技術の標準化に関して、世界をリード - 日本は産業用ロボット稼働台数について、世界シェア23%で第1位(2013末時点)。 - ネットワークロボット技術については、世界に先駆けて、介護用ロボット車いすや会話用ロボット等に幅広く利用可能な共通プラットフォームを開発。その実証事例に基づき、ネットワークプラットフォーム技術に関して我が国が主導して国際電気通信連合(ITU-T)で国際標準化(2013年3月)。

図 1-7 ICT 分野において我が国が強みを有する技術

1.4 我が国を取り巻く社会的課題

我が国を取り巻く社会的課題に目を転じてみると、人口に関しては、我が国では超少子高齢化社会が到来し、2050 年には高齢化率が 40%程度まで達すると見込まれている。高齢者の健康維持、労働力人口の減少、医療費の増大等の多くの課題が想定される。

一方で、世界的に都市部への人口集中が進むため、交通渋滞の緩和、環境負荷の低い移動手段の実現が重要になり、我が国のような過疎地域が急拡大する国においては、低コストで高齢者でも安全・安心して利用できる移動手段が必要になる。

また、我が国では、社会インフラの老朽化が急速に進み、例えば、建設後 50 年を経過する橋梁の割合は 2013 年の 18%から 2030 年には 60%に増加し、インフラ老朽化への対応、効率的なインフラ補修・管理等が大きな課題となる。

エネルギー・資源に関しては、一次エネルギー（石油や石炭等）の消費量は 2010 年から 2030 年にかけて 1.4 倍に増加し、鉱物資源の使用量（銅、鉛、亜鉛等）については 2050 年の需要は埋蔵量を超過すると予測されており、天然資源の効率的な探索・発掘、再生可能エネルギーの安定的な利用等が必要となる。

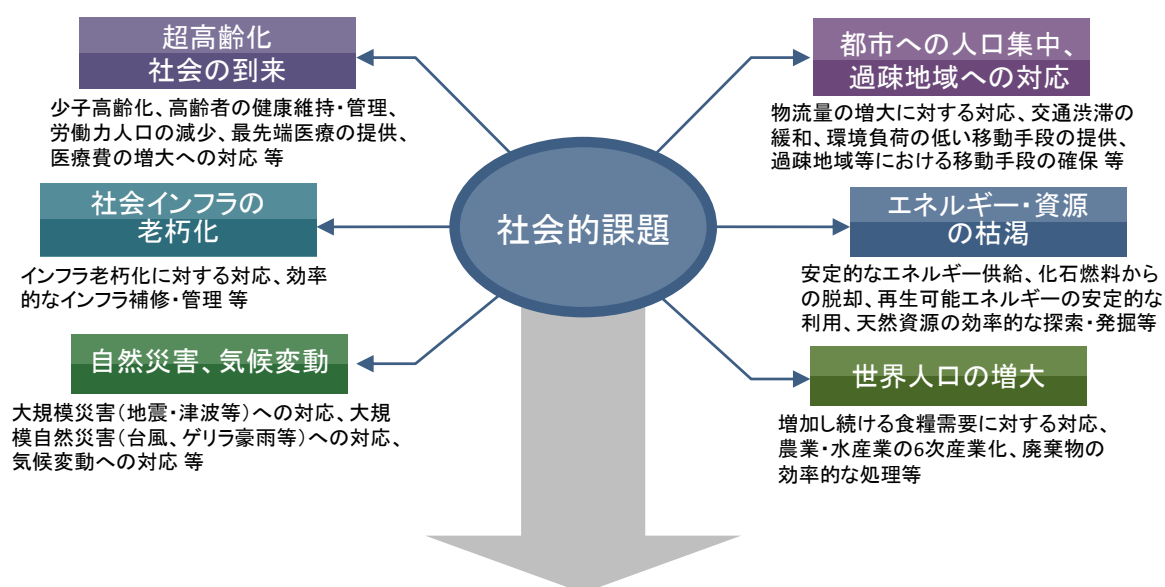
また、自然災害・気候変動に関しては、我が国の平均気温は 2000 年の 10.2℃から 2050 年には 12.4℃、年間降水量は同じく 1,758mm から 2,394mm に激増することが予想されており、気候変動や大規模自然災害（台風、ゲリラ豪雨等）への対応等が課題となる。

世界人口に関しては、2011 年の 71 億人から 2050 年にはその約 1.3 倍の 91 億人に増加し、食用穀物需要が 2050 年には 2005 年の 1.2 倍、水不足となる人口が 2050 年には 2005 年の 5 倍以上、廃棄物発生量は 2025 年には 2010 年の 1.5 倍に増加すると予想されており、農業・水産業の高度化、廃棄物の効率的な処理等が課題となる。

我が国は、以上のように超少子高齢化の到来、過疎地域への対応、社会インフラの老朽化、大規模自然災害への対応等、複雑化・多様化する多くの社会的課題を抱えている。一方で、これらの社会的課題は、他の先進国やアジア諸国等が今後直面する課題でもある。

我が国は課題先進国として、IoT 等の最先端の ICT を活用することによりに世界に先駆けて課題解決を図り、世界を先導していくことが期待されている。

課題解決に当たっては、我が国の安全安心を重視する国民や社会の特性は、ICT を活用したきめ細やかな課題解決に有利な土壌であること等を踏まえ、ピンチをチャンスに変えるべく、精力的に取り組むべきである（図 1-8）。



最先端のICTにより世界に先駆けて課題解決を図ることが重要

図 1-8 我が国が直面する課題

1.5 新たなチャンスの到来

2020年にオリンピック・パラリンピック東京大会が開催されることが決定され、現在、大会に向けた様々な取組が開始されている。オリンピック・パラリンピック東京大会に向け、世界中から多くの人々が我が国を訪れることが見込まれており、この機会を我が国の世界最先端のICTをショーケースとして世界に発信する絶好の機会として活用すべきである。その際には、2020年以降の成熟社会を支える社会基盤（レガシー）として残すべきものを構築することが必要である。

また、訪日外国人観光客は増加傾向にあり、2014年には1,300万人を超え、2030年に3,000万人を目標とする取組が進められているところである。少子高齢化・人口減少により国内市場が縮小する中、ビジネスの海外展開（輸出、海外進出）とともに、訪日外国人向けビジネスは非常に期待される分野であり、地方を含めた新たな発展のチャンスも到来している。

観光は、過去のストックを活用するという意味で成熟国家において重要な産業である。フランス、米国、スペイン等においては、我が国を大幅に上回る外国人訪問者を受け入れているところである。観光は地方にとっても有望産業であり、我が国においても、観光・外国人をICTによる地方創生の起爆剤とすることが大いに期待されている。

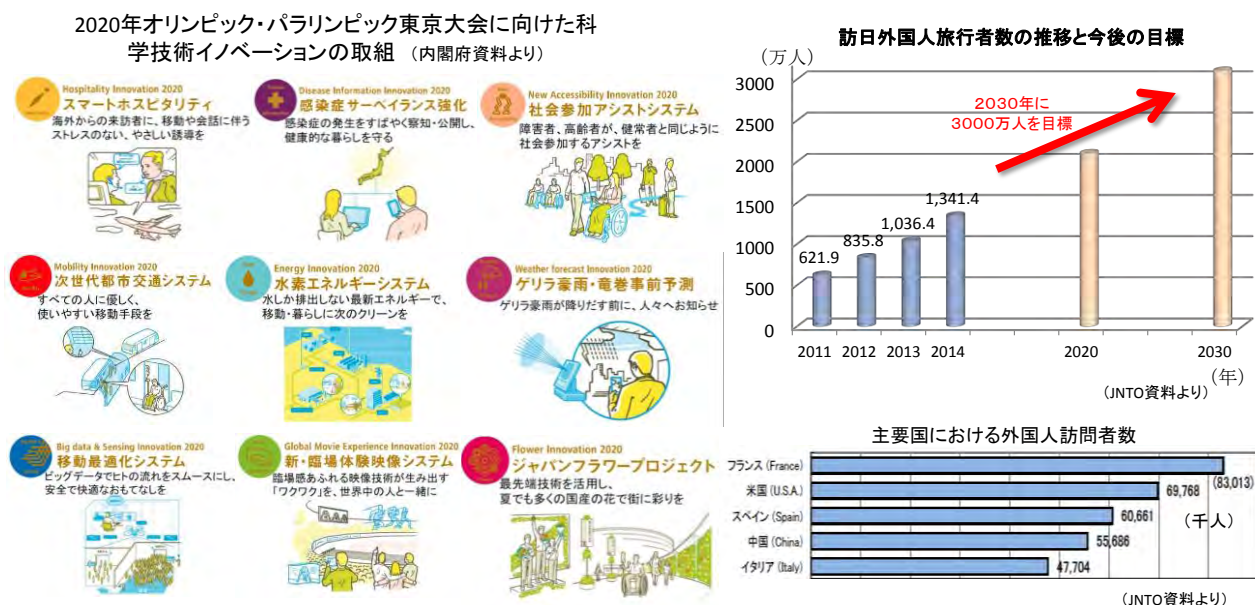


図 1-9 新たなチャンス（オリンピック・パラリンピック東京大会等）

第2章 新たな情報通信技術戦略の方向

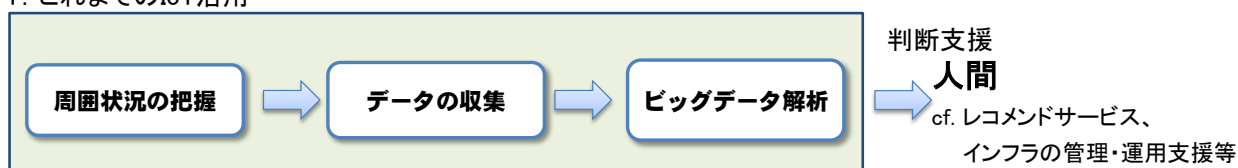
2.1 新たなIoT戦略への期待

第1章で取り上げたように、我が国経済の今後の持続的発展を図るためには、我が国の広く普及した高度な ICT インフラ、現在も国際的な強みを有している技術を十分に活かしつつ、我が国の国民や社会の安全・安心を重視する特性を踏まえて、様々な社会的課題に取り組むために ICT の高度化を図っていくことが必要である。

また、我が国 GDP の約7割、従業員の約7割を超えるサービス産業の高付加価値化や生産性向上は政府全体の重要な課題となっているが、このような医療・福祉、小売り等のサービス産業のビジネスモデルの革新を図るためにもビッグデータの活用を図っていくことが必要である。

さらに、近年の人工知能の高度化によりビッグデータの活用は新たなフェーズに入っており、収集したデータから自動で学習し新たな機能を生み出す ICT システムが実現可能となっている。したがって、膨大なセンサ等からの情報伝送遅延を最小化する等の革新的なネットワーク技術が実現すれば、周囲の状況をリアルタイムに収集し、ビッグデータ解析により将来を予測しロボットや車等を最適制御するような新たな IoT 活用 (IoT2.0) も可能となることが期待される。(図 2-1)

1. これまでのIoT活用



2. 今後期待される新たなIoT活用→以下のサイクルを高速に回し、IoT活用の好循環サイクルを実現

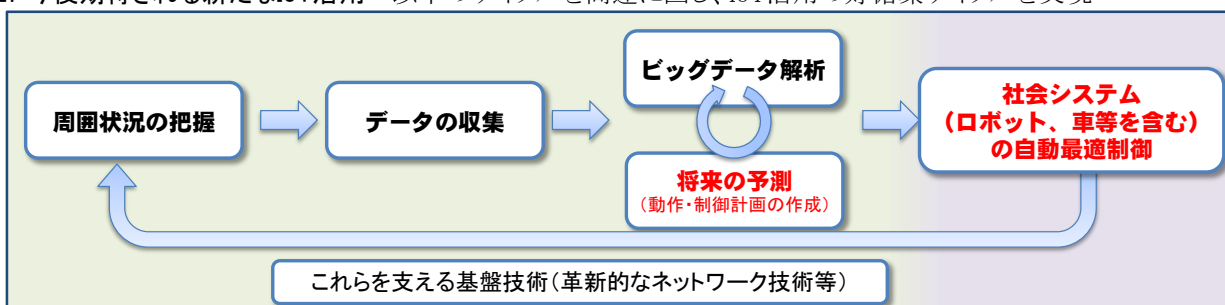


図 2-1 新たな IoT 活用 (IoT2.0) への期待

2.2 今後の情報通信技術戦略の方向

したがって、今後は、新たな IoT 技術を用いて人・モノ・コトと知性を繋いで、実社会とサイバー空間とを強力に連携させることにより、ICT による社会課題の解決のみならず健康・医療、交通・物流、公共サービスのような幅広い分野において、社会システムの効率化・最適化等による新たな価値の創造を図っていくことが期待される【注】。(図 2-2)

【注】 実空間とサイバー空間の間で超大容量のビッグデータをリアルタイム

にやり取りし、人工知能で将来を予測し、社会システム（経済社会活動を担う ICT システム）の最適制御、効率化・最適化、社会システムの自動化・人間との協働を行う等

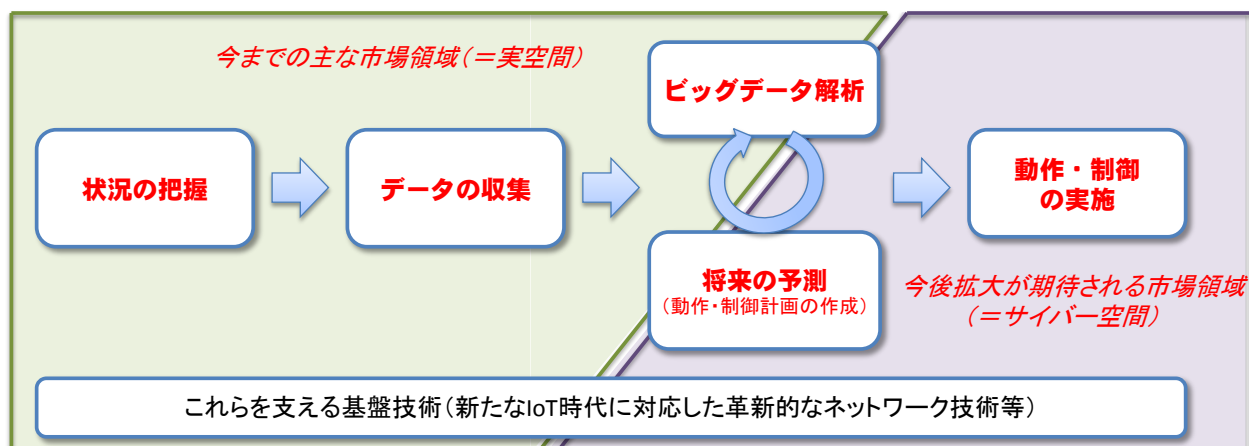


図 2-2 実空間とサイバー空間の連携

新たな価値創造を可能とする世界最先端の ICT としては、次の図 2-3 のように、

- 多様なモノや環境の状況を、センサ等の IoT デバイスやレーダー等のセンシング技術により把握し（「社会を観る」）、
- それらからの膨大な情報を広域に収集し（「社会を繋ぐ」）、
- ビッグデータ解析を行った上で将来を予測し、多様な社会システムのリアルタイムな自動制御等を行う（「社会（価値）を創る」）、

ものが必要となる。

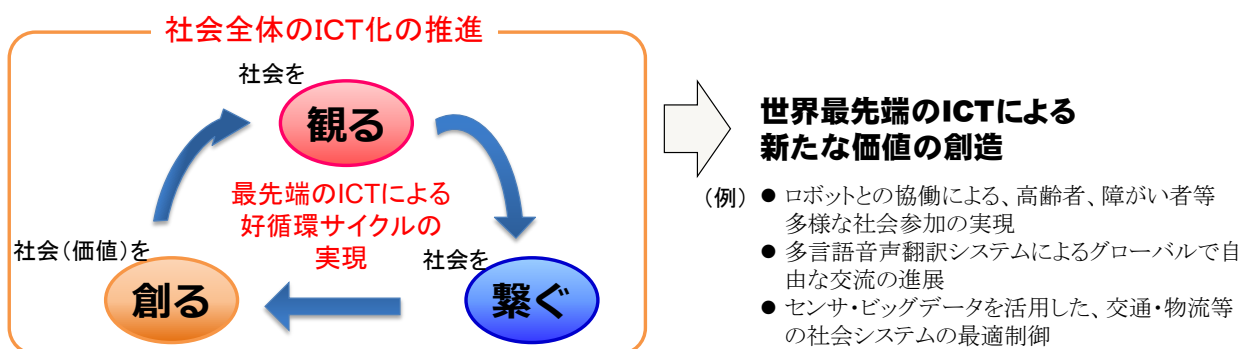


図 2-3 世界最先端の「社会全体の ICT 化」の推進

次の 5 年間の技術戦略（研究開発）は、このような世界最先端の ICT を実現し、それにより「社会全体の ICT 化」を推進することで、課題解決を超えて新たな価値の創造を目指すことが適当である。

このような「社会全体の ICT 化」は、2000 年頃に起きた「IT 革命」を発展させ、膨大なビッグデータにより将来を予測し、多様な社会システムの自動化・人間との協働等を目指すものであり、いわば「ソーシャル ICT 革命」と呼ぶべきものである。

図 2-4 にソーシャル ICT 革命の位置付けについて示す。

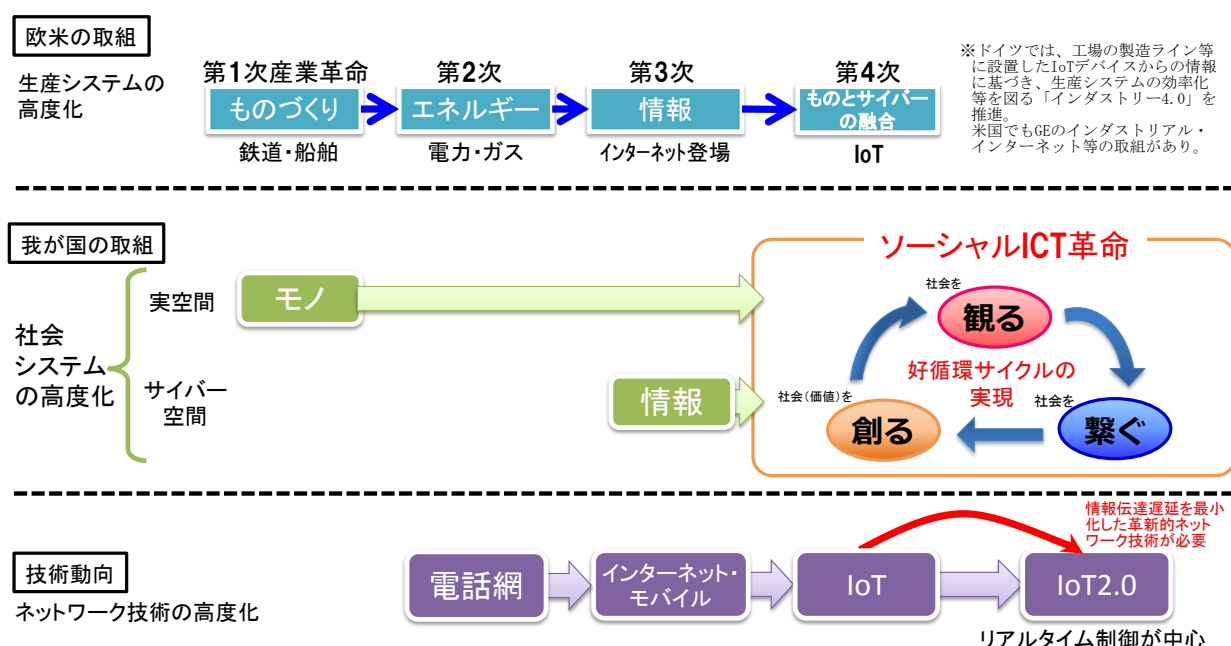


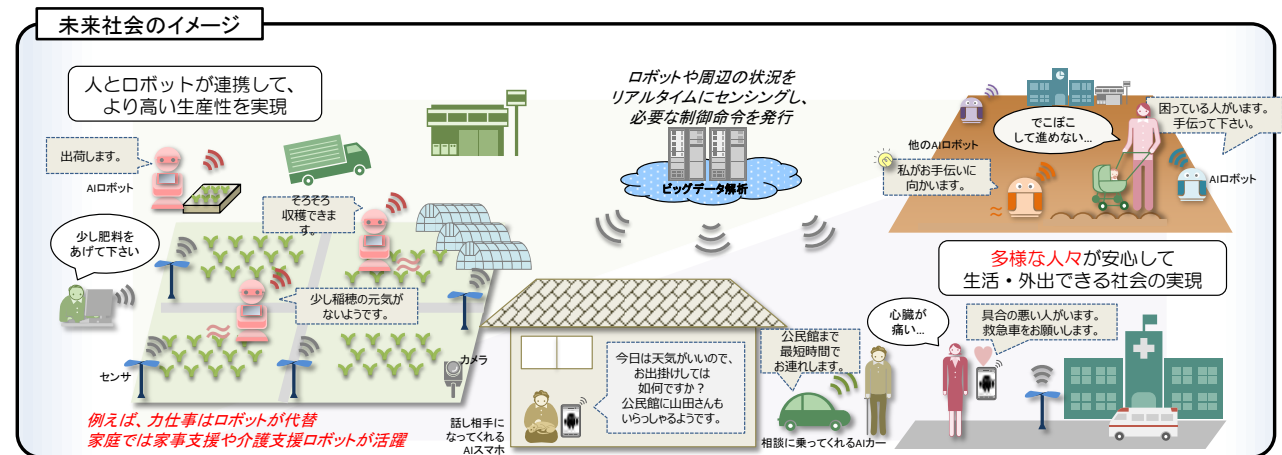
図 2-4 ソーシャル ICT 革命の位置付け

2.3 世界最先端のICTによる新たな価値創造（未来社会）のイメージ

ソーシャル ICT 革命の推進により、世界最先端の ICT が実現する 2030 年以降の未来社会における新たな価値創造のイメージとしては、例えば次のようなものが考えられる。

2.3.1 ロボットとの協働による多様な社会参加の実現、社会生活の利便性向上～社会経済システムの多様な場面におけるロボットとの協働の実現～

介護、販売、生産等のあらゆる社会経済システムにおいて、外部の膨大なセンサー情報をもとに、AI 技術を活用し、緊急時の対応や高齢者の健康を見守りつつ、人間と助け合って働く高度ネットワークロボットの導入により、人手不足を解消し、高齢者、障がい者、女性など多様な社会参加への支援が可能となる。さらに、ロボット同士、自動化システム同士が自律的に対話し、知識を共有することで、社会経済システム全体の効率性と安全・安心を高めることが可能となる。(図 2-5)



【関連技術】

社会を

観る

・どんな技術が実現するのか？

- ①Wi-SUNを発展させ、あらゆるモノ、ヒトに付けられ、用途毎に最適化した超小電力センサーの実現等

社会を

繋ぐ

・どんな技術が実現するのか？

- ①移动通信の通信量が1000倍以上に増加する中で、膨大な数のセンサーからの接続要求に対応し、ビッグデータ解析の結果を瞬時に伝送可能な新たなIoT時代に対応した革新的なネットワーク技術の確立等

価値を

創る

・どんな技術が実現するのか？

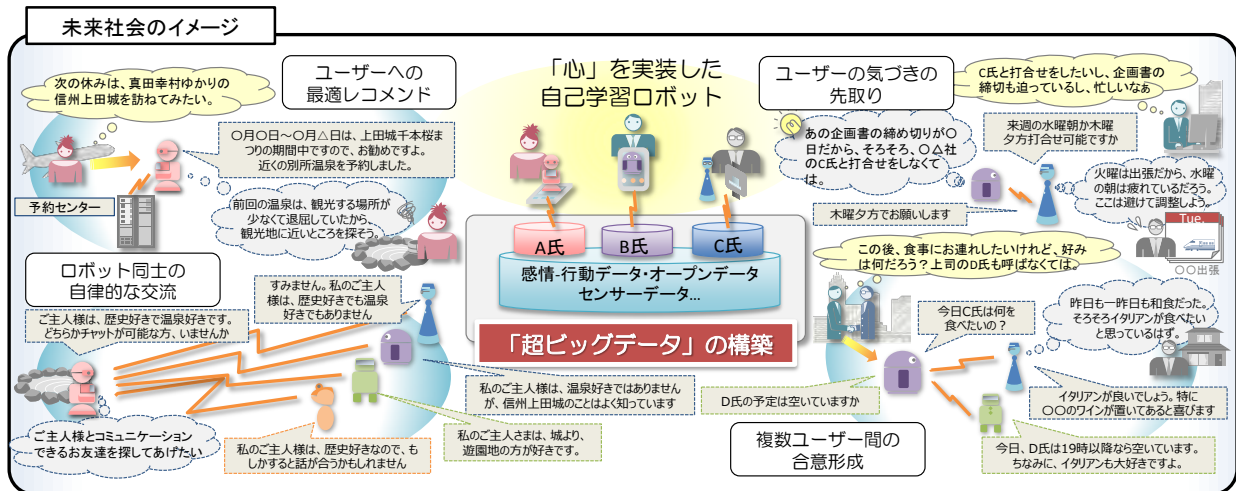
- ①ビッグデータ解析の結果を基に、瞬時に動作させる高度ネットワークロボット技術の確立
②ロボット等のシステムとシステムが自律的に対話し、AI技術も活用し、全体最適制御を行う技術の確立等

図 2-5 ロボットとの協働による多様な社会参加の実現、社会生活の利便性向上

2.3.2 ユーザの感情・潜在意識まで理解して、きめ細やかに支援するロボットの実現

～ロボットが日々の生活に寄り添いながら、相互に協調する社会の実現～

人間が日々行なっている認識、判断、意思決定といった処理を支援してくれる高度ロボットサービス（コンシェルジュロボット）が実現する。日々の行動パターンや、趣味・嗜好、スケジュール等の情報を活用しながら、ユーザが今何を求めているかを推測し、最適な情報をリコメンドするとともに、コンシェルジュする際に、ロボット同士が自律的にコミュニケーションし、ユーザに最適な情報を提示可能とする。（図 2-6）



【関連技術】

社会を 観る

- ・どんな技術が実現するのか？
- ①Wi-SUNを発展させ、あらゆるモノ、ヒトに付けられ、用途毎に最適化した超小電力センサーの実現等

社会を 繋ぐ

- ・どんな技術が実現するのか？
- ①ライフログや個人の趣味・嗜好、更には時々の感情等に係るデータを蓄積・管理するデータベースの構築等
- ②ビッグデータ解析の結果を基に、瞬時に伝送可能な新たなIoT時代に対応した革新的ネットワーク技術の確立

価値を 創る

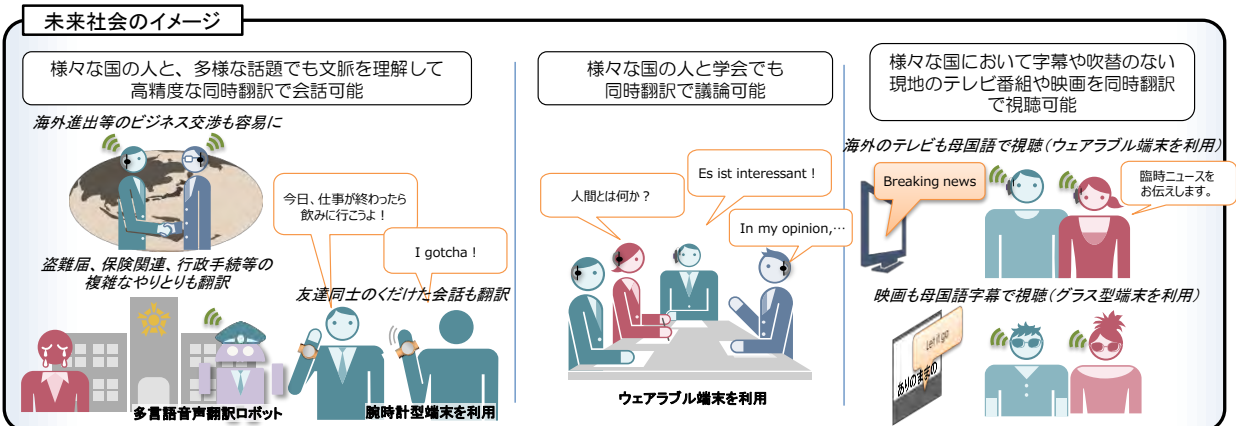
- ・どんな技術が実現するのか？
- ①個人のライフログ等に係るデータと、市中に流通しているビッグデータを統合管理できる「超ビッグデータ」技術の確立

図 2-6 ユーザの感情まで理解して、きめ細やかに支援するロボットの実現

2.3.3 多言語音声翻訳システムによるグローバルで自由な交流の進展

～世界中どこにいても、誰とでも自由に意思疎通ができて、協働・共感できるグローバル社会の実現～

世界中どこにいても、観光、医療、ショッピングのような日常会話を超えて、ビジネス交渉、行政手続等の自動同時翻訳、さらに言葉だけでなく文化や感情表現等を的確に把握し、表現豊かな翻訳を可能とするとともに、様々な国において現地のテレビ番組や映画等の臨場感あふれる自動同時翻訳が実現する。この技術を世界に先駆けて社会実装することにより、世界の人々のグローバルで自由な交流を実現し、相互理解の促進や国際問題の円滑な調整、我が国の企業の国際競争力の向上に資する。(図 2-7)



【関連技術】

社会を 観る

- ・どんな技術が実現するのか？
- ① 騒音発生時などのような環境でも、複数の利用者の声を聞き分ける技術の確立
- ② 通常の会話の中で、自然に翻訳技術を利用することができるユーザーインターフェースの実現等

社会を 繋ぐ

- ・どんな技術が実現するのか？
- ① 同時翻訳を実現するための大容量対訳コーパスの構築と解析アルゴリズムの確立
- ② 翻訳結果を瞬時に伝送可能な新たなIoT時代に対応した革新的なネットワーク技術の確立等

価値を 創る

- ・どんな技術が実現するのか？
- シーンに合わせ、翻訳機が感情も交えながら人間味豊かにしゃべる技術の確立等

図 2-7 多言語音声翻訳システムによるグローバルで自由な交流の進展

2.3.4 ビッグデータのリアルタイム解析によるオンデマンド生産・供給の実現 ～世界中の好み・ニーズに対応したオンデマンド型生産・供給の実現～

世界中のあらゆるウェブ、ツイッター等を外国語のものも含めリアルタイムに解析し、世界の人々の好み・ニーズをリアルタイムに把握し、世界で人気が高い農産物・商品を予測することで最適なタイミングで出荷・輸出することが可能となる。また、世界において好み・ニーズが盛り上がっているときを適切に捉えて、3Dプリンター等の生産技術で少量生産することで、中小企業であっても、ニッチ市場で利益を確保することが可能となる。(図2-8)

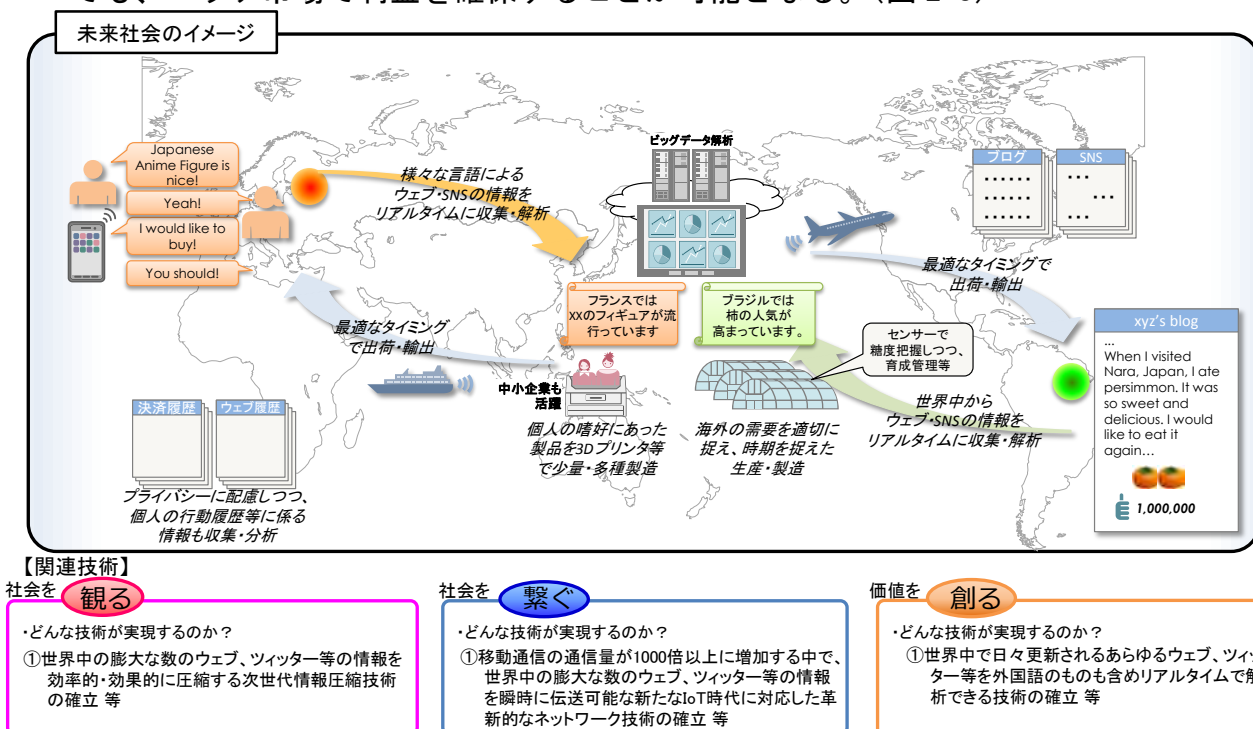
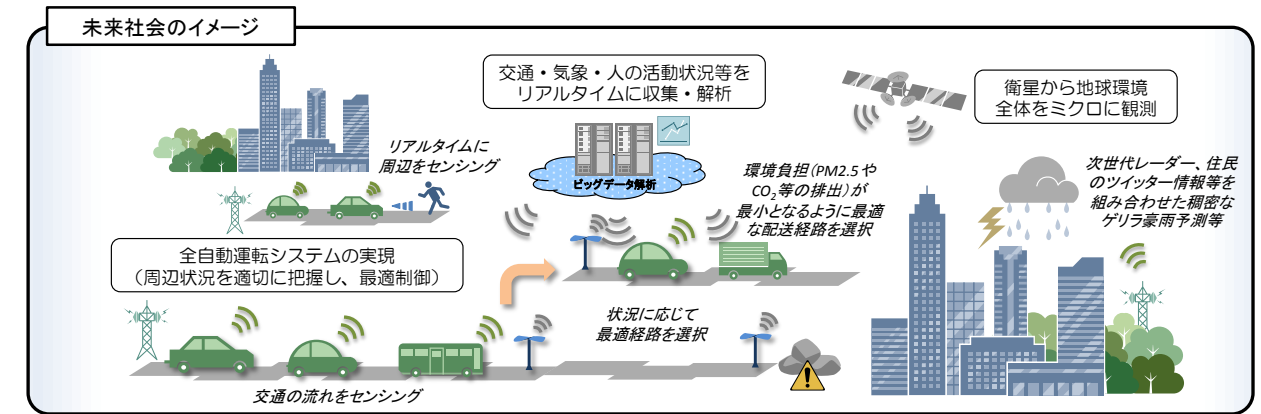


図2-8 ビッグデータのリアルタイム解析によるオンデマンド生産・供給の実現

2.3.5 センサ・ビッグデータを活用した社会システムの最適制御

～地球環境と調和しつつ交通・物流が最適に制御された社会の実現～

自動運転車ごとに目的地まで最短時間で到達でき、しかも、全体として交通渋滞を発生させないように、自動運転車全体の動きの最適制御が実現する。また、外部センサーから収集される情報をもとに、AI 技術を活用し、子供の道路への急な飛び出しやゲリラ豪雨等の突発的自然災害にも適切に対応・回避するとともに、化学物質（PM2.5 等）や CO₂ の濃度を衛星レーダで広域に高分解能観測し、環境負荷が最小となるように自動運転車全体の動きを最適制御する。これにより、地球環境と調和しつつ、必要な物資を必要な量だけ必要なときに配送する物流の最適化が実現する。(図2-9)



【関連技術】

社会を **観る**

- ・どんな技術が実現するのか？
- ①ゲリラ豪雨等の突発的自然災害の予測を可能とする、小型MPフェーズドアンテナ等の技術の確立及び超小電力センサーの実現
- ②衛星からの地球規模及びローカルの化学物質(PM2.5等)やCO₂の高分解能観測技術の確立 等

社会を **繋ぐ**

- ・どんな技術が実現するのか？
- ①膨大な数のセンサーからの接続要求に対応し、ビッグデータ解析の結果を瞬時に伝送可能な新たなIoT時代に対応した革新的なネットワーク技術の確立 等

価値を **創る**

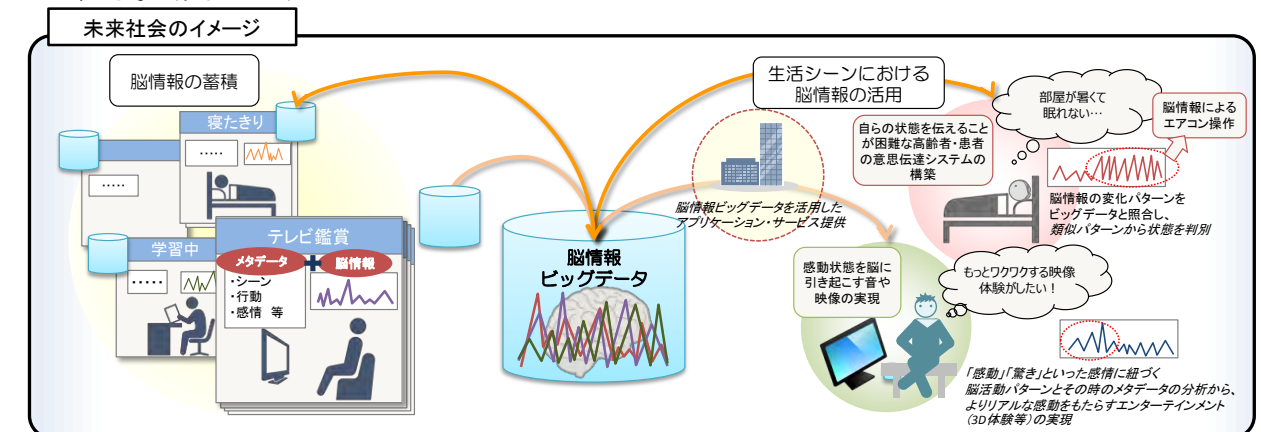
- ・どんな技術が実現するのか？
- ①外部センサーのビッグデータ解析の結果を基に、瞬時に動作させる自動運転技術の確立
- ②自動運転車等のシステムとシステムが自律的に対話し、AI技術も活用し、全体最適制御を行う技術の確立 等

図 2-9 センサ・ビッグデータを活用した社会システムの最適制御

2.3.6 脳情報を活用した新ビジネスの創出

～様々な生活シーンにおいて個人の脳情報特性を活用した高度なQoLの実現～

脳情報計測と解析技術の高度化により、人間の感情や潜在意識等を脳情報から推定する技術が実現する。この技術を備えた簡易かつ安価な計測器の普及によって、様々な状態・活動シーンにおける個人の脳情報特性と脳のビッグデータ（集合知）を最大限に活用した高度なQoLを実現するビジネスの創出が実現する。(図 2-10)



【関連技術】

社会を **観る**

- ・どんな技術が実現するのか？
- ①環境や体の動きによるノイズを最小限に抑え、高精度の脳情報計測を可能とする技術の実現
- ②簡易かつ安価な、実生活で活用できる可搬型脳計測システムの実現
- ③①と②の関連付けをもとに、人間の感覚機能や潜在意識を解析する技術の確立 等

社会を **繋ぐ**

- ・どんな技術が実現するのか？
- ①様々な状態・活動シーンにおける脳情報をメタデータとともに記録・蓄積した大規模な脳情報データベースの構築
- ②大規模データのリアルタイム通信を可能とするネットワーク基盤の確立
- ③脳情報データベースを活用した脳情報の流通基盤を支えるサイバーセキュリティ技術 等

価値を **創る**

- ・どんな技術が実現するのか？
- ①感情や潜在意識、五感をリアルタイムに把握するシステムの構築
- ②感動・興奮状態を脳に引き起こす音や映像の提供・生成技術、視覚アクティブ支援技術の確立 等

図 2-10 脳情報を活用した新ビジネスの創出

2.4 ソーシャルICT革命を推進するために必要な技術分野

2.1 で述べた世界最先端の「社会全体の ICT 化」（「ソーシャル ICT 革命」）を推進するためには、次のような最先端の ICT の対応能力（Power）が必要であり、それを実現する基礎的・基盤的技術の研究開発に重点的に取り組むことが必要である。

（1）社会を観る能力（Power）

「社会を観る」能力として、多様なモノや環境に導入された IoT デバイスにより広範なデータ収集を行うことを可能とするセンサーネットワーク技術や、地球規模の広域まで超高分解能で社会・環境を見守ることができる電磁波センシング技術等の「センシング&データ取得基盤分野」の技術が重要になる。

（2）社会を繋ぐ能力（Power）

「社会を繋ぐ」能力として、2020 年代には現在の 1000 倍以上の通信量が見込まれている中で、膨大な数の IoT デバイス等からのネットワークへの接続要求に応えるとともに、ICT システムのリアルタイム制御を行うために情報伝達遅延を最小化した革新的なネットワーク等の「統合 ICT 基盤分野」の技術が重要になる。

（3）社会（価値）を創る能力（Power）

「社会（価値）を創る」能力として、膨大な情報をもとに、人工知能も活用しビッグデータ解析を行い、新しい知識や価値を創造し、国民に最適な形で提供するユニバーサルコミュニケーション技術（自動翻訳等）、アクチュエーション技術（ロボット制御等）のような「データ利活用基盤分野」の技術が重要になる。

（4）社会（生命・財産・情報）を守る能力（Power）

「社会（生命・財産・情報）を守る」能力として、ネットワークやその中で流通する情報・コンテンツを急増するサイバー攻撃等から守る「情報セキュリティ分野」や、国民の生命・財産を守るために災害に強い ICT を実現する「耐災害 ICT 基盤分野」の技術が重要になる。

（5）未来を拓く能力（Power）

「未来を拓く」能力として、将来のイノベーションのシーズを育てる抜本的なブレークスルーにつながる先端的な基盤技術を創出する「フロンティア研究分野」が重要になる。

2.5 ソーシャルICT革命推進に向けた重点研究開発分野

2.4 において、ソーシャル ICT 革命推進に向け ICT に必要とされる能力と、その実現のために重要となる技術分野について述べた。これらの技術分野について、ソーシャル ICT 革命推進に向けた今後 5 年間の重点研究開発分野と位置づけるものとする。

必要とされる能力	技術分野
社会を「観る」	センシング&データ取得基盤分野
社会を「繋ぐ」	統合 ICT 基盤分野
社会（価値）を「創る」	データ利活用基盤分野
社会（情報・財産・情報）を「守る」	情報セキュリティ分野、耐災害 ICT 基盤分野
未来を「拓く」	フロンティア研究分野

第3章 重点研究開発分野及び重点研究開発課題

3.1 重点研究開発分野

世界最先端の「社会全体の ICT 化」、すなわちソーシャル ICT 革命の推進によって先進的な未来社会を実現することにより、新たな価値の創造や社会システムの変革をもたらすためには、重点的に研究開発を行うべき技術課題（重点研究開発課題）を特定し、産学官の密接な連携の下、集中的な取組を推進することが必要である。

2.5 では、ソーシャル ICT 革命推進に向けて今後 5 年間に取り組むべき技術分野を重点研究開発分野として位置付けた。ここで、これらを整理すると、図 3-1 のとおりである。

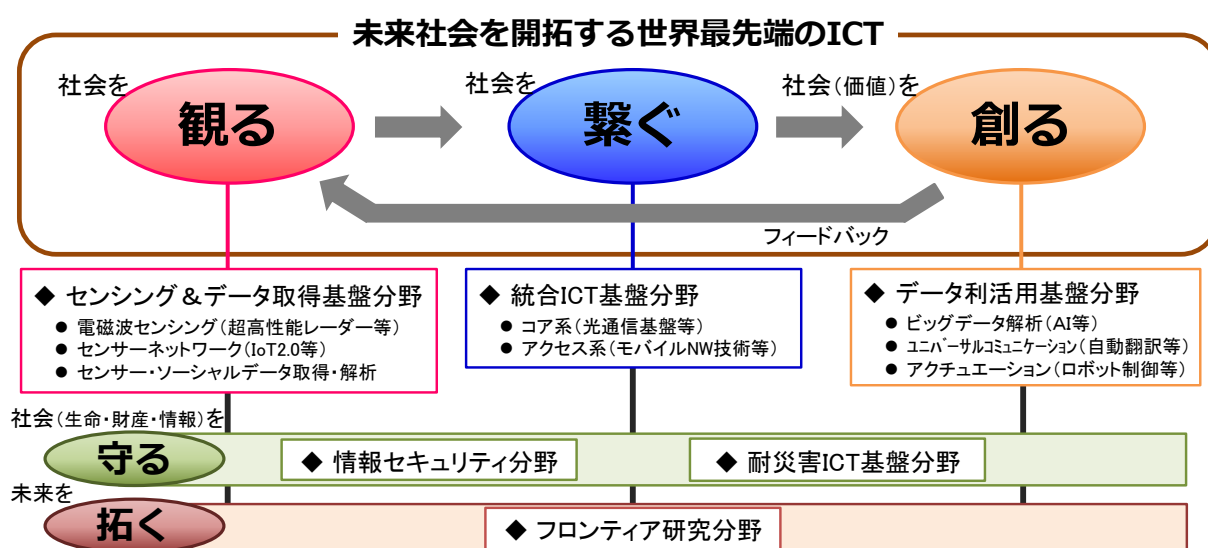


図 3-1 ソーシャル ICT 革命推進に向けた重点研究開発分野

ICT は国の持続的発展と安全・安心を確保するための基盤であり、次の 5 年間に於いて、国及び NICT は、基礎的・基盤的な研究開発をしっかりと進めていく必要がある。特に、上記の分野について幅広く研究開発を行う NICT は、産学官と連携しつつ、中心的な役割を果たすことが期待される。

一方で、それぞれの分野における最新の研究開発成果を適時適切に社会へと展開・実装していくためには、関係者が技術実証だけでなく社会実証についても実施可能な環境を構築することで、先進的な研究開発と実証実験を一体的に推進することが重要である。このような実証実験の取組についても、分野横断的な重点的取組として位置付けることが適当である。

ここで、各重点研究開発分野の概要及び分野横断的な重点的取組を整理すると、図 3-2 のとおりである。



図 3-2 重点研究開発分野の概要

3.2 重点研究開発課題

3.2.1 国、NICTが主導して研究開発を推進すべき技術課題

国またはNICTが主導して研究開発を推進すべき重点研究開発課題について以下に整理する。重点研究開発分野において取り組むべき技術課題であっても、主として民間主導で推進すべきものについては、国やNICTとの役割分担を適切に勘案しつつ、例えば、競争的研究資金の活用等も含めた推進を検討することが適当である。

ここで、イノベーション創出の観点から国が主導して取り組むべき技術については、「イノベーション創出実現に向けた情報通信技術政策の在り方」（平成26年6月情報通信審議会答申）において示しており、それを踏まえ、国、NICTが主導して研究開発を推進すべき技術を次のとおり整理する。

- (1) 国際的な競争優位性を有する可能性があるが、研究開発に長期間を要し、大きな開発リスクを伴う技術
 - ー その実現によって国際的な競争優位性を獲得する可能性がある一方で、技術の確立に長期間を要し、民間での研究開発の実施には大きなリスクを伴うもの
- (2) 国際標準化が必須であり、技術が確立しても利用できる保証がない技術
 - ー 国際的に複数の者が同じ規格の技術を利用しなければならないため、技術が完成するだけでなく、国際標準も獲得しなければ製品化に結びつかない技術のうち、大きな投資が必要なもの

- (3) **国の必要性を踏まえて開発する技術であり、かつ共通的な技術**
 - － 国自らが利用を必要としており、かつそのニーズが民間におけるニーズよりも先進的なものや、国が定める戦略の実現のため民間におけるニーズよりも高度な技術を確立することが求められるもの
- (4) **日本の強みを活かせる新たなビジネス領域の開拓につながる技術**
 - － 我が国に強みがある領域の優位性を維持し、またその優位性を活かしてビジネス領域の開拓が期待できるもの
- (5) **国の存立を確保するために我が国として維持すべき技術**
 - － 幅広い側面からの安全・安心の確保等、我が国を支える基盤として維持すべきもの
- (6) **持続的成長や社会発展への寄与等、様々な分野への波及効果の高い技術**
 - － その実現によって我が国の持続的成長や社会発展に大きく寄与することが期待される等、幅広い分野への高い波及効果が見込まれるもの
- (7) **多様なシーズを育てることが必要な技術**
 - － 新たな技術の登場が破壊的イノベーションや直面する社会課題の解決につながる可能性を秘める一方で、どのようなものがイノベーション実現に貢献するか全く予測できないもの
- (8) **その他（開発者が受益することが困難な技術、国の資源の利用効率化につながる技術等）**
 - － 当該技術の普及には技術自体を極めて低廉に提供する必要が生じることが想定されるため、経済合理性の観点からの研究開発が進まないものや、電波のように国の管理する限りある資源について未利用資源の利用可能化や利用効率向上につながるもの

3.2.2 各分野における主要な重点研究開発課題

国、NICT が主導して研究開発を推進すべき技術として、3.2.1 に示した(1)から(8)までのいずれか、あるいは複数に該当するものであって、1.3 に示した我が国が世界的に強みを有する技術等を勘案しつつ、2.3 に示した世界最先端のICTによる新たな価値創造（未来社会）の実現の観点からも検討し、各重点研究開発分野における重点研究開発課題を整理した。

それらのうち、主要な重点研究開発課題を例示すると次のとおりである。

重点研究開発分野	主要な重点研究開発課題
(1) センシング&データ取得基盤分野	① センサーネットワーク技術、センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術
	② リモートセンシング技術 (地上レーダ、航空機・衛星搭載レーダ等)
(2) 統合 ICT 基盤分野	① フォトニックネットワークシステム基盤技術
	② 新たな IoT 時代に対応した最先端 ICT ネットワーク基盤技術
	③ 衛星通信技術 (グローバル光衛星通信ネットワーク基盤技術、宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信ネットワーク基盤技術)
	④ 協調統合型ワイヤレス技術
(3) データ利活用基盤分野	① 音声翻訳・対話システムの多言語化、多分野化、高精度化
	② スマートネットワークロボット技術
	③ 社会知解析技術
(4) 情報セキュリティ分野	① 未来型サイバーセキュリティ技術
(5) 耐災害 ICT 基盤分野	① 耐災害・被害軽減に関連する ICT 基盤技術
(6) フロンティア研究分野	① 量子 ICT
	② 脳情報通信技術

上記に例示した主要な重点研究開発課題について、その概要は次のとおり。

(1) センシング&データ取得基盤分野

① センサーネットワーク技術、センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術

膨大な情報を超低消費電力で高効率に収集できる広域対応型の次世代センサーネットワーク技術を確立するとともに、センサーネットワークから取得した多種多様な情報から空間構造・意味を解析して対象を的確に認識する技術や、それらの情報をインターネット上から取得したソーシャルデータと統合して、分析・検索・可視化するためのデータ利活用基盤技術等を実現する。

これらにより、2020 年までに、「社会を観る」ための高効率なセンサーネットワークの普及や、例えば「ロボットの目」としても利用可能な画像データ等を含むセンサーデータ利活用基盤の実用化・普及を図ることで、物理空間のあらゆる情報を円滑にセンサーで収集することのできる世界最先端の ICT 利活用基盤を実現する。(図 3-3)

センサーネットワーク技術 センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術	・次世代センサーネットワーク技術の研究開発 ・ソーシャルICT情報活用基盤に関する研究開発 ・空間構造解析・理解に関する研究開発
--	---

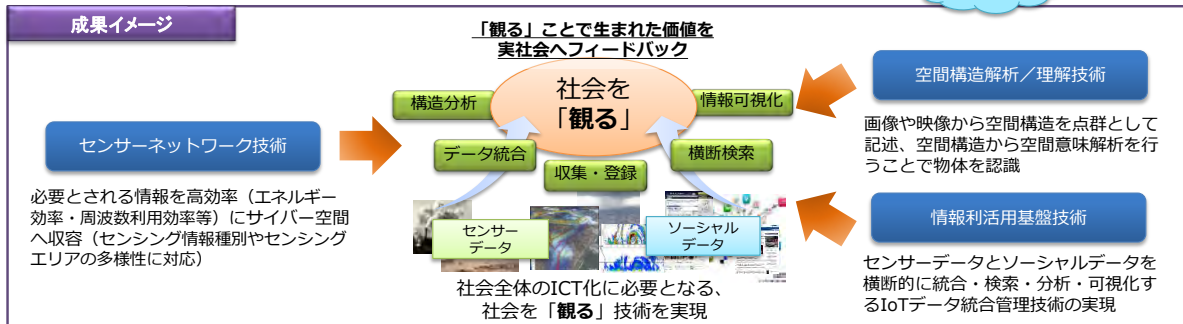
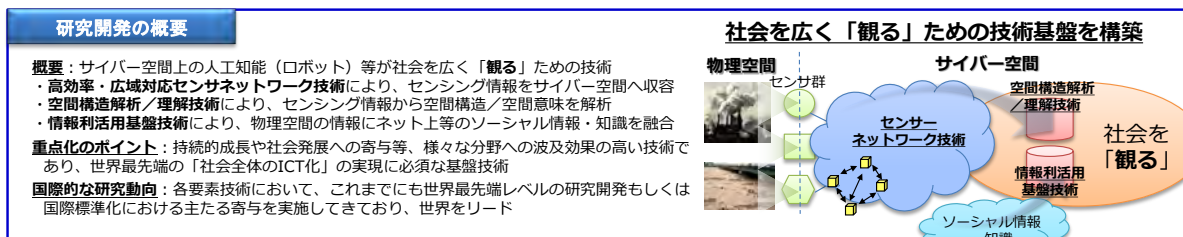


図 3-3 主要な重点研究開発課題【(1)-①】

② リモートセンシング技術

地球規模の気候変動を観測する衛星搭載センサー（降雨・雲・風観測用）技術、局所的な豪雨・竜巻等の発生予測精度向上に資するフェーズドアレイレーダ・ライダー融合観測技術、空間分解能を限界まで高めた次世代航空機搭載 SAR 技術等を確立する。

これらの成果を踏まえ、2017 年度には開発した雲レーダを搭載した EarthCARE 衛星の打上げ・運用開始を予定するとともに、2020 年頃には高精度の雨量観測が可能なマルチパラメータ・フェーズドアレイレーダや、火山噴火・地震等の災害状況把握に利用可能な世界最高水準の分解能を有する次世代航空機搭載 SAR の実用化を図り、これまで観測できなかった自然現象や物質を高精度に「社会を観る」ことにより、安全・安心な社会を実現する。（図 3-4）

リモートセンシング技術	・地上レーダ技術の研究開発 ・航空機搭載合成開口レーダ (SAR) 技術の研究開発 ・衛星搭載レーダ技術の研究開発
--------------------	--

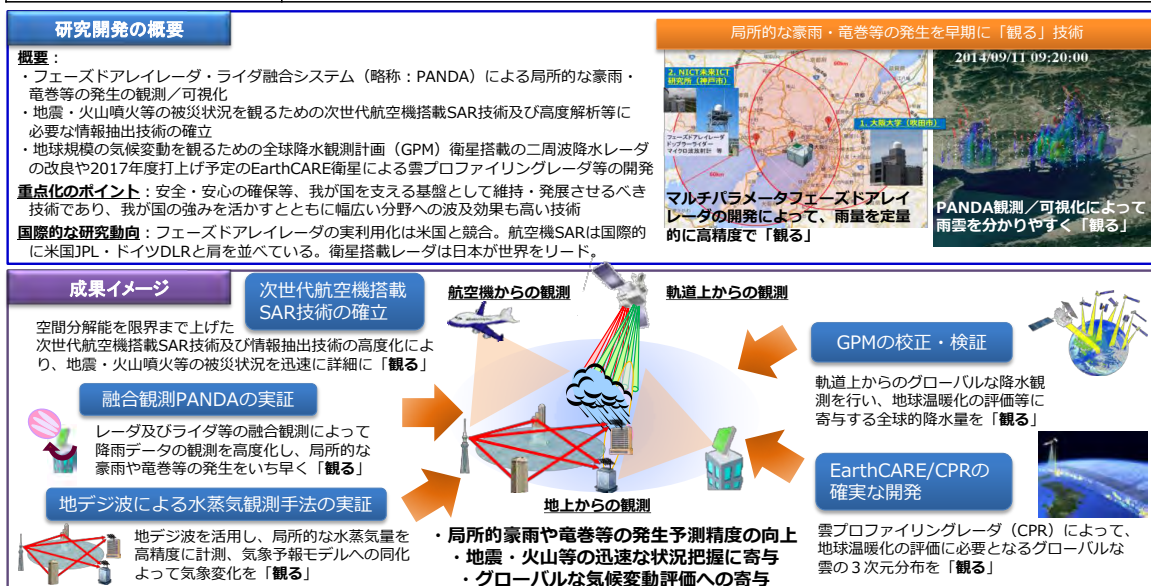


図 3-4 主要な重点研究開発課題【(1)-②】

(2) 統合 ICT 基盤分野

① フォトニックネットワークシステム基盤技術

極めて膨大な量のデータを基幹ネットワークで円滑に処理・流通するため、我が国が強みを有する光通信技術を結集し、従来の伝送速度を超える超大容量マルチコアネットワーク技術、オール光スイッチング技術、世界に先駆けた空間スーパーモード伝送技術等、フォトニックネットワークシステムの基盤技術を確立する。

これらにより、1入力端子当たりの交換速度が1ペタbps（現在の100倍以上）を超えるマルチコア・マルチモードのオール光スイッチング技術等を実現し、2020年に社会実装に向けたフィールド実証を開始、2025年頃には超大容量・超低消費電力の世界最先端のオール光ネットワーク環境を実現する。（図3-5）

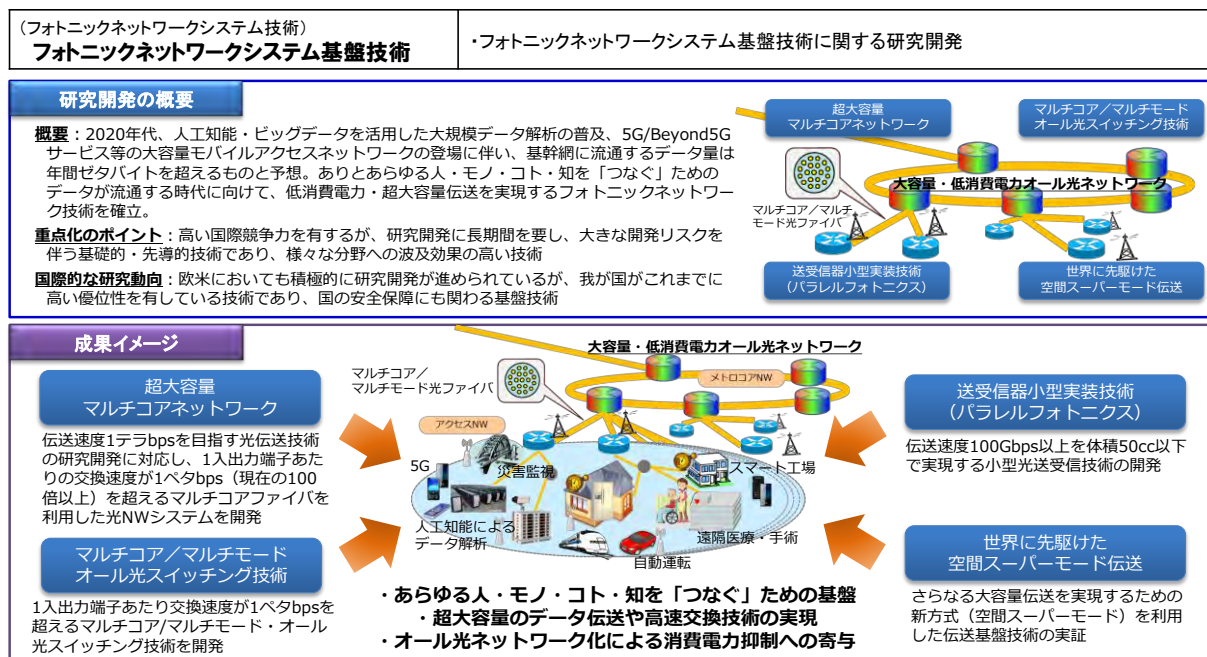


図3-5 主要な重点研究開発課題【(2)-①】

② 新たなIoT時代に対応した最先端ICTネットワーク基盤技術

本格的なIoT時代の到来に向け、IoT機器（自律モビリティシステム、ロボット等を含む）とネットワーク基盤との間で、セキュアかつ情報伝送の遅延を最小化するために人工知能（AI）やエッジコンピューティング技術等を活用した革新的なネットワーク技術を確認するとともに、多様なIoTサービスの基盤となる共通的なプラットフォーム技術等の開発を推進し、最先端のテストベッドの整備・開放を通じて社会全体のICT化に係る先進的な実証を行う。

新たなIoT時代では、あらゆる産業分野において、ネットワーク化された多様なIoT機器から得られるデータを利活用することで、様々なサービスの創造が期待される。このような時代において、我が国の国際競争力を確保・強化するため、産学官が連携して集中的に取り組むことで、2018年度までに多種多様で膨大なIoT機器からのデータを安全かつ確実に伝送することが可能なネットワーク技術や様々なサービスをセキュアに提供可能なプラットフォーム技術等を確立し、2020年度までに新たなIoT時代に対応した研究及び実証の成果を社会へ還元する。（図3-6）

(最先端ICTネットワーク基盤技術)	・新たなIoT時代に対応した最先端ICTネットワーク基盤技術の研究開発
新たなIoT時代に対応した最先端ICTネットワーク基盤技術	



図 3-6 主要な重点研究開発課題【(2)-②】

③ 衛星通信技術

年々増大する地球観測衛星等からのデータ伝送の高速・大容量化に対応するため、2019 年度の光データ中継衛星の打ち上げに向けて衛星搭載機器を開発し、世界初の 10Gbps 級の地上-衛星間光データ伝送を実現する。また、海洋・航空域での広域ブロードバンド通信を実現するため、2021 年以降の次期技術試験衛星の打ち上げに向けて衛星搭載機器や衛星通信システム、高機能地球局システム等の基盤技術を確立し、ユーザ当たり 100Mbps 級の宇宙・海洋ブロードバンド通信衛星システムを実現する。（図 3-7）

衛星通信技術	・グローバル光衛星通信ネットワーク基盤技術の研究開発 ・宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信ネットワーク基盤技術の研究開発
---------------	--

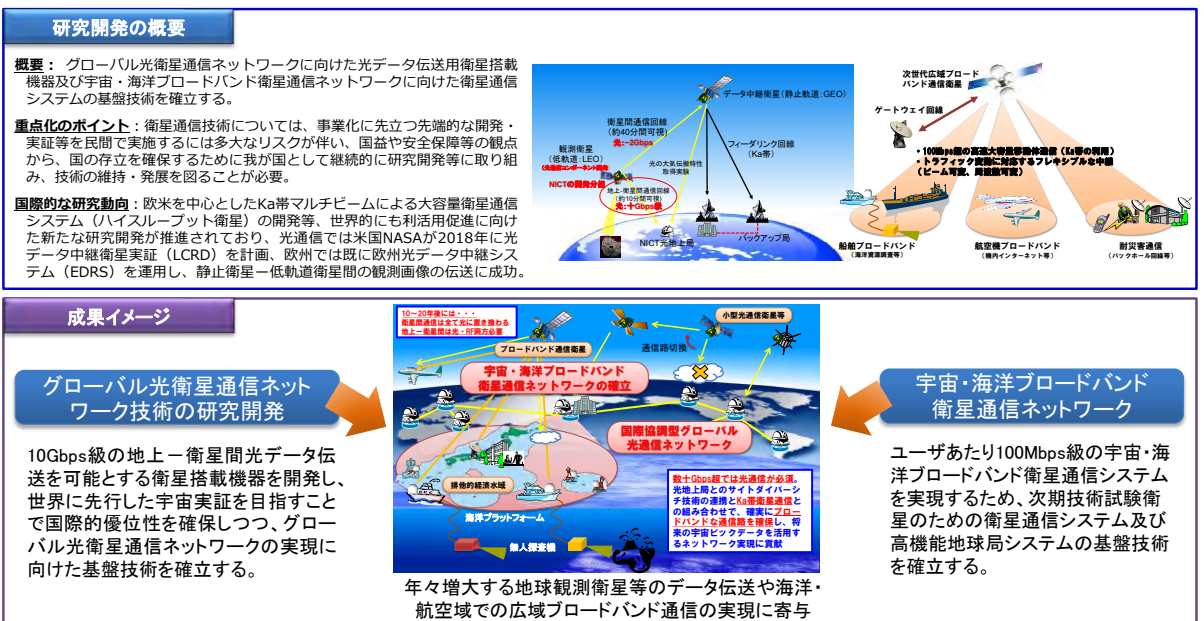


図 3-7 主要な重点研究開発課題【(2)-③】

④ 協調統合型ワイヤレス技術

ワイヤレス通信トラヒックが現在の 1000 倍以上にも達すると予測される 5G/Beyond5G 時代に向けて、低遅延化等の質を確保しながら膨大なトラヒックに対応するため、異なるワイヤレス通信システム間を効率的に連携させるためのシステム間連携制御技術、協調統合型の基地局・端末構築技術、ミリ波帯を含む高速無線アクセス技術等を確立する。

これらにより、2020 年までに、様々な無線システムを最適に組み合わせて自動構築する技術や、ユーザの利用状況に応じて周波数を動的に割り当てる技術、高速無線通信に必要な周波数帯の利用技術等を実現し、2020 年代前半には、エネルギー利用効率に優れたワイヤレス通信システムの実用化・展開を図る。さらに、2030 年頃には、あらゆる場所でワイヤレス通信環境を意識することなく利用可能な次世代基盤システムを実現する。(図 3-8)

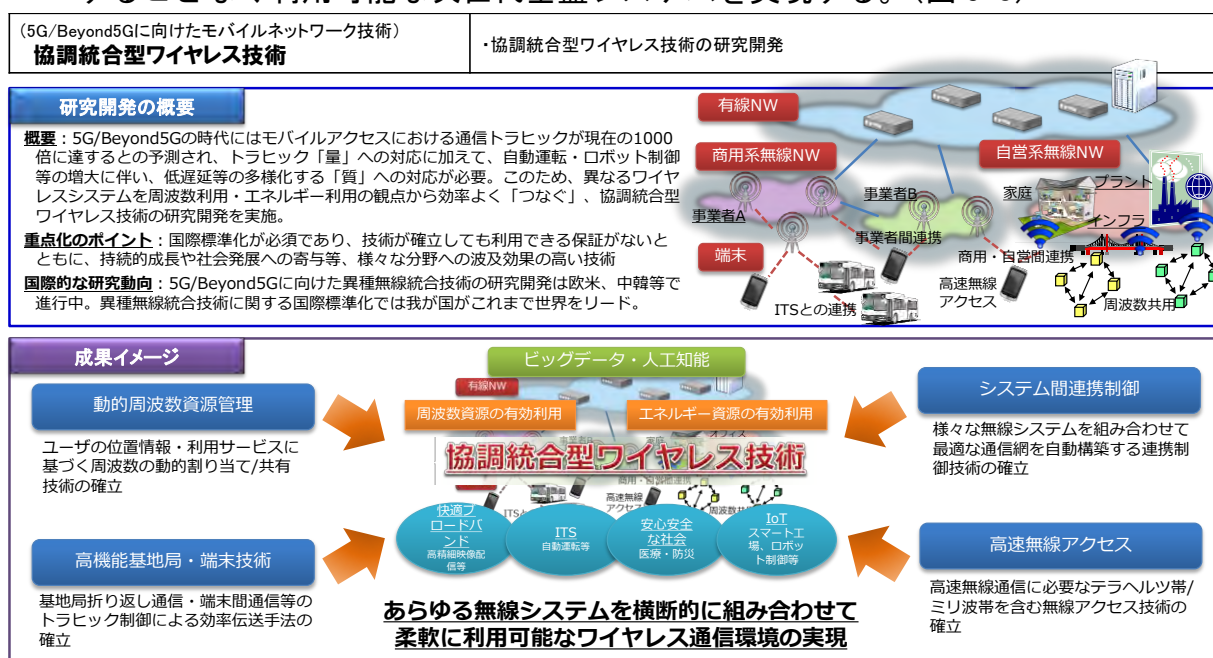


図 3-8 主要な重点研究開発課題【(2)-(4)】

(3) データ利活用基盤分野

① 音声翻訳・対話システムの多言語化、多分野化、高精度化

現在までに世界最先端の技術水準を維持している音声翻訳・対話技術について、専門分野向けの自動翻訳の多言語化・多分野化、高精度化の研究開発のほか、同時通訳を行うための基礎技術の開発を行う。

これらにより、2020 年までに、多言語化（10 言語程度）、多分野化（医療・防災を含む生活分野）、高精度化（音声認識・翻訳性能の改善）を達成し、さらに社会実装することで、日常生活の様々な場面で音声翻訳・対話システムを通じてコミュニケーションできる社会を実現する。（図 3-9）

(音声翻訳・対話システムの高度化)

音声翻訳・対話システムの多言語化、多分野化、高精度化

・音声翻訳・対話システムの多言語化、多分野化、高精度化の実現

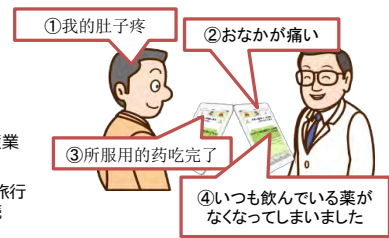
研究開発の概要

概要：2020年のオリンピック・パラリンピック東京大会に向けて、以下の技術開発を実施

1. 専門分野向けの自動翻訳を多言語化・多分野化
2. 専門分野向けの自動翻訳を高精度化（多言語の高精度構文解析システムの構築等）
3. 同時通訳を行うための基礎技術の開発

重点化のポイント：日本の強みを活かせる新たなビジネス領域の開拓につながる技術であり、あらゆる産業に裨益する基盤的な技術。また、国の安全保障上の観点からも国が技術力を維持する必要がある技術。

国際的な動向：外国企業においても既存の自動翻訳技術があるが、NICTの技術は日本語の翻訳を中心に旅行会話において高い精度を確保しているほか、英語の講演音声素材にした音声認識のコンペで3年連続最高の精度（単語誤り率）を達成する等、世界最先端の技術水準を維持。



成果イメージ

様々な会話を高精度に翻訳できる、多言語音声翻訳システムで世界の「言葉の壁」をなくし、自由な交流を実現

- ・医療機関やショッピングでの会話の多言語対応を実現し、外国人が暮らしやすい国を実現
- ・ますます増えている訪日外国人を「おもてなし」し、日本各地の魅力の一層の向上に貢献



図 3-9 主要な重点研究開発課題【(3)-①】

② スマートネットワークロボット技術

様々なロボットがネットワークを介して情報を共有し、リアルタイムに自動で動作するための基盤技術、クラウド上での大規模データの集積・分析、人工知能による行動生成やマルチモーダル制御のためのデータ指向型ロボティクス技術、さらに視覚・聴覚や脳情報等を用いた人の心に寄り添うコミュニケーションを実現する技術等を確立する。

これらにより、2020年には、ICT、人工知能、ロボットを活用した日本の「おもてなし」をショーケースとして示すとともに、サービス、医療・介護、製造業、農業・漁業等の様々な分野へのスマートネットワークロボットの導入による利便性に溢れる社会を実現する。(図 3-10)

スマートネットワークロボット技術

- ・ネットワークロボットプラットフォーム技術(スマートロボット技術)の研究開発
- ・クラウドとロボットの融合による革新的サービスの研究開発
- ・人の心に寄り添うコミュニケーションロボットの研究開発

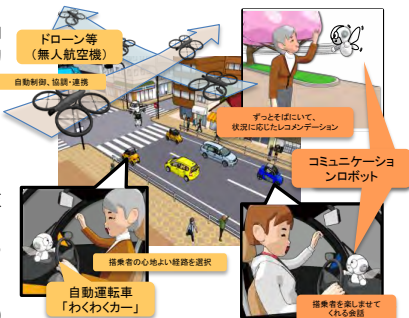
研究開発の概要

概要：

1. あらゆるロボットがネットワークを介して情報を共有し、リアルタイムに自動で動作・制御するための基盤を確立するとともに、複数のロボットの相互に協調・連携により、効率化・効果的にロボット機能を発揮するための技術の研究開発。
2. 様々なIoTデバイスを連携させた生活支援や観光案内等のサービスを実現するために、クラウドにおけるロボットからのデータの大規模な集積と分析、人工知能技術に基づくロボットの行動生成、言語・非言語情報を組み合わせたマルチモーダル制御等を可能にするデータ指向型ロボティクス技術を確立する。
3. 人の動きをセンシングしたり、脳情報から人の感情や潜在意識等を把握することにより、ロボット等を通じて人の心に寄り添うコミュニケーションを実現するため、人・ロボット会話技術、状況認識・推論技術、感性データマイニング技術等の技術の研究開発。

重点化のポイント：日本の強みを活かせる新たなビジネス領域の開拓につながる技術であり、あらゆる産業に波及する基盤的な技術

国際的な研究動向：我が国がこれまで世界をリード。米国DARPAや欧州Horizon2020等において研究開発を推進。また産業分野では、米国Industrial Internet Consortiumや独国Industrie4.0戦略等、官民での取組が本格化。



成果イメージ

- ・ロボットの導入が進むことで、医療・介護や製造業、農業分野等の人手不足を解消するとともに、新たな付加価値の創出が期待される。
- ・2020年オリンピック・パラリンピック東京大会において、ICT、人工知能、ロボットを活用した日本の「おもてなし」をショーケースとして示す。



図 3-10 主要な重点研究開発課題【(3)-②】

③ 社会知解析技術

Web や科学論文等、社会に流通している知識（社会知）を解析し、様々な社会問題等を誰もが容易に理解できる形で提供する社会知解析技術について、問題や回答を自動生成し文脈を深く分析する等の高度化や多言語化、リアルタイム化のための技術確立する。

これらにより、2020 年までに、誰もが専門家並みの知識を自由自在に活用可能なシステムを実現する。さらに 2020 年代半ば頃には、社会知の解析・提示による一般向けサービスや膨大な知識に基づくイノベーション支援システム等を実現し、我が国の教育、産業等の発展に寄与する。（図 3-11）



図 3-11 主要な重点研究開発課題【(3)-③】

(4) 情報セキュリティ分野

① 未来型サイバーセキュリティ技術

世界各国で最重要研究課題とされているサイバーセキュリティ技術に関して、能動的サイバー攻撃観測網の開発に向けた一層柔軟かつ網羅的な自律的観測技術の確立、試験運用等を行うとともに、複合型サイバー攻撃の分析・可視化技術確立し、フィールドテストによる方式の高度化等を行う。

これらにより、2016 年以降、新型の分析技術・可視化技術の技術移転を順次進め、社会への実展開を推進する。2020 年には、得られた成果に基づき、オリンピック・パラリンピック東京大会関連のシステム等に国産の未来型サイバーセキュリティ技術を導入し、さらに世界展開を図るとともに、誰もが安心・安全に ICT を利用できるように我が国の社会基盤の一層の安全確保を図る。（図 3-12）



図 3-12 主要な重点研究開発課題【(4)-①】

(5) 耐災害 ICT 基盤分野

① 耐災害・被害軽減に関連する ICT 基盤技術

災害時の通信確保、被害状況の把握や救助等に資するため、輻輳回避や応急復旧技術による災害に強い光ネットワークの実現、通信障害やトラフィック急増に対してもサービス継続が可能なしなやかな無線通信技術、災害状況の速やかな把握に資するリアルタイムの社会知解析技術等を確立する。

これらにより、2020 年までに、技術成果の自治体や社会インフラへの社会実装を順次進めるとともに、2030 年代半ばまでには、東日本大震災クラスの大規模災害発生した場合に、被災地であっても強固な通信の確保が可能な災害に強い ICT 基盤を実現する。(図 3-13)



図 3-13 主要な重点研究開発課題【(5)-①】

① 量子 ICT

これらの研究開発成果に基づき、2030 年頃から、データセンタやネットワークにおけるノード処理の多機能化、超低損失・省エネ化等による普及を促進し、2050 年頃には、究極的に高効率かつ安全な光・量子情報通信基盤の実現を図る。(図 3-14)

図 3-14 主要な重点研究開発課題【(6)-①】

② 脳情報通信技術

これらの成果を踏まえつつ、2020 年代前半までに、脳内ネットワークのモデル化による脳内表現の分析基盤技術や高度な脳活動計測技術等を確立するとともに、脳情報に基づく学習支援や新たな市場開拓等が可能となる脳情報分析サービスを実現する。さらに、2030 年頃には、ICT によって人のポテンシャルを引き出すことのできる高次脳機能型情報処理システムを実現することで、高齢者や障がいのある方等が抱える様々な機能的な課題を脳情報通信技術によって優しくサポート・克服し、誰もが不自由なく生活の質を向上させることが可能な社会を支える基盤技術を実現する。(図 3-15)

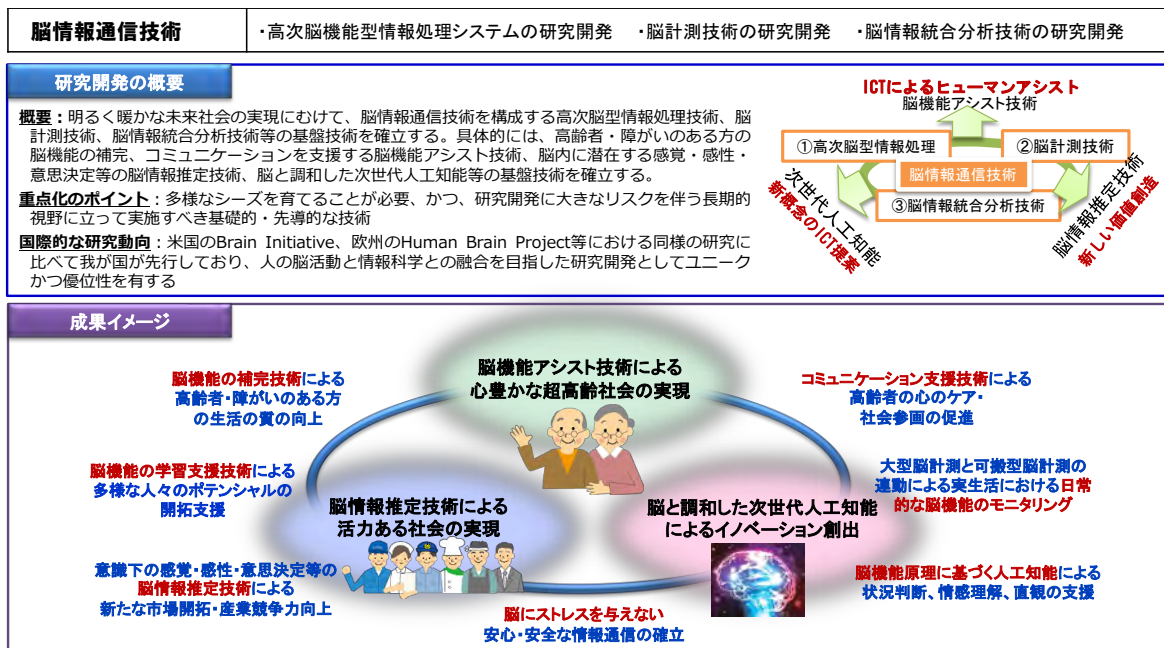


図 3-15 主要な重点研究開発課題【(6)-②】

3.2.3 重点研究開発課題の全体像

次に、重点研究開発課題の全体像について、次のとおり整理した。

なお、それぞれの重点研究開発課題の具体的内容については 3.2.4 において後述する。



社会(価値)を

創る

データ利活用基盤分野

重点研究開発分野

- ◆ 人とモノをシームレスに接続して情報を円滑に伝達するとともに、情報に基づき、知識・価値を創出して利活用するための基盤技術

重点研究開発課題

【実用レベルの多言語音声翻訳技術の実現】

音声翻訳・対話システムの高度化

【AI等も活用したスマートロボットの実現】

スマートネットワークロボット技術

【ソーシャルデータから知識を創る】

社会知解析技術

【ロボットの目の機能等の実現】

空間構造の解析・理解技術

【感動・臨場感をリアルに伝達する】

超臨場感映像技術

社会(生命・財産・情報)を

守る

情報セキュリティ分野

重点研究開発分野

- ◆ 自律的・能動的なサイバーセキュリティ技術の確立等をはじめとするネットワークセキュリティ対策に加え、情報・コンテンツ等に係る幅広い側面からの情報セキュリティ対策のための基盤技術

サイバーセキュリティ技術

重点研究開発課題

※ 未来型サイバーセキュリティ技術、自動対策技術、IoT社会に対応したセキュリティ技術 等

耐災害ICT基盤分野

重点研究開発分野

- ◆ 大規模災害発生時でもしなやかに通信環境を維持するとともに、通信インフラの応急復旧や被災状況の正確な把握に資する等、ICTによって災害に強い社会を形成するための基盤技術

耐災害・被害軽減に関するICT基盤技術

重点研究開発課題

※ 災害に強い光ネットワーク技術、しなやかなワイヤレスネットワーク技術、SNS投稿情報やセンサー情報に基づく社会知のリアルタイム解析・整理技術、災害状況把握・被害予測等へのリモートセンシング技術の活用 等

未来を

拓く

フロンティア研究分野

重点研究開発分野

- ◆ 各分野に跨がり、次世代の抜本的ブレークスルーにつながる先端的な基盤技術
- ◆ 基盤技術の更なる深化に加えて、先進的な融合領域の開拓、裾野拡大、他分野へのシーズ展開等を図る

【抜本的ブレークスルーの創出】

量子ICT

ナノICT

バイオICT

【新たな領域への拡大】

高周波・THz技術

新規ICTデバイス技術

【先進的な融合領域の開拓】

脳情報通信技術

【社会を支える技術基盤】

電磁波計測基盤技術(時空標準技術)

電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)

重点研究開発課題

分野横断的課題

- ◆ 世界最先端の次世代ICTテストベッド(スーパーテストベッド)等の整備・展開

世界最先端ICTテストベッド

重点研究開発課題

※ 新たなIoT時代に対応した世界最先端のICTテストベッドを整備するとともに、最新の研究成果をテストベッドとして開放することで、先進的な研究開発と実証実験を一体的に推進

3.2.4 各重点研究開発課題の概要

各重点研究開発分野における重点研究開発課題等とその概要は次のとおりである。

なお、それぞれの重点研究開発課題ごとに、今後の時間軸に沿って具体的な取組方針を明示しつつ、目指すべき具体的な成果目標（アウトカム）等を含めて整理した工程表は参考資料のとおりである。

I. センシング&データ取得基盤分野

(1) センサーネットワーク技術

重点研究開発課題	概要
① 次世代センサーネットワーク技術（環境融和型ワイヤレス）の研究開発	センシングデータ取得における周波数利用効率・エネルギー効率の更なる向上のため、センサー端末自らが利用環境・応用形態を認識し、最適な通信プロファイルを選択・実行するワイヤレスメッシュネットワーク（環境融和型ワイヤレス）技術を確立する。
② バッテリー不要なセンサーのネットワーク化に関する研究開発	エネルギーハーベスティングやパッシブデバイスを組み合わせることで、バッテリー不要で半永久的に駆動可能なセンサーをネットワーク化するための無線端末構成技術、多様な無線方式で長期間（数十年間）・広域で利用される端末を柔軟に収容することのできるフレキシブルゲートウェイ技術等を確立する。

(2) リモートセンシング技術

重点研究開発課題	概要
① 地上レーダ技術の研究開発	ゲリラ豪雨等の突発的な災害の発生予測精度向上に資するため、マルチパラメータ（MP）フェーズドアレイレーダ、地デジ放送波を利用した水蒸気量推定技術、パッシブレーダ等のリモートセンシング技術を確立するとともに、関連信号処理技術の高度化を図る。また、ドップラーライダー等、他のリモートセンシング技術との融合観測によって、災害情報の迅速な提供等に資する新たな知見の開拓を目指す。
② 航空機搭載合成開口レーダ（SAR）技術の研究開発	地震・火山噴火等の災害発生時に、より詳細な状況把握を可能とするため、現在の航空機搭載 SAR（Pi-SAR2）を超える空間分解能を有する次世代航空機搭載 SAR 技術及び高度解析等の情報抽出技術を確立する。
③ 衛星搭載レーダ技術の研究開発	地球規模の観測による温暖化・水循環メカニズム等の解明に寄与するため、GPM 衛星搭載降水レーダ及び EarthCARE 衛星搭載雲レーダに係る観測データ処理アルゴリズムの開発・改良等を行い、高精度な降水・雲観測技術を確立する。
④ テラヘルツ帯センシングの研究開発	これまで観測できなかった上空の中層大気に存在する物質や気温・風等を高精度に観測可能とするため、テラヘルツ帯高感度ヘテロダイン受信機の開発や広帯域化により、衛星搭載用テラヘルツリムサウンダ等、新たな気象・環境センサーの開発に寄与するテラヘルツ帯センシング技術を確立する。

⑤ 光アクティブセンシングの研究開発	大型台風の進路予測精度の向上等に資するため、高出力パルスレーザ等を開発し、上空の三次元風観測を実現する衛星搭載ドップラー風ライダー等の新たな気象・環境計測センサーの開発に寄与する光センシング技術を確立する。
--------------------	---

(3) 非破壊センシング・イメージング技術

重点研究開発課題	概要
① 非破壊センシングの実用化に向けた研究開発	効率的かつ確実なインフラ維持管理に資するため、維持管理対象物（建造物等）の材質・構造等に基づく最適な非破壊センシング・イメージング技術（周波数帯の選定を含む）を開発するとともに、実証を通じて開発技術の実用化を図る。

(4) 宇宙環境計測技術

重点研究開発課題	概要
① 電離圏観測・シミュレーションに関する研究開発	航空運用等の電波インフラの安定利用に資するリアルタイムシステムの構築に向けて、電離圏電子密度の鉛直プロファイル自動導出技術等を開発し、大気圏・電離圏統合全球モデルを用いた予測に係る基盤技術を開発する。
② 磁気圏観測・シミュレーションに関する研究開発	人工衛星の安定運用に資するリアルタイムシステムの構築に向けて、磁気圏シミュレータの高度化及び衛星観測データによる放射線帯モデルを開発し、観測データを有機的に取り込んだ磁気圏モデルのプロトタイプを開発する。
③ 太陽・太陽風観測・シミュレーションに関する研究開発	電波観測・太陽風シミュレーションによる高精度早期警報システムの構築に向けて、太陽活動モニタリングに資する電波観測システム、衛星観測データを活用した太陽風伝搬モデル・シミュレータ等を開発する。

(5) センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術

重点研究開発課題	概要
① ソーシャル ICT 情報利活用基盤に関する研究開発	スマートサービスと人との間でデータを共有し地域全体で環境問題等を解決すべく、様々な IoT データを分野横断的に統合・分析する技術、実世界のモノ・コト・知識を解析・予測し行動制御するクラウドロボティクス技術、クラウドを介したデバイスネットワークとソーシャルネットワークの自律連携制御技術等を確立するとともに、コミュニティが中心となってデータを集め集団的に分析するオープンサイエンス基盤技術を確立する。
② 空間構造解析・理解に関する研究開発	ロボットの目としての機能等を実現するため、画像や映像から特定空間を対象として空間構造を記述し、空間構造から空間意味解析を行うことにより各物体を認識する技術等を確立する。

Ⅱ-1. 統合 ICT 基盤分野（コア系）

(1) 最先端 ICT ネットワーク基盤技術

重点研究開発課題	概要
① 新たなIoT時代に対応した最先端 ICT ネットワーク基盤技術の研究開発	多種多様な社会システムで用いられる極めて膨大な数のIoT デバイスからの情報をリアルタイムで収集して円滑に流通させるとともに、ビッグデータ解析に基づきこれらを最適制御するため、膨大なデータを高効率かつセキュアに伝送し、社会システムのリアルタイムでの制御を可能とする革新的なネットワーク技術（AI 等も活用し、仮想化技術にエッジコンピューティング技術等を組み合わせることで、多数のユーザに対してネットワーク資源・機能をリアルタイムかつ最適に自動提供する技術）を確立する。
② データセントリックなネットワーク技術等の研究開発	情報・コンテンツ指向型のネットワーキングやモノ間の情報伝達を支えるネットワーキング等、新たなネットワークアーキテクチャを確立するとともに、下位レイヤまでを含めたネットワークの効率的な資源管理・資源配分、多様な通信環境に対する通信品質向上等を実現する新たな制御技術やネットワークサイエンスを確立する。

(2) フォトニックネットワークシステム技術

重点研究開発課題	概要
① フォトニックネットワークシステム基盤技術に関する研究開発	現在の 1000 倍のトラフィック増が想定される 5G 等のユーザサービスを収容する光基幹網等や、さらにその先の大容量化にも対応するため、1 入出力端子あたり 1Pbps 級の交換ノードを有するマルチコアネットワークシステムに関する基盤技術、マルチコア/マルチモードオール光交換技術を確立する。また、マルチコアファイバ用送受信機の小型化等のため、高密度で高精度な送受信技術（パラレルフォトンクス）を確立するとともに、さらなる大容量伝送の実現に向けて、世界に先駆けた空間スーパーモード伝送基盤技術を確立する。
② 光統合ネットワーク実現に向けた研究開発	光統合ネットワークの実現に向けて、400Gbps の再構成可能光スイッチトランスポートネットワーク技術、さらに次世代の 1Tbps 装置の要素技術等を確立する。

(3) 衛星通信技術

重点研究開発課題	概要
① グローバル光衛星通信ネットワーク基盤技術の研究開発	10Gbps 級の地上一衛星間光データ伝送を可能とする衛星搭載機器の開発等、グローバル光衛星通信ネットワークの実現に必要な基盤技術を確立する。
② 宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信ネットワーク基盤技術の研究開発	100Mbps 級の宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信システムを実現するため、次期技術試験衛星のための衛星通信システム及び高機能地球局システムの基盤技術を確立する。

(4) 極限環境通信技術

重点研究開発課題	概要
① 極限環境における通信技術の研究開発	これまでは通信が不可能な極限環境においても円滑な通信を可能とするため、海洋資源の開拓等に資する海中通信、惑星の観測映像等の高速伝送に資する深宇宙通信等に係

	る基盤技術を確立する。
--	-------------

Ⅱ-2. 統合 ICT 基盤分野（アクセス系）

(1) 5G/Beyond5G に向けたモバイルネットワーク技術

重点研究開発課題	概要
① 無線通信の大幅な大容量化・高速化を実現するための研究開発	5G 時代に求められる多様なモバイルサービスやアプリケーションを実現可能とするため、無線通信システムの大幅な大容量化を実現する技術として、分散アンテナ技術、光収容技術、システム間連携技術を、加えて、無線通信速度の大幅な高速化を実現する技術として、低 SHF 帯／高 SHF 帯超多素子アンテナ技術、端末ディスカバリー技術を確立する。
② 協調統合型ワイヤレスの研究開発	単一システムによる高効率伝送の限界を突破するため、異なる複数のシステム間に跨がる協調・統合により、モバイル網の更なる高効率伝送（同一通信量当たりの総消費電力を 1/10 へ低減）を実現する協調統合型ワイヤレスシステムを確立する。
③ 高信頼ワイヤレス伝送技術の研究開発	無人航空機を含むロボット群等の遠隔制御に適用可能な高信頼ワイヤレス伝送を実現するため、要求される伝送遅延条件を保証する通信技術を確立する。また、多様な環境に適したワイヤレス伝送技術や干渉回避等の周波数共用技術を確立する。
④ 高度同期型分散ネットワーク技術の研究開発	端末間での時刻同期精度を大幅に向上させるとともに、災害発生時等に必要とされる端末規模（例えば 5000 台以上）を収容するグループ通信を実現するため、低消費電力化が求められる端末に実装可能な、電波を利用した端末間の同期型分散ネットワーク技術を確立する。
⑤ 光モバイルアクセス及び光コア融合ネットワーク技術の研究開発	消費電力の増大を抑制しつつ、伝送距離×収容ユーザ数を現在比 100 倍以上とするため、超高速・極低消費電力の光アクセス（固定、バックホール等）に係る基礎技術や、超高速移動通信ネットワーク構成技術等を確立する。
⑥ アクセス系に係る光基盤技術の研究開発	アクセス系光ファイバにおける送受信機小型化等を実現するため、高密度で高精度な送受信技術（パラレルフォトリニクス）を確立する。また、高速移動体に対して高速データ伝送が可能な 100G アクセス技術や、広帯域 RF センシング信号の一括光転送処理を実現する SoF（Sensor on Fiber）技術を確立する。

(2) ユーザの利用環境や要求を認識したネットワーク構築・制御技術

重点研究開発課題	概要
① ユーザ利用環境・要求を認識したネットワーク自動構築制御技術の研究開発	少子高齢化により労働者人口が減少した場合にも、質・量ともに世界最先端のネットワークインフラの提供に寄与する自動化技術を実現するため、ユーザの利用環境や要求をネットワーク側で認識し、ビッグデータ及び人工知能等を活用したアクセス系ネットワーク資源・機能分配の自動化に資する基盤技術を確立する。

Ⅲ. データ利活用基盤分野

(1) 音声翻訳・対話システムの高度化

重点研究開発課題	概要
① 音声翻訳・対話システムの多言語化、多分野化、高精度化の実現	2020年のオリンピック・パラリンピック東京大会までに、10言語に関して、旅行、医療、防災を含む生活一般の分野について実用レベルの音声翻訳・対話システムを社会実装するため、多言語化、多分野化、高精度化等に資する翻訳技術・音声技術を開発・確立する。
② 現場音声認識の精度向上及びクロスリンガル音声対話の実現	長文音声認識（現在の7語対応から20語へ）、非ネイティブ音声認識、環境音の自動判別等を実現し、現場音声認識の精度向上を図るとともに、多言語・複数人の音声対話システムを目指す。
③ 長文音声翻訳に対応した自動翻訳技術の実現	同時通訳を実現するため、同一分野の対訳ではない2言語のコーパス利活用、自動換言処理等に基づく自動翻訳の汎用化及び翻訳の逐次処理化に関する基盤技術を確立する。
④ 文脈を用いた自動翻訳技術の研究開発	自動翻訳の高精度化のため、単語や文に加えて結束性や談話構造等の文脈を利活用することにより、意味に基づく翻訳を実現する基盤技術を確立する。

(2) 社会知解析技術

重点研究開発課題	概要
① 社会知解析技術の研究開発	Web、科学技術論文、白書等から社会問題等様々な問題を自動検出し、それらの解決策や影響等、関連する情報・仮説を能動的に発見して統合された知識として提供するシステムや、SNS上での問題や出来事をリアルタイムで自動検出・分析し、それらにまつわる議論の推移を要約して提示するシステム等を実現するための基盤技術を確立する。
② ソーシャル ICT 情報利活用基盤に関する研究開発【再掲】	スマートサービスと人との間でデータを共有し地域全体で環境問題等を解決すべく、様々な IoT データを分野横断的に統合・分析する技術、実世界のモノ・コト・知識を解析・予測し行動制御するクラウドロボティクス技術、クラウドを介したデバイスネットワークとソーシャルネットワークの自律連携制御技術等を確立するとともに、コミュニティが中心となってデータを集め集团的に分析するオープンサイエンス基盤技術を確立する。

(3) スマートネットワークロボット技術

重点研究開発課題	概要
① ネットワークロボット・プラットフォーム技術（スマートロボット技術）の研究開発	ビッグデータ、人工知能、ネットワーク関連技術等との連携により、全てのロボットがネットワークを介して必要な情報を共有し、遅延なく高度な動作を実現するネットワーク制御技術を確立するとともに、複数のロボットの相互連携により効率的・効果的に機能を発揮するためのプラットフォーム技術を確立する。

② クラウドとロボットの融合による革新的サービスの研究開発	様々な IoT デバイスを連携させた生活支援や観光案内等のサービスを実現するため、クラウドにおけるロボットからのデータの大規模な集積と分析、人工知能技術に基づくロボットの行動生成、言語・非言語情報を組み合わせたマルチモーダル制御等を可能にするデータ指向型ロボティクス技術を確立する。
③ 人の心に寄り添うコミュニケーションロボットの研究開発	人の動きをセンシングしたり、脳情報から人の感情や潜在意識等を把握することにより、スマートフォンやロボット等を通じて、心の通った（人の心に寄り添う）コミュニケーションを実現するため、人・ロボット会話技術、状況認識・理解・推論技術、感性データマイニング技術、感情生成・表現モデル等の技術を確立する。

(4) 空間構造の解析・理解技術

重点研究開発課題	概要
① 空間構造解析・理解に関する研究開発【再掲】	ロボットの目としての機能等を実現するため、画像や映像から特定空間を対象として空間構造を記述し、空間構造から空間意味解析を行うことにより各物体を認識する技術等を確立する。

(5) 超臨場感映像技術

重点研究開発課題	概要
① 空間情報伝送再現システムに関する研究開発	位相・振幅を制御するデジタル方式のホログラム技術、ホログラムのデジタルプリント技術、プロジェクション用スクリーン技術等を確立する。
② 超臨場感映像の超低遅延処理、圧縮・伝送等に関する基盤技術の確立	100Gbps 超の伝送レートが必要な超臨場感映像を、光ファイバにより超低遅延でルーティング、蓄積・読み出し、信号処理することが可能な SDI (Software Defined Infrastructure) 技術を確立する。また、裸眼立体映像の圧縮等に関する基盤技術を確立する。
③ 超高精細度映像の高効率伝送技術に関する研究開発	超高精細度テレビジョン (UHDTV) 放送の本格展開に向けて、地上波等の限られた帯域において、超高精細度映像を高効率かつ効果的に伝送するための映像圧縮技術や伝送技術等を確立する。

IV. 情報セキュリティ分野

(1) サイバーセキュリティ技術

重点研究開発課題	概要
① 未来型サイバーセキュリティ技術の研究開発	国内のセキュリティ対策を強化するため、能動的サイバー攻撃観測網の構築、複合型サイバー攻撃分析・可視化技術等を確立する。また、2020 年のオリンピック・パラリンピック東京大会関連のシステム等に当該技術を導入しセキュリティ確保に貢献するとともに、セキュリティ自給率向上や国産技術の国際展開を図る。
② セキュリティ知識ベースを用いた自動対策技	実利用に基づく脆弱性情報やサイバー攻撃情報を効率的に蓄積する知識データベースを確立することで、脆弱性管

術に係る研究開発	理や IT 資産管理、初動対応等、セキュリティ対策業務の一部の自動化を促進する能動的なセキュリティ対応技術確立する。
③ 暗号技術を活用した情報セキュリティ技術の研究開発	パーソナルデータの利活用を促進するための暗号技術を活用したプライバシー保護技術や、新たな社会ニーズに対応した機能を実現する機能性暗号技術確立する。加えて、電子政府システムの調達等で利用する暗号や、今後の利用が想定される新たな暗号技術の安全性評価を行う。
④ IoT 社会に対応したセキュリティ技術の研究開発	IoT 社会の本格展開によって普及が想定される車やウェアラブル機器等の M2M システムへの脅威に対して、脅威分析・リスク評価を行った上で、端末の処理能力やライフサイクル等、IoT の特徴を踏まえたサイバーセキュリティ技術確立する。

V. 耐災害 ICT 基盤分野

(1) 耐災害・被害軽減に関連する ICT 基盤技術

重点研究開発課題	概要
① 災害に強い光ネットワーク技術の研究開発	大規模災害発生後、残存するメトロコアを構成する光ファイバ網に集中する通信トラヒックの負荷分散を図るため、光信号の波長や時間チャネルを動的かつ効率的に制御する技術確立する。また、有線ネットワークが途絶した地域において、通信基盤を迅速かつ柔軟に再構成するため、大容量光ネットワーク暫定復旧基盤技術確立する。
② しなやかなワイヤレスネットワーク技術の研究開発	大規模災害時に発生する通信回線障害やトラヒックの急増等、通信環境の大きな変化に柔軟に対応するため、輻輳（通信混雑）を回避しつつ、通信の接続の確保やサービスの継続を可能とする無線ネットワーク構成・管理技術や、無人機（ドローンを含む）に搭載した中継器による高信頼ワイヤレス伝送技術、災害時の衛星通信の利用等、災害現場のニーズに即応して早期の運用を可能とする機動的なネットワーク技術確立する。
③ リアルタイム社会知解析技術の研究開発	防災や減災に、SNS 情報やセンサ情報が統合された総合的なリアルタイムデータ、即ち社会知（ネット上において一般国民から専門家まで多様な主体が発信する知識、情報の総称）を活用するため、災害時における被災状況から、ネット上の複雑な議論までを、リアルタイムに解析・整理する技術確立する。
④ 災害の状況把握や被害予測等に活用可能なリモートセンシング技術の研究開発【再掲】	大規模災害発生時における広範な被害状況の迅速かつ詳細な把握に資する次世代航空機搭載 SAR 技術や、ゲリラ豪雨等の突発的な災害の発生予測精度の向上に資するマルチパラメータ（MP）フェーズドアレイレーダ等をはじめとするリモートセンシング技術確立する。

VI. フロンティア研究分野

(1) 量子 ICT

重点研究開発課題	概要
① 量子光ネットワーク技術の研究開発	極めて安全かつ高効率な量子光ネットワークの実現に向けて、QKD (Quantum Key Distribution) プラットフォーム技術及び量子光伝送技術を確認するとともに、量子光ネットワークテストベッドにおいて新世代 QKD 技術や物理レイヤ暗号方式等を実証する。
② 量子ノード技術の研究開発	データセンターネットワークにおけるノード処理の多機能化や超低損失・省エネ化等のため、光量子制御技術、量子インターフェース技術及び量子計測標準技術を開発し、光量子回路の小型・集積化の基礎技術を確認する。これらの技術を量子光ネットワークテストベッドにおいて実証する。

(2) ナノ ICT

重点研究開発課題	概要
① ナノコンポジット材料・素子技術の研究開発	様々な環境下で運用される移動体に搭載可能な、超高速かつ高効率の電子-光 (E0) 変換技術等の実用化等に向けて、デバイスの動作信頼性及び性能を飛躍的に向上させるため、有機/無機ハイブリッド基盤技術を原子・分子レベルの精度で制御・構築するための基盤技術を確認する。
② 超伝導単一光子検出器 (SSPD)、超伝導省電力ロジックデバイスの研究開発	SSPD の量子暗号通信、宇宙通信、バイオ・医療等への幅広い応用展開を目指し、広波長帯域化及び多ピクセル化等の高速・高機能化のための基盤技術を確認する。また、新たな極限的低エネルギー情報処理技術の創出を目指し、電子の位相制御に基づく新しい論理デバイス及び超省電力メモリを実現するための基盤技術を確認する。

(3) バイオ ICT

重点研究開発課題	概要
① バイオ情報素子構成技術の研究開発	生体の感覚に則したセンシングを実現するために、情報検出部を生体材料そのものによって構成するための基盤技術を確認する。また、情報検出部として適切な生体材料の検討を行うとともに、その機能の拡張・最適化を行うための天然材料の改変技術、材料を組合せて機能システムを構成する技術等を確認する。
② バイオ情報抽出技術の研究開発	生体と同様のメカニズムで、入力情報から情報源のカテゴリを抽出する技術を実現するために、機械学習等のデータ解析手法を活用し、生体材料より得られた信号から情報カテゴリを抽出する技術を確認する。また、生体の細胞ネットワークを対象として、実際に行われている情報の蓄積・統合・認識の様式を学び取り、生体に倣って情報処理を行うための基盤技術を確認する。
③ バイオシグナル収集技術の研究開発	生体材料が示す応答を詳細に計測し、利活用可能な形で取り出すため生体信号収集技術を確認する。また、生体材料が示す応答を、その性質に応じて抽出して電磁的信号に変換する技術や、生体材料のシステムとしての動態を計測するための基盤技術を確認する。

(4) 脳情報通信技術

重点研究開発課題	概要
① 高次脳機能型情報処理システムの研究開発	超高齢化社会に対応した ICT 基盤を整備するため、人間の脳内ダイナミックネットワークモデルの解析を通じて、日常生活での人間の理解/認識を捉え、高齢者・障がい者のみならずスポーツ選手等を含めた人間の運動能力・行動支援等を実現する脳型情報処理アーキテクチャ技術、快適さ・好み等の抽象的な評価軸による評価技術及び身体的・感覚的・社会的なヒューマンアシスト技術の基盤を確立する。
② 脳計測技術の研究開発	脳活動計測の高度化と日常的な脳機能モニタリングを実現する基盤技術を確立するため、脳活動の新たな計測手法を開発して精度の向上を図るとともに、大型設備による制限された実験環境での高精度な計測技術や、実生活における軽量小型の計測装置を開発する。
③ 脳情報統合分析技術の研究開発	マルチモーダルな計測データによる分析に基づき、脳情報を実生活で効率的に精度良く利用するため、多様な計測機器によるデータの統合、共有、分析技術等の基盤技術を確立する。また、複数の機能に対して蓄積された脳活動データを活用し、複数の脳機能を統合した総合的な脳活動を多角的に分析するための基盤技術を確立する。

(5) 高周波・THz 技術

重点研究開発課題	概要
① 超高周波無線通信基盤技術の研究開発	ミリ波・テラヘルツ波向け化合物半導体高速電子デバイス技術の高度化を図るとともに、シリコン半導体デバイス、アンテナ技術、実装・集積化技術を組み合わせて、275GHz 以上を利用した無線通信システムの実用化に向けた基盤技術を確立する。
② 超高周波光源技術の研究開発	高精度局発光モジュールや高精度テラヘルツ計測システムの実現に向けて、テラヘルツ帯大容量通信に必要な狭線幅・高安定な光源に関する基盤技術を確立する。
③ テラヘルツ帯における無線通信・計測技術等の研究開発	テラヘルツ帯の実利用に向けて、テラヘルツ帯無線通信装置や試験装置、スペクトラム・電力計測システム、高感度センサー技術、非破壊センシング技術等を確立する。

(6) 電磁波計測基盤技術（時空標準技術）

重点研究開発課題	概要
① 標準時及び周波数標準の安定的な発生・供給のための技術開発	日本標準時の小金井局及び神戸局の運用による分散制御システムの実用化、時刻・周波数供給サービス、周波数較正サービス・国際相互承認活動、衛星を用いた国際時刻・周波数比較、アジア・太平洋地域における国際比較較正拠点としての取組を実施し、必要となる関連技術を確立する。
② 超高精度周波数標準の実現に関する技術開発	秒の再定義に適応可能な光標準を実現するため、実運用に耐える堅実な超高精度周波数標準を構築するとともに、次世代光標準の基盤技術を確立する。また、ACES (Atomic Clock Ensemble in Space) 地上局運用、超高精度周波数比較・伝送技術を開発し、光標準の国際リンクに資する基盤技術を確立する。
③ 周波数標準の新たな利	国家標準にトレーサブルな THz 標準技術を確立する。ま

活用領域拡大に資する技術開発	た、広域時刻同期技術を開発し、サブマイクロ秒同期が可能な通信インフラ実現に向けた基盤技術を確立する。
----------------	--

(7) 電磁波計測基盤技術（電磁環境技術）

重点研究開発課題	概要
① 先端 EMC 計測技術の研究開発	広帯域電磁波の精密測定技術、300GHz までの較正技術等を確立する。また、スマートグリッドに関する国際規格の整備に貢献するため、スマートコミュニティ/エネルギー管理システムにおける電磁干渉評価技術を確立する。
② 生体 EMC 技術の研究開発	THz 帯までの電波曝露評価技術を研究開発し、分子レベルから組織、全身までのマルチスケール曝露評価技術を確立する。また、5G システム等で利用が想定されている 6GHz 以上の周波数帯における電波防護指針への適合性評価技術を開発する。

(8) 新規 ICT デバイス技術

重点研究開発課題	概要
① 酸化物、窒化物半導体電子デバイスに関する研究開発	酸化ガリウムデバイス基盤技術の電気・自動車メーカー等への技術移転を目指し、酸化ガリウムのパワーデバイスや無線通信デバイス等に関する技術を確立する。
② 深紫外光 ICT デバイスに関する研究開発	安全安心でクリーンな生活環境、持続可能な社会の実現に資するため、高出力深紫外小型光源や、現在未踏の深紫外 ICT デバイスを世界最先端のナノ光構造デバイス技術を駆使することで実現する基盤技術を確立する。
③ バイオミメティックセンサーネットワークに関する材料・素子技術の研究開発	エネルギーハーベスティング等の多様な給電により駆動可能なバッテリー不要なセンサーや、新たなセンサーデバイスを活用した革新的センサーネットワーク技術の実現に向けて、生物機構を模倣した低環境負荷の材料・素子等に係る基盤技術を確立する。

VII. 分野横断的な重点的取組

(1) 世界最先端 ICT テストベッド

重点研究開発課題	概要
① 世界最先端の次世代 ICT テストベッド等の構築・展開	ネットワーク仮想化技術、光統合ネットワーク技術、ビッグデータ等の情報基盤等を導入し、新たな IoT (Internet of Things) 時代に対応した世界最先端の ICT テストベッドを構築するとともに、最新の研究成果をテストベッドとして研究機関やユーザ等に開放することで、先進的な研究開発と実証実験を一体的に推進する。

第4章 研究開発等の推進方策

我が国が、世界最先端の「社会全体の ICT 化」（「ソーシャル ICT 革命」）の推進を図り、新たな IoT 時代を主導していくためには、第 3 章で述べた重点研究開発課題に関する研究開発を着実に推進し、イノベーション創出を加速することが重要である。

今後のソーシャル ICT 革命の推進に向けた研究開発等の推進に当たっては、次のような取組を検討することが適当である。なお、具体的な施策の推進方策等、引き続き議論すべき事項については、本中間報告の取りまとめ後において議論を深めていく予定である。

4.1 研究開発、成果展開の推進について

ICT 分野における我が国の国際競争力を高め、キャッチアップから世界のフロンティアで競うため、最先端の ICT の研究成果について、異分野の産業との幅広い連携により課題解決、新たな価値創造を図り、成果展開、社会実装を進めていくことが必要である。

更に、今後の激化する国際競争において、このような課題解決、新たな価値創造により我が国の国際競争力を強化していく観点からも、先端的な研究開発により、Game-Change が可能な、Disruptive な技術の創出等を図っていくことが重要である。

このような、研究開発、成果展開の推進に当たって、次のような取り組みを進めていくことが必要である。

4.1.1 国・NICTによる先導的・基盤的研究開発の推進

NICT は、ICT を専門とする唯一の公的研究機関として、国立研究開発法人制度の下で、国の政策と連携し、中長期的視点に立った世界最先端の基盤的・基盤的な研究開発に取り組むことが適当である。特に、平成 28 年度からの NICT の次期中長期目標期間においては、ソーシャル ICT 革命の推進に向け、第 3 章で示した重点研究開発課題に関する研究開発を先導していくべきである。

その際、研究開発プロジェクトでは確実な成果創出を求めるだけでなく、チャレンジングなテーマへの取組を強化するため、必達目標と挑戦目標に分けた目標管理等の可能性も検討すべきである。

4.1.2 研究開発の成果展開・社会実装に向けた取り組みの強化

ソーシャル ICT 革命の推進により、最先端の ICT を活用した新たな価値の創造、国際競争力の更なる強化を図っていくためには、例えば、超省電力センサーネットワーク等の NICT の研究開発成果について、他の産業との協業の推進によりサービスの創出等を促進していく必要がある。

このため、様々な実社会の課題に対して多様な業界・業種との連携・協調を行うための場として、研究開発成果を実装し、ユーザにも使いやすい形でオープンに解放する試験環境として「テストベッド」を構築し、それを多様な業種のユーザ等も利用してもらい、社会的受容性等の検証も含めた社会実証を推進することが必要である。社会実証に当たっては、プライバシー等のような社会

的な課題、システム設計等について、技術者と社会科学家が協力してグランドデザインを描いていく必要がある。

さらに、ソーシャル ICT 革命の推進に向けた研究開発においては、その社会実証の結果を踏まえて、研究開発のターゲットを適宜見直す等、研究開発と実証実験（技術実証と社会実証）を車の両輪として相互にフィードバックをかけながら推進することが必要である。

また、研究開発の段階から社会実装が進むように、研究開発の成果指標については論文数や特許数に加えてインセンティブ付与が可能な適切な仕組みを検討すべきである。また、社会実証については、どのような指標を用いて社会的受容性等を評価するか等について検討すべきである。

オリンピック・パラリンピック東京大会は、世界最先端の ICT についてショーケースとして世界に発信する絶好の機会であり、また、将来の成熟社会を見据えた社会基盤（レガシー）として残すものが期待されており、そのような機会を捉えて、最先端の ICT の社会実装を推進すべきである。

4.2 テストベッドの構築・活用について

民間企業の研究開発の中心が基礎研究から応用・開発研究にシフトする中で、ICT 分野における諸外国との厳しい国際競争を勝ち抜き、世界をリードするためには、研究開発から社会実装までの加速化を図ることが重要であり、従来のリニア型の研究開発ではなく、最先端の技術については、基礎研究段階の研究開発とともに市場投入を目指した技術実証に一体的に取り組み、一気に実用化を目指すことが必要な場合があると考えられる。

また、「ソーシャル ICT 革命」の推進を図るためには、社会のあらゆる分野に最先端の ICT の社会実装を進めていくことが必要であり、研究開発成果について、異分野の産業と広範な協業を推進するために、様々な業界、ユーザも含めた幅広いプレーヤーが参加可能な社会実証が重要である。

今後、研究開発成果について多様な研究機関等に利用してもらい、技術的な達成レベルや効果等の技術検証を行う場、あるいは、研究開発成果について一般での実用化の前段階でユーザ等にも利用してもらい、社会実証を行う場としてのテストベッドの一層の活用を図っていくことが重要である。実証実験とテストベッドの関係について、図 4-1 に取りまとめる。また、テストベッドの利用については、その利用条件を緩和する等して、最先端の ICT ショーケースとして、研究開発成果の広範なユーザ獲得を推進すべきである。

以上を踏まえ、具体的な取組としては、次のような取り組みが挙げられる。

(1) 実証実験とテストベッドの関係

	概要	想定される事例
技術実証	研究開発成果について、技術的な達成レベルや効果等を客観的に検証するもので、以下のような種類が想定。 ① 研究開発成果を実装した物理的な実証基盤(※1)としてオープンに開放する試験環境である「テストベッド」を構築し、それを多様な外部研究機関等が利用して検証を行うもの。 ② クローズドな試験環境を内部の研究者が構築して検証を行うもの。	① JGN-XIにおいて、新規開発したオープンフロー対応通信装置を導入し、通信事業者、メーカー等が実運用に近い環境において機能・性能の検証を行う。 ② NICTの研究者が、最先端の高速大容量光通信技術(1Tbps級)の光通信装置等の検証を行う。
社会実証	研究開発成果について、一般での実用化の前段階で社会的受容性等(※2)を検証するもので、以下のような種類が想定。 ① 研究開発成果を実装した物理的な実証基盤(※1)としてユーザにも使いやすい形でオープンに開放する試験環境である「テストベッド」を構築し、それを多様な業種のユーザ等も利用して検証を行うもの。 ② 研究開発成果を実装した機器をユーザ等と共同実証ができる社会環境に持ち込んで検証を行うもの。	① ワイヤレステストベッド(鉄道線路沿いの斜面にWi-SUN及びセンサーを設置)を用いて、鉄道会社が土砂崩れ等の監視・被害予測の検証を行う。 ② 研究開発したネットワーク型介護ロボットを介護施設等に持ち込んで高齢者等の反応の検証を行う。

(※1) 研究開発成果がソフトウェアである場合は、実証実験に物理的な実証基盤は不要

(※2) ここでいう社会的受容性とは、技術適用性、ユーザ利便性、コスト受容性などを含め、地域社会や国民から受け入れられること

(2) 研究開発と実証実験の一体的推進

研究開発と実証実験(技術実証及び社会実証)を両輪として相互にフィードバックをかけながら推進することが重要

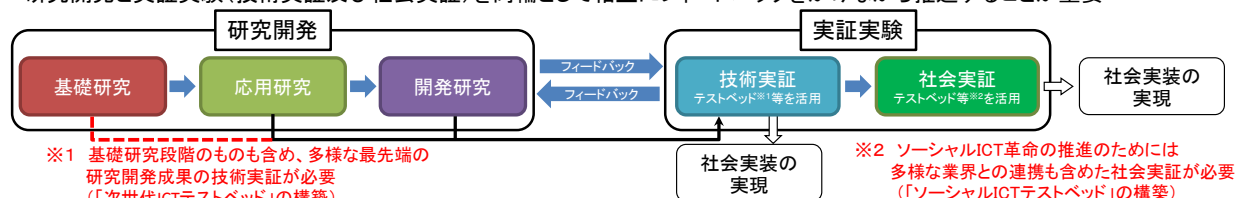


図 4-1 研究開発と実証実験の一体的推進について

4.2.1 次世代ICTテストベッドによる最先端技術の「橋渡し」の推進

次世代光技術のような NICT の多様な最先端の研究開発成果について、基礎研究段階のものも含めてその研究開発成果を実装し、オープンに解放する試験環境である「テストベッド」(次世代 ICT テストベッド)を構築し、それを多様な外部研究機関等に試行的に利用してもらい、技術検証や当該機関の製品・サービス等の開発を促進する。これにより、先進的な研究開発と技術実証が一体的に推進可能となり、最先端の技術を早期に「橋渡し」することにより、研究開発成果の社会実装を加速化する。

テストベッドの解放に当たっては、それを利用した製品・サービスの開発を行うユーザ企業が、オープンな場での協業とクローズな場での開発の両方を実施できる環境の構築に配慮すべきである。

4.2.2 ソーシャルICTテストベッドによる社会実証の推進

ソーシャル ICT 革命を推進するためには、超省電力センサーネットワーク等のような NICT の研究開発成果について、他の産業との協業の推進によりサービスの創出等を促進していく必要がある。

このため、多様な業界・業種との連携・協調を行うための場として、研究開発成果を実装し、ユーザにも使いやすい形でオープンに解放する試験環境として「テストベッド」(ソーシャル ICT テストベッド)を構築し、社会的受容性等の検証も含めた社会実証を推進することが必要である(再掲)。また、Living Lab

のように、研究開発成果を実装した機器をユーザ等と共同実証ができる社会環境に持ち込んで検証を行う社会実証の推進についても検討すべきである。

4.3 産学官連携の推進について

「ソーシャル ICT 革命」の推進に向けた研究開発やその成果展開等の推進に当たっては、ICT 分野のみならず、様々な分野・業種との連携・協調が必要である。

また、国際的な厳しい技術開発競争に対応するため、技術力の優れたベンチャー企業等も含め、産学官の連携によるオープンイノベーションの推進を支援するとともに、NICT においても研究開発成果の最大化のためにオープンイノベーションの推進に取り組むことが必要である。

以上を踏まえ、具体的な取組としては、次のような取り組みが挙げられる。

4.3.1 産学官連携によるIoT推進体制の構築

ソーシャル ICT 革命の推進を図るため、4.2 で述べたテストベッド等を核として、NICT をハブとした最先端の研究開発と研究開発成果の社会実装を推進するための産学官連携推進体制を構築することが適当である。

したがって、膨大な IoT からの情報をリアルタイムに収集し、人工知能によるビッグデータ解析等により、自律型走行車、無人飛行型ロボットも含めた様々な用途の ICT システムの高精度かつセキュアな制御を可能とする共通的な ICT プラットフォーム技術等の確立や、広範な先進的社会実証を総合的に推進するため、社会全体の ICT 化を目指した産学官による IoT 推進体制として、総務省はNICTと連携して、民間企業、大学、標準化団体等から構成される「スマートIoT推進協議会（仮称）」の創設を検討する。

また、外部の研究リソースを有効活用し、NICT 自らの研究開発と一体的に取り組むことで効率化が図られるプロジェクトについては委託研究を通じた産学との連携推進を図るとともに、既に脳情報通信、耐災害 ICT 分野における研究開発拠点が設置されている大阪大学、東北大学との一層の連携強化、大学との知の連携が期待できる分野については大学との包括協定による連携強化を図る。

光ネットワーク技術や多言語翻訳技術のように、民間企業等が保有する強い要素技術を集結させ、国やNICTも研究開発への参加・支援を行うことで社会実装や国際標準化をリードするような取組を強化する必要がある。

さらに、従来から産学官連携拠点として機能してきた地域や機関のポテンシャルを活かし、今後一層重要となるワイヤレス、IoT、人工知能、ロボット等について、産学官による効率的・効果的な研究開発等の推進環境の構築を検討することが適当である。

4.3.2 オープンイノベーションを促進する取組の推進

ICT 分野の競争的研究資金である戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）において、ベンチャー企業の参加促進等のオープンイノベーションを促進する方策について検討する。

SCOPE、ICT イノベーション創出チャレンジプログラム（I-Challenge!）において、地方の有望な案件の発掘、ベンチャーキャピタルとのマッチング、他府

省も含めた直轄研究やファンドへの応募支援等を行うための地域イノベーション創出アドバイザーの導入を検討する。

4.4 国際標準化の推進について

近年、フォーラム等における標準化活動やオープンソースに関する取組等が活発化しており、IoT に関しても世界的に多数のフォーラムが設立されるなど、標準化活動が多様化・複雑化している。国内の標準化関係者は、個々ではこのような標準化活動の状況を網羅的に把握し難い状況である。

最近の4G等のICTシステムでは、標準に組み込まれる特許（標準必須特許）の数が膨大になっていること等から、標準に自社の技術を入れ込むだけでは、企業の収益や競争力の強みに結びつかなくなっている。また、この標準必須特許の取扱い（IPRポリシー）を巡る係争が生じており、ITU等においてIPRポリシーについて議論が行われている。

このため、産学官の関係者が、国際標準化動向の状況を共有しつつ、互いの強みを活かしながら役割分担や連携を図って取り組むことが一層重要となっている。

4.4.1 本格的なIoT時代に向けて多様化・複雑化する国際標準化活動への対応

多様化・複雑化する標準化活動に対し、我が国が一体となって一層効果的・効率的に推進していくためには、関係者が協力して情報の共有や対応方針に係る戦略の検討を行う必要である。そのため、関係者がそれぞれの強みを活かしながら、互いのリソースを最大限活用して国内の標準化機関や各種フォーラム等において連携の強化を図ることが適当である。

4.4.2 NICTにおける国際標準化への取組の一層の強化

NICTは、国際標準化の場において、議長や主要課題のラポータ等の役職を務める等、標準化活動を主導するとともに、研究成果の社会実装を意識して、外部の専門家を含めたタスクフォースを構成して産学官の国際標準化活動で中心的な役割を果たす等、関係者との連携や調整等に一層のリーダーシップの発揮に努めることが重要である。

また、社会的ニーズを的確に把握しつつ、新たな標準化に向けて適切な技術シーズを発掘し、継続的に標準化活動を実施する。

100Gbps光伝送方式、Wi-SUNやLagopus等は、我が国の強みが活かされ、産学官が連携して、国際標準化、社会実装が進んでいる成功事例であり、NICTは、かかる成功事例を参考としつつ、産学官と連携した国際標準化において中心的な役割を果たすことが期待される。

4.4.3 研究開発と国際標準化の一体的推進

IoT時代においては、Wi-SUNのように先端的な研究成果について多様な業界・業種と連携しつつ、テストベットで検証しながら国際標準化を推進する等、研究開発と国際標準化の一体的推進が必要である。

国際標準化では、競争領域と協調領域を明確にして、コア技術はブラックボ

ックス化して日本企業が押さえる等、知財を含めたオープン・クローズド戦略を基に対応すべきである。また、研究開発の推進においても、競争領域と協調領域の双方を念頭に置きつつ推進する必要がある。

スピード感を重視したデファクト化や、オープンソースの活用も含めた標準化戦略を踏まえつつ、国際標準化を推進する。

4.4.4 国際標準化に係る人材育成の推進

国際競争が激化する中、各社の標準化エキスパートの経験や強み等を最大限活用していくため、関係者が連携・協力して人材育成を推進することが適当である。

NICT においても、研究者の国際標準化活動に関して、自らの研究分野について議長、ラポータ等の役職への就任を勧奨し、活動成果について引き続き適切に評価するとともに、産学官と連携した標準化活動において中心的な役割を担う国際標準化エキスパートを育成・確保する必要がある。

4.5 国際連携の推進について

我が国の国際共同研究は欧米に比べると低調であるが、世界の頭脳を日本に集め海外の知的資源を内部化するためには、グローバルなイノベーションハブとなることが重要であり、国際共同研究等を強化することが必要である。

開発途上国においては大学の教授が産業界に影響力を持っている場合があり、国際的な研究協力を通じて、国際標準化や日本企業の海外展開等での協力に向けた信頼関係を構築することが重要である。

日本企業のインフラ輸出等について政府を挙げて支援しているが、研究開発成果についても積極的に国際展開を図り、将来の日本企業のインフラ輸出等につなげていくことが重要である。

このため、国際連携の推進に当たっては、次のような取組を進めていくことが必要である。

4.5.1 国際共同研究の推進

海外研究機関等との間で、国際的な研究協力の推進、研究成果の国際展開、研究者の国際交流を有機的に連携させて推進する。

特に東南アジアについては、NICT が東南アジアと培ってきた研究連携を基にして、域内研究機関・大学等が参加するバーチャルな研究連携組織を設置しており、域内の研究連携においてリーダーシップを発揮する。

また、総務省及び NICT は、我が国がグローバルな研究開発拠点となることを目指して、欧州、米国等において世界的な研究開発能力を有する機関及び研究者との共同研究を推進する。

4.5.2 研究開発成果の国際展開の推進

NICT の海外拠点を活用し、従来の相互研究協力から、研究成果の積極的なマッチングや日本企業の海外展開支援も視野に入れつつ戦略的な研究協力を推進する。

研究成果の国際展開では、機器の導入だけではなく、利活用方法やセキュリ

ティ対策（教育、海外研修生の受け入れも含む）も含めた国際展開を推進する。

技術分野によっては、研究開発段階から始め、技術実証、標準化等の多段階で Win-Win な国際連携を図りながら推進する。

4.6 人材育成の推進について

我が国では ICT 分野の博士課程取得者が減少している一方で、ポスドクの雇用の問題は依然として存在しており、民間企業の求める研究人材との間でミスマッチが生じている懸念がある。

博士課程のみならず ICT 分野の研究人材が、多様な経験を積んで民間企業の求める人材の「質」を満たせるように人材の流動化に係る好循環の仕組み等を構築することが重要である。

一方で、ICT 分野の人材については、基礎研究にベースを置きつつ、大きなアーキテクチャや次のシステムのデザインができるような、プログラミング等とは異なるレイヤの議論ができる高度な人材、技術的に高度な知識を持ちプロジェクトのリーダーを務めることが可能な研究者など構造的に不足しているような人材がいるのではないかと、一般的な研究人材の不足とは異なる ICT 産業に特有の深刻な人材問題が起きているのではないかと問題点の指摘がある。この人材育成については、更に分析が必要であるため、本中間報告の取りまとめ後に議論を深めていくこととする。

4.6.1 研究人材等の育成の推進

競争的資金等を活用し、将来の ICT 分野の研究者の育成に資するような取組（委託研究の採択評価における学生の参加、人材育成への寄与の加点等）を推進する。また、SCOPE を通じた今後不足が予想されるデータサイエンティストの育成支援について検証し、必要に応じて見直し等の検討を行う。

連携大学院協定による NICT 研究員の大学院での研究・教育活動への従事、海外も含めた研究者の受け入れ等を推進する。

起業家万博、起業家甲子園、I-Challenge! の連動によるベンチャー人材の発掘・育成、産学官のフォーラム等の場を通じた若手人材の発掘・育成を強化する必要がある。

ICT 分野において我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指した独創的な人材の研究開発を支援し、その育成を図るため、「異能 (innovation)」プログラムを推進、地域への展開や独創的な人材の支援を希望する民間企業等とのマッチング強化を推進することが適当である。

今後、オリンピック・パラリンピック東京大会に向けて不足が懸念されているセキュリティ人材についても人材育成の取組を検討する。

4.6.2 研究人材等の流動化

NICT はクロスアポイントメント制の活用による研究人材の流動化を推進するとともに、さらに研究支援人材の充実も図るとともに、海外経験に対して、組織として一定の評価の付与や、インセンティブとして適切なキャリアパスの設定を検討することが適当である。