

新たな情報通信技術戦略の在り方  
＜平成 26 年 12 月 18 日付け諮問第 22 号＞

中間答申

平成 27 年 7 月 28 日  
情報通信審議会



# 目次

<b>第1章 検討の背景</b> .....	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 .....	7
<b>第2章 新たな情報通信技術戦略の方向</b> .....	10
2.1 新たなIoT戦略への期待 .....	10
2.2 今後の情報通信技術戦略の方向 .....	10
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 .....	12
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 .....	12
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 .....	13
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 .....	14
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 .....	15
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 .....	15
2.3.6 脳情報を活用した新ビジネスの創出 .....	16
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 .....	17
2.5 ソーシャルICT革命推進に向けた重点研究開発分野 .....	17
<b>第3章 重点研究開発分野及び重点研究開発課題</b> .....	19
3.1 重点研究開発分野 .....	19
3.2 重点研究開発課題 .....	20
3.2.1 国・NICTが主導して研究開発を推進すべき技術課題 .....	20
3.2.2 各分野における主要な重点研究開発課題 .....	21
3.2.3 重点研究開発課題の全体像 .....	31
3.2.4 各重点研究開発課題の概要 .....	33
<b>第4章 研究開発等の推進方策</b> .....	43
4.1 研究開発、成果展開の推進について .....	43
4.1.1 国・NICTによる先導的・基盤的研究開発の推進 .....	43
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 .....	43
4.2 テストベッドの構築・活用について .....	44
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 .....	45
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 .....	45
4.3 産学官連携の推進について .....	46
4.3.1 産学官連携によるIoT推進体制の構築 .....	46
4.3.2 オープンイノベーションを促進する取組の推進 .....	47
4.4 国際標準化の推進について .....	47
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 .....	48
4.4.2 NICTにおける国際標準化への取組の一層の強化 .....	48
4.4.3 研究開発と国際標準化の一体的推進 .....	48
4.4.4 国際標準化に係る人材育成の推進 .....	48

4.5 国際連携の推進について	49
4.5.1 国際共同研究の推進	49
4.5.2 研究開発成果の国際展開の推進	49
4.6 人材育成の推進について	49
4.6.1 研究人材等の育成の推進	50
4.6.2 研究人材等の流動化	50
<b>参考資料1 重点研究開発課題に関する工程表</b>	<b>51</b>
センシング&データ取得基盤分野	51
統合ICT基盤分野 - コア系 -	57
統合ICT基盤分野 - アクセス系 -	59
データ利活用基盤分野	63
情報セキュリティ分野	69
耐災害ICT基盤分野	70
フロンティア研究分野	73
分野横断的課題 世界最先端ICTテストベッド	82
<b>参考資料2 人工知能・ロボット アドホックグループ検討結果とりまとめ</b>	<b>85</b>
<b>参考資料3</b>	<b>93</b>
諮問書	94
情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 構成員名簿	96
情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG 構成員名簿	97
情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG 人工知能・ロボット アドホックグループ 構成員名簿	98
開催経緯	99
<b>用語集</b>	<b>101</b>

## 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。また、ICT が経済社会活動全般の基盤として国民生活に深く浸透するとともに、IoT (Internet of Things:モノのインターネット) の時代を迎える中で、経済社会活動や国民生活の安全・安心を守るため、急増するサイバー攻撃等からネットワーク、情報・コンテンツや社会システムを守る情報セキュリティ対策の強化が喫緊の課題となっている。

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、これまで検討が進められてきたところである。

本中間答申は、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、本中間答申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ている。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。

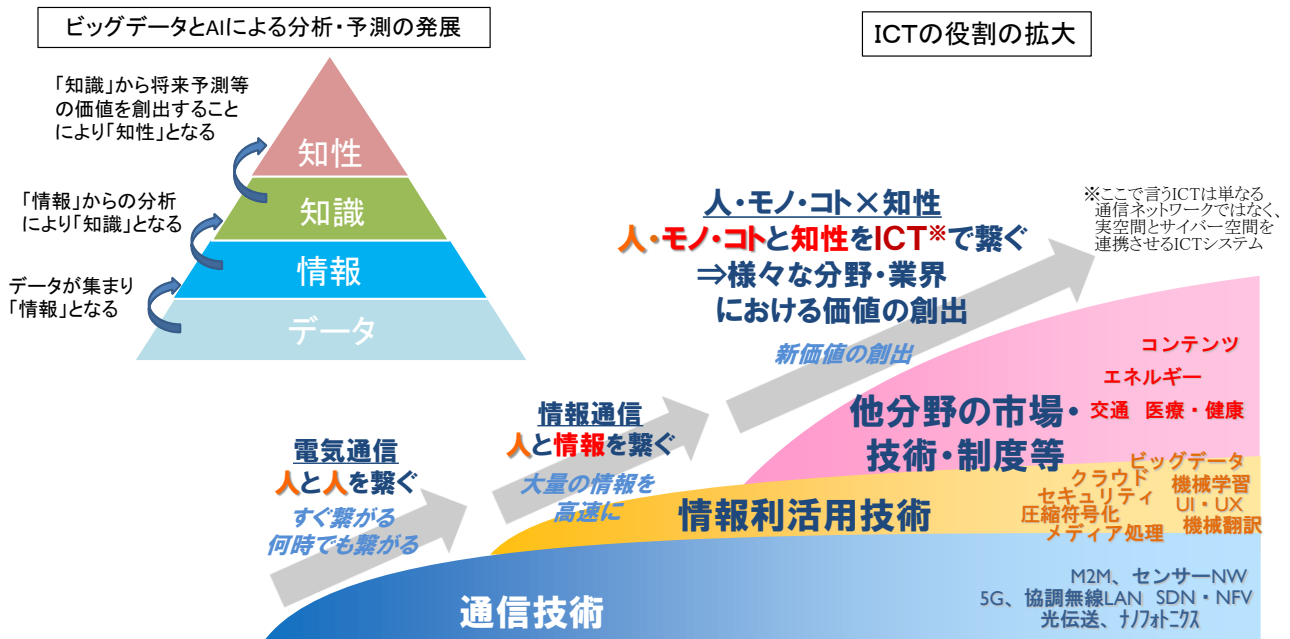


図 1-1 ICTの発展動向

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、センサー&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。

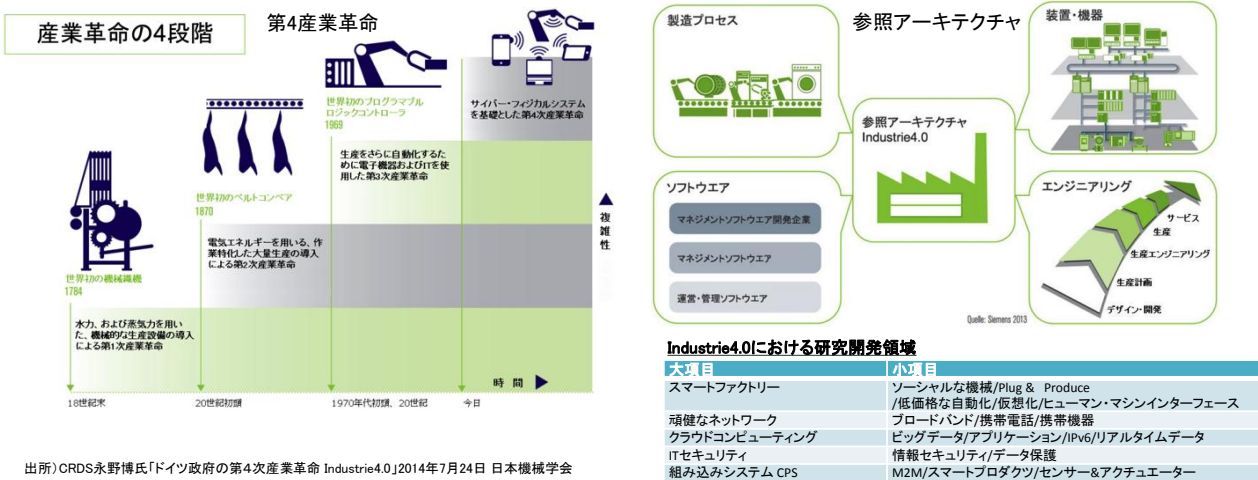


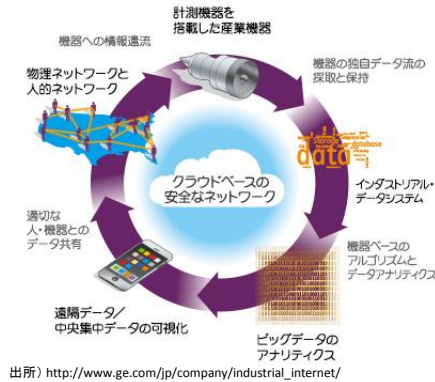
図 1-2 欧州における新たな IoT 戦略 (ドイツ Industrie 4.0)

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 (Industrial 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のさらに先の概念として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。

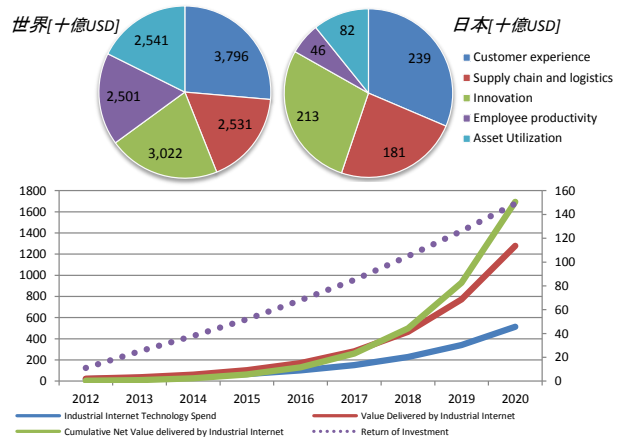


図 1-3 米国における新たな IoT 戦略

## 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)

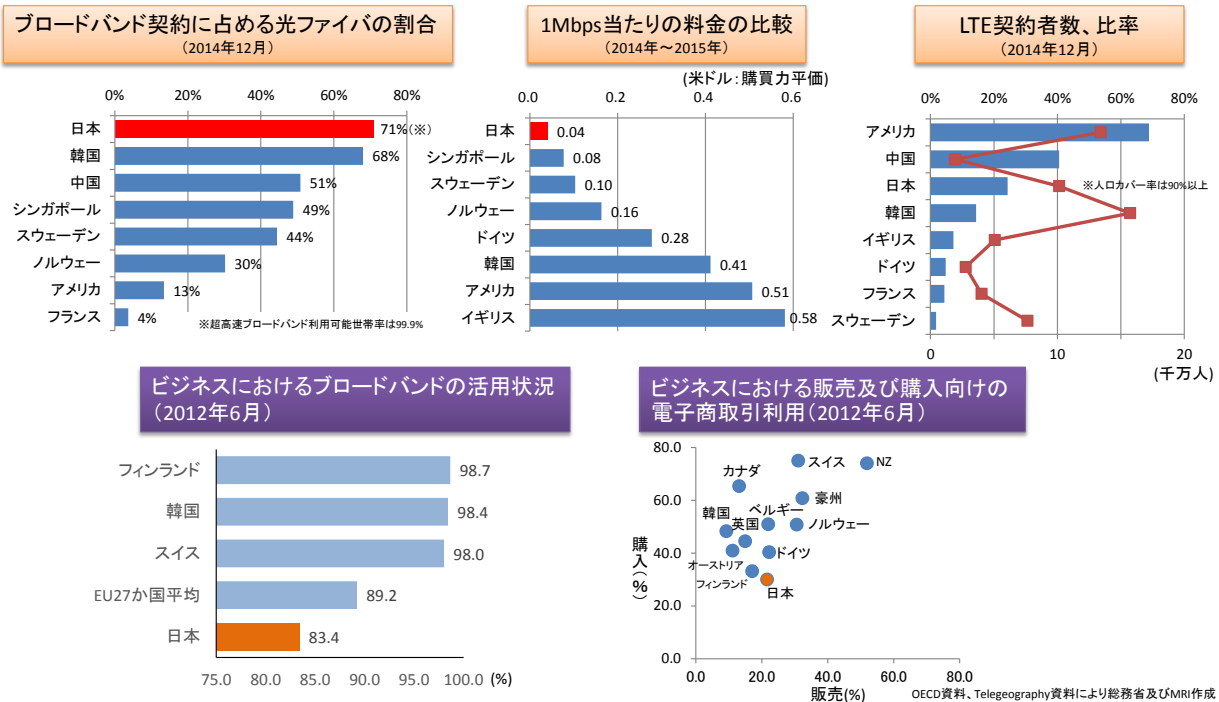


図 1-4 我が国の ICT インフラの普及状況

### 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)

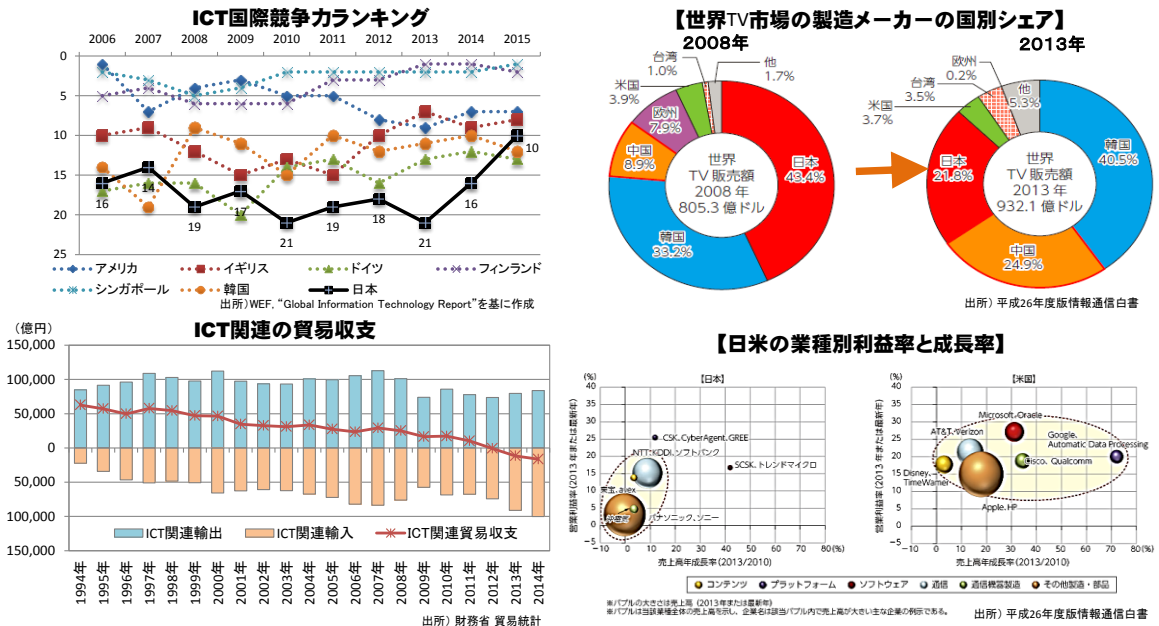


図 1-5 我が国の ICT 産業の国際競争力の低下

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 12%にとどまっており、主要諸外国に比べると少ない割合となっている。一方、応用研究費、開発研究費はそれぞれ約 21%、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。(図 1-6)

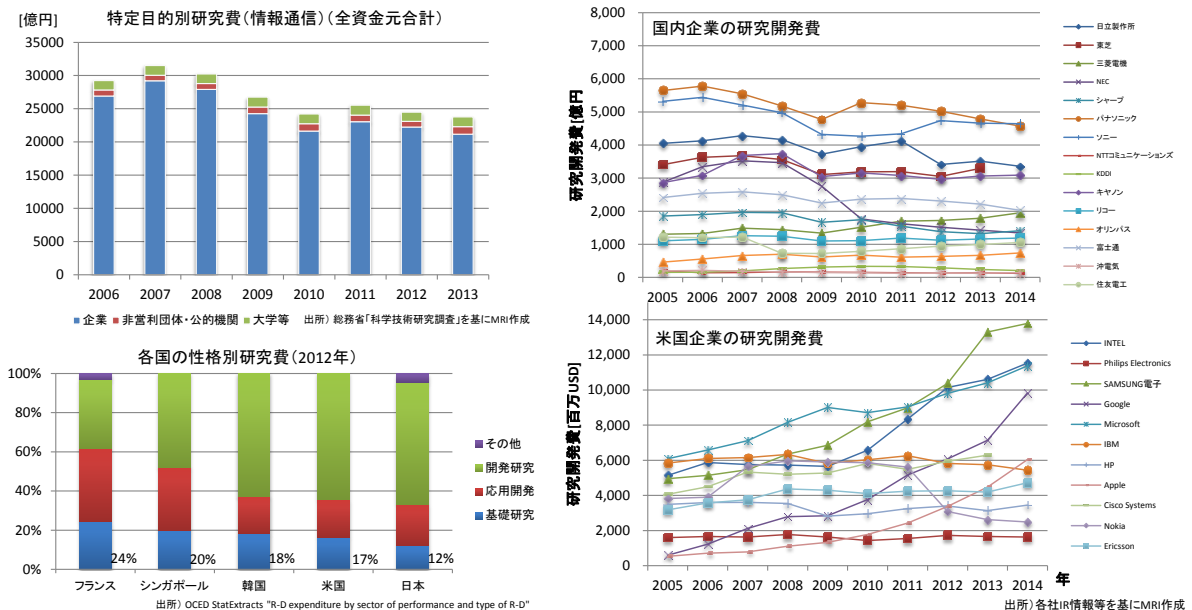
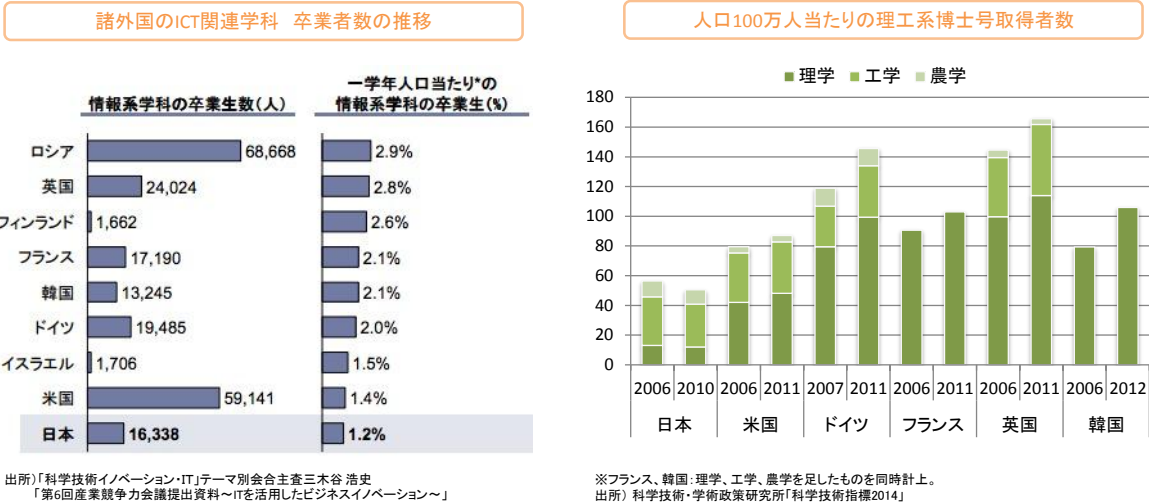


図 1-6 我が国の ICT 研究開発投資の状況

また、ICT産業を支える人材についても、情報系学科の卒業生の人口当たりの比率は主要諸外国と比較して少ない状況であり、また、人口当たりの博士取得者数も米国・ドイツ・英国と比較すると少なく、日本以外の国は博士取得者数が増えている中で、日本だけは数が減少している状況となっている。(図1-7)

このような中で、我が国のICT分野の将来の発展シーズが枯渇しないように、国・NICTがICT分野の基礎的・基盤的研究開発をしっかりと推進していく必要がある。



**図1-7 日本における人材育成の現状**

#### 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。

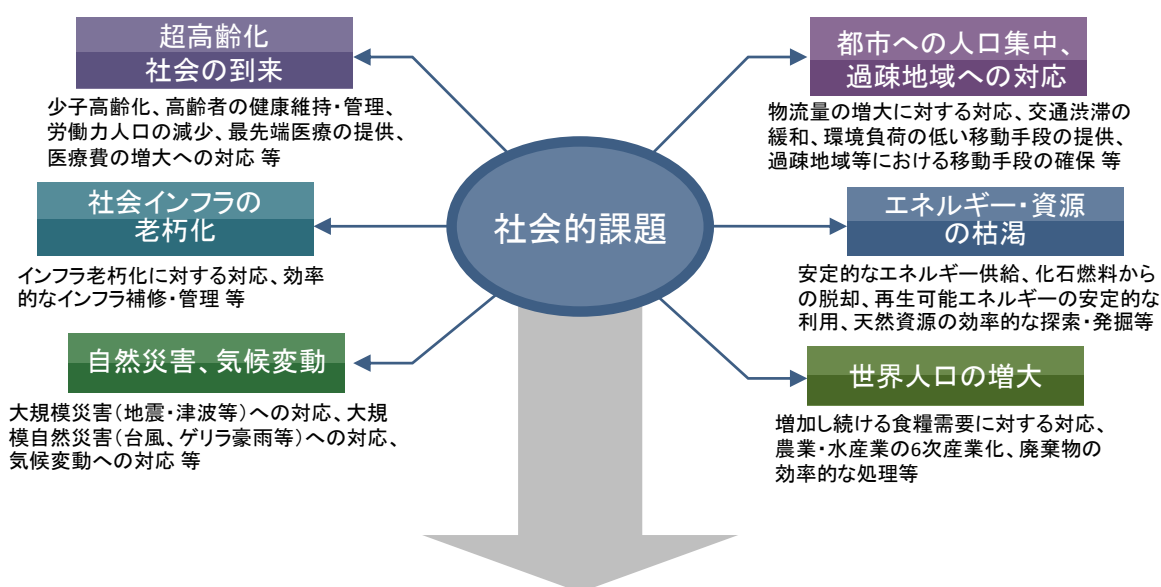
また、自然災害・気候変動に関しては、我が国の平均気温は2000年の10.2℃から2050年には12.4℃、年間降水量は同じく1,758mmから2,394mmに激増することが予想されており、気候変動や大規模自然災害(台風、ゲリラ豪雨等)への対応等が課題となる。

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年に東京オリンピック・パラリンピック競技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。2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向け、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。

また、本年10月からは、いわゆるマイナンバー制度(社会保障・税番号制度)におけるマイナンバーの付番・通知が開始され、来年1月からはマイナンバーの利用が開始される。更に、医療介護分野の ICT 化に向けた新たな番号制度の在り方について現在検討が進められているところである。

農業などの第一次産業においても、「攻めの農林水産業」の展開において、ICTを活用したスマート農業の取り組みが進められているなど、ICTの活用が本格化してきている。

このように、様々な分野における国民の利便性向上、産業競争力の強化等に向けて ICT は切札として期待されている。

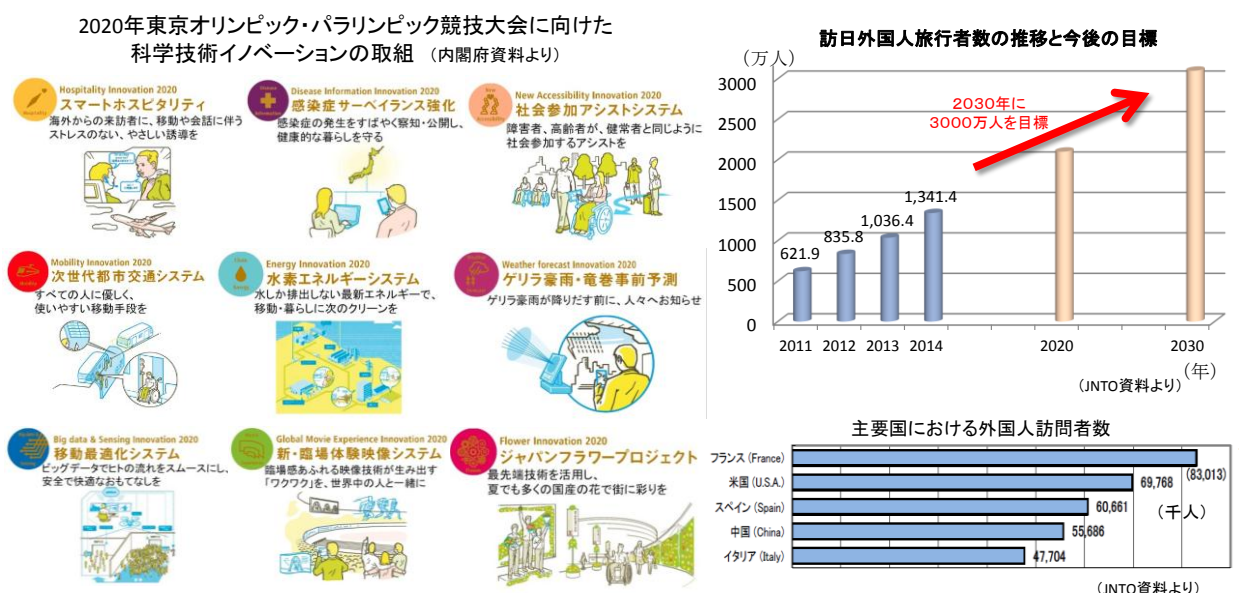


図 1-9 新たなチャンス (2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会等)

### 1.6 新たな価値創造の必要性

1.3 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技術的優位性を有する技術も存在している。

例えば、図 1-10 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、映像認識技術、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。

一方で、技術的な優位性が必ずしも我が国の産業競争力に結びついていないという状況も踏まえ、そのような技術を活かして国民やユーザのニーズを適時

的確に捉えたビジネスモデルをいち早く構築していく必要がある。そのためには世界最先端の ICT を確立するとともに、国・NICT による研究開発成果を早期にテストベッドとして外部に開放し、様々な分野・業界との協業を図りつつ、生産やサービスの効率的なトライアルが可能な実証基盤とすることで産業競争力を強化していく必要がある。

また、社会経済活動が複雑化し、超高齢化社会が進展していく中で、ユニバーサルデザインのように、高齢者、障がい者、子供も含め、あらゆる人がユニバーサルにサイバー空間を活用できるようにすることで、それと連携させて実空間で活力ある社会を目指すことが重要である。さらに、人工知能を活用し、人間の趣味・嗜好、感情、感性まで理解してロボット等によるきめ細やかなサービスの提供を目指すことにより、広範な分野での価値創造が期待される。

したがって、上記のような我が国が技術的優位性を有する技術も参考にして、社会経済活動における生産性向上や新たな価値創造を図るという観点から、新たに重点研究開発分野、重点研究開発課題を整理することとする。これらの技術の研究開発と多様なプレイヤーが参加可能な実証実験を一体的に推進することで、ニーズにマッチした ICT システム、ビジネスモデルの早期の開発、社会実装、市場展開を図ることで、我が国の 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)	我が国が有する技術的優位性(一例)
センサー技術	<b>日本は世界有数のセンサー大国</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>CMOS画像センサーでは、我が国企業が世界シェアの首位。</li> </ul>
レーダー技術	<b>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</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
光通信技術	<b>日本の光通信技術は世界最高レベル</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>伝送容量は世界最高速。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
ネットワーク仮想化技術(SDN)	<b>ネットワーク仮想化技術の開発・製品化で欧米をリード</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
映像技術	<b>超臨場感・超高精細度映像技術、画像認識技術で世界をリード</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>超臨場感映像技術について、動く物体への高速マッピング等を可能とする次世代プロジェクションマッピングの開発において世界をリード</li> <li>4K/8Kの映像フォーマットに対応した超高精細度テレビジョン放送(UHDTV)について、必要な技術規格等の国際標準化や対応設備・機器の開発・展開等において世界をリード</li> <li>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。</li> </ul>
ロボット技術	<b>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</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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)。</li> <li>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)。</li> </ul>

図 1-10 ICT 分野において我が国が技術的優位性を有する技術 (例)

(注) 本図表に示す技術分野及び技術的優位性は、1.6 における一例として示したものであり、ICT 分野における我が国の技術的優位性を有する技術はこれらに限られるものではない。

## 第2章 新たな情報通信技術戦略の方向

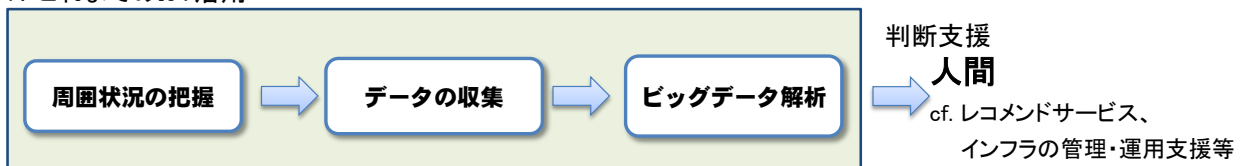
### 2.1 新たな IoT 戦略への期待

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、膨大なセンサー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

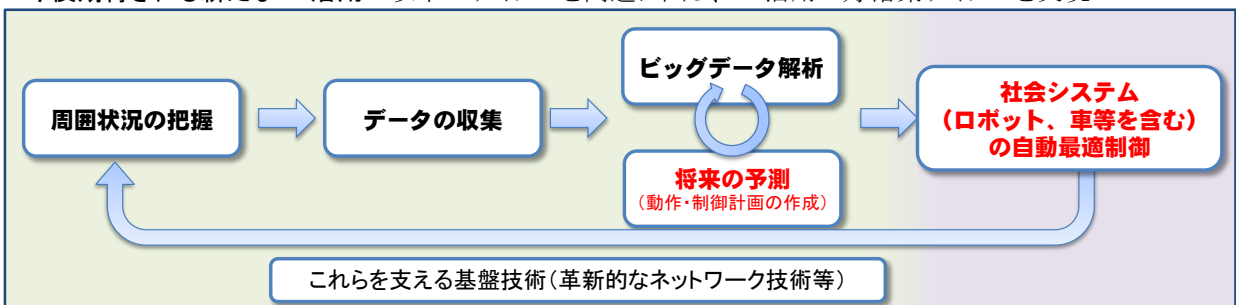


図 2-1 新たな IoT 活用 (IoT2.0) への期待

### 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

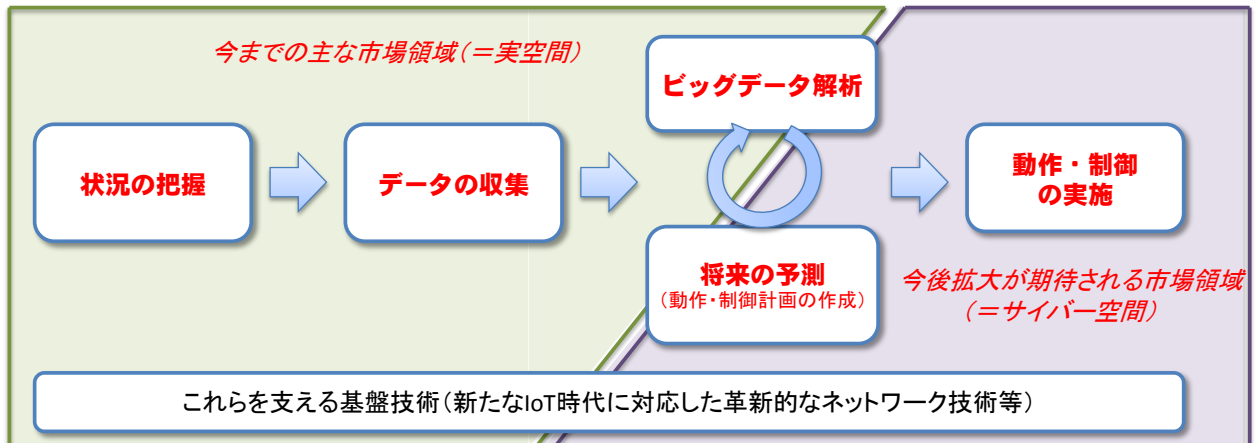


図 2-2 実空間とサイバー空間の連携

新たな価値創造を可能とする世界最先端の ICT としては、

- 多様なモノや環境の状況を、センサー等の 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。

さらに、

- 急増するサイバー攻撃等に対し、ネットワーク、情報・コンテンツや社会システムを守る情報セキュリティ及び国民の生命・財産を守るための耐災害 ICT 基盤を実現し (「社会 (生命・財産・情報) を守る」)、
- 将来のイノベーションのシーズを育てる先端的な基盤技術を創出する (「未来を拓く」)

ことが必要である。(図 2-3)

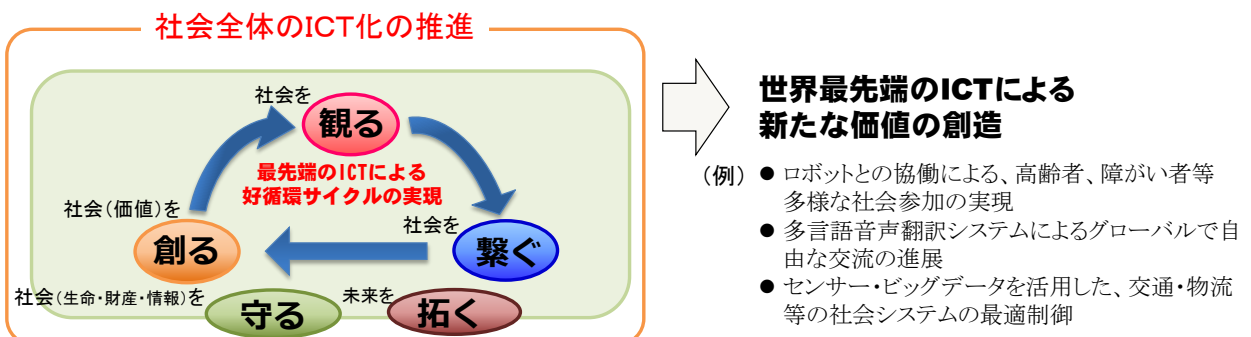


図 2-3 世界最先端の「社会全体の ICT 化」の推進

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。

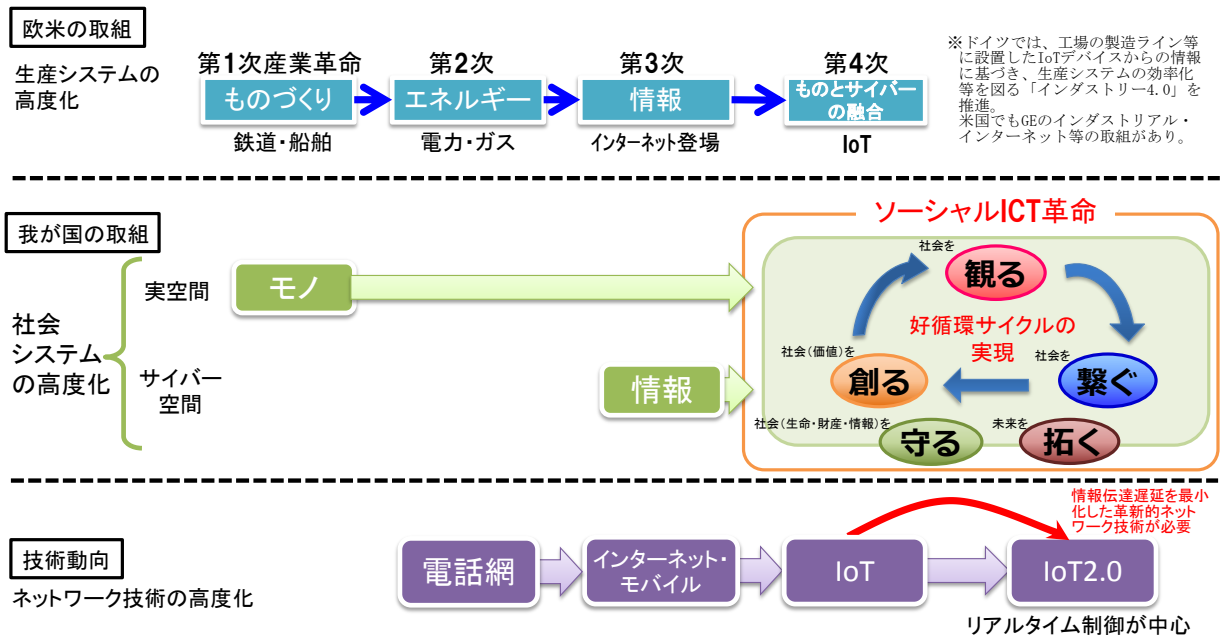


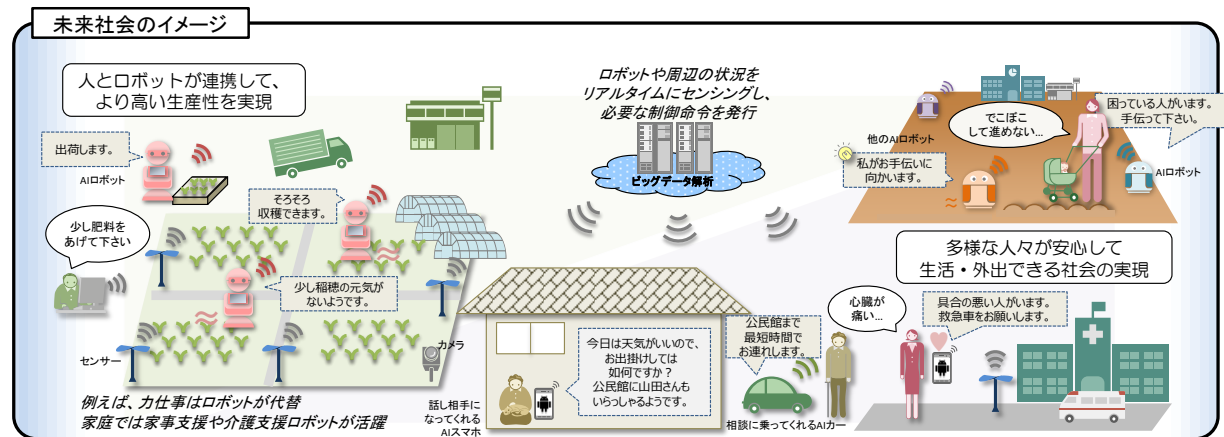
図2-4 ソーシャルICT革命の位置付け

## 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

察す

- ・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

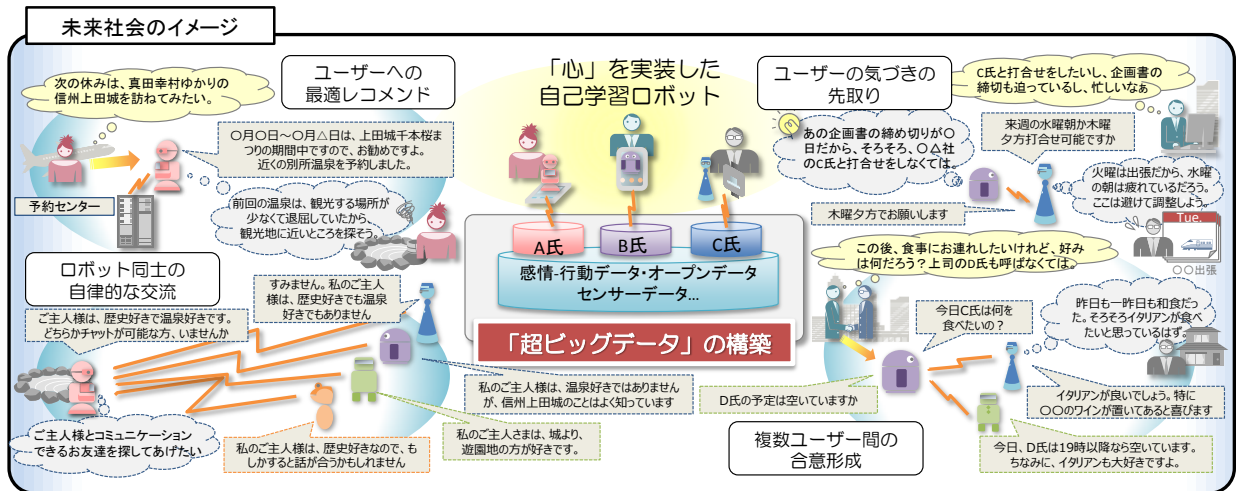
- ・どんな技術が実現するのか？
- ①ビッグデータ解析の結果を基に、瞬時に動作させる高度ネットワークロボット技術の確立
- ②ロボット等のシステムとシステムが自律的に対話し、AI技術も活用し、全体最適制御を行う技術の確立等

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）



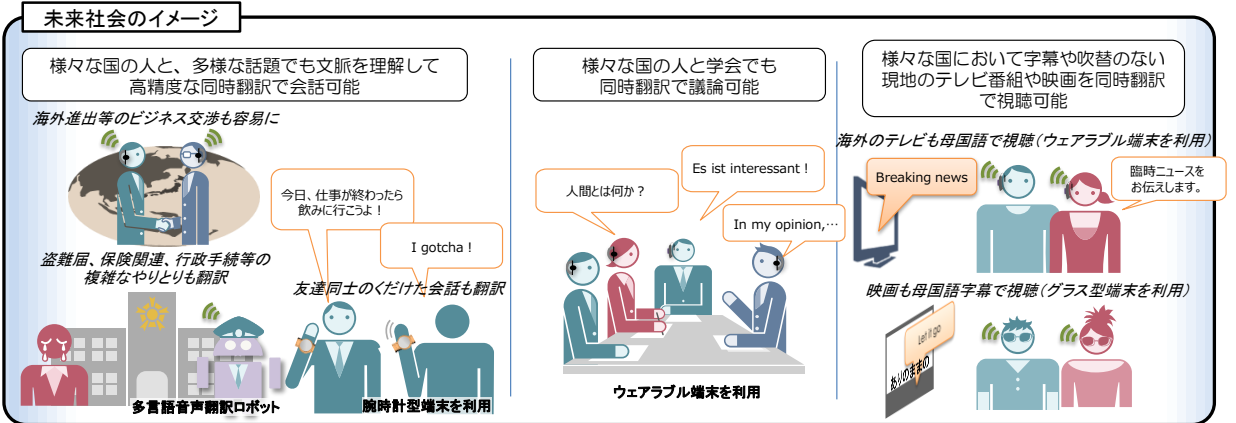
**【関連技術】**

<p>社会を <b>観る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>①Wi-SUNを進展させ、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</p>	<p>社会を <b>繋ぐ</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p> <p>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</p>	<p>価値を <b>創る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p>
---	--	---

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】**

<p>社会を <b>観る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p> <p>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</p>	<p>社会を <b>繋ぐ</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p> <p>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</p>	<p>価値を <b>創る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>○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</p>
--	--	---

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)

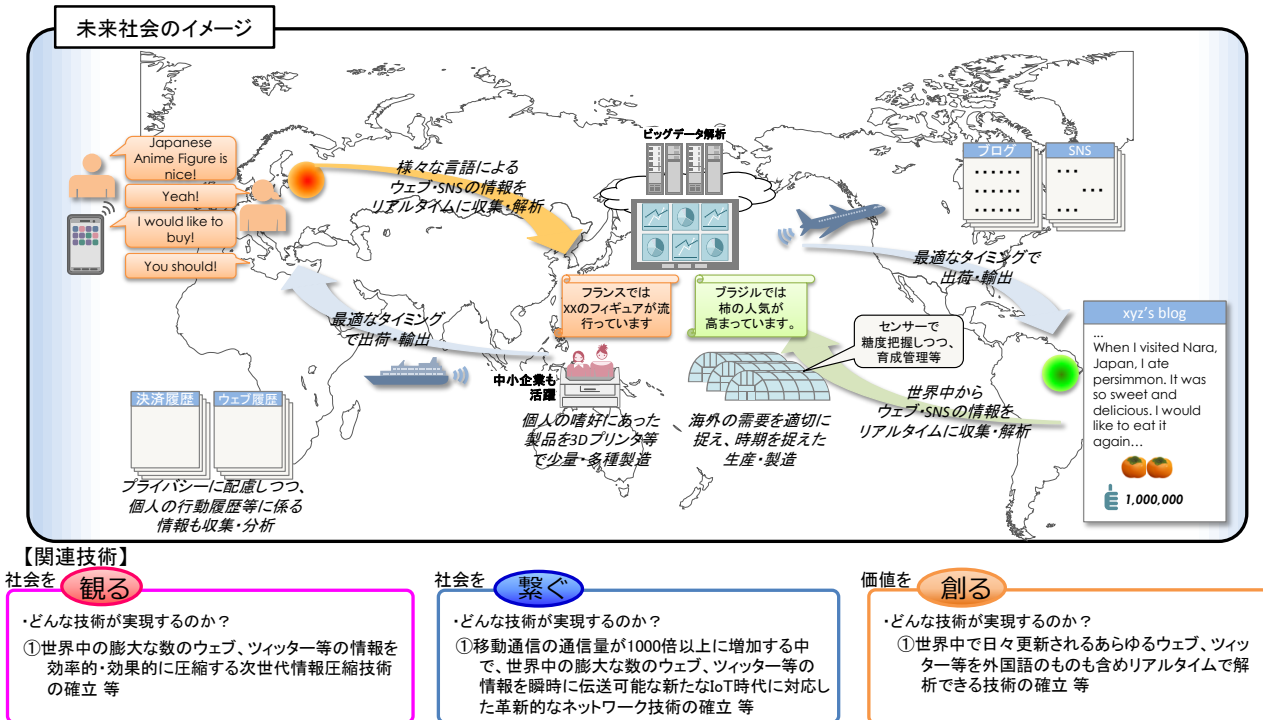
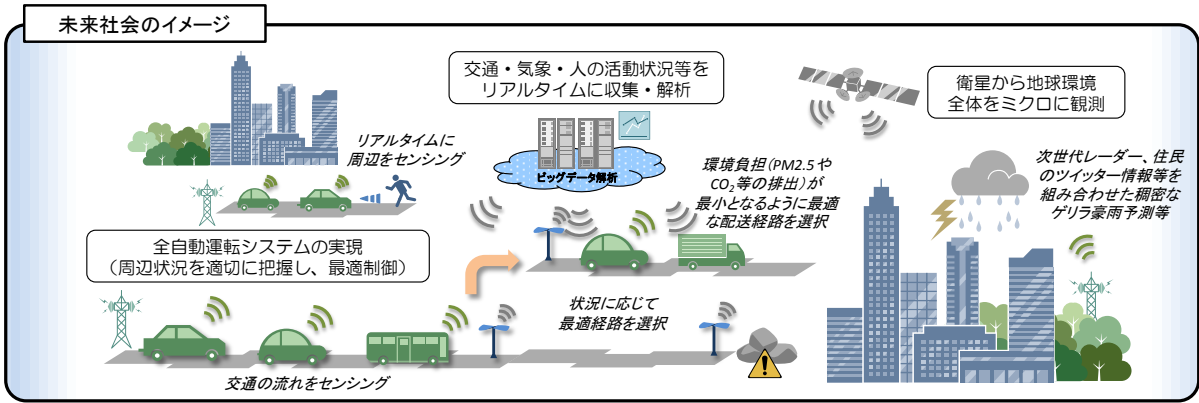


図2-8 ビッグデータのリアルタイム解析によるオンデマンド生産・供給の実現

## 2.3.5 センサー・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CO<sub>2</sub>の濃度を衛星センサー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】**

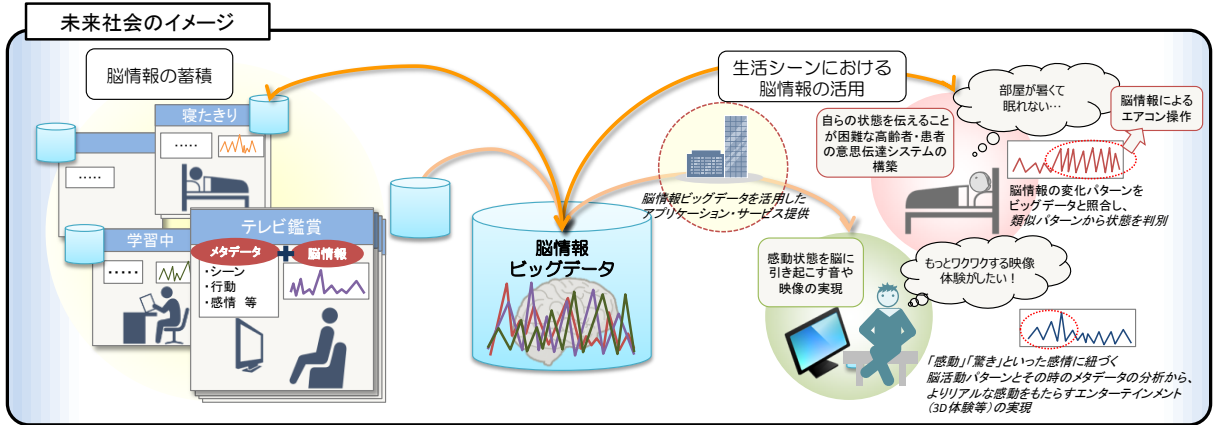
<p>社会を <b>観る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>①ゲリラ豪雨等の突発的自然災害の予測を可能とする、小型MPフェーズドアレイレーダー等の技術の確立及び超小電力センサーの実現</p> <p>②衛星からの地球規模及びローカルの化学物質(PM2.5等)やCO<sub>2</sub>の高分解能観測技術の確立等</p>	<p>社会を <b>繋ぐ</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>①膨大な数のセンサーからの接続要求に対応し、ビッグデータ解析の結果を瞬時に伝送可能な新たなIoT時代に対応した革新的なネットワーク技術の確立等</p>	<p>価値を <b>創る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p> <p>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</p>
--	---	--

図 2-9 センサー・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】**

<p>社会を <b>観る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p>	<p>社会を <b>繋ぐ</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p>	<p>価値を <b>創る</b></p> <p>・どんな技術が実現するのか？</p> <p>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</p> <p>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</p>
--	---	--

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、人工知能も活用したビッグデータ解析により新しい知識や価値を創造するとともに、それらを人に優しく、あらゆる人に最適な形で提供することを可能とする、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)、感動・臨場感をリアルに伝える超臨場感映像技術等のような「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。なお、ここで言う「人工知能」とは、主として、大量の文章、画像等のビッグデータから、機械学習により知識を自動的に学習、蓄積し、推論等の知的処理を可能とするような技術等を想定したものである。

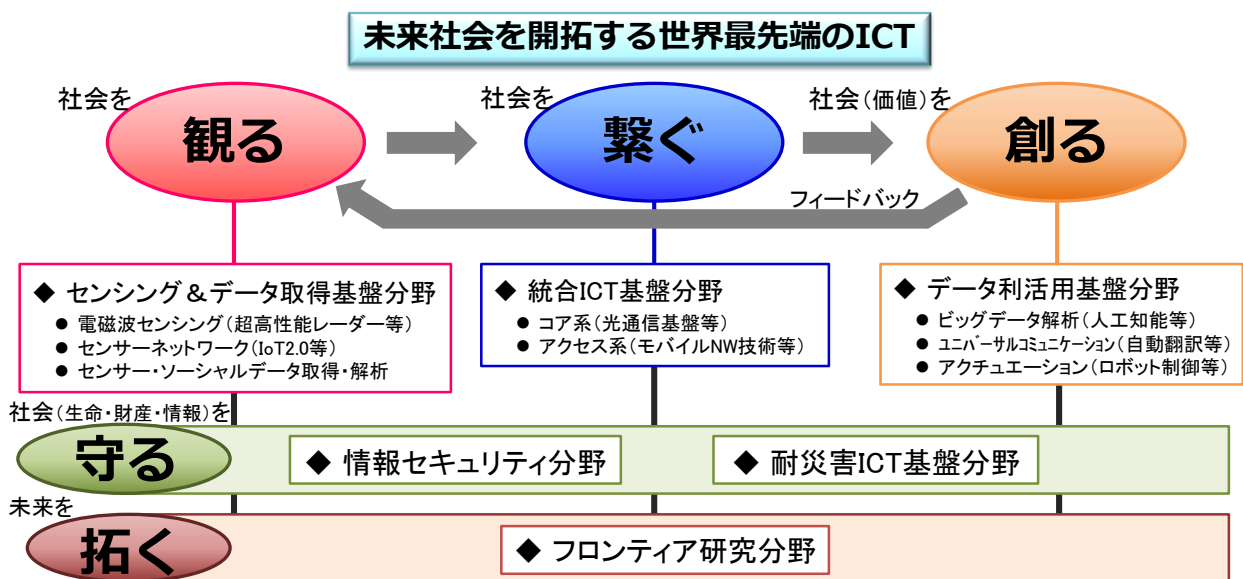


図 3-1 ソーシャル ICT 革命推進に向けた重点研究開発分野

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、具体的には、世界最先端の ICT テストベッドを構築することで、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 ICT テストベッドによる実証実験に関する取組についても、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。なお、テストベッドの構築・活用に係る推進方策については 4.2 に後述する。

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。

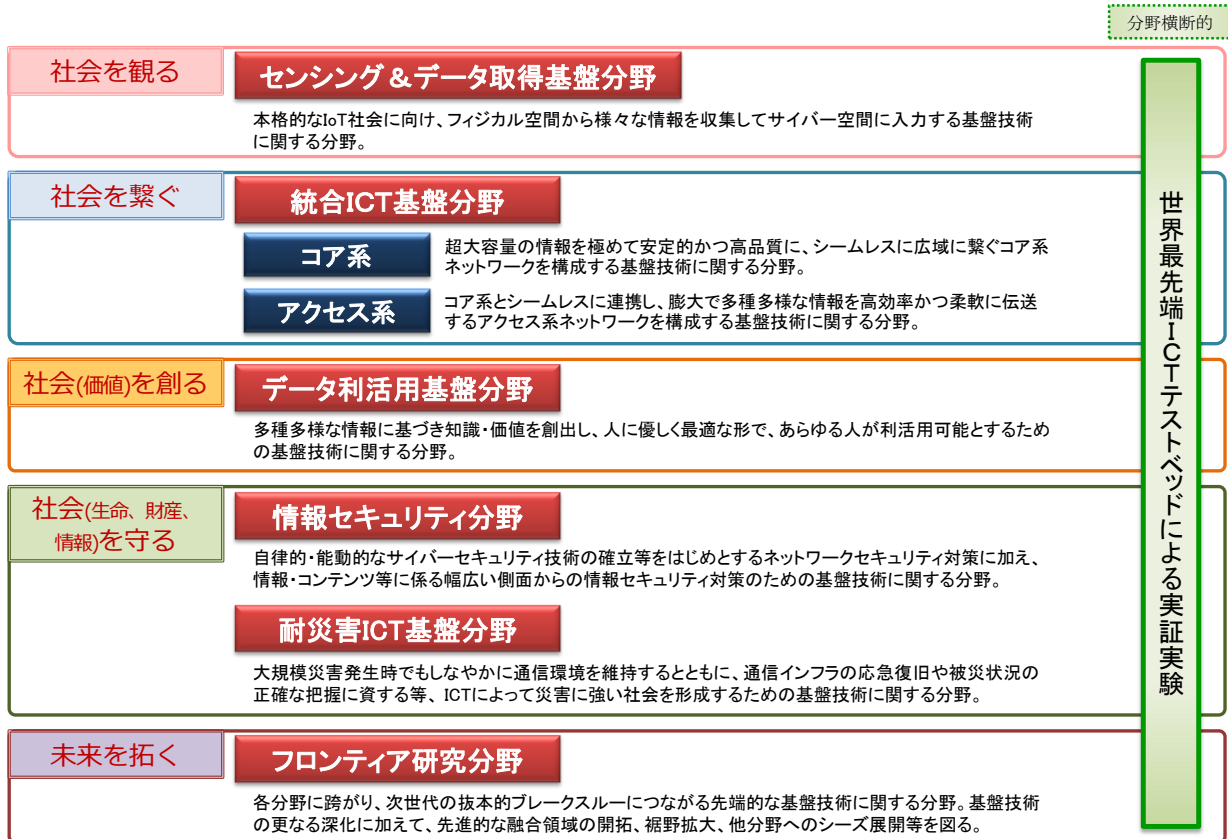


図3-2 重点研究開発分野の概要

## 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

3.1において、ソーシャルICT革命の推進に向けて今後5年間に取り組むべき重点研究開発分野を示したが、世界最先端のICTの活用によって課題解決にとどまらず新たな価値の創造を実現するため、各分野において国、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整理する。なお、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、まずは、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
  - 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**
  - － 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 (地上レーダー、航空機・衛星搭載レーダー等)
(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 社会知解析技術
	③ スマートネットワークロボット技術
(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)

<b>センサーネットワーク技術</b> <b>センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術</b>	・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
--	--

**研究開発の概要**

**社会を広く「観る」ための技術基盤を構築**

**概要:** サイバー空間上の人工知能（ロボット）等が社会を広く「観る」ための技術  
 ・高効率・広域対応センサーネットワーク技術により、センシング情報をサイバー空間へ収容  
 ・空間構造解析／理解技術により、センシング情報から空間構造／空間意味を解析  
 ・情報活用基盤技術により、物理空間の情報にネット上等のソーシャル情報・知識を融合

**重点化のポイント:** 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であり、世界最先端の「社会全体のICT化」の実現に必須な基盤技術

**国際的な研究動向:** 各要素技術において、これまでも世界最先端レベルの研究開発もしくは国際標準化における主たる寄与を実施してきており、世界をリード

**成果イメージ**

**「観る」ことで生まれた価値を社会へフィードバック**

**社会を「観る」**

センサネットワーク技術 → 構造分析 → データ統合 → 収集・登録 → ソーシャルデータ → 横断検索 → 情報可視化 → 空間構造解析／理解技術

必要とされる情報を高効率（エネルギー効率・周波数利用効率等）にサイバー空間へ収容（センシング情報種別やセンシングエリアの多様性に対応）

社会全体のICT化に必要な、社会を「観る」技術を実現

画像や映像から空間構造を点群として記述、空間構造から空間意味解析を行うことで物体を認識

センサーデータとソーシャルデータを横断的に統合・検索・分析・可視化するIoTデータ統合管理技術の実現

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ー・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ーを搭載した 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ーや、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）

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

**研究開発の概要**

**概要:**  
 ・フェーズドアレイレーダー・ライダー融合システム（略称：PANDA）による局所的な豪雨・竜巻等の発生観測／可視化  
 ・地震・火山噴火等の被災状況を観るための次世代航空機搭載 SAR 技術及び高精度解析等に必要な情報抽出技術の確立  
 ・地球規模の気候変動を観るための全球降水観測計画（GPM）衛星搭載の二周波降水レーダーの改良や2017年度打上げ予定の EarthCARE 衛星による雲プロファイリングレーダー等の開発

**重点化のポイント:** 安全・安心の確保等、我が国を支える基盤として維持・発展させるべき技術であり、我が国の強みを活かすとともに幅広い分野への波及効果も高い技術

**国際的な研究動向:** フェーズドアレイレーダーの実用化は米国と競合。航空機搭載 SAR は国際的に米国 JPL・ドイツ DLR と肩を並べている。衛星搭載レーダーは日本が世界をリード。

**成果イメージ**

**次世代航空機搭載 SAR 技術の確立**

空間分解能を限界まで上げた次世代航空機搭載 SAR 技術及び情報抽出技術の高度化により、地震・火山噴火等の被災状況を迅速に詳細に「観る」

**融合観測 PANDA の実証**

レーダー及びライダー等の融合観測によって降雨データの観測を高度化し、局所的な豪雨や竜巻等の発生をいち早く「観る」

**地デジ波による水蒸気観測手法の実証**

地デジ波を活用し、局所的な水蒸気量を高精度に計測、気象予測モデルへの同化によって気象変化を「観る」

**地上からの観測**

・局所的豪雨や竜巻等の発生予測精度の向上  
 ・地震・火山等の迅速な状況把握に寄与  
 ・グローバルな気候変動評価への寄与

**軌道上からの観測**

**GPM の校正・検証**

軌道上からのグローバルな降水観測を行い、地球温暖化の評価等に寄与する全球的降水量を「観る」

**EarthCARE/CPR の確実な開発**

雲プロファイリングレーダー (CPR) によって、地球温暖化の評価に必要なグローバルな雲の 3 次元分布を「観る」

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・省エネ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）

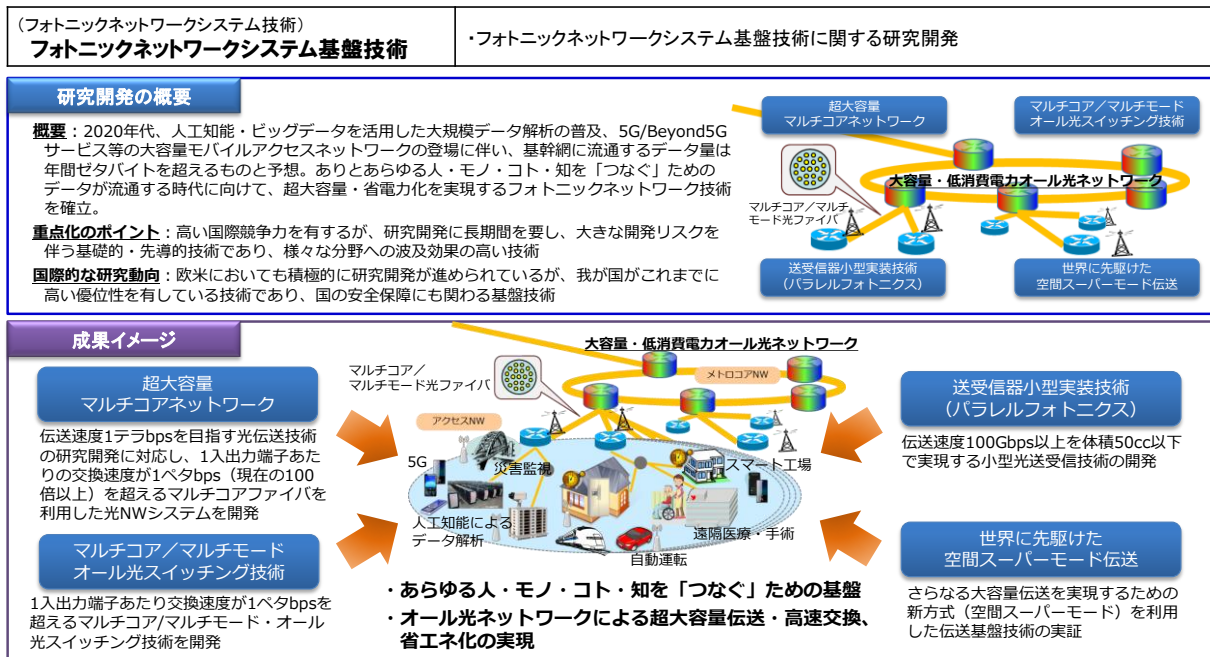


図 3-5 主要な重点研究開発課題【(2)-①】

### 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立するとともに、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** ・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

**研究開発の概要**

**概要:** 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、社会システムで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

**重点化のポイント:** 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であり、我が国の持続的成長や社会発展に寄与する波及効果の高い技術

**国際的な研究動向:** 欧州・米国等において関連技術の検討が始まっているところ、我が国はITU-T等における標準化活動においてこの技術分野の中心的役割を担う

**成果イメージ**

ネットワーク構築制御用プログラミングモデル開発  
 ネットワーク構築の自動化 (プログラマブル化) に必要なプログラミングモデルの開発

ユーザーセントリックネットワーク構築技術  
 ハードウェア資源・ソフトウェア機能の抽象化・統合化技術の確立

認知型通信制御技術  
 ユーザが求めるサービス要求・品質を認識し、必要な資源・機能を自動配分する技術の確立

ネットワーク化された生産・流通サービス  
 災害後の情報伝達サービス  
 日常生活を支援するサービス

**ユーザーセントリックなプログラマブル・ネットワーク基盤技術**  
 ハードウェア資源・ソフトウェア機能の配分を自動化

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年度打ち上げ予定の光データ中継衛星プロジェクトと連携しつつ、世界初の10Gbps級の地上-衛星間光データ伝送が可能な衛星搭載機器を開発する。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認し、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

**研究開発の概要**

**概要:** グローバル光衛星通信ネットワークに向けた光データ伝送衛星搭載機器及び宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信ネットワークに向けた衛星通信システムの基盤技術を確認する。

**重点化のポイント:** 衛星通信技術については、事業化に先立つ先端の開発・実証等を民間で実施するには多大なリスクが伴い、国益や安全保障等の観点から、国の存立を確保するために我が国として継続的に研究開発等に取り組み、技術の維持・発展を図ることが必要。

**国際的な研究動向:** 欧米を中心としたKa帯マルチビームによる大容量衛星通信システム (ハイスループット衛星) の開発等、世界的にも利活用促進に向けた新たな研究開発が推進されており、光通信では米国NASAが2018年に光データ中継衛星実証 (LCRD) を計画、欧州では既に欧州光データ中継システム (EDRS) を運用し、静止衛星-低軌道衛星間の観測画像の伝送に成功。

**成果イメージ**

グローバル光衛星通信ネットワーク技術の研究開発

10Gbps級の地上-衛星間光データ伝送を可能とする衛星搭載機器を開発し、世界に先行した宇宙実証を目指すことで国際的優位性を確保しつつ、グローバル光衛星通信ネットワークの実現に向けた基盤技術を確認する。

宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信ネットワークの確立

国際協調型グローバル光通信ネットワーク

宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信ネットワーク

ユーザあたり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認する。

年々増大する地球観測衛星等のデータ伝送や海洋・航空域での広域ブロードバンド通信の実現に寄与

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フィックが現在の 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フィ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)

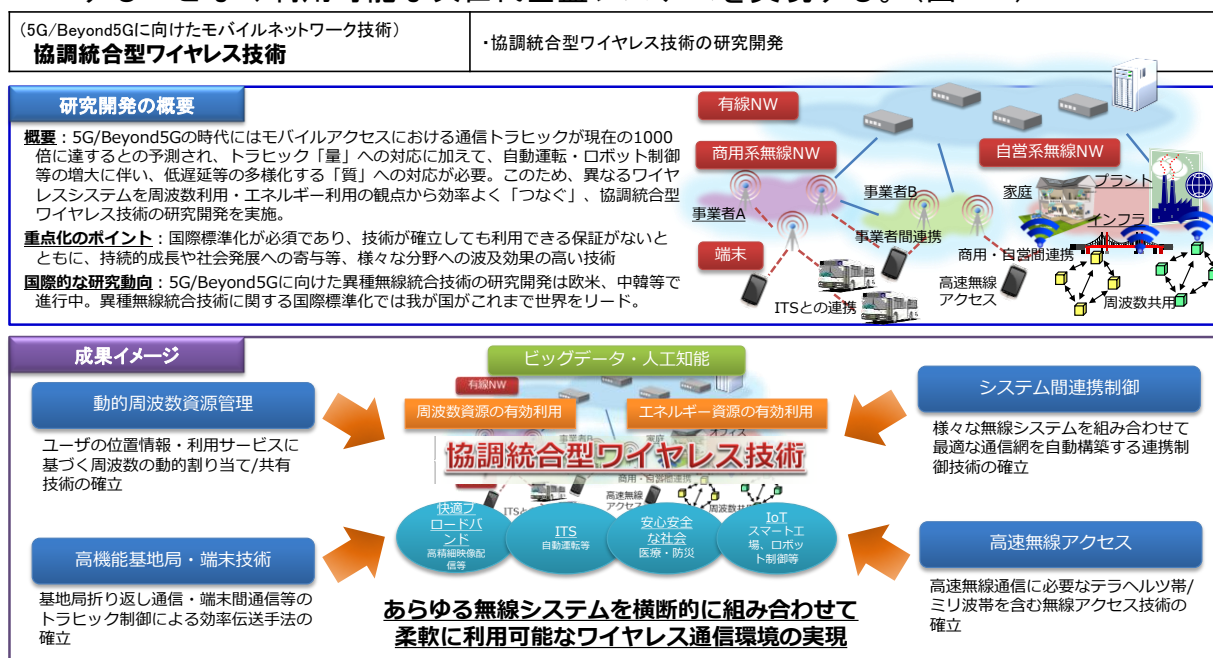


図 3-8 主要な重点研究開発課題【(2)-④】

#### (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) <b>音声翻訳・対話システムの多言語化、多分野化、高精度化</b>	・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年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて、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、英語の講演音声を題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 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を確立する。

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)

<b>社会知解析技術</b>	・社会知解析技術の研究開発
----------------	---------------

**研究開発の概要**

**概要:** Web、科学論文等から社会に流通している知識、すなわち「社会知」を解析することで、様々な社会問題等を自動的に検出し、その解決策やエビデンス等を容易に理解できる形で国民に提供する技術を開発

**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

**国際的な動向:** NICTが一般公開中の情報分析システムは、Web等の膨大な情報を用いて質問に回答する世界最先端のシステムであるが、「人に代わって使いこなせる」「人が使う手助けをする」一段上位の知的システムを開発し、さらに世界をリードすることを目指す

**成果イメージ**

**社会における問題の自動検知技術**  
社会における様々な問題をWeb、SNS、論文等から自動認識

**質問自動生成及び回答統合技術**  
状況に合わせて「問うべき質問」を自動生成し、さらに、それらの質問への回答や仮説を一般国民でも容易に理解できる形に統合して提供する技術を開発

**社会知解析システム**

**マルチフォーマット文書 論理構造解析技術の研究開発**  
WebやSNSに加え、論文等の多様なフォーマットの専門的文書を深く解析し、より信頼性の高い知識を抽出

**多種多様な社会知解析技術の連携基盤の研究開発**  
多様な社会知解析関連システムを多様な計算環境で分散並列実行させ、社会知を柔軟に活用するソフトウェア基盤を開発

図 3-10 主要な重点研究開発課題【(3)-②】

### ③ 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)

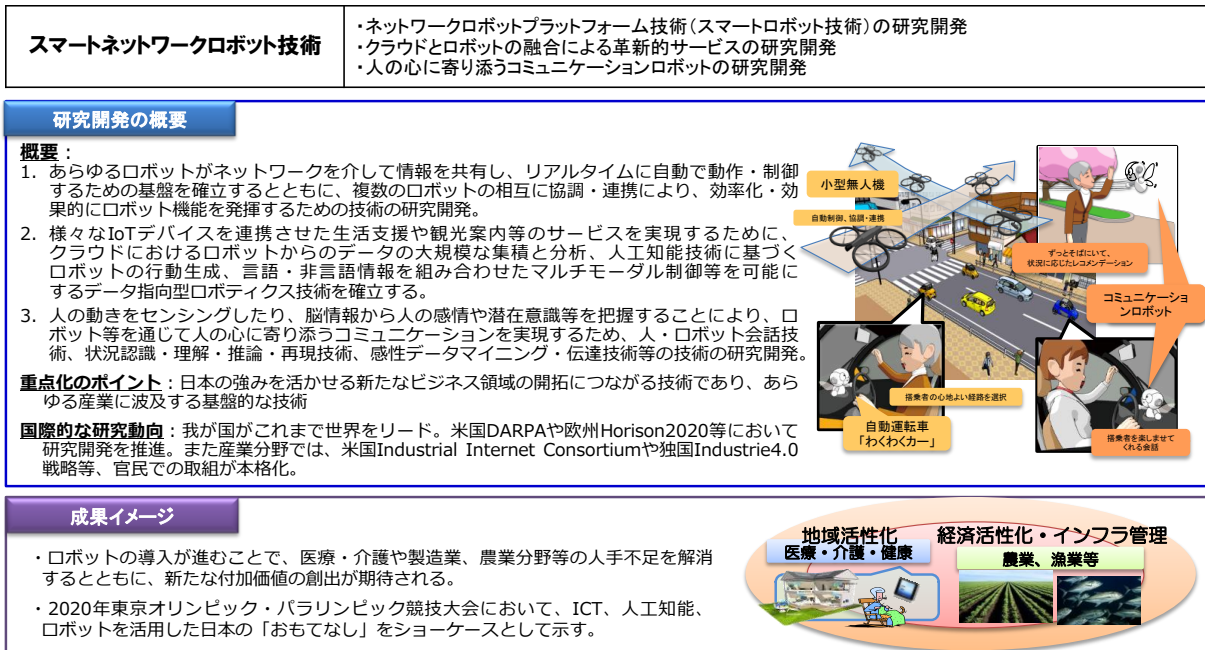


図 3-11 主要な重点研究開発課題【(3)-③】

### (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・可視化技術を確立し、フィールド試験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、東京オリンピック・パラリンピック競技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等を導入し、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)

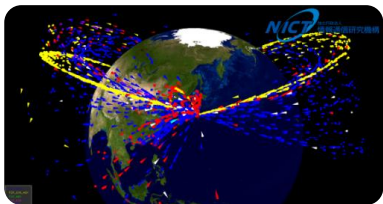
(サイバーセキュリティ技術) <b>未来型サイバーセキュリティ技術</b>	・未来型サイバーセキュリティ技術の研究開発
--	-----------------------

**研究開発の概要**

**概要：**能動的サイバー攻撃観測網を構築するとともに、複合型サイバー攻撃分析・可視化技術を確立し、国内のセキュリティ対策を強化。  
また、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会関連のシステム等への当該技術等の導入を目指し、セキュリティ確保に貢献するとともに、国産技術を国内・国際展開。

**重点化のポイント：**安全保障の観点等からも、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であり、国が主導して研究開発を推進することが必要

**国際的な研究動向：**日本は大規模観測とリアルタイム分析・可視化で最先端技術を有するが、国際市場における普及に遅れ。



**成果イメージ**

**能動的サイバー攻撃観測網**

- 異種センサを融合した柔軟かつ網羅的な自律的観測技術
- 新たなサイバー攻撃の観測対象への取込み



**未来型サイバーセキュリティ技術**

**複合型サイバー攻撃分析・可視化技術**

- 次世代型トラフィック分析技術
- 次世代型マルウェア分析技術
- 可視化による省力セキュリティオペレーション技術

東京五輪関連システムや重要インフラ等に導入  
国産技術等による社会基盤の安全確保、国際展開

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)

<b>耐災害・被害軽減に関連するICT基盤技術</b>	○ 災害に強い光ネットワーク技術の研究開発 ○ リアルタイム社会知解析技術の研究開発	○ しなやかなワイヤレスネットワーク技術の研究開発 ○ 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
-----------------------------	---	--

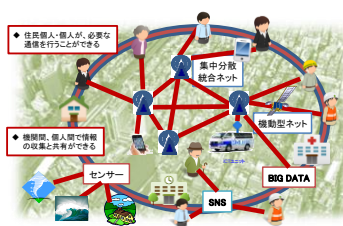
**研究開発の概要**

**概要：**東日本大震災時に発生した情報通信インフラの甚大な障害等を教訓として、災害に強い情報通信インフラに関する研究開発を実施中。今後、これらの成果を踏まえ、基盤的技術も含め耐災害ICTの研究開発を推進し、その成果を早期に社会実装化。

- 大規模災害に際して残存する光通信ネットワーク資源を有効に活用して通信基盤を再構成する技術、通信障害やトラフィックの急増に対してもサービス継続を可能とする無線通信技術等の研究開発を実施
- 衛星や無人航空機に加えて、様々な分野への展開が進んでいるドローン（マルチコプター）を活用した信頼性の高い通信技術確立し、災害に強い情報通信インフラを実現
- インターネット上のSNSへの投稿情報やセンサ情報を統合的に分析し、それらを「社会知」としてリアルタイムに解析・整理する技術確立し、大規模災害時における状況を把握
- フェーズドアレイレーダ・ライダ融合システム（略称：PANDA）による局所的な豪雨・竜巻等の発生観測/可視化の他、地震・火山噴火等の被災状況を観るための次世代航空機搭載SAR技術及び高度解析等に必要の情報抽出技術等を確立

**重点化のポイント：**安全保障の観点から、国の存立を確保するために我が国として維持しなければならない技術。また、耐災害ICTシステムは開発者が受益しにくいことから、その初期導入に当たって国が重点的に対応していくことが必要。

**国際的な動向：**我が国は「国連防災世界会議」を第1回会合からホストしており、今年開催された第3回会合においても、国際的な防災の枠組策定に向けた議論を積極的にリード。国際電気通信連合（ITU）においても、災害対応に関する研究委員会における標準化の議論を主導的に進め、各国から高い期待。今後とも、防災先進国として、過去の防災経験で培った優れた技術や知見を活かし、諸外国の防災機能の向上に寄与していくことが必要。



**成果イメージ**

**災害に強い光ネットワークの実現**

動的な通信資源の割当てによる輻輳回避や、応急復旧技術により、通信基盤を迅速かつ柔軟に再構成。通信サービスの早期復旧に寄与。

**必要とされる情報を、必要としている人に、着実に届ける技術を確立**

↓

**災害に強い社会へ**

**SNS投稿情報等を統合的に分析し、リアルタイムに解析・整理**

災害時の被災状況の把握や、避難や救援活動等に活用。また、インターネット上のデマや、非合理的な情報に感ぜられることのない、効果的な情報の活用を支援。

**大規模災害時でも生き残るしなやかな無線ネットワークの実現**

社会インフラや自治体等への実装を通じて、災害時の通信確保に寄与。

**レーダ技術などを用いた災害の状況把握や被害予測**

局所的豪雨や竜巻等の発生予測精度の向上の他、地震・火山等の迅速な状況把握や、グローバルな気候変動評価に寄与。

図 3-13 主要な重点研究開発課題【(5)-①】

(6) フロンティア研究分野

① 量子 ICT

理論的に極めて高い安全性を有する量子暗号技術に関して、基礎理論の構築からプログラム実装・検証実験等までを行い基盤的技術を確立することで、2020年代からの実用化を図る。さらに、量子暗号技術等を活用した量子情報通信技術について、2020年までに光量子制御技術、量子インターフェース技術等に関する研究開発を進め、量子光ネットワークテストベッドにおける原理実証等を行う。

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)

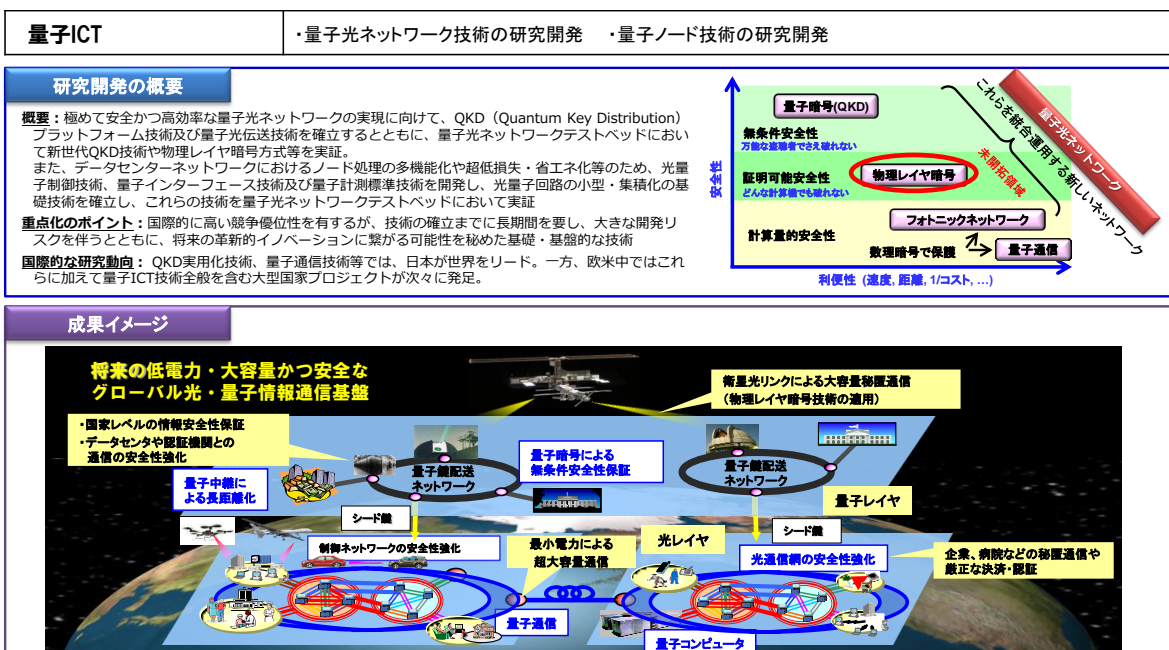


図 3-14 主要な重点研究開発課題【(6)-①】

② 脳情報通信技術

2020年までに、高次脳型情報処理技術、脳計測技術、脳情報統合分析技術等に関する基盤技術を確立する。

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認するとともに、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によって人間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)

<b>脳情報通信技術</b>	・高次脳機能型情報処理システムの研究開発	・脳計測技術の研究開発	・脳情報統合分析技術の研究開発
----------------	----------------------	-------------	-----------------

**研究開発の概要**

**概要：**明るく暖かな未来社会の実現にむけて、脳情報通信技術を構成する高次脳型情報処理技術、脳計測技術、脳情報統合分析技術等の基盤技術を確立する。具体的には、高齢者・障がいのある方の脳機能の補完、コミュニケーションを支援する脳機能アシスト技術、脳内に潜在する感覚・感性・意思決定等の脳情報推定技術、脳と調和した次世代人工知能等の基盤技術を確立する。

**重点化のポイント：**多様なシーズを育てることが必要、かつ、研究開発に大きなリスクを伴う長期的視野に立つて実施すべき基礎的・先導的な技術

**国際的な研究動向：**米国のBrain Initiative、欧州のHuman Brain Project等における同様の研究に比べて我が国が先行しており、人の脳活動と情報科学との融合を目指した研究開発としてユニークかつ優位性を有する



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。

社会を **観る** → **センシング & データ取得基盤分野** 重点研究開発分野

◆ 本格的なIoT社会に向け、フィジカル空間から様々な情報を収集してサイバー空間に入力する基盤技術

【高効率な次世代センサーネットワークの実現】

**センサーネットワーク技術** 重点研究開発課題

【これまで観測できなかった環境・モノ等を高精度に観る】

**リモートセンシング技術** 【電離・磁気圏、太陽活動等を観る】

**非破壊センシング・イメージング技術** **宇宙環境計測技術**

【センサーデータとソーシャルデータを横断的に観る】

**センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術**

社会を **繋ぐ** → **統合ICT基盤分野** 重点研究開発分野

◆ 超大容量の情報を極めて安定的かつ高品質に、シームレスに広域に繋ぐコア系NWを構成する基盤技術

【社会全体のICT化を支える革新的NW技術の実現】

**最先端ICTネットワーク基盤技術** 重点研究開発課題

**フォトニックネットワークシステム技術** 【多様な環境下で円滑に繋ぐ】

**衛星通信技術** 【ユーザー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】

**極限環境通信技術**

◆ コア系とシームレスに連携し、膨大で多種多様な情報を高効率かつ柔軟に伝送するアクセス系NWを構成する基盤技術

【高速・大容量、高効率、高精度・高信頼に繋ぐ】

**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

【アクセス系NWを自動的に構築・制御して繋ぐ】

**ユーザー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**

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

◆ 多種多様な情報に基づき知識・価値を創出し、人に優しく最適な形で、あらゆる人が利活用可能と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

【ソーシャルデータ等から知識・価値を創出】

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、ICTI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・被害軽減に関連する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

◆ 各分野に跨り、次世代の抜本的ブレークスルーにつながる先進的な基盤技術  
◆ 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

重点研究開発課題

【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)

分野横断的課題

◆ 世界最先端の次世代ICTテストベッド等の構築・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

### 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1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收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 地上レーダー技術の研究開発	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ー、地デジ放送波を利用した水蒸気量推定技術、パッシブレーダー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ー（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 衛星搭載レーダー技術の研究開発	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ー及び EarthCARE 衛星搭載雲レーダー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技術の研究開発	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技術の研究開発	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ー等を開発し、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。
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（パラレルフォトニクス）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、

	他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年東京オリンピック・パラリンピック競技大会までに、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・再現技術、感性データマイニング・伝達技術、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・可視化技術を確立する。また、2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技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術に係る研究開発	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を確立する。

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を確立する。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を確立する。

## 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フィックの負荷分散を図るため、光信号の波長や時間チャンネルを動的かつ効率的に制御する技術を確立する。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を確立する。
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フィックの急増等、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、小型無人機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を確立する。
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・整理する技術を確立する。
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ー等をはじめとするリモートセンシング技術を確立する。

## 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立するとともに、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立する。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立する。
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立する。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立する。

### (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立する。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立する。
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立する。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立する。
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立する。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立する。
--	---

#### (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、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活用領域拡大に資する技術開発	国家標準にトレーサブルな THz 標準技術を確立する。また、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 帯までの電波ばく露評価技術を開発し、分子レベルから組織、全身までのマルチスケールばく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、本中間答申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 による基礎的・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礎的・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他機関との連携も図りながら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開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、技術者と社会学者が協力してグランドデザインを描いていくことが必要であり、更には ICT により解決できる社会的課題や ICT により生まれる新たな価値等について設計・評価できる文理融合型の新たな学問領域の創生について検討することが適当である。

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、また、新しい研究を創出していけるように、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、どういう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。

2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会は、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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>
社会実証	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>

(※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

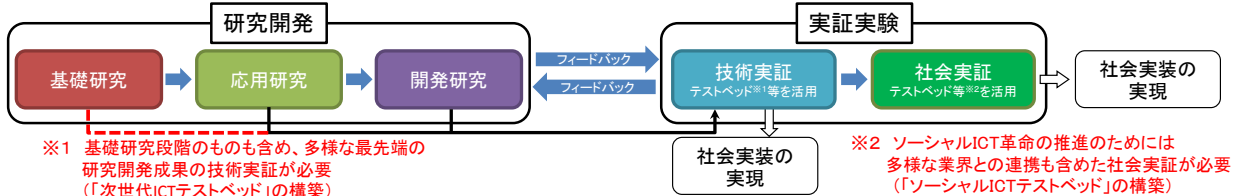


図 4-1 研究開発と実証実験の一体的推進について

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、オープンに開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。

テストベッドの開放に当たっては、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、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開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、アイデアソンやハッカソン等も活用して様々なアイデアを融合させる、多様な業界・業種との連携環境を提供するとともに、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。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。(図 4-2)

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。



図 4-2 産学官連携による IoT 推進体制の構築

#### 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きている。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、ポスト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との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、本中間答申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、2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技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。



# 重点研究開発課題に関する工程表

## センシング & データ取得基盤分野

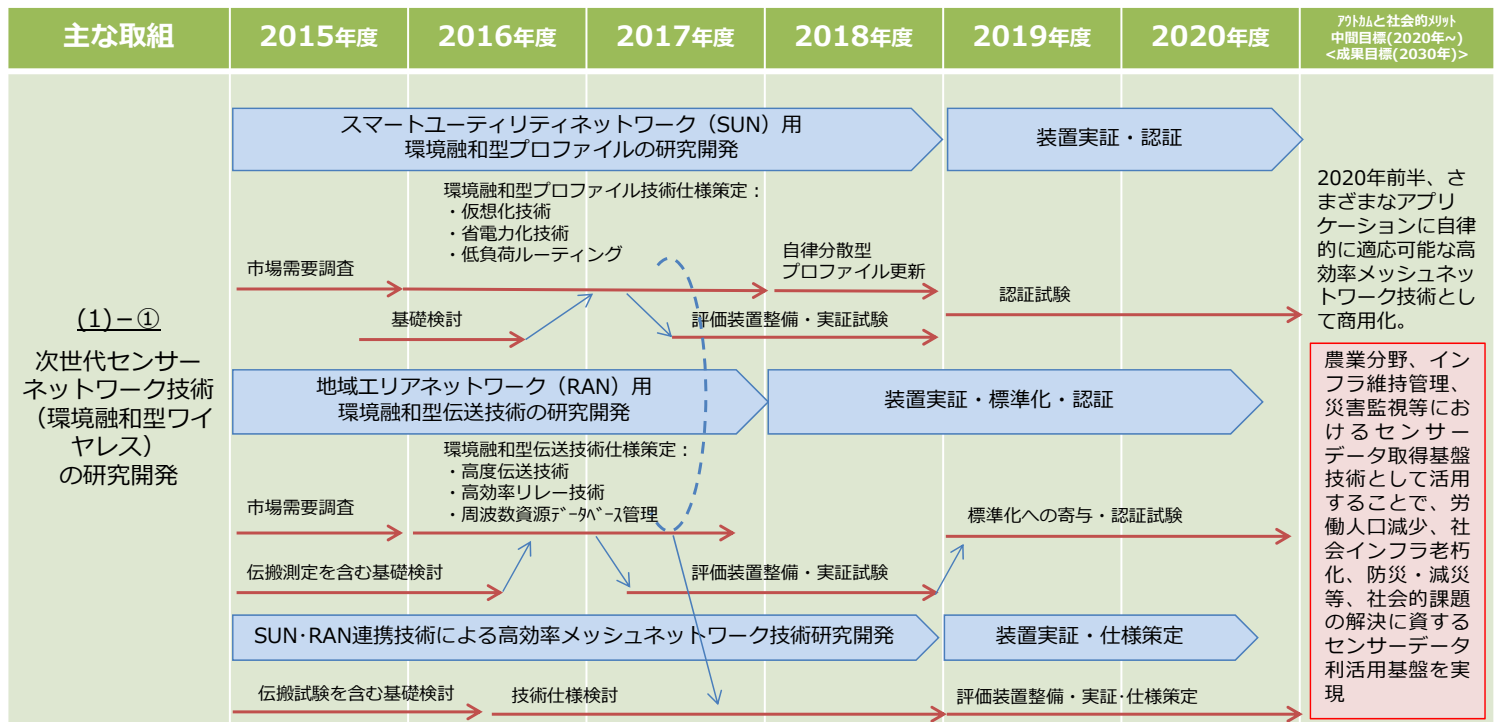
重点研究開発課題		概要説明
(1) センサーネットワーク技術	① 次世代センサーネットワーク技術(環境融和型ワイヤレス)の研究開発	センシングデータ取得における周波数利用効率・エネルギー効率の更なる向上のため、センサー端末自らが利用環境・応用形態を認識し、最適な通信プロファイルを選択・実行するワイヤレスメッシュネットワーク(環境融和型ワイヤレス)技術を確立する。
	② バッテリー不要なセンサーのネットワーク化に関する研究開発	エネルギーハーベスティングやパッシブデバイスを組み合わせることで、バッテリー不要で半永久的に駆動可能なセンサーをネットワーク化するための無線端末構成技術、多様な無線方式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

# センシング&データ取得基盤分野

重点研究開発課題		概要説明
(3) 非破壊センシング・イメージング技術	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	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	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。
	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。

## 【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



## 【センシング & テータ取得基盤分野】

### (1) センサーネットワーク技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アト加と社会的対外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(1)-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		<p>バッテリー不要 無線端末構成技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長周期間欠動作管理技術</li> <li>・センシング=イベントドリブン通信技術</li> <li>・多電源対応適応制御技術</li> <li>・電力伝送技術</li> </ul>			<p>回収不要 無線端末構成技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・回収不要型デバイスの評価認証技術の確立</li> <li>・動的ID管理・登録技術</li> <li>・電力伝送技術</li> </ul>		<p>2020年、ライフサイクルが多様・長期であり、電源維持や定常メンテナンスが困難なセンシング・インフラ維持管理・災害監視等において、端末メンテ不要なセンサーNWとして活用される。</p> <p>2030年、回収不要な端末により、使い捨て・埋め込み利用の形態が可能となり、環境センシング・農業利用でのセンサーNW普及加速や、シール開封通知等新たな需要とライフスタイルを開拓。</p>
	<p>双方向低電力無線方式の設計</p>	<p>メンテナンスフリー/ソフト無線対応 アクセスポイントの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・広帯域RF回路技術</li> <li>・可変フィルタ技術</li> <li>・ソフト無線一括信号処理技術</li> <li>・端末認証技術</li> <li>・電力伝送技術</li> </ul>			<p>アクセスポイント 連携技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サイトダイバーシチ技術</li> <li>・ソフト無線分散信号処理技術</li> <li>・電力伝送技術</li> </ul>		
	<p>無線物理層技術仕様策定： ・エネルギーデバイス選定 ・周波数帯選定 ・変復調方式選定 ・下り回線設計</p>	<p>広域センサNW用ゲートウェイの研究開発 (アクセスポイントを広域に収容するNW)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アクセスポイント広域化アーキテクチャ検討</li> <li>・フロントホール・バックホールNW構成法の検討</li> <li>・クラウドソフト無線処理の検討</li> <li>・セルラとの連携</li> <li>・M2Mインフラとの共用化</li> </ul>			<p>実用化・需要開拓に向けた実証</p>		
		<p>超低電力広域無線方式の標準化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・超低電力広域無線/プロファイル標準化等</li> </ul>			<p>ソフト無線ゲートウェイの利用環境整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフト無線機の認証方法やソフト変更方法の制度化検討</li> </ul>		

## 【センシング & テータ取得基盤分野】

### (2) リモートセンシング技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アト加と社会的対外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(2)-① 地上レーダ技術の 研究開発		<p>マルチパラメータ (MP) フェーズドアレイレーダの開発 SIPでの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲリラ豪雨や竜巻などの突発的な災害予測精度向上に資するMPフェーズドアレイ観測システムを構築</li> <li>・3Dマルチパラメータ降雨観測 (時間分解能30秒、250mメッシュ) を実現、2017年度から試験運用開始</li> </ul>	<p>MPフェーズドアレイレーダの実証 オリンピック・パラリンピックにおける実証をめざして</p>		<p>MPフェーズド アレイレーダ 実用化</p>		<p>2020年後半までに 現業機関が導入可能 な“雨量”を測れるMP フェーズドアレイ レーダの商品化</p> <p>2020年までに水蒸 気推定実利用実証</p> <p>2020年までにバイ スタティックデジ タルビームフォー ミングを実用化</p> <p>2020年までにレー ダ・ライダー融合観 測システムの提案</p>
		<p>地デジ放送波を利用した水蒸気量推定技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界初の面的な水蒸気量推定を達成</li> <li>・気象予報精度向上に寄与する気象予報モデル同化に利用可能なデータ提供</li> </ul>		<p>地デジ放送波を利用した水蒸気量推定技術の実証</p>			
		<p>パッシブレーダ技術の研究開発 (バイスタティックレーダ、放送波等の側方散乱波利用) および関連信号処理技術の高度化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バイスタティック気象レーダによる2次元風速場推定等、観測される気象情報の高度化</li> <li>・1台のアクティブレーダで2次元風速場推定が行える等、周波数資源の有効利用に関する基礎研究</li> </ul>		<p>パッシブレーダ 一部実用化</p>			
		<p>リモートセンシング観測融合研究 レーダ・ライダー融合プロダクト研究 ソーシャルICT技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界的に例を見ない融合観測システムの構築</li> <li>・データカップリングによる気象予報/災害予測に関する新たな知見の開拓</li> </ul>		<p>多様なリモートセンシング観測融合研究 SAR・衛星搭載センサーなど多様なリモセンデータ融合</p>			

## 【センシング & データ取得基盤分野】

### (2) リモートセンシング技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アト加と社会的リット 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(2)-② 航空機搭載 合成開口レーダ (SAR) 技術 の研究開発	超高精細航空機搭載SAR ・世界最高性能の航空機搭載SARとなりうる高分解能次世代SARを開発 ・迅速な情報提供に資する情報抽出技術の確立					実証実験・実利用	2020年後半に火山噴火・地震等の災害状況把握に利用可能な航空機搭載SARの実用化
(2)-③ 衛星搭載レーダ 技術の研究開発	EarthCAREアルゴリズム開発・検証研究		EarthCAREアルゴリズム改良と検証				地球規模の高精度降雨・雲観測によって、温暖化・水循環メカニズム等の解明に寄与
	GPM技術実証	・世界トップレベルの衛星搭載レーダ技術を用いて衛星観測計画をリード 将来の衛星搭載センサーに向けた基礎開発					
(2)-④ テラヘルツ帯 センシング技術 の研究開発	高感度ヘテロダイ 分光技術の確立	広帯域スペクトル同時計測技術・微弱電力計測技術の研究開発 ・300GHz以上のスペクトラム計測と超伝導電力計測手法の開発 ・計測の実証					2020年代に実施されるTHz無線装置開発での正確な計測評価に寄与
	テラヘルツ発振器の 研究開発	高感度センサー技術の研究開発 ・高感度検出デバイスの開発 ・ヘテロダイシステムの高感度化、小型化					2020年までに、中層気における物質・温度・風等を計測する衛星センサー開発基礎技術を確立
	衛星搭載用テラヘルツ帯技術の研究開発		衛星搭載用テラヘルツリムサウンダ等の大気観測システムの研究開発				
(2)-⑤ 光アクティブ センシング技術 の研究開発	高出力単一波長パルスレーザの研究開発		宇宙用レーザの開発				2020年までに風のライダー衛星観測の基礎技術を確立
	・CWレーザの開発 ・パルスレーザの高出力化		レーザ線幅狭線化 衛星搭載ドップラー風ライダーの技術開発				2020年代の衛星ライダー実現により、3次元的に風を精度1 m/sで観測、気象予測精度を向上
	衛星搭載ドップラー風ライダーの設計検討		・観測データの気象予報精度への寄与度合の評価 ・搭載性検討			・世界初の衛星搭載コヒーレントライダー実現に向けた開発	
	モバイルライダーシステム開発	航空機によるライダーシステム実証		次世代ライダー技術の研究開発			温室効果ガスを既存衛星より広域・高精度に測るセンサ提案
		航空機による風観測実証		・多波長化 ・温室効果ガス監視ライダーの実証			

## 【センシング & データ取得基盤分野】

### (3) 非破壊センシング・イメージング技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アト加と社会的リット 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>	
(3)-① 非破壊センシング の実用化に向けた 研究開発	赤外線非破壊セン シング技術の開発	高周波非破壊センシングの研究開発						2020年までにミリ波・テラヘルツ帯による非破壊検査を実用化
	マイクロ波・ミリ波 非破壊センシング技 術の開発	・高周波イメージング非破 壊センシング技術の開発 技術の普及		・テラヘルツセンシング 応用の拡大 製品化検討		・社会インフラにおける センシングの現場実証		
		建築分野での商品化						

## 【センシング & データ取得基盤分野】

### (4) 宇宙環境計測技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(4)-① 電離圏観測・ シミュレーション に関する研究開発	国内イオノゾンデ更新 ・国内4施設の機器更新・新旧データ比較・検証 ・電離圏パラメータ、鉛直プロファイル自動導出技術開発 ・斜め伝搬による観測空白域(海上等)の電離圏観測	VIPIRによる電離圏鉛直構造のリアルタイム監視技術開発					2020年までに電離圏鉛直プロファイル自動導出技術を確立、リアルタイムデータ同化への入力として利用
	リアルタイム電離圏観測のグローバル化(海上含む) ・海上GPSブイの利用、赤道越え電波伝搬による海上電離圏モニタリング技術開発による海上空白域の観測 ・国外リアルタイムGPSデータ利用 ・TECデータ標準化(ITU-R、IGS等)・全球モデルに必要な観測データ取得技術の開発						2030年までにデータ同化システムの入力データとして利用
	ニューラルネット予測システム開発 ・予測可能とする地理的な領域を拡大、多パラメータ予測	ニューラルネットによる予測システム機能向上					2020年までにGAIAに先行し電波インフラの安定利用に寄与
	全球モデル(GAIA)の検証と改良 ・気象データを入力した計算の検証 ・新たな電離圏モデルの開発	全球モデル(GAIA)のデータ同化プロトタイプの開発 ・データ同化を用いた気象データ入力手法の改良 ・グローバル電離圏観測データの同化					2025年までに航空運用等電波インフラへの安定利用のためにリアルタイムシステムを構築
	領域モデルの開発 ・プラズマバブルの再現	領域モデルの開発と拡張 ・赤道電離圏モデルと全球大気圏電離圏(GAIA)モデルとの連携 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の開発(次ページ)					2030年までに赤道域と日本の観測データ同化、かつリアルタイム化

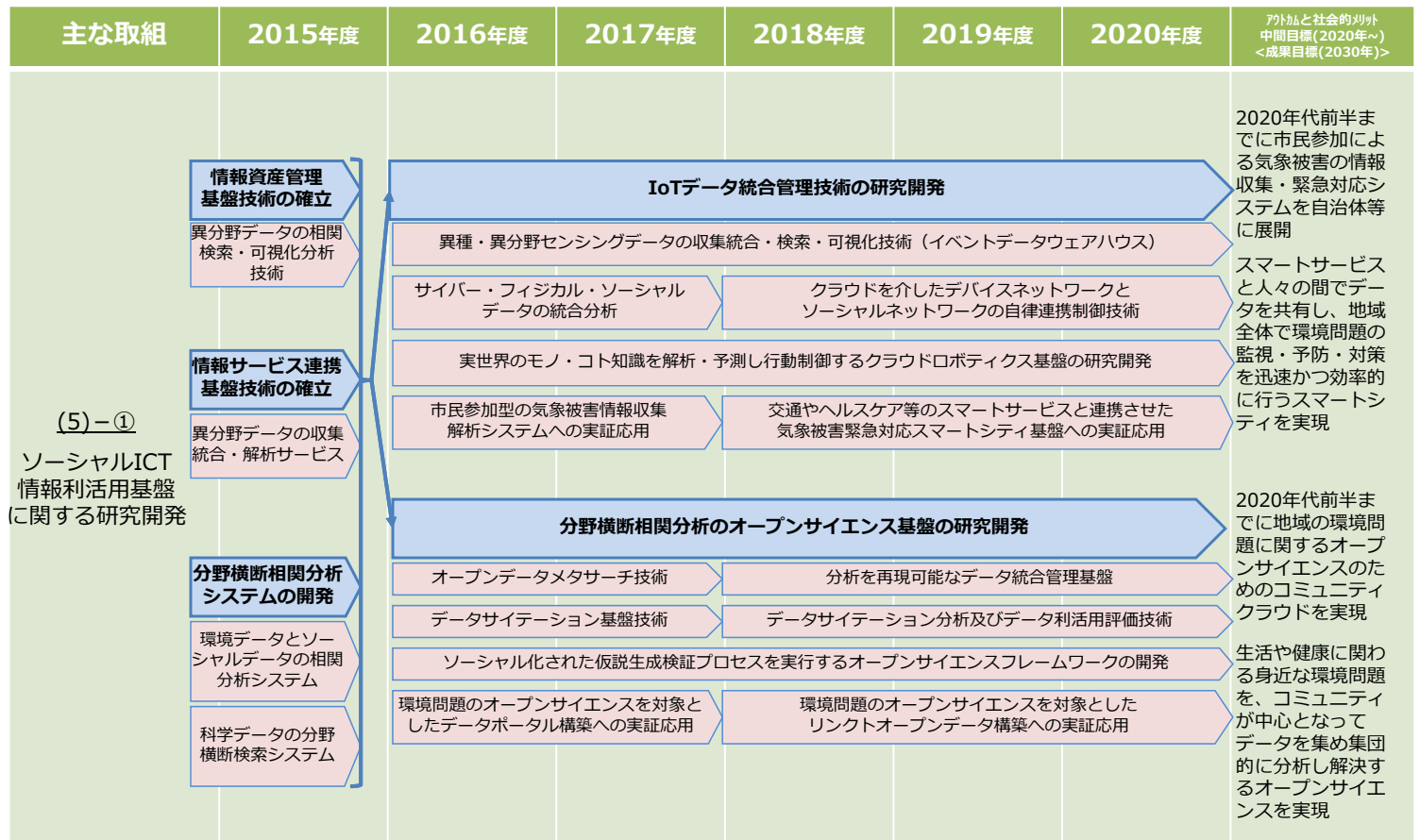
## 【センシング & データ取得基盤分野】

### (4) 宇宙環境計測技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(4)-② 磁気圏観測・ シミュレーション に関する研究開発	全球モデル(GAIA)のデータ同化プロトタイプの開発(前ページ)						2030年までに人工衛星の安定運用のためのリアルタイムシステムを構築
	磁気圏シミュレータの検証と改良 ・地軸・磁軸の効果の検討、電導度改良	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の開発 ・リアルタイムデータ入力					
	放射線帯モデル開発 ・ひまわり、ERG等新規衛星データ入力	テラレーメイド宇宙天気情報システム開発 ・人工衛星スペックを考慮したハザード予報システム的设计					2025年までに衛星運用のための宇宙天気情報システムの構築に寄与
(4)-③ 太陽・太陽風 観測・シミュレーション に関する研究開発	太陽電波観測システム開発 ・日常運用に向けた調整等	太陽電波観測を用いた早期警報システムの開発 ・シミュレーションへの観測データの入力				他観測データとの連携による警報の高精度化 ・電波以外の地上及び衛星データの利用	2020年までに電波観測・太陽風シミュレーションによる高精度早期警報(太陽面爆発に端を発する突発的擾乱の到来時刻を誤差±10時間以内で予測)を実現
	定常太陽風シミュレーションの研究開発 ・太陽風シミュレーションコードの高速化・高精度化 ・DSCOVR衛星データによる予測精度の検証	CME伝搬シミュレーションの研究開発 ・太陽風シミュレーション上でのCME伝搬モデル開発					
	ビッグデータを用いた太陽フレア発生確率予測の研究開発 ・画像解析手法を用いたフレア発生確率の導出	観測データを入力とするフレア/CMEシミュレーション検討 ・磁場観測利用					2030年度末までに統計的フレア発生予測モデルを構築

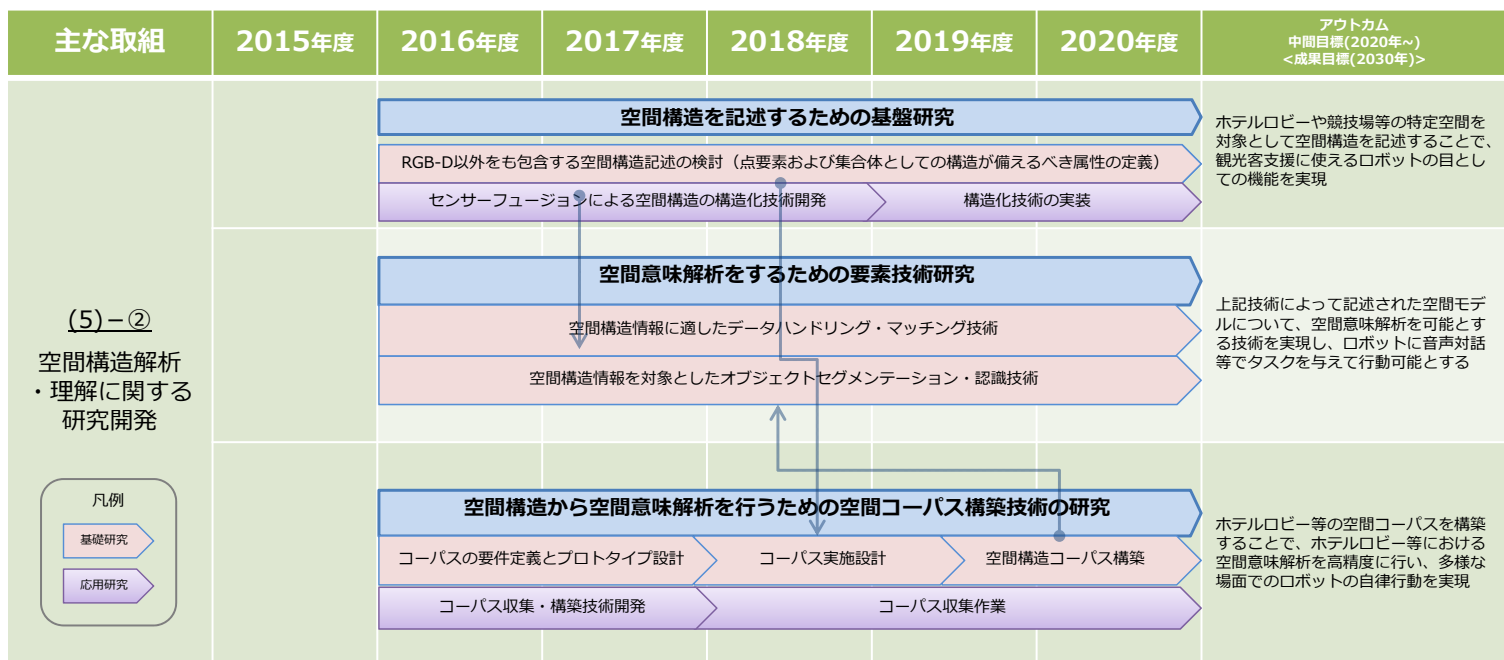
## 【センシング & データ取得基盤分野】

### (5) センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術



## 【センシング & データ取得基盤分野】

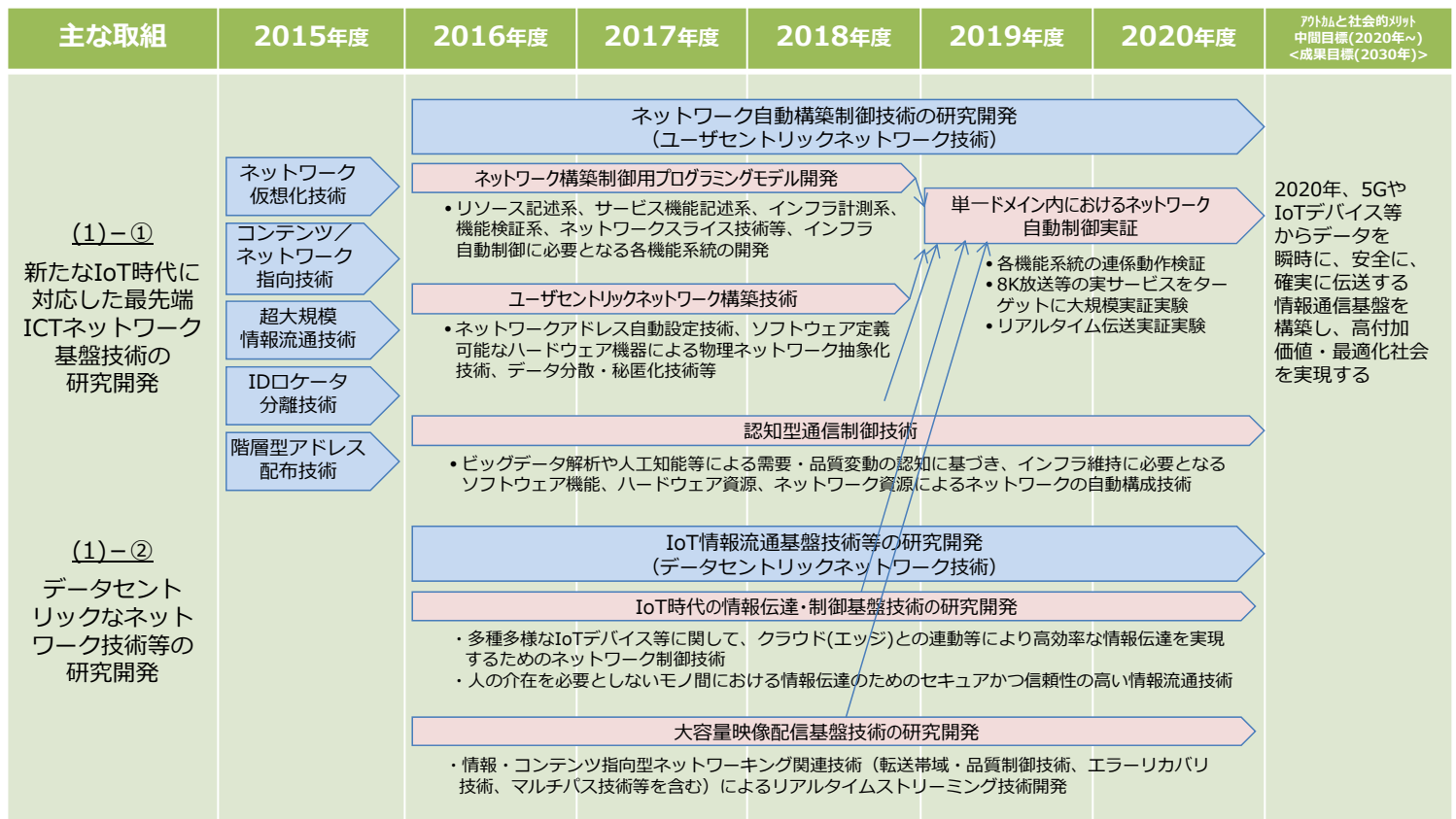
### (5) センサー・ソーシャルデータ取得・解析技術



重点研究開発課題		概要説明
(1) 最先端ICTネットワーク基盤技術	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クやモノ間の情報伝達を支えるネットワーク等、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	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等のユーザー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(パラレルフォトニクス)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	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-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	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。

【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



## 【統合ICT基盤分野 - コア系】

### (2) フォトニックネットワークシステム技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アト加と社会的列外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>	
(2)-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	高密度高精度送受信装置の開発						2020年、ASEAN等への展開(標準化含む)  2020年、社会実装に向けたフィールド実証開始	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>高精度送受信特性評価技術の確立</li> <li>高密度高精度送受信の研究開発</li> <li>高密度送受信装置の開発</li> <li>高密度送受信デバイスの研究開発/高密度集積技術の研究開発</li> </ul>							
	マルチコアネットワークシステムの研究開発							フィールド実証
	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチコアNW方式と基盤システム技術の研究開発</li> <li>1入出力端子あたり1Pbps級のマルチコアNWシステム技術の研究開発</li> <li>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NWシステム物理・制御レイヤ基盤技術確立</li> </ul>							<ul style="list-style-type: none"> <li>SDMファイバ通信NWシステムフィールド実証</li> </ul>
(2)-② 光統合ネットワーク実現に向けた研究開発	マルチコア/マルチモード・オール光スイッチング技術の研究開発						フィールド実証	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチコア伝送信号スイッチングシステム基盤技術</li> <li>マルチモード伝送信号スイッチングシステム基盤技術</li> <li>1入出力端子あたり1Pbps級のマルチコア・オール光スイッチング技術の研究開発</li> <li>1入出力端子あたり1Pbps級のマルチコア/マルチモード・オール光スイッチング技術の研究開発</li> </ul>						<ul style="list-style-type: none"> <li>超大容量光スイッチングフィールド実証</li> </ul>	
	空間スーパーモード伝送技術の研究開発						フィールド実証	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>光伝送の効率を飛躍的に高める、高次横モード搬送波による高速伝送基盤技術の研究開発</li> <li>究極の光伝送技術である、空間スーパーモード大容量伝送基盤技術の研究開発</li> <li>世界に先駆けて空間スーパーモードトランスポンダの開発</li> </ul>						<ul style="list-style-type: none"> <li>空間スーパーモードファイバ通信インフラフィールド実証</li> </ul>	
(2)-② 光統合ネットワーク実現に向けた研究開発	光パケット光バス統合NW技術の確立	再構成可能光スイッチトランスポートNWの研究開発		再構成可能光スイッチトランスポートNW装置の開発			経済・社会の持続的発展を支える基盤となる超大容量・低遅延・省エネ・高信頼なネットワークインフラの実現、国際競争力の確保・更なる強化  2020年頃、統合光ネットワーク要素技術の社会実装	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>10ホップ・450km, 交換・伝送</li> <li>高速・省電力32ビット宛先検索</li> <li>8光バッファ組込</li> <li>自律境界変更制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再構成可能光スイッチトランスポートNW研究開発</li> <li>高多値変調信号光スイッチトランスポートNW研究開発</li> <li>400Gbps評価可能な再構成可能オール光NW運用</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>再構成可能光スイッチトランスポートNWの各要素技術を装置化・パッケージ化。一部はTBに組み込み運用含めて評価</li> <li>超高速(1Tbps等)変調信号光スイッチトランスポートNW研究開発</li> </ul>				

## 【統合ICT基盤分野 - コア系】

### (3) 衛星通信技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アト加と社会的列外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(3)-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	グローバル光衛星通信ネットワークのための高速光通信システムの研究開発						宇宙光通信技術の確立
	<ul style="list-style-type: none"> <li>フレッドボードモデルの開発</li> <li>搭載用モデルの開発</li> <li>耐宇宙環境試験の実施</li> </ul>						世界初の10Gbps級の光通信機器開発
	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信品質向上・光学計測技術の検討(ゆらぎ補償技術、軌道決定等)</li> <li>移動体(航空機等)との光通信実験</li> <li>空間量子暗号通信技術の検討(物理レイヤ暗号、QKD、PPM)</li> </ul>						<ul style="list-style-type: none"> <li>地上局システムの試作・評価</li> <li>海外機関との国際連携実験(光ファイバリク及びサトウグイ等)</li> <li>光地上局を用いた実証実験</li> <li>地上局システムの試作・評価</li> <li>秘匿・超高感度ワイヤレス通信実証実験</li> </ul>
(3)-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	宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信ネットワーク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研究開発						宇宙・海洋衛星通信技術の確立
	<ul style="list-style-type: none"> <li>フレッドボードモデルの開発</li> <li>試作モデルの評価</li> </ul>						世界初の100Mbps級宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信機器開発
	<ul style="list-style-type: none"> <li>小型高性能地球局技術の検討(船舶、航空機、無人機、海上ブイ等)</li> <li>広域・高速通信システム技術の検討(衛星系NW、通信・制御方式、伝搬等)</li> </ul>						<ul style="list-style-type: none"> <li>小型高性能地球局システムの試作・評価</li> <li>洋上の海洋資源調査船からの通信の実証実験</li> <li>小型高性能地球局システムの改良・総合評価</li> <li>広域・高速通信システムの試作・評価</li> <li>広域・高速通信システムの改良・総合評価</li> </ul>



# 【統合ICT基盤分野 - コア系】

## (4) 極限環境通信技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	7月追加と社会的別 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(4)-① 極限環境に おける通信技術 の研究開発	海中伝搬実験 (電波: 0.1~10 MHz帯、光)		海中通信・制御・レーダ試作システム開発				中間目標: ・海中通信、海底 レーダ、測位、制 御、テレメトリ技 術の実用化  成果目標: ・世界初となる深海 底から地上をつな ぐ海中ネットワー クの実現 ・深海底の資源探査 や自然現象解明に よる社会貢献
	・マルチアンテナ海中チャンネルサウンド開発 ・基本検討を実施 ・水槽、護岸等で基礎実験	・近海の海中、海底 で基本実験	・実際の極限環境で 応用実験	・システム検討 ・海中通信システム(電波通信(<50 m)、光波通信(<1 km)) ・ワイヤレス制御(海底/海中ロボット⇔探査艇⇔洋上探査船) ・深海底レーダ ・他機関の氷下用ピークルや海底掘削ロボット等に搭載	・システム開発	・実証実験	
	海中伝搬解析と伝搬モデル作成		シミュレーション評価 (通信方式・レーダ方式・ネットワーク技術)				
	・伝搬特性の解析 ・海中特有の現象の 把握とモデル化 ・解析手法の確立	・媒体・環境ごとの 伝搬モデル作成	・媒体・環境ごとの 海中伝搬モデル作成 ・通信やレーダの伝 送方式検討	・海中伝搬モデルを用いたシステムシミュレーション ・システム検討	・海中ネットワーク 評価システム開発	・海中ワイヤレス通 信・制御・レーダ方 式のシステム提案	
	通信方式検討	シミュレーション評価	ベースバンドシステム開発		光学系システムと接続		2030年までに深 宇宙光通信へ SSPDアレイシ ステムを適用
	・SCPPM方式検討	・光空間チャンネル+SCPPMIによる評価	・高速アルゴリズム/回路実装技術開発		・システム実装と総合評価		
	小規模SSPDア レイ技術開発	16ピクセルSSPDアレイによる高速動作実証		100ピクセルSSPDアレイシステム開発			
	・4ピクセルSSPD ・SFQ信号処理	・1GHz以上の高速動作実証 ・大規模信号多重化技術開発		・受光面積の拡大(Φ100um以上) ・100ピクセルSSPDシステム動作実証			

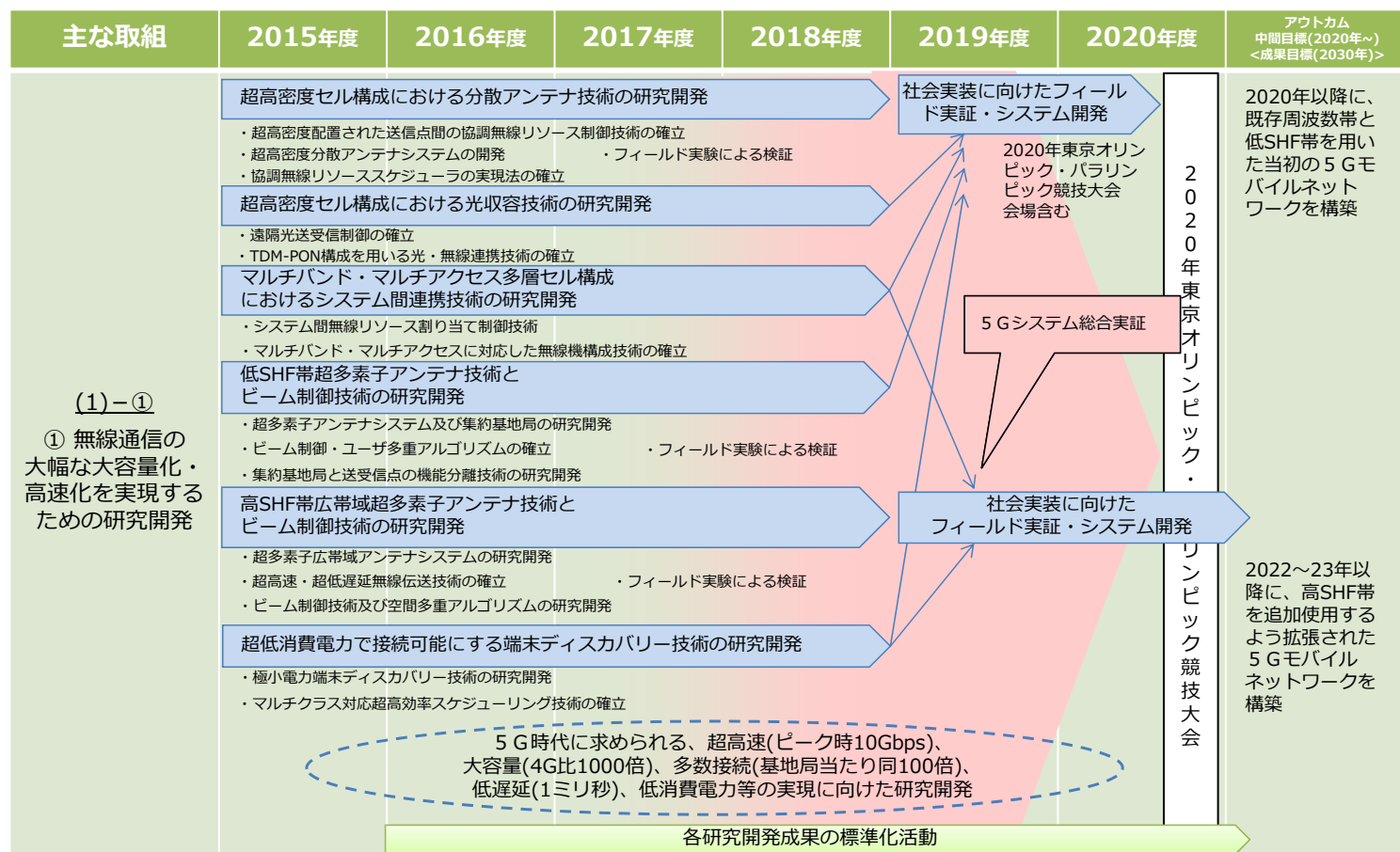
## 統合ICT基盤分野

## アクセス系

重点研究開発課題	概要説明	
(1) 5G/Beyond5Gに 向けたモバイル ネットワーク技術	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) ユーザーの利用 環境や要求を認 識したネットワ ーク構築・制御技術	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。

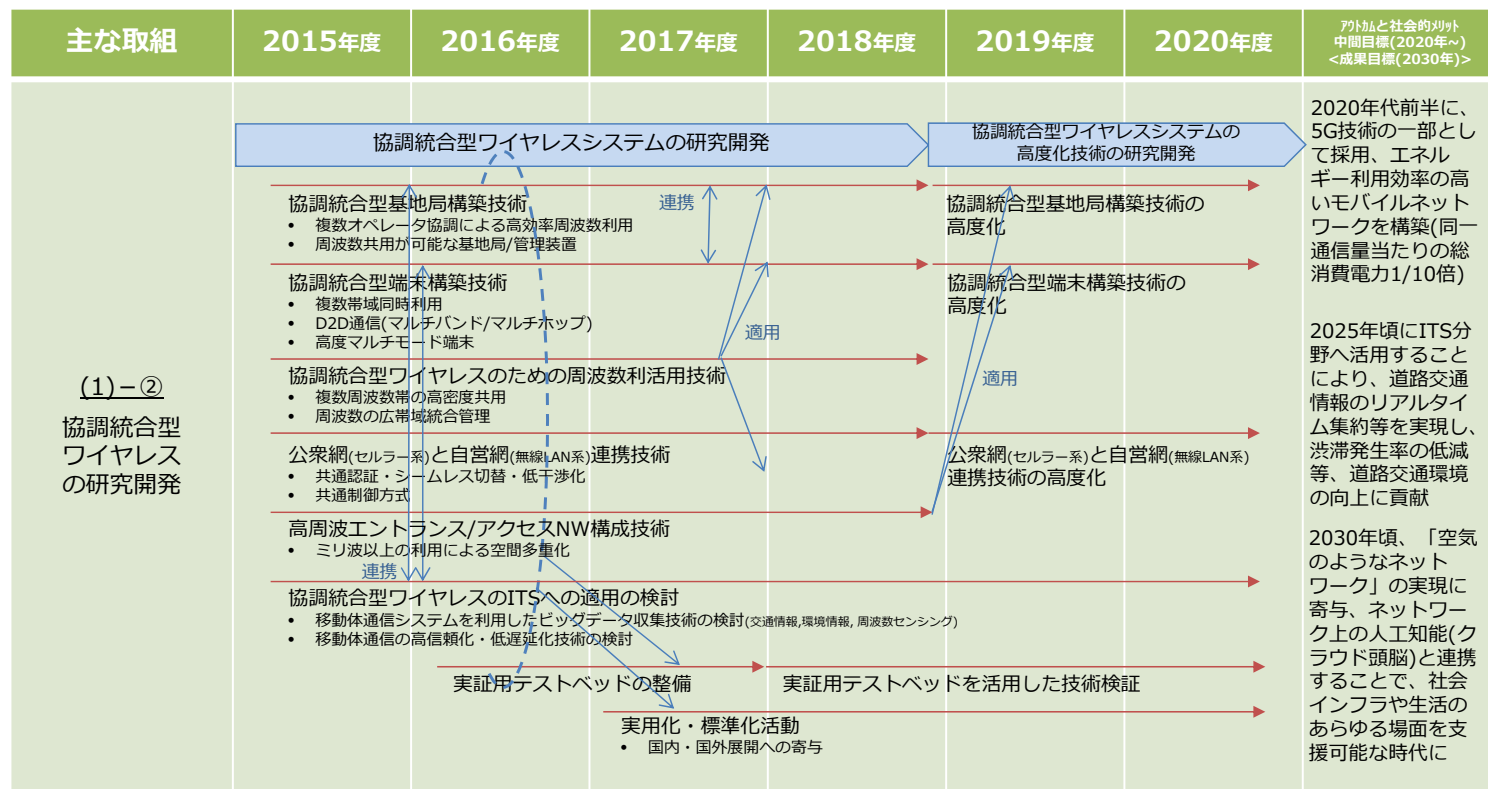
## 【統合ICT基盤分野 - アクセス系】

### (1) 5G/Beyond 5Gに向けたモバイルネットワーク技術



## 【統合ICT基盤分野 - アクセス系】

### (1) 5G/Beyond 5Gに向けたモバイルネットワーク技術



## 【統合ICT基盤分野 - アクセス系】

### (1) 5G/Beyond 5Gに向けたモバイルネットワーク技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(1)-③ 高信頼 ワイヤレス 伝送技術 の研究開発	無人航空機システムにおける高信頼通信技術の研究開発	高信頼ワイヤレス伝送技術の研究開発					2020年頃、橋梁やダム等のインフラ管理、防災、スタジアムにおける保安等、屋外における群制御型複数ロボット(小型無人機を含む)を利用した遠隔作業を実現、安全・安心な社会づくりに寄与  2025年頃、過酷電波伝搬環境(建造物内)における群制御型複数ロボット等の遠隔制御を実現、人が作業をすることが困難な環境における作業効率向上に寄与  2030年頃、水中群ロボット実現による広域資源探査等への寄与など、あらゆる環境における群ロボット遠隔制御を実現
		無人航空機群制御通信技術の確立					
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・小型無人機群制御のための遅延時間保証型マルチリンク・リレー通信技術</li> <li>・対象とする周波数帯における電波伝搬特性の測定とモデル化</li> <li>・群制御安定条件を満たす通信プロトコル開発</li> <li>・複数システム共存時および地上無線利用システムとの周波数共用技術の確立</li> <li>・複数無人機を利用した協調センシング(電波利用状況等)技術の確立</li> <li>・国際標準化(ICA0/ITU-R/AWG等)への寄与</li> </ul>					
		無人航空機群制御通信技術の実証					
		過酷環境群ロボット制御通信技術の確立					
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・過酷環境(プラント等内部構造が複雑な建造物・水中/海中・地下等)電波伝搬測定</li> <li>・群制御のための遅延時間保証型多段リレー通信技術</li> <li>・群制御安定条件を満たす通信プロトコル開発</li> <li>・複数システム共存時および地上無線利用システムとの周波数共用技術の確立</li> <li>・標準化および法制度への寄与</li> </ul>					
		過酷環境群ロボット制御通信技術の実証					
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・実環境フィールド(建造物内等)における群ロボットワイヤレス制御通信の実証実験とシステム改良</li> </ul>					

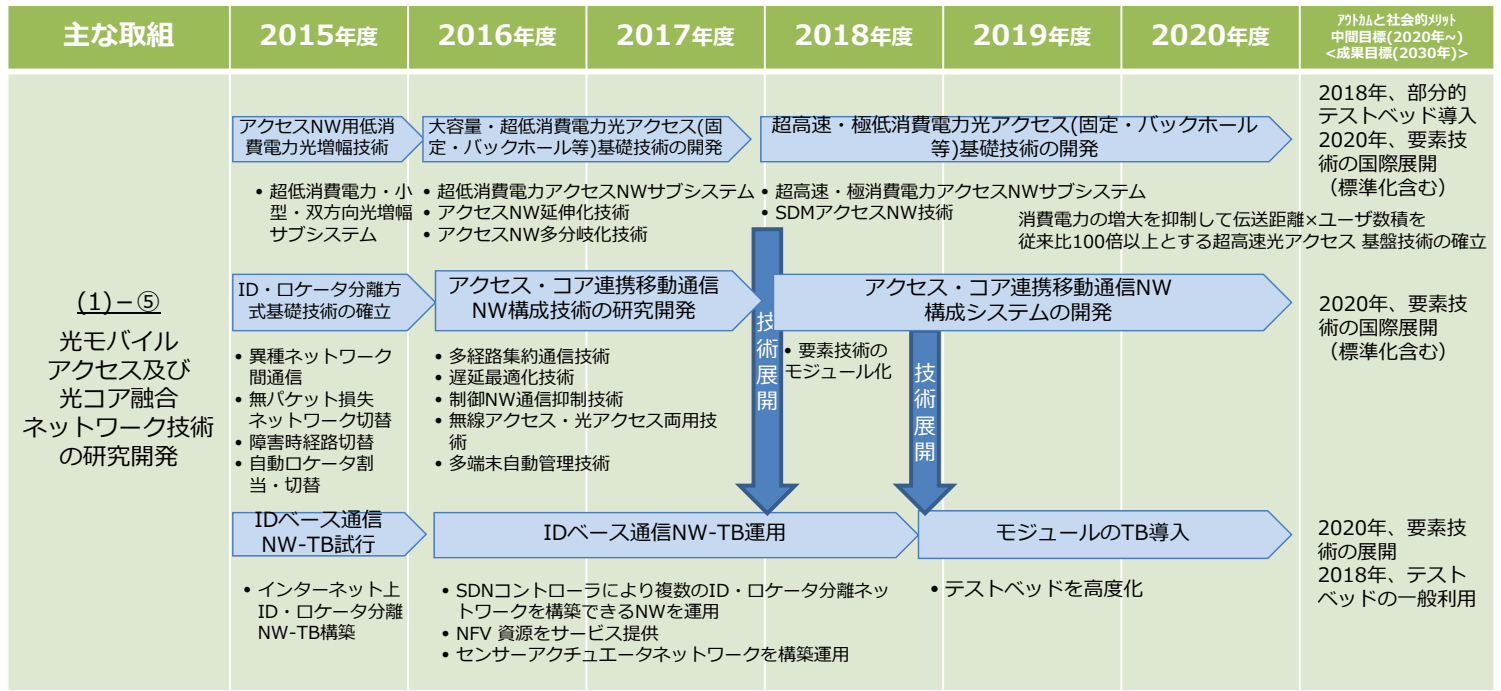
## 【統合ICT基盤分野 - アクセス系】

### (1) 5G/Beyond 5Gに向けたモバイルネットワーク技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(1)-④ 高度同期分散 ネットワーク技術 の研究開発		要素技術の開発			システム化技術の開発		2020年までに、地域における各種情報の共有・収集をグループ通信によって行えることで、地域の福祉・産業・観光・暮らし・見守り等、各種サービスにおける品質向上・多様化へ寄与
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・位相同期等を含む多対多端末間分散同期技術</li> <li>・端末間相互発見相互連結技術</li> <li>・グループ自律形成・自律管理技術</li> <li>・エリア伝搬特性の取得・評価</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害発生時を想定した端末数(5000台以上)を収容可能とする大容量化技術</li> <li>・ネットワーク共存技術</li> <li>・小型端末技術</li> </ul>		
					社会実装評価実験		
					<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害発生時における情報収集・情報拡散アプリケーション技術の開発と検証</li> <li>・平時におけるトラフィックオフロード用途としての評価</li> </ul>		

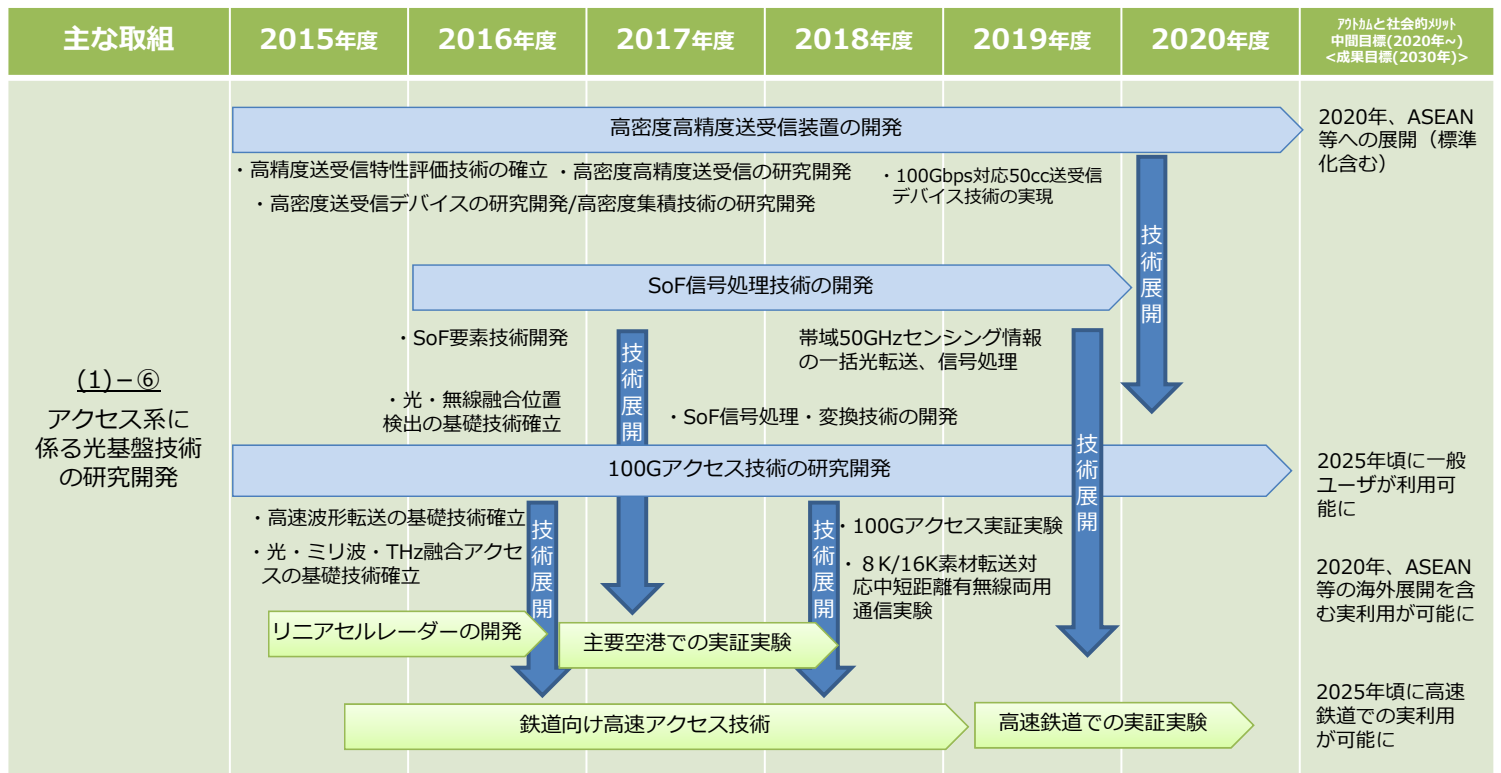
## 【統合ICT基盤分野 - アクセス系】

### (1) 5G/Beyond 5Gに向けたモバイルネットワーク技術



## 【統合ICT基盤分野 - アクセス系】

### (1) 5G/Beyond 5Gに向けたモバイルネットワーク技術



# 【統合ICT基盤分野 - アクセス系】

## (2) ユーザー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

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	7/1追加と社会的列外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>	
(2)-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	ネットワーク 仮想化技術	ネットワーク構築制御用プログラミングモデル開発 ・リソース記述系、サービス機能記述系、インフラ計測系、機能検証系、ポリシー記述系、など、インフラ自動制御に必要な各機能システムの開発			単ドメイン内におけるネットワーク自動制御実証		2030年、キャリアインフラにおけるマニュアルオペレーションの極小化	
	IDロケータ 分離技術	ユーザセントリックネットワーク構築技術 ・ハードウェアとソフトウェアとのオーケストレーション技術、ネットワークアドレス自動設定技術、ソフトウェア定義可能なハードウェア機器による物理ネットワーク抽象化技術			<ul style="list-style-type: none"> <li>各機能システムの連携動作検証</li> <li>8K放送などの実サービスをターゲットに大規模実証実験</li> </ul>			
	階層型アドレス 配布技術	認知型通信制御技術 ・ビッグデータ解析や人工知能等による需要・品質変動の認知に基づき、インフラ維持に必要となるソフトウェア機能、ハードウェア資源、無線を含むネットワーク資源によるネットワークの自動構成技術						

## データ利活用基盤分野

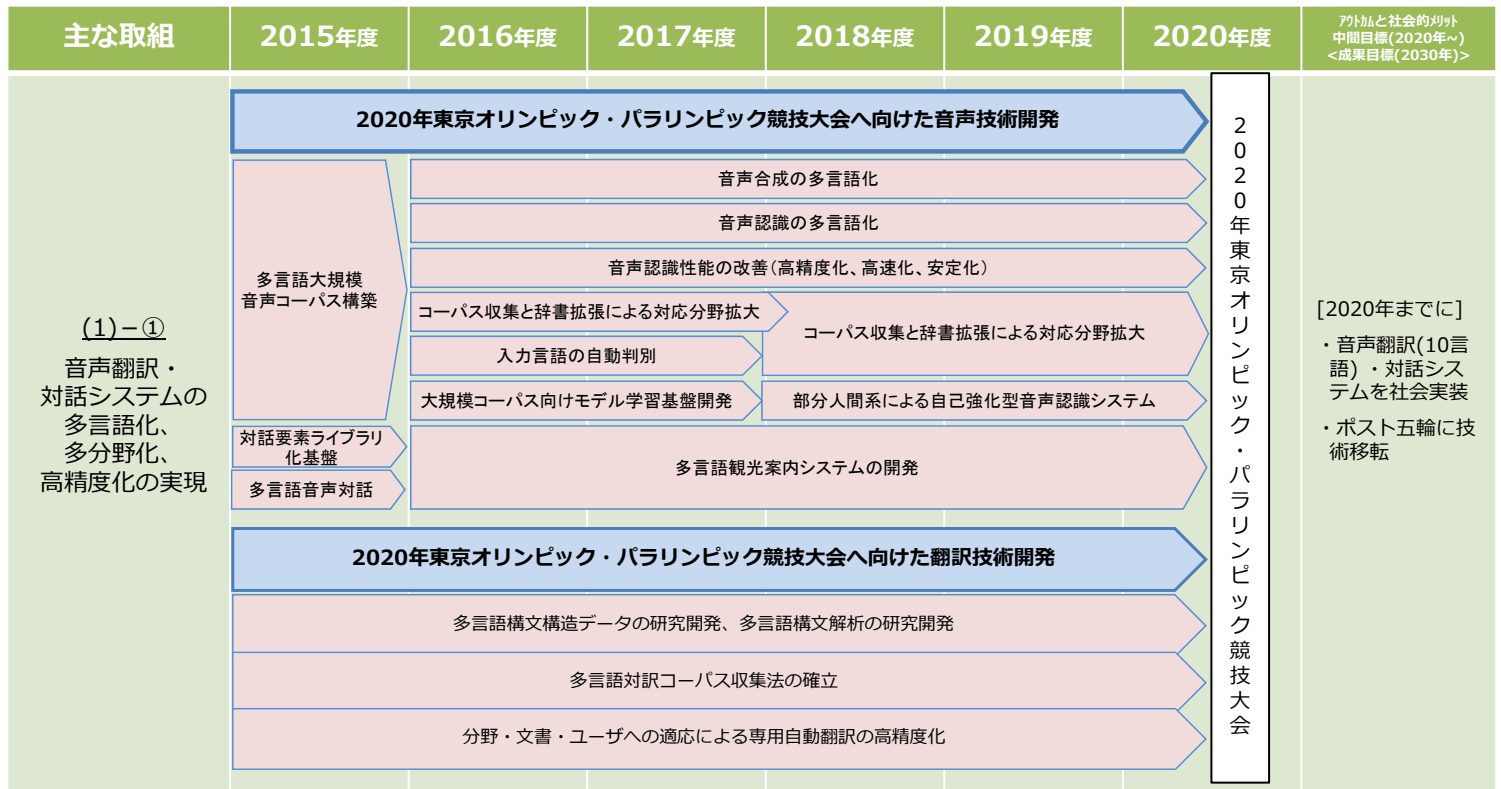
重点研究開発課題	概要説明
(1) 音声翻訳・対話システムの高度化	① 音声翻訳・対話システムの多言語化、多分野化、高精度化の実現 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会までに、10言語に関して、旅行、医療、防災を含む生活一般の分野について実用レベルの音声翻訳・対話システムを社会実装するため、多言語化、多分野化、高精度化等に資する翻訳技術・音声技術を開発・確立する。
	② 現場音声認識の精度向上及びクロスリンガル音声対話の実現 長文音声認識(現在の7語対応から20語へ)、非ネイティブ音声認識、環境音の自動判別等を実現し、現場音声認識の精度向上を図るとともに、多言語・複数人の音声対話システムを目指す。
	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	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。

# データ利活用基盤分野

重点研究開発課題	概要説明
(3) スマートネットワークロボット技術	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・再現技術、感性データマイニング・伝達技術、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	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	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。

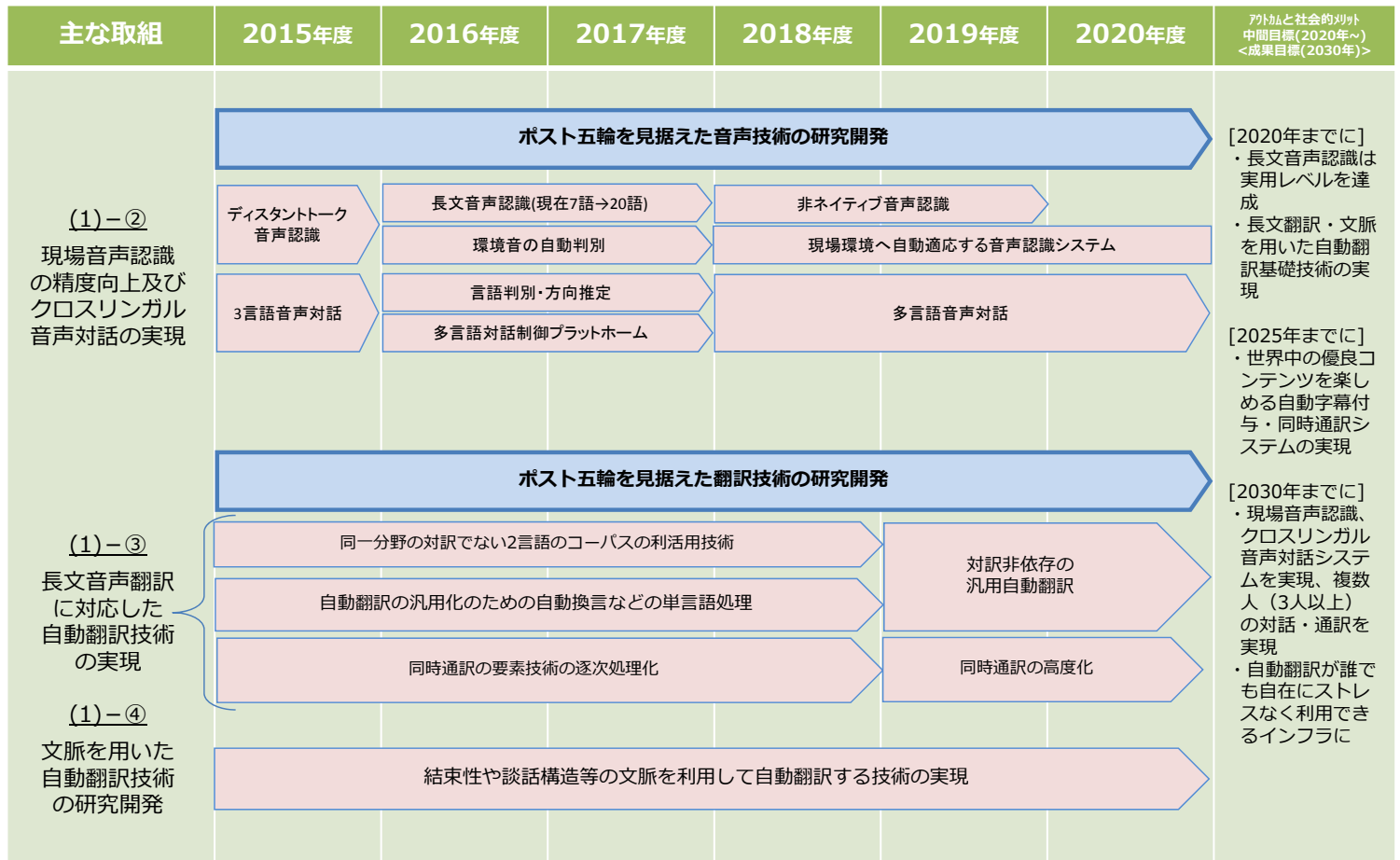
## 【データ利活用基盤分野】

### (1) 音声翻訳・対話システムの高度化



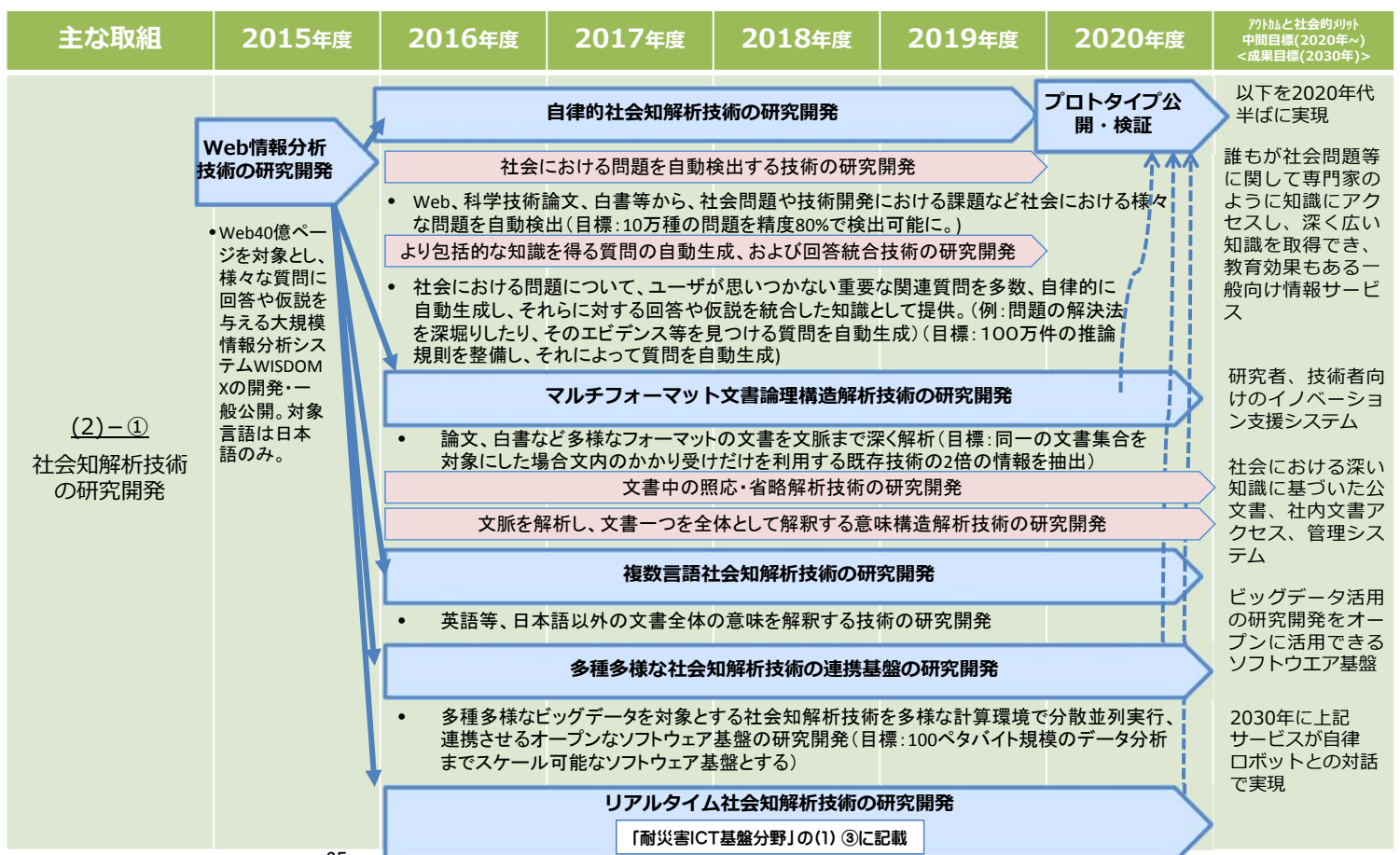
## 【データ利活用基盤分野】

### (1) 音声翻訳・対話システムの高度化



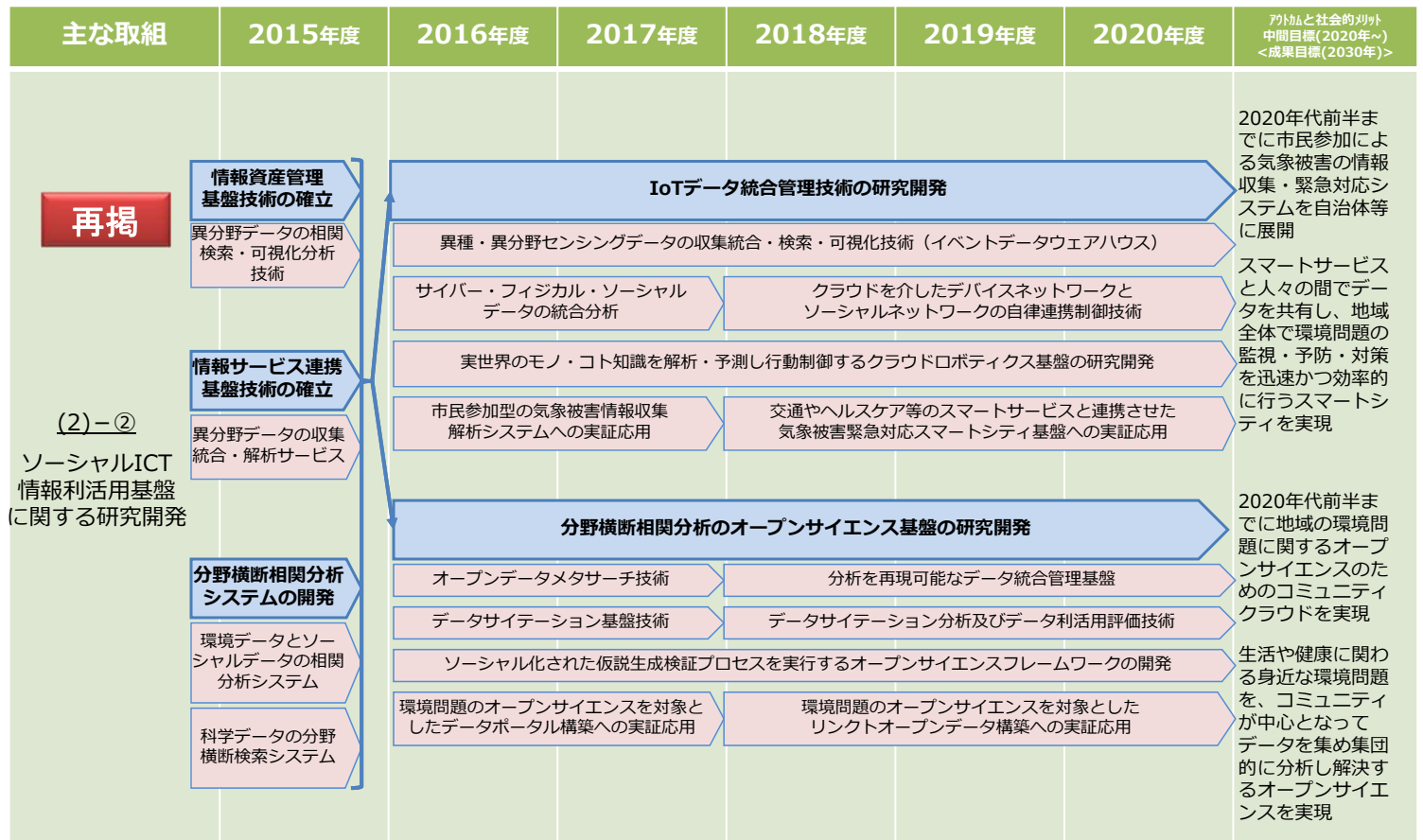
## 【データ利活用基盤分野】

### (2) 社会知解析技術



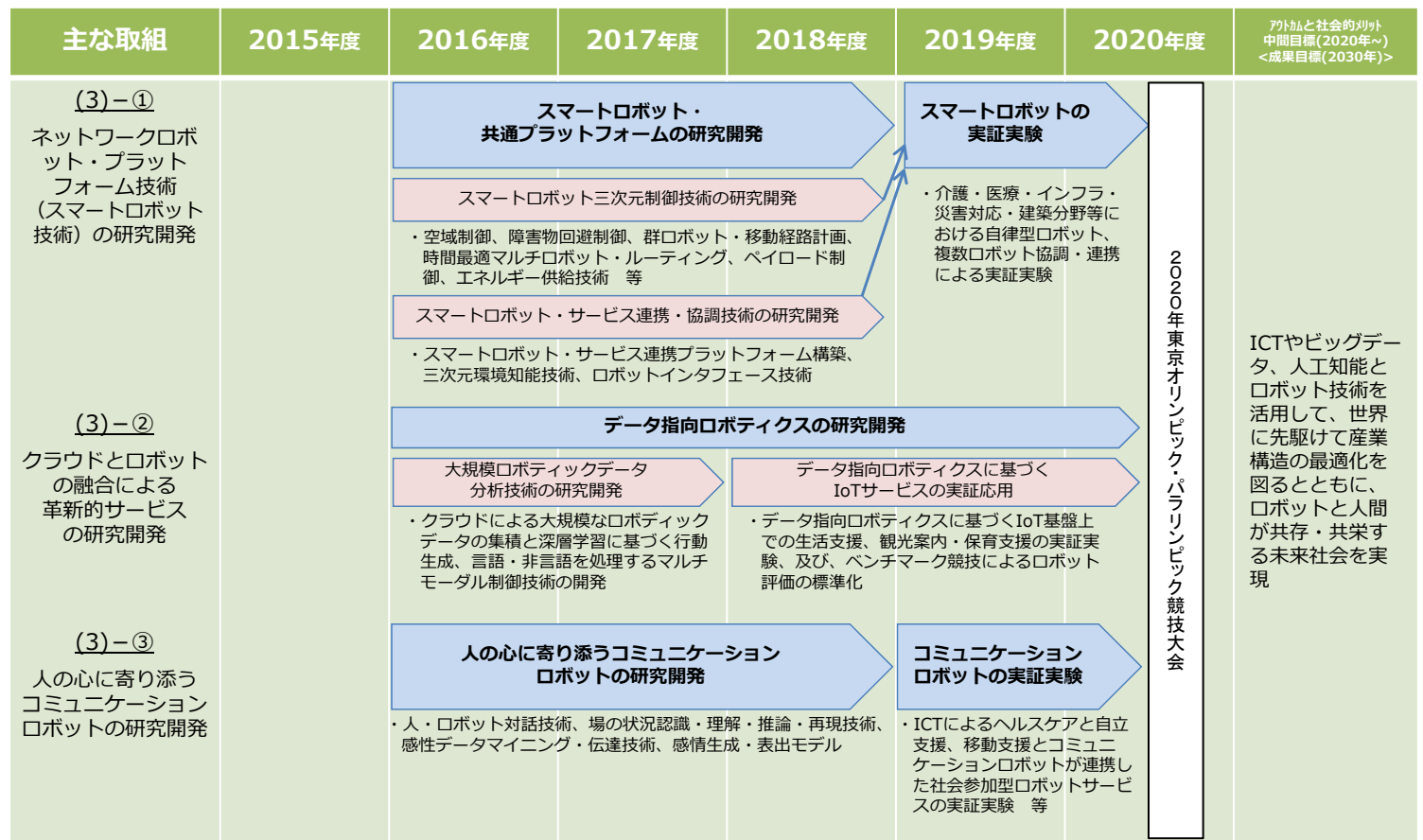
## 【データ利活用基盤分野】

### (2) 社会知解析技術



## 【データ利活用基盤分野】

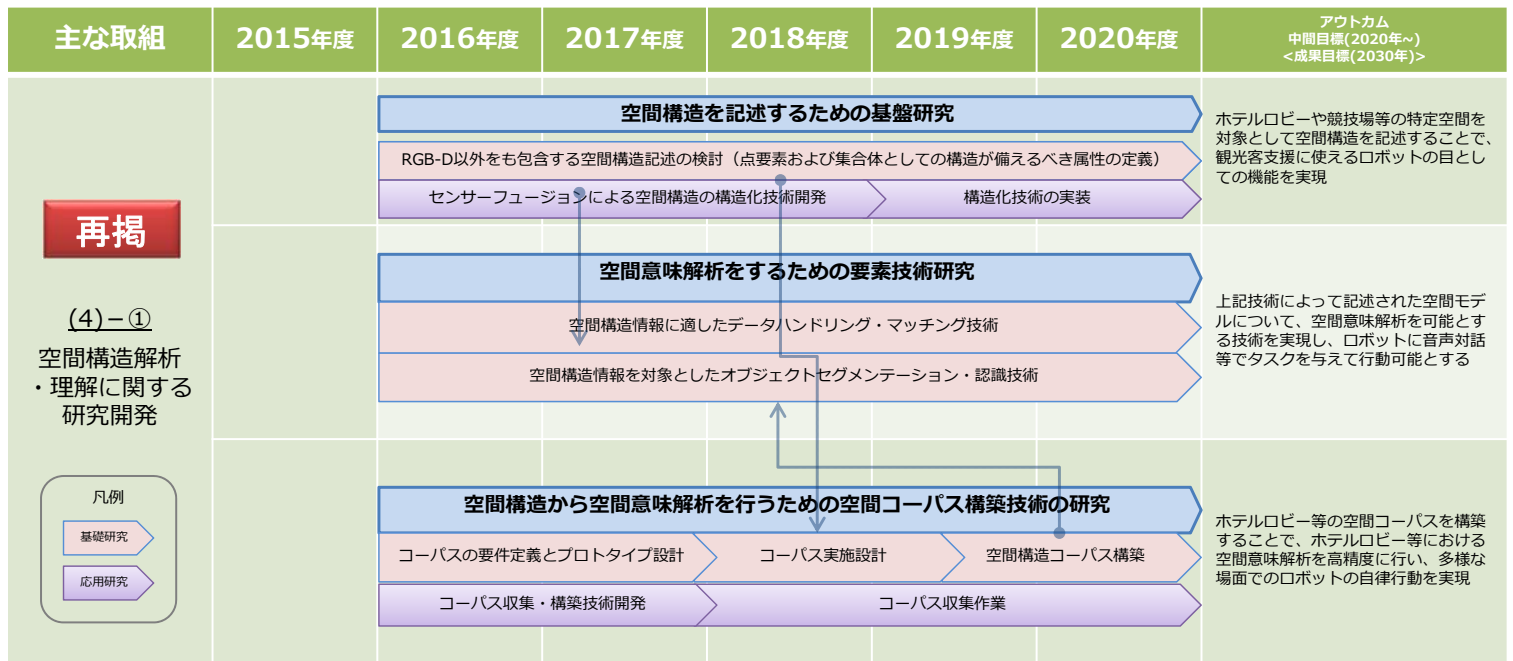
### (3) スマートネットワークロボット技術





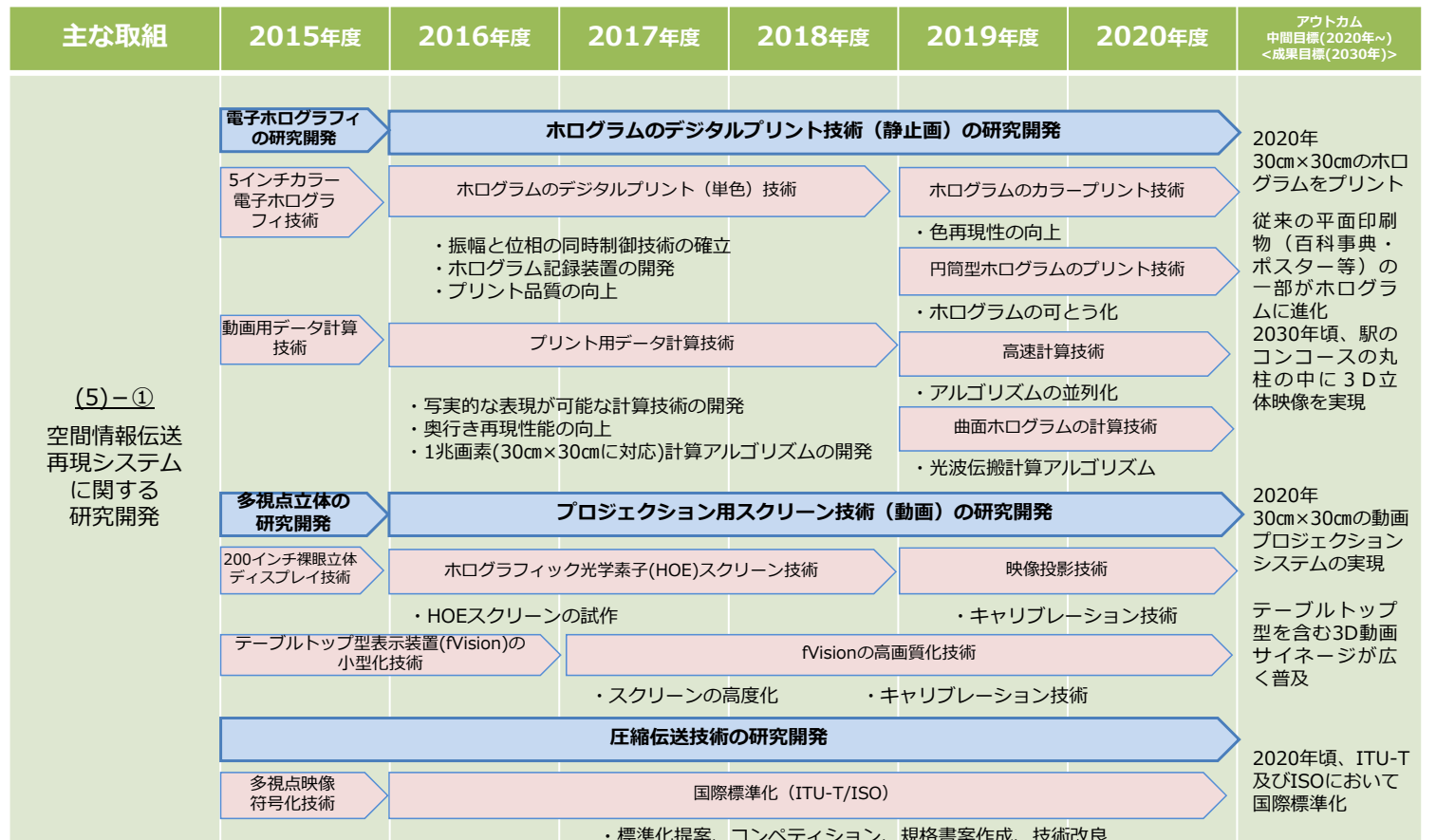
## 【データ利活用基盤分野】

### (4) 空間構造の解析・理解技術



## 【データ利活用基盤分野】

### (5) 超臨場感映像技術



## 【データ利活用基盤分野】

### (5) 超臨場感映像技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>	
(5)-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	超低遅延ルーティング技術の開発			超低遅延蓄積・読み出し、信号処理技術の開発			最大40chの超臨場感映像を最大300km伝送可能な光ネットワークの制御を可能とするSDI技術を開発し、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会で実用化検証を行う	
	裸眼立体映像に適合した3D-HEVCの拡張方式の開発			3D-HEVCを基本とした階層符号化方式の開発 高品質な裸眼立体映像の撮影・表示技術の開発				2030年度までに裸眼立体映像の圧縮技術を確立
	ミリ波帯増幅デバイスの開発 400Mbps級広帯域無線伝送技術の開発			増幅デバイスの高出力化・低歪化 無線伝送の高信頼化				晴天時50km程度の無線伝送が可能な回線を実現し、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会において、超臨場感映像の番組制作や伝送に大きく貢献

## 【データ利活用基盤分野】

### (5) 超臨場感映像技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(5)-③ 超高精細度映像の 高効率伝送技術に 関する研究開発	超高精細度映像の圧縮技術の研究開発						2020年までに超高精細度映像を限られた帯域で伝送可能な、既存技術に比べて圧縮率が75%以下となる次世代映像・圧縮技術を確立
	既存映像圧縮技術の検証・改良		次世代映像圧縮技術の設計・基本検証		次世代映像圧縮技術の技術検証		
	限定された帯域における高効率伝送技術の研究開発						
	既存伝送技術による伝送試験・改良		限定帯域における新たな伝送技術の検討・基本検証		限定帯域における新たな伝送技術に関する技術検証		

# 情報セキュリティ分野

重点研究開発課題		概要説明
(1) サイバーセキュリティ技術	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・可視化技術を確立する。また、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技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術に係る研究開発	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を確立する。
	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を確立する。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を確立する。

## 【情報セキュリティ分野】

### (1) サイバーセキュリティ技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アト加と社会的別中 間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(1)-① 未来型サイバーセキュリティ技術の研究開発	サイバー攻撃観測網の構築・運用  ・日本最大の観測網構築 ・柔軟な異種センサー 切替機構の実現	能動的サイバー攻撃観測網の研究開発  ・パッシブセンサー、アクティブセンサー、ユーザ端末組込センサー等を融合したより柔軟かつ網羅的な自律的観測技術の確立 ・新たなサイバー攻撃も適宜観測対象に取込み			能動的サイバー攻撃観測網の試験運用  ・能動的観測網のフィールドテスト		2016年以降 新型分析技術・可視化技術を順次技術移転し、社会に実展開
	サイバー攻撃分析・可視化基盤技術の確立  ・各種センサーからの多角的入力を用いた分析基盤技術の確立	複合型サイバー攻撃分析・可視化技術の研究開発  ・次世代型トラフィック分析技術・マルウェア分析技術の確立 ・可視化による省力セキュリティオペレーション技術の確立 ・SNS等の情報を含めた複合型サイバー攻撃分析・可視化技術の確立			分析・可視化技術の試験運用 分析・可視化技術の方式高度化  ・複合型分析・可視化技術のフィールドテスト ・フィールドテストに基づく方式高度化		2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会関連のシステム等に純国産の未来型セキュリティ技術を導入し、五輪の安全確保に貢献
(1)-② セキュリティ知識ベースを用いた自動対策技術に係る研究開発	実利用に基づくセキュリティ知識ベースの機能構築  ・セキュリティ情報の効率的な蓄積・検索技術の確立 ・攻撃キャンペーンの網羅的な蓄積技術の確立 ・サイバー攻撃観測・分析情報等の超大規模統合データベースの構築				知識ベースの拡充・運用  ・知識ベースのフィールドテスト ・NISC、Telecom ISAC Japan、JPCERT/CC、IPA等、国内セキュリティ関連組織との連携運用		2019年以降 知識ベースを関連組織に公開し、国内のセキュリティ対策に貢献
	セキュリティ自動対策技術の研究開発  ・脆弱性解析の自動化技術の研究開発 ・イントラネットの動的操作等によるセキュリティ対策自動化技術の研究開発						2019年以降 脆弱性管理や、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技術を順次技術移転し、社会に実展開

# 【情報セキュリティ分野】

## (1) サイバーセキュリティ技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アトムと社会的列特 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(1)-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	<p>パーソナルデータの利活用のためのプライバシー保護技術の研究開発及び大規模実証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>暗号技術の活用によりプライバシー保護を実現する技術の研究開発 (プライバシーを保護したデータマイニング技術、暗号化状態における高速データ処理技術 等)</li> <li>関連制度や社会受容性等を踏まえたパーソナルデータ利活用時におけるプライバシー保護技術の大規模実証</li> </ul>						2020年までにパーソナルデータ活用時のプライバシー保護を実現し、ビッグデータの利活用を促進
	<p>機能性暗号技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>暗号技術が有する従来の機能に加え、新たな社会ニーズに対応した機能(例えば、セキュリティレベルの弾力的な更新など)を実現する「機能性暗号」の開発</li> <li>機能性暗号の安全性評価</li> </ul>						2020年までにセキュリティと利便性を両立したデータ処理を実現
	<p>暗号技術の安全性評価技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CRYPTREC暗号リストに掲げる暗号技術の安全性評価技術の研究開発</li> <li>今後、開発や実利用が進展する新たな暗号技術の安全性評価技術の研究開発</li> </ul>						暗号の解読手法の高度化を切れ目なく実施し、安全なパラメータの選択に関する指針を継続して提示
(1)-④ IoT社会に対応したセキュリティ技術の研究開発	<p>IoT脆弱性検証・対策技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT機器の脅威分析・リスク評価の実施</li> <li>セキュリティ検証テストベッドの構築</li> <li>脆弱性を有するIoT機器検知技術の開発</li> </ul>			<p>IoT脆弱性検証・対策技術の高度化・運用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>脆弱性情報共有システムの構築</li> <li>セキュリティ検証基盤の運用</li> </ul>			2017年以降開発した技術を実社会に展開することで脆弱性を有するIoT機器の減少に貢献
	<p>M2Mに適した暗号・通信プロトコル等の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>軽量暗号技術の実装・評価</li> <li>セキュア通信プロトコルの開発</li> <li>各種ユースケースにおける実証実験の実施</li> </ul>			<p>セキュア通信技術の高度化・標準化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>開発技術のデファクト化</li> <li>セキュア通信プロトコルの改良</li> </ul>			2019年以降五輪を迎えるにあたってセキュアなIoT機器・サービスを我が国ブランドとして確立

## 耐災害ICT基盤分野

重点研究開発課題	概要説明
(1) 耐災害・被害軽減に関連するICT基盤技術	
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フィ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を確立する。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を確立する。
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フィックの急増等、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、小型無人機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を確立する。
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情報やセンサー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・整理する技術を確立する。
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を確立する。

## 【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

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>		
(1)-① 災害に強い 光ネットワーク 技術の 研究開発	<b>波長/時間エラスティック技術による耐災害性向上の研究開発 (波長軸と時間軸における光通信の高効率・弾力化技術)</b>						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フィックの負荷分散を図る  ・2020年頃、光ファイバ網の負荷分散のため、波長・時間チャネルを動的に制御する基盤技術を確立する		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>光統合NW基礎技術の確立</li> <li>波長資源制御機構の自動・高速化基盤技術</li> <li>推計による資源調整技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>光統合NWの弾力性拡大のためのROADMプラットフォーム基盤技術</li> <li>時間エラスティック性能高度化</li> <li>光パケットフロー制御基盤技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>光統合NWにおける実証評価</li> </ul>	<b>社会的メリット</b> ネットワーク資源である波長と時間チャネルの高効率化・弾力化の技術発展動向を背景として、動的な資源割り当て制御による輻輳低減技術高度化による、強靱な光ネットワークシステム基盤技術を早期に確立し、高信頼なネットワークインフラ実現に貢献開発しなかったときのデメリット 年率数10%で増大するネットワーク要求による規模拡大を余儀なくされる光メトロ・コアネットワークにおける資源運用の硬直化と、災害発生時の輻輳の影響の深刻化					
	<b>光ネットワーク制御応急復旧技術</b>							<ul style="list-style-type: none"> <li>ネットワークテストベッド等における実証と社会実装</li> </ul>	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  ・2020年、有線ネットワーク途絶地域の光通信を迅速かつ柔軟に再構成するための大容量光ネットワーク暫定復旧基盤技術を確立する
	<b>分散制御管理機構におけるネットワークロバストなアドレッシング技術</b>							<ul style="list-style-type: none"> <li>ロバストな自動アドレス割り当て技術の社会実装</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>階層型自動ロケータ割り当て基盤技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>分散制御管理機構におけるネットワークロバストなアドレッシング機能実装</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロバストなアドレッシング・リネンバリングシステム実証</li> </ul>	<b>社会的メリット</b> 想定を超えた災害等による光ネットワーク損壊時にも迅速に応急復旧に着手可能な基盤技術を確立し、被災地周辺の通信要求をいち早く収容する大容量光ネットワーク暫定復旧法を実現する 開発しなかったときのデメリット 多くの社会インフラがネットワーク技術に依存する傾向が高まる中、暫定復旧までの時間経過の影響の深刻化					
	<b>アクセスユニット低消費電力/無給電化技術</b>						<ul style="list-style-type: none"> <li>レジリエントアクセスユニットのフィールド実証</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>光増幅ユニットの耐バースト性線形性の高度化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>省電力アクセスユニットの基礎技術確立</li> <li>ダウンリンクバースト化技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速化信号収容技術開発</li> <li>可搬ユニット開発</li> </ul>						

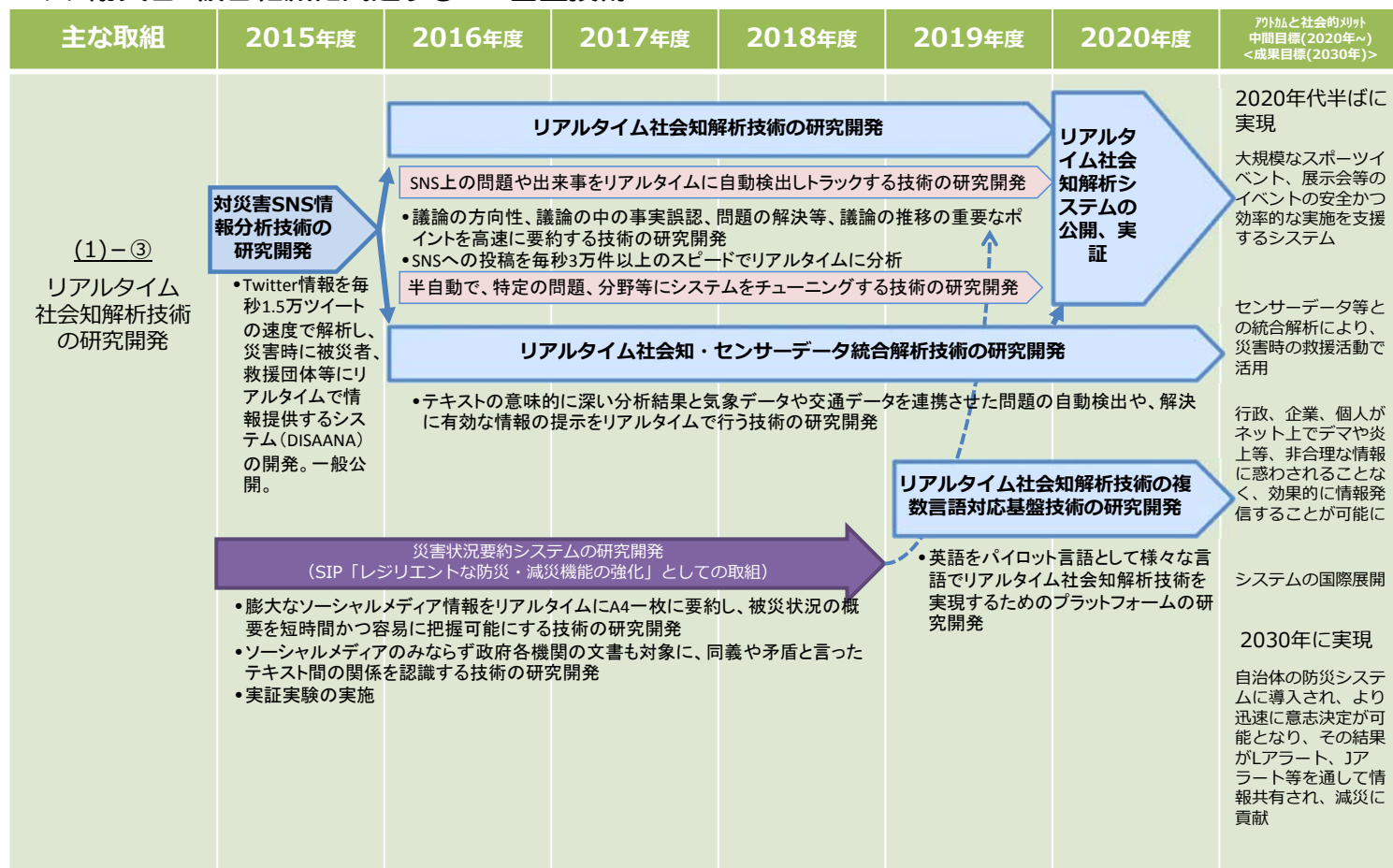
## 【耐災害ICT基盤分野】

### (1) 耐災害・被害軽減に関連するICT基盤技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>	
(1)-② しなやかな ワイヤレス ネットワーク技術 の研究開発	<b>大規模災害時でも生き残る耐災害ワイヤレスネットワーク技術の研究開発</b>						大規模災害時に発生する通信回線障害やトラフィックの急増等、通信環境の大きな変化に柔軟に対応する  ・2020年代後半までに防潮堤水門開閉、災害画像監視等の社会防災インフラや平時ネットワークに展開  ・2030年代に東日本大震災クラスの大規模災害等にも被災地域の通信を確保する技術として社会実装  ・2020年代前半に、行政や自治体業務における災害時の通信や災害情報共有に導入するとともに、国民の防災リテラシー向上に寄与	
	<b>自律分散ネットワーク基盤技術</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術の研究と実証実験</li> <li>技術要求条件の整理</li> </ul>	<b>災害対応型集中分散統合(CDI)ネットワーク技術の研究</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●要素技術の研究開発</li> </ul>			<b>CDIネットワーク技術の研究</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●基盤技術の研究開発</li> </ul>			
	<b>災害現場のニーズに即応する耐災害ワイヤレスネットワーク技術の研究開発</b>							
	<b>災害時衛星通信の利用技術</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術の研究と防災訓練等での実証</li> <li>技術要求条件の整理</li> </ul>	<b>機動的ネットワーク構成技術</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●基盤技術の研究開発</li> </ul>			<b>機動的ネットワーク構成技術</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●通信システム技術の実証</li> </ul>			
	<b>情報・通信システム間連携と運用技術 (SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」としての取組)</b>						<b>つながるワイヤレス技術実証と社会実装</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信事業者等が持つ通信・配信用システムと自律分散ネットワークが連携したシステムの構築</li> <li>実運用を目指した実証試験(自律分散ネットワーク基盤技術の社会実装)</li> <li>災害情報収集およびコンテンツ処理と連携した情報伝達実証</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>無線基地局群と超省電力システムを統合化したシステムの最適ネットワーク構成技術</li> <li>システム評価と実証(自然災害の被災地等に即応投入)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>テストベッド構築と社会実装</li> <li>行政機関および自治体参加によるシステム評価と技術改良</li> </ul>	

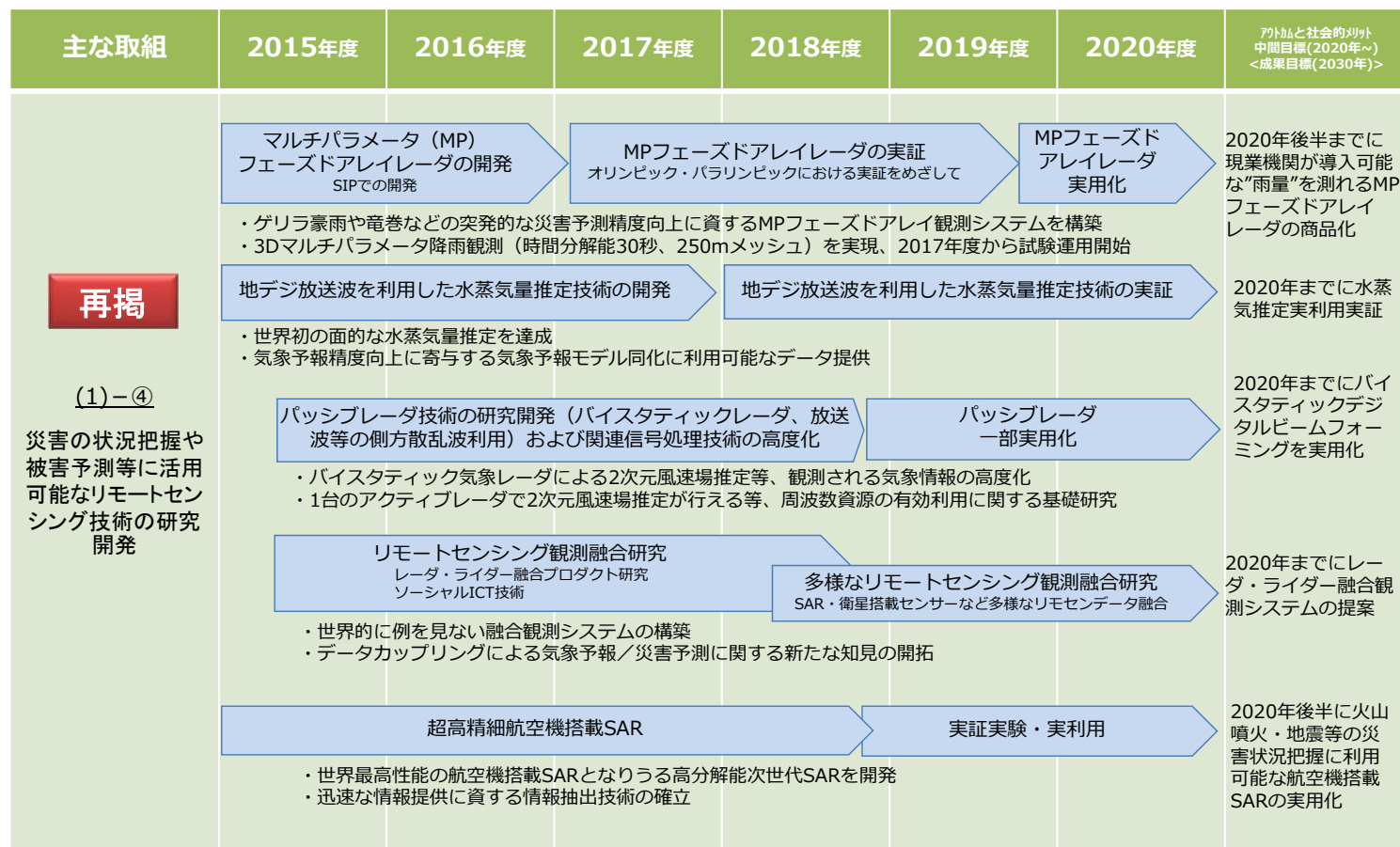
## 【耐災害ICT基盤分野】

### (1) 耐災害・被害軽減に関連するICT基盤技術



## 【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



## フロンティア研究分野

重点研究開発課題		概要説明
(1) 量子ICT	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立するとともに、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、光子回路の小型・集積化の基礎技術を確立する。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	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(EO)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立する。
	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立する。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立する。
(3) バイオICT	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立する。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立する。
	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ー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ーを抽出する技術を確立する。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立する。
	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立する。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立する。

## フロンティア研究分野

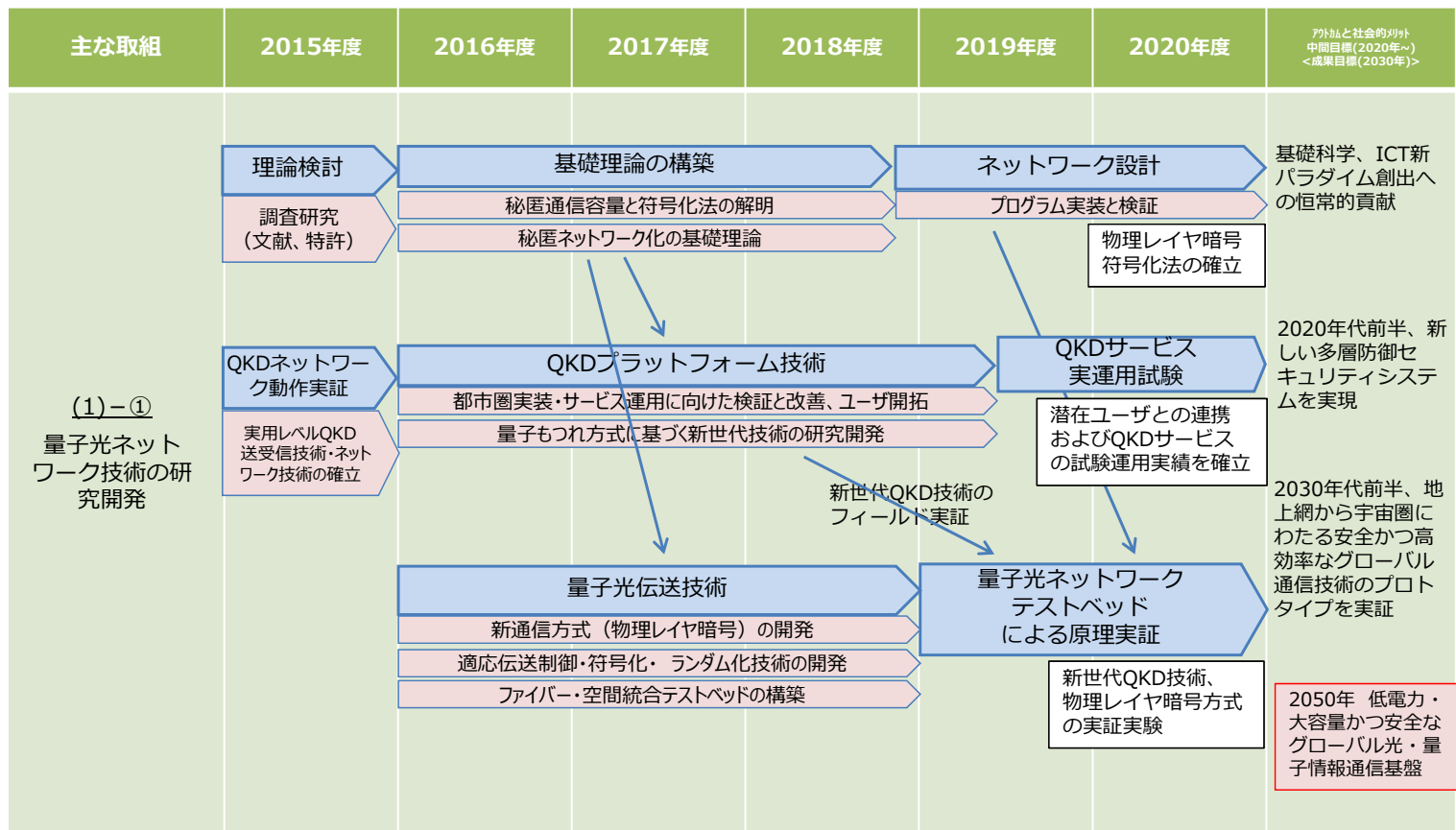
重点研究開発課題		概要説明
(4) 脳情報通信技術	① 高次脳機能型情報処理システムの研究開発	超高齢化社会に対応したICT基盤を整備するため、人間の脳内ダイナミックネットワークモデルの解析を通じて、日常生活での人間の理解/認識を捉え、高齢者・障がい者のみならずスポーツ選手等を含めた人間の運動能力・行動支援等を実現する脳型情報処理アーキテクチャ技術、快適さ・好み等の抽象的な評価軸による評価技術及び身体的・感覚的・社会的なヒューマンアシスト技術の基盤を確立する。
	② 脳計測技術の研究開発	脳活動計測の高度化と日常的な脳機能モニタリングを実現する基盤技術を確立するため、脳活動の新たな計測手法を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	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、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	テラヘルツ帯の実用化に向けて、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。

# フロンティア研究分野

重点研究開発課題	概要説明
(6) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術)	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活用領域拡大に資する技術開発 国家標準にトレーサブルなTHz標準技術を確立する。また、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)	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	① 酸化ガリウム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 バイオメトリ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。

## 【フロンティア研究分野】

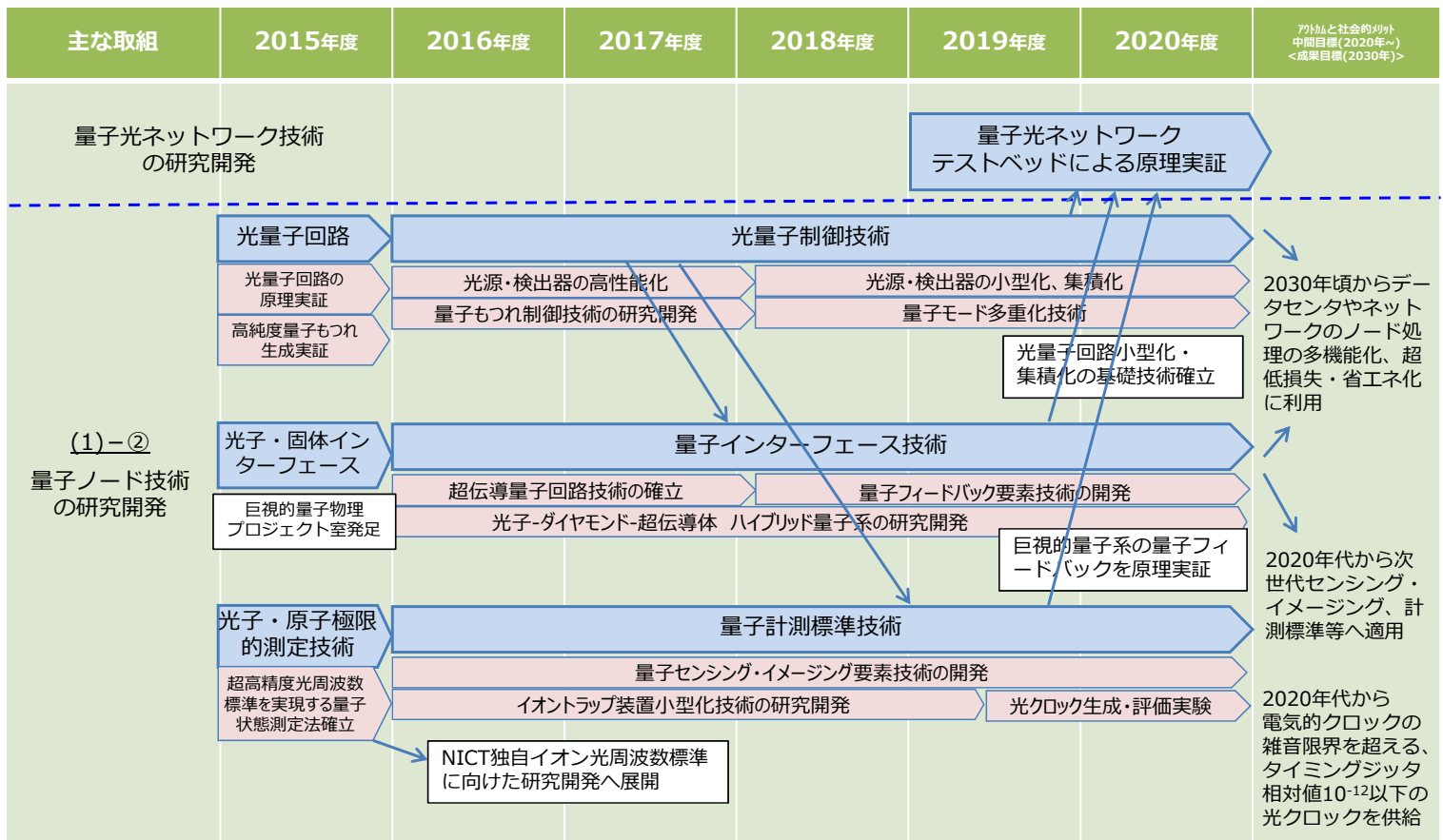
### (1) 量子ICT





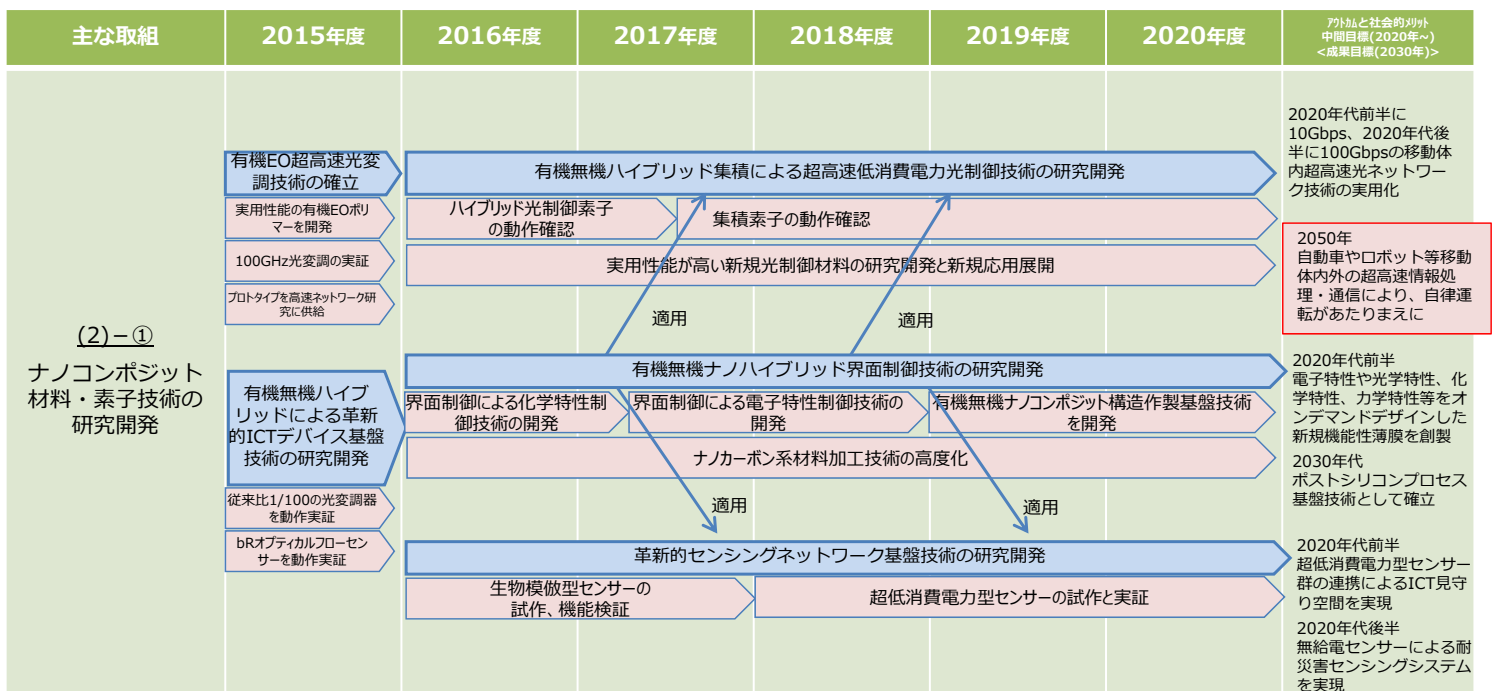
## 【フロンティア研究分野】

### (1) 量子ICT



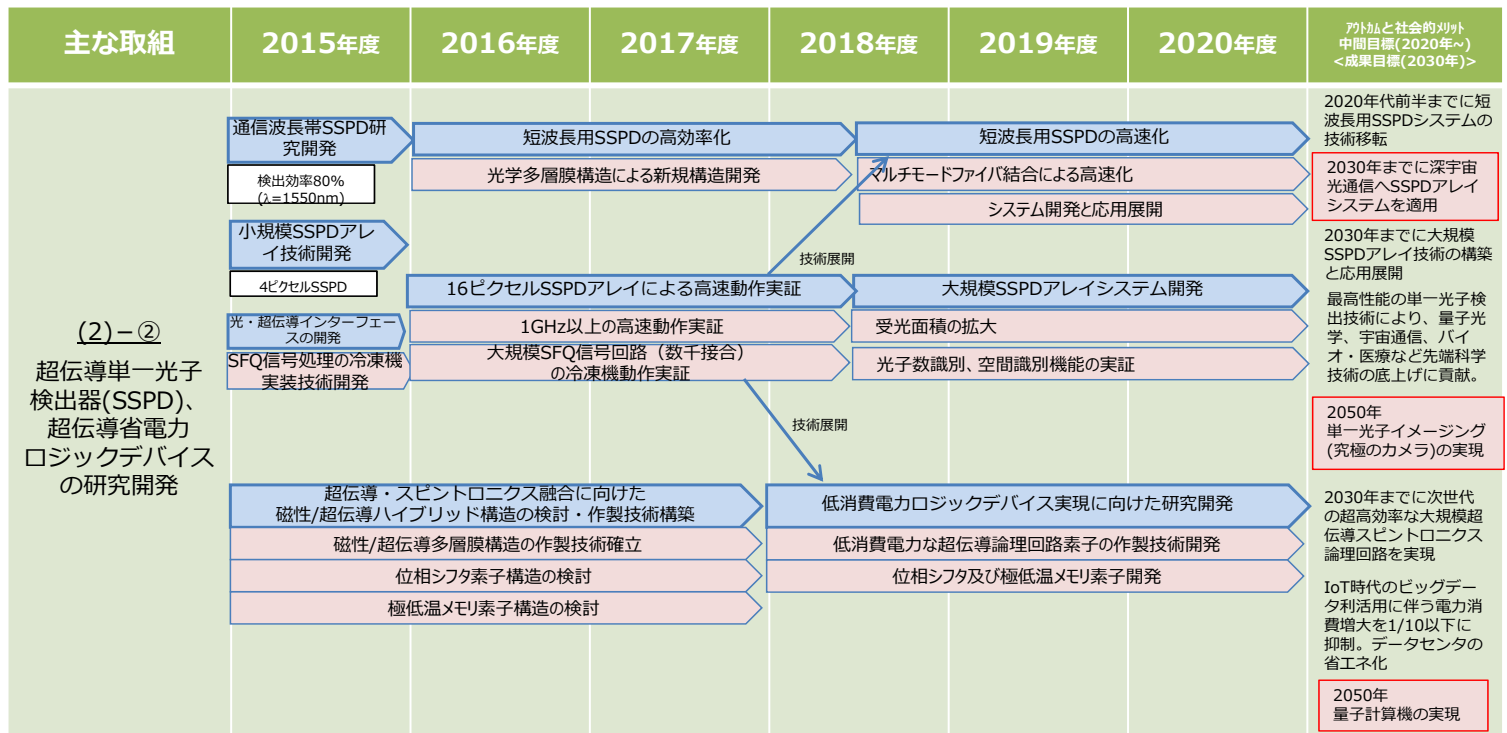
## 【フロンティア研究分野】

### (2) ナノICT



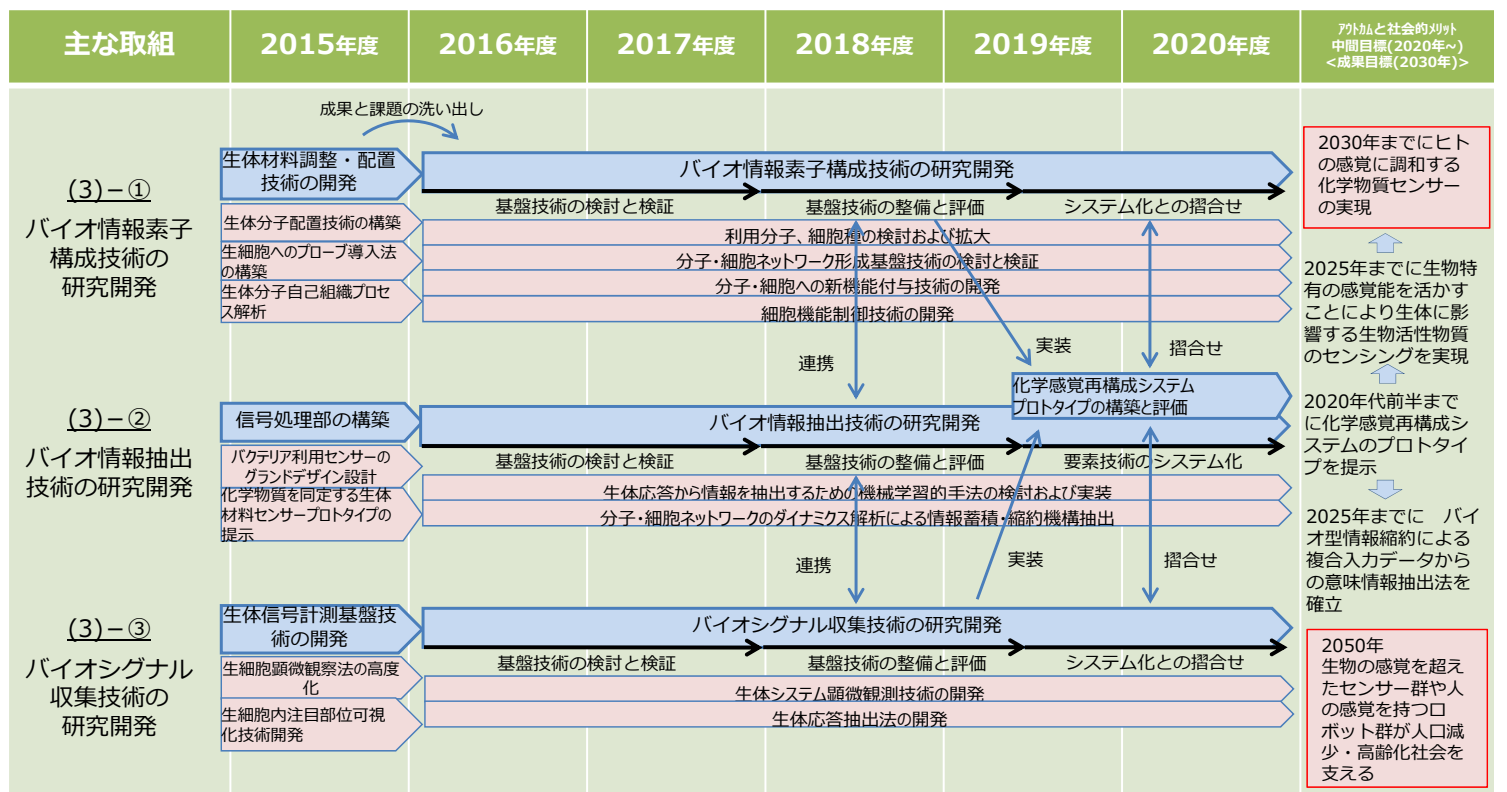
## 【フロンティア研究分野】

### (2) ナノICT



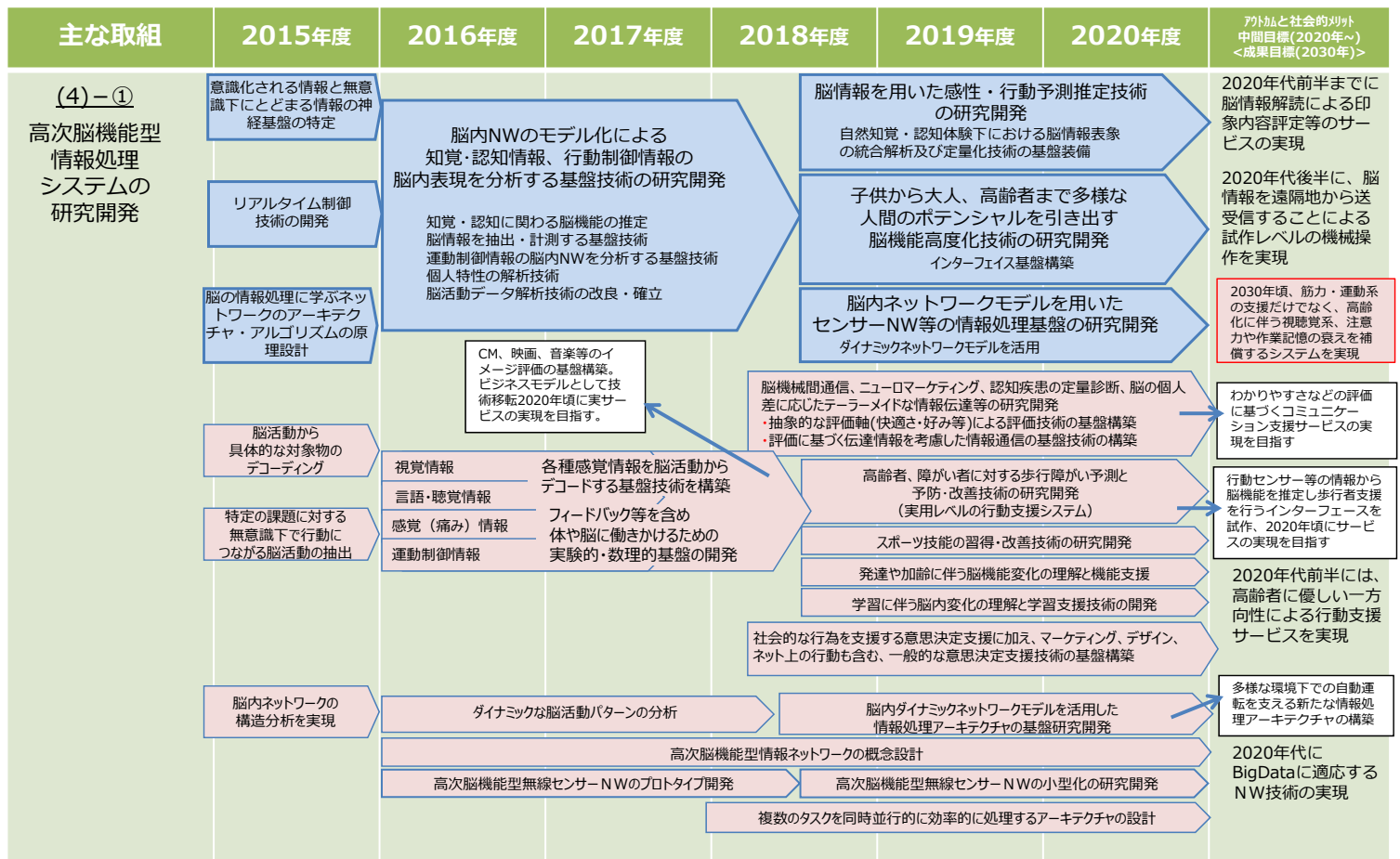
## 【フロンティア研究分野】

### (3) バイオICT



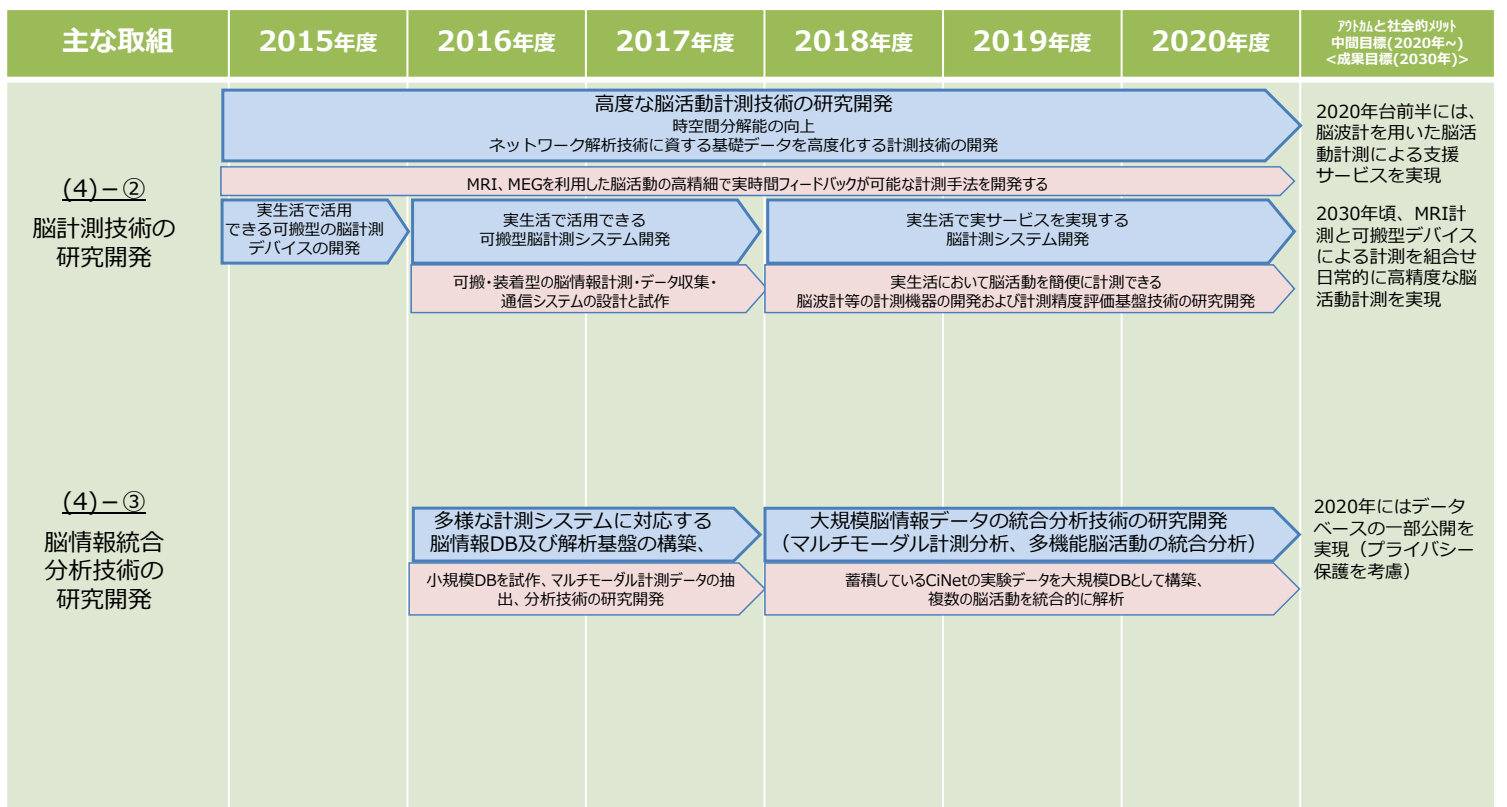
## 【フロンティア研究分野】

### (4) 脳情報通信技術



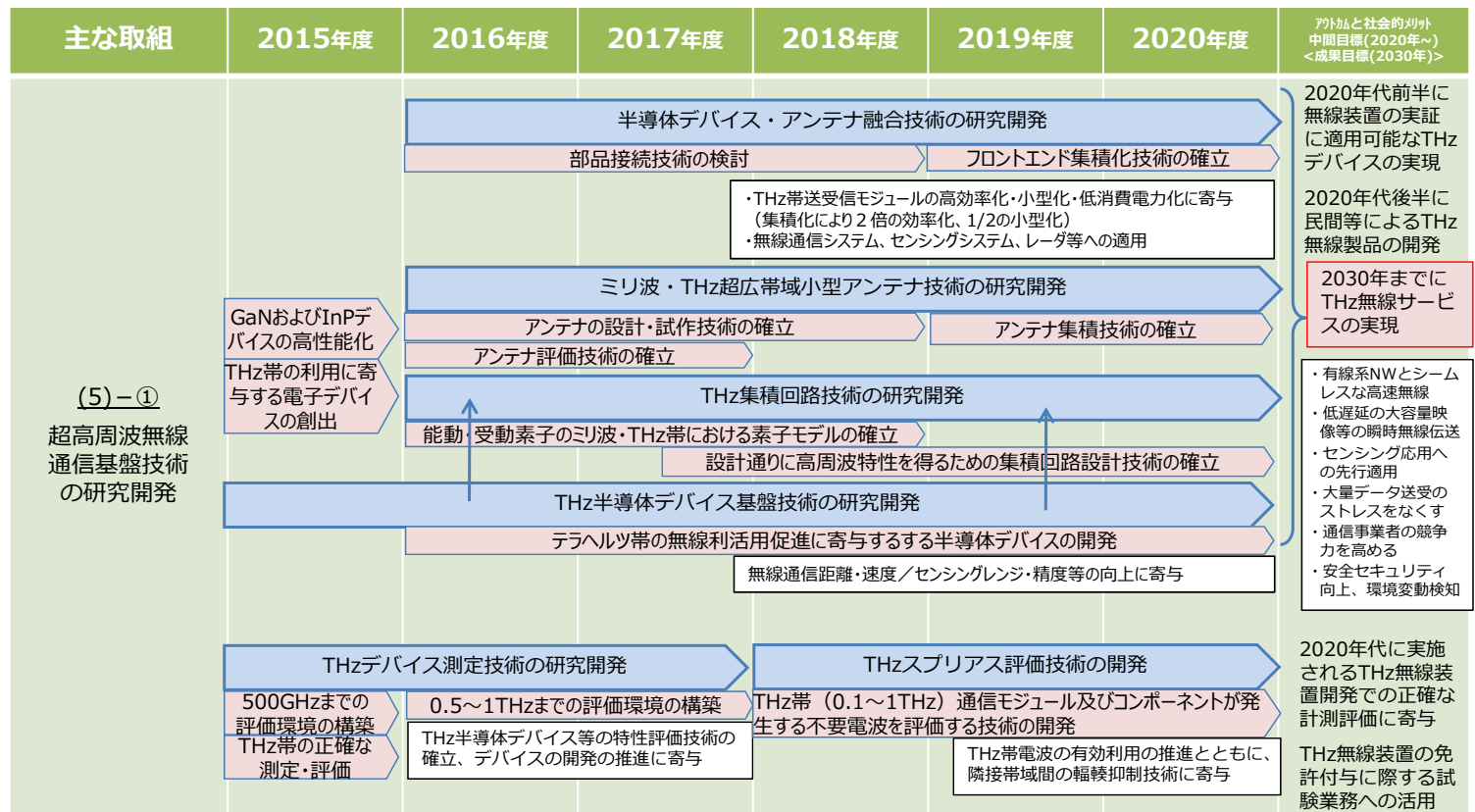
## 【フロンティア研究分野】

### (4) 脳情報通信技術



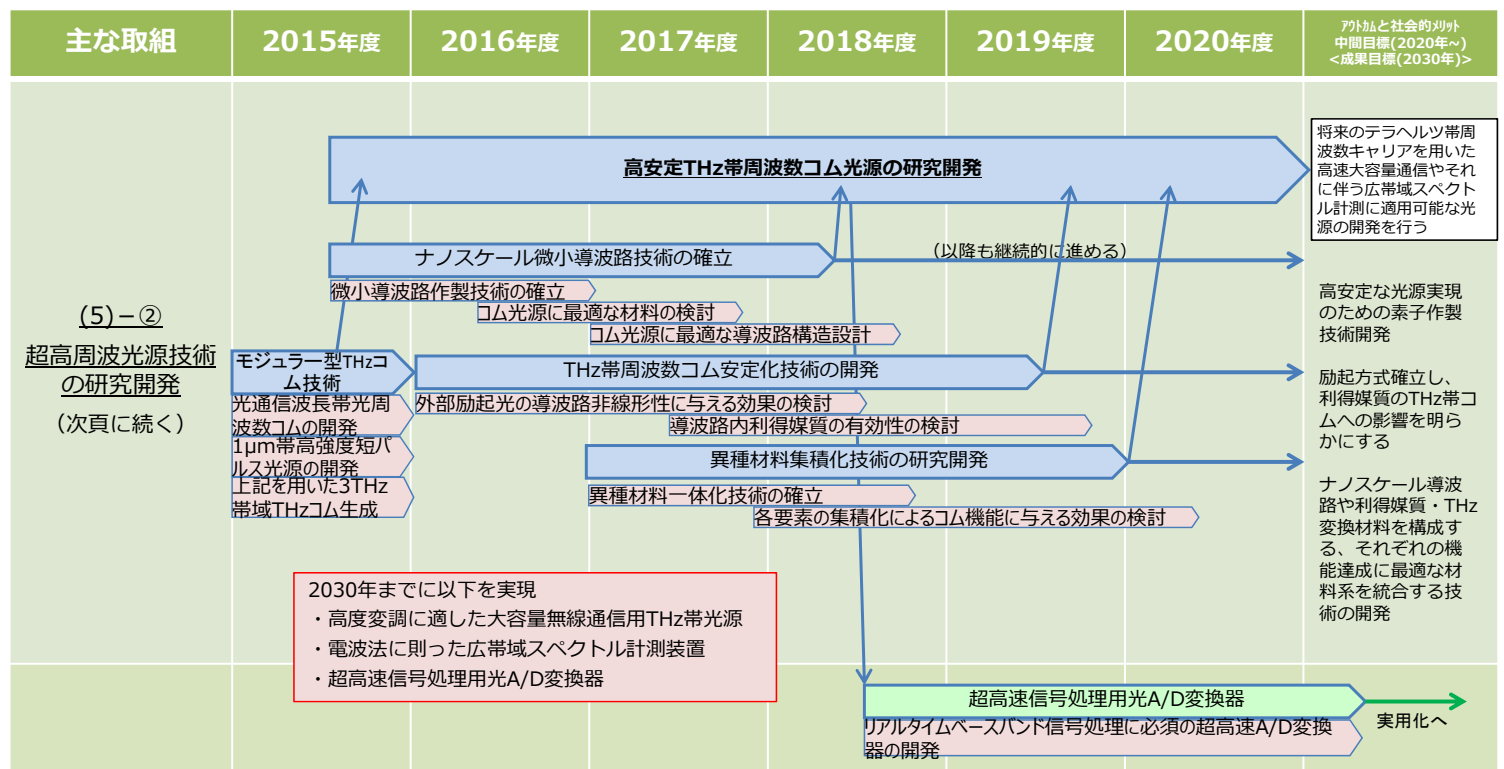
## 【フロンティア研究分野】

### (5) 高周波・THz技術



## 【フロンティア研究分野】

### (5) 高周波・THz技術



## 【フロンティア研究分野】

### (5) 高周波・THz技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(5)-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	超高速無線技術の確立	テラヘルツ帯無線通信装置、試験用プラットフォームの開発					2020年代前半に無線装置の試験に必要なテストベッドを実現
	小型アンテナ、半導体デバイス技術	送受信モジュール用電子デバイス・アンテナ融合技術の開発					2020年代後半に民間等によるTHz無線製品の開発
	光技術によるTHz帯大容量無線伝送技術	ミリ波、テラヘルツ波、光融合通信技術の開発					2030年までにTHz無線サービスの実現
	THzデバイス、電波伝搬測定技術の研究開発	2050年頃までに、全地球規模でアクセス可能な大容量無線システムを実現し、世界的な超高速通信インフラの整備に貢献する					
	ミリ波伝搬、500GHz以下の評価環境の構築	テラヘルツ波伝搬、1THzまでの評価環境の構築					
	高感度ヘテロダイナミック分岐技術の確立	テラヘルツ帯広帯域高速スペクトラム・電力計測の要素技術の研究開発					2020年までに300GHz以上の広帯域スペクトラム・電力計測システムの基礎技術を確立
	高感度センサー技術	300GHz以上の無線通信スペクトラム計測用集積化回路技術の開発					2020年までに、大気物質、温度、風等を計測する衛星センサーの基礎技術を確立
	モジュラー型テラヘルツコム技術	300GHz以上の無線通信電力計測用超伝導デバイスの開発					
	電子デバイス技術	テラヘルツ光源用小型光デバイスの開発					2020年頃、全地球規模のテラヘルツセンシングを可能とし、他のセンシングと併せて地球大気の完全理解に至ることで、地球環境変動や気候変動予測等の高精度化に貢献する
	電子デバイス技術	テラヘルツ周波数標準技術の開発					
電子デバイス技術	中間周波数帯電子デバイス回路技術の開発						
電子デバイス技術	テラヘルツ帯アンテナ(JUICE/SWI)等の開発 (連携：独国MPS等)						
衛星搭載用テラヘルツ帯アンテナ等の研究開発	衛星搭載用テラヘルツ帯技術の研究開発						
衛星搭載用テラヘルツ帯アンテナ等の研究開発	高感度ヘテロダイナミック検出器の研究開発						
衛星搭載用テラヘルツ帯アンテナ等の研究開発	ヘテロダイナミックシステムのマルチバンド化、衛星搭載に向けた小型化						
衛星搭載用テラヘルツ帯アンテナ等の研究開発	衛星搭載用ヘテロダイナミックシステムの開発						
赤外線非破壊センシング技術の開発	高周波非破壊センシングの研究開発					2020年までにミリ波・テラヘルツ帯が非破壊検査で実用化	
赤外線非破壊センシング技術の開発	高周波イメージング非破壊センシング技術の開発						
赤外線非破壊センシング技術の開発	テラヘルツセンシング応用の拡大						
赤外線非破壊センシング技術の開発	社会インフラにおけるセンシングの現場実証						

## 【フロンティア研究分野】

### (6) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術)

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~)
(6)-① 標準時及び周波数標準の安定な発生と供給のための技術	・ NICTの標準時間連業務においては、秒の再定義で国際合意確定後は、定常業務への必要な反映を実施。						時代に応じた技術更新を行いつつ、安定な日本標準時を継続発生
	小金井局の定常運用						
	・ 原子時計群の運用による日本標準時および周波数国家標準を、定常的に発生。						2030年頃までに分散拠点を国内に拡張、日本標準時のクラウド化を実現
	・ 日本における時刻/周波数標準機関として、時計サービス提供など世界の標準時構築にも引き続き貢献。						
	神戸局の整備	神戸局試験運用		神戸局の定常運用			分散管理制御システム実用化
	分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化			
	分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化			
	分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化			
	分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化			
	分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化			
分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化				
分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化				
分散管理手法開発	分散局拡張・分散管理の制御システム開発		分散管理制御システム実用化				

## 【フロンティア研究分野】

### (6) 電磁波計測基盤技術(時空標準技術)

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~)
(6)-② 超高精度周波数標準の実現に関する技術開発	各技術の評価 ・現技術の評価と今後の課題調査 準備・検討	17乗台の光標準の実現 ・堅実に17乗台の精度を実現しうる光標準の開発		実運用に耐える超高精度周波数標準の実現 ・長時間連続稼働、運用負荷軽減等に向けたシステム改良		次世代の光標準技術の開発	2025年までに秒の再定義に 適応可能な実用 に応える光標準を構築
	地上局準備 ・設置準備 ・無線局開局 各種技術の評価 ・現技術の評価と今後の課題調査	従来技術の精度限界打破に向けた新技術開発 ・新型共振器、超高安定マスケレーザ、新型トラップ等の開発		ACES (Atomic Clock Ensemble in Space) 地上局運用 ・ESA主導の国際科学衛星ミッションACESの地上局運用機関(7機関)の1つとして活動。 ・光原子時計の国際比較に貢献(日本代表NICT、JAXA、東大、産総研と協力)		実証実験・評価	2020年までに光標準の国際リンクに資する技術を確立
(6)-③ 新たな利活用領域拡大に資する技術開発	基礎技術の評価 ・現技術の評価と今後の課題調査 準備・検討	国家標準にトレーサブルなTHz標準技術を確立 ・THz測定器校正に必要な0.1~3THz帯域において、国家標準にトレーサブルなTHz標準技術を確立。		帯域の拡張 ・未開拓THz領域解消に資する、帯域拡張のための基礎技術開発。		実証実験・評価	2025年までに国際標準化に向け技術提案
	基礎技術の評価 ・現技術の評価と今後の課題調査	広域時刻同期技術の開発 ・マイクロ秒以下の精度が可能な広域時刻同期技術を開発。 ・標準電波、GPS信号、無線通信等、各種方式で検討。		実証実験・評価			サブマイクロ秒同期可能な通信の 実現のための技術を2030年頃までに確立

## 【フロンティア研究分野】

### (7) 電磁波計測基盤技術(電磁環境技術)

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	アウトカム 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>	
(7)-① 先端EMC計測技術の研究開発	省エネ機器による電磁干渉機構の解明 パワエレ機器等の放射妨害波測定法 THz帯材料評価装置の検証手法開発 ~170GHzの電力校正業務開始	電磁波の正確な測定技術に基づく電磁干渉評価技術と人体の安全性評価技術の確立						・2020年までにIEC、ISO、CISPR等への各評価技術の寄与 ・スマートグリッド関連国際規格の整備
		<b>先端EMC計測技術の研究開発</b> 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 ・家庭用エネルギー管理システムにおける広帯域電磁干渉発生機構の解明と評価法の確立 ・広帯域電磁波に対する情報通信機器・システムの電磁耐性評価法の構築 ・広帯域電磁波に対する電子材料・電子機器の応答評価技術の確立 広帯域電磁波の精密測定技術の研究開発・300GHzまでの較正技術確立 ・THzまでのパルス電磁界を含む波形・スペクトルの測定技術の確立 300GHzまでの電力測定・較正技術、電磁界センサーの較正技術の確立						・2020年までに300GHzまでの電力較正開始 ・2022年12月の300GHzまでのスプリアス測定義務化に対応
(7)-② 生体EMC計測技術の研究開発	数値人体モデルの開発・改良 ミリ波までの生体組織データベース構築	<b>生体EMC技術の研究開発</b> THz帯までの電波ばく露評価技術の研究開発 ・低周波(~100kHz)/THz帯の生体組織電気定数の測定法構築とデータベースの拡張 ・超高周波帯における生体物質と電磁波の相互作用の解析・評価技術構築 ・分子・細胞構造を考慮した細胞~組織~個体レベルの曝露評価技術の研究						・2025年までに、THz帯までの電波曝露評価技術を確立 ・分子レベル~組織~全身までのマルチスケール曝露評価技術を確立
	WPTおよびLTE/MIMOシステムの電波防護指針適合性評価法確立・標準化	5Gシステム等の電波防護指針適合性評価法の研究開発・標準化 周波数6GHz以上の周波数領域における広帯域信号の電波防護指針への適合性評価技術を開発し、国際標準化等に寄与						・2020年までに、5Gシステムで使用する6GHz以上の評価法を開発、国際標準化等へ寄与

## 【フロンティア研究分野】

### (8) 新規ICTデバイス技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	7/外協と社会的対外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(8)-① 酸化物、窒化物半 導体電子デバイス の研究開発	酸化ガリウムパワーデバイスの研究開発						2020年までに酸化ガリウムデバイス基盤技術を電機・自動車メーカー等へ技術移転し、メーカー等での本格的量産化に向けた研究開発を開始  2020年代前半までに酸化ガリウムデバイス・モジュールの電機メーカーからのサンプル出荷開始  2020年代後半に酸化ガリウムデバイス・モジュールの本格的量産及び出荷を開始  2030年代以降、酸化ガリウムデバイス利用拡大に伴い、電力損失の大幅低減(1/10以下)による大規模省エネ効果  2020年までに酸化物/窒化物ヘテロ構造の新しい半導体科学・技術分野を開拓
	フィールドプレート付き横型ノーマリーオン高耐圧FETの開発 耐圧1 kV以上	縦型高耐圧ノーマリーオンFETの開発 耐圧3 kV以上	縦型ノーマリーオフFETの開発、動作実証	縦型高耐圧ノーマリーオフFETの開発 耐圧3 kV以上	産業化、量産化に適したトランジスタ、ダイオード開発、更なる特性改善		
	縦型ノーマリーオンFETの開発、動作実証	縦型高耐圧ショットキーバリアダイオードの開発 耐圧3 kV以上	酸化ガリウムパワーモジュールの開発				
	縦型ショットキーバリアダイオードの開発 耐圧1 kV以上	横型ノーマリーオフFETの開発、動作実証	モジュール試作、評価				
	酸化ガリウム無線通信デバイスの研究開発						
	電子速度等の基礎物性 の見極め	微細ゲート高周波FETの試作、特性評価			高周波パワーアンプモジュールの試作、特性評価		
	酸化ガリウム極限環境デバイスの研究開発						
	FET、ダイオードの高温動作特性および放射線耐性等 の評価	極限環境デバイスの試作、特性評価			極限環境回路およびモジュールの試作、特性評価		
	酸化物/窒化物ヘテロ構造の形成および評価に関する研究開発			酸化物/窒化物ヘテロ構造の新規デバイス 実現に向けた研究開発			
	酸化物 on 窒化物ヘテロ構造のMBE成長、特性評価			酸化物/窒化物ヘテロ構造を用いた新規デバイス構造 の開発、試作、特性評価			
窒化物 on 酸化物ヘテロ構造のMBE成長、特性評価							

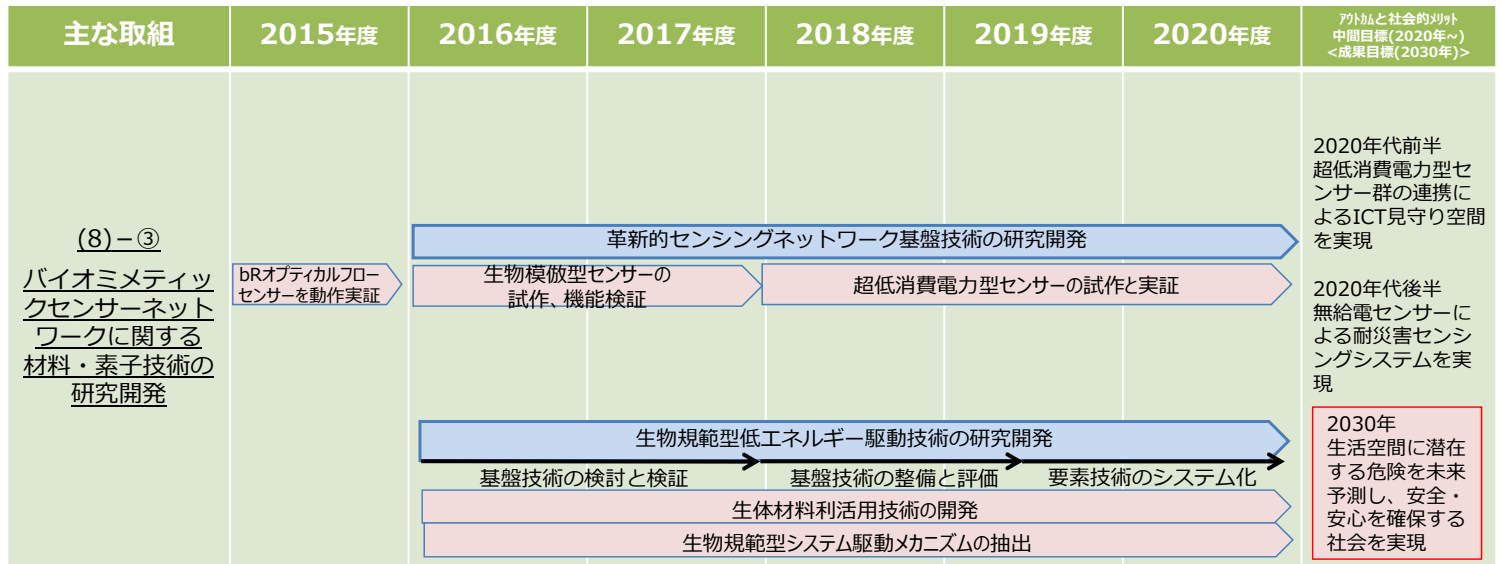
## 【フロンティア研究分野】

### (8) 新規ICTデバイス技術

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	7/外協と社会的対外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
(8)-② 深紫外(DUV)光 ICTデバイスの 研究開発	DUV小型固体光源の研究開発						水銀製品の輸出入禁止となる2020年代初頭までに、高出力DUV-LEDの社会提供の実現  2030年まで新帯域(DUV)小型高出力光源を実現することで、ICT応用、ウイルス殺菌(バンドミック抑制)・医療応用・環境汚染物質分解・飲料水浄化システム等の革新的な生活社会インフラを創出  2030年までに ・ソーラープラント高信頼通信 ・DUV医療ICT機器、血液DNA分析 ・高分解光学顕微、高精細3Dプリンタ、高分解3Dスキャナ、高密度光メモリ等の実現
	AlGaIn系ナノ微細加工技術の開発、DUV-LED基盤技術の研究開発	高出力DUV-LEDの基盤技術開発		高出力DUV小型光源システムの開発			
	DUV-LEDの高光取出し技術の開発	ナノ光構造技術、高出力チップ構造開発・実証		モジュール化・パッケージング技術の開発			
	DUV-LEDチップ構造の最適理論設計、作製プロセス技術の開発	ナノ構造付加型ナノインプリント高出力DUV-LEDの開発と実証		高出力DUV-LED(光出力1000mW超)を実証			
	ナノインプリントによる実用化基盤技術の開発	光出力500mW超の高出力DUV-LEDを実証		社会に提供可能な高出力DUV小型光源パッケージ品の開発実現			
	DUV-ICTデバイス基盤技術の研究開発						
	深紫外レーザーダイオード、小型DUVコヒーレント光源等の実現に向けた基礎検討、ナノフォトニックデバイス設計、ナノ微細加工技術の開発			新規DUV-ICTデバイスの実現に向けた素子作製プロセス、デバイス構造の開発			
	DUVアプリケーション基盤技術の研究開発						
	DUVアプリケーション開発に向けたDUV光波制御技術の開発、DUVパッシブ材料、デバイス構造、パッケージ構造の検討・開発			DUV殺菌、DUVイメージングなどの深紫外アプリケーションのテスト検証			

# 【フロンティア研究分野】

## (8) 新規ICTデバイス技術



### 分野横断的課題

### 世界最先端ICTテストベッド

重点研究開発課題		概要説明
(1) 世界最先端ICTテストベッド	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。



# 【分野横断的課題】

## (1) 世界最先端ICTテストベッド

主な取組	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	ア附加・社会的対外 中間目標(2020年~) <成果目標(2030年)>
<b>(1)-①</b> 世界最先端の 次世代ICTテスト ベッド等の構築・ 展開  NW: ネットワーク TB: テストベッド	<b>次世代ICTテストベッドの構築・展開</b> <b>例：光統合ネットワーク実証基盤</b>						光統合ネットワーク運用手法の社会展開へ貢献
	100G光統合NW-TB試行	100G光統合NW-TB運用、400G-TB試行	400G光統合NW-TB運用、1T-TB要素技術実証・試行				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>光バス・パケット統合NWテストベッド構築</li> <li>小金井大手町リング構成で運用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超低レイテンシNW（100Gbps 光パケット交換と100Gbps光バスサービスを含むNW）を運用</li> <li>400Gbps 光バス管理を連携研究として試験運用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超低レイテンシNWを継続運用</li> <li>一部に広域L2光NW制御技術を適用</li> <li>光バスの一部を400Gbps化</li> <li>1T光バス要素技術実験実証</li> </ul>				
	<b>例：量子光ネットワーク実証基盤</b>						量子光ネットワークテストベッドによる世界最先端技術の検証
	理論検討	基礎理論の構築			ネットワーク設計		
	QKDネットワーク動作実証	QKDプラットフォーム技術			量子光ネットワークテストベッドによる原理検証		
	<b>ソーシャルICTテストベッドの構築・展開</b> <b>例：ネットワーク仮想化実証基盤</b>						ネットワーク上におけるサービス実証環境の提供
	サービス仮想化予備検討	サービス仮想化基盤（サービス-インフラ分離技術）の研究開発			ユースケース展開		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>E2E SDNモデル</li> <li>SDN/NFV融合モデル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高度なインテリジェントサービスをネットワークでサポート可能な仮想サービスプロバイダ機構の検討</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>8K放送、ロボット、セキュリティ、医療等の実サービスをターゲットに実証実験</li> </ul>		
	<b>例：社会ソリューション実証基盤（エミュレーション/シミュレーション）</b>						最新の通信技術環境で、社会実証を模擬できるシミュレーション/エミュレーション環境の提供
先端的な通信技術を用いた社会ソリューション実証基盤技術の確立			社会実験シミュレーション/エミュレーション				
<ul style="list-style-type: none"> <li>地形や海などの物理量のシミュレーション結果との連携技術</li> <li>人間（群衆含む）挙動モデル、ネットワーク接続端末（車、家等）モデルの構築</li> <li>新しい通信技術による通信環境を模擬するシミュレータ/エミュレータの開発</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>人間挙動まで含めた災害などのシミュレーション・エミュレーション</li> <li>各地域の産業復興や人材開発施策を検証するための仮想社会実験</li> </ul>				
<b>ビッグデータ等の情報基盤の構築・展開</b>						オープンイノベーション創出に貢献するビッグデータ等の整備	
オープンイノベーション創出に資するビッグデータ等情報基盤の整備・展開							

※ 本工程表(案)は、情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG において、重点研究開発課題ごとに、平成28年度からの5年間を目途として現時点で想定される具体的な取組方針等を取りまとめたものであり、今後の技術の発展動向や研究開発の進展状況等を踏まえて、適時適切にその内容を見直していく必要がある。



# 人工知能・ロボット アドホックグループ 検討結果とりまとめ

～ ICTを活用したスマートロボット/IoTの推進方策 ～

## 構成

- 1 はじめに
- 2 スマートロボット/IoT実証実験ゾーンのイメージ
- 3 スマートロボットの種別毎のネットワーク要件等
- 4 スマートロボット/IoT実証実験環境に求められる要件
- 5 スマートロボット/IoT実証実験イメージ
- 6 その他実証実験ゾーンに必要な実験環境等
- 7 スマートロボット/IoT実証実験を通じて解決すべき課題
- 8 スマートロボット共通プラットフォームの標準への取組
- 9 推進体制(案)について

# 1. はじめに

本年4月に、「人工知能・ロボット アドホックグループ検討結果」のとりまとめを行った。その際に、今後、介護・医療、インフラ・建築など様々な分野においてロボットの早期導入を推進するための方策として、①ロボット大規模実証実験ゾーンの構築、②ロボット共通プラットフォームの標準化、③ロボット普及のための推進体制の構築や人材育成の推進等の必要性を挙げた。

本編では、リアルタイム通信によるロボットの協調・連携や超ビッグデータ解析を用いたコミュニケーションロボットの実証実験等を円滑にかつ迅速に実施するために必要となる、大規模でかつセキュアなクラウド環境や高速ネットワークを装備した「ロボット大規模実証実験ゾーン」に求められる要件等に関して整理したものである。

本検討結果は、総務省や情報通信研究機構(NICT)が実施すべき重点研究分野であるロボット技術についての研究開発や普及展開に向けた具体的な取組イメージとして、「新たな情報通信技術戦略の在り方」(平成26年諮問第22号)に関する情報通信審議会 中間答申に参考資料として掲載するものである。

## 【検討事項】

1. スマートロボット/IoT大規模実証実験ゾーンの構築に向けた取組
2. スマートロボット共通プラットフォームの標準化への取組
3. スマートロボット/IoTの推進体制の構築に向けた取組 等

## 2. スマートロボット/IOT(Intelligent IoT)実証実験ゾーンのイメージ (1)

### 1 スマートロボット/IoT実証実験ゾーンの種類

ロボット技術の成熟度により、以下のとおり整理することができる。

- 災害対応やインフラ点検等、主に屋外で使用されるフィールドロボット技術は、その活用が期待される一方、技術的には未だ発展途上であり、ロボット技術の開発・実証・実用化を加速するための拠点(実証フィールド)が必要 ⇒ 例: 福島浜通りロボット実証区域など

【利用が想定されるロボット: ドローン(無人小型航空機)、監視用ロボット、災害用ロボット等】

<これまでのアドホック会合での意見>

- ・ドローンは、強風などの悪環境下では飛行に問題がある。まずは無人環境での実証を重ね有人環境への実用化を目指すべき。

- ロボット技術等が既に成熟し、実証段階にある場合には、実環境下における実証実験を行い、データを取得・分析しフィードバックし、実用化を加速できる実証フィールドが必要。

⇒ 例: 東京近郊の市街地(お台場エリア等)、国際空港、必要に応じて実証特区

【利用が想定されるロボット: 自立型モビリティ(自動運転)、コミュニケーションロボット(多言語翻訳、道案内)、監視・警備用ロボット等】

<これまでのアドホック会合での意見>

- ・日常環境において実際に使って安全性を確認するなど、早期実用化に向けた検証を進めるとともに、必要に応じて規制・制度改革を行うべき。
- ・実用化ターゲットとして、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会が有効であり、ショーケースとすべき。

## 2. スマートロボット／IoT実証実験ゾーンのイメージ (2)

### 1 スマートロボット／IoT実証実験ゾーンの種類(つづき)

一方、ネットワークやクラウド機能をフルに活用し、高度な行動や対話等を実現するスマートロボットの開発を目指す場合には、以下のとおり整理することができる。

- ICTを活用して人工知能・ロボット技術の開発・実証において、世界最先端のネットワーク・クラウド機能をフルに活用でき、様々なスマートロボットを動作させる環境を備えた実証フィールドが必要。  
⇒ 例：横須賀リサーチパーク(YRP)、NICT新世代通信網テストベッド(JGN-X)  
【利用が想定されるロボット：複数ロボットの連携動作・制御、コミュニケーションロボット等】

<これまでのアドホック会合での意見>

- ・ロボットの目的や利用シーンに合わせて、自律制御やネットワークにより協調・連携を図る必要がある。
- ・自動運転においては、ネットワークに①リアルタイム性、②安全性、③確実性が求められる。
- ・日本では人の感性や気持ちに寄り添うようなコミュニケーションロボットを目指すべき。また、人の感情を推察できるようになったとしても、それを伝えるインターフェースの確立も必要である。

## 2. スマートロボット／IoT実証実験ゾーンのイメージ (3)

### 2 事例紹介：横須賀リサーチパーク(YRP)におけるネットワーク・クラウド環境

資料提供：NICT

#### ① ネットワーク環境

YRP(神奈川県横須賀市)からNICTのJGN-X(東京都大手町)に接続することにより、以下のネットワーク環境を構築可能。

- 伝送容量：最大10Gbps <圧縮4K映像は約300ch伝送可能。(非圧縮4Kは1ch)>
- 遅延時間：3mS(片方向) <大手町から他アクセスポイントに接続する場合には変化する>
- セキュリティ：他のトラフィック、サービスと分離して利用が可能(専用線として利用)。  
セキュアな通信方式(暗号化方式等)を用いる場合には、ユーザが終端装置等を準備することで実証実験は可能(要相談)

#### ② クラウド環境

YRPにはNICTテストベッド(JOSE)拠点があり、JGN-X又はJOSEの仮想化ストレージサービスを利用可能。

- ・JGN-Xとは10Gbpsの帯域で接続されているが、各サーバとは1Gbps(※)で接続。
- ・セキュリティ上、ユーザ間は分離可能。

- 容量：サーバ台数は400台 <Intel 8core Xeonプロセッサ、64GBメモリ>  
ストレージ：250TB <圧縮4K映像は約2年分。(非圧縮4Kは90時間)>

※非圧縮の場合には、6Gbpsを実現するためには、専用のシステム構築が必要。



### 3. スマートロボットの種別毎のネットワーク要件のイメージ

#### (1) 無人化施工、インフラ点検、災害対応ロボット(ドローン等を含む)

- 遅延時間: 数10ms ~ 100ms以下
- 伝送容量: 数100kbps ~ 数10Mbps以下(制御用、データ・画像伝送用)  
※情報通信審議会「ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件」で審議中。

#### (2) らくらくカー(自動運転)

- 遅延時間: 1ms以下(遅延時間が短ければ短いほどよい。)
- 伝送容量: 数100kbps ~ 数10Mbps以下(制御用、データ・画像伝送用)

#### (3) コミュニケーションロボット

- 遅延時間: 数10ms ~ 100ms以下
- 伝送容量: 数100kbps ~ 数100Mbps以下(通信・制御用、データ伝送用)

### 4. スマートロボット実証実験環境に求められる要件

#### (1) ネットワーク環境

- 遅延時間: 1ms以下 ~ 100ms以下  
＜ロボット用途や数によって柔軟にネットワーク制御＞
- 伝送容量: 数Mbps ~ 数100Mbps以下  
(制御用、データ・画像伝送用)
- セキュア通信: データの秘匿・分散化により、安全・安心な通信・制御を確立。
- カバレッジ、スケール: 面的な広がり、数的な拡張に対応

上記要件を満たすため、サービス毎のネットワーク構築やネットワーク資源のダイナミック制御等が必要。

▶ ネットワーク仮想化(SDN)、エッジコンピューティング等の最先端技術の実現

#### (2) クラウド環境

- サーバー容量: 超ビッグデータに対応するための大容量化
- 処理能力: 人工知能を用いたビッグデータ解析技術
- ロボット共通プラットフォーム: 共通3次元地図、複数のロボット協調・連携技術、音声データ(コミュニケーションロボット)

#### (3) 研究環境での新たな取組=Living Lab

- 課題を発見し、デザイン思考で取り組む。
- 早いサイクルで、構築、計測、学習(プロトタイピング)を繰り返す。
- ユーザー参加型、対話型      ●スタートアップ企業の参加
- オープンイノベーション

# 5. スマートロボット実証実験イメージ

## <例①> 高齢者等支援のためのモビリティシステムの開発、実証

### ○ (要求条件)

- ✓ 高齢者がストレスなく、安全に生活するためのパーソナルモビリティ装置と、自動走行技術の確立
  - 生活圏の地図・路面状態に関するデータ整備
  - 最適経路の探索技術とリアルタイムな制御の確立

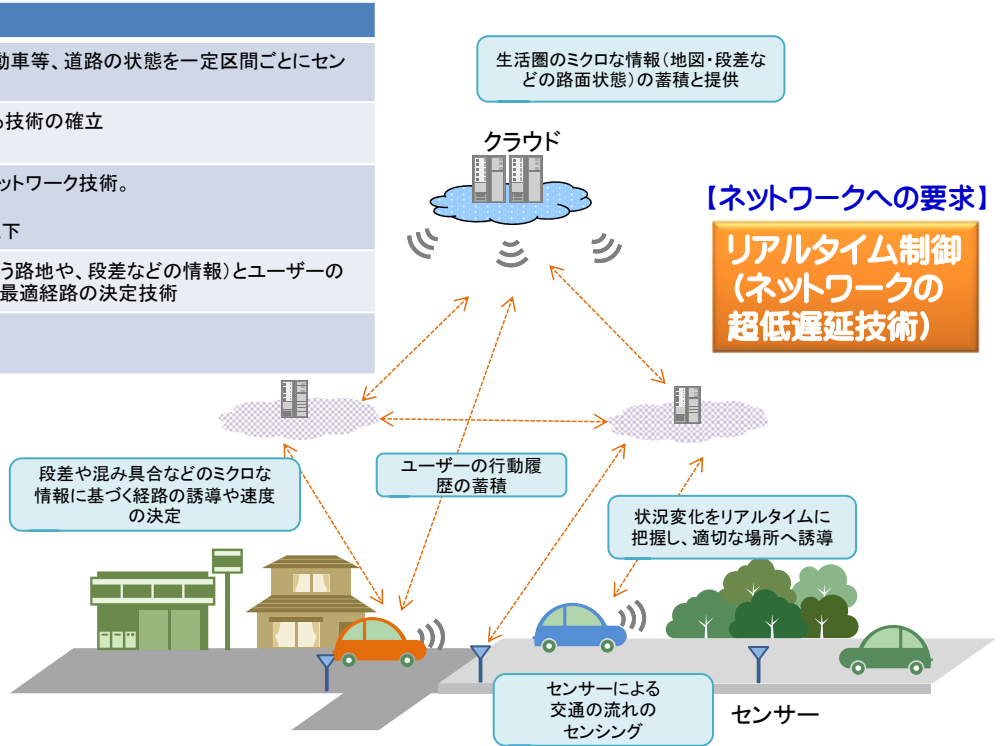
分野	要件
センシング技術	パーソナルモビリティ装置と人間、自動車等、道路の状態を一定区間ごとにセンシングする技術
ロボット技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>• データを高効率・セキュアに伝送する技術の確立</li> <li>• リアルタイム制御の高度化</li> </ul>
ネットワーク技術	データをリアルタイムに処理可能なネットワーク技術。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 遅延時間: 1ms以下</li> <li>• 伝送容量: 数100kbps～数10Mbps以下</li> </ul>
データ活用技術	生活圏のマイクロな情報(住民がよく使う路地や、段差などの情報)とユーザーの行動履歴を組み合わせることによる、最適経路の決定技術
標準化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通信プロトコル標準化</li> <li>• ユーザー・機器認証技術の確立</li> </ul>

### 社会的課題

法制度の整備  
(道路交通法、介護保険制度...)

### 実証実験におけるプレイヤー

- メーカー (パーソナルモビリティ開発、センサー開発)
- 通信事業者(ネットワーク、クラウド)
- 自治体



## <例②> 脳情報・生体情報を用いたコミュニケーションロボットの開発、実証

### ○ (要求条件)

- ✓ ユーザーの感情と行動の情報に基づき、心身共に健康な暮らしを支援するコミュニケーションロボットの開発
  - 脳波からユーザーの感情(喜怒哀楽)を判別
  - 多数のユーザーの脳情報を蓄積した脳情報ビッグデータの構築
  - ユーザーに特化した脳波・行動情報と脳情報ビッグデータを活用したコミュニケーション(会話)の実現

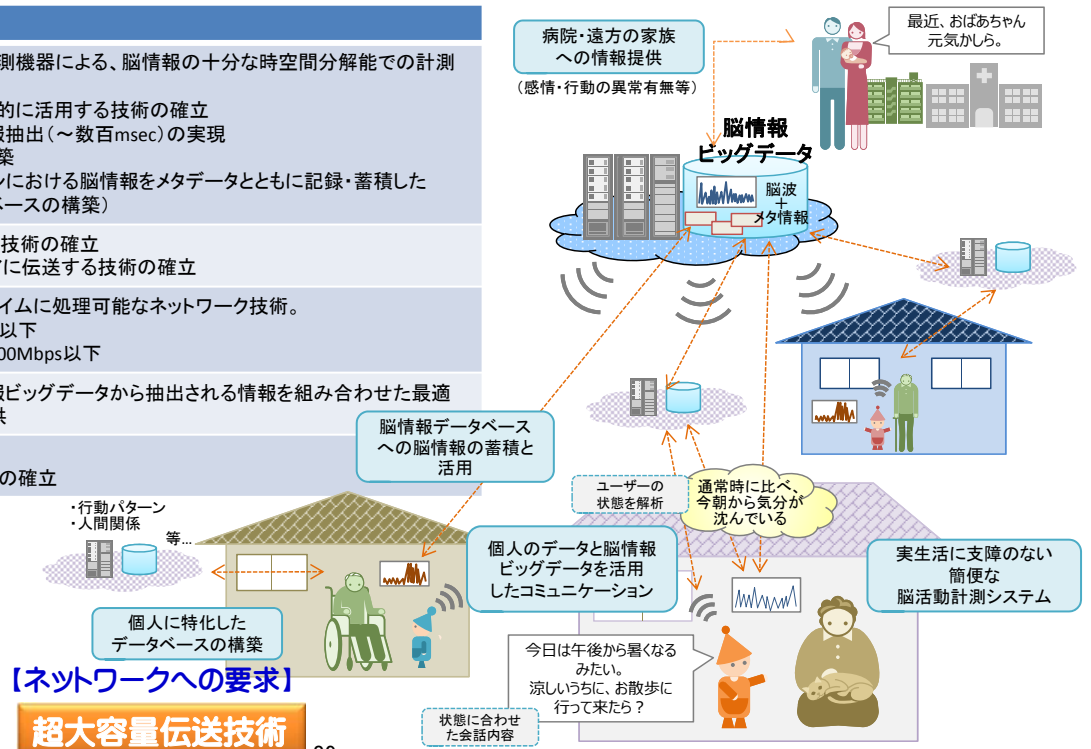
分野	要件
脳情報通信技術	・ウェアラブル小型脳波計測機器による、脳情報の十分な時空間分解能での計測の実現 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 異なる計測法を統合的に活用する技術の確立</li> <li>✓ リアルタイムな脳情報抽出(～数百msec)の実現</li> </ul> ・脳情報ビッグデータの構築 (様々な状態・活動シーンにおける脳情報をメタデータとともに記録・蓄積した大規模な脳情報データベースの構築)
ロボット技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 場の状況認識・音声認識技術の確立</li> <li>• データを高効率・セキュアに伝送する技術の確立</li> </ul>
ネットワーク技術	大規模なデータをリアルタイムに処理可能なネットワーク技術。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 遅延時間: 数ms～100ms以下</li> <li>• 伝送容量: 数Mbps～数100Mbps以下</li> </ul>
データ活用技術	・個人特有の情報と脳情報ビッグデータから抽出される情報を組み合わせた最適なコミュニケーションの提供
標準化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通信プロトコル標準化</li> <li>• ユーザー・機器認証技術の確立</li> </ul>

### 社会的課題

法制度の整備  
(個人情報保護、介護保険制度...)

### 実証実験におけるプレイヤー

- メーカー (脳情報計測機器、ロボット)
- 通信事業者(ネットワーク、クラウド)
- 民間セキュリティ会社、病院



## 6. その他実証実験ゾーンに必要な実験環境等

例えば、前ページに掲げる以下のシステムの実証実験を実施する場合には、ネットワーク・クラウド環境に加え、以下のようなロボット利活用環境設備が必要。

例① 高齢者等支援のためのモビリティシステムの開発、実証

例② 脳波を用いたコミュニケーションロボットの開発、実証

- ・電源
- ・路側ポール(アンテナ取り付け用)
- ・実験ハウス(ロボットバリアフリー)
- ・電波環境測定機器
- ・デジタル地図データ
- ・各種センサー(環境用、人感用、監視用、振動用等)
- ・通信装置(車車通信間、LTE/WiFi、WiSUN、GPS/ビーコン位置把握等)

【参考: BMIハウス(資料提供: ATR)】

日常生活行動をBMIで支援できるように、各種センサーとアクチュエータ(生活支援機器)を配備した実環境実験設備(BMIハウス)を構築。



BMIハウス



実証実験の様子

## 7. スマートロボット実証実験を通じて解決すべき課題

### (1) ネットワークロボットの確実性や安全性の検証

- ① ロボット開発・実証試験に併せて安全面でのリスクや社会的受容性の検証
  - ⇒ ロボットの機能評価や認証試験等を実施
  - ⇒ ロボットの倫理的課題、法的課題、社会的課題の検討(ELSI: Ethical, Legal and Social Issues)
- ② 安定的なロボット運用のためのネットワーク確実性の検証
  - ⇒ 常時接続が可能となるネットワーク技術の高度化の検討
  - ⇒ 万が一、ネットワークが回線断となった場合の保証方法の検討(ロボット側も含む)
- ③ 安定的なロボット運用のためのネットワーク安全性の検証
  - ⇒ サイバー攻撃等からのネットワークの強靱性検証及び悪用防止や回避策の検討

### (2) ロボットに係る制度整備等の検討

ロボットの電波利用の高度化等の開発・実証と連携し、また関係省庁の協力を得ながら、制度整備等の検討に寄与する。



## 8. スマートロボット共通プラットフォームの標準化への取組

### スマートロボットの標準化のための検討課題

#### ① 複数のスマートロボットの協調・連携技術

- 複数のスマートロボット(ロボット、スマホ、センサなどを含む)の協調・連携の記述方式、プロトコル
- 複数(例えば、同一エリア内に数百台程度を想定)のロボットを同時に制御可能とする高信頼・高効率・低遅延を実現する無線通信技術・ネットワーク技術
- スマートロボット協調・連携を自動的に管理するプラットフォームアーキテクチャ
- 悪意あるユーザのスマートロボットの乗っ取りを未然に防ぐロボット遠隔制御セキュリティ
- 複数のスマートロボット連携サービスに関する安全基準

#### ② コミュニケーションロボット技術

- 人とロボットのコミュニケーション(インタラクション)データ(行動、音声・対話のデータ)を蓄積するデータ記述形式
- コミュニケーションデータから抽出したコミュニケーション知識とWeb上のタスク実行のための知識を利用可能にするプラットフォームアーキテクチャ

### 標準化への取り組み

JGN-X等でこれまで培った経験をもとにして、最先端のネットワークを活用したスマートロボットのテストベッド環境を整備し、世界に先駆けて多くのロボット利用を実現するとともに、ネットワーク制御のプラットフォームの標準化を主導し、我が国の優位性を確保。

## 9. 推進体制（案）について

### スマートロボット/IoTの推進体制の構築について

スマートロボットの研究開発と実証実験の一体的な推進、また早期のビジネス展開を図るため、スタートアップ企業を含め様々な分野(特に、異分野・異業種)からの参加を得て、ロボット活用に関する意見・要望を広く求め、全体での情報共有や課題解決の検討、さらにはビジネスマッチングや人材育成に向けた方策の検討等を行うこと等を目的として、産学官の連携推進体制を構築する。

#### 【スマートロボット/IoT推進体制メンバー(案)】

- 起業家、ビジネスデザイナー、金融機関
- 通信事業者、関係団体、メーカー(ICT、ロボット、自動車等)、大学・研究機関
- ユーザー(地方自治体、医療・介護、インフラ、警備等) 等



## 参考資料 3

1. 諮問書
2. 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 構成員名簿
3. 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG 構成員名簿
4. 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG  
人工知能・ロボット アドホックグループ 構成員名簿
5. 開催経緯

1. 諮問書

諮問第22号  
平成26年12月18日

情報通信審議会会長 殿

総務大臣 山本 早苗

諮問書

下記について、別紙により諮問する。

記

新たな情報通信技術戦略の在り方

## 諮問第22号

### 新たな情報通信技術戦略の在り方

#### 1 諮問理由

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。

このため、本年6月の情報通信審議会答申「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」に基づき、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を推進しているところであるが、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、独立行政法人情報通信研究機構（NICT）は、平成27年4月から、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」に移行する予定であり、ICT 分野における我が国の研究開発等を一層強力で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、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、次期科学技術基本計画、NICT の次期中長期目標の策定等に資するため、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、諮問する。

#### 2 答申を希望する事項

- (1) ICT 分野における重点研究開発分野及び重点研究開発課題
- (2) 研究開発、成果展開、産学官連携等の推進方策
- (3) その他必要と考えられる事項

#### 3 答申を希望する時期

平成27年7月目途

#### 4 答申が得られた時の行政上の措置

今後の情報通信行政の推進に資する。

2. 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 構成員名簿

(敬称略)

氏 名		主 要 現 職
主 査 委 員	相 田 仁	東京大学大学院 工学系研究科 教授
主査代理 委 員	森 川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
委 員	近 藤 則子	老テク研究会 事務局長
〃	水 嶋 繁光	シャープ(株) 取締役会長
専門委員	伊 丹 俊八	国立研究開発法人 情報通信研究機構 理事 (平成 27 年 5 月 20 日から)
〃	内 田 義昭	KDDI(株) 取締役執行役員常務 技術統括本部長 兼 技術企画本部長
〃	江 村 克己	日本電気(株) 執行役員
〃	大 木 一夫	(一社)情報通信ネットワーク産業協会 前専務理事
〃	大 久 保 明	国立研究開発法人 情報通信研究機構 前理事 (平成 27 年 5 月 19 日まで)
〃	大 島 まり	東京大学大学院情報学環/東京大学生産技術研究所 教授
〃	岡 秀 幸	パナソニック(株) AVC ネットワークス社 常務・CTO
〃	沖 理 子	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門 地球観測研究センター 研究領域リーダー
〃	黒 田 道子	東京工科大学 名誉教授
〃	酒 井 善則	放送大学 特任教授 東京渋谷学習センター所長
〃	佐 々 木 繁	(株)富士通研究所 常務取締役
〃	篠 原 弘道	日本電信電話(株) 代表取締役副社長 研究企画部門長
〃	角 南 篤	政策研究大学院大学 教授
〃	浜 田 泰人	日本放送協会 理事・技師長
〃	平 田 康夫	(株)国際電気通信基礎技術研究所 代表取締役社長
〃	松 井 房樹	(一社)電波産業会 専務理事・事務局長
〃	三 谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授
〃	宮 崎 早苗	(株)NTTデータ 公共システム事業本部 課長

オブザーバー	田 中 宏	内閣府 政策統括官(科学技術・イノベーション担当)付参事官
〃	榎 本 剛	文部科学省 研究振興局 参事官(情報担当)
〃	渡 邊 昇治	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課長

3. 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG 構成員名簿

(敬称略)

氏 名		主 要 現 職
主任	森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
主任代理	下條 真司	大阪大学 サイバーメディアセンター 教授
	井上 友二	(株)トヨタIT開発センター 代表取締役会長
	宇佐見 正士	KDDI(株) 理事 技術開発本部長
	梅比良 正弘	茨城大学 工学部 教授
	加藤 次雄	(株)富士通研究所 ネットワークシステム研究所長
	門脇 直人	国立研究開発法人 情報通信研究機構 執行役・経営企画部長
	加納 敏行	日本電気(株) 中央研究所 主席技術主幹
	黒田 徹	日本放送協会 放送技術研究所長
	坂井 英一	三菱電機(株) 宇宙システム事業部 宇宙開発利用推進室 担当部長
	鈴木 仁	広島大学大学院 先端物質科学研究科 准教授
	高原 厚	日本電信電話(株) 未来ねっと研究所長
	手塚 悟	東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 教授
	中村 哲	奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
	中村 武宏	(株)NTTドコモ 先進技術研究所 5G推進室長
	中村 秀治	(株)三菱総合研究所 情報通信政策研究本部長
	西村 信治	(株)日立製作所 研究開発グループ テクノロジーイノベーション統括本部 エレクトロニクスイノベーションセンタ長
		国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系 教授・量子情報国際研究 センター長
	根本 香絵	
	萩田 紀博	(株)国際電気通信基礎技術研究所 知能ロボティクス研究所長
	平松 勝彦	パナソニック(株) 全社CTO室 技術渉外部長
三膳 孝通	(株)インターネットイニシアティブ 技術主幹	
渡邊 敏明	(株)東芝 研究開発センター 技監	

4. 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG  
人工知能・ロボット アドホックグループ 構成員名簿

(敬称略)

氏 名		主 要 現 職
主任	下 條 真 司	大阪大学 サイバーメディアセンター 教授
	浅 間 一	東京大学 工学系研究科 教授
	栄 藤 稔	(株)NTTドコモ 執行役員イノベーション統括部長
	尾 坐 幸 一	セコム(株) IS 研究所 センシングテクノロジーディビジョン マネージャ
	門 脇 直 人	国立研究開発法人 情報通信研究機構 執行役・経営企画部長
	是 津 耕 司	国立研究開発法人 情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 情報利活用基盤研究室長
	高 野 史 好	(株)小松製作所 CTO 室 技術イノベーション企画グループ 主幹
	高 橋 智 隆	(株)ロボ・ガレージ 代表取締役社長
	高 原 厚	日本電信電話(株) NTT 未来ねっと研究所長
	鳥 澤 健 太 郎	国立研究開発法人 情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 情報分析研究室長
	中 村 秀 治	(株)三菱総合研究所 情報通信政策研究本部長
	西 川 徹	(株)Preferred Networks 代表取締役 最高経営責任者
	西 嶋 頼 親	(株)電通 ロボット推進センター ロボットプランナー
	本 間 義 康	パナソニック(株) 生産技術本部 生産技術開発センター 新規事業推進室 室長
	前 田 英 作	日本電信電話(株) NTT コミュニケーション科学基礎研究所長
	宮 下 敬 宏	(株)国際電気通信基礎技術研究所 ネットワークロボット研究室長
米 田 旬	シャープ(株) 新規事業推進本部 副本部長	



## 5. 開催経緯

平成26年12月18日 第33回総会にて諮問

平成27年 1月21日 第106回情報通信技術分科会にて技術戦略委員会を設置

### ■技術戦略委員会

平成27年1月30日 第1回

- (1) 諮問事項、技術戦略委員会の設置及び運営等について
- (2) 総務省の研究開発等に係る取組について
- (3) 情報通信研究機構の取組について
- (4) 構成員等からのプレゼンテーション

平成27年2月25日 第2回

- (1) 研究開発、国際標準化、成果展開等の推進方策について  
1. 構成員等からのプレゼンテーション等

平成27年3月20日 第3回

- (1) 産学官連携、国際連携、人材育成等の推進方策について  
1. 構成員等からのプレゼンテーション等

平成27年4月28日 第4回

- (1) 骨子案について

平成27年5月22日 第109回情報通信技術分科会にて検討状況の報告

平成27年5月25日 第5回

- (1) 中間報告書（案）について

平成27年7月10日 第6回

- (1) 中間報告書（案）について

平成27年7月17日 第111回情報通信技術分科会にて中間報告書（案）の報告

### ■技術戦略委員会 重点分野WG

平成27年2月5日 第1回

- (1) 重点分野WGの設置及び進め方について
- (2) 構成員等からのプレゼンテーション
- (3) 重点研究開発分野、重点研究開発課題等に関する論点の例について

平成27年3月10日 第2回

- (1) 構成員等からのプレゼンテーション
- (2) 重点研究開発分野、重点研究開発課題について
- (3) 研究開発の推進方策等に関する御意見について

平成27年4月10日 第3回

- (1) 構成員からのプレゼンテーション
- (2) 人工知能・ロボット アドホックグループの検討状況について
- (3) 重点研究開発分野及び重点研究開発課題（案）について

■技術戦略委員会 重点分野WG 人工知能・ロボット アドホックグループ

平成27年4月2日 第1回

- (1) 人工知能・ロボット アドホックグループの設置について
- (2) 検討の進め方、背景説明等
- (3) 有識者プレゼンテーション

平成27年4月6日 第2回

- (1) 有識者プレゼンテーション
- (2) 重点分野WGへの報告について

平成27年4月17日 第3回

- (1) 有識者プレゼンテーション
- (2) 検討結果取りまとめ

平成27年5月21日 第4回

- (1) 技術戦略委員会の審議結果報告について
- (2) 有識者プレゼンテーション
- (3) 人工知能・ロボット推進方策について

平成27年6月26日 第5回

- (1) 有識者プレゼンテーション
- (2) 人工知能・ロボット推進方策について

## 用語集

ページ	用語	用語解説
9	400G チップ	400Gbps の光伝送を行うためのデジタル信号処理回路。
24,26, 31,35, 36	5G (第 5 世代移動通信システム)	4G(第 4 世代移動通信システム、LTE-Advanced)と比較し、更なる高速化・大容量化・低遅延化等を実現する次世代移動通信システム。2020 年の商用開始を目指して研究開発が進められている。
24,26, 31,36	5G/Beyond5G 時代	第 5 世代移動通信網(5G)またはそれ以降の移動通信網が実用化される時代のこと。
41	ACES (Atomic Clock Ensemble in Space) 地上局	基礎物理実験や次世代の衛星搭載時計・時刻比較技術開発のため、高精度原子時計を宇宙ステーションに搭載し地上との間で周波数比較実験を行うために必要な地上の設備・施設。ACES 地上局は高精度な原子時計を有する世界 7 機関に設置され、日本では NICT が代表機関となり運用を行っている。
9	CMOS 画像センサー	CMOS(相補性金属酸化膜半導体)を用いたイメージセンサー。大量生産が可能のため、比較的安価であり、素子が小さいことから消費電力も少ない。
1,2	CPS (Cyber Physical System、サイバーフィジカルシステム)	現実空間とサイバー空間をネットワークを介して融合したシステム。現実空間において得られたデータをサイバー空間において処理し、その結果を現実空間にフィードバックする。
28	DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)	米国国防総省の研究開発部門である国防高等研究計画局のこと。
23,33	EarthCARE 衛星	日本と欧州が協力して開発を進めている地球観測衛星。搭載センサーを用いて、地球温暖化予測における最大の誤差要因である雲・エアロゾルの全地球的な把握の実現を行う。
28	Horison2020	欧州委員会による新しい研究開発・イノベーション枠組プログラムのこと。(2014 年～2020 年)
3	Industrial Internet Consortium	産業機器とデータを結びつけるオープンでグローバルなネットワークの普及促進を目的とするコンソーシアム。AT&T, Cisco, GE, IBM, Intel の5社により 2014 年3月設立。
2,28	Industrie4.0	IoTや AIによりものづくりにおける工程全体の革新を目指すドイツの国家戦略。ドイツは、Industrie4.0を、蒸気機関による第1次産業革命、電力による第2次産業革命、エレクトロニクスとITによる第3次産業革命に続く、第4の産業革命と位置付けている。
1,他	IoT (Internet of Things)	モノのインターネット。PC やスマートフォンに限らず、センサー、家電、車など様々なモノがインターネットで繋がること。
25	ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector(国際電気通信連合 電気通信標準化部門)の略称。電気通信に関する技術、運用及び料金について研究を行い、電気通信を世界規模で標準化するとの見地から、技術標準等を定める勧告の作成などを行う機関。

25	Ka 帯マルチビーム	30/20 GHz 帯の電波で、複数のビームでサービスエリアを覆うもの。マルチビームは、ビームを絞ることにより地上で受信する電波を強めることができるため、地球局アンテナの小型化や伝送容量の増加が可能という特長がある。
48	Lagopus	総務省「ネットワーク仮想化技術の研究開発」において、日本電信電話(株)が開発した SDN ソフトウェアスイッチ。「雷鳥」の意味。
46	Living Lab	開発プロセスにエンドユーザー等の多様なステークホルダーが参画し、モノやサービスを共創していくモデル。
1,2,39	M2M (Machine to Machine、マシン・ツーマシン)	ネットワークに繋がれた機械同士が人間を介在せずに相互に情報交換を行うシステムのこと。
16,33,39	MP フェーズドアレイレーダー	降水量の定量的な観測(雨粒の正確な観測)に優れたマルチパラメータレーダー(観測に用いる電磁波の振動方向が「水平」と「垂直」の2方向のレーダー)の性能を持ったフェーズドアレイレーダー。
1,25	NFV (Network Functions Virtualization、ネットワーク機能仮想化)	ネットワーク接続機器として使用されているルータやゲートウェイ等の機能をソフトウェア化して実装する技術。
9,25,35,45	Pbps, Tbps, Gbps	通信速度の単位。Pbps は 1 秒間に何千兆ビットのデータを送れるか、Tbps は 1 秒間に何兆ビットのデータを送れるか、Gbps は 1 秒間に何十億ビットのデータを送れるかを表す。
30,40	QKD 実用化技術	量子鍵配送(QKD)で生成した暗号鍵を、従来のネットワークの暗号化に応用するまでのシステム全体を実用化する技術。
16	QoL (Quality of Life)	物理的な豊かさやサービスの量だけでなく、精神面を含めた生活全体の豊かさに関する概念。
25,38	SDI (Software Defined Infrastructure)	ネットワークのみならず、クラウドを含むインフラ全体を仮想化して、ソフトウェアにより柔軟に制御するもの。
1,25	SDN (Software Defined Networking、ネットワーク仮想化)	ネットワークの物理的な構成に依存することなく、ソフトウェアによりネットワークを柔軟かつ効率的に制御するもの。
13,14,45,47	Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network)	スマートメータ等向けの無線通信規格。NICT が主導的に研究開発や標準化活動等を推進し、IEEE802.15.4g/e として国際標準化。国内の全電力管内のスマートメータに採用。今後、農業やインフラ管理等の様々な分野における普及が期待。
45	アイデアソン	アイデア(Idea)とマラソン(Marathon) を組み合わせた造語。一定期間集中的に共同作業によるサービスの考案等を行い、アイデアを競うもの。
17,19	アクチュエーション	様々な IoT デバイスを連携させ、実世界での人々の行動やコミュニケーションを能動的に支援する技術。
1	圧縮符号化	文字、音声、映像等の情報を一定の規則に基づいてデータに変換する際、元のデータの実質的な性質を保ったまま、データ量を減らして変換すること。
14,23	アルゴリズム	コンピュータ等で処理(計算)を行うときの計算方法や手順のこと。

25,35	宇宙・海洋ブロードバンド衛星通信システム	静止衛星を介して、船舶や航空機等へ高速通信環境を提供するシステム。現行では Ku 帯 (12-18GHz) 等を利用して 1Mbps 程度のサービスが提供されているところ、本システムでは Ka 帯 (26-40GHz) で 100Mbps 級を目指すとともに、災害等の非常通信時に柔軟に対応できるよう、需要に応じてビーム数や周波数を可変できる機能を有する。
24,25,35	エッジコンピューティング	データを遠隔にあるクラウドで集中的に処理するのではなく、ユーザーにより近いネットワークの端(エッジ)にサーバを設置し、データを分散的に処理することにより、通信遅延及びネットワーク負荷を低減するデータ処理方式。
33,42	エネルギーハーベスティング	空間を伝搬する電磁波を集めて電気エネルギーに変換したり、光発電や振動発電等の技術を活用して、機器の内部でエネルギーを生成して活用する技術。これにより、電池や商用電源等のバッテリーがなくても機器を駆動させることができる。
34	鉛直プロファイル	地球圏大気中における高度方向の汚染物質や水蒸気などの物質の変化。
9	オープン・ソース・ソフトウェア (Open-source software、OSS)	ソースコードが無償で公開され、改良や再配布を行うことが許可されているソフトウェア。
24	オール光スイッチング技術	光ファイバネットワークの中継点において、光信号の経路切替えを光のまま行う技術。(従来は、光→電気→光の信号変換が伴う。)
28,38	感性データマイニング	感性情報に関連する生体情報や発話等の大量のセンサーデータから、感性情報に関する知識(規則性、パターン)を抽出する技術。ユーザーが心を感じ取る動き等の推定に利用する。
1	協調無線 LAN	複数の無線 LAN 親機をネットワーク経由で連携させる技術。周辺の無線使用状況等に応じて最適な無線資源配分を行うことにより、無線 LAN が近接に多数存在する場合でも安定した通信を可能とする等、高効率な通信を実現する。
24,35	空間スーパーモード伝送技術	光ファイバ中で、伝わり方(コア断面内での光分布)の異なる光信号を極限まで多重化し伝送する技術。
23	雲プロファイリングレーダー (Cloud Profiling Radar、CPR)	大型パラボラアンテナを用いて高度約 400km の衛星軌道上から地球に向けて周波数 94GHz(波長約 3mm)の電波を照射し、雲粒によって反射された電波を受信することにより、雲の鉛直構造を観測することができる世界最高感度の衛星搭載レーダー。
50	クロスアポイントメント制	研究者等が大学、公的研究機関、企業の中で、二つ以上の機関に雇用されつつ、一定のエフォート管理の下で、それぞれの機関における役割に応じて研究・開発及び教育に従事することを可能にする制度。「『日本再興戦略』改訂2014」(平成26年6月24日閣議決定)や「科学技術イノベーション総合戦略2014」(平成26年6月24日閣議決定)等においても、クロスアポイントメント制度の積極的な導入・活用の必要性がうたわれている。
30,31	高次脳型情報処理技術	脳内活動の仕組みを取り入れることで、認知、記憶や感情(情動)等の状態を捉えることを可能とする情報処理技術。

41	高精度局発光モジュール	被観測対象から発せられる微弱な光や電波の信号を高感度に検出する際に用いる基準となる信号源であり、計測機器側が持つものこと。その中で、周波数精度の高いものを指す。
36	広帯域 RF センシング 信号	高精度センサーデバイス等から出力され、広帯域にわたって存在する大容量信号のこと。(例えば高解像度レーダーデバイスからの高画質情報など。)
14	高分解能観測技術	分解能とは、計測器あるいは計測・観測システムの性能を示す数値の一つで、その計器によって識別しうる対象の極小値であり、NICT は世界最高の精度(30cm)を有する航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR2)を開発。
35	再構成可能スイッチポートネットワーク技術	さまざまな通信方式要求に応じて、動的に光スイッチや光送受信機の設定や電子回路の変更をし、ノードの機能を再構成することにより、所望の機能・性能を提供する光ネットワーク技術。
42	サブマイクロ秒同期	1マイクロ秒以下レベルでの精度で時刻の同期をとること。
42	酸化ガリウムデバイス基盤技術	トランジスタ、ダイオードといった酸化ガリウムを材料とする半導体デバイスを作製するために必要となる要素技術。将来的な産業化に向けて、まずはその礎となる基盤技術を、結晶成長、デバイスプロセス技術から、回路・モジュール設計・作製技術まで包括的に網羅・開発する必要がある。
30	シード鍵	暗号化に用いる暗号鍵(暗号化の種(シード)となる)。
31,34	磁気圏	電離層の上から地球大気の限界までの、地表からおよそ 10 万 km の範囲の領域。
16	視聴覚アクティブ支援技術	人の感覚・行動を支援するために、環境や状況に合わせて、視覚・聴覚に関わる機能を支援することで、生活空間において柔軟に支援する技術。 例えば、聴覚を支援する補聴器において、周りの環境が騒々しい場所では、人の声など聞き分けたいと思っている特定の帯域のみの聴覚機能を高める技術。
16	集合知	膨大な知識を分析したり体系化したりして、活用できる形にまとめたもの。
29	省力セキュリティオペレーション技術	組織のセキュリティ管理を一部自動化することで運用に係る人的コストを抑えるための技術。
29	自律的観測技術	センサーによりサイバー攻撃関連情報を自動的に観測、収集する技術。
24	自律モビリティシステム	収集・蓄積される膨大なビッグデータ等を用いて、高度なAIを用いた近傍の各所のリアルタイム解析により走行制御を自ら行う移動機器(車、車いすなど)。
25	新世代ネットワーク技術	インターネットの次の世代を目指した、新しい設計思想によるネットワーク技術。
9,24,35	スイッチ(ネットワーク仮想化)	通信パケットの行先(経路)を制御する通信機器。従来機器では MAC アドレスや IP アドレスを用いて制御していたが、仮想ネットワークにおいては仮想 ID(フロー等)を用いて制御を行う。
41	スペクトラム	電磁波の信号波形を周波数成分で分解したときの各周波数の強度の分布。

42	スマートグリッド	発電設備から末端の機器までを通信網で接続、電力流と情報流を統合的に管理することにより自動的な電力需給調整を可能とし、電力の需給バランスを最適化する仕組み。
28,32	スマートネットワーク ロボット	ネットワークに接続され、人工知能を用いて新たな付加価値を生み出すことのできるロボット。
42	生体 EMC 技術	無線通信や放送等で用いられている電波を人体に対して安全な条件で適切に利用するための技術。
40,41	生体材料	生物システムを形づくる素材である細胞および生体分子(タンパク質、核酸など)。
23,33	全球降水観測計画 (Global Precipitation Measurement、GPM) 衛星	日本及び米国が中心として、欧州、フランス、インド、中国なども含めた国際的な協力体制で進められているプロジェクト。日本は、本計画の主衛星に搭載する二周波降水レーダーの開発・運用を担当している。
1,23	センサーNW (センサ ーネットワーク)	部屋、工場、道路など至る所に埋め込まれたセンサーが周囲の環境を検知し、当該情報がユーザーや制御機器にフィードバックされるネットワーク。
16	対訳コーパス	コンピュータ上で翻訳を実現するために、文章を名詞や動詞といった言語的な情報と共に構造化したデータベース(コーパス)にし、それを別の言語のコーパスと同じ意味となるように結びつけたもの。
34	太陽風	太陽から放出される物質(電子)。地球に到来して、地磁気(地球の磁場)に影響を与える。
11,14, 27	多言語音声翻訳シ ステム	以下の3つの技術の組み合わせにより、音声翻訳を実現するシステムのこと。 「音声認識」…人が話した言葉(音声)を文字に変換する 「機械翻訳」…文字を別の言語(例:日本語から英語や中国語)に翻訳する 「音声合成」…翻訳された文字から人が話すような自然な音声に変換する NICTの「Voice Tra」、「Google 翻訳」、Microsoft社の「Bing 翻訳」等がある。
36	端末ディスカバリー技 術	超低消費電力での端末の運用を可能とするため、端末がごく微弱な電力であってもその所在を効率的に検知する技術。
25	地上—衛星間光デー タ伝送	地上局及び衛星間の通信回線に光を使用すること。
40	超伝導単一光子検出 器 (Superconducting Nanowire Single Photon Detector、 SSPD)	光子のエネルギー吸収により超伝導(ゼロ抵抗)状態が抵抗状態に転移することを利用した光子検出器。通常、超伝導ナノ細線(厚さ10ナノメートル、幅100ナノメートル程度)が用いられる。通信波長帯で90%を超える光子検出感度が実証されており、量子情報通信を始めとする様々な分野への応用が期待されている。
36	低 SHF/高 SHF 帯超 多素子アンテナ技術	低 SHF 帯(3GHz~6GHz)及び高 SHF 帯(6GHz~30GHz)において、超多数の素子を有するアンテナを用いて超高速伝送を実現する技術。

25	低軌道衛星	高度が 700～2,000km と低い軌道を回る通信衛星。非静止衛星のため、電波の届かないエリアがほとんどなく、低軌道のため通話の遅延が少ない特性がある。
28	データ指向型ロボティクス技術	サイバー空間に集約された多種多様なデータ(ビッグデータ)を使って実世界に対する高度な知識を獲得し、実世界のモノやコトを理解しながらロボット等を制御する技術。
24,30,32,42,43,44,45	テストベッド	研究開発成果を実装し、ユーザーにも使いやすい形でオープンに開放する試験環境のこと。
33	テラヘルツ帯高感度ヘテロダイン受信機	高周波数テラヘルツ帯(300—3THz 帯)においてヘテロダイン受信(高感度な冷却型超伝導受信機を用いて二つの信号のビート(うなり)を取る受信法)を行うリモートセンシング観測器をいう。
42	電波ばく露評価技術	携帯電話等からの電波が人体のどこにどれだけ吸収されるかを計算や実験で評価する技術。生体 EMC 技術を確立するために、不可欠な技術。
34	電離圏	大気上層のうち、大気分子、原子が電離して生じた電子とイオンが多量に存在する領域。
36	同期型分散ネットワーク	中央制御ではなく分散制御によってネットワーク内端末の時刻同期を確立することで、ネットワーク内端末間通信を行うネットワーク。
12,20,31,36	(統合 ICT 基盤) アクセス系	通信事業者と加入者、個々の機器・端末を結ぶ回線で、一般ユーザーに近い、小容量・高頻度な通信が行われるネットワーク。
19,20,31	(統合 ICT 基盤) コア系	国家間、都市間のような大容量データが流通する大規模な通信ネットワーク。
34	ドップラー風ライダー	レーザー光を発射して、大気中のエアロゾル(塵、微粒子)からの反射光を受信し、その移動速度を風速として計測する手法。レーザー光の往復時間から計測領域までの距離を計測するため、従来の風速計では不可能であった上空の風速分布の計測を遠隔でおこなうことが可能。
29	トラヒック分析技術	組織ネットワークの通信の特徴を分析してサイバー攻撃を検知する技術。
40	ナノコンポジット材料・素子	異種材料をナノスケールで複合した材料や素子。光学特性や電子特性、力学特性、化学特性などが異なる異種材料を、原子や分子レベルで複合化することで、界面における光散乱や電荷移動、表面化学反応、熱膨張などの諸特性を人工的に制御する。
1	ナノフォトニクス	光の波長以下でナノの寸法の光デバイスを実現したり、微細な光加工を行う技術。
42	ナノ光構造デバイス技術	光の波長(数百ナノメートルオーダー)以下の微細構造を駆使した光の人工的な操作技術。光分散関係を人為的に操作することができるため、光をナノ微小領域に閉じ込めたり、逆に、取り出したりするなど、光と物質間の相互作用を人工的に操作することが可能となる。



23	二周波降水レーダー	熱帯降雨観測衛星(Tropical Rainfall Measuring Mission: TRMM)に搭載された降雨レーダーの後継である13.6GHz(Ku帯)のレーダーに、より高感度な観測を実現するための35.55GHz(Ka帯)のレーダーを追加した、双方の周波数により降水を観測するレーダー。
35	ネットワークアーキテクチャ	ネットワーク上の通信に必要な機能を階層(レイヤ)構造化したもの。又は通信プロトコルを複数組み合わせたもの。
9,28	ネットワークロボット	ネットワークに接続され、環境センサーや人と協調・連携することができるロボット。
16	脳情報計測	EEG(脳波計)、NIRS(近赤外線光を用いた脳計測システム)、MRI(磁気共鳴画像)などの装置を用いた脳の活動状況に関するデータの計測。
16	脳情報データベース	脳情報計測によって得られたデータによるデータベース。
30	ノード処理	ネットワーク上の中継点(ノード)で行われる、情報の経路選択や異なるネットワーク同士の接続や、光信号・電気信号の変換等の処理のこと。
42	バイオミメティックセンサー	生物が持つ高度で低消費電力なセンシング機構や情報処理機構、構造を模倣して作製、構築することで、既存技術では実現が困難である優れた特性を発揮するセンサーデバイス。生物機能、材料そのものを部材として使う方法や、生物機構を他の材料を用いて人工的に構築し機能化する方法がある。
45	ハッカソン	ハッカソン:ハック(hack)とマラソン(marathon)を組み合わせた造語。一定期間集中的に共同作業によるサービスの考案等を行い、アイデアを競うもの。
25,36	バックホール	末端のアクセス回線と中心部の基幹通信網(バックボーン回線)を繋ぐ中継回線やネットワーク。
33	パッシブデバイス	一般に、電力の供給が不要な受動回路やアンテナを示すが、P33で言うパッシブデバイスは、外部から電波等を受信した際に、磁界や電界のエネルギー等を活用して自らの通信を行う機器。常時自ら通信を行う機器(アクティブデバイス)に比べて消費電力を低減することができる。センサーや電子タグ等に利用されている。
33	パッシブレーダー	自ら電波を放射せず、他の目的で使われている電波を受信して情報を得るレーダー。たとえば既存の降雨レーダーの送信電波を受信するだけの専用局を少し離れた場所に置いて2次元風速を得るなどの場合も、広い意味でパッシブレーダーと考えることができる。
34	パルスレーザー	細かい時間間隔で点滅をくり返すレーザーのこと。パルスレーザーの1回のレーザー照射時間は、パルス幅と呼ばれる。
25	光データ中継衛星	衛星間通信回線に光通信を使用する衛星。通信の大幅な高速化と小型化が可能となる。地表データを早期に把握できるなど、災害対策等に応用。
30,40	光量子制御技術	光の量子的な性質を制御する技術。
30	光レイヤ	ネットワークにおいて従来の光通信技術で情報をやりとりする部分。
25	フィーダリンク回線	基地局と衛星間の双方を結ぶ回線。

23,29	フェーズドアレイレーダー・ライダー融合観測技術	フェーズドアレイ気象レーダーと風速分布を観測できるドップラライダー(レーザー光を発射して、大気中の塵や微粒子からの反射光を受信し、その移動速度や方向を風速・風向として計測する装置)を融合させた観測技術。竜巻や豪雨といった突発的・局所的気象現象の早期検知を可能とする。
9,16,23,29,39	フェーズドアレイレーダー	平面上に多数の小型アンテナを配置し、ビームの放射方向を素早く変化させる気象レーダー。これまでの5分程度の観測時間から、10~30秒程度の高速で三次元観測を実現し、ゲリラ豪雨や竜巻等の早期発見が可能となる。NICTが世界ではじめて開発したもの。
24,31,35	フォトニックネットワーク	全ての信号処理を光のまま行うネットワーク。
28,29	複合型サイバー攻撃の分析・可視化技術	センサー情報やSNSの情報等の複数の情報を統合してサイバー攻撃を分析し、可視化する技術。
30	物理レイヤ	ネットワークの中で、電気信号や光信号などの物理的な信号を扱う部分。
33	フレキシブルゲートウェイ技術	周波数や無線方式が異なる無線端末との通信を、広帯域受信回路やソフト無線技術等を利用して単一の無線装置で通信を行う機器。無線方式が多様化・世代交代してもソフトウェアの更新等で継続して利用できる。
25	プログラマブルネットワーク	ネットワークの制御機能を、プログラム(ソフトウェア)により展開・運用後も自由に変更できるネットワーク。
9	プロジェクションマッピング	映写したい映像をプロジェクタ等の投影機器を用い、物体や建物、あるいは空間に対して映し出す技術。
36	分散アンテナ技術	同一周波数を使用する超多数の送信アンテナを超高密度に配置する際に、高度な協調無線リソース制御により干渉低減を実現する技術。
38	ホログラム技術	3次元空間情報を記録したデータ、媒体及びその製造等に関する技術。
29	マルウェア	コンピュータウイルス等の悪意のあるソフトウェア(Malicious Software)の総称。
9,24,35	マルチコア	1本の中に複数の光の通り道(コア)をもつ光ファイバ。
24	マルチコアネットワーク技術	マルチコアファイバを利用したネットワーク技術。
9	マルチコアファイバ伝送技術	1本の光ファイバ内の複数の光の通り道(コア)を利用して、光信号の伝送容量を飛躍的に高める技術。
9	マルチドメイン	複数のネットワークが異なる通信事業者や通信技術、管理方法などによって構成されていること。
9	マルチネットワーク	マルチレイヤ・マルチドメインからなるネットワーク。
28	マルチモーダル制御	複数の機能(モード)を持つ(マルチモーダルな)センサーやアクチュエータを制御する技術。具体的には、ウェアラブルデバイスや対話ロボットなど、IoTに繋がれた異なる種類のデバイスを最適に組み合わせ、ヘルスケアやナビゲーションなど実世界での生活や行動を網羅的かつ効果的に支援する技術。
24,35	マルチモード	光ファイバ中に、伝わり方(コア断面内での光分布)の異なる光信号が複数存在すること。

9	マルチレイヤ	階層的に構成される通信プロトコル(手順、レイヤ)の総称。リンク(光、無線等の単一区間)、パス(IP等の複数リンクを連結した経路)、セッション(パス上で多重化されるアプリケーション毎通信)により階層的に構成され通信が行われる。
16	メタデータ	コンピュータのファイルなどについて、そのデータの作成者、作成日時、属性を記録したもの。
39	メトロコア	LANより広域な都市レベルのエリアを対象としたネットワークであるメトロ(地域内)網とメトロ同士を結ぶコア(地域間)網で構成される通信回線網。
40	有機/無機ハイブリッド基盤技術	有機材料の高効率な光応答特性と無機材料による精密な光学構造との補完的融合(ハイブリッド)による高機能デバイス作製基盤技術。界面や積層、ナノ構造などを原子分子レベルにて高精度に制御することにより、それぞれの材料の機能を最大限に発揮させる。
25	ユーザーセントリックネットワーク	従来のネットワークは通信事業者が提供するサービスをユーザーが利用するのに対し、ユーザーがネットワークサービスを自ら構築できるようなネットワーク。
30	量子暗号技術	量子鍵配送で暗号鍵を共有し、その暗号鍵を使って情報を暗号化・復号化する技術。
30	量子インターフェース技術	量子的な情報を光や固体物質の間で自在にやり取りするための技術。
30	量子鍵	1個1個の光の粒、光子の量子的な性質を使って送受信者間で暗号鍵を共有する手法。本技術により、傍聴・盗聴者の存在を必ず探知でき、情報理論的安全性(いかなる計算機を用いても解読できない)を持つ暗号鍵が共有可能。
30	量子通信技術	光の量子的な性質を最大限に活用し、情報理論的に安全な通信(量子暗号)や、微弱な光信号から最大限の情報を取り出す大容量通信等を実現する通信技術。
30	量子レイヤ	ネットワークの中で、量子鍵配送など、量子的な光信号を伝送する部分。
2	ロバストなネットワーク環境	外からの影響によらず一定の性能を維持する強じんなネットワーク環境。
33	ワイヤレスメッシュネットワーク	無線を用いたアクセス・ポイントを網の目状に結び、それらの間で自律的に伝送路を構築する通信回路網。