

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

●●の推進（新戦略のテーマ）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、政府の様々な戦略にも基づきながら、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。

X.X では、「新たな情報通信技術戦略の在り方」（平成 27 年 7 月 28 日中間答申）のソーシャル ICT 革命推進に向けた重点研究開発分野（図 3-1）で整理された、社会を「観る」、社会を「繋ぐ」、社会（価値）を「創る」、社会（生命・財産・情報）を「守る」及び未来を「拓く」の分類は維持しつつ、●●の推進に向けて今後 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、2025 年を目途に解決すべき社会課題へのアプローチとして、今後 5 年間に特に「戦略的に進めるべき研究分野」を AI（脳情報通信、データ利活用）、Beyond 5G の実現、量子暗号通信、及びサイバーセキュリティの 4 分野と設定することとする。

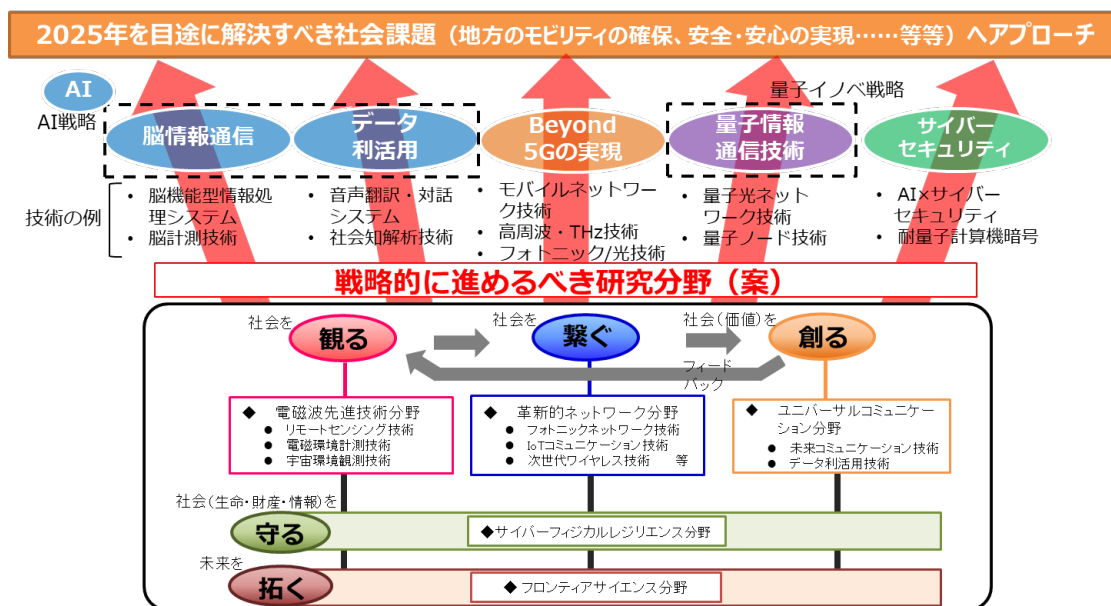


図 3-1 ●●の推進に向けた重点研究開発分野

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、社会課題の解決等のため、産学官の力を結集して取り組む応用研究のほか、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。

また、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 **X. X** 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。

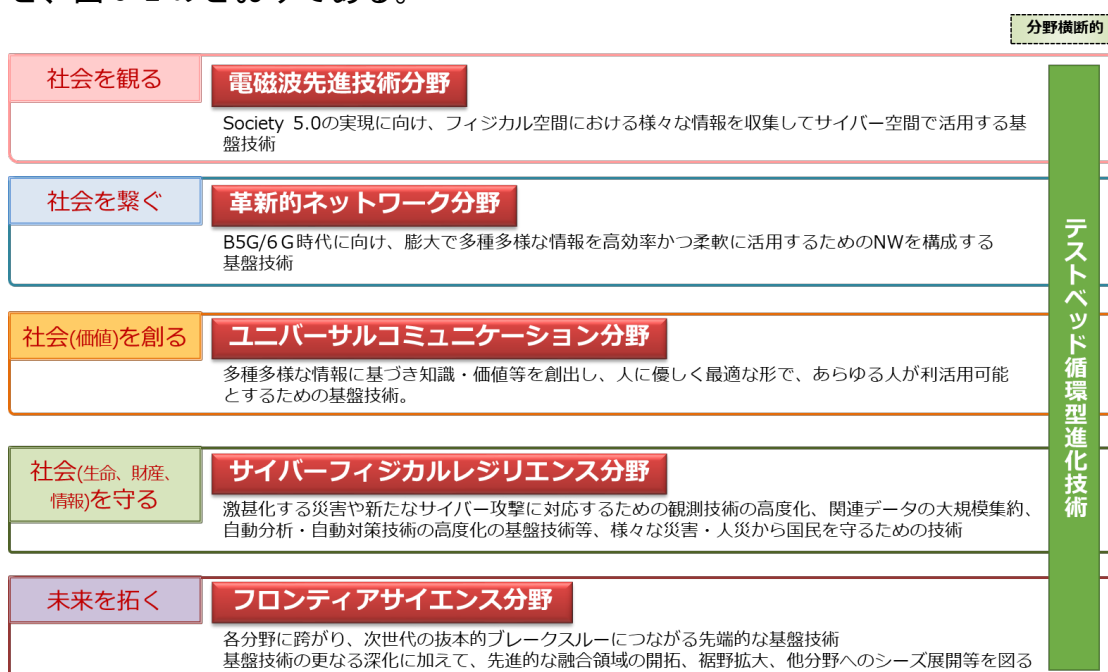


図 3-2 重点研究開発分野の概要

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、**●●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。

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、**1. X** 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. X 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
Ⅰ. 電磁波先進技術分野	(1) リモートセンシング技術
	(2) 時空標準技術
Ⅱ. 革新的ネットワーク分野	(1) 通信機能複合型ネットワーク技術
	(2) フォトニックネットワーク技術
	(3) 光・電波融合アクセス技術
	(4) 次世代ワイヤレス技術
	(5) テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術
Ⅲ. ユニバーサル コミュニケーション分野	(1) 未来コミュニケーション技術
	(2) データ利活用技術
Ⅳ. サイバーフィジカルレジリエンス分野	(1) サイバーセキュリティ技術
Ⅴ. フロンティアサイエンス分野	(1) 先端 ICT デバイス基盤技術
	(2) 量子情報処理基盤技術
	(3) 脳情報通信技術
	(4) テラヘルツ波通信・リモートセンシング技術
Ⅵ. 分野横断的課題	(1) テストベッド循環型進化技術

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。

Ⅰ. 電磁波先進技術分野

(1) リモートセンシング技術

より快適な生活で質の高い安心・安全な社会を実現する平常時・非常時問わず効果的に機能する電波観測と組合せたあらゆる波長を駆使した電磁波技術であり、環境・災害に関する情報を誰でも利用できるデータ駆動型社会など我が国を支える基盤として維持・発展させるべき技術として、以下の技術に取り組む。

超高精細航空機搭載合成開口レーダー (Pi-SAR X3) による世界最高画質（分解能 15cm）と動画観測、3 次元立体観測（複数パスから 1 パス）機能を有した航空機搭載 SAR 技術等の確立

強雨域の後方で観測が不可能になる電波消散の影響の小さい C 帯 MP-PAWR による広範囲の降雨域（台風や梅雨前線等）の 3 次元詳細観測技術（半径 200km 以上、観測時間 1 分程度、鉛直分解能 500m 以下（半径 100km 以内）、距離分

解能 300m) の確立

2022 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等の開発による地球規模の気候変動の監視や予測精度向上のための高精度雲・降水観測技術の確立 (図 3-3)

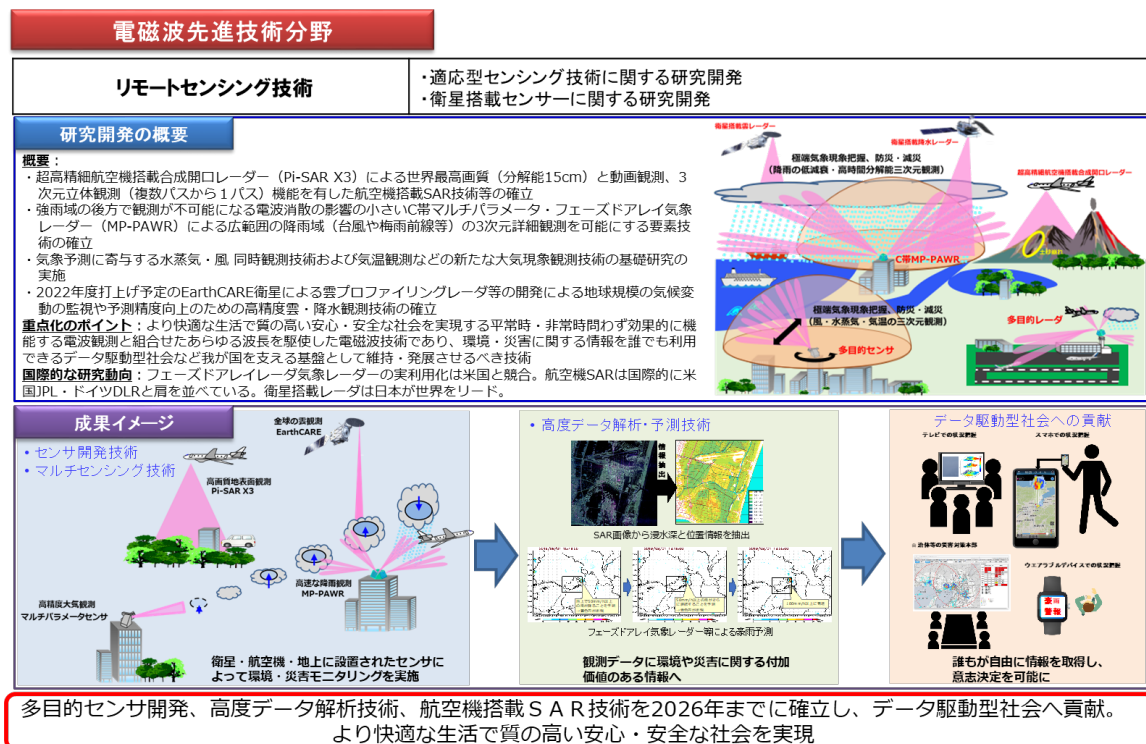


図 3-3 主要な重点研究開発課題【I. -(1)】

(2) 時空標準技術

光技術や MEMS 技術等急速に発展してきた周波数標準技術を、正確な時刻や周波数の供給技術にいち早く組み込むための基礎・基盤的な技術として、分散配置された原子時計群と光周波数標準を組み合わせることで、高精度と高可用性を両立する標準時及び標準周波数を発生するとともに、光周波数標準技術とその遠距離比較技術により、秒の再定義を先導し、ユーザーの多様な要求精度に応じた基準時刻・周波数標準を供給する手法の開発を行う。(図 3-4)

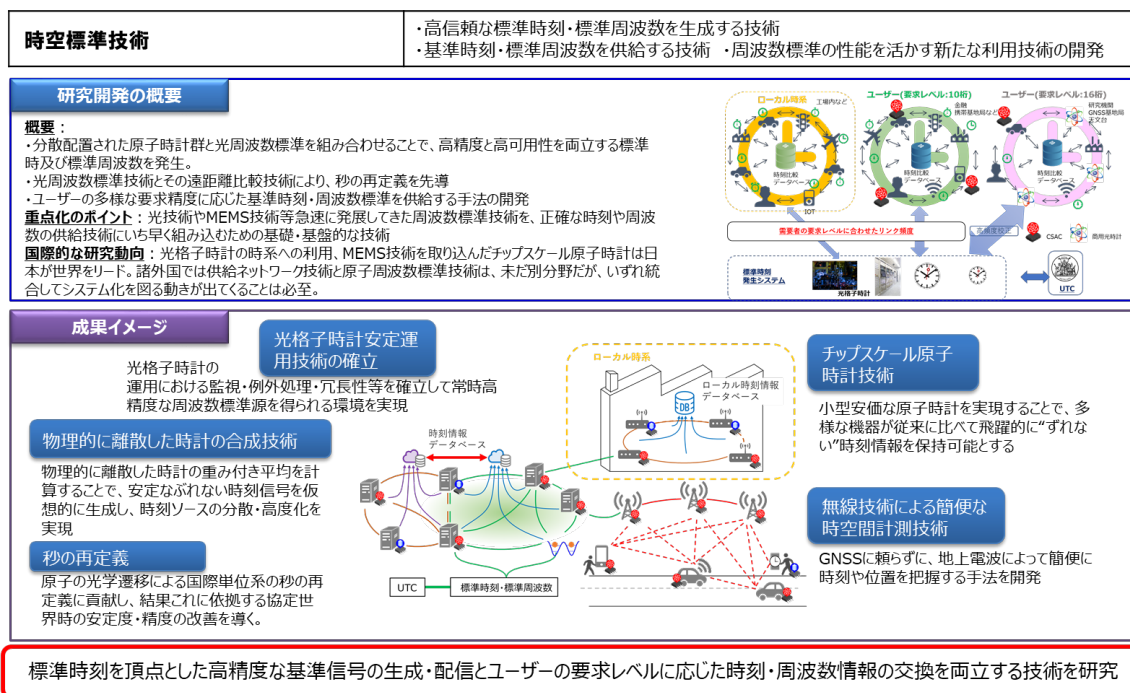


図 3-4 主要な重点研究開発課題【I. -(2)】

II. 革新的ネットワーク分野

(1) 通信機能複合型ネットワーク技術

オープンネットワークテレメトリーにより集約される膨大なネットワーク状態情報を、高効率に分析し、柔軟かつ細やかなネットワーク資源調整を可能とする大規模ネットワーク制御技術、決定論的 (Deterministic) アーキテクチャにより現行のパイプライン処理割り込みにより生じる処理遅延揺らぎを数百マイクロ秒から数十マイクロ秒内に安定化させる遅延保証型ルーター技術の研究開発、および、多様な情報特性 (信頼性、地域性など) に対応する次世代ネットワークサービスを実現するため、分散情報管理機構および情報指向型通信技術を応用した情報特性指向型の通信技術の基礎研究を行う。

6G/Beyond 6G が生み出す将来のサービスに柔軟に対応可能なネットワーク技術を実現する。(図 3-5)

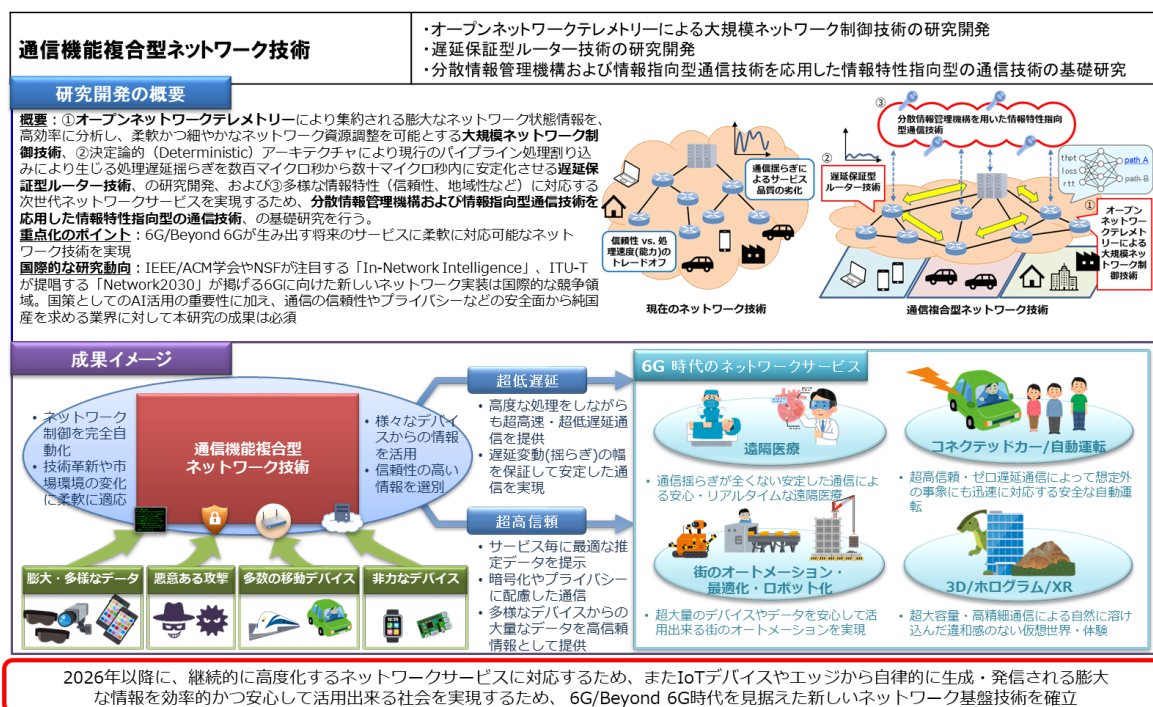


図 3-5 主要な重点研究開発課題【Ⅱ. -(1)】

(2) フォトニックネットワーク技術

6G/Beyond6G 時代の超多量通信トラフィックに対応するために、空間・波長領域のマッシュ光チャネルを活用した数 10 ペタ bps 級光ノード等の超多量チャネル光ネットワーク基盤技術の研究開発や超高速光信号に対応する光領域信号処理基盤技術の研究開発を実施するとともに、多様なアプリケーションによる通信要求や通信環境変化に適應しサービスを提供する柔軟な光ネットワーク実現のため、オープン/プログラマブル光ネットワークに向けた光ハードウェアや、変化適應力向上のための光ネットワーク高度解析・制御技術の研究開発を実施する。

このことにより、6G/Beyond 6G 時代の超多量通信トラフィックや多様なアプリケーションを支える大容量・柔軟なネットワーク実現のために発展すべき技術であり、国が最先端研究に取り組むとともに産学の連携を強める役割を果たし、我が国の強みを醸成・普及させるために重点的に取り組む必要。(図 3-6)

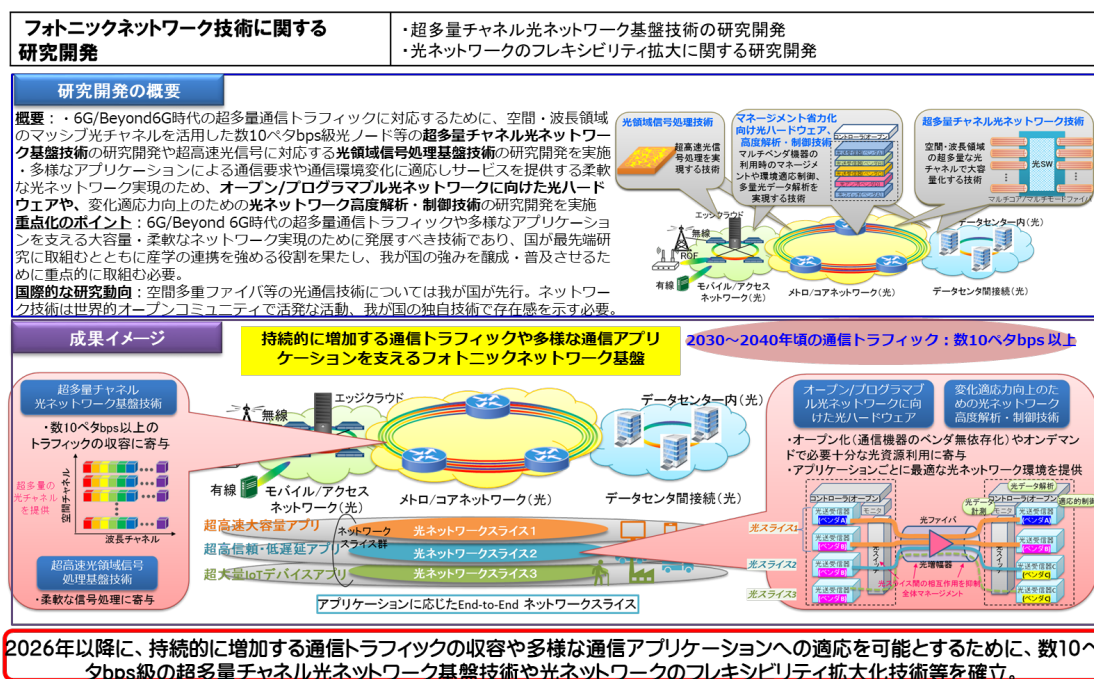


図 3-6 主要な重点研究開発課題【Ⅱ. -(2)】

(3) 光・電波融合アクセス技術

光波や高周波のオールバンドな伝送メディアを調和的に活用することで、環境変化等によるネットワーク状況の変動を平準化でき、またアナログ・デジタルの両方式を効果的に融合・活用し、さらに広帯域波形信号をスケラブルに平行処理できる技術として、6G 時代以降のテラアクセス実現に資するサブ Tbps 級メディア調和アクセス基盤技術を確立し、6G 時代以降のネットワークをより柔軟に活用するために、多量の送受信器やセンサー等のフィジカルリソースを適応的かつ柔軟に拡充・補完することを可能とする。また、光波や高周波の任意の伝送メディアのウェーブ・アグリゲーションによるチップ上での平行波形処理を可能とする 10000 素子/cc 級マッシュ・オンチップ基盤技術の確立を実施する。

これらを通じて、我が国の強みを活かし、6G 時代以降に発展が不可欠な調和的コミュニケーション技術であり、Society 5.0 以降の多様なイノベーションの創生による国際社会発展を根底から支えうるメディアを問わない調和アクセスインフラ基礎・基盤技術を構築する。(図 3-7)

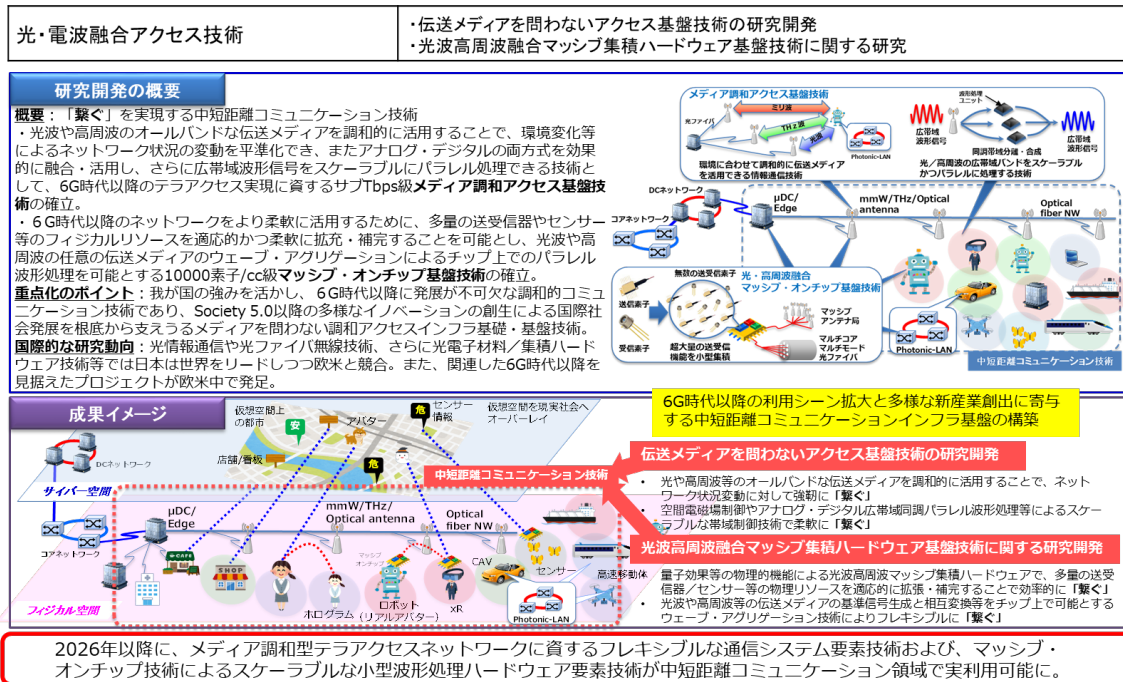


図 3-7 主要な重点研究開発課題【Ⅱ. -(3)】

(4) 次世代ワイヤレス技術

「観る」「繋ぐ」ための技術として、電波が「みえる」、電波が「わかる」、電波を「つかえる」社会を実現する技術を通じて、電界強度や干渉電力等の専門性の高い情報が、一般ユーザにも享受可能な社会、一般ユーザが原理・性質を解するまで電波システムの「調整中」した社会及び各ユーザがオンデマンドで無線パラメータ（形態）で利用できる社会の実現に貢献する。

このとき、「高度化アクセス」、「次世代 IoT」、「統合モビリティ」、「ワイヤレス適用拡張」に分化した電波システム研究開発と、それらを支える「デジタルトランスフォーメーション基盤」の研究開発をサブテーマとして運用する。

(図 3-8)

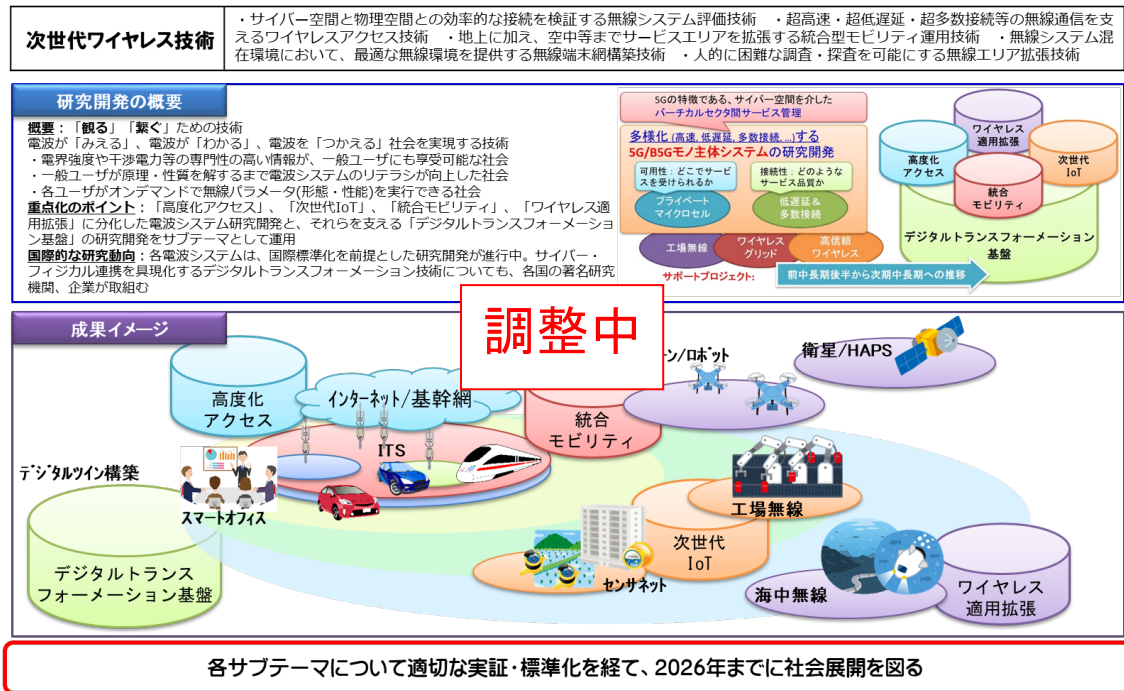


図 3-8 主要な重点研究開発課題【Ⅱ. -(4)】

(5) テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術

Beyond5G/6G を見据えた今後の更なる周波数利用の拡大と標準化動向を鑑み、テラヘルツ波領域の周波数帯における無線通信テストベッド基盤技術の高度化や計測システム基盤技術の研究開発を行う。また、未利用周波数帯における無線通信技術や能動計測技術の実用化に関わる標準化活動の推進に貢献する。(図 3-9)

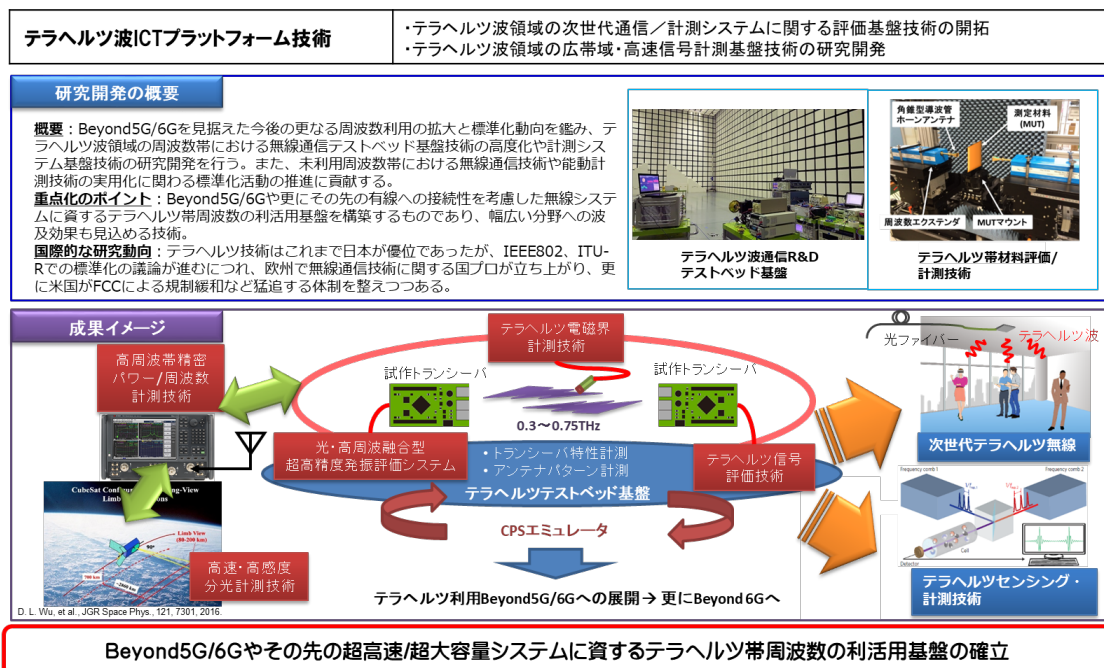


図 3-9 主要な重点研究開発課題【Ⅱ. -(5)】

Ⅲ. ユニバーサルコミュニケーション分野

(1) 未来コミュニケーション技術

入力発話の分割点検出や要約・翻訳の最適化を行う技術、通訳精度を確保するための文脈処理・マルチモーダル技術等の多言語同時通訳技術、様々なオーディオストリームから発話内容を文字化する音声認識技術、自然な音声情報として出力する音声合成技術等の研究開発に取り組む。これらの着実な実施のため、計算機基盤や言語データ等のAI研究基盤の整備に取り組む。

上記研究開発では、同時通訳の性能評価手法を確立した上で、当該評価手法に基づき実用レベルの評価を得ることを目指す。(図 3-10)

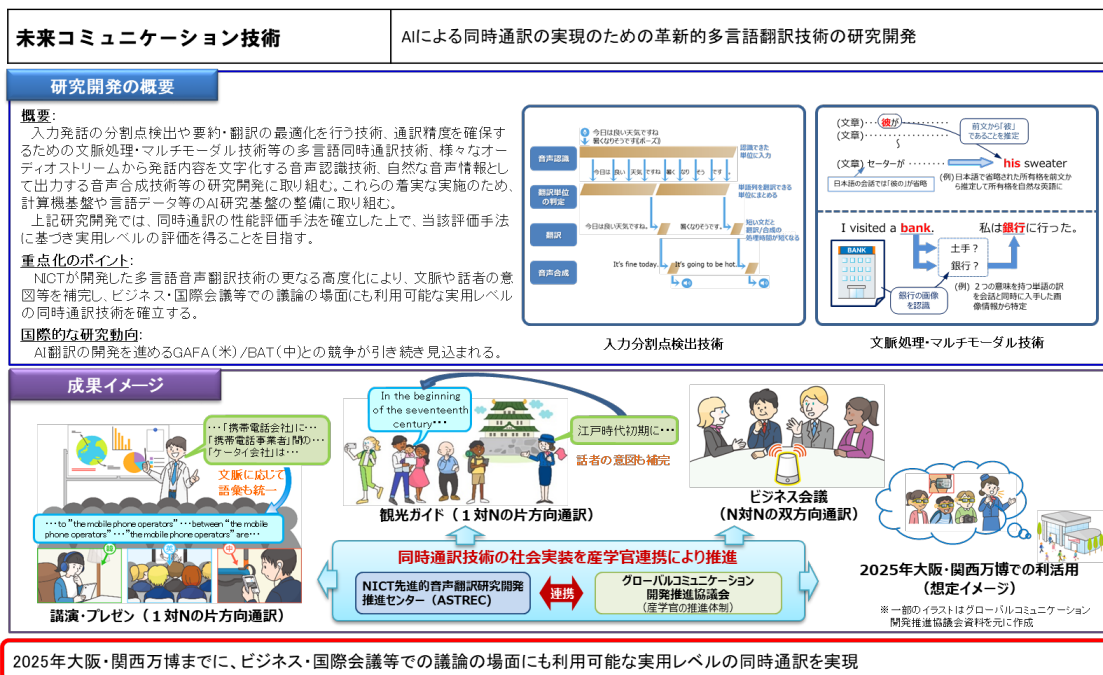


図 3-10 主要な重点研究開発課題【Ⅲ.- (1)】

また、ユーザの背景や対話の文脈を認識でき、ユーザを支援する等の目的、ポリシーを持つ仮想的な人格を持って、首尾一貫した価値ある音声対話を実施し、ネット等にある膨大な文書から抽出した多様な知識、すなわち社会知、や、それに基づいて推論された仮説をユーザに提供できる音声対話技術を確立する。(図 3-11)

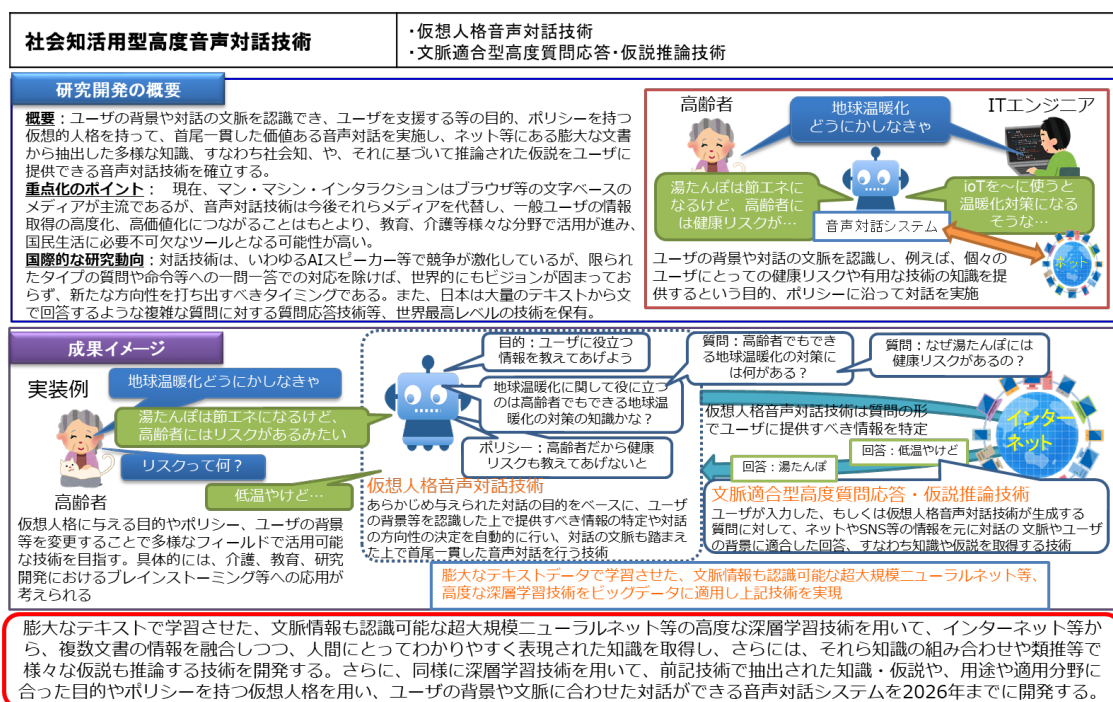


図 3-11 主要な重点研究開発課題【Ⅲ.-(1)】

(2) データ利活用技術

物理センサーやマルチメディアセンサー、ソーシャルメディア等から多種多様なセンシングデータを集約し複合分析することで、目的に最適化したデータ収集を可能にするスマート IoT センシング技術や、安全なネットワーク上で AI モデルを利用者デバイスに転送し、プライベートなセンシングデータを利用しながら個々の環境に合わせて fine-tuning する非集中型の AI 処理を可能にする分散処理基盤技術及び、データや AI モデルの転送・集約と個別適応化を透明性高く繰り返しながら、拡張性と持続可能性の高いスマートサービスを開発できるようにするスマートデータ連携プラットフォーム技術確立することにより、スマートで持続可能な社会に向け、様々な IoT のデータを連携させ個々の課題解決に役立てるスマートデータ利活用基盤技術を研究開発（「創る」ための技術）を行う。（図 3-12）

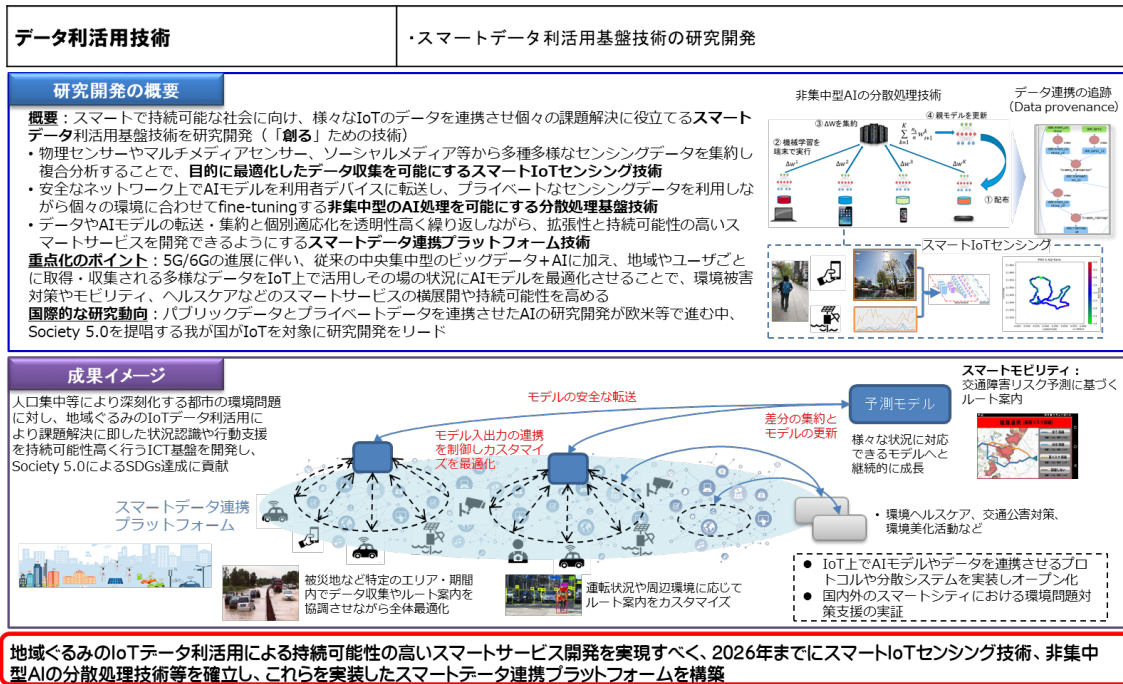


図 3-12 主要な重点研究開発課題【Ⅲ. -(2)】

Ⅳ. サイバーフィジカルレジリエンス分野

(1) サイバーセキュリティ技術

「守る」ための技術として、我が国のサイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上に貢献するため、無差別型攻撃や標的型攻撃等の複雑化・巧妙化するサイバー攻撃に対応した観測技術の高度化、可視化技術の高度化、機械学習等を用いた自動分析・自動対策技術の高度化、サイバーセキュリティ関連データの大規模集約を行う統合研究基盤の構築を行うとともに、5G/Beyond 5G等の新たなネットワーク環境におけるセキュリティを向上させるため、5G セキュリティ検証技術、IoT 機器や通信機器等のコネクテッドデバイスのセキュリティ検証技術を確立するほか、データのセキュリティやプライバシーを確保し、安全なデータ流通と利活用を促進する技術の創出や、暗号技術の安全性評価や耐量子計算機暗号の開発など、量子計算機時代に安全に利用できる暗号基盤技術の確立にも取り組む。(図 3-13)

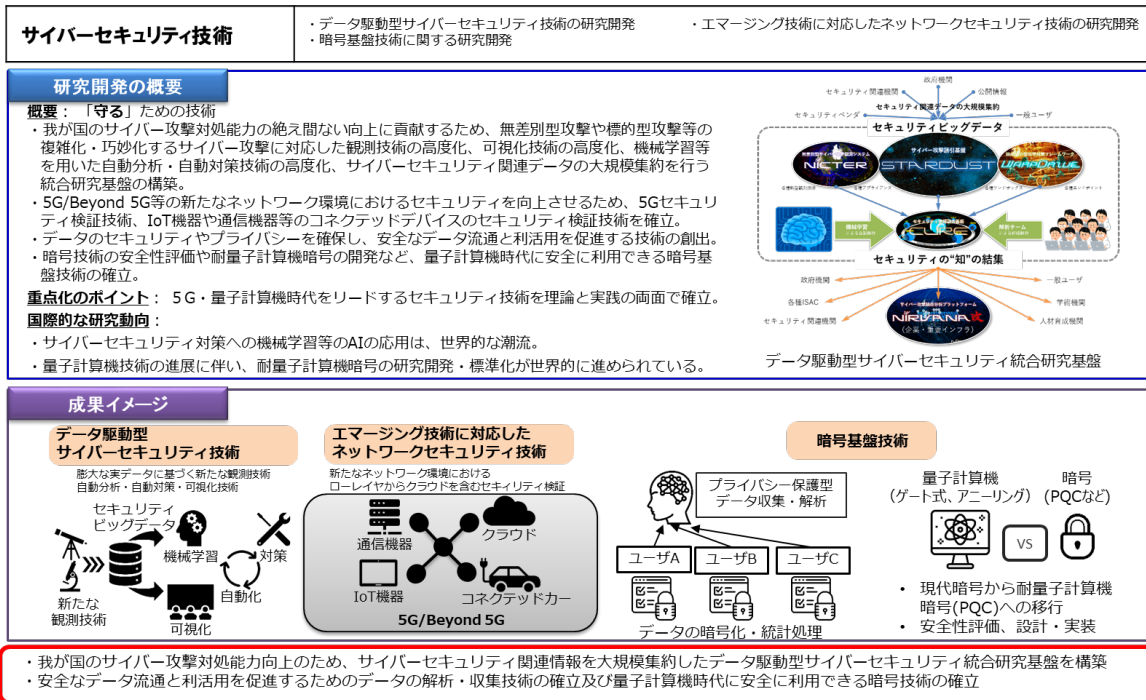


図 3-13 主要な重点研究開発課題【Ⅳ. -(1)】

V. フロンティアサイエンス分野

(1) 先端 ICT デバイス基盤技術

産業応用（電機・自動車メーカー等）へ向けて、酸化ガリウムパワーデバイスの更なる高性能化、高効率化を目指したデバイス基盤技術を確立し、酸化ガリウムデバイスによる極限環境（放射線下など）エレクトロニクス分野を開拓する。（図 3-14）



図 3-14 主要な重点研究開発課題【V. -(1)】

(2) 量子情報処理基盤技術

超高秘匿ネットワークを「拓く」ための技術として、あらゆる計算機で解読不可能な安全性を実現する量子暗号・物理レイヤ暗号技術の開発、及びそれらの技術を用いた、機密情報の超長期分散保存を可能にする量子セキュアクラウド技術の開発・フィールド実証を実施。衛星及びファイバーネットワークを統合したグローバル量子セキュアネットワークの実現に向けた基盤技術を確立する。(図 3-15)

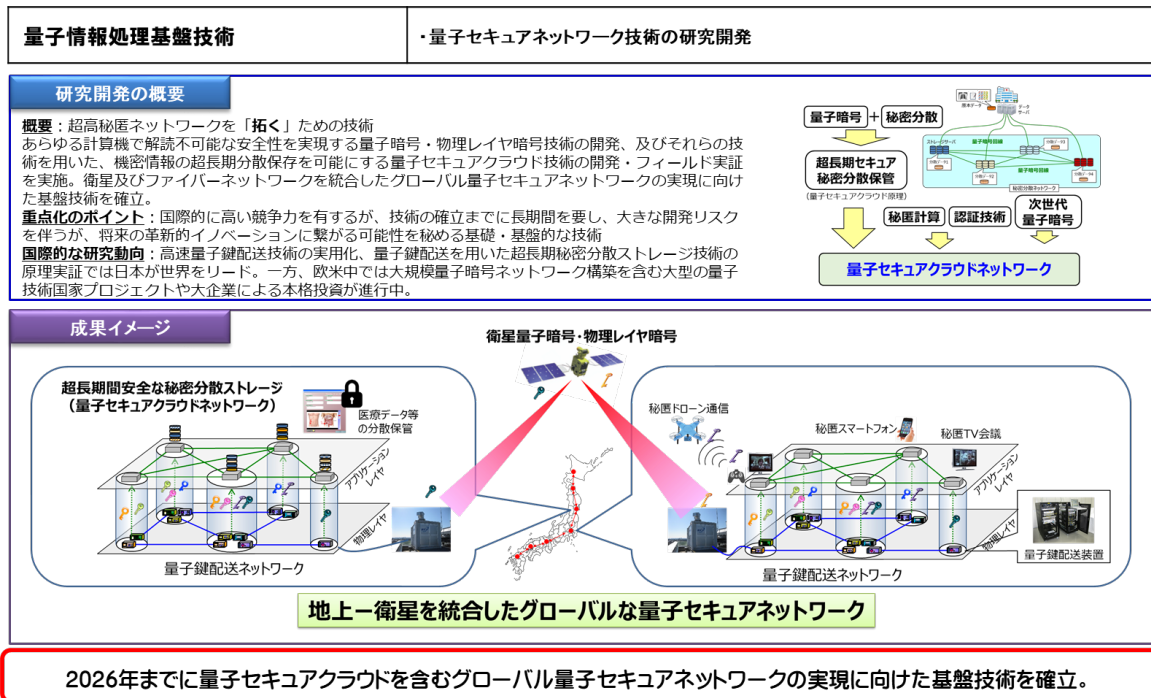


図 3-15 主要な重点研究開発課題【V-(2)】

(3) 脳情報通信技術

脳機能を統合的に理解しそれを情報通信に利活用する技術を開発することは、イノベーションの拡張に貢献するとともに、我が国の目標である Society5.0 実現に対する寄与も期待されている。特に、単なる個々の脳機能の解明だけを目指すのではなく、多元的な脳機能解明研究を実行し、それらの成果を統合した人間の感覚や認知等を再現できるモデル構築を行うことが肝要である。そのために、最先端の計測技術開発体制を構築するとともに、関係機関と調整しオープンイノベーションスペースを整備し、海外も含め様々な研究機関との共同研究等を推進する。具体的には、人間の認知・情動・感覚・意思決定・運動等に関する多元的な脳活動データを取得し、得られたビッグデータから脳内情報表現を解析し、人間の認知等の予測が可能になるレベルまで人工脳モデルを高度化する。そのため、優れた研究技術員を集め、計測支援のみではなく、計測技術開発まで取り組む。(図 3-16)

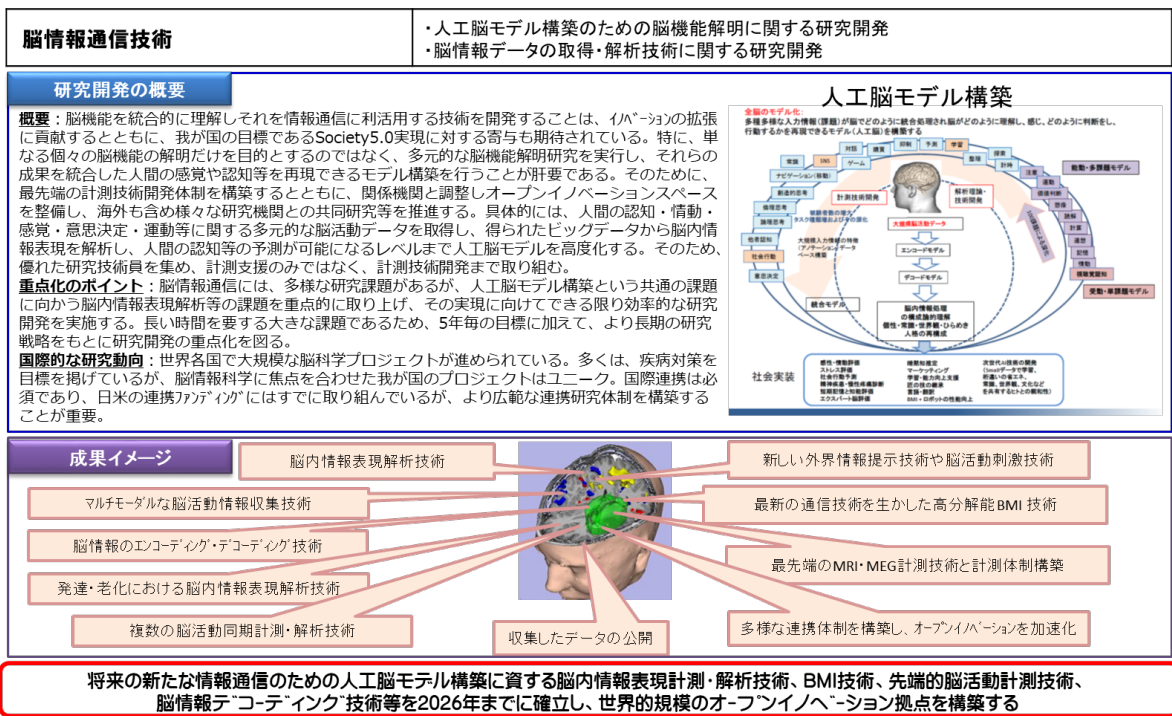


図 3-16 主要な重点研究開発課題【V. -(3)】

基盤的研究開発の成果を基に、我が国の政策である Society5.0 の実現や AI 戦略 2019 の実行に貢献する研究開発を遂行する。また、民間企業との連携を進め、成果の社会実装に向けて社会ニーズに則した技術開発を実施し、成果の最大化を図る。具体的には、脳機能モデルを基にした新しい ICT 技術や脳に倣った AI 技術の研究開発を実施するとともに、脳機能データを活用した脳機能の客観的評価技術を開発し、人間機能の発達、再建・拡張を支援する研究開発を実施する。(図 3-17)



図 3-17 主要な重点研究開発課題【V. -(3)】

(4) テラヘルツ波通信・リモートセンシング技術

0.25-3.00THz における、テラヘルツ波を用いた太陽系内3次元長距離センシング技術開発や、テラヘルツ電磁波伝搬モデルの構築及び、宇宙通信におけるテラヘルツ領域への周波数資源の拡大に向けた研究開発を実施する。(図3-24)

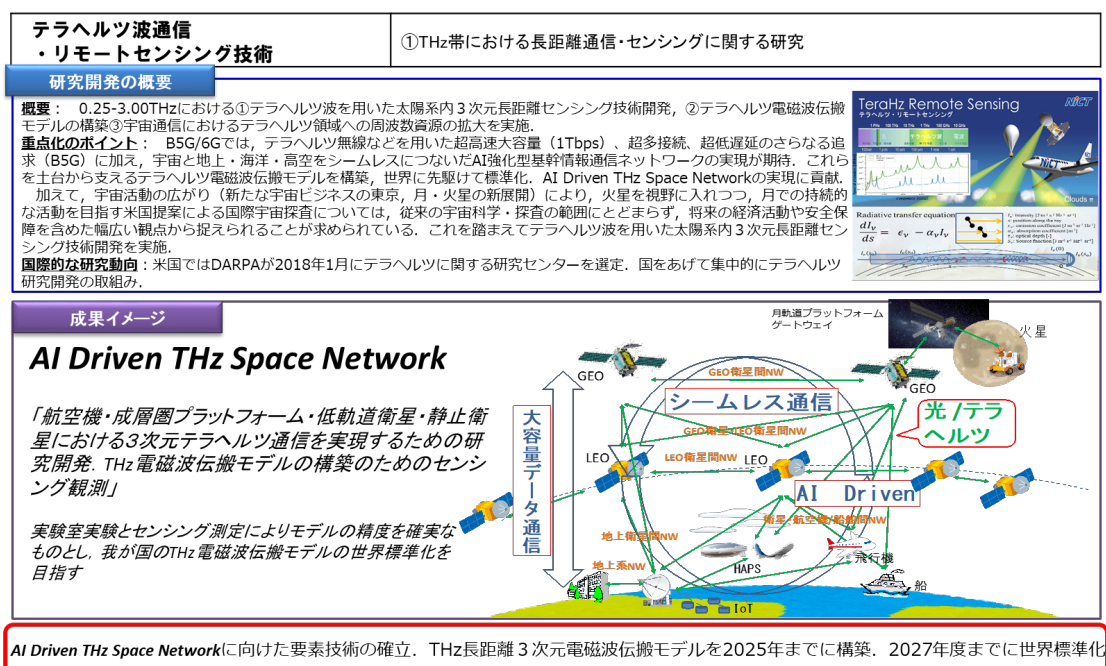
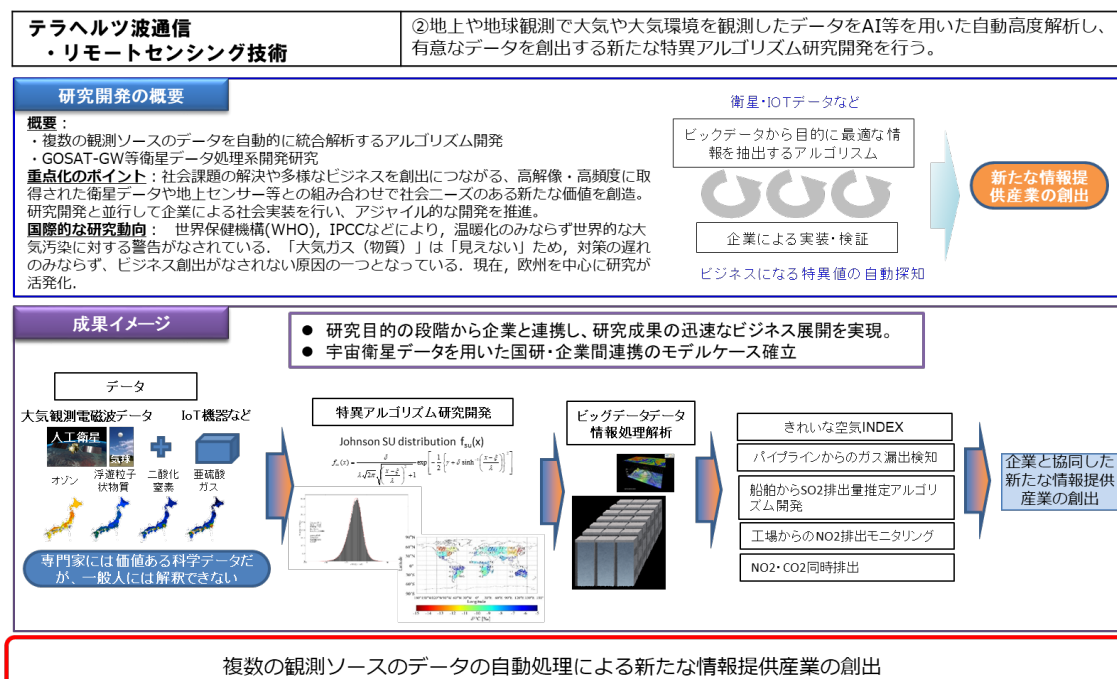


図 3-18 主要な重点研究開発課題【V. -(4)】

また、複数の観測ソースのデータを自動的に統合解析するアルゴリズム開発や、GOSAT-GW 等衛星データ処理系の開発研究を行うことにより、社会課題の解決や多様なビジネスを創出につながる、高解像・高頻度取得された衛星データや地上センサー等との組み合わせで社会ニーズのある新たな価値を創造する。また、研究開発と並行して企業による社会実装を行い、アジャイル的な開発を推進する。(図 3-19)



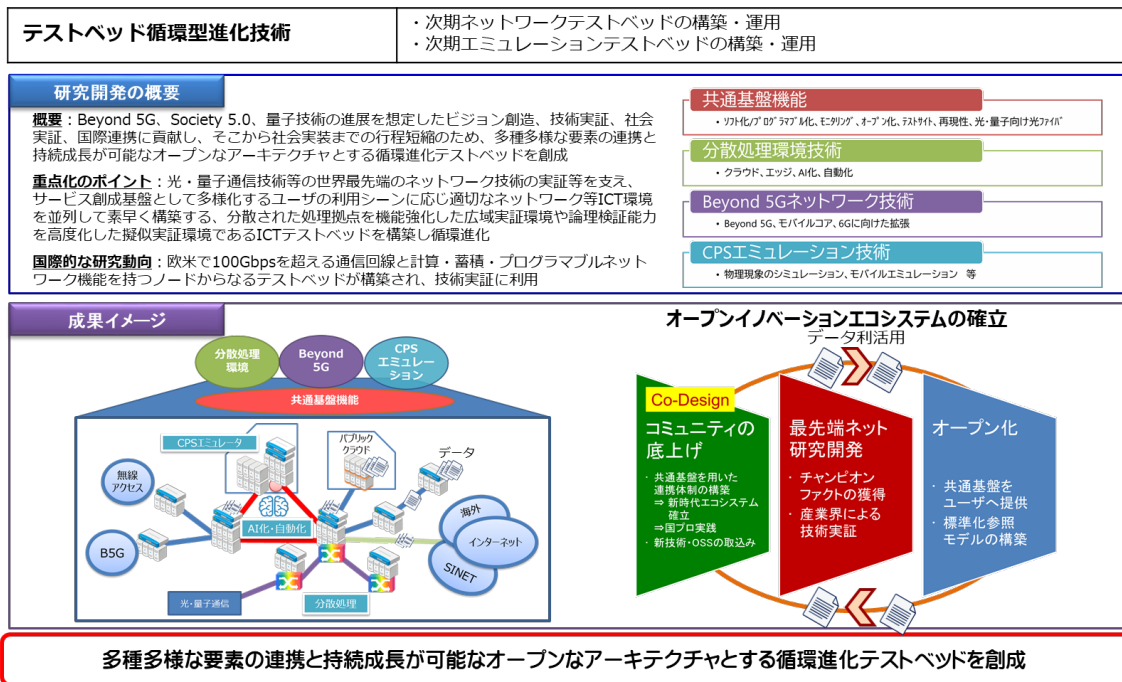


図 3-20 主要な重点研究開発課題【VI. -(1)】

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

電磁波先進技術分野

◆ Society 5.0の実現に向け、フィジカル空間における様々な情報を収集してサイバー空間で活用する基盤技術

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】 【電離・磁気圏、太陽活動等を観る】 【高信頼な標準時を創る】

リモートセンシング技術

電磁環境計測技術

宇宙環境計測技術

Beyond 5G

時空標準技術

社会を

繋ぐ

革新的ネットワーク分野

重点研究開発分野

◆ B5G/6G時代に向け、膨大で多種多様な情報を高効率かつ柔軟に活用するためのNWを構成する基盤技術

重点研究開発課題

【高速・大容量、高効率、高精度・高信頼に繋ぐ】

【アクセス系NWの容量、フレキシビリティを拡張して繋ぐ】

Beyond 5G

AIネットワーク技術

Beyond 5G

フォトニックネットワークシステム技術

【電波を多角的に活用して繋ぐ】

【宇宙から社会を繋ぐ】

Beyond 5G

次世代ワイヤレス技術

Beyond 5G

テラヘルツ波プラットフォーム技術

Beyond 5G

宇宙通信基盤技術

【ネットワークを柔軟に活用して繋ぐ】

【困難な環境でも繋ぐ】

Beyond 5G

IoTコミュニケーション技術

タフフィジカル空間情報通信技術

社会(価値)を

創る

ユニバーサルコミュニケーション分野

重点研究開発分野

◆ 多種多様な情報に基づき知識・価値等を創出し、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

ユニバーサルコミュニケーション分野

重点研究開発課題

【AIによる文脈や話者の意図等の補完も含めた多言語音声翻訳技術等の実現】

AI

未来コミュニケーション技術

【様々なデータを目的別に分析するAIモデルにより状況認識や行動支援の最適化支援するデータ利活用基盤技術の確立】

AI

データ利活用技術

【超高精度な臨場感をリアルな再現の実現】

Beyond 5G

超臨場感技術

社会(生命・財産・情報)を

守る

サイバーレジリエンス分野

重点研究開発分野

◆ 激甚化する災害や新たなサイバー攻撃に対応するための観測技術の高度化、関連データの大規模集約、自動分析・自動対策技術の高度化の基盤技術等、様々な災害・人災から国民を守るための技術

【データ駆動型サイバーセキュリティ技術、エマージング技術に対応したネットワークセキュリティ技術、暗号基盤技術等】

重点研究開発課題

サイバーセキュリティ

サイバーセキュリティ技術

【災害の早期検知、速やかな機能復旧、防災後に急増する情報の解析等を行うための耐災害 ICT 基盤技術等】

国土強靱化に向けた情報通信技術

未来を

拓く

フロンティアサイエンス分野

重点研究開発分野

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

【抜本的ブレークスルーの創出】

【新たな領域への拡大】

重点研究開発課題

先端ICTデバイス基盤技術

フロンティアICT技術

【先進的な融合領域の開拓】

【社会を支える技術基盤】

AI 脳情報通信技術

量子暗号通信

量子情報処理基盤技術

Beyond 5G

AI

テラヘルツ波通信・リモートセンシング技術

分野横断的課題

Beyond 5G
量子暗号通信

テストベッド循環型進化技術

重点研究開発課題

※ B5G、量子技術の進展に対応した世界最先端のICTテストベッドを構築し、先端技術におけるビジョン創造、技術実証、社会実証、国際連携に貢献し、社会実装までを速やかに繋ぐと共に、デジタルツイン実現の基盤となるテストベッドを構築する。

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. リモートセンシング技術

(1) センサーネットワーク技術

重点研究開発課題	概要
① リモートセンシング技術	作成中
② 衛星搭載センサーに関する研究開発	大気中の雲や降雨の状態等によって変化する電磁波伝搬を、衛星に搭載した無線機器を用いてグローバルかつ高精度に把握する観測技術・分析技術の研究開発を行い、地球規模の気候変動の監視や天気予報等の予測精度向上、地球温暖化・水循環メカニズム等の解明に資する。

(2) 宇宙環境計測技術

重点研究開発課題	概要
① 宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発	通信・放送・測位・航空・人工衛星等の安全・安定運用に資する宇宙環境計測技術、宇宙環境シミュレーション・データ同化技術、AI 技術等を利用した現況把握及び予測・警報の高度化（より高精度な情報をより先んじて得る）に関する技術を確立する。
② 宇宙天気予報システムの研究開発	宇宙天気予報業務を安定的に遂行し、国内及び国際的に情報を発信する。また、それらに必要となるシステム開発を実施するとともに関連する各種標準化に貢献する

(3) 電磁環境計測技術

重点研究開発課題	概要
① 先端 EMC 計測技術の研究開発	電気電子機器と通信機器が混在した状況下における電磁干渉評価技術を確立する。また、電磁干渉評価に必要な高分解能電磁環境計測技術及び較正技術の研究開発を実施し、機構の較正業務にも反映させる。
② 生体 EMC 技術の研究開発	無線技術の高度化に対応した安心・安全な電波利用環境を構築するために、新たな無線システム等の電波防護指針への適合性評価技術、B5G 等で利用されるテラヘルツ帯までの電波の人体ばく露評価技術等に関する研究開発を実施するとともに、人体電波ばく露レベルに関する詳細かつ大規模なデータを取得・活用する。また関連する標準化に貢献する。

(4) 時空標準技術

重点研究開発課題	概要
① 高信頼な標準時・標準周波数を生成する技術	秒の再定義に必要な光周波数標準技術及びその遠距離比較技術を発展させるとともに、分散配置された原子時計群と光周波数標準を組み合わせることで、高精度と高可用性を両立した日本標準時及び標準周波数を発生させる。
② 基準時刻・標準周波数を供給する技術	小型・安価な原子時計の開発や様々な時刻・周波数伝送手段の利用をすることで、標準時刻・標準周波数の多様化するニーズに対応した提供手法の検討及び開発を実施する。
③ 周波数標準の性能を活かす新たな利用技術の開発	新たな波長域で利用できる周波数標準の実現及び光周波数標準の新たな利活用領域の開拓により、周波数標準の社会でのさらなる活用を促進する。

Ⅱ. 革新的ネットワーク分野

(1) 通信機能複合型ネットワーク技術

重点研究開発課題	概要
① オープンネットワークテレメトリーによる大規模ネットワーク制御技術の研究開発	<p>ネットワークテレメトリーのオープン化を見据えた大規模ネットワーク制御技術を開発する。</p> <p>オープンネットワークテレメトリーにより集約される膨大なネットワーク状態情報を、ヒューリスティックなアプローチを用いることにより高効率に分析し、柔軟かつ細やかなネットワーク資源調整を可能とする。本技術により通信事業者が大規模なマルチベンダ環境においても多様なアプリケーション QoE を満たせるようになる。具体的にはアプリケーション QoE の 30 ポイント向上(現状平均 60% 達成する環境において 90%まで向上)を可能にする。</p>
② 遅延保証型ルーター技術の研究開発	従来のソフトウェアルーターが引き起こすパイプライン処理割り込みにより生じる処理遅延揺らぎを排除するため、決定論的 (Deterministic) アーキテクチャを用いた遅延保証型ルーター技術の研究開発を行う。これにより、処理遅延の揺らぎを数百マイクロ秒から数十マイクロ秒内に安定化させることを可能とする。
② 分散情報管理機構および情報指向型通信技術を応用した情報特性指	IoT デバイスやエッジから生成・発信される膨大な情報に対し、多様な情報特性(例えば、発信者やアプリケーションが特定もしくは認証されている情報か否かなどの「信

向型の通信技術の基礎研究	<p> 頼性」、位置情報を付帯している、もしくは位置情報に依存すべき情報であるか否かなどの「地域性」、その情報が有効であるべき時間など)に対応する次世代ネットワークサービスの実現を目指し、分散情報管理機構および情報指向型通信技術を応用した情報特性指向型の通信技術の基礎研究を行う。これにより特定の環境下においてはデータ転送遅延を 1 ミリ秒程度に抑えることが可能な通信技術の確立を目指す。 </p>
--------------	---

(2) フォトニックネットワーク技術

重点研究開発課題	概要
① 超多量チャネル光ネットワーク技術の研究開発	<p> B5G 時代の増大を続ける通信トラフィックに対して持続的な対応が可能な光ネットワークを実現するため、空間・波長領域を活用したマッシュ光チャネルを提供可能な光ファイバ及び光伝送技術、さらにそれらの光チャネルを収容可能な総リンク容量が数 10 ペタ bps の光ノード技術などの超多量チャネル光ネットワーク技術の研究開発を実施する。また、光通信や光計測に適用して電子処理の速度限界を超える高速化を実現する光領域信号処理技術に関する研究開発を実施する。 </p>
② 光ネットワークのフレキシビリティ拡大に関する研究開発	<p> アプリケーションからの光ネットワークへの多様な要求に対して、オンデマンドで必要十分なりソースを用いて、コアやアクセスなどにおいて様々な特性を持つ安定した通信環境を適応的に提供可能とするため、オープン/プログラマブル光ネットワークに向けたマネージメント省力化のための光ハードウェアや変化適応力向上のための多量光データに基づく光ネットワーク高度解析・制御技術の研究開発を実施する。 </p>

(3) 光・電波融合アクセス技術

重点研究開発課題	概要
① 伝送メディアに依存しないアクセス基盤技術の研究開発	<p> 光を用いた有線通信や、電波を用いた無線通信等の伝送メディアの選択的・調和的な活用により、環境変化などによるネットワーク状況の変動を平準化できるアクセス／ショートリーチ情報通信の基盤技術研究を行う。許容遅延や環境等に対する制御・データ信号の伝送メディア選択および変換や、その物理限界を追求する。また、アナログ・ </p>

	デジタル方式の両方を効果的に活用した次世代光ファイバ無線技術、光と電波にわたる広帯域波形信号の平行処理を可能とするスケーラブルな帯域制御技術等の研究開発により、B5G 時代以降の利用シーン拡大に資するアクセス／ショートリーチ情報通信基盤技術を確立する。
② 光・電波融合マッシュ集積ハードウェア基盤技術に関する研究	B5G 時代以降のネットワークをより柔軟に活用するために、多量の送受信器やセンサー等のフィジカルリソースを適応的かつ柔軟に拡充・補完することを可能とし、量子効果等の物理的機能を用いた光・電波融合マッシュ集積平行ハードウェア技術の研究開発を行う。また、光と電波の帯域を融合して活用するオールバンド ICT ハードウェアや伝送サブシステム基盤技術の研究開発により、光や電波の任意の伝送メディアの基準波形信号生成や周波数帯域の相互変換等をチップ上で可能とする波形処理ハードウェア基盤技術や、広帯域波形信号の平行処理に資するフレックス・平行ハードウェア技術を確立する。

(4) 次世代ワイヤレス技術

重点研究開発課題	概要
① サイバー空間とフィジカル空間との効率的な接続を検証する無線システム評価技術の研究開発	多種多様な新たな無線システムの開発期間短縮を実現するため、他の無線システムから受ける干渉も含めた様々な電波環境を模擬することで、無線システムの特性を簡易かつ詳細に評価する技術の研究開発を行うとともにフィールドに 調整中 するシステムを確立する。
② 端末・基地局間連携を加速する高度無線アクセスシステムの研究開発	超高速・超低遅延・超多数接続をサポート可能なミリ波～テラヘルツ波帯を含めた無線システム、加入者容量を向上させる Full Duplex 技術、低遅延・多数接続を実現する無線アクセス技術の研究開発を行う。以上の無線サービスを効果的に提供するために、事業者連携アーキテクチャ、エッジ/フォグコンピューティング、インフラ側処理アルゴリズム等を含めたサービスエリア実現のための研究開発を行う。工場等の閉空間における生産性向上のために、混在する無線通信環境をリアルタイムに可視化し、無線環境を制御する技術の研究開発を行う。また、Swarm IoT 端末環境において、所望アプリ要件に応じて、省電力、低遅延、多数接続等の多様なデータ交換性能を実現する技術の研究開発を行う。

③ 無線エリア高度化・拡張技術の研究開発	自動運転を含めた高度交通システムや、ドローン、無人機システム等、用途拡張が予想されるモビリティ運用を効果的に実現でき、 調整中 リンク構築技術、位置情報交換技術、測距システム連携(地上系と衛星系の連携等)技術の研究開発を行う。人が実施するのが困難な海底資源探査、体内、災害現場での正確な情報の把握等を実現するため、海中探査ロボットとの通信技術、体内センサデータ取得技術等の研究開発を行う。
----------------------	---

(5) テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術

重点研究開発課題	概要
① テラヘルツ波領域の次世代通信／計測システムに関する評価基盤技術の開拓	Beyond5G/6G を見据えた今後の更なる周波数利用の拡大と標準化動向を鑑み、テラヘルツ波利活用のためのシステム展開に向けた評価基盤技術等の研究開発を行う。
② テラヘルツ波領域の広帯域・高速信号計測基盤技術の研究開発	Beyond5G/6G で予想されるような益々の高周波化が予想される無線通信や高精度計測の基盤技術、ならびに、無線通信テストベッド技術等に関する研究開発を行う。また、広帯域テラヘルツ信号源を用いた超高速計測へ向けた基盤技術等の開発を行う。

(6) 宇宙通信基盤技術

重点研究開発課題	概要
① 衛星フレキシブルネットワーク基盤技術	衛星ネットワーク(光・電波含む)と地上ネットワーク(航空機・ドローン・IoT 端末等含む)が多層的に展開される統合型モビリティネットワークにおいて、流通データの要求条件(通信容量、遅延、信頼性等)を踏まえ、最適な通信経路や通信条件を探索することで、効率的なデータ流通を可能とする衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の研究開発に取り組む。本技術を活用し、衛星を用いた通信技術の検証や実証実験を実施し、実用化を目指して標準化へ資する基盤技術を確立する。
② 大容量光衛星通信・デジタルペイロード通信・高秘匿通信基盤技術	陸上・海上・空域・地球近傍・月等あらゆる場所の多地点から、大容量かつ低コストで、信頼性(可用性)が要求される様々なデータの流通を目指し、小型衛星や深宇宙等への大容量光通信技術の適用、フルデジタルペイロード通信技術の適用等に関する基盤技術の研究開発に取り組む。

	また、安心安全で高秘匿な無線通信システムを確立するため、宇宙における高感度・量子通信の基盤技術の研究開発に取り組む。本技術を活用し、小型衛星や飛翔体等を用いた実証実験を実施し、実用化を目指して標準化へ資する基盤技術を確立する。
--	---

(7) タフフィジカル空間情報通信技術

重点研究開発課題	概要
① タフ環境に適応する無線アクセス技術の研究開発	<p>外来干渉や複雑な構造によるマルチパス等によって電波の利用が困難な環境（タフ環境）において、低遅延・高信頼を提供する無線ネットワークが必要になる群ロボットの制御等への適用を想定し、リアルタイム性を備えた電波の伝わり方の可視化技術、可視化された情報をもとにした周波数チャネル・通信経路等の通信資源最適化技術、高信頼・低遅延・多数同時接続を両立させる無線アクセス技術、及び電力・周波数の利用効率や接続性の向上を図る無線ネットワーク技術を確立する。</p>
② 自己産出型エッジクラウド技術の研究開発	<p>サイバー空間とフィジカル空間で様々なリソース（資源）が適所・適時に管理されて効果的に利活用できるようにするため、フィジカル空間に分散し、利用者近くに遍在するリソース（主に、通信資源や計算資源）により常時接続の可否を問わずに形成でき、たとえグローバルにつながった既存のクラウドやネットワークから切り離されても、ローカルだけでもサービスを完結でき、ローカルに保管されたデータを効果的に利活用できるクラウド（自己産出※型エッジクラウド）を構築するのに必要となる構成要素の基盤技術を確立する。</p> <p>※自己産出：自ら自己組織化し、自らの構成要素を作り出しながら、分裂後は個々の単体としても機能し、合体すれば全体としても機能する性質もしくはその概念）</p>

Ⅲ. ユニバーサルコミュニケーション分野

(1) 未来コミュニケーション技術

重点研究開発課題	概要
① AIによる同時通訳の実現のための革新的多言	NICT が開発した多言語音声翻訳技術の更なる高度化により、2025 年大阪・関西万博までに、文脈や話者の意図等

<p>語翻訳技術の研究開発</p>	<p>を補完し、ビジネス・国際会議等での議論の場面にも利用可能な実用レベルの多言語同時通訳を実現するため、以下の技術の研究開発に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 時間のロスがほとんどない同時通訳を機械で実現するため、入力発話の分割点検出や要約・翻訳の最適化を行う技術 ● 文脈（会話・文章の流れ）、話者の意図、周囲の状況、文化的背景等を補完して通訳精度を高めるための文脈処理・マルチモーダル技術 ● 同時通訳システムの実用化に資する音源分離技術やARとの連携技術 ● 対話/SNS/論文/新聞など様々な分野における多言語の情報を日本語のみで受発信可能とする翻訳技術 ● 音声/非音声、複数話者の音声、自然な発話/読み上げ、日本語/外国語などが混在する様々なオーディオストリームから発話内容を文字化する音声認識技術 ● 適切な情報をストレスのない自然な音声情報として出力するための音声合成技術 <p>上記研究開発では、同時通訳技術の性能評価手法を確立した上で、当該評価手法に基づき実用レベルの評価を得ることを目指す。</p> <p>また、これらの研究開発を着実に実施するため、膨大な計算能力を有する計算機基盤の整備、大量かつ高品質な言語データ（音声・翻訳）や画像データ等の整備、海外の研究者との一層の連携強化のための環境整備、研究から産業化までを含めたデータ利活用システムの確立や最適なオープン化&クローズ化の戦略的推進のためのプライバシー・セキュリティの確保など、更なるAI研究基盤の整備に取り組む。</p>
<p>② 社会知活用型音声対話の研究開発</p>	<p>膨大なテキストで学習させた、文脈情報も認識可能な超大規模ニューラルネット等の高度な深層学習技術を用いて、インターネット等から、複数文書の情報を融合しつつ、人間にとってわかりやすく表現された知識を取得し、さらには、それら知識の組み合わせや類推等で様々な仮説も推論する技術を開発する。さらに、同様に深層学習技術を用いて、前記技術で抽出された知識・仮説や、用途や適用分野に合った目的やポリシーを持つ仮想人格を用い、ユーザーの背景や文脈に合わせた対話ができる音声対話システム</p>

	を開発する。
--	--------

IV. サイバーフィジカルレジリエンス分野

(1) サイバーセキュリティ技術

重点研究開発課題	概要
① データ駆動型サイバーセキュリティ技術の研究開発	我が国のサイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上に貢献するため、無差別型攻撃や標的型攻撃等をはじめとした巧妙化・複雑化するサイバー攻撃に対応した観測技術の高度化、可視化技術の高度化、機械学習等を用いた自動分析・自動対策技術の高度化を行う。また、サイバーセキュリティ関連データの大規模集約を行う統合研究基盤を構築する。
② エマージング技術に対応したネットワークセキュリティ技術の研究開発	5G/beyond 5G 等の新たなネットワーク環境におけるセキュリティを向上させるため、5G セキュリティ検証技術、IoT 機器や通信機器等のコネクテッドデバイスセキュリティ検証技術を確立する。
③ 暗号基盤技術に関する研究開発	データのセキュリティやプライバシーを確保し、安全なデータ流通と利活用を促進する暗号技術を創出する。また、暗号技術の安全性評価及び耐量子計算機暗号などの新たな暗号技術の開発により、量子計算機時代に安全に利用できる暗号技術を確立する。

(2) 国土強靱化を促進する情報通信技術

重点研究開発課題	概要
① 災害影響・予兆情報の早期検知と対応したネットワーク自動制御技術の研究開発	光ファイバ網を基盤とする広域トランスポートネットワークに影響をもたらす事象を検知するテレメトリ機能の強化・拡張と、性能劣化の早期検知、及び自動制御によるパフォーマンス低下の防止技術の研究開発に取り組む。また、ネットワークリソースのオープン化、及び需給マッチングや、通信と計算インフラの連携復旧などによる速やかな機能復旧技術の研究開発を行う。
② エラスティックリアルタイム社会知解析技術の研究開発	災害対応 ICT システムは平時には活用されない一方、いつ発生するかわからない災害のために運用を継続する必要がある。本技術の研究開発では、平時の運用コストを最低限に抑制しながら、いざ大規模な災害が発生した際には、量的に膨大なものになる可能性のある被災者から発せ

	られる情報、すなわち社会知や、その解析結果に対する被災者からのアクセスの質的、量的変動等にエラスティックに追従し、より有効な災害対応を可能にするリアルタイム社会知解析技術を開発する。
③ レジリエント自然環境計測 IoT 技術の研究開発	災害原因となる自然現象の早期検知や現状把握をレジリエントに行うため、センサー群が周辺環境やネットワークリソース、さらには再生エネルギーを含む電源状況等の情報に基づく自律・協調的なシステム制御、ネットワーク制御を行うことにより、堅牢性、冗長性、リソースの最適化及び復帰の迅速性が考慮された IoT 技術の研究開発を行う。合わせて、効果的な情報伝達とその流通に資する、データ等を総合的に活用した分散センシング・データ解析・情報表現技術の研究開発にも取り組む。

V. フロンティア研究分野

(1) フロンティア ICT 技術

重点研究開発課題	概要
① 超伝導単一光検出器 (SSPD)、超伝導デジタル信号処理回路、超伝導量子ビットに関する研究開発	SSPD の単一光子イメージングシステム、オンチップ量子光学回路等への応用展開を目指し、更なる多ピクセル化、広波長帯域化、高速化に資する技術、超伝導デジタル信号処理回路との融合技術、光導波路との集積化技術を確立する。また、6G 時代の安全性の高いネットワークの実現に向けた量子ノード要素技術として（新規）超伝導量子ビットの作製とその高性能化に関する研究開発を行う。
② ナノハイブリッド基盤技術の研究開発	超高速・大容量・低消費電力の光通信システム、サブ THz 以上の超高速無線通信システム、量子通信、光情報処理、広帯域・高感度センシング等を実現するため、原子・分子レベルでの構造制御、機能融合、有機・無機ハイブリッド等の基盤技術及びハイブリッド光変調器の実用化技術、THz 光変調器等の革新的デバイス、サブシステムの研究開発を行う。
③ バイオ ICT 基盤技術の研究開発	生命体が得意としている分子を介したコミュニケーションの利活用を実現するため、情報通信の知見と人工分子機械・人工細胞の構築に関する基礎技術、生物や細胞を用いた化学センシング技術の開発に関する優位性を活かして、バイオマテリアルによる情報識別システムの高度化を

	<p>目指す。現在の情報通信技術では測定や伝送が難しい生体の化学感覚や生物活性物質の影響等を評価する技術に関する研究開発を行う。また、化学物質を用いた情報通信の人為制御に必要な要素技術として、ソフトマテリアルを活用した新奇情報素子の設計・作製・操作に関する研究開発を行う。</p>
④ 自然知規範型情報処理技術の研究開発	<p>生物が実現している極小の情報量を介したコミュニケーションを実現するため、情報通信の知見と分子から個体に至る生体ネットワークに関する基礎研究・解析技術の優位を活かして、自然知に規範した自律的 AI・情報通信システム等の新技術の創出を目指す。このため、上記の新奇情報通信を実現するための基盤技術の研究開発を行う。具体的には、分子・細胞・細胞ネットワーク等の様々な生物階層に潜む自然知の計測・評価技術及び情報処理/制御プロセスの解析技術等に関する研究開発を行いつつ、認知科学、電子デバイス工学等の分野融合により、消費エネルギーを抑えつつ自然知に規範した知的処理を行うアルゴリズム・システムを構築する。</p>
⑤ 超高周波無線デバイス／システム技術に関する研究開発	<p>Beyond 5G/6G 等で利用が期待されるミリ波以上の超高周波無線の応用展開のために必要なデバイス・モジュール技術を高度化しシステム化するとともに、超高周波無線通信・センシングシステムへの利活用に向けたシステム応用研究開発を行う。</p>
⑥ デジタル光学基盤技術の研究開発	<p>デジタルホログラムに代表されるデジタル光学基盤技術を開発し、次世代ディスプレイや光通信に用いられる先端光学素子の作成技術やデジタル光学応用技術を確立し、社会展開を推進する。</p>

(2) 先端 ICT デバイス基盤技術

重点研究開発課題	概要
①酸化半導体電子デバイスの研究開発	<p>産業応用（電機・自動車メーカー等）に向けて、酸化ガリウムパワーデバイスの更なる高性能化、高効率化に必要なデバイス基盤技術を確立する。また、高温、放射線下に代表される、通常半導体デバイスの利用が想定されていない過酷な環境における半導体エレクトロニクス分野を開拓することを目指し、これら極限環境下で利用可能かつ十分な性能を有する無線通信、情報処理用途向けの酸化</p>

	ガリウムデバイスを開発する。
②深紫外光 ICT デバイスに関する研究開発	光周波数資源の飛躍的な拡大、従来の可視・赤外光技術では達成できない見通し外（NLOS）光空間通信等の革新的光機能の実現に向け、水銀ランプを代替可能な性能を有する深紫外小型固体光源技術を開発し、その社会実装を図ると共に、深紫外光 ICT デバイス基盤技術を確立する。

(3) 量子情報処理基盤技術

重点研究開発課題	概要
①量子セキュアネットワーク技術の研究開発	あらゆる計算機で解読不可能な安全性を実現する量子暗号・物理レイヤ暗号技術、及びそれらを機用いた、機密情報の超長期分散保存を可能にする量子セキュアクラウド技術などを開発し、衛星及びファイバーネットワークを統合したグローバル量子セキュアネットワークの実現に向けた基盤技術を確立する。
② 量子ノード技術の研究開発	量子計測標準技術の高度化及び量子メモリへの応用に関する研究開発により、量子時刻同期を可能とする量子ネットワーク基盤技術を確立する。 また、新型超伝導量子ビットの研究開発および、 量子誤り訂正を含む高度な量子ビット制御技術の研究開発を行う。

(4) 脳情報通信技術

重点研究開発課題	概要
① 人工脳モデル構築のための脳機能解明に関する研究開発	人間の認知・情動・感覚・意思決定・運動等に関する多角的な脳活動データを取得し、得られたデータから、脳内情報表現を解析し、それを基に脳内情報処理機構をモデル化する技術の研究開発を実施する。
② 脳情報データの取得・解析技術に関する研究開発	人工脳モデル構築に資する大規模で精緻な脳活動データ取得するため、大型計測機器や携帯型機器による脳情報取得技術の高度化を図り、世界最先端の計測体制を構築するとともに、多分野連携による脳情報データ解析技術の高度化に関する研究開発を実施する。
③ 脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発	脳機能モデルを基にした新しい ICT 技術や脳に倣った AI 技術の研究開発を実施するとともに、脳機能データを活用した脳機能の客観的評価技術を開発し、人間の機能の発達、再建・拡張を支援する研究開発を行う。

(5) テラヘルツ波通信・リモートセンシング技術Ⅰ

重点研究開発課題	概要
① THz 帯における長距離通信・センシングに関する研究	民間のワイヤレステラヘルツ通信産業を土台から支援・促進し、AI Driven THz Space Network の実現に貢献できるように、0.25-3.00THz における①テラヘルツ波を用いた太陽系内3次元長距離センシングの技術開発、②テラヘルツ電磁波伝搬モデルの確立と標準化、③宇宙通信における THz 領域への周波数資源拡大に向けた研究開発を行う。
② AI 等を用いた自動高度解析を行うための新たなアルゴリズム研究開発	地上や地球観測で大気や大気環境を観測したデータを AI 等を用いた自動高度解析し、有意なデータを創出する新たなアルゴリズム研究開発を行う。

Ⅵ. 分野横断的課題

(1) テストベッド循環型進化技術

重点研究開発課題	概要
① 次期ネットワークテストベッド・次期エミュレーションテストベッドの構築・運用	Beyond 5G、Society 5.0、量子技術の進展を想定したビジョン創造、技術実証、社会実証、国際連携に貢献し、そこから社会実装までの行程短縮のため、多種多様な要素の連携と持続成長が可能なオープンなアーキテクチャとする循環進化テストベッドを創成