

# 参考資料集

令和3年11月4日  
事務局

## ＜情報通信技術分科会 構成員＞

分科会長	尾家 祐二	九州工業大学 学長
分科会長代理	安藤 真	東京工業大学 名誉教授
	石井 夏生利	中央大学国際情報学部 教授
	伊丹 誠	東京理科大学先進工学部電子システム工学科 教授
	江崎 浩	東京大学情報理工学系研究科 教授
	江村 克己	日本電気(株) NECフェロー
	大島 まり	東京大学大学院情報学環/生産技術研究所 教授
	上條 由紀子	長崎大学研究開発推進機構 FPGアントレプレナーシップセンター 教授
	國領 二郎	慶応義塾大学総合政策学部 教授
	三瓶 政一	大阪大学工学研究科 教授
	高橋 利枝	早稲田大学 教授/ケンブリッジ大学「知の未来」研究所 アソシエイトフェロー
	長谷山 美紀	北海道大学 副学長/大学院 情報科学研究院長
	平野 愛弓	東北大学材料科学高等研究所/電気通信研究所 教授
	増田 悦子	(公社)全国消費生活相談員協会 理事長
	森川 博之	東京大学大学院工学系研究科 教授

## ＜技術戦略委員会 構成員＞

主査	相田 仁	東京大学大学院工学系研究科 教授
主査代理	森川 博之	東京大学大学院工学系研究科 教授
	秋山 美紀	慶應義塾大学環境情報学部 教授
	浅見 徹	(株)国際電気通信基礎技術研究所 代表取締役社長
	飯塚 留美	(一財)マルチメディア振興センター シニア・リサーチ・イルクター
	石井 義則	(一社)情報通信ネットワーク産業協会 常務理事
	今井 哲朗	東京電機大学工学部情報通信工学科 教授
	江村 克己	日本電気(株) NECフェロー
	大島 まり	東京大学大学院情報学環/生産技術研究所 教授
	大柴 小枝子	京都工芸繊維大学工芸科学研究科 教授
	沖 理子	(国研)宇宙航空研究開発機構 研究領域上席
	上條 由紀子	長崎大学研究開発推進機構 FPGアントレプレナーシップセンター 教授
	川添 雄彦	日本電信電話(株) 常務執行役員 研究企画部門長
	児玉 圭司	日本放送協会 理事・技師長
	児玉 俊介	(一社)電波産業会 専務理事
	小西 聡	(株)KDDI総合研究所 取締役執行役員副所長、先端技術 研究所長 兼 KDDI(株)技術統括本部 技術戦略本部 副 本部長
	中沢 淳一	(国研)情報通信研究機構 理事
	中山 正春	パナソニック(株)コネクティッドソリューションズ社 常務 技術担当 兼 イノベーションセンター 所長
	増田 悦子	(公社)全国消費生活相談員協会 理事長
	宮崎 早苗	(株)NTTデータ 公共・社会基盤事業推進部 シニア・スペシャリス ト
	森田 俊彦	富士通(株) エグゼクティブフェロー

# 科学技術イノベーションに関する 政府全体の政策動向 関連

- 量子技術は、将来の経済・社会に変革をもたらす、安全保障の観点からも重要な基盤技術であり、米欧中では本分野の研究開発を戦略的かつ積極的に展開
- 我が国においても「量子技術イノベーション」を明確に位置づけ、日本の強みを活かし、重点的な研究開発や産業化・事業化を促進することを目指し、令和2年1月に「量子技術イノベーション戦略」を策定。量子コンピュータのソフトウェア開発や量子暗号などで、世界トップを目指す

## <量子技術イノベーション創出に向けた重点推進項目>

### I 重点領域の設定

✓ 世界に先駆けて「量子技術イノベーションを実現」



✓ 「主要技術領域」、「量子融合イノベーション領域」を設定し、ロードマップを策定

〔例：量子コンピュータ、量子通信・暗号、量子AI、量子セキュリティ〕

✓ 研究開発支援を大幅に強化し、企業等からの投資を呼び込み

### II 量子拠点の形成

✓ 国内外から人や投資を呼び込む「顔の見える」拠点が不可欠



✓ 「量子技術イノベーション拠点(国際ハブ)」の形成を本格化

〔例：量子ソフトウェア研究拠点、量子セキュリティ研究拠点〕

✓ 基礎研究から技術実証、人材育成まで一気通貫で実施

### III 国際協力の推進

✓ 産業・安全保障の観点から、欧米との国際連携が極めて重要



✓ 量子技術に関する多国間・二国間の協力枠組みを早期に整備

〔令和1年12月に日米欧3極によるシンポジウムを日本で初開催〕

✓ 特定の国を念頭に安全保障貿易管理を徹底・強化

上記の取組を含め、量子技術イノベーションの実現に向けて、5つの戦略を提示

技術開発戦略

国際戦略

産業・イノベーション戦略

知財・国際標準化戦略

人材戦略

## Society5.0／持続可能な社会の発展を支えるQX（Quantum Transformation）の重要性の高まり

- ✓ コロナ禍により急速にDX化し、サイバー空間、データ量・通信量が拡大し、Society5.0が進展する中、「QX」は不可欠である。
- ✓ カーボンニュートラル社会の実現に向けた動きも本格化し、生産性向上／低炭素化等を実現する「QX」は持続可能な社会の発展を支える基盤としても重要である。
- ✓ 量子産業をめぐる国際競争も激化し、我が国の量子産業の国際競争力を維持・向上するため取組を加速する必要がある。

## 【あるべきQX社会のビジョン】 未来社会におけるQXの位置づけ

### 【量子コンピュータの国際競争力】

- ✓ 海外企業が次々と野心的な目標を打ち出し、国際競争は激化しており、我が国は取組を抜本的に加速しないと負けるおそれ。
- ✓ 産学官が一体となってNISQ、誤り耐性量子コンピュータの研究開発を抜本的に加速・強化すべきではないか。

### 【量子アプリケーションの開発】

- ✓ 量子コンピュータの“利用”の将来の市場規模のポテンシャルは極めて大きい。国内では、金融、材料、運輸等の幅広い分野のアプリケーション開発の本格的な取組が少ない。
- ✓ ユーザ企業も巻き込んで、産学が一体となった量子アプリケーションを強力に開発する取組・体制が急務ではないか。

### 【量子セキュリティ技術の普及・高度化】

- ✓ 海外では、地上・衛星通信を活用して、長距離や多様なユースケースの量子暗号通信を実証するなど社会実装に向けた取組が活発化。
- ✓ 我が国では、一部企業が量子暗号通信の事業展開を開始したが、今後、実社会でのテストベッド環境構築等を通じた技術の社会実装・高度化への取組強化が必要ではないか。

### 【量子ベンチャー企業の振興】

- ✓ 今後、全く新たな市場が形成される本分野は、ベンチャー企業が力を発揮できる分野。一方で、量子分野のハード・ソフトともに海外と比べてベンチャー企業が少ない。
- ✓ 量子ベンチャー企業を創出できる環境を構築し、日本発の量子ユニコーンベンチャー育成を目指すべきではないか。既存事業者からも、積極的に長期的な新事業展開ができるような仕組み作りが必要ではないか。

### 【プレイヤー人材の育成】

- ✓ 産業・研究分野ともに量子分野のプレイヤー人材（ハード・ソフト）が慢性的に不足。
- ✓ 短期的なヨコ（他分野・他業界・他国からの取り込み）、長期的なタテ（高校生・大学生等の育成）の視点で、抜本的なプレイヤー人材の育成・拡充が必要ではないか。

## 【国際連携】

## 【産学官連携体制】

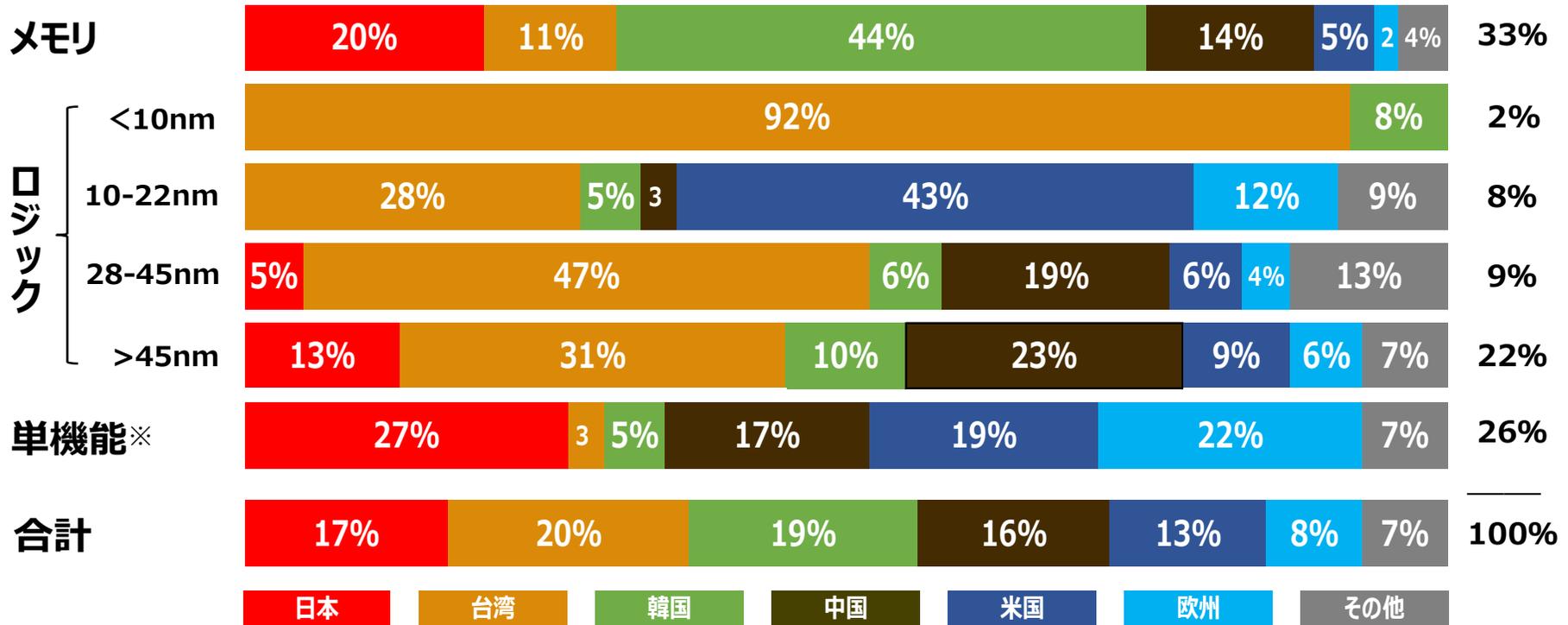
## 【アウトリーチ】

量子技術イノベーション会議等における議論を経て、今年度末頃を目途に戦略の見直し案を決定予定

# 世界の地域別半導体製造能力比率

- 世界の半導体製造能力は、**台湾(20%)**、**韓国(19%)**、**日本(17%)**、**中国(16%)**、**米国(13%)**の順に高い。
- **最先端(10nm未満)のロジックチップ**については、**台湾のTSMC(92%)と韓国のサムスン電子(8%)のみで製造能力の全体**を占めており、サプライチェーンにおける脆弱性となっている。
- 中国の半導体製造能力比率は、2019年時点で16%であるが、2030年には28%を占めると予想されている。
- 日本は先進のロジックチップを製造していない。ただし、単機能半導体の製造能力は27%でトップである。

世界の地域別半導体製造能力比率（ウェーハーベース、2019年）



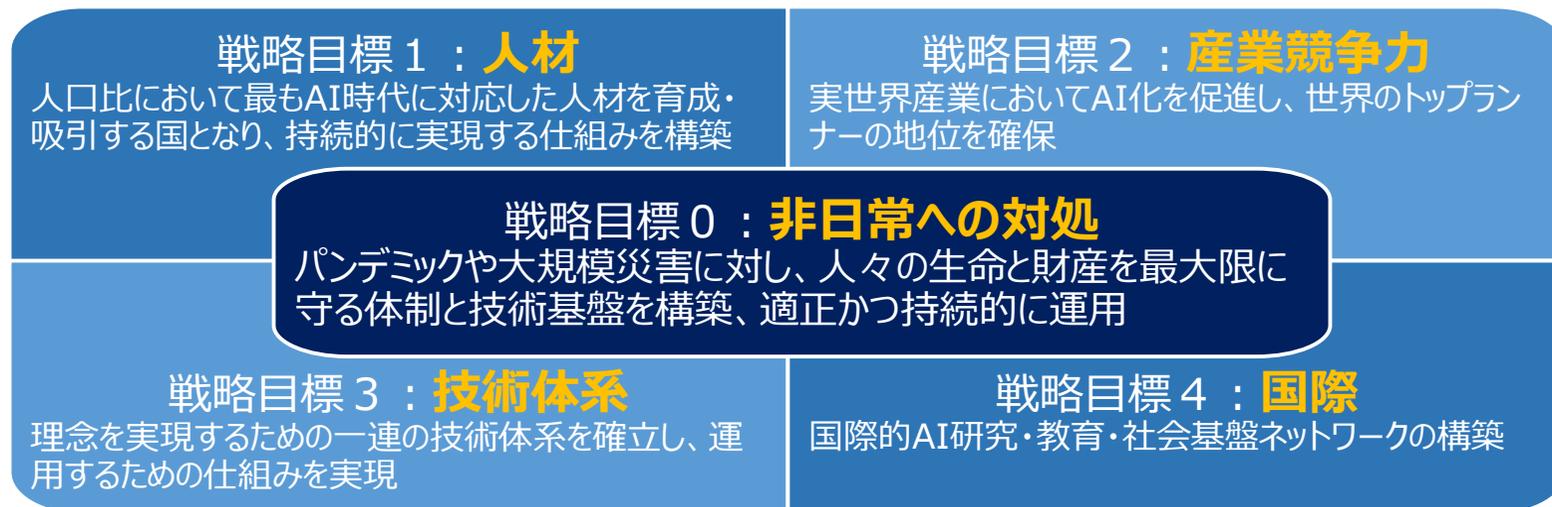
※ 単機能半導体には、アナログ半導体、光エレクトロニクス、センサーを含む。

参考：“Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-based Growth – 100-Day Reviews under Executive Order 14017”, The White House, 2021

# 政府全体の「AI戦略」の見直し

- 戦略目標の下、国としての最優先課題を踏まえて整理された従来からの6つの優先領域に、社会実装の実現に向けて取り組むこととされた金融を加え、これら7つの分野ごとに**達成年限**を明示した、より**計画的に取り組める具体目標**を再設定する

AI戦略2021（令和3年6月 統合イノベーション戦略推進会議決定）



新AI戦略

具体目標

社会実装の「実感」を目指した新たな目標（産業界における実装）

健康・医療  
・介護

農業

国土強靱化

交通インフラ  
・物流

地方創生  
(スマートシティ)

ものづくり

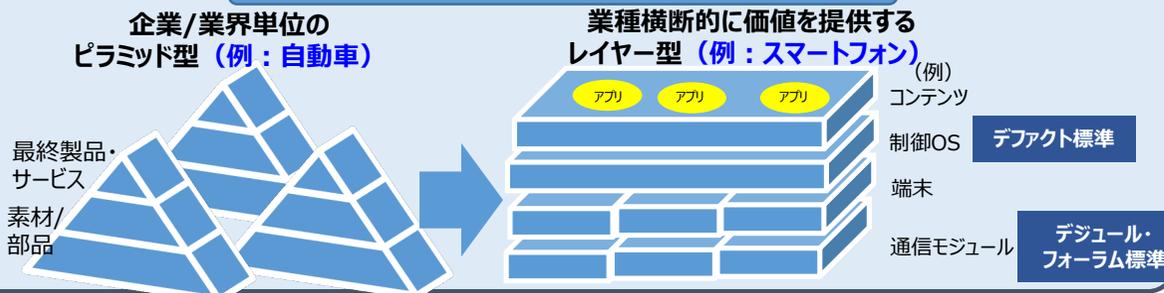
その他  
(金融等)

分野横断的な事項（政府機関における実装、リテラシー関連など）

# 政府全体の知財・標準化推進に関する取組

- デジタル化により、企業/業界単位のピラミッド型のバリューチェーン構造から、横断的な機能「レイヤー」でつながるネットワーク型システムへと産業構造が変化。マーケットにおける競争優位を確立する上で、標準戦略が不可欠な手段に。
- 標準活用戦略推進のための知財事務局を司令塔とする政府内の体制を整備。重点分野を定め、官民が連携して、標準戦略を強力に推進。

## デジタル化による産業構造の変化



標準活用推進体制

**統合イノベーション戦略推進会議**  
(議長：官房長官、議長代理：科技大臣)

**標準活用推進タスクフォース**  
座長は総理補佐官、関係省庁局長級が参画

**分野別関係省庁特別チーム**

標準活用加速化支援事業 関係省庁へ追加予算配分により事業を加速  
令和3年度 10億円 (政府全体標準予算：約121億円)

重点分野

官民連携

## 官民連携推進会議(仮称)

国家戦略・企業経営戦略としての課題認識を、優れた取組や成功・失敗事例を通じて共有

## 標準活用支援サービスプラットフォーム



プロジェクト実施企業等に対し、ワンストップ支援  
(情報提供、専門的知見・人材の提供、テストベッドの提供、アーキテクチャに基づく研究開発の実施等)

今後、専門人材の育成・プール機能を受け持つ「日本版NIST」(※)も検討  
(※) 米国国立標準技術研究所

スマートシティ	Beyond 5G	グリーン成長 (水素・燃料アンモニア)	スマート農業、スマート・フードチェーン	国際商流・物流プラットフォーム (指定準備)
ODFFT、インフラ輸出、経済安保の観点も踏まえつつ、国際標準戦略を推進。	○5Gでは、国際標準を活用してきた外国企業が優勢。 ○Beyond 5Gでは、光電融合技術 (IOWN構想) などの日本の強みを生かして、標準戦略で巻き返し。	○水素の国際サプライチェーンは現在存在せず、日本として先行的に構築。燃料アンモニアは、先行して商用化可能。 ○運搬船関連設備・機器、燃焼利用仕様等に係る国際標準戦略を推進。	○農業機械や水田農業での水管理等の強みを活かせるプラットフォームを基に、アジアをはじめ展開するための国際標準戦略を推進。	○商社や物流事業者が国際取引を進める上で活用する、貿易手続・商流・物流のデジタルプラットフォームの構築・相互接続に関する標準化を検討・推進。

# Beyond 5G推進に向けた取組 関連

# 「Beyond 5G 推進戦略」(2020年6月 総務省)の全体像

- Beyond 5G推進戦略は、
  - ①2030年代に期待されるInclusive、Sustainable、Dependableな社会を目指したSociety 5.0実現のための取組。
  - ②Society 5.0からバックキャストして行うコロナに対する緊急対応策かつコロナ後の成長戦略を見据えた対応策。
- 本戦略に基づく先行的取組については、大阪・関西万博が開催される2025年をマイルストーンとして世界に示す。

## 基本方針

### グローバル・ファースト

- 国内市場をグローバル市場の一部と捉えるとともに、我が国に世界から人材等が集まるようにするといった双方向性も目指す。

### イノベーションを生むエコシステムの構築

- 多様なプレイヤーによる自由でアジャイルな取組を積極的に促す制度設計が基本。

### リソースの集中的投入

- 我が国のプレイヤーがグローバルな協働に効果的に参画できるようになるために必要性の高い施策へ一定期間集中的にリソースを投入。

政府と民間が一丸となって、国際連携の下で戦略的に取り組む

### 研究開発戦略

先端技術への集中投資と、大胆な電波開放等による

世界最高レベルの研究開発環境の実現

2025年頃から順次要素技術を確立

### 知財・標準化戦略

戦略的オープン化・デファクト化の促進と、海外の戦略的パートナーとの連携等による

ゲームチェンジの実現

〔サプライチェーンリスクの低減と市場参入機会の創出〕

Beyond 5G必須特許シェア10%以上

### 展開戦略

5G・光ファイバ網の社会全体への展開と、5Gソリューションの実証を通じた産業・公的利用の促進等による

Beyond 5G readyな環境の実現

2030年度に44兆円の付加価値創出

Beyond 5Gの早期かつ円滑な導入

Beyond 5Gにおける国際競争力強化

インフラ市場シェア3割程度  
デバイス・ソリューション市場でも持続的プレゼンス

産学官の連携により強力かつ積極的に推進

Beyond 5G推進コンソーシアム

①各戦略に基づき実施される具体的な取組の共有、②国内外の企業・大学等による実証プロジェクトの立ち上げ支援、③国際会議の開催

## 4-2. 研究開発戦略 (抄)

### (1) 基本的な考え方

Beyond 5Gにおける将来の国際競争力を確保するためには、我が国に「強みがある技術」と我が国として「持つことが不可欠な技術」の研究開発力を重点的に強化する必要があり、**戦略的に重要な当該技術に限定して、各国による本格的な開発競争が起こる前の「つぼみ」の基礎・基盤的な研究開発段階から、国費による集中的な支援を実施することが必要**である。また、その際には**戦略的パートナーとの連携による先端的な要素技術の国際共同研究開発プロジェクトを推進することが重要**である。

また、**先端技術分野における「つぼみ」の技術を育成し、世界に先駆け実用化するためには、ベンチャーや他分野も含め多種多様な人材を呼び込み、自由に研究開発できる環境の整備や担い手の育成が極めて重要**となる。

その際、「技術で勝っても市場では必ずしも勝てなかった」過去の事例も踏まえ、「グローバル・ファースト」の方針の下、開発した要素技術が民間企業によって製品化され、競争力のある形で実装されることを見据えた取組を行う必要がある。このため、特に国による研究開発については、知財や国内外の市場の獲得に向けた体制や計画・戦略を定め、それを踏まえて推進していくことが必要である。

### (2) 目標

**Beyond 5Gの実現に必要なかつ戦略的に重要な先端技術への集中的な投資と電波関連規制の緩和等により、世界最高レベルのBeyond 5G研究開発環境を実現する。**これを通じて世界の叡智を我が国に呼び込み、研究開発・製造基盤を強化することで、**2025年頃から順次要素技術を確立し、3GPP等での国際標準に反映する。**このような取組を通じ、開発された技術が競争力のある形で実装されることを目指す。

### (3) 具体的な施策

(研究開発プラットフォームを活用した 先端的な要素技術の研究開発)

Beyond 5Gの中核技術のうち、**我が国として重点的に取り組むべき戦略的に重要な要素技術の研究開発を、期間を限り、関係府省が連携して集中的に推進することが適当**である。

# 「Beyond 5G 推進戦略」(2020年6月 総務省) <Beyond 5G導入までのロードマップ>

- 2030年頃のBeyond 5G導入までの取組を「先行的取組フェーズ」と「取組の加速化フェーズ」に分け、特に「先行的取組フェーズ」においては期間を区切った集中的な取組を推進することが必要である。
- 具体的には、Beyond 5Gにおける将来の国際競争力を確保するため、我が国に「強みがある技術」と我が国として「持つことが不可欠な技術」の研究開発力を重点的に強化する必要があり、各国による本格的な開発競争が起こる前の「つぼみ」の基礎・基盤的な研究開発段階から、国費による集中的な支援を実施することが重要である。

## 社会情勢

COVID-19  
流行

ウィズコロナ／ポストコロナ

大阪・関西万博  
B5G Ready Showcase

Beyond 5G Ready

SDGs  
目標年(年)

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

第6期科学技術基本計画

## 移動通信システムの進化

初期の5G  
(Non Stand Alone)

機能強化された5G  
(Stand Alone)

B5G  
(6G)

### Beyond 5G推進戦略

先行的取組フェーズ

▲Beyond 5G推進コンソーシアム設置

取組の加速化フェーズ

### 知財・標準化戦略

サプライチェーンリスクの低減と  
市場参入機会の創出

体制構築・連携強化・国際標準化活動

▲Beyond 5G知財・標準化戦略センター設置

国際標準(技術仕様等)への  
反映に向けた活動の加速

順次反映

順次反映

### 研究開発戦略

世界最高レベルの  
研究開発環境の実現

要素技術の集中的研究開発

▲Beyond 5G研究開発プラットフォーム構築

要素技術の開発成果の民間展開

- ・超リアルタイム最適化
- ・超自律型セキュリティ
- ・超テレプレゼンス等

機能強化された5Gの開発・製造基盤強化

Beyond 5Gの開発・製造基盤強化

連携

連携

多様なユースケースの構築

▲5Gソリューション提供センター構築

Beyond 5G ready な環境実現

### 展開戦略

Beyond 5G ready  
な環境の実現

社会全体のデジタル化推進

あらゆる活動がデジタル前提に

機能強化された5Gのセキュリティ確保

Beyond 5Gのセキュリティ確保  
(量子暗号システムの社会実装等)

5G・光ファイバ網の社会全体への展開

空、海、宇宙等あらゆる場所で、あらゆる人に届く通信実現へ

- Beyond 5Gに求められる技術は、高度かつ多岐の分野にまたがっており、**産学官の多様なプレイヤーとの連携**はもとより、**国際的に連携した体制によりイノベティブな研究開発**を実施していくことが必要。
- 情報通信分野の研究開発を専門とする**国立研究開発法人であるNICTに技術実証等を行う環境を整備し、産学官の叡智を結集して研究開発を推進する体制を構築**する。

## Beyond 5G共用研究施設・設備

令和2年度第3次補正予算  
199.7億円

Beyond 5G技術のコアとなる超高速・超大容量・超低遅延・超多数接続・低消費電力等を実現するために必要となる研究設備を整備

### ① Beyond 5G伝送基盤技術開発環境

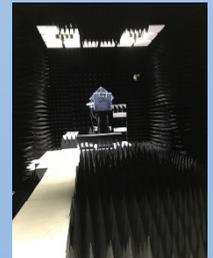
- Beyond 5Gにおいて活用が強く期待されるテラヘルツ波等の超高周波数帯も活用した伝送技術の研究開発を推進

### ② Beyond 5Gを支える超高速光通信技術開発設備

- Beyond 5Gの超高速・大容量の無線通信を支える超高速光通信技術の研究開発を推進

### ③ 高信頼・高可塑Beyond 5G/IoTテストベッド

- Beyond 5Gネットワークの高い信頼性・可塑性確保のための研究開発を推進



テラヘルツ波に対応した  
電波暗室イメージ

提案者	概要
<p><b>①Beyond 5G超大容量無線通信を支える次世代エッジクラウドコンピューティング基盤の研究開発</b></p>	
<p><b>東京工業大学</b>                      東北大学、岐阜大学、滋賀県立大学、大阪大学、日本電気(株)、富士通オプティカルコンポーネンツ(株)、古河電気工業(株)、古河ネットワークソリューション(株)、楽天モバイル(株)</p>	<p>本委託研究では、Beyond 5G超大容量無線通信を支える次世代エッジクラウドコンピューティング基盤の開発を行う。日本の強みであるマルチコアファイバ技術を導入して、高速大容量データ転送を可能とする革新的かつ国際競争力の高いハードウェア技術を開発する。さらに、これら新たなハードウェア技術を基盤として、多種多様なサービスに対応可能な高機能エッジクラウド情報処理基盤の研究開発を行い、Beyond 5Gにおける超大容量無線通信、高信頼・極低遅延、超大量端末同時接続を最大限に発揮する将来のCyber-Physical System実現に貢献する。</p>
<p><b>②Beyond 5G超大容量無線通信を支える空間多重光ネットワーク・ノード技術の研究開発</b></p>	
<p><b>香川大学</b>                      (株)KDDI総合研究所、日本電気(株)、サンテック(株)、古河電気工業(株)</p>	<p>階層化光ネットワーク・光ノード設計技術、保守性に優れたFIFO（ファンイン・ファンアウト）レス中継システム構築技術、MCF（マルチコアファイバ）のコア毎に伝搬方向が異なる光信号の一括増幅技術、MCFのコア毎に切り替え可能な光空間スイッチ技術、装置内接続用MCF配線・接続技術を開発し、Beyond 5G無線通信を支える、経済性と転送性能に優れた空間多重光ネットワーク基盤技術を確認する。1 Pb/s級リンクに対応可能でビット当たり転送コストを50%以上低減可能な光ノードを用いたモバイルバックホールとメトロ・コアネットワークを構築し、コア単位光ルーティングと転送距離50%以上延伸を実証し、本基盤技術が無線周波数資源の有効利用に資することを示す。</p>
<p><b>③テラヘルツ帯を用いたBeyond 5G超高速大容量通信を実現する無線通信技術の研究開発</b></p>	
<p><b>A 富士通(株)</b>                      東京都市大学</p> <p><b>B 早稲田大学</b>                      宇宙航空研究開発機構（JAXA）、日本電信電話(株)、三菱電機(株)</p>	<p><b>A テラヘルツ帯を用いたビーム制御通信システムの研究開発</b>                      室内空間において、ユーザーが必要とする大容量データを無線伝送する需要に向けて、従来のマイクロ波やミリ波では不可能な広い帯域を確保できる“テラヘルツ帯”を用いたビーム制御通信システムの研究開発を実施する。テラヘルツ帯無線通信における電波の指向性を高めるため、化合物半導体を用いた高出力増幅器とアンテナを3次元異種集積によりアレイ化することで、300GHz帯で動作する増幅器一体型アレイアンテナを開発し、ビーム制御を実現する。</p> <p><b>B テラヘルツ帯通信の高密度化・長距離化に関する研究開発</b>                      本研究開発では、「テラヘルツ帯を用いたBeyond 5G 超高速大容量通信を実現する無線通信技術の研究開発」でかけられた研究開発項目のうち「テラヘルツ帯を用いた限定エリア内無線システムの研究開発」と「テラヘルツ帯を用いた地上～NTN プラットホーム間フィーダーリンクシステムの研究開発」を統合的に実施し、これまでのテラヘルツ帯通信システムで課題であった「周波数利用効率の向上」と「伝送距離の延伸」を実現する。成層圏や航空機内を想定した環境での実証実験を行い、100GHz帯による長距離通信、300GHz帯による高密度大容量通信を実現する。信号処理部は極力共通化することで、国際標準化と実用化の加速を図る。これによりBeyond 5Gの2つの役割「5Gの特徴的機能のさらなる高度化」と「持続可能で新たな価値の創造に資する機能の付加」に貢献する。</p>

提案者	概要
<p><b>④ Beyond 5Gに向けたテラヘルツ帯を活用した端末拡張型無線通信システム実現のための研究開発</b></p>	
<p><b>(株)KDDI総合研究所</b> 早稲田大学、千葉工業大学、名古屋工業大学、(株)日立国際電気、パナソニック(株)</p>	<p>本提案では、ユーザ個別の通信要件に応じて通信エリアを構築し、ユーザがあらゆる場所で高い通信性能を提供するユーザセントリックアーキテクチャ実現に向けた研究開発に取り組む。5Gの有するセル境界問題や上り回線容量不足に対して、ユーザとその周辺にあるデバイス群のアンテナをテラヘルツ帯で接続し、上り回線の空間多重数を拡大する「端末仮想化技術」及び「Radio over Terahertz 技術」、Cell Free Massive MIMOによりセル境界を無くし、柔軟かつ大規模なRANを実現する「ユーザセントリックRAN 技術」により、サイバー空間とフィジカル空間の一体化を促進し、新たな社会価値創造に寄与する。</p>
<p><b>⑤ Beyond 5G超大容量無線ネットワークのための 電波・光融合無線通信システムの研究開発</b></p>	
<p><b>三重大学</b> (株)日立国際電気、(株)京都セミコンダクター、(株)KDDI総合研究所、東洋電機(株)</p>	<p>研究提案者らが強みを持つ電波／光通信・制御技術、ネットワーク技術をフル活用して、Beyond 5G超大容量超低遅延無線ネットワークのための「50Gbps/ch級THzトランシーバ」、「光無線技術」、「THz・光無線シームレス伝送システム」、「DSP遅延低減伝送・信号処理技術」を開発する。特に、基幹光ファイバ通信ネットワークとの接続性・拡張性を担保しながら、移動体（ドローン、低速走行車）に高品位無線通信環境を提供するBeyond 5Gフロントホールコア技術を追究する。4年間の研究で新しい電波・光融合技術を開発して社会実装へ向けたフィールド実験を行い、Beyond 5G無線としての有用性を実証する。</p>

※ほか、令和3年7月16日～同年8月16日までの間、基幹課題の課題番号006「Beyond 5G次世代小型衛星コンステレーション向け電波・光ハイブリッド通信技術の研究開発」公募を実施。

提案者	概要
<b>① Beyond 5Gを活用した安全かつ効率的なクラウドロボティクスの実現</b>	
<b>日本電気(株)</b> 大阪大学	B5G 無線通信ネットワークと次世代エッジクラウドコンピューティング基盤との連携により、実世界をデジタル化し、仮想世界と融合させることにより、安全・高効率なクラウドロボティクスを対象としたサービスの基盤となるデジタルツインを構築する。本デジタルツインにおいては、実世界を4次元データ（時間と空間）にて確率的に表現し、学習によって獲得した知識や予測結果を実世界の行動決定に用いることで、多数の人とロボットの安全かつ効率的な協調・共存を可能とする。さらに、B5Gを想定したフィールド実験を実施することによって、クラウドロボティクスにとどまらず、さまざまな新規サービスを創出するための基盤となりうることを実証する。
<b>② 継続的進化を可能とするB5G IoT SoC及びIoTソリューション構築プラットフォームの研究開発</b>	
<b>シャープ(株)</b> 東京大学、東京工業大学、 シャープ福山セミコンダクター(株)、 日本無線(株)	2030年のB5G商用化に向けて、高い安全性と相互に連携する超多数同時接続を可能とするIoT端末を実用化する為には、多様なニーズに柔軟に対応できるハードウェアおよびソフトウェア並びに、改変可能でプログラマブルな開発環境が必要になる。本研究開発では、用途に応じた改変ができず、最適化が困難且つオーバースペックな海外ベンダー製通信半導体依存からの脱却を目標に、低コストで無線端末用の拡張性を備えた国産のB5G対応IoT向けソフトウェア無線ベースバンドSoC(System on Chip)とミリ波対応RFフロントエンドLSIの研究開発を行い、潜在ニーズの探索や価値創出を実現、国際競争力の強化に貢献する。
<b>③ 超低雑音信号発生技術に基づく300GHz帯多値無線通信に関する研究開発</b>	
<b>大阪大学</b> 九州大学、東京大学、北里研 究所、IMRA AMERICA, INC.	本研究開発は、光技術に基づく300GHz帯の超低雑音信号発生技術を基に、光電変換技術ならびに受信技術の高度化を進め、マイクロ波帯並の多値化を可能とする無線システムの実現を目指す。具体的には、3年間で、256QAM多値変調により200Gbit/s/chを目標とし、加えて、伝送実験において通信距離>200mを実証する。
<b>④ Beyond 5G時代に向けた空間モード制御光伝送基盤技術の研究開発</b>	
<b>日本電信電話(株)</b> 千葉工業大学、住友電気工業 (株)、日本電気(株)、古河電気工 業(株)	B5G時代の超大容量光コアネットワーク実現に向け、空間モードを積極的に活用・制御した大容量・長距離光トランスポート技術を確立する。具体的には、光ファイバケーブル敷設環境や量産性に適した標準クラッド外径125μmの空間モード制御光ファイバ実装技術、また、ケーブル敷設特性に起因する動的光学特性を考慮した長距離ダイナミック低負荷MIMO処理構成基盤技術、さらに両者を統合した空間モード多重光増幅中継基盤技術を有機的に連携させた基盤技術の確立を図る。また、陸上光ネットワークにおける相互接続性を担保し、グローバルな市場形成・ビジネス化を念頭に、ITU-T、IECを中心として本確立技術の国際標準化を推進する。
<b>⑤ 行動変容と交通インフラの動的制御によるスマートな都市交通基盤技術の研究開発</b>	
<b>東京大学</b> (株)トラフィックブレイン、(株)MaaS Tech Japan	本研究開発では、都市交通の利用者、バスやタクシーなどの車両、信号機などの交通インフラがセンサを備えネットワーク化された環境において、リアルタイムにそれぞれを制御し、最適な都市交通を実現する基盤技術を開発する。本技術はスマートシティの交通マネジメントのための基盤技術であり、数秒から数十分という時間軸での交通最適化だけでなく、数日から数ヶ月の範囲の運行計画の最適化や、政策レベルとなる数年単位での地域交通計画や都市計画まで対象として、地域に最適な交通を実現する。提案技術は自治体や交通事業者と共同で実証実験を行うとともに、データやアーキテクチャの標準化提案に繋げる。

提案者	概要
<b>⑥ Beyond 5Gで実現する同期型CPSコンピューティング基盤の研究開発</b>	
<b>日本電気(株)</b> 東京大学	超高速・大容量、超低遅延、超多接続Beyond 5Gと密連携し、OTレベルのリアルタイム処理を実行し、OTとITが融合した多彩なサービスが提供可能となる同期型CPSの実現に不可欠な技術の研究開発を行う。①ITの分析、学習に加え、OTの認識・判断・制御の機能がネットワークと連携動作し、スケーラブルでアジャイルにソフトウェア開発・運用ができるネットワーク型OT制御コンピューティング処理基盤、②高周波帯を利用し、アプリケーション品質を満たすためのQoE指向時空間ダイナミック無線リソース制御技術、③無線リソース、計算リソース等の動的変化に対応するゼロトラスト・スケーラブルアクセス制御技術を開発する。
<b>⑦ Beyond 5G超高速・超大容量無線通信システムのためのヘテロジニアス光電子融合技術の研究開発</b>	
<b>東北大学</b> 早稲田大学、パナソニック(株)、浜松ホトニクス(株)、住友大阪セメント(株)	第一に、光信号から100 GHzないし300 GHz以上にわたる無線通信周波数帯への100 Gbps級広帯域周波数下方変換機能ならびに当該無線通信周波数帯から中間周波数帯へ下方変換するミキサ機能を化合物半導体およびグラフェンによる“単一素子”で実現し、かつ後段の信号処理系との集積化を実現するデバイス技術を開発する。第二に、LNによる100 Gbaud級/laneで半波長電圧4 V級の高速低消費電力な光変調機能、小面積で高度な光信号操作が可能なSiPh光回路機能、化合物半導体による光源機能等を集積化したHG-PICsで実現する、低消費電力、環境耐性の高い光データ生成技術を開発する。それら開発した光→B5G変換およびB5G→光変換を果たす両デバイスは、テストベッドによる評価を通して、システムとしての有効性を検証する。
<b>⑧ Beyond 5G通信インフラを高効率に構成するメトロアクセス光技術の研究開発</b>	
<b>三菱電機(株)</b> 大阪大学、大阪府立大学、産業技術総合研究所、(株)KDDI総合研究所	B5Gの超大容量・超低遅延・超多接続サービスや異なる地理的/量的条件に設置されるRANシステムを柔軟かつ超高効率に収容可能なメトロアクセス光技術を確立する。双方向100Gb/s超の無線信号伝送が可能な次世代光ファイバ無線技術に基づくモバイルフロントホール構成手法および小型光デバイス技術、集約した様々なRANサービスを効率転送可能とする仮想光チャネル技術、それらを支える高度なアナログ・デジタル協調技術、光・電気協調技術を確立する。経済的かつ実用性の高い方式や構成を見出し国際競争力の高い技術として実証することで、ミリ波・テラヘルツ波・赤外光利用が想定されるB5G展開を促進し電波有効利用に資する。
<b>⑨ NTNノードのネットワーク化技術開発とカバレッジ拡張ユースケースのシステム開発・実証</b>	
<b>スカパーJSAT(株)</b> 日本電信電話(株)、(株)NTTドコモ、パナソニック(株)	B5Gにおいては、NTNによる上空・海上・宇宙へのユースケースに応じたサービスカバレッジの拡張が特に期待されている。本研究開発では、従来衛星などNTNのプラットフォームタイプの個別ノード毎に地上網と接続されていたものを、光やKa・Q帯等NTNのノードに応じた手法によりNTNノード間の通信回線の確立と維持を行い、ネットワーク化して地上網と統合する技術開発を行う。また統合されたNTNのリソースをユースケースの通信要件に対応して確保・利用し、状況に応じて迂回が行えるよう、ノード間のネットワーク制御技術を開発して、B5G網全体の最適化と自動運行管理が行えるようにする。合わせて典型的なカバレッジ拡張のユースケースの開発実証を行う。
<b>⑩ スマートモビリティプラットフォームの実現に向けたドローン・自動運転車の協調制御プラットフォームの研究開発</b>	
<b>KDDI(株)</b> アイサンテクノロジー(株)	本研究開発では、物流の最適化・自動化やヒトの移動の自由化、社会インフラメンテナンスの高度化などあらゆる領域へのサービスを提供する社会基盤として成立し得るスマートモビリティプラットフォームの構築を目指す。本研究開発期間において、まずはドローン・自動運転車に対し共通のプラットフォームに基づいた協調制御を行うための要素技術の開発を行った上で、ヒトの自由な移動・物流最適化・自動配送につながる実証実験にまで踏み込む。

提案者	概要
<b>⑪ 協調型自律ネットワークの研究開発</b>	
<b>沖電気工業(株)</b> 楽天モバイル(株)、名古屋大学	自律ネットワークのフレームワークの研究開発としてネットワークの自己適応・自己最適化のための人工知能、人工進化、ネットワークシミュレーションの研究開発を行う。このネットワークに高精細ディスプレイ・カメラ等のI/Fを備え、複数のサービスモジュールを搭載した自律移動車（ロボティクス）等の端末を結合し、自律的にサービスの効率化やリソースの有効活用を行うために必要な、ネットワーク側の自己適用・自己最適化との連携を可能とするリファレンスモデルを開発し標準化を行う。さらに、自律ネットワークと自律移動車を開発しテストベッド上で連携させ、社会実装に向けて技術の有効性を確認する。
<b>⑫ Beyond 5Gに資するワイドバンドギャップ半導体高出力デバイス技術/回路技術の研究開発</b>	
<b>(株)ブロードバンドタワー</b> 名古屋大学、名古屋工業大学、三菱電機(株)	5Gで実用化されている窒化ガリウム素子の材料品質を向上させ、その物性を最大限引き出すことで、Beyond 5Gで求められる高速・大容量無線通信に必須の広帯域性・低歪性に加え、高出力かつ信頼性向上も期待される「ワイドバンドギャップ半導体高出力デバイス技術/回路技術」を開発する。
<b>⑬ 低軌道衛星を利用したIoT超カバレッジの研究</b>	
<b>東京大学</b> 楽天モバイル(株)	国土面積カバー率100%でIoTセンサーからデータを収集するためには、山岳地帯・海洋などの情報通信の未開拓領域での通信環境構築が課題であり、衛星通信を活用する場合であっても地上局を整備する必要があることから、新たな敷設コストの合理化が難しいという課題の解決を目的とした、IoTセンサーに具備された既存の携帯通信モジュール（4G/5G/B5G）の通信周波数を衛星から直接收容し、衛星の地上中継局を敷設することなくカバレッジ拡張を実現する研究開発を実施します。
<b>⑭ 移動通信三次元空間セル構成</b>	
<b>ソフトバンク(株)</b>	昨今、都市部を中心にビルの中高層階における携帯通信が増大している。また、上空を移動するドローンや空飛ぶ自動車などが話題となっており、それらとの通信を確保する手段として、移動通信の活用が期待されている。本研究開発では、現行の二次元地上セル構成から中高層階や上空の携帯端末との通信を同時利用可能とする“同一周波数利用三次元空間セル構成”を提案する。一方、三次元空間セル構成では同一周波数を利用する他システム（例えば、衛星通信システム）への干渉が懸念される。そこで、他システムへの干渉を抑圧し、同一周波数を共用可能とする“同一周波数共用三次元空間セル構成”を併せて提案する。これらにより、「周波数の一次利用、二次利用の壁」を取り除くことを可能とする新たな概念の“三次元空間セル構成”の構築を目指す。
<b>⑮ 超低消費電力・大容量データ伝送を実現する革新的EOポリマー/Siハイブリッド変調技術の研究開発</b>	
<b>徳島大学</b> 九州大学、会津大学	Beyond 5G（6G）が普及する2030年には、光ファイバ網および移動（無線）通信の大容量化が加速し、情報通信のシームレス化・大容量化と共に、カーボンニュートラルに向けた低消費電力化が重要になると予想される。本提案では、光通信トラフィックを牽引する光コンポーネントとして、ナノハイブリッド技術を活用した電気光学（EO）ポリマー・シリコンナノハイブリッド光変調器を検討する。本技術は世界最高性能のEOポリマー材料および光変調器を開発している九州大学と会津大学、およびハイブリッドフォトニクスをこれまで研究してきた徳島大学とが共同で検討し、社会実装協力者が目指す実用化への貢献も果たす。

提案者	概要
<b>⑬ Beyond 5Gのレジリエンスを実現するネットワーク制御技術の研究開発</b>	
<b>東北大学</b> 広島大学、日本電業工作(株)	平時には、再生可能エネルギーと蓄電池による自立電源で可能な限りBeyond 5G (B5G) ネットワーク (NW) のRAN (Radio Access Network) を稼働させ、災害時には、自立電源により生き残ったRANに関して、電力も含めたNWリソースの適応制御により、通信を確保するグリーンでレジリエントなRANを実現する。具体的には、SDNとNFVにより仮想化されたNWアーキテクチャを前提に、災害レベルに応じたB5GのRANにおけるセル構成の適応制御の研究開発を実施。
<b>⑭ 海中・水中IoTにおける無線通信技術の研究開発</b>	
<b>九州工業大学</b> パナソニック(株)	本提案は海中・水中IoTにおける革新的無線通信技術の研究開発するものである。想定する2つのアウトカム事例を用いて説明すると、(1)革新的な水中アンテナを用いたアクセスポイントとIoTデバイス間の中距離通信、(2)水中の大規模構造物等に設置されたIoTデバイス網のマルチホップ技術による長距離通信である。これらのアウトカムを実現可能とする海中・水中における電波伝搬の基礎検討、アンテナ設計技術開発、本システムを自律型潜航艇 (AUV: Autonomous Underwater Vehicle) に搭載した海洋実証実験を通して海中・水中IoTの無線通信基盤技術の確立と検証を行う。
<b>⑮ 完全ワイヤレス社会実現を目指したワイヤレス電力伝送の高周波化および通信との融合技術</b>	
<b>ソフトバンク(株)</b> 京都大学、金沢工業大学	Society5.0社会においてIoTデバイスの普及を爆発的に拡大させるために、B5G (Beyond 5G) では電力も含めた完全ワイヤレス化が重要な課題である。申請者らは、ワイヤレス電力伝送の社会実装を果たし、IoTデバイスに対する給電インフラの構築を目指す。上記目標を達成するためにワイヤレス電力伝送のミリ波帯への移行、ミリ波通信とワイヤレス電力伝送の連携・融合 (周波数共用)、既存ミリ波通信基地局における電力利用についての研究開発を実施する。B5Gでは通信・電力伝送の完全ワイヤレス化を達成し、新規ビジネス創世に向けたサービスプラットフォームを構築する。
<b>⑯ エマージング技術に対応したダイナミックセキュアネットワーク技術の研究開発</b>	
<b>アラクサラネットワークス(株)</b> 慶應義塾、(株)KDDI総合研究所	Beyond 5G時代の通信網には、多種多様な機器が接続され、電波資源の有効活用のためには、無駄な通信を排除し通信網全体での高度セキュア化が必要である。光通信技術による帯域と距離の克服を利用して、限られた計算資源・人的資源を効率的に利活用してセキュアネットワークを実現するために、①プログラマブルノード (ネットワークセンサ) 技術、②セキュアな広域低遅延通信実現をサポートする高度プロービング技術、③デジタルツイン監視を実現するためのAPIによるIn-Network Security技術、の研究開発を行う。また、開発した技術をキャンパス網やテストベッド網での概念実証を通じて有効性を検証し、セキュアネットワークの観点からの電波資源の有効利用に寄与する。
<b>⑰ 次世代の5次元モバイルインフラ技術の研究開発</b>	
<b>日本電気(株)</b> 電気通信大学、信州大学、NECスペーステクノロジー(株)	B5G実現の鍵は、超高速に反するカバレッジ拡大と世界共通の周波数問題の解決である。本研究開発によりNTNと地上システム連携による超高速化とカバレッジ拡大実現の見通しを得ると同時に、革新的な周波数活用技術を獲得することで、B5G研究開発において日本が世界をリードし、イニシアティブを再獲得する。現状、様々な技術革新により低軌道衛星 (LEO) コンステレーションによる地球上全家庭への公平・効率なブロードバンド環境の提供が実現しつつあるが、限りある資源である周波数の利活用は限定的であり、地上の超高速モバイル通信適用の課題は山積している。本研究開発は課題を克服し、NTN実現に不可欠な技術革新に取り組むものである。

提案者	連携国・地域	共同研究者等	概要
<b>① Beyond 5G超大容量無線通信を支えるテラヘルツ帯のチャンネルモデル及びアプリケーションの研究開発</b>			
<b>シャープ<sup>®</sup>(株)</b> 京都大学、東京大学	米国	通信事業者 研究機関	日本の産学機関が米国の事業者・研究機関と連携し、Beyond 5G時代の利用モデル、アプリケーションを志向したテラヘルツ波を用いた無線通信システムのためのチャンネルモデルの研究開発を行い、国際標準化機関への提案を行う。さらにテラヘルツ波を用いた超高速伝送と最新の映像符号化技術を組み合わせたアプリケーションを疑似実証することにより、Beyond 5Gにおけるテラヘルツ波利用の有用性、無線システム実現のための所要条件を明らかにする。本研究開発を通じて国際標準化における我が国のポジションを向上し、日本がより知財・標準化の面において高い優位性を構築することに貢献する。
<b>② 欧州との連携による300GHzテラヘルツネットワークの研究開発</b>			
<b>岐阜大学</b> 早稲田大学、千葉工業大学	欧州	ブラウンシュヴァイク工科大学 フランクフルター応用固体物理研究所 リール第一大学／マイクロエレクトロニクス／ナノテクノロジー電子研究所 シュットガルト大学 VIVID Components有限公司	Beyond 5Gシステム向けのテラヘルツネットワークを開発する。近年、300GHz帯伝送システムに関する研究が注目を集めており、高速性と設置の容易性からバックホール・フロントホールとしての期待が高まっている。他方、降雨減衰などの影響を受けやすいため、安定性・可用性向上が大きな課題である。提案者らはこれまでに欧州との連携により300GHz帯バックホール／フロントホール無線システムやリンクシミュレーション技術を開発してきた。本研究では、これらをベースとしたテラヘルツネットワークを開発し、屋外環境における長期間運用実験を行い、テラヘルツネットワークの伝搬特性／データ伝送特性に関するデータを取得するとともに、豪雨などに耐性を有するネットワーク構成技術を開発し、高速性と安定性の両立を目指す。
<b>③ 次世代公衆無線LANローミングを用いたオープンかつセキュアなBeyond 5Gモバイルデータオフローディング</b>			
<b>京都大学</b> (株)Local24、東北大学、国立情報学研究所	欧州	GÉANT (※)	Society5.0社会においてIoTデバイスの普及を爆発的に拡大させるために、B5G (Beyond 5G) では電力も含めた完全ワイヤレス化が重要な課題である。申請者らは、ワイヤレス電力伝送の社会実装を果たし、IoTデバイスに対する給電インフラの構築を目指す。上記目標を達成するためにワイヤレス電力伝送のミリ波帯への移行、ミリ波通信とワイヤレス電力伝送の連携・融合（周波数共用）、既存ミリ波通信基地局における電力利用についての研究開発を実施する。B5Gでは通信・電力伝送の完全ワイヤレス化を達成し、新規ビジネス創世に向けたサービスプラットフォームを構築する。

※欧州各国のNREN(National Research and Education Network)によって構成される組織であり、欧州委員会(EC)の支援を受け研究・教育のための全欧州・世界的なネットワークとサービスを提供している。

提案者	概要
<b>①テラヘルツ帯チャンネルサウンディング及び時空間チャンネルモデリング技術の開発</b>	
<b>新潟大学</b> 東京工業大学	Beyond 5Gの様々な移動接続応用に向けて150～300 GHzテラヘルツ帯における電波伝搬測定技術及び伝搬チャンネルモデルの開発を行い、新たな超高速無線伝送システムの設計・開発及び評価に広く資することを目的とする。具体的には、高分解能時空間チャンネル特性と動的チャンネル特性についてそれぞれの測定技術及びチャンネルモデリング技術の開発を行う。本研究開発の成果によりテラヘルツ帯超高速伝送技術及び高信頼性伝送技術がBeyond 5Gで求められる技術シーズとして創出され、ウルトラ超多素子MIMOによる超高速伝送や、動的ビーム制御、分散アンテナ、Smart reflectorなどの要素技術の確立に貢献する。
<b>②GaN系真空マイクロフォトンクス技術による無線通信用ハイパワーテラヘルツ波発生に関する研究開発</b>	
<b>九州大学</b> 産業技術総合研究所、名古屋大学、(株)フォトエレクトロニクス、大阪大学、早稲田大学	光電子を空間に放出・走行させる新たな光電変換デバイス構造と、通信用光電変換デバイスとしては初となるGaN系材料を用い、この材料系特有の高いフォトエミッション効果を利用して従来の概念を打ち破る大出力テラヘルツ波発生器の実現を目指す。日本の優位技術である、超高速光電変換技術、GaN系材料技術、半導体フォトエミッション技術を融合した、今、我が国だからこそ実現できる革新デバイスの創成に挑戦する研究開発である。具体的には、2.5年間で、300GHz帯において従来技術の100倍である10mW出力の技術基盤を確立し、Beyond 5Gに向けたテラヘルツ波の社会実装を一気に加速する。
<b>③人間拡張・空間創成型遠隔作業支援基盤の研究開発</b>	
<b>東京大学</b> 凸版印刷(株)	時空間の障壁を越えて人々が円滑に共同作業を行うための拡張性のある遠隔実空間共有技術を構築・社会実装する。具体的には、(1)予め三次元計測された遠隔地の静的な空間情報と、複数カメラ・深度センサーにより動的に取得される空間情報、人間行動情報の融合を実時間でシームレスかつスケラブルに実現する実時間遠隔三次元空間取得・記録・伝送構築基盤と、(2)低遅延ネットワークと深層学習による身体行動予測を融合したゼロレイテンシー空間共有、(3)遠隔作業者の一人称視点と、三次元空間での自由・俯瞰視点とを自由に行き来することのできる空間共有ジャックイン機構、(4)遠隔接続であることを利用した音声翻訳・視線共有などの人間拡張機能の導入、(5)パノラマ型広視界ディスプレイと裸眼立体視ディスプレイとを統合した遠隔共同作業支援環境、を構築する。これにより遠隔地で作業する人間やアバターロボットと空間を共有し、俯瞰視点で全貌を見渡ししながら遠隔共同作業を支援する環境を実現・社会実装する。
<b>④共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ無線通信と映像伝送に関する研究開発</b>	
<b>大阪大学</b> 〇ーム(株)、東京工業大学、アストロデザイン(株)、大阪産業技術研究所	Beyond 5Gで求められる超高速・大容量通信を実現するため、テラヘルツ波、特にトランジスタでは困難な300GHzを超える周波数の利用に着目する。量子効果電子デバイス共鳴トンネルダイオードによる50Gbit/s級の無線通信を目指すとともに、800GHzを超える無線通信の未踏領域に挑戦する。そして、Beyond 5Gのアウトカム応用として期待される超高精細8K映像の低遅延伝送を可能とする非圧縮伝送技術を創出する。
<b>⑤高臨場感通信環境実現のための広帯域・低遅延リアルタイム配信処理プラットフォームの研究開発</b>	
<b>神奈川工科大学</b> 大同学園 大同大学、琉球大学、ミル通信(株)	現在、遠隔講義やリモート中継などネットワークを介した映像配信の需要が高まっている。そこで、今後実現予定の高周波数帯Beyond 5G端末の広帯域・低遅延データ転送機能と、網上のエッジコンピューティングやクラウドなど様々なコンピューティングリソースを協調連携させた高臨場感通信環境を研究開発し、誰もが8K高精細映像をはじめとする10Gbpsを超える高精細映像を使った高臨場感通信ができる環境を実現する。具体的には、サブTbpsの高精細映像処理が可能な低遅延大容量通信処理プラットフォーム技術、高臨場感通信のための多地点間低遅延配信技術を開発する。技術開発のマイルストーン毎にテストベッドを使ったユーザ連携実証実験を積極的に進める。

提案者	概要
<b>⑥低コスト・高品質なミリ波・テラヘルツ帯へのB5G対応高周波数移行技術の研究開発</b>	
<b>大阪大学</b> 三菱電機(株)	低い周波信号の高い周波数への移行による電波の逼迫度の解決に加え、デジタル／アナログ変換をはじめ高い周波数帯の信号処理において顕在化してきているコスト・精度・消費電力間のトレードオフの課題を解決することが可能なB5G対応高周波移行促進技術の実現を目的とする。応募者は、コスト・精度・消費電力において優位性を持つ ①メガヘルツ領域の成熟技術をベースとした信号波形生成およびその電波／光メディア変換の後、多値変調に対応可能な6bit以上の高い品質を保持したまま ②光の分散制御を用いて波形を時間圧縮し、③光／電波メディア変換を経てギガヘルツ領域以上の高い周波領域へ移行させる技術を実現する。
<b>⑦マルチチャネル自動接続を実現する赤外自己形成光接続の研究開発</b>	
<b>宇都宮大学</b> アダマンド並木精密宝石(株)	B5Gにおける情報伝送量の増大に伴い、光接続ポイント数も増大化し、かつ低損失高スループットの位置合わせが要求される。本提案研究開発では、マルチコアファイバやシリコン導波路などのマルチチャネル光部品間を一括で自動接続できる赤外自己形成光導波路技術を確立し、高スループット・高トランス・低接続損失の特長を活かすことで、B5G社会での展開を目指す。本技術を普及させることにより、次世代超低消費電力の光ネットワーク構築が実現できる。
<b>⑧ntelligent Reflecting Surfaceによるプロアクティブな無線空間制御と耐干渉型空間多重伝送技術の研究開発</b> (※)	
<b>東北大学</b> (株)国際電気通信基礎技術研究所	IRSを活用するシステムの最適化によるプロアクティブな無線空間制御技術及び干渉波の到来時間や伝搬路行列の確率的予測結果を用いて周波数利用効率を最大化する干渉抑圧・空間多重伝送技術の確立を目指す。これは無線空間そのものを制御するという新たなアプローチによる対象空間における周波数利用効率の大幅な改善を実現するものである。また本技術はB5Gなどのキャリア通信およびWi-Fiなどの免許不要帯通信の双方の機器に導入可能なものであり、グローバルな市場に対して非常に大きな社会経済的インパクトを与えることが期待できる。
<b>⑨Beyond 5Gの高速通信・低遅延等に適したエッジAIソフトウェアの開発と動作実証に関する研究開発</b>	
<b>大阪大学</b>	Beyond 5G通信の特徴である高速通信・低遅延の特徴を生かすためにはデータ解析・予測・最適化を行うAIにおいても高速・軽量化が必須である。また、2030年に向けて膨大なIT、IoT機器や自動運転車、産業機械等から送信されるデータによる通信トラフィックへの負荷を低減するため、エッジコンピューティングでAI処理する必要があり、この両者の技術課題を解決するために、深層学習のようなAIとは異なるアプローチであるリアルタイムAI・特徴量自動抽出AI技術を深化させ、AIソフトウェアだけでなく、エッジAIデバイス市場や関連サービス市場の成長に貢献する。
<b>⑩空間並列チャネル伝送に向けた垂直入射型ナノハイブリッド光変調器・受信器の研究開発</b>	
<b>東京大学</b> 浜松ホトニクス(株)、(株) KDDI総合研究所、静岡大学	最先端のナノハイブリッド基盤技術を活用することで、大規模2次元アレイ化が可能なスケラブルな垂直入射型の光変調器とコヒーレント受信器を開発し、超並列空間チャネルによるテラビット級伝送に適用する。有機／無機、誘電体／金属を融合したナノフォトニック構造を駆使することで、垂直入射型にも関わらず十分な効率を達成し、高密度集積化を図る。これにより、これまで長距離メトロ・コア網を主としてきた大容量空間多重光送受信器の小型化、低コスト化、低消費電力化を推し進め、Beyond 5Gの光アクセス網において大量に必要な超低遅延テラビット級光トランシーバを実現するための基盤技術を確立する。

提案者	概要
<b>⑪ B5G超低消費電力高効率ネットワーク構成に向けた高機能材料の研究開発</b>	
<b>産業技術総合研究所</b> 慶應義塾、東北大学	B5Gを支える様々なハードウェアの革新的性能改善には、新規の高性能な機能材料が不可欠である。本提案では、特に、B5Gネットワークが利用する無線周波数帯を数百倍拡張するテラヘルツ帯デバイス用、及び超高速バックボーンネットワークの省電力化と高効率化に不可欠な大規模光スイッチ用の機能材料を開発する。ここで開発する機能材料は、テラヘルツ帯に適切なバンド構造を有し、複数の安定相を外部から制御可能でメモリ性を有する相変化材料である。テラヘルツ源/テラヘルツ検出器の材料となり、集積型の光スイッチに直接装荷することで光スイッチの不揮発動作が実現でき、量産性の展望にも明るいことを実証する。
<b>⑫ 低遅延でインタラクティブなゼロレイテンシー映像・Somatic統合ネットワーク</b>	
<b>早稲田大学</b> アストロデザイン(株)、京都大学	低遅延でインタラクティブなゼロレイテンシー映像・Somatic統合ネットワークの実現を目指す。メディア統合では、Somatic情報（動作情報・体性感覚）の計測、呈示、未来予測、および映像情報の未来予測に関する技術開発を進める。ネットワーク管理では、低遅延スライスの自動管理、低遅延プロトコル、低遅延指向の8K映像圧縮伝送方式、および次世代技術の検討を進める。統合実証実験では、二つのユースケース開発、Somatic情報を統合した8K映像圧縮伝送装置、および統合実証実験を進める。成果として、B5Gの「超低遅延」「超臨場感」「自律性」に貢献しつつ、国際標準化や実用化への展開を図る。
<b>⑬ 超多数・多種移動体による人流・物流のためのダイナミックセキュアネットワークの研究</b> （※）	
<b>ジャパンデータコム(株)</b> 早稲田大学	Beyond 5G/6Gの時代には、超多数・多種な貨物ドローン等の移動体の密な空間での協調稼働による時空間の有効活用が期待され、多数の移動体間でのセキュリティを確保し周波数資源を節約した上での高頻度・低遅延な相互通信が求められる。本提案では、通信効率性の高い認証方法、柔軟性が高く検証可能な属性提示方法および信頼性の高い位置情報の生成・記録方式、そしてそれらのソフトウェア・ハードウェアの開発、社会実装における評価・検証を通して、次世代の物流に不可欠なセキュリティ基盤技術を確認し、Beyond 5G推進戦略が目指すSociety 5.0の実現に寄与する。
<b>⑭ 関数型パラダイムで実現するB5G時代の資源透過型広域分散コンピューティング環境</b> （※）	
<b>東京大学</b> 高知工科大学、大阪大学、(株)シティネット、さくらインターネット(株)、国立情報学研究所	スケーラビリティに優れた関数型言語Elixirを礎として、Beyond 5G時代の革新的なコンピューティング環境を開拓する。まず、広域分散システムの様々な構成要素に対して透過的な分散処理基盤を構築する。次に、IoTノード向けの電力効率の極めて高い実行環境として、SoCハードウェアの特性を積極活用した処理系および通信ミドルウェアを開発する。さらに、IoTアプリの機能や処理に応じて必要とする計算資源の最適配分を決定する手法を開発する。これらのプラットフォームとアルゴリズムの共創による超柔軟な開発環境を提供し、システム構築における導入コストを激減して製造業や第一次産業等にDXをもたらす。
<b>⑮ 300GHz帯アンテナ評価技術の実用化</b> （※）	
<b>(株)フォトニック・エッジ</b> 7G aa(株)	Beyond 5G/6Gで活用が見込まれる300GHz帯アンテナ評価技術の実用化を、岐阜大学発ベンチャーの株式会社フォトニック・エッジ(Photonic Edge Inc.: 以下PE)が持つ光技術に基づく低擾乱なテラヘルツ近傍界計測技術と、産総研発ベンチャーの7G aa株式会社(以下7Gaa)が持つアンテナ計測に必要なロボットアーム制御技術及び高速・高精度近傍界・遠方界変換アルゴリズムを融合することで実現する。具体的には、測定回数を大幅に削減可能な独自のアルゴリズムとロボットの位置決め精度を保證することが可能な精密3次元位置計測装置を組み合わせた独自のプローブ操作技術を7Gaaが開発し、これをPEが開発する安価でコンパクトなテラヘルツ近傍界計測システムに実装する。また、開発の300GHz帯アンテナ評価法を、Beyond 5G/6Gアンテナを対象とした国際標準計測法とすることを旨とするともに、早期に300GHz帯の電波計測サービスを社会実装させる。

(※) 特別枠（代表研究責任者が若手研究者（39歳以下等）であるもの、又は代表提案者が中小企業であるもの）での採択

## 【法人会員（118者）】

※ 2021年9月末時点

株式会社ICT戦略研究所  
IPNJ国際特許事務所  
アクセンチュア株式会社  
旭化成株式会社  
株式会社安藤・間  
アンリツ株式会社  
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社  
インターネット・アカデミー  
株式会社インターネット総合研究所  
株式会社インフォシティ  
wenovator LLC.  
一般社団法人WebDINO Japan  
営電株式会社  
株式会社エイビット  
AGT JAPAN 株式会社  
株式会社エクシオテック  
EXFO JAPAN株式会社  
NECネットエスアイ株式会社  
NTTアドバンステクノロジー株式会社  
株式会社NTTデータ経営研究所  
株式会社NTTドコモ  
株式会社MM総研  
エリクソン・ジャパン株式会社  
沖電気工業株式会社  
オリックス・レンテック株式会社  
河村電器産業株式会社  
キーサイト・テクノロジー株式会社  
株式会社キムラ製作所  
京セラ株式会社  
クアルコムジャパン合同会社  
熊本ソフトウェア株式会社  
株式会社熊本流通情報センター  
株式会社CLAP-N-CLANK  
KDDI株式会社  
コイケ・コンサルティング・グループ株式会社  
一般社団法人高度IT技術者認定協会  
コーデンテクノインフォ株式会社  
株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社三和テレム  
GR Japan株式会社  
株式会社Jストリーム  
シャープ株式会社  
一般社団法人情報通信技術委員会  
一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会  
昭和電工株式会社  
株式会社ステップホールディングス  
住友商事株式会社  
住友電気工業株式会社  
株式会社スリーダブリュー

株式会社セールスフォース・ドットコム  
セコム株式会社  
ソニー株式会社  
株式会社ソフトウェア開発  
ソフトバンク株式会社  
大日本印刷株式会社  
株式会社TAK・アナリティクス・リサーチ  
田中経営技術士事務所  
株式会社地域ワイヤレスジャパン  
中興化成工業株式会社  
一般社団法人データ流通推進協議会  
一般社団法人テレコムサービス協会  
電気興業株式会社  
株式会社デンソー  
一般社団法人電波産業会  
東亜ディーケーケー株式会社  
株式会社東芝  
凸版印刷株式会社  
ナルックス株式会社  
西日本電信電話株式会社  
一般財団法人日本ITU協会  
日本アンテナ株式会社  
日本IBM株式会社  
日本板硝子株式会社  
日本航空電子工業株式会社  
NPO法人日本サスティナブル・コミュニティ・センター  
株式会社日本総合研究所  
日本知財トレード株式会社  
株式会社日本テクノリソース  
株式会社テラヘルツ技研  
日本電気株式会社  
日本電業工作株式会社  
日本電信電話株式会社  
日本特殊陶業株式会社  
一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター  
日本無線株式会社  
ノキアソリューションズ&ネットワークス合同会社  
公益財団法人ハイパーネットワーク社会研究所  
パナソニック株式会社  
パナソニックIPマネジメント株式会社  
東日本旅客鉄道株式会社  
株式会社日立国際電気  
株式会社日立製作所  
株式会社ビットメディア  
華為技術日本株式会社  
株式会社フォーバル  
株式会社フジクラ  
一般社団法人富士山チャレンジプラットフォーム  
富士通株式会社

株式会社富士通ゼネラル  
株式会社フジテレビジョン  
古河電気工業株式会社  
株式会社ブロードバンドタワー  
マクセル株式会社  
三菱ケミカル株式会社  
株式会社三菱ケミカルホールディングス  
株式会社三菱総合研究所  
三菱電機株式会社  
楽天モバイル株式会社  
株式会社ラック  
リアライズネットワークエンジニアリング株式会社  
リコージャパン株式会社  
株式会社両備システムズ  
ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社  
ローム株式会社  
ONEDATA株式会社  
株式会社WOWOW

## 【特別会員（5者）】

内閣府 知的財産戦略推進事務局  
経済産業省  
特許庁  
富山県  
国立研究開発法人産業技術総合研究所

## 【有識者会員（22者）】

# 個別分野の研究開発・標準化等 関連

# 量子セキュリティ拠点の整備

- 国内拠点における各分野での研究開発の取組に加え、中核組織(Head Quarter)を中心とした、拠点横断的な取組を強化するため、「量子技術イノベーション拠点推進会議」を本年4月に設置。
- 推進会議の下に4つの分科会を設置し、知財・標準化分科会の座長にNICT 佐々木氏が就任。
- 海外拠点との国際連携を深めるため、本年12月に国際シンポジウムを実施予定。

## 量子セキュリティ拠点の整備 ～量子イノベーション拠点推進会議～

### 活動目的

- ・ 量子技術イノベーション拠点の共通課題の共有、拠点としての共同提言や推進を行う母体となる会議体
- ・ 意見交換と意識・戦略共有を行い、全拠点一体となって量子技術の社会実装に向けた研究開発を実施

### 推進体制

理化学研究所 産業技術総合研究所 東京大学－企業連合 大阪大学  
 情報通信研究機構 量子化学技術研究開発機構 物質・材料研究機構 東京工業大学

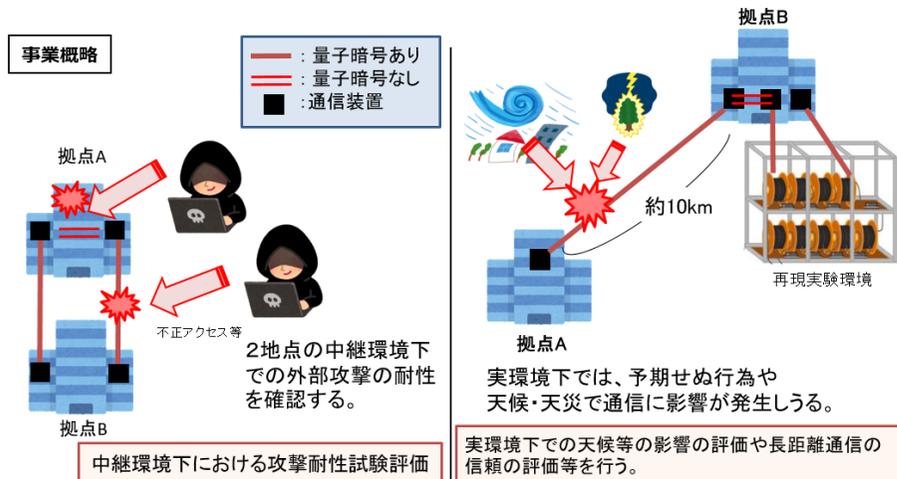
推進会議の下、課題に応じて分科会を設置し、各拠点が課題について協力



- 商用化が検討されている量子暗号通信装置を活用し、実利用環境でのセキュリティ面の強化や、技術・運用面の検証等、社会実装のための実証試験を推進中
- 新たな融合領域である「量子セキュリティ」分野を切り拓くべく、関連する研究開発、技術検証、人材育成、社会実装等を総合的に推進し、産学官の国際的な協創による新たな価値創造を促進する量子セキュリティに関する量子技術イノベーション拠点を本年度中に整備

## 量子暗号通信の社会実装に向けた試験

- 量子暗号通信の適正な社会実装を加速するため、NICTが主体となり、実際のユーザを想定した具体的な検証環境を整備
- 実際に利用した際の攻撃耐性の確認、通信障害への対応策等を様々な観点から検討する試験を実施



## 量子セキュリティ拠点の整備

- NICT（東京都小金井市）内での量子セキュリティ研究拠点の整備・形成を、本年度より本格的に開始
- 「量子技術イノベーション戦略」に基づき設立された他の拠点と連携し、
  - ①国際連携の推進
  - ②国際標準化
  - ③産学官連携の推進
  - ④人材育成の強化
 等を実施
- 量子セキュリティ拠点(NICT)においては、情報理論や暗号技術・ネットワーク技術と融合した「量子セキュリティ融合領域」の開拓、量子技術プラットフォームの構築を推進



Head Quarterの下、各拠点（領域）が一体的に拠点形成を推進

- 量子技術イノベーション戦略を踏まえ、産業界主体の出口指向の協議会を設立。
- 11社が参加する発起人会(5/31)実施、設立総会を9/1に開催。今後、部会を立ち上げ、産学官連携、社会実装を促進。(産業界から、サービス業を含む幅広いユーザー企業など24社が参画)

## 運営委員会：(会社名の五十音順)

氏名	所属		運営委員会
綱川 智	(株) 東芝	代表執行役社長CEO	委員長
内山田 竹志	トヨタ自動車(株)	代表取締役会長	
遠藤 信博	日本電気(株)	取締役会長	副委員長
篠原 弘道	日本電信電話(株)	取締役会長	副委員長
東原 敏昭	(株) 日立製作所	取締役 代表執行役 執行役会長兼CEO	副委員長
時田 隆仁	富士通(株)	代表取締役社長CEO兼CDXO	副委員長
和賀 昌之	三菱ケミカル(株)	代表取締役社長	副委員長

## 設立会員:24社(五十音順)

伊藤忠テクノソリューションズ株式会社  
 SBSホールディングス株式会社  
 キヤノン株式会社  
 JSR株式会社  
 住友商事株式会社  
 SOMPOホールディングス株式会社  
 第一生命保険株式会社  
 大日本印刷株式会社  
 大和証券グループ本社  
 株式会社長大  
 東京海上ホールディングス株式会社  
 株式会社東芝  
 凸版印刷株式会社  
 トヨタ自動車株式会社  
 日本電気株式会社  
 日本電信電話株式会社  
 株式会社日立製作所  
 富士通株式会社  
 株式会社みずほフィナンシャルグループ  
 三井住友海上火災保険株式会社  
 株式会社三井住友フィナンシャルグループ  
 三井物産株式会社  
 三菱ケミカル株式会社  
 三菱電機株式会社

## 部会テーマ(協議会設立時点)

量子波動・量子確率論応用部会(部会長:日立製作所)

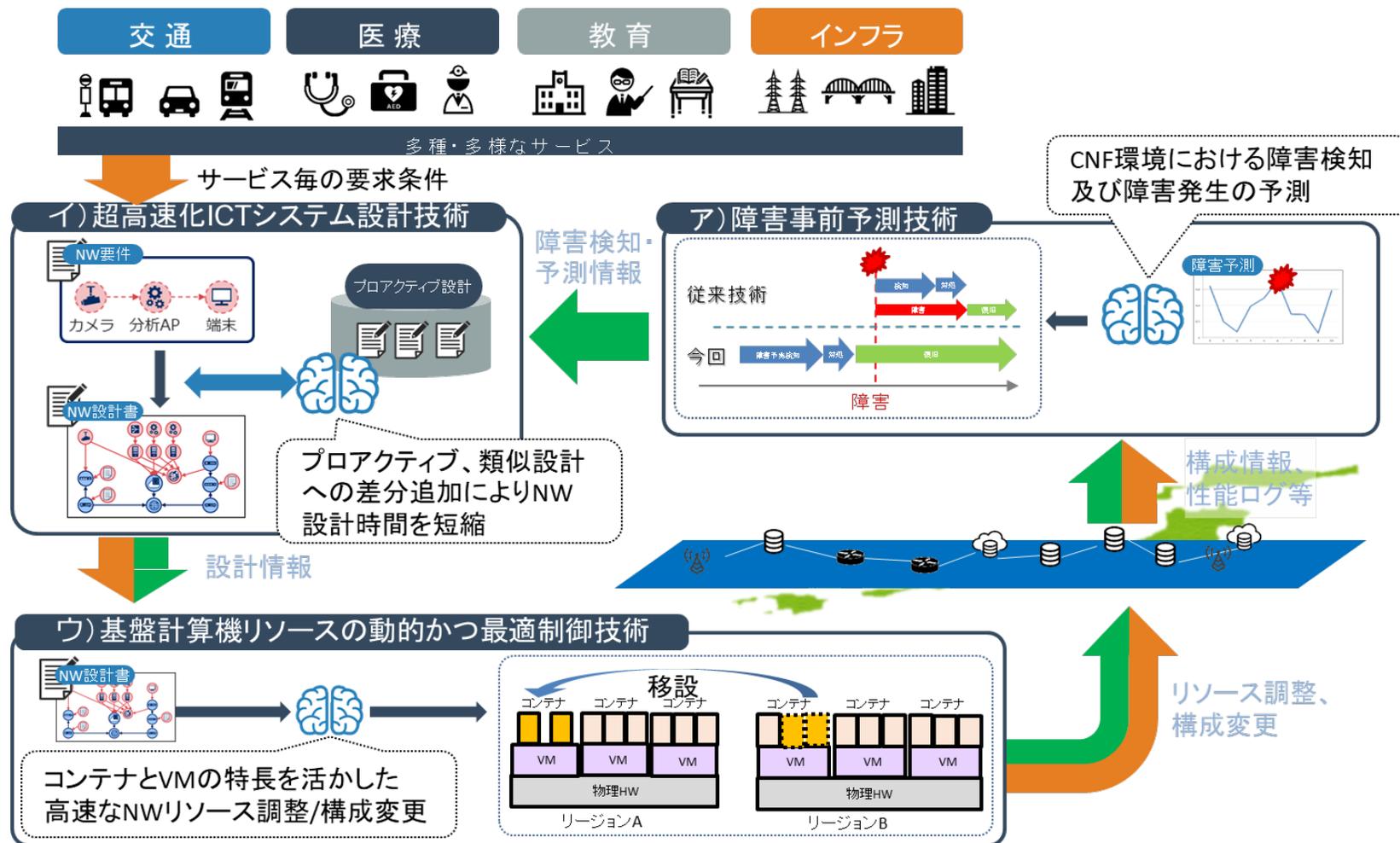
量子重ね合わせ応用部会(部会長:日本電気)

最適化・組合せ問題に関する部会(部会長:富士通)

量子暗号・量子通信部会(部会長:東芝)

情報通信技術(量子コンピューティング、量子暗号通信等)、関連基盤技術(材料、デバイス等)、重要応用領域(量子マテリアル、量子生命・医薬、量子バイオ、量子センサ、量子AI等)、人材、制度・ルール等に関する検討課題の洗い出しを行い、必要に応じて、部会を設置する。

- 総務省では、通信ネットワークの安全・信頼性を確保するため、仮想化技術の導入が進展する通信ネットワーク環境において、障害発生時の監視及び自動復旧に関して、**AIを活用して人手を介さず自律的に実現するための技術の研究開発**を実施中。【令和2年度第3次補正予算：3.9億円】



- スカパーJSATとNTTは、新たな宇宙事業創出をめざすことに合意し、業務提携契約を締結。
- グローバルなコンピューティング・ネットワーク技術を有しIOWNの実現に取り組むNTTと、30年以上の宇宙事業での豊富な技術・実績を有するスカパーJSATの連携により、宇宙統合コンピューティング・ネットワークによるイノベーションで新たな宇宙インフラを構築し、持続可能な社会に貢献(2021年5月2日)



2021年5月20日

日本電信電話株式会社

株式会社スカパーJSATホールディングス

NTTとスカパーJSAT、持続可能な社会の実現に向けた  
新たな宇宙事業のための業務提携契約を締結

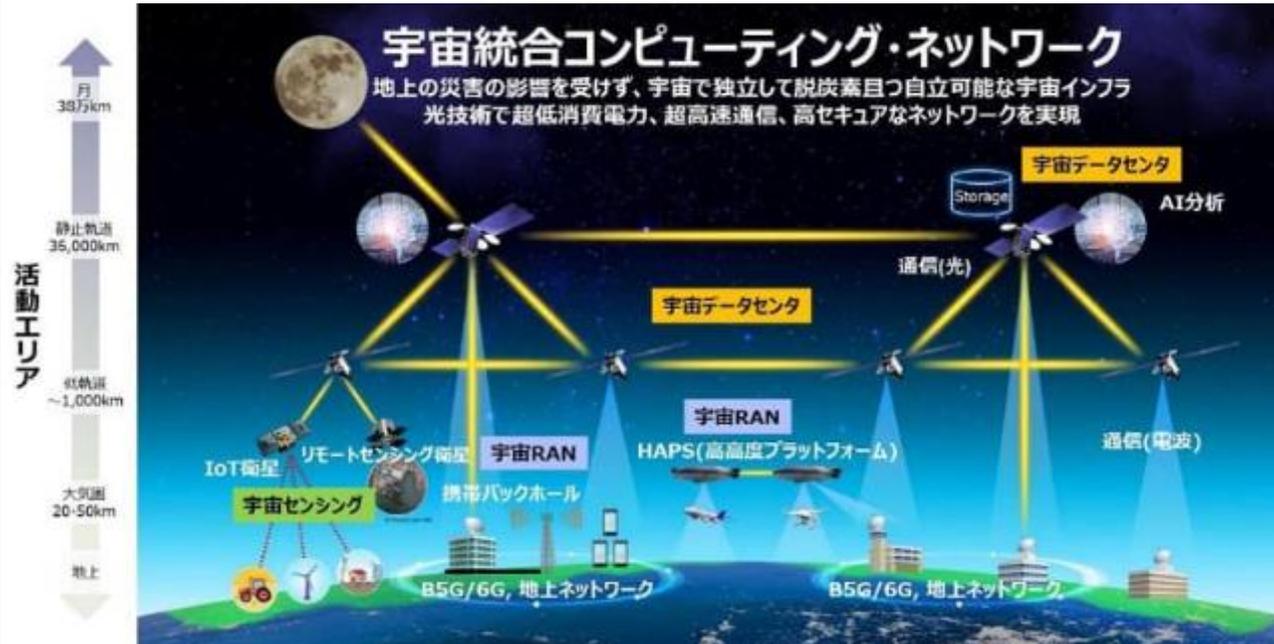
日本電信電話株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:澤田 純、以下「NTT」と)株式会社スカパーJSATホールディングス(本社:東京都港区、代表取締役社長:米倉 英一、以下「スカパーJSAT」)は、持続可能な社会の実現に向けた新たな宇宙事業創出をめざすことに合意し、ビジネス協業を目的として、2021年5月19日、業務提携契約を締結しました。グローバルなコンピューティング・ネットワーク技術を有しIOWNの実現に取り組むNTTと、30年以上の衛星通信、衛星放送をはじめとする宇宙事業での豊富な技術・実績を有するスカパーJSATの連携により、宇宙統合コンピューティング・ネットワークによるイノベーションで新たな宇宙インフラを構築し、持続可能な社会に貢献します。

### 1. 業務提携の背景

持続可能な経済・社会活動を確立していく上では、エネルギー・環境/気候変動・防災・スマートシティなどの多様な分野において、宇宙空間をICTインフラ基盤として効果的に最大活用することが、今後より一層重要です。そのために、宇宙空間のICTインフラ基盤は、従来とは異なる新たな技術・アーキテクチャが求められます。

NTTとスカパーJSATでは、宇宙空間のICTインフラ基盤の実現に向けた検討・議論を進め、本業務提携契約の締結に至りました。

グローバルな地上のインフラを有しIOWN構想の実現に取り組むNTTと、30年以上の衛星通信・衛星放送をはじめとする宇宙事業での豊富な技術・実績を有するスカパーJSATの連携により、新たな「宇宙統合コンピューティング・ネットワーク」の構築に挑戦し、持続可能な社会に求められるインフラ実現に貢献していきます。



- NTTとJAXAは、両者の技術融合による社会インフラ創出をめざした協力協定を締結し、「地上と宇宙をシームレスにつなぐ超高速大容量でセキュアな光・無線通信インフラの実現」をめざすべき世界観として共有した共同研究に取り組むことに合意(2019年11月5日)

