

# 「Beyond 5Gに向けた情報通信技術戦略の在り方」 報告書 概要

令和4年6月21日

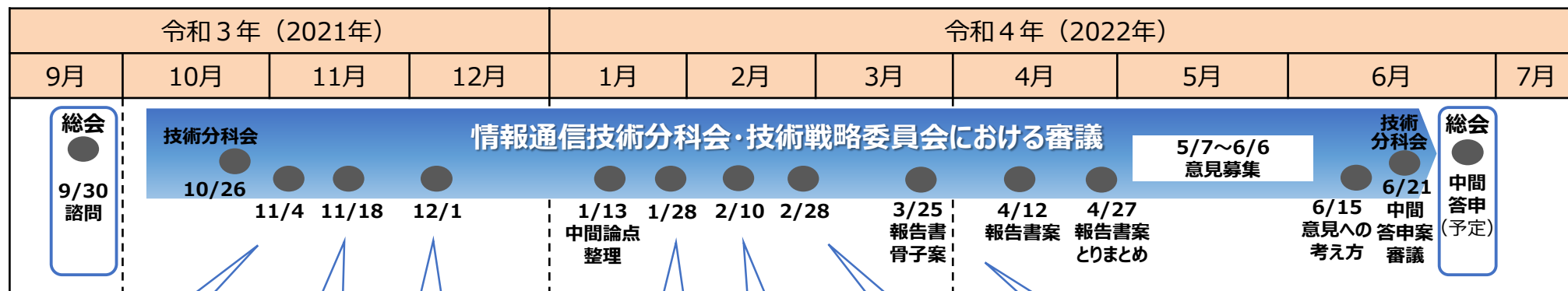
情報通信審議会  
情報通信技術分科会  
技術戦略委員会

# 情報通信審議会における検討の経緯

- **Beyond 5G (6G)** は、**2030年代の社会や産業の基盤**となる**情報通信インフラ**（移动通信の延長上だけではない統合ネットワーク）。
- **国際競争が激化する中、我が国として、研究開発や知財・国際標準化を産学官が一体となって戦略的に推進**することで、**国際競争力の強化や経済安全保障の確保**につなげていく必要がある。
- このため、**情報通信審議会**（情報通信技術分科会 技術戦略委員会）（※）において、**国内の関係組織や主要なプレイヤーの取組や知見を共有しながら、研究開発や知財・標準化などの技術戦略**について審議を重ね、**令和4年6月末に中間答申を予定**。

（※）○情報通信審議会（総会）（会長：内山田竹志 トヨタ自動車取締役会長）  
 ○情報通信技術分科会（分科会長：尾家祐二 九州工業大学名誉教授）  
 ○技術戦略委員会（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）

## <検討スケジュール>



B5G推進コンソーシアムの活動状況  
・NTTドコモ

B5G新経営戦略センターの活動状況  
・東大 森川教授

B5G関係者プレゼン  
・東大 中尾教授  
・NICT 徳田理事長  
・KDDI

B5G関係者プレゼン  
・NTT (IOWN)  
・富士通  
・NEC  
・SHARP  
・三菱電機

技術戦略具体化  
(宇宙、量子)  
・NICT (量子ICT  
共創センター長)  
・東芝DS 島田社長  
(量子新産業創出  
協議会実行委員長)

技術戦略具体化  
(NW、グリーン、  
国際競争力)  
・東大 中尾教授  
・NTTデータ  
・野村総研  
・三菱総研

通信事業者プレゼン  
・ソフトバンク  
・楽天モバイル

B5G推進コンソーシアムの活動状況  
・NTTドコモ  
・KDDI  
・富士通

B5G新経営戦略センターの活動状況  
・東大 森川教授

人材育成環境整備  
・京大 原田教授

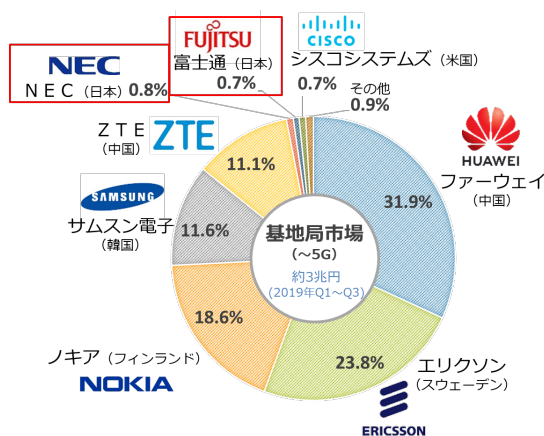
(技術戦略委員会における主なプレゼン者)

# 主な課題認識

## 熾烈な国際競争

- 5G国際市場で日本ベンダは後塵
- 米欧中韓はBeyond 5Gでの主導権を狙って研究開発投資を積極的に拡大
- 日本企業は優秀な技術力を持つが国際競争力や市場獲得に課題
- このままでは我が国の技術開発成果が埋没し、Beyond 5Gで存在感を失う危機

### <5G基地局の市場占有率>



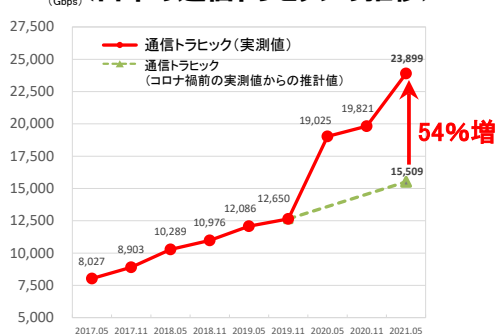
### <諸外国のBeyond 5G研究開発投資>

 <b>米国</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日米首脳共同声明で次世代移動通信網等への25億ドル投資を表明 (2021年4月)</li> <li>● 6Gの民間イニシアティブ (「Next G Alliance」) が「6G Roadmap」を公表 (2022年2月)。</li> <li>● FCCが6G技術開発等の本格検討を開始 (2022年2月)。</li> </ul>
 <b>欧州</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 欧州連合が6G研究開発のため次期研究開発プログラム Horizon Europe (2021 - 2027) に9億ユーロ (約1,200億円) の投資を決定 (2021年3月)。</li> <li>● 産官学コンソーシアム「Hexa-X」が6G研究開発プロジェクトを開始。 (2021年1月-2023年6月)</li> </ul>
 <b>中国</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 通信事業者・メーカー・大学等の6G推進団体「IMT-2030 (6G)」を中国情報通信研究院に設置。 (2019年6月)</li> <li>● 第14次五カ年計画の一環で6G研究開発を強化するデジタル経済プランを発表。 (2022年1月)</li> </ul>
 <b>韓国</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 科学技術情報通信部 (MSIT) が6G研究開発実行計画を発表。 2025年までに2,200億ウォン (約210億円) の投資計画。 (2021年6月)</li> </ul>

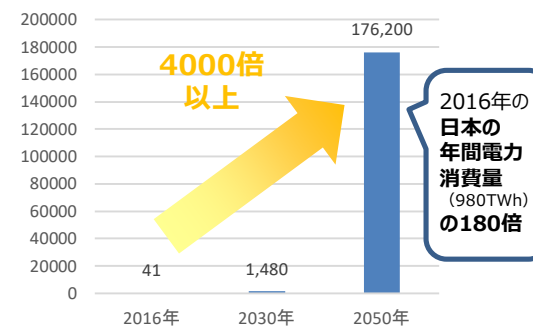
## 情報通信の消費電力

- コロナ禍の生活様式の変化により通信ネットワークのトラフィックと消費電力が増大傾向
- このまま技術革新がなければさらなる激増が見込まれ、カーボンニュートラル達成が困難

### <日本の通信トラフィックの推移>



### <ICT関連消費電力の予測>



## 国家戦略としてのデジタル化の推進

- 政府全体で取り組む国家戦略として、関係府省と密接連携しながら、誰もが活躍でき、誰一人取り残さないデジタル化を目指し、5Gを超える機能拡張によってBeyond 5Gの恩恵を国民に届けていく必要性

# Beyond 5Gが実現する社会像

誰もが活躍できる社会  
「包摂性・*Inclusive*」



## グリーン・環境エネルギー

2040年情報通信産業のカーボンニュートラル実現（グリーンオブICT）  
2050年カーボンニュートラルに向けたICTの貢献（グリーンバイICT） 等

## 国際競争力強化、経済成長

オープンかつ公正なBeyond 5G市場環境 等

持続的に成長する社会  
「持続可能性・*Sustainable*」



2030年代の社会ビジョン  
強靱で活力のある社会



(Beyond 5G推進戦略)

## 経済安全保障

Beyond 5Gに関連する重要技術育成を通じた不可欠性、自律性の確保

## デジタル田園都市国家構想

地方のデジタル化、一極集中から地方分散  
地域の成長産業創出、地域の交通物流確保  
エネルギー地産地消 等

## 健康医療、社会寿命延伸

データヘルス、遠隔診療、人生100年時代等

## 働き方改革

テレワーク環境の高度化 等

安心して活動できる社会  
「高信頼性・*Dependable*」



## ウィズコロナ/ポストコロナ社会


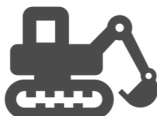













時間、距離の制約の克服  
ソーシャルディスタンス 等

## 防災、減災、国土強靱化

災害観測・予測、災害情報共有  
情報通信インフラの強靱化 等

# Society 5.0 の実現

# Beyond 5Gのユースケース

金融	建設・不動産	物流・運輸	情報通信	メディア	エネルギー・資源
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ オンライン化・キャッシュレス化が進展し、全顧客との接点のデジタル化</li> <li>◆ AIや取引データ等の活用による、高付加価値ビジネスや他業界との連携・融通 等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ VR技術による遠隔協業・ロボット遠隔操作</li> <li>◆ IoT、無線センシングによる保守管理・監視等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 倉庫・物流における荷物の追跡・管理や機械・ロボット等の自動運転・ドローン運転</li> <li>◆ 衛星やHAPSを利用した海上ルート含む物流支援</li> <li>◆ 航空・鉄道のシームレスな乗換えや自動運行等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 誰一人取り残さないデジタル化</li> <li>◆ アバター等によるリアルな体感や、AIによる高精度の需要予測と供給の最適化</li> <li>◆ AIを活用した自律的で災害に強いネットワーク 等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 身体所有体験を含む没入型メディア体験</li> <li>◆ 個々の視聴環境等へのパーソナライズ化 等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 資源の採掘・加工の現場作業を安全に行う、没入型遠隔操作・自動化</li> <li>◆ リサイクルデータ共通利用基盤 等</li> </ul> 
<b>自動車</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 高精度な車両の検知・予測による安全運転支援</li> <li>◆ 道路・交通状況のリアルタイム画像によるダイナミックマップ作成等</li> </ul> 	<h2>2030年代のあらゆる産業・社会活動の基盤としてのBeyond 5G</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 超高速大容量サービス</li> <li>■ 超低遅延性が求められるサービス</li> <li>■ 多数のIoTセンサが同時接続されるサービス</li> <li>■ 時間・場所の制約からの解放</li> <li>■ 利用者が求めるサービス品質を安定的かつセキュアに提供</li> </ul> 			<b>機械・電機・工場</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ IoT、ロボット導入による工場無人化</li> <li>◆ XR等を用いた高精度の機械遠隔操作</li> <li>◆ 農機の自動化・高機能化・遠隔操作による農業のスマート化等</li> </ul> 	
食品・農業	流通・小売・卸	医療	公共・行政・教育	防災・地域	宇宙・HAPS
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 無人トラクターの自動走行や農業散布用ドローンの制御・遠隔監視</li> <li>◆ センサー・カメラ等による作物や家畜の遠隔モニタリング 等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ あらゆる地域で利便性が確保される輸送・配送の高度化</li> <li>◆ サプライチェーンにおけるデータの取得・連携・流通基盤の構築等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 高解像度の映像・通信技術による遠隔手術</li> <li>◆ センサーによる生体情報のリアルタイム取得とAI診断による健康管理 等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 利用者がどこでも手続き可能なUIを備えたワンストップ行政システム</li> <li>◆ XR等を用いた臨場感のある遠隔教育 等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 災害予知システムや、救助・避難訓練支援システム、避難誘導システム</li> <li>◆ HAPS等による災害時の通信基盤確保 等</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ HAPS等を活用した陸海空を網羅する通信基盤によるスマートシティ実現やデジタルレバイド解消</li> <li>◆ 宇宙空間での活動への地上からの遠隔操作 等</li> </ul> 

# 目指すべきBeyond 5Gネットワークの姿

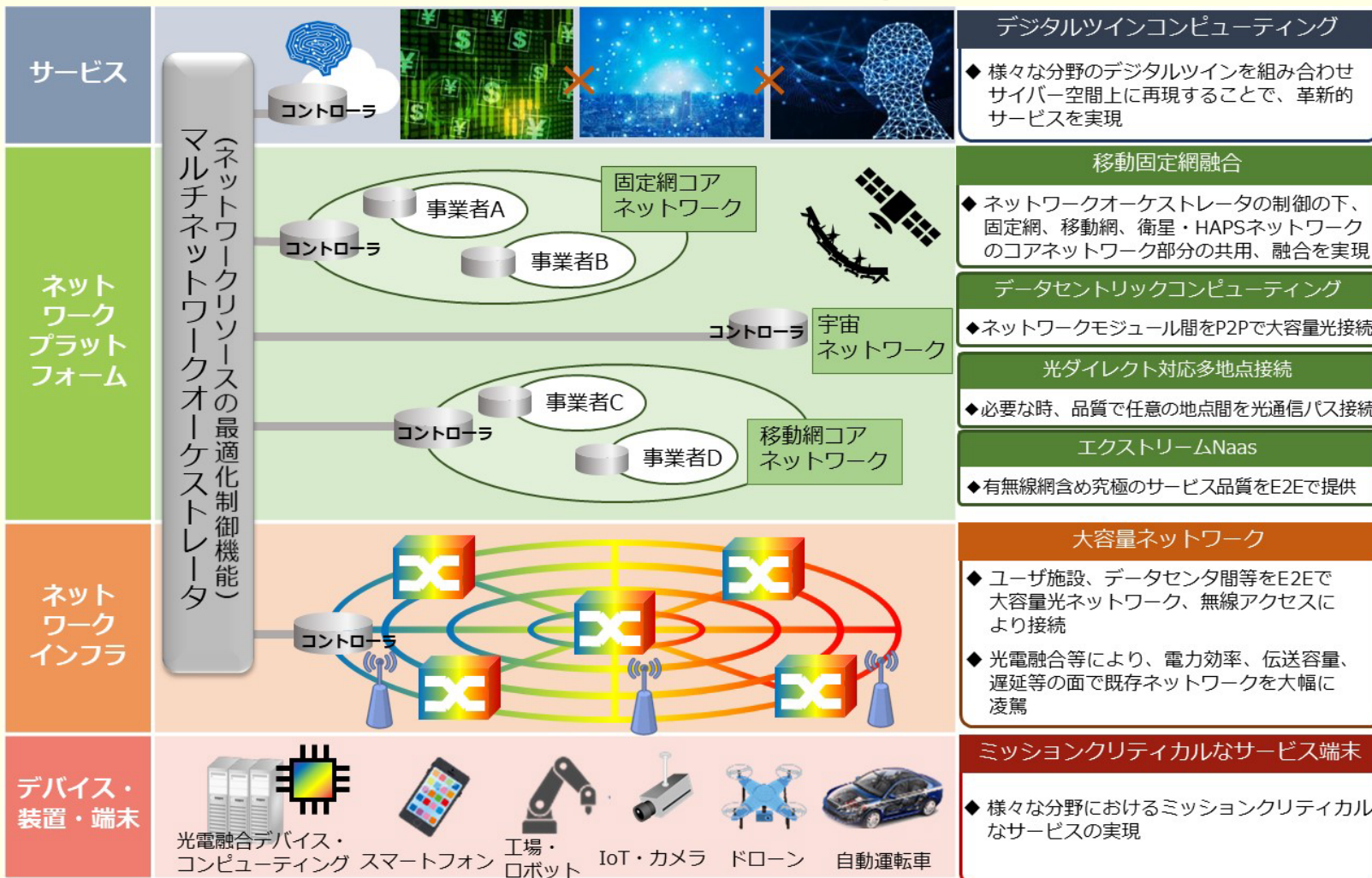
## 【実現目標】

陸海空含め国土100%をカバーする  
デジタル田園都市国家インフラを実現

通信ネットワーク全体の電力使用効率を2倍  
[再生可能エネルギー・利用拡大とあわせて] 2040年情報通信分野のカーボンニュートラル実現

標準必須特許10%、国際市場30%  
を確保し、世界市場をリード

## 世界市場でのゲームチェンジを目指したBeyond 5Gのネットワークアーキテクチャ



**デジタルツインコンピューティング**

- ◆ 様々な分野のデジタルツインを組み合わせサイバー空間上に再現することで、革新的サービスを実現

**移動固定網融合**

- ◆ ネットワークオーケストレータの制御の下、固定網、移動網、衛星・HAPSネットワークのコアネットワーク部分の共用、融合を実現

**データセントリックコンピューティング**

- ◆ ネットワークモジュール間をP2Pで大容量光接続

**光ダイレクト対応多地点接続**

- ◆ 必要な時、品質で任意の地点間を光通信パス接続

**エクストリームNaas**

- ◆ 有無線網含め究極のサービス品質をE2Eで提供

**大容量ネットワーク**

- ◆ ユーザ施設、データセンタ間等をE2Eで大容量光ネットワーク、無線アクセスにより接続
- ◆ 光電融合等により、電力効率、伝送容量、遅延等の面で既存ネットワークを大幅に凌駕

**ミッションクリティカルなサービス端末**

- ◆ 様々な分野におけるミッションクリティカルなサービスの実現

- <ポイント>**
- 従来の移動通信（無線）の延長上で捉えるのではなく
  - オール光ネットワークによる大容量な固定網と移動網を密に結合させ革新的な大容量・低遅延・高信頼・低消費電力\*の通信インフラを実現
  - 非地上系のインフラともシームレスに結合させ、これらをセキュアに最適制御できる統合的なネットワークを実現
- \*通信ネットワーク全体の省電力化により、2040年に温室効果ガス45%程度削減可能との試算あり



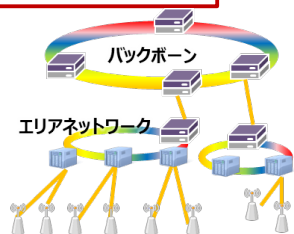
**グローバルな通信インフラ市場で日本がゲームチェンジャーとなり  
先端技術開発等を主導し  
勝ち残れる戦略が必要**

## 課題1 オール光ネットワーク技術

- 有線ネットワークをオール光化し、超高速大容量、超低遅延なサービスを超低消費電力で提供

超高速・大容量・超低遅延

超低消費電力

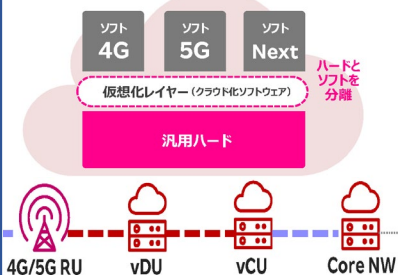


## 課題2 オープンネットワーク技術

- ベンダーロックインリスクから脱却し、公正なBeyond 5G市場の競争環境を実現

自律性

超安全・信頼性

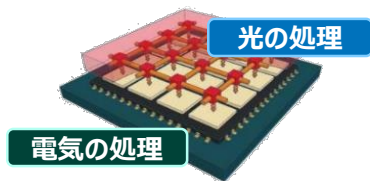


## 課題3 情報通信装置・デバイス技術

- 情報通信装置・デバイスレベルで光技術を導入し、超低遅延かつ超低消費電力な通信インフラを実装

超高速・大容量・超低遅延

超低消費電力

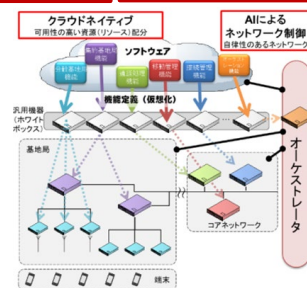


## 課題4 ネットワーク オーケストレーション技術

- ユーザニーズに応じて柔軟にネットワークリソースを割当て、サービスを提供

自律性

超低消費電力



## 課題5 無線ネットワーク技術

- 基地局から端末への超高速大容量な高周波無線通信を効率的かつ確実に接続

超高速・大容量・超低遅延

超多数接続



## 課題6 NTN (HAPS・衛星ネットワーク) 技術

- 日本国土のカバー率100%、陸海空・宇宙のエリア化を実現
- 災害時のインフラ冗長化

拡張性

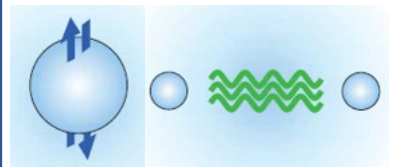
超安全・信頼性



## 課題7 量子ネットワーク技術

- 量子の性質を利用した暗号通信、ネットワークにより絶対安全な通信を実現

超安全・信頼性

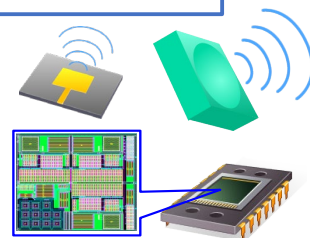


## 課題8 端末・センサー技術

- ミリ波、テラヘルツ波を超高速大容量なモバイル通信用途に活用

超高速・大容量・超低遅延

超多数接続

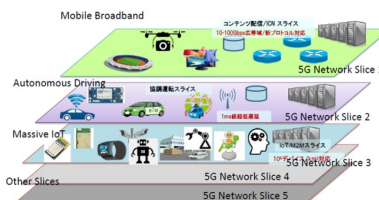


## 課題9 E2E仮想化技術

- 端末を含むネットワークの仮想化により、エンドツーエンドでサービス品質を保証
- 継続進化可能なソフトウェア化

自律性

超安全・信頼性



## 課題10 Beyond 5Gサービス・アプリケーション技術

- Beyond 5Gの能力を最大限に発揮し、様々な社会課題の解決や人々の豊かな生活を実現

拡張性



# 国として特に注力すべき研究開発課題の重点化

- 前述の研究開発10課題から、「①日本の強み」「②技術的難易度」「③自律性確保」「④国家戦略上の位置づけ」「⑤先行投資を踏まえた加速化の必要性」の観点から、今後特に**重点的に国費を投入して注力すべき研究開発課題を絞り込み、重点プログラム化**。

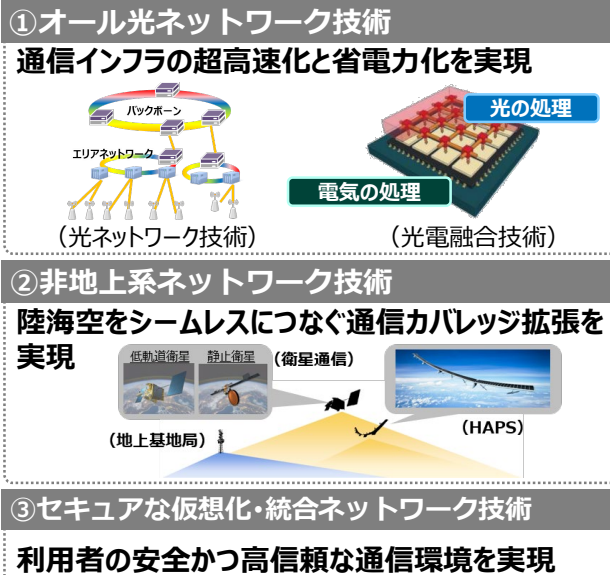
研究開発課題		重点化の基本的考え方
● オール光ネットワーク 関連技術 【重点プログラム】	[課題1] オール光ネットワーク 技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆【①日本の強み】特に光NW技術、光電融合技術、デバイス開発で先行</li> <li>◆【②技術的難易度】チップ内含め光と電気信号の緊密な連携には高い技術的ハードル</li> <li>◆【④国家戦略上の位置づけ】新資本主義実現戦略、デジタル田園都市国家構想、グリーン戦略、科学技術立国、半導体分野の府省連携</li> <li>◆【⑤先行投資】Beyond 5G研究開発で一部着手、加速化が必要</li> </ul>
	[課題3] 情報通信装置・ デバイス技術	
● 非地上系ネットワーク 関連技術 【重点プログラム】	[課題6] NTN (HAPS・宇宙ネットワーク) 技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆【①日本の強み】HAPSについては、HAPSアライアンスで先行</li> <li>◆【③自律性確保】災害時に陸上・海底光ファイバーが途絶した場合の衛星・HAPSを経由した通信手段を我が国の技術・事業者での確保が不可欠</li> <li>◆【④国家戦略上の位置づけ】デジタル田園都市国家構想（国土カバー率100%達成に不可欠）、経協インフラ戦略、宇宙・航空分野の府省連携</li> <li>◆【⑤先行投資】Beyond 5G研究開発で一部着手、加速化が必要</li> </ul>
● セキュアな仮想化・ 統合ネットワーク 関連技術 【重点プログラム】	[課題4] ネットワークオーケストレーション技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆【①日本の強み】オール光ネットワークに連動する技術として先行、O-RAN標準化で主導、完全仮想化NW構築や国際展開で先行、ネットワークのハードソフト分離に不可欠な超強力汎用ハードウェアの開発でリード</li> <li>◆【②技術的難易度】多様なネットワークの相互接続と相互運用を実現した上で自律的・動的なNWリソースの最適配置の提供、ユーザー端末まで含めたセキュアな仮想化・リソース制御は技術的に高いハードル</li> <li>◆【④国家戦略上の位置づけ】デジタル田園都市国家構想、グリーン戦略、科学技術立国、経協インフラ戦略</li> <li>◆【⑤先行投資】Beyond 5G研究開発で未着手</li> </ul>
	[課題2] オープンネットワーク技術	
	[課題9] エンドツーエンド仮想化技術	
[課題7] 量子ネットワーク技術		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆【③自律性確保】米国、欧州、中国と熾烈な開発競争が行われる研究領域ではあるが、社会やビジネスを根底から変革する領域</li> <li>◆【④国家戦略上の位置づけ】新資本主義実現戦略、量子イノベーション戦略、関係府省と連携し他の量子研究分野のシナジーも活かした研究開発</li> <li>◆【⑤先行投資】量子暗号の研究開発実施中、量子インターネットは中長期フェーズ</li> </ul>
[課題5] 無線ネットワーク技術		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆【①日本の強み】光ファイバー無線技術、O-RANベースでの高品質・高効率RU技術、中高周波帯デバイス（GaNなど）で先行</li> <li>◆【④国家戦略上の位置づけ】デジタル田園都市国家構想、グリーン戦略</li> <li>◆【⑤先行投資】Beyond 5G研究開発実施中（着実な継続が必要）</li> </ul>
[課題8] 端末・センサー技術		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆【②技術的難易度】革新的なBeyond 5G対応IoTデバイスの開発等</li> <li>◆【④国家戦略上の位置づけ】デジタル田園都市国家構想、グリーン戦略</li> </ul>
[課題10] Beyond 5Gサービスアプリケーション技術		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆【②技術的難易度】社会実装の実証を通じた社会課題解決の検証</li> </ul>



## 研究開発戦略

### ● 国が注力すべき「重点研究開発プログラム」を特定

- ・日本に強みがあり、そのかけ合わせにより世界をリードできる技術（右記①②③）を重点対象として
- ・国の集中投資による研究開発の強力な加速化が必要
- ・予算の多年度化を可能とする枠組みの創設が望ましい



## 社会実装戦略

### ● 社会実装開始時期の前倒しと順次のネットワーク実装

重点研究開発プログラムの成果を（2030年を待つことなく）2025年以降順次、国内ネットワークへの実装と市場投入を進めていく

### ● Beyond 5Gへのマイグレーションシナリオの具体化

[2024年度～]

- ・ ①③技術を組み合わせた、公的機関を含む先進ユーザ・エリアでの技術検証

[2025年度～]

- ・ 大阪・関西万博で上記成果を産学官一体でグローバル発信

[2026年度～]

- ・ ①③技術の機能拡充と段階的なエリア拡大、
- ・ ②技術とも組み合わせた日本全国・グローバルへのエリア拡大

一体で推進

## 知財・標準化戦略

### ● 我が国が目指すネットワークアーキテクチャと重点研究開発プログラムの成果のオープン＆クローズ戦略を推進

#### 【オープン（協調）領域】

- ・ 国内企業も含め多様なビジネス創出につながるオープンアーキテクチャの促進を基本として、ネットワークアーキテクチャとキーテクノロジーのITUや3GPP等での国際標準化を有志国とも連携して我が国が主導していく

#### 【クローズ（競争）領域】

- ・ 重点研究開発プログラムの成果のコア技術を特定し、権利化・秘匿化等を行い、我が国の競争力の源泉となる差異化要素として囲い込む

一体で推進

## 海外展開戦略

### ● 我が国の重点研究開発プログラムの成果を「世界的なBeyond 5Gキーテクノロジー」に位置づけ海外通信キャリアへの導入を促進

- ・ 「社会実装戦略」（できる限り早期・順次の国内社会実装）により、その有用性を世界にいち早く発信してグローバルなデファクト化を推進する
- ・ 我が国の重点研究開発プログラムの成果を主要なグローバルベンダとも適切に連携しながら世界の通信キャリアへの導入を促進する

# Beyond 5G研究開発ロードマップ

5G

Beyond 5G



万博における技術発信

統合実証

上記技術の一部又は組合せによる技術検証

順次実用化、社会実装