

# 「デジタル変革時代の電波政策懇談会」 における検討課題への意見について

令和3年3月19日

国立研究開発法人情報通信研究機構

理事 門脇 直人

# 「デジタル変革時代の電波政策懇談会」における 検討課題への意見について



■「デジタル電波変革時代の電波懇談会」の下記検討課題について、意見を述べさせていただきます。

## ＜懇談会第1回事務局資料抜粋＞

### 2. デジタル変革時代に必要とされるワイヤレスシステムの導入・普及の在り方

#### 【論点】

5Gは本年3月から商用サービスが開始され、ローカル5Gは昨年12月に一部の周波数帯で先行して制度化が行われた。今後、5G・ローカル5Gのサービス展開が拡大し、また、Beyond 5Gといった新たなシステムや技術開発が進んでいく中、新たな無線システムの導入・普及に向けて、どのような制度上の課題や方策が考えられるか。例えば、以下についてどのように考えるか。

#### (2) Beyond5Gシステム等の新たな無線システムの推進に係る課題及び対応方策

### 5. 電波利用料制度の見直し

#### 【論点】

電波のひっ迫状況の変化や技術の進展をはじめとする昨今の事象等を踏まえ、例えば、以下についてどのように考えるか。

#### (1) 既存の電波利用料制度や電波利用料施策の改善

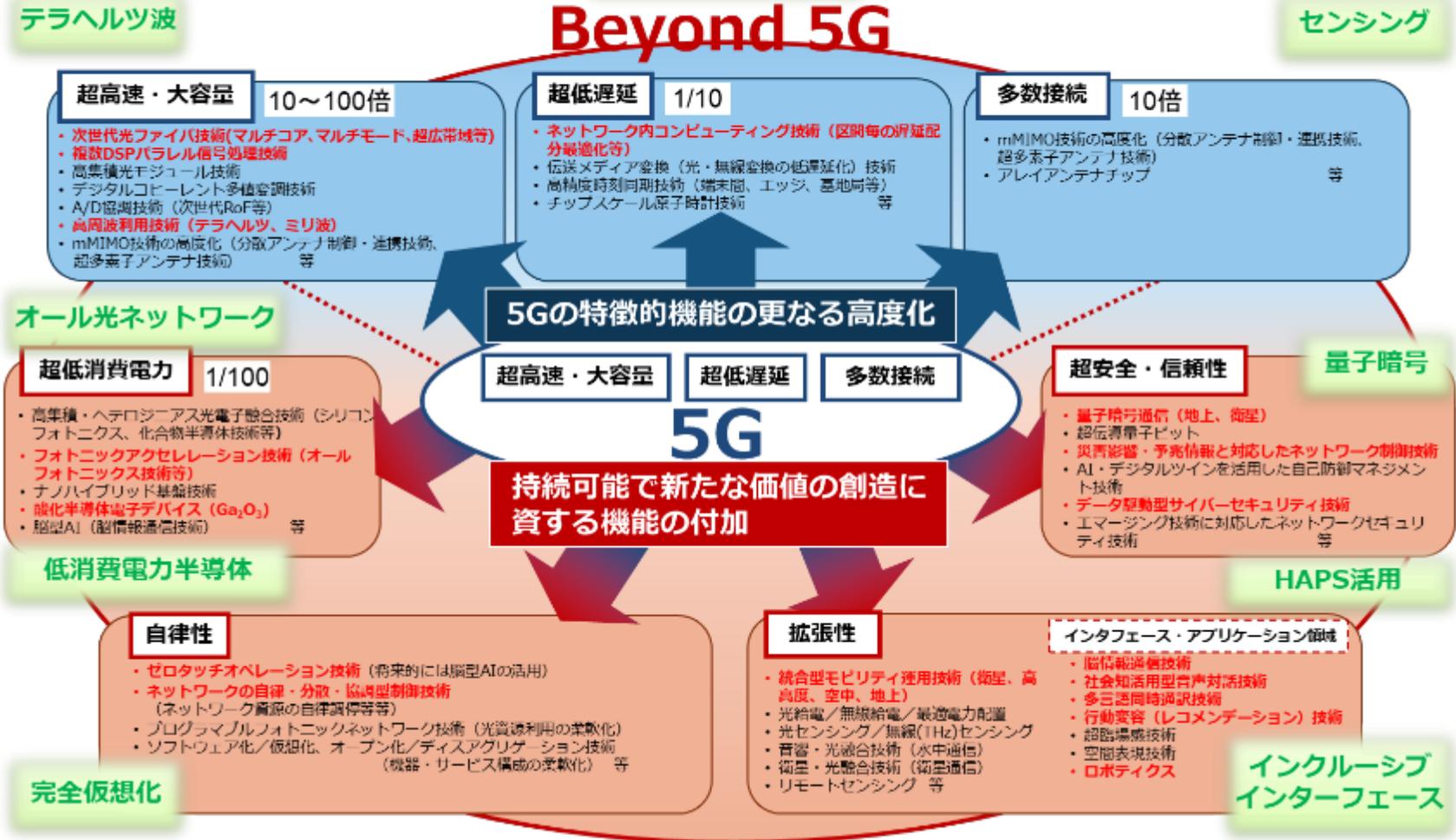
# Beyond 5G推進戦略 – 6Gへのロードマップ –

## (Beyond 5G推進戦略懇談会提言 令和2年6月)

※ 赤太字は産学官の別なく、重点的に進めるべきと考えられる技術の例

時空間同期  
(サイバー空間を含む。)

※ 緑字は、我が国が強みを持つ又は積極的に取り組んでいるものが含まれる分野の例



重点的に研究開発等を進めるべきと考えられる技術例

## ニューノーマルでの社会経済の発展

→ 「非接触・遠隔・超臨場感の3密回避型社会経済活動」の実現が必要

空間的に分散した個人が高度なICTインフラ (Beyond 5G) でつながり、**サイバー空間**を通じて他者やロボット、アバターと協働。いかなる時でも価値を創出し続ける。

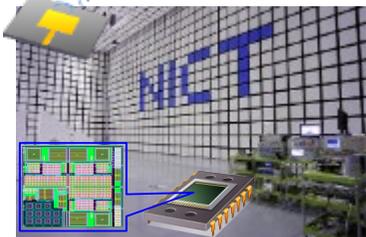


実空間の事象を**計測**（データ収集）し、**サイバー空間**でシミュレーションで**解決策**（最適解）を見つけて、実空間のロボットや自動運転車等を**駆動**（最適制御）するSociety 5.0の高度化

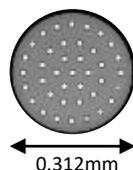


## NICTが世界をリードする基盤技術

テラヘルツ



超大容量光ネットワーク

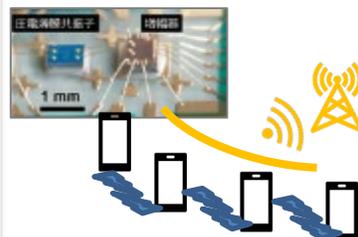


0.312mm



20mm

時空間同期



スペースB5G



オープンテストベッド



# 電波有効利用に資するBeyond 5Gの要素技術の研究開発の必要性

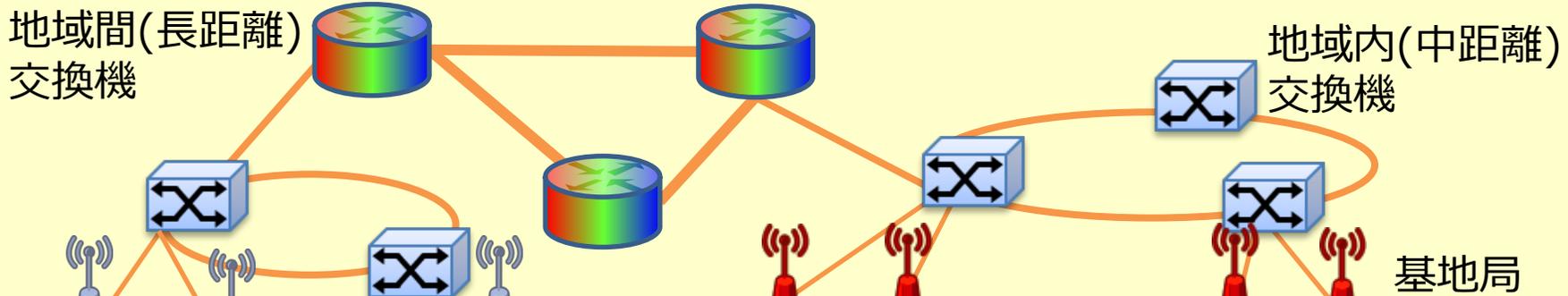
Beyond 5Gのネットワークに必要な通信容量は現在の10万倍が必要との予測もあり

周波数の深刻な逼迫を回避するためには、①無線ネットワークの大容量化、②有線ネットワークの大容量化、③有線と無線の情報変換の低コスト化、④インターフェース・アプリケーション等の高度化が必要

有線ネットワーク

## ②電波有効利用のための有線ネットワークの大容量化が必要

(エッジまで有線ネットワークで情報伝送するための大容量化技術)



無線ネットワーク

## ①テラヘルツや光まで組み合わせた無線ネットワークの大容量化が必要

(テラヘルツや空間光通信等も組み合わせた無線ネットワークの大容量化技術)

## ④電波有効利用のためのインターフェース・アプリケーション等の高度化が必要

(最小限の無線通信で情報を効率的に伝送するインターフェース等)

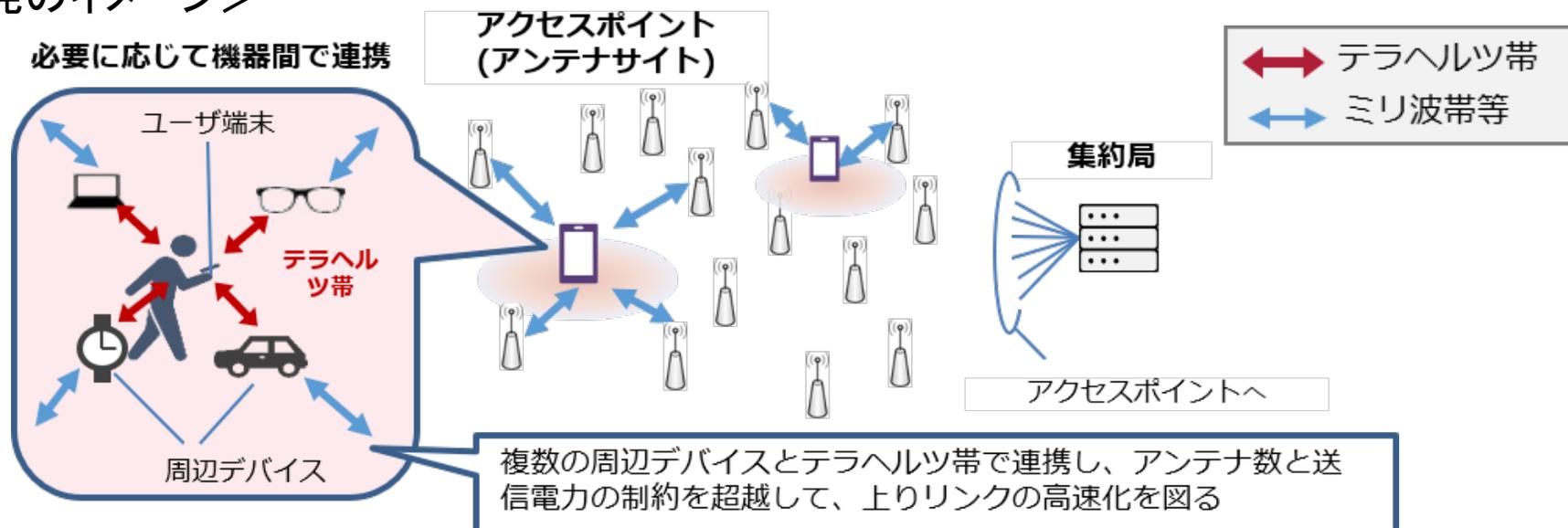
## ③有線と無線の情報変換の低コスト化が必要

(有無線一体で効率的に情報伝送する通信制御・情報変換技術) 5

### - Beyond 5Gに向けたテラヘルツ帯を活用するユーザセントリックアーキテクチャ実現のための研究開発 -

- 超高速・大容量・超低遅延等をあらゆる場所と端末で実現する上で、5Gまでの技術では1)セル境界で無線品質が低下、2)サイズや電力等の厳しい制約で上りリンクの無線品質が不足する等の課題がある。
- ユーザ端末から周辺デバイスの方向を推定して通信を確立する技術や、高精度MIMOビームフォーミングのための高周波補償技術、仮想化RAN基盤を前提としたリソース分配等の研究開発を推進する。
- これらの技術を確立することで、現在より高い周波数であるテラヘルツ波の利用・移行を促進し、電波の有効利用に資する。

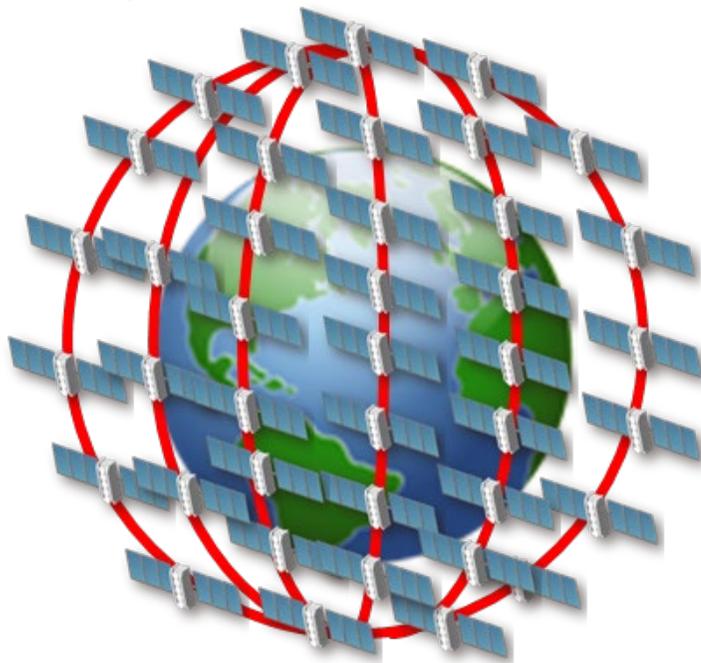
### <研究開発のイメージ>



### - 衛星の無線周波数ひっ迫対策に対応した衛星・光融合技術 -

- Beyond 5G時代の通信サービスのエリア拡張の手段として衛星通信が期待されるが、膨大な数の衛星が運用されると通信帯域が不足し周波数割当てが困難となる。データ容量の増加による帯域不足は限界に達している。
- 非地上系ネットワーク（NTN）をグローバルに拡張するため、無線周波数のひっ迫を緩和し、干渉に強く電波の有効利用に資する、低軌道における多数の衛星による衛星コンステレーションを用い、より高い周波数の電波と光の通信技術の融合による超高速衛星通信を実現するための研究開発を推進する。

### <研究開発のイメージ>



地上系B5G/6GからNTNによる宇宙までの3次元通信網を構築し、グローバルカバレッジを実現

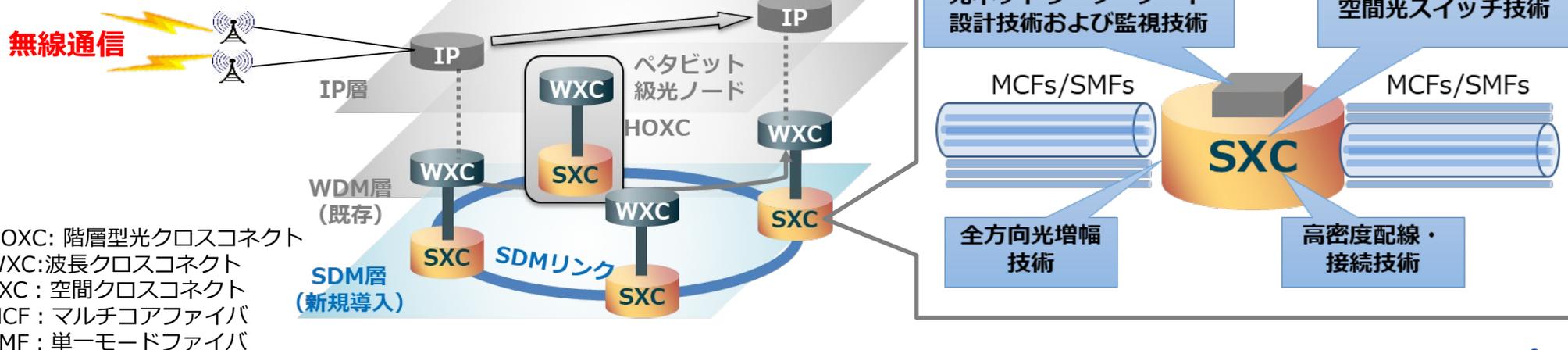
- 割当て周波数が不足、通信の効率化や高い周波数の利用が必須
- 無線周波数のひっ迫を緩和し、干渉に強く、電波の有効利用に資する

### - Beyond 5Gにおける電波有効利用を支える光ネットワーク高度化技術-

- 2030年代の光ネットワークには1Pbps級の光リンク容量が必要だが、現在の単一モードファイバでは実現不可能。
- 大容量な空間分割多重（SDM）技術を既存の波長分割多重（WDM）ベースの光ネットワークを導入するため、新しいノードアーキテクチャやSDM対応デバイスの開発を行う。
- 周波数がひっ迫する基地局等への中継回線について大容量の光ファイバにより代替し、電波の周波数の繰り返し利用を促進することで、電波の有効利用に資する。

### <研究開発のイメージ>

空間多重光ネットワーク



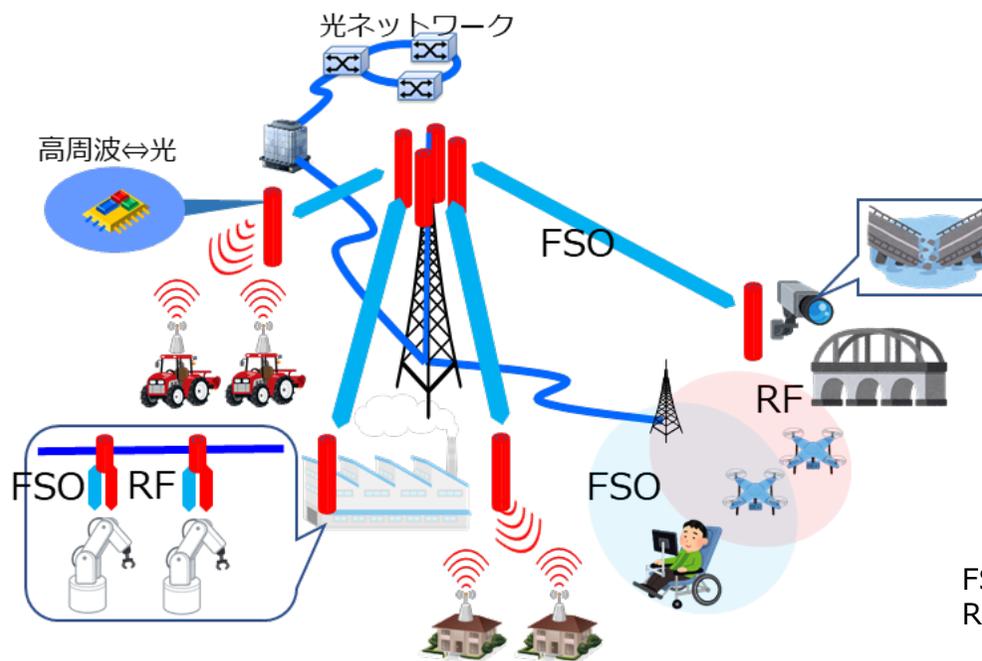
# 電波有効利用に資するBeyond 5G要素技術（例4）

～③有線と無線の情報変換の低コスト化、①テラヘルツや光まで組み合わせた無線ネットワークの大容量化～

## - 高周波数帯の有効利用を図る電波・テラヘルツ・光融合技術 -

- 2030年のモバイルサービスでは基地局当たり100Gbps級の通信速度および超低遅延・超多数同時接続が必要とされ、5G実用化の技術レベルの延長でなく、新しい有線・無線融合技術に関する基盤技術が求められる。
- ミリ波・THz波光ファイバ無線及び空間光無線に関する融合技術、ハードウェア基盤技術の研究開発を行うとともに、周波数100GHz以上で、移動体等と光ファイバ通信網をシームレスに繋ぐ光ファイバ無線用トランシーバの開発を行う。
- テラヘルツ等の高い周波数の利用により基地局の増大等が想定されるが、同周波数帯の効率的な利用を実現する技術により、高い周波数帯への円滑な移行を促進することで電波の有効利用に資する。

### <研究開発のイメージ>



FSO: 空間光無線  
RF: 光ファイバー無線

# 電波有効利用に資するBeyond 5G要素技術（例5）

## ～④電波有効利用のためのインタフェース・アプリケーション等の高度化～

### - Beyond5Gにおける電波有効利用を支える次世代インタフェース・アプリケーション技術 -

- 高度な質問応答等を行う社会知解析技術、音声対話技術等を組み合わせ、最小限の無線通信で情報を効率的に伝送するヒューマンフレンドリなインタフェースの研究開発
- 高齢者、障害者も含め誰もが最小限の無線通信で情報を効率的に伝送することが可能なブレイン・マシン・インタフェース（BMI）等のインクルーシブなインタフェースの研究開発
- このような次世代インタフェース・アプリケーションの実現により、人間と人間のみならず、ロボット、機械等との間で効率的・効果的な情報伝達を実現し、電波の有効利用に資する。

#### ①社会知活用型対話技術

高度な質問応答等を行う社会知解析技術、音声対話技術等を組み合わせ、最小限の無線通信で情報を効率的に伝送



教育分野

アバター教師によるオーダーメイド教育

#### 介護・福祉分野



介護支援ロボットとの協働



病室での超臨場感ホログラム通信による遠方の子供との会話

#### ②ブレイン・マシン・インタフェース技術

BMI等により高齢者、障害者も含め誰もが最小限の無線通信で情報を効率的に伝送

#### 観光分野



リアルアバターを介した世界旅行

#### 農林・水産分野



農作業ロボットとの協働

Beyond 5Gにおける次世代インタフェース・アプリケーション技術による人間と人間、ロボット、機械等との効率的・効果的な情報伝達  
→電波の有効利用とSociety5.0の高度化

#### ビジネス分野

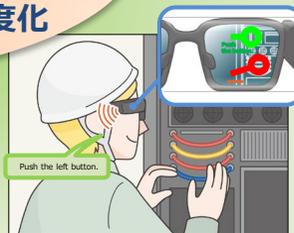


同時通訳AIによる会議  
アバターとのバーチャル会議

#### 防災・インフラ分野



インフラ監視ロボットによる自動管理



機械とのコミュニケーション

#### ③マルチモーダル・インタフェース技術

音声・文章・画像等のマルチモーダルな情報を多言語かつリアルタイムで最小限の無線通信で情報を効率的に伝送

#### ④次世代セキュリティ技術

量子通信等も含めた次世代セキュリティ技術も活用し、最小限の無線通信で情報を超安全かつ効率的に伝送

# Beyond 5G要素技術の実現に向けて

- Beyond 5Gの要素技術は多岐に渡っており、Beyond 5Gの導入が期待される2030年に向けて、産学官が連携して強力に研究開発に取り組むことが必要
- 特に、Beyond 5Gのネットワークに必要な通信容量は、現在の10万倍が必要になる予測もあり、電波有効利用に資するBeyond 5G要素技術の研究開発の推進が喫緊の課題
  - 情報通信分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関であるNICTが貢献可能

## Beyond 5G推進戦略ロードマップ 令和2年6月総務省公表

大阪・関西万博

社会情勢      COVID-19流行      ウィズコロナ／ポストコロナ      B5G Ready Showcase      Beyond 5G Ready      SDGs目標年

年表      2020      2021      2022      2023      2024      2025      2026      2027      2028      2029      2030

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

Beyond 5G推進戦略

先行的取組フェーズ

取組の加速化フェーズ

研究開発戦略

要素技術の集中的研究開発 等

要素技術の開発成果の民間展開  
Beyond 5Gの開発・製造基盤強化 等

知財・標準化戦略

体制構築・連携強化・国際標準化活動

国際標準への反映に向けた活動の加速

展開戦略

インフラの整備  
社会全体のデジタル化推進 等

Beyond 5G ready な環境実現 等

- 電波有効利用に資するBeyond 5G要素技術の研究開発を推進するため、令和2年度から開始したBeyond 5G研究開発促進事業※を拡張して、重点的な公募型研究開発に取り組むことが適当ではないか。
- 特に、電波有効利用に資するBeyond 5G要素技術の研究開発については、電波利用料の活用も考えられるのではないか。

※ 公募型研究開発の令和4年度までの実施に係る予算として、令和2年度第3次補正予算で300億円の基金を設置

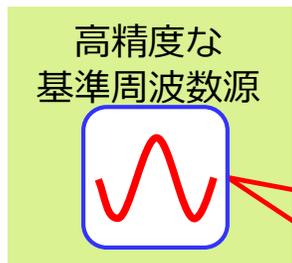


# 電波有効利用に資する標準電波に関する研究開発

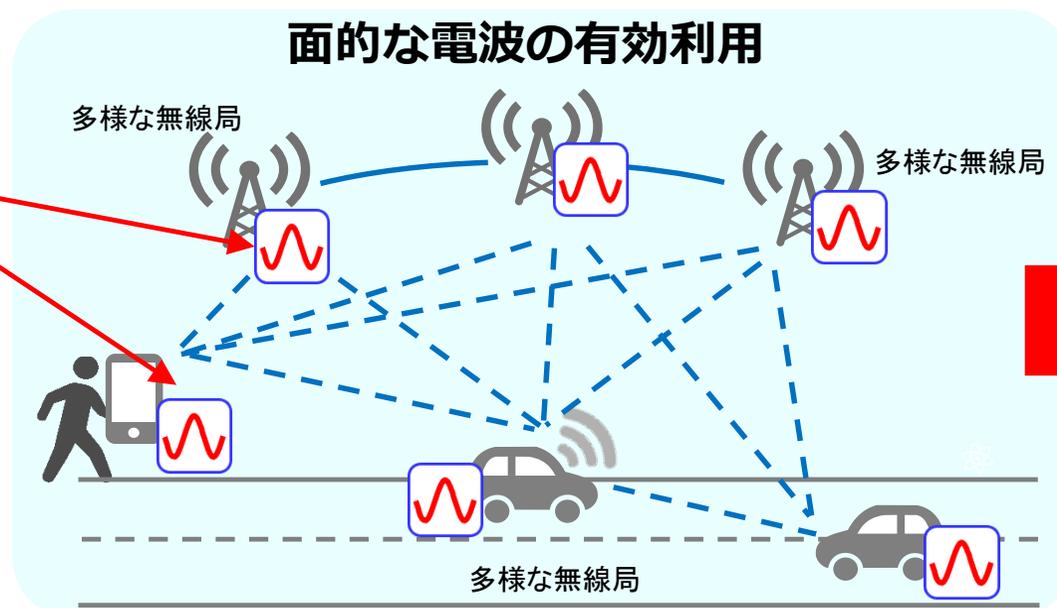
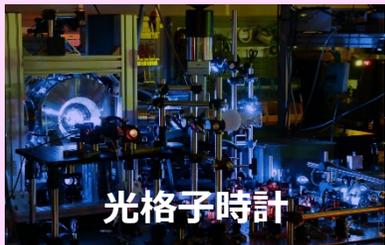
## ～ 周波数有効利用を実現する高精度周波数標準の研究開発 ～



- 現在、電波利用料は、標準電波の発射の費用に充てられているが、今後、多種多様な無線通信システムの利用が期待される中で、電波の効率的な利用を促進するには、周波数精度が格段に向上した標準電波の発射が必要であり、関連基盤技術の研究開発を行うことが重要。
- 多種多様な無線通信システムが運用されることから、通信帯域が不足して周波数割当てが困難となることが懸念される。一定の周波数帯域に、より多くの電波を割り当てるためには、発射する電波の周波数精度を格段に向上させることが必須。
- 発射する電波の精度を向上させるには、各無線局が有する基準周波数の精度向上が必要。
- 全ての無線局が有する基準周波数の精度が向上することで、無線局間の周波数同期を実現させることも可能。多数の端末がすべて同期することで、面的な電波の有効利用に貢献。



超高精度な  
次世代の基準周波数源



端末間の周波数同期の  
実現により…



安全な自動運転



安全なドローン運行