

Beyond 5G時代におけるテラヘルツ波の利用に向けた 国内外の動向と総務省の取組

2025年7月24日

総務省 国際戦略局技術政策課 研究推進室

大野 誠司

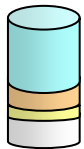
1. Beyond 5G実現に向けた取組
2. テラヘルツの概要
3. テラヘルツの標準化・海外の動向
4. 国内の研究開発例
5. 超大容量無線LAN伝送技術の研究開発（総務省委託）

1 Beyond 5G実現に向けた取組

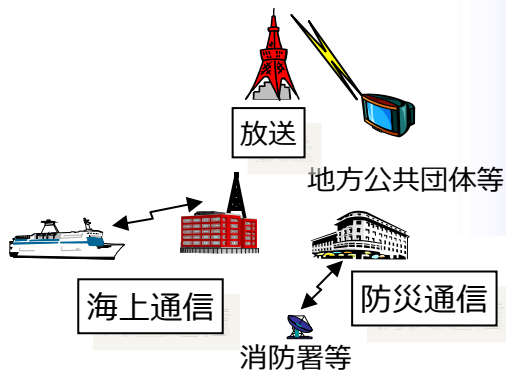
- 1950年代は、公共分野におけるVHF帯等の低い周波数帯の利用が中心。
- 1985年の電気通信業務の民間開放をきっかけとして、移动通信分野を中心に電波利用二一ズが急速に拡大。
- 現在、携帯電話・PHS・BWAの契約数は、2億2,391万（2025年3月末）であり、日本の人口1億2,344万人（2025年3月）を上回る。
- これに加え、多くの免許不要局（無線LAN、特定小電力無線局、発射する電波が著しく微弱な無線局等）が開設され、様々な電波利用が拡大。

5, 118局

移動局 4,195局
固定局 552局
放送局 80局
その他 291局



昭和25年（1950年）

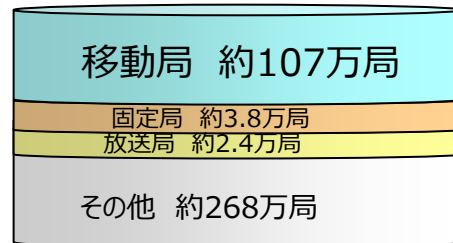


約381万局

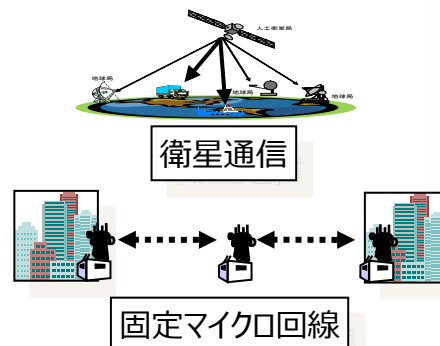
移動局 約107万局

固定局 約3.8万局
放送局 約2.4万局

その他 約268万局



昭和60年（1985年）



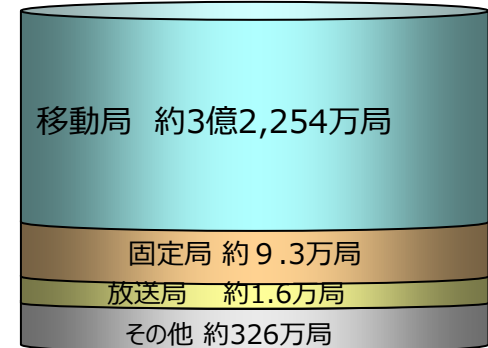
約3億2,591万局

移動局 約3億2,254万局

固定局 約9.3万局

放送局 約1.6万局

その他 約326万局

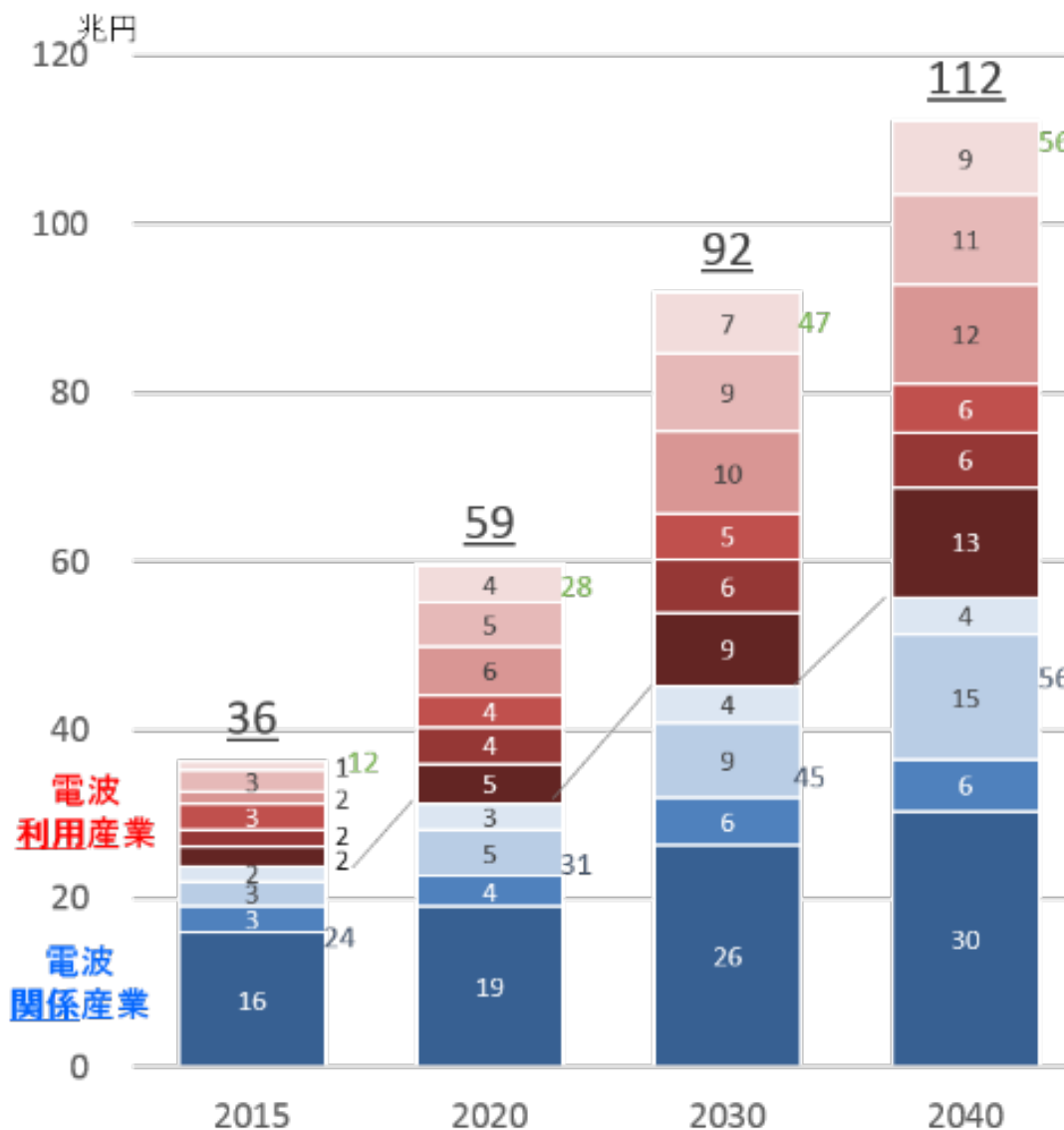


令和6年（2024年）10月末



社会への負荷軽減を実現しつつワイヤレス利用は拡大

2040年の電波関連産業規模は約**112兆円**、総額への比率は約**3倍**（15年4%→40年12%）



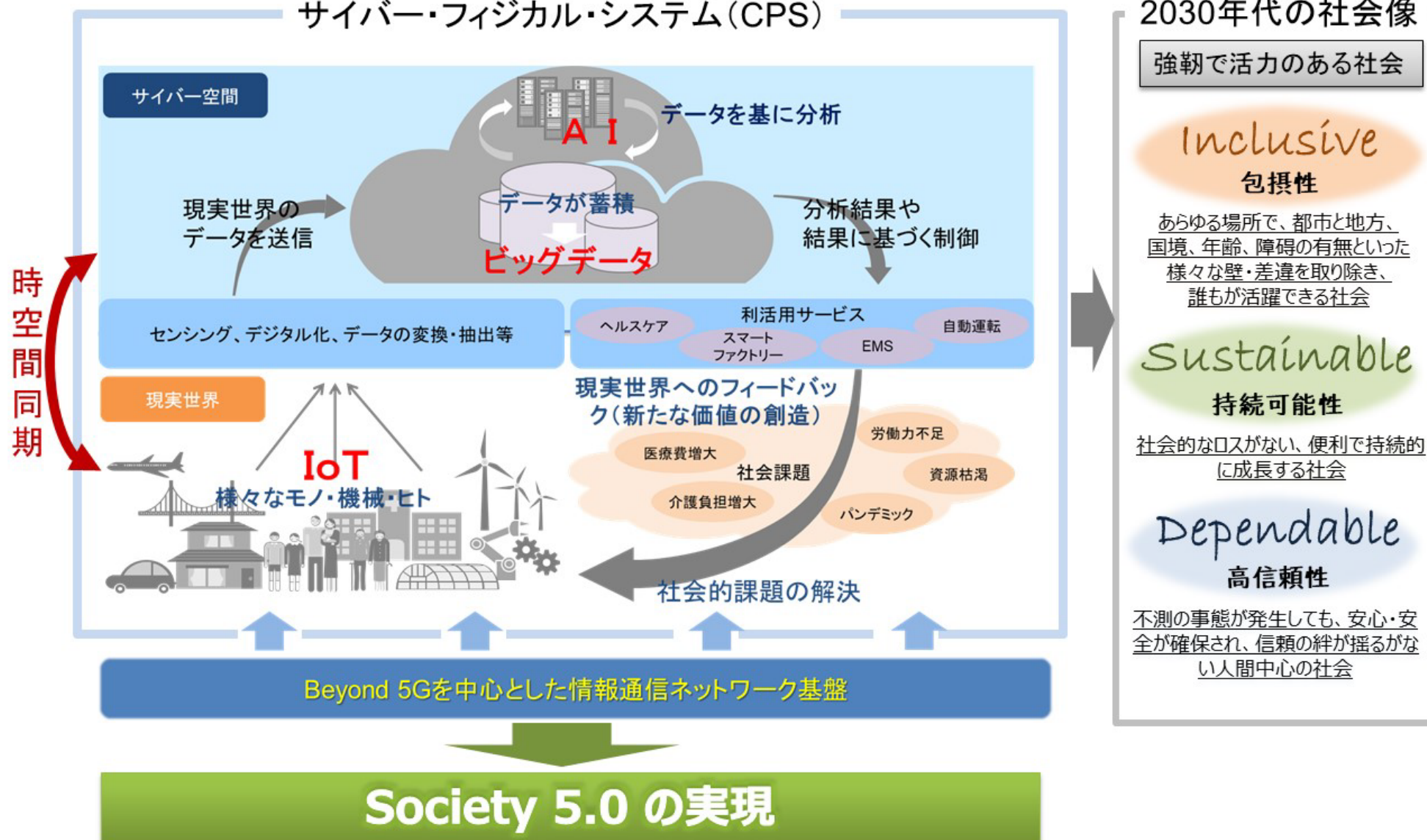
我が国の全産業の生産額に電波関連産業が占める割合は2015年時点で約4%→2040年に12%

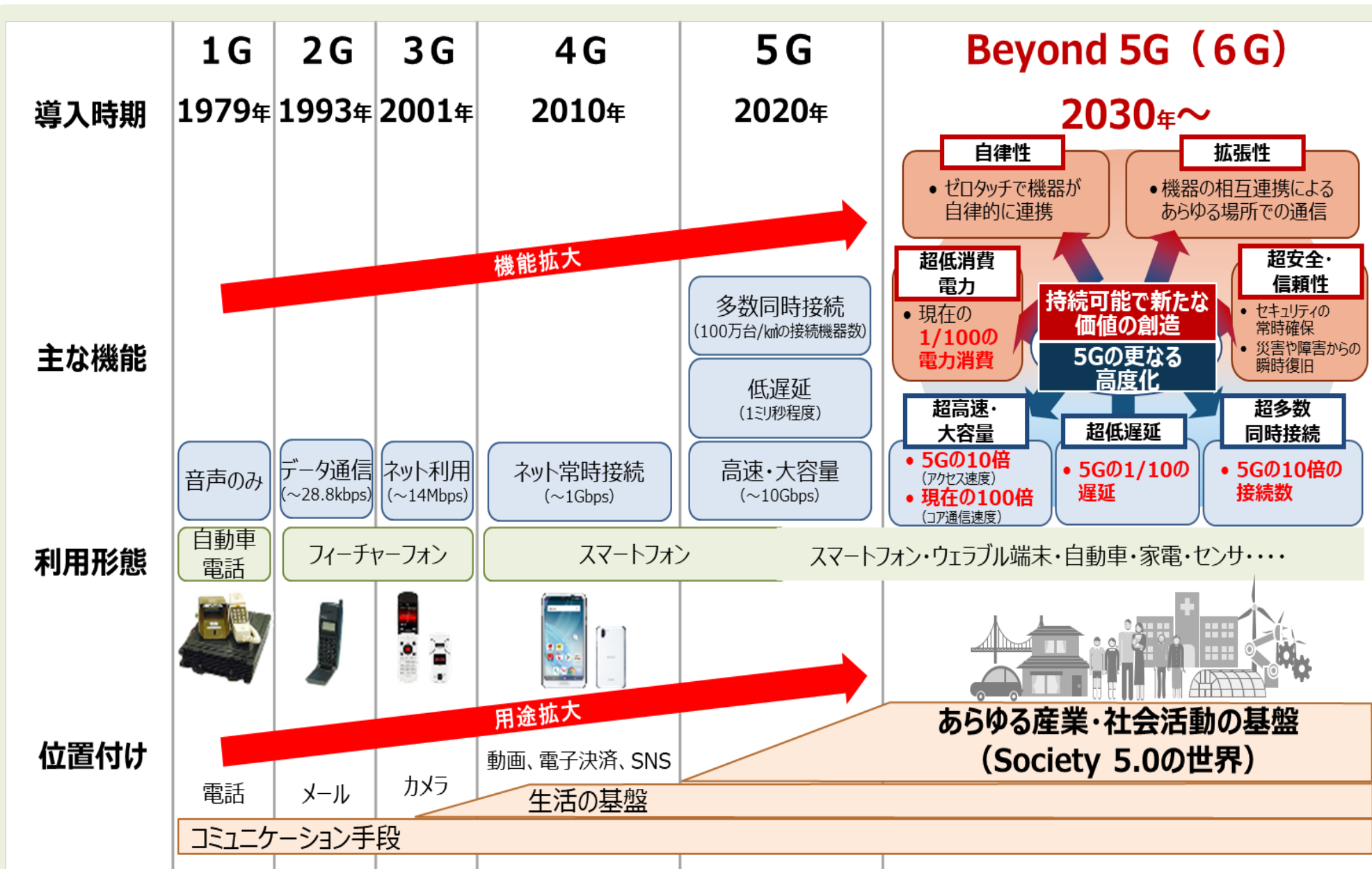
- サービス業・その他分野
- 商業・流通業分野
- 製造業分野
- 農林水産・インフラ分野
- 情報通信分野（電波関係以外）
- 応用機器
- コンテンツ
- プラットフォーム
- 端末
- 通信・放送インフラ

※小数点以下を四捨五入しているため、必ずしも合計と一致しないものがある。

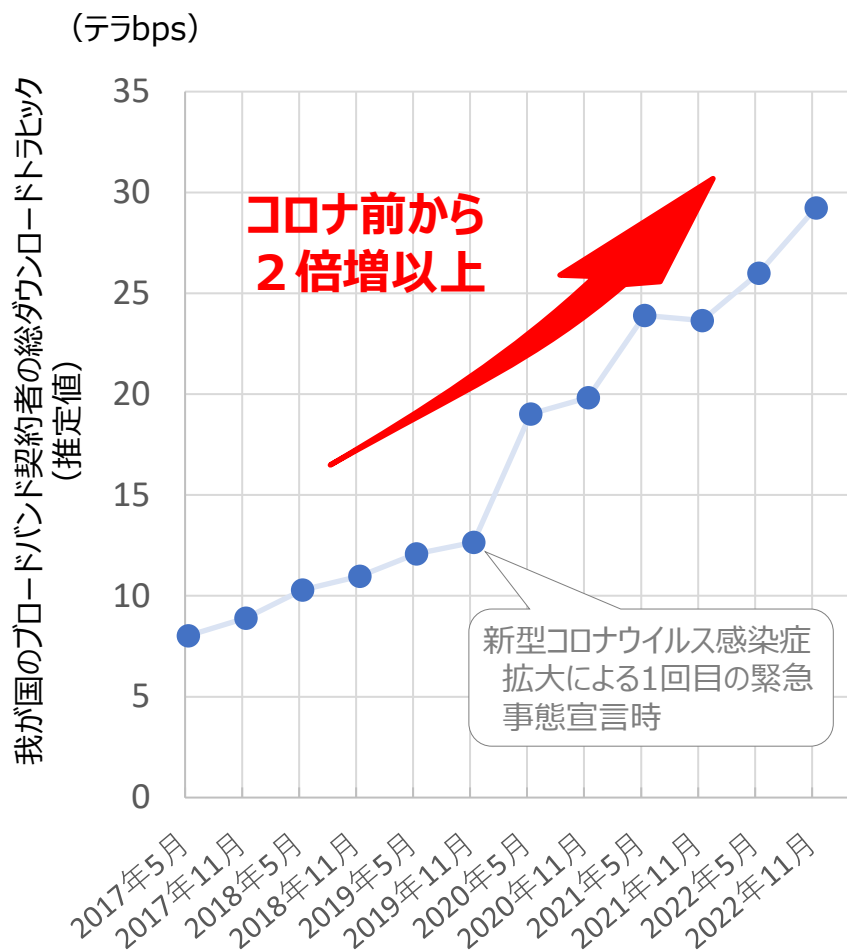
サイバー空間と現実世界(フィジカル空間)が一体化する

サイバー・フィジカル・システム(CPS)

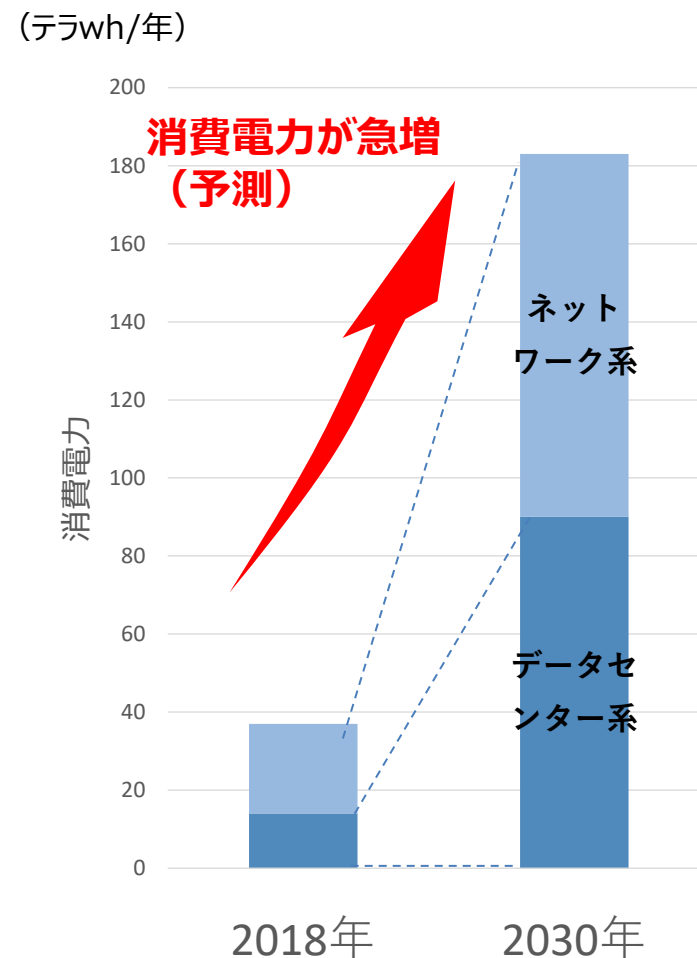




国内総ダウンロード通信量

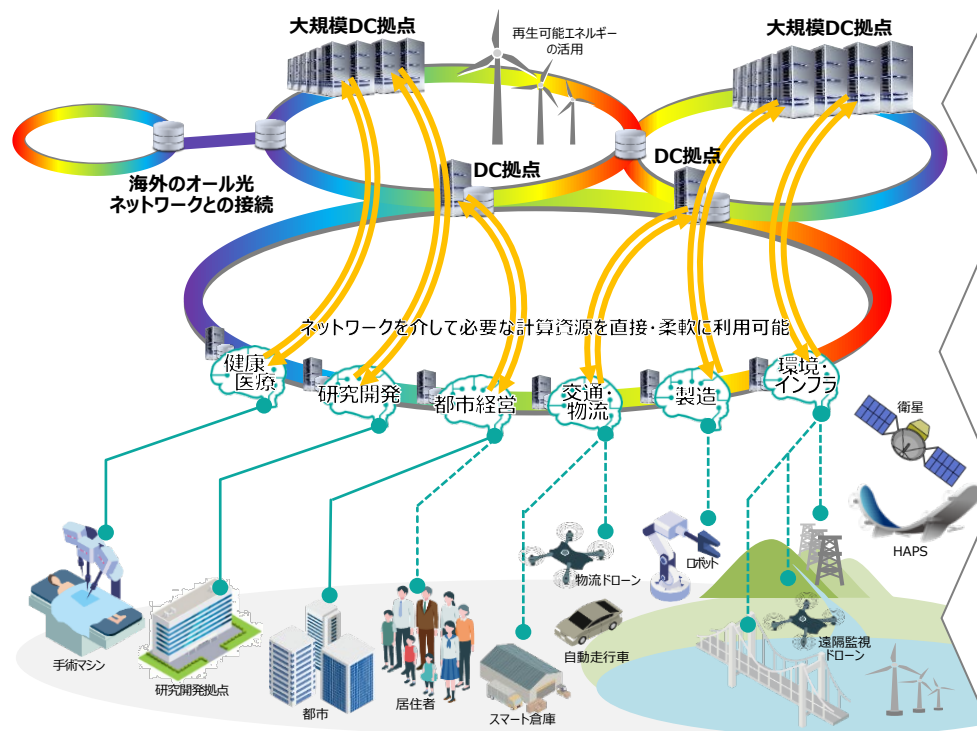


出典：我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果
(2022年5月分)

国内ICT インフラストラクチャの
消費電力の将来予測

出典：低炭素社会戦略センター提案書「情報化社会の進展が
エネルギー消費に与える影響 (Vol.3) R3.2月」より算出

2030年代のAI社会を支えるデジタルインフラとして、個別分野に特化した小規模・分散化した多数のAIや、これを駆動するデータセンター等の計算資源群を連携させ、モノ（自動車、ドローン、ロボット等）やセンサーを含む多様なユーザとを場所を問わずに繋ぐことが可能な、低遅延・高信頼・低消費電力な次世代情報通信基盤（Beyond 5G）が求められている。



データセンター等の計算資源

- ・オール光ネットワーク等と一体的に運用されるデータセンター等の計算資源が、様々な分野で利用される**多数のAI**を駆動
- ・オール光ネットワークで繋ぐことにより距離の制約が緩和され、現在、大都市圏に集中するデータセンター拠点を、再生可能エネルギーが活用可能な地域等へと分散化が可能

オール光ネットワーク（APN）

- ・今後増大が予想される**大量のデータ**を低遅延・高信頼・低消費電力で流通させるための**基幹的なインフラ**として位置付け
- ・特に、計算資源・ユーザ等を連携させ、必要な計算資源を直接・柔軟に利用可能とすることで、我が国のAI開発力の強化やAI活用を促進する**ゲームチェンジャー**となることが期待

非地上系ネットワーク（NTN）

無線アクセスネットワーク（RAN）

- ・ヒトよりも、モノ（自動車、ドローン、ロボット等）や、環境を把握する**センサー等**が主たる端末となって、「産業のワイヤレス化」を加速
- ・RANやNTN（衛星・HAPS等）等からなる**複層的なネットワーク**により、非居住地域も含め、どこでも繋がる環境を実現

低環境負荷（グリーン）で安全・安心で信頼できるAIが社会全体で提供され
社会課題の解決や我が国の競争力に繋がるイノベーションを加速

戦略目標



戦略推進に当たっての基本的考え方

各種取組において重視すべき視点

- 1 業界構造等の変化の的確な把握とゲームチェンジ**
 - 業界構造等が流動的となる現況を的確に把握、ゲームチェンジの好機と捉え、戦略的に取り組む必要。
 - ビッグ・テック等新たなプレイヤーを意識。
- 2 グローバルなエコシステムの形成・拡大**
 - グローバル第一で大きな生態系を。
 - 開発・標準化・生態系作りを同時に。
 - 市場全体の中で一定の存在感を発揮できる立ち位置を確保。
- 3 オープン化の推進**
 - ベンダーの多様化によるネットワークの自律性、市場競争環境、円滑なマイグレーションを確保する観点からオープン化（相互運用性の確保等）を推進。
- 4 社会的要請に対する意識強化**
 - 5Gの現在の状況等を踏まえつつ、社会的要請の見極めが重要。
 - 現時点で明らかな要請としては、コスト、環境負荷低減、信頼性・強靱性、接続性、セキュリティ・プライバシー。

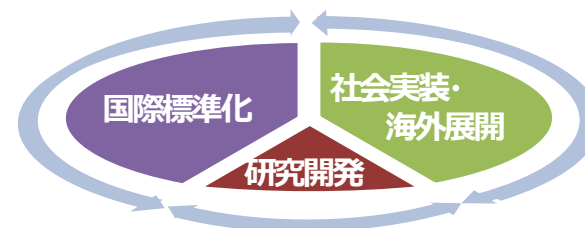
官民の役割整理

Beyond 5Gの社会実装や海外展開の担い手は民間事業者。
特に、Beyond 5G(6G)基金事業の社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム※で採択された、各企業が一定の覚悟をもって取り組むプロジェクトを、ゲームチェンジを実現するための我が国の「戦略商品」として位置付け、その社会実装・海外展開に向けた支援に取り組む。

(※) 重点技術分野である、オール光ネットワーク関連技術、非地上系ネットワーク関連技術、セキュアな仮想化・統合ネットワーク関連技術に関するプロジェクトを採択

総合的な取組（各種取組の有機的な連携）の必要性

官民それぞれにおいて、「戦略商品」を軸に、研究開発、国際標準化、社会実装・海外展開等の各種取組を有機的に連携させつつ、総合的に取り組む姿勢が不可欠。



3つの戦略分野

主として以下の3分野を我が国の戦略分野として位置付け、必要な取組を推進。

1 オール光ネットワーク（APN）分野

- ・複数事業者間をシームレスに繋ぐオール光ネットワークサービスの2030年頃の国内本格導入とオール光ネットワーク関連製品・サービスの海外展開を目指す。
- ・これに向けて、
 - ✓ 複数事業者間をシームレスに繋ぐ共通基盤技術の研究開発を進め、2028年頃に確立。
 - ✓ 開発成果について、実証基盤環境の整備等を推進。また、2027年以降、国際的なフォーラム標準へ順次反映するため、民間の標準化活動を支援。
 - ✓ 日本企業のフットプリント拡大に向け、既に商用化された製品等の海外展開を現段階から積極的に支援。

2 非地上系ネットワーク（NTN）分野

- ・HAPSについて、2026年中の国内導入のための制度整備に加え、高度化等の研究開発や海外展開等を支援。
- ・衛星通信について、グローバルに提供されるサービスの円滑な国内導入のための制度整備に加え、研究開発を支援。

3 無線アクセスネットワーク（RAN）分野

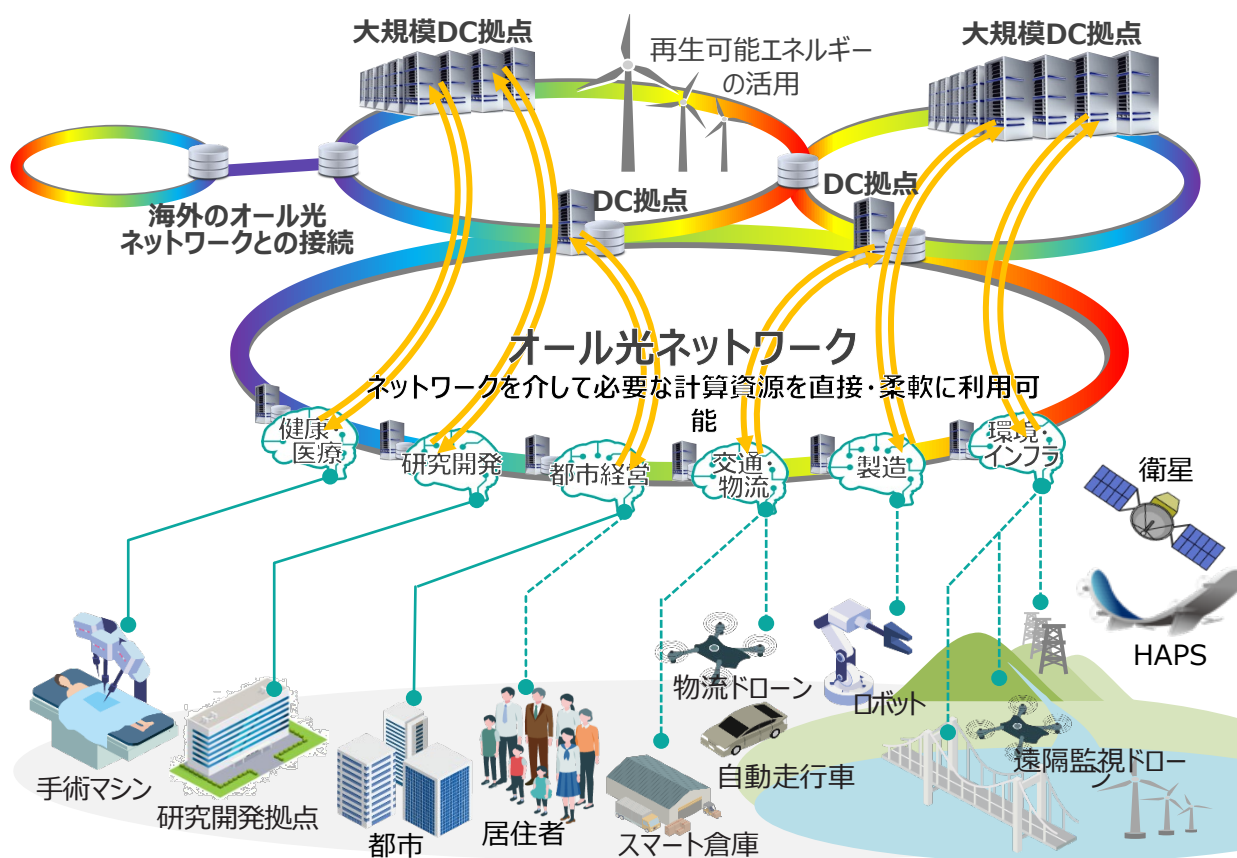
- ・サブ6・ミリ波、Stand Alone（SA）の活用を拡大。
- ・今後のトラヒック需要の拡大に対応するための周波数確保、RANの高度化や更なる高周波数の利活用等に向けた研究開発等を推進。

以上の戦略を踏まえ、総務省が今後具体的に取り組む事項についてロードマップを整理

各種取組を進めるに
当たっての目標

2030年代半ば～後半頃に、我が国が強みを持つ製品・サービス市場において、我が国企業がパートナー企業とともに、市場シェア上位数者に入ることを目指す

- 人口減少社会においてイノベーションを創出し、経済成長を実現するには、AIの活用をはじめとする社会DXの加速化が不可欠。
- 特に、地方でDXを推進し、「地方創生2.0」を実現するためには、ゲームチェンジャーとして期待される「光電融合技術」を活用した「オール光ネットワーク」を中核とする新たなデジタルインフラの実現が切り札。
- 近年のデジタル分野において海外依存が高まる中、安全保障の観点からも、こうしたデジタルインフラの中核となる技術・システムの競争力を強化し、海外展開を進めることが必要。
- そのため、「デジタルインフラ整備計画2030」及び「デジタル海外展開総合戦略2030」に基づき、DX・イノベーションの加速化に強力に取り組む。



実現に向けた戦略

① AI社会を支える デジタルインフラの整備

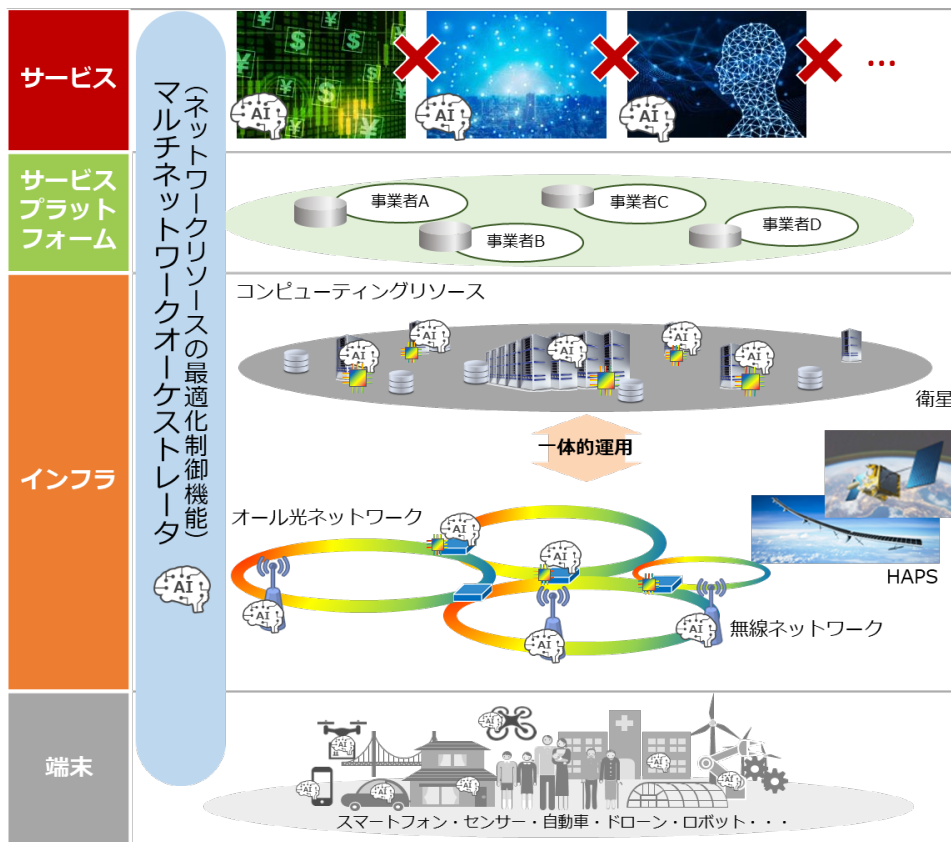
- ・オール光ネットワークの社会実装
- ・ワットビット連携によるデータセンターの地方分散
- ・衛星通信等の非地上系ネットワークの展開
- ・光ファイバ・5Gの整備
- ・ソリューションと一体となったデジタルインフラ活用の推進等

② デジタルインフラの中核となる 技術・システムの競争力強化・ 海外展開

- ・海底ケーブル、モバイルネットワーク、非地上系ネットワーク、オール光ネットワーク、量子暗号通信等の研究開発、海外展開等

- 2030年代の導入が見込まれる次世代情報通信インフラBeyond 5Gについて、国際競争力の強化や経済安全保障の確保を図るため、我が国発の技術確立し、社会実装や海外展開を目指す。
- 国立研究開発法人 情報通信研究機構（NICT）に設置された研究開発基金を活用し、Beyond 5Gの重点技術等について、民間企業や大学等による研究開発・国際標準化を支援する。
- 革新的な情報通信科学技術の創出と、革新的な構想力を有した研究人材育成に取り組む「CRONOS」(文部科学省・JST事業)とも連携。

＜Beyond 5Gの全体像＞

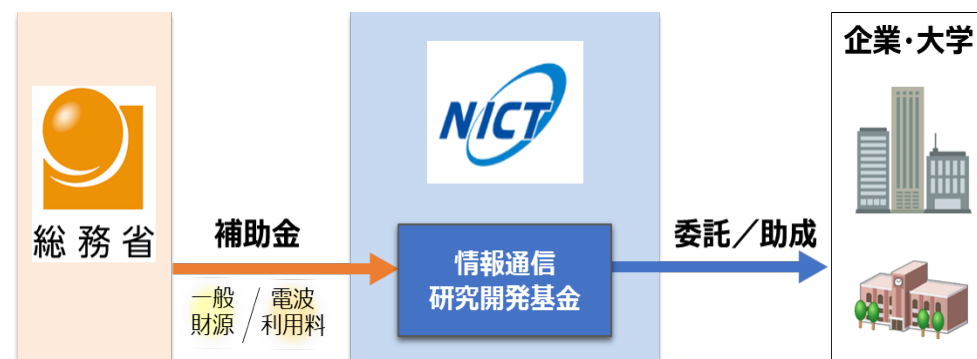


＜これまでの基金の予算額＞

（億円）	R4	R5	R6	R7
一般財源	補正627	補正190	当初9.4 補正357	—
電波利用料財源	補正35	当初150	当初150	当初150
合計	662	340	516.4	150

合計：1,668.4億円

＜執行イメージ＞



- オール光ネットワークをはじめ我が国のBeyond 5Gの戦略分野では、有力な標準化団体での国際標準化の検討・作業が本格化。
- 各プロジェクトの開発成果を国際標準に適切に反映するため、令和5年度補正予算により**B5G基金事業に新たに標準化支援メニューを追加**。これにより、基金による研究開発成果に係る**標準化活動に係る経費を支援**。

<情報通信分野の主な国際標準化団体（例）>

デジュール標準



国際電気通信連合
(ITU)



国際標準化機構
(ISO)



国際電気標準会議
(IEC)

フォーラム標準



IOWN
GLOBAL FORUM

IOWN Global Forum



3rd Generation
Partnership
Project (3GPP)

A GLOBAL INITIATIVE



Internet
Engineering
Task Force
(IETF)



Open ROADM



Institute of
Electrical and
Electronics
Engineers (IEEE)



World Wide
Web
Consortium
(W3C)



TELECOM INFRA
PROJECT

Telecom Infra Project (TIP)

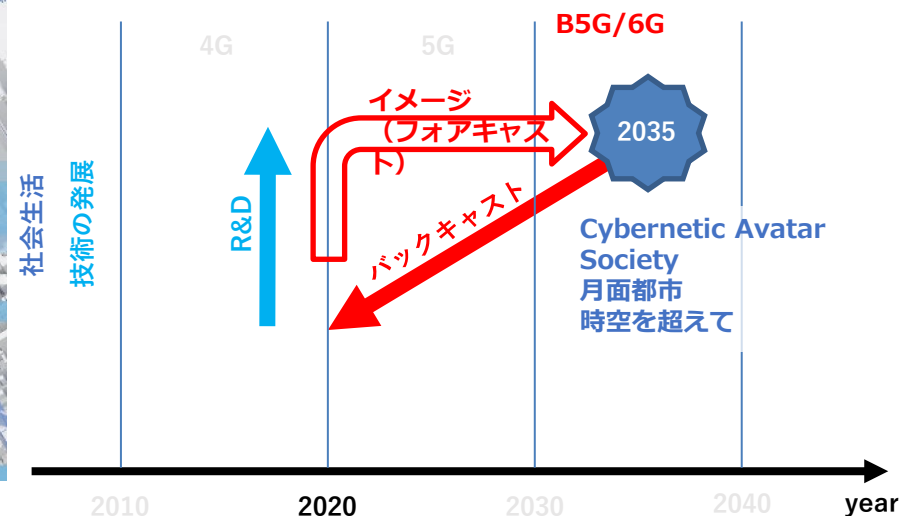
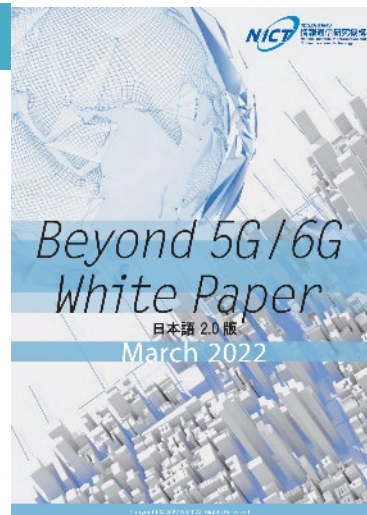
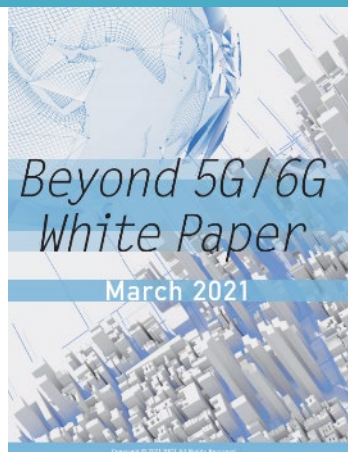


Optical
Internetworking
Forum (OIF)



O-RAN
Alliance

NICTの技術ビジョン



- 2035年頃の社会生活をイメージした「Cybernetic Avatar Society」、
「月面都市」、
「時空を超えて」
「サイバー世界の光と影」(第2版)
「地方都市で挑戦を続ける移住者」(第3版)
の5つのシナリオを作り、これらのシナリオに
書かれた未来社会からバックキャストすること
で必要な要素技術を洗い出した。

- シナリオとそこに登場するユースケース、
それらを実現するための要素技術と要求
条件、研究開発ロードマップや展開戦略
等がまとめられてる。

Short Movies of B5G/6G scenarios



Scenarios 1 to 3 are available on YouTube "NICTchannel".





目的・コンセプト

- 大阪・関西万博において、次世代の情報通信技術に関する我が国の取組を世界に発信。
- 次世代の情報通信技術であるBeyond 5Gによって実現される未来の社会・生活のイメージについて、「Beyond 5G readyショーケース」として、万博に来場される幅広い層の方々を対象にリアリティや没入感を重視した体験機会を提供。
- 併せて、我が国の研究開発や先端技術の展示を実施し、国際連携や標準化活動での仲間づくりや社会実装・海外展開等をさらに推進。



イベント概要

■ 会場催事

主催：総務省

期間：5月26日～6月3日（9日間）

場所：大阪・夢洲 EXPOメッセ「WASSE」《North》

展示概要：3ゾーン構成（催事面積：2000m²）

ZONE 1

プロローグシアター

ダイナミックな映像演出により、通信を身近に感じてもらうとともに、Beyond 5Gの理解を促進。

ZONE 2

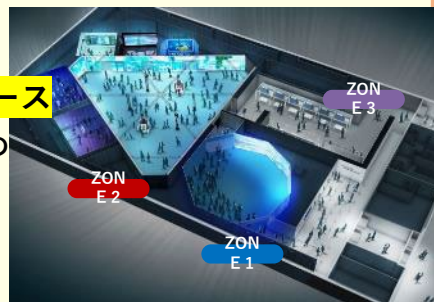
未来都市エリア+技術体験ブース

Beyond 5G によって実現される未来の社会・生活のイメージについて、リアリティや没入感を重視した体験機会を提供。

ZONE 3

Beyond 5G 開発技術の展示

総務省・NICTのBeyond 5G基金事業等により開発中の最新技術の展示。



■ バーチャル催事（WEB）

主催：総務省

期間：5月26日～10月13日（141日間）

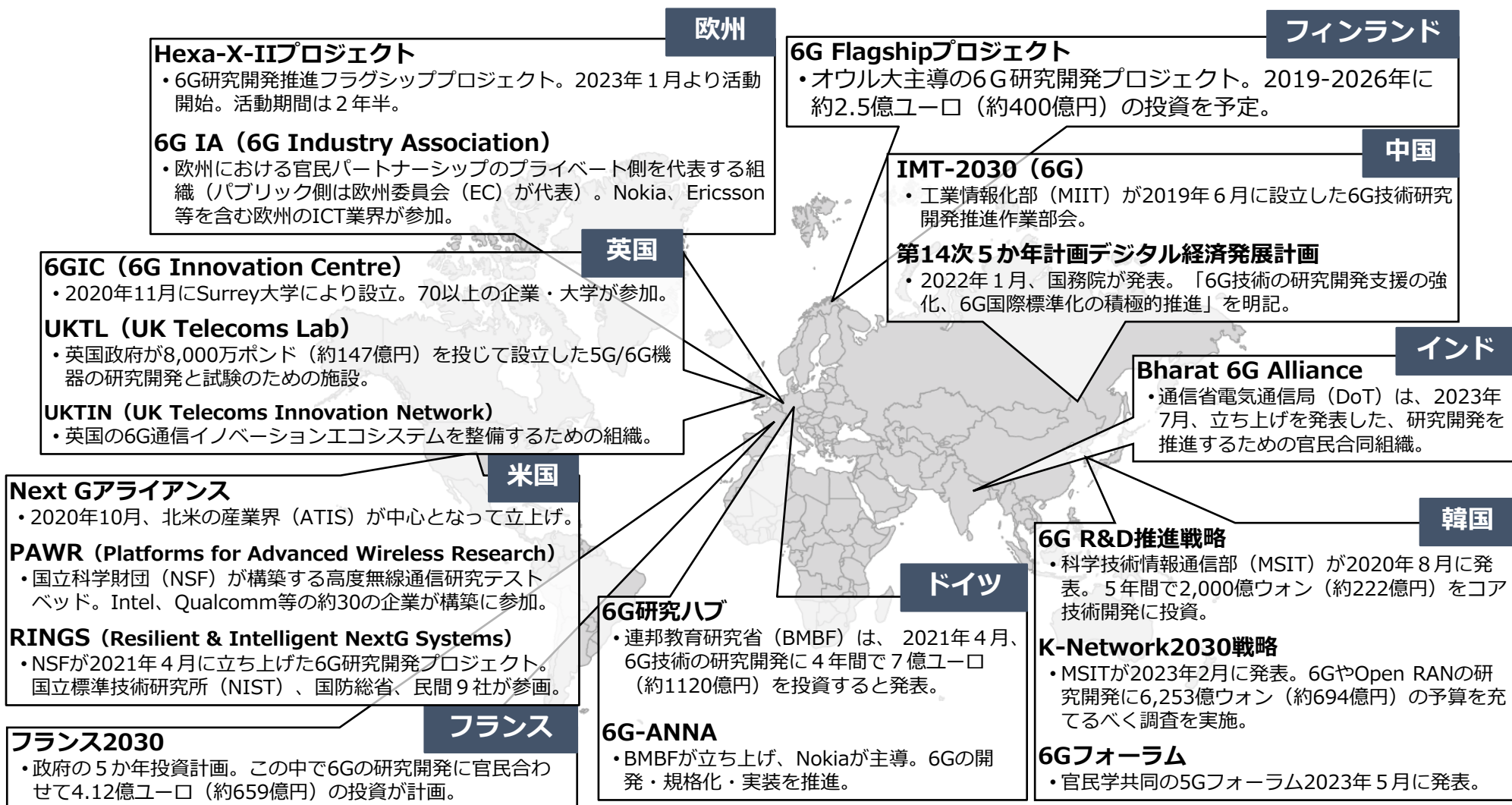
共通のコンテンツを、WEB上から、バーチャル空間で体験可能

<https://b5g-readyshowcase.soumu.go.jp/>



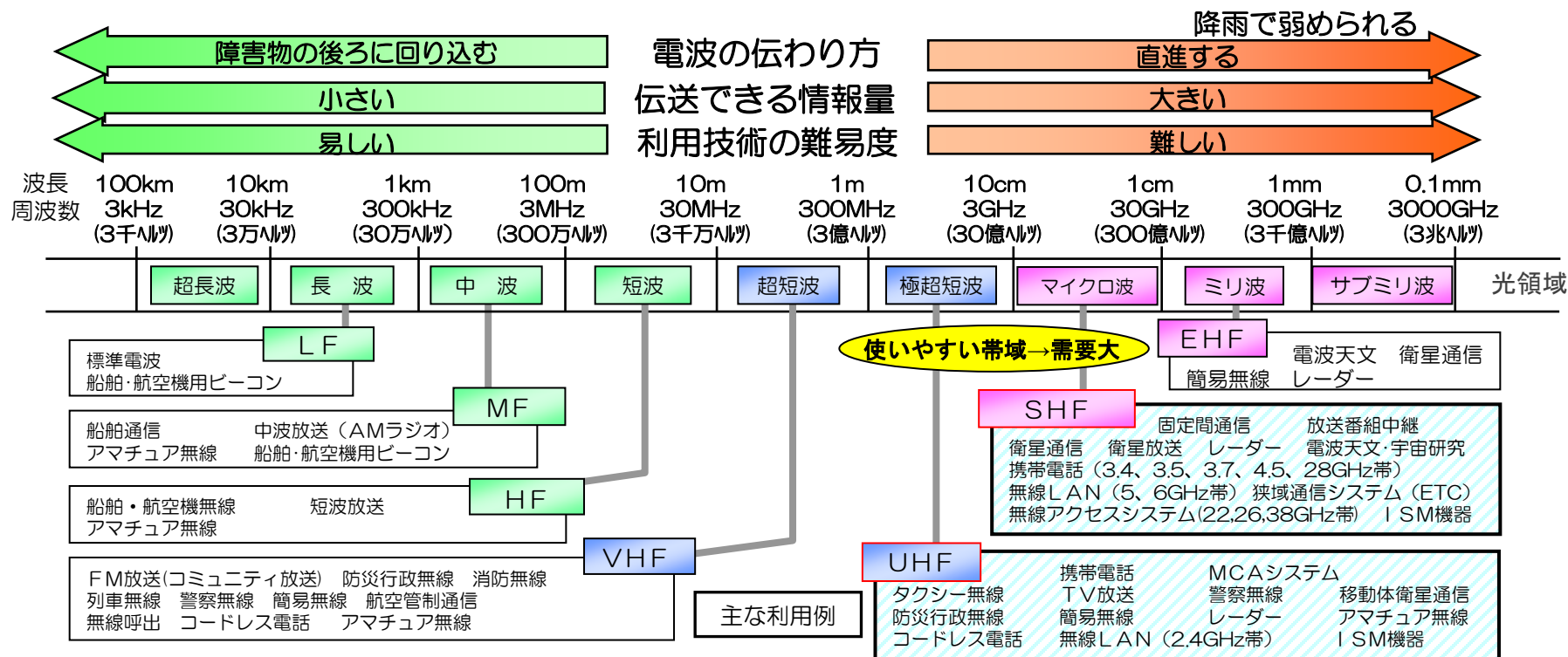
是非体験を！



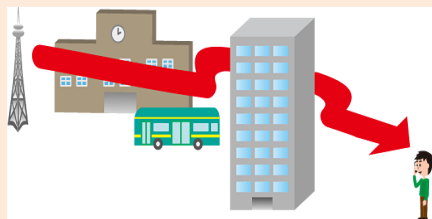


2

テラヘルツの概要

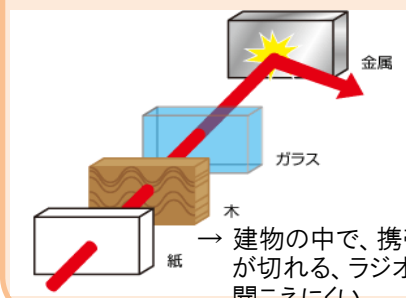


- 低い周波数の電波は、障害物を回り込んで届く



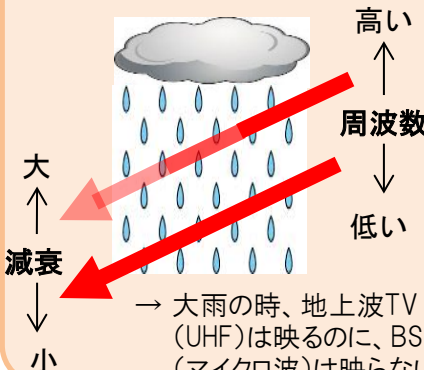
→ 携帯電話や放送は回り込んで届く電波の性質を利用

- 電波は金属等で反射するが、物質を通り抜けたり、反射したりする度に弱くなる



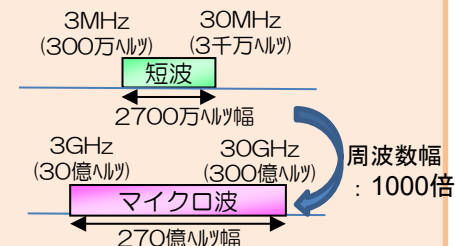
→ 建物の中で、携帯電話が切れる、ラジオが聞こえにくい

- 周波数が高くなると、雨等でも減衰する



→ 大雨の時、地上波TV (UHF)は映るのに、BS (マイクロ波)は映らない

- 使用する電波の幅(周波数帯幅)が広いほど、沢山の情報を送れる



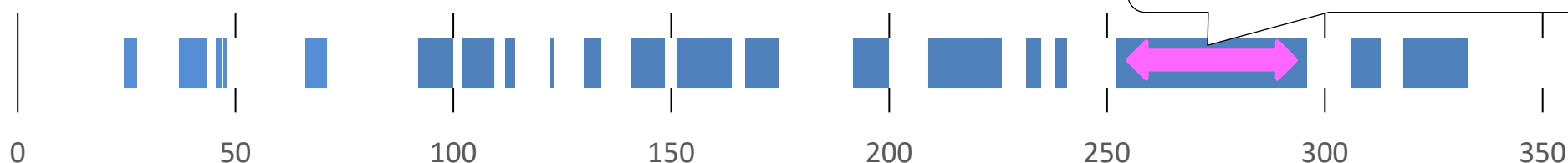
→ 高速通信を実現するため、高い周波数の電波を使用

- テラヘルツは、未開拓・未割当の周波数で、超広帯域を生かし、次世代の大容量無線通信への利活用が期待されている。（1 THz = 1000 GHz）
- 活用先の候補：超高速タッチダウンロード通信、データセンタ等のサーバ機器内・サーバ間通信、8K映像伝送等の応用等。
- 展望：275GHz帯は、大容量の通信が可能な超広帯域が確保できるため、民間で幅広い目的で活用できる用途である固定業務用途と陸上移動業務用途における活用が期待されている。

電波の特徴

275GHz帯の特徴	通信としての利点・欠点
電波の広がりが少ない	空間的に多重した通信が可能
減衰率が高い	電波があまり届かないことを逆手に活用。
帯域幅が広い	超高速通信や、周波数を分けた多数同時接続通信が可能

固定業務・陸上移動業務用途の帯域



固定業務：建物や基地局等における固定された通信に関する業務

陸上移動業務：車や携帯端末等における移動しながら使用される通信に関する業務

3 テラヘルツの標準化・海外の動向



ITU-R

International Telecommunication Union Radiocommunication Sector
国際電気通信連合無線通信部門

WRC

World Radiocommunication Conference
世界無線会議



IEEE802

Institute of Electrical and Electronics Engineers 802 LAN/MAN Standards Committee
米国電気電子学会 802 LAN/MAN標準化委員会



ETSI

European Telecommunications Standards Institute
欧州電気通信標準化機構

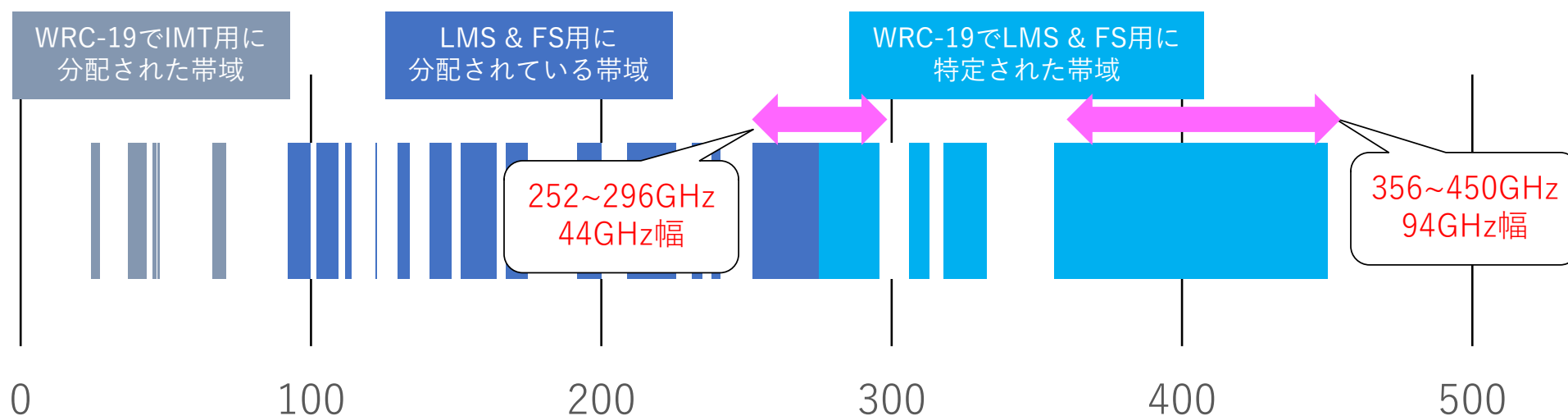


3GPP

Third Generation Partnership Project

ITU-R・WRC

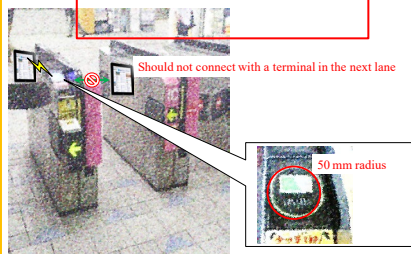
- 2019年11月の世界無線会議（WRC19）ではTHz帯の計137GHzが地上無線（固定、移動）に特定（RR: FN5.564A）
275-296 GHz (21 GHz)、306-313 GHz (7 GHz)、
318-333 GHz (15 GHz)、356-450 GHz (94 GHz)
既に分配されてる直下の帯域252-275GHz（23 GHz）を考慮、連続44GHz
- 2023年のWRC23では、WRC-27の議題、31での暫定議題が決定。
- 2031年のWRC31では、275-325GHz帯における移動業務・固定業務等への一次分配の議論が予定されている



IEEE802.15.3d(2017)

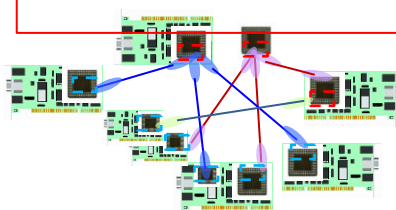
- 2017年9月のIEEE802会合では、300GHz帯を使うIEEE802.15.3dが成立
→世界初のテラヘルツ帯団体標準
- 高い周波数と、広い周波数帯幅を活用した、100Gbpsを想定した高速無線通信
- 通信距離は適用システムに応じて、近接から短・中距離までを想定

Close Proximity P2P



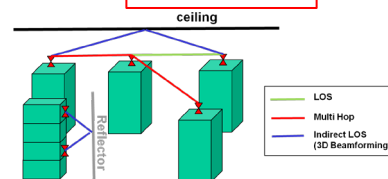
File downloading at toll gates in a train station

Intra-Device Communication



Wireless board to board communication

Data Center


<https://terapod-project.eu/>

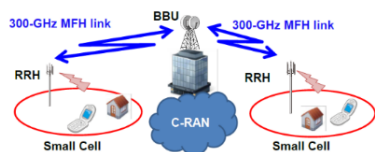
 Chair: Thomas Kürner
(TU Braunschweig)

 Vice-chair: Iwao Hosako (NICT)
 Technical Editor: Monique Brown (NICT)
 Secretary: Ken Hiraga (NTT)

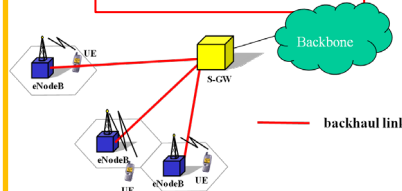
電波資源拡大のための研究開発

<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/>

Wireless Fronthaul



Wireless Backhaul


<https://thorproject.eu/>

 日本の貢献

IEEE802.15.3-2023 (2024年2月)

- IEEE Std 802.15.3d-2017のWRC-19における新たな周波数帯特定を受けた改訂
- 周波数帯の拡張（252-325GHz→252-450GHz）、変調方式の拡張、バックホール応用におけるリトライ・インターフレーム・スペース（RIFS）の見直しなど改正作業を実施。
- 周波数拡張案は、NICTからの入力を基に議論を経て修正案に盛り込まれた。（NICTから、当該作業を行うタスクグループ（TG3mb）の副議長として参画。）
- IEEE 規格 802.15.3-2023 として2024年 2 月に発行。

改訂作業のタイムライン

(2019-11 WRC-19)

2020-1 不開催(COVID-19)

2020-3 不開催(COVID-19)

2020-5 WRC-19の結果についての報告と議論

2020-7 WRC-19の結果に関する対応方針の議論①

2020-9 WRC-19の結果に関する対応方針の議論①

2020-11 ユースケースの議論①

2021-1 ユースケースの議論②(applications)への対応を議論

2021-3 SG設置のため議論

2021-5 SG設置を申請/承認

2021-7 SGスタート: TG設置のためのPAR/CSDの議論①

2021-9 PAR/CSDの議論②

2021-11 PAR/CSD案に基づき、TG設置を申請/承認

2022-1 TGスタート、修正案の募集開始

2022-3 修正案の募集①

2022-5 修正案の募集②

2022-7 修正案の募集③

2022-9 最初のドラフト案を完成

2022-11 ドラフトの修正①

2023-1 ドラフトの修正②

2023-3 ドラフトの修正③→スポンサー投票開始

2023-5 スポンサー投票の再回付①

2023-7 スポンサー投票の再回付②

2023-9 IEEE-SA 標準化委員会によって承認

2024-2 出版

802.15.3 (High Data Rate)

802.15.3a

802.15.3b

802.15.3c

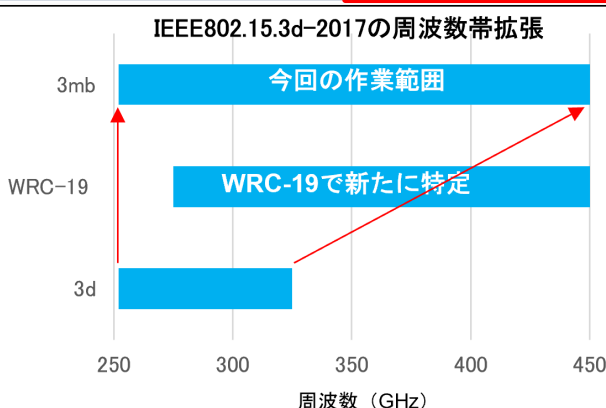
802.15.3d

802.15.3e

802.15.3f

- 802.15.3dの改訂作業のため、IEEE802のルールにより、802.15.3全体の改訂作業を実施

- 新たな周波数帯の追加（325～450GHz）
- 新たな帯域幅のチャンネルを定義： 34.56GHz
- 変調方式の追加： 16-APSK, 32-APSK
- インターフレーム待機時間の修正



<https://mentor.ieee.org/802.15/dcn/22/15-22-0414-00-03ma-ieee802-15-3ma-channel-plan.xlsx>を基に編集

リトライ・インターフレーム・スペース(RIFS)の見直し

MAC Parameter	Corresponding PHY Parameter	Definition
SIFS	$pPHYSIFS_{Time}$	11a.2.6.3
RIFS	PRC	$2 * pPHYSIFS_{Time} + 3.01 \mu s$
	DEV	$4 * pPHYSIFS_{Time} + 9.05 \mu s$



MAC Parameter	Corresponding PHY Parameter	Definition
SIFS	$pPHYSIFS_{Time}$	11a.2.6.3
RIFS	PRC	$2 * pPHYSIFS_{Time} + 69.7 \mu s$
	DEV	$4 * pPHYSIFS_{Time} + 142 \mu s$

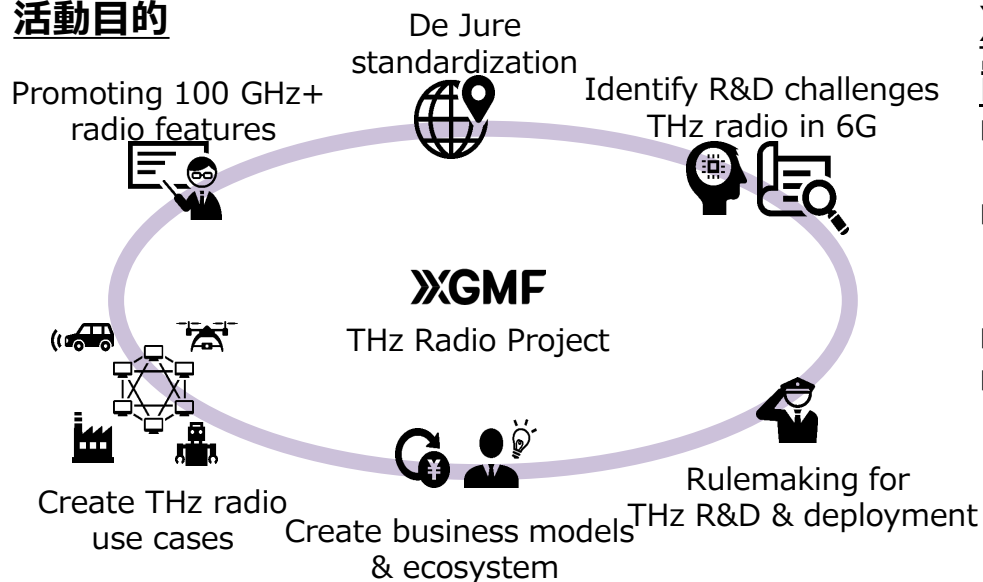
doc.: IEEE 802.15-21-0131-02-03ma-Proposal_RIFS_extension

※日欧共同公募プロジェクト「ThoR (2018-2022)」の成果を受けた見直し。

※本共同公募案はNICTからの提案による。

XGMF

活動目的



リーダーシップ



プロジェクトリーダー
国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)
寛迫 巖



サブリーダー
国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)
高橋 和晃
※2024.10まで
パナソニック



サブリーダー
早稲田大学
川西 哲也



サブリーダー
国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)
荘司 洋三

学

官

XGMFでのテラヘルツ無線（mmWを含む）の位置づけ

- 6Gにおける超広帯域・超低遅延通信を実現するための重要な周波数資源（Day-2）
- キーテクノロジーの1つの側面は、デバイスと材料技術
→FY2025ではCOCN（推進テーマ：超安全な社会を目指した次世代高速通信デバイス向け革新技術の開発）と連携
- 狭ビーム・高伝搬損失という特性をいかに克服し、有効活用するかが鍵
- テラヘルツ無線に対する要求を明確にするため、昨年度は想定されるユースケースや高周波数活用が実現する価値について重点的に議論

参加メンバー

約30団体から50名以上のメンバーが参加

（ネットワーク事業者、システムインテグレーター、機器サプライヤー、デバイス/材料メーカー、学術機関、政府機関）

- 欧州電気通信標準化機構(European Telecommunications Standards Institute)では、2024年4月にテラヘルツのレポートを発行。
- テラヘルツのユースケースと、それぞれの前提条件や要求事項をまとめている。

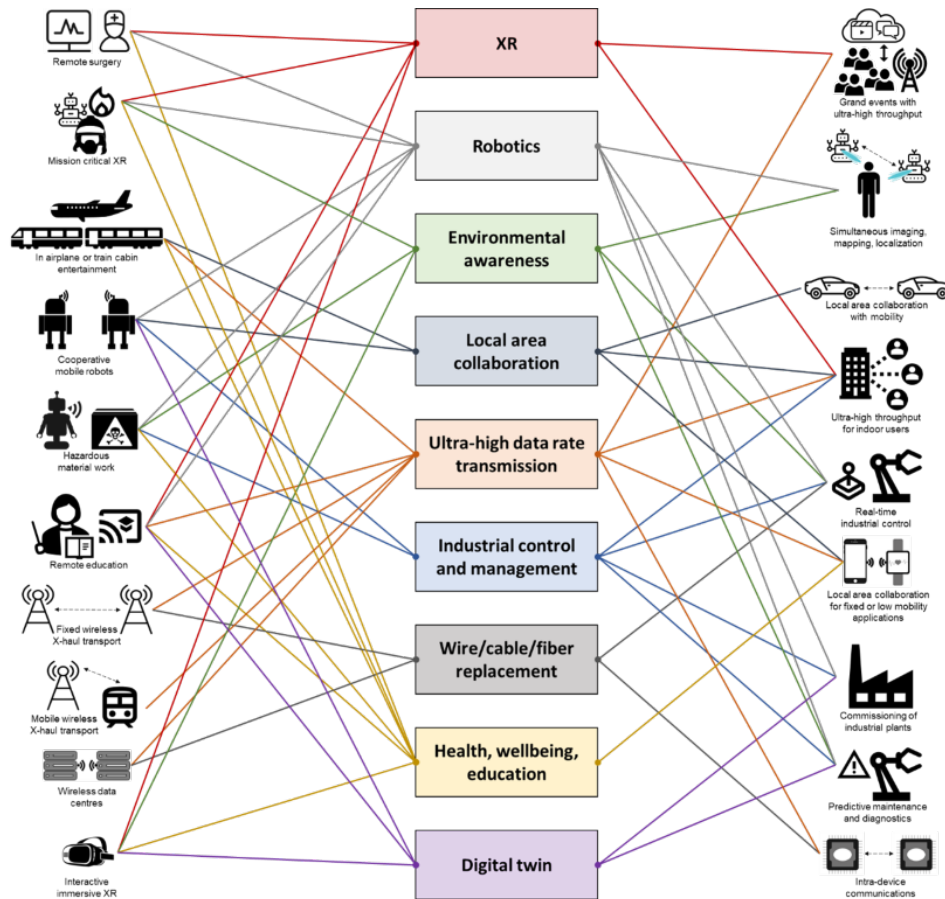


Figure 1: Use case mapping to application areas



Figure 2: Frequency ranges within the THz band with different regulatory status

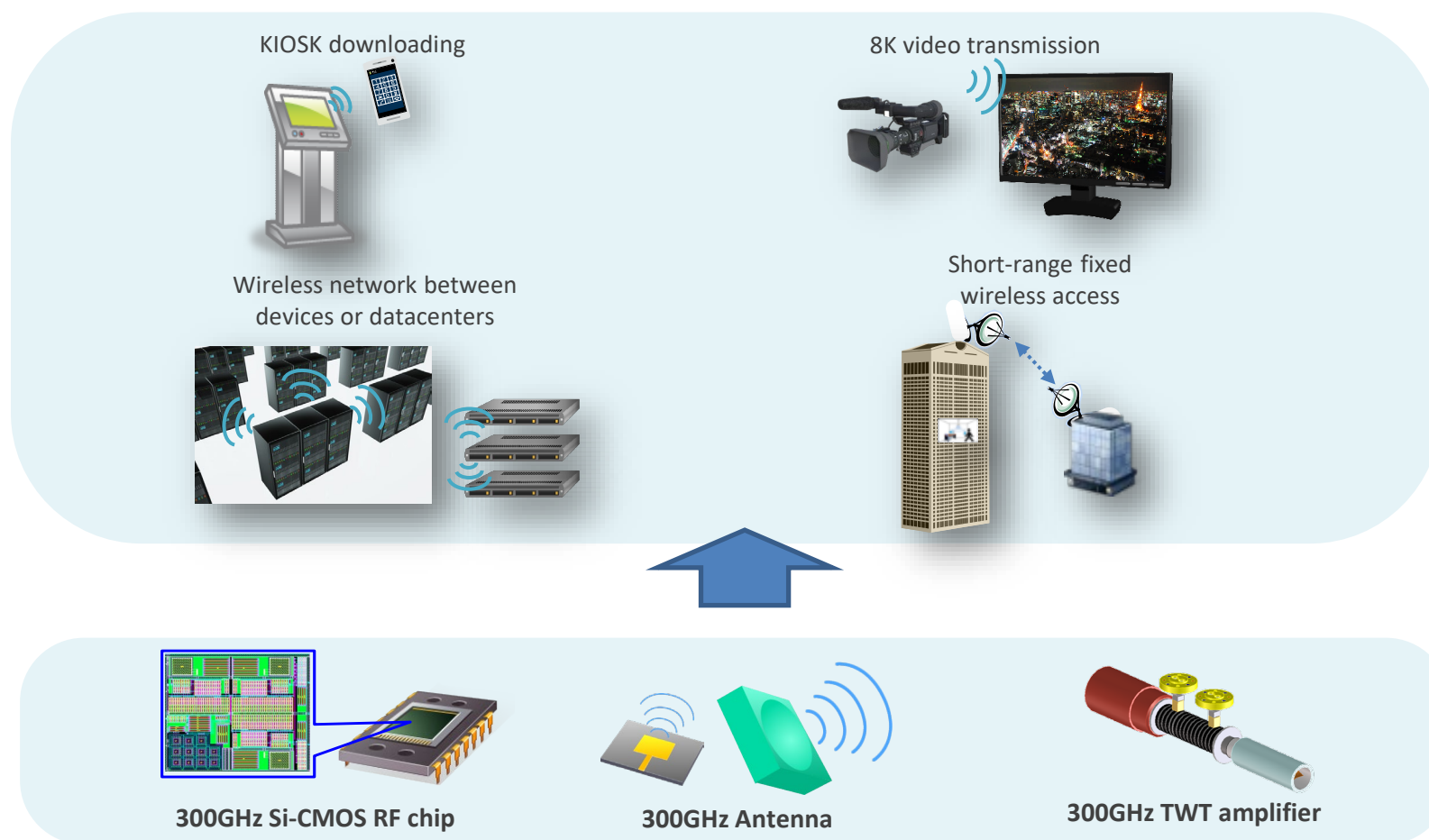
[GR THz 001 - V1.1.1 - TeraHertz modeling \(THz\); Identification of use cases for THz communication systems \(etsi.org\)](#)



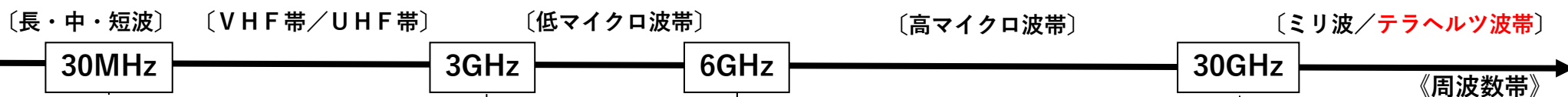
4

国内の研究開発例

- 総務省・NICTでは、テラヘルツの活用に向けて、シリコンCMOS集積回路等によるテラヘルツ帯無線送受信機技術、小型・広帯域アンテナ技術、10倍以上高出力なテラヘルツ帯増幅器技術等の開発、伝搬特性やアンテナ特性の検証、未割当のテラヘルツ周波数帯の国際無線通信規格の標準化活動を進めている。



- 周波数のひっ迫状況を緩和し新たな周波数需要に的確に対応するため、平成17年度から「電波資源拡大のための研究開発」を実施。
- 周波数を効率的に利用する技術、周波数の共同利用を促進する技術、高い周波数への移行を促進する技術について研究開発を推進。



特にひっ迫

ひっ迫度が比較的低い

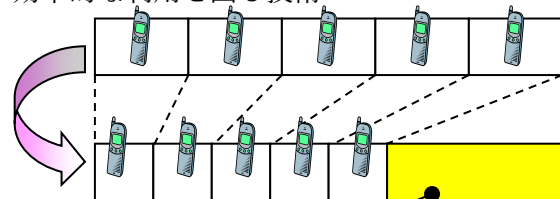
①周波数を効率的に利用する技術

②周波数の共同利用を促進する技術

③高い周波数への移行を促進する技術

①周波数を効率的に利用する技術

現在割り当てられている無線システムに必要な周波数帯域を圧縮することにより、電波の効率的な利用を図る技術

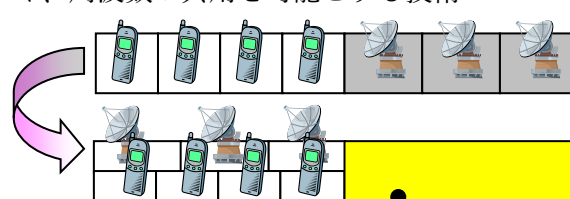


狭帯域化技術
アナログ→デジタル

他用途に割当て可能

②周波数の共同利用を促進する技術

電波が稠密に使われている周波数帯において、既存無線システムに影響を及ぼすことなく、周波数の共用を可能とする技術

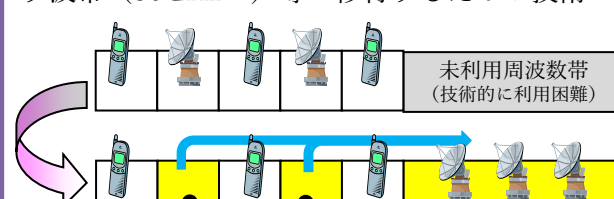


周波数共用技術
キャリアセンサ技術

他用途に割当て可能

③高い周波数への移行を促進する技術

VHF～高マイクロ波帯の周波数のひっ迫状況を低減するため、比較的ひっ迫の程度が低いミリ波帯（30GHz～）等へ移行するための技術



高周波数
移行技術

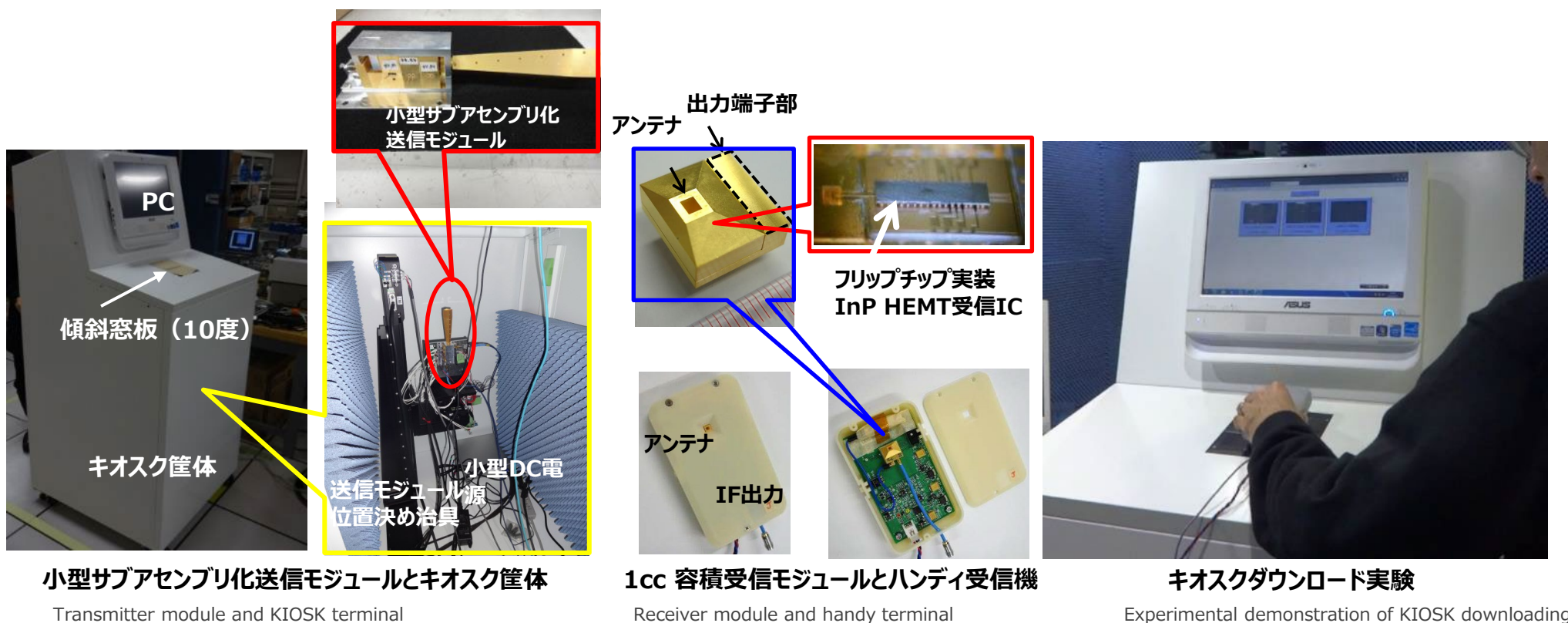
他用途に割当て可能

未利用周波数の開拓

- InP MMICを用いた送信・受信システムで300GHz帯キオスクダウンロード実験を実施し、実データ転送速度16 Gbps（FEC有り）の高速データダウンロードを実証

Demonstration of 20-Gbps Wireless Data Transmission at 300 GHz for KIOSK Instant Data Downloading Applications with InP MMICs.

- DVD画質の2時間程度の映画を数秒でダウンロードして、携帯端末でオフライン鑑賞することを想定（駅や空港でダウンロードして、車内・飛行機内などで鑑賞する用途）

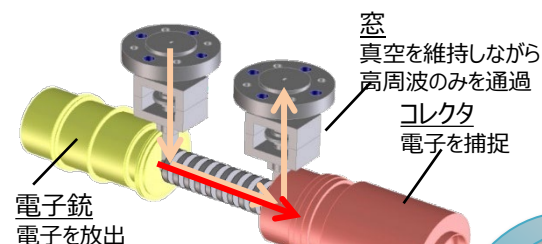


本研究の一部は総務省・電波資源拡大のための研究開発(JPJ000254)「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発ー超高周波搬送波による数十ギガビット無線伝送技術の研究開発ー」の一環として、NTT、富士通との共同で実施されました。

- 半導体増幅器では実現が難しい、ワット級（1ワット以上）の出力電力を得るための技術。マイクロ波等の周波数帯で用いられてきた進行波管増幅技術をテラヘルツに適用。

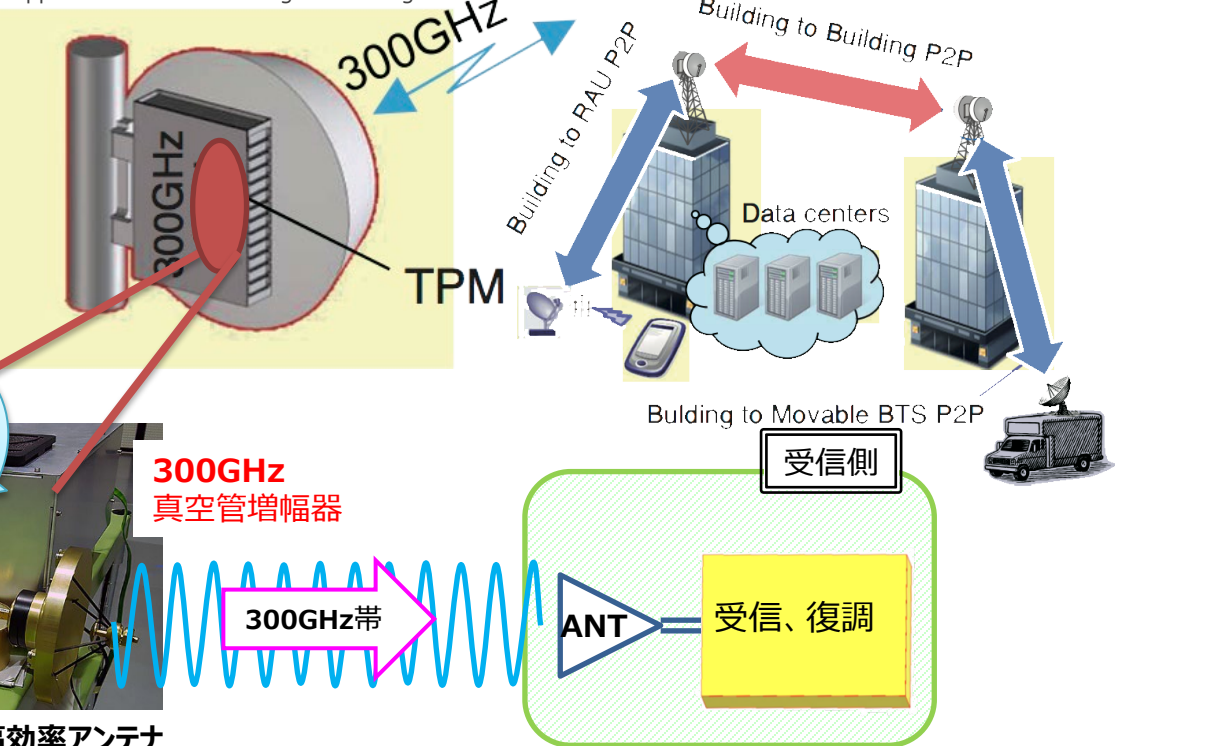
300GHz帯で1W出力をもつ増幅技術を、進行波型真空管技術を利用して開発しています

Development of 300-GHz 1W-class amplifier by travelling-wave tube structure based on advanced vacuum tube technology.



応用例：将来超高速(40Gbps)拠点間通信

Application: future building-to-building wireless access with 40 Gbps



本研究の一部は総務省・電波資源拡大のための研究開発(JPJ000254)「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発－300GHz帯増幅器技術－」の一環として、NECネットワーク・センサと共同で実施されました。

● 様々な300GHz帯アンテナの放射パターンを測定し、ITU-R関連勧告の適用周波数拡大に寄与

Antenna pattern measurements at 300 GHz and contribute to expand applicable frequency range of ITU-R Recommendation F.699-8*.

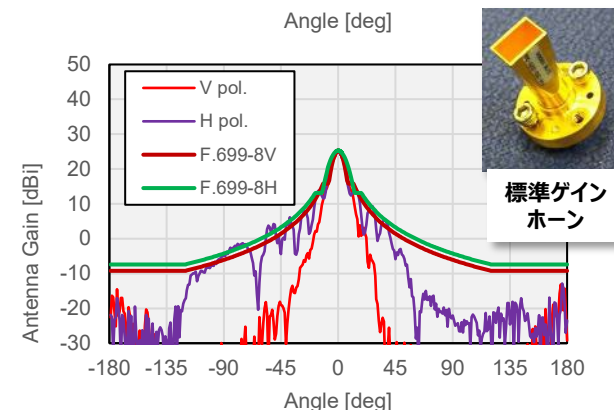
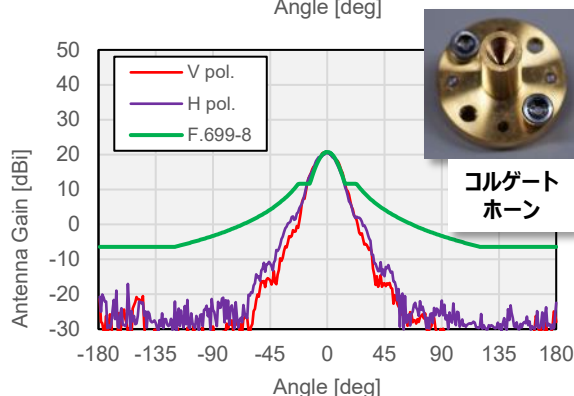
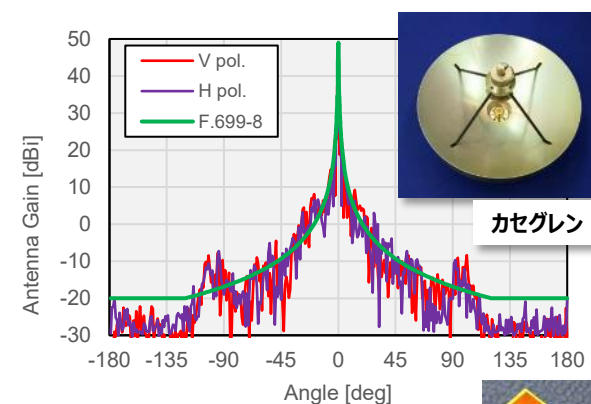
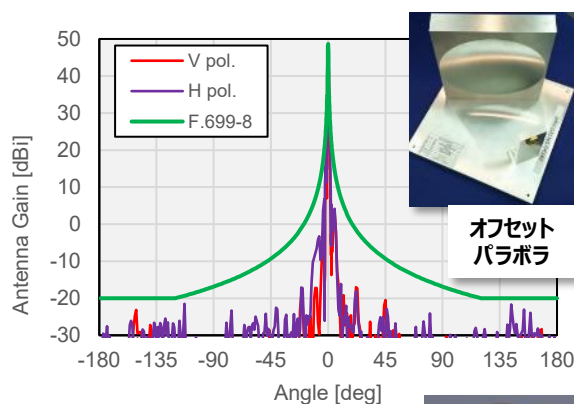
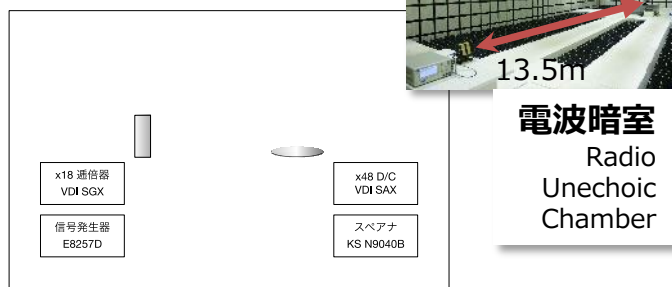
*Rec. ITU-R F.699-8, "Reference radiation patterns for fixed wireless system antenna for use in coordination study and interference assessment in the frequency range from 100 MHz to 86 GHz.

被測定アンテナ Antenna Under Test

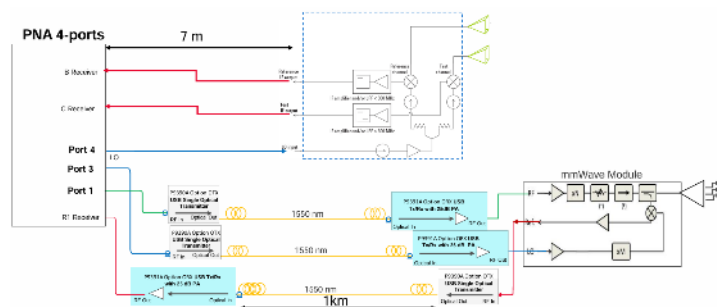
形 式	開口径	D/λ
オフセット パラボラ	φ150 mm	110 - 165
カセグレン	φ152 mm	111.5 - 167.2
コルゲート ホーン	φ4.4 mm	3.23 - 4.84
標準ゲイン ホーン	8.36 mm × 5.5 mm	6.13 - 9.20 4.03 - 6.05

測定システム

Measurement System



- 300 GHzの屋外伝搬測定結果から、無線システムの設計に必要な遅延スプレッド特性を解析



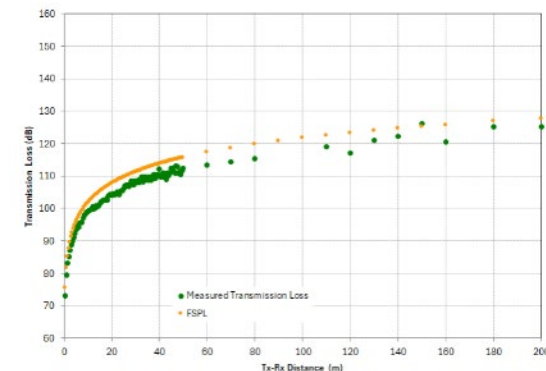
伝搬測定システム構成

Configuration of propagation measurement system



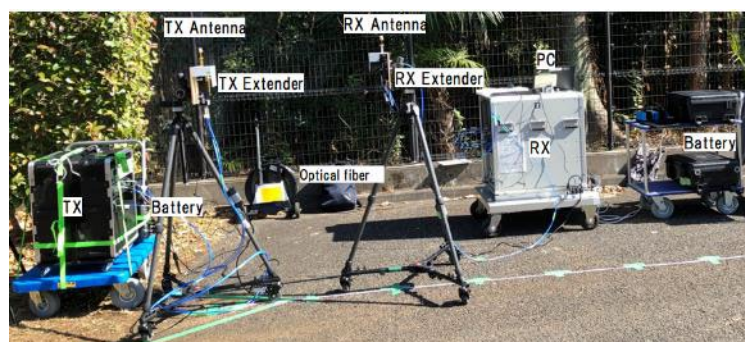
屋外伝搬測定シナリオ

Scenario of outdoor propagation measurement



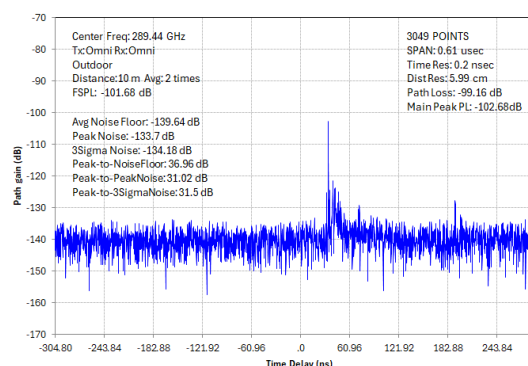
屋外伝搬損失測定

Transmission loss measurement in outdoor



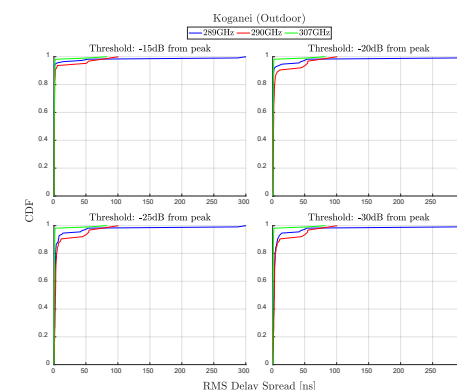
テラヘルツ帯伝搬測定システム

Propagation measurement system for THz band



屋外環境の電力遅延プロファイル測定

Power delay profile measurement in outdoor



屋外環境の遅延スプレッド特性

Delay spread characteristics in outdoor

5 超大容量無線LAN伝送技術の研究開発 (総務省委託)

テラヘルツ通信基盤技術

H23～30 テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発

化合物半導体
300GHz無線
信号回路

シリコンCMOS
300GHz無線
信号回路

300GHz信号
小型モジュール

MEMS真空管
300GHz
電力増幅器

固定位置における1対1通信の基盤技術を確立、

テラヘルツ帯通信の大容量伝送

R1～R4集積電子デバイスによる大容量映像の
非圧縮低電力無線伝送技術の研究開発

4K/8K映像
伝送

アレイアンテナ
システム
(移動体通信に不可欠)

RFフロントエ
ンド高性能化
(低消費電力化に不可欠)

100Gbit/s級映像
データ処理回路
(低消費電力化に不可欠)

指向性の拡大による設置性を向上し、高精細映像データの伝送を実現、1対1の通信に限定、R4にて実証実験

テラヘルツ帯通信の1対多伝送

R4～R7テラヘルツ波による
超大容量無線LAN伝送技術の研究開発

MIMOと電波伝搬
及びモデル化

MIMO/OFDM対応
トランシーバ

マルチ周波数協調
動作技術

新規技術

- ・テラヘルツ帯MIMOを実現するアンテナ及び信号処理技術
- ・テラヘルツ帯電波及び既存無線LAN電波を活用した協調動作技術
- ・MIMO、OFDM等に対応可能なテラヘルツ帯トランシーバ技術

広範囲に大容量データの1対多通信を可能にする通信技術

目標

広帯域なテラヘルツ波を活用する各種技術を開発し、
データレート1Tbit/sを見据えた無線伝送要素技術を確立

対象周波数帯

151.5～164GHz、209～226GHz、252～296GHz

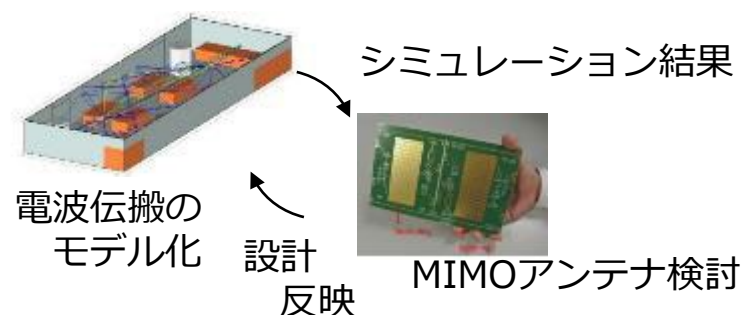
実施期間

令和4年度～令和7年度（4か年）

令和4～6年度実施額

2828百万円

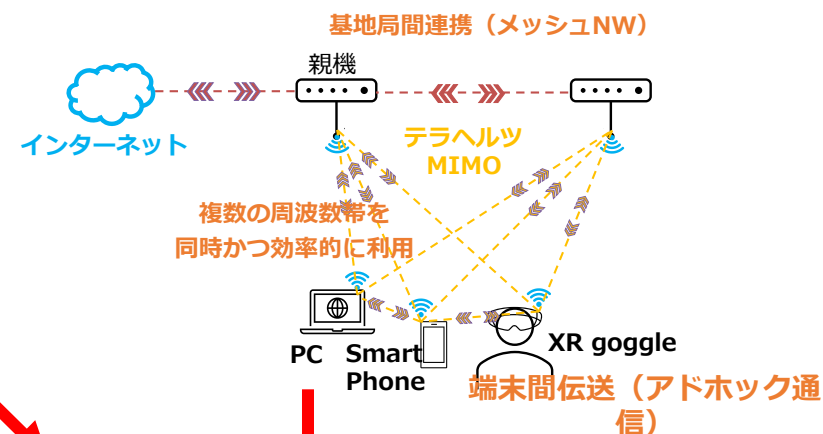
①MIMOと電波伝搬のモデル化



②トランシーバ（送受信）技術

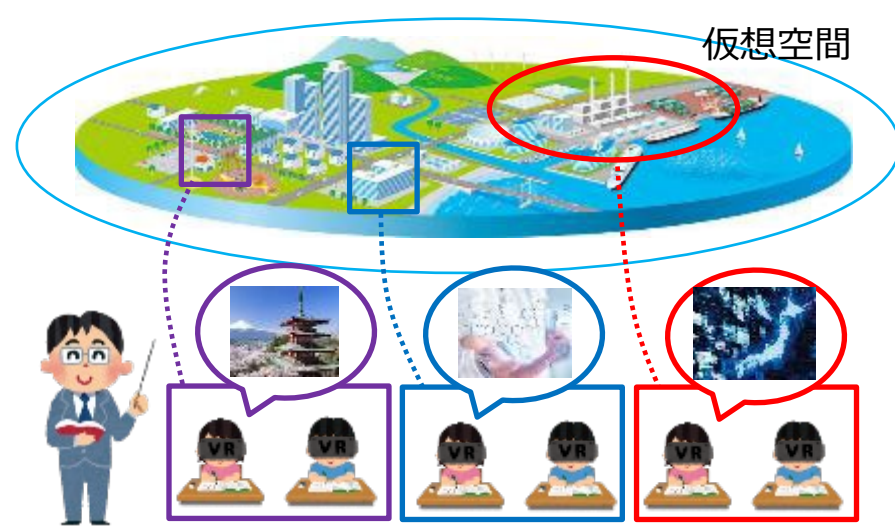


③マルチ周波数協調動作技術



4K/8K映像等の大容量データの
同時伝送を可能とする
超大容量無線LANの実現

● 教育分野での活用



仮想空間

- ・教育コンテンツの超高精細化、リアル化に対応したデジタル教育・教室の接続インフラへの活用

● 医療分野での活用

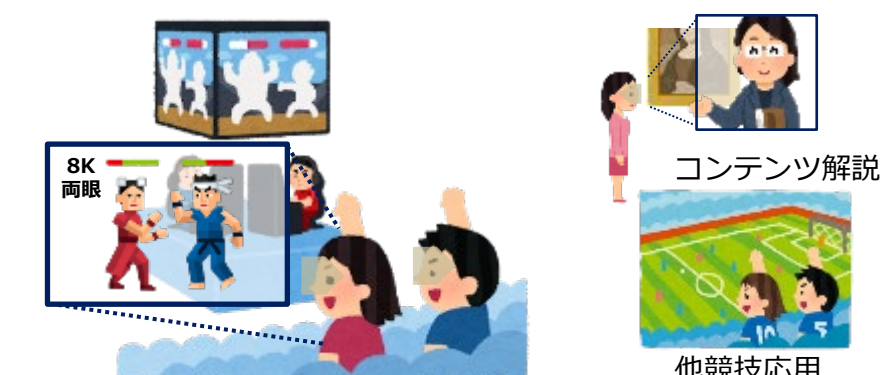


手術室内の配線レス化

複数人による同時遠隔手術

- ・8K等の超高精細映像の導入が期待されている医療現場のワイヤレス化への活用

● コミュニケーションでの活用



8K 両眼

コンテンツ解説

他競技応用

- ・超高精細映像のXRを用いたリアルとバーチャルによる、よりリアルなコミュニケーション、体験型エンターテインメントへの活用

● ロボット連携



- ・用途別ロボット導入による省力化

● モビリティ高度化



- ・屋内施設向け自動運転の高度化

- 受託機関の東京工業大学（当時）、情報通信研究機構（NICT）の研究チームが、サブテラヘルツ帯CMOS ICを開発し、世界最速640Gbpsの無線伝送に成功。次世代無線通信での周波数候補であるD帯（110-170 GHz）で動作

→超高速通信を用いた新サービスの創出や次世代通信インフラへの応用を期待



Science Tokyo 旧・東京工業大学

日本語 English 文字サイズ 標準 大

検索 Google 提供

新着入試情報 アクセス 大学への寄附 お問い合わせ

東京工業大学は、2024年10月に東京医科歯科大学と統合し、東京科学大学（Science Tokyo）となりました。
本サイトの情報は、順次、Science Tokyoのサイトに移行していきます。公開されているページは東京科学大学の情報として有効なものです。

大学について 教育 研究 社会連携 国際交流

東工大ニュース

サブテラヘルツ帯CMOS ICで640 Gbpsの無線伝送に成功

サブテラヘルツ帯CMOS ICで640 Gbpsの無線伝送に成功

超高速無線通信を用いた遠隔医療や自動運転の実装に前進

いいね! 27 シェアす ポスト

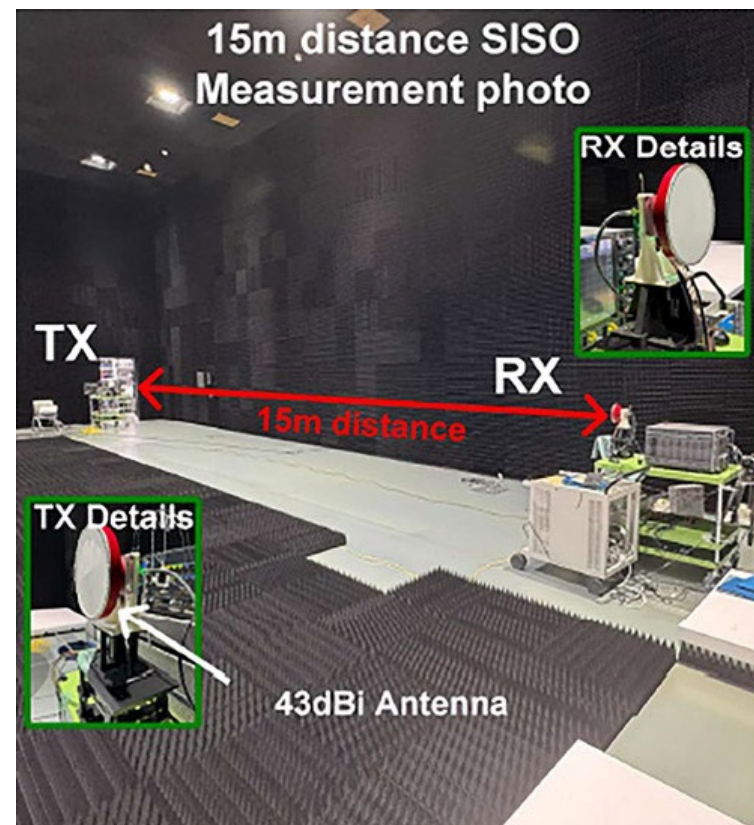
公開日: 2024.06.17

要点

- 世界最速の640 Gbpsの伝送速度を達成するCMOS送受信ICを開発
- 次世代無線通信での周波数候補であるD帯（110-170 GHz）で動作
- 超高速通信を用いた新サービスの創出や次世代通信インフラへの応用を期待

概要

東京工業大学 工学院 電気電子系の岡田健一教授と情報通信研究機構（NICT）の研究チームは、サブテラヘルツ帯CMOS送受信ICを開発し、毎秒640ギガビットの無線伝送に成功した。



(2024/6/17 プレスリリース サブテラヘルツ帯CMOS ICで640 Gbpsの無線伝送に成功 超高速無線通信を用いた遠隔医療や自動運転の実装に前進 | 東工大ニュース | 東京工業大学)

- 受託機関の東京工業大学（当時）、情報通信研究機構（NICT）の研究チームが、150 GHz 帯超小型・低消費電力アンテナ一体無線機モジュールを開発。
- 6G 端末向け 150 GHz 帯超小型・低消費電力アンテナ一体無線機モジュールを世界で初めて開発し、超高密度のフェーズドアレイ無線機 IC で、携帯端末での高速無線通信を実現

→医療手術室での XR アプリケーションなどへの応用に期待



Science Tokyoについて 教育 研究 社会との共創 Science Tokyoニュース

150 GHz帯超小型・低消費電力アンテナ一体無線機モジュールを開発

6G高速・大容量通信システムの実用化を加速

[プレスリリース](#) [研究](#) [電気電子](#) [情報通信](#)

2025年6月18日 公開

ポイント

- ・ 6G端末向け150 GHz帯超小型・低消費電力アンテナ一体無線機モジュールを世界で初めて開発
- ・ 超高密度のフェーズドアレイ無線機ICで、携帯端末での高速無線通信を実現
- ・ 医療手術室でのXRアプリケーションなどへの応用に期待

概要

東京科学大学（Science Tokyo）工学部 電気電子系の岡田健一教授らの研究チームは、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT（エヌアイシーティー））等と共同で、[第6世代移動通信システム（6G）](#)、[\[用語\]](#)端末向けの150 GHz帯超小型・低消費電力AIP（アンテナ・イン・パッケージ）[\[用語\]](#)無線機モジュールを開発しました。

6Gでは、従来よりもさらに高速・大容量で、低遅延、多数同時接続が可能な通信を実現するため、より広帯域を確保可能なサブテラヘルツ帯[\[用語\]](#)の利用が計画されています。しかし、このような高い周波数帯では、電波の空間での伝搬損失が大い上に、増幅器等の高性能な回路部品を得ることが難しく、広帯域を活かした高速・大容量通信では装置やシステムが複雑かつ大型になることが課題でした。

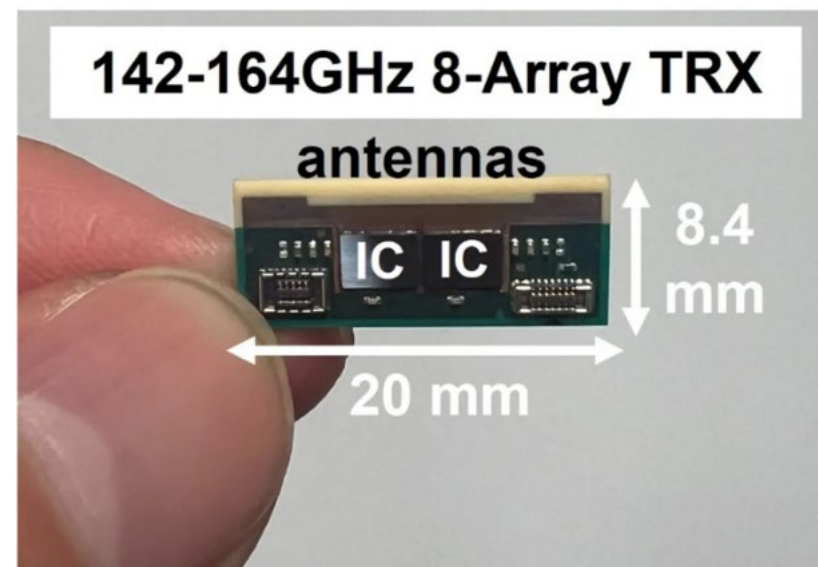
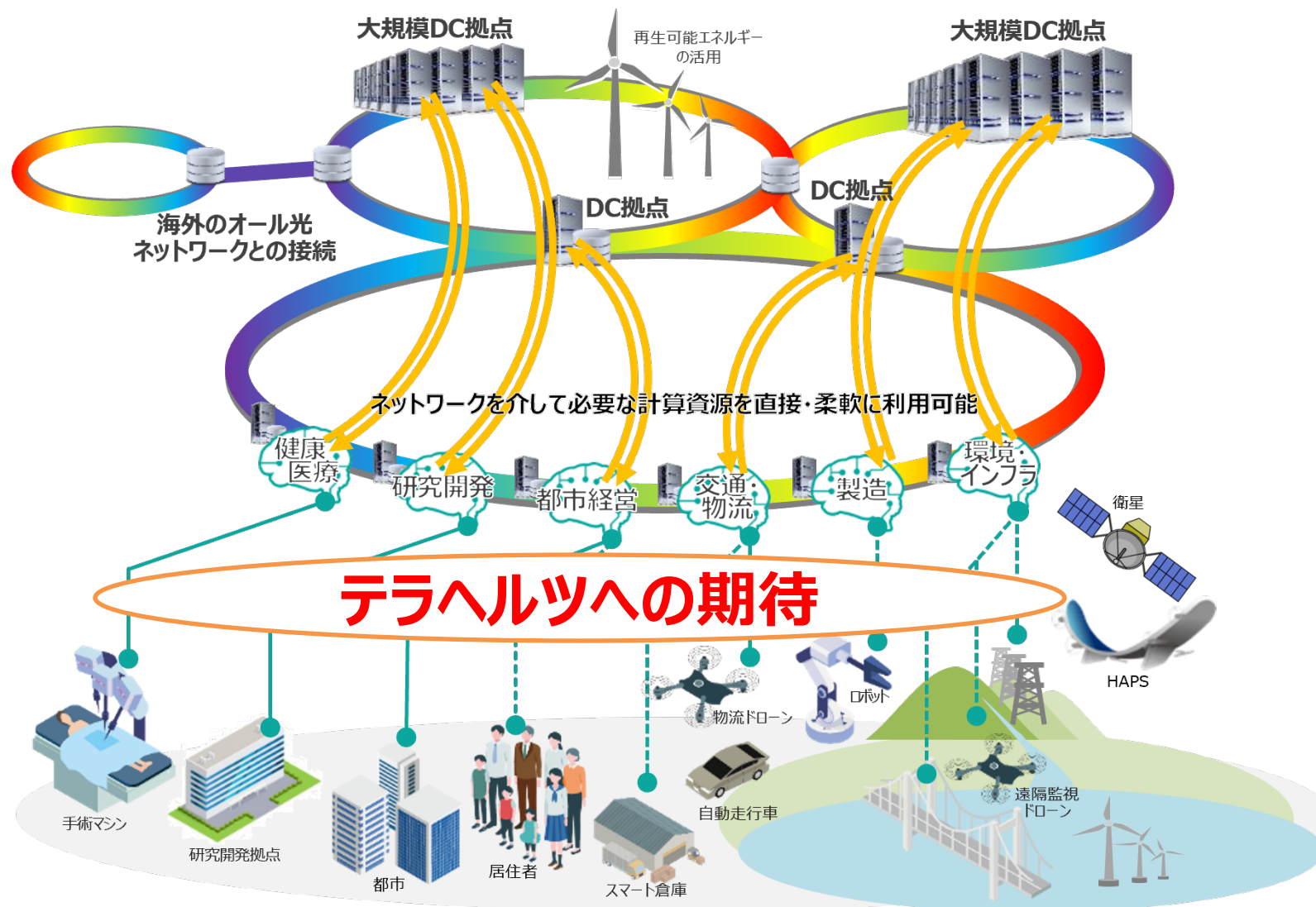


図1. 開発した150 GHz帯超小型低消費電力AIPフェーズドアレイ無線機モジュール

- ローカルエリアで使用する100Gbps級の複数機器向け無線LAN規格は策定されていない
- 本研究開発成果を、IEEE等の標準化団体へ入力し、世界に先駆け標準化を目指す

規格	周波数帯	最大伝送速度	最大帯域幅	最大MIMO	策定期期
IEEE802.11n (Wi-Fi 4)	2.4GHz	1.2Gbps	40MHz	4x4	2009年9月
	5GHz				
IEEE802.11ac (Wi-Fi 5)	5GHz	6.9Gbps	160MHz	4x4	2014年1月
IEEE802.11ax (Wi-Fi 6)	2.4GHz	9.6Gbps	160MHz	8x8	2021年2月
	5GHz 6GHz				
IEEE802.11be (Wi-Fi 7)	2.4GHz	46Gbps	320MHz	16x16	2024年9月
	5GHz 6GHz				
次期Wi-Fi	超大容量無線LAN技術の基盤技術を確立し、 標準化団体へ提案				2025年以降

伝送速度が100Gbpsを超えるものは
策定されていない



御清聴ありがとうございました。

