

テラヘルツシステム 応用推進協議会

THz 6Gワーキンググループの進め方
(案)

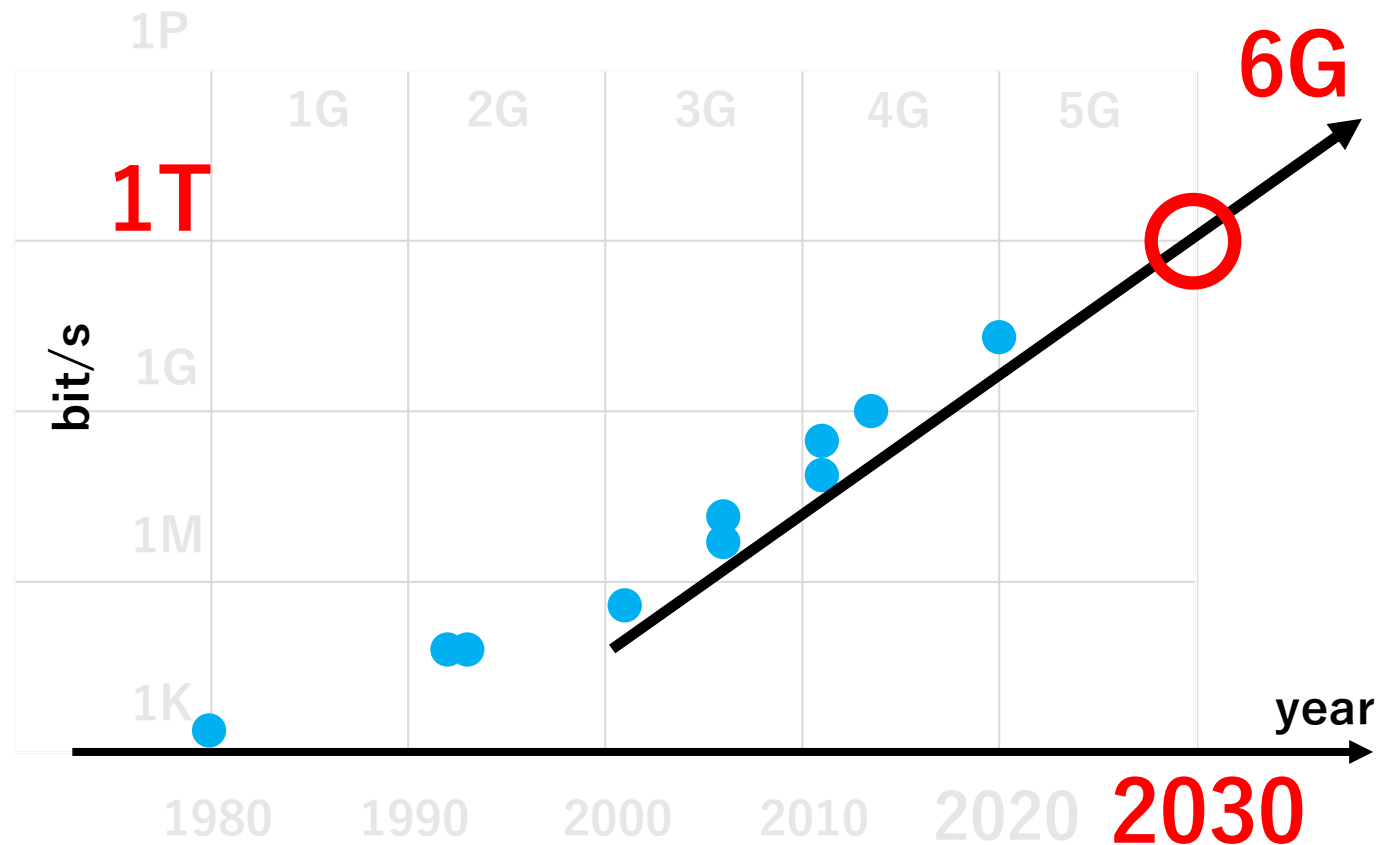
【WGで議論する議題案】

2021年

	2月	3月	4月	5月	6月	7月
0. 議題と進め方の検討	▼2月1日					
1-1. 6GにおけるTHz無線の特徴、位置付け	▼					
1-2. ユースケースおよび関連するステークホルダー、ビジネスモデル		▼				
2. THz無線ネットワーク・アーキテクチャはどうか？ MECやコアネットワークへの要求条件は？		▼	▼			
3. THz無線における人工知能（AI）と機械学習（ML）の役割・活用			▼			
4. THz波活用に向けた政府の役割や研究開発				▼		
5. THz無線システムにおける周波数共有の考え方と電波エミュレータの必要性とその活用				▼		
6. 実証用テストベッドプラットフォームはどのようなものが 必要か、誰が整備するべきか、その時期は？					▼	

※ハードウェア技術関連は技術部会、標準化関連は標準化部会で議論する

移動通信のデータレート



- 6Gにおいて 1 Tbit/sを目標とする白書（海外）では、THz波を使うことが前提？
- 5G(28GHz)では、BW=400MHzで~10Gbit/s、BW=44GHz→1.1Tbit/s？

- 総務省 Beyond 5G推進戦略懇談会
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000364.html
- Beyond 5G推進コンソーシアム
[Home Beyond 5G推進コンソーシアム \(b5g.jp\)](https://www.b5g.jp/)
- NTTの「IOWN」構想
<https://www.rd.ntt/iown/>
- DoCoMoの「ドコモ6Gホワイトペーパー」
https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/technology/whitepaper_6g/
- KDDIの「Accelerate 5.0」
https://biz.kddi.com/accelerate5_0/
- NECの「Beyond 5Gビジョンホワイトペーパー」
https://jpn.nec.com/nsp/5g/beyond5g/pdf/NEC_B5G_WhitePaper_1.0.pdf
- Oulu大学 「6G channel」
<https://www.6gchannel.com/>
<https://www.6gchannel.com/portfolio-posts/6g-white-paper-validation-trials/>



White Paper on 6G Drivers and the UN SDGs

[READ MORE](#)



6G White Paper on Validation and Trials for Verticals towards 2030's

[READ MORE](#)



White Paper on Machine Learning in 6G Wireless Communication Networks

[READ MORE](#)



White Paper on 6G Networking

[READ MORE](#)



White Paper on Broadband Connectivity in 6G

[READ MORE](#)



White Paper on RF enabling 6G – opportunities and challenges from technology to spectrum

[READ MORE](#)



White Paper on Connectivity for Remote Areas

[READ MORE](#)



White Paper on Business of 6G

[READ MORE](#)



6G White Paper on Edge Intelligence

[READ MORE](#)



6G White Paper: Research Challenges for Trust, Security and Privacy

[READ MORE](#)



White Paper on Critical and Massive Machine Type Communication towards 6G

[READ MORE](#)



6G White Paper on Localization and Sensing

[READ MORE](#)

Horizon 2020におけるBeyond 5G/6Gの取組

- モバイルについては、Horizon 2020では、官民パートナーシップ(5G PPP)を立ち上げ、5Gの研究開発に注力。その中で、Beyond 5G/6Gをテーマとしたものとして、3件の公募・採択を実施している。

※うち、Smart Connectivity beyond 5Gは2021年1月1日開始。また、ノキア、エリクソンが主要プレイヤーとなっているは、Smart Connectivity beyond 5Gの採択案件の一つ(全体の採択案件の最高額)。

Networking research beyond 5G (ICT-09-2017)	【目的】 90GHz超の周波数、可視光通信、高度な信号処理、Demand-attentiveなネットワーク・アーキテクチャ等、5Gで探求されていない技術・システムコンセプトの探求 【公募】 2016.5.10~2016.11.8 【採択】 6件 【開始】 2017.7 【総額】 1,821万ユーロ
5G Long Term Evolution (ICT-20-2019-2020)	【目的】 仮想化技術・アーキテクチャの拡張、インフラ全体のセキュリティ、テラヘルツ周波数等の無線ネットワークを可能にする技術・アーキテクチャ、高度な信号処理等による統合ネットワーク管理を通じたネットワークの低エネルギー・分散化 【公募】 2018.10.16~2019.3.28 【採択】 8件 【開始】 2019.11 【総額】 4,624万ユーロ
Smart Connectivity beyond 5G (ICT-52-2020)	【目的】 革新的な周波数使用・管理、遅延の低減、大量のモノの接続、AI・機械学習の活用、セキュリティ等、革新的なアプリケーションの要件の変化に動的に対応できる柔軟なインフラをサポートする次世代インターネットのプラットフォームとなるスマートコネクティビティシステムの実現 【公募】 2019.11.19~2020.6.17 【採択】 9件 【開始】 2021.1.1 【総額】 6,018万ユーロ

総計: 12,463万ユーロ~158億円



Hexa-X

【概要】高周波数と高解像のローカリゼーションとセンシングにおける新しい無線アクセス技術基盤、AI駆動型エアインターフェース及びガバナンスを通じたコネクテッド・インテリジェンス、ネットワークの集約と動的信頼性のための6Gアーキテクチャ・イネーブラの開発等、5G/6Gのビジョン及び人間、フィジカル、デジタル世界の接続を可能にするインテリジェント・ファブリックのフラッグシップ

【予算】1,192万ユーロ **【期間】**2021.1.1～2023.6.30

【参加機関】◎ノキア・ソリューションズ&ネットワークス社(フィンランド)、エリクソン社(スウェーデン)、アールト大学(フィンランド)、ATOSスペイン社(スペイン)、B-COM(研究機関・仏)、チャルマース工科大学(スウェーデン)、フランス原子力・代替エネルギー庁(仏)、エリクソン研究開発情報サービス社(トルコ)、エリクソン・ハンガリー社(ハンガリー)、SZTAKI(研究機関・ハンガリー)、インテル・ドイツ社(独)、NEXTWORKS社(伊)、ノキア・ソリューションズ&ネットワークス・ドイツ(独)、オランジュ社(仏)、トリノ工科大学(伊)、QAMCOM社(スウェーデン)、シーメンス(独)、ドレスデン工科大学(独)、カイザーラウテルン工科大学(独)、テレコム・イタリア社(伊)、テレフォニカI+D社(スペイン)、マドリード・カルロス3世大学(スペイン)、オウル大学(フィンランド)、ピサ大学(伊)、WINGS ICT Solutions社(ギリシャ)

【プロジェクトURL】 <https://hexa-x.eu/>

小計: 1,192万ユーロ～15億円

Networking research beyond 5G THz関連採択案件①

DREAM

【概要】ビームステアリング機能を備えたDバンド(130-174.8 GHz)無線周波数を利用した最大100Gbpsのメッシュネットワークの実現

【予算】281万ユーロ 【期間】2017.9.1~2021.2.28

【参加機関】◎フィンランド国立技術研究センター(VTT)(フィンランド)、CEIT(研究機関・スペイン)、STマイクロエレクトロニクス社(伊)、III-V Lab社(仏)、ERZIA社(スペイン)、ノキア・ソリューションズ & ネットワークス イタリア社(伊)、パヴィア大学(伊)

【プロジェクトURL】 <http://www.h2020-dream.eu/>

EPIC

【概要】10~100倍のスループット向上に対応した次世代チャンネルコーディング(Forward-Error-Correction:新世代の前方誤り訂正コードの開発)による実践的なワイヤレス・テラbps通信の実現

【予算】297万ユーロ 【期間】2017.9.1~2020.8.30

【参加機関】◎Technikon社(オーストリア)、インターデジタル・ヨーロッパ社(英)、imec(研究機関・ベルギー)、POLARAN社(トルコ)、カイザー・スラウテルン工科大学(独)、エリクソン社(スウェーデン)、鉱業・テレコム研究院(仏)、CREONIC社(独)

【プロジェクトURL】 <https://epic-h2020.eu/>

TERAPOD

【概要】THzバンドで動作する超広帯域のワイヤレスアクセスネットワークの実現可能性の調査・実証

【予算】347万ユーロ 【期間】2017.9.1~2021.3.31

【参加機関】◎ウォーターフォード工科大学(アイルランド)、ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン(英)、グラスゴー大学(英)、ブラウンシュヴァイク工科大学(独)、英国立物理学研究所(NPL)(英)、EMC Information Systems International社(アイルランド)、VIVID COMPONENTS社(英)、INESC TEC(研究機関・ポルトガル)、ACST社(独)、VLC PHOTONICS社(スペイン)、BAY PHOTONICS社(英)

【プロジェクトURL】 <https://terapod-project.eu/>

Networking research beyond 5G THz関連採択案件②

TERRANOVA

【概要】Hバンド(275GHz超)無線フロントエンド、THzネットワーク情報理論フレームワーク、チャンネル、干渉モデル、波形、高次変調方式、ペンシルビームアンテナ等の開発によるテラbps無線接続の実現

【予算】300万ユーロ 【期間】2017.7.1~2020.3.31

【参加機関】◎ピレウス大学研究センター(ギリシャ)、フラウンホーファー研究機構(独)、イントラコム・テレコム社(ギリシャ)、オウル大学(フィンランド)、JCP-CONNECT社(仏)、ALTICE LABS社(ポルトガル)、PICADVANCED社(ポルトガル)

【プロジェクトURL】 <https://ict-terranova.eu/>

ULTRAWAVE

【概要】Dバンド(141 -174.8 GHz)のポイント・トゥー・マルチポイントとGバンド(300 GHz)のポイント・トゥー・ポイントによる大容量で高いセル密度のバックホールの実現

【予算】297万ユーロ 【期間】2017.9.1~2021.5.31

【参加機関】◎ランカスター大学(英)、FIBERNOVA SYSTEMS社(スペイン)、ベルリン研究機構(フェルディナンド・ブラウン研究所、ライプニッツ高周波技術研究所)(独)、ヨハン・ヴォルフガング・ゲーテ大学フランクフルト・アム・マイン(独)、HF SYSTEMS ENGINEERING社(独)、OMMIC社(仏)、バレンシア工科大学(スペイン)、ローマ・トルヴェルガタ大学(伊)

【プロジェクトURL】 <http://ultrawave2020.eu/>

WORTECS

【概要】ミリ波と光通信(赤外線、可視光)を組み合わせたテラビット無線通信の実現

【予算】300万ユーロ 【期間】2017.9.1~2020.10.31

【参加機関】◎オランジュ社(仏)、OLEDCOMM社(仏)、B-COM(研究機関・仏)、PURELIFI社(英)、オックスフォード大学(英)、ラス・パルマス・デ・グラン・カナリア大学(スペイン)、IHPマイクロエレクトロニクス研究所(独)

【プロジェクトURL】 <https://wortecs.eurestools.eu/>

小計: 1,822万ユーロ~23億円

5G Long Term Evolution THz関連採択案件①

ARIADNE

【概要】Dバンドを使用した無線アーキテクチャの開発と機械学習・AIの活用によるネットワーク処理・管理によるインテリジェント通信システムの実現

【予算】597万ユーロ 【期間】2019.11.1～2022.10.31

【参加機関】©Eurescom社(独)、ピレウス大学研究センター(ギリシャ)、仏国立科学研究センター(CNRS)(仏)、オウル大学(フィンランド)、イントラコム・テレコム社(ギリシャ)、フラウンホーファー研究機構(独)、アールト大学(フィンランド)、デモクリトス科学研究センター(ギリシャ)、テレフォニカI+D社(スペイン)、ノキア・ネットワークス社(フィンランド)、RAPIDMINER社(独)

【プロジェクトURL】 <https://www.ict-ariadne.eu/>

TERAWAY

【概要】W(92-114.5 GHz)、D(130-174.8 GHz)、THzバンド(252-322 GHz)をカバーし、ネットワーク及び無線リソースのSDN管理を用いて、光技術を活用するテラヘルツ・マルチチャネルトランシーバの開発

【予算】600万ユーロ 【期間】2019.11.1～2022.10.31

【参加機関】©ギリシャ通信コンピュータシステム研究所(ギリシャ)、フラウンホーファー研究機構(独)、マドリッド・カルロス3世大学(スペイン)、LIONIX INTERNATIONAL(オランダ)、OPTAGON FOTONIKI社(ギリシャ)、テレフォニカI+D社(スペイン)、ベルリン研究機構(フェルディナンド・ブラウン研究所、ライプニッツ高周波技術研究所)(独)、PHIX社(オランダ)、イントラコム・テレコム社(ギリシャ)、SIAE MICROELETTRONICA社(伊)、アールト大学(フィンランド)、Cumucore社(フィンランド)

【プロジェクトURL】 <https://ict-teraway.eu/>

Smart Connectivity beyond 5G THz関連採択案件①

6G BRAINS

【概要】AI駆動型マルチエージェント深層強化学習(DRL)によるテラヘルツ、光無線通信を含む新たなスペクトルリンクを用いた大規模マシン型通信上でのリソースの割当てを通じた産業ネットワークの容量、信頼性、遅延に関するパフォーマンスの向上

【予算】567万ユーロ 【期間】2021.1.1～2023.12.31

【参加機関】©Eurescom社(独)、レスター大学(英)、VIAVI SOLUTIONS UK社(英)、ブルネル大学ロンドン(英)、ISEP-エドアール・ブランリー協会(仏)、RunEL NGMT社(イスラエル)、西スコットランド大学(英)、EURECOM(大学・仏)、OLEDCOMM社(仏)、ボッシュ社(独)、フラウンホーファー研究機構(独)、タレス SIX GTS(仏)、ドイツ・テレコム社(独)

【プロジェクトURL】 -

小計: 1,764万ユーロ～22億円

Founding & Full Members



Contributing Members



**NEXT G
ALLIANCE**

Building the foundation for North American leadership in 6G and beyond

[Learn More](#)

<https://nextgalliance.org/>

The banner features a dark blue background with a network of glowing white and yellow lines and dots, suggesting a digital or communication network. The Next G Alliance logo is prominently displayed in the upper right, and the tagline is centered below it. A 'Learn More' button and the website URL are positioned at the bottom.

Berkeley
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

UC San Diego

UCSB



Director



[Mark Rodwell](#), Professor
Electrical and Computer Engineering
UC Santa Barbara
Themes: [Demonstrations](#), [Devices](#), [Integrated Circuits](#)
Team: [ICs for Long-range Links](#), [THz InP Power- and Low-noise Transistors](#), [220-300 GHz Imaging Testbed](#)

China sends 'world's first 6G' test satellite into orbit

China has successfully launched what has been described as "the world's first 6G satellite" into space to test the technology.

It went into orbit along with 12 other satellites from the Taiyuan Satellite Launch Center in the Shanxi Province.

The telecoms industry is still several years away from agreeing on 6G's specifications, so it is not yet certain the tech being trialled will make it into the final standard.

It involves use of high-frequency **terahertz** waves to achieve data-transmission speeds many times faster than 5G is likely to be capable of.

The satellite also carries technology which will be used for crop disaster monitoring and forest fire prevention.

7 November 2020 BBC News China



China sends 'world's first 6G' test satellite into orbit

<https://www.bbc.com/news/av/world-asia-china-54852131>

「Beyond 5G推進戦略 —6Gへのロードマップ—」の公表

総務省は、5Gの次の世代である「Beyond 5G」（いわゆる6G）の導入時に見込まれるニーズや技術進歩等を踏まえた総合戦略の策定に向け、令和2年1月から「Beyond 5G推進戦略懇談会」（座長：五神真 東京大学総長）を開催し、Beyond 5Gの導入が見込まれる2030年代の社会において通信インフラに期待される事項やそれを実現するための政策の方向性等について検討を行ってきました。



今般、同懇談会において取りまとめられました「Beyond 5G推進戦略懇談会 提言」を受け、「Beyond 5G推進戦略 —6Gへのロードマップ—」を公表します。

また、取りまとめに先立ち、「Beyond 5G推進戦略骨子」に対する意見募集を行いましたので、その結果についても公表します。

1 経緯

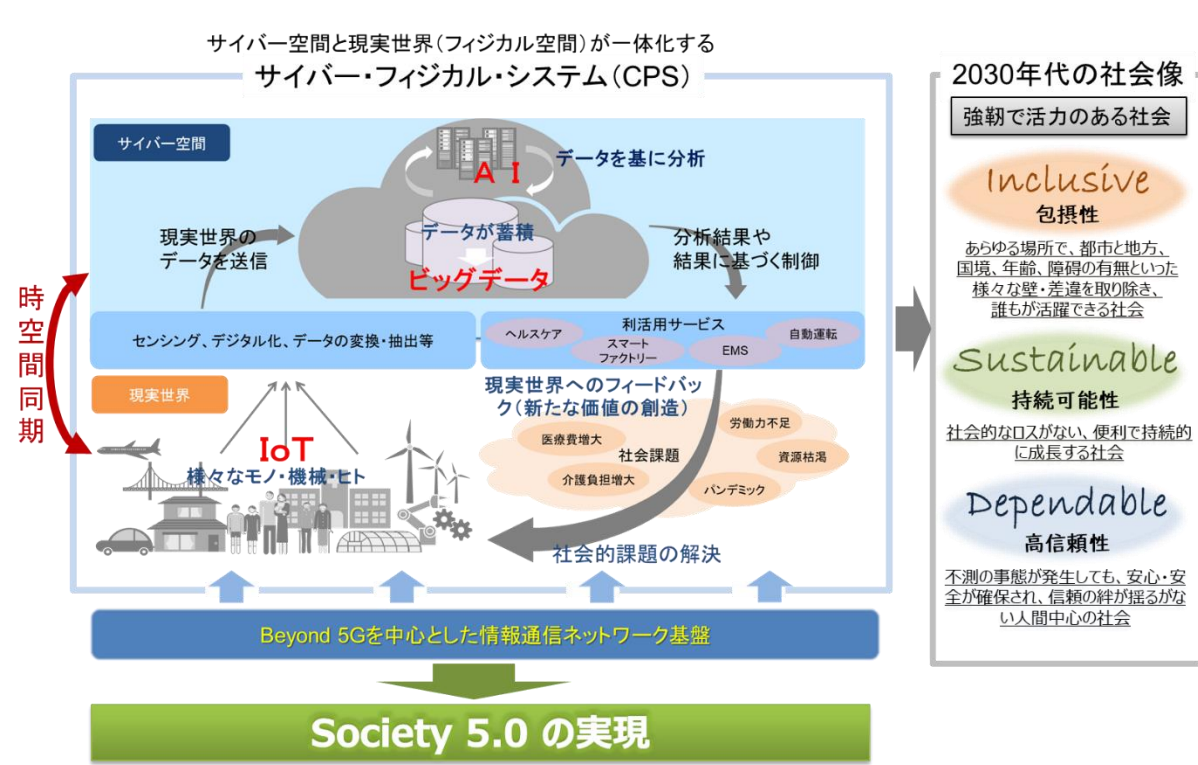
総務省は、5Gの次の世代である「Beyond 5G」（いわゆる6G）の導入時に見込まれるニーズや技術進歩等を踏まえた総合戦略の策定に向け、令和2年1月から「Beyond 5G推進戦略懇談会」（座長：五神真 東京大学総長）を開催し、Beyond 5Gの導入が見込まれる2030年代の社会において通信インフラに期待される事項やそれを実現するための政策の方向性等について検討を行ってきました。

今般、同懇談会において取りまとめられました「Beyond 5G推進戦略懇談会 提言」（[別紙1](#) )を受け、「Beyond 5G推進戦略 —6Gへのロードマップ—」（[別紙2](#) )及びその概要（[別紙3](#) )を公表します。

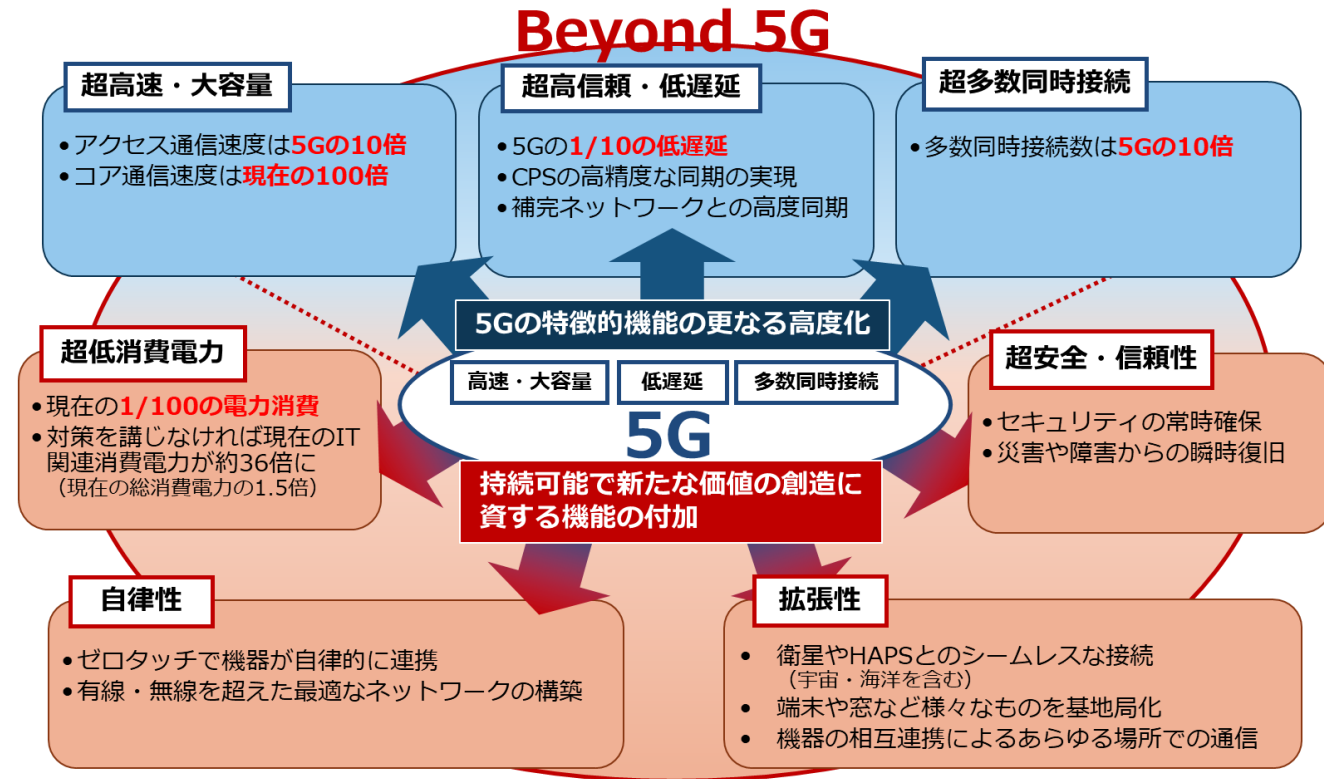
また、取りまとめに先立ち、令和2年4月15日（水）から同年5月14日（木）までの間、「Beyond 5G推進戦略骨子」に対する意見募集を行ったところ、64件の意見の提出がありましたので、その結果についても公表します（[別紙4](#) 及び[別添](#) ）。

公表資料については、電子政府の総合窓口[e-Gov] (<https://www.e-gov.go.jp>)「パブリックコメント」欄に掲載します。
また、連絡先窓口にて閲覧に供するとともに配布します。

(別紙) Beyond 5G推進戦略 - 6Gへのロードマップ -



図表1：サイバー・フィジカル・システムの進展と2030年代の社会像



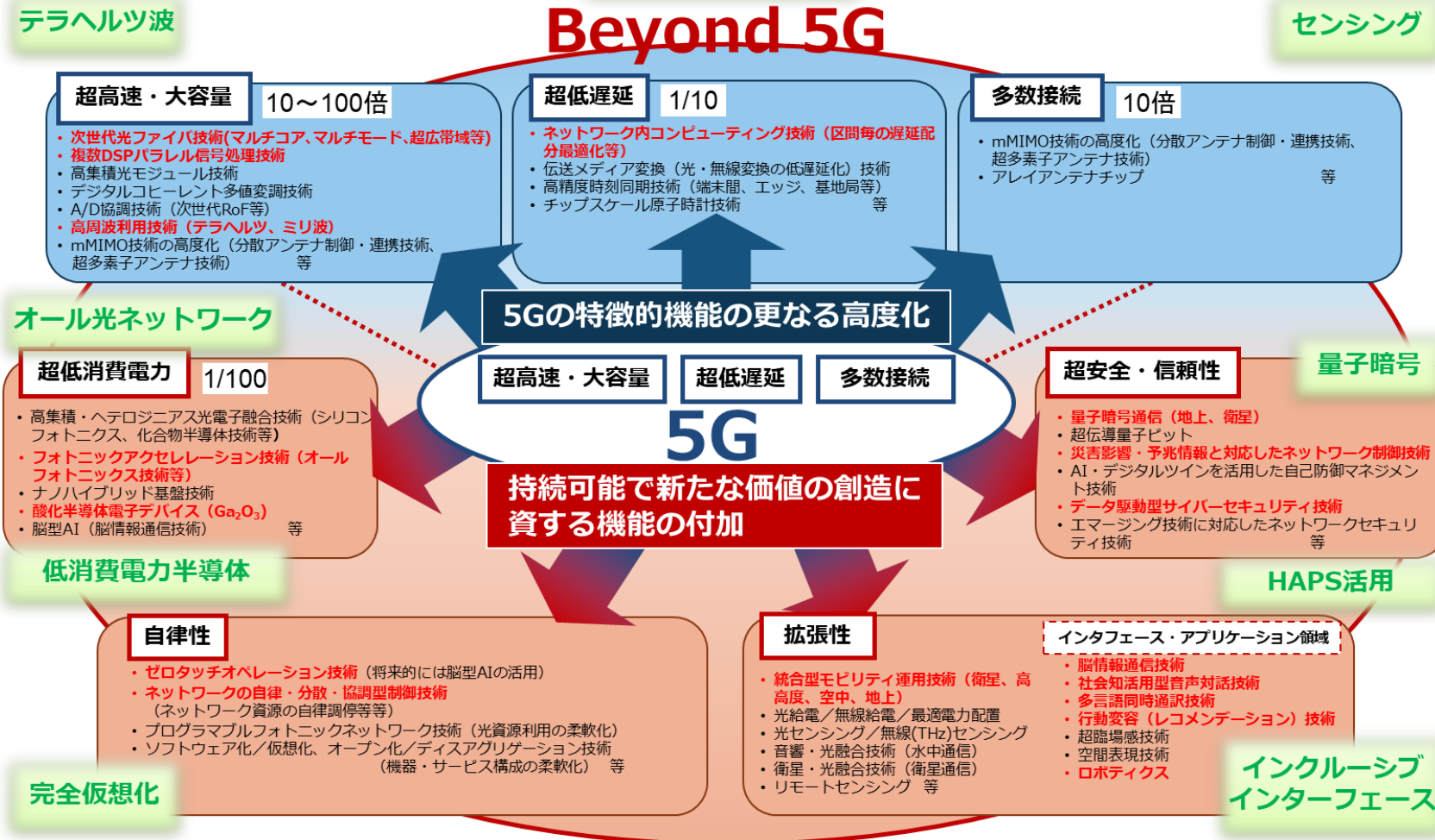
図表3：Beyond 5Gに求められる機能

(別紙) Beyond 5G推進戦略 -6Gへのロードマップ-

※ **赤赤字**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



図表4：重点的に研究開発等を進めるべきと考えられる技術例

Beyond 5G推進戦略を産学官の連携により強力かつ積極的に推進するための母体として、「Beyond 5G推進コンソーシアム」を設立。戦略に基づき実施される具体的な取組の産学官での共有や、取組の加速化と国際連携の促進を目的とする国際カンファレンスの開催などを行う。

Beyond 5G推進体制

Beyond 5G推進コンソーシアム

総会

企画・戦略委員会

国際委員会

Beyond 5G推進に向けた総合的な戦略の検討
Beyond 5G白書の作成

Beyond 5G推進に向けた国際動向把握
我が国の取組状況の国際的な発信

○会費無料

一般会員

- ・ 民間企業（通信事業者・ベンダー・観光・経済・金融・物流等）
- ・ 研究機関 等

個人会員

- ・ 大学教授 等

特別会員

- ・ 関係省庁 ・ 5GMF
- ・ 公的機関（地方公共団体等） 等

連携

既存
第5世代モバイル
推進フォーラム
(5GMF)

※相互に特別会員として入会。

連携

Beyond 5G新経営戦略
センター

※知財取得や国際標準化
を戦略的に推進。

連携

Beyond 5G R&D推進
プラットフォーム

※テストベッドの構築や研究開発支
援を通じて官民の研究開発を推進。

連携・アライアンス締結を目指す

国内外の
類似活動国内外の
学会・教育機関

支援

Beyond 5G推進タスクフォース

総務省内関係部局で構成

Beyond 5G推進コンソーシアムの活動を支援



2020年11月13日報道「6G研究開発基金」

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20201113/k10012710481000.html>

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO66202090T11C20A1EA3000/>

6G研究開発で基金 総務相が創設表明 3次補正で

2020/11/13 20:08 | 日本経済新聞 電子版

“6G” “ビヨンド5G” 研究開発強化へ基金創設の方針 総務相

2020年11月13日 17時08分 IT・ネット

「6G」や「ビヨンド5G」などと呼ばれる、現在の5Gの次の世代の通信規格をめぐる、**武田総務大臣**は、国内の**研究開発態勢を強化**するための**新たな基金を創設**する方針を明らかにしました。

武田総務大臣は、13日午後、自民党本部で二階幹事長と会談し、2030年ごろの導入が見込まれている、5Gの次の世代の通信規格に関する総務省の方針を報告しました。

会談後、武田大臣は記者団に対し「**国際競争に勝つために**、基金を立ち上げ、官民をあげて存分に研究開発に取り組める環境を作り上げたい」と述べ、今年度の**第3次補正予算案**に新たな基金の創設を盛り込む方針を明らかにしました。

そのうえで「**二階幹事長**からは『**党を挙げてバックアップしていきたい**』と励ましをいただいた。5Gの開発が遅れたという指摘もある中で、巻き返しを図って、必ずや『6G』では世界のフロントランナーとなれるように態勢強化に努めていきたい」と述べました。

武田良太総務相は13日、2030年代の実用化を目指す通信規格「6G」の研究開発に充てるための基金を創設すると表明した。政府・与党が年末にまとめる**20年度第3次補正予算案**に関連費を盛り込む。米中なども研究費の確保を急いでおり、日本が国際競争で後れを取らないようにする。

自民党本部で二階俊博幹事長と会談後、記者団に明らかにした。「将来の産業や社会活動の基盤となる6Gの**国際競争に勝つため**官民で研究開発に取り組む」と述べた。

日本は次世代通信規格「5G」の商用サービスの開始が遅れたと指摘した。「**6Gでは世界のフロントランナー**となれるよう官民の体制を強化する」と話した。**二階氏は会談で「日本の国益に関わる。党を挙げてバックアップする」と語った。**

総務省は基金の規模を財務省と調整しており**1000億円程度**を見込む。武田氏は「**世界は基金を立ち上げ研究開発に臨んでいる。負けない規模にしたい**」と強調した。

6Gは現行の携帯電話が利用する周波数帯より高い100ギガ（ギガは10億）ヘルツ以上の高周波数帯の活用を想定する。周波数が高くなるほど電波の届く範囲が狭い。多くの基地局が必要となるため電力を使いやすい。

総務省は現在の100分の1に消費電力を抑える技術の開発を目指している。基金を設置し、企業などによるこうした新技術の開発を支援する。

政府は6Gの30年代の実用化に向け主要な技術を25年をめぐりに開発し、日本勢の関連特許のシェアを10%以上にする目標を掲げる。**年内に産官学のコンソーシアムを立ち上げ**、研究開発や知的財産の標準化を進める。

「Beyond 5G研究開発促進事業」に係る新規委託研究の公募（初回）を開始

2021年1月29日

国立研究開発法人情報通信研究機構

ツイート

いいね! 0

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT、理事長: 徳田 英幸）は、Beyond 5G研究開発促進事業のうち、新規委託研究課題に係る提案を下記のとおり公募します。

記

1. 研究開発課題

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研究開発（課題番号001）

<https://www.nict.go.jp/press/2021/01/29-2.html>

Beyond 5G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

Society5.0の中核技術であるCyber-Physical System (CPS) の実現に向けて、サイバー空間を高度化する革新的ハードウェア技術、情報処理基盤、及びそれを用いた高速モバイル制御を創出する

背景

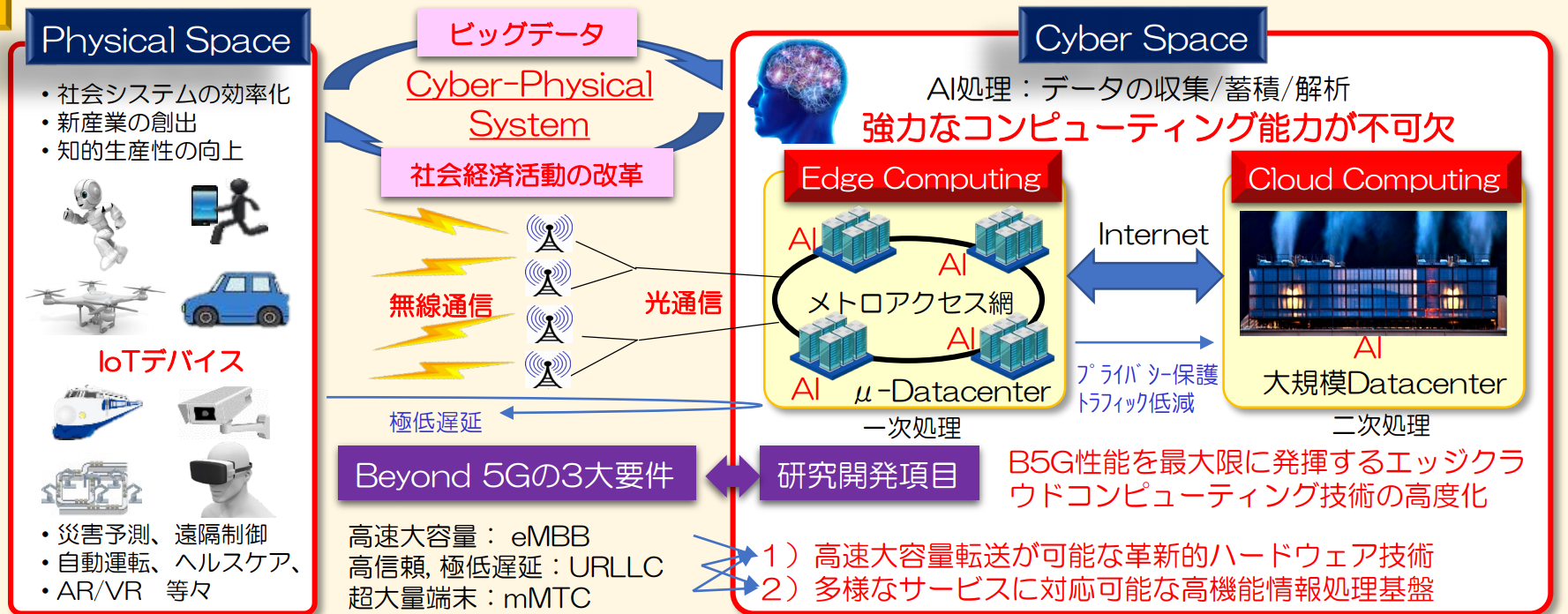
将来のCPSの実現には、IoTデバイス-無線通信-光通信-エッジクラウドの一連の大容量データ転送が不可欠である。中でも、リアルタイムサービスを可能とするエッジコンピューティング（ μ データセンタ）の成長が今後期待されているが、Beyond 5G (B5G) の進展に伴いデータ処理のボトルネックになることが懸念されている。B5Gの発展を支え、その性能を最大限に発揮するには、エッジクラウドコンピューティング性能の大幅な高度化が不可欠である。

目的

マルチコアファイバ技術をコアに、B5G対応の高度エッジクラウドコンピューティング基盤の開発を推進

- 研究開発項目1) 高速大容量データ転送を実現する革新的ハードウェア技術の研究開発：a) マルチコアファイバを用いたCo-Packaged Optics (CPO)超小型低消費電力光トランシーバの研究開発、b) チップ間光接続を可能とする高密度光電インターフェイス技術の研究開発、c) CPO光トランシーバを接続した小型大容量スイッチ装置の研究開発。
- 研究開発項目2) 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：a) マルチコアファイバを用いた極低遅延スイッチング技術の研究開発、b) マルチコアファイバで連結したリソース分離型コンピューティング技術の研究開発、c) マルチコアファイバを用いたネットワークスライシング技術の研究開発、d) エッジクラウドコンピューティングを活用した実証実験の実施。

概要



eMBB : enhanced Mobile Broadband, URLLC : Ultra-Reliable and Low Latency Communications, mMTC : massive Machine Type Communication

研究開発期間：契約締結日から2024年度（2022年度に実施するステージゲート評価を踏まえ、継続の必要性等が認められた場合には、2024年度まで継続予定。）（予定）、研究開発予算：研究開発項目1）及び研究開発項目2）を合わせて総額1,000百万円/年（税込）（予定）、採択件数：研究開発項目1）及び研究開発項目2）ごとに1件

ポスト5G基金、2千億円に増額 海外半導体工場誘致も

経済 2020/12/11 23:00 日本経済新聞 電子版

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQODF115TA0R11C20A2000000/>



経済産業省は、超高速通信規格5Gの次の世代の「ポスト5G」や半導体の技術革新に向けた**基金を900億円程度積み増して2000億円規模にする**。半導体技術で先端を走る台湾や米国などのメーカー工場を誘致し、日本企業との共同研究につなげることも視野に入れる。デジタル時代の核となる半導体開発での巻き返しをめざす。

基金は2019年12月にまとめた経済対策で創設し、これまでに1100億円を投じた。[富士通](#)やNECなどの国内企業を対象に5G基地局の機器やネットワーク開発などを支援している。経産省は20年度第3次補正予算案で約900億円上乗せする方針だ。

積み増し分は、主に5Gの高速通信を支える半導体関連の技術開発に回す。次世代半導体の試験プラントの整備などに取り組む企業を支援する。各国メーカーは半導体の性能を左右する回路の微細化や3次元化に力を入れる。内外の共同研究を橋渡しするなどして日本企業の競争力も高めたい考えだ。

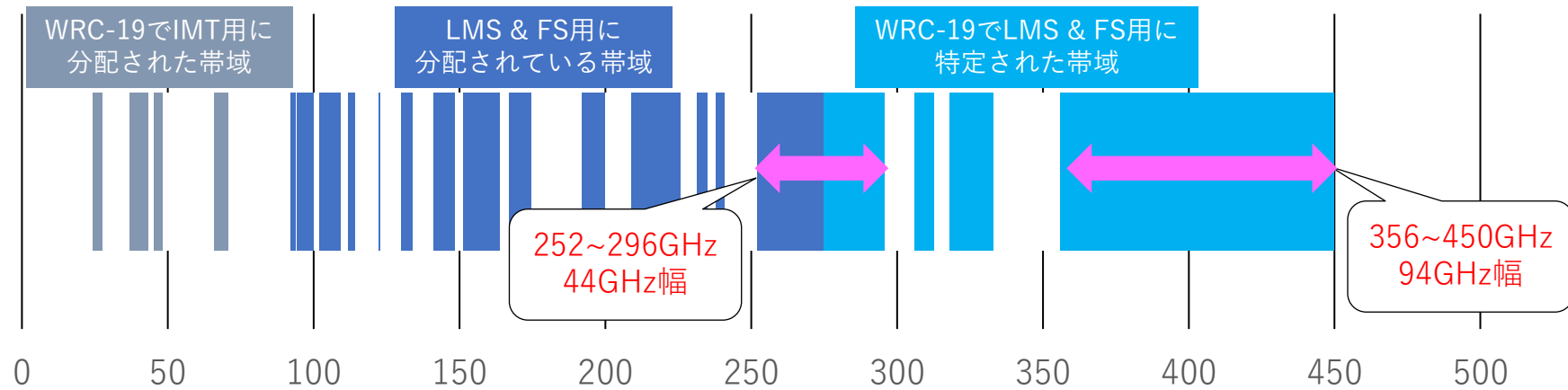
社会のデジタルトランスフォーメーション（DX）で消費電力は増大するとの指摘もあり、半導体の省エネ化も急務だ。50年に日本の温暖化ガスの排出を実質ゼロにする政府目標の達成に向け、グリーン投資を促す2兆円の基金も活用し、省エネ性能の高い新素材を使うパワー半導体の開発などを進める。

[ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業 | NEDO](#)

[「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」に係る実施体制の決定について | NEDO](#)

[「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業／先端半導体製造技術の開発」に係る公募について | NEDO](#)

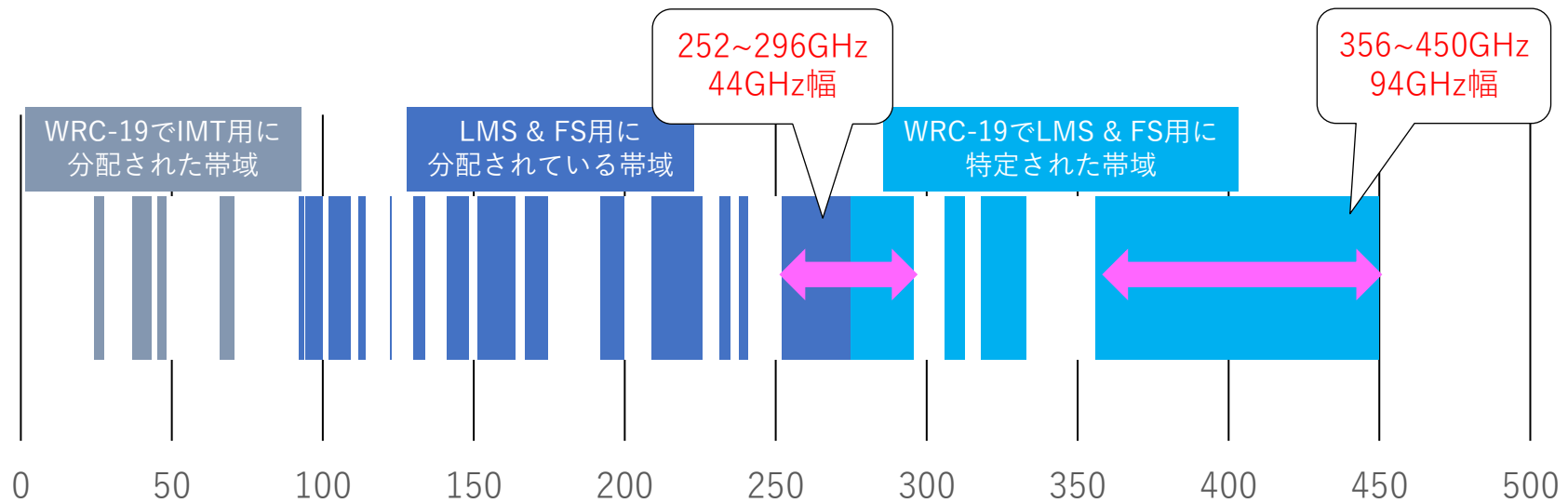
WRC-19でのテラヘルツ帯のFS&LMSへの特定



・ 2019年11月の世界無線会議（WRC19）ではTHz帯の計137GHzが地上無線（FS,LMS）に特定化（RR: FN5.564A）

→ 275-296 GHz (21 GHz)、 306-313 GHz (7 GHz)、
318-333 GHz (15 GHz)、 356-450 GHz (94 GHz)

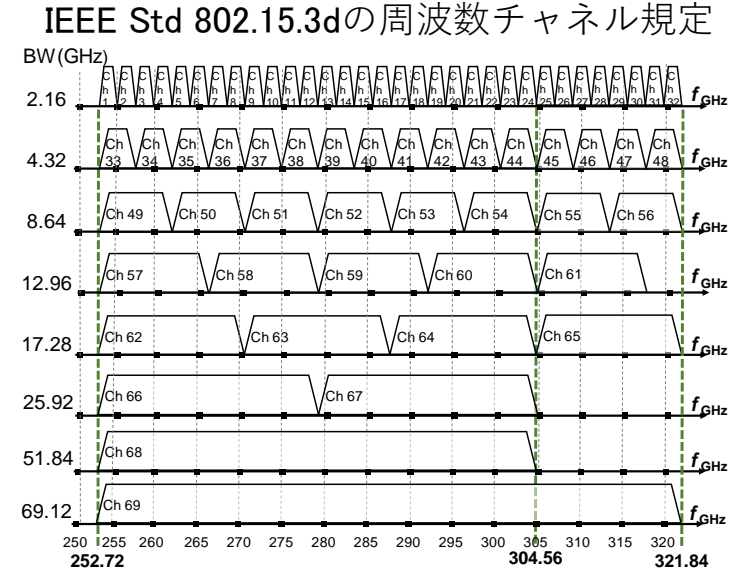
→すでに分配されてる直下の帯域252-275GHz（23 GHz）を考慮、連続44 GHz



71-76 GHz	(5 GHz)	275-296 GHz	(21 GHz)
81-86 GHz	(5 GHz)	306-313 GHz	(7 GHz)
92-94 GHz	(2 GHz)	318-333 GHz	(15 GHz)
94.1-100 GHz	(5 GHz)	356-450 GHz	(94 GHz)
102-109.5 GHz	(4 GHz)		
111.8-114.25 GHz	(4 GHz)		
122.25-123 GHz	(4 GHz)		
130-134 GHz	(4 GHz)		
141-148.5 GHz	(7.5 GHz)		
151.5-164 GHz	(12.5 GHz)		
167-174.8 GHz	(7.8 GHz)		
191.8-200 GHz	(8.2 GHz)		
209-226 GHz	(17 GHz)		
231.5-235 GHz	(2.5 GHz)		
238-241 GHz	(3 GHz)		
252-275 GHz	(23 GHz)		

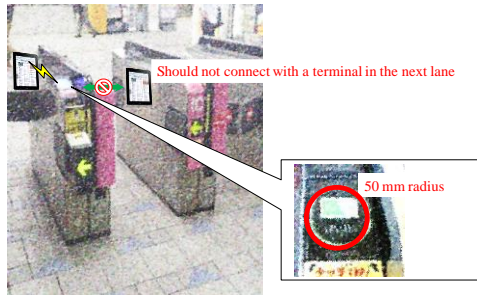
IEEE Std 802.15.3d-2017, IEEE Standard for High Data Rate Wireless Multi-Media Networks - Amendment 2: 100 Gb/s Wireless Switched Point-to-Point Physical Layer の概要

- IEEE規格では初めてテラヘルツ帯を用いる。
- 2.16 GHz幅から69 GHz幅まで8種類のバンド幅が規定。
- 最大100 Gbit/sまでのデータレートを想定。
- IEEE Std 802.15.3e-2017で導入されたペアネット構成を継承。
- 用途としては、デバイス間通信（ボード間通信）、近接通信（KIOSKダウンロード等）、サーバ間通信、モバイルバックホール/フロントホールを想定。
- データレート優先か、簡便なシステム構成優先か等によって、いくつかの変調モードがサポートされている。
- SC、Beam Switchable Point to Point



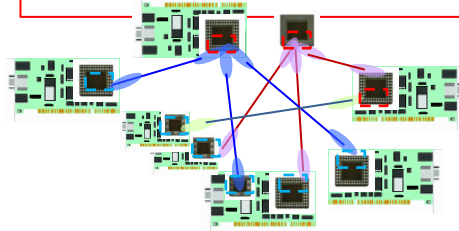
ユースケース

Close Proximity P2P



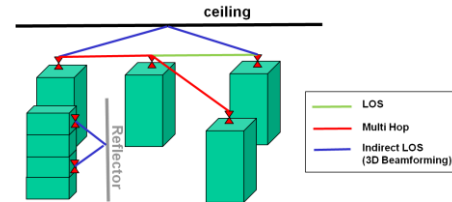
File downloading at toll gates in a train station

Intra-Device Communication



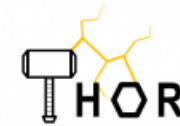
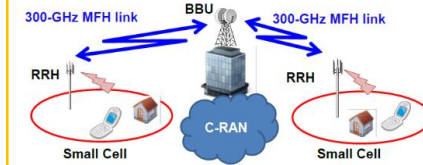
Wireless board to board communication

Data Center



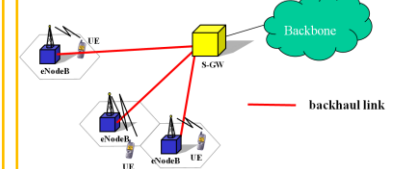
<https://terapod-project.eu/>

Wireless Fronthaul



<https://thorproject.eu/>

Wireless Backhaul



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/>

極短距離～1cm

長距離～1km

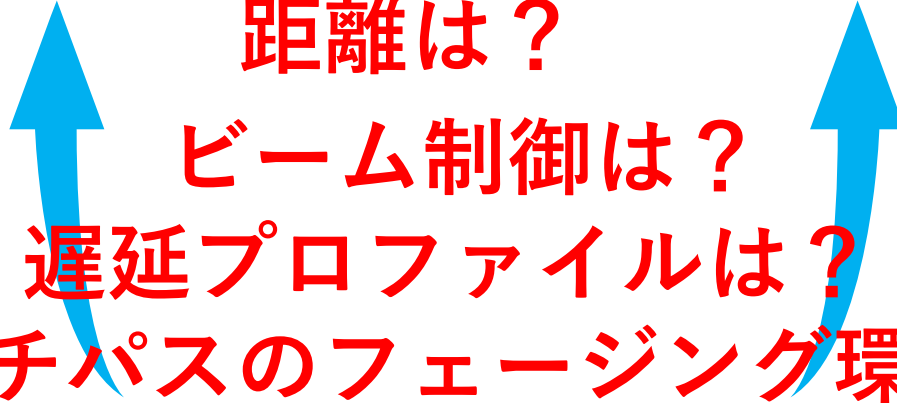
発展の方向性

**IEEE802.11.xx(WiFi)
(Nomadic)**

**3GPP (6G)
(Mobile)**

cf. IEEE802.11.be(WiFi)
BW~320MHz@6GHz-Band
~30Gbit/s
4096QAM
~16 stream

**距離は？
ビーム制御は？
遅延プロファイルは？
マルチパスのフェージング環境？**

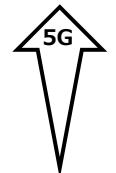
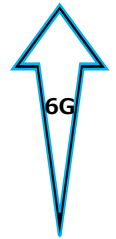


**IEEE802.15.3d
(P2P, ~1km)**

8K画像ストリーミング伝送はTHz無線の適用例となるか？

- ・ 対人では8Kストリーミングが最も要求スピードが速いAPPか？
- ・ M2M、AI2AIではこれよりも高速なAPPがあり得る？

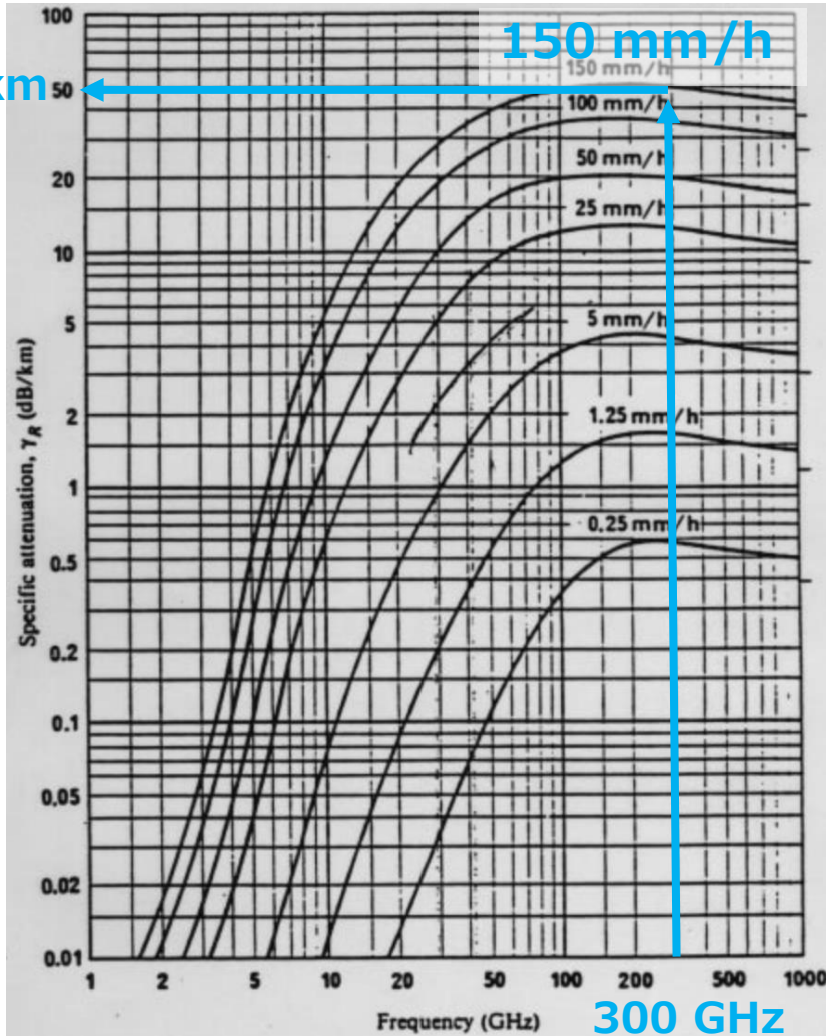
	色 (RGB) 量子化 (bit)	データ量/画素 (bit)	画素数 (横×縦)	フレームレート (fps)	ストリーミング伝送速度 (Gbps)		
					圧縮無	H.264 (1/150)	H.265 (1/300)
8K Super Hi-Vision	12	36	7680×4320	120	144.0	0.96	0.480
				120	96.0	0.64	0.320
				60	48.0	0.32	0.160
	8	24		30	24.0	0.16	0.080
4K			3840×2160	60	12.0	0.08	0.040
2K			1920×1080	30	1.5	0.01	0.005



降雨減衰

50 dB/km

150 mm/h



300 GHz

Figure10: Specific Attenuation Due to Rain.

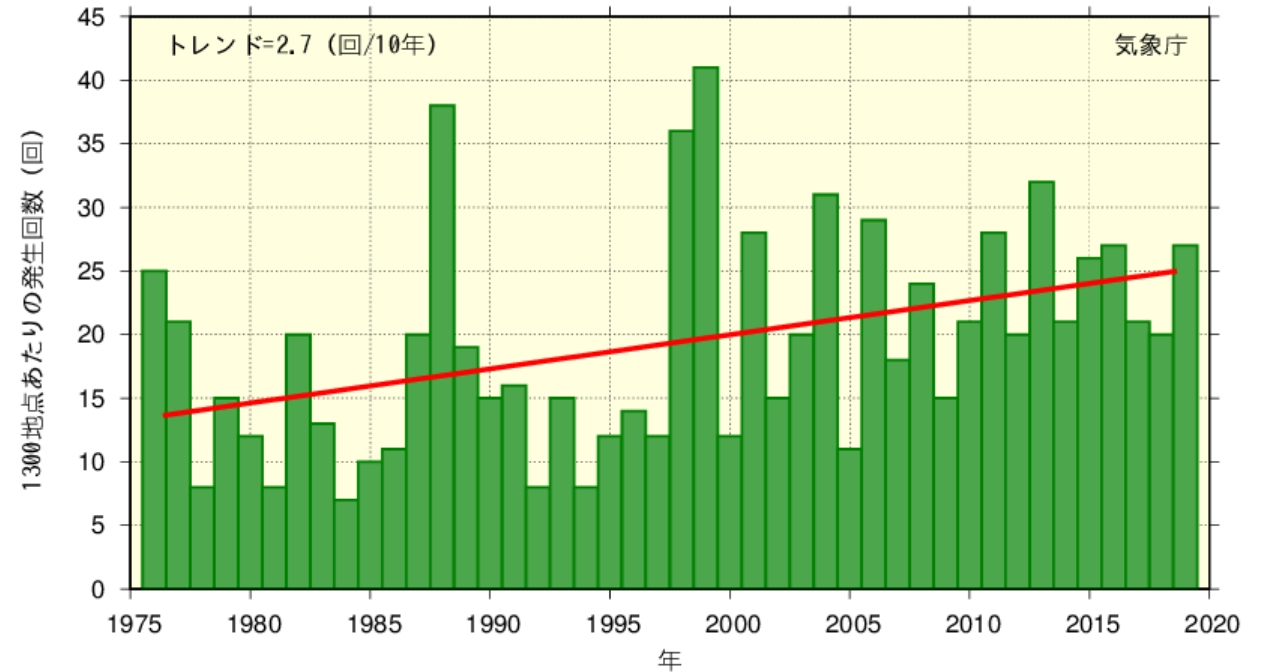
FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION
OFFICE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY
Bulletin Number 70 July, 1997 Millimeter Wave
Propagation: Spectrum Management Implications

全国の1時間降水量80mm以上の年間発生回数は増加しています（統計期間1976～2019年で10年あたり2.7回の増加、信頼度水準99%で統計的に有意）。最近10年間（2010～2019年）の平均年間発生回数（約24回）は、統計期間の最初の10年間（1976～1985年）の平均年間発生回数（約14回）と比べて約1.7倍に増加しています。

2020年1月から10月までの1,300地点あたりの発生回数は35回です。

www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html

全国の1時間降水量80mm以上の年間発生回数の経年変化（1976～2019年）



棒グラフ（緑）は各年の年間発生回数を示す（全国のアメダスによる観測値を1,300地点あたりに換算した値）。直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示す。

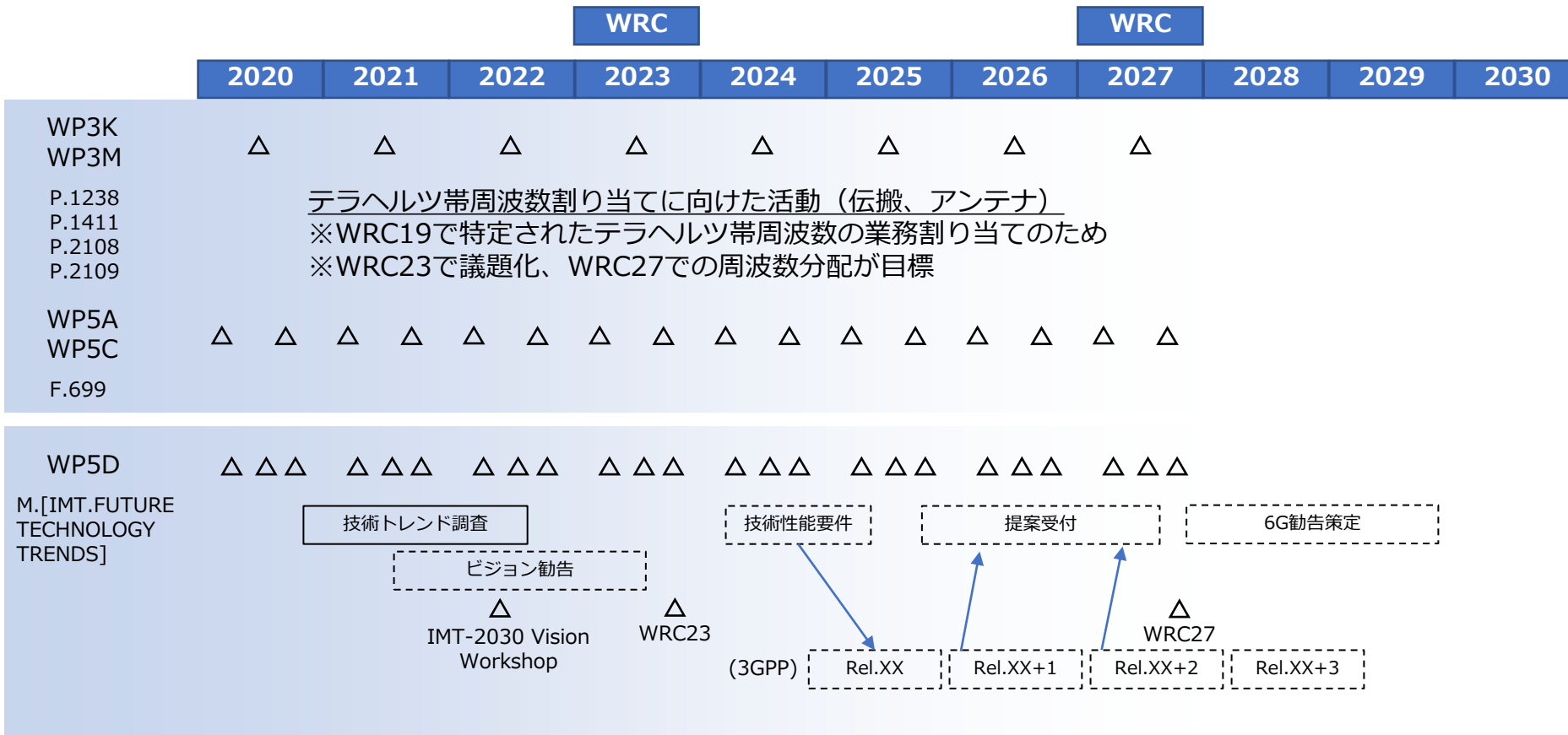
数値データ:

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/csv/amdhour80mm_p.csv

Beyond 5G/6G へ向けて何をすべきか

標準化

※ITUにおける作業は既に始まっている！



※6Gの中で、テラヘルツを使うユースケースは？

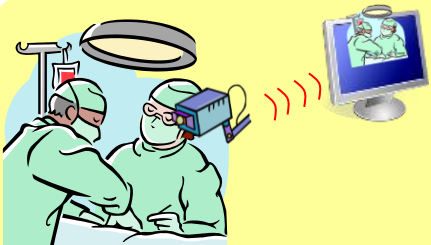
※他の帯域の通信との連携

※センシングとの融合（cf.60GHzのモーションセンサー）

Beyond 5G/6Gが切り拓く新サービスの例



- VR/ARでエンタメに革新**
- ・映像は現実と同様の高精細
 - ・現実や体の動きに低遅延で追従



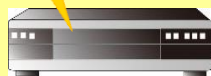
- 手術室に革新**
- 内視鏡映像のリアルタイム伝送
無線接続でケーブル配線を激減



**Beyond 5G/6G×VRゴーグルで
誰もが最前列に！**

**超高精細×超臨場感×同時多数参加で
オンラインサービスに革新**

テラヘルツ帯無線の応用例



- 超高精細テレビに革新**
- ・壁紙ほど薄い映像デバイス
 - ・チューナ、録画機とは無線接続



- 放送スタジオに革新**
- ・無線接続でケーブル配線を激減
 - ・新サービスに迅速に対応可能



- データセンターに革新**
- ・無線接続でケーブル配線を激減
 - ・新サービスに迅速に対応可能



- 無線システムに革新**
- ・設置場所を選ばない小型アンテナでどこでも超高速通信

【WGで議論する議題案】

2021年

	2月	3月	4月	5月	6月	7月
0. 議題と進め方の検討	▼2月1日					
1-1. 6GにおけるTHz無線の特徴、位置付け	▼					
1-2. ユースケースおよび関連するステークホルダー、ビジネスモデル		▼				
2. THz無線ネットワーク・アーキテクチャはどうか？ MECやコアネットワークへの要求条件は？		▼	▼			
3. THz無線における人工知能（AI）と機械学習（ML）の役割・活用			▼			
4. THz波活用に向けた政府の役割や研究開発				▼		
5. THz無線システムにおける周波数共有の考え方と電波エミュレータの必要性とその活用				▼		
6. 実証用テストベッドプラットフォームはどのようなものが 必要か、誰が整備するべきか、 その時期は？					▼	

※ハードウェア技術関連は技術部会、標準化関連は標準化部会で議論する