

6G時代の高速無線通信 「テラヘルツ通信」の実現に向けて

先端無線部 課長

矢吹 歩

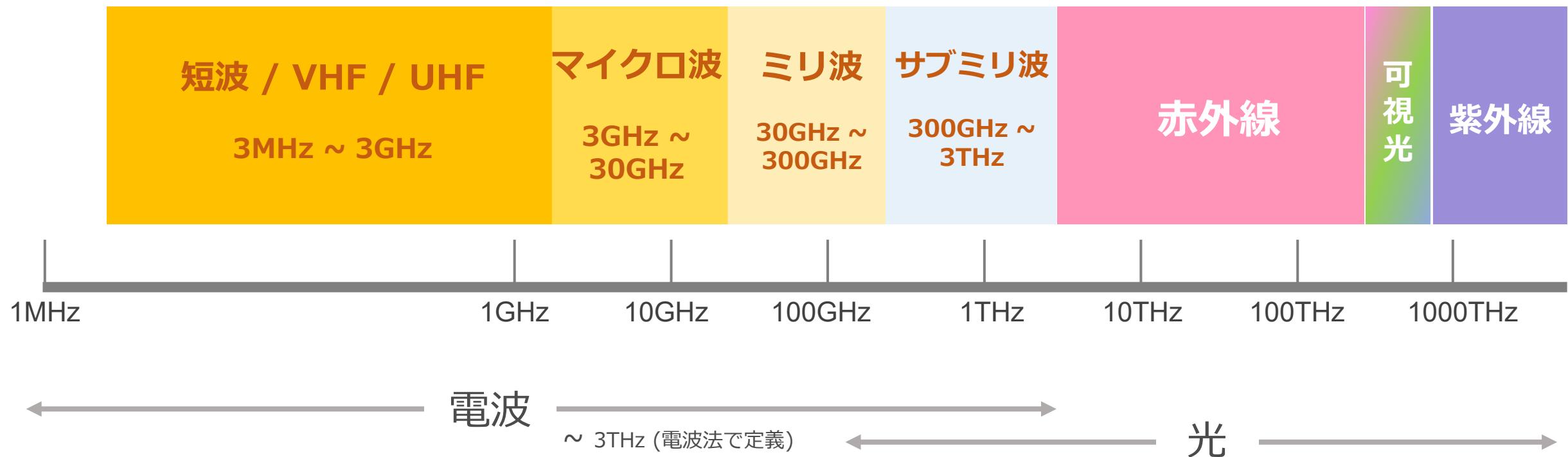
本日の内容

- 「テラヘルツ」とはなにか？
- なぜ「テラヘルツ」に注目しているのか？
- 「テラヘルツ通信」の実用化に向けた課題

「テラヘルツ」とはなにか？

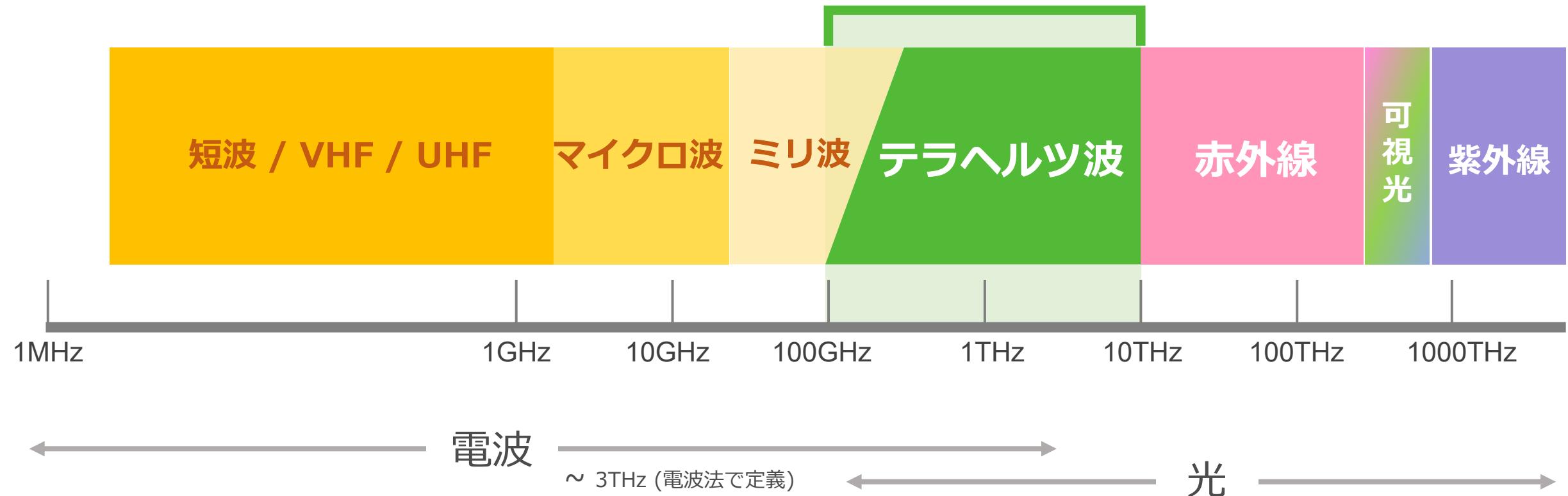
電波の呼び方

これまで、電波の「波長」を基準に呼び名を分けていた
では、テラヘルツ(周波数基準)はどうなるのか？



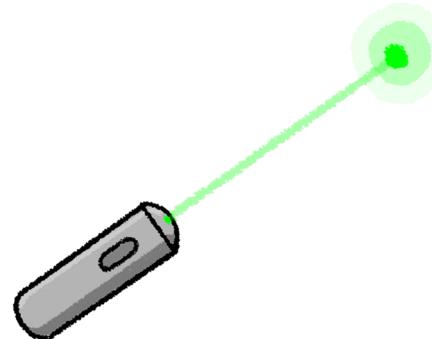
テラヘルツとは

1THzを中心に、1/10から10倍まで
100 GHz ~ 10THz をテラヘルツと呼ぶことにする ※ 諸説あり



テラヘルツの特徴1

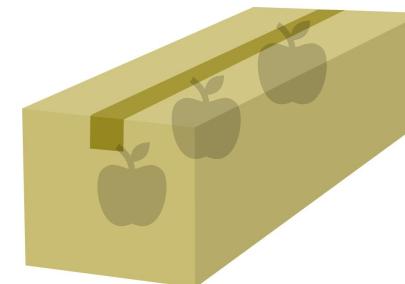
光の直進性



電波の透過性



&

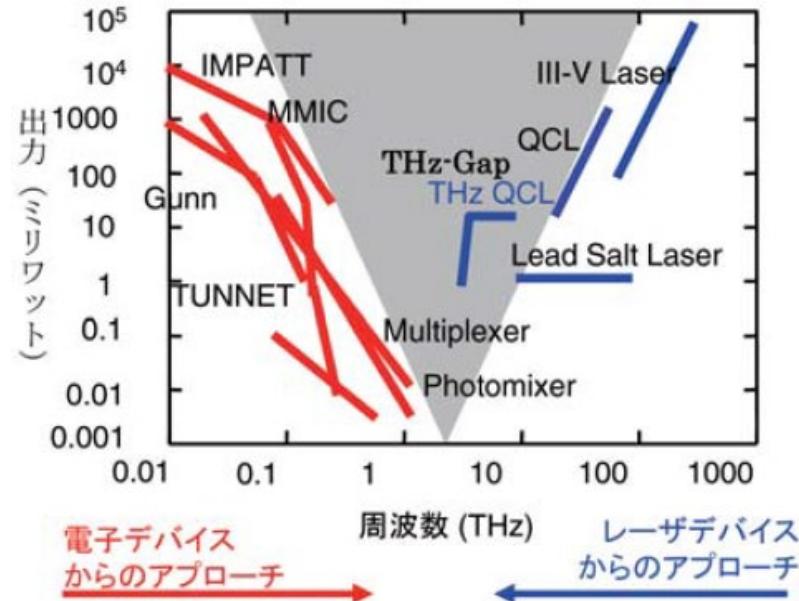


光の直進性を持ち
電波の透過性の両方を持つ



物体の内部の検査などに使える

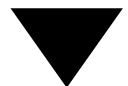
テラヘルツの特徴2



出典: 「情報通信研究機構季報 Vol.54 No.1 2018」 (NICT)

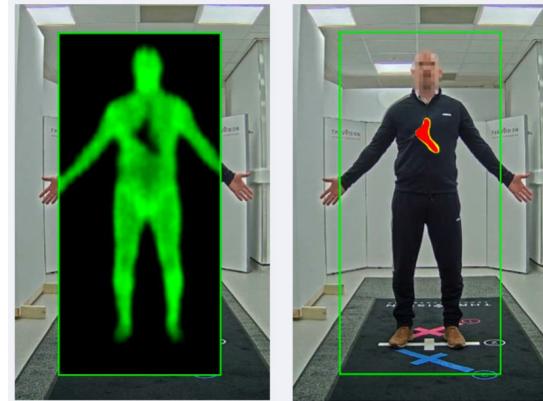
テラヘルツギャップ
電波からも光からも遠い場所にあり
半導体の出力が弱い

- ① 電波用のアンプ（増幅器）では周波数が高すぎて効率が悪い
- ② LEDなどの半導体を使って発光させることもできない



弱いテラヘルツしか作り出せず、
これまで利用できなかった

現在のテラヘルツ実用例



出展: Thruvision [CPC16] <https://thruvision.com/>



- 公共の場のセキュリティチェック
- 人体から出るテラヘルツを観測
 - 服の下の危険物を察知



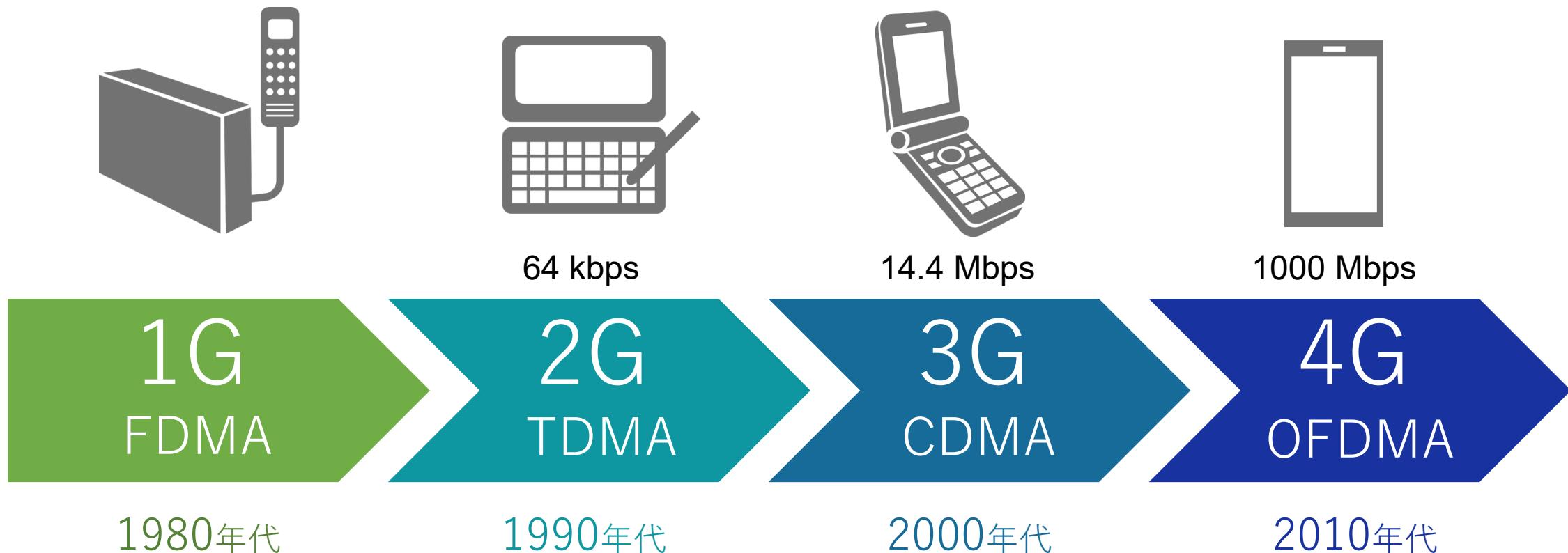
自然界に存在するテラヘルツの観測はできているが
 「積極的に通信や産業で利用する」というのは実用化されていない

- 電波天文
- ビックバン時のテラヘルツを観測
 - 宇宙誕生時の謎を探る

なぜ、6Gで
「テラヘルツ」に注目しているのか？

移動体通信の歴史

1Gから4Gまでは、10年ごとに
通信方式の革新が世代交代を牽引



5G以降の無線アクセス方式

高い周波数の開放により通信速度向上を狙う



1 Gbps



10 Gbps



100 Gbps

4G OFDMA

3.8GHzまでを利用

2010年代

5G OFDMA

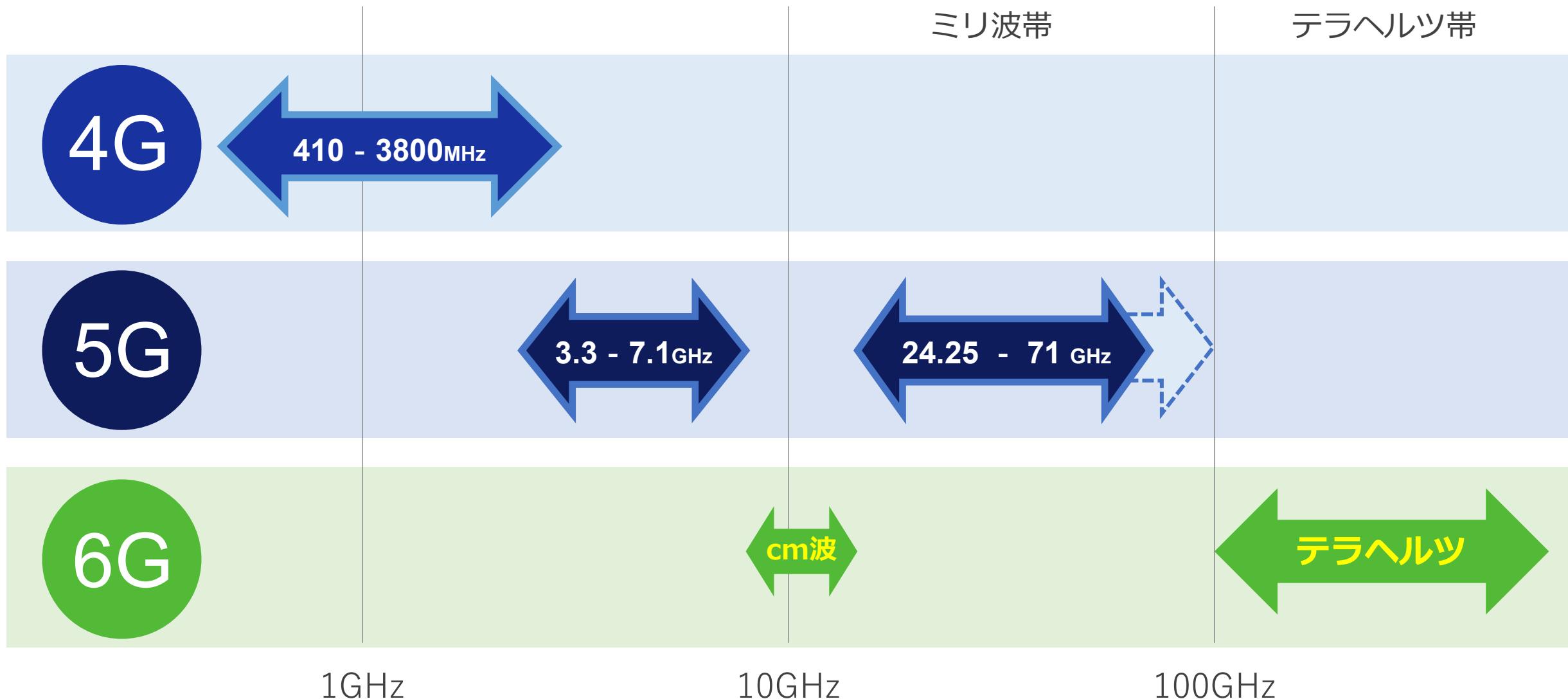
Sub6 + ミリ波
(3.8 ~ 4.9GHz)

2020年代

6G

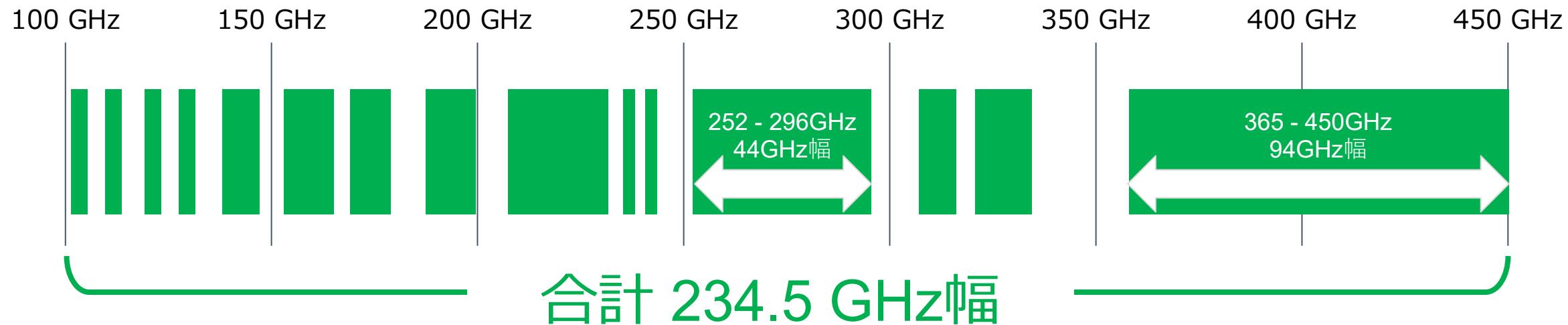
2030年代

6Gではテラヘルツを開拓



テラヘルツは桁違いに広い

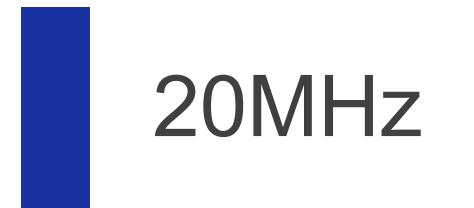
これまで通信4社に割当てられた周波数（合計3GHz幅）の
約80倍の周波数幅が6Gの割当て候補
しかも、衛星など他システムとの干渉なし！！



※ WRC(世界無線通信会議)で固定/移動通信向けに特定されている周波数マップ

帯域幅の比較

テラヘルツが開放されると
5Gの10倍以上の帯域幅が使える



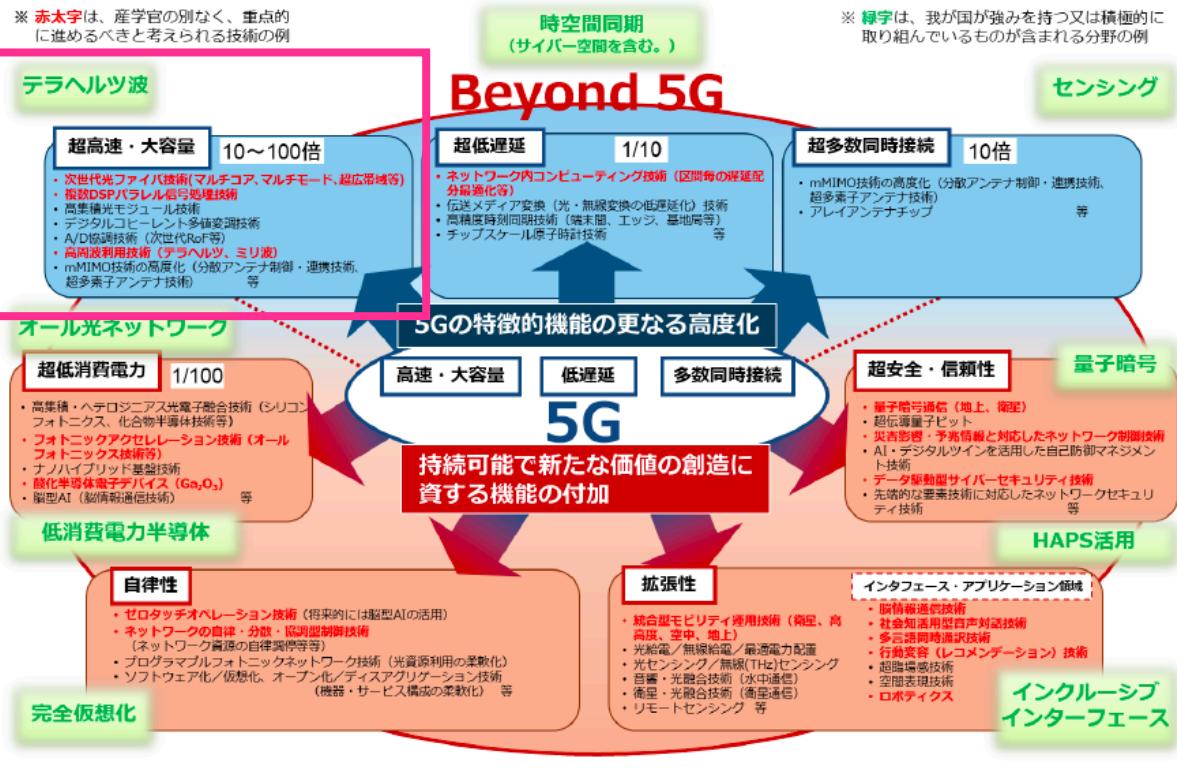
100MHz(Sub6),
400MHz(mmW)



※ 1コンポーネントキャリア（1チャネル）あたりの周波数幅の比較

6Gの目指す通信

(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)

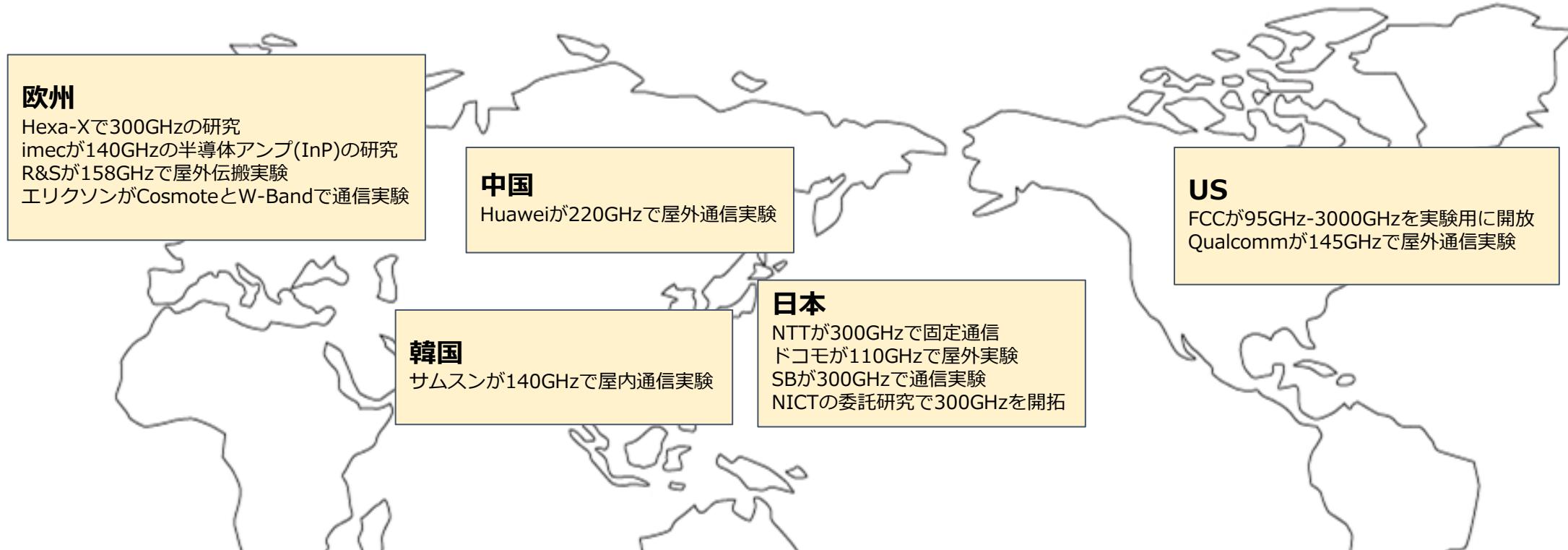


出展：「Beyond5G推進戦略」（総務省）

テラヘルツによる
超高速・大容量通信

目指すは 100 Gbps 超

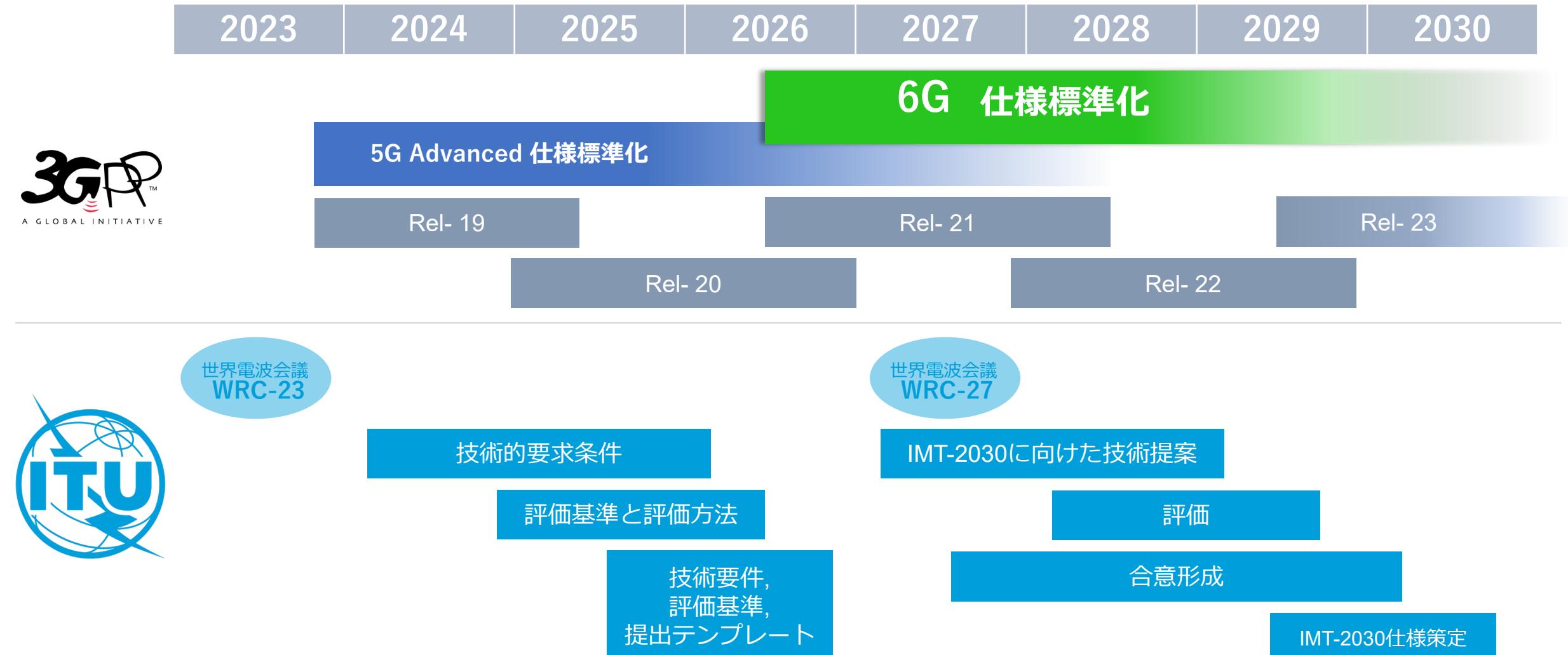
世界のテラヘルツ研究状況



アメリカ、ヨーロッパ、中国・韓国・日本がテラヘルツ先進国
特に、300GHzはドイツと日本が先行

世界で進む技術の標準化

2026年頃から 6Gの仕様策定開始、2030年頃に仕様確定の見込み



ソフトバンクが考える テラヘルツ通信の応用例



超高速無線通信



オフィス間の専用線を無線化

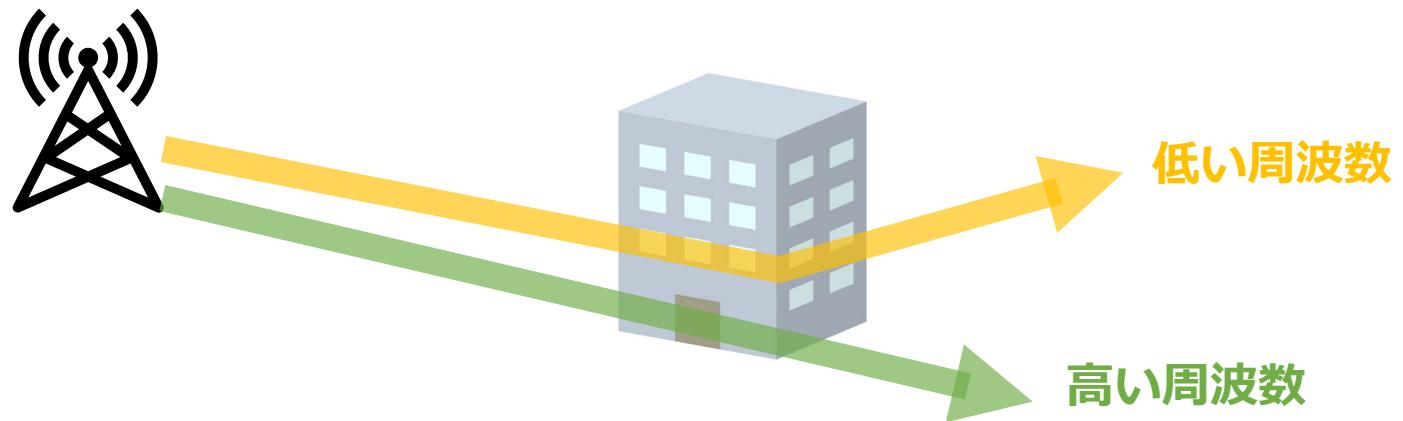


基地局のバックホール

ユーザー向けの高速通信サービスだけでなく
光回線の代替え、基地局工事期間の短縮にも

実用化に向けた課題

課題① 電波の直進性



高い周波数は直進性が高く
建物などの影に電波が届かない

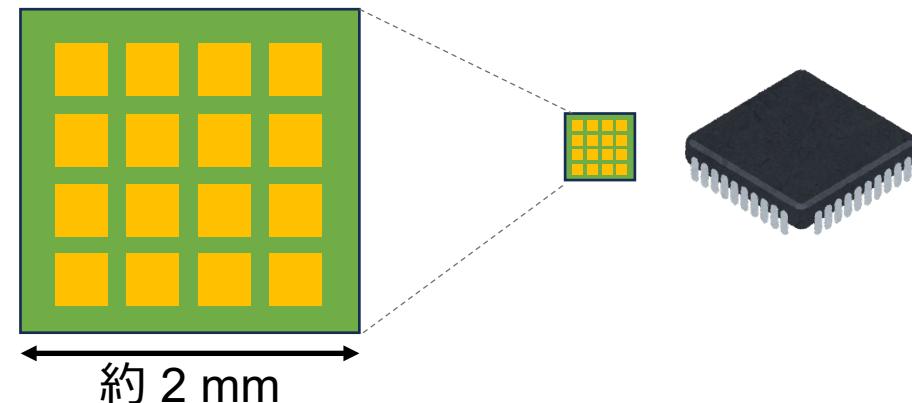
課題② 電波の強さ



高い周波数は減衰が大きく遠くまで届かない
さらに、テラヘルツは出力を上げることも難しい

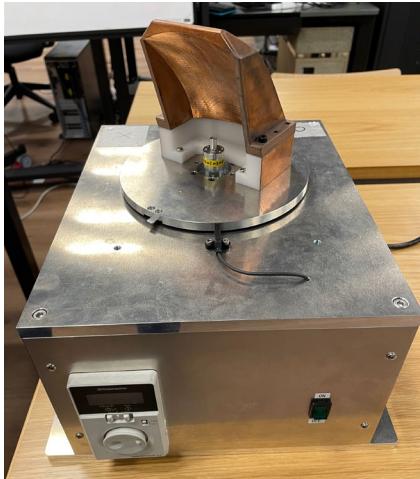
課題③ アンテナ

300GHzのアンテナ（例）



テラヘルツのアンテナは小さすぎる
微細加工技術が求められる上に、配線に関する課題もある

ソフトバンクの先進性・独自技術



高感度かつ360度方向の測定を容易にした「回転反射鏡アンテナ」

- 通常のアンテナでは見えないような弱い電波も測定可能
- アンテナが回転するため、広い範囲を測定できる



実験試験局免許を取得：
実際にテラヘルツが使われそうな
実際の環境にて電波測定が可能

取り組み①

まずは実際の電波の伝搬環境を調査、その特性を明らかにする

屋外での伝搬実験



屋内での反射特性試験



テラヘルツの実測データは世界的にも少ない。開発した回転アンテナを使い、実際の環境でテラヘルツの伝搬特性を測定・解析。実際の環境での電波伝搬の様子を測定したり物体の反射率や散乱の強さを測定し、その特性の解析を行っている。

特性を知ることで、テラヘルツに適したユースケース
テラヘルツならではの機能を検討する

取り組み②

テラヘルツを効率よく測定するためのアンテナの開発

360度測定が可能なアンテナ



テラヘルツは、実は測定が難しい。
パラボラアンテナを固定しただけでは、広い範囲の測定が
できないため、独自で測定用のアンテナを開発
パラボラアンテナの仕組みを応用することで、高速かつ
広範囲の測定を実現

効率のよい測定で研究を加速
他者が真似できない独自の測定を実施

取り組み③

アナログ技術を活用し、低コストで様々なアンテナを開発



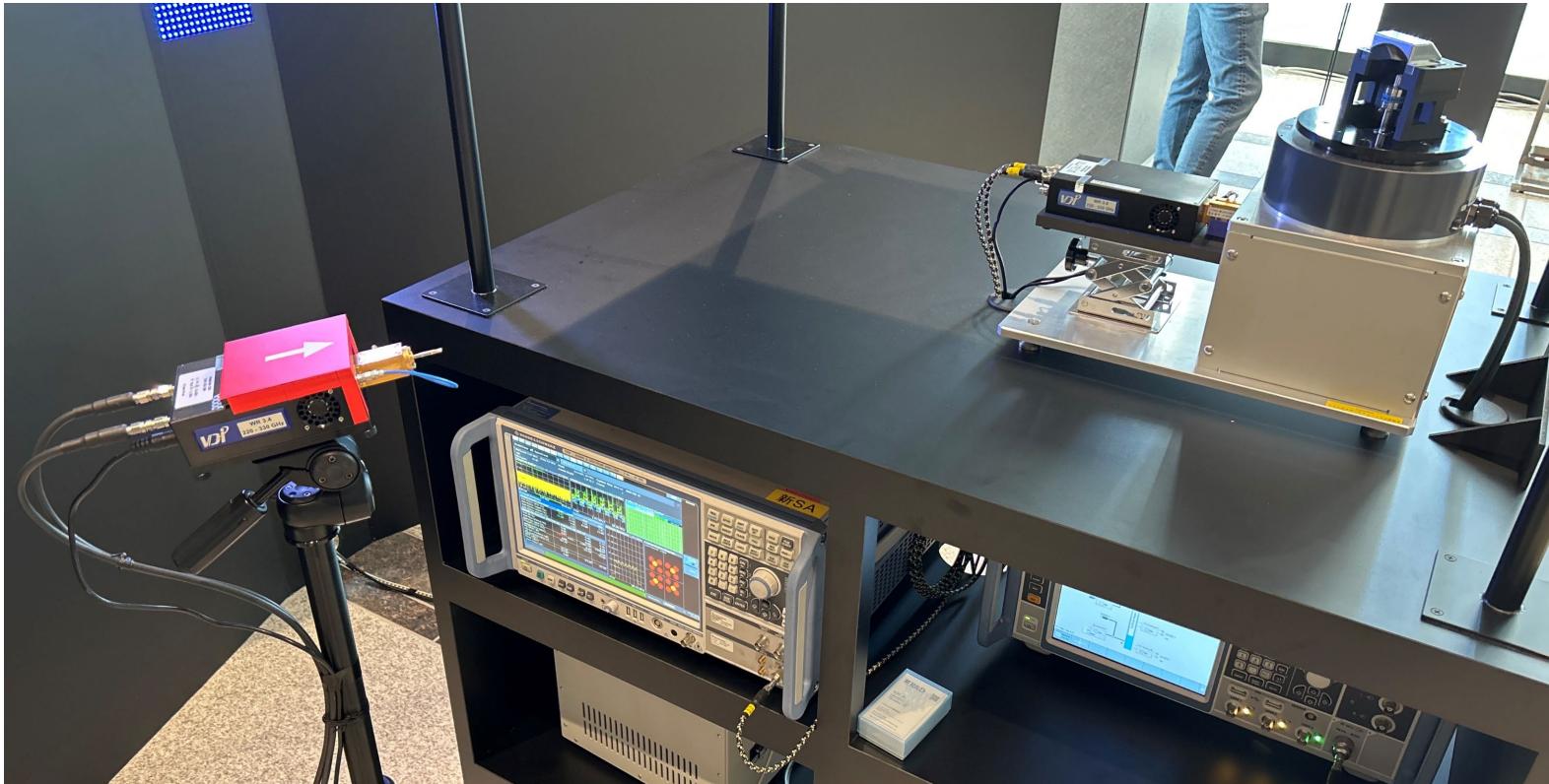
半導体を使った微細加工はコストがかかるため反射鏡アンテナという、アナログ技術を駆使して低コストで様々なアンテナを開発。

測定の内容に応じてアンテナを取り替えることで、様々なユースケースを想定した試験を実施可能

過去の技術を駆使することで
半導体の登場を待たずに、最先端の測定を実現

実用化に向けた実験

回転反射鏡アンテナを活用し
360度方向の移動機追従に成功



移動機側に用いたDCAアンテナ
(岐阜大学・NICTと共同研究開発)

