

# 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

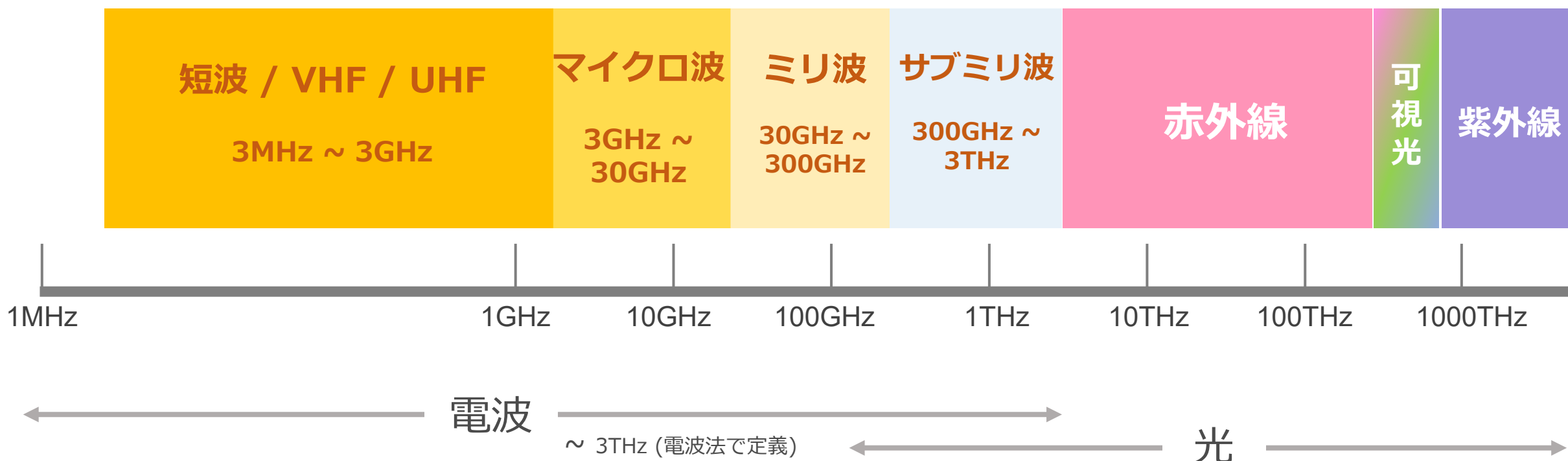
# 本日の内容

- 「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？

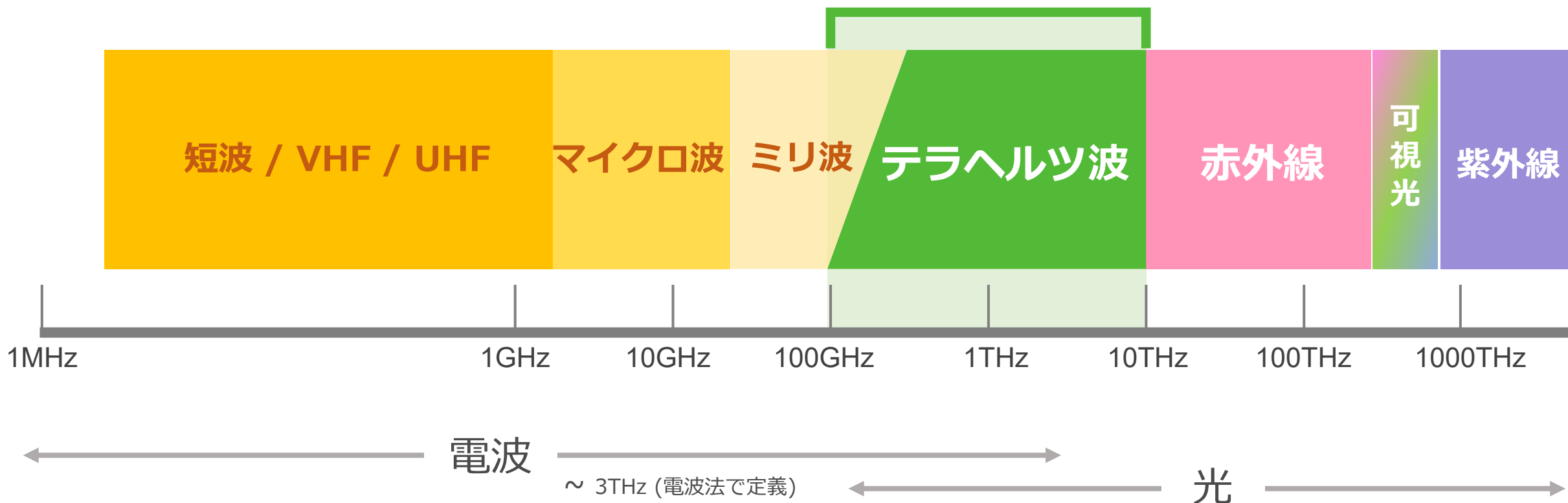
# 電波の呼び方

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？



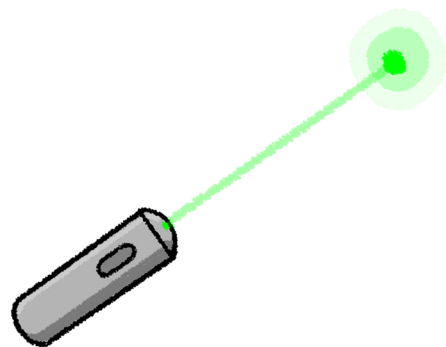
# テラヘルツとは

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



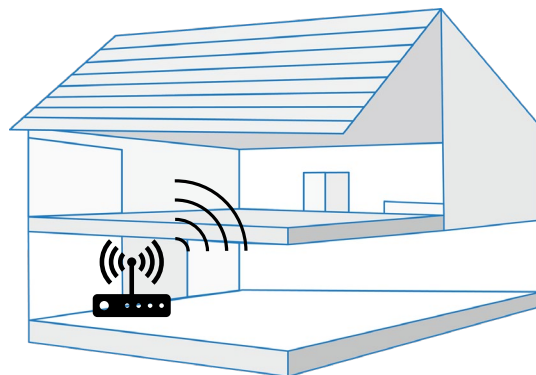
# テラヘルツの特徴1

光の直進性

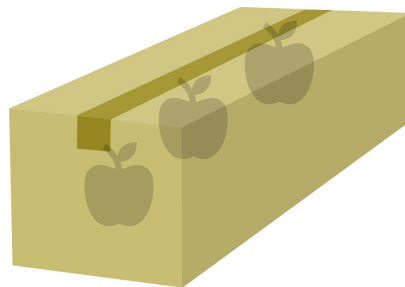


電波の透過性

&

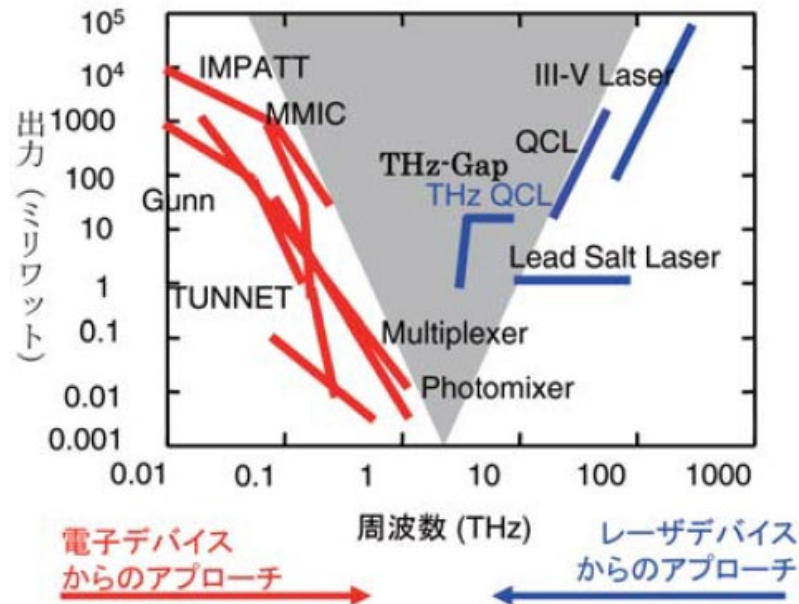


光の直進性を持ち  
電波の透過性の両方を持つ



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)

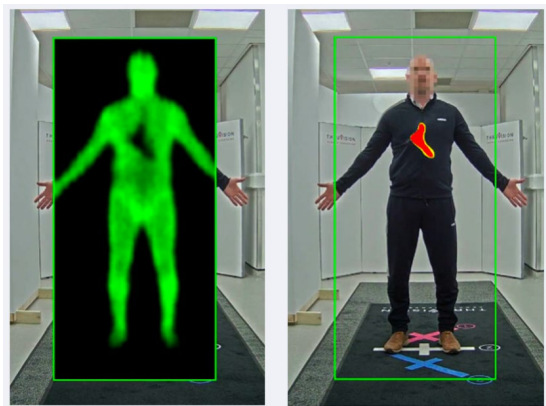
テラヘルツギャップ  
電波からも光からも遠い場所にあり  
半導体の出力が弱い

- 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



(c) ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

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

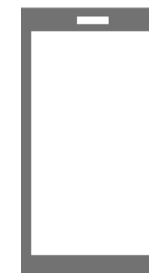
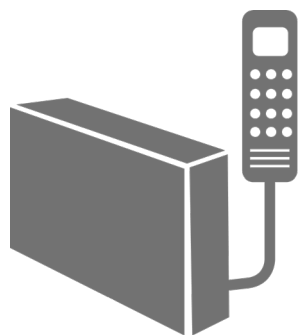
自然界に存在するテラヘルツの観測はできているが  
「積極的に通信や産業で利用する」というのは実用化されていない



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



64 kbps

14.4 Mbps

1000 Mbps

1G  
FDMA

2G  
TDMA

3G  
CDMA

4G  
OFDMA

1980年代

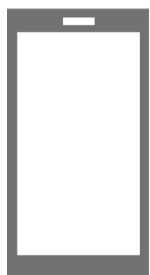
1990年代

2000年代

2010年代

# 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

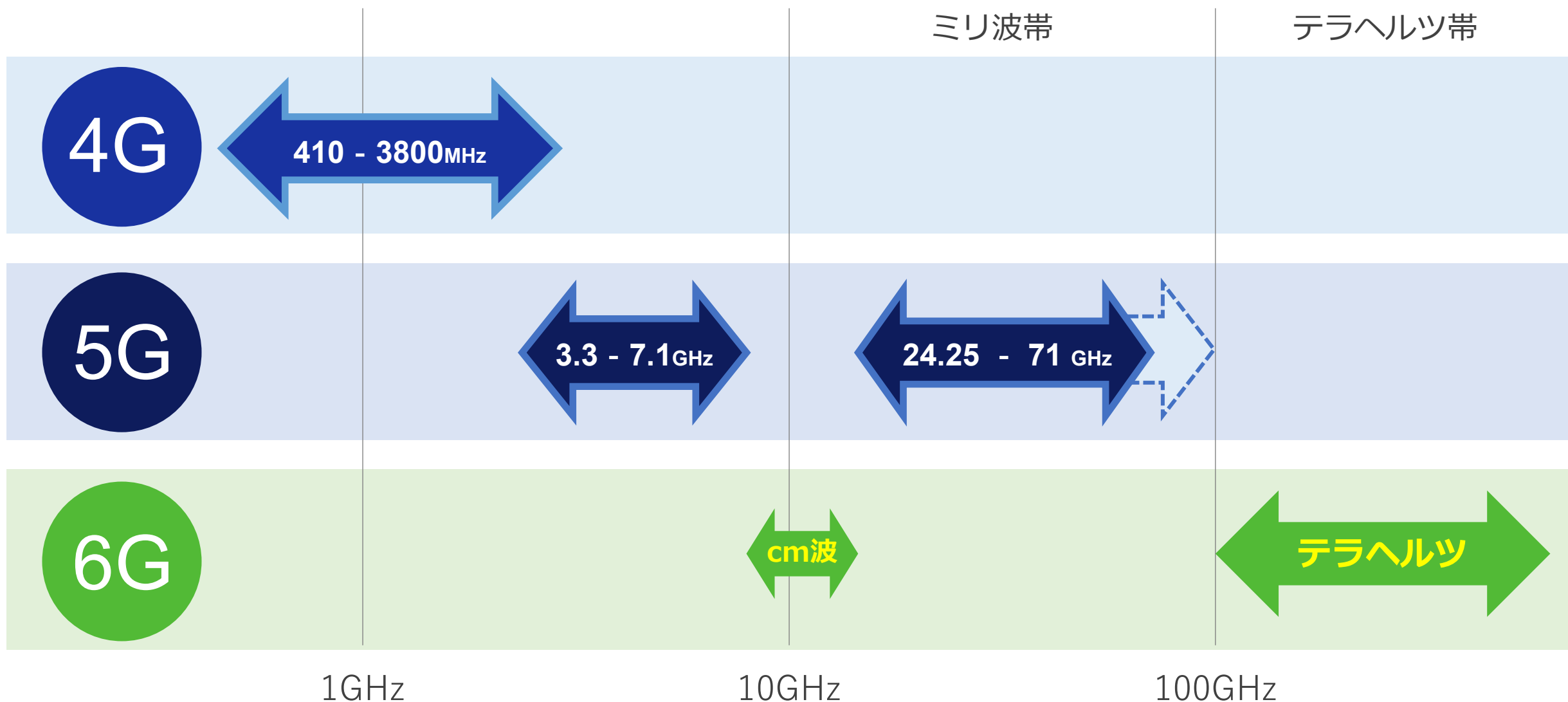
Sub6 + ミリ波  
(3.8 ~ 4.9GHz)

2020年代

6G

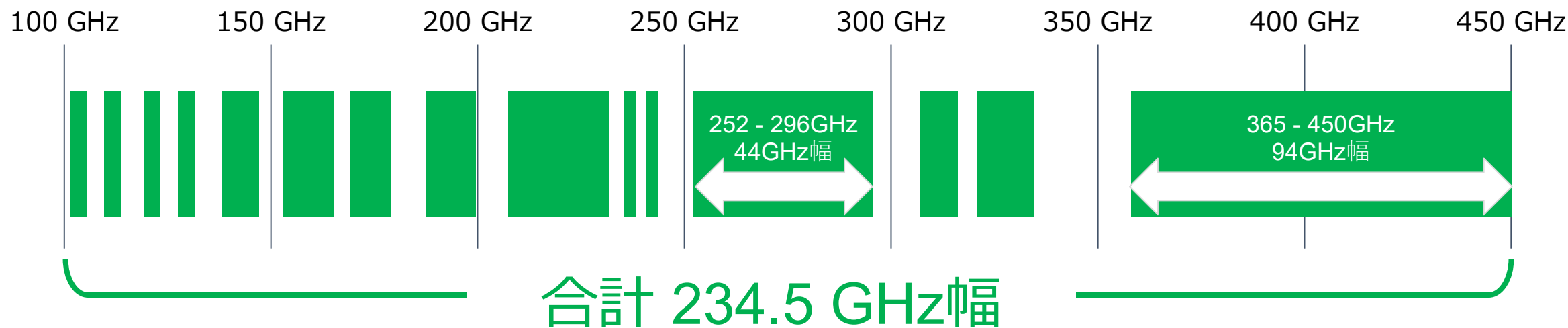
2030年代

# 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

4G



20MHz

5G



100MHz(Sub6),  
400MHz(mmW)

6G

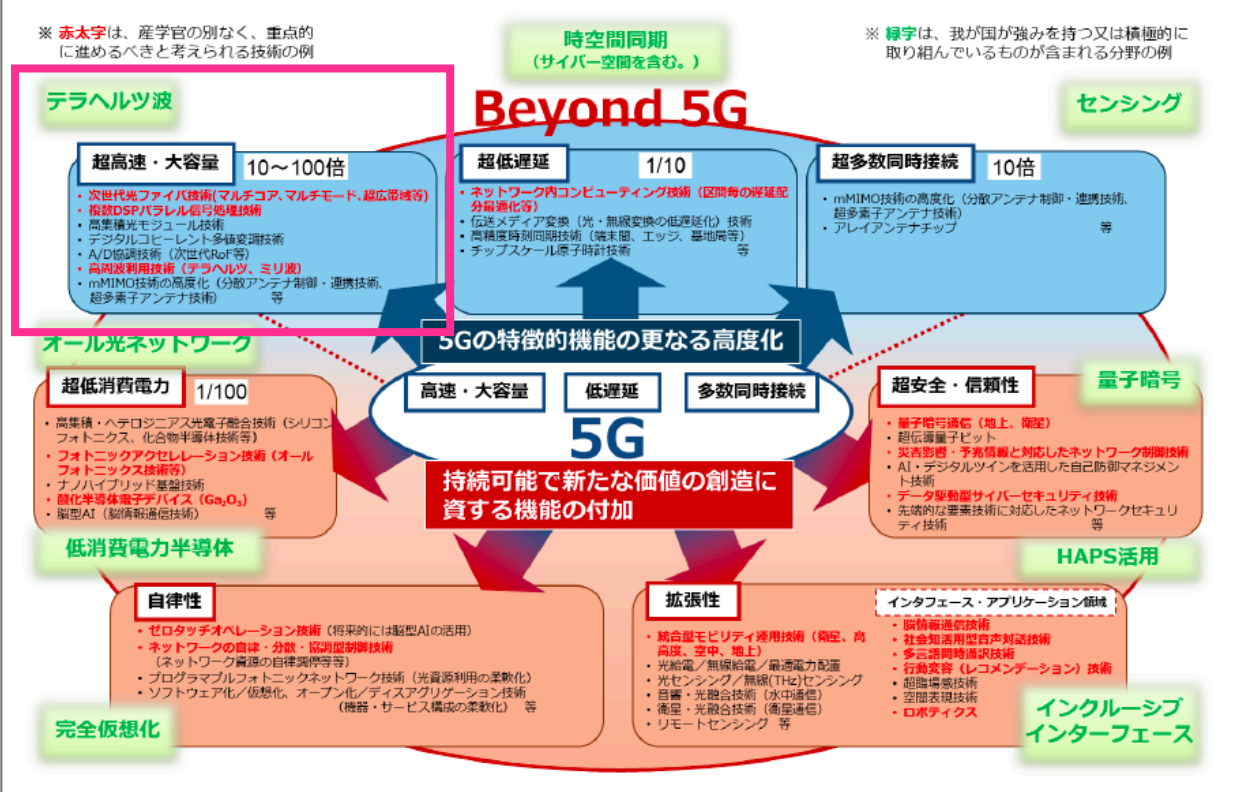


X GHz

※ 1コンポーネントキャリア（1チャンネル）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)

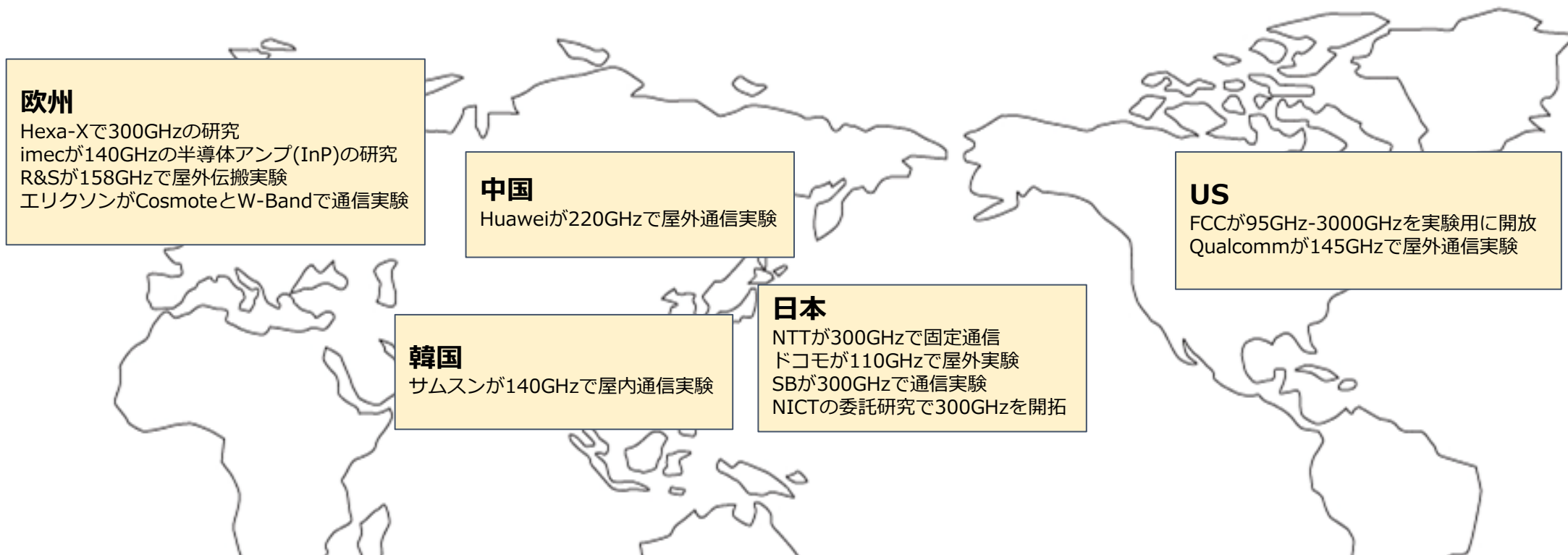


テラヘルツによる  
超高速・大容量通信

目指すは 100 Gbps 超

出展：「Beyond5G推進戦略」（総務省）

# 世界のテラヘルツ研究状況

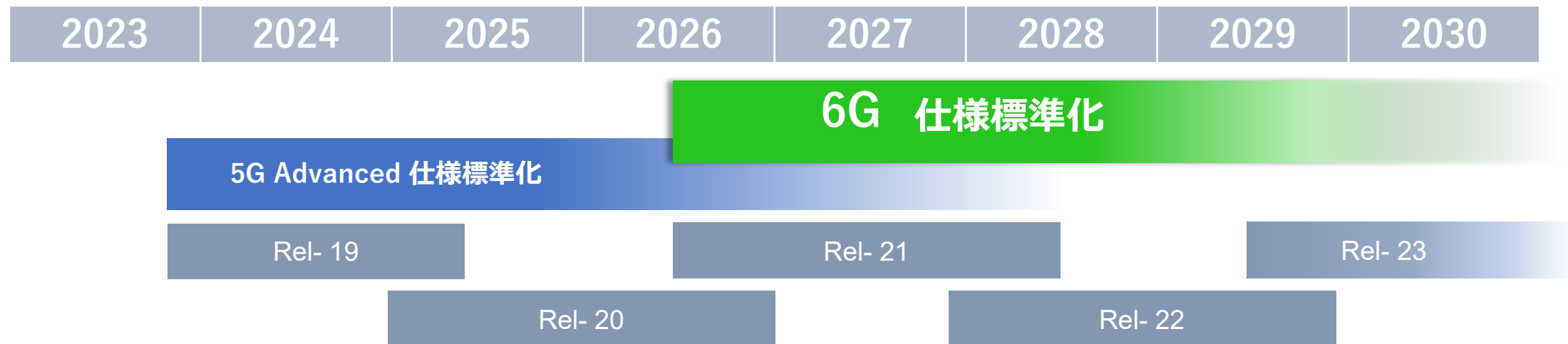


アメリカ、ヨーロッパ、中国・韓国・日本がテラヘルツ先進国  
特に、300GHzは ドイツと日本が先行



# 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



世界電波会議  
WRC-23



技術的要求条件

評価基準と評価方法

技術要件,  
評価基準,  
提出テンプレート

世界電波会議  
WRC-27

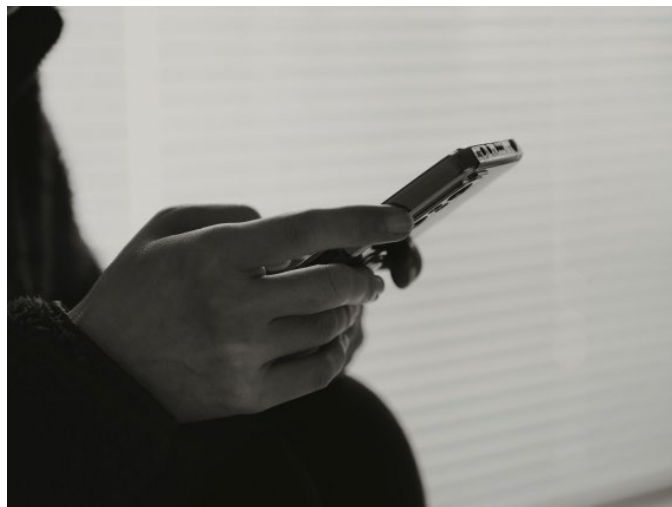
IMT-2030に向けた技術提案

評価

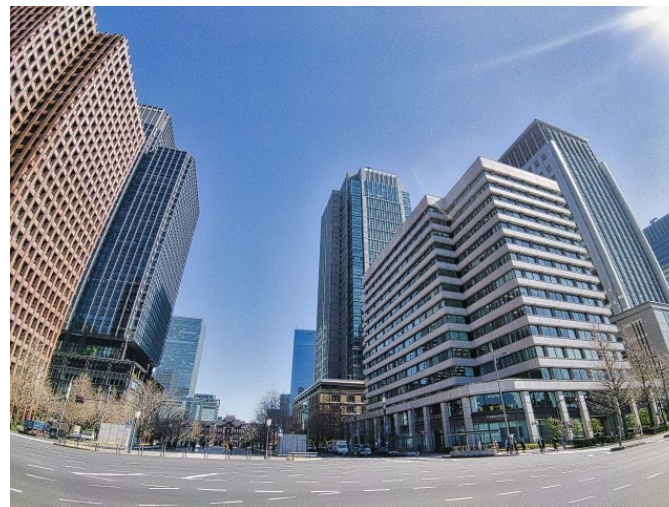
合意形成

IMT-2030仕様策定

# 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

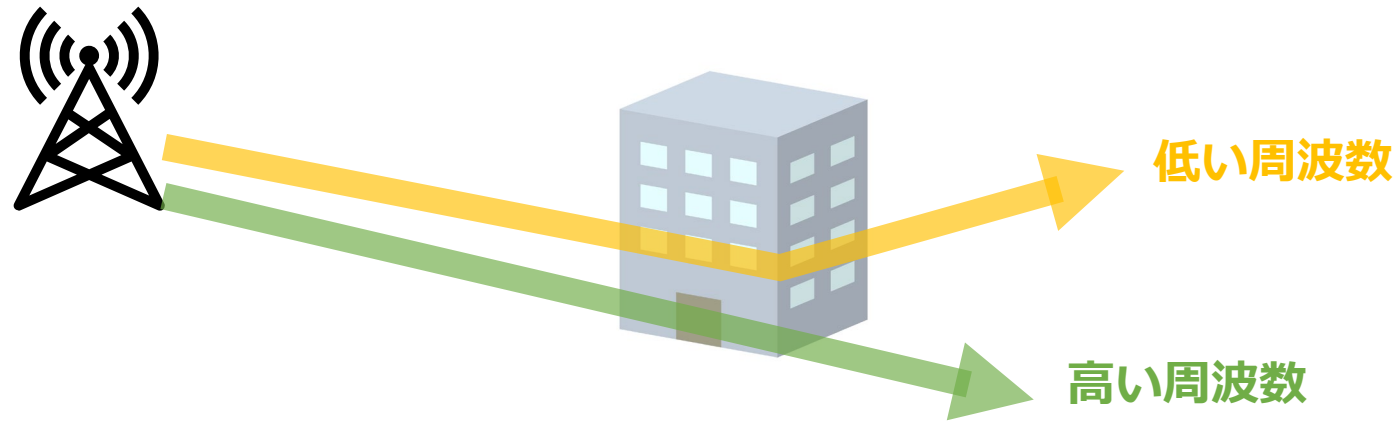


基地局のバックホール

ユーザー向け的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

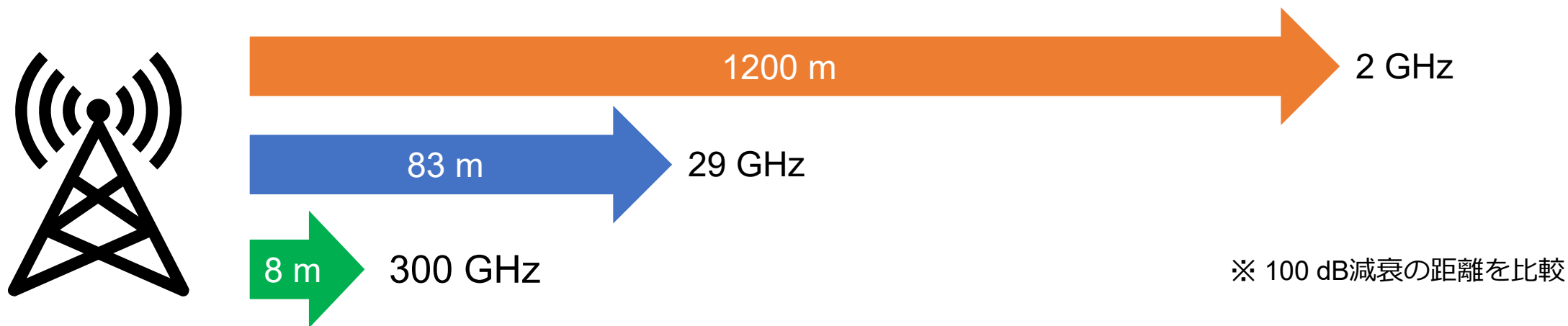
# 実用化に向けた課題

# 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

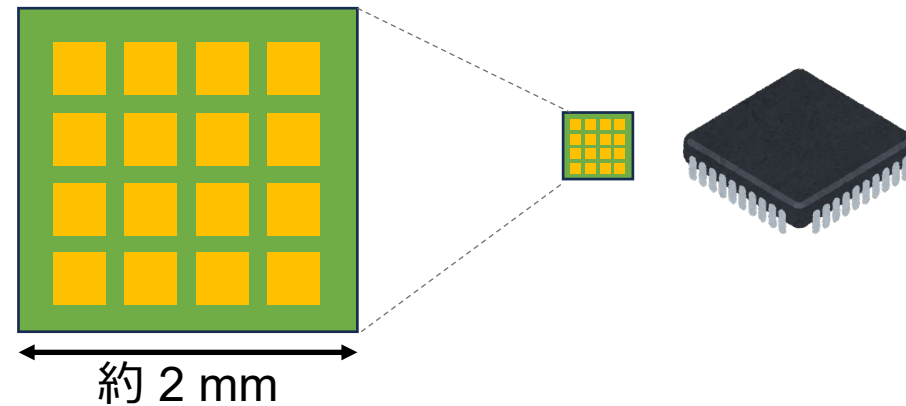
# 課題② 電波の強さ



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

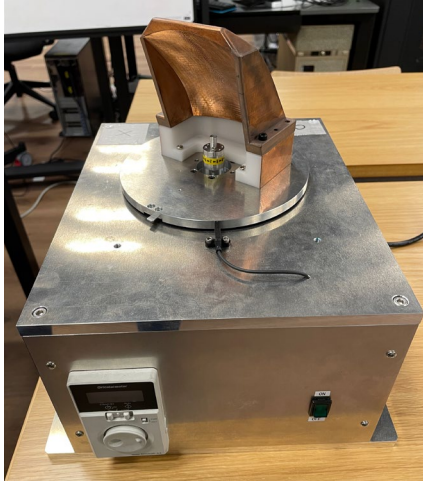
# 課題③ アンテナ

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」

- 通常のアナ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。

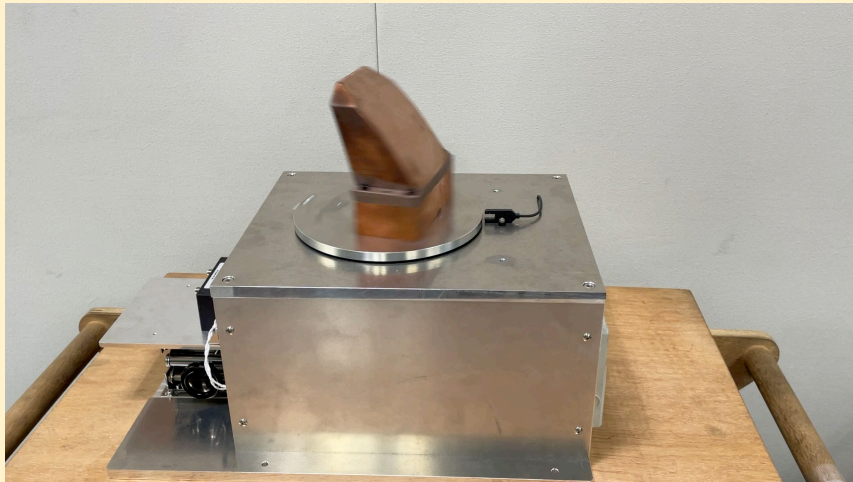
特性を知ること、テラヘルツに適したユースケース  
テラヘルツならではの機能を検討する



# 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

