

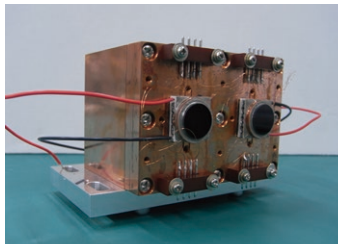
# Beyond 5G/6Gを支える 計量標準・校正技術ロードマップ



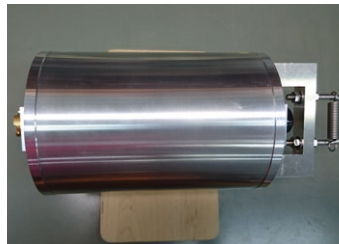
# 研究トピック

## ミリ波・テラヘルツ波\*電力の標準器

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 物理計測標準研究部門 高周波標準研究グループ



テラヘルツ波カロリメータ



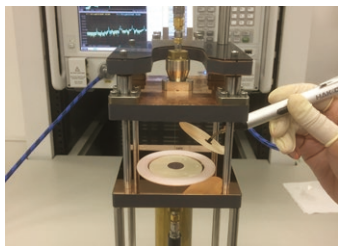
ミリ波導波管カロリメータ

カロリメータは電波(電磁波)を熱に変換し、直流で発生するジュール熱と比較することで精密に電磁波のパワーを測定する装置です。基準となる直流電力は抵抗と電圧からSI単位を基に測定できるため、信頼性の高い電磁波パワー測定が実現されます。産総研ではマイクロ波をはじめとして、ミリ波やテラヘルツ波を対象としたカロリメータを開発し、電磁波の電力の標準器として運用しています。

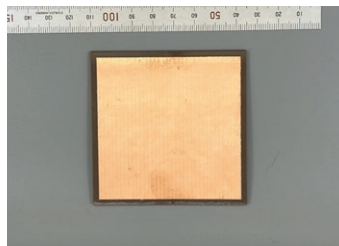
\*:ミリ波(30 GHz~300 GHz)/テラヘルツ波(100 GHz(0.1 THz)~10 THz)

## ミリ波帯での材料・デバイス計測技術と6Gデバイスの設計・試作

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 物理計測標準研究部門 電磁気計測研究グループ



平衡型円盤共振器法によるミリ波帯誘電率・導電率計測

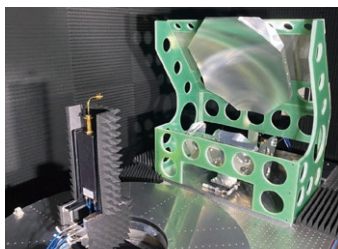


メタサーフェス反射板(140 GHz)

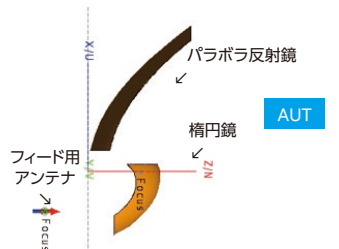
100 GHz以上で動作するアンテナやアンプ、メタサーフェス反射板等のデバイスを開発するためには、所望の周波数での計測結果を基にデバイスを設計する必要があります。この帯域では、デバイスや回路の高性能化と低損失化を可能とする材料、製造、計測技術を組み合わせた研究開発が必要であり、産総研で開発を行ってきた300 GHz帯に至る広帯域材料計測技術や、オンウェハ計測技術が極めて重要な役割を果たします。

## 300 GHz帯アンテナ放射パターン・メタマテリアル反射板RCSパターン評価技術

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 物理計測標準研究部門 電磁界標準研究グループ



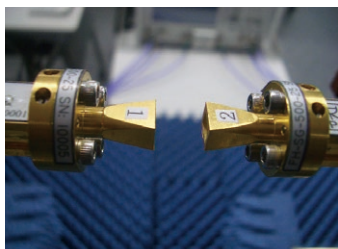
オフセットグレゴリアン型反射鏡



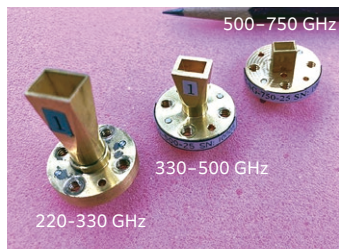
100 GHz帯を超える周波数帯では、低い周波数に比べて回折が少ないため、効率的な伝搬路形成が重要な課題となります。そのためにはアレーアンテナ放射パターンの高度化やメタサーフェス反射板による反射方向の制御が重要です。産総研では、330 GHzまでのアンテナ放射パターン及びメタサーフェスRCS(Radar Cross Section、レーダー散乱断面積)パターン評価のためのオフセットグレゴリアン型反射鏡による評価システムを開発しました。

## テラヘルツ帯での標準ゲインホーンの較正技術

情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室



アンテナ較正の様子 330-500 GHz

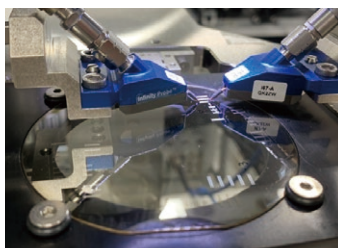


標準ゲインホーン

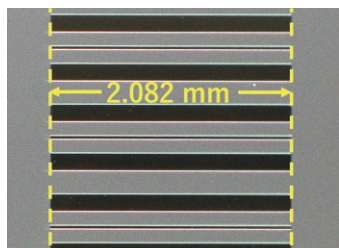
近年、無線機の小型化が進み、アンテナを取り外すことができない無線機が増えてきました。NICTでは、無線機から放射される電波(電磁波)の強さを知ることができるよう、アンテナ較正に関する研究開発を行っています。特に最近では、300 GHzを超える周波数帯を使った無線機が開発されるようになってきているため、750 GHzまでのアンテナ較正技術の開発に取り組んでいます。

## ミリ波帯パルス電磁界計測・解析技術

情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室



コプレーナ導波路上のパルス計測



コプレーナ導波路

Beyond 5G/6Gで扱われる広帯域無線信号の伝搬経路の特性を把握するためには、信号の生成・伝搬・受信の各過程で生じた歪みをSIにトレーサブルな状態で評価する必要があります。NICTでは、コプレーナ導波路上の電磁界の高精度計測システムの開発や大規模空間内・基板内パルスの伝搬解析などのミリ波帯パルス電磁界計測・解析技術に関する研究開発を行い、次世代無線通信技術の実現に貢献します。

# はじめに

## 新しい無線通信システムBeyond 5G/6Gの開発やサービスを支える計量標準・較正技術

Beyond 5G/6Gは、超高速大容量サービス、超低遅延性が求められるサービス、超多数のIoTセンサが同時接続されるサービスなどを実現し、時間・場所の制約から解放し、利用者が求めるサービス品質を安定的かつセキュアに提供する2030年代のあらゆる産業・社会活動の基盤となる新しい情報通信システムです。この研究開発においては、電波利用に関係する物理量の正確な計測が欠かせません。開発過程のみならず、実用化後の安定的なサービス継続を図る運用面においても、計量標準となる物理量・基準量を整備し、その計量標準を基にした測定装置の較正(校正)\*が求められています。

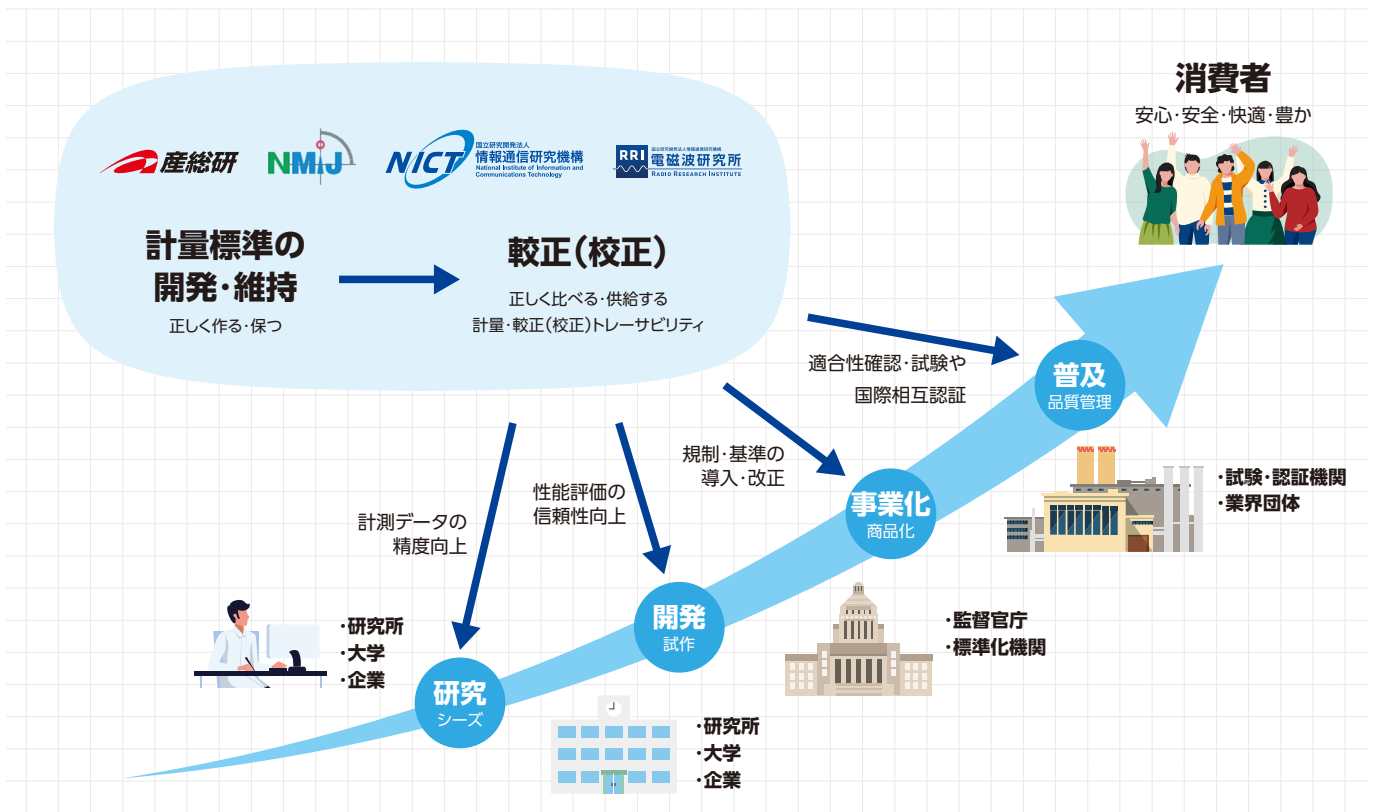
※:電波法では測定装置等が示す測定値について基準となる値からの差を確定する作業を示す一般的な用語である「校正」について「較正」という表現を用いています。

## 高精度かつ信頼性の高い計量標準や較正の技術開発に向けて2機関の協働によってロードマップを作成

Beyond 5G/6Gを実現する各種技術の発展とともに、国際同等性が担保された信頼性の高い計量標準の整備、正確な計測を保証する較正(校正)技術の開発に向けて、産業技術総合研究所(産総研)計量標準総合センターと情報通信研究機構(NICT)電磁波研究所は、2機関の協働によって「Beyond 5G/6Gを支える計量標準・較正技術ロードマップ」を作成しました。

計量標準に基づく較正(校正)を通じて、研究や開発の場において高精度かつ信頼性の高い計測や評価を可能とし、事業化に必要な製品規格や規制の導入、国際標準化、製品の品質管理において必要とされる簡便かつ信頼性の高い計測・評価技術確立します。

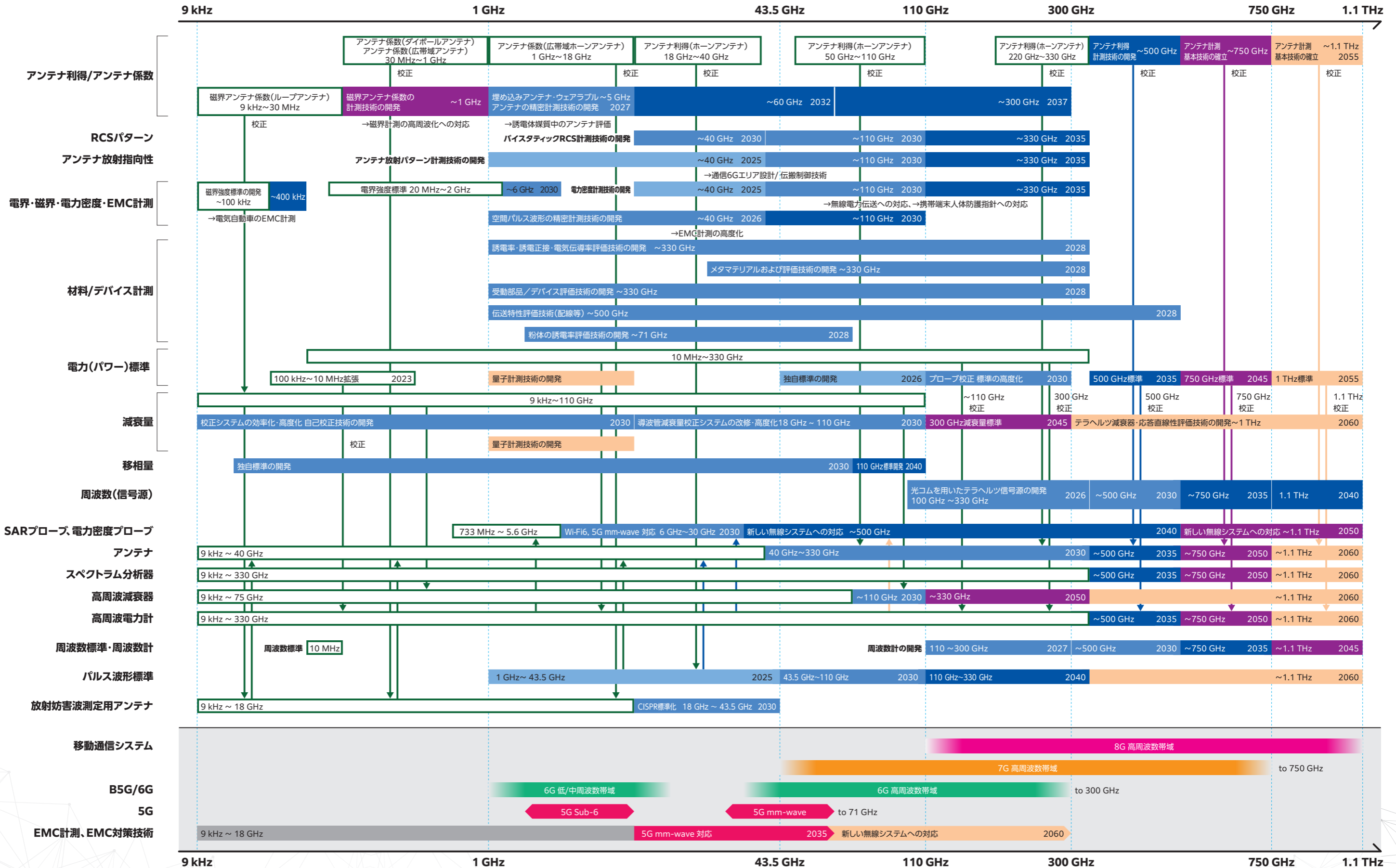
産総研とNICTでは、正確な計測や評価を必要とする研究開発現場や生産現場、さらにはサービスの提供元に速やかに計量標準・較正(校正)サービスを供給する体制を整えることができるよう、研究開発を進めてまいります。



本ロードマップは2030年頃の導入が見込まれるBeyond 5G/6Gシステムと、さらにより将来の情報通信システムで必要とされる計量標準と較正(校正)サービスを提供するために作成されたものです。不確実な将来予測に基づいているため、将来の情報通信システムのサービス開始時期や利用周波数帯によって内容が大きく変更する可能性があります。

# 周波数軸線表

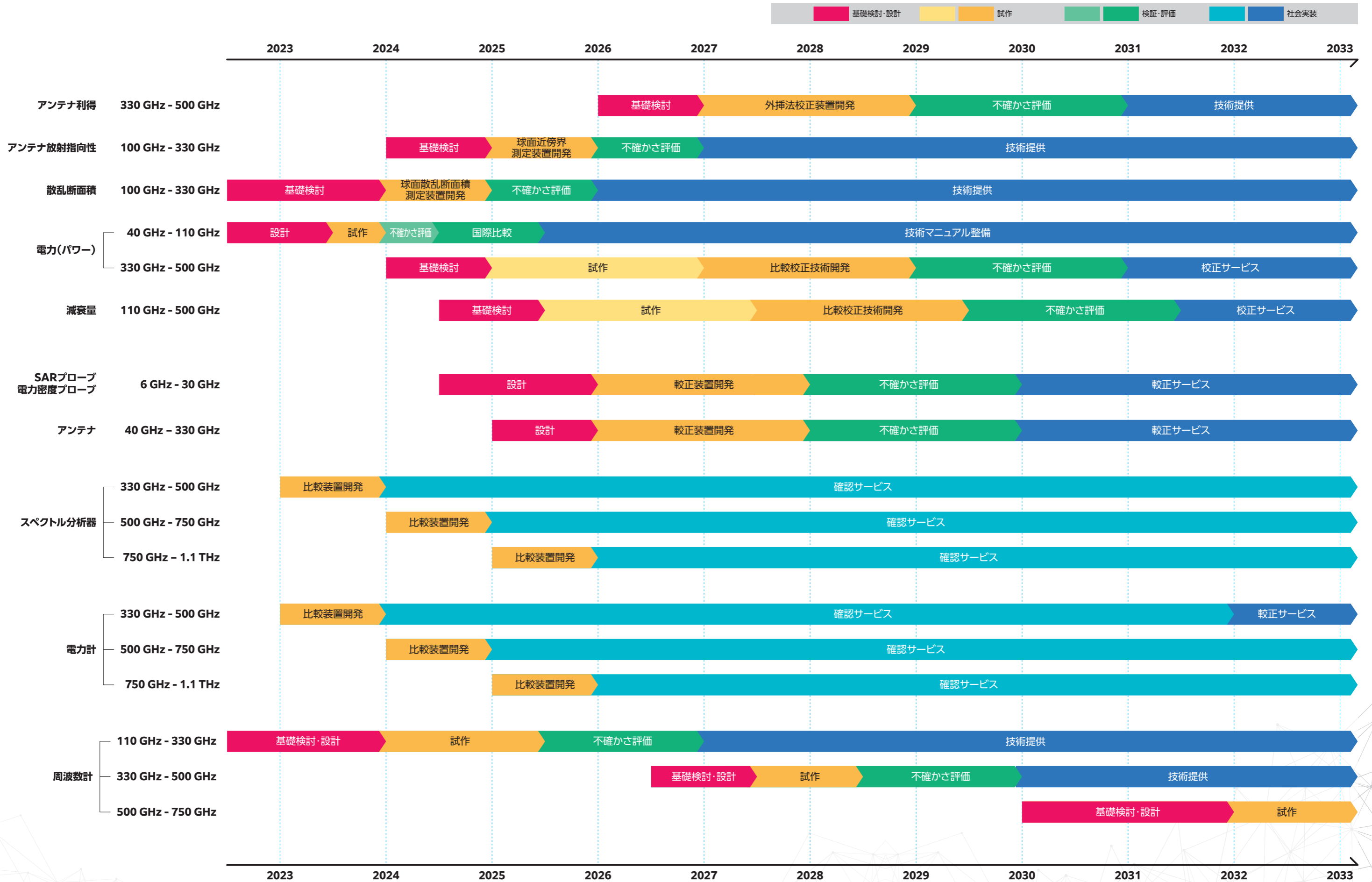
Beyond 5G/6Gを実現するために必要な計量標準・校正技術を周波数別に線表にまとめました。各ブロックの右に開発目標年を記載し、目標年ごとに色分けしました。



携帯電話などの無線システムへの周波数の割当ては、国際電気通信連合 (ITU) 世界無線通信会議 (WRC) で決定された周波数の国際分配に基づき、総務省が行います。6G以降の携帯電話システムへの周波数割当ては未だ行われていません。総務省電波利用ホームページ: <http://www.tere.soumu.go.jp/j/adm/freq/process/index.htm>

# 時間軸線表

Beyond 5G/6Gを実現するために必要な計量標準・較正技術について、2033年ごろまでの開発計画を線表にまとめました。各ブロックは開発段階に応じて色分けしました。



線表中の「確認サービス」とは、テラヘルツ帯(110 GHz~)の無線局(特定実験試験局)の開設に必要な測定器等の性能確認を、情報通信研究機構又は測定器メーカーが実施するものです。確認サービス実施済みの測定器等を使って無線機を検査することにより特定実験試験局の免許申請が可能です。



2024年5月公開

## 問い合わせ先

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
計量標準総合センター  
<https://unit.aist.go.jp/nmij/others/inquiry/>



国立研究開発法人情報通信研究機構  
電磁波研究所 電磁波標準研究センター  
B5G-cal@ml.nict.go.jp

