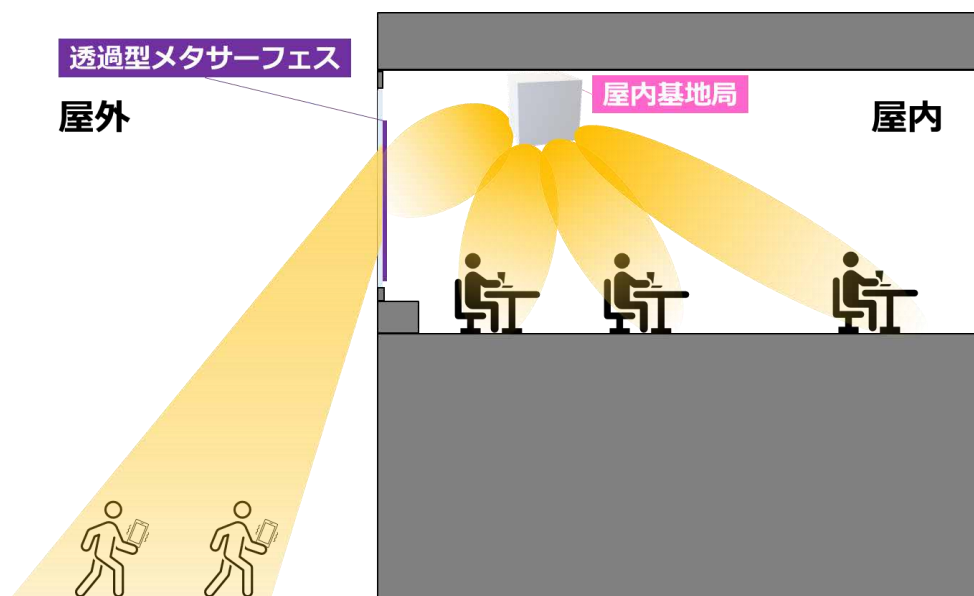


世界初、透過型メタサーフェスで 屋内の電波を屋外の建物の足元に届ける実証に成功

～ビルの足元でもミリ波がつながりやすく～

株式会社 NTT ドコモ（以下、ドコモ）は、屋内のミリ波帯（28GHz 帯）の電波を、窓に貼り付けたフィルム形状の「透過型メタサーフェス^{※1}」で曲げることで、屋外の建物の足元をエリア化する実証実験（以下、本実証）に世界で初めて^{※2}成功しました。本実証は、第5世代移動通信方式のさらなる高度化（5G Evolution）および第6世代移動通信方式（6G）の実現に向けて、2022年10月から11月にドコモ R&D センタ（神奈川県横須賀市）で行いました。

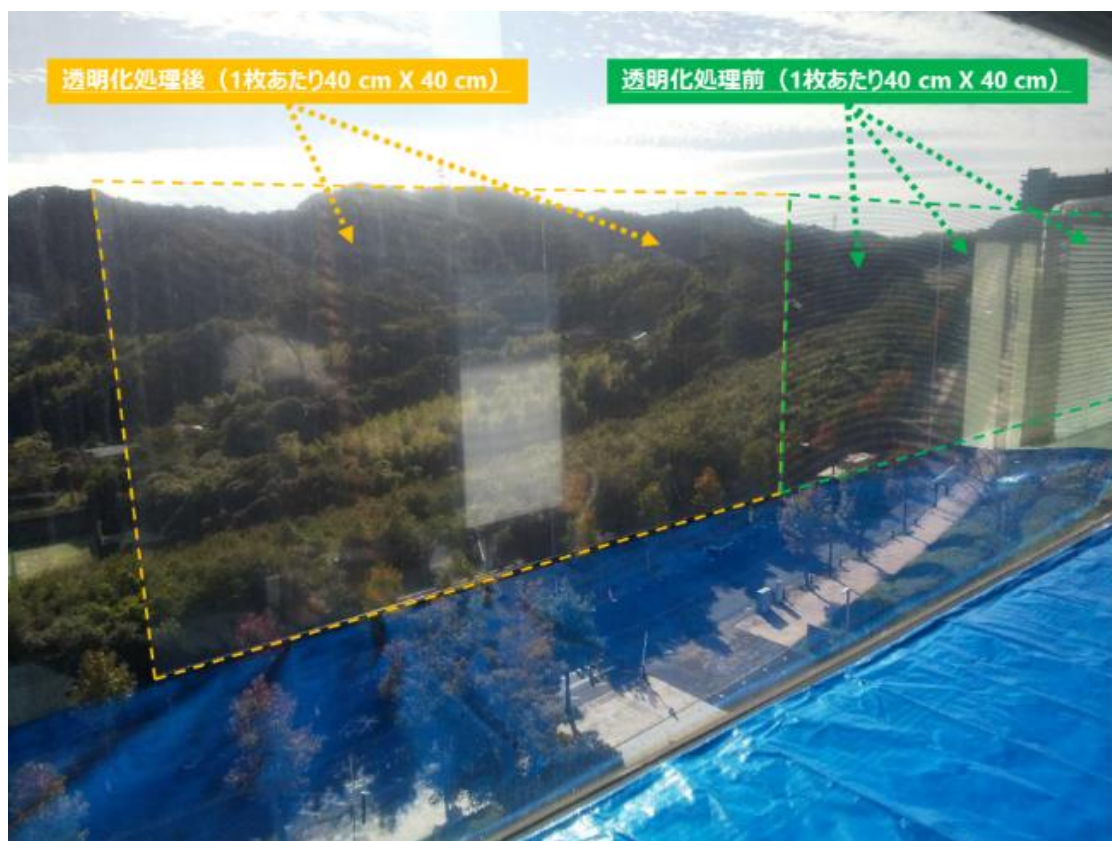


イメージ：屋内の電波を、屋外の建物の足元へ届ける

5G Evolution および 6G での利用が想定される高周波数帯の電波は、障害物を回り込みにくく、伝搬距離に応じて減衰しやすい特徴があります。これまで、ドコモは高周波数帯における通信エリアの改善に向け、メタサーフェス技術を活用して、屋外基地局アンテナによる屋内のエリア化^{※3}や、遮蔽（しゃへい）物が多い場所におけるユーザーの移動に合わせたエリア化^{※4}を検討してきました。

高周波数帯の電波は、建物の屋上に設置した屋外基地局アンテナから見通せない場所に届きにくく、建物の足元のエリア化が困難でした。そのため、現状は近隣の構造物などにアンテナを設置することで、足元をエリア化する方法もありますが、景観などの問題で設置できない場合があります。今回、建物の足元のエリア化手法を拡充するために、本実証を行いました。

本実証で使用した 28 GHz 帯向け透過型メタサーフェスは、窓ガラスを通るミリ波帯の電波を特定の方向（本実証では建物下方向）に曲がるように設計・加工されたメタサーフェスです。フィルム形状であり、屋内側から窓ガラスに貼り付けることができるため、設置が容易で、かつ透明化処理が可能であり、景観や既存のデザインを損なわずに設置できます。またこの透過型メタサーフェスは、LTE や Sub6 などの他の周波数帯に影響を与えないように設計されており、他の帯域と並行してミリ波のカバレッジ改善が可能となります。



透過型メタサーフェスを窓ガラスに貼り付けた様子

本実証では、屋内に設置した基地局から窓ガラスに貼り付けた透過型メタサーフェスに対して、ミリ波帯の電波を入射し、屋外における建物の足元エリアのスループットを測定しました。透過型メタサーフェスによって窓ガラスを通るミリ波を建物下方向に曲げることで、建物の足元エリアでのスループットが向上することを確認しました。



透過型メタサーフェスで電波を曲げるイメージ

ドコモは高周波数帯における屋外や屋内のエリア化を実現するさまざまな技術の研究・開発を行っています。例えば、2023年1月30日（月）にドコモから発表した「マルチセクタアンテナ屋内基地局装置」^{※5}と本透過型メタサーフェスを組み合わせ、本透過型メタサーフェスを貼り付けた窓ガラスにマルチセクタアンテナ屋内基地局の電波の一部を向けることで、屋内のエリア構築と屋外のエリア構築を同時に実現できる可能性があると考えています。また、将来、アンテナを多数使用する大規模 MIMO（Multiple Input Multiple Output）を構成する際に、メタサーフェス技術を応用することで、比較的少ないアンテナ数で等価的に大規模な構成を安価に実現できる可能性も考えられます^{※6}。

ドコモは今後も 5G Evolution および 6G の効率的かつ柔軟なエリア構築手法や無線機構成の確立をめざし研究・開発に取り組んでまいります。

なお、本実証で使用した透過型メタサーフェスは、2023年2月2日（木）からオンライン上で開催する「docomo Open House'23」にてご紹介します。

(<https://www.docomo.ne.jp/corporate/technology/rd/openhouse/openhouse2023/>)

※1 メタサーフェスとは、波長に対して小さい構造体を周期配置して任意の誘電率・透磁率を実現する人工媒質（メタマテリアル）の一種で、構造体の周期配置を 2 次元とした人工表面です。

※2 ドコモ調べ（2023年1月30日現在）。

※3 報道発表資料：メタサーフェス技術により窓ガラスの電波レンズ化に世界で初めて成功（2021年1月26日）

URL：https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2021/01/26_00.html

※4 報道発表資料：世界初、6G 時代の超カパレッジの実現に向けたユーザー追従型メタサーフェス制御の実証に成功（2021年11月12日）

URL：https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/topics/2021/topics_211112_00.pdf

※5 報道発表：回路規模を約 1/10 に低減する高効率な 5G マルチセクタアンテナ屋内基地局装置を開発し、28GHz 帯での世界初の実証実験に成功（2023年1月30日）

URL：https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_230130_03.pdf

※6 NTT ドコモ、“ホワイトペーパー「5G の高度化と 6G」(5.0 版)”、2022 年 11 月

URL：https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/whitepaper_6g/DOCOMO_6G_White_PaperJP_20221116.pdf

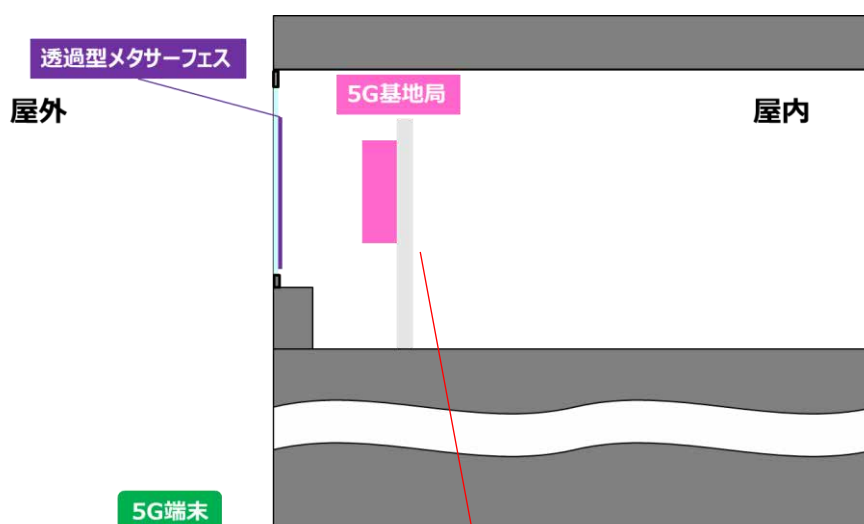
本件に関する報道機関からのお問い合わせ先
株式会社 NTT ドコモ 6G-IOWN 推進部 TEL:046-840-6230

透過型メタサーフェスを用いた実証実験の概要

1. 実験概要

ドコモは神奈川県横須賀市の YRP（横須賀リサーチパーク）において、ドコモ R&D センタ内に設置した 5G NSA（Non-standalone）基地局から窓ガラスに貼り付けた 5 枚の透過型メタサーフェスのプロトタイプに対して電波（28GHz 帯）を入射し、屋外の台車に搭載した 5G 端末との間で、データ通信を実施しました。実証実験で用いた透過型メタサーフェスは、建物足元の通信エリアが改善するように、ミリ波帯の電波が建物下方向に曲がるように設計しています。

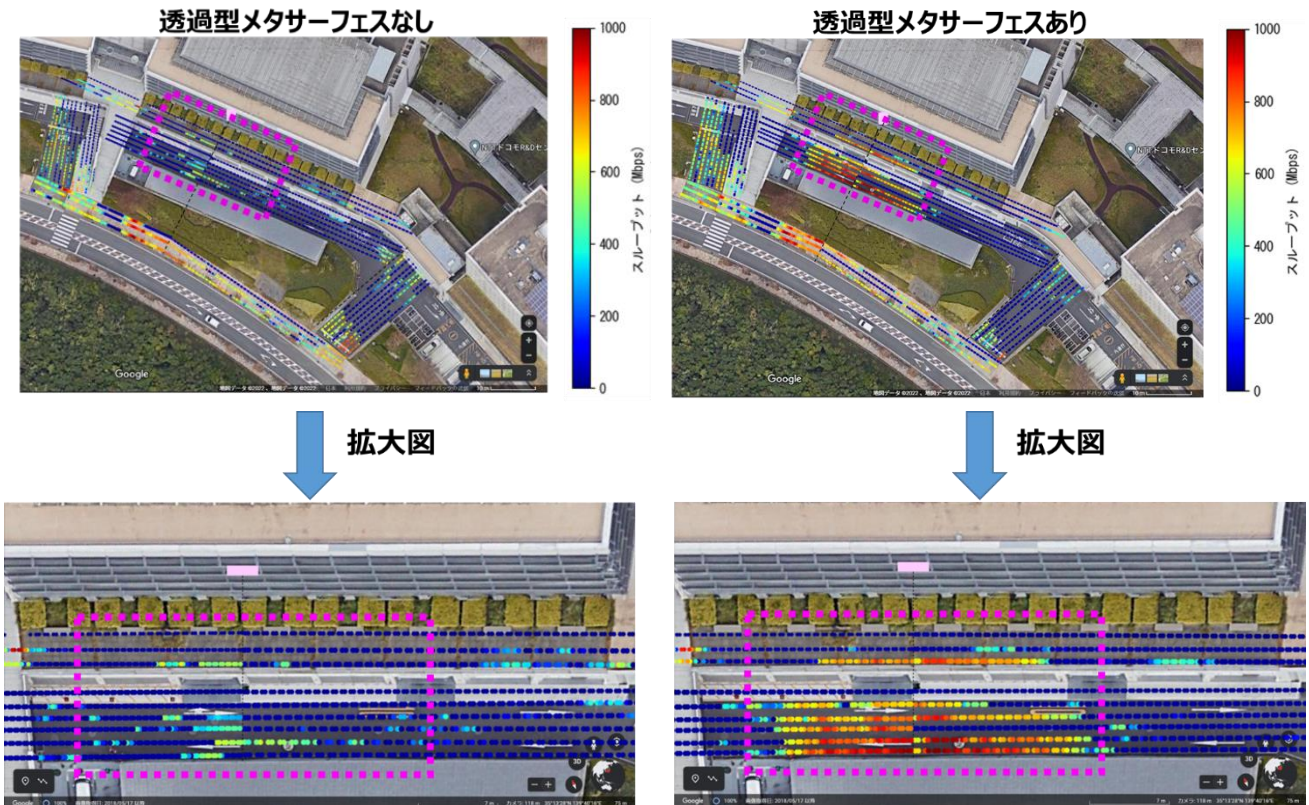
なお、本実験は AGC 株式会社にご協力いただき実施しました。



実証のイメージ（横から見た図）と屋内に設置した実際の 5G 基地局

2. 実証実験成果

透過型メタサーフェスにより、窓ガラス単体の場合に比べて、実験エリア（点線枠内）での 28GHz 帯および 2.6GHz の合計スループット（以下、端末スループット）が改善することを確認しました。また、実験エリアにおける端末スループットの中央値で、透過型メタサーフェスなしの場合は約 28Mbps、透過型メタサーフェスありの場合は約 548Mbps であり、約 20 倍の端末スループットを実現できていることが確認できました。さらには 90%値で、透過型メタサーフェスなしの場合は約 407Mbps、透過型メタサーフェスありの場合は約 861Mbps であり、約 2.1 倍の端末スループットを実現できていることが確認できました。



3. 実験期間

2022年10月3日（月）～2022年11月18日（金）

4. 使用周波数帯

28GHz 帯（帯域幅：300MHz）および 2.6GHz 帯（帯域幅：5MHz）