

2021年1月13日

国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学
ソフトバンク株式会社
国立研究開発法人情報通信研究機構

超小型アンテナを使用した 300 GHz 帯テラヘルツ無線通信に成功

～Beyond 5G/6G時代の超高速無線通信などの実用化に向けた研究開発を加速～

国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学、ソフトバンク株式会社、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）、National Research Tomsk State University および Tomsk Polytechnic University の研究グループ（以下「本研究グループ」）は、Beyond 5G/6G^{*1}時代を見据え、300GHz 帯テラヘルツ無線（以下「テラヘルツ無線」）で動作する超小型アンテナを使用した通信実験に成功しましたのでお知らせします。

近年、無線通信の高速化・大容量化の要求によって、100 Gbps 以上の伝送速度を実現する Beyond 5G/6G 技術に関する研究開発が世界的に開始されつつあります。テラヘルツ無線は、5G で利用されるミリ波帯と比べて、より広い周波数帯域が利用可能なため、超高速無線システムの候補として期待されています。一方、スマートフォンに搭載可能なサイズで利得^{*2}の高いアンテナの開発と、そのアンテナを使用して実用的に通信を行うことが課題となっています。

このたび本研究グループは、昨年開発した、フォトニックジェット効果^{*3}を用いた小型の誘電体アンテナ（1.36 mm×1.36 mm×1.72 mm、開口面積 1.8 mm²、利得およそ 15 dBi）を使用して、600 mm という小区間で 17.5 Gbps の通信実験に成功しました。この距離は最初の一步として、テラヘルツ帯がスマートフォンなどの近距離通信に使えることを示し、また現在開発が進められているテラヘルツ無線に対応するトランシーバーの出力と受信感度の性能が向上することで、より長距離の通信への可能性を示すものです。

今後は、超小型アンテナを相互に用いたテラヘルツ無線通信のユースケースや、無線送受信機の実現可能性を調査します。

今回の研究成果は、2021年1月10日から15日までオンラインで開催される国際会議「European Microwave Week 2020 (EuMW2020)」において、「“Short-range Wireless Transmitter Using Mesoscopic Dielectric Cuboid Antenna in 300-GHz Band” Kazuki Yamada, Yuto Samura, Oleg Vladilenovich Minin, Atsushi Kanno, Norihiko Sekine, Junichi Nakajima, Igor Vladilenovich Minin, Shintaro Hisatake (300 GHz 帯における波長サイズ DCA アンテナによる短距離送信)」の名称で採択されました。

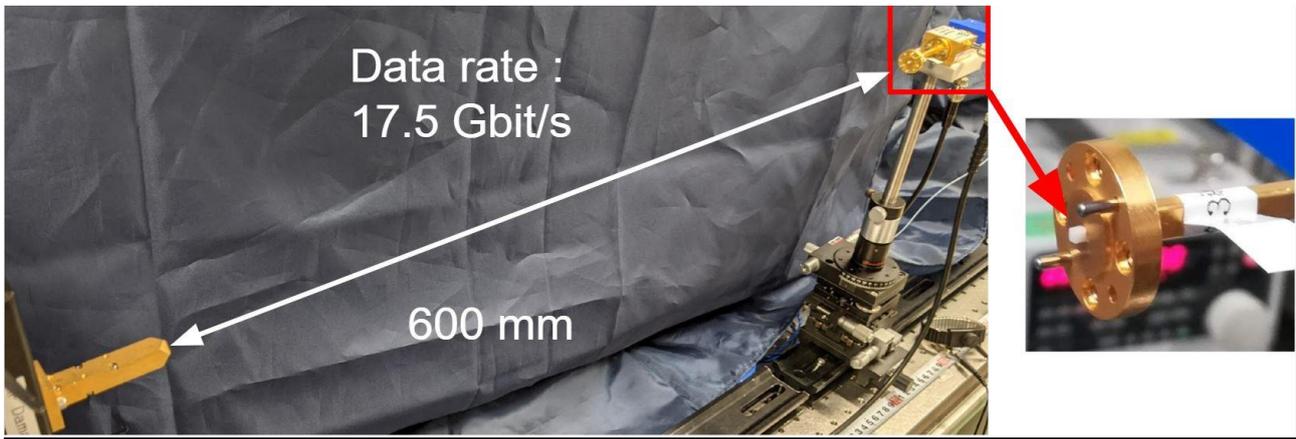
今後も Beyond 5G/6G 時代の超高速無線通信などの実用化に向けた研究開発を加速し、通信事業の発展に貢献していきます。

今回の研究成果の詳細は、別紙をご覧ください。

^{*1} 第5世代移動通信システム（5G）の次の無線アクセスシステムを指す。5Gの特長（超高速、超低遅延、多数同時接続）のさらなる高度化に加えて、高信頼化やエネルギー効率の向上など新たな技術革新が期待されています。

^{*2} アンテナに入力された電力に対して、アンテナ正面方向にどの程度の電力を出力できるのかを数値化したもの。利得が高ければ、より指向性が強い電波を放射することが可能になります。

^{*3} 波長オーダーの誘電体構造に電磁波を照射することで、誘電体の後ろに発生する現象のこと。透過発生したフォトニックジェットを測定して、アンテナ本体の性能を明らかにし、これを通信に応用しました。



<超小型アンテナ（白い立方体部）による通信試験>
※通信エラー率から可能となる最大の離隔で検証

- SoftBank およびソフトバンクの名称、ロゴは、日本国およびその他の国におけるソフトバンクグループ株式会社の登録商標または商標です。
- その他、このプレスリリースに記載されている会社名および製品・サービス名は、各社の登録商標または商標です。

【本件に関する問い合わせ先】

<研究に関すること>

岐阜大学工学部 准教授 久武 信太郎

電話：058-293-2732

E-mail：hisatake@gifu-u.ac.jp

<報道担当>

国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学管理部総務課広報係

電話：058-293-3377

E-mail：kohositu@gifu-u.ac.jp

国立研究開発法人情報通信研究機構 広報部 報道室

E-mail：publicity@nict.go.jp

超小型アンテナによる 300 GHz 帯テラヘルツ無線通信の研究成果について

■研究成果のポイント

- スマートフォンへのテラヘルツ無線の実装を実現する波長オーダーの超小型アンテナを用いた 300 GHz 帯テラヘルツ無線伝送に成功。
- 波長オーダー（1.36 mm×1.36 mm×1.72 mm）の寸法でありながら、およそ 15 dBi の利得を有する超小型アンテナを開発し、これを用いて 600 mm の区間で 17.5 Gbps の無線伝送を実証。
- 伝送試験に用いた送受信機は市販の部材のみで構成されており、急速に開発が進展している高感度・小型受信機や高出力増幅器と、開発したアンテナを組み合わせることで、Beyond 5G/6G 時代の超高速無線通信に対応する携帯端末の実現が期待される。

■開発した技術の詳細

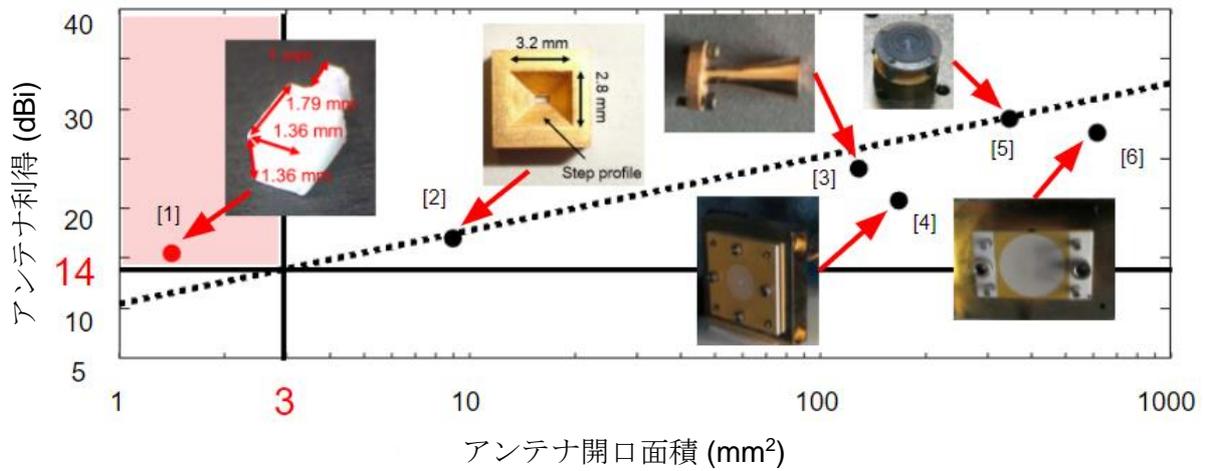
5G で用いられる準ミリ波帯よりも周波数が 1 桁高い 300 GHz 帯無線通信を広く活用するためには、大きな伝搬損失を補うために高利得アンテナの開発が重要となります。例えば、kiosk 端末から 50 cm 程度離れたスマートフォンに 300 GHz 帯無線通信でデータをダウンロードするユースケースを考えた場合、一般的なスマートフォンに搭載されているレンズと同程度のアンテナ開口面積（3 mm²）以下で 14 dBi 程度以上のアンテナ利得が望まれます。ところが、図 1 に示すようにアンテナ利得とアンテナ開口面積は、およそ比例関係を有しており、アンテナの小型化と高利得化の両立が課題となっています。このたび本研究グループは、昨年開発したフォトニックジェット効果による小型アンテナ（Dielectric cuboid antenna: DCA）を用いて、600 mm という小区間で 17.5 Gbps の通信実験に成功しました。伝送実験で用いた小型アンテナの開口面積は 1.8 mm²、利得はおよそ 15 dBi で図 1 の赤丸に相当します。

図 2 に、超小型アンテナによる伝送試験の様子を示します。写真の白い立方体部が開発した微小アンテナで、手前の大きなホーンアンテナ（9.0 mm×9.0 mm×47.5 mm、利得 23 dBi）はテラヘルツ波無線通信で一般に用いられるものです。試験で用いた送受信機に特別な部品は使用せず、市販の部品のみで構成されています。伝送速度は 17.5 Gbps で、これは試験に用いた計測機器により制限されています。開発したアンテナから伝送された信号スペクトル形状を測定したところ、狭帯化などのスペクトル形状の劣化は見られず、開発したアンテナが高速無線通信に適用可能な広帯域性を有していることが確認されました。試験では、送受信機間の距離を変えながら、ビット誤り率（Bit error rate :BER）を計測しました。

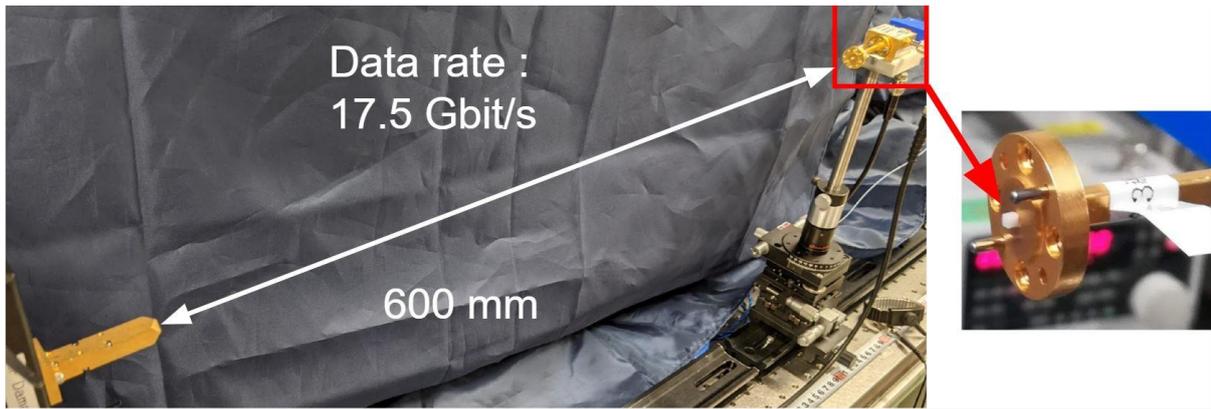
図 3 に、得られたビット誤り率と伝送距離との関係を示します。図には、伝送距離 40 mm で得られたアイパターンも併せて示しております。伝送距離およそ 600 mm 以下において、一般的に伝送成功の目安となる FEC limit（BER=3.8×10⁻³）以下のビットエラー率（BER）を確認しました。

今回の研究開発で、スマートフォンなどへの実装が可能と考えられる小型アンテナを用いた 300 GHz 帯高速無線伝送が市販の部材のみを用いて実現しました。300 GHz 帯で動作する

高感度・小型受信機や高出力アンプの研究開発が世界的に急速に進展しています。無線信号の波長と同サイズの小型アンテナの実現によって、テラヘルツ無線で動作する小型集積回路への実装が可能となり、Beyond 5G/6G時代の超高速無線通信などの実用化に貢献すると期待されます。

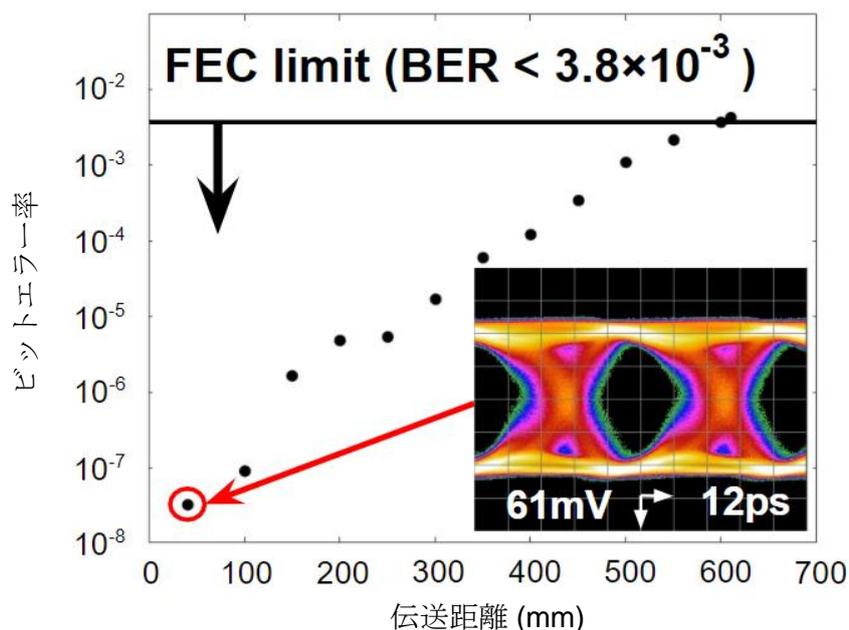


<図 1. 300GHz 帯におけるアンテナ利得とアンテナ開口面積との関係>



<図 2. 超小型アンテナ（白い立方体部）による通信試験>

※通信エラー率から可能となる最大の離隔で検証



<図 3.ビットエラー率 (BER) と伝送距離との関係>

参考文献

- [1] Kazuki Yamada, Yuto Samura, Oleg Vladilenovich Minin, Atsushi Kanno, Norihiko Sekine, Junichi Nakajima, Igor Vladilenovich Minin, and Shintaro Hisatake, "Short-range Wireless Transmitter Using Mesoscopic Dielectric Cuboid Antenna in 300-GHz Band," 23rd European Microwave Week, on-line, Jan. 2021
- [2] Takuro Tajima, Ho-Jin Song, Katsuhiko Ajito, Makoto Yaita, and Naoya Kukutsu, "300-GHz Step-Profiled Corrugated Horn Antennas Integrated in LTCC," IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, Volume. 62, Issue. 11, pp.5437-5444, Nov. 2014.
- [3] Bing Zhang, Zhaoyao Zhan, Yu Cao, Heiko Gulan, Peter Linnér, Jie Sun, Thomas Zwick, and Herbert Zirath, "Metallic 3-D Printed Antennas for Millimeter- and Submillimeter Wave Applications," IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, Volume. 6, Issue. 4, pp. 592-600, July. 2016.
- [4] Junfeng Xu, Zhi Ning Chen, and Xianming Qing, "270-GHz LTCC-Integrated High Gain Cavity-Backed Fresnel Zone Plate Lens Antenna," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume. 61, Issue. 4, pp. 1679-1687, Apr. 2013.
- [5] Huan Yi, Shi-Wei Qu, Kung-Bo Ng, Chi Hou Chan, and Xue Bai, "3-D Printed Millimeter-Wave and Terahertz Lenses with Fixed and Frequency Scanned Beam," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume. 64, Issue. 2, pp. 442-449, Feb. 2016.
- [6] Junfeng Xu, Zhi Ning Chen, and Xianming Qing, "270-GHz LTCC-Integrated Strip-Loaded Linearly Polarized Radial Line Slot Array Antenna," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume. 61, Issue. 4, pp. 1794-1801, Apr. 2013.