

## 超小型アンテナによる 300GHz 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 300GHz 帯テラヘルツ無線伝送に成功。
- 波長オーダー（1.36mm×1.36mm×1.72mm）の寸法でありながら、およそ 15dBi の利得を有する超小型アンテナを開発し、これを用いて 600mm の区間で 17.5Gbps 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

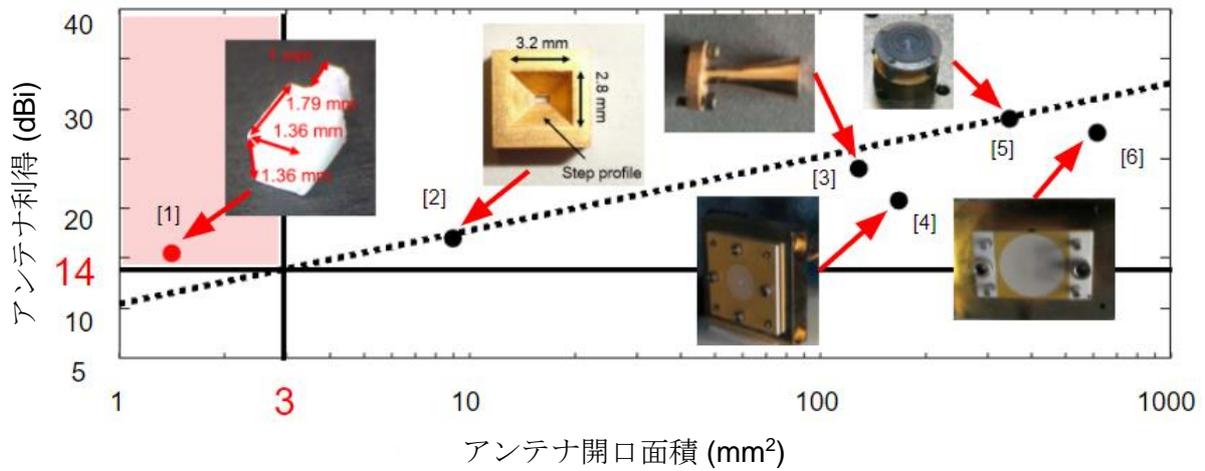
5G で用いられる準ミリ波帯よりも周波数が 1 桁高い 300GHz 帯無線通信を広く活用するためには、大きな伝搬損失を補うために高利得アンテナの開発が重要となります。例えば、kiosk 端末から 50cm 程度離れたスマートフォンに 300GHz 帯無線通信でデータをダウンロードするユースケースを考えた場合、一般的なスマートフォンに搭載されているレンズと同程度のアンテナ開口面積（3mm<sup>2</sup>）以下で 14dBi 程度以上のアンテナ利得が望まれます。ところが、図 1 に示すようにアンテナ利得とアンテナ開口面積は、およそ比例関係を有しており、アンテナの小型化と高利得化の両立が課題となっています。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、600mm という小区間で 17.5Gbps 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 1.8mm<sup>2</sup>、利得はおよそ 15dBi 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（9.0mm×9.0mm×47.5mm、利得 23dBi）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 17.5Gbps 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。

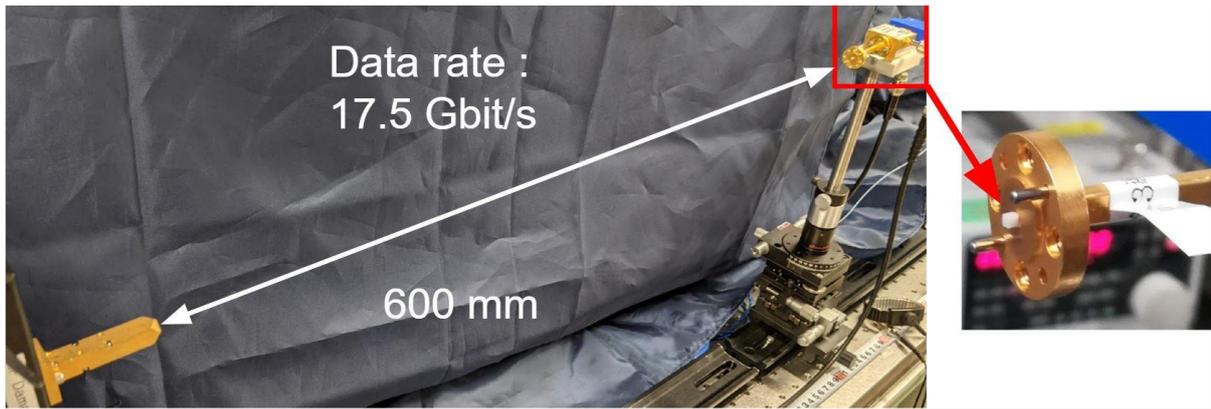
図 3 に、得られたビット誤り率と伝送距離との関係を示します。図には、伝送距離 40mm で得られたアイパターンも併せて示しております。伝送距離およそ 600mm 以下において、一般的に伝送成功の目安となる FEC limit（BER=3.8×10<sup>-3</sup>）以下のビットエラー率（BER）を確認しました。

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 300GHz 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。300GHz 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。

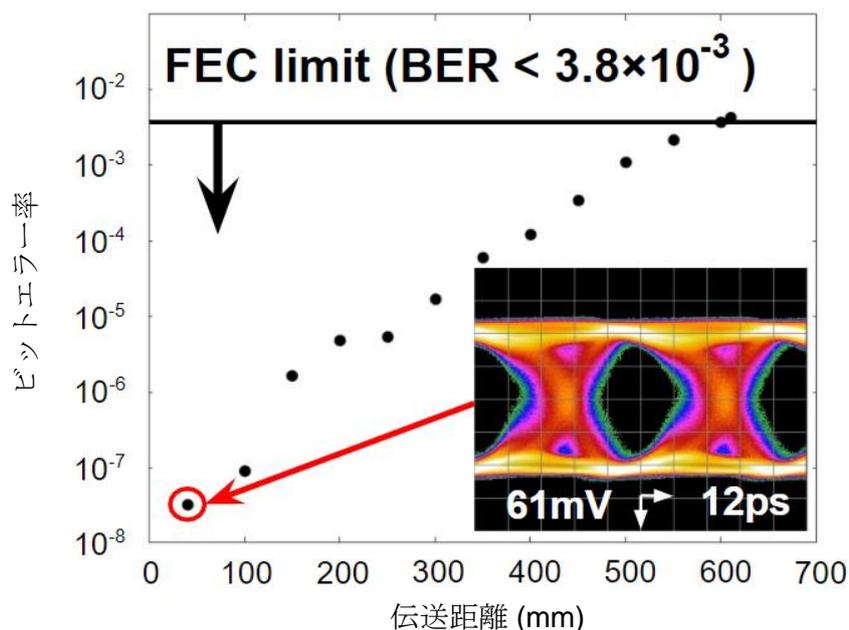


<図 1. 300GHz 帯におけるアンテナ利得とアンテナ開口面積との関係>



<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.