

## Beyond 5G/6G に向けたテラヘルツ無線通信用のアンテナ開発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実装を実現する波長オーダー（1.36 mm×1.36 mm×1.72 mm）の超小型アンテナの開発に成功
- アンテナ利得を同程度としたホーンアンテナと比較して体積が 40%程度にまで小型化
- 同寸法のホーンアンテナと比較して、テラヘルツ無線のビーム幅を E 面で 80%、H 面で 70%程度に狭窄化

### ■開発した技術の詳細

一般的に、無線通信システムを実現するために、アンテナは必要不可欠です。アンテナ利得が大きいアンテナでは、伝搬する無線信号強度を増強する効果があり、テラヘルツ無線のように伝搬損失が大きい無線システムでは、高アンテナ利得のアンテナ素子が必要不可欠です。しかしながら、図 1 に示すように、アンテナ利得とアンテナ開口面積は比例関係を有しており、高アンテナ利得の実現にはアンテナ開口面積の大口径化が必須でした。

今回の研究開発では、フォトニックジェットを発生させる直方体誘電材料を用いたアンテナ（Dielectric Cuboid Antenna: DCA）をテラヘルツ無線アンテナとして利用することで、アンテナ利得を 15dBi（シミュレーション値）程度と比較的大きく保ったまま、開口面積 1.8 mm<sup>2</sup>の小型化が実現できました。これは、同程度のアンテナ利得のホーンアンテナと比較して体積がおおよそ 40%程度にまで小型化されることに相当します。同寸法のホーンアンテナと比較した場合は、3dB ビーム幅（FWHM）が E 面で 80%程度、H 面で 70%程度に狭窄化されたことに相当します。

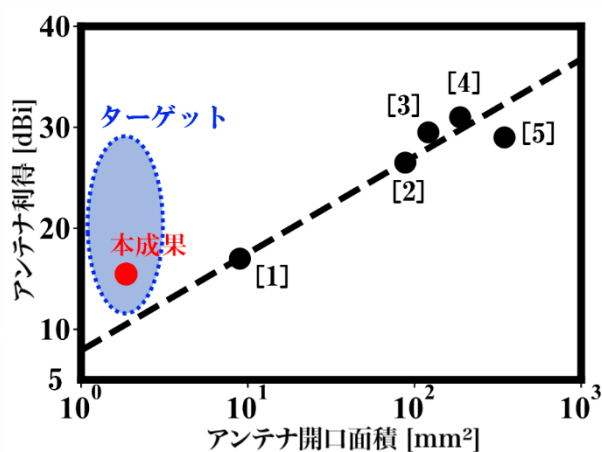


図 1. アンテナ開口面積とアンテナ利得との関係

※これまでの先行研究開発の成果と本成果との優位性。

このアンテナから放射された 300GHz テラヘルツ電磁波の、アンテナ開口面での電界分布の実測結果を図 2 に示します。放射された電磁波の位相分布はアンテナ開口面で一様となり、位相に敏感な無線通信にも実現可能であることを確認しました。

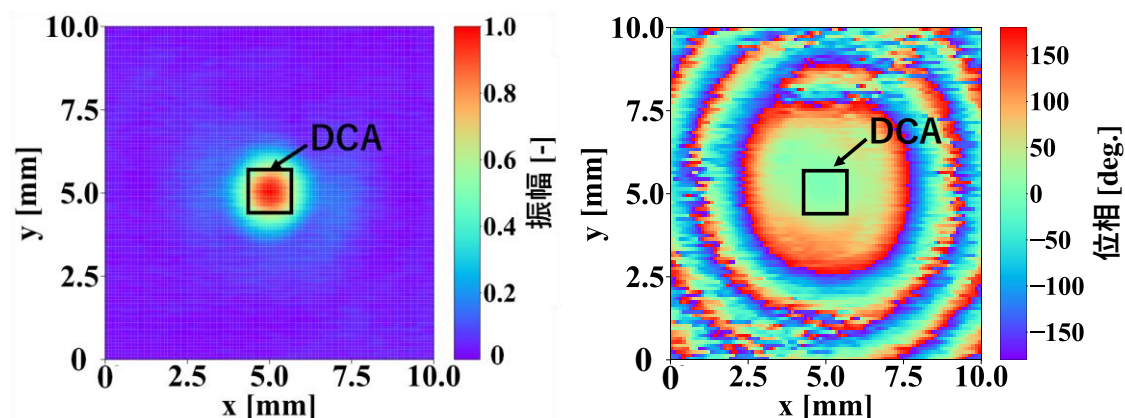


図 2. 開発したアンテナの近傍界（実測）

※振幅分布と位相分布を示している。開発したアンテナ（DCA）の開口を併せて示している。

DCA の放射パターン（E 面）の実測による推定結果と、シミュレーションによる数値計算結果を併せて図 3 に示します。実測した近傍界分布を遠方界に変換することで、推定放射パターンとして示しています。得られた放射パターンはシミュレーション結果と非常によく一致しており、3dB ビーム幅（FWHM）の実測値は E 面で 23 度でした。

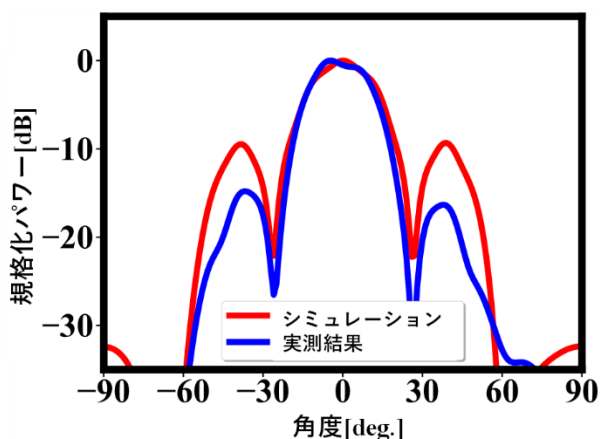


図 3. 開発したアンテナ（DCA）の遠方界（E 面）

※メインローブについてはシミュレーション結果と実測結果はよく一致している。

今回の研究開発で実現した小型 DCA をスマートフォンなどへ実装することにより、100Gbps を超える Beyond 5G/6G デバイスの実現が期待されます。

## 参考文献

- [1] Takuro Tajima, Ho-Jin Song, Katsuhiro 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.
- [2] Kuikui Fan, Zhang-Cheng Hao, Quan Yuan, and Wei Hong, “Development of a High Gain 325–500 GHz Antenna Using Quasi-Planar Reflectors”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume. 65, Issue. 7, pp.3384-3391, July 2017.
- [3] Karim Tekkouk, Jiro Hirokawa, Kazuki Oogimoto, Tadao Nagatsuma, Hiroyuki Seto, Yoshiyuki Inoue, and Mikiko Saito, “Corporate feed slotted waveguide array antenna in the 350 GHz band by silicon process”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume. 65, Issue. 1, pp.217 - 225, Jan. 2017 .
- [4] Karim Tekkouk, Jiro Hirokawa, Kazuki Oogimoto, Tadao Nagatsuma, Hiroyuki Seto, Yoshiyuki Inoue, and Mikiko Saito, “Corporate-Feed Slotted Waveguide Array Antenna at 350 GHz Band by Silicon Process”, Antennas and Propagation Society International Symposium, 26 June-1 July, 2016.
- [5] Huan Yi, Shi-Wei Qu, Kung Bo Ng, Chi Hou Chan, and Xue Bai, “3D printed millimeter-wave and terahertz lenses with fixed and frequency scanned beam”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume. 64, Issue. 2, Jan. 2015.