

6G 時代の大容量無線バックホールの構築に向けて前進 ～双方向無線通信装置を用いて 80 GHz 帯で 世界最速の毎秒 140 ギガビット伝送に成功～

発表のポイント:

2022 年から NTT、ドコモ、NEC は 6G 実現に必要となる技術や課題に向け取り組みを進めています。今回の発表は 6G 時代の無線需要に備え、テラビット級の大容量無線伝送の実現をめざした取り組み成果です。

- ◆ 実用化が進んでいる既存の無線システムの周波数帯である 71 GHz から 86 GHz のミリ波帯を用いて、世界最高速の双方向で合計毎秒 140 ギガビットのリアルタイム無線伝送(従来技術の 2 倍以上)に成功しました。
- ◆ OAM(Orbital Angular Momentum:軌道角運動量)モード多重伝送技術による無線伝送の大容量化と、OAM モード制御技術により本無線伝送の長距離化および反射経路の活用が可能であることを実証しました。
- ◆ 本成果により、光ファイバだけではなく無線通信を利用することで、柔軟なバックホールの構築が可能となり、高精細映像伝送、災害時の臨時回線としての適用などの将来の多様なサービスを提供する 6G やそれ以降の無線システムの実現へ貢献することが期待できます。

日本電信電話株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:島田 明、以下「NTT」)、株式会社 NTT ドコモ(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:前田 義晃、以下「ドコモ」)、日本電気株式会社(本社:東京都港区、取締役 代表執行役社長 兼 CEO:森田 隆之、以下「NEC」)は、2030 年代の無線需要を支える大容量無線伝送の実現をめざし、71 GHz から 86 GHz のミリ波帯において、OAM(Orbital Angular Momentum:軌道角運動量)モード(※1)多重伝送技術を用いて上り／下りの双方向でのリアルタイム無線伝送により、100 GHz 未満の周波数で世界最高となる毎秒 140 ギガビットの伝送容量の実証実験に成功しました(図 1)。

OAM モード多重伝送技術は、同じ周波数・同じ時間に複数の異なる OAM モードをもつ複数の電波にそれぞれ信号を多重して送信することで、固定局間の無線伝送を大容量化する技術です。100Gbps 超の大容量無線伝送技術は、固定局間の通信回線を光ファイバだけではなく無線接続とすることを可能にし、柔軟なバックホール(※2)の構築、イベント時の移動基地局との無線接続への適用、災害時の臨時回線などへの利用が期待できます。6G やそれ以降の無線システムにおける、VR/AR(仮想現実/拡張現実)や高精細映像伝送などの将来の多様なサービスを支える大容量の無線バックホールとして貢献することが期待されます。

今回の成果は 2025 年 3 月 24 日から開催される国際会議 WCNC(Wireless Communications and Networking Conference)(※3)にて発表を予定しています。

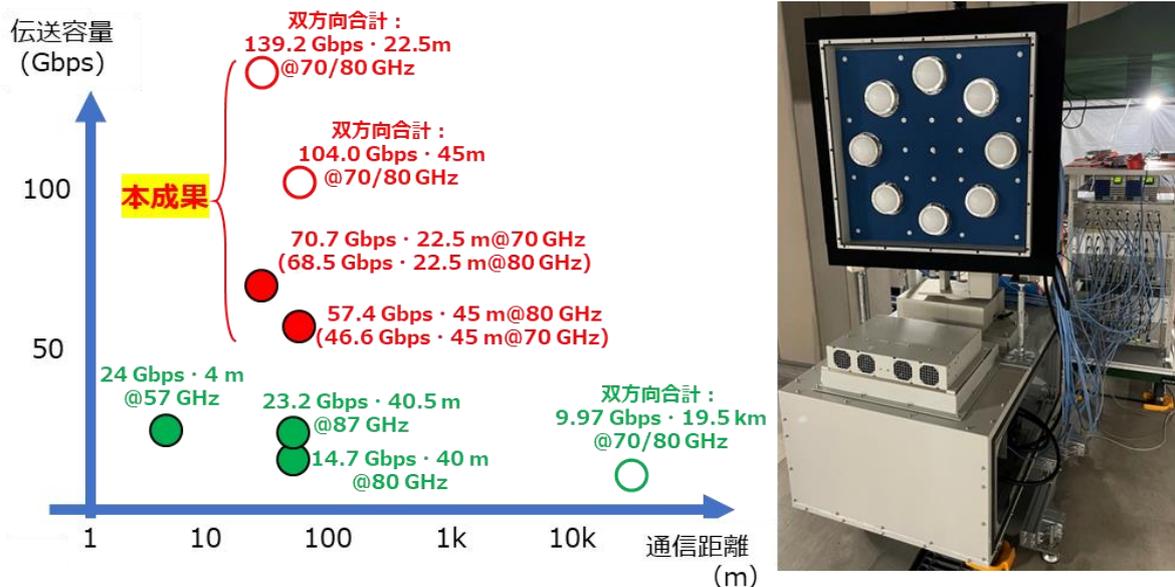


図 1: 実環境でのリアルタイム無線伝送技術(100 GHz 未満)に対する本成果の位置づけ、OAM モード多重伝送装置

1. 研究の背景

6G 時代には、自動運転や遠隔医療手術など高精細な映像伝送や仮想現実 (VR) や拡張現実 (AR) など高機能なアプリケーションの登場により無線通信需要が加速し、無線通信の大容量化の必要性が高まることが想定されます。NTT、ドコモ、NEC、は、電波の性質の一つである軌道角運動量 (OAM) を用いた新しい空間多重方式による無線伝送の大容量化に取り組んでいます (図 2)。

OAM とは、電波の性質を表す物理量の一つで、送信電波の同一位相の軌跡が進行方向に対して螺旋状を描くように、送信アンテナから送信される信号の位相差を設定することで生成されます。また、受信側では、受信アンテナで受信した信号の位相を、送信とは逆回転して合成することで受信でき、異なる螺旋構造を持つ複数の OAM モードに対応する無線信号を重ねても、互いに干渉することなく分離することができます。この特徴を利用して、複数の異なるデータを空間上に多重することで、限られた帯域で多くのデータを送ることができる技術が OAM モード多重伝送技術です。これにより、帯域が広く確保できない 100 GHz 未満のような周波数帯においても、大容量の無線伝送が可能となります。実用化が進んでいる既存の無線システムの周波数帯である 71 GHz から 86 GHz のミリ波帯 (以下、E 帯) を用い、デジタル信号処理回路を用いた OAM モード多重伝送技術により、40 m の距離において単方向で毎秒 14.7 ギガビットのリアルタイム伝送実験の成功が報告されていますが (※4)、6G やそれ以降の無線システムに向けては、リアルタイム伝送の更なる大容量化が求められます。

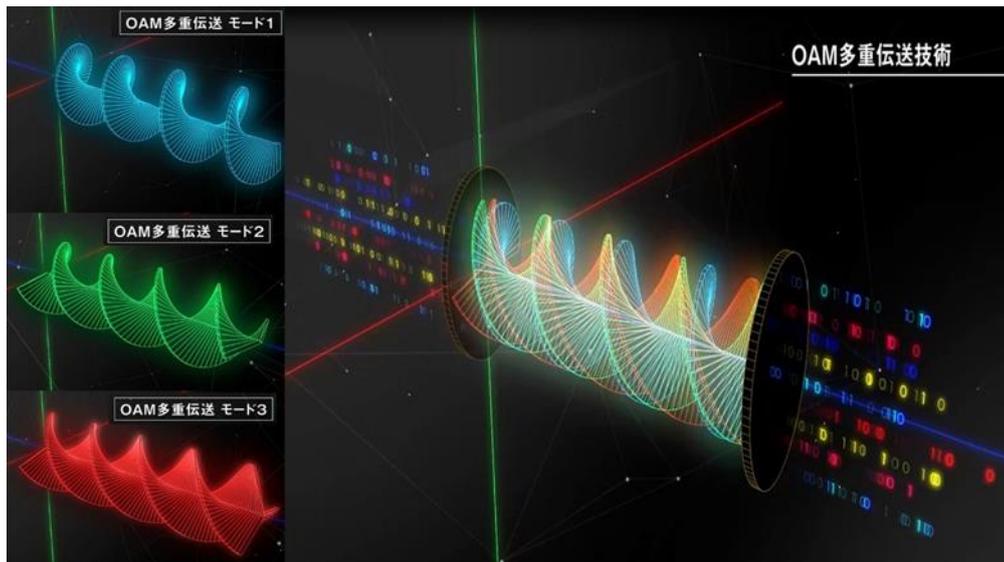


図 2: OAM モード多重伝送のイメージ

2. 研究の成果

今回、NTT、ドコモ、NEC、は高周波数帯 OAM モード多重伝送技術の実証実験協力に基づき、OAM モード多重伝送を用いたリアルタイム無線伝送技術を検討し、その実証実験を実施しました(図 3)。

NEC は、従来のデジタル信号処理回路(※4)を拡張することで変調速度を約 2.6 倍の 300 Mbaud (※5)とし、E 帯において双方向通信に対応するとともに、片方向当たり 1 GHz 幅の信号で最大で毎秒 70 ギガビットのリアルタイム伝送が可能な OAM モード多重伝送装置を開発しました。ドコモは、OAM モード多重伝送の利用シーン拡張を検討し、OAM モード反転受信技術を用いて、壁などによる反射を介して伝送する、反射シナリオなどで実証実験を実施しました。NTT は、伝送帯域を 2 倍とするための回線設計と、伝送距離の長距離化と反射シナリオに対応する OAM モード制御技術を考案しました。3 社が協力し、①22.5 m 距離における双方向伝送、②45 m 距離における双方向伝送、③反射板を介した 22.5m 距離における双方向伝送、の 3 つのシナリオで実証実験を実施し、それぞれ、毎秒 139.2 ギガビット、毎秒 104.0 ギガビット、毎秒 139.2 ギガビットの伝送容量を達成しました(図 4)。

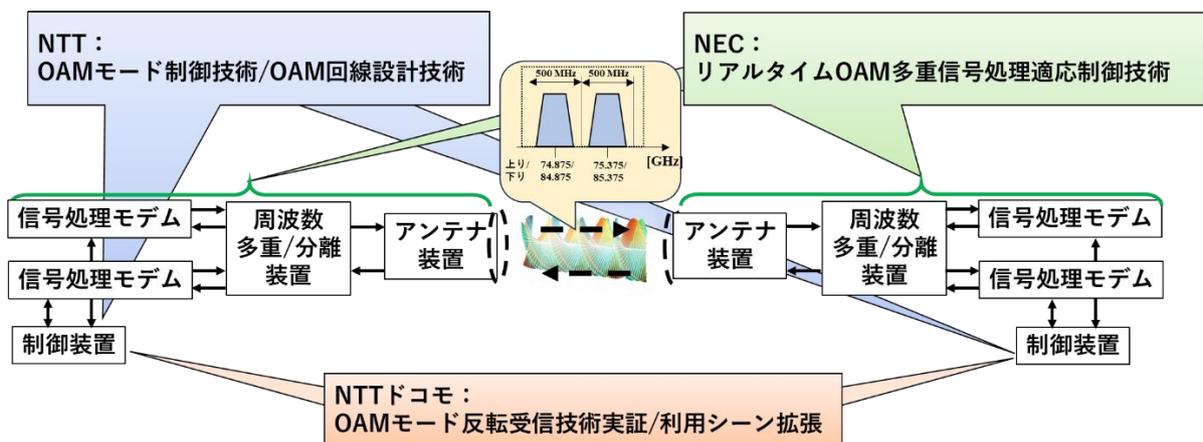


図 3: 各社の役割分担

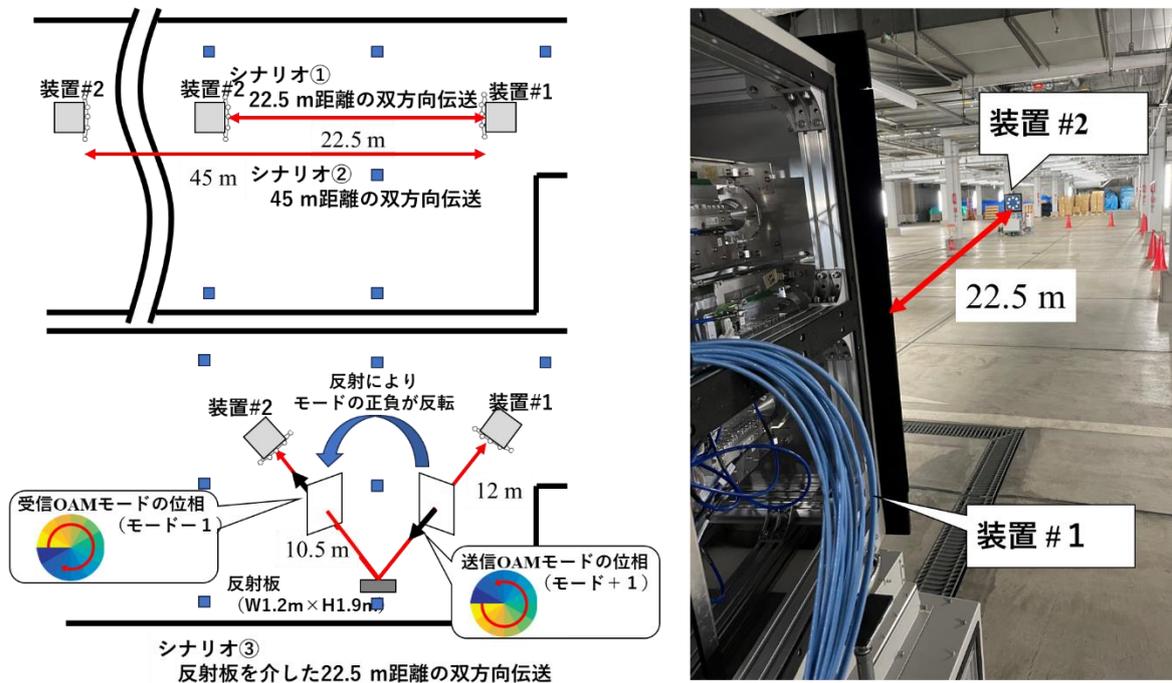


図 4: 左 伝送実験構成図と伝送シナリオ 右 伝送実験の様子(シナリオ①)

3. 研究成果のポイント

- ・広帯域リアルタイム OAM モード多重伝送技術: 8 の直交する OAM モードの多重伝送と 256QAM までの多値変調を用い、上りで 74.875 GHz, 75.375 GHz、下りで 84.875 GHz, 85.375 GHz の 4 つの周波数でそれぞれ 500 MHz の帯域幅で無線伝送を行い、100 GHz に満たない周波数帯で、22.5 m の距離で毎秒 139.2 ギガビットの双方向リアルタイム無線伝送に成功しました。

- ・OAM モード制御技術: OAM モード多重伝送では、伝送距離によってアンテナサイズを最適化することで伝送容量を最大化することができますが、設計した距離よりも長距離で利用する際は伝送容量が低下してしまいます。そこで、長距離運用時の伝送容量改善のため、送信電力、利用 OAM モード、変調方式などの伝送パラメータを自動で制御する OAM モード制御技術を開発し、設計距離の 2 倍である 45 m の距離においても、毎秒 104.0 ギガビットのリアルタイム無線伝送に成功しました。

- ・利用シーンの拡張: 従来、OAM モード多重伝送は見通し内で、送受の軸合わせをした条件での通信が主に考えられておりましたが、6G やそれ以降の無線システムにおける柔軟なバックホールへの利用のため、壁反射を利用した見通し外通信について検討し、伝送 OAM モードを反転させるモード反転受信技術を用いて、22.5 m の距離で、壁反射をした条件でも、毎秒 139.2 ギガビットの伝送が可能であることを実証しました。

4. 今後の展開

今回の成果により、OAMモード多重伝送を用いて双方向で合計毎秒100ギガビットを超える大容量のリアルタイム無線伝送を実証しました。このような大容量無線伝送技術は、バックホールの回線を光ファイバだけでなく無線接続とすることを可能にし、柔軟なバックホールの構築、イベント時の移動基地局との無線接続への適用や災害発生時の臨時のバックホール回線への適用など、6Gやそれ以降における無線通信需要を満たす無線通信システムに貢献できると期待できます。今後、リアルタイムの大容量無線通信を利用した中継伝送など、OAMモード多重伝送技術を用いた無線バックホール/フロントホールへの適用などのユースケースの検討を進め、6G時代のVR/AR(仮想現実/拡張現実)や高精細映像伝送、コネクティッドカー、遠隔医療など、将来の多様なサービスを支える基盤技術となるよう、ミリ波以上の周波数帯における無線伝送の大容量化、長距離化の検討により、無線需要を支える柔軟なネットワークの構築に取り組んでまいります(図5)。

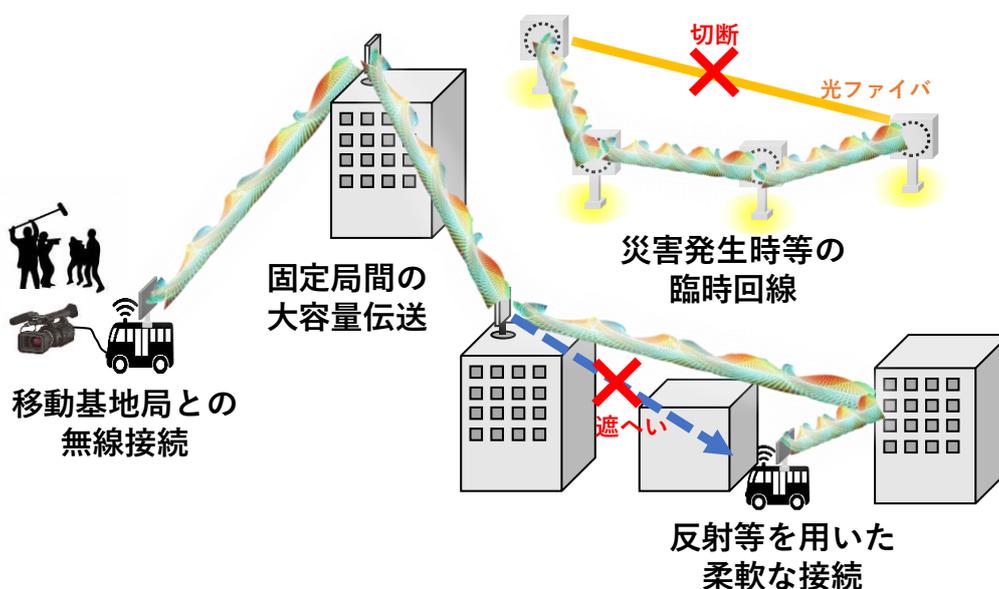


図 5. 無線バックホール/フロントホールへの適用例

【用語解説】

(※1) OAM (Orbital Angular Momentum): 軌道角運動量。電波が持つ角運動量の一つであり、異なる軌道角運動量を持つ電波が直交していることから、複数データの多重/分離ができます。

(※2) バックホールとは基地局と基幹通信網を繋ぐ中継回線です。

(※3) T. Kageyama, T. Yamada, R. Kudo, M. Kawai, S. Morimoto, E. Sasaki, A. Fukuda, F. Hada, Y. Suzuki, "Demonstration of real-time OAM multiplexing over 100 Gb/s in E-band," in Proc of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2025), Mar. 2025.

(※4) M. Hirabe, R. Zenkyu, H. Miyamoto, K. Ikuta, and E. Sasaki, "40 M Transmission of OAM Mode and Polarization Multiplexing in E-Band," in Proc. of 2019 IEEE Globecom Workshops, Dec. 2019.

(※5) 変調の速度を表す単位で、1秒あたりの変調回数を示すものです。

■本件に関する報道機関からのお問い合わせ先

日本電信電話株式会社

先端技術総合研究所

企画部 広報担当

[問い合わせフォームへ](#)

株式会社 NTTドコモ

広報担当

E-Mail: dcmpr@nttdocomo.com

日本電気株式会社

テレコムサービス企画統括部

E-Mail: contact@tsbu.jp.nec.com