

2018年6月11日

(報道発表資料)

日本電信電話株式会社  
国立大学法人 東京工業大学

## 300GHz 帯で毎秒 100 ギガビットの無線伝送が可能な超高速 IC を開発

～未踏のテラヘルツ波周波数の活用を拓く技術として期待～

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:鶴浦博夫、以下 NTT)と国立大学法人 東京工業大学(東京都目黒区、学長:益一哉、以下 東工大)は、共同で、テラヘルツ波の周波数帯で動作する無線フロントエンド向け超高速 IC を開発し、300 GHz 帯における世界最高データレートである毎秒 100 ギガビットの無線伝送に成功しました。

未利用のテラヘルツ波は、周波数帯域を広く確保できることから高速無線への適用が期待されています。今回、独自の高アイソレーション設計技術を適用したミキサ回路を、インジウム燐高電子移動度トランジスタ(InP-HEMT)で実現し、従来の 300GHz 帯無線フロントエンドで課題となっていた伝送帯域幅の拡大と信号対雑音比(SNR)の向上とを両立させる技術を創出しました。また、これを用いた 300GHz 帯無線フロントエンドモジュールを実現し、毎秒 100 ギガビットの無線伝送に成功しました。

今回、1波(1キャリア)で毎秒 100 ギガビットのメートル級無線伝送を実現しましたので、将来的に、300GHz 帯の広い周波数帯域を活かして複数キャリアに拡張したり、MIMO や OAM 等の空間多重技術を併用することにより、毎秒 400 ギガビットの大容量の無線伝送を可能とする超高速 IC 技術として期待されます。これは、現在の LTE や Wi-Fi のおよそ 400 倍、次世代の移動体通信技術である 5G の 40 倍に相当する伝送容量です。また、未利用のテラヘルツ波周波数帯の通信分野及び非通信分野への活用を切り拓く技術として期待されます。

本技術の詳細は、6 月 10 日からアメリカ、フィラデルフィアで開催される国際会議 IMS2018 (2018 IEEE MTT-S International Microwave Symposium)で発表予定です。

### 1. 研究の背景

ブロードバンドネットワークの普及拡大に伴い、毎秒 100 ギガビット級の大容量無線伝送技術が世界で注目を集めています(図1)。無線伝送のさらなる大容量化のためには、伝送帯域幅の拡大、変調多値数の増加、空間多重数の増加の3つの方向性があり、将来の毎秒 400 ギガビット級～毎秒1テラビット級の大容量無線伝送技術を実現するためには、1波(1キャリア)で伝送帯域幅と変調多値数を両立して拡大すること、およびこれらを複数重ねて伝送する空間多重数の増加が必要になります。

現在研究開発が進んでいるキャリア周波数 28GHz～110GHz では、伝送帯域幅に限界がありますので、より伝送帯域を拡大しやすい 300GHz 帯をはじめとするテラヘルツ波※2の周波数帯の利用が検討されています。300GHz 帯は、次世代の移動体通信技術である 5G で検討されている 28GHz 帯と比較して 10 倍以上の高い周波数であることから、広い伝送帯域幅を確保し易い特長を持ちます。一方で、高い周波数であることから、IC 内部や実装における各ポート間の不要信号の漏れなどが生じやすく、これまで十分に高い信号対雑音比 (SNR) 特性※3を得ることができませんでした。このため、300GHz 帯を利用したとしても、広い伝送帯域幅と高い変調多値数とを両立して得ることができず、これまで毎秒数 10 ギガビット級の無線伝送※4に留まっていました。

## 2. 研究の成果

今回、独自の高アイソレーション設計技術を考案し、この技術を 300GHz 帯無線フロントエンドにおいて周波数変換を担うキー部品であるミキサ回路(図2)に適用し、インジウム燐高電子移動度トランジスタ (InP-HEMT) ※5で IC を実現しました。高アイソレーション設計技術の適用により、IC 内部や実装における各ポート間の不要信号の漏れを抑圧することに成功し、従来の 300GHz 帯無線フロントエンドで課題となっていた伝送帯域幅の拡大と信号対雑音比 (SNR) の向上とを両立させることに成功しました。また、これを用いた 300GHz 帯無線フロントエンドモジュールを実現し(図3)、Back-to-back での良好な 16QAM 信号の受信を確認するとともに(図4)、300GHz 帯において毎秒 100 ギガビットの無線伝送に世界で初めて成功しました(図5)。

## 3. 今後の展開

今回、1波(1キャリア)で毎秒 100 ギガビットの無線伝送を実現しましたので、将来的に、300GHz 帯の広い周波数帯域を活かして複数キャリアに拡張したり、MIMO や OAM 等の空間多重技術※6を併用することにより、毎秒 400 ギガビット超の大容量無線伝送を可能とする超高速 IC 技術として期待されます。また、テラヘルツ波の活用が期待されているイメージングやセンシングなど、様々な分野への展開も期待されます。NTT は、パートナーとなる皆さまとのコラボレーションを通じて、超高速 IC を用いた新サービスや新産業の創出をめざすと共に、超高速 IC 技術のさらなる進化をめざします※7。

## 4. 技術のポイント

独自の高アイソレーション設計技術を考案し、これを適用したミキサ回路を実現しました。ミキサ回路は、局部発振周波数ポート(LO)、無線周波数ポート(RF)、中間周波数ポート(IF)の3つのポートを持ちますが、テラヘルツ波の非常に高い周波数の信号で動作させる場合には、ミキサ回路や外部の実装に寄生する僅かな静電容量を介して、いとも簡単にポート間を不要信号が漏れてしまいます。

本技術では、 $\lambda/4$  線路とシリーズ容量を付加する独自の高アイソレーション設計により、ポート間のアイソレーションを飛躍的に向上させることができます。こうして実現した高アイソレーション特

性は、不要信号を抑圧できるため SNR 向上に寄与するだけでなく、ミキサ IC をモジュールに実装する際の周波数特性劣化の防止にも寄与します。以上により、無線フロントエンドモジュールとしての広帯域特性及び高 SNR 特性の両立を実現しました。

なお本成果の一部は、平成 23～27 年度総務省の「電波資源拡大のための研究開発」による委託研究「超高周波搬送波による数十ギガビット無線伝送技術の研究開発」の成果が使われています。

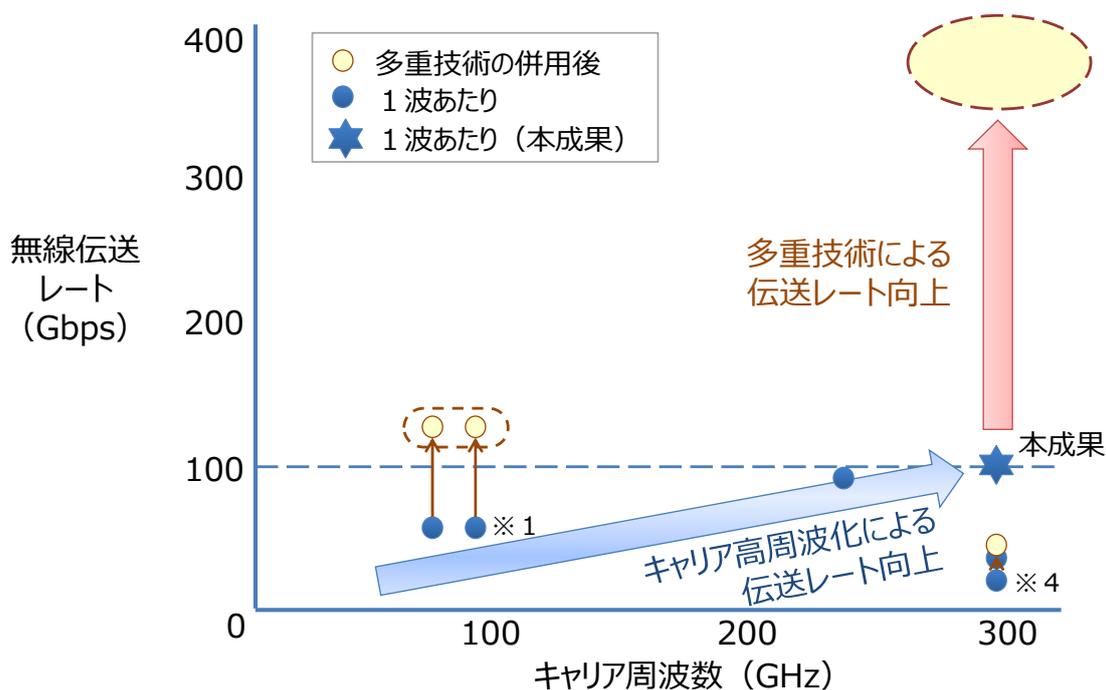


図1: 大容量無線伝送技術の研究開発状況

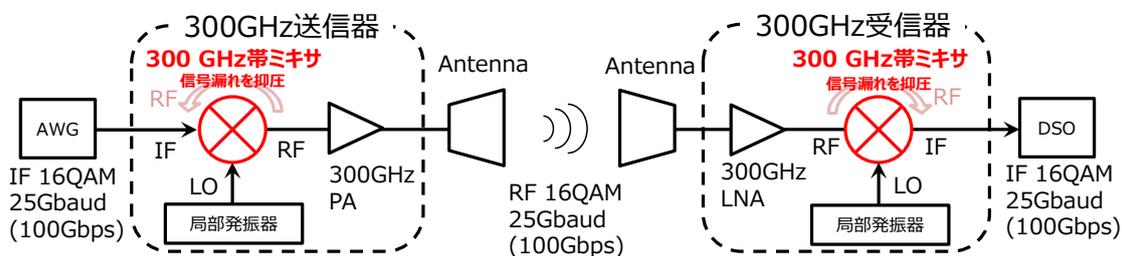


図2: 300GHz 帯無線フロントエンドの構成

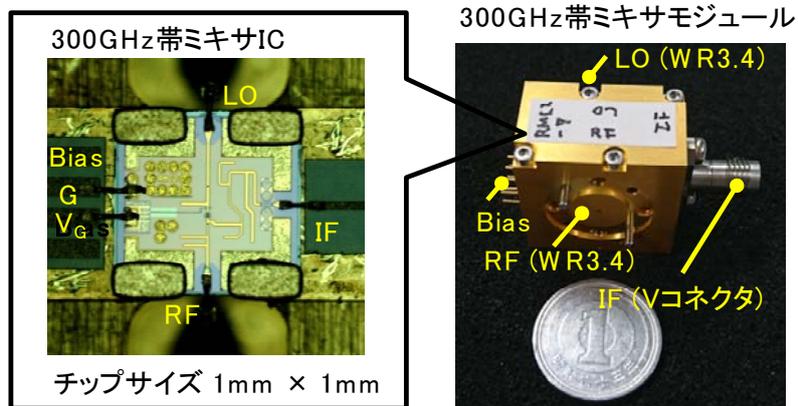


図3:ミキサ IC とモジュール

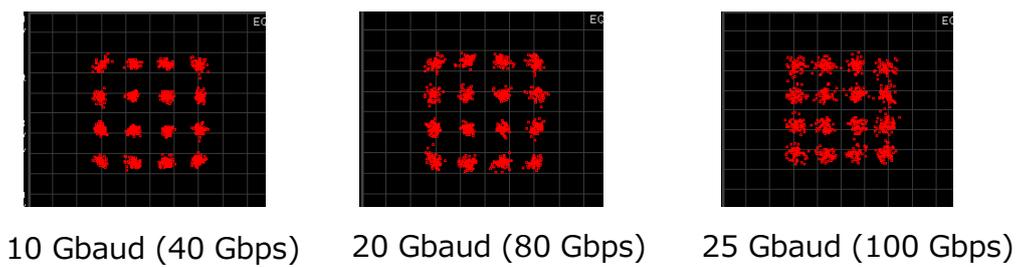


図4:Back-to-back 伝送による受信コンスタレーション

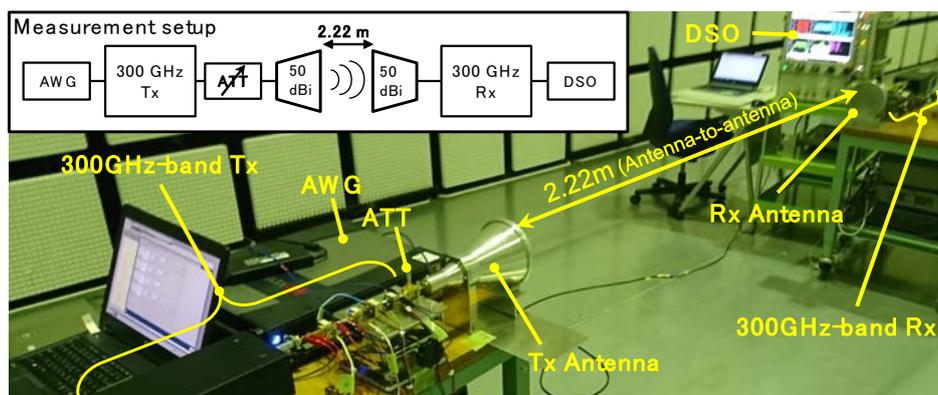


図5:伝送実験の様子

## 【用語解説】

- ※1 「世界最高速！毎秒 120 ギガビットの無線伝送に成功」2018 年 2 月 13 日東工大ニュース(<https://www.titech.ac.jp/news/2018/040480.html>)
- ※2 テラヘルツ波：  $10^3$  を「キロ(k)」と呼ぶのと同様に、 $10^9$  を「ギガ(G)」、 $10^{12}$  を「テラ(T)」と呼ぶ。「ヘルツ(Hz)」は交流電気信号や電磁波が、1 秒間に何回極性(プラスとマイナス)を変えるかを示す、周波数と呼ばれる物理量の単位。つまり、1 テラヘルツ(1THz=1,000GHz)は、1 秒間に  $1 \times 10^{12}$  回極性を変える電磁波の周波数である。一般に、テラヘルツ波は、0.3THz から 3THz の電磁波を指し示すことが多い。
- ※3 信号対雑音比(SNR)特性： 信号と雑音との電力の比を表す。
- ※4 「毎秒数十ギガビットの伝送速度を有する 300GHz 帯を用いたテラヘルツ無線用小型送受信機を世界で初めて開発し、高速データ伝送実験に成功」2016 年 5 月 26 日プレスリリース(<http://www.ntt.co.jp/news2016/1605/160526a.html>)
- ※5 インジウム燐高電子移動度トランジスタ(InP-HEMT)： 化合物半導体インジウム燐(InP)を用いた高電子移動度トランジスタ(HEMT: High Electron Mobility Transistor)。
- ※6 「毎秒 100 ギガビット無線伝送を、世界で初めて新原理(OAM 多重)を用いて成功」2018 年 5 月 15 日プレスリリース(<http://www.ntt.co.jp/news2018/1805/180515a.html>)
- ※7 「先端化合物半導体プロセスを用いた超高速 IC 技術のオープン化」2017 年 2 月 7 日プレスリリース(<http://www.ntt.co.jp/news2017/1702/170207b.html>)

<本件に関する問い合わせ先>

○報道関係者お問い合わせ先

□日本電信電話株式会社

先端技術総合研究所 広報担当

science\_coretech-pr-ml@hco.ntt.co.jp

TEL046-240-5157

□東京工業大学

広報・社会連携本部 広報・地域連携部門

media@jim.titech.ac.jp

TEL03-5734-2975

○研究内容に関するお問い合わせ先

□日本電信電話株式会社

先端技術総合研究所 広報担当

science\_coretech-pr-ml@hco.ntt.co.jp

TEL046-240-5157

□東京工業大学  
工学院 電気電子系 准教授  
岡田健一  
okada@ee.e.titech.ac.jp  
TEL03-5734-2258