

平成25年2月27日

東京工業大学 広報センター長
大 谷 清

超高速移動通信の実現に向けた屋外伝送実験で 世界初の 10 Gbps 信号伝送に成功

【概要】

東京工業大学とエヌ・ティ・ティ・ドコモは共同で、11 GHz 帯における屋外移動通信環境下での伝送実験を 2012 年 12 月 11 日に行い、上り（移動局→基地局）最大毎秒約 10 ギガビット（Gbps）の packets 信号伝送に世界で初めて成功しました。

実験は、平均時速 9 km で移動している移動局装置から 400 MHz の帯域幅で複数のアンテナから異なる信号を同時に送る MIMO 空間多重^{*1} 技術を使って送信し、基地局装置で受信しました。64QAM^{*2}（直交振幅変調）に変調された異なる OFDM^{*3}（直交周波数分割多重）信号を 8 本のアンテナで送信しました。また、電波の直進性が強い 11 GHz 帯において MIMO 空間多重を安定的に動作させるため、基地局装置では 16 本の受信アンテナを用いました。これらの技術により、最大約 10 Gbps の packets 信号伝送を実現し、MIMO 空間多重における信号検出法としてターボ検出^{*4} を適用することにより、10 Gbps 信号伝送が実現可能な範囲を広げられることを実証しました。

今回の実験は、逼迫する周波数の状況と急増するトラフィックに対応するために、これまで移動通信システムでは電波の直進性が強いと利用が難しいとされていた 5 GHz 帯以上の高い周波数帯を用いて 10 Gbps を超える伝送速度を達成しており、移動通信システムのさらなる発展が期待されます。

この成果は 27 日から早稲田大学で開かれる電子情報通信学会無線通信システム研究会で発表いたします。



図 1 移動局装置（左）とその内部（右）

●研究成果

近年、移動通信では逼迫する周波数の状況と急増するトラフィックに対応するために、伝送速度の向上に対する要求は高まる一方です。このため、これまで移動通信では電波の直進性が強いと利用が難しいとされていた 5 GHz 帯以上の高い周波数帯における超高速伝送が期待されています。

東工大大学院理工学研究科の鈴木博教授、府川和彦准教授、須山聡助教らの研究グループとドコモは、11 GHz 帯における屋外移動通信環境下での伝送実験を 2012 年 12 月 11 日に沖縄県石垣市浜崎町地区で実施し、上り最大約 10 Gbps のパケット信号伝送に成功しました。

実験は、図 1 の移動局 (MS) 装置から、11 GHz 帯における 400 MHz の帯域幅で、8 本の送信アンテナを用いて MIMO 空間多重により信号を送信しました。1 本アンテナ当たりの送信電力は 25 dBm (デシベルミリ)。図 2 に示す測定コースを平均時速 9 km で走行しながら、符号化率 3/4 のターボ符号で符号化され、64QAM 変調された異なる OFDM 信号を 8 本の送信アンテナから送信しました。

基地局 (BS) 装置は、マンションのベランダに設置した 16 本の 60 度ビーム受信アンテナを用い、移動局装置から送信された OFDM 信号を受信し、保存しました。電波の直進性が強い 11 GHz 帯において MIMO 空間多重を安定的に動作させるため、16 本の受信アンテナを用いる 8×16 MIMO 伝送を行いました。

基地局装置で受信した信号をオフラインで復号処理した結果、図 3 のように上り最大 11.8 Gbps のパケット信号伝送に成功したことが確認できました。その際、MIMO 空間多重における信号検出法としてターボ検出を適用することで、従来の線形検出(図 3 の Init.) に比較して、2 回の繰り返し処理を行ったターボ検出 (図 3 の Iter. = 2) は、10 Gbps 信号伝送を実現可能な範囲を広げられることを確認しました。

なお、実験の一部は、総務省委託研究「電波資源拡大のための研究開発」の一環として実施されました。

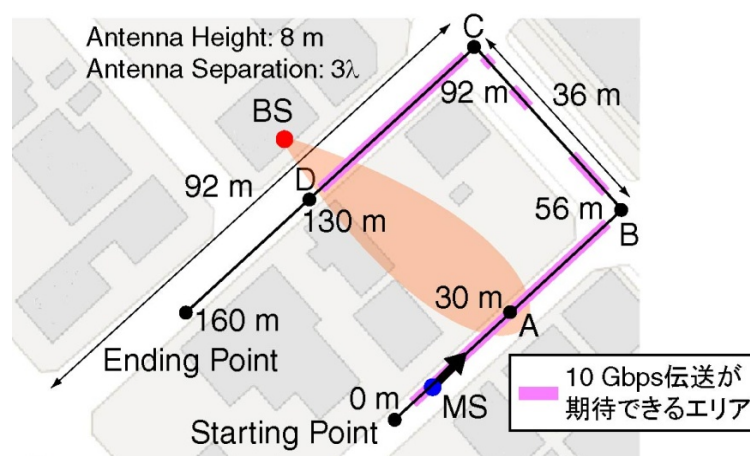


図 2 屋外伝送実験における測定コース

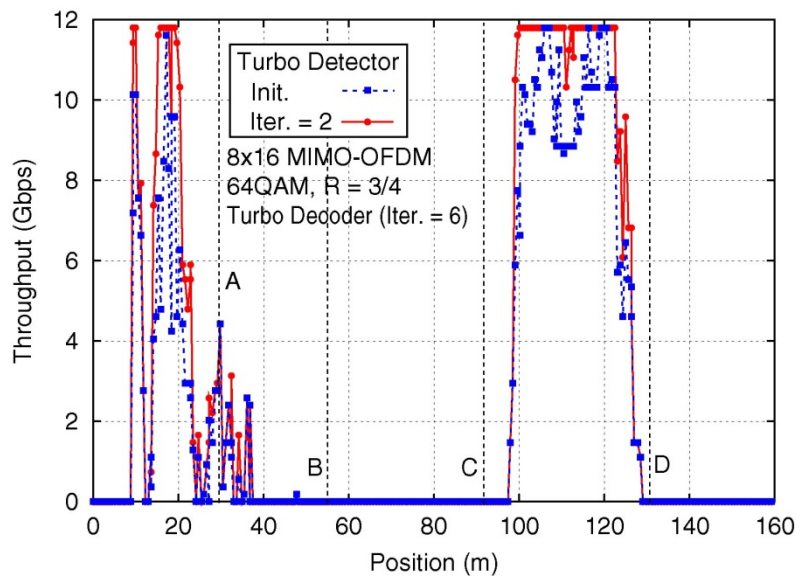


図3 上り最大 11.8 Gbps パケット信号伝送におけるスループット特性

●背景

近年、移動通信では逼迫する周波数の状況と急増するトラフィックに対応するために、伝送速度の向上に対する要求は高まる一方であり、現在サービスが行われている第 3.9 世代移動通信システムである LTE では、2 GHz 帯の周波数を用いて 100 Mbps を達成しています。さらに、第 4 世代移動通信システムとして標準化が行われている LTE-Advanced では、最大 1 Gbps の伝送速度が目標とされている。また、ドコモは 2006 年 12 月 14 日の屋外実験で、100 MHz の帯域幅で送受信アンテナ数 12 本による MIMO 空間多重により下り最大約 5 Gbps のパケット信号伝送に成功しています。

加えて、2012 年 6 月に開催された第 3 世代移動体通信システム標準化プロジェクト (3GPP) のワークショップでは、ポスト LTE-Advanced に向けて、これまで移動通信では電波の直進性が強いと利用が難しいとされていた 5 GHz 帯以上の高い周波数帯における超高速移動通信に関する議論が行われており、10 Gbps をターゲットにした研究開発が世界的に進められている。

●研究の経緯

東工大とドコモは、2009 年より総務省委託研究により 10 Gbps を超える超高速移動通信に関する研究開発を実施してきました。5 GHz 以上の高い周波数帯の利用を推進するための技術開発を目的に、東工大は超高速移動通信用の無線伝送技術の確立とその装置化を中心に研究を行っており、超高速無線伝送装置を製作しました。超高速無線伝送装置は、11 GHz 帯における 400 MHz の帯域幅に対応でき、MIMO 空間多重を実現できる高精度な無線機を実現するため、ソフトウェア無線機構成を採用し、高精度キャリブレーション技術を導入しています。

また、ドコモは、石垣市において 11 GHz 帯における屋外伝搬実験を通して、超高速移動通信を実現するための電波環境について測定を行ってきました。これらの研究成果を踏まえて、2012 年 12 月 11 日に屋外移動通信環境下での上り最大約 10 Gbps のパケット信号伝送における伝送実験を実施しました。

●今後の展開

10 Gbps 屋外伝送実験の成功により、急増するトラフィックに対応できる超高速移動通信システムの研究開発がより一層進むと期待できます。測定したデータの解析をより進めることで高い周波数帯における MIMO 伝送技術に関して新たな知見が得られると考えられます。また、実験結果を踏まえて新たなシステム設計法を確立することで、今後も移動通信におけるさらなる発展が期待される。

【用語説明】

※1 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 空間多重

複数のアンテナから、異なる信号を、同時に同じ周波数を用いて送信する技術。送信アンテナ数に合わせて空間多重数を増やすことで伝送速度を向上できるが、受信機において高度な信号検出技術が必要となる。

※2 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

変調方式の種類。64QAM は振幅と位相が異なる 64 通りの信号点に情報ビットを変調する。1 回の変調で 6 ビットの情報を伝送することができる。

※3 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

狭帯域の直交サブキャリアを用いて伝送を行う高能率なマルチキャリア伝送方式。マルチパスに対する耐性が高いため、LTE に採用されている。

※4 ターボ検出

符号化された MIMO 空間多重伝送において、復号器から得られるビットの信頼度情報（ビットが 0 または 1 である確率情報）を信号検出にフィードバックし、繰り返し処理を行うことで受信性能を向上する信号検出法。初回処理では従来の線形検出として動作するが、繰り返し処理では信頼度情報を用いて空間多重された信号間の干渉を取り除く非線形検出として動作する。

【問い合わせ先】

○東京工業大学広報センター 電話：03-5734-2975

○大学院理工学研究科集積システム専攻

鈴木 博 suzuki@radio.ss.titech.ac.jp

須山 聡 ssuyama@radio.ss.titech.ac.jp