

# 5Gを実現する3大技術

岡本 英二

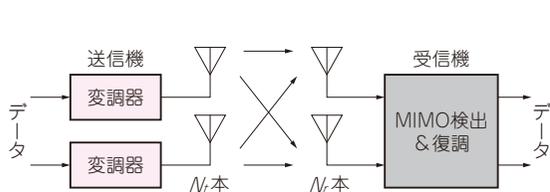


図1 送受信機で複数のアンテナを使ってデータを多重伝送するMIMO (Multiple Input Multiple Output) の構成  
信号の帯域幅を広げることなく通信容量を増やせるメリットがある

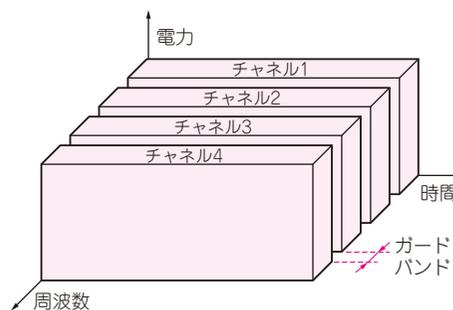


図2 1Gで使われた周波数分割多元接続 (FDMA) の原理  
各ユーザが時間同期を取る必要がなく、比較的容易にシステムを構築できるメリットがある

無線通信の伝送速度は、第1章コラムの式 (A) のように伝送信号の帯域幅  $B$ 、または受信側の  $SNR$  を拡大させると高速化できます。5Gでは、より高速で低遅延かつ多数接続を実現するために、4Gまでの無線通信技術を基盤にして、さらなる技術の高度化が図られています。

ここでは、その主な技術の一部を紹介します。

## その1：複数アンテナによる多重伝送 (MIMO)

図1に示すのは、送受信機で複数のアンテナを使うことでデータを多重させて送る伝送方式 Multiple Input Multiple Output (MIMO) の構成です<sup>(1)</sup>。

このとき送受信のアンテナ数をそれぞれ  $N_t$ 、 $N_r$  とすると、信号の帯域幅を広げることなく、原理的に通信路容量  $C$  を  $\min(N_t, N_r)$  倍に増加できます。

無線がさまざまな用途に使われていて周波数が枯渇している現状では大きな利点で、4G以降では必須技術として使われています。

受信側は、アンテナ数1の端末が  $N_r$  個存在していても、システムとして同じ効果が得られます。5Gではこの原理を拡張して、送信側基地局のアンテナ数を数十～数百に増やし、多数の端末との同時接続や、多数アンテナを有する受信機との高速通信を行う massive MIMO 伝送に使っています。

## その2：多数接続への対応

移動通信システムは、前述のように1～5Gまで世代を進化させるごとに、周波数利用効率を上げて限られた帯域の中で収容できるユーザ数を増やしてきました。

これは、複数ユーザとの同時接続を行う多元接続手法の進化によって実現されました。混信を避けるには、各ユーザが使う無線資源を異なるものにする必要があります。この資源配置を密集させることで、システム全体の周波数利用効率を向上させられます。

### ● 1G：周波数分割多元接続 (FDMA)

図2に示すのは、1980年代の1Gで用いられた周波数分割多元接続 (Frequency Division Multiple Access : FDMA) の原理です。時間、周波数、電力の3軸があり、各ユーザは1つのチャンネルを占領して基地局と通信します。このとき各チャンネルで周波数を細かい幅に分割して、互いに干渉しないようにする手法がFDMAです。

これは、直交分割多元接続の1つで、各チャンネル間は時間同期を取る必要がありません。このため、アナ