

feature article

# 社会の変革を促す次世代ワイヤレスブロードバンドシステム

Next Generation Wireless Broadband Systems

桑原 幹夫 Mikio Kuwahara

中原 成人 Naruhito Nakahara

渡辺 晃司 Koji Watanabe

藤嶋 堅三郎 Kenzaburo Fujishima

モバイル通信サービスの浸透とニーズの拡大に伴い、音声通話から、データ通信に主役が変わりつつあり、システム帯域が10 MHz以上の次世代ワイヤレスブロードバンドシステムの商用化が始まっている。このような変革の中で注目されているのがモバイルWiMAXとLTEである。日立は、当初からモバイルWiMAXの各標準化団体に参加し、基地局・ゲートウェイなどの開発を手がけてきており、LTEのベンダーとして主要製品を開発している。また次々世代ワイヤレスブロードバンドシステム「IMT-Advanced」の早期実現に向けた取り組みも推進中である。

## 1. はじめに

モバイル通信の分野では、次世代ワイヤレスブロードバンドシステムへの変革が始まっている。

モバイル通信サービスの浸透とニーズ拡大に伴い、音声通話から、データ通信に主役が変わりつつある。メール、音楽、ゲーム、待ち受けアプリケーション、ナビゲーションなど多彩なモバイルコンテンツの配信は生活に密着し、通販、チケット、オークションなどのモバイルコマースも年々需要が伸びている。ファイル転送、ビデオストリーム、ゲームなどのニーズの高まりから、広帯域通信への需要はとどまるところを知らない。また多彩なアプリケーションへの対応からQoS (Quality of Service) への対応も重要な技術課題になってきている。こうした中、システム帯域が10 MHz以上の次世代ワイヤレスブロードバンドシステムの商用化が始まっている。

ここでは、新しい無線方式であるモバイルWiMAX<sup>※1)</sup> (World Interoperability for Microwave Access) とLTE (Long Term Evolution) の特徴、日立の取り組み、およびIMT-Advanced (International Mobile Telecommunication-Advanced) に向けた動向について述べる。

## 2. モバイルWiMAX

次世代モバイルブロードバンドシステムとして国内外でモバイルWiMAXが注目されている。モバイルWiMAXは、標準化団体であるIEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)、およびWiMAXフォーラム<sup>※1)</sup>によって規定された技術であり、帯域幅10 MHzにおい

て、上り最大10 Mビット/s、下り最大40 Mビット/sの高速データ通信が可能である<sup>※2)</sup>。

日立グループは、当初から各標準化団体に参加し、基地局・ゲートウェイなどの主要製品の開発を手がけてきた(図1参照)。

モバイルWiMAXシステムの概要を図2に示す。

モバイルWiMAXは、基地局とASN-GW (Access Service Network Gateway) 装置によって、WiMAX端末の無線管理、位置管理、移動管理を行うシステムである。高速通信を可能とする仕組みとして、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access: 直交周波数分割接続方式) とMIMO (Multiple Input Multiple Output) を採用した。

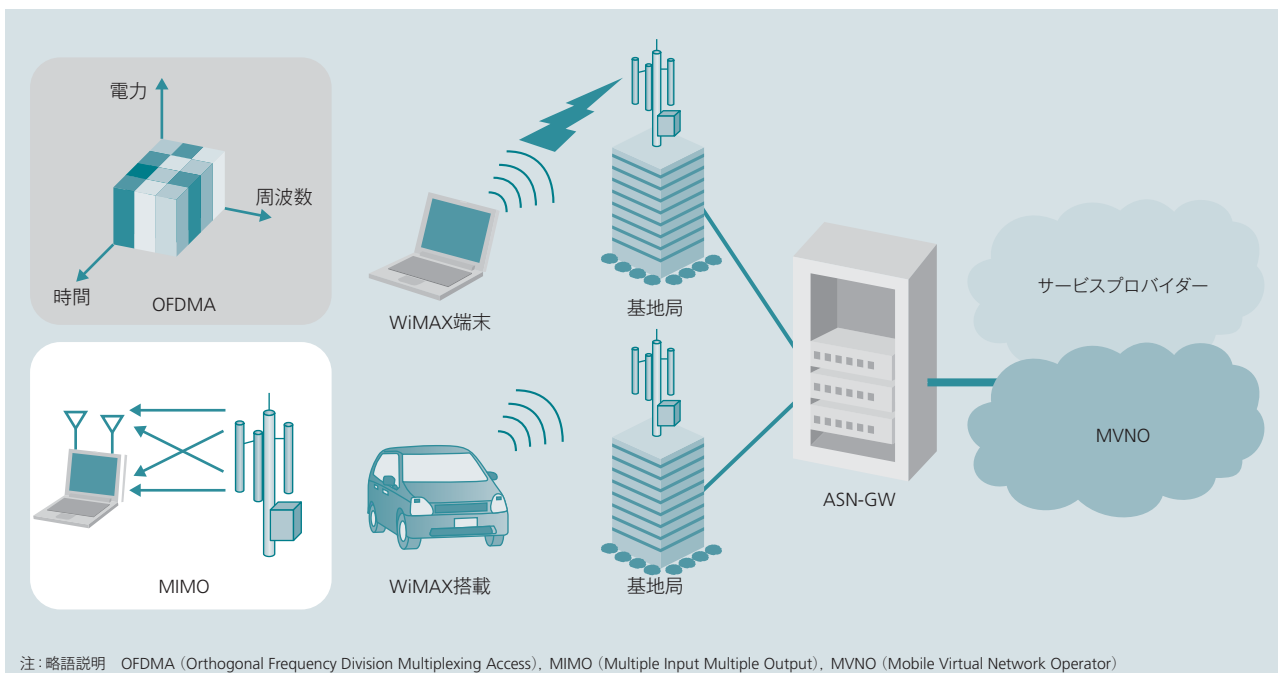
OFDMAは、高速なデータストリーム伝送を、伝搬遅

※1) WiMAX, WiMAXフォーラムは、WiMAXフォーラムの登録商標である。

※2) 理論値。システムプロファイル、電波状況などにより変化する。



図1 WiMAX製品「ER3000シリーズ」  
WiMAX製品のWiMAX基地局とASN-GWの外観を示す。



注：略語説明 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access), MIMO (Multiple Input Multiple Output), MVNO (Mobile Virtual Network Operator)

図2 モバイルWiMAXシステムの概要

モバイルWiMAXシステムは、次世代高速技術 (OFDMA, MIMO) の採用により、高速データ通信が可能なモバイルインターネットである。

延に対する耐性が高い低速なデータストリーム伝送に分割し、複数の周波数を用いて並列伝送を行うことで、劣悪な無線環境においても高速な通信を可能とするデータ伝送方式である。

MIMOは、複数のアンテナを用いて、複数のデータを同時多重送信し、受信側では連立方程式を解く要領で送信された複数のデータを取り出して、伝送効率を大幅に向上させる信号処理技術である。屋内など静的な環境では無線LAN (Local Area Network) においてすでに実用化されていた技術であるが、屋外の動的な環境ではモバイルWiMAXにおいて初めて実用化にこぎ着けた。

近年、各家庭やオフィスでは、ブロードバンド環境が整備され、多くの人がインターネットの情報やリッチコンテンツを手軽に閲覧できるようになった。モバイルWiMAXの登場により、室内外で場所を選ばずに同様のブロードバンド環境を提供することが可能となる。WiMAX通信モジュールが標準搭載されたノートPCも発売され、専用の通信カードを取り付けることなく、どこにいてもブロードバンド環境でのインターネットアクセスが可能となる。WiMAX通信モジュールは、今後、さまざまな分野に組み込まれることが予想され、情報家電の普及やインフラ新サービスの登場などが期待されている。

モバイルWiMAXでは、MVNO (Mobile Virtual Network Operator) と呼ばれる仮想移動体サービス事業者も注目されている。これは無線通信サービスの免許を持たない事業者が、モバイルWiMAXのインフラを借りて、独自のモバイルブロードバンドサービス事業を行う仕組みであ

る。今後はサービスの多様化が進み、また、国際ローミング技術により、海外においても、国内と同じブロードバンド環境が使えるようになると考えられる。

### 3. LTE

W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) やEV-DO [Evolution Data Only, 標準ではHRPD (High Rate Packet Data) と呼ばれる。] などの携帯電話を進化させた3.9世代移動体通信システムとして、標準化団体である3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) においてLTE<sup>1), 2)</sup>が開発されており、多くのオペレータが採用を表明している。

LTEは、モバイルWiMAXと同様にOFDMAやMIMOの技術を駆使し、10 MHz帯域2×2 MIMOで、上り37 Mビット/s、下り73 Mビット/sの高速データ通信が可能である<sup>※3)</sup>。EV-DO (帯域1.25 MHzで上り1.8 Mビット/s、下り3.1 Mビット/s) と比較しても、大幅な高速化が実現する。これによって、従来では難しかった大容量ファイルの転送や、高解像度動画ストリーミングといったサービスが可能となる。

LTEのネットワークを図3に示す。

LTEのゲートウェイはS-GW (Serving Gateway) とP-GW (PDN Gateway) の二つに分離されている。P-GWは、サービスを提供するPDN (Packet Data Network) とアクセスネットワークをつなぐモバイルIP (Internet Pro-

※3) 理論値。電波状況などにより変化する。

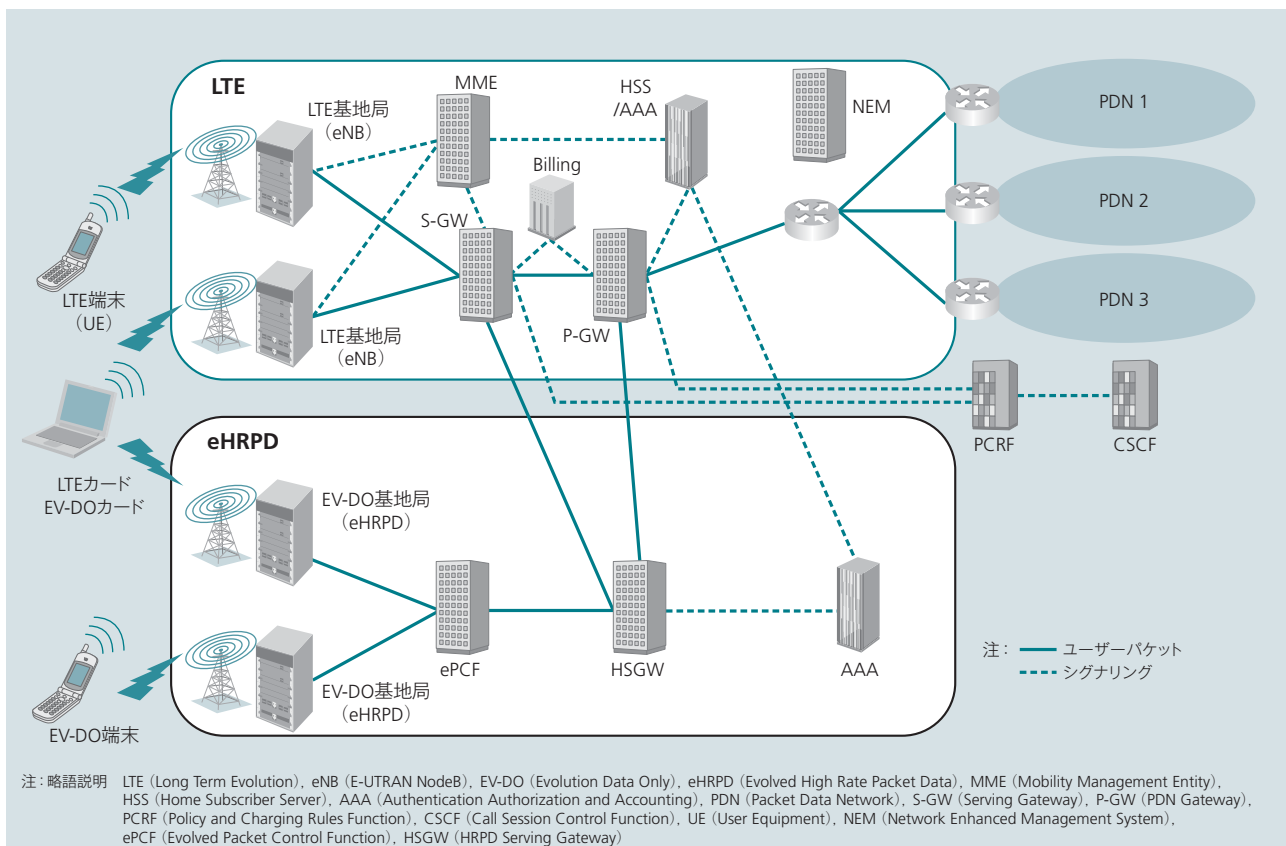


図3 LTEシステムの概略

LTEシステムは、低階層な構成によって低遅延を実現でき、オープンインタフェースにより、さまざまな他ネットワークと接続可能である。

ocol)のHA (Home Agent)に相当する標準的な機能を備えている。そのため、P-GWは、例えばEV-DOのHSGW (HRPD Serving Gateway)や無線LANのPDIF (Packet Data Interworking Function)といったさまざまな無線アクセスのゲートウェイと接続することが可能である。異種の無線アクセスの利用により、複数の無線アクセスが互いのカバレッジを補完することもできる。

LTEでは、ユーザーデータは直接S-GWと基地局(eNB: E-UTRAN NodeB)間で交換され、EV-DOのPCF (Packet Control Function)のように間に入るノードがなく階層数が少ない。他の工夫も含めて5ミリ秒以下の低遅延が実現される。これにより、対戦型ゲームやインタラクティブなサービス実施が可能となる。また、LTEでは、端末(UE: User Equipment)が、異なるサービスを提供する複数のPDNに同時接続することもできる。例えば、PDN1にVoIP (Voice over Internet Protocol)で接続しながら、PDN2にFTP (File Transfer Protocol)、PDN3にインターネット接続といったサービスも可能である。MME (Mobility Measurement Entity)は、端末に着信を知らせるページングや、端末の移動に伴う基地局間のハンドオーバーなどの移動管理を行う。PCRF (Policy and Charging Rules Function)はポリシーと課金ルールをゲートウェイに送り、ゲートウェイがQoSなどのポリシー制御と課金処理を行

う。NEM (Network Enhanced Management System)はLTEシステムを構成する各装置の監視および制御を行う。

LTEの導入にあたっては、既存の無線アクセスやサービスを継承しつつ、LTEシステムへの移行が必須となる。標準化団体である3GPPや3GPP2ではEV-DOの無線仕様はそのままに、LTEとのインターワークを実現する新たな機能を追加したeHRPD (Evolved HRPD)が規格化されている。

日立は、LTEのベンダーとして、主要製品を開発した(図4参照)。

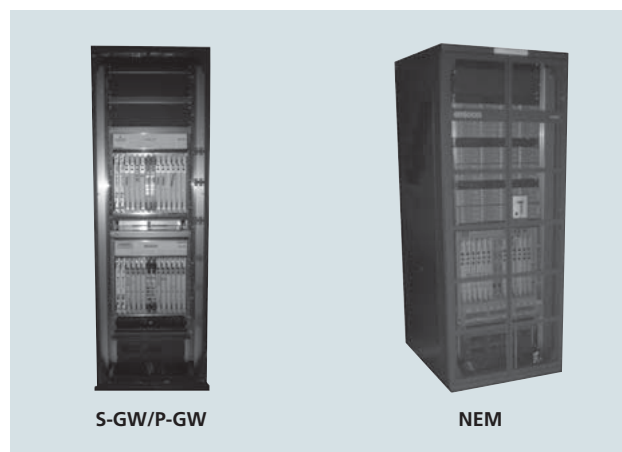


図4 LTE製品「ER5000シリーズ」コアネットワーク装置の外観を示す。

さらにはLTEとeHRPDシステム間的高速ハンドオーバーや課金認証方式の継続性などを実現するための取り組みを行っている。

#### 4. さらなる進化へ

2008年2月に、ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector) から各標準化団体に対し、次々世代ワイヤレスブロードバンドシステム「IMT-Advanced」の候補規格の募集が発行された。これを受け、2011年2月のITU-R無線インタフェース規格勧告完成を目標に、IEEEではモバイルWiMAXの後継となるIEEE802.16m、3GPPではLTEの後継となるLTE-Advancedそれぞれの規格化を進めている。

IMT-Advancedは、導入時に展開済みとなるモバイルWiMAXやLTEシステムとの後方互換性を考慮しながら以下の機能拡張をめざしている。

- (1) MIMOのアンテナ数拡張による周波数利用効率〔1 Hz当たりのビットレート (bit/s/Hz)〕の向上
- (2) システム帯域幅を最大100 MHz (対LTE比5倍) に拡張し、下り最大1Gビット/sの達成 (上りは500Mビット/s)
- (3) 中継局や基地局間連携を行う無線インタフェースによる周波数利用効率改善 (対LTE比約1.5~2倍)

以上、(1)~(3)の機能拡張を総合した結果、ユーザーが体感するスループットは、LTEに対して10倍近くに達するものと見込まれる。

IMT-Advancedでは、従来から提供されているストリーミングサービスなどのコンテンツの品質向上に加え、例えばMビット/sオーダーでの帯域保証が必要なシンククライアントやクラウドコンピューティングなどのサービスも十分に収容することが可能である。音声、映像だけでなく、触感などの五感を伝送するバーチャルリアリティなどへの応用も期待される。

また、あらゆる電気機器が通信を行うMachine to Machine通信が普及すると、あらゆる情報を集めてユーザーの行動をサポートするコンシェルジュのサービスなど、これまでとはまったく異なるタイプのサービスも可能になり、無線通信インフラの重要性はますます高まると考えられる。

日立は、標準化団体への寄書や、計算機シミュレーション結果の提示を通じて、IMT-Advancedの早期実現およびユーザーサービスの向上に寄与していく。

#### 5. おわりに

ここでは、モバイルWiMAXやLTEの特徴、日立の取り組み、およびIMT-Advancedに向けた動向について述べた。

モバイル通信は個人、家庭、車、ビジネスなど、さまざまな分野でなくてはならない社会インフラとなっている。その進化形である、次世代ワイヤレスブロードバンドシステムでは、高速通信や低遅延のサービスといったまったく新しい形のサービスの提供、MVNOや複数の無線システムの統合といった新しいビジネス形態も生まれる。日立は、引き続き、製品群の充実と次世代ワイヤレスブロードバンドシステムの発展に貢献していく考えである。

#### 参考文献

- 1) 3GPP TS23.401, version9.0.0 (2009.3)
- 2) 3GPP TS23.402, version9.0.0 (2009.3)
- 3) 3GPP TR36.814, version1.0.0 (2009.3)

#### 執筆者紹介



##### 桑原 幹夫

1991年日立製作所入社、情報・通信システム社 情報・通信グループ 通信ネットワーク事業部 モバイル開発部 所属  
現在、モバイルシステムの開発に従事  
電子情報通信学会会員、IEEE会員



##### 中原 成人

1994年日立製作所入社、情報・通信システム社 情報・通信グループ 通信ネットワーク事業部 モバイル開発部 所属  
現在、WiMAXシステムの開発に従事



##### 渡辺 晃司

1996年日立製作所入社、情報・通信システム社 情報・通信グループ 通信ネットワーク事業部 モバイル開発部 所属  
現在、LTEシステムの開発に従事  
電子情報通信学会会員



##### 藤崎 聖三郎

2000年日立製作所入社、中央研究所 情報システム研究センター ネットワークシステム研究部 所属  
現在、IMT-Advancedの研究に従事  
電子情報通信学会会員