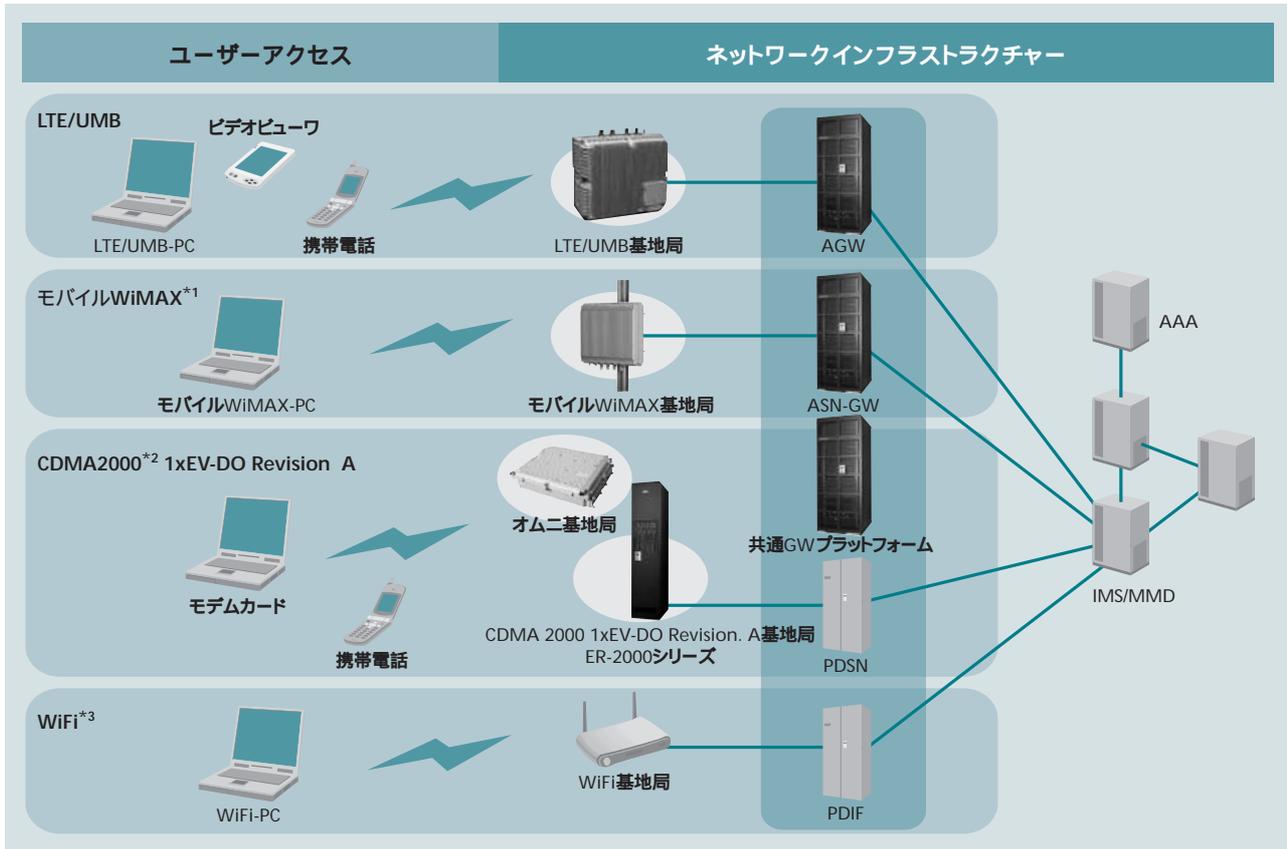


# 次世代無線ブロードバンドシステム

Next Generation Broadband Wireless System

前田 利秀 Toshihide Maeda  
 中原 成人 Naruhito Nakahara

植田 道昭 Michiaki Ueda  
 矢野 正 Masashi Yano



注:略語説明は、LTE( Long Term Evolution ), UMB( Ultra Mobile Broadband ), AGW( Access Gateway ), WiMAX( World Interoperability for Microwave Access ), ASN-GW( Access Service Network Gateway ), EV-DO( Evolution Data Only ), PDSN( Packet Data Serving Node ), WiFi( Wireless Fidelity ), PDIF( Packet Data Interface ), AAA( Authentication, Authorization and Accounting ), IMS( IP Multimedia Subsystem ), MMD( Multimedia Domain )  
 \* 1 WiMAX, WiMAX Forumは, WiMAX Forumの登録商標である。  
 \* 2 CDMA2000は, 米国電気通信工業会( TIA USA )の登録商標である。  
 \* 3 WiFiは, WiFi Allianceの登録商標である。

図1 日立グループのモバイルアクセスネットワーク

WiFi用やEV-DO用に開発されたネットワーク用装置の技術を生かして次世代無線ブロードバンドアクセスシステム( WiMAX, LTEおよびUMB )用のネットワーク装置の開発を進めている。

次世代無線ブロードバンドシステムの先駆けとして,新しい無線通信技術規格であるWiMAX( ワイマックス )と次世代PHSのサービスが2009年度に開始される予定である。また離島や山間地などの条件不利地域におけるデジタルデバイド是正の手段としても同じ時期にWiMAXの導入が検討されている。

日立グループは, MCBCS( マルチキャスト / ブロードキャスト型サービス )などの高度サービス提供を実現可能とする, WiMAXの国際標準に対応した商用システムを開発中であり, 国内外の要求にフレキシブルに対応できる次世代無線ブロードバンドシステムの拡充に積極的に取り組んでいる( 図1参照 )。

## 1.はじめに

加入者系光ファイバネットワークの普及に伴い,インターネットでアクセスされるコンテンツはテキストや静止画を中心としたものから音声や動画を伴うものへと大容量化が進んでいる。これと並行してPCと携帯移動端末( 携帯電話など )を併用する傾向が強まっているのは, 携帯移動端末のみではリッチコンテンツを利用したサービスを十分には享受できないためと考えられ, 移動環境での高速インターネットアクセスが可能となるモバイルブロードバンドシステムへの期待が高まっている。

また, ビジネス上でも, 情報資産や個人情報の保護の観点

からシンクライアントPCを外出先で使用するケースも増えており、高速データ転送や高速レスポンスを可能とするモバイルブロードバンドシステムの需要が高まっている。

すでに3 G(第3世代)携帯電話システムで採用されている高速通信の規格であるCDMA( Code Division Multiple Access )2000 1xEV-DO( 1x Evolution Data Only )Revision Aでは、帯域幅1.25 MHzで上り最大1.8 Mビット/s、下り最大3.1 Mビット/sが、また同じく高速通信の規格であるW-CDMA( Wideband CDMA )では帯域幅5 MHzで上り最大64~384 kビット/s、下り384 kビット/s( 歩行時、静止時は2 Mビット/s )が実現されているが、次世代無線ブロードバンドシステムは、1けたから2けたの高い通信速度を実現するものである( 表1参照 )。

ここでは、日立グループが開発中の次世代無線ブロードバンドシステムへの取り組みの概要と、2009年度中にサービス開始が予定されているモバイルWiMAX( World Interoperability for Microwave Access )システムのシステム構成、ハードウェア・ソフトウェアの特徴について述べる。

## 2. 無線ブロードバンドのニーズ

次世代無線ブロードバンドを実現する方式には、大きく分けて、携帯電話システムの発展型と無線LAN( Local Area Network )の発展型がある。前者にはW-CDMAの高速化規格で、下り100 Mビット/s以上、上り50 Mビット/s以上を実現するLTE( Long Term Evolution )や、CDMA2000の発展型規格である下り288 Mビット/s以上、上り75 Mビット/s以上を実現するUMB( Ultra Mobile Broadband )があり、3 G携帯電話システムに対して3.9 G移動通信システムと呼ばれている。後者には帯域幅20 MHzで最大75 Mビット/s程度の伝送速度を実現するWiMAXシステムがあり、同様に3.5 Gと呼ばれている

表1 モバイルブロードバンドシステムと通信速度

3 G携帯電話システムと比較すると次世代のモバイルブロードバンドシステムは1けたから2けたの通信速度向上が図られている。

方式名称	EV-DO Revision A	W-CDMA	HSDPA	WiMAX	LTE	UMB
多重化方式	CDMA	同左	同左	OFDMA	同左	同左
通信方式	FDD	FDD	FDD	TDD/FDD	FDD/TDD	FDD/TDD
帯域幅(最大)	1.25 MHz	5 MHz	5 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz
上り速度(最大)	1.8 M ビット/s	64-384 k ビット/s	384 k ビット/s	75 M ビット/s	50 M ビット/s以上	75 M ビット/s以上
下り速度(最大)	3.1 M ビット/s	384 kビット/s (2 Mビット/s)	14.4 M ビット/s	75 M ビット/s	100 M ビット/s以上	288 M ビット/s以上
主な用途	リアルタイム・マルチメディア通信	回線交換・パケット通信	高速データダウンロード	高速データ通信	高速データ通信	高速データ通信

注:略語説明 CDMA( Code Division Multiple Access ), W-CDMA( Wideband Code Division Multiple Access ), HSDPA( High Speed Downlink Packet Access ), OFDMA( Orthogonal Frequency Division Multiple Access ), FDD( Frequency Division Duplex ), TDD( Time Division Duplex )

( 表1参照 )。

国内ではコピキタスネットワーク社会の実現に向けた期待に応えるため、広帯域移動無線ブロードバンドアクセスシステム向けに2.5 GHz帯が割り当てられ、全国バンド移動通信サービス用における帯域幅各30 MHzについて、モバイルWiMAX方式を採用するUQコミュニケーションズ<sup>1)</sup>株式会社と、次世代PHS( Personal Handyphone System )方式を採用する株式会社ウィルコム<sup>2)</sup>が2007年12月に特定基地局開設計画の認定を受けた。2009年度内のサービス開始をめざしてシステム構築が推進されている。一方で固定系サービスを目的とした地域バンド用の10 MHzも2008年の夏以降に順次割り当てられ、その後6か月以内にサービスが開始される予定である。

海外でもすでに多くの国でWiMAXの実証実験が行われているが、モバイルWiMAXの実用サービスが開始されるのは日本が最初であり、サービス開始まで短期間でシステム構築を行う必要がある。

## 3. 標準化と相互運用性への取り組み

WiMAXに関する標準化作業はIEEE( Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. )およびWiMAXフォーラム( 2008年3月時点で全世界の約530社が加盟 )が推進しており、標準に適合し認証を受けた装置間では相互運用性が担保される。これにより、システムの構築を複数のメーカーで分担することが容易となる。

日立グループは、短期間でのシステム構築の要望に応えるために、これまでのCDMA2000 1xEV-DOや固定系のアクセスシステムの開発実績を踏まえ、標準にのっとってモバイルWiMAXシステムのゲートウェイ装置や、基地局とゲートウェイ装置から構成されるASN( Access Service Network )全体の統合運用監視システムなどの開発に取り組んでいる。また、短い開発期間内で他社装置との相互運用性を確認すべく、日立グループ内に他社装置との相互運用性試験設備を導入するなど積極的な取り組みを進めている。

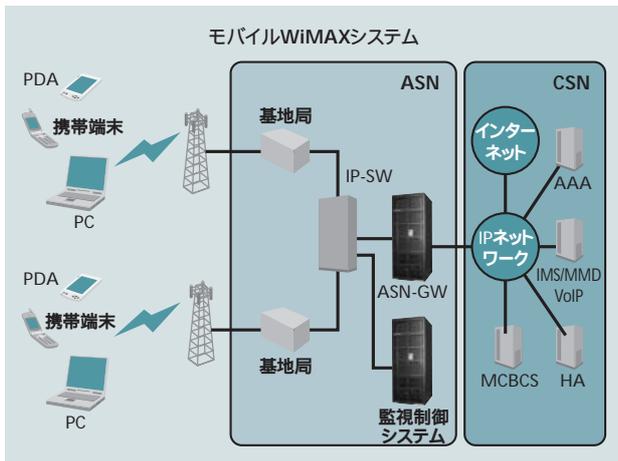
## 4. モバイルWiMAXシステム

モバイルWiMAXシステムは、ASNおよび認証機能などから成るCSN( Connectivity Service Network )から構成される( 図2参照 )。ASN内での機能分担の方法が3種類のプロフィールとして規定されているが、日立グループでは基地局とASN-GW( ASN-Gateway )が分離した集中型ASNのプロフィールCを採用している。主な特徴は以下の三つである。

( 1 ) ハンドオーバー制御は基地局が実施する。

1) UQコミュニケーションズは、UQコミュニケーションズ株式会社の登録商標( 出願中 )である。

2) ウィルコム / WILLCOMは、株式会社ウィルコムの登録商標である。



注:略語説明 PDA( Personal Digital Assistants ), ASN( Access Service Network ), IP-SW( IP Switch ), CSN( Connectivity Service Network ), VoIP( Voice over Internet Protocol ), MCBCS( Multicast and Broadcast Service ), HA( Home Agent )

図2 WiMAXネットワーク構成の例

各種のMS( 移動端末 ), ASNならびにCSN間には相互運用性を確保するためのインタフェースが規定されている。またBS( 基地局 )とASN-GW間の相互運用性はR6インタフェースで規定される。

(2) 無線資源の制御機能および無線資源管理が基地局内で行われる。

(3) 携帯移動端末( 携帯電話など )の移動管理がASN内の移動管理プロトコルとして規定されたR4/R6インタフェースに基づいて行われる。

#### 4.1 基地局の特徴

株式会社日立コミュニケーションテクノロジーは、WiMAXフォーラム創設以来、標準化作業に主導的な立場で取り組んでいるアルパリオン社( Alvarion, Ltd. , 本社:イスラエル )と協力して基地局( BS:Base Station )の開発を進めている。同社の世界的な固定系WiMAXの納入実績と、日立グループの移動体管理技術を含むモバイル通信での実績との組み合わせにより、国内のみならず世界市場で競争力を有する基地局の実現をめざしている。

現在開発中のモバイルWiMAX小型基地局は10 MHz帯域2波( 各10 W出力 )に対応しており、1基地局分の全機能を20 kg/20 L( 目標値 )の1ボックスに収容している。小型化によって設置工事が簡便であり、トラフィックに応じて複数の基地局を鎖状に接続することで増設が可能である。多重化方式としては、LTE/UMBを含め今後の次世代無線ブロードバンドにおいて共通して採用されているOFDMA( Orthogonal Frequency Division Multiple Access )方式が適用されている。一般にこの方式ではアンプの線形性が伝送特性に影響を与えやすく、出力飽和点から大きく余裕を持った運用が必要とされるため消費電力が大きくなる。対策として高利得アンプ、デジタル歪( ひずみ )補償技術、ならびに信号のピーク対平均比低減技術の採用により、地球環境保護の観点から求めら



図3 モバイルWiMAX用小型基地局  
小型基地局に加え、閉空間用の超小型基地局も開発中である。

れる低消費電力化を実現している。

基地局カバーエリアの設計には端末からのアップリンク回線が支配的になるが、受信系4系統、送信系2系統を具備して複数アンテナによるダイバーシティ利得改善により、セル半径を拡大することで無線性能の高度化を図っており、基地局数を低減することが可能となっている。これにより、システム構築コストの低減が期待される。

また、回線品質に応じてMIMO( Multi Input Multi Output )技術の時空間符号化と空間多重を切り替える技術であるAdaptive MIMO Switching( Matrix-A/B )、隣接する基地局間の干渉を低減するFFR( Fractional Frequency Reuse )技術などの先進的な技術や、マルチスケジューリング機能の導入によって無線リンクキャパシティの増加が実現されており、周波数利用効率の向上を図っている( 図3参照 )。

#### 4.2 ASN-GWの特徴

日立グループは、CDMA2000 1xEV-DOシステム向けに開発したIPパケット終端装置であるPDSN( Packet Data Serving Node )などモバイル用ゲートウェイ装置の開発実績に基づき、共通プラットフォーム上でモバイルWiMAX用のASN-GW、LTE/UMB用のゲートウェイの開発を進めている。システム固有のソフトウェア部分を入れ替えるだけで次世代無線ブロードバンドシステムに順次対応していくことが可能であるため、運用性の維持継続が容易である。また、無線管理機能などのソフトウェアはこれまでの開発実績とノウハウを適用することで



図4 モバイルWiMAX用ASN-GW  
トラフィックに応じてフレキシブルに構成変更が可能である。

短期間での開発が可能である。

ASN-GWでは呼処理制御部(Cプレーン)と、無線区間で確立する仮想的なコネクションを行うベアラ処理部(Uプレーン)とを分離する方式を採用し、各プレーンに最適化したハードウェア構成を採った。これにより、地域バンド用の小容量から全国バンド用の大容量に至るまで、トラフィックニーズに応じてフレキシブルにハードウェアを構成することが可能である(図4参照)。

Uプレーンには低消費電力のマルチコアCPU(Central Processing Unit)を採用しており、従来のモバイルゲートウェイ装置処理能力に比べ10倍以上の高速処理が可能となっている。

CプレーンのソフトウェアはモバイルIPの処理を行うPMIP(Proxy-Mobile IP)、認証用のプロトコルであるRADIUS(Remote Authentication Dial-in User Service)、課金ならびにネットワーク装置の運用監視システムなど既存装置のノウハウを継承しているため開発期間が短縮できており、オープンプラットフォームによるソフトウェア安定化の向上が図られている。

#### 執筆者紹介



前田 利秀  
1986年日立製作所入社，株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部 モバイルシステム部 所属  
現在，WiMAXシステムの開発に従事



中原 成人  
1994年日立製作所入社，株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部 モバイルシステム部 所属  
現在，WiMAXシステムの開発に従事

Uプレーンのソフトウェアは、既存装置からのトンネリングのプロトコルであるGRE(Generic Routing Encapsulation)やIPinIPカプセル/デカプセルソフトウェア技術を継承し、一方でマルチコアにも対応している。

#### 4.3 MCBCS

日立グループは、CDMA2000 1xEV-DO Revision A用の開発実績に基づき、モバイルWiMAX用同一データを一齐に同時配信する機能であるMCBCS(Multicast and Broadcast Service)に対応したASN-GWおよびMCBCSサーバの開発を行っている。

番組データを同時間に複数ユーザーに配信する場合、MCBCSサーバが番組データを複数のASN-GWにマルチキャスト送信し、MCBCSサーバから受信した番組データをASN-GWから複数の基地局にマルチキャスト転送することで、一つの番組データを複数のサービス無線エリアに配信することができる。さらにサービス無線エリアでは、一つのコネクションを携帯電話などの携帯移動端末で共有することにより、占有する無線リソース数を削減することが可能である。

また、コンテンツ配信の観点からは、時間帯ごとに配信地域をダイナミックに変更する機能を有している。

#### 5. おわりに

ここでは、日立グループが開発しているWiMAXシステムの概要、ハードウェア・ソフトウェアの特徴について述べた。

日立グループは、これまで蓄積した技術と経験を生かし、今後とも移動体通信のさらなる発展に貢献していく考えである。

#### 参考文献

- 1) 飯田，外：ワイヤレスブロードバンドを実現する1xEV-DO Revision Aシステム，日立評論，89，6，484～487(2007.6)
- 2) 情報通信審議会 情報通信技術分科会：広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告(2007.4)
- 3) WiMAX Forum Network Architecture Stage 2/3 Release 1.1.1(2007.9)



植田 道昭  
1990年日立製作所入社，株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部 モバイルシステム部 所属  
現在，WiMAXシステムの開発に従事  
電子情報通信学会会員



矢野 正  
1990年日立製作所入社，中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属  
現在，移動体ネットワークの研究に従事  
情報処理学会会員