

モバイル WiMAX の最新動向

要海敏和

UQ コミュニケーションズ(株) ネットワーク技術部



日本のワイヤレスブロードバンド環境

我が国のインターネット利用者数は年々増加の一途にあり、2008年には9千万人を超え、人口普及率が75.3%に達したことが、総務省の情報通信白書¹⁾により報告された。また、世帯におけるブロードバンド回線の利用割合は73.4%に達し、そのうち光回線の利用が39.0%まで拡大していることも報告されており、今やインターネット利用には高速常時接続が当たり前の時代が到来したと言える状況にある。

ワイヤレス通信の分野では、携帯電話などパーソナルユースを中心とした無線技術が発展・普及し、社会生活に必要不可欠な存在となっている。モバイル PC 環境に目を向けると、固定通信に相当する高速性や常時接続などの機能提供は限定的で、いつでもどこでも固定ブロードバンド並みにインターネットが利用できる環境にまでは至ってないが、従来の人と人のコミュニケーションに限定せず、機械と機械(マシン・ツー・マシン)のコミュニケーションにも広く応用される状況にある。今後、ワイヤレス技術が進展していくことで、モバイル通信の分野でもクラウド・コンピューティングやグリッド・コンピューティングなどの領域をカバーする新たな通信サービスが広がりを見せることが期待される。

このような背景の中、広域でかつ固定ブロードバンド並みのインターネット利用を可能とするワイヤレス通信分野として、我が国では2007年に広帯域移動無線アクセス(BWA: Broadband Wireless Access)が新たな通信サービスとして定義され

た。これに適用される通信方式として、モバイル WiMAX と次世代 PHS (XGP: eXtensive next Generation PHS) が認可され、2つの無線技術を用いたサービスは、それぞれ2009年に実用化された。これら BWA システムは、ローカルエリアでの無線アクセスとして利用されてきた無線 LAN に対し、同等の通信速度を維持しつつサービスの提供エリアが都市全体に及ぶ広域性が特徴である。また、従来の 3G 携帯電話サービスに対して、より高速なデータ通信環境を提供するサービスである。さらに XGP や携帯電話システムが電話番号や SIM カードにより通信サービスを制御、管理することに対して、モバイル WiMAX は端末の MAC アドレスを用いた制御、管理を行うなど、よりマシン・ツー・マシンのコミュニケーションと親和性の高いシステムとしてサービスが提供される特徴を持っている。

“WiMAX” (ワイマックス, Worldwide Interoperability for Microwave Access) は、無線技術そのものを示す名称ではなく、通信機器ベンダや通信事業者などからなる WiMAX フォーラムの適合認証を取得した通信装置を示す通称である。日本ではこの WiMAX フォーラム標準に準拠した通信ネットワークを UQ コミュニケーションズ(<http://www.uqwimax.jp/>)が提供している。

モバイル WiMAX の技術

(1) WiMAX フォーラムと IEEE 標準

1999年に都市部でインターネット・アクセスを目的とする「ファースト・マイル (First-mile)

／ラスト・マイル (Last-mile)」を担う無線 MAN (Metropolitan Area Network) として、IEEE802 委員会 (Institute of Electrical and Electronic Engineers, 米国電気電子学会) は、WG16 (Working Group 16) を設立した。設立当初は都市部でのビル間通信などを対象に検討が進められていた LMDS (Local Multi-point Distribution Services, ローカル多地点配信サービス) をベースとして、

- PMP (Point-to-Multi Point, 1 対多接続)
- FWA (Fixed Wireless Access, 固定ワイヤレス・アクセス)

の標準化の検討が進められた。これが、WiMAX 技術の標準化のはじめである。

WG16 では無線技術の進展と市場ニーズに応じて、標準の対象領域を拡大し、適用する周波数の選定や機能拡充などを進め、モバイル利用に適用した標準規格、IEEE802.16e-2005 を 2005 年 12 月に完成させた。

[IEEE802.16 標準]

IEEE802 WG16 は、都市部のビル間通信など FWA 利用の技術標準を完了させた後、障害物などで基地局と端末間の見通しが確保できない、NLOS (Non Line Of Sight, 見通し外通信) に適用領域を拡大した。PHY (Physical Layer: 物理層) には OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 直交周波数分割多重) と OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, 直交周波数分割多元接続) の無線方式を導入し、端末がサービスエリア内を移動しても継続して通信サービスを受けることができる技術標準として IEEE802.16-2004 を完成させた。この標準にはレイヤ 2 の機能として、通信中に発生するパケットエラーを低階層で効率よく再送するための ARQ (Automatic Repeat reQuest) や、1 つの無線接続で複数のサービスクラスのアプリケーションを提供するための QoS (Quality of Service) 機能などが加えられた。当該標準技術は、後述する

WiMAX フォーラムにおいて相互接続性に関する活動が進められノマディック型 (Nomadic: 端末がサービス提供する基地局のエリアを移り変わりながら通信サービスを受ける) のサービスを可能とし、「固定 WiMAX」の名称で一般に知られることとなった。

[移動通信の本命 IEEE802.16e 標準]

IEEE802 WG16 では、前述の IEEE802.16-2004 標準をベースに移動通信への本格的な対応を可能とした規格の制定を進めた。移動中に基地局を連続的に切り替えて通信を継続するハンドオーバー機能や、すでに採用した ARQ に加え、端末の高速移動中の伝搬路変動によって発生するパケットエラーに対する特性改善を行うための HARQ (Hybrid ARQ) の追加、複数のアンテナを同時に利用することで空間を論理的に多重して通信データレートを向上する MIMO (Multiple Input Multiple Output) 技術を採用するなど PHY, MAC 層を拡張した³⁾。

当該標準は、IEEE-SA (IEEE Standards Association) で 2005 年末に承認され、IEEE802.16e-2005 が制定された。今日、「モバイル WiMAX」と呼ばれる無線システムは、この IEEE802.16e-2005 標準に準拠している。また、最新の標準として、IEEE802.16e-2005 を拡張した IEEE802.16-2009 が制定されている⁴⁾。

[WiMAX フォーラムのシステムプロファイル]

WiMAX フォーラムは、IEEE802.16 標準に規定された無線方式や、プロトコルなどのオプション項目から良好な通信サービスの提供に適正な機能を選択した、実装の共通仕様であるシステムプロファイルを策定する活動を担っている。また、システムプロファイルに準拠して製造される通信機器の互換性や相互接続性を担保するための機器認証 (Certification) の活動も担っている。WiMAX フォーラムには、インテル、KDDI、UQ コミュニケーションズ、など WiMAX の普及促進を推進するボードメンバ 21 社のほか、通信機器メーカー、半導体、高周波部品やアンテナメーカーなどの多くの企業、団

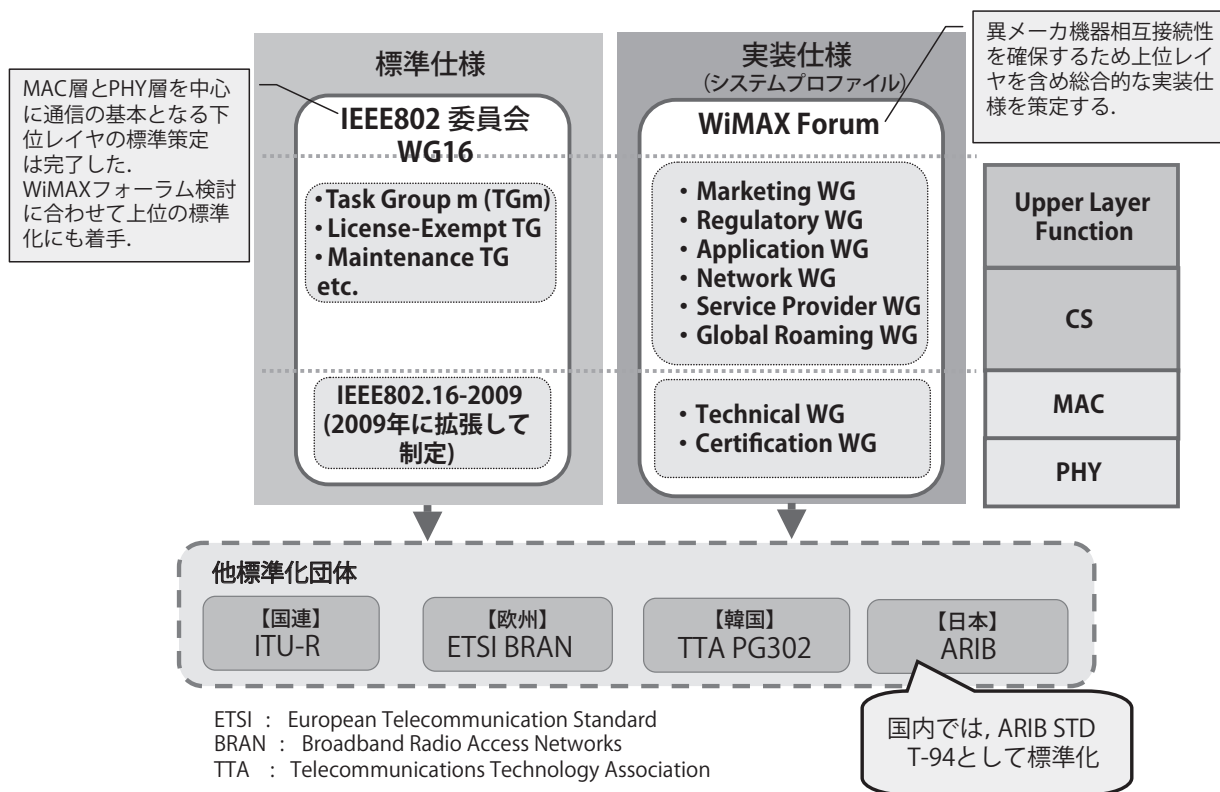


図-1 標準化団体関係図

体が参加している。また、その組織は、ボードメンバー配下に8つのWG (Working Group) が置かれ、技術の進展および普及に向けた活動を進めている。WiMAX フォーラムの標準化対象は、IEEE802 WG16 が OSI 階層モデルの PHY, MAC 層に限定することに対して、当該2層を含む上位層の技術標準の策定も併せて実施しており、通信事業者間のローミングの標準化なども行っている。図-1にIEEE802 WG16 および WiMAX フォーラムの相互関係図を示す。また、現在の WiMAX フォーラムの組織図を図-2に示す。

モバイル WiMAX は、システムプロファイル Rel. (Release) -1 として 2006 年に WiMAX フォーラムで策定された規格である。また、当該システムプロファイルに基づき、相互接続性を提供するための認証プログラムが 2008 年に開始された。しかし、2009 年 12 月現在でも Rel.-1 に規定するすべての機能を対象とした認証プログラムが完成できておらず、逐次に更新が進められている。現在、WiMAX フォーラムでは、認証対象機能を 3 カ月ご

とに見直し、CRSL (Certification Requirements Status List) としてバージョン管理を行い、認証プログラムの実施を図っている⁵⁾。

さらに、WiMAX フォーラムでは、モバイル WiMAX の発展系として、システムプロファイル Rel.-1.5 を策定した。Rel.-1.5 では従来の Rel.-1 で規定された標準に加え、周波数利用の拡大に向けて FDD (Frequency Division Duplex) や HFDD (Half-duplex FDD) 方式の追加や、サービス性拡大に向けた MCBCS (Multi-Cast Broad-Cast Service), LBS (Location Based Service) などの拡張、無線通信を通じて端末デバイスの加入契約やファームウェアのアップグレードを可能とする OTA (Over The Air) などの機能追加が行われた⁶⁾。また、次世代無線技術 (IMT-Advanced の候補技術) として Rel.-2 の検討も進めている状況にある。WiMAX システムのロードマップを図-3に示す。

(2) モバイル WiMAX の技術的特徴

従来の移動体通信や無線 LAN などの無線通信技

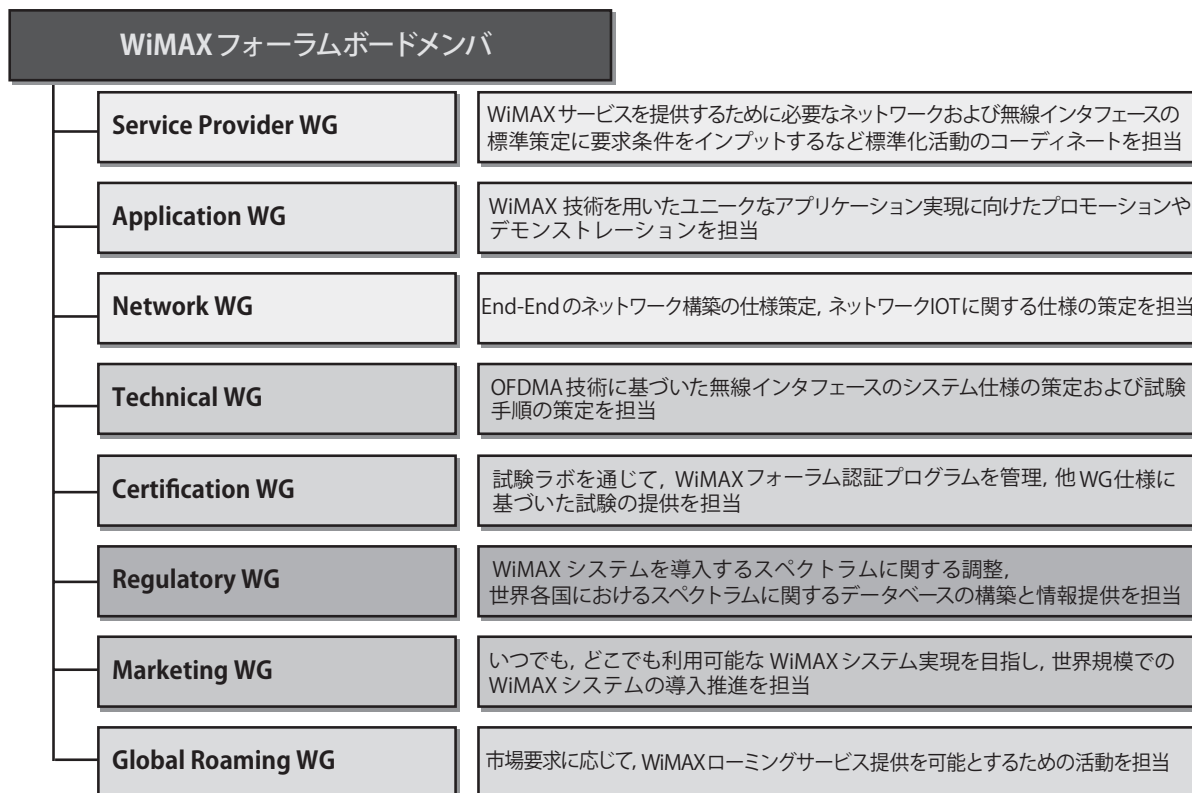


図-2 WiMAX フォーラム組織図

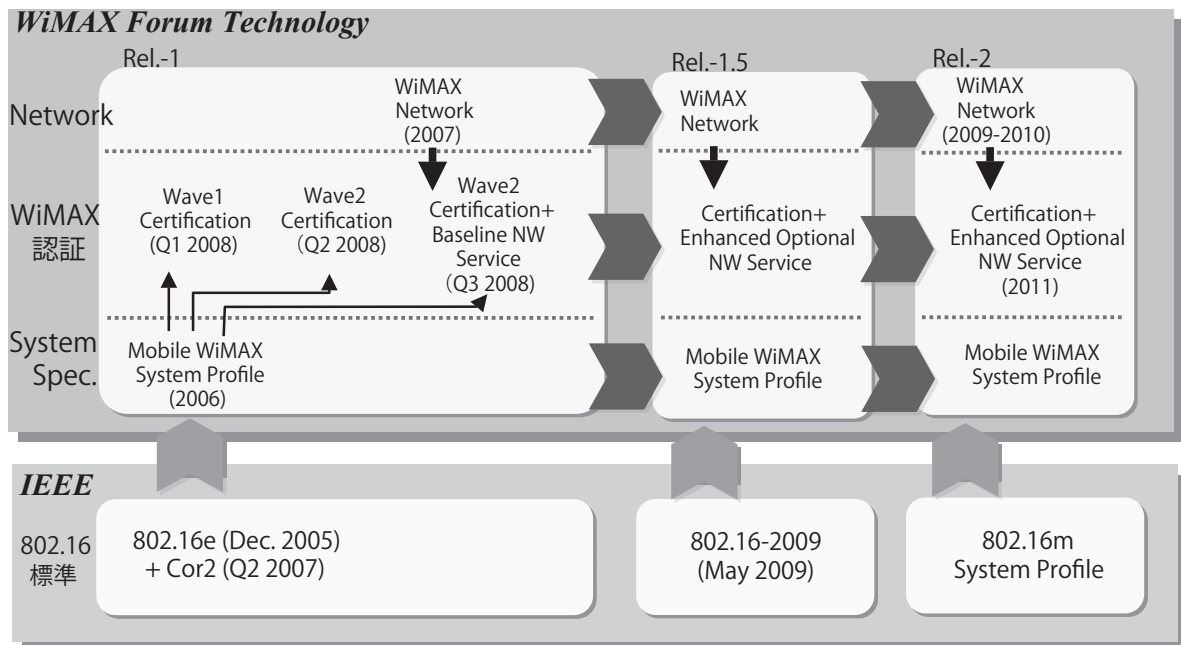


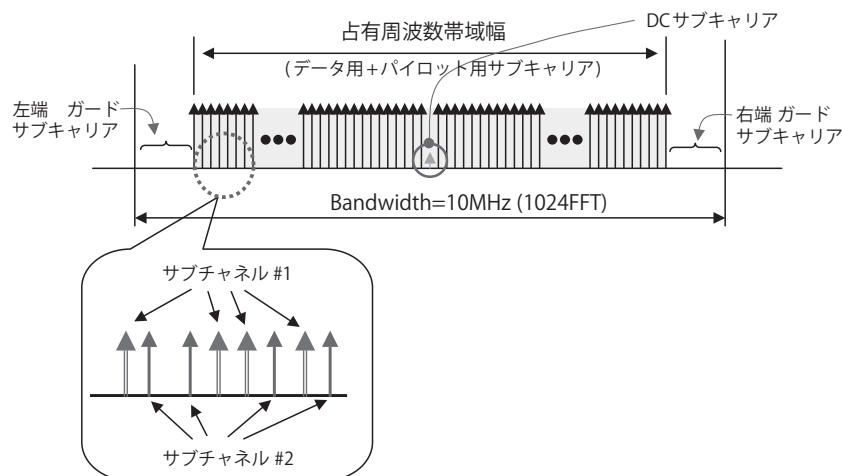
図-3 WiMAX 技術のロードマップ

術に対し、モバイル WiMAX の特徴は以下の各項目で示すことができる。

- 1) 移動通信で広帯域通信が可能であること
- 2) 移動体通信において、常時接続環境を提供する

こと

- 3) IEEE802 WG16 および WiMAX フォーラムが制定する世界標準技術を採用すること
- これらの技術的特徴を実現するため、モバイル



Bandwidth		サブキャリア配置	サブキャリア数		
			Total	データ	パイロット
10MHz (1024FFT)	DL	PUSC	840	720	120
	UL	PUSC	840	420※	420※

※固定的ではない。

図-4 モバイル WiMAX のサブキャリア割り当て

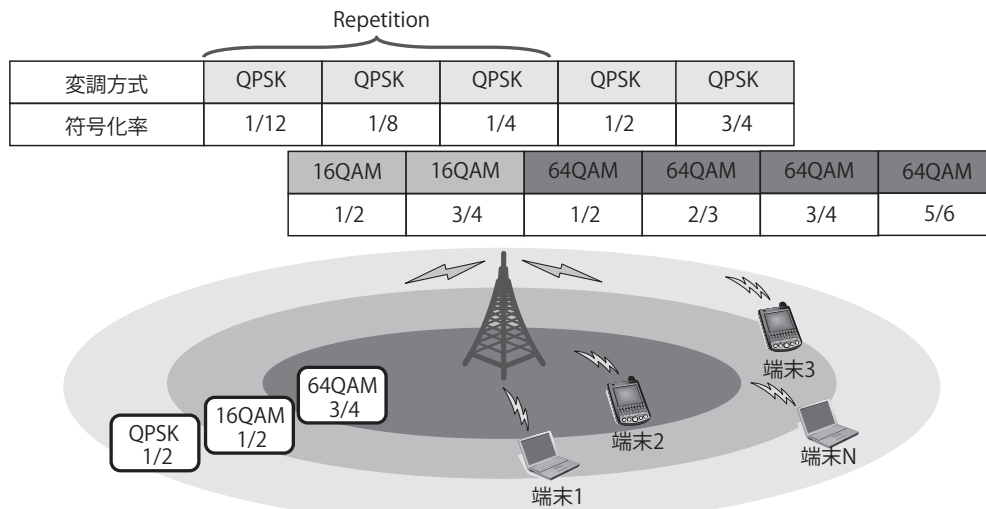
WiMAX では後述する OFDMA や MIMO の移動体適用など、世界で初めて実現した先進的な技術が活用されている。また、それらの技術は今後新たに導入が検討されている LTE などの無線技術にも応用され、一般的になっていくと考えられている。

【広帯域通信を実現する技術】

我が国では 2.5GHz 帯に 30MHz 帯域幅の周波数がモバイル WiMAX に割り当てられた。モバイル WiMAX では割り当てられた周波数帯域幅を有効に利用する技術として OFDMA 方式を採用した。OFDMA 技術は互いに直交関係のサブキャリアを周波数軸上に配列して、高速なデータをサブキャリアに並列分配して伝送する OFDM 技術を活用した方式である。また、OFDMA 技術は複数のデータサブキャリアをユーザに分割して割り当てることでユーザ多重を図り、1 基地局に対して複数のユーザが同時に接続を行うマルチプルアクセス型の通信を実現する。ユーザから受け取った高速なデータ信号は複数のサブキャリアに並列分散され、各サブキャリアは低速化されたデータ速度で無線区間の通信を行う。これにより、無線区間でのシンボル長が長く

なり、各サブキャリアは線スペクトラムに近い特性を得て、無線区間で発生する伝搬変動による影響に対して、高度な等価技術を用いなくても安定した効率の良い高速データ通信を維持することができる。また、利用可能な周波数帯域に依じて、サブキャリア数を増加させることによりスケラブルに通信速度の拡張が可能であるなどの特徴を持つ。国内で導入されたモバイル WiMAX には 10MHz 幅を 1024 のサブキャリアに分割し、各サブキャリアをデータ伝送用やパイロット用などに割り当てている(図-4)。

変調方式には適応変調 (AMC: Adaptive Modulation and Coding) 技術が採用された。AMC は受信 CNIR (搬送波レベル対雑音・干渉比) に依じて、電波状態が良い (CNIR が高い) 場合には、各サブキャリアに 64QAM 変調や、16QAM 変調などの多値変調を割り当て効率的なデータ送信を行い、電波状態が悪い (CNIR が低い) 場合には QPSK 変調方式を適用して、伝送レートは低下させるものの確実に受信者にデータを伝送することで効率的な通信と品質の向上を両立させる方式である。各変調方式には誤り訂正の符号率も、1/2, 3/4, 5/6 を



- 通信路の状況に応じて変調方式と符号化率を最適（適応的）に変化させる
- システム要求（BER：Bit Error Rate）やパケット誤り率（PER：Packet Error Rate）を満たす方式の中で、伝送速度が最大のものを選択して、効率を向上するように制御

図-5 AMC技術の概念図

組み合わせて効率的なデータ伝送を実現している。図-5にAMCの概念図を示す。

さらに、広帯域通信を実現する基本技術として、MIMOを採用した。MIMOは複数の送受信アンテナ系を組み合わせることで、単一の伝送系が持つデータ伝送速度を倍増する技術である。昨今、無線LANにおいてMIMO技術が実用化されているが、広域をカバーする移動体通信においてMIMOを採用したシステムはモバイルWiMAXが最初である。モバイルWiMAXで採用したMIMO技術は、アンテナ系列を送受信ともにそれぞれ2系列持つ2×2（ツー・バイ・ツー）MIMOで、送受信のデータレートを増加させるSM（Spatial Multiplexing）方式である。しかし、SM方式は伝搬条件が適合するケースでは2×2のアンテナ構成で2倍の伝送速度が得られる反面、伝搬条件が適合しないケースでは相互のアンテナで送信された電波が干渉となり、データ速度が低下する場合も存在する。そこで、モバイルWiMAXではMIMOのもう1つの代表的な方式であるSTC（Space Time Coding）方式を合わせて採用した。STC方式は複数のアンテナ系列でそれぞれ補完しあう関係を持つようにデータ信号を符号化して送信し、受信側で復号することで伝搬利得

を得る技術である。データ速度の倍増の効果は得られないが、送信ダイバシティに相当する効果が得られ、通信を安定させることができる。これら2つの特性の異なるMIMO方式を複合し、SM方式が適合する伝搬条件ではデータ速度を増加させ、SM方式では特性が劣化する伝搬条件には、STCで通信を安定化させるように両方式を適応的に切り替えることにより、移動環境においても高スループットを提供することができる。

モバイルWiMAXでは、送受信を多重する複信方式には、送受信に同一周波数を用いて送受信の分離は時間分割で行うTDD（Time Division Duplex）複信方式を採用している。下り／上り（基地局から端末方向が下り、逆方向が上り）に割り当てる時間を2：1の比率とすることで、サーバからのデータを受信する機会の多いインターネット型のトラフィックモデルに最適化するシステム構成を実現している。図-6にモバイルWiMAXのフレーム構成を示す。このほか、TDDを用いる特徴として、我が国のように都市部で周波数が切迫し、送受信のペアバンドを確保することが困難な状況でも、単一バンドの周波数でサービス提供が可能であるなど柔軟な周波数の活用ができることや、送受信に同一の周波数

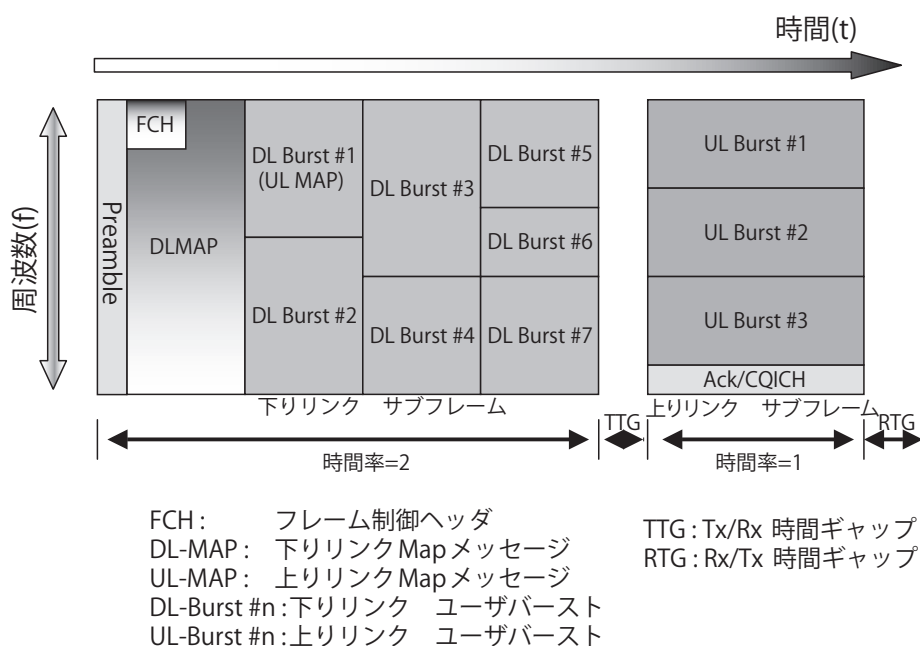


図-6 モバイル WiMAX
のフレーム構成図

を用いるため、受信信号の状態から送信時の伝搬路を推定することが容易となり、アダプティブアンテナや MIMO などの無線通信の高度化技術への親和性が高いことが挙げられる。

【移動通信を実現する技術】

モバイル WiMAX の技術的な特徴のもう 1 つが、常時接続を伴う移動通信の提供にある。常時接続とは、固定通信で一般化された通信サービスの形態で、ネットワーク利用者はサービスを受けるときに、ダイヤルアップなど特別な通信接続手続きを必要とせず、常にネットワークに接続されている環境が提供される状況を言う。モバイル WiMAX は移動体通信で初めて、この常時接続サービスを提供している。WiMAX ネットワーク全体は、オール IP で構成され、利用者はネットワークに接続すると、端末に固有の IP アドレスが割り当てられ、この IP アドレスを基にサービスの提供を受ける。端末が自ら能動的に回線接続を切断しない限り、ネットワークは端末の IP アドレスの割り当てを継続し、利用者はいつでもネットワークサービスを受けることができる。通常の利用シーンでは、PC を立ち上げる過程でネットワークに接続され、このときに割り当てられた IP アドレスによって、利用者はネットワーク接続を意識す

ることなくインターネットを利用することができる。

一方で、移動通信で常時接続を提供する場合の課題の 1 つにバッテリーの持続時間の問題がある。WiMAX では、端末バッテリーの持続時間を延長するために、通信チップなどデバイスそのものを省エネルギー化するとともに、アイドル・モードなどネットワーク機能として電力消費を抑える仕組みも提供する。一般の無線通信端末では、送信機で電波を増幅するために消費される電力と、受信機で受信した無線信号からデータを復号するときなどにプロセッサで消費される電力が多くを占める。そこで、モバイル WiMAX では Web ブラウジングや、電子メールなど、インターネットの多くの利用において、通信を行っている時間が間欠的となることに着眼し、通信を必要としない時間（利用者が Web サイトや電子メールを読んでいる時間）の送信機や受信機の動作を一時的に停止して消費電力を低減させる通信モードを設定した。これがアイドル・モードである。ここで、通信を一時的に止める方法として、①端末送信機出力の停止、②端末受信機の動作を間欠的として、ネットワークからの制御を数秒に一度の頻度に低減、③ネットワークでは通信が瞬時に再開するように通信接続の状態情報を保持してセッションを維持する、などの操作が行われる。また、ア

アイドル・モード状態にある端末にネットワーク側から通信パケットが送られる場合、モバイル WiMAX に実装されたページング機能で基地局側から端末に通信再開の制御信号を送信して、端末を通信状態に復帰させる操作が行われる。これにより、利用者は端末がアイドル・モードに移行していたことを意識せず、省電力を実現した常時接続環境を得ることができる。

また、移動中の常時接続に関しては、モバイル WiMAX がオール IP ネットワークによるサービスとして、IP アドレスを基に通信を提供することから、移動中に IP アドレスが変化しないように、常に同じ IP アドレスを利用できる処理を行っている。端末が移動することに伴い、現在サービスを受けている基地局から、別の基地局の通信エリアに移動したときは、ハンドオーバーの処理を行うことで通信 (IP アドレス) を保持し続ける。モバイル WiMAX の通常のハンドオーバーの処理は、ネットワーク内に設置される ASN-GW (Access Service Network-Gate Way) と、これに接続された基地局 (BS) 装置の連携でレイヤ 2 接続を継続させる方式で行われる。しかし、ネットワーク規模が大きくなるなど、複数台の ASN-GW を跨いでハンドオーバーを提供する場合には、レイヤ 2 接続に加え、モバイル IP (MIP) の技術⁷⁾を併用して、IP アドレスの継続を提供する。WiMAX フォーラムでは、モバイル IP の通信処理を端末ではなく ASN-GW がネットワーク機能として提供する Proxy MIP を標準として推奨している。これらの通信処理により、モバイル WiMAX では固定通信同様の常時接続環境の提供が可能となっている。

【世界標準技術の利点】

モバイル WiMAX は前述の通り、IEEE802 WG16 および WiMAX フォーラムが制定した世界標準技術を用いる通信サービスである。通信サービスに世界標準を採用するメリットは、多くの通信機器ベンダがモバイル WiMAX に対応した通信装置や端末装置を開発、製造することができ、市場に自由に広がることで機器が安価になるなどが考えら

れる。モバイル WiMAX 通信サービスの利用者は、このようにして製造されたいろいろな個性を持った通信端末を自由に市場から選択して購入することができる。また、国内で購入したモバイル WiMAX 通信端末を持って海外に出かけた際にも、海外で展開される通信事業者のローミングサービスを利用することで、国内で利用している状況と変わらない環境でネットワークサービスを利用することが可能となる。さらに、日本国内向けに製造した製品をそのまま海外に輸出して販売することが可能となり、逆に海外で販売されている通信端末を購入して、そのまま国内で利用することもできるなど、通信端末の流通性向上にも大きなメリットが生じると考えられる。これら、世界標準技術を採用することは、端末デバイスやネットワークのオープン化を促し、端末機器の観点のみならず、通信サービス自体の多様性を拡大することが可能となると考えられる。

ネットワークのオープン化

【BWA システムの定義】

我が国では、2003 年以降に総務省が推進している「電波開放政策」に沿い、e-Japan 戦略のユビキタス社会実現に向けた技術の 1 つとして 2004 年から約 1 年間、「ワイヤレスブロードバンド推進研究会」が開催された。同研究会が、2005 年に総務大臣に提出した報告²⁾において、『日常の行動範囲内であればどこであろうと、自宅や職場から持ち出したパソコンをブロードバンド環境でストレスなく使用することができるサービスを提供する (モバイルホーム、モバイルオフィス)』と想定する通信システムを BWA として定義した。さらに、同報告書で BWA は、『サービス提供は電気通信事業者とし、その展開は都市部を中心に広域をカバーし、ある程度の移動速度に対応する。また、一般公衆で利用するものであり、一定水準の接続保証はあっても、帯域についてはベストエフォート型のもの』との要件が示された。当該研究会の報告書に基づき、2007 年に電波監理審議会の審議を経て BWA シス

テムの中核を担う無線技術としてモバイル WiMAX に 2.5GHz 帯の周波数が割り当てられた。このとき、2.5GHz 帯の周波数割り当てを受けた UQ コミュニケーションズが、国内でモバイル WiMAX のネットワーク提供を行っており、2009 年 2 月のサービス開始を皮切りに、2010 年 2 月現在で全国 47 都道府県の主要都市でモバイル WiMAX の利用が可能となっている。同社の展開計画では 2012 年までに全国人口カバー率 90% 以上のエリアでサービスを提供することになっている。このように、モバイル WiMAX の利用者が、いつでも、どこでもインターネットに簡単にアクセスして、さまざまな情報をいち早く引き出して活用する世界が始まっている。

【モバイル WiMAX のオープン化と利用シーン】

モバイル WiMAX が目指す通信市場は、従来携帯電話サービスが推進してきた垂直統合型サービスに対して、水平分業型のサービス形態であり、ネットワークは広くオープンに MVNO (Mobile Virtual Network Operator) などの事業者インフラストラクチャとして提供される。オープンに提供されたネットワーク上では、多彩なアプリケーションや、多様なコンテンツサービスを保有しているサービス提供者により、それぞれが得意とするアプリケーションをネットワークサービスと分離した形態で提供するビジネスモデルが想定されている。

モバイル WiMAX の提供するサービスは、当初は持ち運びが容易なモバイルノート型 PC などからインターネットや企業ネットワークに接続し、瞬時に大容量のデータのやりとりを行う利用シーンが想定されている。また今後は、ネットワークのオープン化施策を推進することで MVNO 事業者との協業が促進され、人と人を結ぶコミュニケーションのみならず、マシン・ツー・マシンのコミュニケーションにまで利用領域が拡大する。一般の個人利用の領域ではカーナビゲーションやテレマティクスなど自動車への適用、情報家電化に向けた家庭用電気製品への搭載、さらにあらゆる電気機器に広がることで、機器の稼働状況や動作状況などの履歴情報を検索・

収集するトレーサビリティへの応用なども考えられている。また、企業活動の領域では、分散されたネットワーク資産やデータベースなどを、モバイル WiMAX ネットワークを介して有機的に結合させてサービスを提供する、モバイル型のクラウド・コンピューティングへの応用なども重要な利用シーンになると期待される。このようにモバイル WiMAX は、ネットワークの拡大に伴って広範囲な業界で多様な目的に活用される社会インフラとしての役割を担うと想定している。

ネットワークのオープン化を推進する上で重要な課題の 1 つに端末デバイスのオープン化がある。携帯電話の垂直統合型のサービス提供における端末は、通信サービスを提供する事業者の商品そのものであり、通信サービス事業者のブランドで市場に提供されている。一方で水平分業型のモバイル WiMAX では、ネットワークを活用した多様なサービスを提供するため、サービス内容に即したさまざまな機能を有する端末が市場に提供されることが重要となる。一般的なインターネット接続サービスに対しても、ネットワーク提供事業者が端末を自社ブランドで市場に提供するより、PC やその他の情報通信端末を専業として開発・販売するベンダに委ねることが市場の活性化や、市場の拡大に好影響を及ぼすことになる。

そのためにモバイル WiMAX の端末設備の提供は、国際競争力のある通信設備や端末機器の開発する機器ベンダに委ね、ネットワーク事業者は安定的な接続性や、性能維持を志向して、端末機器ベンダを支援する取り組みを進めている。このようにして構築された新たなサービス形態や、通信サービスは、サービスを担う通信機器や端末機器の供給にとどまらず、サービスやビジネスモデルを含め日本発として広く世界に広がりを見せる分野に成長させることができるものと期待される。モバイル WiMAX が目指す新たなブロードバンドサービスの展開イメージを図-7 に示す。

WiMAX 活用分野の広がり さまざまな分野でのWiMAX 適用で新市場を創出

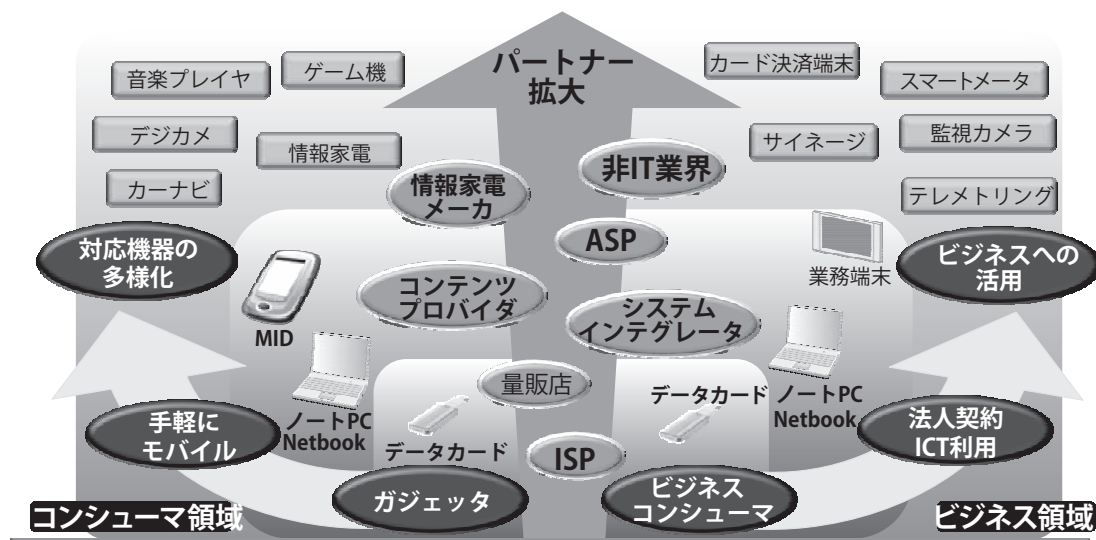


図-7 モバイル WiMAX のビジネス展開イメージ

海外での導入状況

海外でもモバイル WiMAX ネットワークを提供する事業者が広がりを見せ始めている。北米では 2.5GHz 帯のライセンスを保有していた Sprint Nextel 社が XHOM (ズーム) のブランドで 2007 年 10 月にボルチモア (メリーランド州) からサービスを開始した。今は、同時期にサービスを進めていた Clearwire 社に事業統合して、Clear のブランドで全米にサービスエリアを拡大する計画で事業を進めている状況にある。ロシアにおいては、新興通信事業者の YOTA がモバイル WiMAX サービスを 2009 年からモスクワおよびサンペトロブルグの 2 都市で開始し、さらにサービスエリアの展開拡大を順次進めている。アジアでは 2006 年に世界に先駆けてモバイル WiMAX のサービスを韓国の KT (Korea Telecom) 社が開始した。当初、モバイル WiMAX の標準が完成していなかったこともあり、一部独自仕様が含まれたが、現在は割り当て周波数を含めて見直しが進み設備のリニューアルが進められている。マレーシアでも 2008 年にパケットワン社が首都のクアラルンプールでのサービスを開始

し、台湾でも南北に分割した地域で各 3 事業者が 2.5GHz 帯の周波数割り当てを受け、順次モバイル WiMAX サービスを開始する状況にある。

将来進展に向けた取り組み

さらなるモバイル WiMAX のサービス拡大に向け WiMAX フォーラムでは、WiMAX 技術を IMT-2000 の新たな無線インタフェースに組み入れることにより、従来以上に WiMAX 技術の適用可能な周波数領域を拡大することなど、WiMAX 技術が普及するための取り組みが進められてきた。その成果として 2007 年 10 月に ITU (国際電気通信連合) では IEEE802.16 を IMT-2000 OFDMA TDD WMAN として、ITU-R M.1457 勧告に追加した。これにより現在は、WiMAX 技術は正式に第 6 番目の地上波の IMT-2000 無線インタフェースの 1 つとしても扱われている。

また現在、ITU-R (ITU - Radiocommunication Sector, 国際電気通信連合・無線通信部門) では、2011 年にかけて既存バンドに加え、WRC-07 で新たに割り当てられた周波数帯に展開する次世代無

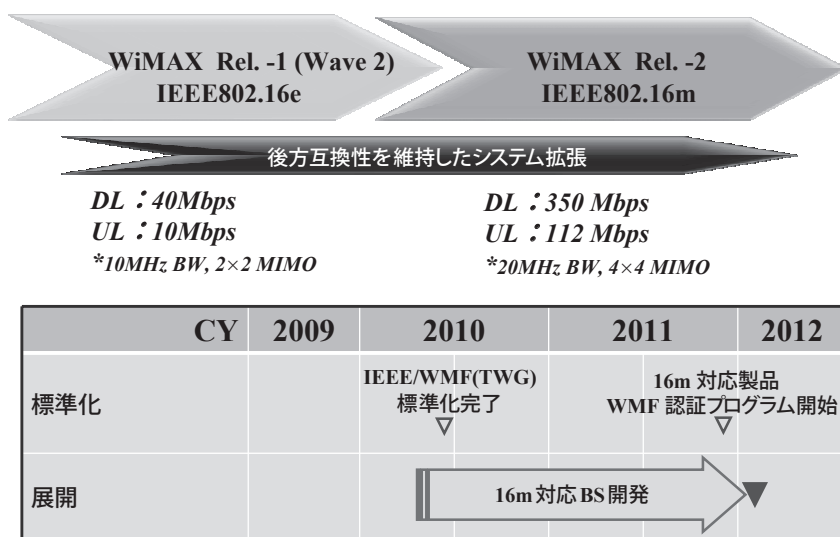


図-8 モバイル WiMAX の高度化ビジョン

線技術 (IMT-Advanced) の標準化が進められるなど、移動通信システムのさらなる高度化が推進されている。

これに対し IEEE-SA は、2006 年 12 月、IMT-Advanced 標準規格への提案を見据えたプロジェクト P802.16m の開始を承認し、TGm (Task Group m) として標準化活動を進めている。IEEE802.16m は、現在の 802.16-2009 規格に IMT-Advanced の要求条件に対応する拡張を行うものであり、モバイル WiMAX のシステムプロファイル Rel.-1 に後方互換性を維持したシステムプロファイル Rel.-2 を標準化する計画である。

IEEE802.16m の技術的特徴は、1 システム当たり 20MHz ~ 40MHz のチャネル帯域幅を対象としていること (現在のモバイル WiMAX のチャネル帯域幅は 10MHz)、下りリンクで 8x8 の SU-MIMO (Single User MIMO) のサポート、FFR (Fractional Frequency Reuse) や Multi-BS MIMO による高度な干渉低減手法のサポート、複数のチャネルを束ねるマルチキャリア伝送のサポート、MAC 制御チャネルの効率化によるオーバーヘッドの削減など、IMT-Advanced の要求条件を超える性能を実現するさまざまな機能が実装される予定である。さらに、Femto-cell や SON (Self-Organizing Network) への対応や異種メディアの

共存など、最新の技術に基づく高度な機能の標準化も進められている。

これらの高度な技術を利用する IEEE802.16m は、既存の無線方式に比べ飛躍的な周波数利用効率実現し、2012 年頃に想定する商用システムは、下り最大 300Mbps 超、上り最大 100Mbps 超の伝送速度を達成し、移動速度は時速 350km を超えるものとなる。また、WiMAX フォーラムは IEEE802.16m 標準に

基づき、モバイル WiMAX のシステムプロファイル・リリース 2 の要求仕様の策定を完了し、システムプロファイルなどの仕様策定の段階に入った。図-8 にモバイル WiMAX の高度化に向けたビジョンを示す。

このように、移動体無線通信技術の高度化、高速化の流れは、これからも脈々と続く状況にある。

参考文献

- 1) 情報通信白書平成 21 年度版、総務省。
- 2) 「ワイヤレスブロードバンド推進研究会」最終報告書、総務省。
- 3) IEEE Std 802.16e-2005 and IEEE Std 802.16-2004/Cor 1-2005, IEEE.
- 4) IEEE Std 802.16-2009, IEEE.
- 5) WiMAX Forum Mobile System Profile Release 1.0 Approved Specification, WiMAX フォーラム。
- 6) WiMAX Forum Mobile System Profile Release 1.5 Approved Specification, WiMAX フォーラム。
- 7) WiMAX 教科書、インプレス R&D。

(平成 21 年 12 月 19 日受付)

要海敏和

to-youkai@uqc.jp

1982 年国際電信電話 (現 KDDI) 入社。衛星、伝送、マイクロ通信、3G 携帯などの開発を経て、2003 年からモバイル WiMAX の開発に従事。2007 年 WiMAX 事業企画会社設立に参画。2008 年から UQ コミュニケーションズにてネットワーク技術部長。