

# WiMAXの最新動向

## = 標準化間近のモバイルWiMAX(802.16e) =

現在のパーソナル通信の世界では、2つのメディアが主流となっている。1つは常時接続を前提とした「有線系のブロードバンド」、もう1つはマルチメディア通信を中心に広く普及している「ケータイ」である。この代表的な2つのアクセスメディアから、今後はモバイル系技術とブロードバンド系技術の両者の長所をもつ、新たな通信サービスが派生すると予測される。これを実現する無線方式として、モバイルWiMAX<sup>\*1</sup>への期待が高まっている。

ここでは、すでに標準化が終了している802.16-2004準拠の「固定WiMAX」と、2005年12月に標準化が予定されている802.16e準拠の「モバイルWiMAX」の特徴を示しながら、モバイルWiMAXの最新動向について、解説する。

### 要海 敏和

KDDI株式会社 au技術本部 ワイヤレスブロードバンド開発部

### 注目を集めはじめたWiMAX

最近、新しいワイヤレスブロードバンド「WiMAX」が、パーソナル通信の利便性を大きく向上すると期待され、注目を集めている。

「WiMAX」という名称は、無線技術の方式を直接的に表現するものではなく、

WiMAXフォーラムの認証を得た通信装置を示す通称として用いられる。WiMAXフォーラムは、IEEEが802.16<sup>\*2</sup>として標準化された無線方式に準拠する機器の互換性と相互接続性を保証することを目的に、2001年6月に通信事業者、通信機器メーカー、半導体などのメーカーを中心に設立された非営利団体で、2005年

9月末現在、通信事業者を含めて300社以上の団体が会員登録を行っている。

### WiMAXフォーラムの役割

WiMAXフォーラムでは、IEEE 802.16標準に含まれる多くのオプション(機能)項目から共通仕様(プロファイル)を策定するほか、機器の互換性と相互接続性を確保するために認証の活動を行っている。

2005年7月以降より、802.16-2004規格に準拠したWiMAX仕様機器の相互運用性に関する認証業務が開始され、この認証を取得した無線機器は、通称「固定WiMAX」または単に「WiMAX」と呼ばれている。

さらに現在では、モバイル利用を前提として標準化作業中の、802.16e準拠の機器に対するプロファイルの策定や認証の検討も進められている。これらのプロファイルに基づいて、今後認証が付与される無線機器は、「固定WiMAX」に対して「モバイルWiMAX」と呼ばれている。

通常、IEEE 802委員会における標準化の対象範囲は、物理層とMAC<sup>\*3</sup>層に限定されている。しかし、802.16e規格の場合は、モバイル型サービスを前提としたシステムの相互接続性を確保することが重要となるため、さらにネットワーク層から上の上位層の仕様などを決定することが必要となる。WiMAXフォーラムは、これらの上位層の標準の策定も行うため、2004年12月にはネットワークWG(Working Group)とアプリケーションWGの2つのWGを設立して、検討を開始している。

図1に、WiMAXフォーラムとIEEE 802.16委員会の関係図を示す。

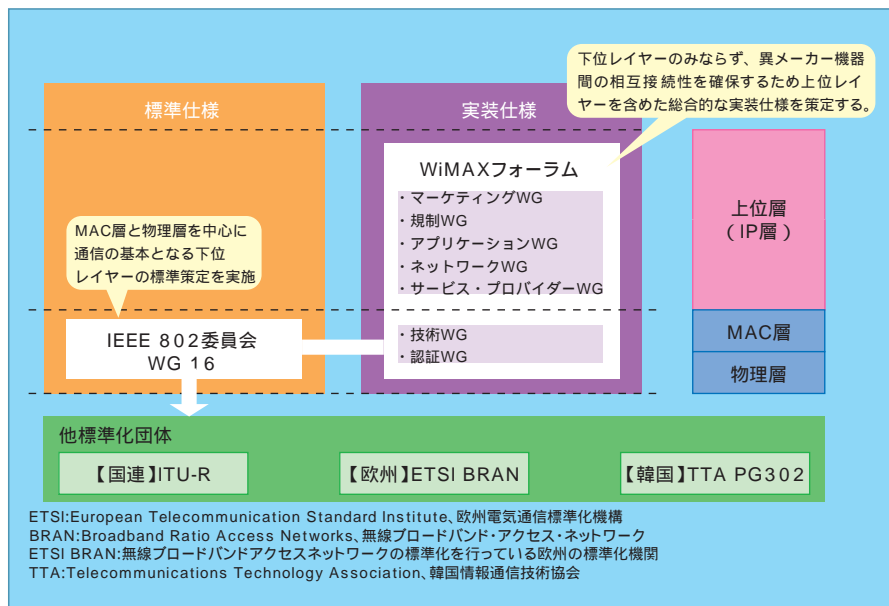


図1 WiMAXフォーラムとIEEE 802.16委員会の関係図

## 時代はモバイルWiMAXのフェーズへ

### [1] 802.16 標準

802.16 標準は、2001年に都市部における固定無線アクセス(FWA<sup>\*4</sup>)を目的に策定された標準である。当初は、シングルキャリア(単一搬送波)で10~66GHz帯の周波数に対応した規格であった。この規格は、送受信間に遮蔽物が存在しない見通し内通信の環境を前提として、28MHzの周波数幅を用いる場合、最大伝送速度は135Mbpsを達成した。その後、2003年に改版されたIEEE 802.16a 標準では、物理層にOFDM<sup>\*5</sup>(直交周波数分割多重)という変調技術を採用し、2~11GHz帯の低い周波数に適用することで、送受信間に遮蔽物が存在する見通し外通信を可能とした。

### [2] 802.16-2004 標準

2004年に標準化された802.16-2004は、FWAとしての利用に加えて、基地局が送信する電波が到達する範囲(エリア)内で、端末が移動して通信するノマディック型の通信を可能にした。送受信間に遮蔽物が存在する見通し外環境でノマディック通信が可能なこの規格は、広範囲なカバーエリアをもち、ユーザー側の屋内に設置された据え置き型端末(CPE<sup>\*6</sup>)に対して、広帯域通信を実現する。これによって、ADSLやCATV、FTTHなどの有線系のブロードバンドサービスが提供されていない地域でのデジタルデバイドの早期解消や、集合住宅において先行導入されているブロードバンドサービスに対抗し、無線によってダイレクトに通信環境をユーザー宅に提供するなどのサービスを可能にする。

### [3] 802.16e 標準

一方、802.16-2004 標準を拡張した802.16e 標準では、時速120kmまでの移動環境で安定的な通信が可能となる。

| 種類<br>項目 | 802.16-2004                       | 802.16e                                   |
|----------|-----------------------------------|---|
| 通称       | 固定WiMAX                           | モバイルWiMAX                                 |
| 標準化完了時期  | 2004年6月                           | 2005年12月の見込み                              |
| 適用環境     | FWA、ノマディック<br>(見通し外通信)            | FWA、ノマディック、ポータブル、モバイル<br>(見通し外通信)         |
| スペクトラム   | 11GHz以下<br>(3.5/5.8GHz)           | 6GHz以下<br>(2.3/2.5/3.5/5.8GHz)            |
| 帯域幅      | 1.25MHz~20MHz可変<br>(3.5MHz/7MHz)  | 1.25MHz~20MHz可変<br>(1.25/5/10/20MHz)      |
| 複信方式     | FDD/TDD<br>(TDD)                  | FDD/TDD<br>(TDD/FDD)                      |
| 変調方式     | SC/OFDM/OFDMA<br>QPSK/16QAM/64QAM | SC/OFDM/OFDMA/SOFDMA*<br>QPSK/16QAM/64QAM |

( )内表記は、WiMAX プロファイル。ただし、802.16eは候補値を示す。

\* IEEE 802.16 スケーラブルOFDMA : 周波数帯域幅など、パラメータをスケーラブルに変更可能な仕様

表1 IEEE 802.16の主な仕様

この規格では、主に次の内容が追加されている。

- (1) MAC層におけるハンドオーバー(基地局の切り替え)機能や、無線リソースをユーザーに柔軟かつ効率的に割り当てるためのサブチャネル化機能の拡充
- (2) 通信をしていない時間は端末動作を一部休止させ、電池保持を延長させる消費電力の低減機構
- (3) パケットの伝送効率を向上させる通信エラー時の再送技術

この結果、最大伝送速度は移動環境で20MHzの周波数幅で最大75Mbps程度を達成する(表1)。

## TDD<sup>\*7</sup>中心の複信方式を採用したWiMAX

WiMAX フォーラムでは、802.16a以降のプロファイルにOFDM技術を採用している。OFDM技術とは、互いに周波数が干渉し合わないよう(これを直交関係という)直交関係のサブキャリア(搬送波を構成する副搬送波)を周波数軸上に配列して、高速データを各サブキャリアに並列に分配して伝送する方式である。

双方向通信を実現する複信方式には、

WiMAX フォーラムでは、送受信に同一周波数を用い、送受信の分離は時間分割で行う「TDD複信方式」を中心に検討が進められている。しかし、送受信に異なる周波数を用いるFDD<sup>\*8</sup>複信方式も提案されている。

TDDを採用したシステムの特徴は次のようなことが挙げられる。

- (1) 送受信に割り当てる時間を変えることによって、上り/下りのデータ伝送速度を最適に設定できるため、ADSLのように送受信の情報量が非対称なデータ通信に適している。
- (2) 日本のように都市部で周波数が逼迫して、送受信にペアバンド(上り/下りの1対の周波数帯)の確保が困難な状況においても、単一バンドの周波数帯で対応できるため、比較的柔軟に周波数の割り当てが可能となる。

## 固定WiMAXの特徴： 物理層にOFDM

固定WiMAX(802.16-2004 準拠)の物理層にはOFDMが採用されており、ユーザーへの帯域の割り当ては時間スロットごとに行うことを基本としている。この場合、すべてのサブキャリアが、ス

ロットを割り当てられたユーザーによって使用される(図2)。

このユーザーの割り当て方法は、次に説明するOFDMAに比べて無線リソースの利用の柔軟性は低下すると考えられるが、制御情報(オーバーヘッド)が少なくなるため伝送効率は向上すると期待される。さらに、ユーザーデータの割り当てに対する処理の負荷はOFDMAに比べて少なくなるため、伝送処理の高速化やコスト低減につながるなど、比較的伝

搬状態が安定しているFWA/ノマディックなどの利用には合理的な方式であると考えられる。

### モバイルWiMAXの特徴： 物理層にOFDMA<sup>\*9</sup>

一方、モバイルWiMAX(802.16e準拠)がもつ固有の特徴としては、基地局間をまたがって通信を可能とするハンドオーバー機能が追加された点とOFDMA(直

交周波数分割多元接続)方式を物理層に採用した点が挙げられる。OFDMAは、サブキャリアを複数の論理的なチャンネル(サブチャンネル)に分割し、図3に示すような仕組みでデータ伝送を行う。

モバイル通信における電波伝搬は、伝搬環境が連続的にしかも複雑に変動する。このため、サブチャンネルごとの制御を実施することによって、サブチャンネルの電波状態が悪い場合は状態の良いサブチャンネルに切り替えたり、割り当てるタイムスロットをずらしたりすることによって、常にユーザーが安定した電波状態での通信を可能にしている(図4)。

### WiMAX技術の 利用シーンを考える

3Gケータイは、利用頻度の増加に伴って、通信料金の更なる低廉化が望まれる状況にある一方で、ケータイでも有線系の常時接続のような利用形態が実現できないかという、ユーザーの大きな期待がある。また、有線系ブロードバンド通信をコードレス化し、外に持ち出して利用できないかという、潜在的ニーズもある。

このようなユーザーニーズに対して、場所を選ばずどこでも使用できるケータイに、都市部を中心に稠密連続にセルを配置した広範なサービスエリア内で、有線系ブロードバンドの利用感覚に近い通信環境を提供するのがモバイルWiMAXである。これを補完的に組み合わせることによって、ユーザーが期待する快適なモバイル通信環境が、早期に、しかも使いやすい価格で実現すると考えられる。

これによって、ユビキタスネットワーク社会の実現へと、大きく近づくことが期待される。

しかし、一方で総務省が公表した『全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する研究会』中間報告<sup>\*10</sup>(2005年2月)によると、現状では、全国3,123市町村のうち349もの地域でブロードバンド

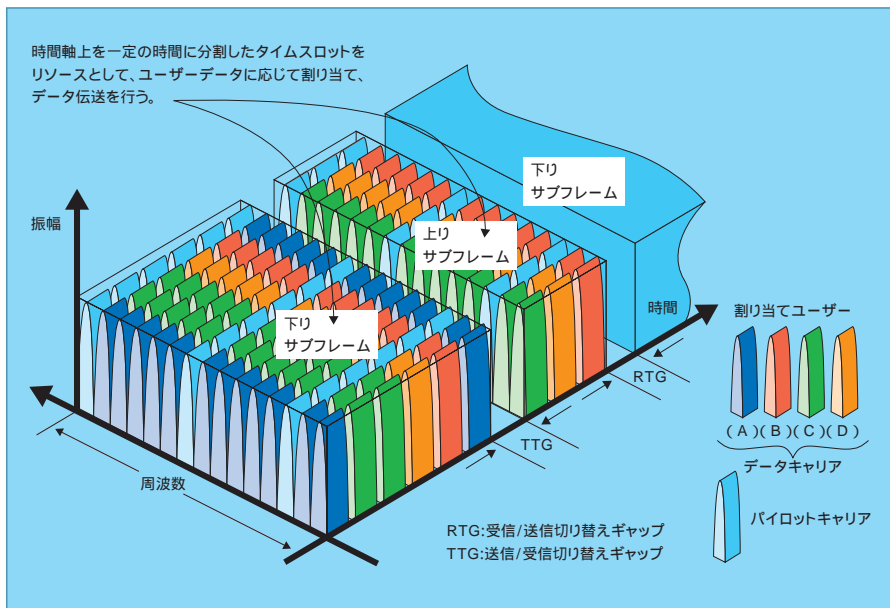


図2 OFDM/TDD方式のユーザー割り当ての仕組み

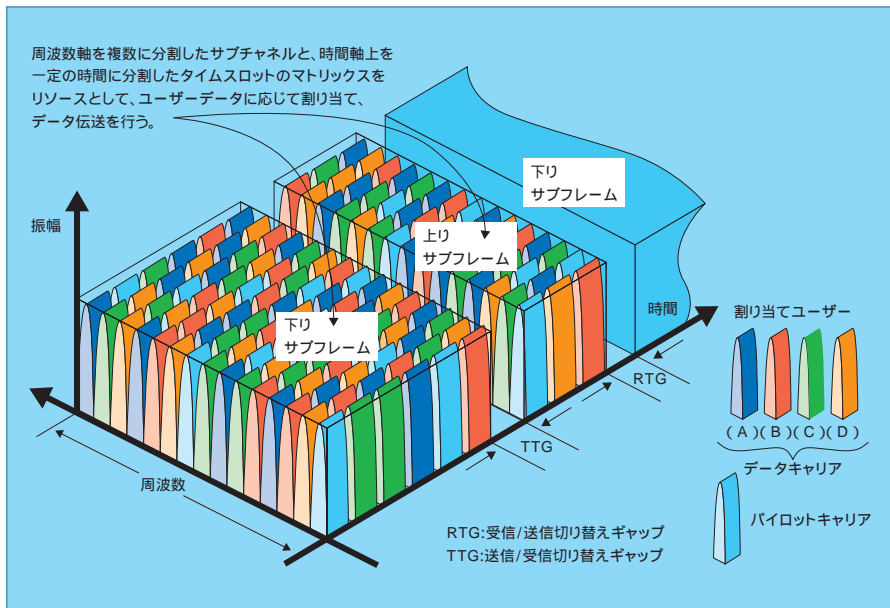


図2 OFDMA/TDD方式のユーザー割り当ての仕組み



サービスが提供されていない。また、FTTHが提供されていない地域は2,181市町村にも及び、既存の有線系ブロードバンド通信が必ずしもユーザーニーズの多様性に対応しきれていない状況も存在している。

このような環境を改善する無線通信技術としては、固定WiMAXを適用することが有望である。

## 各国のモバイルWiMAXの動向は？

海外では、802.16e標準を用いたシステム導入の検討が活発に行われている。

韓国では、政府が提唱するIT産業発展計画( IT839戦略)のもとに、802.16e技術を採用し、ポータブル型サービスを提供するWiBro( Wireless Broadband)プロジェクトが進捗している。2.3GHz帯の周波数をKT( Korea Telecom)、SK Telecomの2社が割り当てを受け、2006年のサービス開始を目指し、システム開発を推進している。

また、米国では2.5GHz帯の周波数を用いて、全米にてモバイル系のサービスを2007年にも開始しようとする動きがある。

さらに欧州では、複数の国において、3.5GHz帯の周波数を導入して、FWA/ノマディック型サービスを提供する検討が進められているほか、英国では2.5GHz帯を用いたWiMAX系技術など、新サービスの導入に関してOfcom( Office of communication : 英国通信行政監督局)がパブリックコメント( 意見募集)の実施などの動きを見せている。英国最大の固定通信事業者であるBT( British Telecom)が、WiMAX技術を採用して移動体サービスを提供する方針を発表するなどの動きもある。

欧州の他の国への波及も考えると、2.5GHz帯のモバイルWiMAX技術の適用は、国際的な周波数の共通性と端末のポータビリティ(可搬性)の拡大に大きな

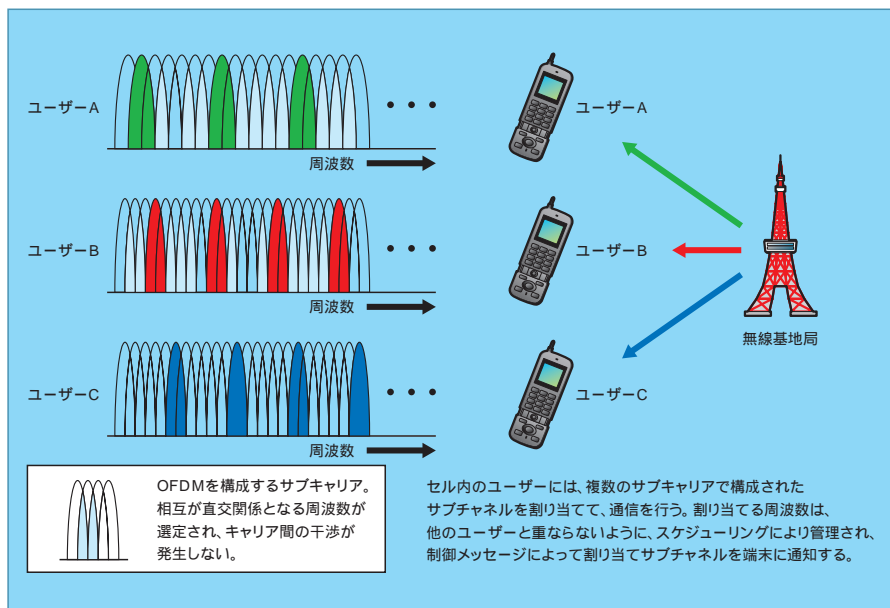


図2 IEEE 802.16e方式のサブチャネル化の仕組み

期待が寄せられる。

## 日本では周波数の割り当てを検討中

日本でもKDDIなどの通信事業者が802.16e準拠のモバイルWiMAXの利用を検討し、実証実験を推進している。

このように、802.16eに関して、その方式の有効性やシステム性能など技術評価が行われている状況であるが、日本ではモバイルWiMAXを使用できる周波数が

割り当てられていないため、直ちにサービスに利用できる環境にない。

現在、総務省が主宰する『ワイヤレスブロードバンド推進研究会』に、802.16技術を採用するシステムが提案されている。そこでは、IPレベルの常時接続を実現する広帯域移動無線アクセス、FWA通信、デジタルデバインド対策などに適用する周波数の割り当てに関する検討が進められ、一定の方向性が示されると期待されている。

### 【用語解説ほか】

- \* 1 WiMAX : World Interoperability for Microwave Access、IEEE 802.16で標準化が行われている、都市規模をカバーする新ワイヤレスブロードバンド技術
- \* 2 IEEE 802.16 : 無線MANのワーキンググループ。IEEEとはInstitute of Electrical and Electronic Engineersの略語で、米国電子電気学会のこと。MANは、Metropolitan Area Networkの略語で「都市域通信網」を意味する。
- \* 3 MAC : Medium Access Control、媒体アクセス制御
- \* 4 FWA : Fixed Wireless Access、固定無線アクセス
- \* 5 OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing、直交周波数分割多重
- \* 6 CPE : Customer Premise Equipment、加入者宅内装置
- \* 7 TDD : Time Division Duplexing、時分割複信
- \* 8 FDD : Frequency Division Duplexing、周波数分割複信
- \* 9 OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access、直交周波数分割多元接続
- \* 10 総務省『全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する研究会』中間報告  
([http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/050201\\_1\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/050201_1_1.pdf))



## [インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

**株式会社インプレスR&D**

All-in-One INTERNET magazine 編集部

[im-info@impress.co.jp](mailto:im-info@impress.co.jp)