

無線 LAN の行方 (WiMAX)

山本 達也, 山下 尊也

Tatsuya YAMAMOTO, Takaya YAMASHITA

1 はじめに

近年, IT 化の流れはますます加速しており, 携帯電話での動画配信, 高画質動画配信など大量のデータを伴うサービスやコンテンツが増加してきている.

高速な通信回線の普及によって実現されるコンピュータネットワークと, その上で提供される大容量のデータを活用した新たなサービスを実現するブロードバンドを実現する上で, 情報速度が重要になっている.

そこで本稿では, 次世代無線 LAN 規格である WiMAX に着目し, 既存の技術を交えながら仕組みや, 利点, 問題点などを説明する.

2 既存の無線 LAN 通信規格

以下では, 既存の無線規格である IEEE 802.11, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11j について説明する.

2.1 IEEE 802.11

電気・電子分野における学会 Institute of Electrical and Electronic Engineers(IEEE) で, 取り決められた無線 LAN の規格の 1 つで, 以下のような特徴が規定されている. 周波数帯域は, 信号強度 10mW 以下の出力であれば免許不要で利用できる領域の 2.4GHz 帯域を使用しており, 通信速度は最大 2Mbps とされている.

- DS 方式

DS(Direct Sequence) 方式とは, 送信データよりも遥かに広い帯域の信号を用いて送信データを乗算し, 広い周波数にエネルギーを拡散して通信する方式である. 送受信双方が保持する拡散符号と呼ばれる鍵に基づき演算を行い通信する.

- FH 方式

FH(Frequency Hopping) 方式とは, スペクトラム拡散の方式の一つで, 0.1 秒程度の極めて短い時間ごとに信号を送信する周波数を変更していく方式である. 送信周波数を次々に変更するため特定周波数でノイズが発生した場合, 他の周波数で通信したデータによって訂正が可能で, ノイズの少ない周波数を選択して送信することができ, 耐障害性が高く, 通信の秘匿性も優れている方式である.

- CSMA/CA 方式

一つの MAC レイヤ規格で複数の物理レイヤ規格をサポートしており, 通信しているノードがないかを確認した後通信する仕組みである Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance 方式 (Fig. 1 参照) を採用している.

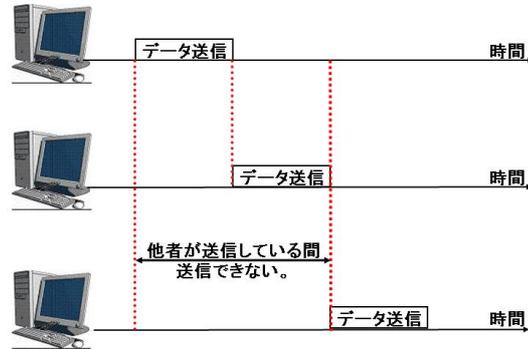


Fig.1 CSMA/CA 方式 (出展: 自作)

2.2 IEEE 802.11a,b,g,j

従来の IEEE 802.11 規格と互換性を持たせて伝送速度を最大 2Mbps から最大 11Mbps に拡張した規格の IEEE 802.11b が成立し, 初期の無線 LAN 規格として幅広く普及した. さらに, IEEE 802.11b の最大 11Mbps から最大 54Mbps に高速化し, 互換性がある IEEE 802.11g が作られた.

一方, IEEE 802.11 との互換性にとられることなく当時の最新技術を用いた物理レイヤ技術の検討が行われ, OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple) 方式による物理レイヤ規格を取り入れた IEEE 802.11a が採択された. OFDM 方式とは, Fig. 2 に示すようにデータを多数の搬送波 (サブキャリア) に乗せる.

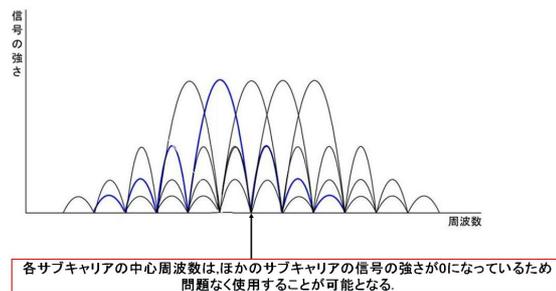


Fig.2 OFDM 変調方式 (出展: 自作)

これらのサブキャリアは互いに直交しているため, 周波数軸上で重なりが生じる程に並べられているにも関わらず, 従来の周波数分割多重化方式 (FDM) と異なり, 互いに干渉しないという利点がある. IEEE 802.11a では, 周波数帯域 5.15GHz から 5.35GHz, 5.47GHz から 5.725GHz 通信速度最大 54Mbps である.

IEEE 802.11j は, 2004 年に IEEE によって認可された日本向けの無線規格で, IEEE 802.11a を日本国内で 4.9GHz 帯と 5GHz 帯で使用するための規格である.

3 WiMAX

WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)は、もともとラストワンマイルと呼ばれている通信業者のネットワークと顧客との通信経路を無線で繋ぐためのものだったのだが、無線を使った都市部向けのネットワーク技術を開発している IEEE802 委員会のワーキンググループ IEEE 802.16 で標準化が進められ、用途別に 2 種類の規格が生まれた。固定局向けの IEEE 802.16-2004(WiMAX) とモバイル向けの規格を追加した IEEE 802.16e(モバイル WiMAX) である。IEEE 802.16-2004 は 2004 年 6 月に標準化され、一方の IEEE 802.16e は 2005 年 12 月に標準化された。

3.1 既存の規格との違い

無線通信の規格として、既存の無線 LAN では、屋内での使用が想定されているのに対して、WiMAX では、Wireless MAN(Metropolitan Area Network) と呼ばれる都市部を対象とする広範囲での無線通信の規格である。

既存の IEEE 802.11 などの無線通信規格では、約 100 メートル以内での通信を前提としているのに対し、WiMAX では約 10 キロメートルという広範囲における高速通信を可能としている。

日本では、東北総合通信局により山間部や離島といった有線によるブロードバンド環境の敷設が、困難な地域に対しての解決策として WiMAX による回線接続実験を行うなど、地方で活躍が注目されている。

通信規格としては、WiMAX では、前述の OFDM 方式、モバイル WiMAX では、3.3.1 で述べる OFDMA 方式を用い、最大伝送速度約 75Mbps を実現している。

また、4 章で述べるように、世界で幅広く採用されておりどこでも共通に使えるという強みを持ち合わせている。

3.2 WiMAX とモバイル WiMAX の違い

Table1 に示すように、利用周波数帯域や通信可能半径、移動通信の可否などが異なっており、WiMAX では、周波数帯域 11GHz 以下、通信可能半径 2km から 10km に対して、モバイル WiMAX では、周波数帯域 6GHz 以下、通信可能半径 1km から 3km となっている。

Table1 WiMAX とモバイル WiMAX の違い

	WiMAX	モバイル WiMAX
規格	IEEE 802.16-2004	IEEE 802.16e-2005
周波数帯域	11GHz 帯以下	6GHz 帯以下
伝送速度	最大約 75Mbps	最大約 75Mbps
変調方式	OFDM	OFDM, OFDMA
利用シナリオ	固定, 可搬	固定, 可搬, 移動
通信可能半径	2-10km	1-3km
チャンネル帯域	1.75MHz-10MHz 可変	1.25MHz-20MHz 可変

3.3 WiMAX, モバイル WiMAX の特徴

3.3.1 OFDMA 変調方式

モバイル WiMAX の変調方式には、前述している OFDM 方式のほかに、OFDM 方式をベースとした多

元接続方式 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 変調方式が採用されている。

通常、OFDM 方式では 1 人のユーザーがすべてのサブキャリアを使って通信する。しかし、OFDMA ではサブキャリアをいくつかのグループに分けて利用することによって複数のユーザーが同時に通信することができる。この方式により、最大 75Mbps を実現可能としている。

3.3.2 TDD 方式

WiMAX, モバイル WiMAX では、双方向通信を実現させるために、送受信に同一の周波数を用い、送受信データの分離は時間で送受信を切り替えることによって行う TDD(Time Division Duplex) 方式を中心として使われている。この方式には、以下の 2 つの利点がある。

- 送受信量のバランスが違う通信において送信、受信の時間を変えることにより最適な速度を作り出すことができる。
- 周波数帯域が制限されており、送受信に別々の帯域が割り当てにくい状況でも、1 つの帯域で対応できる。

3.3.3 QoS

QoS とはネットワーク上で、ある特定の通信のための帯域を予約し、一定の通信速度を保証する技術である。これは、アプリケーションごとに優先順位を決める重要なアプリケーションフローやパケットの損失や遅延・ジッタに影響を受けやすいアプリケーションにおける帯域の確保などを行うもので、MAC レイヤのパケットを見てアプリケーションに応じて、Table2 に示すように、QoS クラスとクラス特性が提供されている。

Table2 WiMAX QoS 一覧

QoS クラス	アプリケーション	QoS 特性
UGS (Unsolicited Grant Service)	VoIP	最大帯域制限 遅延耐性 ジッタ耐性
rtPS (Real-Time Polling Service)	ストリーミング (映像・音楽)	最小帯域保証 最大帯域制限 遅延耐性
ErtPS(Extended Real-Time Polling Service)	VoIP (無音抑制あり)	最小帯域保証 最大帯域制限 遅延耐性 ジッタ耐性
nrtPS(Non-Real-Time Polling Service)	FTP	最小帯域保証 最大帯域制限
BE(Best Effort)	データ通信	最大帯域制限

なお、ジッタ耐性とは、受信側のクロック周波数と、送信されて来るデータあるいはクロック周波数の温度や回路特性によって発生する周波数のゆらぎの許容範囲のことである。

3.3.4 システム拡張性

周波数事情や地理的条件に応じて、周波数帯域を変えることができ、1.25MHz から 20MHz までのチャンネル帯域幅による柔軟な設計が可能である。

3.3.5 モビリティ

モバイル WiMAX は、TCP/IP ネットワークを使って音声データを送受信する技術である VoIP などのリアルタイムサービスの品質を劣化させることなく、シームレスなハンドオーバー機能を可能としている規格である。

そのため、利用シナリオとしては、状況によって以下の3つのシナリオが想定されている。

- 固定アクセス
固定無線アクセスとして使用するシナリオで、端末の移動を想定しない。屋内あるいは屋外のアンテナで受信し、ユーザー端末は無線 LAN としてサービスを受ける。
- ノマディックアクセス
端末の移動を想定するが、通信時は静止して利用するシナリオ。現在、無線 LAN で提供されているホットスポットサービスの利用シナリオに近い。
- モバイルアクセス
端末が移動しながら通信を行うシナリオで、モバイル WiMAX では最大時速 120km までサポートする。

3.4 モバイル WiMAX の代替案

現在、既存の無線 LAN 技術と WiMAX を組み合わせたメッシュ中継技術というものが入り入れられている動きがある。これは、屋外でも使用できる IEEE 802.11j と固定 WiMAX を組み合わせたもので、Fig. 3 に示すように、複数の端末や基地局間をそれぞれ相互に接続して、網目状のネットワークを構成するメッシュ型通信と呼ばれる技術に WiMAX 通信を用いる。それぞれの基地局が、IEEE 802.11j を用いた無線 LAN 通信を行う。

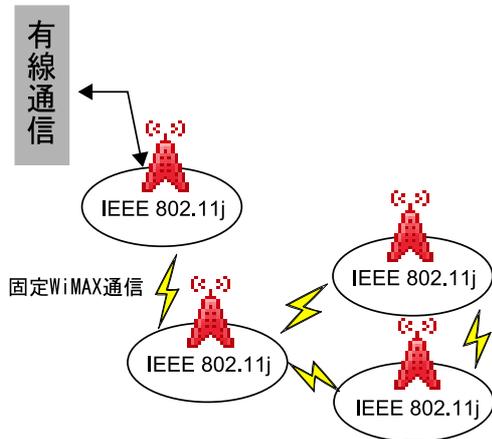


Fig.3 WiMAX を用いたメッシュ通信 (出展：自作)

これにより、基地局の数を減らすことができ、モバイル WiMAX と同等の通信を実現できる。さらに、利用者側としても既存の端末で通信が可能で WiMAX に対応しなくても利用することができ、サービスとして受けやすい形と言える。

現在、この方法を用いて米国を初め各地で実用化がはじまっている。今後は中継とアクセスの方式や周波数変更を行うことでより高速で安定なネットワークの開発が期待されている。

3.5 WiMAX, モバイル WiMAX の問題点

WiMAX, モバイル WiMAX には以下のような問題点が挙げられる。

- 伝送速度
WiMAX, モバイル WiMAX で最大 75Mbps という伝送速度は、最大の帯域幅を使い、最高の電波状況で実現可能な理論値であり、なおかつ一つのエリアでやりとりされる伝送容量の合計である。この値は、帯域幅が半分になれば伝送速度は、半分になってしまい、電波条件が悪くなればさらに下がる。また、通信可能半径が大きいのがゆえに同時通信する端末が増えれば、それだけ端末当たりの伝送速度は低くなってしまう。
- 電波帯域の枯渇
日本において電波域の 2.5GHz 帯を携帯電話事業者、3.5GHz 帯を放送事業者、そして 5.8GHz 帯を気象レーダーなどが既に使用しており、WiMAX の使用できる帯域幅が制限されている。

4 今後の展望

海外では、多くの国で WiMAX, モバイル WiMAX の提供エリア拡大が進んでおり、業界団体である WiMAX Forum によると、2009 年は全世界でおよそ 100 の通信キャリアが WiMAX サービスを開始する見通しである。日本では、WiMAX は固定型無線 LAN としてではなく、モバイル WiMAX でのインターネットなどのサービスに移動無線接続するためのアクセス回線として利用が期待されている。

その一例として、東京ケーブルネットワーク株式会社が 2008 年 12 月に東京都文京区、荒川区、千代田区の 3 区において地域 WiMAX の免許を取得し、モバイル WiMAX の試験運用をしている。

また、大手企業 Intel 社が WiMAX 規格に対して支援しており、搭載カードのサンプル出荷を行うと発表するなど WiMAX 通信が実現するのは、目前になってきている。

参考文献

- 1) 原田 崇, WiMAX 技術動向
<http://www.oki.com/jp/Home/JIS/Books/KE/NKAI/n210/pdf/210R25.pdf>
- 2) 槻ノ木 隆 その 97「IEEE 802.16e (モバイル WiMAX) の特徴」
<http://bb.watch.impress.co.jp/cda/bbword/15873.html>
- 3) インプレス R & D WiMAX の最新動向
<http://i.impressrd.jp/files/images/bn/pdf/im200512-080-wimax.pdf>
- 4) @IT モバイル WiMAX を普及させるメッシュ中継と 5.xGHz 帯
<http://www.atmarket.co.jp/fnetwork/tokusyuu/34uresuji/01.html>
- 5) エンタープライズ社 コピキタス社会の基盤
http://www.bcm.co.jp/site/ipv6/ipv6_07.pdf
- 6) TCN と日本通信、地域 WiMAX で共同研究
http://k-tai.impress.co.jp/cda/article/news_toppage/44995.html