

高速インターネット・アクセスへ 浮上するFWAシステム

— 10Mbps から 156Mbps の高速通信も実現 —

NTT アクセスサービスシステム研究所

松江 英明 matsue@ansl.ntt.co.jp

渡邊 和二 wtnb@ansl.ntt.co.jp

斉藤 利生 tsaitoh@ansl.ntt.co.jp

FWA (Fixed Wireless Access, 加入者系無線アクセス・システム) は、回線開通が迅速であり、しかも経済的で柔軟性に富んだ設置ができるなどのメリットから、アクセス網を構成する技術の1つとして注目されている。ここでは、利用する周波数帯によって多様化するFWAシステムについて説明する。

●使用周波数帯によるいろいろな使い方

FWAの周波数帯は、表-1に示すように、狭帯域な1.9GHz帯と2.4GHz帯、広帯域な22GHz帯、26GHz帯そして38GHz帯に分類される。

2.4GHz以下の周波数帯では、ある程度の見通し外通信も可能である。しかし、周波数帯域が狭いことから、ルーラルエリアにおけるアナログ電話、限定したエリアにおいて利用するユーザ間で帯域を共用するベストエフォートのサービスメニューに限られる。特に2.4GHz帯はISM (Industrial, Scientific and Medical: 産業科学医療) バンドであることから、免許が不要で利用できる気軽さがあるものの他のシステムからの干渉を考慮した置局設計、回線設計を行う必要がある。

22GHzを超える周波数帯では、見通し内での通信でかつ降雨による受信信号の減衰が生じる。しかし、周波数帯域が広いことから今後のマルチメディアサービスを提供するに相応しい周波数帯である。準ミリ波、ミリ波帯システムでは降雨により回線が切れやすいといわれていたが、2000年7月4日に発生した東京都千代田区の大手町付近の豪雨では、ソニー、KDDウインスターの回線は、雨の影響を受けなかったとの報告がある¹⁾。伝送距離が1~2km程度であれば、無線でも有線と同等な品質を確保

することは可能である。現在は、主にP-P (Point to Point: 1対1) システムによる専用線への適用が目覚しいが、今後はP-MP (Point to MultiPoint: 1対多) システムによる高速インターネット接続、LAN間接続への展開へ移っていくもの予想される。

以上の周波数帯に共通するFWAの特徴は、経済性、迅速性、柔軟性に優れている点にある。特にアクセスインフラを有していない新興キャリアにとって、新たなネットワークを構築する場合FWAの選択は必然である。専用線のアクセス回線として適用した場合、15Mbps以上のメニューで現行の価格に十分競争できる状況にある。また迅速性については、基地局と加入者局のみの施設で済むため、土木工事が必要な有線と比較して、申込みから回線開通までを短時間でサービス提供できる、あるいはファイバが未整備なエリアへもすぐ回線を提供できる優位性を持っている。柔軟性については、いったん基地局を設置するとそのエリア内での通信ができるため、イベント等のテンポラリー (一時的) な用途にも適用できる。また、その後有線が敷設された場合、基地局、加入者局設備を他の地域で再利用することもできる。

周波数帯	帯域幅 (括弧内は利用周波数)	特 徴	主なサービスメニュー	他国との共用周波数帯
1.9GHz帯	23MHz (1.895~1.9181GHz)	見通し外通信が可能, PHSのサービスエリア外におけるルーラルエリアでの適用	電話等	米国 (PACS) : 1.93~1.99, 1.85~1.91GHz, 1.92~1.93GHz 欧州 (DECT) : 1.88~1.9GHz
2.4GHz帯	97MHz (2.4~2.497GHz)	免許不要, 見通し外通信が可能, ISM (産業科学医療) バンドであることから他システムからの干渉を考慮する必要あり	インターネット接続, LAN間接続等	米国, 欧州: 2.4~2.4835GHz
22GHz帯	240MHz (22.14~22.38GHz), 240MHz (22.74~22.98GHz)			
26GHz帯	420MHz (25.45~25.87GHz), 420MHz (26.305~26.725GHz) ^{☆1}	見通し内通信, 周波数帯域が広い, 降雨減衰による影響あり	専用線, 高速インターネット接続, LAN間接続等	米国: 38GHz帯 欧州: 26, 38GHz帯
38GHz帯	420MHz (38.06~38.48GHz), 420MHz (39.06~39.48GHz)			

☆1 平成13年4月から以下の新たな割当て周波数が予定されている。
180MHz (25.27~25.45GHz), 360MHz (25.945~26.305GHz), 180MHz (26.80~26.98GHz)
PHS: Personal Handyphone System, PACS: Personal Access Communications System, DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications

表-1 FWA用周波数帯の特徴

●システム構成は使用周波数帯に強く依存

無線システムの構成は, 表-2に示すような利用する周波数帯の特徴を考慮した設計がなされる。

1.9GHz帯は, PHSシステムを踏襲しかつセル半径を拡大するための送受信アンテナ利得等を改善することによって, 経済的なシステムを実現している。

2.4GHz帯は, 他のシステムからの干渉を受けやすい帯域である。いかに他のシステムからの干渉を抑圧するかが方式実現の鍵となる。他のシステムからの干渉を抑圧するため, FH-SS (Frequency Hopping Spread Spectrum, 周波数ホッピングスペクトラム拡散方式) あるいはDS-SS (Direct Sequence Spread Spectrum, 直接シーケンス・スペクトラム拡散方式) 等のスペクトラム拡散技術を採用している。さらに通信方式としてCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, 衝突回避機能付き搬送波感知多重アクセス) を用いることによって, 周波数帯域が狭い環境下で, 他のシステムが通信していない時間内で通信を自律的に行っている。

1.9GHz帯, 2.4GHz帯ともに, 電波の特性上見通し内はもちろん見通し外の通信も可能となることから, 多くの加入者を1つの基地局で収容できるP-MPシステムが有効である。また, 2.4GHz帯においては, 送受信アンテナに高利得なアンテナを用いることにより, 長距離伝送を実現している。

22, 26, 38GHz帯はパワーリミットな周波数帯であるため, システム利得を向上させるには, アンテナ利得を上

げる必要がある。大容量の伝送を行うためには, 多値変調方式を採用する必要があるが, 多値数が多くなることにより送信アンプのバックオフを多くとることになり送信出力の低下を招く。P-Pシステムでは, 高利得なアンテナを用いることができるため, この送信出力低下を補うことができ156Mbpsのような大容量伝送が可能となる。一方P-MPシステムは, 面的なサービス展開が可能となるが, 基地局のアンテナ利得が小さく大容量伝送には不向きである。しかし, 10Mbps程度の加入者へのいわゆるラスト1マイルへの適用に有効であり, 多様なユーザニーズに対応できるいろいろな通信方式が用いられている。

●国内外の標準化動向

1.9GHz帯の標準規格としては, PHS方式をエアインタフェース (無線インタフェース) に適用したFWAの国内, 海外標準として「ARIB STD 28: 第2世代コードレス電話システム標準規格3.3版」が平成11年度に策定された。米国はPACS (Personal Access Communications System), 欧州はDECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) そして日本はPHSと地域に閉じた標準規格となっている。

2.4GHz帯の標準規格は, 平成11年度に「ARIB STD-T66: 第2世代小電力データ通信システム/ワイヤレスLANシステム」が策定され, 従来26MHzの帯域幅が, 97MHzに拡大された。この結果, IEEE802.11b (伝送速度5.5Mbps/11Mbps) に準拠した高速無線LANシステムが

周波数帯	通信方式	変調方式	セル半径	アンテナ特性	伝送容量/ 加入者	ユーザへの提供 インタフェース	接続するネット ワークインタフ ェース
1.9GHz帯	TDMA-TDD	$\pi/4$ QPSK	最大5km	基地局: 広角ビーム 加入者局: 狭角ビーム	144kbps	2W/4W	2W/4W, V5.2
2.4GHz帯	CSMA/CA	FH-SS, DS-SS等	最大1km程度	基地局: 広角ビーム 加入者局: 広角ビーム	最高11Mbps	10BASE-T, PC Card Standard 等	10/100 BASE- T, 10BASE-2等
			最大5km程度	基地局, 加入者局: 高利得			
22/26/38GHz帯	P-Pシステム	FDD	4値FSK, 4相以上の PSK, 16値以上のQAM	3km程度以下	基地局, 加入者局: 高利得	156Mbps 程度以下	10/100BASE-T, 1.5Mbps, 6Mbps, 45Mbps, 150Mbps等
26/38GHz帯	P-MPシステム	FDMA/TDMA FDD/TDD	GMSK, 4相以上の PSK, 16値以上のQAM	1km程度以下	基地局: 広角ビーム 特性 加入者局: 高利得	10Mbps 程度以下	10/100 BASE- T, ATM, STM等

TDMA: Time Division Multiple Access
CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
FDMA: Frequency Division Multiplex Access
TDD: Time Division Duplex, FDD: Frequency Division Duplex
QPSK: Quadrature Phase Shift Keying, FH-SS: Frequency Hopping Spread Spectrum
DS-SS: Direct Sequence Spread Spectrum, FSK: Frequency-Shift Keying
PSK: Phase Shift Keying, QAM: Quadrature Amplitude Modulation
GMSK: Gaussian filtered Minimum Shift Keying, P-P: Point-to-Point, P-MP: Point-to-Multipoint

表-2 FWAシステムの特徴

そのまま国内でも利用できることとなった。

22, 26, 38GHz帯の標準規格としては、平成10年(1998年)度に「ARIB STD-T58: 準ミリ波帯・ミリ波帯の周波数を利用した加入者無線アクセス・システムP-Pシステム」および「ARIB STD-T59: 準ミリ波帯・ミリ波帯の周波数を利用した加入者無線アクセス・システムP-MPシステム」が策定された。これに伴い、現在までに10を超える事業者が続々と通信市場に参入している。平成13年(2001年)度からは、26GHz帯に追加割当てが予定されており、面的なサービス提供を目指して、優れた事業展開を図る事業者間の熾烈な周波数獲得が予想される。

米国においては、1999年からIEEE802.16 (BWA: Broadband Wireless Access) において議論が進められており、ケーブルモデムで実質的な世界標準となっているDOCSIS (Data-Over-Cable Service Interface Specifications) ベースの標準化案が策定されつつある。これに伴い、屋内装置だけでなくそれに付随するオペレーション、マネジメントなどのコスト削減が期待できる。

欧州においては、1997年からETSI BRAN (Broadband Radio Access Network) においてHiper Accessの中で検討が進められている。

以上、各周波数帯で使われているFWAの特徴とシステム構成、さらに国内外の標準化動向について述べた。FWAは、アクセス網を構成する1つとして、ビジネスから家庭向けと各方面で他のアクセス媒体と競合、連携あるいは棲み分けながら発展していくことが期待されている。

参考文献

1) 日経コミュニケーション, 2000年8月7日号。

(平成12年10月10日受付)

