

インターネットに代表されるマルチメディア通信が急激に増加している。マルチメディアサービスを一般家庭にまで提供するため、加入者系回線の高速化・広帯域化が求められ、その一手段として加入者系無線アクセスが着目されている。

ここでは、内外の通信機器メーカーが開発および商品化を進めている加入者系無線アクセスシステムについて、内外の技術動向を概観する。わが国の(社)電波産業会は、1999年3月に加入者系無線アクセスシステムを構成するPTP(Point To Point)システムおよびPTMP(Point To MultiPoint)システムの標準規格を作成したが、欧米は2000年～2001年に向けて標準化作業を進めている。一部通信機器メーカーは商品化を進め、内外の通信事業者が導入を計画している。

Multimedia communication, of which a typical service is multimedia service, has been increasing rapidly. Due to the provision of multimedia services to households, there is demand for wideband access circuits. Fixed wireless access, which is one of several access circuit types, is a conspicuous technology in the communications industry.

This paper gives an overview of the technical trends in fixed wireless access systems in Japan, Europe, and North America, including the development status of such systems in communication equipment manufacturers. In March 1989, the Association of Radio Industries and Businesses (ARIB) in Japan issued the ARIB standards, covering point-to-point (PTP) and point-to-multipoint (PTMP) systems for fixed wireless access systems. The European Telecommunications Standards Institute (ETSI) and IEEE802.16 in the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) of the U.S.A. continue to prepare technical standards for fixed wireless access, which will be issued in 2000 or 2001.

情報通信サービス市場の変化

ここ数年、インターネットサービスの利用がビジネス、個人の両面で急激に増加し、98年2月末には利用者が1,000万人を突破したと推計されている。また、そのサービス内容は、文字コンテンツからAV(Audio Video)コンテンツに比重が高まってきている。さらに、インターネットによる金融、株取引、直接販売などの電子商取引が立ち上がりつつあることも相まって、情報通信サービスに対するユーザーニーズは、アクセス回線まで含めたエンドツーエンドの伝送路の高速・広帯域化が必須となってきた。

一方、わが国の通信インフラの現状をみると、基幹通信網は長距離系通信事業者による広帯域マイクロ回線および光ファイバ回線による網整

備がなされ、高速・広帯域化の対応は完了しているが、交換機から加入者までのアクセス系は、まだ大部分がメタル回線に依存しており、高速・広帯域化への対応はこれからの段階である。

そこで、一般家庭でもマルチメディアサービスを楽しむよう、アクセス系に光ファイバを導入する計画が進められているが、全国的に整備を完了するまでに5～10年掛かると言われている。このため、ユーザーニーズを早期に実現すべく、光ファイバに比べ短時間、低価格で導入できるアクセス系技術としてxDSL(Digital Subscriber Loop)、加入者系無線アクセスが着目されており、一部通信事業者は導入の動きを見せている。わが国でも、98年12月にアクセス系の分野に競争原理を導入すべく、加入者系無線アクセスに

22GHz、26GHzおよび38GHzを開放することを決定した。

アクセス系の多様化

マルチメディアサービスを広く一般家庭にまで提供するためのアクセス系的手段には、それぞれ特長を持った技術がある。後述する加入者系無線アクセスのほかに、有線系の加入者系高速・広帯域伝送路として実用化されているCATV(有線テレビ)、xDSLについて簡単に紹介する。

- (1) CATV 都市型CATVでは、バックボーン系に光ファイバを、支線系に同軸ケーブルを用いたHFC(Hybrid Fiber Coax)タイプが主流となりつつある。一般のCATVサービスは、映像・音声などを多チャンネル配信しているが、HFCは双方向通

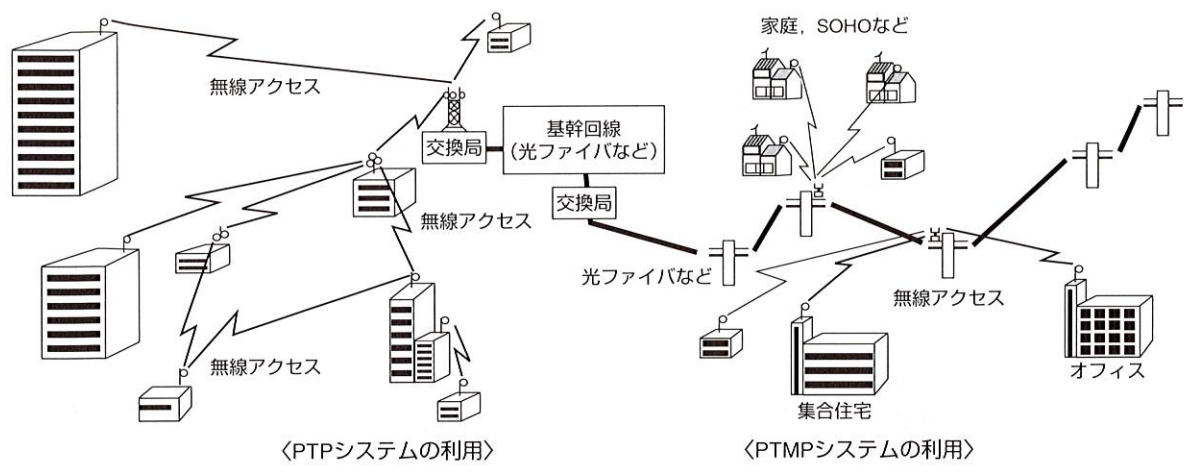


図1. 加入者系無線アクセスシステム概念 (出典: 郵政省報道発表資料) データ量が多い企業や集合住宅の収容は、交換局からダイレクトに、または順次中継し太い無線回線で引き込む。一方、家庭やSOHO向けはデータ量は少ないが、加入者数が多いので一つの無線局で複数の加入者を収容する。
Concept of fixed wireless access system

信が可能であり、かつ広帯域性を備えていることから、映像・音声チャンネルの残りのチャンネル部分を使ったケーブルモデムによる電話やデータサービスをしている。特に、データサービスの一環として的高速IP(Internet Protocol)サービスを実現している。

(2) xDSL xDSLは、有線系加入者線での高速伝送技術を総称したものである。そのなかで代表的なものがADSL(Asymmetric DSL)であり、電話の音声帯域より高い周波数帯域を利用して、上り方向(加入者→ネットワーク)に対し、下り方向(ネットワーク→加入者)を高速にする非対称な伝送を行うものである。既存のメトリックケーブルを使用できることから、設備投資が比較的少なく、短時間で設備構築ができるという特長がある。

■加入者系無線アクセスシステムとは

加入者系無線アクセスシステム

表1. 加入者系無線アクセス周波数ブロック
Frequency block table for fixed wireless access systems

周波数ブロック			使用周波数 (GHz)
22GHz帯	低群	A1~A4	22.14~22.38
	高群	A'1~A'2	22.74~22.98
26GHz帯	低群	D1~D3	25.27~25.45
		B1~B7	25.45~25.87
		D4~D6	25.945~26.125
	高群	D'1~D'3	26.125~26.305
		B'1~B'7	26.305~26.725
		D'4~D'6	26.80~26.98
38GHz帯	低群	C1~C7	38.06~38.48
	高群	C'1~C'7	39.06~39.48

(注) D1~D6およびD'1~D'6は、2001年以降割当て可能

は、交換局・加入者間のアクセス系を無線伝送路で構成するシステムを総称するものである。都市部企業や事業所向けの大容量の加入者回線およびPTMPシステム基地局などへのエントランス回線として使用されるPTPシステムと、中小企業およびSOHO(Small Office Home Office)向けの中小容量の加入者回線として使用するためのPTMPシステムの2種類から構成される。加入者系無線アクセスシステム概念を図1に示す。

郵政省が98年12月に公表した、加入者系無線アクセスに割り当てる

周波数ブロックを表1に示す。周波数の割当ては、PTPシステム、PTMPシステムともに単位ブロックを60MHzとし、送信および受信にそれぞれ対で付与される。PTPシステムは、22GHz、26GHzおよび38GHz、PTMPシステムには26GHzおよび38GHzが割り当てられている。

■PTPシステム

PTPシステムは、都市部の企業や事業者を対象に専用線サービス、フレームリレーサービスおよびセルリレーサービスなどのサービス提供に

利用される。その伝送容量は、企業内の多数の端末装置からの同時複数のアプリケーション利用などを想定するとともに、既存の基幹伝送路と接続する場合の整合性を考慮し、最大156 Mbpsとしている。加入者内の既存ネットワークとの親和性およびマルチメディアサービスに対応する必要性から、主信号の伝送容量として、6 Mbps, 12 Mbps, 45 Mbps, 52 Mbps, および156 Mbpsを対象としている。

使用周波数帯は、表1に示す22GHz, 26GHzおよび38GHz帯であるが、伝搬距離、コスト、伝送容量などを考慮して選択することになる。PTPシステムのネットワーク形態としては、以下の三つが考えられる。

- (1) スター構成(1か所から複数の加入者を収容)
- (2) リング構成(複数のビルなどをループ状に接続して加入者を収容)
- (3) メッシュ構成(複数のビルなどを複数のルートで接続して加入者を収容)

それぞれの構成は、構築コスト、回線信頼性などの面で一長一短がある。PTPシステムの主要技術の一つである変復調方式としては、伝送容量の大きいシステムには、32 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), 16 QAMが用いられ、中容量にはQPSK(Quadrature Phase Shift Keying), FSK(Frequency Shift Keying) が用いられ、小容量にはBPSK(Binary PSK), FSKなどが用いられている。また、使用周波数帯が準ミリ波帯であることから、降雨減衰による回線稼働率の低下を避けるため、強力な誤り訂正能力をもつブロック符号、畳込み符号および連接符号などが用いられている。

■PTMPシステム

PTMPシステムの特長は、通信事業者側の基地局設備や、周波数を複

数のユーザーで共用することにより、一加入者当たりのコストが比較的安価に構築できることである。また、伝送容量も数百kbpsから数Mbpsに対応できることなどから、サービス用途としてN-ISDN(Narrowband aspects of Integrated Services Digital Network), 中低速のフレームリレー、セルリレーおよびインターネット接続が考えられている。

PTMPシステムのネットワークは、提供するサービスとバックボーンによって三つの形態に大別される。

- (1) 形態1: バックボーンをATM(Asynchronous Transfer Mode) 網とし、基地局・加入者局間のエアインタフェースにおいてもATMセルを伝送するシステムで、提供するサービスは、IPサービス、N-ISDNサービス、フレームリレーサービス、セルリレーサービス、ビデオオンデマンド(VOD) サービスおよびATMサービスなどが考えられる。
- (2) 形態2: 無線LANを屋外に展開したコンセプトであり、接続されるネットワークはインターネットが主となる。提供するサービスは、インターネットアクセスサービスが主であるが、今後インターネット電話サービスの提供も考えられる。
- (3) 形態3: バックボーンに既存の加入電話網とN-ISDNを想定し、インタフェースとして2Mbps単位以下のTDMA(Time Division Multiple Access) パーセントを想定したシステムである。提供するサービスは、電話サービス、N-ISDNサービスおよびインターネットアクセスサービスとなる。

PTMPシステムは、内外の通信事業者による導入が始まったばかりで

あり、主たるサービスを何にするかでネットワーク形態が選定されている。昨今急速に加入者が増加しているインターネットアクセスサービスや、導入当初の収益性重視から事業所向けの専用線サービスなどが主に取り上げられており、形態1, 形態3が選定される例が多い。

PTMPシステム構築上の主要技術としては、次の二つがある。

- (1) 通信方式と無線回線の制御技術 通信方式としてTDMA/FDD(Frequency Division Duplex), TDMA/TDD(Time Division Duplex) およびFDMA(Frequency Division Multiple Access) /FDD, FDMA/TDDなどの方式が考えられ、それらの方式に適合したタイムスロット/周波数チャネルの制御方式が提案されており、限られた周波数帯域内でいかに多くの加入者局数を扱えるかがポイントである。
- (2) セル設計技術 PTPシステムでは、サービスエリア内に分散している不特定多数の加入者を対象としたサービスを提供するために、面的にシームレスなサービスエリアを配置し、割り当てられた周波数帯域を繰り返し利用する周波数のセル(ゾーン)配置が必須であり、その設計のよしあしでシステムの加入者収容局数が決まる。

このほか、変復調方式や誤り訂正技術などは、PTPシステムと類似の技術が用いられている。

■技術標準化活動

■国内

わが国の郵政省がアクセス系の分野に競争原理を導入するための一環として「加入者系無線アクセスの技術的条件」の審議を97年7月電気通

信技術審議会に諮問した時期に合わせて、(社)電波産業会に加入者系無線アクセスシステム開発部会が発足した。開発部会には、加入者系無線アクセスシステムの研究開発に参加を希望する内外の58機関が参加し、部会の下に設置されたPTPシステム作業班、PTMPシステム作業班および技術動向調査作業班に分かれて、PTPシステムおよびPTMPシステムの技術的条件、無線設備の技術的条件および測定法について研究開発し、99年3月に次の標準規格を策定した。

- (1) 準ミリ波帯・ミリ波帯の周波数を利用した加入者系無線アクセスシステム(PTPシステム標準規格：ARIB STD-T58)
- (2) 準ミリ波帯・ミリ波帯の周波数を利用した加入者系無線アクセスシステム(PTMPシステム標準規格：ARIB STD-T59)

標準規格は、周波数の有効利用および他の利用者との混信回避を図る

目的から定められる国の技術基準と、併せて無線設備の適正品質、互換性の確保など、無線機器製造者、電気通信事業者および利用者の利便を図る目的から策定される民間の任意基準を取りまとめて策定される民間の規格である。

■欧州

88年に設立された欧州電気通信標準化機構(ETSI)の技術委員会TM(Transmission and Multiplexing)内に設置されたワーキンググループWG-TM4がPTPおよびPTMPシステム全般、ならびにそのアンテナに関する標準化作業を進めている。

準ミリ波帯を用いたPTPシステムは、24.25～29.50GHzの周波数帯、伝送容量2～156Mbpsで、主にネットワーク間接続およびセルラー用交換局・基地局間接続に使用されているもようである。PTMPシステムは、3～11GHzの周波数帯で、TDMA、FDMAおよびCDMA(Code Divi-

sion Multiple Access)の通信方式により、加入者当たり最大8Mbpsのデータ信号伝送が可能なシステムの標準化作業が進められているもようである。

■米国

米国では、98年FCCがLMDS(Local Multipoint Distribution Service)用の28GHzおよび38GHzの周波数オークションを実施した。加入者系無線アクセス事業が具体化し始めたのをきっかけに標準化の気運が高まり、98年にN-WEST(The National Wireless Electric System Testbed)が中心となり、米国電気電子技術者協会(IEEE)の802.16(Broadband Wireless Access Study Group)内に二つのタスクグループを発足させた。おのおのLMDSのエアインタフェースの標準化作業および同一システム/他無線システムとの共存条件の検討作業を進めており、2000年6月から01年1月にかけて

DAVICとLMDS

DAVIC(Digital Audio Visual Council)は、デジタル映像配信システムの標準化団体である。

DAVICは、94年に設立され、日米欧から200以上のメーカーや研究機関が参加している。通信、ケーブル、放送、コンピュータ(端末)業界およびコンテンツなどのマルチメディアサービス業界により、種々のマルチメディアサービスの速やかな普及を図るために、共通仕様を提供することを目的として設立された。

95年に、HFC(光同軸ハイブリッド網)による高速ビデオアクセスネットワークの標準を一本化するため、サーバ、ネットワーク、セットトップボックスの3要素から構成されるモデルによる基本的な動作を規定した仕様

DAVIC1.0を発行した。その後ケーブルモデムの仕様を盛り込んだDAVIC1.1、セキュリティ仕様などを盛り込んだDAVIC1.2と順次版を重ねて、現在DAVIC1.4まで発行されている。

DAVIC1.0～1.4では、物理レイヤとしてATM(非同期転送モード)を想定しているが、DAVIC1.5においては、さらにIP網を基盤とした仕様の検討が進められている。

LMDS(Local Multipoint Distribution Service)は、DAVIC1.1にて追加された無線によるアクセスネットワークである。

LMDSは地上波無線映像伝送規格であって、HFCに代表されるケーブルモデムに対して、無線による映像配信サ

ービスを行うものである。

LMDSの伝送フレーム構造は、ATMセルをベースとしている。ダウンストリームはTDM(Time Division Multiplexing)伝送であり、アップストリームはTDMA(Time Division Multiple Access)伝送である。ATMをベースとしていることから、ATMバックボーンネットワークとの接続が容易である。

海外の動向としては、米国にて28GHz帯を用いてケーブルテレビの無線配信システムが一部の地域ですでに事業化が図られている。また、広帯域のアクセス回線としての利用計画も進められており、カナダではフィールド実験が行われている。

て報告書が提出される予定である。

このほか、デジタル映像配信に関する標準化団体である DAVIC (Digital Audio Visual Council) が無線アクセスシステムとして LMDS の標準化を推進しており、これに基づく製品化が進められている(囲み記事参照)。

技術動向

国内

わが国での加入者系無線アクセスシステムは、80年代に日本電信電話(株)による22GHz帯および26GHz帯デジタル加入者無線方式(PTPおよびPTMP)が導入され、64k~6Mbpsの高速デジタル専用線サービスが提供されてきた。98年の電気通信技術審議会の答申を機に、通信機器メーカーのPTPおよびPTMPシステムの開発に拍車がかかり、すでにPTPシステムでは、16QAM-156Mbps、QPSK-6Mbpsなどのシステムが商品化されている。

PTMPシステムは、各社開発途上であり、99年後半~2000年にかけてTDM/FDMA/FDD、TDM/TDMA/FDDおよびTDM/TDMA/TDDなどの通信方式によるATMセル伝送する形態1のシステムの商

品化が予想されている。

諸外国

PTPシステムについては、欧州、米国の通信機器メーカーが、8GHz、13GHz、15GHz、18GHz、23GHz、26GHzおよび38GHz帯で、4FSK、QPSKおよび16/32/64/128QAM変調方式による2Mbps、8Mbpsおよび34MbpsなどのCEPT(European Post and Telecommunications Conference)向けを商品化し、5Mbps、45Mbpsおよび156Mbpsなどの北米向けを商品化している。一方、PTMPシステムは、欧米の通信機器メーカーが商品化を進めているが、DAVICベースのTDM/TDMA/FDDおよびTDM/FDMA/FDDなどの通信方式によるATMセル伝送タイプが主流のように思われる。北米の一部地域ではすでに商用サービスが行われている。

今後の加入者系無線アクセスの展望

わが国と欧米では、加入者系無線アクセスシステムの事業化進展度合いおよび提供サービス内容などに差異があるものの、当初のユーザーである企業用、事業所向けの専用線サービス、インターネットサービスか

らSOHOおよび家庭向けのインターネット電話、インターネットサービスへと事業展開が進むと予想される。そのためには、加入者局のコスト低減、機器の小型・薄型・軽量化が必須であり、準ミリ波帯送受信機および加入者局の小型化、低価格化などの開発が進むものと想定される。

文献

- (1) “加入者系無線アクセスシステム” 研究開発報告書。(社)電波産業会、加入者系無線アクセスシステム開発部会、1999-06。



中村 升一

NAKAMURA Shoichi

情報・社会システム社 通信システム事業部 マルチメディア無線アクセス技術部参事。無線による加入者アクセス回線のシステムエンジニアリング業務に従事。

Telecommunications Systems Div.



小林 健三

KOBAYASHI Kenzo

情報・社会システム社 通信システム事業部 マルチメディア無線アクセス技術部部長。無線による加入者アクセス回線のシステムエンジニアリング業務に従事。

Telecommunications Systems Div.