

# 無線 LAN システムの技術動向

## Technological Trends in Wireless LAN Systems

高木 映児

TAKAGI Eiji

オフィスにおける Ethernet<sup>(注1)</sup>の無線化の位置づけで開発された無線 LAN は、最近では一般ユーザーにとってより近い技術となり、雑誌や新聞にもそのことばが毎日のように登場してきている。このような無線 LAN の普及は、従来の無線 LAN の概念を超えたところで使われ始めてきており、単に無線のキラーアプリケーションの登場ととらえるよりは、キラープラットフォームの登場としてとらえるべきである。

ここではまず、IEEE(米国電気電子技術者協会)802 委員会で検討されている無線系の主要技術を整理し、次に、IEEE802.11 の標準化動向と世界における 5 GHz 帯の周波数割当て状況、及びその実用化のためのデバイス技術やアンテナ技術について述べる。最後に、様々な市場の要求によって多様化する無線 LAN 技術とその方向性についてまとめる。

Wireless LAN has become pervasive in people's lives. This technology cannot be categorized merely as wireless Ethernet. Rather, it is a phenomenon that should be considered to be the advent of a new wireless "killer platform" rather than a "killer application."

This paper first provides an overview of wireless technologies in the IEEE 802 Committee, then reviews the IEEE802.11 standardization and 5 GHz-band frequency regulations in the world. Device and antenna technologies for realizing wireless LAN are described next. Finally, the article discusses future trends in wireless LAN technologies.

### キラープラットフォームとしての無線 LAN

オフィスを飛び出したノートパソコン(PC)は、街角のいたるところでメールアクセスの端末として活躍している。また携帯電話も、iモード<sup>(注2)</sup>を起爆剤としてインターネットアクセス端末としての地位を確立した。まさにユビキタス情報社会の到来である。

一方、家庭には ADSL(非対称デジタル加入者線)を中心としたブロードバンド環境が整備されてきており、手軽に IP(Internet Protocol)ベースのブロードバンドサービスを楽しむことが可能になってきた。このような状況下で、据置き型のデスクトップ PC から、ノマディック<sup>(注3)</sup>、モバイル用途の機器が端末の主流になるにつれ、ラストワンホップの

無線化への期待が急速に高まっている。このような社会的ニーズに対応すべく、様々な無線方式の提案がなされている。

パーソナル通信は Bluetooth<sup>TM</sup><sup>(注4)</sup>、LAN は IEEE802.11 系、広域通信は携帯電話系といったように大枠では各技術の住み分けがなされている。しかし、提案されている規格どうしで応用先が重複する部分もあり、今後、勢力地図が変わっていくことが予想される<sup>(1)</sup>。この中で、無線技術のデファクトスタンダードとでも呼ぶべき地位を築きつつあるのが IEEE802.11 系の無線 LAN である。

無線 LAN の第 2 世代と言える IEEE802.11b が速度的にオフィスの 10 Mbps Ethernet に対して見劣りしなくなったこと、また、個人が購入できる

価格帯になったことから普及が加速した。民間の相互接続認証機関である Wi-Fi Alliance(旧名称: WECA)が 1999 年に設立され、各社から販売される機器が相互につながる環境が整ったことも、市場の急速な立上りを考えるときに見逃せない。チップセットが安価に入手できるようになったため、これまで無線 LAN の仕様では想定していなかったアプリケーションにも使われるようになってきた。それに連動して、仕様自体も市場の要求を満たすように進化している。このような状況下では、無線 LAN を単なる無線の一アプリケーションとしてではなく、様々な無線環境を実現するキラープラットフォームとしてとらえたほうが、現在の市場の流れを的確に把握することができる。

### 無線インフラと IEEE802 ファミリー

無線ネットワークは大別すると、WAN (Wide Area Network)、LAN (Local

(注1) Ethernet は、日本における富士ゼロックス(株)の商標。

(注2) (株)エヌ・ティ・ティ・ドコモグループの携帯電話による情報通信サービス。

(注3) 機器は可動であるが、ネットワークに接続するときは主に固定して使用する方式を指す。移動性と広帯域性を両立させよう方式である。

(注4) Bluetooth は、Bluetooth SIG, Inc.の商標。

Area Network), PAN( Personal Area Network)に分けられる。各サービスの概念をまとめて図1に示す。WANに属するものとして, IEEE802委員会ではIEEE802.16<sup>(2)</sup>やIEEE802.20<sup>(3)</sup>が検討されている。IEEE802.16はMAN( Metropolitan Area Network)の範ちゅうに属し, 都市間, ビル間の無線通信のようなFWA( Fixed Wireless Access)に用いられる。また, IEEE802.20はMBWA( Mobile Broadband Wireless Access)として定義され, 文字どおり, 移動環境下で広帯域なサービスを広域で実現する仕様である。次章で述べるように, IEEE802.11が様々なアプリケーションに適應できるよう変化を続けているので, FWA向けの仕様や, 音声通話向けのVoIP( Voice over IP)のような帯域管理技術の強化が進み, IEEE802.16やIEEE802.20の想定適用範囲と重なるようになってきている。

一方 家庭内やオフィスに目を向けると, Ethernetケーブルの無線化として, IEEE802.11a/b/gが普及してきている。家庭では, インターネットとPC端末を接続するだけでなく, その接続相手がデジタル家電に広まっている。白物家電に関しては必要とする伝送容量が小さいので, ネット対応としてはBluetooth™による製品化が先行している。小売店などのPOS( Point Of Sales)システムの無線化もレイアウト変更時の経費を大幅に節約できることから潜在需要が高い。

### IEEE802.11の多様化

これまで述べたように, IEEE802.11は様々なアプリケーションに対応可能となるように, 仕様が強化されてきている。ここでは, IEEE802.11仕様の変化について具体的な流れを見る。

IEEE802委員会ではIEEE802.11が97年に, IEEE802.11a/bが99年に標準化を完了し, その後更に派生技術に関して標準化が進められている。図2は, 市場の要求から見たIEEE802.11の各

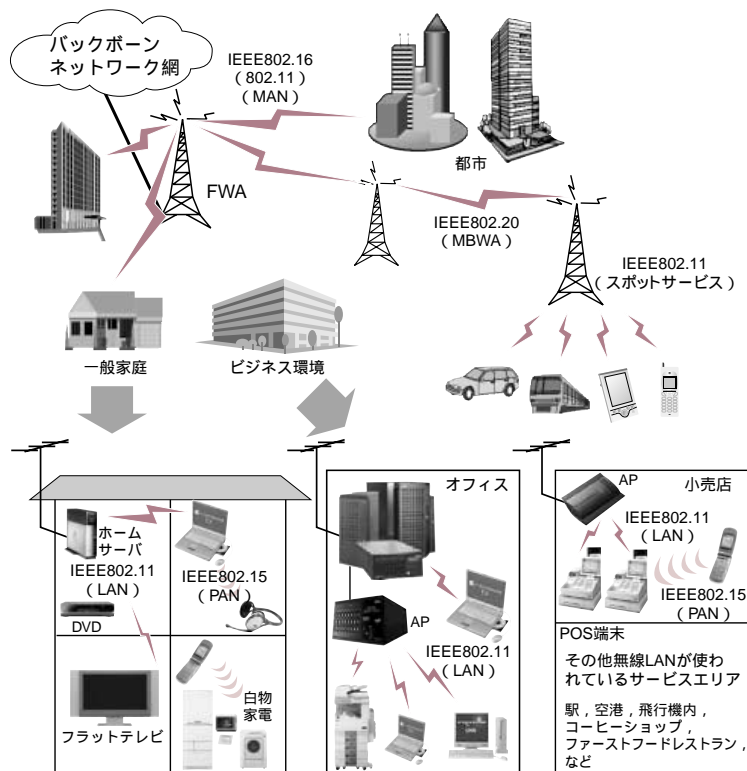
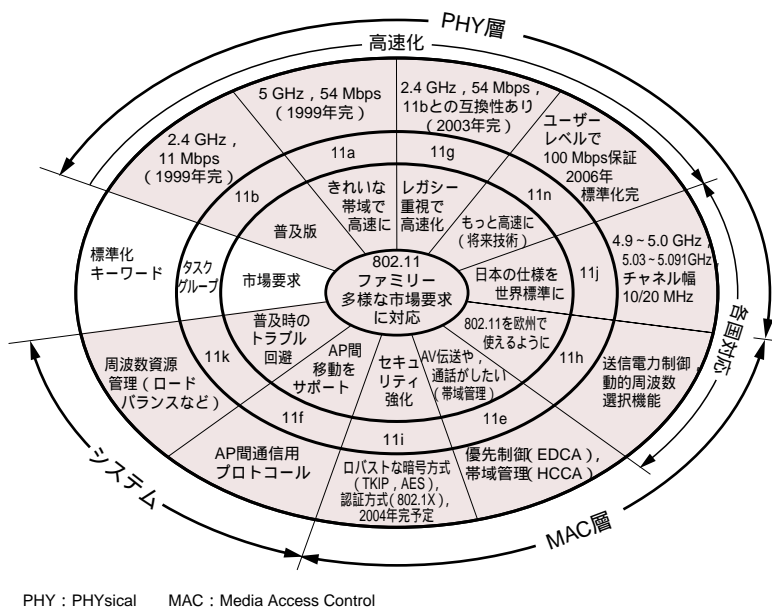


図1. 無線インフラとIEEE802ファミリー - オフィス内や家庭内LANにはIEEE802.11系, パーソナル通信にはIEEE802.15系, ビル間通信のようなFWAにはIEEE802.16系, 広域通信にはIEEE802.20系の採用が検討されている。

IEEE802 standardization groups and application to wireless infrastructure



PHY: PHYsical MAC: Media Access Control

\* 簡略化のため, 例えばIEEE802.11bを検討するタスクグループを11bと表記。

図2. IEEE802.11の多様化 - 無線LAN用として規格化されたIEEE802.11だが, 市場の要求に応じて様々なアプリケーションに対応すべく, 多くのタスクグループで仕様の多様化が図られている。Map of IEEE802.11 families

仕様の位置づけを示したものであり、主要な仕様のみ掲載してある。図2において三つのトラックのうち内側が市場の要求、中間がそれに対応するタスクグループ、外側が各タスクグループの仕様に関するキーワードである。

IEEE802委員会は7層のOSI(Open Systems Interconnection)リファレンスモデル<sup>(注5)</sup>のうち、主にPHY層、MAC層を取り決めている。図では、各タスクグループが主にどの層に対応しているかを外周に明示した。

### ■ PHY強化(11b, 11a, 11g, 11n)

もともとのIEEE802.11は最大伝送速度2 Mbpsであり、伝送媒体(キャリア周波数)は、赤外線又は2.4 GHz帯(拡散方式)の電波であった。高速化の要求から、IEEE802.11b/aが2年後に標準化された。IEEE802.11bはIEEE802.11に対して、後方互換性を保ちつつ拡散符号にも情報を乗せる方式を採用することにより、最大伝送速度を11 Mbpsにまで高めている(CCK(Complementary Code Keying)方式)。

更に、IEEE802.11aはキャリア周波数としてUNII(Unlicensed National Information Infrastructure)<sup>(注6)</sup>帯の5 GHz帯を用いているが、二次変調方式にOFDM(直交周波数分割多重)方式を採用することで、最大伝送速度を54 Mbpsにまで高めている。IEEE802.11aは、2.4 GHz ISM(Industrial, Scientific and Medical)帯を用いるIEEE802.11bと比べると、5 GHz帯のきれいな周波数を用いており動画伝送など伝搬路の品質

がより重要なAV用途に適している。また、IEEE802.11bが同時に使用可能なチャンネルが四つ(米国は三つ)なのに対して11チャンネル(米国は12チャンネル)あることから、アクセスポイントを面的に展開しやすいことなどが期待されている。ただし、IEEE802.11aはIEEE802.11bとの互換性はない。

IEEE802.11bとの互換性に配慮しながら高速化を実現した規格がIEEE802.11gである。この規格の特徴は、IEEE802.11bモードを包含していると同時に、キャリア周波数2.4 GHz帯のままで54 MbpsのOFDM信号を送受信できることである。後方互換性の確保に加え、伝搬特性としてキャリア周波数が1/2であるため、同じ送信電力ではIEEE802.11aの約2倍遠くまで届くというメリットもある。一方、同時に使えるチャンネルが三つしかないこと、ISM帯であるので他のシステムとの干渉の危険があるなどのデメリットがある。以上のことから、IEEE802.11bは将来IEEE802.11gに吸収されていくが、IEEE802.11gとIEEE802.11aについてはアプリケーションによって使い分けられ、共存していくと思われる。

また将来に向けて、更なる最大伝送速度を持った規格の検討が開始された。IEEE802.11nと呼ばれる規格である。アプリケーションレベルで伝送速度100 Mbps以上を保証することを特徴としており、IEEE802.11aとも後方互換性を持つ。これまでIEEE802.11を含め、無線システムの伝送速度はプロトコル上の伝送速度で定義されていた

が、ユーザーが体感できる実効伝送速度と乖離(かいり)しているため、アプリケーションの実効伝送速度に近いMAC SAR(Service Access Point)<sup>(注7)</sup>で定義されることになった。

### ■ IEEE802標準のグローバル化

米国発祥のスタンダードであるIEEE802.11aを、欧州で使用可能にするための規格がIEEE802.11hである。欧州では5 GHz帯にETSI<sup>(注8)</sup>が定めたHiperLAN2<sup>(注9)</sup>と言う規格があるが、主な差分はDFS(Dynamic Frequency Selection)とTPC(Transmit Power Control)である。DFSは動的周波数選択機能、TPCは送信電力制御と訳される。共に他システムへの影響を削減するために必要である。

日本で認可された4.9 ~ 5.0 GHz帯、5.03 ~ 5.091 GHz帯を米国仕様と協調させるために設けられたのがIEEE802.11jである。これは屋外のFWAなども視野に入れているので、一度にサービスに参加できる企業(キャリア)を増やすための10 MHzへのチャンネル分割や、通常のIEEE802.11ではACK<sup>(注10)</sup>のタイミングから数百mまでの伝送しかサポートしないものを数kmまで伸ばすような、MACパラメータの変更などが議論されている。

### ■ MAC強化

AV用途を考える際に重要なことは、帯域保証(QoS)である。

無線LANの場合は、ネットワークにつながっているPCが確率的になるべく多くのデータをやり取りすることを可能とするように、CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)方式をとっている。このため、この方式で画像を伝送すると、他の機器の通信にじゃまをされて常時一定した伝送速度で通信ができず、画像の乱れを生じてしまう。もともと欧州規格のHiperLAN2や日本のHiSWANa<sup>(注11)</sup>はTDMA<sup>(注12)</sup>方式を採用しており、帯

(注5) OSIが定めた通信の7層モデルで、PHY層、データリンク層(MAC層含む)、ネットワーク層、トランスポート層、セッション層、プレゼンテーション層、アプリケーション層で構成される。

(注6) 定められた規格を満足すれば、免許不要で使用してよい周波数帯域のグループ。

(注7) TCP/IP用語でポートと同義。特定のアプリケーションやサービスを意味する。

(注8) European Telecommunications Standard Instituteの略。米国のANSI(American National Standard Institute)の欧州版であり、非政府の標準策定団体。

(注9) High Performance Radio LAN 2の略。ETSIで2000年2月に策定された規格。PHY層などIEEE802.11aに近いが、集中制御方式であるところが大きく異なる。

(注10) ACKnowledgementの略。受信側で信号が正しく到着したことを送信側に通知する信号。

(注11) High Speed Wireless Access Network type aの略。HiperLAN2との互換性を重視した日本の規格。

(注12) Time Division Multiple Accessの略。時分割で複数のユーザーがアクセスする方式。

## 世界の 5GHz 帯周波数割当て状況

2.4 GHz 帯の無線 LAN は世界共通の ISM 帯を利用しているため、世界的に無線 LAN が普及するのに大きな役割を果たした。一方、ISM 帯であることから、今後は普及が進むとシステム内外の干渉問題が深刻となる。このため 5 GHz 帯が注目を浴びている。5 GHz 帯は 2.4 GHz 帯に比べ、世界的に見て統一化が遅れていたが、IEEE802 委員会でも IEEE802.11h や IEEE802.11j など各国での仕様の差分を吸収する規格が議論されており、また、2003 年 6 月にジュネーブで開催された国際電気通信連合 (ITU) 注21) 主催の世界無線通信会議 (WRC - 03) 注22) で、新たに世界共通帯域として屋内外用途に 5.470 ~ 5.725 GHz 帯の開放が決定した (5.25 ~ 5.35 GHz 帯は屋内 + 限定的屋外使用として開放)。基本的には TPC、DFS の機能が必要となる。各国での利用規定の詳細が検討された後、来年度以降、商用周波数として利用されていくことになる。

日米欧の周波数割当て状況並びに WRC-03 で開放された周波数を以下と図 3 にまとめる。

## ■ 日本

日本は当初 5.15 ~ 5.25 GHz 帯 (4 チャンネル) が免許不要帯として屋内向けに開放済みだったが、昨年新たに 4.9 ~ 5.0 GHz 帯と 5.03 ~ 5.091 GHz 帯が屋外利用可能帯域として開放された。

## ■ 米国

現時点で 5.15 ~ 5.35 GHz 帯と 5.725 ~ 5.825 GHz 帯の計 300 MHz (12 チャンネル) が使用可能である。

## ■ 欧州

欧州で特徴的なのは、5 GHz 帯の他システムへの影響を回避するために、

帯保証はしやすいので動画伝送には有利である。しかしながら、現在は商業的に IEEE802.11 系のシステムが普及し、チップセットも安価になってきたので、動画伝送も IEEE802.11 系の改良により実用化する方向で検討されている。IEEE802.11e はそのような帯域保証を検討している標準であり、来年標準化が完了する予定となっている。ここでは、様々なアプリケーションに対応するため、様々なレベルの帯域保証が検討されている。プロトコル上は、確実に帯域を保証する機能を持つ HCCA 注13)、確率的に重みを変えて安定した帯域が必要なアプリケーションに優先的に帯域を割り当てる EDCA 注14) 方式などがある。CSMA/CA の衝突防止機能を簡略化してユーザーの使用できる時間を増やし、スループットを向上させる検討もある。例えば、データを受信した際に確認のため ACK を毎回必ず返すことになっているが、ある程度無線状態が安定していることを前提に、ACK コマンドを間引いてスループットを向上させている (Block Ack)。

また、IEEE802.11a/b ではセキュリティに関しては WEP (Wired Equivalent Privacy) 機能が標準で実装されていたが、暗号解読されるなどしてセ

キュリティレベルが十分でなくなったため、現在、セキュリティ強化として IEEE802.11i が検討されている。鍵管理には IEEE802.1X を用い、暗号化方式には AES 注15) 又は TKIP 注16) を用いることを特徴としている。早期にセキュリティ強化を要求する市場の声を反映して、IEEE802.11i の規格成立までの過渡解として、Wi-Fi Alliance は、規格化が完了していなかった AES を除いた IEEE802.11i のサブセットを WPA (Wi-Fi Protected Access) とし、2003 年 8 月に Wi-Fi ロゴ発行のための必須要件と定めた。Wi-Fi Alliance は更なるセキュリティ強化のため、VPN 注17) など上位層でのセキュリティ対策の併用も推奨している (この特集の p.13 - 16, p.17 - 20, p.37 - 40 参照)。もっともセキュリティに関しては、標準化による強化だけでなく、ユーザーへの啓もうも必要である。2003 年 8 月に JEITA 注18) は SSID 注19)、WEP、MAC アドレスフィルタリング 注20) などを活用した秘匿性の向上をユーザーに呼びかけている。

このほかにも IEEE802 委員会では、アクセスポイント (AP) 間通信のプロトコルを定めた IEEE802.11f があり、また周波数資源管理を定める IEEE802.11k なども検討されている。

(注 13) Hybrid coordination function Controlled Channel Access の略。時間管理の概念を取り入れることにより、特定のアプリケーションに特定の伝送レートを割当て可能にする方式。

(注 14) Enhanced Distributed Channel Access の略。優先度の高いアプリケーションには高い確率で帯域を割り当てる方式。

(注 15) Advanced Encryption Standard の略。WEP で用いられているものより強力な次世代暗号化方式。

(注 16) Temporary Key Integrity Protocol の略。暗号方式は WEP と同等であるが、鍵を動的に変化させることで秘匿性を向上させた方式。

(注 17) Virtual Private Network の略。公衆配線などを経由しながらも安全な通信を可能にするセキュリティ技術のこと。ゲートウェイとなる VPN 装置と端末側に搭載される VPN アプリケーションソフトウェアなどで構成。

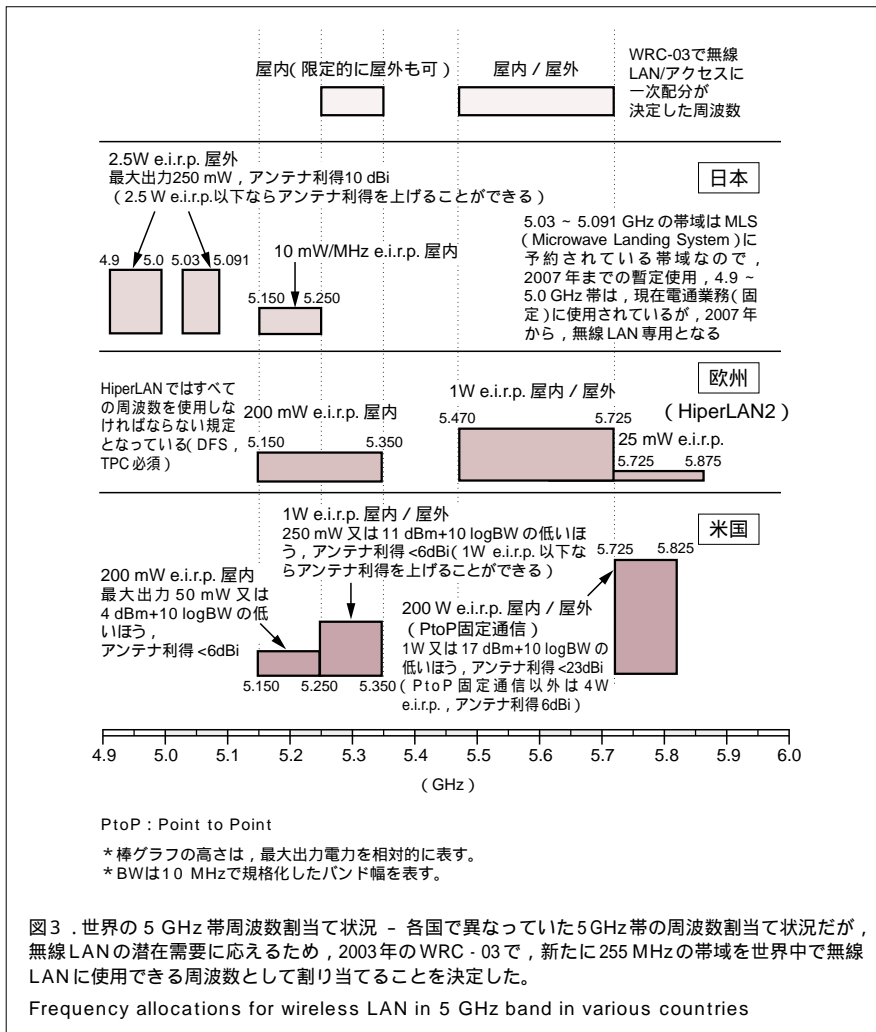
(注 18) Japan Electronics and Information Technology Industries Association の略。エレクトロニクス及び IT (情報技術) 分野の日本の業界団体。

(注 19) Service Set IDentity の略。接続先のネットワークを識別するための ID (IDentity)、ANY と設定、若しくは何も設定しないとだれでも接続可能な状況となる。

(注 20) MAC アドレスによりネットワークへのアクセスを管理する方式。具体的には、各機器 (端末) に一意に割り当てられている MAC アドレスを、アクセスポイントに登録することにより実現。

(注 21) International Telecommunication Union のこと。世界規模で通信の標準を策定するもっとも重要な組織。

(注 22) World Radiocommunication Conference 2003 のこと。ITU の無線通信部門の会議であり、各周波数帯の利用方法など国際的な電波秩序を規律する無線通信規則改正のため、通常 2 ~ 3 年に一度開催される。



TPCとDFSを課していることである。使用したいチャンネルがレーダなど他システムに使用されていないかあらかじめキャリアセンスを行う。また、DFSを用いて特定の周波数に電力が集中しないように負荷分散が義務づけられている。

## デバイス技術

### 最適なプロセス技術

IEEE802.11aを実現するデバイスとして、様々なプロセス、回路方式が採用されているが、ここではそれらの技術の特徴を整理する。

現在市販又は試作されているチップ形態として、ベースバンドLSIは1チップ又は2チップ構成でCMOS(相補型金属酸化膜半導体)が用いられている。一方、RF(Radio Frequency)の部分

は各社で多様である。ベンチャーを中心としてRF ICも1チップCMOS、その他はSiGe HBT(シリコン・ゲルマニウムヘテロ接合バイポーラトランジスタ)、電力増幅器はGaAs(ガリウム・ヒ素)HBTで実現していることが多い。プロセスの選択基準の一つに、遮断周波数と降伏電圧の積( $f_T \cdot V_{bd}$ )がある。高周波で動作するトランジスタを実現

しようとするためにはトランジスタを微細化すればよいが、微細化すると電極間の電界強度が増大するので、 $V_{bd}$ (したがって動作可能な電圧)が下がってしまう。そこで、 $f_T \cdot V_{bd}$ はプロセスにより一定になる。各プロセスの $f_T \cdot V_{bd}$ を表1に示す。併せて $f_T=50$  GHzのときの $V_{bd}$ も示してある。これを見ると、CMOSは $V_{bd}$ が2V程度であり、ベースバンドLSIには適用可能であるが、RF部への適用には限界があることがわかる。これは、ベースバンド部は論理振幅でスケールアップが可能なのに対し、RF部はスケールアップができないためである。一方SiGe HBTは、 $f_T=50$  GHzのときの $V_{bd}$ は4V程度であり、5 GHzのRF回路用には十分である。ただし、電力増幅器に関しては、電力付加効率の問題からGaAsなどの化合物半導体を用いる(p.33 - 36参照)。ベースバンドとRFで2チップ構成とうたっているメーカーでも、実際はCMOS内蔵の電力増幅器では出力が十分出さず、外付け電力増幅器を設けていることが多い。今後は、小型化が最重要で1チップ化が必須な場合はCMOS化が図られるが、消費電力や性能を重視する場合はベースバンドはSi-CMOSで、RF部はSiGe HBT、フロントエンドはGaAs系という構成がしばらく続くと思われる。

### 最適な回路方式

5 GHz帯の無線LANシステムには様々な回路方式が提案されているが、ここでは典型的な3方式(図4)について

表1. 5 GHz帯における各回路ブロックとそれに適したプロセスの関係  
Circuit blocks and their suitable processes

回路ブロック		プロセス	$f_T \cdot V_{bd}$ (GHz · V)	$f_T = 50$ GHz時の $V_{bd}$ (V)	
電力増幅器	IF/RF	ベースバンド	CMOS	100	2
			SiGe HBT	150 ~ 200	4
		GsAs HBT	300	6	
		InP HBT	500	10	
		InP HEMT	600	12	

InP : インジウム・りん HEMT : High Electron Mobility Transistor

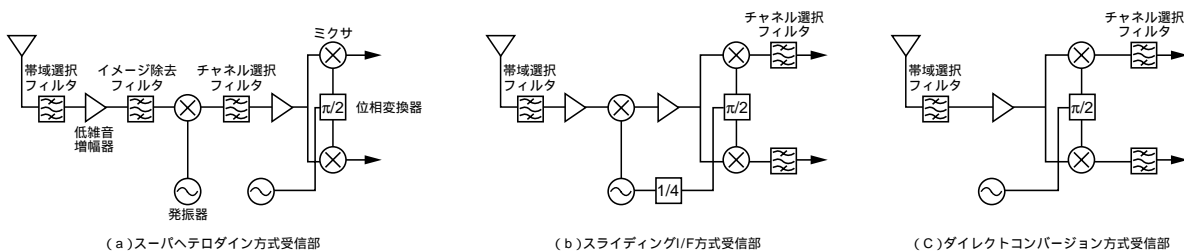


図4 . 5 GHz 帯無線 LAN の主な回路方式 - 5 GHz 帯の無線 LAN には様々な回路方式が提案されており、上の図はそのうちの典型的な方式である。  
Typical circuit architectures proposed for 5 GHz wireless LAN system

紹介し、今後の方向性について述べる。

図4(a)に示す、RF フロントエンド部から2回周波数変換してベースバンド信号を取り出す方式は、スーパーヘテロダイン方式と言いつても一般的である。隣接チャンネル干渉抑制などの特性を出しやすいが、後述のスライディングIF(Intermediate Frequency)方式<sup>(注23)</sup>やダイレクトコンバージョン方式に対して外付け部品が多くなる傾向がある。

図4(b)に示すスライディングIF方式は、信号の流れはスーパーヘテロダイン方式と同じであるが、二つのローカル信号を一つの発振器で発生させているところが異なる。スーパーヘテロダイン方式より低価格で実現できるが、次に述べるダイレクトコンバージョン方式と同様に、ベースバンド部の処理に負荷がかかることが欠点である。

図4(c)に示すダイレクトコンバージョンは、イメージ周波数を考慮する必要がないので、フィルタの精度が緩くてよい、高価なSAW(Surface Acoustic Wave)フィルタが必要ないといったメリットがある。一方、ローカル周波数が漏れて自分自身とミキシングして発生する直流オフセットなどの問題があるため、比較の2方式よりひずみ特性の劣化やデジタルインタフェース部での処理が増える点で不利である。低価格性を追求していくとダイレクトコンバージョン方式が優れているが、製品レベルの性能を実現するにはもう少し時間がかかると思われる。各種回路方式の特徴をまとめて表2に示す。

表2 . 各種回路方式の比較  
Comparison of three architectures

方式	集積度	I/Q 精度	イメージ 応答	直流 オフセット	1/f 雑音	後段への 技術的負荷
スーパーヘテロダイン			(BPF に依存)	(対策不要)		
スライディングIF			(BPF に依存)			
ダイレクトコンバージョン			(対策不要)			

I/Q : In-phase/Quadrature-phase BPF : Band Pass Filter  
\* 2段階の相対評価による。

当面は無線LAN 応用については、性能重視でスーパーヘテロダイン、価格重視でスライディングIF方式が主流になっていくと思われる。

### アンテナ技術

冒頭で述べたように、無線LAN はキラインフラ技術の地位を築き上げつつあり、有線並みの伝送特性を要求されるようになってきた。このためアンテナ技術が重要となってくる。

アンテナの特性は、搭載されている機器や置かれているオフィス環境などにより大きく変動する(p.21・24参照)。通常の民生機器では選択ダイバーシチ方式<sup>(注24)</sup>が採用されているが、最近ではより高度な方式であるスマートアンテナ技術が民生化段階に入ってきた<sup>(6)</sup>。

これは複数のアンテナから取得した信号を、振幅や重みを変えて合成することにより、アンテナパターンを変える技術である。これにより必要波に対する利得向上や干渉波の除去を通し、安定して高いSN(信号対雑音)比が実現可能となる。また、オフィスのレイアウト変更にも柔軟な対応が可能となる。民生用に普及するためには、指向性変化のリアルタイム性を保証するアルゴリズムの最適化や、消費電力の削減が課題となる。また標準化の章でも述べたが、次世代の通信方式の標準としてMIMO(Multi Input Multi Output)が検討されている。これは送受複数のアンテナを用い、信号を多重化するものである。CDMAが拡散符号、TDMAが時間の直交性を利用して信号を多重化しているように、MIMOは空間での伝搬モー

(注23) スーパーヘテロダイン方式において2段の周波数変換部の発振器を共有したもの。このため、チャンネル選択のためにローカル周波数を動かすとそれに連れてIFも動くのでスライディングIF方式と呼ばれる。IFが動くのでIFフィルタが使えず、後段フィルタへの仕様条件が厳しくなる。  
(注24) 搭載された複数のアンテナのうち受信特性がそのつど良いほうを選択することにより外部環境による変動を最小限に抑える方式。

ドの直交性を利用して信号を多重化している。

また、伝搬の有限性を逆手にとってセキュリティを向上させるといった試みもなされている(p.41 - 44参照)。

### 多様なアプリケーションへの展開

無線LANは、公衆アクセス系への展開も期待されている。情報量1ビット当たりの単価はセルラ系に比べ大幅に安くできるが、一つのアクセスポイントのサービス範囲が100m程度であるので、高速移動時やカバーエリアに制約がある。このため、広域は既存のセルラ系で、局所的なブロードバンドサービスは無線LAN(p.49 - 52参照)といった、二つのシステムの利点をうまくかみ合わせたハイブリッドサービスが一部のキャリア系で始まった。東芝も、5GHz帯無線とPHSを用いたハイブリッドサービスの試作を行っている<sup>(4)(5)</sup>。無線LANのアクセスポイントは初めから面的に配置することはせず、サービス需要の高い地域から徐々に敷設されていくという、ハイブリッドサービスならではのアプローチを取ることにより、インフラ設備の投資リスク低減が可能である。

一方、特定のサービスエリアの付加価値向上という側面からも、LAN技術が使われ始めている(p.9 - 12参照)。この場合、エンドユーザーにとってはデータ伝送自体が必ずしも課金対象とはならない。例えば、空港やホテルでの登録サービスなどがある。このような状況が進むと、各企業の保有するインフラをシームレスに使うことができれば、ユーザーは広範な領域で無線LANによるアクセスサービスを楽しむようになる。現在IEEE802委員会やWi-Fi Allianceでは、高速ハンドオフ技術やプロバイダー間のローミング技

術などの研究開発が進められている。

また、ハードウェアの観点から見ても、無線LANの使われ方のすそ野が広がってきている。これまでは主に、PCカードをノートPCに差し込んでメール処理を行うという使い方が主であったが、デジタル家電製品、機械の遠隔操作、POSシステムの無線化など応用範囲が広まってきている。そこで、まずはPCカードインタフェースで開発されてきた無線カードが、ミニPCI(Peripheral Component Interconnect)、USB(Universal Serial Bus)やそのほかの独自インタフェースのものも出てくるようになってきた。PCへの搭載が前提の場合はPentium<sup>®</sup>(注25)のような強力なCPUのリソースを用いることができるので、デバイスドライバで多くを処理させることができた。しかし、搭載機器が多岐にわたってくると、強力なCPUを期待できない場合も出てくる。当社で開発中のベースバンドLSIは、IC内にTX3927という32ビットのRISC(縮小命令セットコンピュータ)CPUを内蔵させ、外部のハードウェア環境に影響されず安定して54Mbpsモードが動作するような構成としている(p.25 - 28, p.45 - 48参照)。

無線LANはキラープラットフォームとして成長しているため、一定の時期を過ぎると、ユーザーは無線LAN上のアプリケーションを意識するが、無線LAN自体は認識の対象外(Ubiquitous & Transparent)になっていくと思われる。

### 今後の課題

5GHz帯を中心にチャンネルの増加が図られてはいるが、今後無線LANが普及してくると、自/他システムとの干渉をいかに回避するかが課題となる。例えば、これまでは無線LAN製品の

特性比較をする場合は、1対1での実効スループットが主な指標であった。今後は、隣接チャンネル干渉などの特性も重要になってくる。当社では、ひずみ特性に優れ、隣接チャンネル干渉に強いスーパーヘテロダイン方式のRF ICを開発しており(p.29 - 32参照)、高集積化や低価格化を進めていく。

また、AV機器とPC機器のように従来は異なった製品群が同じネットワークに混在することも一般的になってくるため、両者を混在させようようなシステムの構築も必要となる。更に、様々な要求に応えるために複雑化してきたIEEE802.11の仕様であるが、製品としてはユーザーが混乱しないシンプルなもの求められる。当社は、半導体をはじめ、AV・PC機器、無線インフラ製品を開発・販売しているメーカーであり、来るべき無線融合社会へ向けて、各標準化団体において標準化作業に貢献すると同時に、魅力的な製品群を開発していく所存である。

### 文献

- (1) 高木映児,ほか. 無線規格の動向と今後. 東芝レビュー. 58, 4, 2003, p.7 - 10.
- (2) Roger B. Marks. "The IEEE802.16 Wireless MAN Standard for Broadband Wireless Metropolitan Area Networks". IEEE C802. 16-03/06. <<http://www.ieee802.org/16/tutorial/index.html>>, (accessed 2003-9-10).
- (3) Mark, K. "Introduction to IEEE802.20". IEEE802.20-PD-04. <<http://www.ieee802.org/20/documents.htm>>, (accessed 2003-9-10).
- (4) NIKKEI ELECTRONICS. 2001.9.24, p.148 - 155.
- (5) 高木映児. 次世代無線アクセスシステム, 東芝レビュー. 57, 5, 2002, p.66 - 67.
- (6) NIKKEI ELECTRONICS. 2002. 9. 9, p.59 - 68.



高木 映児  
TAKAGI Eiji

研究開発センター モバイル通信ラボラトリー  
主任研究員。マイクロ波技術、無線通信技術の研究・開発に従事。電子情報通信学会、IEEE会員。  
Mobile Communication Lab.

(注25) Pentiumは、米国又はその他の国における米国Intel Corporation又は子会社の登録商標又は商標。