

無線規格の動向と今後

Current Status of and Future Trends in Wireless Technologies

高木 映児

TAKAGI Eiji

高畠 由彰

TAKABATAKE Yoshiaki

無線 LAN や Bluetooth™ に代表される、無線によるネットワーク接続の利用が普及し始めている。特に、インターネット アクセスを主アプリケーションとした無線 LAN の普及は目覚ましく、家庭内での動画データ転送への利用など、単なるデータ通信以外でも無線が利用されるようになってきた。また、Bluetooth™ もモバイルやユビキタスな環境での無線インタフェースとして期待が高まっており、これからいっそうの普及が進むものと予想されている。一方、これら以外にも、UWB(Ultra WideBand)のような新たな無線技術が提案されてきており、IEEE802.11 (米国電気電子技術者協会規格 802.11) 系の無線 LAN と Bluetooth™ を中心としてそれらを補完、融合する形で無線技術が進展していくものと思われる。当社はそれら標準活動に貢献し、また IC やこの技術の搭載製品を開発していく。

Wireless connection systems such as wireless LAN and Bluetooth™ are becoming pervasive throughout the world. Particularly wireless LAN, whose main application is wireless connection of PCs to a network but even includes such uses as wireless transmission of moving pictures at home, is witnessing spectacular growth in popularity. Bluetooth™ is also a promising wireless interface solution in mobile ubiquitous environments and is expected to predominate among such applications soon. On the other hand, some new technologies such as ultra wideband (UWB) have been proposed for short-range wireless applications. They are expected to spread as a complement to developed technologies such as wireless LAN (IEEE802.11) and Bluetooth™ or to be merged with such established technologies.

Toshiba will continue to contribute to the standardization of such wireless technologies and to develop related ICs and appliances.

1 まえがき

1990年代前半からのインターネット インフラの整備により、オフィスや家庭からのインターネット アクセスが普通となった。最近では、街角でノートパソコン(PC)を用いてインターネット アクセスするビジネスマンをよく見かける。家庭でも、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)に代表されるブロードバンドや常時接続が普及し、より気軽にインターネットにアクセスできる環境が整いつつある。また、90年代後半からの携帯電話の普及により、「どこでも気軽にネット接続して各種情報にアクセスしたい」というニーズは更に高まりつつある。

一方、デジタルカメラやプリンタなどのデジタル機器の普及により、ユーザーが文書や写真などの情報をデジタルデータとして処理するシーンが広がっている。このような情報の多様化、デジタル化に伴い、ノート PC や携帯電話とともに、「身の回りのデジタルカメラやプリンタも簡単に接続して利用したい」というニーズが高まっている。このような、「ネットワークに気軽に接続したい」、「自分の情報機器間を手軽につなぎたい」という要求に応えるのが、「機器間接続の無線化である。

オフィスでは既に無線 LAN の導入が進み、同様の環境を街角で実現する“ホットスポット^(注1)サービス”が注目を集めて

いる。一方家庭では、壁掛けテレビとチューナのように高い伝送速度が必要な接続には無線 LAN 技術を、白物家電や携帯型情報機器のように伝送速度よりも低価格、低消費電力が必要な接続には Bluetooth™ を利用した製品が登場している。更に、次世代無線技術として UWB なども提案されており、今後の無線技術の動向から目が離せない状況である。90年以降の無線技術の動向を図1に示す。

ここでは、これまでの無線 LAN や Bluetooth™ の技術動向をベースに、今後の無線技術動向を予測するとともに、これから登場する新たな無線技術の可能性について言及する。

2 無線 LAN 技術(IEEE802.11)の動向

無線 LAN 技術の標準化は90年に IEEE802 委員会で検討が開始され、97年には、2.4 GHz 帯無線若しくは赤外線を用いる IEEE802.11 が標準化された。引き続き99年には2.4 GHz 帯を用いる IEEE 802.11b 及び5 GHz 帯を用いる IEEE 802.11a が標準化され現在に至っている。当初は Ethernet^(注2)の無線化という位置づけで検討されたが、

(注1) ホットスポットは、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ(株)の商標。

(注2) Ethernet は、日本における富士ゼロックス(株)の商標。

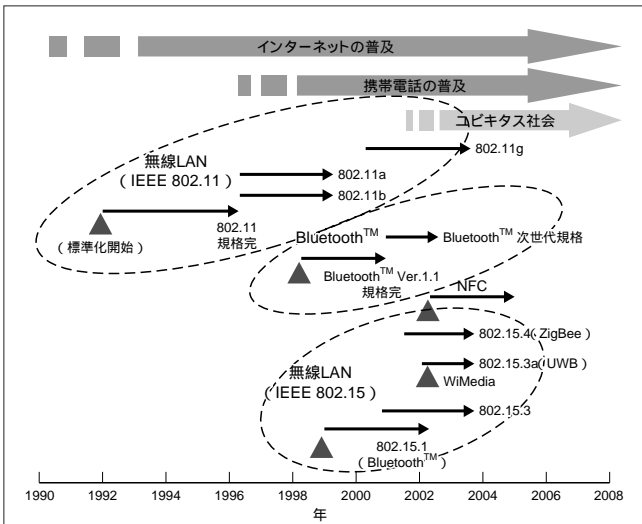


図1. 無線技術の動向 - 98年ころから無線LAN市場が立ち上がりBluetooth™の規格化がスタートした。現在、数多くの新無線技術の検討が始まっている。

Trends in wireless technologies

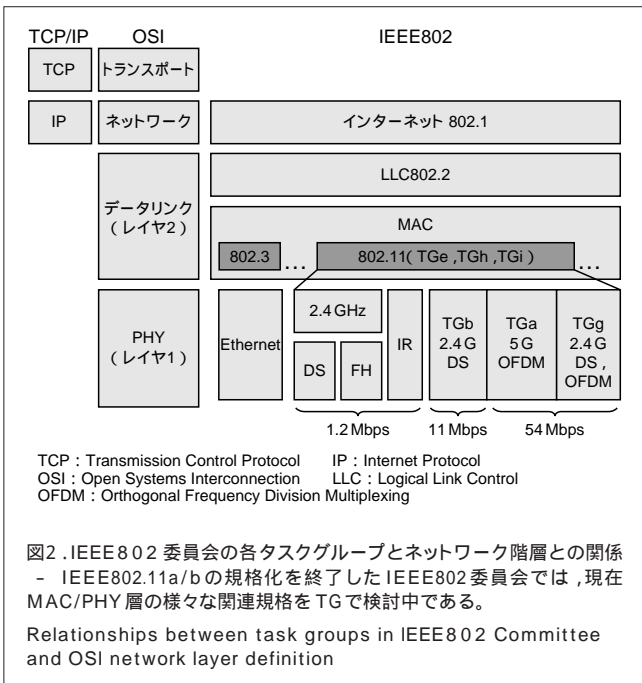


図2. IEEE802委員会各タスクグループとネットワーク階層との関係 - IEEE802.11a/bの規格化を終了したIEEE802委員会では、現在MAC/PHY層の様々な関連規格をTGで検討中である。

Relationships between task groups in IEEE802 Committee and OSI network layer definition

IEEE802.11b(通称Wi-Fi®^(注3))の商業的成功により、従来の無線LANの枠を越えたアプリケーションへの適用にも期待が高まり、IEEE802委員会でも機能強化に向けて多くのタスクグループ(TG)が発足し、現在検討が継続中である。ここでは注目されるTGの概要を述べる。

主なTGとネットワーク層との関係を図2に示す。

IEEE802.11はMAC(Media Access Control)層と物理層(図中の2.4GHz, DS: Direct Sequence spread spectrum, FH: Frequency Hopping spread spectrum)を定義するも(注3) Wi-Fiは、米国Wi-Fi Allianceの登録商標。

のである。現在、そのMAC層の強化がTGe, TGh, TGiで進められている。前述のIEEE802.11bと802.11aは物理層(PHY: PHYSical layer)の定義であり、新たに2.4GHzの高速版としてIEEE802.11gが検討されている。

2.1 TGe(帯域保証: QoS)

IEEE802.11は本来Ethernet(CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)の無線化であるので、ベストエフォート型のCSMA/CA(CSMA with Collision Avoidance)方式を採用している。しかし、壁掛けテレビとチューナ間接続の無線化に代表されるようなAV機器の無線化や、VoIP(Voice over Internet Protocol)を実現するインフラのラストワンホップへの適用のために、QoS(Quality of Service)がTGeで検討されている。IEEE802.11自体ではオプションの位置づけであったPCF(Point Coordination Function)をベースに、より高度化したHCF(Hybrid Coordination Function)を採用し、2003年月中旬に規格化を完了する方向で検討が進められている。

2.2 TGi(セキュリティ)

現行のセキュリティ方式(WEP: Wired Equivalent Privacy)を強化すべく検討が進められており、2003年中に規格化が完了する予定である。WEP方式が解読され、解読ツールがインターネットで公開されるに至り、市場からのセキュリティ機能強化の要求への対応が急務になったため、民間の無線LAN相互接続保証認証団体であるWi-Fi Allianceが、IEEE802.11i規格化に先立ってWPA(Wi-Fi® Protected Access)を策定し、2002年10月にアナウンスした。2003年4月にはオプションで、8月には認証取得のための必須項目としてWPAを位置づけるとしている。Wi-Fi Allianceは、WPAをIEEE802.11iが規格化されるまでの中間解ととらえており、機能的にもIEEE802.11iのサブセットとなっている。暗号はTKIP(Temporal Key Integrity Protocol)、完全性はMichael、認証はIEEE802.1xを用いる。IEEE802.11iで検討されているAES(Advanced Encryption Standard)は含まれていない。

2.3 TGh(欧州対応)

IEEE802.11aは元来米国の規格なので、欧州ではそのままでは使用できない。欧州での使用を可能にするための規格を検討しているのがTGhである。TPC(Transmit Power Control)とDFS(Dynamic Frequency Selection)が主な技術検討課題である。なお、TPC, DFSについては、欧州対応以外でも注目されている。TPCは、無線通信する機器間の距離により送信出力を可変にする機能であるが、このため、端末の電池寿命の増大やネットワークの収容端末数増加(端末間の干渉低減)に有効である。一方DFS機能については、システム内若しくはシステム外に存在する干渉波を避けて最適な(周波数)チャネルを選択する機能であるが、アンテナダ

イパーシティだけでは不十分なAVストリーミング系のデータ伝送を、安定して送る目的で注目されている。

2.4 TGg(2.4GHz帯での高速化)

IEEE802.11bの上位互換で、かつIEEE802.11aで採用している変調方式もサポートしている。搬送波が2.4GHzであるので、5GHzを用いるIEEE802.11aよりも物理的に遠くまで伝送が可能であり、屋外使用の制約もないので期待されている。2003年月中旬には規格化が終了する予定であるが、ISM(Industrial Scientific Medical)帯を使用しているの、どの程度の実効スループットが出せるかが普及のポイントと思われる。

3 Bluetooth™の技術動向

Bluetooth™は携帯電話やノートPC、デジタルカメラやプリンタ、更にはAV機器などのポータブル情報機器間を無線接続することを目的とした無線技術であり、無線LANと同様に2.4GHz帯のISMバンドを利用している。これまでにBluetooth™ Ver.1.1の規格化を終了し、既にいくつかの対応機器の製品化が始まっている。Bluetooth™の規格化を進めているのは、Bluetooth SIG(Special Interest Group)と呼ばれる団体で、その中で技術仕様とともにテスト仕様や認証方法などを規定している。現在、Bluetooth™の機能拡張や利用シーンの拡充を目指した、次世代規格の策定作業が進められている。

東芝はBluetooth™のプロモーター企業として、Bluetooth SIGの活動全体に参加しているが、特に技術面で以下の各ワーキンググループ(WG)に参加し、仕様作成とプロトタイプの開発を進めている。

3.1 BARB(Bluetooth™ Architecture Review Board)

SIGのステアリングをつかさどるBoD(Board of Director)及びマーケティング担当と同期して技術面を担当している。現在、次期仕様(Core Specification)に盛り込む機能を開発している各WGをコントロールし、2003年初夏ころをめぐり規格化作業を完成すべく、主に以下の活動を統括している。

- (1) Radio 接続高速化及び無線干渉対策などの新機能策定
- (2) HID PCのキーボード及びマウスなどのコードレス化
- (3) PAN アクセスポイントによるインターネット接続
- (4) BIP デジタル スティルイメージ交換
- (5) HCRP/BPP プリンタのワイヤレス接続
- (6) AV オーディオなどのマルチメディアデータ転送
- (7) CAR HFP/PAPなど車載のハンズフリー電話通話

3.2 Radio WG

次世代Bluetooth™ コアの仕様を策定しており、他のWGから出された次世代仕様に対するリクエストをまとめあげる役

割を担っている。従来のコア仕様との互換性、Bluetooth™の特長である低コスト、低消費電力を維持しながら、市場の要求にマッチした新機能の追加を行っている。

3.3 PAN(Personal Area Networking)WG

従来の1対1接続を基本としたBluetooth™のネットワーク機能を拡張し、上位レイヤがピアツーピア^{注4}なネットワークを構成できるようにすることを目的としている。2003年初頭にはVer.1.0がリリースされる予定である。また、セキュアなアクセスポイント間ローミングについて検討を進めている。当社では、Bluetooth™対応家電機器(FEMINITY™シリーズ)にPANプロファイルを採用している。

3.4 Imaging WG

Bluetooth™を使って写真などの画像を交換する仕様(BIP: Basic Imaging Profile)を規定している。BIPでは、画像の送信や印刷、遠隔制御などの利用シーンを想定し、相手機器の画像処理能力に応じて画像サイズやフォーマットを調整する機能を含んでいる。現在、Ver.1.0のリリースのための最終手続きを行っており、既に、BIPに対応したプリンタやデジタルカメラなどが製品化されている。

3.5 AV WG

Bluetooth™上での高品質オーディオデータ転送(A2DP)とビデオデータ転送(VDP)、遠隔制御コマンド転送方式(AVRCP)の規格化を進めている。既に、A2DPとAVRCPはVer.1.0の承認を待つ段階で、VDPはVer.0.95の承認を待つ段階に達している。当社では、A2DPを用いた製品開発(Bluetooth™ Wireless Headset)を進めており、今後のBluetooth™応用の一つとして注目されている。

3.6 CAR WG

Car CentricなProfile(車載Car-Kitと携帯電話の連携)の策定を進めている。近年、米国ニューヨーク州及びカリフォルニア州で制定されたHands Free法が市場を後押ししており、SIG内のAEG(Auto Expert Group)の要求に合わせ、2003～2004年度をターゲットとした車載向けHFP(Hands Free Profile)、PAP(Phone Access Profile)などを策定している。

日本市場の要求をまとめたCCAP(Car Communication Application Promotion)Best Practiceとしても注目されており、その策定作業にも当社は貢献している。

3.7 SRFT(Short Range Financial Transaction)-EG(Expert Group)

Bluetooth™付き携帯端末を用いて店舗や自動販売機などでの決済、サービス利用などを実現するために、2002年6月に発足した。モバイルコマース向けの規格化はMeT

(注4) 集中的に処理を行うサーバを設置するのではなく、各ネットワーククライアントが持つ資源(ディスク、プリンタなど)をお互いに共有するようにしたネットワークの形態。

(Mobile electronic Transaction),MPF(Mobile Payment Forum),IrFM(Infrared Financial Messaging)などの団体で進められているため,SRFT-EGはアプリケーションの議論ではなくBluetooth™での高速接続,至近距離の相手デバイス自動発見機能,セキュリティなどの低レイヤの仕様改善の要件をまとめている。

このように,2003年初頭には新たなプロファイル(PAN , BIP , AV ,HID など)が完成し,また,2003年夏ころにはCore Specification Ver.1.2がリリースされる予定である。これらの機能拡張により,更に多様なBluetooth™対応機器が市場に登場し,その応用範囲を広げていくことになるだろう。2003年後半~2004年にかけて,Bluetooth™対応機器の本格的な普及が進んでいくものと期待されている。

4 その他の無線規格の動向

現在,いくつかの新しい近距離無線技術の検討や業界団体の設立などの動きが出ている。表1は各近中距離無線規格の諸元をまとめたものであるが,その中で注目されるNFC (Near Field Communication),ZigBee ,UWBについて以下に説明する。

4.1 NFC

無線タグや非接触スマートカードをターゲットにしている。距離は20 cm 程度まで,伝送速度は212 kbps までである。無線で電波を飛ばすというよりは,コネクタレスのアプリケーションを目指している。

4.2 ZigBee

電池寿命が半年から2年程度,伝送速度が28 k ~ 250 kbps を目標とした通信方式で,ZigBee Allianceが規格化を検討している。応用としては,家庭や企業での機器の無線制御,おもちゃ,ゲーム,医療センサなどをターゲットとしている。IEEE802委員会でも,IEEE802.15.4の中でその方式のPHY部,MACが検討されている。

4.3 UWB

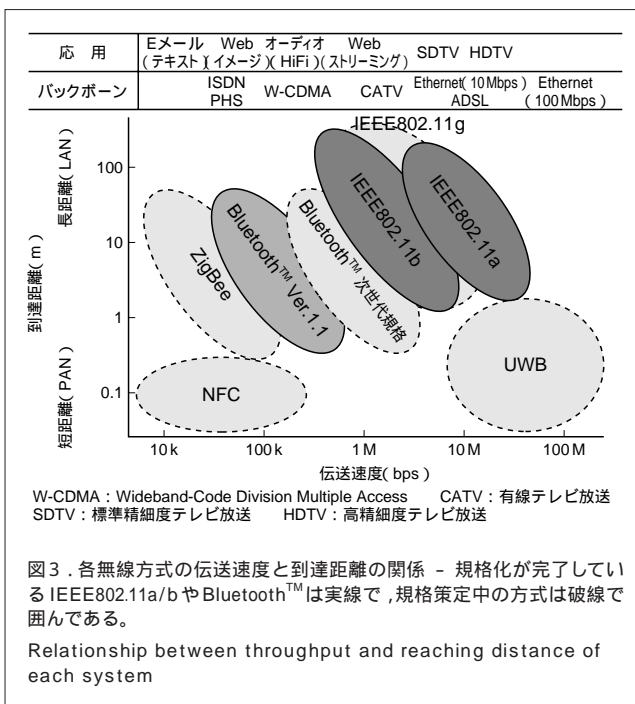
これまで米国の軍事向け無線技術として開発されてきたものであるが,米国連邦通信委員会が2002年2月にUWBの商用を認可し,一般ユーザー向けに開放されることとなった。他の方式と異なり,搬送波を用いずパルス変調した信号をそのまま空間に放射する。認可された周波数帯は3.1 G ~ 10.6GHzである。UWBはデータ伝送のほかに,距離計測やレーダへの応用も期待されている。日本では独立行政法人通信総合研究所が,2002年8月に4年後の実用化を目指し検討を開始した。一方IEEE802委員会では,IEEE802.15.3aの規格化の中で,WPAN(Wireless Personal Area Network)応用でのPHYの高速化としてUWBが検討されている。他システムへの干渉,マルチパス下でのスループット劣化の問題が指摘されていることから,当面,出力を抑えた近距離通信から実用化が図られていくと考えられている。

各無線方式のターゲット領域を伝送速度と到達距離で分類したのが図3である。また,各伝送速度に対応する典型的アプリケーションとバックボーン網の関係も示している。図から,先行しているBluetooth™ Ver.1.1やIEEE802.11a/bに対して,そのカバーしきれていない領域を狙って新たな無

表1. 近中距離無線通信方式の諸元比較
Comparison of features of short- and middle-range wireless communication systems

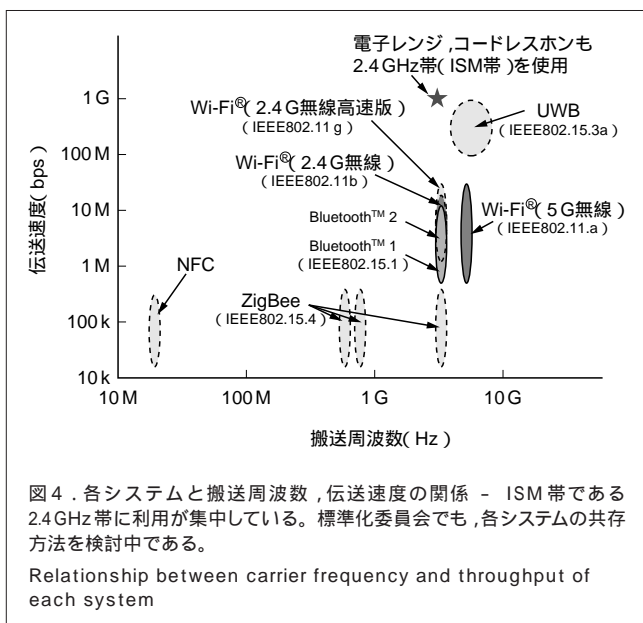
名称	搬送周波数	最大伝送速度	最大到達距離	関連 IEEE 規格
NFC	13.56 MHz	212 kbps	20 cm	-
ZigBee	868 ,915 MHz , 2.4 GHz	28 k ~ 250 kbps	10 ~ 75 m	IEEE802.15.4
Bluetooth™ Ver.1.1	2.4 GHz	723.2 kbps	10 m (Class 2)	IEEE802.15.1
Bluetooth™ 次世代規格	2.4 GHz	2 M ~ 10 Mbps	10 m (Class 2)	-
IEEE802.11b	2.4 GHz	11 Mbps	100 m	
IEEE802.11g	2.4 GHz	54 Mbps	80 m	
IEEE802.11a	5.2 GHz	54 Mbps	50 m	
UWB	3.1 G ~ 10.6 GHz	100 Mbps	10 m	IEEE802.15.3a

(1) WPANの規格策定は,IEEE802.15のWGで行っている。表中には関連するサブグループについて付記した。
(2) UWBはパルス変調信号を搬送波なしで送るので,当該欄の数値は空間に放射される(FCC が認可した)周波数帯域を示した。
(3) 最大伝送速度,最大到達距離は典型的な値を示した。
(4) 最大伝送速度はプロトコル上のオーバーヘッドや伝播(でんぱ)環境による劣化を含んでいない。
(5) 最大到達距離は伝播環境,伝送速度,受信感度,送信電力により大きく変わる。



線方式の規格化が進んでいることがわかる。Bluetooth™やIEEE802.11は既に規格化が終了し、当初の適応アプリケーション領域よりも応用範囲が広がっていくけいを見せている。このため他の規格検討中のシステムも近距離・低速通信に徹し、徹底した低消費電力化や小型化を図るなど各アプリケーションの特色を打ち出し、かつ早期に規格化が終了しないと、図2においてBluetooth™やIEEE802.11のデファクト領域が広がっていく可能性がある。

一方、各無線方式について、横軸に搬送周波数、縦軸に伝送速度を取りプロットしなおしたのが図4である。ISMバンドであり世界共通仕様でICが開発できるというメリットから、既存若しくは検討中の無線システムが2.4GHzに集中していることがわかる。現時点で既に、2.4GHzの無線LANとBluetooth™、若しくは電子レンジによる干渉が問題視されている。このため、キャリアセンスを行う無線LAN系の通信方式は、周波数帯が混んできたときに所望のスループットが確保できなくなる危険性が出てくる。IEEE802.15.2でシステムの共存(Coexistence)について検討されている。



5 まとめ

無線LANやBluetooth™は既に製品化がスタートし、普及しつつある段階になってきた。現在は、無線LANがインターネット接続を主アプリケーションとした高速・高信頼性を目指し、Bluetooth™がモバイル機器間接続を主アプリケーションとした高機能化を目指して仕様拡張を進めている。一方、これら先行する無線技術のカバーできていない領域を狙い、いくつかの新無線方式の規格化が始まっている。UWBはBluetooth™と同様のパーソナルエリアをターゲット

とするものの、Bluetooth™では実現が難しい数十Mbps以上の高速化を狙っている。また、ZigBeeやNFCなどは、Bluetooth™よりも更に短距離の領域を狙った無線方式である(UWBをBluetooth™のPHY層を用いるという検討も進められている)。これらの中から、どの技術が短距離無線の領域でメジャーとなりデファクト化するのかが、現段階で見極めることは難しい。ただし、無線LANがインターネットと連携し、Bluetooth™が携帯電話と連携して進化している状況から、次の無線技術は来るべき“ユビキタス社会”にもっとも適合可能なものでなければならない。そのためには、カバー可能なサービスや領域の広さとともに、モバイル環境や複数無線方式との共存などが重要なポイントになってくるだろう。

当社は、今後ネットワークインフラとの接続は無線LAN(IEEE802.11系)、パーソナルコミュニケーションではBluetooth™を中心として無線社会が構築されていくと考えている。また、これらを補完又は融合する形でUWBやNFCなどが普及していく可能性がある。その際のキーポイントは、“共存”、“使いやすさ”、“セキュリティ”などである。

6 あとがき

当社は、無線技術がこれからの製品にとって重要な位置を占めるとの認識から、既存の無線技術(無線LANやBluetooth™)の拡張をフォローしていくとともに、新たな市場を狙う新無線技術のフォローも積極的に進めていく。また、それら標準化に貢献していくとともに、対応したICや搭載製品を開発していく。

文献

- (1) 高木雅裕,ほか. IEEE802.11の動向とその製品化状況.東芝レビュー.57, 10,2002,p.16 - 19.
- (2) IEEE802LAN/MAN Standards Committee. IEEE802.11 WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS. <http://www.ieee802.org/11/> (参照2003-1-31).
- (3) IEEE802LAN/MAN Standards Committee. IEEE802.15 Working Group for WPAN. <http://www.ieee802.org/15/> (参照2003-1-31).
- (4) Bluetooth SIG, Inc. The official Bluetooth Membership Site. <http://www.Bluetooth.org> (参照2003-1-31).
- (5) Wi-Fi Alliance. <http://www.wi-fi.org> (参照2003-1-31).
- (6) ZigBee Alliance. <http://www.zigbee.org> (参照2003-1-31).



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.



高島 由彰 TAKABATAKE Yoshiaki

研究開発センター コーポレートBluetoothプロジェクトチーム
研究主務。ホームネットワーク,無線通信技術の研究開発に従事。電子情報通信学会会員。
Corporate Bluetooth Project Team