

進化を続ける無線・ネットワーク技術と 応用サービスの新展開

Evolving Wireless and Networking Technologies and Dissemination of New Application Services

勝部 泰弘

庄木 裕樹

■ KATSUBE Yasuhiro

■ SHOKI Hiroki

各種の無線、有線技術により実現されるアクセス網の多様化及び高速化に伴い、従来のパソコン (PC) やモバイル機器などに加えて、社会・産業システムに存在する様々なネットワーク端末が情報通信技術 (ICT) 基盤に接続されようとしている。また、それらの端末と様々なクラウド上のサービスとの連携により、新しい価値や機能が応用サービスとしてユーザーに提供されようとしている。

東芝は、こうした技術のトレンド並びに社会の課題やニーズを踏まえ、コンシューマー機器や社会・産業システムなど様々な市場領域において、ICTを活用した新たな応用サービスの創造と、それを支える基盤技術の深耕を図っている。

With the growing diversity and speed of Internet access networks achieved by various wired and wireless technologies in recent years, a broad range of network terminals in social and industrial infrastructure systems, in addition to conventional PCs and mobile terminals, are being connected to information and communication technology (ICT) infrastructures. Furthermore, new values and capabilities are being provided to users as a result of coordination between such terminals and a number of cloud services.

Based on these technological trends and social requirements, Toshiba has been engaged in the development of new value-added application services utilizing ICT infrastructures, as well as basic technologies to realize these application services.

ICT 基盤の構築から 応用サービスの創出へ

1990年代後半から現在に至る先進諸国の情報通信技術 (ICT) の進歩には目をみはるものがある。なかでもわが国の ICT 基盤に目を向けてみると、固定ブロードバンドの通信速度と品質は世界トップクラスを誇り、移動通信においても、第3世代セルラのデータ通信速度や品質はやはり世界トップクラスである。また、携帯電話による電子メールやネットアクセスなどのデータ通信サービスも、世界の先駆けとして2000年代の前半から普及した。

一方で、こうした世界トップクラスを誇る ICT 基盤を有効に活用するサービスの普及という観点で見ると、わが国は決して進んでいるとは言えないのが現状である。総務省の報告書^{(1), (2)}によると、わが国は、ICT 基盤の整備という面では世界ランクが1位であるのに対し、その普及率 (利用率) では8位、更に、それら基盤の利活用度では16位となっ

ている。特に電子行政など社会システムを支える基盤としての取組みの遅れが顕著になっている。

ICT 産業の健全な発展という観点で考えると、新たな応用サービスの普及による産業の振興があってこそ ICT 基盤の整備は意味を持つ。また、新たな応用サービスへのニーズが生まれることにより、それを可能にするための ICT 基盤の新たな進化が進むという形で、相互にスパイラル型に発展していくのが望ましい姿と考えられる。

ICT 基盤の発展動向

ここではまず、ICT 基盤の発展動向の概要について述べる。

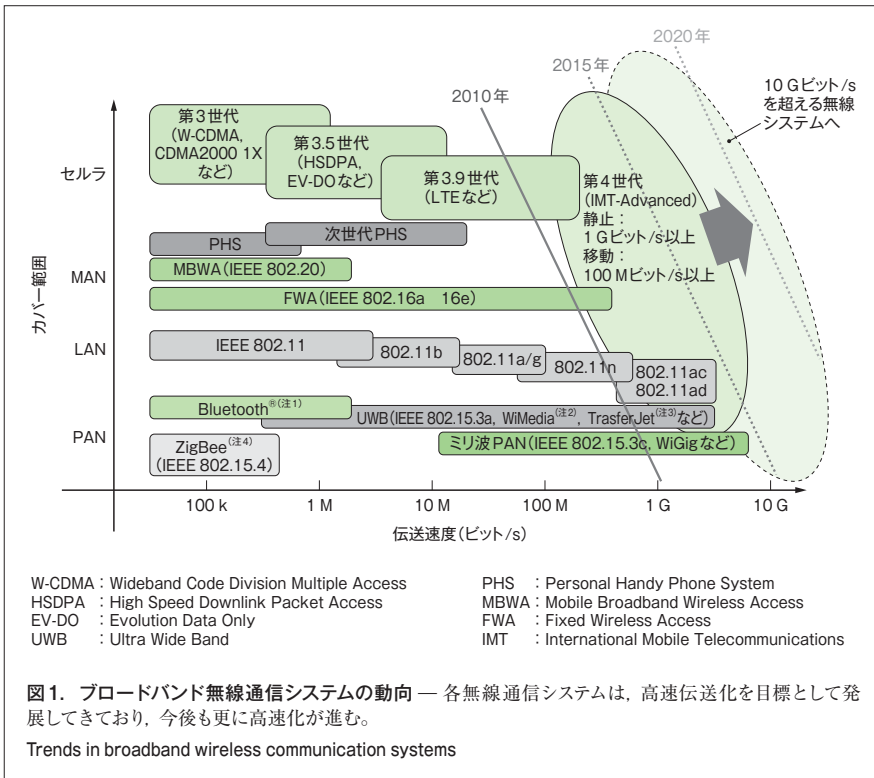
■ アクセス網の多様化と高速化

有線及び無線ともに、ユーザーにとつてのアクセス網の選択肢は多様化し、その通信速度は年々増加している。

わが国の有線アクセス網については、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber

Line) の通信速度が年々向上し、現在は下りが約50 Mビット/s、上りは約5 Mビット/sが可能となっている。また、光アクセス (FTTH: Fiber to the Home) は上り下りともに100 Mビット/sを超える通信速度が提供され、わが国においては2008年時点で、その加入者数が既にADSLのそれを抜いている。また、有線のLAN技術として広く使われているEthernetについては、100 Gビット/sに対応した製品が既に市場に出始めている。

一方、無線アクセス網については、図1に示すように、広域のセルラ系は第3世代及び第3.5世代と呼ばれるデータ通信向け規格の普及により、音声の高品質化とデータ通信速度の向上 (理論値は約5~10 Mビット/s程度) が達成されている。更に、(株)エヌ・ティ・ティ・ドコモを皮切りに国内通信オペレータの商用サービスが開始されつつある第3.9世代 (LTE: Long Term Evolutionなど) サービスでは、理論値30~100 Mビット/sの下り速度が提供される見込みである。



また、無線MAN(Metropolitan Area Network)としてデータ系の収容に焦点を当てたWiMAX (IEEE 802.16/16e (電気電子技術者協会規格802.16/16e)) サービスで、下り速度の理論値約40 Mビット/sが、無線LANでは2009年に規格化されたIEEE 802.11nで、最大600 Mビット/sが達成されている。更に、近距離領域で無線伝送を行うPAN(Personal Area Network)システムでは、IEEE 802.15.3cやWiGig (Wireless Gigabit)などで数Gビット/sを超える規格が策定されている。

■IP統合による相互運用性の向上

1990年代の初頭に商用として開放されたインターネットは、PCの普及や電子メール、Webなどの人気アプリケーションの普及ともあいまって、瞬く間に浸透した。当初は企業での利用が主流であったが、家庭向けブロードバンドアクセス

の普及やモバイル機器向け無線アクセスの高速化などにより、特に2000年以降のインターネット利用の伸びには著しいものがある。

このインターネットで利用されるIP(Internet Protocol)技術は、次の二つのサービスを両立させることを基本思想としている。

- (1) IP-over-anything 下位レイヤとして、有線又は無線を問わず様々な物理ネットワークが利用可能
- (2) anything-over-IP 上位レイヤとして、電子メールやWebアクセスだけでなく、多様な応用サービスをサポート

このような、IP技術をいわゆる世界共通語としてその上下のプロトコルレイヤの多様性を吸収するシステムアーキテクチャは、“Hour-glass(砂時計)アーキテクチャ”⁽³⁾とも呼ばれる。こうしたアーキテクチャの普及により、今後の新たな無

線技術の登場や新たな応用サービスの要求にも、相互接続性や後方互換性を保ちながら継続的に対応することが期待される。

■ICT基盤の品質確保に向けて

以上述べたような有線・無線アクセスとIP網で構成されるICT基盤を活用して、後述するように様々な応用サービスが実現されようとしている。ここで、そのICT基盤が提供する広義の品質は、応用サービスが要求する品質を満たす必要があるという点に留意しなければならない。このような広義の品質には、具体的には次のようなものがある。

- (1) 通信品質 パケットの廃棄や遅延
- (2) 安全性 運ばれる情報の秘匿性や通信相手の正当性担保など
- (3) 信頼性 ネットワークの稼働率や耐障害性

これらの品質を確保するためには、物理ネットワークの状況に応じて無線種別などを適切に選択したり、次のような技術によりIP網が提供する品質を補ったりすることが有用である。

- (1) 映像ストリーミングサービスにおけるパケット廃棄時の誤り訂正のような、上位レイヤのエンドエンド制御
- (2) ミッションクリティカルなサービスのための相互認証や暗号鍵交換のような、セッションレベルの制御

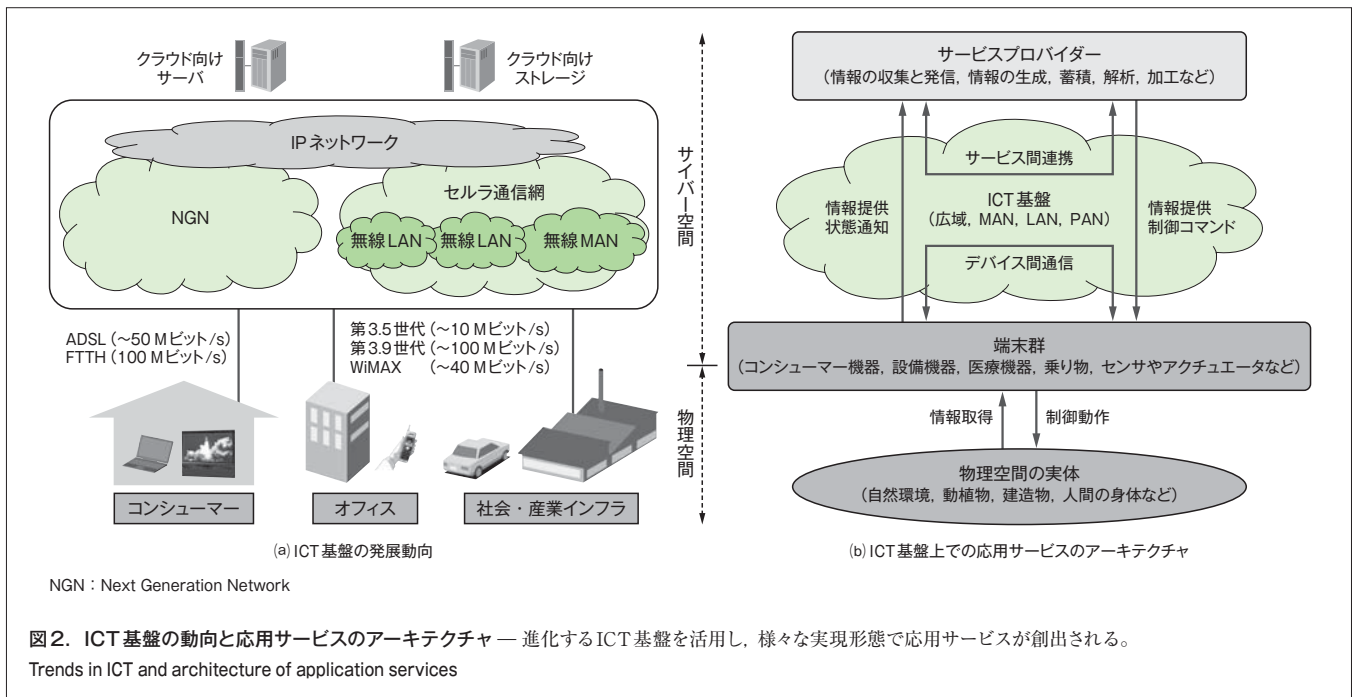
ICT応用サービスの進化

ここでは、進化を遂げているICT基盤を活用したサービスの動向について、**図2**を用いて述べる。この図は、ICT基盤の発展動向と、そのICT基盤上での応用サービスのアーキテクチャを対比させ、応用サービスを実現するためにどのようにICT基盤が活用されるかを示している。

■デバイスの多様化

PC、モバイル機器、AV機器などのコ

(注1) Bluetooth®ワードマーク及びロゴは、Bluetooth SIG, Inc.が所有する登録商標であり、東芝は、許可を受けて使用。
 (注2) WiMediaは、Wimedia Allianceの商標。
 (注3) TransferJetは、ソニー(株)の商標。
 (注4) ZigBeeは、ZigBee Alliance, Inc.の登録商標。



ンシューマー機器にとどまらず、社会・産業システムや人々の生活を支える様々な形態のネットワーク端末（以下、端末と呼ぶ）がICT基盤に接続されようとしている。家庭やオフィスで使われる照明、空調、電力機器などの設備機器や、医療機器、車や列車などの乗り物、種々のセンサやアクチュエータなどがその一例である。

これらの端末は、従来はスタンドアロンで各々の持つ基本機能を実現していたが、ICT基盤に接続する通信機能を持ち、他の端末や後述するサービスプロバイダーと連携することで、新たな応用サービスを実現することができる。

特にセンサは、自然環境や、動植物、建造物、人間の身体など、物理空間に存在する様々な実体のアナログ的な状態情報を取得する。そして、ICT基盤を介して、それを他のデバイスやサービスプロバイダーにデジタル情報として提供する。センサは、いわば物理空間とサイバー空間の橋渡しをする機能を持つと言える。

■ 端末とサービスプロバイダーの連携

ICT基盤に接続される端末は、他の

端末との直接の通信やサービスプロバイダーとの連携により、その機能やサービスを実現する。なお、サービスプロバイダーの物理的な装置が端末からは明示的に見えず、抽象化された形でサービスが提供される場合を、特にクラウドサービスと呼ぶ。

この端末とサービスプロバイダー間の連携の典型例として、以下の二つのケースが挙げられる。

● 情報やコンテンツの共有と流通

このケースでは、端末としてはコンシューマー機器が、サービスプロバイダーとしては映像などのコンテンツ事業者が典型例となる。従来の放送コンテンツだけでなく、ユーザー個人が生成したコンテンツをプロバイダー側にアップして公開するような双方向型の情報共有・流通サービスもこのカテゴリーに入る。

こうしたサービスに関連するトラフィック^(注5)は現在も増加の一途をたどっている。このため、ICT基盤の更なる高速・大容量化はもちろんのこと、情報やコンテンツを蓄積するストレージの大容量化

が、サービスプロバイダー側及び端末側のどちらにも望まれる。

● 社会・産業システムの制御

このケースでは、端末は前述したような社会・産業システムを構成する様々な機器、すなわち設備機器や、医療機器、乗り物、センサやアクチュエータなどとなる。これらの端末は、設備機器の稼働状態や乗り物の位置情報など自分自身の状態に関する情報及び、天候、災害情報、交通量など物理空間の様々な実体に関するセンシング情報を、サービスプロバイダーに対して適切な頻度で提供する。

サービスプロバイダーは、大量の端末群から収集した情報に対して蓄積や、解析、加工などの処理を行う。必要に応じて他のサービスとの連携を行いながら、端末群に必要な情報を提供したり、端末群又はその配下の物理空間の実体に対して実施すべき制御動作を決定し、それを端末群に通知する。

こうした社会・産業システムの制御のような応用サービスにおいては、大量のセンサからの情報を同時に扱うといったスケラビリティの実現や、情報を誤りなく確実に届けるといった安全性や

(注5) トラフィック
ICT基盤内を一定時間に流れる情報の量。

無線システムの多様化による新サービスの創出

図1に示すように、無線システムは通信速度の高速化により発展してきた。その一方で、高速化とは別に、多様化やそれにより生まれる新しいサービスが今後の無線システムを更に進展させると期待されている⁽⁷⁾。このような状況を考慮し、当社は次に示すような将来の無線技術による新サービスの構築を目指している。

- (1) クラウドコンピューティング基盤と連携し、シンクライアント端末によって個人のIT環境をどこでも実現
- (2) 無線による臨場感通信により、どこ

でもよりリッチなエンターテインメントサービスを受受

- (3) 家電機器への無線電源供給によるコンセントフリー住宅の実現や電気自動車への無線充電
- (4) テレビやデジタル機器間で大容量データを無線で瞬時に交換
- (5) マルチモードやマルチシステムに柔軟に対応できるインテリジェント端末
- (6) 認証や生体情報伝達が行えるボディエリア無線、及びカプセル内視鏡などに代表される医療やヘルスケアへの無

線の応用

- (7) 高齢者支援サービスなどに活用される無線ロボティクス
- (8) スマートグリッドなど次世代の社会・産業インフラを支える低消費電力で自律型のセンサネットワーク
- (9) 高信頼で低遅延の列車制御などに応用できる高度な無線制御システム
- (10) 安全で快適な交通のための走行支援サービスや高分解能レーダシステム

信頼性の確保などが、ICT基盤に対して求められる。

■新たな価値の創出へ

これまで述べてきたように、様々な新しい形態の端末や様々な物理空間の実体が、発展するICT基盤を活用することで新たな価値を生む、あるいは新たな価値を享受するようになりつつあると言える(囲み記事参照)。こうした潮流への注目度の高さは、M2M (Machine to Machine)⁽⁴⁾や、IoT (Internet of Things)⁽⁵⁾、CPS (Cyber Physical Systems)⁽⁶⁾など、様々な形での研究活動が世界で起こっていることから容易にうかがうことができる。

東芝の取組み

東芝のこの分野における研究開発への取組みについて、ICT基盤の発展をサービスプロバイダー側と端末側から支える技術、及び様々な市場における応用サービスの進化を支える技術の両面から述べる。

■ICT基盤の発展を支える技術

無線システムの高速化や多様化が進むなかで、それに柔軟に対応できる情報通信端末の要素技術が重要となる。マルチシステム及びマルチモード通信端

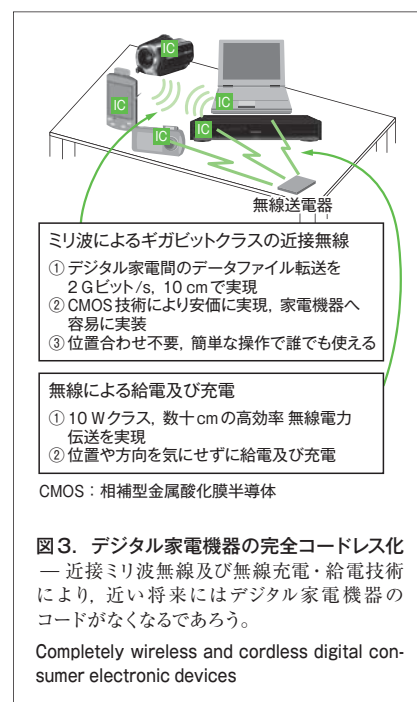
末向けに、内部の無線システム構成を柔軟に変更できるソフトウェア無線技術の開発(この特集のp.11-15参照)や、アンテナ特性を利用システム用に自動的に調整できるチューナブルアンテナ技術の開発(同、p.16-19参照)を行っている。

一方、高速化の進むICT基盤上で高精細動画の配信などを行うサービスプロバイダーのサーバ機器において、データの送受信を行う際のTCP (Transmission Control Protocol)/IP通信処理を約10 Gビット/sまで高速化し、かつ500 mW程度まで低消費電力化する、ソフトウェアとハードウェアによるハイブリッド処理方式のプロトコル処理エンジンを開発した(同、p.28-31参照)。

■応用サービスの発展を支える技術

情報やコンテンツの共有・流通サービスで使われるPCや、モバイル機器、AV機器などにおいて、その利便性の向上を目指し、完全コードレス化の実現を目標にした技術開発を進めている(図3)。これらの技術は、外部端子を不要にし、水回りなど幅広い環境で使用できるようにするものである。

具体的には、ミリ波によるギガビットクラスの近接無線通信技術(同、p.7-10参照)や、磁気共鳴方式による無線電力伝送技術^{(8),(9)}の研究開発に取り組んで



いる。前者は、家庭などのプライベート空間において、異なるデジタル機器のストレージ間での高速データ転送を可能にし、高精細映像などの大容量コンテンツを瞬時に転送できるようにする。後者では、使用環境に柔軟に対応できるように、コイルのアレイ化や中継コイルの利用などの技術開発を行うとともに、法令上の取扱いの明確化や人体防護のガイドライン遵守など、安全の確保に対する活動も行っている⁽¹⁰⁾。

社会・産業システムへのICT応用サービスを支える技術としては、サービスの要求に応じて、無線、EthernetなどのデータリンクやIP網が提供する、通信品質、安全性、及び信頼性といった品質を補償するシステム技術が典型例として挙げられる。

まず、次世代の送配電網であるスマートグリッドにおいて、電力使用量や省エネサービスに関する情報などを家庭やビルといった需要家と電力会社のサーバとの間で送受信するシステムの、通信セキュリティを強化する技術としてアクセス認証及び統合鍵管理技術を開発している⁽¹⁾。

また、変電所システムに高速化と低コスト化の進むEthernetを導入する際に、従来のアナログケーブルでシステムを構築していたときと同等の高信頼性や高い時刻同期精度を実現する技術を開発している(同, p.24-27参照)。

更に、工場やオフィスビルにおける人や設備の位置情報を正確に把握するために、約1 nsの精度で無線電波の到達時間を計測する位置検知システムの開発を進めている(同, p.20-23参照)。

その他、医療診断装置⁽²⁾などへのICT技術の応用も検討している。

今後の展望

無線やIPなどICT基盤を支える技術の急速な発展、及び社会的ニーズの高まりにより、様々な新しいICT応用サービスが生まれつつある。

1990年代から多く見られた“人々に驚きや感動を与えるICT”の役割は今後変わらないが、それに加えて、“人々の生活を陰から支えるICT”の側面がより重要性を増した時代が確実に

来ている。このことは、日米欧をはじめとする先進国だけでなく新興国や途上国も含めた様々な地域において、ICTに対し、社会の課題解決や産業の振興を横断的に支える役割が求められていることを意味する⁽³⁾。

当社は今後も、コンシューマー機器領域、及び社会・産業システム領域の両方において、ICTを活用した新たな応用サービスの創造と、それに資するICT基盤技術の深耕を図っていく。

文献

- (1) 総務省, “平成22年版 情報通信白書”. 総務省ホームページ. <<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h22.html>>, (参照2011-01-27).
- (2) 総務省, “ICT基盤に関する国際比較調査報告書, 2010年3月”. 総務省ホームページ. <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h22_03_houkoku.pdf>, (参照2011-01-27).
- (3) Schulzrinne, H. "Modern Internet Architecture & Technology, Fall 2003". Columbia University homepage. <<http://www.cs.columbia.edu/~coms6181/slides/1/internet.ppt>>, (参照2011-01-27).
- (4) Cha, I. et al. Trust in M2M communication. Vehicular Technology Magazine. 4, 3, 2009, p.69-75.
- (5) Association Instituts CARNOT. "White Paper: Smart Networked Objects & Internet of Things V1.1". <http://www.instituts-carnot.eu/files/AiCarnot-White_Paper-Smart_Networked_Objects_and_Internet_of_Things.pdf>, (accessed 2011-01-27).
- (6) Wolf, W. Cyber-physical Systems. IEEE Computer Society. 42, 3, 2009, p.88-89.
- (7) 電波政策懇談会, “電波新産業創出戦略～電波政策懇談会報告書～”. 総務省ホームページ. <http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02kiban09_090713_1.html>, (参照2011-01-27).
- (8) 工藤浩喜 他, “磁気共鳴型無線電力伝送における送電コイルアレー”. 電子情報通信学会2010年総合大会. 仙台, 2010-03, 電子情報通信学会. 2010, B-1-30. (CD-ROM).
- (9) 柏木一平 他, “第3のコイルを用いた磁気共鳴型無線電力伝送の効率改善”. 電子情報通信学会2010年総合大会. 仙台, 2010-03, 電子情報通信学会. 2010, B-1-31. (CD-ROM).

- (10) 庄木裕樹, “ワイヤレス電力伝送の技術動向・課題と実用化に向けた取り組み”. 電子情報通信学会 無線電力伝送研究会, WPT2010-07. 東京, 2010-07, 電子情報通信学会. 2010. (CD-ROM).
- (11) 神田 充 他, 相互認証と暗号化処理を統合するスマートメータ用統合鍵管理技術AMSO™. 東芝レビュー. 65, 9, 2010, p.23-27.
- (12) Sekiguchi, T. et al. "Development of Digital Wireless Transceiver for a MRI Coil with Clock Synchronization". Proceedings of 17th Scientific Meeting, Honolulu, Hawaii USA, 2009-04. ISMRM. 2009, p.3068.
- (13) Ahmed, A. 社会ニーズに基づく技術開発と日本への期待. 電子情報通信学会誌. 94, 1, 2011, p.20-24.



勝部 泰弘
KATSUBE Yasuhiro

研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー研究主幹。スマートグリッドシステムの研究・開発、及びグローバルR&D企画業務に従事。電子情報通信学会、IEEE会員。Network System Lab.



庄木 裕樹
SHOKI Hiroki, D.Eng.

研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー研究主幹, 工博。アンテナの研究・開発に従事。電子情報通信学会、IEEE会員。Wireless System Lab.