ユビキタスサービスを実現するプラットフォーム

河原　正博

1990年代前半，IT業界ではダウンサイジングとオープン化が流行し，情報システムの主要プラットフォームはUNIX®*1) とPC/Windows®*2) へ一気にシフトした。これらのプラットフォームに標準搭載されたTCP/IPが情報システムの標準通信プロトコルとしての地位を確立する。その標準化の波は通信プロトコルだけに留まらず，当時情報システムで利用されていた技術の多くが標準化されていくことになる。そして，ITの世界では多様な情報サービスがIPネットワーク上で接続そして連携し，利用者の利便性を飛躍的に改善した。後におとずれたインターネットの爆発的な普及の背景にはIPによる通信プロトコルの標準化が大きく影響している。

一方，通信業界においては1999年に登場したSIP（Session Initiation Protocol）が大きな変革をもたらす。それまで分離していた情報システムと通信システムの接続を可能にしたからだ。SIPにより，IPネットワーク上で情報サービスと通信サービスの融合が始まり，音声とデータを統合した新しいサービスが登場した。情報通信融合の始まりである。**OKI**ではAP@PLAT®*3)（エイピイプラット）と呼ぶ情報通信融合ソリューションコンセプトに基づき技術開発を進め，SIP&Web融合アプリケーションサーバをコアにさまざまな情報通信融合アプリケーション構築・実行環境を提供してきた[1)]。

2007年現在，日本においては次世代ネットワーク（NGN：Next Generation Network）のトライアルサービスが開始され，通信システムのフルIP化に向けたネットワークインフラ整備が加速している。フルIP化により**OKI**が推進してきた情報通信融合がいよいよ最終段階を迎える。そして，情報通信業界は情報通信融合からユビキタス社会の実現に向けた基盤整備への動きを加速しつつある。AP@PLATも情報通信融合アプリケーションからユビキタスサービス構築・実行環境を提供するための進化を始めている。音声サービスとデータサービスの統合だけではなく，「いつでも，どこでも，何とでも」，「欲しいサービスを望む形で」，「安全に，確実に」利用できる情報通信基盤の実現を目指すものである。

ところで，私たちの考えるユビキタス社会とは，情報通信システムが人々の活動を支援し，誰もがより豊かで安全な社会生活を送れる社会である。ユビキタス社会では利便性の高いサービスを，いつでも，どこでも，誰もが安心して利用できることを目指している。ユビキタスの元々の意味はコンピュータが人々の生活空間に遍在することであるが，ユビキタス社会においては人々が意識するのはサービスであり，生活空間にサービスが遍在することになる。このようなサービスをユビキタスサービスと定義している。本稿では，そのユビキタスサービスを実現するために情報通信システムに求められる機能を考察するとともに，当社の考えるユビキタスサービス基盤について紹介する。

利用者からみたサービスへの要求の変化

社会インフラとして見ても，また，企業活動を支える基盤としても情報通信システムは今や不可欠の存在である。しかし，有益なサービスを提供する一方で，情報通信システムはその利用者に多くの制約を課してきた。たとえば，電話システムは電話番号という仕組みを導入したため，相手との通信を開始する前に電話番号を解決する作業が必要である。電話番号はヒトとヒトの接続を解決するために電話システムに導入された仕組みである。電話帳で電話番号を調べダイヤル（発信）するという操作は，電話システムが利用者へ課した制約に他ならない。近年普及しつつあるIP電話システムはプレゼンス情報を活用することで相手の状況に応じた最適なコミュニケーション手段を選択できるようになっている。利用者は電話番号を意識せずに相手とコミュニケーションを取ることも可能である。

金融システムにもさまざまな制約が存在する。たとえば，現金を引き出す際には，営業店窓口では預金通帳と印鑑，ATMではキャッシュカードと暗証番号などが利用されている。どちらも本人であることを特定するために利用される物理媒体であり，これを所有していない場合

*1）UNIXはX/Open Company Ltd.がライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標です。　*2）Windowsは米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。　*3）AP@PLATは沖電気工業株式会社の登録商標です。

は本人であっても現金を引き出すことはできない。これは，金融システムが利用者に制約を与えていることになる。近年では生体認証技術が発達しており，近い将来，物理媒体を所有しなくても現金を引き出せるようになる可能性もある。そうなれば，金融サービスを受けるための制約が取り払われ，利用者の利便性は向上する。また，最近利用者が急増している電子マネーは利用者の資産をデジタルデータのまま移動させるシステムである。現金を資産移動のための物理媒体であると考えると，電子マネーも物理媒体を除去することで利便性を高めたシステムであると言える。

金融システムに限らず物理媒体をデジタルデータ化する試みはさまざまな業界で取り組まれている。鉄道や航空機などの交通機関を利用する際の乗車券・航空券も物理媒体からデジタルデータへ変更することで制約を取り払い，利便性を向上させている。

さらに，放送システムでは，利用者はコンテンツを視聴するために放送時間に合わせる，あるいは録音・録画する等，放送システムの都合に合わせた行動が必要である。オンデマンドコンテンツ配信サービスは，利用者の要求に合わせて必要なコンテンツをいつでも配信できるシステムであり，放送システムが課してきた制約を取り除く例である。

このように，従来の情報通信システムは利用者に多くの制約を課してきた。情報を得るために専用端末を操作する，専用端末の設置場所や利用可能時間が限定される，サービスを利用する度に個人情報やその時の状況を入力する必要がある，キーボードなど特定の入力装置しか使えない，なども制約の例である。つまり，利用者はサービス提供側が課す制約を受け入れることでサービスを利用できた。しかし，最近の情報通信技術の進歩は，これまで利用者に課してきた制約を少しずつ取り払い，利用者の利便性向上を実現している。これにより，利用者はより本質的価値にフォーカスしたサービスを求める傾向にある。前述のように相手の名前を告げるだけで電話が繋がる，好きな時間にコンテンツを視聴できる，チケットレスで航空機に搭乗できる，などがその例である。サービス提供側の制約を排除することが，ユビキタスサービスに求められるユーザー要求である（**図1**）。

企業情報システムに対する要求の変化

企業情報システムに対する要求も変化している。多くの企業では企業内に複数の情報システムを抱えている。一部の先端的な企業を除くと，各情報システム間の連携はなく，利用者が手作業でシステムを連携させ業務を遂行している。たとえば，在庫管理システムで商品を検索し，その結果である商品情報を受発注システムに投入するようなケースである。在庫管理システムと受発注システムが連携していれば，利用者の手作業は減り，工数削減や操作ミスの削減に繋がる。

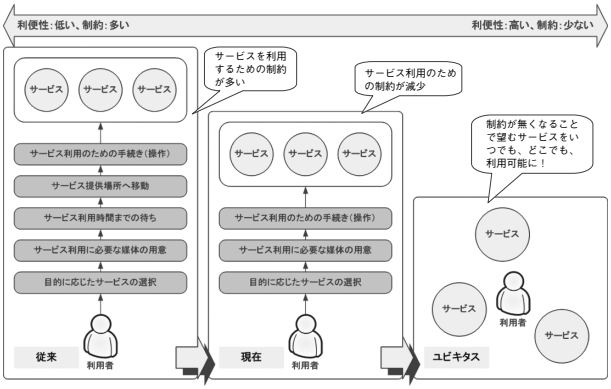


図１　利用者とサービスの関係の変化

企業情報システムのアーキテクチャはメインフレーム中心の集中かつ垂直型アーキテクチャから，オープン技術を採用したクライアント・サーバ，Web技術を活用した多階層型アーキテクチャへ進化し，現在は複数の個別システムをSOAP（Simple Object Access Protocol）メッセージで接続するSOA（Service Oriented Architecture）に注目が集まっている。言い換えると，各企業情報システムが専用技術で個別最適化されて作られていた時代から，標準化された技術により複数の企業情報システムが繋がる時代になり，現在は企業全体で情報システムの最適化を指向したシステムアーキテクチャが主流になりつつある。これまで企業内で孤立していた情報システム同士を接続そして連携させることで，情報システム間の情報流通がスムーズになり，利用者の利便性向上を実現できる。

情報通信システムに求められるパラダイムシフト

利用者視点のサービスに対する要求の変化，および，企業情報システムに対する要求の変化を，情報を軸に捉えることで，今後の情報通信システムが対応すべき4つのパラダイムシフト（システムに対する要求の変化）が見えてくる。

1つ目は，情報の発生や収集方法に関する変化である。情報通信技術の進歩により，情報の収集が容易になったことが大きな変化を生み出している。これまで，多くの

場合，情報は利用者が入力することで発生していた。出張精算のためにPCで出張経路や交通費を入力する，移動中にサービスを利用するためにケータイで位置情報を入力する，現金を引き出すために銀行のATMで暗証番号や金額を入力するなどの操作により，情報が発生している。最近の情報通信技術はこれらの入力操作の一部を省略することを可能にしつつある。たとえば，時刻表検索サービスで取得した経路情報や交通費情報を経費精算システムに自動入力する，ケータイに搭載されるGPS（Global Positioning System）機能により位置情報を自動的に取得する，生体認証技術により暗証番号を使わない個人識別が可能になる等である。さらに，無線インフラの整備やセンサーネットワーク／センシング技術の進展，映像監視などの技術により，詳細で正確な情報を自動的に生成・収集できるようになり，利用者が自ら入力操作を行う機会を減少させる。利用者が主体的に情報を入力する場合も，キーボードなどの特定のユーザインタフェースだけでなく，音声入力やジェスチャ入力など多様な操作でシステムとの対話（システムへの情報入力）が可能になる。

2つ目は，情報の伝達方法に関する変化である。情報はヒトやモノなどネットワークのエッジに存在するオブジェクトからネットワークを介して情報システムへ伝達される。あるいは，情報システムから他の情報システムへの情報伝達，処理の結果を情報システムからオブジェクトへフィードバックする流れ，さらには，IP電話などのようなヒトからヒトや，モノからモノへなど，P2P型の情報伝達も増加するであろう。情報の入力が自動化，高度化されることでネットワークのエッジではより詳細な情報が発生し，情報量が増加する。また，センサーネットワークやホームネットワーク，車載ネットワークなどによりネットワークが拡大することで，そのエッジに存在するデバイス（各種センサー機器，情報家電など）も増大し，ネットワークのエッジに存在する大量のオブジェクトから大量の情報がネットワーク上を流れることになる。一方，関連する個々のサービスを組み合わせた複合サービスを提供することで利用者の利便性を高める試みも増えている。これは，サービス間の情報伝達量を増加させることになる。以上のように，ネットワークには従来に比べるとより複雑な経路で大量の情報を伝達する能力が求められる。また，これらの情報には個人のコンテキスト情報が含まれるため，情報伝達中の安全性も求められる。

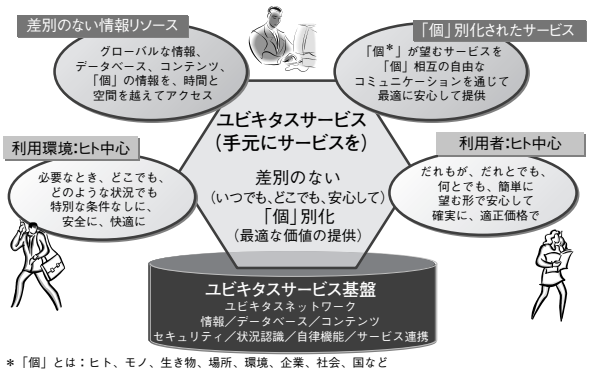
3つ目は，情報の蓄積や検索に関する変化である。ネットワークのエッジに存在するオブジェクトの増加は単純に情報量の増加に繋がる。これらの情報を効率よく管理するデータストアが必要になると同時に，サービス間（システム間）で情報を交換するニーズも増加する。つまり，大量の情報を管理する大規模なデータストアがネットワーク上に分散配置されることになる。さらに，既存のサービスやデータストア，エッジにあるオブジェクトの情報を保持する端末側のデータストアなど，ネットワークを介してあらゆるデータストアが接続されるようになる。このように，ネットワーク上に遍在するあらゆる規模のデータストアを柔軟に管理・検索できる仕組みが必要である。また，大量の情報を管理するだけでなく，これらの情報から利用者が求める意味を抽出するための仕組みも必要になるであろう。

そして4つ目は，情報の利用に関わる変化である。利用者視点では特定の場所や端末に制約されるのではなく，家庭でも外出中でも，情報家電やモバイル端末などの多様な端末から好みのユーザインタフェースでサービスを利用したいという要求がある。一方，企業情報システムを見ると，情報システムの個別利用ではなく，関連するシステムを連携させるシステム連携（サービス連携）により，より利便性の高い利用環境の提供が求められている。さらには，企業の中でも外でも，企業情報システムにアクセスしたい等のニーズもあるだろう。

ユビキタスサービスの共通機能

これまで説明してきた利用者視点のサービスに対する要求の変化，企業情報システムに対する要求の変化に情報通信システムが対応することがユビキタスサービスを提供することに繋がると考える。ユビキタスサービスとユビキタスサービスを支える情報通信システム基盤（ユビキタスサービス基盤）が備えるべき共通機能の概要を**図2**に示す。

ユビキタスサービス基盤には以下の機能が必要になる。



*「個」とは：ヒト、モノ、生き物、場所、環境、企業、社会、国など

図2　ユビキタスサービスとその基盤

① オブジェクトの状態を把握するための高度な情報収集機能（センシング技術や認識技術を活用し，リアルタイムに発生している状況を自律的に把握する機能）
② 収集した情報を安全・確実，そしてリアルタイムにシステムに伝達するネットワーク基盤（ネットワークのエッジに存在するオブジェクトとシステム，システムとシステムを柔軟かつ安全に接続するセキュリティ機能）
③ 大容量のデータストアと分散したデータストアを効率よく管理する機能，それらのデータストアに蓄積された情報を活用するデータマイニング機能，そして，ネットワーク上に遍在するデータストアから目的の情報を検索する機能
④ 必要なサービスを自律的に発見そして接続し，情報交換を行うサービス連携機能
⑤ 利用者の状況に応じた柔軟な入力方法と最適な端末を利用可能にするマルチモーダル機能，マルチデバイス機能

ユビキタスサービスを実現するために必要な機能は前述の機能だけではない。利用者の要求の変化はネットワークの拡大・細分化と情報量の増加を意味する。つまり，ネットワークはこれまで捕捉できなかった領域まで入り込み，実世界で起こっている事象をリアルタイムで捉えるようになる。実世界の事象を捉えるには，情報を送受信するオブジェクトの数が増大する。さらに，これまで捉えられなかった大量の情報を捕捉することで，システム上に流通する情報量も増大する。大量のオブジェクトから発生する大量の情報を処理するネットワークシステムが必要である。

大量に発生する情報（一次情報）を一次情報のまま扱うことは演算処理に大きな負荷がかかる。情報流通の過程で一次情報をフィルタリングし，一次情報から利用者にとって意味のあるコンテキスト情報に変換する処理が必要になるであろう。このようなコンテキスト変換処理をネットワーク上に分散配置する必要がある。

また，大量のトラフィックを伝達するネットワークには，発生する情報量，情報が流れる経路，情報の特性（許容される遅延やスループット）に応じた伝送能力を提供する機能が必要である。つまり，ネットワーク帯域や遅延などをダイナミックに制御する機能が必要である。NGNはこれを実現する基盤になると考える。

さらに，このようなシステムにおいてはヒト（利用者）に関わる情報が含まれるため，情報そのものを保護する暗号化・認証などの機能，そして伝送路自体の安全性を保証するセキュリティ技術が必要になるのは言うまでもない。

また，ヒトやモノなどのオブジェクトとサービス，オブジェクトとオブジェクト，サービスとサービスを接続するセッション確立技術や，オブジェクトの状態を保持するセッション管理（コンテキスト管理）機能も必須である。

当社の取り組み

OKIは「e社会®*4)」をビジョンとして掲げ，ユビキタスサービスを実現する基盤づくりを推進している。**OKI**が考える「e社会」は**図3**に示すように，いつでも，どこでも，何とでも，アクセス可能なユビキタスネットワーク（ユビキタスネットワークは，異種ネットワークを統合・制御するユビキタスネットワークと，サービスの基盤機能を提供するユビキタスサービスプラットフォームで構成）と，オブジェクトの状況に応じて最適化されたサービスを提供する主体であるユビキタスサービスで構成される。[2)]

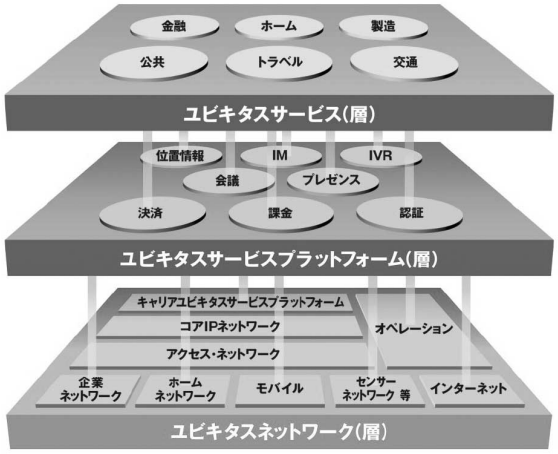


図3　e社会実現のためのアーキテクチャ

ユビキタスサービス（層）はさまざまな業種のサービスが実行されるレイヤーである。サービスは単一機能を提供するものから，複数のサービスを組み合わせた複合サービスなど，サービス同士を柔軟に接続することで新しい付加価値を利用者に提供することができる。

下位のユビキタスプラットフォーム（層）は多様なネットワークやデータ，各種デバイスの物理的な構造を仮想化することで，サービスの実装を容易にする。また，ユビキタスサービスプラットフォームは物理的構造の仮想化だけでなく，認証や課金，ネームサービス，ディレクトリーサービス，データストア，セッション管理等の機

*4)e社会は沖電気工業株式会社の登録商標です。

能も提供する。

ユビキタスネットワーク（層）は固定／移動のキャリアネットワークや企業ネットワーク，ホームネットワーク，センサーネットワークなどをシームレスに接続する機能を提供する。また，トラフィック制御やネットワーク機器制御，ネットワークセキュリティ等の機能も提供し，安全で確実な情報伝達を実現する基盤である。**OKI**はNGNの実現に取り組んでいるが，これがユビキタスネットワークのコアになると考えている。

ユビキタスサービス基盤

ユビキタスサービスを実現する基盤の概要を**図4**に示す。ユビキタスネットワークを中心に端末サイドのユビキタスクライアントプラットフォームとサーバサイドのユビキタスサービスプラットフォームで構成される。このユビキタスサービスを実現するプラットフォームを機能レベルで構造化した図を示す（**図5**）。

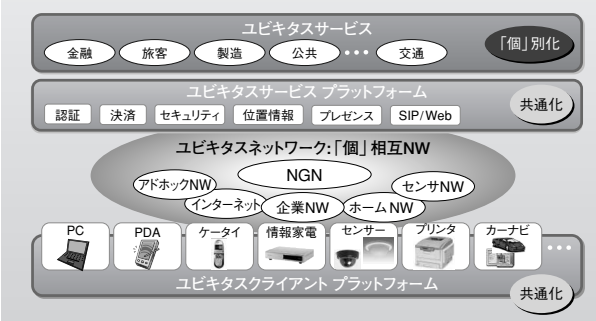


図４　ユビキタスサービスを実現する基盤

現在普及しているインターネットは，不特定多数の利用者向けに大量の情報（コンテンツ）を配信するシステムである。また，企業情報システムにおいてもインターネットと同じWeb技術を採用したイントラネットシステムが主流である。これらのシステムにおける情報の流れは，サーバサイドからクライアントサイドへのダウンストリームトラフィックが圧倒的に多い。クライアントサイドからサーバサイドへのアップストリームトラフィックは比較的少量である。しかし，前述のように，ユビキタスサービスでは，隅々まで張り巡らされたユビキタスネットワークとセンシング技術などを駆使し，大量のオブジェクトからの情報を自律的に収集する。そのため，ネットワークエッジからサーバサイドへのアップストリームトラフィックが大量に発生することが予測される。現在のWeb技術を採用したアーキテクチャではこれらのアップストリームトラフィックを効率よく処理することはできない。

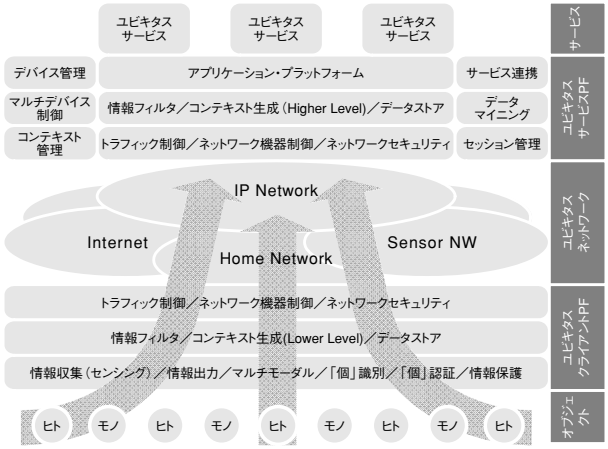


図５　ユビキタスサービス基盤の構造

図5は特にアップストリームトラフィックをイメージして図示したものである。ネットワークエッジにはオブジェクト（当社ではヒトやモノなどのオブジェクトを「個」と表現している）が存在する。最もオブジェクトに近いレイヤーには，オブジェクトを識別・認証する機能，そしてオブジェクトからの情報収集とオブジェクトへの情報出力，オブジェクトから収集した情報を保護する機能を配置する。オブジェクトに対する入出力は，オブジェクトの状況や好みに応じてキー操作や音声，ジェスチャなど複数の操作を選択できる機能を実現する。現在では音声認識技術も実用化レベルに達しており，マルチモーダルな機能を用意することで，デジタルデバイド解消に繋げたい。

オブジェクトから見て2層目に，収集した情報をフィルタリングし，一次情報からコンテキストを生成する機能を配置する。また，一次情報から意味のあるコンテキストを生成するためには，時系列情報や位置情報などの関連情報を必要とするため，小規模なデータストアもこの位置に置く。これにより，ネットワークに流れる情報量を減らすことが可能になるので，システム全体の負荷を軽減する狙いがある。また，このレイヤーで意思決定できるケースでは，サーバサイドへの通知なしにオブジェクトに対してフィードバックを行うことを可能とする。

オブジェクトが生成した一次情報はコンテキスト変換され，ネットワークを通じてサーバサイドへ通知される。このネットワーク接続部分には，伝達されるコンテキスト情報の特性（リアルタイム性，信頼性，セキュリティ強度など）に応じてスループットや遅延，セキュリティレベルを保証するネットワーク制御機能を配置する。

ネットワークのエッジから生成されたコンテキスト情報はさまざまなネットワークを経由し，サーバサイドへ到達する。このユビキタスネットワーク（層）は異種ネットワークを統合し，上位のユビキタスサービスにネットワークの違いを意識させないシームレスなアクセス機能を提供する。

サーバサイドに伝達されたコンテキスト情報は，必要に応じてハイレベルのコンテキスト変換処理を行った後，バインディングされたユビキタスサービスへ通知される。このレイヤーに配置されるコンテキスト変換機能は，エッジでは認識できない広い範囲のオブジェクトに跨る情報や，異種ネットワークから収集した情報，さらには長期間に蓄積された情報を元によりハイレベルのコンテキスト生成を行う。大量の情報から有益な意味を抽出するデータマイニング機能もここに配置される。

サーバサイドには，「いつでも，どこでも，何とでも」接続するためのセッション管理機能を必要とし，SIP技術がそのコアになると考える。実際には，ネットワーク上に複数存在するSIPサーバ同士が連携し，オブジェクト間，オブジェクトとサービス間の接続管理を実現する。また，サービス連携はオブジェクトとサービスのバインディング，サービスとサービスの連携を実現するためのサービス・リポジトリを保持する。各サービスはこのリポジトリに登録され，必要なサービスがリポジトリから抽出されダイナミックなバインディングを実現する。

デバイス管理は端末（デバイス）のスペックやステータス情報を保持する。また，マルチデバイス制御は，端末のスペック（ユーザインタフェースなど）に最適化した出力を生成するエンジンである。これらの機能により，ユビキタスサービスは端末の状態を適切に把握し，オブジェクト（端末）に最適な出力を提供することが可能になる。

そして，オブジェクトが「いつでも，どこでも，どんなデバイスを使っても」ユビキタスサービスを受けられるようにするためのコンテキスト管理がサーバサイドに配置される。現在のシンクライアントシステムやWeb2.0サービスは既にサーバサイドでオブジェクト（利用者）のコンテキストを管理しているが，これらは特定のサービスに特化したものである。ユビキタスサービス基盤では多様なサービスが利用できるように充実したコンテキスト情報を維持し，いつでも利用できる機能を提供する。

AP@PLATではZigBee™*5) やRFIDなどのワイヤレスセンサーネットワークをIPネットワークに統合するための基盤拡張を進めている。この新しい基盤は，物理空間のオブジェクトを捕捉し，コンテキスト変換後，情報通信システムに伝達する機能を実現する。情報通信システムに物理空間で発生しているイベントを捕捉し，制御する能力を提供するものである。また，NGNの実現に合わせて，情報通信システムからネットワークをダイナミックに制御する機能やセッション管理・コンテキスト管理の整備も検討している。

*5) ZigBeeはKoninklijke Philips Electronics N.V.の登録商標です。

ま と め

OKIではAP@PLATという情報通信融合ソリューションコンセプトを掲げ，WebとSIPを融合するアプリケーションサーバをコアに情報サービスと通信サービスが融合したソリューションの創出を推進してきた。NGNの構築によりフルIP化されたネットワークの実現が見えて来た今，情報サービスと通信サービスの融合だけでなく，仮想空間と実空間の融合，ホームや自動車向けサービスやWeb2.0と呼ばれるインターネット上のサービスや知識との融合など，縦方向（実空間と仮想空間，サーバサイドとクライアントサイド）と横方向（異種ネットワーク統合，サービス＆データ連携）の両方向において融合領域を拡大し，必要なファンクションを共通コンポーネント化することでユビキタスサービスを容易に実現するためのプラットフォーム構築を推進していく。 ◆◆

■参考文献

1）中澤，大場：“沖電気”情報通信融合ソリューションコンセプト AP@PLAT®，沖テクニカルレビュー 201号，Vol.72 No.1，pp.4–9，2005年1月

2）杉本晴重：OKIの次世代ネットワーク（NGN）への取組～e社会の実現に向けて～，ITUジャーナル，Vol.37 No.1，2007年1月

●筆者紹介

河原正博：Masahiro Kawahara. 情報通信事業グループ ネットワークアプリケーション本部 AP@PLATソリューション企画部