

ユビキタスサービスと ネットワーク社会の到来に向けて

慶應義塾大学

徳田 英幸

hxt@ht.sfc.keio.ac.jp

本稿では、ユビキタスサービスやネットワーク社会へ向けての技術的課題を整理し、安全・安心なユビキタス社会に向けての今後の展望について概観する。また、本特集号で報告されているさまざまな事例についてユビキタスサービスの視点から議論する。

●「人間中心」の時代の到来●

最近では、いたるところで“ユビキタス”という言葉が使われるようになった。3～4年前までは、新聞にもほとんど登場したことのない技術用語であったが、今では毎日のように目にする。国内の企業では、次々にユビキタス事業部とか、ユビキタス推進室などが設置されてきている。まさに、ユビキタスということばがユビキタス化（遍在化）したのかもしれない。一方、この言葉が意味するユビキタス社会、ユビキタスネットワーク、ユビキタスサービスは、本当に実現されていくのであろうか？ どのような社会になっていくのであろうか？ 身体性の欠如したサイバー空間偏重の世界から身体性を取り戻してくれるのであろうか？ いろいろな視点からこれらのサービスや技術を議論することが必要である。

かつて、Mark Weiser氏は、1990年代初めに21世紀のコンピューティング環境としてユビキタスコンピューティング環境¹⁾を提示した。彼は、身のまわりのあらゆるモノにコンピュータが組み込まれ、それらが人々の活動をそっと支援し、生活を豊かにしてくれるような環境の実現をめざしていた。この新しいコンピューティング環境のパラダイムを表す言葉として、ラテン語で「いたるところに同時に存在する、遍在する」という意味の“ubiquitous”を使った。後に、彼は、“calm computing”という言葉で、コンピューティングの遍在性だけでなく、より自然なかたちでのコンピュータとのインタラクションや行動支援を強調した。また、私には、「日本の人々には“禅コンピューティング”という名称はどうか？」と話をしてくれたことがある。これには、私たち計算機科学の研究者たちが長年開発してきた“シリコンベースのコンピュータ技術”が、これまでのペンやメガネなどの人工物に比べて、作業をする際の敷居が

高く、自然なかたちでの行動支援となっていないギャップを埋めていこうという姿勢が示唆されている。

これまでのコンピューティング環境の進化を振り返ってみると、初期のコンピュータネットワークが出現した1970年代は、まだ「コンピュータ中心」の時代であった。一方1980～90年代は、インターネットワーキング技術が開発され、さらにコンピュータやネットワーク研究者だけが利用していた研究開発ネットワークから、オープンで、かつ商用に利用できる社会基盤としてのインターネットへと進化した「ネットワーク中心」の時代であった。インターネット上で構築されたサイバー空間では、時空間の壁を飛び越えて、あらゆるネット上の情報は、ワンクリックでアクセスできるようになった。また、eコマース、eバンキング、eラーニング、e政府など、サイバー空間上に我々の生活空間やビジネス空間が拡大された。そして現在の2000年代は、まさに、Markのビジョンのように、あらゆるモノの中にコンピュータが組み込まれ、それらがネットワークにシームレスにつながったユビキタスコンピューティング環境が実現された「人間中心」の時代になると考えている。コンピュータやネットワークが前面に出てくるのではなく、人々の活動や行動が中心にあり、それらをユビキタスコンピューティング環境がそっと支援してくれる環境（図-1参照）が実現されると考えている。

以下では、まずユビキタスサービスやネットワーク社会について、本特集号で報告されているさまざまな事例も含めて議論する。そして、これらのユビキタスサービス実現のための技術的課題を整理し、安全・安心なユビキタス社会に向けての今後の展望について、社会的、文化的、ビジネス的な面に関して概説する。



● ユビキタスサービスと ● ネットワーク社会のかたち

ユビキタスコンピューティング環境では、我々の生活空間としての実空間とサイバースペースとの融合や、物を構成している atom とそれと対応しているサイバースペース上の bit との融合を通じて、従来のコンピュータ技術応用領域と比べて、もっと広範囲な領域でさまざまなサービスやアプリケーションを提供することが可能である。どこからでも、いつでもネットワークに接続できるケイタイや小型無線端末、電子タグ、センサネットワーク、GPS や室内位置情報システムなどの利用は、医療、看護、教育、環境、流通、交通、エネルギーシステムなどのサービスを著しく進化させる可能性がある。電子タグの活用 18 分野の例を図-2 に示す。

また、コンテキストウェアなかたちで、かつパーソナライズされたインタフェースを介してサービスを受けることが可能となる。ユビキタスコンピューティング環境が望ましいかたちで実現されれば、“存在を意識されない”メガネが視力の弱い人の視力を増幅するように、個人、組織、コミュニティあるいは住宅や都市の能力を高めることに使える静寂で安全なテクノロジーとなる。

まず、2008 年のユビキタス社会におけるいくつかのサービス事例を以下の URL (http://stoneroom.mlab.t.u-tokyo.ac.jp/vrep/archives/2003_12_08.html) から見ていただきたい。これらは、我々も参加したユビキタスコンピューティング環境の国内研究者のボランティアが集まって作成したイメージビデオであり、全体は、3つの小さな物語からなっている。ここでは、その中の“A Love Triangle”について概説する。設定は秋葉原

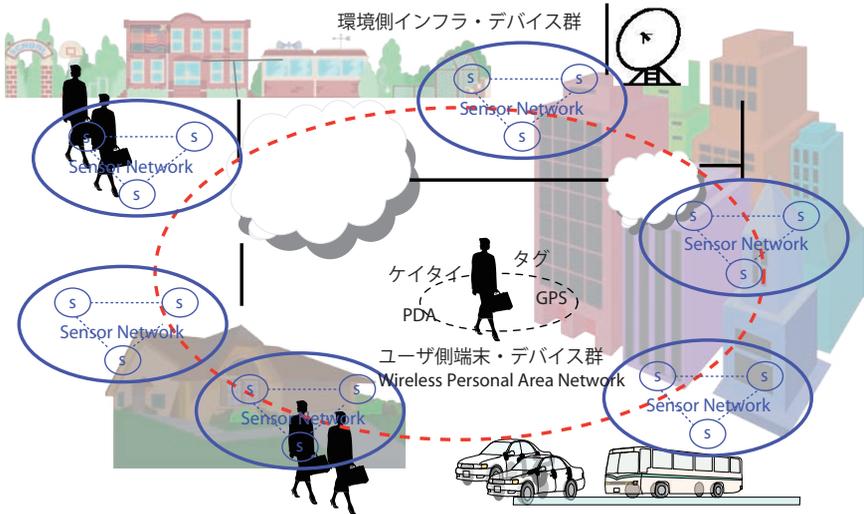


図-1 ユビキタスコンピューティング環境の概念図



図-2 ネットワークによる電子タグの高度活用 18 分野 (出典: ユビキタスネットワークフォーラム)

で、登場人物は 2 人の男子学生と 1 人の女子学生で、物語は、日常の男子学生の生活をユビキタスサービスとともに紹介し、女の子に失恋するまでの 1 日のストーリーである。

いくつかのユビキタスサービスを紹介します。まず舌につけたピアスのようなものは、彼のファッションの一部となっているが、体に組み込まれた RFID のタグのようなもので、これを使って、電車の改札を Suica/Icoca カード代わりに入ったり、自動販売機からジュースを購入するといった e-キャッシュ機能が提供されている。自動販売機の例は、通常の簡単な自販機ではなく、人



図-3 ブッシュ型情報配信サービスとプレゼンスサービス

が立つと鏡に変化し、人がいなくなると広告が流れるといったコンテキストアウェアな広告サービスが組み込まれている。また、DVDを購入する際も、メディアパッケージは、コンテンツを選択する際に利用し、実際のDVDコンテンツの購入は、無線ネットワークを介してスマートT-シャツにダウンロードされ、シャツに組み込まれている大型の有機ELパネル上で再生している。実際、802.11bの転送効率では、あのスピードでダウンロードは完了することはまだ不可能で、有機ELパネルに関してもあのように大きなサイズのものはまだ実現されていないが、“ウェアラブルコンテンツ”としてファッションの一部に利用されると予想している。

また、失恋させるために(?)利用されたサービスの1つがプレゼンスサービス(図-3参照)である。登録してある人たちの現在の位置情報や何をしているかの情報を許可された人たちに提供するサービスである。このストーリーの中では、主人公の友人と彼女の位置情報が偶然にも自分と同じエリアにいることまでは表示されたが、さらに詳しい情報については、アクセス拒否となってしまった。そこで彼は、実空間上での友達2人の状況を確認するために万世橋まで走っていき、2人がデートしている状況を把握し、失恋したことを理解する。

本特集号で取り上げられたさまざまなユビキタスサービスを行動空間で整理すると図-4のようなゾーンに分類することができる。まず、実空間において、我々の行動を支援する環境を空間の粒度で、a, b, c, dの4つのゾーンに分類した。aゾーンは、我々の身体の身の回りから1つの部屋内まで、bゾーンは、複数の部屋を持った建物内まで、cゾーンは、建物外の屋外空間でかつ携帯などを利用してインターネットにアクセスできる圏内の空

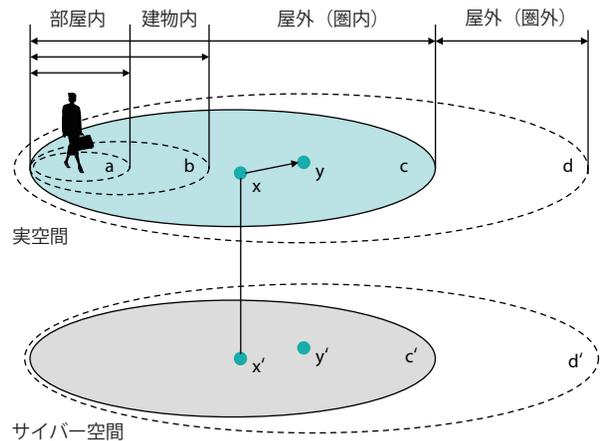


図-4 ユビキタスサービスを提供する実空間ゾーンとサイバー空間

間やGPSの圏内のゾーン、そしてdゾーンは、インターネットやGPSからは圏外の屋外空間である。

まず、中島ら²⁾が提案している協調カーナビやフルデマンドサービスは、cゾーンでの交通制御システムによるサービスである。一方、日常時から災害時へのシームレスな情報支援システムは、aからdのすべての行動空間上で個人へのサービスや群ユーザ支援サービスをめざしたものであり、状況把握をするためのセンサーネットなどのインフラ整備が重要である。鶴沼³⁾による視覚障害者向け道案内システムと矢入⁴⁾による歩行空間のバリアフリー化をめざしたユビキタス移動支援システムは、両方ともcゾーンやdゾーンでも活用できる技術である。前者では、環境側にICタグが埋設されている路上で、利用者がタグ用アンテナ、リーダー、PDAや携帯を利用するので、近接間通信のみで必要な情報処理を行うことができる。cゾーンでは、より快適な情報サービスを受けることが可能となる。一方、後者におけるユビキタスサービスは、歩行空間のアクセシビリティとバリアフリー化をめざしており、建物や公共施設などのバリアフリー化は、ゾーンdも含めたあらゆる空間においてのアクセシビリティを向上している。

山田らによるユビキタス情報インタフェースで提供されるサービス⁵⁾は、実世界の情報とサイバー空間上でのデジタル情報とを自然なインタフェースで同時に活用するための技術である。図-4における地点xにあるオブジェクトと対応づけられたデジタル情報x'をURLを入力せずに、自然にかつ容易に利用することができる。最近では、QRコードのような2次元バーコードも紙媒体に印刷され、利用されてきている。また、ユニークな点としては、室内で、大きなQRコードをプロ

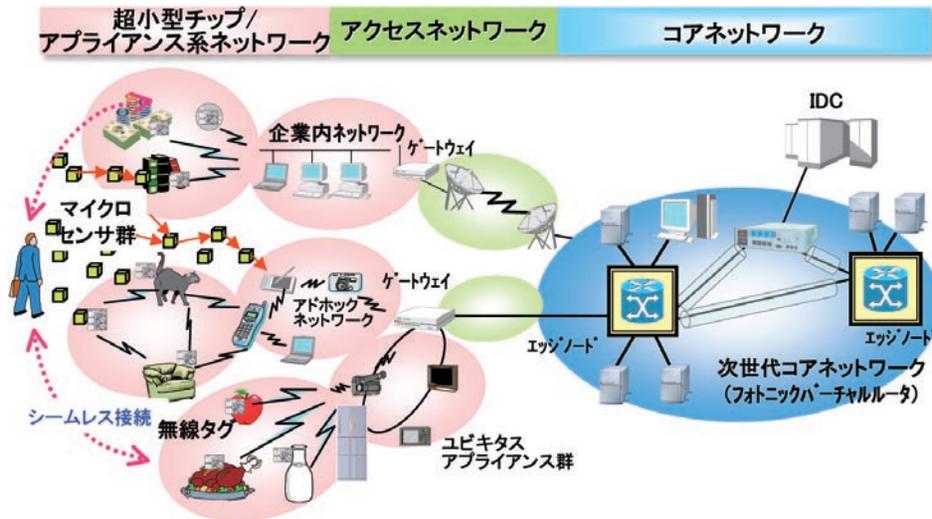


図-5 ユビキタスネットワークの構成 (出典: ユビキタスネットワークフォーラム)

ジェクタなどで表示すると複数人が同時に読み出すことが可能である。美濃の提案している環境メディア⁶⁾のねらいは、主としてaやbゾーンといったプライベートな空間内でのサービスであり、自分の情報を自分のために自分で収集する枠組みが原則である。cゾーンのような公共性の高いところでは、自分で撮影されているかどうかの判断すら行うことができず、監視メディアとなってしまう場合が想定され、プライバシーか、公共の安全のためかの議論を要する。板生による位置情報を与えられて移動する人、動物、人工物などへのウェアブル・コンピュータが提供するサービス⁷⁾は、GPSなどの位置情報システムを利用した場合、屋外でのcゾーンでは問題ないが、一般的にはaやbゾーンで衛星からGPS信号を受信できない場合は、自律的に位置情報を補間したり、室内位置情報システムとの連携が重要である。

● 技術的課題とチャレンジ ●

ここでは、ユビキタス社会実現にむけてさまざまな要素技術をユビキタスネットワーク、電子タグ、ユビキタスプラットフォーム、ユビキタスソフトウェア、ユビキタスインタフェースの5つの視点から技術的課題とそのチャレンジについて議論する。

● ユビキタスネットワーク

ユビキタスネットワークは、次世代コアバックボーンを形成するフォトニックネットワーク、企業や家庭などからバックボーンに接続するためのアクセス系ネットワーク、そして環境側に組み込まれたセンサーネット

ワークや情報家電のようなユビキタスアプライアンス系ネットワーク、超小型チップ、スマート無線タグなどのアドホックネットワークなど、さまざまなネットワークが融合したものがユビキタスネットワークを構成していく(図-5参照)。

新しい技術課題としては、大量なコンテンツやデータをサービス品質を保証し、安全に転送するためのコアバックボーンやアクセス系の課題に加えて、センサネットワークやアドホックネットワークに見られる従来のIPアーキテクチャでない自律的な自己組織化ネットワーク構成技術、経路制御やセキュア通信技術が重要である。また、従来のIP系との融合をめざして、災害時に即興的に従来のインターネットが利用できる地区と被災地内を動的に接続可能とするハイブリッドアドホックネットワークやメトロポリタンアドホックネットワークも開発されている。

従来のネットワークの構成要素であったPCやケイタイ機器だけでなく、非IT的なモノ、何でもネットワークに接続していく際に、自己組織化、自己最適化、自己修復や持続的に進化可能なネットワークアーキテクチャを探求していくことが大きなチャレンジである。

● 電子タグ

電子タグには、外部からの信号を受けて自分のIDを応答するパッシブタグ、エネルギー源を電池などのかたちで持ち自らIDを発信するアクティブタグ、そして、エネルギー源だけでなく、プログラミング、無線通信、センシング能力、アクチエーション能力の4つを持っているスマートタグがある。電子タグの価格帯は、数十円

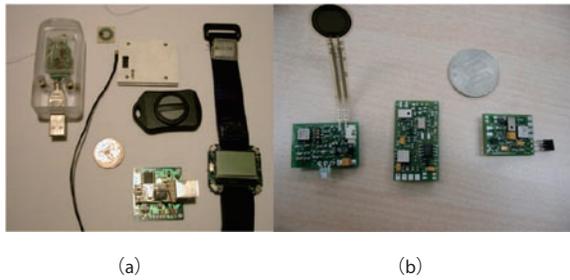


図-6 ユビキタスプラットフォーム：Intel Motes と Smart-Its

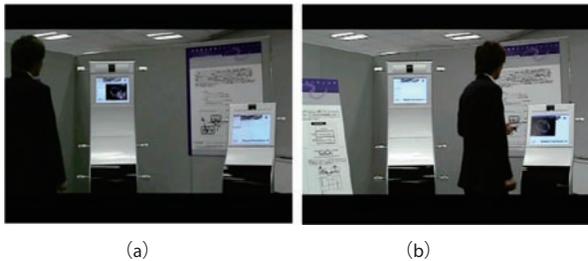


図-7 位置情報システムによる follow-me サービス

ぐらいまで廉価になってきており、大きな普及が期待できるが、国際的にいろいろな物が流通している現在、国際標準との整合性を検討する必要がある。

図-2に示した18分野は、総務省のユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利活用に関する調査研究会で分類したものである。国内の場合、SCM（サプライチェーンマネジメント）などの流通関連の実証実験が50%以上を占めており、その他の分野での利用は、今後進められていく予定である。単純な実験の場合は、1つのショップ内でのタグの利用で、単にそのIDから関連する属性情報を読み取る単一プラットフォームだけである。しかし、より社会的規模での利用拡大を考えた場合、複数の企業にまたがったマルチプラットフォーム実験や、異種のタグシステムが複数の企業間連結されたフェデレーテッドプラットフォームへの進化の必要がある。また、国内で、電子タグのプライバシーガイドラインが整備された現在、単なる属性情報だけでなく、履歴情報やセンサーネットワークとの連携によるリアルタイムな情報処理に利活用していくとともに、ガイドラインの枠組みを広げていくことがチャレンジである。

● ユビキタスプラットフォーム

ユビキタスプラットフォームは、ユビキタス環境を実現する上でのハード的な構成要素であり、電子タグも含めて新しいデバイスや機器がいろいろと開発されてき

ている。特に、PC、PDA、携帯電話より進化し、人やモノに付けたり、環境側に埋め込むことが可能なハードウェアプラットフォームの進展が期待できる。図-6にインテル社の研究所で開発されたインテル Motes とカールスルーエ大学で開発された Smart-Its を示す。図-6(a)には、Intel Motes センサネットワークからのデータをPDA や PC に USB 経由あるいは、CF インタフェース経由で転送し、利用するためのデバイスを示す。さらに、液晶パネルを持った時計型のデバイスは、センサ情報をPDA などを利用せず、直接液晶パネルに表示できるものである。一方、図-6 (b) の Smart-Its は、従来から利用されている温度、湿度、照度、加速度センサなどに加えて、プラスチックの細い板状のもので曲がりぐあいをセンサする変わったセンサが用意されている。身体の一部にうまく装着することによって、どの程度体の一部が曲がったかがセンサできる。

このように、環境側やユーザ側に埋め込み可能なユビキタスプラットフォームが開発されてきているが、従来からのPCなどで利用されていたLSIとは違う環境条件下で確実に動作することを保証しなければならない。また電池を数カ月で取り替える必要がないようにさらに超低消費電力化に向けてハードウェアおよびソフトウェアの面での改良・改善や互換性を提供できる標準化が重要課題である。

● ユビキタスソフトウェア

ユビキタスソフトウェアの基盤ソフトウェアやユビキタスアプリケーションのためのミドルウェアには、まだ世界的な標準がない。今まさにいろいろな研究機関や企業が研究開発中である。特に、ユビキタスアプリケーションの中でも、ユーザの状況に応じて、プログラムの動作や使い勝手を動的に変更するコンテキストウェアミドルウェアなどは、コンテキストをどのように認識し、気のきいた適応動作をするかが鍵である。たとえば、位置情報といった簡単なコンテキスト情報の場合でも、図-4における建物内のa、bゾーンと屋外のc、dゾーンでは、室内位置情報システムとGPSなどをいかに統一的に取り扱うかといった問題が生じる。dゾーンのようにGPSが圏外時に、どのくらい自律的に情報を補間できるかも課題である。図-7に移動式の位置情報システムを利用したアプリケーションのfollow-meサービスの事例を示す。ユーザの移動とともに図-7(a)の左側に設置されたスマートファニチャ画面上のサービスが図-7(b)へとスムーズに移動している。

さらに、“気のきいたおせっかいサービス”を提供する場合でも、位置だけでなく、ユーザの嗜好や現在置か



れている状況をうまく理解するためのコンテキストキャプチャリングなども重要な課題である。また、先回りして有益な情報をユーザに配信するような場合でも、いつ、どのタイミングで配信するのが、安全でかつ効果的であるかなど、気の利いたサービスが“よけいなおせっかい”とならないような難しい問題がある。

環境側にさまざまなサービスが提供されていると、どのようにして自分に最も適したサービスを発見したり、実際に利用するかといった Service Finding, Service Binding プロトコルが共通化される必要があるとともに、Service Profile や User Profile の記述に関しても統一的な標準化が必須である。また、サービス利用のために必要となる自分のプロフィールや個人情報などを保護できる枠組みが必要である。W3C コンソーシアムにおける P3P (Platform for Privacy Preference Project)⁸⁾ や我々が開発している Privacy Profile Negotiation Protocol⁹⁾ のようなプライバシーネゴシエーションの仕組みとセキュリティ確保の仕組みを確立することが重要である。

● ユビキタスインタフェース

ユビキタスサービスを受ける場合、ユーザは、従来の PC のように机に向かってデスクトップをマウスで操作する動作だけでなく、歩行者 ITS のように移動しながら行動支援を受けることも必要となる。従来のデスクトップメタファが有効でなく、日常のオブジェクトを使った実世界指向インタフェースや身体性を利用した新しいメタファが必要となっている。面白いプロトタイプの例として、振動デバイスをいろいろな方向に埋め込んだベルト¹⁰⁾ を利用し、方向をベルトの一部分を振動することによって伝える方式なども開発されている。我々のところではデジカメで撮った機器の写真に、周りのセンサネットワークからキャプチャされた環境情報や機器の操作メニューなどを埋め込み、そのスナップショットを利用して遠隔操作やビデオなどを見ていたシーンからコンテンツを再生するといったリプロダクション機能を提供するスナップショット型インタフェース¹¹⁾ を開発している。

ユビキタスインタフェースのチャレンジの1つは、環境側に埋め込まれている知的サービスエンジンとユーザ側に身につけているデバイスとの連携で、どの程度、プライバシーを保護しつつ、パーソナライズされたユーザインタフェースを動的に作成し、コンテキストアウェアなサービスを提供することができるかである。

● 安全・安心なユビキタス社会に向けて ●

ユビキタスサービスやユビキタスネットワーク実現の意義は、新たな産業やビジネスマーケットの創出、安心できる社会の実現、障害者・高齢者等の社会参加の促進、環境問題への対応など従来の IT 技術の応用分野より非常に幅広い分野での貢献が期待できる点である。本学会でも 2003 年 4 月より、情報家電コンピューティンググループと知的都市情報基盤コンピューティンググループを母体に、ユビキタスコンピューティング研究会をスタートさせている。また、産業界ではユビキタスネットワークフォーラムやネットワークロボットフォーラムが活発に活動をしている。国のプロジェクトもユビキタスネットワーク技術の研究開発やネットワークロボットの研究開発がナショナルプロジェクトとして動き始めており、ユビキタス社会実現に向けて、着実に研究開発が進んできているといえる。ここでは、我々が実現しようとしているユビキタス社会の社会的、文化的、ビジネス的な面について展望する。

我々の周りでは、“いつでも、どこでも、誰とでも”といった携帯を使つての“コミュニケーション”が文字通りユビキタス化されたサービスとして存在する。しかし、本特集でとりあげた新しいユビキタスサービスは、これから実現され社会に浸透していくサービスである。社会的には、いろいろなモノがネットワークにつながっていくと、物の動きや人の動きがトレースでき、ほぼリアルタイムにセンシングすることが可能になり、高度なトレーサビリティが実現可能となる。しかし、これらの情報は誰が知ったり利用する権利があるのだろうか。ユーザ、メーカ、電話会社、政府なのか？ 広く議論をする必要がある。現在までのところ、一般的には、ユビキタスサービスが実現されたユビキタス社会に対して“監視社会”といったネガティブなイメージは存在していないが、技術だけでなく、安全・安心な社会に向けての運用ガイドラインや法の整備が重要である。マクルーハンらのメディアの 4 法則“テトラッド”¹²⁾ では、あらゆるメディアや人間が作り出した人工物は、我々の意識や文化に対して常に以下の 4 つの影響を与えるという。

- A: 「拡張」－何を「拡張」(強化) させる。
- B: 「衰退」－何を「衰退」させる。
- C: 「回復」－かつて失ってしまった意識や何を「回復」させる。
- D: 「反転」－そのメディアの特徴が極限まで推し進められると、急にその性格を「反転」し、何を生み出し、何に転じるのか。

たとえば、ITS サービスは、A: 移動の計画性、信頼

性、適応性を強化し、B:ITSに存在しない道、店、サービスを衰退させ、C:移動のゆとりや楽しみを回復し、D:自分自身も渋滞情報の一部と転化してしまう。一方、ユビキタスサービスは、A:通信、センシング、アクション、行動、知的能力を強化し、B:接続してないサービスを衰退させ、C:安全性、身体性、人間性を回復し、D:絶え間ないサービス、絶え間ない仕事や通信に反転する可能性がある。

特に、“メディアの反転”が意味する部分は、ユビキタス技術開発においては検討すべき重要な課題である。防犯用監視カメラがユビキタスにすべてつながると、本来コミュニティのリスクを下げるメディアであるべき機構が、悪意を持った人たちに進入されれば、非常な社会的リスクとなるメディアに反転してしまう可能性がある。

ビジネス的な視点から、いつでも、どこでも、誰でもに自由につながるという“でもでもモデル”では、誰もお金を払ってくれないので、どのような枠組みでビジネスモデルをつくることができるかという問題がある。しかしユビキタス技術を使うことによって“今だけ、ここだけ、私（たち）だけ”といった“ただだけモデル”のサービスを実現することができる。たとえば、ツーリストスポットにて、同じ所に、デートしている2人がいなければ提供できない思い出サービスのような枠組みも可能であるし、情報家電のアクセス制御を、両親と一緒にいる時だけ子供が何かを操作できるようにすることが可能である。たとえば、“でもでもモデル”では、うちのメンバだけ、会員だけはホットスポットにつなげたいが、いつでも、誰でもといわれると困るということになってしまう。また、インターネット経由のユビキタスサービスに関しては、ネットワークへのコネクティビティは、ISPメンバでなくても提供し、リモートで自宅の情報家電機器をコントロールしたら、そのマイクロトランザクションに対してチャージすれば、いつでも、どこでもつながるが、サービスを受けた人だけに課金されるようになる。いつでも、どこでもであるが、私だけが利用したトランザクション、私だけのパーソナライズされたインタフェースで利用する“でもだけモデル”が可能となる。

● インターネット社会から ● ユビキタスネットワーク社会へ

身のまわりのあらゆるモノにコンピュータが組み込まれ、人と人、人とモノ、モノとモノとが協調し、人々の活動をそっと支援し、生活を豊かにしてくれるようなユビキタスコンピューティング環境の実現に向けて、社会

基盤としてのユビキタスネットワークやサービスが研究開発され、社会にスムーズに普及していかなければならない。単なるITだけのソリューションでなく、社会的なソリューションとして人々の生活に定着させる必要がある。では、どのように現在のインターネット全盛のネットワーク社会からユビキタスネットワーク社会へと進化していくのであろうか？ いくつもの進化のパスが考えられるが、鍵となるコンセプトは、次の“3つの融合”の促進にあると思っている。すなわちビットとアトムの融合、サイバー空間と実空間の融合、異業種のサービスの融合、の3つの融合である。従来のIT機器を接続したネットワークの枠組みではなく、非IT的なモノをシームレスに接続でき、非IT的なサービスとITサービスを融合しユビキタスサービスとして新規サービスを立ち上げ、部分的なサービス空間を相互に接続し、連続的なサービス空間へ進化させていくことが大切だと思っている。ITのエッセンスは、個人、組織、コミュニティのエンパワーメントである。人間中心の切り口から、生活に密着したかたちで、個人、組織、コミュニティ、住宅や都市のエンパワーメントができる静寂で、安全なユビキタスコンピューティング環境が普及していくことを期待している。

参考文献

- 1) Mark Wiser: The Computer for the 21st Century, Scientific American, Vol.265, No.3, pp.66-75 (1991).
- 2) 中島, 車谷, 伊藤: ユビキタス情報処理による社会支援, 情報処理学会誌, Vol.45, No.9, pp.907-911 (Sep. 2004).
- 3) 鶴沼: RFIDを用いた歩行者の経路誘導-視覚障害者向け道案内システム-, 情報処理学会誌, Vol.45, No.9, pp.918-922 (Sep. 2004).
- 4) 矢入: 歩行空間のバリアフリー化を目指すユビキタス移動支援システム, 情報処理学会誌, Vol.45, No.9, pp.912-917 (Sep. 2004).
- 5) 山田, 仙田: 携帯カメラを用いたユビキタス情報インタフェース, 情報処理学会誌, Vol.45, No.9, pp.923-927 (Sep. 2004).
- 6) 美濃: 環境メディア, 情報処理学会誌, Vol.45, No.9, pp.928-933 (Sep. 2004).
- 7) 板生: ユビキタス時代のウェアラブル技術, 情報処理学会誌, Vol.45, No.9, pp.934-938 (Sep. 2004).
- 8) W3C P3P Project: <http://www.w3.org/P3P/>
- 9) Tamaru, Nakazawa, Takashio and Tokuda: PPNP: A Privacy Profile Negotiation Protocol for Services in Public Spaces, Fifth International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp2003) - First International Workshop on Ubiquitous Systems for Supporting Social Interaction and Face-to-Face Communication in Public Spaces (2003).
- 10) 塚田浩二, 安村通見: Active Belt: 触覚情報を用いたベルト型ナビゲーション機構, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.11, pp.2649-2658 (Nov. 2003).
- 11) Kohtake, Iwamoto et al.: u-Photo: A Snapshot-based Interaction Technique for Ubiquitous Embedded Information, The Second International Conference on Pervasive Computing (Pervasive2004), Video Disc (2004).
- 12) マクルーハン et al., 高山 宏(訳): メディアの法則, NTT 出版(2002). (平成16年8月9日受付)