

連載

SMART TAG

越塚 登

(ユビキタス ID センター/東京大学)

koshizuka@sakamura-lab.org

第 5 回

ユビキタス ID センター

■ユビキタスIDセンター

ユビキタスコンピューティング技術やユビキタスネットワーク技術の研究開発、標準化、普及を推進する、国際的な技術フォーラムとして、2003年3月にユビキタスIDセンター（uIDセンター、代表：坂村健・東京大学教授、会員数371社：2004年5月20日現在）^{☆1}を設立した。uIDセンターの主な活動は、ユビキタスコンピューティング技術の研究開発やその運用、実験である。具体的にはユビキタスコンピューティング環境の処理対象の実体に付与する個体識別子の管理や、RFIDやスマートカードなどの電子タグ技術開発や標準化、個体識別子データベースの運用、ユビキタスコンピューティング環境におけるセキュア通信のための認証局の運営等を行っている。uIDセンターが扱っている技術の具体的な特徴は、いくつかあるが、実世界における個体識別子ユビキタスコード（ucode）を既存の各種コード体系との相互運用性を考慮しメタコード体系としている点、ucodeを格納し実世界を認識するためのタグ（ucodeタグ）としてRFIDだけでなくバーコードや2次元バーコードも包含して統一的に扱えること、タグ自体の技術だけでなくタグを扱う携帯型端末等組込みシステムの研究開発と一体化し、ユビキタスコミュニケーター（Ubiquitous Communicator、以下UC）と呼ぶユーザインタフェース装置を扱っていることなどがある（技術的詳細は、参考文献1）を参照していただきたい。また多くの実証実験も手がけ、すでに自律的移動支援プロジェクト、食品や薬品のトレーサビリティ、港湾における物流支援、デジタルミュージアム、ショッピングモールなどに取り組

☆1 <http://uidcenter.org/>
 ☆2 <http://www.tron.org/>

んでおり、以下本稿では代表的なものを詳述したい。

■TRONとユビキタス

uIDセンターの原点は、今年で20年目を迎えたTRONプロジェクト^{☆2}でのユビキタスコンピューティング研究である。1987年のTRONプロジェクトの基調論文²⁾に記されているように、「私たちをとりまく環境にあるあらゆる機械から家具といったものにまでコンピュータは使われ、いわば、1人に100個のコンピュータが仕える」ことの実現である（図-1）。

たとえばTRON 電脳住宅は、家中にセンサとアクチュエータを張り巡らせたスマートハウスである。部屋の気温が高ければ、自動的に窓を開ける。降雨センサが雨を検知すれば、窓を閉じて空調をつけるといった、住環境における「こまめな最適制御」を実現した。また、柔軟

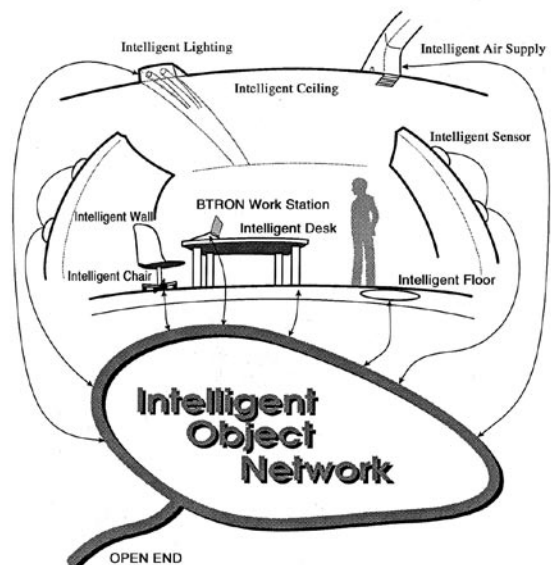


図-1 超機能分散システム（坂村，1987）²⁾

なヒューマンインタフェースを持ったコンピュータの研究開発も進めた。コンピュータが人間と社会インフラの間を取り持ち、社会インフラと多様な人々との間の摩擦を極力減らそうとした。たとえば、Enableware プロジェクトでは、身体に障害を持つ人とのインタフェースを開発し、TRON 多国語コンピュータプロジェクトでは、多様なことばの仲立ちをする機構の研究を行った。その後のDigital Museumでは、こうしたインタフェース技術を適用し、来館者の属性に応じて、さまざまな形態で情報を提供する機構を研究した(図-2)。

■自律的移動支援プロジェクト

こうした技術の集大成として、2004年からuIDセンターはYRPユビキタスネットワーク研究所^{☆3}や国土交通省とともに、自律的移動支援プロジェクトを開始した。自律的移動支援プロジェクトでは、場所に情報をくくりつけるというコンセプトの実現が目標である(図-3)。そのベースとして、場所にユニークな識別

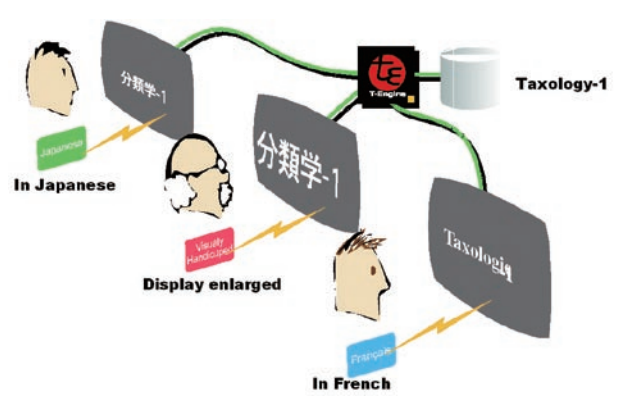


図-2 人に合わせた多様なインタフェース
ユーザの持つRFIDに格納された属性情報に応じて、表示メッセージの言語を切り替える。



図-3 自律的移動支援プロジェクト

☆3 <http://www.ubin.jp/>

子(ucode)を持たせるために、現実世界のさまざまな場所にucodeが格納されたRFIDや赤外線発信機などを設置する。ユーザは、これらの機器からさまざまな方法でucodeを獲得し、それをキーとしてデータベースに格納されている場所の情報を取り出す。さらに、情報を取り出す実世界のコンテキストに応じて最適な情報やサービスを選別して提供する(図-4)。たとえば、目の不自由な人には音声でサービスし、米国人には英語でサービスするといった、「こまやかな適応化」を施す。こうした場所にくくりつけられた情報を活用することで、どのような人でも自律して都市を快適に移動することを支援する技術の確立を目指している。

■トレーサビリティ

RFIDを使った重要なユビキタスコンピューティング応用の1つとして、uIDセンターでは食品などのトレーサビリティにも取り組んでいる。食品のトレーサビリティとは「生産・処理・加工、流通・販売のフードチェーンの各段階で、食品とその情報を追跡し遡及できること」であり、そのための『識別』、『データの作成』、『データの蓄積・保管』、『データの照合』を行う一連の仕組みのことをトレーサビリティシステムと呼ぶ。現在、BSE問題や食肉の偽装、輸入食品の残留農薬の問題の顕在化等により、食品への信頼がゆらぎ、その安全性確保が国民的な課題となっている。それらを解決する手段として注目されているのが、トレーサビリティシステムである。ユビキタスコンピューティングの技術の利用が期待されているのは、特にこの『識別』、『データの作成』、『データの照合』を行う部分である。

こうした技術の確立を目指して、uIDセンターは、2003年7月～2004年の2月にかけて、大根やキャベツなどの青果物を対象とした、食品トレーサビリティの実証実験を実施した(図-5)³⁾。この実験では、流通す



図-4 自律的移動支援のデモンストレーション
(左)白杖が点字ブロックに仕込まれたRFIDから情報を読み取る。
(中)UCと自動販売機が非接触通信で交信。
(右)番地表示に埋め込まれたRFIDから場所情報を取得している街のあちこちにRFIDや赤外線発信機が設置されており、その場所のucodeを取得し、それに基づいた情報サービスを受けることができる。



図-5 青果物トレーサビリティ実証実験

(左) 散布農業の情報を、農業に貼られたRFIDのデータを読み込むことで入力。
 (中) 小売店舗に設置したKIOSK型端末によるRFID付き食品情報の照合。
 (右) ユビキタスコミュニケーター端末によるRFID付き食品情報の照合。



図-6 ユビキタスコミュニケーター(左)とUC-Phone(右)
 ユビキタスコンピューティング環境と人間のインタフェースとなるコミュニケーションマシン、複数の電波周波数とプロトコルのRFIDに対応したインタフェースを備えている。

る野菜の箱にRFIDを取り付け、野菜の流通ロット単位の識別や、その識別に基づいたデータの入力の効率化を試みた。さらに農薬や肥料にもRFIDを貼り付け、ユビキタスコミュニケーター(以下UC、図-6)という携帯型端末でRFIDを読み込ませることで、農薬や肥料の散布記録などの生産情報の入力も効率化した。最終的に、店舗で売られる野菜単体に安価なRFIDを装着し、消費者が店舗または自宅で直接UCを使ってフードチェーン情報の追跡遡及し、食品の安全性を確かめた上で安心して消費することができきる。万が一食品事故がおきたときにも、こうした情報を追跡遡及可能な情報システムを完備しておくことにより、事故の原因追及、被害範囲の特定、迅速な回収が可能となる。

■社会インフラのソフトウェア化

2004年は、ユビキタスコンピューティングの実現の元年として期待されている。特にRFIDを使った応用は、uIDセンターで多くの研究開発、実験を展開することを今年度も予定している。このように実用化が眼前になると、とかくその技術の収益性や事業的な観点の論調があふれがちである。そうした今だからこそ、本稿では逆に私たちが目指すユビキタスコンピューティングの「原点」、思想的なよりどころに立ち返りたい。

TRONやuIDセンターの技術的な究極目標は、身の回りのあらゆるところにコンピュータを埋め込み、社会インフラ全体を柔軟に制御できるようにすることである。別の言い方をすると、ネットワークで相互接続された遍在するコンピュータによって、社会インフラをソフトウェア化することである。それにより、たとえば、TRON 脳宅で実験したように、人が通れば電灯をつけ、いなくなれば消す、部屋の温度が高いときも曇りに空調をつけるのではなく、屋外が十分涼しければ窓を開けるといった制御を行う。こうした「こまめな最適化」制御により、省資源・省エネルギーに貢献しようとしているのである。さらに、自律的移動支援プロジェクトでは、場所にくくりつけられた情報を多様な形態に変換してユーザに提供することにより、本来的にハードな社会インフラと多様な人間との間のミスマッチを減らそうと試みている。つまり人間が社会インフラに合わせるのではなく、社会インフラが人間に合わせる技術を確認することで、多様な人間の生活を応援するのである。

先に述べた食品のトレーサビリティも、いわば安全管理手法の「こまめな最適化」だともいえる。現在は、トレース情報の管理が十分でなく、危険な食品の回収が遅れたり、逆に危険な食品よりもはるかに多くの安全な食品を破棄せざるを得ない風評被害をもたらしている。たとえば、輸入野菜の一部に残留農薬が検出されると、他の安全な輸入野菜までも売れなくなり、必要をはるかに超えた大量破棄という無駄が生じる。つまり、事故がおきたら大量破棄といった、こまやかさを欠いた安全対応である。今や力づくの大量循環の時代ではない。安全確保の手法においても、事故原因と範囲を正確に求めて、危険なものだけを破棄する最適化が求められている。

■技術思想としてのユビキタス

ユビキタスコンピューティング技術による、社会インフラのソフトウェア化、こまやかな環境制御、こまめな

最適化といった技術が、こういった社会貢献を目指すのか、ここで典型的な2つのことを述べたい。1つは、低成長を定常的に持続する循環型社会の実現⁴⁾、もう1つは人々の多様性を大切にす社会の実現である。

戦後、西欧諸国や我が日本など地球上の一部の国は高度経済成長をとげた。その一方で、大量の資源・エネルギーの消費も生み出している。地球全体の人口も増加し、現在は60億人を突破した。今後全地球規模で従来と同様のやり方で経済成長を行うことは、地球環境や資源の観点から困難であろう。そこで近年、あらゆる分野で環境保全に対応し、資源エネルギーを無駄なく有効に活用する社会として、循環型経済社会という考え方が注目されている。廃棄物の再利用による資源消費を低減し、その低減分に相当する分の発展を行う、言い換えれば、地球環境への負荷を増大させずに除々に発展するという、21世紀型の社会発展モデルである。

もう1つの目標は、人々の多様性を尊重する社会の実現である。物質的に十分豊かになった先には、それ以上の物質的豊かさよりも、自らの個性が発揮できる多様な社会が重要に思える。物質的な欠乏感がある時代は、生産性を向上させ、大量の物資を安価に供給することが、各個人のメリットに貢献した。特にIT分野は大量生産効果が最も如実に現れる分野で、特定のハードウェアやソフトウェアを安価に大量流通させるための究極的な手法が、グローバルスタンダードともいう全世界的な均質市場であろう。生産者の立場からは、最も合理的である。ところが、豊かさの享受後、今後の循環型低成長社会では、むしろグローバル化された均質な技術と人々の多様性との間のズレが摩擦となり、より個人に適應した技術が必要とされるのではないだろうか。今後、ITはグローバルを目指すことよりも、各個人の個性や風俗、社会、文化に根ざした、ローカルな価値観を実現することが重要に思える。

こうした社会の実現の鍵は、まさに情報技術である。今まで述べてきたような、電腦住宅のこまめな環境制御や、食品のトレーサビリティによるこまやかな安全対策技術、多様な適応型のユーザインタフェース技術といった、ユビキタスコンピューティングの基盤技術が、こうした未来社会を実現するためのキーテクノロジーの1つであることは間違いない。

■ uIDセンターからの提案

uIDセンターが目指しているものは、単にRFIDの標準化や技術開発だけではない。それよりも、私たちのような側の人間に在る人間の役割は、技術のあり方を思想レベルにまで昇華させて提案することであると思っている。繰り返しになるが、私たちがユビキタスコンピューテ

グの技術によって目指していることは、人々の多様性を尊重する循環型社会の実現に資することである。そのために研究開発を実施し、社会インフラのソフトウェア化、こまめな最適制御を可能し、社会インフラと多様な人間の間の摩擦や、社会インフラの無駄を極小化しようとしている。

ユビキタスコンピューティングの範疇に分類される技術や応用にはさまざまなものがあるが、私たちのこうした価値観とすべてが合致するわけではない。たとえば、パッシブな使い捨てRFIDを商品につけ、大出力電波を放出して大量同時読み取りをする応用、大量のセンサノードをフィールドにばら撒いて利用する応用などは、有効な場面があるのは理解できるが、やはりどこかちよつと違う。

また、本連載でも指摘されているRFIDのセキュリティの問題に対し、販売後にRFIDを取り外すという簡便な解決策は、RFIDを製品の動脈流通だけに制約してしまう。循環型社会において重要な課題は、むしろリサイクルなどの静脈流通であり、私たちはそこへのRFIDの活用に技術的意欲を強く感じる。そうした価値観に立てば、RFIDのセキュリティ確保をする技術を開発し、消費者にも安全なRFID付きの商品を渡すことに成功し、さらにそれを破棄・リサイクルするまでRFIDの情報を活用することを可能にする技術を、なんとしても確立したいという意欲に燃えるのである。

結局のところ、uIDセンターはこうした、情報技術・計算機科学における一種の技術思想を提案しているつもりである。SF映画の“Minority Report”や“Blade Runner”、“1984”などでみられるような、人々を抑圧する監視社会を目指すのではない。CASPIANといった運動を必然化する背景に、こうしたネガティブなイメージの影響がないとはいえない。多様な人々にやさしく、環境にやさしく、こまめな制御が利く柔軟な社会インフラがもたらす社会を目指し、またそれを励みとして、情報技術や計算機科学の研究開発をしていこうというのが、uIDセンターからの提案なのである。

参考文献

- 1) 越塚 登, 坂村 健: ユビキタスID技術とその応用, 電子情報通信学会誌 (May 2004).
- 2) Sakamura, K.: The Objectives of the TRON Project, in TRON Project 1987, Springer-Verlag, pp.3-16 (1987).
- 3) 越塚 登: ユビキタスIDアーキテクチャ: ユビキタス情報システムのインターオペラビリティに向けて, 第16回食・農・環境の情報ネットワーク全国大会「食の安全要求に応える情報通信技術」, 農業情報学会・食品トレーサビリティシステム標準化推進協議会, pp. 32-38 (Feb. 2004).
- 4) 坂村 健: ユビキタスコンピュータ革命一次世代社会の世界標準, 角川oneテーマ21, 角川書店 (2002).

(平成16年4月23日受付)