

No.125
September 15, 2005

Information

講 演

2005年5月19日(木)・第8回通常総会特別講演(東京・虎ノ門パストラル)

講師・演題

坂村 健: ユビキタス・コンピューティング社会に向けて

社団法人
日本工学アカデミー
THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN

日本工学アカデミーの使命

社団法人日本工学アカデミーは、広く学界、産業界及び国の機関等において、工学及び科学技術並びにこれらと密接に関連する分野に関し、顕著な貢献をなし、広範な識見を有する指導的人材によって構成されており、工学及び科学技術全般の進歩及びこれらと社会との関係の維持向上を図るため、下記の諸活動を通じて、我が国ひいては世界の発展に資することを目的とする。

記

- 1) 国内外の工学・科学技術政策、教育等に関する調査研究、提言活動を積極的に行う。
- 2) 国内外における学際・業際的及び新技術領域の活動を推進することに資する調査研究等の諸活動を積極的に行う。
- 3) 国内外の工学、科学技術の健全な進歩発展に寄与するための教育活動、及び一般に対する普及、啓発活動を推進する。
- 4) 上記の諸活動を効果的に実施するため、国内外の諸団体、特に海外の工学アカデミーとの連携を強化し、共同事業等を推進する。
- 5) 上記の一環として国際工学アカデミー連合の主要メンバーの一員として、特に近隣諸国における工学アカデミーの設立に対して、良きアドバイザーとしての責務を果たす。

2000年7月19日理事会

ユビキタス・コンピューティング社会に向けて



坂村 健 (さかむら けん)

1951年 東京生まれ
1979年 慶應義塾大学工学研究科博士課程修了
1984年からTRONプロジェクトのリーダーとして、まったく新しい概念によるコンピュータ体系を構築して世界の注目を集める。
現在、東京大学大学院情報学環教授・副学環長
2002年よりYRPユビキタス・ネットワーク研究所長を兼任
工学博士。専攻はコンピュータ・アーキテクチャー(電脳建築学)
IEEEフェロー、市村学術賞特別賞、武田賞、大川賞受賞、2003年紫綬褒章受賞
著書:「ユビキタス、TRONに出会う」「ユビキタスコンピュータ革命」「21世紀日本の情報戦略」「痛快! コンピュータ学」「情報文明の日本モデル」「TRON DESIGN」等多数。

司 会(隈部英一専務理事) 時間が参りましたので、これから特別講演に移らせていただきます。

最初に会長から、坂村先生のご紹介をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

西澤潤一会長 坂村先生は、日本でというのは超越しておられまして、世界でもっとも忙しい男の1人であると思っているところです。きょうは我々からいうと幸い予定が変更になられて、日本にいらっしゃったので、お話を伺えることになったわけです。

先生は、1951年東京生まれで、現在東京大学大学院情報学環教授、学環というのができたようですが、副学環長、工学博士であります。ご出身は慶応でいらっしゃいます。

専攻は、コンピュータ・アーキテクチャー、電脳建築学というそうですが、1984年から TRON プロジェクトのリーダーとして、全く新しい概念によるコンピュータ体系を構築して世界の注目を集めておられます。現在 TRON は、携帯電話をはじめとして、デジタルカメラ、FAX、車のエンジン制御と日本ではもっとも広く使われておりますし、世界的にもこれが大変大きな分野に浸透するだろうということですが、いろいろな政治的な闘争から何からいろいろあるわけです。坂村先生はそれ

を恐れずに、世界をベースに進展をされて、大変大きな成果を挙げておられたことは、皆様方がご承知のとおりであります。

ユビキタスというのは、「どこでも」という意味だそうですが、コンピューティング環境を実現する、重要な組み込み型の OS となっておりまして、さらにコンピュータを使った電気製品、家具、住宅、ビル、都市、ミュージアムなど、広範なデザイン展開を行っておられます。2002年1月から YRP ユビキタス・ネットワーク研究所の所長をされておられまして、また、その前の2000年から2001年の間は、本アカデミーの情報専門部会のメンバーをお願いしております。

IEEE のフェローはもちろん、第33回市村学術賞特別賞を受賞され、また2001年度の武田賞、2003年紫綬褒章、2004年大川賞と次々と受賞しておられます。これから少し大きなものを差し上げようというわけで、去年から私、少し努力を始めているところでございます。

著書は、NTT 出版から『ユビキタス、TRONに出会う』。角川書店『ユビキタスコンピュータ革命』、岩波書店『21世紀日本の情報戦略』、集英社『痛快! コンピュータ学』、PHP 研究所『情報文明の日本モデル』、パーソナルメディア『TRON DESIGN』

などたくさんございます。先生のご活躍は、学問というだけではなく、それを実際に使わせていくという社会活動にまで非常に広範にわたるものであり、これからのエンジニアの一つのやり方の典型というべきものを展開中ですので、会員の先生方に対して大変大きな示唆を与えて下さるものと考えております。

どうぞよろしくお願いいたします。

坂村 健 ご紹介いただきました、東大の坂村と申します。西澤先生に過分なご紹介をいただきましてありがとうございます。それと私の存じ上げしております諸先輩の前でお話をするのは、少したじろぐところもございましたが、今の先端のユビキタスでどういうことが起こっているのかというお話をということです。僭越ながら1時間ばかりお話をさせていただきたいと思います。

今、先生のご紹介の中にありましたように、東京大学の中に大学院情報学環という、ちょっと聞きなれない大学院があります。東京大学の大学院研究科の中では最後につくられた大学院です。昔は大学院と申しますと何々研究科ということになっておりました。例えば工学研究科とか医学研究科とか、研究科がついていましたが、最近文科省のいろいろなルールが変わり、また私ども東京大学も独立法人組織ということになりました。その結果、大学院でも研究科という名前を持たないことが可能となりました。私どもの大学院が特に重視しておりますのが、インターディシプリナリー、いわゆる学際非常に重点を置いております。環というのは環状の環で、リングになっているという意味で、すべてのいろいろな学問は対等の立場でつながっているということを強く意識してつけられた大学院です。

私どもの組織の非常に大きな特徴は、大体50人ばかりのファカルティーメンバーがおりますが、半分が理系、半分が文系になっております。東京大学にもジェネラルアーツ、教養学部というものは前からありました。しかし、私どもは専門性のかなり高い、ジェネラルアーツというよりはミッションオリエンテッドで、何か問題を解いていくときに、学際的な環境がないとできないことに対処する。まさに今日お話しいたしますユビキタス・

コンピューティングなどというのは、そういう分野ですが、そういうアプローチの大学院です。

そのためにちょっと変わったところとしては、文系と理系がいるだけではなく、教員の構成が基幹教官と流動教官という組織になっております。私はここの副学環長、基幹教官ですが、そのほかに流動という、ゲストでそのミッションを解決するために3年間だけ流動して来ていただくとか、プロジェクトによっては5年間流動していただくという、それ以上になることは少ないですが、大体そのぐらいのことで、例えば医学部と医学応用に関して新しいコンピュータがらみの研究をという場合には、そのプロジェクトのときに流動してくるという先生がいらっしゃいます。それを流動教官といいます。日本の場合ですと、一つの大学に所属して、そこをやめて、また次に行って、という流動性が非常に少ないために、少なくとも学内だけでも流動させるということが非常に重要だという観点に基づいて進めております。

特にユビキタスですが、ユビキタスというのは聞きなれない言葉で、多分コンピュータサイエンス系でない先生方におかれましては、あまり聞いたことがない言葉かもしれませんが、これはラテン語をベースにする英語で、「どこにでもある」という意味で、最近のコンピュータの分野では大変はやっている分野です。ユビキタス・コンピューティングといいますと、「どこにでもコンピュータがある」というようになるわけです。

「どこにでもコンピュータがある」といいますと、先ほど先生にご紹介いただいたときに私の TRON というコンピュータ、これは大きく分けて、いわゆるコンピュータらしい、キーボードがついているようなコンピュータのほかに、最近は組み込みコンピュータといって、いろいろな機械の中、例えば携帯電話の中とか、自動車のエンジンの制御とか、いろいろなものにコンピュータが内蔵されている。そういうものがいろいろな機能を実現する役目を果たしておりますが、そういう組み込みコンピュータが非常に進化して、最近ですと極端に小さなコンピュータがたくさんできるようになっています。これは西澤先生がおやりになっている、いわゆる半導体の力により、具体的には生産

されるわけです。例えば私どものところでやっているものと、極端に小さくて、実は今、私に手に持っているものは、見ていただくとわかりますが、これはいわゆる今の非接触 IC カードといわれているものです。

日本ですと JR 東日本が「Suica」という形でこういうものをプラスチックで挟んで非接触カードを切符のかわりに使っておりますが、実はこのテクノロジーができ上がったのは20年ぐらい前で、いわゆる RFID、(Radio Frequency Identification) という名前では呼ばれているものです。何で Radio Frequency Identification かというと、アイデンティフィケーションですから区別をするという意味ですが、ここの真ん中にある黒いものがマイクロチップです。の周りにあるのがアンテナになっており、実はアンテナで受けた電波からこのチップを動かす電力を供給して、それで処理をし、結果を反射波に乗せて送り返すことで、電波を送ったシステムとの間で交信をするという技術です。歴史をたどりますと、これは60年ぐらい前、第二次世界大戦の終わりにイギリスとドイツが戦争をしていたとき、レーダーはあったのですが、いわゆる敵と味方の飛行機が、連合軍との間に入り乱れて飛ぶようになったときに、やってくるのがどちらの飛行機かわからない。そこで開発したのが敵味方識別装置というもので、味方の飛行機にある特別のトランスポンダを積んでいると、レーダー波を受けたときに特別な電波を出して、それがレーダーに返ってくると味方であるということがわかる、それがルーツといわれていますが、実際に商業化されたのは、それからかなり時間がかかりました。

もともとは、1940年代に敵味方識別装置というもので始まった RFID ですが、いろいろな反射波による通信の可能性とか、そういう研究が40年代とか、50、60年代に理論的な研究が行われました。70年代になりますと、これは意外と発展するのですが、核拡散防止が重要な問題になって、米国のロスアラモスの研究所で、これの原型になるようなものをつけて、厳密な核物質管理をするために、使ったわけです。簡単にいうと、ここにメモリーが入っていれば、メモリーの中に入っている管理

情報がこっちから読み取ることができるわけです。1970年代に電池を持たないパッシブ型の RFID の原型ができて、結構すごい技術というか、可能性があるのではないかということで、米国では、家畜にこういうものをつけて、電波で何頭いるのか数えようとか、そういうことが始まりました。

この後これが展開していくわけですが、一つ重要なことは、米国で商用になったとき、高い周波数というのがむずかしかった。ギガヘルツ帯なんていう発信機は、たやすくはできなかったために、この当時は UHF 帯の周波数を使って、それが900メガヘルツだったのです。実はこれが後ずっと尾を引いて、いまだに米国はこの RFID タグで、900メガヘルツ帯を使うことに対してかなり強く主張しております。

さすがに20年たっていますので技術的にはもうちょっとはましになってきて、アンテナの設計とかチップの設計をかえて、だいぶ小さいものができるようになりました。

これは13.56メガヘルツという周波数を使っていますが、こちらが900メガ帯のタグです。これが米国のエイリアンというところでつくったタグですが、それでもこのぐらいの大きさがありまして、よく見ると、チップとアンテナのパターンがここに書いてあります。アンテナは伝導体、一番簡単なのは鉄ですが、今はやわらかいフィルムベースに金属の箔を印刷して、アンテナができます。でもかなり大きいです。900メガぐらいですと、一般的にタグの大きさもこれぐらいです。

実はヨーロッパですと13.56メガヘルツというのが非常に進展しまして、電車の切符に使うとかその手のたぐいの応用がいろいろあります。読み取れる距離が限られているので、いろいろな応用で工夫が必要です。例えば牛を数えるとなりますと、実際にはどこに牛がいても数えるということはないで、さくでゲートをつくってそこに通します。ゲートに読み取り装置をつけて、そのゲートを通ったときに何頭かを数えるという応用をやるわけです。距離を延ばそうと思ったときに一番簡単なのは、いわゆるパッシブタグといわれているものでは、単純に思いつくこととしては、出力を上げればいいわけです。大体900メガのパッシブタグで、

私どももいろいろ実験しておりますが、4ワットぐらい出しますと、大体10メートルぐらいの認識をしますので、極端な話、これを10メートル離れたところに置いておいて、こっちから4ワットぐらいの電波をボンと出してやりますと、チップの内容が読めるわけです。もっと強くしたら、それは電波ですからどんどん飛んでいきますけど、あんまり遠くへ飛んでしまうと、大体何を読んでいるのかがわからなくなってしまいます。しかも、反射面積一定で反射波の強度を考えると、距離の4乗に反比例しますから、距離を伸ばそうとすると、急激に巨大な出力が必要になります。

もう一つ、人間がたくさんいるところでそういう強い電波を出すと、その電波がどのくらい人体に影響を与えるかというのは一言では言えませんが、私は、4ワットの電波を常時当てているのは、人体にいいわけがないと思います。現に米国で4ワットぐらい出す出力機になってきますと、ちゃんと「caution」と書いてあって、人体に、例えばペースメーカーをつけている人は、下手すれば死んでしまうかもしれないよということは書いてあります。ですから人体にいい影響は与えない。米国の場合は情報公開をきちんとしますので、私は常にその辺はいいところだと思いますが、まともにあたると危ないよと書いてある。そういうことを書けば使ってもいいというのがアメリカなのです。やはり自己責任ということ言うからには、最悪の場合どうなるかまで書いてあって、それで判断できるようになっていないと問題ではないかと私は思います。

何が言いたいかというと、ユビキタス・コンピューティングが、最近話題にはなっていますが、なぜかという、もっとトータルなシステムとしてこれをとらえようということで話題になっているので、パーツになるようなもののルーツは、今も言いましたように20年ぐらい前からあります。これは当然です、工学的なものが突然出てくることはありません。どんなものでも歴史があります。900メガではあまり注目を浴びることはなかったと思いますが、日本ではこれを一挙に、ギガヘルツ帯を使ったらどうなるか、2.45ギガヘルツ帯を使うチップタグにすると、非常に小さいタグになり

ます。またこれを、オンチップアンテナという、要するにアンテナをチップといっしょに、半導体の製造の段階において同時につくり上げると、例えばこのビンの中に、直径0.4ミリぐらいのアンテナとマイクロチップを一挙に一緒にしてしまったパッシブ型のタグがつくれるというわけです。

そうなってきますと、いろいろなものにつけることができるようになって、ここまで来てしまうと組み込みといっても、携帯電話を通り越して、例えば食品のパッケージとか薬とか、世の中のあらゆるもの全部につけてしまおうと、そういう変わった分野といいますか、最近そういうことができるようになってきているわけです。

ただ、こういうことをやろうとしたときに、このチップだけができたのではどうしようもないわけで、私が今、手に持っているのは、ユビキタス・コミュニケーターといって、PDAのような形をしています。ここから電波が出て、さっき言ったマイクロチップにエネルギーを与えて、この中の粒みたいなものの中の、メモリーの内容を読み取って、対応する情報をここに表示します。マイクロチップに入っているメモリーの容量はそれほど大きくはないので、さらにこれから電波で別のところにあるサーバーにこのチップの内容を飛ばして、もっと大量の情報を取ってくるができるような仕組みが、今つくられています。どうしてそういうことができるようになったかという、チップが小さくなったということだけではなくて、もう一つ、情報インフラが今完備しているので、ここから無線LANで私の研究所にあるコンピュータにこれで接続することができる、一昔前ではこういうことはできませんでした。

それと当たり前ですが、チップ自身にもっと大きな容量のものが入らないのかという話もあります。今ですと2キロバイトという非常に大容量のメモリーを持っているものとか、さらにCPUの能力を持っているものとか、いろいろなものがあります。しかし、そうはいっても限界がありますから、今の既存のいろいろな情報のインフラを有効に使うことにより、トータルなシステムとして、ネットワークを前提としていろいろなことをするわけです。

例えば装置を近づけますと、「メーカー：シェーファー、品名：ボールペン、インク：油性、カラー：グリーン」。これはシェーファーのボールペンだということをこの機械が認識したわけです。しかも、非常にいいのは、これをeコマースのサイトにつないで、このボールペンの替え芯の注文が行えるようなシステムにつながります。これで購入とやりますと、今、ここの中で電子マネーになって、通信中と今出ていますけど、これで替え芯を買って、家に替え芯が送られてくるということがシームレスにできるというサービスにつながります。

これと同じように、私どものところでは薬のパッケージにつける。薬につけると、その薬がどういうものかということのを当然認識しますが、さらに私のアレルギーの情報を入れておいて、この機械でこの薬を飲んでいいかとやると、あなたは飲んでいいとか、飲んではいけないとか、今飲んでいる薬を、今日あなたは飲みましたよとか教えてくれる。今、東大の医学部と一緒にこういう研究をやっています。とにかくあらゆるものについているわけですから、今までコンピュータが入らなかったような物にもついてるので、物自体が、これがどういうものかを語ってくるというか、そういうことができるようになります。

私もコンピュータをずっとやっていますが、今までコンピュータの世界というのは、どちらかというとバーチャルな世界となっていて、要するにコンピュータの世界そのものと、現実の世界というのは全く一致していなかったわけです。例えば今、コンピュータが使えるようになって、多くの会社で在庫管理をします。うちに商品をどれだけ持っているのかということをコンピュータに入れておくと、毎日の在庫レポートが出てきます。だけど必ず棚卸しをやっています。なぜかといったらこれは簡単で、例えば、この部屋にイスが何個あるかをコンピュータで管理するとします。イスを50個入れておいても、次の日の朝、来て数えてみたら49個しかない。じゃあどうしたのと言ったら、社長が1個夜中持っていった。社長はコンピュータを操作できないから、入力し直してない、だから49個だ。これでは合わないですね、

数が。しかも実際の社会ではもっといろいろなことがあって、従業員が持っていったならまだしも、万引きの人も来るし、泥棒も来る。

しかも米国で話題になっているのが、シュリンケージというのです。従業員が自分の家に持っていったということがあるのです。これはすごく問題になっていて、実はそういうことをやろうとしたときに、さっき核物質の管理をすることから始まったと申しましたね。あれはどういうことをやっていたかということ、そういう万引き泥棒防止をしようとする。例えば常識ですけど、今こういうチップが出て、物に全部つけます。イスにも、テーブルにも、全部つけるわけです。出口のところにアンテナ、読み取り機をつけておいたら、そのものが通るたびに通ったとわかる。まず、だれでも思いつきます。ところが泥棒対策では、それをやっても手ぬるいんです。なぜ手ぬるいのかと思ったら、全部にチップがついていて、あそこを通ったらオートマチックにカウントされるとわかったら、まず泥棒はどうするかということ、チップを壊してしまうか、またはアルミ箔みたいなものでそこを覆ってしまう。すると電波を通さなくなるので、読み取れなくなっちゃうわけです。そのぐらいのことは、泥棒は考えますから、そこで、アメリカは常時監視というのをやるんです。常時監視とはどういうことをやるかということ、入り口だけに電波を出す装置をつけるなんて生易しいことはしないで、その天井全部につける。そうするとどういうことになるかというと、常に計測します。すると、イスが50個あって、1個でもアルミ箔をかぶせたら、その場でリアルタイムに、パカッといすが突然1個なくなりますから、コンピュータで警告を出すということができるようになるんです。

こういう常時監視のような使い方を考えているから、欧米ではRFIDはスパイチップとか言われて、プライバシー擁護派の市民から攻撃されています。だから、日本ではこういう使い方ではなくて、小さな機械の弱い電波で手近のものを読むような用途の方がずっと使い道がある。シュリンケージで30%のものが消えるというアメリカなら常時監視でしょうが、日本ではシュリンケージは非

常に小さい。だから、常時監視なんかしてもコストが合わないのです。常時監視では強い電波を部屋中に流すから健康被害も怖い。そもそも電波法でそんな強い電波は出せない。つまり日本とアメリカでは事情がぜんぜん違うということです。それなのに、どれくらい遠くまで届くかがタグの性能のように思っている人がいて、日本は遅れているという。

米国、米国、米国でやるのがグローバルスタンダードだからということになると、そういう事情もわからないで、とにかく日本にも導入したほうがいいのではないかという発想になるのは、私はおかしいと思います。ですから、生活とか社会にコンピュータを入れるときは、それぞれの国のカルチャーとか仕組みとか、制度とかをよくわかった上で、そういうものを導入するべきではないか、ということを常に言っております。

日本人で、私が TRON の独創研究をやっている、何が嫌かという、二十何年間言われ続けているのですが、TRON という新しいコンピュータをやるという、あなたのやっているコンピュータは、アメリカ人は知っていますか、アメリカ人は何て言っているんですか、アメリカで使われますかと、この三大質問ばかりです。アメリカ人でそんなことを言われる人はいないと思います。大体、あなたのやっているのは、日本人は知っていますかなんて質問は、まず来ない。それが日本で使われますかとか、外国で使われますかということはないです。日本でこの手のたぐいのコンピュータやっている人たちが結構ノイローゼになってしまうのは、とにかくいいものは全部アメリカから来る、というというふうに洗脳概念になって、アメリカ、アメリカ、アメリカとなってくる。

ユビキタスという言葉を発明したのは、私ではないです。これは英語ですから。なぜこのまま使っているのかといたら、実は私は、あらゆるものにコンピュータをつけるという概念を、世界で最初に提唱した。TRON というのは、もともと物の中に入れるコンピュータをつくらうということでやっていましたから、言ったんですが、英語がそれほどうまくなかったら、ユビキタスなんて、ラテン語の宗教用語からくるような言葉なんて思

いつかないですよ。

“Computing Everywhere” とかで、“Ubiquitous” などという教養ある言葉は使っていませんでした。で、なぜ今「ユビキタス」を使っていると言われると、もうそれはしょうがないですね。後から言っても、アメリカ人がつくった言葉のほうがやっぱりうまいですから、“Computing Everywhere”なんて、中学生でもわかるような言葉よりも、やっぱりユビキタスの方が新概念らしい。

もう一つ、カタカナにしたときに、ほんとうは米国でこの分野の呼ばれ方というのは、“Pervasive Computing” と呼ばれる方が多いのですが、日本人が“v”がある言葉を表記すると、「ブ」になっちゃいますから、そうすると、カタカナにしたものをそのまま読むと英語で通じなくなるので、カタカナ読みしてもいい英語といたらこれしかなかったんです。日本ではやらずなら、酔っぱらってしゃべっても英語で通じるものを、なるべくカタカナにしようということを日頃からころがけていまして。それでいったら、ユビキタスかなと思って、難しいけどこれだとラテン語ですから、ローマ字読みにしてユビキタスと言えば、大体通じるので、今まで通じなかったことはないですから、こういう言葉にしております。いまは、もう日本語の外来語として定着するのではないかと思います。他で使っていないような難しい英語だったのがかえてよかった。「パーソナル・コンピュータ」を「パーソナル」とは略すとわけがわからなくなりますが、「ユビキタス・コンピューティング」なら「ユビキタス」でいい。

前置きが長くて半分ぐらい来てしまいましたが、結局情報社会基盤という考えを持ってこれからの情報処理は研究しないと、単に1個のやることが重要で、こういうものをどうつくるかというのはもちろん重要ですけど、やはり私の専門は、コンピュータアーキテクチャーといって、全体のシステムをどうデザインするかということになってきますと、先ほどの最初の話に戻りますが、技術のことを研究するだけではなくて、それを社会に導入するときの制度とか、強い電波を公共の場に出すのはやめようといったような仕組みをつくるか、そういうことをやっていかなければならない。

ということで、今東京大学で21世紀 COE、これは文部科学省がやっております、センター・オブ・エクセレンスといって、重点学術研究の拠点に私どものところとなり、少し学際的アプローチとコンピュータサイエンスの面から、どうやってこの技術を私たちの生活に入れていくのかに関して、単なる技術開発だけではなく、社会制度設計まで含めて研究しようということを始めているわけです。

こういうことが可能になったのはやはり最近になってから、これは RFID をはじめとしたテクノロジーの開発がずっと行われていたということが、もちろん重要なことだと思いますが、一つはコンピュータがどんどん小さくなって、米粒みたいなものができ上がってきている。これは半導体の進歩に、西澤先生の世界なんですけど、それが大きいということと、それをどう有効に使っていくかという研究がマッチしたときに初めて、例えばネットワークも重要です、それが常時接続可能になっているということからこういうことができる。

なぜこの技術が特に重要かといいますと、さっき在庫管理の例で言いましたように、今までのコンピュータというのは、バーチャルな世界と、現実の世界が完全に分離していたのです。ですから現実世界を調べてコンピュータに入力することでそれをつないでいたのが人間です。だけどこれからは、こういう小さなチップをはじめとしたユビキタス技術が、バーチャルな世界と現実の世界をリンクする。そのときによく出てくるキーワードが、コンテキスト・アウェア。これもちょっと日本語でわかりにくいのですが、状況自動認識技術といわれているものです。

状況というと幅が広く、この辺の状況を言ってみると言われると、人間がまず構成要素であります、それから物があります、そのほかに風が吹いていたり、音が出たり、光がどう流れているというのがあって、人と物とこういう場の情報がわかったら、この空間がどうなっているかは大体わかったということになります。今、ユビキタス・コンピューティングの最先端では、これを自動認識することを基本として技術開発をやろうといっています。ただこういうことをやっていくと、反対

が来そう、抵抗が強いところなのが、特に人間認知のところなんです。私どもはそういうものに関して十分時間をかけて、一体どういうことをやって、どういうことをやったらいけないのかを、きちんとすべきだということで、特に情報学環では、法律関係の先生とか、それから文系の先生の協力を得て、例えば人間にチップを埋め込むことなど技術だけでは結論がでない問題に取り組もうとしています。

すごく難しい問題があります。ここをご理解いただきたいのです。チップを埋め込むというと、すぐに悪いことを考えて、だれがどこにいるかが把握できるというのは恐ろしいということをおっしゃる。しかし、例えば事故が起きたときに意識がなくなって、緊急で輸血すれば命は助かるが、検査している時間はないといったときに、埋め込んでいたチップを調べてみたら、この人はO型の血液だということが分かり、すぐさま輸血したら助かったというのは、どうとらえるのでしょうか。いろいろな問題があるから、一概にチップを埋め込むのが悪いことかどうかはよくわかりません。ですから、よく研究しなければいけないのです。

それと、ちょっと言いにくいのですが、年をとってきて、徘徊老人の問題というのがあつた。今若くてもだれでもいつかはそうになってしまうというときに、チップがついていたことによりどこにいるかがわかる。私も五十も半ばを過ぎてきたので、ときどき自分で買ったものをどうして買ったのか忘れてしまつたとか、これはやばいな、という感じになりかかる年ですので、早くこの技術開発を急いで老後に備えたいと、自分で思っています。

自分のものにチップを全部つけておくと、どうして買ったのか、全部出てきますから、争いにはならないのです。皆様方もそういうことがあるかもしれませんけど、奥様が買われたのか、ご自分で買われたのか覚えてない。「買ったのか。」「買った覚えはない。」「いや、あなたが買った。」の争いはなくなります。自分の持ち物に全部をチップつけていますので、なくなつちゃうと物に電話をかけるんです、そうするとどこにいるかが出てくる。それで、状況を認識する技術ということで、コン

テキスト・アウェア技術というものが重要だといわれています。

もう一つ、ユニバーサルデザインということがいわれていて、この技術はやはり汎用なんです。情報社会基盤と言われるように、何に使われるかではなく何でも使えるわけですから、ユニバーサルな使い方を考えることがあるということとか、いろいろ基盤としての技術とか、みんなが使えるからやはりオープンにして。私は20年間、基盤技術に相当する技術でお金をとるのは反対だということをずっと言い続けておりまして、私のつくった TRON と OS を無償で出しています。おかげさまで今かなり世界中で使われておりますが、やはりこういうあらゆるところで使う基盤的なものに対して、お金を取るのはなにか違うのではないかと思うわけです。

技術的に問題なのは、先ほどの米粒みたいなものの中に、これはたった128ビットしか入りませんが、128ビットの ucode というコードが入っております。128ビットを入れておいて何をするかという、このチップをつけたものを全部区別することです。今までのバーコードは、十進の13桁です。例えばミネラルウォーターなら、ある会社のおなじ品種のミネラルウォーターは、全部同じバーコードがついています。ucode の考え方はちょっと違って、これを10万本つくったら10万個違う番号がついています。ですから今日つくったものと、昨日つくったものと明日つくるもの、すべてを区別する。そんなことをやると、すごい番号をつけないといけないのではないかと思います。この128ビットというのはすごい量でして、1日に1兆個のものに番号をつけて、1兆年かかってもしつけ終わらないというぐらいの莫大な番号です。とにかく自分が持っているもの全部につけて、世の中で生産するもの全部につけると、1個1個のものすべてをこのコンピュータで区別することができるようになって、いろいろなことができるようになります。

私は TRON を20年前からやっているのですが、現在コンピュータは世界で83億個生産されていて、そのうちパソコンが1.5から2億台の間ぐらいです。ので、残りが全部組み込みというものになる、こ

ういうものの60%ぐらいが TRON です。ので毎年何十億個というコンピュータを使っていますが、おそらくこんなものとか食品とか、薬なんかに全部つけ始めますと、60億個なんていう量では足りなくなり、もっとたくさんのコンピュータが使われるようになるだろうと推測しております。

それでは、どういう応用があるかということを紹介している DVD がございます。そこで出てくる中で、最近興味深いのが、例えば食品につけますと、食品トレーサビリティといって、その食品をいつだれが、どうやってつくってどうやって運んできたかというのが全部、その食品に聞くとわかる。そういうことを言うと、大きい容量のチップをつくって、必要な記録を全部中に入れてしまうのかというと、そうではありません。なぜかという、その食品とか薬を製造した日の情報が、何年かたってもずっと同じならそれでいいのですが、大抵食品事故というのは、生産して出荷してからまずかったということがわかるんです。そうすると、さっきいった ucode が非常にきいてきてまして、番号をこれで読み取った後、別のコンピュータにネットワーク経由でつなげて、最新の情報を得るようにする。そうすると、今の情報がどうなっているかわかるようになる。そこが重要なところですよ。

それと、もう一つ、最近は場所につけるということをやっています。場所につけるというのはおもしろい応用ですので、ちょっとごらんいただきたいと思います。

(DVD ナレーション開始)

今まで訪れたことのない街の駅におり立ったとき、このまま真っすぐ行ったらどこに行くのか、右に行ったら何があるのか、ここは一体どこなのか、前のビルは何なのか。そんな場所に関する情報を、いつでもどこでも、即座に教えてくれるような情報機器が誕生します。それがユビキタス・コミュニケーター、略して UC。

このユビキタス・コミュニケーターは、自分が今いる場所を、緯度、経度、高度というような位置の情報ではなく、もっと意味を持った場所——何丁目何番地のどことか、何デパートの3階の洋

服売り場とか、何病院の第2内科待合室とかいったような場所として認識しています。その認識を使って、さまざまなサービスが可能になります。例えば歩行者ナビゲーションサービスでは、ある場所へ移動するのに、そのとき、その場からならどのように歩いていけば早くいけるのかといったことも手軽に知ることができます。

ユビキタス・コミュニケーターでは、すべての情報をデジタル情報として扱いますので、文字情報を音として読み上げることも、自動翻訳に通すことも可能です。携帯電話のようにバイブレーションにして知らせることもできます。デジタルなので、受け手に最適な形に変えて人々に知らせることができます。

このようなことがなぜできるのでしょうか。その基礎技術はコンピュータの世界で最先端として話題になっている、ユビキタス・コンピューティングです。今までつくれなかった、非常に小さなコンピュータ——マイクロチップと電波などを使って通信することのできる無線技術などの進展により、こういうユビキタス・コンピューティングが現実のものとなりました。

このマイクロチップを現実のあらゆる場所、あらゆるものにつけることで、今どこなのか、それが何なのか、そこはどうなっているかといった状況を、自動的に認識できるようになります。物につければ生産現場や流通過程の効率化にも使えますし、どういう材料で、いつ、だれがつくって、どのように届けられたかを記録して、消費者にまで知らせることもできます。物が人と対話して、使い方を教えてくれたり、壊れたらどうすればいいか教えてくれるといったことも可能になります。

例えばユビキタス対応の冷蔵庫なら、買ってきた食品をそれが何なのかを自動的に認識しますので、万が一製造上のトラブルが起こった食品のときには、その情報をネットワークで察知して、これは食べないほうがいいと伝えることもできます。社会に混乱を起こすことなく、問題のある食品だけを、水際でピックアップして回収することができるわけです。またその商品の生産、流通履歴をたどることにより、問題がどこから起こったかを知って、すばやく対応することもできるようにな

ります。

ユビキタス・コミュニケーターは、その持ち主の情報を安全に管理して持っていてくれるので、食品や薬品自体には問題がなくても、持ち主のアレルギーに触れるとか、今飲んでいる薬と飲み合わせが悪いといったチェックもしてくれます。

ユビキタス・コンピューティングの応用範囲は非常に広く、人々の安全、安心を高度に実現できる可能性から世界から注目を集めている技術です。

このユビキタス・コンピューティングの技術を場所に適用したのが、冒頭にお話しした、初めており立った場所の情報を知るという応用です。場所に関する情報をリアルタイムに知るために、マイクロチップをあらゆる場所に埋め込み、それを利用して今どこにいるのかを自動認識し、その状況を知って、そのときその場に最適なサービスしてくれるのが、ユビキタス場所情報システムです。

時間とか、場所の把握は、人が状況を解釈するとき最も基礎となる情報です。同じ物を認識しても時間とか場所によって解釈が変わります。例えば店に置かれているものは商品、家では消費材、道路のごみ箱にあればごみというように、そのものが社会にとってどういうものかということは、時間や場所の情報がないと解釈できないからです。先ほどの食品や薬品のトレーサビリティといった応用でも、トレーサビリティの基本は、その商品がいつ、どこでどのような処理を受けてきたかを記録しておくことで、ここでも「どこで」が重要なのです。

現在でも場所に関する情報の重要性はよく理解されていて、場所の情報を得る基盤として、GPSのようなシステムが、カーナビゲーションなどで利用されています。しかしこれは緯度、経度といった位置情報を知るもので、直接意味のある場所として、どこにいるかを知ることはできません。また、GPSは、カーナビゲーションでは車が行ける場所は限られているというを使って、ここにいるはずだということで補っていますが、実は都会では、働かない場所が非常に多いのです。ビルの何階にいるかといったことになっては、もうお手上げです。私たちがつくろうとしているのは、

次世代のさまざまなサービスの基盤として、位置情報ではなく、直接何病院の第2内科待合室という場所情報を提供してくれるシステムです。私たちのシステムの基本コンセプトは、場所に情報を結びつけ、その場所に行くだけで、人々が望む情報や、サービスを得られるようにする基盤をつくることです。

この場所情報システムの重要な応用として位置づけられるのが、自律移動支援プロジェクトです。我が国は、世界で最も早く高齢化社会を迎える国となります。自律移動支援プロジェクトは、お年寄りや障害を持っている方など、1人で移動するのに困難を感じる人を情報面から支援することを第一目的として、YRP、ユビキタスネットワーク研究センターと国土交通省が中心となって始めたプロジェクトです。このプロジェクトのもう一つの大きな特徴は、障害者を助けるだけでなく、すべての移動する方を支援することを実現することです。この目標を、ユビキタス・コンピューティングとユニバーサルデザインの思想で構築するのが、自律移動支援プロジェクトです。まさに汎用的であり、多目的な国家情報基盤として整備します。障害を持つ方、高齢者の方などが、1人で移動することを支援するだけでなく、観光資源、公物管理、災害時対応、輸送のモーダルシフト、ロボットの誘導、さらには場所に依存する取引や、公的サービスの基盤としてなど、さまざまな応用が考えられています。

これを実現する上で重要な考え方は、オープンシステムとしてこれを実現することです。巨大な社会規模の情報システムを実現するために重要なことは、だれかが全体に無限責任を持ってくれるという考え方では、うまくいかないことがわかってきたということです。

システムを分割して、その境界となるインターフェースを定め、関係する個々の主体の責任範囲を限定する必要があります。

責任分界点を明確にし、他を信頼してシステムの一部を担う、そのためにシステムの透明性が重要です。自己責任をとるには、あらゆる情報が開示されなければなりません。だからこそ、透明でだれもが内容を知ることができるオープンシステ

ムにより、実現することが重要なのです。このようなオープンシステムをもとにして、産、学、官、民の協力により、システムを構築していくのが私たちの考えです。

国土のあらゆる場所にマイクロチップを埋め込み、場所に関する公的なサービスを提供すること。これは何をおいても国がスタートを切る。しかしその技術情報を完全に公開し、同じマイクロチップをレストランにつけ、レストランがメニューの情報を公開したり、国道につけられたマイクロチップを自律移動のみに使うのではなく、地域の人々がさまざまな情報、例えば100年前の歴史的情報を、場所にくくりつけて公開するといった広がりを実現したいのです。こういう展開は民間がやるのがベストです。絶対必要な情報基盤整備は国がやり、技術を公開することにより、あらゆることに展開して使えるようにするのが私たちの考え方です。

例えばインターネットは、もともと米国政府が、政府のためのインフラとしてつくったものが、広く民間転用され世界に広がりました。それと同じように、場所情報システムの基盤は、国がまず構築し、それをみんなが使えるように公開するというのが、私たちの考え方です。このような巨大システムだからこそ、我が国の北海道から沖縄まで、全国で多様に利用できるサービスができるように、実証実験を繰り返すことが重要です。

2005年4月、私たちはまず震災後10年の神戸から大規模な実証実験を開始します。国土交通省が主体となり、4万個のマイクロチップや、ユビキタス電波マーカーを街中に設置し、障害を持つ方を含む多方面の関係者の協力を経て、何が可能となり、何ができないのか、そしてセキュリティなどの面から、何をできてはいけないようにすべきか、どのような問題があり、どのように解決するか、それらの知見を得るために、実際の都市空間でのフルスケールの実験を行います。今後も実証実験に賛同していただける、地方自治体、北海道から東京、九州までいろいろな環境での実験の成果をもとに、67社に及ぶITサポーターの方々の協力も得て、私たちはプロジェクトを進めていきます。

全世界の手本になるような、国家規模の場所情

報基盤の構築という、ビッグチャレンジがまさに今、始まろうとしています。

(DVD ナレーション終了)

今も言いましたように、インフラをつくるという考え方が非常に重要で、例えば物もそうですが、場所につけるのはいろいろ有意義に使えます。今、国土交通省と一緒に共同プロジェクトでやっておりますが、何回もこのビデオの中でも言っていましたように、最初のきっかけをつくるのはどうしても国がやるしかないと思います。インターネットなどは、米国の政府が軍事研究費を結構投入してつくった技術を、その後経済戦略に転換させて、1990年に商業利用に公開したわけです。日本の場合ですと、軍事研究はございませんので、やはり何かそれに変わるようなものがないと、研究の起爆にならないというのが私の主張です。軍事というのはいいものだと思いますけれども、研究費の特質としては、例えば研究したものが成功か失敗かというのは公表されませんので、かなりの失敗もした中での成功が生き延びてくるわけです。日本の場合ですと、そういう形態の研究費はありませんので、全部成功しないといけないみたいな、ちょっと脅迫概念があるわけですけど、そう簡単に研究というのは、やったものが全部成功するわけではありません。いろいろな社会や生活に取り入れるものに関しては、だれかがリスクを負うしかない。それをだれが負うのかというと、やっぱり国が適当ではないかというのが、私の考えです。最近ですと産学連携が重要だといいますが、では、官は関係ないのかといたら、関係ないわけではなく、やはり産官学、最近ですと産官学民、さらに民間的な NPO みたいなものも重要です。そういう協力をどうするのかということも重要です。

インフラになったものを情報公開するというのは、例えば今、自動車で高速道路の料金を自動的に取る ETC は、早い段階であの技術を公開してしまって、民間の駐車場なんかでも使ってもいいよとやったら、もっと広まりの速度が加速されたのです。今はだんだん公開するようになってきていますが、ですから国が開発したのものに関しては、

国も使うけれども、早い段階からその技術を公開して民間も使っていという体制に持っていくべきであると主張しておりまして、私のプロジェクトでは、最近そういう形態をとるようになっております。

アメリカも似たことをやっていますが、アメリカは今日ご紹介したような、食の安心とかは、あまり気にしていないみたいです。先ほどのシュリンケージ対策を中心とする、物がなくなることの対策は、ものすごく一生懸命やっています。食べ物に関していいますと、日本人は牛肉、BSE をすごくシビアにやろうとしていますけど、米国人はどうでもいいと言っています。そうすると食品トレーサビリティもあまり興味がないと言われてしまうんです。日本の場合ですと、これはものすごく重要な問題になっていきますので、文化の違いで研究も違ってきて、最終的には違った展開を見せると思いますが、こういう技術は世界でも非常に注目しております。実は今週の初めに、東京ユビキタスコンファレンスという、ITU という国連機関の集まりで、世界80ヶ国ぐらいの方が来ましたが、とにかく食品につけるとか、薬につけるとか、場所にチップをつけるというのはどこもやっていませんから、結構驚く人が多くて、自分たちの国でも同じようなことをやりたいという方から連絡をもらいましたが、わりと多くの賛同を得て、世界的に使える技術だというふうに私どもは思っております。

そういう意味で、オープン政策をとっていますので、どんどん外に出すということをやっています。アメリカもやっていないような技術を日本が先導して、それが世界のイニシアチブをとって広めることができれば、これは日本の貢献になると信じて、こういう活動を強めています。

どうも長い間ご清聴ありがとうございました。

(拍手)

司 会 大変、示唆に富んだお話をありがとうございました。きょうお聞きの皆様方、それぞれのお立場で、それぞれ感銘をお受けになったでしょうし、あるいはご質問もおありだと思います。何か、これはぜひここで伺いたいということがあり

ましたら、どうぞ。

長島 昭 先生のお話、いつもながら大変示唆を受けますが、きょう伺った範囲で、ユビキタスがある程度まで実現すると、あらかじめ、例えばインプットしておく情報が格段に減らせるということは想像がつくんですが、それでも基盤として、あらかじめインプットする最低限の基盤情報が飛躍的に拡大して、それが入れ切れなくなってしまうんじゃないかという気がするんですが、いかがでしょう。

坂村 例えば食品に限っていいですけど、食品衛生法で、どうしても書かなきゃいけないものとか、薬の場合も決まっているのがありまして、それが印刷されている、といっても、皆さん原稿はコンピュータで書いたりしていますので、やってみるとわかりますが、コンテンツ情報の入力はそれほど大変でもない。それと1人の人が全部入れるというのではなくて、分散してみんなで入れていますので、ご心配なさるほど、何か大変なことになるということは多分ないと思っております。

長島 そうですか。今、経済産業省の知的基盤整備ということに非常に深くかかわっているもので、国が分担すべき部分が、非常に莫大になるんじゃないかという気が、直感的にしたのですが。

坂村 そういうことはないと思いますけど。

長島 わかりました。

岩田一明 RFIDの技術は、年々どんどん進んできていまして、先生ご専門のように、いろいろな種類のものがあって、パッシブなものから、アクティブなものが出ている。そうすると、そういった技術の進歩というものと、社会インフラに対しての影響、それがまた、複合化していくとなると、どう調整するかという問題がおそらく起こってくるという感じがいたします。そういった技術の変化に伴う、インフラの整備について、どのようにお考えかお聞かせいただきたい。

坂村 今、先生がおっしゃったように当然技術

はどんどん進歩していますから、RFIDのチップタグも、パッシブ、アクティブ含めてどんどん進歩しております。私たちの基本的な考え方は、社会の基盤として使うには、すべてのインターフェース情報を公開するべきであると考えております。例えばチップと、さっきの読み取り機の間の通信をどういう手順にするか全部公開されれば、今現在、私がきょうお見せした読み取り機もそうですが、マルチリーダーライターといって、古いものから新しいものまで全部をソフトウェアでプログラムをかえることによって、すべてのタグを読むことができるようになります。そういう技術開発を今、行っています。ただそれをクローズにされてしまうと、やっぱり読めなくなってしまう。

ですから、基盤技術を開発する人たちも意識していただいて、どんどん進展して新しいものが、また別に出てくるのは構わないのですが、どういう技術仕様になっているのかを公開してくれれば、コンピュータのソフトウェアですべて対応することができます。大抵、そういう仕組みに追いつかなくなっているものというのは、技術情報が十分公開されない場合が多いのです。ほとんどの場合がそれで、公開されればコンピュータの性能はどんどん上がっているわけですから、古いものはどんどん楽にこなせていけるようになるわけです。それよりもっと新しいものがどんどん出てくるから、そっちに計算パワーがとられるわけで、最終的には、ちゃんと社会で使うものに関しては技術公開されるということが、私たちは大事だと思っています。

司会 ありがとうございます。まだ質問がおりかと思いますが、時間ですのでこれで終了にしたいと思います。

坂村先生にお礼の拍手を、もう一度お願いいたします。(拍手)

2005年 9 月15日

編集発行

(社)日本工学アカデミー

〒108-0014 東京都港区芝 5 - 26 - 20

建築会館 4 F

Tel : 03-5442-0481

Fax : 03-5442-0485

E-mail : academy@ej.or.jp

URL : <http://www.ej.or.jp/>