

## 「震災復興とユビキタス」



### 講演者

東京大学大学院 情報学環・学際情報学府 教授  
ユビキタス情報社会基盤センター センター長  
JICE 研究顧問

### 坂村 健（さかむら けん）氏

#### プロフィール

1951年生まれ。慶應義塾大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。東京大学助手、東京大学助教授などを経て現職。TRON（トロン）の設計者として知られ、TRON プロジェクトのリーダーなどの要職を歴任。YRP ユビキタス・ネットワーキング研究所所長も兼任。日本学士院賞（2006年）、紫綬褒章（2003年）等の表彰多数。

### これだけやっていた研究を どうして生かせなかったのか

本日は「震災復興とユビキタス」というタイトルで、情報通信技術が今回の震災の復興などにどのように役立つかについて話させていただきます。

「ユビキタス」とは、情報通信業界の一種のバズワード（buzzword：明確な合意や定義のない用語）ですが、世界的にも非常に注目されている分野です。

今、インターネットをはじめとするネットワークの世界は、多くの方が恩恵を享受していますが、ネットの世界と現実の空間は別のも——つまり分離しています。このネットの世界と現実の空間とをもっと密着させて、新しいイノベーションを起こそうという分野が「ユビキタス・コンピューティング」とか、「ユビキタス・ネットワーキング」という名前では呼ばれている分野です。センサーネットワークで現実の空間を電子的に認知して、それをネットの世界とつなぐ。例えば、現実

の場所とバーチャルな空間の情報を一致させるわけです。

このユビキタス・コンピューティング、ネットワーキングについては、多くの国が国家プロジェクトとして取り組んでいます。日本では、世界的にも最も早い段階で、私たちが研究開発に着手しました。しかし、これはいろいろある日本の問題点の一つですが、日本では実用になる寸前でその研究を生かせないことが多く、結局、早く取り組んだわりには、イニシアチブがとれないといったことが起こります。

中国政府もユビキタス・コンピューティングに非常に注目していて、研究開発を始めたのは世界で最も遅いのですが、今では江蘇省の無錫（ウシ）市に開発拠点をつくっています。4年間で1兆円弱の金額を投資するなど、実用に向けて急激に投資を始めています。

日本の場合、あまりに早く研究を始めたために飽きてしまい、ユビキタスは古い、などと言葉遊びをしているうちに、世界がどんどん追いついてきてしまいました。ユビキタス・コンピュー

ティングの分野だけではなく、こういうことを日本は繰り返しています。実用段階でイニシアチブがとれないことが、私は大きな問題だと思います。

さて今回、私たちにとって非常に大きい試練、未曾有の災害が起きています。こうした災害に対して、ユビキタス・コンピューティングや情報通信技術を使った研究や対策が、全然なかったわけではありません。そうした研究等がどうして生かせなかったのか、私は残念に思います。そこで私たちがやっていることを少しご紹介するとともに、どこに問題があるのかを皆さんと一緒に考えてみたい、というのが今日のテーマです。

### 発生前・直後・復興と フェーズに分けて考えるべき

災害時に何をするかを時間的に分類すると、まず、災害発生前のフェーズでは、例えば観測や予測、訓練、警報などがあります。次の災害発生直後には、捜索・救援・救護、避難指示・避難誘導、災害対策本部の設置運営・通

信線の確保・ライフライン復旧、被害情報収集・安否確認・避難所設営・必要物資の確保などがあります。

その後が、復興のフェーズです。ここでは、復興本部の設置があり、被災者の正確な情報を検証して罹災証明交付・支援金配布、救援・がれき処理・仮設住宅設置などの直接処理と労働管理などの間接処理があるなど、いろいろなことが必要になります。

このように、災害については、発生前、直後、それから復興と、フェーズに分けてきちんと考えるべきだと、思います。

## 衛星のアンテナを大きくすれば 端末のアンテナは小さくできる

私は、コンピューターをベースとする研究者で、TRON（トロン）という組み込みコンピューターを開発しています。昨年、10年くらいかけて宇宙空間を飛んで日本に帰ってきた小惑星探査機「はやぶさ」が話題になりましたが、この中に入っているコンピューターは、TRONで動いています。また、最近日本の技術で打ち上げた小型ソーラーセイル実証機の人工衛星「IKAROS（イカロス）」が積んでいるコンピューターもTRONで動いています。

実はTRONは、衛星などの中に入るコンピューターとしては多く使われています。また、私どもはJAXA（Japan Aerospace Exploration Agency：宇宙航空研究開発機構）と共同で、衛星を使ったいろいろな研究を数年前から始めています。

資料-1の右側は、「きく8号（ETS-VIII）」という通信用の試験衛星です。高度36,000kmの静止衛星で、普通の衛星と違ってアンテナが非常に大きく、

外形19m×17m（テニスコート1面分の面積以上）が2面あります。



資料-1 超小型端末と「きく8号」

このように衛星のアンテナを大きくすると、衛星と直接通信する端末のアンテナを小さくできます。その端末であるユビキタス・コミュニケーター(UC)(資料-1の左側)はスマートフォンほどの大きさで、私の研究所で開発しました。これに付けられるほどの小さなアンテナで、地上基地局ではなく、宇宙を飛び、「きく8号」と直接通信します。

昔は、衛星のアンテナが小さかったために、端末のアンテナを大きくせざるをえず、最悪の場合パラボラアンテナほどの大きなものを立てないと衛星と通信できなかったのです。しかし、衛星のアンテナを大きくすれば、地上側のアンテナは非常に小さくできます。「きく8号」は試験衛星ですが、JAXAは次の衛星ではさらに大きな50m級のアンテナを考えています。そうすると、UCはさらに小さく、普通の携帯電話の大きさにでき、非常事態には衛星と直接通信できる電話をつくることができます。ただ、残念なことに、事業仕分けを受け、次の段階には進めなくなっています。

なお、「きく8号」を打ち上げたのは、2006年です。2010年に定常段階は終了したのですが、震災後の2011年3月24日に、もう一度動かし、岩手県

大船渡市役所とつくばセンターの間を、回線接続しました。とにかく試験衛星なので、間もなく寿命が来ることから、運用は終わりになります。

## UCがucodeにある固有の 情報を読み取る

UCは、RFID（Radio Frequency Identification）などのICタグや、二次元バーコードなどに埋め込まれたucodeを読み取る機械で、衛星と直接通信できるアンテナも付けられます。そしてサーバーと連携し、ucodeに紐付けられた情報を、読み出して掲示します。

ucodeとは、それが世界で一つしかないことを認識するためのユニークな番号です。RFIDタグ以外にも、バーコードや、数値の刻印で表すことも可能です。

ucodeの付いたタグを大根に貼り、その番号をUCで読み取ってサーバーに送ると、生産者がわかります。工場で生産される火災報知器に、それぞれ異なるucodeのシールを貼ると、メーカーを超越した製造番号となります。

ucodeは製造番号。しかも、ある特定の会社の製造番号ではなくて、世界で唯一無二のオープンになっている製造番号です。これは重要なことです。ucodeを付けたRFIDタグをUCで読み取ると、その商品を、いつ、どこの会社が、どこの工場で作ったのかわかります。火災報知器であれば、どこの会社がそれを買って、いつ、誰がそこに取り付けられたかまでの情報を呼び出すことができるわけです。

今までは、製造番号は各社バラバラに付けていました。しかし、例えば建築物の場合、どこか1社のパーツでつくられることはありません。いろいろ



されました。このように、家族がバラバラに逃げることもあるとシミュレーションして、実際に訓練までしていたわけです。

もう一つの利用法は、建物の被害状況を知ることです。大噴火でどのくらい被害を受けたか、自衛隊員や県の職員など、最後に現地を見回りに行った人が、住居に付いている ucode をタッチすることで、情報を送ることができます。

災害直後には、航空写真や衛星写真で現地の状況を確認しますが、ひと段落してくると、やはり人間が被害状況を実際に見て歩かなければいけません。そのとき、ucode があれば、場所がはっきりするわけです。

どうして、ucode のような IC タグを設置しておく必要があるのか。それは、場所をいくら口で話しても、明確に伝わらないからです。GPS の緯度・経度だけで場所を管理しようとしても、まどろっこしいし誤差もある。かといって、人間がいちいち住所・地番を確認して記録するのも、あまりに効率が悪いです。コンピューターだけで管理するならよいのですが、実際にはコンピューターだけでは管理はできません。例えば「何とか町はどうなった」とか、「何とか村の入り口はどうなったとか」などの情報を伝えようと思ったら、どうしても人間の言葉による介入が必要になります。

その点、この ucode であれば、設置してある場所を、明確に特定できます。その場所に意味付けをするのは、人間が後でコンピューターの中でいくらでもできます。ucode は情報を紐付けるので、緯度・経度・高度でも、建物の名前でも、地名や番地の呼び方でも場所を表すすべての概念を

ucode で結び付けられます。建物に付けた ucode を UC で読み取り、建物全体の被害状況を入力して送信し、その情報を一元的に集め、資料-4 のように集計するわけです。

建物名	所在地	被害状況	建物種別	被害状況	建物種別	被害状況	建物種別	被害状況
岐阜県庁	岐阜市	被害	庁舎	被害	庁舎	被害	庁舎	被害
岐阜県立総合文化センター	岐阜市	被害	文化施設	被害	文化施設	被害	文化施設	被害
岐阜県立図書館	岐阜市	被害	図書館	被害	図書館	被害	図書館	被害
岐阜県立大学	岐阜市	被害	大学	被害	大学	被害	大学	被害

資料-4 ucode の情報による建物被害集計

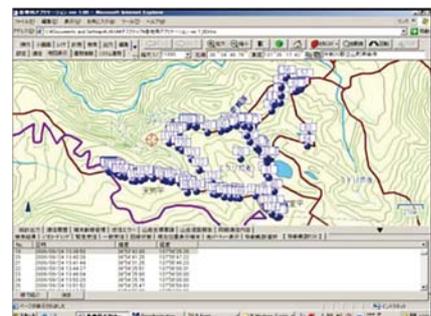
この建物被害集計では、鉄筋か木造かの建物種別や、高さなどの情報を災害前に入力しておき、そこに UC から送信された建物の被害状況や危険度などの情報や、統計データなどが表示されます。災害時にどのような情報をまとめ、表示すればよいか研究の結果わかってきました。

## 国は衛星電話システムの研究・開発を進めるべき

これと似た実験で、山岳遭難救援支援にも取り組みました。山岳では携帯電話はつながらないので、衛星通信ができる UC を端末として使い、GPS による位置情報を本部に伝えるシステムのテストでした。山の麓にアンテナを設置し、UC の所有者がどこにいて、どのルートを通ったのかがわかるようにしました（資料-5 参照）。本部との通信内容も全部記録できます。

この UC を救援に行く人に携帯してもらえば、誰がどのルートでどこに行っているのかわかります。山岳救助では、救援に行く人が災難に遭う二次災害が起こりかねません。同様のことは、災害救助にも言えると私は思いま

す。救助に行くと、救助に行った人たちの安否も心配になります。そのため、各自がどこにいるのかを知るのは重要で、それには衛星が非常に役立ちます。



資料-5 UC 所有者の位置図

私は、こういうシステムをつくるのが重要だと思います。例えば、先ほど述べた 50m 級のアンテナの通信衛星なら、携帯電話の中にアンテナが入りますから、これは予算化すべきです。しかし、仕分けられてしまいました。不要ではないか、という声が出たのは昨年でした。普段携帯がつながるから、需要がないとされたのです。しかし、3.11 の東日本大震災のような大地震でわかったことは、普段使えるというのが意外ともろいということでした。

需要がないのは当然です。携帯電話の会社が熾烈なシェア獲得競争に勝つために地上局を積極的に各地に設置しているのですから、普段は確かに繋がらない場所は非常に少なくなりました。衛星を打ち上げる必要がないと思う人は、平常時に通話するのは携帯電話で用が足り、わざわざ衛星電話を使う理由がないと考えたのでしょう。

山に行く人も、人数で見ればそれほど多くはありません。山の中では携帯電話が使えないからと、そのためだけに衛星電話システムを実現したらずごい金額になります。当然、民間ベースで展開しようにも、「需要がない」「ビジネスにならない」となります。

しかし、私は今回の地震を見て思いました。こういう最悪の事態になったとき、地上局は全部壊れて通信がほとんどできなくなりますから、衛星を使った電話がないのは最悪です。

通信衛星は国が打ち上げるべきですが、では、平常時にはどうするか。これはユビキタス・コンピューティングとも関係しています。ユニバーサル・デザインの考え方が重要です。

例えば、山間や海洋にセンサーを置いて、平常時には温度計や湿度計、海なら潮位計として使う。今なら、放射線量を測るセンサーを入れてもいいし、山間部の土砂崩れが起こりそうな場所に加速度計を打ち込んでもいい。そうして集めたデータを衛星に上げて、国土の状況を知ることに使えばいいと思います。特に山間部や海洋部は携帯電話の電波が通じない場所が多いので、衛星通信でしか対応できません。そして非常事態には、平常時のデータも使いつつ、チャンネルを変えて、UCなどの端末で通話ができるように通信衛星を使える体制をつくるべきです。

### 非常事態に対応できる 有事の体制整備を

日本では今まで、平時と有事の2モードで対応するという考え方が欠けていました。3.11以降、明確になったのは、有事の体制整備をもっと真剣に考えなければいけないということです。平時に関しては随分考えていましたが、有事に関しては、研究をしているにもかかわらず、なかなか生かせていないのが現状です。有事の体制整備にもっと取り組むべきだと思います。

先ほどは通信衛星を一つの例として紹介しましたが、他にも、道路や河川などいろいろ、有事の際の計画を緊急

でつくるべきです。

この点について、日本はすごく弱いと、認めるしかありません。強いのはアメリカです。この違いが出るのは当然で、アメリカは戦争を想定し、有事にまずどうするか、相当考えているからです。

日本の場合、戦争をしないのはいいとしても、否応なく災害に見舞われたとき、平時の体制では対応できません。有事の体制を、戦争と結びつけて考えてしまうからなのかわかりませんが、日本は手ぬるいと感じます。

アメリカの計画では、有事のときに、どういう体制でどうするのか、全て決まっています。誰が中心となるのか、例えば指揮官が死んだら次は誰が替わるのかまで、明記してあります。そういうことを平時に考えるのはいやなのかもしれませんが、日本は決めていないのです。

さらにアメリカでは、どのような有事かによって、いわゆる指揮権を持つ人をきちんと分けています。例えば細菌戦争になったときのチーム、何か破壊されたときのチームなどです。そんなことも日本は全然だめで、有事のときに、どういうチームが必要で、制度上の設計として、そのチームをどうやって集めるのか、それすら日本は決めていない。情けないと思います。

映画のシーンに出てきたことがありますが、アメリカで緊急の事態が起こったとき、軍がヘリコプターを飛ばし、決められた人たちを最高優先パスで作戦本部に集めてきます。有事の場合には、国のいろいろな組織が協力して、判断を下す人を特定の場所へ最優先で連れて来て、自宅にも帰らせません。そして、24時間体制で対応できるように、宿泊施設までであるのがアメリ

力です。それが、官僚であろうと、民間の専門家であろうと、同じです。

それに対して日本は、関係者を自衛隊の飛行機に乗せた後で、民間人は輸送できないから引き返せ、なんてことになります。情けなくて、もういいかげんにしろと、多分私だけでなく、みんなが思っています。有事のときの体制をどうするかは非常に重要なのに、そういう計画すらなく情緒的に決まってしまうのです。

今後、日本は今回のような非常事態が起こった場合の体制を考えないといけません。

有事の体制をどうつくるかが重要だということ、これが今日、私が言いたいことのひとつです。

### 街中に非常時用の 情報提供端末を

二つ目に言いたいのは、私の研究所や、いろいろな大学の研究室でもかなり研究をしていたにもかかわらず、その成果を3.11が起きたときに生かせなかったことです。これも情けないと思いました。

私は、震災が都市で起きたときについての研究もしています。先述の通信衛星の「きく8号」とも関係しますが、非常時に情報を提供する通信機器をつくりました。情報端末として街角に設置し、非常事態には上部からパラボラアンテナが出て、「きく8号」と通信します。要するに、非常事態においても通信インフラを維持するための装置の研究です。

この装置、平常時はデジタルサイネージとして、街の案内や情報提供をします。駅はどこか、近くでおいしい食事のできる店はどこか、などです。それが災害時には、太陽電池と蓄電機

能と衛星通信機能を使い、避難誘導や安否情報の収集・通知等を行います。

最近、駅にもホテルにも、街中にもいろいろな情報を出す端末があります。これら端末にも、災害時には切り替わる非常時モードの機能を国が定め、うまく情報提供するべきです。

非常事態のときに情報が届かなくなると、みんながパニックになります。電車内に閉じ込められて5分も経つと、「どうなってるんだ」とみんなが文句を言い出します。駅に停止中であっても、5分か10分で「いつ動くんだ」とみんなが駅員のところへ行きます。しかし、駅員もわかるわけがなく、「どうなっているんだ」と繰り返し、携帯電話をかけ、また「どうなっているんだ」と。外国の場合は暴動になる場合もありますが、日本では暴動にはならないで、パニックになります。

このとき一番重要なのは、情報を出すことです。そのために、平常時の通信インフラがすべてダウンしても情報を出せる端末を街中の至るところに設置すべきです。

そこで、街中に置く情報端末として、試作機（資料-6）を作成しました。土台の白い部分は蓄電池です。非常事態に何が起こるのか、阪神・淡路大震災の例を受けて、こういう機器を街中に設置する実験をしたり、銀座で大規



資料-6 非常モードを持つ通信機器の試作機

模な避難実験をしたりしました。

## 平常時でも非常時でも使える 情報提供を銀座で実験

日本では10年ほど前からいろいろなICカードが普及し、皆さんはSuica（スイカ）やPASMO（パスモ）、FeliCa（フェリカ）など、いろいろなカードを持っていると思います。最近、NFC（Near Field Communication）というICカードの世界規格の統一ができました。この国際標準のNFCは日本で普及しているSuicaやFeliCaの上位規格になっています。

今年の12月から来年あたりにかけて出はじめるICタグが読める携帯電話は、このNFCの国際標準で、数年でかなり普及すると思われます。

また、私の提案しているucodeメカニズムは、おかげさまでITUの国際標準になっています。街中に設置したICタグのucodeに、ICタグが読める携帯電話をかざすと、日常であればいろいろな便利情報が出てきます（資料-7）。

このシステムを今、銀座で国土交通省と東京都と組んで実験しているのが、「東京コビキタス計画 銀座」です。ICタグを銀座の街中に設置し、平常時は、近くのおいしいレストランやスイーツの店などの場所や、地図上での自分



資料-7 ICタグのucodeに端末をかざす

の現在地などの情報が出てきます。

これが非常事態になると、モードが変わります。銀座が非常の時に、日常の便利情報が出てきても仕方ありません。道路がどうなっているのか、どこに逃げたらよいか、そうした情報がリアルタイムで出てきます（資料-8）。



資料-8 非常時に表示される避難所情報

この端末を、パラボラアンテナを設置した先ほどの装置の近くに持っていくと、衛星通信経由でサーバーに情報を送れます。音声通話はデータが重いので、電源や通信能力を無駄にしないために通話モードは切ってしまいます。しかし、ショートメッセージのような非常に軽いデジタル情報だけでも通信が維持されると、今回の3.11でも非常に心強かったと報告されています。そこで非常時モードになると、どこに逃げたらよいかなど、必要最小限のデジタル情報のやりとりだけをするソフトウェアに切り替わる研究開発をしています。

## 誤差 30cmで被災者の 居場所を特定できる

このシステムをさらに進めたのが、UWB アクティブタグによる災害支援の研究です。これは、世界最小、1cmの超小型無線機のUWB Dice（資料-9）を使い、高精度で位置を測定し、災害時にICタグを持つ人の位置を特定する研究です。



資料-9 UWB Dice の特徴

UWB Dice は、UWB (Ultra Wide Band) 通信方式で双方向通信が可能で、リチウム電池を入れておくと10年弱もち、30cmくらいの誤差で測位と測距ができます。これをポケットの中に入れたり、携帯電話のストラップに付けたり、あるいは携帯電話の中に装備しておくと、UWB タグが送信する電波を周囲の基地局で三角測量し、位置を検知します。

もし被災して生き埋めになったとき、救助隊が棒のようなアンテナを10～100m 間隔で4台以上設置すると、その範囲のUWB タグと通信して、救助隊に位置を知らせます(資料-10)。これによって発見されて、救助される人もいます。UWB タグを携帯電話に装備させておけば、どれくらいの人が助かるかをシミュレーションしたり、具体的にどうやって救助するかの研究もしていました。



資料-10 災害救助での利用イメージ

UWB タグのように非常に小型で、

場所を特定できるようなものが普及するには、まだ時間がかかると思いますが、研究フェーズはかなり進んでいます。将来的に、もしも生き埋めという最悪の事態になったとき、これを持っているかいないかが、助かるかどうかの分岐点になることもあるでしょう。

これはもともと、身体障害者の移動を支援するために、30cmの誤差で段差の位置を知らせたり、この先へ進むとどうなるかといった情報を電子的に伝える研究でした。30cmの誤差にこだわるのは、街を歩く視覚障害の人に「もう少しで横断歩道に出ますよ」と伝えるためには、これくらいの精度がないと危ないからです。

これがもし、GPS の精度で数メートルの誤差があったら、車道と歩道の区別がつかなくなります。この意味で、高精度な位置を知るための技術は、非常に重要です。こうした研究を、視覚障害の人のためにかかり前から取り組んでいましたが、災害時にも応用できると考えています。

### あらゆる IC カードを復興期の個人認定に活用

災害からの復興において、復興管理インフラとして問題になるのは、被災して何もなくなると、個人を認定できなくなることです。

先ほどご紹介した鹿児島県での実験では、桜島の噴火を予想して、危険な場所の住民が常に携帯できるよう、uicode タグの IC カードを配りました。しかし、今度の3.11のように、予想していなかった場所が被災し、IC カードをあらかじめ配っていなければどうするか。そうでない場合には、Suica でも何でもいから持っている IC カードを臨時的個人 ID 証、身

分証明書として使えるようにする。それが今、私が取り組んでいる研究です。

何でもいから、IC カードを持っていたら、避難所に行ったときにそれを登録して、個人認定をします。住民基本台帳カードで個人認定できるとしても、それを忘れて避難することだってあります。何にもなくなったときに、個人をどう認定するのかが重要なことだと思います。

### 研究を生かすには研究の出口デザインが必要

先ほどの話に戻りますが、こういう研究開発をしていたにもかかわらず、なぜ実際には生かされなかったのか。

私の研究だけでなく、よく知られているのは、原発整備ロボットのお蔵入りの話です。被災した福島第一原発では、アメリカや世界からやってきた軍用ロボットが使われました。このとき、「日本はロボット大国ではなかったのか」と言われました。あれだけロボットの研究開発を進めていながら、なぜ災害のときに日本製のロボットが来ないのか、日本では災害救助ロボットや原子炉点検ロボットの研究を全くやっていなかったのかと、一時、すごく問題になりました。

これはなぜでしょうか。日本が、そういうロボットの研究をしていなかったわけではありません。研究はしていました。それなのに、お蔵入りしたままほっておかれて、倉庫から出してもすぐ使えなかったのです。理由は、国の研究に出口デザインがないからです。要するに日本では、研究は研究、使うときは使うときと、分けてしまっているのです。研究期間が終わると、捨てるわけにもいかず、倉庫の中に入れて、そこで廃棄する時期を待つよう

な状況です。

通信衛星の「きく8号」も研究段階でしたが、JAXAが「この非常事態には、必要とされる用途に使うべきだ」と言って、研究の終わった衛星をもう1回動かして、電話が通じない場所で少しでも援助に使えました。

しかし一度、倉庫に入れられてしまったロボットは、当然メンテナンスがされなくなって、非常時に引っ張り出してもすぐ動くかどうかの保証がありません。操作に慣れたオペレーターもいなくなっています。これは当たり前です。機械をすぐに動かすには、日常から使っていなければいけないからです。

このように、研究の出口デザインがないから、それを実際に生かすことができません。規制官庁予算の研究に、特にその傾向があります。現場を持たない規制官庁予算での研究は、そうなる可能性があるのは仕方がないと言えれば仕方がなくて、その官庁が悪いわけではありません。

一方、そうならないのは、国土交通省です。昔の建設省と現在の国土交通省とは、実施官庁として現場を多く持っています。現場を持っている省庁が取り組んだ研究は、わりと使われる度合いが多いのです。

アメリカで災害時に大活躍するのは軍です。軍と言えば、DoD (Department of Defense)、アメリカ国防総省です。DoDは規制官庁ではなく、研究して、その成果を自ら利用する実施官庁と言えます。戦闘機にしる、ヘリコプターにしる、合成開口レーダーにしる、軍用ロボットにしる、全て実施官庁が保有しているから、整備もされてすぐに使えるわけです。

問題はここです。せっかくの研究成果も、実施官庁が保有してないと、倉

庫へ納められて、何のために研究したのかわからなくなります。どのように制度設計をして、どのように研究開発を生かすか。非常事態には、研究段階だろうと何だろうと、使えるものは全部投入できるように、考えなければいけません。

国がせっかくな研究をしても、出口デザインがないと現場に出せない。これは大きな問題だと、私は思います。今日は、今後やるべきことは何か、自分でも整理したく、それを皆さんとも共有したいと思って来ましたが、出口デザインがないと現場で生かせない、これが言いたいことの二つ目です。



## 以前から進められていたスマートグリッドの研究

次に、復興期のさらに後の段階の話をして。最近、再生可能エネルギー社会の構築に向けて、スマートグリッドの応用が盛んに言われています。

実はこの研究も、日本はかなり前から取り組んでいました。しかし、今はとにかく有象無象が集まって、今ごろになってスマートグリッドを言い出しています。

しかし、エネルギーの問題をひと言で言うのは難しいです。エネルギー供給の体制が違いますから、日本とアメリカとヨーロッパを全て比較するのは乱暴な議論になってしまいます。体制が違えばやり方も違ってきます。

スマートグリッドに関しては、日本の場合はエネルギーのコントロールというより、いわゆるCO2削減のために取り組んでいました。

現在、「原発やめろ」というムードになっていますが、皆さんご存知のように、1年前や2年前には、政府を挙げてクリーンエネルギーと連呼していた、原発は非常に大きな項目になっていました。その意味では、クリーンなエネルギーに対してかなり注目が集まっていました。

この意味では、日本でのスマートグリッドの研究は、エネルギーの供給というより、使用量を下げするための研究でした。

## 電気、ガス、水道の使用量を ハウスサーバーで管理

3年前からスマートグリッドに取り組んでいる私の研究は、簡単に言うと、センサーノード（データを前処理してクラウドサーバーに送る装置）やクラウド、利用者端末を使って、家の中でどのくらいエネルギーを使っているかを、きちんと知ることから始めようというものです。

その仕組みの概略が、資料-11の図です。まず、図の右下の装置をコンセントに接続します。この装置は、一つひとつのコンセントがどれだけ電力を使ったかの情報を、内蔵の無線LANを介して家の中のハウスサーバー（図の左上）に送ります。そこからさらに外部のクラウドセンター（図の右上）に送ります。



資料-11 電力使用量などを把握する仕組み

また、温度や湿度、照度を測定したり、人が近くにいるかを感知する家庭用センサーノード(図の左下)をつくりました。これはセキュリティにも使えるよう、ユニバーサルにデザインされています。

使い方の例として、この装置をクーラーのコンセントに接続する(資料-12)と、このクーラーがどれだけ電力を使っているかの情報が、ハウスサーバーに入ります。家庭用センサーノードを窓辺に置くと、窓際の温度や湿度を知らせます。また、水道の流量計に付けて、水の使用量を無線LANでハウスサーバーに送る装置も開発しました。ガスにもセンサーのユニットを付けて、どれだけ使ったかを送信できます。



資料-12 クーラーに接続した装置

そして、ハウスサーバーから、電気や水道をどれだけ使ったか、今日と前日とを比べたらどうか、お金の換算するといくらかといった情報が、スマー

ト端末に表示されます。

そこには、「電灯をこまめに消すだけで10%程度の電気が節約されています。こまめな消灯をしてください」とか、「お風呂のお湯を使って洗濯すると水道代が節約できます」というような、アドバイスも出てきます。さらに、家の見取り図で電気を使っている場所を表示(資料-13)したり、月間統計や年間統計と比較することもできます。



資料-13 家の見取り図に表示した電力量

四国の松山市で実施した「スマートレジデンスプロジェクト」では、実際に住んでいる10軒の家に、これらを全てを設置して、どのくらいのエネルギーを節約できるか実験しました。測定結果は、各戸にカルテ(資料-14)で表示されます。



資料-14 消費エネルギーのカルテ

アドバイスの欄に「あなたの家は隣の家よりも使用量が多いです」と表示して、日本人の、みんなと同じでいたいという感覚に訴えるのが効果的なのですが、あまり露骨なものも反感を受け

るので、言い方に気を付けようと、「窓が開いていたのではないですか」とか、「蛇口を閉め忘れていませんか」といった言い方に変えました。参加者は、「ああ、そうかもしれない」と言って、さりげなく表示されている10軒の平均値も見られるわけです。ちなみにこの10軒は建売住宅で、全て同じ形の家です。

こういう実験をすることで、別に非常事態でなくても、家の人が何となく節電に気を付けるようになって、何とか15%くらいは、少なくとも10%以上は確実に節電できるとわかりました。

先述したように、この実験は3年前からで、今回の地震があったから実施したわけではありません。機器もつくり、それを導入してどうやって消費エネルギーを減らすかを、私の研究所で開発してきました。最近、スマートグリッドへの関心が高まり、この研究に取り組む必要性が改めて高まっていると感じています。

### 一律に電気を止めるのではなく、 細かなコントロールが必要

最近のように節電せざるを得ない状況になってくると、私は、先述の統計データ(資料-14)を見るよりも、コンセントに接続させる装置(資料-11右下)を普及させた方がいいと思いました。それには、家の中のどのコンセントがどれだけ電気を使っているかを知る以外に、もう一つ重要な理由があるからです。

今後、最悪の想定として、原子力発電所が全て止まると、計画停電をせざるを得なくなるでしょう。そのときに一番よくないのが、地域全部の電気を一律で止めることです。電気を落とすことになっても、本当に必要なものだけは電気を使えるようにするべきです。

例えば、心臓をモニターする装置が欠かせない重病人を自宅介護しているのなら、その装置の電気を切るわけにはいきません。一方、居間のクーラーは切ってもいいとか、電気を切る、切らないをきめ細かく機器ごとにコントロールできるようにする必要があります。

コントロールを誰がするのかは制度上の問題です。電力会社が自動的に全ての電気を切るのではなく、各家庭で優先順位を登録でき、廊下や他の場所は強制的に切られても、「重病人がいるからこの電気だけは切りたくない」と、特定の装置だけは電気の供給が続くような、きめ細かにコントロールする仕組みを考えざるを得ないと思います。

これについても研究開発はかなり進んでいて、私の研究所でも何度も実験していますから、技術的には可能です。

ただし、問題はどのように実施するかです。先述のように、実施の体制ができていないから、研究開発が進んでいてもうまく適用できません。これを繰り返さないようにすべきです。電力が足りなくなるのは今年だけではないと明らかになった場合には、来年に向けて、緊急に、必要なところへどうやって電気を送るか、考えるべきだと思います。



## 必要な場所の電気を切らない気配りを

2週間くらい前に私は東京大学で、障害のある方々と一緒にシンポジウム

を行いました。そこで問題になったのが、電気が必要な場所は「どこか」と「どこ」はどう決めるのかという問題でした。

お年寄りや障害を持っている人たちがまちに出られるよう、今まで、国土交通省は交通バリアフリー法など、いろいろな対策をしてきました。それなのに、電力が使えなくなったらからと、いまだに、電気をつけてもいい場所ですら電気をつけず、エレベーターを動かした方がいい場所でも動かさないという状況になっています。

これは、電気を上げる（復帰する）ための制度がないからです。切るのとは簡単で、「とにかく切った方がいいよね」と皆で言って、日本的な「空気」で切ってしまうわけです。しかし、電気を上げることも必要です。どうやって、どういう順番で電気を上げていくか、今はバラバラです。

「とにかく切っておけばいいだろう」という感じで切るものだから、夜間の電気が余っている時間帯にも切ってしまう、障害のある人たちが非常に困っています。弱視の人は、夜間に照明を落とせば歩けなくなり、目が見えなくなるのと一緒になります。こういうことに対しての配慮が足りません。

日本人のよさを生かして、もう少し気配りをするのなら、電気が足りなくなったときに、電気を切らない方に対してどうするのかを考えるべきです。今日この会場に参加する関係者の方たちには、このような意識を持っていたきたいと、私は思います。

## ユビキタスのこれからの課題はオープン化

最後に、ユビキタスのこれからの課題として、オープン化についてお話し

します。

日本は、いろいろな情報の管理に関して、一つの閉じた組織の中で情報をどう使うかについては、取り組みが進んでいます。例えば物の管理について、RFIDの使い方にしても、バーコードを使って物流の管理をするにしても、世界で進んでいる方です。

しかし、日本は情報のオープン化がうまくいっていません。これが今日言いたいことの三つ目です。情報のオープン化を勘違いする人がいて、最近では国のあらゆる委員会の情報をPDFファイルにしてインターネットで公開していますが、これは単に紙に固めてしまったデータをオープンにしているだけです。

ここでいう情報のオープン化とは、公開された情報がコンピューターで再利用できることです。単にインターネットで情報を公開する程度のことは、世界的に見れば、もう20年前の1990年から始めています。

単なるPDFやGIFファイルなどは、世界の情報通信の最先端から言えば、オープンのうちに入りません。その情報を再利用できるようにして公開することです。つまり、オープンクラウド化です。

複雑で大量のデータと多様なサービスを扱うようになった現代は、全てを一人では実現できない時代です。一人で実現するには、果てしないコストと時間が必要です。多様な組織・個人が相互に利用できるようにした情報を公開し、みんなに工夫してもらい、さらに新しい知見を得て、それを見て他の人がまたさらに新しい情報を出す。これができなければならず、そのためには、今までの考え方を変えなければいけません。

今までの考え方の前提を変えたのがネットワークで、今は、情報の流通コストが果てしなく安い世界です。

これだけインターネットが進んだので、オープンイノベーションが現実的なものになってきました。自社のシステムだけに頼らず、他社が持つサービスを組み合わせる新たなサービスやビジネスモデルを生み出すこともできます。クラウドや、複数の異なる提供元の技術やコンテンツを複合させて新しいWebサービスをつくるマッシュアップ、ソフトウェアのソースコードを無償公開し、誰でもそのソフトウェアを改良、再配布できるようにするオープンソース。しかも、これからは、携帯電話ではなく、常時ネットワーク接続のスマートフォン情報端末を誰もが持って、クラウドで必要な情報を見たり処理したりする時代になります。

そのとき、そのシステムの全てを一つの会社や組織でつくり、みんながそのソフトウェアを使うことは無理です。これはアメリカ政府もGoogleも無理と言っています。みんなで協力して、データを使っていかなければいけません。

一つの例として、最先端の機能を持つビルを新しくつくるとします。屋上には、気象センサーなどのセンサーを設置します。今までの考え方では、そのインテリジェントビルのセンサーは、そのビルの中だけで、自分たちのためだけに使いました。しかしその考えは古いのです。

これからは、最先端のインテリジェントビルを建てたら、その気象センサーの情報を、周辺の地域や必要とするところに、全て公開します。東京に建てたのなら、東京のためです。

そうすると、隣にある古いビルでも、

その情報を空調コントロールに利用できるようになります。

周辺のビルでも空調制御に利用できるように、先端機能を持つビルが気象センサーの情報を出してあげる。こういうことをみんなでやる時代が来ています。

### 関係者以外を仲間にして 情報をマッシュアップ

例えば、国土交通省水管理・国土保全局の河川事務所のホームページでは、河川の増水度合いを調べて公開しています。これはもちろん公開した方がいいのですが、水管理・国土保全局で全部を調べられなかったらどうするか。例えば、河川の近くに住んでいる人が、「どのくらい水位が上がった」と、目で見えた情報を携帯電話でアップできるような、要するにマッシュアップする考え方が必要です。

国道も同じで、もちろん直轄国道なら国が管理するのは当然で、国はやるべきことはやるべきです。それでも住民の誰かが道路に穴があいているのを見つけたら、その情報をどのようにしてうまく利用するのか。国だけでは捕捉できない部分は、住民や他の人の協力を得るために、ネットをはじめとするユビキタス・コンピューティング、情報通信の基盤を使うのが、オープンという考え方です。これは、私が国土交通省で何度も言っていることです。

例えば、地域の子どもを守るにしても、昔は地域の安全を全て警察が保障することになっていました。ところが今は、警察だけで全てを見守ることはできません。この地区は警察が見守るけれど、あの地区はNPOや父兄会が見守ろうと、分担することになります。地域みんなで子どもの安全を守ろうと

したら、警察と地域の人やNPOが協力するための情報インフラが必要です。通勤途中でも、何かあればすぐに注意喚起ページにアップできる情報インフラをどうやって実現するかです。

もちろん、いろいろな課題はあります。例えば住民からのアップ情報をどうやっていらずら情報と見分けるのか。話が長くなりますから今日は具体的には説明しませんが、こういう課題に対しても、防止方法の研究は大変進んでいます。

悪いことをする人たちは当然いて、今はネットの犯罪が増えています。しかし、性善説ではありませんが、いいことをする人たちもいますし、悪人が最後に全部を支配することは、人類の歴史を見ても少ないものです。もしも悪が最後に勝つのなら、人類社会は消滅してしまいます。しかし、今までそうっていないのは、悪にどう対応するか、いろいろな研究がなされてきたからです。

このように、いいところを生かして、いかに少人数でいろんなものを運営していくかを考えると、情報をオープンにして、みんなでマッシュアップして、関係者だけではなく、知らない人も仲間にするような制度やシステムをつくるが必要になります。これは、今、世界が最も関心を持っていることであり、それが重要であると、私も思います。

### 行政、住民、業者が 協力、連携して取り組む

私が今取り組んでいるのは、障害者の通りやすい道を示したバリアフリーマップの作成です。このエレベーターは朝6時には使えるけれど、何時から何時までは動かないとか、ここは車椅子が通れないとか、ここに段差がある

といった情報は、普通の地図には載っていません。こういう地図を行政が全部つくろうとすると、莫大なコストがかかります。そこで、ネットにオープン情報を入れて、その情報をみんなでバージョンアップしていき、行政だけでなく地域住民や障害のある人たちと協力してバリアフリーマップをつくるうというわけです。

また、バリアフリーマップを更新しないとイケない工事を担当した業者は、その変更点をバリアフリーマップのサイトに直接書き込みして報告します。

アメリカでは、公物の破損情報を業者が点検し、逆オークションをして工事を受注するという例があります。これは、仕事が欲しい業者が、発注を待つのではなく、自分たちで壊れている箇所を探してくるわけです。そして、ここは直した方がいいとか、ここが崩れそうだという情報をネットに上げます。そこがオークションサイトになっていて、情報を見た業者が見積もりを出せるようになっています。それを行政の人たちが見て、工事の緊急性を認めたら、各社から上がっている見積もりなどの情報をもとに、即座に発注することがあります。

行政も直すべき場所を点検して回ればよいのですが、アメリカの行政でも人が少なくなっていて、損傷箇所を探しに行く人さえいなくなっています。それなら、仕事の欲しい業者が点検に行こうというわけです。これも、オープンであることが重要で、特定の業者が行くだけでなく、誰でも現地を見に行き、損傷している場所をネットに上げて、直すための見積もりもオープンにして上げます。そして工事が完了すれば、その結果は携帯端末で報告します。このように見積額をオープンに

すれば、発注もスムーズになります。

## オープン化するときの課題はプライバシーとの調整

オープン化で行政にイノベーションを起こすことが重要だと私は思います。

アメリカでは既に Government 2.0 (ガバメント 2.0) と呼ばれ、大きく動き始めました。簡単に言うと、ここでお話したような方法による情報公開により、いろいろな行政イノベーションを起こそうということです。

オープン化するときの一番大きな問題は、データのガバナンスです。日々生まれる様々なオープンな情報は、誰のもので、誰が管理し、誰が保証し、誰が利用を許可するのか。こうしたガバナンスを明確化した、新たな制度設計が必要です。

さらに、そこで大きな問題になるのは、プライバシーとの調整です。例えば今回の東日本大震災では、ホンダが被災地を走るユーザーのカーナビから走行実績データを吸い上げて集計して、Google と協力してマップに反映させました。それは、どの道路が通れるかの実績情報となり、援助にも復旧作業の把握にも非常に有用でした。しかし、通ってはいけない道路を一般車両が通っている問題もわかりました。非常時ですから大きな問題にはなりませんでしたが、個人の走行ルートの公開はプライバシーの問題となりかねません。

また、このように、非常事態に対しての法律が整備されていないと、好意で情報をアップした人が、責められかねません。こうした様々な問題にどう対応していくかが大事です。この制度設計に今から取り組まなければいけません。

プライバシーの問題で、もう一つ例を挙げます。

今は自分のヘルスケアデータが、クラウドコンピューターの中に蓄積される時代です。しかし、本人に意識がなく、救命のために時間的余裕がない状況で、救急隊員がその人のヘルスケアデータを見ていいのか、いけないのか。これも問題になっています。データを見れば助かるが、見ないと死ぬ場合だってあります。こういう場合の制度も今はうまくできていません。事故や急患などの本人の意思確認ができない状態になったとき、プライバシー情報をどうやって見ればよいかの法律も、早急に決めるべきです。

救急隊員が使った手袋のせいで、ゴムアレルギーの人が亡くなる例も報告されています。そんなこともあるのなら、英国ではプライバシーの意識が変化してきて、住民のヘルス情報を緊急時には行政が利用できるようになっています。

日本では、クレジットカードでいくらお金を使ったかは、プライバシーとされているのが一般的です。アメリカでは、自分のクレジットカードで使った金額を公開して、同じものを買った人と盛り上がるという SNS (Social Network System) もあります。これは冗談ではなくて、プライバシーの意識が変化しそこまで公開する人ができてきているということです。

## 実名での公開が情報の信頼性を確率的に高く

プライバシー意識は、時代によって変わります。アメリカでは、SNS、たとえば twitter (ツイッター) などネット上で意見を言うときは、実名が多い。対して日本の場合は、自分の意

見を匿名で言う人が多い。日本だけとは言いませんが、日本は特に匿名を好む人が多い傾向があります。アメリカなら、何か文句を言うにしても、実名の場合が多い。

これをよく表しているのが、Facebook（フェイスブック）です。最近、日本でも流行り始めています。Facebookでは、基本的に実名で、匿名の人はいません。例えばキャリアアップで就職先を探すときに、自分の実名の情報をネットに出して、求人先に見せたりもします。

ですから、道路に穴が開いているとの情報も、FacebookのIDを使わせることで信頼性を担保する仕組みになっていたりします。実名でインチキをする人は少ないので、確率的にはインチキは減り、安全度は高まります。

どんなものでもそうですが、“絶対”はあり得ません。私の著書『不完全な時代』（角川 one テーマ、2011年7月刊行）の中でも書いていますが、日本でよくないのは、絶対神話があることです。どんなものでも「絶対安全」なものなんてありません。ISO（International Organization for Standardization：国際標準化機構）もベースとなる考えを機能安全にしたときに、絶対安全は否定しています。もう10年ほど前から、そうになっています。絶対がないにもかかわらず、日本では絶対、絶対と言う建前を下ろせないから話がうまくいなくなって、いろいろな矛盾を起こすわけです。

ですから、ネットに出る情報が絶対に正しいとは言いません。しかし、プライバシーの意識が変化して、みんなが実名でいろいろな情報をネットで出せるような国に日本がなってくると、情報のオープン化もかなり変わってく

るのではないかと、私は思っています。

ところで、先ほど紹介した松山市での実験は、エネルギーの使用量の“見える化”でしたが、見える化には効果があります。

例えば、皆さんの中で、メタボと言われて体重を減らしたい人がいましたら、おすすめしたい体重計があります。これに乗ると、ネットに自分の体重が出て、それをオープンにします。自分の体重の変化をスマートフォンで見られるのですが、その情報をSNSやtwitterで他の人にも見えてしまうようにもできます。すると、恥ずかしい、こんな肥満はいやだという意識が働きます。ここでも、プライバシー意識がある程度変化してきていることがわかります。

### 位置を正確に知るための インフラ整備が重要

ユビキタスをオープン化するための第二の問題は、場所の識別です。

銀座の裏通りで、様々な位置測定方法の精度を比較すると、今のGPSでは、平気で50～80mの誤差があります。GPSを補完するために日本が計画している準天頂衛星が運用されれば、もう少し精度は高まりますが、電波を使うために、銀座のようにビルが建って込んでいる場所ではどうしても誤差が出てしまうのです。

それから、最近注目されているのがWIFI測位です。みんなが無線LANを使っていますから無線局が数多くあります。その基地局から利用すると、10～30mの誤差で測位できます。

もう一つ、私たちが「東京ユビキタス計画 銀座」で盛んに使っている電波マーカ―が、5～10mの誤差。

そして、私たちが銀座で試験的に道

路の中に埋め込んでいる、路面タグと呼ばれるICタグでは、30cm程度の誤差で自分の場所がわかります。

しかし、問題の本質はGPSの精度ではありません。GPSが使えない場所もあれば、電波マーカ―やRFIDを使える場所がある。重要なのは、これら複数の情報を統合して、日本の国土で自分のいる場所を可能な限り高精度に知ることができる統合的なインフラを整備することです。時間の識別は時計で一本化されています。同様に場所についても、時計に相当する、一本化できるインフラが必要です。

自分はどこにいるのかを正確に知るインフラは、いろいろなことに使えます。場所情報のオープン・クラウド化をして、場所の持つ見えない背景情報をそのとき、その場所で得られ、みんなで利用できるようにすべきと思います。

ここで日本のユビキタスの現状をまとめますと、技術は進んでいますが、オープン化が課題です。その状況を打ち壊すために、新しいインフラが重要ではないかと思えます。

### 震災が Government 2.0 を 進めるきっかけに

最後にもう一つ、震災が日本で Government 2.0化を進めるきっかけになるかもしれないという話です。東京電力が電気需要の状況をネットで公開していますが、最初は、先ほど話したように、PDFとGIFだけでした。電力需要のグラフをGIFで出しても、GIFは絵のように固まったファイルですから、誰も使えません。これでは仕方がないと、有志の人たちがいろいろなプログラムをつくりました。そして、GIFの絵から自動的にパターン認識して、数値データに変えるプログラムを

つくった人がいて、そのデータを他のコンピュータから自由にアクセスできる API (Application Programming Interface) で公開したのです。

数値データが利用できるとなると、いろいろなプログラムがつけられました。ある人は現在の電気の使用量がメーターの形で表示されるアプリケーションをつくり、ある人は使用量を twitter に自動的につぶやくシステムを作りました。

すると東電自体が不満足ながら公式に再利用可能なデータを提供するようになりました。経済産業省もこの動きに気が付いて、公開されたデータを使って、おもしろいアプリケーションをつかって、それを twitter でつぶやいてくれれば、国でも宣伝していきま

すよと、自分で言い出したのです。資料-15 は、その告知画面です。



資料-15 経済産業省のツイッター画面

これはかなり進んだと、経済産業省のことを珍しく褒めたいと、私は思いました。このように、みんなの力を借りてマッシュアップしていこうと言い出すのは非常によい。最初の電気需給状況公開からほんの 10 日程度で、こ

のような動きが起こったのです。やはり、必要性に気が付いている人はいたのです。

情報を公開してマッシュアップしていくことは、まだ少し課題もあります。

しかし、この非常事態をきっかけとして、日本社会のシステム間の壁が少し崩れようとしていると、私は前向きに捉えています。

いろいろな話をしましたが、時間が来てしまいました。今日は、いろいろな研究開発が実際に使われないもどかしさの中で、今後どうしたらいいかを、紹介しました。何か皆さんのお役に立てれば幸いです。長時間どうもありがとうございました。

本内容は、2011 年 7 月 13 日に開催された、第 25 回技術研究発表会における特別講演によるものです。