

IT時代の計測・制御技術の動向(1)

デジタル百葉箱による自律的な気象データの共有

江崎 浩 東京大学大学院情報理工学系研究科

砂原秀樹 奈良先端科学技術大学院大学情報科学センター

キーワード：デジタル百葉箱(Digital Weather Station), インターネット(Internet), 環境(Environment), 情報環境(Information Environment), 気象観測ユニット(Weather Monitoring Unit)

インターネットへの接続性を高めた気象観測ユニット(“デジタル百葉箱”)が登場し、その低コスト化とともに観測や分析ツールも充実しつつある。さらに、ブロードバンドインターネット環境の整備とユビキタスネットワーク環境の構築は、これらデジタル百葉箱をインターネットに接続可能とし、自律的な環境情報の共有と加工を実現する環境の構築を推進可能としつつある。本稿では、デジタル百葉箱の社会的な意味と技術的な要件を概観するとともに、デジタル百葉箱の応用に向けた取組みの一つである Live E!の活動の紹介を行っている。

はじめに

頻発する異常気象や震災によって影響を受ける都市活動や市民生活、さらには疾病などに関して、近年のセンシングデバイスやICT(Information and Communication Technology)の発達により詳しい因果関係の解明や事前予測の可能性を高めている。一方で、先進国での都市活動の変化とアジアを中心とした人口集中地域での大都市化の進展は、地球上での気象変化をより一層複雑化しており、COP 3(国連気候変動枠組条約第3回締結会議)で採択された2005年2月に発効した京都議定書による温暖化対策などの展開も含めて、今後の経済社会活動に対して多くの変革を要請している。こうしたなか、インターネットへの接続性を高めた気象観測ユニット(“デジタル百葉箱”)が登場し、その低コスト化とともに観測や分析ツールも充実しつつある。さらに、ブロードバンドインターネット環境の整備とユビキタスネットワーク環境の構築は、これらデジタル百葉箱をインターネットに接続可能とし、自律的な環境情報の共有と加工を実現する環境の構築を推進可能としつつある。高度な気象観測点について、WEBカメラや関連するほかのデバイスとの組合せによる効果、さらには、バスや鉄道といった移動体からの情報も含めて、従来の常識を越えた密度と精度、そして、リアルタイム性を伴って地球上に設置することを可能としている。それらを活用し

た分析や予測が、市民生活に及ぼす効果と貢献の大きさは計り知れず、市民ニーズから派生する新しいビジネスやサービスに対する期待もまた大きい。個人および組織が自律的に設置運営する“デジタル百葉箱”などが生成する種々の地球環境に関するデジタル情報を流通させ、自由に利用・加工・共有することが可能なインフラ構築を実現できれば、そこから教育、公共サービス、ならびに、ビジネス分野における新たな活動の展開により、安心安全で効率性の高い活動空間(=環境)の創造が期待される。

インターネットに代表される計算機ネットワークは、電力消費量を増加させた一つの要因ともいわれている。事実、計算機は多量の発熱をし、その発熱密度はムーアの法則に従い指数関数的に増大している。インターネットは、もともと、計算機が高価であった時代に、ある業務や作業の効率化や支援を行うための計算処理を遠隔に存在する高価な計算機を用いて実行することを目的として研究開発されたものであった。(デジタル)情報は、生成、収集、流通、加工、共有の五つの過程から、人々や組織の活動の効率化や高機能化を実現することができる。また、IT技術を用いた、地球環境保全に関する取組みと貢献は、IT先進国としての、グローバル社会への責任でもあろう。むだなエネルギー消費への対策、有害物質の生成排出への対策や、諸外国への展開は、我々が生活および企業活動を展開する“地球”を健全な状態に維持するために、必須の施策でもあるはずである。

1. インターネットシステムの新たな挑戦

インターネットは、デジタル情報が自由に流通され利用されるロジカルな(論理的な)アーキテクチャであり、そのように運用されるべきである。ユビキタスネットワーク環境が、徐々に現実性を見出しつついくなか、どのようにして、このような、情報の“流通と加工”に関する“透明性”と“自律性”を提供するようなシステムアーキテクチャとシステム運用を実現することは、むだのない情報空間/活動空間を形成するうえで極めて重要なことである。

インターネットの父と呼ばれている CNRI 社 (<http://www.cnri.reston.va.us/>) の Robert Kahn 博士は、“インターネットはロジカルなアーキテクチャである。いろいろなメディアを自由に選択できて、そのメディアを利用してデジタル情報を流通させることができることが、インターネットアーキテクチャのかぎである。TCP/IP を用いたいわゆるインターネットは、その一つの実装形態にすぎない。デジタル情報が自由に流通され利用される基盤をつくること、デジタル情報の属性をグローバル規模で認識可能な基盤をつくるのが重要である。”と述べている。インターネットは、計算機を相互接続し、デジタルデータが多様な通信メディアを通じて自由に流通する基盤を提供し、その情報を用いて目的の計算処理を行うものである。インターネットは、①利用法 (Application) に依存しない、②利用者 (User) を制限しない、③情報を伝達するインフラの種別に依存しないインフラになることができる。これは、人々が自由に情報とインフラを流通利用可能な、排他性を持たない共用可能なインフラ (= コモンズ [1]) を実現したものととらえることができる。これが、広い意味での“オープンシステム”である。

インターネットは、これまで、三つの大きな波を経験してきており、現在、ブロードバンド化とユビキタス化の波を経験しつつある。第1の波は、共有言語としての TCP/IP を用いたクローズドな専用システムからグローバルなオープンシステムの展開、第2の波は、初期の WEB 技術を用いた利用者の一般化と利用者数の増加であった。第3の波は、WEB サービス/ビジネスを核とした TCI/IP 技術と WEB 技術を用いた、ミッションクリティカルなビジネス領域へのインターネットの導入である。そして、第4の波が、ブロードバンド化とユビキタス化である。ブロードバンド化とは広帯域の通信容量と常時接続を意味し、ユビキタス化とはセンサやアクチュエータなどを含めたいわゆるノンコンピュータ機器のインターネットシステムへの相互接続を意味している。すなわち、ユビキタス環境では、家庭内の冷蔵庫やガスメータ、屋外の車や自動販売機、さらには販売店で販売される商品、ペットや人間が身につけるデジタル機器、さらにセンサなどの微小デバイスがインターネットに接続される。

インターネットは、もともと、ある業務や作業の効率化や支援を行うための計算処理を、遠隔に存在する高価な計算機を用いて実行することを目的として研究開発されたものであった。しかし、インターネットは、幾つかの発展段階を経て、すべてのデジタルデバイスを相互接続するユビキタスネットワーク環境へと進展しようとしている。ユビキタスネットワーク環境においては、(デジタル)情報に関する、生成、収集、流通、加工、共有の五つの過程が

ら、人々や組織の活動の効率化や高機能化を目指さなければならない。

2. ファシリティシステムへのインターネットの適用：情報環境のインターネット化

ビルに代表されるファシリティシステムの設計/構築/運用/改修に関するコストモデルの考え方、およびビルシステムが提供すべき機能は、近年ファシリティ管理システムのアーキテクチャと運用方法にとって、大きな変革を要求している。ファシリティに関する、改修の容易性、改修によるファシリティの価値の創出が、ファシリティのオーナーにとって、非常に重要な点として認識されるようになってきている。

ファシリティの経営管理におけるエネルギー(電気/ガス/水道/燃料)に関する支出の比率は極めて大きく(特に我が国においては)、ファシリティのライフサイクルコストという観点での、エネルギー費の比率は、ビルの設計建築を含む全管理の 1/3 以上となっていることが報告されている。ある報告では、電算機室に多数の温度センサを配置し、空調関連装置の制御の高機能化を行うことで、40% 以上の電力消費量の削減を達成している。

さらに、1997年(平成9年)12月に京都で開催された国連気候変動枠組条約第3回締結会議(通称 COP3)では、先進国が6種類の地球の温室効果ガスを削減する数値目標と目標達成期間が合意された。我が国では、この京都議定書を受け、省エネルギー対策強化策の一つとして、“エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネルギー法)”の改正案が1998年5月に成立した。本改正省エネルギー法では、例えば特定建築物 2000 m² 以上の新設建築物、あるいは改装建築物)の照明設備の消費エネルギーの判断基準を 10~20% 強化することなどが義務づけられている。

現在の建築物の制御システムは、残念ながら、各機能(空調システムや照明システムなど)ごとに、独立に、言い換えれば縦割り状に構築運用され、それぞれが、独自 (Proprietary) の通信プロトコルを用いて制御情報の交換を行っている。ファシリティに導入される機器(センサノードや制御モジュールを含む)が、オープンで共通仕様に準拠していることは、装置の製造会社間での健全な競争に伴うコストダウン、製造会社に依存しない機器のメンテナンス性の確保など、ビルシステムのライフサイクルにわたる低コスト化と安全性向上に大きく寄与するものである。

このような観測制御システムは、単独のファシリティに閉じて独立に運用される形態から、急速のそれらが相互に接続され、より高度な計測制御システムへと進化しなければならない。環境情報がインターネット化され、それぞれのファシリティ運用主体は、これらの環境情報を用いて、

所有するファシリティの最適化を行うとともに、ファシリティ間での情報の相互交換/共有による、より高度な効率化へと向かわなければならない。“環境情報のインターネット化”，すなわち、ユビキタスに存在する環境情報センサが生成する環境情報が、自由に流通し、加工され共有/再利用される環境を構築し、この環境情報を用いたファシリティの最適化と効率化を推進しなければならない。このような活動は、各企業活動における利益になるばかりでなく、地球環境の保全という意味での貢献が期待されるものであり、我が国以外の地域における積極的な取組みを援助・推進することは、我が国の地球に対する責任でもあるといえる。

IPv6 普及高度化推進協議会では、ファシリティネットワークワーキング分科会(2004年6月にビルディングオートメーション分科会から名称変更)を2003年1月に発足させ、次世代インターネット基盤プロトコルであるIPv6技術を用いたファシリティネットワークのIP化、オープン化、さらに、マルチベンダー化に向けた調査研究とその普及を推進する活動を開始した。電気設備学会、BAS標準インターフェース仕様推進拡張委員会、LonMark協議会など、関連する組織との協力をしながら活動を展開している。本分科会の活動の趣旨は以下の4点である。

- 1) IPv6ネットワークを活用したビルシステムのオープン、マルチベンダー化によるビルのライフサイクルコスト(LCC: Life Cycle Cost)の低減に貢献する。
- 2) センサ、アクチュエータ、コントローラなどのビルシステム用機器が、ネットワークに接続することで自律的なデジタル通信環境が提供され、システムとして、安全に協調動作可能となるための(Secured)Place & Play 環境を実現する。なお、提案するシステムは、現システムからの移行が、十分低コストで、かつ安全に実現可能なシステム環境を実現する。
- 3) 上記のシステム仕様を標準化し、国際標準として提案する。なお、提案する仕様は、Lonworks および BACnet に対抗するものではなく、むしろ、Lonworks および BACnet の後継となるべきシステム仕様としての検討を行い、LonMark 協会および ASHRAE(BACnet)への提案を目標とするものである。
- 4) さらに、多くのビルや施設がインターネットでつながっていく都市や地域におけるエリアマネジメントシステムの構築を目指す。

すでに、IPv6 技術を BACnet のシステムに適用して構築されたビルシステムが、8月末時点で10例以上に上っているとの報告が行われている。また、Lonworks の IPv6 化も精力的に進められているようである。ファシリティネットワークワーキング分科会では、2004年11月に東京で開催



図-1 相互接続デモンストレーションの概念図

された Global IP Business Exchange, および、2005年6月に幕張で開催された NetWorld + Interop 東京 2005 において、マルチベンダー環境での、IPv6 技術を用いた BACnet システムと Lonworks システムのマルチベンダー環境での相互接続運用のデモンストレーションを行った。特に、NetWorld + Interop 東京 2005 においては、会場外のファシリティをインターネットにより遠隔接続し、幕張の会場から遠隔監視ならびに遠隔操作をデモンストレーションを行うことに成功した。

3. Live E! : 環境情報のインターネット化に向けて

3.1 Live E!プロジェクトの活動趣旨

2005年5月、IPv6 普及高度化推進協議会と WIDE (Widely Integrated Distributed Environment) プロジェクトが主体となって、Live E!プロジェクト(<http://www.live.e.org/>)を発足させた。以下の四つが本プロジェクトの趣旨である。

- 1) みんなが、いろいろな地球環境に関するデジタルデータを持ちよって、自由に利用できるような情報基盤/情報環境をつくり出そう。小さなデータを集めて大きな力にしよう。
- 2) 地球環境情報の生成と利用に、各人が責任を感じ貢献をしよう。
- 3) “生”データへの所有権は、公共サービス(Public Service)のために忘れよう。データを自由に利用してもらおう。
- 4) みんなで、若い世代への理科/科学への関心を高めよう。

具体的には、個人や組織により設置運営される“デジタル百葉箱”などが自律的に生成・取得する、気象情報や都市活動に関する情報など、広義の地球(Earth)に関する生きた(Live)環境(Environment)情報が自由に流通し共有される電子(Electronics)情報基盤を形成発展させ、自律的で自由な環境情報の利用法、安心安全で効率性の高い活動

空間(=環境)の創造を目指す。地球温暖化対応のような環境保護対策での利用はもちろんのこと、教育、公共サービス、ビジネスアプリケーションなどの分野での自由で自律的な利用法について、積極的な働きかけを促進することを目的としている。

本プロジェクトでは、以下の三つの分野における、環境情報の利用を推進する予定である。

- 1) 教育プログラム：気象情報をはじめとする環境情報は、物理学関連の教育材料としての利用価値が大きい。初等教育から高等教育まで多様な利用が期待される。
- 2) 公共サービス：広域災害の発生時における環境情報の提供は、災害状況の正確な把握と対処法の判断にとって有用となる。また、より詳細で多量の環境情報は、例えば都市部におけるヒートアイランド現象の把握と分析など、さまざまな環境状態の分析や解析および対策の検討材料として利用可能であろう。あるいは、環境情報を公開することによって、人々や企業の日常生活において有用な情報となることも期待される。
- 3) ビジネス利用：環境情報を加工して有益な情報を顧客に提供するビジネスや、環境情報を用いて所有するファシリティの最適運用を行うなど、多量のデータを利用した精度の高い情報の提供や高度な効率化などが実現される可能性がある。例えば、電力供給会社では、気象情報を用いて、ファシリティの電力消費量を制御することで、必要となる電力供給設備の最適化の可能性も考えられよう。

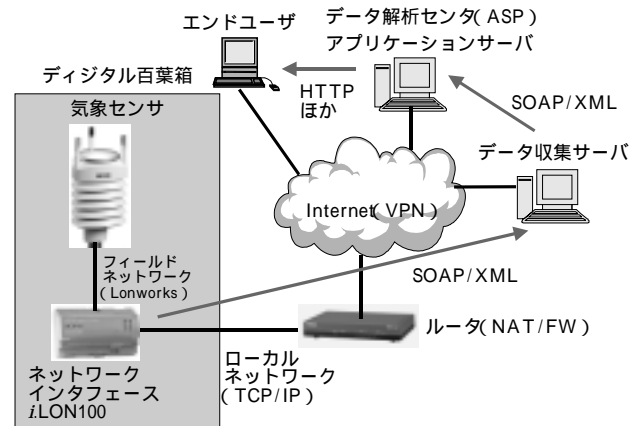


図-2 デジタル百葉箱システム構成図

3.2 デジタル百葉箱を用いた気象情報共有システム

Live E!プロジェクトにご賛同いただいた企業、大学、あるいは個人の方々からの機材のご提供と運用へのご協力により、2005年9月末現在で、すでに50式以上のデジタル百葉箱が設置され、これらがインターネット接続されている。各デジタル百葉箱には、インターネットに接続された世界中の計算機からアクセスすることが可能である。現在のシステムは、データ構造やディレクトリシステム、あるいは認証機能やデータの暗号化あるいはプライバシーにかかわるセキュリティアーキテクチャの研究開発と実証実験を通じた技術検証ならびにシステム検証の段階にあり、インターネットからの自由なアクセスは制限している。しかし、システムの研究開発と技術ならびにシステムの検証後には、インターネットからの自由なアクセス(セキュリティ機能を導入したうえで)を実現させる予定である。

WIDEプロジェクトにおけるインターネット“デジタル

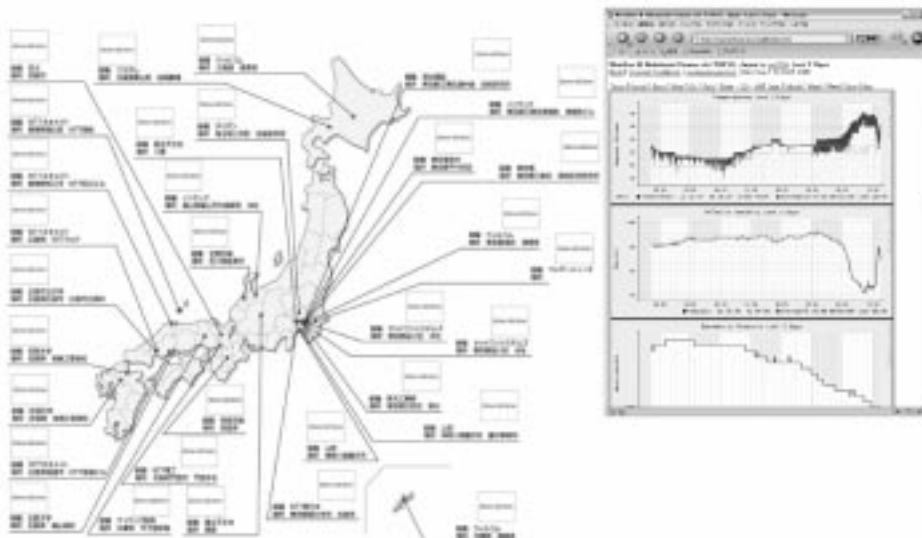
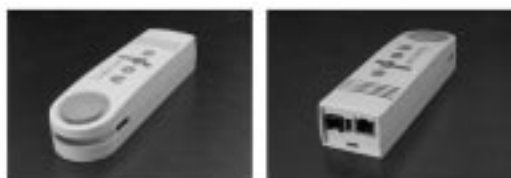


図-3 Live E!システムの概要(2005年9月末時点)



図-4 Live E!ユーザーアプリケーションの一例



IPv6 enabled Dual Stack マイクロノード
外部 I/F : 10 BASE T x 1, RS 232 C x 1 (メンテナンスポート)

図-5 IPv6 温度センサ

「デジタル百葉箱」の概念とその利用法を探る先駆的な研究開発活動は、2001年のNetWorld+Interop東京に、電機メーカーの共同研究の活動の成果として行った、IPv6の通信機能を組み込んだ温度センサノードであるIPv6対応温度センサを用いたデモンストレーションにさかのぼる。100個を超える温度センサノードを幕張の国際展示場に分散配置し、会場の温度分布をリアルタイムにインターネット経由で観測するシステムを動態展示した。

現在のシステムは、地上に固定設置した気象センサノードを対象としているが、地上のみならず、海上や空中を移動する乗り物などに搭載された気象センサノード(あるいは、これから持つ気象情報)も、Live E!システムの中の気象センサノードとして取り込む予定である。WIDEプロジェクトでは、InternetCARプロジェクトにおいて、自動車の持つ種々の環境に関する情報を収集・加工する活動を過去に推進してきており、この活動の成果との融合も、今後の活動の大きな方向性の一つである。

おわりに

インターネット技術は、通信メディアに依存せずにデジタル情報が流通可能な基盤を構築することができた。ユビキタスインターネットにおいては、さらに、我々の活動環境の効率化と高機能化に寄与することができる「環境情報」が自由に流通・利用されるような「環境情報のインターネット化」を推進しなければならない。気象センサを含

む、種々のセンサが生成する環境情報は、非常に貴重なものであり、我々の生活活動環境の改善や保全のために、共有可能なものは、可能な限り共有されるべきものである。個別のセンサ技術の研究開発のみならず、環境情報の正規化や標準化、あるいはネットワーク化に向けた検索技術、認証技術、権限管理技術など、環境情報のインターネット化に向けた研究開発を推進するとともに、これを利用したアプリケーションの研究開発を推進する必要があると考える。

謝 辞

Live E!プロジェクトの推進にあたり、機材提供ならびに運用にご協力いただきました各社、各組織、ならびに個人の方々に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Lawrence Lessig : コモンズ(2003 1), 翔泳社
- 2) IPv6 普及高度化推進協議会 : <http://www.v6pc.jp/>
- 3) IPv6 普及高度化推進協議会ファシリティネットワークング分科会 : <http://www.v6pc.jp/jp/wg/fnSWG/index.html>
- 4) WIDE プロジェクト : <http://www.wide.ad.jp/>
- 5) Live E!プロジェクト : http://www.live_e.org/

(2005/11/21 原稿受理)

Digital Weather Information Sharing Using Internet Weather Stations

Hiroshi Esaki^{*1}

Hideki Sunahara^{*2}

Synopsis Digital weather node is going to be connected to the computer network using the Internet technology, while achieving the cost down of equipments and the development of good data analyzing tools. Especially in Japan, we have achieved a broadband Internet environment and are going to establish a ubiquitous networking environment. With this broadband and ubiquitous networking, we can connect the digital weather nodes to the Internet to share the digital information generated by these weather nodes. This paper discusses the social impact of Internet connected digital weather nodes and it's technical requirements, while describing the overview of Live E! Project that is distributed digital weather nodes on the globe.

(Received November 21, 2005)

^{*1} Graduate School of Information Science and Tech-

nology, The University of Tokyo

*2 Information Technology Center, Nara Institute of Science and Technology



江崎 浩 えさきひろし

昭和38年生まれ/出身地 福岡県/最終学歴 九州大学大学院工学系研究科電子工学専攻修士課程修了/専門 インターネット工学/学位 博士(工学)
主な業績 WIDEプロジェクトボードメンバー, MPLS JAPAN 代表, IPv6 普及・高度化推進協議会専務理事, JPNIC 理事ほか/主な表彰 総務大臣表敬(グループ受賞)2004ほか多数/主な著書 インターネット用語辞典ほか多数



砂原秀樹 すなはらひでき

昭和35年生まれ/出身地 兵庫県/最終学歴 慶應義塾大学大学院理工学系研究科博士課程/専門 オペレーティングシステム, インターネット/学位 博士(理工学)

SHASE-S (スタンダード) 空気調和・衛生工学会規格

SHASE-S 007-2000 メカニカル形変位吸収管継手

主要目次

- | | |
|----------|---------------|
| 1. 適用範囲 | 9. 材料 |
| 2. 引用規格 | 10. 試験方法 |
| 3. 定義 | 11. 検査方法 |
| 4. 種類 | 12. 包装 |
| 5. 性能 | 13. 表示 |
| 6. 構造 | 14. 取扱い上の注意事項 |
| 7. 形状・寸法 | |
| 8. 外観 | 付属書1(参考) |

A4判29頁 定価1,817円 会員価格1,638円 送料350円(消費税込)

ご注文は、下記にご記入のうえ、FAX 03-3363-8266(空気調和・衛生工学会)にてお申し込みください。

| | | | | | |
|-------------|------|-----|------|------------------|---|
| 配 送 先 | 会社名 | 部署名 | 担当者名 | 注 文 部 数 | 冊 |
| | 住所 〒 | TEL | FAX | | |