

4. インターネット技術を用いたオープン環境・省エネ対策

江崎 浩[†]

キーワード ● インターネット, Live E!, グリーン東大, 環境, 省エネ

1. ま え が き

環境・エネルギー対策は、すでに、地球上の人類すべてが協力して解決しなければならない最重要課題の一つとして認識されており、「グリーンIT」の推進は情報通信学の地球と人類への貢献であり責任である。グリーンITの効果的な実現には、地球全体を覆うセンサネットワークの構築と、通信用語ではあるがセンサノードやアクチュエータノードをはじめとしたすべてのデジタル機器の協調動作が実現されなければならない。さらに、これらの動作は、中央集管的に管理制御することは不可能であり、また、ローカルおよびグローバル規模での自律分散的な協調動作環境が構築・管理・運用され、持続的 (Sustainable) な進化 (InnovationとRevolution) を実現するに資する基盤を前提としなければならない。すなわち、これは、インターネットアーキテクチャの再展開・再起動と捉えることができる。

インターネット (Internet) アーキテクチャは、ルータやスイッチから構成される現在の "Internet" アーキテクチャを意味するのではなく、End-to-end Principleにしたがって構成されるシステムアーキテクチャを意味する。自律的に構築・管理・運用されるローカルなデジタルネットワークが相互接続し、その基盤上に生成されるデジタル情報を自由にかつ自律的に伝送・共有・加工可能な情報環境空間を構築するために、ローカルなデジタルネットワークの相互接続を可能にするアーキテクチャがインターネットアーキテクチャ (Internet Architecture) である。すなわち、自律/自立と協調/協生がインターネットアーキテクチャであり、それがゆえに、持続性と自己変革能力を持つことができている。このような構造と特性を持ったシステムの構築なしには、効果的な環境・エネルギー対策は実現不可能であり、その持続性を期待することは難しい。

「グリーンIT」には、大きく「ITの省エネ」と、「ITによる省エネ」の二つがある。本稿では、後者の「ITによる省エ

ネ」, 特に「ICTによる省エネ」を扱っている。「ICTによる省エネ」の実現には、すべてのデジタル機器のオープン化とスケールフリーな情報の流通・共有・検索技術が確立されなければならない。

本稿では、「ICTによるグリーンIT」に資する二つのプロジェクト (Live E! プロジェクト¹⁾ とグリーン東大工学部プロジェクト²⁾) の概要と今後の具体的な展開を展望する。

2. Live E! プロジェクト²⁾

2005年5月, IPv6普及高度化推進協議会³⁾ とWIDEプロジェクト⁴⁾ が主体となって発足させたプロジェクトである。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寄って、自由に利用できるような情報基盤/情報環境を作り出そう。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、若い世代の理科/科学への関心を高めよう。

Live E! 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している。

- (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。すでに、広島市立工業高校では、広島大学および広島市立大学による技術支援のもと、高校生による創造的アプリケーションの教育的研究開発活動が継続的に推進されている。
- (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。すなわち、Proactiveな防災、Reactiveな減災の両面において、その有効性が期待される。岡山県倉敷市において、異常気象や集中豪雨に対する防災・減災への応用を目的とした、イン

[†] 東京大学 大学院 情報理工学系研究科

"Open Energy Saving and Environmental Measure using Internet Technology" by Hiroshi Ezaki (Professor, Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, Tokyo)

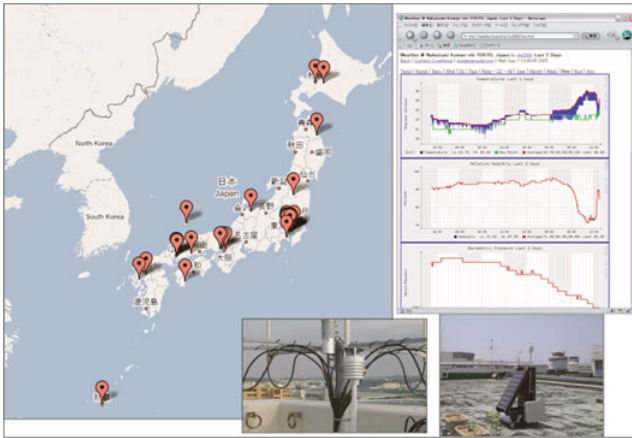


図1 Live E!センサノード国内展開

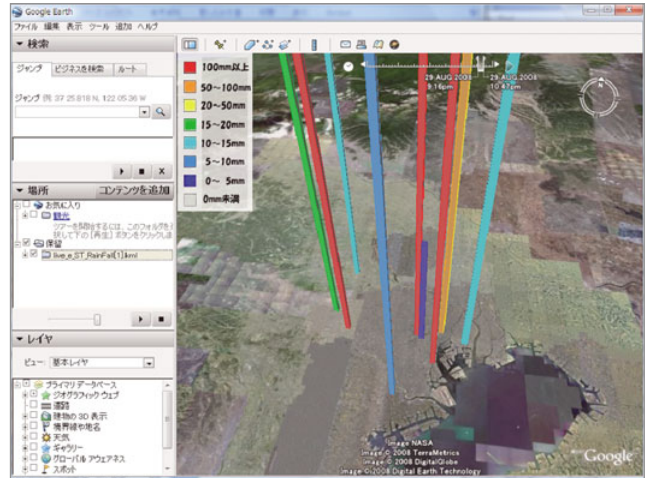


図3 2008年8月29日関東地区でのゲリラ豪雨の表示例



図2 Live E!センサノードアジア展開

ターネット百葉箱の設置と運用を行った。

- (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。また、タクシーやバスが生成する種々の気象情報や動作情報を用いたシステム運用の効率化などの取組みも展開されている。

Live E!プロジェクトに参加する企業、大学、あるいは個人によって、2008年9月末現在で、すでに200式以上のインターネット百葉箱が国内外に設置されており、フィリピンやタイなどアジア諸国やフランスなど世界18カ国に展開されているも推進されている。多数のデジタルセンサを地球上に配置し、デジタルセンサから得られるデータの集約、公開や流通を図り、さまざまな形で社会に貢献することを目標としている。同時に、個人や組織が個々にセン

サを設置し、閉鎖的に利用しているセンサ情報を共有し、社会全体で環境情報を共有することを目的としている。活動初期は、おもに気象センサ(温度、湿度、気圧、風向、風速、降水量の測定機能をもつセンサユニット)を設置・展開してきたが、最近では、気象や環境を測定するセンサだけではなく、画像や動画センサの設置を行い、センサ情報の多様化も同時に推進している。さらに、WIDEプロジェクトがこれまで推進してきたInternetCAR(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)プロジェクトとのシステムならびに技術の融合も、すでに一部実現している。すなわち、移動しない設置型のセンサノードと、自動車のような「動く」センサノードの融合も推進している。

Live E!プロジェクトにおいては、気象データの収集・検索基盤を確立整備し、その基盤を用いたデータ分析技術とその表示技術の研究開発が並行して推進されている。表示方法と表示技術は、収集されたデータが情報へと変化し、さらに、人と社会に有機的にかつ効果的に利用されるために大きな貢献を果たす。

3. グリーン東大工学部プロジェクト³⁾

3.1 プロジェクトの趣旨

本プロジェクトでは、世界最高レベルのコストパフォーマンスと技術レベルを誇る、ブロードバンドとデジタルの基盤を最大限効果的に活用した最先端のシステムモデルを構築し、技術評価と確立を行うことを目的としている。

実証実験フィールドが存在する東京大学本郷キャンパスは、二酸化炭素(CO₂) 負荷が東京都内の全事業所の中で最大であり、その中心部に位置する工学部新2号館を実フィールドとして、プロジェクトを展開している。

本郷キャンパス工学部2号館で稼動している空調、照明、昇降、その他の供給処理設備は、そのまま大都市での高エネルギー消費源としてとらえることが可能であり、関連する企業の研究開発成果の結集と、マルチベンダかつマルチ



ファンクションによる実証モデル構築の取組みを推進する。

とりわけ、ファシリティマネジメントシステムの分野で、設備毎の垂直型連携と、施設やそれらが連携した都市や地域による水平型連携のマトリクス構造として整理することによって、全体像を俯瞰する研究は、協調型の都市経営あるいは地域経営の手法の実現と、新たな付加価値を生み出すビジネスの育成の両方を関係づけて研究することを目指している。

本プロジェクトは、以上のような目的と可能性を実現するための端緒となり、世界の大都市で必要とされる環境管理サービスという新たな産業領域をわが国の国際競争力発揮の機軸とするべく、東京を育成土壌として新たなビジネス群を振興するとともに、不動産や建築土木、その他製造等の既存産業の高度化を促し、それらの担い手となっている個別企業の価値を高めていくことを目指す。

3.2 研究開発計画の概要

東京大学工学部2号館(2005年竣工地上12階総合研究教育棟)を用いて、総合的で先進的なファシリティマネジメントシステム技術の検証と評価、さらに、運用技術の確立を目指すとともに、本実証実験フィールドでの成果を、他の大学組織への横展開と、公共施設等への縦展開に資する研究開発成果を目指す。

以下に、本共同研究コンソーシアムにおける研究開発計画の概要を述べる。

(1) ファシリティマネジメントシステムの稼働実態の正確な計測と解析

(a) マルチベンダ、マルチサブシステム環境での統合的データ収集技術の確立

これまでの、FNICコンソーシアム⁵⁾における研究開発活動の成果を導入展開し、複数のマルチベンダからなるサブシステム間での、計測・制御データの相互乗り入れ環境の構築に必要な技術仕様の策定と実システムにおける導入と、その動作検証を行う。サブシステム間での統合的な計測・制御データの相互乗り入れに必要な技術仕様は、関連する技術標準化機関への提案などを行い、その普及と標準化を推進する。

このような、マルチベンダ環境でのファシリティマネジメントの実現に資する技術の確立は、サステナブルなファシリティシステムの実現を可能にする。すなわち、継続的な先進技術の導入と、複数技術の共存(システムのAvailability性の向上)を可能なものにし、ファシリティシステムの継続的進化と稼働信頼性の向上の実現に資する。

(b) 大学における総合教育研究棟におけるデータ収集指針の確立

大学等の教育研究施設(ならびに公共設備)における、環境対策や省エネ対策に利用可能な、ファ

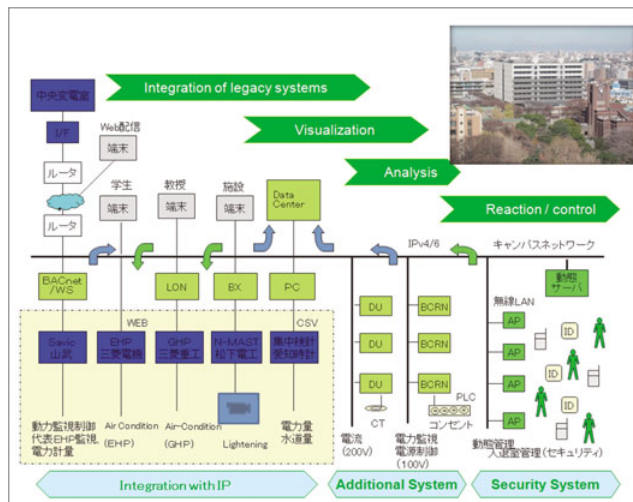


図4 システムの概要図



図5 電力使用量リアルタイムモニタシステム

シリティ(ビルそのものだけではなく、その中で稼働する実験装置などを含む)の計測と制御に対する指針は、残念ながら存在しない。

(2) 計測データの解析・表示による効果の検証

計測データの解析結果を、ファシリティの運用者および利用者に表示ならびにフィードバックすることで、利用者の活動形態が改善され、活動の効率化や省エネが実現されることが広く知られている。今回取組む、大学における総合教育研究棟は、利用者の統制が容易ではない典型的な事例であり、解析されたデータの表示方法・通知方法の研究開発とその効果の検証は、これまで、ほとんど取組まれた実績がない。

(3) 先進的制御技術・制御システムの導入と効果の検証

計測・解析したデータをもとに、ファシリティの管理・制御を行わなければならない。データの測定に関して、どのような測定システムならびに測定技術が、このような環境に効果的であるのか。どのように、既設のファシリティに、付加的な測定装置を設置し運用するのか、また、どのような測定データならびに測定

装置が、効果的な管理制御に資するのか。

3.3 研究開発計画の推進体制

ファシリティの設計、構築、運用、管理ならびに制御に関係するステークホルダからなる、共同研究開発コンソーシアムを形成した。すなわち、ICT機器のベンダ、建築会社、総合電機会社、情報家電会社、セキュリティサービス会社、ビル管理会社、さらに、ファシリティのデベロッパ会社など、川上から川下まで、関連する企業が研究開発の情報を共有し、マルチベンダ環境で動作可能な、ファシリティシステムの研究開発を推進する。

以下の企業が、発起人組織となっている。

朝日放送、インターネット総合研究所、エシユロンジャパン、シムックス、ダイダ、ディーエスアイ、T&Y松本コーポレーション、東芝、日本アジルテック、日本電気、日立製作所、松下電工、三菱総合研究所、山武、ユビテック、横河電機、富士通、NTTファシリティーズ、グリーンIT推進協議会、電気設備学会、ECHONETコンソーシアム、FNICコンソーシアム、Lon Mark Japan、IPv6普及高度化推進協議会、WIDEプロジェクト、慶應義塾大学、東京大学。

3.4 今後の展開

本プロジェクトの成果は、東京大学本郷キャンパス工学部2号館における省エネ対策を実現する技術の研究開発のみではなく、他学への展開、教育・研究設備への展開、自治体を含む公共設備への展開に資する技術仕様の策定と普及を国内のみならず国外に展開することを計画している。

さらに、本プロジェクトを通じた知見は、新しいアプリケーションやビジネス領域の創成へと展開しようとしていることは注目に資するであろう。すなわち、新しい情報基盤の構築と提供によって、その本来の目的とは異なる創造的な展開が実現されようとしている。また、本プロジェクトの成果は、ファシリティにおける環境対策や省エネ対策に留まらず、積極的にファシリティシステムの構造設計や、これらが相互に作用して構築される都市空間の構造設計へと進化する可能性も持っている。ファシリティを構成するコンポーネントの協調動作を用いた最適化問題を解くのではなく(Reactiveな対策)、最適な運用を実現するコンポーネントの配置の最適化を行うProactiveな対策への進化と進展の推進が今後の方向性とならなければならない。

4. む す び

本稿では、インターネット技術・アーキテクチャを用いたオープン環境・省エネ対策に資する二つのプロジェクトの概要を解説した。多様なセンサが生成する地球環境や生活環境に関する情報を活用した分析や予測が、市民生活や

産業活動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「各種センサデバイス」等が生成する、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。両プロジェクトとも、データの収集・配信基盤の確立と整備と、データ処理によるデータの情報化とその適切で効果的な表示方法が、その効果に大きな影響を与えることが、実証データ値(経済的にはROI(Return of Investment)値)とともに示されつつある。

上述のとおり、両プロジェクトの目的と今後の展開は、省エネに代表される環境対策ではなく、環境・エネルギー対策のための必然的に構築されるユビキタスデジタル情報空間を用いた、新しいアプリケーションと新産業の創成にある。すなわち、環境・エネルギー対策を「根」として、グローバルでユビキタスなオープンなデジタルセンサ・アクチュエータ情報空間が構成され、この情報空間から生成される情報が、無料で他の目的のために利用可能にすることができれば、これらの情報を用いたビジネスの創造コストは非常に低く抑えることができるために、豊かで旺盛な新ビジネスへの挑戦を可能とする。このような、情報空間は、インターネットそのものであり、グリーンITに資する。

最後に、『Live E! プロジェクト』ならびに『グリーン東大工学部プロジェクト』の発足に向けては、NiCT(情報通信研究機構) 殿やグリーンIT推進協議会殿をはじめとして、たくさんの方々のご助言とご支援をいただきましたことに、深く感謝と尊敬の意を表します。

(2008年11月18日受付)

〔文 献〕

- 1) Live E! Project, <http://www.live-e.org/>
- 2) グリーン東大工学部プロジェクト, <http://www.gutp.jp/>
- 3) IPv6普及高度化推進協議会, <http://www.v6pc.jp/>
- 4) WIDEプロジェクト, <http://www.wide.ad.jp/>
- 5) IPv6普及高度化推進協議会ファシリティネットワークワーキング分科会, <http://www.v6pc.jp/jp/wg/fnSWG/index.html>



江崎 浩 1987年、九州大学工学部電子工学科修士課程修了。同年、(株)東芝入社。1990年、米国ニュージャージー州ベルコア社。1994年、コロンビア大学客員研究員。1998年、東京大学大型計算機センター助教授。2001年、同大学大学院情報理工学系研究科助教授。2005年、同大学大学院同研究科教授となり、現在に至る。MPLS-JAPAN代表。IPv6普及・高度化推進協議会専務理事。JPNIC理事。ISOC理事。工学博士。