合	同	分	科	会		選	出
2008 年度 合同分科会 より							

システム技術分科会代表報告

グリーン東大工学部プロジェクト
ーICT を用いたグリーンキャンパスに向けた取り組みー

東京大学大学院情報工学系研究科

江崎 浩

サイエンティフィック・システム研究会
2008 年度合同分科会 会合資料

2008 年 10 月 23 日

[システム分科会代表報告]

グリーン東大工学部プロジェクト
−ICT を用いたグリーンキャンパスに向けた取り組み−

東京大学 大学院 情報理工学系研究科
教授 江崎 浩
hiroshi@wide.ad.jp

[アブストラクト]

地球環境問題は、全地球規模で取り組まなければならない課題であり、その実現には、ICT 技術が大きな貢献をしなければならない。ICT 技術を用いたセンサーネットワークと制御ネットワークの統合的かつ総合的なシステムの構築なしには、単体の電子機器の省エネ化のみでは、我々が目標とすべき数値目標を実現することは困難といえる。我々は、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、省エネと環境対策を目的とした総合的で先進的なファシリティマネー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産学連携による協同研究開発コンソーシアムを組織化し、研究開発活動(『グリーン東大工学部』)を開始した。本実証実験フィールドでの成果は、他の大学組織への横展開と、公共施設等への縦展開、さらに都市設計・都市制御に資する研究開発成果を創出することを目指す。本報告では、これまでの ICT 技術を用いたファシリティマネージメントシステムの研究成果の概要を報告するとともに、『グリーン東大工学部プロジェクト』の活動の概要を報告する。

[キーワード]

TCP/IP、グリーン IT、環境、省エネ、ファシリティ

1. はじめに

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、COP3(気候変動枠組条約第 3 回締約国会議)で採択され 2005 年 2 月に発効した京都議定書による温暖化対策等の展開も含めて、今後の経済社会活動に対して多くの変革(Innovation)を要請している。

こうした中、インターネットへの接続性を高めた各種センサユニットが開発さ、その低コスト化とともに環境情報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、これらセンサ機器をインターネットに接続することを可能とし、自立的で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。さらに、これらの環境情報グローバルスケールに、しかも、ほぼ、リアルタイムに流通・加工・共有することが可能となりつつある。各種センサデバイスは、他のセンサデバイスとの組み合わせることにより、高度な機能の実現や新しい利用法の創造などが推進されることも期待される。

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ィ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言われている。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。(ディジタル)情報は、生成、収集、流通、加工、共有の 5 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、ICT 技術を用いた、地球環境保全に関する取り組みと貢献

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。

すなわち、今日の地球環境問題は先進国での大都市化がもたらした経済社会システムやライフスタイルに起因しており、今や BRICs を中心に途上国での大都市化が加わって問題は一層深刻となっている。この状況に対して、これまでは、主に衛星観測による全地球規模の巨視的データで分析していたために実効ある処方箋を示しきれずにいた。本来は、原因となっている大都市部やその影響地域におけるデータをミクロに取得して分析し、大都市社会の活動による消費と周辺自然環境による恩恵と、いわば需要と供給の概念で捉えて両者のバランスを計るための具体的な処方箋が求められている。

そこで、21 世紀に入って急速に普及したブロードバンドとデジタルデバイスによる技術連携が、特に、大都市部でその利用コストを十分に低減させ、稠密で高度なモニタリングを可能としている点に注目したい。デジタルデバイスが高度化した恩恵を、デバイス単体ではなくネットワークで繋げて組合せることによって、意味ある情報協調やエラー修正等を容易かつ適正に実現できるようになり、最適な実データ観測が可能である。加えて、インターネット社会が形成された事により、大都市に住む大多数の人々やコミュニティの連携も可能となっており、データを単なる数量やテキストから情報や智識にまで高めて共有する事により、人々やコミュニティが実際に協調し、環境問題への処方箋を個々に気付き、実践できる状況にある事も注目される。また、実践の成果は分かりやすく加工された情報となって還流し、さらに、人々の意識を高め、智識や協調が洗練されていく自律循環を生み出すことも可能である。

地球環境問題への取り組みとしては、産業部門から都市交通や家庭等の民生部門へと対策の重点が移っているが、組織的管理機能が強い企業等と違って、学校や一般家庭等の自由さと多様な価値観が入り混じる地域コミュニティでの対策はきわめて難しく最大の課題となっている。

2. グリーン東大工学部 プロジェクト

2.1 プロジェクトの意義

2007 年に注目されたテーマの一つに「グリーン IT」が挙げられるが、ここにはデータセンター等 IT 化による電力消費増大を抑えようという目的と、IT 活用によって地球環境問題を克服しようという目的とがある。本プロジェクトでは、まさしく、後者の可能性を追求し、東京のような先進国の大都市自らが、世界最高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ィ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、世界の大都市へと模範を示すべきであると考える。

一方、世界を代表する大都市東京において、東京大学 本郷キャンパスの CO^2 負荷が最大であるとの調査結果が発表されており、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た実証モデル構築は絶好のケーススタディとなる。

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、マルチベンダーかつマルチファンクションによる実証モデル構築の取り組みを推進する。

とりわけ、ファシリティマネー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事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ができる点で、実利と貢献度の極めて高い学術領域としても注目されるであろう。

また、モニタリングから始まって、プランニング、オペレイティングといった各連携制御機能がブロードバンドとディジタルの基盤によってオープンシステムとして実現される際には、これまでのような効率化のための IT ではなく、付加価値を生み出す IT として全く新しいビジネス振興が図られ、環境問題への取り組みとしての注目度の高さから、新たな民間投資を誘発する可能性も高い。

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事を目指す。

2.2 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ー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) ファシリティマネージメントシステムの稼動実態の性格な計測と解析

(a) マルチベンダー、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

第一に、これまでの、省エネルギー対策に代表されるビルシステムなどのファシリティシステムにおける管理制御システムは、複数のサブシステムから構成され、それらのサブシステムはベンダーごとに定義された独自の技術仕様に基づいたものが多く、サブシステム間でのデータの相互可用性の確保が容易ではなく、実運用においては、これら複数のサブシステム間での協調した管理制御は、ほとんど行われることがなかった。サブシステムとは、具体的には、空調システム、照明システム、セキュリティーシステム、電源供給システムなどである。すなわち、これまでの、FNIC コンソーシアム[3]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ー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。

第二に、既に竣工しているファシリティに対して、システムの稼働実態の正確で実践的な計測を可能とするための、測定技術と解析技術の確立を行う。既存システムへの計測装置の導入は、容易ではない。本研究活動を通して、実践的でコストエフェクティブな、付加的装置導入や既存装置の利用による、既竣工ファシリティに対するシステムの稼働実態に関する計測・解析技術を確立する。

このような、マルチベンダー環境でのファシリティマネージメントの実現に資する技術の確立は、サステイ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。

本活動では、大学において実稼働中の総合教育研究棟を用いたデータの収集・解析活動であり、これを通じて、大学等の教育研究施設における、その稼働状態の把握に必要なデータ収集指針を検討し、その効果を検証する。その性質上、大学等における研究教育施設すべてに同様のデータ収集指針をそのまま適用することは不可能であると考えられるが、同様の研究教育施設への横展開に際して、重要で有用な知見を提供することができると考えられる。特に、実験研究設備の稼働状況の計測と解析結果の提示のための要素技術と運用技術の確立は、これまで、ほとんど取り組まれてこなかったものである。

(2) 計測データの解析・表示による効果の検証

既に、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知られている。しかしながら、既存の実績の多くは、工場や事業所などユーザへの統制が比較的容易な場合である。

今回取り組む、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、ほとんど取り組まれた実績がない。また、同様の教育研究施設は、決して少なくなく、また、その電力消費量も少なくない。すなわち、一見特殊なファシリティにおける効果の検証を行う実証実験に見えるが、事実上の社会に対する影響の大きさは決して小さくない。

(3) 先進的制御技術・制御システムの導入とその効果の検証

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も、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。各サブシステム間での連携動作を前提にした場合に、どのような測定データが、効果的なのか。例えば、講義室や会議室のオンライン予約システムと、空調システム・照明システム・セキュリティーシステムの連携による管理制御などは、その典型的な例としてあげられよう。また、RF-ID タグなどを用いた、利用者の位置情報の取得も、すでに、導入可能な状況であり、その効果の大きさと対費用効果の評価も行うことが可能であろう。

すなわち、稼働状態の測定は、既存設備に対するものだけではなく、ファシリティの中で活動する

人をも含むことが可能であるし、人を含んだ、統合的ファシリティシステムの管理制御技術の研究開発を行い、その効果を実環境において数値的に検証することを目指す。

個々の機器の限界を越えるには、利用者主体の視点から見直しをしなければならない。ファシリティにおける設備管理を機器の管理からそこを利用する者たちの活動状況に合わせたものにしていく柔軟性を持たせたものにしていく必要がある。個別機器の限界とは、機器の効率性という視点からの話であって利用者の活動に合わせるということは、利用者にとっての有効性という視点になる。すなわち、効率性から有効性への視点の変換を意味する。有効性という価値観から、ファシリティにおける設備管理を見直しそれらを実現しようとすると、現状の機器個別の技術に対して情報を付加していくことが必要となる。また、個々の利用形態は常に変化をしていくことに対して柔軟性を持たせるためには、利用形態の変化をデータとして取得し情報化していきながら迅速な情報伝達が求められる。

以上のような、研究開発活動を通して、マルチベンダー環境ならびにマルチサブシステム環境における、統合的エリアマネージメントシステムの管理制御技術を研究開発し、その運用技術の確立を目指す。本活動の成果は、省エネおよび環境対策という視点でとらえれば、大規模キャンパスおよびメトロポリタンにおける「人」を中心に据えた、いわば、「エネルギーサプライドチェーン管理制御システム」の構築に資する活動であると位置づけられよう。

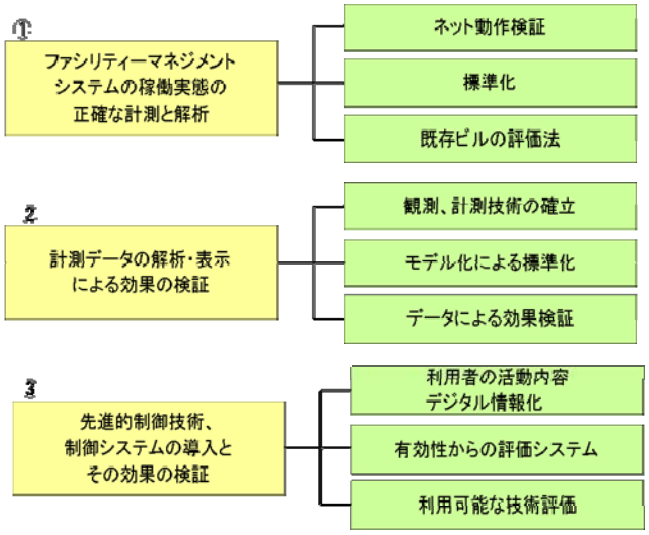


図 1. グリーン東大工学部プロジェクト活動概要

2.3 研究開発計画の体制

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する。すなわち、ICT 機器のベンダー、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、マルチベンダー環境で動作可能な、ファシリティシステムの研究開発を推進する。

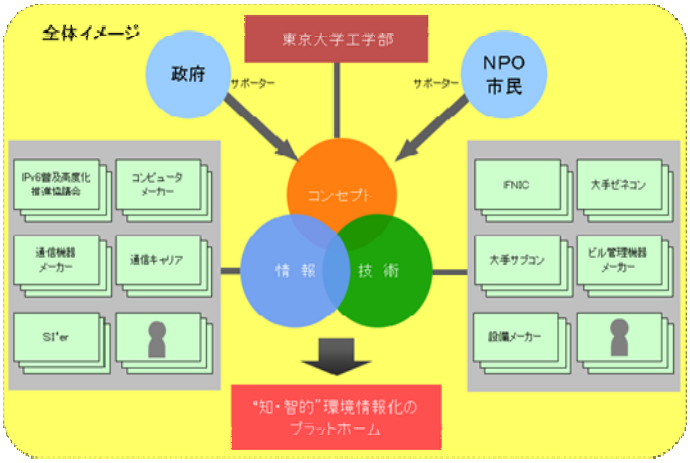


図 2. グリーン東大工学部 コンソーシアムの構造

本プロジェクトの発足に向けた趣意書は、
http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/hiroshi/files/GreenUT/index.html に オンライン化されており、以下の企業が、発起人組織となっている。

朝日放送(株)、(株)インターネット総合研究所、エシュロンジャパン(株)、シムックス(株)、ダイダン(株)、(株)ディーエスアイ、T&Y 松本コーポレーション、(株)東芝、(株)日本アジルテック、日本電気(株)、(株)日立製作所、松下電工(株)、(株)三菱総合研究所、(株)山武、(株)ユビテック、横河電機(株)、富士通(株)、(株)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。

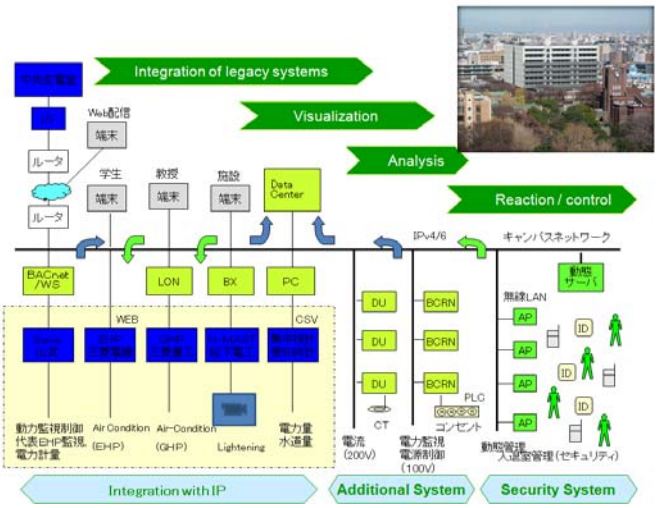


図 3. システム概要図

図 4. 電力使用量リアルタイムモニタシステム

3. 関連する研究開発活動

3.1 ファシリティネットワーク相互接続コンソーシアム(FNIC)

FNIC(2006 年 4 月設立)[3]は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している。電気設備学会、LonMark 協議会など、関連する組織と協力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 技術を活用したビルシステムのオープン化と、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、コントローラ等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ィ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。
3. 前述した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繋がっていく都市や地域におけるエリアマネージメントシステムの構築を目指す。

3.2 Live E! プロジェクト[1]

2005 年 5 月、IPv6 普及高度化推進協議会[2]と WIDE 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 4 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ィ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。

本プロジェクトでは、以下の 3 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り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 3 月末現在で、既に 150 式以上のインターネット百葉箱が設置されており、フィリピンやタイなどアジア諸国やフランスへの展開も推進され、各組織が協調しながらシステムの運用を行っている。多数のディジタルセンサを地球上に配置し、ディ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、様々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 プロジェクト(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)とのシステム

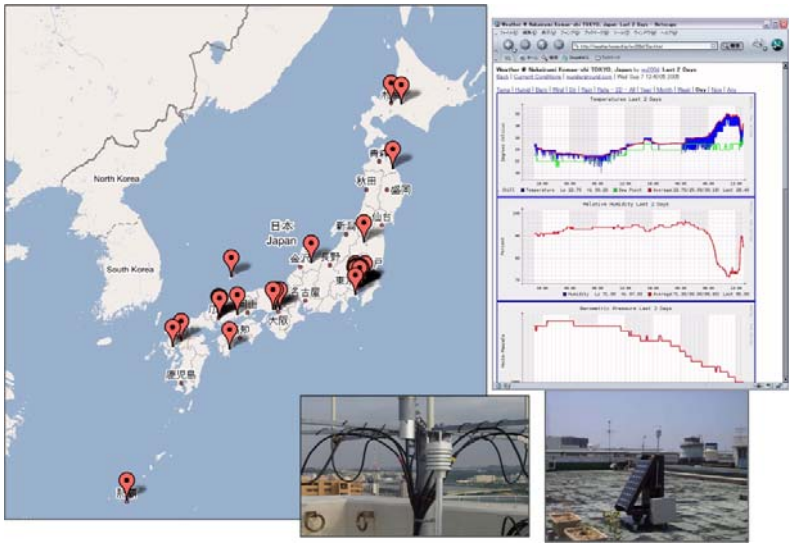


図 5. Live E! センサノード国内展開

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。

図 6. Live E! センサノードアジア展開

4. むすび

本稿では、東京大学 工学部 2 号館を用いて、省エネと環境対策を目的とした総合的で先進的なファシリティマネー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、産学連携による協同研究開発コンソーシアム『グリーン東大工学部』の概要を紹介した。本活動は、マルステークホルダによる総合的で実践的な研究開発活動を産学連携で推進するものである。これまでの、Live E!プロジェクトや FNIC 協議会での研究開発の成果をさらに発展させ、実証実験を通じた実フィールドへの展開に資する研究開発を推進したい。

謝辞:

『グリーン東大工学部』の発足に向けては、たくさんの関係者の方々からのご助言とご支援をいただきましたことに、深く感謝の意を表します。また、グリーン IT 推進協議会殿からは、グリーン IT 推進協議会のプロジェクトの一つとしても、本プロジェクトを位置づけていただいたことも、本プロジェクトの推進に大きな意味を持っており、ここに感謝と尊敬の意を表します。

参照サイト:

[1] Live E! Project, http://www.live-e.org/
[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キング分科会, http://www.v6pc.jp/jp/wg/fnSWG/index.html
[4] グリーン東大工学部プロジェクト, http://www.v6pc.jp/jp/ut2eco/

『グリーン東大工学部プロジェクト』

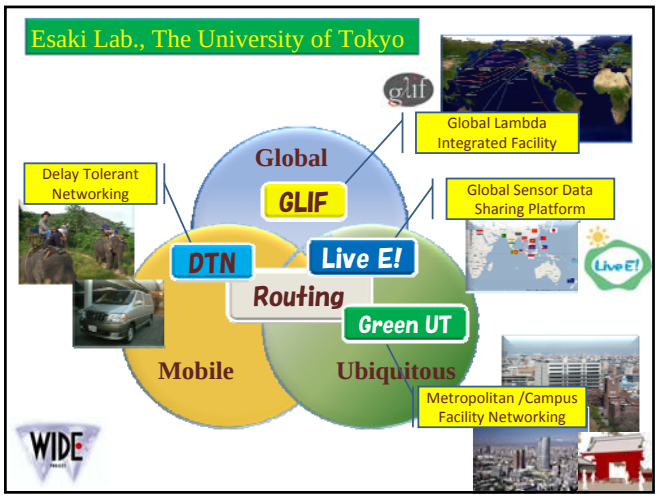
～ ICTを用いたグリーンキャンパス計画～

『情報』を用いた『知/智的』環境対策 環境の構築
『させられる環境対策 から やりたくなる環境対策へ』

東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授
WIDEプロジェクト ボードメンバー
ISOC理事
江崎 浩（Hiroshi ESAKI)

『グリーン東大工学部プロジェクト』
～ ICTを 計画～
『情報』を 環境の構築
『させられる環境対策へ』
東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授
WIDEプロジェクト ボードメンバー
ISOC理事
江崎 浩（Hiroshi ESAKI)

GOOD DESIGN 2008
2008年度グッドデザイン賞



グリーン東大工学部プロジェクトのゴール

- 表向きのゴール：
  - 工学部2号館を用いた省エネ技術の研究開発
  - ファシリティーのオープン化と構造改革
- 本当のゴール：
  - ユビキタスディジタル情報インフラの構築
    - 環境情報の共有/加工/利用 (建物➔キャンパス➔地球)
  - "結果として"の「省エネ」
  - 新ビジネスの創造と展開
  - 「民(産学)」による推進 (「官」からの独立性)

Explore
to the new continent

Why we go to new continent ?

- Contribution of revenue by ICT industry in the GDP is less than 10%.
- More than 90% revenue in GDP is come from non-ICT industries.
- Almost all the companies, including non-ICT industries, depends on ICT technology on their corporate operation.
- How to use the ICT defines the marketing power and operating power of companies.

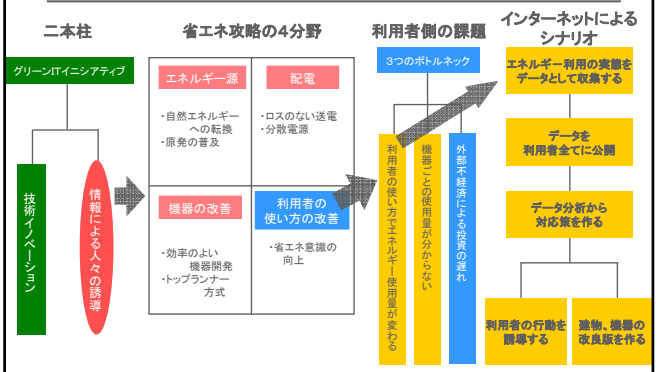
How to use the sensor network
e.g., saving energy in building system

- H
- P
- CO
  - 10

1. 省エネと環境対策は、既に、グローバル課題である。
2. 経済的な利益があれば、組織はやる気になる
3. これまで、独立に設計・構築運用されていたサブシステムの統合化, e.g.,空調、証明、IT

莫大な数のセンサと制御装置網。
誰も、IPのバージョンは気にしない。

グリーンITイニシアティブ



グリーン東大工学部 プロジェクト

- 本郷キャンパス 工学部(新) 2号館
  - 地上12階、地下1階の 総合研究教育棟
  - 2005年10月竣工、2006年3月実質稼動開始
  - 講義室、事務室、研究室、実験室 などが混在
  - 『省エネ』以上の 活動を展開
  - 共同研究開発コンソーシアムの形成
  - 新ビジネスの創成

発起人リスト

グリーン 東大工学部 プロジェクト
http://www.v6pc.jp/jp/ut2eco/

- 朝日放送株式会社
- IPv6普及高度化推進協議会
- エコーネットコンソーシアム
- エシェロン・ジャパン株式会社
- 株式会社インターネット総合研究所
- 株式会社NTTファシリティーズ
- 株式会社ディー・エス・アイ
- 株式会社東芝
- 株式会社日本アジルテック
- 株式会社日立製作所
- 株式会社三菱総合研究所
- 株式会社山武
- 株式会社ユビテック
- グリーンIT推進協議会
- 慶應義塾大学
- 国立大学法人 東京大学
- シムックス株式会社
- 社団法人電気設備学会
- ダイダン株式会社
- T&Y 松本コーポレーション
- 特定非営利活動法人LONMARK JAPAN
- 日本電気株式会社
- ファシリティ・ネットワーキング相互接続コンソーシアム
- 富士通 株式会社
- 松下電工株式会社
- 横河電機株式会社
- WIDEプロジェクト

(*) Also, as a project of グリーンIT推進協議会 Green IT Promotion Council

共同研究コンソーシアムの構成

- 主幹: 東京大学
- 協力組織
  - グリーンIT推進協議会、 グリーンIT推進協議会 Green IT Promotion Council
  - 東京都
- 参加企業:
  - 建物オーナー/デベロッパー
  - ゼネコン(e.g., 清水、大成、鹿島、竹中)
  - 設計事務所
  - システムインテグレータ
  - 機器ベンダー
  - NPO組織(学会,協議会,協会)

Participants

- アイビーテクノス 株式会社
- 松下電工 株式

Kicked-off on June 09, 2008

Participants

As of September 05, 2008

- アイビーテクノス 株式会社
- 株式会社インターネット総合研究所
- 株式会社 ウィルコム
- 株式会社 NTTファシリティーズ
- 鹿島建設 株式会社
- 清水建設株式会社
- CITRIX SYSTEMS JAPAN 株式会社
- シスコシステムズ合同会社
- シムックス 株式会社
- ダイダン 株式会社
- 株式会社 竹中工務店
- 株式会社 デジタル
- T&Y 松本コーポレーション
- 株式会社 ディー・エス・アイ
- 株式会社 東芝
- 株式会社 日本アジルテック
- 日本AMD株式会社
- 日本電気 株式会社
- 富士通 株式会社
- 松下電器産業 株式会社
- 松下電工 株式会社

- 株式会社 三菱総合研究所
- 三菱商事株式会社
- 八千代電設工業 株式会社
- 株式会社 山武
- 株式会社 ユビテック
- 横河電機 株式会社
- リコー株式会社
- 渡辺電機工業 株式会社

- LONMARK JAPAN
- 東京都環境科学研究所
- エコーネットコンソーシアム
- FNICコンソーシアム
- 社団法人電気学会
- 社団法人電気設備学会
- グリーンIT推進協議会
- WIDEプロジェクト
- IPv6普及高度化推進協議会
- 慶應義塾大学
- 名古屋大学
- 東京大学

背景と目的

1. “欠如”
   - **a. 大学・研究・教育組織**における環境意識、省エネ意識
   - b. データの**情報化**と**知識化**
   - **c. 協調動作**する環境対策システム
   - d. (専門家ですら) 環境対策効果の**実状**
2. “限界”
   - a. 省マネー、省エネ というインセンティブ
   - b. 単体の性能向上
   - **c. ハードウェア偏重** の 一方向(**強制的**) 環境対策
3. “無駄”
   - a. 貴重な データ が 無駄になっている。

なぜ、東京大学か?

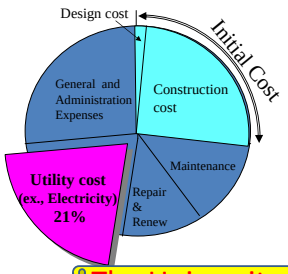
1. CO_2排出量は、東京都で最大の事業所
2. 科学技術の象徴
3. 他大学への影響力と波及力
4. 排出量の多い「東京」
5. 「学」施設の象徴

東京大 全学での取り組み
『東京大学 サステイナブルキャンパス構想』

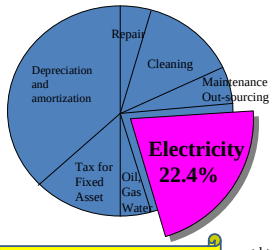
- 2008年4月11日(金) 東京大学 入学式 にて。
  - 全キャンパスで、環境・エネルギー対策を推進。
  - CO_2 排出量の 削減目標値 を設定。
    - 15% 削減 (2012年)
    - 50% 削減 (2030年)

Life-time cost in Building System

Life time portfolio (in office building)



Yearly portfolio (in office building)



oncept.html

The University of Tokyo pays **$60M/year** on Electricity !!!

本プロジェクトのゴール(趣意書より抜粋)

1. 全学目標への 具体的な貢献
   - 2012年 (△15%), 2030年(△ 50%削減)
2. 「グリーンIT」の実現
   - データセンターに代表されるIT化機器の電力消費の増大防止
   - IT活用による地球環境問題の克服 とエネルギーと情報をもとにした新しい都市設計手法の確立
3. 東京大学を実フィールドとした実証モデルの構築と検証
4. 新たなファシリティマネジメント手法の確立
   - 協調型都市経営あるいは地域経営手法の実現
   - 新たな付加価値ビジネスの創成・育成
5. ファシリティー関連機器相互接続仕様の作成
6. キャンパス向け省エネ設備調達(参照)仕様書の作成
7. 省エネ効果 ベンチマーク仕様書の作成

具体的な活動内容

1

2

3

4

5

6. 参照システム仕様の作成と公開

たとえば、、、

経営的側面からの「省エネ」の実施
1. 業務の効率化＝省エネ
2. 光熱費のアカウント部門は?
3. Thin-Clientによる設備費圧縮
4. 公共団体における予算の考え方
5. 大学も排出権取引に参加可能?

実施内容(案)

- センシング系
  - エネルギー計測
    - 2号館全体を対象
    - 細かな負荷設備まで対象
    - PLC, 無線応用
  - 動態
    - 在不在、在室人数
    - 行動パターン
- 管理系
  - 情報提供手段
  - 大学施設での実証データ獲得
  - エコポイント付加
- 対策
  - 高効率機器採用
  - 新方式・プロセス改善
  - 設備連携
  - 供給と消費のサプライマネジメント
- その他
  - サーバシステム
  - データセンター
  - 相互接続のための通信プロトコル
  - (広域)エリア管理
    - 都立高校など

期待される成果

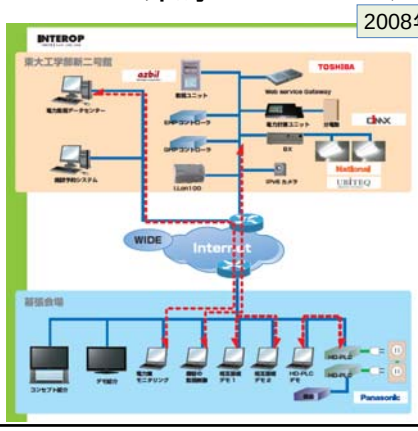
- 改善・変革
  - 『**やらされる**』から、『**やりたくなる**』へ
  - 建築関連産業の**オープン化**と**構造改革**
  - **新規**建物/**更新**建物の設計改善
  - 情報の多目的利用
- 向上
  - 建物の**資産価値**
  - **国際競争力**
- 創造
  - **新規ビジネス**

波及効果

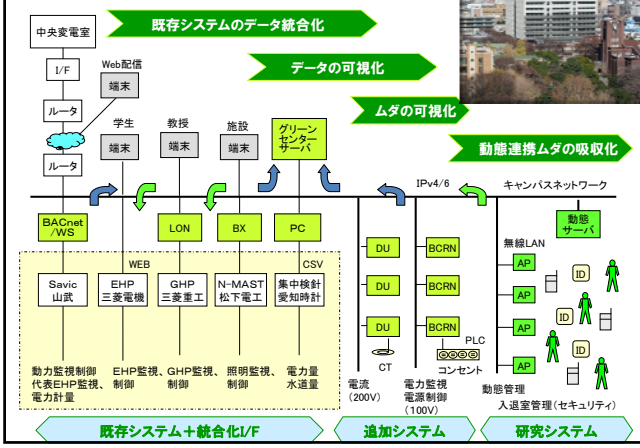
- **新事業領域**の創出と**国際展開**
- 事業効率向上による**新規事業展開機会**の創出
- **企業価値**の向上と**株価向上**
- 「**家庭**」における環境改善方法への応用
- **新築**建屋・**改築**建屋への展開
  - **東京大学** 工学部3号館、**慶應義塾大学** 新建屋

INTEROP東京2008でのデモ展示

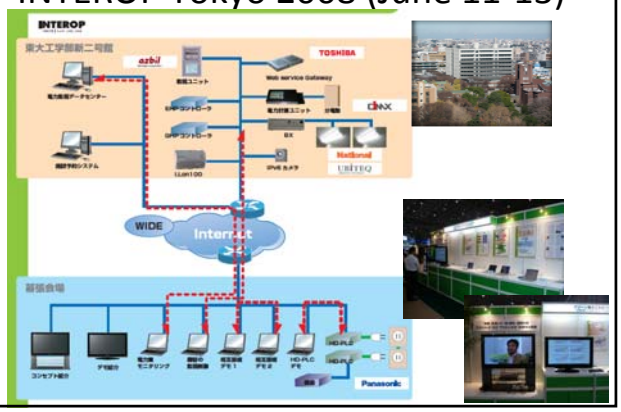
2008年6月11日-13日



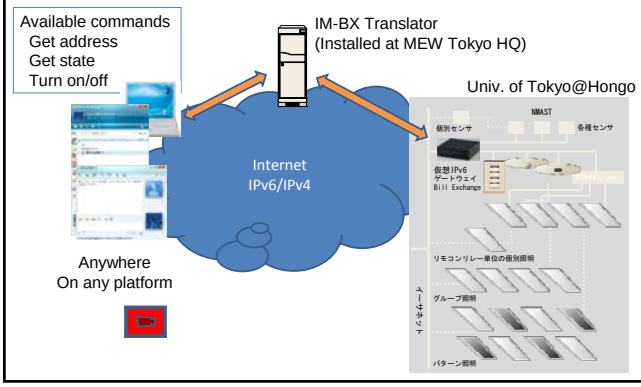
グリーン東大工学部2号館システム構成



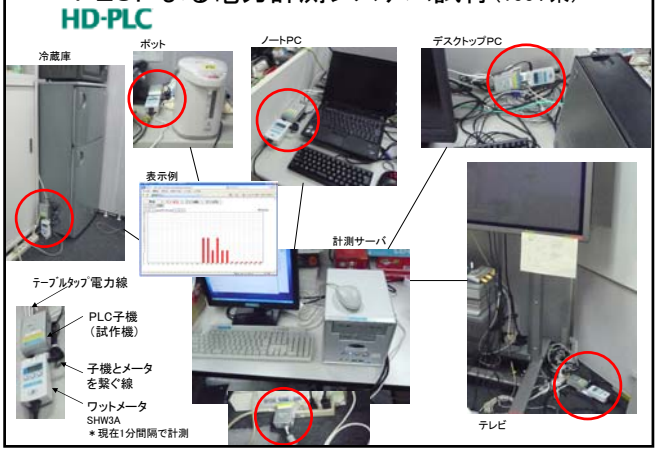
Live Demonstration at INTEROP Tokyo 2008 (June 11-13)



Lights Control and Monitoring by Messenger



PLCによる電力計測システム試行（100V系）



ファシリティー ネットワーク 相互接続協議会

2006年4月 設立

協議会の活動趣意

- 建物･施設内の照明、空調、防犯その他の設備を、オープンネットワーク技術によって相互接続し、統合的にかつ効率的に管理、監視、制御、さらに、計測データを広域エネルギー・マネジメント・システムなど新たなシステムと協調連動させて、省エネルギー対策、環境保護などに有効に活用することで、社会、産業さらに 地球への貢献責任を果たす。

FNIC (Facility Network Interoperability Consortium)

オープンなビルネットワーク制御環境の整備

[発起人]
慶應義塾大、
東京大
WIDE プロジェクト
横河電機、
Echelon
松下電工、
清水建設
NTTデータ、
NTT東日本
NTTファシリティーズ
山武、
東芝、
ダイダン
ユビテック、
古河、
インテックネットコア
NTTコミュニケーションズ
Johnson Control
Siemensビルテクノロジ

東京都との 共同活動

- 東京都庁舎 管理制御システムの更新に関する研究会(2004年4月)
  - TCP/IP技術を用いたオープンシステム化
  - 東京都 所有施設全体への展開
- 東京都 施設を用いた 遠隔監視・制御の実証実験の実施 (2005年度)
- 東京都 本庁舎 ビル管理システムの IPv6化 (2006年)
- 東京都立 高校における 空調システムの 遠隔統合管理制御システムの導入(2007年度)

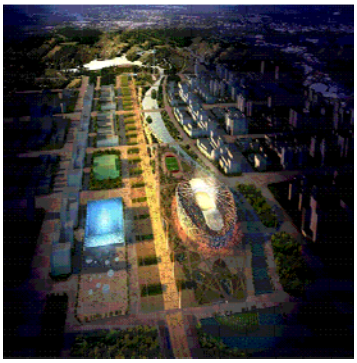
Business in FY2007 and 2008

- 2007
  - Integration with Digital Home Appliances
  - TV set by Panasonic works as window for facility control and management in residential area
  - Live E! WS at APNG Camp (Aug.2007)
- **2008**
  - **Beijing Olympic Game 2008**
  - **Live E! WS at APNG Camp (August 14th, 2008)**
  - **Energy Saving Field Trial in the University of Tokyo**

東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

Beijing Olympic 2008 Main Stadium District
Lighting System Control by IPv6 Facility Manage & Control

Operated by Matsushita Electric Works (MEW)
http://www.mew.co.jp/e/corp/index.html



Lightening Management & Control
- Using IPv6 based Facility Networking
- Area Management System, i.e., not single facility but multiple facilities
- 1.4kmx2.4km with 18,000 lights
- 340 IPv6-based control nodes
- 10% Energy saving

情報の公開と無駄の発見による「効率性」向上と「省エネ」

- www.cimx.co.jp
- 情報を公開するだけでも、大きな効果。
- 単体の特性向上も大切だが、協調動作と無駄の排除は、結局、省エネにつながる。

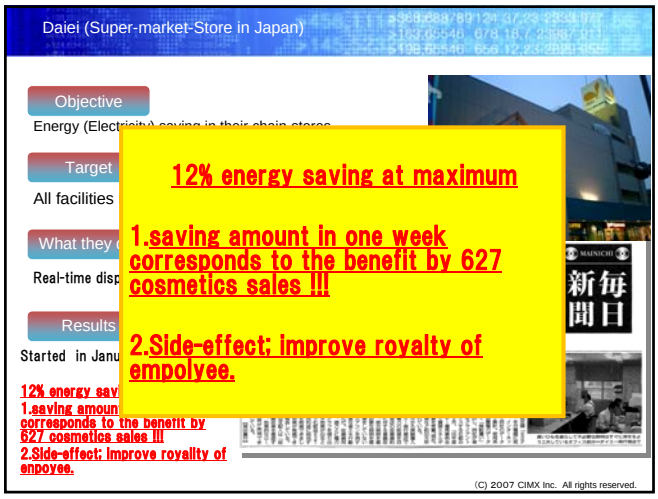
ESP DRAGON ・ 基本モデル

1：データを「情報」に変えて課金する

2：情報提供を行うことで課金する

3：情報の「使い方」を教えることで課金する

(C) 2007 シムックス株式会社 All rights reserved.



デジタル情報家電v6プラットフォームWGの体制
（IPv6情報家電WG）

デジタル情報家電v6プラットフォームWG
主査：江崎　浩教授（東京大学）
事務局：中村秀治（三菱総研）

ホームネットワークSWG
副査：吉田　純（松下電器）

ファシリティ・ネットワークSWG
副査：富田俊郎（NPO 法人LONMARK JAPAN 理事長）

連携

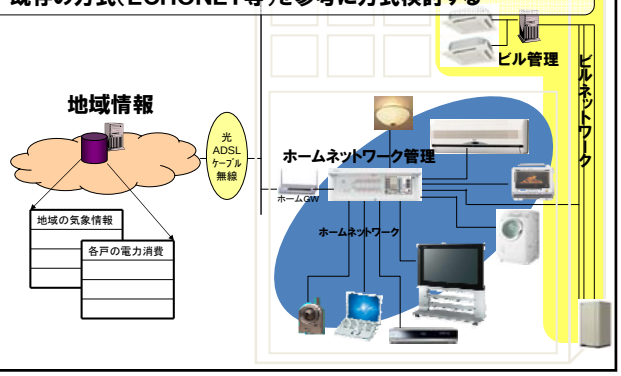
ファシリティ・ネットワーキング相互接続コンソシアム：FNIC
主査：江崎　浩教授
副査：富田俊郎（NPO 法人LONMARK JAPAN 理事長）
豊田武二（電気設備学会評議員）
事務局：神保　至（MRI）

WGの活動目標

- Multi-Protocol System間での Web2.0/IP 技術を用いた相互接続
- 情報家電系システムと Facility Network系システムの相互接続と統合化
  - 情報家電系： ECHONET, DLNA, UPnPなど
  - Facility系： BACnet、LonWorks など
- 家庭内電子機器の動作状態の「見える化」
- ネットワーク化(SNS的コミュニティーの形成)による広域システムの「見える化」

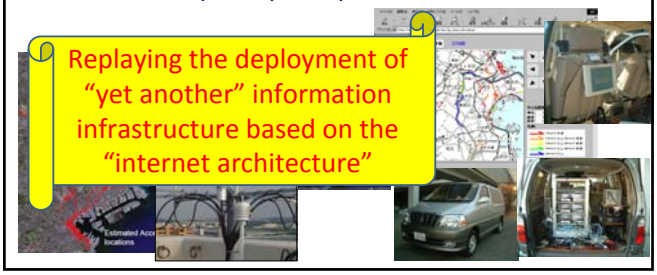
具体的な取り組み例（エコ）

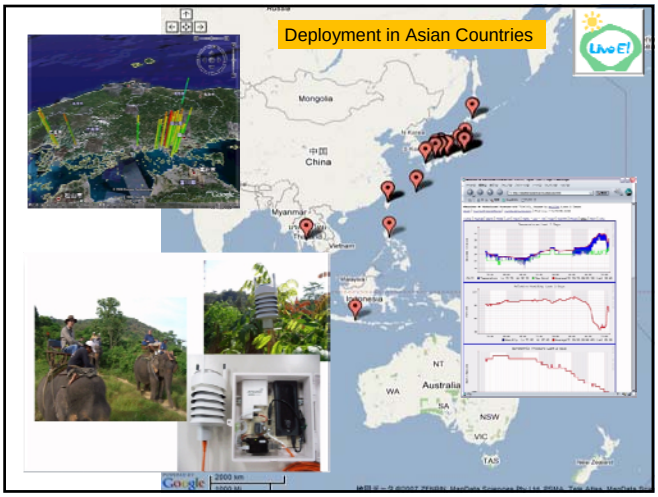
・ホーム・ビル地域・機器単体が自立的且つ協調的にエコ管理
・既存の方式（ECHONET等）を参考に方式検討する



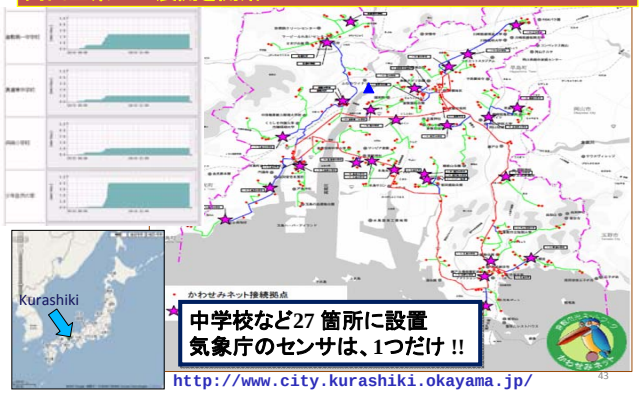
Live E!
～ 活きた地球の環境情報 ～

ディジタル環境情報の自由で自律的な
生成/流通/加工/共有に向けて





岡山県 倉敷市での Live E! センサーの設置。
集中豪雨時の「避難警報・避難勧告」のための情報収集。
岡山全県への展開を開始



http://www.city.kurashiki.okayama.jp/

[Existing Installation]

- Chinese Taipei
- Thailand
- Indonesia
- Philippine

[New Installation]

- Malaysia
- Fiji
- Vietnam
- Sri Lanka
- Pakistan
- China
- India
- Myanmar
- Bangladesh
- New Zealand
- Cambodia

[Other Installation]

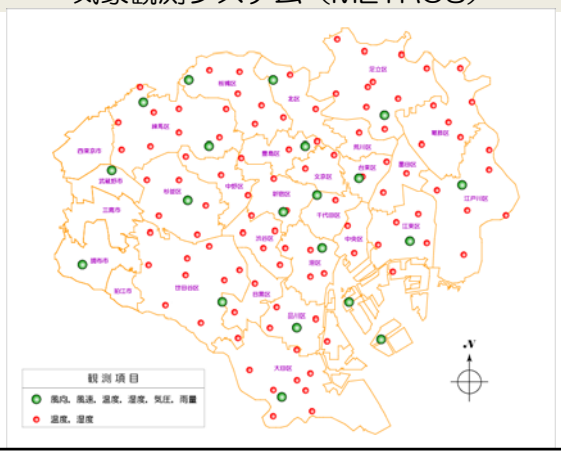
- Egypt, France, Canada, Japan

Live E! ノードの東京展開に向けて

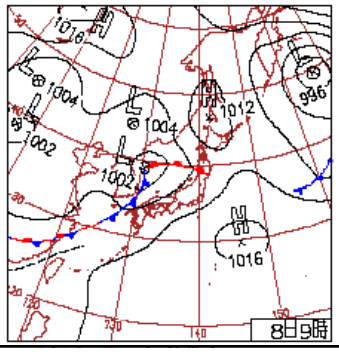
都内における気象庁の観測地点
（島しょ部を除く）

- 気温・降水量・積雪深・風向風速・湿度・日照時間・気圧
- 気温・降水量・風向風速・日照時間
- 降水量
- 気温・降水量・風向風速

気象観測システム（METROS）



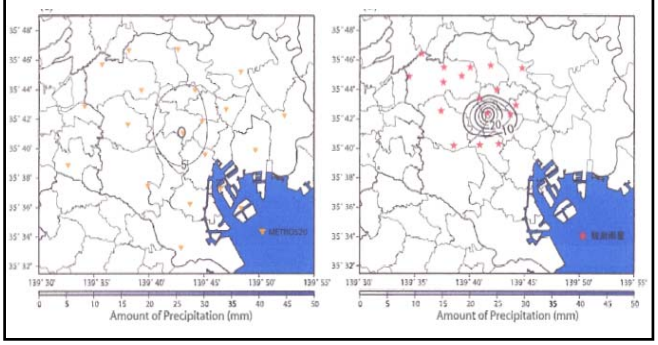
気温分布の時間変化①
典型的な夏型の気圧配置日
＜2004年7月8日＞



風

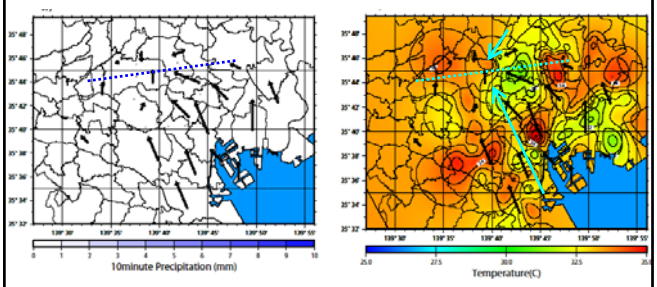
東京都METROS20および都立大・高密度雨量観測で捉えた2004年8月10日の雨量分布

★ METROS20(左図）では新宿・渋谷区境に最大雨量10.5mmの中心が存在することが判別できるが、高密度観測(右図）では強雨域の中心(37mm)が中野・新宿区境に存在することがわかる。



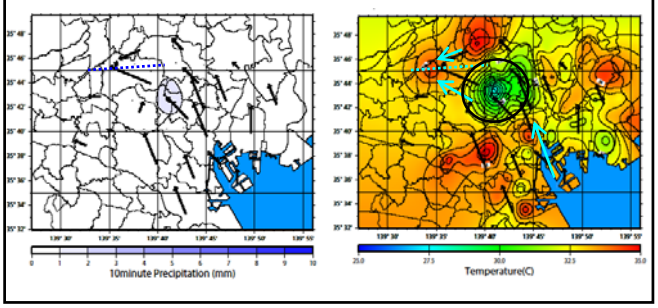
降雨開始30分前(12:00)の 10分間降水量と気温分布・風系

★都の北部（練馬～板橋）に弱い収束帯が形成されており、高温域と低温域が交互に並んでいる。この収束帯に向かって東京湾からの海風が流入。



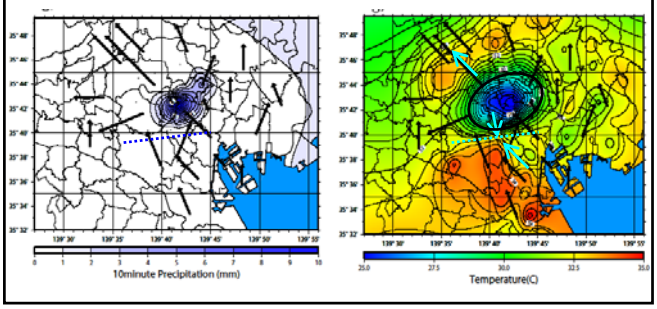
降雨開始直後(12:30)の 10分間降水量と気温分布・風系

★中野・新宿区境付近で気温が急激に低下し、低温域（〇）も拡大。低温域の北側には発散風が認められ、練馬付近には弱い収束帯が残っている。
低温域と降雨域の中心はほぼ一致している。



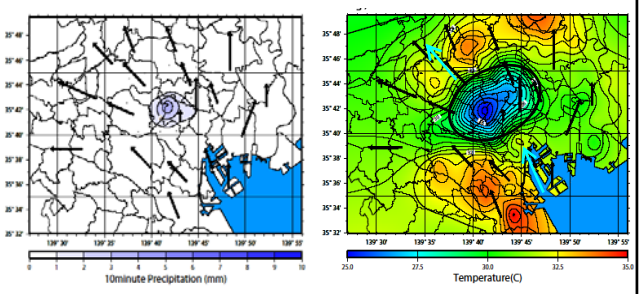
降雨開始30分後(13:00)の 10分間降水量と気温分布・風系

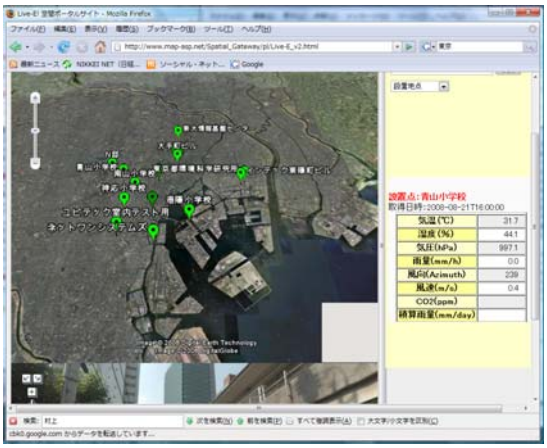
★中野・新宿区境付近の低温域が拡大した結果、発散風は低温域の南側でも出現し、南東からの東京湾海風との間に収束帯を形成した。
★この時間帯に降雨強度は最大(12.5mm/10min.)となり、降雨域も拡大した。



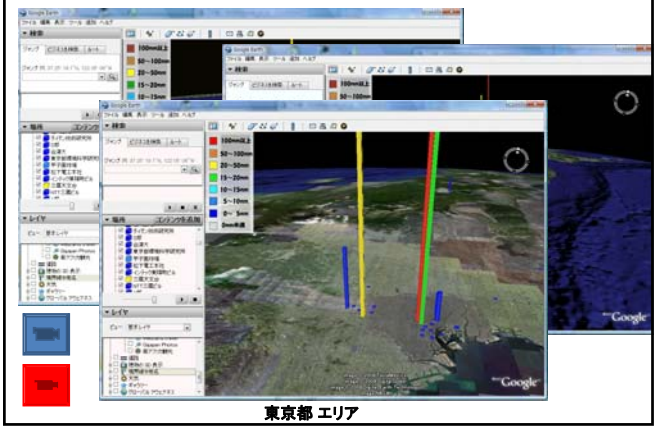
降雨開始1時間後(13:30)の 10分間降水量と気温分布・風系

★降雨域の南北にあった収束帯は消滅し、低温域(○)からの発散風と東京湾海風が全域を覆う風系場となっている。降雨は急速に弱まり、10分後の13:40に終了した。





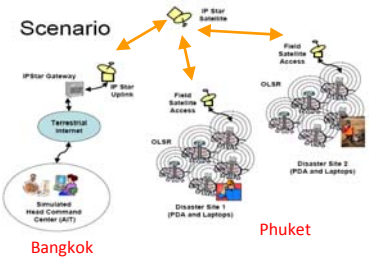
2008年8月29日(金)のデータ



東京都 エリア

DUMBO with AIT@th

- Digital Ubiquitous Mobile Broadband OLSR
- Bangkok & Phuket, Thailand
- December 1st 2006 (14:00 – 16:30)



DUMBO Project in Thailand with AIT

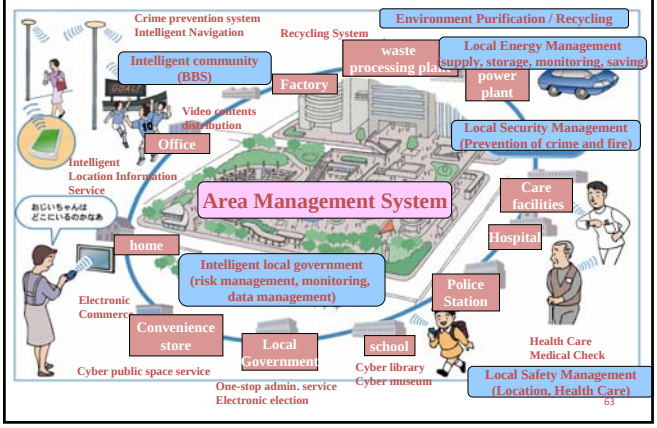
- Emergency Responding
- Live E! sensor in OLSR

今後の予定

1. アジア展開
   1. Live E! 関係
   2. Green関係 ーーー アジア開発銀行本店(マニラ)
2. C40 気候変動東京会議 2008 でのデモ
   http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2008/06/20i6a100.htm
3. 東京都内への 200式程度の Live E! センサ配備 。。。。さらに。。。。
4. IETF 2009 (広島、2009年11月)に向けた 取組

Metropolitan designing; Real-Space Internet with IPv6

Source: Matsushita Electric Works



63

都市設計のパラダイムシフト

都市設計のパラダイムシフト

- 食糧(＝水)
- 宗教(＝情報(力、知恵))
- 嗜好品(＝流通経路{＋情報})
- 移動(＝船、列車、車)
- エネルギー (＝石炭、電力、原子力)
- 情報・ネットワーク

【重要な前提の変化】
実空間とサイバー空間のグローバル化

{本当に}期待していることは？

- 環境・エネルギー対策 と ユビキタスディジタル空間 の 協調 (Win-Winの関係の構築へ)

Step.1 環境・エネルギー対策に必須なもの
1. センサー&アクチュエータ ネットワーク
2. 個別機器/システム のオープン化と協調動作

Step.2 ディジタル情報の共有空間が構築される。
(*) 既に、Paid-off された情報

Step.3 新しい利用法の創生/創造

これって、"internet End-to-End Model" そのもの

(*)『発明は必要の母』 (by 暦本氏 at SONY CSL20周年シンポ)

『発明 は 必要の 母』

(*) by 暦本氏 at SONY CSL20周年シンポジューム

- MPLS
  - 最初は、高速化が目的(=必要) だった。
  - 結果は、トラフィックエンジニアリングに。
- IPv6
  - 最初は、IPv4アドレス問題の解決
  - 結果は、ユビキタスネットワークへの貢献

SaaS, Grid, 仮想化、Thin-Client、マルチコア、ルータ高速化(熱問題への対応)への対応 も、最初の 目的(=必要)とは、違って、、、環境エネルギーに収斂している(?)

➔『Experienced Design』

グリーン東大工学部プロジェクトのゴール

- "表向き"のゴール:

企業・社会活動の収縮ではなく、

活動の **"拡大と高機能化"** を
より少ないエネルギーで
(**=効率化&Innovation ➔ 競争力**)

- 新ビジネスの創造と展開
- 「民(産学)」による推進 (「官」からの独立性)

グリーン東大特別シンポジューム

- 主催: 東京大学 情報理工学系研究科、工学系研究科、
  東京大学電気系同窓会、グリーン東大工学部プロジェクト
- 日時: 2008年11月15日(土) 13:00-16:50
- 場所: 東京大学 本郷キャンパス 工学部(新)2号館 1F 213大講義室
- プログラム
  - 13:00 - 13:30 特別講演
    「キャンパスにおけるユーティリティ・マネージメントの現状と将来」
    (東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻 特任教授 柳原隆司)
  - 13:30 - 14:45「グリーン東大工学部プロジェクト活動 中間報告」
  - 15:00-16:50 特別講演会「グリーンテクノロジーへの取り組み
    - 経済産業省 商務情報政策局 参事官 星野岳穂 氏
    - 日本電気株式会社 代表取締役 執行役員副社長 広崎膨太郎 氏
    - 東京大学 情報理工学系研究科 教授 江崎浩
- その他:
  - 工学部2号館 2F フォーラムにおいて、産学官連携展示会を開催予定(13:00-18:40)