

グリーン東大工学部プロジェクトにおける取組みと成果

吉田 薫[†] 江崎 浩[‡]

[†] 株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部 〒100-8141 東京都千代田区大手町 2-3-6

[‡] 東京大学大学院情報理工学系研究科 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

E-mail: [†] kaoru@mri.co.jp, [‡] hiroshi@wide.ad.jp

あらまし 持続可能社会実現のための省エネ及び環境保護は現在世界中で取組むべき課題であり、次代の人々及び地球のためにまさに我々が克服しなければならない課題である。IT/ICT 技術を活用したこれらの課題に対する取組みは通常”Green IT/ICT”と呼ばれているが、現状ではその多くが IT/ICT 機器の省エネ、つまり”Green of IT/ICT”に焦点を当てている。本稿で紹介するグリーン東大工学部（GUT）プロジェクトは”Green of IT/ICT”の技術検証も行っているが、より IT/ICT 技術を活用した省エネの実現、つまり”Green by IT/ICT”に注力して活動を行っている。GUT プロジェクトの活動趣旨は省エネのための技術的課題の抽出、及びそれを克服するための技術提案の実施である。本稿では、GUT プロジェクトの 1 年半に渡る活動成果を報告し、将来に向けた技術の展望について紹介をする。

キーワード： インターネット、省エネ、ファシリティマネジメント、見える化、グリーン IT

The Green University of Tokyo Project: Field Experiments of “Green by IT/ICT” at Faculty of Engineering Bldg.2.

Kaoru YOSHIDA[†] Hiroshi ESAKI[‡]

[†] Social System Research Division, Mitsubishi Research Institute, Inc

2-3-6 Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8141 Japan

[‡] Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

7-3-1Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656 Japan

E-mail: [†] kaoru@mri.co.jp, [‡] hiroshi@wide.ad.jp

Abstract Energy saving and the protection of environment for sustainable society is now global agenda, that we must achieve for the next generation and for our Earth. This activity around IT and ICT industry is called as “Green IT/ICT”. Though the most of the Green IT/ICT would focus on the energy saving “of” IT/ICT equipments, we are focusing on the energy saving “by” IT/ICT technologies. In this presentation, we introduce the overview of R&D projects related with energy saving, e.g., Green University of Tokyo Project.

Keyword : The Internet, Energy Saving, Facility Management, Mieruka, Green IT

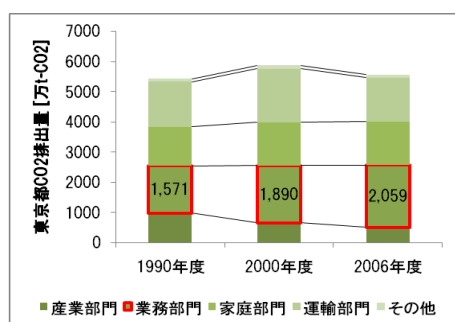
1. はじめに

近年、世界中で温暖化対策の必要が叫ばれており、温暖化の一因とされている温室効果ガスの削減は世界的に取り組むべき課題の大きな一つとなっている。日本でも 2005 年に京都議定書[1]が発行され、2012 年までに 1990 年比で 6%の温室効果ガスの削減を実施する責任が発生している。さらに、本年 9 月に発足した鳩

山政権は国連で発表した「鳩山イニシアティブ」によって 2020 年までに温室効果ガスを 1990 年比で 25%削減する旨を世界に対して発信しており、世界に対して責任を果たすという意味においても、今までよりも一歩進んだ省エネを遂行する必要性が生じている。

東京都の CO2 排出量を部門別に見てみると(図 1)、業務部門と家庭部門が 1990 年度比で増加しているお

り、特に業務部門は 1990 年比で 2006 年の CO2 排出量は 31%増となっている。本稿で紹介するグリーン東大工学部プロジェクトが実証実験の場としている東京大学は 2006 年に東京都の業務部門において最大の CO2 を排出しており、業務部門の増加を抑制するという意味においても省エネは全学を挙げて取り組むべき喫緊の課題となっている。



図出典) 2006 年度「都における温室効果ガス排出量結果」

東京都環境局を基に MRI 作成

図1 東京都部門別 CO2 排出量

東京大学ではこうした背景を受け 2008 年より東大サステナブルキャンパスプロジェクト (TSCP) [2]を開始している。TSCP では、2012 年までに 2006 年比で 12%、2030 年までに 50%の CO2 削減をその活動目標に掲げている。本稿で紹介するグリーン東大工学部 (GUT) プロジェクトは、こうした全学を挙げての省エネに対する取り組みの流れを受けて2008年6月に産学官連携の形で発足した。

GUT プロジェクトの主な活動目的は、IT/ICT 技術を活用した効率的なファシリティ管理スキームの構築である。大学は、元々、教室、講義室、研究室等それぞれ用途の違う施設が複合的に組み合わせられた集合体であり、東京大学の場合はさらに病院、コンビニエンスストアなど所謂教育施設以外の施設も多数存在している。異なる特徴を持つ複数の施設を、統一的な技術を介して効率的に管理することのできるシステムの構築に向けた課題抽出・技術提案を行うことが GUT プロジェクトの果たすべき役割である。

従来から高効率な省エネを実現するためのファシリティ制御技術は存在していたが、そのほとんどは単一の企業による独自の仕様に基づくものであり、異なるシステム間での相互接続性が意識されることはほとんどなく、個々が独立に制御・運用されてきていた。

これらの既存のシステムとは異なり、GUT プロジェクトではファシリティマネジメントのためのオープンで標準化された仕様を提唱し、参加企業のメンバーがそれをオープンな形で実装している。

2. グリーン東大工学部プロジェクト

2.1. プロジェクト概要

グリーン東大工学部 (GUT) プロジェクト [3]は、前述の通り、2008 年 6 月に産学官連携の形で発足し、東京大学工学部新 2 号館 (工学部 2 号館) を実証実験フィールドとして省エネ実現のための実証研究を行っている。図 2に GUT プロジェクトの体制及び 2009 年 10 月現在の GUT プロジェクト参加企業・団体を示す。

プロジェクトの参加企業・団体は、営利企業、大学、組織・団体などから構成されており、様々に異なる事業エリアを持つ営利企業が参加しているのが特長である。参加企業のいくつかは大手電機メーカーであり、またファシリティマネジメントに強みを持つ企業、プラント制御に注力している企業、通信系企業なども参加している。2009 年 10 月現在 29 営利企業と 11 組織が参加しており、活動費のほとんどはそれら参加者からの共同研究費もしくは寄付金により賄われている。



図2 GUTP プロジェクトの体制

プロジェクトのそもそもの設立目的は温室効果ガス削減のために技術的なアプローチを提案し、実践することであり、それを実現するために”Green of IT/ICT”:省エネ効果 IT/ICT 機器の導入により省エネの実現、及び”Green by IT/ICT”:IT/ICT 技術を活用した効率的なファシリティマネジメントの実現による結果としての省エネの実現の双方の観点から課題抽出・技術検証等を行っている。

プロジェクトでは、各参加企業がそれぞれの保有技術を持ち寄り、実際に実証実験フィールドである東京大学工学部新 2 号館 (工学部 2 号館) において実証を行うことで、その課題抽出・技術検証を行っている。

我々は、人々に省エネ活動を強制することが必ずしも効果に直結しないことを経験上認識しており、人々が自ら率先して省エネに取り組みたくなるための仕組みの構築が必要であると考えている。我々は実証検証を行いつつ、こうした「させられるからやりたくなる」省エネ活動モデルの構築の検討・検証を行っている。

2.2. GUT プロジェクトの体制

GUT プロジェクトでは、前述の二つの目的、(1) Green “of” IT/ICT (IT/ICT 機器の省エネ) 及び Green “by” IT/ICT (IT/ICT 技術を活用した省エネ)、(2)人々が自ら率先して省エネ活動に取り組みたくなるようなシナリオの策定、を実現するために5つのワーキンググループ(WG)、コンセプト WG、見える化 WG、制御 WG、実証実験 WG、プロトコル標準化 WG を構成している(図2)。図3に示すように、それぞれの WG はプロジェクトの PDCA (Plan-Do-Check-Action) サイクルにおいて重要な役割を果たしている。

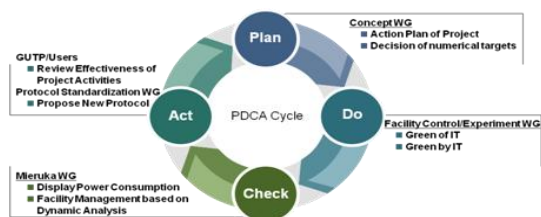


図3 GUT プロジェクトの PDCA サイクル

コンセプト WG の主な役割は、人々が自ら率先して省エネに取り組みたくなるようなモデルを構築し、省エネ活動の啓もうを行うことである。制御 WG 及び実証実験 WG は工学部2号館において実証実験を実施しており、建物内で Green of/by IT/ICT システムの導入、実証検証、技術評価、課題抽出を行っている。見える化 WG は、制御 WG の活動により収集された建物内の設備管理情報を見える化することで、現在のエネルギー消費量、及び省エネの進行具合を分析している。

プロトコル標準化 WG は、上記の WG に比べて最近結成された WG である。プロトコル標準化 WG は、現在「標準化」技術と呼ばれている技術同士が相互に接続性を有していないという事実を受け、異なる「標準化」技術にアクセスし、それらから得られるデータをオープンに規定したデータベースへ格納するための仕様の策定を行っている。

3. Energy Saving “by”/“of” ICT

図4に GUT プロジェクトが工学部2号館において収集しているファシリティマネジメントのためのシステムの構成図を、図5に GUT プロジェクトが実施している実証実験の内容を示す。

図から明らかなように、データ収集の対象としている設備(サブシステム)は多岐にわたっている。既存 EMS (Energy and Environment Management System) によって管理される照明、空調に留まることなく、一般電力電源を介して電力供給されているパソコン、冷蔵庫、テレビなどもその計測対象に含まれている。

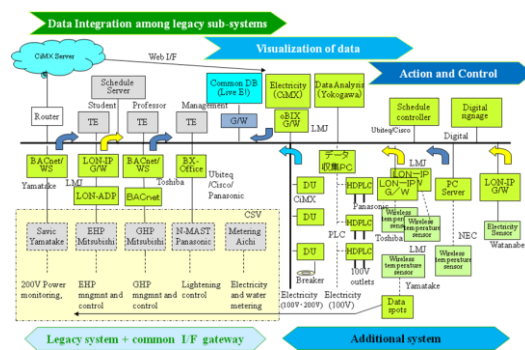


図4 GUT プロジェクトによる実証実験構成



図5 GUT プロジェクトが実施している実証実験

本稿では、様々な実施している実証実験のうち、消費電力量計測のためのシステム、及び計測情報の見える化に焦点を当て、その取り組みを紹介する。

3.1. ファシリティ制御情報収集システム

省エネを効果のあるものにするためには、それぞれのサブシステムがどのような電力使用状況にあり、どのような利用特性(例えば時間傾向)を持っているかということを経営的に把握し続ける必要がある。本プロジェクトでは IT/ICT を活用した省エネをその活動目的にしており、エネルギー消費量の把握についても IT/ICT 技術を活用している。

工学部2号館において IT/ICT を活用したエネルギー消費量計測の際には、以下に述べる課題が存在していた。(1)GUT プロジェクトが発足した時点で同建物は既に運用段階に入っていた、(2)建物内のエネルギー消費量計測システムは IT/ICT 技術を活用することを想定して設計されていなかった、(3)従来型のファシリティマネジメントシステムが導入されており、設備、サブシステム毎に垂直独立型で計測、制御、運用管理されており、異なるサブシステム間での連携が考慮されていなかった。

結果として、教員、学生、事務員、施設管理者と言った施設利用者が自分達が利用したサブシステムが消費したエネルギー量を水平的に把握することが困難で

あった。

GUTプロジェクトでは、これらの課題を解決するために様々な電力計測手法を導入しており、下記でそれらの一例を紹介する。

(1) 既存の標準化

ファシリティマネジメントを IT/ICT を活用して行うための標準化技術として BACnet¹®/WS[4]や oBIX²[5]などの技術がそれぞれの業界団体において議論、策定されており、多くの企業がそれらの標準化技術を活用して、サブシステム管理のための技術を実証している。

(2) 非接触型センサ

シムックス株式会社は、ESP Dragon®と呼ばれる電力盤に設置する非接触型センサを介しての電力盤レベルでの電力量計測、及びそこで収集される情報をインターネットを介してアップロードしその結果を表示するためのシステムを構築している（図 6参照）。

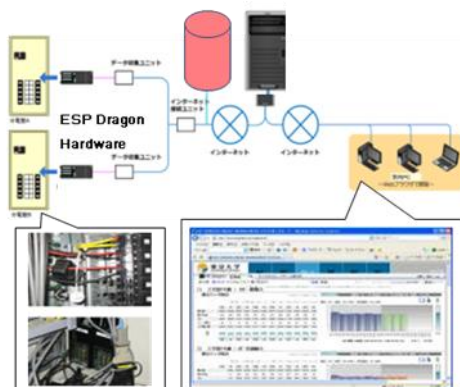


図 6 非接触センサを用いた電力計測

(3) HD-PLC (Power Line Communication)

パナソニック株式会社は、HD-PLC を介してコンセントレベルでの消費電力量を計測する機器の開発を行っている。同機器はコンセントの受け口を持っており、コンセントを介して電力の供給を受ける機器の消費電力情報をリアルタイムに計測、収集データのサーバへのアップロードを行うことができる（図 7）。

(4) BigFix: PC を対象とした消費電力計測

三菱商事株式会社は、PC (Desktop/Laptop) の消費電

力量を計測するためのツール BigFix®の実証検証を行っている。BigFix®は PC にソフトウェアをインストールし、ソフトウェアが PC 内部の情報を定期的にサーバにアップロードすることで、消費電力量の収集・分析を行っている。このため、前述の HD-PLC と異なり、

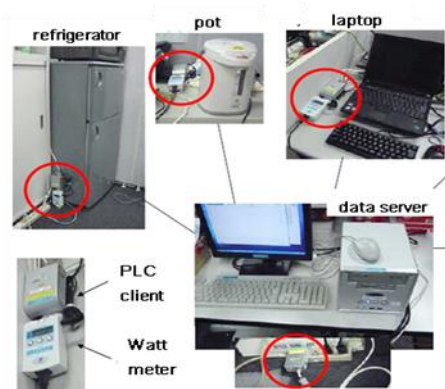


図 7 HD-PLC を用いた消費電力計測

本システムは利用者（PC）が特定の空間にいなくても電力消費量の情報を把握することが可能であり、利用者とその利用設備（機器）を紐付けた形で管理することが可能となっている（図 8）。

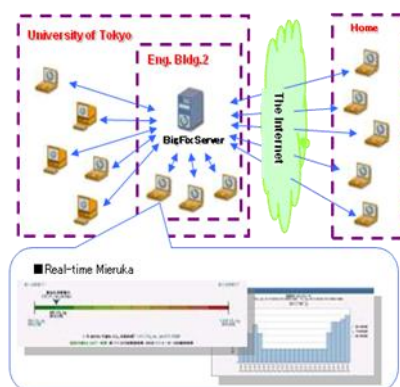


図 8 BigFix を利用した PC の消費電力量計測

これらの技術を活用することにより、GUT プロジェクトでは図 9 に示すように現在 1,500 以上（2009 年 5 月時点）の計測ポイントから IT/ICT を活用してリアルタイムにそれらの電力消費量を計測するためのシステムを構築している。収集した全てのデータは GUT プロジェクトが現在策定、実証しているデータ取得/制御のための標準化技術（プロトコル）を介して、インターネット上からアクセス可能となっている。

3.2. 収集データの見える化

消費エネルギーの計測を行うことはその実態を把握するという意味において重要であるが、一方でその

¹ A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks; BACnet is a registered trademark of American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE).

² OASIS Open Building Information eXchange Technical Committee;

種類別ポイント数			
種類名	種別	種別	データ
1 電気(Wh)	135		869
2 ガス(m3)	5		5
3 水(m3)	12		12
4 温度(℃)	28		28
5 湿度(RH)	28		28
6 制御(スタータス、モード、コネク)	122		674
	330		1616

メーカー別ポイント数			
会社名	種別	種別	データ
1 シムックス(電力、ブレーカー)	97	8	776
2 山武(電力、気温、湿度)	36	1	36
3 パナソニック(電力コンセント)	5	1	5
4 西武(電力コンセント)	14	1	14
5 ユビテック(照明、人感センサー)	40	1	40
6 東芝(制御信号)	25	14	350
7 L.M.J.ロスタイ	43	5	215
L.M.J.ESP)	11	6	66
L.M.J.電力)	11	6	66
L.M.J.気温、湿度)	42	1	42
L.M.J.地上電力)	6	1	6
	330		1616

図 9 GUT プロジェクトにより収集している消費エネルギー情報

情報がどのような意味を持つかということが分析できなければ、実質的な省エネに役立つことはない。さらに、分析結果がサブシステムの利用者に対して理解しやすい形で提供される必要がある。そこで、GUT プロジェクトでは収集したデータを可視化して表示する仕組み「見える化」を実証している。

GUT プロジェクトに参加している企業の中でも、シムックス株式会社、パナソニック株式会社、株式会社ユビテック、株式会社デジタルなどは見える化に積極的に取り組んでいる企業である。

(1) 時系列での消費エネルギーの見える化

図 10 に示すように時系列で消費エネルギー情報を表示することによって、施設・サブシステム・機器利用者は自分達のエネルギー使用量変化を時系列で知ることが可能となる。これによって、時間帯によってどのように推移したか、前日/先週/先月と比較してどのような違いが存在していたかなどを知ることができ、その情報を基に必要であれば行動改善を図ることが可能となる。



図 10 消費エネルギーの時系列見える化例

(2) 省エネ効果の見える化

個々人が取組んだ省エネ活動の成果を表示する仕組みを提供することによって、それらの人が実際にどのように省エネ、ひいては社会に貢献しているかを明示的に示すことが可能となる。プロジェクト内のいくつかの企業は単純に消費エネルギー量の表示をする

だけではなく、消費エネルギー量を削減することによってどのような効果を社会に対して与えているかを示すことのできる仕組みの検証を行っている。

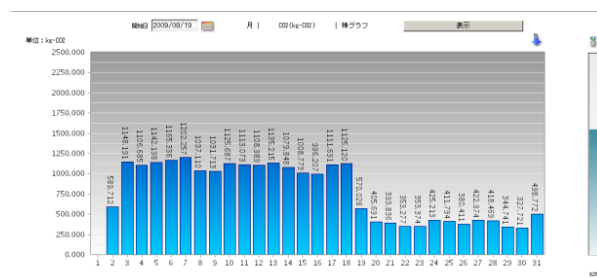


図 11 CO2 排出量の表示

(Source: GUTP Experiment WG)

Figure 8 CO2 Emission Display

(3) 動態管理に基づく施設制御

株式会社ユビテック及びシスコシステムズ合同会社は、BX-Office と呼ばれるスケジュール連動型の施設管理システムの実証研究を行っている。BX-Office は、BACnet/WS などを介してサブシステム（照明や空調など）の情報収集及び制御を行うことが可能であり、またサイボウズ®などのスケジュール管理ソフトウェアとも連携することが可能である（図 12）。

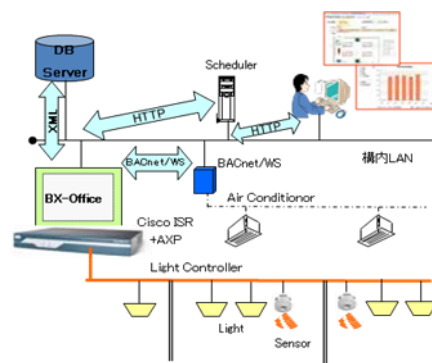


図 12 スケジュール連動型施設制御システム

大学では、通常講義室や会議室は定期的もしくは設備予約情報に従って利用されることが想定されており、スケジュールと連動して制御することによって、消し忘れなどによる無駄な消費エネルギーの抑制を実現することができると考えられる。また、予約時間外の不正利用が発生している場合には、強制的に照明・空調を止め、例えば利用者を特定の場所に誘導し、結果として省エネを図ることも可能であると考えられる。

プロジェクトでは、省エネ効果を施設利用者に対して提示することは、施設利用者がより真剣に省エネに

取り組む動機づけになると考えている。そうした観点からもそれぞれの機器の消費エネルギー量の見える化、省エネ活動成果の見える化は非常に有効な手段であると考えている。

4. まとめ

本稿では、IT/ICT を活用した省エネの実現を目指し現在実証的に研究を行っている GUT プロジェクトの概要の紹介を行った。また、GUT プロジェクトにおいて現在実施している実証、特にサブシステムの消費エネルギー量計測、消費エネルギー量の見える化の事例をいくつか紹介し、その活動の一端を紹介した。

プロジェクトでは、現在異なるサブシステムを相互に接続し、個々のサブシステムから得られる情報を統一化された形式で保存し、インターネットから容易にそれらの情報にアクセス可能とする仕組みの提案、プロトタイプの実相を行っている。GUT プロジェクトでは、今後同技術の標準化に力を入れつつ、引き続き IT/ICT を活用した省エネ技術の実証的検証を行っていく予定である。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、GUT プロジェクトにおいて実証的に実験を実施して下さった全ての GUT 参加企業・組織の方に感謝いたします。

参考文献

1. Kyoto Protocol. (オンライン)
http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php.
2. **The University of Tokyo**. Outline of the Project. TSCP Sustainable Campus Project. (オンライン)
<http://www.tscp.u-tokyo.ac.jp/en/about.html>.
3. **Green University of Tokyo Project**. (オンライン)
<http://www.gutp.jp>.
4. **American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)**. BACnet. (オンライン) <http://www.bacnet.org/>.
5. oBIX Open Building Information Xchange. (オンライン) <http://www.obix.org/obix.htm>.