

情報通信技術（ICT）を使った省エネルギー法の調査研究

学習院大学計算機センター 横山悦郎
 山口大学工学部 田内康
 学習院大学計算機センター 城所弘泰
 学習院大学計算機センター 村上登志男
 学習院大学計算機センター 磯上貞雄

1. はじめに

2008年6月より産学連携として東京大学において東大グリーンICTプロジェクト（GUTP）とよばれる省エネルギーに対する取組み活動が行われている。GUTPの活動目的は、「技術発展による地球環境問題への新たな取り組みの可能性」として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にある。ここでファシリティ管理スキームとは、土地・建物・構築物・設備等の業務用のすべての施設を、経営にとって最適な状態であるコスト最小かつ効果最大で保有し、運営し、維持するための総合的な管理手法計画のことである。すなわち「大学は、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の教育施設以外に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。」[1,2] というのが、GUTPの果たすべき役割としている。そこでの研究開発計画は、1) ファシリティ管理システムの稼働実態の正確な計測と解析、2) 計測データの解析・表示による効果の検証、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、の3本柱からなる。

我々は、同様の活動を学習院内においても進める必要があると考え、計算機センターにおいて、様々な角度からIT/ICT技術を使った省エネルギー法の調査研究、さらにそれを実際に運用し、その結果をふまえて院内での省エネのプロジェクトを進めるための提言を行うことを目指した。このように、「学習院グリーンICTプロジェクト」というべき最初の一步が始まった。

実施した内容は、計算機サーバー室の電力・電力量・電圧・電流・力率・皮相電力・無効電力の1分毎のデータをWeb上で監視することができよう可視化した。そこではIEEE1888通信規格[3]を使った。さらに計算機サーバー室内の温度をマイコンであるRaspberry Pi B+と電子工作による多点測定装置を製作[4]し、そのデータを可視化した。その結果、空調機の設定温度と実際の温度と空調電力の相関を調べる事が可能になる。

2. 計算機サーバー室の電力と温度の見せる化

GUTPにおいては、「見える化」ではなく、より積極的・競争意識を高めるために「見せる化」を標榜している [5]。我々もその精神に共感し、計算機サーバー室（2階空調機と108号室空調機）の電力・電力量・電圧・電流・力率・皮相電力・無効電力の1分毎のデータを Web 上で監視することができよう「見せる化」した。ここでは、パナソニックが開発した通信プロトコル Mewtocol 通信機能をもつ KW2G エコパワーメータ（パナソニック製）[6] を使って電力等を計測し、それと Mewtocol (RS485) で通信できる IEEE1888-Mewtocol/IP GW 変換装置（ディー・エス・アイ製）で IEEE1888 通信に変換し、internet 上のサーバーと通信できるようにした。ここで、IEEE1888 とは、GUTP における研究開発に関して重要な役割を担っているスマートグリッド向けのプロトコルで、国際標準技術として 2011 年 2 月に IEEE に、さらには、2015 年 2 月には ISO/IEC 標準承認基準に達し [8]、2015 年 3 月に登録番号 ISO/IEC/IEEE18880 として認められた [9]。

図 1 は、電力盤に設置した KW2G エコパワーメータと IEEE1888-Mewtocol/IP GW 変換装置である。長さのスケールは、IEEE1888-Mewtocol/IP GW 変換装置において 45x79 mm である。計測結果は、[7] の URL によって「見える化」されている。図 2 (A) は、そのサイトの入り口を示す。図 2 (B) は、空調機の電力等を数値で「見える化」した結果である。さらに個々のデータを図 2 (C) のように時系列データのグラフとして「見える化」できる。

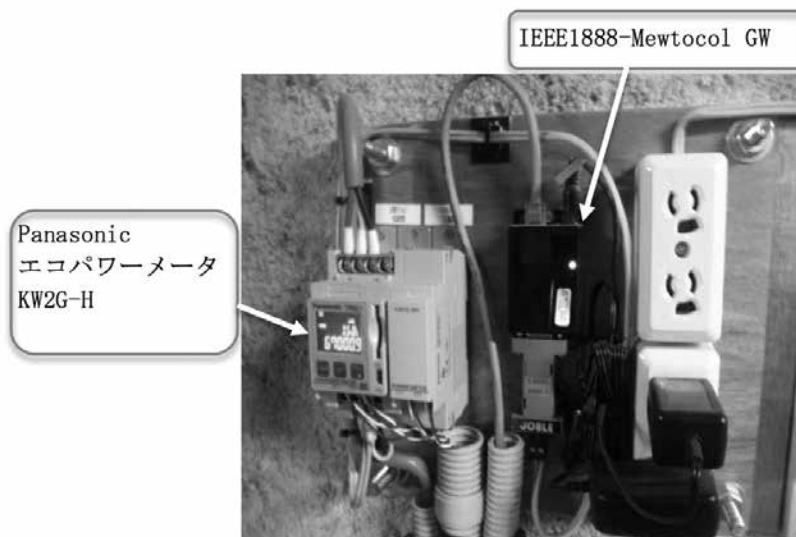


図 1



図 2 (A)

空調機

取得時刻: 2015-06-20 12:00:14

機器名称	電力 (kW)	電力量 (kWh)	電圧 (RS)	電圧 (RT)	電圧 (TS)	電流 (R)	電流 (S)	電流 (T)	力率	皮相電力(kVA)	無効電力(kvar)
2階電源盤	12.4	67565	207	208.2	208.1	50.1	53.6	54.3	0.7	18.7	14.1
108室空調機	3.3	27233.7	206.6	207.7	207.5	10.1	11.3	11.7	0.9	3.9	-2

(*) 過去180秒以内に更新されていない項目は で表示されます。

図 2 (B)

2階電源盤 電力

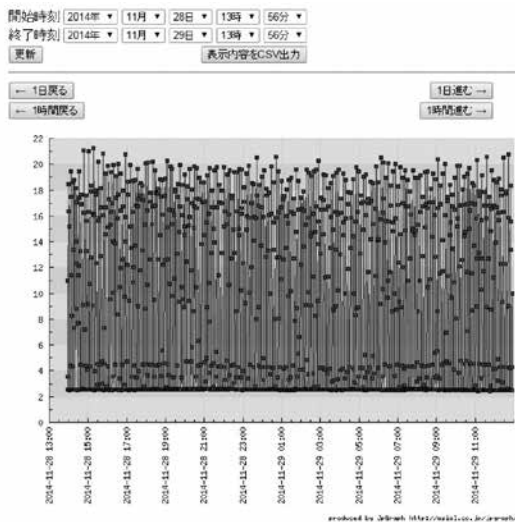


図 2 (C)

ラックの温度は、IEEE1888 多点温度センサプログラム（OneWireToIEEE1888GW）で測定した。そこでは、マイコンに Raspberry Pi B+ を使用し、温度センサとして DS18B20+（MAXIM 製）を使用した。DS18B20+ は、1 Wire バスでマイコンと接続し1本のデータ線上に多数設置できる工夫がなされている [4]。マイコンの OS には、Raspbian を用い、カーネルを修正し 14 個の 1 Wire バスが利用できる様にしている。

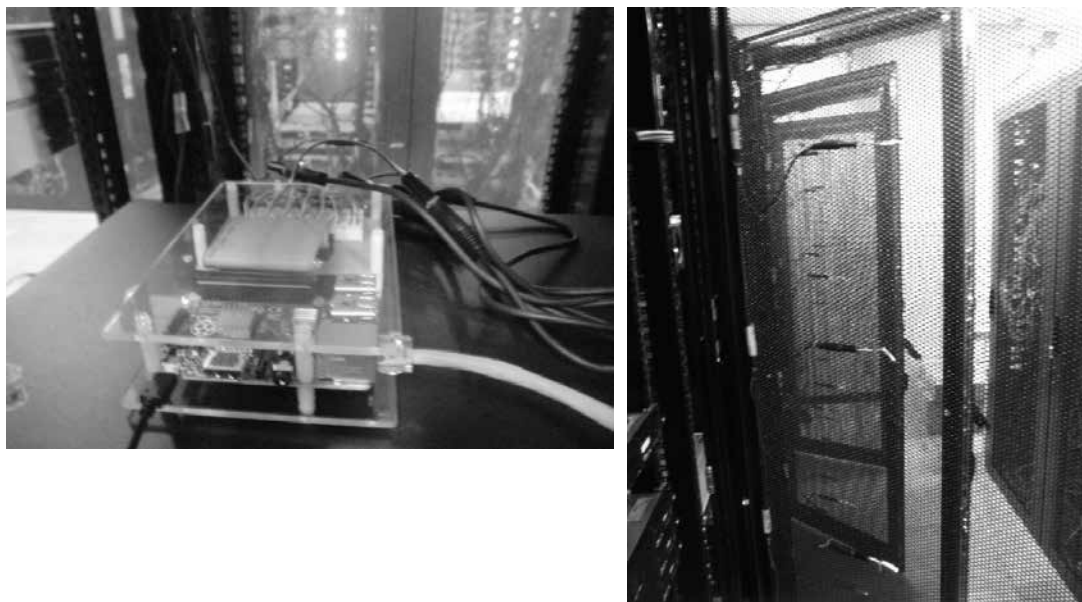


図 3 (A)

図 3 (A) の写真が、サーバー室でのマイコンに Raspberry Pi B+ とラックに取り付けられた温度センサ DS18B20+ である。空調機の電力等を数値で「見える化」した結果同様に、ラック温度も数値で「見える化」(図 3 (B)) [7] と時系列データとしてグラフ化されている。

空調機

取得時刻 2015-06-20 12:01:19

高さ	1列目 (前)	1列目 (後)	2列目 (前)	2列目 (後)	3列目 (前)	3列目 (後)	4列目 (前)	4列目 (後)
1	22.9	26.1	25.8	33	33.5	29	31.2	26.6
2	21.5	22.8	23.5	26.7	29.9	28.3	32.1	24.6
3	20.5	25.2	22.1	22.8	25.5	31.3	28.1	25.9
4	19.9	30.7	20.9	22.1	21.7	28.4	25.1	23.8
5	19.5	20.8	19.9	22.4	20.4	25.8	21.6	27.6
6	19.2	21.6	19.7	20.6	20	24.2	22.6	32.7
7	19.6	21.7	20.1	21.6	20.2	24.7	20.9	25.6

(*) 過去180秒以内に更新されていない項目は で表示されます。

図 3 (B)

3. まとめ

以上のように、省エネの観点から、ICTを使った電力使用量と気温の「見える化」を行った。このプロジェクトは、現在進行形である。今後、計測データの解析を行い省エネを進めていく計画である。さらに他の環境データの「見える化」も行う予定である。教室関連では、南3-101と102教室の温度の「見える化」を、インターネット・LANを経由して、記録データの収集ができるデータロガー“おんどとり”TR-700W（ティアンドデイ製）を使って行っている。計測結果は、[7]のURLによって確認できるよう準備を進めている。TR-700Wは、IEEE1888に対応していない。IEEE1888に対応できる手作り工作が今進んでいる。

参考文献

- [1] 吉田 薫 江崎 浩、「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」電子情報通信学会 信学技報 109(351), 1-6, 2009.
- [2] 東大グリーンICTプロジェクト - Green University of Tokyo Project: <http://www.gutp.jp/>, 更新日 2015年3月9日 12:40:33 訪問日 2015年9月1日.
- [3] 「スマートグリッド対応 IEEE1888 プロトコル教科書」、著者：落合秀也，監修：江崎 浩、インプレス（2012）ISBN 9784844332275.
- [4] 田内康、横山悦郎、城所弘泰、村上登志男、IEEE1888を利用した多点温度計測、平成27年度（第66回）電気・情報関連学会中国支部連合大会予稿.
- [5] 「なぜ東大は30%の節電に成功したのか?」、著者：江崎 浩、経営者新書（2012）ISBN 9784344998285.
- [6] KW2G エコパワーメータ | 制御機器 | 電子デバイス・産業用機器 | Panasonic: <http://www3.panasonic.biz/ac/j/fasys/eco/eco/kw2g/>.
- [7] 学習院大学計算機センター FIAPSimpleSCADA 表示サーバー: <http://pwctrl-t2014.cc.gakushuin.ac.jp/FIAPSimpleSCADA/>, 更新日時 2014年10月14日 23:12:35.
- [8] 東大のグリーン ICT 開発の通信規格、ISO/IEC 委員会が国際標準と認める: http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01_270312_j.html, 更新日 2015年3月12日, 訪問日 2015年9月1日.
- [9] ISO/IEC/IEEE 18880:2015 Information technology - Ubiquitous green community control network protocol: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=67485, 更新日 2015年4月20日, 訪問日 2015年9月1日.