

東京大学における 電力使用量見せる化による節電



66組織
(46企業, 20団体)



東京大学 情報理工学系研究科 教授
東大グリーンICTプロジェクト 代表
WIDEプロジェクト 代表
江崎 浩 (Hiroshi ESAKI)

東京大学 2011年夏の節電実績

事業所	ピーク電力 (2010年)	ピーク電力 削減率	総電力量 削減率	投資回収 (RoI)
主要 5キャンパス	約 66 MW	31%	22%-25%	n/a
工学部2号館	約 1 MW	44%	31%	2年

【持続性&調達インパクト】

1. マルチベンダー環境
2. 国際標準化技術の作成・適用



東大グリーンICTプロジェクト

<< グリーン東大工学部プロジェクト(2008-2010)>>



Green
university of **Tokyo**
グリーン東大工学部プロジェクト
Project

<http://www.gutp.jp/>

産学連携型コンソーシアム

【分科会・ワーキンググループ】

66組織 (45企業、21団体)

- コンセプト WG
- 仕様策定 WG
- 制御検証WG
- プロトコル標準化WG
- 見える化WG
- 事業化WG

【企業】

愛知時計電機(株)
(株) アズビル
(株) インターコム
インテック(株)
NTTコムウェア(株)
(株)NTTデータ
(株)NTTファシリティーズ
(株) 大塚商会
(株)オプティム
鹿島建設(株)
(株)関東コーワ
KDDI (株)
(株) KDDI研究所
コムツァイト(株)
三機工業(株)
シスコシステムズ(合)
(株) システム・ランド
Citrix System Japan
シムックス(株)
Schneider Electric Group
新日鉄住金エンジニアリング(株)
新菱冷熱工業 (株)
セイコー プレシジョン(株)

ダイキン工業(株)
(株) 高岳製作所
(株)竹中工務店
(株)ディー・エス・アイ
(株)東芝
(株)東洋スタンダード
東洋電機製造(株)
日本電気(株)
日本電信電話(株)
日本ベリサイン(株)
パナソニック(株)
(株)日立製作所
富士通(株)
富士ゼロックス(株)
三井情報(株)
三井不動産(株)
三菱重工業(株)
(株)三菱総合研究所
(株) ラック
(株) リコー
(株)ユビテック
(株)ユビキタス

【非営利組織】

IPv6普及・高度化推進協議会
東京都環境科学研究所
Lon Mark Japan
岡山IPv6コンソーシアム
グリーンIT推進協議会
社団法人電気学会
社団法人電気設備学会
横浜金沢産業連絡協議会
山口県産業技術センター
IPv6センサーネットワークワーキングコンソーシアム
WIDEプロジェクト
Churaronkorn大学(タイ)
SRM大学(インド)
慶應義塾大学
静岡大学
名古屋大学
奈良先端科学技術大学院大学
首都大学東京
新潟大学
山口大学
金沢大学
山形大学
東京大学



in 2005



Building Automation WG
in 2003 at



Collaboration
with Tokyo Gov.
since 2004

Established FNIC in 2006
(Facility Network Interop)

Green In 2008
university of **Tokyo**
Project



Beijing Olympic
In 2008



China-Japan Green IT
Project funded by MIC
in 2009

FIAP in 2009
(Live E! architecture)



IEEE 1888 in Feb.2011



with NIST@USA
B2G in SGIP (Smart Grid
Interoperability Panel)
toward CoS



Since 2005
(7th at Kyoto)



DUMBO2006
with AIT



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University

KU+KUS with MIC+JGN2



IIT Hyderabad
With IMD



1. 社会産業活動の質と量の維持(+向上)

- エネルギーの不足・停止への“危機管理”
- 省エネ・BCP・KAIZEN・新機能の共栄

2. 経済性 (Economy)

- 44% (ピーク電力), 31% (総量), 2年(RoI) @ 東京大 工学部2号館
- 31% (ピーク電力), and 22-23% (総量) @ 東京大 5キャンパス
- RoI = 半年 (計算機の仮想化 at 電気系学科、江崎研究室)

3. 持続性・継続性(sustainability)

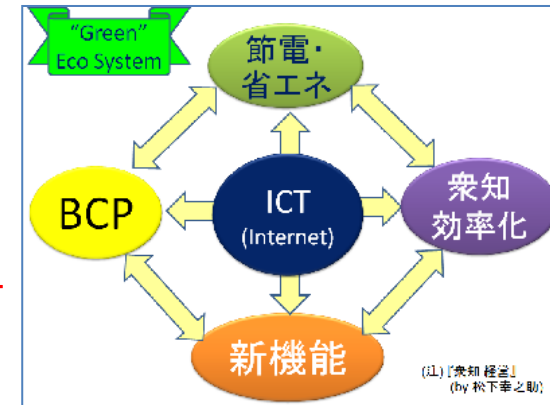
- オープン&マルチベンダー環境での運用・イノベーションの継続性
- 経済成長の持続性(エネルギー供給量の制約からの解放)

4. グローバル化・国際化

- 技術標準化: IEEE1888、NIST SGIP、ISO/IEC
- 北米、欧州、アジア(タイ、シンガポール、中国、台湾、インド)

5. 新ビジネスの創成・創造

- ビッグデータ(Big Data)の利用



Global/International collaboration

1. [ISEP/DESSC](#) with [UN foundation](#) 
2. Beijing team(e.g., Tsinghua Univ., China Telecom), **China** (Including Standardization) 
3. Chularonkorn University, **Thailand** 
 - EE Building BEMS, SEIKO Precision Factory Automation
4. NTU(National Taiwan University), Taipei, **Taiwan** 
5. **Vietnam** with MIC (Japanese gov. support)
 - Smart industrial park and disaster reaction/protection 
6. iDA in **Singapore** 
7. DoT(Department of Telecomm.) and SRM, **India** 
8. UCB with Intel, LoCaL project, in **USA** 
9. SGIP of NIST in **USA**
10. UMPS/LIP6/CNRS in Paris, **France** 

國際展開

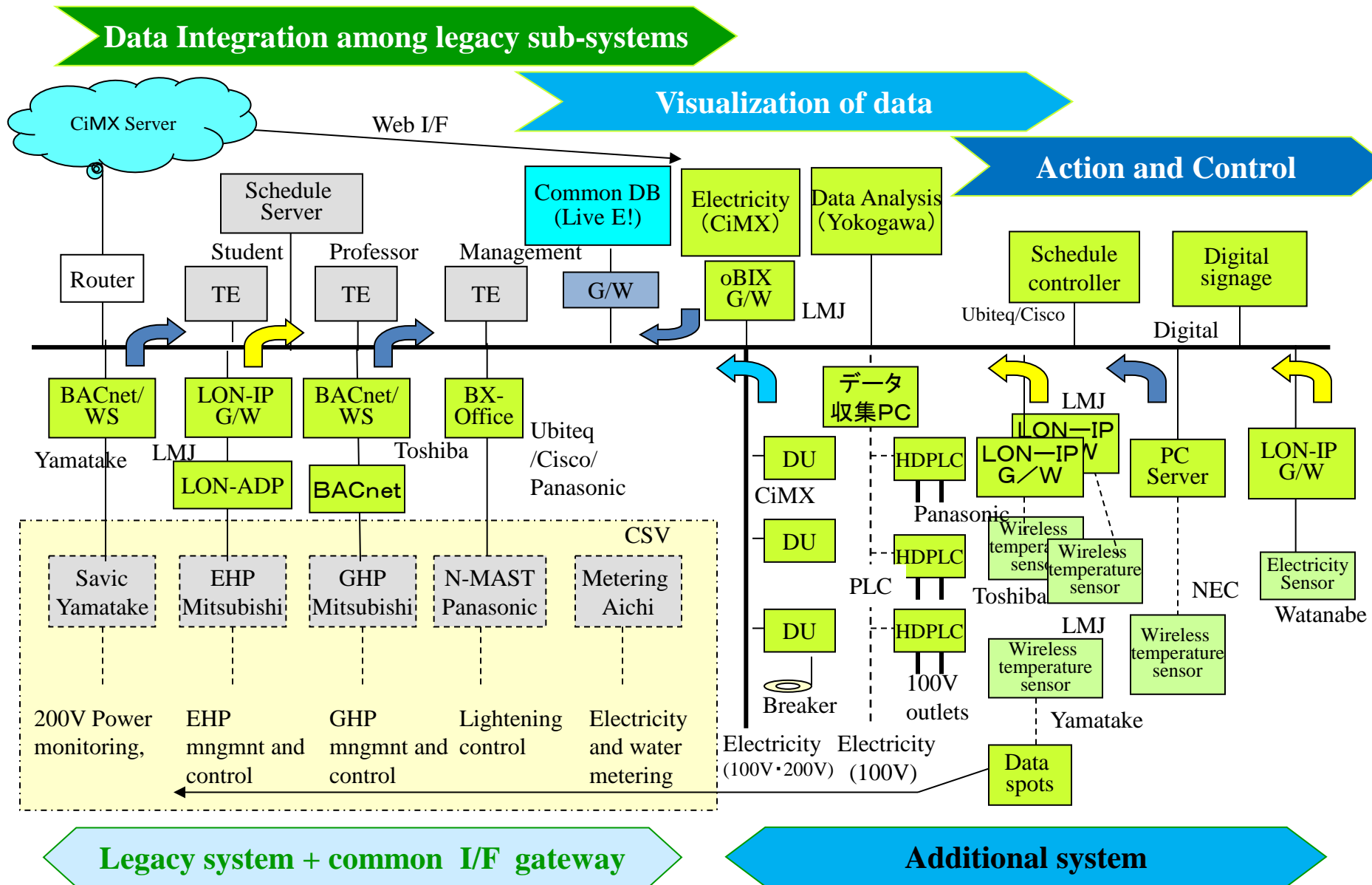


本郷キャンパス 工学部2号館



- ✓ 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
- ✓ ピーク電力使用量(2011年): 約 1,000kW
- ✓ IEEE1888を用いた スマートメータビル化

System overview Eng.No.2 Building in Hongo Campus, Tokyo, Ja



Smart Meter

清华大学 中日绿色IT合作项目 DEMO ver1.3

4级电力告警: 请尽快检查!
在总服务器室中增加了设备信息, 预订的服务器设备空间中, 电灯已经关闭。

清华大学 PIT CENTER 智能能源系统

Security guard

本月电力使用量

用电量 kWh	85580	CO2排放量 kgCO2	19315	平均电费 ¥/kWh	2482.9	4.5
用电量 kWh	8268.3	CO2排放量 kgCO2	10293	平均电费 ¥/kWh	2351	2.5

Security guard, Niu Zhifang, Shi Zhifang, Gong Jie, Lv Jiping, Xu Jie, Yang Zexi

本月用电量: 102p, 本月用电量: 1522p

帮助 请选择一个用户。您也可以选择楼层或者房间。



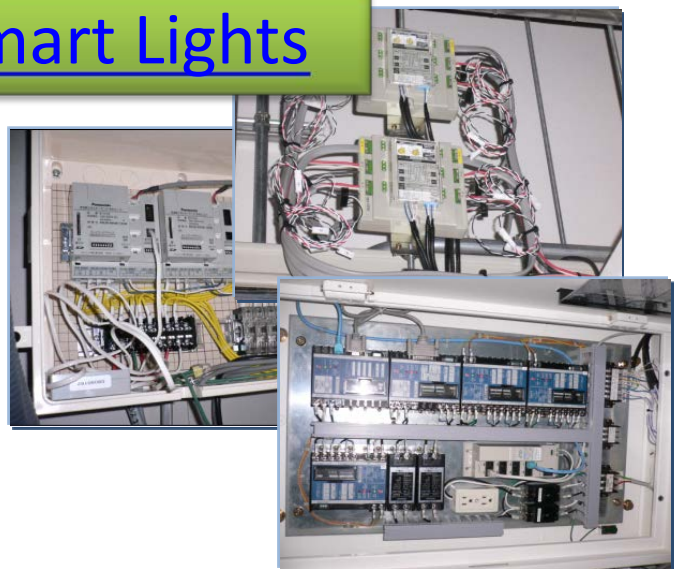
With Smart Phone

4.8... 20.8... 25.6...

Plan, Do, See



Smart Lights



Smart HVAC

Green Tokyo Project 102B1江崎研 研究室 エアコン操作画面 11/18/13 (Tue) 14:57:41

運転/停止

0 時間切 0 時間入

送風 18°C 設定温度 20°C

タイマ設定 入/切 風量調節 温度調節

ECO 100% 外気 13.5 °C 雨量 52.1 %RH Digital BUILMO

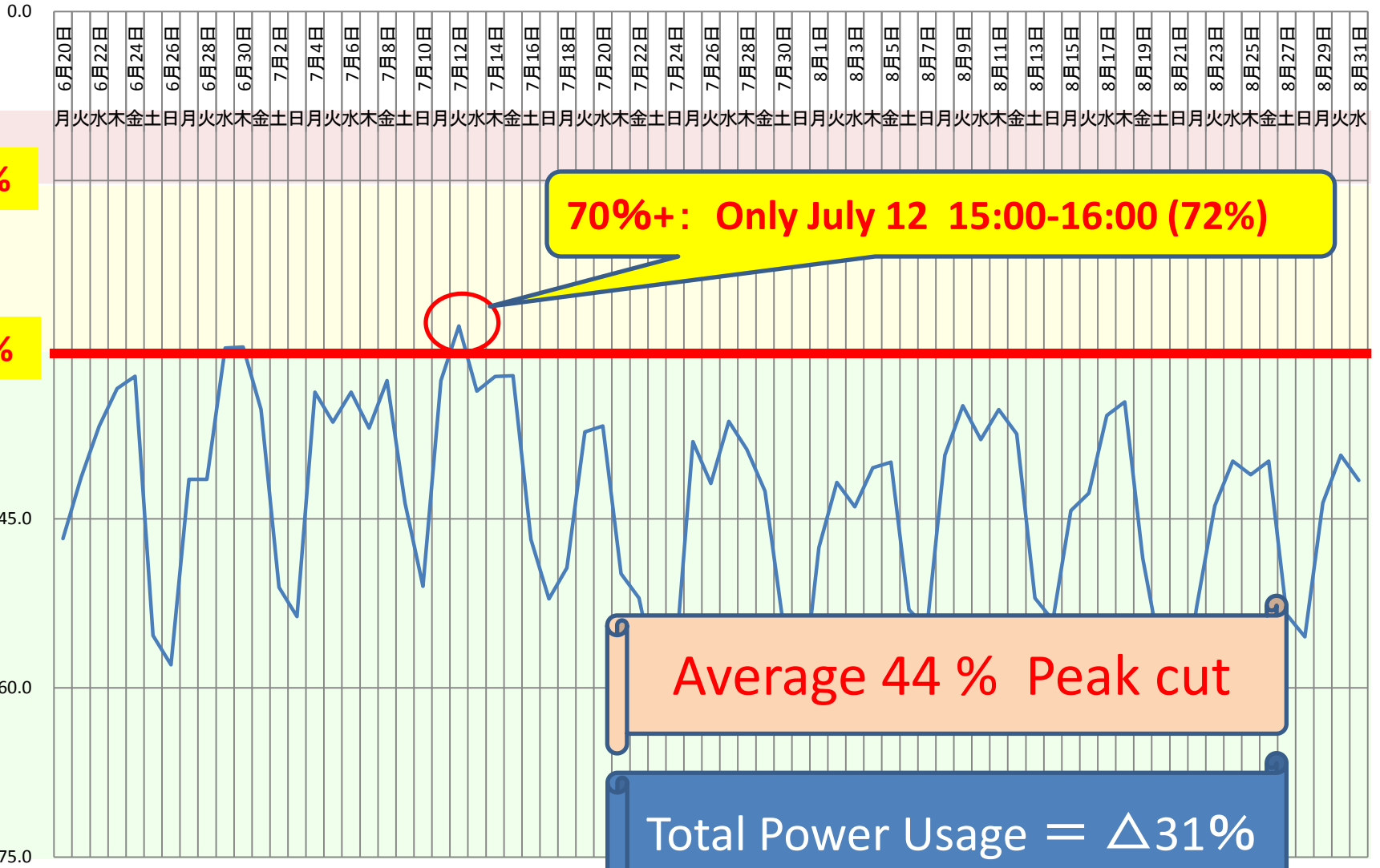
- エアコン電力消費グラフ(1)
- エアコン電力消費グラフ(2)
- コパネト電力消費グラフ
- 外気グラフ
- eco推移グラフ
- メイン画面

Smart Kiosk



平均削減率(%)

2011/6/20-8/31 Eng.No.2 Bld.



△15%

△30%

70%+: Only July 12 15:00-16:00 (72%)

Average 44 % Peak cut

Total Power Usage = △31%

見える化・見せる化
の効果？



気温は違えども、
ピーク値は維持。

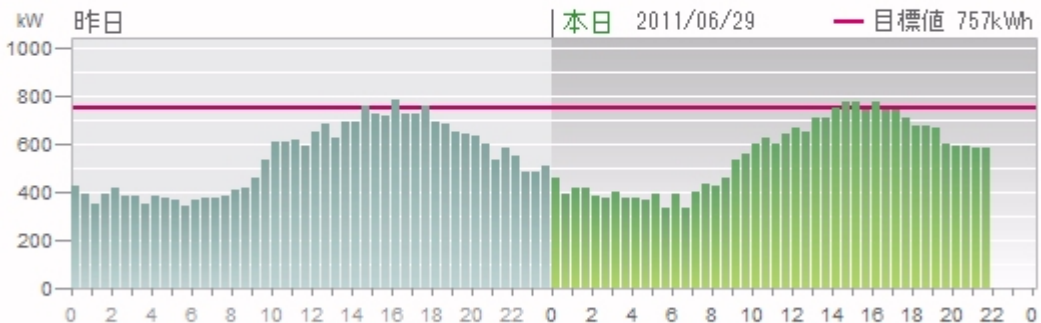
2011年6月28日&29日

更新間隔:30分

JUN 29 工学部 2号館

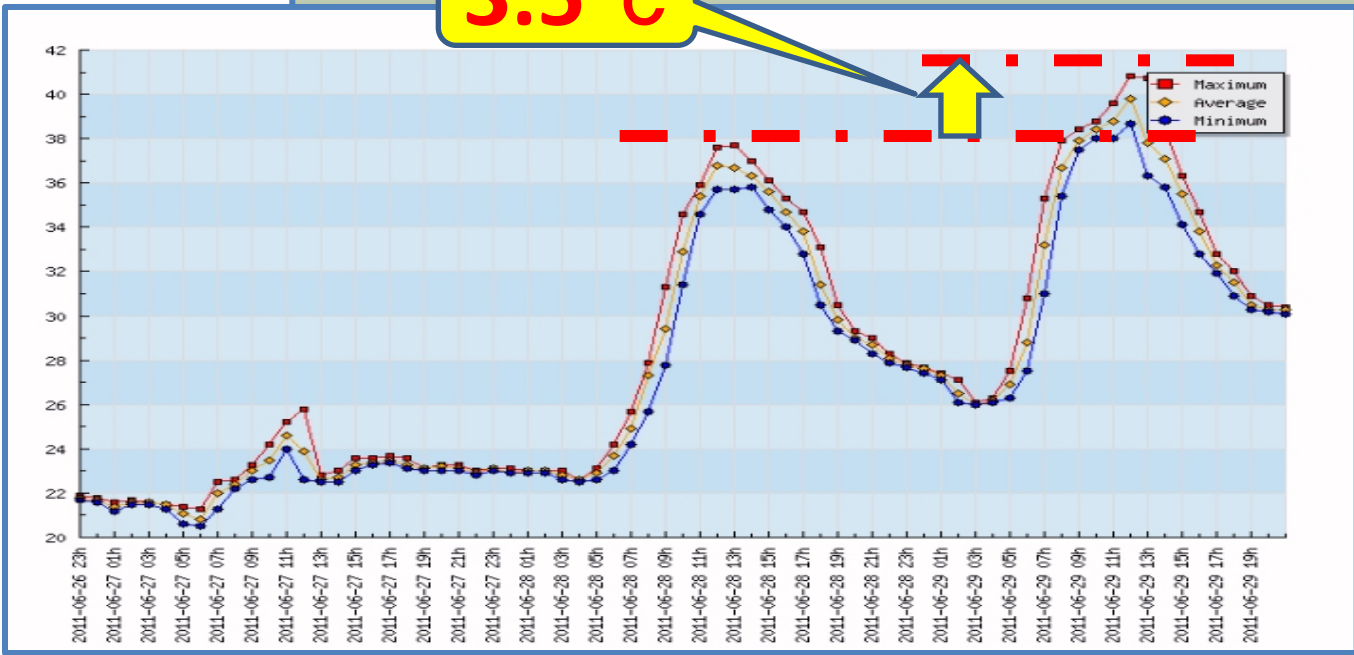
本日電力使用状況 TOTAL 012288 kWh

follow us on



3.5 °C

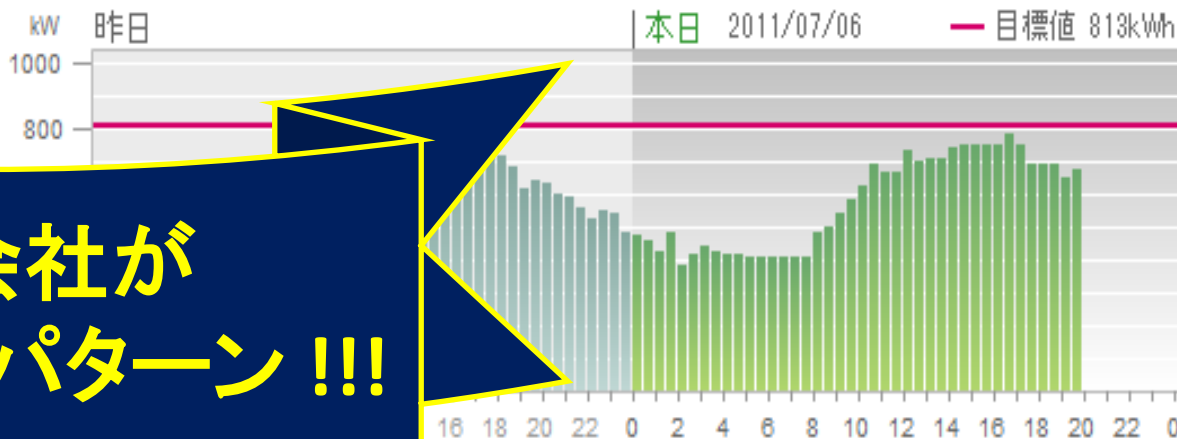
クリックすると詳細なデータがご覧いただけます。



JUL 06 工学部 2号館

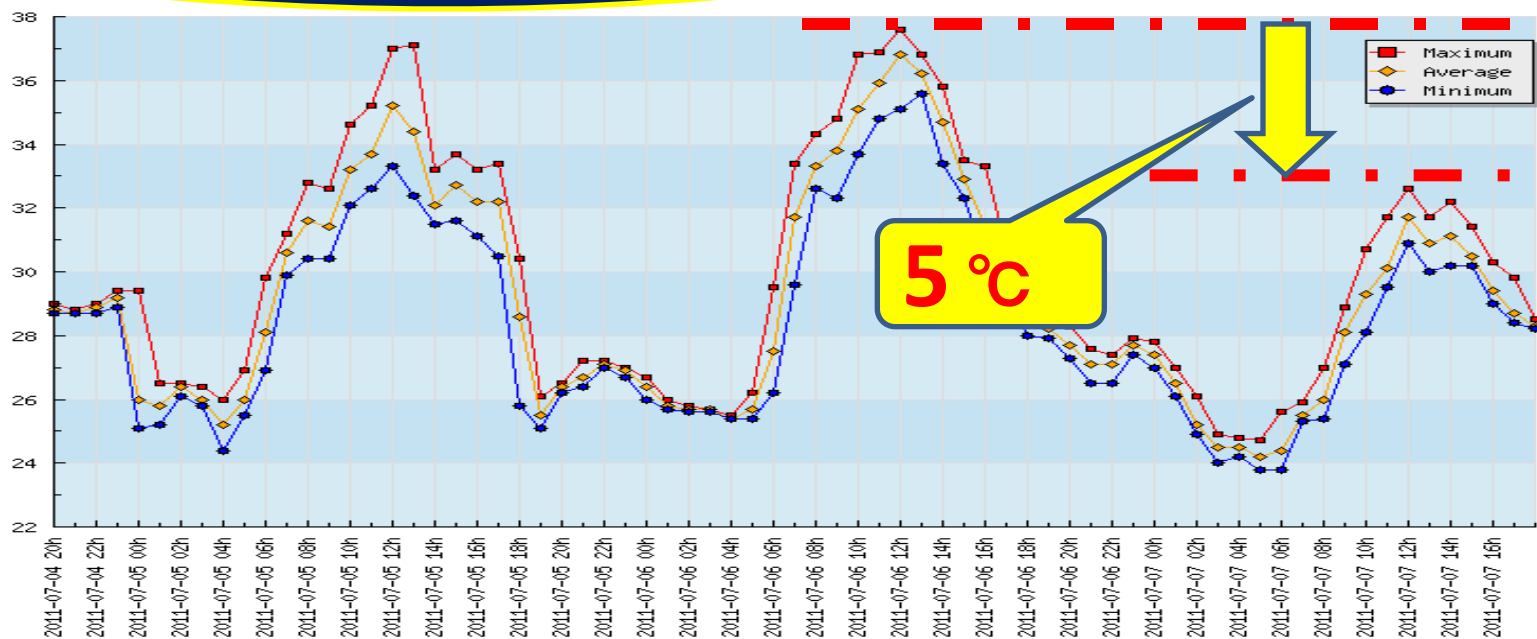
TOTAL
本日電力使用状況 011628 kWh

follow us on



違えども、

電力会社が
一番嬉しいパターン!!!



<< IEEE1888 Application Example >>

Handling the Current and Historical Data of Building HVAC Statuses

10F EHP HVAC Statuses

Time: 2011-09-08 09:02:06

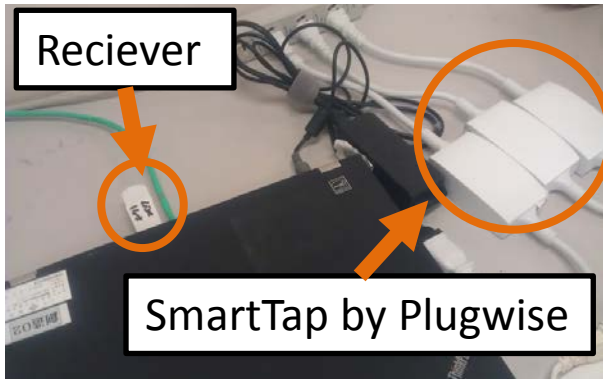
健康管理のツール !!

部屋名	運転	モード設定	温度設定	温度計測
101B	<u>OFF</u>	<u>冷房</u>	<u>26</u>	<u>28.9</u>
102B1	<u>ON</u>	<u>冷房</u>	<u>25</u>	<u>25.6</u>
102B2	<u>OFF</u>	<u>冷房</u>	<u>22</u>	<u>29.3</u>
101C1	<u>ON</u>	<u>冷房</u>	<u>28</u>	<u>27.6</u>
101C2	<u>OFF</u>	<u>冷房</u>	<u>27</u>	<u>27.2</u>
102C1	<u>OFF</u>	<u>冷房</u>	<u>28</u>	<u>29.3</u>
102C2	<u>ON</u>	<u>冷房</u>	<u>26</u>	<u>25.6</u>
103C1	<u>OFF</u>	<u>冷房</u>	<u>27</u>	<u>30.1</u>
103C2	<u>ON</u>	<u>冷房</u>	<u>27</u>	<u>27.2</u>
10SV	<u>ON</u>	<u>冷房</u>	<u>23</u>	<u>23.2</u>

(*) 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。

Smart Tap Integration with IEEE1888

1. Ordinary Smart-Tap for Power Outlets
2. Stealth Smart-Tap for LED Lights

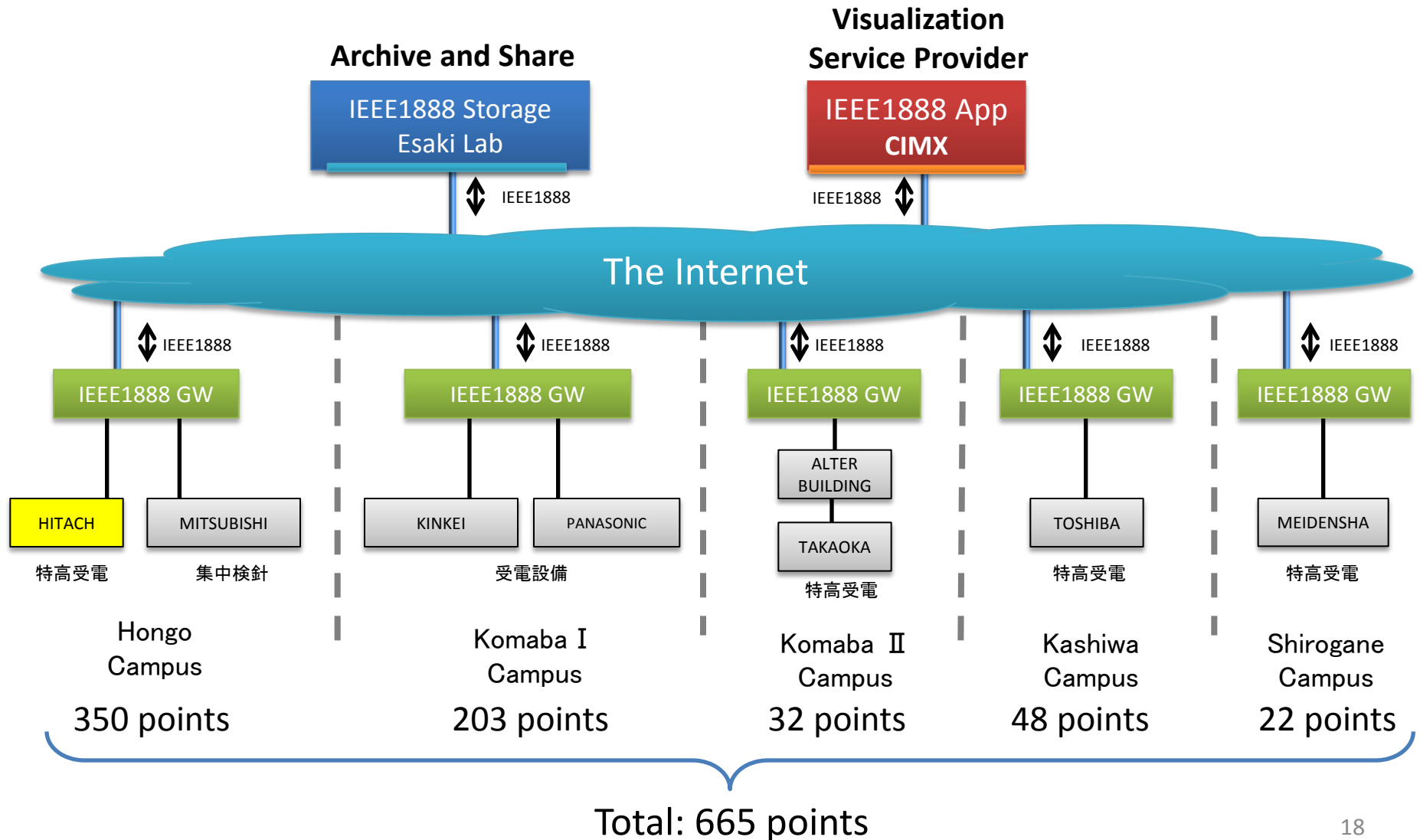


東京大学 首都圏 主要5キャンパス



- ✓ 東京都内の業務系事業所中で最大の排出事業者
- ✓ 36,333名、142.7万m²
- ✓ ピーク電力使用量(2010年): 約 66,000kW
- ✓ IEEE1888を用いた特別高圧受電・給電の見える化

東京大学 主要 5キャンパス 電力使用量リアルタイム見える化/見せる化システム



2日分のリアルタイム 電力使用量表示画面



東京大学案内 | 学部・大学院・研究所・センター | 東京大学の活動 | 東京大学入学案内 | キャンパス
| 受験生の方へ | 在学生の方へ | 留学生の方へ | 卒業生の方へ | 社会人・一般の方へ | 企業の方へ |

総長談論
森を動かす。世界を担う。知の拠点へ

Today Research

東京大学の電力使用状況
19:00-19:59 最大電力 **2010年比 38,158 kW 60%**

Today Research / Topics

日本の東京大学の朝、第グラウンドを巡らせれに網を

Information

Latest News



東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO 2011/07/13 11:26

東京大学の電力使用状況

全体の電力使用状況

2011/07/13 東京大学 10:00-10:59 全体 **33,144 kW 67%**

本日現在 **33,144 kW**

今年最大の電力 **33,144 kW**

キャンパス別の電力使用状況

2011/07/13 東京大学 10:00-10:59 本郷キャンパス **21,530 kW 70%**

本日現在 **21,530 kW**

今年最大の電力 **27,600kW (6/27 16:00)**

2011/07/13 東京大学 10:00-10:59 駒場Iキャンパス **03,014 kW 67%**

本日現在 **3,014 kW**

今年最大の電力 **3,520kW (7/05 15:00)**

2011/07/13 東京大学 10:00-10:59 駒場IIキャンパス **03,390 kW 59%**

本日現在 **3,390 kW**

今年最大の電力 **3,520kW (7/05 15:00)**

2011/07/13 東京大学 10:00-10:59 柏キャンパス **05,210 kW 62%**

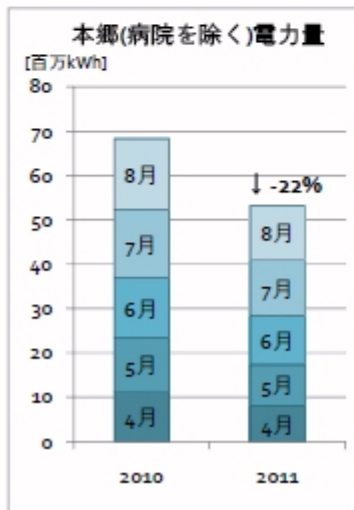
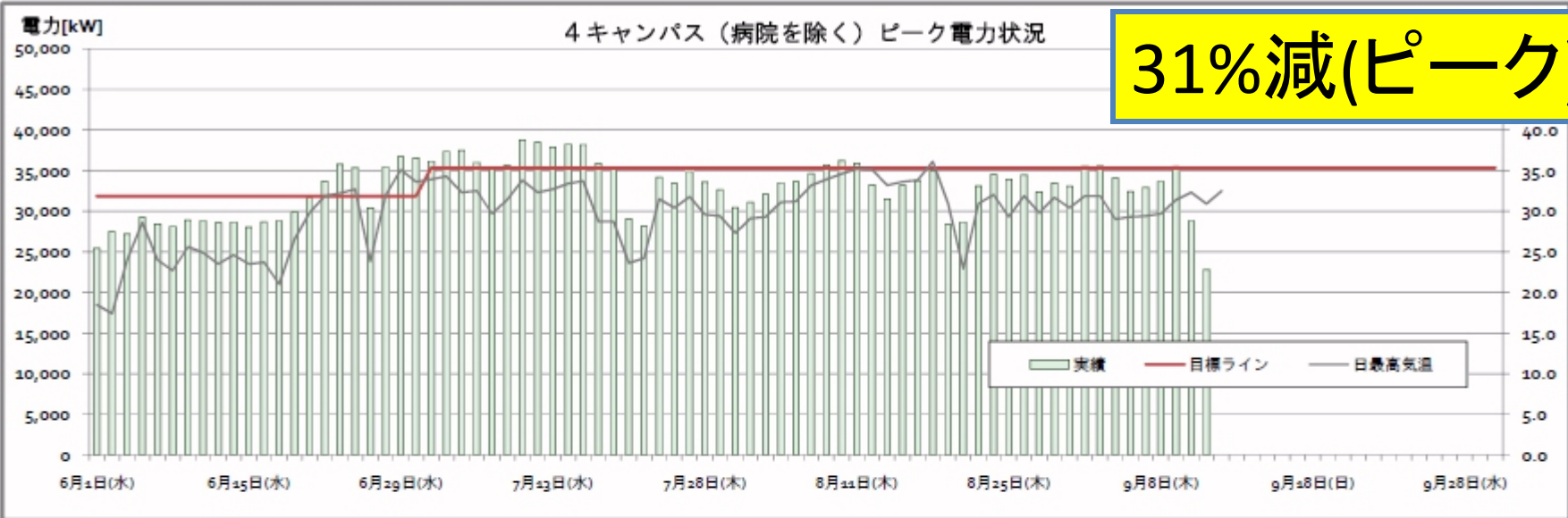
本日現在 **5,210 kW**

今年最大の電力 **6,000kW (7/12 13:00)**

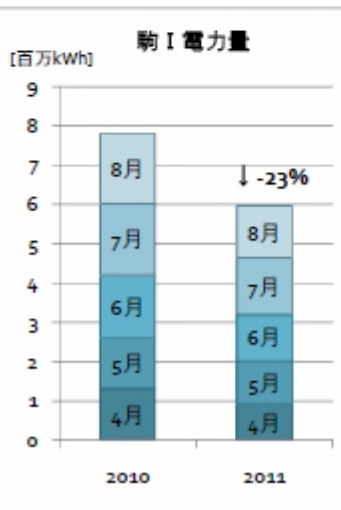
電力ピークカット目標達成状況及び電力量実績

4キャンパス（病院を除く）ピーク電力状況

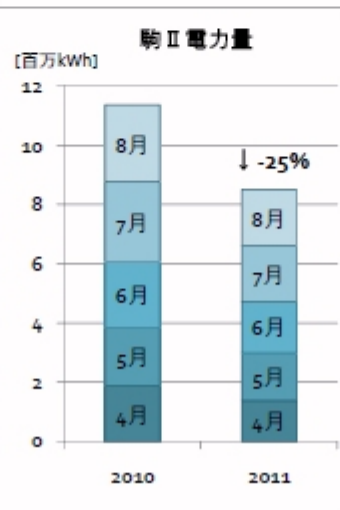
31%減(ピーク)



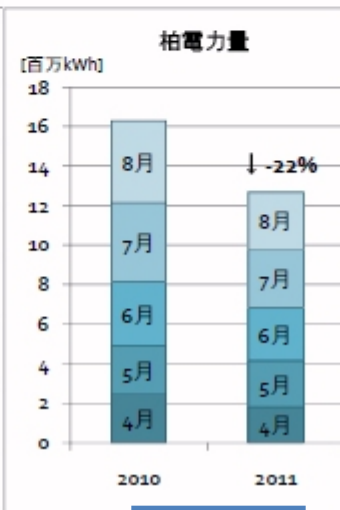
22%



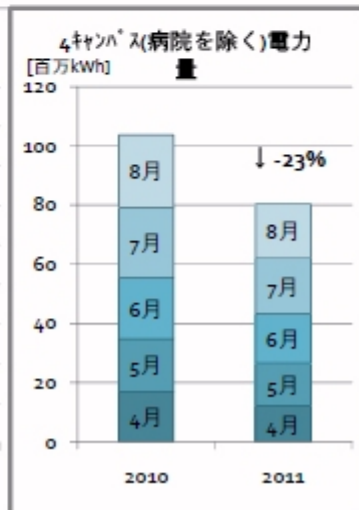
23%



25%



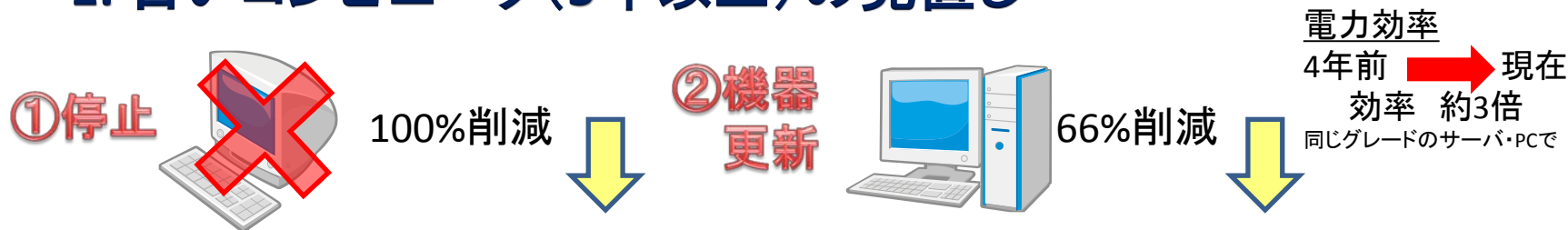
22%



23%

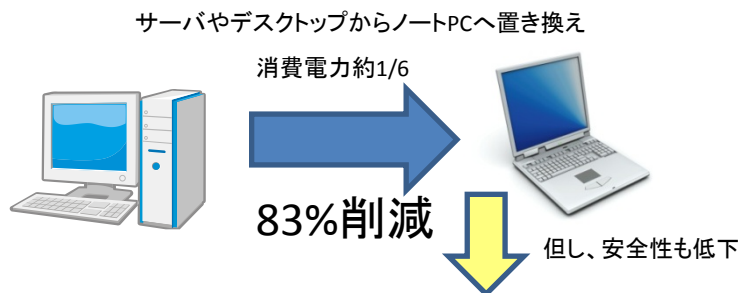
サーバ・コンピュータの電力削減メニュー

1. 古いコンピュータ(5年以上)の見直し

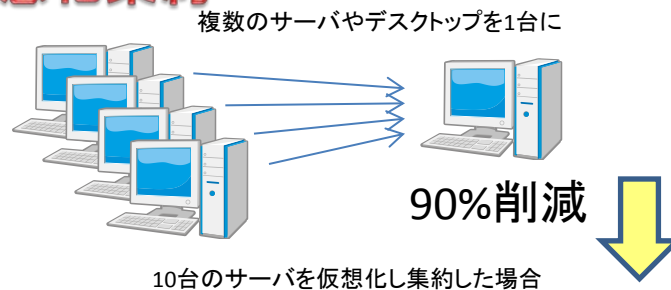


2. 必要なサーバ(ウェブ・メール等)の効率化

①ノートPC化

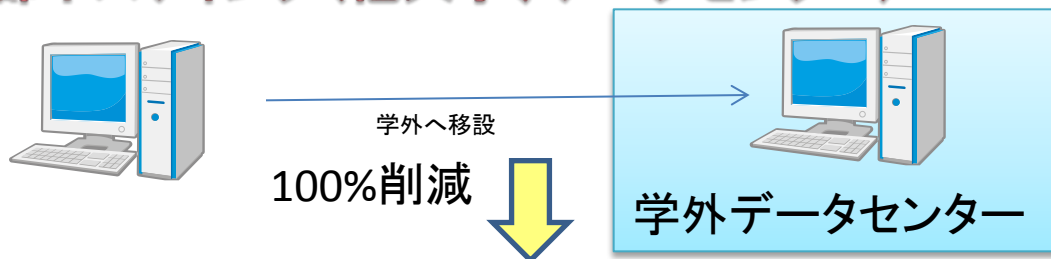


②仮想化集約



3. 停止することが難しい機器の外部移設

①外部ホスティング(他大学、データセンター)



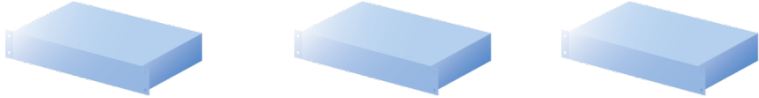
Private Cloud in our Lab.

Achievement: **Saving 71% (2.52kW)** as of Nov.2011

Before

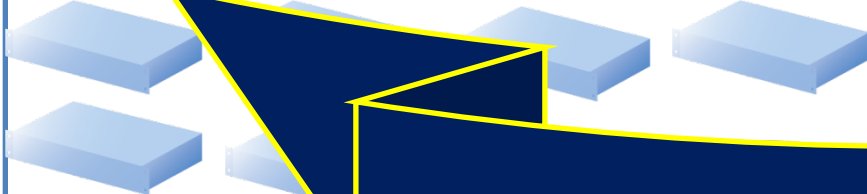
After

Faculty's shared servers **0.647kW**



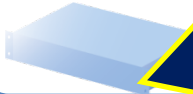
Web, mail, DNS, group tool
(Essential servers...)

Infra-servers of our Lab. **1.595kW**



web/mail/radius/c
bld2-guest-gw/mr

Students'



Infra-servers in



Private cloud (stable)



0.794kW



VMware
ESXi



Since April 11
Beast

(ental) **0.153kW**

0.100kW

そもそもの動機は、
『暑い部屋は嫌だ』

Using inexpensive model: HP ProLiant DL120 G6/G7

Private Cloud in our Lab.

投資回収

- 1年(計算機)
- 0.5年? (空調を召喚. PUE=2.0)

『発明は必要の母』

Private servers of our Lab. 1.595KVV

Virtualware
ESXi

本当の効果;

1. システムの管理性
2. BCP(活動継続性)
3. 問題解決の迅速化

データセンターに関する 東京都 環境局 との関係。。。。

1. 2008年頃

- i. データセンターは、『悪者の見本!!』
多量で増加傾向(急増)にある電力消費量

2. 2010年

- i. データセンターは、実は、『良い奴』
実は、総電力消費量を減少してくれる。

3. 現在(2012年)

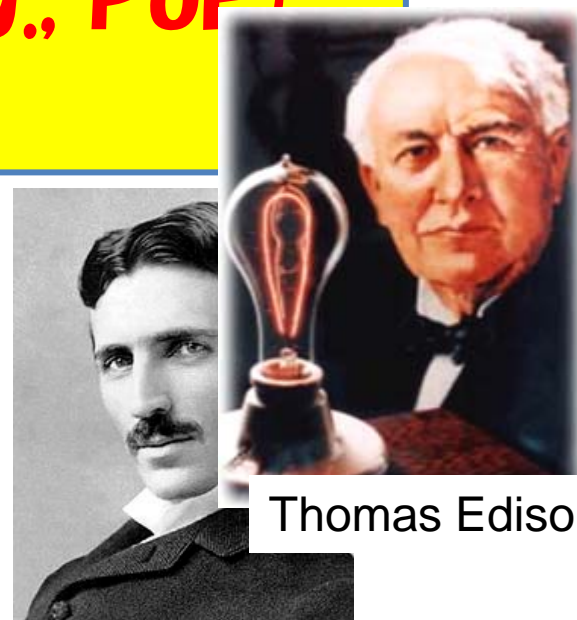
- i. 東京都 地球温暖化ガス排出規制に関する環境条例で、データセンターに例外規定を適用可能に
- ii. データセンターの利用を推奨

エジソンさん(直流)の逆襲

1. 通信線で電力供給 (e.g., PoF)
2. バッテリーで駆動

↓
本当のインフラへの進化

コンピュータ・ネットワーク
の **自立と自律**



Thomas Edison

Nikola Tesla

“ 最初の一步? ”

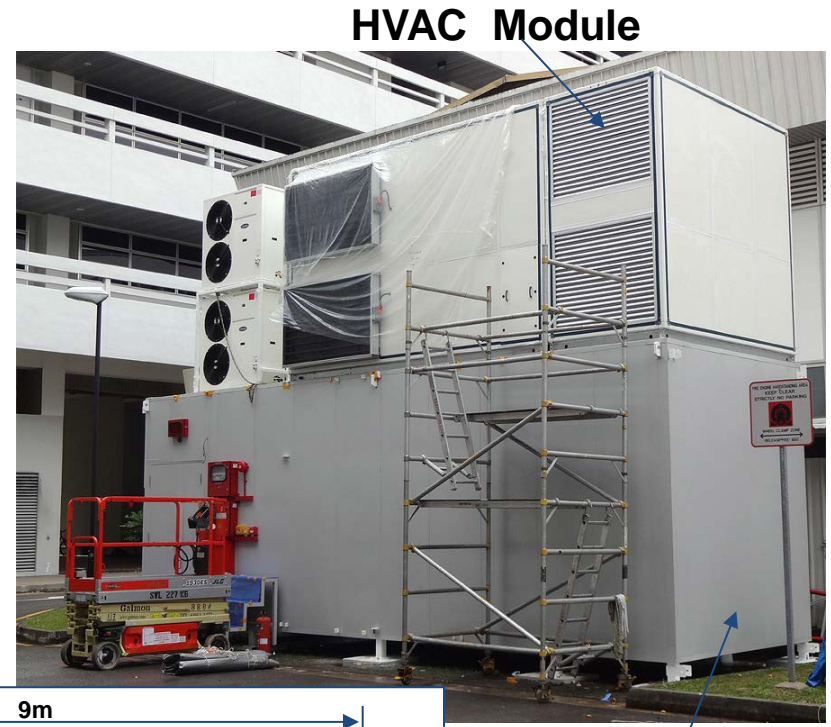


HP All-in-One Zero Client

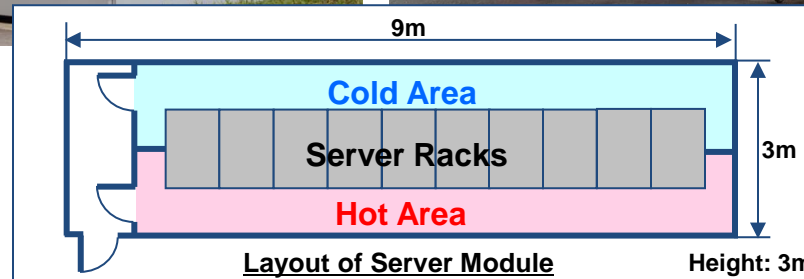
- 13[W]の超低消費電力
- 必要な接続ケーブルは一本
 - Power over Ethernetによる給電
- 18.5” diagonal LED monitor
- Citrix対応の優れた描画性能

1. 通信線で電力供給 (e.g., PoE)
2. バッテリーで駆動

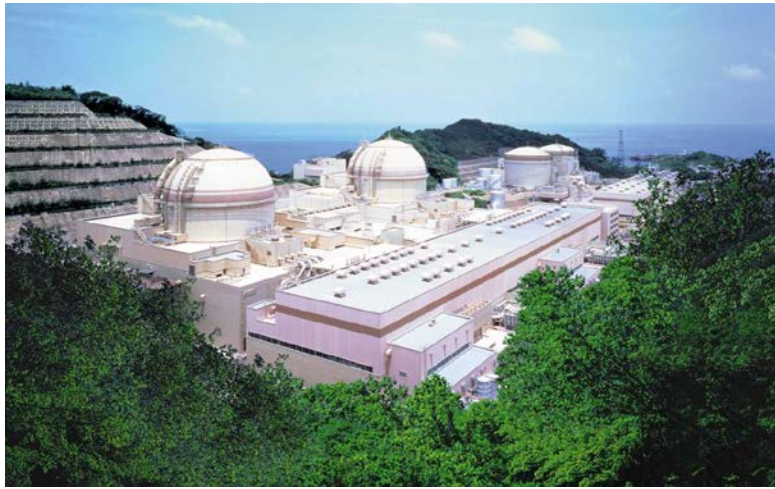
Container Moduled Outdoor Air Cooling in Tropical Weather Environment, run by iDA, NTU and GUTP member company



**Only with
4 parking lots**



Server Module



VS



VS



まとめ：GUTP (と IEEE1888) の役割

1. システムの設計・運用の改革

- a. 『ベンダー主導』 → 『ユーザ主導』
- b. 系統縦割り構造 → 水平方系統連携 構造

2. ベンダー・系統プロトコル ロックインからの解放

- a. 新規建物市場：コスト削減、多棟・広域運用
- b. 既存建物市場：既存設備の統合化と連携の実現

3. データベースの利用可能性を拡大

**** Big Data 的なビジネス展開 ****

- a. 新サービスの創成を容易化
- b. 工学部2号館の データを提供可能に

“Green”
Eco System

節電・
省工ネ

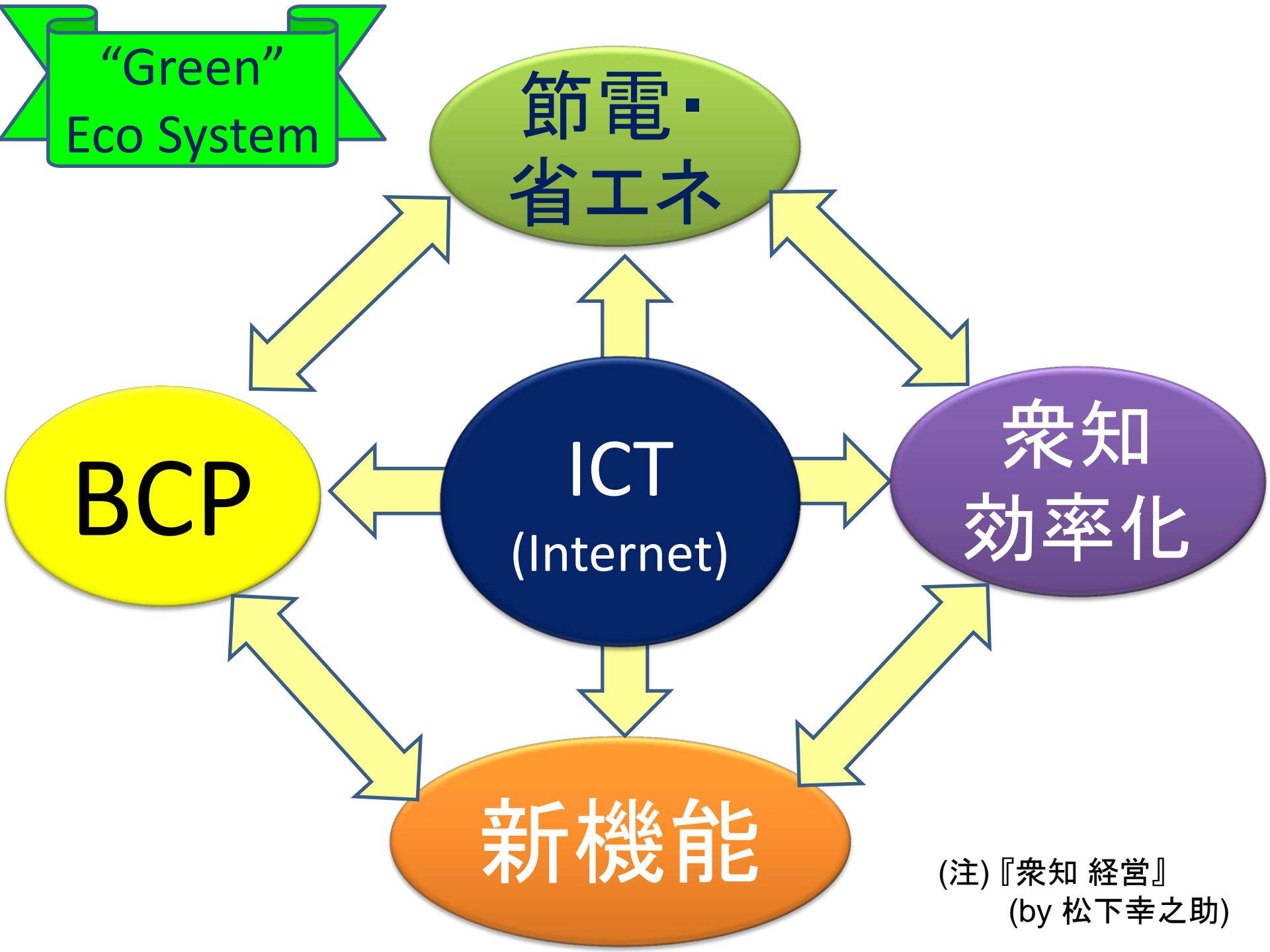
BCP

ICT
(Internet)

衆知
効率化

新機能

(注) 『衆知 経営』
(by 松下幸之助)



付録:

GUTP & IEEE1888の展開状況

Commercial Products

- CIMX Corporation <www.cimx.co.jp>
- UBITEQ Inc., <www.ubiteq.co.jp>
- SEIKO Precision Inc., <www.seiko-p.co.jp>
- Otsuka Corporation <www.otsuka-shokai.co.jp>
- NTT Data Customer Service <www.nttdatacs.co.jp>
- Futaba Kikaku <www.futaba-kikaku.jp>



IEEE1888 Development Kits by FUTABA Kikaku



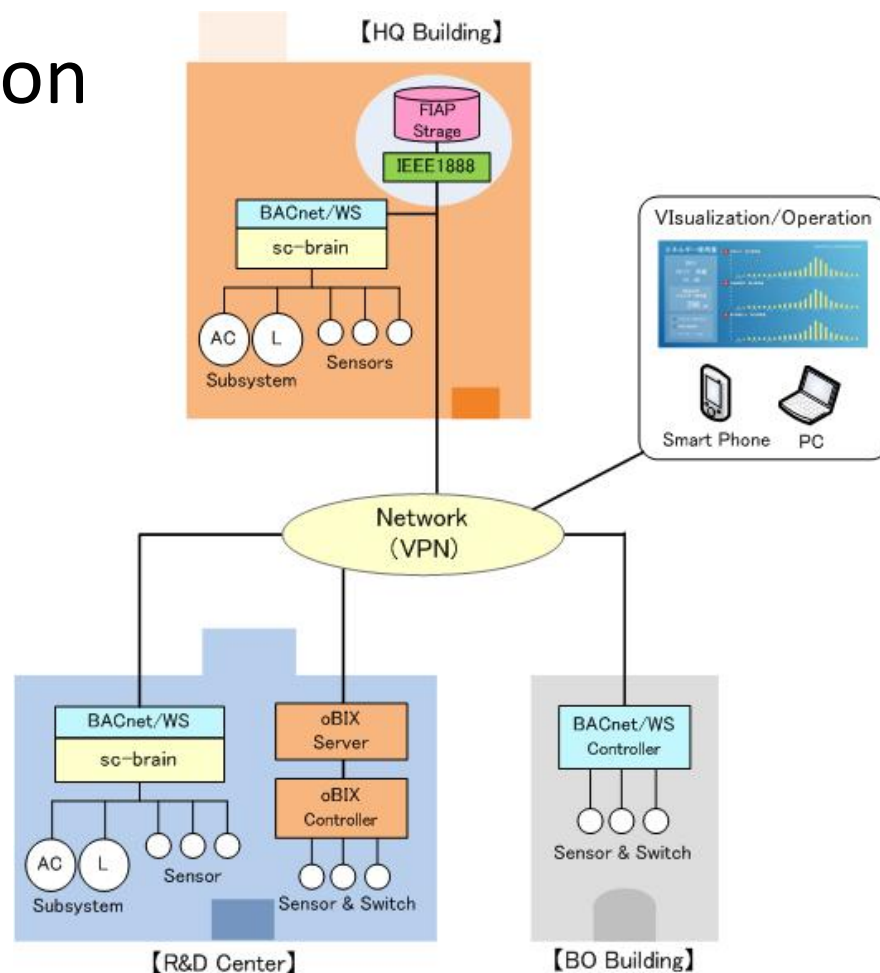
Testbeds and Showcase(1)

- Private Company

1. Shinryo Corporation <www.shinryo.com>
2. Otsuka Corporation <www.otsuka-shokai.co.jp>
3. Ubiteq Inc., <www.ubiteq.co.jp>
4. Sanki Engineering Co.Ltd. <www.sanki.co.jp>
5. SEIKO Precision Inc., <www.seiko-p.co.jp>
6. Yokohama-Kanazawa Industrial Park
7. Nippon Steel Engineering Co.Ltd
8. Canon Group's Buildings

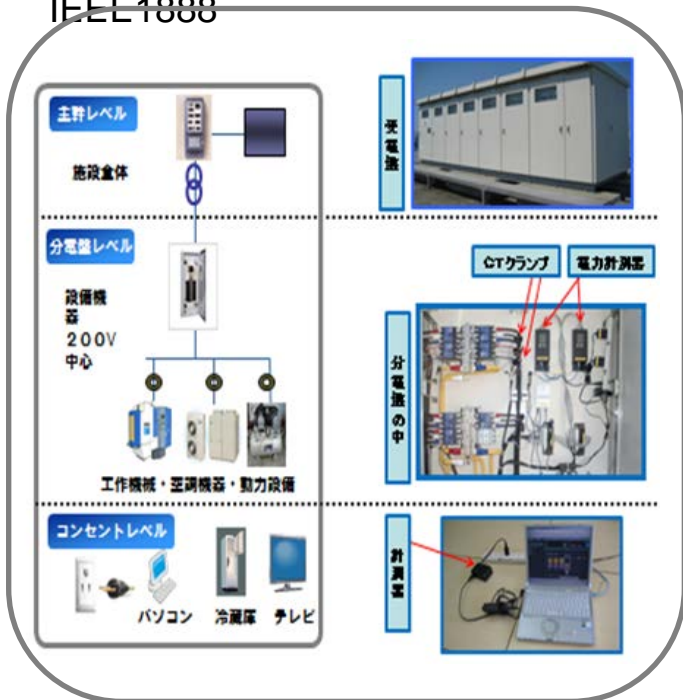
Shinryo Corporation

- 3 remote sites integration
- Multi-Protocol
 - BACnet/WS
 - oBIX
- Multi-Vendor



Aggregated Small Factories at Kanazawa Industrial Park in Yokohama

Power reception and supply panel, EPS panel and power tap data collection using IEEE1888



Aggregate and integrate multiple companies by cloud server



Real-time and off-line data analysis and virtualization of data for PDS improvement activities.



iPadで誰でも、楽しく参加していただけます



Smart Tap Integration with IEEE1888

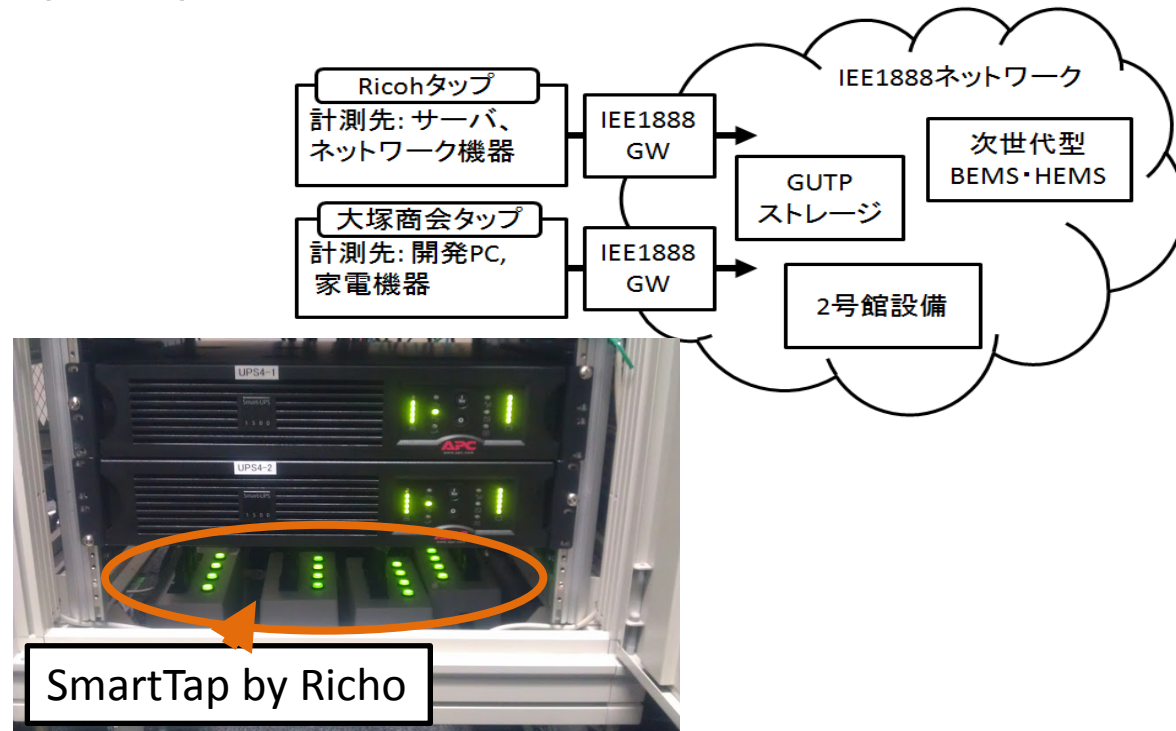
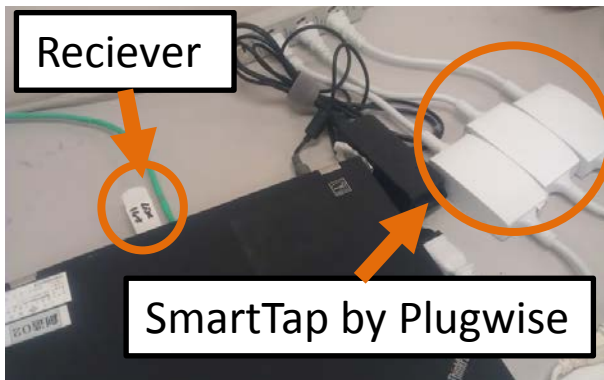
- Esaki-Lab at The Univ.of Tokyo



1. Ordinary Smart-Tap By Plugwise Inc.,
2. Smart-Tap for Rack in computer room by RICOH Company Ltd.



RICOH



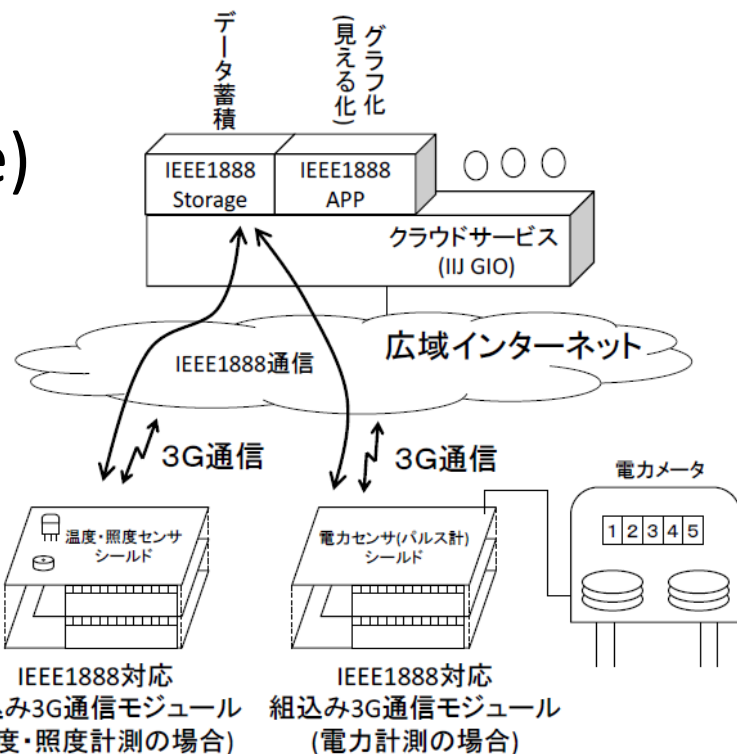
IEEE1888 over 3G

- Partners

- Internet Initiative Japan (IIJ) Inc., <www.iij.ad.jp>
- 3G Shield Alliance <www.tabrain.jp/newfolder1/a3gsa.html>
- The University of Tokyo www.u-tokyo.ac.jp>

- Feature of the System

- IIJ GIO Service (Cloud Service)
- IEEE1888 sensor module with 3G link



Testbeds and Showcase(2)

- Universities

1. Cyber Media Center, Osaka University
2. The University of Electro-Communications
3. Shizuoka University
4. Tokyo Institute of Technology
5. The University of Tokyo



NEWS RELEASE

2012年12月4日

クラウド型BEMSサービスが
東京工業大学の「キャンパススマートグリッド」に採用されました
～「RemoteOne[®]～節電・省エネサービス～」をベースに「IEEE1888」でオープンなプラットフォームを構築～

NTTデータカスタマサービス株式会社

国立大学法人 東京工業大学(以下:東工大、学長:三島良直)では最先端の環境エネルギー技術の研究を行うために、本年4月に環境エネルギーイノベーション棟(以下:EEI 棟)を竣工しました。地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出を約60%以上削減し、しかも棟内で消費する電力を自給自足できるビルとして設計されています。

NTTデータカスタマサービス株式会社(代表取締役社長:佐々木康志)では、EEI 棟における太陽光システムの発電状況や既設の講義棟の電力情報などのエネルギーデータ、空調システムの電力情報・気温・状態監視など、異なる通信プロトコルで動作している環境を「IEEE1888」を活用したクラウドプラットフォームにおいて統合化・最適制御する「東工大キャンパススマートグリッド」を当社の節電ソリューションである「RemoteOne[®]～節電・省エネサービス～」をベースに構築します。

「RemoteOne[®]～節電・省エネサービス～」は経済産業省における「BEMS アグリゲータ」にも採択されており、今後もM2M クラウド技術を活用し、お客さまのさらなる省エネに貢献していきます。

【システムの特長】

1. IEEE1888 を活用したプラットフォーム

IEEE1888 プロトコルとは、スマートグリッド向けに策定された IP 上で動作するアプリケーションプロトコルです。それぞれのビルや施設内にはフィールドバスと呼ばれる物理ネットワークが存在し、その特性に応じて BACnet, LonWorks, Modbus などの通信方式が採用されています。IEEE1888 によってこれらの通信方式の違いをゲートウェイ(GW)によって吸収(変換)しながら、統合化されたオープンプラットフォームを構築します。

2. 空調システムなどのクラウド制御

Testbeds and Showcase(3)

- Research Institute

1. National Institute for Environmental Studies

1. Smart City Project at 北海道弟子屈町
2. Smart House Project at 長野市鬼無里地区



Oversease collaborations

- Testbed Operation
 - Tsinghua University (Beijing, China) *FIT building*
 - LoCaL Project <<http://local.cs.berkeley.edu>> at UCB in USA with Intel Lab in Oregon
- Feasibility Study Phase
 - DoT at India
 - Chularonkorn University at Bangkok
 - Tsinghua University (Beijing, China) *campus*
- Receiving the interests
 - NTU(Natoinal Taiwan Univ.) at Taipei
 - iDA at Singapore
 - AIT at Thailand
 - SRM Univ. at India
 - Vietnam under Japanese MIC's Japan-ASEAN Program
 - UMPS/LIP6/CNRS in Paris