



“Internet by Design”

“ICT Native” な社会基盤の実現に むけたテストベッドの設計と構築



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 代表

江崎 浩 (Hiroshi ESAKI)

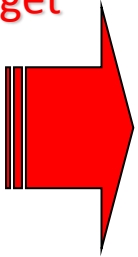
WIDE Project 3rd Decade R&D

- 1988-1997
 - 学術 : Broadband & WiFi Internet (常時接続)
 - 産業 : ダイヤルアップ インターネット(ISP事業化)
- 1998-2007
 - 学術 : Internet of Things (IoT by IPv6)
 - 産業 : ADSL, WiFi, i-mode (常時接続Internet)
- 2008-2017
 - 学術 : Internet-“Framework” for Every-Industry (e.g., Energy Industry)
 - 産業 : 100% TCP/IP化(Connect Everything by IP)
- 2018-2027
 - 学術 : Native Internet-Architecture for Every-Industry
 - 産業 : オープン・スマート社会基盤(統合管理制御)

Change of R&D

1. Demonstration
 - Never let use the system by others
2. Prototype system
 - Let use by others, but never works well
3. Testbed
 - Let use by others, to debug
4. Professional
 - Platform for general service
5. Commercial
 - Failure is fatal for business

WIDE's
Target



What is testbed for WIDE ?

- Vehicle to explore/establish;
 - Verification and evaluation of Technology
 - ***“Evidenced-Based Research”***
 - Integration of component technologies
 - Operational technology
 - Education of engineers
 - Global collaboration

Past, Now and Future;

ICTインフラの進化

Ph.1: サイバー空間の形成

Ph.2: 実空間(物理社会基盤)の管理・制御

いわゆる『スマートシティ』 → BigData

Ph.3: 実空間との統合化・融合化

ICT基盤を核・骨格としたICT Nativeな
物理社会基盤 (“Internet by Design”)

【必須環境】

1. 相互接続性 for Global connectivity
2. テストベッド for Evidenced-based R&D

ICTインフラの進化

Ph.1: サイバー空間の形成

Ph.2: 実空間(物理社会基盤)の管理・制御

いわゆる『スマートシティー』 → BigData

Ph.3: 実空間との統合化・融合化

ICT基盤を核・骨格としたICT Nativeな
物理社会基盤

例: データセンターが、エネルギーと情報の
供給・蓄積拠点に。

必須条件: ライブテストベッド

Smart & Green & Safety Town/City

スマートな都市設計へ

| ヒト | | 都市 | |
|-------|---------|--------------|------------|
| 脳＋頭骸骨 | | サーバ＋データセンタ | |
| | 頭骸骨、血管 | | データセンタ |
| | 神経 | | サーバ、(クラウド) |
| 神経 | | インターネット | |
| 各器官 | | センサー・アクチュエータ | |
| | 骨等 | | 構造体 |
| | センシング器官 | | センサー |
| | 筋肉 | | アクチュエータ |

“100 Meter Sprint”



Usain Bolt, Jamaica
年齢 = 27歳
身長 = 196cm
体重 = 95kg
タイム = 9.58 秒

体格・構成要素の違い
は、小さいのに、、、
効率の違いは、絶大!!!



Hiroshi Esaki, Japan
年齢 = 49歳
身長 = 168cm
体重 = 105kg
タイム = なし (50 sec?)

△ 14.3%

+ 10%

△ ∞ (500%?)

よく、考えてみましょう。。。。。

1. 先入観で判断して、思考停止になっていませんか？
2. もし、江崎の足がロボット化されたら？
 - 革新的な、技術・アイデア
 - ルールを変えられるか？
3. 技術とルールが変わると。。。。
 - Usain Bolt が、“ガラパゴス”になるかも。。。。。
4. 新しいライフスタイルが開かれる 😊

データセンターに関する 東京都環境局との関係。。。。

1. 当初 (2008年春)

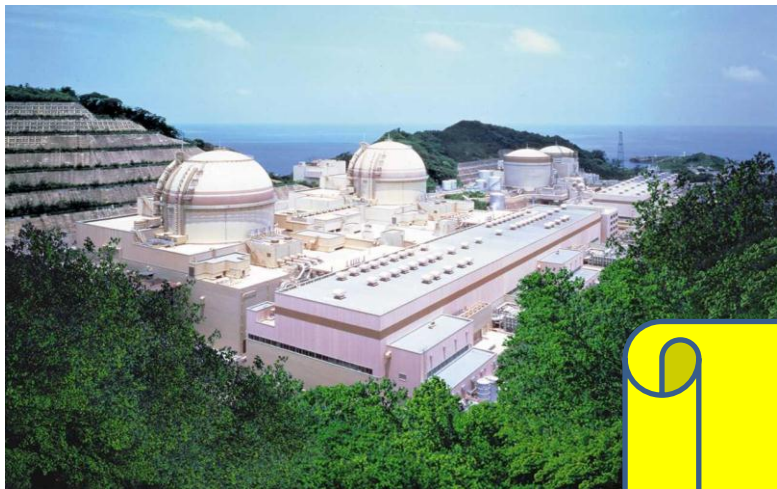
- ✓ データセンターは、大量の電力を消費するので、**悪魔のような存在**だ。

2. 2010年初め

- ✓ 実は、データセンターは、トータルには電力消費量の削減に寄与する**良い奴なんだあ**。

3. 現在

- ✓ 地球温暖化ガス(CO₂) 環境条例で、データセンターに**例外規定**を適用。
- ✓ 事業所の電力使用量の削減に、データセンターとクラウドサービスを使うことを**推奨**。



VS



VS

【コンパクトタウン化】

- [情報]: 保全・統合・利用
- [エネルギー]: 自立・自律



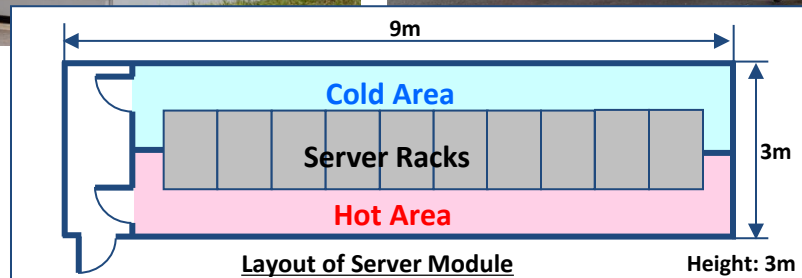
Container Moduled Outdoor Air Cooling in Tropical Weather Environment, run by iDA, NTU and TOSHIBA

TOSHIBA
Leading Innovation >>>



HVAC Module

Server Module



Only with
4 parking lots

Thomas Edison Strikes Back



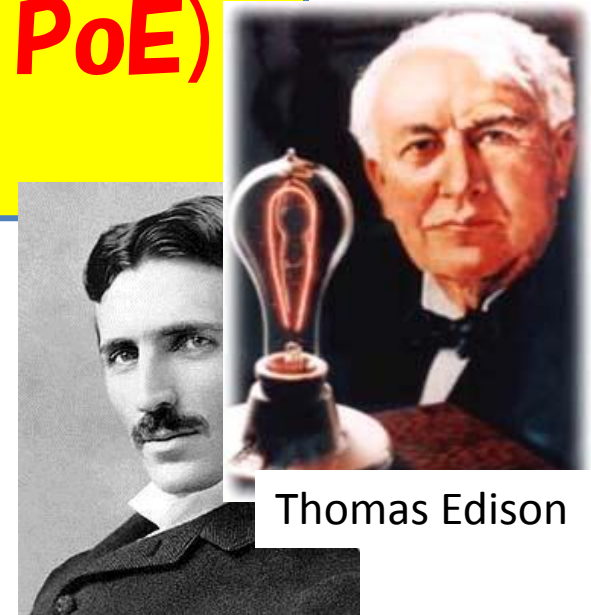
Thomas Edison

Thomas Edison Strikes Back

1. **Integration of Communication line and Power line (e.g., PoE)**
2. **Battery operation**

Innovation
toward real
infrastructure

**Independent and
Autonomous
Computer System**



Thomas Edison

Nikola Tesla

『百役の長』に関する 質問

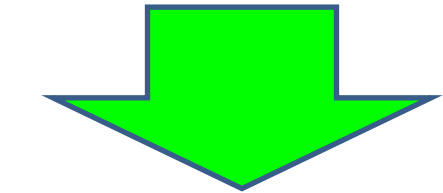
Q. 何故、『浦霞』は、大儲けできた？



日本のGDP構成 (2006年)

| | |
|------------|---------|
| • 農林水産業 | : 1.5% |
| • 鉱業 | : 0.1% |
| • 製造業 | : 21.3% |
| • 建設業 | : 6.3% |
| • 電力・ガス・水道 | : 2.2% |
| • 卸売・小売業 | : 13.5% |
| • 金融・保険業 | : 6.9% |
| • 不動産業 | : 11.9% |
| • 運輸・通信 | : 6.6% |
| • サービス業 | : 21.4% |

ICT産業
48兆円
(9.4%)



全産業の
Internet化
(= Smart化)



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

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

東大グリーンICTプロジェクト



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 Sensor Networking協議会

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
ipub
IPv6 Promotion Council

Building Automation WG
in 2003 at **ipub**
IPv6 Promotion Council



Collaboration
with Tokyo Gov.
since 2004

Established FNIC in 2006
(Facility Network Interop)

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

In 2008



Beijing Olympic
In 2008



China-Japan Green IT
Project funded by MIC
in 2009

FIAP in 2009
(Live E! architecture)

Along
ASIA-PACIFIC
NETWORKING
GROUP
NICT

Since 2005
(7th at Kyoto)

DUMBO2006
with AIT



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University



KU+KUS with MIC+JGN2



IIT Hyderabad
With IMD

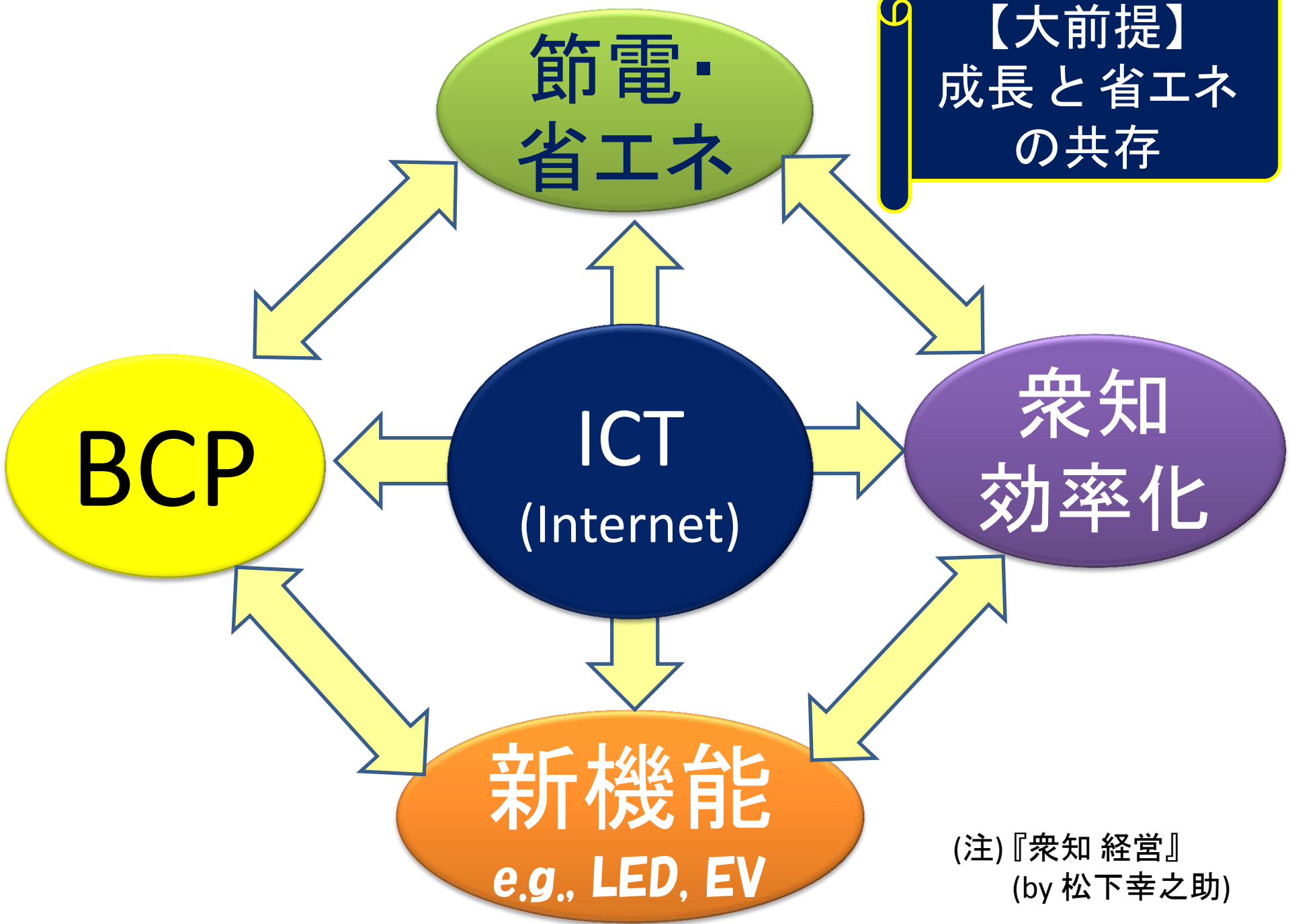


IEEE 1888 in Feb.2011



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

【大前提】
成長と省エネ
の共存



(注) 『衆知 経営』
(by 松下幸之助)

東京大学での事例

節電・BCP・快適化・効率化の共栄

1. コンピュータシステムのクラウド化
 - a. 居室・実験室からサーバ室への集団疎開
 - b. プラットフォーム(HW&SW)のアップグレード
2. センサー・アクチュエータシステムのバックエンドのクラウド化
 - a. データ保全 at サーバ室
 - b. Off-Premises 化による危機分散と接続性・可動性の向上
 - c. マルチ・スクリーン化(PC, Touch-Pad, Smart-Phone)

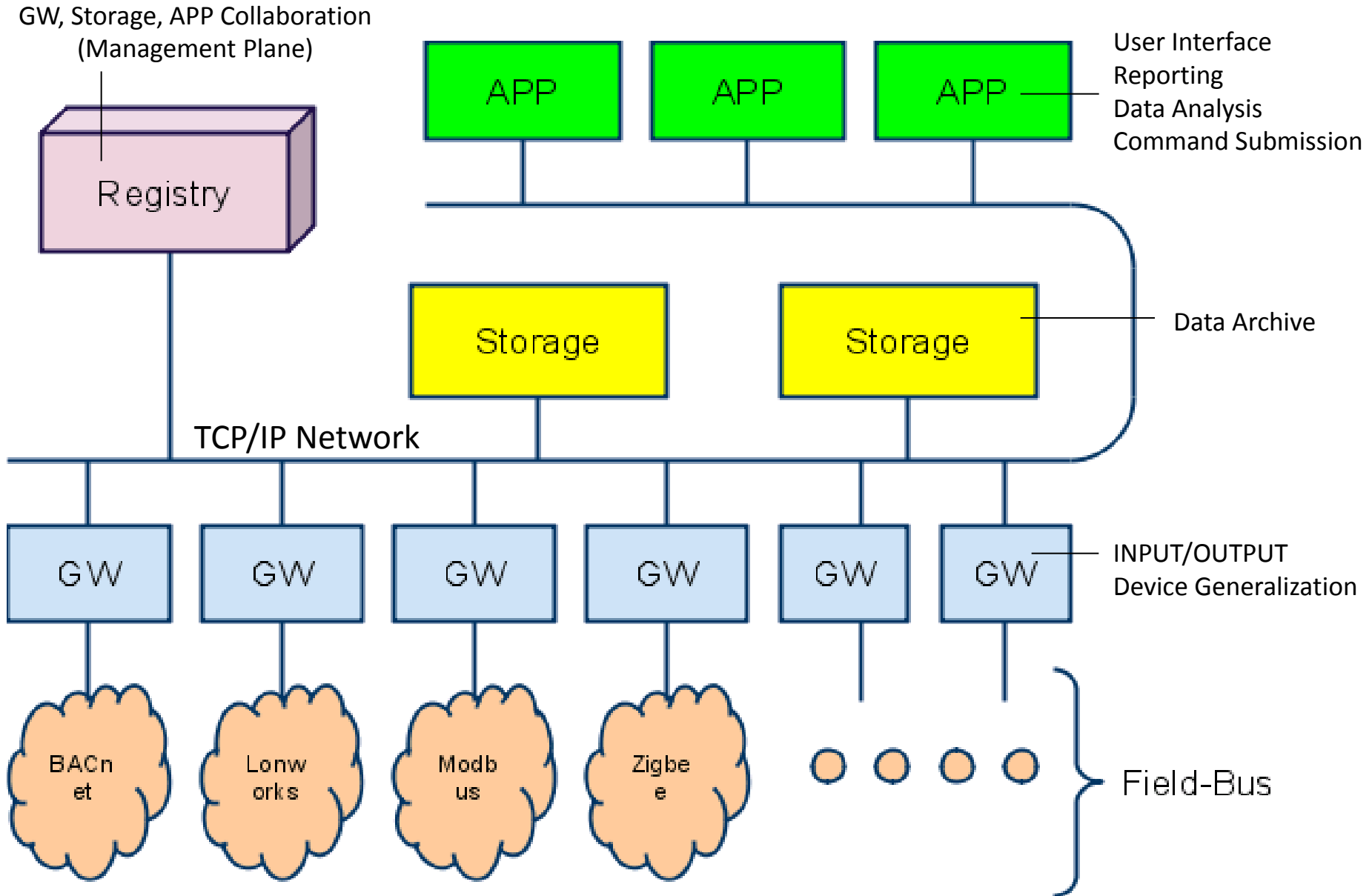
東京大学 スマートキャンパス ～ 2011年夏の節電効果 ～

| 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 |
|--------------|------------------|--------------|-------------|
| 主要 5キャンパス | 約 66 MW | 31% | 22%-25% |
| 工学部2号館 | 約 1 MW | 44% | 31% |

【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

IEEE1888 System Architecture



IEEE1888 の 技術的特長

1. Data-Base Centric → 水平統合(横串)
2. 3 Layers (APP, DB, FN) → 選択肢・選択権
3. TCP/IP → 広域・多棟統合
4. XML/SOAP → Webサービス化
5. GW (Gate Way) → 既存システム統合

“インターネットモデル”
Not only 技術, but also 普及

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**

IEEE1888 の標準化領域での展開

- 国際標準

- IEEE → 機能拡張(.1 と .3 は、ほぼ完了)

- 1888.1(管理性), 1888.2(GW), 1888.3(Security)

- ISO/IEC :

- JTC1 SC6 (Telecommunications and information exchange between systems)

- WG7 (Network, transport and future network)

- 国内標準

- NIST SGIP B2G(Building2Grid)

- CoS(Catalogue of Standards) 化への準備中

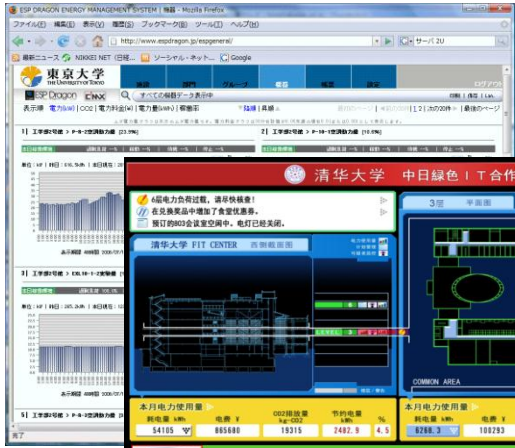
- 中国標準

本郷キャンパス 工学部2号館

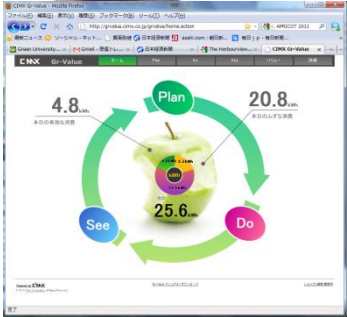


- ✓ 地上12階、地下1階の 総合研究教育棟
- ✓ 2005年10月竣工、2006年3月実質稼動開始
- ✓ ピーク電力使用量(2011年): 約 1,000kW
- ✓ IEEE1888を用いた スマートメータビル化

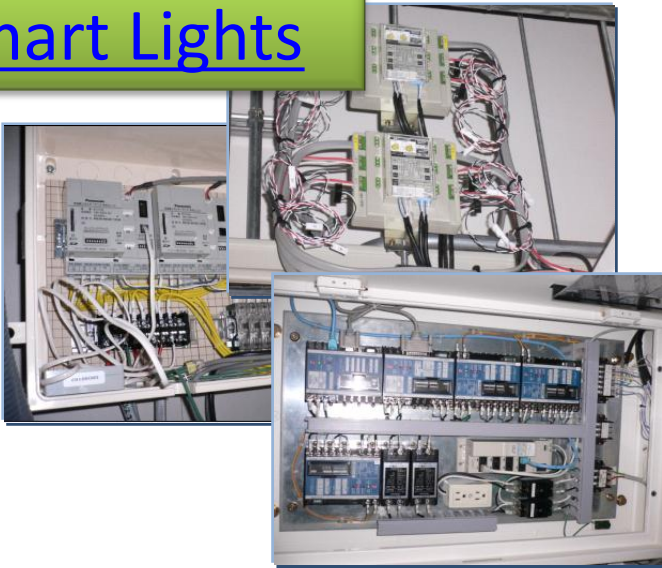
Smart Meter



With Smart Phone



Smart Lights



Smart HVAC

Green Tokyo Protect 102B1江崎研 研究室 エアコン操作画面 10/03/23 (Tue) 14:57:41

運転/停止

送風

タイマ設定 入/切

タイマ設定

予約/解除

0 睡眠浅切 0 睡眠浅入

現在室温 18℃

設定室温 20℃

風量調節

温度調節

エアコン 電力消費 グラフ(1)

エアコン 電力消費 グラフ(2)

コネクセト 電力消費 グラフ

外気 グラフ

eco 推移 グラフ

メイン 画面

eco

外気 13.5℃

雨量 52.1%RH

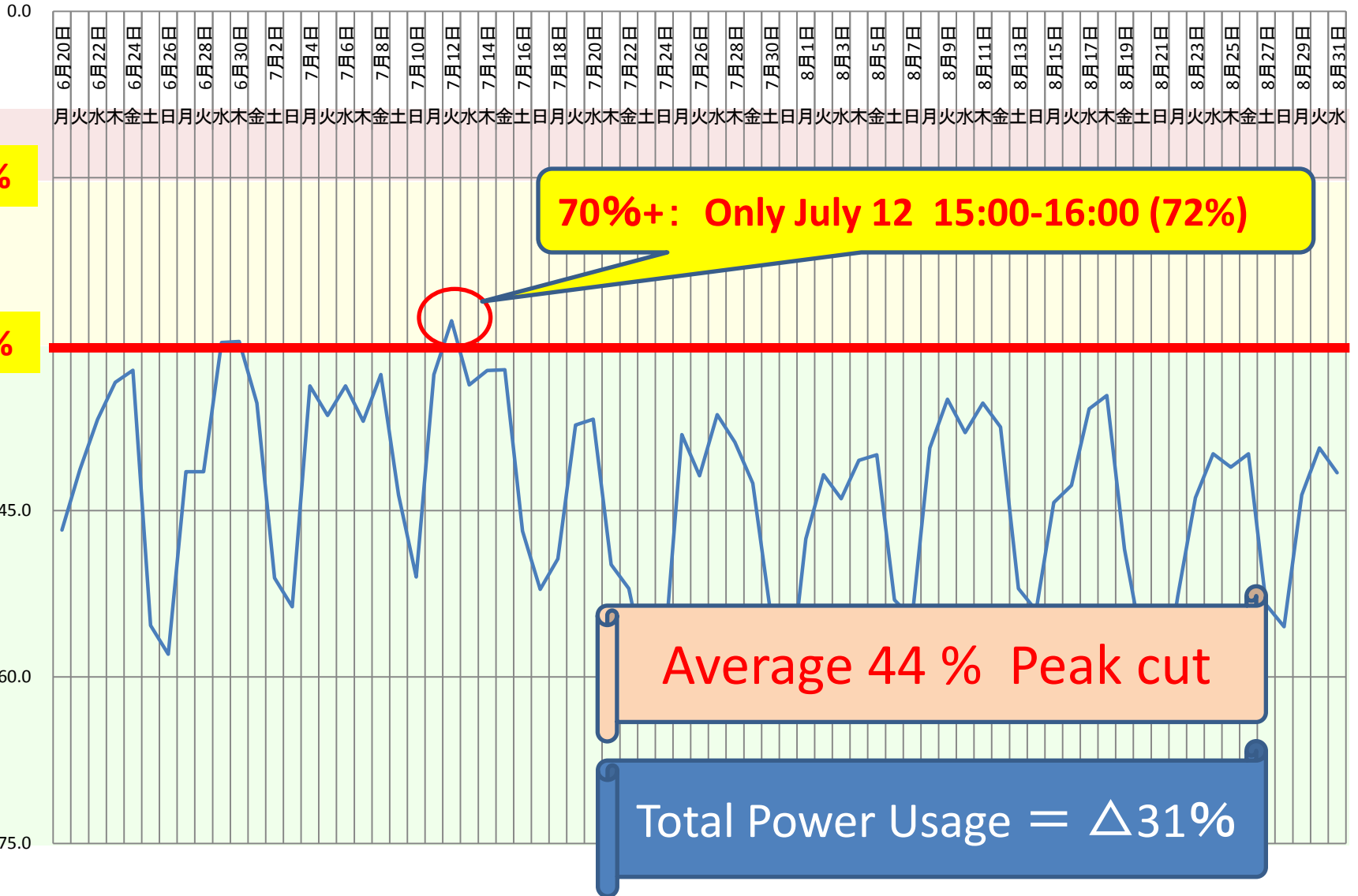
Digital BUILMO

Smart Kiosk



平均削減率(%)

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



$\Delta 15\%$

$\Delta 30\%$

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

Average 44 % Peak cut

Total Power Usage = $\Delta 31\%$

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

電力リアルタイム・モニタリング 東京大学 電力使用抑制対応



更新間隔:30分

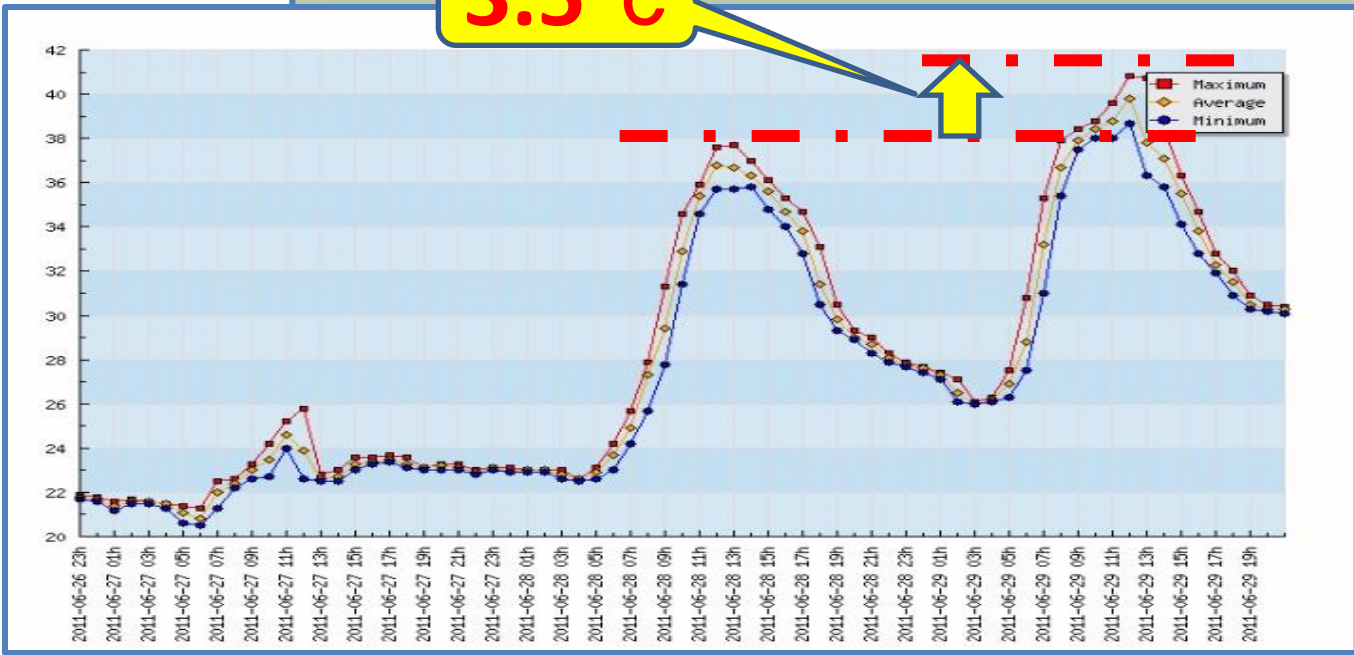
JUN 29 工学部 2号館

TOTAL 本日電力使用状況 012288 kWh



クリックすると詳細なデータがご覧いただけます。

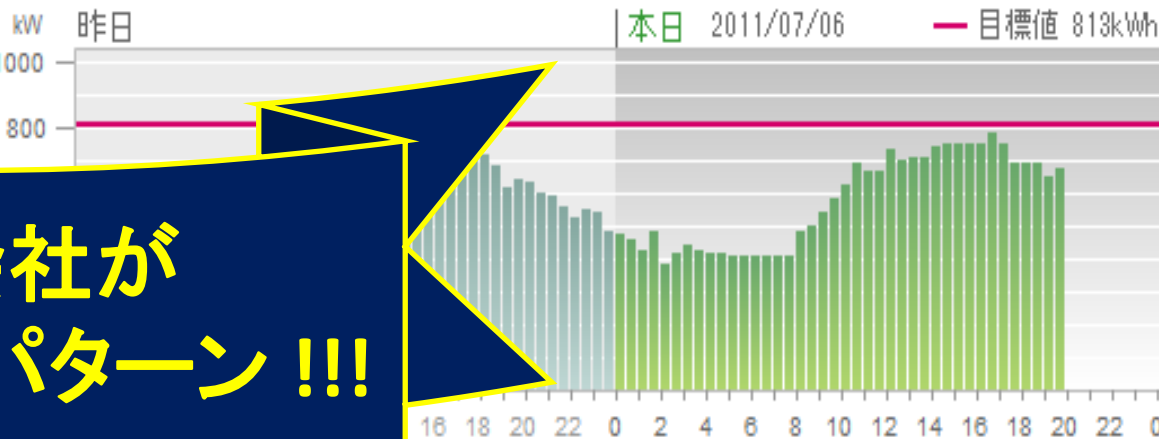
3.5 °C



JUL 06 工学部 2号館

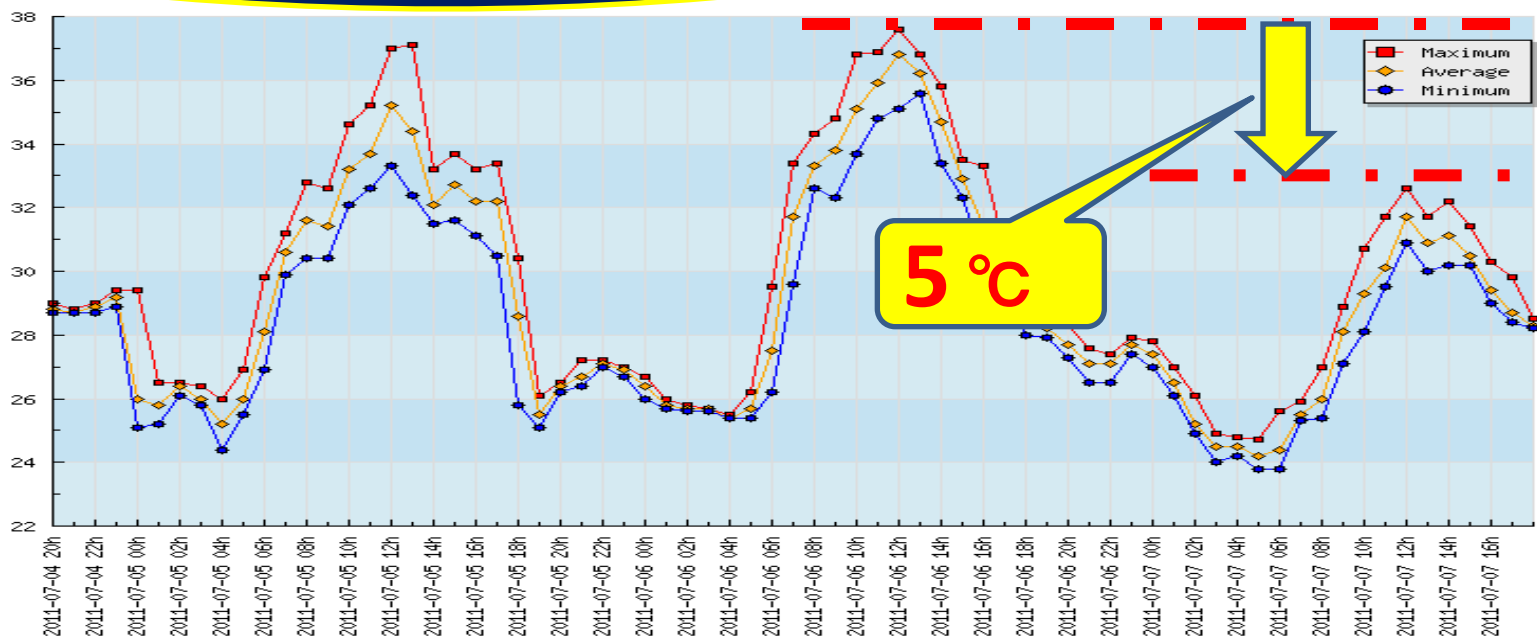
TOTAL
本日電力使用状況 011628 kWh

follow us on



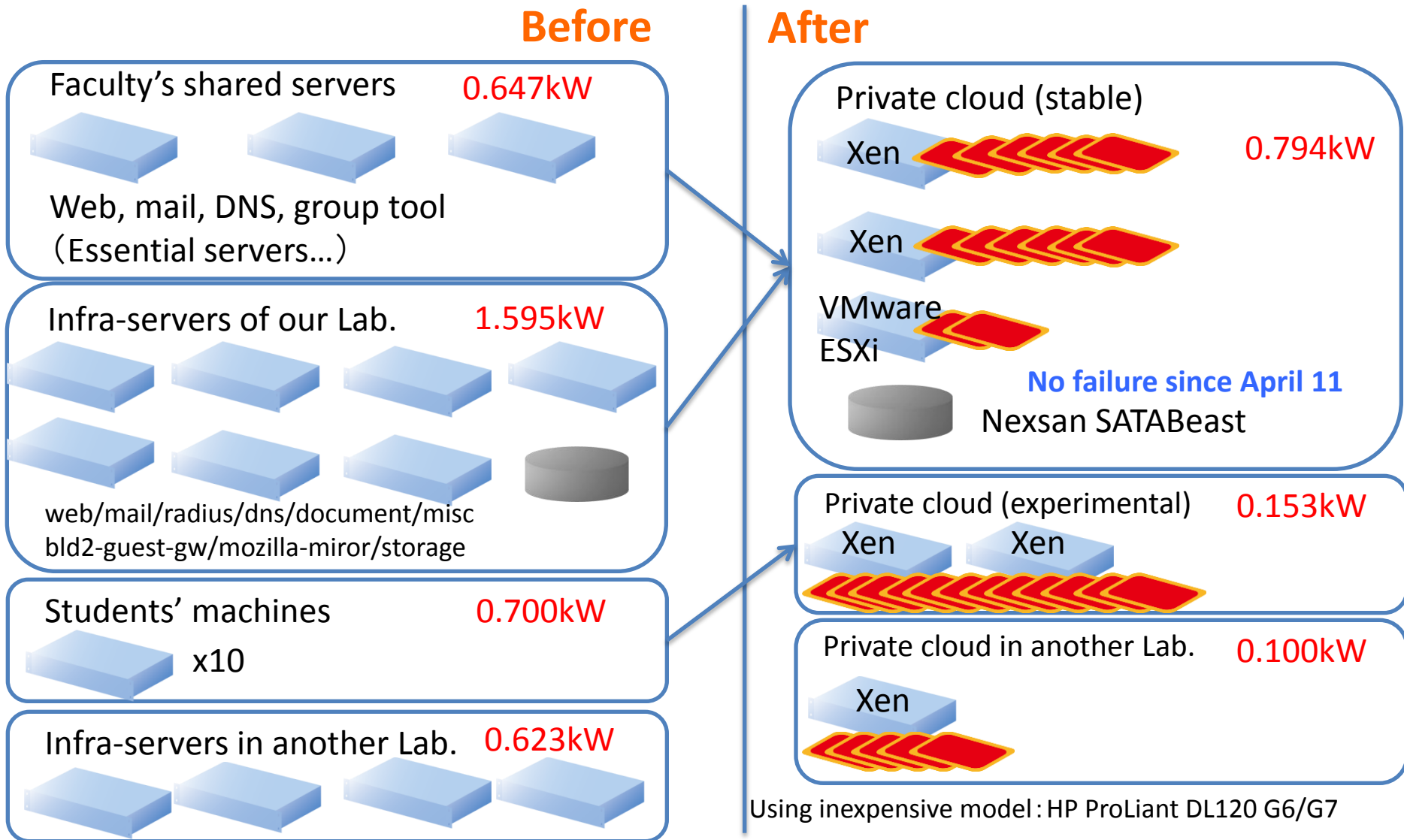
気温は違えど
電力は

電力会社が
一番嬉しいパターン!!!



東京大学 江崎研・電気系学科 サーバの仮想化

節電効果: 71% (2.52kW)の削減効果(2011年11月時点)



投資回収

→ 1年(計算機の電気のみ)

→ 0.5年? (空調を含む. PUE=2.0)

10 servers of our Lab.

1.595kW

virtware

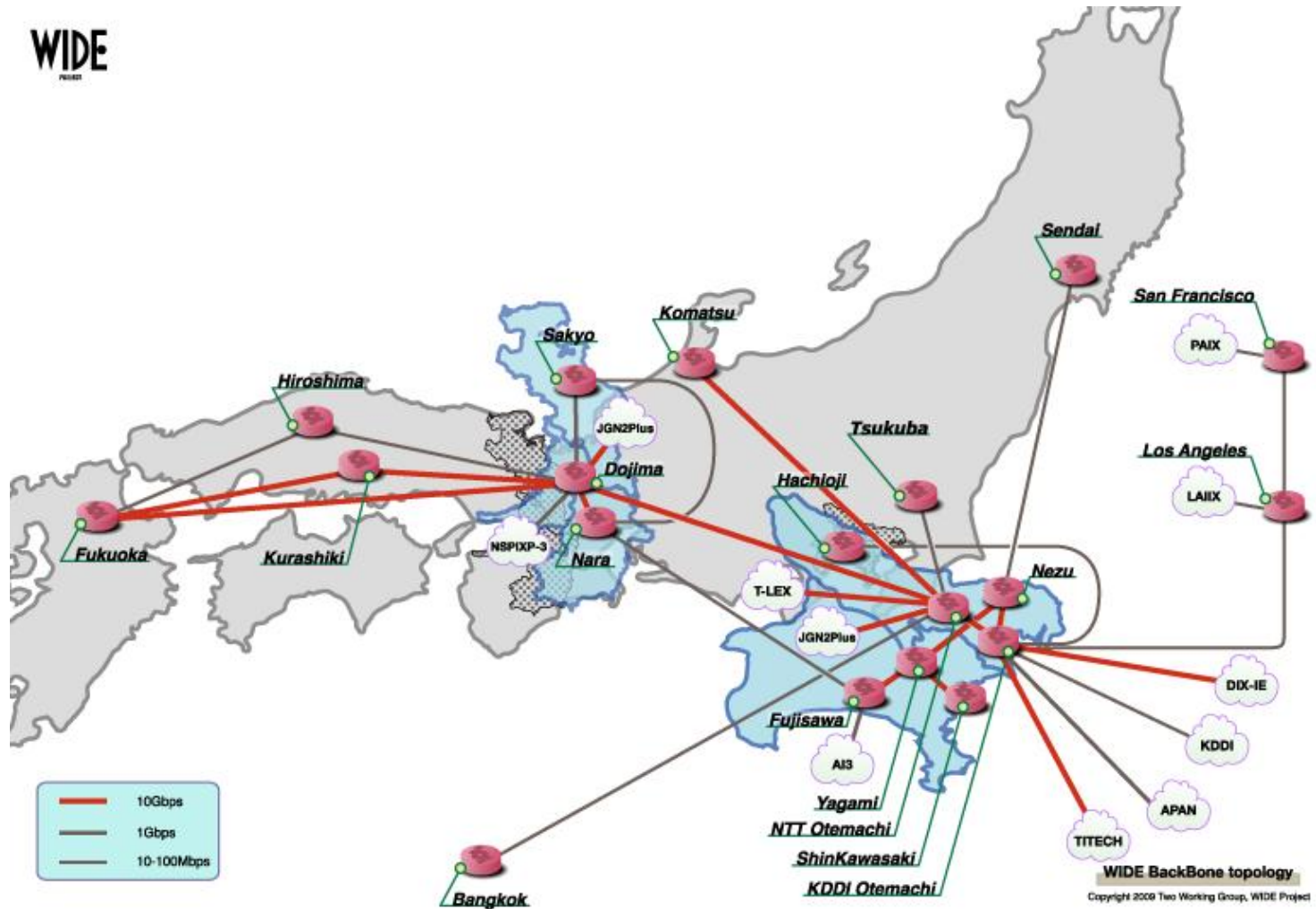
ESXi

本当の効果;

1. システムの管理性
2. BCP(活動継続性)
3. トラブル対応力の向上

WIDE Cloud

WIDE
PROJECT

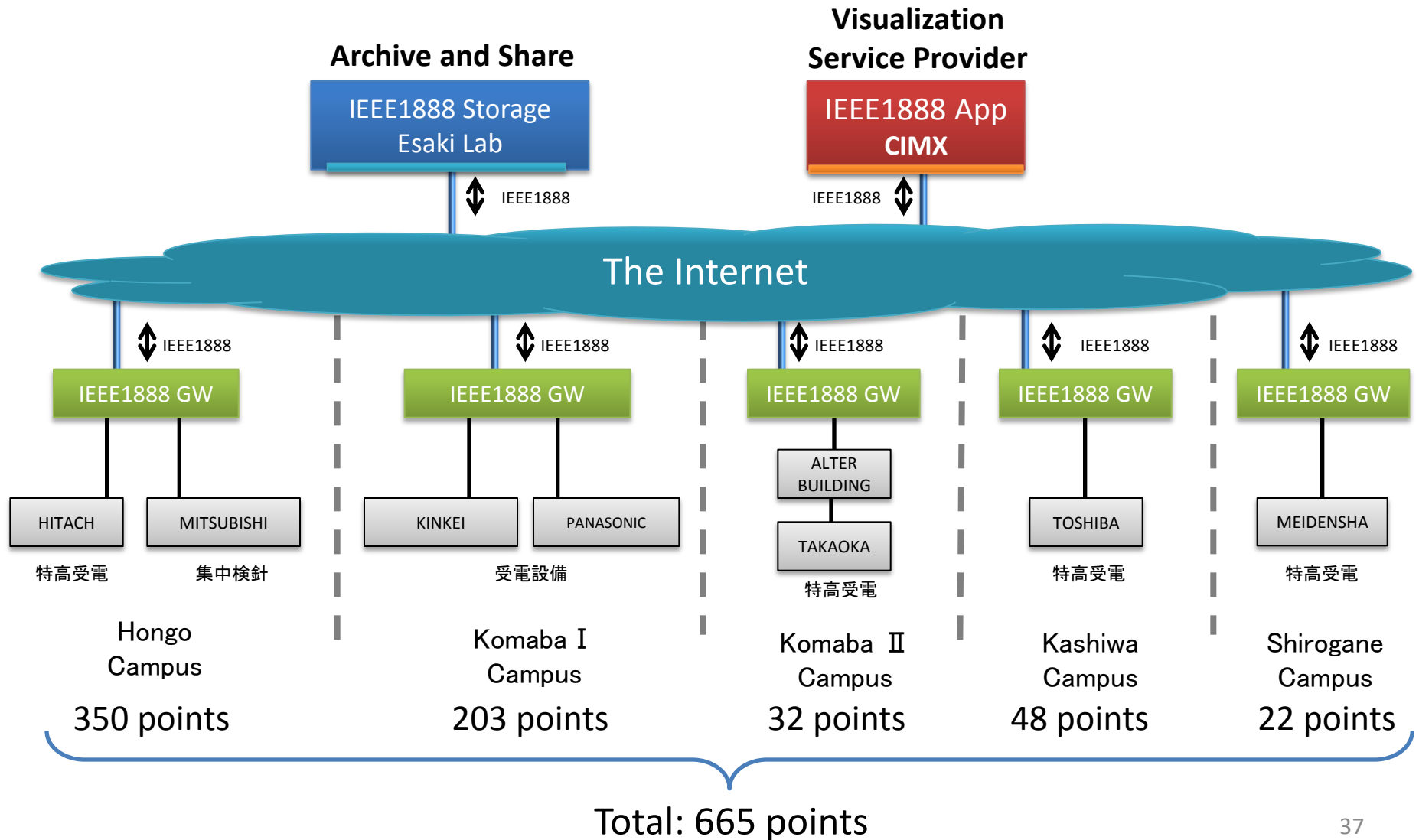


東京大学 首都圏 主要5キャンパス



- ✓ 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



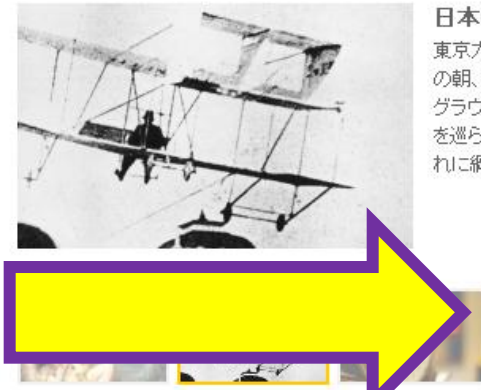
東京大学案内 | 学部・大学院・研究所・センター | 東京大学の活動 | 東京大学入学案内 | キャンパス
| 受験生の方へ | 在学生の方へ | 留学生の方へ | 卒業生の方へ | 社会人・一般の方へ | 企業の方へ |



Today Research / Topics
日本の
東京大学
の朝、第
グラウン
を巡らせ
れに綱を



Information Latest News



東京大学の電力使用状況

2011/07/13 11:26

前年の最大電力に対する電力比率 LEVEL 1 70%~ LEVEL 2 85%~

全体の電力使用状況

2011/07/13 東京大学
10:00-10:59 全体
本日現在 **33,144 kW** **67%**
前年の最大電力 49,128kW
本日最大電力 33,144 kW

この電力速報値は、各キャンパスの受電器からのデータをオンライン化し、インターネットを使って毎時10分
東京大学では電力危機対策チームを作り、全学における節電に努めております。

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
本日現在 **21,530 kW** **70%**
前年の最大電力 30,700kW
本日最大電力 21,530 kW
今年の最大電力 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
本日現在 **03,014 kW** **67%**
前年の最大電力 4,450kW
本日最大電力 3,014 kW
今年の最大電力 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
本日現在 **03,390 kW** **59%**
前年の最大電力 5,650kW
本日最大電力 3,390 kW
現在の、テスト公開中です。予告なくデータが変更されることがあります。

2011/07/13 東京大学
10:00-10:59 柏キャンパス
本日現在 **05,210 kW** **62%**
前年の最大電力 8,300kW
本日最大電力 5,210 kW
今年の最大電力 6,000kW (7/12 13:00)

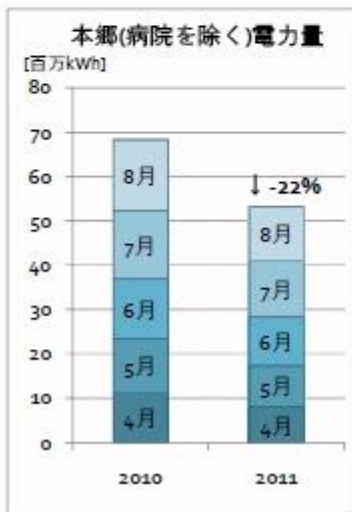
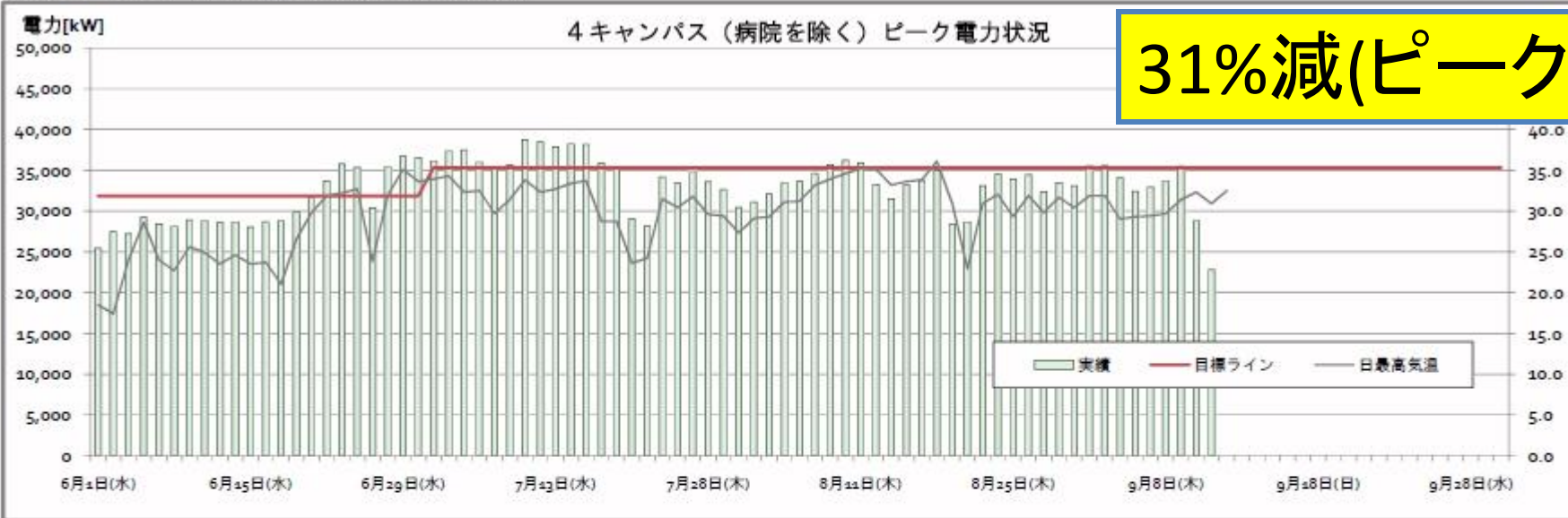
※こちらに掲載の数は速報値です。データは毎時10分ごろに更新されます。



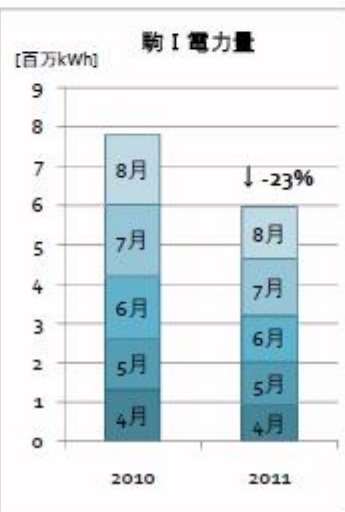
電力ピークカット目標達成状況及び電力量実績

4キャンパス（病院を除く）ピーク電力状況

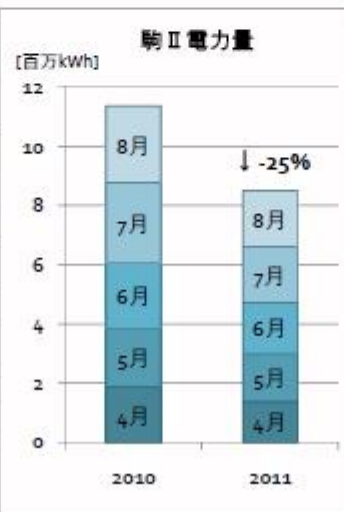
31%減(ピーク)



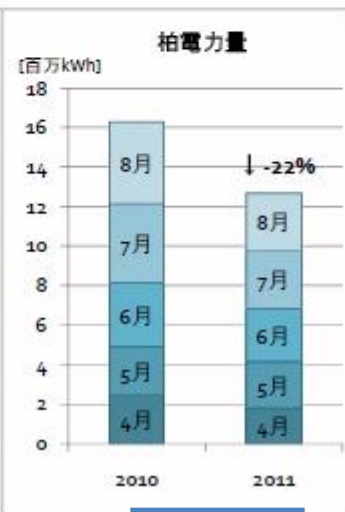
22%



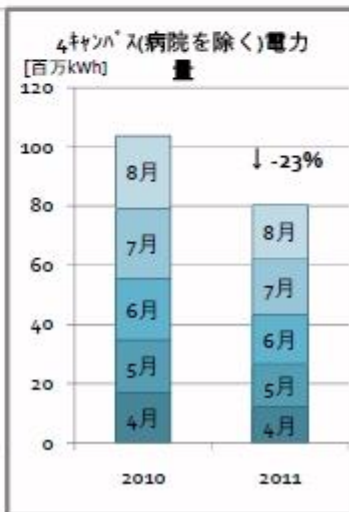
23%



25%



22%



23%

江崎の教授室



廊下のダウンライト

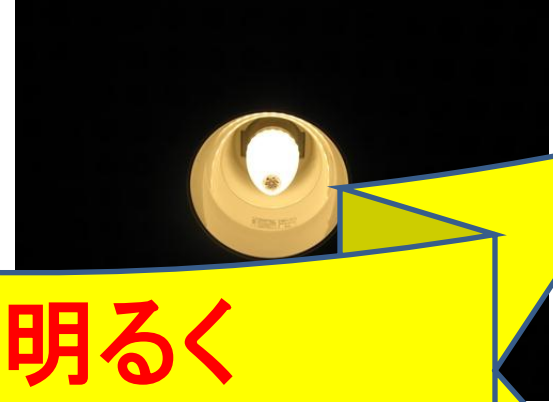


LED照明



Hf管 (蛍光灯)

江崎の教授室



より明るく
より綺麗に
なっちゃいましたあ。



LED照明



Hf管 (蛍光灯)

サブウェイ 本郷工学部2号館店



『発明は必要の母』

約15%削減に成功

【副次効果】

1. 発熱の抑制
2. 虫対策

LED照明を ICT Native

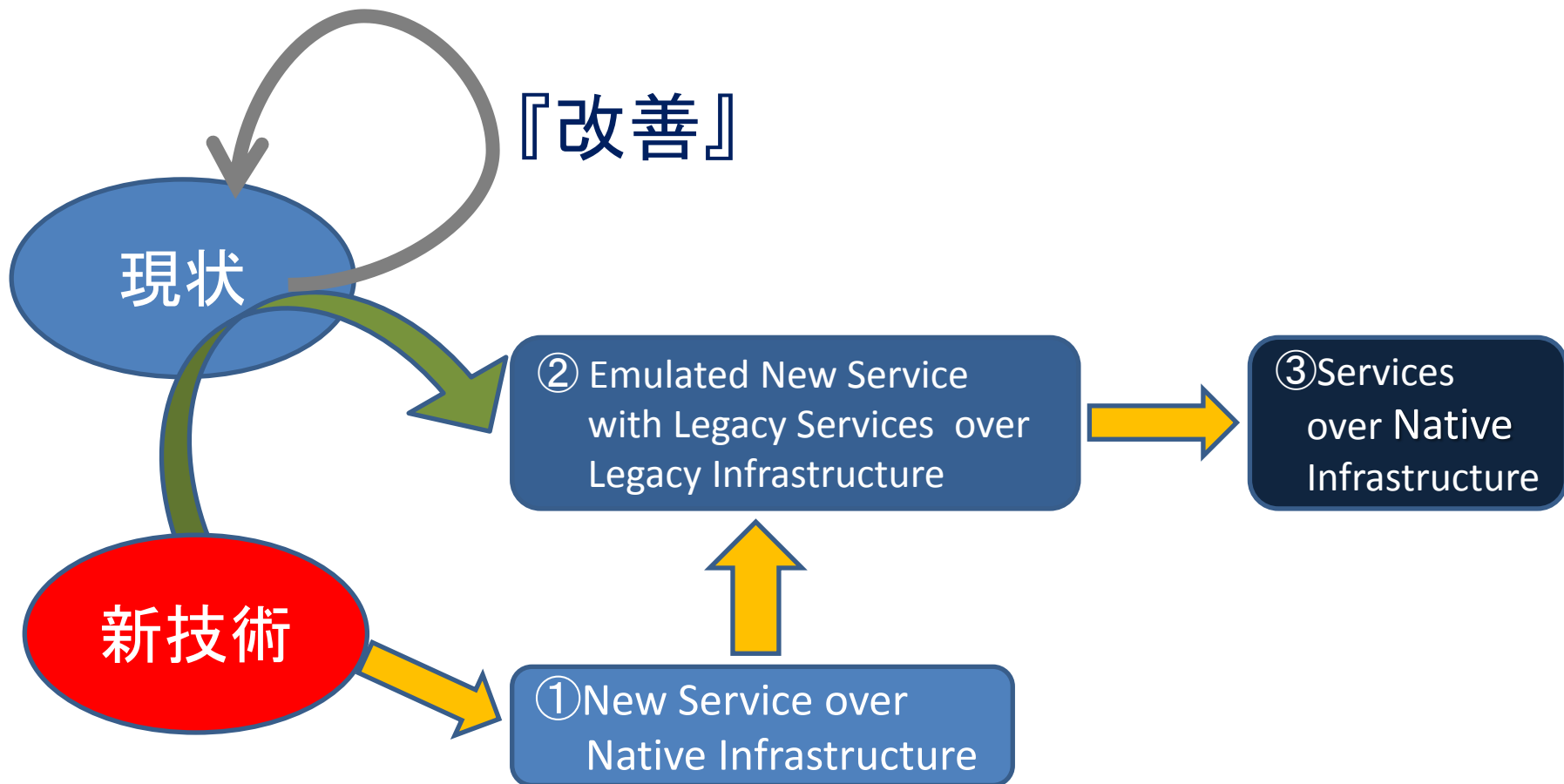
1. なんて、「穴」が必要
2. 良い場所を占拠可能
✓ 光が届かないと意味
3. 「可視光」も「非可視光」も使っちゃう
4. さらに、「Phase Array化」すると?



『バッファ機能』の重要性！！

- 石油のSCM と 電力システム を比較
 - バッファを持つ 石油システム は、非常に無駄が少ない。
- 電気自動車 は、動くエネルギーパックに？ By 奥山さん





『新技術』(iDCと要素技術)の展開

1. 現状の改善
2. 新機能の発見
3. Emulation → Native設計

【適用領域】

1. 事業所
 - a. BCP
2. 都市
 - b. 効率化
 - c. 環境

What is testbed for us ?

- Vehicle to explore/establish;
 - Verification and evaluation of Technology
 - ***“Evidenced-Based Research”***
 - Integration of component technologies
 - Operational technology
 - Education of engineers
 - Global collaboration

付録:

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



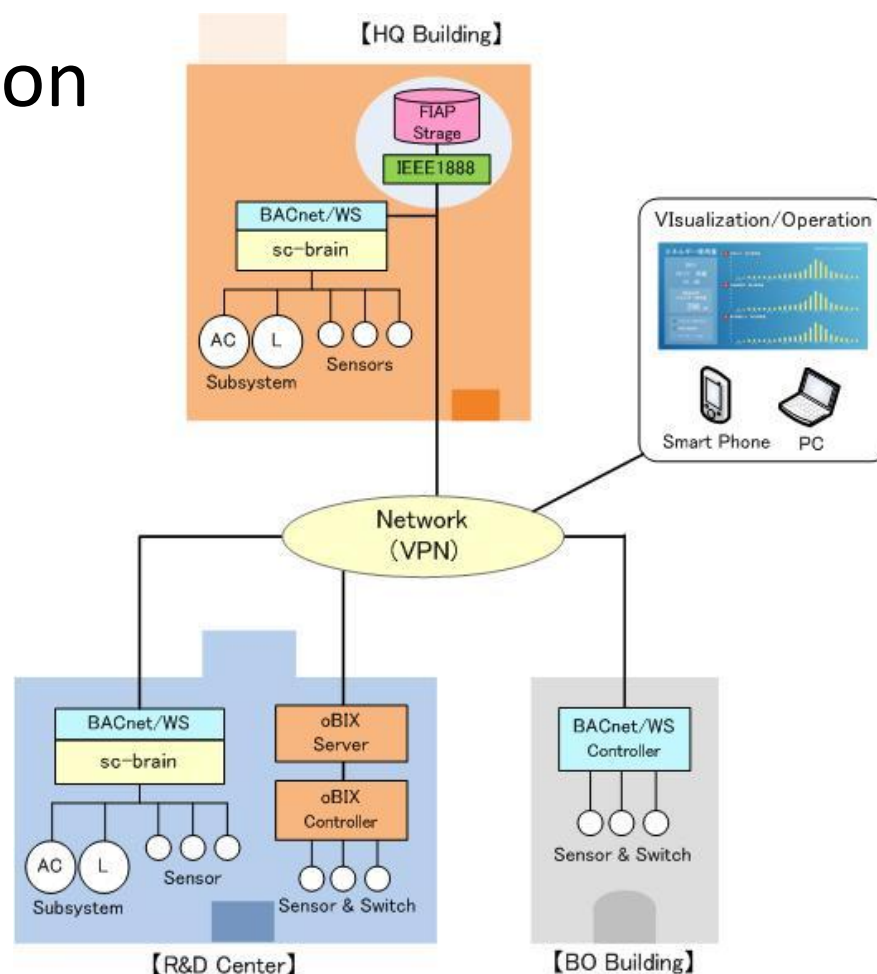
Testbeds and Showcase(1)


- 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

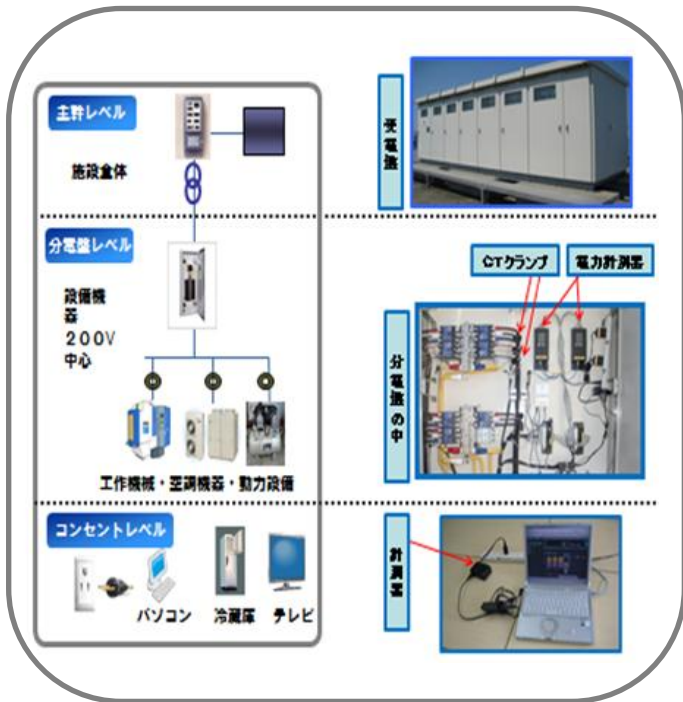


 新菱冷熱工業株式會社

www.shinryo.com

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

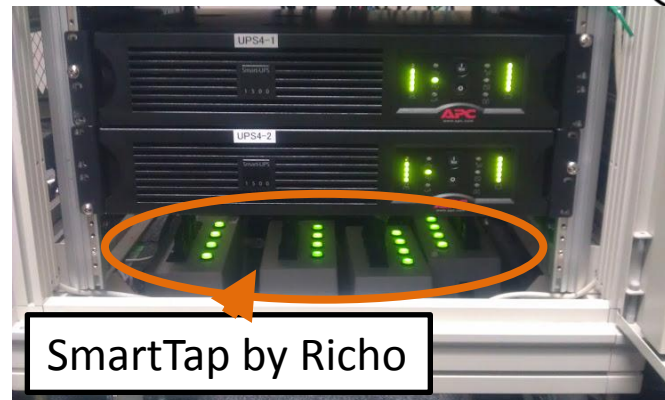
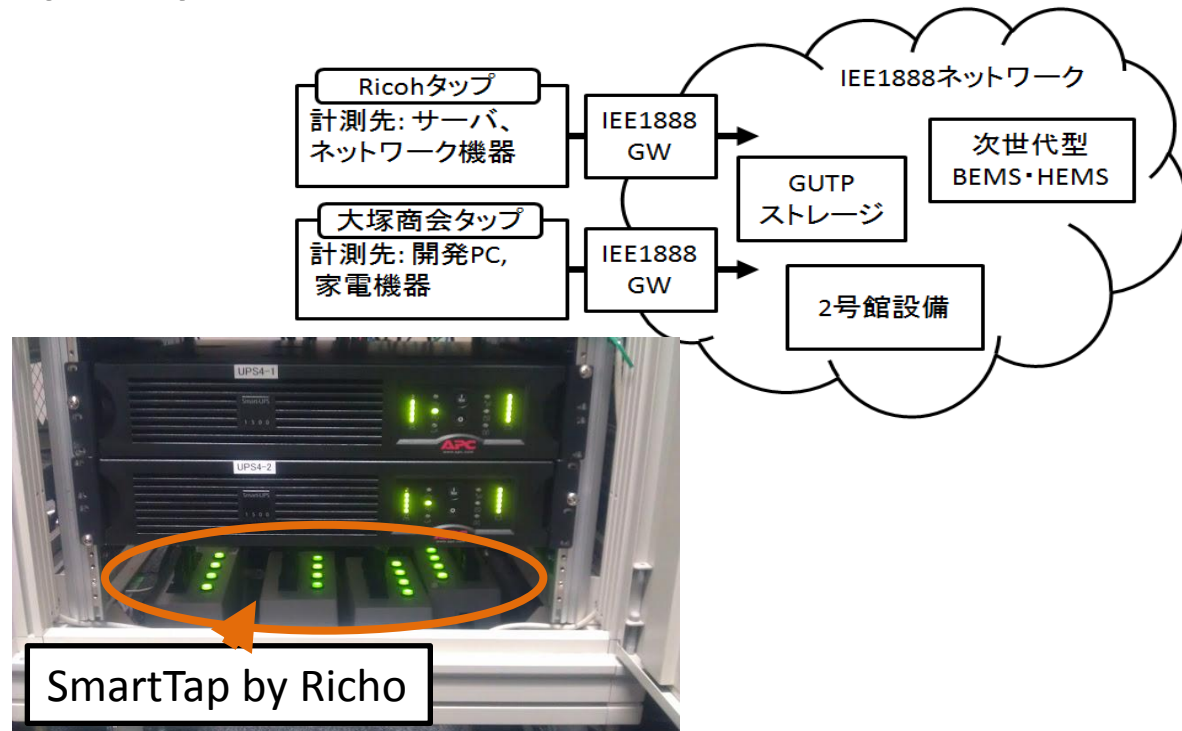
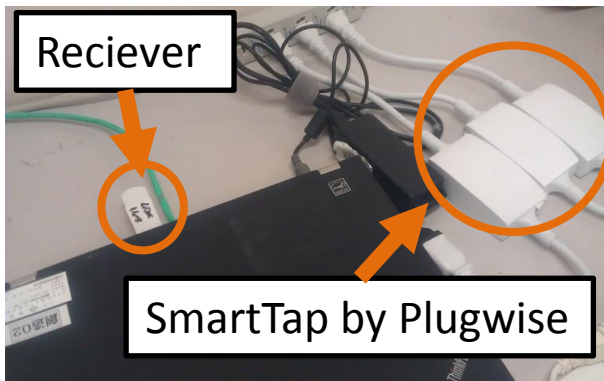
- Esaki-Lab at The Univ.of Tokyo



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



RICOH



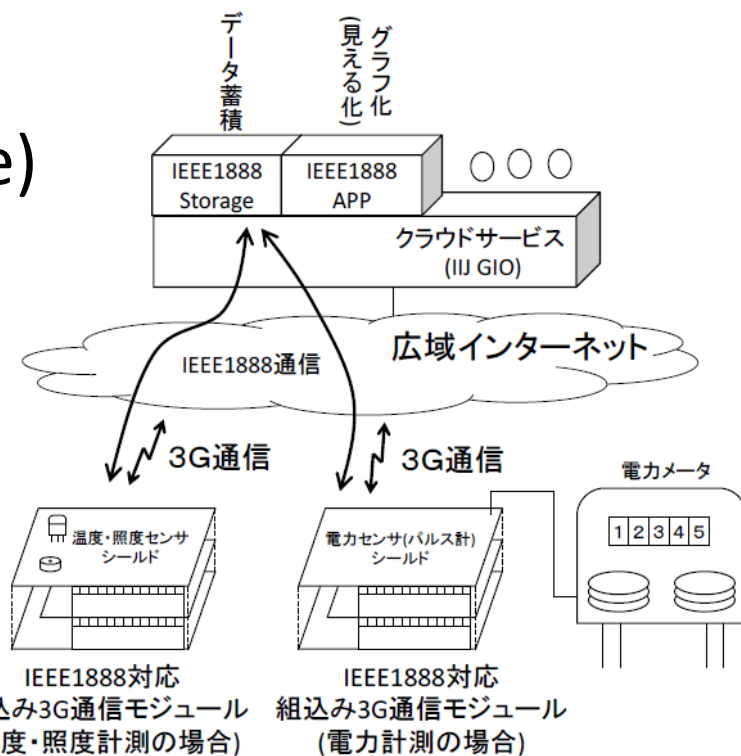
IEEE1888 over 3G

- 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

NTT DATA
変える力を、ともに生み出す

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



Overseas 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
 - Chulalongkorn University at Bangkok
 - Tsinghua University (Beijing, China) *campus*
- Receiving the interests
 - iDA at Singapore
 - AIT at Thailand
 - SRM Univ. at India
 - Vietnam under Japanese MIC's Japan-ASEAN Program
 - UMPS/LIP6/CNRS in Paris