

「IoTと省エネ行動」 ～節電対策を攻めの投資とするには！～

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
江崎 浩



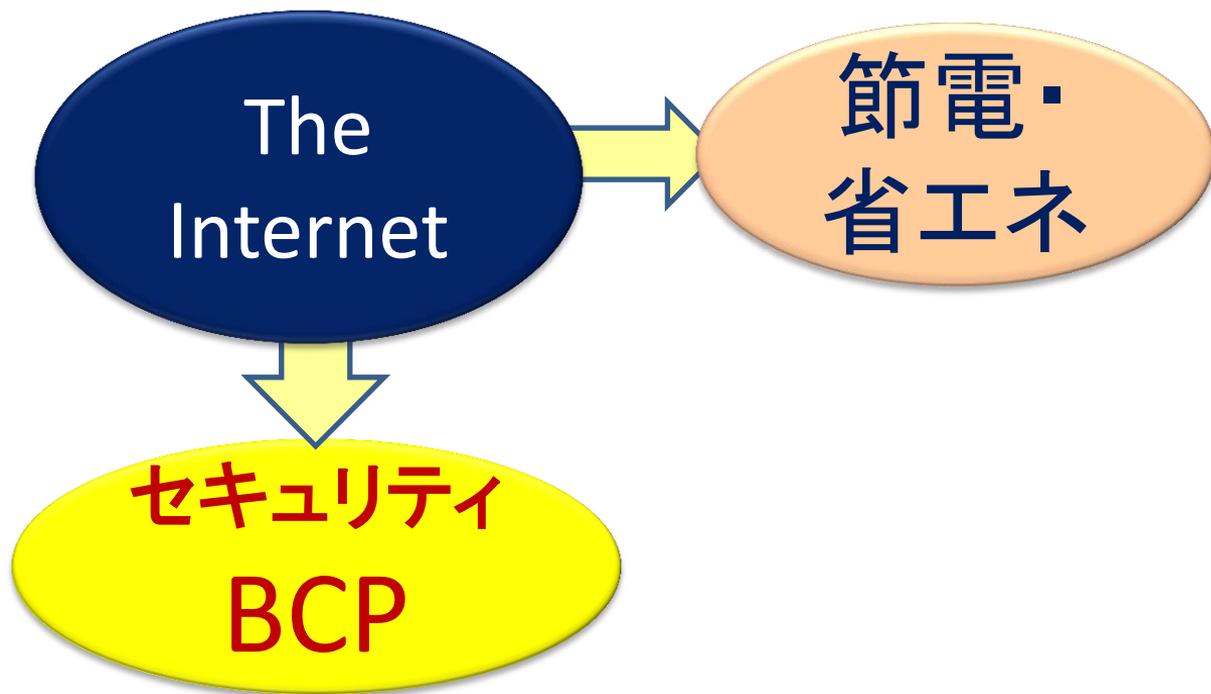
投資意欲がわからない。

「IoTと省エネ行動」 ～節電対策を攻めの投資とするには！～

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
江崎 浩



普通の状況



普通の状況

【利益率】

低い、、利益率！
利益じゃなくコスト！

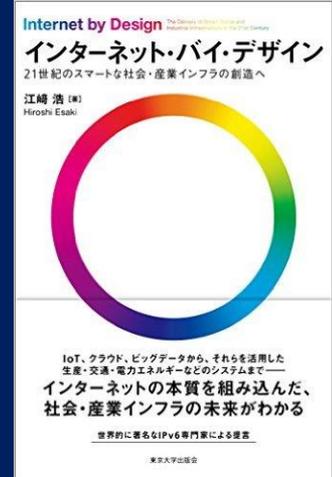
節電・
省エネ

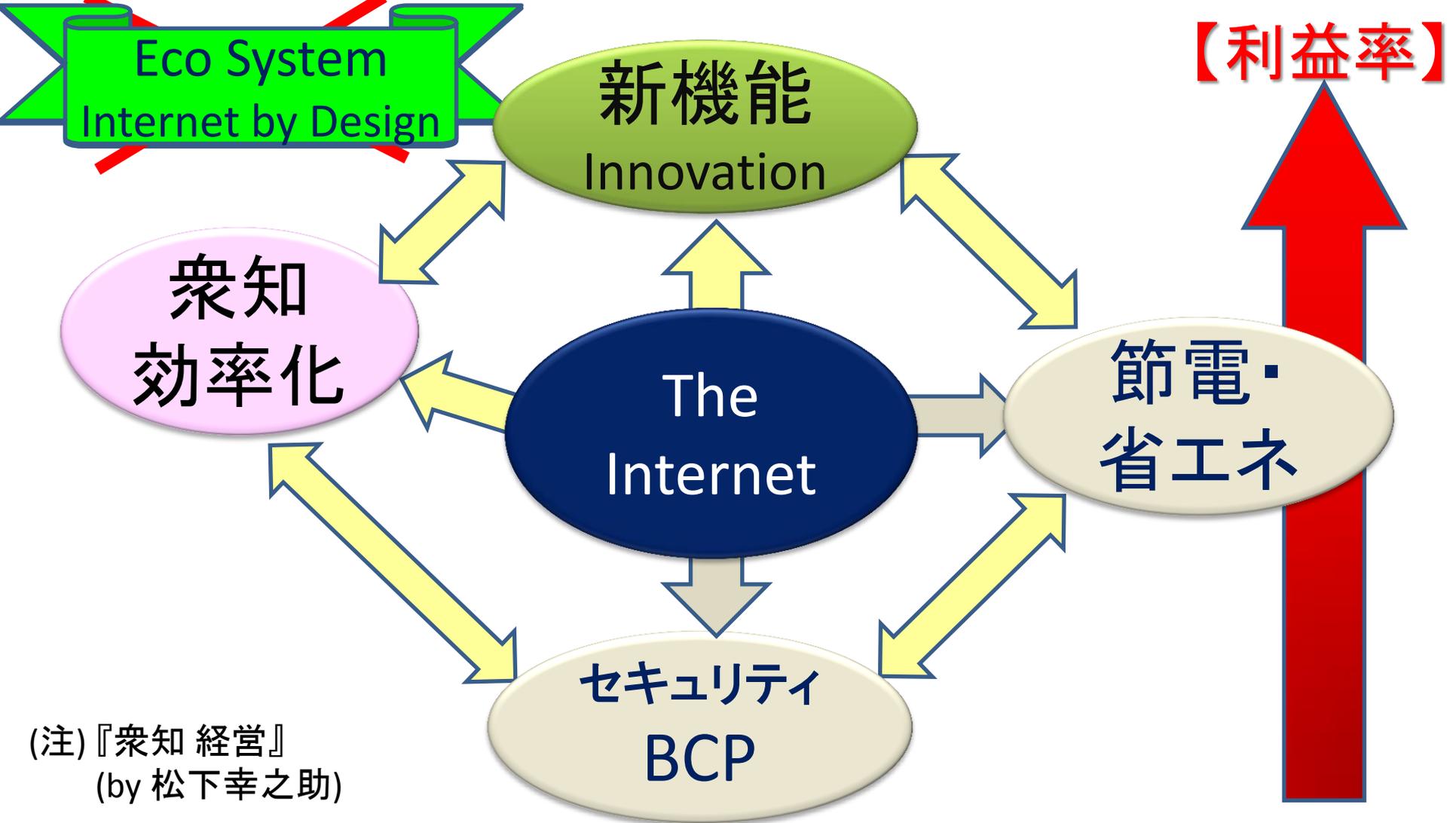
セキュリティ
BCP



『インターネット・バイ・デザイン』

1. 道徳なき経済は罪、経済なき道徳は寝言
(二宮 尊徳 氏)
2. 必要は発明の母ではなく、発明は必要の母
(Melvin Kranzbergの第2法則)
3. 最適化は敢えて行わない。
→ 『着眼大局・着手小局』 (Think Global, Act Local)
4. カオス理論：
→ 最初の小さな違いが、結果の大きな違いに
5. 自律・自立、分散、協調





(注)『衆知 経営』
(by 松下幸之助)

セキュリティ対策の経済性

1. 常時は邪魔者(効率を下げる)&不要。
2. 無事故が続くと、『さぼりたくなる』
3. 必要性は誰も否定しませんが、、、、、『さぼっても』、『頑張っても』、、利益構造には変化がない。
4. インシデントが起こった時の 損害額 が 急激に肥大化
5. 専門家を育成できない(コストと人材不足)。

セキュリティ施策の実施を、
品質向上・確保のための投資と 捉える

【利益率】

“5S” in factories
for TQC

- Seiri (整理)
- Seiton (整頓)
- Seisou (清掃)
- Seiketsu (清潔)
- Shitsuke (躰)

Efficiency ↑

Quality ↑

Energy ↓

Incidents ↓



Eco-System with Internet-by-Design

の

成功例を見てみましょう。

例 1: 北九州

工場の品質向上(TQC) → 環境対策、省エネ

例 2: 横浜の町工場

スマートメータ → 節電 と TQC(労務管理)

例 3: LED照明

節電 → TQC(品質管理) と 新機能(通信、レイアウト)

例 4: 東京大学

節電 → 健康管理 と 予算管理変革 と 研究教育テストベッド

例 5: 仮想化(クラウド化)

節電 → TQC と BCP と CSR

例 6: データセンター

TQC(節電、能力向上) と 悪者 → TQC と BCP と 救世主

例 7: スマート オフィス

制限をして外見を良く → 財務改善 と CSR(弱者支援)

例 8: 空港

省エネ・節電 → 空港の売り上げの向上 と 災害対策

(*) 自動車、ゴミ処理施設 の上手な利用。

例 1 : 北九州

1960年代の公害対策

City of Kitakyushu Japan

《昭和35年》 in 1960

City of Kitakyushu Japan

《現在》 recovered

- 目標・目的は、
少ないコストで、多量x綺麗な製品を生産
(= 生産性・効率の向上)
- 環境改善は、
実は、おまけ(gift?) だった。。。
→ **しかし、これが、『競争力』になった！**



例 2 : 横浜の町工場

金型工場(中島工機 の事例)

資料提供: CIMX 社



金型工場事例
平成17年度 省エネルギー優秀事例
資源エネルギー庁長官賞受賞

対基準月比 年換算**48.3%**の待機電力の削減

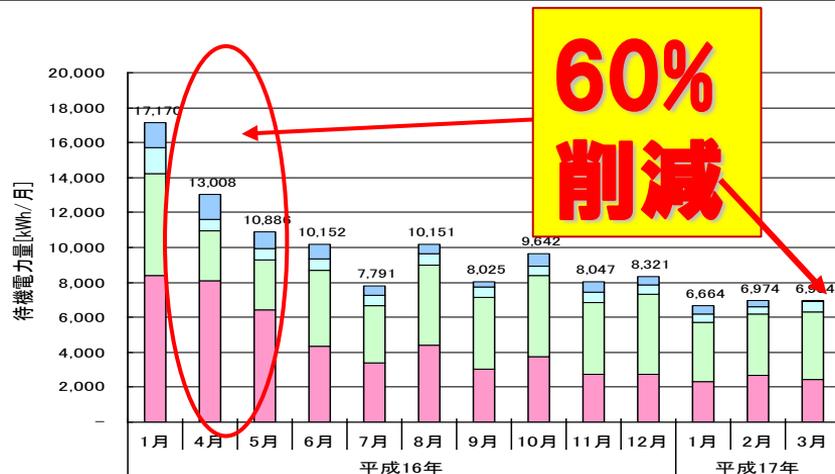


図8 製造機器の待機電力量推移

目的は、工場の
生産活動の
効率化にあった。

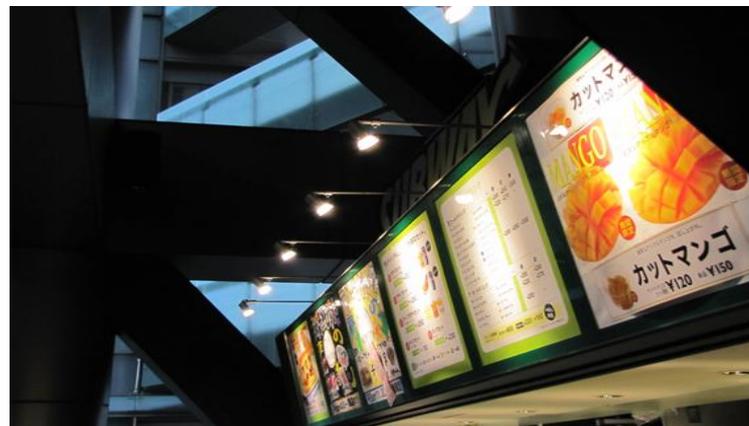
例 3 : LED照明

LED照明の導入効果

(*) 一般のオフィスでは、約30%が照明用電力

- (1) 大塚商会本社ビル：37.6%削減 (注1)
- (2) 飲食店：90.2%削減, 89.4%削減
- (3) 倉庫業：66%削減
- (4) 印刷業：69%削減
- (5) 夜間サイン：20%削減

サブウェイ 東京大学 本郷キャンパス 工学部2号館店



一般電灯電源
約15%削減に成功
機器提供：(株)大塚商会

【副次効果】

1. 発熱の抑制
2. 虫対策

サブウェイ 南宮大学1本郷キャンパス

うれしいのは、

1. 熱が出ない
2. 喋る (with PoE)
3. 形を気にしない
4. センサーとの同居

- お寿司屋さん
- 結婚式場・イベント会場
- カメラクルー
- 家族関係(笑)



一般電灯電源
約15%削減に成功
機器提供: (株)大塚商会

【副次効果】

1. 発熱の抑制
2. 虫対策

例 4 : 東京大学

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

電力消費量の『“見せる”化』

～ PULL型 から PUSH型へ ～

1. 多くの事業所
 - スピードメータのない車で、減速命令に対応
2. 比較的進んだ事業所 (2011年の東京大学)
 - スピードメータ装備した車で、減速
3. 進んだ事業所 (現在の東京大学での方向性)
 - その他の計器を装備した車で、減速
 - 燃費メータ付きの車で、車を操作

→ 他の車よりも、良い燃費で、速く走る。

見える化・見せる化
の効果?



気温は上がれども、
ピーク値は維持。

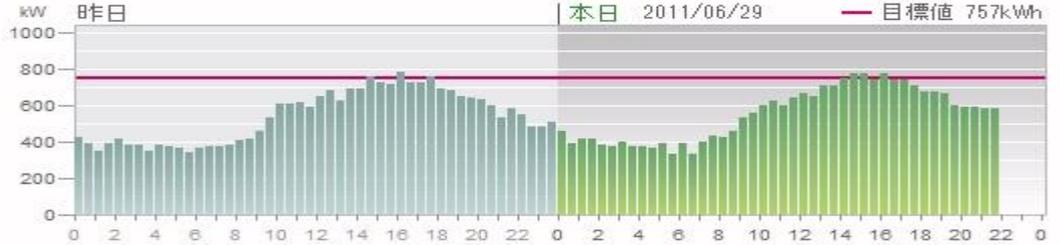
2011年6月28日&29日

更新間隔:30分

JUN 29 工学部 2号館

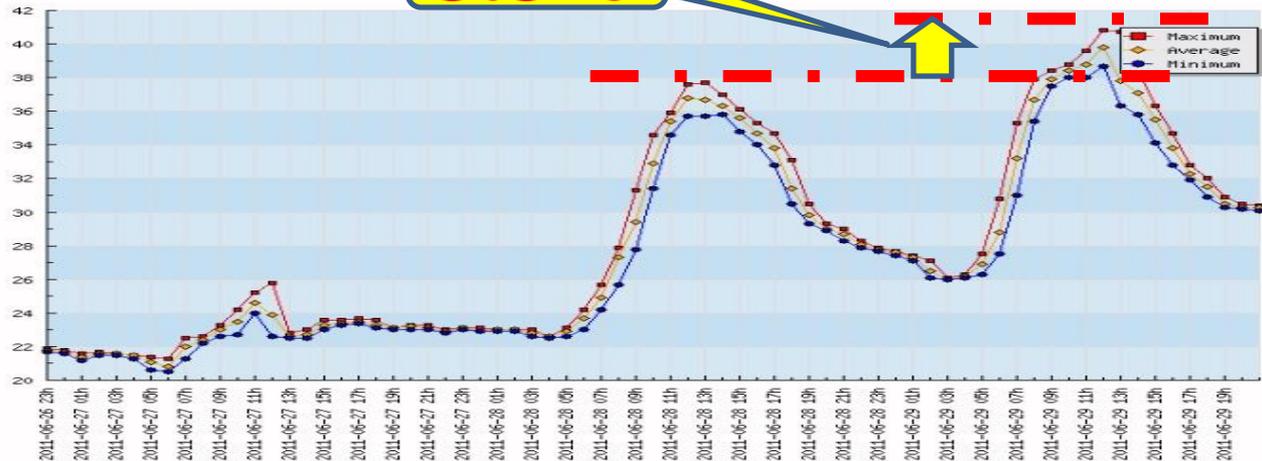
本日電力使用状況 TOTAL 012288 kWh

follow us on



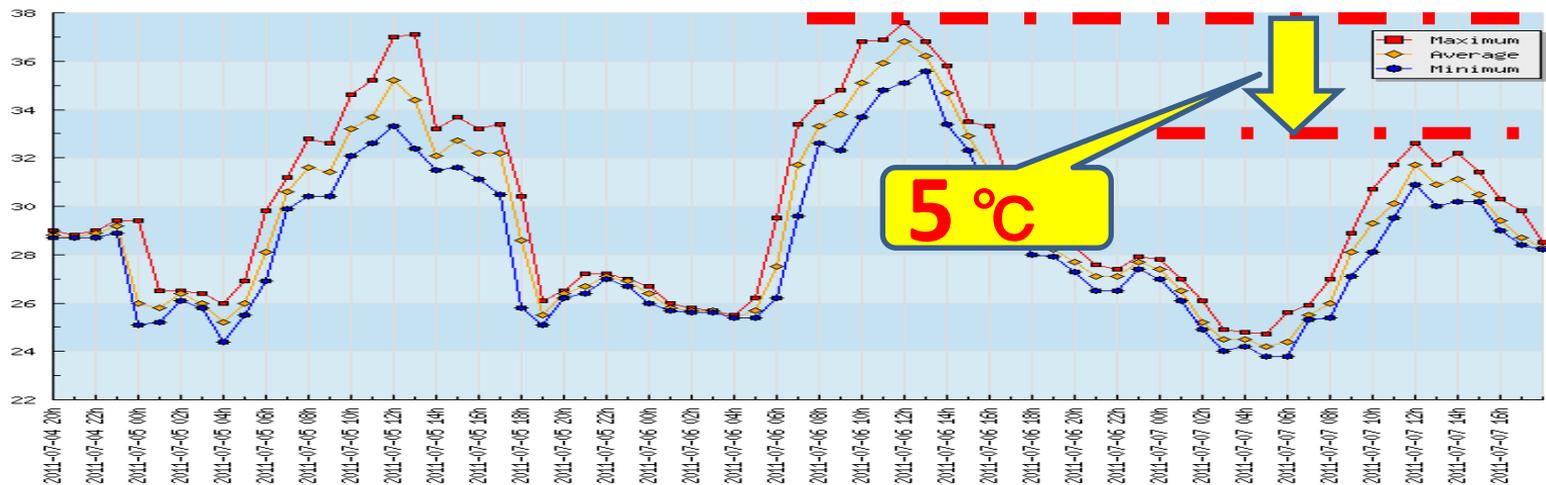
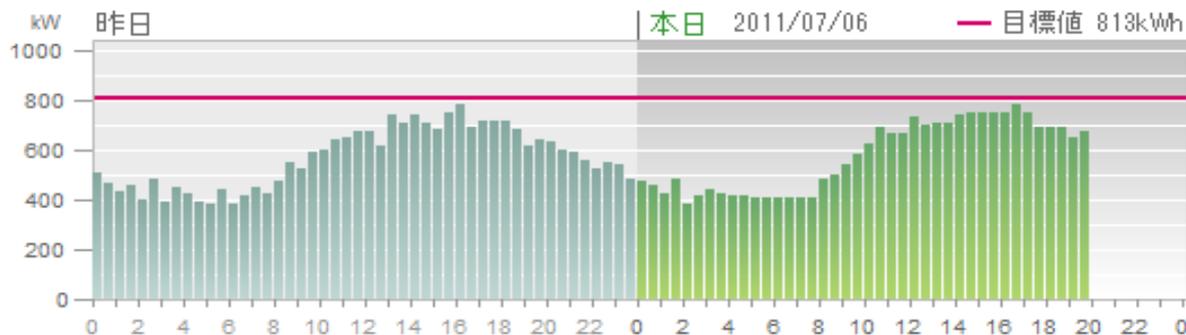
クリックすると詳細なデータがご覧いただけます。

3.5°C





気温は下がれど、
ピーク値は維持。
2011年7月5日&6日



JUL 06 工学部 2号館

本日電力使用状況 TOTAL 011628 kWh

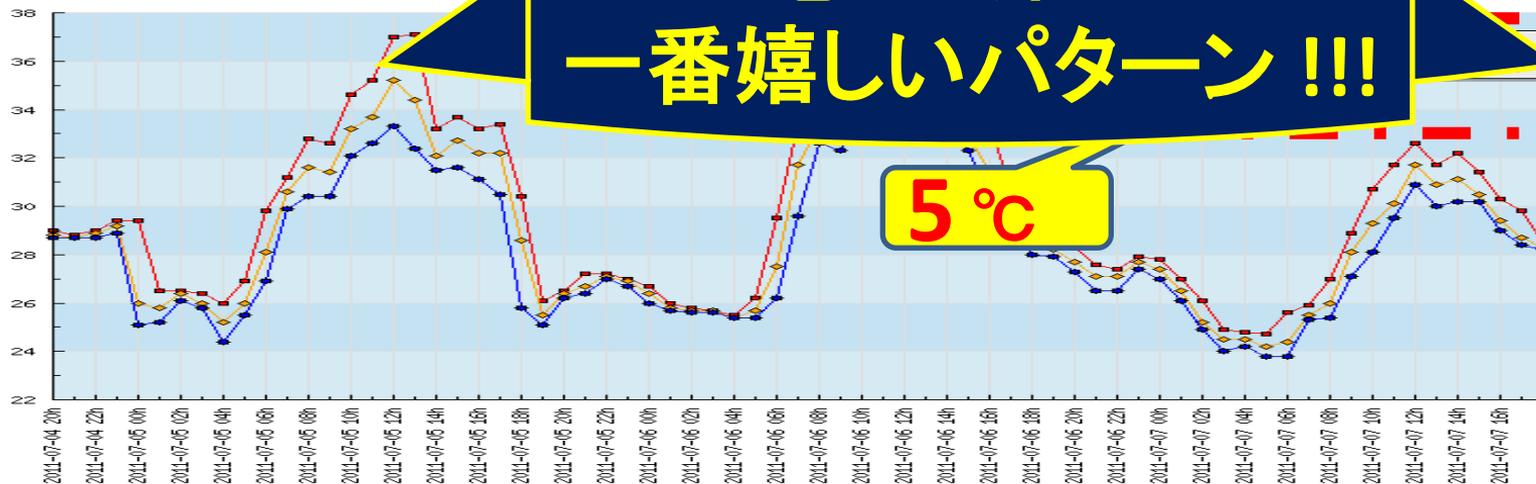
follow us on



気温は下がれど、
ピーク値は維持。
2011年7月5日&6日

電力会社が
一番嬉しいパターン!!!

5°C



消費量の『“見せる”』

1. 多

—

2.

さらに、
安全に走る!!

3. 進

— その他の計器を装  車で、減速

— 燃費メータ付きの車  車を操作

→ 他の車よりも、良い燃費で、速く走る。

<< IEE Application Example >>

Handling the Current Historical Data of Buildings

10F EHP HVAC Status

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

部屋名	運転
101B	<u>OFF</u>
102B1	<u>ON</u>
102B2	<u>OFF</u>
101C1	<u>ON</u>
101C2	<u>OFF</u>
102C1	<u>OFF</u>
102C2	<u>ON</u>
103C1	<u>OFF</u>
103C2	<u>ON</u>
10SV	<u>ON</u>

✓働き過ぎの研究者
✓冷えない部屋
✓冷やしていない部屋
を発見!!



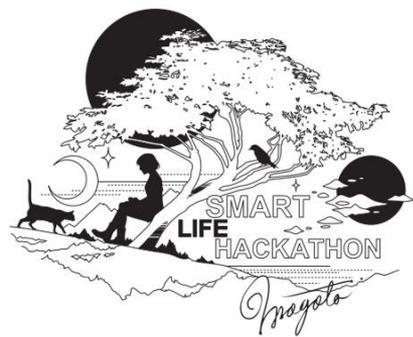
健康管理のツール

(*) 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。

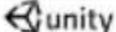
東京大学でのさらなる展開

1. 施設課が独力・独自判断でオープン化・データ取得・見せる化に着手。
2. 『広域設備ネットワーク標準データモデル形式』の作成とRU11大学への配布
<http://www.tscp.u-tokyo.ac.jp/documents/tokyodaigakukouikisetubinet.pdf>
3. TSCP室
『サーバ施設高効率化方策レフェレンスガイド』作成中
4. I-REF棟を用いた『3Dスマートライフハッカソン』
<http://www.smartlife-hackathon.jp/wordpress/>

3D スマートライフ ハッカソン



主催  大塚商会  竹中工務店
東大グリーンICTプロジェクト(GUTP)

協力  unity  Sony CSL  U's Factory 株式会社 DIX  T-sports

<http://www.smartlife-hackathon.jp/wordpress/>

その他の研究・教育機関での事例

- 東京工業大学
 - Ph.1: 環境エネルギーイノベーション棟
 - Ph.2: 全キャンパス展開
- 関東地区の高専
 - 小山・木更津・長野の3校の広域オンライン見える化
- 理研(理化学研究所)
 - Ph.1: 和光キャンパス
 - Ph.2: 全事業キャンパス展開



例 5 : 仮想マシン

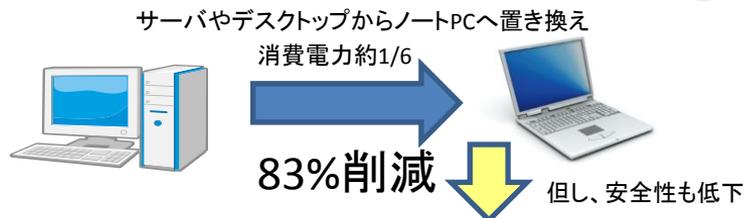
コンピュータの電力削減メニュー

1. 古いコンピュータ(5年以上)の見直し

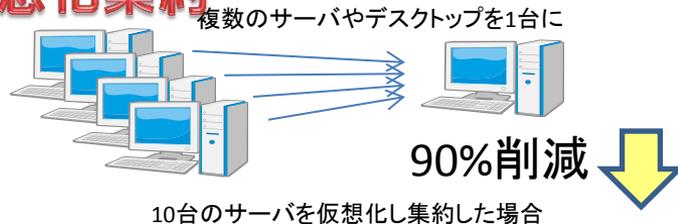


2. 必要なサーバ(ウェブ・メール等)の効率化

①ノートPC化



②仮想化集約

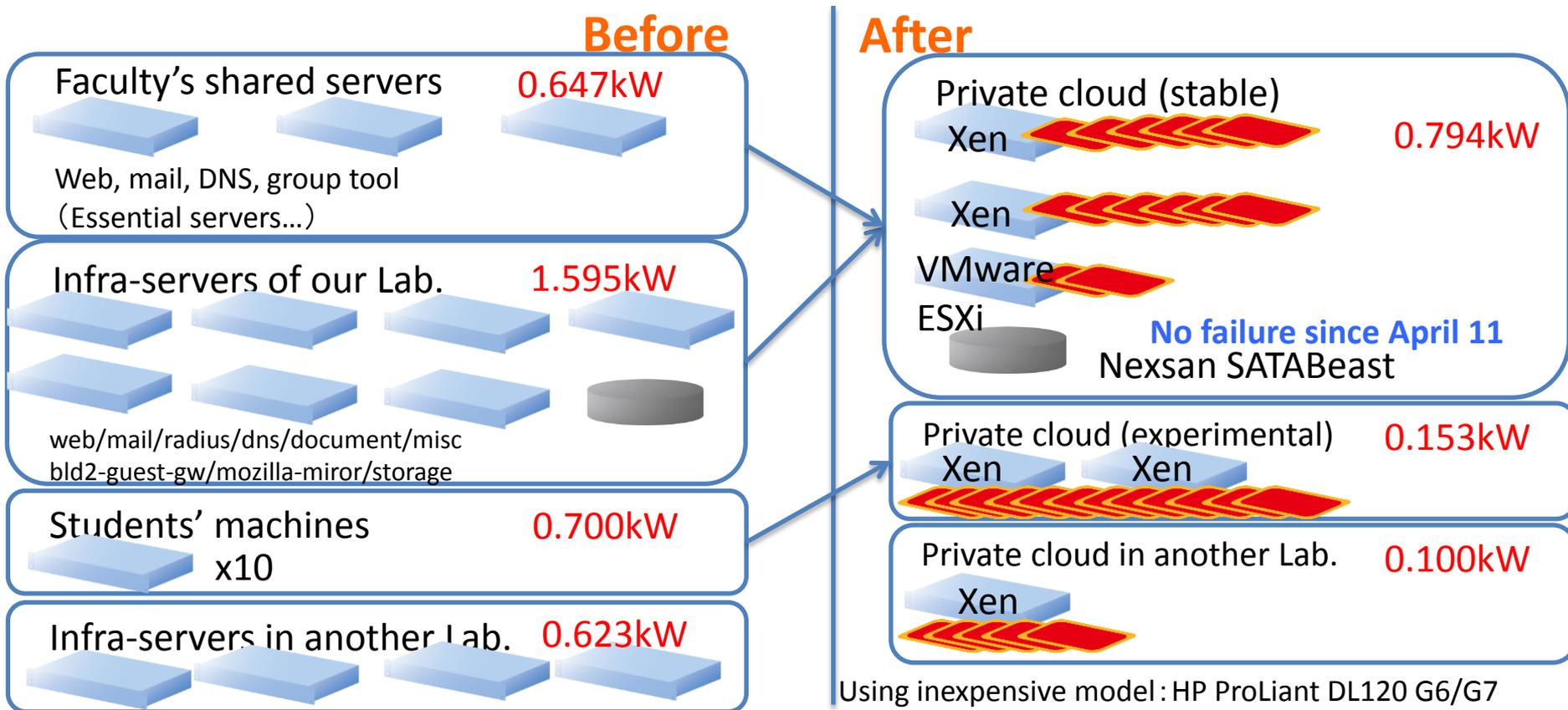


3. 停止することが難しい機器の外部(データセンター)への移設

①外部ホスティング(他大学、データセンター)



Private Cloud in Esaki Lab. in 2011



Using inexpensive model : HP ProLiant DL120 G6/G7

Private Cloud in Esaki Lab. in 2011

Before

0.647kW

Faculty's shared servers



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

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

Infra-servers of our Lab.

1.595kW

VMware

ESX:



Since April 11
last

0.153kW

0.100kW

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)

Using inexpensive model : HP ProLiant DL120 G6/G7

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

b. in 2011

Public cloud (stable)

0.794kW

Private

No failure since April 11

Nexsan SATA

web/mail/radius/dns/document/
bld2-guest-gw/mozilla-mirror/storage

Students' machines
x10

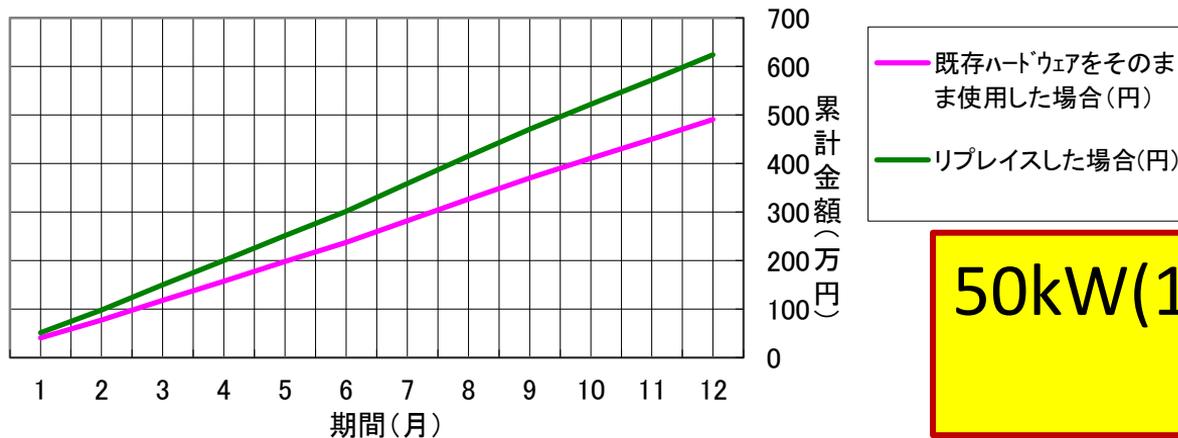
Infra-servers in an

そもそもの動機は、
『暑い部屋は嫌だ』

VMWareを用いた事例(by 大塚商会) in 2011年

86%の電力使用量の削減

サーバ年間電力使用料金推移(消費電力より計算)



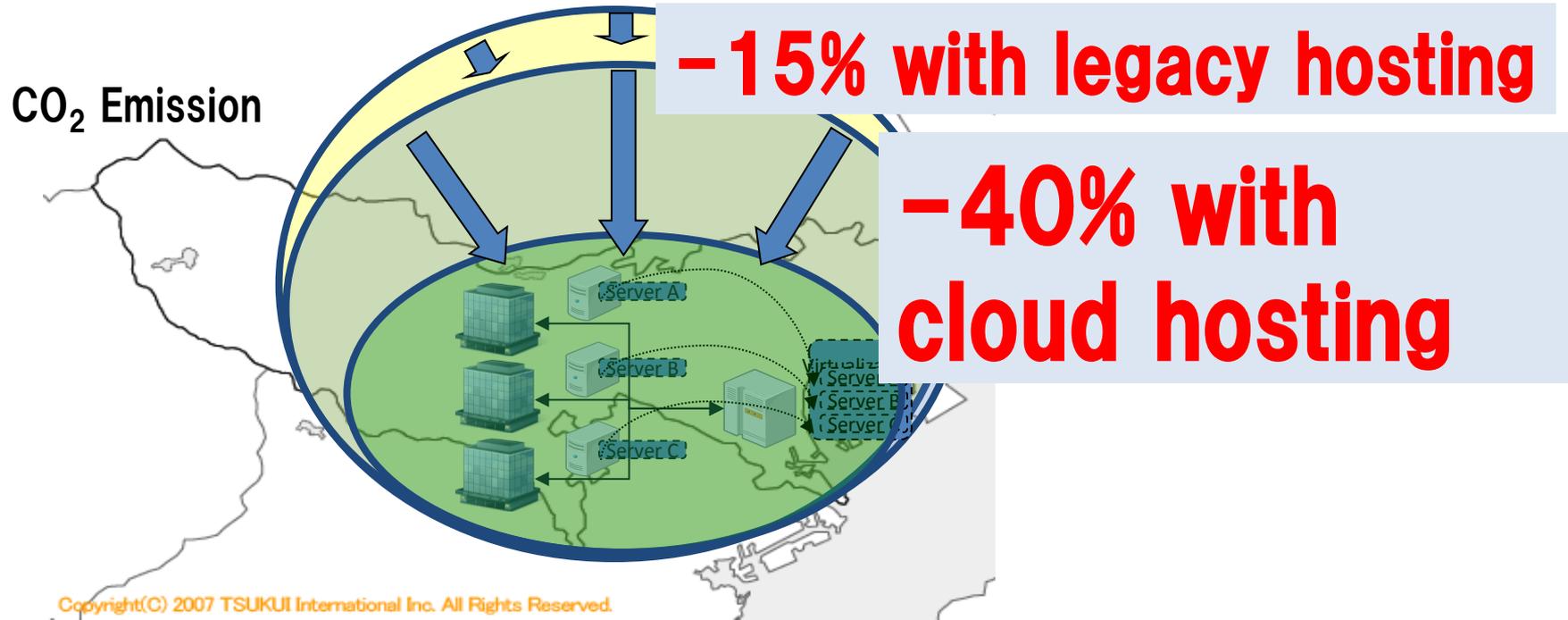
50kW(114式のサーバ)
→ 6.9kW

この資料の基となったデータは、経理からの亀戸ビルにおける電力使用料金と調査できた50台の開発機を50で割って114台分にかけての値と見積もったVMware用のハードウェア消費電力から算出しています。リプレイスは仮にDL380G5(評価サーバの見積もり金額を参考)で開発機を置き換えた場合の消費電力料になります。

例 6 : テーダセンター

Strategic Energy Saving using iDC

1. Move and accommodate servers in the offices into iDC , hosting service, will lead to 15% energy saving
2. Vitalize the servers and integrate into a single physical machine, i.e., cloud computing, will lead to 40% energy saving.



データセンターに関する東京都 環境局 との関係

地球温暖化ガス(CO₂) 環境条例

1. 当初 (2008年春)

- i. 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

- i. 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

- i. データセンターに例外規定を適用。
- ii. 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。

データセンターに関する東京都 環境条例との関係

地球温暖化ガ 環境条例

1. 当初

i. 大量

2. 2010年

i. 実は
寄与

3. 現在

i.

ii. 事業所
サービ

。

量の削減に

とクラウド

Energy
“Consumer”
↓
to “Saving”, i.e.,
“Nega-watt”
by Data Center & Cloud

例 7 : オフィス

例えば、、、

『孫正義的生活でエコ・省エネ』

1. iPad と iPhone だけの生活
(*) 個人情報保護法、情報漏洩対策
2. Think Client はお家で充電、オフィスではバッテリー駆動
3. サーバはデータセンタへ『疎開』
4. 『空襲警報』も有効でした(笑顔)。
5. 最後は、社内ネットをOFF、3G/LTEで接続。

【誤】

1. 省スペース化で、床面積を小さくできる。...
2. 電気代が安くなるので、利益率が上がる。..
3. 電気代を社員につけ回せる。....
4. 情報管理が容易になる

従業員と雇用者での Win-Win の関係

【正】

- a. ゆったりとした業務空間を獲得 😊 
- b. 他のものが買える 😊 
- c. 自宅でも仕事ができる 😊 
- d. 飲んで帰宅できる 😊  

Tokyo Institute of Technology,
Green Hills, No.1 Bldg



HQ, Otsuka Corp.



Chiba Univ.
Agriculture



Hitachi Info & Tele Eng Ltd.
Nakai Development Center

SEIKO Solutions
Factory in Thailand



- ✓ R&D campus
- ✓ Office
- ✓ Factory
- ✓ Agriculture
- ✓ CEMS (City)

(Canon IVD HQ)

ドラッグストアにおける多店舗(40店舗)の管理



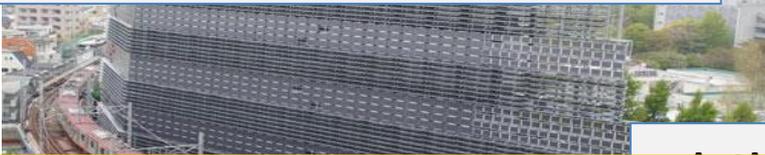
本社(カメガヤ様)

シムックスサーバ
(IEEE1888)

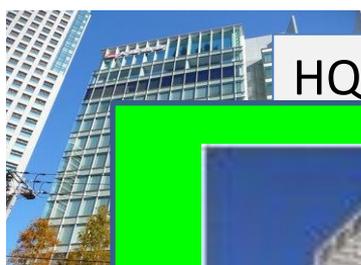


本社ビルは
・各店のデマンドを監視
各支店の状況はクラウドを経由して
本社で一元管理、色別で把握。

Tokyo Institute of Technology,
Green Hills, No.1 Bldg



HQ, Otsuka Corp.



Best Current Practice for Commercial Building

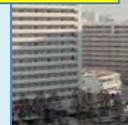
1. Facility management control by IEEE1888
2. Servers go to Data Center
= No server room in the bldg

SEIKO Solutions
Factory in Thailand



Microsoft Japan
HQ in Tokyo

CANON S Tower
(Canon MJ HQ)



Technology,
Bldg

HQ, Otsuk

【ライフタイムコスト削減と快適性の共生】

1. 初期入居経費の削減
2. 入居中のコスト削減・快適性
3. 退去時の現状復帰コストの削減

【さらに、危機管理機能の実現】

1. 知的財産の保護
2. 情報漏洩機会の減少
3. 遠隔業務機能の提供
(Plus: 女性・障害者支援)

ついでに?
CSR

例 8：空港

中部国際空港 & 成田空港

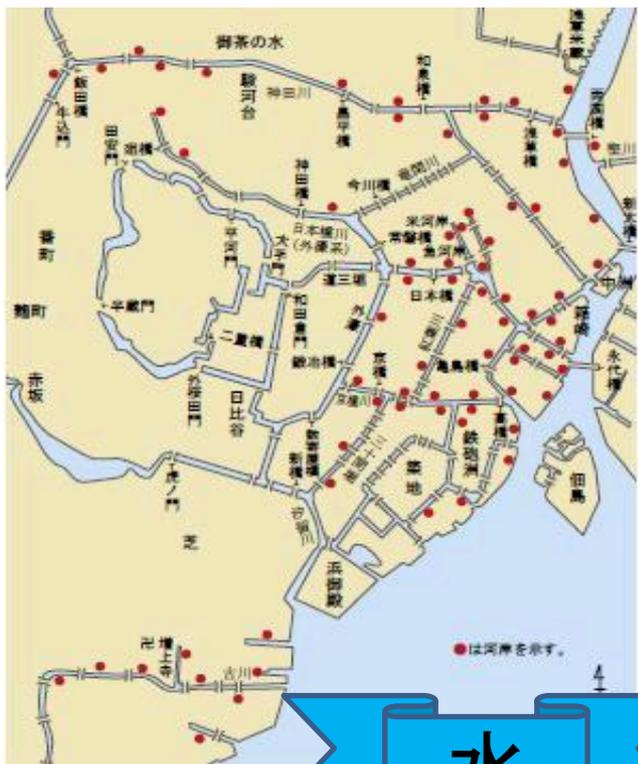
- ◆ Narita Airport ([NRT](#))
- ◆ Centrair Airport ([NGO](#))

1. Open Facility O&M
2. Energy Saving
3. Cyber Security for Facility
4. Comfortable airport by IT
5. Entertainment
6. Fin-Tech application



スマートで頑丈な街へ

City design



江戸の河岸
河川や江戸城を取り巻く堀場に数多くの河岸があった。
東京都港湾局『東京港史 第1巻 通史編』、1994、鈴木理生『江戸の川・東京の川』、日本放送出版協会、1978.3より作成。



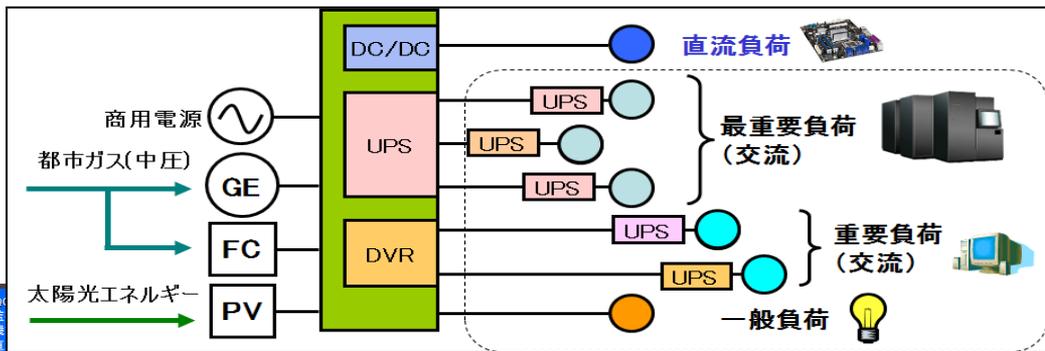
情報
エネルギー



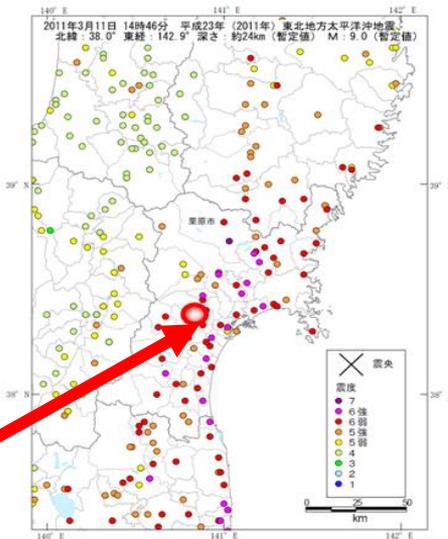
水

生産・物流

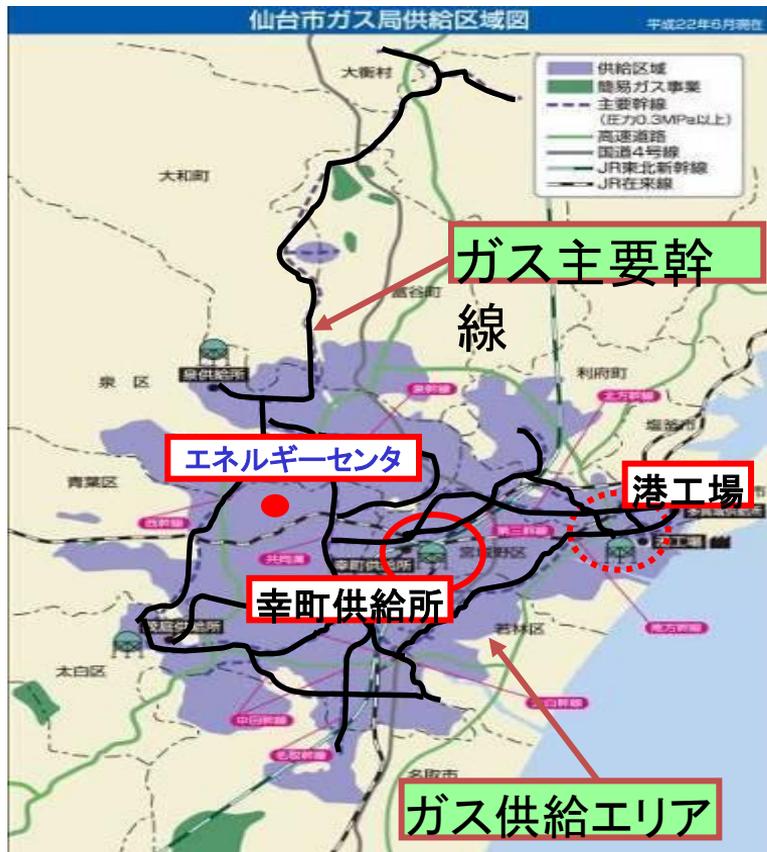
ガスインフラの戦略的利用の可能性 ～ 仙台での3.11での実例 ～



エネルギーセンタ1,085m²

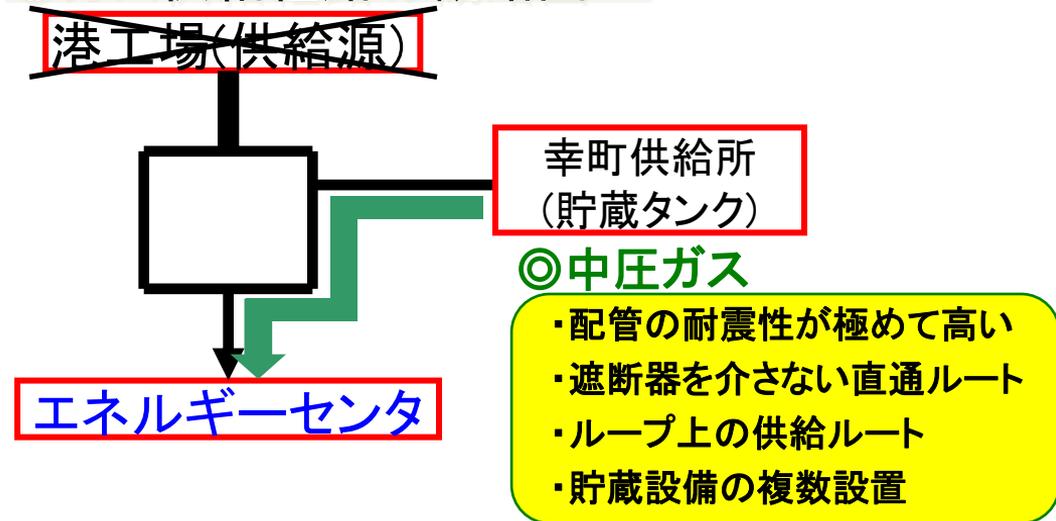


仙台市ガスのガス供給状況(中圧以上) ～長時間の電力連続供給を具現～



引用) 仙台市ガスHP

○ガス供給経路の概略図



大地震・津波により港工場が被災したが、
幸町供給所のガスタンクから**中圧ガス**は供給を継続
(数日後に新潟パイプラインより供給開始)

※家庭用低圧ガスは地震から約2時間後に全面供給停止。震災から25日後にほぼ全域で復旧

【自立分散型エネルギー】 地域電気・熱供給事業

電力の安定供給, BCP, 省エネ に関する高いニーズ

→ 大型のコージェネレーションシステムを導入し、
周辺街区の既存建物にも電気と熱を供給



対象建物総延床
約60~100万m²
電気供給可能量
約3~5万KW

創
つて
い
く

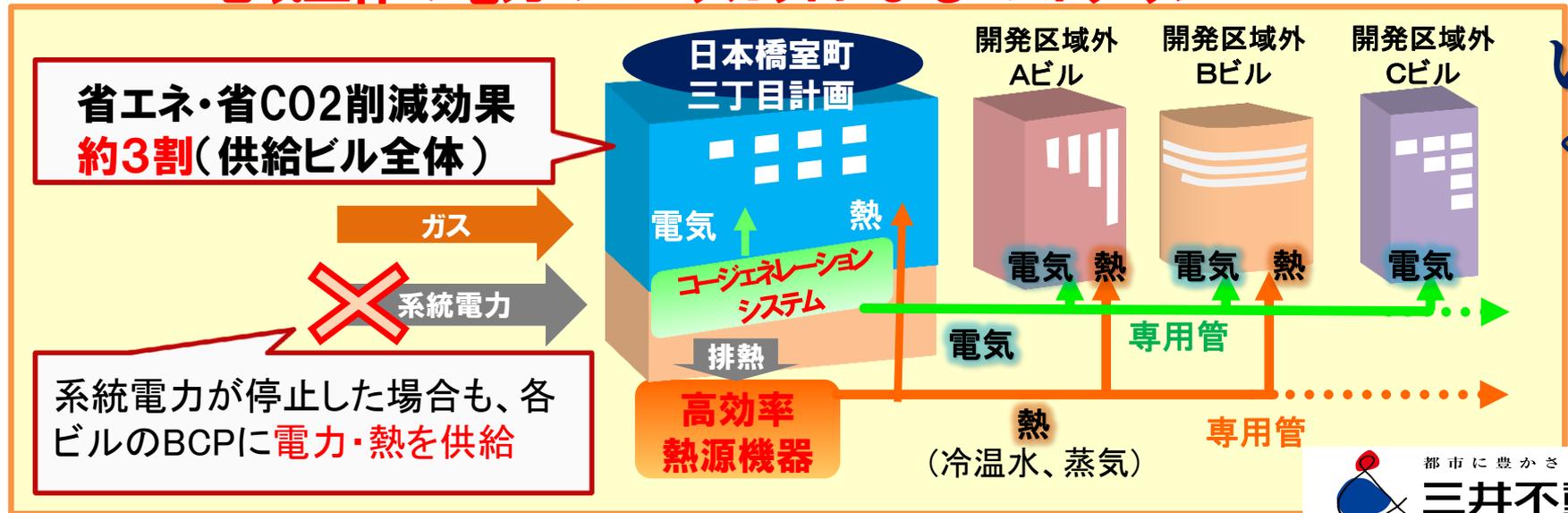
【AEMS】 エリアエネルギーマネジメントシステム

ITを活用し、地域全体のエネルギーをコントロールするAEMSを構築

デマンドの異なる複数のビル、商業施設等に、

系統電力とベストミックスした電力 と 熱を供給

地域全体の電力のピークカットによるコストダウン



電気自動車のインパクト

奥山氏(フェラーリのデザイナー)講演(2008)年から

1. 排気ガスがなくなる

- 駐車場が要らなくなる
- リビングルームに入れる。



2. 大きなエンジンが消える

- 車輪で移動しなくてもいいんじゃない?

3. エネルギー供給源

- 余る電気の蓄積
- 電気エネルギーの移動性



体積当たりのエネルギー密



最大：100 KW

常時：30 KW



約 30 軒

by 50cm x 50 cm x 50cm



Smart Trailer 2.0

住居・公共施設等(Mobility Home)

太陽光パネル

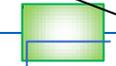
太陽光パネル発電
による給電

情報収集

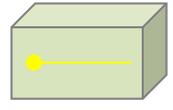
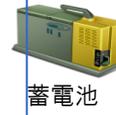
エネルギー
制御盤

V2H技術による給電

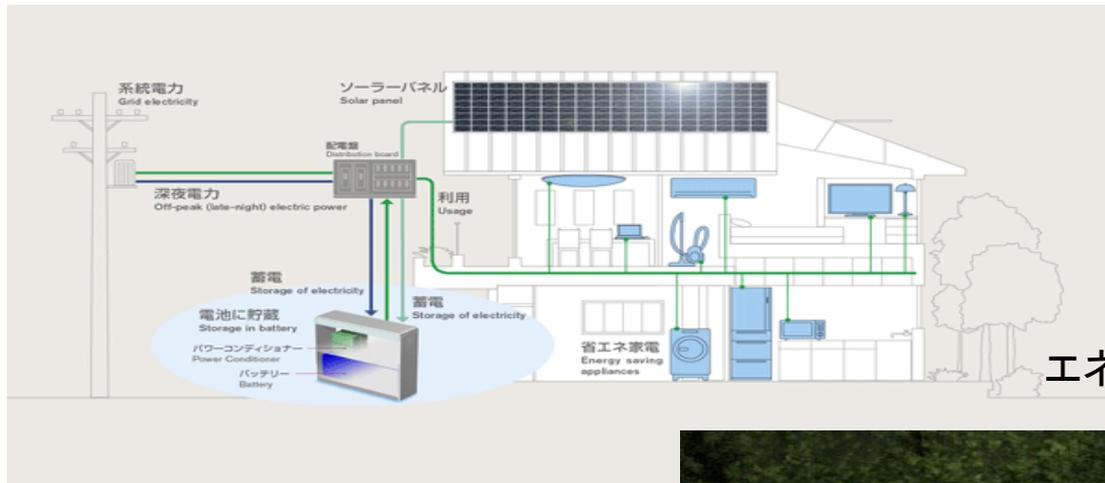
ガスコジェネ



床暖房



— : 電力網 — : 温水 - - - : 情報網(ZigBee等) — : 下水網



エネルギー自律型モビリティハウス



Smart Mobility Home Integration

Smart Life care Center

ネットワーキング

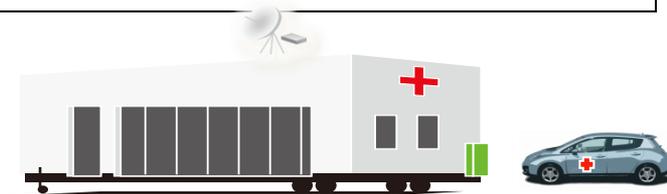
- Wifi Wirelessネットワーク:CTC
- センサーネットワーク:産業技術総合研究所

医療診察支援

- 診療モジュール開発設計:伊藤忠商事 ライフケア事業部
- 遠隔診療室
- 電子かばん 東北大学、SONY

Smart Life care Center

・エネルギー自律型 診療施設+介護支援 センター



自律型エネルギー

- ・V2H、EMS
- ・Smart Grid

- EV: Leaf日産自動車
 - 蓄電池:4Rエナジー
 - 太陽光パネル:京セラ
 - Digital Grid :Power Router
- 東大・日本ナショナルインスツルメンツ

トレーラーハウス スマートカスタマイズ

- 日本RV輸入協会
- 自律型エネルギーへの対応
- 用途に応じたカスタマイズ
- ジャパンスペックの採用と海外市場
- メンテナンス&リサイクル

介護支援

- サービス:RTシステム 産業総合技術研究所

癒しロボット「パロ」

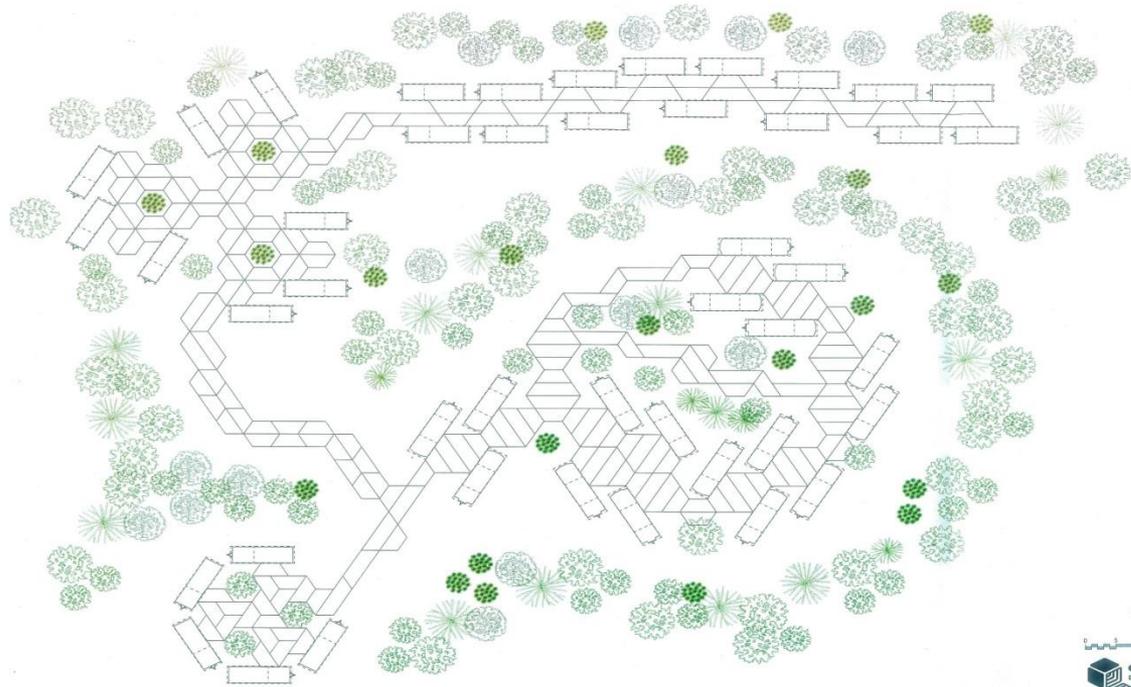


体操ロボット「たいぞう」



Pop-Up Store





SCALE=1:500
2011.06.15



日本経済新聞

夕刊
11月21日
(土曜日)

発行所 日本経済新聞社
東京本社 電話(03)3270-0251
〒100-8001 東京都千代田区大手町1-3-7
大阪本社 電話(06)7539-7111
名古屋支社 電話(052)243-3311
西部支社 電話(092)473-3300
電子版アドレス
<http://www.nikkei.com/>
購読のお申し込み
電話0120-21-4946
<http://www.nikkei4946.com>

ITソリューションパートナー
アイティファ
築きたいのは情

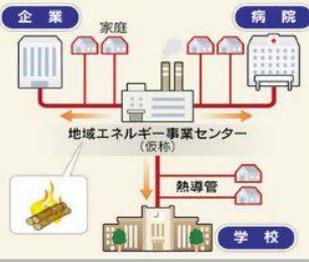
地域の冷暖房 ごみ処理熱で

現在は、ごみ焼却施設の熱で温水プールを運営するケースなどがあるが、広域的に熱をエネルギーとして活用する事例はほとんどない。総務省、経済産業省、林野、環境省の4府省が年内にも、新しいプロジェクトへ向け金融機関や経済団体が参加する協議会を全都道府県に立ち上げ、政府の支援策などを盛り込んだ指針もまとめる。

家庭や企業に供給 政府が整備後押し

光熱費 最大3割減

廃材やごみを燃やした熱を冷暖房などに活用



大統領選「米の岐路」

CSI-S所長 富士山会合始まる

米大統領選が内政を占める。基調講演に先立ち、茂木所長(CSI)が交際の予定を大きく左右する重みがある。米大統領選「米の岐路」が



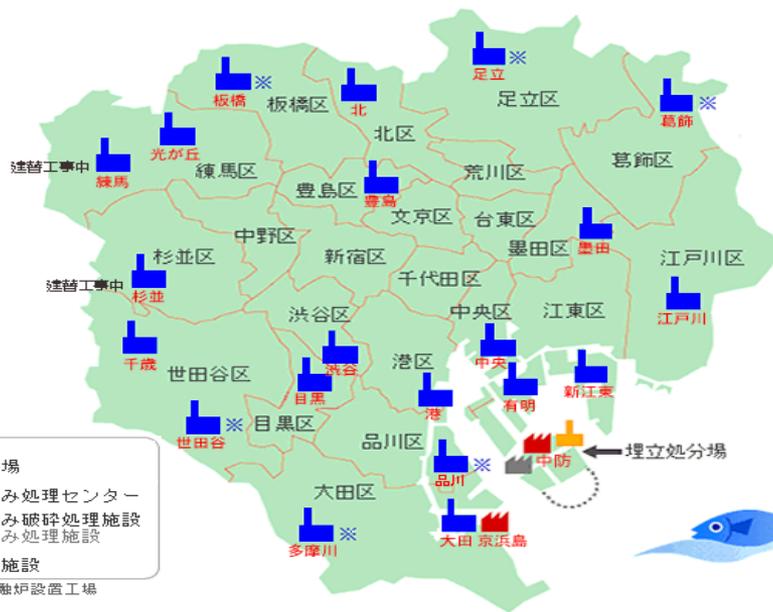
企業や交際の情報集だったが、SNSでドを積み上げる戦略が「コーセー」のインターネットのインフラ使用写真を掲載して、真を暴露するも開戦。今後は、10月分は450万円の計画の90%

政府は、みどり間伐材などを燃やして出る熱を家庭や企業で利用する仕組みをつくる。来年度以降に、地域エネルギー事業センター(仮称)を全国100カ所に整備し、ごみ処理場などから出る熱を周辺で活用できるようにする。新たな温暖化ガス排出を抑制したエネルギー源として育てるとともに、周辺の家庭や企業などの光熱費を最大3割減らす効果を見込む。

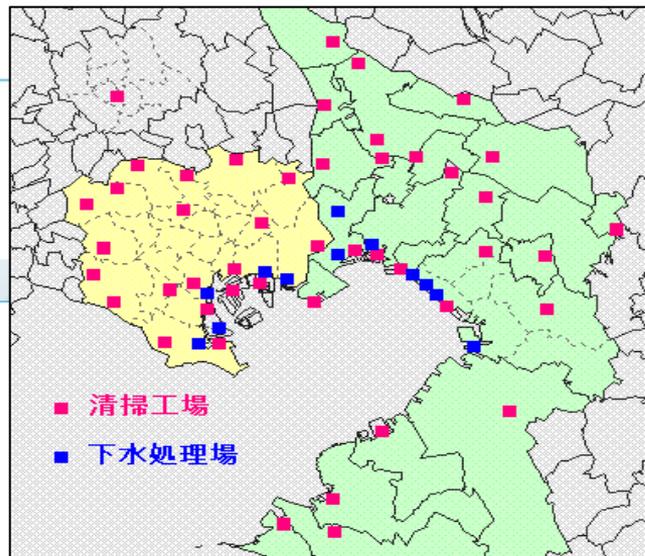
1で燃やして半減。物に熱を伝える際に熱を失わずにエネルギーとして利用。高まり、利用が光熱費を

東京23区の清掃工場一覧

清掃工場施設一覧



練馬清掃工場は建替えに伴い、平成22年2月から稼働停止
 杉並清掃工場は建替えに伴い、平成24年2月から稼働停止



<Co-Location>

- ✓ Power Generator (for EV)
- ✓ H₂ Generator (for FCV)
- ✓ Hospital
- ✓ Senior Apartment
- ✓ Shopping Mall
- ✓ Data Center
- ✓ Disaster evacuation site



東京都庁

節電対策を攻めの投資に!

1. 常時は邪魔者(効率を下げる)&不要。
2. 無事故が続くと、『さぼりたくなる』
3. 必要性は否定しませんが、.....
『さぼっても』、『頑張っても』、.....
利益構造には変化がない。

インターネット
バイ・デザイン



何を実現すれば？

【実施が、利益に貢献】

効率化 & 新ビジネスの実現

『インターネット・バイ・デザイン』

1. 道徳なき経済は罪、経済なき道徳は寝言
(二宮 尊徳 氏)
2. 必要は発明の母ではなく、発明は必要の母
(Melvin Kranzbergの第2法則)
3. 最適化は敢えて行わない。
→ 『着眼大局・着手小局』 (Think Global, Act Local)
4. カオス理論：
→ 最初の小さな違いが、結果の大きな違いに
5. 自律・自立、分散、協調

『インターネット・バイ・デザイン』

1. 道徳なき経済は罪、経済なき道徳は寝言 (二宮 尊徳 氏)

『道徳』 → 『節電・省エネ』

『経済』 → 『攻めの投資』 → 『利益の獲得』

『インターネット・バイ・デザイン』

4. カオス理論:

『最初の小さな違いが、
結果の大きな違いに』

→ 完全を求めず、『試してみる!』

『インターネット・バイ・デザイン』

2. 必要は発明の母ではなく、 発明は必要の母

『節電』のための『発明』

→『発明』が『利益を獲得』

→『利益』のための『攻めの投資』