

ICTを用いたグリーンキャンパス に向けた取り組み



2008年度実証実験テクニカル
サイトツアー資料集

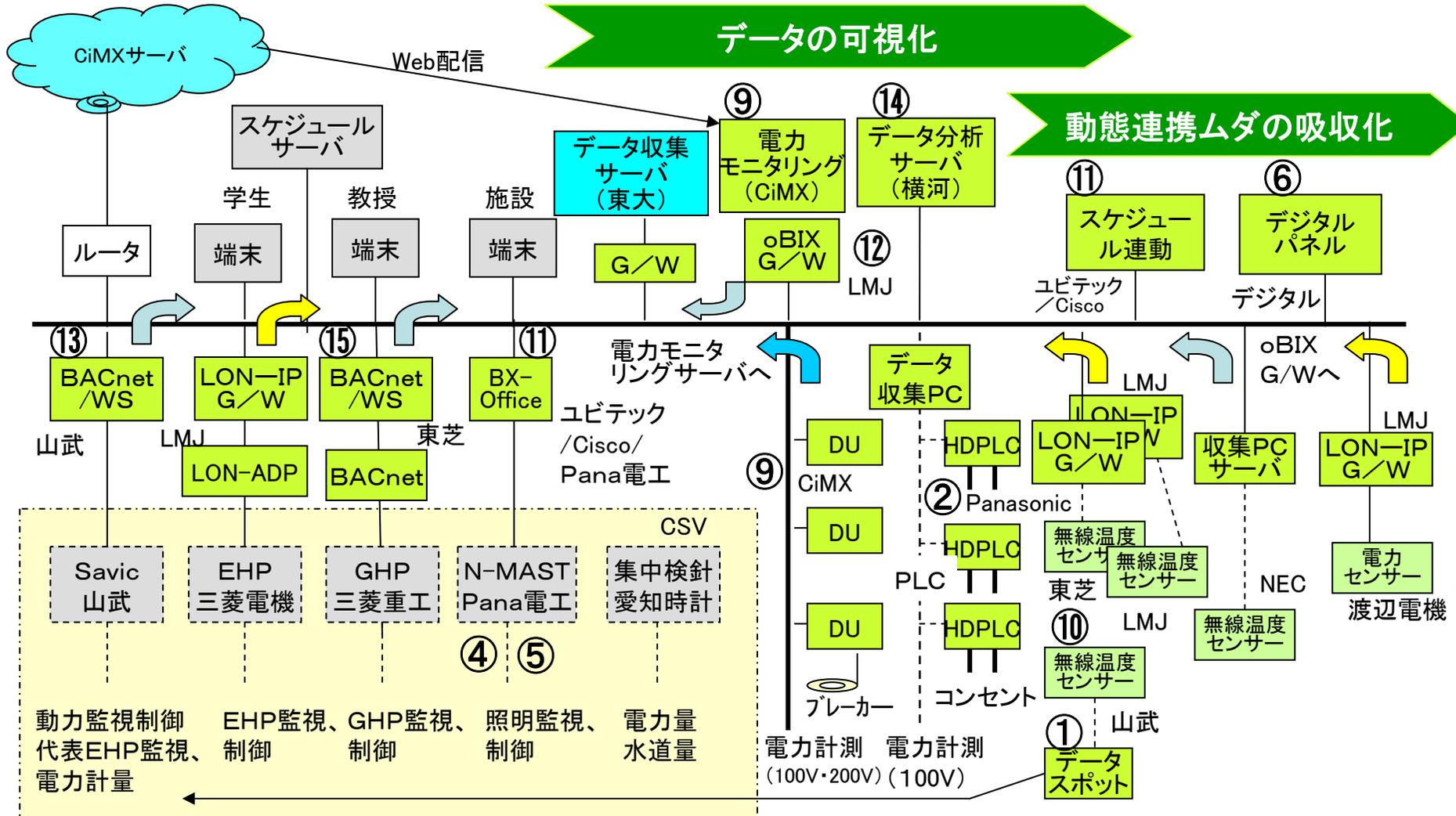
2009/05/26

グリーン東大工学部プロジェクト 構成図

既存システムのデータ統合化

データの可視化

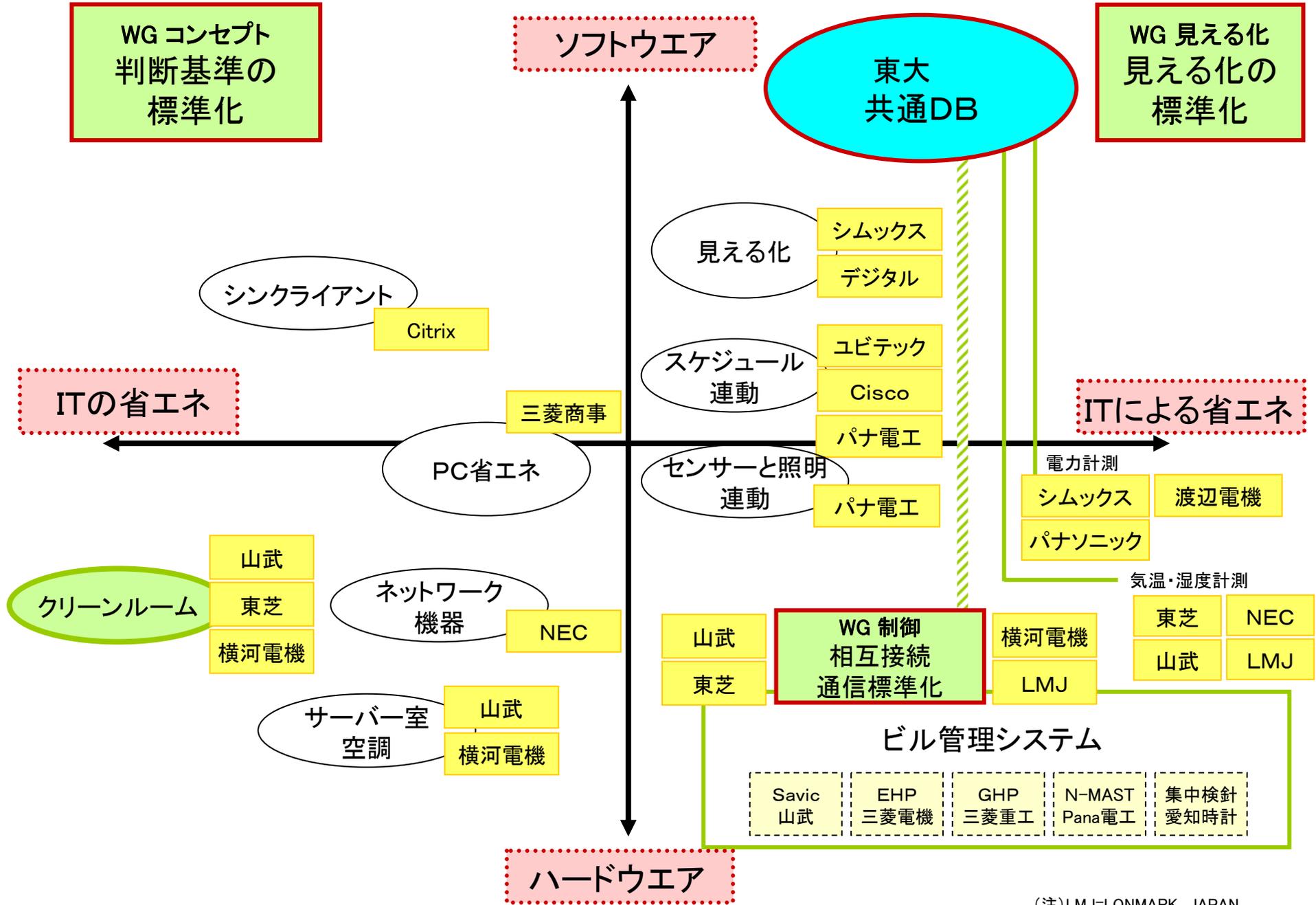
動態連携ムダの吸収化



既存システム+統合化I/F追加

追加システム

2008年度 グリーン東大プロジェクト WGと実証実験の構造図



(注) LMJ=LONMARK JAPAN

グリーン東大プロジェクト 共通DBに集まっているデータ

種類別ポイント数

	種類名	箇所	種類	データ
1	電気(kWh他)	135		869
2	ガス(m3)	5		5
3	水(m4)	12		12
4	温度(c)	28		28
5	湿度(RH)	28		28
6	制御 (ステータス、モード、コマンド)	122		674
		330		1616

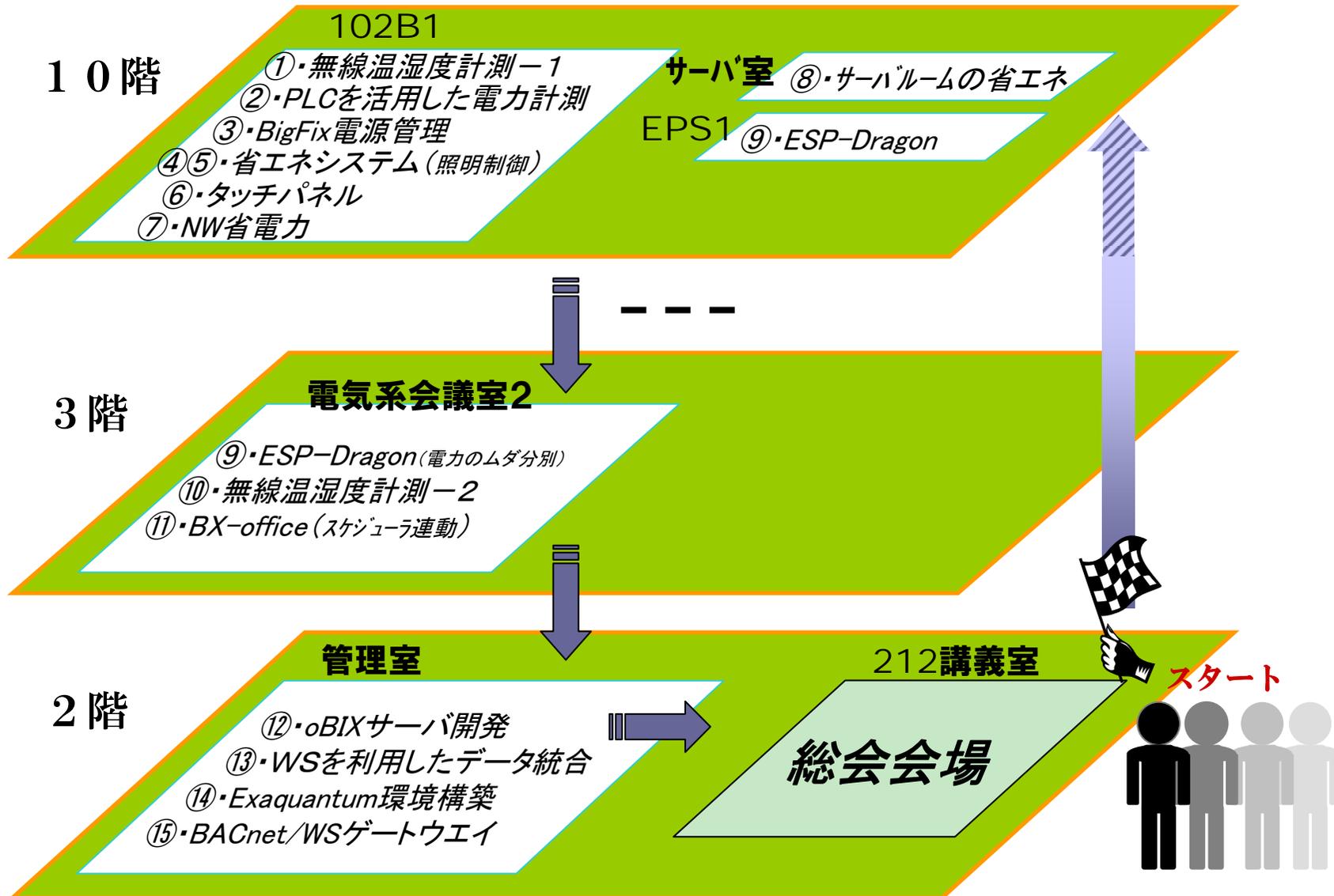
メーカー別ポイント数

	会社名	箇所	種類	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	PEW(パナ電工)	14	1	14
5	ユビテック(照明・人感センサ)	40	1	40
6	東芝(制御信号)	25	14	350
7	LMJ(ロスナイ)	43	5	215
	LMJ(EHP)	11	6	66
	LMJ(電力)	11	6	66
	LMJ(気温、湿度)	42	1	42
	LMJ(屋上電力)	6	1	6
		330		1616

(注)LMJ=LONMARK JAPAN

テクニカルサイトツアー案内図

東京大学 工学部 二号館



① 2008年度実証実験 - 無線温湿度計測

既設への無線による 温湿度計測を実施

実証実験の評価のために空調環境の温度、湿度を計測と収集による見える化の実現

- POINT 1分単位で、6ヶ所、12ポイントのデータを収集中。
- POINT 無線のため、部屋の任意の場所に設置し、空調環境の見える化が可能になりました。
- POINT 監視室での監視、上下限警報が可能、BACnetWSで公開接続も実現。

【狙い・背景】

空調環境の見える化のために、実証実験に利用する部屋の各所で温湿度のデータを自動で収集すること

【従来】

本件では、ビルマルチ空調機に制御のための付属センサーしかなく、また湿度の計測は無かった。

【実施方法】

既設現場への追加、実験評価のため任意の場所に設置したいなどの背景から無線による計測とした。無線センサーから受信機と経由してリモートユニットに送信し既存の中央監視盤に接続。

今回開発した相互接続、公開用のBACnetWSのゲートウェイを介して公開サーバで収集、蓄積される。

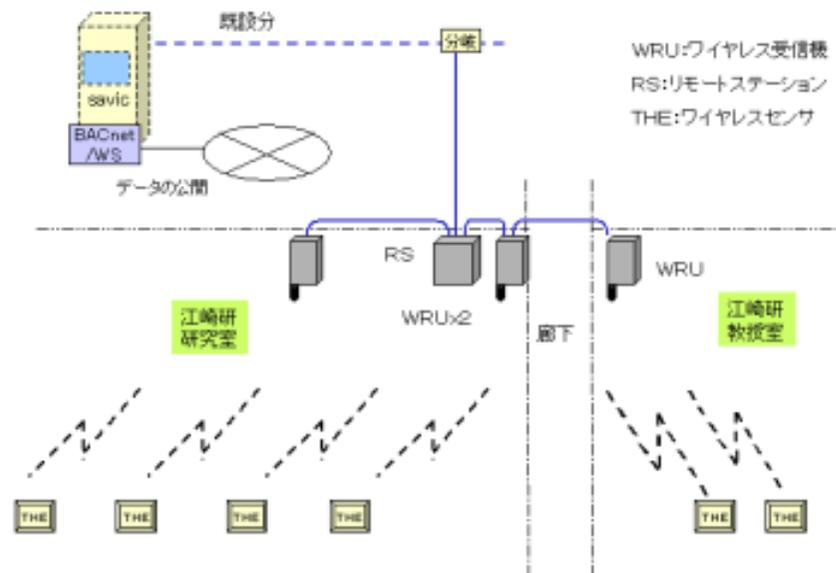
【効果】

空調環境が個別に“見える化”が可能になり、省エネのための実証実験の評価、改善に役立つデータを提供できるようになった。

【課題】

無線のためセンサーの設置場所の把握、管理とデータの履歴管理の整合。

構成図



② 2008年度実証実験 -PLCを活用した電力計測

機器単位で電力計測 PLCだから配線不要

HD-PLCアダプタとワットメータを接続し、
手軽に電力計測ができるようになりました

→ POINT 機器毎に1分単位の細かな電力計測

→ POINT 新たな配線なしで計測データを伝送

→ POINT 計測データはスタンドアロンでもグラフ表示

【狙い・背景】

電力消費量を簡単に計測できるシステムを提供する。

【従来】

消費電力データの収集が困難であったり、手間がかかっていた。

【実施方法】

HD-PLCアダプタとワットメータをシリアルラインで節即した機器、計測したデータを収集し蓄積・グラフ化するサーバ、及びサーバからグリーン東大センタサーバに伝送する通信プロトコルを開発実装した。

【効果】

新たな配線をすることなく、簡単に機器毎の電力消費量が計測・蓄積できるようになった。

【課題】

機器の小型化・量産化が課題。



研究室のパソコンの電力 使用状況の把握

BigFix電源管理ソリューションによる全体及び
個人ごとの電力使用状況の見える化とコント
ロールの実現

- POINT PCの負荷を最小限とした数分単位の『リアルタイム見える化』の実現
- POINT 研究室外に持ち出されたPCもインターネット経由で情報収集
- POINT サーバ1台とPCへのプログラム導入のみで開始。低コストで短期間に成果を出すことが可能

【狙い・背景】

オフィスの電力の約11%を占める*と言われるPC/モニタの電力使用状況の”見える化”と、その結果に基づく適切な電源管理の一斉適用を行うもの。

*Eco Design2008における富士ゼロックス様ご報告結果による

【従来】

個人のPCの電力使用状況を把握することは難しく、対策もそれぞれの意識に頼らざるを得なかった。

【実施方法】

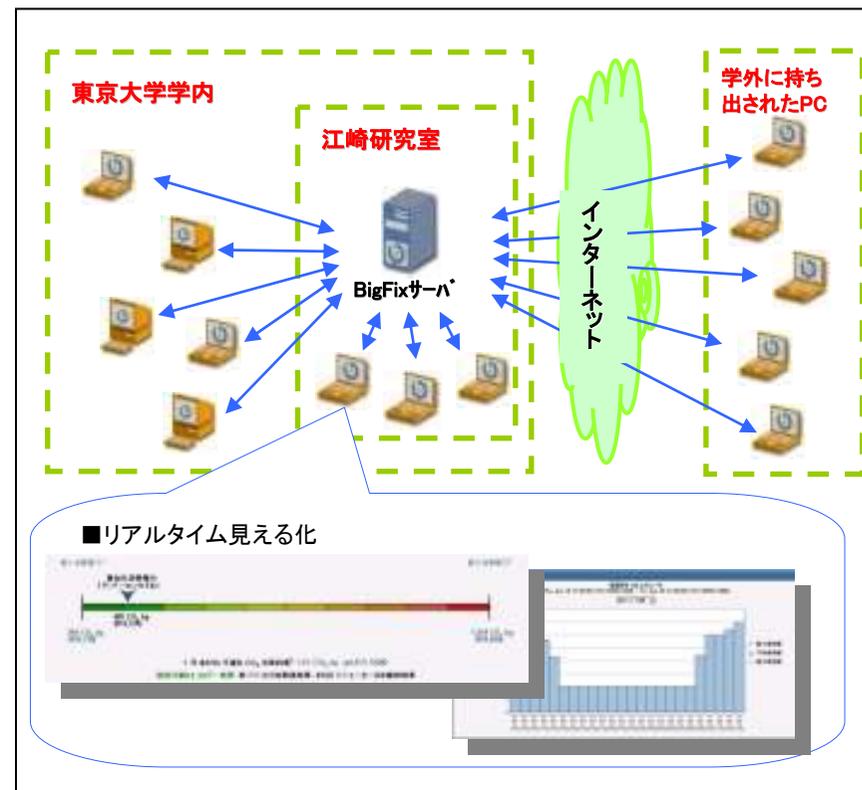
江崎研究室内にBigFixサーバを設置し、各PC(Win/Mac)に管理プログラムをインストール。管理プログラムはPCの電源利用状況や設定状況の特許技術により低負荷で報告し、BigFixコンソール上でレポート化。また研究室内のPDPIに結果を表示した。

【効果】

PCの利用状況の“見える化”と表示により、各人の意識向上に繋がった。また今後省エネ設定の一斉適用等を検討する上でも、有益なデータが取得できた。

【課題】

規模がまだ小さく、東大全体のCO2の削減にインパクトのある貢献をするには、導入台数を拡大する必要がある。また各人の行動に結びつく”見せ方”には工夫の余地がある。



④ 2008年度実証実験 - Wエコ環境配慮型照明器具

Wエコ環境配慮型照明器具と 熱線・照度センサの連動で 「省エネ」「省資源」を実現

ランプのハイパワー化、長寿命化と最適照明
制御による「省エネ」「省資源」の実現

- POINT 高効率なWエコ環境配慮型照明器具による省エネ
- POINT 熱線・照度センサによる人感連動制御、最適照度化と外光(自然光)利用による省エネ
- POINT 従来Hfランプの光束1.3倍、寿命1.5倍を達成したG-Hfランプ採用によるランプ廃材低減

【狙い・背景】

一般的な非住宅建築物で照明設備の占める電力消費量の割合は約20%にもなる。従って高効率な照明設備採用は省エネ実現で重要事項となっている。また、使用済のランプ廃材量は環境負荷物質の低減に影響するため、より長寿命なランプが求められる。

【従来】

従来照明設備は明るさ一定制御であったため、昼間の窓からの自然光利用や適正な照度調整ができておらず、無駄なエネルギー消費があった。また、人不在時のこまめな消灯も人任せであった。ランプは、およそ4年程度(12000時間)での交換・廃棄が必要であった。

【実施方法】

省エネ性が高く、ランプ寿命も1.5倍であるWエコ照明器具をさらに熱線センサ、照度センサと連動することで、高い省エネ性、省廃材性を実現。

【効果】

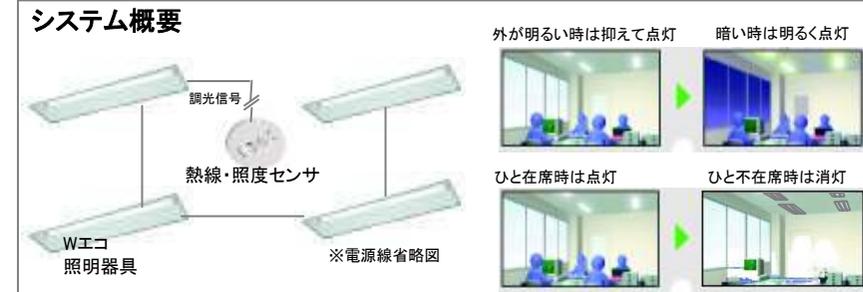
省エネ性: 人感連動制御、外光利用、初期照度補正、適性照度化により約10%程度の省エネが見込まれる。

省廃材性: ランプ廃材は2灯→1灯かつ寿命1.5倍で約1/3に削減。

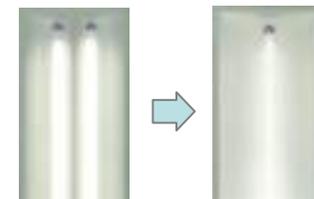
【課題】

熱線・照度センサの使用箇所にあわせた最適パラメーター設定の簡易化。

構成図



Wエコ環境配慮型照明器具とは



FHF32 × 2灯 (定格出力型) G-Hf63 × 1灯 (定格出力型)

※定格出力型での比較



⑤ 2008年度実証実験 - 省エネシステム

照明制御システムを利用して、 各種設備のトータル省エネ コントロールを実現

人感連動制御, 外気冷房制御, 見える化による誘発行動推進機能による省エネ

- POINT 省エネコントローラーとフル2線式リモコンによる運用改善型省エネ
- POINT 統合コントローラーが複数の省エネコントローラーを一元管理, 上位接続も可能
- POINT Wエコ環境配慮型照明器具による「省エネ」&「省資源」のダブルでエコを追求

【狙い・背景】

大学の研究室や教室などは人の出入りが不定期であり, 照明機器や空調機器などの消し忘れが発生している。

【従来】

照明機器や空調機器などのON/OFFは人任せであり, 各設備に装備している簡易タイマーなどで対応しているため, きめ細かな制御はできていない。

【実施方法】

各部屋に照明制御システム(フル2線式リモコン)を設置。人感センサーや明るさセンサー及び省エネ型照明器具を取り付け, 空調機器や換気扇とも接続し, 全体を省エネコントローラーが最適に連動制御することで省エネを実現。

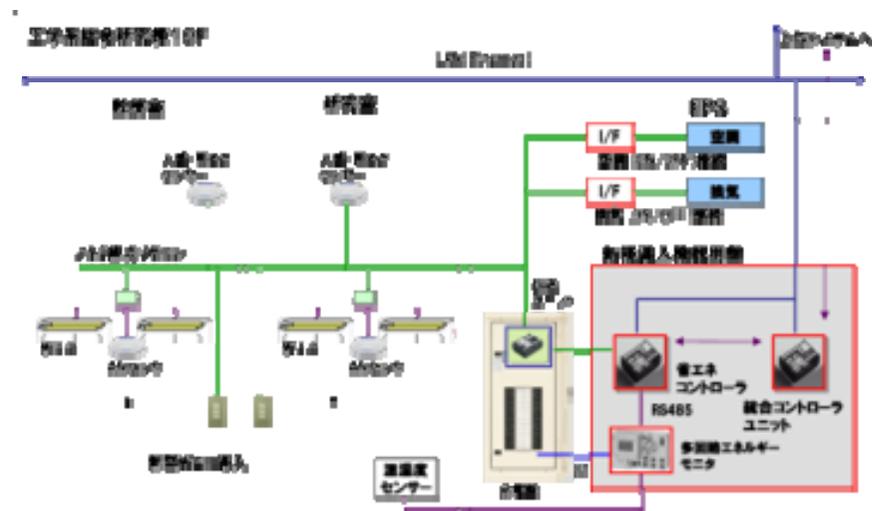
【効果】

人感連動制御, 外気冷房制御, 見える化による誘発行動推進機能により約5%の省エネが見込まれる。

【課題】

各種センサーや設備の稼動状態から自動的にパラメーター調整を行い, 状況に応じた省エネが可能な機能。

構成図



⑥ 2008年度実証実験 – タッチパネルによる見える化

タッチパネル表示器による 日々の電力使用量の“見える化”および“見せる化”を実施

※計測機器：渡辺電機工業株式会社製
LonWorks対応電力量計



部屋、用途毎の電力使用量をタッチパネル表示器で“見える化”する



日々の電力使用量を比較表示させることで利用者への意識改善を促す



計測したデータを直感的に把握できるような表現で“見せる化”を実施

【狙い・背景】

利用者から常に見える場所に表示器を設置し、日々の電力使用量を表示することで、現状を把握してもらい意識改善を促す。

【従来】

電力使用量などは中央監視装置などにデータが集約されており、設備管理者など一部の人がしか見ることが出来ない。また、テナントなどの利用者は1ヶ月単位での電力使用量という形でしか把握することが出来ない。普段どのくらいの電力が消費されているかをイメージ出来ない。

【実施方法】

研究室、教授室、サーバー室のコンセント電源およびサーバー室向けエアコンの室外機電源の電力量を計測。計測データをタッチパネル表示器で1時間単位での比較表示(当日/1日前/2日前)を実施。

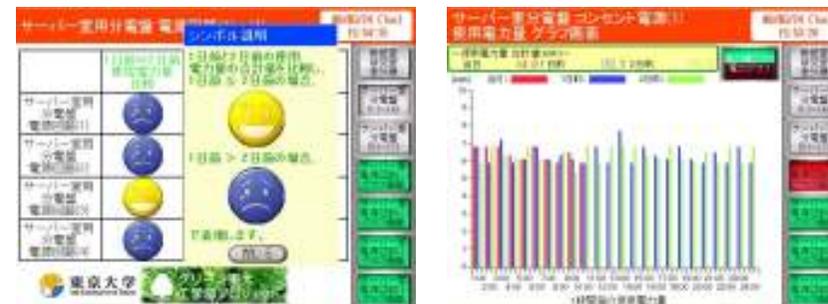
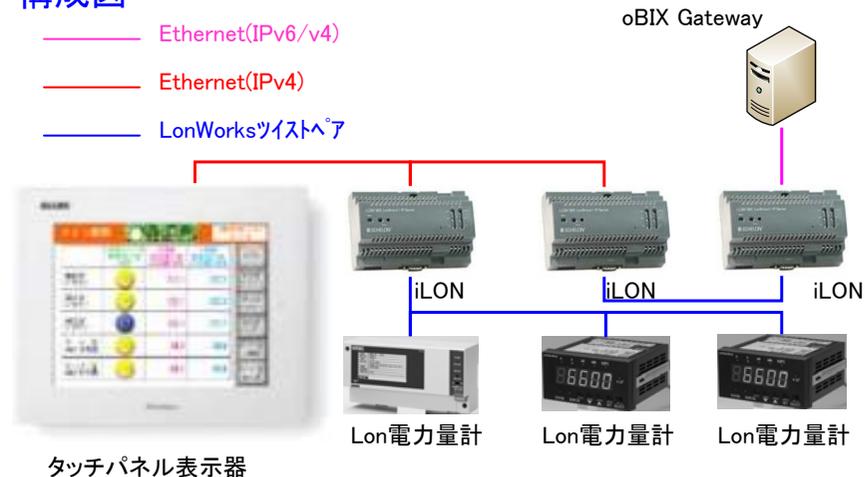
【効果】

普段、どのくらいの電力を使用しているか？人が大勢いる時間帯とそうでない時間帯でどのくらいの差があるか？などを把握してもらい、エネルギー利用に対する意識改善を促すことができる。

【課題】

空調、照明などをタッチパネルから一元的に操作できるようにして、“その操作がどのくらいのエネルギー消費につながるか”そして“結果としてどのくらいのエネルギー消費になっているか”をタッチパネル表示器で常に“見せる化”することで、利用者への省エネ意識の向上をさらに促進させる。

構成図



既設の機器を省エネモデルへ入れ替え

ネットワーク自体の省エネ化の必要性の調査と機器入れ替えによる成果の確認

→ POINT 既設機器のネットワーク構成を調査し、且つ、消費電力を計測し、実態を把握

→ POINT 最適省エネ対応機器を選定し、既設機器から置換えを行いBefore/Afterで成果測定

→ POINT

【狙い・背景】

ネットワーク機器自体がどの程度、エネルギーを消費しているのかを数値化し、ITのエコの重要性を定量的に掴む。

【従来】

ネットワーク機器やITソリューションが消費しているエネルギーが明確でなく、省エネ取組みの対象となっていなかった。

【実施方法】

現状の基幹系ネットワーク構成を調査し、トラフィックや用途に合致した省エネ対応機器への置換えを推進。また、島ハブに関して も省エネモードを搭載した機器への置換えを行った。

【効果】

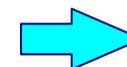
基幹系に関しては、従来比約10.8%の消費エネルギー（消費電力）の削減を実現した。

【課題】

機器単体では無く、ICTソリューション全体で『ITのエコ』と『ITによるエコ』の推進が必要。



Before
(既設)



After
(IP8800/S3600)

平均消費電力

Before : 約57.7Wh

After : 約51.5Wh

約10.8%の省エネ化を達成

⑧ 2008年度実証実験 -サーバールームの省エネ



光ファイバセンシング技術によるサーバールーム空調電力15%削減

- POINT 光ファイバによる温度分布計測
- POINT 最適空調設定値への改善
- POINT 最適気流設計への改善

【狙い・背景】

電力消費量の多いサーバールームの省エネを行う。

【従来】

局所的な温度の把握による空調の最適化を行っていた。

【実施方法】

サーバーラック吸込側、排気側を光ファイバを布設し、細密に温度分布を把握し空調設定値の最適化値への改善を行った。サーバールーム気流設計を最適化への改善を行った。

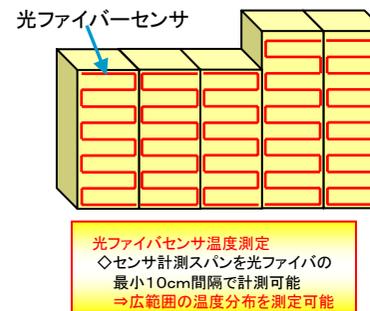
【効果】

サーバールーム空調電力の15%削減

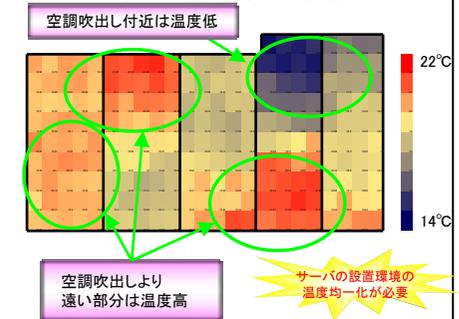
【課題】

湿度に対する最適化

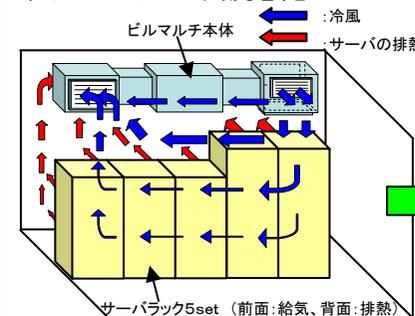
◇光ファイバセンサ設置概念図



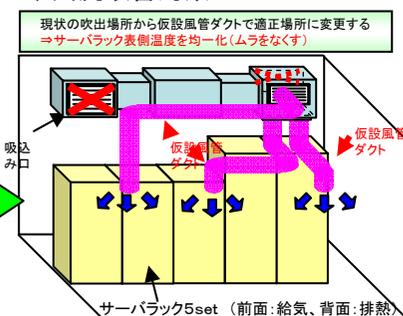
◇サーバーラック温度分布測定結果



◇サーバールーム気流想定



◇気流改善対策



インターネットを利用した 電力計測とムダ分別 の見える化

利用者単位に部屋、機器ごとの消費電力量
をルール化によるムダな量見える化の実現

POINT ムダ分別が出来る消費電力の見える化

POINT 米国特許取得済み
ムダ分別のアルゴリズム

POINT 東大共通DBへ(相互接続)GW経由でデータ
を同時にアップロード

【狙い・背景】

電力消費量の見える化のために、利用する部屋、機器ごとのデータを自動で収集することと利用者のルールに従ってムダな量を計算し見える化を行うこと

【従来】

これまでは、ビル管理側の最低限のビル全体、系統別のデータしか存在しなかった。

【実施方法】

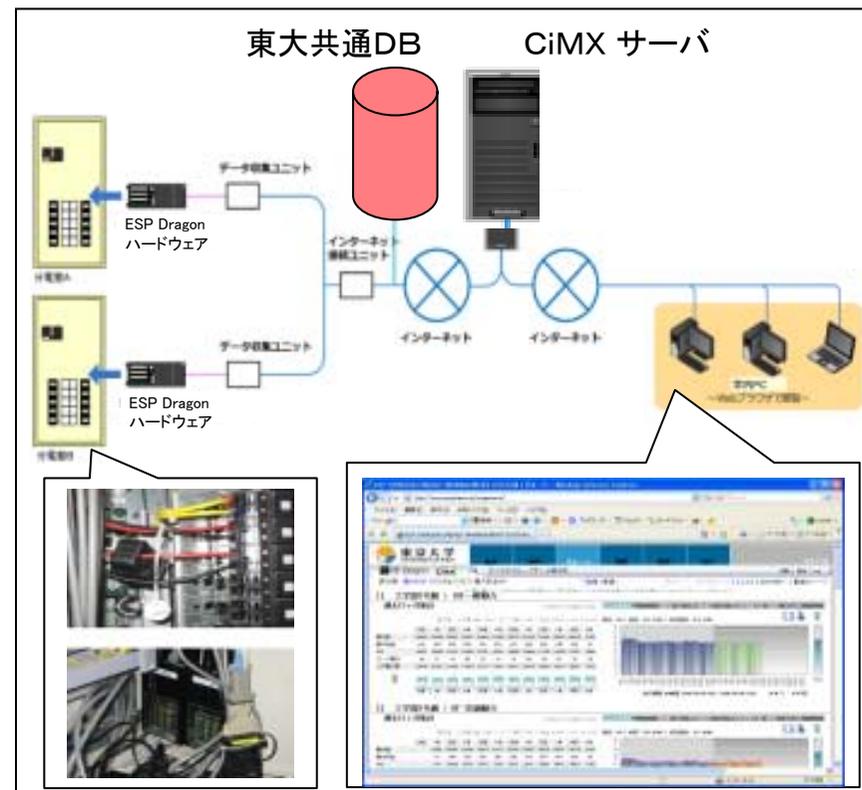
分電盤にあるブレーカーにセンサー(CT、PT)を取り付け、センサーユニット、データユニットで分散処理を行いデータブリッジを経由してインターネットでサーバーにデータを送信している。サーバーは収集用、分析蓄積サーバー、配信用サーバーの3つで構成されている。計測データは東大共通DBの2か所に送信されている。

【効果】

消費電力が利用単位で“見える化”が可能になり、省エネのための改善に役立つ基本データを提供できるようになった。

【課題】

後付けのためにコストの半分以上が配線費用。
分析方法、判断基準を見える化は09年度の課題。



温度・湿度を無線技術により計測

無線化により省配線とフレキシブルな設置を可能とした温度・湿度の計測システムを実現



無線出力10mW、400MHz帯の特定小電力無線を採用



センサの駆動電源は単三乾電池とソーラーパネルによるハイブリッド電源



1分周期の温湿度計測で単三リチウム電池2本のみで2年駆動の長寿命

【狙い・背景】

室内のレイアウト変更や任意の場所の温度・湿度計測が容易に対応可能

【従来】

個々のセンサと入カユニット間に個別配線が必要であり、センサの設置位置変更に伴い、配線工事が発生

【実施方法】

室内の任意の場所に無線センサを設置し、アクセスポイントを室内の天井裏など最小配線となる位置に設置

上位システムとは、LON配線により接続

【効果】

上位システムには、無線センサから1分周期の温度・湿度データがアクセスポイント経由で送信

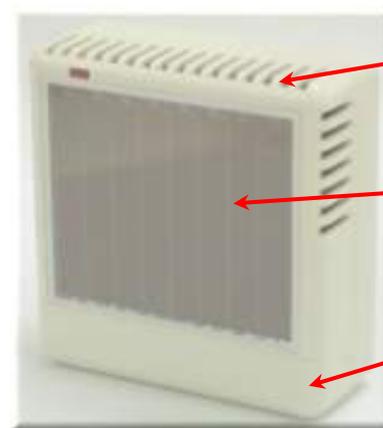
電池切れ予告警報も送信可能

室内のレイアウト変更・効果的なセンサ配置変更等にも容易に対応可能

【課題】

ロケーション情報も加味した新しいマネジメント手法の確立

東芝無線センサの特長



センサ単体で温度と湿度の2点が計測可能

ソーラーパネルにより、電池の長寿命化に寄与

単三乾電池2本で駆動可能
電池交換も容易

多点計測
アクセスポイント1台で、最大16台のセンサが接続可能

容易な増設
無線チャンネルとアドレス設定により、アクセスポイントとの通信設定が可能

⑫ 2008年度実証実験 -oBIXサーバ開発



oBIXサーバをWindowsで 開発し実運用へ

IPv6/IPv4 ファイアーウォールを越えるエネルギー管理制御の通信の実証実験を開始



POINT

oBIXサーバを.NetFramework3.5を使いWindows上に実装(ソース公開)
Windowsでの実装は世界初



POINT

oBIX仕様を日本語化し公開

<http://lmjapan.org/docs/technique/obix-1.0-cs-01jpn00.pdf>



POINT

oBIXは、東京都環境研プロジェクト実証実験仕様にも採択される

【狙い・背景】

エネルギー管理のためのoBIX通信規約に従い、実運用可能なサーバを試作、仕様の完成度を確認する。普及のために仕様の日本語化、省エネルギープロジェクトでの採用を進める

【従来】

Webサービスを使った標準プロトコルは黎明期、BACnet/WSIは手続き指向だが、ドキュメント指向のoBIXには無限の可能性が

【実施方法】

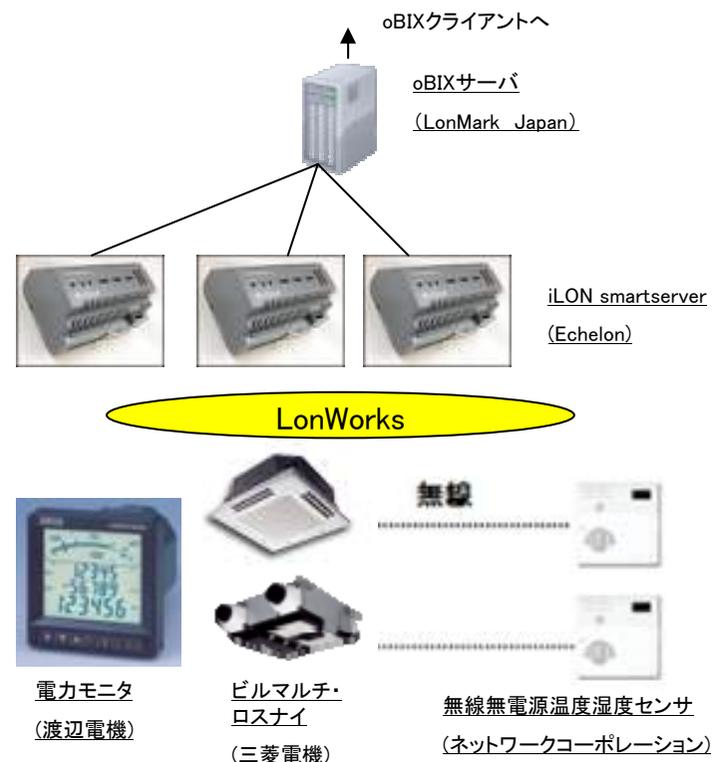
oBIXサーバを仕様に基づき.Netframework3.5を使い開発した。
複数の会員のoBIXクライアントと接続試験を行った。
ソースを公開、セミナーを実施した。

【効果】

エネルギー管理のためのデータ収集、確認がファイアーウォールを越えて可能になった。Webブラウザ、Excelでデータ取得が可能となった。(クライアントソフト不要)

【課題】

スケジュール機能の実装と確認、アラーム機能の実装と確認、プロジェクトの追加による新たな省エネアプリケーション構築



既設の監視盤のデータを BACnet/WSにて統合 サーバに集約を実施

実証実験の評価のために既設監視盤の各種計測、計量データを統合サーバに共通プロトコルにて集約の実現



POINT

相互接続検証したBACnet/WSにて既存監視盤とのデータ交換



POINT

既存の空調環境データを利用して見える化が可能になりました。



POINT

BACnetWS は、東京都環境研プロジェクト実証実験仕様にも採択される

【狙い・背景】

既存監視盤(サーバ)の情報を統合サーバとのオープンなWEB サービスプロトコルであるBACnet/WSを利用してサーバ間通信を実現した。

【従来】

既存監視盤は、設備毎に単独に設置され、データはそのシステム内に留まっており、共通での利用が出来なかった。

【実施方法】

各種のシステム(サーバ)間で共通にインターフェイス出来るBACnet/WSのゲートウェイを開発し、既設盤とのデータ交換するプログラムを開発した。

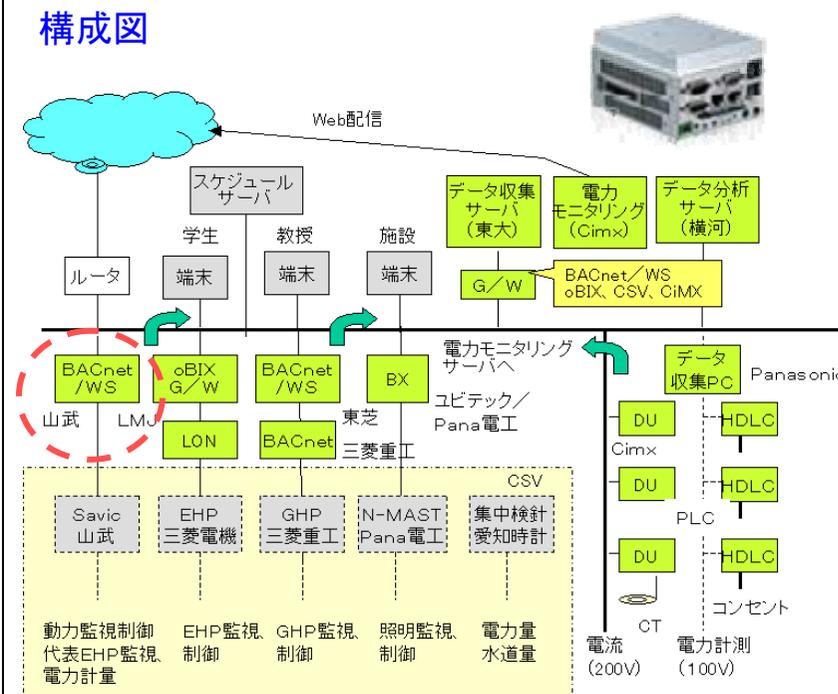
【効果】

既存の空調環境データを利用して見える化が可能になり、エネルギー改善に役立つデータを提供できるようになった。

【課題】

履歴データの交換方法

構成図



⑭ 2008年度実証実験 -Exaquantum環境構築 および oBIX & BACnet/WS OPCサーバの開発



エネルギー管理に実績のあるExaquantum(データロガー)をグリーン東大工学部プロジェクトに投入

- POINT 時締め・日締め・週締め・月締め 平均 最大最小偏差などエネルギー管理に必要な機能を搭載したロガー
- POINT OPC、CSVファイルに加えoBIX、BACnet/WS インタフェースを追加
- POINT アドインでExcelでデータ処理が簡単に豊富なサンプルで帳票を容易に作成可能

【狙い・背景】

エネルギー管理のためにExaquantumを投入する。oBIX、BACnet/WSと接続するためにOPCサーバを開発する。

【従来】

ExaquantumはOPCで接続されるが、oBIX、BACnet/WSのOPCサーバはなかった。
東大工学部2号館にもエネルギー管理のためのロガーは存在しなかった。

【実施方法】

oBIX、BACnet/WSのOPCサーバを開発し、データ収集の実運用を開始した。

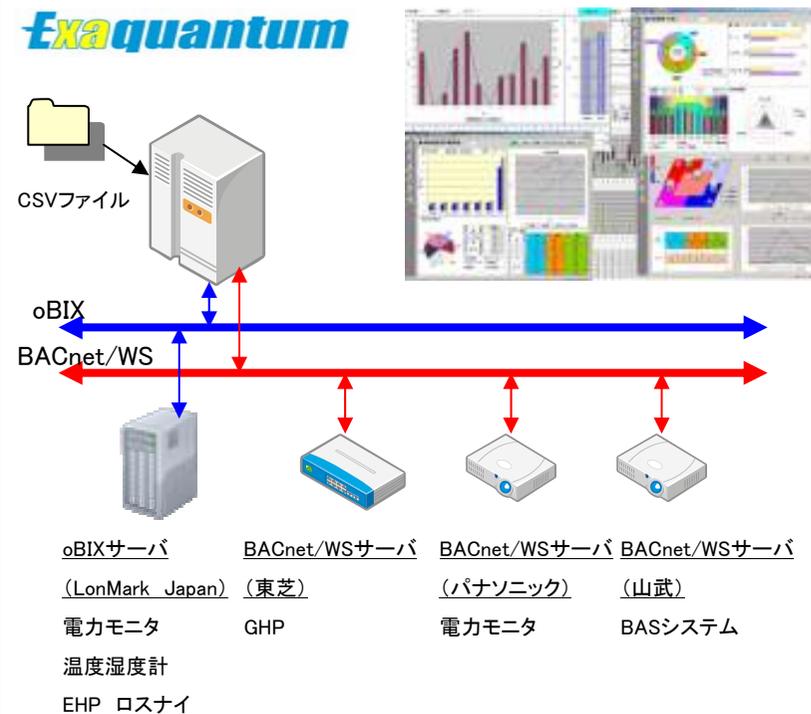
Excelで帳票を作成し、分析を行っている。

【効果】

電力ガス水道の使用状況、温度・湿度、エアコン換気扇の使用状況が把握できるようになった。

【課題】

力率の扱い(位相角での平均)、エンタルピー演算など省エネに関する演算機能の充実。帳票の自動生成とWeb公開の自動化(現状 半自動)



様々な設備系プロトコルを Webサービスに変換

インターネットアプリケーションを利用した
オープンで安全な設備運用サービスの実現

- POINT 設備系プロトコルをWebサービスへリアルタイムに変換
- POINT BACnet/IP、SNMPなど複数の異なるプロトコルも同時に收容
- POINT 省エネ・設備/OA連携・セキュリティなどの新アプリの基盤に

【狙い・背景】

設備系プロトコルをインターネットで広く使用されているWebサービスへ変換するゲートウェイを提供し、設備網を利用したアプリケーション開発基盤を構築

【従来】

それぞれのプロトコルについて独自のアプリケーションを構築する必要があり、アプリケーション開発のコストが高く、自由度が低かった

【実施方法】

BACnet/IPやSNMPなどの各種フィールドプロトコルを一括して変換するゲートウェイを開発

【効果】

Webアプリケーションだけでなく、Excelなどのoffice系アプリケーションからも直接設備網アクセス可能となり、設備・OA連携などのアプリケーション開発を容易化

【課題】

設備網で発生するイベントのアプリケーション側への効率的な通知方法の確立

