



AEMSを活用したスマートキャンパス ～東京工業大学 大岡山キャンパスでの取り組み～

平成28年3月8日
NTTデータカスタマサービス株式会社
営業本部

NTT DATA

1. 当社の会社紹介
2. IEEE1888を活用したオープンBEMS
3. AEMSとして展開した導入事例
(東工大・東北復興PJ)

- ▶ 1990年代から LonWorks によるビル自動制御のビジネスに参画
- ▶ オフィスビル・商業施設・大学キャンパスなどの IT化、オープン化による中央監視、自動制御の構築



アリア品川 外観



港北 ノースポートモール



駒場 研修センタ

▶ エネルギーの知識を持ったメンバーがお客様の省エネに

NTTデータ
グループの
長年の経験

LonWorks
時代からの自
動制御の
ノウハウ

IT

エネルギー

エネルギー管理士
一級建築士
技術士
監理技術者
(電気工事業)



お客様が希望する省エネ・省コストへ貢献

AEMSにおけるキーワード

エネルギーの地産地消

分散型エネルギーによる災害に強いまちづくり

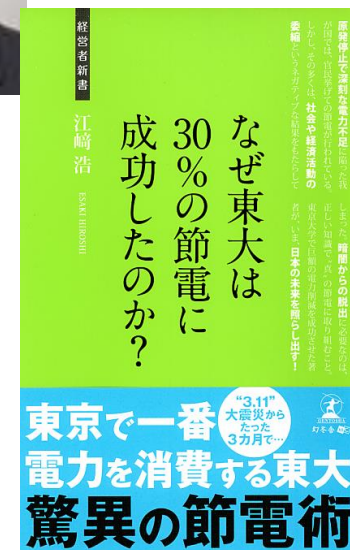
安定的なエネルギー事業による雇用創出

●江崎 浩 教授（東京大学大学院情報理工学系研究科）が中心となって進めているプロジェクトであり、ファシリティマネージメントシステムのオープン化を研究している

●研究成果として、「IEEE1888」というビル向けエネルギー管理システムをオープン化するプロトコルを開発した



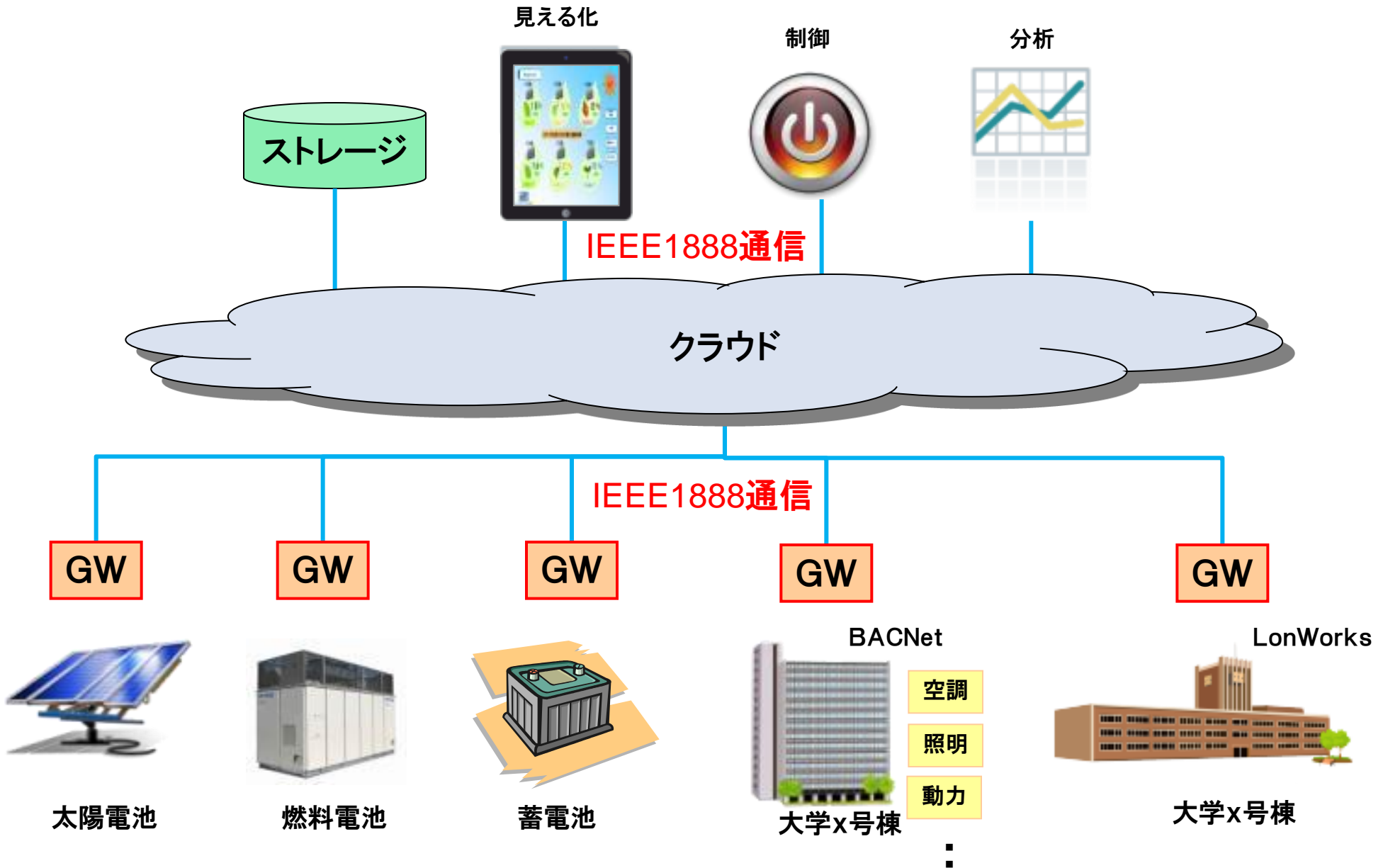
江崎教授



IEEE1888プロトコルとは・・・

- ①ファシリティネットワーク（ビル管理システムなど）における全てのコンポーネントを相互接続して、
- ②オープン化するための技術的なアーキテクチャとそのフレームワーク

	既存のBEMS	インターネット
システム	クローズド	オープン
柔軟性	低	高
相互接続性	低	高
価格	高い	リーズナブル



事例 1 東京工業大学のスマートキャンパス

- ▶ 太陽光・燃料電池などにより、自律型のビルとして稼働
- ▶ 災害時には、近隣住民を含む防災拠点としてエネルギーを供給



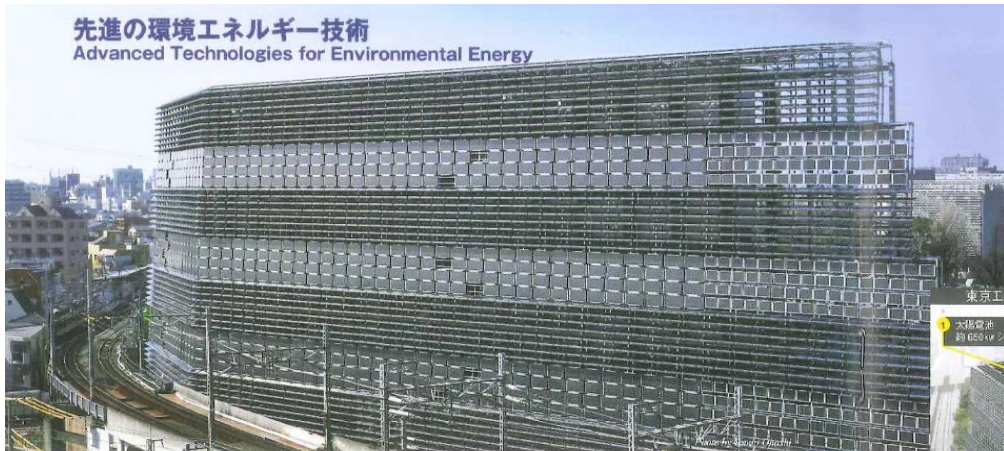
東京工業大学

Tokyo Institute of Technology



Photo by Tomio Ohashi

先進の環境エネルギー技術 Advanced Technologies for Environmental Energy

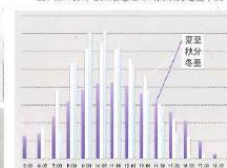


CO₂排出量を60%以上削減して
電力を自給自足する
先進エネルギー設備
(既存の東工大研究棟比)

東京工業大学 環境エネルギーイノベーション棟のエネルギー設備の概要



EEI棟における太陽電池の時間別発電量予測



環境エネルギーイノベーション棟のCO₂排出削減効果



先進エネルギーシステムの設計指針

1 徹底した省エネルギー化

- 機器の高効率化
- 効率的なスイッチング
- 自然エネルギーの活用 (風、換気、クール・ヒートピット利用など)
- 熱の遮蔽と断熱
- 見える化などによる節電行動の促進

2 エネルギー需要に合致した高効率分散電源の導入

太陽電池は、CO₂削減効果が高いものの時間変動が大きい電源です。したがって、エネルギー需要にあわせた再生可能エネルギー／化石エネルギー複合型の高効率分散型発電システムを導入しました。

3 分散発電システムと外部電力とを系統連携した電力需給の総合的なマネジメント

各種太陽電池による発電システム ①

単結晶シリコン太陽電池、多結晶シリコン太陽電池、薄膜シリコン太陽電池、アモルファス／結晶シリコン太陽電池、CIGS薄膜太陽電池の各パネルを屋上、南面、西面に設置し、総パネル枚数約4570枚、総発電容量は約650kWとなります。太陽電池パネルが設置されたソーラー・エンベロップを傾斜させ、また、冬至基準での高密度設置をおこなうことで、年間の発電量を最大化しました。また、遮光が必要な実験室フロアでは、太陽電池パネルを壁なりに設置し、居室フロアでは量間の室内照度をシミュレーションしたうえで、太陽電池ルーバーの開閉度を最適化しました。さらに、この傾斜によって空間がうまれ、通風が確保されることによって太陽電池の温度上昇による電圧低下を防いでいます。

排熱利用型燃料電池による発電システム ② ③ ④

100kWのリン酸型燃料電池で、その高温排熱を吸収式冷凍機などによって外気処理空調に利用しています。さらに湿度を制御するデシカント空調に低温排熱を利用し、最終的にはトイレの手洗い水として供給システムとしての総合効率を向上させています。また、本デシカント空調は、吸着材であるセラミックローターが回転しながら除湿と吸着した水の脱離、再生を連続的におこないます。

地中熱ヒートポンプと放射冷暖房 ⑤ ⑫

室外機から放出される熱を年間を通して温度が安定している地中に放熱し、省エネ化と同時にヒートアイランドの防止に効果があります。また、輻射によって冷暖房をおこなう放射冷暖房と組み合わせることでファン動力の削減と自然な空調が可能となります。

ドラフトチャンバーの同時稼働率の予測と風量制御バルブの採用 ⑥

環境エネルギー関連材料などの研究に必要なドラフトチャンバーの同時稼働率を、東工大大岡山キャンパス内の運用実績データから予測し、排気設備容量を最適化しています。さらに研究者の不在時には自動的に前面扉が降下し、風量制御バルブと外気処理空調が連動することで実験室内の圧力を制御し、環境性能の向上と省電力化を両立させています。

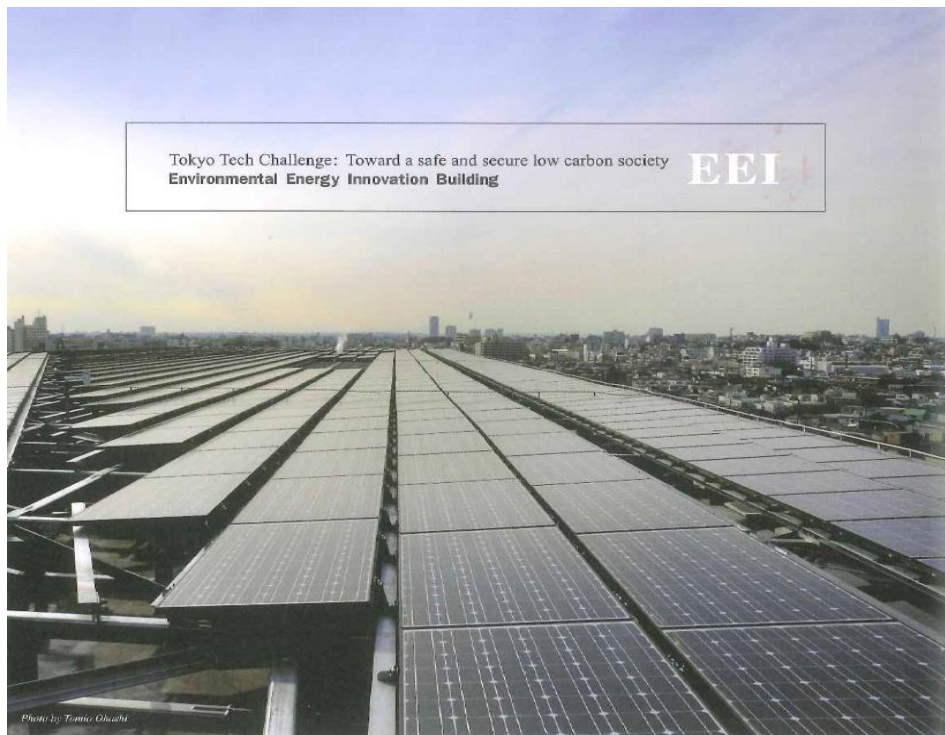
クリーンルームにおけるファン・フィルターユニットの自動制御 ⑦

太陽電池の研究・製造では、高度に清浄化され塵のないクリーンルームが必要です。燃料電池の排熱を利用して湿度制御する外気処理空調を導入しました。また、人感センサーによって研究者の動きを感知し、ファン・フィルターユニット(PACエアコン)を選択可能な3種類のモードで自動運転します。

電力消費情報および発電情報の集約化と解析 ⑮

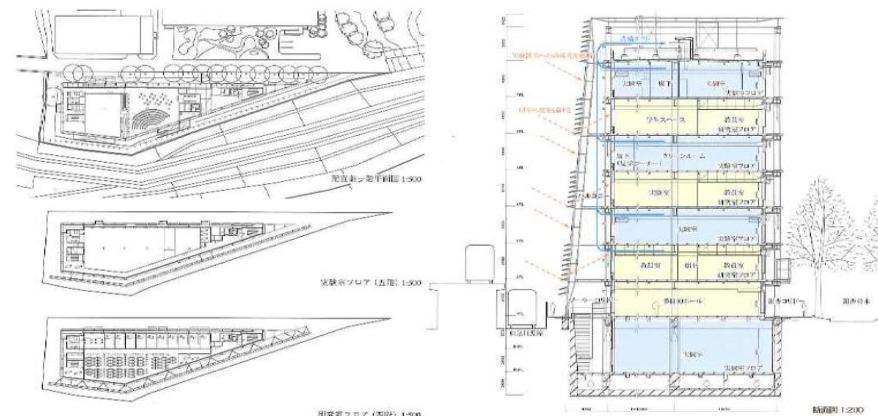
研究棟内の電力消費情報、太陽電池、燃料電池の発電情報をリアルタイムで電力情報サーバーに集約化、それらの解析と研究者への情報公開によって、さらに効率的な運用を行います。

将来、キャンパススマートグリッドの情報センターへ
(東工大 グリーンヒルズ構想)



Tokyo Tech Challenge: Toward a safe and secure low carbon society
Environmental Energy Innovation Building

EEI



経緯と基本構想

2009年1月、東京工業大学（東工大）は、教員約230名からなる環境エネルギー機構の研究拠点として、大岡山キャンパスに新棟を建設するプロジェクトを立ち上げ、同機構の設立準備メンバーが中心となり、新棟設計における次の基本構想をまとめました。

- 1.CO₂排出量の削減を、設計における最大のプライオリティとし（既存の東工大研究棟比60%以上のCO₂排出量の削減目標）、
- 2.可能な限り将来の技術的進展を考慮した設備設計をおこない、
- 3.世界の環境エネルギー研究の拠点となるべき研究環境、
- 4.環境エネルギーにおける異分野融合研究促進のため、壁のない研究室空間、
- 5.将来の大地震に備えた、高い耐震性、
- 6.「機能美」を追求し先進設備と都市景観とを調和させた意匠性、を有する設計とする。

建築概要●
建物名称：東京工業大学 グリーンヒルズ1号館
（環境エネルギーイノベーション棟）
工事場所：東京都目黒区大岡山2-12-1
（東京工業大学 大岡山キャンパス構内）
構造・規模：鉄骨造、地上7階 地下2階
建築面積：1,741.85㎡
延床面積：9,553.57㎡
完成時期：平成24年2月

基本構想●東京工業大学 環境エネルギー機構
デザインアーキテクト●塚本由晴研究室（意匠）、
竹内徹研究室（構造）、
伊志学研究室（環境・エネルギー）
設計●東京工業大学施設運営部、日本設計
施工●（建築）戸田建設、（空調・衛生）ダイダシ、
（電気）ユアテック

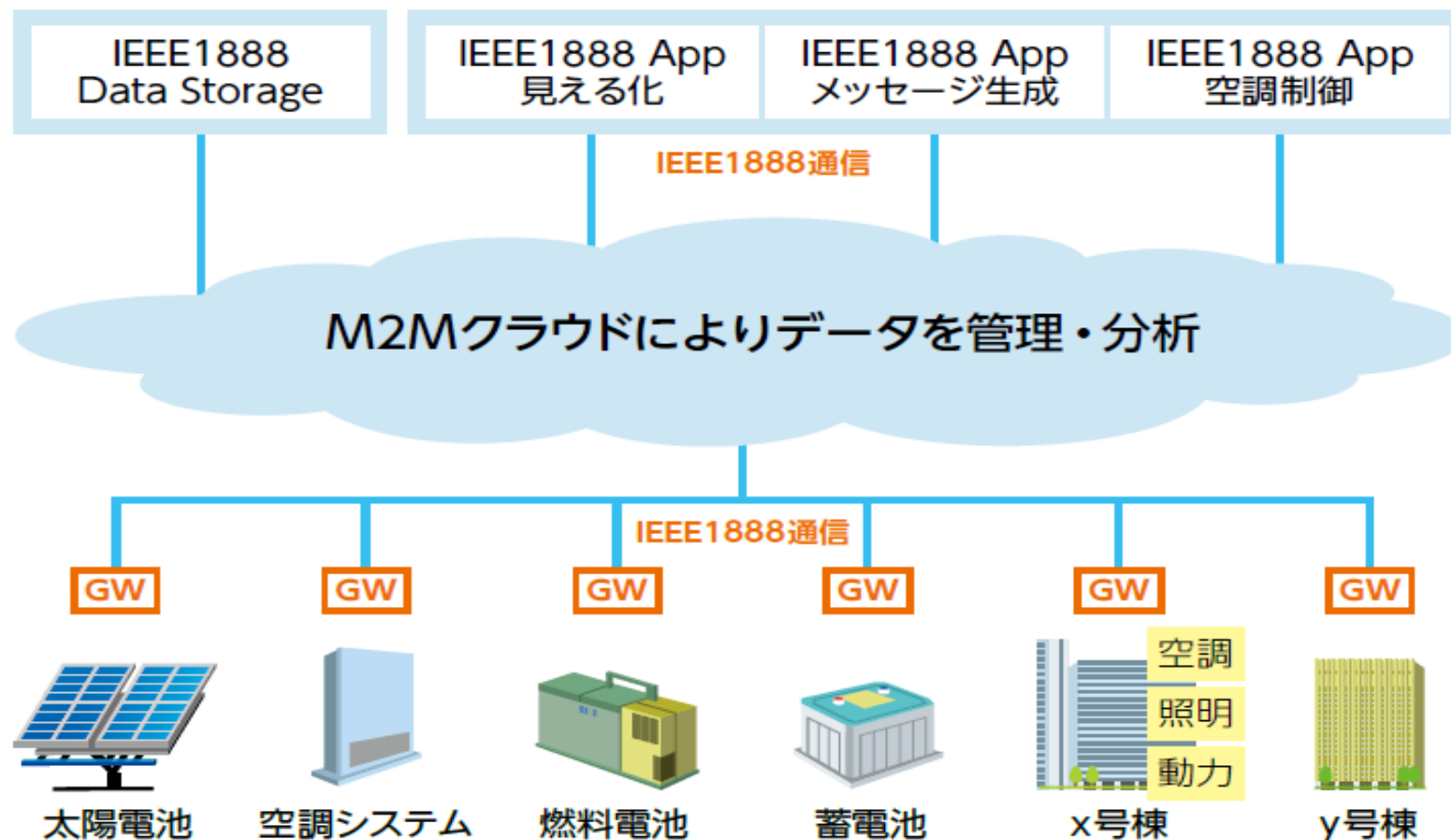
安全安心な低炭素社会に向けた東工大の挑戦

環境エネルギーイノベーション棟

最先端の環境エネルギー技術の研究が行われる「環境エネルギーイノベーション棟」は、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ほぼ自給自足できるエネルギーシステムをもつビルとして設計された、世界でも類をみない研究棟です。二酸化炭素排出量を削減し、電力を自給自足できる主なポイントは2つあります。1つは高効率な設備の導入とその効率的運用による徹底した省エネルギー化であり、もう1つは南面／西面／屋上すべての壁面への太陽電池パネルの高密度設置とその不足分を補う燃料電池を組み合わせた再生可能エネルギー／化石エネルギー複合型の高効率分散型発電システムの導入です。さらに本研究棟は、地震エネルギー吸収ブレースを外周に配し、いわば粘り強い“籠”を構成することで、将来の首都圏における直下型大地震にも耐える高い耐震性能を確認した設計となっています。また、これら先進的機能を大岡山の都市空間に調和させた一体感のある建築も特長です。

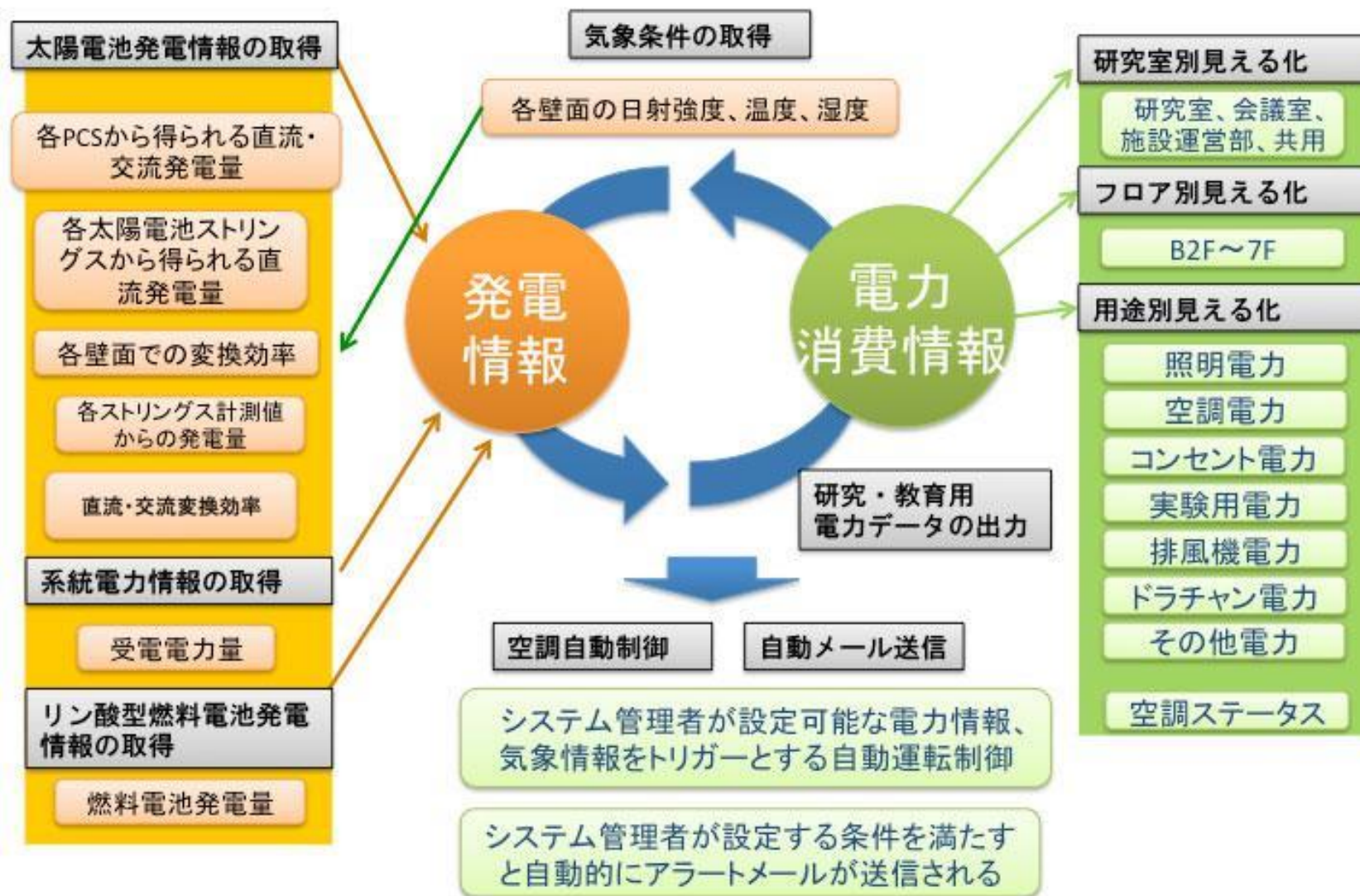
▶ 機器メーカーなどによって異なるプロトコルを標準語である「IEEE1888」で統合管理し、見える化や制御を実現

■ BEMSの中核を担うRemoteOne



事例 1 東京工業大学 (Ene-Swallow)

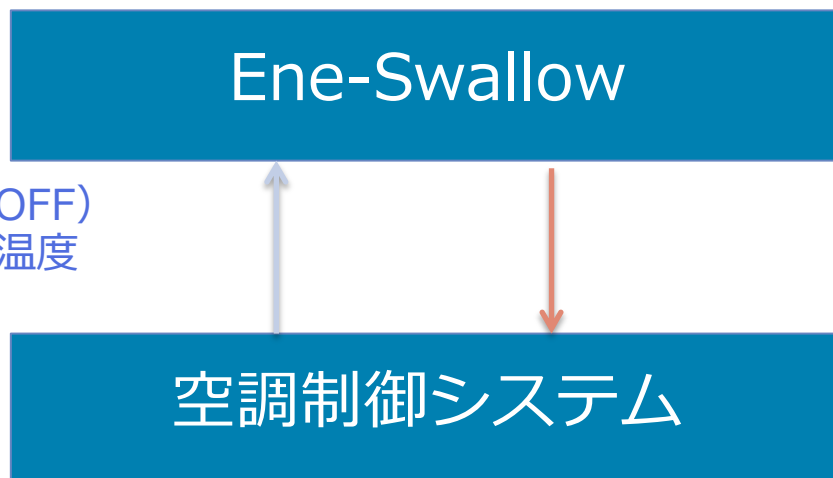
東京工業大学 Smart Grid Management System “Ene-Swallow”



▶ 建物全体の空調を一括管理しており、稼働情報に基づいて空調制御を実施中

稼働情報の収集

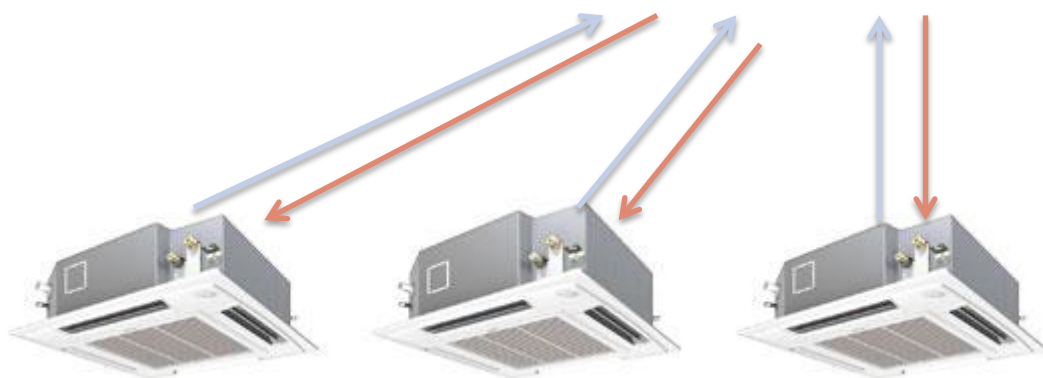
推定消費電力量 (kW)
エアコンの状態情報 (オン、OFF)
稼働時間、設定値情報の設定温度
外気吸い込み温度
送風、冷房、暖房、ドライ等



空調制御

オン・オフ制御
設定温度の変更

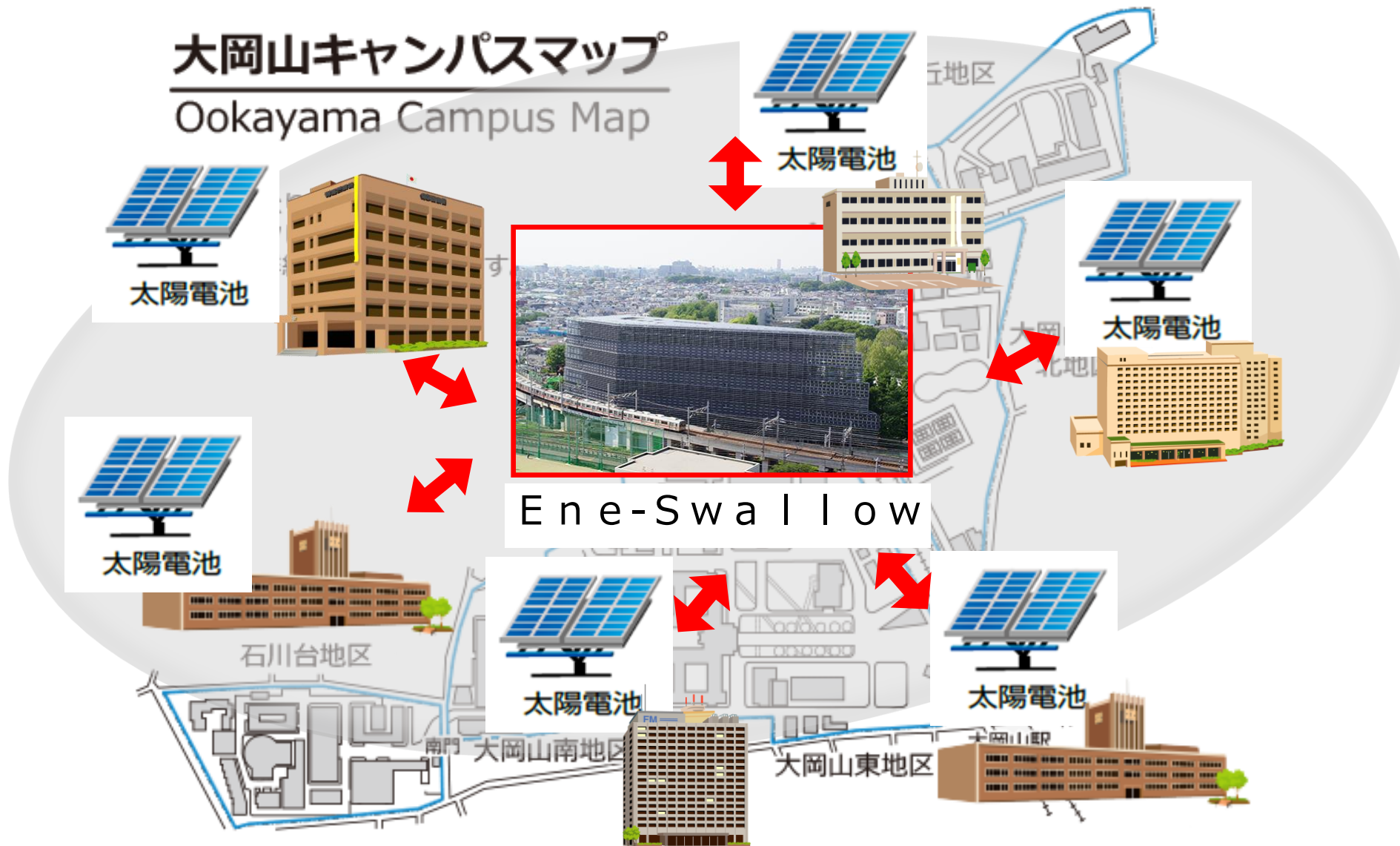
※電力ピーク時には
緊急輪番運転 (間欠) 制御
として複数のエアコンの
温度設定しながら負荷抑制
を行う。



・・・ 合計200台

パッケージエアコン

▶ 講義棟ごとの太陽光発電も統合管理するシステムとして成長



事例 1 東京工業大学 (Ene-Swallow)

東京工業大学 Tokyo Institute of Technology | Smart Grid Management System "Ene-Swallow" Ver.3 | 2014/04/26 15:36 | Logout

大岡山キャンパスEne-Swallow Liイオン蓄電池 | 大岡山キャンパスEne-Swallow 太陽電池 | EEI棟Ene-Swallow

気温 25.5℃ | 湿度 86% | 風速 12.3 m/s | 日射量 1150.53 W/m²

大岡山キャンパス消費電力量 **00321** kWh | EEI棟消費電力量 **0321** kWh | Ene-Swallow 蓄電池制御モード 自立運転可

大岡山キャンパス受電量 **00321** kWh | EEI棟受電量 **0321** kWh

蓄電池1 放電中 +27 kW | 蓄電池2 充電中 -24 kW

太陽電池 発電率 **53%**

0321 kW

東京工業大学 Tokyo Institute of Technology | Smart Grid Management System "Ene-Swallow" Ver.3 | 2014/04/26 15:36 | Logout

大岡山キャンパスEne-Swallow Liイオン蓄電池 | 大岡山キャンパスEne-Swallow 太陽電池 | EEI棟Ene-Swallow

気温 25.5℃ | 湿度 86% | 風速 12.3 m/s | 日射量 1150.53 W/m²

大岡山キャンパス消費電力量 **00321** kWh | EEI棟消費電力量 **0321** kWh | Ene-Swallow 蓄電池制御モード 自立運転モード

大岡山キャンパス受電量 **00321** kWh | EEI棟受電量 **0321** kWh

蓄電池1 放電中 ±0 kW | 蓄電池2 充電中 -24 kW

太陽電池 発電率 **53%**

0321 kW

燃料電池 FC **0321** kW

ガスエンジン **0321** kW

総電力供給量 **0321** kWh

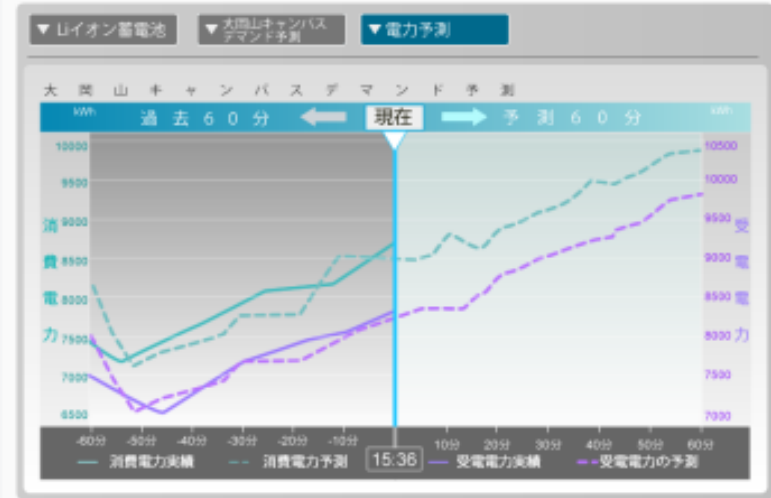
▼ Liイオン蓄電池 | ▼ 大岡山キャンパス デマンド予測 | ▼ 電力予測

Liイオン蓄電池 遠隔状態: 直接 故障状態: 正常

Liイオン蓄電池1 自立運転モード (定電圧) 放電中 蓄 48 kWh | 充電量 +27 kW | 充電率 **57%**

Liイオン蓄電池2 自立運転モード (定電圧) 充電中 蓄 48 kWh | 充電量 -24 kW | 充電率 **88%**

制御モード設定 | 制御履歴表示 | Ene-Swallow 制御設定

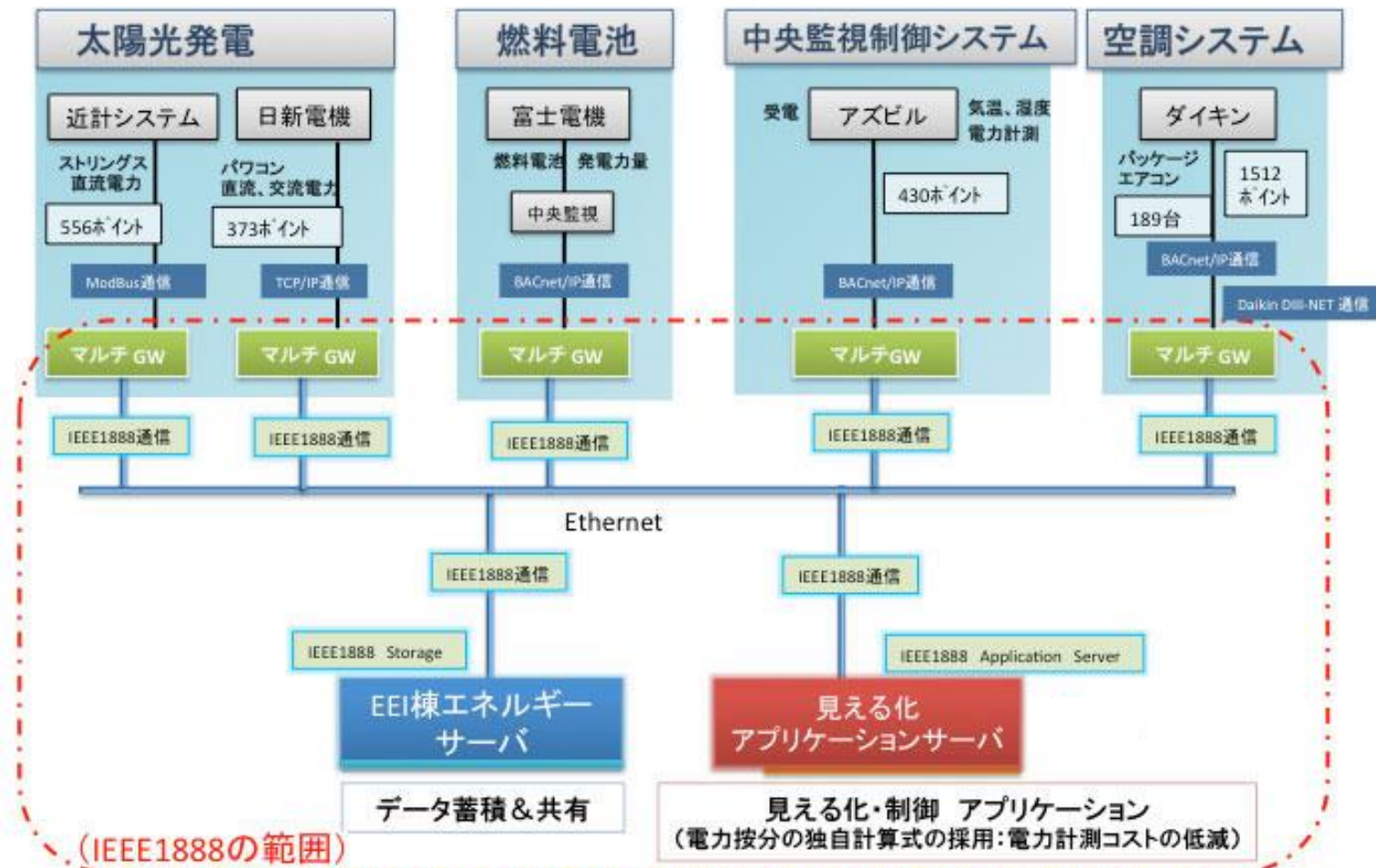


EEI棟太陽電池 PCS接続状態

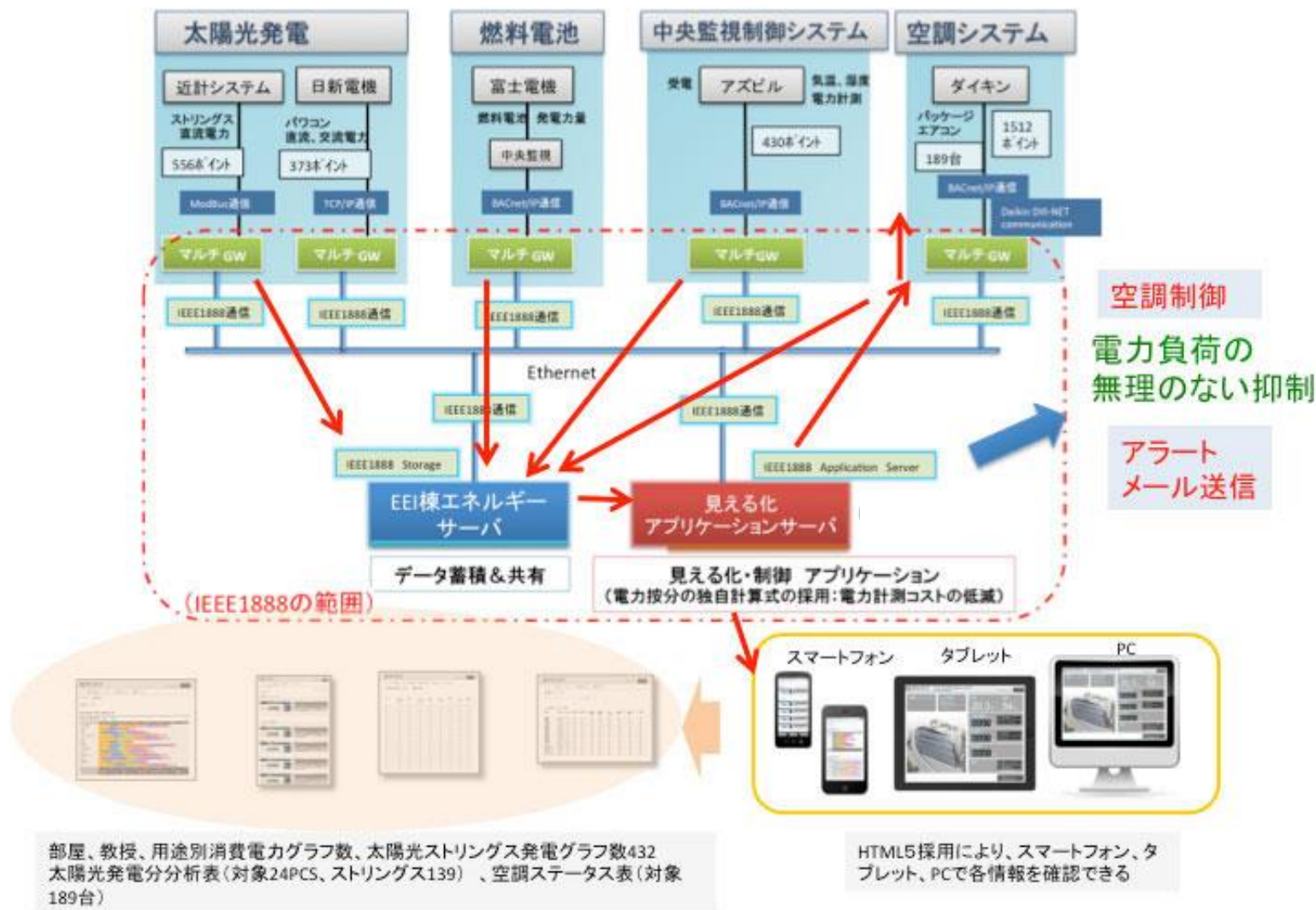
- PCS1-PCS14
- 100kW PCS1
- 100kW PCS2
- 100kW PCS3
- 100kW PCS4
- 100kW PCS5
- 100kW PCS6
- 10kW PCS1
- 10kW PCS2
- 10kW PCS3

東京工業大学 Smart Grid Management System “Ene-Swallow”

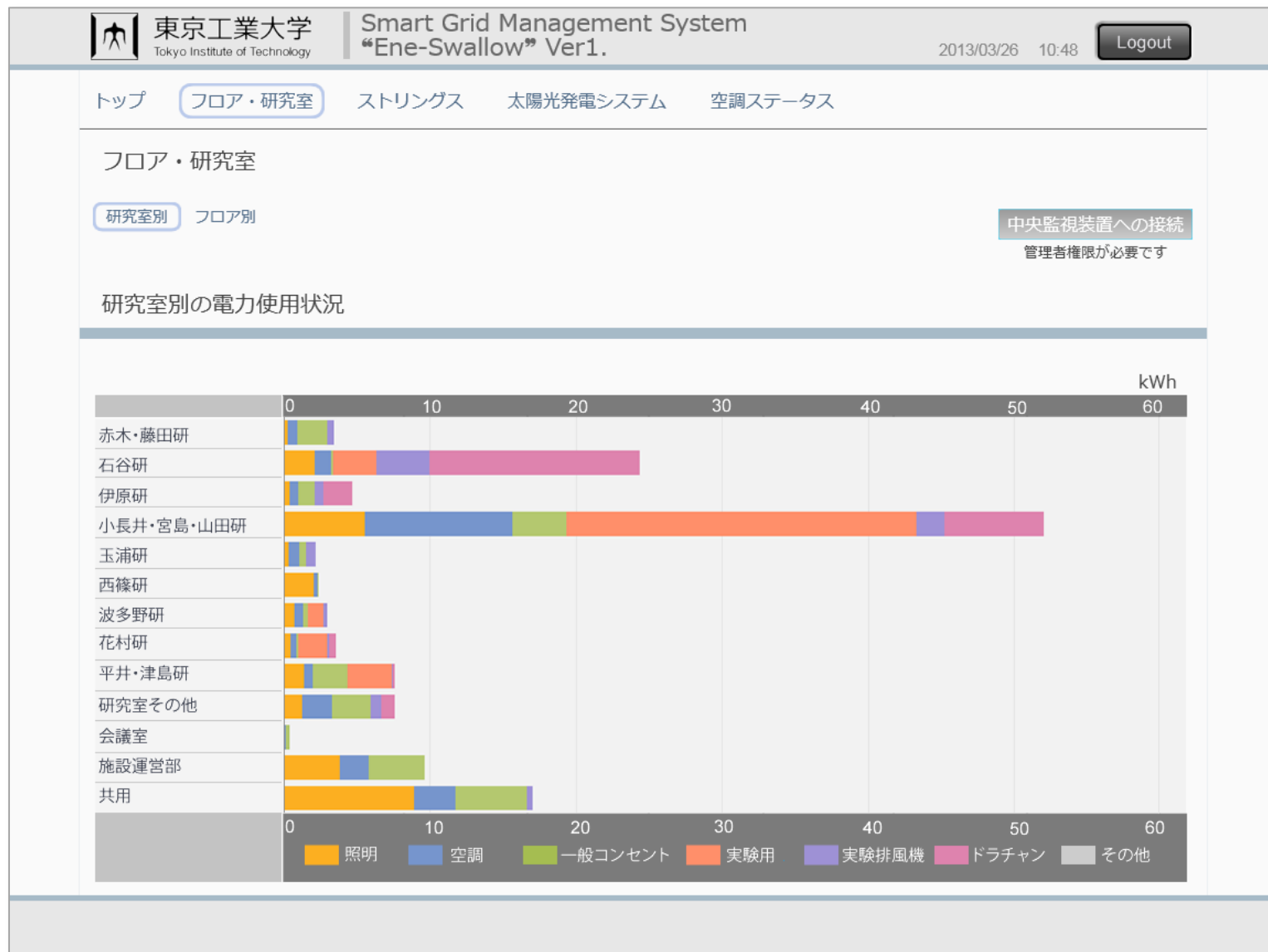
システム図



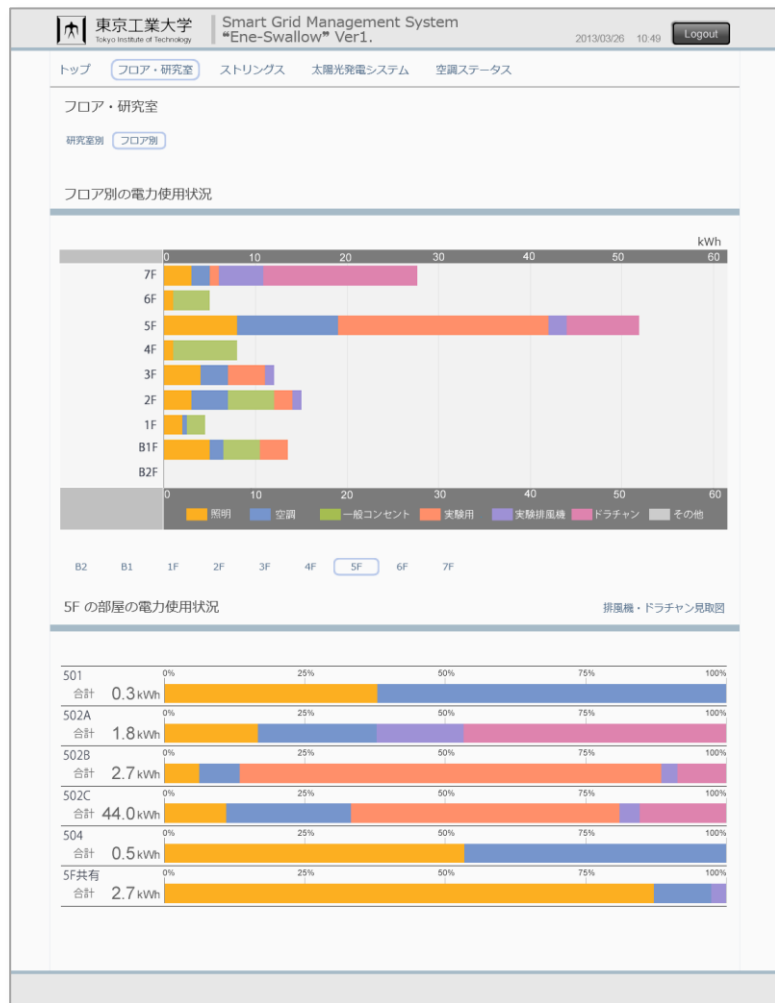
東京工業大学 Smart Grid Management System “Ene-Swallow”



研究室別/用途別
見える化



各フロアと部屋別
見える化



空調ステータス表

東京工業大学 Tokyo Institute of Technology | Smart Grid Management System "Ene-Swallow" Ver1. | 2013/03/26 10:50 | Logout

トップ フロア・研究室 Strings 太陽光発電システム 空調ステータス

空調ステータス

B2 B1 1F 2F 3F 4F 5F 6F 7F

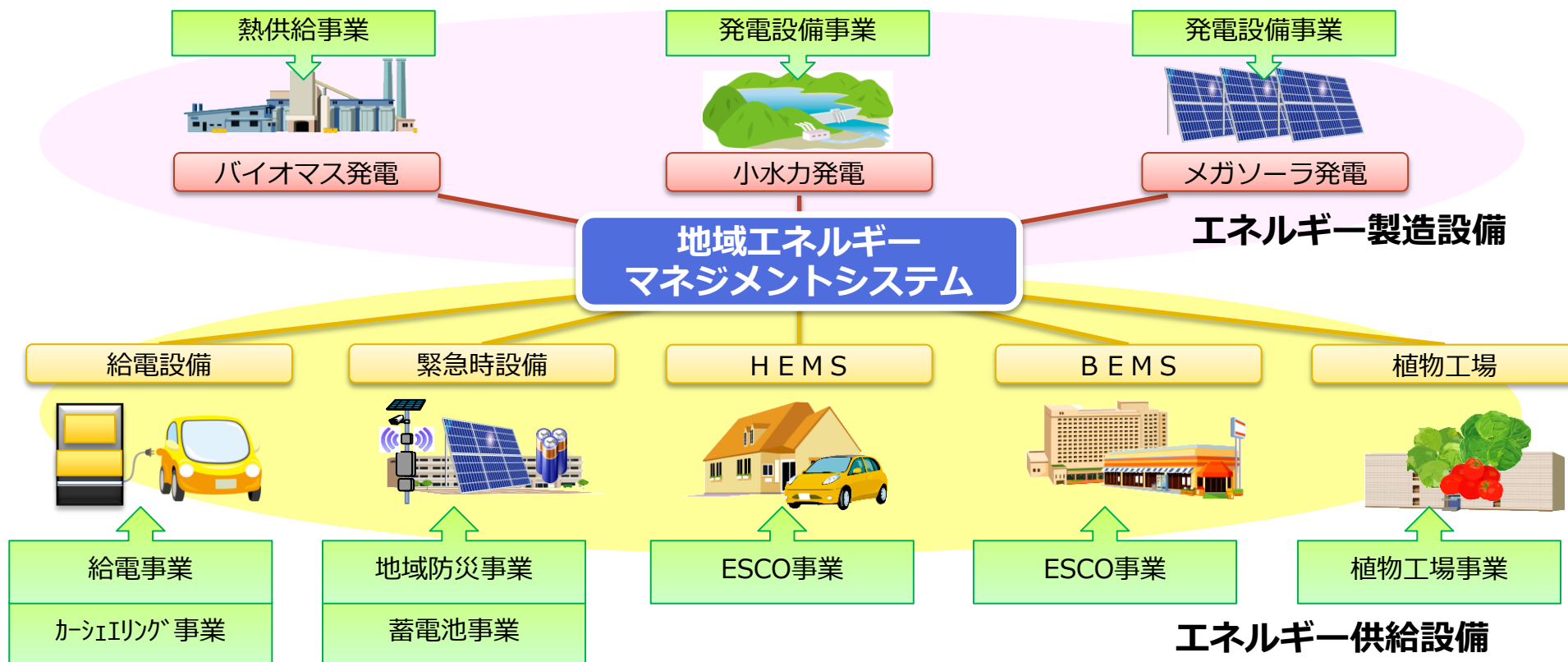
空調見取図

1F 空調機 状態一覧表

部屋番号	部屋名	室外機 No.	室内機 No.	発停 (設定)	発停 (状態)	室内温度 (計測値)	室内温度 (設定値)	リモコン 手元 操作	強制 OFF (設定)	強制 OFF (状態)	サーモ 状態	電力量 (kWh)
0	会議室①	MPAC-1-1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	会議室②	MPAC-1-1	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	事務 1-1 ①	ACP-1-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	事務 1-1 ②	ACP-1-1	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	事務 1-1 ③	ACP-1-1	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	事務 1-2 ①	ACP-1-1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	事務 1-2 ②	ACP-1-1	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	事務 1-3 ①	ACP-1-1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	収納 1 ①	MPAC-1-1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	収納 1 ②	MPAC-1-1	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	収納 2	MPAC-1-1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 1 ①	MPAC-1-1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 1 ②	MPAC-1-1	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 1 ③	MPAC-1-1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 2 ①	MPAC-1-1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 2 ②	MPAC-1-1	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 2 ③	MPAC-1-1	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 2 ④	MPAC-1-1	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	多目的 2 ⑤	MPAC-1-1	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	入札室①	ACP-1-1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	入札室②	ACP-1-1	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	部長室	ACP-1-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	デスク 1-1		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	デスク 1-2		11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	デスク 1-3		12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	デスク 1-4		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0

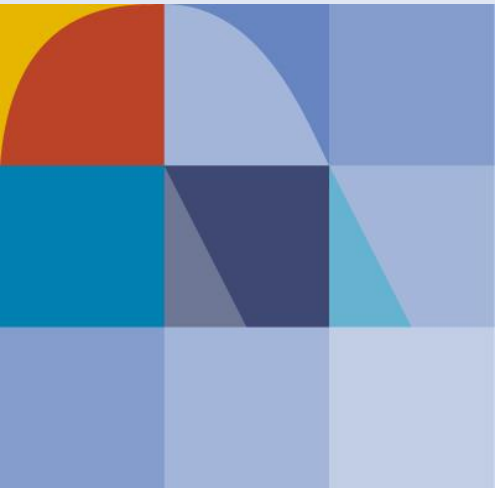
【事業目的及び概要】

「耐災害性」「事業継続性」の観点から構築される社会インフラシステム等により、地域特色に合致したスマートコミュニティの構築を目的とする。最適なエネルギーバランスのため、地域エネルギーマネジメントシステムを中心とした各種事業を事業収益性の観点から検証し実施する。



【効果】

耐災害性・事業継続性・需給最適化のほか、事業創出や雇用促進も期待される。



NTT DATA

Global IT Innovator