



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



『分散協調型EMSにおける地球科学情報の 可用性向上とエネルギー需要モデルの開発』

代表：東海大学 情報技術センター(TRIC) 中島 孝

【研究者チーム構成】

- (東海大G) 中島孝、渡邊、山本、長、大野、國松、船山、小野、山岸
- (JAXA-東大G) 中島映至、竹中、打田、石、坂下、橋本、井上、鈴木、日暮
- (千葉大G) 入江、Khatri、樋口、高村、
- (大阪大G) 下田、山口、松岡、大月、濱田、伴場、宮地、金、井上、木村、黄、桃木
鈴木(秀) (井村最強T)
- (東大生研G) 岩船、荻本、池上、八木田
- (東工大G) 日高、荒牧、辻本、錦織

JST, CREST/EMS/領域会議
2016年8月29日 (@JST)

Confidential

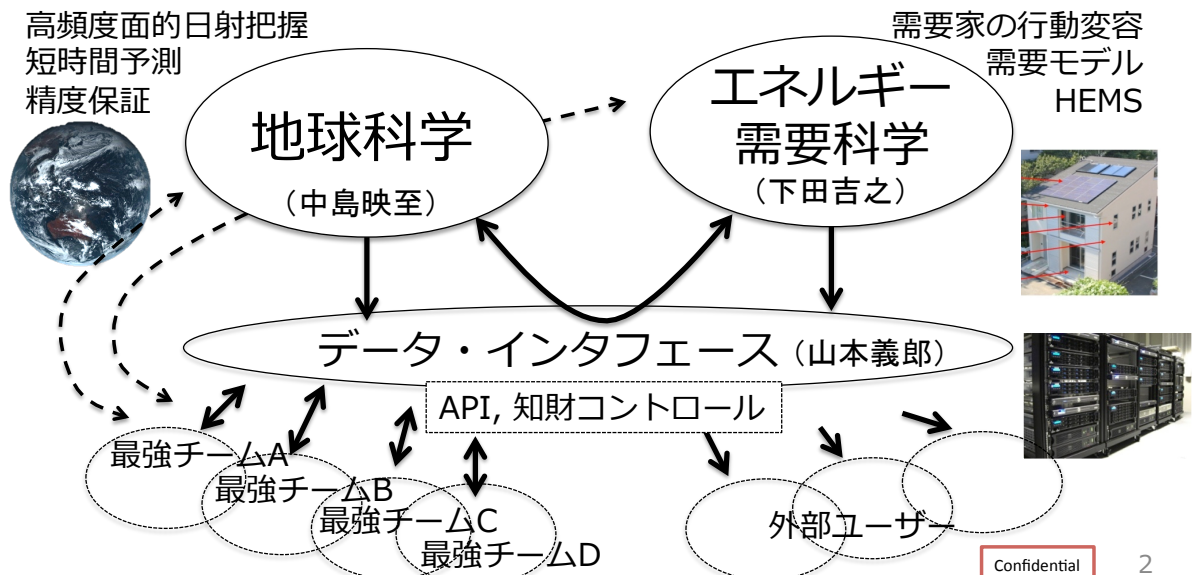
1



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



- Q. 地球科学データの推定精度は？(現況/短時間予測/将来)
- Q. エネルギー需要を規定する要因は何か？
- Q. 分散協調EMSにおける需要家の調整能力はどのようなものがあり、どのように働くのか？
- Q. 地球科学データによってエネルギー需要は如何に影響を受けるのか？
- Q. また、EMSにどのような効果をもたらすのか？
- (地球・エネルギー需要とも) EMSにおける活用を前提とする**現況把握**と**予測方法**の確立が必要
- データベースに整備すべきデータ種別、分解能、精度を明らかにする必要



Confidential

2



地球科学SGの概要

地球科学SGは、再生可能エネルギー大量導入を見据えたEMSの基盤技術開発及びその運用に資する地球科学情報の算定技術に関する研究を実施する。

本SGはEMSに有効である地球科学データ提供のため明確な三つの大きな柱をもって研究を遂行する。

“Nowcast” 現況把握技術
ひまわり8,9号を主軸とする衛星推定
日射量準リアルタイム・モニタリング
SKYNETによる地上観測及び検証

“Forecast” 短時間予測技術
衛星観測と地球物理モデルの連携による
新しい数値モデル予測手法の開発
大気場の時空間的な外挿予測手法開発

“Hindcast” 過去再現実験
過去データ及び将来予測データによる
地球環境シナリオデータ構築
状況シナリオによる再現実験

地球科学データ



Confidential

3



需要科学SGの概要

「エネルギー需要を科学する」ことの全体像の明確化、
需要3グループの分担・協力関係の明確化

阪大（下田）G：

エネルギー最終需要モデルの開発と検証（家庭・業務・交通）：エネルギー需要形成要因を構造化し、各要因をモデル化・データベース化

東大（岩船）G：

需要データ構築に向けた分析：需要データの収集・分析、可制御性の検討。HEMSモデルの実サイトへの適用

東工大（日高）G：

需要の資源化：エネルギー需要と調整を規定する要因（内部・外部要因）の関係を分析・整理し、社会的総費用／価値の最適化を踏まえた需要側の調整能力を明らかにする。調整能力を有効利用するための、社会実装の要件を整理する。

Confidential

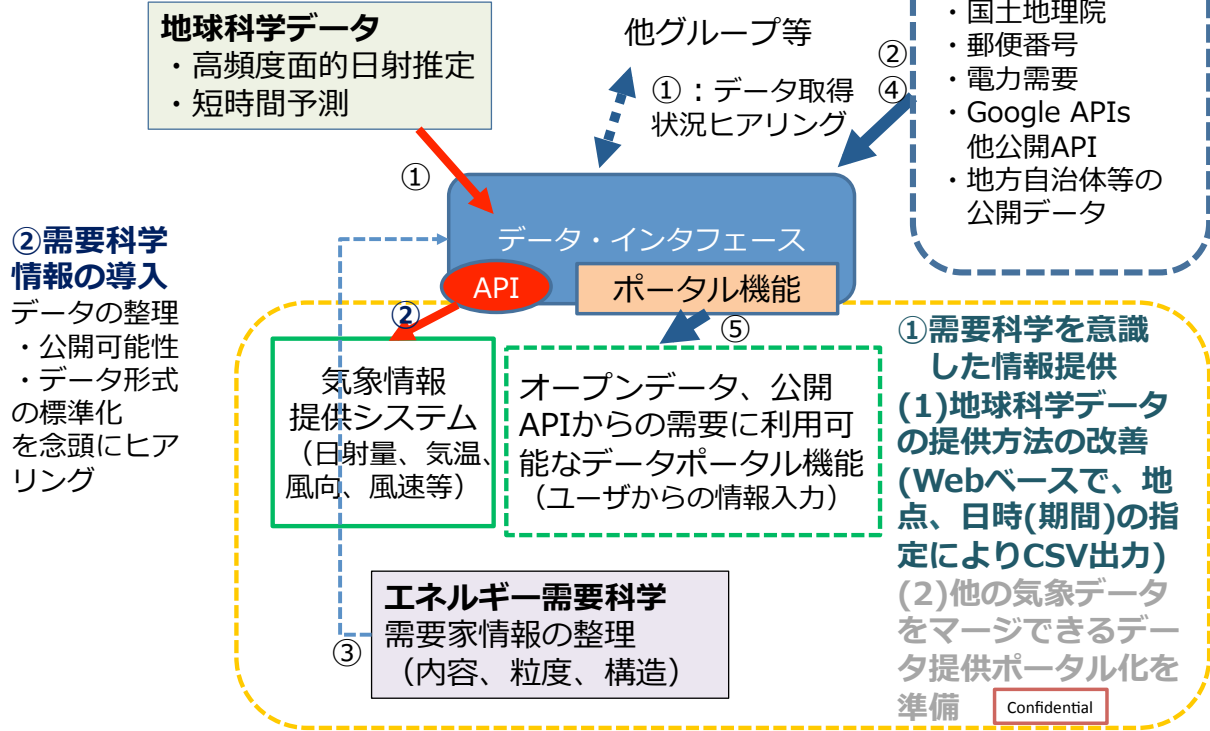


EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



データインタフェースSGの概要

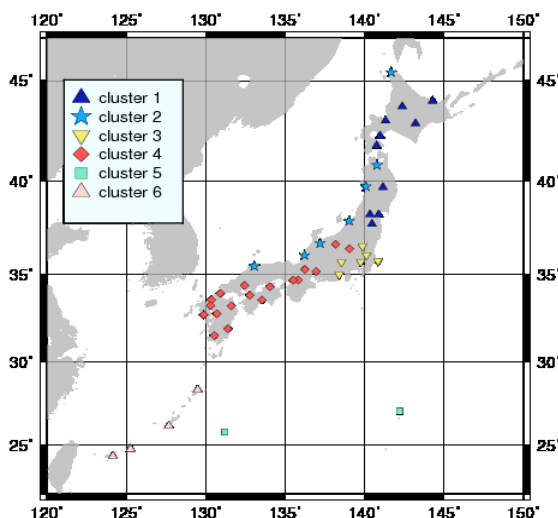
Yamamoto, Funayama



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM

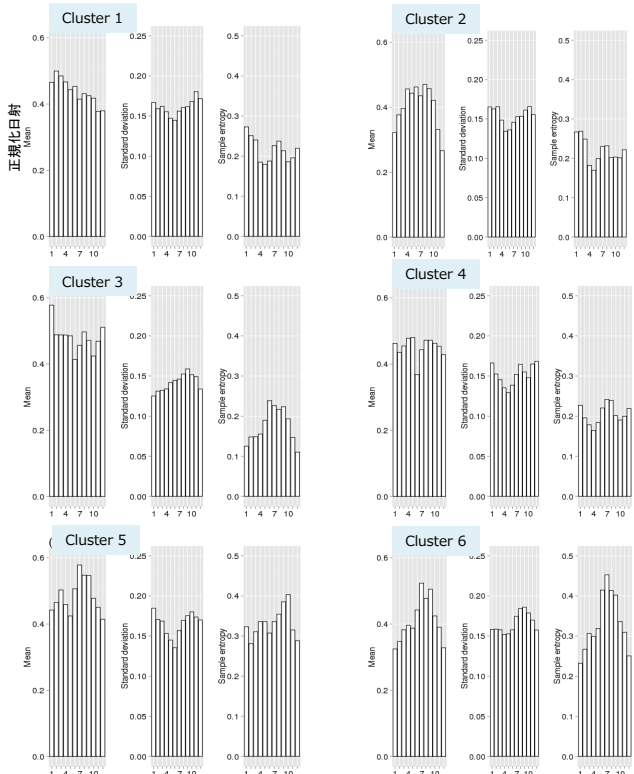


日射量変動の理解 (東海大)



(上) 変動に関する3変数によるクラスター分析の結果。6つのクラスターに分類した場合

(右) 各クラスターの3変数の月平均。それぞれのクラスターの図は左から平均、標準偏差、sample entropyのグラフに対応。グラフの横軸は1月から12月。



Watanabe et al. (2015-16)

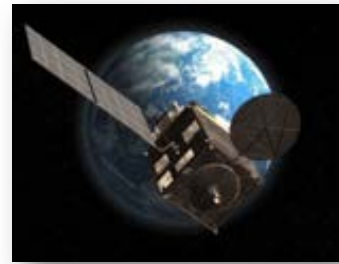
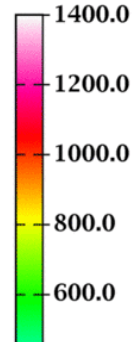
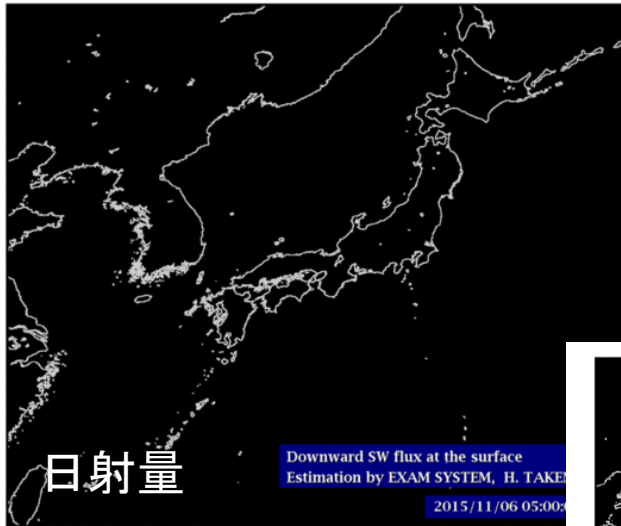
Confidential



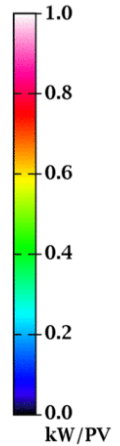
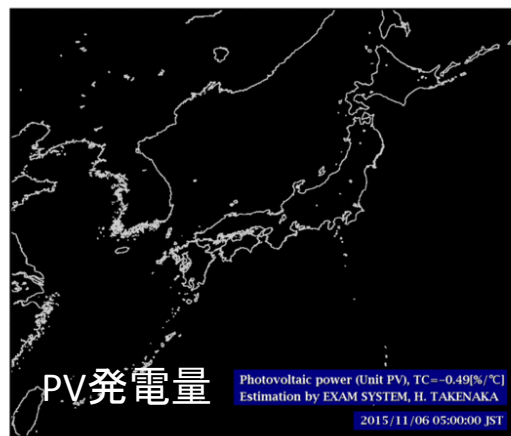
EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



日射量と発電量(2.5分毎)



ひまわり8号



Takenaka et al. (2016)

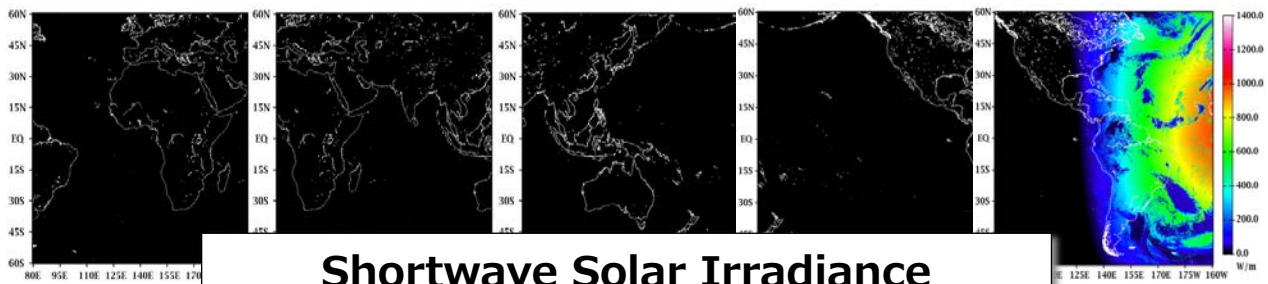
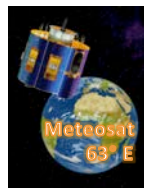
Confidential



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM

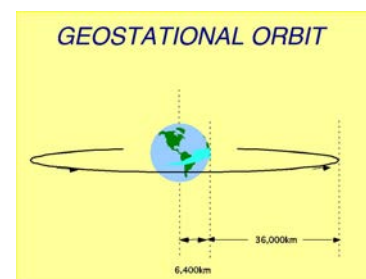


全球日射量の推定(将来計画)



Shortwave Solar Irradiance

Takenaka et al.



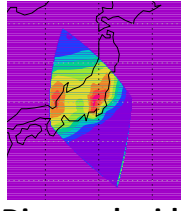
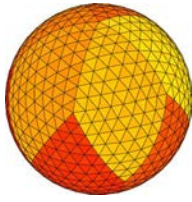


EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



数値モデルによる新しい予測手法の開発 (短時間予測技術)

NICAM非静力学モデル



Diamond grid

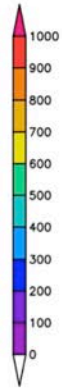
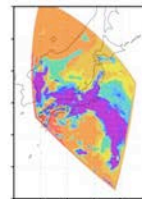
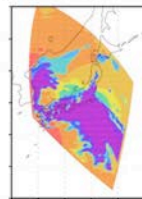
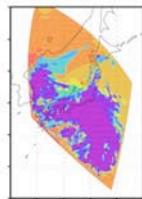
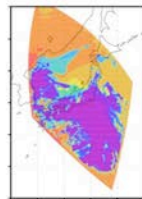
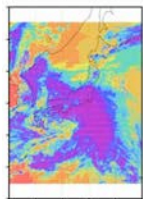
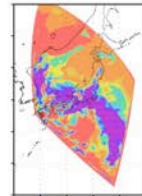
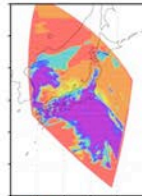
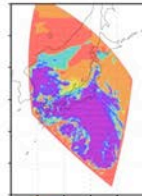
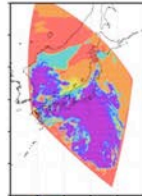
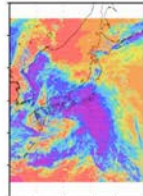
日射量予測には雲場予測が重要な要素であり、雲場同化はモデル大気の熱力学構造を大きく変えるため困難となっている。したがって雲場の標準的な同化手法は存在しない。

本研究では衛星データによる雲解析値から Q_c を推定、MSMデータ($u, v, \text{pressure, temperature, } Q_v$)に加え、 Q_c のナッジを行った。これにより雲場の再現に効果的であることが確認された。さらに q_c データを外挿し予測値とすることで数時間先までのナッジを実行した。 Q_c データは線形外装で4時間先までの予測を行った。これにより Q_c のナッジが短時間予測に効果的であることが分かった。

5月2日

13:00JST
2h later

14:00JST
3h later



Satellite

MSM+SatQc

MSM+ExtrQc

MSM

NO nudging

Uchida, Inoue, Suzuki

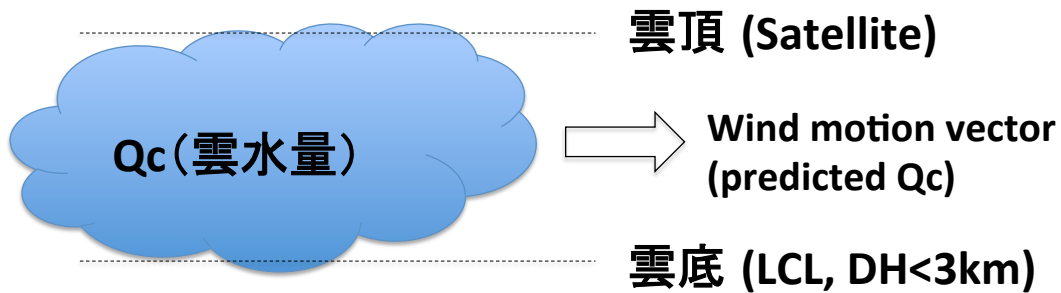
Confidential



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



新しい同化手法の開発(ナッジング法)

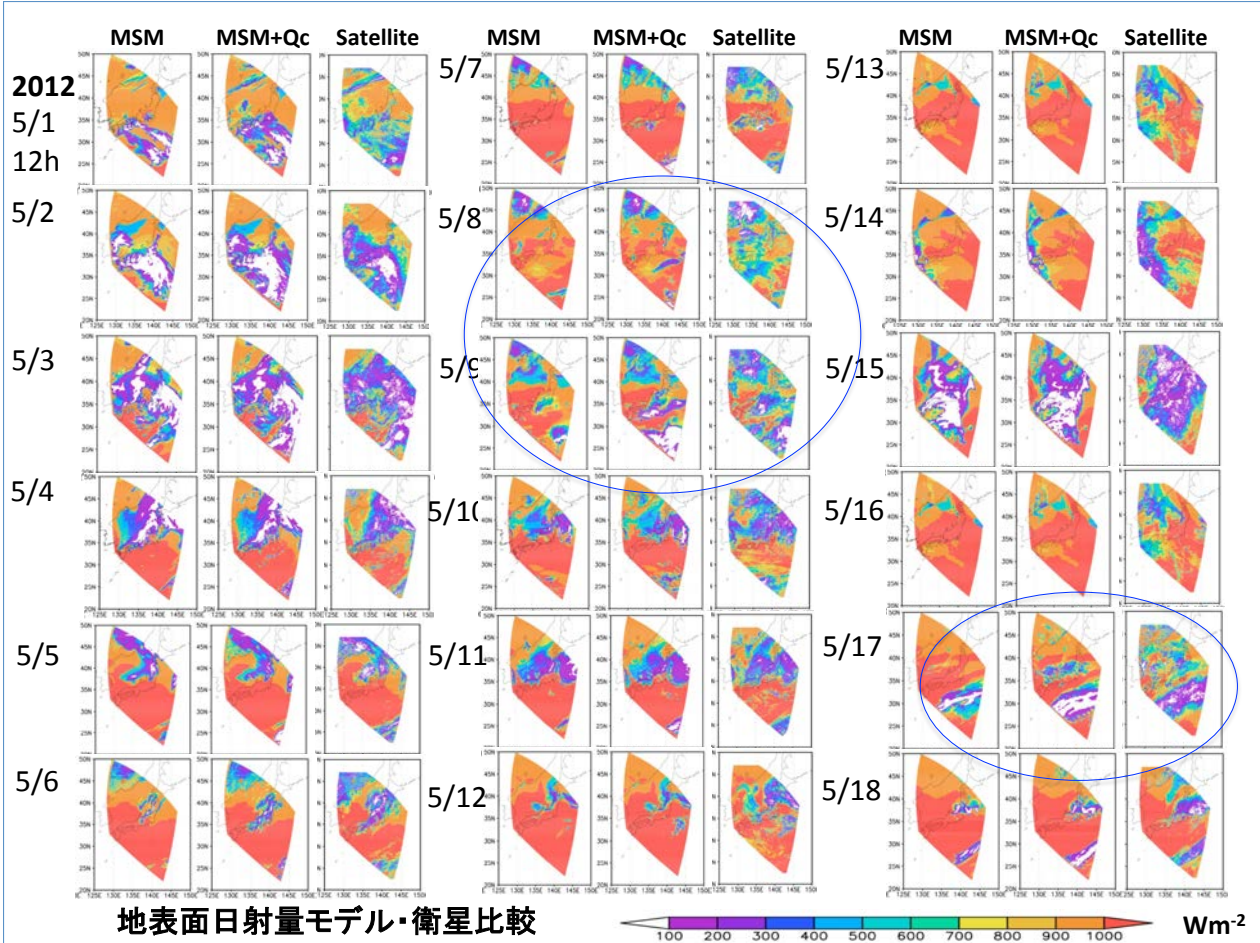


MSM data (u, v, P, T, Q_v)

衛星データから Q_c を推定、MSMデータ($u, v, \text{pressure, temperature, } Q_v$)に加え、 Q_c のナッジも行った。 Q_c の推定では雲底をLCLに合わせ、雲頂を衛星の雲頂温度から推定したが、雲の厚さは3kmに制限した。

Uchida, Inoue, Suzuki

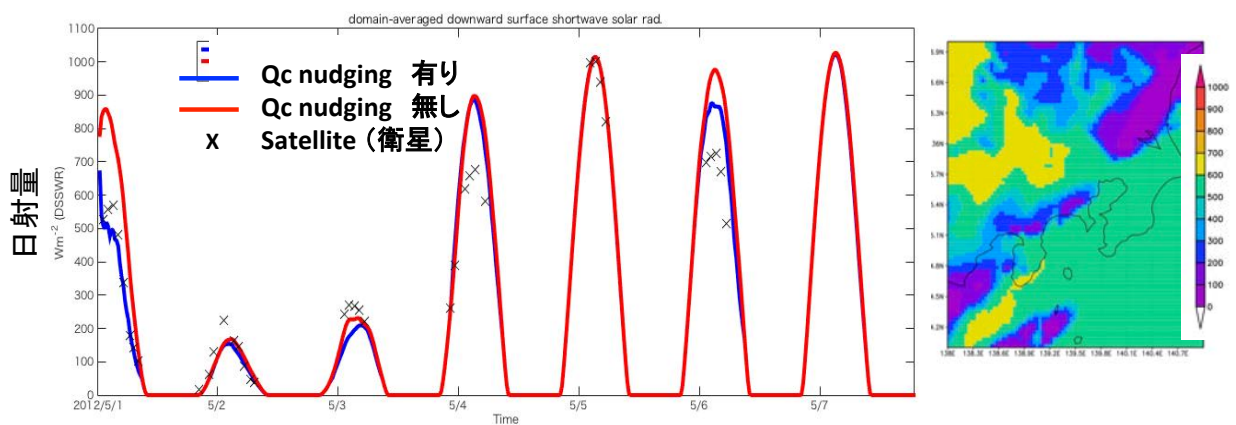
Confidential



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



モデル・衛星値の比較/時系列



Qcのナッジも同時に行うことで、関東地方(右下)の時間平均では、雲量が増え、日射量の減少が見られる(下の図)。特に5月3日と6日ではその傾向が顕著に現れている。



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM

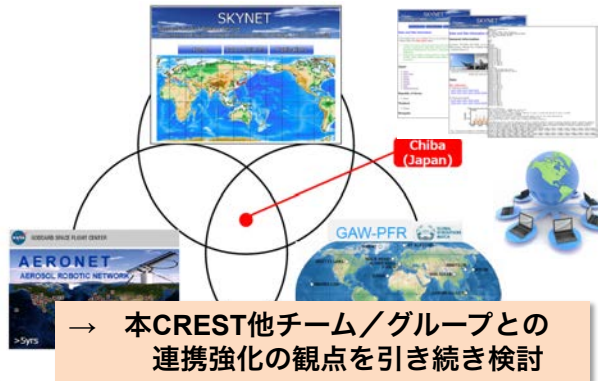


データ検証 (千葉大)

Irie, Khatri

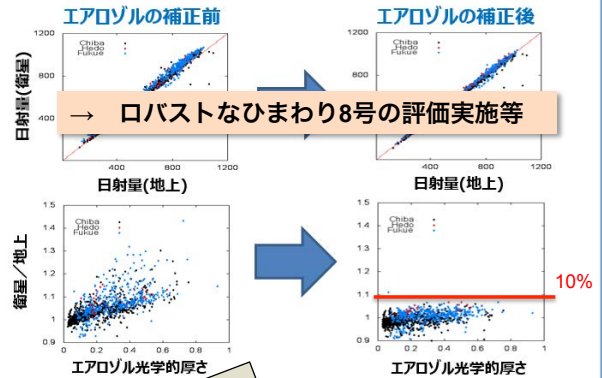
(a)EMSのための地上システムデータベースの最適化

国際展開のための放射・エアロゾル
地上観測ネットワーク拠点形成

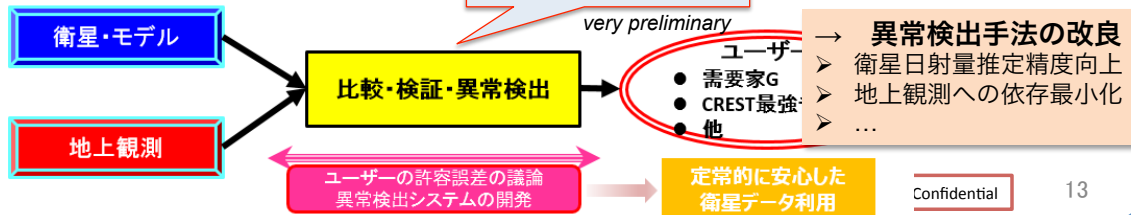


(b)衛星およびモデルの日射データの誤差評価

※ひまわり7号の結果。ひまわり8号の予備的評価も実施。
※H27年度に新たに開発したエアロゾル補正法を適用。



(c) 高度な異常検出システムの構築



Confidential 13

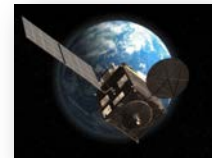
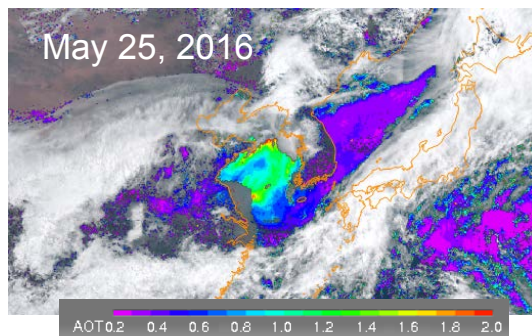


EMS
ENERGY
Management
SYSTEM

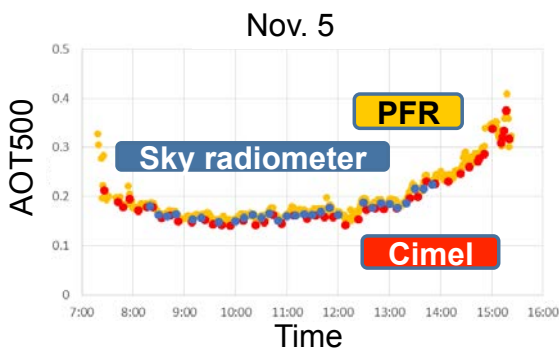


ひまわり8号エアロゾルデータの評価

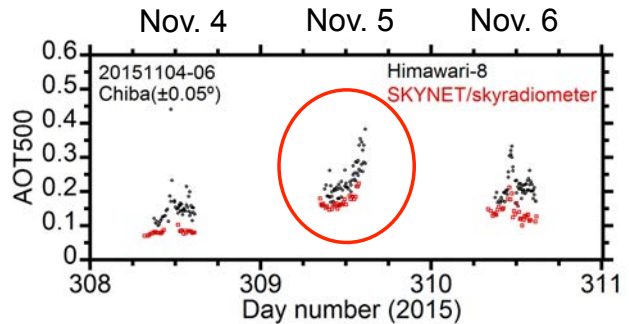
AOT:
エアロゾル光学的厚さ



Himawari 8

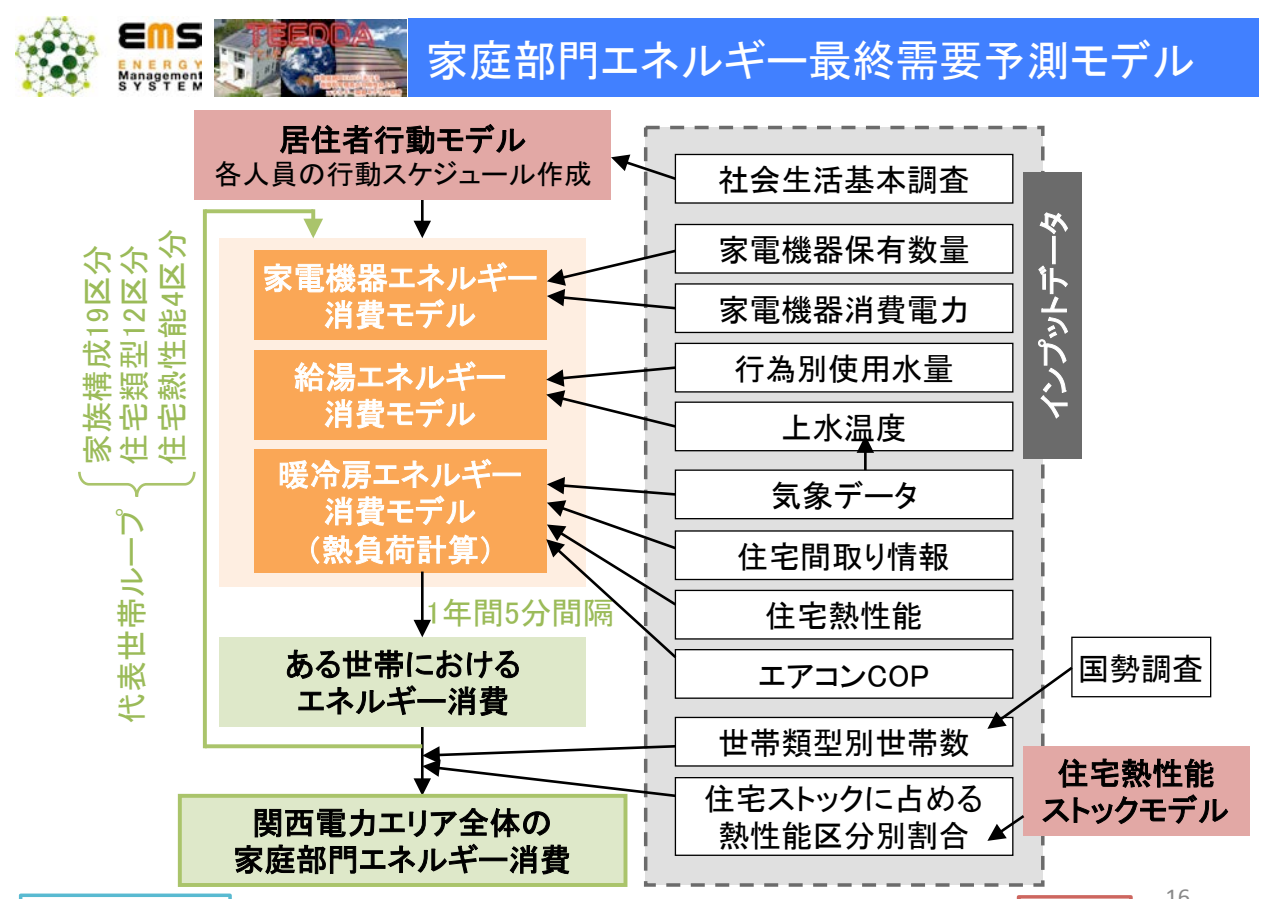
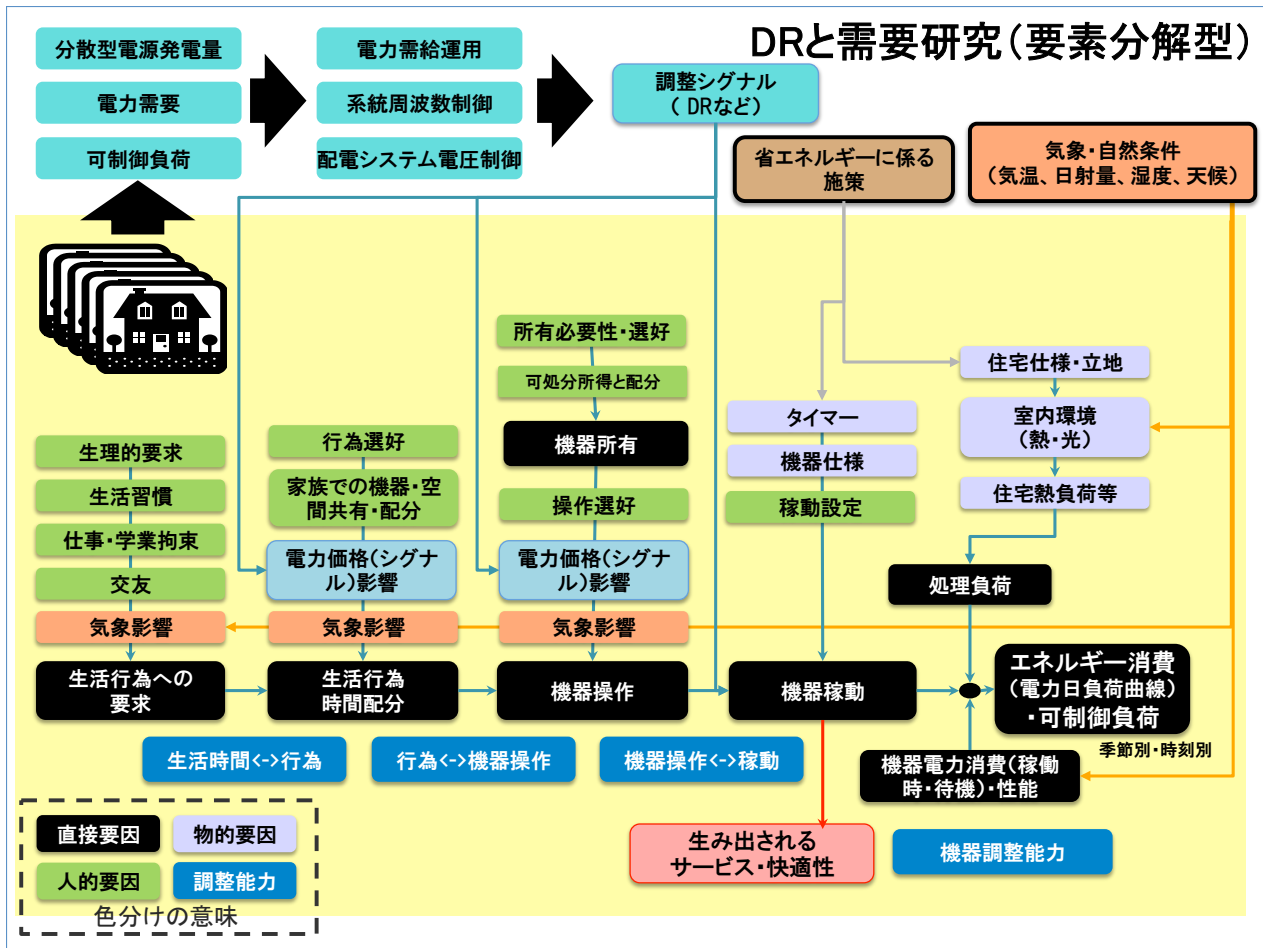


各種の観測値は整合している



ひまわり8号から推定されたAOTは過大評価

Confidential 14





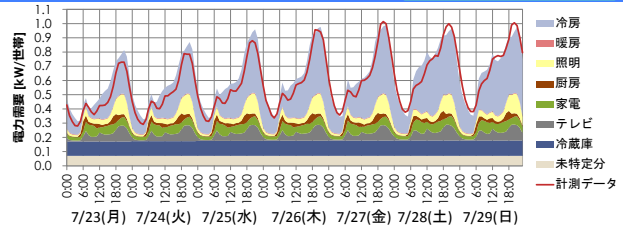
EMS ENERGY Management SYSTEM



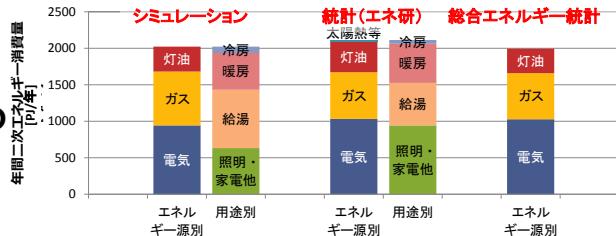
阪大Gの進捗と予定

Shimoda et al.

- 現在までの進捗状況
 - 居住者生活行為生成モデルの確立
 - コミュニティ（大阪府下の集合住宅220世帯）単位のエネルギー需要推計において精度を確認。
 - 関西電力管内の夏期の家庭部門電力負荷曲線（スマートメータデータ1200軒の平均値）のモデルでの再現に成功。各種節電対策を評価。（Energy and Buildings に掲載）
 - 日本全体のエネルギー消費量推計のためのデータベースの構築が完了



夏期の家庭部門電力負荷曲線の再現結果



日本全体のエネルギー消費量の推計結果

- 進行中
 - 冬期の関西電力管内家庭部門電力負荷曲線の再現およびモデルの精度検証を行う。
 - 2030年における日本全体のエネルギー消費量を推計。長期エネルギー需給見通し、約束草案による効果を評価する。
 - 気象データと需要データとの連関を検証するため、住宅のエネルギー計測データを用いて、気温・天候と居住者行動の関係を分析する（洗濯、外出など）。
 - 業務部門を対象とするモデルを開発する。

Confidential



EMS ENERGY Management SYSTEM



部屋の稼働状況と気象要因の関連

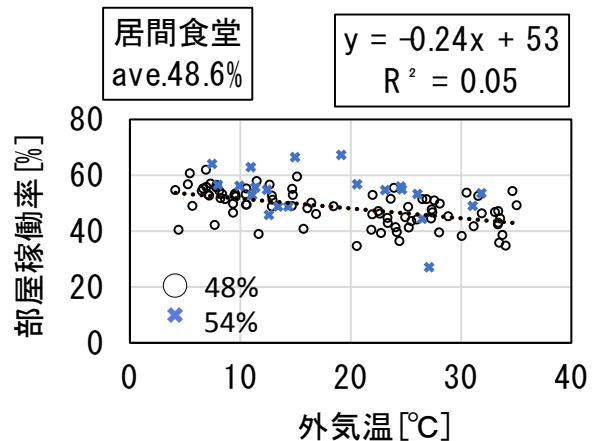
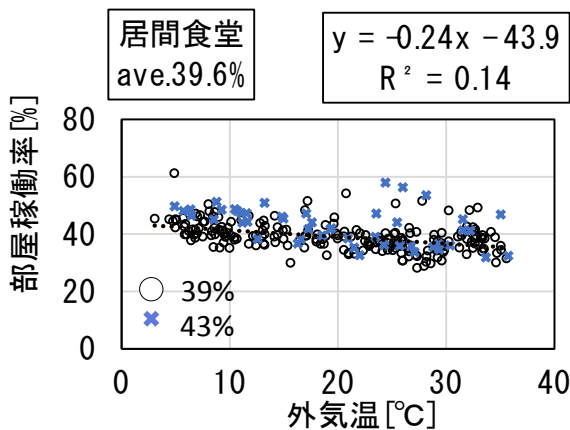
エネルギー使用実態の解明

年間366日 14:00~15:00

降水量 ○ 5mm未満 * 5mm以上

平日

休日



- 外気温による有意な影響は受けない
- 平日より休日の方が昼間の在宅・在室率が高い
- 雨の日は昼間在室している傾向がある

Shimoda et al.

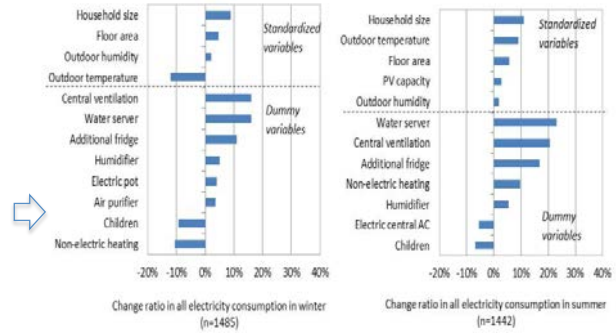
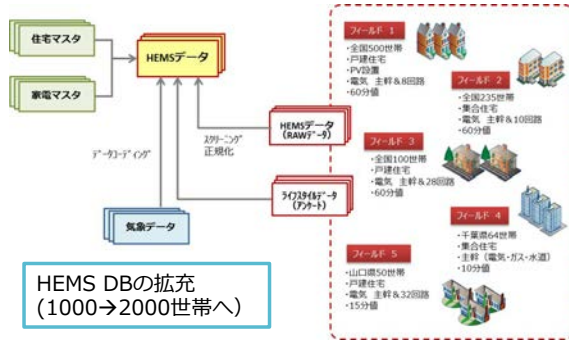
Confidential



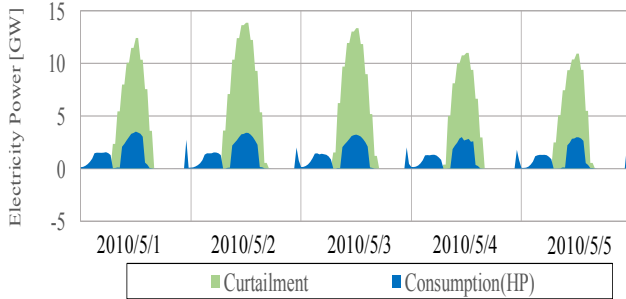
EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



東大生研Gの成果概要

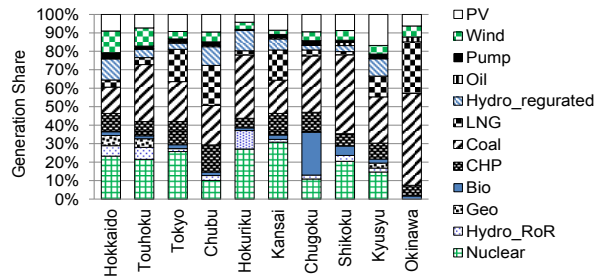


家庭需要構造の把握 (説明力の高い因子の抽出)



エコキュートによる太陽光発電抑制回避の効果検証
(関東エリアを想定したアグリゲーション効果のシミュレーション)

→料金設定の異なる需要家のグルーピングを想定することで、負荷が分散し、PV出力抑制回避の効果があることを確認



電力系統シミュレーション
PV103GW導入時の電力別発電量割合

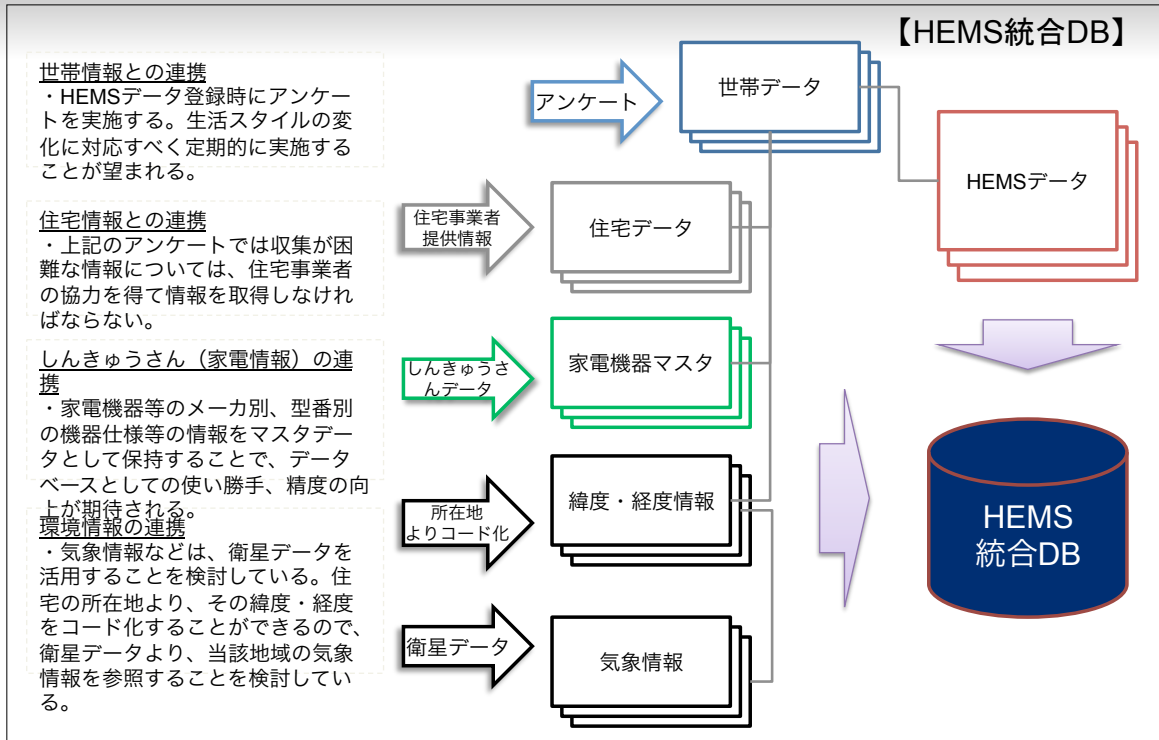
→系統別/時間別/卸売価格を算定することができ、それがDRの評価の際の指標になる

HEMSデータの収集 (東大生研)

サイト	N	地域	住宅	燃料種類	計測間隔 (分)	計測回路数	計測期間	HEMSメーカー	備考
A	500	全国	戸建	オール電化	60	電気 8	H24.7~	NEC	
B	700	全国	集合	オール電化 ガス併用	60	電気 8~15	H25.1~	— 電流値のみ	
C	250	関東以西	戸建	オール電化 ガス併用	60	電気 24~28	H25.10~	デンソー 電流値のみ	
D	900	全国	戸建	オール電化 ガス併用	60	電気 8	H27.1~	NEC	既築
E	90	関東	集合	オール電化 ガス併用	30	電気 8~10	H26.12~	東芝	
F	20	関東	集合 (賃貸)	ガス併用 一括受電	15	AC・照明+ IH・浴乾** 冷蔵庫・ TV・便座	H26.12~	シャープ 制御可能	
G	100~ 200*	横浜	戸建	オール電化 ガス併用	60	?	H28.8~	パナソニック 東芝	既築・高齢/ 4地域実証世帯
合計	2560								

* 調査対象は現在募集中。
+ AC・照明は制御対象 **AC・IH・浴乾は、緊急時遮断対象

HEMS統合DB

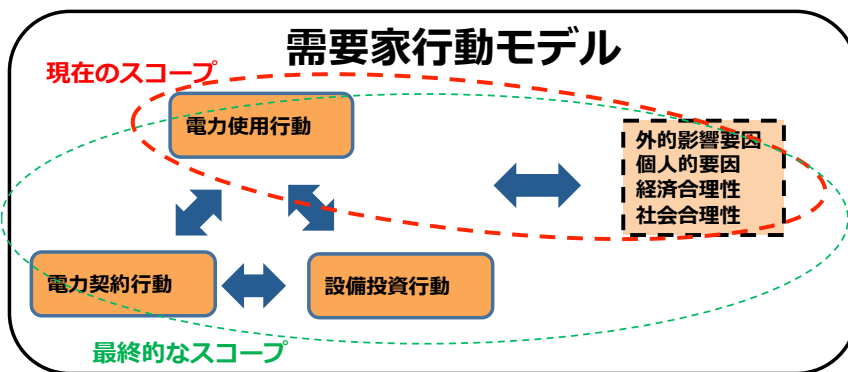


東工大G

Hidaka et al.

需要の資源化に関する研究（日高G）

分散エネルギーマネジメントシステムにおける需要側の資源化を行うために、エネルギー需要と調整を規定する要因（内部・外部要因）の関係を分析・整理し、社会的総費用／価値の最適化を踏まえた需要側の調整能力を明らかにする。さらに、調整能力を有効利用するための、社会実装の要件を整理する。



一般家庭における情報的手法、経済的手法、集団的価値による需要の資源化、需要構造の把握の研究。

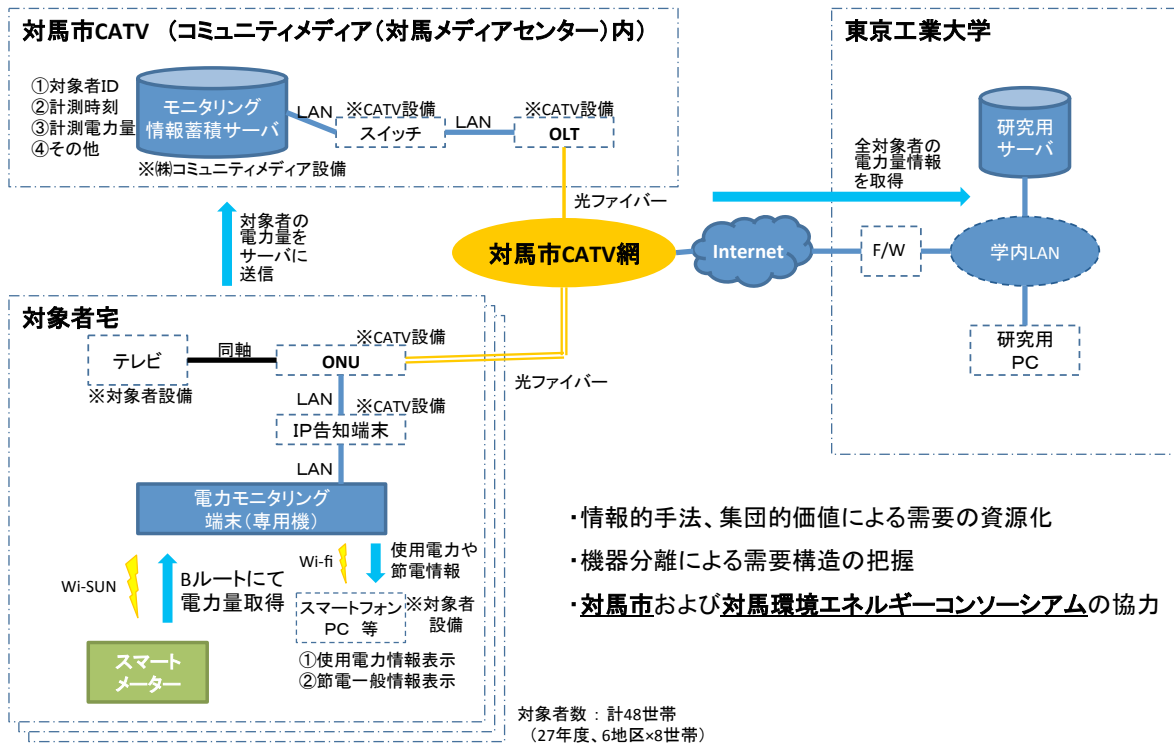
【進捗】 対馬市を実証地として、初年度50件程度の実験の準備中。



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



東工大G 対馬プロジェクト構成図



- ・情報的手法、集団的価値による需要の資源化
- ・機器分離による需要構造の把握
- ・対馬市および対馬環境エネルギーコンソーシアムの協力

Confidential

被験者募集
パンフレット

モニター募集のお知らせ

再生可能エネルギーを利用した
地球に優しい対馬の暮らし。

一〇〇年先も
対馬の景色を
守りたい！

石油・CO₂

再生可能エネルギーと電力の見える化

地球に優しく、持続可能な島を実現するために、
再生可能エネルギーを最大限に利用するための
方法を考えています。
電力の使用方法を見直すことで、対馬に
再生可能エネルギーを増やせる可能性があります。

■実施責任者/国立大学法人 東京工業大学 エンバージョンマネジメント研究科教授 日高 一貴
■実施システム開発協力/株式会社コミュニティメディア(対馬市CATV指定管理者)
■協力/対馬市



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



まとめ

- 地球科学
 1. 日射変動解析により地域特性が明らかになった
 2. 2.5分毎の衛星日射量推定、PV発電量推定が進捗
 3. 雲同化手法による短時間日射予報が進捗
 4. 検証作業(日射、エアロゾル)が進捗
- 需要科学
 1. DRと需要科学の要素整理
 2. 電力ロードカーブの再現に成功
 3. HEMS/DBが2000世帯超に
 4. 対馬実証サイトの整備(需要の資源化)
- データインタフェース
 1. データニーズのヒアリング
 2. 地球科学データの提供
 3. データ検索システムの試作

気象要素と需要
要素の関係の整
理を開始した

Confidential

25



EMS
ENERGY
Management
SYSTEM



Thank you for your attention

Confidential

26