

平成 24 年度採択研究代表者

中島 孝

東海大学情報技術センター
教授

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

§1. 研究実施体制

(1) 東海大グループ

- ① 研究代表者: 中島 孝 (東海大学情報技術センター/情報理工学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・衛星日射量推定手法の改善と気象変動量解析
 - ・データ・インタフェースの開発

(2) JAXA・東大グループ

- ① 主たる共同研究者: 中島 映至 (宇宙航空研究開発機構、EORC センター長)
- ② 研究項目
 - ・衛星観測に基づく日射量推定システムの高度化
 - ・地球科学モデルによる雲場同化手法の開発
 - ・シナリオデータの構築

(3) 千葉大グループ

- ① 主たる共同研究者: 入江 仁士 (千葉大学環境リモートセンシング研究センター、准教授)
- ② 研究項目
 - ・EMSのための日射データ誤差評価地上システムの構築

(4) 阪大グループ

- ① 主たる共同研究者: 下田 吉之 (大阪大学大学院工学研究科、教授)

② 研究項目

- ・分散協調型エネルギー管理システムのためのエネルギー需要モデルの開発

(5) 東大生研グループ

① 主たる共同研究者: 岩船 由美子 (東京大学生産技術研究所、特任教授)

② 研究項目

- ・需要データプラットフォームの構築とHEMS実装に向けた研究

(6) 東工大グループ

① 主たる共同研究者: 日高 一義 (東京工業大学環境・社会理工学院、教授)

② 研究項目

- ・分散協調エネルギーマネジメントシステムにおける需要家行動モデルの研究・開発

§2. 研究実施の概要

中島最強チームは、地球科学分野とエネルギー需要科学分野の融合チームである。地球科学は地球物理学をベースとする理学分野であり、一方のエネルギー需要科学は工学分野である。すなわち、中島チームは理学と工学の境界領域に軸を置く戦略的なチーム構成となっている。チーム運営においては、以下に示すような5つの課題を設定している。

- Q1. 地球科学データの推定精度はどの程度か
- Q2. エネルギー需要を規定する要因は何であるか
- Q3. EMS における需要家の調整能力にはどのようなものがあるか
- Q4. 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か
- Q5. これらは EMS にどのような影響をもたらすのか

これらの課題の解決に資するために、H29年度は、①衛星データ解析システムの改善、②地球モデルによる地球物理量算定システムの改善、③品質保証とデータ異常検出、④気象データの変動解析、⑤シナリオデータの作成、⑥エネルギー需要モデルの開発、⑦需要データプラットフォーム構築に向けた分析、⑧需要家行動モデル開発、⑨需要家情報の整理、⑩データ・インタフェースの開発、及び⑪異分野交流・国際交流、と多岐にわたる活動を行った。H29年度に行ったこれらの研究活動のダイジェストを下記に記す。

まず、①衛星データ解析システムの改善において特に大きく進展したのは、ひまわり8号を用いた大気移動ベクトル解析に基づくアンサンブル短時間予測である。近未来の日射量予測は多方面から強い要望があったが、いよいよこれが現実的になってきた。H28年度の段階でアンサンブル短時間予測手法の開発について報告した。H29年度は1パターンのアンサンブルメンバーに注目し、ベクトル解析の手順を見直すとともに、全体の評価方法について検討した。今回は特に雲パターンの再現性を評価した。さらに、日射に影響を与えるエアロゾル(Hashimoto and Nakajima, 2017)および水蒸気量の衛星推定を開始した。また、日射量推定の前段階で実施される雲特性解析アルゴリズムの維持管理として、データベースの健全性の確認とデータ解析結果の確認を実施した。当チームで多く使われる衛星データの利便性向上のため、東海大学湘南校舎19号館屋上に完成した新しい衛星受信システムによる衛星データの受信を開始した。次に、②地球モデルによる地球物理量算定システムでは、衛星データから推測される雲水量分布の計算手法の改善のために、衛星雲水量をモデルに取り込む方式を改善した。また、そのモデルを用いた領域モデル実験で境界データとして使用する気象庁のMSMデータ(風、気温等)との整合性を調査した。③品質保証とデータ異常検出では、ひまわり8号データの複数年比較解析を行い、高精度な誤差評価を実施した。また、データ異常検出基準の高精度化を継続するとともに異常検出システムの開発に着手した。具体的には、家庭での活用を含め社会に広く異常検出システムが実装できるように、自動かつ低消費電力の異常検出システムの開発を進め、その評価を行うとともに、最短1秒から時間分解能を自在に変えて日射量データを測定できるように改良した。④気象データの変動解析では、気象変動解析のオンライン化に取り組み、さらに気象変動時の電力システムの挙動解析の検討を行った。⑤シナリオデータの作成では、特徴的な気象イベントに対応するシナリオの作成について検討を行った。具体的には、H28年度までに進捗した猛暑日及び真冬日のシナリオをベースに1

年間のデータセットとした。⑥エネルギー需要モデルの開発では、エネルギー需要の決定構造に関する調査とモデル開発が進捗した。さらに、住宅エネルギー需要のモデル開発と応用研究を実施した(Yamaguchi and Shimoda, 2017)。加えて業務施設のエネルギー需要モデルを開発し、これらを用いてエネルギー需要の推計を行い、各種省エネルギー技術の普及によるエネルギー需要の変化を定量化した。また、コミュニティ、都市などの規模で面的に広がる配電系統の仕様を決定する方法を CREST 林チームと共同で開発した。⑦需要データプラットフォーム構築に向けた分析では、住宅属性情報、保有家電の情報、および気象データの収集を行い、HEMS データと紐付けることでデータベース化を図った(図参照)。

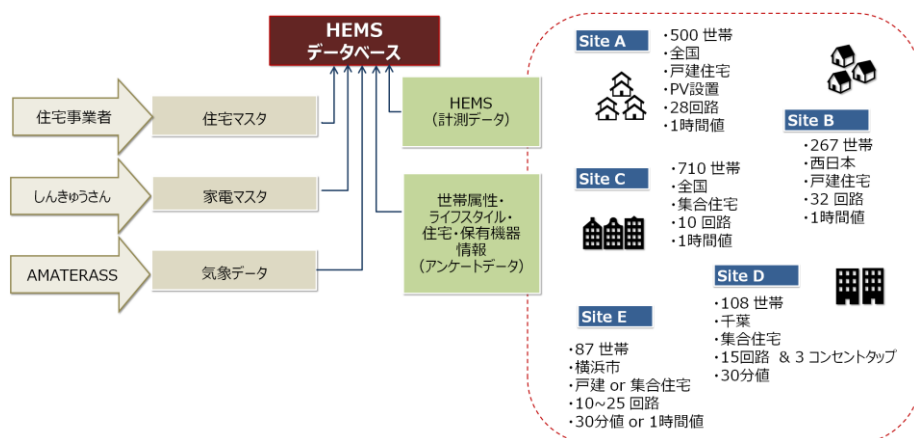


図 HEMS データベースの構造

なお、気象データとして JAXA・東大グループ他で開発された AMATERASS の解析結果を参照するなど、地球科学とエネルギー需要科学の橋渡しを行っている。また、沖縄県宮古島市において、電化やデマンドレスポンスの住民の受容可能性を探索することを目的とした訪問ヒアリング調査を行った。本研究から得られたヒートポンプおよび蓄電池の最適運用モデルの構築は本チームにおける顕著な成果のひとつである(Iwafune et al., 2017)。⑧需要家行動モデル開発では、実証実験環境整備を実施した。H28 年度に九州電力、対馬市役所と対馬の CATV 提供会社である株式会社コミュニティメディアと連携し、実験環境の整備を行った。H29 年度は、実験参加世帯をさらに 50 件増やすために、世帯募集およびシステム整備を行った。これにより H29 年度当初に予定していた実験世帯数 100 世帯を達成した。また、電力消費量見える化実験を実施し現在分析を進めている。⑨需要家情報の整理においては、阪大、東大生研、東工大の 3 グループで3年間に 8 回の需要関係グループ会議を実施し、研究分野として「エネルギー需要の計測と分析」、「エネルギー需要モデルの開発」、「エネルギー需要に対する影響要因の解明、介入」の 3 つがあることを整理した。H29 年度はこの活動を国際レベルに展開することを企画した。米国ローレンス・バークレー国立研究所の研究者と連絡を取り、米国においてエネルギーマネジメントにおける需要研究に関する情報交換会を開催する可能性について調整をおこない、H30 年度に 3 グループのメンバーが渡米して情報交換を実施する予定である。なお、この研究はエネルギー需要科学を研究分野として確立することなどを目的としている。⑩データ・インタフェースの開発においては、ソーラーカーレース(WSC2017)のサポートを行うとともに、H28 年度にクラウド上に構築したシステムを実際に

運用し、データ提供の処理速度とクラウド費用について費用対効果を検討した。更に、AMATERASS WebとしてGIS可視化サービスの提供を開始した。⑩異分野交流・国際交流では、本CRESTの他チームとの交流を継続した。また、米国ローレンス・バークレー国立研究所の研究者らとの交流を開始した。さらに、米国航空宇宙局(NASA)エイムズ研究所との共同研究が開始された。中国科学院とは、エアロゾル同化モデルの構築に向けての研究協力、および衛星データ解析において連携研究を行った。SKYNET地上観測システムにおいては、NASAや欧州の研究機関における地上観測ネットワークとの連携を継続している。アジア・オセアニア方面における国際展開の足がかりを得るために、気象衛星利用者会議において情報交換を行った。その他にもチーム全体で多数の国際研究発表と論文発表を実施した。

【H29年度の代表的な原著論文】

- Iwafune, Y., H. Sakakibara, J. Kanamori, "A comparison of the effects of energy management using heat pump water heaters and batteries in photovoltaic-installed houses", *Energy Conversion and Management*, 148:146-160, Sep 2017. (JSTよりプレスリリース)
- Hashimoto, M. and T. Nakajima, "Development of a remote sensing algorithm to retrieve atmospheric aerosol properties using multi-wavelength and multi-pixel information", *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122, 12, 6347-6378, Jun 2017. (掲載誌・学会よりハイライト論文に選定)
- Yamaguchi, Y. & Y. Shimoda, "A stochastic model to predict occupants' activities at home for community-/urban-scale energy demand modelling", *Journal of Building Performance Simulation*, 10, 565-581. Published online: Jun 2017. (掲載誌にSpecial issueとして掲載)