

「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の  
創出と融合展開」

平成24年度採択研究代表者

H27年度 実績報告書
----------------

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

### (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 仁土 (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 (東京工業大学イノベーションマネジメント研究科、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分野の融合チームである。元来、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は工学分野である。すなわち、中島チームは理学と工学の融合という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つの課題を設定した。

- 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

地球、エネルギー需要ともに、EMSにおける利活用を前提とする現況把握と予測方法の確立が非常に重要な要素となっている。つまり、地球とエネルギー需要を確固たる「科学」として捉えてEMSに貢献することをチームの目標に据えた。

H27年度は最初にチーム編成作業と実施項目の整理を行った。チーム構成を次頁に示す。

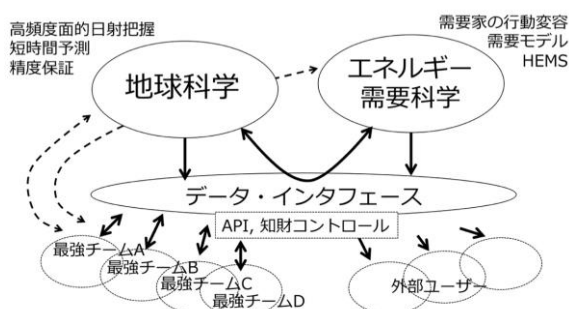
地球科学では主に高頻度の面的な日射量把握、日射量の短時間予測、日射変動の解析、さらに精度保証等を実施する。地球科学データの提供のための3つの柱として、現況把握技術(Nowcast)、短時間予測技術(Forecast)、過去再現実験(Hindcast)を据えた。現況把握技術は、ひまわり8号を主軸とする衛星推定日射量準リアルタイムモニタリングと地上検証から成る。短時間予測技術では衛星観測と地球モデルの連携による新しい数値モデル予測手法の開発、および大気場の時空間的な外挿予測手法の開発、過去再現実験では過去データおよび将来予測データによる地球環境シナリオデータ構築と、状況シナリオによる再現実験を予定している。研究初年度のH27年度には、ひまわり8号データへの対応と利便性の向上、ひまわり観測データに基づく日射量算定システムの開発、地球物理量算定モデルによる新しい雲同化手法の開発、品質保証とデータ異常検出等の研究項目に着手し、進捗があった(Uchida et al., 2016; Khatri et al., 2016)。

一方のエネルギー需要科学では、需要家の行動変容や需要のモデル化、そしてHEMS (House Energy Management System)などの個々のマネジメントシステムの研究を実施する。需要に携わる研究グループのうち、大阪大学グループは主に都市を対象としたエネルギー需要モデルの開発と検証を予定している。東京大学生産技術研究所グループは、需要データ構築に向けた分析を目的として、需要データの収集、分析、可制御性の検討、実サイトへのHEMSモデルの適用を予定している。東京工業大学グループは、中小企業をターゲットとしたエネルギー調整資源の定量化、家庭をターゲットとした情報的手法と経済的手法の効果的な調整資源の発掘、およびこれらにおける市場化やサービス化の要点の検討を予定している。H27年度には、エネルギー需要モデルの開発、需要データプラットフォーム構築に向けた分析、需要家行動モデルの開発等に関わる研究に着手し、進捗があった(Iwafune et al., 2015)。さらに需要研究に関わる3グループによる需要家情報の整理作業が始まった。また、地球科学とエネルギー需要科学の境界領域として、地球物理量データによるシナリオデータの作成およびデータ・インタフェースの開発に着手し、進捗した。

従来、地球科学とエネルギー需要科学が共同研究を行うことは、あったとしても希であったと思

われる。しかし、近年の再生可能エネルギー活用の高まり、あるいは分散協調型EMSの必要性の高まりを受けて、昨今は両分野が協働する時代になっている。研究の実施において地球科学、エネルギー需要科学から様々なデータが出てくる。そのデータを共有する機能としてデータ・インタフェースを設置した。データ・インタフェースを媒介して地球科学とエネルギー需要科学の融合を行う。データ・インタフェースは、CREST/EMS領域内の他の最強チームや外部ユーザとのデータのやりとりも担当する機能である。

H27年度の研究成果は、原著論文16編、学会招待講演13編、その他国内外学会発表105編として結実した。地球科学とエネルギー需要科学の融合は始まって間もないが、研究を推進させるための仕組みを構築した。今後、地球物理量データによるシナリオデータの作成やデータ・インタフェースの整備を通じて融合分野の成果が出てくることが期待される。



中島最強チームの構成図

【代表的な原著論文】

➤ Iwafune, Y., T. Ikegami, J. G. S. Fonseca Jr., T. Oozeki, and K. Ogimoto, "Cooperative home energy management using batteries for a photovoltaic system considering the diversity of households", Energy Conversion and Management, vol. 96, pp.322-329, May 15, 2015.

本論文では太陽光発電とバッテリーの予測・計画・運用を司る家庭用エネルギーマネジメントシステムモデルを構築した。多様な実HEMSデータを用いて挙動を検証し、電力系統への貢献を評価し、全体最適へつながる分散エネルギーマネジメントの可能性を示した。

➤ Khatri, P., T. Takamura, T. Nakajima, V. Estellés, H. Irie, H. Kuze, M. Campanelli, A. Sinyuk, S. -M. Lee, B. J. Sohn, G. Padhithurai, S. -W. Kim, S. C. Yoon, J. A. M. Lozano, M. Hashimoto, P. C. S. Devara, and N. Manago, "Factors for inconsistent aerosol single scattering albedo between SKYNET and AERONET", Journal of Geophysical Research: Atmospheres, vol. 121, Issue 4, pp.1859-1877, Feb 27, 2016.

家庭や地域を越えたエネルギー管理への重要なインプットとして広範囲の太陽光発電量を把握するために、宇宙から静止気象衛星を利用した地表面日射量の推定は、現在、唯一の方法である。しかしながら、最近の研究により、大気中に存在するエアロゾルが日射を弱める効果が推定値の精度に影響を及ぼすことが、両成分を同時に多地点で計測可能な地上システムである、国際地上観測ネットワークSKYNETにより分かってきた。本研究では、SKYNETと米国NASA主導のAERONETの主力機器によるエアロゾル観測を多地点で同時に行ったところ、エアロゾル測定値の有意な差は両機器の検定方法の違いが原因であることを明らかにした。これにより、国際連携を強化

しつつ、エアロゾル測定値を高精度化させるためには検定方法が鍵であることが明確になった。

- Uchida, J., M. Mori, H. Nakamura, M. Satoh, K. Suzuki, and T. Nakajima, “Error and Energy Budget Analysis of a Nonhydrostatic Stretched-Grid Global Atmospheric Model”, Mon. Wea. Rev, accepted.

本論文はストレッチ格子による領域スケールNICAMモデルの誤差解析を行ったものである。全球をほぼ均質に三角形標準格子で覆う格子系に加えて、注目する領域に多くの格子点を設定しつつシームレスに全球をカバーするセッティングが可能であることを示した。