

研究総括印

第 \* 年次研究計画書

平成29年度

研究領域「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」

研究課題名「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」

研究代表者

氏 名

中島 孝

## ＜年次研究計画書について＞

1. 年次研究計画書（様式 A～D）は、初年度・最終年度を含め、年度毎に作成します。
2. 2 年度目からは、過年度の研究進捗状況、研究成果等を反映して、当該年度に実施する研究計画に関して、研究実施内容、研究体制、予算実施計画等を記載します。
3. 年次研究計画書は、研究総括の確認および承認後、確定となります。
4. 確定後の研究計画書に記載された研究予算等は、当該年度の委託研究契約書に直接反映しますので、所属機関名や研究費配分など、誤りのないようご注意ください。
5. 研究計画書は、各研究機関と JST が契約する委託研究の具体的な内容を定めるものです。そのため、研究費は本計画書に沿って適切に執行してください（JST は研究費の支出状況の確認に際して、本研究計画書を参照します）。  
なお、研究機関は、「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）（平成 19 年 2 月 15 日施行/平成 26 年 2 月 18 日改正文部科学大臣決定。その後の改正を含む。）」に基づき、研究機関の責任において公的研究費の管理・監査の体制を整備した上で、委託研究費の適正な執行に努める必要があります。
6. 委託研究費の執行にあたっては、JST と委託研究契約を締結する各研究機関の経理・契約等の関係部門に当該研究計画書の内容を事前にお知らせください。具体的には、研究代表者は（必要に応じて主たる共同研究者を通じ）、年次計画書様式 B-2、B-4、C を、各研究機関の事務担当者に送付ください。  
（なお、チーム内であっても他機関の情報が含まれるため、当該機関に関する情報のみに限定するなど情報の取扱いにご留意ください。）
7. 研究計画の変更・年次研究計画書の改訂について  
**研究総括の承認を得ることにより、年度途中における研究計画の変更が可能です。**
  - 1) 研究計画に変更が生じ、年次研究計画書の記載事項（研究参加者等）に修正が生じる場合は、JST 事務局へ連絡してください。
  - 2) 研究計画内容の大幅な変更については、JST 事務局を通じて研究総括の確認・承認が必要となります。  
※「研究計画内容の大幅な変更」に該当する例
    - ・ 主たる共同研究者の変更、グループの追加や削減
    - ・ 研究費の追加配賦
    - ・ 研究の方向性に大幅な変更の必要が生じた場合
    - ・ 高額な機器の購入計画の変更など1)、2) に際しての年次研究計画書の改訂の必要性や記載方法は、JST 事務局から連絡します。
8. 海外研究機関が共同研究先グループとして参加する（海外の研究機関に所属する研究者が主たる共同研究者として参加する）場合には、研究総括の承認に加え、当該機関と JST との間で、一定の条件を満たす契約を締結できることが必要です。JST 指定の契約書様式や経費執行ガイドラインについては、事前に JST 事務局にご確認ください。

## 改訂履歴

No.	改訂年月日（※）	対象項目	改訂内容	備考（本文の修正の有無など）
1	平成29年1月25日		研究計画書の作成	
2	平成〇年〇月〇日 （研究総括確認）	（例）様式C、様式D（〇〇グループ）	（例）研究担当者の所属変更に伴い修正	
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

※「改訂年月日」欄： 研究総括の確認を得た場合はその旨記載

本研究計画については、遵守すべき法令・ガイドライン等を理解の上策定したことを確認します。また計画の実施にあたっては、法令・ガイドライン等を遵守して実施することを確認します。

（遵守すべき法令・ガイドライン等の一例）

- ・「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」（平成26年8月26日文科科学大臣決定。その後の改正を含む）
- ・「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）平成19年2月15日施行/平成26年2月18日改正文部科学大臣決定。その後の改正を含む。」
- ・ライフサイエンスに関する研究については、生命倫理および安全の確保に関し、各府省が定める法令・省令・倫理指針等
- ・安全保障貿易管理（海外への技術漏洩への対処）について、最先端研究の成果等が大量破壊兵器の開発者やテロリスト集団など、軍事転用等の懸念活動を行うおそれのある者に渡らないよう、外国為替及び外国貿易法（外為法）をはじめ、各府省が定める法令・省令・通達等
- ・海外における実地の研究活動（生物資源の持ち出しも含む）や海外研究機関との共同研究を行う際には、関連する国の法律等

# I 研究内容

## (1) 当該年度における研究の進め方

※全体研究計画書を踏まえ、前年度の進捗状況を説明しつつ当該年度はどのようなところにポイントを置いて研究を進めるかを記入してください。(研究の具体的な進め方が分かるよう1～2ページ程度で記述。)

※研究のマイルストーン(概ね本年度中に達成しようとする、研究開発の節目となる到達点・達成事項)とその達成度の判断基準を含めて記載してください。

H27年度は、各グループともそれぞれ予定していた研究をほぼ遂行した。H28年度は、本研究の実施で必要となる機器備品等の基盤整備の追加とともに、各研究グループにおける地球科学分野および需要科学分野の研究を継続した。H29年度は、当最強チームを有機的に動かすために組織したサブグループ(図1)内外および他チームとの連携を一層深め、特に全体研究計画の目標達成を念頭におき研究を推進する。

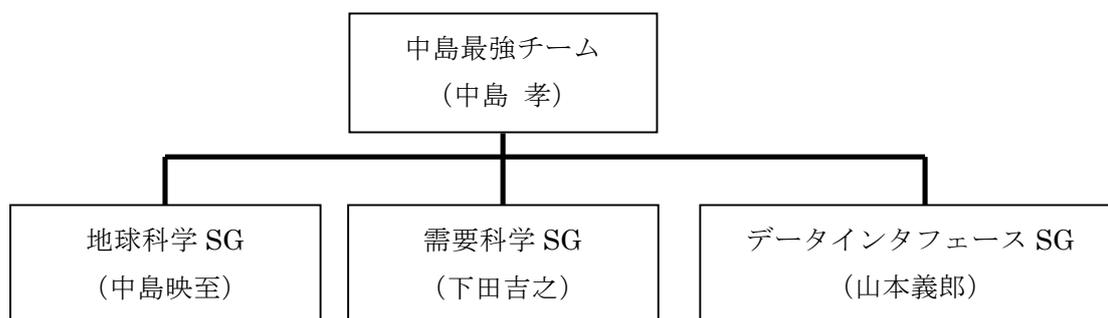


図1 サブグループ構造 (リーダー名)

サブグループの活動としては、まず地球科学 SG は分散協調型エネルギー管理システム (EMS) での利活用に耐えうる地球科学情報の精度を考慮して日射量推定及び予測、変動解析、ならびにその精度を担保するための検証と異常検出システムの開発を進める。これまでに具体的な成果をあげている需要科学 SG も同様に EMS で利用可能なシステムを目指して需要モデルの推計精度の向上、DR モデルの適用、対馬サイトにおける行動変容解析に取り組む。

サブグループ間では、地球科学データがエネルギー需要科学に与える影響についての検討を進めるとともに、チームが所有する長期・短期データの利用促進をはかるために、利便性を高めたデータインタフェースの研究を推進する。また、グループ間の協働・情報交換を推進させるため、リーダー会合、チーム会合、3回程度のサブグループ会合をそれぞれ開催するとともに、適宜 email 等での情報共有を行う。

国際交流に関しては、6月に東京で開催される国際合同ワークショップや地球科学および需要科学の関連学会(気象衛星調整グループ第45回会合(韓国)、BECC international等)に参加して研究の国際化を推進する。

異分野交流に関しては、地球科学では井村チーム等へのデータ提供、需要科学は林チーム、鈴木チームとの連携などを続行し、当チームの研究項目の一層の具体化を進める。

なお、H29 年度の研究のために整備する予定の主な基盤設備の種類及び活用方法は下記の通りである。

- 地球科学データアーカイバ装置  
地球科学 SG では、研究の実施で必要となる大量の衛星データを効率よく格納し、利用するためのデータアーカイバ装置を導入する。
- 計算サーバ・PC  
地球科学 SG では、衛星解析の高精度化に対応するための計算サーバを、データインタフェース SG ではインタフェース構築用の PC を導入する。

各研究グループにおける研究項目は次の通りであり、これまでの進捗および具体的な H29 年度実施内容は改めて 2 章に記述する。

#### <東海大グループ>

- 雲解析アルゴリズムの高度化
- 衛星データの利便性向上
- 地球科学情報の変化の特徴解析
- データ・インタフェースの構築
- 数理モデルの検討
- 地球科学情報の可用性向上に伴う社会経済的な恩恵に関する国際交流

#### <JAXA-東大グループ>

- 基盤整備
- 第三世代ひまわり衛星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雲場同化手法の開発
- 地球物理量データによるシナリオデータの作成

#### <千葉大グループ>

- EMS のための地上システム・データベースの最適化
- 衛星およびモデルの日射データの誤差評価・誤差要因解明・高精度化
- 高度な異常検出システムの構築

#### <阪大グループ>

- エネルギー需要の形成構造に関する調査
- 住宅エネルギー需要のモデル開発
- 業務施設エネルギー需要のモデル開発
- 気象科学とエネルギー需要科学の関係性に関する初期的検討
- 他の CREST チームへのエネルギー需要推計結果の提供

#### <東大生研グループ>

- 需要データの精査、共有方法の検討
- HEMS によるデマンドレスポンス (DR) ポテンシャルの抽出
- HEMS モデルの実運用展開

#### <東工大グループ>

- 実験協力地域におけるデータ収集・分析
- 需要家行動モデルに関する基本設計
- 既存研究の調査による誘導ドライバの整理
- 日本および海外における需要家情報の内容・粒度・構造の調査

## (2) 研究の主なスケジュール

※下記の例を参考に研究の主なスケジュールを記入（以下の例は研究期間が5.5年間の場合）。

※前年度研究開始時の計画から変更のあった項目のスケジュールについては、赤色で記入してください（前年度の当初計画は消さないでください）。

※研究項目別のスケジュールや分担者が分かるように記入してください。

※過年度分については実際の進捗状況を、当該年度以降は予定を記入してください。

※本スケジュールを総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）の要請に基づき、CSTIに提供する可能性があります。提供に支障がある項目には、【提供不可】と明示してください。

研究項目		H27年度 (12ヶ月)	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H 年度 (ヶ月)
<b>1. 地球科学データ</b>							
・シナリオデータの作成 (JAXA-東大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・衛星データ解析システム (東海大、JAXA-東大、千葉大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・モデルによる地球物理量算定 システム (JAXA-東大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・品質保証とデータ異常検出 (千葉大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・気象データの変動解析 (東海大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
<b>2. エネルギー需要</b>							
・エネルギー需要モデルの開発 (阪大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・需要データプラットフォーム 構築に向けた分析 (東大生研)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・需要家行動モデルの開発 (東工大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・需要家情報の整理 (阪大・東大生研・東工大)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
<b>3. データ・インタフェース</b>							
・データ・インタフェースの開発 (東海大、JAXA-東大、千葉大、 東大生研ほか全グループ)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
<b>4. その他</b>							
・異分野との交流 (全グループ)	当初 変更後	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	
・研究とりまとめ (全グループ)	当初 変更後		■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	

## II 研究の実施体制

### 1 研究分担体制表（研究契約単位で記入してください）

グループ名	研究代表者または主たる共同研究者氏名 <sup>1)</sup>	所属機関・部署・役職名 <sup>2)</sup>	研究題目 <sup>3)</sup>
東海大グループ	中島 孝	東海大学情報技術センター・教授	衛星日射量推定手法の改善と気象変動量解析
JAXA-東大グループ	中島映至	宇宙航空研究開発機構・地球観測研究センター・センター長・教授	衛星観測に基づく日射量推定システムの高度化と地球科学モデルによる雲場同化手法の開発およびシナリオデータの構築
千葉大グループ	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	EMSのための日射データ誤差評価地上システムの構築
阪大グループ	下田吉之	大阪大学大学院工学研究科・教授	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
東大生研グループ	岩船由美子	東京大学生産技術研究所・特任教授	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
東工大グループ	日高一義	東京工業大学環境・社会理工学院・教授	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

※ 前年度計画からの変更点には\*印を付記して明確化してください。

- ※ 1) 研究代表者または主たる共同研究者の氏名は、研究契約書では「研究担当者」として記載されます。
- 2) 所属機関・部署・役職名は委託研究契約書に記載しますので、正式名称を正確に記載してください。（略称での記載はしないこと）。所属機関内で複数の所属・役職がある場合は、委託研究契約を締結する所属部署・役職について、予め研究機関の事務担当者と調整してください。
- 3) 「研究題目」名は、「全体研究計画書」と同じものとし、そのまま委託研究契約書に記載されます。海外研究機関については、和文と英文を併記してください。なお、原則として研究題目名は研究期間中変更しません。

### 2 研究機関別 研究概要

（「1 研究分担体制表」に従い、研究グループ毎に各研究機関の役割（担当する研究の概要）、その必要性を記入してください）

## 東海大グループ

### (1) 研究題目：

衛星日射量推定手法の改善と気象変動量解析

※「全体研究計画書」記載の研究題目と同じものとし、原則として研究期間中は変更しません。

※上記「1 研究分担体制表」記載の研究題目と同じものとしてください。海外研究機関については、和文と英文を併記してください。

※研究題目は、各研究機関で実施される研究のタイトルとして、研究契約書に記載されますので、その点を考慮した名称としてください。(簡条書きで複数記載するなどは避けてください。)

※原則として全角文字で記載ください。特に、次の半角記号を使用しないようにお願いします。

「・ (半角の中間点)」「- (半角のハイフン)」「~ (半角のチルダ)」「“(半角の二重引用符 (始))”」「”(半角の二重引用符 (終))”」、記号 (≈≡≧@ⓐⓑⓒⓓⓔⓕⓖⓗⓘⓙⓚⓛⓜⓝⓞⓟⓠⓡⓢⓣⓤⓥⓦⓧⓨⓩ⓪⓫⓬⓭⓮⓯⓰⓱⓲⓳⓴⓵⓶⓷⓸⓹⓺⓻⓼⓽⓾⓿▶▷) 等) は使用不可

### (2) 研究の目的および内容

※当該研究機関で実施する本年度の研究の目的および内容を 200 字程度で簡潔にまとめてください。海外研究機関については、和文と英文を併記してください。

※本項は研究契約書に記載されますので、項目名の簡条書きなどではなく、他の記載を参照しなくても本記載のみで研究の概要が分かるように配慮してください。

※原則として全角文字で記載ください。特に、次の半角記号を使用しないようにお願いします。

「・ (半角の中間点)」「- (半角のハイフン)」「~ (半角のチルダ)」「“(半角の二重引用符 (始))”」「”(半角の二重引用符 (終))”」、記号 (≈≡≧@ⓐⓑⓒⓓⓔⓕⓖⓗⓘⓙⓚⓛⓜⓝⓞⓟⓠⓡⓢⓣⓤⓥⓦⓧⓨⓩ⓪⓫⓬⓭⓮⓯⓰⓱⓲⓳⓴⓵⓶⓷⓸⓹⓺⓻⓼⓽⓾⓿▶▷) 等) は使用不可

本研究チームの全体統括を実施すると共に、EMS 研究領域において不可欠な研究項目である雲解析アルゴリズムの高度化、衛星データの利便性向上、地球科学情報の変化の特徴解析を継続して実施する。加えて、地球科学やエネルギー需要科学などから算出された各種データの共有を促進し、アクセス性を高めるためのデータ・インタフェースの構築に関する研究を進める。

### (3) 本年度の研究実施項目・概要

※必要ならば全研究期間を通じた研究内容との関連に触れつつ、本年度の研究内容を記載してください。

#### (a) 雲解析アルゴリズムの高度化

日本の静止気象衛星は 2015 年 7 月に「ひまわり 8 号」に無事移行され、現在も観測が継続している。本研究課題における主力アウトプットのひとつである衛星日射の処理で用いられる雲特性解析アルゴリズムは、衛星搭載センサー毎に最適化されたデータベース (ルックアップテーブル) を必要とする。H27 年度の研究で気象衛星の切り替えに伴うルックアップテーブルの作成を行った。H28 年度はルックアップテーブルの健全性の確認とデータ解析結果の確認を実施した。H29 年度は、氷雲解析の改善のために、新しいルックアップテーブルの試作と導入を図る。

#### (b) 衛星データの利便性向上

H28 年度は、H27 年度の成果を踏まえ、東海大学宇宙情報センター (熊本) でひまわり 8 号を含む複数の衛星データの重ね合わせ・特定領域切り出し手法の高度化に着手した。また、数値気象データ等との統合データセットの検討を行い、必要に応じて統合データセットの試作・ユーザーインターフェースの検討を行った。ただ、宇宙情報センターが 4 月の熊本地震で被災し、MODIS データ等の受信ができなくなった。このため、H29 年度は近日中に湘南校舎に完成する新しい衛星受信システムで受信する MODIS や VIIRS とひまわり 8 号データの統合利用の検討を進め、衛星デー

タ利用の利便性の向上を図る。

#### (c) 地球科学情報の変化の特徴解析

これまで得られた日射量の変動に関する知見をもとに、日射変動に関する気象学的な解析を進め、EMS 研究領域に関係する気象現象の基礎的な理解を深める。日射量の Ramp 変動に関する基礎研究を開始する。また、気象学分野での研究活動で得られた成果の EMS 研究への応用を具体化させるために、EMS 研究領域の内の他分野の研究者との研究を進める。これらの研究活動を通じて、気象学と EMS 研究との関係を深化、発展させる。

#### (d) データ・インタフェースの構築

衛星日射量やモデルによる日射予測量などのデータについてデータの利活用を進めることを目的に、データの提供方法の改善に取り組み、需要科学での利用の促進も図る。H28 年度は 10 分間隔および 30 分間隔の日射量等のデータを取得するデータ・インタフェースのプロトタイプを作成し、チーム内で紹介し、インタフェースの改善を行った。H29 年度は準リアルタイムデータについて長期間のデータ提供にも対応するシステムとして他チームにも提供可能とする。その際に、衛星データの取得間隔が短くなりアーカイブのデータサイズが膨大になることに対応するため、効率的なアーカイブ方法についても検討し対応を図る。

需要科学で必要となるデータの種類・形式については、H28 年度に共有できるデータについて調査し、重要度の高いと判断したものについて H29 年度にクラウドで共有できるシステムを検討し、更に需要科学のシミュレーションをクラウドにおいて実現できるかについても併せて検討する。

また、豪州ソーラーカーレースに参戦する東海大学チームを支援するために、日射量等のデータを提供するシステムを構築する予定である。

#### (e) 数理モデルの検討

EMS における各種データや数理モデルの有用性の向上を目的として、地球科学と需要科学に関して数理モデル・数理的手法の適用可能性の検討を行う。H28 年度は、連携の可能性を探るため、チーム全体会合の場で適用の可能性がある非線形数理的手法の情報共有を実施した。H29 年度は、引き続き相互の情報共有を進め、適用可能性の検討を行う。

#### (f) 地球科学情報の可用性向上に伴う社会経済的な恩恵に関する国際交流

EMS における地球科学情報の可用性向上に伴う社会経済的な恩恵について、H29 年 6 月に韓国で行われる気象衛星調整グループ第 45 回会合に出席し、各国の気象衛星運用機関や気象水文機関との情報交換を目的として米国や欧州との国際交流を行う。

## JAXA-東大グループ

### (1) 研究題目：

衛星観測に基づく日射量推定システムの高度化と地球科学モデルによる雲場同化手法の開発およびシナリオデータの構築

### (2) 研究の目的および内容

第三世代静止衛星ひまわり観測データから日射量を推定するアルゴリズムを開発し、解析結果を速報する準リアルタイム解析システムの構築を行う。また、衛星観測データと地球科学モデルの融合的解析による新しい日射量短時間予測スキーム構築のための検討を行う。さらに、分散協調型 EMS に関する制御理論等の有効性を評価するための気象場基礎データを状況シナリオに基づいて整備するための検討を開始する。以上に関する研究遂行のため、必要となる開発用計算機とアーカイバの基盤整備も合わせて実行する。

### (3) 本年度の研究実施項目・概要

#### (a) 基盤整備

期間全体では (i) 日射量推定アルゴリズム開発用計算機 (ii) 衛星観測及び地球物理量算定モデルによる解析結果を含む地球科学データアーカイバを整備する予定である。H27 年度は日射量推定アルゴリズム開発用計算機を中心に整備を行い、地球科学データアーカイバの初期検討として 100TB 程度のアーカイバを導入した。H28 年度は地球科学データアーカイバの整備として 120TB のアーカイバを追加した。また、衛星観測及び地球物理量算定モデルによる解析結果から状況シナリオデータセットの作成とアーカイブを行う計算機を整備した。H29 年度は地球科学データアーカイバの整備としてさらに 160TB のアーカイバを追加する。これにより当初予定していた 300TB 超のアーカイバを整備することになる。また衛星解析の高精度化に伴う進展が認められたため、解析アルゴリズム開発用の計算機を整備する。

#### (b) 第三世代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

期間全体では (i) 第三世代ひまわり観測データに基づく日射量推定アルゴリズムの開発と速報システムの構築 (ii) 雲とエアロゾル等大気要素の推定アルゴリズム適用高度化を実施する予定である。H27 年度は第三世代ひまわり観測データに基づく日射量推定アルゴリズムの開発と速報システムの基礎部分を構築し、雲とエアロゾル、水蒸気の適用高度化について検討を開始した。H28 年度は新しいエアロゾル算定アルゴリズムの適用を中心に実施し、雲場解析の応用として衛星観測に基づく短時間予測の適用実験を行った。H29 年度はエアロゾル速報システムの試験運用開始、及び水蒸気量の推定を行うとともに、高精度な日射量解析のための新しいアルゴリズムについて開発を開始する。

#### (c) 地球物理量算定モデルによる新しい雲場同化手法の開発

期間全体では (i) 日射量短時間予測技術構築のための新しい雲場同化手法の検討 (ii) 多様な大気場への適用性実験と検証 (iii) シナリオデータに基づく短時間予測実験を行う予定である。H27 年度は本 CREST 第一期において検討された新しい雲場同化手法を用いて問題点の抽出を中心とし、多様な大気場への適用手法の検討を開始した。H28 年度は四季による雲場の傾向変化に対する

適用性の検討を中心に実施した。また、衛星側の短時間予測の結果を用いて雲場同化を行うための初期検討を開始する。H29年度は、これまでに開発したシステムの性能テストを行い、モデル予測値に誤差パラメータを付与する作業を行う。さらに気象場に関するアンサンブル実験を通して、日射量の推定精度の向上を目指す。

#### (d) 地球物理量データによるシナリオデータの作成

期間全体では (i) EMS の有効性評価に資するシナリオ構築のための予備的検討 (ii) 状況シナリオ設定 (iii) 地球科学データに基づくシナリオデータの構築を行う予定である。H27年度はシナリオ構築のための予備的検討として、他分野/他チームとの意見交換に基づき、有効なパラメータや時間解像度等の選定に関する予備的検討を行った。H28年度は具体的に猛暑/厳冬の状況シナリオ設定を行い衛星解析/地上観測/気候モデルの将来予測結果等を活用してシナリオデータの試作を実施した。H29年度は猛暑/厳冬などに分類されないものの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う。

## 千葉大グループ

### (1) 研究題目：

EMSのための日射データ誤差評価地上システムの構築

### (2) 研究の目的および内容

持続的なEMSのための地上システム・データベースを国際展開等も視野に入れ構築するために、最適な重点地上検証観測サイトでの観測を行いつつ、日射量等のオンラインデータ処理・提供システムを整備するとともに、地球科学に関する高確度な地上観測データのアーカイブ化・公開を実施する。また、衛星およびモデルの日射データの誤差評価・高精度化等を通じて、本CREST/EMSプロジェクトに貢献する。これを基に、社会実装への道筋を見据えた形で、通常の雲やエアロゾルによる大気科学現象の影響からは想定されない想定外の異常を検出する高度な異常検出システムを構築する。

### (3) 本年度の研究実施項目・概要

#### (a) EMSのための地上システム・データベースの最適化

全研究期間において、持続的なEMSのための地上システム・データベースを国際展開等も視野に入れ構築するために、最適な重点地上検証観測サイトの選定・再配置、試験・定常観測を行う。日射量等のオンラインデータ処理・提供システムを整備するとともに、地球科学に関する高確度な地上観測データ（日射量、気温等）のアーカイブ化・公開を実施する。H27年度は、本研究に最適な重点地上検証観測サイトを、国内は本CREST/EMSプロジェクトの他チーム/グループとの連携、特に地球科学とエネルギー需要科学の関連研究を強化する観点において、国際的には効果的な国際展開も考慮し、選定した。それを基に、地上観測装置群の再配置等を行った。H28年度は、これら地上システムの最適化を継続するとともに、試験連続観測を行った。また、オンラインデータ処理・提供システムを構築した。H29年度は、定常観測へ移行するとともに、地上観測の過去データのアーカイブ化を進める。

#### (b) 衛星およびモデルの日射データの誤差評価・誤差要因解明・高精度化

全研究期間において、衛星観測やモデル計算に基づく日射量データを地上観測データと比較し、雲やエアロゾル等による誤差の定量化等を行う。この評価結果を糸口に衛星やモデルデータの高精度化に資する知見も得る。H27年度は、2014年10月に打ち上げられた「ひまわり8号」の観測に基づく日射量データを評価するために、地上システムのグラウンドトゥルースデータとの比較に着手した。その継続として、H28年度は、「ひまわり8号」と地上システムによる通年データを活用した比較解析等に基づいた「ひまわり8号」データの誤差評価を実施した。H29年度は、ひまわり8号の複数年比較解析を実施する。また、それに基づき、想定内誤差の高精度な評価を実施する。

#### (c) 高度な異常検出システムの構築

全研究期間において、衛星データ質検証結果をもとに、通常の雲やエアロゾルによる大気科学現象の影響からは想定されない想定外の異常を検出する基準の導出、複数の地上観測サイトを組み合

わせた高度な異常検出システムの構築を社会実装への道筋を見据えた形で実施する。H27年度は、衛星観測データと地上観測データの比較結果をもとに、想定外の異常を検出する予備的な基準を導出した。H28年度は通年データを活用した比較解析等により異常検出基準を高精度化した。H29年度は、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する。

## 阪大グループ

### (1) 研究題目：

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

### (2) 研究の目的および内容

本研究では住宅・業務施設群を対象として電力ロードカーブを中心とするエネルギー需要、とりわけ分散協調型エネルギー管理システムにおいて調整が可能な可制御負荷の大きさ・応答速度を分オーダーで推計するエネルギー需要モデルを開発する。モデル開発のため、エネルギー需要が決定される構造に関する調査、住宅および業務施設のエネルギー需要モデルの開発、気象科学とエネルギー需要科学の関係性に関する検討を行う。

### (3) 本年度の研究実施項目・概要

#### (a) エネルギー需要が決定される構造に関する調査

住宅・業務施設のエネルギー需要は個々の機器・設備によるエネルギー消費の合計値である。個々の機器・設備のエネルギー消費は「稼動時」と「非稼動時」の消費に分類することができ、稼動の有無は住宅居住者、業務施設利用者の生活や活動に伴う機器や設備の操作によって決まる。また、非稼動時のエネルギー消費は主に機器・設備の仕様によって決まり、稼動時のエネルギー消費は機器・設備の仕様のほか、機器・設備の環境条件、機器・設備が製造するサービス量などによって決定される。このような特性から、エネルギー需要の決定要因を①住宅居住者および建物利用者の生活行為・活動、②生活行為・活動に伴う機器・設備の操作、③機器・設備の仕様、④機器・設備の所有・設置状況、⑤住宅・建築仕様、⑥気象条件等外界条件の6要因に分類することができる。本研究では、このようなエネルギー需要が決定される構造そのものを理解し、数値情報と数学モデルによって記述することを目指す。また、これらの直接エネルギー需要を決定している要因のみならず、①～⑤の要因を間接的に決めている要因までを含めてその構造を理解する。これを実現するため、チーム内の他グループとも連携をとりながら、工学、経済学、社会科学、行動科学など既存の学術分野に蓄積された知見の調査を実施する。H27年度はその基礎的な枠組みについて整理をおこなったので、H28年度は文献のレビューなどにより更に検討を深め、シンポジウム「エネルギー需要を科学する」を東京大学で開催した。H29年度は他グループとの連携によりエネルギー需要科学の体系化を提案していくと共に、機器操作に関する具体的なモデル化作業も実施していく。

#### (b) 住宅エネルギー需要のモデル開発

本研究では地域性や世帯間のばらつきをモデル上で再現するため、①～⑥のエネルギー需要決定要因に関するデータベースの開発を行い、実社会における①～⑥のばらつきをモデル上で再現する。ここでは決定要因間の関係性についても分析を行う。次に、エネルギー需要の計算モデルを開発する。モデルではまず、上記のデータベースに基づいて計算で対象とする地域に立地する住宅、居住する世帯の仕様を決定する。次に、居住者をエージェントとして計算対象期間における生活行動及び行動に伴う機器・設備の操作を確率的に生成する。ここでは居住者の集合として家族を表現し、照明、空調、給湯設備などにおける居住者間の共有利用を再現した上で、機器・設備の操作・仕様、住宅仕様・気象条件に基づいて用途別エネルギー需要を算出する。照明や空調については住宅室内

光・熱環境シミュレーションを行い、給湯エネルギー需要については給湯温度の変化や給湯設備効率の外気温特性を考慮するなど、エネルギー需要構造を詳細に再現する。以上により①～⑥で与えられる世帯間の差異を反映して、個々の住宅のエネルギー需要の確率的な時系列挙動が推計される。なお、他の CREST チームが開発するエネルギー管理システムと接続可能なものとするため、時間解像度を5分とする。

H27年度は生活行為生成モデルの基本形の開発を完了した。H28年度は生活行為生成における居住地域、世帯構成による時間の使い方の違いの考慮、世帯間の差異の違いの考慮、H27年度のモデルで考慮できていなかった二次活動（一つ目の行為と同時に進行する行為）の考慮を実施した。また、行為に伴って操作される機器の決定モデルを高度化した。本モデルのエネルギー需要シミュレーションの精度の確認には、スマートメータ計測データ（近畿地方の約1200軒分の時刻別平均）を用いる。H27年度では中間期および夏期の電力ロードカーブを高い精度で再現することに成功した。H28年度では、新たに入手した冬期の計測データを用いて、主に暖房による電力需要に関して精度検証を行った。H29年度においても引き続きモデルの高度化と精度検証を行う。

また、本モデルはこれまで大阪府または近畿地方を対象としていたが、H27年度には対象を日本の全国各地に拡張するため、③～⑥に関してデータベースの構築を行った。H28年度では、総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）等を用いて全国推計の精度検証を行った。また、中長期的な視点で合理的なEMSの計画について議論するため、③～⑤の要因に関して長期エネルギー需給見通し（経済産業省）での想定を用いて、2030年における電力需要予測を行った。H29年度では、③および④の要因に関して機器ストックの更新を考慮して経年変化を予測するためのサブモデルを開発する。

本モデルでは、これまで⑥気象条件に関して、各都道府県についてそれぞれ1地点の気象データ（5分毎）を使用していた。エネルギー需要予測に必要な気象データの空間解像度に関する検討のため、H28年度では、1つの都道府県内の4地点の気象データを用いて、空間解像度に関するエネルギー需要の感度解析を行った。H29年度では、さらに空間解像度を上げた場合の検討を行う。

### (c) 業務施設エネルギー需要のモデル開発

業務施設についても住宅と同様にエネルギー需要の決定要因を挙げ、ストックにおけるその分布を調査する。エネルギー需要決定要因は建築仕様、建築設備仕様、建物・フロアの使われ方を対象とし、ストック全体をカバーするようにデータベースを開発する。ここでは規模・用途によって設備仕様が異なるなど、データベース間の関係性を考慮したものとする。

次に、業務建築におけるエネルギー需要のモデル化の方法を検討する。モデル化においては、エネルギー需要の計算は建物を単位として行うことを計画している。エネルギー需要の計算はアメリカ DOE で開発された EnergyPlus を使用する。H27年度は近畿地方の事務所ビルを対象とするモデルを開発した。また、近畿圏のパーソントリップ調査の結果を分析し、業務施設利用者の時刻的な変化についてデータベースを作成した。H28年度は事務所以外のモデルの確立、業務施設利用者に関するデータベースを反映したモデルの開発、近畿以外の地域へのモデルの拡張を実施した。加えて、対象地域に応じて建物のエネルギー需要決定要因を決定するサンプリング方法を確立した。H29年

度は、環境共創イニシアチブが公開した BEMS データを使用して建物単位での需要推計結果の精度検証を行うほか、H28 年度に開発した日本全国を対象とするエネルギー需要モデルにおけるデータベースをより実態を反映できる詳細なものに拡張し、モデルの推計精度を向上させる。また、給湯需要の推計機能を付加して業務用ヒートポンプ給湯機による電力需要を推計できるようにする。加えて、業務部門に存在する可制御需要を推計できるようにする。

#### (d) 気象科学とエネルギー需要科学の関係性に関する初期的検討

エネルギー需要が決定される過程における気象条件の影響を分析する。これには物理的に計算可能な建物への熱負荷をはじめ、気温の上昇に伴う外出の減少などの行動の変容を含むこととする。H27 年度は集合住宅の分電盤で計測された電力消費量から、部屋の在室、住宅での在宅状況を把握する方法を開発し、在室・在宅状況と外気温の関係を分析した。H28 年度はこの分析を発展させ、在室・在宅状況、エネルギー需要、外気温の関係を定量的に評価した。H29 年度は日射量や湿度を考慮し、その影響を明らかにする。加えて、(b)で述べたように都道府県単位でのエネルギー需要を推計する際の気象データの空間解像度に関する検討を行う。

#### (e) 他の CREST チームへのエネルギー需要推計結果の提供

開発したエネルギー需要モデルを用いて、コミュニティ、都市、都市圏などの様々な空間スケールでエネルギー需要および可制御負荷を推計し、推計結果を CREST 全体の共通資源として提供する。具体的には、配電システムスケールでエネルギー需要を推計して林チームに提供するほか、鈴木チームに対しては、コミュニティや都市を単位としたエネルギー需要推計結果を提供する予定である。H27 年度には林チームのモデルに本グループのデータが入力可能であることを確認した。H28 年度は、林チームにおいて、地図情報に基づいて地域に接続される配電システムの仕様を想定する手法を確立した。これにより、具体的な地域条件を想定した配電シミュレーションが可能となった。H29 年度は地図情報に付与されている建築の情報に基づいて具体的な住宅や業務施設を想定し、エネルギー需要や可制御需要を考慮した配電網シミュレーションができるようにする。鈴木チームでは共同で電気自動車の充放電予測モデルを開発する。大阪大学ではパーソントリップ調査を用いて住宅居住者の属性と移動の関係を表す統計モデルを開発し、名古屋大学はこの結果に基づいて電気自動車の充放電を決定する走行モデルを開発する。大阪大学の家庭部門のエネルギー需要モデルでも住宅居住者の属性を考慮しており、両者を統合することが可能となる。最終的には住宅と電気自動車を人の行動で連成したエネルギー需要モデルの確立を目指す。

## 東大生研グループ

### (1) 研究題目：

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

### (2) 研究の目的および内容

再生可能エネルギーシステムが大量に導入された社会において、大きな役割を果たすのが分散エネルギーマネジメントシステムであり、その核となるものは制御対象である「需要」である。本グループでは需要、特に家庭用需要に着目し、分散エネルギーマネジメントシステムの評価に有用な需要データの収集および精査を行い、その物理的特性や消費者の受容性を考慮した可制御性の検討を行う。阪大グループの需要モデル構築の検証に貢献し、他の研究チームとのデータ共有の可能性について検討する。さらにすでに構築したHEMSモデルの実際のサイトへの適用を試み、ロジックの簡素化、実運用への道筋を明らかにする。

### (3) 本年度の研究実施項目・概要

#### (a) 需要データの精査、共有方法の検討

本グループは、現在約 1300 件の HEMS あるいは住宅における計測データを保有しているが、通信不具合や、世帯都合によるデータ欠損、協力辞退 など有効サンプルの脱落が少なからず存在する。またデータ精査を進める過程で、不足する情報や、サンプル数が不十分な属性なども明らかになってきている。H28年度は、エネルギーマネジメント分析の対象として信頼性および頑強性の高い HEMS データの補強を行い、協力世帯の秘匿情報を公開することなく、他の研究チームと共有できるような基盤を構築した。H29年度は引き続き HEMS データの補強を行うとともに、統計的分析に不十分であった属性サンプルの確保に努める。

これらの情報を世帯属性およびエネルギーデータの分析を行い、需要構造を分析し、需要の特徴を切り出すことのできる指標を定義する。分析の内容としては下記が考えられる。

- ・ 季節別の代表的な消費パターン、平均波形に対する個別世帯の分散、平均波形に対する複数世帯の分散、対象世帯数と需要のならし効果の相関
- ・ 機器別データ消費パターンの比較
- ・ 世帯・住宅属性（建て方、面積、世帯人数、保有機器等）とエネルギー消費量の相関分析、影響の大きい因子の抽出
- ・ 季節別時間別変動特性

#### (b) HEMS によるデマンドレスポンス (DR) ポテンシャルの抽出

需要の精査により、要求される利用可能時間、応答速度などに対応する、HEMS による DR ポテンシャルを推計することが可能となる。また、DR ポテンシャルの利用制約の一つとして、それを受け入れる消費者の行動がある。消費者がどのように行動するかによって、利用可能 DR ポテンシャルも異なってくる。よって消費者が実際にどの程度制御を受容するか、どの程度行動を変容するか、そのためのコミュニケーションには、どのような方法があるかなどの点を捕捉することが重要である。H28年度は、DR ポテンシャルの抽出を目的とし、今までに確保している約 1300 の HEMS 設置世帯の需要を精査することによって、家庭用電力消費量を単純な消費の多寡ではなく、世帯属

性や住宅環境に起因する固定的な要因と、消費者の行動によって規定される可変的な要因とに分解することを試みた。そして可変的な部分を大きくしている原因や、DR 資源としての利用可能性などの検討を行った。

また、今までは DR 実証実験を行うフィールドがなく、DR ポテンシャルにおける消費者行動の影響は、質問紙調査などによる仮想的な実験からの推計に留まっていた。そこで H28 年度は DR 実証実験のためのフィールド確保に努め、その結果、沖縄県宮古島市において約 5000 世帯規模のフィールド確保に至った。H29 年度は、このフィールドにて DR 実証実験に向けて、参加世帯における DR ポテンシャルの抽出や、参加者への DR の説明や説得や理解のためのコミュニケーション方法の検討、および DR プログラムの消費者受容性などの検討を行う。

#### (c) HEMS モデルの実運用展開

HP 給湯器のデマンドレスポンス運用に関する研究を行う。H28 年度は、給湯器メーカーの協力を得て、実運用データ HP 給湯機の DR モデルを構築し、需要の多様性を考慮し、九州電力管内のデマンドレスポンスによる系統貢献効果について分析を行った。その結果 PV が大量に導入された系統においては、昼間の卸価格が低下し、これに連動したダイナミックプライスが家庭に適用されると、HP 給湯機の昼間運転が発生し、PV の過剰な発電分を相殺する大きな需要創生ポテンシャルが生じる結果が得られた。単純にダイナミックプライスに基づいてすべての世帯の HP 給湯機が運用されると、別のピークを生じさせる可能性もあるため、H29 年度は、アグリゲータによる集約された運用によって、もっと穏やかな反応をさせるロジック等について、検討する予定である。また、全国への DR モデルの適用、需要マージン、貯湯タンク容量、適応しうる世帯類型等、従来の HP 給湯機の導入条件を大きく変えて、多様なシミュレーションを実施し、HP 給湯機の省エネと DR で担う役割を明確にしていく予定である。

## 東工大グループ

### (1) 研究題目：

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) 研究の目的および内容

分散協調型エネルギー管理システムにおいて、需要家をシステムの重要な能動資源ととらえ、需要家行動がシステムに及ぼす影響を解明し、需要家行動のモデルに関する基本設計のための重要な要素を抽出する事を目的とする。一般需要家を対象に、電力消費行動、契約行動、設備投資行動など総合的な需要家行動が誘導ドライバによりどのように変化するかを研究する。ここにおいて誘導ドライバとしては、外的影響要因、需要家属性、経済合理性、社会合理性、経済的・社会的インセンティブ、情報や社会とのインタラクションなどを考慮する。

### (3) 本年度の研究実施項目・概要

需要家行動とは、Demand Response (DR) や HEMS に影響を与える時間軸的に短期の電力使用行動のみならず、契約行動（供給元の選択等）および設備投資行動など時間軸的に長期の行動も含まれる。先行研究により、DR による電力使用行動の誘導は使用時間（Time of Use）のシフトに影響に影響を与えるものの、電力消費の総計に対する影響は少ない事、また、エネルギー消費の効率化（Energy Efficiency）にとっては根本的な生活様式の変化とマクロなレベルでの消費者行動の影響が大きいと報告されている事を踏まえ、本研究では需要家の総合的な行動を研究対象とする。

全期間を通じて、以下が研究項目となる。

H27 年度は、実証地域の選定を行い（長崎県対馬市に決定）、データ取得のためのシステムの開発・実装を行い、データ収集のインフラの整備をした。H28 年度はこのインフラを用いて実際のデータ収集・整備・分析を開始する。H28 年度は、対馬市の 50 世帯実証実験の環境整備を行った。具体的には、九州電力の協力を得て実証実験の応募者に対するスマートメーターの設置、対馬市役所の協力を得て被験者の募集、対馬市 CATV 提供会社（株式会社コミュニティメディア）の協力を得て被験者に対する情報提供システムを構築した。平成 29 年 1 月からアンケート調査と家庭の電力消費情報の見える化を行う。H29 年度は、対馬市の追加の 50 世帯実証実験の環境整備を行う。また、対馬における再生可能エネルギーの発電状況を示すことで需要家の電力使用行動が変化するか、行動と意識の分析を行う。日射量など地球科学データの活用も検討する。

#### (a) 需要家行動モデルの調査・研究・開発

需要家の電力消費行動、契約行動、設備投資行動が誘導ドライバによりどのように変化するかを、需要家を対象にして研究する。まず、既存研究の調査により誘導ドライバを整理する。次に、誘導ドライバが各行動に対してどのように働くのかを分析する。さらに、3 種類の行動間の関係を分析する。ここにおいて誘導ドライバとしては、外的影響要因（気象情報、経済・社会情報、等）、需要家属性、経済合理性（価格、等）、社会合理性（供給者との関係、社会的意義、等）、インセンティブの種類と提供方法（個人インセンティブ、グループ/コミュニティ・インセンティブ、等）、インタラクションの設計（情報・コミュニティとの相互作用の利用、等）などを考慮する。H28 年

度においては、海外の既存研究について、需要家の電力使用に関する行動変容要素・行動変容のための介入・介入による効果を調査した。H29 年度においては、契約行動、設備投資行動との関係性に関する既存研究調査を進める。

(b) 需要家情報の内容・粒度・構造に関する調査・研究・開発

需要家行動モデルに基づく分散協調型エネルギーマネジメントシステムを社会実装する場合に不可欠となる、需要家情報の内容・粒度・構造に関しても調査・研究・開発を検討する。

(c) 実験協力地域との連携

実験協力地域と連携を強化し、EMS と連携した次世代の社会サービスイノベーションの可能性を検討する。

以上の全体計画を踏まえ、H27 年度・H28 年度の実績および H29 年度の計画は次の通りである。

	昨年度までの実績	本年度計画
(a) 需要家行動モデルに関する基本設計	対馬市における50世帯の実証実験のシステム等の構築	追加50世帯のシステム構築と島の再生可能エネルギーの発電状況を提示した介入実験の開始。日射量など地球科学データの活用の検討。
(b) 需要家情報の内容・粒度・構造に関する調査・研究・開発	需要家の電力使用に関する行動変容要素・行動変容のための介入・介入による効果を調査	契約行動、設備投資行動との関係性に関する既存研究調査
(c) 実験協力地域の連携	対馬市における50世帯の実証実験のシステム等の構築にあわせた島の課題の情報収集（対馬市役所）	実験協力地域と連携を強化し、EMS と連携した次世代の社会サービスイノベーションの可能性を検討する。
(その他) 日本および海外における需要家情報の内容・粒度・構造の調査	関連学会（BECC JAPAN）出席・発表による情報収集	関連学会（BECC JAPAN, BECC International）出席・発表による情報収集

※ グループが複数ある場合には、研究代表者のグループと同様の項目に従って記載してください。