

# JST 戦略的創造研究推進事業 国際強化支援策 共同研究実施報告書

平成 28 年 4 月 19 日

所属機関名 東京大学生産技術研究所  
職 名 特任教授  
申請者氏名 岩船 由美子

JST 戦略的創造研究推進事業 国際強化支援策 (No.〇〇〇〇) の支援により実施した共同研究について下記の通り報告します。

## 1. 実施概要

JST との関係	事業種別	<input type="checkbox"/> さきがけ <input checked="" type="checkbox"/> CREST
	研究領域名	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 (藤田 CREST/EMS)
	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
提案名	【和文】	(1) 米国 Cyber DC Concept と HEMS の融合可能性に関する情報交換 (2) ノルウェーデマンドレスポンスプロジェクトと需要サイエンスチームの共同研究に関する情報交換
	【英文】	(1) Information exchange on integration of HEMS and Cyber DC Concept house in Clemson University (2) Information exchange on demand response program in Norway and Japan
実施期間	2015 年 9 月～2016 年 3 月	
提案の目的 <sup>※1</sup>	<b>【岩船】</b> (1) Clemson 大学の G. K. Venayagamoorthy 教授の研究室と、系統連系型家庭用エネルギーマネジメントシステムに関する研究内容の詳細について情報交換し、モデルやデータの共有の可能性を模索する。 (2) SINTEF Energy Research における Smart tariff プロジェクトや Demand response プロジェクトを実施し、需要家の受容性や応答性 (価格シグナルに対する行動変容など) 等に関する研究に関して情報交換を行い、モデルやデータの共有の可能性を模索する。	
実施内容・成果の概要 <sup>※1</sup>	(1) Clemson 大学 Prof. G. Kumar Venayagamoorthy 訪問 ・ 研究に関する情報交換 ・ Consumer preference を取り入れた DR 最適化モデルの構築、HEMS モデルにおける Adaptive critic design, Heuristic DP 手法の採用、DC ハウス建設 (Cyber DC House) 等に関して共同研究提案を作成、NSF に提出 (2) Aalto 大学、SINTEF Energy Research 訪問 ・ 北欧における電力システムの状況と課題、デマンドレスポンスの必要性和先端の実証試験に関する意見交換 ・ ノルウェーにおける DR の受容性について意見交換	

※1 本企画の目的、実施内容・成果の概要は箇条書きで簡潔にまとめてください。

## 2. 実施報告

### (1) Clemson 大学 Prof. G. Kumar Venayagamoorthy 訪問 (2015 年 9 月 7 日-9 月 8 日)

#### ① Clemson 大学の研究内容

- ・ Real Time Power and Intelligent Systems Laboratory & RISE の説明を受けた。
- ・ 日射、風向、風速を計測 データがデジタルシミュレーターに情報を渡し、PV 発電量を計算。周波数変動を狭いネットワーク内で抑制するための最適化が多い。
- ・ 風力の Oscillation (振動) 吸収、タイラインの潮流安定化、PMU の活用などが主の研究目的
- ・ Smart Park : 空港等に長時間駐車された EV 電池の運用最適化。周波数調整から、ダイナミックプライシングを受けた COST 最小化が目的関数。(比較的近い分野)
- ・ Prof. Venayagamoorthy の意向としては、Adaptive Critic Design に基づいた Heuristic Dynamic Programming を DR に使いたいということ。周波数領域からより長い範囲の最適化までマルチタイムスケール、マルチオブジェクトで行いたいということ。
- ・ NSF への提案として DC ハウス建設 (Cyber DC House) を検討中。省エネ、セキュリティ向上が目的、費用概算 40 万ドル
- ・ モデル化はベースが Matlab で C などを使う。最適化ソフトを使わない。計算時間短縮のため。

#### ② 共同研究提案の模索

- ・ Consumer preference を取り入れた DR 最適化モデルの構築。日米で環境、コスト、QOL に関する選好を調査するためにインターネットアンケートを実施し、セグメント別の DR ポテンシャルを制約として最適化。目的関数は選好を重みづけした効用関数で与えるようなモデルの作成についてさらに検討を行う。
- ・ 東大・農工大 HEMS モデルにおける Adaptive critic design, Heuristic DP 手法の採用、従来手法との比較について検討を行う。
- ・ Clemson 大学側が DCHouse に関連した共同研究について、東大との共同研究を含めて、NSF へ提案書作成

#### ③ JST, CREST 研究課題への効果

- ・ Adaptive Critic Design という、新しい概念を含むモデル化の可能性が広がり、共同研究提案に結び付けたいと考えている。そのほかに、研究の水準もさることながら、いかに自分たちの研究をアピールしていくか、そのために Lab の「見せる」要素に関して、学生も含め教育が行き届いている姿勢に感銘を受けた。DC ハウスと東京大学が保有する「COMMA ハウス」をフィールドにした共同の研究内容も考えていきたい。

**(2) Aalto 大学 (2016 年 3 月 29 日) 訪問****① Zakeri Behnam (Project researcher, Department of Mechanical Engineering) 訪問**

Zakeri 氏は、Nordic Power Market の状況に精通しており、北欧の電力市場、電力システムに関して情報交換、日本とは異なるシステムの詳細に関する知見を得た。Nordic Power Market では、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン、デンマークを含む北欧諸国で国際電力取引所が運営されており、各国間で送電線が配され電力のやり取りが行われている。同じ北欧の隣接する国々でも、電源構成や気候、産業、文化などが大きく異なり、各国間の連携による問題は複雑である。単一国・単一民族での我が国におけるエネルギーモデルを考える上で、非常に参考となった。

**② Prof. Valeriy Vyatkin (Electric Engineering, Department of Electrical Engineering and Automation) 訪問**

情報技術を活用した DR、とくに熱利用システムを用いた DR に関する研究の動向に関する知見を得た。同じ北欧であっても、ノルウェーとフィンランドでは特徴が異なり、ノルウェーでは豊富な水力発電により国内エネルギー消費の 9 割以上が賄われているのに対して、フィンランドでは都市部において地域熱供給（熱併給発電）の割合が高かった。北欧では気温が低いために暖房用途のエネルギー消費が大きい、都市部住宅における地域熱供給の利用は無料もしくは定額制となっていた。家庭用の熱併給発電の市場は我が国にないため、熱供給に関する最適運用モデルの検討や、寒冷地モデルの検討には非常によいフィールドである。今後、意見交換を続け発展させていければと考える。

**(3) SINTEF Energy Research (2016 年 3 月 30 日) 訪問 (出席者 Boye Høverstad、Hanne Sæle (SINTEF Energi AS)、Prof. Magnus Korpås (NTNU))****① ノルウェーにおける DR の受容性について意見交換**

SINTEF Energy Research ではマニュアル DR・オート DR ともに実証実験を行っており、需要家へ価格シグナルの伝え方やその反応についての検討を行っている。調査協力者へは、ピーク時間を認知してもらうために“EL-button”というステッカーのようなものを配布し、食洗機や洗濯機など目につくところに添付することを依頼していた。実際に家庭の負荷制御実験のためのフィールドを保有し実験を行っており、制御時間帯の直後に大きなリバウンド現象が生じたなど、実証実験ならではの需要家反応について知見を得ることができた。デマンドレスポンスの受容性については、岩船 G でも以前より検討してきているが、調査票ベースのみで実証実験はできていない。消費者行動、特にエネルギー消費行動では調査票で計測可能な態度と実際の行動との間の乖離が大きいため、実証実験にて得られた知見は極めて重要である。

**② 共同研究提案の模索**

印象では、SINTEF は多数のプロジェクトを抱えているが、研究所というよりは、多数の研究機関を取りまとめプロジェクトを管理する機関という要素が強いように感じた。大学として個別の研究テーマで共同研究をするのであれば、むしろ連携の強い NTNU のほうが向いているのではないかという印象があった。共有可能なモデル、データのリスト化を行い、今後の具体的な提案につなげていきたいと思っている。

**③ JST, CREST 研究課題への効果**

デマンドレスポンスは、日本の消費者にとっては未知のもので、全く知らないものに対する消費者の反応を探索することは困難を極める。そこで既にデマンドレスポンスの仕組みをもち、実証実験を行っている SINTEF にて何か有効な手がかりを見つけないかと期待していた。残念ながら消費者を取り巻くエネルギー利用の背景や生活環境が、日本とノルウェーではあまりにも違いすぎ、今回の訪問では、参考となるような手掛かりを見つけないに至らなかったが、デマンドレスポンスに対する需要家の反応・応答に対する問題意識（例えば需要家インセンティブの欠落）などは類似している様子を把握することができた。

将来の我が国において、自然エネルギーで家庭需要がほぼ賄える状況になった場合、デマンドレスポンスへの反応のみならず、消費者の省エネ意識が消失してしまう可能性などを検討するには、絶好のフィールドであると考えられ、こちら側の提供できるデータやモデルを整理し、情報を提供し、共同研究の提案に結び付く可能性を検討していく予定である。

### 3. 感想及び JST への要望事項など

- ・エネルギーシステムモデル評価は、それぞれのモデルの共有、利用可能なデータの粒度の違い、等から、なかなか共同研究が実施しにくい分野である。しかし消費者の受容性に関する検討を行う上では、他国の情報を生で得られる機会は貴重であり、結果情報交換にとどまったとしても、その後の研究を飛躍させる手がかかりになるのではないかと考えられる。
- ・先方とやり取りして感じてしたのは、まずは費用ありきである。SINTEFF から NSF への東大との共同研究に関する提案が却下された時点で、訪問すら難しくなった。JST の予算が先方の研究費用にも使えるようになれば、話は違ってくるものと考えられる。