

活動状況と今後の計画

2021年3月

東京大学 生産技術研究所
エネルギーシステムインテグレーション(ESI)社会連携研究部門

関連研究者



> 鹿園 直毅 教授

SHIKAZONO Naoki

熱エネルギー工学
エネルギー工学連携研究センター, 機械・生体系部門,
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部
門
工学系研究科 機械工学専攻



> 大岡 龍三 教授

OOKA Ryozo

都市エネルギー工学
人間・社会系部門, エネルギーシステムインテグレ
ーション社会連携研究部門
工学系研究科 建築学専攻



> 荻本 和彦 特任教授

OGIMOTO Kazuhiko

エネルギー需給システム
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部
門, 人間・社会系部門
工学系研究科 電気系工学専攻



> 岩船 由美子 特任教授

IWAFUNE Yumiko

持続型エネルギーシステム
エネルギー工学連携研究センター, 人間・社会系部門,
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部
門
工学系研究科 電気系工学専攻

ESI 第I期 (2018.1~2021.3)

ESI: Energy System Integration 社会連携研究部門

<http://www.esisyab.iis.u-tokyo.ac.jp/index.html>,

目的

中長期の電力/エネルギーシステムの構造的な変化に対し、新しい技術、制度の可能性に基づき、経済性、安定供給、環境性、サービス価値の分析・評価の考え方の確立、これらを実施する評価ツールの開発、それらを用いた電力/エネルギーシステムの分析・評価、新しい技術や制度の仕様やあり方を検討・発信し、これらの活動を通して人材を育成する。

参加企業

- 東京電力ホールディングス株式会社
- 電源開発株式会社
- 関西電力株式会社
- 東京ガス株式会社
- 大阪ガス株式会社
- 日本電気株式会社
- 株式会社日立パワーソリューションズ
- 日立三菱水力株式会社

- 積水化学工業株式会社
- 株式会社豊田中央研究所
- 株式会社Loop
- 株式会社LIXIL
- 日産自動車株式会社
- 鹿島建設株式会社

+

- 二チコンー東大生研 産学連携研究協力協定より
- 二チコン株式会社

対象分野

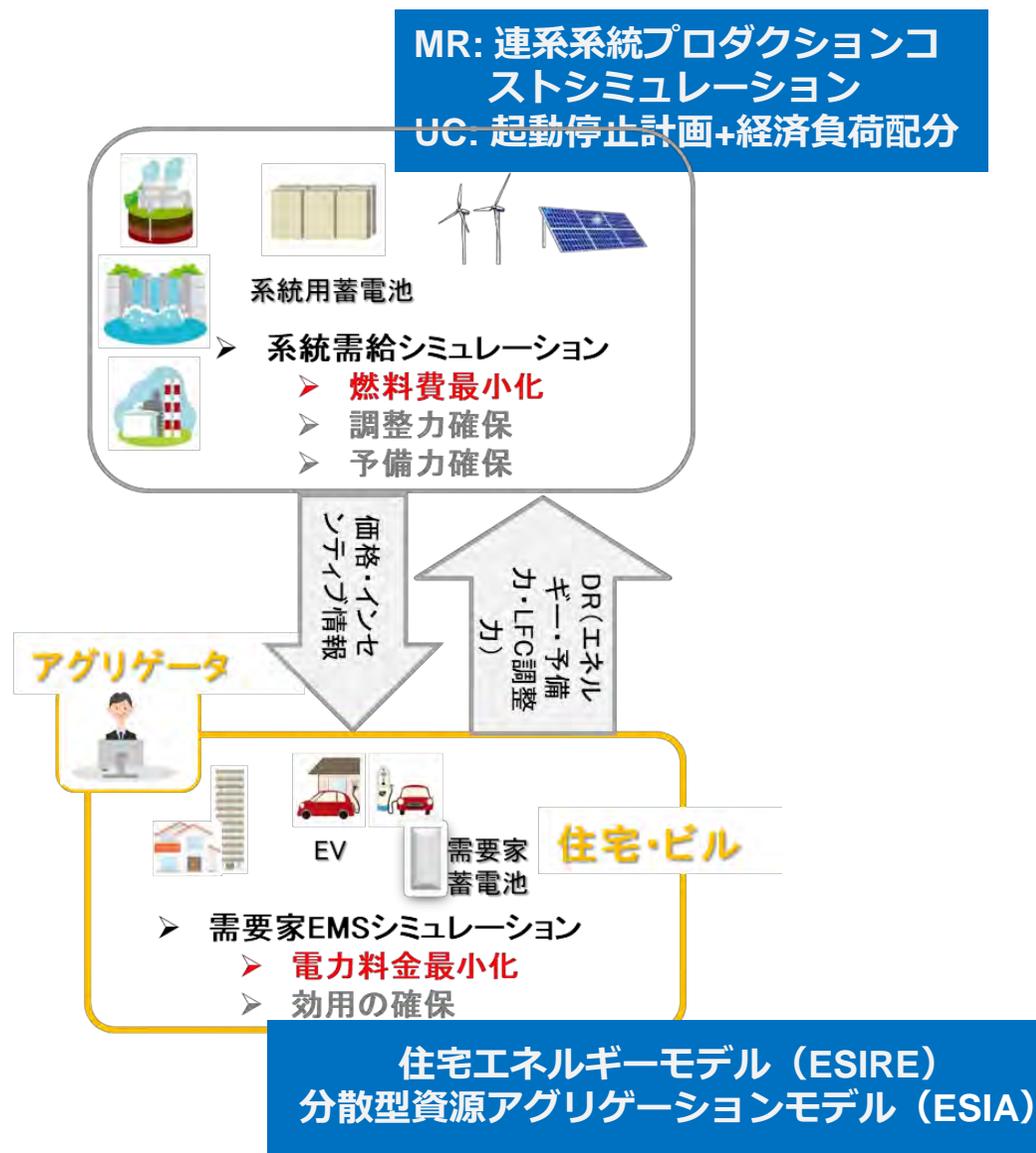
本社会連携講座では、3E+Sを目指したエネルギーシステムインテグレーションとして、1) 設備形成と運用の最適化、2) 技術ニュートラルにもとづき、以下の分野に関する総合的、システムの取り組みを行う

- 供給側技術としては、火力、揚水、一般水力、原子力の集中電源、太陽光発電、風力発電、熱供給発電などの分散電源双方の価値の最大化とそのためにより必要となる運用特性、制御性能の開発と適用研究
- 需要側技術としては、住宅、業務用建物、産業、運輸などの需要の、本来の目的を損なわない省エネルギーとそれらの能動化、分散・集中型エネルギー貯蔵技術、分散型エネルギーマネジメントによる電力/エネルギーシステムの需給調整への最大活用のための技術の開発と適用研究
- 供給側、需要側双方の分散型の資源の価値の最大活用に向けては、送配電網およびシステムの構築・運用、それに必要なICT分野など情報通信に係る技術の開発と適用研究
- 大規模エネルギー貯蔵を見通した、熱供給や運輸需要を統合したエネルギー輸送、貯蔵体系の確立に関する研究
- これまでにない多数の供給、需要、調整の各資源を経済的、安定的、そして環境負荷少なく運用するための運用の計画、実施技術の開発と適用研究

I期（2018.1－2021.3）の実績

- ツール説明会 12回・運営会議8回
- シンポジウム(10回)
- プロジェクト：[NEDO 風力予測、需給](#) (FY2015-19)
[NEDO PV出力制御](#) (FY2017-19)
[NEDO 慣性](#) (FY2019-21)
[NEDOコネクト&マネージ](#) (FY2020-23)
- ツール計算機環境の提供と共同検討
各社から遠隔で提供ツールの解析が可能。コロナ禍の下でも継続実施。
- 参加機関を含めたデータの共同活用（例：住宅需要データ、自動車走行データ）
- エネルギー戦略：中間とりまとめ
- 論文発表(2020.3時点)
大学主著：査読付41、審査付き国際会議論文・国内講演論文 多数
参加企業主著：査読付 2、口頭発表 4

- ESIでは、**エリア大と需要側の解析ツールとデータを共通に利用し、連携機関と大学がそれぞれの役割に基づき解析・評価を行う。**
- 需給解析ツールとデータは、ツール計算機で運用され、連携機関および大学のユーザーは、大学内および大学外からこれらを使用する。
- エリア大の解析ツールと需要側の解析ツールは、エリア大でのマージナルコストに基づく**卸電力市場価格の想定値や、需要側の需要調整の結果を介して相互に連携した解析を行う**事が出来る。

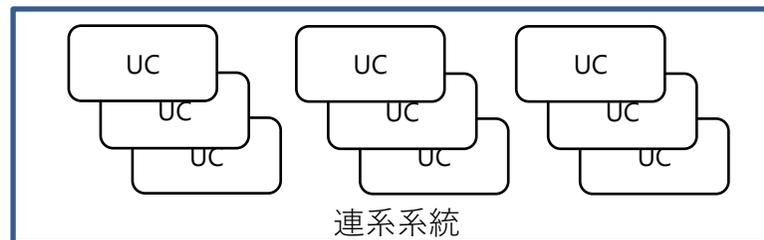


ESIの提供ツール: エリアモデル

- 需給構造、PV・風力の出力の不確実性・変動性と、調整可能な需要（能動化需要）の条件のもとで、卸電力市場、システム運用を最適化により模擬する。
- MRは、予測を陽に扱わず、全国10エリア、一年の経済性を中心にした解析
- UCは単独エリアあるいは小規模連系エリアについて予測はずれ、リアルタイムに向けた改善の模擬により、実運用に即した解析を行う。

MRモデル

- 提供・サポート：J-POWERビジネスサービス
- nエリア連系
 - DR (EV充電, ヒートポンプ給湯)
 - 一般調整力

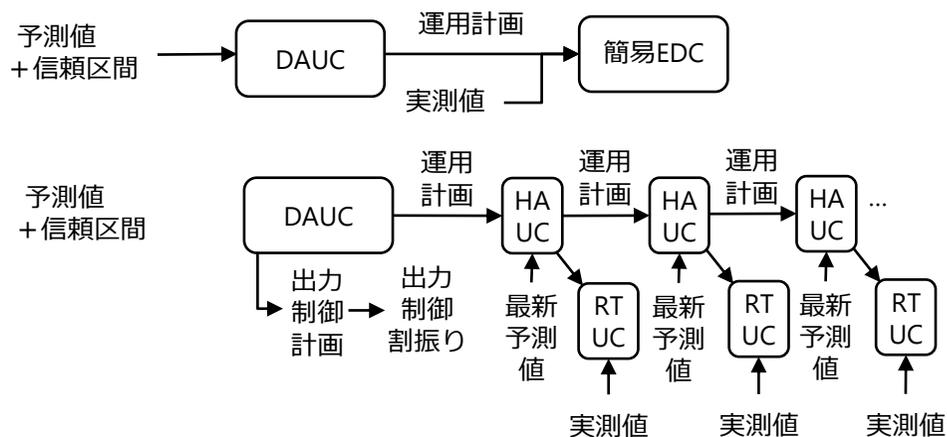


UCモデル

提供・サポート：構造計画研究所

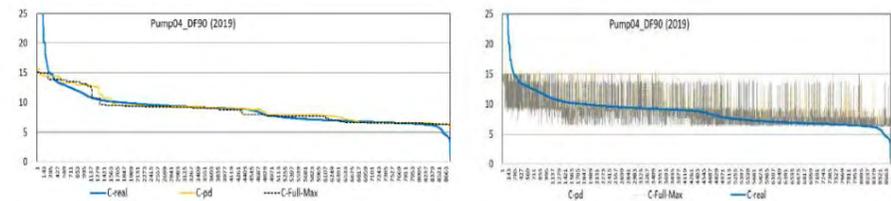
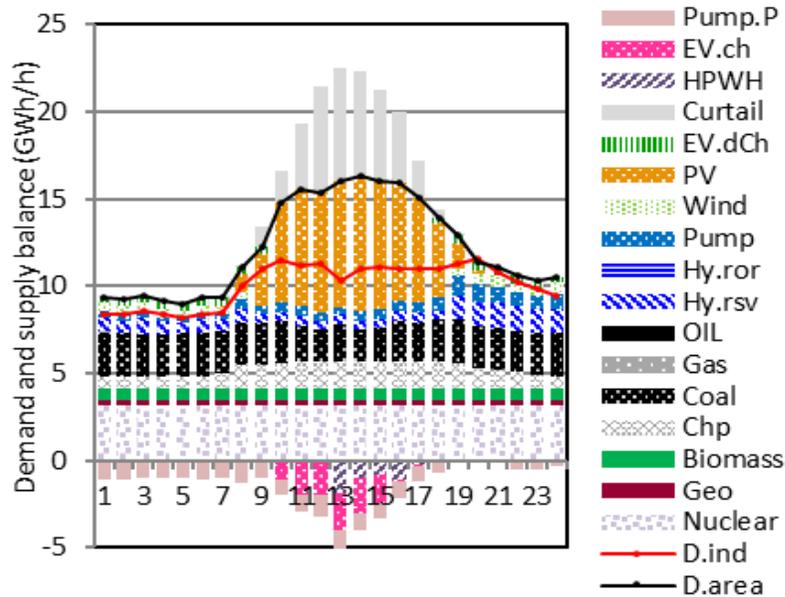
- 提供中: DAUC+簡易EDC
 - DR (EV)
- 詳細モデル: DAUC+HAUC+RTUC
 - 予測逐次更新

注) DAUC: 前日起動停止計画
HAUC: 1時間前起動停止計画
RTUC: リアルタイム起動停止計画

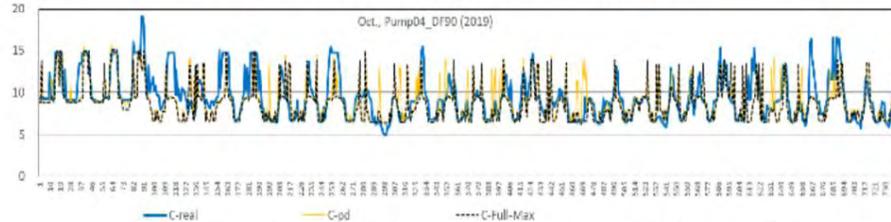


ESIの提供ツール: エリアモデルによる「電力需給解析」

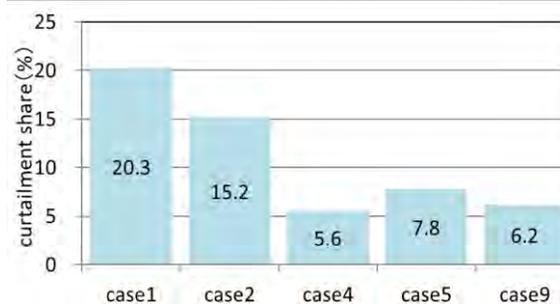
- 時間、天気、季節で変動する再生可能エネルギーの大量導入の下での電力システムにおける各種分析・評価には、基本的に年間8760時間の評価が必需。
- PV・風力の出力と需要の毎時の変動に対し、火力などの発電機の出力、揚水・バッテリーの充放電、需要のシフトなどによる電力システムの毎日の需給を模擬し、経済性、環境性を評価する。



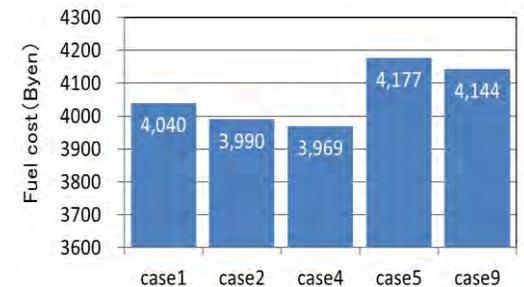
東京エリアの年間持続曲線、実績価格からの誤差



東京エリアの10月の実績 (青) とMC (橙)、Full-max (黒点線) の比較



例: 2030年のPVと風力の発電抑制量 (PV103)

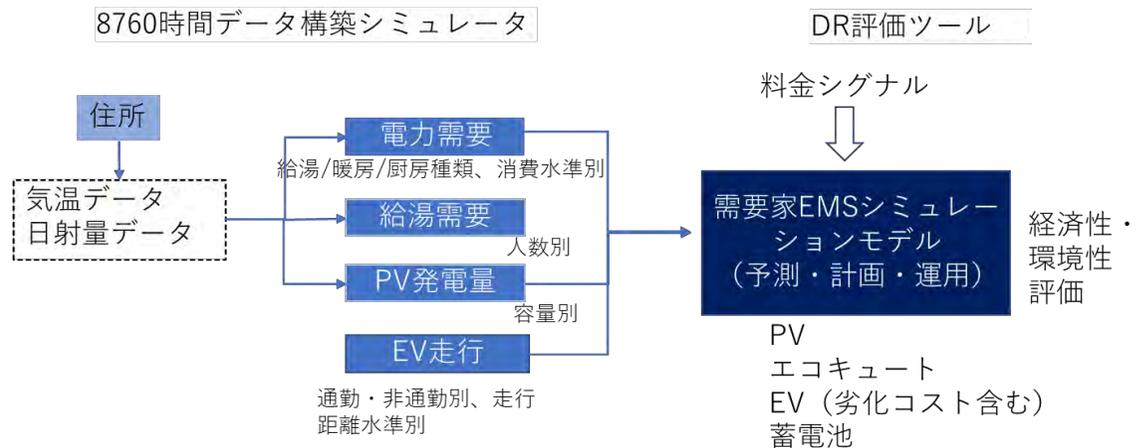


例: 2030年の全国の燃料費

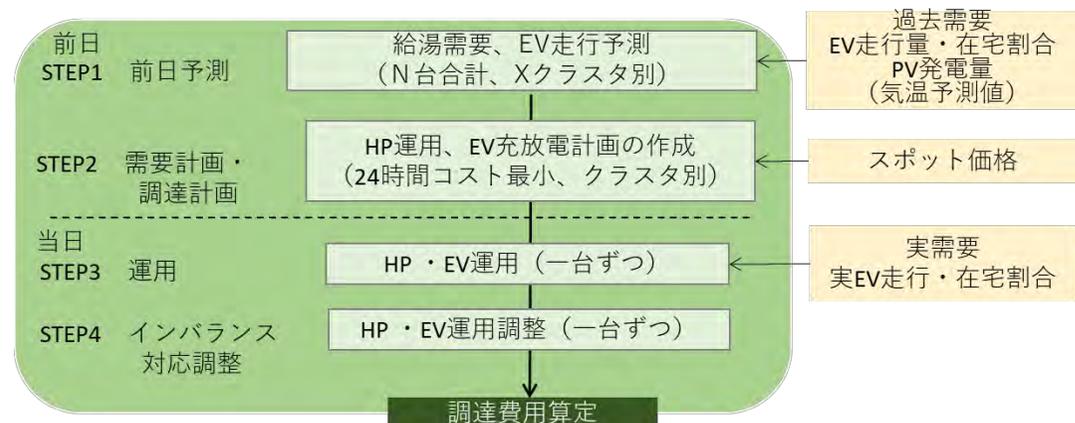
ESIの提供ツール：需要側モデル

- 小売料金、卸市場価格を仮定して、家一軒、アグリゲータの最適運用を解析する。
- 建物需要、屋根置きPV、EV走行パターンの模擬データ構築も可能。
- エリアモデルのマージナル費用と連動して市場連動型料金あるいはアグリゲータの市場での取引を模擬することで、将来の需給条件における分析が可能。
- 業務用電力需要モデルも利用可能

住宅エネルギーモデル ESIRE (ESI Residential Energy Model) 提供・サポート岩船研究室



需要側アグリゲーションモデル ESIA (ESI Aggregation Model) 提供・サポート岩船研究室



ESIの提供ツール：需要側モデル

- 小売料金、卸市場価格を仮定して、家一軒、アグリゲータの最適運用を解析する。
- 建物需要、屋根置きPV、EV走行パターンの模擬データ構築も可能。
- エリアモデルのマージナル費用と連動して市場連動型料金あるいはアグリゲータの市場での取引を模擬することで、将来の需給条件における分析が可能。
- 業務用電力重要モデルも利用可能

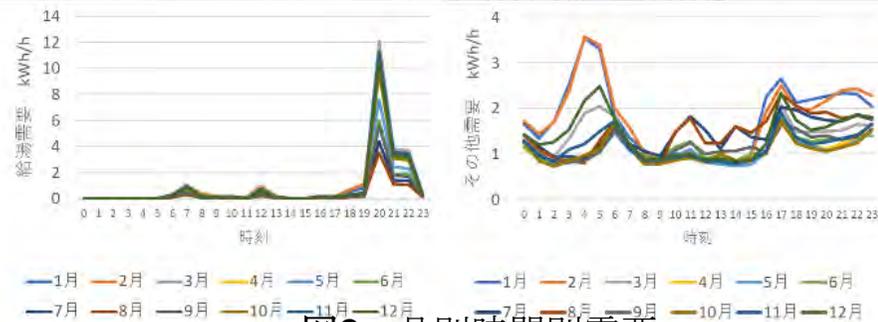


図2 月別時間別需要
(左:給湯需要 右:その他需要)

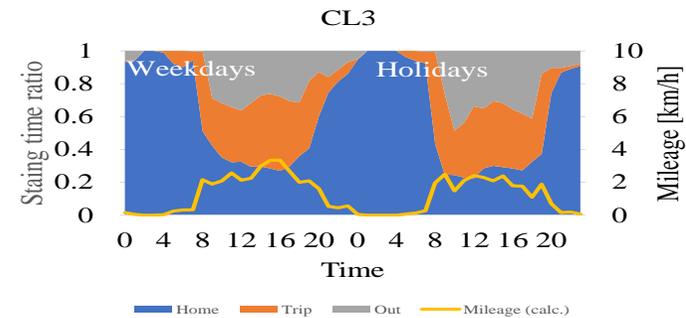


図3 休日/平日別時間別走行需要

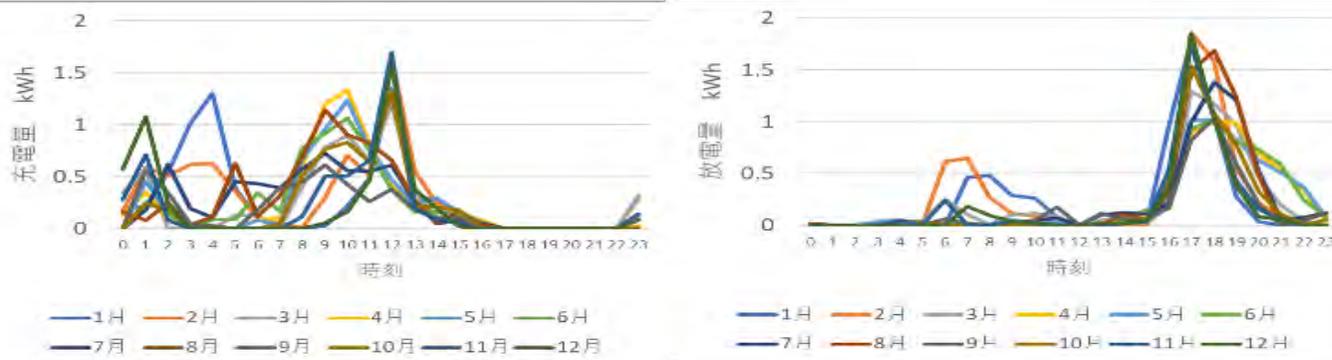


図7 JEPX連動ケース蓄電池充放電量 (左：充電 右：放電)

岩船由美子, 森 裕子, 河口俊朗, 岸本 卓也, 金子 雄：ESIREモデルを活用した市場連動価格適用時の住宅DRの経済性評価, エネルギー・資源学会 第37回エネ・経済・環境コンファレンス 講演論文集 20-2 (2021.1)

ESI社会連係研究部門 活動実績 (2018.4~2021.3)

分野	項目	2018	2019	2020
大学主体の検討と研究	技術開発戦略、エネルギー戦略	2030, 電化, 2050, 新二次エネルギー	2030, 市場, 電化, 2050, 新二次エネ	▲ ▲ 7/31討議 9/3HP公開
	技術の価値評価	2030モデル、EV/HPベース設定	諸技術の価値、収支評価	諸技術の価値、収支評価
	モデル開発	EV/HPWHマクロ、住宅	一般調整力、住宅、慣性	一調、業務、UC、アグリ
	各社からの現況、既存データ提供	各社と実施	各社と実施、グループで議論し、実施	各社と実施、グループ、あるいは全体で議論し、実施
	各社からの技術の見通しの情報提供 各社ニーズ等によるモデル開発の議論			
ツール活用	ツール説明会・討論会	▲ 3/9 ▲ 4/17 ▲ 7/4 ▲ 9/21 ▲ 2/26	先行ケーススタディーの提供	価値評価 戦略に関する議論
	MR(プロダクションコストモデル)	実装、縮小M 全国M	▲ 5/6 ▲ 8/7 ▲ 11/28 ▲ 1/23	▲ 5/20 ▲ 7/31 ▲ 10/15 ▲ 2/9 ケース検討 機能向上
	UC&シミュレーション	▲ 実装 ▲ 説明	▲ UC ▲ 予測, ED	2030データV2 ケース検討 機能向上
	需要側 (EV, 住宅、業務)	開発 入力データ整備	▲ 説明 ▲ ESIRE	ケース検討 機能向上
	アグリーゲーション	開発・入力データ整備		▲ ケース検討 ESIA
各社主体の検討と研究	モデルの理解と内容の学習	各社で実施		
	モデルと整備データを用いた分析・評価		▲ 3/末 活動紹介 ▲ 9/27 ミニ発表会	▲ 7/20 報告会 ▲ 12/22 発表会 ▲ 3/16 報告会
	モデル仕様検討		各社で実施⇒必要に応じて共同実施	
対外発信	論文発表	大学、各社と共著による発表など		
	シンポジウム	▲ 5/9 発足記念 ▲ 6/21 翻訳記念@GRE2018 ▲ 7/9 再エネ発電制御	▲ 7/18 市場 ▲ 8/21 2050 ▲ 11/21 需要	▲ 8/4 EV ▲ 9/3 熱 ▲ 2050 12/10 ▲ 2050 2/4
	提言			
	各種の外部委員会での活動	継続		
	その他	学内外の諸活動との連携		阪大など

ESI社会連携研究部門 2020年度検討項目

分野	検討項目	備考
技術開発・エネルギー戦略 ➤ 2030年レンジ ➤ 2050年レンジ	I. ESIのエネルギー戦略 II. 再生エネ大量導入時のスポット市場価格分析（エネ資2021.1） III. ESIREIII: バッテリーの劣化を含めたEVのDRの効果 IV. 2050年電力需給におけるHP給湯機及びEVのインパクト評価 V. 2050年電力需給における低炭素化の可能性（エネ資2021.1） VI. 同期機の運用容量による系統慣性の特性分析（エネ資2021.1）	
技術の価値評価	VII. 家庭CO2統計を用いた住設機器・自家用車の電化ポテンシャルおよびCO2排出削減効果の推計 VIII. 電力システム運用の進化と予測を活用したUCモデル IX. ESIREモデルを活用した市場連動価格適用時の住宅DRの経済性評価	
モデル開発	V. （再掲）同期機の運用容量による系統慣性の特性分析 X. 電力需給モデルの限界費用によるスポット市場価格分析 XI. ESIA: 電力アグリゲーターによる需要家機器の運用手法	
制度検討	XII. Renewable Energy as a Major Energy Source in Japan: Operational Practices and Further Challenge XIII. 提言	

ESI社会連携研究部門 2019年度検討項目

分野	検討項目	備考
技術開発・エネルギー戦略 ➤ 2030年レンジ ➤ 2050年レンジ	I. VRE大量導入による電力システム運用への影響と対策 II. マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いた電気自動車の走行シミュレータ構築と住宅におけるデマンドレスポンス効果の評価 II. 2050年長期エネルギー需給見通しにおける民生部門シナリオレビュー IV. 民生用需要データの利用可能性に関する調査 V. エネルギーシステムインテグレーション- EVと電力システムの将来 VI. 同期機の運用容量減少の影響と対策	
技術の価値評価	VII. 一般調整力モデルを用いた需給調整の試算：調整力の設定 VIII. Hour-Ahead UCを用いた太陽光発電出力予測の予備的検証	
モデル開発	IX. 電力需給解析における一般調整力モデルの開発 VII. (再掲) Hour-Ahead UCを用いた太陽光発電出力予測の予備的検証 II. (再掲) マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いた電気自動車の走行シミュレータ構築と住宅におけるデマンドレスポンス効果の評価 X. 住宅エネルギーデータシミュレータの構築 XI. 電池劣化を考慮した電気自動車デマンドレスポンスモデル	
制度検討	XII. 再生可能エネルギーと電力システム XIII. グリッドコードの意義と取り組み	

分野	検討項目	備考
<p>技術開発・エネルギー戦略</p> <p>➤ 2030年レンジ</p> <p>➤ 2050年レンジ</p>	<p>I. 2030年の電力需給における電気自動車の評価</p> <p>II. 電力システム・再エネインテグレーションの将来</p> <p>III. 需要部門の貢献による低炭素化の可能性</p> <p>IV. 各国における電気自動車の導入見通し及び系統貢献等評価方法</p> <p>V. 2050年に向けた日本のエネルギー需給検討：電力需給モデルによる分析（III）</p> <p>VI. 将来の再生可能エネルギー100%の可能性と課題</p> <p>VII. RE100%領域の新たな二次エネルギーの必要性について</p> <p>VIII. 2050年の電気自動車走行需要に関する検討</p>	
<p>技術の価値評価</p>	<p>IX. 需給運用シミュレーションによる風力発電出力ランプアラートの有効性に関する分析</p> <p>X. 日本における揚水発電所のSystem Value (II)</p> <p>XI. 柔軟性の導入効果評価</p>	
<p>モデル開発</p>	<p>XII. 2030年の電力需給解析モデルの構築</p> <p>XIII. 2030年電力需給におけるヒートポンプ給湯機及び電気自動車のインパクト評価</p> <p>XIV. 当日起動停止計画における短時間太陽光発電出力予測の効果</p> <p>XV. 超長期の電力需給解析に関する動向と新たなモデル開発の必要性</p>	

ESI 第 II 期の方針

設置期間：2021.4-2024.3（2021.3までの当初設置期間の更新）

関連研究者：鹿園、大岡、岩船、荻本、新任(予定)

スケジュール：8/末：設置申し込み(一次)、12/末目途(二次)、3/末（三次）

10/21：学内手続き開始

実施方針

- ・ ツールの利用を含めた俯瞰的な視点（integration）での技術研究開発
- ・ モデル解析の深化：ツール整備、集中電源・分散資源活用、アグリゲーション
- ・ I期に策定した「エネルギー戦略」に基づく各戦略領域の重点実施
- ・ 他機関との連携
- ・ 実証実験による社会実装への取り組み：(例)EV充電制御とアグリゲーションPlatform
- ・ 発信：シンポなどの拡充、政策・制度の提言

・ 経費総額：I期と同レベル

・ 国プロの継続実施：[NEDO 慣性](#) (FY2019-2021)

[NEDO コネクト&マネージ](#) (FY2020-2023)

新規プロジェクト

・ 目指す出口：国プロ、自治体、個別事業

第 II 期の実施内容

- ・ 戦略領域：1.地域・都市・建物の高効率化・機能維持、2.分散型資源活用、3.電源の高付加価値化、4.システム構築・運用高度化、5.次世代蓄エネ・蓄熱・蓄材利用、6.合成燃料、7.変化への対応
- ・ ツール：機能向上（例：送電網管理・LMP、アグリゲーション）
標準データ（例：将来需給シナリオ、需要データ）
ベース解析（例：市場価格想定、2030,2050など断面のベース解析）
- ・ 連携機関：従来参加者には、より広く深い取り組み
新規参加者には、ツール使用からのキャッチアップ
- ・ 活動手段：オンライン環境を活用した会議・ワークショップ・シンポの拡充
遠隔利用可能なツール計算機環境の拡充
- ・ 短中期的視点：実フィールドに近い取り組み
 - マイクログリッドの90%再エネ：電気に限らない範囲
 - 卸市場価格連動型小売り料金、アグリゲーションプラットフォーム他
 - コロナ中・後：高効率・機能維持住宅・建物
ライフスタイル/社会構造の変化への対応
- ・ 長期的視点：低炭素排出社会の具体的道筋の探索と提言

参 考

ESIエネルギー戦略の戦略領域

<http://www.esisyab.iis.u-tokyo.ac.jp/html/activity-status.html>

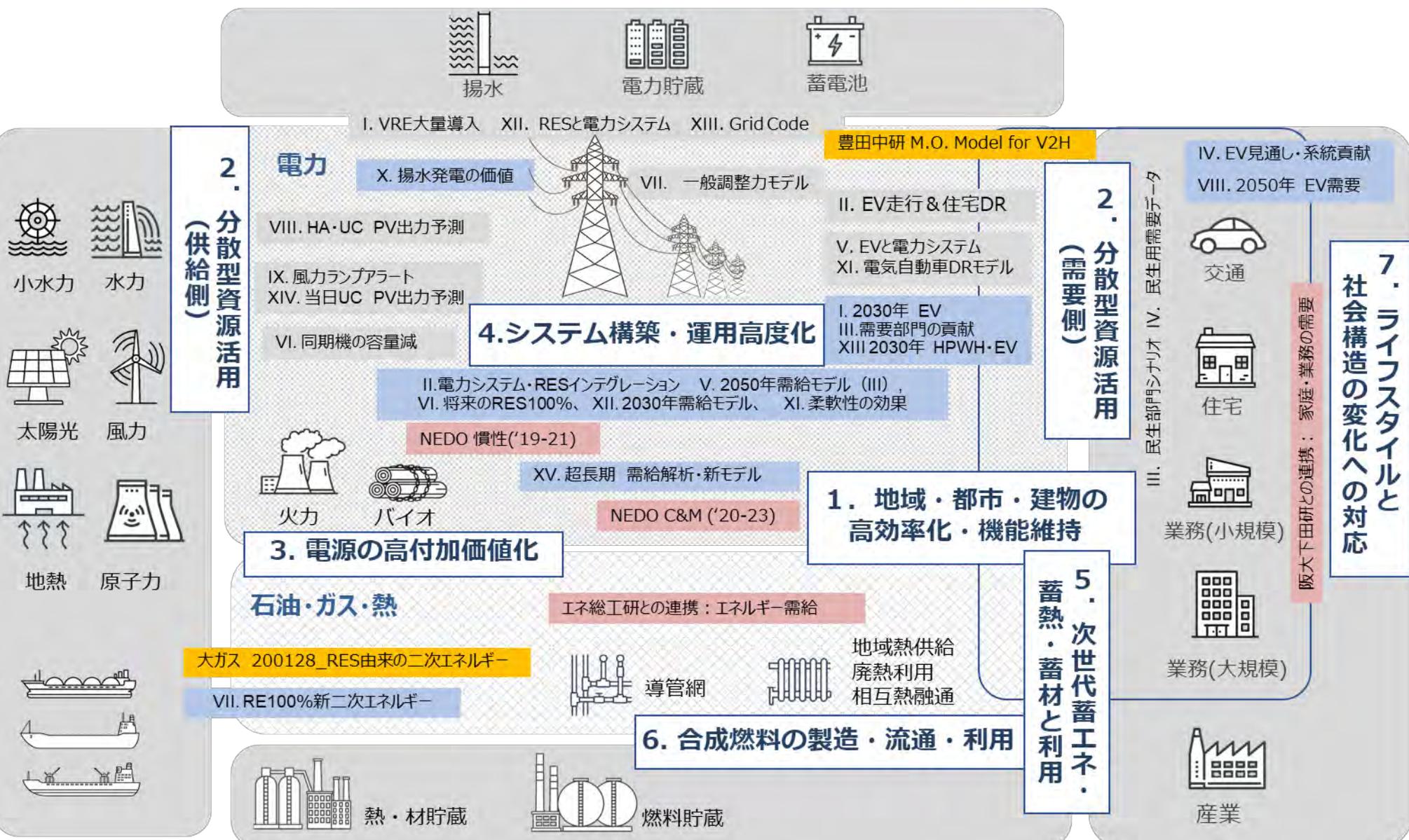
2. これまでの活動と戦略領域

大学 (2018)

大学 (2019)

参加各社

外部連携・プロ



2. 分散型資源活用 (供給側)

2. 分散型資源活用 (需要側)

電力

4. システム構築・運用高度化

3. 電源の高付加価値化

1. 地域・都市・建物の高効率化・機能維持

5. 次世代蓄エネ・蓄熱・蓄材と利用

6. 合成燃料の製造・流通・利用

7. ライフスタイルと社会構造の変化への対応

- 小水力
- 水力
- 太陽光
- 風力
- 地熱
- 原子力
- 大ガス
- 石油
- ガス
- 熱
- 熱・材貯蔵
- 燃料貯蔵

- I. VRE大量導入
- X. 揚水発電の価値
- VIII. HA・UC PV出力予測
- IX. 風力ランパアラート
- XIV. 当日UC PV出力予測
- VI. 同期機の容量減
- II. 電力システム・RESインテグレーション
- V. 2050年需給モデル (III)
- VI. 将来のRES100%
- XII. 2030年需給モデル
- XI. 柔軟性の効果
- NEDO 慣性('19-21)
- XV. 超長期 需給解析・新モデル
- NEDO C&M ('20-23)
- エネ総工研との連携: エネルギー需給
- VII. RE100%新二次エネルギー
- II. 電力貯蔵
- III. 蓄電池
- II. EV走行&住宅DR
- V. EVと電力システム
- XI. 電気自動車DRモデル
- I. 2030年 EV
- III. 需要部門の貢献
- XIII. 2030年 HPWH・EV
- 豊田中研 M.O. Model for V2H
- VII. 一般調整力モデル
- XII. RESと電力システム
- XIII. Grid Code
- 導管網
- 地域熱供給
- 廃熱利用
- 相互熱融通

- IV. EV見通し・系統貢献
- VIII. 2050年 EV需要
- 交通
- 住宅
- 業務(小規模)
- 業務(大規模)
- 産業
- 民生部門シナリオ
- 民生部門需要データ
- 阪大上下田研との連携: 家庭・業務の需要

3. 戦略領域マップ

