

令和元年6月20日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K21119

研究課題名（和文）再エネ大量導入に向けたエネルギーインフラ再構築に関する総合的研究

研究課題名（英文）Research on the rebuilding of energy infrastructure for introducing renewable energy

研究代表者

尾形 清一（OGATA, SEIICHI）

京都大学・エネルギー科学研究科・准教授

研究者番号：60622991

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：低炭素で持続可能な社会の構築に向けて再生可能エネルギー（Renewable Energy:以下RE）の導入拡大が急務となっている。しかし、RE発電の拡大に注目が集まっているが、RE大量導入を図るためには、送電網等に代表とされるエネルギーインフラ（Energy Infrastructure:以下EI）拡充と再構築が必要不可欠である。本研究では、この相対的に立ち遅れているRE大量導入のためのEI拡充・再構築に向けた制度設計と政策課題、EI拡充と再構築のシステムコストの考え方、EIの地域受容性について課題等を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

再生可能エネルギー大量導入によって、将来的に必ずEI拡充や再構築に迫られる。その際に、フィールド研究に基づく低炭素社会に向けたEI拡充の政策的基礎情報を柱とした本研究の成果、EI拡充・再構築に向けた制度設計と政策課題、EI拡充と再構築のシステムコストの考え方、EIの地域受容性について課題等が、多様なステークホルダー間の利害調整の場面で、合理的で客観的な知見を提供することに大きな意義がある。そしてこのような情報を基にRE普及促進等のやエネルギーシフトに進展させる意義がある。

研究成果の概要（英文）：The introduction and expansion of renewable energy (RE) are urgently needed to create a low carbon and sustainable society. However, attention has been focused on the expansion of RE power generation, but in order to introduce a large amount of RE, it is essential to expand and rebuild the energy infrastructure (EI) represented by the transmission network and the like. In this study, we clarified the following issues. 1: Expansion and reconstruction of EI for a relatively large amount of renewable energy introduction, 2: Concept of system cost of expansion and reconstruction of EI, 3: Challenge of system design and policy of EI

研究分野：政策学, エネルギー学, 環境経済学

キーワード：エネルギーインフラ 地域エネルギーシステム

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

RE 大量導入で先行する EU では、RE 比率は全発電設備の約 20% に達しており EU 政策として 2030 年に 60%、2050 年には 80% とする目標が決定され実行されている。この政策目標によって RE 大量導入を進めグリーンビジネス育成と地域発展に資する RE 事業を推進し地域の well-being 向上を含めた新しい経済社会の構築を目指している。一方、国内では、電力会社による RE 発電に対する接続保留問題にみられるように、RE 大量導入が進んでいない。その主たる要因は、送電網等の EI 設備不足と運用制度の問題がある。EU では上記の RE 政策目標を達成するに、EI (送電網等) の改造と増強が 4800 km 必要となり、これに 1500 億€ の投資が必要となっている (EU 委員会エネルギー総局、2013)。そのため EU 委員会は、EU 加盟国間等の送電線連携強化拡充計画を公表。各加盟国に、RE が EI に優先的に接続できるよう EI 増強や RE に配慮した EI 運用制度を法的に義務づけている。

つまり、RE 大量導入を図るためには、大規模集中型発電 (火力や原子力) に対応した EI から分散電源や変動 RE に対応する EI への再構築、RE ポテンシャルが高い地域から電力需要地へ RE 電力を送電するための EI 新建設、新 EI 投資を促す政策や EI 運用の制度改革、地域発展に寄与する RE・EI 事業モデルの検討が必要となっている。そのため、RE 大量導入に向けた新しい研究課題として RE を含む EI 拡充と再構築に関する総合的研究が必要とされる。

学術的な研究背景としては、RE 導入と EI に関する社会的受容性研究 (Social Acceptance Study: 以降 SAS) がある。RE の SAS で著明な Wüstenhage (2007) は、RE 大量導入の課題は「社会政治」「市場」「地域社会」からの総合的説明が必要であるとした。すでに風力発電における SAS に関しては、IEA もそうした総合的分析による政策研究の成果を継続的に公刊し、国内では馬場 (2007) 丸山 (2013) 申請者・尾形 (2014) の研究がある。これら研究では風力 NIMBY 問題の PIMBY (Please in My Backyard) 的な課題解決で貢献が見られる。

近年では本研究の主要課題でもある RE 大量導入に伴う EI 拡充に関する SAS も始まっている。Rbarbara (2014) の RE 大量導入による EI の投資戦略行動と EI 立地選定から政策支援を考察している。Matthew (2014) は「EI の NIMBY」研究で EI の事業収益構造と経済的波及や利害関係構造が RE とは異なる社会受容性を指摘している。そのため、今後は RE 発電の SAS と EI 施設の SAS の相互対比による SAS が重要となると指摘されている。本研究はこの点を重視して、国内では前例のほとんど無い、RE 大量導入に向けた EI に関する SAS を含めた総合的研究を実施する。

### 2. 研究の目的

低炭素で持続可能な社会の構築に向けて再生可能エネルギー (Renewable Energy: 以下 RE) の導入拡大が急務となっている。しかし、RE 発電の拡大に注目が集まっているが、RE 大量導入を図るためには、送電網等に代表とされるエネルギーインフラ (Energy Infrastructure: 以下 EI) 拡充と再構築が必要不可欠である。本研究では、この相対的に立ち遅れている RE 大量導入のための EI 拡充・再構築に向けた制度設計と政策課題、EI 拡充と再構築のシステムコストの試算、EI 建設計画の地域社会的課題と地域受容性について研究する。2016 年 4 月からの電力小売完全自由化や電力システム改革の動きを見据えつつ RE 大量導入と地域社会が主導するようなエネルギー社会構築に向けた社会的障害の克服と解決策について理論的・実証的に研究する。

また研究の特色・独創性は、2 つの SAS (RE 発電の SAS と「EI」の SAS) を比較対比し、これまで RE 「発電」に偏って個別になされて来た経済分析・政策制度分析・地域社会構造分析を、EI にも拡張し総合的研究の枠組構築を目指すことにある。さらに、我が国が RE 大量導入を実現するためには、将来的に必ず EI 拡充や再構築に迫られる。その際に、フィールド研究に基づく低炭素社会に向けた EI 拡充の政策的基礎情報を柱とした本研究の成果が、多様なステークホルダー間の利害調整の場面で、合理的で客観的な知見を提供することに大きな意義がある。そして RE 普及促進やエネルギーシフトを確実に進展させる社会的合意形成や地域主導型の EI 導入ガイドラインの策定等に貢献することが可能である。

### 3. 研究の方法

本研究は、RE 大量導入に向けたエネルギーインフラ (EI) の拡充・再構築に関する総合的研究を行なう。そのため、以下の研究を実施する。(1) EI 拡充・再構築に向けた政策的課題を中心に EU 先行事例と日本の比較制度分析 (H28)・RE 大量導入のために「配慮された EI (送電網) 運用制度」と効果に関する海外事例研究 (2) RE 大量導入時の EI 拡充・再構築のシステムコスト試算とコスト最小化手法の探索 (H28・H29)・電力システムの経済性評価モデルによる EI 拡充・再構築

に関するシステムコストの試算を実施する。3)EI 建設に関わるステークホルダー分析との地域受容性評価 (H29・H30)・EI の NIMBY/PIMBY 構造と地域主導型の EI 事業モデルの検討これに加えて国際比較の観点から、上記の研究目的を遂行するために、中国や EU (スウェーデン) との比較を実施、政策的課題や社会構造を明らかにした。

#### 4. 研究成果

- (ア)【課題 1】RE 大量導入に向けたエネルギーインフラ (EI) 拡充と再構築の政策と制度研究日欧の制度比較によって EI 拡充と再構築に関する政策と制度分析を実施した。特に準公共財としての性質を持つ EI 理論の研究と政策の実際について分析することで、EI 政策における公共部門 (国・地方自治体) と市場部門 (事業者) の役割分担と利害関係構造を明らかにした。最大の焦点は RE 大量導入を進めるために最も効果的な「配慮された EI 運用制度」(送電網運用制度) を明らかにし、日本への制度導入可能性を検討したことである。1 RE 優先給電義務、1 - RE が接続のために EI 増強政策の義務 1 - RE 電力を送配電事業者に送電させる義務 1 - RE を送電網に優先接続し優先給電させる義務 RE 出力抑制を最小化させる義務 2 RE 優先接続と EI 運用制度、2 - RE 接続のコスト負担ル - ル設定 2 - RE 接続の必要情報公開システム整備 2 - EI 利用料において RE を公平に扱う義務 3 電力系統安定化と電力市場制度の実際と効果について 3 - 送配電線の混雑回避 (Redispatch) 3 - 送配電容量の (空き容量) 利用に関わる市場取引制度 3 - 柔軟性資源 (揚水発電・デマンドレスポンス・ランプレイト等) の経済価値と市場取引 3 - 系統安定化対策 (インバランス・バラシング) コストの公平負担などについて明らかにした。
- (イ)【課題 2】RE 大量導入に向けた EI 拡充と再構築のシステムコストの試算と最小化策の検討 RE 大量導入に向けた大きな障害は、EI 拡充と再構築に関わる追加費用が膨大 (EU: 1500 億€) となり電力料金等が高騰する懸念から社会的合意形成が困難になる点である。そのため、RE 大量導入を進めながらも EI 拡充と再構築のシステムコストを最小化することが最大の課題となっていた。Müller (2014) では、IEA 報告書等で電力系統の柔軟性に注目することで RE 大量導入時の EI 拡充や再構築に関わるトータルシステムコストを最小化できるという結論を導き出している。本研究では Müller (2014) の分析方法等を用いて、日本全体の RE 大量導入時に電力系統の柔軟性に注目しながら、EI 拡充・再構築に関わるシステムコストの最小化費用を定量的に明らかにすると共に、その可能性を検討した。ただし、システムコストの最小化問題は、費用算定の枠組みに依存している問題である。つまり LOCE 型の評価手法からシステム統合に関わるような費用算定の方法をどのように考えるべきなのか課題であることが明らかになった。
- (ウ)【課題 3】EI 計画の地域社会における課題と地域受容性評価  
EI 計画が地域社会から「反対」されること EI 政策を実施できない。そのため、EI 計画の地域受容性を評価することが重要である。EU では EI 拡充計画に対して住民等から電磁波の健康影響への懸念等から「No Pylons Here!」に代表とされる送電鉄塔建設への立地地域からの反発も高まっている。EU 事例調査等で送電鉄塔建設 NIMBY の特徴と利害関係構造を明らかにする。一方で、地域発展に寄与する分散型 EI 事業のような「EI の PIMBY」事例も分析し、EI 施設が NIMBY から PIMBY へ至る経過や利害関係構造を解明し地域受容性の条件を明らかにした。また、地域発展に寄与する住民主導型の「新しい分散型 EI 事業」の特性を明らかにした。また、国際比較の観点から、上記について中国や EU (スウェーデン) との比較を実施、政策的課題や社会構造を明らかにした。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

1: 尾形 清一 松木孝文「中国におけるエネルギーシステム転換と社会経済システムの考察に向けた理論フレームと課題」21 世紀東アジア社会学, 9, 3-21 2018/05 研究論文 (学術雑誌)

2: 松木 孝文 尾形 清一「地域産業における技術導入過程 潮州市の陶磁器産業の事例より」 21 世紀東アジア社会学, 9, 48-73 2018/05 日本語 研究論文 (学術雑誌)

3: Ogata, S., Relationship between Wind Turbine Noise and Local Community- Case of Wind Generation Project in M City Japan, Japanese Review of Political Society, 5, 43-53 2018/03 英語 研究論文 (学術雑誌)

4: 松木孝文 尾形 清一 エネルギー技術導入過程の比較研究試論 大同大学紀要, 53, 19-29 2018/03 日本語 研究論文 (大学、研究機関紀要)

5: 尾形 清一 再生可能エネルギー関連条例の現状と課題 政治社会論叢, 4,

13-28 2016/11  
〔学会発表〕(計 6 件)

日本語 研究論文(学術雑誌)

- 1 : Ogata,S.,Renewable Energy Policy of Endogenous Development Type- Case of Awaji Island Japan The Grand Renewable Energy 2018 Organizing Committee 2018/06/20 英語 口頭発表(一般)
- 2 : 尾形清一,再生可能エネルギーを活用した持続可能な“まちづくり” 第 21 回 附属農場公開講座 京都大学附属農場 2017/11/03 日本語 公開講演、セミナー、チュートリアル、講習、講義
- 3 : 尾形清一,風力開発プロセスの課題と社会受容性 風力紛争の比較分析 第 36 回 エネルギー・資源学会研究発表会 エネルギー資源学会 2017/06/08 日本語 口頭発表(一般)
- 4 : 尾形清一,再生可能エネルギーの社会受容性に関する研究 風力騒音問題の事例 電気学会 新エネルギー・環境/高電圧合同研究会 電気学会 2016/07/12 日本語 口頭発表(一般)
- 5 : 尾形清一,環境・資源・エネルギー問題の文脈における中国 日中社会学会第 28 回大会 日中社会学会 2016/06/05 日本語 口頭発表(一般)
- 6 : 尾形清一,再生可能エネルギー大量導入に向けた技術的・制度的課題 [招待あり] スマートエネルギーマネジメント研究ユニット設立記念シンポジウム 京都大学 学際融合教育研究推進センター「スマートエネルギーマネジメント研究ユニット」 2016/05/11 日本語 シンポジウム・ワークショップパネル(指名)

〔図書〕(計 1 件)

- 1 : 植田和弘・山家公雄編「再生可能エネルギー政策の国際比較」京都大学学術出版会〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：  
取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：  
〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。