

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24241016

研究課題名(和文) 地域分散型エネルギーシステムへの移行戦略に関する研究

研究課題名(英文) A study on strategies for switching to local distributed energy systems

研究代表者

大島 堅一(Oshima, Kenichi)

立命館大学・国際関係学部・教授

研究者番号：00295437

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,000,000円

研究成果の概要(和文)：日本の地域分散型エネルギーシステムへの移行には次の方策が必要である。第1に経済性向上のための対策が必要である。分散型エネルギーの経済性を高めるには、技術革新と制度改革とを並行して進める必要がある。第2に、分散型エネルギー中心の電力システムに改革するには、変動電源の安定化やデマンド・レスポンスなどの対策を効果的に講じなければならない。第3に、政策転換の不確実性の克服である。この際、集中型エネルギーシステムと分散型エネルギーシステムとの間で政策的バランスを取る必要もある。第4に、公正かつ中立的な電力市場をつくる必要がある。

研究成果の概要(英文)：This study considers strategies for switching to local distributed energy systems. The following measures are needed.

First, steps are needed to improve the economics of such systems. Improving the economics of distributed energy requires carrying out technological innovation and institutional reform simultaneously. Second, remaking the electric power system into one based primarily on distributed energy necessitates the effective implementation of measures such as variable power source stabilization and demand response. Third is overcoming the uncertainty of policy shifts. Switching to local distributed energy systems requires policy shifts on various levels. There needs to be a policy balance between centralized energy systems and distributed energy systems. Fourth, when implementing the foregoing measures, it will be necessary to create a fair and neutral electric power market.

研究分野：環境経済学

キーワード：地域分散型エネルギー 再生可能エネルギー

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災に付随して生じた原子力発電所事故を契機に、日本のエネルギーシステムの脆弱さが明らかになり、エネルギー政策の根本的見直しが必要となった。特に、災害時対応としてもエネルギー源の分散・多様化が必要であるとの認識が高まり、原子力への依存度を段階的に低減し、将来的には原子力に依存しない、地域分散型のエネルギーシステムをめざす必要性が広く認識されるに至っていた。

エネルギーの安定供給と温室効果ガスの削減という二つの目標を維持しつつ、既存のエネルギーシステムから新たな地域分散型のエネルギーシステムへの転換を図ろうとする場合、システム移行の経済的コスト、そのコストの配分、電力供給・送配電体制のあり方をはじめ、想定される課題は多様である。日本のエネルギーシステムは、9つの電力会社による事実上の地域独占体制をとっており、それぞれの地域の電源構成も異なる。

したがって、国レベルでの新たなエネルギーシステムへの移行を考える際に、電力供給においてほぼ自己完結的な電力会社の営業地域ごとにこうした地域分散型のエネルギーシステムへの移行が可能か、何が障壁か、障壁克服のためにいかなる変革、政策が必要とされるか、地域ごとの自立したエネルギーシステムの構築が難しいとなれば、地域をこえたいかなる連携、政策・措置が必要かを検討することが必要である。

2. 研究の目的

本研究では、原子力に依存しない地域分散型エネルギーシステムへの移行の障壁が何かを明らかにし、それらの障壁を克服するために必要な方策、政策・措置のオプションを提示する。その際、新たなビジネスや雇用の創出など移行によってもたらされる便益もあわせて提示する。そして、これらの検討結果を総合化し、地域レベル、国家レベル、国際レベルでとられるべき政策・措置に関する提言をまとめる。

3. 研究の方法

本研究では、まず、電力供給においてほぼ自己完結的な電力会社の営業地域ごとに、地域分散型エネルギーへの移行に不可欠な検討項目を確認し、エネルギーの安定供給を確保し、温室効果ガス削減を可能にする地域分散型エネルギーシステム移行の障壁を同定するとともに、障壁を克服するために必要な方策を検討する。その際、電力会社ごとの検討結果を総合化し、地域、国家、国際の各レベルでとられるべき政策・措置を提示する。

このために(1)再生可能エネルギー班、(2)節電班、(3)電力供給体制班、(4)

電気事業経営班、(5)経済モデル班、(6)政策班(国内・国際)に分け、それぞれに課題設定を行って、研究をとりまとめた。

4. 研究成果

研究成果は、下記の図書(植田・大島・高橋編(2016))に取りまとめた。以下は、その概要である。

(1)地域分散型エネルギーシステムでは、多様な事業主体が、市場メカニズムや規制、支援措置の下で、エネルギーの供給やサービスを提供し、消費者が省エネだけでなく供給においても重要な役割を果たす。と同時に、地域主体が農林水産業とも連携を図りつつ、エネルギーの需給に積極的に関与する。

地域分散型エネルギーシステムが実現すれば、再エネや省エネにより低炭素化が進み、エネルギー自給率も高まる。エネルギー転換の初期投資は大きい、化石燃料への依存度が下がるため、中長期的にはエネルギー費用の抑制も可能である。再エネやDR関連の新たな産業が興り、グリーン成長と呼ばれる地域経済の活性化も期待できる。その上で、風力や太陽光などは原理的に過酷事故があり得ず、廃棄物も少なくなる。

(2)地域分散型システムと集中型システムの特徴を表にまとめた。欧米諸国では、次の点で、集中型システムから地域分散型システムへ移行しつつある。

第1に、再エネの大量導入は、低炭素化とエネルギー自給の観点から既に一般的な政策となっている。アメリカでは、連邦レベルでは再エネ発電の建設に対して税額控除が実施されてきた他、カリフォルニア州やテキサス州では、数値目標を設定して導入を進めている。北欧やドイツでは、建物の断熱化や地域熱供給システムの構築が、規制的手法も含めて講じられている。

第2に、分散型エネルギーの増加に伴いシステム改革が推進されている。欧米諸国では、1990年代から電力自由化が積極的に進められ、発送電分離が行われた。その上で近年は、変動電源の増加を受けた系統運用や市場制度のあり方が、精力的に検討されている。その反面、集中型電源である原発の新設は、1990年代以降滞っている。電力自由化を含む分散型電力システムへの移行により、原子力のリスクが顕在化し、マイナスに働いている。

第3に、地域や市民の役割が高まっている点も共通の現象となりつつある。例えばドイツでは、廃材や家畜の糞尿で熱と電気を自給するバイオエネルギー村が多数あるほか、地域エネルギー公社が配電も含むエネルギー事業に乗り出している例もある

表：地域分散型エネルギーシステムと集中型エネルギーシステム

	地域分散型システム	集中型システム
エネルギー（電源）	分散型エネルギー中心	集中型エネルギー中心
事業主体	多様な主体＋システム運用者	発送電一貫電力会社
政策主体	地方自治体＋国	国
原理	競争・市場＋自律・協調	独占・計画：規模の経済性
ネットワーク	開放・メッシュ状	発電と一体・階層構造
消費者の役割	能動的・多様化：プロシューマー	受動的・限定的
環境適合性	高い：低炭素、安全、自然調和的	低い：廃棄制約（放射能、炭素）
地域との親和性	高い：農林水産業との相乗効果	低い
経験・歴史	短い：不確実性	長い：確実性

（３）日本の電力会社についてみると、経営の特徴および経営環境としては、膨大な固定資産を抱える設備集約産業である。これは各電力会社が地域ごとに発電設備と送配電設備の一体的な整備運用を行っているためである（発送電一貫体制）。地域独占の弊害を防ぐために、電気料金は基本的に政府の認可にもとづき設定・変更される（規制料金）。料金は電力を供給するために必要な原価に、資金調達コストに相当する事業報酬を織り込んで算定される（総括原価方式）。

電力会社を個別に見ると、原発停止によって財務的危機に陥っている。日本の原発が順次停止し、原発設備を持たない沖縄電力を除く電力９社の経営に打撃を与えた。2011年３月期以降、すべての電力会社（沖縄電力を除く）が経常損失を計上している。なかでも九州電力、北海道電力、関西電力の赤字幅が大きかった。

各社の経常損益額、純資産額、自己資本比率及び値上げ率をみると、北海道・中部・関西・四国・九州の各電力会社が３期連続経常赤字を計上し、また北陸電力と中国電力を除く７社が電気料金を値上げした。この７社は無配に陥っている。さらに、九州・関西・北海道の３社は、３期連続の赤字によって自己資本比率（総資産に占める自己資本の割合）が激減している。具体的には、九州電力では2011年３月期は24.9%あった自己資本比率が2014年３月期には8.1%へ、関西電力では23.1%から11.7%へ、北海道電力では23.2%から5.4%へと悪化している。

経営状況が悪化している電力会社は原発依存度が高かった会社である。原発依存度の高いのは、関西電力・北海道電力・四国電力・九州電力であり、経営状況が最も悪化している会社と一致する。

（４）日本における地域分散型エネルギーシステムの潜在力と課題は以下の通りである。

第１に、自家発電は64GWが導入されており、世界最大規模であり、今後も増加が続くと考えられる。その際、自家発電の概ね半分は自家消費され、残りは売電に回されている。この供給力を電力市場で柔軟に売買できるかが、自由化の鍵となる。

第２に再エネについては、日本の導入率は低い。2012年７月から固定価格買取制度が始まり、今後の拡大が期待されているが、系統接続などの課題が表面化している。

第３に、世界的に燃料電池や大容量蓄電池は、未だ導入の初期段階に過ぎないが、日本は最先端の位置にいる。家庭用燃料電池の販売台数が拡大している。

第４に、日本は石油危機以降、家電メーカーが省エネ家電の開発を進めるなど、省エネのトップランナーであったが、近年は鈍化しており対策が必要になっている。また、DRは世界的に黎明期であるが、東日本大震災後の需給ひっ迫をきっかけとして、DRアグリゲーターの参入が始まった。今後の本格普及には、ネガワットを取り引きする市場制度やスマートメーターといったインフラの整備が待たれる。

第５に、日本の電力システムが集中型の極致に達していることこそ、分散型への最大の障壁になっている。再エネの系統接続について、2014年９月以降、電力会社からの「回答保留」が相次ぎ、2015年１月に新たなルールが示された。再エネ導入が抑制されると思われる、上記のDR市場と同様に、電力システム改革が必要である。

第６に、地域や市民による分散型へ向けた取組は、緒についたばかりである。

（５）日本の地域分散型エネルギーシステムへの移行には次の方策が必要である。

第１に、経済性の壁である。固定価格買取制度の賦課金負担も考慮すれば、まだ当面の間は、再エネ全体として見た導入コストは低くはない。

もう一つの経済性の壁は、既存の制度やネットワークが再エネに適合的でない点である。給電ルールをどうするか、変動対策をどう講じるか、容量市場を含む市場制度をどう改革するかによって、システム全体のコストは変わる。また、DRはアメリカなどで実用化が進んでいるものの、それを効果的に集めるインフラと経済制度が確立されていない。このように、分散型エネルギーの経済性を高めるには、技術革新と制度改革を並行して進める時間が必要である。

第2の方策は、システム改革の技術的な不確実性の克服である。分散型エネルギー中心の電力システムに改革するには、変動電源の安定化やDRなど、様々な対策を効果的に講じなければならない。送電網の拡充やスマートグリッド化、水素インフラの整備といった、分散型システムを目指した投資には、莫大な費用がかかる上、技術的な課題もある。そのようなリスクをどう取るか、誰がコストを負担するか、どのような時間軸で進めるかが合意されなければならない。

第3に、政策転換の不確実性の克服である。地域分散型への転換は、様々なレベルで政策転換が必要な上、試行錯誤といった側面があることは否定できない。例えばイギリス政府は、原発の新設に差額決済契約制度(Contracts for Difference: CfD)の導入を決めたが、集中型と分散型との間で政策的バランスを取る必要に迫られることも考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計15件)

大島堅一(2015)「原子力発電所の再稼働と電気料金」『環境と公害』44(4)、pp.64-69、査読無

高橋洋(2015)「電源の運転リスクと電力システム改革」『エネルギー・資源』36(2)、pp.24-28、査読有

稲田義久・入江啓彰(2015)「関西地域間産業連関表による域際取引構造の分析」『関西学院大学産研論集』42、pp.9-16、査読無

竹濱朝美(2015)「ドイツにおける風力・太陽光発電の上流送電、系統連系の制度」『風力エネルギー』Vol.39、No.114、pp.164-173、査読無

Hector Pollitt, Seung-Joon Park, Soocheol Lee, Kazuhiro Ueta (2014), "An economic and environmental assessment of future electricity generation mixes in Japan - an assessment using the E3MG macro-econometric model", *Energy Policy*, 67, pp.243-254, 査読有

Kenichi Oshima, (2014) "The Ultimate Goals of Energy Policy Change and Related Challenges", *Economic Studies*, 64(2), pp.103-108, 査読有

大島堅一(2014)「会計的手法を用いた再稼働後の原発の発電単価の試算」『経済学論叢』65巻3号、469-491ページ、査読無

安田陽(2014)「再エネ接続保留問題は何か問題なのか」『科学』84(12)、pp.1191-1195、査読無

稲田義久(2013)「エネルギー制約を考慮した改訂関西経済モデル」『甲南経済学論集』53(3・4)、pp.105-127、査読無

歌川学(2012)「2011年および2012年夏の

電力需給評価と今後の効果的な節電対策」『政経研究』18、pp.122-132、査読無

小杉昌幸・歌川学(2012)「業務武門のCO2排出源単位とベンチマーク分析」『日中環境産業』48(11)、pp.77-86、査読無

歌川学・小杉昌幸(2012)「持続可能な低炭素社会のためのエネルギーの展望について」『人間と環境』36(3)、pp.43-48、査読無

竹濱朝美(2012)「再生可能エネルギー買取制の効果と費用、ドイツとの比較から見る今後の課題」『都市問題』103(6)、pp.20-32、査読無

竹濱朝美(2012)「東京電力の料金原価に基づく原子力発電の費用」『立命館産業社会論集』48(3)、pp.41-58、査読無

木村啓二(2012)「建設期間中利子を考慮したキャッシュフローベースの電源別コスト試算」『環境情報科学学術研究論文集』26、pp.279-282、査読有

[学会発表](計8件)

Yoh Yasuda, "An Objective Measure of Usage for High Levels of Wind Integration", Wind Integration Workshop 2014, November 11, 2014, Berlin, Germany

金森絵里・大島堅一「2014年3月期に原発廃炉した場合における電力会社の経営への影響」環境経済・政策学会2014年大会、2014年9月13日、法政大学多摩キャンパス(東京都・町田市)

安田陽「ベースロード電源は21世紀にふさわしいか?~工学・経済学・政策学からの考察~」環境経済・政策学会2014年大会、2014年9月14日、法政大学多摩キャンパス(東京都・町田市)

竹濱朝美・安田陽「ドイツにおける風力・太陽光発電の大量連携と系統運用分析」電気学会、新エネルギー・環境・高電圧合同研究会、2014年6月14日、関西大学(大阪府・吹田市)

上園昌武「エネルギー自立地域の可能性」日本科学史学会第61回年会、2014年5月24日、酪農学園大学(北海道・江別市)

Kenichi Oshima, "The Cost of Nuclear Power in Japan", International Conference on Comparative study of Denuclearization between Germany and Japan, March 12, 2013, Berlin, Germany

歌川学「原発停止下でのエネルギー・温暖化対策~省エネ・再生可能エネルギー普及を中心に」日本環境学会第38回研究発表会、2012年6月10日、別府大学(大分県・別府市)

歌川学・小杉昌幸「対策技術に注目した温暖化対策全体管理と対策例」日本環境学会第38回研究発表会、2012年6月9日、別府大学(大分県・別府市)

[図書](計12件)

植田和弘・大島堅一・高橋洋編『地域分散

眼他エネルギー戦略』日本評論社、2016年(出版確定)印刷中

金森絵里(2016)『原子力発電と会計制度』中央経済社、233ページ

大島堅一(2015)『再生可能エネルギーと普及政策』新澤秀則・森俊介編『エネルギー転換をどう進めるか』岩波書店、194(55-76)ページ

新澤秀則・高村ゆかり編(2015)『気候変動政策のダイナミズム』岩波書店、196(13-36)ページ

大島堅一(2015)『エネルギー転換への課題』鈴木一人編『技術・環境・エネルギーの連動リスク』岩波書店、288(131-164)ページ

歌川学(2015)『スマート省エネ 低炭素エネルギー社会への転換』リーダーズノート、182ページ

Yukari Takamura, Kazuhiro Ueta, Hidenori Niizawa (2014), "Environmental governance and the dynamics of international institutions" Hidenori Niizawa and Toru Morotomi eds, Governing Low-Carbon Development and the Economy, United Nations University Press, 412(13-47)ページ

上園昌武編(2013)『先進例から学ぶ再生可能エネルギーの普及政策』本の泉社、248(9-25, 53-66)ページ

植田和弘(2013)『緑のエネルギー原論』岩波書店、192ページ

橘川武郎・植田和弘・藤江昌嗣・佐々木聡編(2012)『原発事故後の環境・エネルギー政策 弛まざる構想とイノベーション』富山房インターナショナル、126(51-79)ページ

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大島 堅一 (OSHIMA, Kenichi)
立命館大学・国際関係学部・教授
研究者番号：00295437

(2) 研究分担者

植田 和弘 (UETA, Kazuhiro)
京都大学・経済学研究科・教授
研究者番号：20144397

稲田 義久 (INADA, Yoshihisa)
甲南大学・経済学部・教授
研究者番号：50148607

金森 絵里 (KANAMORI, Eri)
立命館大学・経営学部・教授
研究者番号：70330016

竹濱 朝美 (TAKEHAMA, Asami)
立命館大学・産業社会学部・教授
研究者番号：60202157

安田 陽 (YASUDA, Yoh)
関西大学・システム理工学部・准教授

研究者番号：70268316

高村 ゆかり (TAKAMURA, Yukari)
名古屋大学・環境学研究科・教授
研究者番号：70303518

上園 昌武 (UEZONO, Masatake)
島根大学・法文学部・教授
研究者番号：00314609

歌川 学 (UTAGAWA, Manabu)
独立行政法人産業技術総合研究所・安全科学部門・主任研究員
研究者番号：40356572

高橋 洋 (TAKAHASHI, Hiroshi)
都留文科大学・文学部・教授
研究者番号：80456201

木村 啓二 (KIMURA, Keiji)
公益財団法人自然エネルギー財団・事務局・研究員
研究者番号：00560583

(3) 連携研究者

櫻井 啓一郎 (SAKURAI, Keiichiro)
独立行政法人産業技術総合研究所・太陽光発電研究センター・主任研究員
研究者番号：40392617