

平成 30 年 5 月 11 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H01756

研究課題名(和文)再エネ大量導入を前提とした分散型電力システムの設計と地域的な経済波及効果の研究

研究課題名(英文) Design of Decentralized Power System for Large Scale Introduction of Renewable Energies and its Economic Impacts on Regional Economy

研究代表者

諸富 徹 (Morotomi, Toru)

京都大学・地球環境学堂・教授

研究者番号：80303064

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ドイツが固定価格買取制度により、再エネの大量導入に成功する一方、それはドイツ経済と産業に好影響を与えていること、2014年の固定価格買取制度改革により、再エネのコストの抑制に道筋をつけたことを明らかにした。

再エネの大量導入には電力系統の運用が鍵を握る。電力会社は系統容量がゼロであることを理由に、再エネの受け入れを拒んできたが、ほぼすべての電力系統利用率は、実は低迷していて受け入れ余力は大きいことが明らかとなった。

最後に、本研究は再エネを地域再生につなげるには、「シュタットベルケ」を立ち上げ、エネルギー事業で獲得した利潤を地域に再投資することが有効な戦略であることを見出した。

研究成果の概要(英文)： This research project found that the German Feed-in Tariff (FIT) succeeded in large scale introduction of renewables while it gave positive impacts on the German economy and its industry. It clarified also that Germany managed to curb the increase of FIT surcharge by the 2014 FIT reform.

For drastic increase of renewables, grid operation becomes a key factor. In Japan, power companies often refused to accept renewables due to their limited capacity, we found that the utilization rates of the grids are really low so that power companies have enough capacity to accept renewables.

Finally, establishing "Stadtwerke" (regional public utilities) is a very promising strategy for enhancing regional development through renewables, since profits gained through energy business could be reinvested for its further development.

研究分野：環境経済学

キーワード：再生可能エネルギー 電力システム改革 電力系統 シュタットベルケ 地域再生 再生可能エネルギー
—固定価格買取制度

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災以降、再エネ固定価格買取制度が導入されて太陽光を中心とする再エネの急拡大が始まり、電力システム改革とガス規制改革が進展した。分散型電力システムの実現が見通せるようになってきたのは大きな変化であり、その結果、電力/エネルギー分野で今後、2020年ごろに向けて多くの画期的な変化が生まれてくると期待されている。

とはいえ、制度改革が進展したからこそ、克服されるべき課題もより明らかになってきた。九州電力の再エネ接続保留表明と、それに続く経産省の再エネ普及促進政策見直し報道に示されているように、固定価格買取制度が太陽光に偏重した再エネの急速な拡大をもたらしたため、電力システムの運用の見直しや、分散型電力システムに適合的な電力系統構築への投資が追いつかず、再エネ普及拡大の妨げになりつつある。政策見直しの方向性によっては、日本の再エネ普及にブレーキがかかりかねない。

そこで我々は、再エネを中心とする分散型電源の「大量導入」を前提とした電力システムが技術的に可能であり、その運用ルール、費用負担のあり方を整備することで、再エネのさらなる大量導入は可能であることを、電気工学と社会科学の協力の下に立証していくことが、研究者の責務だと考えるに至った。また、再エネの普及拡大が、地域再生に大きなメリットをもたらすことを、定性的にだけでなく、定量的に示す研究の必要性を感じており、その意味で、現在の研究成果を踏まえてさらにそれを発展させる必要があるとの認識に至った。

2. 研究の目的

我々の研究の目的は、(1)再エネをはじめとする分散型電源の大量導入を前提とした電力システムのあり方を明らかにすること、そして、それと表裏一体的に、(2)分散型電源の大量導入を地域再生につなげていくための経路と、それがもたらす社会経済効果の定量的把握の研究を推進することにある。(1)と(2)は後述のように、「配電網」の問題を媒介として強力に結びついているので、研究としてはそれらの成果を相互作用させつつ、一体的に推進する予定である。

さて、テーマ(1)については、「送電網」にかかわる問題と、「配電網」に関わる問題がある。送電網については、再エネの大量導入を可能にする電力系統の設計問題、それを構築するための技術的、社会経済的課題の同定、その課題を克服する方途を明らかにすることを目的とする。

テーマ(2)については、再エネ/コージェネをはじめとする分散型電源/熱源の普及拡大とそのネットワーク化が配電網の設計に

与える影響を明らかにすること、配電網の最適制御のあり方と、その効果、技術的課題の同定、配電網のスマートグリッド化がもたらす社会経済効果、配電網の転換に必要な社会科学的課題の解明：所有権、システム改革、移行措置、費用負担、配電網の所有主体、経営主体のあり方、を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

以上の目的を達成するため、本研究では研究チームを大きく2部門から構成することにしたい。【部門A】は、「再エネ大量導入を前提とした電力系統の設計、運用、投資に関する研究」と題し、【部門B】は、「再エネの地域経済波及効果の定量評価、事業主体、地域ガバナンスに関する研究」と題して、それぞれ研究を推進する。

4. 研究成果

【部門A】の研究成果

日本の電力システム改革は、2016年4月から小売自由化に入り、2020年の発送電分離を待つばかりとなった。本研究ではこうした状況を踏まえ、【部門A】では、日本と同様に先進工業国であり、再エネ固定価格買取制度の導入によって再エネ比率を総電力消費の約3分の1にまで高めているドイツから、日本の電力システム改革のあるべき方向性について重要な示唆が得られると判断し、その調査研究を行った。得られた知見は、以下の通りである。

ドイツでは2015年の電力生産のうち、ちょうど30%を再エネが占めた。本研究による調査の結果、再エネは確かに現時点ではコスト高であっても、将来的には一貫して下がっていき、いずれ安価な電源になる可能性が高いことが分かった。再エネに投資することは将来的な費用低下をもたらす、今世紀半ばにかけて、伝統的電源を大きく下回る費用で電力供給が可能になる。現在の再エネへの投資は、将来的に大きなリターンを我々にもたらしてくれる。

ドイツの産業は2015年時点で雇用をさらに増やしており、ドイツの輸出は高水準を続けている。そして鉄鋼業のようなエネルギー集約産業ですら生産を増やし、収益を増大させている。消費もまた堅調である。賦課金高騰が生産拠点を海外に流出させるといった批判についても、これまでのところ、1件もその証拠は見つかっていない。こうした一連の事実は、ドイツの再エネ政策が電力料金高騰をもたらす、ドイツ産業を衰退に追いやるという批判が結局、的外れであったことを示している。

再エネの大量導入にとって最大の障害となっているのが系統制約の問題である。各電

力会社は独自の試算によって送電線の「空容量」を発表しているが、これが、多くの地域で「ゼロ」になっている。この結果、再エネ事業者が再エネで発電した電気を送ろうとしても、電力会社から「空き容量がないので、我々の電力系統に受け入れることはできない」と断られ、事業そのものを断念せざるをえなくなってしまうケースが、全国で頻発している。

しかし、本当に空き容量はゼロなのだろうか。本科研費プロジェクト分担研究者である安田陽京都大学特任教授を中心に、広域機関が公表する公開データに基づいて上位2系統の空き容量試算を行ったところ、その結果は驚くべきものだった。例えば、東北電力の系統利用率は最高でも約18%、最低の場合、わずか2%であった。また、北海道電力の場合は最高で15.3%、最低の場合、わずか1.9%であった。

こうしたことが起きる大きな原因は、系統利用に関する「先着優先」ルールにある。これは事実上、系統の「空抑え」を容認するルールであり、新規参入者に対する「参入障壁」となっている。

このような状況下、政府や広域機関において、系統の有効利用を図るべく、「コネクト&マネージ」の議論が進捗している点は、評価したい。

系統容量の計算は、現行の計画潮流ベースから、全て、実潮流ベース/リアルタイムに基づくよう転換すべきである。これらを可能にする前提として、実潮流の系統情報開示が不可欠となる。

【部門B】の研究成果

私たちが日々払う電気代・ガス代は、電力会社/ガス会社を通じて、中東をはじめとする海外へと流出してしまっている。こうした仕組みを改め、地域で自らエネルギー生産を行う方式に切り替えるだけで、海外に流出していた所得が地元へ落ちるようになり、なおかつ雇用が増える。このように、賢く地域経済循環を促していくことで、私たちは、生活水準を実質的に引き上げることができる。

我々は、「地域付加価値分析」という手法を用いてそれを定量的に把握する共同研究を進めた。この手法に基づいて長野県飯田市のおひさま進歩エネルギー株式会社から太陽光発電事業を通じて生み出した地域付加価値を試算すると、2030年までの累計で、約18億円もの付加価値が生み出されることが判明した(中山・ラウパツハ・スミヤ・諸富2016)。この事業に対して付与された補助金の累計額は、2030年時点で約6億円だったので、補助金の約3倍もの付加価値を生み出すことに成功していることが分かった。つまり、再エネ事業への投資は、地域にとって大いに経済合理性をもつ投資なのである。

もっとも、課題も浮き彫りになった。おひ

さま進歩が生み出した付加価値のうち、地元の南信州地域に帰属するのは約9億円で、付加価値総額の約半分に過ぎない。その原因は、「市民共同出資」という事業資金の調達方法による。これは、事業資金調達方法上のイノベーションであり、本事業が成功する上で大きな要因の1つとなった。しかし、出資者には南信州だけでなく、東京や大阪などの大都市住民も多く含まれていたため、おひさま進歩が生み出した付加価値は、「配当」という形で域外へ流出してしまっただけである。このことは、事業資金をできる限り地元から調達し、地域的な資金循環を活発化させることの重要性を我々に知らせてくれる。

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27件)

1. 諸富徹、「地域発エネ自治の先進性 - 根幹を成す住民自治 - 」、『住民と自治』、査読無、通巻657号、2018年、pp.16-25.
<https://www.jichiken.jp/article/0068/>
2. Aiko Azuma, Unnada Chewpreecha, Sung-In Na, Li-Chun Chen, Yanmin He, Soocheol Lee, Ken'ichi Matsumoto、「Modeling the Power Generation Sectors of East Asia in 2050 -The choice of Power Sources by Regulation of Nuclear and Coal power」、査読有、『名城アジア研究』、Vol.8、2018年、pp.3~24.
3. 東愛子、「安定性と柔軟性を兼ね備えた調整市場の制度設計:EUの調整市場統合からの論点整理」、査読無、『RIETI Discussion Paper Series』、18-J-015、2018年
<https://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/18040006.html>
4. 小川祐貴、ラウパツハ・スミヤ、ヨーク、「再生可能エネルギーが地域にもたらす経済効果 - 産業連鎖分析を適用したケーススタディ」、査読有、『環境科学会誌』31巻、2018年、pp.34-42.
5. 諸富徹、「再エネで稼いで地域を豊かにする - エネルギー自治の新しい可能性」、『都市問題』、査読無、Vol.108、2017年、pp.4-9.
6. 諸富徹、「日本のエネルギー政策をめぐる現状 - 『原発ファースト』から『再エネファースト』への転換を」、査読無、『月刊自治研』、vol.59(No.697)、2017年、pp.18-27.
7. 諸富徹、「関係性のなかで自治制度を捉える - 長野県飯田市の地域自治組織を事例として - 」、査読無、『地方自治』、No.835、

2017年、pp.2~23.

8. 諸富徹、「鋳造・金属リサイクル・理想鋳山都市 - 秋田県小坂鋳山と久原房之介の思想・行動 - 」、査読無、『経済論叢』第191巻第2号、2017年、pp.179-197.
9. 八木信一、「再生可能エネルギー政策における都道府県の役割 長野県と大分県を事例として 」、査読無、『経済論叢』、192(2)巻、2017年、pp.89~105.
10. DOI10.11648/j.ijber.20170605.16, Takuo Nakayama、「Empirical Study of Re-Establishment of Municipal Utilities in Germany 」、査読有、『International Journal of Business and Economics Research』、6(5)、2017年、pp.124-133.
11. 佐無田光、「オレゴン州・ポートランド市におけるエネルギーまちづくり政策のガバナンス 」、査読無、『環境と公害』47(2)、2017年、pp.58-63.
12. 諸富徹、「『再生可能エネルギーとシュタットベルケ』特集にあたって - 日本における自治体エネルギー公益的事業体の創設とその意義 - 」、『経済論叢』第190巻第4号、2017年1月、pp.1-12.、査読無
13. 中山琢夫、「ドイツのシュタットベルケは、配電網の再公有化を通して何を目指しているのか? 」、『経済論叢』第190巻第4号、39-52ページ、2017年1月、査読有
14. 諸富徹、「エネルギー自治・シュタットベルケ・地域経済循環 」、『地方財政』、2016年11月号、第55巻11号・通巻第659号、pp4-16.、査読無
15. L. Bird, D. Liew, M. Milligan, E. M. Carlini, A. Estanqueiro, D. Flynn, E. Gomez-Lazaro, H. Holttinen, N. Menemenlis, A. Orths., P. B. Eriksen, J. C. Smith, L. Soder, P. Sorensen, A. Altiparmakis, Y. Yasuda, J. Miller、「Wind and solar energy curtailment: A review of international experience」、Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.65, pp.577-586、2016年11月、査読無
16. 中山琢夫、「再生可能エネルギーで山間地域に所得1%を取り戻せるか? - 小水力発電と木質バイオマスの薪利用を中心に 」、『財政と公共政策』(財政学研究会)第60巻、2016年10月、3-17ページ、査読有
17. 諸富徹、「『自治体エネルギー公益事業体』の創設とその意義 」、『都市とガバナンス』、

2016年9月号、Vol.26、pp.59-70.、査読無

18. 安田陽、「風力発電のおかげで送電インフラ投資が進む~EUの研究開発プロジェクトの動向調査~」、日本風力発電協会誌、第12号、2016年9月、pp.120-127
 19. 中山琢夫・Raupach Sumiya Jörg・諸富徹、「分散型再生可能エネルギーによる地域付加価値創造分析-日本における電源毎の比較分析 」、『環境と公害』第45巻第4号、20-26ページ、2016年4月、査読有
 20. 諸富徹、「再生可能エネルギー促進の好機としての電力システム改革 」、『光発電』、No.39、2016年4月、pp.15-23.、査読無
 21. 安田陽、「風力発電設備の系統連系問題 」、『ターボ機械』、Vol.44, No.5, pp.277-286、2016年、査読無
 22. 太田隆之、「観光は地域の『消滅』を防ぐか 静岡県東伊豆地域の事例検討 」、『財政と公共政策』、第38巻第2号(通号第60号)、18-40ページ、査読無、2016年
 23. 太田隆之、「観光のダイナミズム』からみた観光地の現状と課題 東伊豆地域を事例に 」、『静岡大学経済研究』、20(4)巻、pp.129-152.、2016年、査読無
 24. 八木信一・武村勝寛・渡辺亨、「環境ガバナンスにおける橋渡し組織の機能に関する研究 くまもと地下水財団を事例として 」、『自治総研』、査読有、449巻、2016年、pp.1-22
 25. 諸富徹、「エネルギー自治と地方創生 」、『地方財政』、査読無、No.54-3、2016年、pp.4-16.
 26. 諸富徹、「電力インフラの再構築とその費用負担ルールのあり方 」、『フィナンシャル・レビュー』、査読有、124(4)巻、2015年、pp.49-76.
 27. 諸富徹、「再生可能エネルギー政策の「市場化」 - 2014年ドイツ再生可能エネルギー改正法をめぐって - 」、『経済論叢』、査読無、67(3)巻、2015年、pp.149-174.
- [学会発表](計21件)
1. 八木信一、「国内先進地域等の事例に基づく地下水ガバナンスの論点整理 」、日本地下水学会(地下水ガバナンス等調査・研究グループ)、2018年
 2. 諸富徹、「人口減少下での自治体財政運営 /

- 都市経営はどうあるべきか」、日本地方財政学会第 25 回大会、2017 年 5 月、和光大学
3. 八木信一・荻野亮吾・木下巨一、「まちづくりにおける『飯田モデル』の検証 地域自治組織の導入前後における『自治の質量』の変化の観点から」、日本公共政策学会、2017 年
 4. 八木信一、「再生可能エネルギー政策における都道府県の役割 長野県と大分県を事例として」、日本地方財政学会、2017 年
 5. Aiko Azuma、"Modeling the Power Generation Sectors of East Asia in 2050 -The choice of Power Sources by Regulation of Nuclear and Coal power", The 7th congress of The East Asian Association of Environmental and Resource Economics、2017
 6. 近藤潤次、「負荷制御への適用を想定した家庭用ヒートポンプ給湯機の消費電力量特性」、電気学会新エネルギー・環境/高電圧合同研究会、2017 年
 7. 太田隆之、「スノーリゾート地域の再生と小水力発電の可能性 長野県白馬村を事例に」、環境経済・政策学会、2017 年
 8. 安田陽、山家公雄、「北海道・東北地方の地内送電線利用率分析と風力発電大量導入に向けた課題」、第 39 回風力エネルギー利用シンポジウム、2017 年
 9. 安田陽、濱崎 博、「風力発電大量導入を考慮した 2050 年長期エネルギーシナリオにおける電力系統投資・経済モデル分析」、第 39 回風力エネルギー利用シンポジウム、2017 年
 10. Yoh Yasuda、"Recent Trends of Japanese Regulations and Standards on Lightning Protection for Wind Turbines", The 10th Asia-Pacific International Conference on Lightning (APL2017)、2017
 11. 中山琢夫、「シュタットベルケによるエネルギー事業の再公有化」、日本地方財政学会 2017 年大会、2017 年
 12. 安田陽、「欧州における国際連系線融通電力量と再生可能エネルギー導入の相関」、第 38 回風力エネルギー利用シンポジウム、2016 年 12 月 1 日、東京
 13. Y. Yasuda、"Does variable renewable energy promote grid expansion?"、15th Wind Integration Workshop、WIW16-91、(2016. 11.17.、Vienna)
 14. 中山琢夫、「ドイツのシュタットベルケは、再公有化を通して何を狙っているのか?」、環境経済・政策学会 2016 年度大会企画セッション「分散型エネルギーシステムの担い手としての『シュタットベルケ』」、2016 年 9 月 11 日、青山学院大学
 15. 小川祐貴・ラウパッハ=スミヤ ヨーク・光井智恵、「再生可能エネルギーが地域にもたらす経済付加価値 -長野県を対象としたケーススタディ-」、環境経済・政策学会 2016 年度大会、2016 年 9 月 11 日、青山学院大学
 16. ラウパッハ=スミヤ ヨーク・小川祐貴、「再生可能エネルギーが地域にもたらす経済効果～産業連鎖分析を適用したケーススタディ～」、環境科学会 2016 年年会、2016 年 9 月 8 日、東京都市大学
 17. 中山琢夫、「再エネによる地域付加価値創造分析」電気学会合同研究会、2016 年 7 月 12 日、京都大学
 18. 安田陽、「欧州電力インフラの研究開発および投資状況～EU の政策プログラムの分析～」、電気学会合同研究会、FTE - 16 - 028、HV - 16 - 068、2016 年 7 月 12 日、京都
 19. 原田祥平、安田陽、「欧州の国際連系線利用電力量に関する統計分析」、平成 29 年電気学会全国大会、2016 年 3 月 15 日、富山
 20. 江原幸雄・野田徹郎・藤沢まりこ、「市民の地熱科学の一例 - 1m 深地温測定による地球温暖化・ヒートアイランド現象の実証的理解 -」、日本地熱学会、2015 年 10 月 21 日、別府市別府国際コンベンションセンター
 21. 太田隆之、「再生可能エネルギーは観光地の再生に寄与しうるか 静岡県東伊豆町の事例検討」、環境経済・政策学会 2015 年大会、2015 年 9 月 20 日、京都大学
- 〔図書〕(計 14 件)
1. 諸富徹、『人口減少時代の都市』中央公論新社、2018 年 2 月、214 頁
 2. 安田陽、インプレス R&D、『送電線は行列のできるガラガラのそば屋さん?』、2018 年、126 頁
 3. 安田陽、インプレス R&D、『再生可能エネル

ギーのメンテナンスとリスクマネジメント』、2017年

4. Jorg Raupach-Sumiya / Tomoko Tezuka, Springer VS, “ Wiesbaden Handbuch Energiewende und Partizipation ”, 2017, 1183 頁

5. Jorg Raupach-Sumiya, “ Springer International Publishing Marketing Renewable Energy ”, 2017, 397 頁

6. 安田陽、「世界の再生可能エネルギーと電力システム(風力発電編)」、インプレス R&D、2017年3月

7. 安田陽、「系統連系問題」、植田和弘・山家公雄編著、『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、第6章、2017年2月

8. 中山琢夫、「自治体と分散型電源」、植田和弘・山家公雄編著、『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、281-301 ページ、2017年2月

9. 八木信一、「公共投資と財政」、植田和弘・諸富徹編著、『テキストブック現代財政学』、有斐閣、56-72 ページ、2016年6月

10. 諸富徹、「エネルギーをどうする?」、岩波新書編集部編、『18歳からの民主主義』、岩波書店、2016年4月、pp.137-144

11. 中山琢夫、BスタイルPJ研究グループ、田内裕之外5名6番目、「薪から始める小規模システムの経済効果分析-地域主体のシステムづくり」、相川高信他著、『木質バイオマス熱利用でエネルギーの地産地消』、林業改良普及双書、NO.182、全林協、118-135 ページ、2016年2月

12. 諸富徹、「『エネルギー自治』で地域再生! - 飯田モデルに学ぶ - 」、岩波書店、2015年、79 頁

13. 諸富徹、「電力システム改革と再生可能エネルギー」、日本評論社、2015年、232 頁

14. 諸富徹、「再生可能エネルギーと地域再生」、日本評論社、2015年、248 頁

〔その他〕

ホームページ等

<http://ider-project.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

諸富 徹(MOROTOMI, Toru)

京都大学・大学院 経済学研究科/地球環

境学堂・教授

研究者番号: 80303064

(2) 研究分担者

八木信一(YATSUKI, Shinichi)

九州大学・経済学研究院・准教授

研究者番号: 10334145

東愛子(AZUMA, Aiko)

尚絅学院大学・総合人間科学部・准教授

研究者番号: 10589534

近藤潤次(KONDOH, Junji)

東京理科大学・理工学部電気電子情報工学科・准教授

研究者番号: 20357049

ラウパッハ スミヤ ヨーク(Jorg Raupach-Sumiya)

立命館大学・経営学部・教授

研究者番号: 30633359

太田隆之(OTA, Takayuki)

静岡大学・地域創造学環・准教授

研究者番号: 50467221

安田陽(YASUDA, Yoh)

京都大学・経済学研究科・特任教授

研究者番号: 70268316

中山琢夫(NAKAYAMA, Takuo)

京都大学・経済学研究科・特定教授

研究者番号: 70623883

佐無田光(SAMUTA, Hikaru)

金沢大学・経済学経営学系・教授

研究者番号: 80345652

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

南部鶴彦(NAMBU, Tsuruhiko)

学習院大学・経済学部・教授

研究者番号: 0061416

小林久(KOBAYASHI, Hisashi)

茨木大学・農学部・教授

研究者番号: 80292481

江原幸雄(EHARA, Sachio)

地熱情報研究所・代表

研究者番号: 510002346