

様式 I

博士學位論文調査報告書

論文題目 Framework and Evaluation of the Conditions for Companies to Engage in
Renewable Energy Transitions under Constraints of Existing Infrastructure
(既設インフラ制約下における企業のエネルギー移行に関するフレームワークと
評価)

申請者 後藤 良介

最終学歴 令和 3年 9月
京都大学大学院エネルギー科学研究科エネルギー社会・環境科学専攻
博士後期課程 (修了見込)

学識確認 平成 年 月 日 (論文博士のみ)

調査委員 京都大学大学院エネルギー科学研究科
(主査) 准教授 マクレラン ベンジャミンクレイグ

調査委員 京都大学大学院エネルギー科学研究科
教授 石原 慶一

調査委員 京都大学大学院エネルギー科学研究科
教授 下田 宏

(続紙 1)

京都大学	博士 (エネルギー科学)	氏名	後藤 良介
論文題目	Framework and Evaluation of the Conditions for Companies to Engage in Renewable Energy Transitions under Constraints of Existing Infrastructure (既設インフラ制約下における企業のエネルギー移行に関するフレームワークと評価)		
(論文内容の要旨)			
<p>2050年のカーボンニュートラル達成に向けて、今後日本企業がどのように意思決定していくかが大変重要になってきている。本論文では、企業がエネルギー移行を進めるにあたり、(1)必要なインフラ投資、(2)再生可能エネルギー(RE)への投資意思決定、(3)エネルギー移行に関する経営戦略、という様々な角度から分析・評価を行った。</p> <p>第1章では、エネルギー移行・RE投資に関する意思決定・環境経営について文献調査を行い、本研究の背景と目的を述べるとともに位置づけを明らかにした。</p> <p>第2章は、エネルギー移行における必要なインフラ投資という視点において、再エネ大量導入時における、時系列的な既設発電設備の更新・廃棄計画が及ぼす電源構成への影響を明らかにすることを目的とした。本章では、詳細な電源構成データに基づいた諸元において、定量的システムモデリングの手法を適用し、老朽化火力を時系列的に更新しながら再生可能エネルギーの導入を進めることによって、REの出力抑制量を抑えられることを示すとともに、積算総費用を低減できることを明らかにした。またREが大量導入される遷移期において、天然ガスコンバインドサイクル発電(GTCC)による電力調整能力が大きい地域では太陽光発電(PV)の導入が多くなり、電力調整能力が小さい地域では風力発電の導入が多くなるという地域性があることを示した。更に、老朽化火力発電設備を更新するシナリオでは、RE導入量の多い地域の余剰電力で水素を製造し、水素焚きGTCC容量の多い他の地域に水素を輸送することで、総コストを削減し、出力抑制量を抑制しながら、RE導入の促進が可能であることがわかった。</p> <p>第3章では、企業のREへの投資意思決定について、電力市場における不確実性の下での企業のRE投資意思決定行動に関する新しい知見を得ることを目的とし、規範的・非規範的な両面を表すRE投資企業の意思決定プロセスに関する新しいフレームワークを設計した。このフレームワークは、Top Management(投資意思決定者)とMiddle Management(投資戦略の分析・提案者)の2階層からなり、Middle Managementの分析結果と提案を基に、Top Managementが規範的・非規範的な両面から投資行動するという意思決定プロセスを表現した。このフレームワークを用</p>			

いて、不確実性下の電力市場における RE 投資企業の行動意思決定モデルを開発した。開発したモデルにおいて、Top Management の規範的側面には従来の正味現在価値(NPV)法を、非規範的な側面には行動経済学的手法を適用した。開発したモデルを用いたシミュレーションの結果、従来の規範的な NPV 手法と比較して、RE 投資会社の行動的意思決定について次の知見を得た。(a) RE への補助が高い場合、PV または風力発電のどちらかに偏った投資は、RE 投資を妨げる可能性がある。(b) RE への補助が高い場合、PV と風力の両方へのバランスのとれた投資は、RE 投資を促す。(c) RE への補助が低くても、意思決定者の参照点を低くするフレーミングを行うことで、RE 投資を促し得る。

第 4 章では、エネルギー移行に関する経営戦略について新しい知見を得る試みを行った。この章では、企業の財務・CO₂指標の定量情報および、経営方針の文書情報を機械学習の手法を用いて分析し、エネルギー移行に積極的な企業の特徴を抽出することで、次の知見を得た。(i) エネルギー移行に積極的な企業は、標準的な財務指標を有している。また財務上好ましくない企業だけでなく、財務上最優良な企業でも必ずしもエネルギー移行に積極的ではない。(ii) エネルギーシフトに積極的な企業は、事業遂行における CO₂ 排出源として、直接排出よりも間接排出が多いとともに、総資産に対する CO₂ 排出量が少ない。(iii) エネルギー移行を積極的に進めている企業は、経営方針として「自社ブランド」・「事業戦略」をより重視している傾向にある。

最後に第 5 章では、本研究で得られた主要な結果をまとめるとともに、今後の研究課題について言及した。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

2050年のカーボンニュートラル達成に向けて、今後日本企業がどのように意思決定していくかが大変重要になってきている。本論文では、企業がエネルギー移行を進めるための意思決定について、様々な角度から分析、評価を行ない、その条件を評価した。得られたおもな成果は以下の通りである。

(1) 関西地区および中国・四国・九州地区において既設の火力発電所の設備更新と原子力発電所の有効利用を考慮した3つのシナリオを作成し、CO₂排出量を制約条件として総費用最小化を目的とした線形計画問題を解くことで、それぞれのシナリオにおける設備構成を比較・検証した。その結果、老朽化火力を更新しながら再生可能エネルギーの導入を進めること、また再生可能エネルギー導入量の多い地域の余剰電力で水素を製造して他地域の火力に活用することで、エネルギー移行の総費用を削減できることを明らかにした。

(2) 企業の再生可能エネルギー投資において、従来の正味現在価値に基づく規範的な意思決定に、プロスペクト理論に基づく感性的な意思決定プロセスを加味した新しいフレームワークを設計し、不確実性下の電力市場における再生可能エネルギー投資企業の行動意思決定について数値シミュレーションを行った。その結果、太陽光・風力発電の両方へのバランスのとれた投資、および意思決定者へ低い参照点を示すネガティブフレーミングによって、再生可能エネルギー投資を促し得ることを示した。

(3) 再生可能エネルギー移行に積極的な企業の経営指標および経営方針の傾向を明らかにするために、教師なし機械学習を適用するという新しい分析手法を提案した。この手法に基づき248社のデータを分析した結果、再生可能エネルギー移行に積極的な企業は、エネルギーの外部調達比率が高く総資本に対するCO₂排出量が少ないこと、経営方針として「自社ブランド」・「事業戦略」をより重視している傾向にあるという特徴を抽出した。

本論文では、企業のエネルギー移行に関して、多面的な定量的・定性的分析方法を提案するとともにその分析結果を検討することで、必要なインフラ投資、投資のための意思決定から経営戦略に至るまで広範囲にわたり新しい知見を提供している。また本論文で提案したフレームワークや定量モデルは、日本以外の国・地域にも拡張することが可能であり、企業の再生可能エネルギー移行の可能性についての更なる分析に貢献することが期待できる。

よって、本論文は博士(エネルギー科学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和3年8月27日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文の全文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降