

令和 6 年 6 月 9 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04878

研究課題名（和文）エネルギー企業のイノベーション創出を考慮した経営効率性評価手法の構築と応用

研究課題名（英文）Development and application of managerial efficiency assessment method considering innovation creation in energy companies

研究代表者

後藤 美香（Goto, Mika）

東京工業大学・環境・社会理工学院・教授

研究者番号：50371208

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：1990年代の電力・ガス自由化以降の大規模エネルギー企業を対象に、イノベーション創出への取り組みと成果を再定義した上で生産効率性評価手法を提案し、実証分析を行った。大手エネルギー企業が、研究開発投資や合併等を通じて新エネルギー・環境技術やデジタル技術などを獲得する多面的なイノベーション創出活動を踏まえ、それらを取り入れた生産効率性計測手法の開発と影響分析を行った。また各種公開文書等から得られる企業の社会的責任や環境への取り組み度合い、環境関連国際イニシアチブへの参加状況などの情報から、テキスト分析等を用いて主要要素を抽出し、経営効率性との関係を時間変化と事業者間差異の両面から分析し評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、大手エネルギー企業の研究開発投資や特許の取得、合併等によるイノベーション創出活動を定量化し、それら要素を取り入れた生産効率性の計測について、データ包絡分析法（DEA）によるモデルを新たに提示し、実証分析を行うことで手法としての実用性を示したことにある。本研究の社会的意義は、各種公開文書やデータベースから取得した企業の社会的責任（CSR）や環境保護への取り組み度合い、環境関連国際イニシアチブへの参加状況等を、統計的手法やテキスト分析の応用により多様に解析し、企業の経営効率性と社会的に望ましい環境配慮活動やイノベーション創出活動の関係を実証分析によって検証したことにある。

研究成果の概要（英文）：We proposed a production efficiency evaluation method for large energy companies after the deregulation of electricity and gas in the 1990s through redefining their innovation creation efforts and achievements, and conducted empirical analyses. Based on the multifaceted innovation creation activities of major energy companies, which acquire new energy, environmental, and digital technologies through R&D investments and mergers, we developed a production efficiency measurement method that incorporates these innovation factors and analyzed their impacts on efficiencies. We also extracted key factors from information on corporate social responsibility, the degree of environmental protection efforts, and participation in environment-related international initiatives obtained from various public documents and analyzed the relationship with managerial efficiency in terms of both changes over time and differences among companies.

研究分野：エネルギー経済学

キーワード：生産効率性 経営効率性 データ包絡分析法 DEA エネルギー企業 イノベーション 環境配慮経営

1. 研究開始当初の背景

1990年代以降、電力およびガス企業を対象とした規制緩和が世界的に進展した。我が国でも2016年と2017年に電気とガスそれぞれの小売全面自由化が開始されるなど、一連の政策が実施された。規制緩和の目的の1つは、企業経営の自律性を高め、競争による効率化や技術進歩を促すことである。エネルギー企業は電力やガスなど社会の基盤となるサービスを提供しており、環境に配慮した新エネルギーの開発と普及、デジタル技術を用いたスマートグリッドや電力取引システムの構築、新たな顧客サービスの提供などが期待されている。環境規制と企業のイノベーション創出については、従来からポーター仮説などにより、適切な規制は企業のイノベーションを誘発し生産性を向上させると指摘されてきた。我が国に先駆け電力やガスの規制緩和を実施した欧米では、競争に対応するため企業間の合従連衡が進み、大規模な産業構造変革の下、環境配慮や気候変動対策とともに、収益性向上や効率化が進められてきた。このことは、規制緩和によってイノベーションが促進され、企業の生産性や経営効率性の改善が促された事例と考えられる。一方でこれまでのところ、エネルギー企業におけるイノベーション創出と経営効率性の関係を実証的に分析した研究はほとんど見られない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、規制緩和後の電力およびガス企業のイノベーション創出への取り組み(インプット)と成果(アウトプット)を再定義することで経営効率性の評価手法を提案し、実証分析によって手法の実用性を確認するとともに、得られた結果から経営効率性とイノベーション創出活動、環境配慮経営との関係を考察することである。そのために以下の3つの項目を実施した。(1)企業のイノベーション創出活動や環境配慮経営に関する定量データとともに定性情報を取得・整理し、それらを生産要素として取り入れた新たな経営効率性評価手法を構築する。(2)当該評価手法を複数期間の分析に応用可能な手法へと拡張する。(3)国内外の主要エネルギー企業の分析を通じて提案した手法の実用性を確認するとともに、環境配慮経営やイノベーション創出活動と経営効率性の関係を実証的に検証する。

3. 研究の方法

効率性評価手法としてデータ包絡分析法(data envelopment analysis: DEA)の応用モデルを提案した。DEAは企業などの意思決定主体を対象に、複数の投入要素と生産物を同時に考慮することが可能な総合的効率性評価手法である。近年では世界的な関心の増加に伴い環境やエネルギーなどさまざまな分析対象や研究課題に応用され、基盤を成す数理モデルの開発・拡張や応用研究が行われている。本研究課題では、(1)エネルギー産業の動向と先行研究の調査、(2)イノベーション創出への取り組み(インプット)と成果(アウトプット)の再検討を通じた、環境要因も含めた定量データと定性情報を取り入れることが可能な経営効率性評価手法の提案、(3)企業データの構築と応用実証分析の実施、という一連の方法に沿って分析を実施した。

具体的には、国内外の代表的な電力企業およびガス企業の経営動向と規制緩和の影響動向、研究開発(R&D)投資と特許の取得、その他イノベーション創出に関する様々な取り組みと成果、環境問題への対応について、政府等の公開資料や各種データベース、先行研究の机上調査を通じて把握し体系的に整理した。また従来のDEAモデルの類型化によって、投入要素指向と生産物指向の両方の特徴を合わせもった中間モデルを本研究の実装モデルとして検討し、複数期間分析へと拡張することで、イノベーション創出の影響を分析する一連の手法を提案した。特に国内外の大手エネルギー企業の経営情報など定量データの収集・整理に加え、イノベーション創出に関する組織的取り組みや成果に関する定性情報を、多変量解析やテキストマイニングを用いて多様に解析し指標化する方法を考案することで、本研究の独自のデータベースを構築した。

4. 研究成果

電力・ガス自由化以降の国内外大手エネルギー企業を対象に、イノベーション創出活動や環境への取り組みと成果を再定義することで、新たな生産要素を考慮した生産効率性評価手法を提案し、実証分析を行った。大手エネルギー企業が収益性の改善や競争力強化のために実施するR&D投資や特許の取得に加え、合併と買収(M&A)を通じた新エネルギー技術、環境技術、デジタル技術等の獲得によるイノベーション創出活動を踏まえ、それらを効率性計測手法に取り入れる具体的方法について考案するとともに、その影響分析を行った。

2010年から2020年までの世界の大規模電気事業者31社のパネルデータを用いた分析では、イノベーションの創出をM&A取引動向から観察し、生産効率性との関係を分析した。第1段階ではDEA中間モデルによって生産効率性を計測し、第2段階ではパネルデータトビットモデルの推定によってM&Aや地域的差異および時間的変化が生産効率性に及ぼす影響を分析した。分析結果から、生産効率性は地域間で有意な差異が見られるものの、時間的な変化には差異が見られず、またM&Aの増加が生産効率性の向上に必ずしも結びついていないことが示された。

分析手法の開発については、OECD諸国のエネルギー部門のパネルデータを用いて、複数年のデータをシフトさせながら効率性フロンティアを逐次形成し、効率性の時間変化と技術進歩を捕捉する、環境要因を取り入れたDEA中間モデルを提案した。

生産効率性分析にテキスト分析や多変量解析を組み合わせる試みについては、2つの方法によって研究を実施した。1つ目は、日本の上場企業を対象に、企業が環境関連の国際イニシアチブに参加する要因を検討したものである。企業のイニシアチブ参加を環境行動への動機付けとして概念化し定量化する方法を提案することで、主要要素を抽出し効率性への影響を検証した。2つ目は、企業の年次報告書や統合報告書、経営方針を記した投資家向け公開資料、CSRや環境への取り組み度合いや環境関連国際イニシアチブへの参加状況などの定量データおよび定性情報を用いるものである。それらにテキスト分析や多変量解析を適用して主要要素を抽出・整理し可視化する方法を開発・提案し、環境要因や企業の戦略要因を含む指標と生産効率性の関係を、時間変化と事業者間差異の双方から評価する実証分析を行うことで、当該手法の有用性を示した。これら一連の研究は、生産効率性評価のために用いることが可能な新たな変数を探索する道筋を示しており、今後の研究における発展領域を確認することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Mika Goto, Toshiyuki Sueyoshi	4. 巻 87(A)
2. 論文標題 Sustainable development and convergence under energy sector transition in industrial nations: An application of DEA environmental assessment	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Socio-Economic Planning Sciences	6. 最初と最後の頁 101316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.seps.2022.101316	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tadaaki Tomikawa, Mika Goto	4. 巻 118
2. 論文標題 Efficiency assessment of Japanese National Railways before and after privatization and divestiture using data envelopment analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transport Policy	6. 最初と最後の頁 44,55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tranpol.2022.01.012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mika Goto, Kohei Fujita, Toshiyuki Sueyoshi	4. 巻 13(13)
2. 論文標題 Marginal Effect of R&D Investment and Impact of Market Reforms: An Empirical Analysis of Japanese Electric Power Companies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 3354
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en13133354	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Mika Goto, Toshiyuki Sueyoshi	4. 巻 28(4)
2. 論文標題 Sustainable development and corporate social responsibility in Japanese manufacturing companies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 844, 856
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/sd.2035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Toshiyuki Sueyoshi, Youngbok Ryu, Mika Goto	4. 巻 13(15)
2. 論文標題 Operational performance of electric power firms: Comparison between Japan and South Korea by non-radial measures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 3968
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en13153968	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Toshiyuki Sueyoshi, Mika Goto	4. 巻 14(6)
2. 論文標題 Performance assessment of Japanese electricity and gas companies from 2002-2018: Three DEA approaches	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 1705
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en14061705	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Mika Goto	4. 巻 16(1)
2. 論文標題 Comment on "Total-Factor Energy and Emission Efficiencies of ASEAN and other Asian Economies"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian Economic Policy Review	6. 最初と最後の頁 113, 114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/aepr.12327	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Toshiyuki Sueyoshi, Mika Goto	4. 巻 12(9)
2. 論文標題 DEA Non-Radial Approach for Resource Allocation and Energy Usage to Enhance Corporate Sustainability in Japanese Manufacturing Industries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 1785
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en12091785	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Toshiyuki Sueyoshi, Mika Goto	4. 巻 12(13)
2. 論文標題 Comparison among Three Groups of Solar Thermal Power Stations by Data Envelopment Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 2454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en12132454	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Toshiyuki Sueyoshi, Mika Goto	4. 巻 13(2)
2. 論文標題 Performance Assessment of Japanese Electric Power Industry: DEA Measurement with Future Impreciseness	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 490
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en13020490	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Amani Mohammed Atris, Mika Goto	4. 巻 63
2. 論文標題 Vertical structure and efficiency assessment of the US oil and gas companies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Resources Policy	6. 最初と最後の頁 101437
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.resourpol.2019.101437	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Ahl, M. Yarime, M. Goto, S.S. Chopra, N.M. Kumar, K. Tanaka, D. Sagawa	4. 巻 117
2. 論文標題 Exploring blockchain for the energy transition: Opportunities and challenges based on a case study in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Renewable and Sustainable Energy Reviews	6. 最初と最後の頁 109488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rser.2019.109488	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Amanda Ahl, Mika Goto, Masaru Yarime	4. 巻 15
2. 論文標題 Smart technology applications in the woody biomass supply chain: interview insights and potential in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 1531, 1553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-019-00728-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Satoshi Shimizu, Mika Goto	4. 巻 In Press
2. 論文標題 Why do companies participate in climate change-related initiatives? Theoretical and empirical analyses of motivations for Japanese companies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 1, 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/sd.2848	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mika Goto, Tadaaki Tomikawa, Toshiyuki Sueyoshi	4. 巻 17(8)
2. 論文標題 Efficiency and mergers and acquisitions of electric utility companies	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 1972
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en17081972	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

後藤美香 研究者情報

https://t2r2.star.titech.ac.jp/cgi-bin/researcherinfo.cgi?q_researcher_content_number=CTT100669189

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
米国	New Mexico Inst of Mining & Technology		