

令和 2 年 6 月 6 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2019

課題番号：15K16163

研究課題名（和文）グリーンイノベーションの国際移転：中国とインドの風力・太陽光産業の比較研究

研究課題名（英文）International transfer of green innovation: A comparative analysis of the wind and solar power industries in China and India

研究代表者

林 大祐 (Hayashi, Daisuke)

立命館大学・国際関係学部・准教授

研究者番号：50732848

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、学習効果・技術移転・公共政策に着目して、中国とインドにおける風力・太陽光産業の発展の要因を分析し、以下の3点を明らかにした。第一に、市場の拡大は必ずしも生産性の向上につながらないため、イノベーション政策によって技術能力の構築を支援する必要がある。第二に、イノベーション能力の構築には、技術受入企業による研究開発を促すような技術移転メカニズムが必要である。最も効果的なメカニズムとして、合併買収と国際研究開発センターが挙げられる。第三に、政策決定者は技術特性を考慮した上で、技術プッシュ政策と需要プル政策を調和させ、イノベーション能力の支援に努めるべきである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の社会的意義は、化石燃料から再生可能エネルギーへの急速な転換を進める中国とインドの技術戦略と政策支援を明らかにし、新興国におけるクリーン・エネルギー転換への示唆を得られたことである。学術的には、気候・エネルギー政策分野では、技術中立型（technology-neutral）と技術固有型（technology-specific）の政策の是非が議論されてきたが、イノベーション能力の構築という政策目標に関しては、技術固有型の政策の有効性を確認できたと言える。

研究成果の概要（英文）： This study analyzes factors underlying the growth of China and India's wind and solar photovoltaic industries, focusing on technological learning, technology transfer, and public policies. Key findings are three-fold. First, market expansion does not necessarily lead to productivity gains. Thus, it is essential to support technological capabilities through innovation policies. Second, innovation capability building requires technology transfer mechanisms that encourage recipient firms' research and development effort. The most effective transfer mechanisms are mergers and acquisitions and international research and development centers. Third, policymakers need to strike a balance between technology-push and demand-pull policies, and be attentive to technological characteristics as they determine the nature of the technological learning required to develop innovation capabilities.

研究分野：環境政策、気候政策、エネルギー政策、技術変化、炭素市場メカニズム

キーワード：イノベーション 学習曲線分析 技術移転 技術政策 中国 インド 風力発電 太陽光発電

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化の重要な解決策として、温室効果ガス排出 (GHG) 削減効果に優れた技術 (低炭素技術) の途上国移転が注目されている。海外技術を獲得することで産業育成に必要な過程を短縮でき、途上国産業の育成を促進することができる。技術革新ネットワークのグローバル化が進むなか、温暖化対策におけるグリーン・イノベーションの国際移転の重要性は増すばかりである。

世界平均で電力部門が最大の GHG 排出源となっており、低炭素型の電力供給システムの構築が喫緊の課題となっている。本研究の分析対象である中国とインドの一次エネルギー消費量は、2010年の時点で世界の約 24% を占め、それぞれ世界第一位と第三位であった。そのため、これら両国のエネルギー供給部門、特に電力部門での対策が地球温暖化防止の鍵を握っている。

電力部門での重要な温暖化対策として、再生可能エネルギー (再エネ) 技術の普及が挙げられる。特に、風力・太陽光発電が再エネ技術の要となっており、温暖化対策においてこれらの技術の途上国移転が担う役割は大きい。中国とインドともに、海外技術の獲得に積極的に取り組み、風力・太陽光発電の世界的な市場リーダーとしての地位を確立しつつあるため、これらの事例から技術移転に関する有益な示唆を得られることが期待できる。

本研究は、低炭素技術移転の研究分野における以下のリサーチ・ギャップに着目する。第一に、途上国における技術政策と企業の技術移転戦略との関係性を扱った研究は数少ないこと、第二に、異なる技術移転メカニズム (貿易、海外直接投資、ライセンス契約など) が技術受入側の能力構築に与える影響についての研究は限定的であることである。これらに関して、中国とインドの風力・太陽光産業を比較分析した研究はほぼ皆無である。企業を主な分析単位として、中国とインドへの低炭素技術移転という社会的にも重要なテーマを扱う本研究は、先行研究と比して独自性が高いものである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、中国とインドにおける風力・太陽光産業の技術移転を事例として、(1) 技術受入国の技術政策が、受入企業の技術移転戦略に及ぼす影響を分析すること、(2) 異なる技術移転メカニズムが技術受入側の能力構築に及ぼす影響を評価することである。

本研究の分析枠組を図 1 に示す。技術政策は、「技術プッシュ政策」と「需要プル政策」に大別される。技術プッシュ政策は、技術革新の私的費用を低減させることで、企業の技術能力を高める。一方、需要プル政策は、市場構造を変化させることで技術への需要を高め、技術革新を誘発する。そして、企業の技術能力と市場構造の両者が、企業の技術移転戦略に影響を与えられ。さらに、どのメカニズムを通じて技術移転がなされるかによって、技術受取側の技術能力への寄与度が変化すると予想される。

技術移転の成功要因は国・地域、そして技術分野によって異なることが指摘されており、地理的・技術的な特性を考慮した研究が求められている。本研究では、中央集権型で保護主義政策をとる中国と、地方分権型で市場主義政策をとるインドとを比較することにより、技術政策に関する対比的な比較分析が可能となる。また、ほぼ商用化段階にある風力発電技術と、技術的には未成熟で政府による普及支援が必要不可欠な太陽光発電技術を比較することで、技術特性に応じた技術移転のあり方を考察することができる。

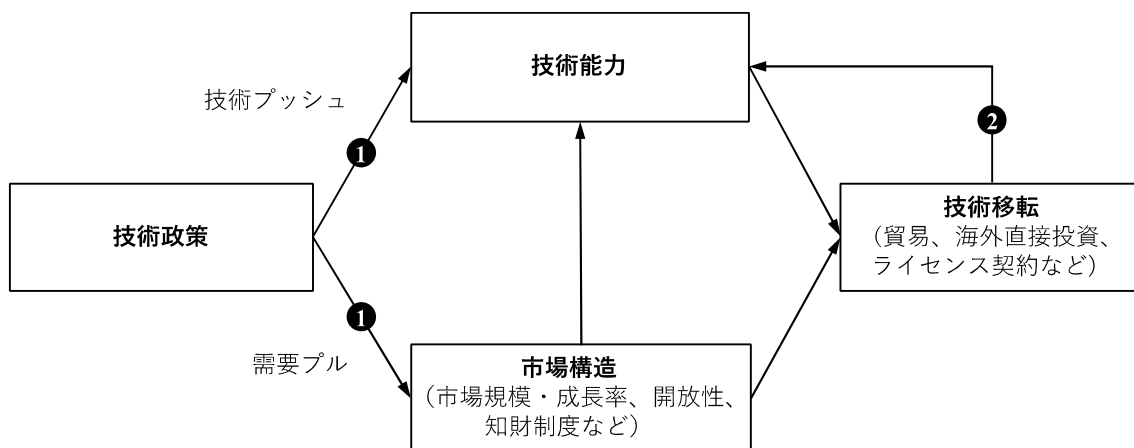


図 1 本研究の分析枠組

3. 研究の方法

本研究は三部構成をとる。第一部では、2005～2012年の中国の風力産業を事例として、風力発電技術メーカーと発電事業者による経験と知識の蓄積が風力発電事業の生産性に及ぼす影響を、学習曲線分析によって定量的に評価した。クリーン開発メカニズム (CDM) として国連に登録された、312の中国の風力発電事業に関して、国連ホームページに公開されている 258のプロジェクト設計書と 962のモニタリング報告書から事業データを収集した。これを特許データなどと組み合わせることで、技術メーカーによる風車の製造経験や研究開発による知識の蓄積、発

電事業者による風車の設置・運用保守の経験の度合いを計測した。また、風力発電事業の生産性として、風車の容量、発電事業費、発電電力量の実績値を用いた。これらのデータに基づき、パネルデータ分析とクロスセクション分析により、学習効果を定量的に評価した。

第二部では、インドの風力産業における技術移転メカニズムと技術能力(製造能力とイノベーション能力)の関係性を分析した。まず、デスクリサーチによって、インドの風力発電技術メーカー19社の技術移転戦略、風車の最大容量、特許申請数などを調べた。次に、インドで風力発電技術メーカー15社と風力発電に関連する12組織に対して実施したインタビューの録音を書き起こし、各社の技術移転戦略の決定要因をパターン・マッチングによって分析した。

第三部では、2000～2017年にかけて、中国とインドの風力・太陽光(PV)産業のイノベーション能力に顕著な違いが生じた理由を、技術特性と公共政策の観点から分析した。まず、上記の4つのケース(2カ国×2産業)に関して、中国・インド政府のホームページから関連する政策文書入手し、それぞれの産業における政策の変遷を整理した。次に、中国とインドで申請された風力・太陽光発電技術の特許データを収集し、それぞれの産業における特許申請数と申請者を時系列で整理した。これらのデータに基づき、過程追跡法に基づく比較事例分析を行った。

4. 研究成果

第一部の研究を通じて、2005～2012年の中国の風力産業において、風力発電技術メーカーと発電事業者による経験と知識の蓄積は、風力発電事業の生産性向上に寄与しなかったことを明らかにした。発電電力量は、資本投資によって決定され(大規模で高価な風力発電事業の発電電力量が大きい)、発電事業費の低下は、価格競争によって引き起こされたことが分かった。世界最大の風力発電市場へと急成長した中国では、同期間に著しい経験と知識が蓄積されたはずだが、学習効果は認められなかった。技術普及政策によって市場を拡大するだけでなく、イノベーション政策によって技術能力の構築を支援する必要がある。本研究の最終成果は、「Gone with the wind: A learning curve analysis」と題した論文にまとめ、国際学術誌である Energy Policy に掲載された。

第二部の研究によって、イノベーション能力の構築には、合併買収や国際研究開発センターの設立など、技術受入企業による研究開発を促すような技術移転メカニズムが有効であることが分かった。一方、製造能力に関しては、どの技術移転メカニズムによっても獲得できることが分かった。技術移転によってイノベーション能力を構築するためには、受入企業の財政力が必要であり、これを支援するためには安定的かつパフォーマンス志向の市場を創出することが重要である。また、最終成果は「Knowledge flow in low-carbon technology transfer: A case of India's wind power industry」として、Energy Policy に掲載された。

第三部の研究では、2000～2017年における中国とインドの風力・太陽光産業のイノベーション能力の差は、4つのケース間(2カ国×2産業)での技術特性と公共政策の違いによって説明できることを明らかにした。同期間において、風力発電は、高度な設計能力を要し、コスト競争力のある技術として、太陽光発電は、高度な製造能力を要し、より高価格の技術として特徴付けられる。風力産業におけるイノベーション能力の構築には、研究開発や技術移転を促すための技術プッシュ政策、及び、国内市場での需要を創出するための需要プル政策が必要である。太陽光産業においては、輸出指向型の製造を促すための技術プッシュ政策、及び、投資利益を保証するための需要プル政策が必要となる。中国はこれらの技術固有の要請に沿った政策支援を実施したが、インドでは技術プッシュ政策が不十分であったため、イノベーション能力の停滞につながった。以上から、イノベーション能力の構築には、技術特性を考慮した上で、技術プッシュと需要プルを調和させた政策ミックスが必要であることが分かった。本研究の中間成果は「Energy transitions in China and India: Leapfrogging in wind and solar power technology」と題した政策提言書(policy brief)として、米国ジョージタウン大学の紀要である Georgetown Journal of Asian Affairs に掲載された。また、最終成果を論文にまとめ、国際学術誌である Energy Research & Social Science に投稿した。

本研究の社会的意義は、化石燃料から再生可能エネルギーへの急速な転換を進める中国とインドの技術戦略と政策支援を明らかにし、新興国におけるクリーン・エネルギー転換への示唆を得られたことである。学術的には、気候・エネルギー政策分野では、技術中立型(technology-neutral)と技術固有型(technology-specific)の政策の是非が議論されてきたが、イノベーション能力の構築という政策目標に関しては、後者の有効性を確認できたと言える。その他の目標達成における技術固有型の政策の評価は、今後の研究課題とする。最後に、本研究課題の申請時における研究目的に比べると、第一部の研究は、技術移転というよりも技術変化として位置づけられる研究になった。これは、実際にデータを収集・分析した結果、学習曲線分析を行った方が適切と判断したためである。第二部と第三部の研究は、申請当初の研究目的に沿ったものである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Daisuke Hayashi	4. 巻 123
2. 論文標題 Knowledge flow in low-carbon technology transfer: A case of India's wind power industry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Energy Policy	6. 最初と最後の頁 104 ~ 116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.enpol.2018.08.040	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 Daisuke Hayashi, Joern Huenteler, Joanna I. Lewis	4. 巻 120
2. 論文標題 Gone with the wind: A learning curve analysis of China's wind power industry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Energy Policy	6. 最初と最後の頁 38 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.enpol.2018.05.012	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 該当する

1. 著者名 Daisuke Hayashi	4. 巻 Spring/Summer Issue
2. 論文標題 Energy transitions in China and India: Leapfrogging in wind and solar power technology	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Georgetown Journal of Asian Affairs	6. 最初と最後の頁 98 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Daisuke Hayashi
2. 発表標題 Energy transitions in China and India: Leapfrogging in wind and solar power technologies
3. 学会等名 Energy Talk at Jawaharlal Nehru University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林大祐
2. 発表標題 Knowledge flow in low-carbon technology transfer: A case of India's wind power industry
3. 学会等名 環境経済・政策学会2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Daisuke Hayashi
2. 発表標題 Globalizing strategies for low-carbon technology transfer: A case of India's wind power industry
3. 学会等名 2016 Nairobi Conference on Earth System Governance (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Daisuke Hayashi
2. 発表標題 Gone with the wind: A learning curve analysis of China's wind power industry
3. 学会等名 環境経済・政策学会2015年大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Daisuke Hayashi
2. 発表標題 Gone with the wind: A learning curve analysis of China's wind power industry
3. 学会等名 Rokko Environmental Economics and Policy Seminar (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Daisuke Hayashi
2. 発表標題 Policy mixes for innovation in China and India's wind and solar photovoltaic industries
3. 学会等名 Swiss Political Science Association Annual Congress 2020 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Hayashi
2. 発表標題 Energy transitions in China and India: Policy mixes for leapfrogging in wind power technology
3. 学会等名 International Sustainability Transitions Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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