

令和 5 年 10 月 25 日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12295

研究課題名（和文）日中比較分析による「低炭素パラダイムシフト論」の創出

研究課題名（英文）Theory of Low-carbon Paradigm Shift based on Japan-China Comparative Analysis

研究代表者

李志東（Li, Zhidong）

長岡技術科学大学・工学研究科・教授

研究者番号：80272871

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：再エネや電動自動車等、脱炭素型技術開発と産業育成、導入拡大の面で、中国がリードしている。脱炭素社会に向けた中国の取り組みを中国モデルと呼ぶことが可能である。以下の特徴が確認できるからである。

政府と議会が結束し、持続可能な発展にとっての内的要求として、戦略的に取り組むこと。脱炭素システム整備とエネルギー革命を通じて取り組むこと。国際的に有効と実証された対策を貪欲に取り入れること。中国に比較優位性を持たない分野についても、長期戦略の視点で果敢に挑戦すること。中国の実情や固有性に合わせた対策や制度を試行錯誤的に模索し続けていること。中国の経験は、国際社会にとって「他山の石」となり得る。

研究成果の学術的意義や社会的意義

技術優位性を持たない中国が、再エネとNEVの普及と産業競争力の面で世界をリードできたのは、国家戦略として脱炭素化を位置づけたことの影響が大きい。中国では、世界初となるNEV規制・クレジット取引、再エネ電力利用の目標規制・グリーン証書取引等を国レベルで導入し、脱炭素化を後押しした。中国では、NEVを農村部で普及させる事業を展開し、NEVの導入拡大を促進できた。農村人口が多く、NEVの利用環境（自宅充電）も整備易いなどを踏まえた対策である。各国の実情や固有性に合わせた対策が必要である。

研究成果の概要（英文）：As one important step towards decarbonization society and transforming from one of major car manufacturing countries into a car manufacturing powerhouse, China has been putting highest priority to making the paradigm shift from internal combustion engine vehicle to new energy vehicle (NEV). As a result, China became the world largest country in NEV production, sales and ownership, and the internationally-competitiveness has been greatly improved. In order to achieve this strategic transition efficiently, the government launched a sales target regulation and credit trading system for NEVs while announcing that the purchase subsidies will be terminated in 2023. This study identified and discussed on the current situation and measurement trend of electric drive vehicle in China from a viewpoint of China's model of NEV development. As a tentative conclusion, a China's model is indeed identified, and becoming the world's automotive powerhouse is no longer a pipe dream for China.

研究分野：脱炭素システム論

キーワード：脱炭素社会 再生可能エネルギー 自動車の電動化 脱炭素技術開発と産業育成 NEV規制・クレジット取引 再エネ電力利用の目標規制・グリーン証書取引

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

脱炭素社会を実現するには、内燃機関自動車（ICEV）から新エネルギー自動車（NEV。BEV、PHEV、FCVを含む）へ、化石燃料から再生可能エネルギーへの革命的構造転換（パラダイムシフト）が不可欠である。日本も中国も例外ではない。

日本は技術開発で世界をリードしていたが、構造転換が進まず、技術の産業化や国際競争力の面では立ち遅れの感が否めない。一方、既にNEV生産・保有台数も風力や太陽光発電の設備生産・導入量も世界最大となった中国は、国際競争力の向上と構造転換の効率的実現を目指して、世界初となるNEV規制・クレジット取引、再エネ電源の開発と利用の目標規制・グリーン証書取引等への制度転換を決定した、期待通りの効果を上げられるかどうか。

既存研究では、従来の補助金付与・利用者負担依存型対策は低炭素構造への漸進的転換に有効であるが、民間活力を削ぎかねず、財政と利用者の負担増をもたらす等の弊害を持つと指摘されている。一方、世界初となる規制・取引制度の国レベル導入に関する体系的研究は皆無に等しい。

2. 研究の目的

本研究の目的は、従来の学術体系で捕らえ切れていない低・脱炭素構造と促進対策の革命的転換を、日中比較分析を通じて解明し、低・脱炭素構造への革命的転換を実現できる「低・脱炭素パラダイムシフト論」たる学術体系を創出すると共に、日本の低・脱炭素産業の再振興と日中の比較優位性を活かすための政策提言を試みることである。

3. 研究の方法

日中の脱炭素戦略や政策に関する定性的比較分析とともに、NEV導入要因や太陽光発電等再生可能エネルギーの普及メカニズム等に関する計量経済分析を合わせて行う。

4. 研究成果

主要研究成果は以下のとおりである。

(1)、車載用リチウムイオン電池の価格決定メカニズムの解明

学習曲線モデルを用いて、日中両国の車載用リチウムイオン電池の価格決定メカニズムに関する比較分析を行った。以下の結論を得た。

- ① 電池価格は電池の累積生産量だけではなく、リチウム価格や電解液価格等の影響を受ける。
- ② 累積生産量が2倍になる度に、電池価格は日本で22%低下するが、中国では14%しか低下しない。リチウムイオン電池に関する技術開発能力は日本の方が高いことを意味する。一方、累積生産量の拡大速度は中国の方が日本より高いため、2014年から2018年までの電池価格低下率は、中国が48%で、日本の26%を上回る。量的拡大による価格競争力向上効果は中国の方が高い。
- ③ 中国が導入した新エネルギー自動車（NEV）目標規制・クレジット取引制度が電池価格の低下に促すことを持つことが確認できた。

(2)、再生可能エネルギー電源開発に関する制度的分析

中国の太陽光や風力を中心とする再生可能エネルギー電源開発に関する制度的分析を行った。固定価格買取制度（FIT）を中心とする支援対策が、再生可能エネルギーの普及拡大、産業競争力の向上に大きく寄与したが、電力料金に上乗せする再生可能エネルギー賦課金の高騰等の弊害ももたらした。脱FITに向けて、中国は再生可能エネルギー電力利用目標規制・グリーン証書取引制度を導入し始めた。その効果について検証する必要がある。

(3)、NEV普及メカニズムの解明と普及対策に関する提言

中国のNEV導入の現状と普及対策を分析した上で、累積生産量以外に主要材料となるリチウムの価格をも考慮した車載用リチウムイオン電池（LIB）価格の学習曲線効果及びNEV規制とクレジット取引制度を組み込んだ計量経済モデルを構築し、NEV普及メカニズムの定量的解明を行うと共に、シミュレーション分析を通じて、普及対策に関する提言を試みた。以下の結論を得た。

- ① 相対総コスト、充電インフラ、NEV販売比率規制等がNEV普及拡大の影響要因であると確認できた。
- ② 累積生産量が2倍になる度に、LIB価格は約18%低下していることが確認できた。
- ③ 電池価格の低下によって、購入補助金廃止して6年後の2028年にEVはGV本体価格より安くなると見込まれる。
- ④ 「省エネと新エネルギー自動車技術ロードマップ」で策定した将来目標について、基準ケースとNEV販売比率規制強化ケース、充電器増加ケース、炭素税導入と取得税免税ケース、NEV販売比率規制強化+充電器増加ケースを設定しシミュレーション分析を行った。その結果、従来の傾向がそのまま続く基準ケースでは、2023年から補助金が全部廃止されて

も、NEV 販売比率規制制度の導入により販売量は順調に拡大するが、2030 年の目標は達成できない。

- ⑤ 目標を達成するために、NEV 販売比率規制を計算する際に欠かせない NEV 一台あたりのポイント数の低減と NEV クレジット比率の引き上げは有効である。2030 年に NEV 乗用車新車販売比率は 40.2%に達し、目標を達成できる見込みである。更なる普及拡大を図るための対策として、NEV 販売比率規制を厳しくすると同時に、充電器を増加することは有効である。

(4)、「低・脱炭素パラダイムシフト論」としての中国モデルの検出

脱炭素社会に向けた中国の基本戦略や取組みを中国モデルと呼ぶことが可能である。国際的に見ると、以下の特徴と課題が確認できるからである。

- ① 政府と議会が結束し、中国の持続可能な発展にとっての内的要求として、戦略的に脱炭素社会の構築に取り組むこと。
- ② 脱炭素システム整備とエネルギー革命を通じて取り組むこと。
- ④ 国際的に有効と実証された対策なら、何でも食欲に取り入れること。
- ⑤ 中国に比較優位性を持たない分野についても、長期戦略の視点で果敢に技術開発や大規模な実証実験などに挑戦すること。
- ⑥ 中国の実情や固有性に合わせた対策や制度を試行錯誤的に模索し続けていること。

一方、法制度が健全ではない、技術水準が先進国と比べて低い、エネルギー規制が硬直的で、炭素排出規制が十分ではない、規制重視で市場志向の対策が欠如している、計画編成や管理技術に改善の余地が大きい、温暖化対策を含むエネルギー総合行政能力が欠如している、知的所有権の保護システムが十分に整備されていない、などの問題が指摘されている。いずれも早急かつ着実に解決しなければならない課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 李志東	4. 巻 No.328
2. 論文標題 炭素排出実質ゼロに向けた中国第14次五カ年脱炭素・エネルギー計画の基本方針と課題	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日中経協ジャーナル	6. 最初と最後の頁 10-13
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 張鈺シン; 李志東	4. 巻 Vol.42, No.3
2. 論文標題 中国における新エネルギー自動車普及拡大対策に関する計量経済分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 エネルギー・資源	6. 最初と最後の頁 203-203
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 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 李志東	4. 巻 11
2. 論文標題 中国における自動車の電動化に関する一考察と国際社会への示唆	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 グローバルアジア・レビュー	6. 最初と最後の頁 12-13
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 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 李志東	4. 巻 第15巻第1号
2. 論文標題 中国脱炭素「3060目標」の「有言実行」に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 環境経済・政策研究	6. 最初と最後の頁 34-39
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 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 李志東	4. 巻 No.317
2. 論文標題 中国における再生可能エネルギー開発の現状と政策動向	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日中経協ジャーナル	6. 最初と最後の頁 22-25
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 張鈺シン・李志東	4. 巻 Vol.42, No.8
2. 論文標題 学習曲線モデルを用いる日中両国の車載用動力リチウム電池の価格変動に関する比較分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 中国エネルギー (中国語: 中国能源)	6. 最初と最後の頁 32-35
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 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 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 李志東
2. 発表標題 自動車電動化の中国モデルに関する一考察
3. 学会等名 エネルギー・資源学会「第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 李志東
2. 発表標題 中国における再生可能エネルギー電源の主力電源化に関する一考察
3. 学会等名 エネルギー・資源学会「第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野優人、李志東
2. 発表標題 日本における電動車の普及メカニズムの解明と導入拡大対策に関する計量経済分析
3. 学会等名 エネルギー・資源学会「第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 李志東
2. 発表標題 中国における自動車の電動化に関する一考察
3. 学会等名 エネルギー・資源学会「第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李志東
2. 発表標題 中国における電源構成の低炭素化に関する一考察
3. 学会等名 エネルギー・資源学会「第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2021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
---------	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------