

中国の脱炭素化が付加価値とCO₂排出に与える影響

—国際産業連関分析の応用—

Impacts of Decarbonization in China on Value Added and CO₂ Emissions:

Application of International Input-output Analysis

王嘉陽*、渡邊隆俊**

WANG Jiayang*, WATANABE Takatoshi**

要旨

世界最大の炭素排出国である中国は、2030年までの炭素排出量をピークアウトし、2060年までのカーボンニュートラルを実現すると宣言した（3060目標）。この目標を達成するために、中国の電力および自動車部門で急速な脱炭素化が進んでいる。脱炭素の取り組みは、最終需要に影響を与えると同時に、産業間の投入産出構造にも影響を与える。そうしたことを念頭に、本稿ではEoraの国際産業連関表を利用して中国の脱炭素の取り組みが付加価値とCO₂排出にどのように影響するかを検討した。分析の結果、中国の脱炭素の取り組みは、中国や世界の付加価値をわずかに減少させるものの、CO₂排出量の大幅削減が実現できることが明らかとなった。

Abstract

The world's largest CO₂ emitter, China has declared that it aims to reach peak carbon emissions before 2030 and achieve carbon neutrality by 2060 (the 3060 targets). To achieve these targets, rapid decarbonization is happening in China's energy and automobile sectors. Decarbonization will have a large impact not only on final demand but also on the input-output structure between industries. In this paper, we use Eora multi-region input-output tables to estimate how the value added and CO₂ emissions will change as a result of China's structural shift to renewable energy and electric vehicles becoming widespread. This analysis shows that China's decarbonization will have a minor impact on value added but will greatly contribute to the reduction of CO₂ emissions.

* 愛知学院大学経済学部講師、Email: jywang@dpc.agu.ac.jp

** 愛知学院大学経済学部教授、Email: twata@dpc.agu.ac.jp

キーワード

脱炭素、国際産業連関表、付加価値、電気自動車、発電部門

Keywords

decarbonization, international IO table, value-added, EV, power generation sector

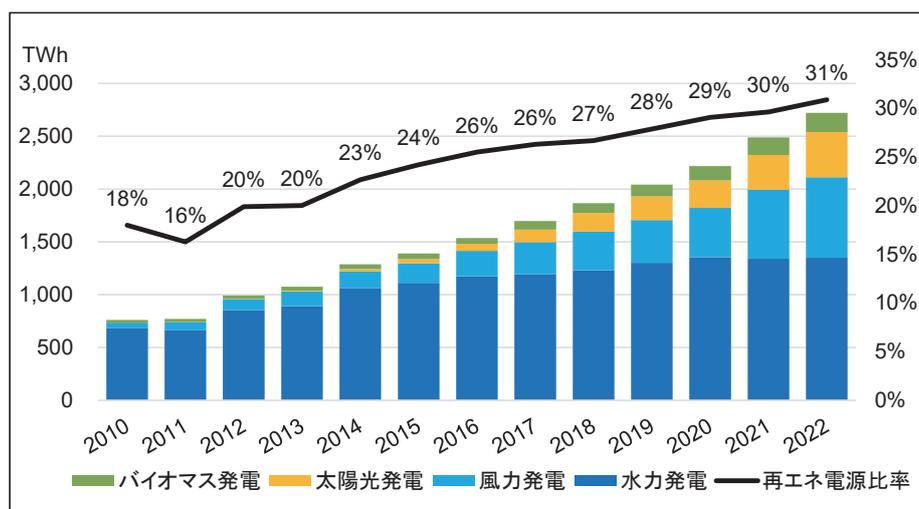
1. はじめに

本稿は藤川（2024）と一連の研究であり、その研究目的は、世界最大のエネルギー消費国であると同時に CO₂ 排出国でもある中国で、再生可能エネルギーの利用拡大およびモビリティの電気自動車化が進展すると、それらは国際的な付加価値移動と CO₂ 貿易にどのような影響を与えるかを推計することである。藤川（2024）はその研究の前半部分であり、近年の経済のグローバル化に伴って、生産要素需要がどのように構造変化したのかについて概観したものである。本稿はその研究の後半部分であり、中国の低炭素化にともなう自国（中国）や世界における付加価値や CO₂ 排出がどのように変化するか、産業連関分析の枠組みで推計したものである。

産業革命を契機に、石炭や石油をはじめとする化石燃料依存の「炭素社会」が約 300 年間続いってきた。しかし、現代においては、主要先進国は 2050 年、中国は 2060 年、そしてインドは 2070 年までに炭素中立を目指すことを宣言し、地球規模で脱炭素社会を目指す動きが進展している。世界最大の炭素排出国である中国は、2030 年までの排出量ピークアウトと 2060 年までのカーボンニュートラルの実現の目標（3060 目標）を発表した。この目標を達成するために、中国の電力部門および自動車部門では急速な脱炭素化が進んでいる。

中国で利用されている主な一次エネルギーは化石燃料であり、その中でも石炭は全体の約 70% を占めている（中国国家統計局（2021））。石炭は天然ガスや石油よりも単位発熱量当たりの CO₂ 排出量が多いことで知られている。上記の特徴は、経済規模では中国は米国よりも小さいが、CO₂ 排出量では米国を上回っている理由の 1 つと言える。中国の石炭消費の多くは発電用であることから、石炭火力発電から再生可能エネルギー（以下、再エネ）へのシフトは石炭消費量削減に有効である。中国政府は再エネにより発電された電気を固定価格で買い取る制度を制定するなど、再エネ発電の導入を推進してきた。この様子を第 1 図に示す。これによれば、2011 年には 16% だった再エネ電力の総発電量に占める割合は 2022 年には 31% に拡大し、10 年間で中国の再エネ発電量比率は倍増した。その結果、現在の中国は世界最大の再エネ利用国になっている。

一方、中国の乗用車はガソリン車からバッテリー式電気自動車（以下、EV）へとシフトしている。IEA（2023）によると、2022 年に世界市場で 1,000 万台の EV が販売されたが、そのうち約 60% が中国国内で販売された。中国国内の自動車総販売台数に占める EV の割合は 29% に達し、事前に政府が設定した 2025 年の目標（EV 割合 25%）を達成した（中国国務院（2020））。さらに、陸運交通における石油消費量を 2030 年にピークアウトすることを努力目標として設定し、リゾート地として人気が高い海南省は独自に「クリーンエネルギー自動車発展計画」を発表して、2030 年から省内



第1図 中国の再生可能エネルギー発電量と発電比率

出所：中国電力企業連合会「電力工業統計基本データ一覧」の各年版に基づいて筆者作成

におけるガソリン車の販売禁止を決定した（海南省人民政府（2019））。

中国の脱炭素化（電力の再エネ化とモビリティのEV化）は、中国での化石燃料需要を減少させることを通じて、CO₂の排出削減に大きく寄与すると考えられる。一方、脱炭素化は国内経済のみならず他国の経済へも影響をもたらす。従って、本稿では中国の発電部門と自動車部門での脱炭素化は、中国および世界の付加価値とCO₂排出にどのような変化をもたらすかについて検討する。

2. 研究方法

2.1. シナリオ産業連関分析

産業連関モデルを用いると、需要の変化や投入構造の変化が生産、エネルギー消費、CO₂排出に及ぼす直接・間接の影響を推計することができる。標準的な産業連関表では、列（産業）と行（投入物）に同じ産業名・生産物名が記載されており、産業と生産物が一対一に対応している。各産業の投入構造は各列の投入物によって表現され、各列の投入構造は技術構造あるいはアクティビティと呼ばれる。しかし、産業と生産物の一対一対応は全産業に当てはまるわけではなく、その典型例は電力産業である。電力産業では、原子力発電、火力発電、再生可能エネルギー発電など様々な発電部門があり、その生産構造は随分異なるが、すべての発電部門は「電力」という同じ生産物を産出する。この場合、異なった発電部門でどれくらいの電力を発電するかによって、経済波及効果、エネルギー消費量やCO₂、SO₂などの環境負荷物質の排出量も異なる。

王（2016）は、電力部門について複数のアクティビティで生産されることを前提としたモデル分析を行った。本稿で用いるシナリオ産業連関分析は、各活動の産出の割合を外生的に与えることにより、複数のアクティビティを1つに統合する手法で、王（2016）で示されている手法と同一である。

具体的には、王（2016）を参考に、中国の電力部門のアクティビティの細分化を行った。第2図を用いて、本稿におけるシナリオ産業連関分析の概念を概説しよう。まず、一般の産業連関表を、電力産業以外の通常部門と電力部門の2つに分ける。図中において、上付きの添字の1は通常部門（細分化しない部門）、2は電力部門を表わしている。そして、上付きの添字が12の場合は通常部門から電力部門へ、21の場合は電力部門から通常部門への投入を表わす。この段階での分析方法は一般の産業連関分析と変わらないが、一般の産業連関分析においては、電力部門の1部門のみであったのに対し、本稿における発電部門は「火力発電」、「原子力発電」、「水力発電」、「太陽光発電」、「風力発電」、「その他発電」の6種類のアクティビティと想定し、細分化した。

		通常部門中間需要	電力部門中間需要				最終需要	総産出
		j= 1.....n	火力	原子力	水力	再エネ		
通常部門 中間投入	$\begin{matrix} c \\ \vdots \\ 1 \\ \vdots \\ n \end{matrix}$	x_{ij}^{11}	x_{i1}^{12}	x_{i2}^{12}	x_{i3}^{12}	$x_{i4}^{12} \dots x_{i6}^{12}$	f^1	x^1
電力部門 中間投入		x_j^{21}	x_1^{22}	x_2^{22}	x_3^{22}	$x_4^{22} \dots x_6^{22}$	f^2	x^2
付加価値		v_j^1	v_1^2	v_2^2	v_3^2	$v_4^2 \dots v_6^2$		
総産出		x_j^1	z_1	z_2	z_3	$z_4 \dots z_6$		

第2図 シナリオ産業連関表

出所：筆者作成

上述のシナリオ産業連関表に基づいて、通常部門と電力部門の総産出額（ x^1, x^2 ）を求めるモデルを（1）式として示す。ここで、投入係数（ A および a ）は、中間需要の列部門ごとに、中間投入を当該部門の総産出額で除して得た係数である。この式の右辺の通常部門および電力部門の最終需要 f^1 および f^2 を与えると、 x^1 および異なる電源ごとの生産量 z_1 から z_6 （その合計値は x^2 ）が求められる。そして、電力のように、多くのアクティビティで1つの財を生産している場合、そのアクティビティの構成 c （つまり電源の構成）を現実のものとするれば、産業連関表の集計と同じ結果が導かれる。そして、電源構成比を外生変数として現実とは異なる比率に想定すれば、その電源構成比に対応した各産業への生産波及が計算できる。

$$\begin{bmatrix} x^1 \\ x^2 \end{bmatrix} = \left[\mathbf{I} - \begin{bmatrix} A^{11} & A^{12}c \\ a^{21} & a^{22}c \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} f^1 \\ f^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ただし、

A^{11} : 通常部門から通常部門への投入係数マトリックス

A^{12} : 通常部門から電力部門への投入係数マトリックス

a^{21} : 電力部門から通常部門への投入係数ベクトル

a^{22} : 電力部門から電力部門への投入係数ベクトル

c : 電力部門の電源構成ベクトル

f^1 : 通常部門の最終需要ベクトル

f^2 : 電力部門の最終需要量

である。

2.2. 直接間接の付加価値と CO₂ 排出の算出

産業連関分析においては、付加価値係数を利用して、産業構造および最終需要変化が生じる際の直接間接の付加価値を計算できる。ここで、付加価値額 va を、通常部門の生産量当たりの付加価値係数を v_{x^1} 、電力部門の付加価値係数を v_{x^2} とすると、産業連関表における各産業の付加価値額は次の (2) 式で求められる。

ここでも、電源の構成 c を現実のものとするれば現状の付加価値額が計算される。電源構成比が現実とは異なる比率として想定すれば、その電源構成比に対応した各産業の付加価値額が計算できる。

$$va = \begin{bmatrix} v_{x^1} & 0 \\ 0 & v_{x^2} \end{bmatrix} \left[\mathbf{I} - \begin{bmatrix} A^{11} & A^{12} \\ a^{21} & a^{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} f^1 \\ f^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

次に、CO₂ 排出量を emi 、通常部門の生産量当たりの排出係数を e_{x^1} 、電力部門の排出係数を e_{x^2} とすると、CO₂ の排出量は次の (3) 式で求められる。付加価値額と同様に、電源構成比が現実とは異なる比率として想定すれば、その電源構成比に対応した各産業の CO₂ 排出量が計算できる。

$$emi = \begin{bmatrix} e_{x^1} & 0 \\ 0 & e_{x^2} \end{bmatrix} \left[\mathbf{I} - \begin{bmatrix} A^{11} & A^{12} \\ a^{21} & a^{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} f^1 \\ f^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

2.3. 多国間国際産業連関分析

経済のグローバル化が進行する現在、国境を越えた投入と産出のネットワーク(グローバル・バリューチェーン(GVC))が構築されて、各国の経済は相互依存の関係が深くなっている。今日の世界経済では、GVCの変化が国、産業、企業といった様々なレベルでの経済構造に影響を与える(Sturgeon and Memedovic (2010))。多国間国際産業連関表を用いることで、各国の比較優位構造と国際貿易への参加の程度を基礎に、付加価値の帰着を定量的に分析することができる(Jones et al. (2019))。前項では、1国モデルのシナリオ産業連関分析について説明したが、ここでは、この多国間国際産

業連関分析について概説する。

第 3 図はシンプルな 3 개국モデル産業連関表である。これを利用して国際産業連関表における付加価値および CO₂ 排出の計算を説明する。まず、国際産業連関表から得られる各国産業の付加価値係数および CO₂ 排出係数を特定する。それを基に、前節のシナリオ産業連関分析の要領で低炭素化により 1 国の中間投入構造 **A** もしくは最終需要 **f** の変化を想定し、(4) 式と (5) 式を利用して各国産業の付加価値額と CO₂ 排出量を算出する。

		中間需要			最終需要	総産出
		国 1	国 2	国 3		
中間投入	国 1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	f ₁	x ₁
	国 2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	f ₂	x ₂
	国 3	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	f ₃	x ₃
付加価値		v ₁	v ₂	v ₃		
総産出		x ₁	x ₂	x ₃		

第 3 図 3 개국産業連関表

出所：筆者作成

$$\begin{bmatrix} \mathbf{va}_1 \\ \mathbf{va}_2 \\ \mathbf{va}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{v}_2 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{v}_3 \end{bmatrix} \left[\mathbf{I} - \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{A}_{12} & \mathbf{A}_{13} \\ \mathbf{A}_{21} & \mathbf{A}_{22} & \mathbf{A}_{23} \\ \mathbf{A}_{31} & \mathbf{A}_{32} & \mathbf{A}_{33} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{f}_1 \\ \mathbf{f}_2 \\ \mathbf{f}_3 \end{bmatrix} \quad (4)$$

ただし、

\mathbf{v}_i : 付加価値係数ベクトル

\mathbf{A}_i : 中間投入係数マトリックス

\mathbf{f}_i : 最終需要ベクトル

である。

$$\begin{bmatrix} \mathbf{emi}_1 \\ \mathbf{emi}_2 \\ \mathbf{emi}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{e}_2 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{e}_3 \end{bmatrix} \left[\mathbf{I} - \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{A}_{12} & \mathbf{A}_{13} \\ \mathbf{A}_{21} & \mathbf{A}_{22} & \mathbf{A}_{23} \\ \mathbf{A}_{31} & \mathbf{A}_{32} & \mathbf{A}_{33} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{f}_1 \\ \mathbf{f}_2 \\ \mathbf{f}_3 \end{bmatrix} \quad (5)$$

ただし、

\mathbf{e}_i : CO₂ 排出係数ベクトル

\mathbf{A}_i : 中間投入係数マトリックス

\mathbf{f}_i : 最終需要ベクトル

である。

例えば、第3図での「国2」を中国とする。低炭素化による中国の付加価値額の変化は va_2 として求められる。一方、世界全体の付加価値額の変化は va_1 から va_3 の合計値として求められる。CO₂排出量の変化についても、同様な手法で求めることができる。

3. 使用したデータ

3.1. 産業連関表

本稿では、藤川（2024）と同様に、国際産業連関表として Eora データベースを使用している。このデータベースの詳細は藤川（2024）に譲るが、今回の計算において利用したデータベースは26の産業部門数、190の国と地域（その他地域を含む）から構成されている2022年表である（以下、Eora26）。この26セクター表を、1 農林水産業、2 鉱業、3 軽工業、4 化学工業、5 金属工業、6 電機機械、7 輸送機械、8 リサイクル、9 電力・ガス・水道、10 建設、11 保守整備・修理、12 商業・ホテル・飲食、13 輸送・通信、14 金融、15 公務・教育、16 その他に部門統合して用いた。また、190の国と地域を、1 日本、2 中国、3 インド、4 その他東アジア、5 東南アジア、6 南アジア、7 北米、8 オセアニア、9 欧州、10 中東、11 中南米、12 旧ソ連、13 アフリカの13国と地域に統合して用いた¹。

今回の計算において必要不可欠なデータとして、中国の発電方法ごと（例えば、火力発電、風力発電、太陽光発電など）の電力部門の投入・産出データが挙げられる。しかし、上述の Eora26 のデータベースでは、電力部門は発電方法ごとに区分されていない。そこで、今回の計算においては、早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所が公表している「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表 (IONGES)」(早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所 (2022)) と中国国家统计局の「2017年産業連関表」(中国国家统计局 (2019)) を参考に、Eora26 の発電部門を6つの電力アクティビティ別に分けた新たな産業連関表を作成した²。ここで、Eora26 における中国の発電部門の投入係数は、日中間で類似していると仮定し、IONGES の投入係数を利用した。

3.2. 自動車走行によるガソリン燃料と電力の最終需要額

今回の計算において、自動車部門の脱炭素化を計算するために、中国国内のガソリン車がEVに置き換わる想定をしている。例えば、1台のガソリン車がEVに置き換わると、ガソリン車で使用されるガソリン消費額が減少し、逆にEVで使用される電力消費額が増加する。これらの計算のためには、前者については、中国におけるガソリン車の走行によるガソリンの消費額を、後者についてはEVの走行による電力消費額を特定する必要がある。

最初に、ガソリンの消費額は、中国工業情報化部（2023）から走行 km 当たり燃料消費量 0.0781

¹ 具体的な産業部門と国・地域の統合については、藤川 (2024) の付表 1 と 2 を参照されたい。

² 「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表 (IONGES)」は、早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所の Web サイト (<https://washizu.w.waseda.jp/index.html>) より入手し、エクセル形式で提供されている「2015年再生可能エネルギー組込表」を利用した。

リットルが、Ou et al. (2020) から年間走行距離 12,377 km が得られるので、両者に乗じて 1 台当たりの年間ガソリン消費量 967 リットルを計算した。これに中国公安部 (2022) より得られるガソリン車の保有台数とガソリン価格を用いて、中国国内のガソリン車が 1 年間走行して消費したガソリンの金額を推計した。

他方、EV 走行による電力の消費額は、中国工業情報化部 (2023) より EV 走行 km 当たり電力消費量 0.1235kWh と電力価格を乗じて EV 走行 km 当たり電力消費額を計算した³。今回の計算では、後述するように EV はガソリン車と同一走行距離の走行を想定し、先に記した年間走行距離と EV の保有台数のデータを用いて、中国国内の EV が 1 年間走行して消費した電力の金額が推計される。

今回の計算においては、以下の第 1 表に示すガソリンと電力の最終需要額の変化を想定し、電源の火力から再エネへのシフトと組み合わせたシミュレーションを行った。

第 1 表 EV シフトにともなうガソリンと電力の最終需要額の変化

(100 万ドル)

EV シェア	2 (%)	20 (%)	40 (%)	80 (%)
年間ガソリン消費額	323,716	265,434	140,794	-116,564
変化額	—	-58,282	-124,641	-257,358
年間電力消費額	1,419	11,659	33,559	78,777
変化額	—	10,240	21,899	45,218

出所：著者による計算

3.3. 計算のシナリオ

この研究では、2 つの想定を念頭に置いている 1 つ目は電源の火力から再エネへのシフト（以下、電源シフト）、2 つ目はガソリン車から EV へのシフト（以下、EV シフト）である。

電源シフトは、電力の最終需要合計が不変という前提の下で、火力発電が風力発電と太陽光発電に置き換わる電源構成変化の想定である。先述のように、2060 年目標を達成するためには、中国の低炭素発電を 2050 年までに 90% 以上増やす必要がある (Institute of Climate Change and Sustainable Development of Tsinghua University (2020))。そこで、総発電量に占める火力発電のシェアを 2022 年の 66% から、30%、0% と減らす一方で、これらのシェアの減少分を風力発電と太陽光発電で代替するシナリオを設定した。

EV シフトは、EV の比率が高まることで、自動車燃料の最終需要がガソリンから電力に置き換わる想定である。本稿では、EV はガソリン車と同一距離を走行すると想定する。すなわち、単純にガソリン車のガソリンの消費額が減少し、それと同一距離を走行する EV の電力需要額が増加する想定を考える。加えて、このガソリン車と EV の置き換わりの程度については、アドホックな想定であるが、EV シェアの将来変化を 40% と 80% に設定する。

³ ここでの電力料金単価は、時間帯と地域によって幅が 0.8 ~ 1.6 元 / kWh であるため、特定することは困難であると判断し、本稿では 1 元 / kWh とした。

これら2つの想定に基づいて、火力発電のシェアが66%、30%、0%、EVのシェアが2%、40%、80%として、9つのシナリオに基づいて計算を行った。これらのシナリオをまとめたものを第2表に示す。

第2表 シナリオの設定

(%)

シナリオ名	S00	S10	S20	S01	S11	S21	S02	S12	S22
火力発電のシェア	66	30	0	66	30	0	66	30	0
風力発電のシェア	5	25	40	5	25	40	5	25	40
太陽光発電のシェア	9	25	40	9	25	40	9	25	40
EVのシェア	2	2	2	40	40	40	80	80	80
ガソリン車のシェア	98	98	98	50	50	50	20	20	20

注：原子力発電、水力発電、その他の発電のシェアは、2022年の現状のまま（それぞれ5%、14%、2%）としている。

出所：著者作成

4. 計算結果

4.1. 電源シフトとEVシフトによる付加価値への影響

第3表は中国と世界の付加価値生産の変化を示しており、行項目はEVのシェア、列項目は火力発電のシェアである。第3A表の中国における付加価値の変化について、火力発電のシェアが拡大する効果をEVのシェアが2%のケースで確認しよう。これによれば、火力発電のシェアが縮小にするにつれて、付加価値額が増加していることが読み取れる。この傾向は、EVのシェアが40%、80%のケースでも、付加価値の変化はマイナスであるものの、その減少幅が小さくなるという意味で同様の傾向にあることがわかる。この要因として、火力発電のシェアの縮小にともなう火力発電で使用される石炭輸入の減少や風力発電と太陽光発電のシェア増加にともなうこれらの点検保守費用の増加が挙げられる。

同じく第3A表で、EVのシェアが拡大する効果を火力発電のシェアが66%のケースで確認しよう。これによれば、EVのシェアが拡大するにつれて、付加価値額が減少していることが読み取れる。この傾向は、火力発電のシェアが30%、0%のケースでも同じ傾向にあることがわかる。今回、EVシェアの拡大は、電力の消費額が増加する一方でガソリンの消費額が減少する想定であった。EVシェアの拡大にともなう付加価値額が減少する傾向の要因としては、第1表で示したように、ガソリン消費の減少が電力消費の増加を上回って推移することがあげられる。

次に、第3B表で示した世界の付加価値額の変化について見ていこう。これによれば、中国の火力発電シェアの縮小は、世界の付加価値額の変化にほとんど影響を及ぼさないことが読み取れる。他方、EVのシェア拡大は、世界の付加価値額にネガティブな影響を及ぼすものの、その大きさは

限定的であると言える。

ここで興味深いのは、電源シフトとEVシフトはエネルギーの貿易を通じて、各国の付加価値に影響を与えることである。電源の再エネシフトは中国の石炭需要を減少させ、モビリティのEVシフトは中国の石油需要を減少させる。その結果、火力発電のシェアが0%に減少しEVのシェアが80%に拡大すれば、中国の付加価値は1.02%減少し、世界の付加価値は0.28%減少する。

第3A表 中国での付加価値の変化(%)

EV \ 火力	66%	30%	0%
2%	0.00	0.11	0.20
40%	-0.59	-0.48	-0.39
80%	-1.22	-1.11	-1.02

出所：著者による計算

第3B表 世界の付加価値の変化(%)

EV \ 火力	66%	30%	0%
2%	0.00	0.00	0.00
40%	-0.13	-0.13	-0.13
80%	-0.28	-0.28	-0.28

出所：著者による計算

4.2. 電源シフトとEVシフトによるCO₂排出への影響

第4表は中国と世界のCO₂排出への影響を示している。行項目と列項目は第3表と同様である。ここでも第4A表に基づいて、中国の火力発電のシェア縮小とEVのシェア拡大の効果について見ていこう。まず前者であるが、火力発電のシェアが縮小するにつれて、中国国内のCO₂排出量は大きく減少することが読み取れる。EVのシェアが現状の2%のケースで火力発電のシェアが0%となった場合、約32%のCO₂が削減される結果となっている。これに比べて、EVのシェア拡大は、CO₂削減の効果は大きくないものの、わずかではあるがCO₂の削減を実現することが読み取れる。火力発電のシェアが現状の66%でEVシェアが80%となった場合には約0.2%のCO₂が削減される。

このように、再エネ導入とEV増加は、ともにCO₂排出量の削減に効果があることを示している。中国で火力発電のシェアが0%にまで削減され、EVのシェアが80%にまで拡大すると、中国国内からのCO₂排出量は約33%減少する。

また、第4B表の世界のCO₂排出の変化を見ると、上記と同様の想定では、世界のCO₂排出量は約11%以上減少する。このように、世界最大のCO₂排出国である中国の国内再エネ導入とEV増加は、中国のみならず世界のCO₂排出の削減に貢献することがわかる。

第4A表 中国でのCO₂排出の変化(%)

EV \ 火力	66%	30%	0%
2%	0.00	-17.48	-31.60
40%	-0.10	-17.91	-32.29
80%	-0.21	-18.36	-33.02

出所：著者による計算

第4B表 世界のCO₂排出の変化(%)

EV \ 火力	66%	30%	0%
2%	0.00	-5.86	-10.59
40%	-0.05	-6.02	-10.84
80%	-0.11	-6.19	-11.11

出所：著者による計算

5. 結論

本稿では中国の発電部門の再エネ化と自動車のEV化による付加価値とCO₂排出量の変化について、Eora データベースを用いたシナリオ産業連関分析およびグローバル・バリューチェーン分析の手法により、中国の電源シフトとEVシフトの2つの想定に基づいて分析を行った。分析結果を簡単にまとめると、中国の電源部門と自動車部門での脱炭素化は、世界の付加価値にはほとんど影響を与えない一方で、CO₂排出量は大幅に削減できることがわかった。また、EVの導入は中国のみならず世界のCO₂排出量を削減するが、火力発電の比率が高い場合はEV導入によるCO₂排出量削減はわずかである。この計算結果に基づけば、CO₂排出量を実質的に削減するには電力シフトとEVシフトを並行して進める必要があると言える。

最後に、今後の課題について述べる。まず、中国の再エネ発電部門の投入構造を正確な情報に基づくものに改訂する必要がある。今回は、早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所（2022）に基づいて、日本の電源部門の投入構造を中国の産業連関表に適用している。これは、日本と中国の再エネ電源部門の投入構造は同一という強い仮定である。この点は、今後改善すべきである。また、今回はEVシフトの際に、ガソリン車とEVの走行距離を同一に想定したが、現在の燃費と燃料単価のデータによれば、EVの燃料コストがガソリン車に比べて低くなっている。そのため、例えば、ガソリン車からEVに乗り換えたドライバーは、ガソリン車を運転していたときよりも多く走行するかもしれない。つまり、EVの走行距離はガソリン車と比べて増加する可能性がある。今後は、EVの実際の走行距離データを取り入れて分析する必要がある。

謝辞

本稿は愛知学院大学経済研究所（2022年度研究プロジェクト）およびJSPS科学研究費補助金（20K12291、21H04941）の支援を受けた研究成果の一部である。

参考文献

- 王嘉陽（2016）「シナリオ産業連関分析による中国の再生可能エネルギー発電導入の経済効果と環境効果の分析」『産業連関』、24（1）、35-48。
- 海南省人民政府（2019）「海南省クリーンエネルギー自動車発展計画」。
- 中国公安部（2022）「全国自動車保有台数と運転者数」。
- 中国工業情報化部（2023）「乗用車企業平均燃費と新エネルギー車ポイント管理制度の修正に関する通知」。
- 中国国務院（2020）「新エネルギー車発展計画（2021－2035）」。
- 中国国家统计局（2019）『2017 中国産業連関表』、中国統計出版。
- 中国国家统计局（2021）『中国統計年鑑』、中国統計出版。
- 藤川清史（2024）「付加価値貿易とCO₂貿易の構造変化—国際産業連関分析の応用—」『経済研究所所報』

- (愛知学院大学)、4、51-67。
- 早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所 (2022) 「2015 年再生可能エネルギー組込表」。<<https://washizu.w.waseda.jp/table.html>>
- Institute of Climate Change and Sustainable Development of Tsinghua University (2022), *China's long-term low-carbon development strategy and pathway*, China Environment Publishing Group and Springer Nature.
<<https://doi.org/10.1007/978-981-16-2524-4>>
- International Energy Agency (IEA) (2023), *Global EV Outlook 2023*.
- Jones L, Demirkaya M, and Bethmann E (2019), “Global Value Chain Analysis: Concepts and Approaches,” *Journal of International Commerce and Economics*, April, pp.1-29.
<https://www.usitc.gov/publications/332/journals/concepts_approaches_in_gvc_research_final_april_18.pdf>
- Ou S, Yu R, L, Ren H, He X, Przesmitzki S, and Bouchard J (2020), “Intensity and daily pattern of passenger vehicle use by region and class in China: estimation and implications for energy use and electrification,” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 25 (3), pp.307-327.
<<https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-019-09887-0>>
- Sturgeon T, and Memedovic O (2010), “Mapping Global Value Chains: Intermediate Goods Trade and Structural Change in the World Economy,” *Development Policy and Strategic Research Branch Working Paper*, 05/2010, pp.1-50.
<https://downloads.unido.org/ot/99/28/9928658/WP5.pdf?_ga=2.212938196.1107352787.1695677404-1920087646.1695677404>