

DISCUSSION PAPER SERIES

パリ協定の目標実現に向けた中国の気候変動対策
—環境クズネツ曲線仮説による中国 CO₂ 排出量ピークアウトの検証—

凌奕樹 周瑋生

2024 年 8 月

RPSPP Discussion Paper No. 53

RPSPP

RITSUMEIKAN : POLICY SCIENCE & PUBLIC POLICY

Policy Science Association
Ritsumeikan University
2-150 Iwakura-cho, Ibaraki,
Osaka 567-8570 Japan

パリ協定の目標実現に向けた中国の気候変動対策 —環境クズネツ曲線仮説による中国 CO₂ 排出量ピークアウトの検証—

凌奕樹、周瑋生

China's Policy for Achieving Climate Change Targets in the Paris Agreement -Verification of Peak out of CO₂ Emissions Based on the Hypothesis of the Environmental Kuznets Curve-

Yishu LING, Weisheng ZHOU

Abstract

As the world's largest carbon dioxide (CO₂) emitting country, China proposed in the submitted INDC of the Paris Agreement that CO₂ emissions per unit of GDP by 2030 will be reduced by 60-65% compared to 2005. On this basis China aims for carbon neutrality (Net-Zero Emissions) by 2060. The move toward the carbon-neutral target in China significantly impacts the Paris Agreement's achievement.

This study analyzes China's climate change countermeasures before and after adopting the Paris Agreement in three phases and captures China's movement toward carbon neutrality by 2060. Besides, this study verifies and analyzes whether CO₂ emissions peak out by 2030 based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis in China. Furthermore, through international comparisons, the study makes policy proposals to realize green recovery and achieve climate change targets in the Paris Agreement from the three perspectives of economic growth, structural energy reform, and technological promotion.

Keywords: climate change targets, China, policy analysis, Environmental Kuznets Curve

1. はじめに

気候変動に対する取り組みについて、一国のみならず世界各国の協力が必要であり、もはや躊躇する余地はない。2015年に採択された「パリ協定」では、①「世界の平均気温上昇を産業革命前に比べて 2°C より十分低く保つとともに、1.5°Cまでに抑える努力をする」と、②「温室効果ガスの排出量を今世紀後半に実質ゼロにすること」という目標を掲げた (UNFCCC, 2015)。世界 122 の国と地域が温室効果ガスの削減に向けて、今世紀半ばの実質ゼロを目指している。一方、2018 年に発表された「IPCC1.5°C特別報告書」において、各国が提出した「自国が決定する貢献 (NDC)」の 2030 年の排出削減目標では、1.5°Cに抑制することは不可能である。そのうえ、1.5°Cを大幅に超える排出経路ではない場合、2050 年前後の世界の排出量が正味ゼロとなつていなければならぬと警告している (IPCC, 2018)。パリ協定の目標を達成するには、各国のさらなる努力が必要である。

「パリ協定」に向けた世界の取り組みのなかで、温室効果ガスの最大排出国である中国の動向は注目を集めている。中国が世界最大の CO₂ 排出国として排出実質ゼロの目標を掲げていることは、世界の CO₂ 排出削減に大きなインパクトを与えると考えられる。2020 年 9 月に、中国の習近平国家主席はパリ協定の目標達成に向けて、より強力な政策と措置を講じ、CO₂ 排出量のピークを 2030 年よりも前に想定し、2060 年までにカーボンニュートラルの実現 (図 1) を目指すと表明した (新華網, 2020)。また、2015 年に掲げた GDP 当たりの CO₂ 排出量の削減目標が低いという批判を受け、2030 年までの目標を 2005 年比で 65%ないしそれ以上削減すると表明した (UN, 2020)。2021 年の中国政府活動報告では、2030 年までに CO₂ 排出量をピークアウトさせる行動プランを当年中に策定する必要があると示している (人民網, 2021)。

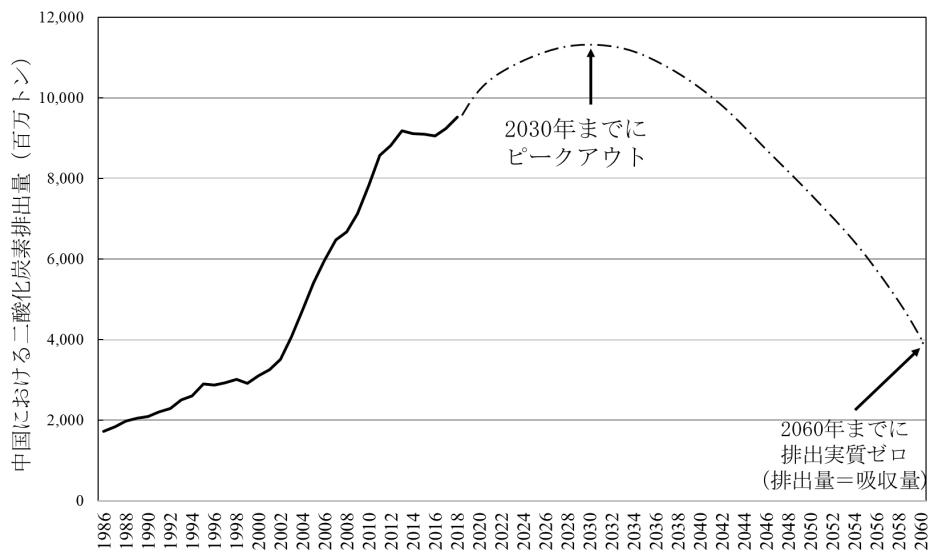


図 1 2060 年までの中国における CO₂ 排出量の模式図

出典:IEA (2020a)

中国では 2014 年より GDP 成長率が低下するとともに、経済のニューノーマル（「新常态」）を迎えることとなった（新華網, 2014）。2013 年に中国の第三次産業の割合が初めて第二次産業を超えた。また、2013 年から常に 8% 以上を維持していた中国の GDP 成長率は徐々に減少し、2019 年には 6.1% まで下落した（図 2）。そのため、中国の GDP が高速成長から中高速成長へと転換した事実を踏まえたうえで、成長率重視型の粗放型成長モデルから成長の質・効率重視型の集約型成長モデルへの転換、供給能力拡大重視型経済構造から供給能力適正化重視型経済構造への転換、および伝統的経済発展推進力から新型経済発展推進力への転換が求められる。

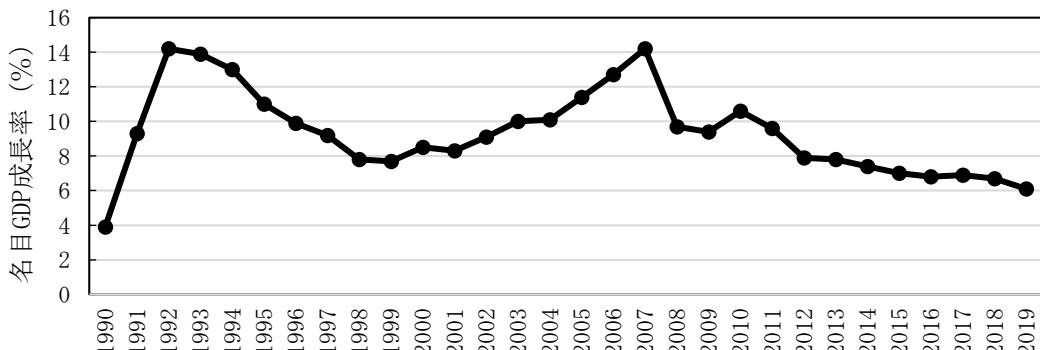


図 2 1990-2019 年の中国の名目 GDP 成長率

出典:IEA (2020a)

一方、中国も新型コロナウイルス感染症 (Covid-19) の影響を受けて、2020 年 1 月から 3 月までロックダウンと経済活動の停止などの対策が行われた。これにより一時的な CO₂ 削減に貢献したもののが 4 月の経済再開以降、CO₂ 排出量が再び増加した。中国は現在、気候変動に対する CO₂ 排出量の削減を求める国際的な問題と同時に、経済復興と成長など国内における複数の課題にも直面している。

このような状況から、本稿では、1990 年代から中国の気候変動対策を把握したうえで、「パリ協定」で掲げた中国の削減目標の達成状況を分析する。そして、中国の 2030 年までに CO₂ 排出量をピークアウトさせるという削減目標を取り上げ、中国の 1971-2018 年のデータを用いて環境クズネット曲線 (EKC) の実証分析を行う。さらに、その妥当性について検討するとともに、2030 年までに排出のピークを迎えるかを分析する。そのうえで、国際的な比較・分析を行い、途上国の後発利益があるかを分析する。

2. 先行研究からみる本研究の位置づけ

2.1 中国の気候変動対策

気候変動問題および CO₂ 削減義務に対して中国が取るべき行動について、議論が繰り広げられている。とりわけ、どう責任を負うのか、削減目標をどう設定すべきかに関心が寄せられている。中国における気候変動対策では、気候変動問題に発展途上国として取り組むという姿勢は一貫して変わらず、「共通だが差異ある責任」を主張している。

中国の気候変動対策については、これまで数多く議論されてきた（周，2001；野口，2008；古賀，2011；明日香，2017；李，2017）。気候変動対策に取り組む行動力と効果は、いかなる国や経済体においても、主に①気候変動問題に対する政策決定者の認識度と姿勢、②低炭素技術の開発・経済力、③国際協力という三つの要素によって決まるものである（国家発展改革委員会エネルギー研究所，2009）。

これらの研究では、中国の気候変動対策を時系列でまとめ、その変動を大きく三つの段階に分けている。まず、1990–2006 年までが中国気候変動対策の初期段階であり、気候変動問題を発展問題として扱っていた。経済発展に国の政策の重点を置き、気候変動問題を認識し始めたところであったため、その対応の準備と模索の段階であった。中国は国際気候変動枠組み条約に加入したが、主に「ノーレグレットⁱ」の省エネ行動などをとっていた（李ら，2016）。次に、2007–2014 年までの中期段階では、2007 年に正式に気候変動対策国家リーダー小組を集結させ、気候変動を中央政府から国家戦略へと取り入れた（国務院，2007）。一方、国際交渉において 2009 年の「コペンハーゲン留意」のあと、ポスト京都議定書をめぐって各国の努力が求められるなか、中国は「低炭素発展」を国家戦略として国際協力、資金、イノベーションなどの領域で積極的に炭素削減につながる行動を推進した。最後に、2015 年から現在に至るまでの段階では、積極的に気候変動に取り組み、発展途上国でありながら国際協力においてもリーダーシップを発揮している。この段階では、中国はグリーン発展を最優先にし、気候変動対策を国の発展の中長期綱要に織り込んでいる。2016 年の第 13 次 5 カ年計画では「気候変動に対して積極的にグローバルな対応をとる」と強調し、新しい機構と行政体制の改革を実施し始めた。一方、中国は国際交渉における気候変動について、「南南協力」の可能性を示したうえで、従来の「南北問題」から「南南協力」に対する技術開発、資金提供に貢献してきた。

中国は世界最大の温室効果ガス排出国であり、世界の気候変動対策の鍵を握っている。これまでの中国の政策努力を評価する一方で、最大の排出国でありながら温室効果ガス削減目標については野心度が低いとしばしば批判されている（Kevin, 2020）。とりわけ、中国が「パリ協定」目標に向けて提出した GDP 当たり CO₂ 排出量の削減は、絶対値ではなく相対値の削減であることから、削減効果に対する疑問を持たれている。2020 年 9 月、中国は 2060 年までにカーボンニュートラルを実現させると宣言した（新華網，2020）。同年 12 月、中国は削減目標の GDP 当たり CO₂ 排出量について 2005 年比 60–65% 削減を 65% 以上に引き上げた（UN, 2020）。したがって、中国はパリ協定に向けて「3060」の削減目標を掲げた。いわば、2030 年までの早い時期に CO₂ 排出量をピークアウトさせ、2060 年までにカーボンニュートラルを実現するというものである。

2.2 環境クズネツ曲線による CO₂ 排出量の検証

先行研究のシナリオ分析によるモデルでは、中国は 2030 年より早い時期にピークアウトを迎えると計算されている（Fu et al., 2015; WRI, 2020）。

排出量の転換点と経済成長の関係を解明するための一つの手法として「環境クズネツ曲線（EKC）」を取り上げて検証を行う（図 3）。「環境クズネツ曲線仮説（図 3）」とは、環境破壊と所得との間に逆U字型の関係が存在するという仮説である（Kuznets, 1955）。この仮説は四つの点を意味する。第 1 に、転換点を迎えるまでは、経済成長とともに環境汚染も増大する。第 2 に、転換点を越えたあと、経済発展によって社会が豊かになると環境汚染が減少する。第 3 に、途上国は先進諸国によって開発された技術や経験を生かすことができるため、環境保全に成功しやすいという「後発の利益」がある。後発の利益を享受することで、環境クズネツ曲線は原点方向へ（A から B へ）シフトする。

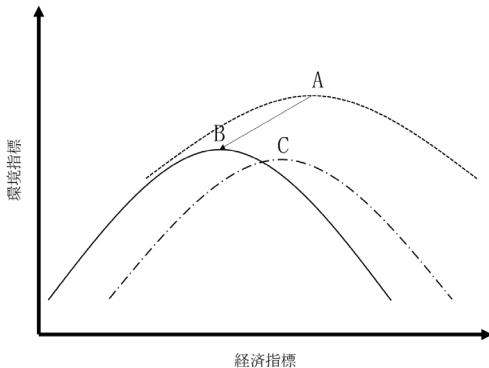


図3 環境クズネツ曲線

出典:Kuznets(1955)

また、ペティ・クラークの法則によると、経済の重点が第一次産業から第二次産業へ移されるについて環境は劣化するが、その後、第三次産業の比重が増大すると、環境への負荷が減少すると予想されている。現在、中国は第三次産業の割合が増している段階であるが、環境への負荷つまり二酸化炭素の排出量は果たして減少していくのであろうか。とりわけ、中国は経済発展と二酸化炭素の排出とのデカップリングを求める一方で、経済成長のどの段階でピークアウトを迎えるかについて定かではない。先行研究では、中国における二酸化炭素の環境クズネツ曲線の検証も多く行われている（許ら, 2010；杜, 2013；王ら, 2016）。分析結果によると、中国には一人当たり二酸化炭素排出量と一人当たりGDPの逆U字型の曲線が存在する。さらに推計では、一人当たり二酸化炭素の転換点に対する一人当たりGDPは、2030年より早い時期に迎えるとされている（王ら, 2016）。一方、EKCの検証によると、環境負荷に対して「後発の利益」が存在する。いわば、途上国が先進国の経験や技術を活用して、環境負荷のピークをより低くしたり、あるいはピークが低い状態で経済発展のより早い時点で迎えたりする（王ら, 2016）。

2.3 本研究の位置づけ

先行研究によれば、中国は現在パリ協定の目標実現に向けて「3060」の対策を講じている。パリ協定の目標を達成するためには、まずこれまでの気候変動対策の達成状況を把握する必要がある。パリ協定採択後、中国は新たな削減目標を掲げた。削減目標に向けてどのような取り組みが行われたかを把握するために、2015年以降の対策についても分析する必要がある。

先行研究では、中国に環境クズネツ曲線がすでに存在するということが検証できたが、結果からみると、転換点を迎える時点にはかなりの差があり、二酸化炭素排出量が2030年までにピークを迎えるかは、まだ断言できない。また、2013年に一時は二酸化炭素排出量のピークを迎えたが、2017年に再び増加した。これは中国経済発展における「新常态」と関係し、これから経済発展の「新常态」に突入することで、二酸化炭素排出量がどう変化するのか更なる分析が必要である。多くの先行研究が中国一国を対象とした分析を行い、なかには併せて他国を対象とする分析もあるが、先進国との転換点の比較に過ぎないものばかりである。中国の先行研究には、先進国が経験した高度成長期から安定成長期への転換から得られる示唆に関するものはない。環境クズネツ曲線の数式モデルによる計算結果は、今後の国の経済成長状況とエネルギー消費構造の変動に大きな影響を受けると考えられる。したがって本研究では、まず中国の気候変動目標の達成状況を分析したうえで、2015年以降の気候変動対策に重点を置きながらこれまでの対策を分析する。とりわけ、2060年カーボンニュートラルを実現するには温室効果ガス削減だけでなく、吸収源の増大も重要であることから、これまでの中国の森林吸収源とCCSなどの政策について分析を行う。そして、1981-2018年のデータを用いて、中国と世界主要国の人一人当たり二酸化炭素排出量および一人当たりGDPの間に環境クズネツ曲線が存在するのかを検証し、共和分分析に基づいて2030年までの中国における一次エネルギー需要構造を分析する。さらに、今後の二酸化炭素排出の動向について、先進国の経済発展状況とエネルギー構造を分析したうえで、先進国の経験をシナリオ分析によって把握する。最後に、分析結果をもとに、中国の気候変動対策に対する政策提言を行う。

3. 中国の気候変動対策

3.1 パリ協定における中国の目標の進捗状況

3.1.1 CO₂排出量の削減

パリ協定採択後、2015年6月に中国は国家約束草案を国連に提出した。草案には温室効果ガス削減の目標を、①2030年までのできるだけ早い時期にCO₂排出量をピークアウトさせること、②GDP当たりCO₂排出量を2030年に2005年比で60-65%削減することを掲げた。そのなかで、一次エネルギー消費量に占める非化石エネルギー比率を20%前後まで引き上げることとしている。

まず発展途上国である中国のCO₂排出量は、経済発展とともに排出量が増加しつつあるが、2014年に2013年までの増加傾向から一転して、減少し始めた（図4）。しかし、2017年からまた増加に転じ、2017年時点の排出量は2013年を上回った。したがって、2018年時点で中国のCO₂排出量はまだピークアウトしておらず、一次エネルギー消費量は増加し続け、2009年にはアメリカを超えて、世界最大のエネルギー消費国となった。

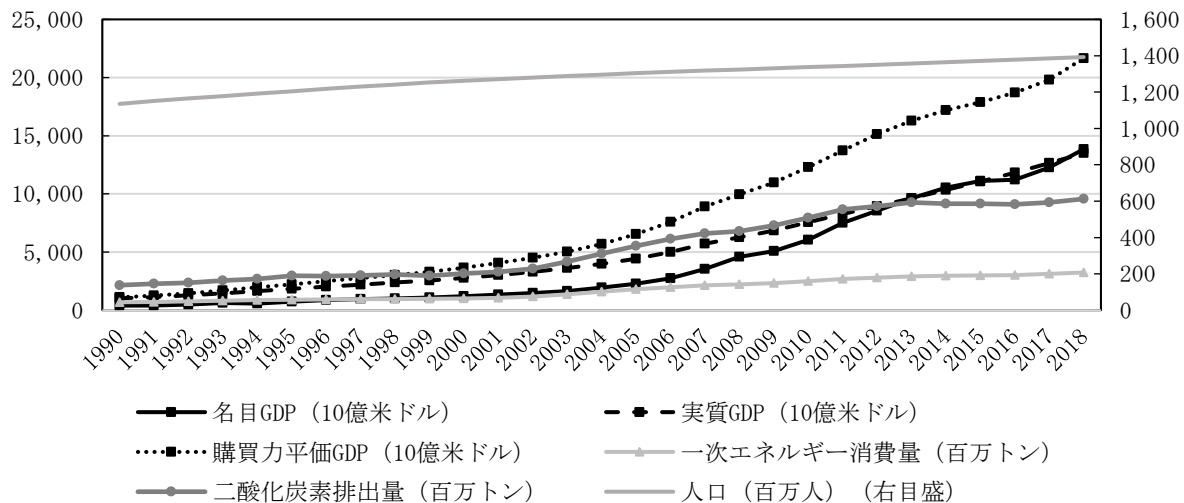


図4 中国の経済・エネルギー・人口とCO₂排出量の推移

出典:IEA(2020a);IMF(2020);国連(2020)

中国は世界最大のCO₂排出国であるものの、一人当たりCO₂排出量からみれば、アメリカ、オーストラリアなどの先進国のレベルにまだ達していない（図5）。しかし、中国の一人当たりCO₂排出量も経済発展とともに増加しているため、2018年にはフランス、イギリス、イタリアなどの先進国を上回った。

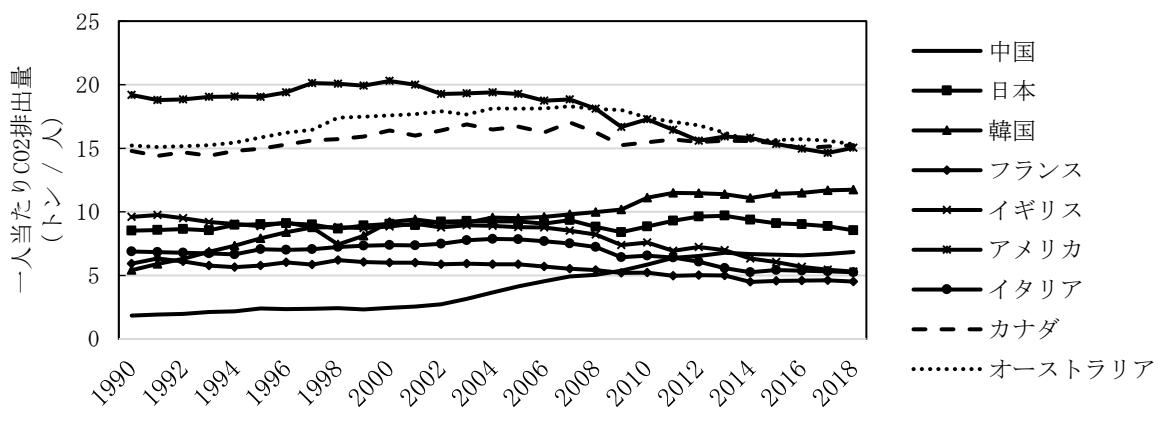


図5 世界主要国の人一人当たりCO₂排出量

出典:IEA(2020a)

中国のGDP当たりCO₂排出量は、1971年から減少し続けている（図6）。2010年、中国はコペンハーゲン合意にてGDP当たりCO₂排出量を2020年時点で2005年比40-45%削減という目標を掲げ

た。実際の名目 GDP 当たり CO₂ 排出量は、カンクン合意で掲げた目標を 3 年早く達成した。さらに、2030 年に 2005 年比 65% 削減するとの目標に対し、2014 年時点ですでに達成した。しかし、実質 GDP と PPP 換算ⁱⁱⁱGDP で換算すると、削減目標にはまだ達していない。一方、2011 年以降の中国における GDP 当たり CO₂ 排出量の減少は鈍化している。

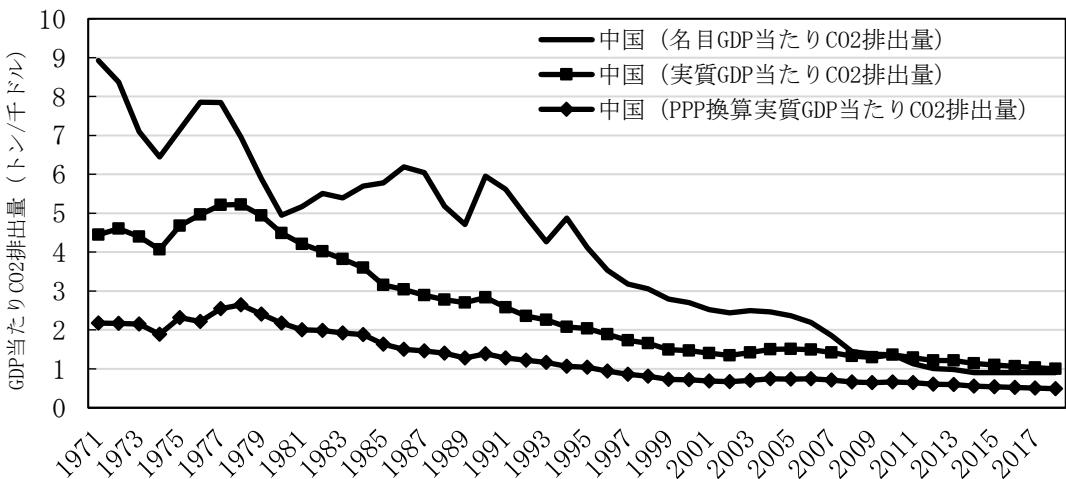


図 6 1971-2018 の中国における GDP 当たり二酸化炭素排出量

出典:IEA(2020a)

また、世界主要国の PPP 換算ⁱⁱⁱGDP 当たり CO₂ 排出量と比較すると、中国はまだ高いレベルで維持しており、2018 年は韓国の約 2 倍、日本の約 2.5 倍の水準である（図 7）。

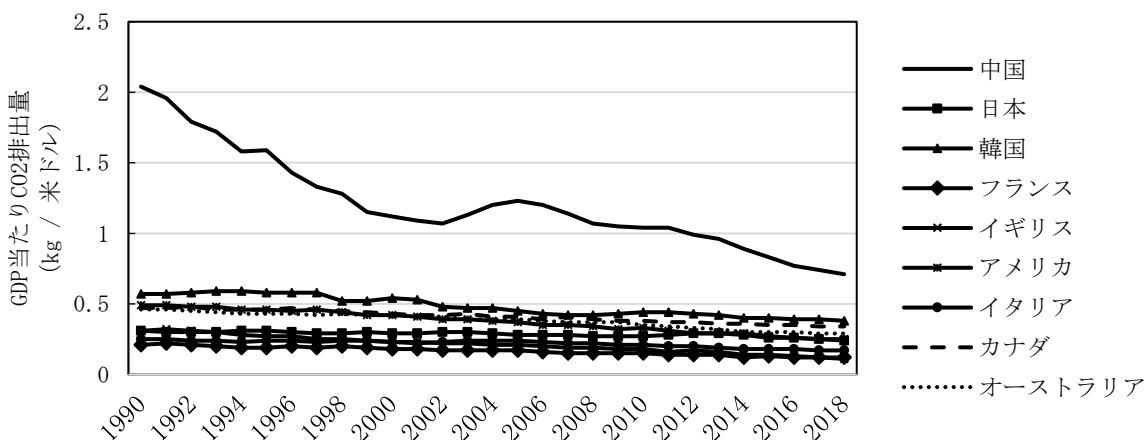


図 7 世界主要国の PPP 換算 GDP 当たり CO₂ 排出量

出典:IEA(2020a)

3.1.2 エネルギー構造の変化および再生可能エネルギーの拡大利用

中国のエネルギー供給構成の推移からみると、化石エネルギー割合が 70%以上と高い（図 8）。化石エネルギーの中でも石炭の割合がもっとも高く、石炭中心のエネルギー構造の改革に多くの対策を講じた結果、石炭の一次エネルギーに占める割合は徐々に減少している。2018 年、石炭の割合ははじめて 6 割以下に減少し、59.0% となった。一方、石炭の減少を補填するために非化石エネルギーの割合を増加させ、2018 年には水力と再生可能エネルギーの割合が 14.3% にまで増加した。また、2019 年の一次エネルギー割合はまだ公表されていないが、速報値によれば、石炭の占める割合はさらに削減され、57.7% まで減少し、非化石エネルギーの割合は 15.3% まで増加した。

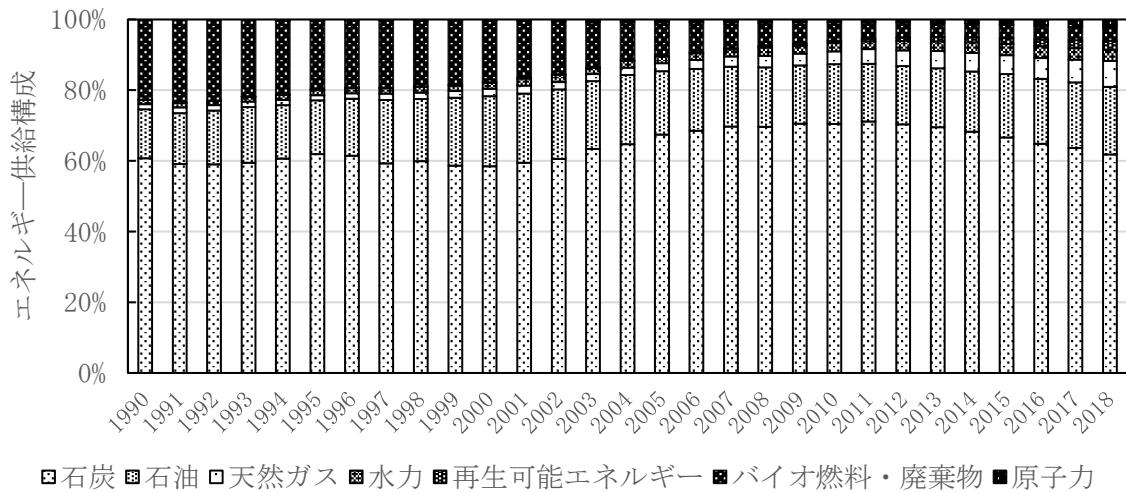


図 8 1990-2018 の中国の一次エネルギー構成比

出典:IEA(2020a)

世界の主要国を比較すると、一次エネルギー消費量において、石油・天然ガス・石炭を合計した化石エネルギー消費量が占める割合は、フランスとカナダを除いて 7 割以上となる（図 9）。なかでも中国は石炭中心であり、一次エネルギー消費の約 6 割を占める。一方で、フランスは原子力の消費量が一次エネルギーの 38.5%、カナダは水力の利用が多く 25.4%に達している。

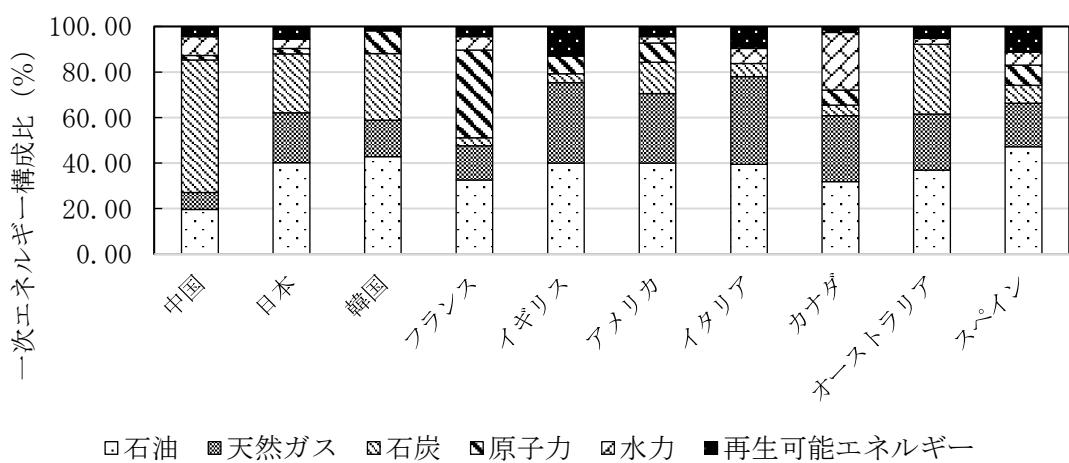


図 9 2018 年の世界の主要国の一 次エネルギー構成比

出典:IEA(2020b)

中国では、依然として石炭が最大の電力源であるものの、化石燃料のかわりに再生可能エネルギーの利用を増加させている。

表 1 中国の非化石エネルギー発電設備の導入目標と実績

2020 年発電設備導入目標
(GW)

2018 年発電設備導入実績(GW)

	2020 年発電設備導入目標 (GW)	2018 年発電設備導入実績(GW)
水力発電	380	352
風力発電	210	184
太陽光発電	105	175
バイオマス発電	15	18
合計	710	729

出典:中国国家能源局(2020)

2006 年に「再生可能エネルギー法」が実施されたことで、風力発電をはじめとする再生可能エネルギー発電設備が大量に導入された。また、2009 年の風力固定価格買取制度、および 2011 年の太陽光固定価格買取制度の導入によって、中国の風力と太陽光の導入量がさらに増加した。2018 年時点において、中国の風力・太陽光発電設備総容量は世界 1 位となった。第 13 次 5 カ年計画における 2020 年までの非化石エネルギー発電設備導入目標と対比すると、中国は 2018 年時点ですでに目標を上回ったことになる（表 1）。

3.1.3 森林吸収と二酸化炭素の回収・利用・貯留

中国は 1973 年以来、森林面積について計 9 回発表しており、第 9 回の統計結果によると、中国の森林面積は 220,446.2 平方キロメートルで、国土の 22.96% をカバーしている（図 10）。森林による CO₂ 吸収量の最新研究成果によると、中国の西南地域と東北地域における CO₂ 吸収量は排出量を上回っており、この 2 地域の CO₂ 吸収量が全土の 35% を占める（Wang et al., 2020）。また、2017 年の CO₂ 排出量 26.7 億トンに対し、森林は約 11.1 億トンの CO₂ を吸収している。

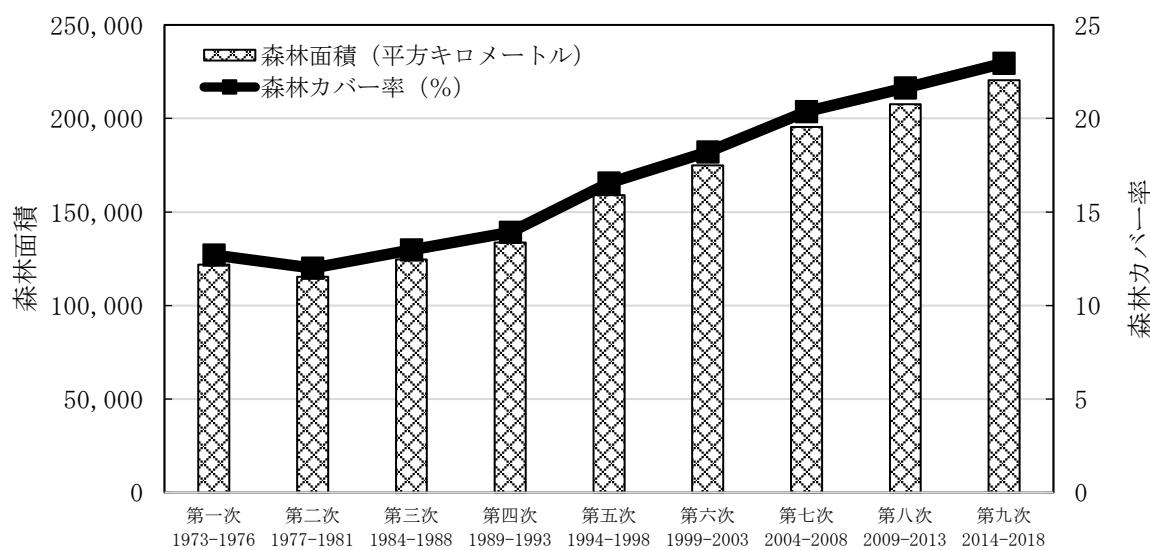


図 10 全国各次森林資源統計森林面積と森林カバー率

出典：国家林業と草原科学データセンター（2021）

一方、二酸化炭素の回収・利用・貯留について、中国は 2019 年までに九つの回収プロジェクトと 12 の利用・貯留プロジェクトを展開した。その結果、合計で約 200 万トンの二酸化炭素を回収・利用・貯留した。これらのプロジェクトは主に石炭化学工業と火力発電業界で展開されており、毎年の二酸化炭素排出量の約 0.01% を占める（蔡ら、2020）。

2020 年に 2030 年の目標を新たに INDC^{iv}で引き上げた（表 2）。したがって、パリ協定における中国の目標の進捗状況については、名目 GDP 当たり CO₂ 排出量の削減目標は達成したものの、他の目標はまだ達成できていない。

表2 パリ協定における中国の目標の進捗状況

2030年目標	2015年のINDC	2020年のINDC	2019年までの進捗状況
GDP当たりCO ₂ 排出量を2005年比削減	60-65%	65%以上	48.1%
非化石エネルギーが一次エネルギー消費量に占める割合	約20%	約25%	15.3%
森林蓄積量が2005比増加	約45億m ³	60億m ³	51億m ³
風力・太陽光発電設備容量	—	1,200GW以上	414GW

出典：公開資料より筆者作成

3.2 パリ協定に向けての気候変動対策

世界最大のエネルギー消費国とCO₂排出国である中国は、積極的に対策を講じている。しかし、石炭中心のエネルギー構造を短期間で脱却することは困難であるため、CO₂排出量の削減も難しい。また、中国は経済発展の「新常态」に突入し、成長速度の適正化と経済構造の筋肉質化を目指している。したがって、経済成長、エネルギー消費量と温室効果ガス排出量の削減を同時に求めている。

中国における気候変動対策は、「共通だが差異ある責任」を主張している。ただし、時間の推移とともに国際舞台で担う中国の責任も変わっている。気候変動問題に対する中国の対策について、経済の発展、国家の政策、国民の意識などさまざまな面から影響を与えていた。周（2010）が提示するように、中国は2020年前後に先進国並みの排出目標を提出する必要がある（図11）。2020年9月、中国自ら2060年までにカーボンニュートラルを実現すると発表したが、これにより従来の「先進国責任」姿勢から大きな変化をもたらした。

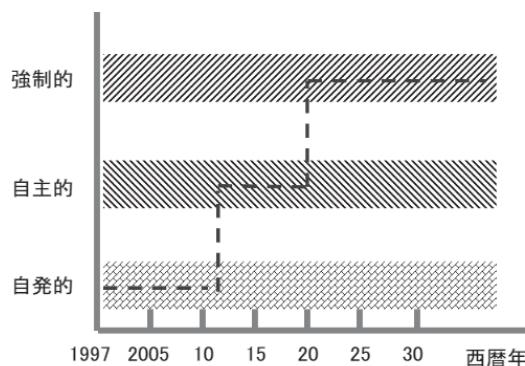


図11 気候変動枠組みにおける中国の参加の3段階

出典：周（2010）

1990年の気候変動枠組条約の採択以降、中国は国内と国際社会に向けた気候変動対策を時間軸で表した（図12）。1997年に京都議定書が採択され、数値目標を2008-2012年の「第一約束期間」に設定し、2013-2018年を「第二約束期間」と定めた。発展途上国である中国は、京都議定書の削減義務を負わないが、同年、国家レベルの気候変動対応機構を設置し、世界最大の二酸化炭素排出国として積極的に気候変動対策を講じた。京都議定書は法的に拘束力のある強い条約と位置付けられ、各国の排出量に森林等吸収源・京都メカニズムレジットを加味すると、附属書I国すべてが目標を達成している。しかし、第二約束期間ではアメリカや日本などの国が不参加を表明し、国際的な気候変動対策が難航した。そのかわりに、できるだけ多くの国を参加させ、自主削減の方式でパリ協定が採択された。パリ協定では、2020年以降の国際的な気候変動対策の方針として先進国だけでなく発展途上国も自ら削減目標を提出し、温室効果ガスの削減を求めた。

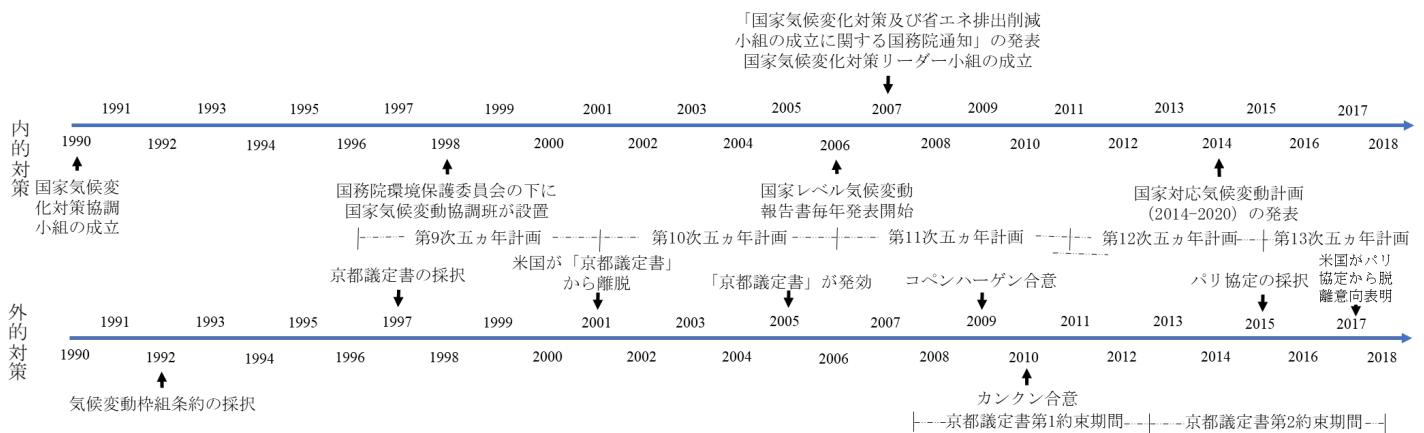


図 12 中国の気候変動対策^v

出典：公開資料より筆者作成

先行研究より、中国の気候変動対策を3段階に分けた。本節では第3段階に重点を置き、第13次5ヵ年計画期間の気候変動対策の対内的および対外的な政策を分析し、第14次5ヵ年計画期間の気候変動対策をまとめたうえで、対策の最新動向を把握する。

3.2.1 第13次5ヵ年計画期間の気候変動対策

パリ協定の目標に向けた対内的および対外的な中国の対策に対する概観を行う。具体的には「国民経済および社会発展に関わる第13次5ヵ年計画（2016-2020）要綱（第13次5ヵ年計画）」に焦点を置いた政策分析と、2018年12月にポーランドで開催された「国連気候変動枠組み第24回締約国会議（COP24）」の成果、およびそれらに対する中国の動向を分析する。

3.2.1.1 対内的政策

第13次5ヵ年計画では、「イノベーション、協調、グリーン、開放、共享（分かち合う）」をキーワードに、経済の「ニューノーマル」を迎えるながら環境保全と両立できる発展を図ることを表明した。

①温室効果ガスの削減と低炭素産業の育成においては、「重点産業」と「重点地域」を先行的に進める方針を示した。「重点産業」とは電力、鉄鋼、建材、化学工業などの排出量の多い産業のことであり、より排出を制限して低炭素化を推進する。「重点地域」とは経済発展の先進地域を指し、CO₂排出量のピークアウトを先行的に達成し低炭素化モデルを構築するとともに、ほかの温室効果ガスも制限する。具体的な政策としては、全国統一排出権取引市場を形成し、電力、鉄鋼、建材、化学工業など八つの産業がカバー対象となり、対象産業の企業に排出削減に対するインセンティブが与えられる。2017年より電力業界で炭素排出権取引が開始された。一方、2013年より八つの地域で平行して炭素排出権取引パイロット事業が行われている。2020年、全国市場の参入基準排出量が試算され始め、全国市場での展開に重要な施策として推進されている。

②省エネと非化石エネルギーの利用拡大については、再生可能エネルギーの導入に重点を置いた地域割り当て制度が導入されている。とりわけ、水力よりも太陽光、太陽熱と風力の利用に注力している。2016年に公表された「再生可能エネルギー開発利用目標誘引制度に関する指導意見」では、全国再生可能エネルギー利用の目標を各地域に分割し、地域別の割り当て目標の達成を義務付けている。また、国の方針と同様に非水力再生可能エネルギー消費量の比率を明確にした。省エネ分野では交通部門の省エネを重点課題として位置づけ、電気自動車の普及対策を展開した。

③エネルギー消費構造の改革では、石炭の消費を制限するため、過剰生産の石炭と鉄鋼企業を再編し、最低限の利用効率レベルに達していない石炭発電所を淘汰することにした。さらに、天然ガスの利用を促進し、エネルギー安定供給を確保する。

3.2.1.2 対外的政策

中国の今後の対外的政策および対策行動を考えるうえで、最近の国連気候変動枠組み条約第24回締約国会議（COP24）^{vi}の動向からも中国の気候変動対策の分析を行う必要がある。また、炭素排出権取引制度の実施を整備し、再生可能エネルギーの利用拡大を強調しながら電気自動車の普及を積極的に推進するとした。一方、国際協力においては「一带一路」構想のグリーンファンドの活用による途上国間の協力を推進すると強調した。その詳細は以下のとおりである。

①「南南協力」による気候変動国際交渉における途上国グループの形成

中国はパリ協定で小島嶼開発途上国や最貧困国に対する「中国気候変動南・南協力基金」の拠出を表明した。従来の国際協力は、先進国から途上国への資金援助にともなう技術移転を中心であったが、近年、中国や韓国といった新興国の国際的な競争力が向上したこと、ほかの途上国への支援が可能となった。このような国際支援基金の設立により、気候変動によって生存が脅かされる国への緩和事業と適応事業をより効果的に展開することができる。

②「一带一路」構想における低炭素・エネルギー分野の協力の展開

中国は「一带一路」構想を提唱してきたが、2017年、国内経済の発展および国際協力を両立させる方案を提案し、中国の強みを生かした。中国が主導して、アジアインフラ投資銀行を設立し、東南アジアやアフリカ諸国を含む途上国への資金支援と資金調達を行っている。さらに、市場メカニズムを通じて、日本のような環境・エネルギー分野でトップレベルの技術を有する国と途上国との第三国による協力に対して、新たな第三国市場協力の方法を提供した（周ら、2020）。

中国は、パリ協定の目標に向けて国内の取り組みと国際協力から対策を強化しており、「共通だが差異ある責任」の原則の下、積極的に温室効果ガスの削減と低炭素化の実現を推進している。

3.2.2 第14次5カ年計画期間の気候変動対策

2021年3月、中国は第14次5カ年計画（2021-2025）を発表した（表3）。計画の概要は以下のとおりである。『経済発展方式のグリーン変革を加速させ、質の高い経済発展と高レベルでの生態環境の保護を同時に求める。GDP当たりエネルギー消費量を前期より13.5%減少させ、GDP当たりCO₂排出量を前期より18%削減する。2021年の目標は、生態環境のさらなる質の改善と、GDP当たりエネルギー消費量を前年度よりマイナス3%前後で実現されることである。第14次5カ年計画期間中に、中国のGDP単位当たりの二酸化炭素排出量が18%減少し、年間の平均GDP成長率が6%のままであった場合、5年間の平均増加率は約1.9%であり、5年間の累積増加は約9.7%である。また、年間の経済成長率を5%に維持すれば、平均成長率は0.9%となり、5年間で約4.6%増加する。

表3 第14次5カ年計画期間の経済社会発展の主要指標（一部）^{vii}

指標	2020年	2025年	年平均伸び率 [累計]	属性
経済発展				
1. GDP成長率（%）	2.3	—	合理的な区間を保ち、各年度の状況を踏まえた上目標	予期性
2. 全員労働生産性増加率（%）	2.5	—	GDP成長率より高い	予期性
3. 常住人口都市化率（%）	60.6*	65	—	予期性
イノベーション駆動				
4. 全社会R&D経費投入増加率（%）	—	—	>7、十三次五カ年計画時期の実際値より高い	予期性
5. 1万人当たり発明特許保有量（件）	6.3	12	—	予期性
6. デジタル経済コア産業の増加値がGDPに占める割合（%）	7.8	10	—	予期性
グリーン・エコロジー				
14. GDP当たりエネルギー消費量の削減率（%）	—	—	(13.5)	拘束性
15. GDP当たりCO ₂ 排出量の削減率（%）	—	—	(18)	拘束性
16. 地区级以上都市空気質優良日数比率（%）	87	87.5	—	拘束性
17. 地表水質量III類ないしそれより好い水質のウェイト（%）	83.4	85	—	拘束性
18. 森林カバー率（%）	23.2*	24.1	—	拘束性

出典：新華網（2021）

具体的には、削減目標に対するCO₂排出量のピークアウトの達成、カーボンニュートラル実現に

向けた努力、および産業構造とエネルギー消費構造を最適化することである。石炭のクリーンで効率的な利用を推進し、安全性を前提とした原子力の積極的かつ秩序正しい開発にも取り組み、新エネルギー利用を大いに発展させる。一方で、国内のエネルギー権および炭素排出権の取引市場の構築を加速させ、エネルギー消費の二重コントロールシステムを改善する。さらに、中国はグローバルヴィレッジの一員として、気候変動へのグローバルな対応に実践的な行動で貢献していく。

課題としては、今後のロードマップがまだはつきりとしていないことである。政府は『2021年内に、CO₂排出量のピークアウトを2030年以前に達成するような行動計画を立てる』としている。

4. 環境クズネツ曲線による中国の二酸化炭素排出状況の検証分析

中国がカーボンニュートラルを実現するには、まず CO₂ 排出量をピークアウトさせることが肝心である。世界主要国における一人当たり GDP (PPP 换算^{viii}) と一人当たり CO₂ 排出量の関係を図 13 に示した。本章では第 2 章で分析した中国の対策効果を、CO₂ 排出量および GDP の関係で分析する。まず、「中国の一人当たり CO₂ 排出量と一人当たり GDP には環境クズネツ曲線 (EKC) が存在する」と仮説を立て、1981-2018 年のデータから検証を行う。さらに、EKC における「後発の利益」について、「後発」の国に「利益」をもたらす要因を、政府や金融機関による特有の役割や技術移転であると着目するが、もう一つの要因として、先進諸国の経験に学ぶことと指摘される (Gerschenkron, 1962)。したがって、すでに高度成長期から安定成長期への転換を体験した他国との比較により、後発の利益の有無を明らかにし、他国から得られる示唆を分析する。

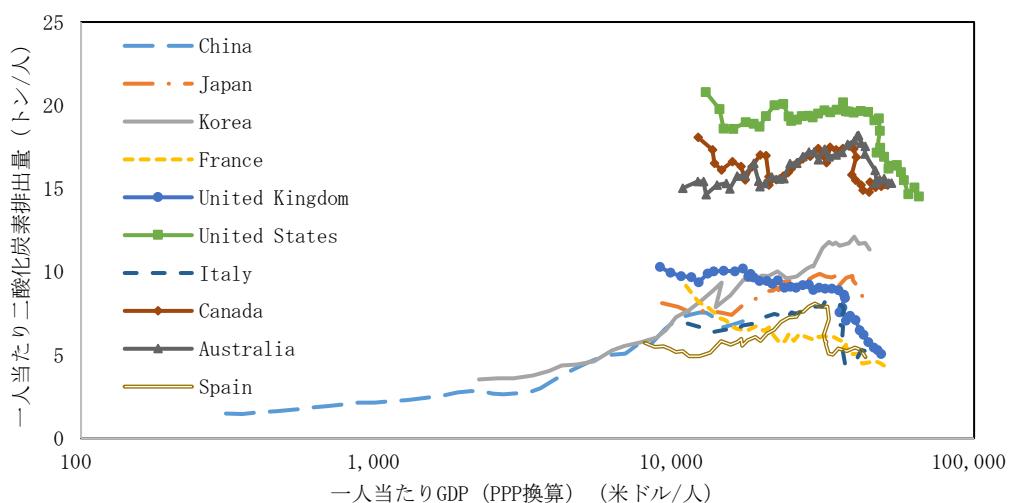


図 13 世界主要国における一人当たり CO₂ 排出量と一人当たり GDP (PPP 换算)

出典：IMF (2020) ; IEA (2020)

4.1 環境クズネツ曲線の推計

本研究での環境クズネツ曲線は、1981-2018 年のデータを用いる。経済成長と CO₂ 排出量の関係を表す式は以下のとおりである (Frankel and Rose, 2005)。

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \alpha_2 X_t^2 + \varepsilon_t \quad (1)$$

目的変数 C_t は t 年における一人当たり CO₂ 排出量であり、 X_t は所得水準を表す t 年の一人当たり GDP (PPP 换算) (米ドル/人) である。そして ε_t は t 年における誤差項である。また、偏回帰係数 α_1 および α_2 において $\alpha_1 > 0$ 、 $\alpha_2 < 0$ の場合、有意となる。環境クズネツ曲線の転換点における所得水準は $-\alpha_1 / 2\alpha_2$ から算出することができる。

表 4 に示すように分析結果は、 t 値の妥当性も含めフランスとカナダ以外の国が、統計的に有意である。それぞれ一次項の係数はプラス、二次項の係数はマイナスであり、回帰式は逆 U 字型の環境クズネツ曲線の条件を満たしている。そして、曲線の条件を満たす国々の転換点を計算した。

表4 回帰分析の結果

COUNTRY	α_1	α_2	_CONS	ADJ. R-SQ	TURNING POINT
CHINA	0. 0007658*** (16. 013)	-2. 38e-08*** (-7. 118)	1. 254766*** (11. 735)	0. 974	16, 088. 24
JAPAN	0. 0002899*** (7. 964)	-4. 56e-09*** (-6. 552)	4. 888048*** (11. 266)	0. 755	31, 787. 28
SOUTH KOREA	0. 0004868*** (18. 636)	-6. 53e-09*** (-10. 761)	2. 579738*** (11. 849)	0. 971	37, 274. 12
UNITED KINGDOM	0. 0001212*** (4. 046)	-4. 22e-09*** (-7. 805)	8. 997253*** (24. 667)	0. 926	14, 360. 19
UNITED STATES	0. 0002313*** (5. 321)	-4. 23e-09*** (-7. 230)	16. 59435*** (23. 110)	0. 806	27, 340. 43
FRANCE	-0. 0001559*** (-3. 917)	1. 25e-09	9. 32062*** (17. 931)	0. 811	-
ITALY	0. 0004405*** (5. 298)	-8. 76e-09*** (-5. 616)	2. 177381* (2. 141)	0. 460	25, 142. 69
CANADA	0. 0001229 (1. 653)	-2. 48e-09*	15. 22068*** (14. 710)	0. 181	-
AUSTRALIA	0. 0003471*** (7. 021)	-5. 10e-09*** (-6. 357)	11. 26307*** (16. 884)	0. 609	34, 029. 41
SPAIN	0. 0003352*** (4. 839)	-6. 61e-09*** (-4. 498)	2. 509814** (3. 478)	0. 382	25, 355. 52

注 : t statistics in parentheses * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

以上の結果から、中国にCO₂排出量の環境クズネット曲線が存在することが明らかとなった。曲線の転換点は、一人当たりGDP（PPP換算）16,088.24米ドル/人である。次に、中国が2030年までに転換点を迎えるのかを試算する。中国のGDP成長率は2011年より減少し続け、2015年から徐々に増加している（図14）。2011年から2018年までの平均成長率を6.74%で計算すると、2020年の中国のGDPは2,467.74百億米ドルで、一人当たりGDPは17,148.97米ドル/人であり、転換点を上回る。

一方、人口規模からも試算を行う。国連の研究予測によると、中国の人口は2020年に約14.39億人になり、2030年にはピークの14.64億人を迎えるとしている（UN, 2019）。もし、中国が2020年に転換点を迎えるとすると、GDPは2,315.10百億米ドルである。つまり、2018年より平均GDP成長率3.39%を維持すれば、2020年までに転換点を迎えることができる。一方、2030年に転換点を迎えるとすると、GDPは2,355.32百億米ドルである。つまり、2018年より平均GDP成長率0.70%を維持すれば、2030年までに転換点を迎えることができる。したがって、2030年には一人当たりCO₂排出量のピークを迎えることになる。さらに、人口も2030年ごろにピークを迎えるため、中国は2030年までにCO₂排出量がピークになると推定できる。

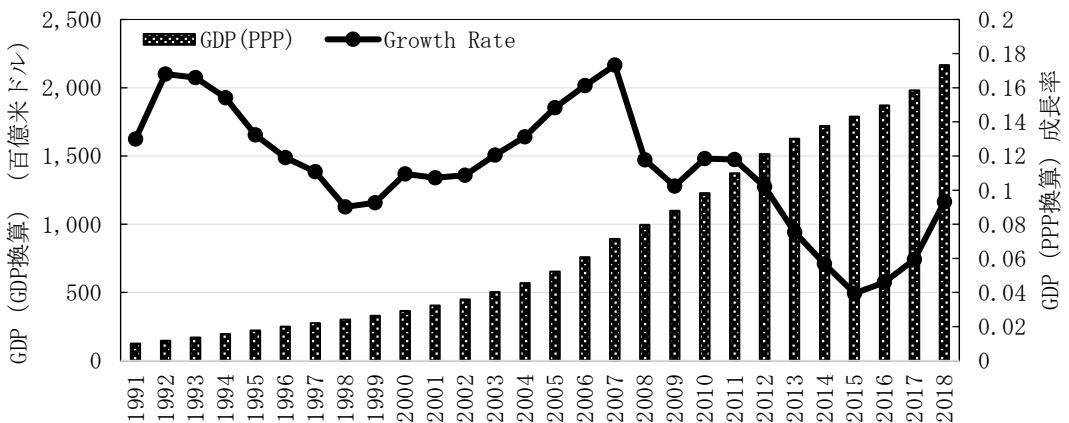


図 14 1991–2018 中国における GDP (PPP 挿算) と GDP 成長率

出典：IMF (2020)

4.2 他の国との比較と考察

4.2.1 中国の後発の環境利益

CO₂排出量の削減において、中国には「後発」の環境利益があるのだろうか。まず、回帰分析結果からみると、イギリス以外の環境クズネツ曲線が存在する国の転換点は、中国の転換点を上回っている。転換点の一人当たり CO₂ 排出量をみると、一番少ないイタリアで約 7.5 トン/人、一番多いアメリカで約 19.5 トン/人である。中国の 2018 年の一人当たり CO₂ 排出量は 6.8 トン/人であり、ピークを迎えるときは他国より少ないレベルで維持できると思われる。

4.2.2 CO₂ 排出シナリオの設定

曲線の特徴から、先進国は経済安定成長期に突入しても一人当たり CO₂ 排出量がそれほど変化していないため、「開口部が大きい逆 U 字型」となっている（図 15）。

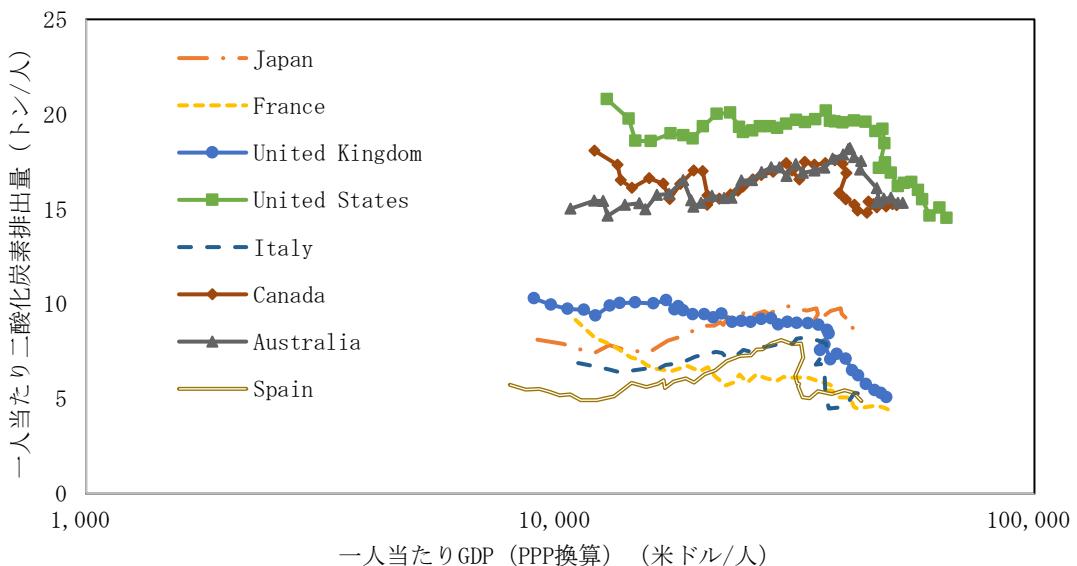


図 15 主要先進国一人当たり GDP (PPP 挿算) と一人当たり二酸化炭素排出量

出典：IMF (2020) ; IEA (2020a)

中国と韓国は、一人当たり CO₂ 排出量がまだ増加の途上にあるため、右肩上がりのカーブに近い（図 16）。さらに、図 16 に示すように中国と韓国の曲線は 2,000–13,500 ドルの区間でほぼ重なっており、韓国は中国の曲線の一つの延長線上にあるとも考えられる。したがって、他の国からのシナリオを構築することができると思われる。

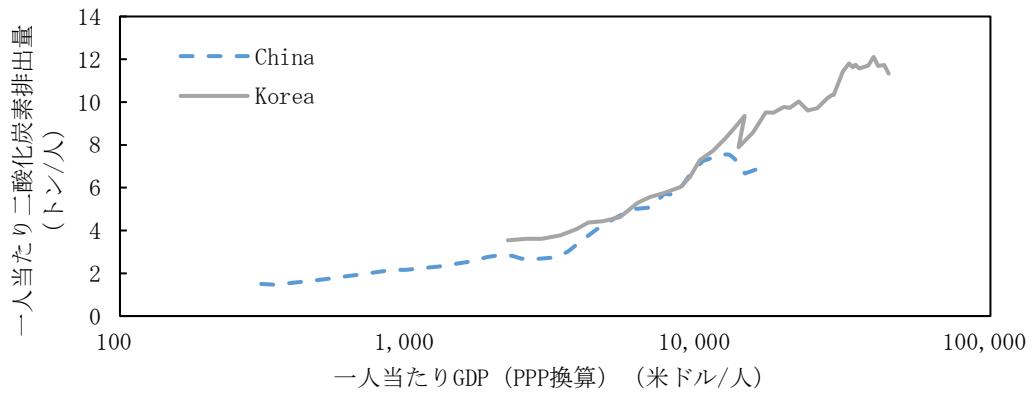


図 16 中国と韓国の人一人当たり GDP (PPP 挿算) と一人当たり二酸化炭素排出量
出典：IMF (2020) ; IEA (2020a)

主要国の中から中国の曲線と重なる国を選ぶと、韓国、日本、フランスの 3 カ国がある（図 17）。日本の場合は、曲線が 10,000–15,500 ドルの区間で、フランスの場合は、曲線が 12,000–15,500 ドルの区間で中国とほぼ重なっている。

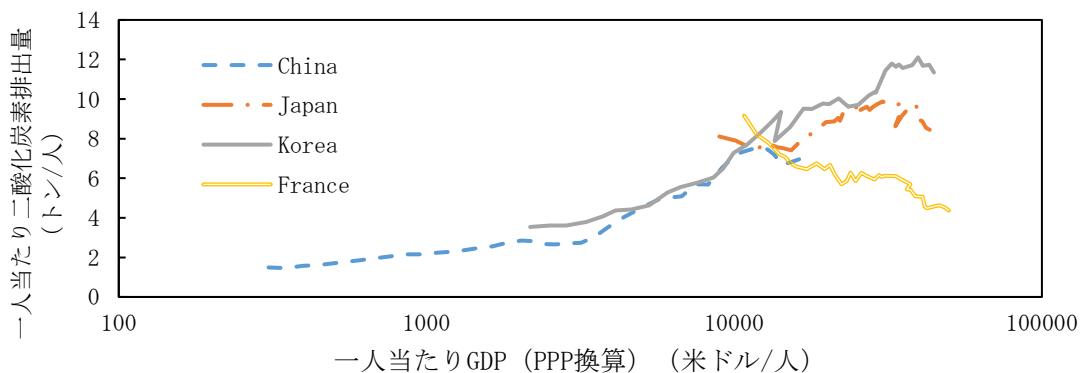


図 17 日中韓とフランスの人一人当たり GDP (PPP 挿算) と一人当たり二酸化炭素排出量
出典：IMF (2020) ; IEA (2020a)

4.2.3 先進国のシナリオによる中国のCO₂排出経路の予測

現在、中国は先進国の環境クズネツ曲線の一部と重なっている。先進国の排出経路をシナリオとして、重なっている曲線に対する時間の経済発展状況、エネルギー事情と技術促進対策の三つの面から中国事情とを比較し、今後の中国のCO₂排出経路を予測する。いわば、中国の曲線を Turning point (以下 T と略称する) のところから、①か②か③かに転換するということである（図 18）。T のところで重なる曲線に対する一人当たり GDP (約 10,000–15,000 米ドル/人) をみると、フランスの 1985–1990 年、日本の 1985–1990 年、韓国の 1994–2000 年と中国の 2011–2019 年に当てはまる。

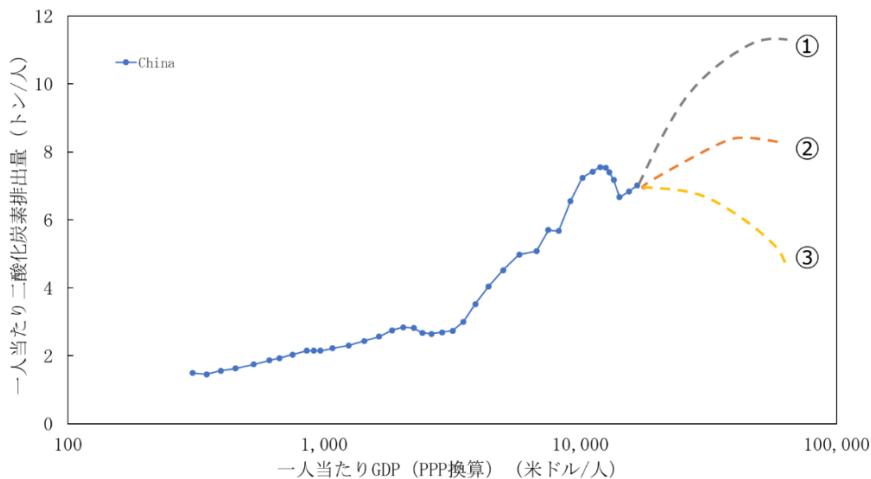


図 18 中国の環境クズネツ曲線のシナリオ

出典：図 7 をもとに作成

4.2.3.1 経済成長

1981-2019 年における日中韓仏 4 カ国の人一人当たり購買力平価 GDP の増加率（図 19）を分析すると、先進国である日本とフランスの 1985-1990 年の増加率は 5-10% の間で変動しており、それ以降 5% 以下で変動している。一方、韓国は 1998 年の金融ショック以外、1994-2000 年の間継続して 10% 前後で変動している。他方、中国は一人当たり GDP の増加率が 2011 年以降減少し続けていたが、2015 年から増加しており、2019 年には再び減少した。

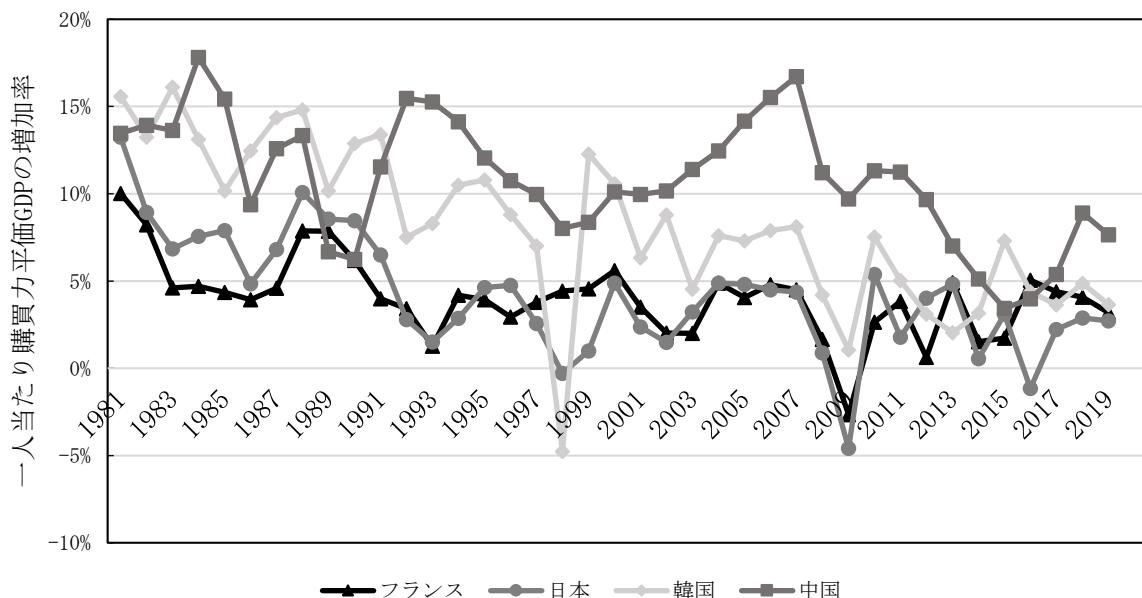


図 19 日中韓仏 4 カ国の人一人当たり購買力平価 GDP の増加率

出典：IMF (2020)

4.2.3.2 エネルギー構造

4 カ国における発電の割合を以下のように示す（図 20-23）。フランスの場合、ほとんどを原子力発電に依存している。1981 年よりフランスの原子力発電は、アメリカに次いで世界第 2 位となった（IEA, 2020）。それ以来、フランスにおける原子力発電は継続して発電量の 6-7 割を占めている。フランスは化石燃料資源に乏しく、原子力の開発利用による発電に力を入れてきた。また、水力などの再生可能エネルギーを合わせると 90% 以上がゼロエミッション電源である。

日中韓 3 カ国の場合、火力発電がそれぞれ国の発電量の半分以上を占めるが、なかでも韓国が

もっとも原子力発電に依存し、発電量の約4割を占めている。日本の原子力発電の利用も多いが、火力発電が主流で6割ぐらいを占めている。中国は、まだ火力発電に依存しているものの、非化石エネルギー利用の拡大および電力需要の伸びの鈍化が火力発電の抑制に繋がると考えられる。また、原子量発電の利用が拡大しており、2019年時点では約4,900万キロワットであるのに対し、2030年には1億キロワットを超えると見込まれている。さらに、中国は再生可能エネルギーの普及および利用に力を入れており、2018年時点での自然エネルギー発電設備総容量は発電設備容量全体の38%を占めている。2020年までの利用目標は、風力発電が210ギガワット、太陽光が105ギガワットである。

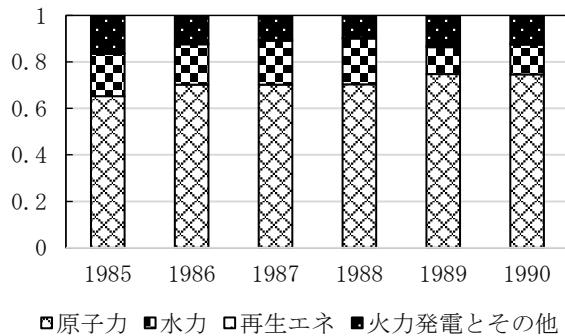


図20 1985-1990年のフランスの発電量の割合 出典：IEA（2020a）

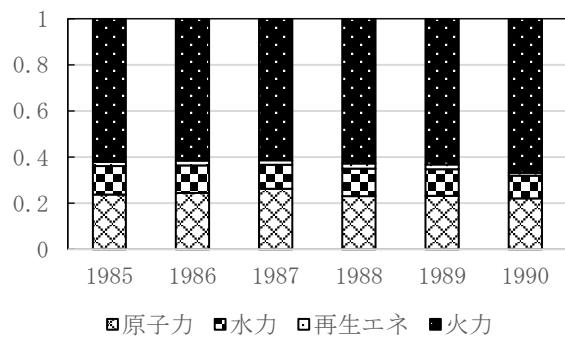


図21 1985-1990年の日本の発電量の割合 出典：IEA（2020a）

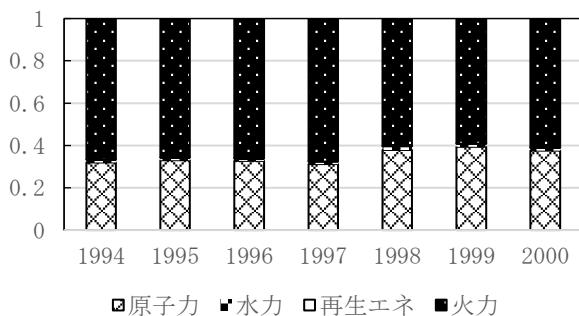


図22 1994-2000年の韓国の発電量の割合 出典：IEA（2020a）

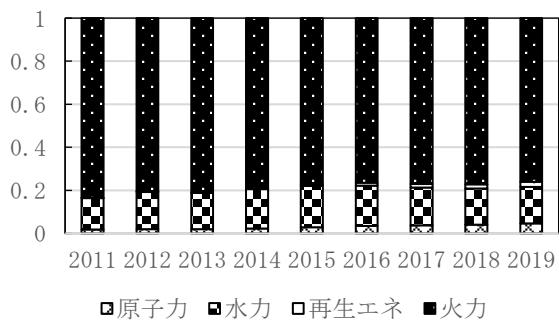


図 23 2011–2019 年の中国の発電量の割合 出典：IEA (2020a)

さらに、4カ国のGDP当たりエネルギー消費量（図24）をみると、2018年の中国の水準は1994–2000年の韓国より下回るが、1985–1990年の日本とフランスの水準より高いことがわかる。発電量とエネルギー利用効率の両方からみると、中国はフランスのような原子力発電への依存は不可能であると思われる。エネルギー利用効率とエネルギー消費構造から、シナリオ②がもっとも近いと考えられる。

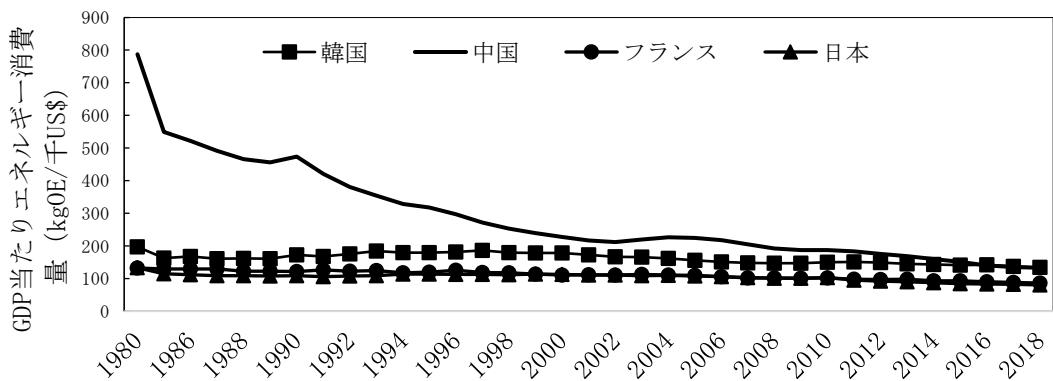


図 24 1980–2018 年の日中韓仏の GDP 当たりエネルギー消費量
出典：IEA (2020a)

4.2.3.3 技術促進対策

CO_2 排出量削減の根本的な解決策は、低炭素技術および脱炭素技術によって実現される。現在、世界の共通認識として、低炭素および脱炭素社会の構築に向けた化石燃料のフェーズアウト、および再生可能エネルギーの利用普及が不可欠である。

フランスの場合、I. ゼロエミッションのエネルギーが化石燃料を主体とするエネルギーに代替し、II. 国民の環境意識が高まり、産業において環境保護基準が構築され、企業が環境保護技術を利用し、III. 政府が税制や価格制度を活用して経済的なインセンティブを与えるという3本柱がある。日本と韓国の場合、化石燃料利用の割合がフランスのレベルにまだ達していないが、IIとIIIの展開によって低炭素成長の実現に向けた取り組みが進められている。

中国の場合、化石燃料の利用割合が高い。現在、再生可能エネルギーの利用拡大の段階にあるが、石炭のフェーズアウトの達成にはまだ距離がある。その一方で、省エネと排出削減による低炭素成長・経済が期待できるため、産業や企業に対する環境保護・省エネ基準の設定が徐々に完備されている。また、中国はカーボンプライシングの削減に向けて経済的なインセンティブを与えている。とりわけ、今後の経済発展と温室効果ガス削減に貢献できると思われる。したがって、以上の分析をまとめると、今後の中国の経済発展および CO_2 排出量の関係について、シナリオ②がもっとも近いと考えられる。

4.3 時系列分析による中国 CO₂ 排出量の予測

2018年、エネルギー起源 CO₂ 排出量が世界全体の排出量の6割以上を占めた(IEA, 2020a)。4.2節に示すように、化石燃料を中心とする中国の CO₂ 排出量はエネルギー消費量、とりわけ石炭消費量の変動に関わる。中国 CO₂ 排出量を予測するには、中国における一次エネルギー消費量とエネルギー消費構造を予測する必要がある。中国は今後、化石燃料の利用を減少させる方向へ転じる一方で、エネルギーの代替利用が注目されている。中国のエネルギー効率が向上しつつあるなかで、エネルギー消費量に対する影響について明らかにする必要がある。また中国の人口は2025年にピークを迎えると国連が予測するなかで、これがエネルギー消費量のピークにどう繋がるのか解明する必要がある(UN, 2019)。

4.3.1 数式モデルとデータ

本研究では、中国の1991-2018年の年次データを用いる(国家統計局, 2020)。時系列分析モデルでは、一次エネルギー消費量の増加率を従属変数とし、一次エネルギー消費量の増加率を独立変数とする分析を行う。

$$EMR = c + \alpha \ln POP + \beta COALR + \gamma \ln EF \quad (2)$$

式(2)におけるEMRは一次エネルギー消費量の増加率、POPは人口、COALRは石炭が一次エネルギー消費量に占める割合の増加率、EFは名目GDP当たりエネルギー消費量を示す。その中で、POP、COALR、EFは対数をとる。

表5 データの概要

	PER	LNPOP	LNEF	COALR
平均値	0.058257	11.76920	0.244372	-0.008954
最大値	0.168400	11.84609	1.548976	0.031300
最小値	0.002000	11.65982	-0.661368	-0.033500
標準偏差	0.042143	0.054404	0.585434	0.016704
歪度	1.209858	-0.441889	0.407989	0.522480
尖度	4.030689	2.118591	2.600977	2.772272
標本数	28	28	28	28

4.3.2 単位根検定と共和分分析の結果

分析では、全ての変数が時系列データであるため、定常性を満たさない場合を想定して予備検定を行う。一次エネルギー消費量の増加率、人口、石炭が最終エネルギー消費量に占める割合、および名目GDP当たりエネルギー消費量についてADF検定を用いて単位根検定を行う(Dickey and Fuller, 1979)。検定結果から、原数値はEF以外の変数が非定常であり、単位根を持つという帰無仮説は一階の階差をとることで棄却され、すべて定常化を満たした。

表6 単位根の検定の結果^{ix}

	原数値		1階階差	
	t-value	Prob.	t-value	Prob.
PER	-1.0123	0.2719	-3.6265	0.0008***
LNPOP	0.4895	0.8141	-3.8356	0.0005***
LNEF	-1.0984	0.2393	-1.5799	0.0926*
COALR	-1.1300	0.2281	-10.8865	0.0000***

全ての変数が同じレベルで階差定常だと認められる場合、共和分分析による変数間の長期的な安定関係を検証しなければならない。本研究では、エンゲル-グレンジャー検定を用いて共和分検定を行う（Engel and Granger, 1987）。全ての変数を、通常の最小二乗法で推計する。エンゲル-グレンジャー検定とは、変数間において通常の最小二乗法による推計結果から得られた残差（ECMと記す）に関して、さらに単位根検定を行うものである。表8に示すように残差は定常であり、変数間に共和分関係があるといえる。

表7 残差の単位根検定結果^x

	t-Statistic	Prob.	lags
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.9435	0.0000***	1

原数值はEF以外の変数が非定常であり、最小二乗法による回帰分析を直接行うことができない。そのため、共和分関係のある同じレベルの変数をもとに、以下の誤差修正モデル^{xi}をつくる^{xi i}。

$$\text{DEMR} = -0.0097 + 7.9419 \text{ DLNPOP} + 0.4260 \text{ DLNEF} + 0.3488 \text{ DLNCOALR} - 0.7281 \text{ ECM} \quad (3)$$

R2=0.5947 D.W.=2.0152 F=7.7032 Prob(F)=0.0006

F検定の結果より、独立変数が従属変数に与える影響は有意である。D.W.は2.0152であり、残差が相互に独立していることを表明した。さらに、LM検定を行い、T*R²がF値を上回ることから、残差が相関しないことを証明した。また、White検定を行い、誤差項の分散を均一証明することができた。したがって、最小二乗法の回帰分析の結果は最良線形不偏推定量である。推計の結果はPOP、COALRとEFはそれぞれ1%、5%と1%と水準有意である。

表8 最小二乗法の回帰分析結果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPOP	1.870783	0.580508	3.222668	0.0036***
COALR	1.166028	0.389459	2.993967	0.0063***
LNEF	0.171907	0.055928	3.073719	0.0052***
C	-21.99094	6.847461	-3.211546	0.0043***

式(2)は以下のとおりである。

$$EMR = -21.99094 + 1.8708 \ln POP + 1.1660 COALR + 0.1719 \ln EF \quad (4)$$

4.3.3 シナリオで一次エネルギー消費量の予測

式(2)モデルによると、各変数の過去値をもとに、2030年までのシナリオを以下のように構築することができる。まず、人口の予測について、中国の人口増加率は2008年から2017年まで0.50%前後で変動していたが、2018年に0.38%まで下落した。中国の人口は2030年までにピークを迎える、14.6億人まで増加すると国連が予測したため、これより人口の増加率を0.35%と算定した。また、GDP当たりエネルギー消費量の削減は2009年から2018年まで毎年約3.50%、2014年から2018年まで毎年約4.63%することができた。これを削減率のピークとして、2019-2020年は4.00%、2020-2025年は3.00%、2025-2030年は2.00%の削減ができると設定する。最後に、石炭が一次エネルギー消費量に占める割合について、2010年までは70%前後で変動していたが、2011年の70.2%以降減少の一途をたどり、2018年は59%となった。しかし、現在の中国にとって2030年まで

石炭の利用は不可欠であると見込まれており、一次エネルギー消費量の50%を占めるといわれている(CERS, 2016)。そのため、石炭が一次エネルギー消費量に占める割合を「高シナリオ」(2019年から年々増加率を前年度より0.5%下げ、2030年は約55.56%になる)、「中シナリオ」(2019年から年々増加率を前年度より1.5%下げ、2030年は約50.0%になる)と「低シナリオ」(2019年から年々増加率を前年度より2.5%下げ、2030年は約45.8%になる)と設定する。以上の設定による一次エネルギー消費量の予測値を表9に示す。

表9 中国における一次エネルギー消費量の予測

標準石炭換算トン	低シナリオ	中シナリオ	高シナリオ
2020	511803.5253	529427.3084	547451.0968
2025	595709	651870.9	712612.2
2030	733918.4	849034.2	980620.9

次に一次エネルギー消費量の割合を予測する。中国は2020年、2030年に再生可能エネルギーがそれぞれ一次エネルギー消費量の15%、20%を占めると目標に掲げた。速報値では、すでに2020年目標の15%を達成している(国家統計局, 2021)。その一方で、石油の割合が1991年から2割前後で変動しているものの、あまり大きく変わってはいない。天然ガスの割合は少しづつ増えているが、まだ8.1%に過ぎない。したがって、石炭の割合が減少することで、再生可能エネルギーの利用拡大も実現可能となる。過去のデータを踏まえうえで、天然ガスの割合は年々1%増加し、石油の割合は0.5%増加すると設定する。表10に示すように、一次エネルギー消費量の割合のシナリオを設定する。

表10 中国における一次エネルギー消費量と割合の予測

		2025		2030	
		割合 (%)	一次エネルギー消費量 (万標準石炭換算トン)	割合 (%)	一次エネルギー消費量 (万標準石炭換算トン)
低シナリオ	石炭	49.42	294399.40	43.54	319548.10
	石油	19.57	116580.30	20.07	147297.40
	天然ガス	8.15	48550.29	8.56	62823.42
	水力・原子力・再生可能エネルギー	22.86	136179.10	27.83	204249.50
中シナリオ	石炭	53.08	346013.10	49.21	417809.70
	石油	19.57	127571.10	20.07	170401.20
	天然ガス	8.15	53127.48	8.56	72677.33
	水力・原子力・再生可能エネルギー	19.20	125159.20	22.16	188146.00
高シナリオ	石炭	56.97	405975.20	55.56	544833.00
	石油	19.57	139458.20	20.07	196810.60
	天然ガス	8.15	58077.89	8.56	83941.15
	水力・原子力・再生可能エネルギー	15.31	109100.90	15.81	155036.20

中国のCO₂排出量は、IPCCが公開するCO₂排出係数^{xiii}で計算すると、表11のように示される。

表11 中国の二酸化炭素排出量（万トン）

	低シナリオ	中シナリオ	高シナリオ
2025	314373.5	362144.3	416956.5
2030	358032.6	450776.9	567964.9

表11に示すように、どのシナリオにおいても二酸化炭素排出量は増加し続け、2030年断面ではピークを迎えることができない。一方、4.2節に示すように、今後の中国の排出経路は②に近いが、転換点はいまだ②のように迎えられたことがない。

4.1節の環境クズネツ曲線の結果と合わせて一人当たりGDPを要因分析すると、一人当たりCO₂排出量との曲線に理論的な転換点があることがわかった。しかし、二酸化炭素排出量はGDPとの関連だけではないため、エネルギー消費量やエネルギー利用効率を併せて分析する必要がある。今の化石燃料を中心とするエネルギー消費構造を短期間で変えることはできないうえに、再生可能エネルギーの利用割合もすぐには伸びない。そのため、理論的な転換点を予測どおりに迎えるのは現実的に難しい。

5. おわりに

本研究では、パリ協定の目標に向けた中国の気候変動対策、エネルギー事情と二酸化炭素排出量について分析し、その結果を以下にまとめる。

第1に、中国の気候変動対策の特徴は、対内的に「二つの重点」を置き、対外的に積極的な国際協力を求める点である。中国の気候変動対策の目標は2030年に排出量をピークアウトさせ、2060年までにカーボンニュートラルを実現することである。中国の気候変動対策に関する動きの把握、および2030年の目標達成に関する検証を行うため、本研究では、まず、中国の気候変動対策について、パリ協定採択前後に分けて分析した。中国は四つの段階を経て、パリ協定の採択後、対内的対策として「重点産業」と「重点地域」で先行的にCO₂排出削減させ、省エネと非化石エネルギーの利用拡大、およびエネルギー消費構造の改革に重点を置いた。対外的政策では国際協力を中心に、途上国の協力グループをつくった。また、「一带一路」構想によって先進国と途上国の中に、第三国市場協力の新たな協力プラットフォームを構築することができた。

第2に、環境クズネツ曲線仮説による実証分析の結果、中国の一人当たりGDP（PPP換算）が16,088.24米ドル/人になると、転換点を迎える。中国のCO₂排出と経済発展の現状をもとに、2030年までにピークアウトすることができると証明した。さらに、中国を他国と比較することで、CO₂排出における後発的な環境利益があることを明らかにした。

第3に、中国のエネルギー消費量とCO₂排出量に関する予測を定性と定量の両方から行った。まず、環境クズネツ曲線と重なっている国について経済成長、エネルギー構造と技術促進対策の状況から比較し、中国の一人当たりCO₂排出量の方向性を明らかにした。次に、今後の排出について「低・中・高」の三つのシナリオで時系列分析を行った。両方の結果から、中国は現在、予測どおりに理論的な環境クズネツ曲線の転換点を迎えることが難しい。まだ石炭を中心とする化石燃料に依存しているため、二酸化炭素排出量は増加していくであろう。

現在、中国は積極的にクリーンなエネルギーの利用拡大を促進しており、化石燃料の利用を減少させている。しかし、現在の再生可能エネルギー普及の目標であれば、石炭を中心とするエネルギー構造を根本的に変えることはできない。さらに、石炭の代替となるエネルギーについてもまだ定かではないため、簡単に石炭をやめることができない。したがって、中国が二酸化炭素排出量を削減させるための鍵は、エネルギー効率を改善することである。価格は効率を改善するためのもっとも効果的な方法であり、透明な価格メカニズムを確立す

ることで合理的なエネルギー消費を導くことができると期待される。長期的には、政府による投資を増やし、再生可能エネルギー産業技術の研究開発を強化させ、再生可能エネルギーの電力貯蔵などの問題を解決し、市場のインセンティブを通じて二酸化炭素排出量を削減する。

参考資料

<英語資料>

- EU (2020) Recovery plan for Europe.
https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_en(Accessed on 3rd Dec. 2020)
- Dickey, David A., and Wayne A. Fuller (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of American Statistical Association*, Vol.74, pp. 427–431.
- Engel, R. F. and Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, Vol.55, No. 2.
- Frankel, J. and Rose, A. 2005. Is Trade Good or Bad for the environment? Sorting out the Causality. *Review of Economics and Statistics*. 87(1):85–91.
- Fu, S., Zou, J., and Liu, L.-W, (2015) An Analysis of China's INDC, China National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation.
- Gerschenkron, A. 1962. Economic Backwardness in Historical Perspective. New York: Praeger
- Kevin Rudd. 2020. The new geopolitics of China's climate leadership.
<https://chinadialogue.net/en/climate/the-new-geopolitics-of-chinas-climate-leadership/>(Accessed on 3rd Feb. 2021)
- Kuznets, S. (1955), "Economic Growth and Income Inequality," *American Economic Review*, Vol. 45(1), pp. 1–28
- Le Quéré, C., Jackson, R. B., Jones, M. W. et al. Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nat. Clim. Chang.* 10, 647–653 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>
- IEA (2020a) Data and statistics. <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CHINAREG&fuel=C02%20emissions&indicator=TotC02>(Accessed on 3rd Dec. 2020)
- IEA (2020b) Global Energy Review. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>(Accessed on 3rd Dec. 2020)
- IEA (2020c) Sustainable recovery. <https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery>(Accessed on 3rd Dec. 2020)
- IMF (2020) World Economic Outlook Databases.
<https://www.imf.org/en/Publications/SPROLLS/world-economic-outlook-databases#sort=%40imfdatedescending>(Accessed on 3rd Dec. 2020)
- UN (2019) World Population Prospects 2019.
<https://population.un.org/wpp/>(Accessed on 3rd Dec. 2020)
- UN (2020) Climate Ambition Summit 2020.
<https://www.climateambitionsummit2020.org/>(Accessed on 3rd Feb. 2021)
- Wang, J., Feng, L., Palmer, P. I. et al. Large Chinese land carbon sink estimated from atmospheric carbon dioxide data. *Nature* 586, 720–723 (2020).
- ### <日本語資料>
- 明日香壽川 (2017) 「中国の気候変動対策の相対的強度を考える」 *環境経済・政策研究* 10 卷1号、pp. 63–66
- 川崎能典 (1993) 「計量経済モデルと見せかけの回帰」 *統計数理*、第41卷第1号、pp. 33–46.
- 国家発展改革委員会エネルギー研究所 (2009) 「中国 2050 年低炭素発展への道：エネルギー需給および CO₂ 排出 シナリオ分析」 科学出版社. pp. 1–8
- 人民網 (2021) 2021 年政府活動報告要旨 <http://j.people.com.cn/n3/2021/0305/c94474->

- 9825362.html (最終アクセス日 2020/03/21)
- 古賀章一 (2011) 「中国の気候変動対策と国際協力」 大阪市大『創造都市研究』第7巻第2号 (通巻11号) pp. 57-72
- 李志東 (2017) 「「パリ協定」遵守と低炭素社会実現に向けた中国の取組みに関する研究」 環境経済・政策研究 10巻1号、pp. 71-75
- 周瑋生 (2001) 「気候変動枠組における途上国の参加問題—中国を事例として—」 政策科学、9巻1号、pp. 1-15
- 周瑋生 (2010) 「ポスト京都を巡る中国の動きと今後の見通し」 政策科学 17巻特別号、pp. 163-180
- 周瑋生、李秀澈、凌奕樹、柳蕙琳 (2020) 「アジア低炭素共同体の構築に向けた日中印第三国市場協力分析」 環境経済・政策研究、13巻2号、pp. 95-100
- 野口剛嗣 (2008) 「中国の国際的気候変動問題対策参加と地域環境協力」 社学研論集、Vol. 11、pp. 57-72
- <中国語資料>
- CERS (2016) 2030中国能源展望。
- 蔡博峰, 李琦, 林千果, 馬勁風等 (2020). 中国二酸化炭素捕集、利用与封存(CCUS) 報告(2019). 生態環境部環境規划院气候变化与環境政策研究中心
- 杜立民. 我国二氧化碳排放的影响因素: 基于省級面板数据的研究. 南方經濟, 2010 (11).
- 国家林業と草原科学データセンター (2021) 森林資源統計データ
<http://www.cfsdc.org/search-data.html?id=010> (最終アクセス日 2021/03/08)
- 国务院 (2007) 国務院関与印發中国対応気候変動国家方案の通知
http://www.gov.cn/zwgk/2007-06/08/content_641704.htm (最終アクセス日 2020/03/21)
- 国家能源局 (2021) 2020年全国可再生能源発電量同比增長約8.4%
http://www.gov.cn/xinwen/2021-01/30/content_5583790.htm (最終アクセス日 2021/03/08)
- 国家統計局 (2021) 中国統計年鑑 2020
<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2020/indexch.htm> (最終アクセス日 2021/04/28)
- 李俊峰, 柴麒敏, 馬翠梅, 王際杰, 周澤宇, 王田 (2016) 中国対応气候变化政策和市場展望 气候变化, 第38巻第1期: 5-13
- 馬丁、陳文穎 (2016) 中国2030年碳排放峰值水平及达峰路径研究, 中国人口, 資源与環境第26巻第5期: 1-5
- 生態環境部 (2020) 生態環境部部長黄潤秋が両会でメディアのインタビューを受ける
https://www.mee.gov.cn/xxgk/hjyw/202005/t20200525_780868.shtml (最終アクセス日 2020/03/21)
- 許广月, 宋德勇. 中国碳排放環境クズネツ曲線実証研究. 中国工業經濟, 2010 (5)
- 王芸明、胡久凱 (2016) 対中国碳排放環境クズネツ曲線的再検証, 財政研究, 第11期: 51-64
- 新華網 (2014) 習近平首次系統解釈“新常态” http://www.xinhuanet.com/world/2014-11/09/c_1113175964.htm (最終アクセス日 2020/03/21)
- 新華網 (2021) 中華人民共和国国民経済和社会発展第十四个五年规划和2035年遠景目標綱要 http://www.xinhuanet.com/2021-03/13/c_1127205564.htm (最終アクセス日 2020/03/21)
- WRI (2020) 零碳之路|緑色増長引領中国経済高質量発展
https://www.wri.org/news/2020/12/China_Carbon_Neutrality_Dialogue (最終アクセス日 2020/03/21)

ⁱ ノー・リグレット対策 (no regret policy) 将来の気候変動の程度に関わらず社会経済的便益を得られる「後悔しない（ノー・リグレット）」対策。例として、洪水等の高リスク地域に新たなインフラを構築・移設しない、緊急対策を改良する、等が挙げられている。

ⁱⁱ 2005 年価格基準ベース、2005 年為替レートベースでの米ドル換算値。

ⁱⁱⁱ 2015 年価格基準ベース、2015 年為替レートベースでの米ドル換算値。

^{iv} INDC (Intended Nationally Determined Contributions) COP19 における全ての国に対して、2020 年以降の削減目標について、自国が決定する貢献案 (INDC) を 2015 年 12 月の COP21 に十分先立ち作成することが招請された。各国が作成した自国が決定する貢献案は、それぞれの国のパリ協定締結後は、自国が決定する貢献となる。

^v 第 9 次五ヵ年計画は「国民経済と社会発展第 9 次五ヵ年計画綱要」の略語、以下同様。

^{vi} 2019 年に開催された COP25 は、重要議題で合意に達することができなかつたため、COP24 の成果を取り上げる。

^{vii} *は 2019 年のデータ。「拘束性目標」は拘束性が強い、「予期性目標」は拘束性が弱い。

^{viii} 名目 GDP を各年の購買力平価 (Purchasing Power Parity : PPP) で米ドル換算した値。

^{ix} ***は 1 % 水準で有意であること、**は 5 % で有意であること、*は 10 % 水準で有意であることを意味する。各パラメータの推定値については、小数点第 4 位以下を四捨五入したものである。

^x **は 5 % で有意であることを意味する。各パラメータの推定値については、小数点第 4 位以下を四捨五入したものである。

^{xi} 誤差修正で、定常変数を生み出す線形結合を経済システムないの長期的な均衡関係式とみなし、過去に生じた誤差が均衡に向けて修正される動きが現在の短期的変動にも影響を与える（川崎、1993）。

^{xii} 変数の初めに「D」をつけると、一階の階差を取った結果を表す。

^{xiii} 石炭の CO₂ 排出係数は 0.76 トン/標準石炭換算トン、石油の CO₂ 排出係数は 0.59 トン/標準石炭換算トン、天然ガスの CO₂ 排出係数は 0.45 トン/標準石炭換算トンである。