

論 文

2030年排出削減目標の経済影響と炭素国境調整措置の 経済緩和効果に関するモデル分析*

秋元 圭吾・本間 隆嗣**

＜要旨＞

日本政府は温室効果ガス排出量を2030年に2013年比46%削減の目標を掲げた。そしてそれを「経済と環境の好循環」を実現して達成するとしている。しかしながら、その道筋は明確にはなっていない。本稿では、海外諸国の2030年排出削減目標と日本の目標のCO₂限界削減費用を比較した。日本や主要先進国の限界削減費用は高い一方、途上国を中心に低い費用と推計される目標も多い。限界削減費用の差異により炭素リーケージのリスクが大きくなる。また、一般均衡型のエネルギー・経済モデルにより、日本の経済影響についても分析した。CO₂排出削減対策への投資増大効果は推計されるものの、消費と純輸出の低減によってGDPは減少すると推計される。国境炭素調整措置の導入により、一部影響は緩和されるものの、大きな効果は期待できないことも示した。世界各国の限界削減費用に大きな差異がある現状において、「経済と環境の好循環」の実現は容易ではなく、効果的な気候変動政策の立案のために、「好循環」の実現のための条件を明確化していく必要性を指摘した。

JEL Classification Codes : D58, Q43, Q54

Keywords : エネルギー経済モデル、温室効果ガス排出削減、国境炭素調整

* 本稿における誤りは全て筆者に帰するものです。

** 秋元 圭吾：(公財)地球環境産業技術研究機構 システム研究グループ グループリーダー・主席研究員、本間 隆嗣：(公財)地球環境産業技術研究機構 システム研究グループ 主任研究員。

Analyses on Economic Impacts of the Nationally Determined Contributions and Carbon Border Adjustment Mechanisms for 2030

By Keigo AKIMOTO and Takashi HOMMA

Abstract

The Government of Japan states 46% reductions of the Japan's 2030 greenhouse gas emissions relative to 2013, and will achieve the target with a “virtuous circle for environment and economy.” However, the pathways are unclear. This study estimates the marginal abatement costs for the emissions reduction targets not only for Japan but also for those of other major countries, and compare with the costs across countries. The marginal abatement costs for Japan and other major developed countries are high, while those for many developing countries are low. The large differences in the marginal cost across countries will increase the risks of carbon leakage. In addition, the economic impacts in Japan are also estimated by using an energy-economic model of computable general equilibrium type. While the investments for emissions reduction measures increase, GDP will decrease due to the decreases in final consumption and net exports. The introduction of carbon border adjustment mechanisms will reduce the negative impacts, but large effects are not expected. This paper pointed out that it is very challenging to achieve “virtuous circle for environment and economy,” and the necessity to make clear the conditions for achieving the “virtuous circle” for effective climate policies.

JEL Classification Codes: D58, Q43, Q54

Keywords: energy-economic model, greenhouse gas emissions reduction, carbon border adjustment

1. はじめに

2020年10月に菅首相（当時）は、2050年までにカーボンニュートラル（CN）を目指す
と宣言した。これは 1.5°C未満の気温上昇に抑制するシナリオと整合性があるとされる目
標である。また、パリ協定に基づいて各国が自主的な排出削減目標を国別貢献（Nationally
Determined Contributions: NDCs）として国連気候変動枠組条約（UNFCCC）事務局に提出す
ることとなっているが、2021年4月には、従来の目標である2013年度比26%削減を大幅
に引き上げ、46%削減とした。また、50%削減の高みを目指して挑戦するともした。これら
は、2021年10月に、エネルギー基本計画（第6次）、地球温暖化対策計画、パリ協定に基
づく成長戦略としての長期戦略を改定し閣議決定された。2021年11月に開催された
UNFCCCの第26回締約国会議（COP26）に向けて、他の世界主要国もNDCの排出削減目
標の深堀を行ったが、一方で、主要な途上国は排出削減目標の深堀はほとんど行われなかつ
た。また、COP26でも「グラスゴー気候合意」を採択し、2022年中に、各国はより野心
的な目標を盛り込んだNDCsの更新を含め、より強力なコミットメントを打ち出すことに
合意したが、実際には排出削減目標の深堀はほとんどできなかった。結局、2022年11月
に開催された第27回締約国会議（COP27）では、「シャルム・エル・シェイク実施計画」
を採択して、その中で、「グラスゴー気候合意」の内容を引き継ぎ、1.5°C目標に基づく取
組の実施の重要性を確認した上で、2023年までに1.5°C目標に整合的な排出削減目標を設
定していない締約国に対して、目標の再検討・強化を求めることが決定された。しかし、
目標の深堀に進展がない中、先延ばしせざるを得ないという状況である。そして、COP27
ではむしろ、気候変動の悪影響に伴う損失と損害（ロス&ダメージ）に焦点が当てられ、
先進国にその補償を求める議論が主となった。

本稿では、日本のNDCsの排出削減目標とそれを達成するために要する費用と経済影響
について、海外の排出削減目標との関係性を踏まえつつ議論を行う。また、欧州連合（EU）
は、産業競争力の維持と炭素リーケージの防止を目的に、炭素国境調整措置（以下、
CBAM(Carbon Border Adjustment Mechanism)と記す）の制度設計を行い、2026年からの本
格導入を予定している（European Commission 2021）。また、米国においても議会に法案提
出がなされているところである（Whitehouse 2022）。そこで、CBAMによる経済影響や炭
素リーケージの緩和効果についても分析結果を記載する。これら分析をと既往文献の分析
を通して、温室効果ガス排出削減と経済への影響について総合的な議論を行う。

2. 現状認識

先述のように、日本政府は、2050年までにCNを実現し、また2030年までに2013年度
比で温室効果ガス排出を46%削減するとした。政府は、2020年10月に「2050年カーボン
ニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を発表した（日本政府 2020）。そこでは、「従来の

発想を転換し、積極的に対策を行うことが、産業構造や社会経済の変革をもたらし、次なる大きな成長に繋がっていく。こうした『経済と環境の好循環』を作っていく」としている。ただ、政府が掲げる「経済と環境の好循環」は不明瞭でもある。当然ながら、投資を増大させればその時点での GDP は上昇するが、エネルギー価格を上昇させてしまえば、将来の GDP 低下になり得るし、また政府の投資の原資となる税の増大は将来の消費や投資を減じる可能性がある。一方、近年、欧米を中心に金融界が厳しい排出削減を企業に求めるようになっていくし、また、グローバルに展開する一部の大企業が、サプライヤーに再生可能エネルギーを 100%としたエネルギー調達 (RE100) を求めるなど、大幅な排出削減を要求する状況も見られる。これに対応できなければ、これまでのビジネス機会を失い兼ねないケースも存在してきている。そのビジネス機会を失うというところを発射台とすれば、ビジネスを維持するために、大幅な排出削減の環境対応が必要という面もたしかに存在し、その点では「経済と環境の好循環」という言い方も成立し得る。しかしながら、世界は多様であり、欧米の金融界や一部のグローバル企業のみで成立しているわけではない。常に競争がなされ、淘汰される。世界全体に対する調律のとれたガバナンスは残念ながら存在していない。

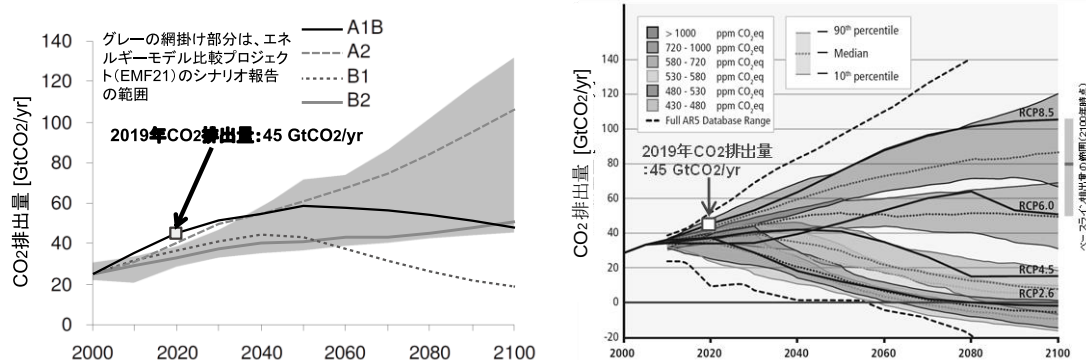
過去、少なくとも世界レベルでは、経済成長と温室効果ガス排出の増大のデカップリングは達成できていない。国別に見れば、2005 年以降、米国は堅調な経済成長にも関わらず、CO₂ 排出量は逡減してきた。しかし、この主要な要因は、シェールガスのイノベーションによって、石炭からシェールガス (天然ガス) への移行が経済合理的に進んだことに依っている。また、欧州もデカップリング傾向が見られたが、欧州統合の恩恵の下、東欧諸国での非効率な製造業の効率化、そして、何より製造業からサービス産業への移行が進んだことに依る。もちろん、政策的な誘導措置によって再エネの導入も進んだが、サービス産業への移行が伴う中で、エネルギー価格の上昇に対する耐性が高まっていることが GHG の削減を可能にしてきた。一方、OECD 諸国、とりわけ米国や欧州諸国の生産ベース CO₂ 排出量は低減したが、消費ベース CO₂ 排出量は増大した (OECD 2021)。近年になって消費ベース CO₂ 排出量も低減しつつあるとはされるが (IPCC 2022)、それも輸入製品の製造元である、中国等の途上国での CO₂ 原単位改善によるところが大きい。

また、図表 1 は、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の 2007 年公表の第 4 次評価報告書 (AR4) (IPCC 2007) と 2014 年公表の第 5 次評価報告書 (AR5) (IPCC 2014) における、CO₂ 排出量の見通しや排出削減緩和策を評価する、統合評価モデル (IAM) の見通しを比較している。両図に 2019 年の実績排出量をプロットすれば、いずれも当時報告されていた気候変動対策を特段とらないと想定したベースライン排出量を含めた、全排出量の見通しの上限程度の排出量となっていることがわかる。AR5 シナリオにおける、2005～2020 年の間の世界の実質 GDP 見通しは 2.3～3.7%/yr (平均 3.0%/yr) であった一方、2005～2019 年実績値は 2.8%/yr と大きな差異はなく、むしろ若干低位だった。この GDP の低下が、気候変動対策を世界は進めてきたことによるものかは特定できないが、気候変動対策

を進めてきたにも関わらず、当時のベースライン排出量推計を上回る大きな排出量の帰結となっている。如何に全世界レベルで排出削減を実現するのが難しいかが示唆されるところである。また、気候変動政策によって、先進国から途上国へと産業の移転が進み、CO₂ 原単位の大きな途上国の GDP 比率が増すことで、世界全体の CO₂ 排出量が、当時の見通しよりも大きくなったとも推察できる。

図表 1 気候変動緩和評価モデルによる世界 CO₂ 排出量シナリオ

(出典：IPCC 2007 (左図)、IPCC 2014 (右図) を一部著者加工)



3. 分析モデルの概要と評価した NDCs の排出削減目標

本稿では、以下に説明する 2 種類のモデルを用いた分析を行った結果を紹介し、議論を行う。

3.1 技術積み上げ型世界エネルギー・温暖化対策評価モデル DNE21+

まず、各国の NDCs の 2030 年の排出削減目標を達成するときに要する CO₂ 限界削減費用を、各種エネルギー、温暖化対策技術を積み上げ評価する、Dynamic New Earth 21+ (DNE21+) (Akimoto et al. 2010, 2017, 2021) を利用して推計した。DNE21+ は線形計画モデルであり、世界を 54 地域に分割し、500 程度に及ぶ技術をモデル化し、2100 年までの期間について動学的な最適化を行うモデルである (時間選好割引率は 5%/yr を利用)。エネルギー供給 (発電部門等)、CO₂ 回収貯留技術、並びにエネルギー需要部門のうち、鉄鋼、セメント、紙パ、化学、アルミ、運輸、民生の一部については、個別技術を積み上げてボトムアップ的にモデル化している。モデルの更なる解説については付録 1 を参照されたい¹。

¹ DNE21+ は、米国 Energy Modeling Forum (EMF) のモデル比較プロジェクトにも複数回にわたって参画してきた他、欧州委員会の AMPERE、CD-LINKS、ENGAGE 等、多くの国際モデル比較プロジェクトにも参画し、シナリオ提供を行ってきている。また、IPCC の評価報告書に多数のシナリオを提供してきている。日本でも 2008 年の中期目標検討委員会、2021 年には総合資源エネルギー調査会基本政策分科会における 2050 年 CN 分析においても分析シナリオの提供を行うなど、政府の検討においても頻繁に活用されている。

次節で説明する、エネルギー経済モデル DEARS との大きな違いは、DNE21+モデルにおいては、鉄鋼、セメント生産量等は、54 地域別にモデルの前提条件として所与としていることである。生産量の低減を想定していないことは、エネルギー経済モデル DEARS との大きな違いである。一方、エネルギー需給双方において、様々な種類の多くの技術を積み上げ評価しており、技術とコストとの関係性が明確にできる。

3.2 世界エネルギー・経済モデル DEARS

温室効果ガス排出削減によるエネルギーシステムコストの上昇が経済全体におよぼす影響を分析するため、別途、エネルギー経済モデルを用いた評価を行った。分析に用いた、世界エネルギー・経済モデル DEARS (Dynamic Energy-economy Analysis model with multi-Regions and multi-Sectors) モデルは、国際産業連関をベースとした多地域多部門一般均衡モデルであり、2010 年を始点とし、10 年間隔幅で複数時点を同時最適化する非線形計画モデルである (Homma and Akimoto 2012、本間・秋元 2020)。モデルでは、2030 年までの割引後の全期間・全地域の消費効用の総和が最大となるように、各地域における産業別生産額の配分と、それら生産活動および家計消費活動に必要なエネルギーの供給構造を統合的に計算する構造になっている。最適化計算における終端効果の影響を取り除くために 2050 年まで計算を実施している。

本モデルでは、一次エネルギー財 8 種類（石炭、原油、天然ガス、バイオマス、原子力、風力、太陽光、水力）と二次エネルギー財 4 種（固体燃料、液体燃料、気体燃料、電力）を対象にした簡易的なエネルギーシステムモジュールをもっている。短中期の温暖化対策によるエネルギーシステム及び産業構造の変化を分析することに適しており、地域別・産業別の発展的分析・評価も可能である。各期・各地域におけるエネルギー・経済の活動は、産業連関モデルをベースとする多部門経済モジュールと、エネルギーフローを記述したボトムアップエネルギーシステムモジュールとがハードリンクされているのが特徴である。エネルギーモジュールでは、ボトムアップによる簡略化したエネルギーシステムを明示化し、エネルギーミックスを制約条件として扱うことが可能である。モデルの更なる解説については付録 2 を参照されたい²。

3.3 NDCs の排出削減目標

評価した NDCs の排出削減目標は図表 2 のとおりであり、2021 年 12 月 23 日までに提出された NDCs を評価した（図表 2 に記載以外の国についても、世界全体の排出量推計のために評価をしている）。図表 2 で記載のように、各国の NDCs 排出削減目標は、基準年の削減率が異なっていたり、ベースラインからの排出量を目標としていたり、CO₂ 原単位の改

² DEARS は、米国・未来資源研究所 (RFF) 主催のワークショップなどに参加し、欧米の他モデルとの比較や調整を行ってきている。また、2012 年の政府エネルギー・環境会議のエネルギー・環境に関する選択肢のシナリオ分析において、分析結果の提供を行うなど、政府の検討で活用されてきた。

善率を目標としていたり、様々である。なお、国によっては、先進国の支援等の条件付きの目標を提示している国もあるが、本分析では、条件無し目標のみを評価した。

図表 2 各国 NDC の 2030 年排出削減目標（2021 年 12 月 23 日時点）

	NDCs の 2030 年温室効果ガス排出削減目標	
日本	基準年比	▲46%（2013 年比）
米国	排出量削減率	▲50%～▲52%（2005 年比）
EU27		▲55%（1990 年比）
英国		▲68%（1990 年比）
スイス		▲50%（1990 年比）
オーストラリア		▲26%～▲28%（2005 年比）
カナダ		▲40%～▲45%（2005 年比）
韓国		▲40%（2018 年比）
メキシコ	BAU 比排出量削減率	▲22%（BAU 排出量比、2030 年の BAU: 991 MtCO ₂ eq/yr）
トルコ	—	条件無しの排出削減目標は無
南アフリカ	排出量	350～420 MtCO ₂ eq/yr（2026～2030 年）
ロシア	基準年比	▲30%（1990 年比）
ウクライナ	排出削減率	▲65%（1990 年比）
カザフスタン		▲15%（1990 年比）
中国	基準年比	CO ₂ /GDP : ▲65%（2005 年比）
インド	排出原単位削減率	GHG/GDP : ▲33%～▲35%（2005 年比）
マレーシア		GHG/GDP : ▲45%（2005 年比）
シンガポール		GHG/GDP : ▲36%（2005 年比）、2030 年付近にピーク排出（65 MtCO ₂ eq/yr）を実現
サウジアラビア	基準年比排出削減量	▲278 MtCO ₂ eq/yr（1990 年比）
パキスタン	BAU 比排出量削減率	▲15%（BAU 排出量比、BAU in 2030: 1603 MtCO ₂ eq/yr）
タイ		▲20%（BAU 排出量比、BAU in 2030: 555 MtCO ₂ eq/yr）

注）BAU: Business as Usual（特段の排出削減対策をとらない場合の成り行き）

4. モデル分析結果

本節では、技術積み上げ型モデル DNE21+による NDCs の排出削減費用について分析を行った。次に、排出削減目標に関する経済影響に焦点を当て、世界エネルギー経済モデル DEARS を用いて、2030 年の 46%削減目標・エネルギーミックスに関する経済影響分析を行った。

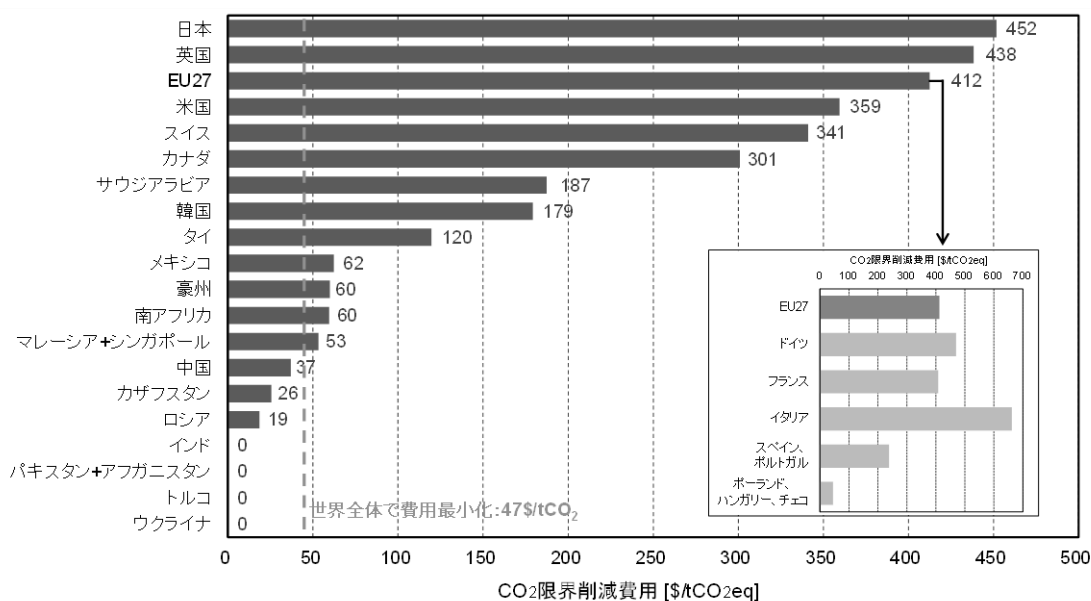
4.1 NDCs の排出削減費用

3.3 節で記載したように、各国の NDCs 排出削減目標は、基準年の削減率が異なっていたり、ベースラインからの排出量を目標としていたり、CO₂ 原単位の改善率を目標としてい

たり、様々である。そのため、排出削減努力を評価することは容易ではない。3.1 節で紹介した、技術積み上げ型モデル DNE21+によって、NDCs の 2030 年排出削減目標達成のための CO₂ 限界削減費用（炭素価格）の推計結果を図表 3 に示す。比較可能な評価の一つとして、GHG 排出削減の限界削減費用として比較評価した。

日本の 2030 年に 2013 年度比▲46%の排出削減目標達成のための CO₂ 限界削減費用は 452 USD/tCO₂ と推計される³。英国、EU27、米国等も 400 USD/tCO₂ 前後であり、ほぼ同等の限界削減費用と推計される。一方、韓国は 187 USD/tCO₂ とその半分程度の限界削減費用と推計され、中国になると 37 USD/tCO₂ とかなり小さくなる。更に、インド等は 0 USD/tCO₂ と推計され、経済の成り行きのみで、NDC の排出削減目標が達成できる水準と推計される。国によって、NDCs の排出削減目標達成の限界削減費用は大きく異なっている。このように大きな限界削減費用の差異は、限界削減費用が高い国から、低い国に CO₂ 排出原単位の高い産業の移転ひいては炭素排出のリーケージを引き起こすリスクが大きいことを意味し、世界全体での排出削減効果を大きく減じる可能性がある。

図表 3 NDCs の 2030 年の温室効果ガス排出削減目標達成のための
CO₂ 限界削減費用推計図



なお、NDCs の排出削減目標によって、世界全体で予想される 2030 年の GHG 排出量は

³ 2015 年にパリ協定が採択される前に提出された、日本の 2030 年▲26%（2013 年比）に対する、CO₂ 限界削減費用の 2015 年当時の推計は、同じ DNE21+モデルで 378 USD/tCO₂ であった。当時の経済見通しよりも低位になったことが主要因で、また太陽光発電のコスト低減も若干ながら加速したことも伴って、これらにより、限界削減費用は 114 USD/tCO₂ 程度の押し下げ効果を持ったと推計している。その他、当時のエネルギーミックスとの差異、エネルギー起源 CO₂ 以外の温室効果ガス排出削減の差異が含まれ、▲46%（2013 年比）に対する、現時点での CO₂ 限界削減費用は 452 USD/tCO₂ と推計された。詳細については、秋元（2022）を参照されたい。

50 GtCO₂eq/yr となる。UNEP の推計では 50～52 GtCO₂eq/yr としており（UNEP 2021）、それと整合的である。この排出量を、世界の CO₂ 限界削減費用均等化、つまり、世界の対策費用最小化で実現しようとするれば、47 USD/tCO₂ 程度で実現可能と見られる。逆に、日本の CO₂ 限界削減費用 452 USD/tCO₂ を世界全体で均等に実現するとすれば、2030 年の世界の GHG 排出量は 32 GtCO₂eq/yr となる。UNEP (2021)では、1.5℃未満達成に必要とされる 2030 年の世界 GHG 排出量の範囲を 17～33 GtCO₂eq/yr としており、この上限によりやく到達するような水準である。他方、2℃を十分に下回る目標については、2030 年の世界 GHG 排出量の範囲は 33～49 GtCO₂eq/yr とされている（UNEP 2021）。

4.2 NDCs の経済影響

前節では、世界を 54 地域に分割した詳細な技術積み上げ型モデル DNE21+を用いて、日本および他の主要国の 2030 年の排出削減目標の CO₂ 限界削減費用を推計した結果を示した。本節では、示されたような各国間の限界削減費用の差異による影響も含め、マクロ経済全体への影響を、世界エネルギー・経済モデル DEARS を用いて分析した。

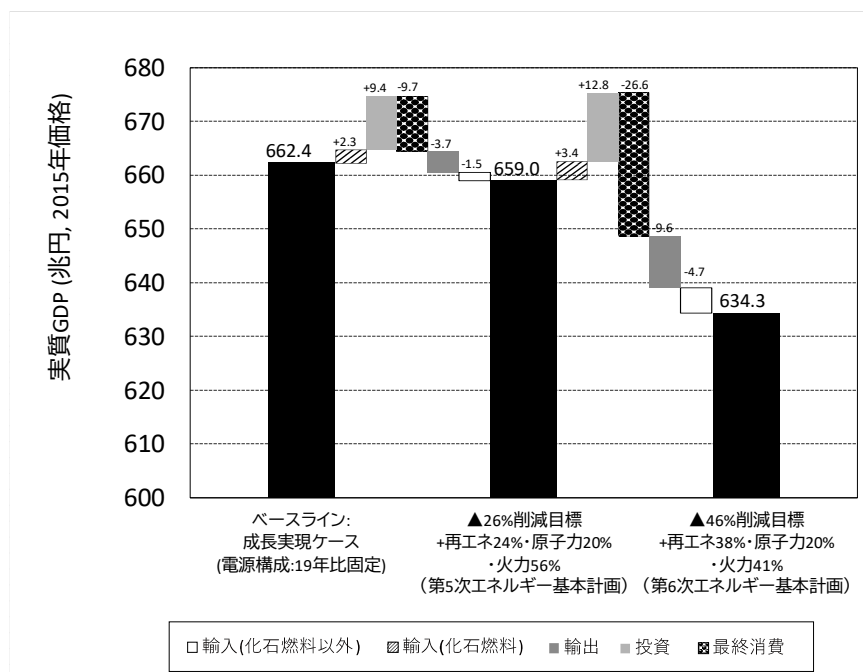
経済分析にあたって、日本のベースライン GDP は、COVID19 の影響も一部考慮された「内閣府・中長期の経済財政に関する試算」の経済成長実現ケース（10-30 年平均成長率は約 1.4%/年）を想定した（内閣府 2021）。モデルにおける GDP と CO₂ 排出量のキャリブレーションは 2020 年時点まで行った。その際、2020 年の CO₂ 排出量は炭素価格ゼロとして仮定し、また COVID-19 による排出減の影響は、GDP 想定に織り込まれていると仮定して反映を行った。ベースラインにおける 2030 年の発電構成は、2019 年比固定と想定した。一方、2030 年の▲46%ケースの電源構成は、政府のエネルギーミックスの見通し（資源エネルギー庁 2021a）に従い、石炭火力 19%、LNG 火力 20%、石油火力 2%、太陽光 16%、風力 5%（そのうち、洋上風力は 1000 万 kW を想定）、水力地熱 12%、原子力 20%と想定した。各電源の発電コストの想定に関して、資源エネルギー庁（2021b）の新設データを反映した。新設の発電単価は、年割引率 5%を想定し、各電源の諸元一覧をもとに想定した。変動性再生可能エネルギー（VRE）導入時の統合費用についても、資源エネルギー庁（2021b）の「電源立地や系統制約を考慮しない機械的な試算」を参照し、モデルで考慮を行った。また、海外の NDCs についても、米国の 2030 年 GHG 排出削減目標の▲50%（05 年比）、EU は▲55%（90 年比）等の想定の下、分析を行った。

日本の 46%削減目標・第 6 次エネルギー基本計画で提示のエネルギーミックスの経済影響について、要因を含めて分析を行った結果を図表 4 に示す。なお、図表 4 には、従来の目標であった 26%削減（2013 年度比）・第 5 次基本計画時のエネルギーミックスの経済影響について推計した結果を含め示し、比較も行った。▲26%ケースでは約 0.5%（約▲3 兆円、ベースライン比）の GDP 減少であるが、▲46%ケースでは約 4.2%（約▲28 兆円）の減少と大きな経済影響が推計される⁴。削減目標に必要な CO₂ 限界削減費用（炭素価格）

⁴ 2015 年価格の▲28.0 兆円は、日本の GDP デフレーター 101.0（WB 2022）によって換算すると、2021 年価

は、▲26%、▲46%ケースでそれぞれ 105、534 USD/tCO₂ と推計された。4.1 節で示した技術積み上げ型モデル DNE21+による、▲46%の限界削減費用は 452 USD/tCO₂ と少し差異はあるが、異なった種類のモデルによる分析であることを踏まえると、大きくは異なる水準感となっている。図表 4 では、時系列による差異をなくし、2030 年単年でも理解しやすいように、投資の増分は年次化してある。

図表 4 NDC の 2030 年排出削減目標による日本の経済影響



▲26%ケースでは、投資の増大と最終消費の減少はほぼ同じ水準であり、また、化石燃料の輸入減少による GDP 増と製品等の輸出の減少も概ねバランスしており、GDP の減少は比較的小さい水準で留まっている（ベースライン比で▲0.5%）。一方、▲46%ケースについて、▲26%からの更なる変化分を見ると、低炭素・脱炭素エネルギーに対する投資の増加の効果は大きいものの、最終消費の低下の影響は、投資の増加効果を大きく上回っている。また、製造業等の競争条件の悪化（貿易財に関する輸出の相対価格の悪化）による純輸出の低下も大きい。これは、▲26%ケースでは、海外の NDCs の排出削減目標の限界削減費用と大きな差異がなく競争条件の悪化は軽微であるが、▲46%の場合は限界削減費用の各国間の差異が大きくなることに依っている。結果、日本の GDP 低下は大きいと推計された（ベースライン比で▲4.2%）。また、エネルギー多消費で国際競争に晒されやすい製造業である鉄鋼や化学産業などでは、産業平均に相当する GDP ロス▲4.2%よりもかなり大きく、鉄鋼では▲12%、化学では▲14%程度の生産量減少が見込まれる。

本分析は、一般均衡型モデルによって分析しており、均衡後の解が示されている。現実

格では▲28.3 兆円に相当する。

社会の移行過程においては、特定の産業においてより厳しい悪影響となる可能性がある点に留意が必要である。また、国際的な炭素価格の差異が極めて大きく推計されており、特定の産業においては価格弾性による影響が非連続的に働く可能性もあり、分析結果の解釈には十分な留意が必要である。ファイナンス面など、国際的なビジネス環境が、厳しい排出削減目標への取り組みを強く促す状況にあり、気候変動への取り組み強化は不可欠である。一方、▲46%目標は、経済に大きな悪影響をもたらすリスクもあり、イノベーションを誘発しつつ、適切なトランジションを進めていくことは重要と考えられる。

4.3 国境炭素調整措置による緩和効果

第4.1、4.2節で分析結果を提示したように、日本を含む先進国を中心に、野心的なNDCの排出削減目標が掲げられている。一方で、国間でのCO₂限界削減費用には大きな差異があり、産業の国際競争力に悪影響を及ぼすとともに、炭素リーケージを誘発し世界全体の排出削減効果を減じるリスクが懸念される。そのため、EUを中心に、CBAMによってこれを減じる政策の導入が検討されてきている。そこで本節では、DEARSモデルにより、2030年NDC排出削減目標下におけるCBAMに関する分析を行った結果を記す。

本分析でのCBAMは輸入品に対してのみ調整されると想定し、輸出品に対する税還付措置は考慮していない。ここでは、欧州、米国、日本をメンバーとするクラブを想定した。クラブ内でNDC削減目標を共同で達成する（すなわち、クラブ内では同一炭素価格）と想定し、またCBAMを実施する際にも共同で実施するものと想定した。

図表5のようなケースを想定してモデル分析を行った。NDCケースでは、クラブと非クラブはともに各国のNDC削減目標を実施すると想定したケースである。クラブ内では、NDC削減目標のクラブ合計削減量が共同達成される（その時は、クラブ内で同一炭素価格）。Club-CTAX0ケースは、欧州、米国、日本以外の多くの国が、提出している比較的緩やかなNDC削減目標さえ達成する意志が乏しいことを想定したケースである。このClub-CTAX0ケースでは、クラブのみが削減目標を共同達成し、非クラブは削減目標に関する制約がない（炭素価格ゼロ）と想定した。Club-CTAX0+CBAM、ケースでは、Club-CTAX0ケースのもとで、エネルギー多消費産業（EITE: Energy-Intensive and Trade-Exposed）の非クラブからの輸入品に対して、クラブがCBAM（輸入品に限定）を実施する（すなわち、非クラブからのEITEの輸入品に炭素関税を課す）場合である。なお、CBAMを課す場合には、クラブ外の貿易時にのみ発生し、クラブ内での貿易では考慮されない。クラブが実施した炭素関税による収入は、クラブ内の政府収入として一般的な政府支出に用いられると想定した。また、本分析では、炭素関税を避けるために生じうる、クラブ外における削減対策強化などは想定していない。

なお、本分析ではNDCsの限界削減費用の差異の重要性が大きいため、国際的に説明性の高いGDPの想定が求められる。そのため、ベースラインのGDPとCO₂排出量は、IEA(2018)のcurrent policies scenarioに基づいて各国の想定を行った。IEA(2018)のシナリオで

は、COVID-19 影響は含まれていないし、日本のベースライン想定 [2010-2030 年] は、GDP +1.0%/yr、CO₂ ▲0.4%/yr となっている。これは、4.2 節における日本政府の経済見通しを前提にした分析と差異があることに注意されたい。

図表 5 CBAM の効果に対する分析の想定ケース

ケース	Club			Non-Club	
	メンバー	排出削減目標	CBAM	メンバー	排出削減目標
NDC	欧州、米国、日本	NDC 目標 (クラブ内で共同達成)	無	その他の国	NDC 目標
Club-CTAX0					削減目標無し (炭素価格ゼロ)
Club-CTAX0+CBAM			非クラブからの EITE 輸入品に対する CBAM		

注) EITE : Energy-Intensive and Trade-Exposed

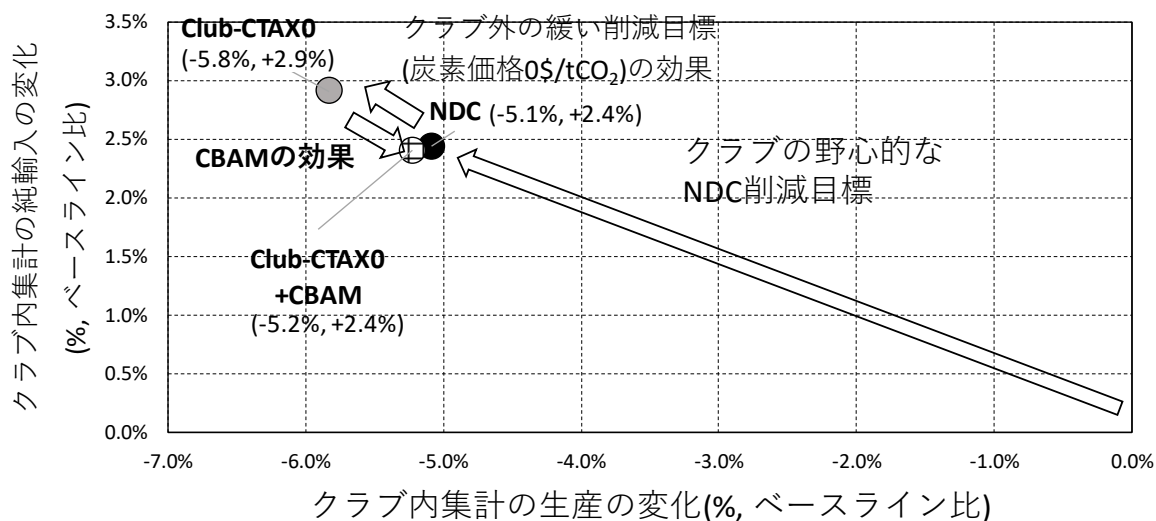
図表 6 には、NDC 目標や CBAM が、クラブ（欧州、米国、日本）の鉄鋼業の国際競争力へ与える影響を示した。図の左上の領域に行くほど、ベースライン比で生産量が低下し、純輸入が増加（輸出は低下し、輸入が増加する傾向）となるため、国際競争力が低下することを表している。NDC ケースでは、クラブ国の NDC 排出削減目標は CO₂ 限界削減費用が高く、非クラブ国の多くは限界削減費用が低い。そのため、クラブ国はクラブ国間では NDC 排出削減目標を共同達成するとし、クラブ内での効率的な対策を想定したとしても、クラブ国の生産と貿易への悪影響が示された。そして、クラブの削減目標は変わらずに、非クラブが排出削減を実施せず（炭素価格ゼロ）完全なフリーライダーになる Club-CTAX0 ケースでは、さらに、クラブの生産と貿易は更に悪化する。このケースにおいて、クラブがエネルギー多消費産業の輸入品に対して CBAM を実施した Club-CTAX0+CBAM ケースでは、クラブの生産と貿易が若干改善する。Club-CTAX0 と Club-CTAX0+CBAM ケースの差が、CBAM による競争力の改善効果とみることができる。しかし、輸入品に対する調整措置に限定された CBAM の改善効果の大きさは、NDC 削減目標による競争力の低下を決定的に改善するわけではないことが示された。

本分析では、輸入に限定した CBAM の対象としてエネルギー多消費産業に焦点を当て分析を行った。CBAM の導入により、クラブ国のエネルギー多消費産業関連の製品の輸入価格は上昇し、国際競争力、国内生産や輸出が改善する。一方、エネルギー多消費産業の生産増加の影響による排出量増加を相殺するために、CBAM 対象範囲外であるその他製造業やサービス産業など生産量を減少させるなど追加的な排出削減対策が生じるため、CBAM 対象範囲外の産業への悪影響が拡大し、結果としてマクロ経済全体に悪影響が及ぶ可能性がある点には注意が必要である⁵。そのため、CBAM を実施する際には、対象とする

⁵ 本分析では、Club-CTAX0 ケースと Club-CTAX0-CBAM ケースにおける、クラブ内集計の GDP ロス（ベースライン比）はそれぞれ 1.80%と 1.85%と推計された。つまり、クラブ全体の排出量は両者で同じ（クラブの NDCs）であるが、CBAM 導入によって GDP ロスは約 0.05%ポイント悪化する。

産業だけではなく、対象外の産業への影響も考慮することも重要であり、包括的な産業政策を考慮しつつ、より望ましい制度設計を構築する必要がある。

図表6 CBAM(輸入限定)がクラブの鉄鋼業の国際競争力へ与える影響



注) 変化%は、ベースライン生産量を用いて規格化した。

炭素リーケージを防ぎ、国際競争力を維持する観点からは、CBAMよりも、世界的に協調された炭素価格（暗示的価格を含む）の方が重要であり、引き続き、NDCsの排出削減努力の協調化を図っていくことは重要と考えられる。EUはCBAMの導入に動き始めているが、日本とは産業構造や輸出入の構造が異なる。EUにおけるCBAMのメリットやデメリットは日本とは異なるため、慎重にCBAMの実施を見極めることが必要と考えられる。

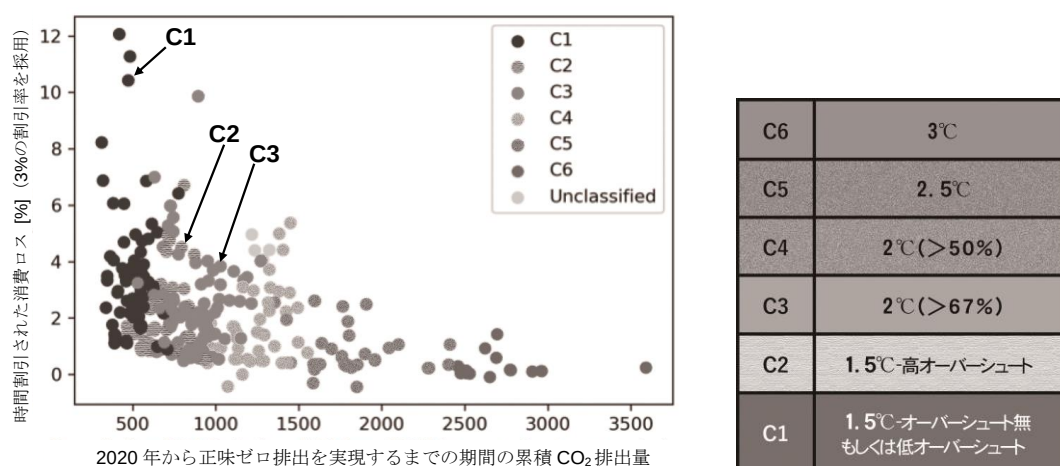
いずれにしても、NDCsの排出削減目標の限界削減費用に大きな差異があっても、CBAMを導入すれば、日本や主要先進国の経済影響を大きく低減できるというわけでもなく、CBAMに過大な期待を抱いてNDCsの排出削減目標による経済影響のリスクを楽観視すべきではないことが示唆される。また、本論文では分析をしていないが、実際にCBAMを導入した場合、貿易紛争を拡大させるリスクもあり得る。分断された世界は、より一層、世界の排出削減を難しくする恐れもある。

5. 既存文献との比較と議論

最後にこれら提示した著者らによる分析を他文献の推計と比較しつつ、「経済と環境の好循環」について議論を行う。図表7はIPCC(2022)において世界の査読論文と関連付けられたモデル分析シナリオを収集、整理の結果としての、2020年以降の世界全体の累積排出量に対する消費ロス（割引率3%を採用）との関係である。少なくとも世界全体での分

析においては、2℃、>50%確率（図中 C4）、2.5℃、>50%確率（図中 C5）等で一部のみ、消費ロスが負、すなわち、消費の増大につながる結果の提示があるものの、大部分の分析で、排出削減につれて消費ロスの増大が示されている。「経済と環境の好循環」は、相当な好条件が成立しなければ、成立しないと考えなければならない。パリ協定長期目標に準拠しているとされる、2℃、>67%や 1.5℃のような厳しい排出削減では、消費の増大につながるとされるシナリオ分析結果は報告されていない。1.5℃目標下では、世界全体での消費ロスは 1～12%程度と推計されている。世界の GDP ロスについては、2050 年時点で 1～7%程度（中央値 3%程度）と推計されている（IPCC 2022）。更にこれらの分析の大半は、世界各国の限界削減費用が均等化するような効率的な削減により、世界の経済影響がもっとも小さい場合の結果であることも認識する必要がある。

図表 7 CO₂ 排出削減レベル別の世界の消費損失の推計（IPCC 2022）



日本の既往分析との比較については、Sugiyama et al. (2019) では、6つのモデルを用いて旧 NDC の日本の排出削減目標である 2030 年▲26%を評価している。その CO₂ 限界削減費用の推計は、44.3～345.6 USD/tCO₂（中央値 149.8 USD/tCO₂）としている。先述のように、DEARS モデルによる、▲26%ケースの限界削減費用は 105 USD/tCO₂であるが、最新の低位の経済状況を反映した上での分析のため、CO₂ 限界削減費用も低位に推計されることも勘案すると、ほぼ整合的で中位的な推計と言える。

なお、日本においては、2008～2009 年頃に、2020 年排出削減目標の排出削減費用やマクロ経済への影響分析が政府主導で行われた（福井 2009）。2008 年に麻生首相（当時）は分析結果も踏まえ、2020 年に 2005 年比▲15%（1990 年比で▲8%）とするとしたが、その後、2009 年に民主党鳩山政権に代わり、1990 年比▲25%へと大幅に目標を引き上げた。1990 年比▲25%時の 2020 年における実質 GDP のロスは野村による分析では▲5.6%であった（福井 2009）。2019 年度のエネルギー起源 CO₂ 排出量は 1990 年比▲3.7%、COVID-19 の影響を受けた 2022 年度は同▲9.5%（いずれも確報値）（環境省 2022）だった。野村（2021）は、

当時の分析と2019年実績（速報値）との比較を行っているが、モデル試算時には2019年に1.4%/yrと想定されていた経済成長率は、実際には0.3%/yr程度となった。野村(2021)の試算では、東日本大震災後の原子力発電所の稼働停止とCOVID-19によるパンデミックの影響を取り除くと、2020年に1990年比▲15%をGDP成長率0.9%/yr、ベースラインからのGDP低減に換算すると▲5%程度の下で実現した程度になると評価している。野村(2021)が指摘しているように、1990年比▲25%という野心的な排出削減目標の実現によって、経済成長を促進させるとしていたものは、モデル分析でも提示されていなかったし、現実にも実現していないことも認識する必要がある。2020年の1990年比▲25%は、分析を行った当時の2008年比では▲40%相当であり、2030年▲46%（2013年比）は、同じく12年間の期間をとった2018年比でみると▲35%となる（いずれも簡略化のため、エネルギー起源CO₂排出量のみの場合）。当時の評価が12年間で排出量▲40%に対し、野村による経済推計ではGDPが▲5%程度であった一方、今回の2030年目標（▲46%）は12年間で排出量▲35%に対してGDP▲4.2%という推計であり（4.2節を参照）、分析結果に大きな差異はなく、整合的でもある。これらからも、「経済と環境の好循環」は期待しにくい。

6. まとめ

日本政府は、2050年CNや2030年▲46%といった厳しい排出削減目標を掲げつつも、「経済と環境の好循環」を実現するとしている。しかし、現実にはパリ協定によって各国が自発的に掲げるNDCsの排出削減目標を実現するためのCO₂限界削減費用（炭素価格）には大きな差異が存在しており、日本はじめ先進国は高い一方、途上国は低い費用と推計される。これは、潜在的に、先進国におけるCO₂原単位の高い産業の途上国への移転を促すこととなりかねず、世界全体でのCO₂削減効率を大きく減じることとなりかねない。EU等においては、その問題意識からCBAMによって、CO₂限界削減費用の差異を調整し、影響の低減を図ろうとしている。しかしながら本稿でのモデル分析によれば、一部の低減効果は見られるものの、現在提出されているNDCsの排出削減目標の下ではその効果は限定的で、過大な期待を持つことはできない。また、日本の経済影響の分析からも、投資増大効果はあるものの、消費の減少、輸出の減少が大きく推計され、「経済と環境の好循環」の姿はモデル分析からは示されない。世界で限界削減費用が均等となるような、各国の排出削減目標となれば、CO₂原単位が小さい技術や製品が国際的に優位性をもって、それを製造する国の経済には好影響となる可能性があるが、そういう状況は実現していないし、少なくとも現状では将来的にも期待薄の状況である。

今回のモデル分析は、温室効果ガス排出削減、つまり気候変動緩和策の面からだけの評価であり、気候変動影響被害低減による便益は評価していない。気候変動影響被害の推計は緩和費用以上に大きな不確実性が存在しているため、この便益の評価は難しい。気候変動影響被害が相当大きければ、それを低減することによる便益も大きいため、これを含め

れば、「経済と環境の好循環」の姿もないとは言えない⁶。

また、日本の気候変動政策は複雑化してきている。石油石炭税、省エネルギー法、FIT/FIP、高度化法、道路交通部門での燃費基準や建築部門での断熱性能基準規制、また、自主的目標としての低炭素社会実行計画、地球温暖化対策税等、効果の重複なども考えられる。政府は、排出量取引制度の一種である GX リーグや、炭素税の一種である「炭素に対する賦課金」の導入についても検討を行っている（経済産業省 2022）。このようなカーボンプライシング政策が、複雑化し、非効率となっている既存の制度の置き換えとして導入されるのであれば、非効率な制度の下での現状との比較で「経済と環境の好循環」の可能性がないわけではない。カーボンプライシングを導入するのであれば、その方向性を志向すべきであるが、現状では制度の統廃合について、方向性が明確とはなっていない。また、賦課金やオークション収入等の利用側についても効率性が求められる。

「経済と環境の好循環」実現のためにはイノベーションが不可欠と考えられる。現状ではコストが極めて高いものの、将来的にはコスト低減につながると見込まれるような技術に対する技術開発支援は政府の役割として必要ではある。しかしながら、再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT）の導入においても大きな費用負担が国民に生じたように、個別の技術がピックアップされ、大規模な普及を後押しすると、本来、市場で選ばれるはずだった技術が排除され、結果、海外で競争的となり、日本は国際市場をとれないという状況にもなりかねない。政府が技術を選択することはリスクが大きい。ピッキング・ウィナーを作るつもりが、ピッキング・ルーザーを作り出すだけにもなりかねない。技術の展開・普及段階においては、特定技術をピックアップせず、民間の競争を促す制度設計は重要である。

いずれにしても、「経済と環境の好循環」の実現条件を曖昧にしたままでの気候変動政策の強化は、歪んだ政策の導入となりかねず、条件の明確化をしていくことは必要と考えられる。

参考文献

- 秋元圭吾 (2022) 「2030 年国別貢献 NDCs の排出削減努力の評価とその含意」、FY2021 ALPS 国際シンポジウム。 https://www.rite.or.jp/system/events/5_akimoto_1.pdf
- 環境省 (2022) 「2020 年度（令和 2 年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について」 <https://www.env.go.jp/content/900518858.pdf>
- 経済産業省 (2022) 「GX を実現するための政策イニシアティブの具体化について」

⁶ IPCC AR6 (IPCC 2022) によれば、気温上昇を 2°C 未満に抑えることによる世界規模の経済効果は、評価された文献のほとんどにおいて緩和コストを上回るとされている。ただし、気候変動影響の損害が下限に近い推計の場合、もしくは、ii) 将来の損害が高い割引率を適用した場合には、当てはまらないとしている。また、1.5°C に抑える場合についてはエビデンスが限られており、現時点では結論は出せないとしている。

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/green_transformation/pdf/011_01_00.pdf

資源エネルギー庁 (2021a) 「エネルギー基本計画の概要」

<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-2.pdf>

資源エネルギー庁 (2021b) 「発電コスト検証ワーキンググループ令和3年9月報告書」

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/pdf/cost_wg_20210908_01.pdf

内閣府 (2021) 「中長期の経済財政に関する試算」(令和3年7月21日経済財政諮問会議提出). <https://www5.cao.go.jp/keizai3/econome/r3chuuchouki7.pdf>

日本政府 (2020) 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-2.pdf>

野村浩二 (2021) 「日本の経済成長とエネルギー」, 慶應義塾大学出版会.

福井俊彦 編 (2009) 「地球温暖化対策中期目標の解説」、ぎょうせい.

本間隆嗣・魏啓為・小田潤一郎・秋元圭吾 (2020) 「現状の気候・エネルギー政策を考慮した、パリ協定国別貢献における国際競争力に関する分析」, *Journal of Japan Society of Energy and Resources*, 41(5), pp.176-185.

Akimoto, K., F. Sano, T. Homma, J. Oda, M. Nagashima and M. Kii (2010) “Estimates of GHG emission reduction potential by country, sector, and cost,” *Energy Policy*, 38(7), pp.3384-3393.

Akimoto, K., F. Sano and B. Shoai Tehrani (2017) “The analyses on the economic costs for achieving the nationally determined contributions and the expected global emission pathways,” *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 14(1), pp. 193–206.

Akimoto, K., F. Sano, J. Oda, H. Kanaboshi and Y. Nakano (2021) “Climate change mitigation measures for global net-zero emissions and the roles of CO₂ capture and utilization and direct air capture,” *Energy and Climate Change*, 2, 100057.

European Commission (2021) Fit for 55 package proposals (CBAM, ETD and SCF) - Progress report. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14574-2021-INIT/en/pdf>

Homma, T. and K. Akimoto (2012) “Analysis of Japan's energy and environment strategy after the Fukushima nuclear plant accident,” *Energy Policy*, 62, pp.1216-1225.

IPCC (2007) Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

IPCC (2014) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

IPCC (2022), Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cam-

bridge University Press.

IEA (2018) World Energy Outlook. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018>

GTAP (2015) Global Trade Analysis Project 9 Database, <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>

OECD (2021) Carbon dioxide emissions embodied in international trade.

<https://www.oecd.org/sti/ind/carbondioxideemissionsembodiedininternationaltrade.htm>

Riahi, K., D.P. van Vuuren, E. Kriegler, J. Edmonds, B.C. O'Neill, S. Fujimori, N. Bauer, K. Calvin, R. Dellink, O. Fricko, W. Lutz, A. Popp, J.C. Cuaresma, K. C. Samir, M. Leimbach, L. Jiang, T. Kram, S. Rao, J. Emmerling, K. Ebi, T. Hasegawa, P. Havlik, F. Humpenöder, L.A. Da Silva, S. Smith, E. Stehfest, V. Bosetti, J. Eom, D. Gernaat, T. Masui, J. Rogelj, J. Strefler, L. Drouet, V. Krey, G. Luderer, M. Harmsen, K. Takahashi, L. Baumstark, J.C. Doelman, M. Kainuma, Z. Klimont, G. Marangoni, H. Lotze-Campen, M. Obersteiner, A. Tabeau, and M. Tavoni (2017) The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview, *Global Environ. Change*, 42, pp. 153-168.

Sugiyama, M., S. Fujimori, K. Wada, S. Endo, Y. Fujii, R. Komiyama, E. Kato, A. Kurosawa, Y. Matsuo, K. Oshiro, F. Sano and H. Shiraki (2019), "Japan's long-term climate mitigation policy: Multi-model assessment and sectoral challenges", *Energy*, 167(15), pp. 1120-1131.

UNEP (2021) Emissions Gap Report 2021. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021>

Whitehouse, Sheldon (2022) Clean Competition Act.

<https://assets.law360news.com/1501000/1501316/clean%20competition%20act.pdf>

World Bank (2022) World Development Indicator 2022.

<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

付録 1 DNE21+モデルの概要

世界エネルギー・温暖化対策評価モデル DNE21+ (Dynamic New Earth 21+) は、各種部門の活動量（例えば、鉄鋼部門の粗鋼生産量や運輸部門の輸送サービス需要など）、各種技術の技術特性やそのコストなどを所与とした上で、世界全体のエネルギーシステム総コストが最小となるエネルギーシステムを導出できるモデルであり、線形計画モデルとなっている。評価対象期間は 2100 年までとしており、2030 年までは 5 年間隔、それ以降 2050 年までは 10 年間隔、それ以降は 2070 年、2100 年を最適化代表時点とし、動的な最適化を行っている。モデルでは、世界を 54 地域分割している。

エネルギーシステムについては、各種発電技術のようなエネルギー供給部門の技術のみならず、エネルギー需要部門の様々な技術についても、その技術特性（エネルギー効率）やコストを明示的にモデル化している。具体的には、エネルギー需要部門では、産業部門：

鉄鋼、セメント、紙パルプ、アルミニウム、化学の一部（エチレン、プロピレン、BTX、アンモニア）、運輸：道路交通（乗用車、バス、トラック）、航空、国際海運、民生部門：照明、冷蔵庫、給湯、暖房等について、こうしたモデル化を行っている。

これらの活動量については、実績値や人口、GDP の将来見通しに基づいて、その将来シナリオを想定している。それ以外の部門については、地域によって技術特性が様々である。将来の技術が多様であると予想されるなど、個別に技術を積み上げることが必ずしも的確な評価につながらないと考えて、最終エネルギー需要をマクロ的に区分（固体燃料需要、液体燃料需要（ガソリン、軽質油、重質油）、気体燃料需要、電力需要）してモデル化し、全部門を対象とした評価を可能としている。

本論文では、IPCC 等で共通的に利用される、SSP1～SSP5 の 5 つの共有社会経済シナリオ（Riahi et al. 2017）のうち、SSP2（中位シナリオ）について分析を行った。世界全体および日本についての社会経済指標や主要な製品・サービスの需要見通しは、それぞれ付図表 1 に示すとおりである。

付図表 1 社会経済シナリオの想定（概略）

		2030 年	2050 年	2100 年
人口（億人）	世界	83.6	92.1	93.1
	日本	1.18	1.02	0.84
GDP（％／年）	世界	2.7 [2010 年～]	2.2 [2030 年～]	1.4 [2050 年～]
	日本	1.6 [2010 年～]	0.4 [2030 年～]	0.4 [2050 年～]
粗鋼生産量（億トン）	世界	19.6	21.3	22.9
	日本	0.90	0.95	0.85
セメント生産量 （億トン）	世界	41.6	44.0	44.7
	日本	0.54	0.44	0.40
道路部門の旅客輸送 需要（兆 p-km）	世界	30.2	60.0	83.3
	日本	0.77	0.64	0.61

付録 2 DEARS モデルの概要

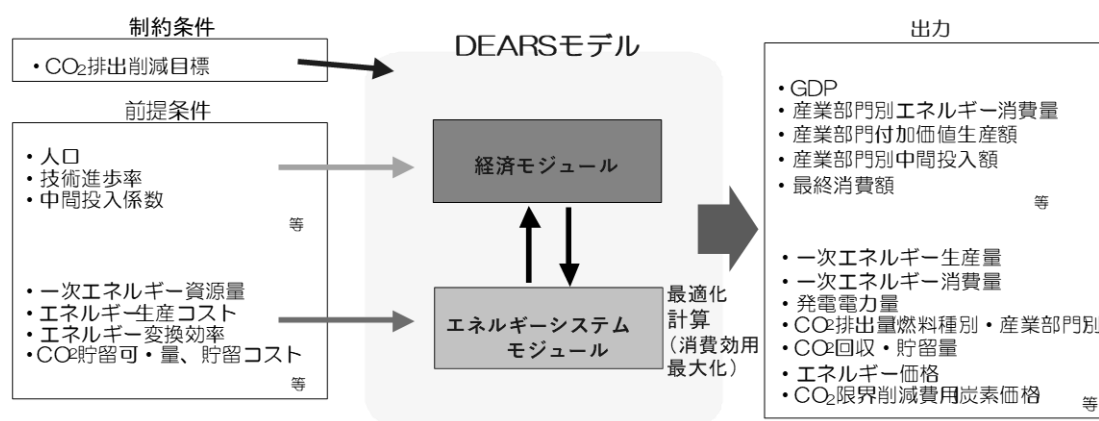
世界エネルギー・経済モデル DEARS（Dynamic Energy-economy Analysis model with multi-Regions and multi-Sectors）モデルは、国際産業連関を扱った静学的な多地域多部門一般均衡モデルである GTAP（Global Trade Analysis Project）のデータベース（Ver.9）（GTAP 2015）に基づきつつ、複数時点を同時最適化する非線形計画モデルである。モデルでは、2030 年までの割引後の全期間・全地域の消費効用の総和が最大となるように、各地域における産業別生産額の配分と、それら生産活動および家計消費活動に必要なエネルギーのコスト効

率的な供給構造を統合的に計算する構造になっている。最適化計算における終端効果の影響を取り除くために 2050 年まで計算を実施している。

本モデルでは、一次エネルギー財 8 種類（石炭、原油、天然ガス、バイオマス、原子力、風力、太陽光、水力）と二次エネルギー財 4 種（固体燃料、液体燃料、気体燃料、電力）を対象にした簡易的なエネルギーシステムモジュールをもっている。短中期の温暖化対策によるエネルギーシステム及び産業構造の変化を分析することに適しており、地域別・産業別の発展的分析・評価も可能である。付図表 2 にモデルの入力及び出力項目を示す。各期・各地域におけるエネルギー・経済の活動は、産業連関モデルをベースとする多部門経済モジュールと、エネルギーフローを記述したボトムアップエネルギーシステムモジュールとがハードリンクされているのが特徴である。

世界 18 地域・18 非エネルギー産業部門を対象としている。付図表 3 には 18 非エネルギー産業分類をそれぞれ示す。

付図表 2 DEARS モデルの主な入出力項目



付図表 3 DEARS モデルにおいて分割化されている非エネルギー 18 産業

鉄鋼	輸送機械	農林水産業
化学	その他機械	航空
非鉄金属	鉱業	その他輸送
窯業土石	食料品製造	ビジネスサービス
紙パルプ	製材	社会サービス
	繊維	
	その他製造	
	建設	