

## システム研究グループ

### グループメンバー(2021年12月末)

グループリーダー・主席研究員	秋元 圭吾	主任研究員	Joni Jupesta
副主席研究員	山田 航也	研究員	中野 優子
主任研究員	和田 謙一	研究員	大西 尚子
主任研究員	長島 美由紀	研究員	榊田 仁次
主任研究員	本間 隆嗣	研究員	安藤 輝尚
主任研究員	佐野 史典	研究員	松岡 祐子
主任研究員	山川 浩延	研究助手	山本 清美
主任研究員	林 礼美	研究助手	斎藤 美三子
主任研究員	伏見 温子	研究助手	北村 喜代美
主任研究員	副島 勉	研究助手	工藤 幸子
主任研究員	望月 則孝 (企画調査グループ兼務)		

## システム研究グループの研究活動報告

システム研究グループは、システム的な思考、システム的な分析を通して、地球温暖化やエネルギー対応に関する有用なる情報提供を国内外に行っている。本稿では、1) カーボンニュートラルに向けた対応戦略の分析(第1節)と、2) 2030年の排出削減目標の排出削減費用、排出削減努力、国際競争力への影響等の分析(第2節および第3節)についての研究成果を紹介する。

### 1. 2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析

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(以下CNと記す)を目指すことを宣言した。これは1.5℃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。2021年10月には、エネルギー基本計画、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。

RITEは、エネルギー基本計画の議論を行った総合資源エネルギー調査会基本政策分科会の要請を受けて、RITEが開発してきた世界エネルギー・温暖化対策評価モデルDNE21+モデル(文献1)などを用いて、2050年CNについて複数のシナリオを想定した分析を行い、2021年5月に基本政策分科会に提示した<sup>2)</sup>。本節では、そのシナリオ分析を中心に紹介を行う。

#### 1.1. CNの概要

CN実現について、一次エネルギー供給の視点で記載したのが図1である。CNはエネルギーの脱炭素化が不可欠であるが、後述のように脱炭素化に貢献し得る各エネルギーには、技術的、社会的、経済的な制約がある。そのため、全体コストの最小化の視点も踏まえると、省エネルギーはCN実現においても重要である。個別の技術の省エネルギーを超えて、シェアリング経済、サーキュラー経済の実現をもたらすような、デジタルトランスフォーメーション(DX)による社会変化が重要になると考えられる。

その上で、一次エネルギーとしては、原則、再生可能エネルギー(再エネ)、原子力、CO<sub>2</sub>回収貯留(CCS)付きの化石燃料のみで構成することが必要となる。また、これら国内のゼロ排出エネルギー源にコストや量の制約もあるため、経済合理性の点から、海外の再エネやCCS化石燃料を水素に転換した上で活用することも考えられる(前者はグリーン水素、後者はブルー水素とも呼ばれる)。更に、利便性を高めるために、水素に窒素や炭素を付加して、アンモニアや合成燃料(合成メタンや合成液体燃料)にして利用することも重要性が高いと考えられる。

いずれにしても、各種技術の将来見通しや社会的な制約等について不確実性が大きい。複数のシナリオによる

分析が必要である。その上で、重要なことは、前提条件の下で、全体システムとしてコストを含めた統合的な分析であり、そのため、数理モデルを用いた定量的かつ統合的な分析が必要となる。

を追加(表中の「海外クレジット活用ケース」と「合成燃料活用ケース」)したシナリオを紹介する。

表1 モデル分析の想定シナリオ

	2050年GHG排出削減	各種技術の想定(コスト・性能)
海外クレジット活用ケース(世界費用最小化=世界限界削減費用均等)	1.5°Cシナリオ、国内削減率はモデルで内生的に決定	モデルの標準想定
参考値のケース	1.5°Cシナリオ、国内▲100% (日本以外については、欧米はそれぞれ▲100%、それ以外は、CO2について全体で▲100%を想定 (GHGは2065年頃▲100%) : 1.5°Cシナリオ)	(注:ただし、再エネ比率が高いシナリオでは、疑似慣性力が実現し、普及していることが暗黙の前提となる)
参考値のケースのモデル想定下で再エネ比率が変化した場合のコスト等を推計	① 再エネ100%	再エネのコスト低減加速
それぞれの技術課題が克服され、より利用が拡大すると想定したシナリオ	② 再エネイノベ	原子力の導入拡大
	③ 原子力活用	水素のコスト低減加速
	④ 水素イノベ	CO2貯留可容量拡大
	⑤ CCS活用	再エネコスト低減加速 + CO2海外輸送無
	⑥ 合成燃料活用	カー・ライドシェア拡大
	⑦ 需要変容	

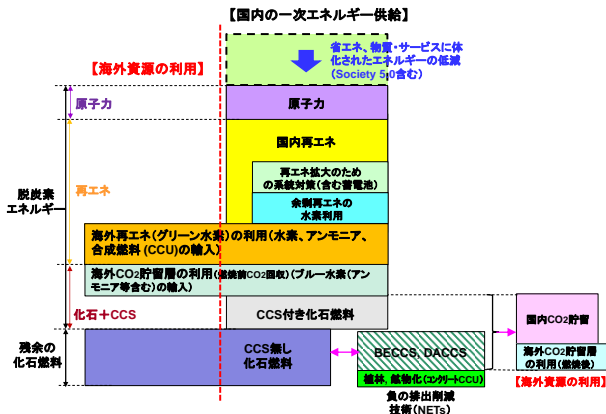


図1 一次エネルギー供給で見たCNのイメージ

1.2. モデルの概要

世界エネルギーシステム・温暖化対策評価モデルDNE21+による世界全体のカーボンニュートラルの対策の分析例について示す。DNE21+は、500程度の技術を具体的に考慮しており、世界を54地域に分割し、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。エネルギー供給(発電部門、水素系エネルギー等)、CO2回収・利用・貯留(CCUS)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。

なお、日本については、変動性再生可能エネルギー(VRE)の系統統合費用について、DNE21+で想定 of 簡略な統合費用想定から、東京大学と日本エネルギー経済研究所による日本国内を5地域に分割し、時間解像度も1時間ステップでモデル化された電源構成モデルの結果を援用し、DNE21+に統合して分析を行った。

1.3. 想定シナリオ

表1および2に、本稿で示す2050年CNに関するモデル分析の想定シナリオを示す。更にCN達成の機会の幅を広げて理解をするために、文献1)から2シナリ

表2 想定シナリオにおける各種技術の想定

シナリオ名	再エネコスト	原子力比率	水素コスト	CCUS (貯留ポテンシャル)	完全自動運転(カー・ライドシェア)
参考値のケース <sup>1)</sup>	標準コスト	10%	標準コスト	国内貯留: 91MtCO <sub>2</sub> /yr、海外への輸送: 235MtCO <sub>2</sub> /yr	標準想定 (完全自動運転率実現・普及想定せず)
①再エネ100%	0%				
②再エネイノベ	低位コスト	10%	水電解等の水素製造、水素液化設備費: 半減		
③原子力活用 <sup>2)</sup>		20%			
④水素イノベ	標準コスト	10%	標準コスト	国内: 273MtCO <sub>2</sub> /yr、海外: 282MtCO <sub>2</sub> /yr	
⑤CCS活用				国内貯留: 91MtCO <sub>2</sub> /yr、海外への輸送: 0MtCO <sub>2</sub> /yr	
⑥合成燃料活用	低位コスト <sup>3)</sup>			国内91Mt、海外235Mt	
⑦需要変容				2030年以降完全自動運転率実現・普及し、カー・ライドシェア拡大、自動車台数低減により素材生産量低下	

<sup>1)</sup> DAC無しでは、2050年CNの実行可能解が無く、全てのシナリオでDACが利用可能と想定  
<sup>2)</sup> 原子力活用シナリオは別途、比率50%まで分析を実施  
<sup>3)</sup> 国内は②再エネイノベと同じコスト・ポテンシャル想定。海外は更に安価な再エネコスト・ポテンシャルを想定

1.4. シナリオ分析結果

図2に日本の部門別GHG排出量を示す。1.5°Cシナリオを世界全体で費用最小となる対策(海外クレジット活用ケース)においては、日本は2013年比▲63%程度と計算された。世界においては、日本よりも相対的に安価に負の排出を実現できるCO2除去技術(CDR)もしくは負の排出技術(NETs)の機会が多く存在しているためである。CCS付きバイオエネルギー(BECCS)や大

気中 CO<sub>2</sub> 直接回収貯留(DACCS)など、バイオマス資源や DAC のためのエネルギーとしての VRE と CO<sub>2</sub> 地中貯留ポテンシャルが大きい地域・国で CDR を実施する方が費用対効果が高い。

それを理解した上で、しかし、国内での CN 達成手段を考える必要がある。その場合でも、DACCS は重要な手段と見られる。ただし、国内もしくは海外への移送を含め、回収した CO<sub>2</sub> を十分に貯留できる量が確保できない場合、DACCS の寄与度は減り、かわりに合成燃料(合成メタン、合成液体燃料)の役割が一層大きくなる。ただし、いずれのシナリオにおいても、DACCS を想定しない場合、国内での CN 達成の実行可能解は本分析の想定下では存在しなかった。

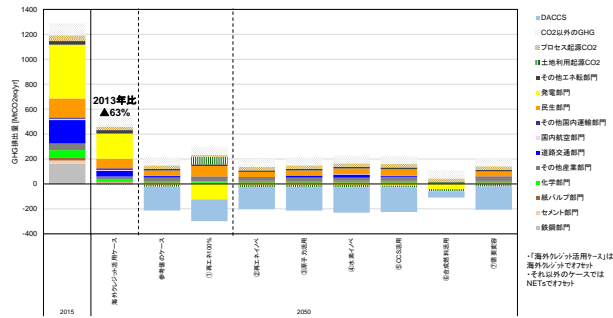


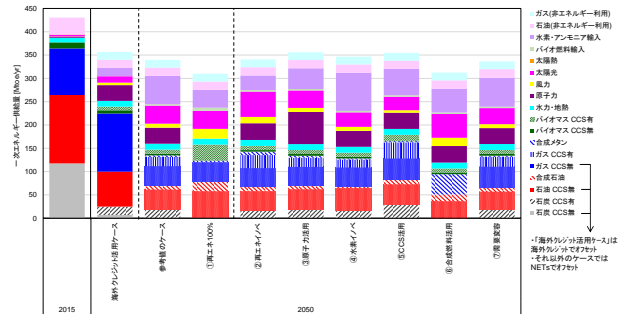
図2 日本の部門別 GHG 排出量(2050年)

図 3、4、5 には、それぞれ、日本の一次エネルギー供給量、発電電力量、最終エネルギー消費量を示す。

図 3 から、まず、省エネはいずれのシナリオにおいても重要である。現状よりも 25%程度の一次エネルギー供給量の低下が見られる。その上で、再エネ、CCS、原子力いずれも重要である。ただし、CCS、原子力は利用に上限制約を想定しており、いずれのシナリオでもほぼ想定の上限一杯活用する結果となっている。再エネは将来的なコスト低減は見込んでいるものの、導入量の上昇とともに単価の上昇も見込まれ、コストの幅が大きい。したがって、先述の DACCS オプションや、海外からの水素・アンモニア、合成燃料の輸入オプションなどの中で、費用対効果の高い導入比率がモデル内で決定され、結果として示されている。

一次エネルギー供給量とは異なり、発電電力量は、ほ

とどこのシナリオで現状よりも増加が見られる。電化を促進し、電力の脱炭素化を図ることが必要である。ただし、再エネ 100%のシナリオだけは、系統対策の統合費用の急上昇に伴う、電力コストの大幅な上昇により、電化の促進を避けるような結果が見られる。バランスのとれた電源構成が求められる。



注1) 一次エネルギー換算はIEA統計に準じている。バイオマス以外の再エネ:1 TWh=0.086 Mtoe, 原子力:1 TWh=0.086+0.33 Mtoe  
注2) CCSなしの化石燃料は、負排出技術でオフセットされており、カーボンニュートラル化石燃料となっている。

図3 日本の一次エネルギー供給量(2050年)

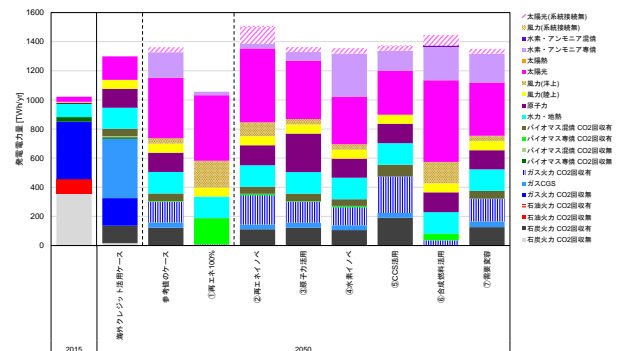


図4 日本の発電電力量(2050年)

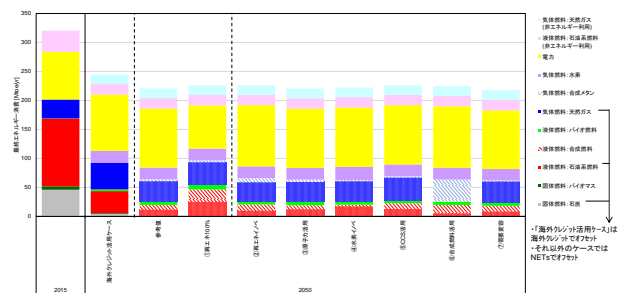


図5 日本の最終エネルギー消費量(2050年)

最終エネルギー消費量は、電化が重要であるとともに、水素はとりわけ産業部門で、合成液体燃料は運輸部門で、民生部門や一部産業部門では合成メタンの利用等が

見られる。ただし、DACCS で比較的大きく排出のオフセットが可能なシナリオでは、天然ガスの利用は残り、それをオフセットすることも含めた対策が見られる。

排出削減費用については、1.5℃シナリオを世界全体で費用最小となる対策(海外クレジット活用ケース)では、世界共通となる CO<sub>2</sub> 限界削減費用(炭素価格)は 168 \$/tCO<sub>2</sub> と推計されるが、国内で CN を達成する、例えば参考値のケースでは、525 \$/tCO<sub>2</sub> と大きな費用が推計された。ただし、想定した各種イノベーションシナリオによって、コストは低減する可能性は示されており、様々な技術・社会イノベーションを誘発していく必要がある。

### 1.5. シナリオ分析からの示唆

DACCS は、CN 下ではバックストップ技術として重要な役割を果たし得る。国内で CN を達成する際には、国内での DACCS は費用対効果の高い対策となり得る。一方、世界全体での CN 達成の場合には、より安価に余剰再エネや CO<sub>2</sub> 貯留ポテンシャルにアクセス可能な地域で DACCS を実施し、排出クレジットでオフセットすることが経済合理的と見られる。DACCS の実施やクレジットの枠組み等について不確実性は残っているため、両者の可能性を見極めていくことが重要と考えられる。水素、アンモニア、合成燃料(合成メタン、合成液体燃料)は、DACCS と同様に比較的高価なオプションではあるが、やはり CN 目標下では費用対効果のある対策と見られる。一方、エネルギー源については海外からの CN のエネルギー源の輸入についても経済合理性が高いと見られる。海外での CCS、再エネの活用を含めたエネルギーシステム全体の構築が重要と考えられる。再エネの重要性は論を俟たないが、再エネ比率が増すと、条件の悪い場所での発電となり単価の上昇要因があり、また、再エネの系統統合費用の増大が見込まれる。適正なレベルの導入を志向しつつ、様々なエネルギーの組み合わせや需要側の対策の強化により、全体対策費用を抑制していくことが重要である。

CN を早く達成するためにも、第 6 次エネルギー基本計画に記載があるように、現段階では選択肢の幅を狭

めず、「あらゆる選択肢を追求」することが重要と考えられる。

## 2. 2030 年 NDCs の排出削減努力の評価

### 2.1. はじめに

2015 年の COP21 で合意されたパリ協定で 2020 年以降の排出削減目標について、すべての国が国別貢献(NDCs: Nationally Determined Contributions)を策定し国連に提出して、それをレビューする、プレッジ・アンド・レビュー形式をとることとなった。システム研究グループでは、2015 年度に、パリ協定の前までに提出された約束草案(INDCs: Intended Nationally Determined Contributions)の排出削減目標について、各種指標を用いて分析を行っている(文献 3)、4))。

2021 年 4 月の気候変動サミットに前後して、先進国を中心に、NDCs の排出削減目標を引き上げた。日本については 2030 年に 2013 年比▲26%としていた排出削減目標を 2013 年比▲46%に引き上げ、更に 50%減の高みを目指して挑戦するとした。この目標に対応した日本のエネルギーミックスを含む、「第 6 次エネルギー基本計画」が策定され、地球温暖化対策計画も改定された(2021 年 10 月に閣議決定)。一方、中国、インド、ロシアなどは原則従来通りの排出削減目標であるが、中国は CO<sub>2</sub> 原単位目標であり、GDP 成長見通しは 2015 年当時よりも低位となっており、排出削減努力がより大きく必要になっているとも想像される。

そこで、COVID-19 の経済やベースライン排出量への影響も踏まえつつ、最新の NDCs の 2030 年排出削減目標の排出削減努力の評価を様々な指標により複合的に評価した。そのうち、排出削減費用等に関連する評価については、システム研究グループが開発してきた世界温暖化対策評価モデル DNE21+を用いて分析を行った。また、NDCs とパリ協定 2℃、1.5℃長期目標との関係性についても DNE21+を用いて評価を行った(文献 5))。



## 2.2. 主要国の NDCs

表 3 は、主要国の NDCs の排出削減目標を示している。日、米、EU、英国の先進国は、2015 年 INDCs から深掘りした目標となっている。但し、基準年は国によって異なり、排出削減率の大小による国間の比較は出来ない。また、中国やインドは GDP 当たりの原単位目標である他、BAU における排出量を想定して BAU 比の削減目標を提出している国もあり、現状からどの程度排出削減を進める目標であるのかは、基準年を揃えた上で比較することが必要である。図 6 は、一例として日本の基準年である 2013 年比で排出量を比較したものである。ここでは、排出量の実績値と、各国が提示している排出削減目標、そして CO<sub>2</sub> 原単位で目標を提示している国については、将来の GDP 成長見通しに基づいて 2030 年の排出量を算定し、比較したものである。2013 年比では、主要国の中では英国の排出量が最も小さく、次いでスイス、ニュージーランドとなっている。文献 3) で述べたように、将来の人口や経済の見通しなどは国によって大きく異なっているため、経済発展が先進国より進むと見込まれる発展途上国の基準年比排出削減率は、相対的に小さくても排出削減努力が足りないとは言えない。仮に先進国間のみでの比較であったとしても、基準年までに進めてきた排出削減努力が異なるため、基準年比の排出削減率は、排出削減努力の比較の指標として、適切なものとは言いがたいことには注意されたい。

表 3 主要国の NDCs の排出削減目標

	提出済み NDCs の 2030 年目標
日本	2013 年比▲46%
米国	2005 年比▲50%~▲52%
EU27	1990 年比▲55%
英国	1990 年比▲68%
ロシア	1990 年比▲30%
中国	GDP 当たり CO <sub>2</sub> 排出量を 2005 年比▲65%
インド	GDP 当たり GHG 排出量を 2005 年比▲33%~▲35%

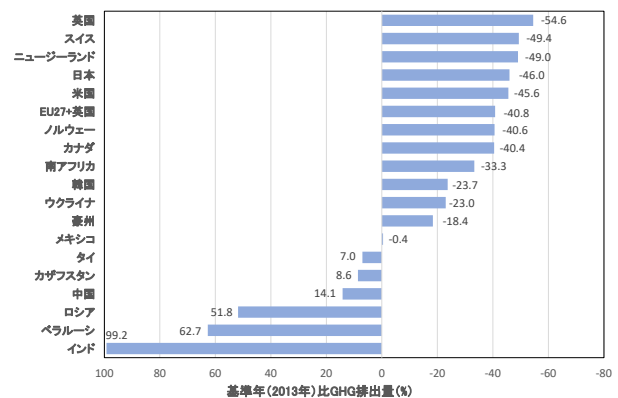


図 6 基準年(2013年)比排出量の国際比較

この他、一人当たり排出量、GDP 比排出量その他、世界温暖化対策評価モデルを用いて算定した BAU 比の排出量といった指標についても評価を行った。

## 2.3. 世界温暖化対策評価モデルを用いた NDCs の評価

図 7、図 8 は、NDCs の CO<sub>2</sub> 限界削減費用、GDP 当たりの排出削減費用の国際比較をそれぞれ示している。ここでの評価では、日本については、第 6 次エネルギー基本計画で示された電源構成比率(再エネ: 38%、水素・アンモニア: 1%、原子力: 20%、LNG: 20%、石炭: 19%、石油: 2%)を制約として考慮した評価した場合の結果を示している。

以前の評価(文献 4))と比較すると、先進国については、COVID の影響もあり、将来の各種産業の生産量や輸送サービス需要等の多くの見通しは下方修正されたものの、先に述べたように排出削減目標が引き上げられた影響で、CO<sub>2</sub> 限界削減費用と GDP 比排出削減費用は多くの国でより大きな費用を要すると評価された。なお、ニュージーランドの CO<sub>2</sub> 限界削減費用が 546\$/tCO<sub>2</sub> と非常に高いが、これはメタンの比率が高く、米国 EPA による評価ベースで構築している非 CO<sub>2</sub> GHG 排出削減評価モデルで想定している削減ポテンシャルが十分大きくないため、その分エネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出削減が大きくなっていることが一因である。ニュージーランドの 2005 年比▲50%という GHG 排出削減目標について、これを CO<sub>2</sub> のみで評価すると、

CO<sub>2</sub> 限界削減費用は 406 \$/tCO<sub>2</sub> と評価され、米国やカナダと近い水準となる。特に、土地利用 CO<sub>2</sub> や非 CO<sub>2</sub> GHG のコスト評価については、更に慎重な評価が必要である。

中国については、排出削減目標自体は変わらないものの、原単位ベースでの目標であり、GDP の成長見通しが下方修正されたことから排出できる量が少なくなったこともあり、CO<sub>2</sub> 限界削減費用は先進国同様に、以前の評価より高く評価された。

GDP 比削減費用については、化石燃料の輸出国については、輸出量が低下することによる正味のコスト増の効果も含まれ、ロシア等は費用の増大が大きい傾向が見られている。

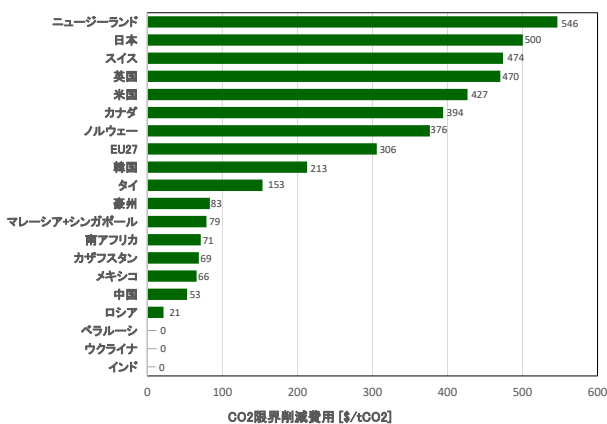


図 7 NDCs の CO<sub>2</sub> 限界削減費用の国際比較

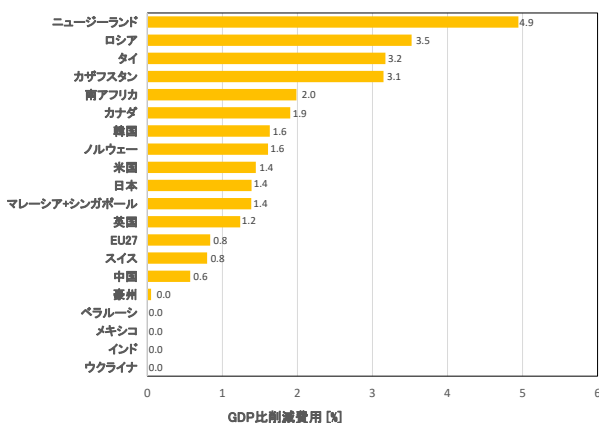


図 8 NDCs の GDP 当たり排出削減費用の国際比較

## 2.4. 2030 年 NDCs とパリ協定長期目標との関係性

図 9 は、2050 年までのベースライン(限界削減費用がゼロのシナリオ)および 2030 年 NDCs の下での世界全体の GHG 排出量見通しに加え、2°C(>66%)シナリオ、1.5°C(>66%)シナリオの排出経路を示している。

NDCs の下での2030年の世界全体の GHG 排出量は 50GtCO<sub>2</sub>/yr 程度と推計され、UNEP 等の推計(文献 6))と整合的な水準である。なお、UNEP のレポートでは、2°Cや 1.5°Cの排出経路と NDCs の下での排出量とのギャップが強調されている。しかし、カーボンバジェットを制約条件とした最適化計算によれば、DACCS 等の CDR により気温の一定程度のオーバーシュートを許容するなら、2030 年 NDCs は 2°Cや 1.5°Cを達成することが不可能な水準であるという訳では必ずしもなく、むしろ費用対効果が高い可能性もある。

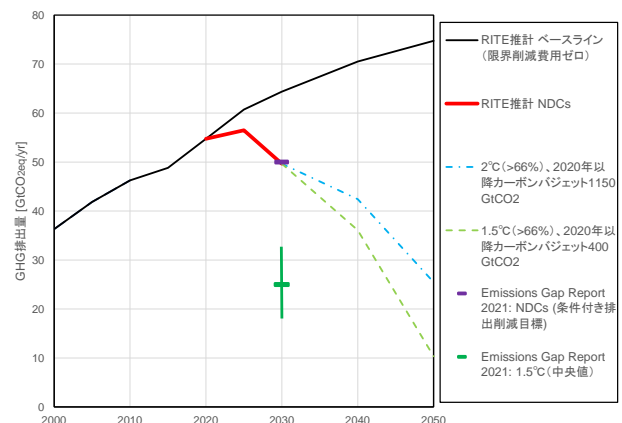


図 9 世界全体での NDCs の期待排出削減量推計

## 2.5. NDCs 排出削減努力評価からの示唆

パリ協定 NDCs はプレッジ・アンド・レビューの仕組みであり、各国間で差異はあるものの、衡平な排出削減努力を志向することが、制度の維持、世界全体での削減効果のために重要である。最新の NDCs でも排出削減努力に各国間で差異が大きく残っている可能性も示唆され、引き続き、NDCs の検証を行っていくことが重要と考えられる。

### 3. 2030年の日本のNDCsの経済影響評価

#### 3.1. はじめに

本節では、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。46%削減目標・第6次エネルギー基本計画と、従来の目標であった26%削減(2013年度比)・第5次基本計画の経済影響の比較を行った(文献7))。

#### 3.2. 分析方法

本分析で用いた世界エネルギー経済モデル DEARS は、世界を18地域に分割し、トップダウン型経済モジュールとボトムアップ型エネルギーシステムモジュールを統合した構造を持つ。世界全体の消費効用最大化を目的関数とした、動的的非線形最適化モデルである。経済モジュール(一般均衡モデル型)では、国際産業連関表データベース GTAP (文献8))に基づく産業連関構造を明示し、産業構造や貿易構造を明示化したモデル化をしている。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。

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」(2021年7月)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。2020年のCO<sub>2</sub>排出量は炭素価格ゼロとして想定し、COVID-19による排出減の影響は、GDP 想定を介して反映した。ベースラインにおける2030年発電構成は、2019年比固定と想定した。▲46%ケースの電源構成は、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、発電コストWG(文献9))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。VRE 導入時の統合費用についても、同資料の「電源立地や系統制約を考慮しない機械的な試算」を参照した。米国の2030年の削減目標はGHG▲50%(05年比)、EUは▲55%

(90年比)を想定した。

#### 3.3. 分析結果

▲26%、▲46%目標の経済影響を比較する。図10には、ベースライン、▲26%、▲46%ケースのGDPを示した。▲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。削減目標に必要な炭素価格は、▲26%、▲46%ケースでそれぞれ105、534 \$/tCO<sub>2</sub>と推計された。▲46%ケースにおいて、低炭素・脱炭素エネルギーに対する投資の増加の効果はあるものの、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、また消費の低下の影響が大きく、GDPが低下すると推計された。

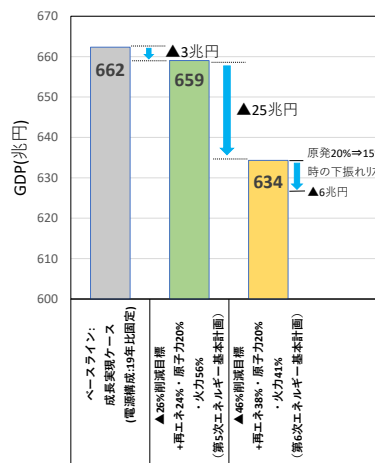


図10 日本のGDP(2030年)

過去に実施した▲26%の経済影響の推計<sup>10)</sup>と、同じく▲26%の経済影響を比較すると、本推計ではGDPロスや炭素価格が小さく推計されている。これらは、文献10)と比較すると、本分析におけるベースラインGDPの低下(10-30年成長率: ▲約0.2%/年)や、再エネの発電コスト想定低下などに起因する。

図11には、▲26%、▲46%ケースにおける産業別の生産量変化を示す。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産業や化学産業などでは、産業平均を表すGDP変化よりもかなり大きい12~14%程度の生産量減少が見込まれる。

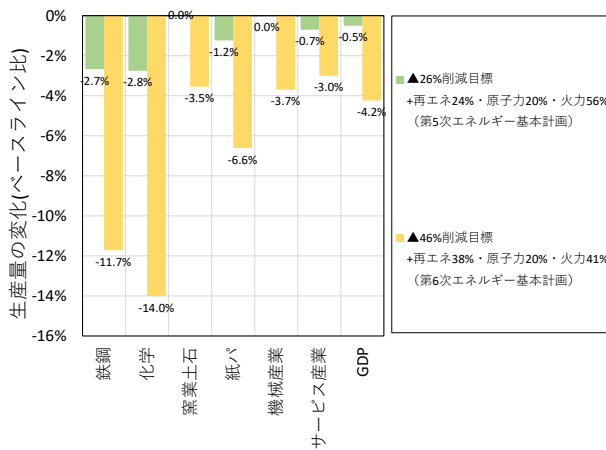


図 11 産業別の生産量変化(日本、2030年)

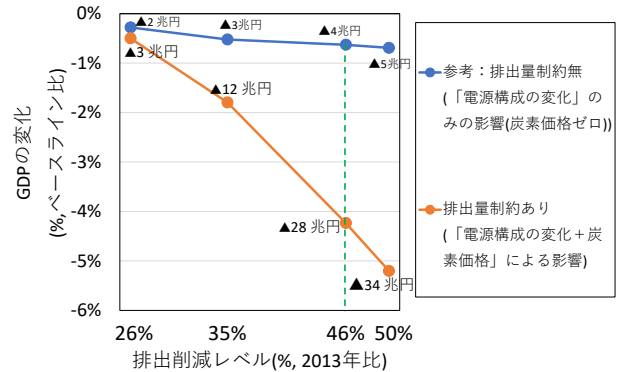


図 13 排出削減水準と再エネ/火力比率を変化させた場合の GDP への影響

図 12 には、▲26%、▲46%ケースの電気料金の変化を示した。図中の「炭素価格による上昇」は、電源構成を変化させた上で、排出削減目標のための炭素価格を火力発電のパナルティとして追加した際の価格影響を示す。電力料金は、▲26%ケースに比べ、▲46%ケースでは大幅に増加すると推計された。主な要因は、電源構成変化より、炭素価格が上乗せされたコスト増加による要因である。

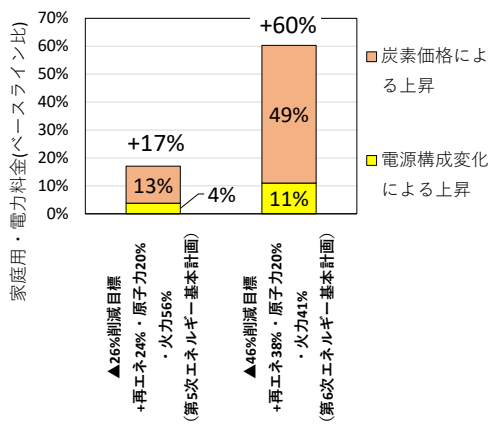


図 12 電気料金への影響(日本、2030年)

図 13 には、排出削減水準及び再エネ・火力比率に関する感度分析の結果を示す。削減目標が▲35%から▲46%にかけて、GDP ロスが大幅に上昇すると推計された。エネルギー供給側の対策の余地が小さくなり、生産活動の低下を含む需要側の対策の対応の必要性が高まるためである。

### 3.4. 日本の NDCs 経済影響のまとめ

日本政府は、国内外での気候変動緩和の強化の要請を受け、2030年の排出削減目標を▲46%に引き上げたが、GDP で▲4%程度の影響が推計された。投資は増大するものの、貿易の競争条件の悪化による純輸出の低下と財・サービス価格の上昇に伴う家計消費の低下の影響は大きい。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 ロスよりかなり大きい生産量減少が見込まれる。また、家庭部門においても、電力料金や光熱費が大幅に上昇する可能性が示された。

本分析では、一般均衡型モデルによる均衡後の解が示されている。現実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の重要性が示唆される。



## 参考文献

- 1) K. Akimoto, et al.; Climate change mitigation measures for global net-zero emissions and the roles of CO<sub>2</sub> capture and utilization and direct air capture, Energy and Climate Change (2021)
- 2) 秋元圭吾, 佐野史典, 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会(2021年5月13日)資料 (2021)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/043/043\\_005.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/043/043_005.pdf)
- 3) 佐野史典、秋元圭吾、本間隆嗣、徳重功子、日本の2030年温室効果ガス排出削減目標の評価、エネルギー・資源学会論文誌、37(1)、pp. 51-60(2016)
- 4) RITE システム研究グループ、約束草案の排出削減努力の評価と世界排出量の見通し、  
[https://www.rite.or.jp/system/analysis/pdf/GlobalCO2Emission\\_INDCs\\_20151104.pdf](https://www.rite.or.jp/system/analysis/pdf/GlobalCO2Emission_INDCs_20151104.pdf)
- 5) 佐野史典、秋元圭吾、長島美由紀、大西尚子、世界温暖化対策評価モデルによる2030年NDCsと2050年カーボンニュートラルの評価、第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス(2022)
- 6) UNEP、Emission Gap Report 2021
- 7) 本間隆嗣、秋元圭吾、世界エネルギー経済モデルを用いた、2030年の日本のエネルギーミックスと約束草案に関する経済影響分析、第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス 15-3 (2021)
- 8) Global Trade Analysis Project (GTAP),  
<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>
- 9) 資源エネルギー庁、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、(2021)
- 10) 本間隆嗣他、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、エネルギー・資源、Vol.41, No.5, (2020)