

2030年国別貢献NDCsの排出削減努力と経済影響評価

背景・目的

パリ協定では、各国が自主的に自国の排出削減目標等を、国別貢献NDCとして、国連気候変動枠組条約事務局に提出することを求めている。2021年には米国バイデン政権が中心となり、各国のNDCの排出削減目標の引き上げを要請した。RITEでは、2015年パリ協定策定時に、NDCの排出削減努力の評価を実施したが、その後の社会経済動向の変化や、先進国を中心にNDCの排出削減目標の引き上げが行われたことを受けて、改めて各国排出削減目標の排出削減努力の評価を実施した。

排出削減努力の評価手法と、主要国のNDCsの排出削減目標

排出削減努力の評価手法

様々な種類の排出削減目標について、衡平な排出削減努力を測り、世界において効果的な排出削減を実現していくためには、NDCsの排出削減目標を比較可能な形で指標化することが必要

- ◆ 簡単な指標(簡単に計測、再現が可能)
 - 同一の基準年に換算して算出した排出削減率 等
- ◆ より高度な指標(より良く比較できるが、予測が必要)
 - ベースライン排出量からの排出削減率
 - 一人当たりの排出量・削減率
 - GDPあたりの排出量・削減率 等
- ◆ 更に高度な指標(最も包括的に比較できるが、モデル推計が必要)
 - エネルギー価格への影響
 - CO₂限界削減費用
 - GDPあたりの排出削減費用 等

主要国のNDCsの排出削減目標

本分析・評価は、2021年11月11日までにNDCsとして提出した国を対象に実施

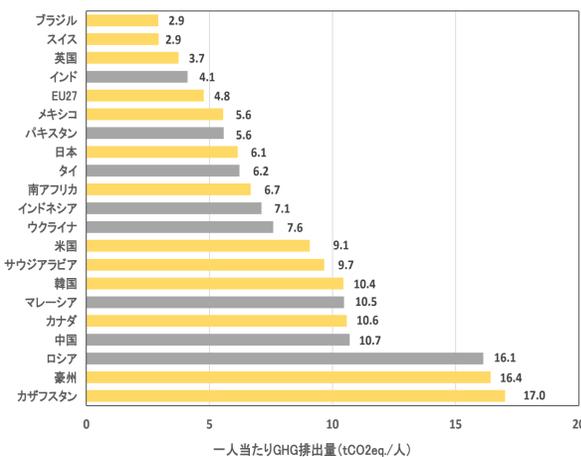
注) ブラジル、インドネシアについては、土地利用変化による排出削減の寄与度が高いと見られる一方、その不確実性が極めて大きいため、排出削減費用の推計をしていない。

	提出済みNDCsの2030年目標	提出済みNDCsの2030年目標	
日本	-46% (2013年比)	ウクライナ	-65% (1990年比)
米国	-50%~-52% (2005年比)	カザフスタン	-15% (1990年比)
EU	-55% (1990年比)	中国	GDPあたりCO ₂ 排出量を-65% (2005年比)
英国	-68% (1990年比)	インド	GDPあたりGHG排出量を-33%~-35% (2005年比)
スイス	-50% (1990年比) (2025年に同年比-35%)	サウジアラビア	-278MtCO ₂ eq/yr (2019年比)
豪州	-26%~-28% (2005年比)	パキスタン	BAU比-15% (BAU2030: 1603MtCO ₂ eq/yr)
カナダ	-40%~-45% (2005年比)	タイ	BAU比-20% (BAU2030: 約555MtCO ₂ eq/yr)
韓国	-24.4% (2017年比)	マレーシア	GDPあたりGHG排出量を-45% (2005年比)
メキシコ	BAU比-22% (BAU2030: 991MtCO ₂ eq/yr)	シンガポール	2030年頃にGHG排出量のピーク(65MtCO ₂ eq/yr)達成。GDPあたりGHG排出量を-36% (2005年比)
トルコ	2021/10/11 NDC (conditional)を提出	ブラジル	-43% (2005年比)
南アフリカ	2026~2030年に350~420MtCO ₂ eq/yr	インドネシア	BAU比-29% (BAU2030: 2.869 GtCO ₂ eq/yr)
ロシア	-30% (1990年比)		

2030年国別貢献NDCsの排出削減努力の評価(一部の指標)と世界全体の期待排出量

一人当たりの排出量、GDPあたりの排出量、CO₂限界削減費用、GDPあたり排出削減費用、2次エネルギー価格など、多くの指標を推計

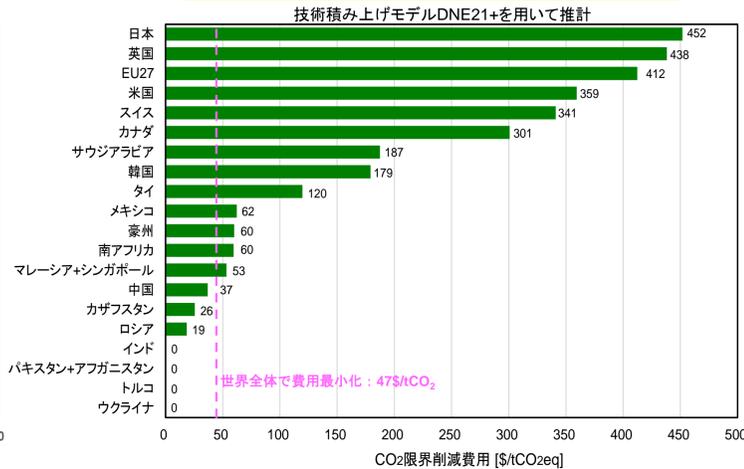
2030年の一人当たり排出量



注) 2015年比で一人当たりGHG排出量が減少している国は黄色、増加している国は灰色で表示

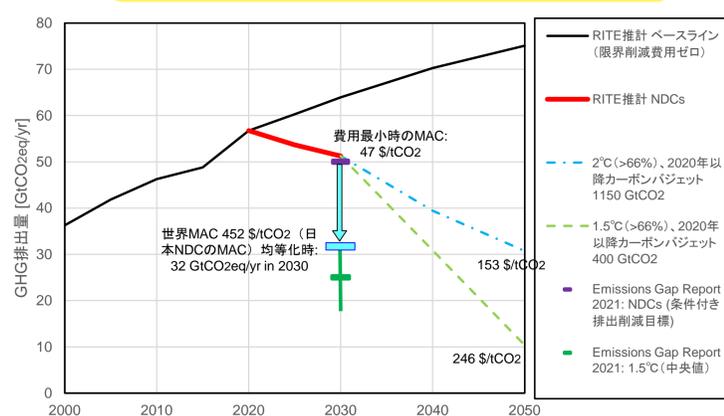
一人当たりの排出量の先進国と途上国の逆転も多く推計される。

2030年のCO₂限界削減費用



日米欧のCO₂限界削減費用は極めて高いと推計される一方、途上国の限界削減費用は小さい。国際競争力への影響が懸念される。

NDCsによる世界全体の期待排出量

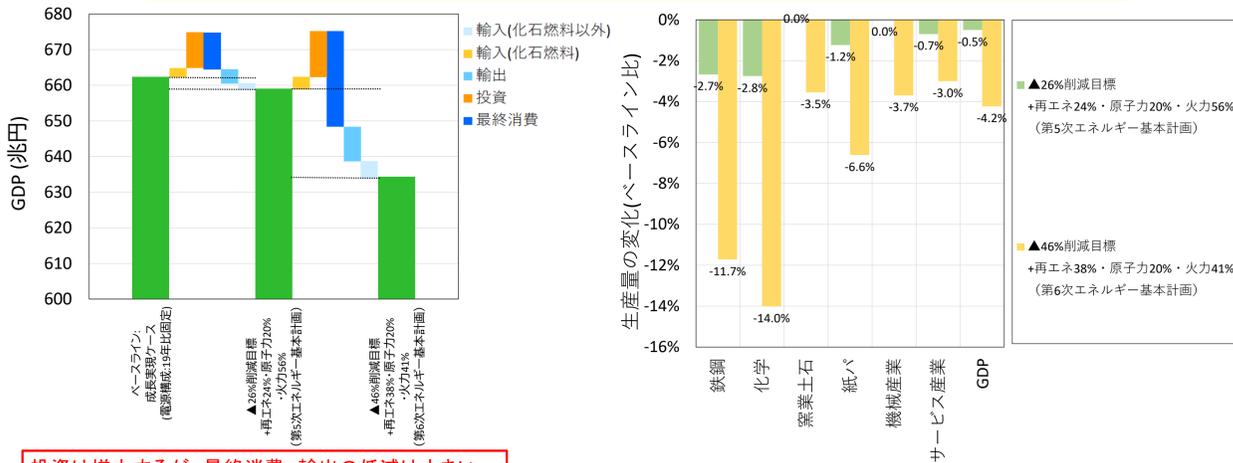


✓ 2030年NDCsは50 GtCO₂/yr程度と推計
 ✓ DACCS等のCDRを想定したカーボンバジェットでの最適化計算によると、気温の一定程度のオーバーシュートを許容するならば、必ずしも、2030年NDCsは2°C、1.5°Cと不整合というわけでもない。

日本の2030年▲46%の経済影響評価 および 主要先進国の国境炭素調整措置の効果

国際産業連関表を内包した世界エネルギー経済モデルDEARSによる推計

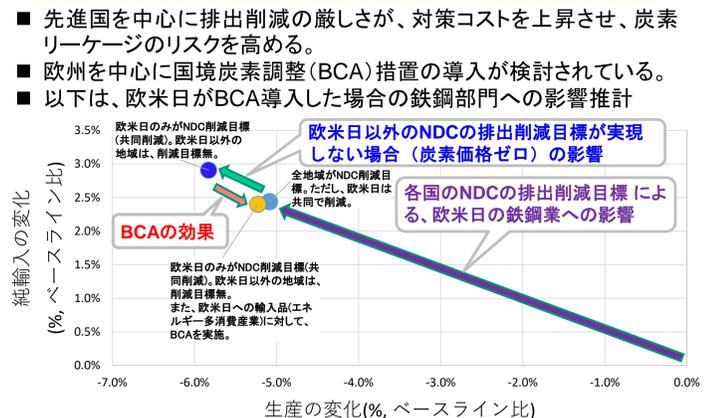
日本の▲46%の経済影響: 要因別、部門別影響



投資は増大するが、最終消費、輸出の低減は大きい。「環境と経済の好循環」実現の条件は狭い。

▲46%でGDPは4%程度低下と推計。エネルギー多消費産業ではより大きな影響

主要先進国の国境炭素調整措置の効果



✓ 野心的なNDC削減目標のもとでは、欧米日全体の鉄鋼産業の国際競争力は、大きく悪化する。(生産量の減少、純輸入の増加)
 ✓ BCAの導入により、CO₂リーケージの一部を軽減し得る。

分析のまとめと政策的な示唆

- 2030年国別貢献NDCsの排出削減目標は、先進国は1.5°C目標に十分な水準となっているが、途上国についてはギャップが大きい。CO₂限界削減費用に大きな差異が生じており、先進国から途上国への炭素リーケージが懸念される。
- 日本の▲46%に伴う投資は、GDP増大をもたらす得るが、それ以上に最終消費を低下させ、また、製品価格上昇による国際競争力の低下によって、輸出の低下をもたらす得る。特にエネルギー多消費産業への影響は甚大となる可能性がある。
- 欧州を中心に、国境炭素調整措置が検討されており、一定の効果は期待できるが、限定的でもある。特に日本はエネルギー多消費産業の製品の輸出も大きいため、輸入時の調整だけでは効果はかなり限定的
- 引き続き、国間の排出削減目標の排出削減努力に大きな差異が生じないよう、協調化を図っていくことが必要。また、国際競争力への影響も見極めながら、ある程度の柔軟性をもった対応をしていく必要性もある。長期的な視点を持って、イノベーションによるコスト低減を図ることは重要

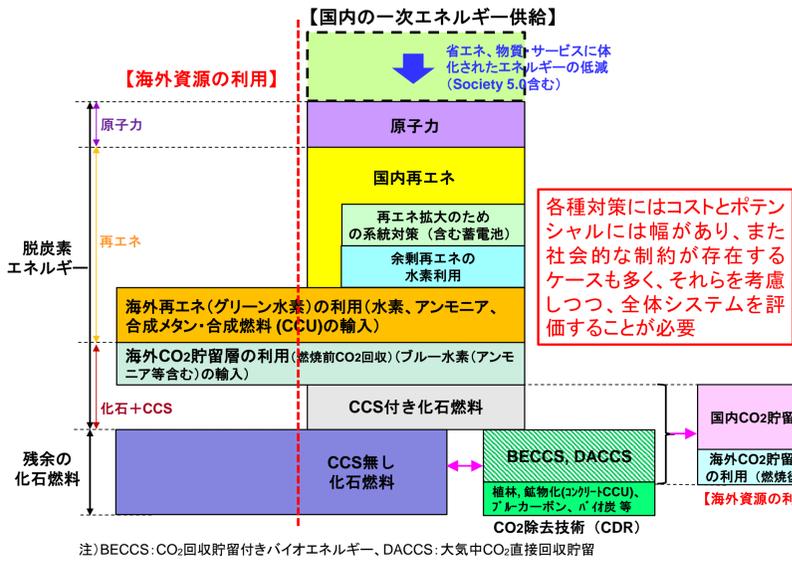
2050年カーボンニュートラル達成に向けた 対策とコストの評価

背景・目的

パリ協定では、長期目標として、産業革命以前比で2°Cを十分下回る目標を掲げ、また1.5°C以内に抑制することを追求するとしている。また、日本を含む主要国は、1.5°C以内に抑制することを目指して、2050年までのカーボンニュートラル実現を目標として掲げた。カーボンニュートラル実現を費用効率的に実現することが重要であるが、そのためには様々な技術を組み合わせることが重要と考えられる。一方、カーボンニュートラル実現に資する各技術の見直しには大きな不確実性が伴っている。エネルギーシステムのトランスフォーメーションが求められる中、不確実性を踏まえ、複数のシナリオを作成し、各シナリオ下において、費用効率的なカーボンニュートラル実現の対策を分析・評価した。

カーボンニュートラル対策の概要、分析のモデルとシナリオ

カーボンニュートラル対策の概要



各種対策にはコストとポテンシャルには幅があり、また社会的な制約が存在するケースも多く、それらを考慮しつつ、全体システムを評価することが必要

2050年カーボンニュートラル対策の分析モデルとシナリオ想定

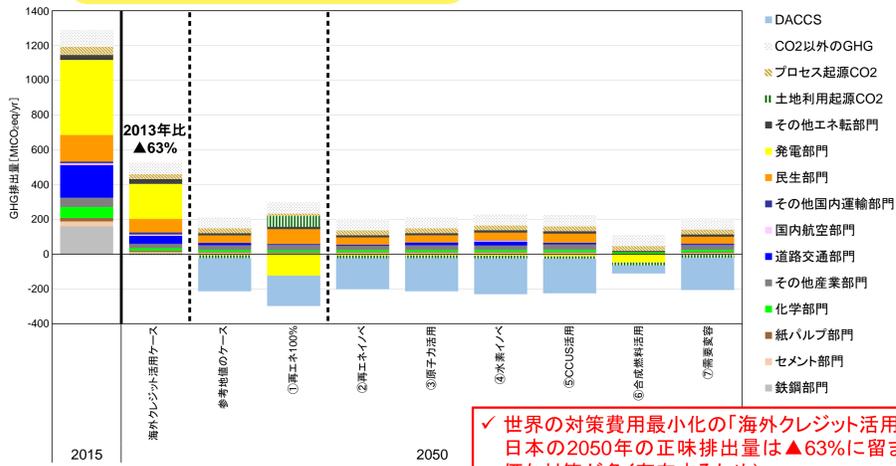
- 世界を54地域に分割し、500程度の技術を明示的に想定し、2100年までの期間のエネルギーシステム総コストを最小化する対策を導出するDNE21+モデルで分析
- 将来の技術の不確実性も考慮し、以下のような複数のシナリオについて分析

シナリオ名	2050年GHG排出削減	再エネコスト	原子力比率(上限値)	水素コスト等	CCUS(貯留容量、上限値)	完全自動運転(カーライツシェア)
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化)	世界全体でCO ₂ ▲100%、国内削減率はモデルで内生的に決定					
参考値のケース ¹		標準コスト	10%	標準コスト	国内貯留: 91MtCO ₂ /yr、海外への輸送: 235MtCO ₂ /yr	標準想定(完全自動運転実現・普及想定せず)
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%	0%			
		②再エネイノベ	10%			
		③原子力活用 ²	20%			
		④水素イノベ		水電解等の水素製造、水素液化設備費: 半減		
		⑤CCUS活用		標準コスト	国内貯留: 273MtCO ₂ /yr、海外への輸送: 282MtCO ₂ /yr	
		⑥合成燃料活用		水電解等の水素製造: 半減、革新的メタネーション技術: 効率向上・設備費低減	国内貯留: 91MtCO ₂ /yr、海外への輸送: 0MtCO ₂ /yr	
		⑦需要変容		標準コスト	国内貯留: 91MtCO ₂ /yr、海外への輸送: 235MtCO ₂ /yr	2030年以降完全自動運転実現・普及し、カーライツシェア拡大、自動車台数低減により素材生産量低下

¹: DAC無しでは実行可能解が無く、全てのシナリオでDACが利用可能と想定。
²: 原子力活用シナリオは別途、比率50%まで分析を実施。
³: 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。

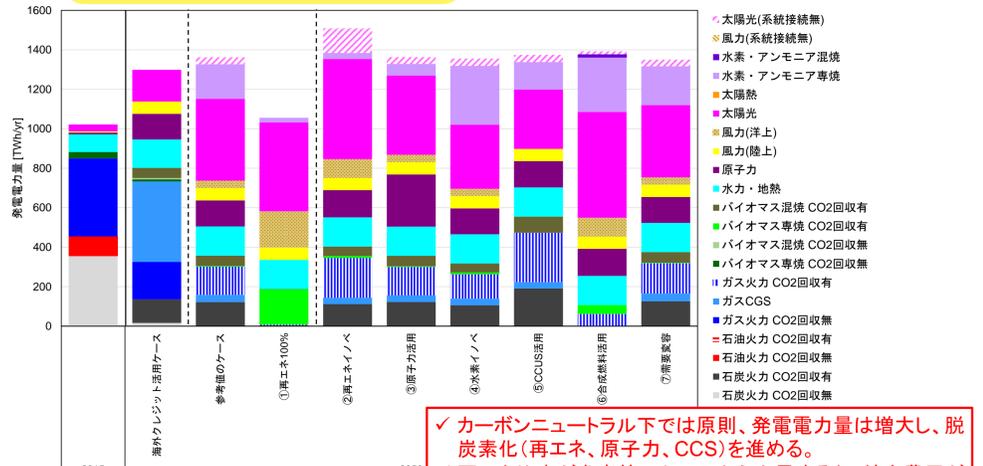
分析結果 - 日本の2050年カーボンニュートラル

日本の部門別排出量



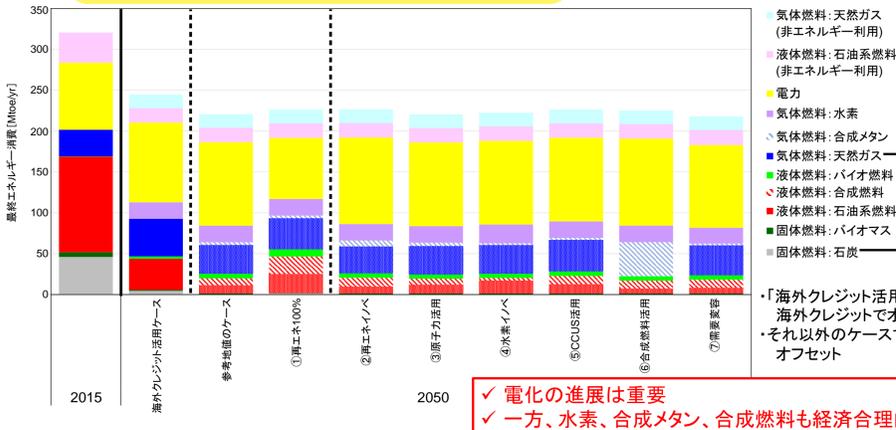
世界の対策費用最小化の「海外クレジット活用ケース」では、日本の2050年の正味排出量は▲63%に留まる(海外に安価な対策が多く存在するため)。
その他のケースでは、いずれもDACCSの活用が見られる。

日本の発電電力量



カーボンニュートラル下では原則、発電電力量は増大し、脱炭素化(再エネ、原子力、CCS)を進める。
再エネ比率が参考値のケースから上昇すると、統合費用が上昇。「①再エネ100%」では統合費用の急上昇により電力限界費用が相当上昇するため、電力需要を大きく抑制

日本の最終エネルギー消費量



電化の進展は重要
一方、水素、合成メタン、合成燃料も経済合理的な対策に

日本の対策コスト

	2050年のCO ₂ 限界削減費用 [US\$/tCO ₂]	2050年のエネルギーシステムコスト [billion US\$/yr] ¹	2050年の電力限界費用 [US\$/MWh] ²
ベースライン	—	986	121
海外クレジット活用	168	1044 [+58]	184
参考値のケース	525	1179 [+193]	221
①再エネ100%	545	1284 [+299]	485
②再エネイノベ	469	1142 (-37)	198
③原子力活用 ³	523~503	1166~1133 (-13~-45)	215~177
④水素イノベ	466	1160 (-19)	213
⑤CCUS活用	405	1150 (-29)	207
⑥合成燃料活用	507	1175 (-4)	190
⑦需要変容	509	909 (-270)	221

¹ [] (青字) はベースラインからのコスト増分、(赤字) は「参考値のケース」からのコスト変化
² 発電端での限界費用。ただし、系統統合費用は含む。2020年のモデル推計の電力限界費用は123 US\$/MWh
³ 原子力活用シナリオは、原子力比率20%~50%の下での結果

「海外クレジット活用」ケースでは対策費用を大きく抑制可能。世界全体での効率良い排出削減を目指すことは重要
「再エネ100%」ケースでは、コストは大きく上昇。特に電力量の限界費用は再エネの系統統合費用の上昇に伴って、大きく上昇
様々な技術の進展に伴ってコスト抑制の機会が存在

分析のまとめと政策的な示唆

- 脱炭素化(ゼロ排出)のためには、原則的には、一次エネルギーは、再エネ、原子力、化石燃料+CO₂回収貯留(CCS)のみとすることが求められる。
- 電力化率の向上と、低炭素、脱炭素電源化は、対策の重要な方向性。いずれにしてもこれら脱炭素の各種技術のミックスが重要
- 再エネの拡大が重要となる中、蓄電池、水素(アンモニア含む)は重要なオプション。更に、非電力部門で、再エネ、CCSを間接的に利用するためにも、水素とCO₂からの合成メタンや合成燃料も重要なオプション。特に日本の場合、再エネ、CCSともに、海外と比較してコスト高と見られるため、海外再エネ、海外CCS活用手段として、水素等はとりわけ重要性が高い。
- ネットゼロエミッションにおいては、化石燃料は一部利用しながら、BECCS、DACCS等のCDRで排出をキャンセルアウトする方が、費用対効果が高い対策となる可能性が高いし、活用は不可避と見られる(IPCC第6次評価報告書でもCDRは不可避としている)。
- カーボンニュートラル達成のためには、システムとしての対応の重要性が増す。