



「未来を拓く、あなたの温暖化対策 優良事例ポータル-タラノア Japan」
気候変動への取り組み事例（ストーリー）

公益財団法人地球環境産業技術研究機構

「NDCs の排出削減努力の評価・国際比較：野心度向上に向けて」

<http://www.rite.or.jp/>



1. はじめに

パリ協定はプレッジ&レビューの仕組みである。すべての国が自主的に目標と達成方法を決め、5年ごとに提出する（第4条2項、第4条9項）。目標見直しにあたっては、従前の目標に比べて前進させるよう求めている（第4条3項）。また、効果的な実施を促すために、透明性を高めた形で、すべての国が共通かつ柔軟な方法でその実施状況を報告しレビューを受けるものとされている（第13条）。パリ協定が実効ある形で排出削減を行っていくためには、レビューをいかに適切に実施できるかが重要になると考えられる。提出された国別貢献 NDCs（Nationally Determined Contributions）を、その排出削減努力をいかに適切に評価し、可視化するかは、野心度向上に向けて大変重要と考えられる。RITE では、米国の未来資源研究所（RFF）、イタリアのエニ・エンリコ・マッテイ財団（FEEM）等と協力しながら、NDCs の排出削減努力を評価するのに適切と考えられる複数の指標に基づく評価を実施してきている。また、2°C目標との関係性についても評価している。

これらは、タラノア対話の「質問 1 - 我々はどこにいるのか」への回答にもつながるものである。

2. NDCs の排出削減目標を排出削減努力として比較可能にする指標化

各国 NDCs は、基準年（各国によって異なった基準年）からの排出削減率の目標、CO₂ 原単位目標、成り行きケース（明確に定義されている場合もあれば、されていない場合もある）からの排出削減量・削減率目標など様々である。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、これら NDCs を比較可能な形で指標化することが必要である（Aldy et al. 2017 などを参照）。以下のような指標が考えられる。

(a) 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

(b) 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
- GDP あたりの排出削減量・削減率 等

(c) 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

ただし、それぞれの指標は長所、短所が存在している。排出削減努力を適切に評価できる万能な指標は存在せず、複数の指標を総合的に評価することが重要である。ただし、排出削減費用に関する指標は、その中でも包括的に努力を計測できる可能性のある指標であり、この詳細検討は重要と考えられる。

3. 複数指標による各国排出削減努力の評価

RITE では、2015年10月1日までに UNFCCC 事務局に提出があった 119 カ国の約束草案について分析、評価を行った。ただし、排出削減費用に関する評価は、評価モデルの制約上、そのうち 20 カ国についてのみ評価した。以下にいくつかの指標による評価結果を示す。図 1 は GDP (MER) あたり GHG 排出量、図 2 は GDP あたり排出削減費用を、図 3 は CO₂ 限界削減費用によって、NDCs の排出削減努力を評価した結果である。排出削減費用については（図 2、図 3）、RITE の世界エネルギー・温暖化対策評価モデル DNE21+を用いて推計を行った。

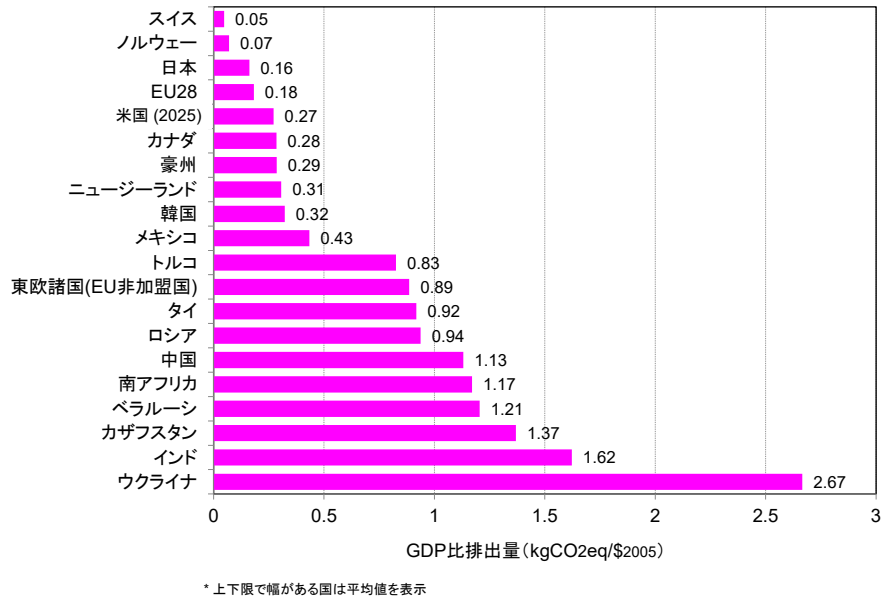


図1 2030年におけるGDP(MER)あたりGHG排出量の国際比較(出典: Akimoto et al., 2016)

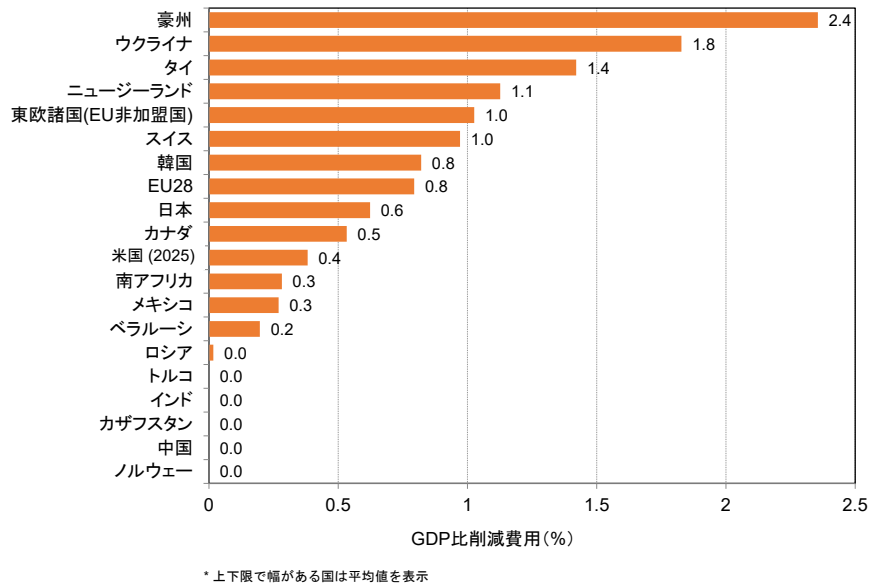


図2 2030年におけるGDPあたり排出削減費用の国際比較(出典: Akimoto et al., 2016)

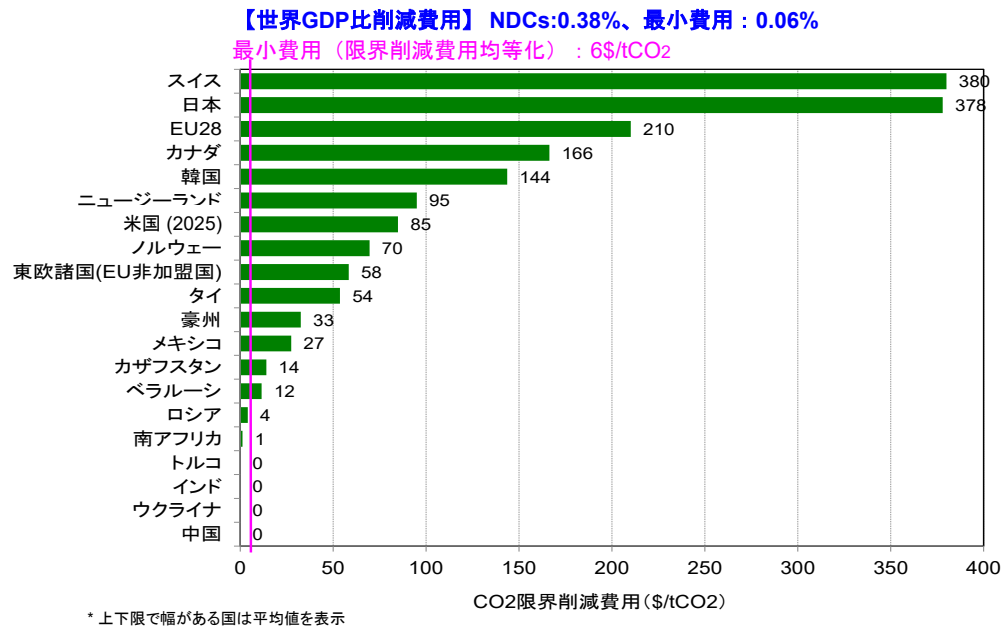


図3 2030年におけるCO₂限界削減費用の国際比較（出典：Akimoto et al., 2016）

図3で見られるように、スイス、日本、EU28のCO₂限界削減費用は、200\$/tCO₂を超える水準にあると評価されている一方、中国やインド等では0\$/tCO₂と評価されており、NDCsの限界削減費用は国によって大きな差異があると推計される。なお、この時の世界全体の排出削減費用は、GDP比で0.38%程度と見込まれている。一方、各国のNDCsによって得られると見込まれる世界全体の排出削減量を、世界全体で最も費用効率的に達成した場合（各国の限界削減費用が均等化する排出削減分担となる）、CO₂限界削減費用は6\$/tCO₂、GDP比排出削減費用は0.06%と推計された。このように、各国がNDCsを達成した場合の世界全体の排出削減費用0.38%は、世界全体で最も費用効率的となる排出削減分担の下での0.06%に対して6.5倍程度と相当大きな費用になると推計される。

まず言えることは、現実には世界の限界削減費用は完全に均等化することは難しく、費用最小化よりも相当程度大きな費用がかからざるを得ないということを確認する必要がある。一方で、限界費用に差異があり過ぎれば、CO₂の国際的なリーケージを誘発してしまいやすくなり（第5節参照）、それによって持続的な対策も難しくなる可能性もあるので、今後、排出削減目標について、国際的にできるだけ調和を図っていくことが重要と言える。

なお、排出削減費用の推計は、モデルを用いるため、推計の不確実性が大きいこと、世界の複数のモデル（4モデル）を用いた推計も実施した（図4）。モデルによって、各種対策の費用の想定、原子力発電の制約の有無等が異なっていたりすることもあり、具体的な推計値については推計幅は大きいものの、全般的な傾向としては図3と大きな差異はない。先進国は2°C目標を世界で費用最小化時に必要とIPCCで推計されている限界削減費用と整合性がある一方、途上国は差異が大きい。そのため、限界削減費用から見ても、世界全体としてはNDCsは2°C目標とギャップが存在していることを示した。

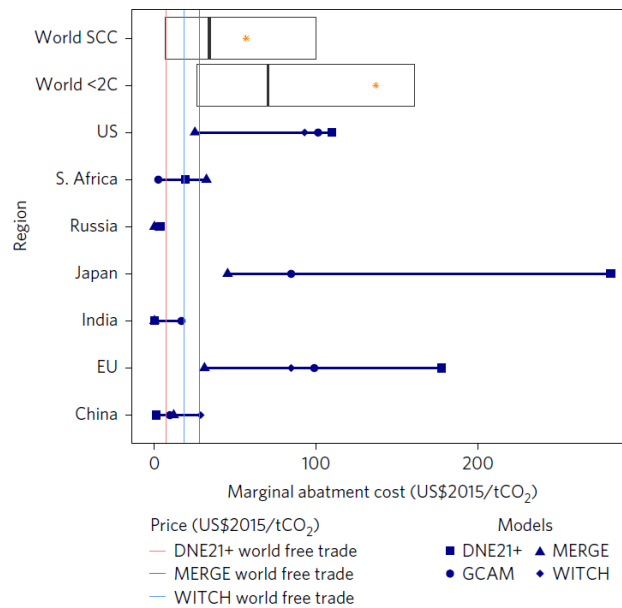


図4 複数モデルによるNDCsのCO₂限界削減費用推計(2025~30年の平均値)(出典:Aldy et al. 2016)

4. 日米欧NDCsの排出削減費用に関する詳細評価

日米欧それぞれの成り行きケース(および現状政策ケース)における排出削減見通しと、NDCsにおける排出削減目標を図5に示す。日米欧いずれもNDCsとはギャップが大きく、排出削減目標の達成が容易ではないと見られる。また図6は、日米欧について、いくつかの国内政策や社会的制約を考慮した場合のNDCsのCO₂限界削減費用を推計したものである。日米欧いずれにおいても、国内対策として費用最小化でのNDC達成を想定した限界削減費用よりも、ここで取り上げた要素を考慮しただけでも3倍前後に限界削減費用が上昇するとの結果が得られた。現実の政策や社会制約を踏まえると、排出削減費用はより一層大きく、この面からもNDCs達成はそう容易なものではないことが示唆される。

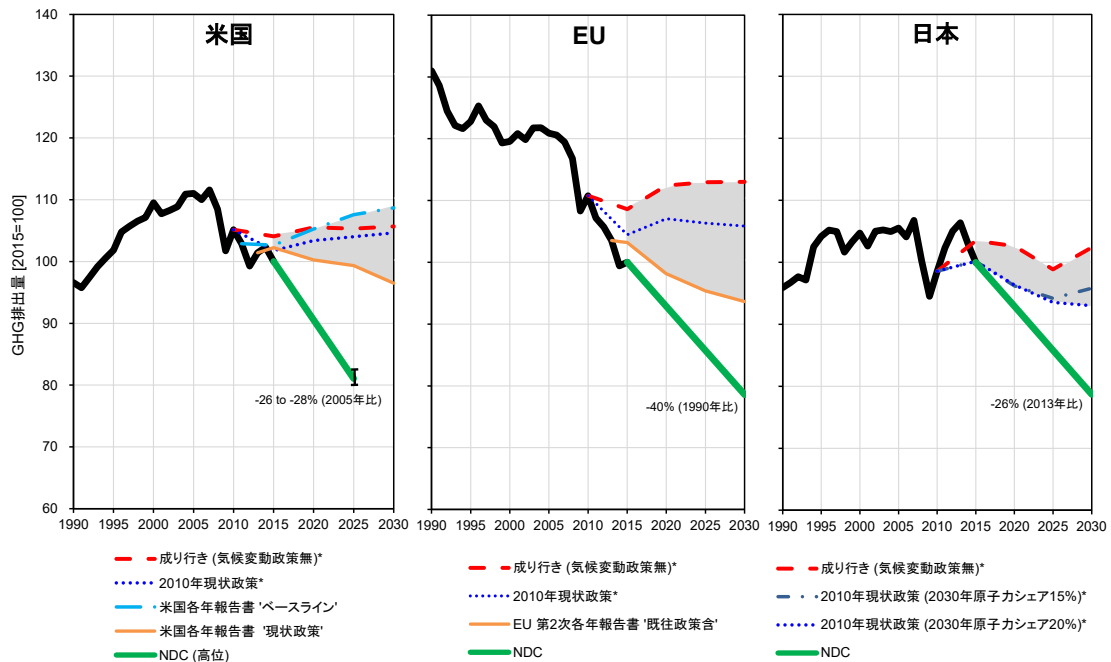


図5 日米欧 NDCs の排出削減目標（通常排出見通しとのギャップ）（出典：Victor et al, 2017 を改変；Akimoto et al., 2018）

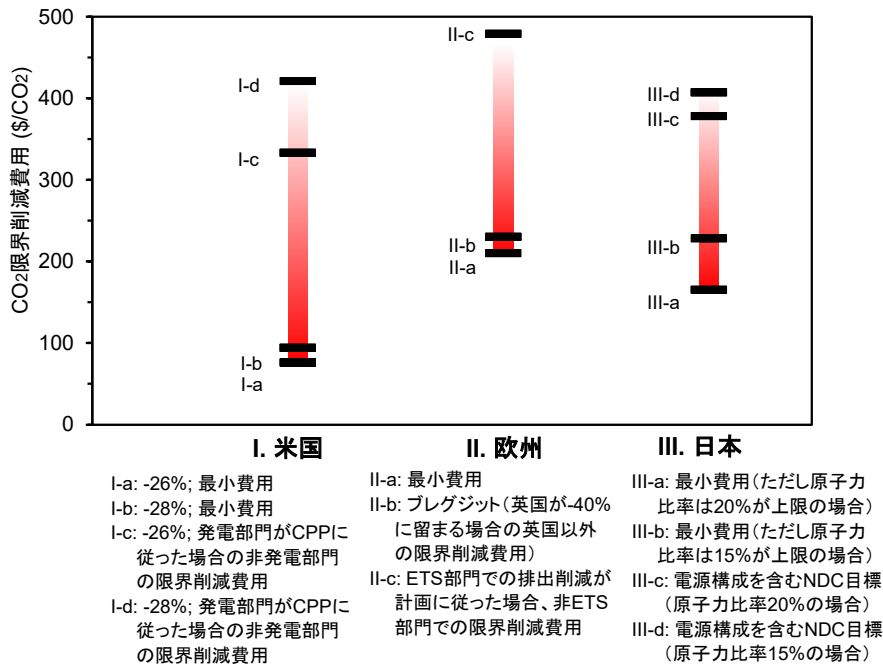


図6 日米欧 NDCs の CO2 限界削減費用（各種制約による差）（出典：Akimoto et al., 2018）

5. 各国 NDCs による国際競争力への影響評価

各国 NDCs の経済全体への影響と主要エネルギー多消費産業への影響について、RITE で開発してきた世界エネルギー経済モデル DEARS によって試評価を行った。分析ケースとして、ケース 1：各国 NDCs を各国国内の主要政策を考慮したケース、ケース 2：各国 NDCs をそれぞれの国の国内は費用最小化されると仮定したケース、ケース 3：世界全体で費用が最小化（限界削減費用が均等化）されると仮定したケース（排出枠としても世界限界削減費用均等化での割り当て）、の 3 ケースを分析した。



ケース 1 では日米欧などの先進国の GDP 影響が大きく、とりわけ化学や鉄鋼部門への影響が大きい。一方、ケース 2 では若干影響が低減される。ケース 1 や 2 ではロシア、中国、インド等への産業の移転（リーケージ）が見られる。ケース 3 の場合には先進国の影響はほとんど生じない。

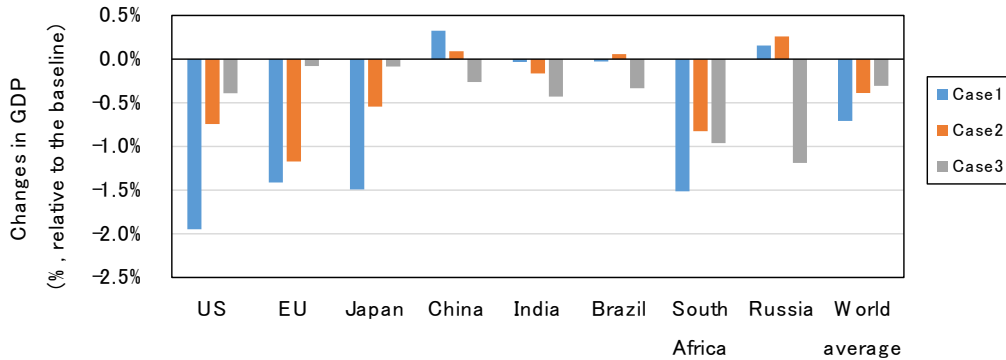
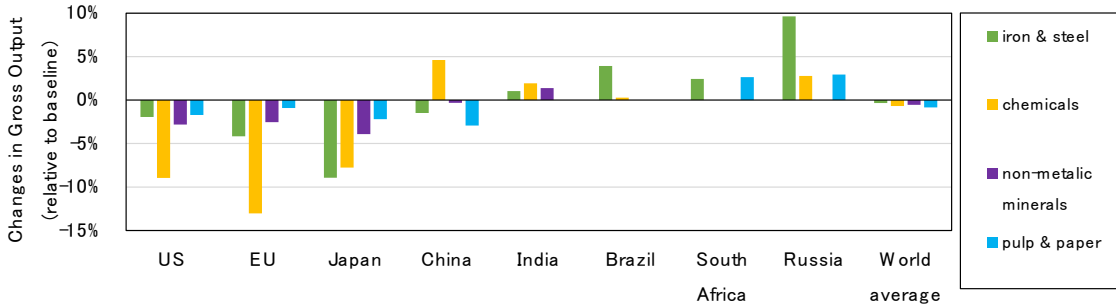
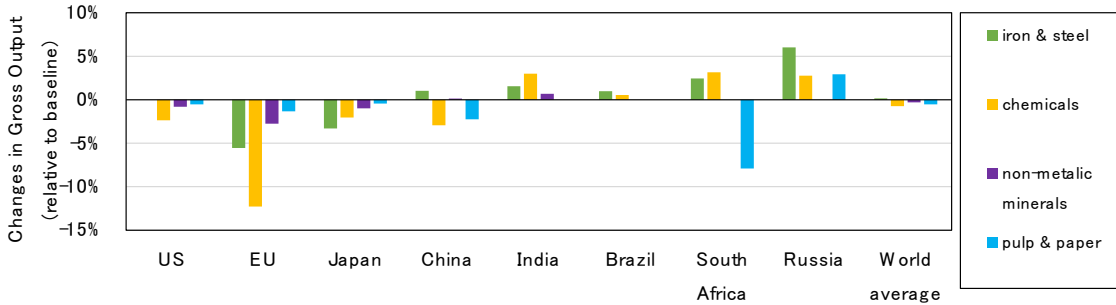


図 7 2030 年における主要国の NDCs 排出削減目標による GDP 影響（出典：Akimoto et al., 2018）

Case1: NDCs



Case2: Equal MACs among sectors within each nation (Autarky)



Case3: Equal MACs among nations and sectors (Global trade)

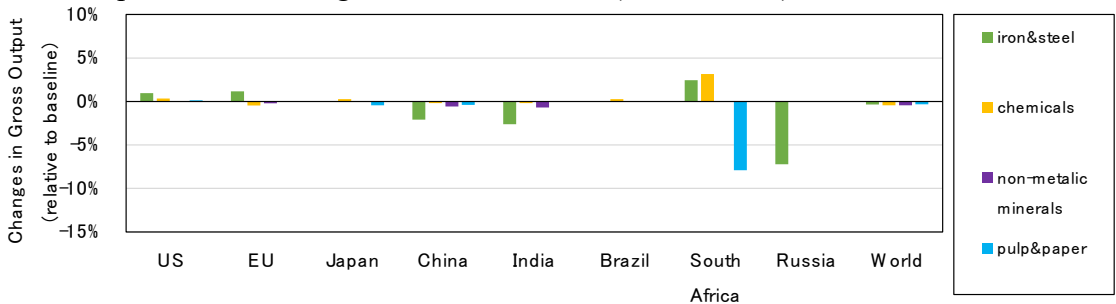


図 8 2030 年における主要国の NDCs 排出削減目標による主要エネルギー多消費部門における粗生産額への影響（出典：Akimoto et al., 2018）



6. NDCs と 2°C 目標との関係性

最後に 2°C 目標のための世界の温室効果ガス排出経路と NDCs から期待される 2030 年の温室効果ガスとの関係性について分析した結果を示す (図 9)。2013~14 年にかけて公表された気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第 5 次評価報告書 (AR5) では平衡気候感度は 1.5~4.5°C (最良推定値は合意できず) としている (IPCC 第 3 次評価報告書 (TAR) までは 1.5~4.5°C、最良推定値が 2.5°C と評価)。一方、2007 年の第 4 次評価報告書では 2.0~4.5°C、最良推定値 3.0°C と評価)。そこで、2°C 目標の排出経路導出にあたっては、気候感度が 3.0°C の場合に加えて、2.5°C の場合についても気温上昇目標に対する排出経路を示している (なお、450 ppm CO₂eq の排出経路は、気候感度 3.0°C が最頻値のときに 66% 以上の確率で 2°C 以内を期待できる経路)。気候感度が 3.0°C の場合は、NDCs で期待される世界排出量と 2°C 目標のための経路とは大きなギャップが見られるが、気候感度が 2.5°C の場合には 21 世紀後半の大幅な削減次第では 2°C 目標達成の排出経路に整合している。技術革新による 21 世紀後半の排出削減は、2°C 目標の達成の成否において極めて重要である。

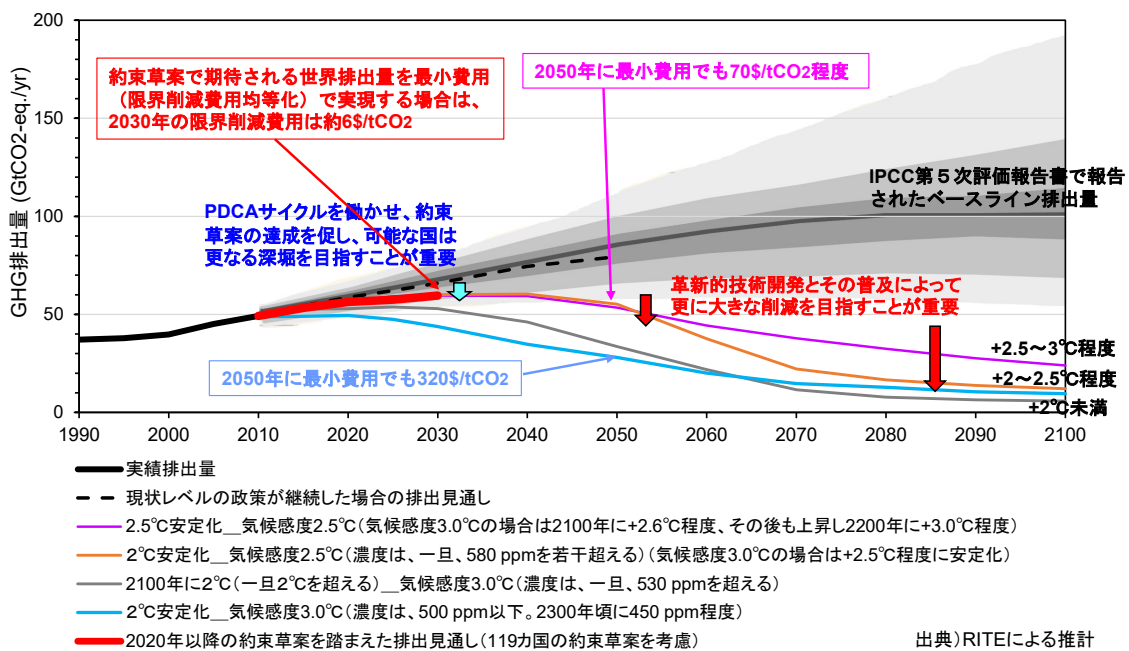


図 9 2°C 目標等の排出経路と NDCs の世界排出量の見通し (出典: Akimoto et al., 2016 を一部改変)

7. まとめ

提出されている NDCs は、2°C 目標の排出経路とは大きな排出ギャップが存在している。しかしながら、革新的技術開発等によって、21 世紀後半に大きく排出削減が達成でき、かつ、気候感度が若干低位 (例えば平衡気候感度が 2.5°C 程度) であった場合には 2°C 以内を達成できる可能性もまだ残されていると推計された。しかしながら、とりわけ多くの先進国の NDCs は達成がそう容易ではない目標が提出されており、経済成長が想定よりも低くでもならない限り、相当高い排出削減費用を要する可能性が高い。また、NDCs は、各国間での限界削減費用の差異が大きい状況であり、産業のリーケージについては CO₂ のリーケージを誘発してしまう可能性も見込まれる。各国間で、排出削減努力の差異が



小さくなり、また限界削減費用についても差異が小さくなるようにしつつ、一部の国については野心度を引き上げていく努力が望まれるところである。さもなければ、持続的かつ効果的な世界の温室効果ガス排出削減につながらず、2°C目標とのギャップは一層広がっていく危険性がある。

参考文献

- Akimoto K., F. Sano, B. Shoai Tehrani (2016), The analyses on the economic costs for achieving the nationally determined contributions and the expected global emission pathways, *Evolut Inst Econ Rev*.
- Akimoto K., T. Homma, F. Sano, B. Shoai Tehrani (2018), Evaluations on emission reduction efforts of NDCs and their economic impacts by sector, *WCERE*.
- Aldy J., B. Pizer, K. Akimoto (2017), Comparing emission mitigation efforts across the countries, *Climate Policy*, 17(4), 501-515 (Published online: 11 Jan 2016).
- Aldy J., B. Pizer, M. Tavoni, L.A. Reis, K. Akimoto, G. Blanford, C. Carraro, L.E. Clarke, J. Edmonds, G.C. Iyer, H.C. McJeon, R. Richels, S. Rose, F. Sano (2016), Economic tools to promote transparency and comparability in the Paris Agreement, *Nature Climate Change*, 6, 1000–1004.
- Victor D., K. Akimoto, D. Cullenward, C. Hepburn, Y. Kaya, M. Yamaguchi (2017), Prove Paris was more than paper promises, *Nature*, 548, 25-27.