

# 日本エネルギー経済研究所 定例研究報告会

2019年10月15日

## 気候変動分析—統合コスト最小化分析の 課題とその対応—：コメント

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)

システム研究グループ グループリーダー

秋元 圭吾



# 全体のコメント

- ◆ 費用便益分析（総合コスト最小化分析）は、温暖化緩和、適応費用、残余の温暖化影響被害費用の総和を最小化する排出経路を導出し、最適な排出削減の水準を導くものであり、大変重要。
- ◆ 昨年、ノーベル経済学賞を受賞したW. Nordhausは、DICE, RICE（DICEの多地域版）で費用便益分析を長年実施。その功績でノーベル賞を受賞。
- ◆ 一方、IPCCでは、1995年の第2次評価報告書ではかなり大きく取り上げられていたが、2001年の第3次評価報告書以降、大きく取り上げられていない。  
（影響被害の地域間の差異、時点間の差異、非市場価値の金銭化、不可逆的事象に対する取り扱いなどの課題による）
- ◆ 米国政府では、政策導入にあたって費用便益分析が義務付けられているため、オバマ政権がClean Power Plan導入を図った際にも、費用便益分析が実施された。しかし、大きな議論があり、トランプ政権では、割引率の考え方などに修正がなされてきている。ただし、評価の不確実性はあるものの、導入政策の妥当性（費用対効果）についての検証になっているため、評価されるべきものと考えられる。
- ◆ 具体的な分析結果自体は、産業革命以前比2.5°C上昇程度の方が、全体費用最小化となるというもので、これまでのRITEでの分析等を踏まえても理解できるもの。

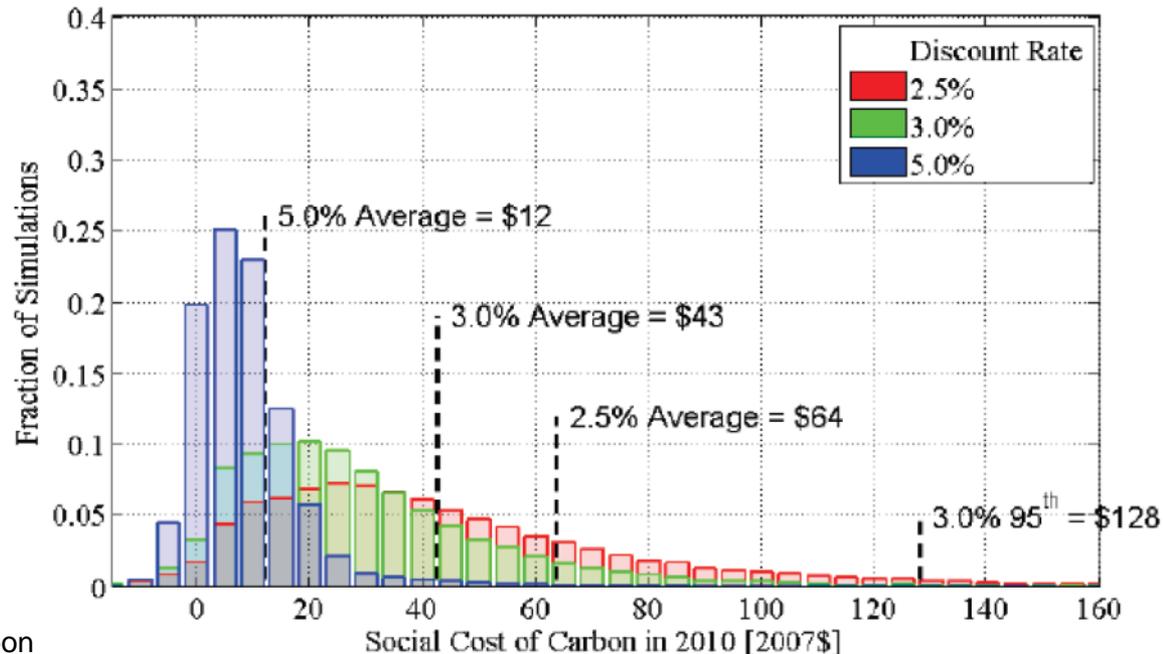
# Social Cost of Carbon (SCC): 米国政府利用の推計

USG (2013)による世界のSCC  
推計値 (2007年\$価格、\$/tCO<sub>2</sub>)

年	割引率			
	5% (3モデル平均)	3% (3モデル平均)	2.5% (3モデル平均)	3% (95パーセンタイル値)
2010	\$11	\$32	\$51	\$89
2015	\$11	\$37	\$57	\$109
2020	\$12	\$43	\$64	\$128
2025	\$14	\$47	\$69	\$143
2030	\$16	\$52	\$75	\$159
2035	\$19	\$56	\$80	\$175
2040	\$21	\$61	\$86	\$191
2045	\$24	\$66	\$92	\$206
2050	\$26	\$71	\$97	\$220

割引率の想定、モデル等  
により推計幅は大きい。

- DICE、PAGE、FUNDの3つのモデルを利用。社会経済シナリオ(4 SRESシナリオ+550 ppmCO<sub>2</sub>eシナリオの計5シナリオ)、気候感度、割引率について複数のシナリオを想定して計算(計150,000シナリオを推計)
- EPAによるClean Power Planの費用便益評価では、3%の割引率ケースが標準で利用されている。(ただし2011年価格に換算したものを利用)



# 米国既設発電所に対する排出規制案のインパクト評価

Environmental Protection Agency, Regulatory Impact Analysis for the Clean Power Plan Final Rule (2015).

Clean Power Plan (2015年8月公式に決定。ただし2016年2月、一時的に実施差し止めの最高裁判決)

- ▶ 目標:
  - 発電部門で2030年にCO<sub>2</sub>排出量▲32% (2005年比)
  - 石炭を減らし, ガス・再エネを増やしつつ省エネも促進
- ▶ 既存の火力発電所が対象
- ▶ 排出基準値 (2030年): 汽力0.59kg-CO<sub>2</sub>/kWh、ガスタービン系0.35kg-CO<sub>2</sub>/kWh
  - 基準値を達成するために, 州ごとの①排出原単位目標, もしくは②排出総量目標を設定
    - 省エネ・再エネも利用可能で, 市場メカニズムを推奨 (柔軟的措置可)

[億ドル(2011年価値)]

	割引率	2030年	
		排出原単位	排出総量
Climate benefits (世界全体)	5%(平均値)	64	64
	<b>3%(平均値)</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
	3%(95%値)	610	600
Air quality health co-benefits	<b>3%</b>	<b>140-340</b>	<b>120-280</b>
	<b>7%</b>	<b>130-310</b>	<b>110-260</b>
Compliance costs		84	51
Net benefits (Climate benefitsの 3%(平均値)を採用)	3%	260-450	260-430
	7%	250-430	250-400

排出量削減, コスト, 気候便益と健康コベネフィット, 純便益, 経済影響を, 2つのアプローチ (排出原単位と排出総量) で評価

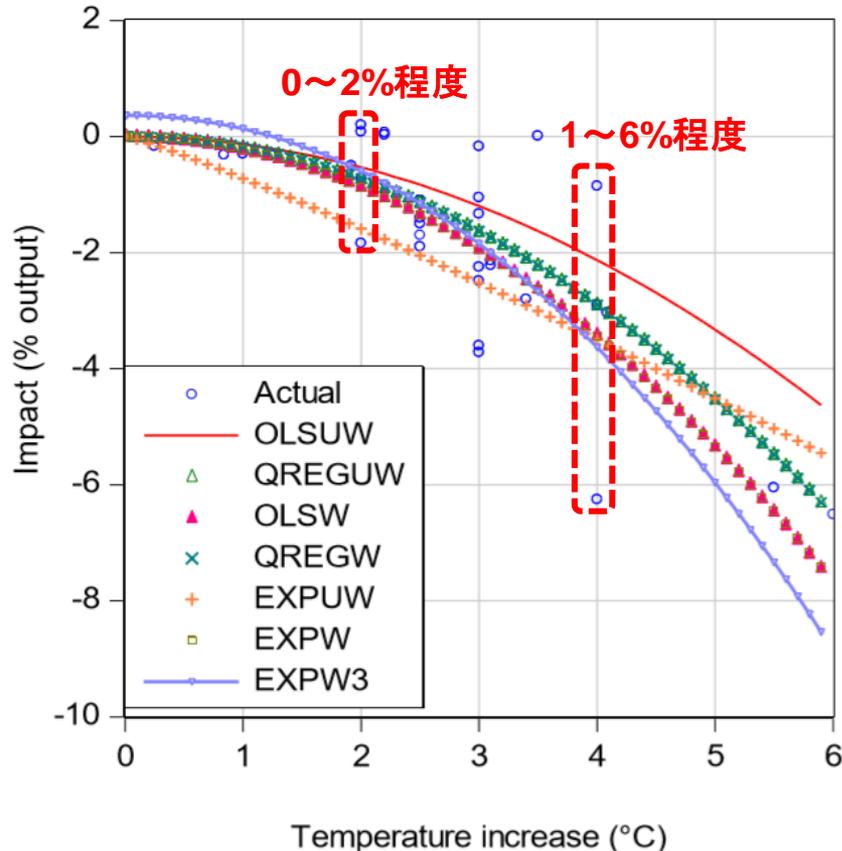
- 正味で大きな便益が生じると推計 (気候変動の便益を世界全体とし、また大気汚染緩和によるコベネフィットを考慮した結果)

- CPPによるCO<sub>2</sub>排出削減に伴う世界全体での便益に匹敵もしくは上回るほどの大気汚染緩和による健康影響被害低減の便益が推計

出典: EPA(2015)よりRITE作成

# 集約化した影響被害推計例：評価の差異

## 既往文献の推計値を基に関数を推計した例

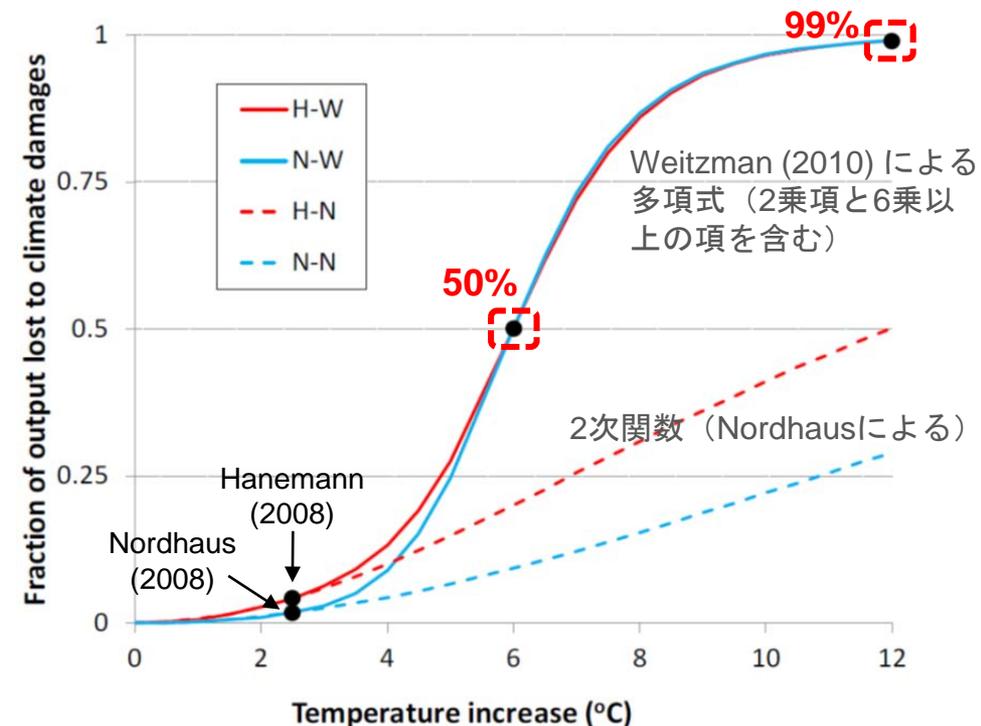


Key for predicted is OLS = ordinary least squares; QREG = median regression; UW = unweighted; W = weighted; EXP = with fitted exponent. EXPW3 adds a linear term to the polynomial. Impact = from studies.

類似の研究には重みづけが小さくなるような補正を行った上で回帰分析

出典) Nordhaus & Moffat (2017)

## より大きな被害関数提示例 (Weitzmanの関数想定)



H-W: Hanemann(2008)-Weitzman型

N-W: Nordhaus (2008)-Weitzman型

H-N: Hanemann (2008)-Nordhaus型

N-N: Nordhaus (2008)-Nordhaus型

出典) Ackerman & Stanton (2012)

**Weitzman (2012) は、+12°Cで生産額の99%、+6°Cで50%の影響被害が発生するものと想定し、以上のような+6°C前後で傾きが急になる被害関数を提示**

注) +12°Cでは世界人口の大半が熱ストレスによる死亡リスクに曝されるとするSherwood and Huber (2010)の研究結果が根拠

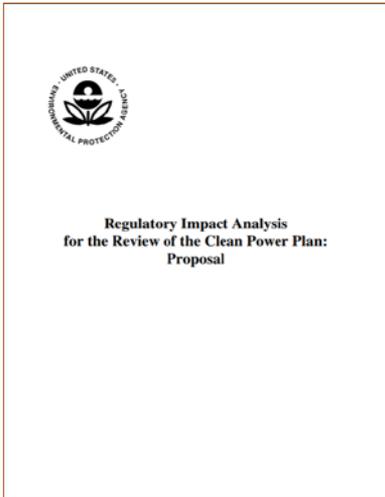
# リスクをどう管理すべきか？

- ◆ CBAは重要。ただし、不確実性が大きい中で、CBAだけで考えることもまた不適切。
- ◆ 気候変動影響被害のFat tailは存在するかもしれないが、緩和費用におけるFat tailも存在し得ることにも留意が必要。つまり、費用便益分析では、通常、世界全体で費用最小化となる対策の在り方を導出することが多いが、パリ協定国別貢献NDCsでは限界削減費用は国によって大きな差異あり。また、国内政策も費用最小となる対策を実施することは不可能。
- ◆ パリ協定で掲げられた2°C目標や1.5°C目標を目指すとしても、絶対視しないことが必要ではないか（長期目標は、“target”ではなく、“goal”の位置づけ）。対策技術の技術進展、コスト低減の状況や、気候変動の動向を踏まえながら、目標をある程度柔軟に考えながら、低炭素化、そしてその先の脱炭素化を目指すという方向性が重要ではないか。
- ◆ 仮にパリ協定のように2°C等の目標を定めても、国際的に強力で安定的な排出削減への取り組みが構築しにくい以上、結果としては2.5°Cや3°C上昇という結果になる可能性は高い。同時に2°C目標等が達成できない場合に備え、より高い気温上昇（3°C等）が実現するのに備えた気候変動適応策も講じていくことが必要。

# 参考資料

# CPP廃止に向けたインパクト評価(1/2)

2017年10月 CPP廃止のRIA



## 廃止RIAにおける重要な変更点

1. 分析スコープをグローバルからドメスティックへ変更した(従って、炭素の社会的費用(SCC)の値を変更)。
2. 気候便益に適用していた2.5%, 3%, 5%という小さな割引率を、通常の3%と7%に戻した。
3. 「エネルギー効率改善プログラムによる節約」を、費用節約(cost-savings)枠から、ベネフィット枠に移動
4. PM2.5曝露による早期死亡リスクについて、コベネフィット推計の際に3つの代替的な仮定を使用する。

出典) 阪大岸本教授  
資料よりRITE加工

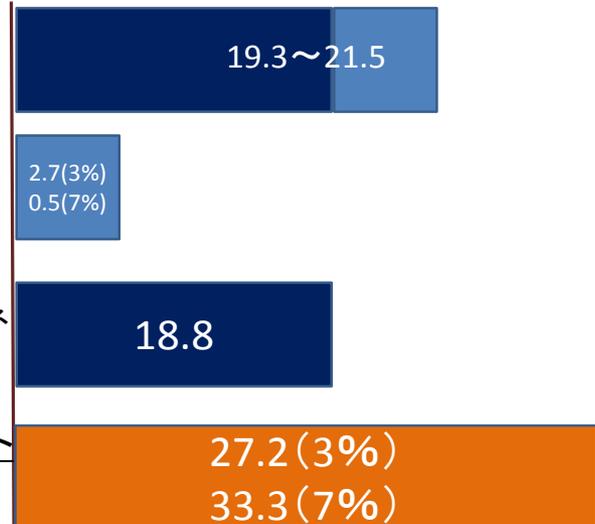
考え方が分かれ、議論の余地は大きい

単位: Billion \$

Discount rate and statistic	2030	
	Rate-Based Approach	Mass-Based Approach
Forgone CO <sub>2</sub> reductions (million short tons)	415	413
3% (average)	\$2.74	\$2.72
7% (average)	\$0.48	\$0.47

コスト  
合計失われた  
国内気候  
ベネフィット失われた  
需要側のエネ  
ルギー効率  
ベネフィットベネフィット  
削減された  
遵守費用

CPP廃止のベネフィットはコストを上回る



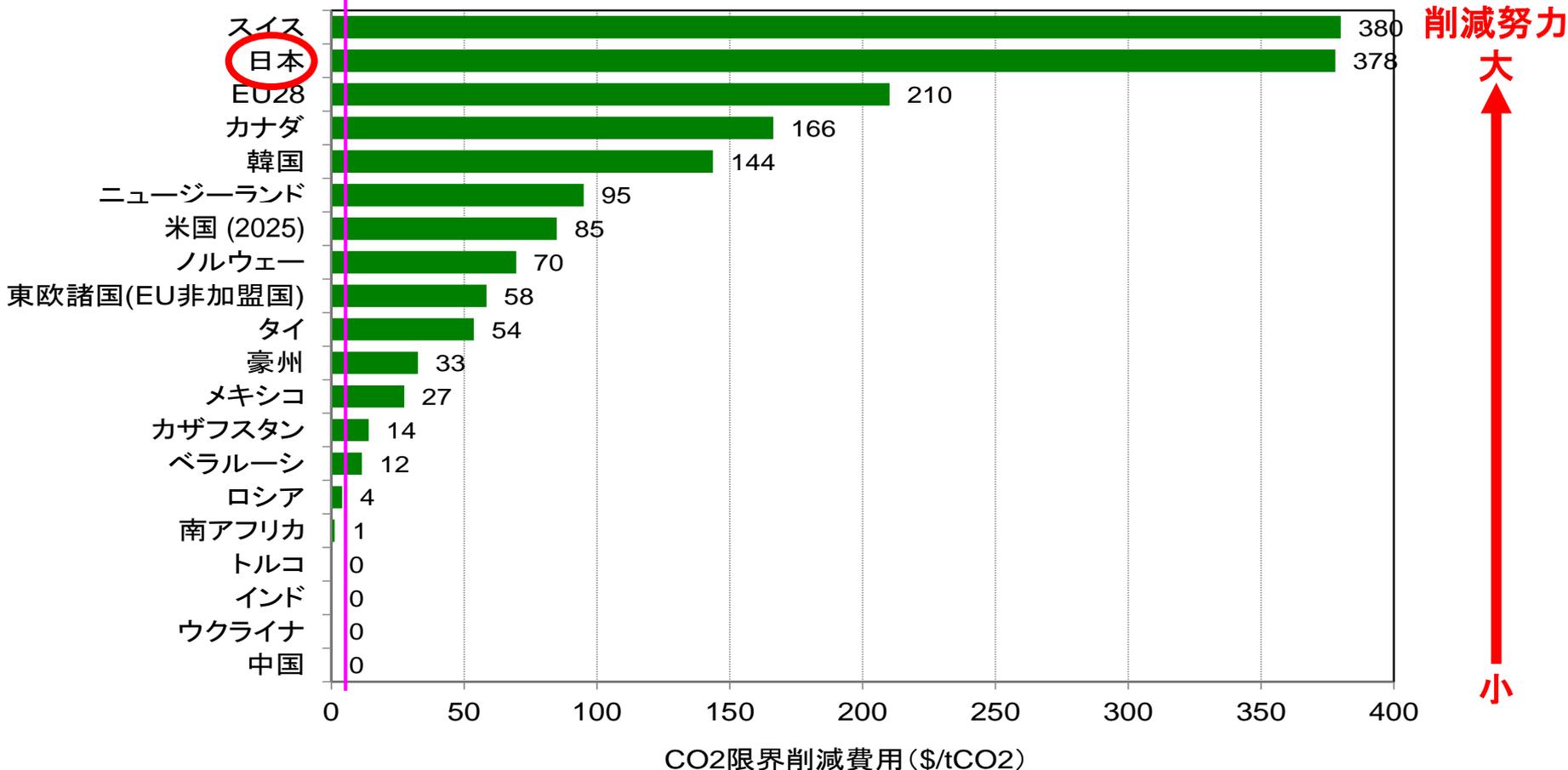
省エネ差し引き分を含まないCPPの費用  
(CPP遵守費用272~333億\$が不要に)

- 同じ3%のケースでも国内に限ったため200億\$⇒27億\$に
- 7%ケースでは5億\$に

# NDCsのCO<sub>2</sub>限界削減費用推計:緩和費用の増大要因

【世界GDP比削減費用】 NDCs:0.38%、最小費用 : 0.06%

最小費用 (限界削減費用均等化) : 6\$/tCO<sub>2</sub>



\* 上下限で幅がある国は平均値を表示

Source: K. Akimoto et al., Evol. Inst. Econ. Rev., 2016

- NDCsの排出削減費用は各国間で大きな差異あり。
- もしNDCsで期待できる世界全体での排出削減を費用最小化(限界削減費用均等化)で実現できるとすれば、RITEモデルでは限界削減費用6\$/tCO<sub>2</sub>で済む。また、2030年時点の総削減費用は費用最小化に比べ6.5倍程度高い。
- 実際には国内対策も費用最小化では達成できず、各国の費用も現実にはもっと大きい可能性あり。