

CO2排出費用に関する動向

増井利彦
国立環境研究所

総合資源エネルギー調査会
発電コスト検証ワーキンググループ 第3回会合
2024年10月18日

本資料の炭素の社会的費用に関する記述は、国立環境研究所 山口臨太郎主任研究員から提供いただいた情報をもとにまとめたものであり、ここに記して謝意を表します。なお、本資料の誤りは筆者に帰属する。

CO2排出の費用に関する論点

- CO2排出の費用の評価は、緩和(GHG削減)、気候変動影響・被害の観点から、国際的な潮流となっている。
パリ協定、IPCC第6次評価報告書以降、2050年脱炭素化に向けた流れは今後も続くことから、発電費用の推計に炭素費用を組み込むことは適切である。
 - 将来の不確実性を考慮すべきではあるが、CO2対策費用は上昇する傾向にある。
 - EUでは炭素国境調整措置(CBAM: Carbon Boarder Adjustment Mechanism)を設立するEU規則が2023年5月に施行、10月から暫定適用が開始されており、対応が必要となっている。
- 発電費用の検討においてCO2対策費用を適切に反映することは重要である。

これまでの発電コスト検証ワーキングでのまとめ

- 社会的費用として、CO₂対策費(火力発電から排出されるCO₂に対する費用)を計上。
 - ✓【2015年】World Energy Outlook 2014のEUにおける「新政策シナリオ」の価格(2020年:22\$/tCO₂、2030年:37\$/tCO₂、2040年:50\$/tCO₂;いずれも2013年価格)及びそのトレンドの延長(対数回帰)を利用。
 - ✓【2021年】World Energy Outlook 2020における「公表済政策シナリオ(STEPS)」及び「持続可能開発シナリオ(SDS)」に示されたCO₂価格(2025年(34\$/tCO₂と63\$/tCO₂)と2040年(52\$/tCO₂と140\$/tCO₂)、いずれも2019年価格)を用いて補間。

IEA World Energy Outlook 2023のシナリオ

- Stated Policies Scenario (STEPS; 公表済政策シナリオ): これまでに公表された政策や目標を反映したシナリオ。すでに導入もしくは計画済みのCPは反映されている。
- Announced Pledges Scenario (APS; 発表誓約シナリオ): 各国がエネルギーと気候に関する国家公約を期限内に完全に履行すると想定したシナリオ。
- Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE; 2050年実質ゼロ排出シナリオ): 2050年までにエネルギー起源CO₂排出量の正味ゼロを達成するシナリオ。

WEO2023 p.295

WEO2023で想定されている日本における政策(表B.6)

- STEPS(公表済政策シナリオ)

- ✓ グリーントランスフォーメーション(2023;GX)

- 基本政策;再生可能エネルギーの促進;洋上風力のコスト削減研究開発プログラム;水素サプライチェーン;原子力政策の加速

- ✓ 水素基本戦略(2023)

- 水素のサプライチェーンに対する官民投資の加速

- APS(発表誓約シナリオ)

- ✓ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(2021):2050年までにカーボンニュートラル

- ✓ 更新された日本のNDC(2021):2030年までに2013年比GHG46%削減

- ✓ グローバルメタンプレッジへの貢献(世界のメタン排出量を2030年までに2020年比30%削減)

IEA World Energy Outlook 2023での炭素価格 (発電、産業、エネルギー製造部門)

	地域	2030年	2040年	2050年
公表済政策 シナリオ (STEPS)	カナダ	130	150	155
	チリ・コロンビア	13	21	29
	中国	28	43	53
	EU	120	129	135
	韓国	42	67	89
発表誓約 シナリオ (APS)	NZEを表明している先進国	135	175	200
	NZEを表明している新興国・途上国 (中国、インド、インドネシア、ブラジル、南アフリカ)	40	110	160
	その他の新興国・途上国	-	17	47
2050年実質ゼロ 排出シナリオ (NZE)	NZEを表明している先進国	140	205	250
	NZEを表明している新興国・途上国	90	160	200
	(NZEを表明していない)いくつかの 新興国・途上国(北アフリカ、中東、ロシア、インドネシアを除く東南アジア)	25	85	180
	その他の新興国・途上国	15	35	55

単位: 2022年価格\$/tCO₂

出典: World Energy Outlook 2023, Table B.2

【参考】WEO2021からWEO2023における炭素価格の変化

公表済政策シナリオ (STEPS)

	2030	2040	2050
WEO2023 (2022年価格)	120	129	135
WEO2022 (2021年価格)	90	98	113
WEO2021 (2020年価格)	65	75	90

発表誓約シナリオ (APS)

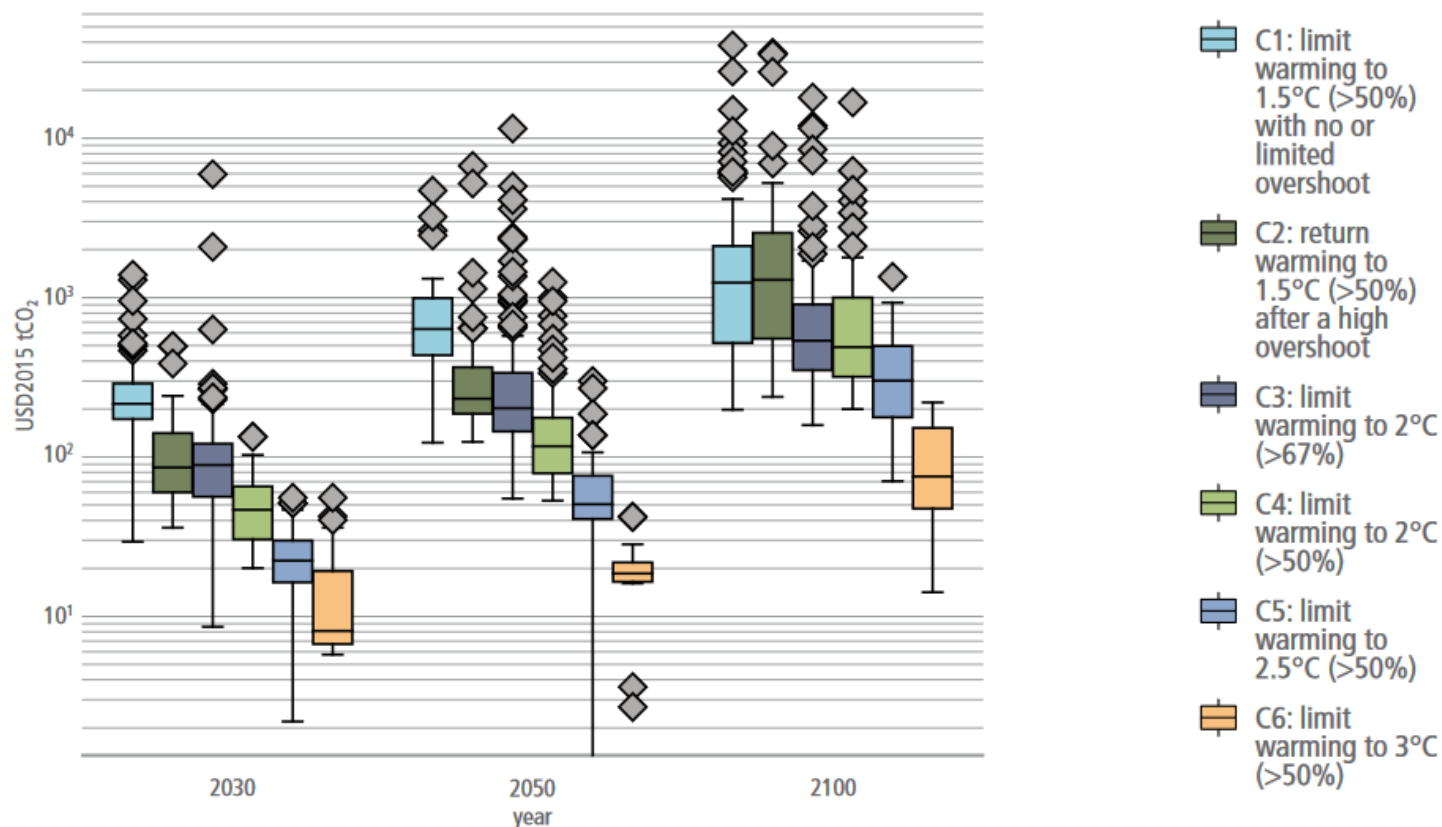
	2030	2040	2050
WEO2023 (2022年価格)	135	175	200
WEO2022 (2021年価格)	135	175	200
WEO2021 (2020年価格)	120	170	200

実質ゼロ排出シナリオ (NZE)

	2030	2040	2050
WEO2023 (2022年価格)	140	205	250
WEO2022 (2021年価格)	140	205	250
WEO2021 (2020年価格)	130	205	250

STEPSはEUが対象。
その他は、先進国が対象。

IPCC第6次評価報告書(2022)による世界の炭素価格

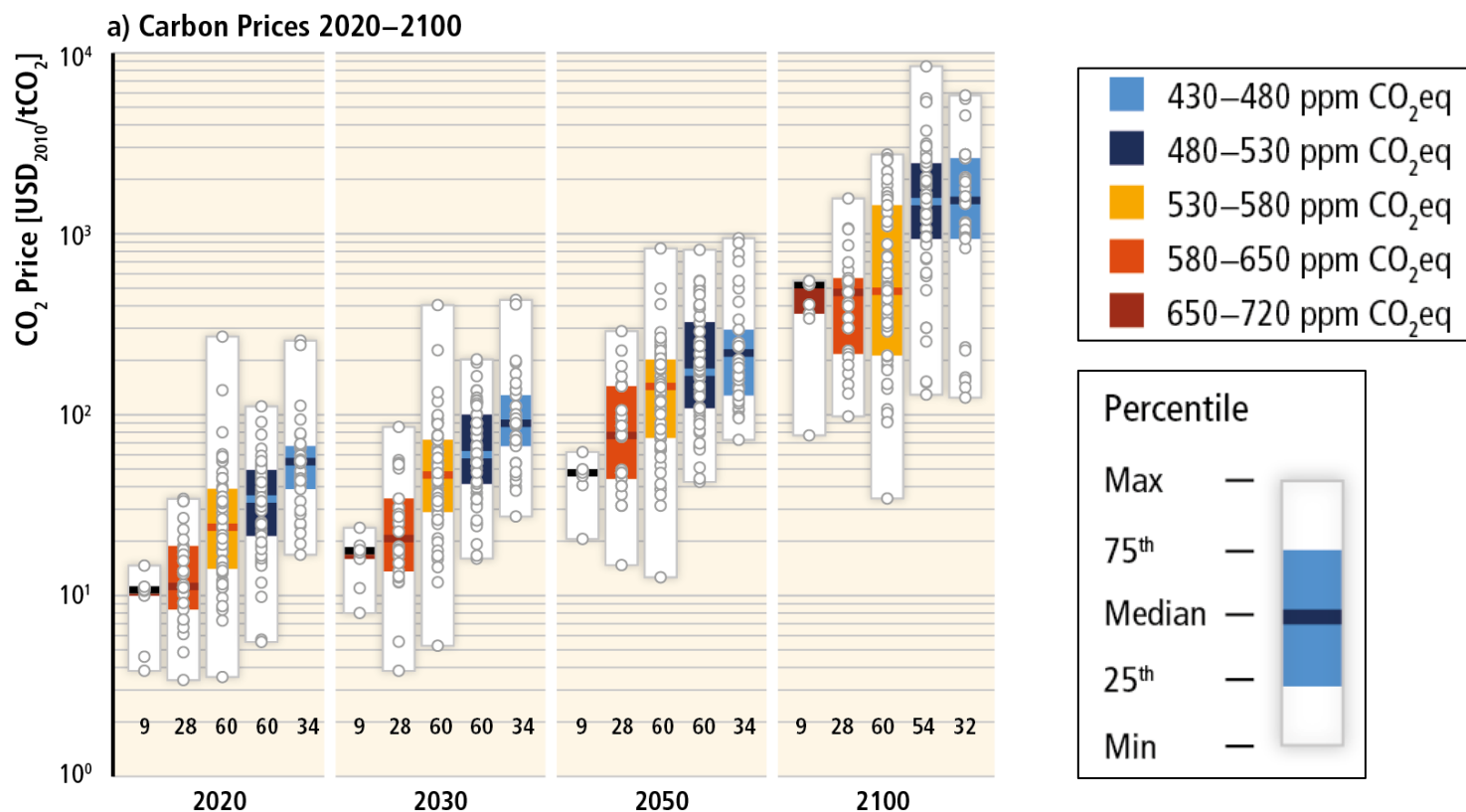


直ちに世界が温室効果ガス排出に取り組む場合の炭素の限界削減費用

出典: IPCC(2022) Climate Change 2022, Mitigation of Climate Change; Fig 3.32 (a)

1.5°Cの気温上昇を目標とする場合、限界削減費用は2030年の100\$/tCO₂前後から2100年には1000\$/tCO₂を超える水準に上昇する。

【参考】IPCC第5次評価報告書(2014)による世界の炭素価格

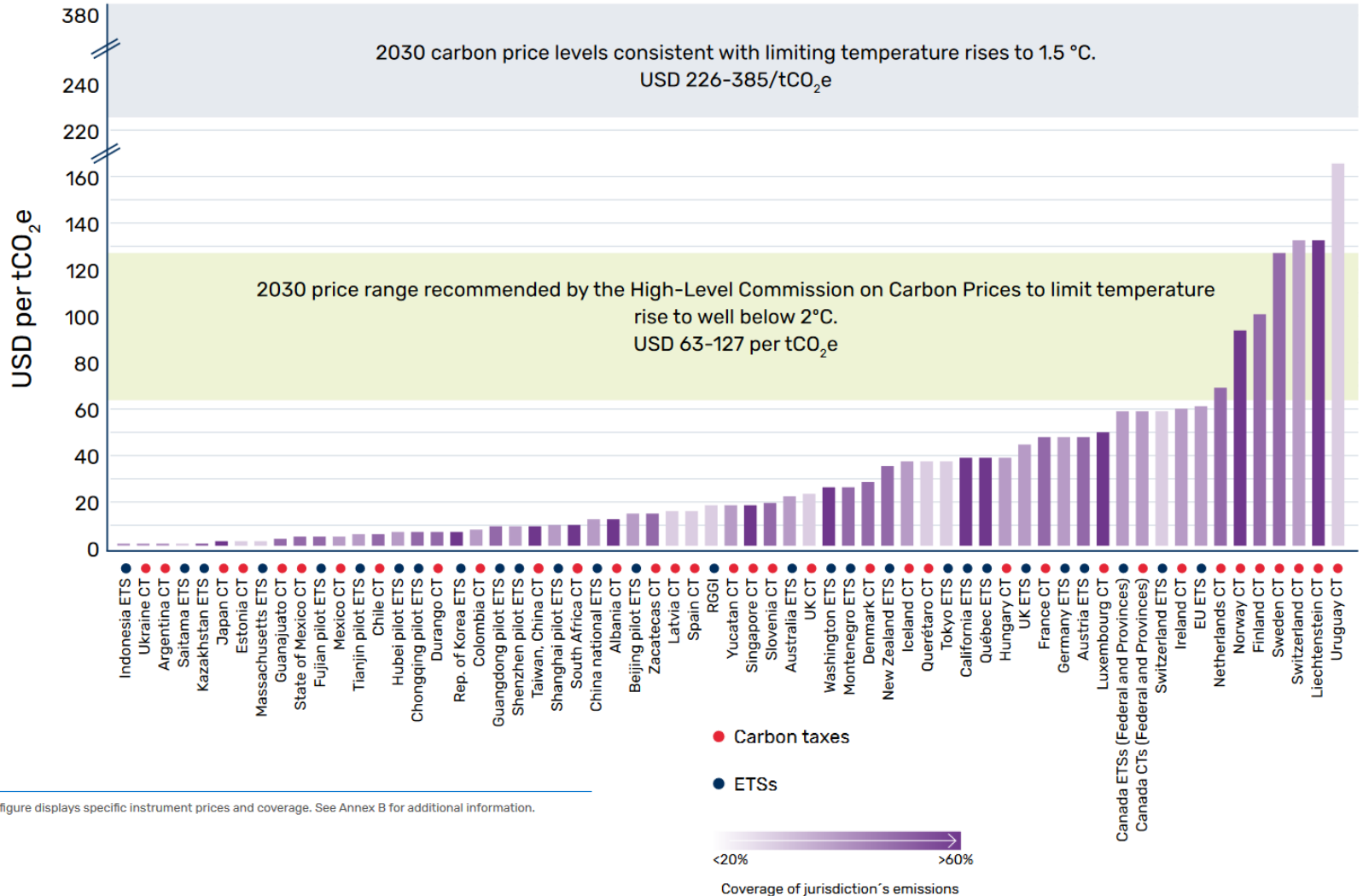


世界が協調して温室効果ガス排出に取り組む場合の世界の炭素価格

出典：IPCC(2014) Climate Change 2014, Mitigation; Fig 6.21

統合評価モデルによる結果から、2°C目標に相当する430-480ppmCO₂eqを世界が協調して実現する場合、2030年に約100\$/tCO₂の炭素価格が必要となり、その額は2100年に向けて更に上昇する。

World Bank (2024)による世界のカーボンプライシングの導入状況(2024年4月1日時点)



The figure displays specific instrument prices and coverage. See Annex B for additional information.

炭素の社会的費用 (Social Cost of Carbon; SCC)

- 温暖化影響として炭素の追加的な増加に対する損失を貨幣換算して評価したもの。広くエネルギーに関連する公共事業の費用便益分析・規制影響分析に用いられる。

(削減費用 < 削減便益 = SCC → 事業を受け入れる)

例： 自動車の燃費規制
発電所の大気汚染規制
家電の省エネスタンダード
連邦政府調達

- 2021年に紹介した米国の分析では、費用便益型統合評価モデル (DICE, PAGE, FUND) から計算された炭素の追加的な増加に対する損失の平均で評価されていたが、全米科学・工学・医学アカデミー (NASEM) によるレビューと勧告を受けて、推計方法が変更された。
- ✓ ベースラインの排出と被害を算出し、次に他の条件は同じにしたまま、ある年のCO2排出を増やしたときの被害 (健康、エネルギー、労働生産性、農業、沿岸域) を算出し、ベースラインとの差をとる。

米国の各政権下の連邦政策におけるSCCをめぐる動き

政権	年	主な動き
GWブッシュ	2008	交通省の燃費規制がCO2の社会的費用を反映していないという提訴 規制影響分析や費用便益分析に、省庁間で標準化されたSCCを恒常的に利用開始
オバマ	2009	省庁間ワーキンググループ(IWG)設置
	2010	IWG、3つの統合評価モデル(IAM)に基づいた推計値を公表
	2013	IWG、アップデート値を公表
	2015	パリ協定
	2016	SC-CO2と並んで、SC-CH4、SC-N2Oを公表
	2017	全米科学・工学・医学アカデミー(NASEM)によるレビューと勧告
トランプ	2017	パリ協定離脱を通告、IWG解散 SCCを公表(\$1~7、米国内費用のみ、割引率3、7%)
バイデン	2021	IWG再設置 SCCの暫定値公表(\$51、割引率3%、オバマ政権IWGのSCCを物価調整)
	2023	SCC公表(\$190、割引率2%)

※影響の対象や割引率の想定によってSCCの値そのものが大きく変わりうる。

EPA (2023)によるSCCの推計

Table ES.1: Estimates of the Social Cost of Greenhouse Gases (SC-GHG), 2020-2080 (2020 dollars)

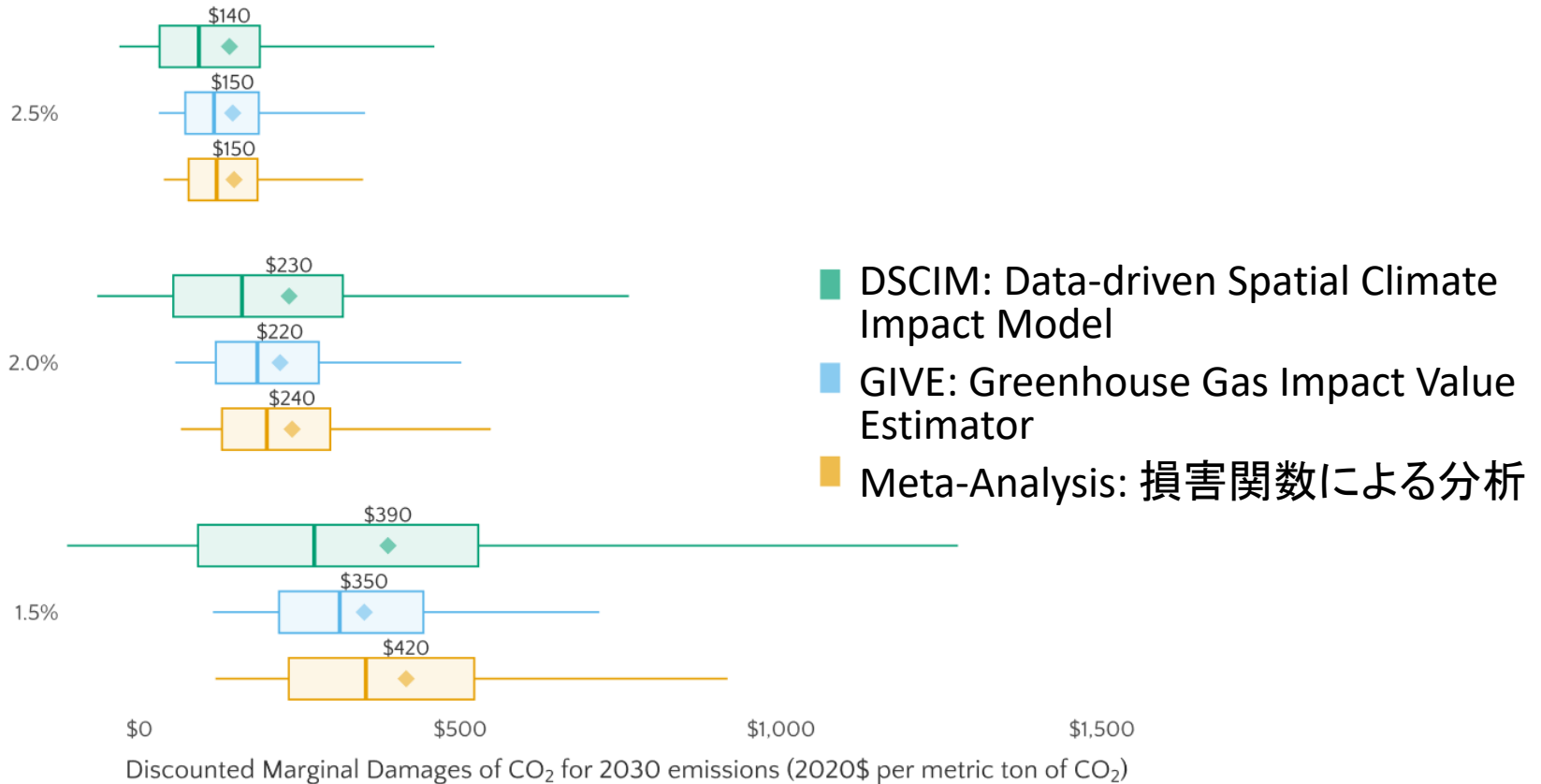
SC-GHG and Near-term Ramsey Discount Rate									
Emission Year	SC-CO ₂ (2020 dollars per metric ton of CO ₂)			SC-CH ₄ (2020 dollars per metric ton of CH ₄)			SC-N ₂ O (2020 dollars per metric ton of N ₂ O)		
	Near-term rate			Near-term rate			Near-term rate		
	2.5%	2.0%	1.5%	2.5%	2.0%	1.5%	2.5%	2.0%	1.5%
2020	120	190	340	1,300	1,600	2,300	35,000	54,000	87,000
2030	140	230	380	1,900	2,400	3,200	45,000	66,000	100,000
2040	170	270	430	2,700	3,300	4,200	55,000	79,000	120,000
2050	200	310	480	3,500	4,200	5,300	66,000	93,000	140,000
2060	230	350	530	4,300	5,100	6,300	76,000	110,000	150,000
2070	260	380	570	5,000	5,900	7,200	85,000	120,000	170,000
2080	280	410	600	5,800	6,800	8,200	95,000	130,000	180,000

Values of SC-CO₂, SC-CH₄, and SC-N₂O are rounded to two significant figures. The annual unrounded estimates are available in Appendix A.5 and at: <https://www.epa.gov/environmental-economics/scghg>.

EPA(2023) EPA Report on the Social Cost of Greenhouse Gases: Estimates Incorporating Recent Scientific Advances, https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-12/epa_scghg_2023_report_final.pdf

EPA (2023)によるSCCの推計

Figure 3.1.1: Distribution of the Discounted Marginal Damages per Metric Ton of Carbon Dioxide (CO₂) for 2030 Emissions, by Near-term Ramsey Discount Rate and Damage Module



Boxes span the inner quartile range (25th to 75th percentiles), whiskers extend to the 5th (left) and the 95th (right) percentiles. The vertical lines inside of the boxes mark the median of each distribution, and the points inside of the boxes and dollar estimates on top of the boxes mark the certainty-equivalent social cost of carbon (SC-CO₂)

EPA(2023) EPA Report on the Social Cost of Greenhouse Gases: Estimates Incorporating Recent Scientific

Advances, https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-12/epa_scghg_2023_report_final.pdf 14

【参考】2021年2月に公表されたSCCの暫定値

Table ES-1: Social Cost of CO₂, 2020 – 2050 (in 2020 dollars per metric ton of CO₂)

Emissions Year	Discount Rate and Statistic			
	5% Average	3% Average	2.5% Average	3% 95 th Percentile
2020	14	51	76	152
2025	17	56	83	169
2030	19	62	89	187
2035	22	67	96	206
2040	25	73	103	225
2045	28	79	110	242
2050	32	85	116	260

Technical Support Document: Social Cost of Carbon, Methane, and Nitrous Oxide
Interim Estimates under Executive Order 13990

https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/02/TechnicalSupportDocument_SocialCostofCarbonMethaneNitrousOxide.pdf