

人間健康や生物多様性も考慮した 気候変動の総費用

沖 大幹

東京大学 気候と社会連携研究機構・機構長

気候変動の総費用

- ◆ 気候変動を抑え込むと被害は少なくて済む。
 - ❄ 経済被害：火力発電、労働生産性、水力発電、河川洪水、冷房と暖房の需要、沿岸域の浸水、農業生産性、栄養不足
 - ❄ 非市場価値：健康被害、生物多様性損失 → **貨幣換算**
- ◆ 気候変動を抑え込むには緩和費用がかかる。
- ◆ 温暖化レベル(気候変動の進捗)により、追加的な被害と緩和費用の総和は、どう変化するのか？
 - ❄ 総費用が最小になるのはどのRCP(代表濃度経路シナリオ)?
 - ❄ 総費用はSSP(共通社会経済経路)によってどう異なる?

経済被害

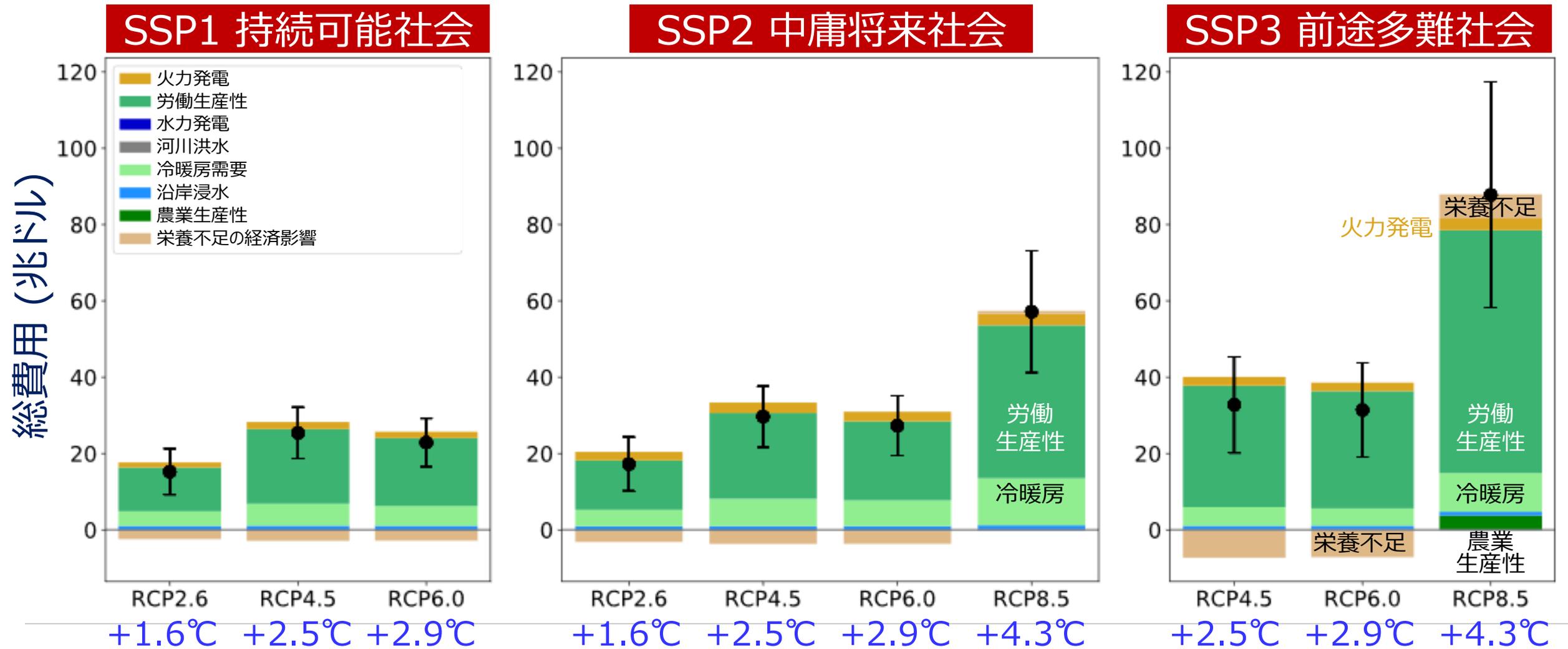


Figure 1(a): 3つの社会経済シナリオ(SSP)ごと、いくつかの温暖化レベル(RCP)ごとに推計された気候変動影響。8つのリスク要因セクターにおける経済的影響(兆ドル)。2010-99年の総計。

健康被害

SSP1 持続可能社会

SSP2 中庸将来社会

SSP3 前途多難社会

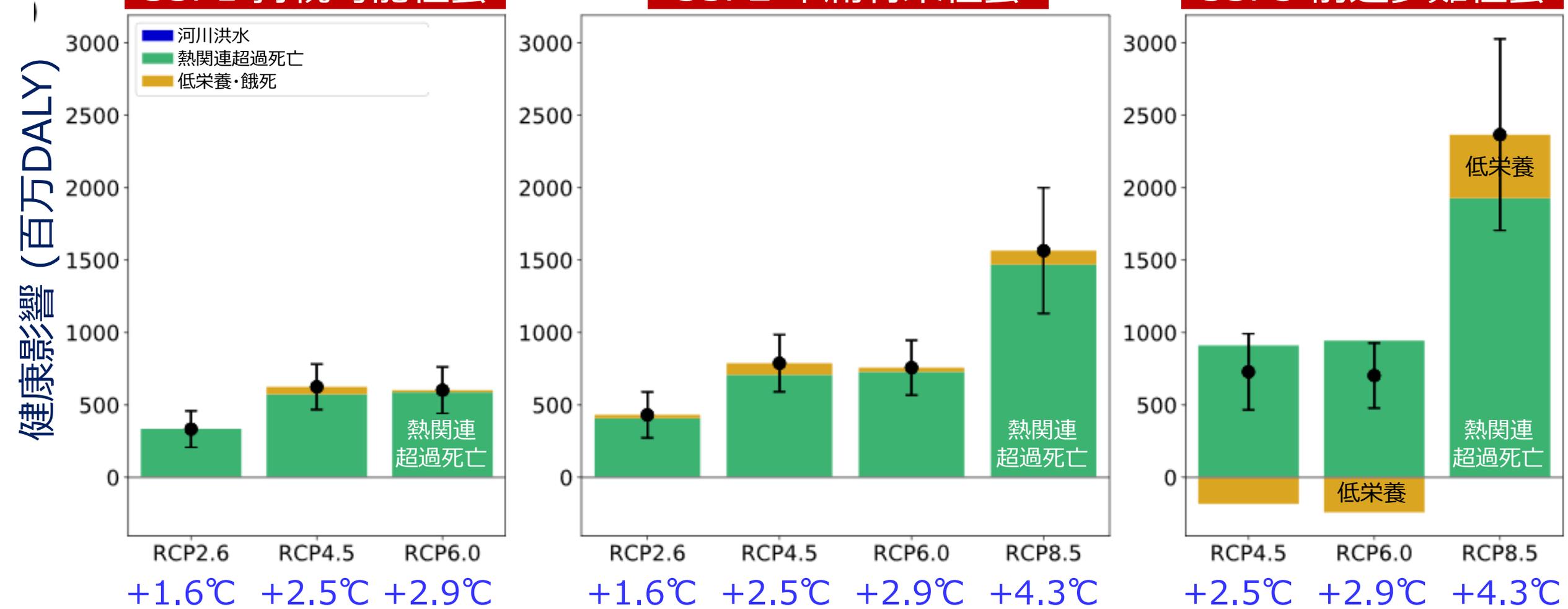
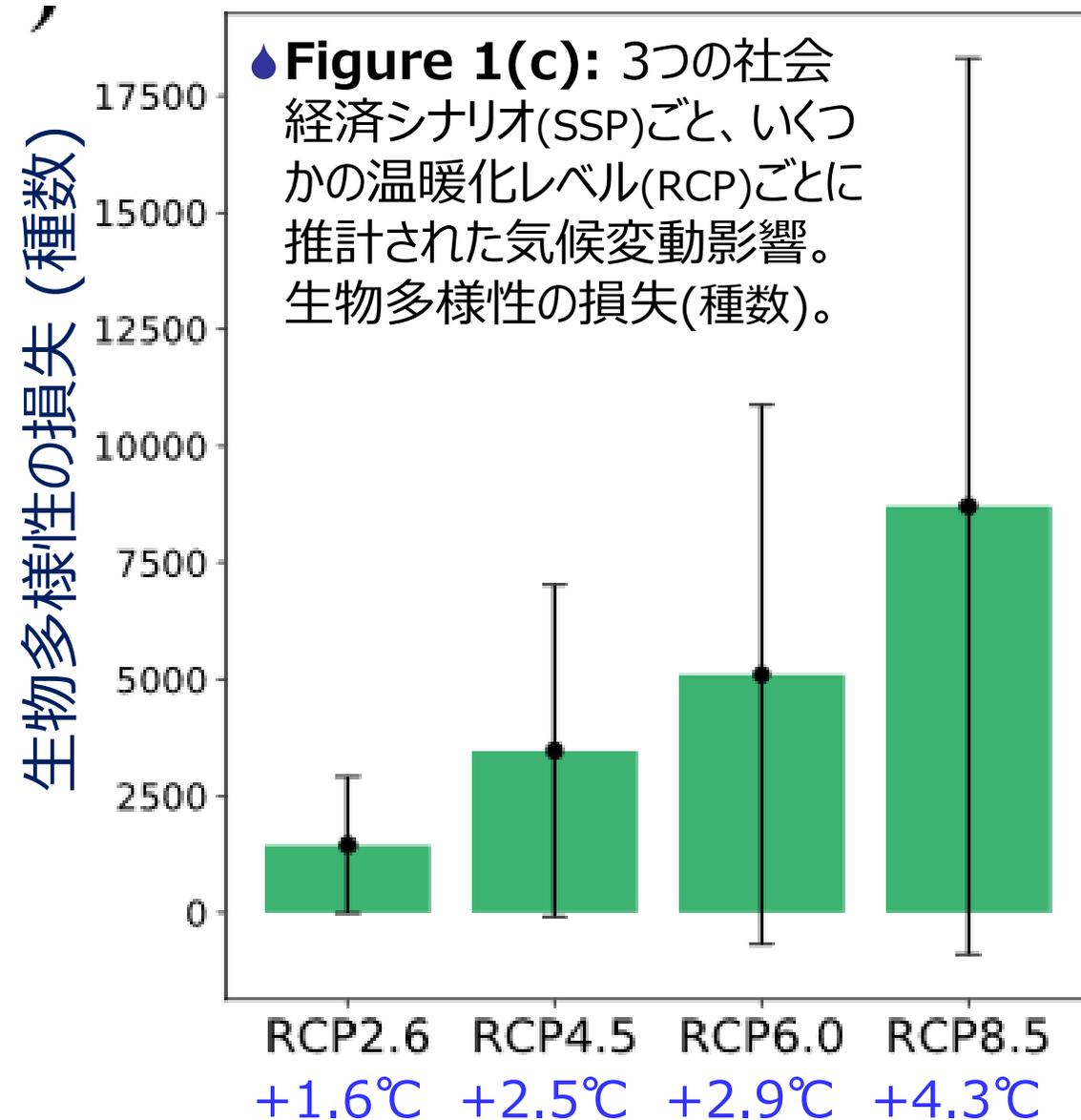


Figure 1(b): 3つの社会経済シナリオ(SSP)ごと、いくつかの温暖化レベル(RCP)ごとに推計された気候変動影響。洪水による超過死亡、暑さによる超過死亡、栄養不足による人間健康影響(百万DALY; 障害調整生存年数)。

生物多様性損失



- LCIAの知見を活用し評価。
- 生態ニッチモデル(ecological niche model): 生物種の現在の生息地点と気温・降水量・土地利用などの環境因子から、当該生物種の生息適地の存在確率を推定する統計学的手法。
- 生態ニッチモデルを用いて予測した5分類群(鳥類、爬虫類、両生類、哺乳類、維管束植物)それぞれの100年間の潜在的な生息適地面積の変化量から気温上昇の影響によって絶滅の危機に瀕する種数を評価し、その期間の気温変化量で除し、各分類群の1年あたり・1°C上昇あたりの絶滅種数を算出。
- 評価期間のGCMの気温上昇量を乗じて絶滅種数を推計。
- 不確実性は5つの気候モデル間のばらつき

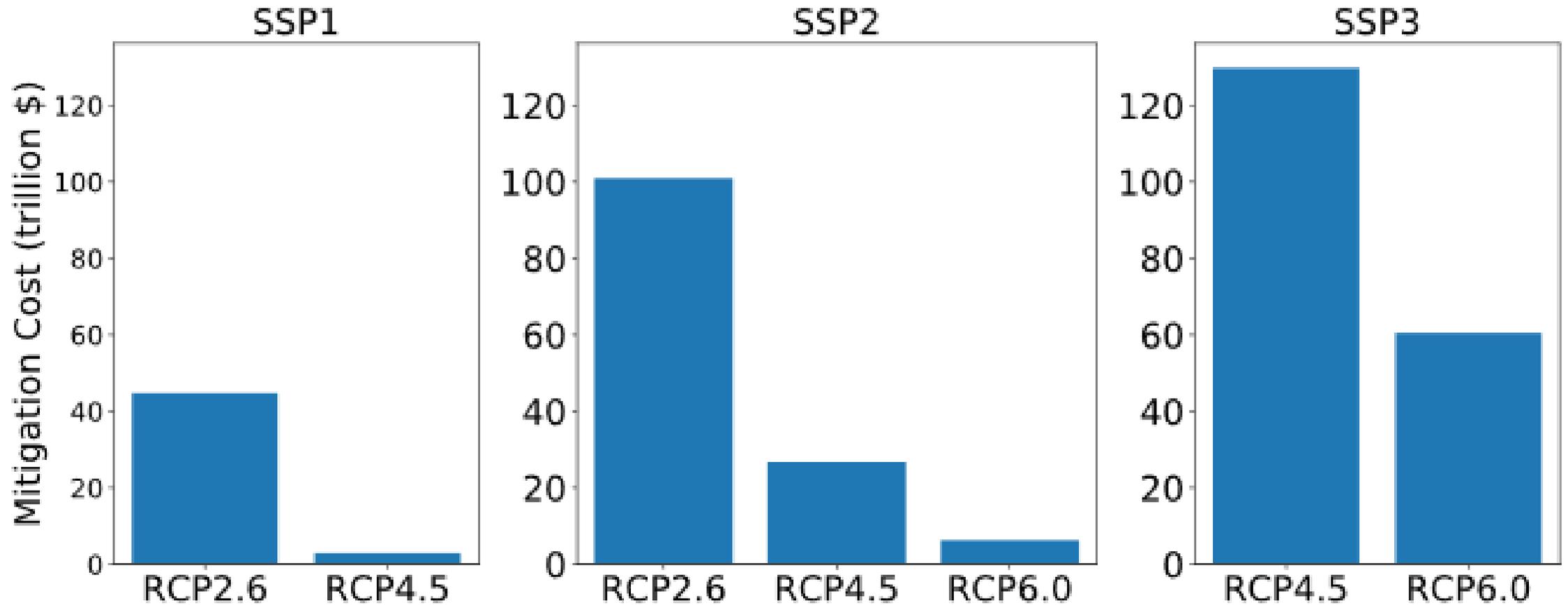
非市場価値の貨幣換算係数と不確実性

	本研究で用いた値 (A)	標準偏差	95%信頼区間 (B)	BのAに対する割合 (%)
生物多様性 (US\$/種)	1,100,000,000 (11億ドル≒1500億円)	110,000,000	884,400,000	80%
			1,315,600,000	120%
健康 (US\$/DALY)	23,000 (≒320万円/年≒2億円/人生)	7,900	7,516	33%
			38,484	167%

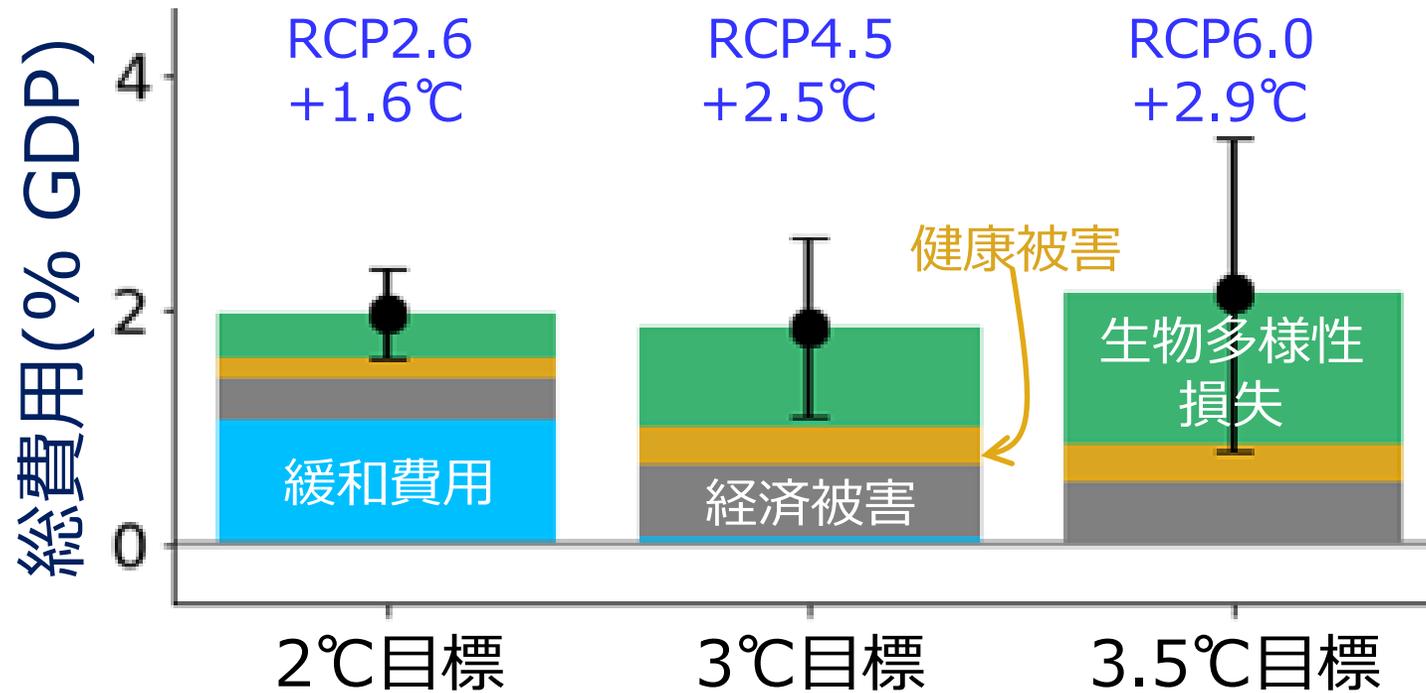
◆ **Table S3:** Murakami et al. (2018)では、発展途上国と先進国の両者におけるさまざまな環境問題を理解するための基礎を提供するために、G20諸国の4つの環境セクター(人間の健康、社会資産、生物多様性、および一次生産)の保護に関するアンケート調査を実施。4つのセクターの選好強度は、ランダム・パラメーター・ロジット・モデルによって推定され、次に、回答者の支払い意思に基づいて金銭的加重係数が計算された。

◆ 推計された金銭的要因は、G20諸国の所得水準と有意な相関を示さなかった(正の相関ではなく、わずかに負の相関が観察された)。この結果は、いくつかの以前の文献とは対照的であるが、適用されたアンケート調査が異なることによる影響が考えられる。金銭的要因の不確実性も推定されている。

緩和費用 (兆ドル)



◆ **Figure 1(d):** 3つの社会経済シナリオ(SSP)ごと、いくつかの温暖化レベル(RCP)ごとに推計された緩和費用(兆ドル)。緩和策を実行しない場合のGDPの将来推移に対して、緩和策を実行した場合の経済成長の鈍化分として算出。



- 2010年-2099年の全世界について集計された、**持続可能な社会(SSP1)**が実現される場合の気候変動の総費用(生物多様性損失や健康被害について0.1%固定の割引率を適用した場合)。累積割引費用の累積割引GDPに対する割合(%)で示す。点は平均値で、不確実性を示すバーは5つのGCMの結果間の1標準偏差。
- 産業革命以前に比べて3°Cを超える様な温暖化が生じる場合には、生物多様性の損失や健康被害、労働生産性の低下や追加的なエネルギー需要増大といった経済被害は大きいですが、緩和費用はあまり必要とされない。これに対し2°C目標を達成する場合には、緩和費用はかさむようになるが、経済被害や健康被害、生物多様性損失は大きく削減される。

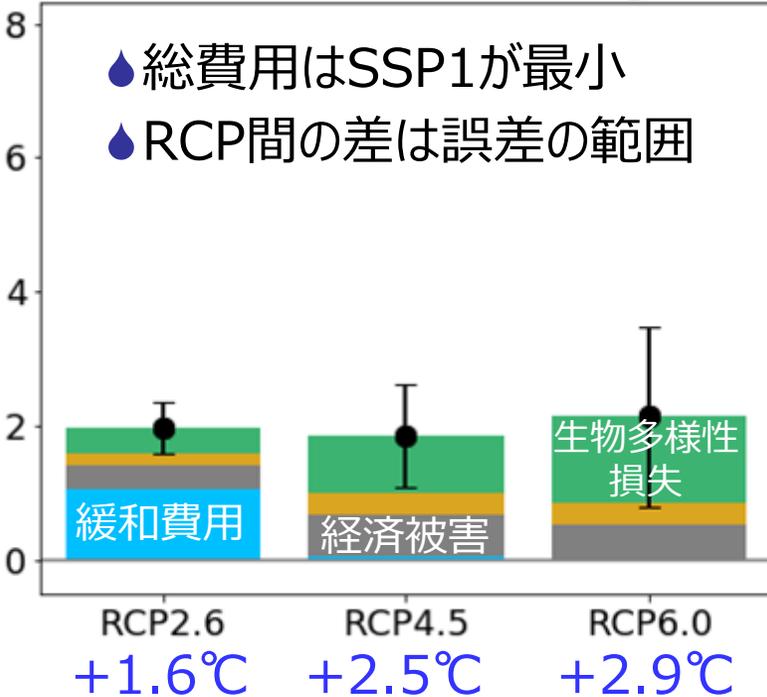
気候変動の総費用

命は何時
 失われても
 ほぼ同じ価値

総費用 (% GDP)

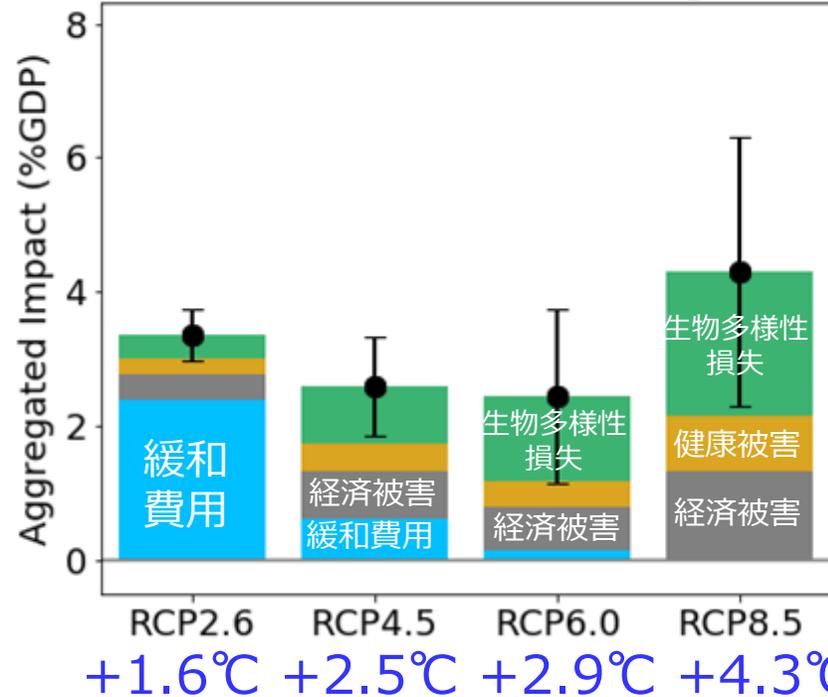
SSP1 (dr=0.1% on non-market goods)

- 💧 総費用はSSP1が最小
- 💧 RCP間の差は誤差の範囲



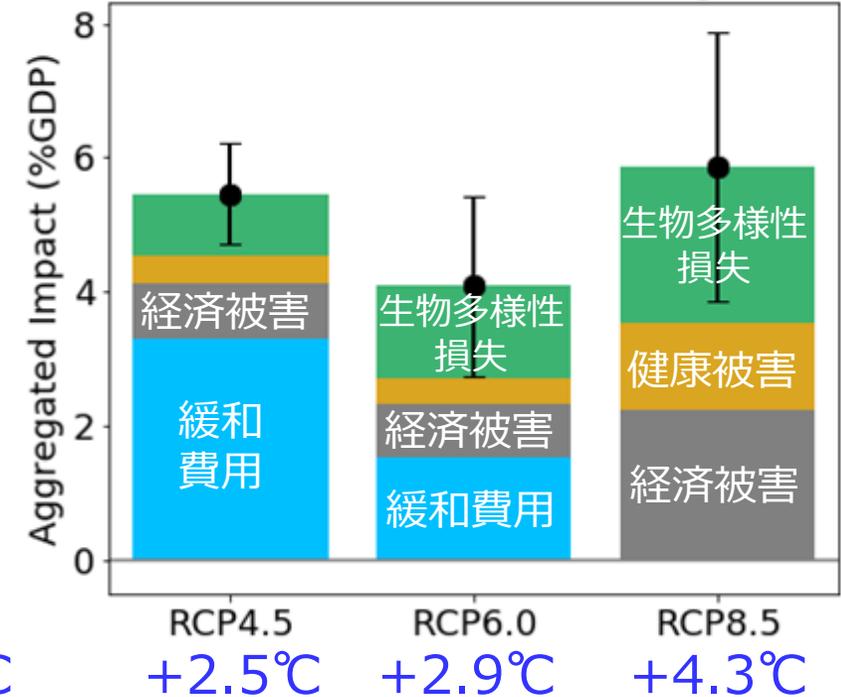
SSP1 持続可能社会

SSP2 (dr=0.1% on non-market goods)



SSP2 中庸将来社会

SSP3 (dr=0.1% on non-market goods)



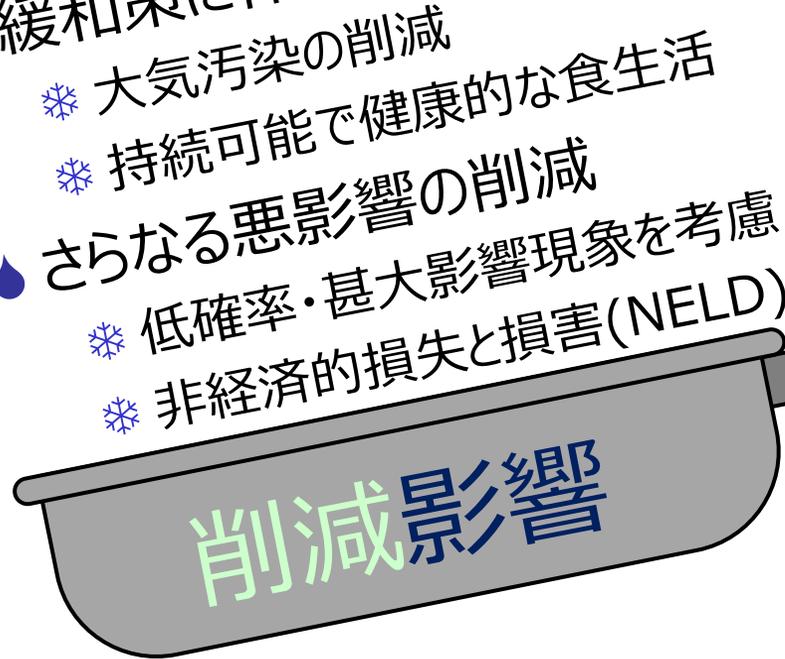
SSP3 前途多難社会

💧 2010年-2099年の全世界について集計された、いくつかの社会経済シナリオ(SSP1、SSP2、SSP3)に対する気候変動の総費用(生物多様性損失や健康被害について0.1%固定の割引率を適用した場合)。累積割引費用の累積割引GDPに対する割合(%)で示す。点は平均値で、不確実性を示すバーは5つのGCMの結果間の1標準偏差。

野心的な気候変動目標が得?

- 緩和策に伴う健康被害軽減
 - ❄️ 大気汚染の削減
 - ❄️ 持続可能で健康的な食生活
- さらなる悪影響の削減
 - ❄️ 低確率・甚大影響現象を考慮
 - ❄️ 非経済的損失と損害(NELD)

- 科学技術イノベーションによる緩和費用さらなる削減
- ⇔ 緩和策の副作用



緩和費用

削減影響

- 移民危機の回避 ← 先進国
- エネルギー安全保障

気候変動予測の不確実性削減も重要

<https://pawaposuke.com/?p=260>

将来の途上国の
影響軽減=便益

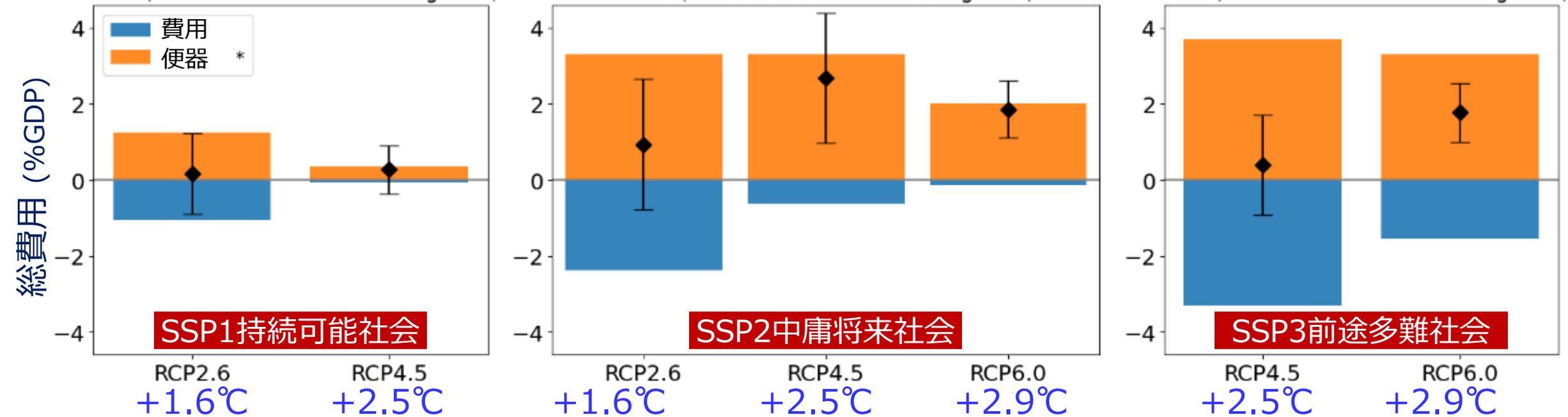
気候正義の問題

近未来の先進国が
費用負担

C/B analysis of CC

“潜在的な被害を回避するためのすべての便益を考慮しなくても、地球温暖化を2℃に抑えることによる世界経済・社会的便益は、評価された文献のほとんどにおいて緩和コストを上回っている” (IPCC AR6 SYR C.24, 2023)

非市場価値は0.1%で割引



黒点が便益-費用、不確実性を示すバーは5つのGCMの結果間の1標準偏差。

* For SSP1, “Cost” and “Benefit” are defined as increase of mitigation cost and decrease of total damage, respectively, compared to RCP6.0, while for SSP2 and SSP3 as those compared to RCP8.5.

おわりに

- 💧 緩和費用(45-130 B\$)と、緩和によって削減される悪影響(23-145 B\$)とが不確実性の範囲で同程度
- 💧 緩和費用も気候変動の悪影響も、どのような社会になるか次第
 - ❄️ 気候変動レベル(RCP)によらず持続可能な社会(SSP1)が総費用最小
 - ❄️ 気温上昇が大きいと不確実性の幅も大
 - リスク回避には気温上昇を抑えるのが望ましい
- 💧 価値観によって最小総費用は異なる
 - ❄️ 長期的視点(低割引率)だと、今の緩和費用<<将来の被害
- 💧 気候変動対策と生物多様性保全と持続可能な開発は一体で