

IPCCの今後の役割

茅 陽一

(公財)地球環境産業技術研究機構

2016. 3. 7

目次

1. IPCCの歴史とその基本姿勢

2. COP21/Paris協定とIPCC

1) 1.5°Cシナリオ問題

UNFCCCよりの要請

1. 5°Cシナリオのむずかしさ—Rogelj論文の内容

2) ゼロネットエミッション問題

パリ協定の提案: GHGの排出=吸収の目標

IPCCの指摘: 温度上昇とCO₂累積排出の比例関係

→ 温度安定化=CO₂ net zero emission

この差をどう考えるか

3. IPCCにのぞまれる行動

1) 科学的不確定性の低減

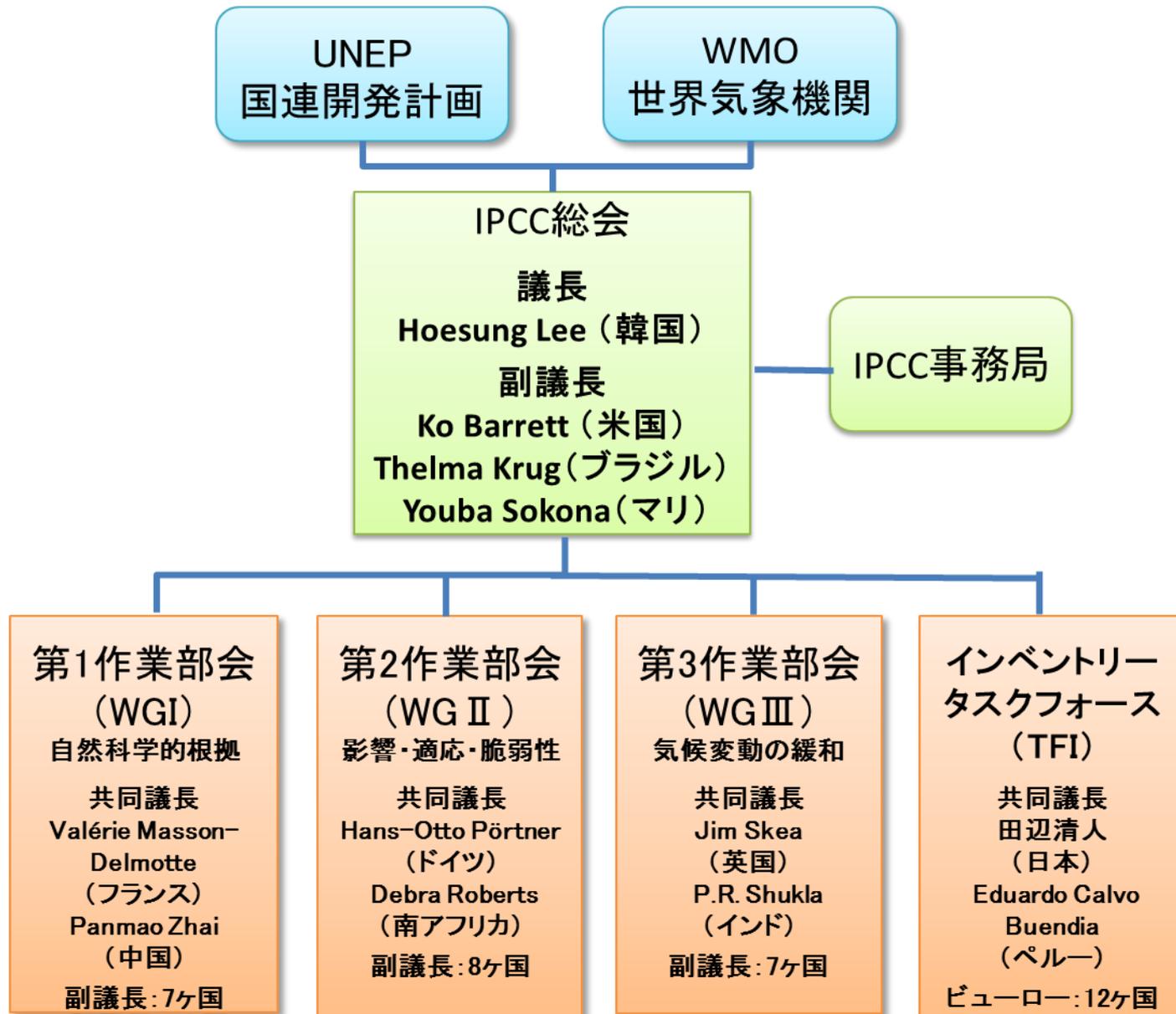
例1. 温度上昇の影響 例2. 気候感度

2) IPCC報告の姿勢—for vs. by policy makers

IPCCの概要

- 0 IPCCの発足 1988年11月
- 1. 報告書
 - 1990～2014に5つの報告書
 - それぞれ3つのワーキンググループ
(科学、影響、対策)
 - 現在第6次IPCCの首脳が確定(Chairman:H.Lee – Korea)
- 2. 参加科学者
 - 例: 第5次報告書のauthors(世界195か国より)
 - WG1 258
 - WG2 308
 - WG3 233
- 3. 2007年にノーベル平和賞を受ける

組織概要(第6次議長団)



主な活動(評価報告書)

IPCC報告書	公表年
第1次評価報告書 First Assessment Report (FAR)	1990年
第2次評価報告書 Second Assessment Report (SAR)	1995年
第3次評価報告書 Third Assessment Report (TAR)	2001年
第4次評価報告書 Fourth Assessment Report (AR4)	2007年
第5次評価報告書 Fifth Assessment Report (AR5)	2014年

第6次評価報告書は、AR5と同様、5～7年の間に作成

主な活動(特別報告書)

特別報告書(SR)	公表年
気候変動の影響と適応策の評価のための技術ガイドライン	1994年
放射強制力とIPCCIS92排出シナリオ	1994年
気候変動の地域影響:脆弱性の評価	1997年
航空機と地球大気	1999年
技術移転の手法上および技術上の課題	2000年
排出量シナリオ(SRES)	2000年
土地利用、土地利用変化および林業	2000年
オゾン層保護と気候システム	2005年
二酸化炭素回収貯留	2005年
再生可能エネルギー源と気候変動の緩和(SRREN)	2011年
気候変動への適応推進に向けた極端現象および災害のリスク管理(SREX)	2012年

IPCCとCOP(1)

—本来のIPCCの役割—

初代B.Bolin委員長以来の基本方針

報告書発表時点までの権威ある(査読つき)

科学的知見をまとめること

温暖化対応政策に関する政策提言は

行わない。IPCCはあくまで科学的reference

—policy relevant but not policy prescriptive

IPCCとCOP(2)

— 温度目標にみるCOPの影響 —

1. 第4次報告までのIPCC

排出シナリオが実行可能性を考慮して作成された傾向がみてとれる

2. 第5次報告

COPの2°C目標指向を反映したシナリオ作成

3. 第6次報告への作業

1. 5°C目標のシナリオ作成をCOPがIPCCに依頼

図：第4次報告(2007)で提出された排出シナリオ

2°C目標カテゴリー

Table SPM.5: Characteristics of post-TAR stabilization scenarios [Table TS 2, 3.10]^{a)}

Category	Radiative forcing (W/m ²)	CO ₂ concentration ^{c)} (ppm)	CO ₂ -eq concentration ^{c)} (ppm)	Global mean temperature increase above pre-industrial at equilibrium, using "best estimate" climate sensitivity ^{b), c)} (°C)	Peaking year for CO ₂ emissions ^{d)}	Change in global CO ₂ emissions in 2050 (% of 2000 emissions) ^{d)}	No. of assessed scenarios
I	2.5-3.0	350-400	445-490	2.0-2.4	2000-2015	-85 to -50	6
II	3.0-3.5	400-440	490-535	2.4-2.8	2000-2020	-60 to -30	18
III	3.5-4.0	440-485	535-590	2.8-3.2	2010-2030	-30 to +5	21
IV	4.0-5.0	485-570	590-710	3.2-4.0	2020-2060	+10 to +60	118
V	5.0-6.0	570-660	710-855	4.0-4.9	2050-2080	+25 to +85	9
VI	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90 to +140	5
Total							177

もっとも人気の集中したカテゴリー

表：IPCC第5次報告に記載されたシナリオ

Table SPM.1 | Key characteristics of the scenarios collected and assessed for WGIII AR5. For all parameters, the 10th to 90th percentile of the scenarios is shown.^{1,2} [Table 6.3]

CO ₂ eq Concentrations in 2100 [ppm CO ₂ eq] Category label (concentration range) ³	Subcategories	Relative position of the RCPs ⁵	Cumulative CO ₂ emissions ² [GtCO ₂]		Change in CO ₂ eq emissions compared to 2010 in [%] ⁴		Temperature change (relative to 1850–1900) ^{6,4}						
			2011–2050	2011–2100	2050	2100	2100 Temperature change [°C] ⁷	Likelihood of staying below temperature level over the 21st century ⁸					
								1.5°C	2.0°C	3.0°C	4.0°C		
430	Only a limited number of individual model studies have explored levels below 430 ppm CO ₂ eq												
450 (430–480)	Total range ^{9, 10}	RCP2.6	550–1300	630–1180	–72 to –41	–118 to –78	1.5–1.7 (1.0–2.8)	More unlikely than likely	Likely	Likely			
500 (480–530)	No overshoot of 530 ppm CO ₂ eq		860–1180	960–1430	–57 to –42	–107 to –73	1.7–1.9 (1.2–2.9)	Unlikely	More likely than not				
	Overshoot of 530 ppm CO ₂ eq		1130–1530	990–1550	–55 to –25	–114 to –90	1.8–2.0 (1.2–3.3)		About as likely as not				
550 (530–580)	No overshoot of 580 ppm CO ₂ eq		1070–1460	1240–2240	–47 to –19	–81 to –59	2.0–2.2 (1.4–3.6)		More unlikely than likely ¹²				
	Overshoot of 580 ppm CO ₂ eq		1420–1750	1170–2100	–16 to 7	–183 to –86	2.1–2.3 (1.4–3.6)						
(580–650)	Total range	RCP4.5	1260–1640	1870–2440	–38 to 24	–134 to –50	2.3–2.6 (1.5–4.2)		Unlikely			More likely than not	
(650–720)	Total range		1310–1750	2570–3340	–11 to 17	–54 to –21	2.6–2.9 (1.8–4.5)						
(720–1000)	Total range	RCP6.0	1570–1940	3620–4990	18 to 54	–7 to 72	3.1–3.7 (2.1–5.8)		Unlikely ¹¹			More unlikely than likely	
>1000	Total range	RCP8.5	1840–2310	5350–7010	52 to 95	74 to 178	4.1–4.8 (2.8–7.8)					Unlikely ¹¹	Unlikely

1.5°C
シナリオ

Source: IPCC Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change SPM, Table SPM.1, p.13

Paris agreementと1.5°C目標

Article 2

(a) Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and **to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels**

Paris協定のIPCCへの要請

Decision of COP 21

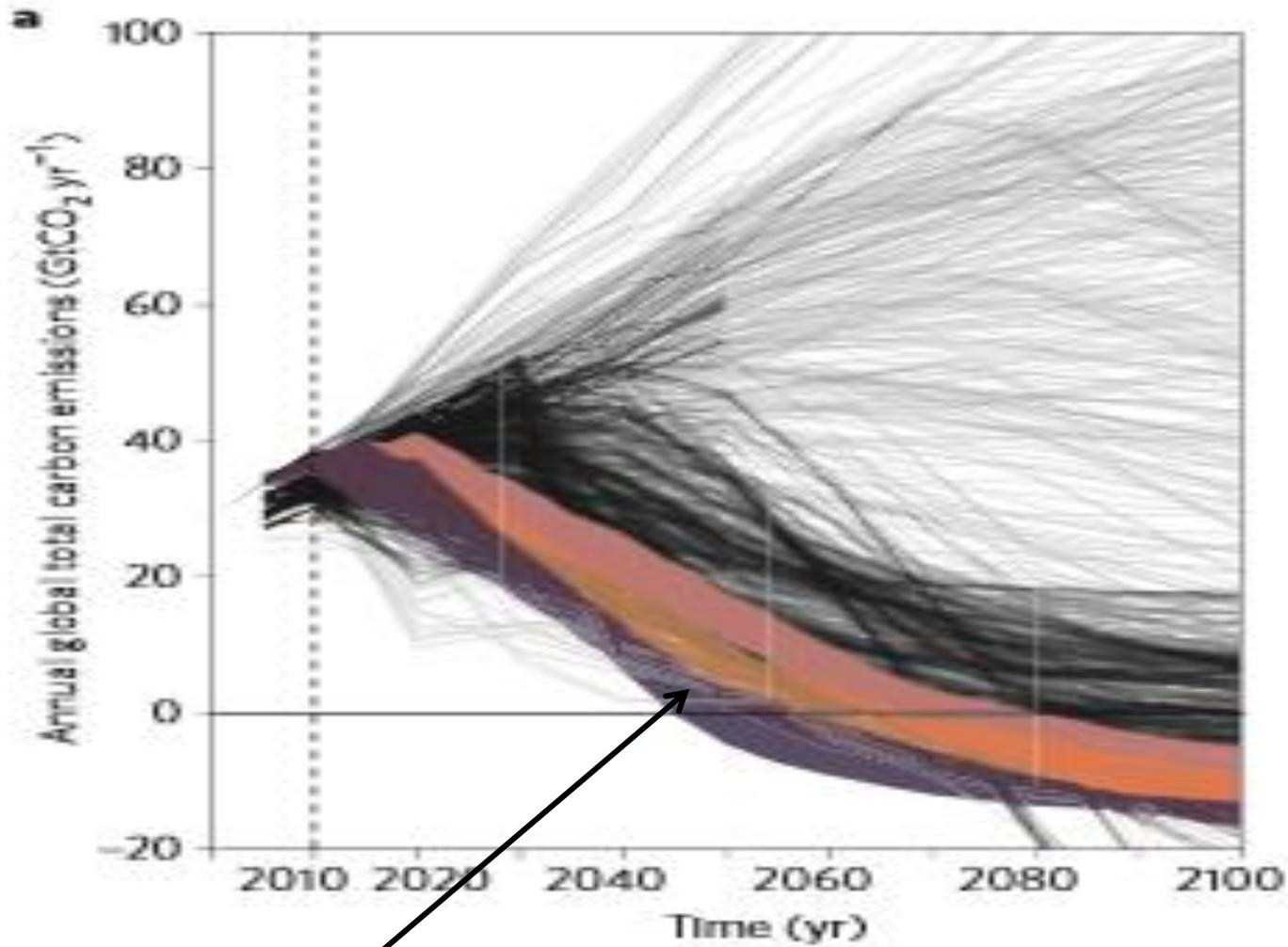
21. (COP) Invites IPCC to provide a special report in 2018 on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways;

Rogeljらの分析

Source: Rogelj, J. et al, Nature Climate Change,
vol.5, June 2015

内容: IIASAのモデルMESSAGEを用いた1.5°C
シナリオ(2100までに地球表面温度を
工業化以前に比し1.5°C以下とする確率
50%)

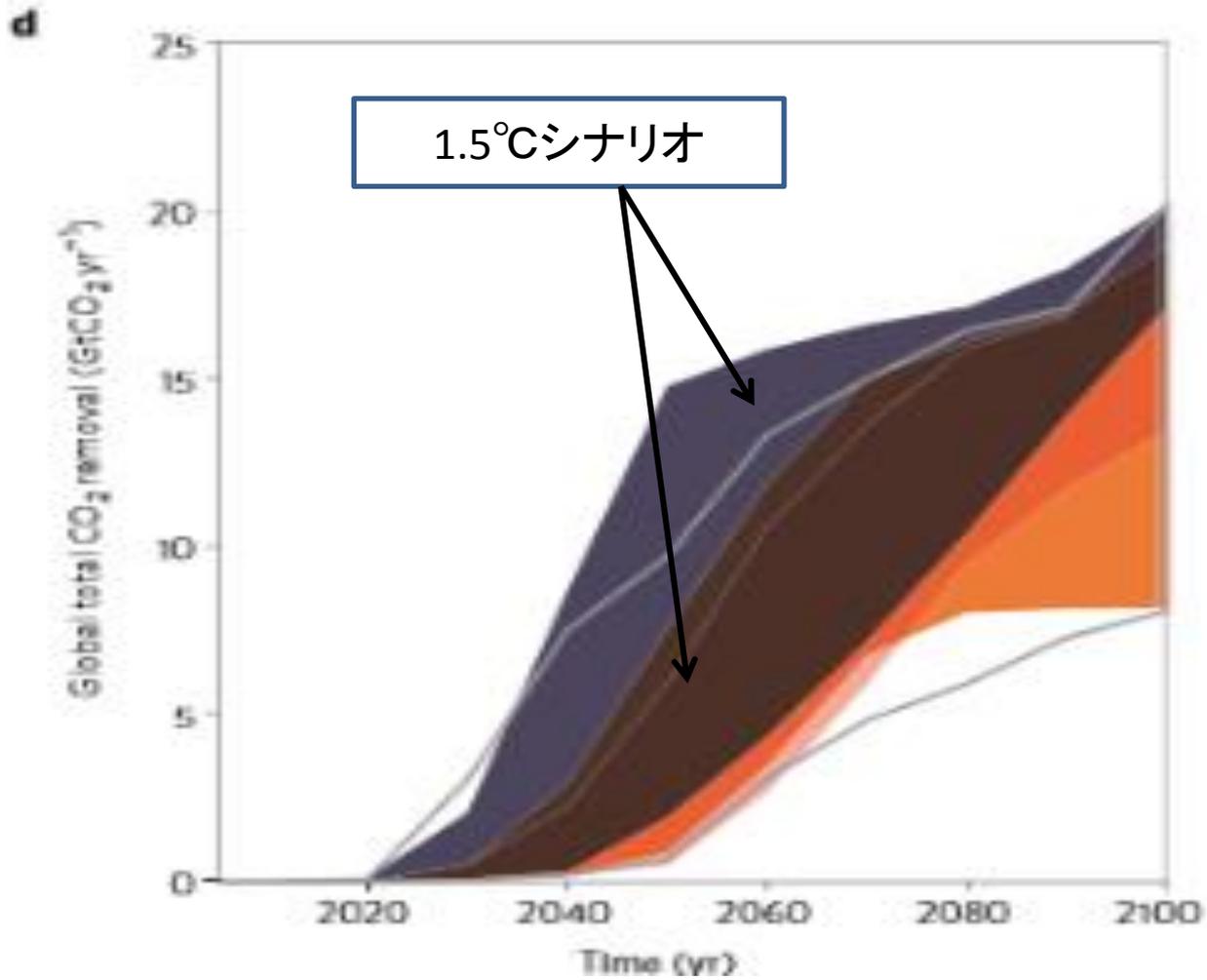
図:1.5°C以下目標(50%以上確率)に対するCO2排出曲線



<1.5°C in 2100 with prob. 50%

Source: Rogelj, j. et al: Nature c.c. vot.6, June 2015

図: 1.5°C目標時のCO2吸収量(Gt CO2/y.)



Source: Rogelj, j. et al: Nature c.c. vol.6, June 2015

表：諸種草・農産物のC生産性

Crop type	Carbon capture(ton C eq /ha /year)
miscanthus	5.83~8.59
Switchgrass	3.16~4.60
柳	4.67
ユーカリ	4.17~11.53
とうもろこし(作物)	4.60~11.96
農業廃棄物	1.66~1.78
森林廃棄物	0.60~1.05

Source:Smith,P.et al, Nature C.C. Vol.6,Jan 2016, Supplement

1.5°Cシナリオにおける必要BECCS面積

—前頁表にもとずき計算—

西暦年	草	とうもろこし	農業廃棄物
2050	0.1 ~ 1.2Gha (80%)	0.05 ~ 1Gha (65%)	1.1 ~ 8 Gha 不可能
2080	0.5 ~ 1.5 不可能	0.25 ~ 1.1 (70%)	6 ~ 10 不可能
上記括弧内数字: 対可耕地比率			

世界 農業地面積 5.0Gha
可耕地(arable land) 面積 1.5

Source: Smith, P. et al, Nature C.C. vol,6,Jan 2016

パリ協定の排出吸収平衡提案

Paris agreement Article 4

温室効果ガスの人為的排出と吸収を今世紀の後半50年以内に平衡させる。

= 温室効果ガスのネットゼロエミッション

ベースの目標

地球平均温度上昇が工業化以前に比して
十分2°C以下。

IPCC AR5 WG1 SPMの指摘

地球表面平均温度は(人為的)累積CO₂排出量と大凡線形の関係にある

→ 地球表面平均温度一定の条件

＝人為的累積排出量の増加がほぼゼロ
したがって次のことがいえる。

温度安定化の条件

～ ネットの人為的CO₂排出ゼロエミッション

図: CO2累積排出量と温度上昇との関係

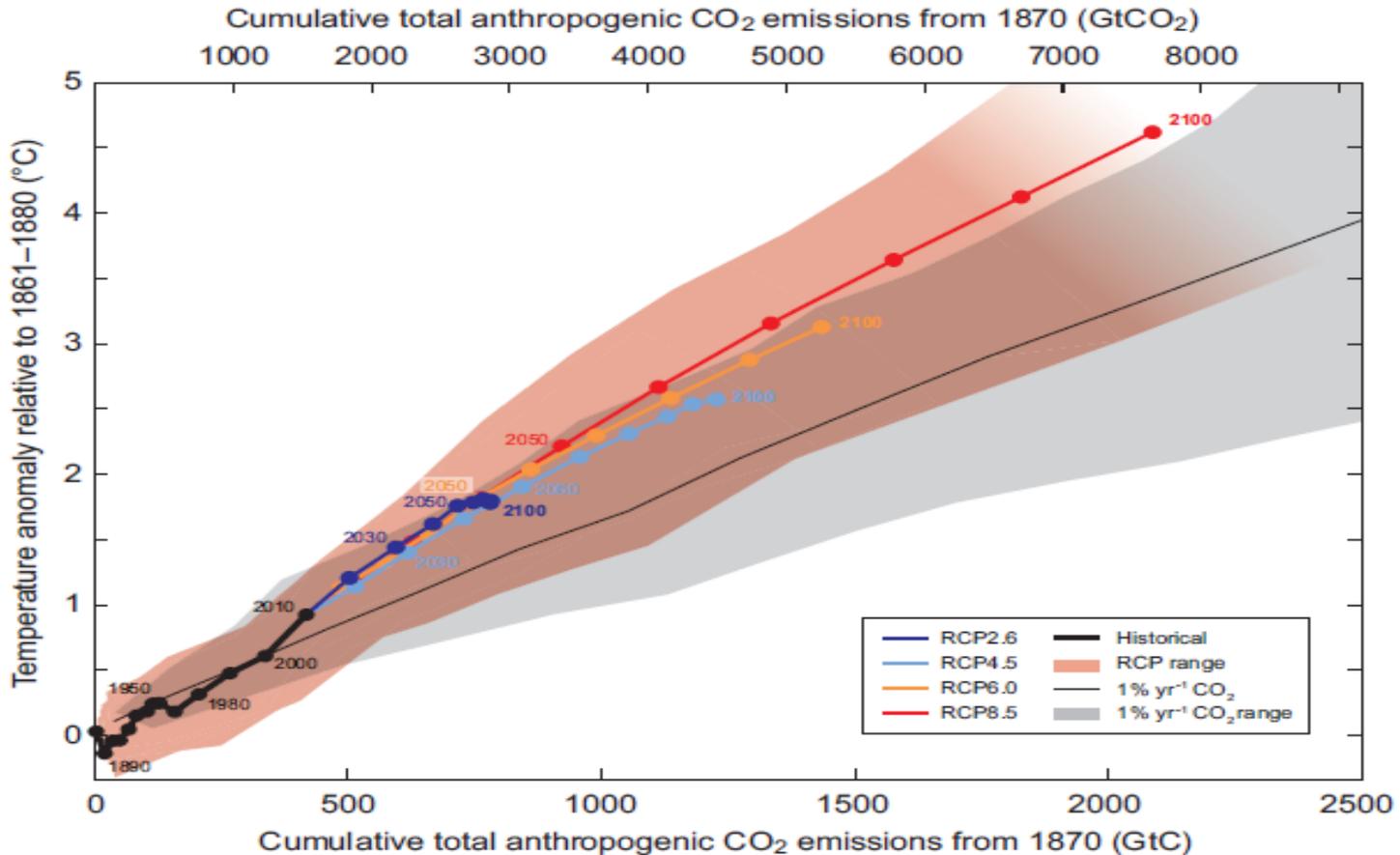


Figure SPM.10 | Global mean surface temperature increase as a function of cumulative total global CO₂ emissions from various lines of evidence. Multi-model results from a hierarchy of climate-carbon cycle models for each RCP until 2100 are shown with coloured lines and decadal means (dots). Some decadal means are labeled for clarity (e.g., 2050 indicating the decade 2040–2049). Model results over the historical period (1860 to 2010) are indicated in black. The coloured plume illustrates the multi-model spread over the four RCP scenarios and fades with the decreasing number of available models in RCP8.5. The multi-model mean and range simulated by CMIP5 models, forced by a CO₂ increase of 1% per year (1% yr⁻¹ CO₂ simulations), is given by the thin black line and grey area. For a specific amount of cumulative CO₂ emissions, the 1% per year CO₂ simulations exhibit lower warming than those driven by RCPs, which include additional non-CO₂ forcings. Temperature values are given relative to the 1861–1880 base period, emissions relative to 1870. Decadal averages are connected by straight lines. For further technical details see the Technical Summary Supplementary Material. (Figure 12.45; TS TFE.8, Figure 1)

Source:IPCC AR5 WG1, SPM、2013

「人為的排出に関するCO2ネットゼロエミッション」 の条件の重要性

温度上昇が何度であっても

温度安定化のために必要な条件

→ 温度目標の値に無関係に

温暖化抑制のために必須の条件

IPCCにのぞまれる行動

1. 温暖化の科学に関する不確定性の低減
2. 温暖化に関する科学的知見に関する組織であり、policy relevantな情報を提供することを主眼とすること。
(policy prescriptiveな提言は行わず、政治的に中立であること)

温暖化科学に関する不確定性の例

1. 温暖化による非可逆現象の生起条件

何度の温度上昇？

例. グリーンランド氷床の融解限度

一定温度上昇以上→氷床融解→海面7m上昇

2. 温室効果ガス濃度上昇による温度上昇程度

例。どの程度で温度上昇が2倍となるか？（気候感度問題）

……後述

3. 温暖化の影響の定量的評価

温度上昇とその影響

1) IPCCの影響評価図のあいまい性

2) 殆ど影響の経済評価が存在しない
(あっても根拠希薄)

気候感度の観測データ方式推定

$$\text{ECS} = F_{2 \times \text{CO}_2} \frac{\Delta T}{\Delta F - \Delta Q} \quad (1)$$

ECS: equilibrium climate sensitivity F: 放射強制力
ベース期間、最終期間を指定、そこでのT,F,Qから
(1)式でECSを求める

特徴: 簡単な構造だが実測データから計算

歴史: 2002 Gregory, J.M. et al: An observationally
based estimate of climate sensitivity が発端
以後多くの論文あり

ECSの諸推定結果例

	band estimates (likely)	best estimate
IPCC AR4	2.0 ~ 4.5 K	3.0 K
AR5	1.5 ~ 4.5 K	決定出来ず
1) IPCC AR5 WG,TS Fig.1		median 平均値 Instrumental m. 2.6 K Climate model 法 3.2 K
2) Lewis, N. & J. A. Curry Climate Dynamics, Sept. 2014		Instrumental 法 1.6 – 1.7 K

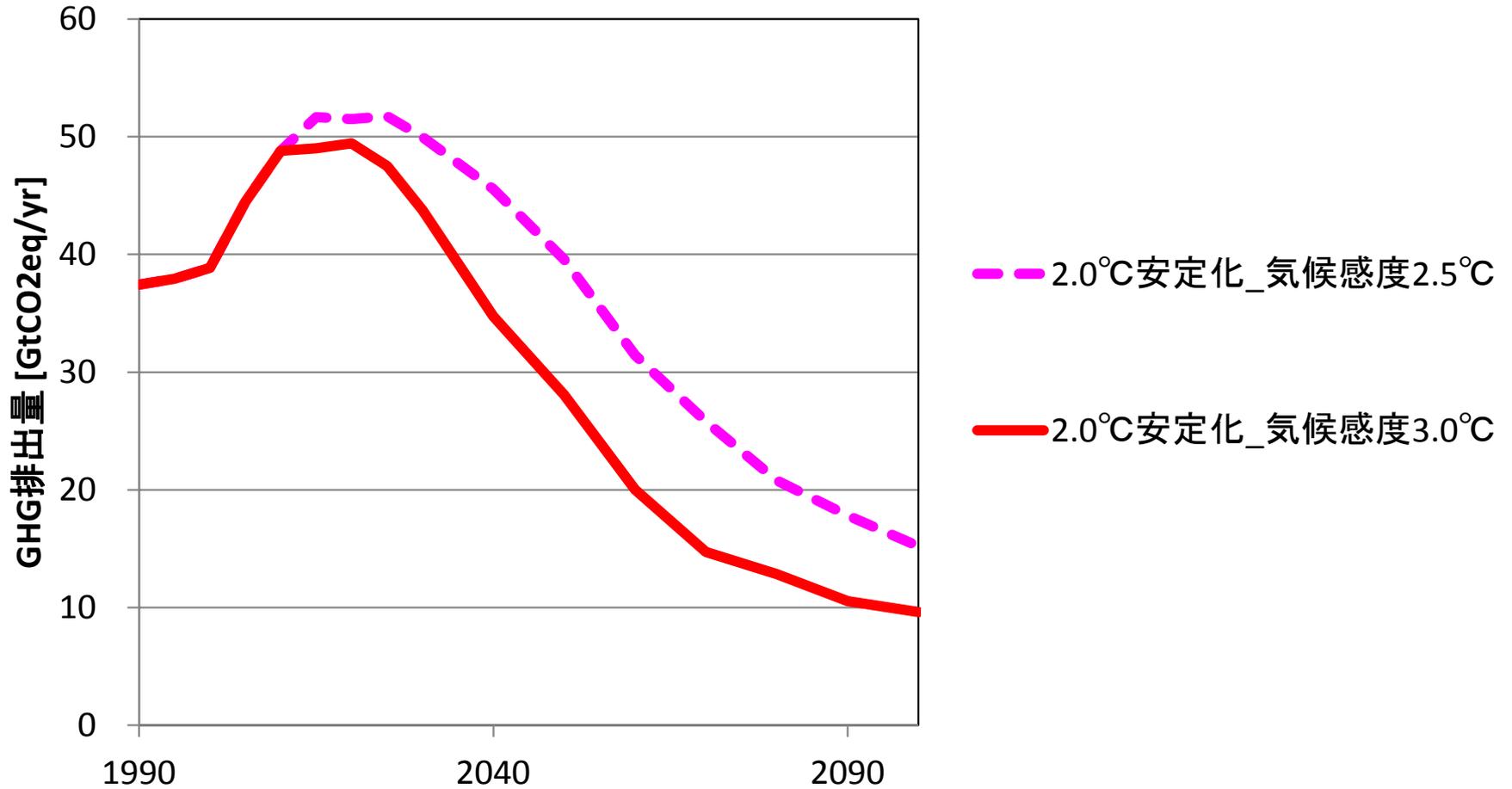
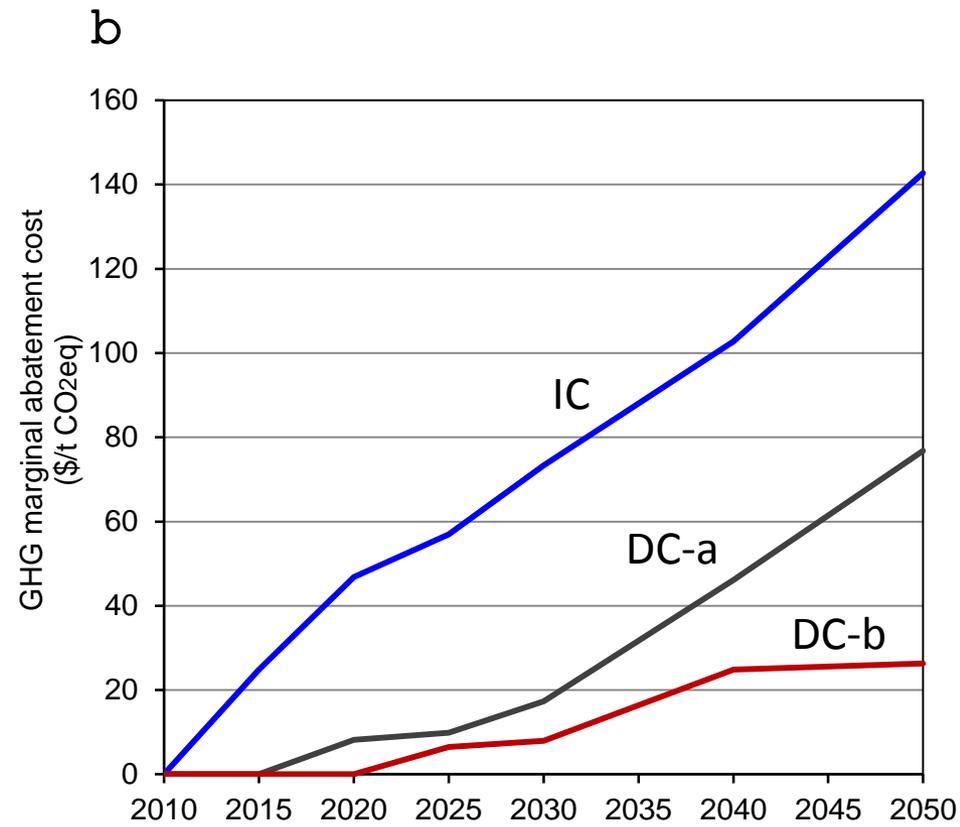
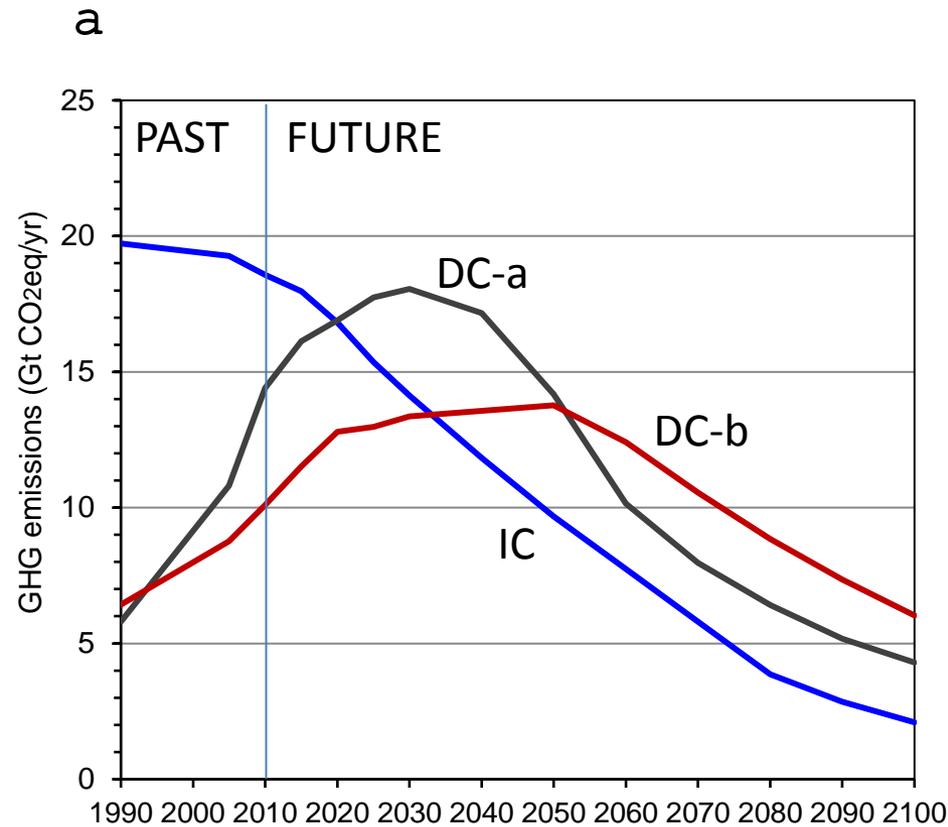


図: 2°C目標に対する世界のGHG排出曲線
 一気候感度3°Cの場合と2.5°Cの場合



図：グループ差をつけた場合のGHG排出曲線と限界費用
IC：先進国
DC-a：中国・インド・ブラジル（peaking 2030）
DC-b：その他途上国（peaking 2040）

2°C目標(気候感度2.5°C)の特性

—気候感度3.0°Cの場合との比較—

1. GHG排出曲線

2050世界(2000比)

気候感度3°C 35%減*

気候感度2.5°C ほぼゼロ%減

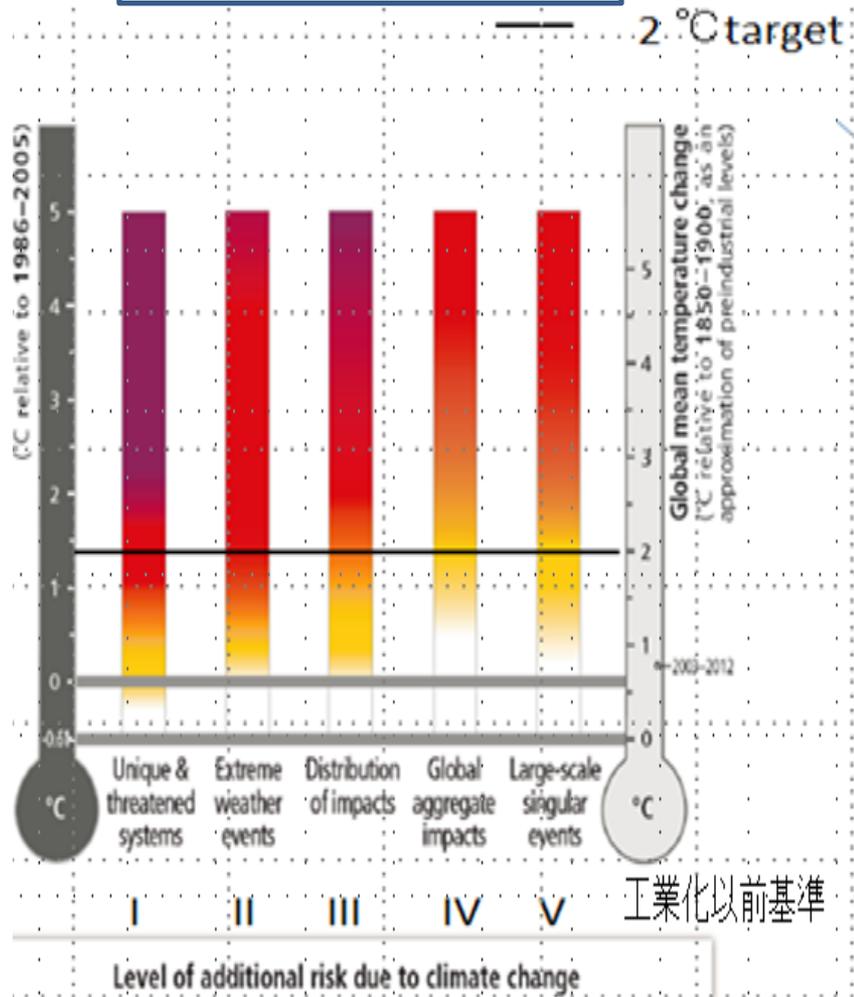
* AR5では2000比で25~62%減

2. 限界費用	世界	IC	DC-a	DC-b
気候感度3°C	320	—	—	—
気候感度2.5°C	70	140	80	25

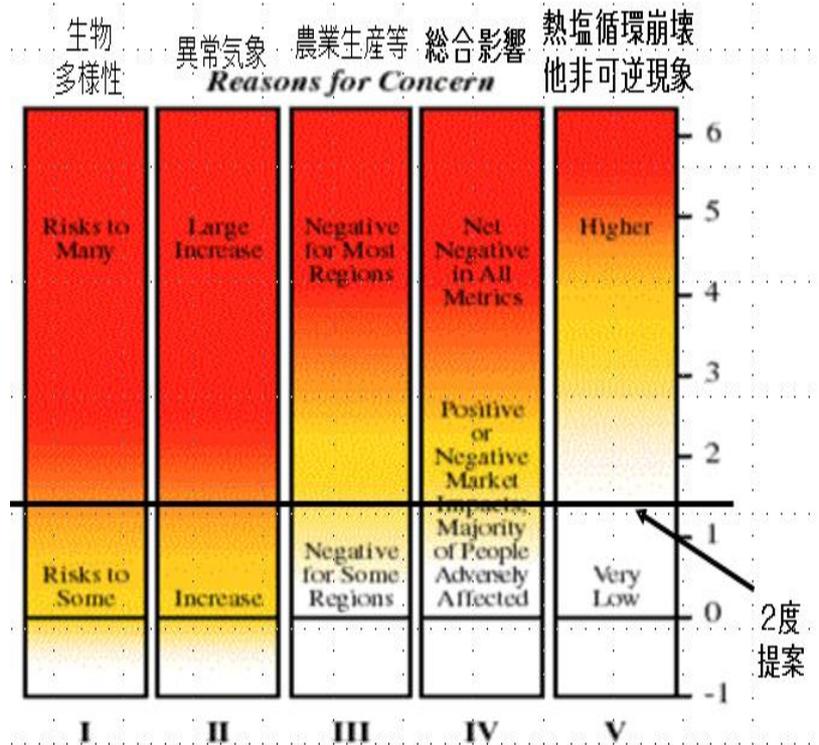
(US \$ /ton CO₂)

温暖化影響評価：IPCC 3次、5次報告書の比較

IPCC 5次報告(2014)



IPCC 3次報告(2001)



IPCCとCOPとの関係

— by vs. for policy makers —

1. AR5 SPM会合からの反響

1) 原稿: IPCC 側で作成

2) 実際のSPM: SPM作成会合に参加した

各国政府メンバーでかなり大きく修正

・・各国事情の反映

例: GHG排出の国の特性格別の表示反対

・・高度成長途上国がGHG排出に

強く貢献、とみられることへの反発

3) 批判: Summary for Policy Makers

by ではないか？

2. のぞましい方向: 著者意見

COPの学術的reference – policy relevant information provider

であるためには、for policy makers の姿勢を貫くべき