

# 中・長期の温暖化抑制目標をめぐって

茅 陽一

(公財)地球環境産業技術研究機構

2014. 2. 4

# 目次

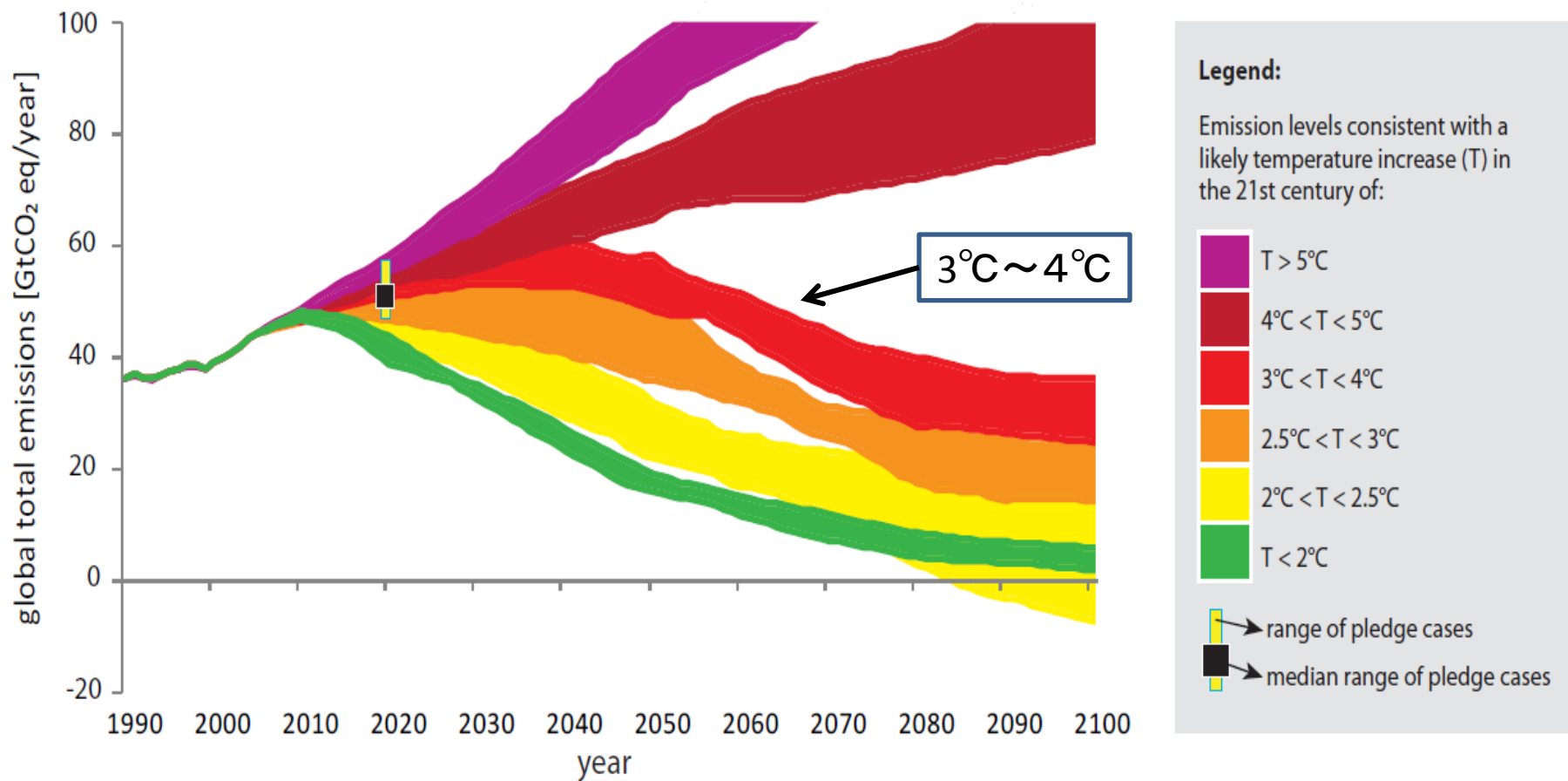
1. Cancun pledges と世銀の4°C上昇シナリオ
2. 2°C目標—2050年世界排出半減の  
きびしさ
3. 2. 5°C目標の提案
4. 長期の気候安定化とCO<sub>2</sub>の抜本的削減  
—IPCC AR-5 WG1報告の示唆
5. CO<sub>2</sub>排出大幅削減の諸シナリオ

# 図：Cancun pledgesと21世紀温度上昇(工業化以前比)

Source: UNEP, The emissions gap report, Tech.summary, Fig.2, 2010

Likely avoided temperature increase of IAM scenarios.

Bar superimposed in 2020 shows expected emissions from the pledges.



<sup>15</sup>The gaps between the coloured bands come about because this report mainly compiled pathways from low greenhouse gas stabilisation scenario.

# 世界銀行の4°C上昇世界像

Source: Turn Down the Heat, The world bank  
November , 2012 ( Potsdam Institute委託)

1. Cancun pledges →

2100年 4°C上昇確率20%

2. 4°C上昇の世界

1) サンゴ礁は絶滅。

2) 海面位 0.5~1m上昇(2100)。

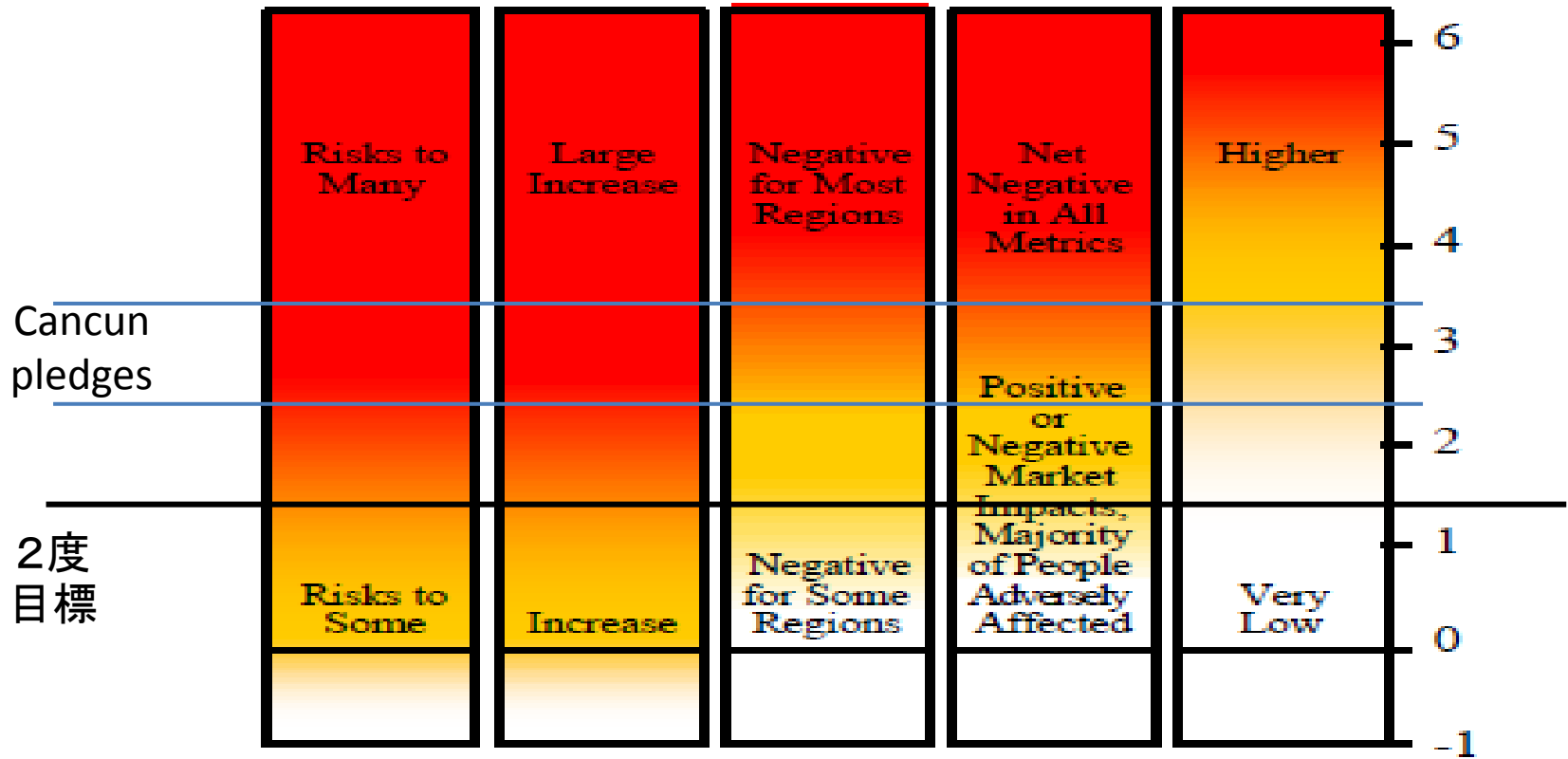
3) 異常事象の頻発(熱波、降雨、旱魃など)

4) Danube, Mississippi, Amazon: 水量20~40%減少

Ganges, Nile: 水量20%増加

5) その他さまざまな問題→社会・国が大きな損失蒙る

### Reasons for Concern



- I Risks to Unique and Threatened Systems
- II Risks from Extreme Climate Events
- III Distribution of Impacts
- IV Aggregate Impacts
- V Risks from Future Large-Scale Discontinuities

図: Cancun 約束と2度目標

# 気候変動枠組条約第2条

## —条約の目的—

### 1. 気候変動の安定化

気候変動に危険な人為的干渉を加えない  
よう温室効果ガス濃度を安定化すること

### 2. 安定な食料生産の確保

### 3. 持続可能な経済発展の実現

2度目標: 1, 2を満たしても

3を満たさない可能性大

新たな目標: 1, 2, 3のすべてを満たす目標

→ 2.5度目標

	対象	2050目標	2020目標
IPCC SPM	世界	50~85%減 ↑ 半減案	—
IPCC WG-3 Bx13.7	Annex-I 諸国	80~95%減 ↑ 先進国合意？	25~40%減 ↑ 先進国

表2: IPCC 2度—450ppm CO<sub>2</sub> eq. シナリオ  
Ref. IPCC AR-4, 2007

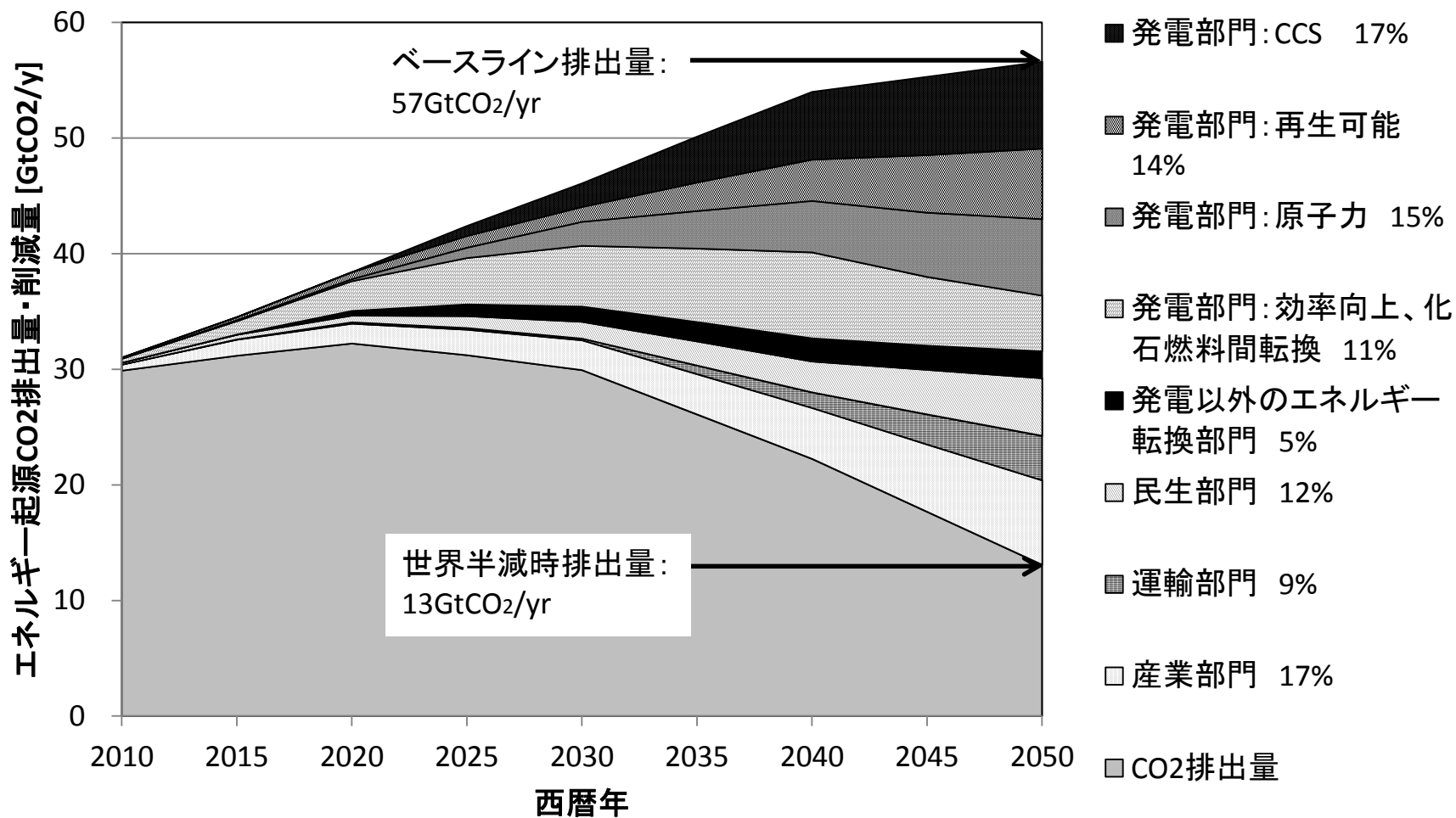


図2 2050 世界CO<sub>2</sub>排出半減シナリオ (RITEによる)



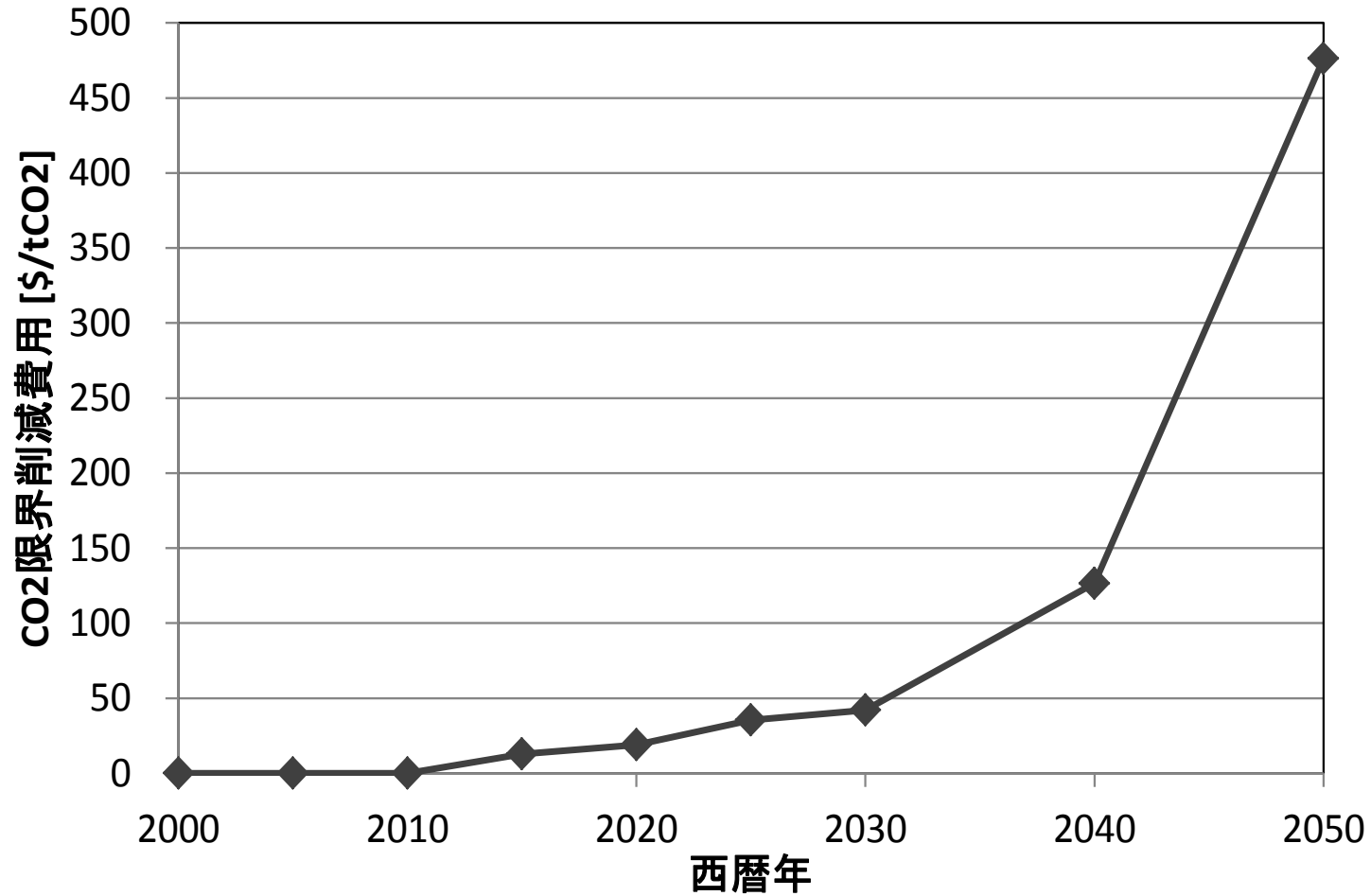


図3 世界二酸化炭素排出半減時の限界費用(RITE試算)

生物  
多様性

異常気象

農業生産等

総合影響

熱塩循環崩壊  
他非可逆現象

*Reasons for Concern*

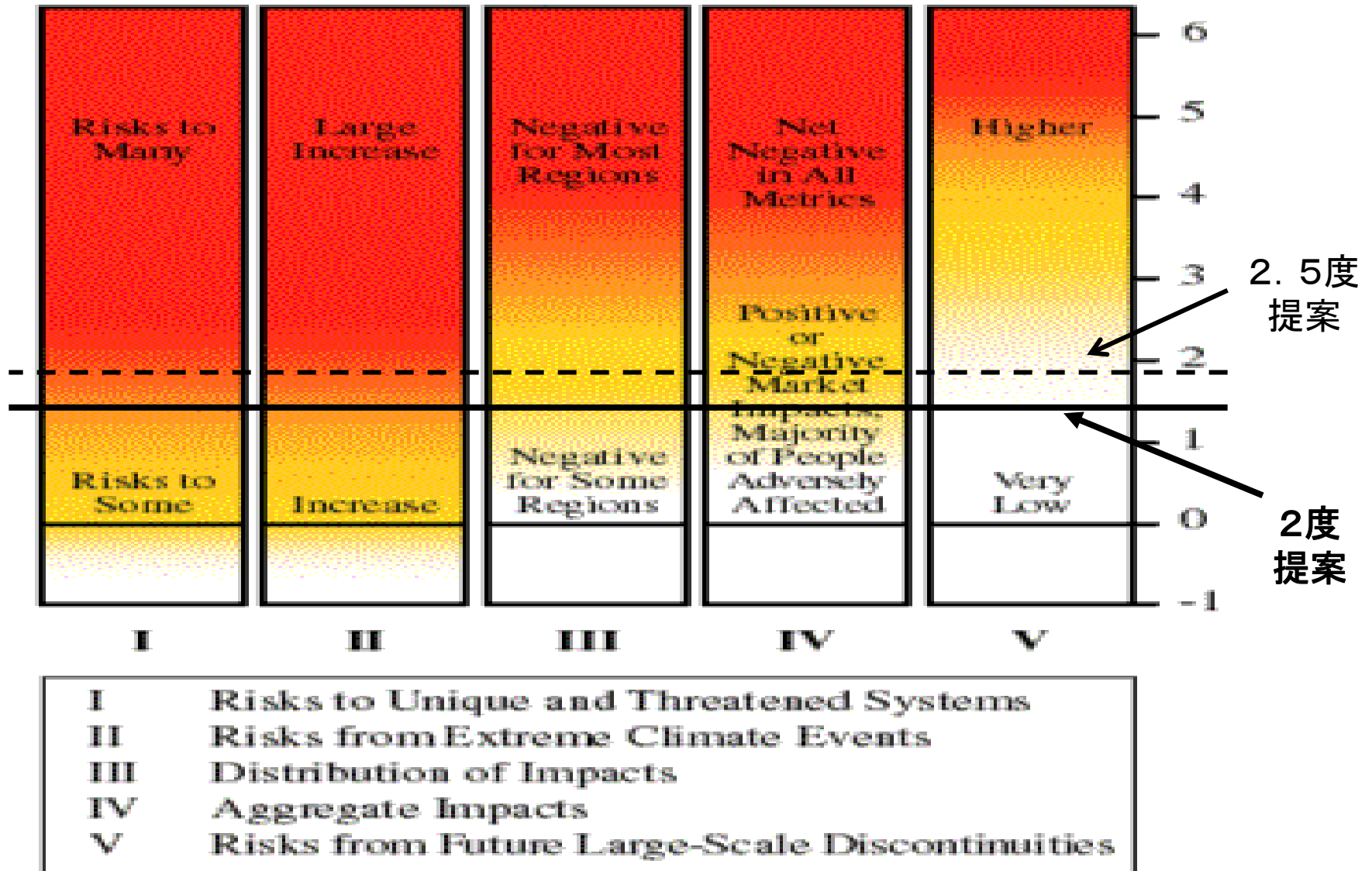


図7: 大気温上昇とその影響 (IPCC 第3次報告書)

# Greenland: AR4とAR5の差？

## —WG1 SPMでの記述—

### Greenlandの氷床の融解

温度上昇が一定の限界を超えると  
止まらない → 最終的に7m上昇？

AR4: 1.9 ~ 4.6°C上昇

AR5: 1 (low confidence) ~ 4°C (medium confidence)  
上昇

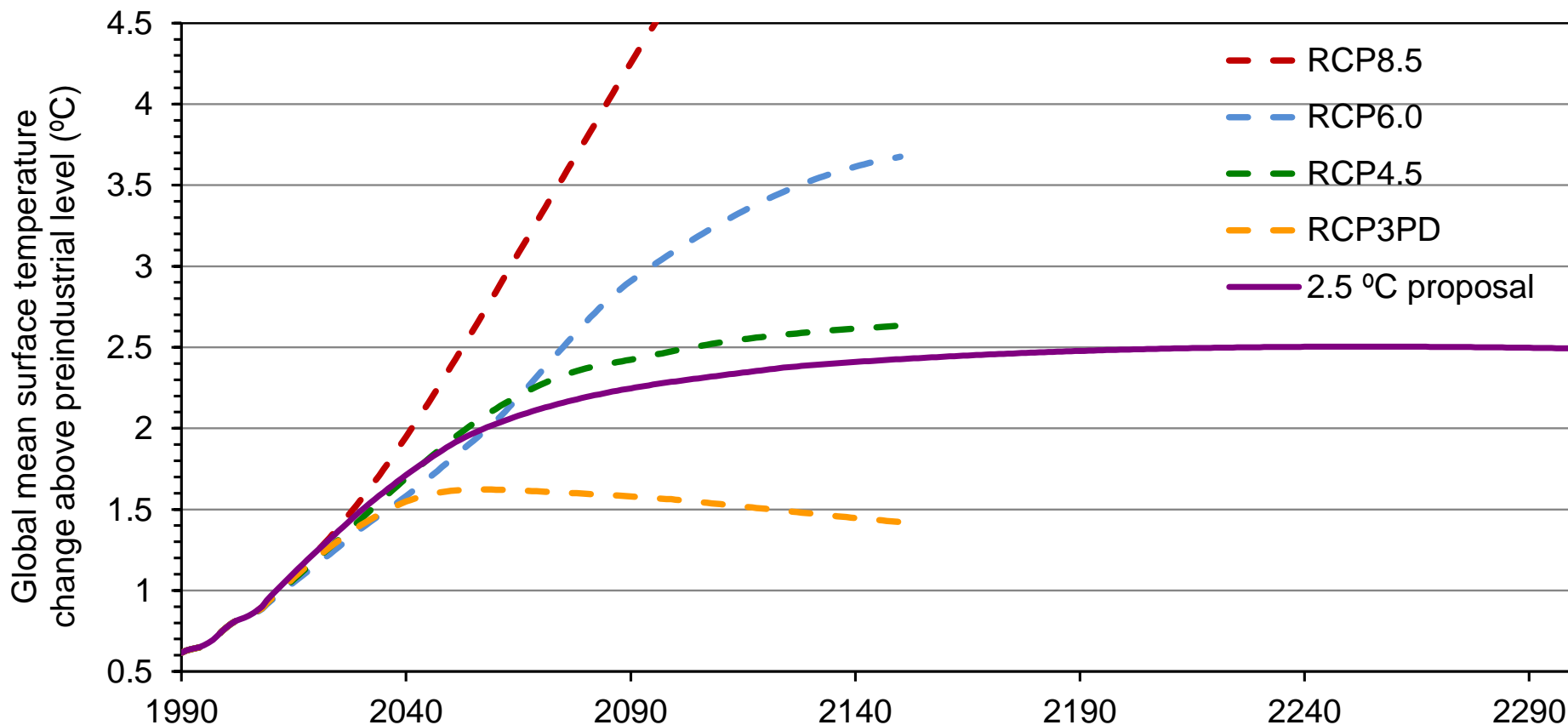
この差をどう考えるか？

AR4: 2°CならまずOK

2.5°Cでも多分大丈夫

AR5: 2°Cでも2.5°Cでもダメかもしれない

注：RCPはIPCCモデルグループの作成したシナリオ群をあらわす。  
数字はそのシナリオの放射強制力増分(W/m<sup>2</sup>、工業化以前基準)



Equilibrium climate sensitivity: 3.0 °C

図8:2. 5度目標時の温度上昇曲線

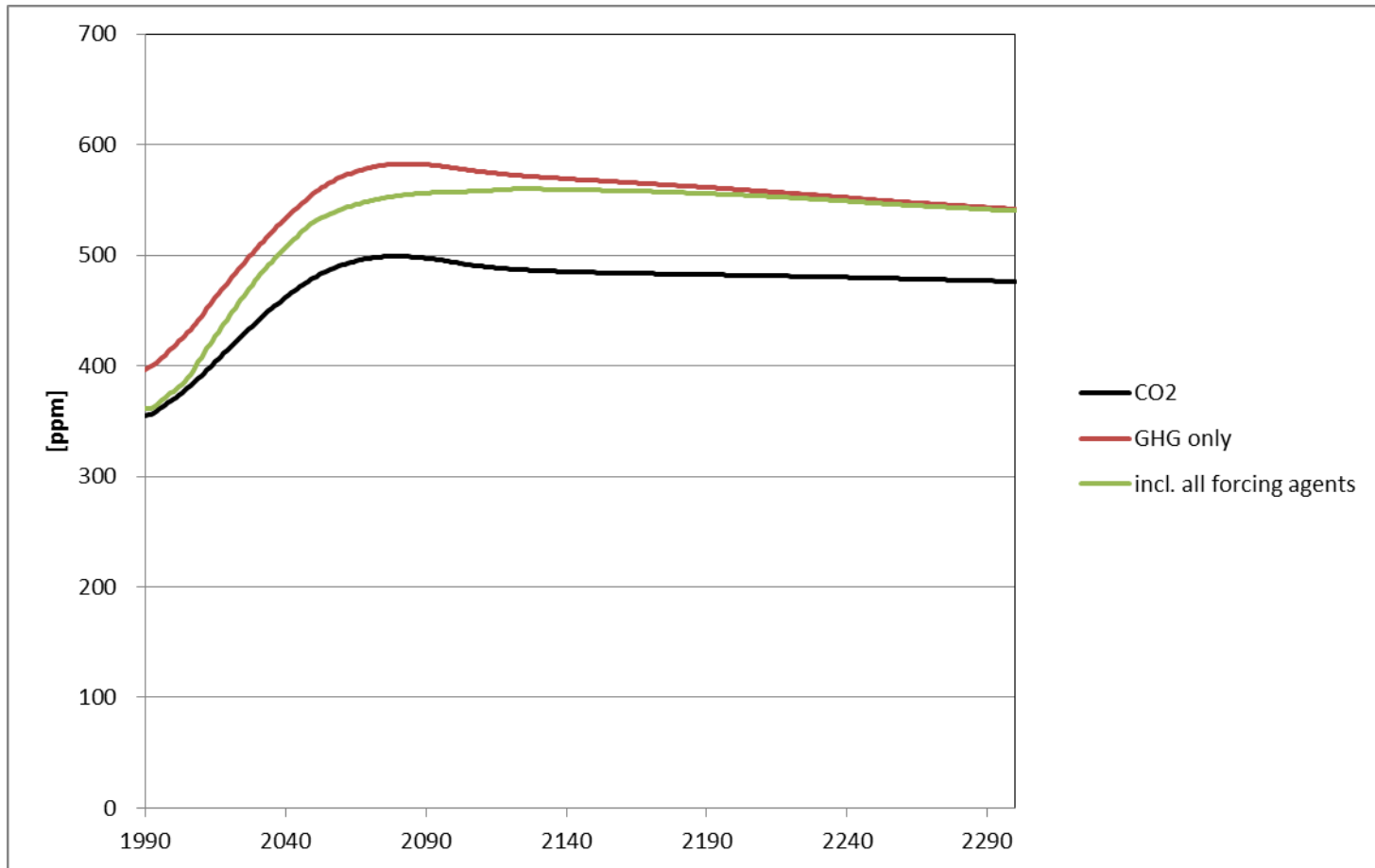


Fig. GHG's and CO2 concentration in the air: 2.5 degree target

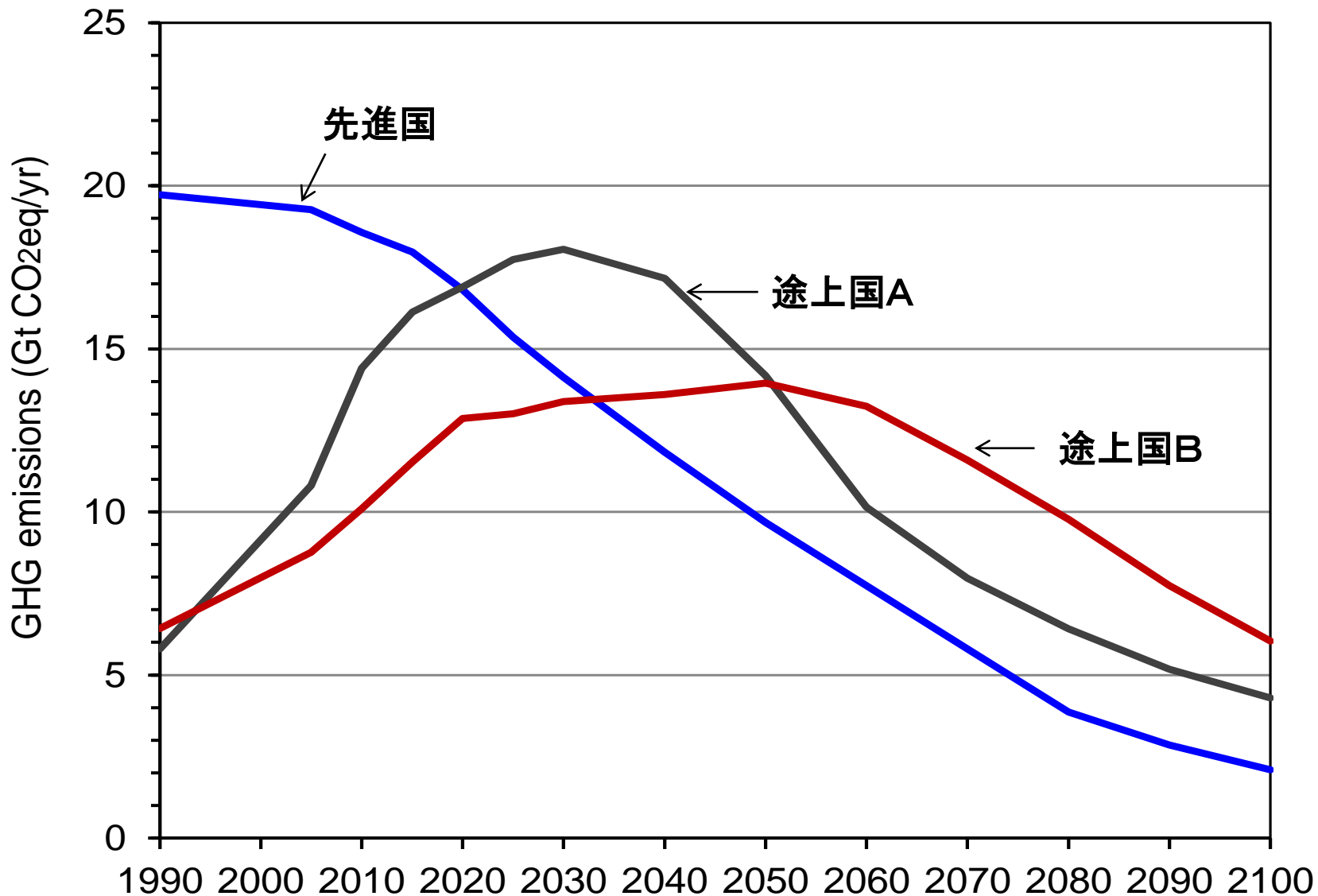


図:2. 5度シナリオ時の各グループのGHG排出  
 途上国A: BRICs (ロシア除く) 途上国B: その他

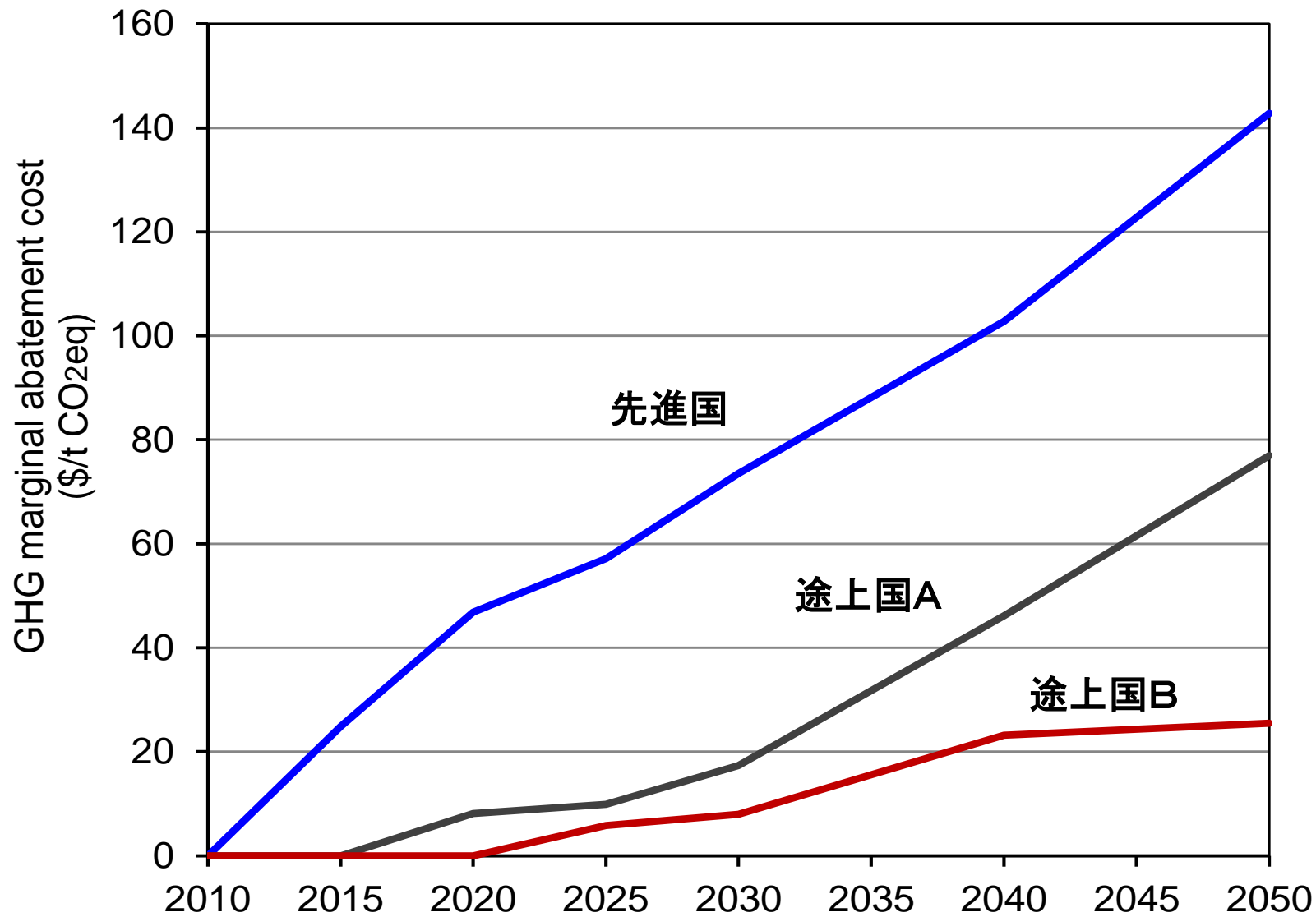
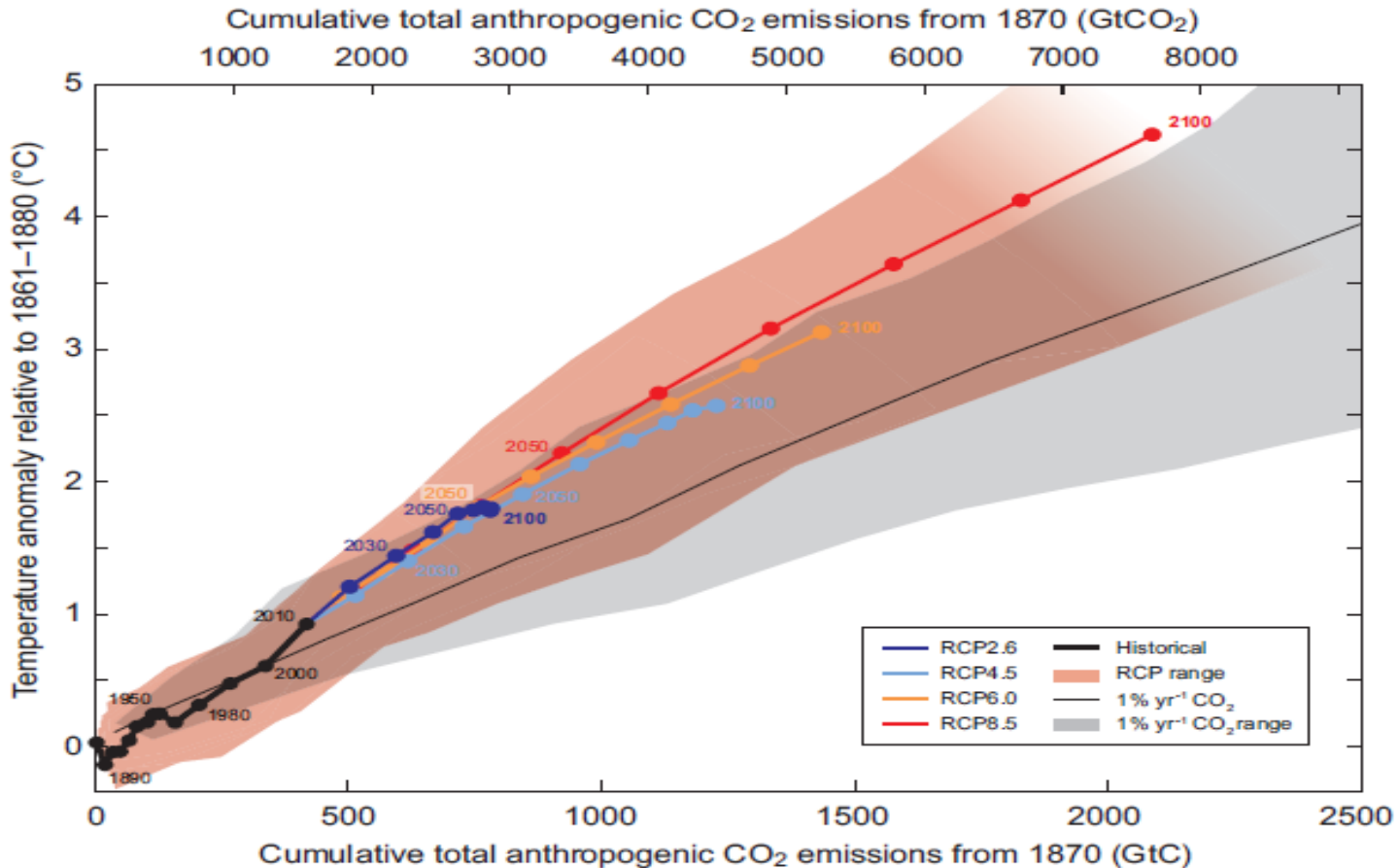


図:各グループの限界費用

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> increase of 1% per year (1% yr<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub> simulations), is given by the thin black line and grey area. For a specific amount of cumulative CO<sub>2</sub> emissions, the 1% per year CO<sub>2</sub> simulations exhibit lower warming than those driven by RCPs, which include additional non-CO<sub>2</sub> 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



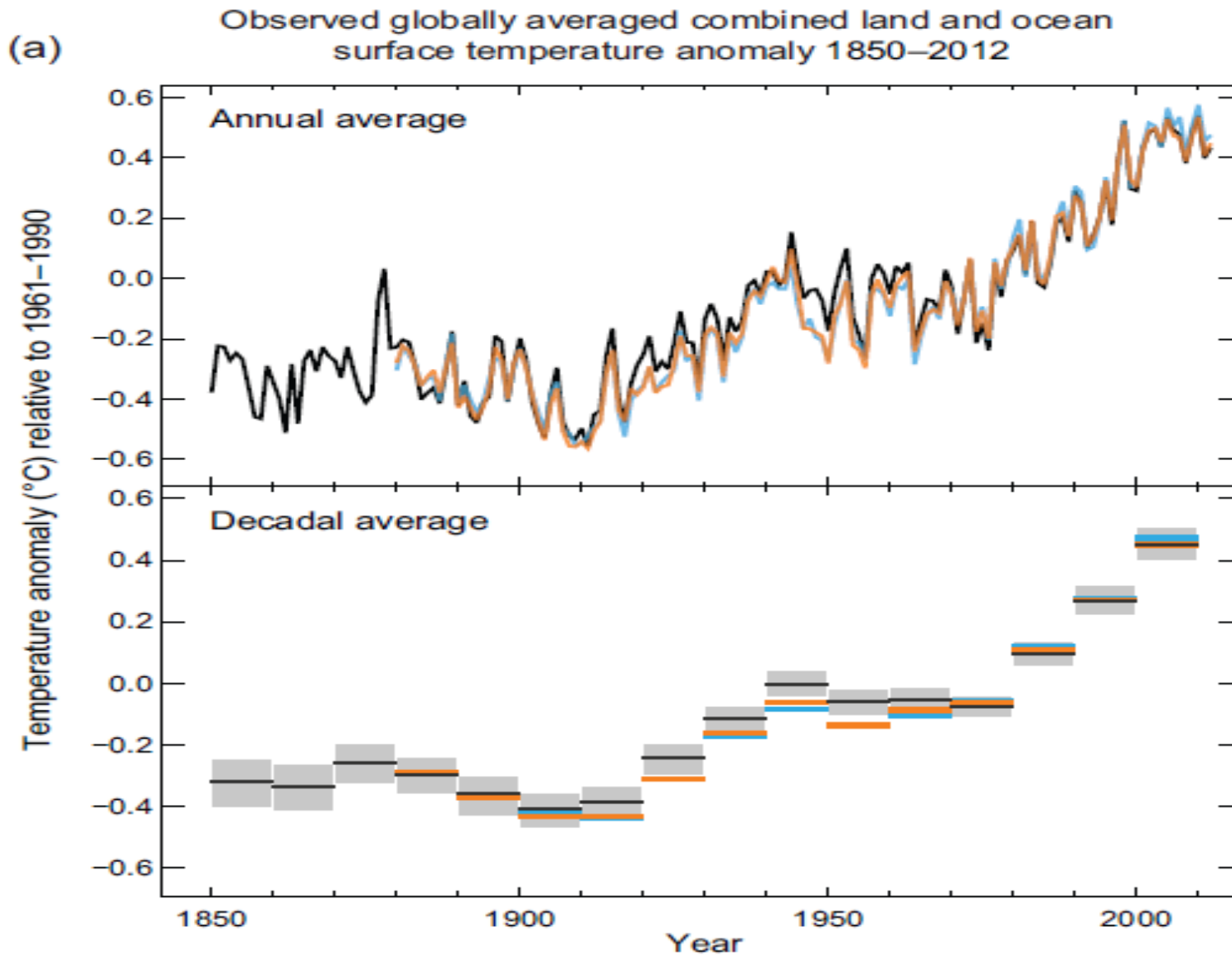
# IPCC AR-5 WG1, Fig.SPM-10の意味

1. 通常の排出の範囲では、

$$\Delta T_{\infty} \propto \sum \text{人為的CO}_2\text{排出量} \quad (1)$$

となる。したがって、CO<sub>2</sub>排出を大幅に削減しない限り温度は上昇を続ける。

2. ただし、温度安定化のために、CO<sub>2</sub>排出量を完全にゼロとすることは意味しない。おそらく現状の排出レベルの1/10以下程度で安定化すると考えられる。(過去のデータよりの推定)



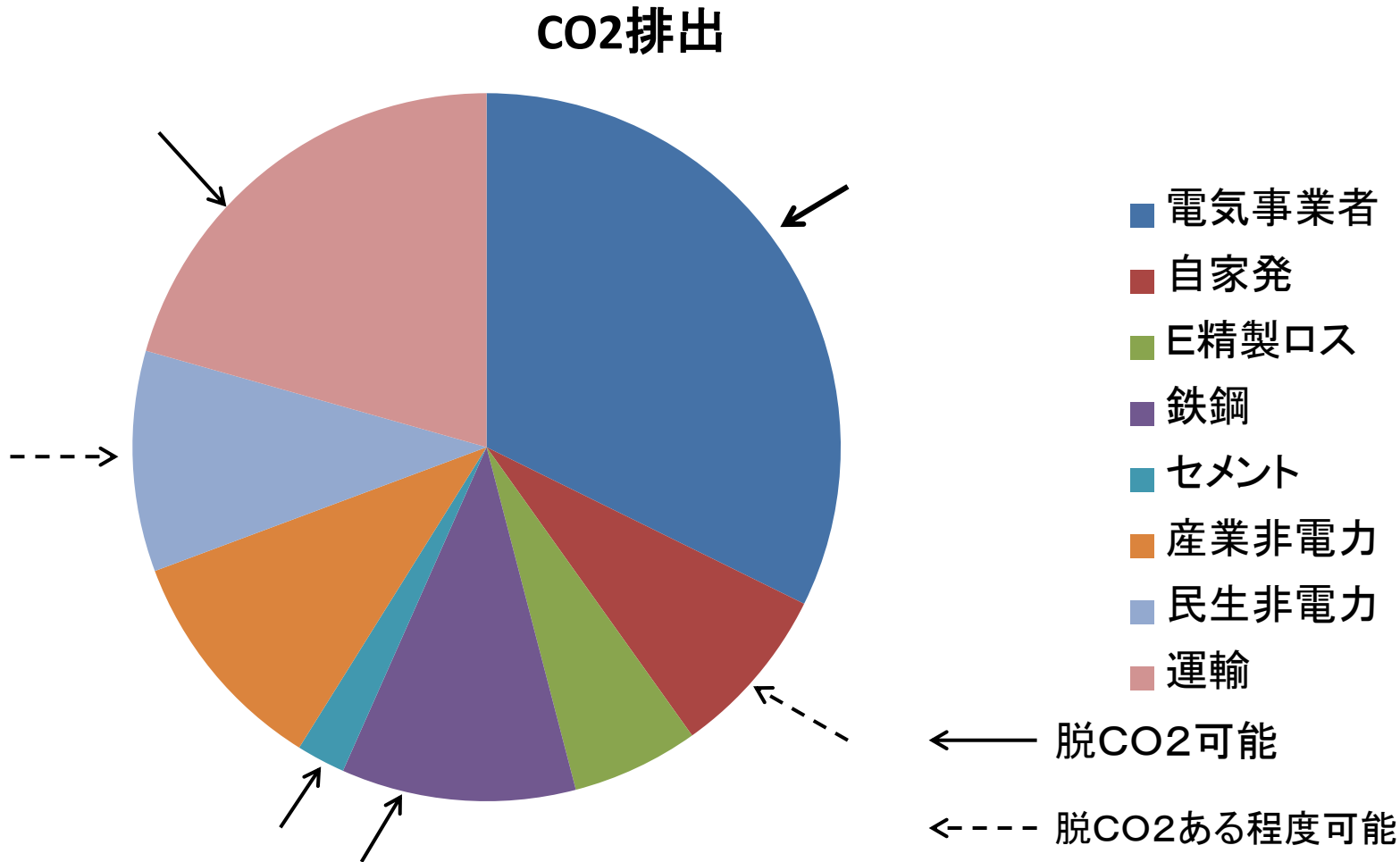
図：過去150年の地球温度変化観測値  
Source: IPCC AR-5 WG1 , Fig.SPM1

# 長期の気候安定化問題

1. 気候安定化のためにはCO<sub>2</sub>の思い切った削減(多分現状の1/10以下)が必要。
2. 方策1 エネルギーの削減  
方策2 排出CO<sub>2</sub>の削減
3. 2002-2011人為的CO<sub>2</sub>排出内訳
  - 7.7 GtC/y 化石燃料
  - 0.6 セメント製造
  - 0.9 土壌・森林(人為的起源)
  - 9.2 計

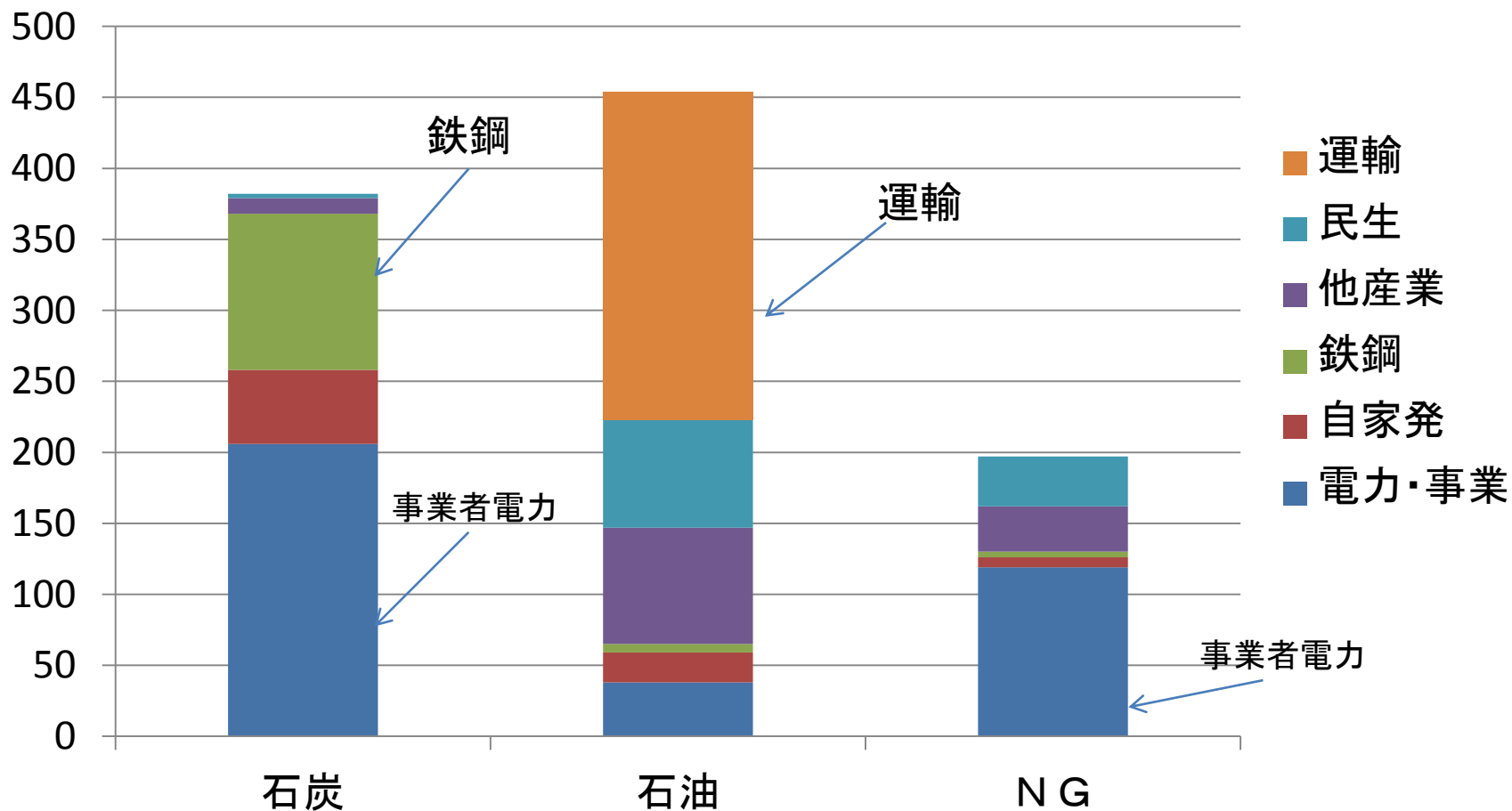
# 日本のCO2排出源(2010)

## (土壌森林起源除く)

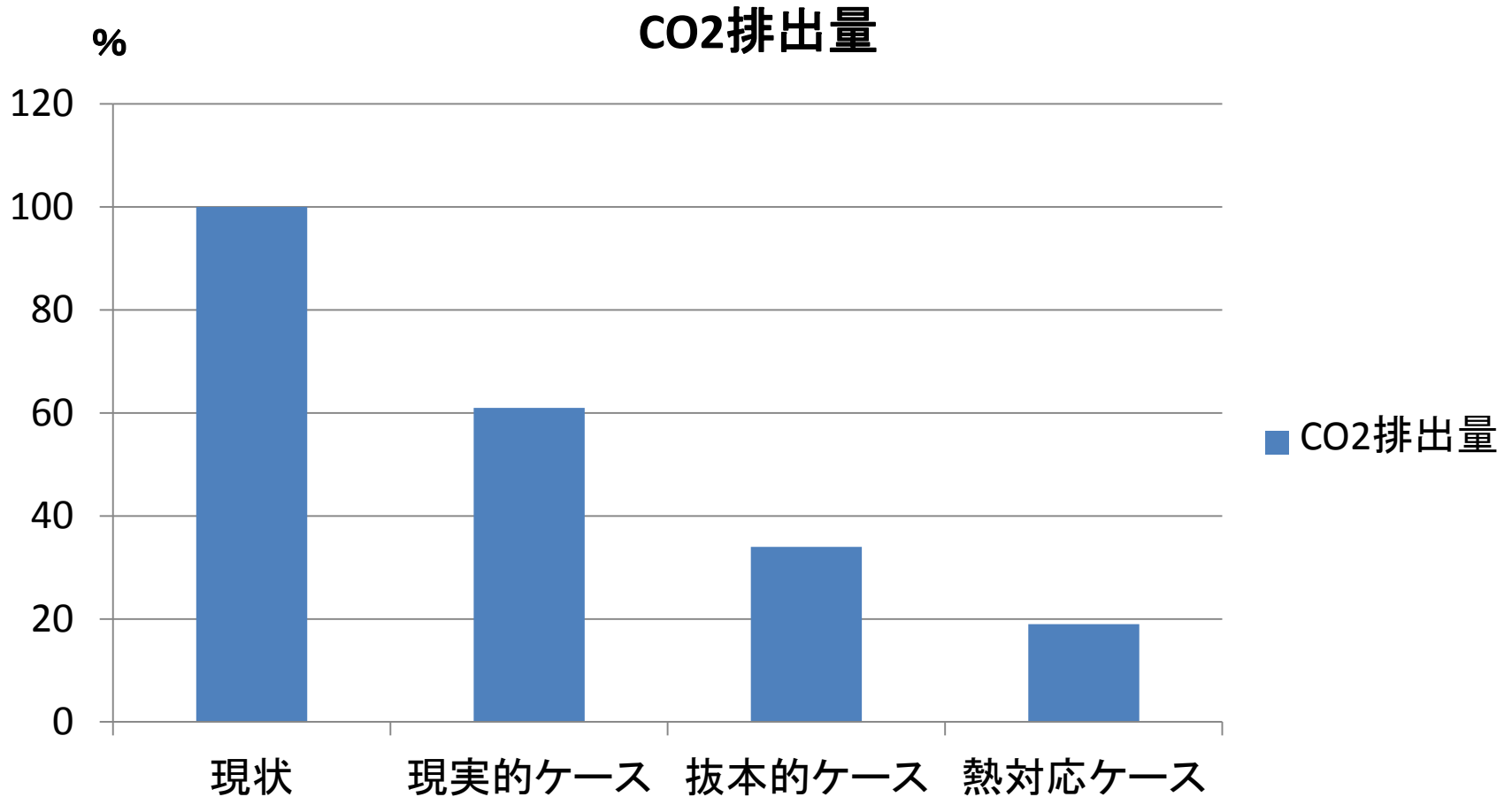


資料:エネルギー・経済統計要覧(省エネルギーセンター)

# 化石燃料別・分野別CO2排出分布 —2010、日本—



# ケース別の長期CO2排出削減量



# 長期のCO2削減可能性(1)

## —現実的ケース—

電気事業者・発電

CCS+再生可能E・原子力により  
石炭のCO2排出ゼロとする

鉄鋼・セメント

石炭に対しCCSでCO2を50%削減

運輸

EV・バイオマスで排出半減

→

CO2 39%削減

# 長期のCO2削減可能性(2)

## —抜本的削減—

電力・事業者	CCS+再生可能Eで100%削減
電力・自家発	大型のみCCS. 全体の50%削減
鉄鋼	CCSによる石炭50%削減
セメント	CCSによるプロセス排出50%削減
運輸	EV, バイオマスで100%削減



CO2 66%削減



# 長期のCO2削減可能性(3)

## —熱対応ケース—

0) 抜本的削減ケースの対応が基盤

1) 高温ガス炉による水素製造

→ 産業熱需要 50%対応

2) 民生熱需要

電化、水素利用による80%対応

上記を抜本的削減ケースと合体する

→

CO2 81% 削減

# ゼロエミッションに必要な土地面積

1. 土壌分を加えてCO<sub>2</sub>排出の完全なゼロエミッション化を実現するには、前記計算の30%分のCO<sub>2</sub>吸収が必要

注：世界の土壌分 約10%

2. バイオマスの燃料化とそのCCS (BECCS)で対応する場合

植物の光合成効率 2%として土地面積  
280万km<sup>2</sup>が必要(日本面積の7倍強)

# 長期のCO2削減に向けて

1. エネルギーの削減が必須
2. 原子力は非炭素の安定出力電源として重要
3. 火力発電・鉄鋼・セメントのCCSは必須
4. 運輸の脱化石燃料に大幅な努力が必要
  - 1) EVの大幅普及
  - 2) バイオ燃料の普及
5. 熱需要充実に非化石燃料を用いる手段の開発が必要
  - 水素が一つの選択: 何から作るか?
  - 高温ガス炉は部分的選択?
  - 太陽光による水直接分解(本多藤嶋反応)
    - 現在の低効率(0.2%以下)を如何に改善するか
6. CO2放出マイナス化(吸収)技術の開発
  - BECCS・・・バイオマス火力の抜本的拡大可能か?
  - 森林拡大・・・政治的に可能か?

# まとめ

1. 2°C目標はあまりにきびしく、実現はほぼ不可能。せめて2.5°C目標程度に緩めるべき。
2. 一方において、気候安定化のためCO<sub>2</sub>抜本的削減への長期的努力が必要。CCS,水素技術などの開発大規模利用が必須。