

社団法人浦安市青年会議所

(平成22年4月14日)

プレゼンテーション 資料

# 環境講演会;「地球温暖化って何？」

日本気象予報士会東京支部

田家 康

# 「地球温暖化」とは・・・

- 工業化されて以降、あるいは20世紀に入って、地球の気温が上昇し、温暖化しているらしい・・・
- 気温の上昇は、工業化によって人為的に二酸化炭素などの温室効果ガスが大気中に排出されているのが、原因らしい・・・
- このまま温室効果ガスを排出していくと、さらに地球全体の気温が上がるらしい・・・
- 放っておくと、自然環境・経済・社会に大きな被害を及ぼす可能性が高いらしい・・・
- 今から、温室効果ガスの排出量を削減し、大気中の温室効果ガス濃度の上昇を抑えれば、気温の上昇は2°C<sub>2</sub>程度に収まるらしい・・・

# ホントにそうなのか？

- 20世紀に入って、地球は温暖化しているのか？
  - 温暖化の理由は人為的に二酸化炭素などの温室効果ガスが大気中に排出されているからなのか？
  - このまま温室効果ガスを排出していくと、さらに地球全体の気温が上がるのか？ 21世紀の気温はどの程度上昇するのか？
  - 自然環境・経済・社会への影響はどうか？
  - 温室効果ガス排出量の削減は可能か？
- これらの論点を科学的に検証したのが、IPCCとよばれる組織。正式名称は「気候変動に関する政府間パネル」

# 気候変動に関する政府間パネル

## (Intergovernmental Panel on Climate Change)

- ・ **設立** 世界気象機関(WMO)及び国連環境計画(UNEP)により1988年に設立された国連の組織
- ・ **任務** 各国の政府から推薦された科学者の参加のもと、地球温暖化に関する科学的・技術的・社会経済的な評価を行い、得られた知見を政策決定者を始め広く一般に利用してもらうこと
- ・ **構成** 最高決議機関である総会、3つの作業部会及び温室効果ガス目録に関するタスクフォースから構成

### IPCCの組織

#### IPCC総会

##### 第1作業部会(WG I): 自然科学的根拠

気候システム及び気候変化についての評価を行う。

共同議長 Dahe Qin (中国)  
Susan Solomon (米国)

##### 第2作業部会(WG II): 影響、適応、脆弱性

生態系、社会・経済等の各分野における影響及び適応策についての評価を行う。

共同議長 Martin, L. Parry (英国)  
Osvaldo, Canziani (アルゼンチン)

##### 第3作業部会(WG III): 気候変動の緩和(策)

気候変化に対する対策(緩和策)についての評価を行う。

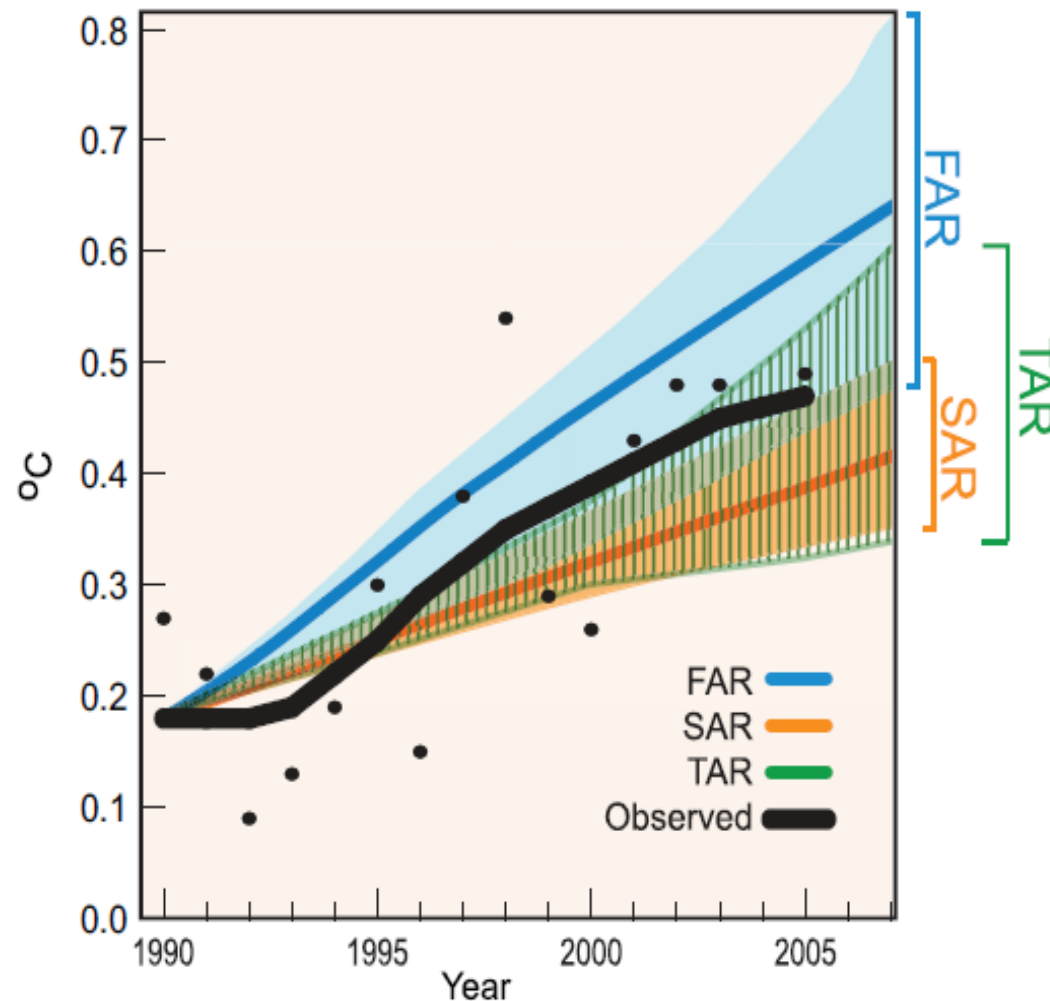
共同議長 Ogunlade Davidson (シエラレオネ)  
Bert Metz (オランダ)

##### 温室効果ガス目録に関するタスクフォース

各国における温室効果ガス排出量・吸収量の目録に関する計画の運営委員会。

共同議長 Taka Hiraishi (日本)  
Thelma Krug (ブラジル)

# IPCCのこれまでの温暖化予測



- FAR;第一次(1990年)
- SAR;第二次(1995年)
- TAR;第三次(2001年)

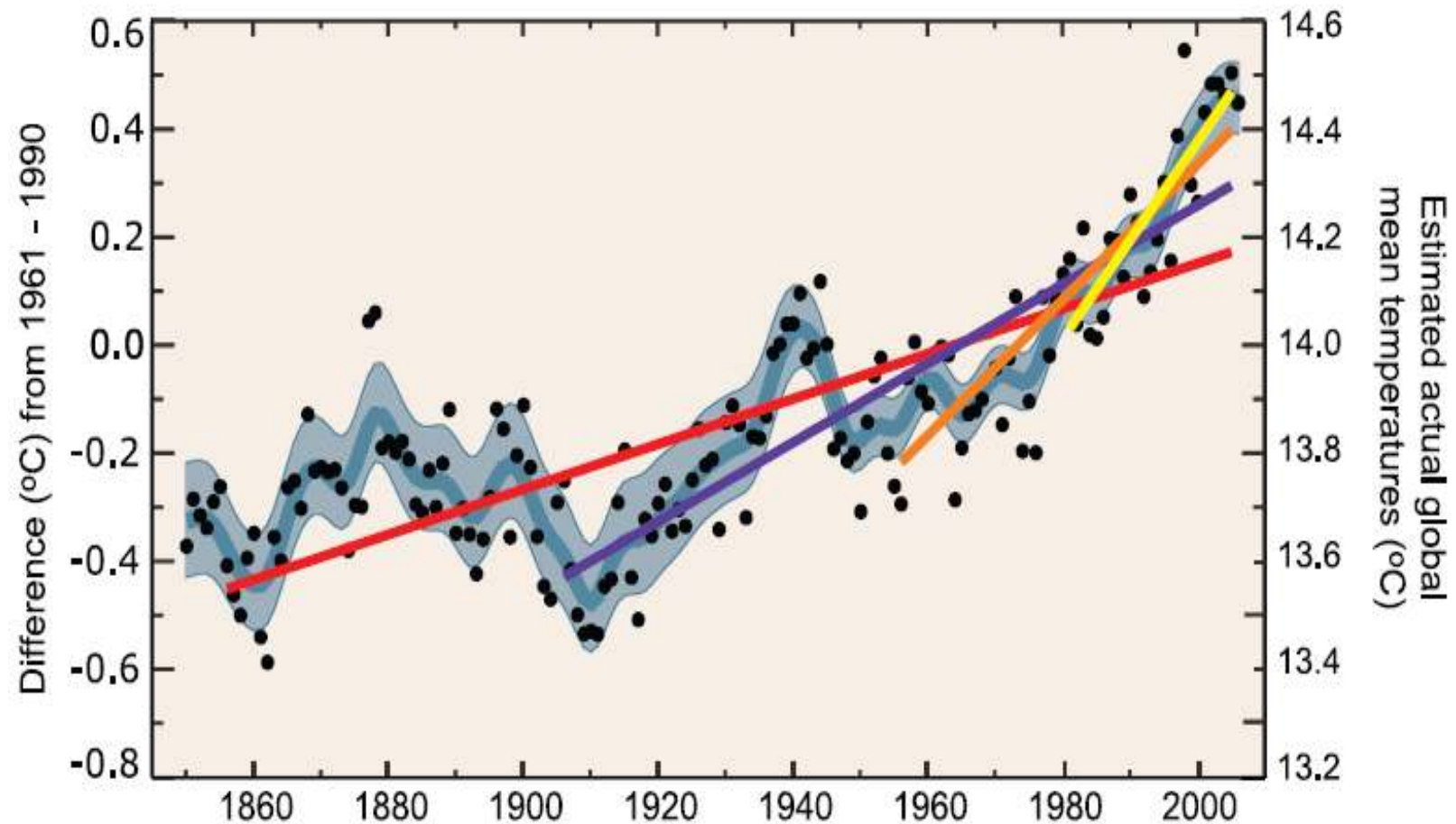
(Full Report Ch1,  
Figure1.1)

0.0°C = 1960~1990年の  
平均

# IPCC第4次評価報告書

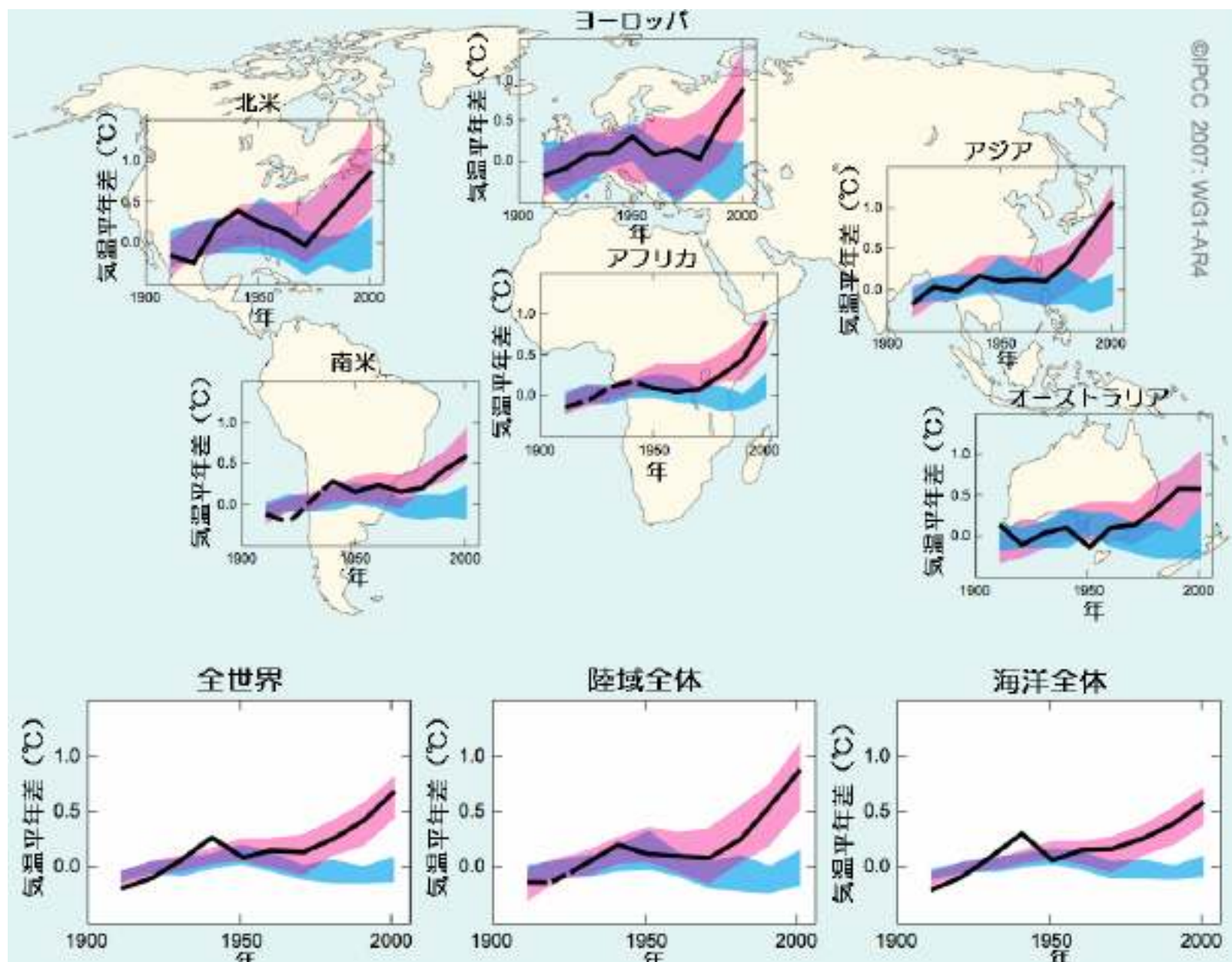
- 第一部会報告書(2007年2月要約、同年6月フルレポート)で「地球温暖化は明らか」と明記
- 3つの理由;観測された事実から
  - 全世界の平均気温の上昇;
    - 100年間で $+0.7^{\circ}\text{C}$
  - 雪氷の広範囲にわたる融解
    - 大陸氷床、山岳氷河の縮小
  - 海面水位の上昇
    - 20世紀を通して0.17m
- 3つの要因とも人為的な要因が大きいとする

# 世界の平均気温の上昇



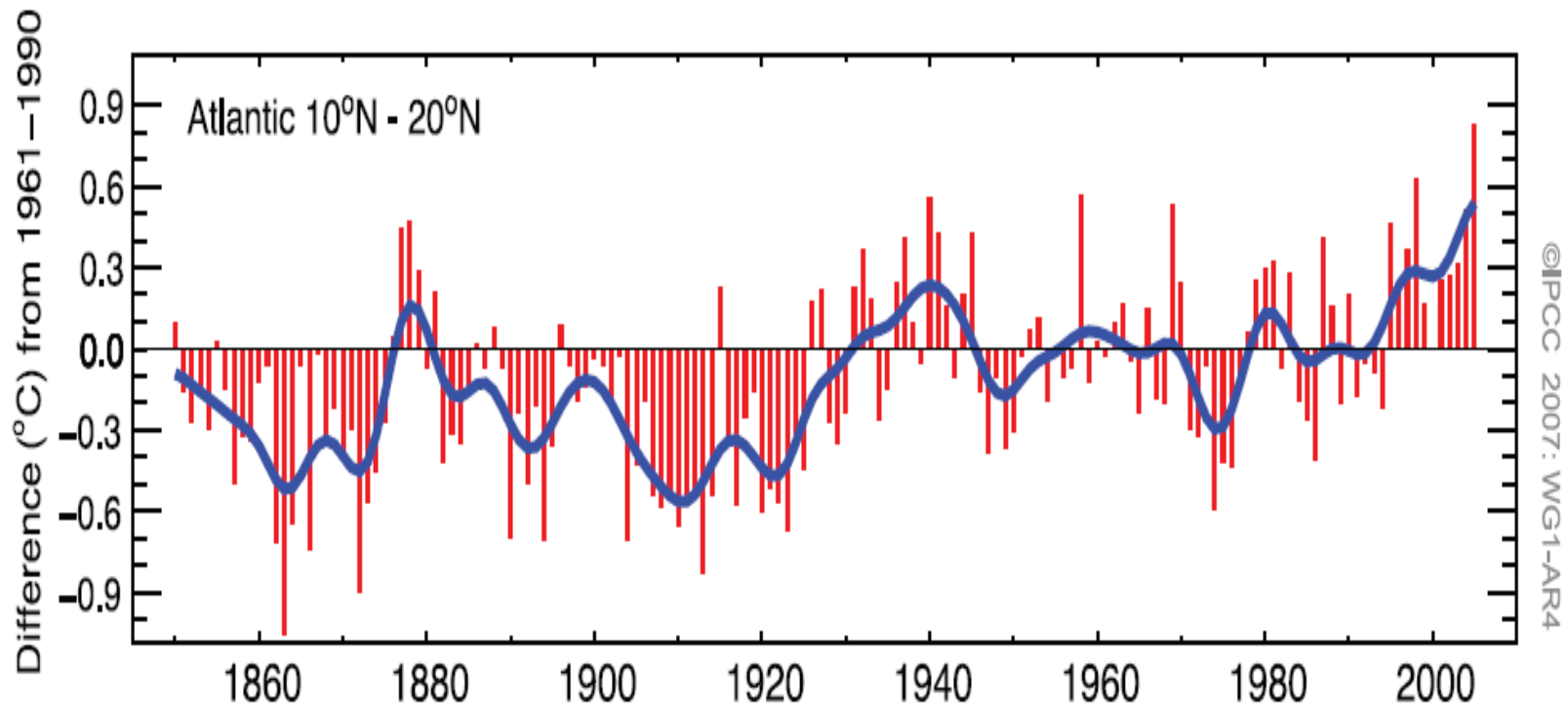
IPCC4次報告より





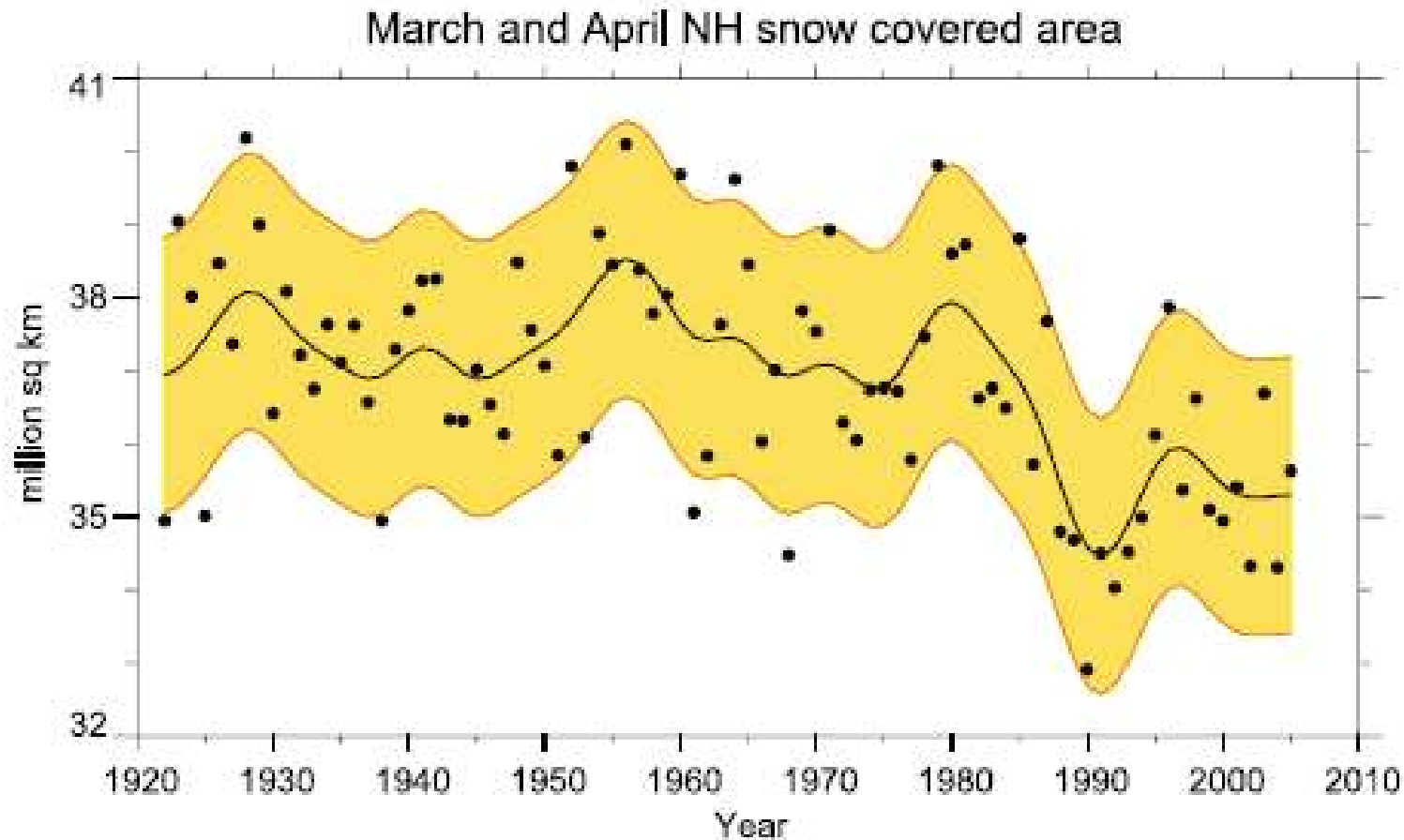


# 大西洋の海面温度の変化



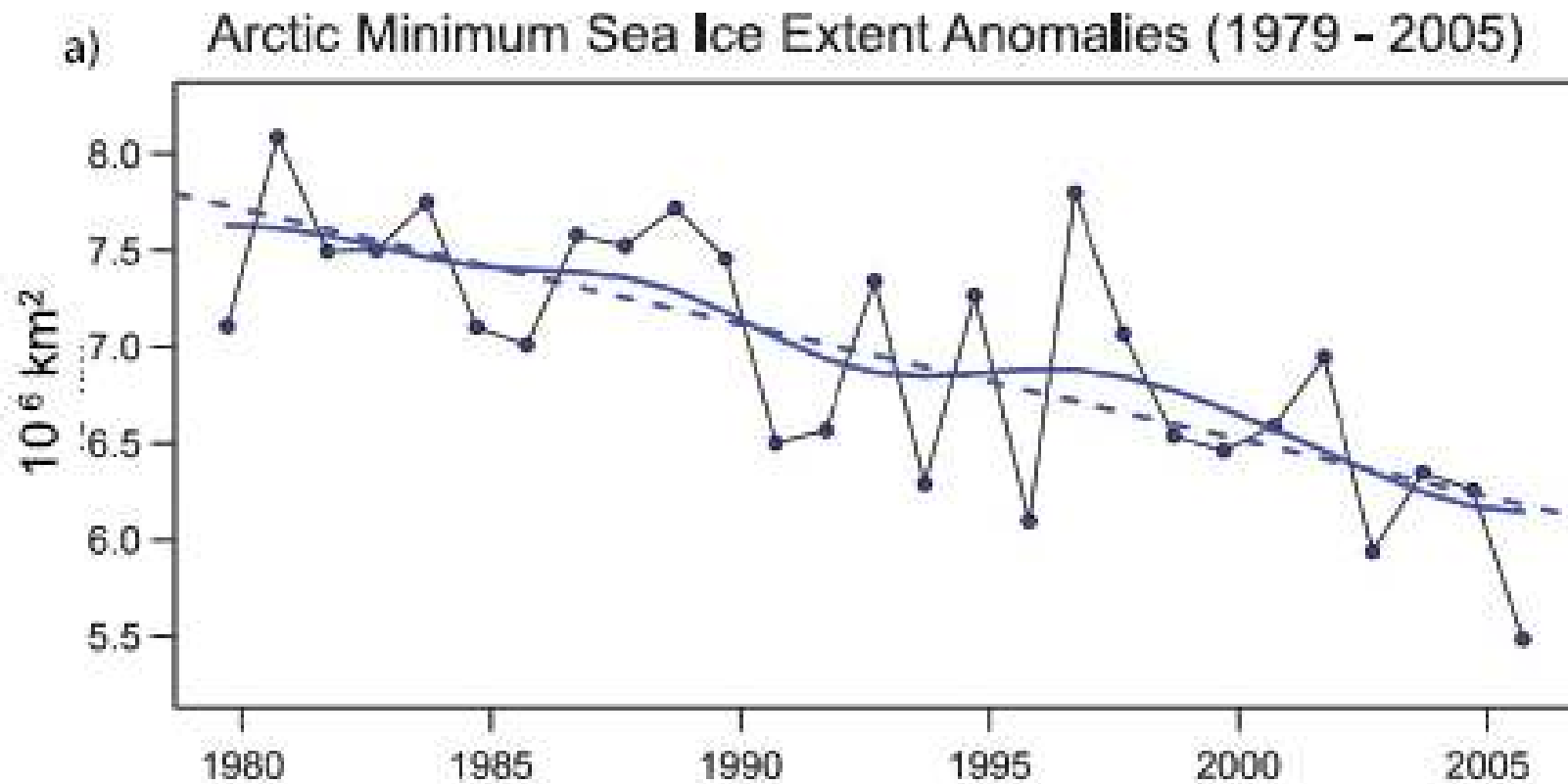
IPCC4次報告より

# 雪氷面積の減少 (北半球の3月～4月)

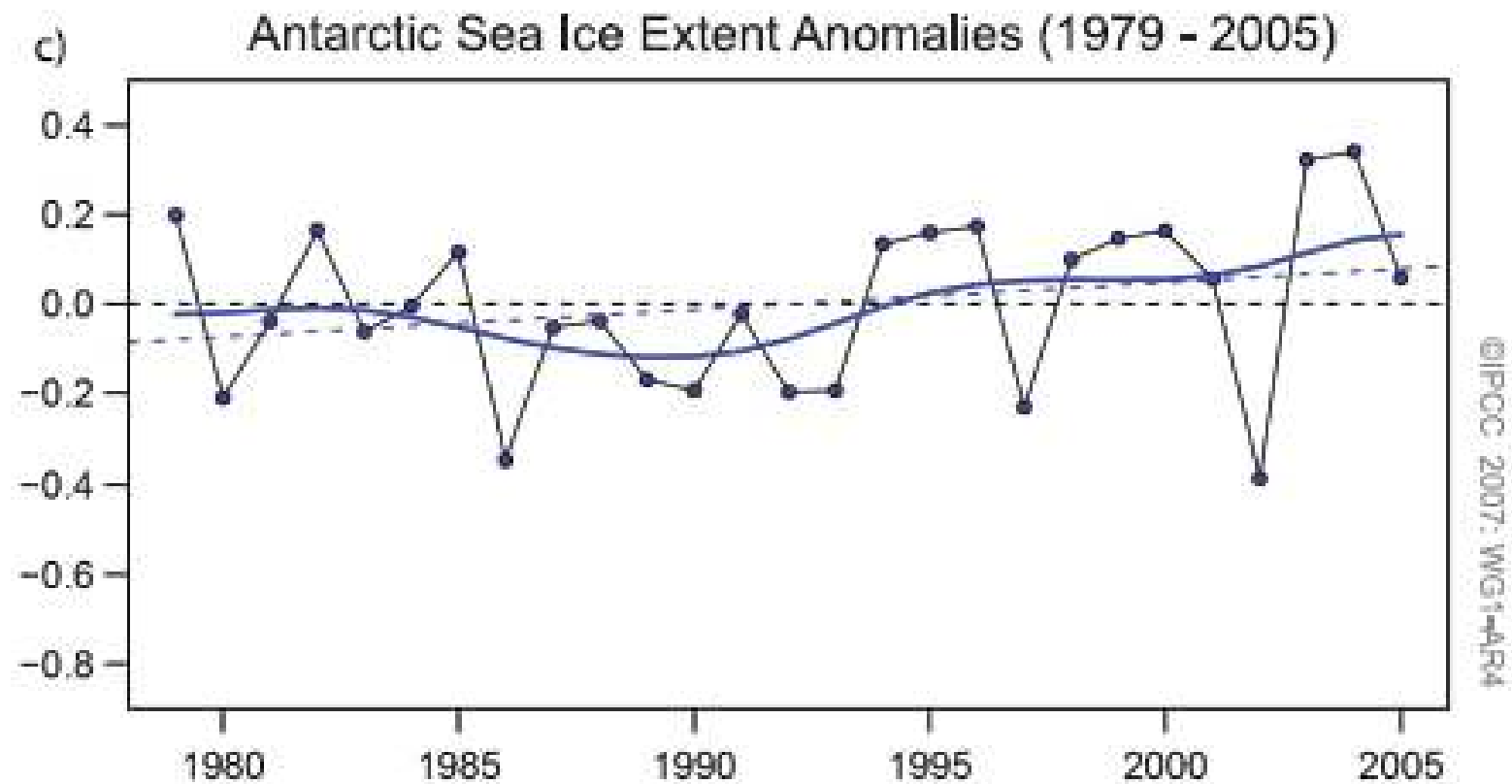


IPCC4次報告より

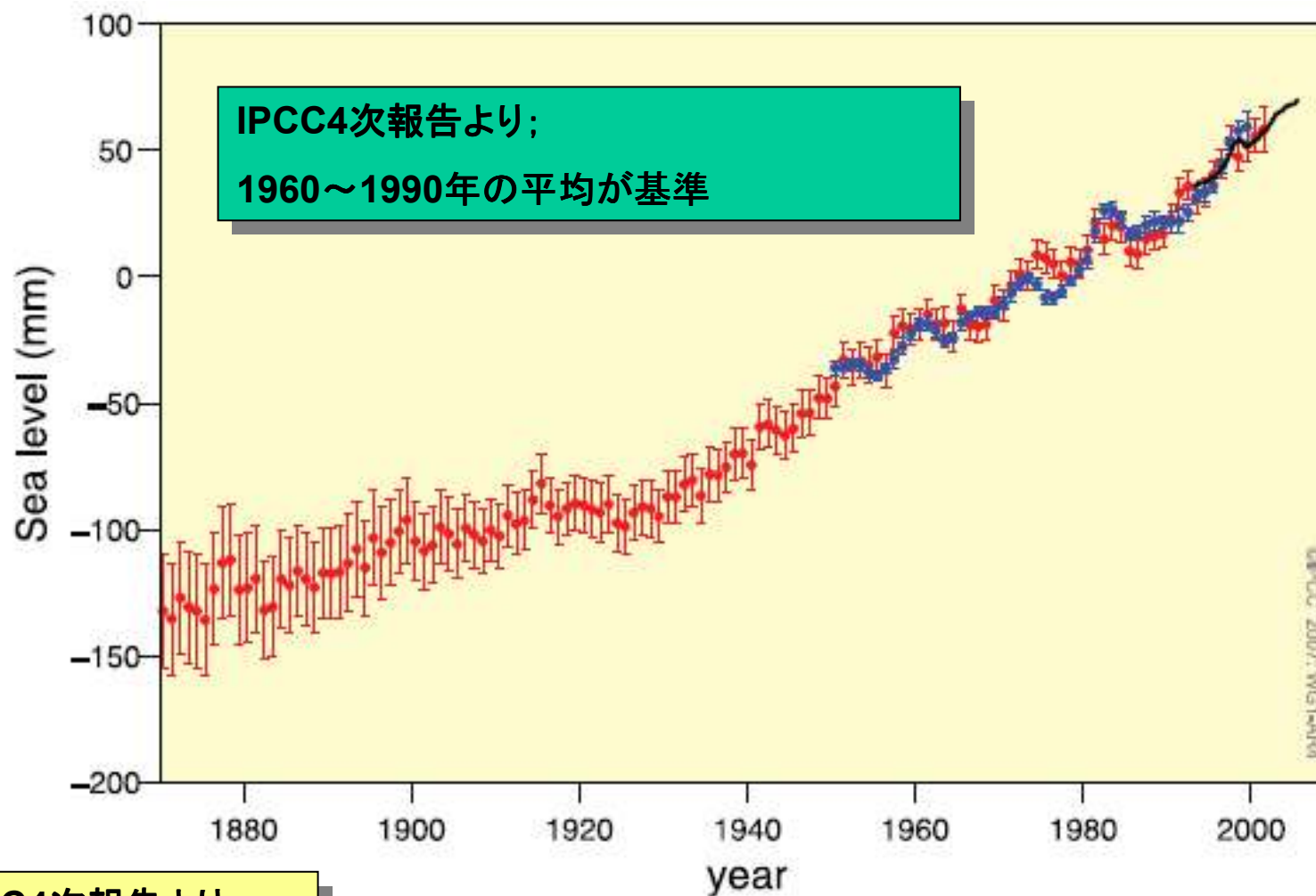
# 北極の海氷の減少 (毎年 of 最小期で比較)



# 南極海の海水氷は減少していないが...



# 世界の平均海面水位の上昇

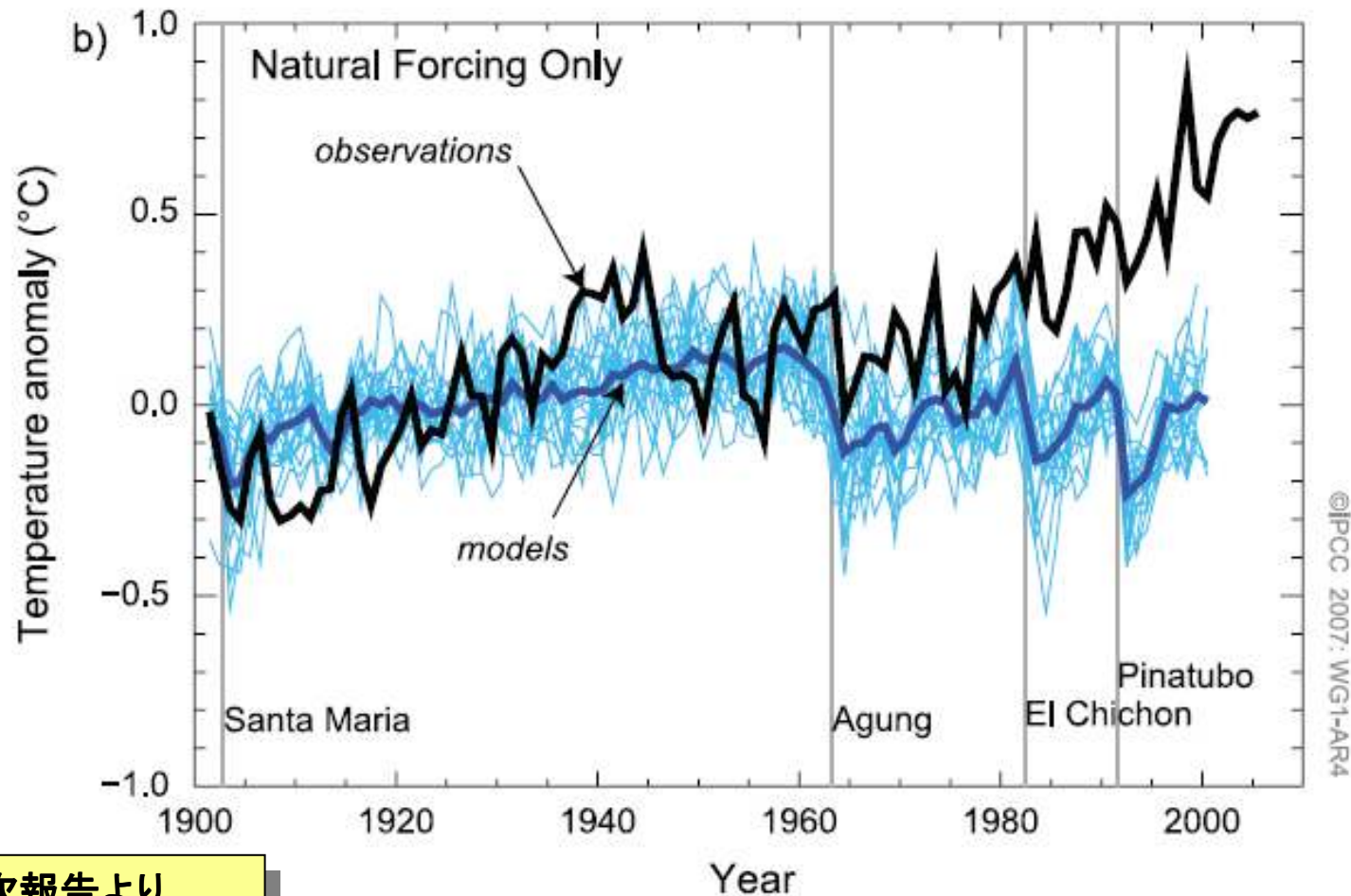


# 気候変動の要因

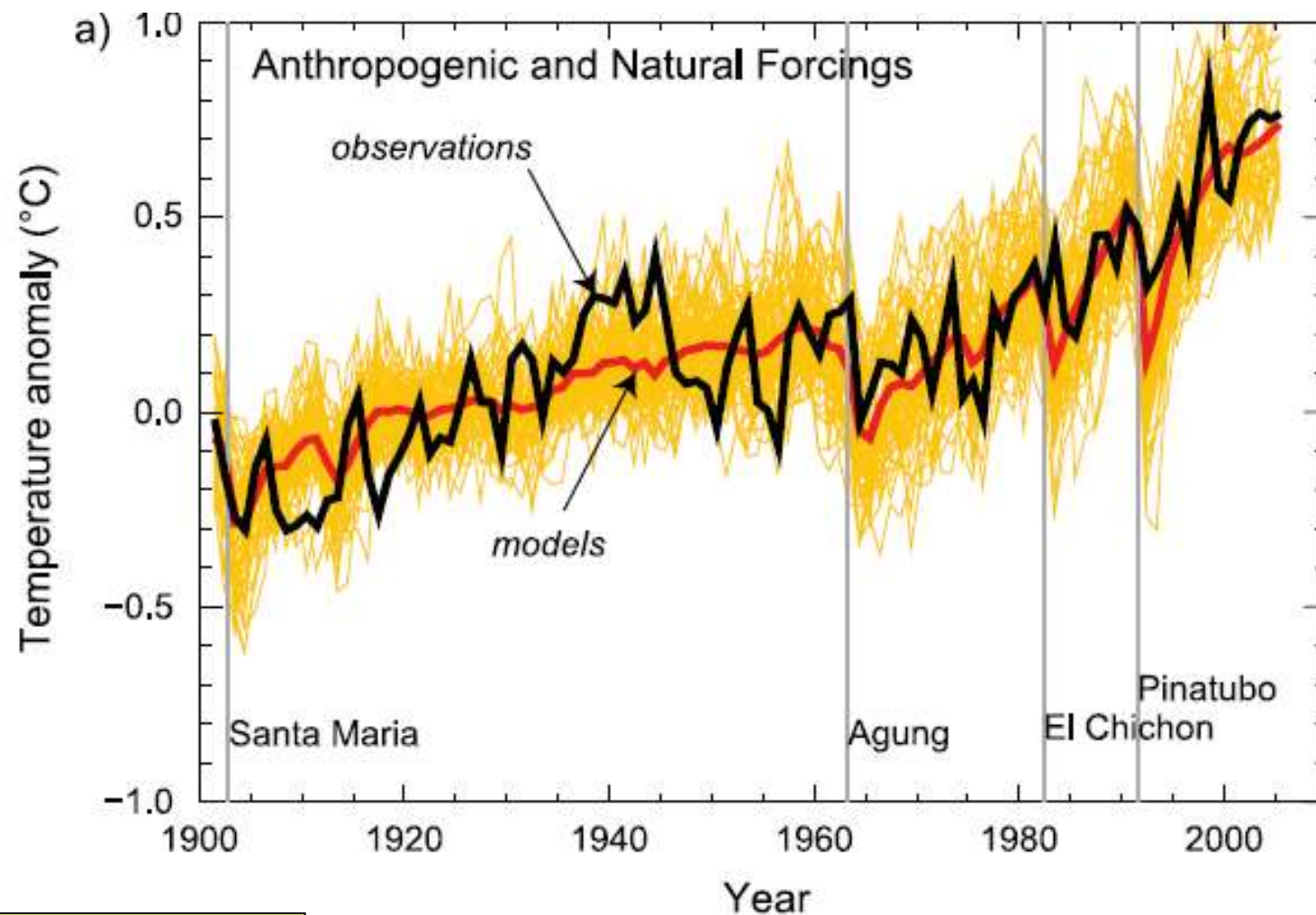
- 自然要因
  - 10～100万年単位;大陸の移動
  - 1万年単位;地球の軌道の変化 (Ch.6)
  - 10～100年単位;
    - 太陽放射の変化
    - 火山活動;火山灰による日傘効果
- 人為的要因
  - 温室効果ガス;二酸化炭素、メタン⇒温暖化
  - 亜硫酸ガス等の塵(エアロゾル)⇒寒冷化
- コンピュータシミュレーションによると、自然要因だけでは20世紀の地球温暖化を説明できない<sub>14</sub>



# 気温推移について、自然要因だけのシミュレーション結果



# 人為的要因を加えた気温推移 のシミュレーション



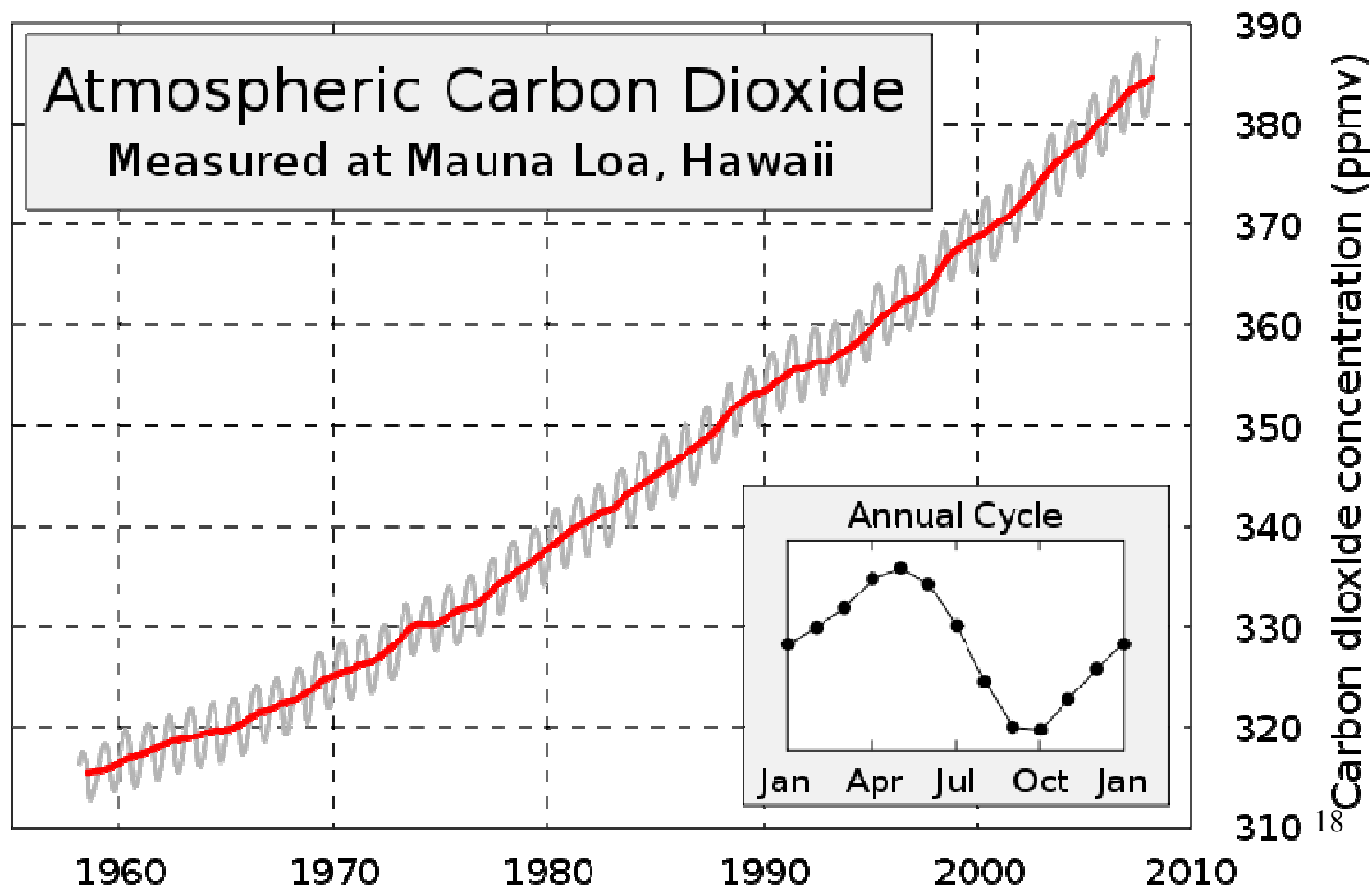
# 20世紀の地球温暖化

## 自然要因・人為的要因の寄与度



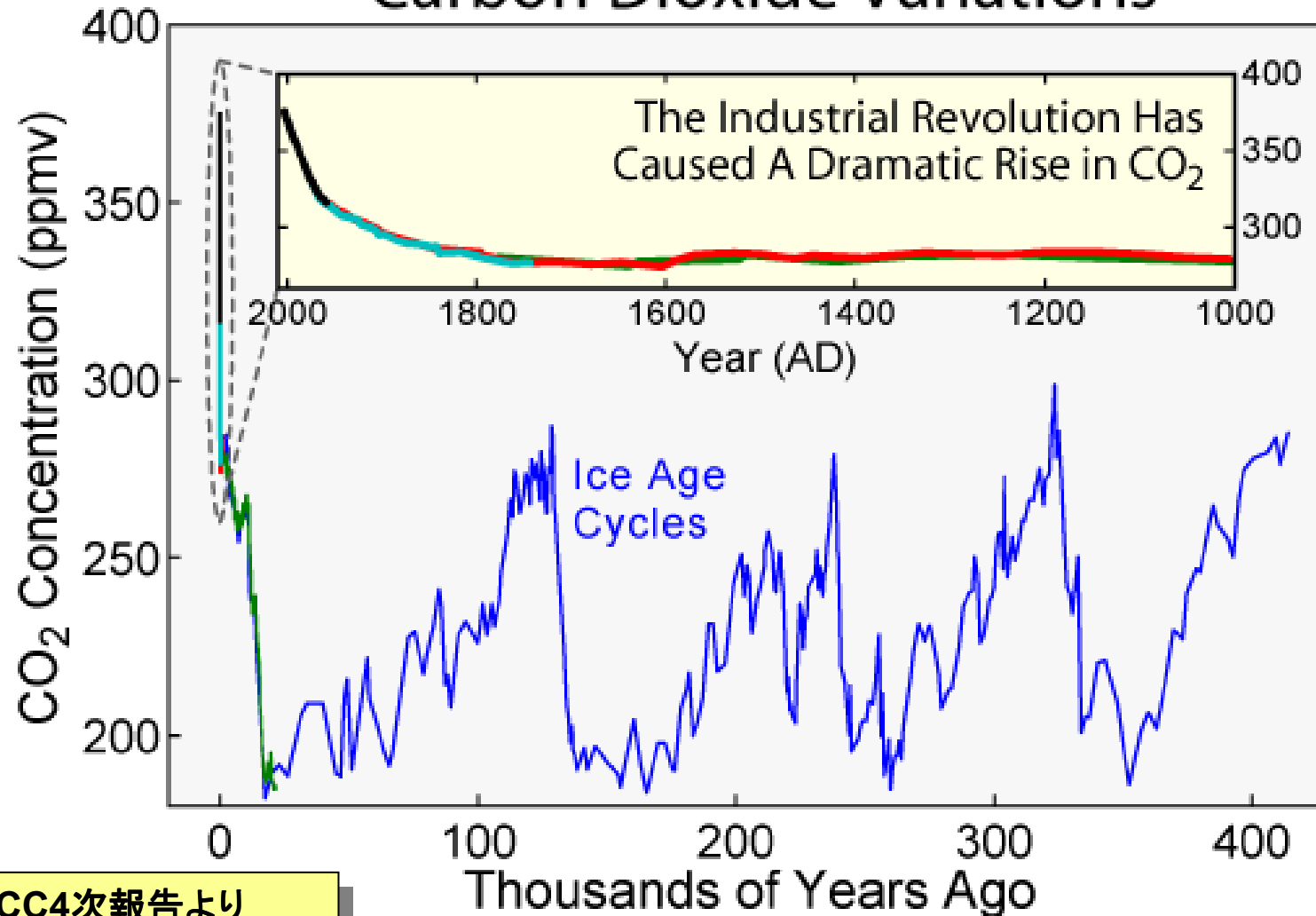
大気に与える放射強制力(2005年平均);  
IPCC4次報告より

# ハワイ島マウナロア山で観測された二酸化炭素濃度の上昇



# 40万年二酸化炭素濃度のサイクル

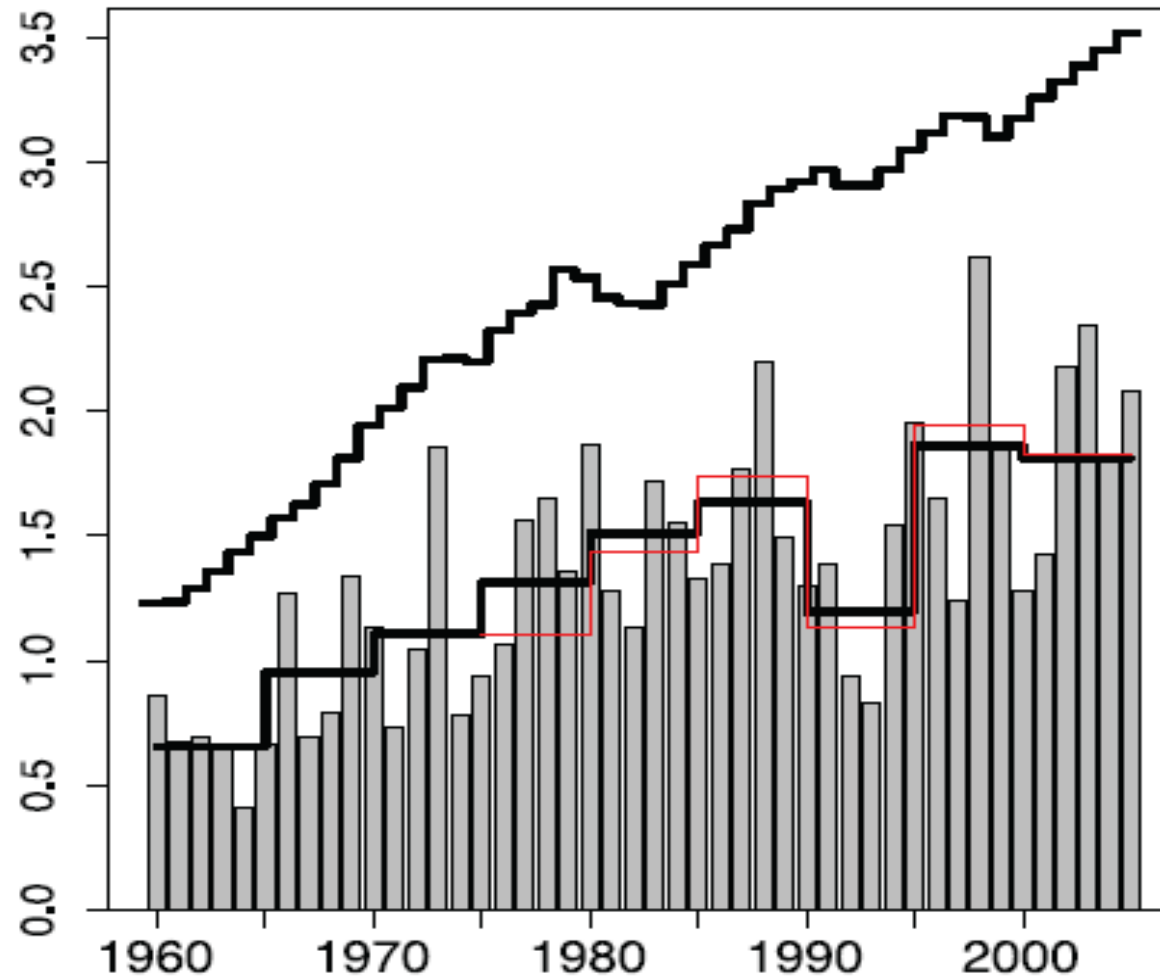
## Carbon Dioxide Variations



IPCC4次報告より

# 毎年の二酸化炭素濃度の増加

単位: ppm

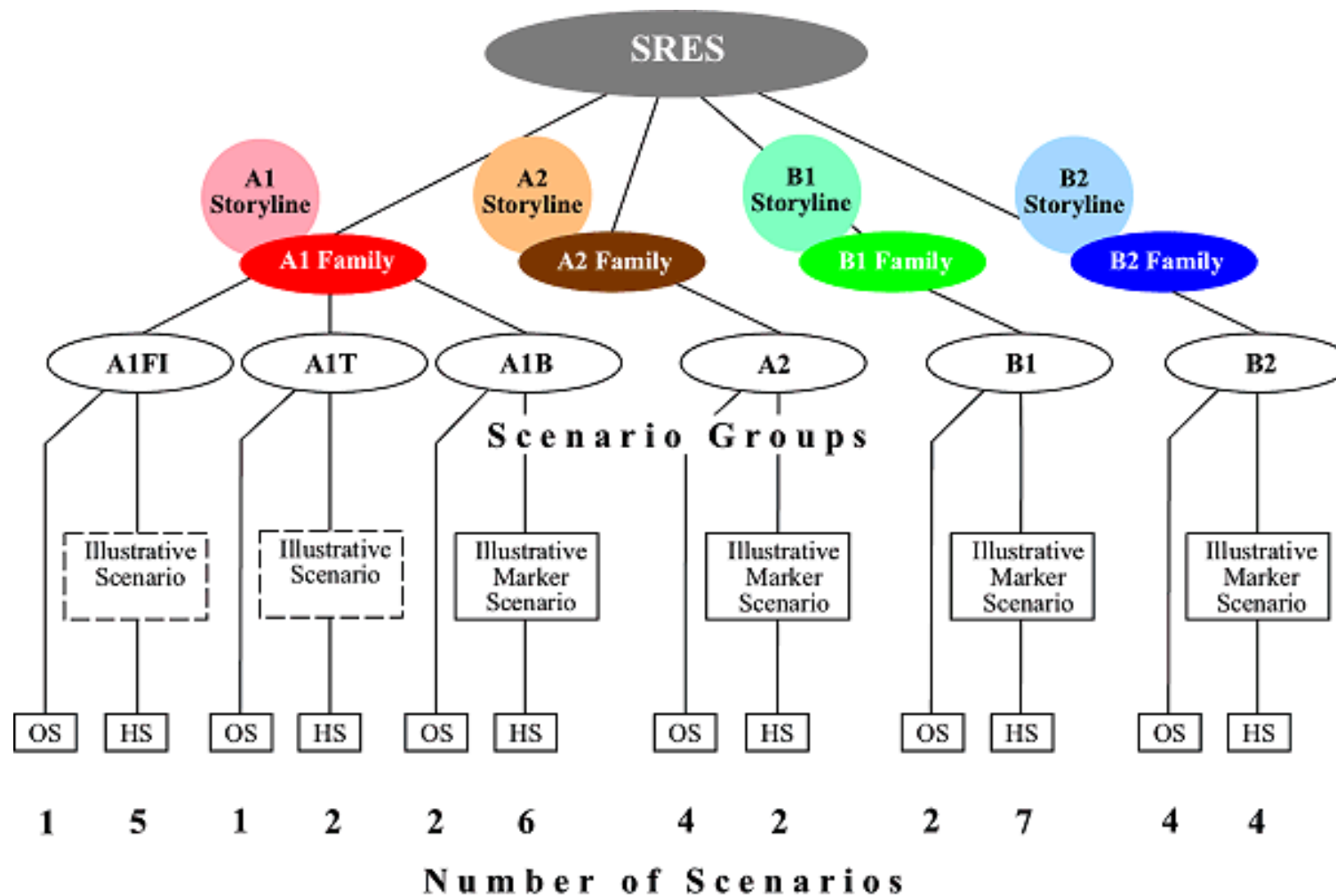


IPCC4次報告より

# IPCC4次報告での気候変動予測

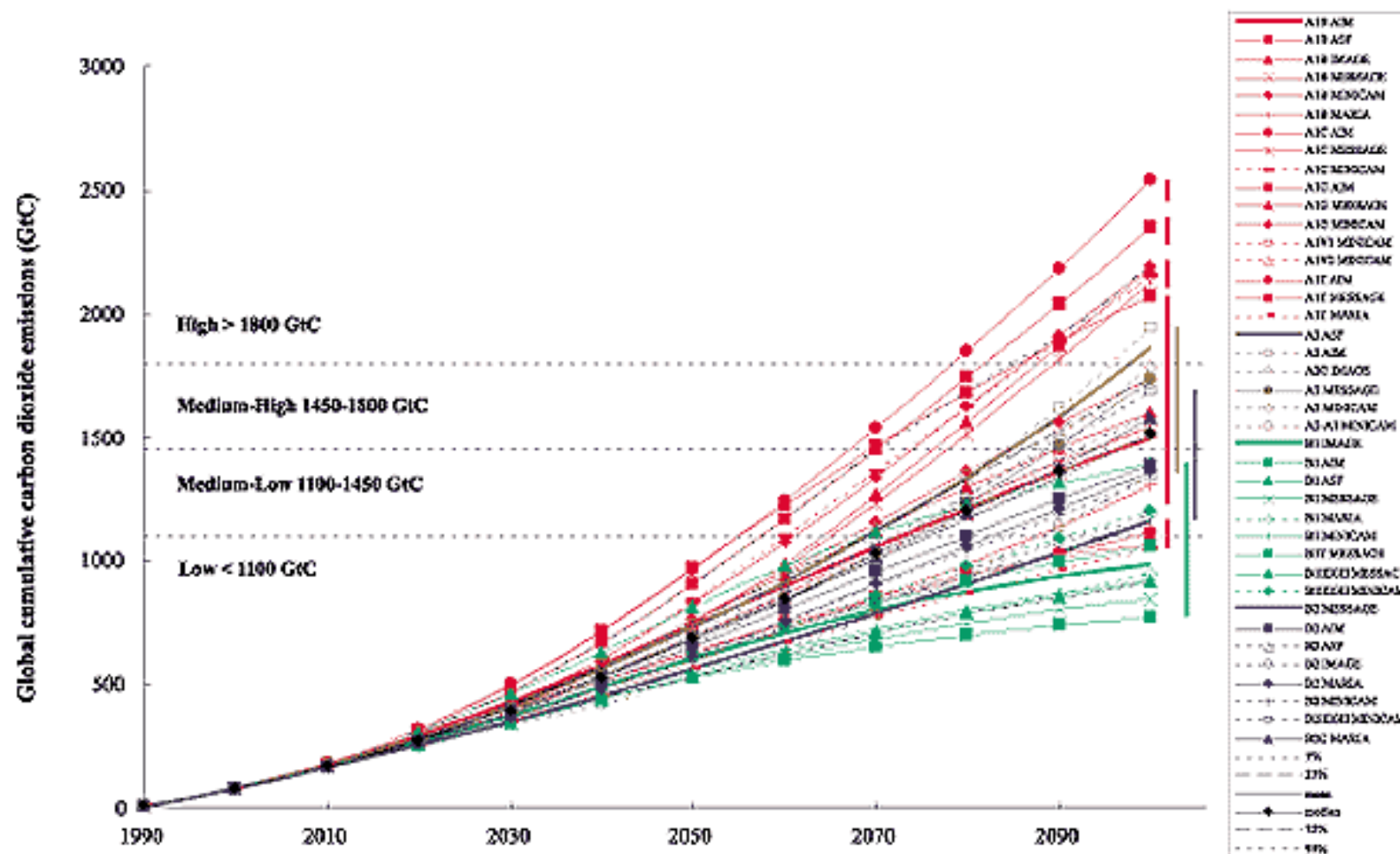
- 20世紀の温暖化の原因を分析したコンピューター・シミュレーションで将来を予測
  - 世界各国17グループの23のスーパー・コンピューターの結果を集める(地球シミュレーター;横浜市)
- 二酸化炭素の今後の排出量見込みについてシナリオで将来を予測;シナリオ⇒SRES
  - 主要シナリオでは2100年に大気中の二酸化炭素濃度が自然状態の2倍、2.5倍、3倍、3.5倍に増加
- 気候変動の予測結果
  - 短期的:今後20年間にさらなる0.5°Cの気温上昇
  - 長期的;各シナリオをまとめると、21世紀後半には1980年代比でおよそ2°Cの気温上昇

# SRES; 全40シナリオ



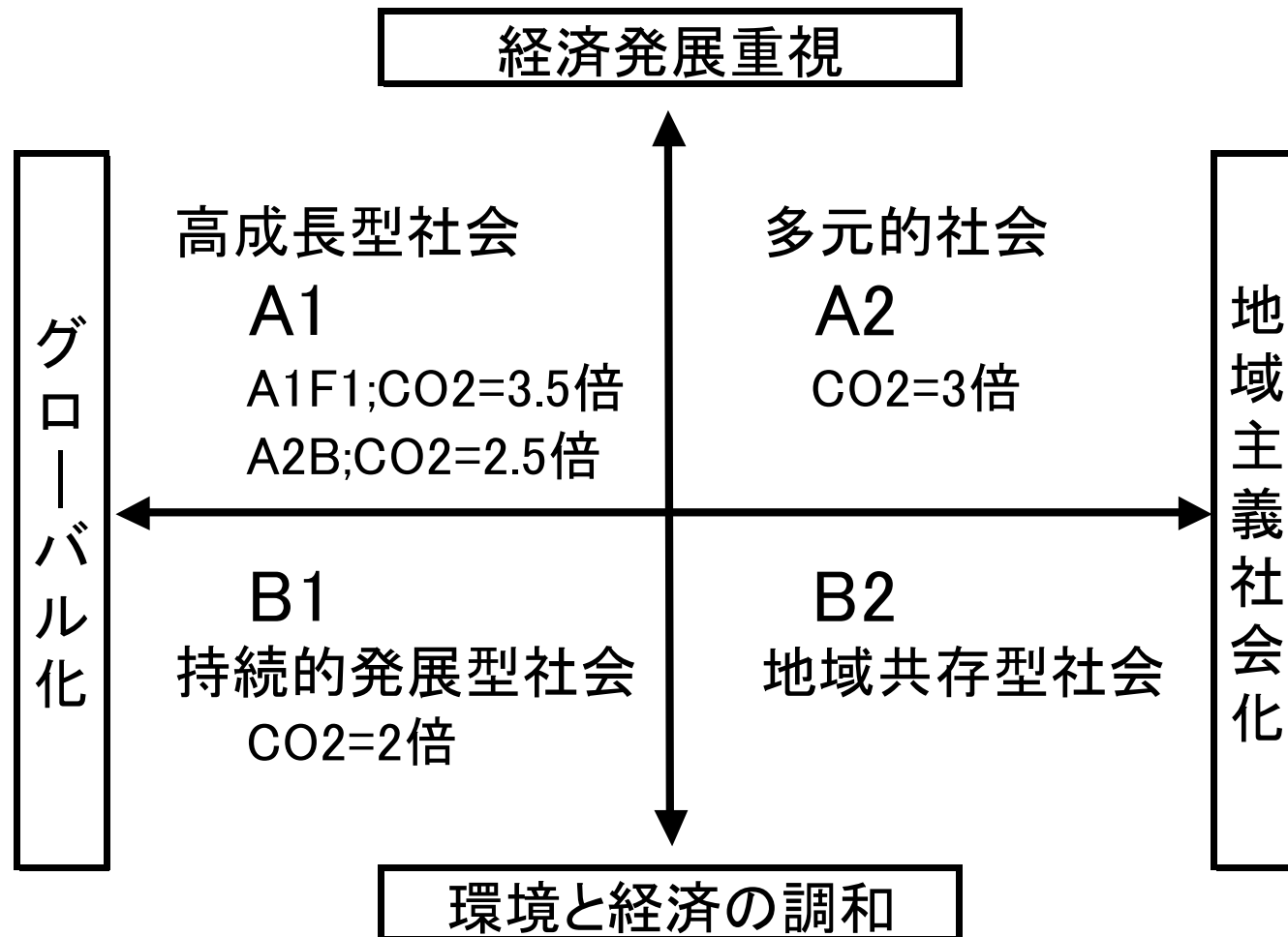


## SERS各シナリオでのCO2排出見込み



<http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/5-1.htm>

# 将来予想のためのシナリオ (社会学者が前提を設定)



# SRES;各シナリオの特徴

## ○ A1 「高成長型社会シナリオ」

- ・ 世界中がさらに経済成長し、教育、技術等に大きな革新が生じる。

**A1FI** : 化石エネルギー源を重視

**A1T** : 非化石エネルギー源を重視  
(新エネルギーの大幅な技術革新)

**A1B** : 各エネルギー源のバランスを重視

## ○ A2 「多元化社会シナリオ」

- ・ 世界経済や政治がブロック化され、貿易や人・技術の移動が制限。
- ・ 経済成長は低く、環境への関心も相対的に低い。

## ○ B1 「持続的発展型社会シナリオ」

- ・ 環境の保全と、経済の発展を地球規模で両立する。

## ○ B2 「地域共存型社会シナリオ」

- ・ 地域的な問題解決や世界の公平性を重視し、経済成長はやや低い。
- ・ 環境問題等は、各地域で解決が図られる。

◆ 排出シナリオの概念図



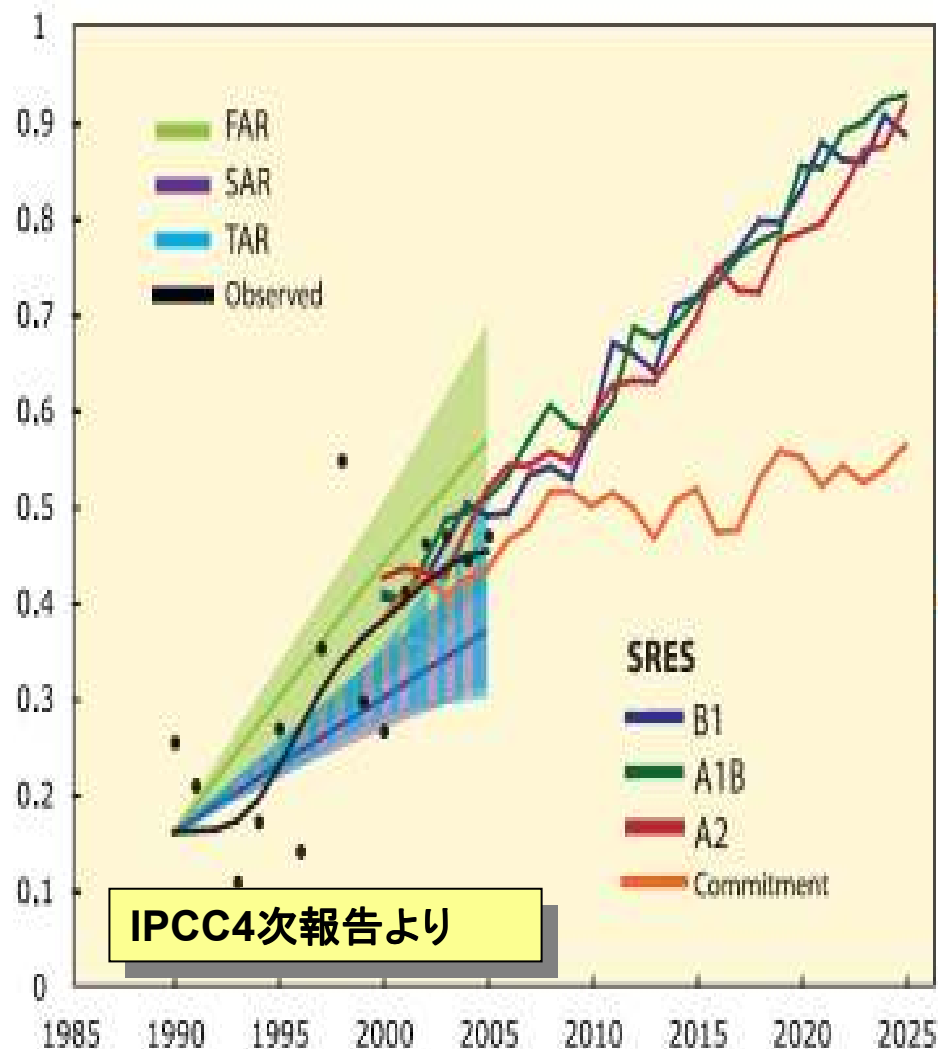
出所] IPCC第三次評価報告書

出典:環境省「地球温暖化パネル」

注:これらのシナリオは、追加的な温暖化対策を含んでいない。

# 2025年までの予測結果

1980～1989年平均からの上昇幅

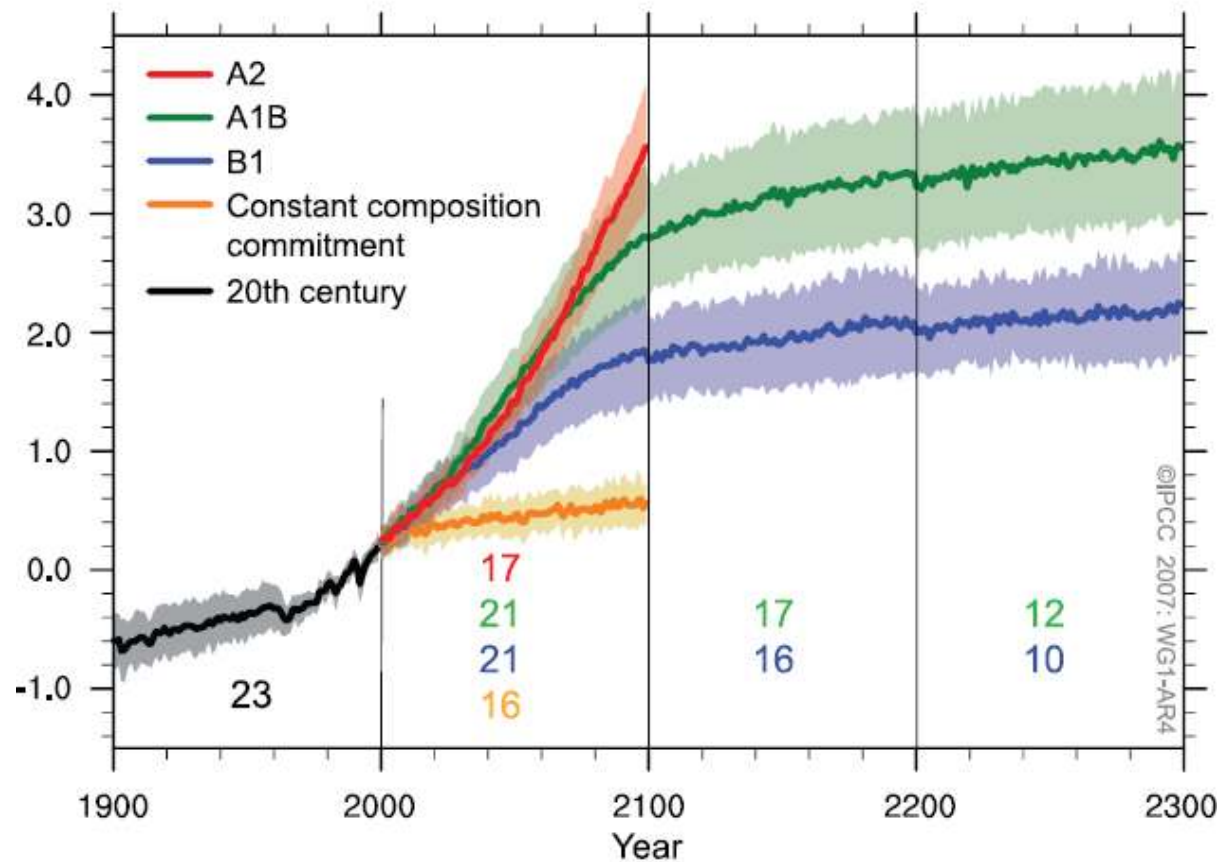


- A1B;経済成長重視。エネルギー源のバランス重視
- A2;世界協調なし。人口増。経済成長は緩やか
- B1;地域間格差縮小、省資源技術導入。経済成長は緩やか

⇒いずれのシナリオでも今後  
15年間でさらなる0.5℃の気温  
上昇を予測

# 長期的な予測結果

1980～1989年平均からの上昇幅



- 2100年までの100年間の世界全体の平均気温の上昇は1.8～4.0°C
- 21世紀後半までの予測はどのシナリオでも2.0°C程度の上昇示す

IPCC4次報告より

# 21世紀後半の日本の気候

## (第二作業部会)

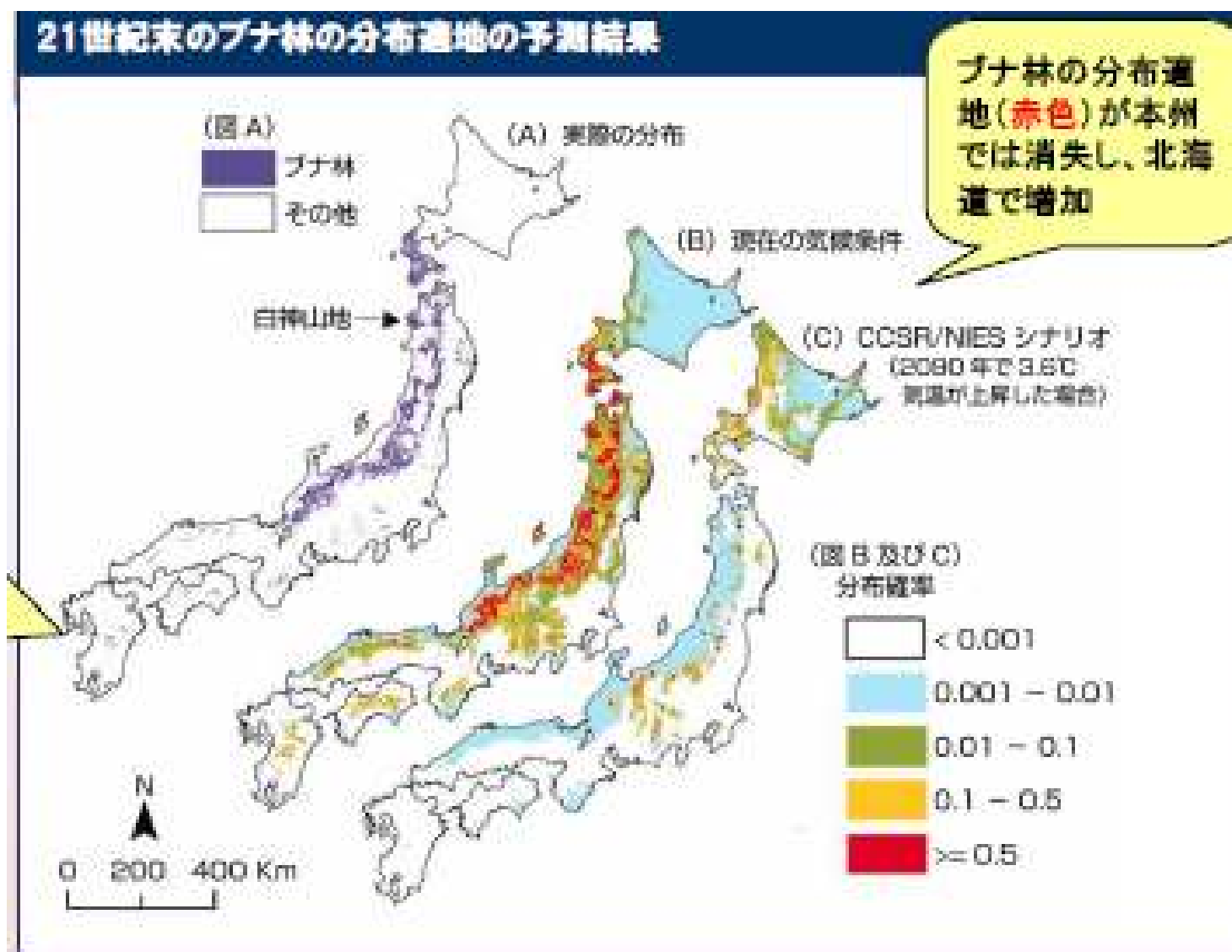
- 2081年～2100年の平均気温は2～3℃上昇
  - 北海道、東北といった北日本での温度上昇大きい
  - 真夏日が増える
- 降水量は増加
  - ほとんどの地域で年間降水量は増える
  - 熱帯地方のような集中豪雨が増加
- 生態系
  - 気温上昇が3.6℃以上になるとブナ林が90%減少
  - スギ花粉症患者が増加
  - 気温上昇3℃以上ではスキー場利用客は3割減少

# 白神山地のブナ林



1993年に世界自然遺産として登録

# 例1;21世紀末のブナ林分布



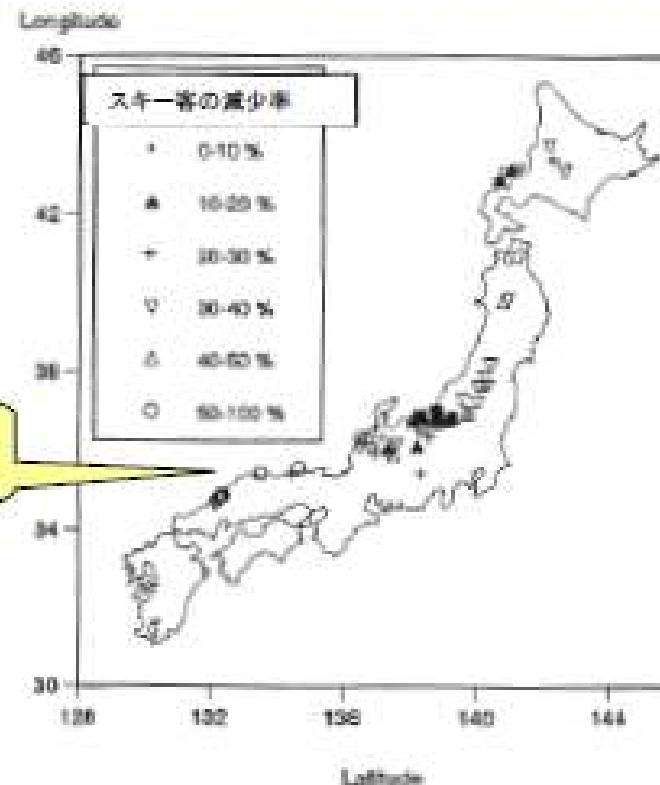


## 例2; スキー客の集客率の低下

- ・ 気温が3℃上昇すると、北海道と標高の高い中部地方以外では、ほとんどのスキー場で利用客が30%以上減少する。

3℃の気温上昇によるスキー客の減少割合の予測結果

関西・中国地方では  
50%以上減少



本文・図出典: Fukushima et al., 2002; Fukushima, T., M. Kureha, N. Ozeki, Y. Fujimori, and H. Horanawa, 2002: Influences of air temperature change on leisure industries: case study on ski activities. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 7, 173-189.

# ゲリラ豪雨は増えるのか？



- ゲリラ豪雨は現在の気象モデルでは、モデルの精度が粗く、予測できない。
- レーダーによる監視で警告

- 1970年代から、言葉としてはあった。
- 2006年以降、都市型豪雨を「ゲリラ豪雨」とよぶようになる。
- ヒートアイランド現象で大気の気温が上昇すると水蒸気含有量が増える ⇒降水量が増加
- 地球規模での温暖化とは少し論点が違う。

# 世界の被害コスト推計

## ニコラス・スターン(2006)

| 出典                  | 予測年次  | 気温上昇*1 | 被害コスト        | 使用したモデル及びシナリオ                                                                                                              |
|---------------------|-------|--------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stern Review (2006) | 2100年 | +3.9℃  | GDP *2の0.9%  | PAGE 2002モデル<br>・Baseline気候シナリオは、IPCC-SRESの A2シナリオを元に設定<br>・市場影響, 破壊的リスク, 非市場影響を考慮                                         |
|                     | 2200年 | +7.4℃  | GDP *2の5.3%  |                                                                                                                            |
|                     | 2100年 | +4.3℃  | GDP *2の2.9%  | ・High気候シナリオ: 上記Baselineシナリオに、2種類のフィードバック効果(炭素吸収の減少とメタン放出の増加)を加味<br>・平均気温はBaseline気候シナリオより0.4℃上昇<br>・市場影響, 破壊的リスク, 非市場影響を考慮 |
|                     | 2200年 | +8.6℃  | GDP *2の13.8% |                                                                                                                            |

(備考)\*1:「気温上昇」は産業革命以前との全球平均気温の比較

\*2:原文では“Global per capita GDP”

出典: Stern, Nicholas, (2006), The Economics of Climate Change. The Stern Review. Cambridge University Press, Cambridge and New York. 692 pp.

# 温暖化への緩和策

## (第三作業部会)

- 2030年まで: 短中期的な緩和
  - エネルギー供給、運輸、建築、農業、林業...
  - ライフスタイルの重要性
- 2030年以降: 長期的な緩和
  - 新しい技術の開発、普及、導入
  - 再生可能エネルギーや原子力利用による低炭素エネルギー
  - CO<sub>2</sub>の貯留、回収

# 産業部門での取り組み

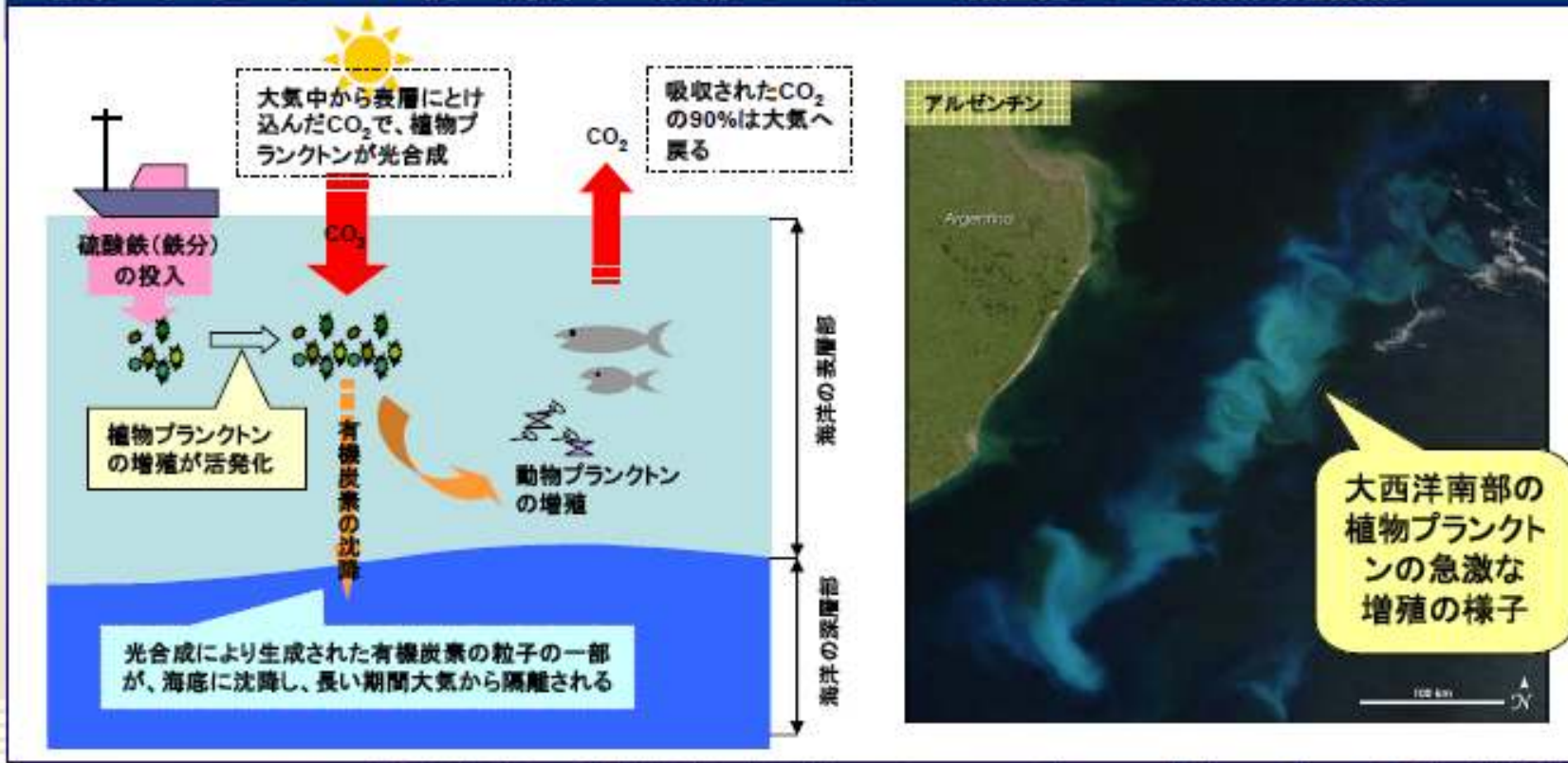
- エネルギー供給⇒石炭からガス、原子力発電、再生可能エネルギー
- 運輸⇒ハイブリッド車、クリーンなディーゼルエンジン、バイオ燃料
- 建築⇒省エネタイプの照明、電気機器、ソーラー発電
- 農業⇒土壌の炭素貯留のための耕作地整備
- 林業⇒再植林、木質バイオマス

# 地球工学的対策技術

- 大気中から $\text{CO}_2$ を直接除去するための海洋への鉄散布や、大気上層で人工的な物質で太陽光を遮蔽するといった地球工学的対策技術は、かなり不確実なオプションであり、未知の副作用が起きる危険性もある。 ● ★

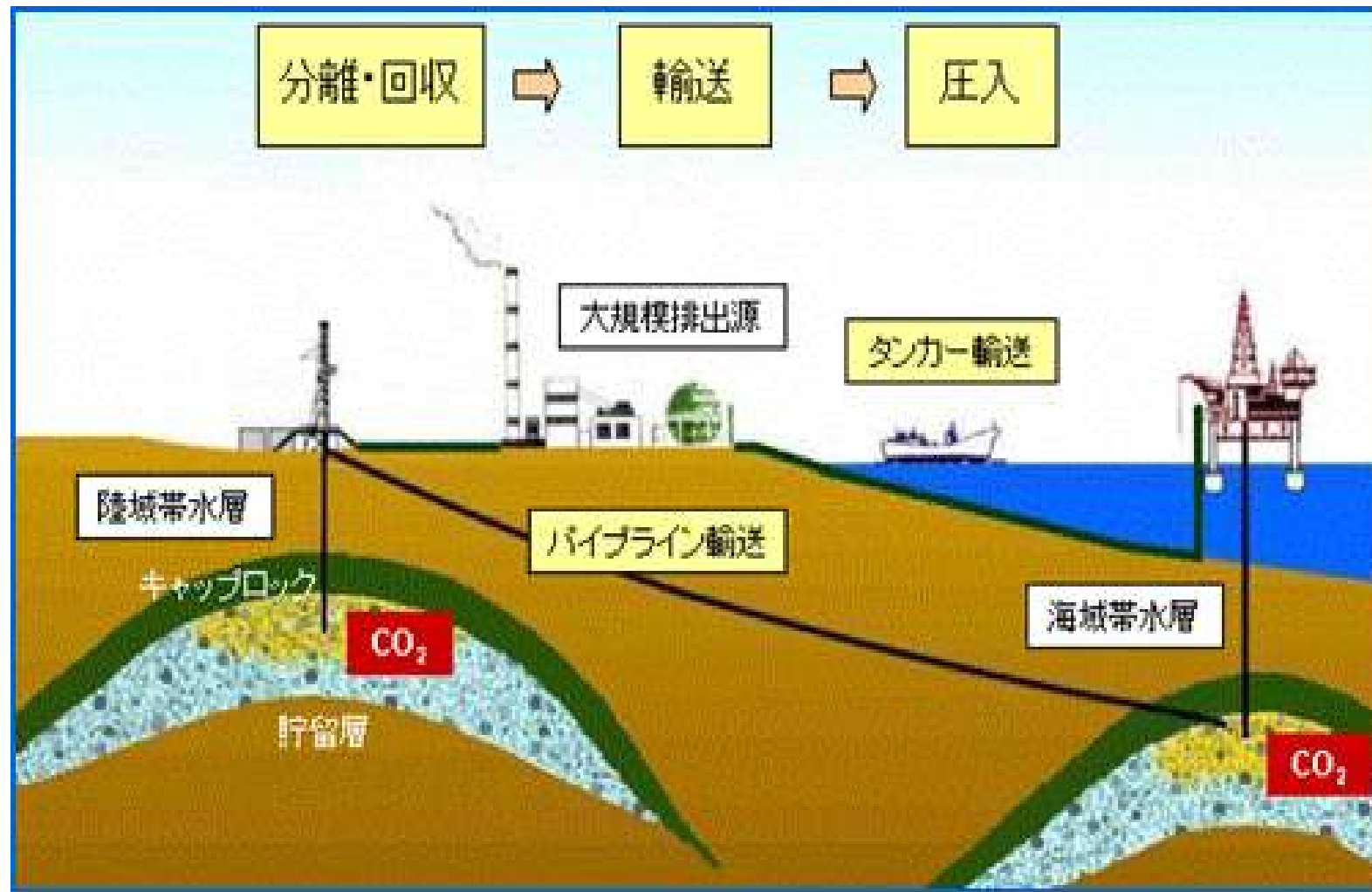
出典: AR4 SPM

## 地球工学的オプションの例: 海洋中の植物プランクトンの活性化による炭素固定技術





# 炭素の地下貯留・回収



# 家庭での温室効果ガスの削減とは・・・

- 現時点での家庭における二酸化炭素排出
  - 自動車が圧倒的
  - 次いで、エアコン、冷蔵庫、テレビ、照明
- 対策
  - 自動車：ハイブリッド車、電気自動車・・・  
⇒走行距離が10万kmを超えないと意味は少ない
  - エアコン⇒効率的にほぼ限界。
  - 照明⇒LEDは指向性強い。新技術に期待。



# ライフスタイルの変化と健康便益

## ライフスタイルの変化による気候変化の緩和

- ・ ライフスタイルや行動パターンを変えることで、全部門において気候変化の緩和に貢献できる。■ ★★

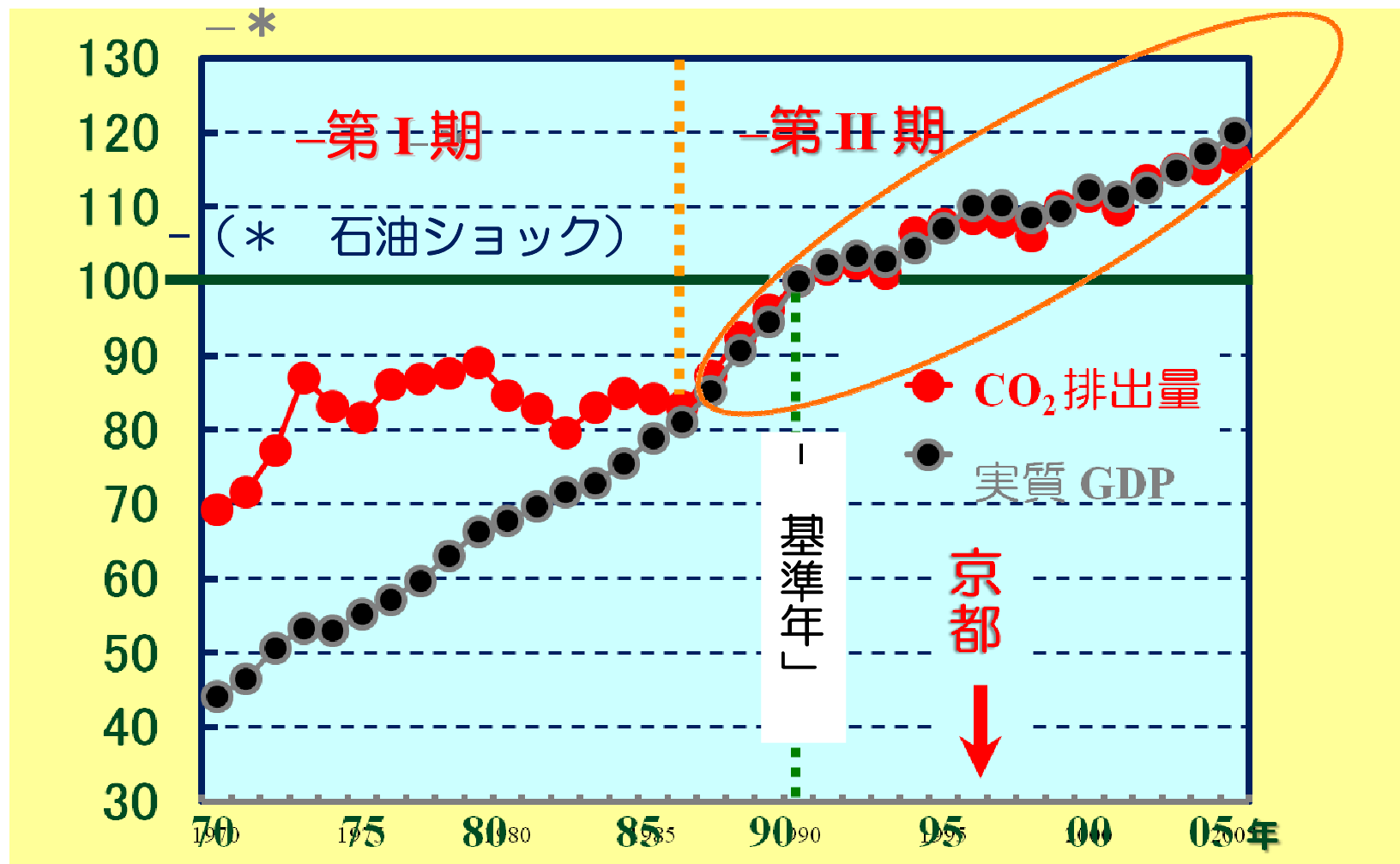
出典:AR4 SPM

## 温室効果ガス削減にかかるコストと健康便益

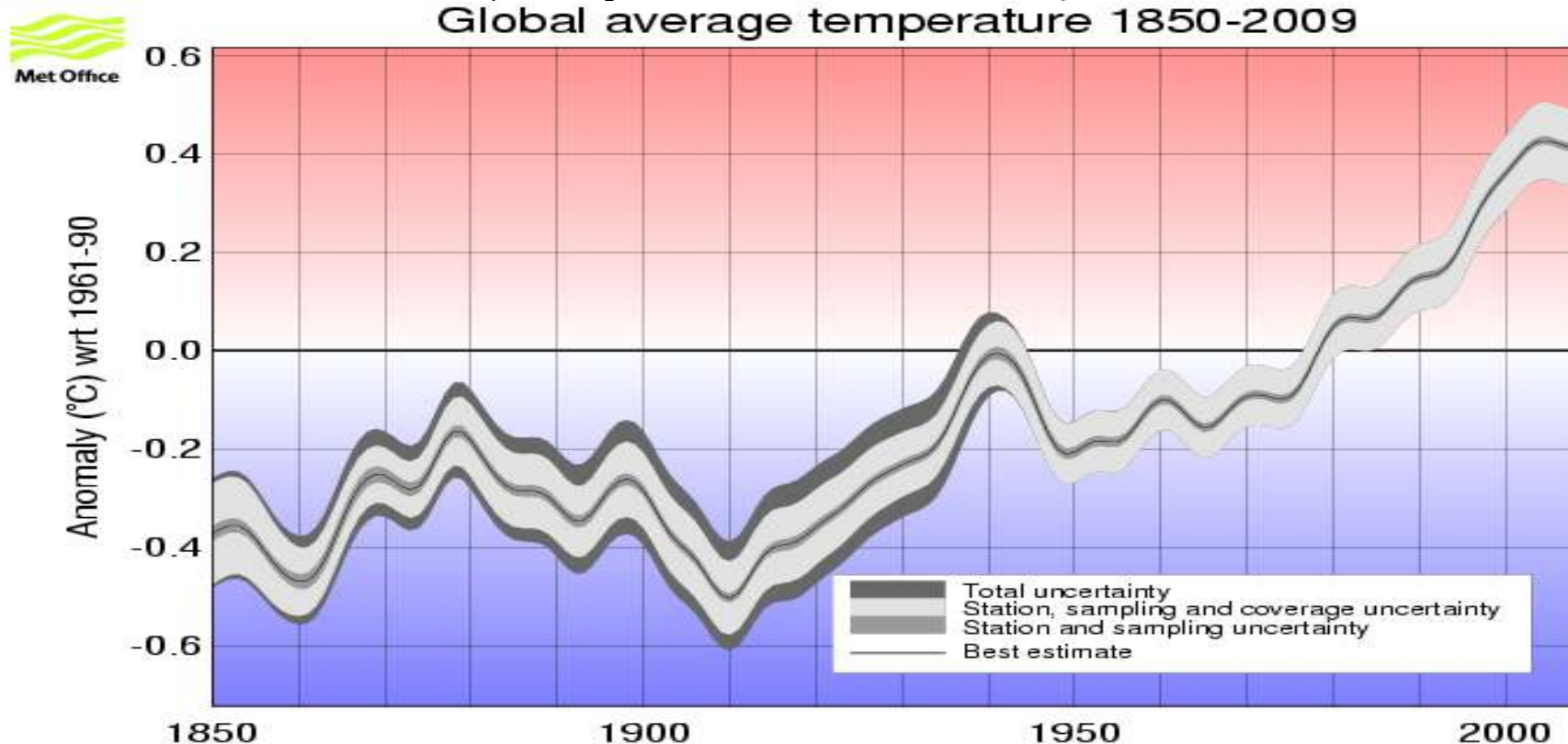
- ・ 世界の全地域において、温室効果ガス削減の結果として大気汚染も緩和される。その短期的な健康便益は、緩和コストを相殺する可能性がある。■ ★★★

出典:AR4 SPM

# 悲しい現実もある CO<sub>2</sub>排出量とGDPの関係



# 温暖化対策は誰もが明確にわかる効果としては現れない

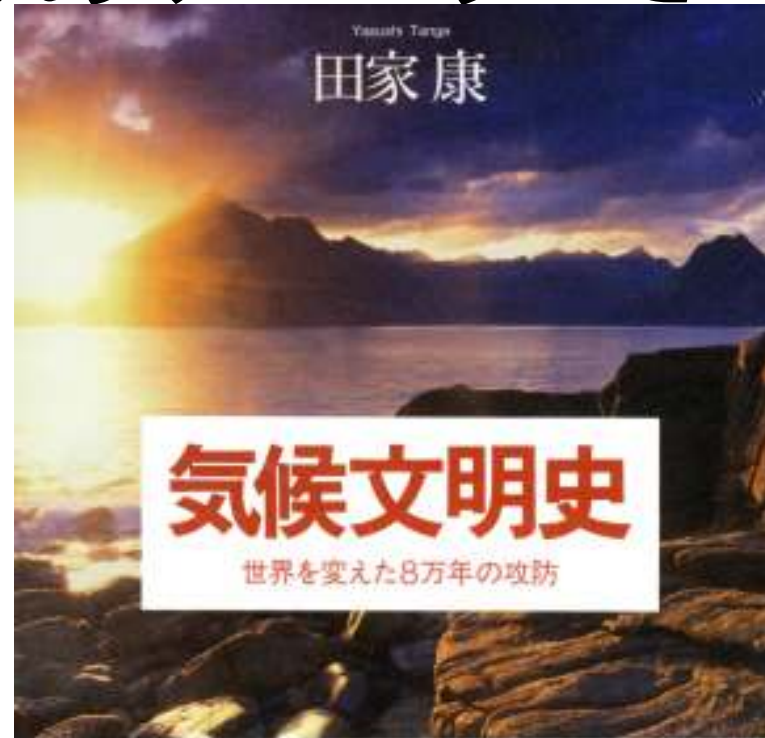


- 気候変動には、3～10年といったトレンドがある。
- 21世紀に入って一時的な寒冷トレンド⇒温暖化は進んでいない。
- 温暖化対策はダイエットのような即効的でないかもしれない。<sup>41</sup>

# 地球温暖化問題の意味するもの

- 脱炭素社会による新たな人類発展の契機
  - 世界的な枠組み
  - 国際的な資源問題、環境問題
  - 新技術による解決
- 一方で、新たなライフスタイルが問われているのかもしれない・・・
  - 経済成長だけが幸福感のカギなのか
  - エコキャンドルが考えるきっかけになれば・・・

# ご清聴ありがとうございました



## 影の主演から 歴史を読み解く

地球温暖化は人類の長い歴史の一こまに過ぎない。8万年にわたる寒冷化と温暖化の気候変化と人類は格闘してきたのだ。人類誕生、古代から中世、近世、21世紀まで、気候変化が世界の歴史をどう変えたのかを克明に解説。

日本経済新聞出版社 定価(本体2,600円+税)