

# IPCC第3次評価報告書 第1作業部会報告

井土 黒崎 仲谷 林

# 発表の流れ

- IPCCとは
- 第3次評価報告書 第1作業部会報告  
理解の現状  
将来予測

# IPCCとは

- 気候変動に関する政府間パネルのこと  
Inter-Governmental Panel on Climate Change
- WMO(世界気象機関)とUNEP(国連環境計画) によって1988年に設置される
- 目的は気候変動に関する現状の知識を整理し、政策決定者に伝えること

# IPCC設立から第3次報告まで

- 1988年 IPCC設立
- 1990年 IPCC第1次評価報告発表
- 1992年 気候変動枠組み条約採択
- 1994年 気候変動枠組み条約発効
- 1995年 気候変動枠組み条約第1回締約国会議(COP1)(ベルリンマンデート)  
IPCC第2次評価報告発表
- 1996年 COP2
- 1997年 バード決議  
京都議定書採択(COP3)
- 2000年 IPCC排出シナリオに関する特別報告発表
- 2001年 IPCC第3次評価報告発表

# IPCC第1次報告書

- GHG排出量が現状のまま  
2100年までに平均気温は3℃上昇し、  
海面は平均65cm上昇
- 現在の濃度で安定化  
直ちにGHG排出量60%以上の削減が必要

# 気候変動枠組み条約

- 第2条 目的

この条約及び締結国会議が採択する関連する法的文書は、この条約の関連規定に従い、気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。そのような水準は、生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な様態で進行することができるような期間内に達成されるべきである。

# IPCC第2次報告書

温暖化の観測事実と予測 影響・適応・緩和策 社会的側面

およびこれらをふまえた第2条の解釈に関する第2次総合評価

- どの濃度が危険でなく、その濃度での安定化をどの期間内に達成すべきかの決定を迫られている政策決定者に役立つ科学・技術・経済面の情報を与えることが目的
- 観測事実と予測

19世紀末～現在	気温0.3 ~ 0.6	海面10～25cm
2100年までに	気温2	海面50cm
- また、「色々な証拠から温暖化は人為的なものであると識別できる」としている  
(the balance of evidence suggests that there is a discernible human influence on global climate)
- 条約にいう「気候系に対する危険な干渉」を防ぎ得るような大気中濃度の目標を、時間的な枠組みを含めて決めることは困難

# 排出シナリオ特別報告書

- 4つのファミリーと6つのシナリオによる予測
- IPCC第3次報告はこの研究の上に成り立つ



# IPCC第3次報告書

第1作業部会 気候系についての理解の現状と  
将来の気象予測

第2作業部会 気候変化の影響に対する自然・  
人間システムの感受性・適応力・  
脆弱性の評価

第3作業部会 緩和対策(排出削減および吸収)

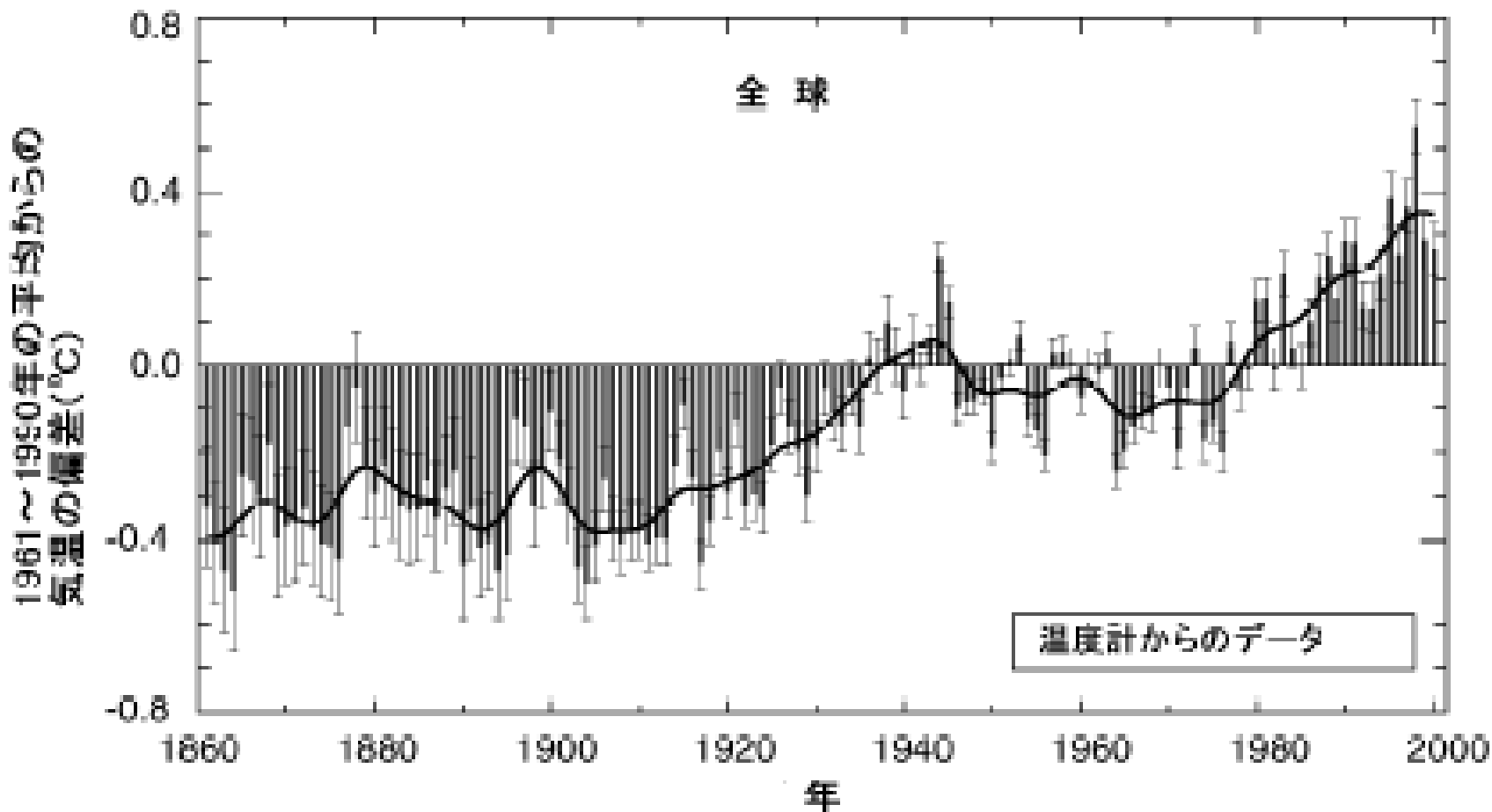
# IPCC第3次報告 第1作業部会報告 理解の現状

観測成果が増えたことによって、世界的な温暖化及び気候システムにおけるその他の変化についての全体像が明らかになっている

- 地球の平均地上気温は、20世紀に0.6 (0.4 ~ 0.8 ) 上昇
  - ・1994年までを対象としたSARよりも0.15 高い  
1995 ~ 2000年が比較的高温であったこと、データ処理の手法が改良されたことによる
  - ・1990年代は最も暖かい10年であり、1998年は最も暖かい年であった
  - ・北半球では、20世紀における気温の上昇は過去1000年のどの世紀よりも大きかった
  - ・また、北半球でも1990年代は最も暖かい10年であり、1998年は最も暖かい年であった

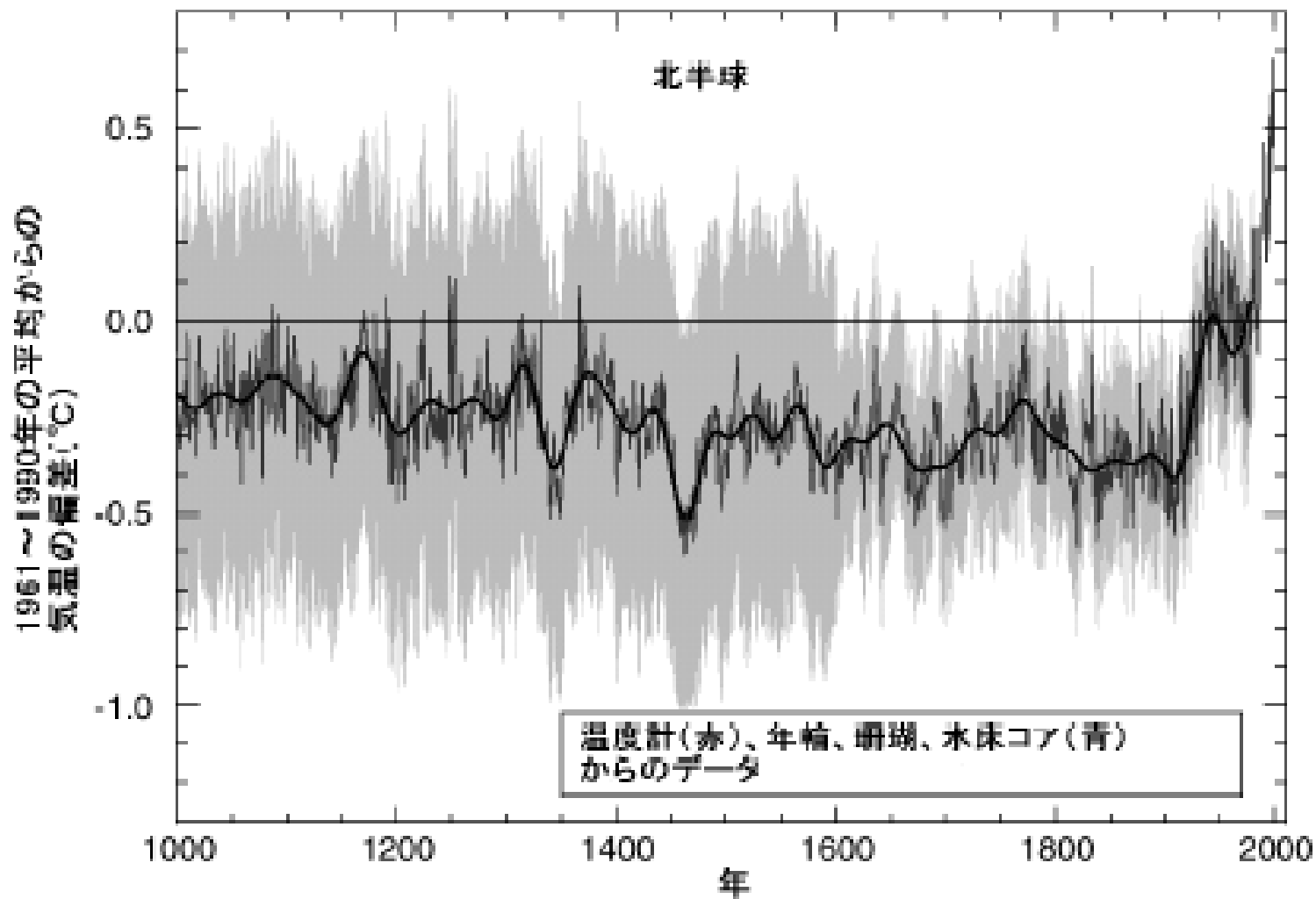
# 地球の地上気温の変動(a)

(a) 過去140年



# 地球の地上気温の変動 (b)

(b) 過去1000年



- 気温は高さ8kmまでの大気において過去40年間上昇
  - ・10年あたり0.1 上昇
- 雪氷面積は減少
  - ・1960年代後期以降、積雪面積の約10%が減少
  - ・20世紀中に北半球の中・高緯度域の湖や河川が氷で覆われる年間日数が約2週間減少
  - ・20世紀には極地以外の地域で山岳氷河の後退
  - ・北半球の春夏の海氷面積は1950年代以降、10～15%減少
  - ・この数10年、北極の海氷の厚さは約40%減少

- **地球の平均海面水位は上昇、海洋の貯熱量は増加**
  - ・20世紀に地球の平均海面水位は0.1 ~ 0.2m上昇した
  - ・1950年代後期以降、地球の海洋貯熱量は増加してきた

- **変化は気候の他の重要な側面にも現れている**
  - ・降水量は、北半球中・高緯度の陸域の大部分において、20世紀に10年間あたり0.5～1%増加
  - ・20世紀後半、北半球中・高緯度域においては、大雨の発現頻度が2～4%増加
  - ・20世紀中に、中・高緯度の陸域における雲の量は2%増加
  - ・1950年以降、極端な低温の発現頻度は減少し、極端な高温の発現頻度は小幅に増加
  - ・エルニーニョ現象は1970年代中期以降、それ以前の100年に比べて、発現頻度・持続期間・強度が増大
  - ・20世紀において、厳しい干ばつあるいは著しい多雨が発生した陸上の地域は小幅な増加

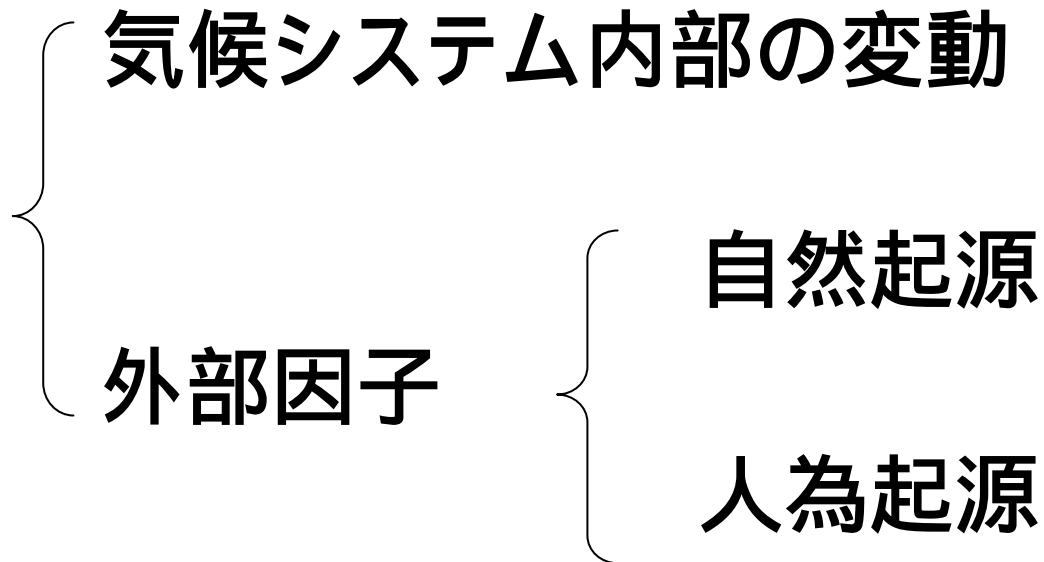


- 気候の重要な側面のいくつかは変化していないように見える

- ・南半球の海洋と南極大陸の一部では、この数10年間温暖化していない
- ・南極の海氷面積について有意なトレンドは見られない
- ・熱帯低気圧、温帯低気圧の強さや発生頻度の変化について20世紀には有意なトレンドは見られない
- ・竜巻、発雷、ひょうの発現頻度の系統的な変化についても明らかでない

なぜこのような気候変動が起きたか？

気候を変化させる要因



# 外部因子による影響の比較

**放射強制力** radiative forcing

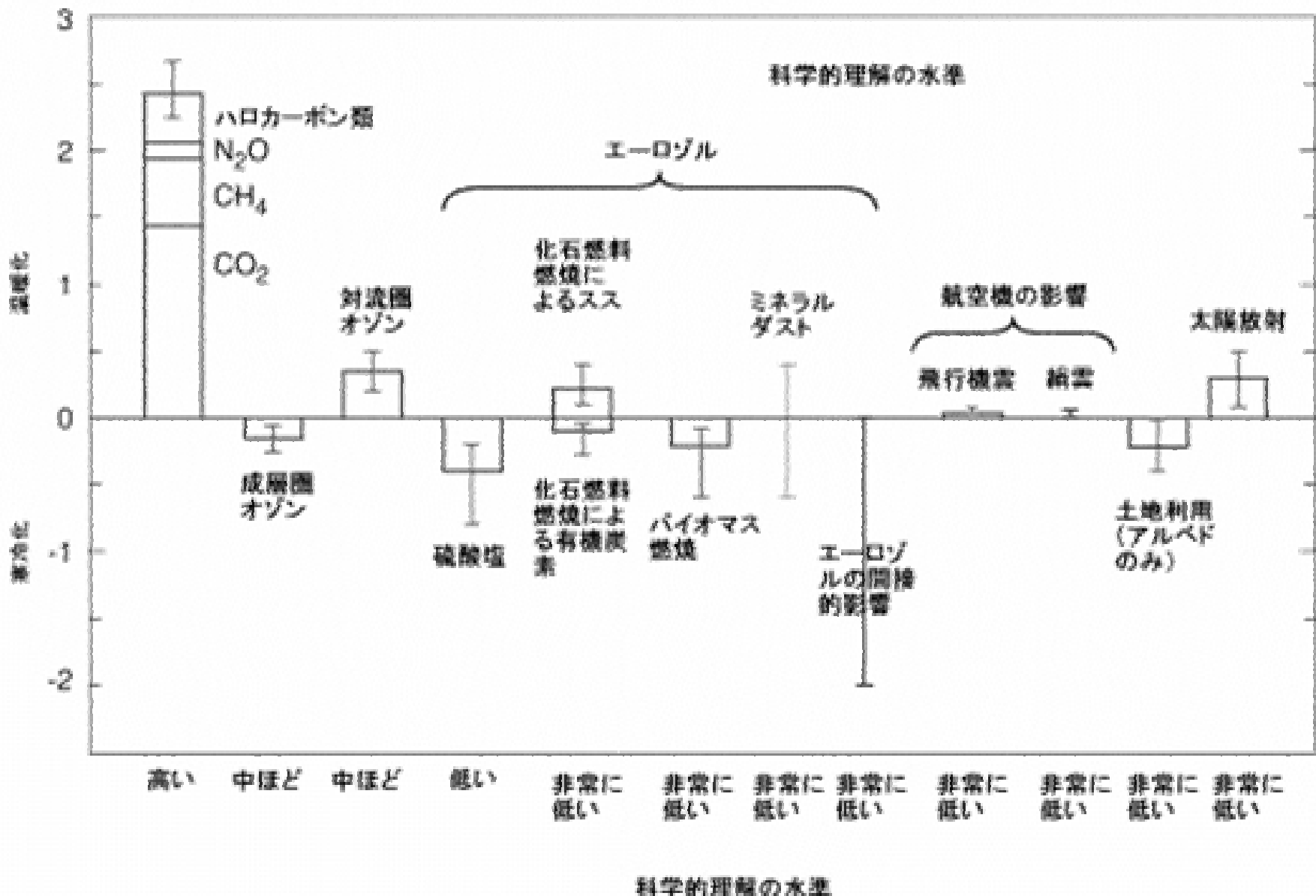
気候を変化させる可能性の大きさを示す

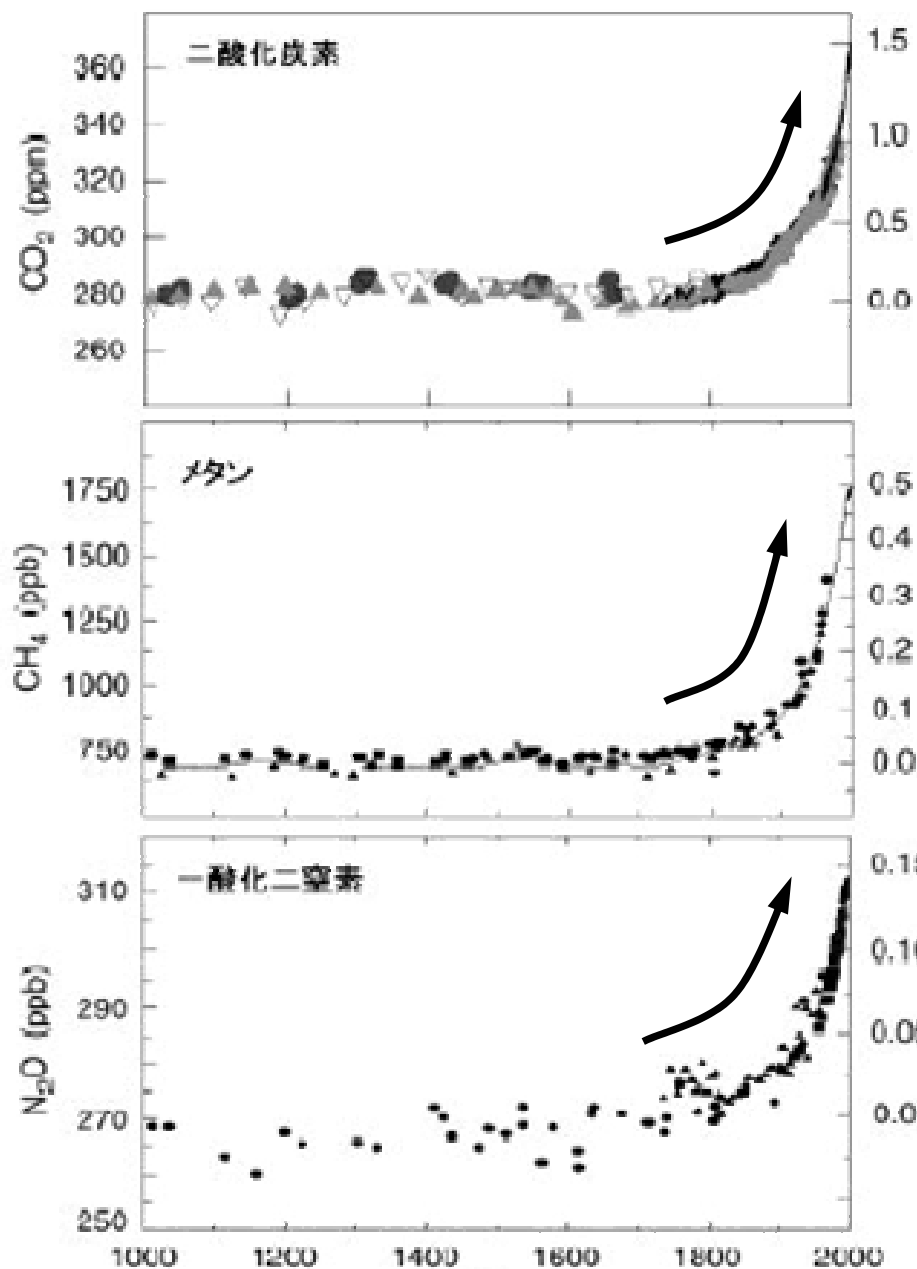
**放射強制力が、**

**+ の値 …… 地表を暖める効果**

**- の値 …… 地表を冷却する効果**

# 気候変化を起こす各外部因子





CO<sub>2</sub>

濃度は1750年以降31%増

人為起源によるCO<sub>2</sub>の放出

化石燃料の燃焼(約3/4)

土地利用の変化(森林減少)

CH<sub>4</sub>

濃度は1750年以降151%増

排出量の半分強は人為起源

N<sub>2</sub>O

濃度は1750年以降17%増

排出量の約1/3は人為起源

## ■ 温室効果ガスについて

1750年から2000年までの増加による  
放射強制力は2.43 W/m<sup>2</sup>

+ の値・・・地表を暖める効果

人間活動に伴い、  
大気中の温室効果ガスの濃度  
及びその放射強制力は  
増加を続けている

## ■ オゾン層について

成層圏オゾン層の破壊による  
放射強制力は - の値

… 地表を冷却する効果

対流圏オゾン総量の増加による  
放射強制力は + の値

… 地表を暖める効果

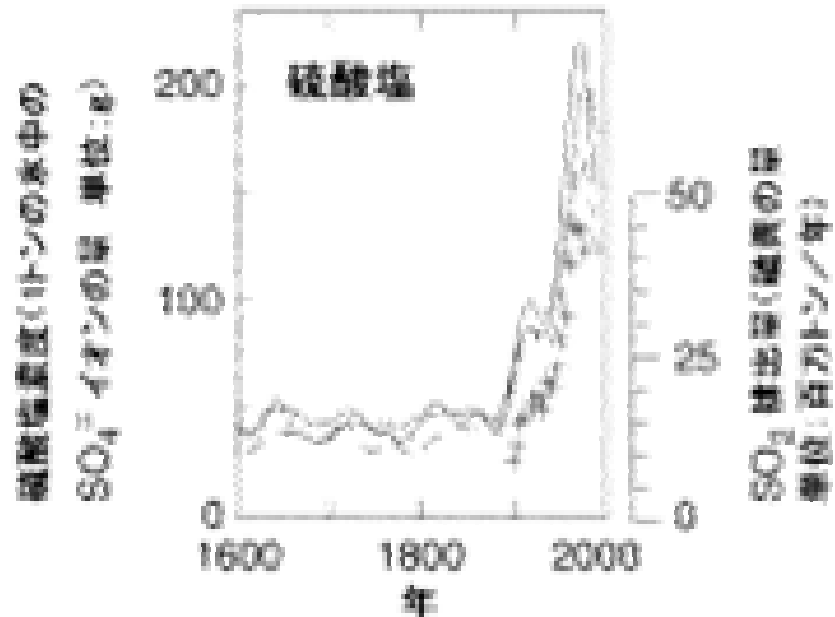


# ■ 人為起源のエーロゾルについて

そのほとんどが - の放射強制力

…地表を冷却する効果

(b) グリーンランドの氷床コアの中の硫酸エアロゾルの堆積量



## ■ 自然起源の因子について

過去100年間で放射強制力にあまり影響ない

過去20年間の見積もりでは - の値 (地表を冷却する効果)

# 放射強制力による各因子の分析の結果

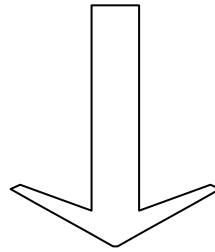
人間活動による温室効果ガス及び  
エアロゾルの排出は、  
引き続き大気を変化させ気候に影響を与える。

# 理解の現状

- ・ 将来の気候を予測するモデル能力の信頼性増加
- ・ 天候のメカニズムを理解され、天候モデルも改善された。
- ・ 最近のモデルは、現在の気候を充分復元。
- ・ 自然起源及び人為起源の放射強制力の見積もり含むモデル計算では、20世紀に観測されたスケールの地上気温変化を復元している。
- ・ ENSO、モンスーン、北大西洋振動のモデルシミュレーションも改善された。

# 理解の現状

- 改善された気候モデルと放射強制力の見積もりを利用して気温の変化を再現



- 再現されたものと、実際の観測データを比較

# 理解の現状

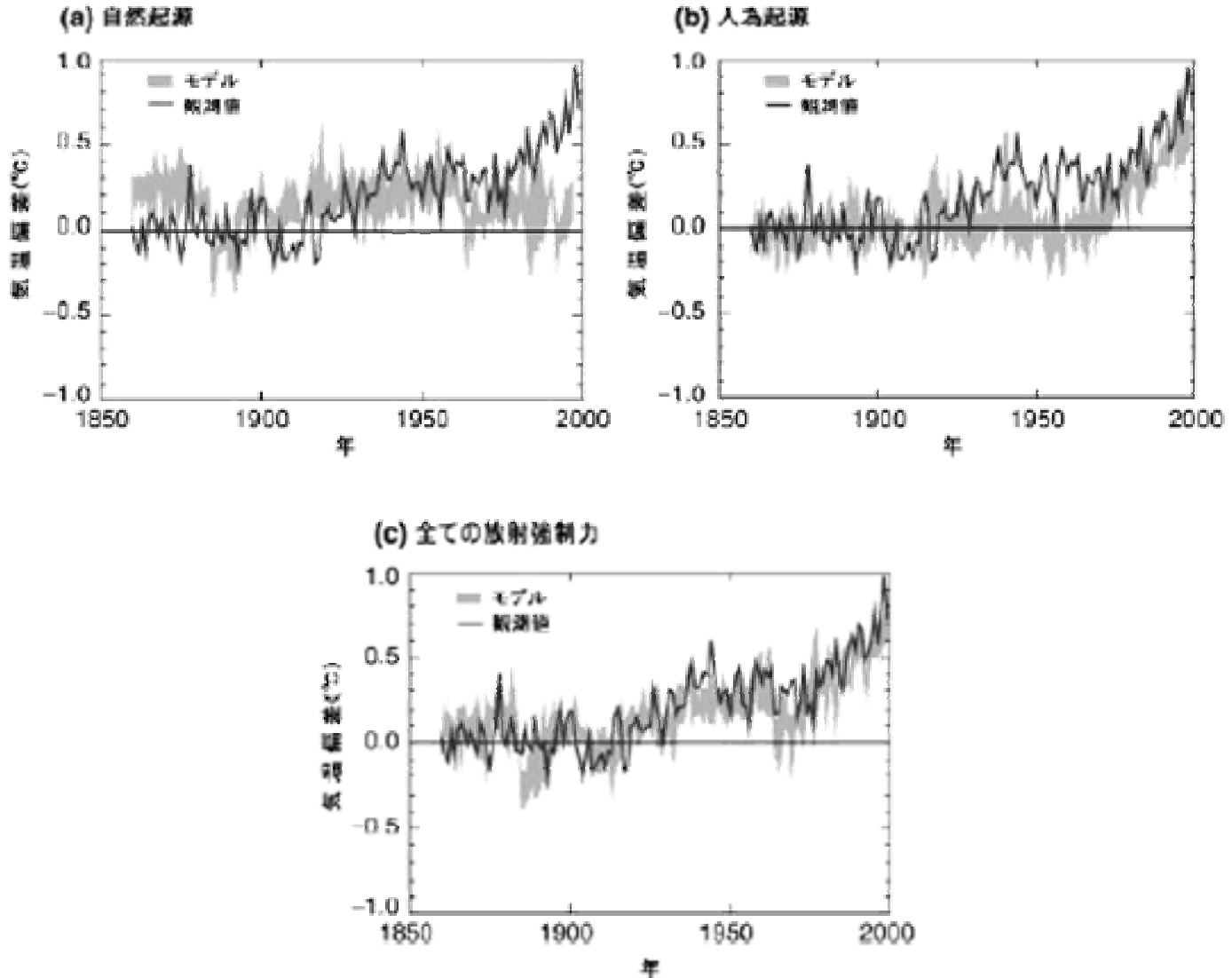
気候システム内部の変動・・・モデル

自然起源・・・負の値、影響弱

外部因子

人為起源・・・ エールゾル 負  
GHG 正

# 平均地上気温のシミュレーション



# 理解の現状

- 以上の理由より・・・

最近50年間観測された温暖化のほとんどは人間活動によるものである。

温暖化の大部分は温室効果ガス濃度の増加によって引き起こされた可能性が高い。



# IPCC第3次報告 第1作業部会報告 将来予測

# 将来予測

- ・温室効果ガス

21世紀末までにCO<sub>2</sub>濃度が540～970ppmに上昇。

- ・気温

1990年～2100年までの全球表面気温の上昇は、1.4～5.8℃。ほとんどすべての陸地で、全球平均よりも急速に温暖化が進行。

# 将来予測

- ・降水量

全球平均の水蒸気と降水量は増加

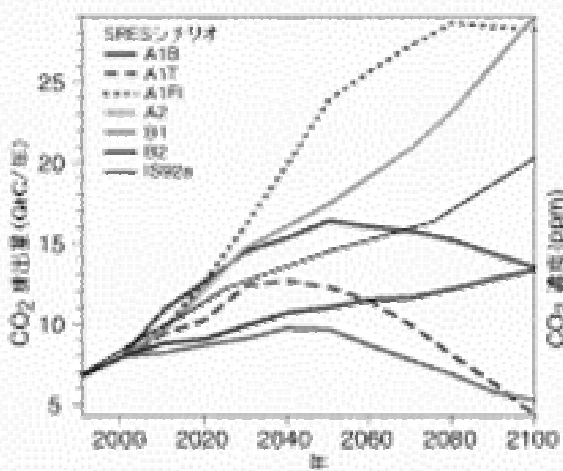
- ・異常気象現象

21世紀中に、最高・最低気温の上昇、降水強度の増加、中緯度内陸部の渇水、熱帯サイクロンの強大化

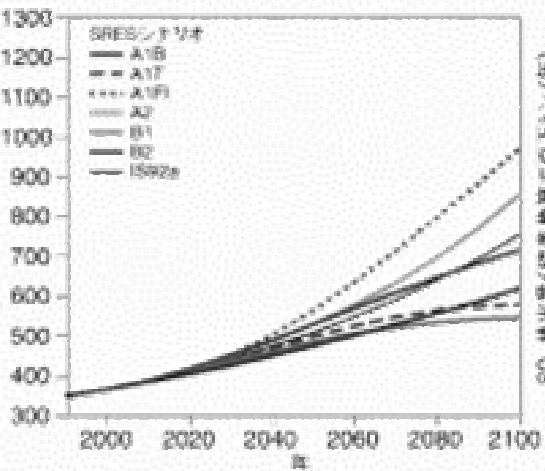
- ・海面上昇

1990～2100年の海面上昇は、0.09～0.88m

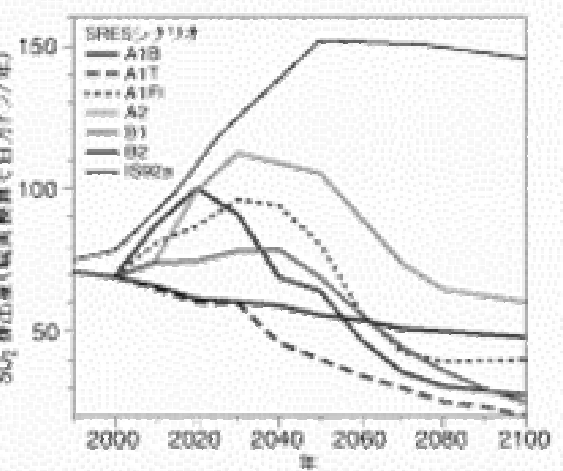
(a) CO<sub>2</sub> 排出量



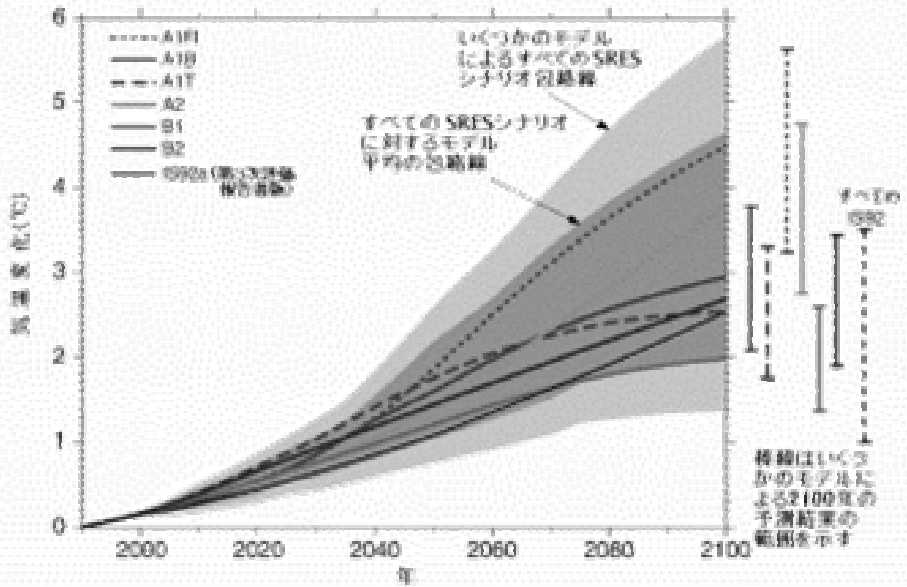
(b) CO<sub>2</sub> 濃度



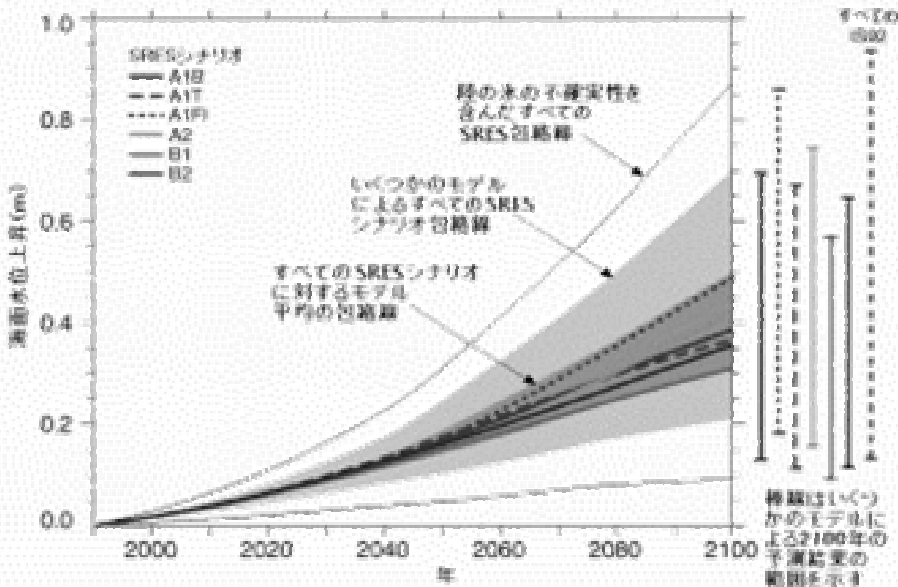
(c) SO<sub>2</sub> 排出量



(d) 気温変化



(e) 海面水位上昇



# 排出シナリオに関する特別報告 (SRESの排出シナリオ)

シナリオの種類:6つ

- A1 高度経済社会 世界的 (A1FI、A1T、A1B)
- A2 高度経済社会 地域的
- B1 持続可能性に重点を置いた社会 世界的
- B2 持続可能性に重点を置いた社会 地域的

どれも同等の根拠を持っていると考えるべき。いずれのシナリオも気候変動枠組み条約や京都議定書の削減目標が履行されることを明示的に仮定していない。

# 排出シナリオに関する特別報告 (SRES)の排出シナリオ

A1.

- 高度経済成長が続き、世界人口が21世紀半ばにピークに達した後に減少し、新技術や高効率化技術が急速に導入される未来社会。
- 1人あたり所得の地域間格差は大幅に縮小する
- 技術的な重点の置き方によって3つに分類

A1 {  
A1FI化石エネルギー源重視  
A1T非化石エネルギー源重視  
A1B全てのエネルギー源のバランス重視

# 排出シナリオに関する特別報告 (SRES)の排出シナリオ

## A2.

- 非常に多元的な世界。
- 基本テーマは独立独行と地域の独自性の保持である。出生率の低下が非常に緩やかなため、世界の人口は増加を続ける。地域的経済発展が中心で、1人あたりの経済成長や技術変化は他の筋書きに比べバラバラで緩やかである。

# 排出シナリオに関する特別報告 (SRES)の排出シナリオ

B1.

- 地域間格差が縮小した世界。
- A1と同様に21世紀半ばに世界人口が減少するが、経済構造はサービス及び情報経済に向かって急速に変化し、物質志向は減少し、クリーンで省資源の技術が導入される。
- 経済・社会・環境の持続可能性のための世界的な対策に重点がおかれる



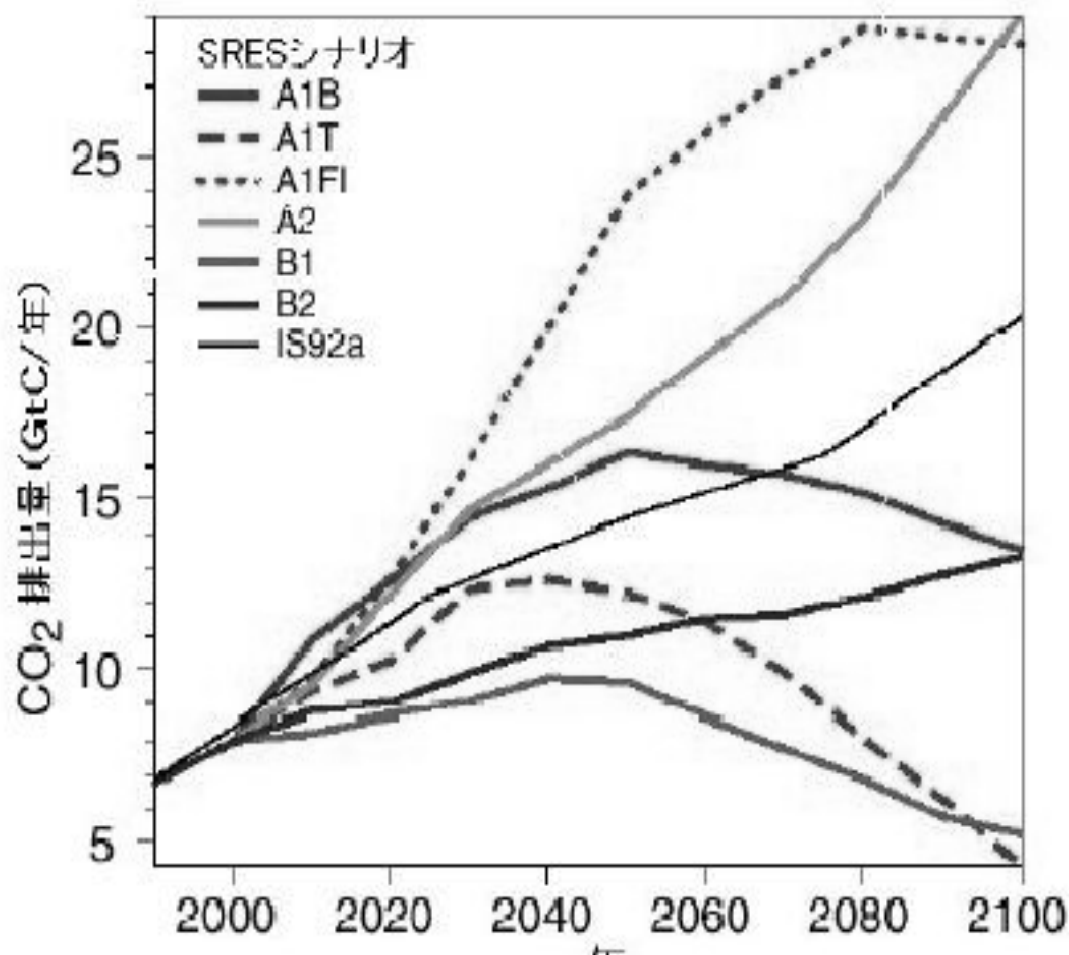
# 排出シナリオに関する特別報告 (SRES)の排出シナリオ

## B2.

- 経済、社会及び環境の持続可能性を確保するための地域的対策に重点が置かれる世界。
- 世界の人口はA2よりも緩やかな速度で増加を続け、経済発展は中間的なレベルに止まり、B1とA1の筋書きよりも緩慢だが、より広範囲な技術変化が起こるというものである。このシナリオも環境保護や社会的公正に向かうものであるが、地域的対策が中心となる。

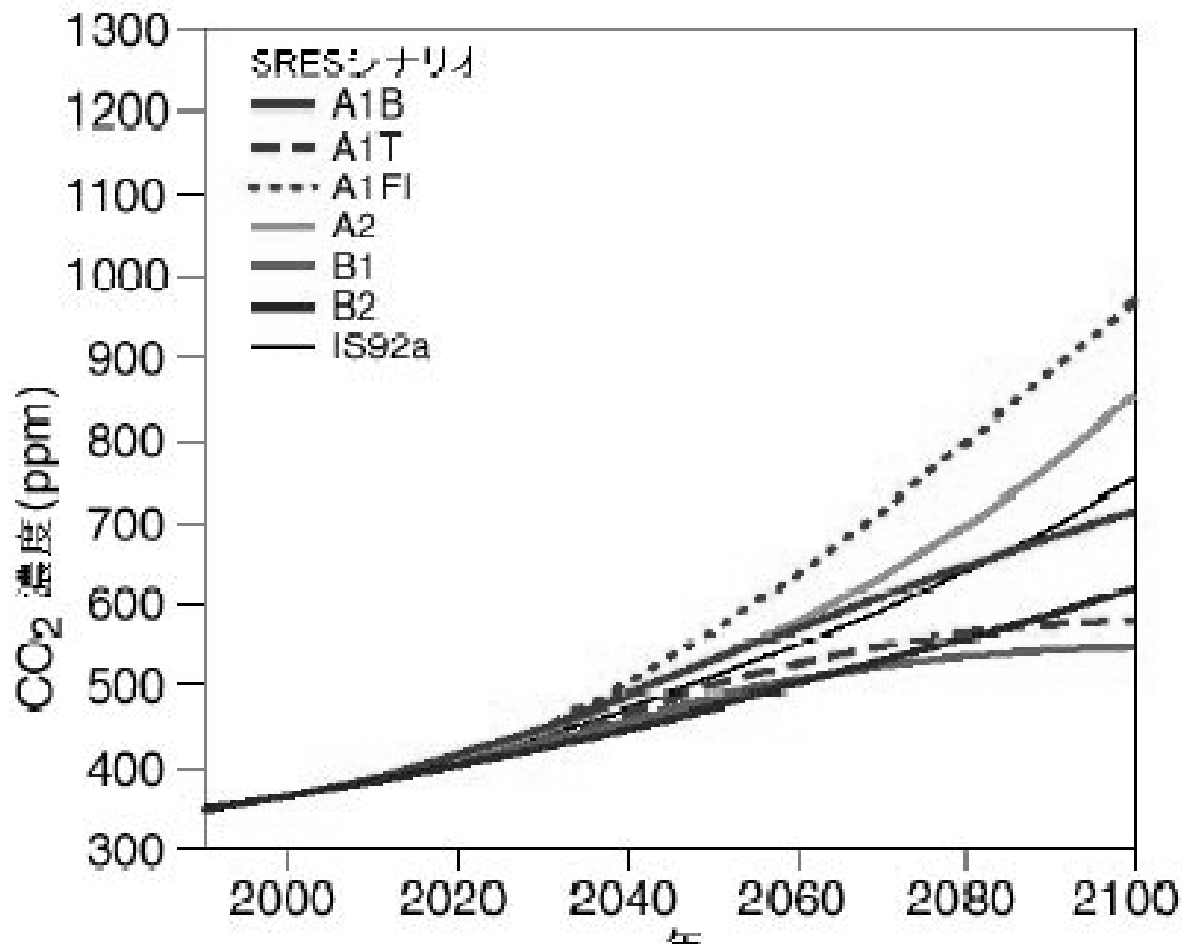
# 21世紀の地球の気候 CO<sub>2</sub>排出量

(a) CO<sub>2</sub> 排出量



# 21世紀の地球の気候 CO<sub>2</sub>濃度

(b) CO<sub>2</sub> 濃度



# 21世紀の地球の気候 CO<sub>2</sub>濃度

- 炭素循環モデルによると、2100年までに大気中の二酸化炭素濃度は、540～970ppmになると予測（1750年の濃度である280ppmよりも90～250%の増加）
- シナリオ毎に－10～＋30%の誤差が考えられることから、全体の予測幅は490～1260ppm（1750年の濃度よりも75～350%の増加）

# 21世紀の地球の気候

## CO<sub>2</sub>濃度

- 化石燃料の焼却による排出が主要
- CO<sub>2</sub>濃度が増加
  - 陸域と海洋でのCO<sub>2</sub>吸収量が減少
  - CO<sub>2</sub>濃度が更に増加
- 再植林によってCO<sub>2</sub>濃度は40～70ppm減少
- CO<sub>2</sub>濃度を450、650、1000ppmで安定化するにはそれぞれ数十年、約100年、約200年以内にCO<sub>2</sub>濃度を1990年レベル以下にした上で、その後減少させ続けなければならない

# 21世紀の地球の気候 気温変化

- 地球の平均地上気温は1990年～2100年までの間に1.4～5.8 上昇すると予測される

予測される気温の上昇量はIS92シナリオに基づく第二次評価報告書の時の予想上昇量(1.0～3.5 )よりも大きい

# 21世紀の地球の気候

## 気温変化

- 最近の気候モデルによる予測では、ほとんどすべての陸域で地球の平均よりも早く気温が上昇する
- 特に北アメリカの北部、アジアの北部と中央部での温暖化が顕著 地球の平均よりも40%以上の大きな温暖化が予想される
- 一方、夏のアジアの南部と南東部、冬の南アメリカの南部では地球の平均よりも小さな上昇幅になると予想される。

# 21世紀の地球の気候 降水量

- 地球の平均水蒸気量と平均降水量は、多くのシナリオで21世紀中は増加すると予測される。
- 21世紀後半までに、北半球中・高緯度や南極で冬の降水量が増加する可能性が高い。
- 低緯度では、増加する地域と減少する地域の両方がある。
- 平均降水量が増加すると予想されるほとんどの地域では降水量の年毎の変動が大きくなる可能性がかなり高い。



# 極端な現象について、観測された変化と予測される変化の信頼度の見積もり

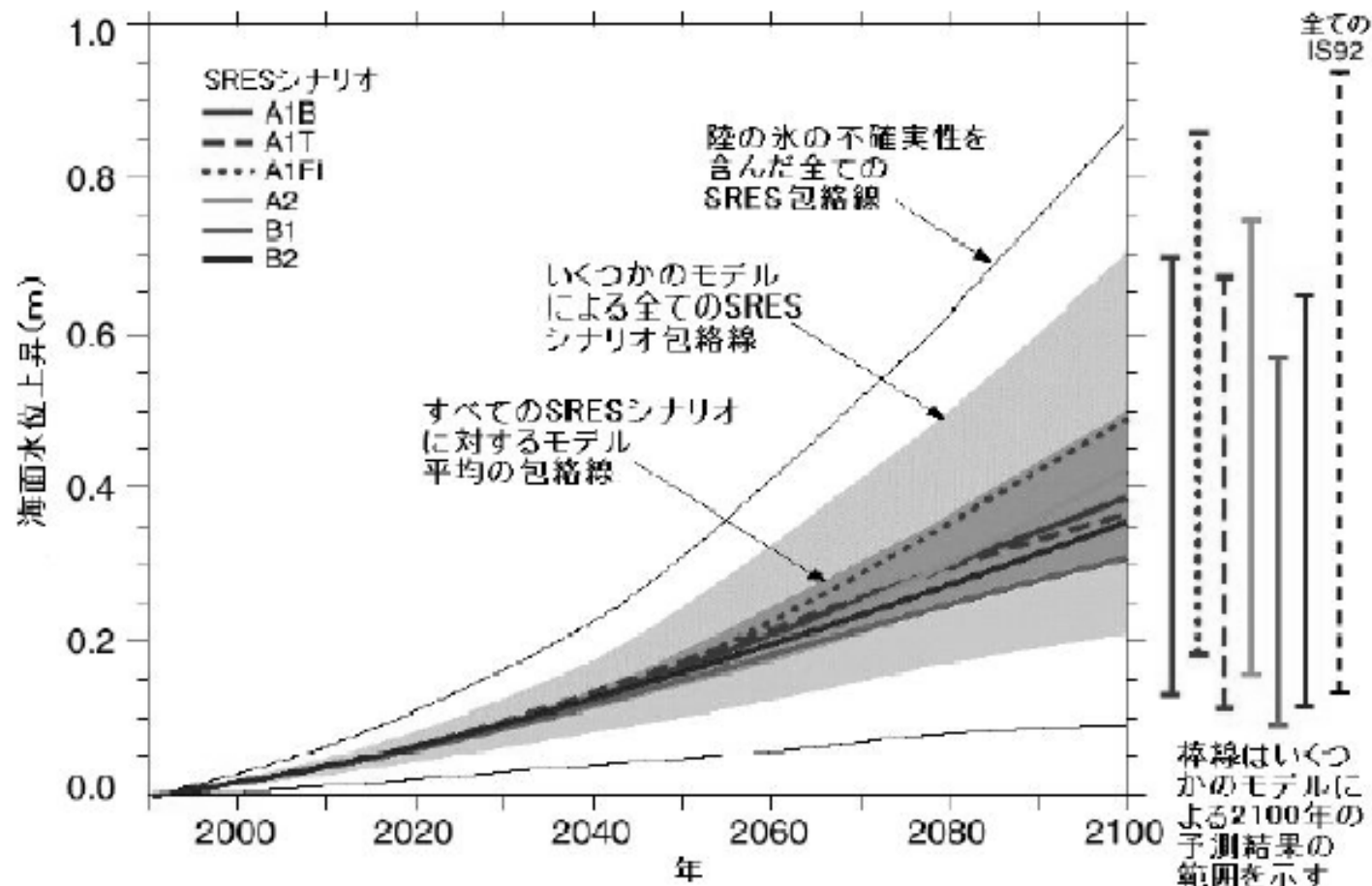
観測された変化の信頼度 (20世紀後半)	現象の変化	予測される変化の信頼度 (21世紀)
可能性が高い	ほとんどすべての陸域で最高気温が上昇し、暑い日が増加する	可能性がかなり高い
可能性がかなり高い	ほとんどすべての陸域で最低気温が上昇し、寒い日、霜が降りる日が減少する	可能性がかなり高い
可能性がかなり高い	大部分の陸域で気温の日較差が縮小する	可能性がかなり高い
多くの地域で可能性が高い	陸域で熱指数(heat index)が大きくなる	ほとんどの地域で可能性がかなり高い
北半球の中・高緯度の陸域の多くで可能性が高い	強い降水現象が増加する	多くの地域で可能性がかなり高い
可能性が高い地域もある	夏の大陸で乾燥しやすくなり、干ばつの危険性が増加する	中緯度の大陸内部の大部分で可能性が高い(その他の地域では、一致した予測となっていない)
入手可能なわずかな解析では観測されていない	熱帯低気圧の最大風速が増大する	いくつかの地域で可能性が高い
評価するに十分なデータが存在しない	熱帯低気圧の平均降水量と最大降水量が増加する	いくつかの地域で可能性が高い

# 21世紀の地球の気候 海面水位上昇

- 地球の平均海面水位は、SRES シナリオの全ての予測幅で、1990年から2100年までに0.09 ~ 0.88m上昇すると予測される。IS92シナリオに基づく第二次評価報告書では、海面水位は0.13 ~ 0.94mの上昇と予測。
- 今回の報告書で気温の変化予測が高くなったのに海面水位の上昇がわずかに低くなっている(改良したモデルが使われ、そのモデルでは氷河や氷床の寄与が以前より小さく見積もられたから)

# 21世紀の地球の気候 海面水位上昇

(e) 海面水位上昇



# 人為起源の気候変動

- 人為起源の気候変動は今後何世紀にもわたって続くと思込まれる。
- 寿命が長い温室効果ガスの排出は気候に持続的な影響力を持つ (ex CO<sub>2</sub>は排出による濃度の増加量のおよそ4分の1が排出後数世紀にわたって大気中に残留する)。
- 温室効果ガスの安定後も海面水位上昇は数百年間続く

# 今後

- 気候変化の検出、原因特定および理解の能力を向上させ、不確実性を減らし、将来の気候変化を予測するために更なる研究が必要

# IPCC第3次報告書

## 第1作業部会 まとめ

過去50年間の温暖化

大部分は人間活動に起因

21世紀末までに、1990年と比べ

- 地球の平均気温が最大5.8 上昇
- 平均海面水位が最大88cm上昇
- 豪雨、渇水など異常気象現象が増加