

# 21世紀気候変動予測革新プログラム 2010年度研究成果報告会

プログラム統括

松野 太郎

西岡 秀三

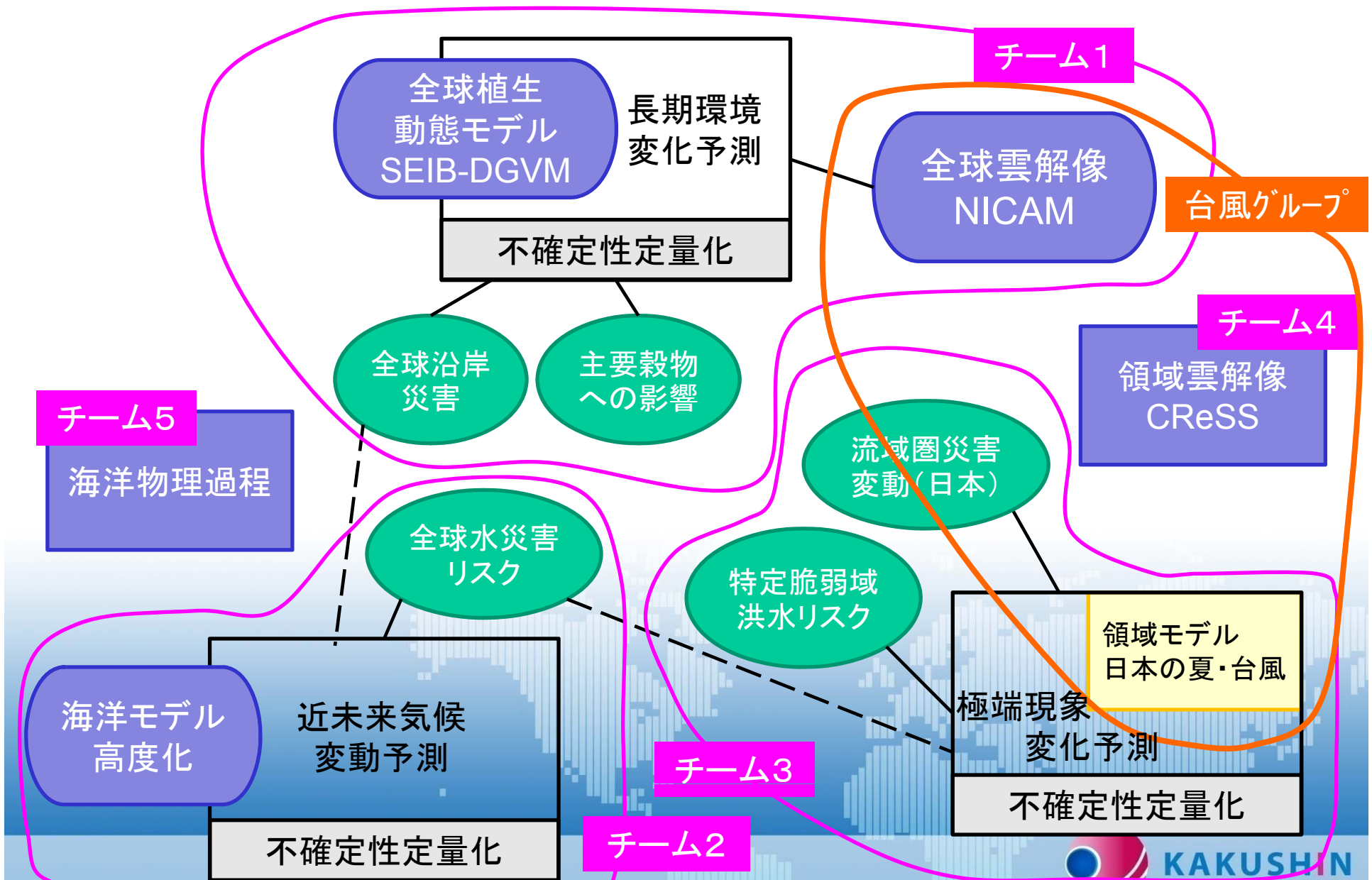


KAKUSHIN

# 革新プログラムの構成

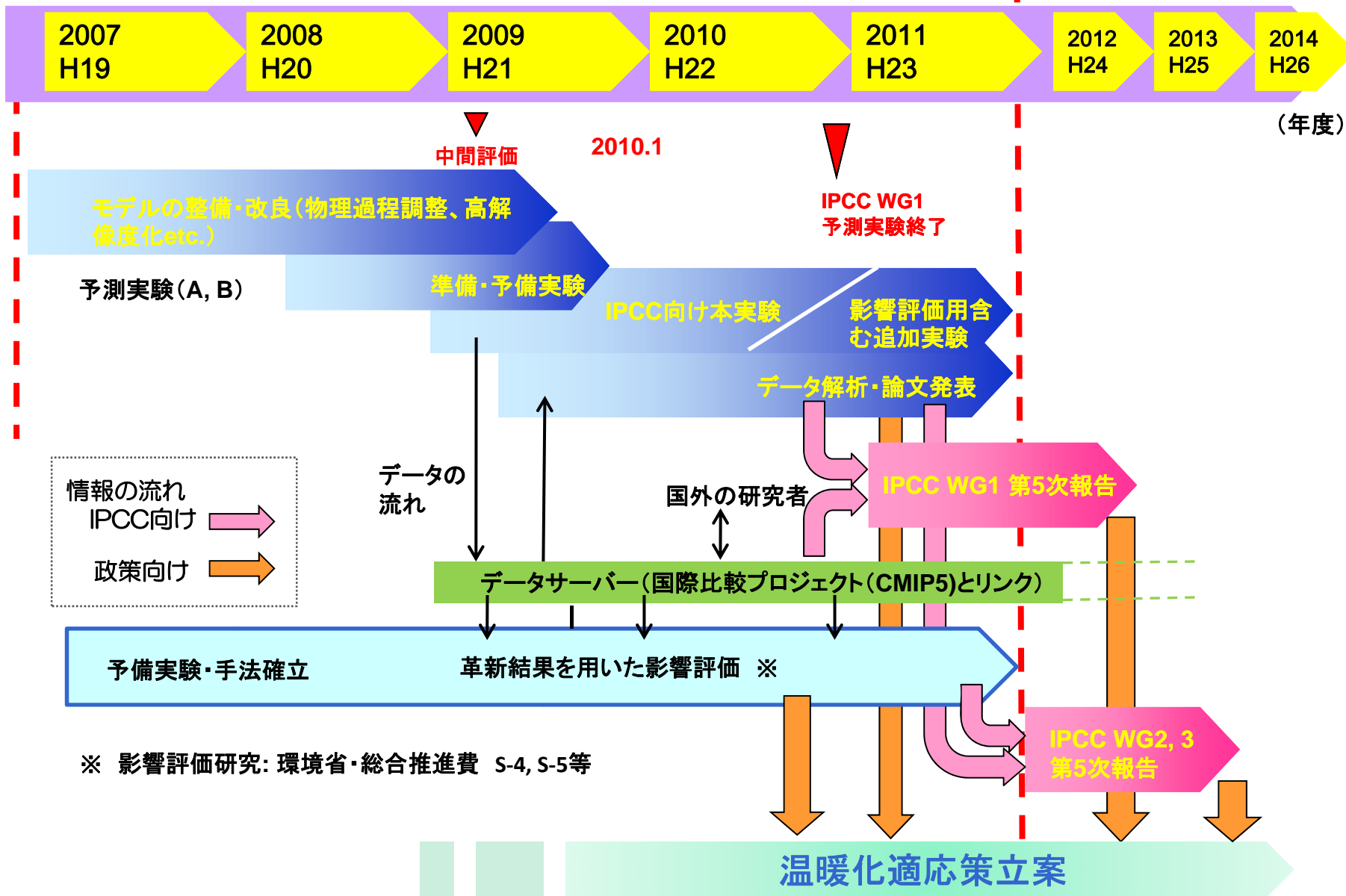
- A) 目的に応じた**3主要予測モデル**開発と実験及び先端要素モデル開発
  - A1 シナリオ別の**長期(300年)**にわたる**地球環境変化の推定**→安定化目標  
(植生分布変化、深層循環変化……)
  - A2 **近未来(20~30年)**の**不可避の気候変化予測**  
自然変動を含む2030年の気候の予報
  - A3 温暖化地球での気象特に**極端現象の予測**  
(台風はどうなる、集中豪雨は……)
  - A4 **先端的要素モデル**開発5課題
- B) それぞれに応じた**予測の不確実性評価**
- C) 気候変化予測データを利用した**影響評価・対策立案**  
災害(水災害、風災害、海岸……)＋環境省プロジェクト連携

# 16課題 チーム構成図

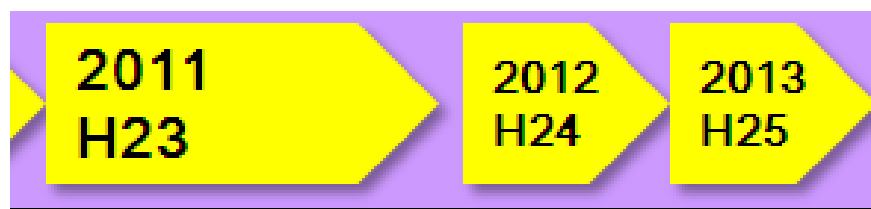


# 革新プログラム 実施ロードマップ

21世紀気候変動予測革新プログラム (2007(H19)~2011(H23))



# IPCC AR5に向けた論文とりまとめのスケジュール



▼ 2011年春  
IPCC WG1  
予測実験終了



- 2012年7月31日まで論文投稿
- 2013年3月15日まで論文受理  
→ 2013年後半WG I報告書刊行

- 日本気象学会 JMSJ特集号
- 2011年2月末(フルペーパー)    ] 投稿締切
  - 4月末(ノート)
  - 2011年10月 受理
  - 2012年1月 発行

# IPCC(気候変動に関する政府間パネル)報告の信頼性について最近(2009年11月以降)問題とされている事

## (1) 俗称 Climate-gate

第3次(前回、2001年)報告書に関して、過去1000年間の気温変化の図の作成過程で研究者が恣意的操作を行った、との疑いがもたれた。

中心研究者(英国イーストアングリア大)と仲間とのメールのやりとりがハッカーによって盗まれ、広く流布された。

## (2) 第4次報告(2007年)の第2WGによる影響評価で、「2035年までにヒマラヤの氷河が消滅する可能性が高い」という信じがたい記述がなされ、その出典が2005年のWWFの報告とされていた。(IPCCの原則レビューのある学術誌でなかった)さらに調べると、専門性の低い研究者が取材に電話で記者に話した事をもとに書かれたものと判明。

# 問題への対応

- (1) 問題の生じた英国において、下院の科学技術委が設けた特別委や関係大学の委託した2つの委員会が真相究明を行い、オリジナルデータの公開等については問題があるものの、科学的 content については問題がないとの結論を得た。
- (2) IPCCが誤りを認める声明を発表。さらに一般的にIPCC報告の信頼性や透明性を更に高める目的で、IPCCが第三者 (IAC: インター・アカデミー・カウンシル) に報告書作成過程や組織の運営体制に関するレビューを依頼し、その報告が8月末に発表された。

いずれにせよこれまで指摘された誤りはほとんどが軽微なものであり、これによってIPCCがこれまでまとめた科学的知見の主要なものが揺るぐわけではない。

## IPCCの(地球科学的基礎に関する)主要な結論

(1) 気候システムの温暖化には疑う余地がない。このことは、大気や海洋の世界平均温度の上昇、雪氷の広範囲にわたる融解、世界平均海面水位の上昇が観測されていることから今や明白である。

Warming of the climate system is unequivocal, as is now evident from observations of increases in global average air and ocean temperatures, widespread melting of snow and ice, and rising global average sea level.

(2) 20世紀半ば以降に観測された世界平均気温のほとんど(大部分)は、人為起源の温室効果ガス濃度の観測された増加によってもたらされた可能性が非常に高い。

Most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is very likely due to the observed increase in anthropogenic greenhouse gas concentrations.



# 問題をめぐる科学界の動き

「IPCCによる主要な結論はゆるがない」 学術団体が声明  
ICSU(国際学術連合会議) 学術会議の連合体  
国際協同研究プログラム WCRP, IGBP  
アメリカ科学アカデミー (NAS)有志

## 日本では

問題発生を機に、懐疑論者の社会的発言が強まった

[ 日本学術会議 ]

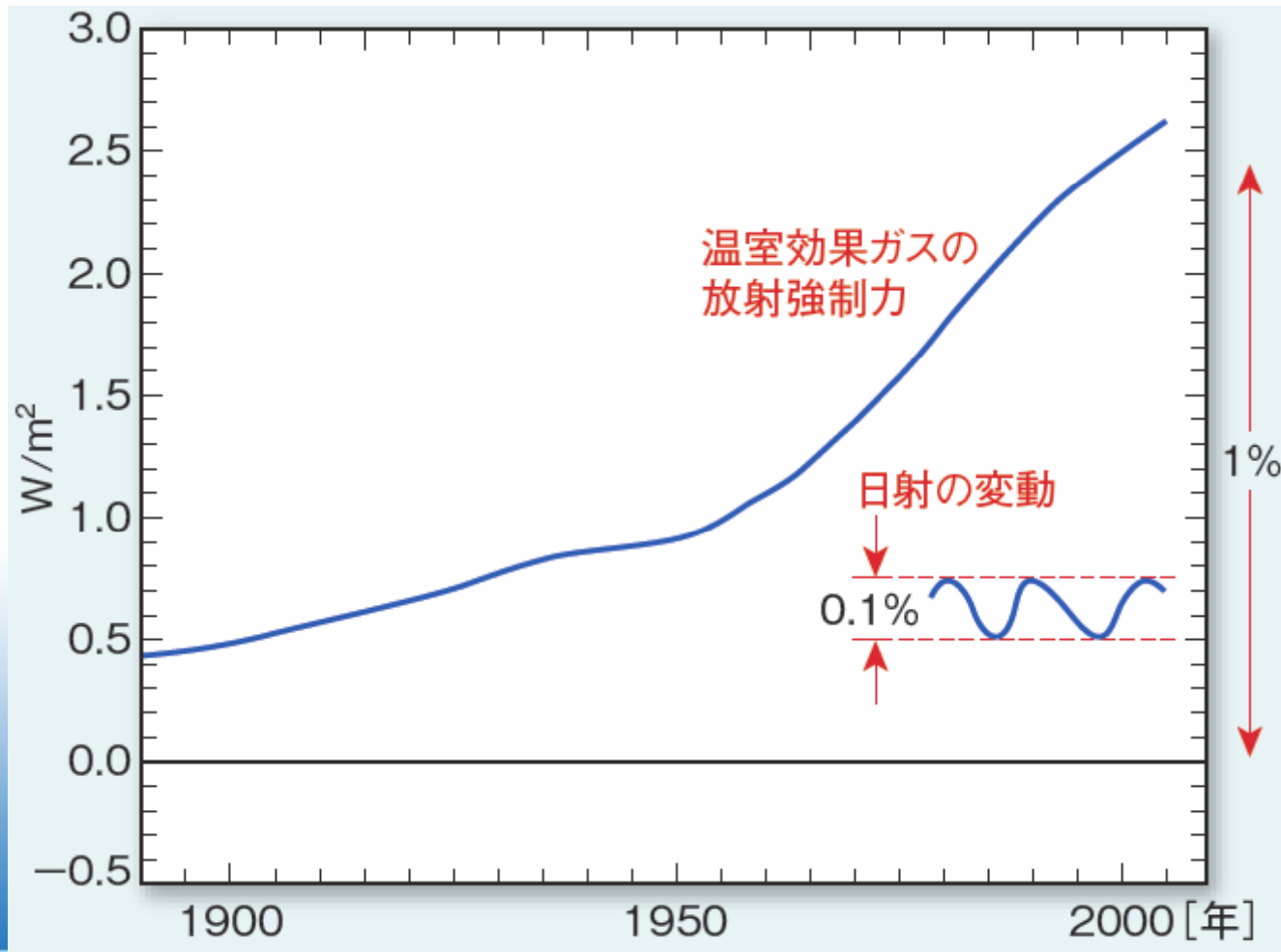
- 2010年3月 地球惑星科学委員会が声明案準備
- 4月30日、トップの発案による学術会議主催の公開シンポジウム開催  
事前の準備不足で趣旨、主要論点が不明確
  - IPCCのプロセスを明らかにし問題点を議論、改善策を検討
  - 懐疑論者を含めてIPCCの結論の妥当性を検討
  - 科学者と社会のコミュニケーションの問題

金沢会長 G8サミット前にG8 + 中国、インド等学術会議会長の声明を  
発表する

2005年以降毎年気候変動を取り上げる、IPCCの正しさを知りたい  
しかし焦点を絞った議論が出来ず、声明発表に結び付けられなかった。

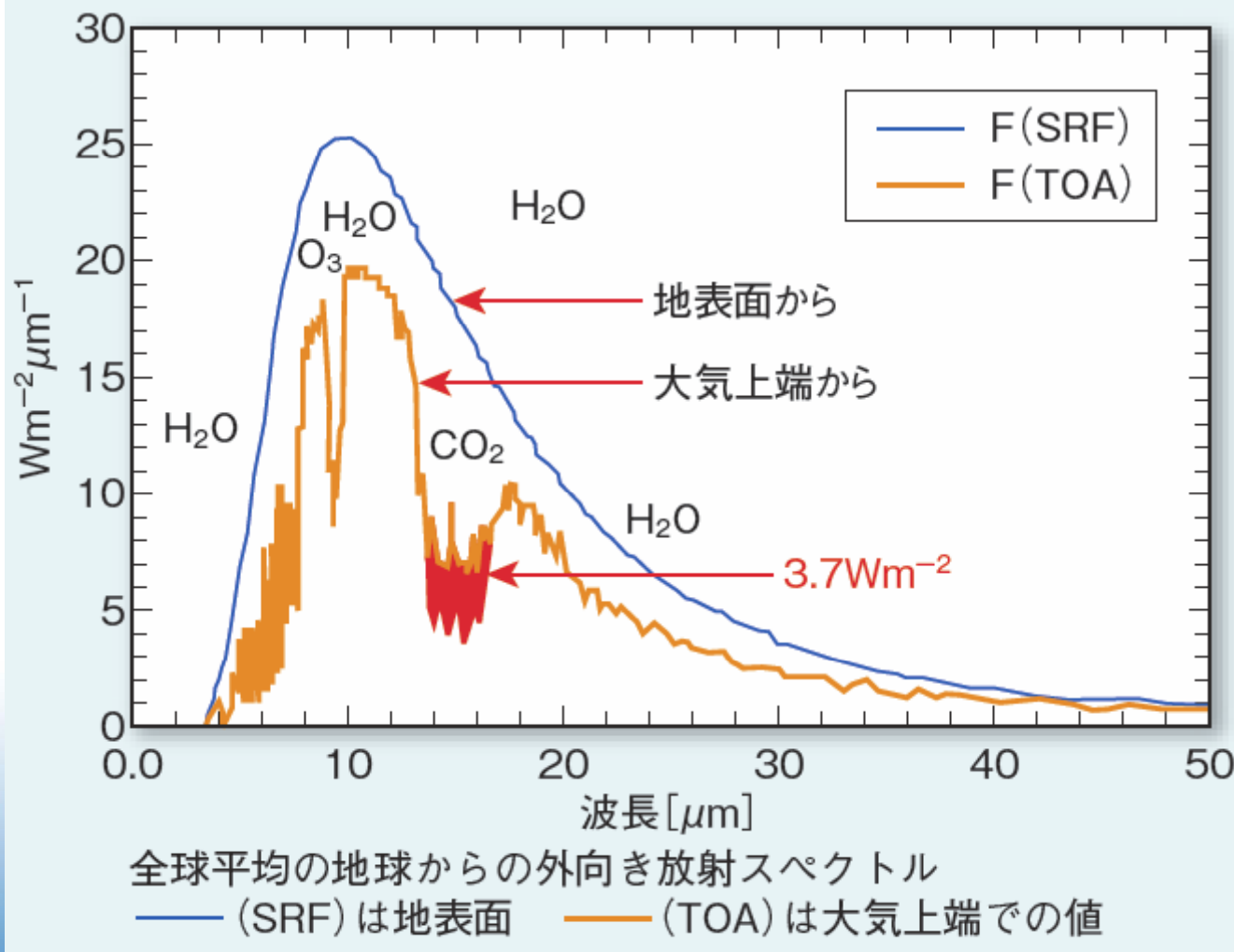


# 温室効果ガス増加による加熱(放射強制力)と日射強度変化の比較



# CO<sub>2</sub>の増加による放射強制力

放射伝達方程式に基づく厳密な計算の結果 → 動かしようが無い

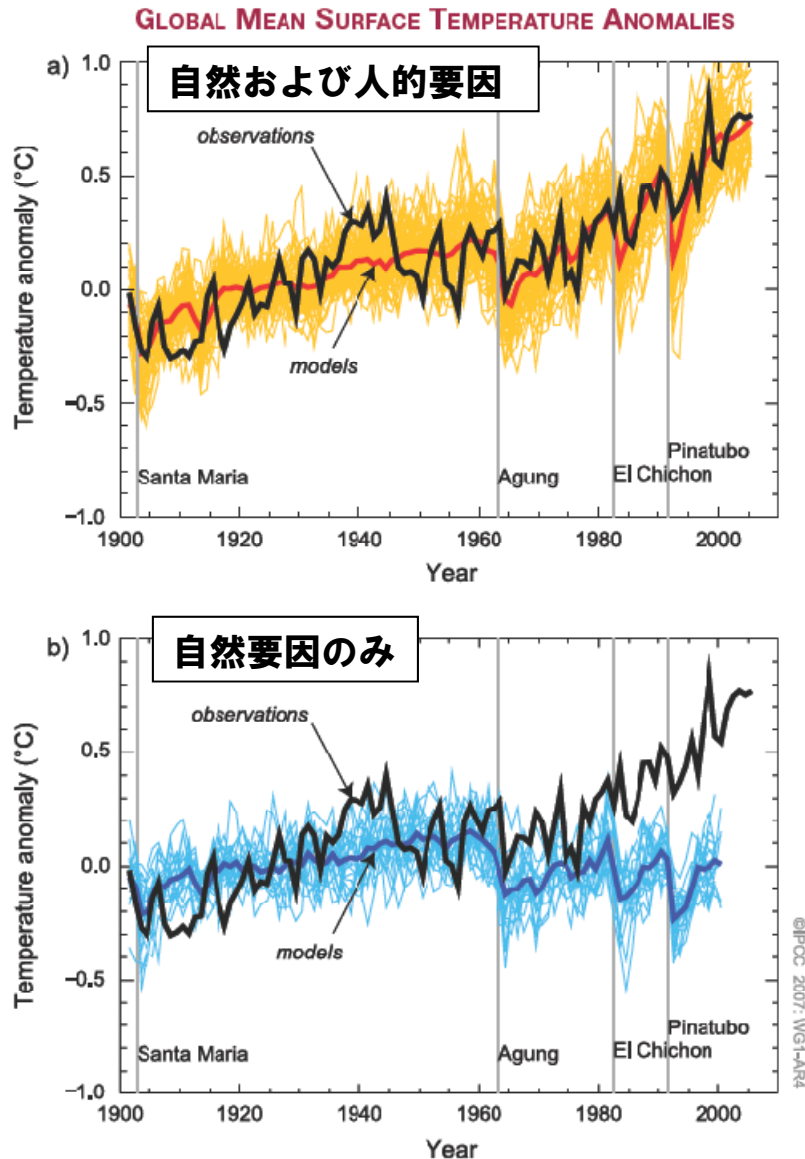


赤色はCO<sub>2</sub>を2倍にした時の大気上端での放射  
もとの放射より $3.7Wm^{-2}$ 少なく、その分冷却が減少し大気と地面を加熱する。  
これを放射強制力と呼ぶ

# 地球温暖化メカニズム基礎理論のまとめ

- 「温室効果」は、気体分子の赤外線放射に関する最も基本的物理法則の結果であり、理論、室内実験、野外観測により確立している。
- 「温室効果」は惑星の地表面高温を生み出し維持している鍵である。
- 温室効果により、地表温度は大気がなかった場合より33°C高温になっているが、CO<sub>2</sub>の温室効果への寄与は20~25%程度に上る。
- 放射伝達方程式に基づき、観測された濃度のCO<sub>2</sub>等温室効果ガスによる放射強制力が計算され、その結果は2005年時点において2.6W/m<sup>2</sup>(平均日射の約1%に相当)に達する。
- これは観測事実(CO<sub>2</sub>等の濃度増加)と物理法則の帰結であり、動かしようのないものである(あいまいな仮定なし)。
- 近年の太陽光が強くなっているという論に直接の証拠はない。1979年以降の人工衛星観測では、30年間に0.01%程度の変化しかしてない。
- もしも太陽光が強まったとするなら、成層圏の気温は上昇するはずなのに、現実にはこの40年余りはっきり下降傾向を示している。これはCO<sub>2</sub>増加およびCFCによるO<sub>3</sub>減少の効果として説明される。

# 過去(20世紀)の気候変化の原因 モデル実験による分析(IPCC AR4)



20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇の大部分は、人為起源の温室効果ガスの観測された増加によってもたらされた可能性が非常に高い。これは、第3次評価報告書での「過去50年にわたる、観測された昇温の大部分が温室効果ガス濃度の上昇によるものであった可能性が高い」との結論を進展させるものである。

モデルによる論証では不十分  
モデルの不完全さを指摘する相手に説得力なし

# 「太陽活動の変化が宇宙線強度を変え雲量に影響する」は本当か？

## Svensmarkメカニズムの各ステップでの疑問

- ◆ 宇宙線強度が増大しイオンが増えたとして雲量は増えるか？(凝結を起こすか)
  - イオンによる $\text{H}_2\text{SO}_4$ ガスのクラスター化の促進 (Turco, 1998)  
気体分子 → 30nm程度までは可能性あり(理論計算)  
しかし既存の大粒径エアロゾルとの競争に勝って雲粒になる事は困難
  - 類似メカニズムでイオンのかわりに有機物を介在させた実験 (Berndt, 2005)は成功
  - Svensmark自身による宇宙線+放射性物質( $\gamma$ 線)を用いた実験は客観的には期待を否定 (Svensmark et al., Proc. Roy. Soc., 2007)
- ◆ 宇宙線強度は長期的に弱くなっているか？  
**否**。短期的変動(黒点11年サイクル)を含めた太陽活動の弱まりのため2009/2010年、宇宙線は過去最強
- ◆ 雲量は減っているか？ **否**。

# コペンハーゲンでのCOP15(2009年12月)の不成功

世界(先進国と新興国・途上国)で共有できる目標の欠如

EU提案 a 産業化以後昇温 2°C以上は危険

b 2°C以下に抑えるには450ppm eq以下で濃度安定化

c そのためには2050年CO2排出50%削減必要

オゾン層問題のように科学のみで目標設定が出来ると思い違い？

a (2°C)の根拠定かでない(WGIIの守備範囲): **科学のみで決まらない**

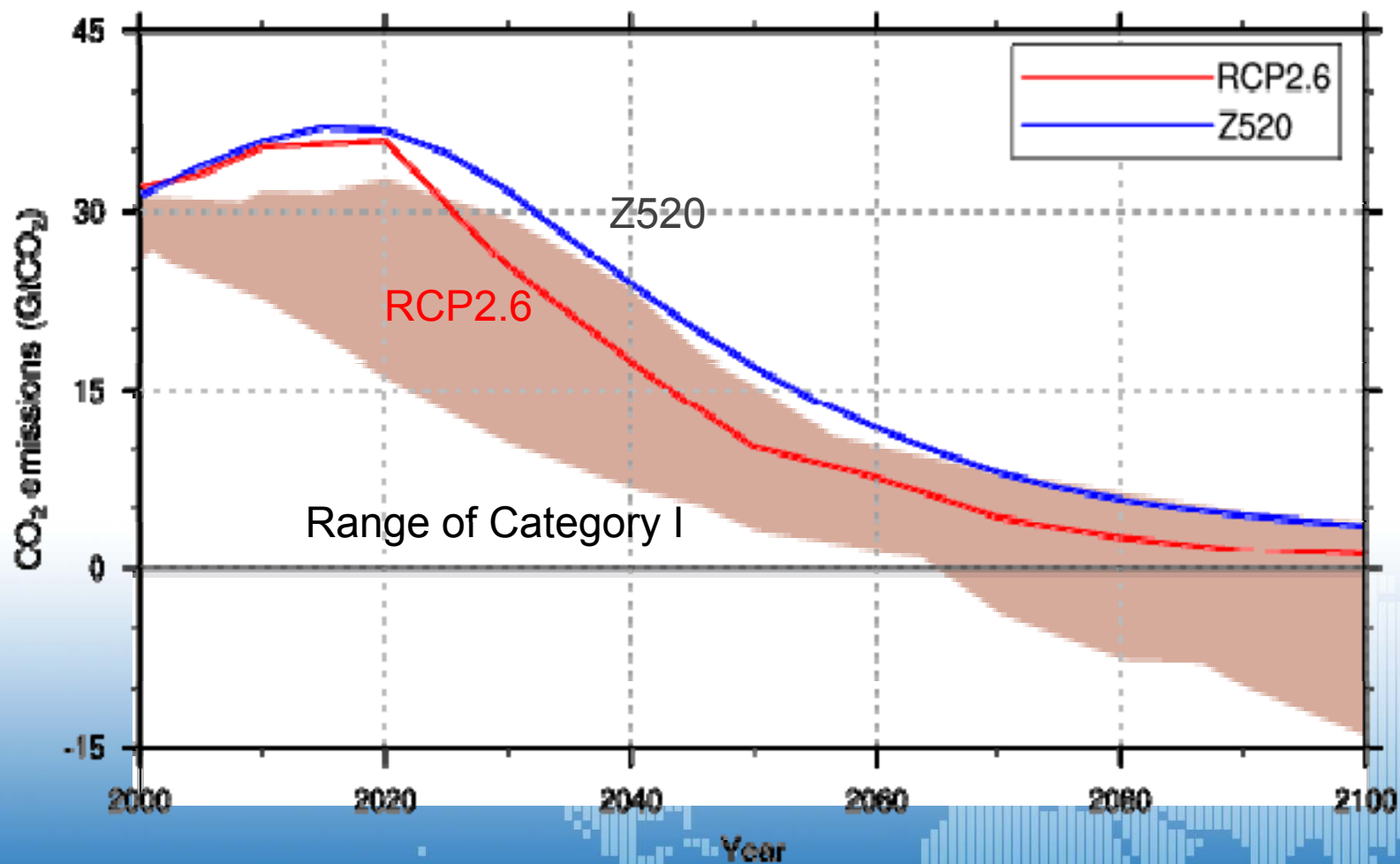
a→b  
b→c ] の科学的根拠薄弱～説明なし(WGIとIIIの守備範囲)

AR4 WGIIIのTable SPM.5のカテゴリーIに該当、**しかし不十分**

**WGI、IIIの専門家の協力による応用可能なシナリオ策定望ましい**

# RCP2.6の2050年CO<sub>2</sub>排出は2000年の約1/3

AR4 WGIIIのカテゴリー I(2050年50%減)は不適な研究





# 「安定化」への疑問

## 安定化後長期にわたる海水位上昇

安定化しても対応策なし？ (IPCC TAR統合報告書)

→ ゼロ・エミッション - オーバーシュートの可能性追求

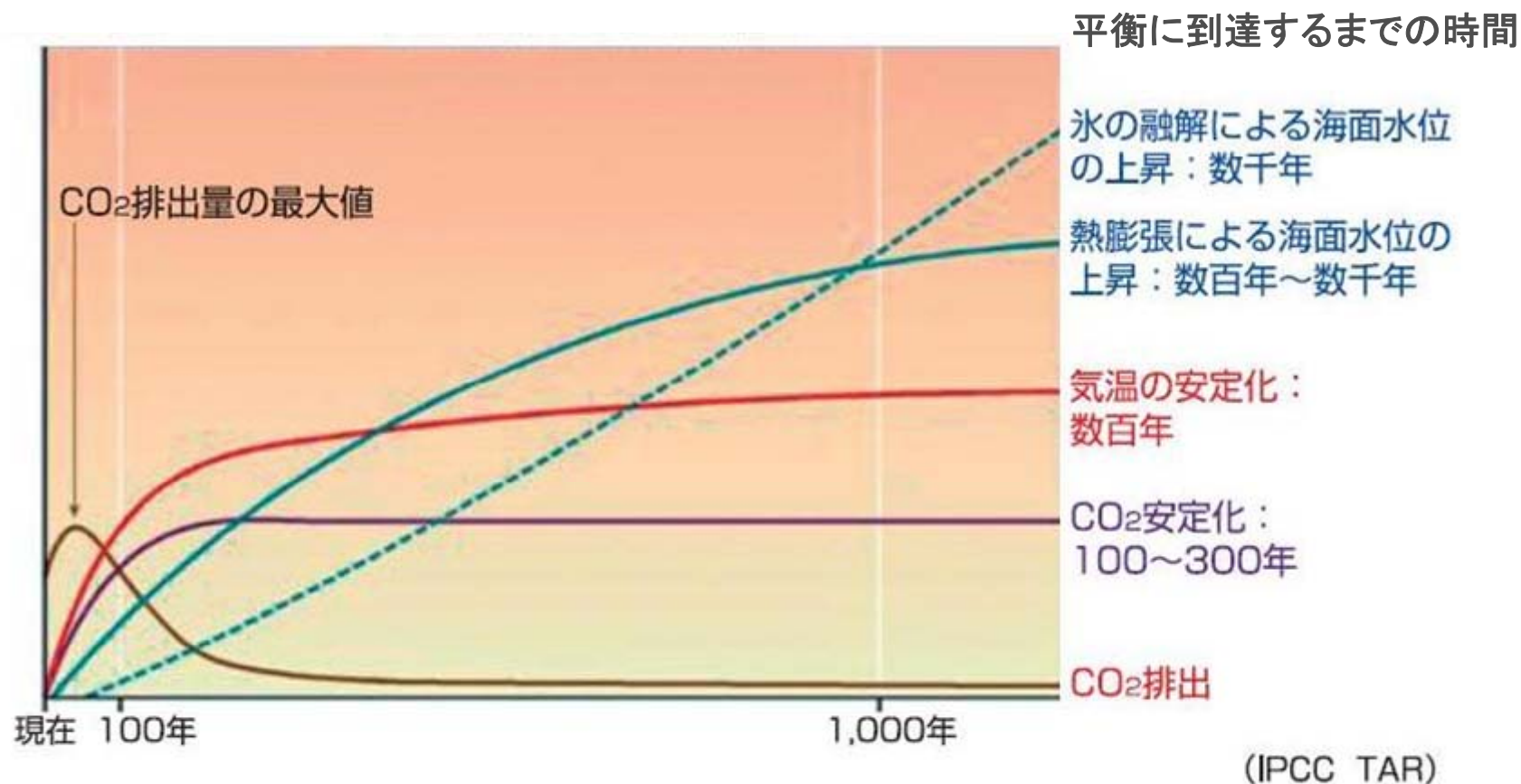


図9 200年後に大気中CO<sub>2</sub>濃度を安定化させた場合に予測される気温と海面水位の変化の模式図 (IPCC TAR)。海面水位上昇、とりわけ氷床融解によるものはCO<sub>2</sub>濃度と気温が安定化した後も数千年間続く

# 2007年(IPCC AR4)は温暖化予測科学の転回点

以前

以後

警告のための科学

対応のための科学

- ・世界中の研究者が声をそろえる  
(one voice)
- ・極端な場合を含む複数シナリオ実験  
安定化および以後は重要でない
- ・気候変化の大筋  
全球～亜大陸規模

- ・国際的共同作業の意義変化→科学研究としての必要  
相互比較 (MIP) etc.
- ・現実的排出シナリオにもとづく将来予測→個別提案に対応 ←
- ・多様な可能性追求
- ・詳細な気候変化予測  
温暖化対策の基礎
- ・対応策(削減、変化への対応)実行に耐える確からしさ→研究の深化 ←
- ・クリティカルな変化(氷床融解、海水位上昇etc)の抽出 ←

