

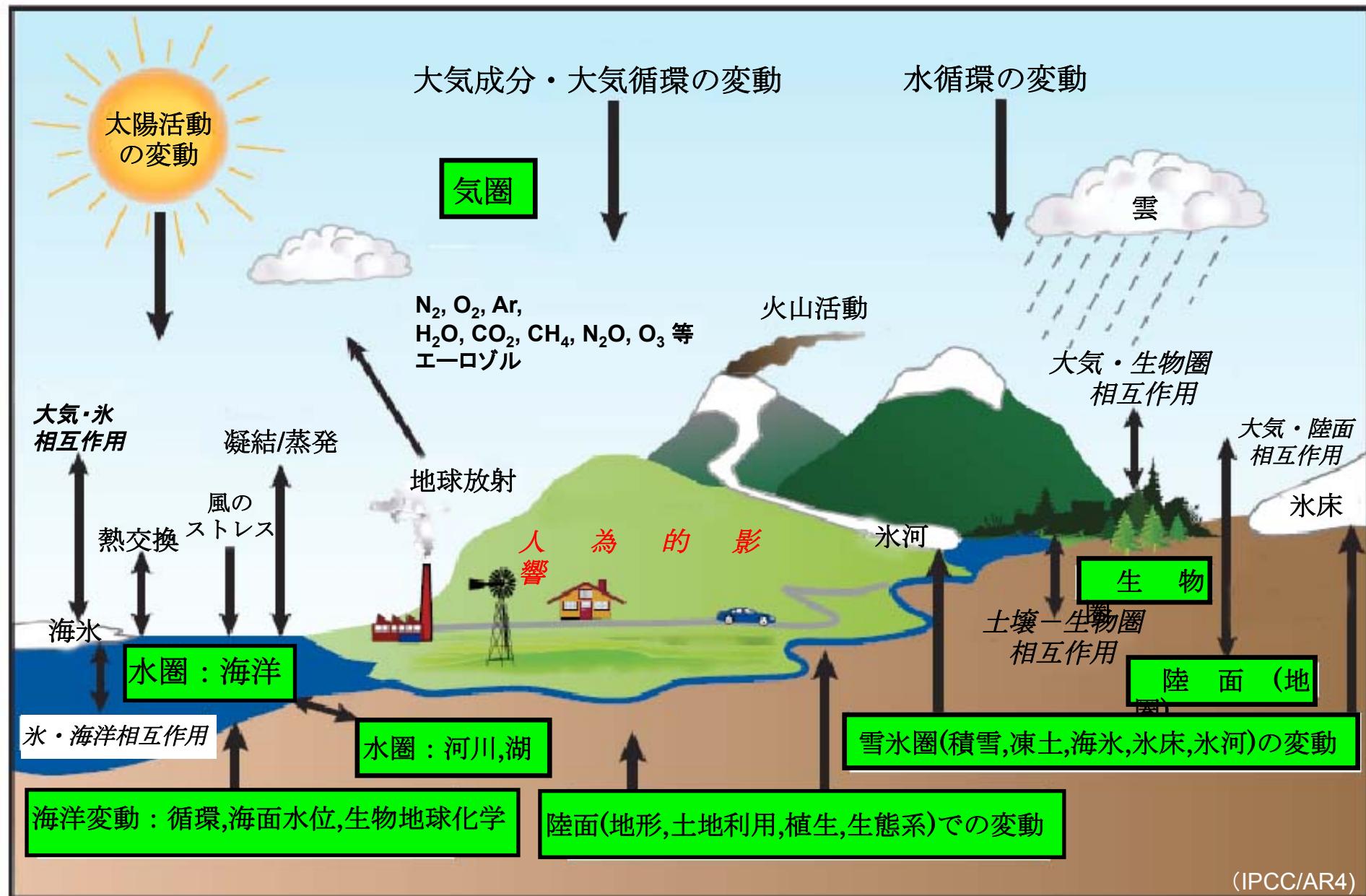
WWF講演(2013.9.6)

IPCC/AR5と科学的知見

-WG1の発表に向けて-

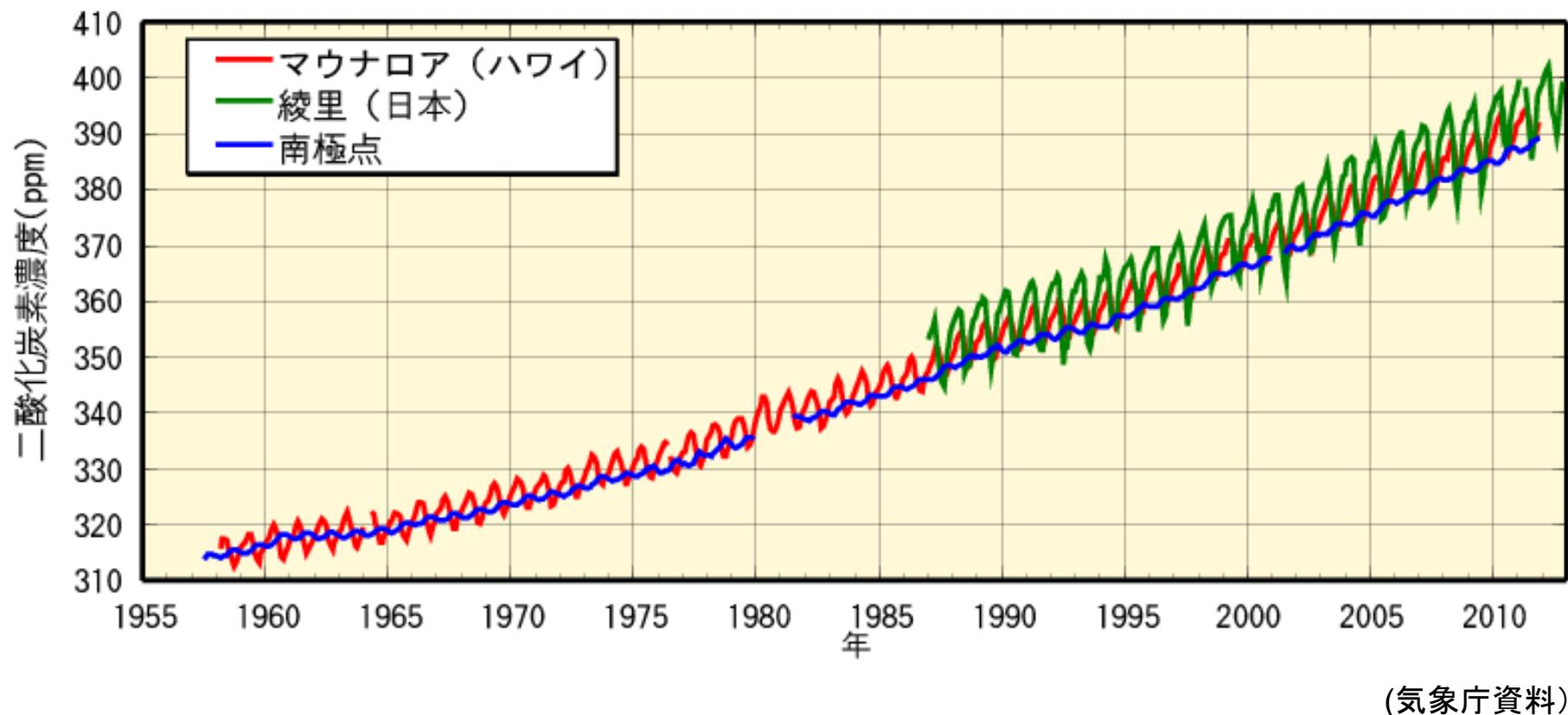
(一般財団法人)リモート・センシング技術センター(RESTEC)
ソリューション事業部 特任首席研究員
近藤洋輝

気候システムの概念図



1750年: 280 ppm

2011年: 390.9 ppm (+40%)



大気中の二酸化炭素濃度の経年変化

**IPCC(気候変動に関する政府間パネル)
の設立(1988年、WMOとUNEPによる)後
これまでに明らかになったこと**

IPCCによる科学的知見の主要メッセージ

○1990年：第1次評価報告書(FAR)：410ページ

“増加している人為起源の温室効果ガスは気温上昇を生じさせるだろう。”しかし、

“温室効果ガス增加の影響は、観測データの上ではまだ疑う余地なく検知(detect)されたとはいえない。”

○1995年：第2次評価報告書(SAR)：572ページ

“識別可能な(discernible)人為的影響が全球の気候に現れている”

○2001年：第3次評価報告書(TAR)：881ページ

“過去50年間に観測された温暖化の大部分は、温室効果ガス濃度の増加によるものであった可能性が高い(66～90%の確からしさ)”

○2007年：第4次評価報告書(AR4)：996ページ

“気候システムの温暖化には疑う余地がない(unequivocal)”

“20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、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(90%以上の確からしさ)”

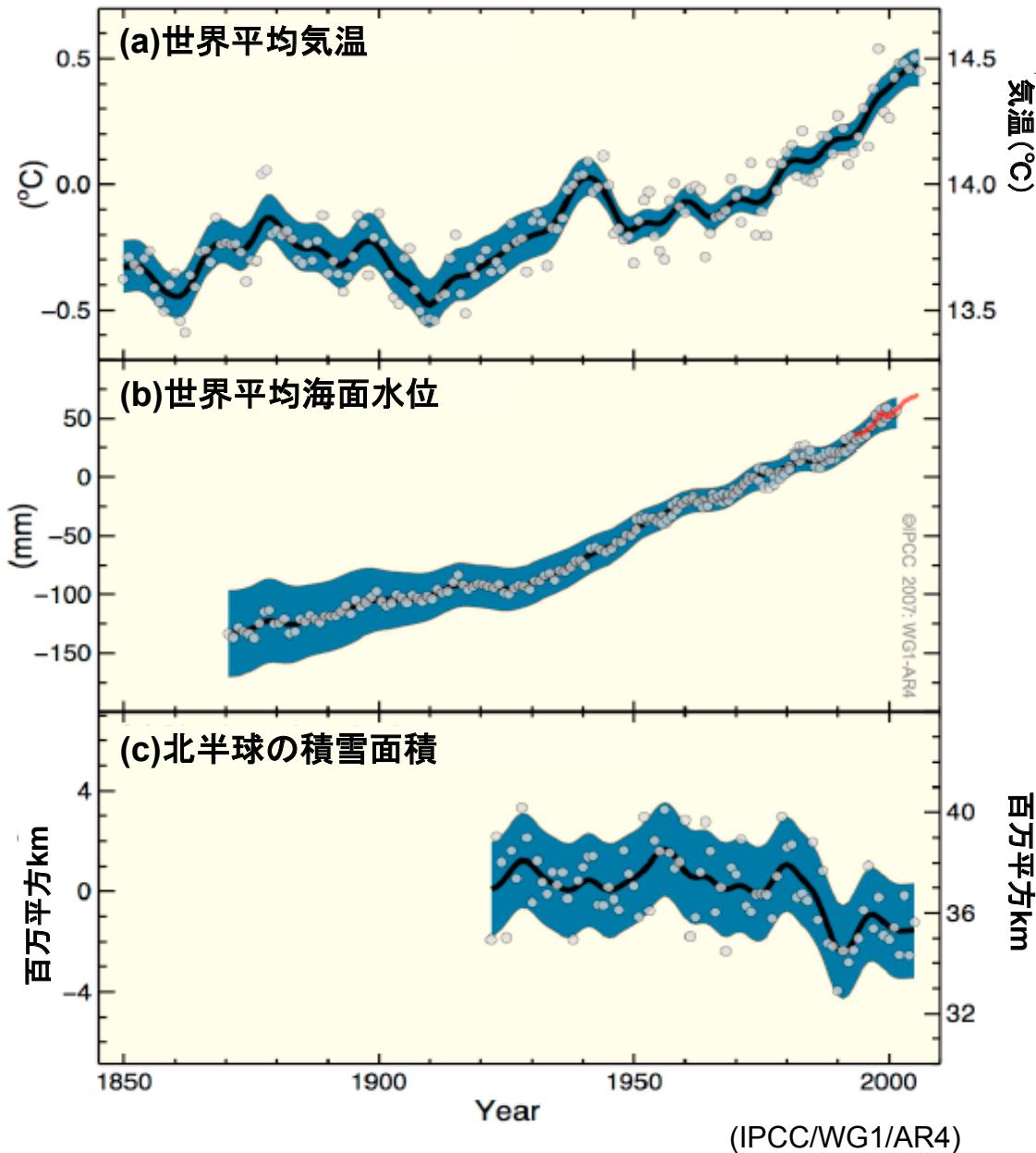
“Best estimate” や “likely range”が示されるようになった(モデル開発の進展)。

○2013～14年：第5次評価報告書(AR5)：約2000ページ

AR4: 世界平均地上気温、世界平均海面水位、北半球の積雪面積

- ◆ 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。

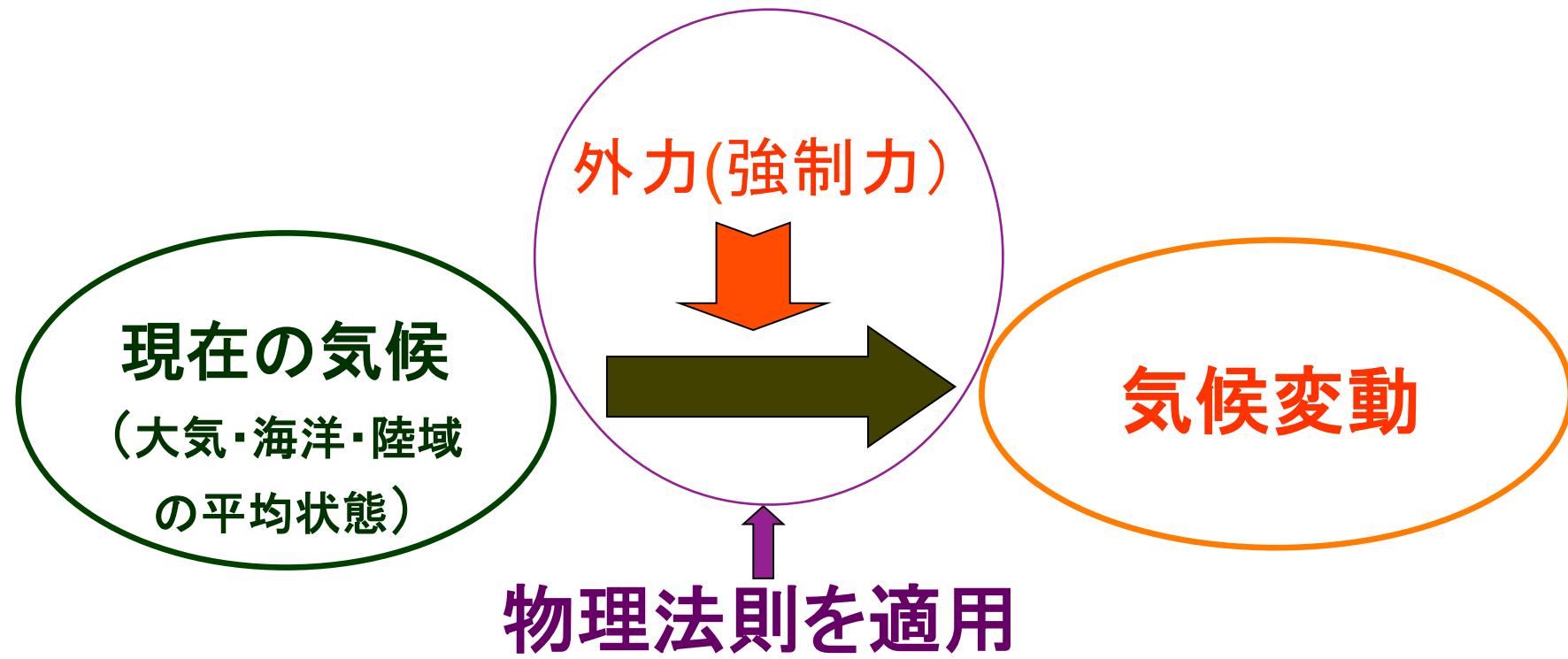
1961～1990年平均の差



極端現象(過去50年間)

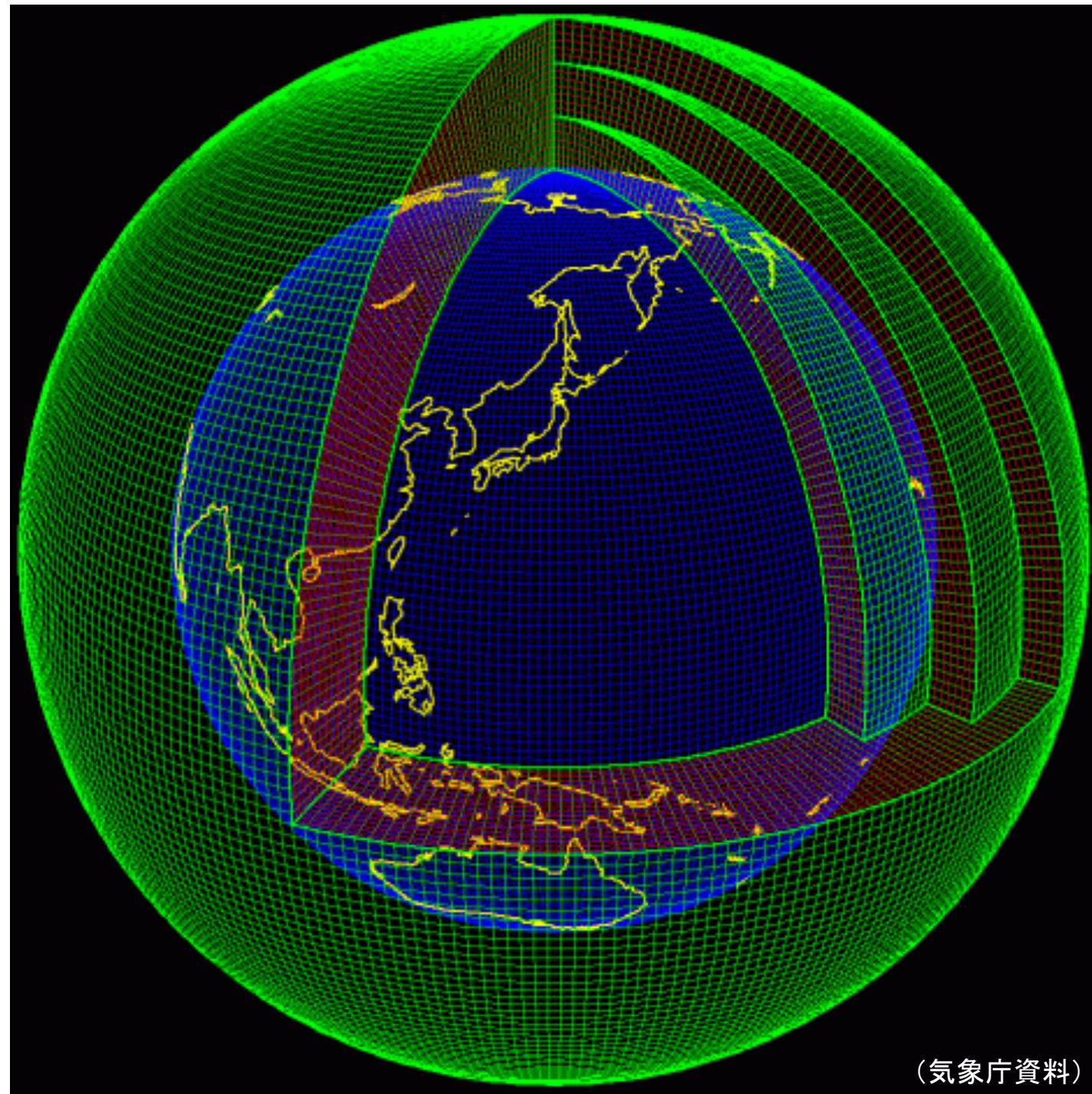
- ・暑い日、暑い夜および熱波の発生頻度が増加している。
- ・多くの陸域で、温暖化や大気中の水蒸気の増加とともに、大雨の頻度が増加している。
- ・総降雨量の変化がない、あるいは減少していても、大雨は増えている地域がある。
- ・一方で、1970年代以降、特に熱帯と亜熱帯で、より厳しく長期にわたる干ばつが観測された地域が拡大している。

気候 (=気象などの平均状態)変動の予測



現在のバランスした状態が、自然起源および人為起源の外力に
対して応答する結果生じる変動(変化)を予測する数値モデル：

気候変動予測モデル(単に「**気候モデル**」とも呼ぶ)



(気象庁資料)

大気中のCO₂収支(年当たり、1990年代、AR4)

(符号の+は大気に、-は大気からの方向のフラックスを示す)

- 人為起源のCO₂排・放出(→大気へ) : +80億炭素トン

化石燃料等から排出: +64億炭素トン

土地利用変化から放出: +16億炭素トン(算定に時間要する)

- 自然起源のCO₂吸收(←大気から) : -48億炭素トン

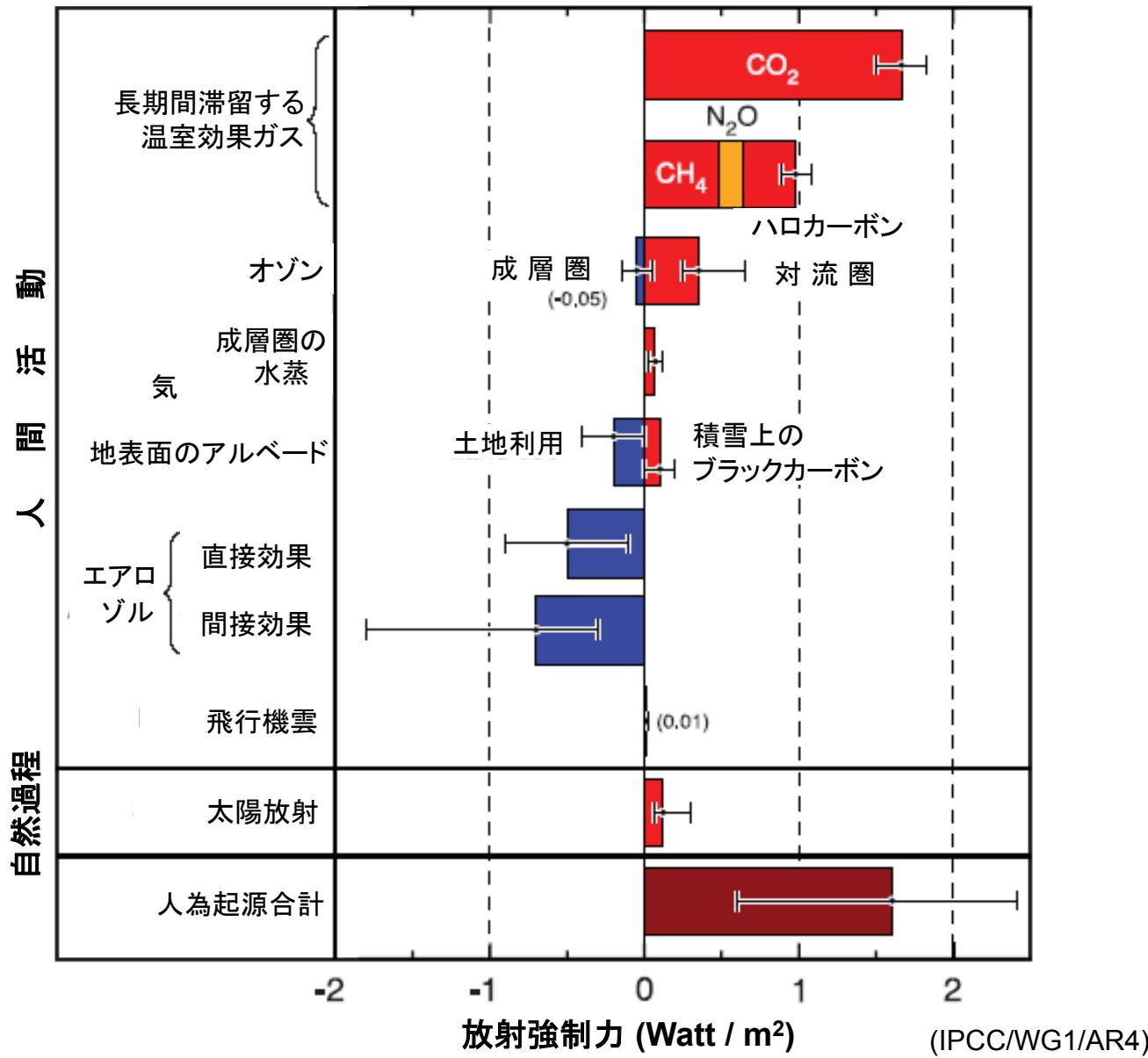
海洋の収支は吸收: -22億炭素トン

陸域生態系収支は吸收: -26億炭素トン(推定が最も困難)

その結果: 大気には、+32億炭素トンが残留・蓄積となった。

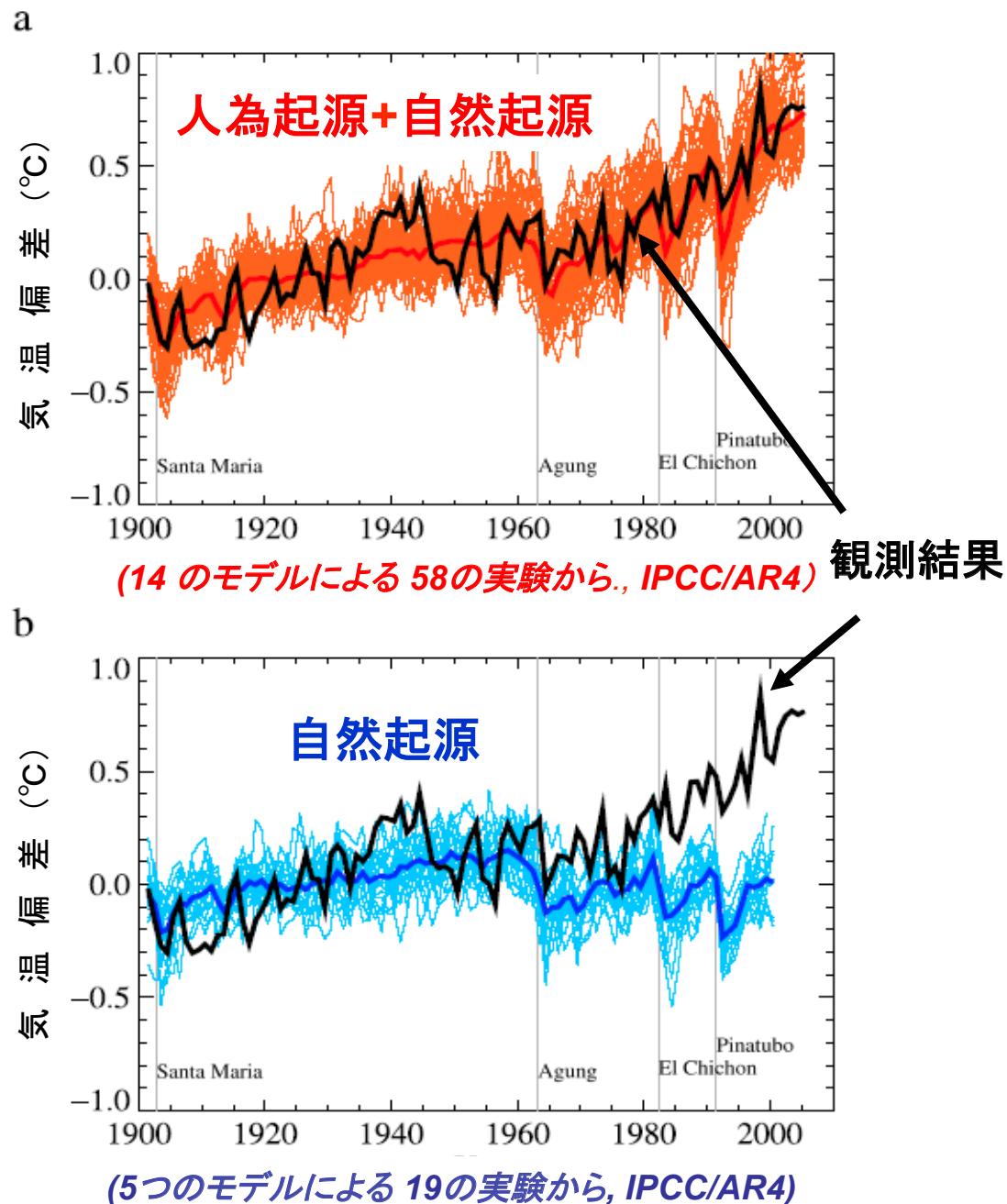
1750に比べた2005年の放射強制力

放射強制力の各要素



原因特定

20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇は、人為起源の温室効果ガスの増加による**可能性が非常に高い**(*very likely*)



SRES*排出シナリオ

排出シナリオに関するIPCC特別報告書(2000)

A1:「高成長型社会シナリオ」

A1FI: 化石エネルギー源を重視

A1B: 各エネルギー源のバランスを重視

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)

A2:「多元化社会シナリオ」

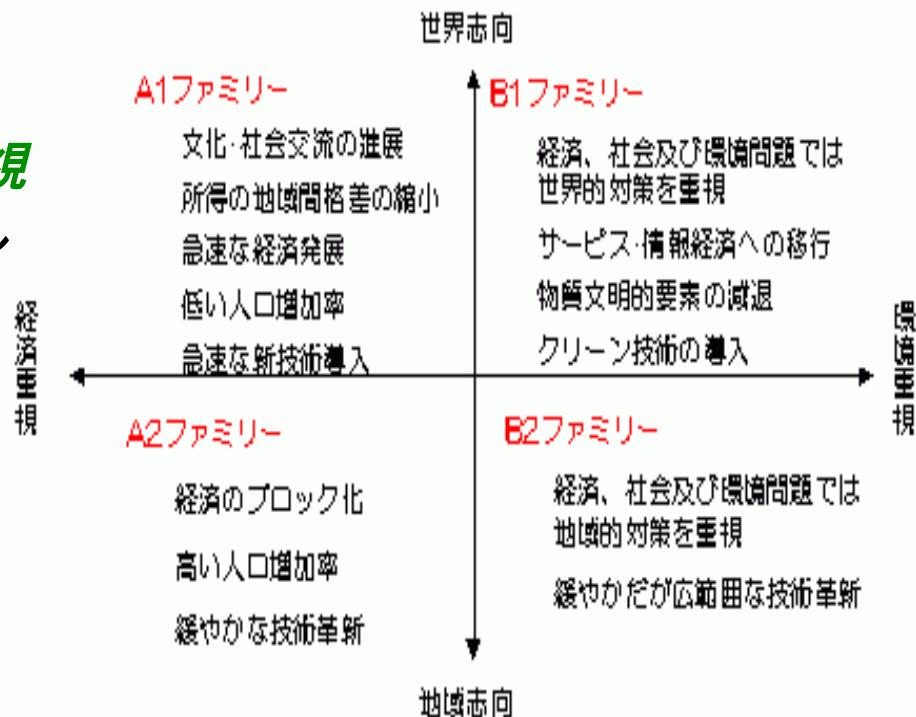
地域独立性、世界人口増加、経済成長・技術変化のばらつき、緩やかな技術革新など

B1:「持続的発展型社会シナリオ」

経済・社会及び環境問題で世界的対策重視、クリーン技術の導入など

B2:「地域共存型社会シナリオ」

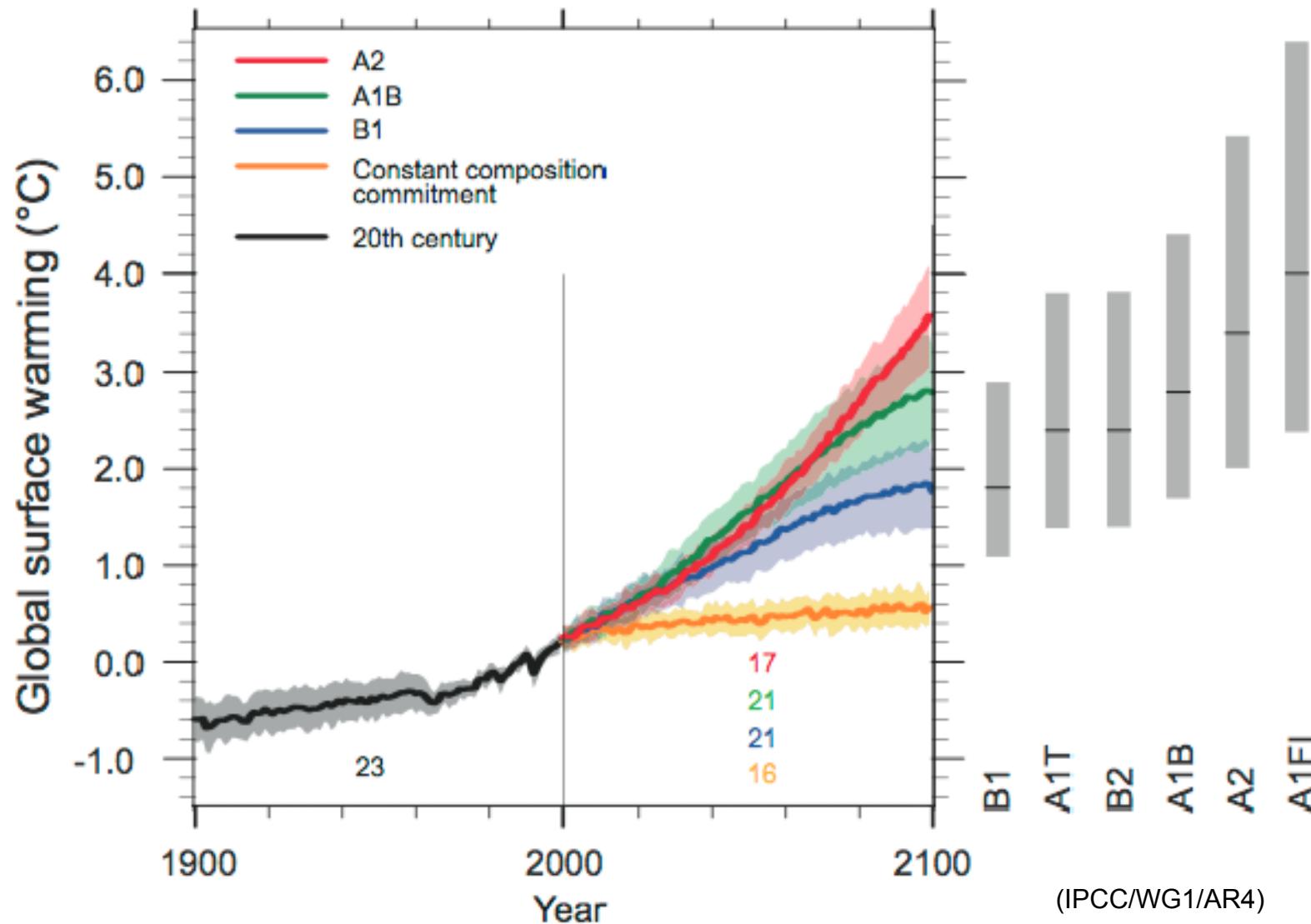
経済・社会及び環境問題では地域的対策重視、穏やかだが広範囲な技術革新



その他:

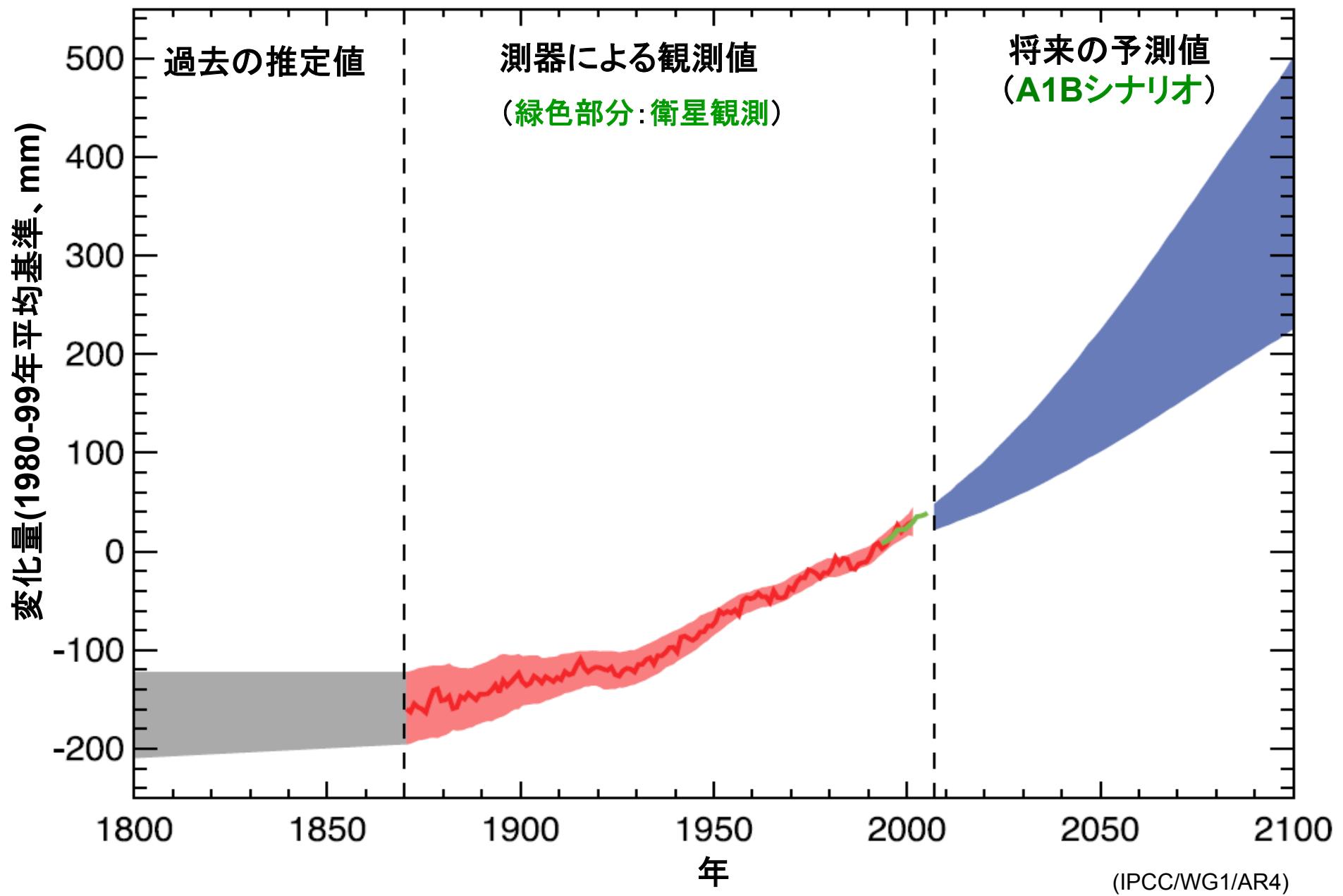
コミットメント: 今後濃度一定と仮定

世界平均地上気温変化(再現と予測)



SRESシナリオの範囲では、今後20年間に、10年あたり約0.2°Cの割合で気温が上昇することが予測される。

海面水位の変化

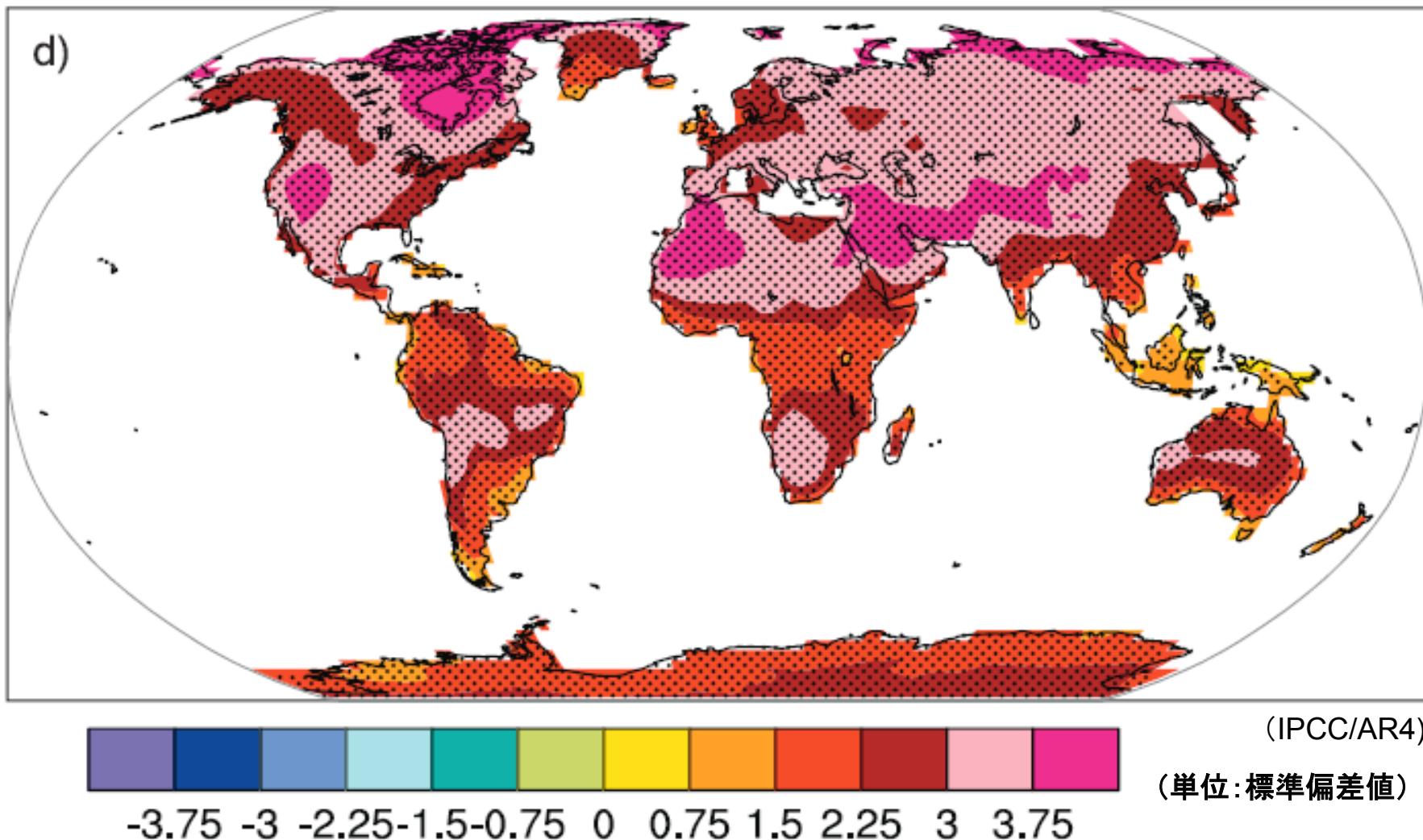


極端現象の将来予測

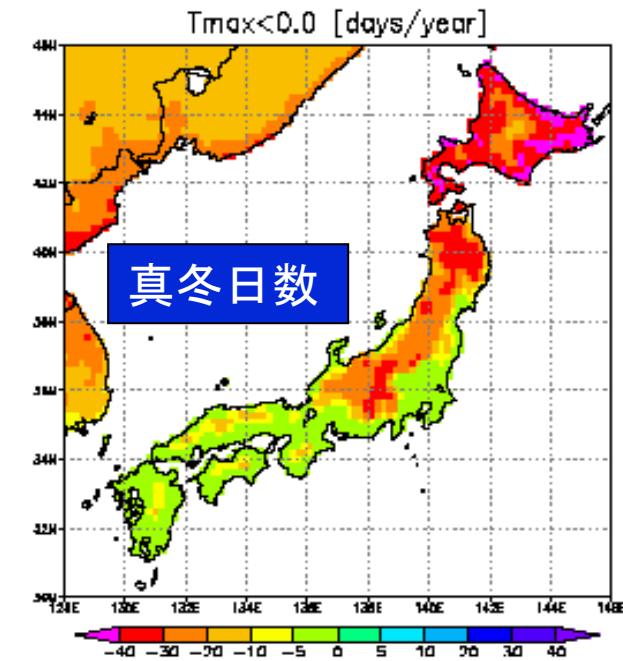
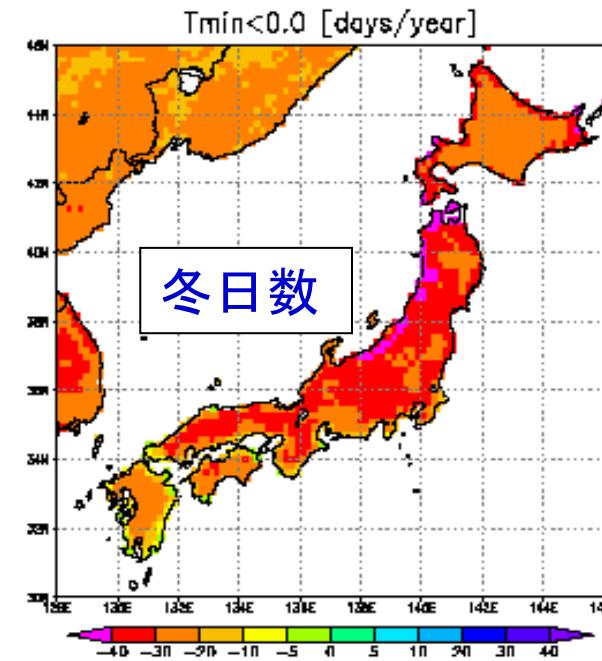
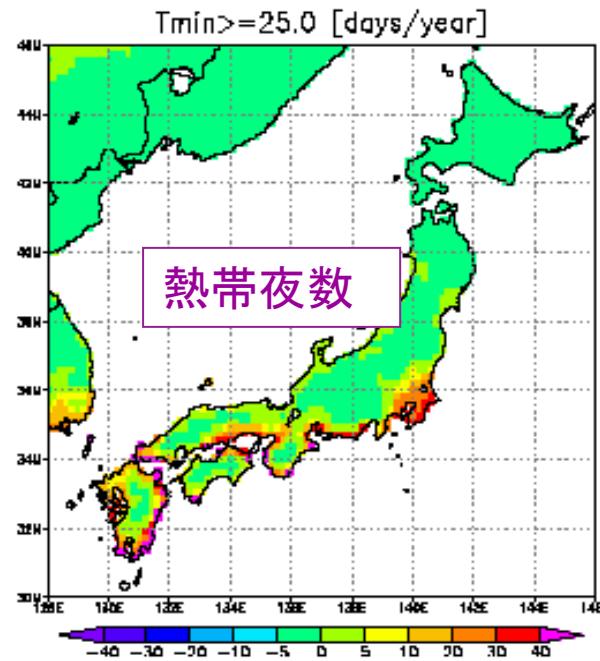
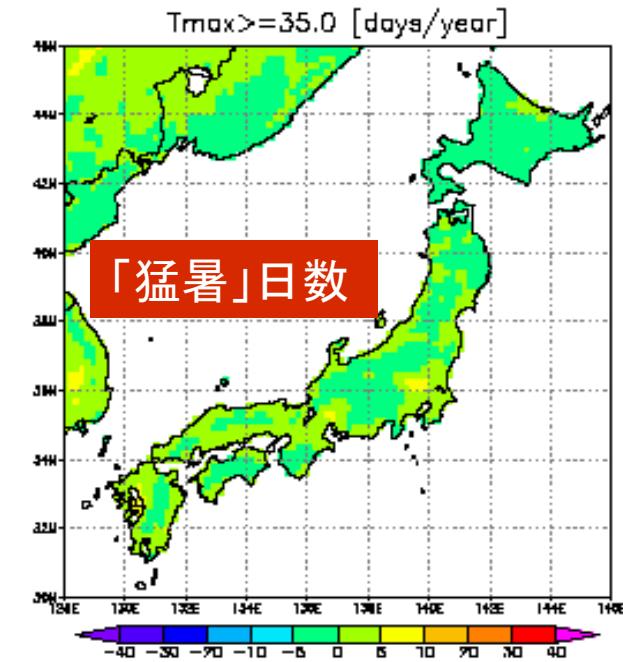
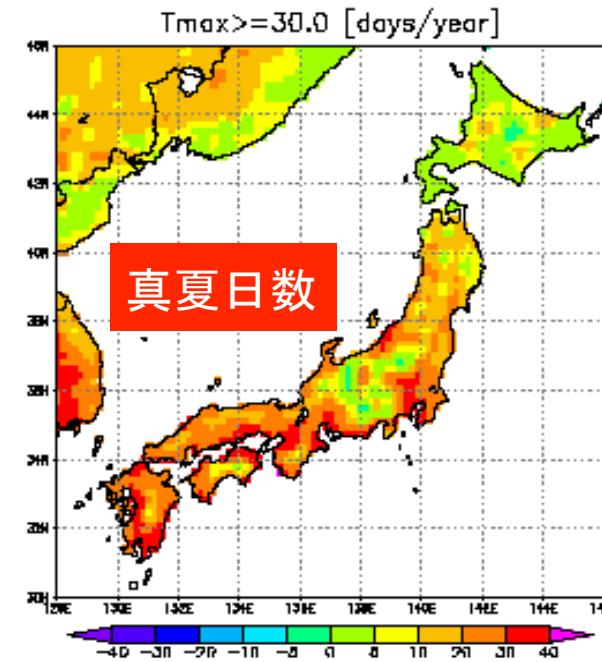
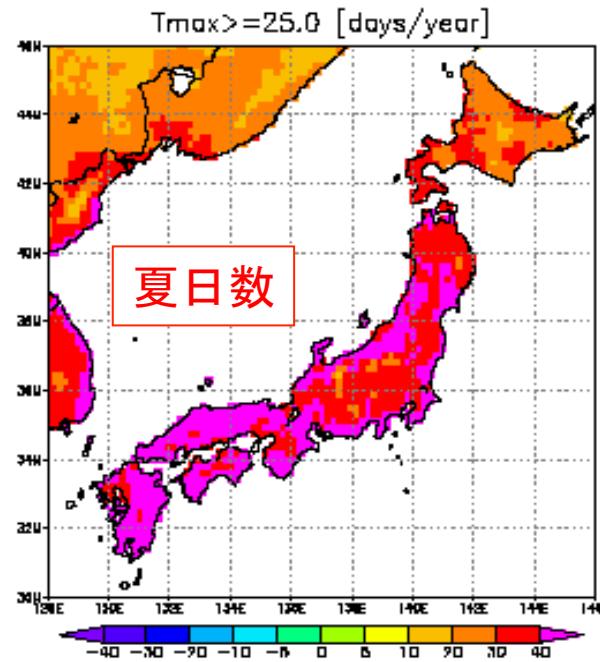
- 猛暑、熱波、大雨などの極端な気象は、今後ますます頻度が増加する可能性が非常に高い。
 - 冬期の温暖化はより速いペースで進む。
 - 世界的に熱波が増加する(特に西ヨーロッパ、地中海沿岸アメリカ西部及び南東部)。
 - ほとんどの地域で、激しい豪雨の発生頻度が増加する。
 - 亜熱帯地域、低～中緯度地域では、連続して降雨のない日(乾燥日)が増加する
- 热帯低気圧(台風及びハリケーン)の強度は増大し、最大風速や降水強度は増加する可能性が高い。

熱波*の変化(100年後:2080-2099年と1980-1999の差)

(*:最高気温が平均値より少なくとも5°C高い連続日(最低5日以上)の年間最長日数、
9の結合モデルのアンサンブル、A1Bシナリオ)



温暖化時の高温/低温日数の変化分布 (JMA/MRI/AESTO)



生態系への影響

生態系(極地、山岳地域などの動植物は特に脆弱)：

- ◆ ΔT^* : +1.5 ~ 2.5°C (工業化前より +2~3°C)
→ 2~3割が絶滅リスク増大
- ◆ ΔT^* : +3.5°C (工業化以前より +4°C)
→ 地球規模の重大な絶滅リスク

サンゴ

- 海面水温の1~3°Cの上昇* → サンゴの白化や広範な死滅が生じる可能性ある。
- 海水の酸性化(pHの減少)により成長が阻害される可能性がある。

* 注) ここでは、1990年と比較した世界平均気温の変化

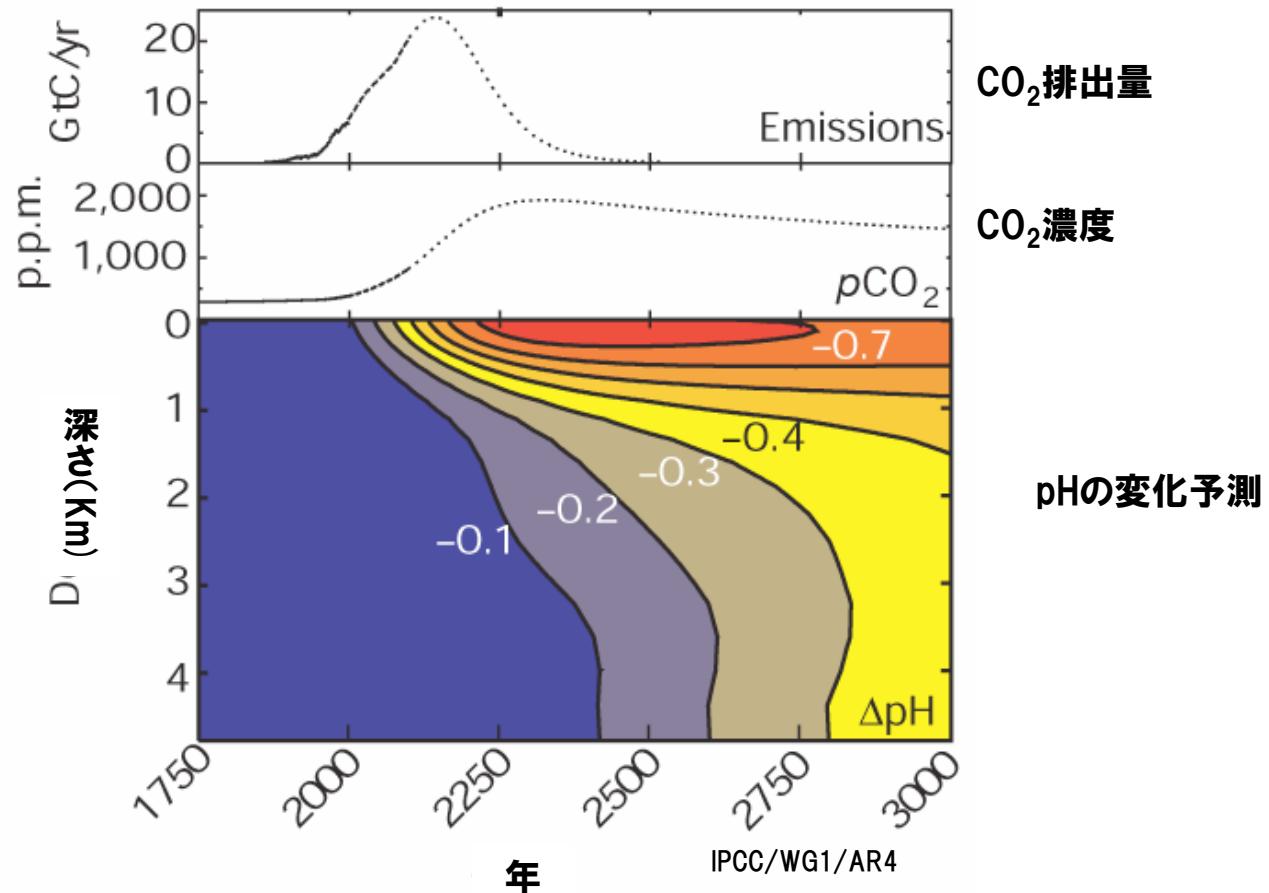
経済的観点：便益とコスト

気温上昇量による影響の評価(AR4<WG2>)：

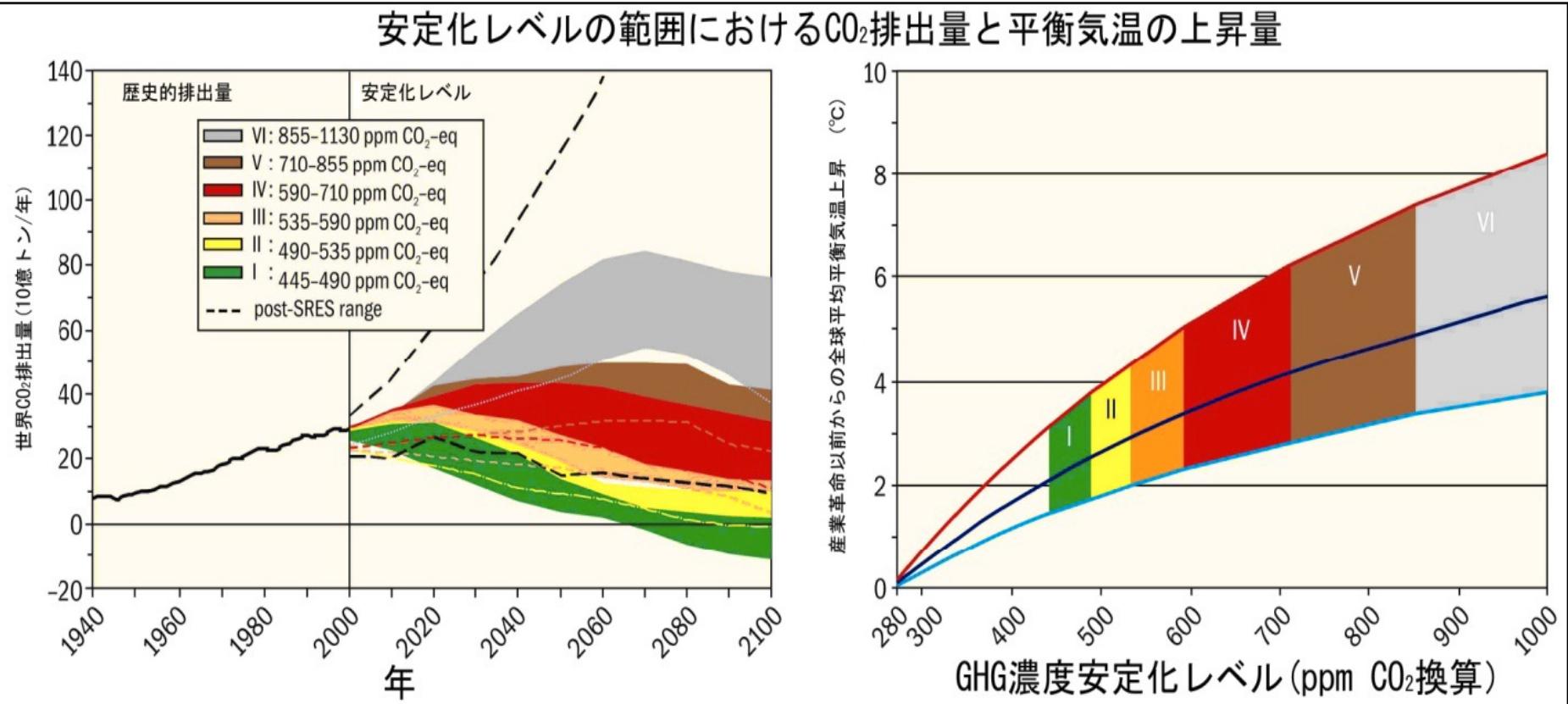
- 1~3°C(工業化以前より**1.5°C~3.5°C**)より小さい
→ 便益が生じるところもコストの生じるところもある
- 2~3°C(工業化以前に比べ**2.5~3.5°C**)より大きい
→ 全ての地域で正味の便益減少、あるいはコスト増大が生じる可能性が非常に大きい

海洋の酸性化

- 海洋の酸性化は、サンゴの成長を止めたり、特定のプランクトンにダメージを与える可能性がある。
- こうした変化は、海洋生態系を崩し、プランクトンをエサとするヒゲクジラ類に影響が及ぶ可能性がある。



- 大気中の二酸化炭素の増加は海洋(pH約8:弱アルカリ性)の酸性化を引き起こす。
- 産業革命以来、海洋のpHは既に約0.1低下した。
- 21世紀末までに、世界平均の海洋表層pHは、さらに0.14から0.35低下すると予測される。



文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省の資料(原典:AR4)

カテゴリー I : CO₂濃度を将来的に 350~400 ppm (温室効果ガスとエアロゾルを含む外力は CO₂濃度換算で 445—490ppm) に安定化が目標。

そのためには、CO₂排出量は2000年から2015年でピークに達し、**2050年でのCO₂排出量は、2000年に比べ、-85~-50%**という削減が必要。

(右図)：「最良の推定値」では、工業化以前から**2.0~2.4度**(1990年からは**1.5~1.9度**)の上昇となる。

「工業化以前からの△Tを+2°Cで止める」→ 最も厳しいカテゴリー I が必要

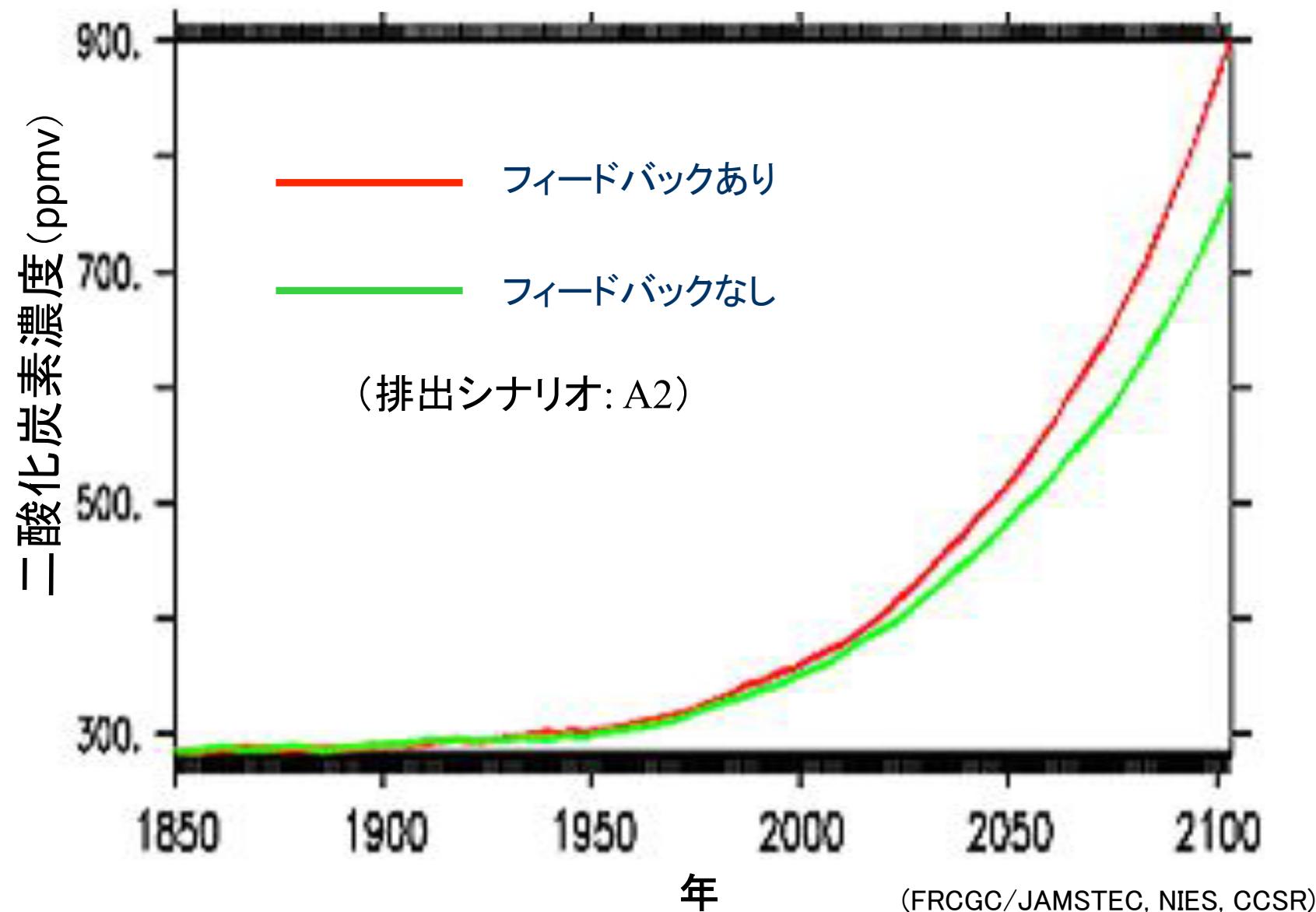
付属書 I 国及び非付属書 I 国における、2020/2050 年の 削減割当レベル(Emission allowances levels) : WGIII の知見

シナリオ・ カテゴリー	地域	2020	2050
A-450 ppm CO ₂ -eq ^b	付属書 I 国	-25% to -40%	-80% to -95%
	非付属書 I 国	ラテンアメリカ、中東、東アジアおよびアジアの計画経済国家では、ベースラインからかなり異なる対応 Centrally-Planned Asia	全ての地域でベースラインからかなり異なる対応
B-550 ppm CO ₂ -eq	付属書 I 国	-10% to -30%	-40% to -90%
	非付属書 I 国	ラテンアメリカ、中東、東アジアでベースラインから異なる対応 and Middle East	大抵の地域、とくにラテンアメリカ、中東でベースラインからかなり異なる対応 and Middle East
C-650 ppm CO ₂ -eq	付属書 I 国	0% to -25%	-30% to -80%
	非付属書 I 国	ベースライン	ラテンアメリカ、中東、東アジアでベースラインから異なる対応

(IPCC/WG3/AR4)

海洋研究開発機構などのチーム

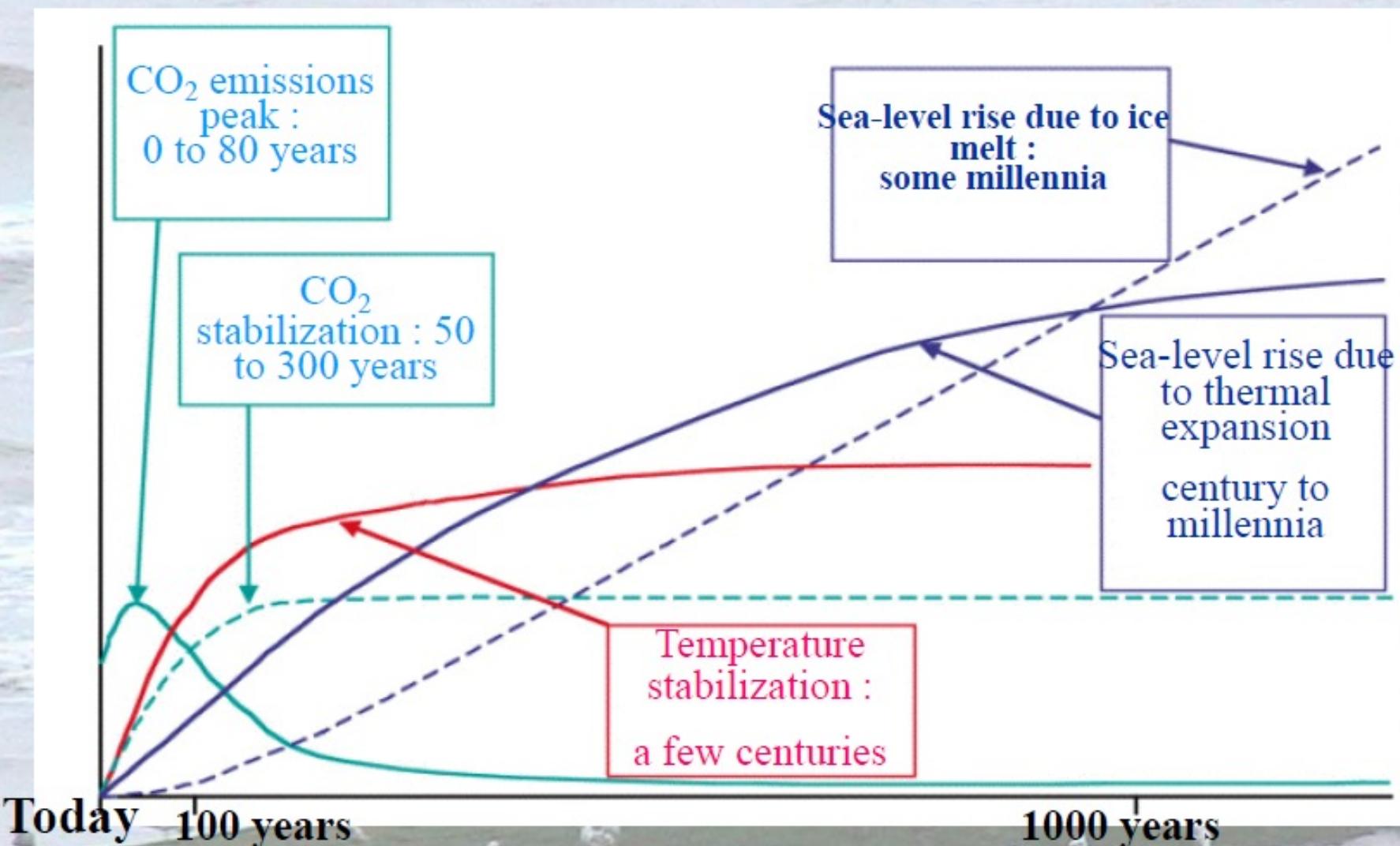
炭素循環のフィードバックを導入した実験



氷床の溶解による海面水位

- 世界平均気温が工業化以前より $1.9\sim4.6^{\circ}\text{C}$ 上昇し
数百年続く → 数mの規模で海面水位上昇に寄与(熱膨張より大きい寄与の可能性あり)
数千年続く → 約7mの海面水位上昇
- 南極大陸は全て解けると約60mの海面水位上昇に寄与
- 氷の流出が加速するなら、このような氷床の消失はさらに急速に引き起こされる。モデルによれば、このような消失が生じるのに必要な地球規模の昇温は、工業化以前を基準として $1.9\sim4.6\text{度の範囲}$ であることが示唆されている。もし後から気温を低下させたとしても、このような氷床の大規模な縮小は元に戻らない可能性がある。

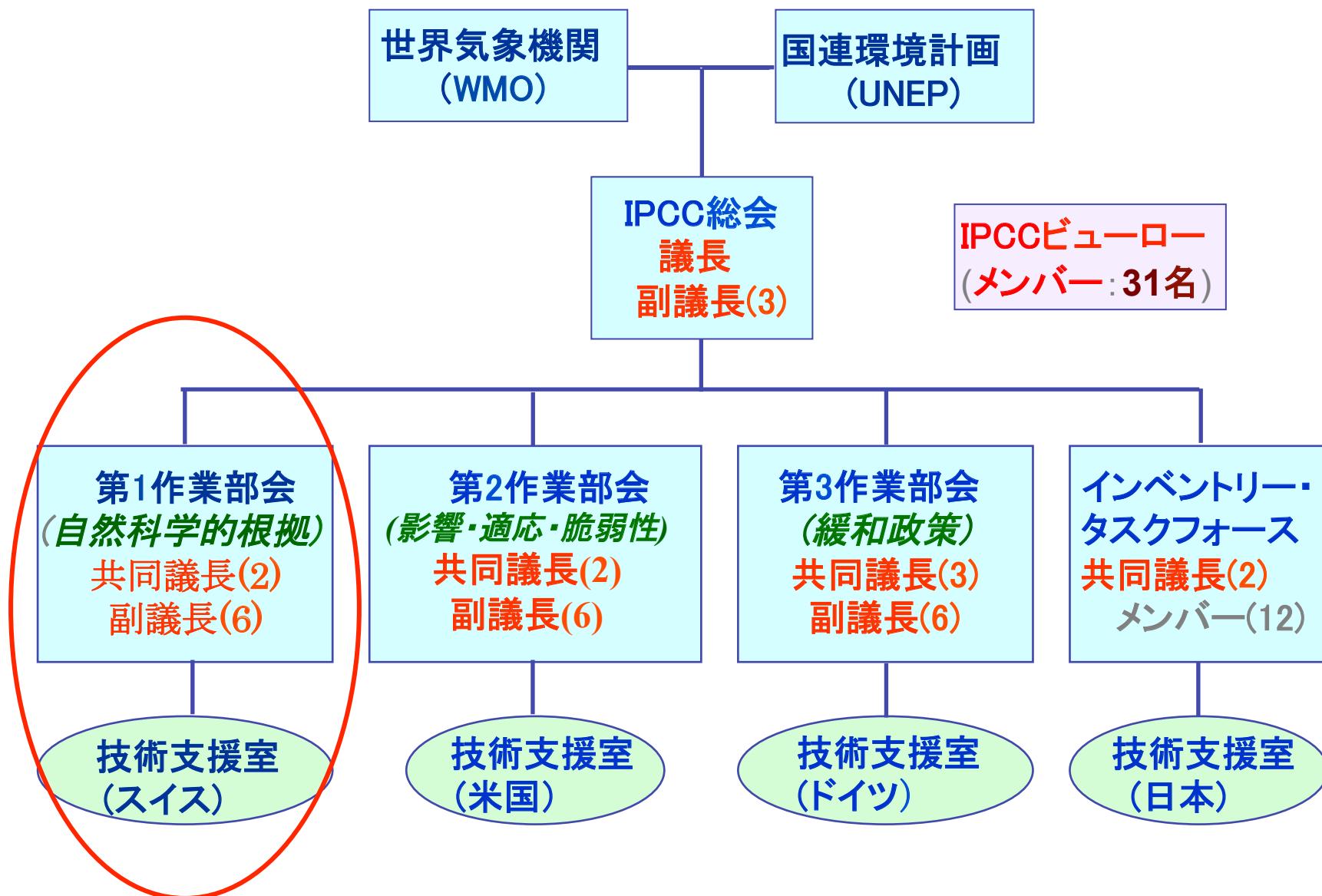
Significant inertia exists in the climate system



Source: IPCC (2001)

AR5に向けたIPCCの活動

第5次評価報告書(2013～14)へ向けたIPCC体制



IPCC第5次評価報告書(AR5)

統合報告書
SPM
Longer Part

第Ⅰ作業部会
(自然科学的根拠)
SPM
本文

第Ⅱ作業部会
(影響・適応・脆弱性)
SPM
本文

第Ⅲ作業部会
(緩和策)
SPM
本文

*SPM: 政策決定者向け要約、Longer Part: 詳細部分

Working Group I Fact Sheet (<http://www.climatechange2013.org/> による)

The Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (WGI AR5) provides a comprehensive assessment of the physical science basis of climate change. The report was developed by an international team of scientists who were selected in May 2010. It went through a multi-stage review process involving expert reviewers and governments. It will be presented to the IPCC member governments for approval and acceptance in September 2013.

The Report

- 1 Scoping Meeting to outline 14 Chapters
- Over 1000 nominations from 63 countries
- 209 Lead Authors and 50 Review Editors from 39 countries
- Over 600 Contributing Authors from 32 countries
- Over 2 million gigabytes of numerical data from climate model simulations
- Over 9200 scientific publications cited

The First Order Draft Expert Review

- Nearly 1500 individuals registered
- 21,400 comments from 659 Expert Reviewers from 47 countries

The Second Order Draft Expert and Government Review

- Over 1500 individuals registered
- 31,422 comments from 800 Expert Reviewers from 46 countries and 26 Governments

The Final Government Distribution

- 1855 comments from 32 Governments on the Final Draft Summary for Policymakers

Total Reviews

- 54,677 comments
- 1089 Expert Reviewers from 55 countries
- 38 Governments

The WGI Approval Session

- 23-26 September 2013, Stockholm, Sweden
- The Summary for Policymakers will be approved line-by-line by up to 195 Governments

Questions about the Development of the Report

Why was this report written?

The decision to prepare a Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) with three Working Group contributions and a Synthesis Report was taken by the member governments of the IPCC at their 28th Session in April 2008. IPCC Working Group I assesses the physical science basis of climate change. Working Group II assesses impacts, adaptation and vulnerability while Working Group III assesses the mitigation of climate change. The Synthesis Report draws on the assessments made by all three Working Groups.

How was the scope of the report decided?

An AR5 Scoping Meeting was held in July 2009 to develop the scope and outline of the AR5. This meeting involved climate change experts from all relevant disciplines and users of IPCC reports, including some government representatives. The resulting outlines for the three IPCC Working Group contributions to the AR5 were approved by the 31st Session of the IPCC in October 2009.

What is the objective of the report?

The objective of the contribution of IPCC Working Group I to the AR5 "Climate Change 2013: The Physical Science Basis" (WGI AR5) is to provide a comprehensive and robust assessment of the physical science basis of climate change. In order to achieve this, the report has 14 topical chapters and a number of Annexes including, for the first time in IPCC, a comprehensive Atlas of Global and Regional Climate Projections, plus supplementary material.

What is the scale of the report?

As an indication, the final draft of the WGI AR5, which was made available to governments on 7 June 2013 for a final round of comments, has a total of 2014 pages of draft text and 1250 scientific figures and graphs. Its component parts are a Summary for Policymakers, a Technical Summary, 14 chapters and a number of Annexes plus supplementary material. The Summary for Policymakers of this draft comprises 22 pages and 9 scientific graphs. The WGI contribution was reviewed by 1089 experts and 38 governments in a multi-stage process drawing a total of 54,677 comments. Over 9200 scientific publications, a large suite of observational datasets from all regions of the world and over 2 million gigabytes of numerical data from climate model simulations formed the basis of this assessment.

What is new in the report?

The WGI AR5 includes chapters on sea level change, on the carbon cycle and on climate phenomena such as monsoon and El Niño and their relevance for future regional climate change. There is an assessment of the science of clouds and aerosols and extended coverage of climate change projections by assessing both near-term and long-term projections. An innovative feature is the Atlas of Global and Regional Climate Projections (Annex I), which enhances accessibility for users and stakeholders. The data underlying the Atlas figures will be made available digitally.

AR4:各WG報告書及び統合報告書

- ◆ WG I:「自然科学的(物理科学的)根拠」

2013年9月23～26日(スウェーデン・ストックホルム)

- ◆ WG II:「影響、適応、及び脆弱性」

2014年3月25～29日(横浜)

- ◆ WG III:「気候変動の緩和策」

2014年4月7～11日(ドイツ・ベルリン)

- ◆ WG I、II、III:統合報告書

2014年10月27～31日(デンマーク・コペンハーゲン)

IPCC/WG1/AR5 (to be completed in 2013)

Chapter Outline

- **Chapter 1: Introduction**
- **Chapter 2: Observations: Atmosphere and Surface**
- **Chapter 3: Observations: Ocean**
- **Chapter 4: Observations: Cryosphere**
- **Chapter 5: Information from Paleoclimate Archives**
- **Chapter 6: Carbon and Other Biogeochemical Cycles**
- **Chapter 7: Clouds and Aerosols**
- **Chapter 8: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing**
- **Chapter 9: Evaluation of Climate Models**
- **Chapter 10: Detection and Attribution of Climate Change: from Global to Regional**
- **Chapter 11: Near-term Climate Change: Projections and Predictability**
- **Chapter 12: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility**
- **Chapter 13: Sea Level Change**
- **Chapter 14: Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change**

Annexes including *Atlas of Global and Regional Climate Projections*

WG1/AR5: 自然科学的根拠

執筆陣(CLAs, LAs, REs)

255人

第1次案(First Order Draft)の査読(専門家の査読) :

659人により21,400件

第2次案(Second Order Draft)の査読(政府及び専門家の査読) :

政府26カ国の及び専門家800人による31,422件

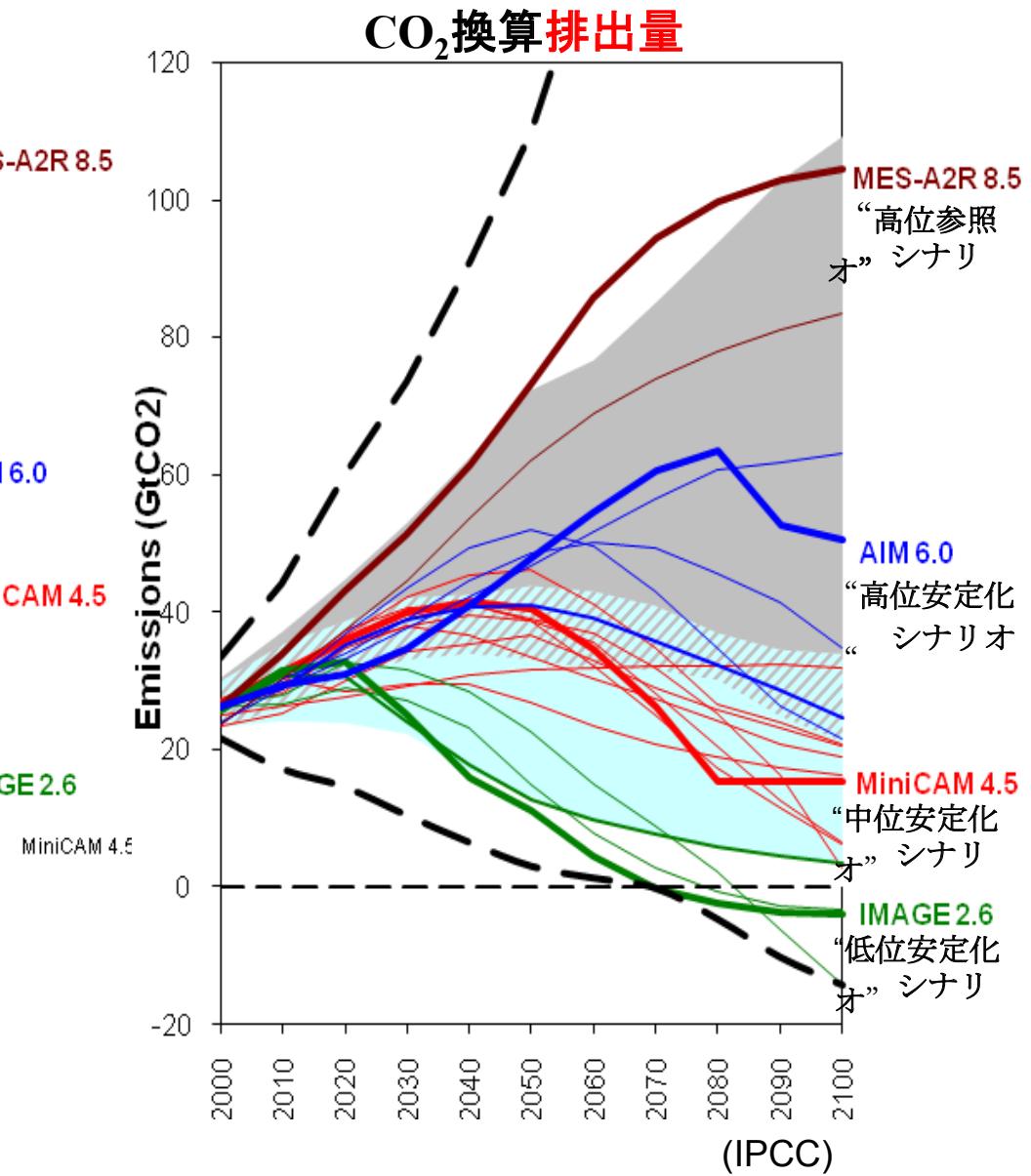
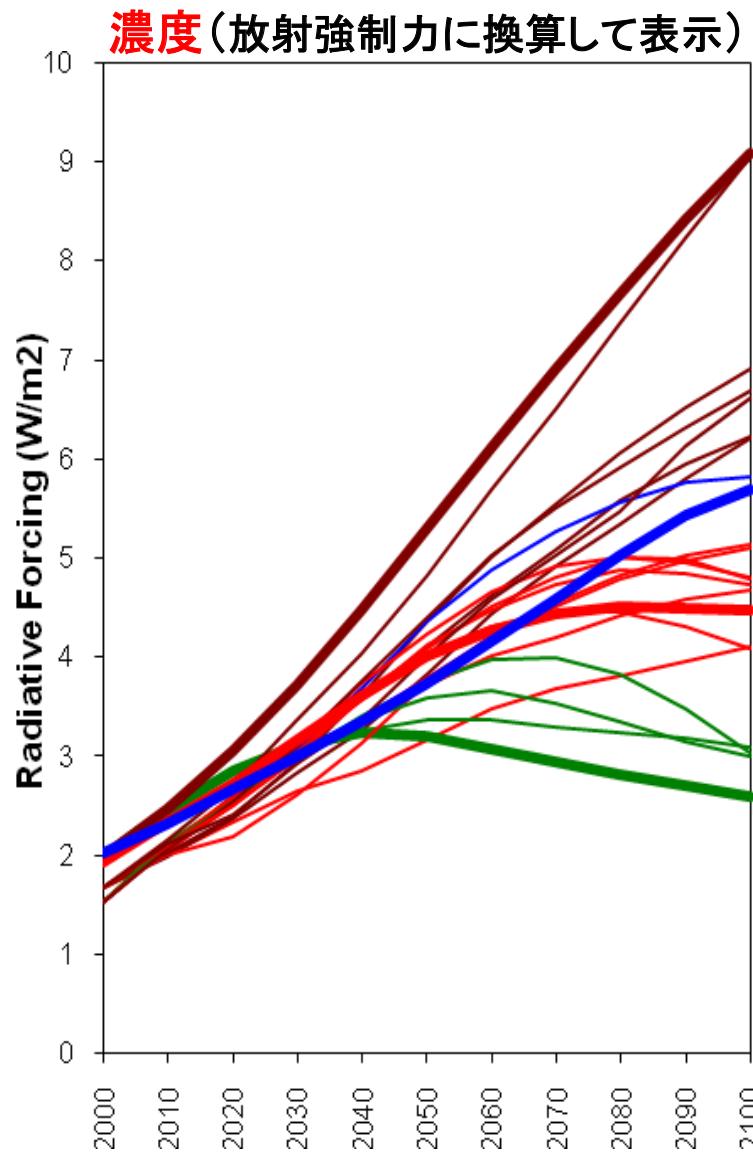
最終案(6月7日)が政府査読を経て、会議で審議される

2014ページ(案)

AR5に向けた、気候_(結合)モデル間の気候変動 の再現・予測の比較実験(CMIP5)

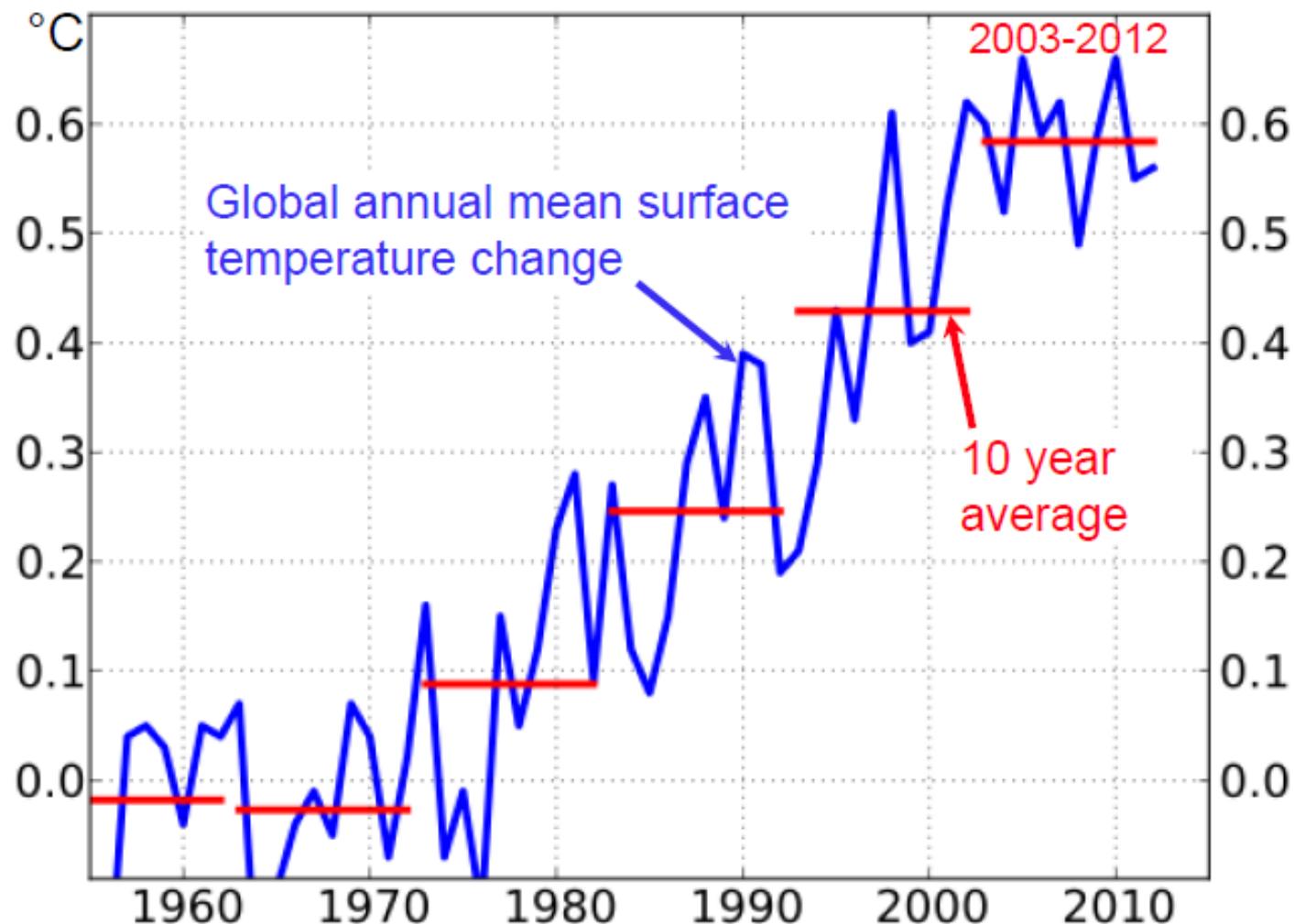
- ◆ AR5では、IPCCの「触媒的役割」のもとに、国際的研究枠組み：WCRP/WGCMの主体的な研究協力活動として本実験を現在実施中
- ◆ 濃度のシナリオである：4つのRCP*シナリオ、および、20世紀気候再現などについてモデル間の結果を比較(*:RCP=代表的濃度パスウェイ)

予測実験で用いるRCPシナリオ(2100年まで)



最新の科学的知見

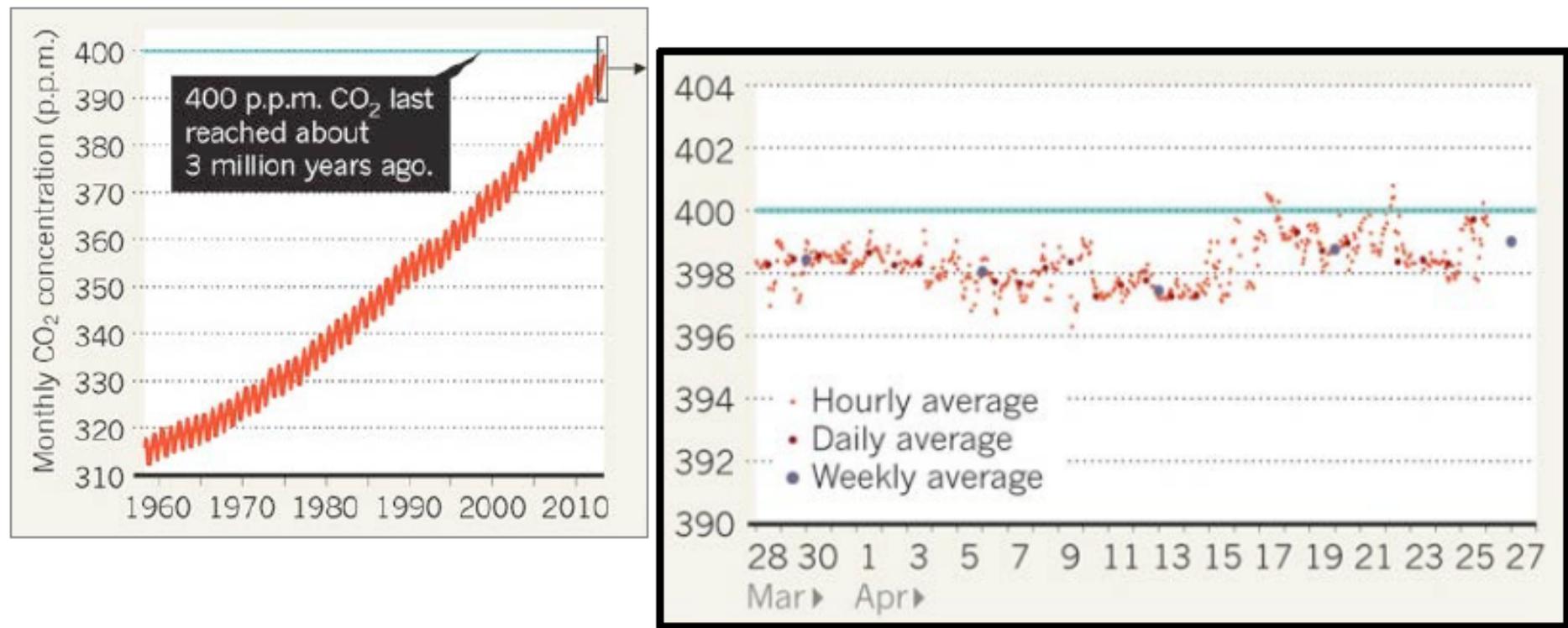
全球平均地上気温の変化と 過去の各10年単位の平均値

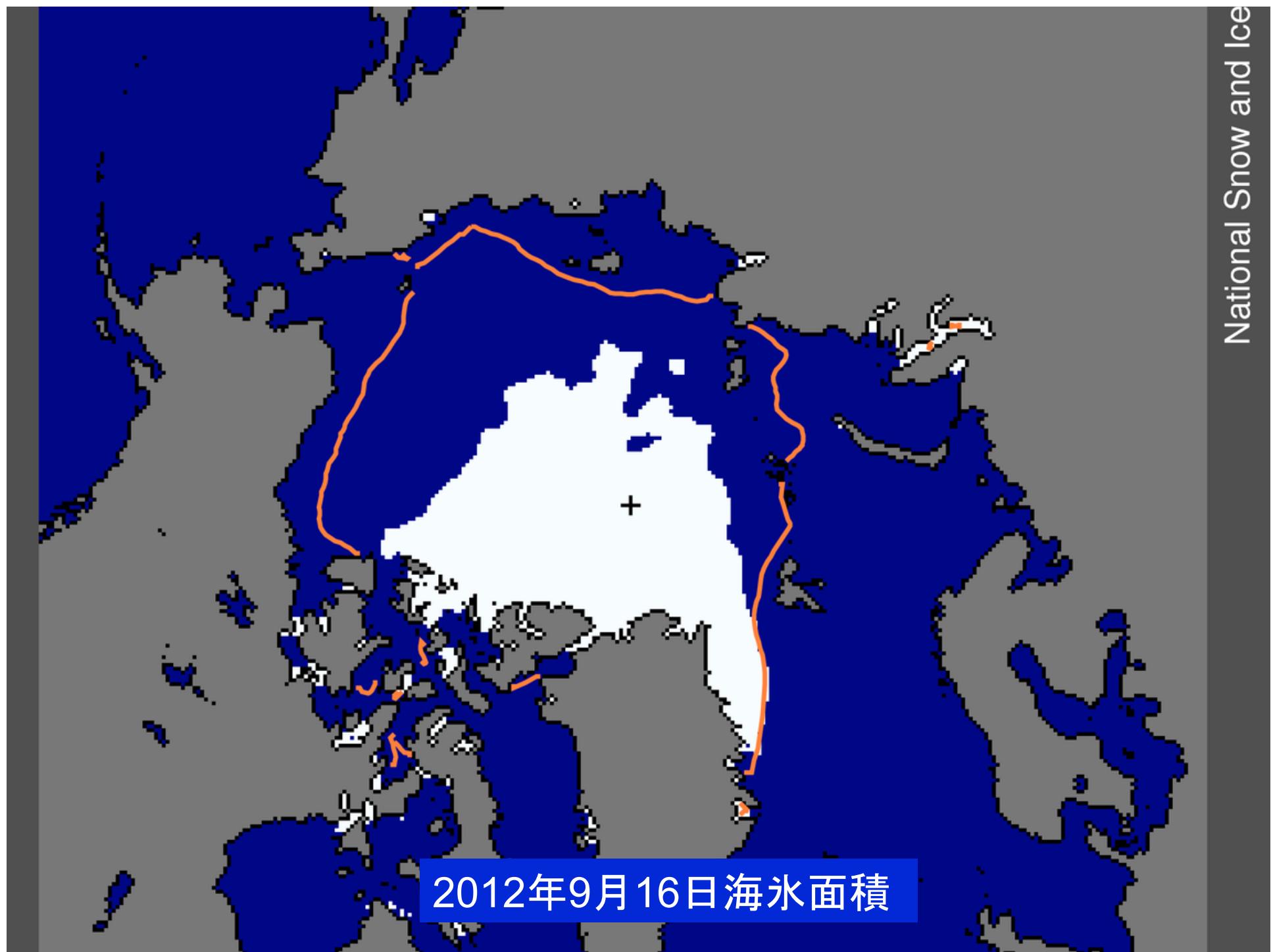


Plot: www.climate.be/pendules (2013) Reference period (0°C): 1951 - 1980

Data: NASA GISS, http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3, method in Hansen et al. PNAS 2006.

二酸化炭素(CO₂)大気中濃度(ハワイ・マウナロア):
約280ppm ⇒ 400.03 ppm (2013年5月9日:43%増)

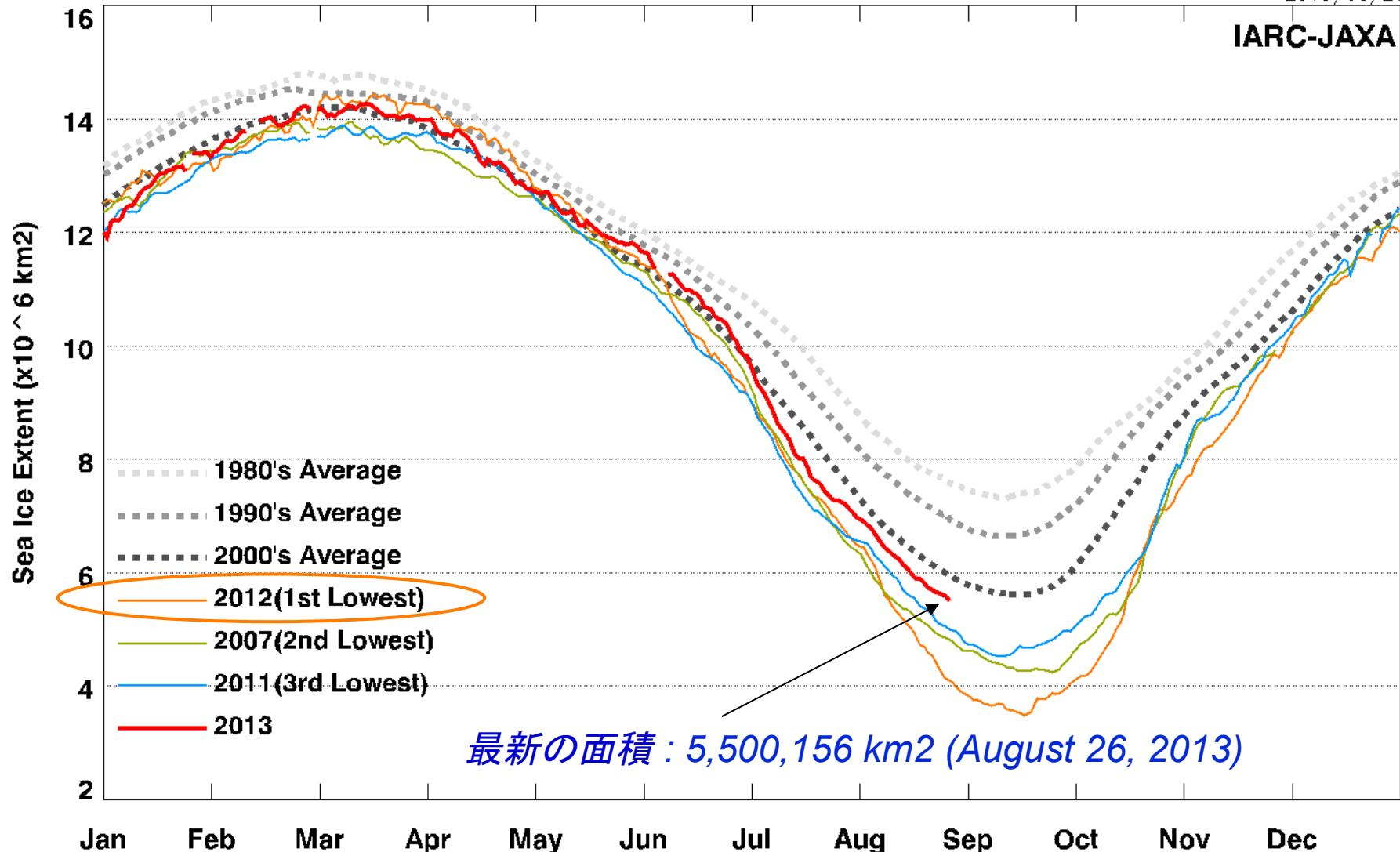




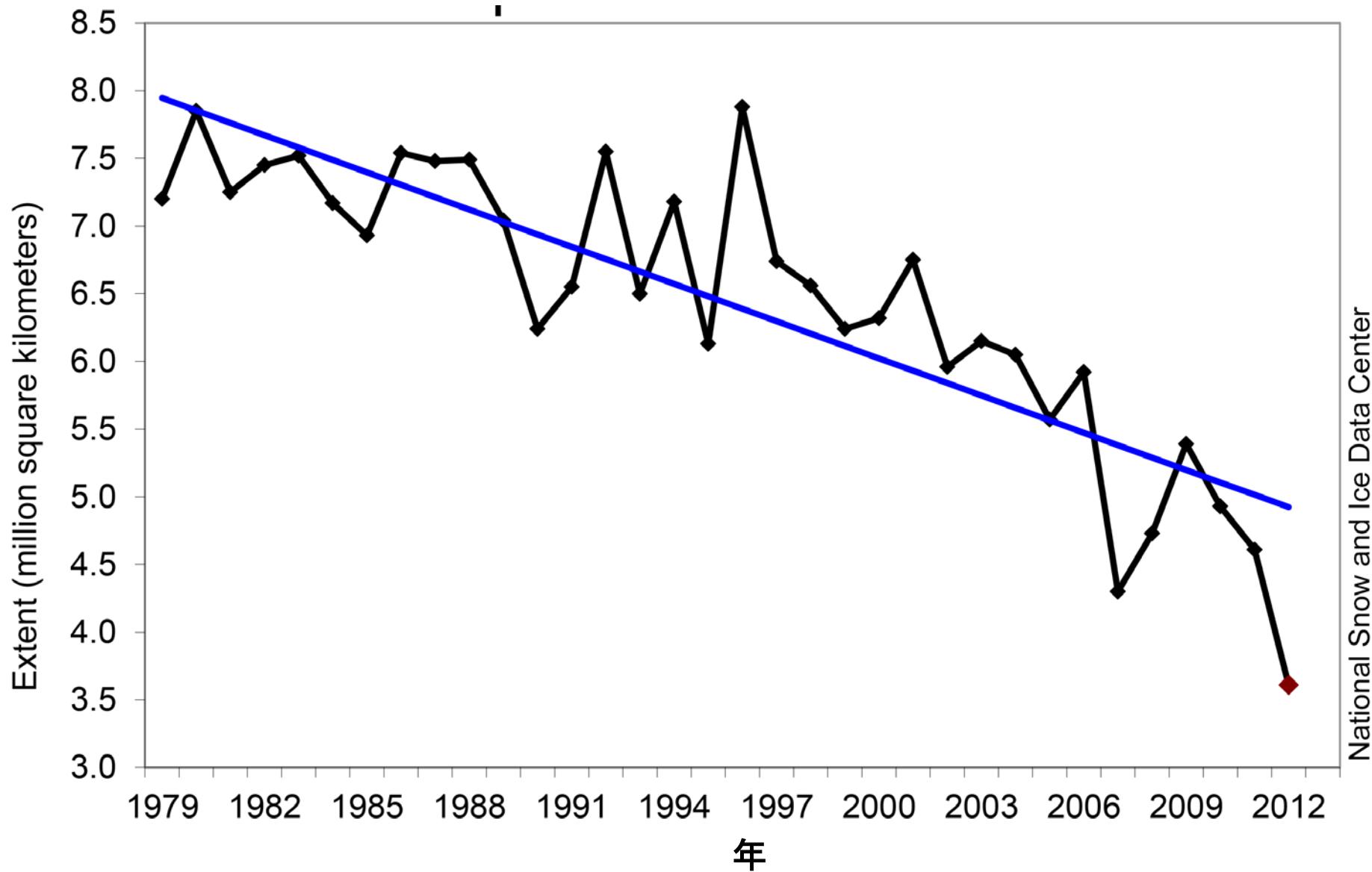
近年の海氷面積の変化

2013/08/26

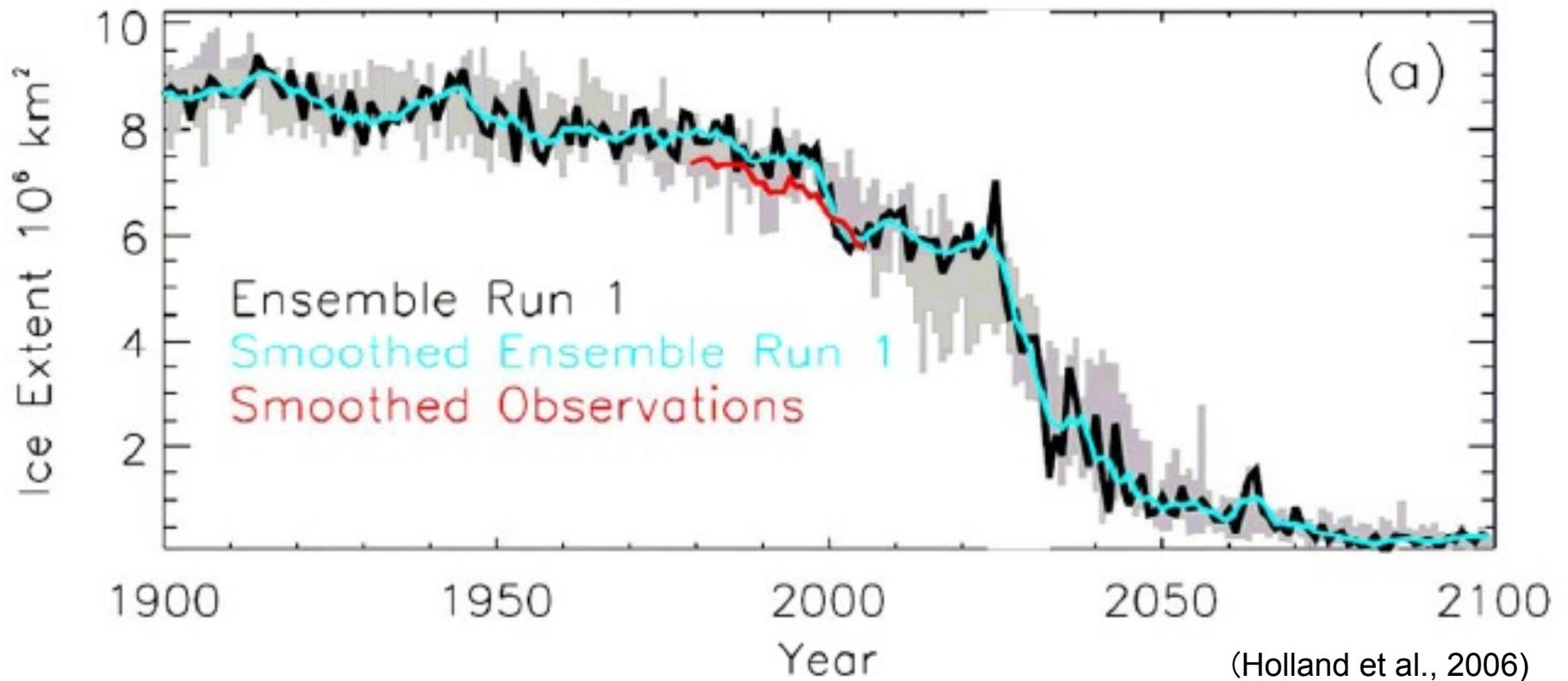
IARC-JAXA



北極海氷: 9月の平均面積(1979 – 2012年)

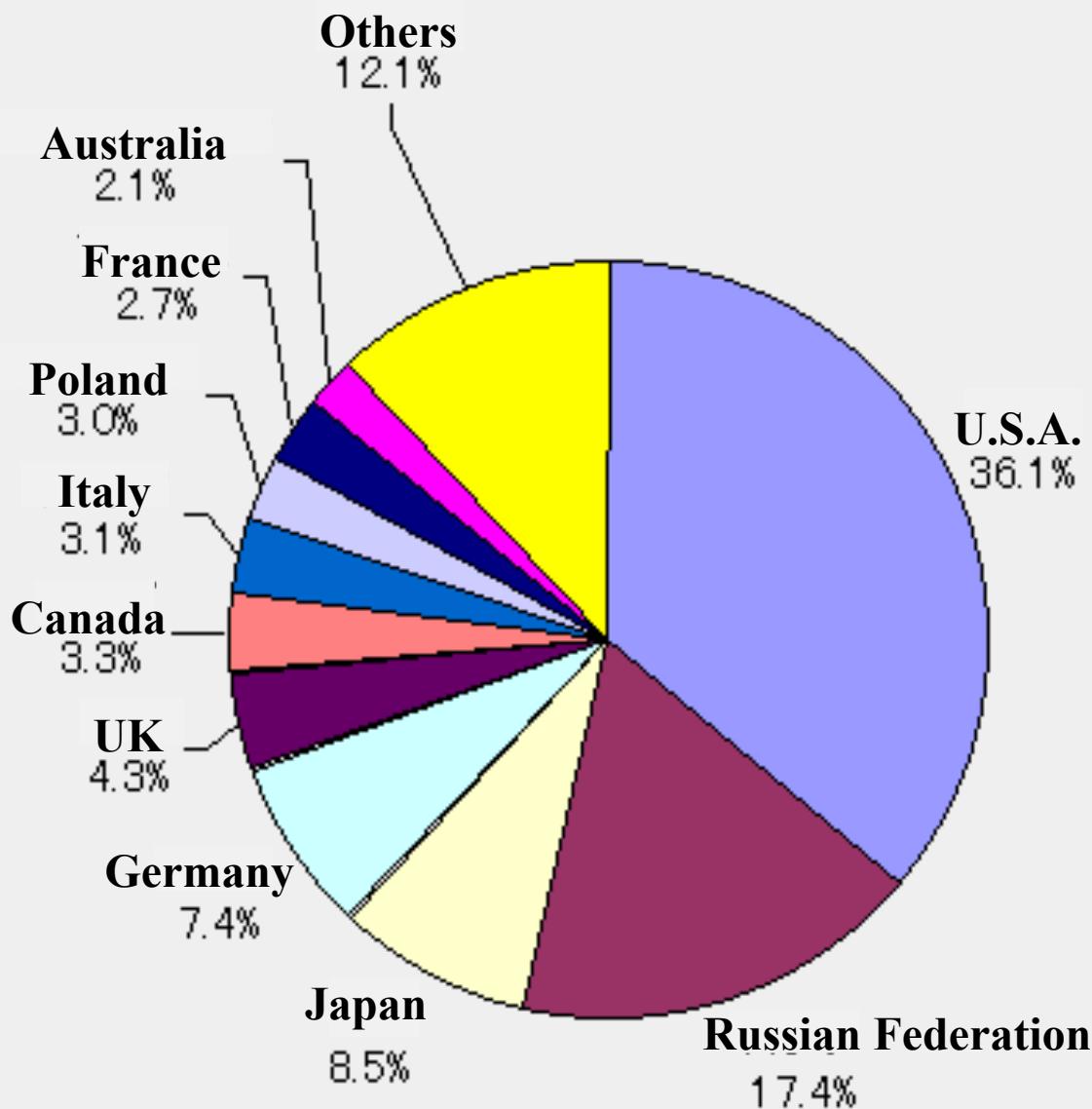


夏の北極海表面積: 再現・予測された例



「北極域及び南極域の海氷は、すべてのSRES シナリオにおいて、縮小すると予測される。北極海の晩夏における海氷は、21世紀後半までにほぼ完全に消滅するとの予測もある。」
(WG1/AR4/SPM)

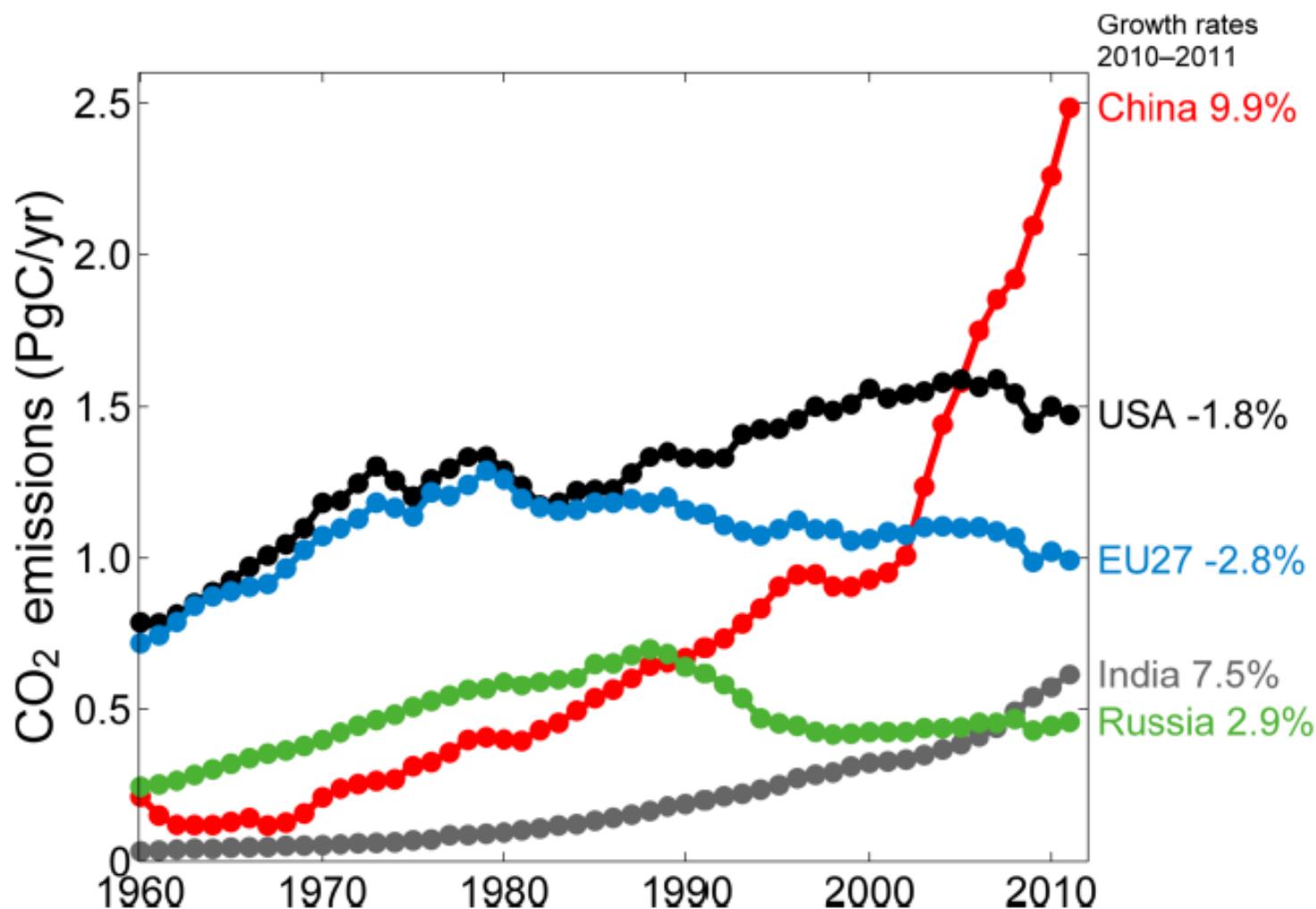
CO₂ emission rates among the Annex-I countries in 1990



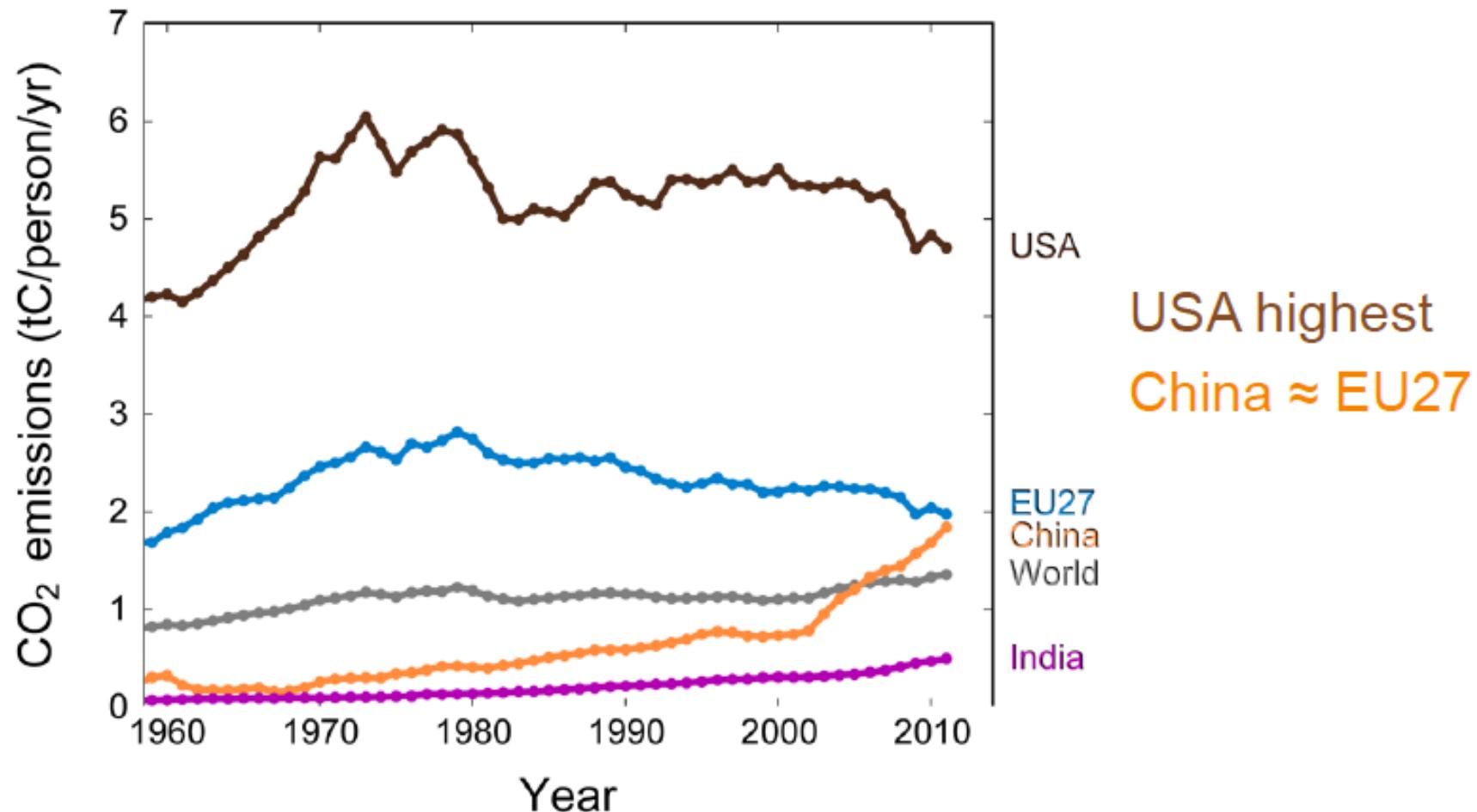
(Based on a Document by MOE)

CO₂ emission trends by country

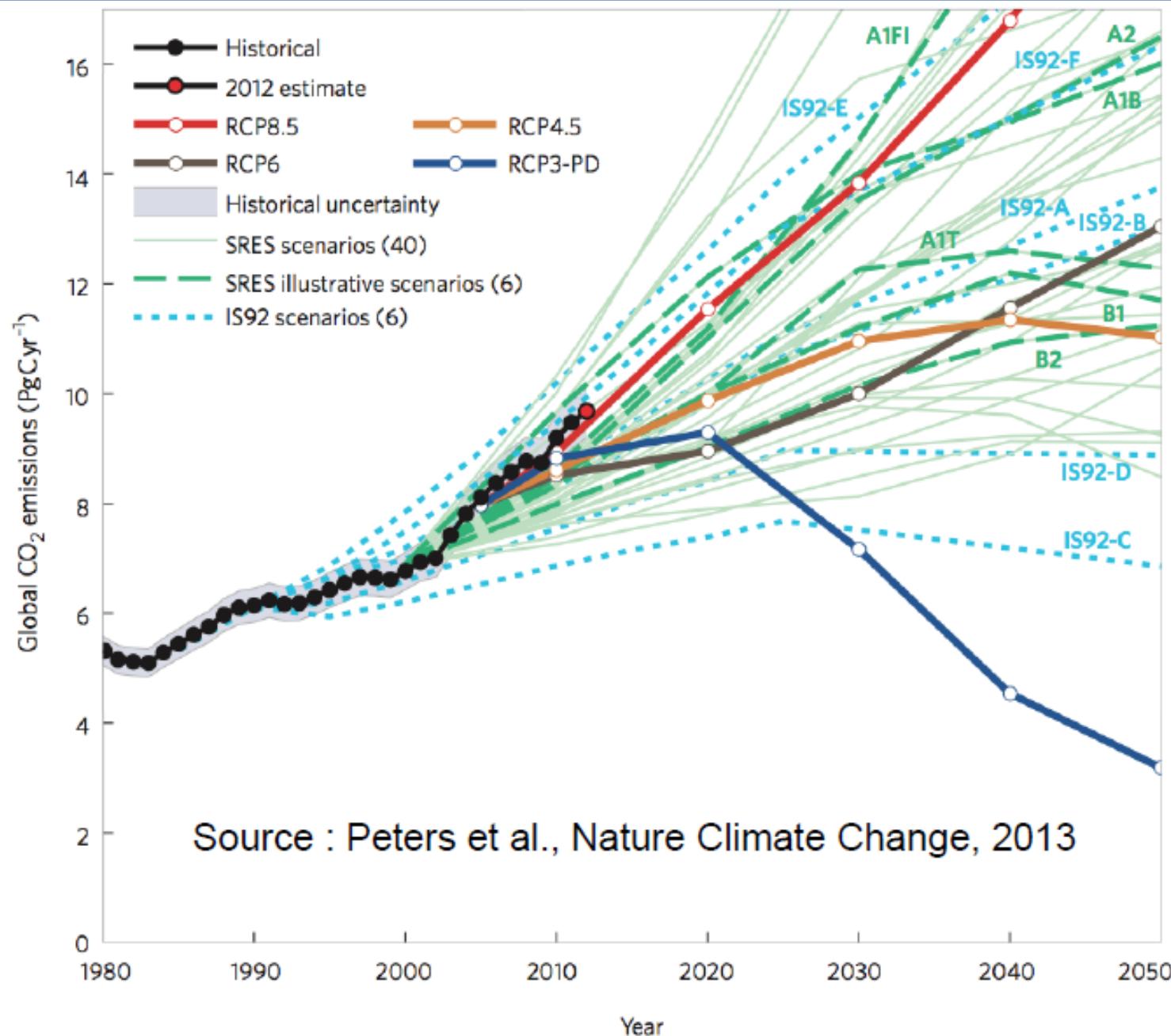
fossil fuel + cement + gas flaring



Top fossil fuel emitters (Per Capita)

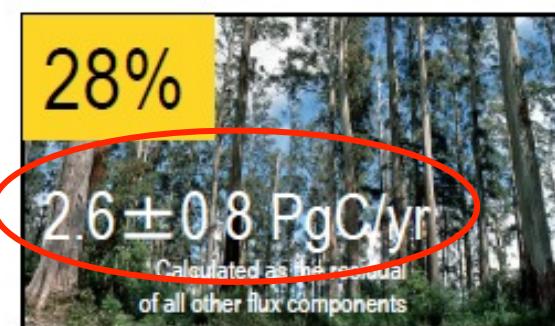
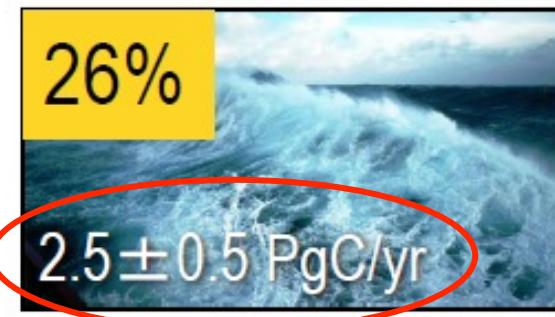
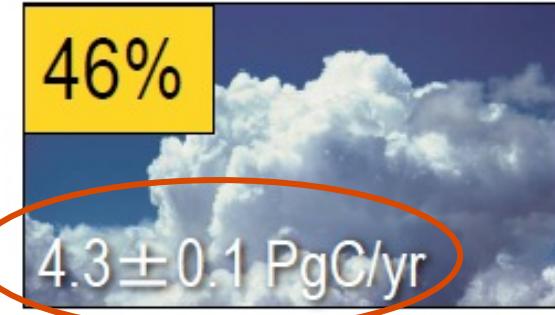
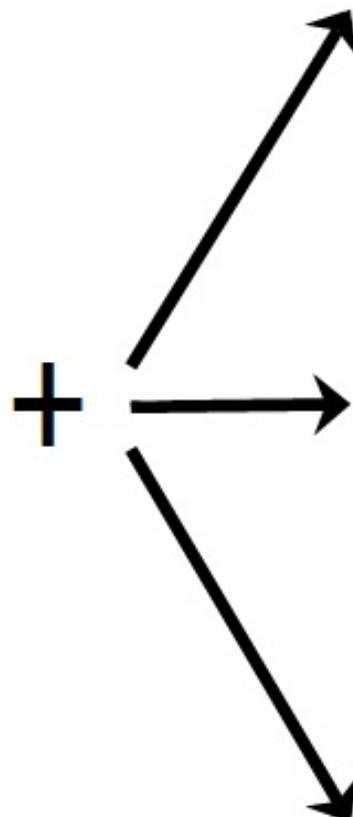
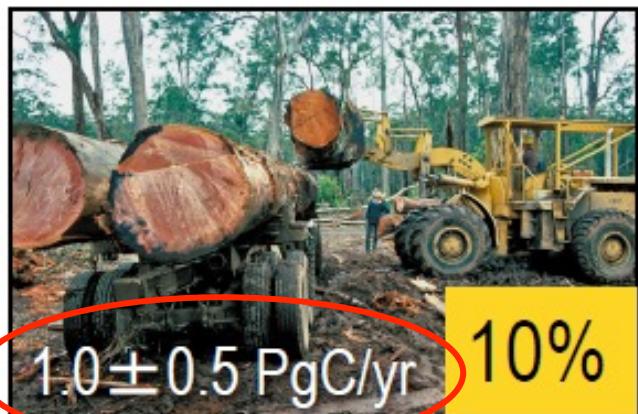
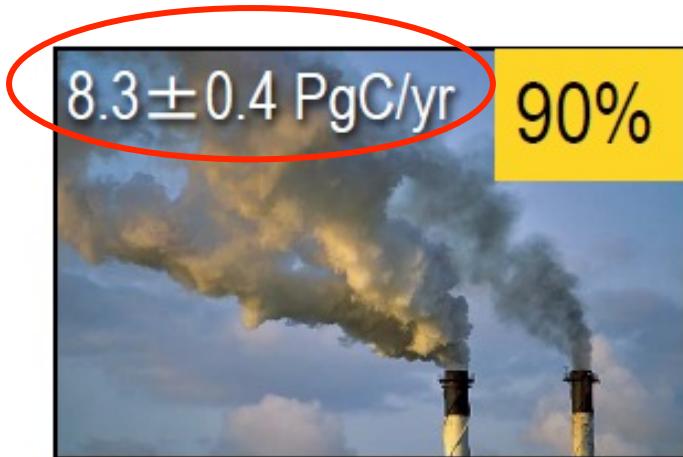


Emissions are on the high side of past IPCC scenarios



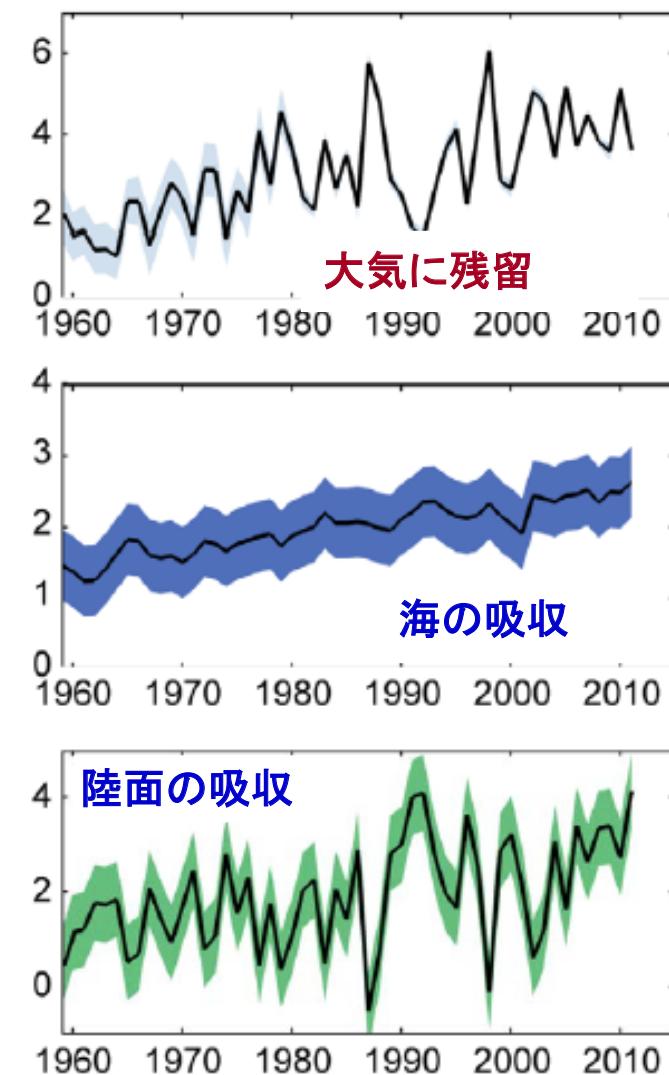
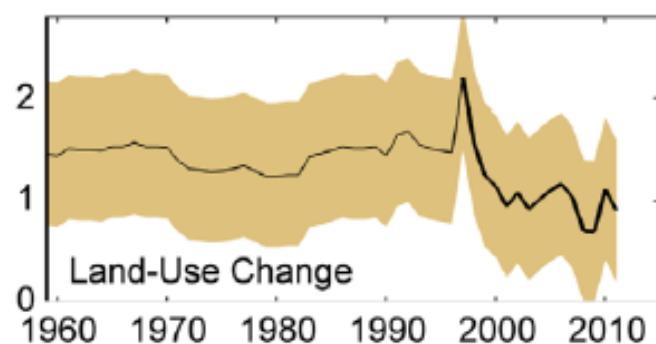
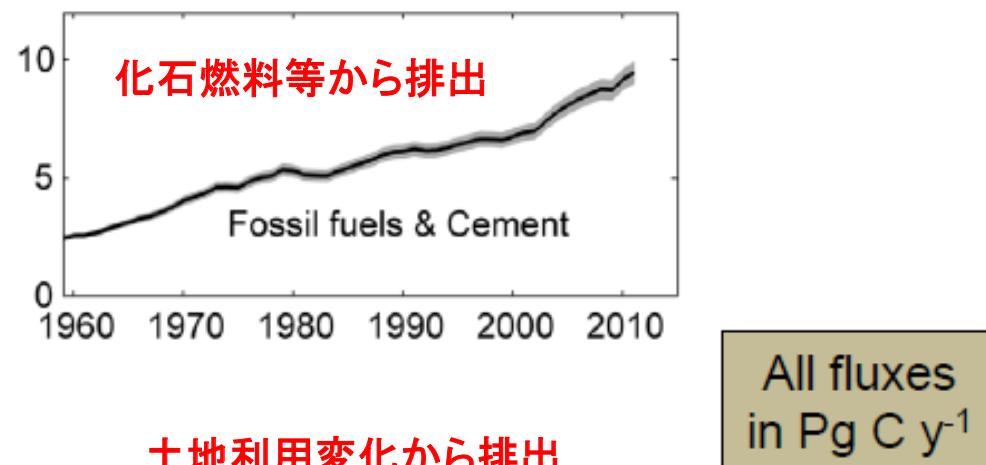
人為起源CO₂の行方

(2002-2011 average)



人為起源CO₂の排/放出・吸収の変化

- The sinks have continued to grow with increasing emissions
- It is uncertain how efficient the sinks will be in the future



大気中のCO₂収支(年当たり、2002-2011)

(符号の+は大気に、-は大気からの方向のフラックスを示す)

- 人為起源のCO₂排・放出(→大気へ) : +93億炭素トン

化石燃料等から排出: +83億炭素トン

土地利用変化から放出: +10億炭素トン(算定に時間要する)

- 自然起源のCO₂吸收(←大気から) : -52億炭素トン

海洋の収支は吸收: -25億炭素トン

陸域生態系収支は吸收: -26億(± 8)炭素トン(推定が最も困難)

その結果: 大気には、+43億炭素トン(± 1)が残留・蓄積となった。

原因特定における理解の進展： 確実性はさらに増大→どう表現するか？

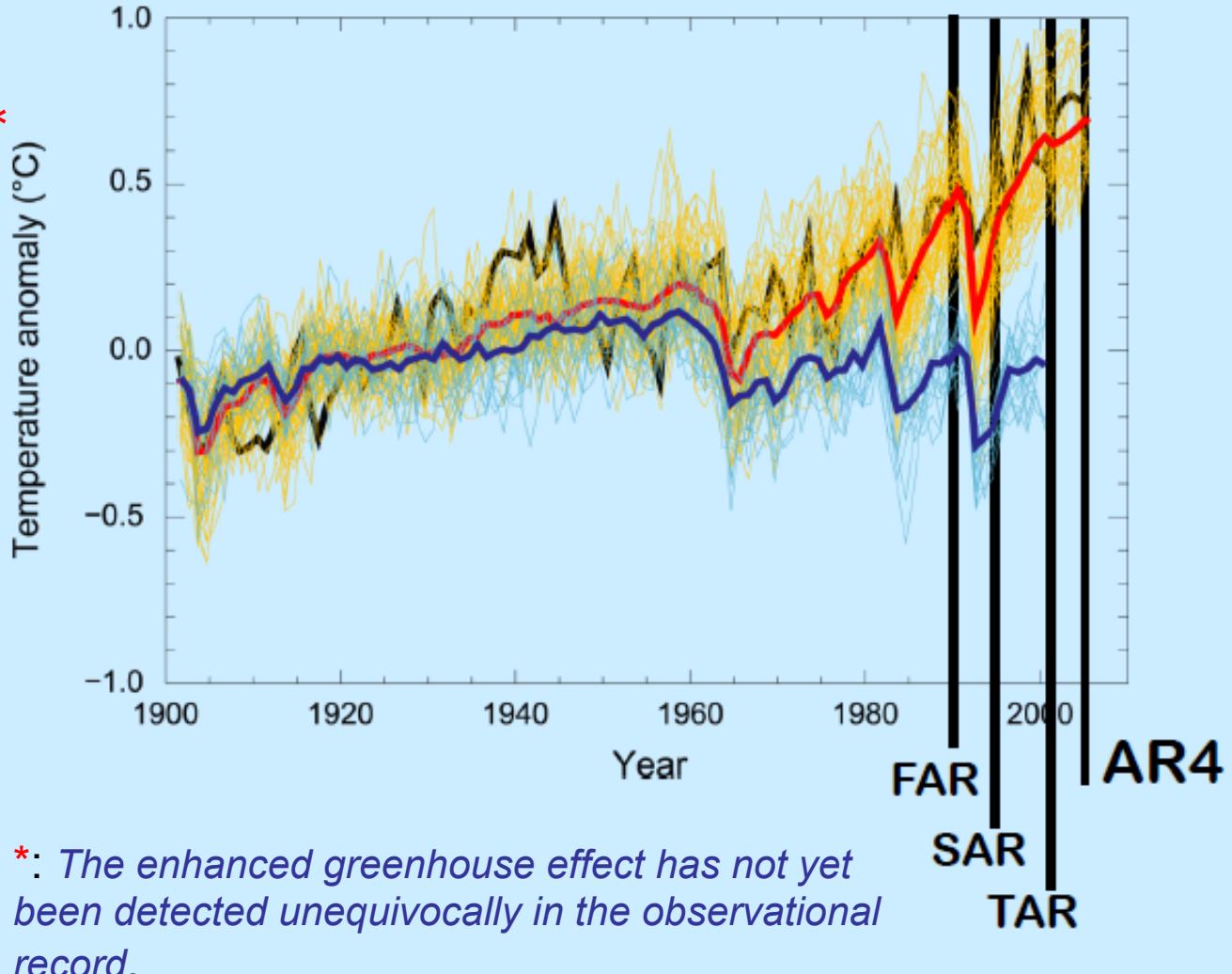
FAR (1990):

“unequivocal detection
not likely for a decade” *

SAR (1995): “balance
of evidence suggests
discernible human
influence”

TAR (2001): “most of
the warming of the
past 50 years is likely
(odds 2 out of 3) due
to human activities”

AR4 (2007): “most of
the warming is very
likely (odds 9 out of 10)
due to greenhouse
gases”

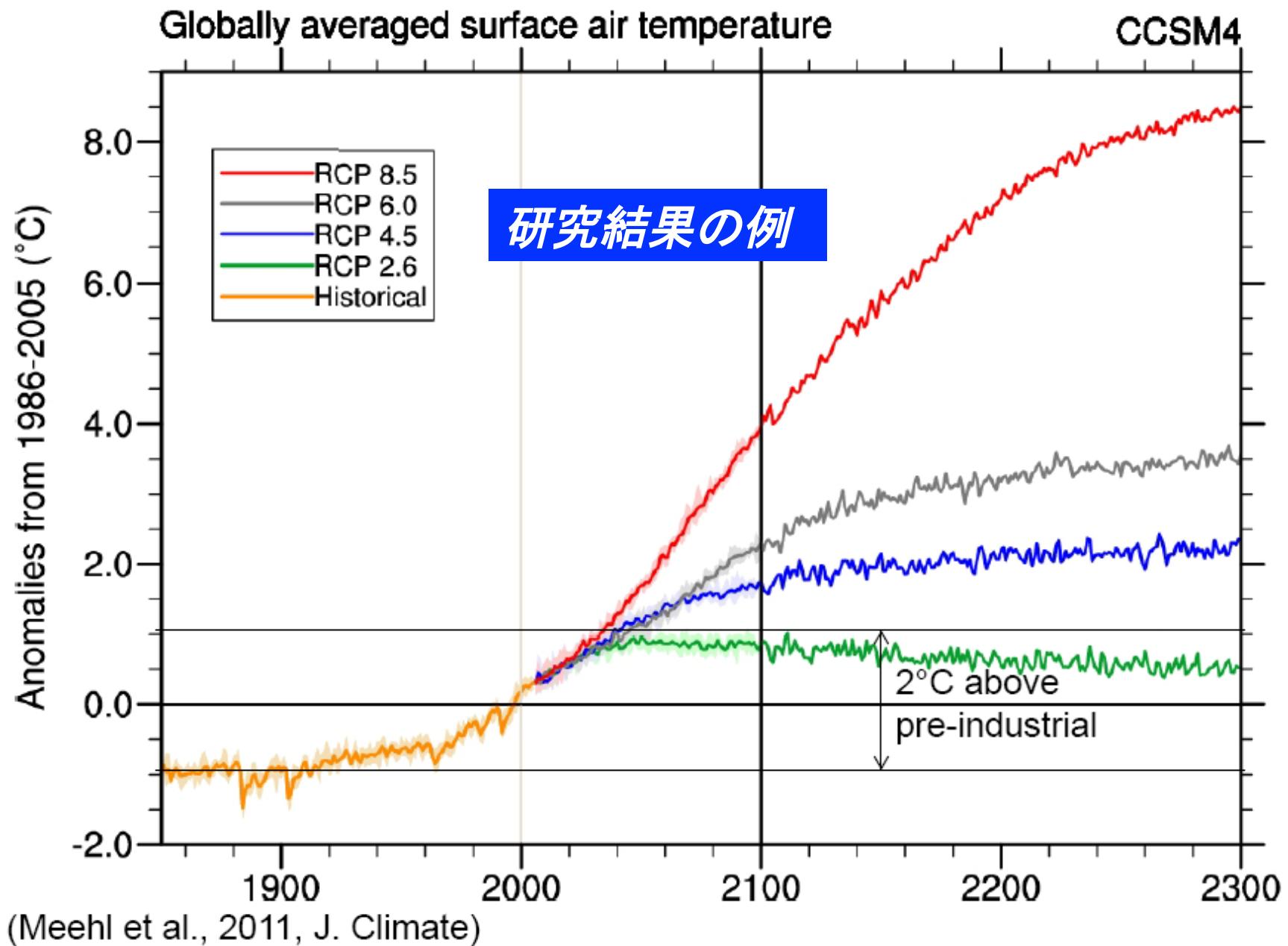


*: *The enhanced greenhouse effect has not yet been detected unequivocally in the observational record.*

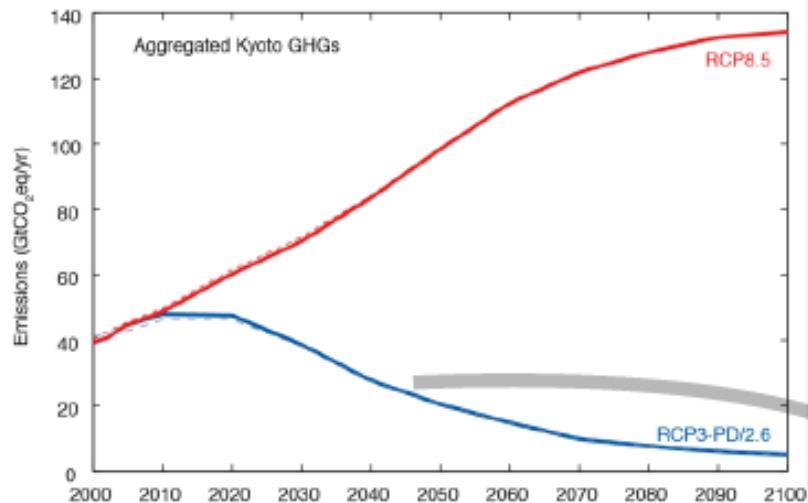
AR5に向けた、結合モデル間の気候変動 の再現・予測実験

- ◆ AR5では、IPCCの「触媒的役割」のもとに、国際的研究枠組み：WCRP/WGCMの主体的な研究協力活動として本実験を現在実施中
- ◆ 濃度のシナリオである：4つのRCP*シナリオ、および、20世紀気候再現などについてモデル間の結果を比較(*:RCP=代表的濃度パスウェイ)

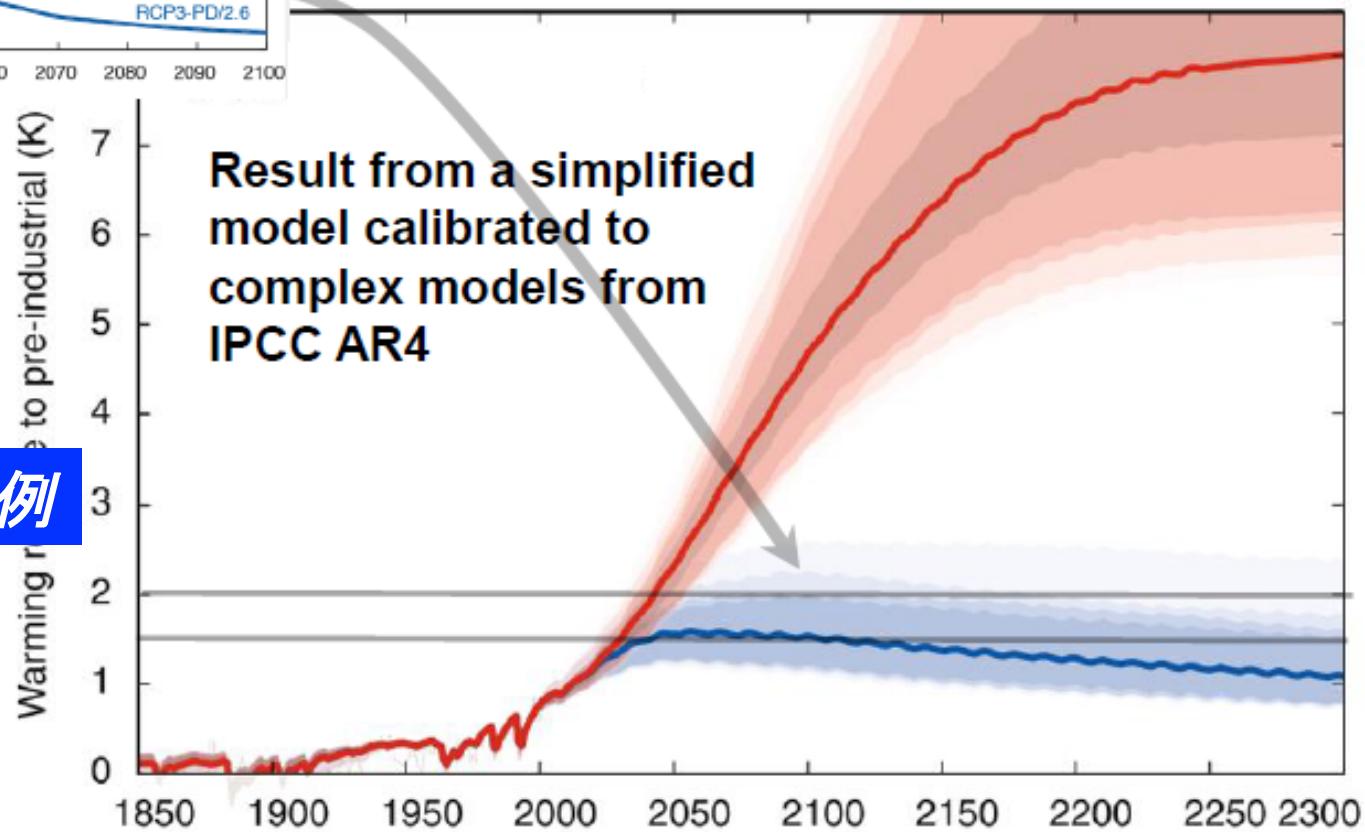
Results from CMIP5 experiments from CCSM4 at NCAR



Ongoing research - new «pathways»



- Emissions at the lower end of currently investigated pathways still avoid 2° C and may have about 50% chances of reaching 1.5° C by 2100, according to early analysis
- this means that global GHG emissions start to decline before ~2020



Source:
Meinshausen et al.,
Climatic Change, 2011

研究結果比較の例

得られている知見例(Meinshausen et al., Nature, 2009)

- **RCP2.6(低位安定シナリオ)の下では、 2°C に達することは避けられそうであり、2100年までに 1.5°C に達する可能性はおよそ50%と思われる。**
- **そのためには、全球的な排出を2020年までに減少に転じなければならない。**
- 温室効果ガスの安定化レベルを低くすればするほど、より早くから排出を減少に転化させなければならない(AR4)。
ピーキングのタイミングが遅れれば遅れるほど削減は困難になる。

長期安定化と削減への展望

安定化に向けた技術 (1)

- 二酸化酸素を回収(Capture)し、貯留(Storage)する技術(CCOS)の開発が進行中: CCSに関する特別報告書(2005、IPCC)

◆ 陸上で回収して地中に貯留するオプション 残留率は100年にわたり99%を上回る(可能性は非常に高い)

- ⇒ 1 石油及びガスの枯渇した貯留層
- 2 CO₂を用いた石油及びガスの強制回収
- 3 深い岩塩層-(a)沖合 (b)陸上

これらは、これまで石油やガス産業が用いており、油田・ガス田や含塩層の特定の条件下で経済的に採算が合うことが立証されている技術と同一のものを多く用いることで実現可能性がある。

- 4 CO₂を用いた炭層メタンの強制回収
薄すぎるか深すぎて採掘されない炭層の利用であるが、回収したメタンの扱いなどの課題がある。

◆ 海洋中に貯留するオプション

残留率は、100年後 65~100%

安定化に向けた技術

- 再生可能エネルギー(Renewable energy):
(太陽、水力、風力、潮汐差、地熱、バイオマス)
の活用。cf: 「再生可能エネルギーに関する特別報告書」
(2011, IPCC)
- Geoengineeringの可能性についての議論
が進行中: 可能性と課題
 - 太陽放射管理(SRM*): (例)成層圏にエアロゾルを注入し太陽入射光を減らす
 - 二酸化炭素除去(CDR**): (例)海洋に鉄を散布して光合成を促進)
 - 課題①不確実性が大、課題②研究はともかく、実施は気候改変につながる、…

注) *: *Solar Radiation Management*
**: *Carbon Dioxide Removal*

AR5に向けた日本の研究成果 (予測分野の例)

革新プログラム (21世紀気候変動予測革新プログラム)



地球シミュレータ (ES)による 気候変動予測



地球シミュレータ

長期気候変動(～2300年)予測

近未来(20～30年後)予測

極端現象(台風・集中豪雨等)予測

雲解像モデルの高度化

海洋乱流シミュレーションの高度化

気候モデル
高度化と
気候変動予測

不確実性の
定量化と低減

自然災害に対する
影響評価

緊密な連携

影響評価
研究

モデル結果

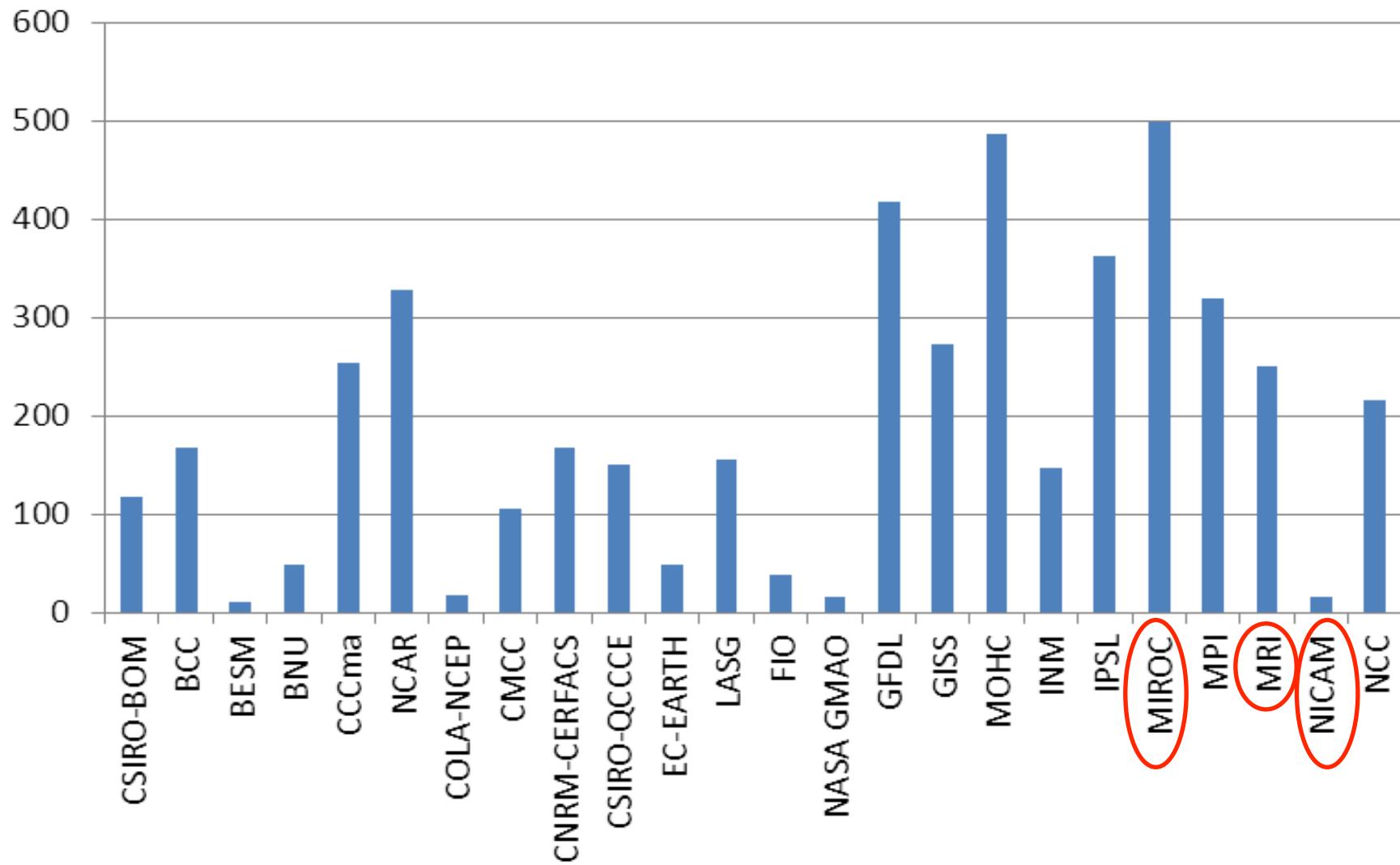
影響評価
研究

IPCC AR5への貢献
政策決定者への科学的根拠

CMIP5関連論文のモデルグループ別引用数

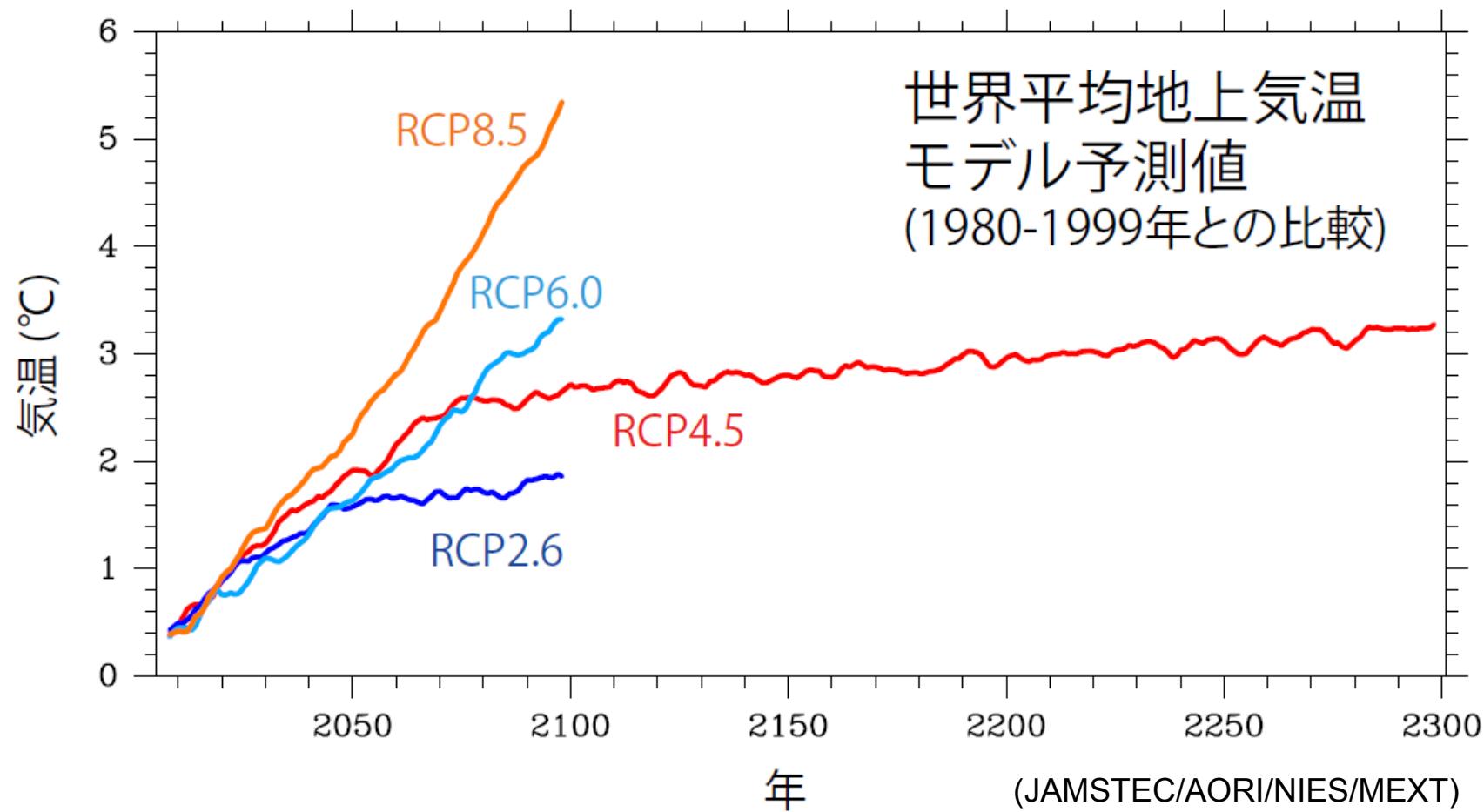
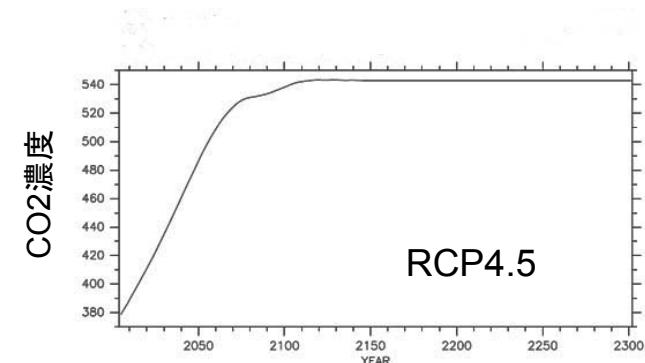
(8月29日現在、全引用数:331)

:日本のグループ



(<http://cmip.llnl.gov/cmip5/publications/model>)

地球システムモデル(ESM)による
長期気候変動予測の成果



SEIB-DGVM @ Larch forest

Location (East-Siberia)

Latitude : 62°15'N
Longitude : 129°37'E
Altitude : 220m

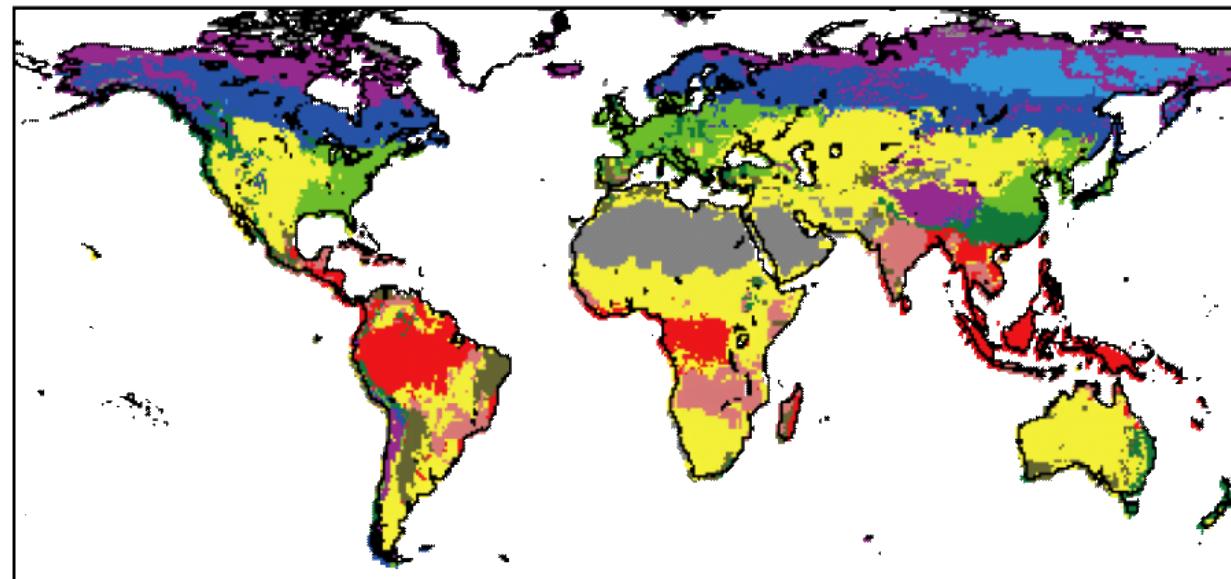
Annual mean climate

Air temp. : -9.9C°
Precipitation : 257mm

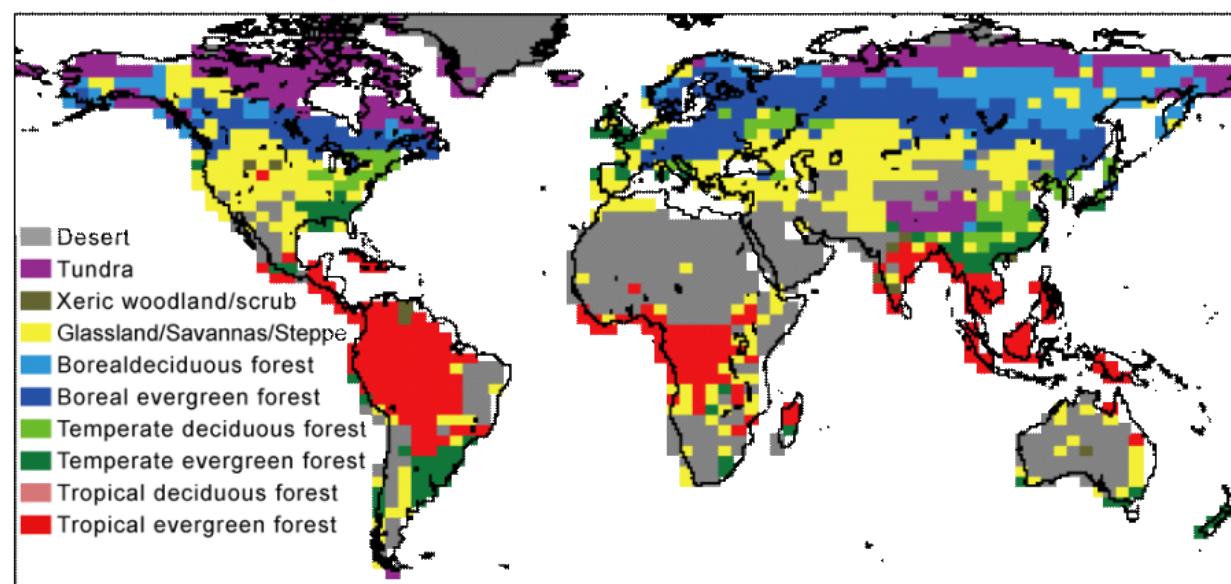
Size of virtual forest: 100m × 100m

Grass PFTs are not visualized

自然の植生分布



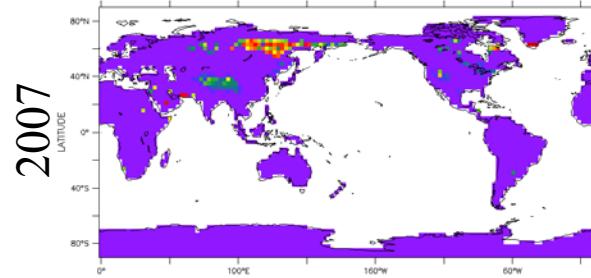
再現された植生分布



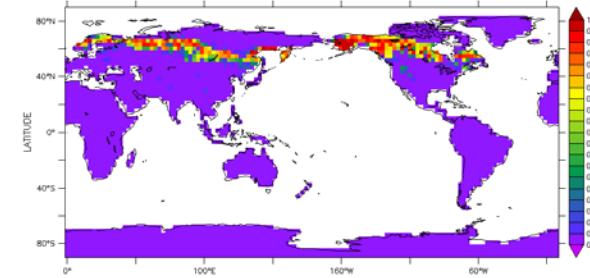
(JAMSTEC)

RCP4.5での森林帶変化

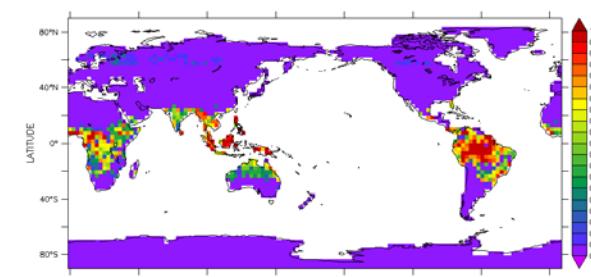
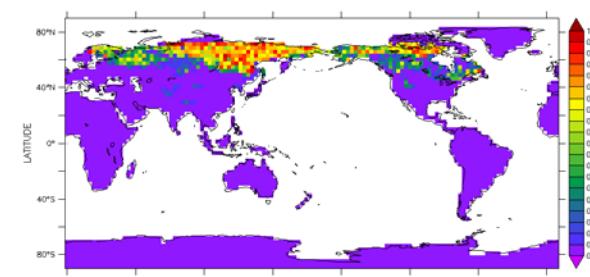
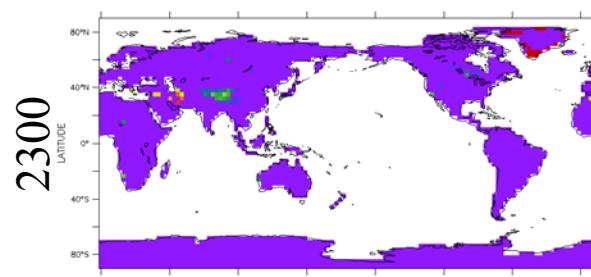
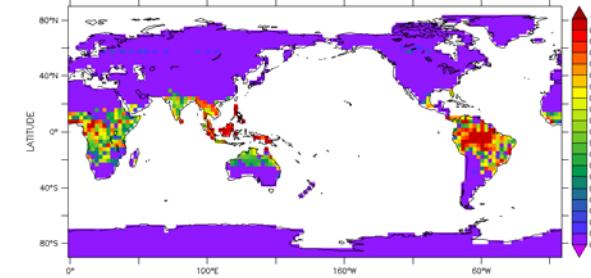
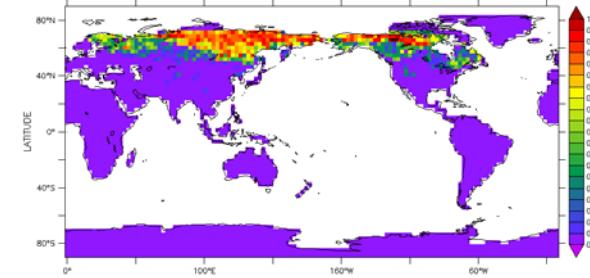
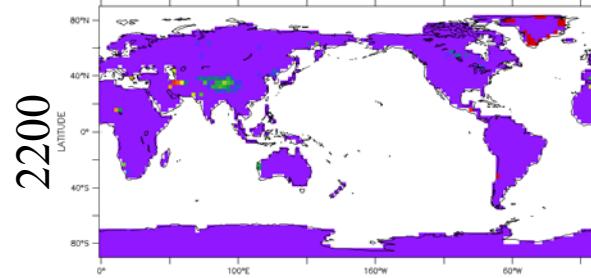
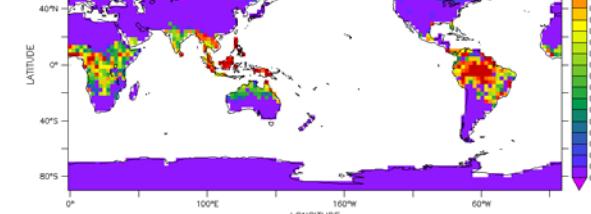
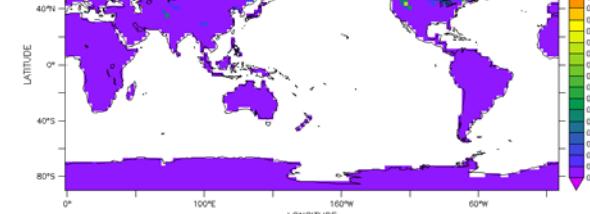
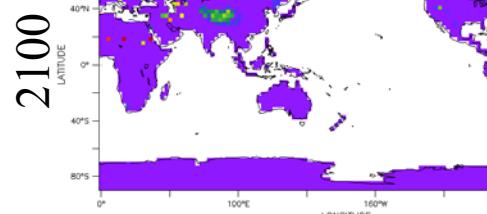
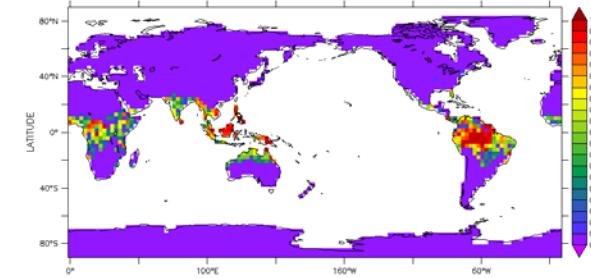
北方落葉樹林



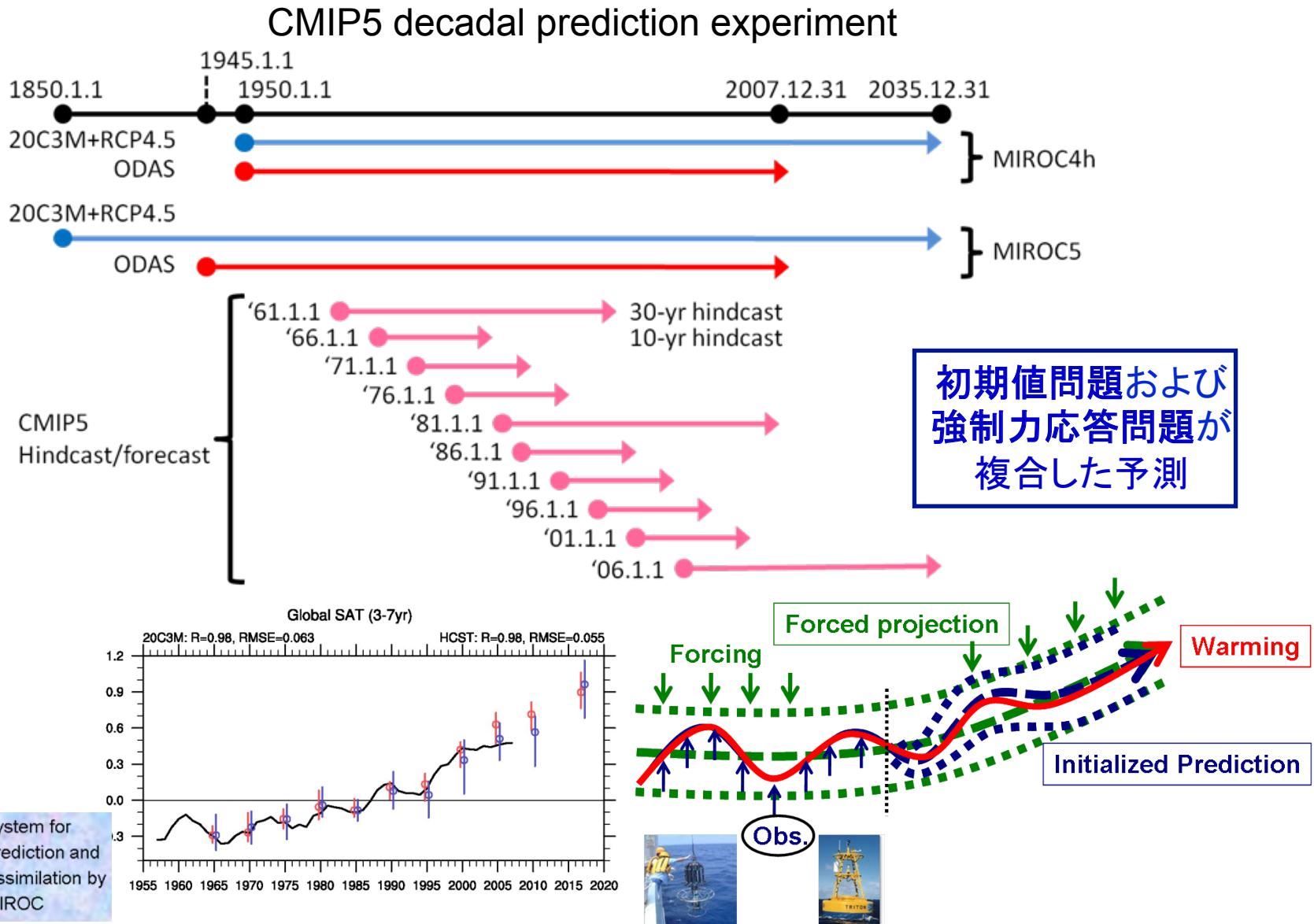
北方常緑樹林



熱帯林



近未来予測成果概要





System for
Prediction and
Assimilation by
MIROC

近未来予測成果

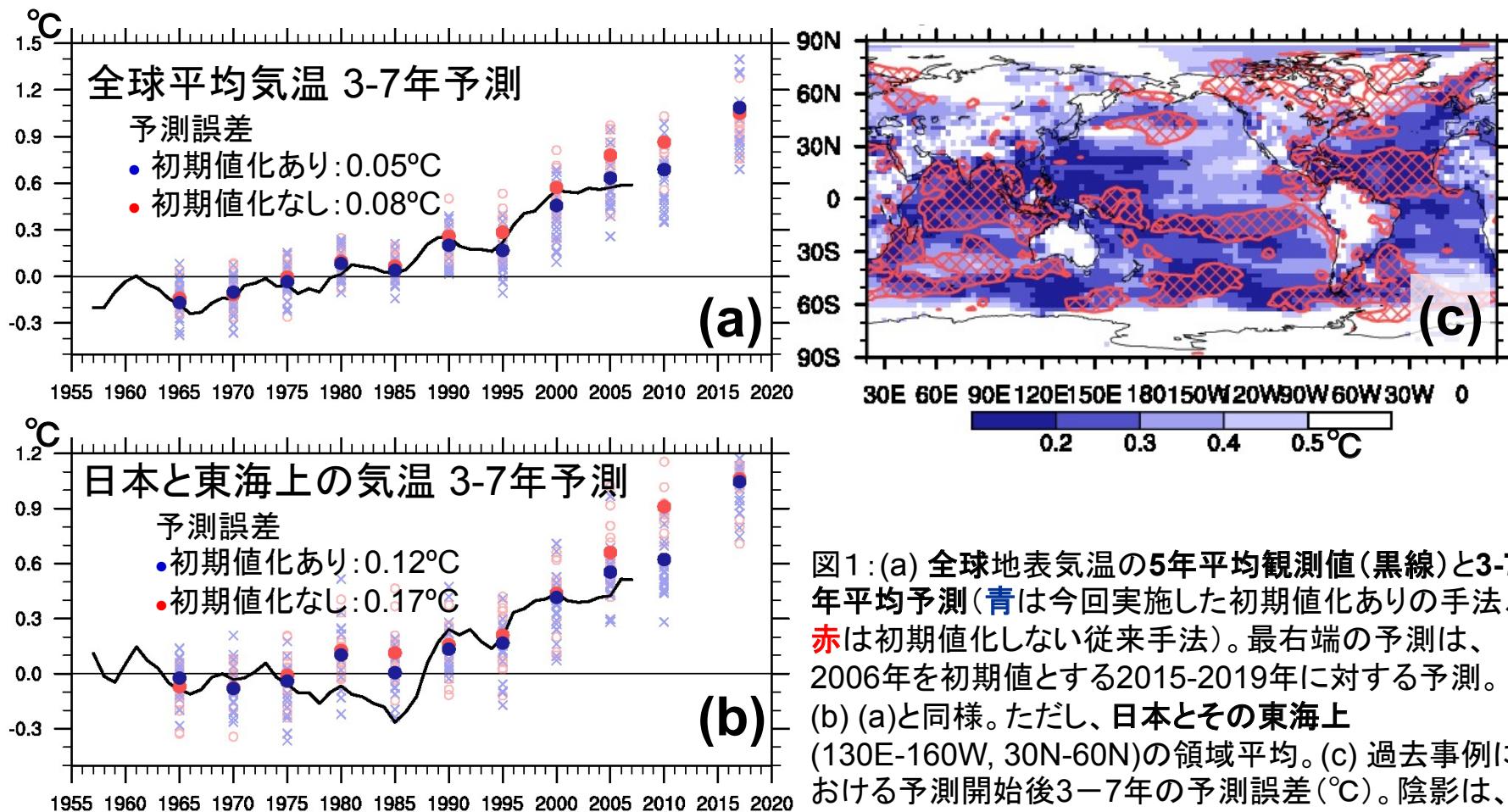


図1:(a) 全球地表気温の5年平均観測値(黒線)と3-7年平均予測(青は今回実施した初期値化ありの手法、赤は初期値化しない従来手法)。最右端の予測は、2006年を初期値とする2015-2019年に対する予測。(b) (a)と同様。ただし、日本とその東海上(130E-160W, 30N-60N)の領域平均。(c) 過去事例における予測開始後3-7年の予測誤差($^{\circ}\text{C}$)。陰影は、今回導入した初期値化で従来手法より10%以上誤差が減少した地域を示す。

(AORI/JAMSTEC/NIES/MEXT)

(2011年2月23日革新プロジェクト記者発表資料)



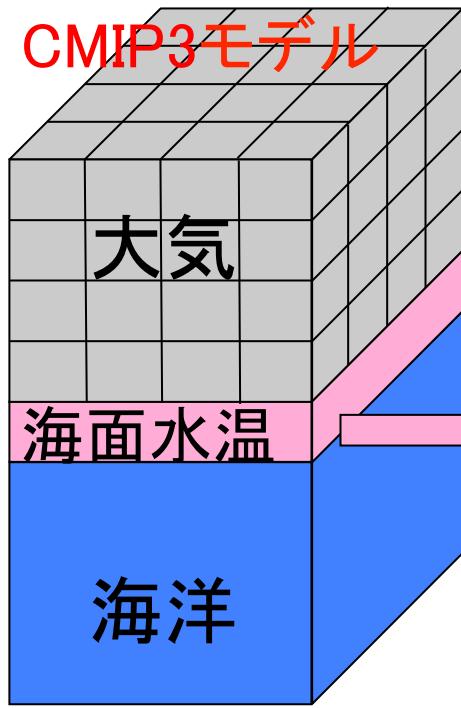
革新プログラム「極端現象予測」実験仕様

FY2007-FY2011

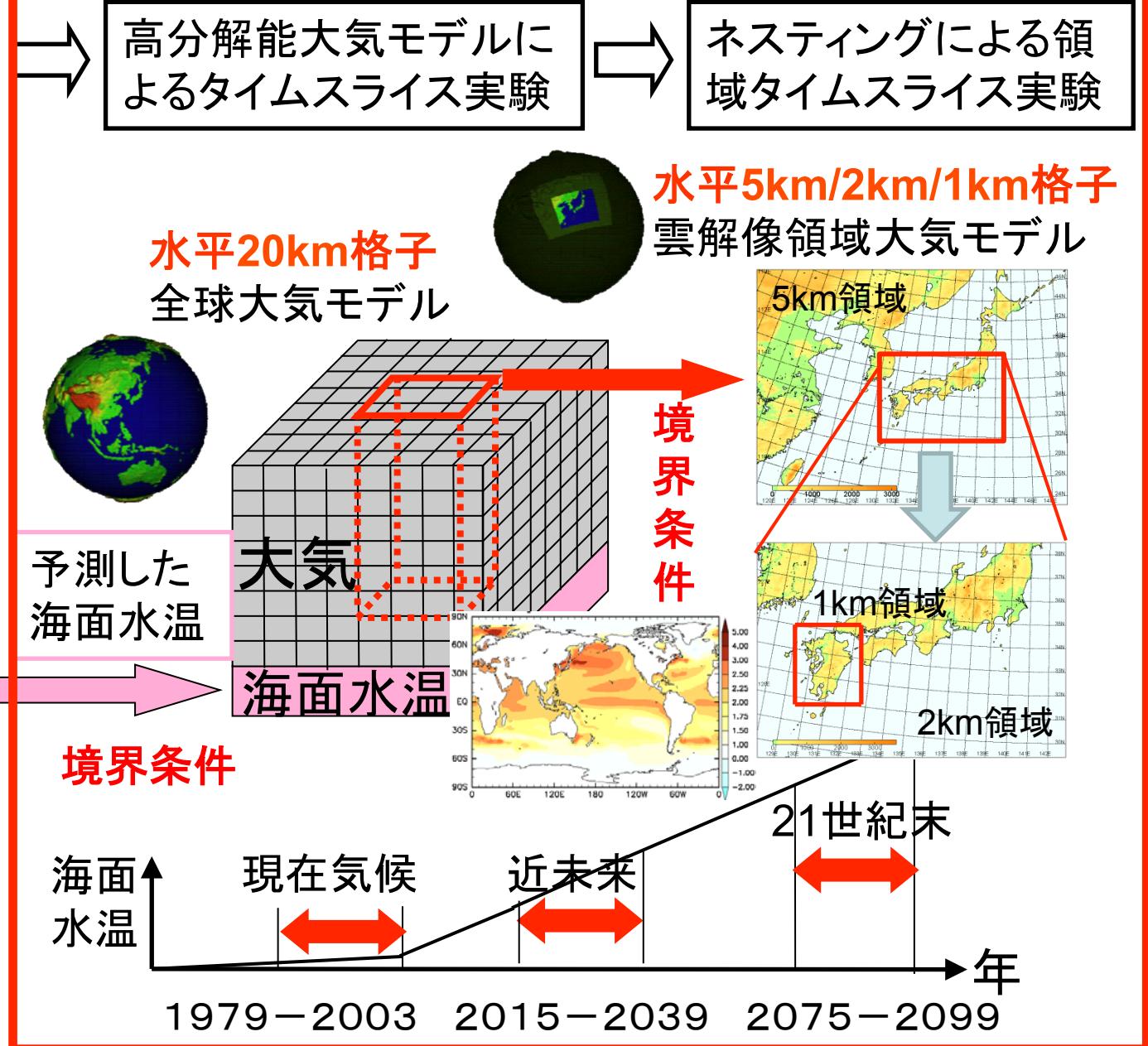


大気海洋結合モデルによる地球温暖化予測実験

280-120km格子
全球大気モデル



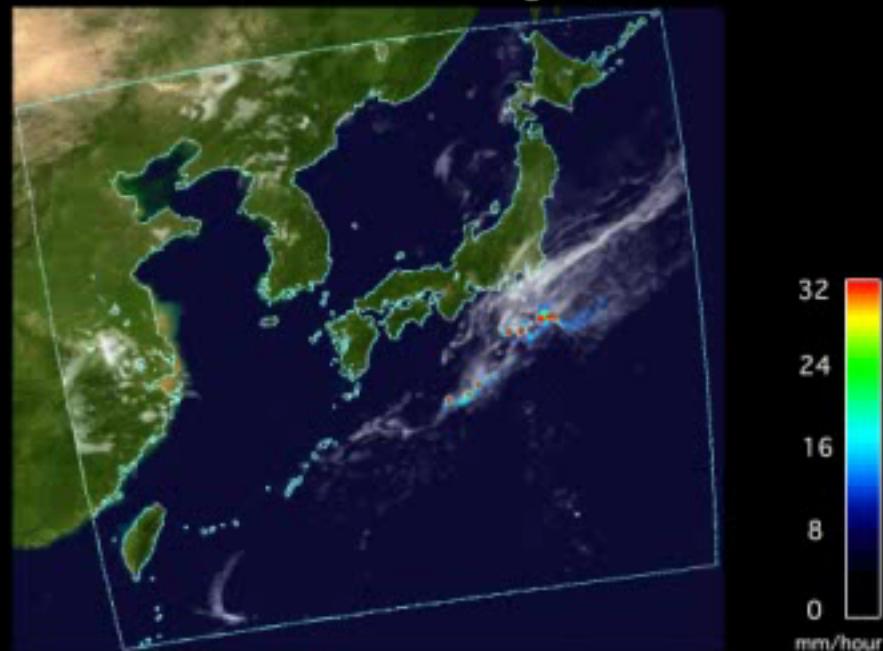
200-50km格子全球海洋モデル



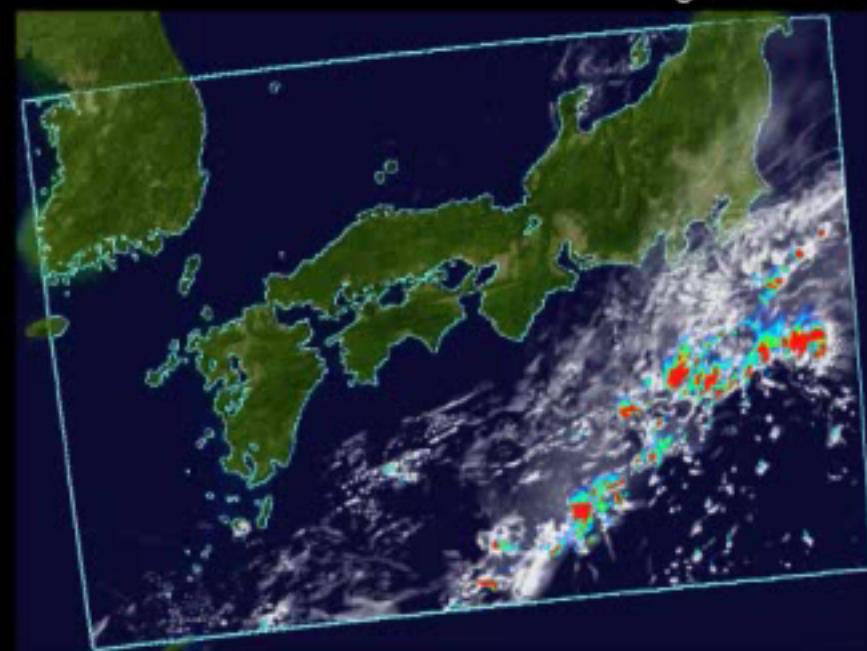
01 Sep 208X 00 UTC

©MRI,JMA,JAMSTEC,MEXT

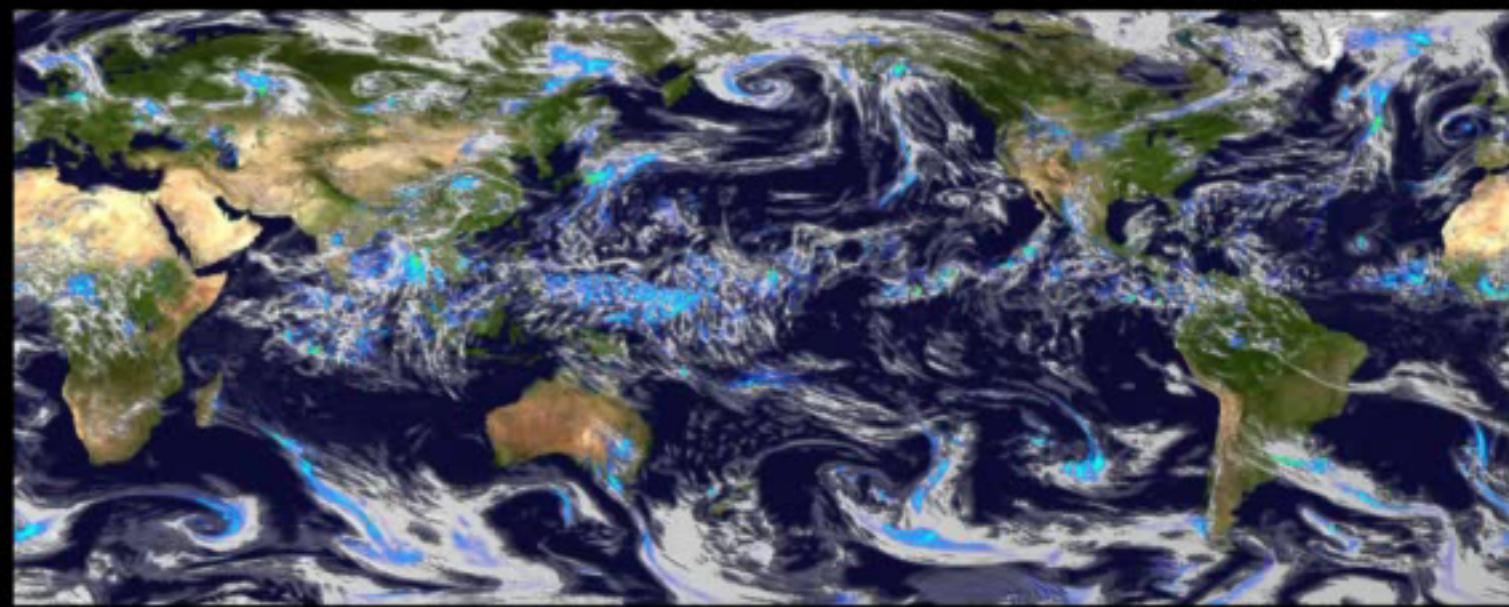
5km Regional Model



2km Regional Model



05 Sep
208X
00 UTC



© MRI, JMA, JAMSTEC, MEXT

台風の年平均発生数の将来変化(パーセント)

色はWelchの検定で95%有意

	前期 20km	後期 20km	前期 60km	後期 60km
全球	-22.5	-15.5	-22.8	-22.7
北半球	-20.1	-13.5	-22.8	-23.0
南半球	-25.3	-19.4	-22.6	-24.8
北インド洋	-14.3	-1.6	+23.1	-16.1
北西太平洋	-27.4	-22.9	-20.2	-27.6
北東太平洋	-23.0	+1.6	-33.1	-4.7
北大西洋	+8.3	-28.6	+3.6	-42.6
南インド洋	-10.2	-23.5	-12.2	-23.8
南太平洋	-44.4	-16.5	-39.4	-26.4

全球・半球スケールで減るのは一致。

海盆スケールで前期と後期で異なる

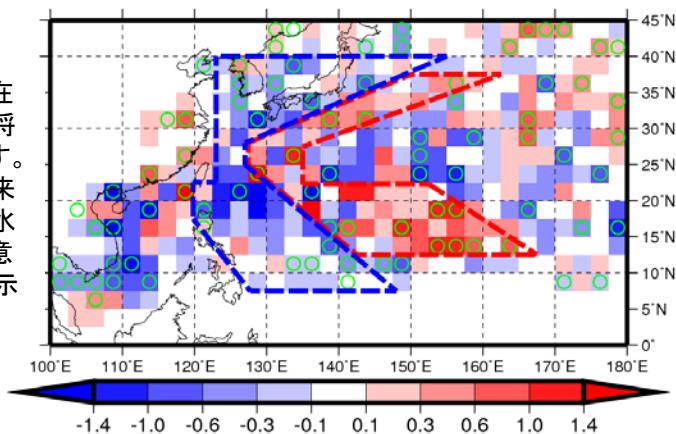
台風の陸上接近頻度と強度の将来変化

Murakami et al. (2011) *J. Climate*

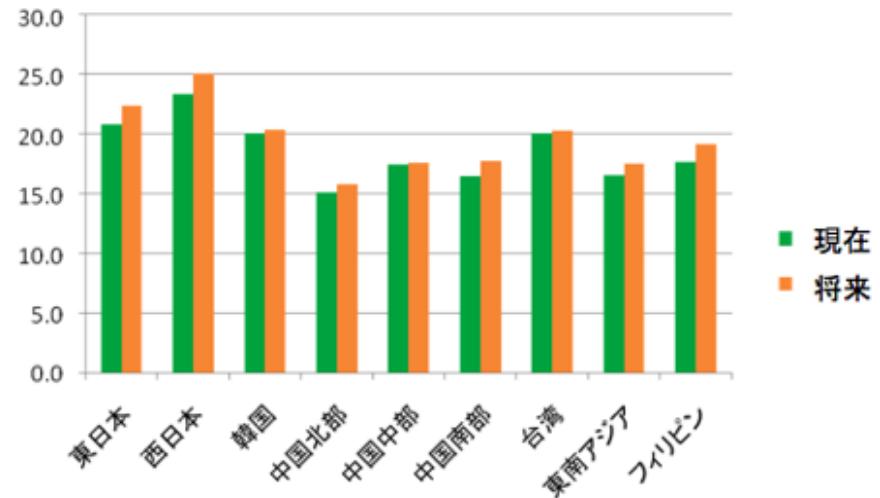
前期実験(MRI-AGCM3.1S)の解析

台風の存在頻度の将来変化

右図 TC存在頻度分布の将来変化を示す。緑の丸は将来変化が有意水準90%で有意であることを示す

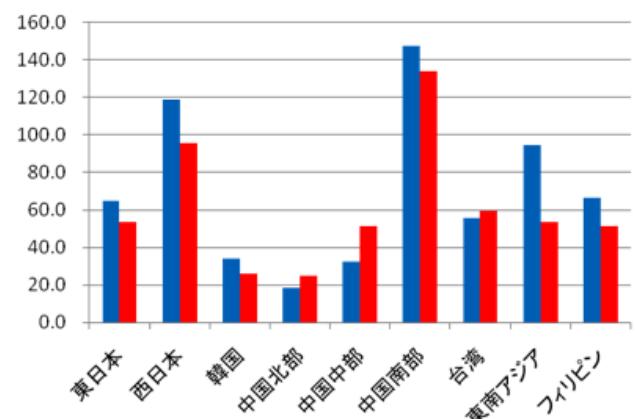


台風の陸上接近時の最大風速の将来変化



台風の陸上接近頻度の将来変化

■ 現在
■ 将来



降水特性の再現性の確認

観測、NHM5kmとともにAGCM20km相当グリッドで平均済み

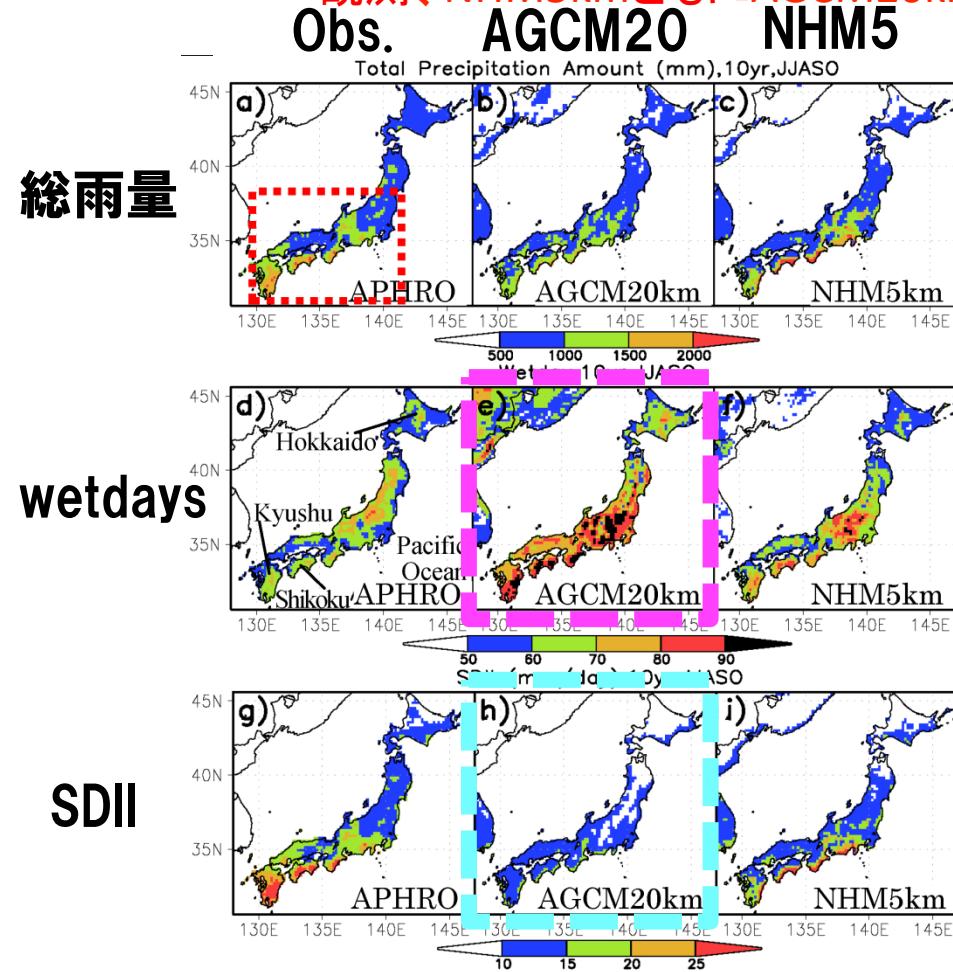
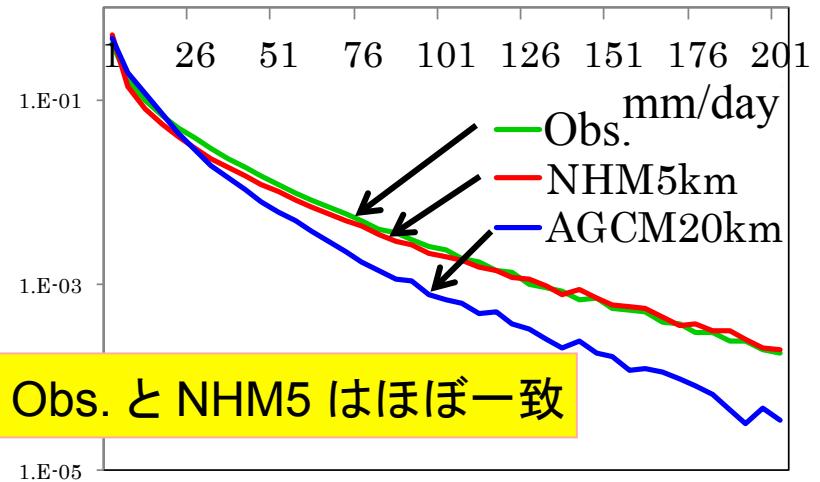


Fig. 1. Horizontal distributions of 10-year mean precipitation amount from June to October (mm season^{-1}) by a) APHRODITE, b) AGCM20km and c) NHM5km between 1990 and 1999. d), e), and f), same as a), b), and c) but for numbers of wet days (day season^{-1}). g), h) and i), same as a), b) and c) but for SDII (mm day^{-1}). Data of APHRODITE and NHM5km are averaged over the AGCM20km grid. A (Kanada et al. 2010. SOLA)

SDII: 年間総降水量 / 降水のあった日数(1mm以上)



Obs. と NHM5 はほぼ一致

1990–1999間の6–10月までの左図赤枠領域内の日雨量のProbability density distributions.

(Kanada et al. 2010. SOLA)

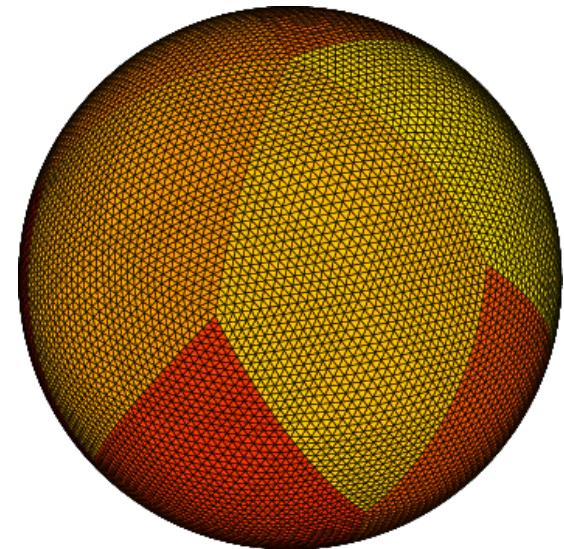
AGCM20km
wet days → 過大評価
SDII → 過小評価

NHM5km はそれらを改善、
より現実に近い降水表現。

全球雲解像モデル

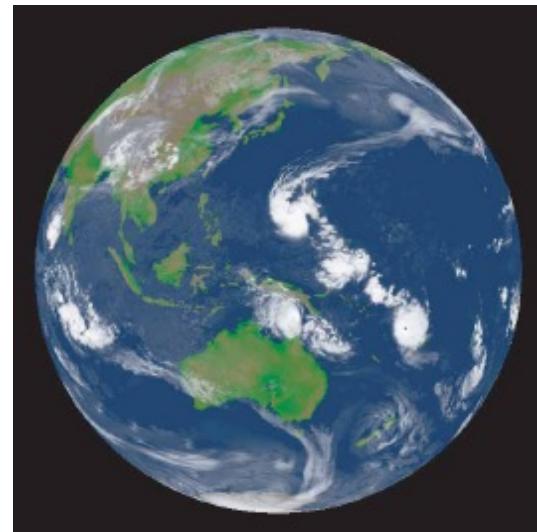
- ・全球を数kmメッシュで覆い、地球全体の「雲」を解像するモデル
- ・モデル名： 非静力正20面体大気モデル(**NICAM**)
- ・地球シミュレータを有する日本が世界に先駆けて2000年より開発
- ・独創的で先進的なモデル

正20面体格子



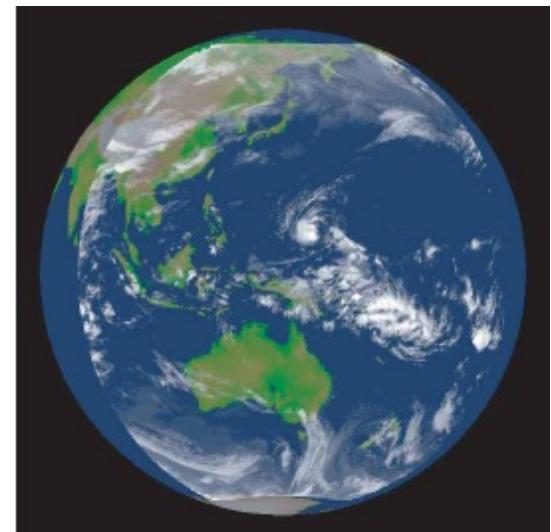
(NICAM/JAMSTEC/FRCGC)

全球雲解像モデルの結果

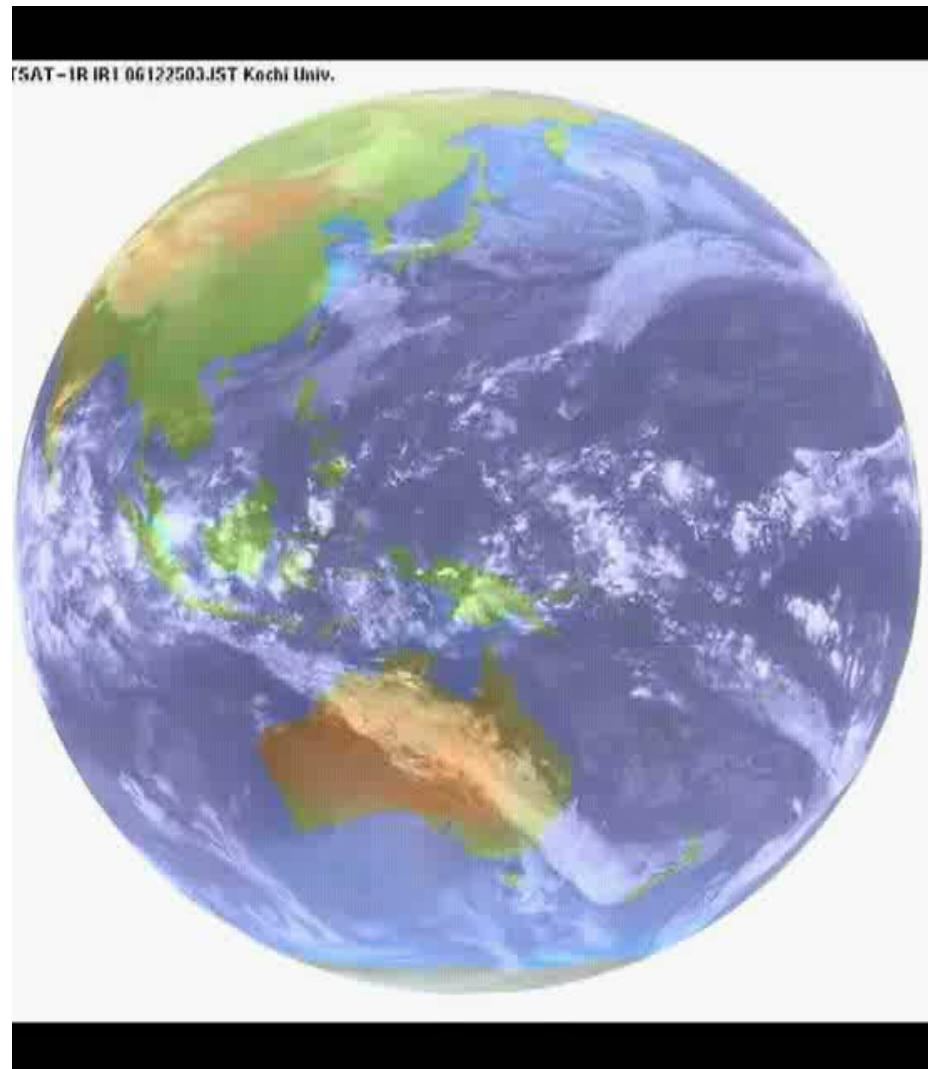


(MTSAT, Kochi Univ.)

気象衛星の画像

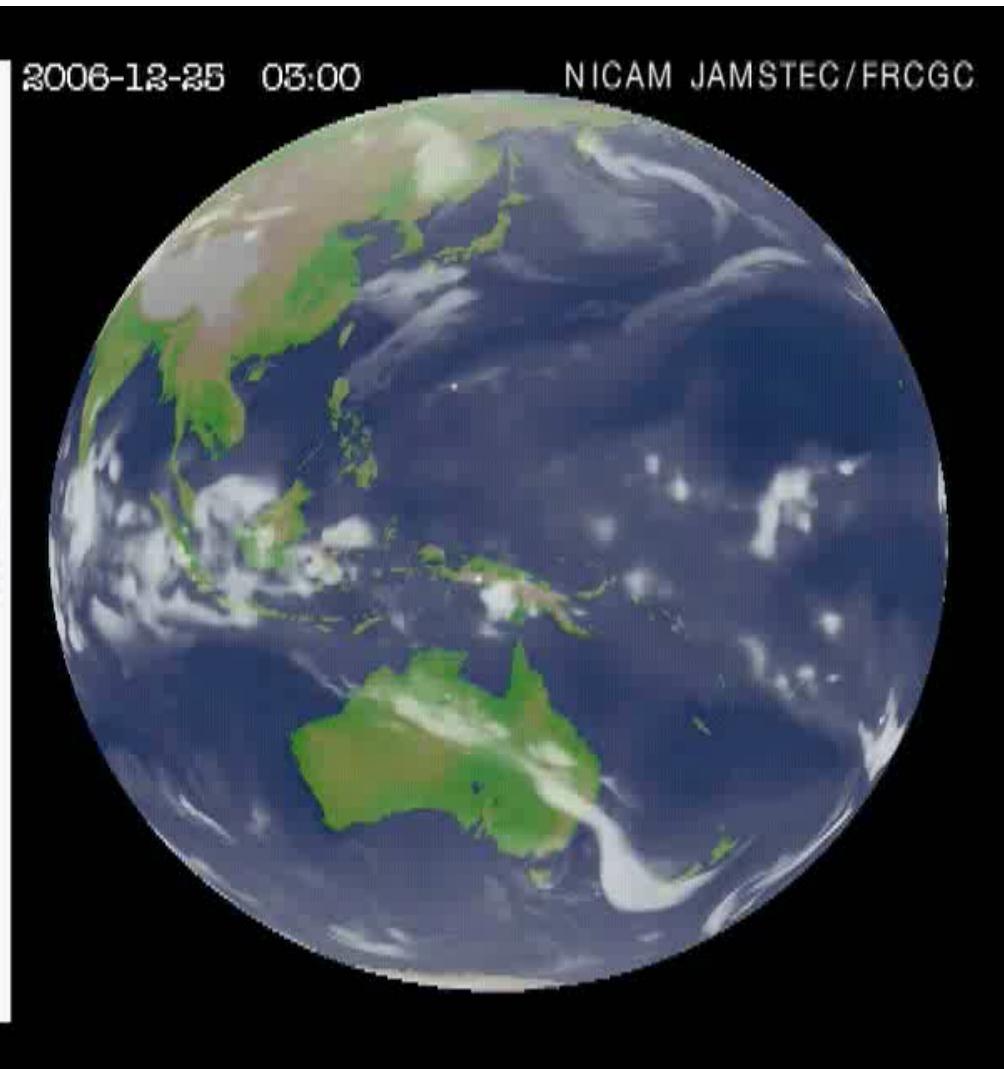


(NICAM/JAMSTEC/FRCGC)



気象衛星による画像

(MTSAT、Kochi Univ.)



NICAM モデルのシミュレーション

(NICAM/JAMSTEC/FRCGC)

まとめ

- ◆ IPCC/WG1による科学的知見は、大きく進展してきており、その発信するメッセージは確信度が高まってきた。
- ◆ AR4（2007）の主要知見：
 - * 気候システムの温暖化には疑う余地がない。
 - * 近年の温暖化が温室効果ガスの増加によることは非常に可能性が高い。
 - * 猛暑、熱波、大雨などの極端な気象は、今後ますます頻度が増加する可能性が非常に高い。
- も含めたIPCCのこれまでの科学的知見は、その後も進展しており、その不確実性を少なくしたものや、新たな知見により更新・修正されたものや、より細部にわたる知見などが得られている。
- ◆ AR5は、2013年9月ストックホルムで開かれる会議でその政策決定者向けの要約(SPM)の承認とその基礎となる本文の受諾を経て完成する。
- ◆ AR4以後の新たな科学的知見により、これまでのメッセージからより不確実性の低減したものが期待される。
- ◆ 予測に関しては、安定化のオプションによる濃度経路のシナリオ(RCP)による成果などがまとめられる。
- ◆ 日本からは、自然災害への影響評価も含む、文科省の革新プログラム(21世紀気候変動予測革新プログラム)により、主に長期予測、近未来予測、極端現象予測をテーマとする予測研究の先端的成果はAR5への貢献が期待される。