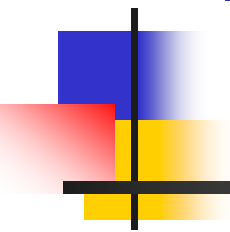


土木研究所(2007. 10. 10)

地球温暖化問題の急展開

——IPCC第4次報告書の持つ意味



東京大学
サステナビリティ学連携研究機構(IR3S)
地球持続戦略イニシアティブ(TIGS)
統括ディレクター・教授
AGS推進室長
住 明正



内容

1. はじめに一最近の状況
2. IPCCとは何か？
3. IPCCWG1第4次報告書の概要
4. 温暖化をめぐる国際交渉
5. まとめ



最近の動向(1)

- ポスト京都
- スターン報告書
- 「対策をとるか、とらないか？」ではなく、「対策をとるのと、とらないのでは、どちらが安いか？」
 - 対策のコストと対策しないコスト
 - Cost of Action and Cost of no-Action
- EUの戦略的対応



最近の動向(2)

- アメリカの動向——何らかの意味で、Cap and Trade
- 技術的対応
 - CCSと石炭クリーンエネルギーと原子力
- CO2本位制
- 気候安全保障
 - アメリカを取り込むため？
 - 国家安全保障との関係？



最近の状況(3)

- IPCC 第4次報告書(2007)
 - 地球の温暖化に関する人間活動の寄与は90%以上
 - 適応策への傾斜

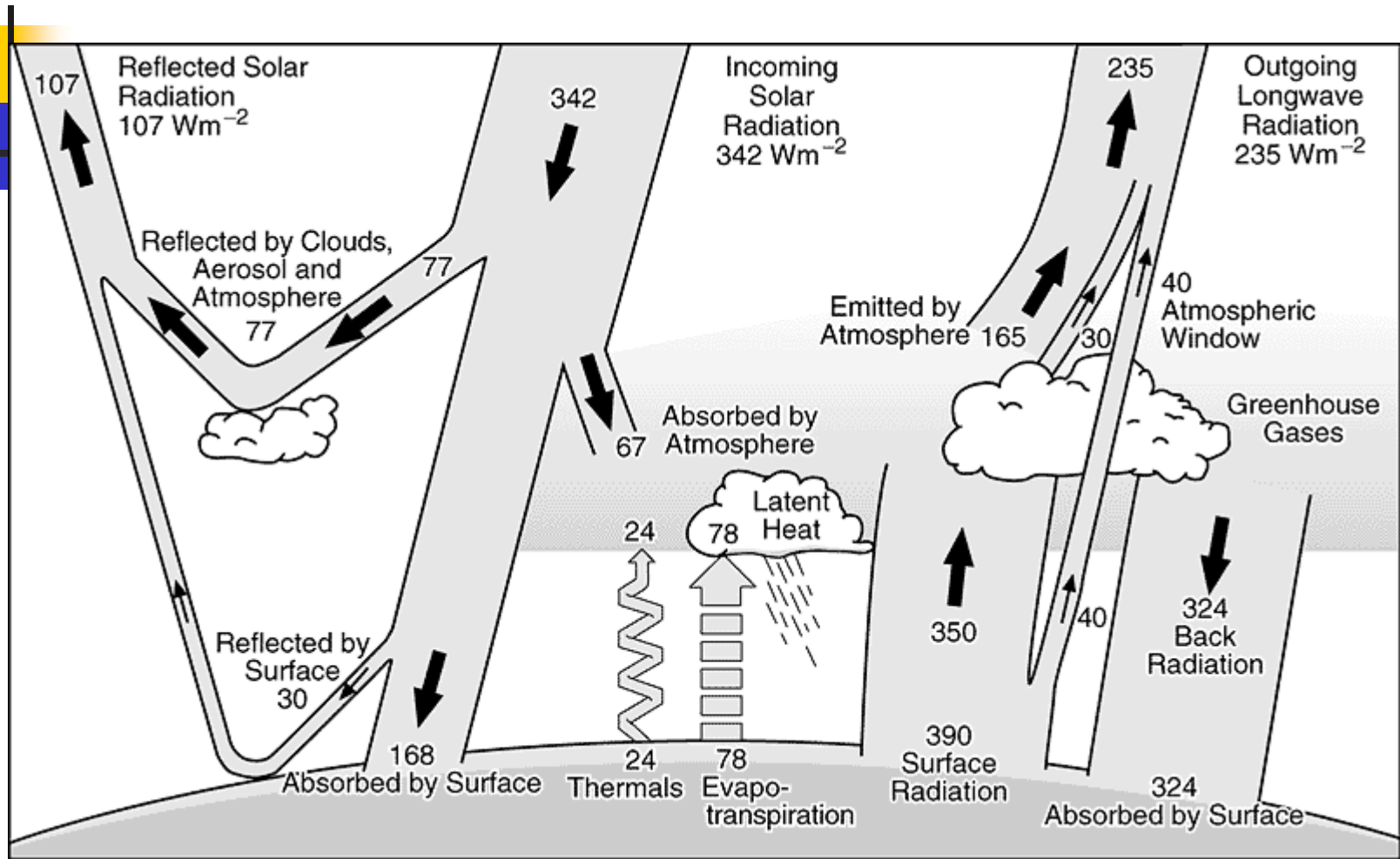


地球温暖化とは何か？

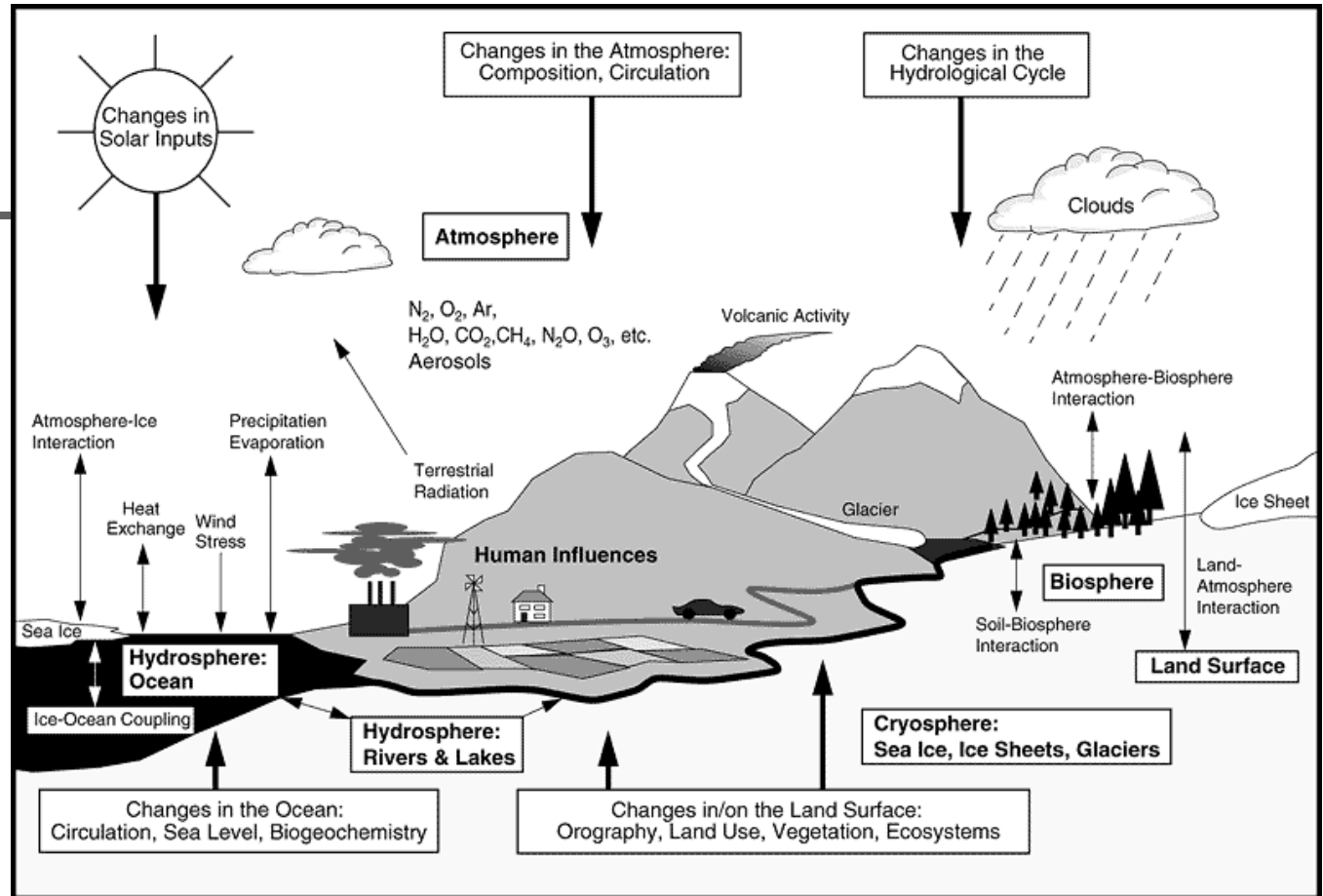
どうして、CO₂が増えると暖かくなるの？

- 車が出している熱のほうが大きくないの？
- 太陽エネルギーにより地球の気候は維持されている
- CO₂は、地球からのエネルギーの流れを乱す

地球の放射収支



地表には、大気上端の太陽放射の半分が到達する
それ以上のエネルギーが、大気から与えられている



どうして、はっきり
わからないの？

気候システムは、複雑

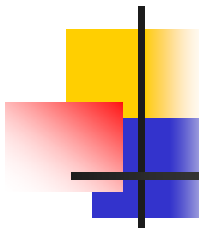
温暖化を増幅したり、減らしたりするフィードバック機構が問題を複雑にしている



IPCCとは

■ 1988年、WMOとUNEPの共同で設立

- ・1988年、世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)によって設立
- ・気候変動に関する科学的知見をレビュー(科学アセスメント)を使命とする
- ・評価報告書や特別報告書を作成して公表
 - 第一次評価報告書(1990、FAR)
 - 第二次評価報告書(1995、SAR)
 - 第三次評価報告書(2001、TAR)
 - 第四次評価報告書(2007、AR4)
 - WG1 自然科学的根拠 2月2日公表、
 - WG2 影響、適応、脆弱性 4月6日頃公表予定
 - WG3 緩和策 5月4日頃公表予定
- ・特定の話題について特別報告書を作成して公表
 - 例 SRES排出シナリオ(Special Report on Emission Scenario, 2000)
 - 二酸化炭素回収・貯留(SR on CO₂ Capture and Storage, 2007)
- ・TFI(Task Force of GHG Inventory, 温室効果ガスインベントリタスクフォース)
- ・TGICA(Task Group on Data and Scenario Support for Impacts and Climate Analysis: 影響と気候分析のためのデータ・シナリオ支援タスクグループ)



ワトソン博士(前IPCC議長)とボリン博士(前々議長)
第13回IPCC全体会合にて('97. 9. 22, 25-28)



パチャウリ IPCC議長



ワトソン博士

ボーリン博士



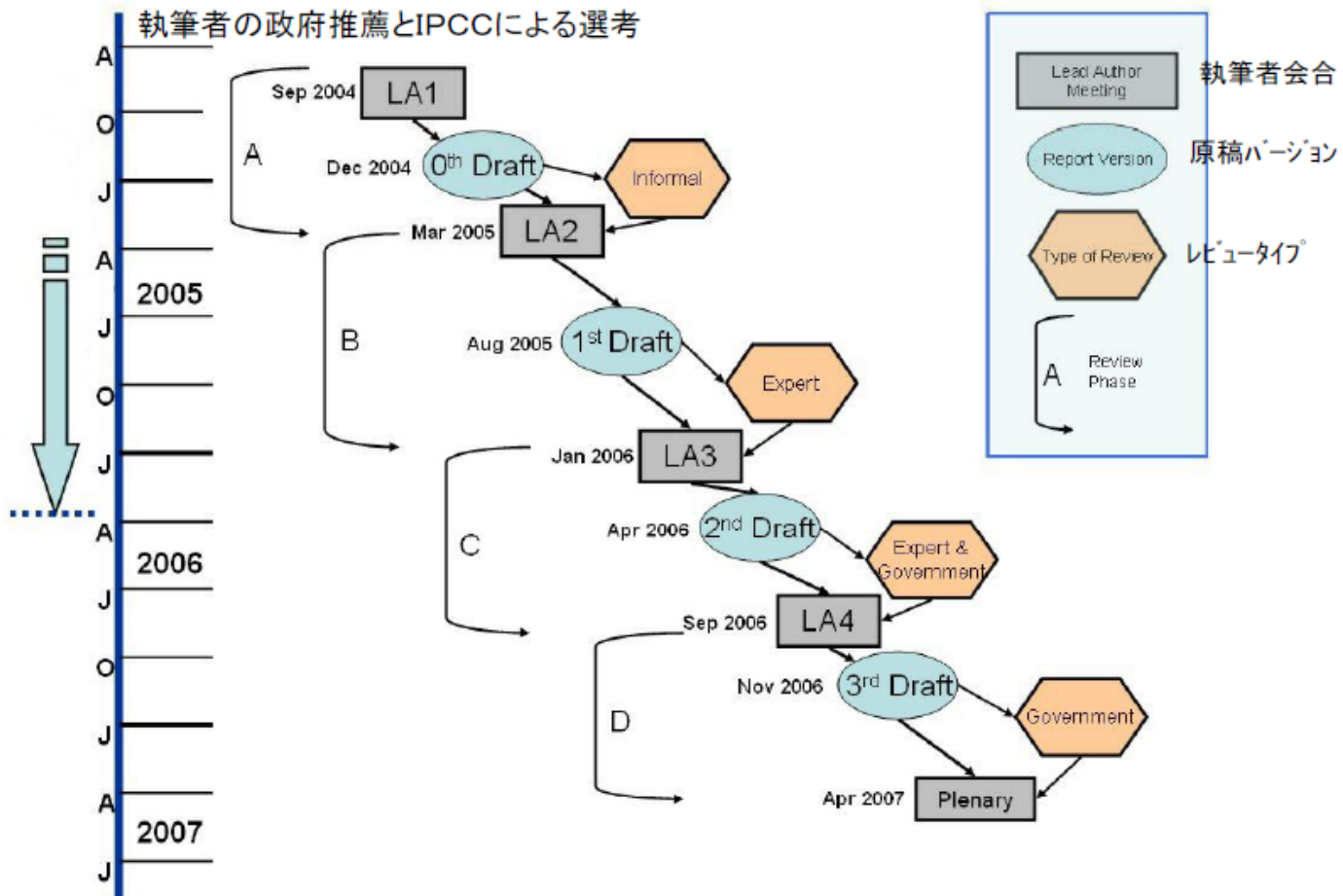
スーザン・ソロモンWG
1共同議長

IPCC, タータ研究所提供

第4次評価報告書の日本人執筆者

	第1作業部会	第2作業部会	第3作業部会
執筆責任者 (CLA)		・原沢 英夫(環境研) ・三村 信男(茨城大)	・小林茂樹(豊田中央研究所)
執筆者(LA)	・藤井 理行(国立極地研) ・野尻幸宏(環境研) ・花輪公雄(東北大) ・住 明正(東京大) ・鬼頭 昭雄(気象研) ・野田 彰(気象研)	・沖 大幹(東京大) ・本田 靖(筑波大) ・高橋 潔(環境研)	・山口光恒(帝京大) ・杉山大志(電中研) ・甲斐沼美紀子(環境研) ・内山洋司(筑波大) ・室町泰徳(東工大) ・吉野博(東北大) ・松橋隆治(東京大) ・田中加奈子(国際エネルギー機関) ・松本光朗(森林総合研) ・橋本征二(環境研) ・山地憲治(東京大) ・西條辰義(大阪大) ・村瀬信也(上智大)
査読編集者(RE)	・中島 映至(東京大) ・小池俊雄(東京大) ・松野 太郎(海洋研究開発機構)	・西岡 秀三(環境研)	・関 成孝(経済産業省)
計	9	6	15 10

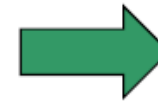
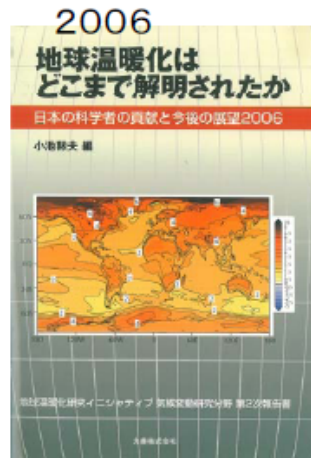
12章、各章平均10名程度



IPCC第4次報告書作成プロセスとレビューのスケジュール

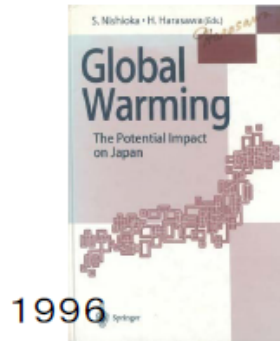
研究成果の海外への発信

地球温暖化研究イニシャティブ報告書



IPCC
共同議長
TSU
執筆者
関係者

地球温暖化の日本への影響報告書





IPCC報告書の人為的温暖化の科学的根拠

- ・ 第1次評価報告書 (FAR、1990年)

観測された温度上昇は大部分この自然変動によることもあり得るし、逆に、より大きな人為的温室効果による温暖化がこの自然変動と他の人為的要因とによって相殺されていることもあり得る。観測結果から、温室効果の増加を明白に検出することは、10年やそこらではできないだろう。

- ・ 第2次評価報告書 (SAR、1995年)

証拠を比較検討した結果は、識別可能な人為的影響が気候に現れていることを示唆している。

- ・ 第3次評価報告書 (TAR、2001年)

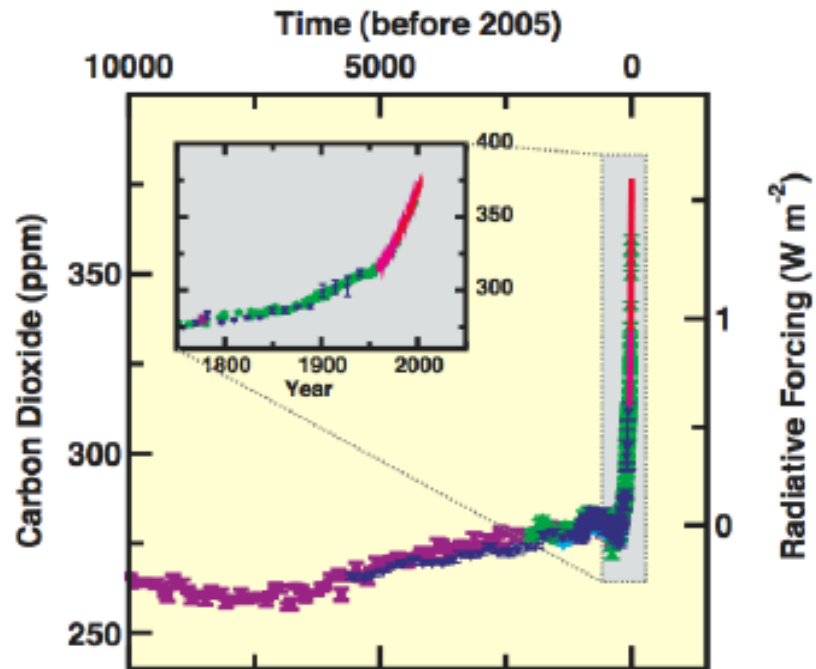
最近50年間に観測された温暖化のほとんどが人為的活動によるものであるという、新たな、より強力な証拠がある。

- ・ 第4次評価報告書 (AR4、2007年)

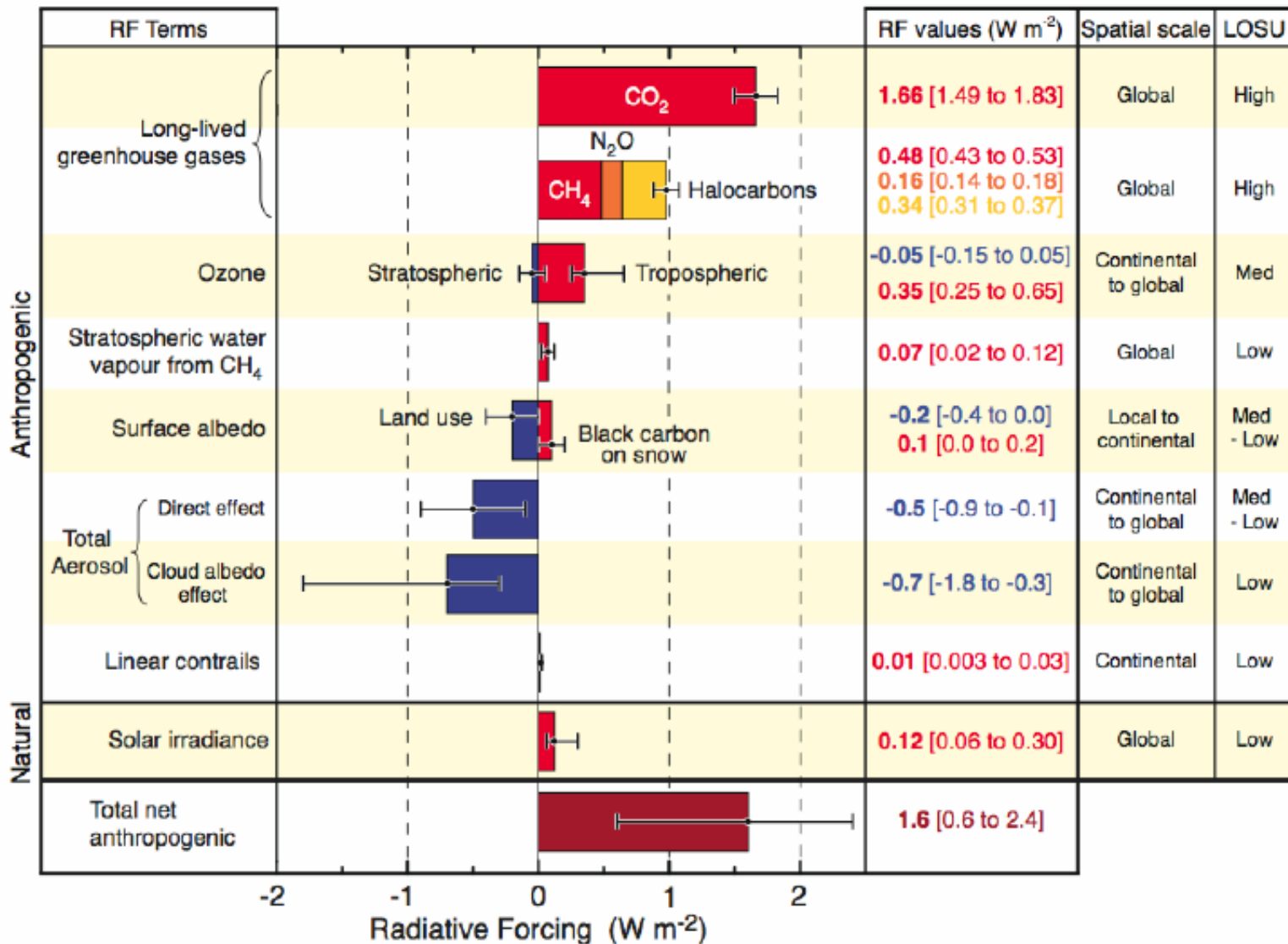
過去半世紀の気温上昇のほとんどが人為的温室効果ガスの増加による可能性がかなり高い(確率は90%以上)

大気中の2酸化炭素は増えている

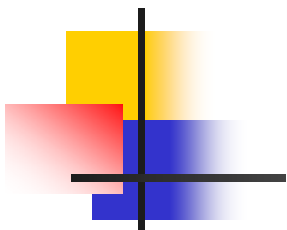
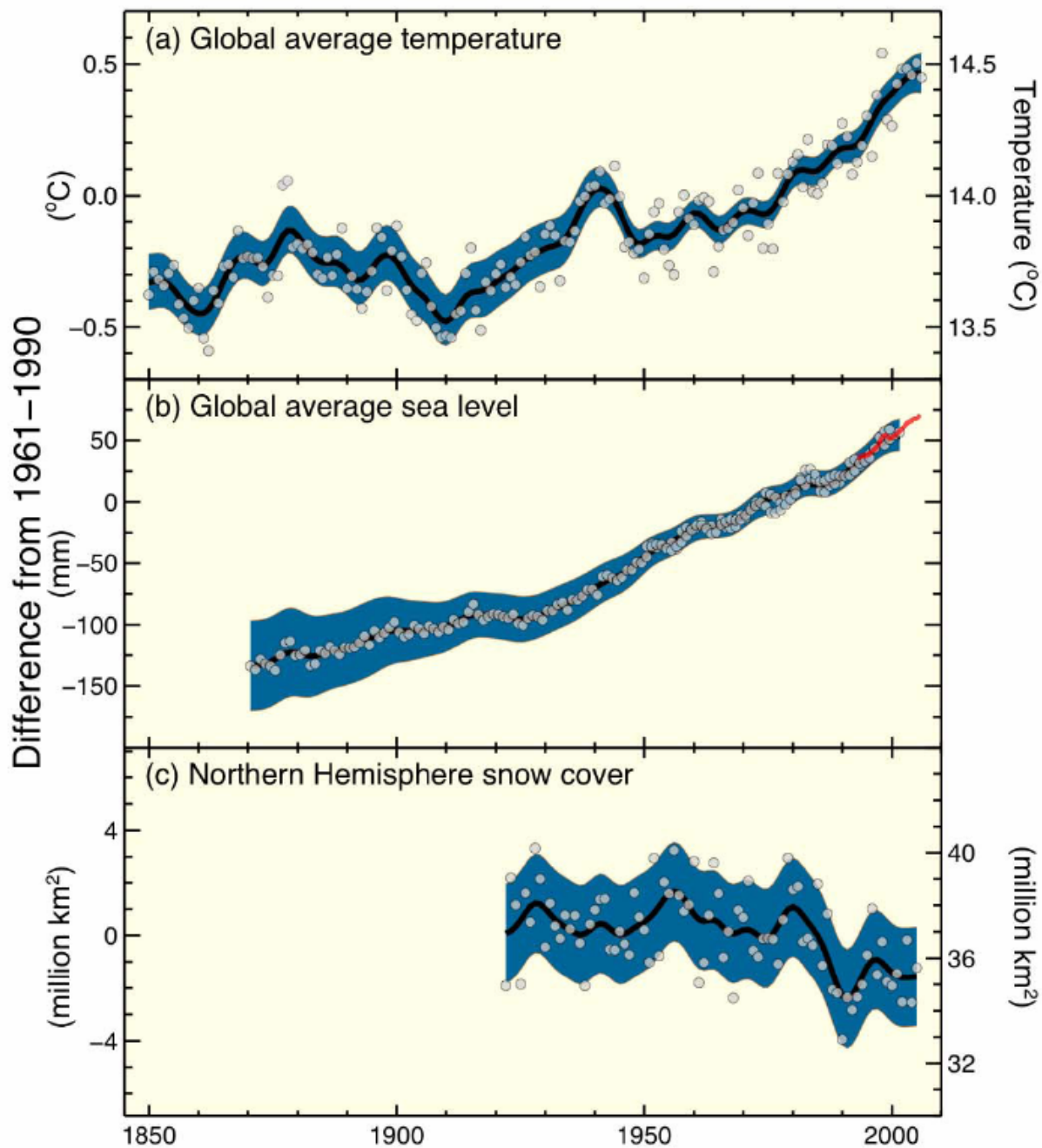
Changes in Greenhouse Gases
from ice-Core and Modern Data



Radiative Forcing Components



Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover






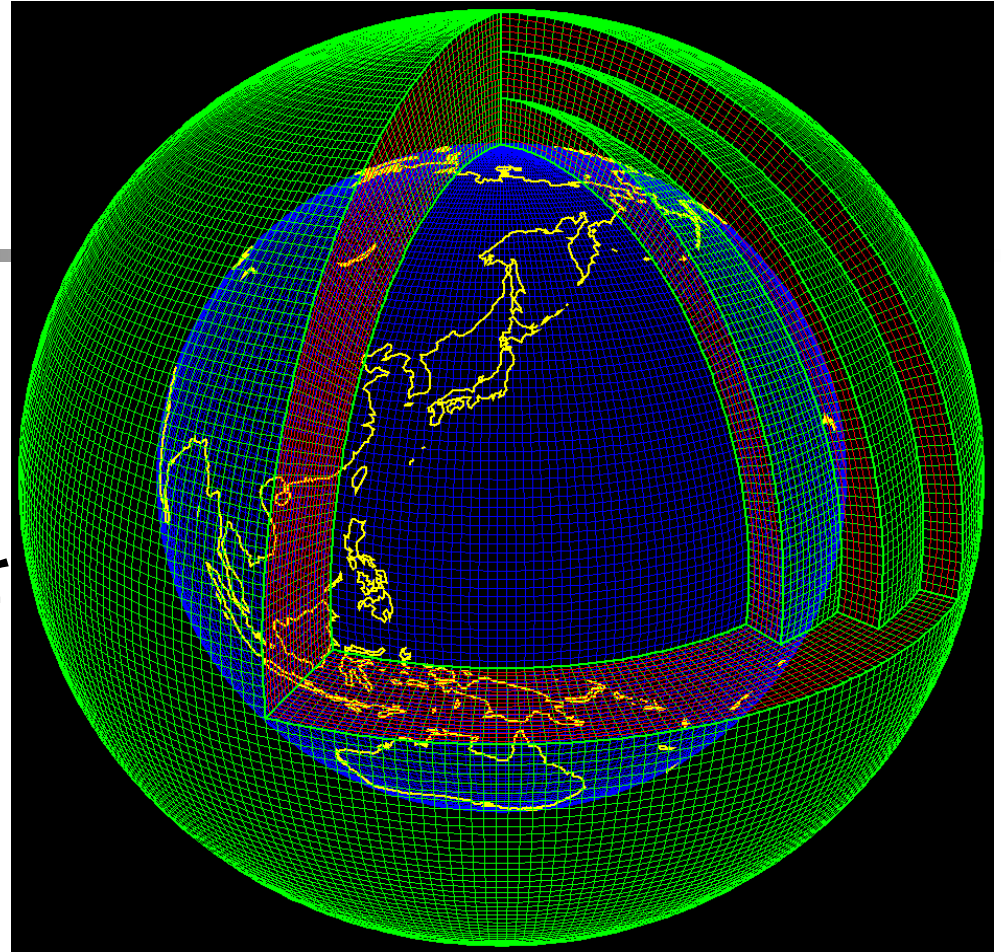
最近の温暖化は、人間のせい か？

- 完全な証明は、不可能
- 推論は、気候モデルによっている
- 未解明のことも多いが、わかっていることも多い
- 毎日の天気予報や、季節予報、20世紀の気候変動の再現などで検証が行われている

気候モデルとは？

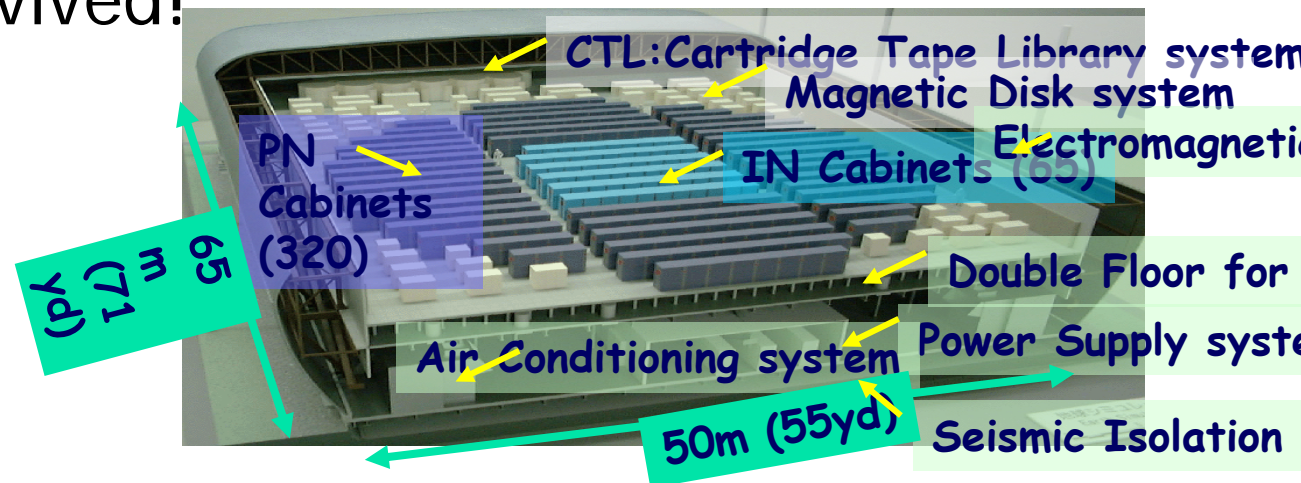


格子で地球を多い、
風や温度、雲などを
計算する

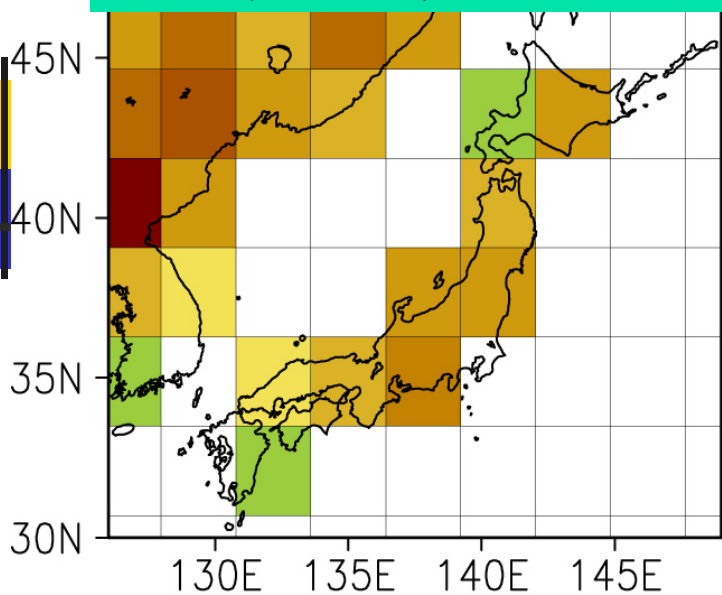


The Earth Simulator Project

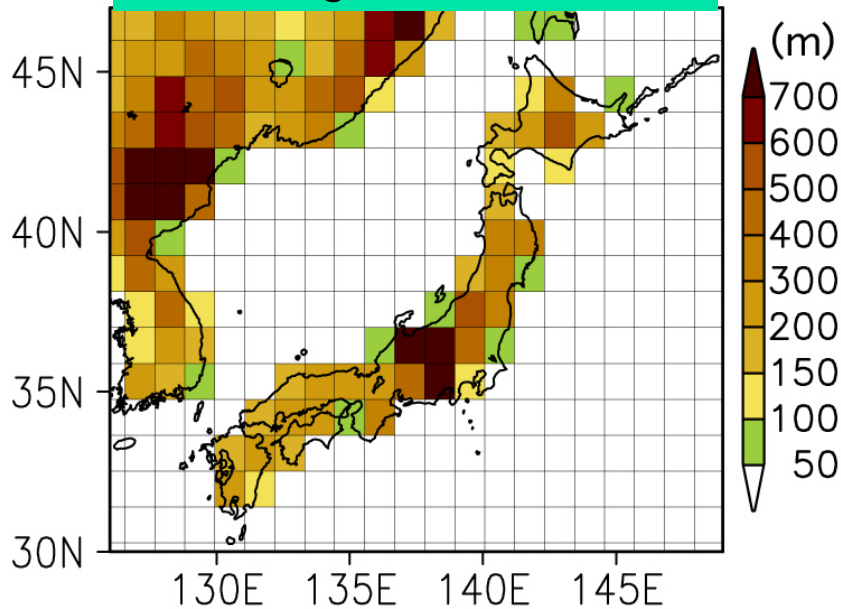
- 1998-2002
- Remarkable impacts to super-computer world!
- CRAY revived!



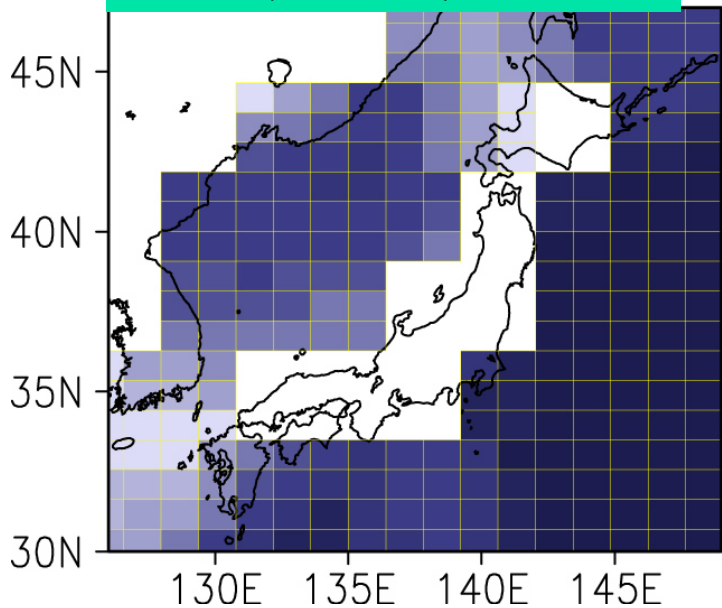
AGCM(Medium)



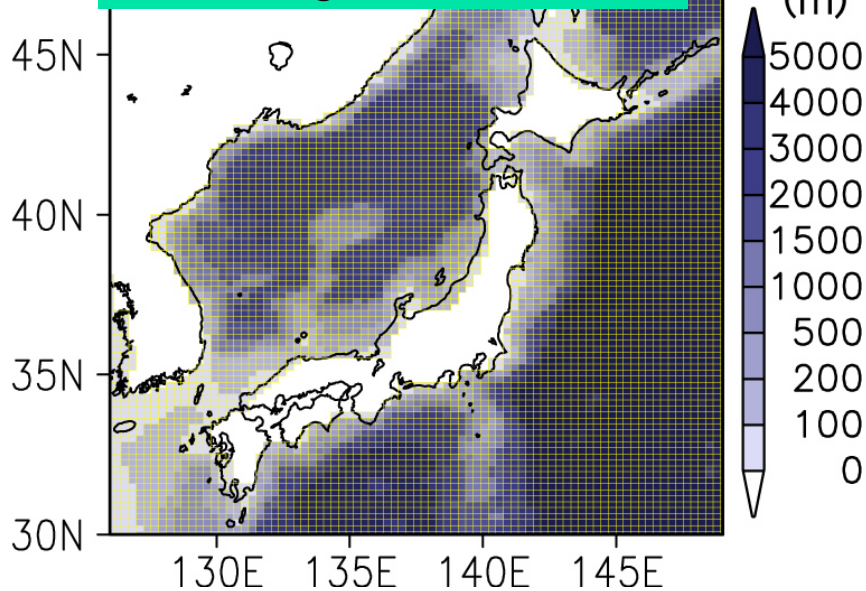
AGCM(High)



OGCM(Medium)

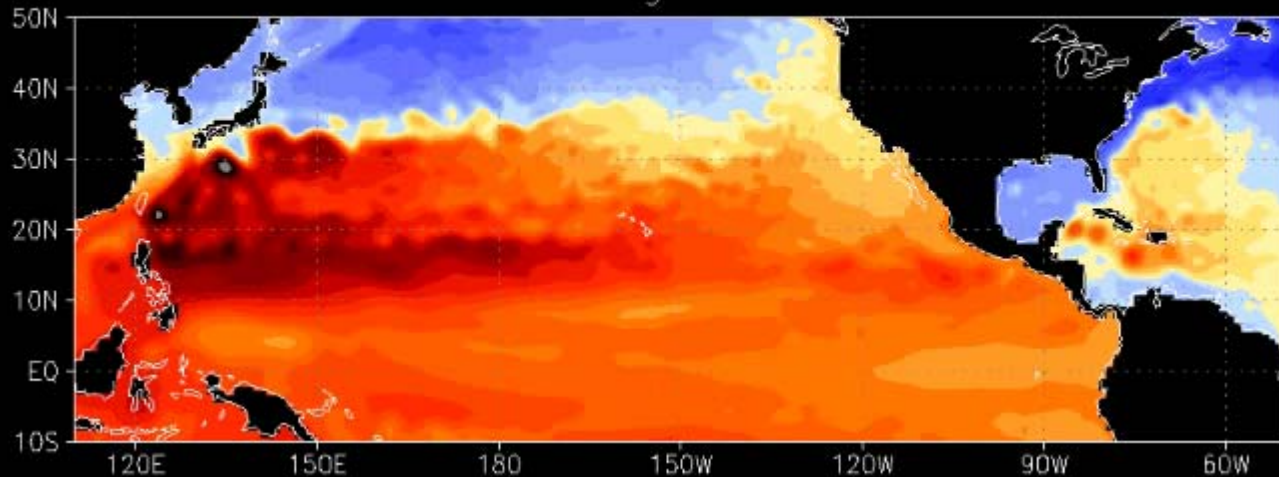


OGCM(High)

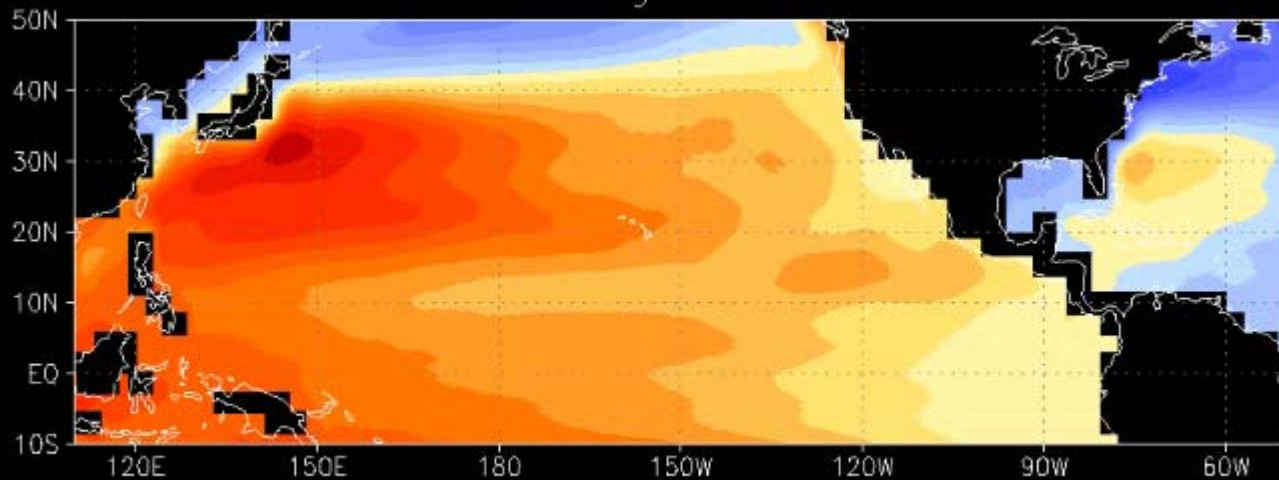


CGCM. a pilot 40-yr integration

Sea Surface Height Hi-CGCM JAN21



Sea Surface Height Mid-CGCM JAN21





20世紀氣候再現実験

20世紀再現実験で考慮する外部強制

自然起源の気候影響

- ✓ 太陽定数変動 (Lean et al., 1995)
- ✓ 火山噴火に伴う成層圏エアロゾル放出 (Sato et al., 1993)

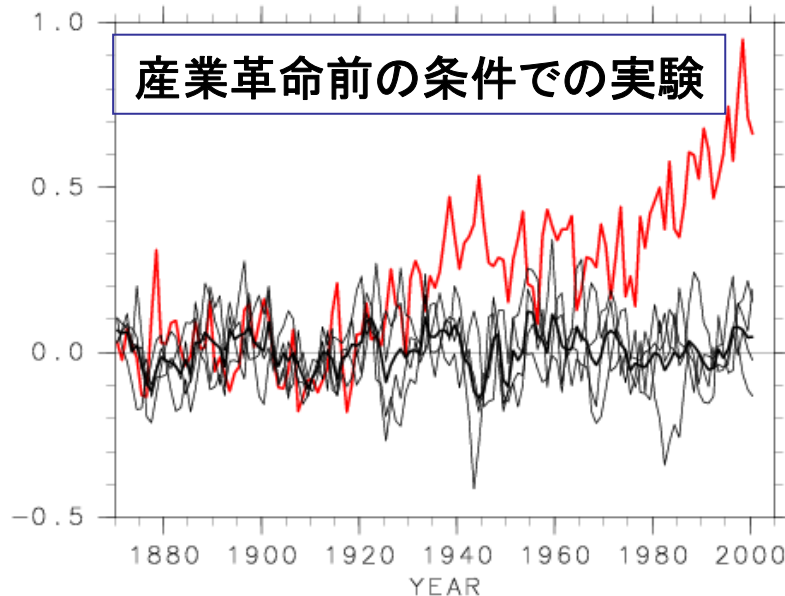
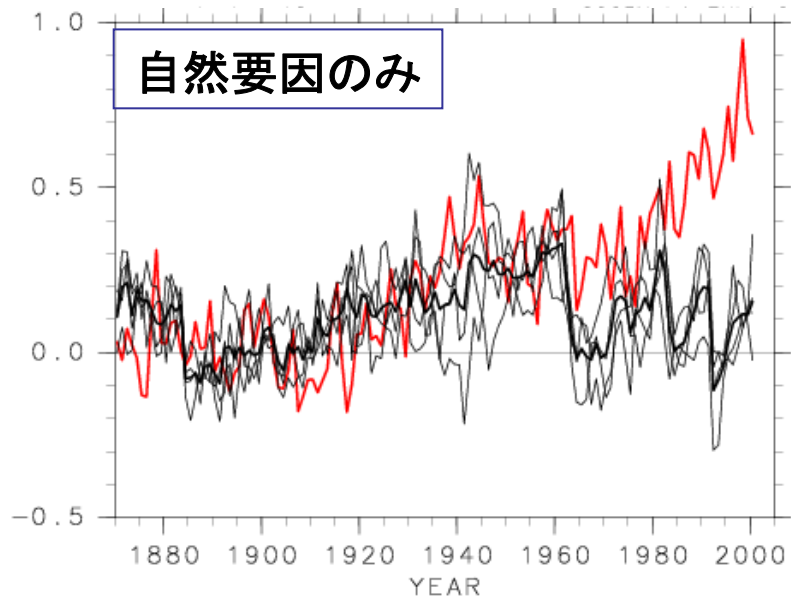
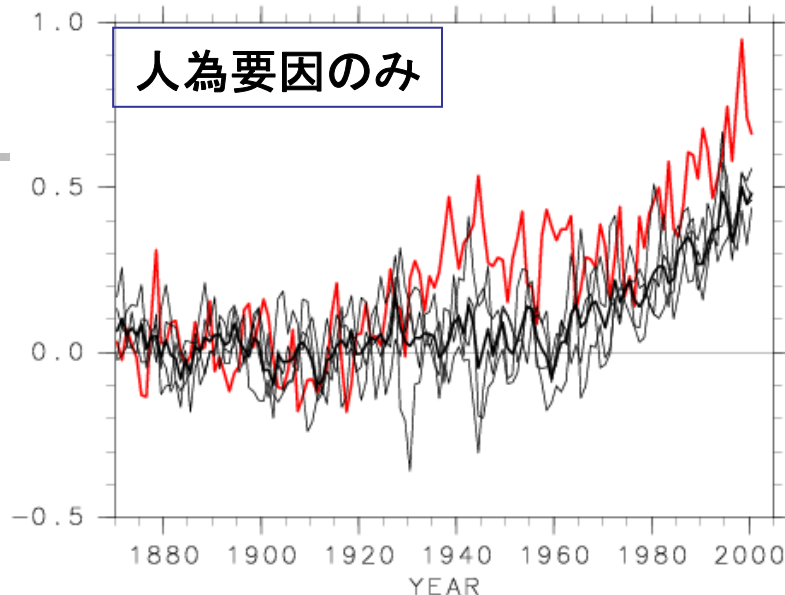
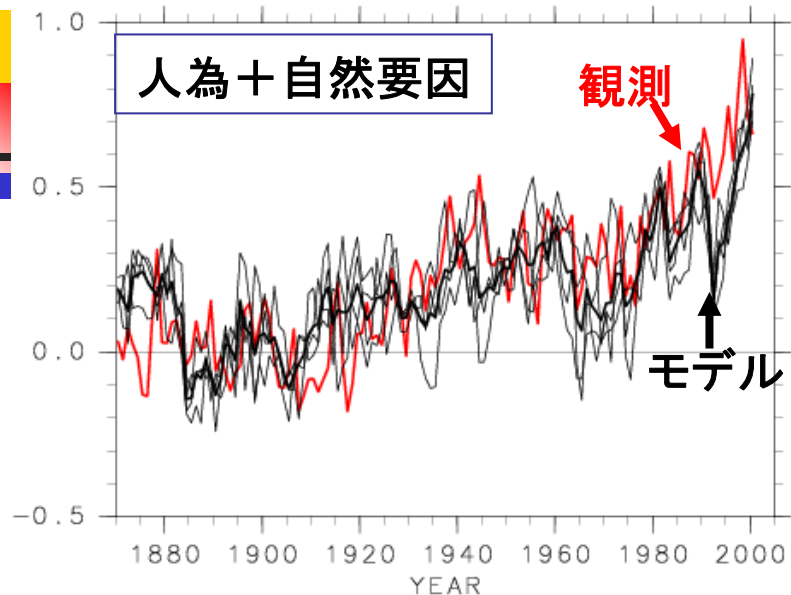
人為起源の気候影響

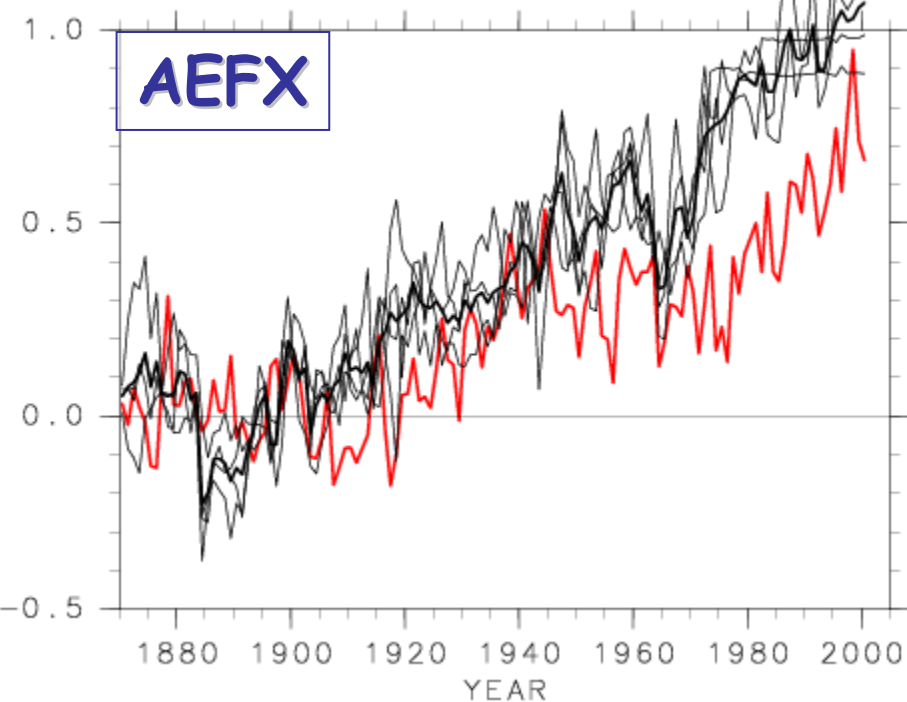
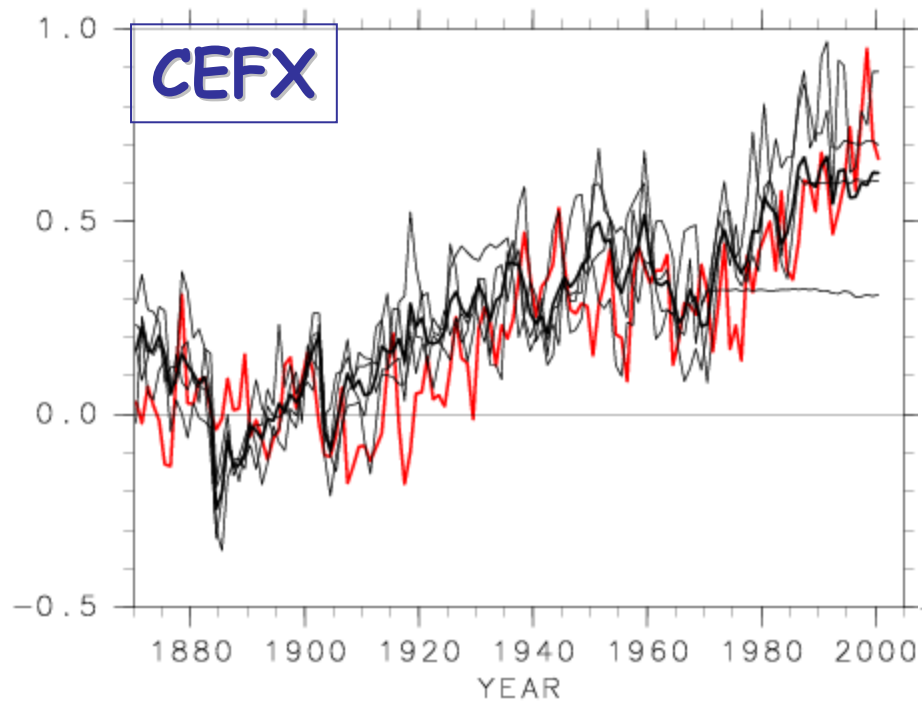
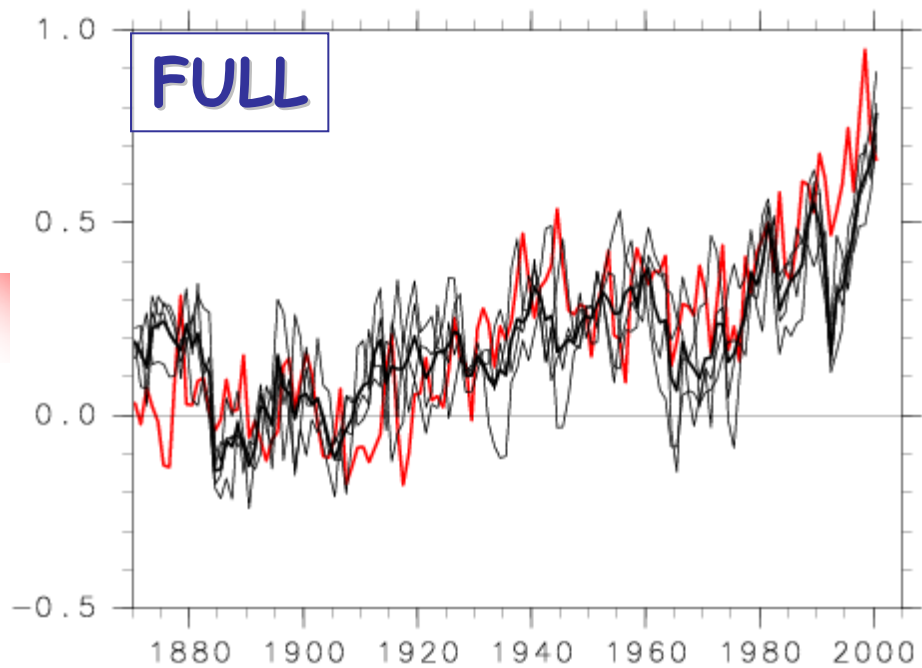
- ✓ 温室効果気体の増加 (Radiation+MATSIRO)
- ✓ 成層圏オゾンの減少
- ✓ 対流圏オゾンの増加
- ✓ 化石燃料燃焼に伴うSO₂放出
- ✓ 化石燃料燃焼、生活用木燃料利用、農業廃棄物燃焼、森林火災に伴う炭素性エアロゾル前駆物質の放出
- ✓ 土地利用変化 (LAIの変化)

※ 海塩粒子、土壌性ダストについてはモデル変数(地上風速、土壌水分量、積雪など)より診断しているため、外部強制とは考えない

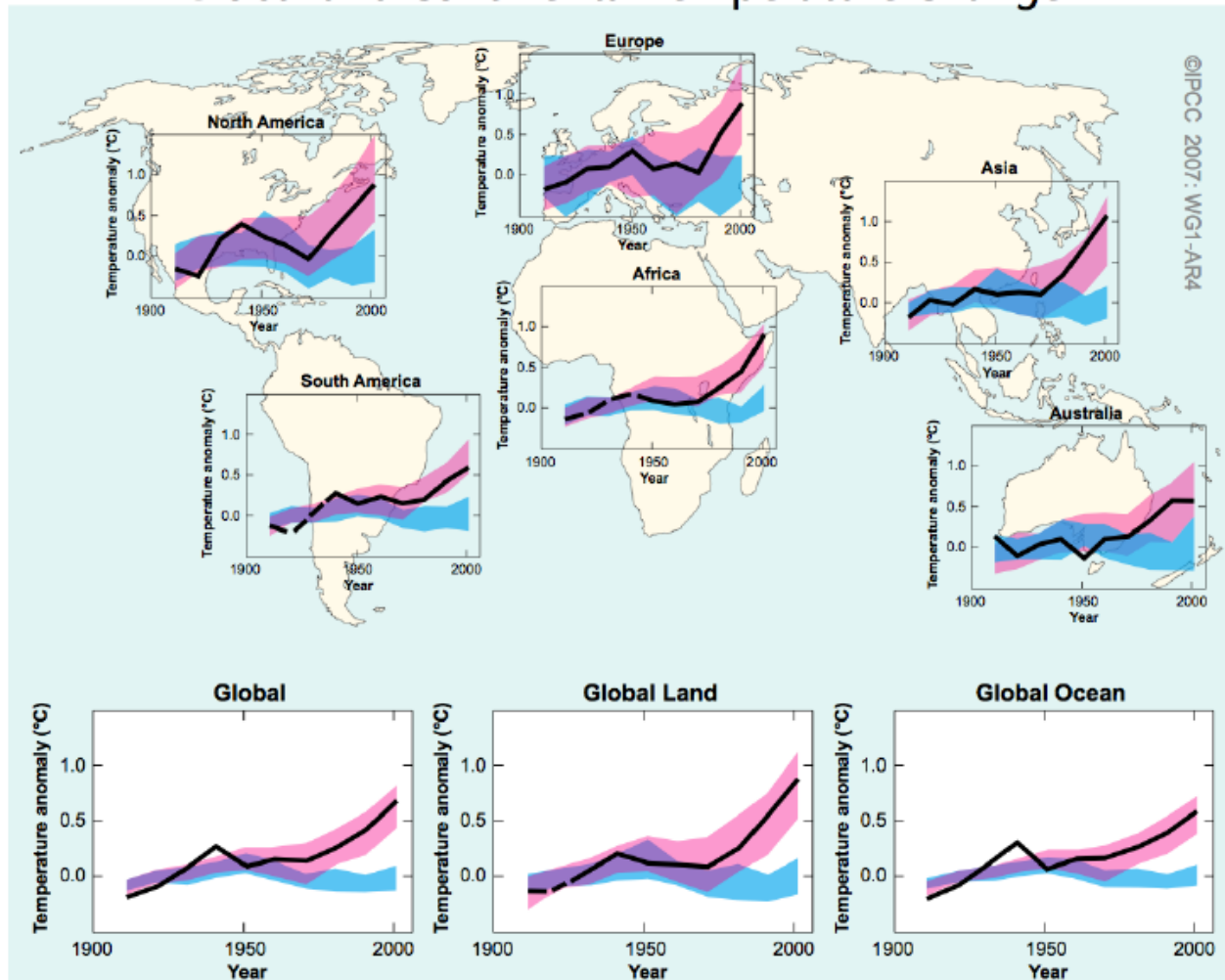
20世紀気候再現実験

全球平均地表気温—18世紀末からの変化

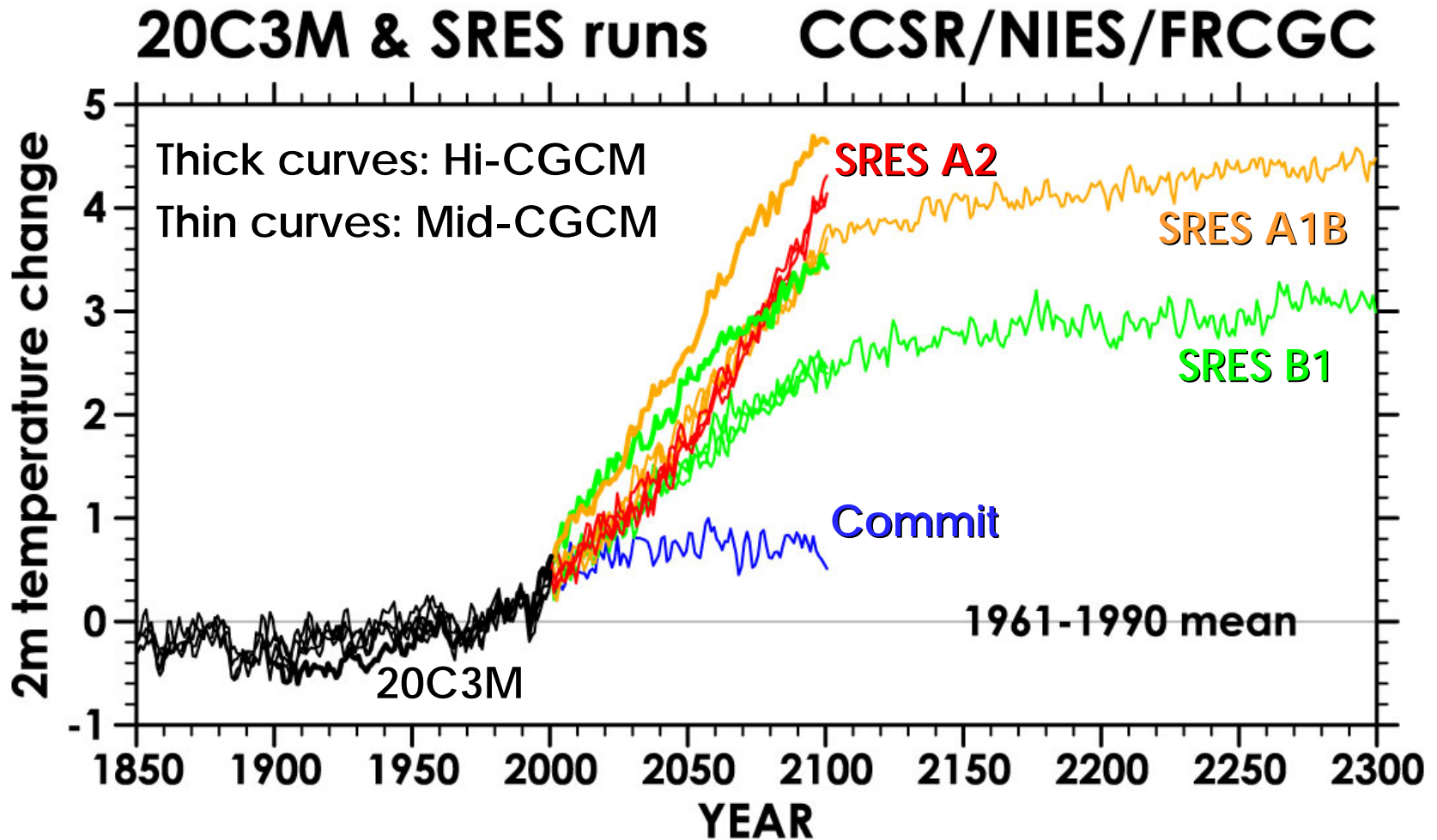




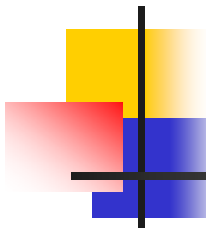
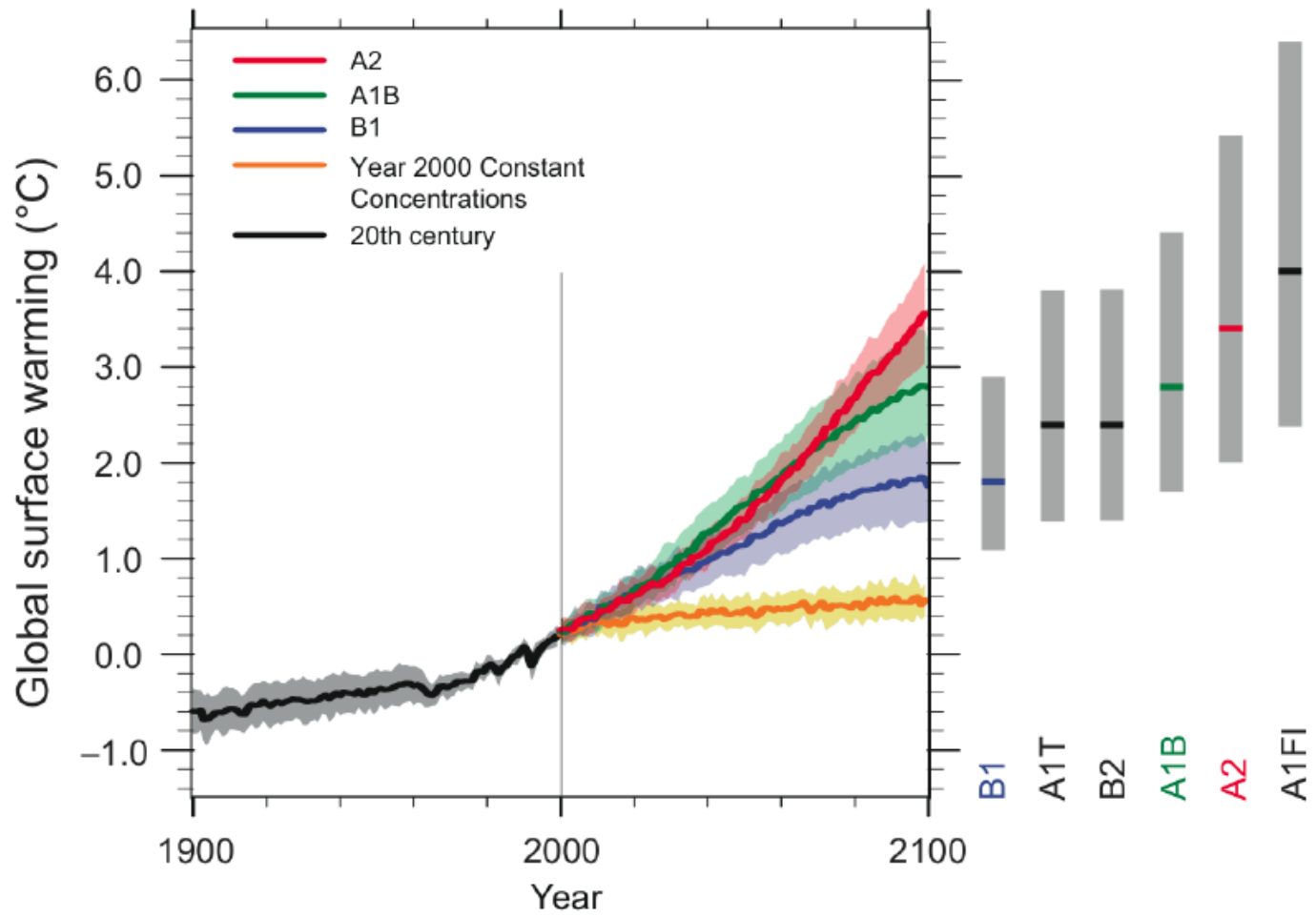
Global and Continental Temperature Change



Global Mean Surface Temperature

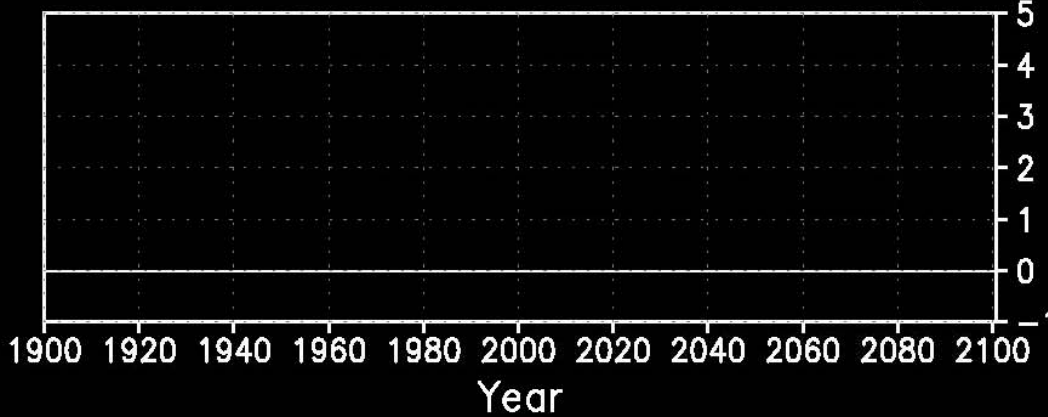
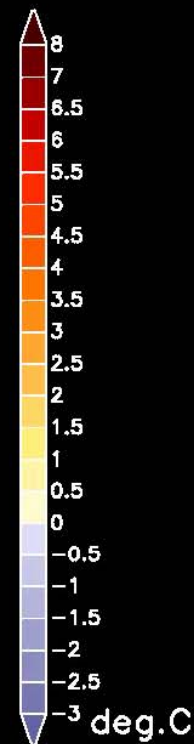
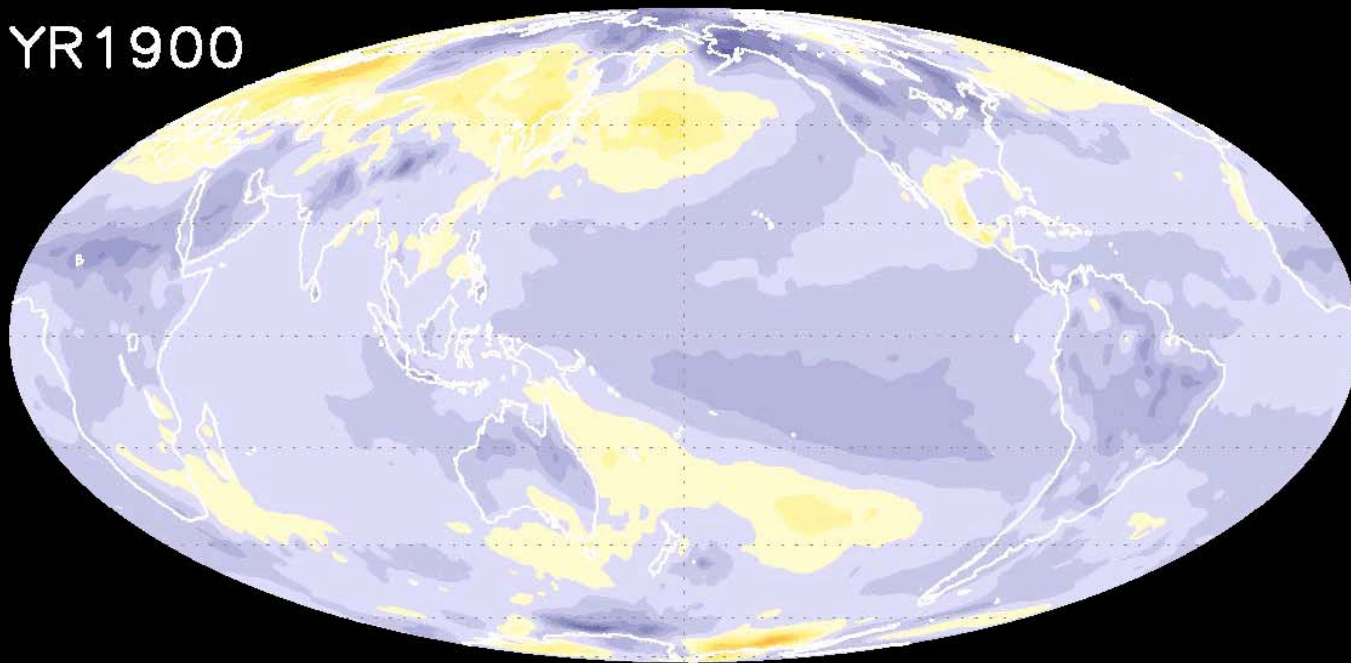


Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



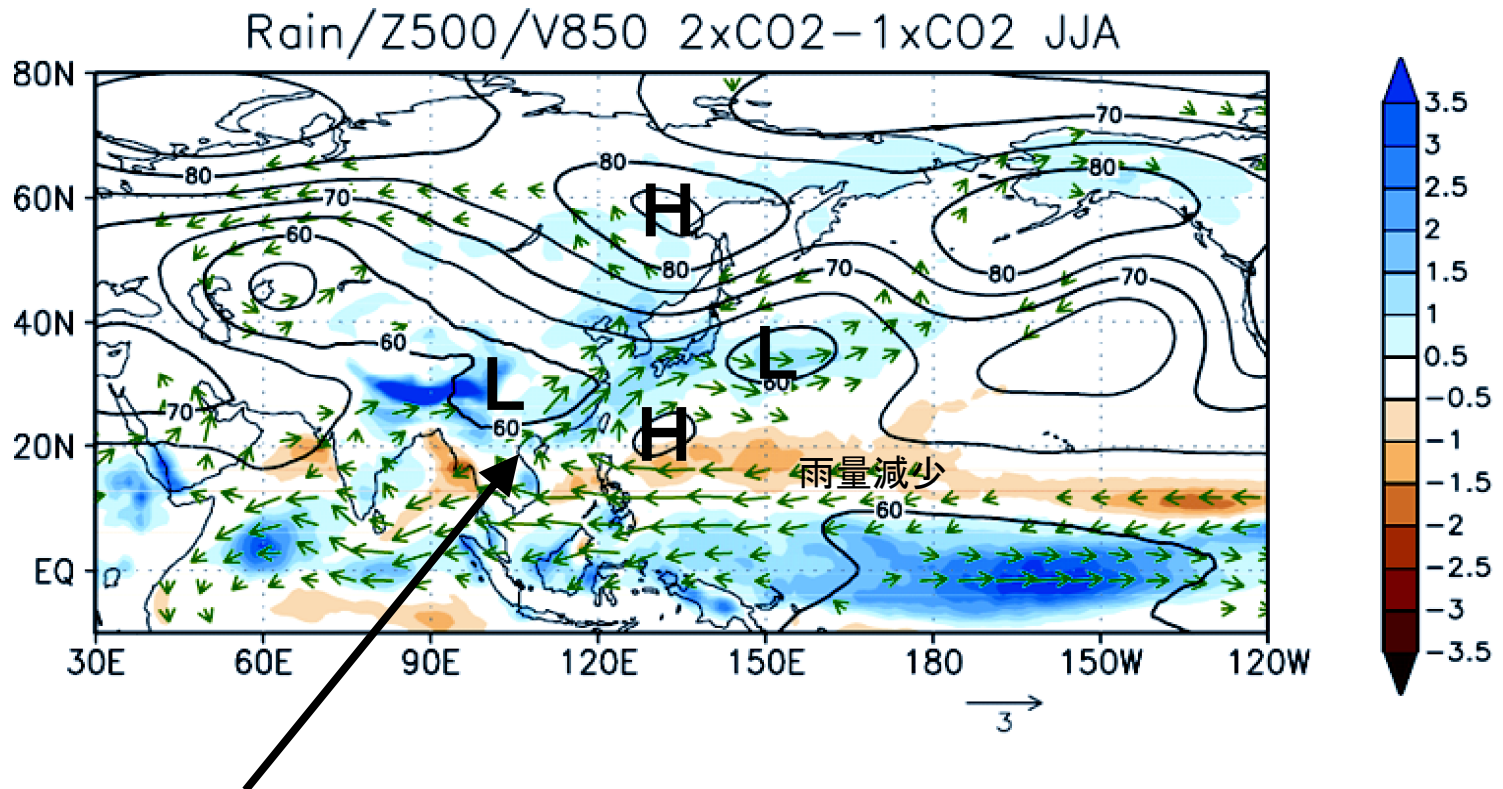
Global Warming Simulation by the CCSR/NIES/FRCGC Climate Model

YR1900



How about a climate in 2070(doubling CO2)?

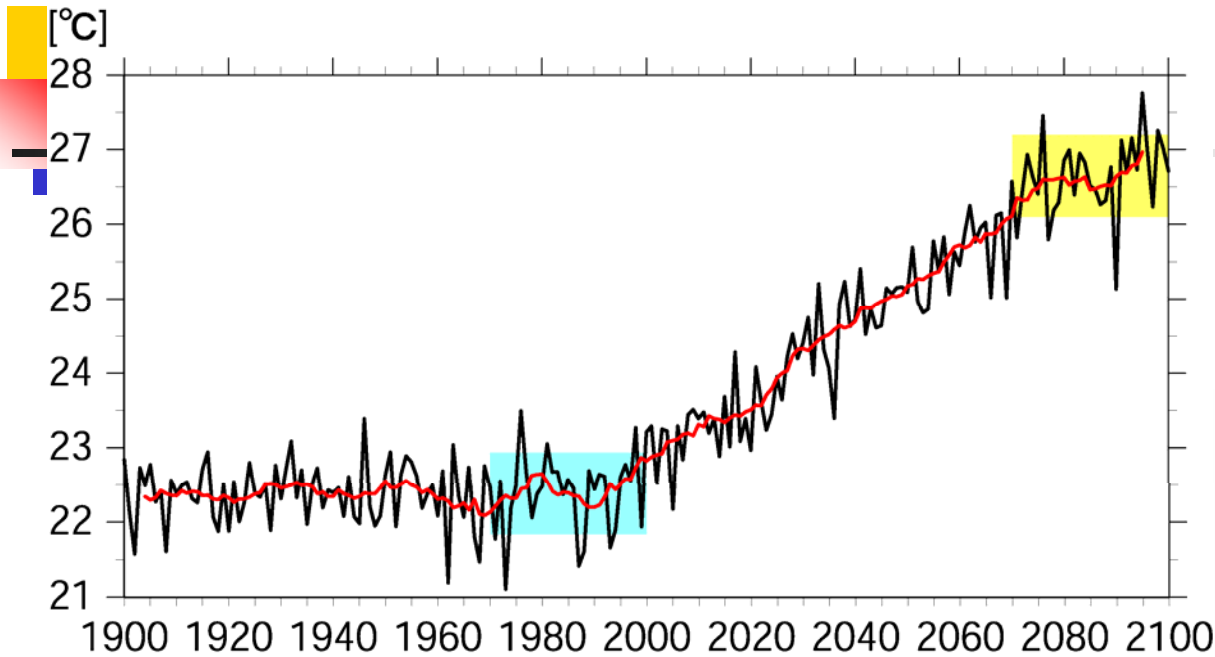
Rainfall Increase



Rainfall increases in blue region.

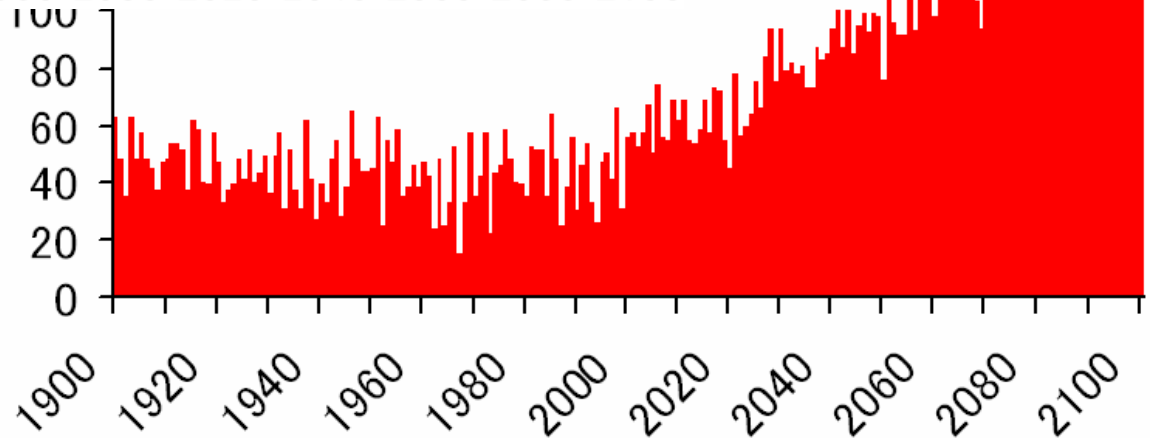
Average Temperature Increase is about 2.5°C.

日本の真夏日日数と夏季平均気温の変化

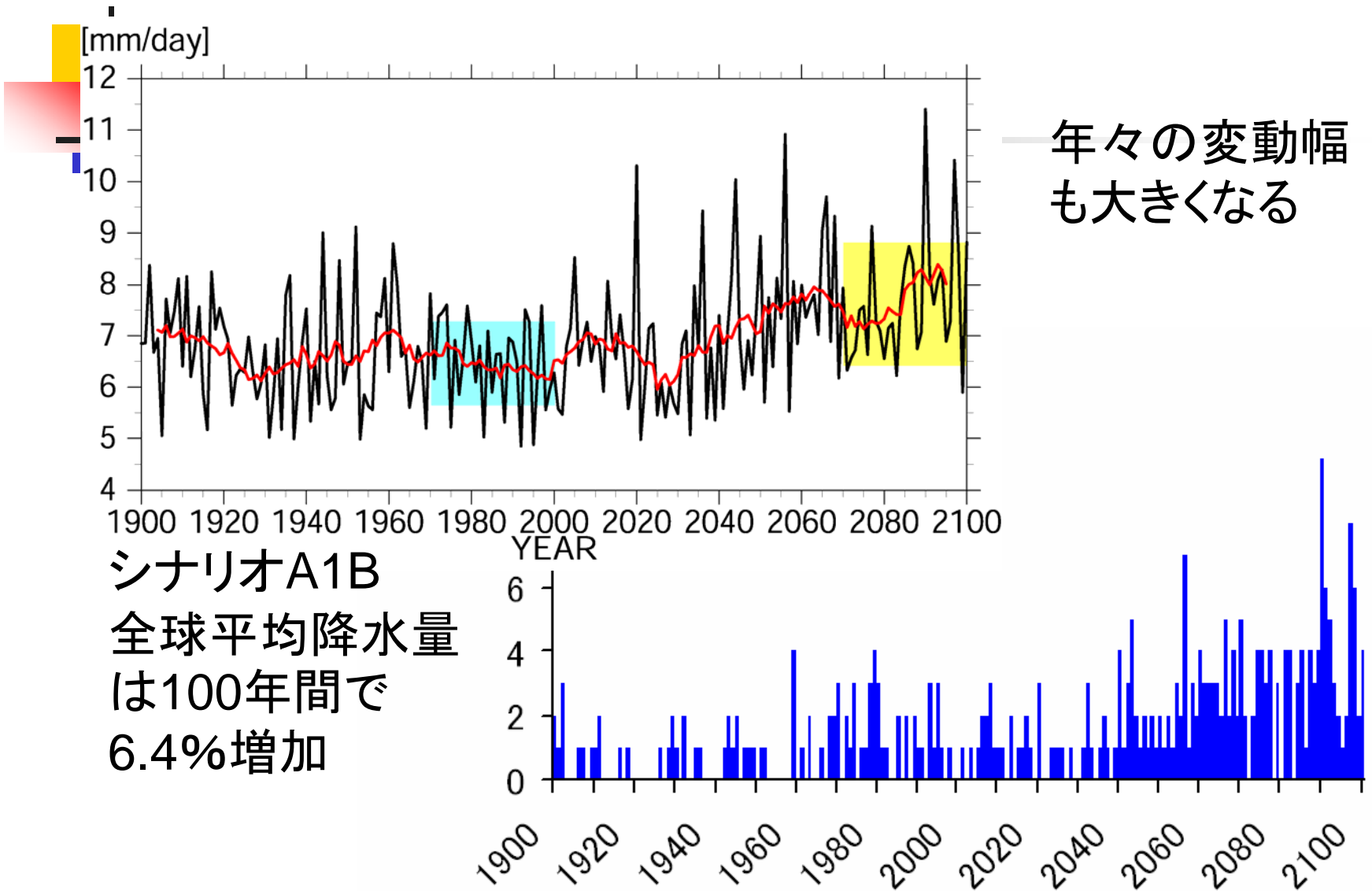


年々の変動幅
はほとんど変化
しない

シナリオA1B
全球平均気温は
100年間で
4.0°C上昇

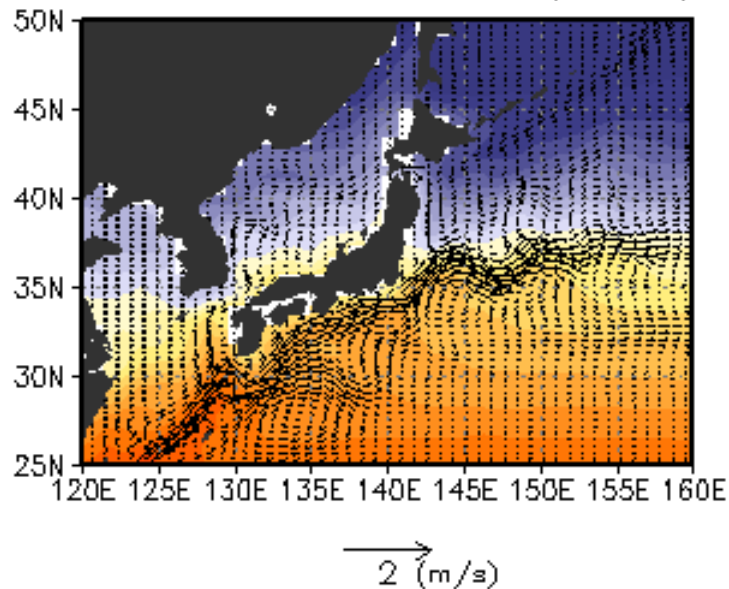


日本の夏季豪雨日数と夏季平均降水量の変化

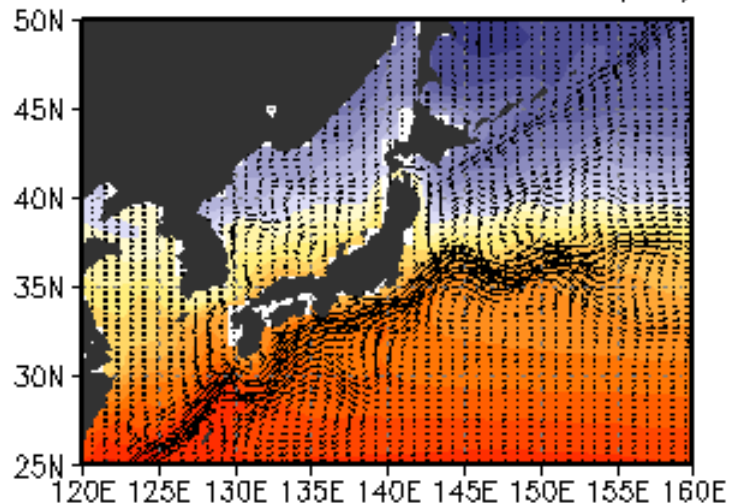


Change of Kuroshio due to Global Warming

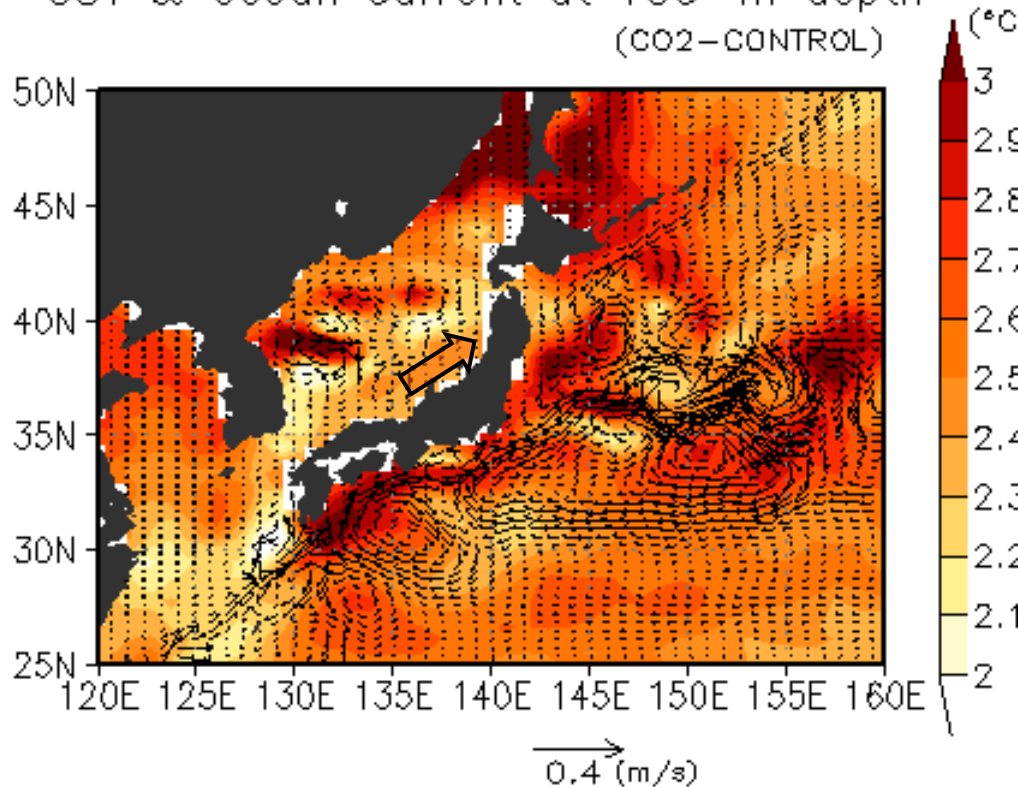
SST & ocean current at 100-m depth
(CONTROL)



SST & ocean current at 100-m depth
(CO2)

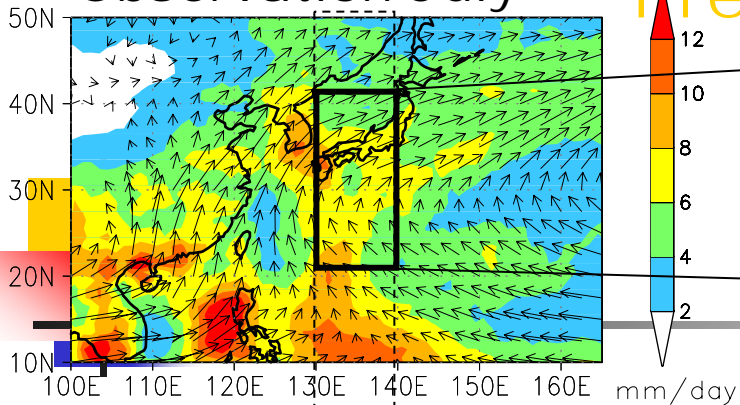


SST & ocean current at 100-m depth
(CO2-CONTROL)

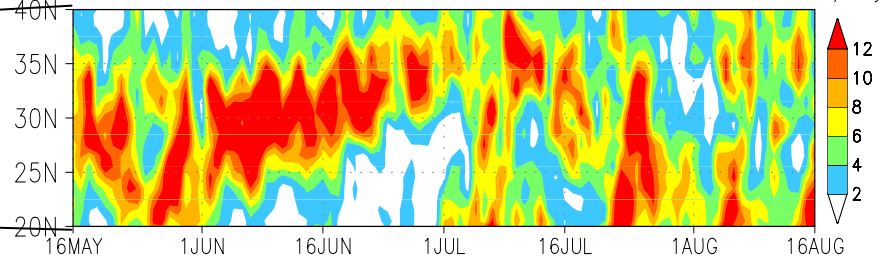


Observation July

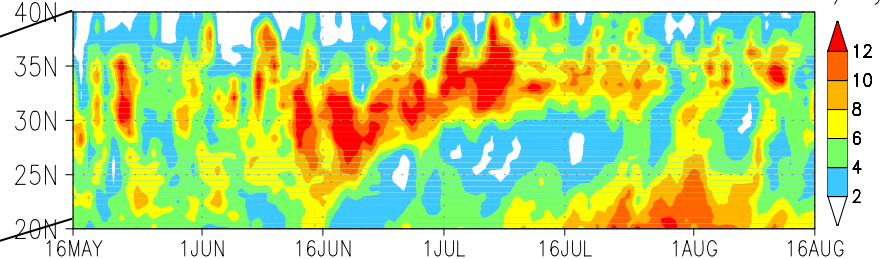
Precipitation



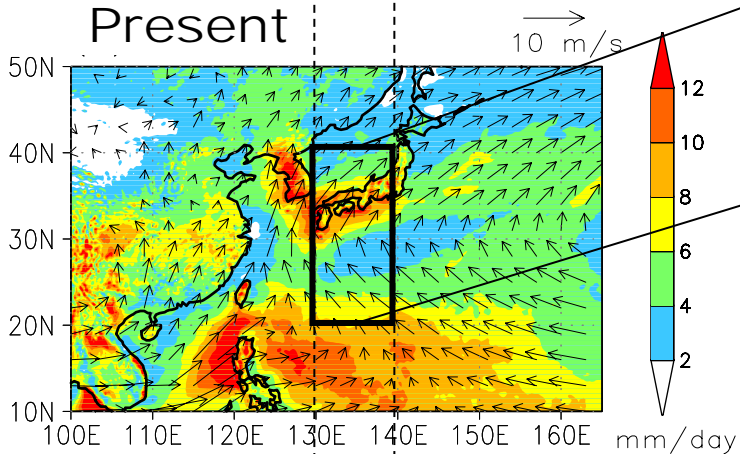
(a) OBS : GPCP 1deg-daily 7 years(1997-2003) mm/day



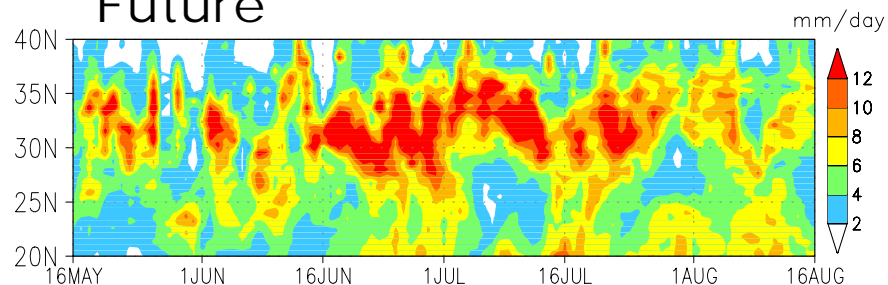
(b) Present AJ run



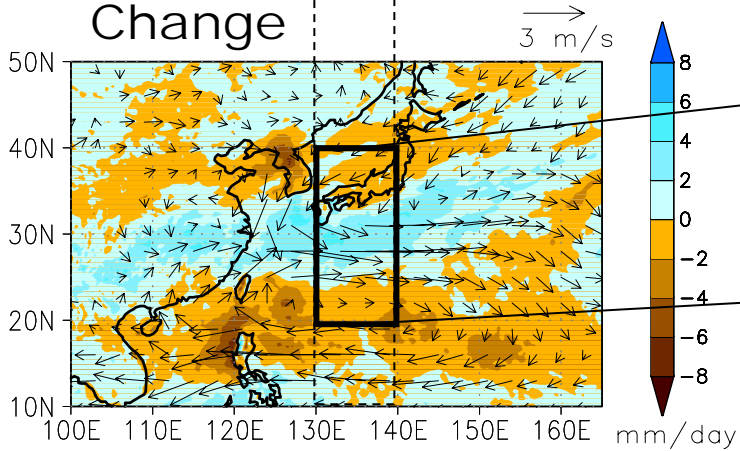
Present



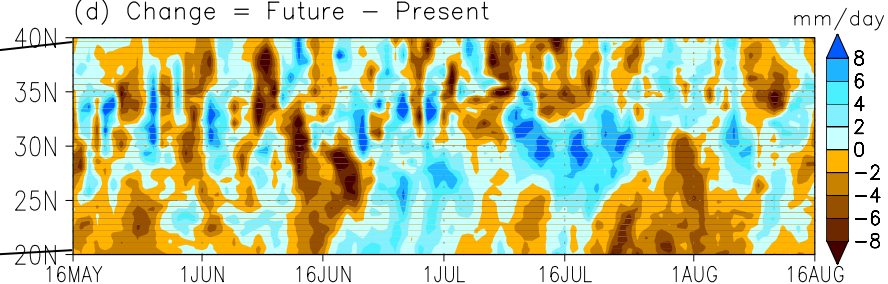
Future



Change

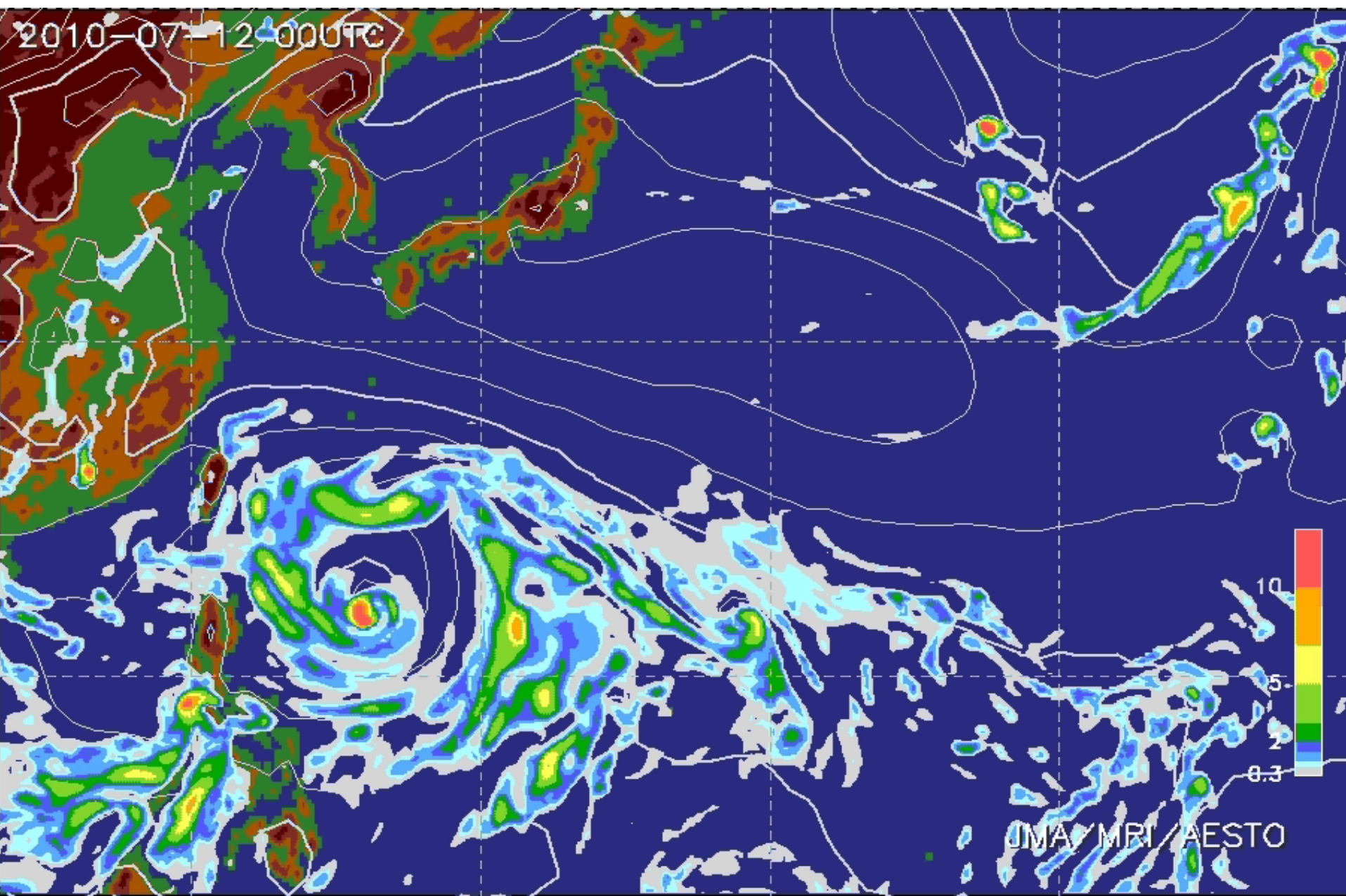


(d) Change = Future - Present

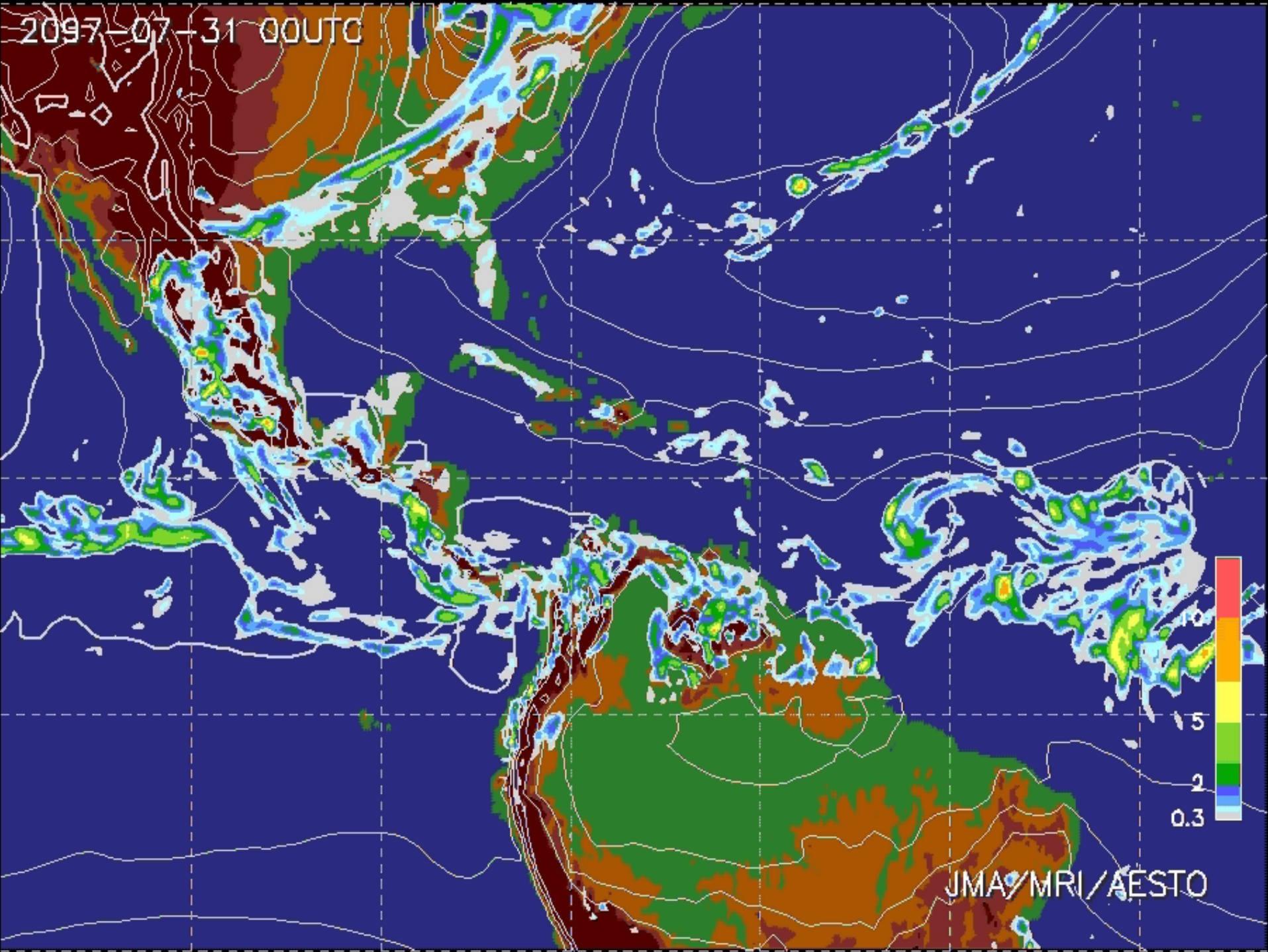


May June July

An extremely intense typhoon appears in the future expt. (AS) with MIROC Δ SST (max sfc wind 68.8 m/s, CP 877.6 hPa)



2097-07-31 00UTC

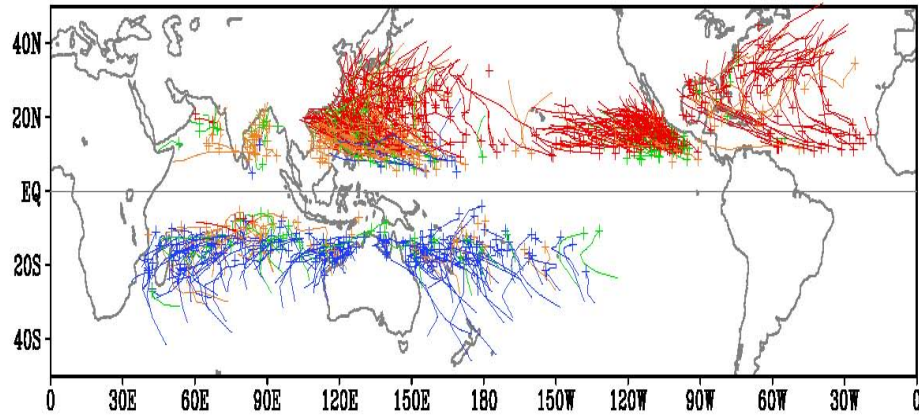


JMA/MRI/AESTO

Tropical cyclone tracks

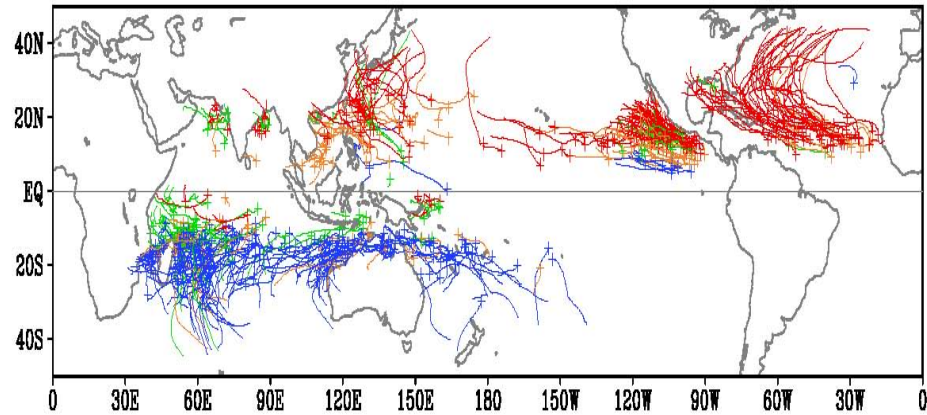
Observation 1979–1988

10 years



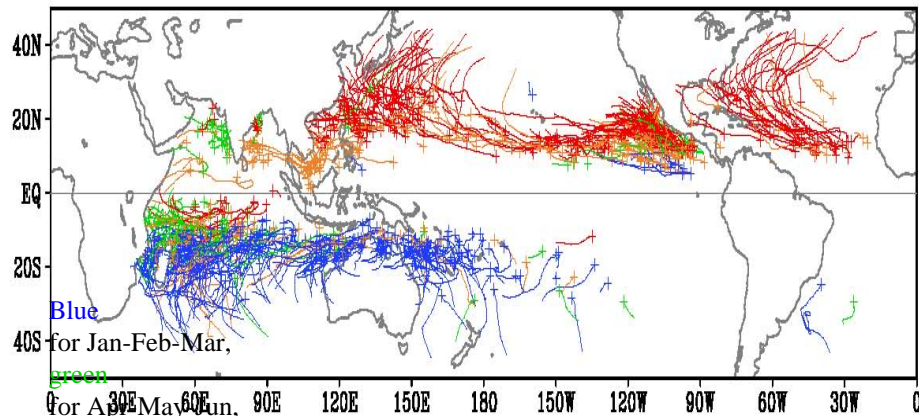
Future expt. (AK) with MRI Δ SST

10 years



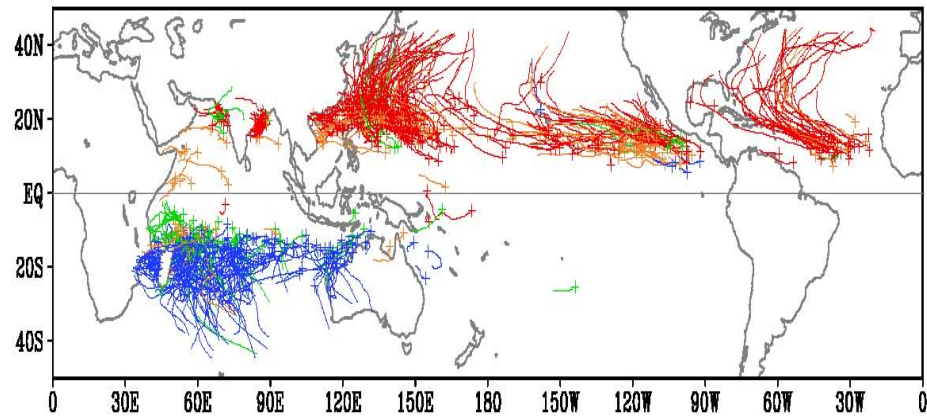
Present-day expt. (AJ)

10 years



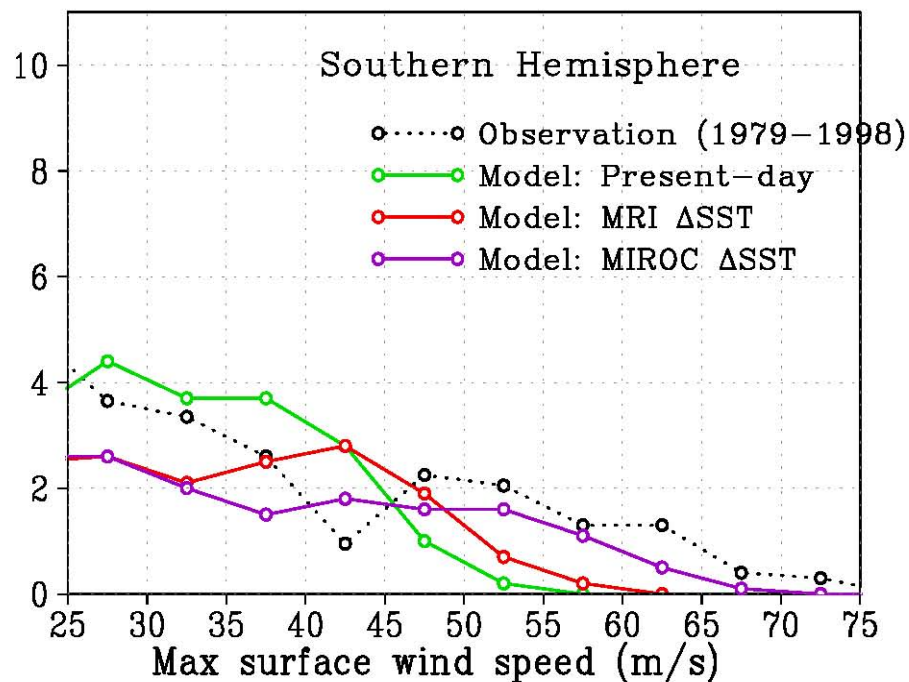
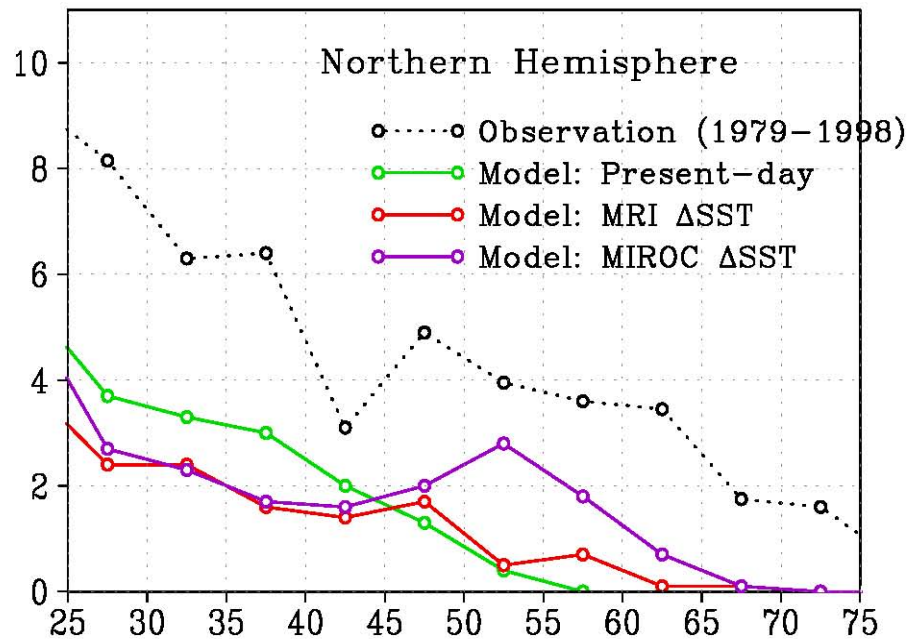
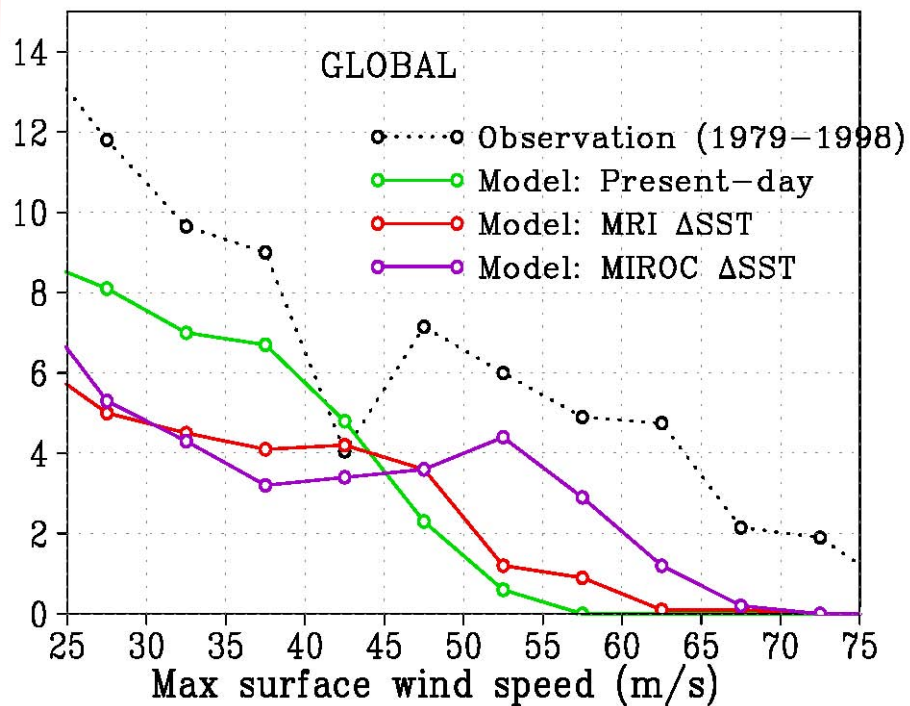
Future expt. (AS) with MIROC Δ SST

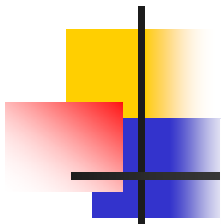
10 years



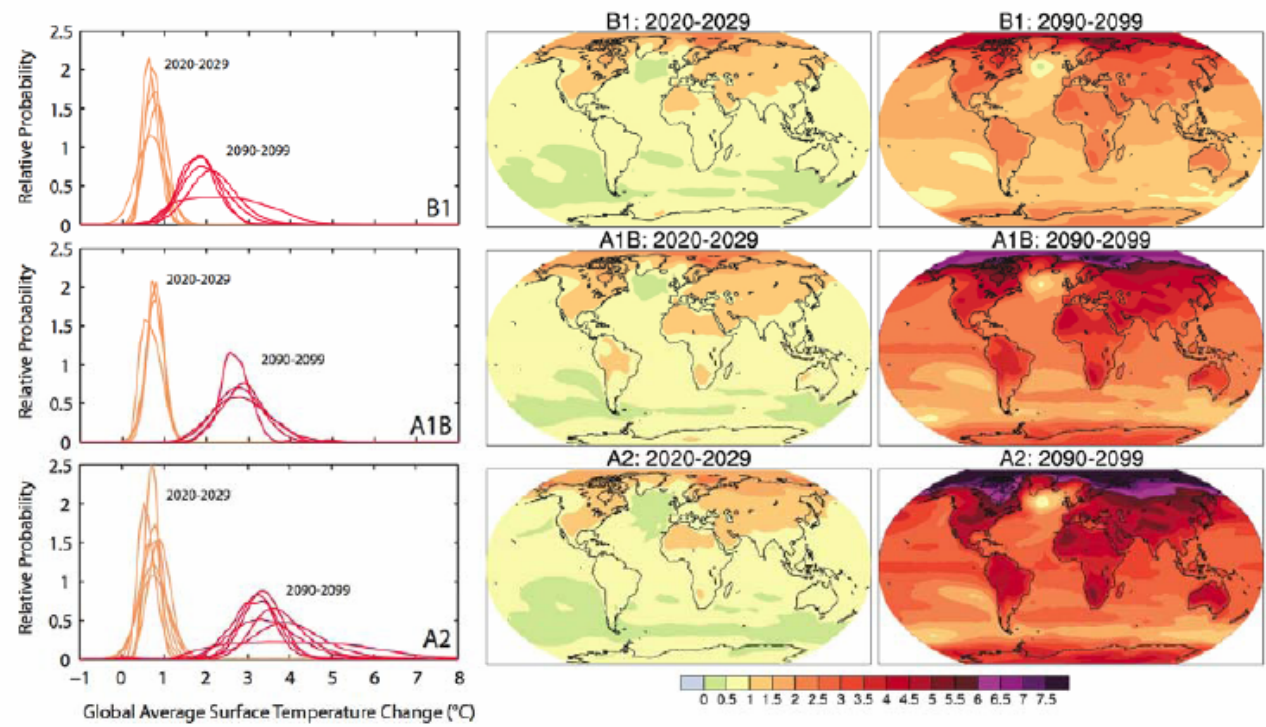
Blue
for Jan-Feb-Mar,
green
for Apr-May-Jun,
red
for Jul-Aug-Sep,
orange
for Oct-Nov-Dec.

TC frequency as a function of peak wind intensity





AOGCM Projections of Surface Temperatures



©IPCC 2007: WG1-AR4

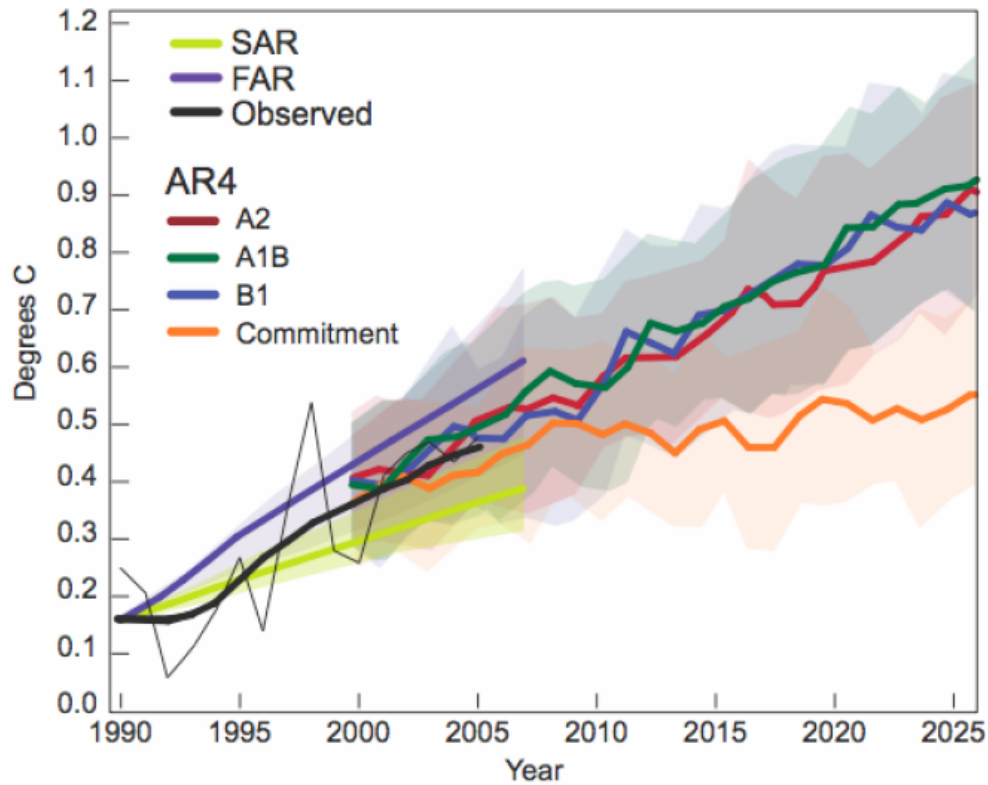


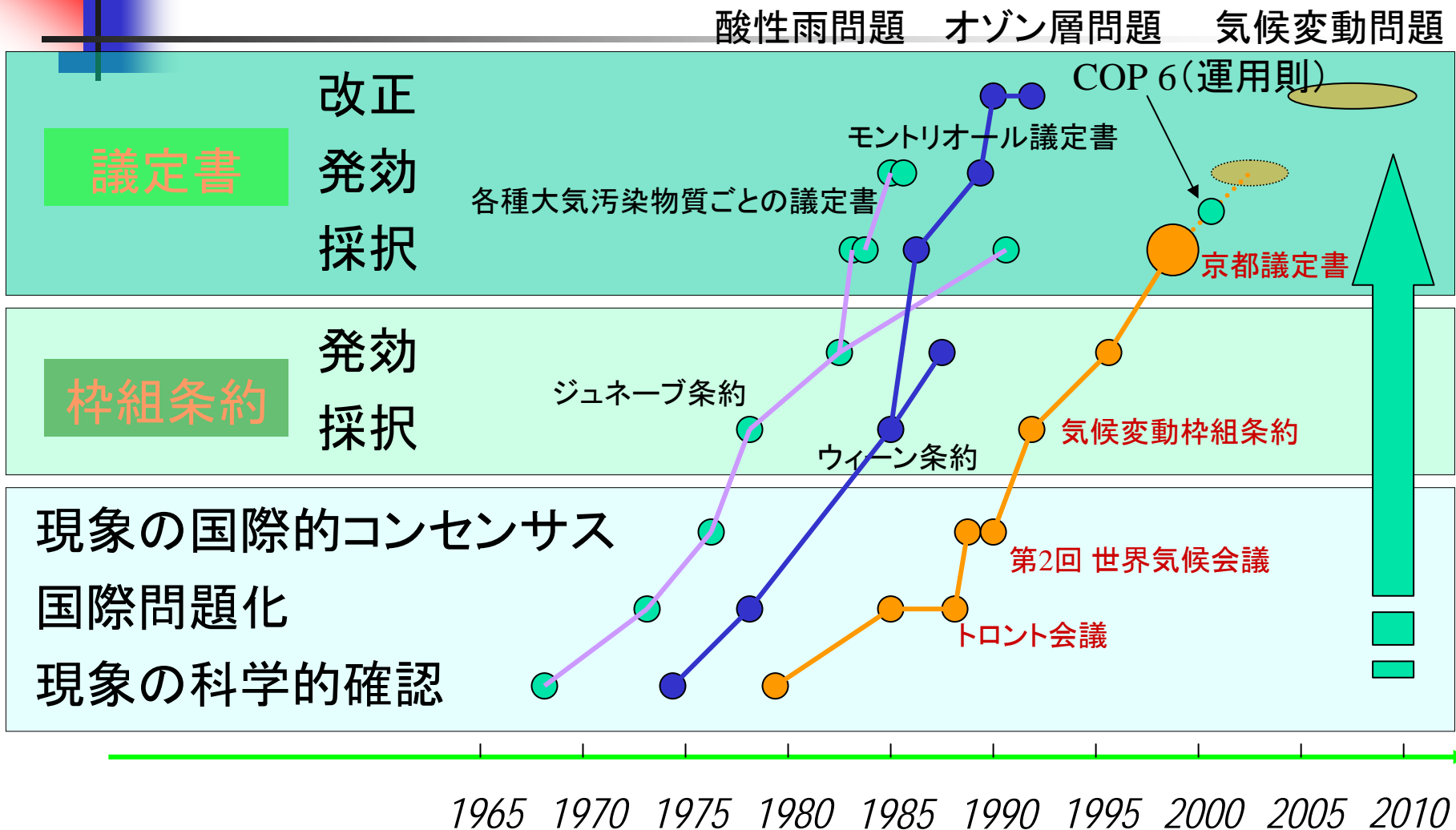
Figure TS-29. Model projections of global mean warming compared to observed warming. Projections given in the IPCC First and Second Assessment Reports (solid lines labelled FAR and SAR) and their corresponding uncertainty ranges (shaded areas) are compared with observed annual temperature anomalies (thin black line from 1990) and smoothed temperatures (thick black line). Projections from this report for the B1, A1B and A2 SRES scenarios are shown starting in year 2000 as blue, green and red curves with shaded areas representing uncertainty ranges. The orange curve from year 2000 and associated shaded area shows model projections of warming if greenhouse gas and aerosol concentrations were held constant from year 2000 – i.e., the constant forcing commitment for the period 2000–2025.



温暖化をめぐる国際交渉

- 地球温暖化という舞台で、国家の将来をかけた国際交渉
- 科学的知見という道具を用いているが、結論は、科学的事実のみから出てくるわけではない

地球温暖化対策の国際的枠組の変遷





地球温暖化問題とは？

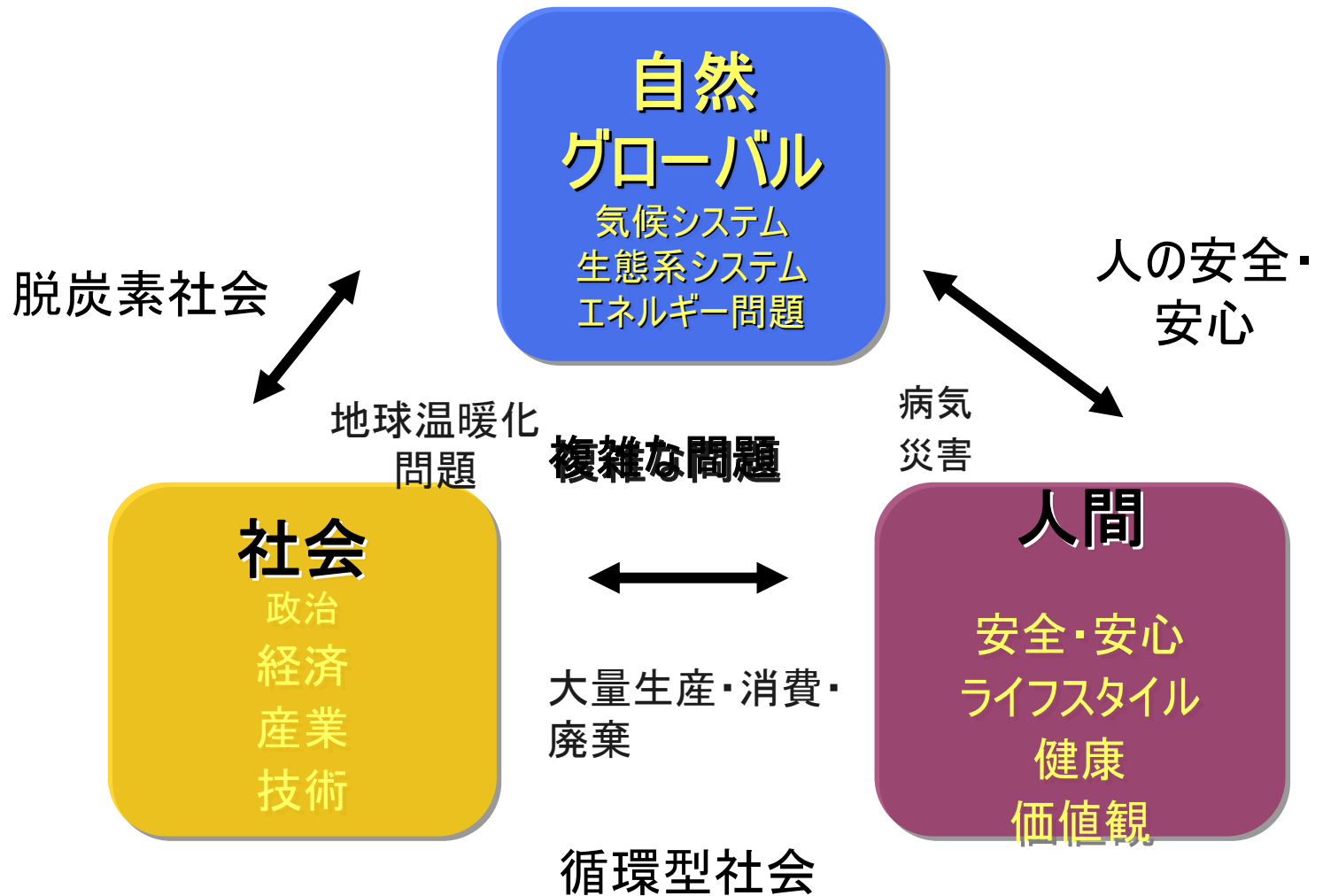
- 21世紀の社会のあり方を考える契機
- 地球温暖化だけを考えていれば良いわけではない
- 貧困など、目先の問題と、将来の問題との調和!



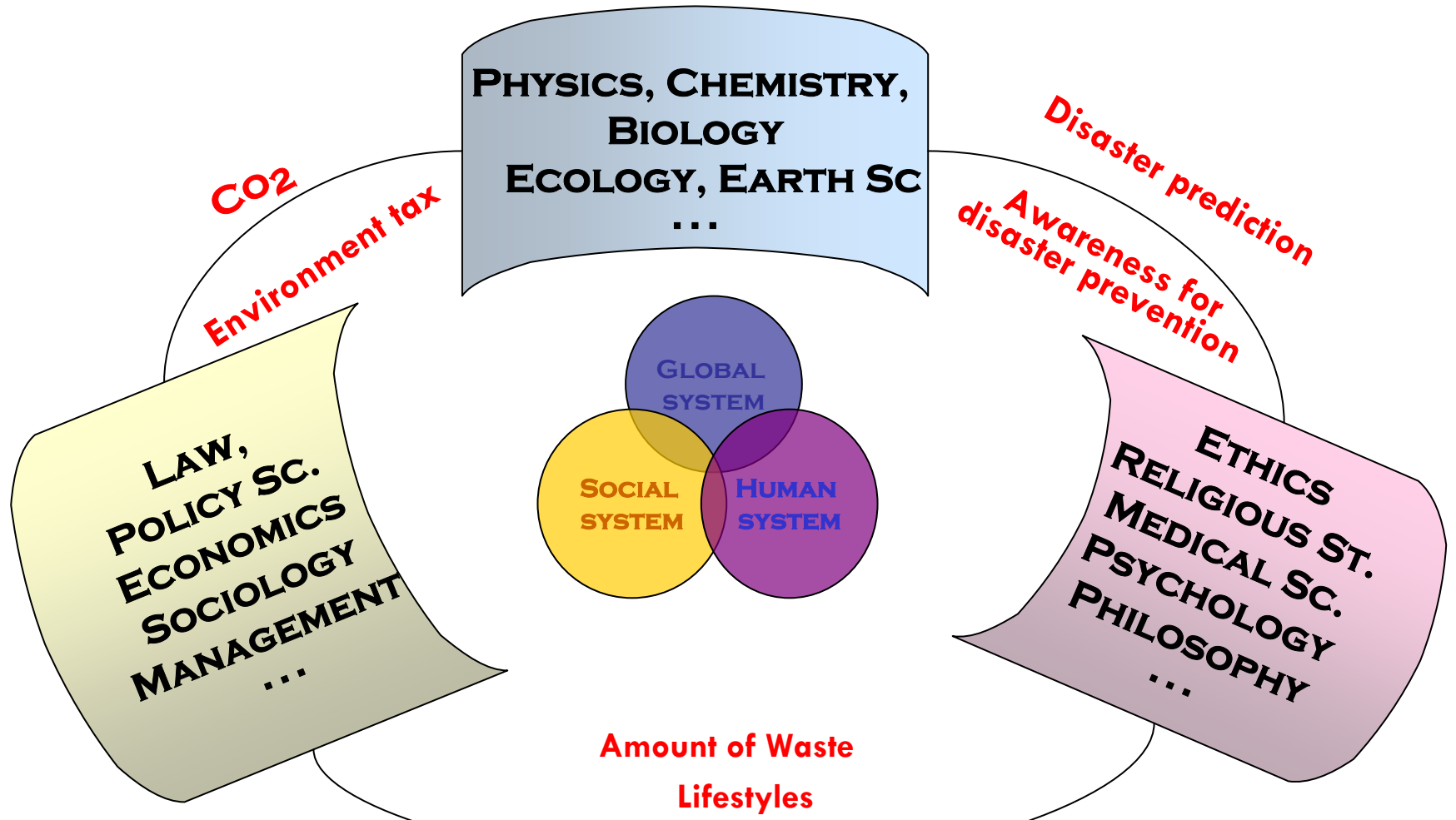
我々は、単純に、自然の上には すんでいるわけでは無い

- 自然システム(グローバルシステム)
- 社会システム
- 人間システム
- の中に生きている

これらのシステムは相互作用している
問題も、関連している



Transdisciplinary approach



**Sustainability Science fuses
Natural and Social Sciences with indicators**



このような問題を考える時に

- もはや、アメリカやヨーロッパを参考にできない
- 手本はない
- 課題先進国(小宮山)



まとめ

- 暖かい気候になるのは确实
 - 确实と思われる影響も多くある
 - 資源の制約からも、排出権の制約からも、将来は、脱炭素社会に行かざるを得ない
 - 具体的には、エネルギー価格の高騰、そして、一般社会の資金負担は増える
- これは、必ずしも、悲惨な社会を意味しない
- 科学技術による対応
 - CCSや石炭ガス化などの新技術
 - 自然再生エネルギーの活用
- CO2本位制の可能性
- エネルギーと物質を使わない、新しい社会の設計を考える必要がある！