

地球温暖化問題とサステナブルな社会



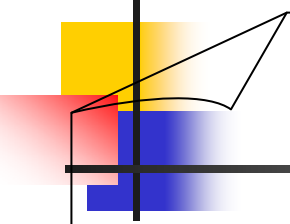
東京大学気候システム研究センター
サステナビリティ学連携研究機構
地球持続戦略研究イニシアティブ
統括ディレクター・教授
住 明正

「†:このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。」



今までのまとめ

- 太陽系第3番惑星としての地球
- 地球の進化、歴史の結果としての現在
- 将来につながる現在
- 未来を見据えてゆく(予測)
- 現在とは、どんな時代なのか？
- 何が、問題なのか？



20世紀はどんな時代であったか？
21世紀は、どんな時代となるか？

20世紀は、爆発の時代

21世紀は、持続的成長の時代



21世紀は

- 持続性 (Sustainability) が担保されるように社会を設計する必要がある

なぜなら、物事は、無限に指数関数的に成長しない

- このことは自明
- Overshoot and collapse
- 振幅が増大し、調整がおき、新しい状態に遷移する
- ただ、歴史的な考察から、このような調整過程は、楽しいものになりそうはない
- そこで、知性と理性のもと、より楽しい調整過程は考えられないだろうか？





Sustainabilityとは？

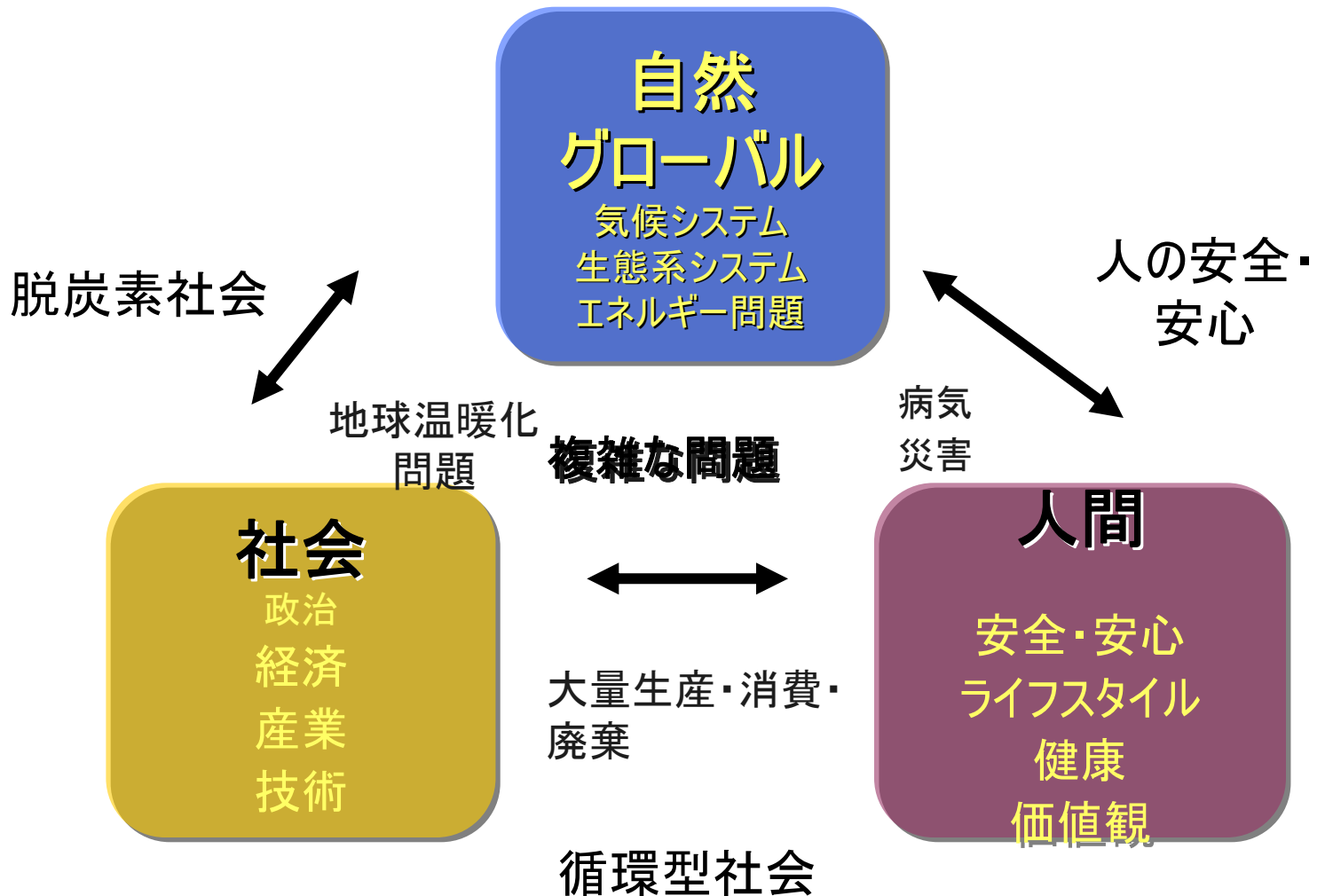
- もともと、水産や林業で発展した考え
- 採り尽くしてしまえば、生計の道を失う
- 自然が毎年与えてくれる範囲内で考える
- 技術の発展は、考える時間スケール・空間スケールを延ばした
- 採り尽くせば、別の場所へ
- 採り尽くせば、過去の貯金を食いつぶせ



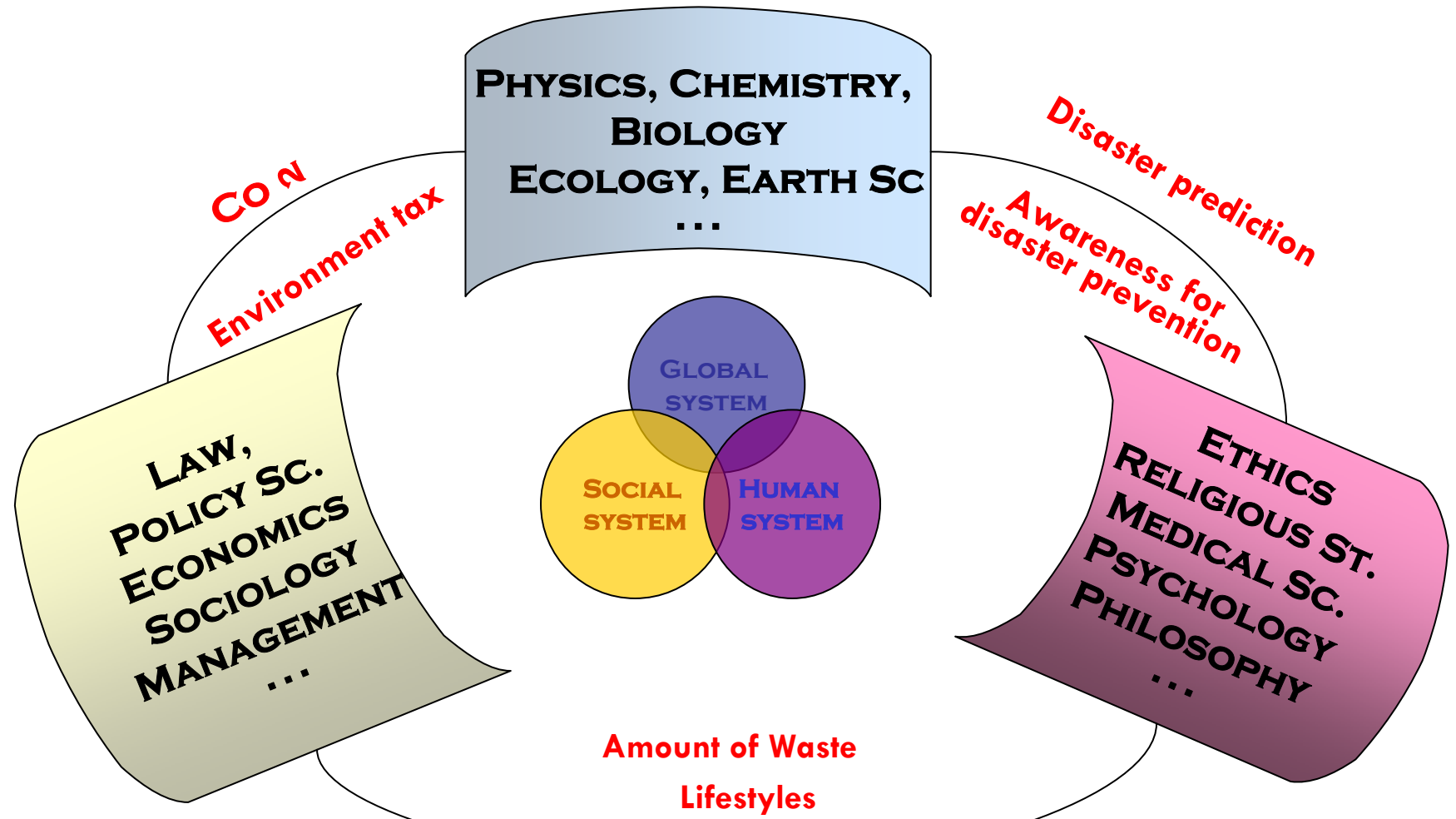
我々は、単純に、自然の上には すんでいるわけでは無い

- 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**



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け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!

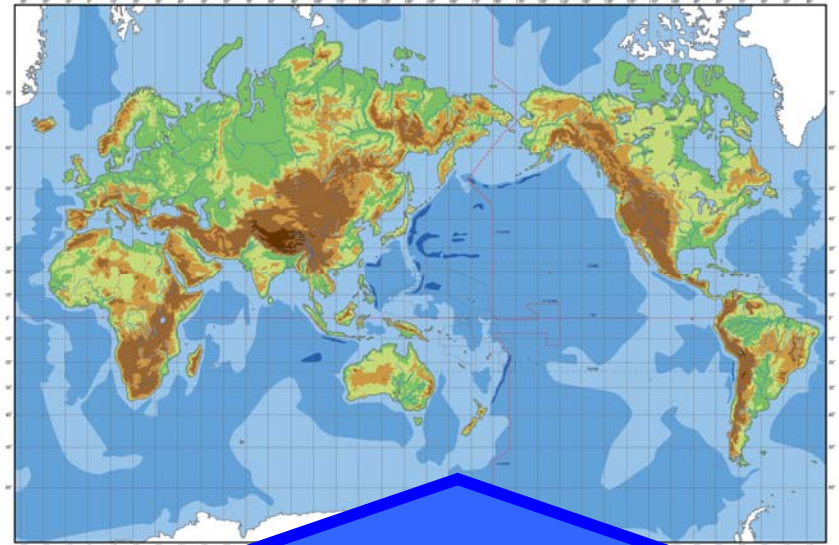


このような問題を考える時に

- 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)

Japan could be a role model

- Scarce resources
- Increasing waste
- Environmental contamination
- Small land area (60th)
- High population (7th)
- GDP (2nd)



- Environmental technology
- Energy technology
- Know-how for pollution control
- Co-existence with nature (traditional value)



気候変動は社会のあり方を写しだす

- 易姓革命
- 悪政——>旱魃・飢饉——>農民の反乱
- ——>革命、政権の交代

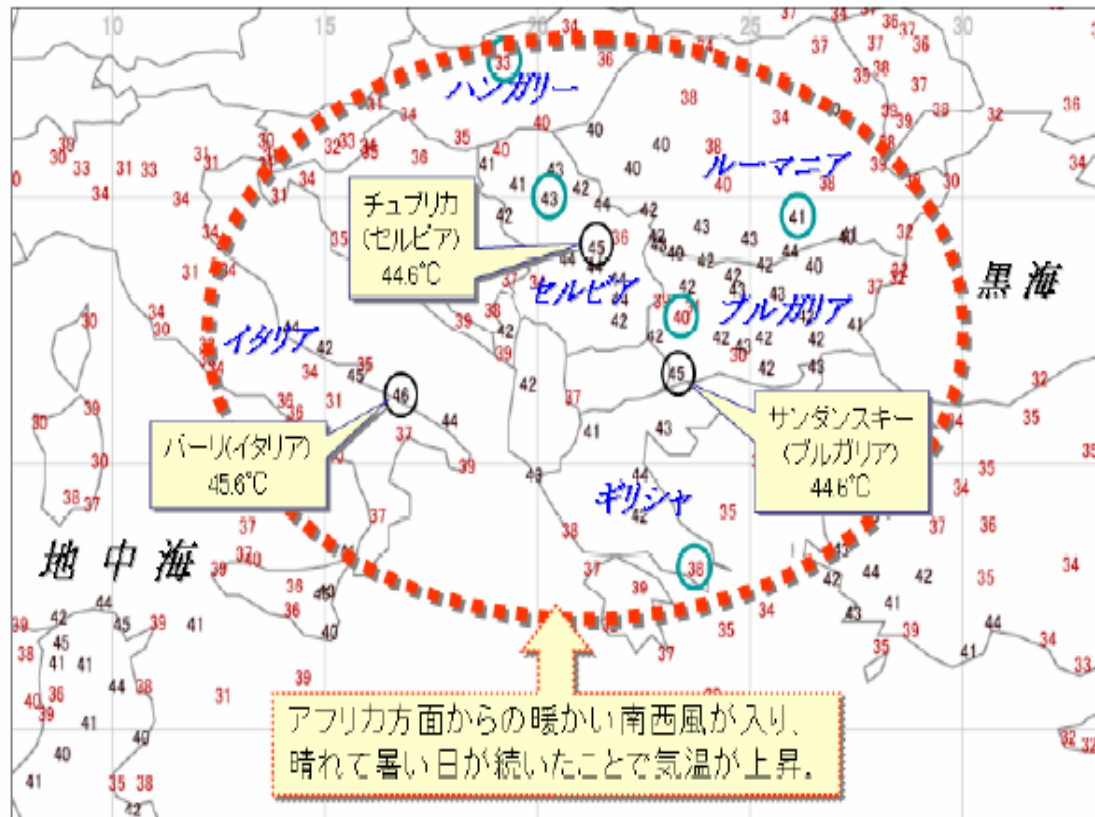
- 21世紀の気候変動は、我々の社会のあり方を映し出す
- 気候安全保障



今年の異常気象(1)

- 中国水害 死者・不明500人超 政府、緊急チーム派遣
- 2007年7月24日 朝刊
- 【北京＝平岩勇司】新華社電などによると、中国では内陸部の重慶市で「百年間で最大の豪雨」が襲来し、中南部で「約五十年ぶりの大洪水」が発生するなど、歴史的な水害が多発。二十四省・自治区・直轄市で死者・行方不明者は五百人を超えた。
- 重慶市では今月から激しい集中豪雨が続き、五十四人が死亡、二十二人が行方不明、被災者は千八百五十五万人に達した。同市は昨年は「百年に一度」と言われる深刻な干ばつを受け、二年続けて自然災害に見舞われている。中央政府は水利、財政、衛生省などをつくる緊急対策チームを派遣。胡錦濤主席は二十一、二十二日、現地を慰問し、被災者に「食事や衣服、きれいな水を必ず確保する」と呼びかけた。

南欧で熱波、10人超死亡／シチリア島では46度



2007年7月24日のヨーロッパ南東部の日最高気温(気象庁ホームページから)。



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



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)

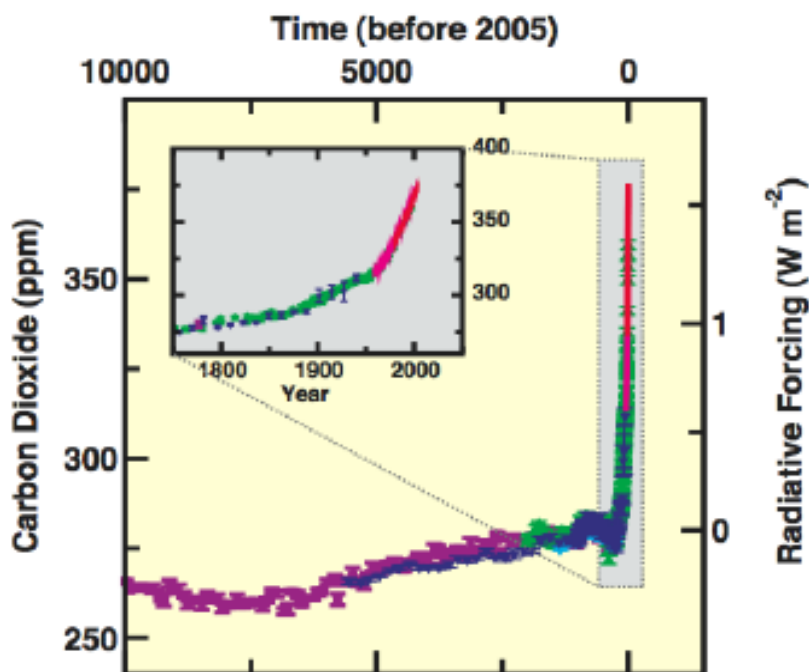
最近50年間に観測された温暖化のほとんどが人為的活動によるものであるという、新たな、より強力な証拠がある。

- ・ 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)

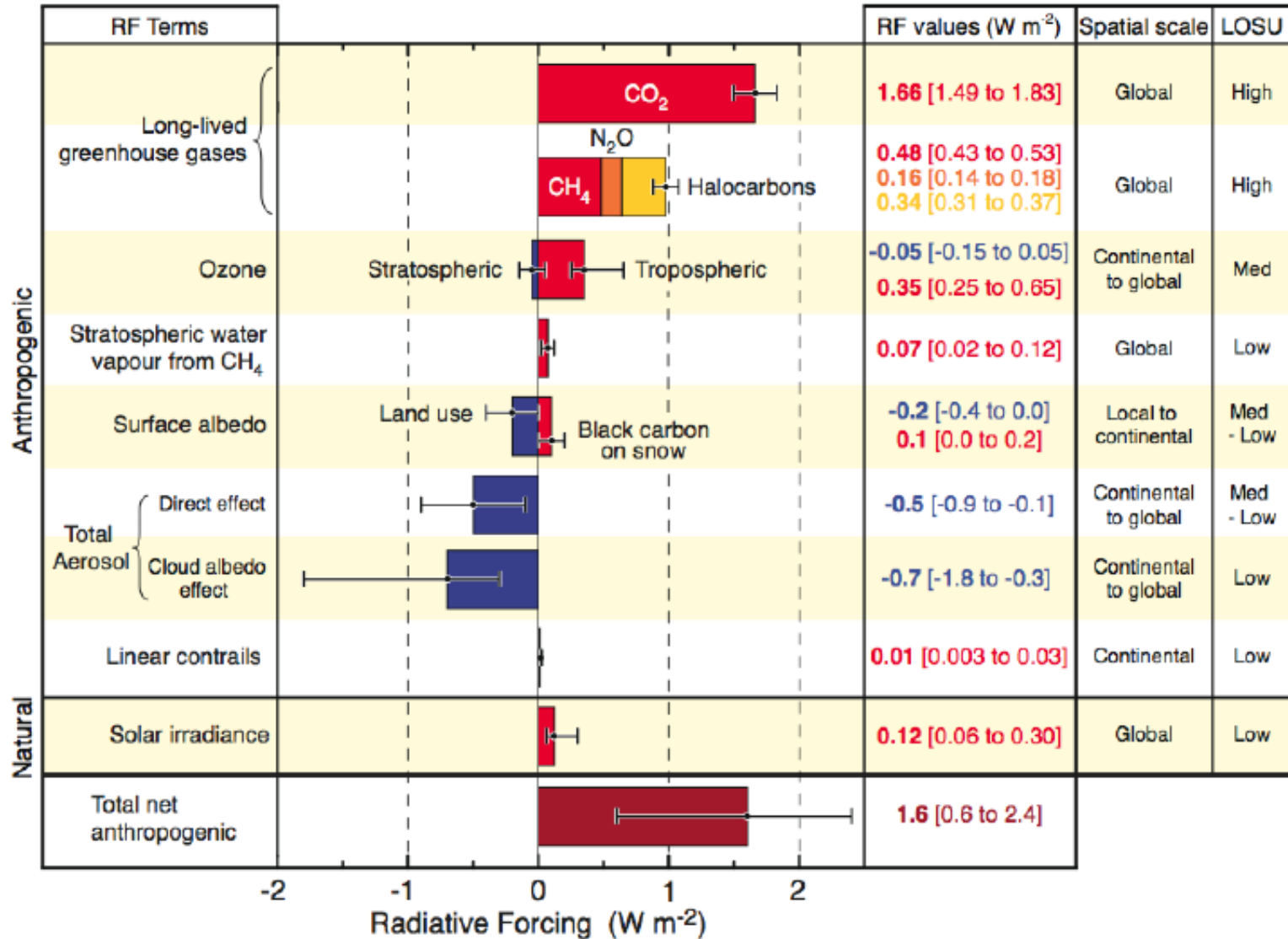
大気中の2酸化炭素は増えている

Changes in Greenhouse Gases
from ice-Core and Modern Data

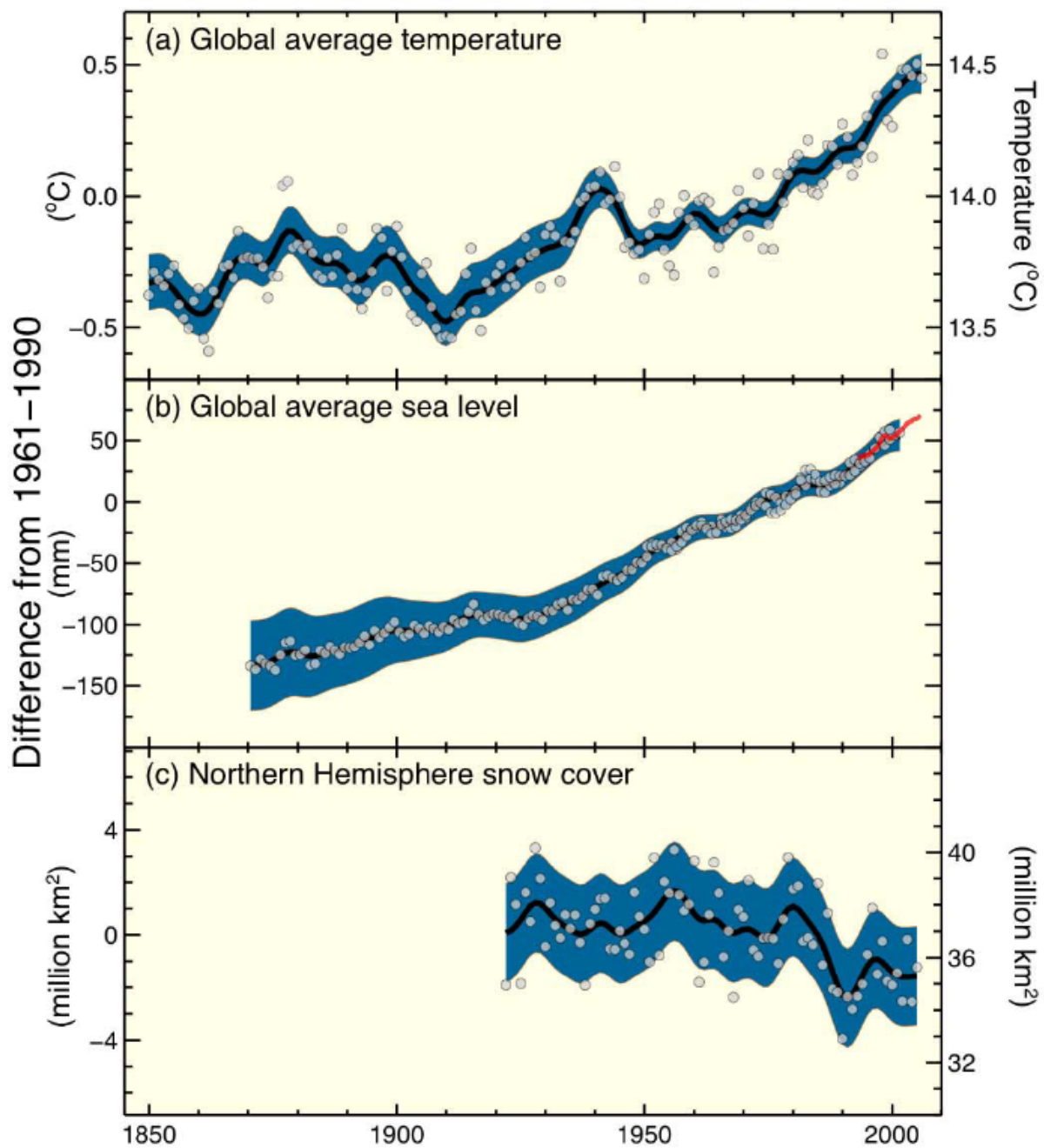


† 出典: IPCC第4次報告書

Radiative Forcing Components



Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



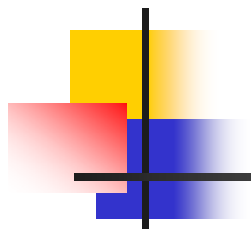
†

出典: IPCC
第4次報告書



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



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)

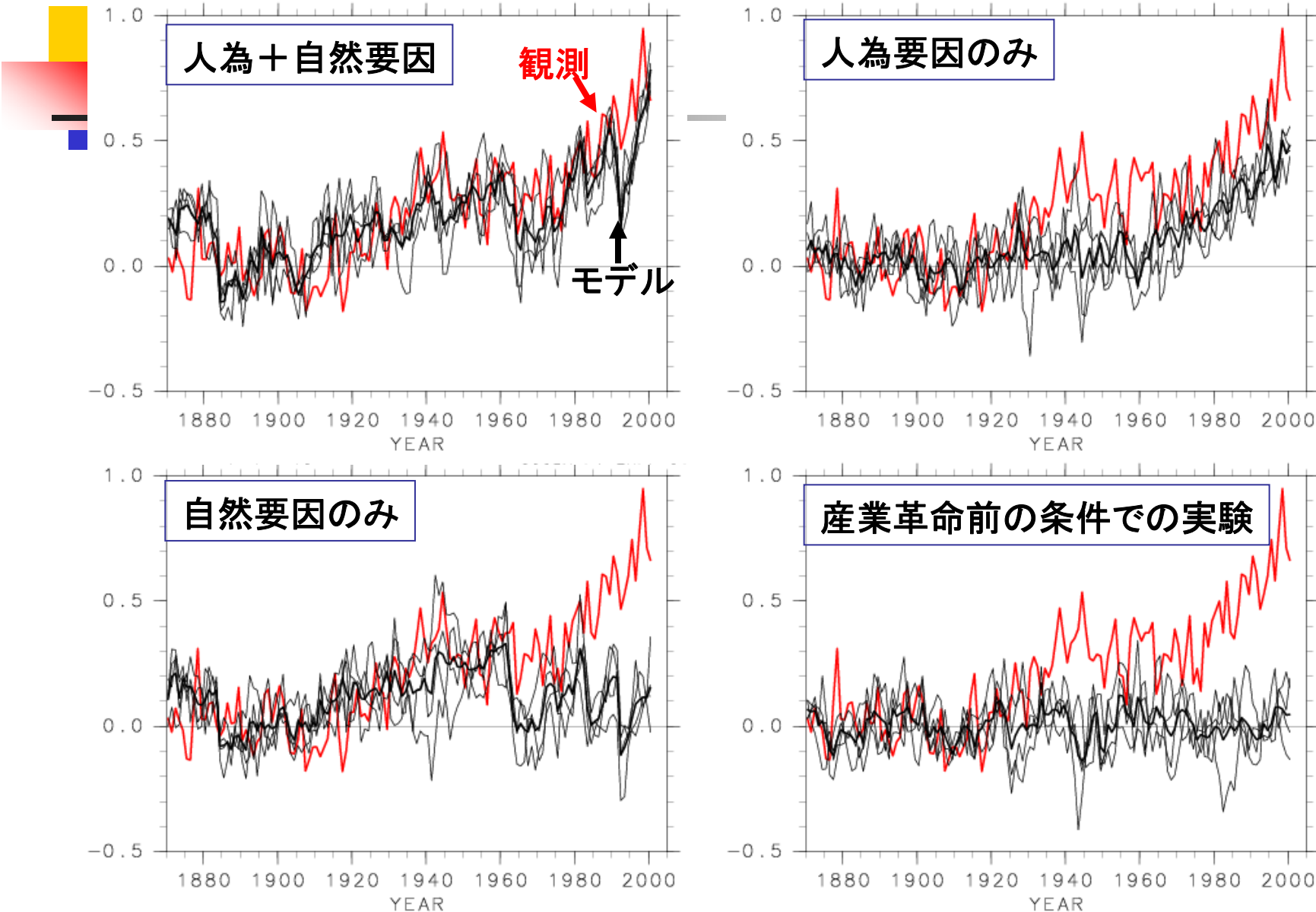
▶ 人為起源の気候影響

- ✓ 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)

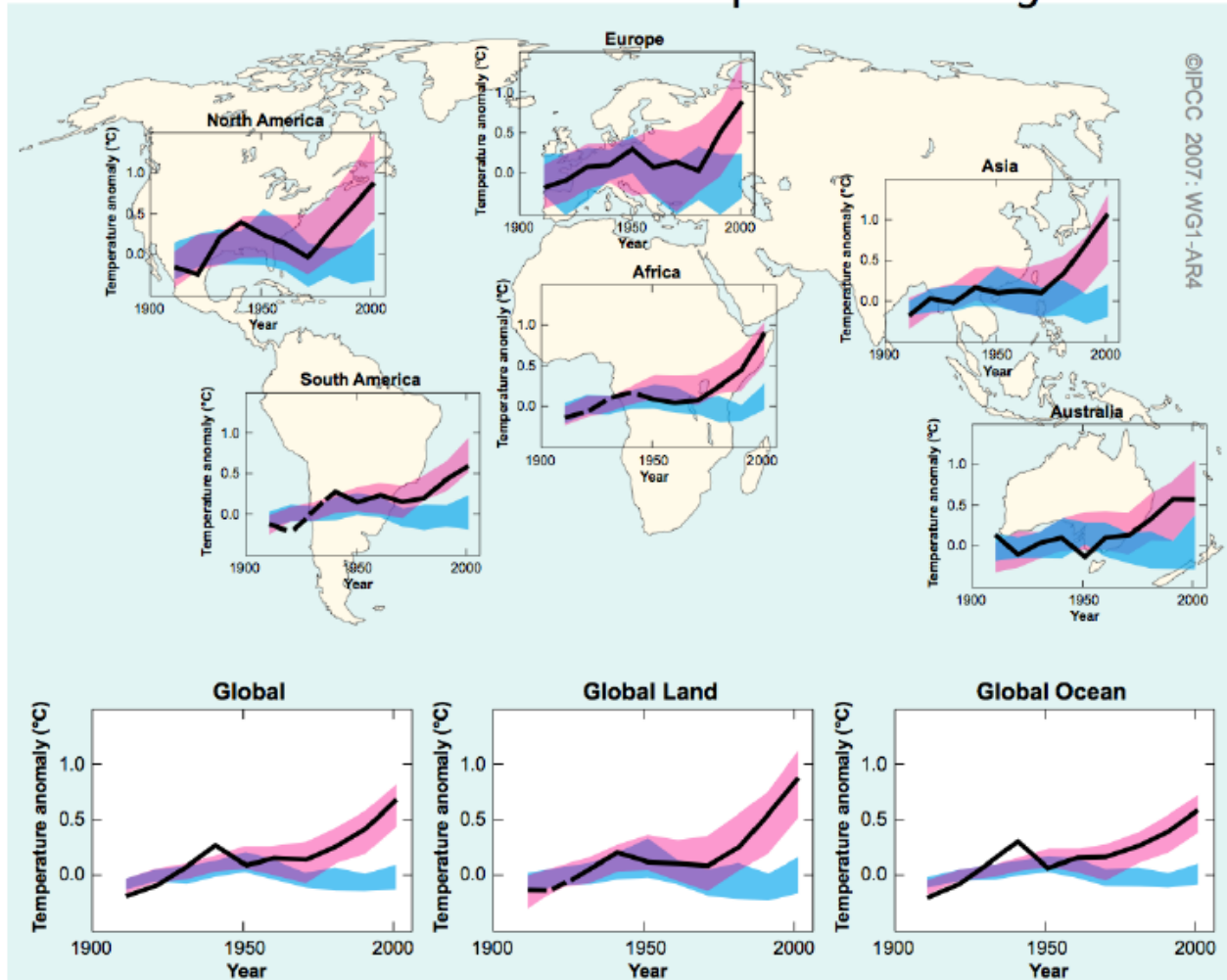
※ 海塩粒子、土壌性ダストについてはモデル変数(地上風速、土壌水分量、積雪など)より診断しているため、外部強制とは考えない

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



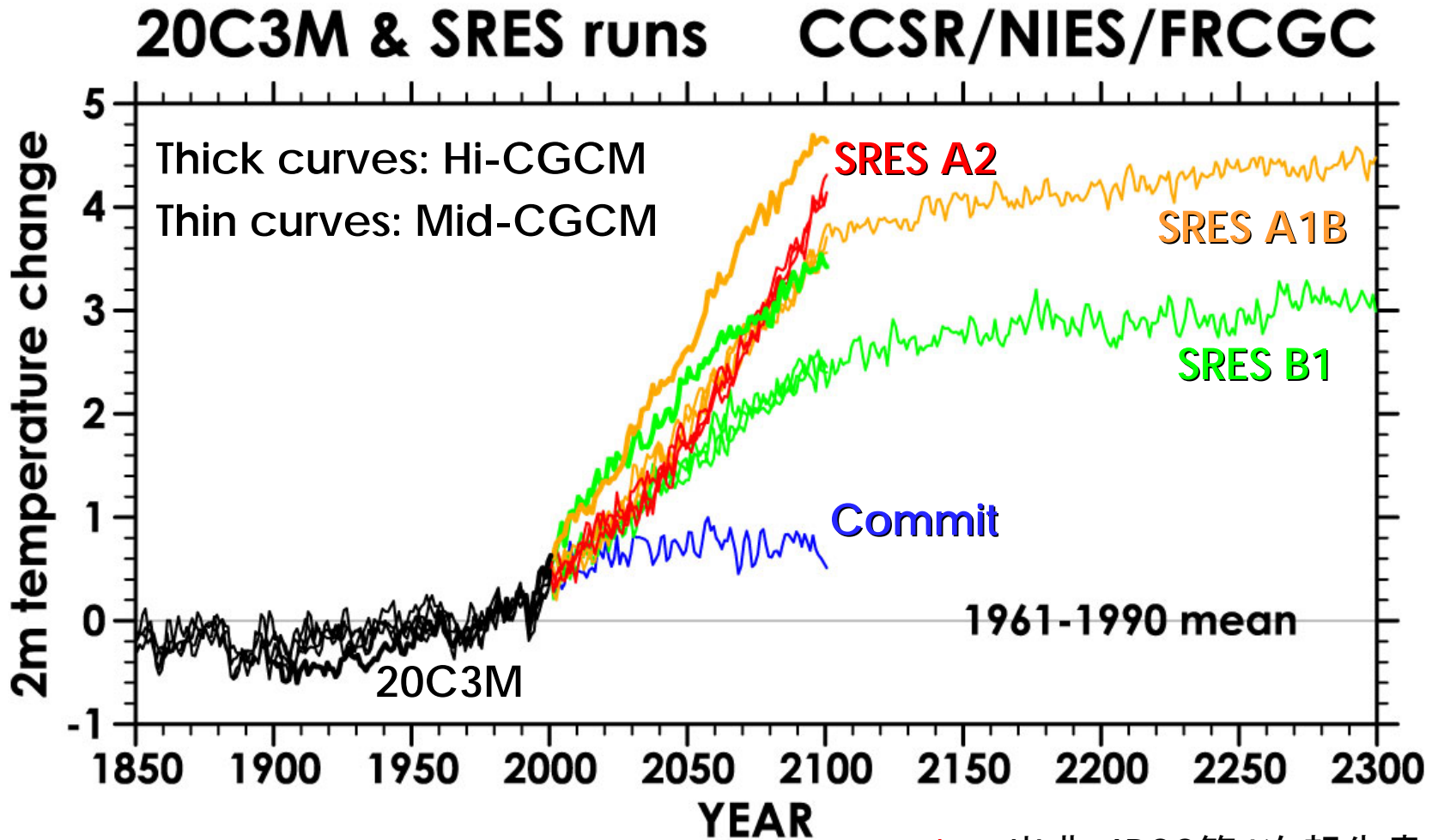
Global and Continental Temperature Change



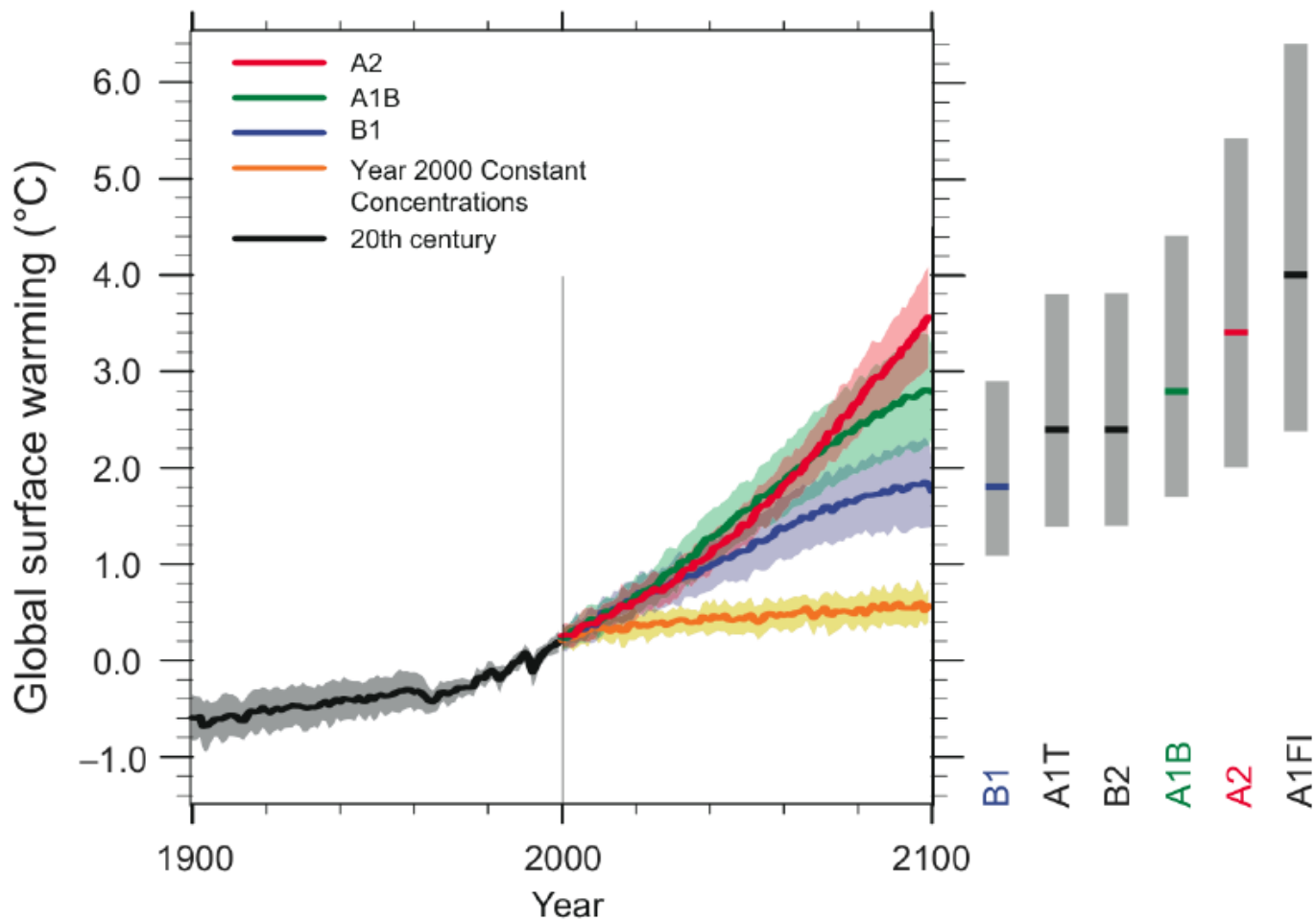
† 出典：IPCC第4次報告書

Global Mean Surface Temperature

1

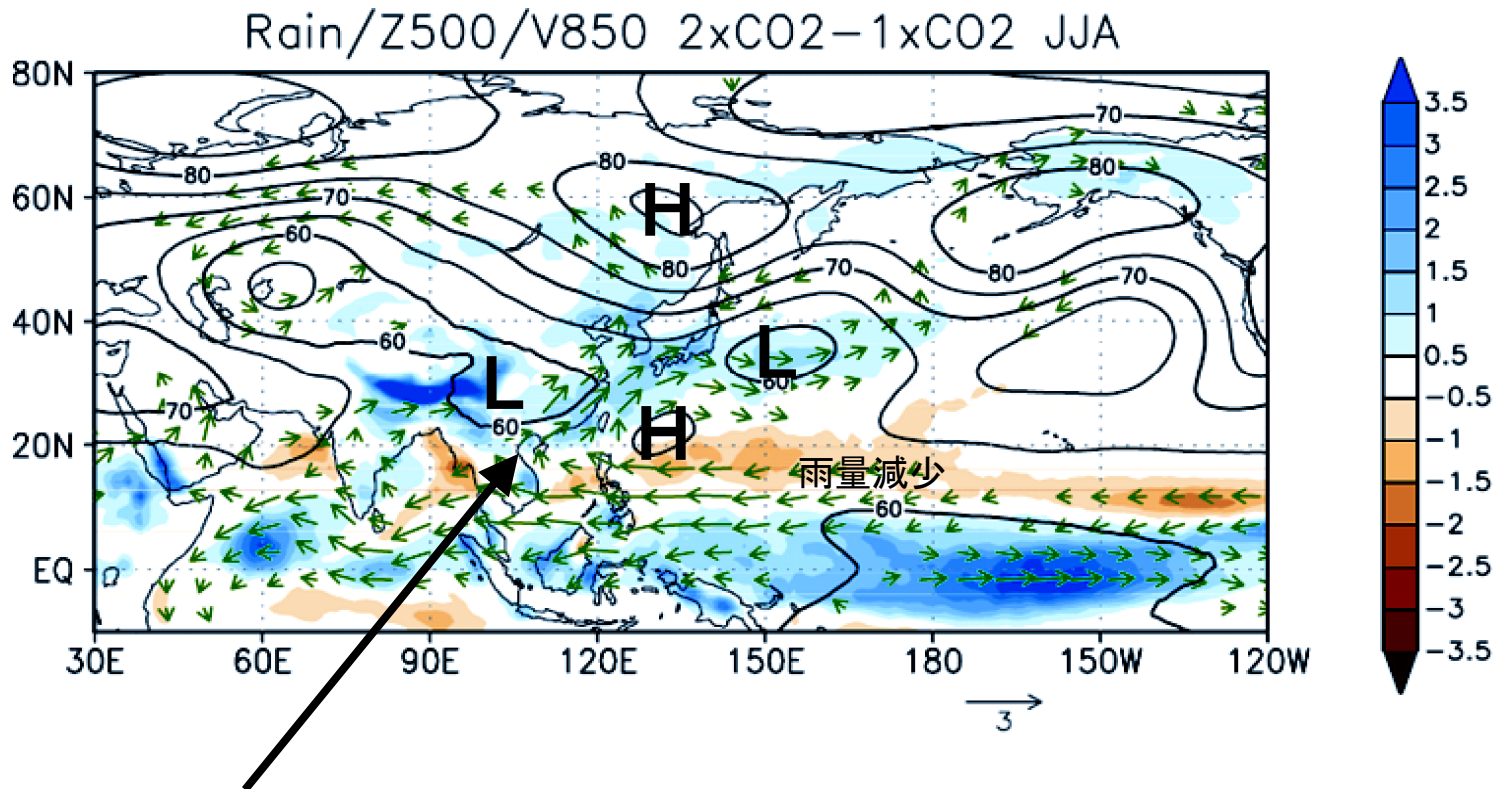


Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



How about a climate in 2070(doubling CO2)?

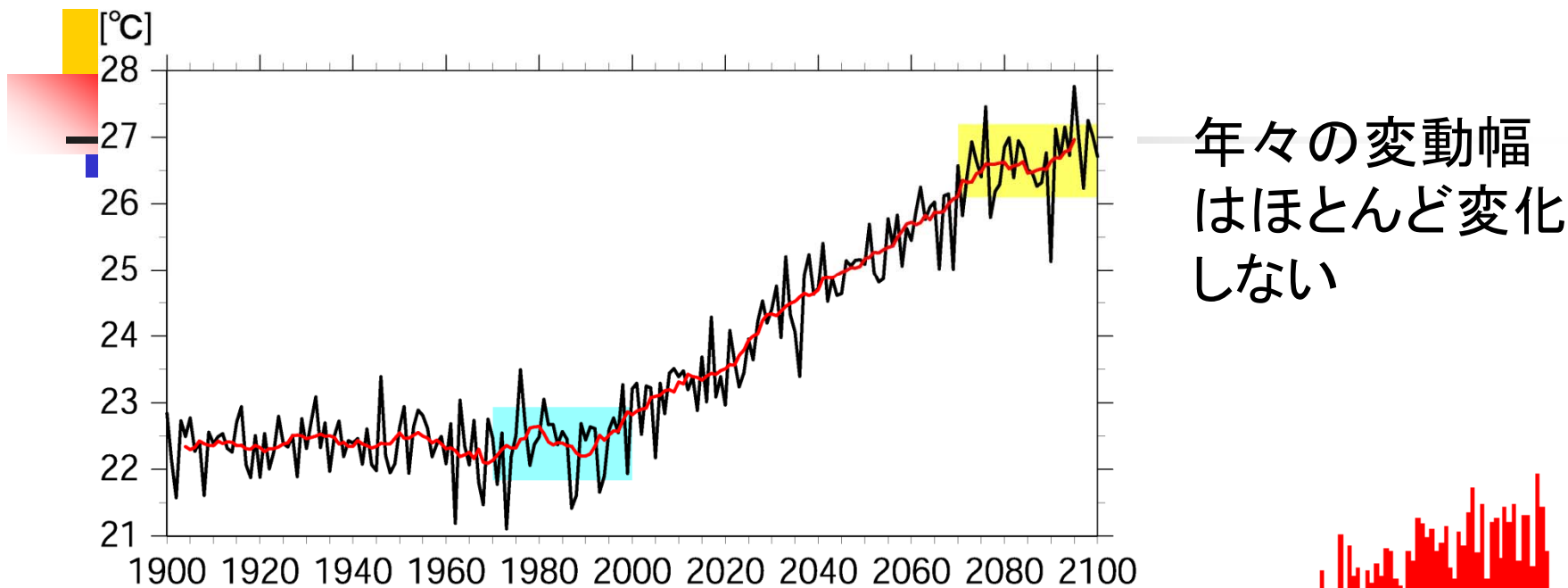
Rainfall Increase



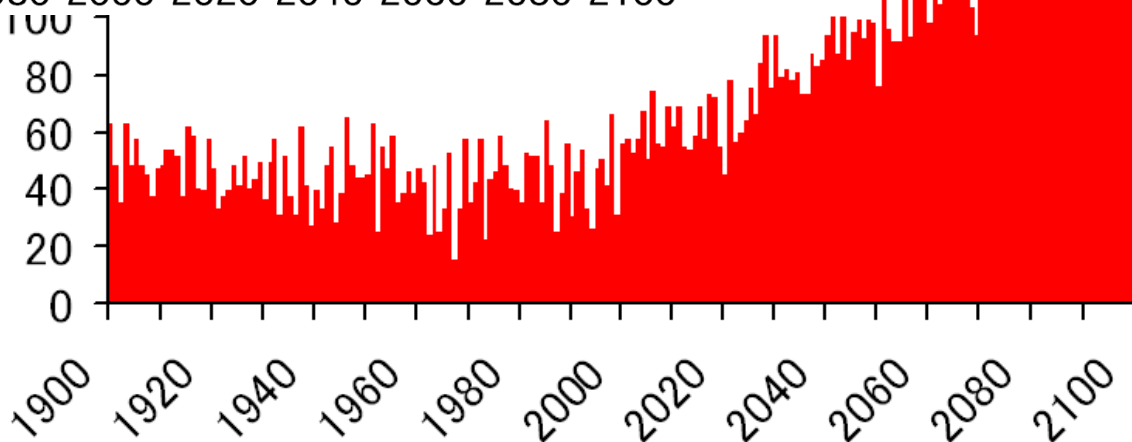
Rainfall increases in blue region.

Average Temperature Increase is about 2.5°C.

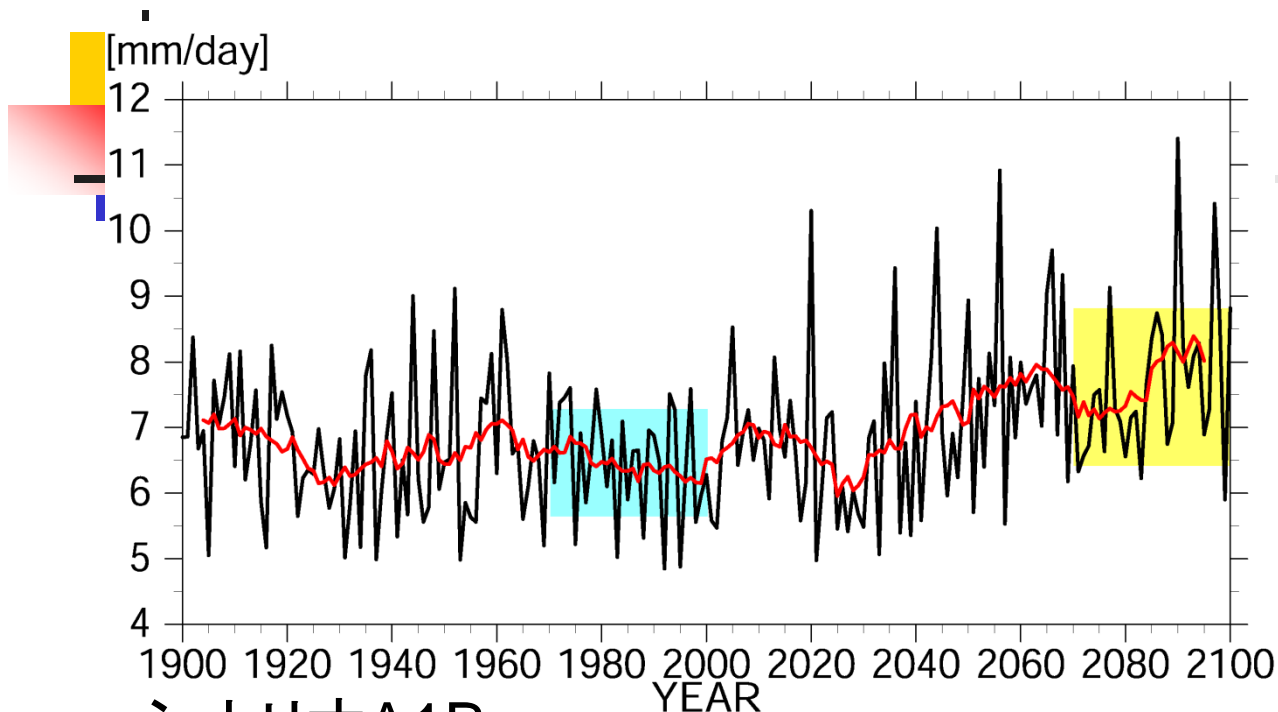
日本の真夏日日数と夏季平均気温の変化



シナリオA1B
全球平均気温は
100年間で
4.0°C上昇

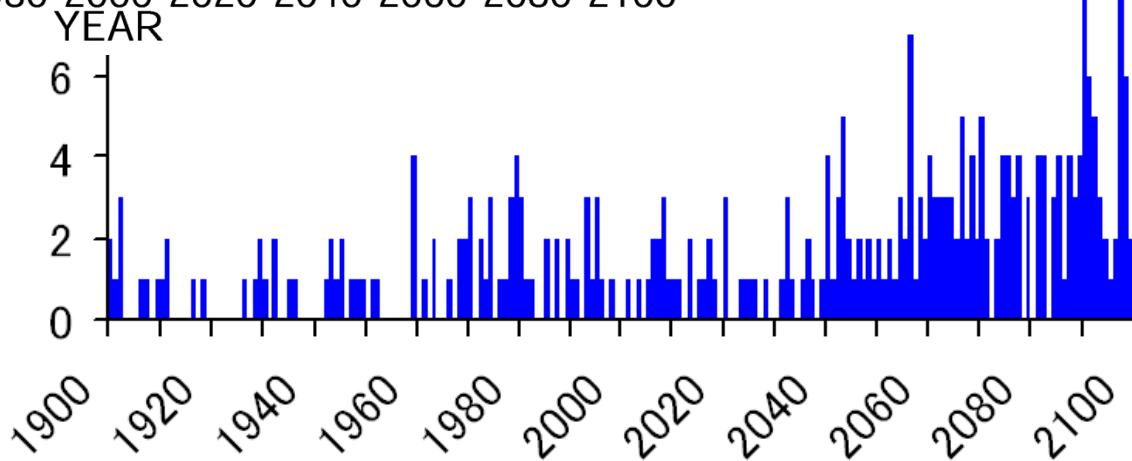


日本の夏季豪雨日数と夏季平均降水量の変化



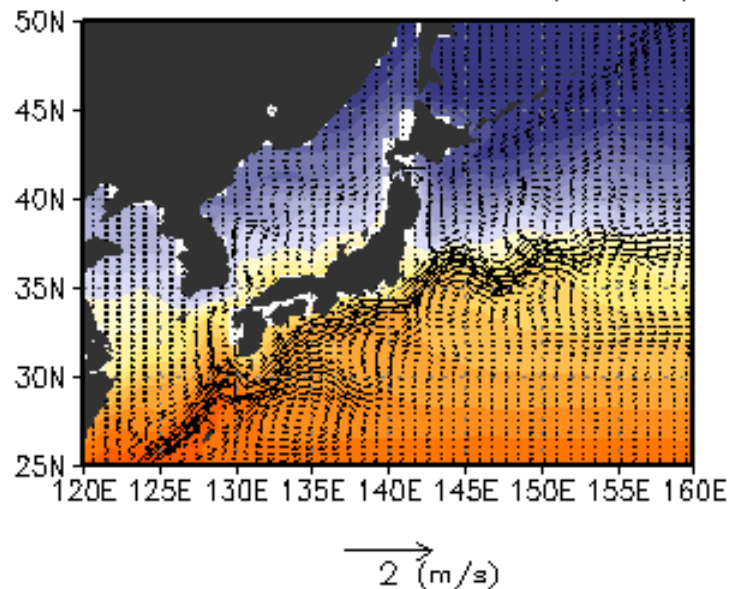
— 年々の変動幅
も大きくなる

シナリオA1B
全球平均降水量
は100年間で
6.4%増加

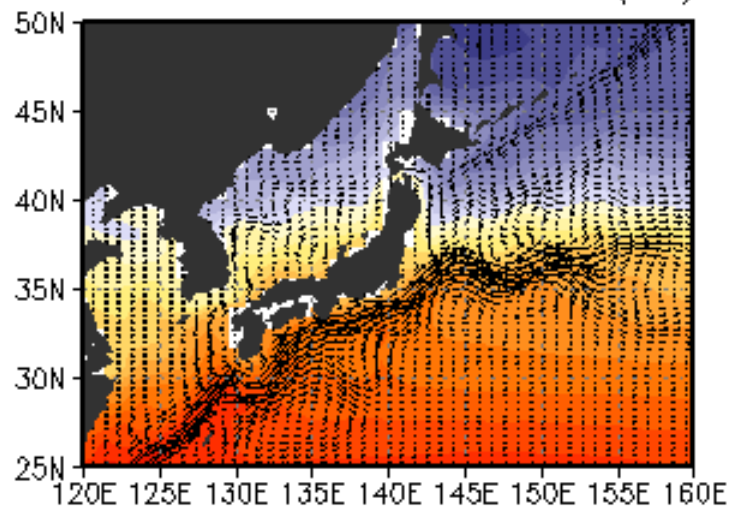


Change of Kuroshio due to Global Warming

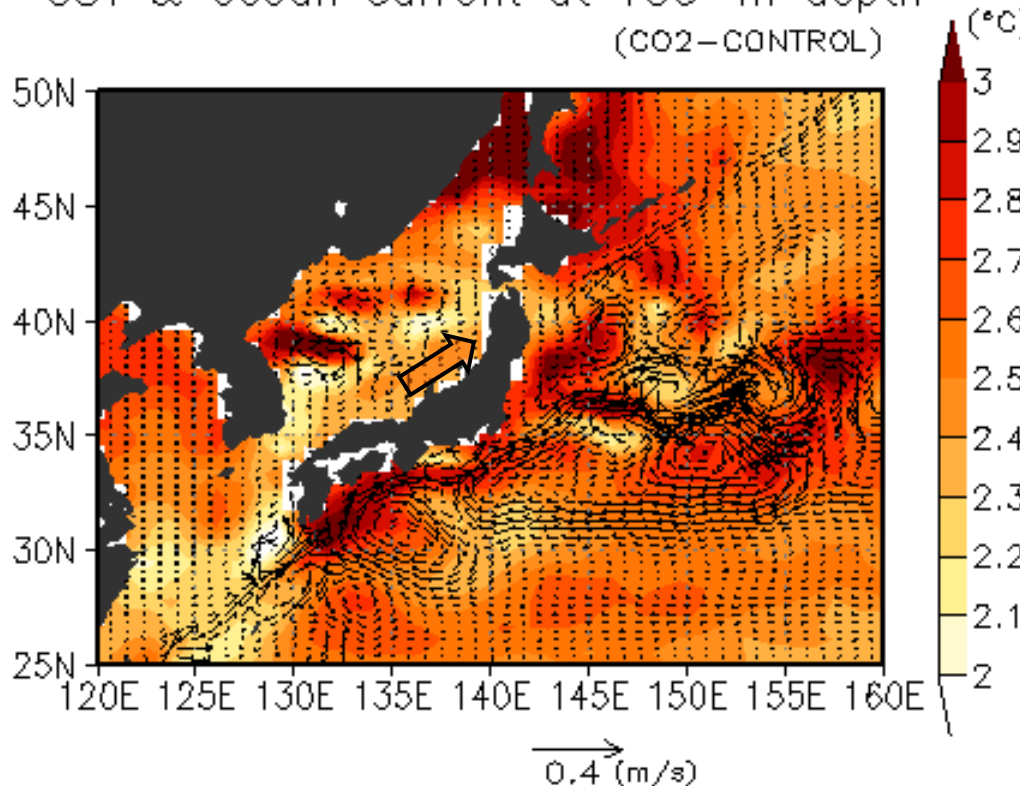
SST & ocean current at 100-m depth
(CONTROL)



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



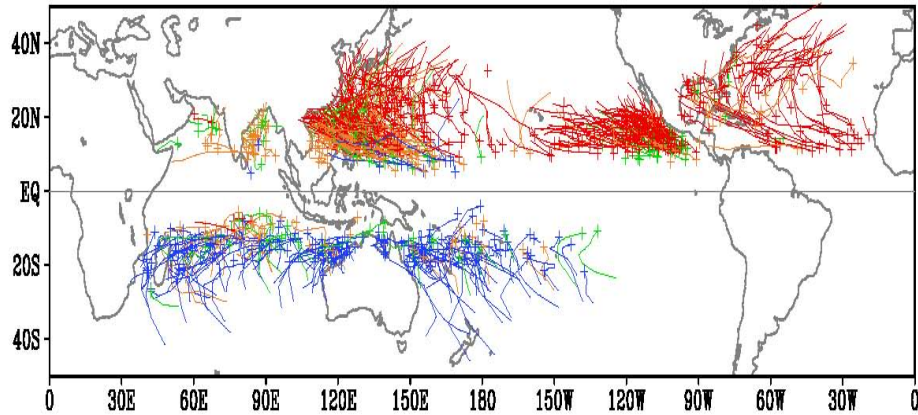
SST & ocean current at 100-m depth
(CO2-CONTROL)



Tropical cyclone tracks

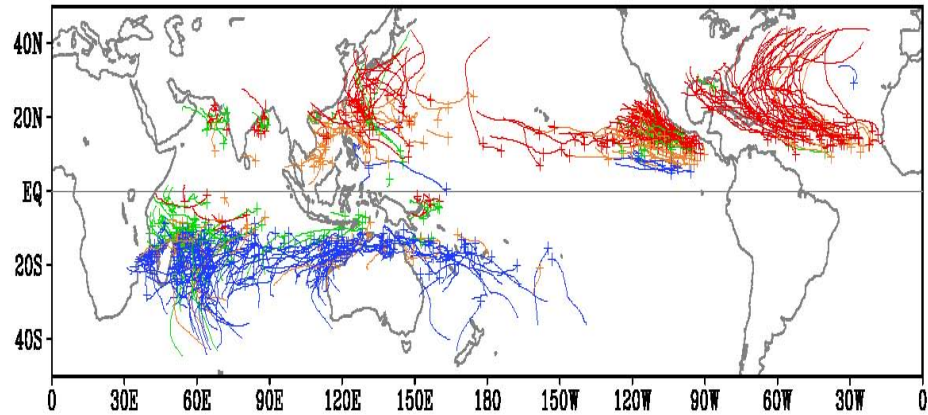
Observation 1979–1988

10 years



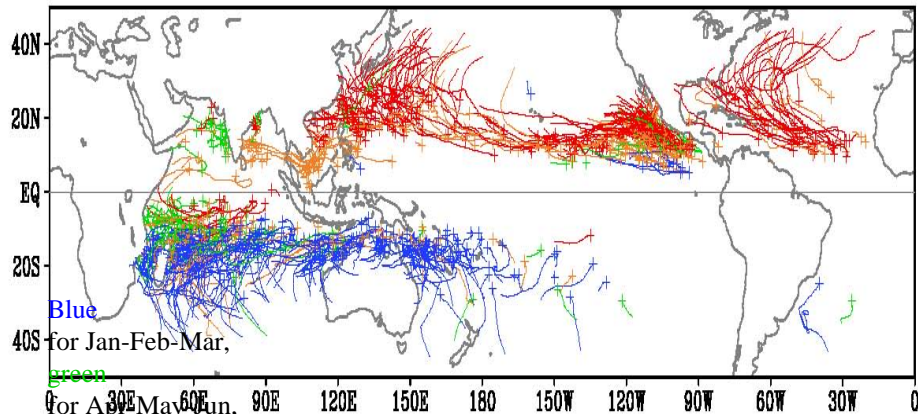
Future expt. (AK) with MRI ΔSST

10 years



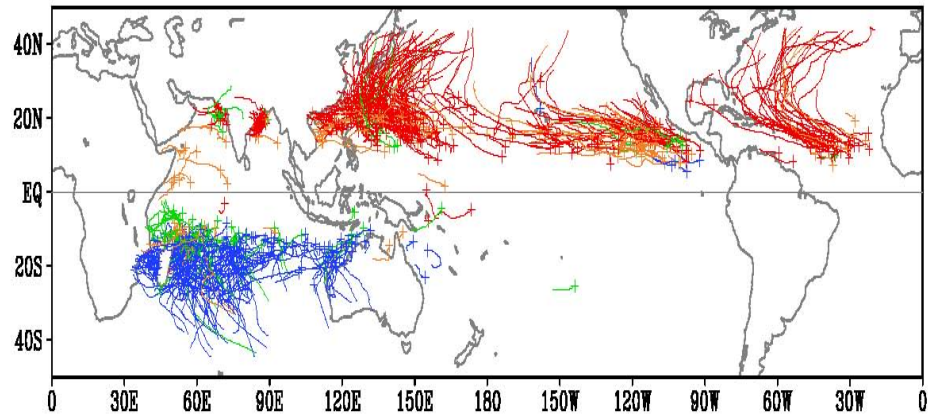
Present-day expt. (AJ)

10 years



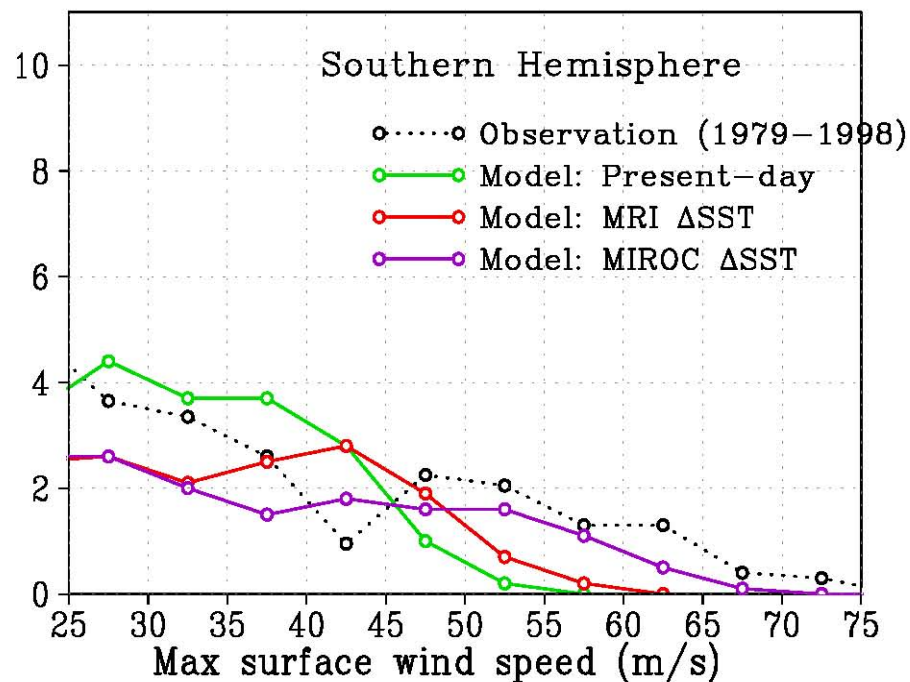
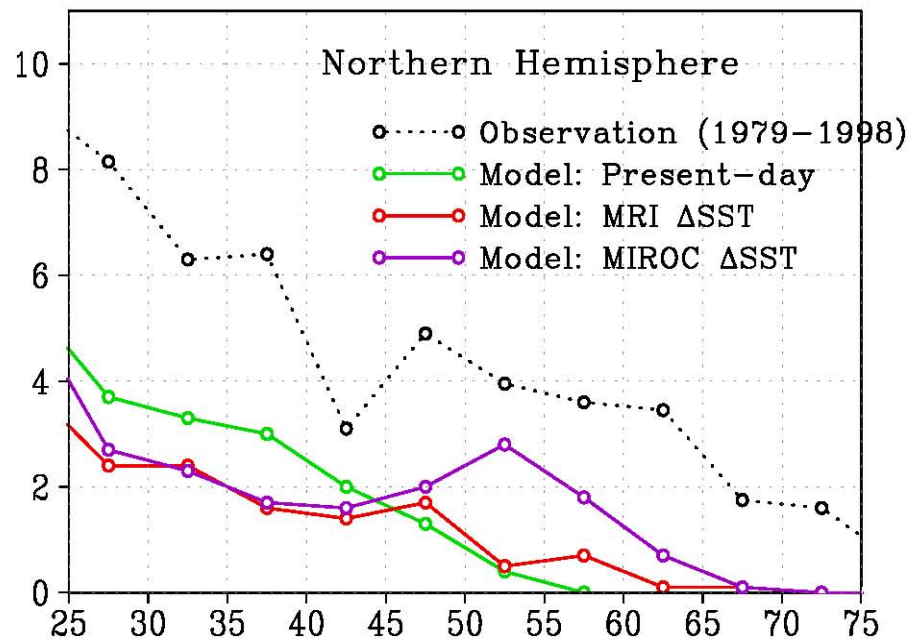
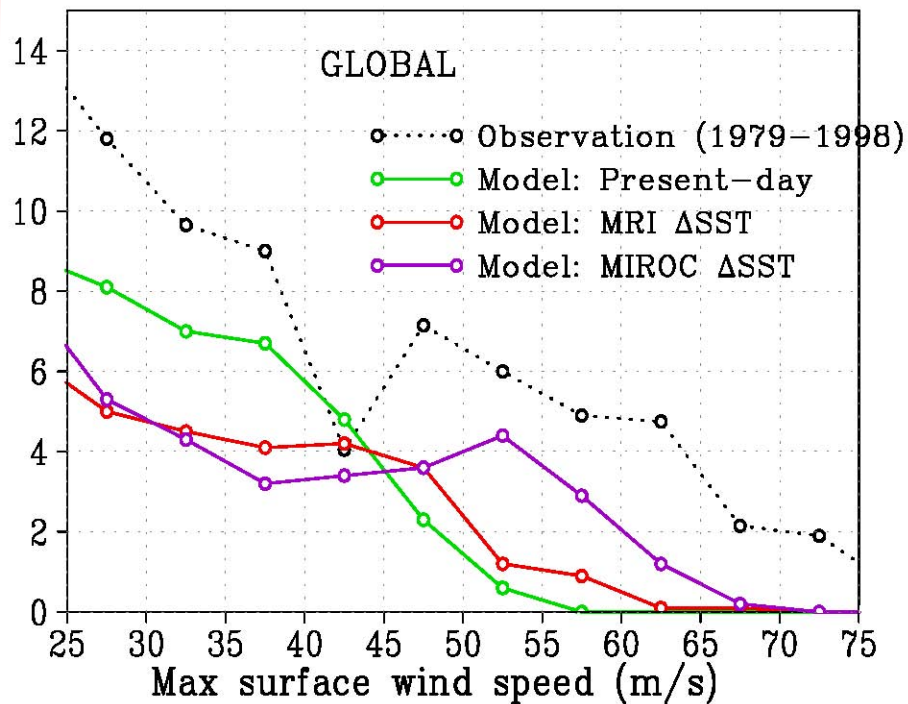
Future expt. (AS) with MIROC ΔSST

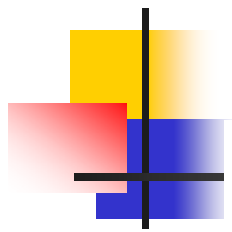
10 years



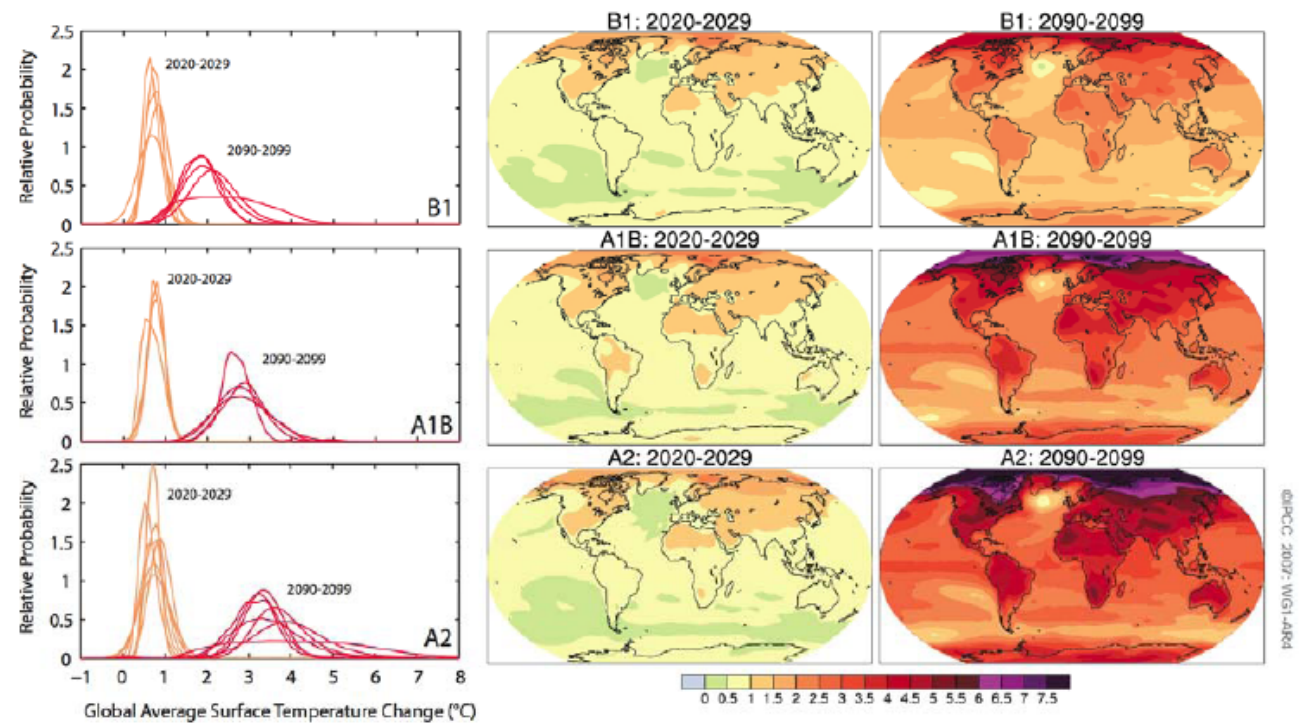
Blue
for Jan-Feb-Mar,
green
for Apr-May-Jun,
red
for Jul-Aug-Sep,
orange
for Oct-Nov-Dec.

TC frequency as a function of peak wind intensity





AOGCM Projections of Surface Temperatures



† 出典: IPCC WG1 AR4 Tech. Summary

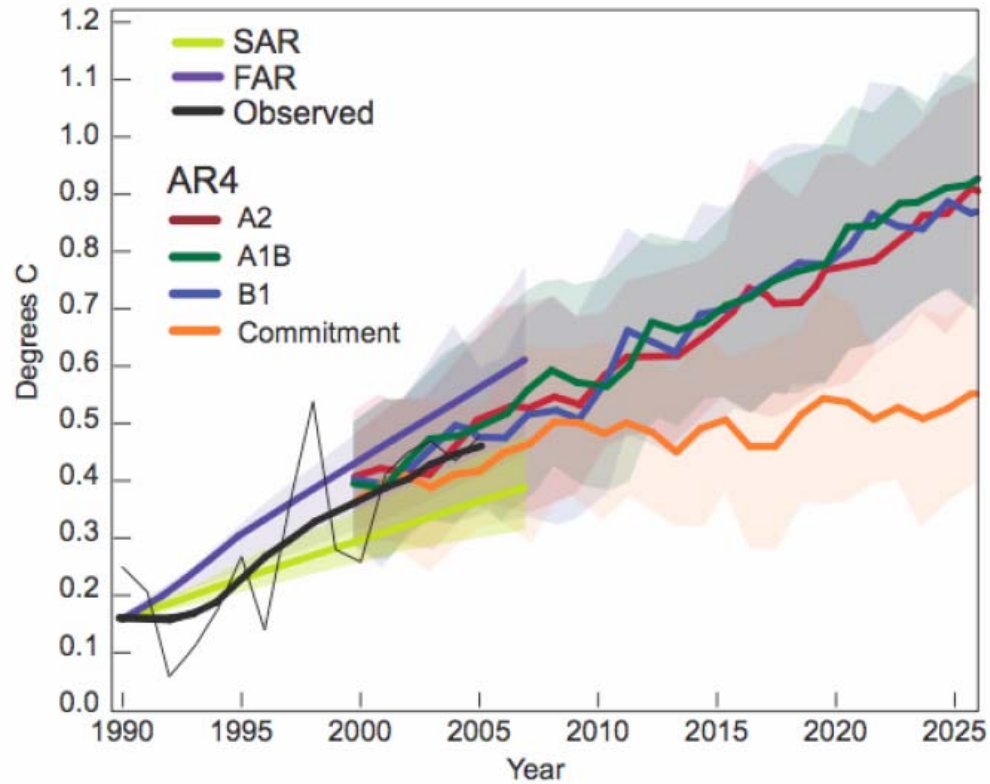


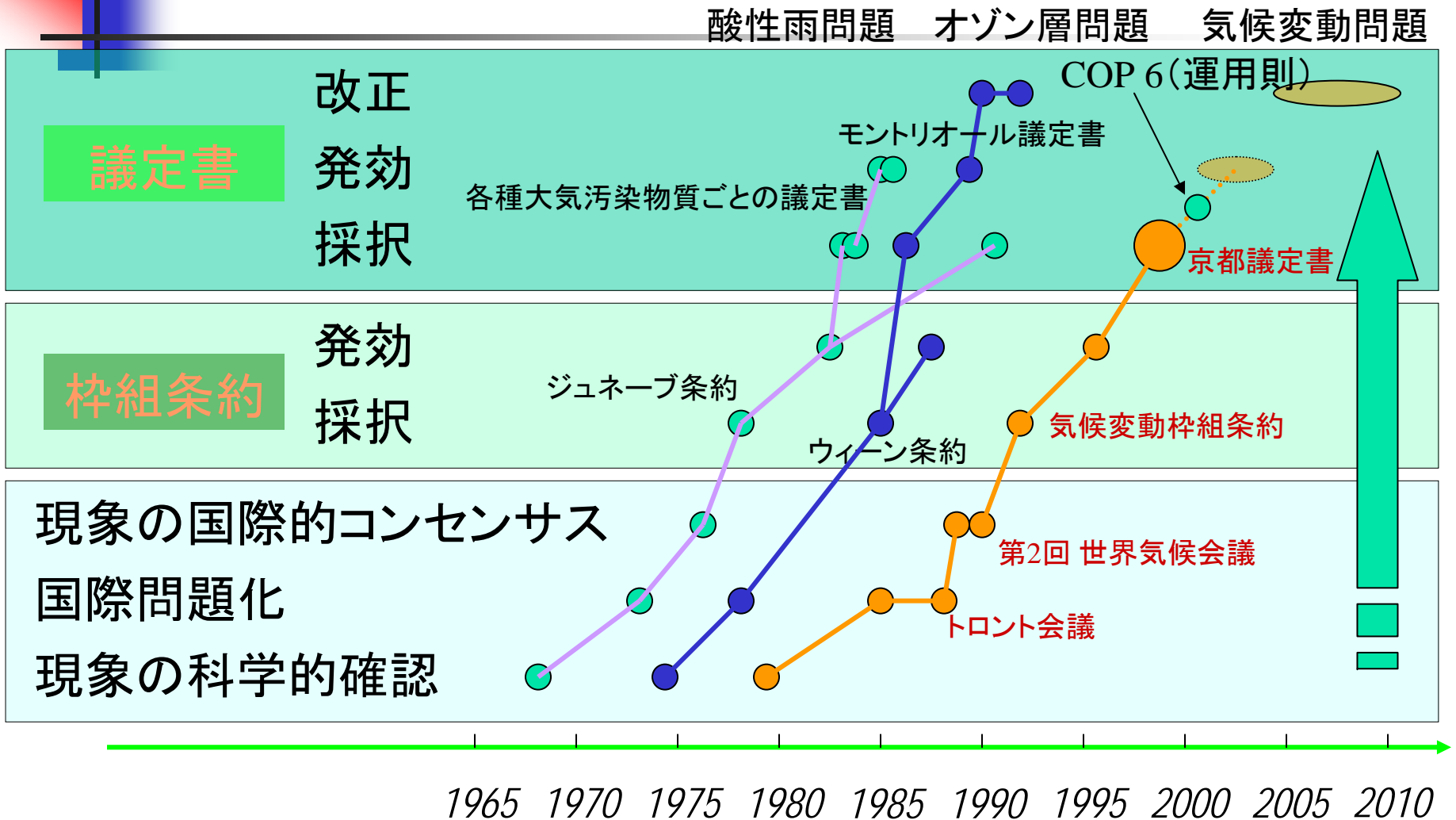
Figure TS-29. Model projections of global mean warming compared to observed warming. Projections given in the IPCC First and Second Assessment Reports (solid lines labelled FAR and SAR) and their corresponding uncertainty ranges (shaded areas) are compared with observed annual temperature anomalies (thin 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 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





温暖化問題が難しいのは？

- どうすればいいかがわかりにくい
- 道筋がはっきりしない
- 結局、明治維新や第2次大戦後と同じような、レジームの変化の時
- “勝ち組”と“負け組”のおそれ
- 誰も信用できない！

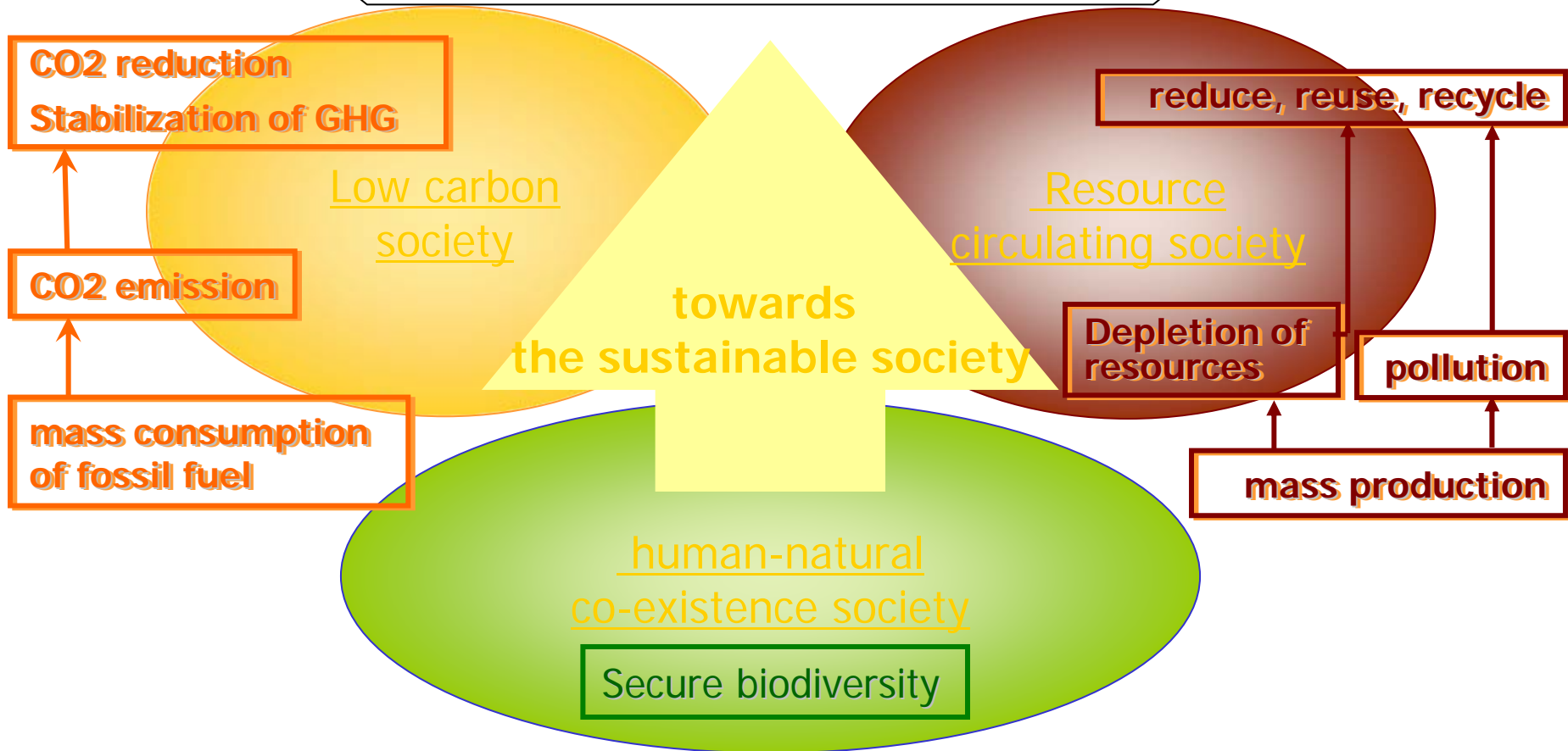


結局、21世紀の世界を設計する ビジョンが必要

- その際には、
- 脱温暖化
- 循環型
- 生物多様性
- という要素を総合的に配慮する必要がある

IR3S Focus Area

Research focus on the linkages between low carbon society and resource circulating society





その際に、

- 同じ考えになる必要はない
- 同床異夢
- しかし、整合性のある行動を！
- たとえば、赤十字社と赤月新社
- 勇気をもって、時代に立ち向かってください。
- 時代の器量、もし、21世紀初頭の日本に器量が備わっていれば、必ずや、スターが出てくると思います。それは、時代が選ぶのでしょ