

21世紀気候変動予測革新プログラムの発足

プログラム統括 松野太郎、西岡秀三

- 地球温暖化・気候変化研究の現状 -IPCC 第4次報告
- 人・自然・地球共生プロジェクト(2002-2006年度)の成果、AR4への貢献
(コメント)

- 21世紀気候変動予測革新プログラム(2007-2011年度)について
-目標と構成
- 影響評価研究との連携(革新プロ内外)
(コメント)



Intergovernmental Panel on Climate Change “気候変動に関する政府間パネル”

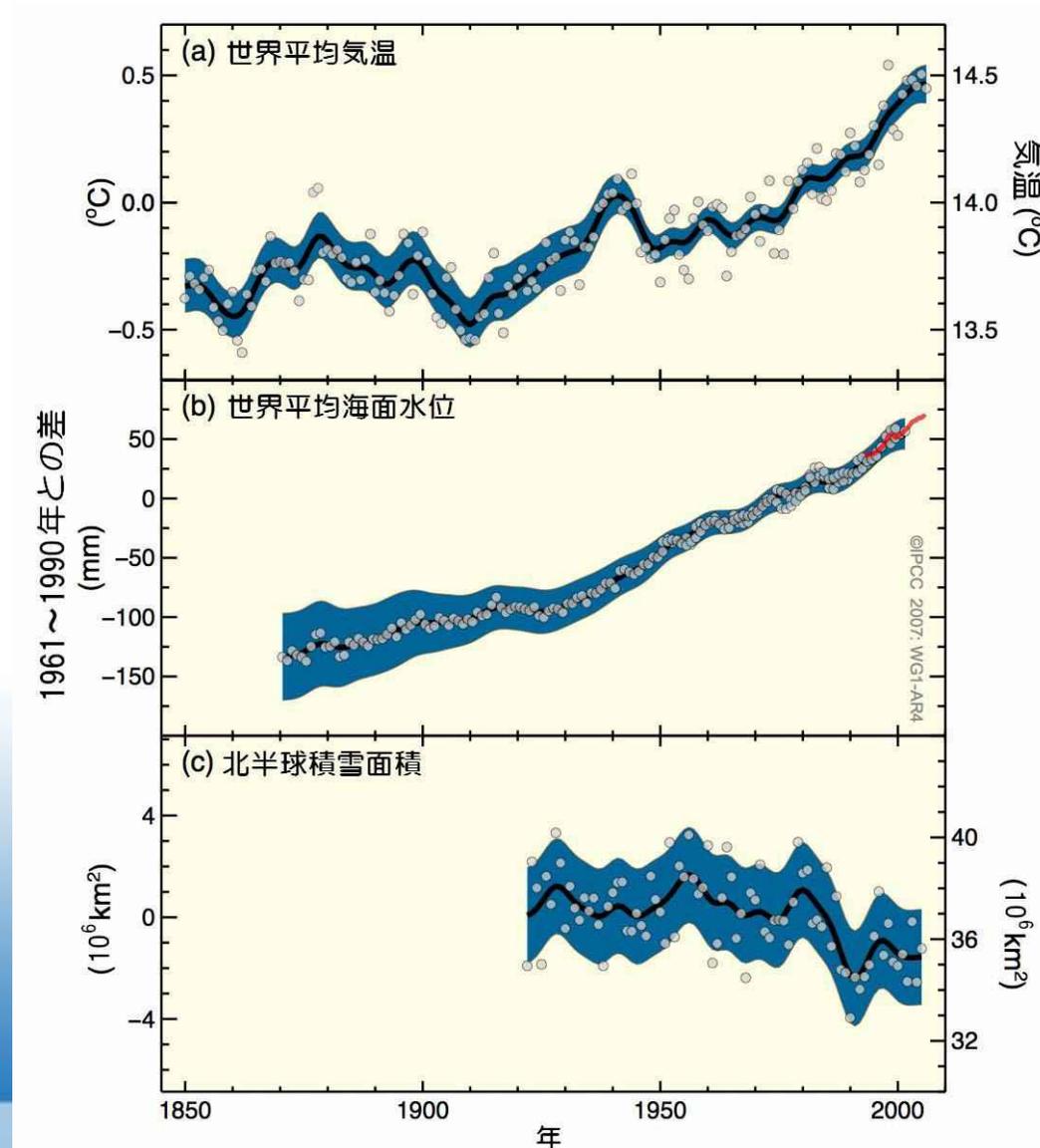
- 第1作業部会 (WGI) 地球科学的基礎
- 第2 // (WGII) 影響評価
- 第3 // (WGIII) 対策(技術・経済)

- 第1次評価報告書 1990
- 第2次 // 1995
- 第3次 // 2001
- 第4次 // 2007

第1作業部会報告書のポイント

- 観測事実を広く詳しく調べた
- 「温暖化」が人為起源であることを強く主張
- 地域的気候変化や極端現象（熱波・豪雨・台風）の変化を予測

気温、海面水位及び北半球積雪面積の変化



AR4 SPM-3
気象庁記 p.6

地域的变化・極端現象の変化

- Mid-latitude westerly winds have strengthened in both hemispheres since the 1960s. {3.5}
- Widespread changes in extreme temperatures have been observed over the last 50 years. Cold days, cold nights and frost have become less frequent, while hot days, hot nights and heat waves have become more frequent (see Table SPM.2). {3.8}

中緯度の偏西風強まる

- More intense and longer droughts have been observed over wider areas since the 1970s, particularly in the tropics and subtropics. Increased drying linked with higher temperatures and decreased precipitation has contributed to changes in drought. Changes in sea surface temperatures, wind patterns and decreased snowpack and snow cover have also been linked to droughts. {3.3}

70年代以降、熱帯・亜熱帯で干魃強まる

- The frequency of heavy precipitation events has increased over most land areas, consistent with warming and observed increases of atmospheric water vapour. {3.8, 3.9}

強い雨の頻度増加

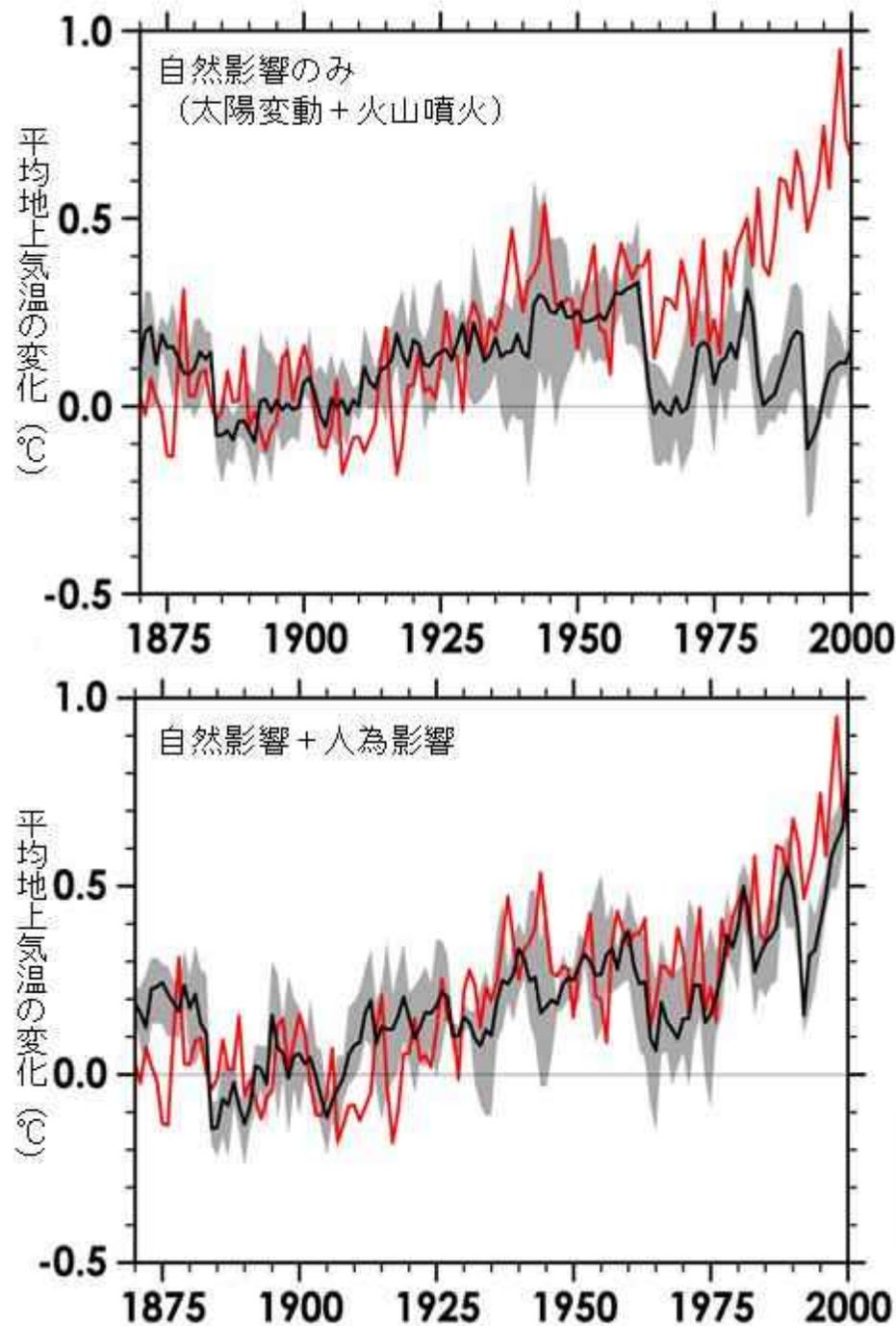
- There is observational evidence for an increase in intense tropical cyclone activity in the North Atlantic since about 1970, correlated with increases of tropical sea surface temperatures. There are also suggestions of increased intense tropical cyclone activity in some other regions where concerns over data quality are greater. Multi-decadal variability and the quality of the tropical cyclone records prior to routine satellite observations in about 1970 complicate the detection of long-term trends in tropical cyclone activity. There is no clear trend in the annual numbers of tropical cyclones. {3.8}

70年代以降、北大西洋で強い熱帯低気圧の活動増加。他地域は可能性あるもデータ不十分。

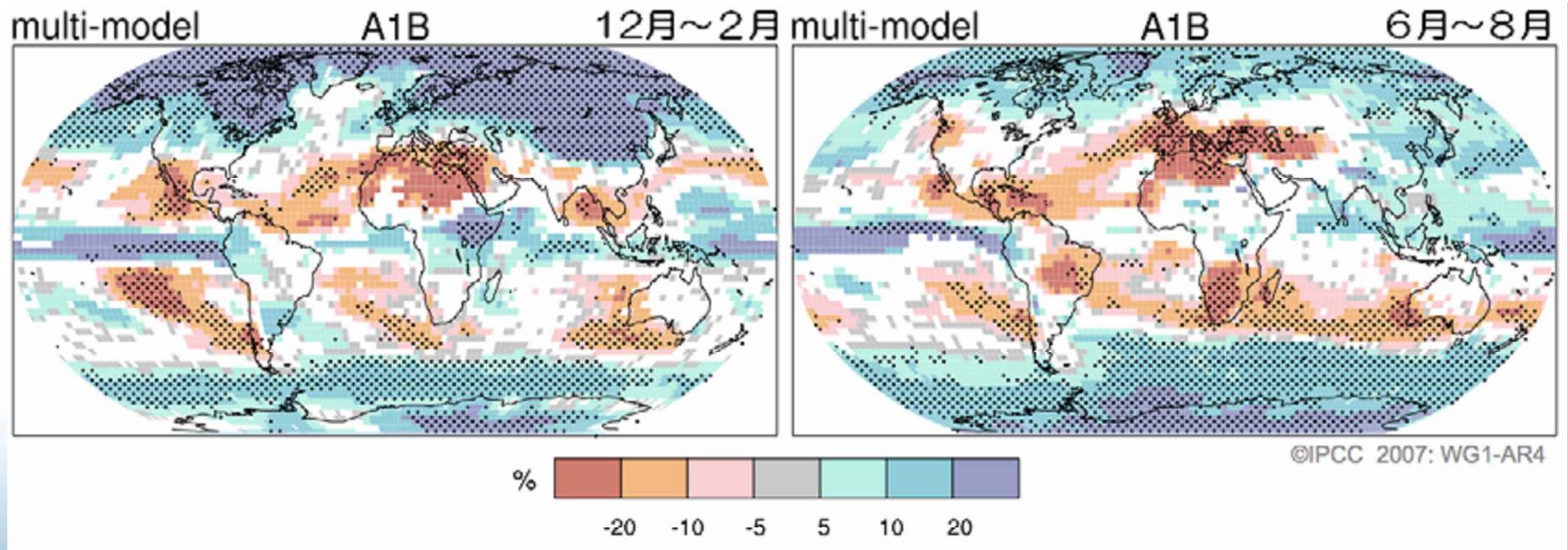
温暖化の原因

「20世紀半ば以降の全地球平均気温の上昇のほとんどの部分が人為起源温室効果ガスの増加によるものである可能性が非常に高い(very likely)。---

人間活動の影響が気候のほかの側面(海洋の温暖化、大陸スケールでの昇温、極端な高温や低温の現われ方、風の分布)にも認められる。」



降水分布の変化予測



地球シミュレータを用いた
地球温暖化実験
人・自然・地球共生プロジェクト
「日本モデル」ミッション



Earth Simulator

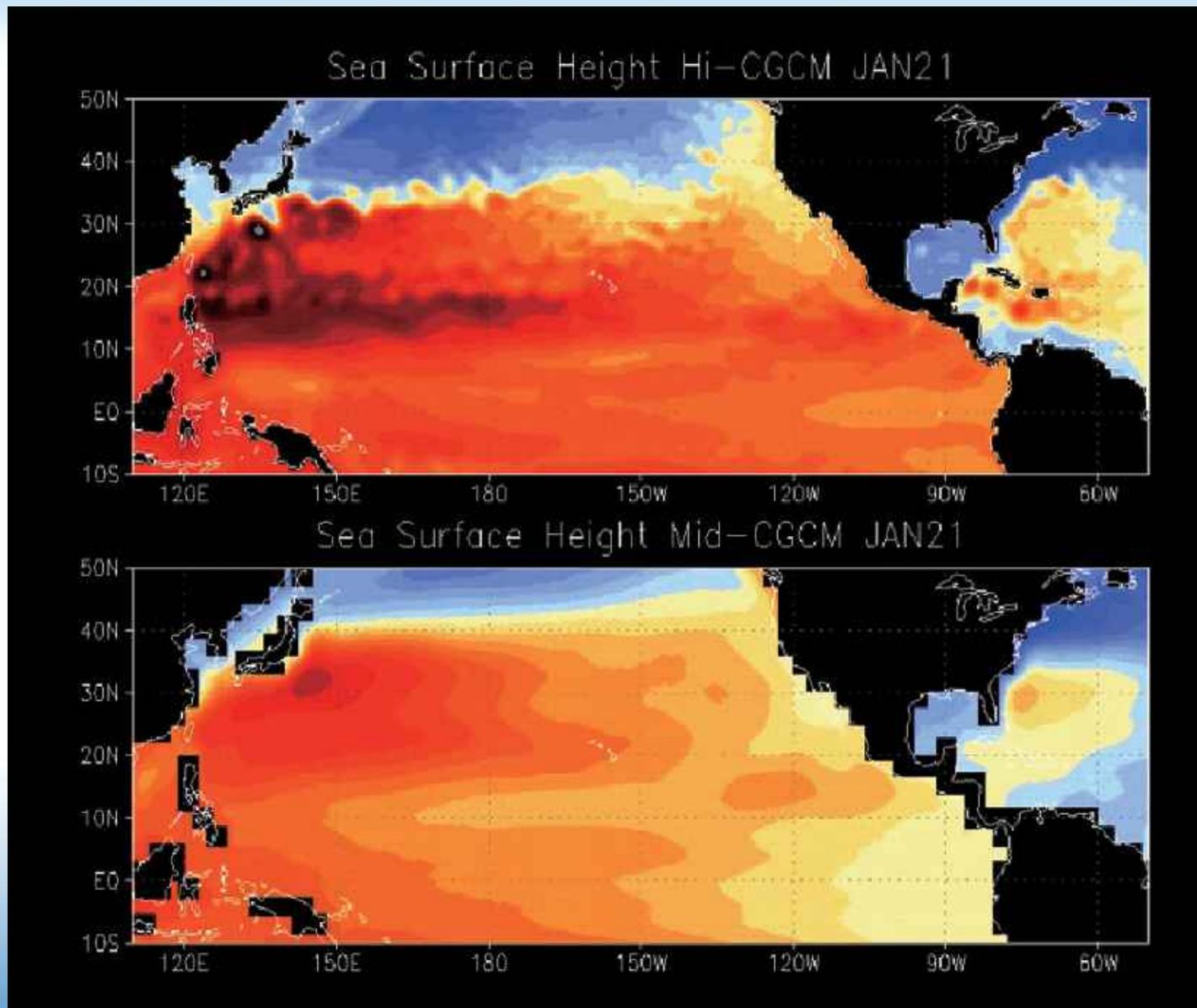
- Parallel vector processors consisting from 640 nodes
- Each node has 8 8GFLOPS PEs (64 GFLOPS) and 16GB memory
- Total 5120 PEs – 40 TFLOPS 10 TB
- Declared target of the max effective performance
 - 5 TFLOPS – 12% of the peak
 - Actually 36 TFLOPS – 90% Recorded
 - For most users – 30% (40% for dry NICAM)

Thus about 3 times faster than expected!



人・自然・地球共生プロジェクト(2002-2006年度)

課題 番号	主目的	モデル種別	解像度		担当機関
			大気	海洋	
1-1	世界最高解像度モデルによる21世紀気候変化予測	大気・海洋・陸面結合気候モデル	110km	20km	東大気候センター、国立環境研、海洋機構・地球環境フロンティア
1-2	京都議定書後の安定化シナリオ選定のための450年予測	同上 NCAR開発モデル	160km	110km	電力中央研、米国大気研究センタ(NCAR)、九大応力研
2	炭素循環・大気組成変化へのフィードバックを含む気候変化予測	炭素循環・大気組成・気候結合モデル	280km	140km	海洋機構・地球フロンティア、国立環境研、東大気候センター
4	21世紀末における地域気候変化、日々の気象の変化の予測	海面温度指定大気・陸面モデル	20km	—	気象庁・気象研、地球科学技術推進機構、宇宙航空研究開発機構
		同上 日本周辺	5km		
IPCC第三次評価報告書			560～ 280km	440～ 140km	

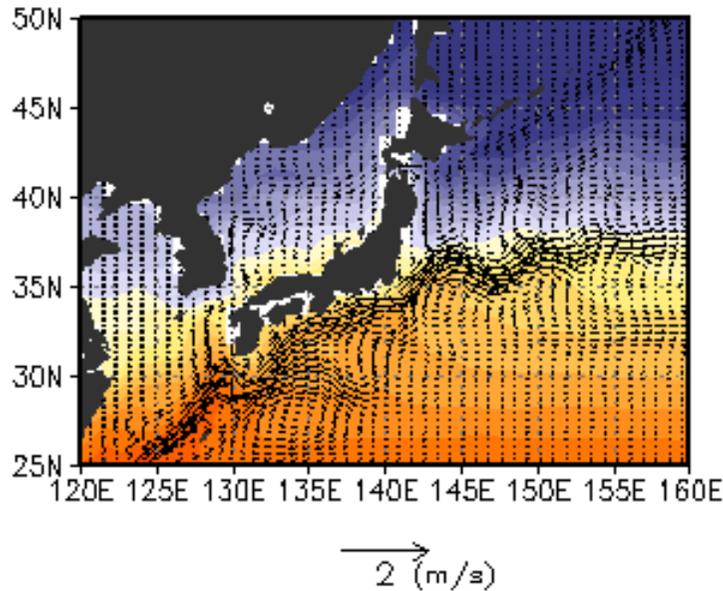


20km格子(上)と250km格子(下)による海洋循環モデルの比較

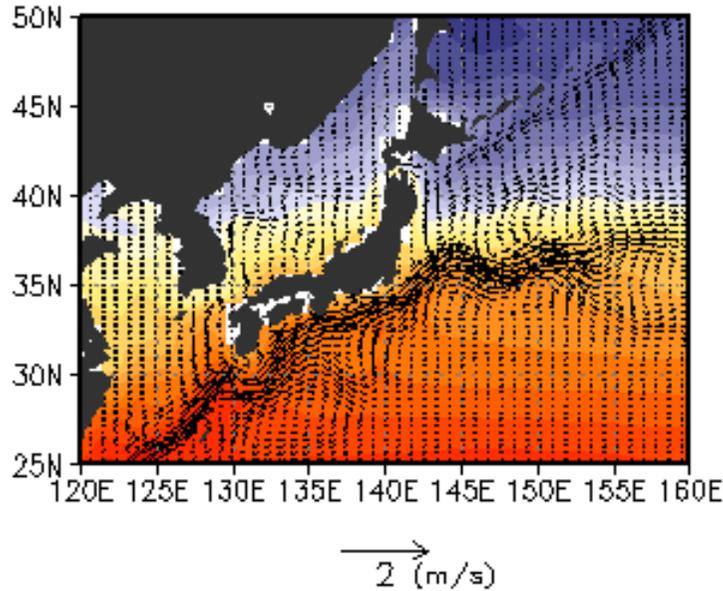
Kuroshio

strengthened under the global warming

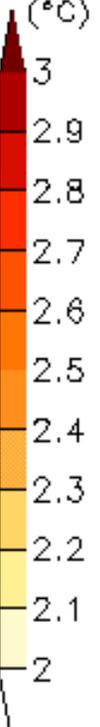
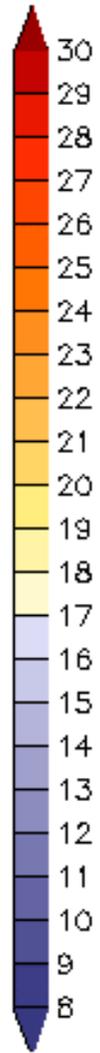
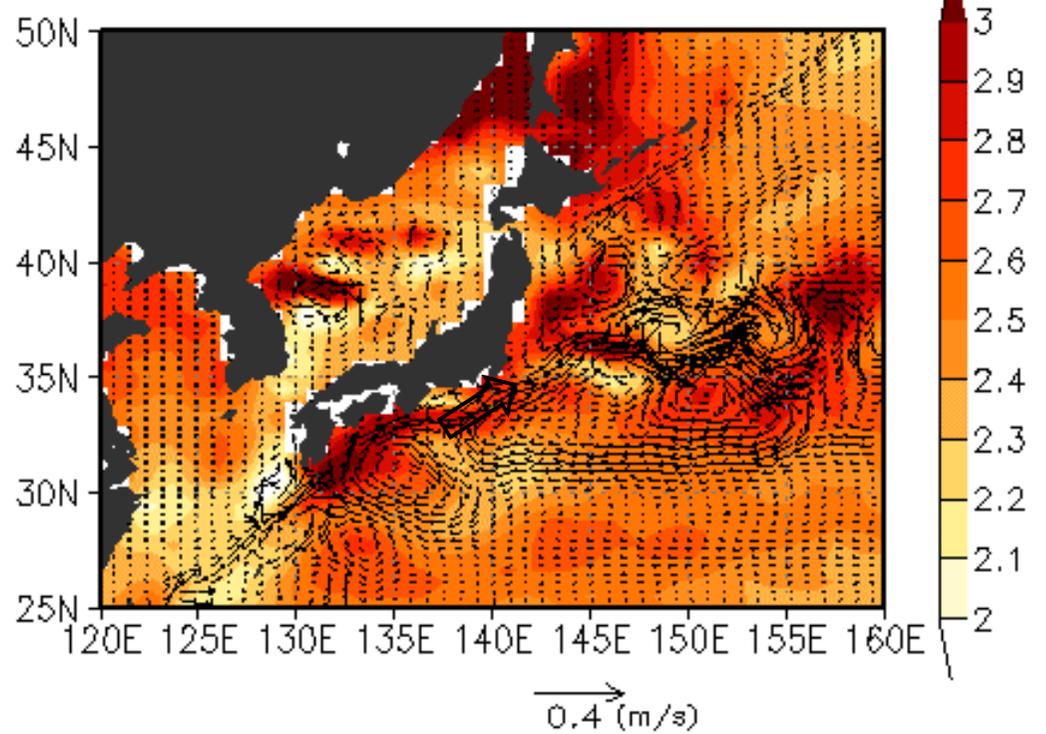
SST & ocean current at 100-m depth
(CONTROL)



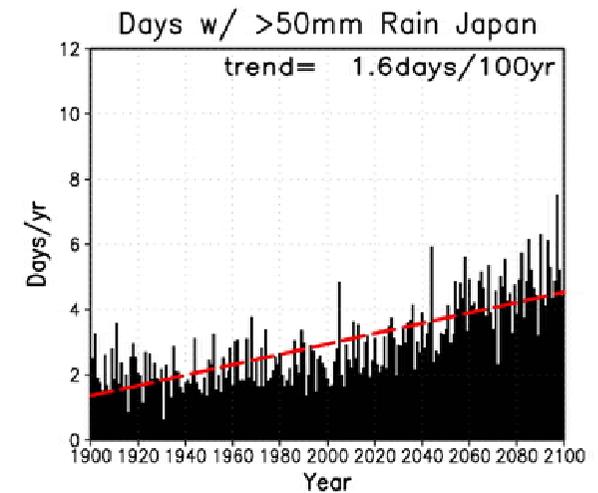
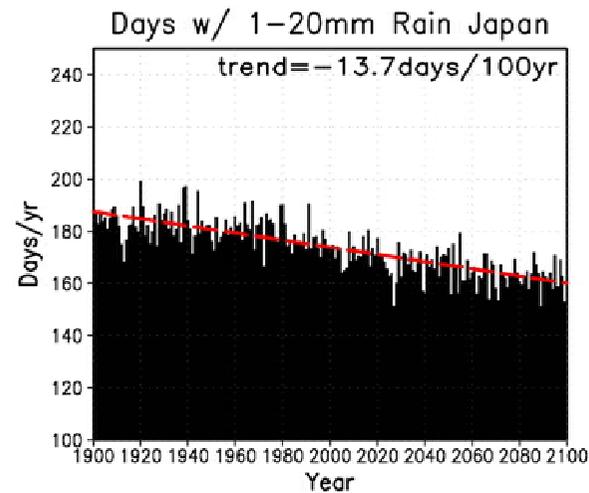
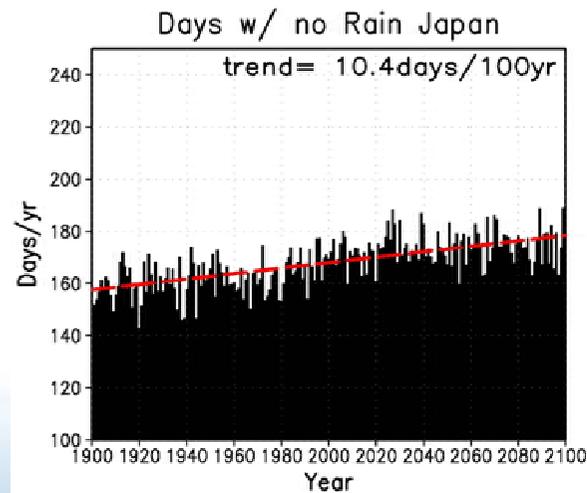
SST & ocean current at 100-m depth
(CO2)



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



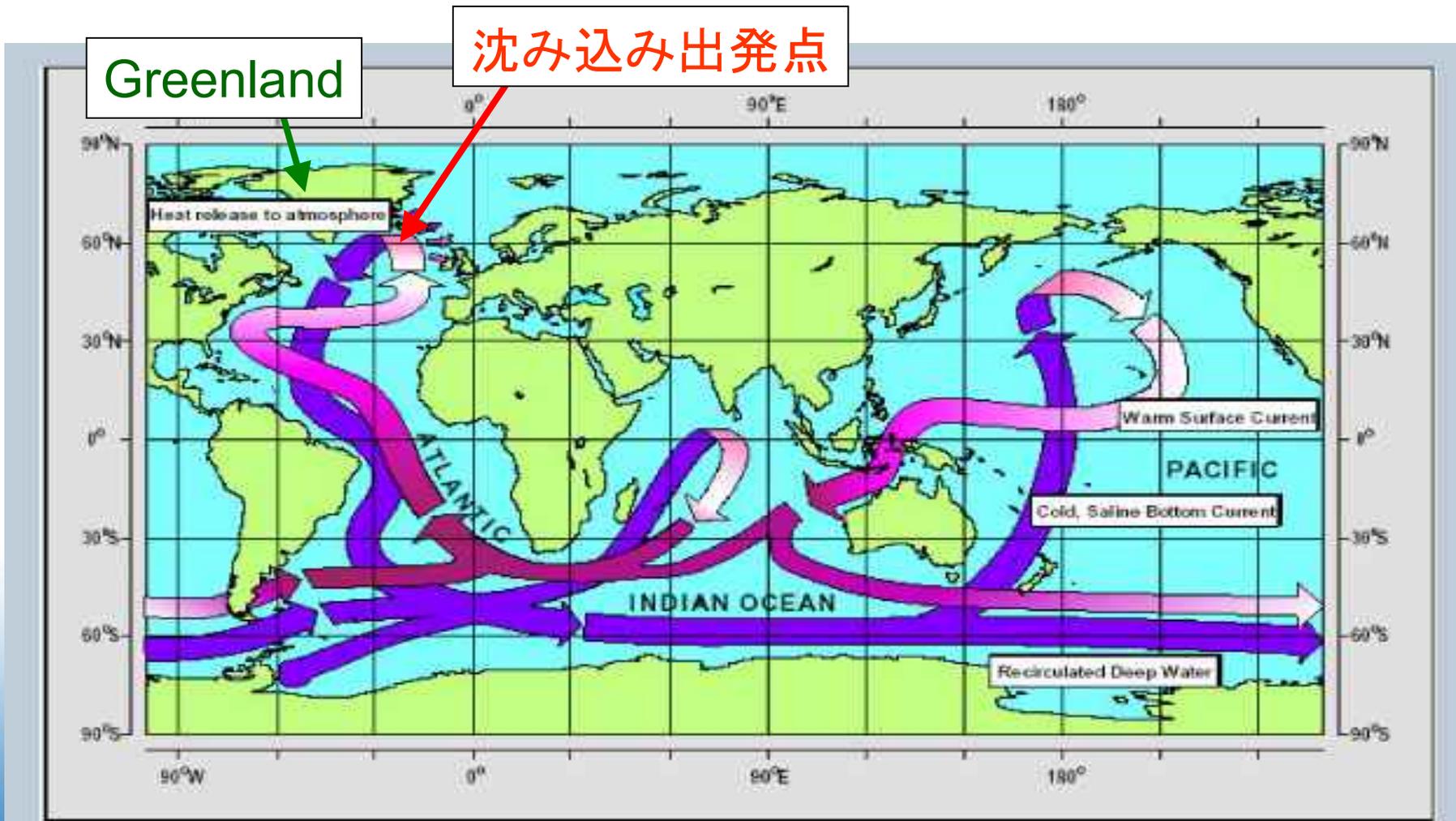
気候モデルで計算された無降水日、弱雨日、強雨日の日数の変化(1900-2100年)



電力中央研・米国NCARの研究



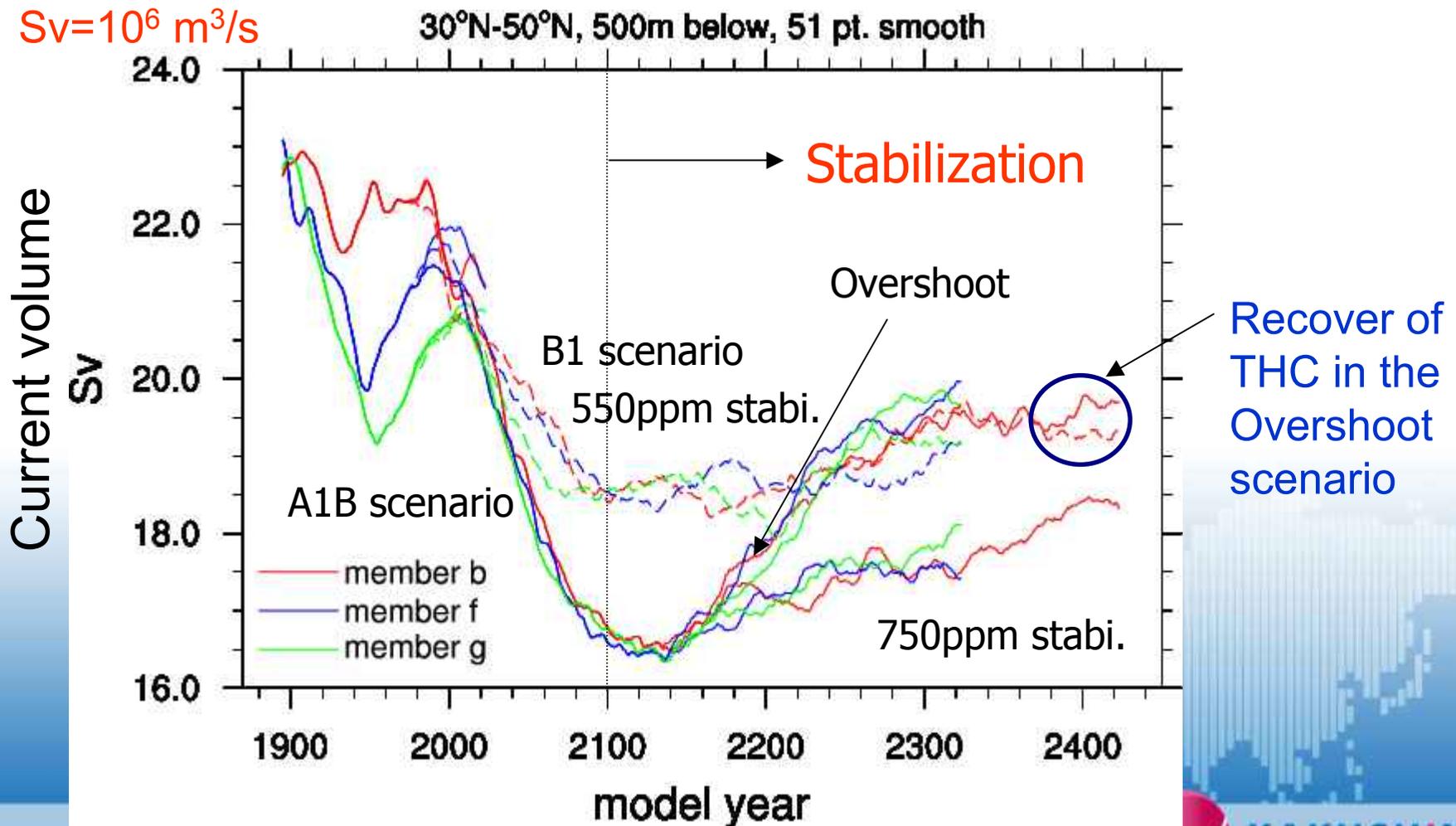
世界の海洋を結ぶコンベアベルト(深層循環)

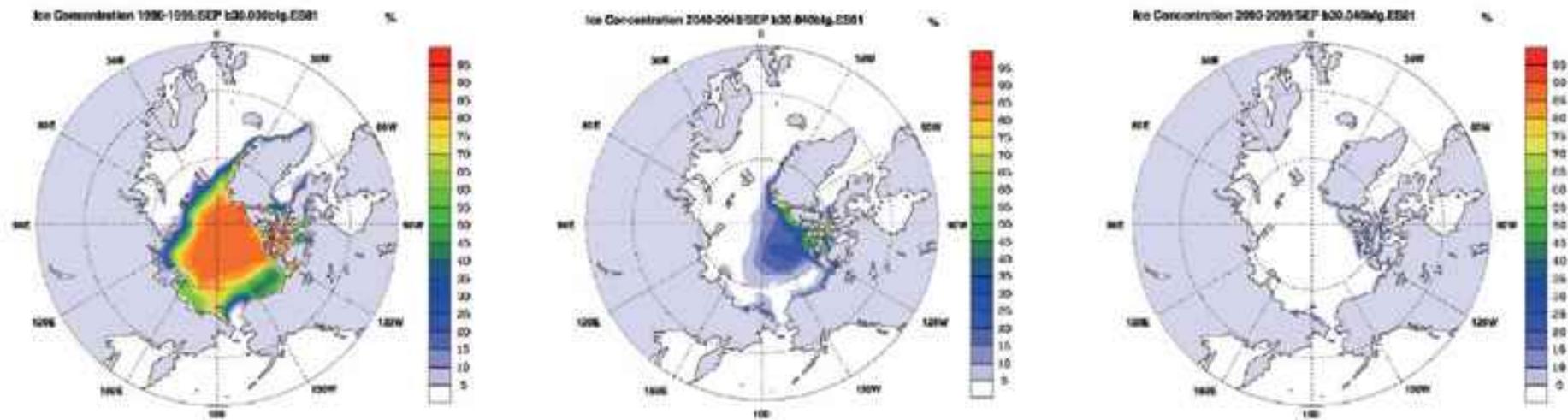


Schematic diagram of the global ocean circulation pathways, the 'conveyor' belt (after W. Broecker, modified by E. Maier-Reimer).

Source: Univ. of Delaware  KUSHIN

北大西洋北部での沈み込み量の変化 —— 弱まりと回復





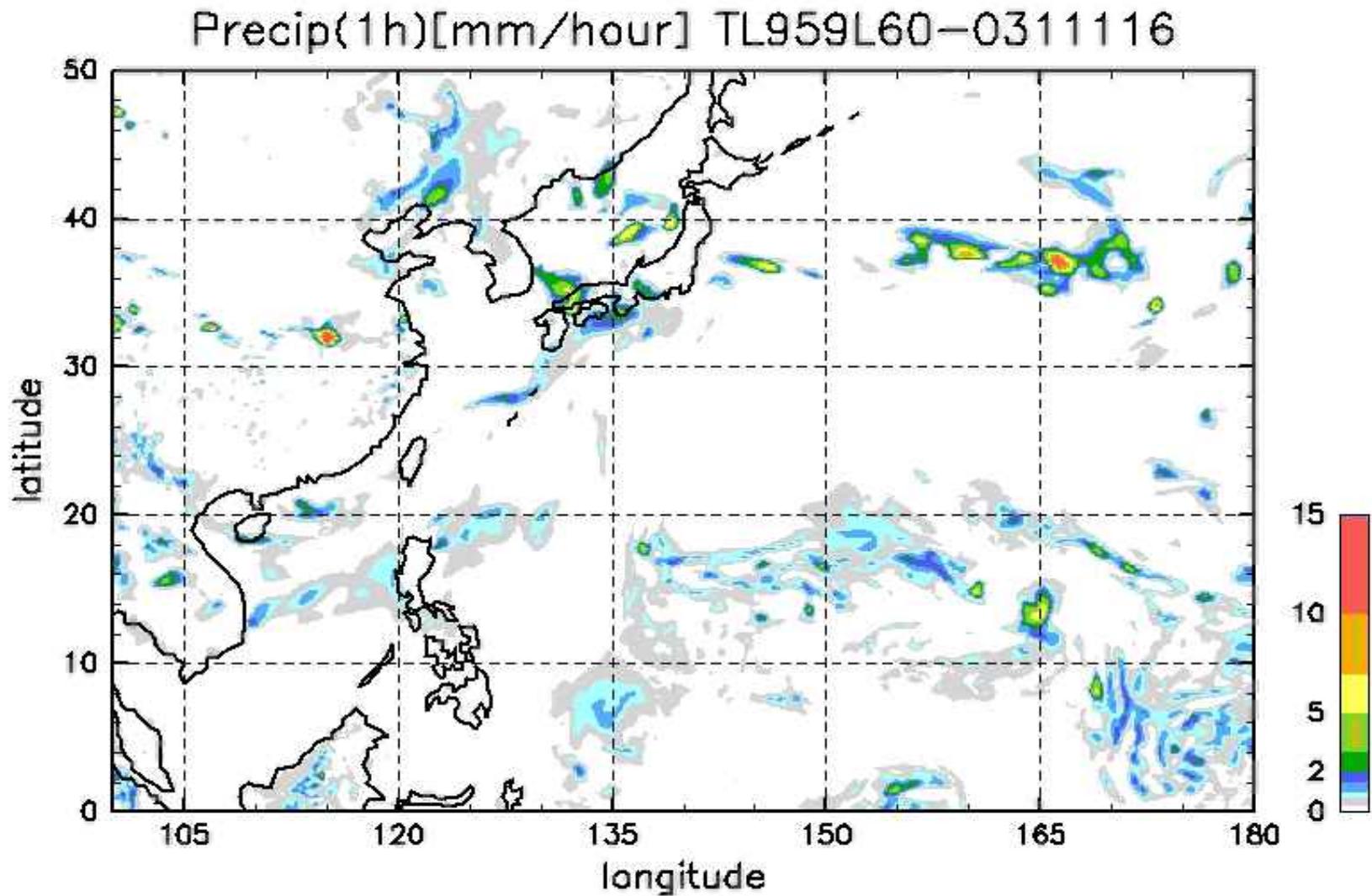
A1Bシナリオで計算した現在(左)、2050年(中)、2100年(右)における9月の北極海海氷分布。海氷による海面被覆度(%)の分布を示す。

20kmメッシュ全球大気モデルによる 21世紀末気象シミュレーション

気象庁・気象研究所



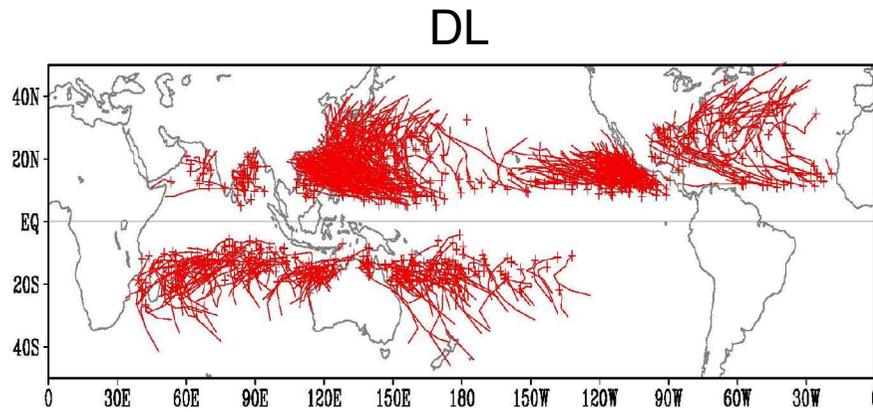
台風が発生・移動シミュレーション



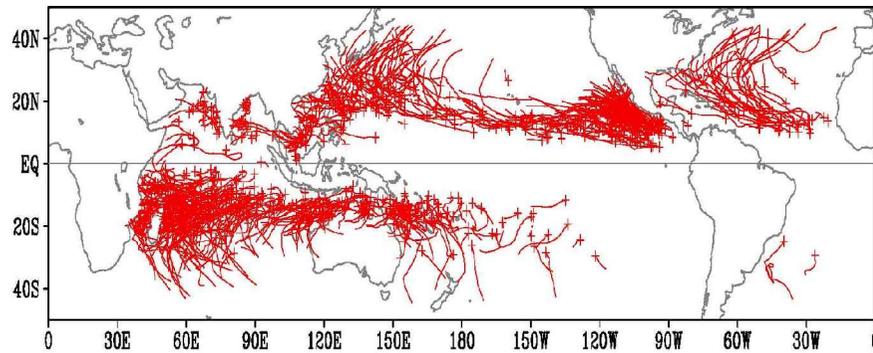
2002-07-15 12Z

IN

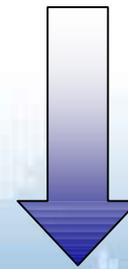
熱帯低気圧の経路



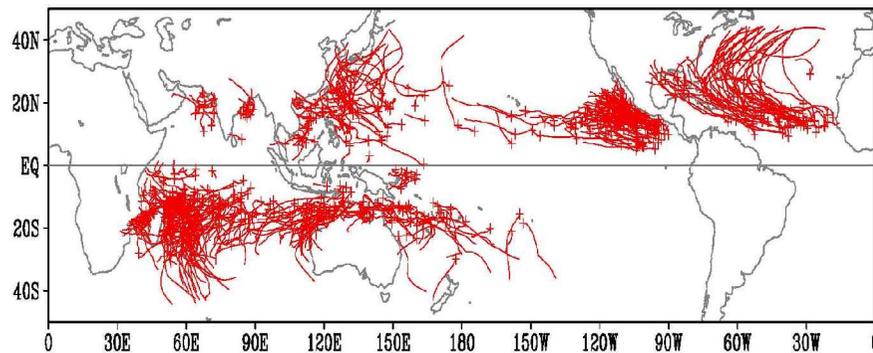
EQ 観測
83.7



現在気候
78.3

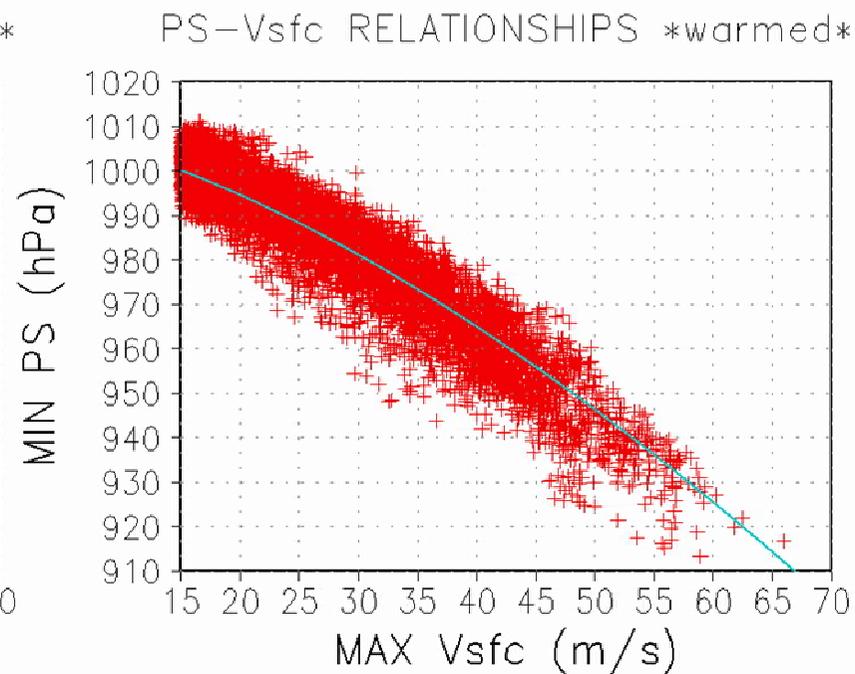
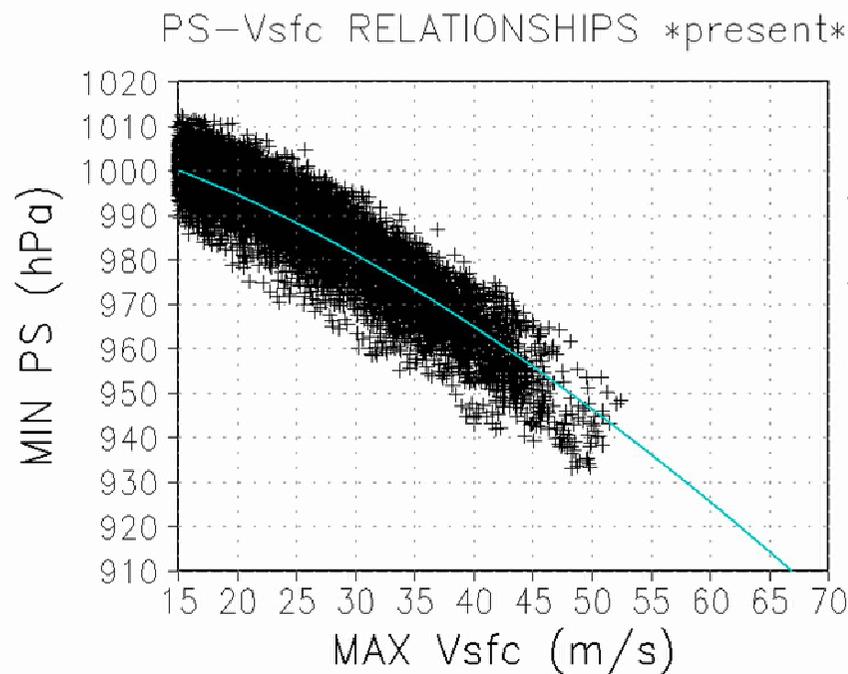


28% 減少



温暖化気候
54.8

シミュレーションによる現在気候(左)と温暖化気候(右)のもとで発生した全熱帯低気圧の中心気圧—最大風速関係



$$Vsfc = 6.7(1010 - PS)^{0.644}$$

気候変化が炭素循環に及ぼす影響

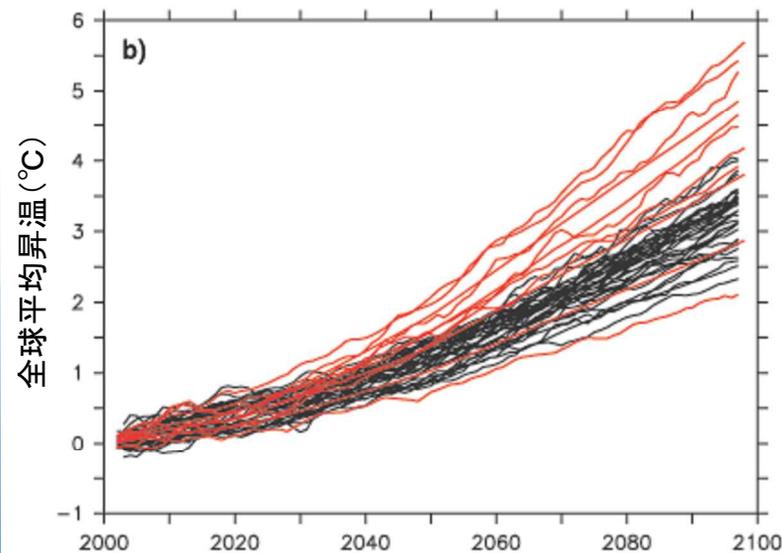
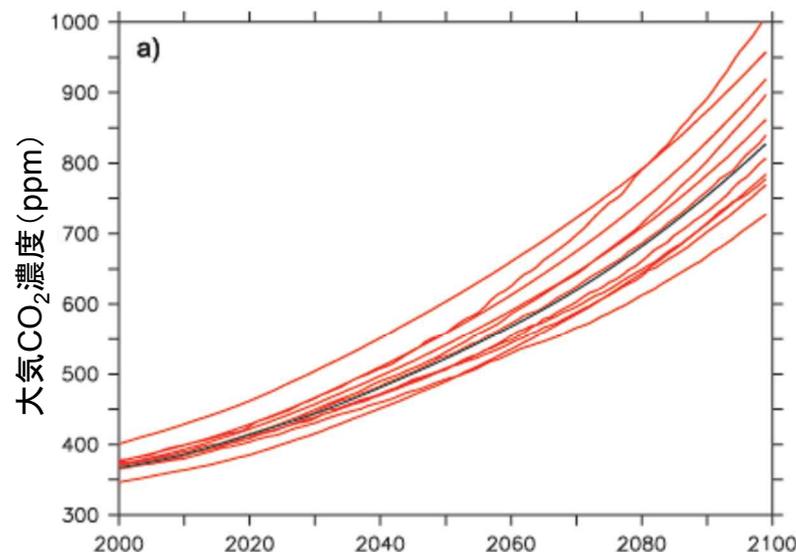
— 正のフィードバック

陸域では 温度上昇→
成長促進<土壤呼吸増加
(有機物分解)
→CO₂吸収減少~放出

海洋では 温度上昇→溶解度減少
→ CO₂吸収減少

気候変化は陸域生態系・海洋によるCO₂吸収を減少させ、その結果大気CO₂濃度はより大きくなり、温暖化を強める。(正のフィードバック)

炭素循環と気候変化を結合したモデルの結果(赤線)では、一定の気候で計算したCO₂濃度(a.黒線)を与えた気温上昇(b.黒線)よりも昇温が拡大する。



a) A2排出シナリオのもとでのCO₂濃度
b) その時の地表気温

共生プロジェクトで形成された「資産」

モデル(Soft ware)

研究者(Brain ware)

組織

K-1 CCSR/ NIES/ FRCGC

- MIROC 大気海洋結合モデル
(世界最高解像度)

K-2 FRCGC/ NIES/ CCSR

- KISSME 地球システム統合モデル
- SEIB DGVM 動的植生モデル

K-4 MRI/ JMA

- 大気・陸面モデル
(超高解像度)

40人+
Post-doc含む
若手研究者

関連機関の協力関係

以上 発表会でプレゼンテーションした資料

以下 添付資料はコメント用で実際には発表せず

コメント 安定化・CO₂排出削減目標の問題点

- 「2050年に50%削減」はどこから来たか？
- EU案の根拠は妥当か（昇温2°C以下）
- 「IPCC報告」は何も示していない。
IPCC WGIIIの安定化シナリオは既存研究のレビュー
→すべてを盡くしていない、限られたシナリオ

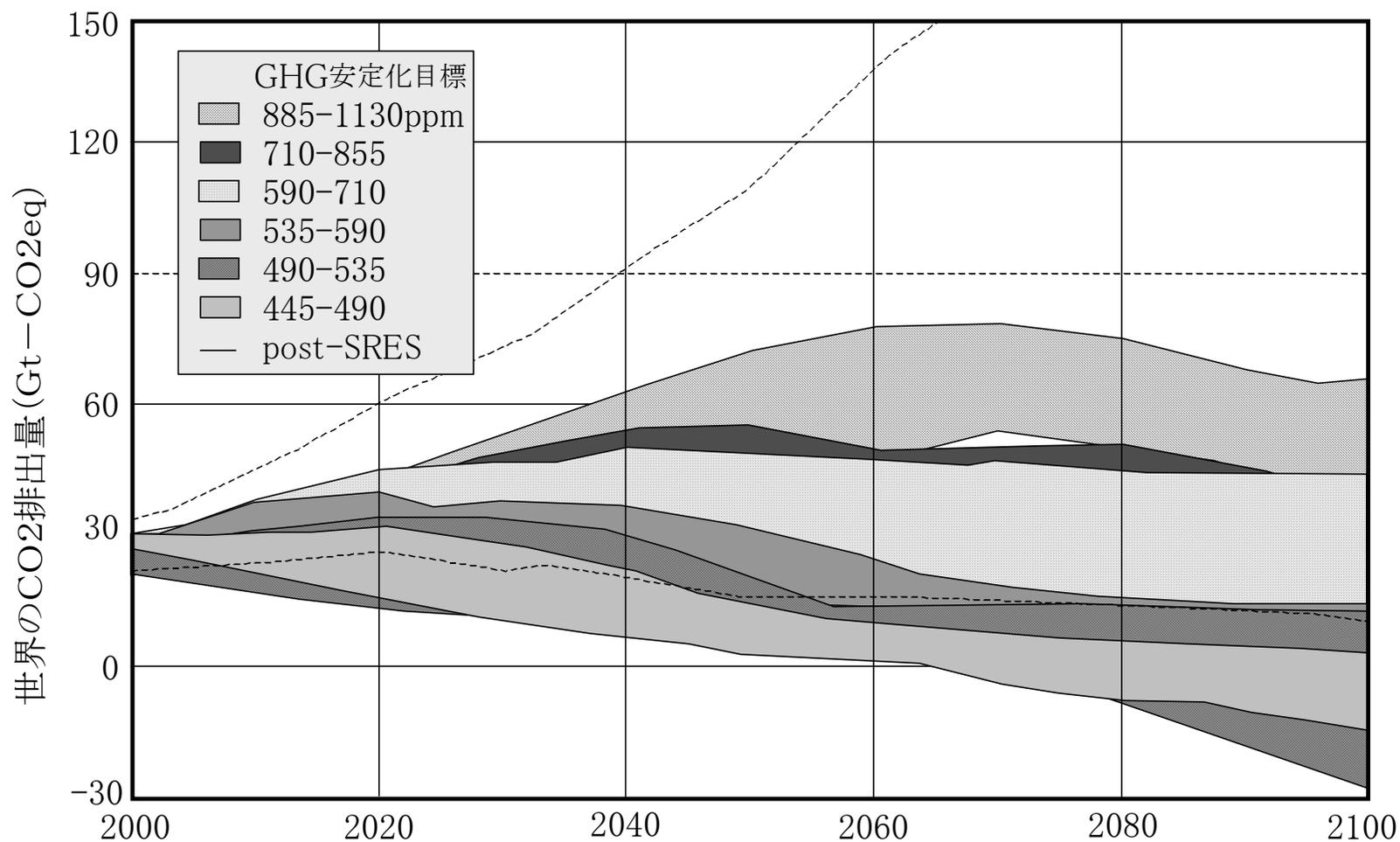
→将来の予測に立った排出経路の策定

安定化シナリオについて

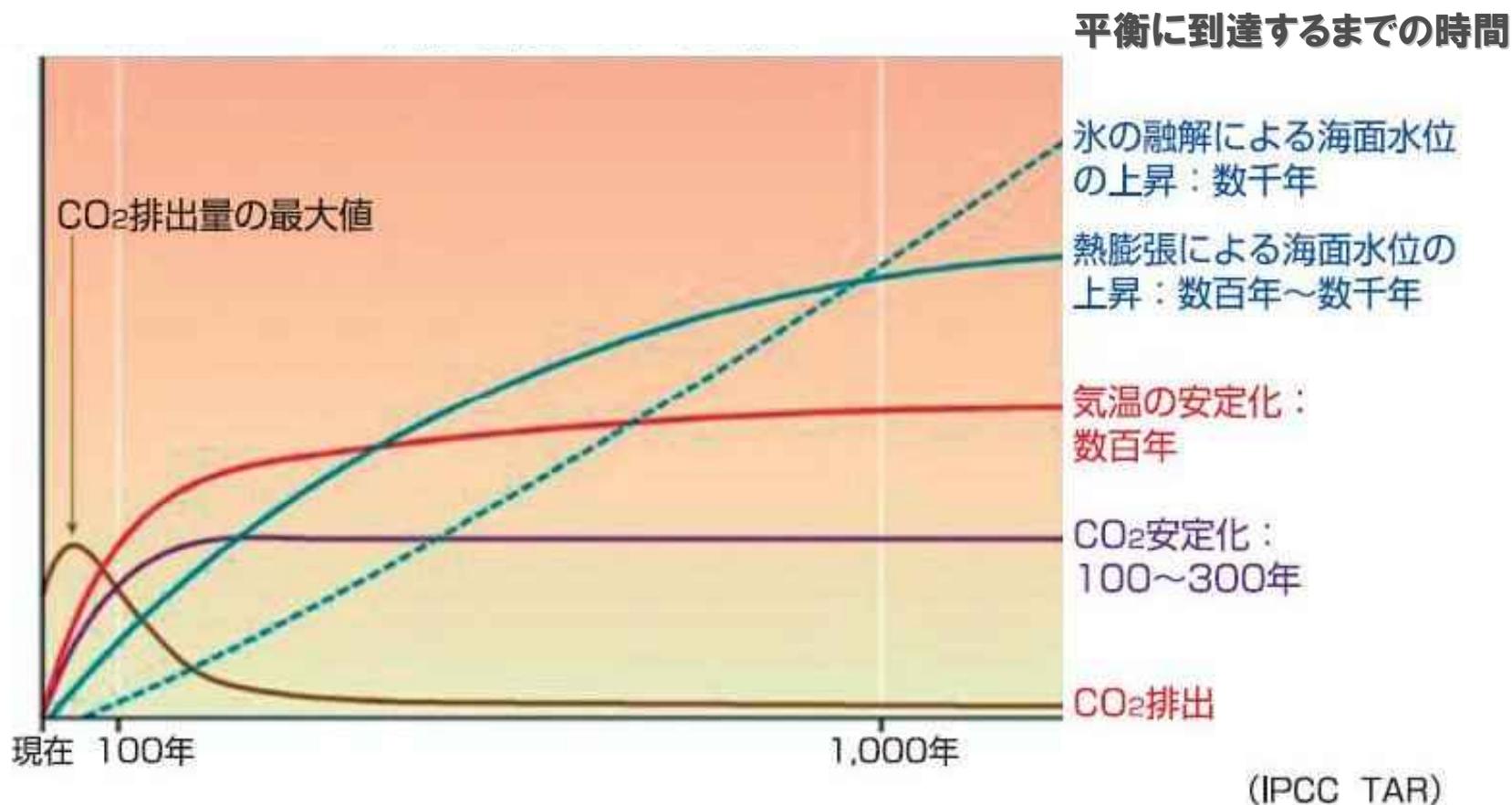
WGIIIがまとめた安定化シナリオ

カテゴリ	放射強制力	二酸化炭素濃度	温室効果ガス濃度(二酸化炭素換算)	気候感度の“最良の推定値”を用いた産業革命からの全球平均気温上昇	二酸化炭素排出がピークを迎える年	2050年における二酸化炭素排出量(2000年比)	研究されたシナリオの数
	W/m ²	ppm	ppm	°C	西暦	%	
I	2.5-3.0	350-400	445- 490	2.0-2.4	2000-2015	-85 ~ -50	6
II	3.0-3.5	400-440	490- 535	2.4-2.8	2000-2020	-60 ~ -30	18
III	3.5-4.0	440-485	535- 590	2.8-3.2	2010-2030	-30 ~ +5	21
IV	4.0-5.0	485-570	590- 710	3.2-4.0	2020-2060	+10 ~ +60	118
V	5.0-6.0	570-660	710- 855	4.0-4.9	2050-2080	+25 ~ +85	9
VI	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90 ~+140	5
総計							177

それぞれのカテゴリでの排出経路 — IPCC WGIIIによる



安定化後長期にわたる海水位上昇



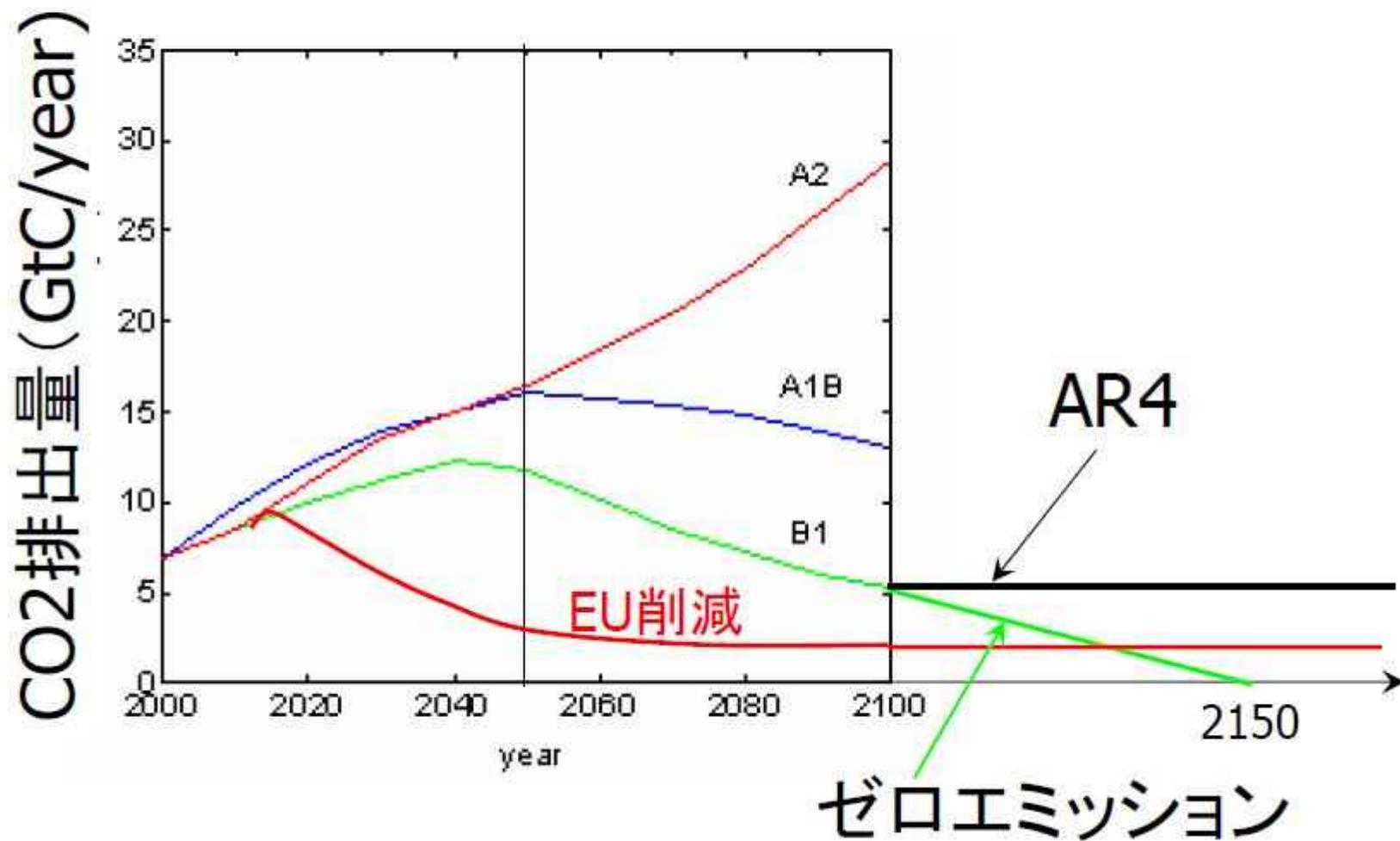
200年後に大気中CO₂濃度を安定化させた場合に予測される気温と海面水位の変化の模式図 (IPCC TAR)。海面水位上昇、とりわけ氷床融解によるものはCO₂濃度と気温が安定化した後も数千年間続く

CO₂濃度オーバーシュートと
ゼロ・エミッションを考えた200年（以上）
にわたる排出シナリオ（提案）

緩和策と適応策のベストミックス

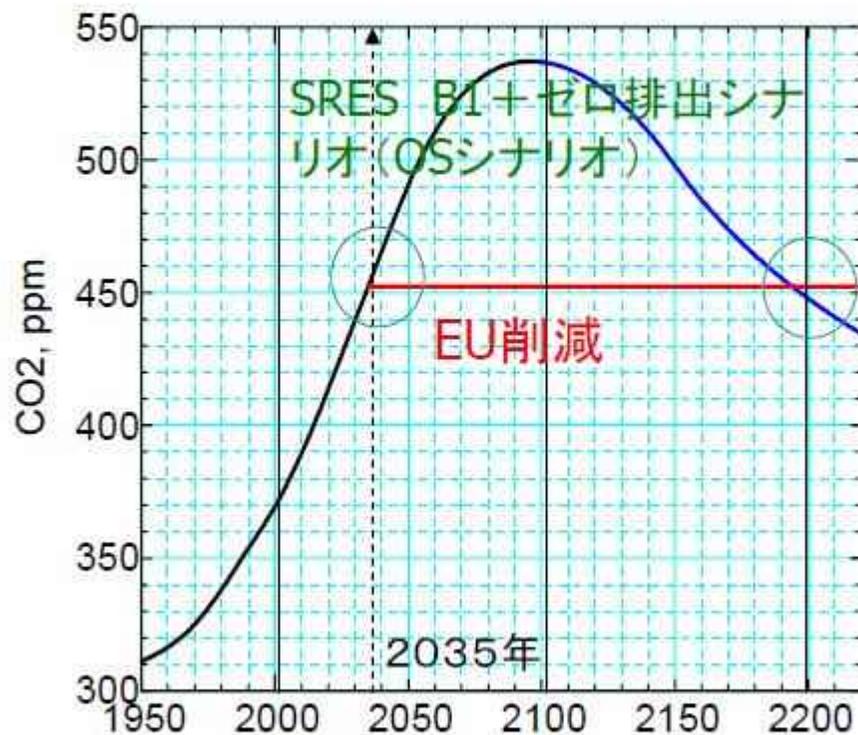
(財)電力中央研究所
首席研究員 丸山康樹
温暖化対応研究総括
プロジェクトリーダー

B1シナリオをベースに、2150年でゼロ排出

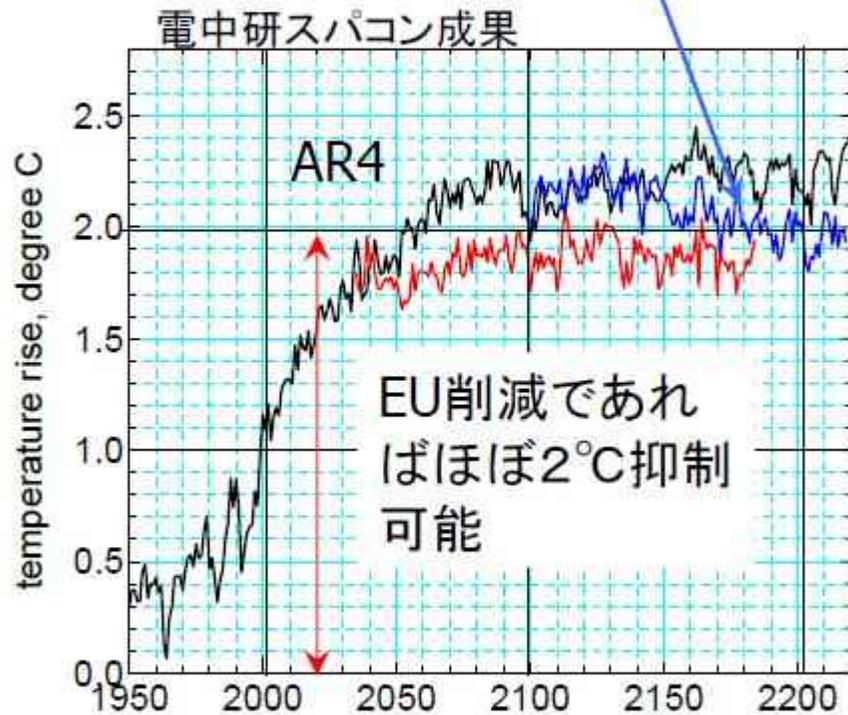


気候復元の可能性

B1+ゼロエミッションでは、気温は2100年から徐々に低下し、2200年には 2°C を下回る可能性あり。



大気中CO₂濃度



気温上昇(産業化以降)

熱帯域の降水量変化

現在のモデルでは
対流性降雨を正しく扱えない
→NICAMへの期待

Projections and model consistency of relative changes in runoff by the end of the 21st century

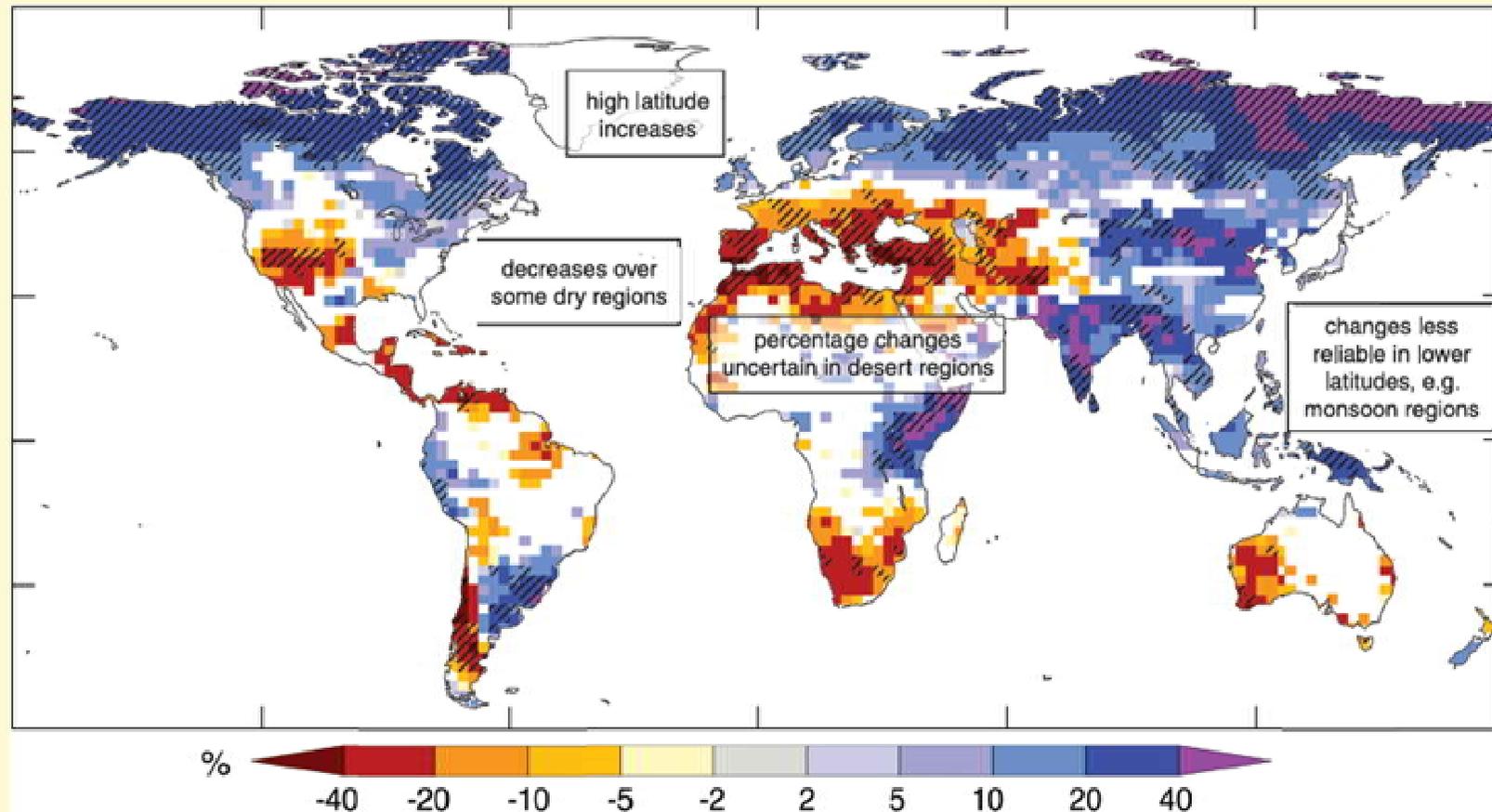


Figure 3.5. Large-scale relative changes in annual runoff (water availability, in percent) for the period 2090-2099, relative to 1980-1999. Values represent the median of 12 climate models using the SRES A1B scenario. White areas are where less than 66% of the 12 models agree on the sign of change and hatched areas are where more than 90% of models agree on the sign of change. The quality of the simulation of the observed large-scale 20th century runoff is used as a basis for selecting the 12 models from the multi-model ensemble. The global map of annual runoff illustrates a large scale and is not intended to refer to smaller temporal and spatial scales. In areas where rainfall and runoff is very low (e.g. desert areas), small changes in runoff can lead to large percentage changes. In some regions, the sign of projected changes in runoff differs from recently observed trends. In some areas with projected increases in runoff, different seasonal effects are expected, such as increased wet season runoff and decreased dry season runoff. Studies using results from few climate models can be considerably different from the results presented here. {WGII Figure 3.4, adjusted to match the assumptions of Figure SYR 3.3; WGII 3.3.1, 3.4.1, 3.5.1}

日本にとってのSurprise?

2006年10月5日現象

巨大対流の発生 (30° N)

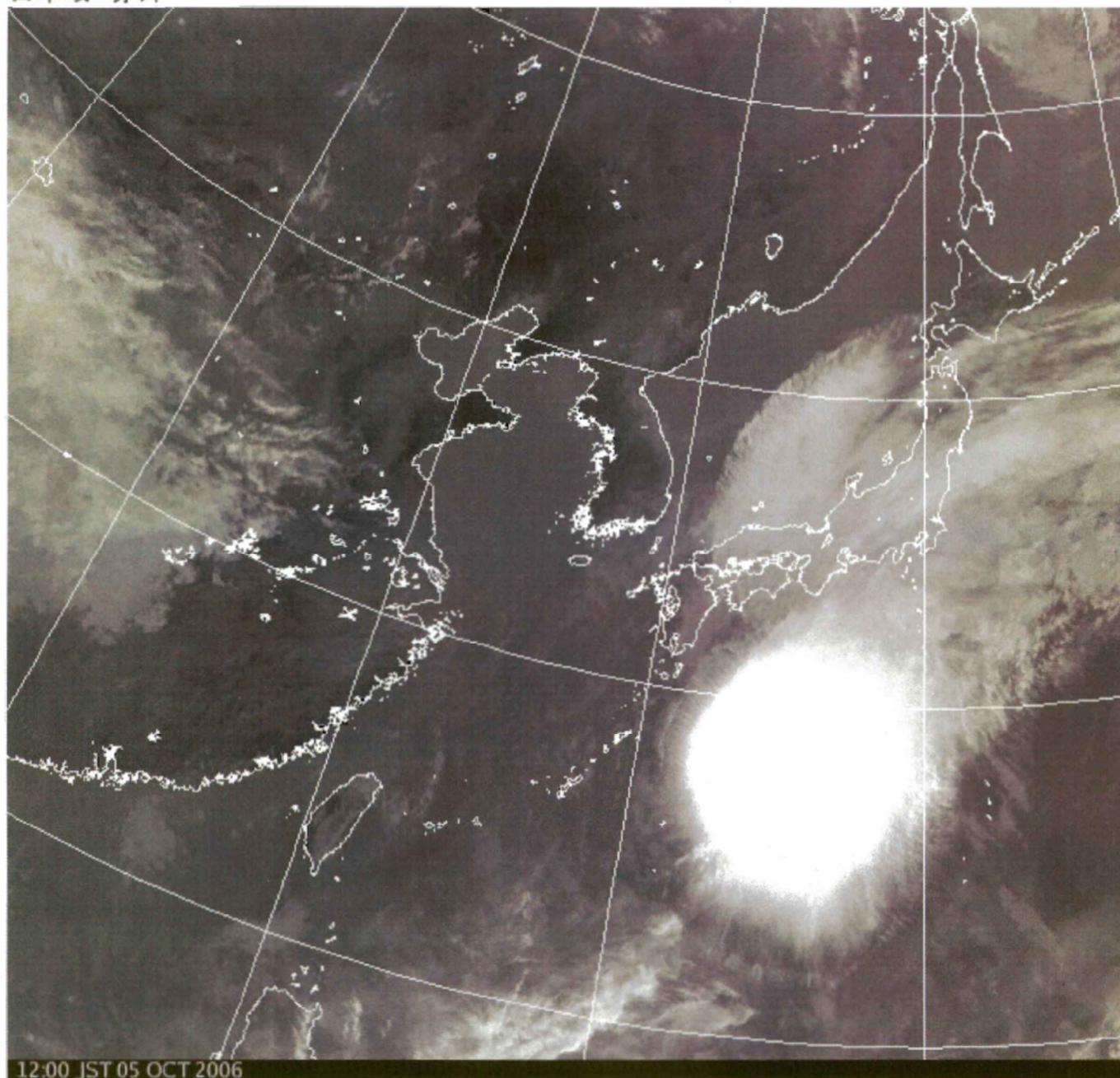
(温帯低気圧発達の原因)

将来日本沿岸で起こるか？



気象衛星

日本域 赤外



12:00 JST 05 OCT 2006

AKUSHIN