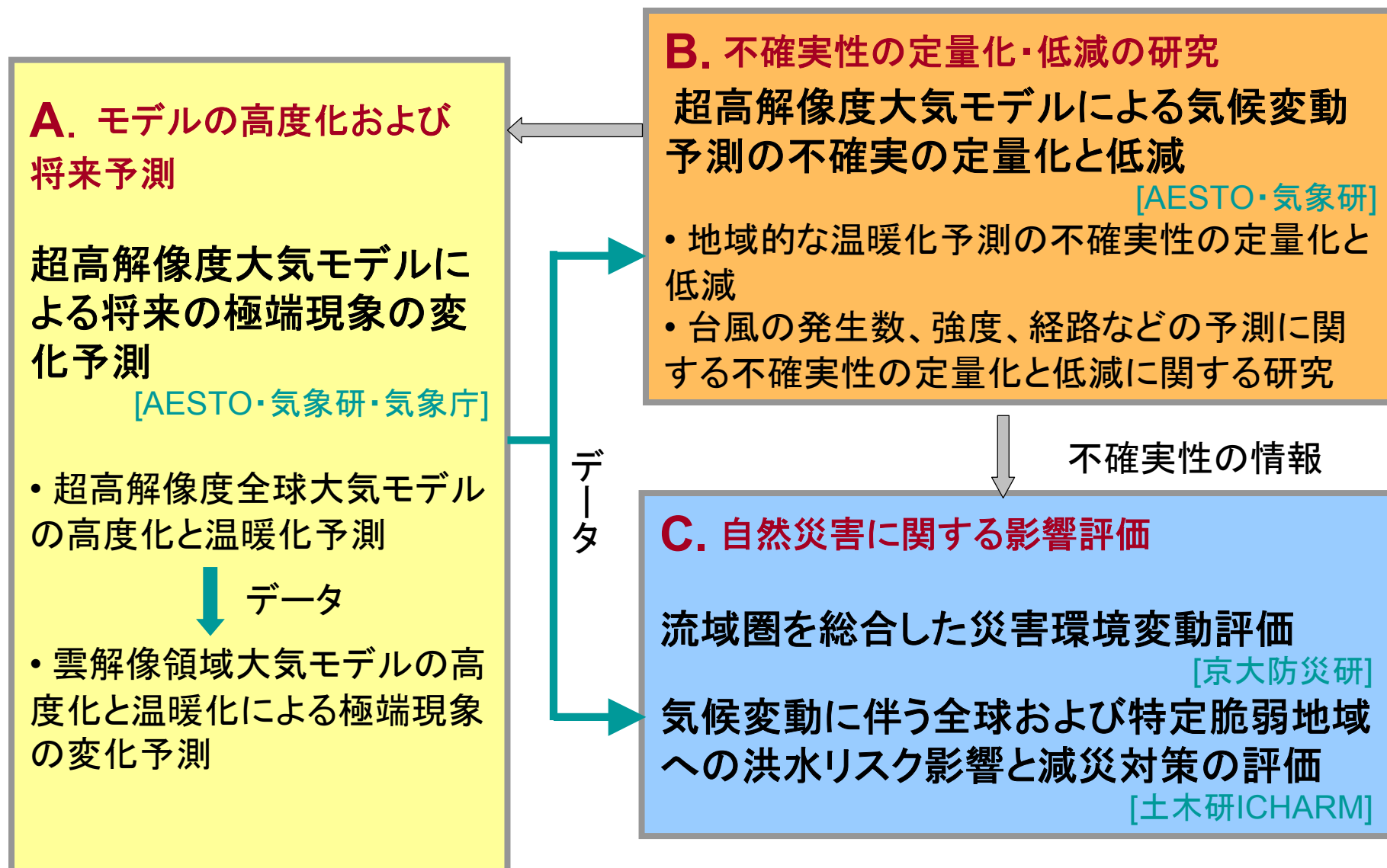
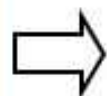


超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の 変化予測および影響評価に関する研究



タイムスライス法による近未来と21世紀末の予測

大気海洋結合モデルによる地球温暖化予測実験



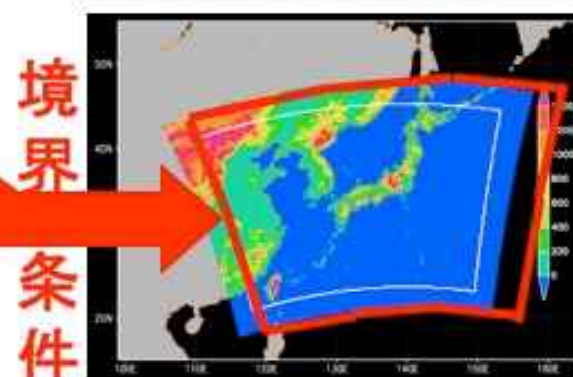
高分解能大気モデルによるタイムスライス実験

水平20km格子
全球大気モデル



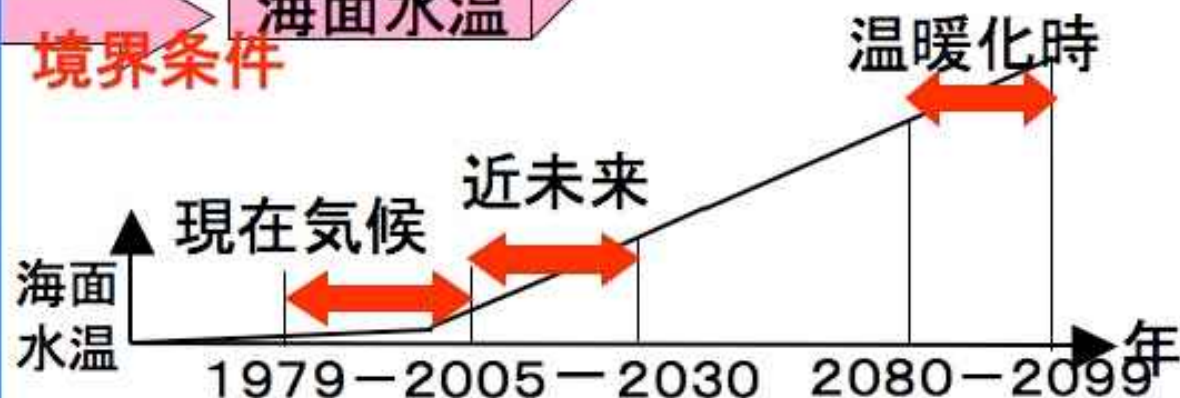
ネスティングによる領域タイムスライス実験

水平5km・1km格子
雲解像領域大気モデル

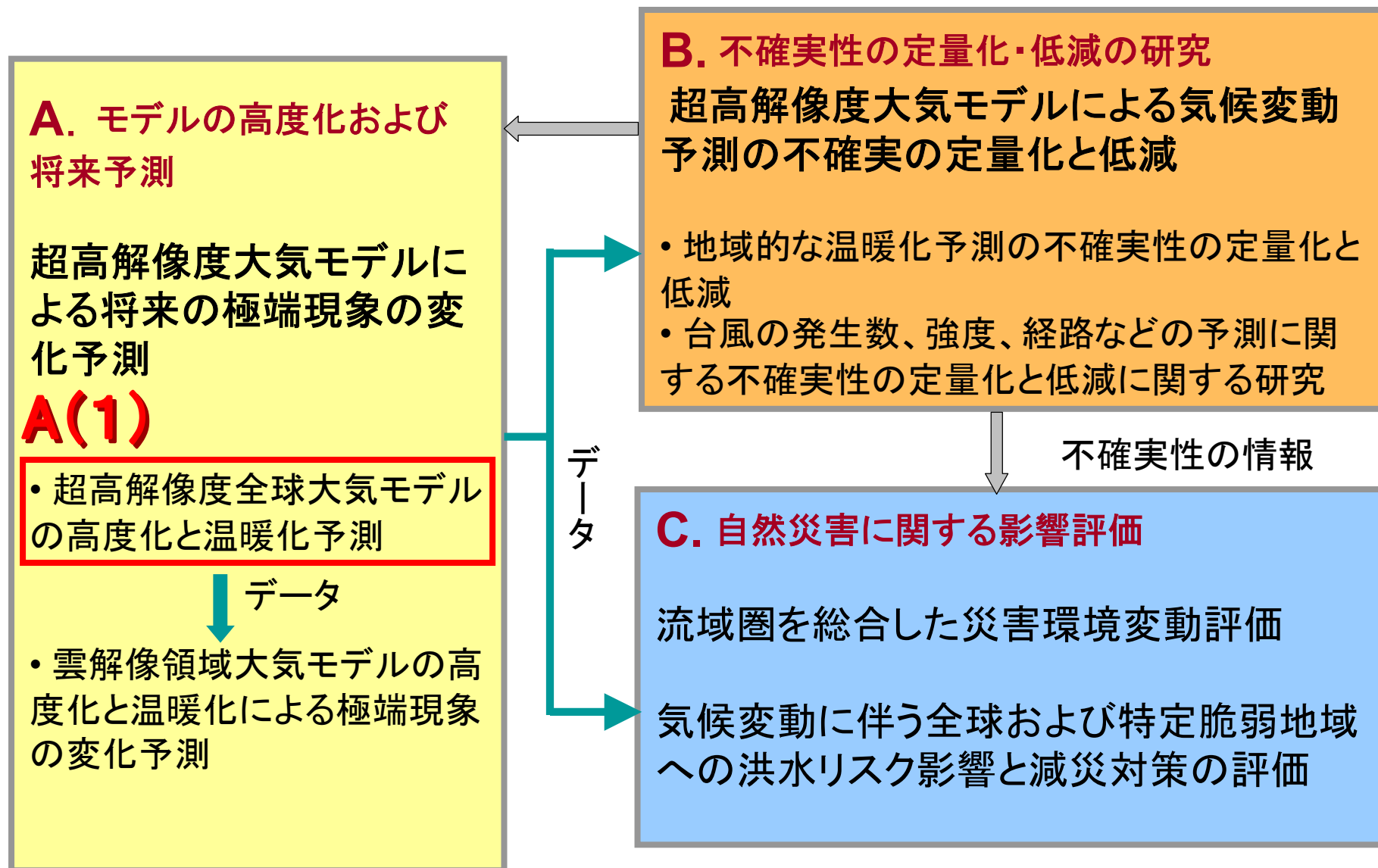


予測した海面水温

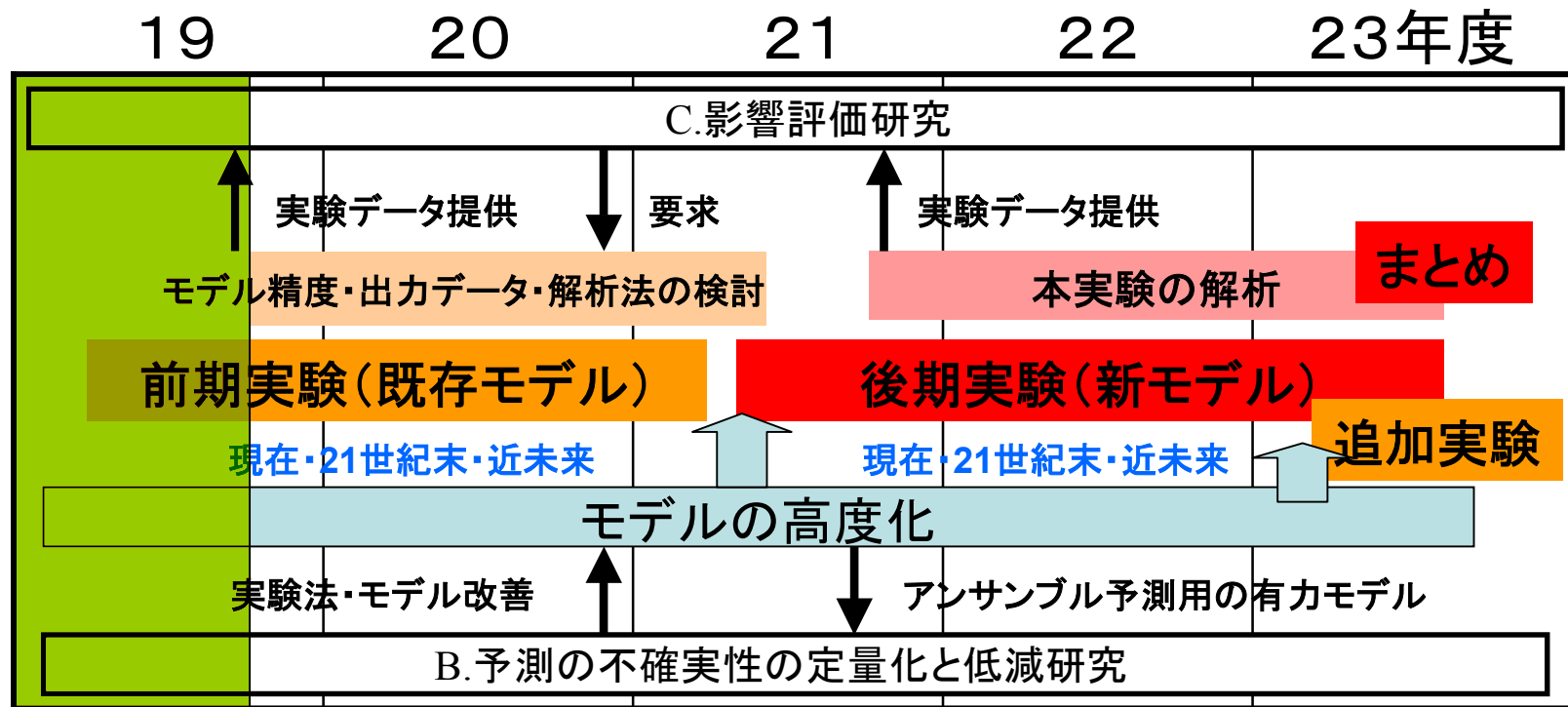
境界条件



超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の 変化予測および影響評価に関する研究



A(1)(2) 研究実施計画



IPCC AR5

• 中間評価__A全体の3年後目標

- 超高解像度モデルによる温暖化予測__予備実験の終了
 - ① モデルによる現在気候再現精度・近未来予測の解析法の検討
 - ② Cグループへの提供データ内容の検討
- 高度化した超高解像度モデルによる温暖化予測__本実験の開始
 20kmメッシュ全球大気モデル、5km・1kmメッシュ雲解像大気モデル

○最終評価__A全体の5年後目標

台風や集中豪雨など極端現象の近未来および21世紀末の高精度予測
Bグループによる不確実性評価とCグループによる影響評価

○期待される成果

- ・ 台風・集中豪雨など災害をもたらす極端現象に対する温暖化の影響をAR4より確度を持って予測
- ・ 本革新プログラムにおける他課題や環境省地球環境研究総合推進費による温暖化影響評価研究などへの超高解像度大気データの提供
- ・ 防災分野や広範な分野での温暖化影響評価
- ・ 防災・環境行政における不確実性の小さい近未来の温暖化適応政策検討
- ・ AR5へのインプット

○予測の不確実性低減のためのモデル高度化

①積雲対流過程の高度化

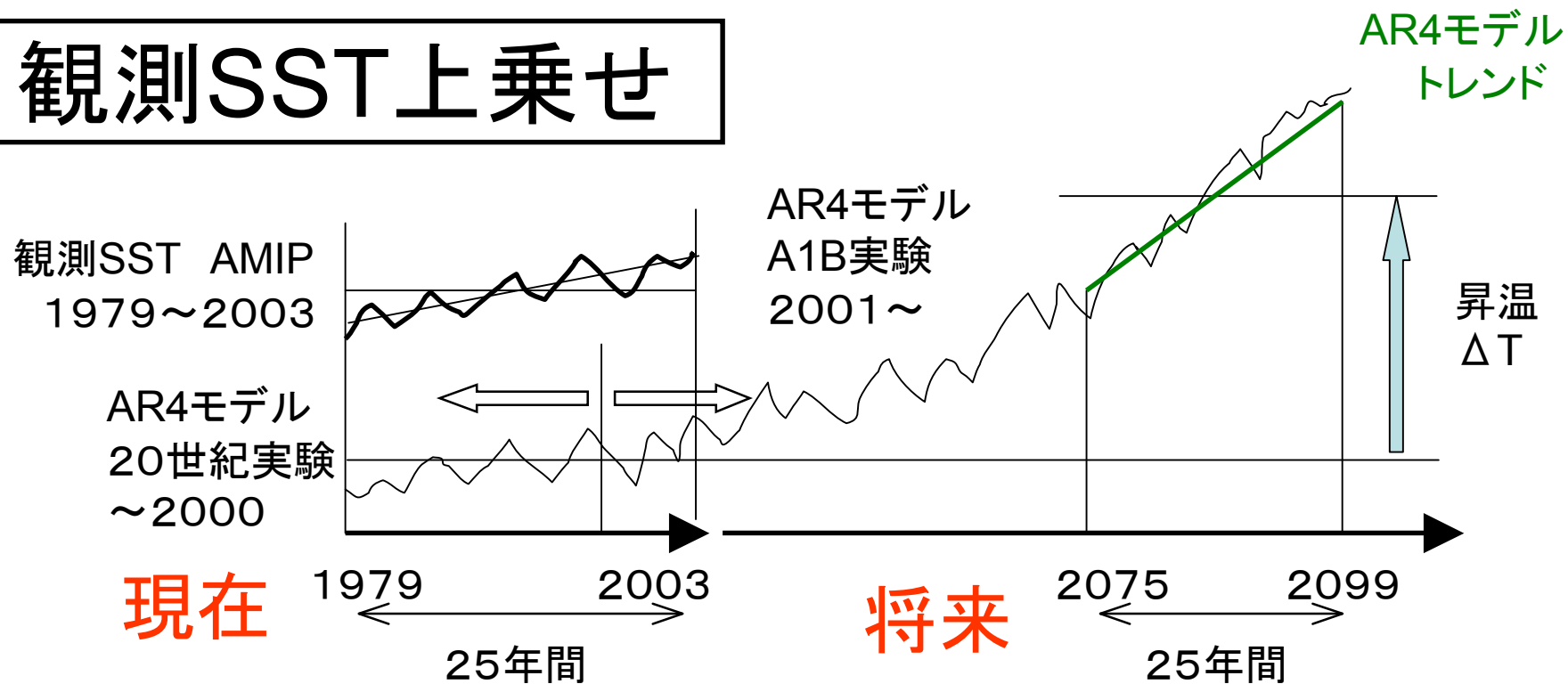
梅雨前線の再現性向上、台風の再現性向上、全球的な降水特性の再現性向上

②雲・放射、陸面、境界層過程の高度化

全球的な地上気温の再現性向上

ただし、全球大気モデルとしての一般的評価を落とさずに。

観測SST上乘せ



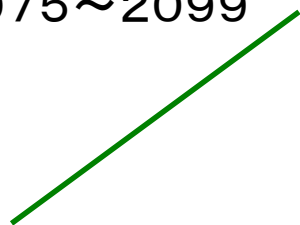
AR4モデル
予測昇温量

ΔT
↑

(2075~2099) - (1979~2003)

+

AR4モデルトレンド
2075~2099

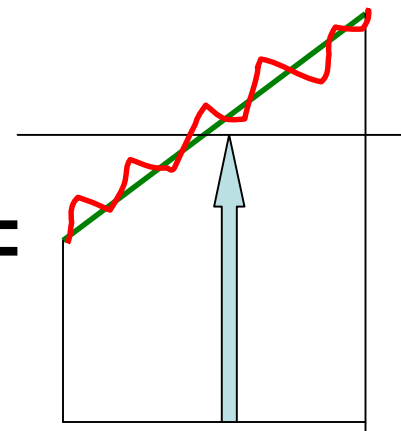


+

トレンド除去 観測SST
1979~2003



=



今年度のA(1)活動内容

●前期実験の実施・解析とモデル評価

- (1) 台風の発生頻度・強度
- (2) 降水量分布
- (3) 梅雨・日本域
- (4) 地上気温・積雪分布

●後期実験用全球モデルの開発・改良

- (1) 雲・エアロゾルモデルの開発
- (2) 積雲・境界層・陸面などのモデル改良
- (3) 対流圏中層の乾燥バイアスの時空間特性に関する調査

●モデル精度評価ツールの開発・利用

モデル精度の分解能依存性調査

●A(2)・Cグループへのデータの提供

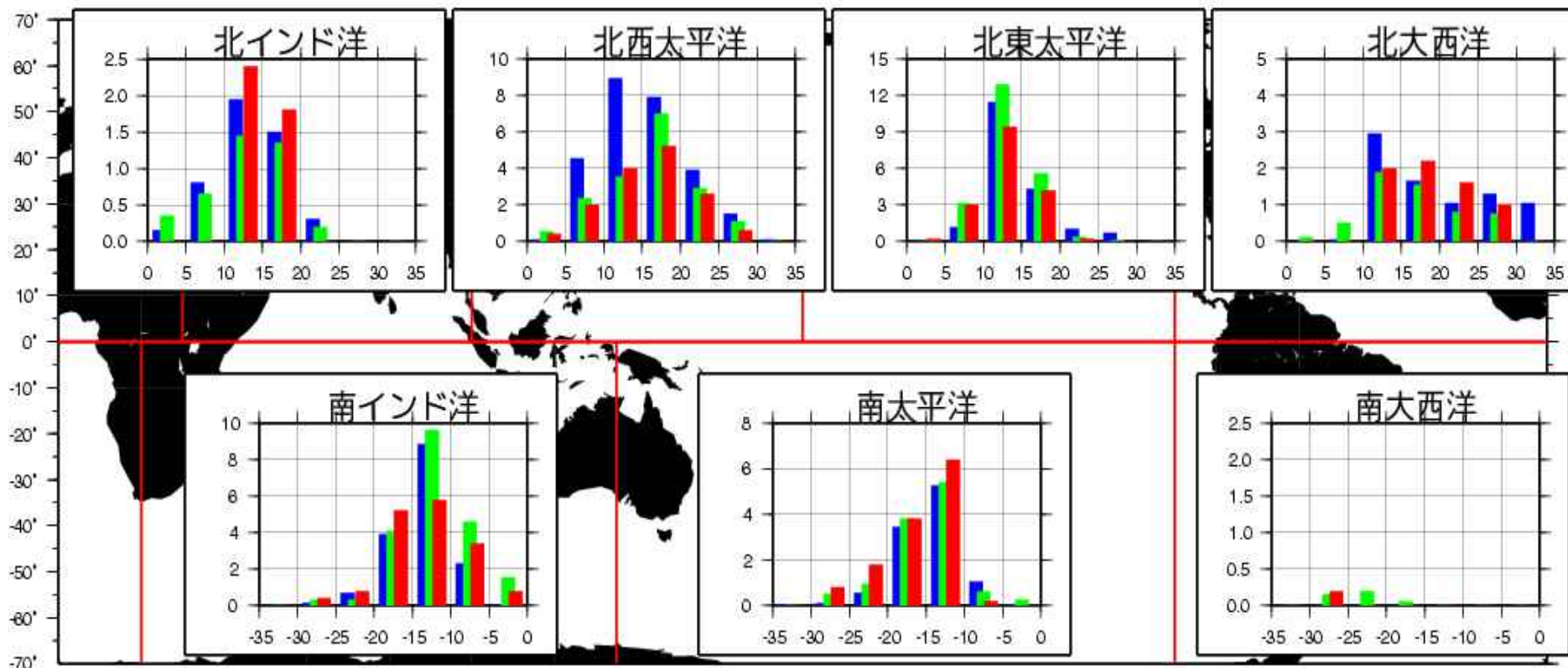
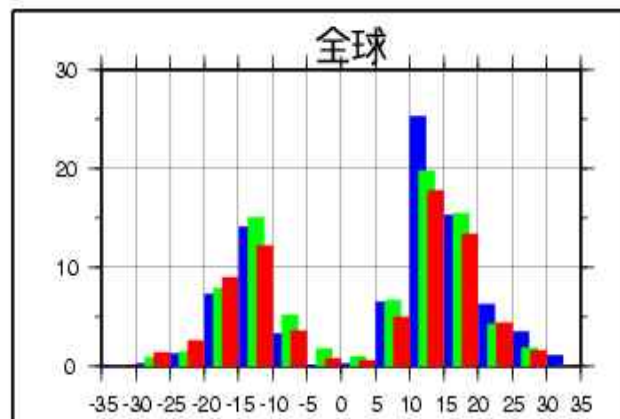
データ提供内容の検討・打ち合わせ
影響評価など応用目的のモデル出力追加

熱帯低気圧

分布の確認

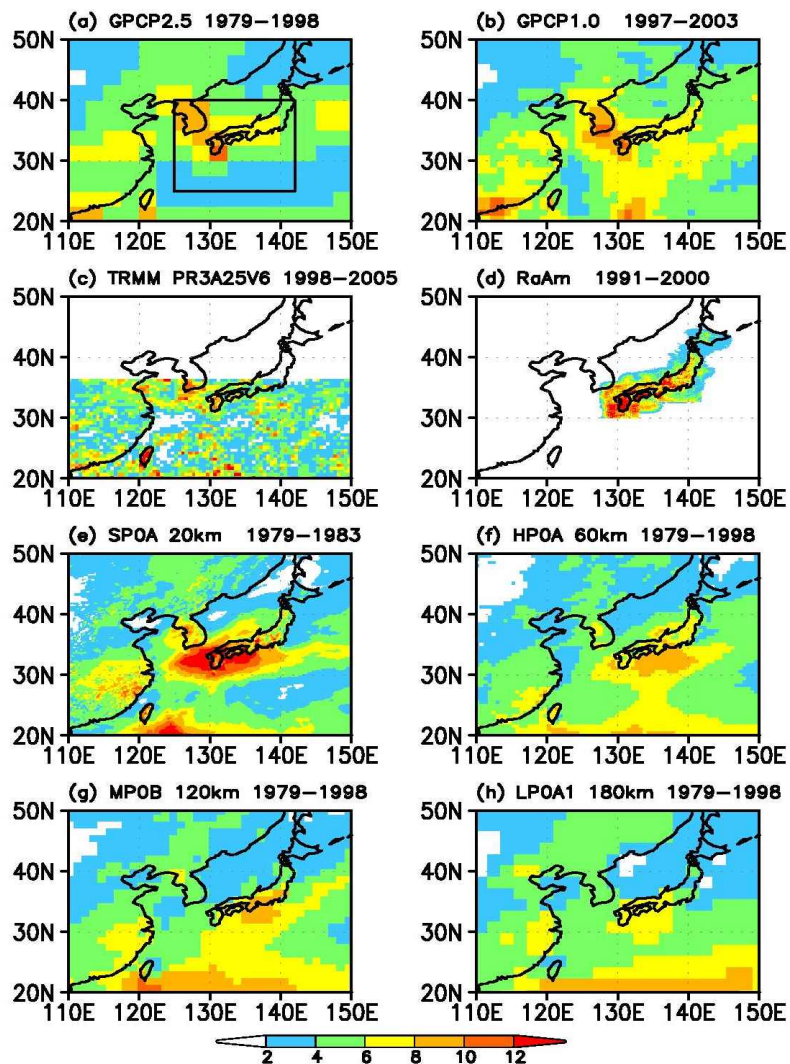
年平均台風発生数

横軸:緯度
縦軸:発生数

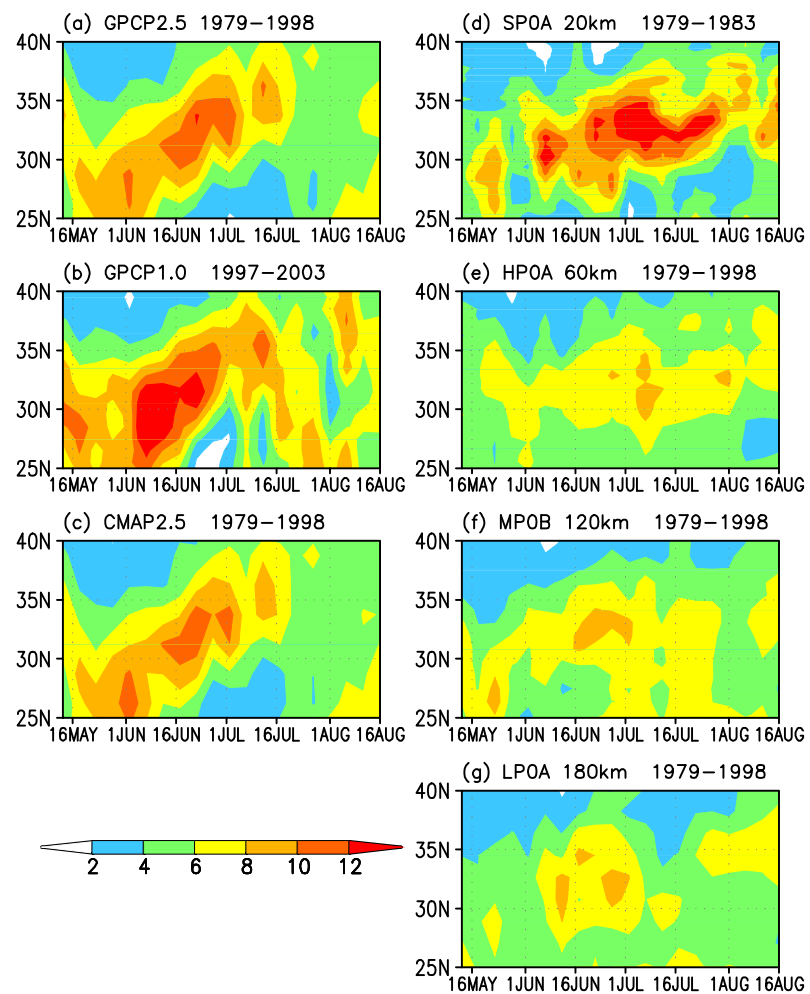


梅雨

Precipitation (mm/day) Present climate Month=7



Precipitation (mm/day) Present Climate Pentad =27–46 Lon=125–142E



前期実験の実施・解析とモデル評価

- (1) 西太平洋の北緯5-10度での台風発生数が少ない。
- (2) 夏半球側の降水量最大域で少雨バイアス
 - ー＞日本付近への高気圧の張り出し方
- (3) 冬半球側のITCZ付近で多雨バイアス
- (4) 梅雨の北上が弱い
- (5) 夏半球側高緯度の低温バイアス
- (6) 夏半球側砂漠の高温バイアス
- (7) 積雪被覆が大きい。

超高解像度全球大気モデルの高度化

天気予報モデル

数値予報課の
開発成果
気象庁

台風予測精度
改良の成果など

本計算

20kmメッシュ
TL959L64大気モデル

グリッドデータ

A(2)・B・C
グループによる利用

選択と高分解能化

60kmメッシュ
TL319L64大気モデル

有力モデル候補

B(1)グループ
物理過程アンサンブル実験

陸面・雲
モデルなど

積雲モデル改良

雲解像モデル実験
グループ

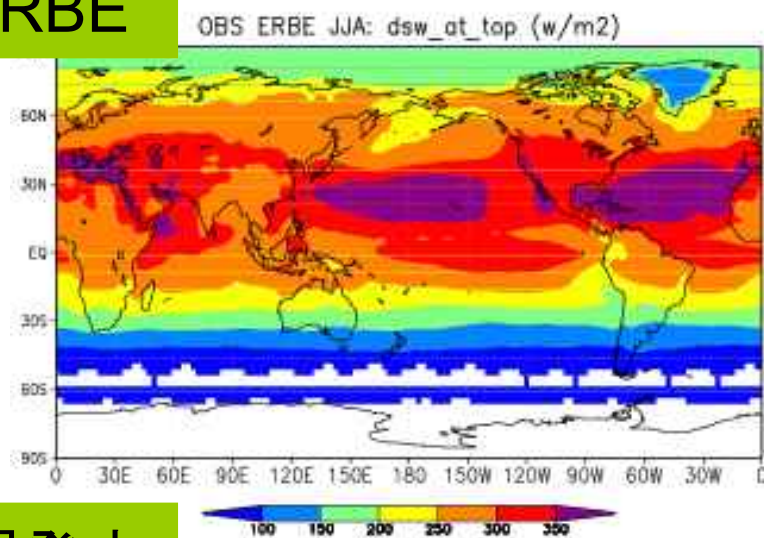
日本域天気予報
モデル

地球システムモデル

気象研究所の
開発成果

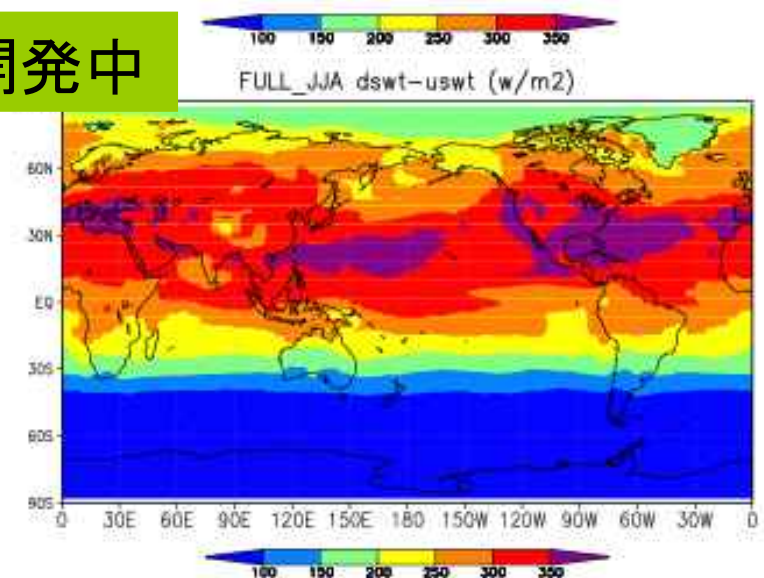
正味下向き短波放射

ERBE

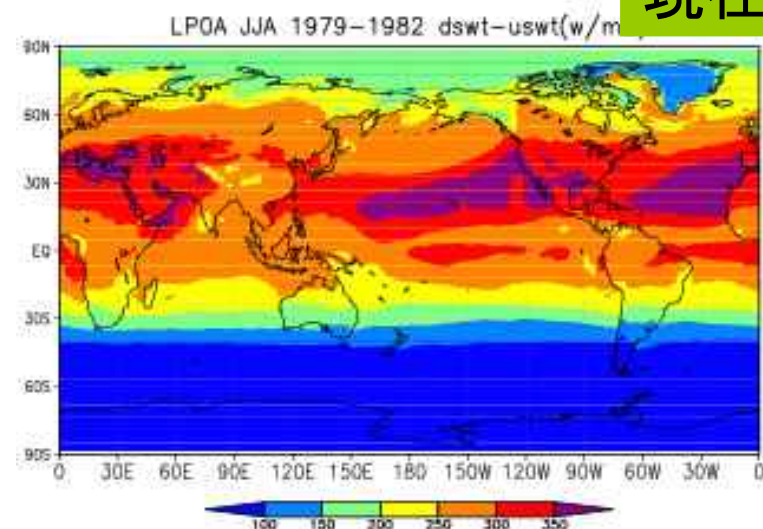


雲スキームをエアロゾル活性化モデルと組み合わせて、エアロゾル間接効果を取り入れた。開発中のモデルでは、北太平洋亜熱帯域の東西コントラストがより現実的に再現されている。

開発中



現在



積雲スキームの改良(DCAPE法の改善など)

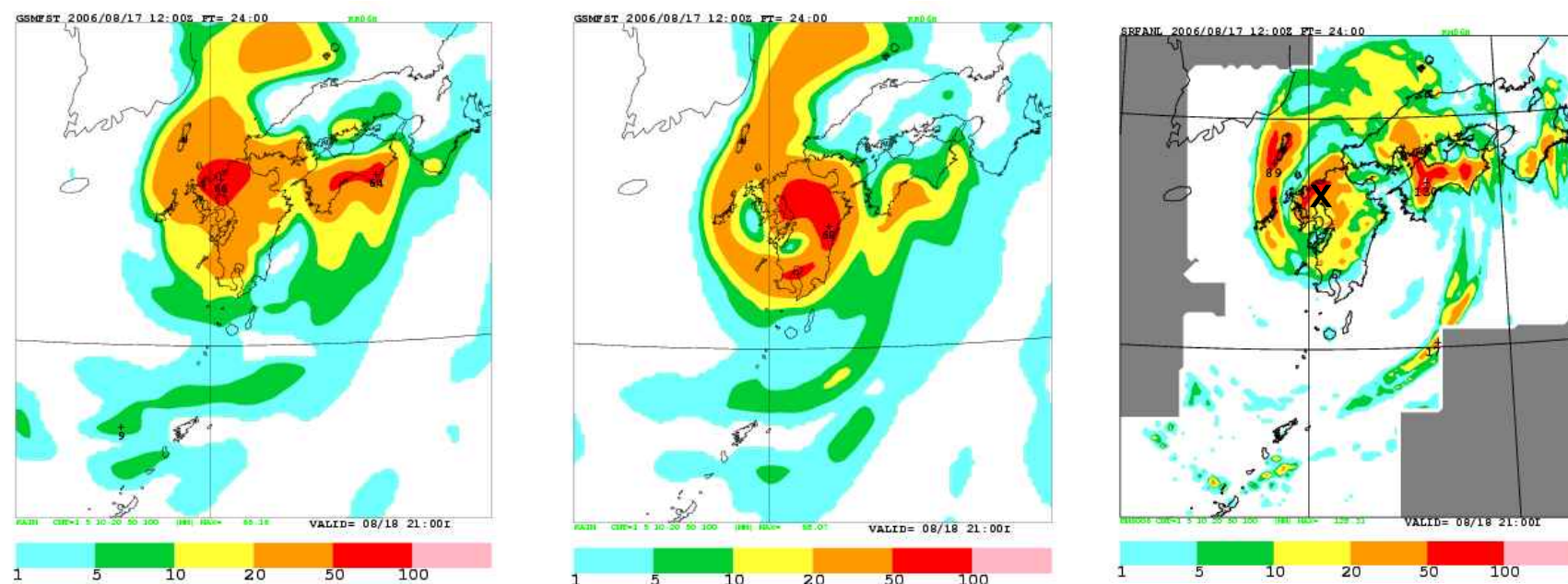
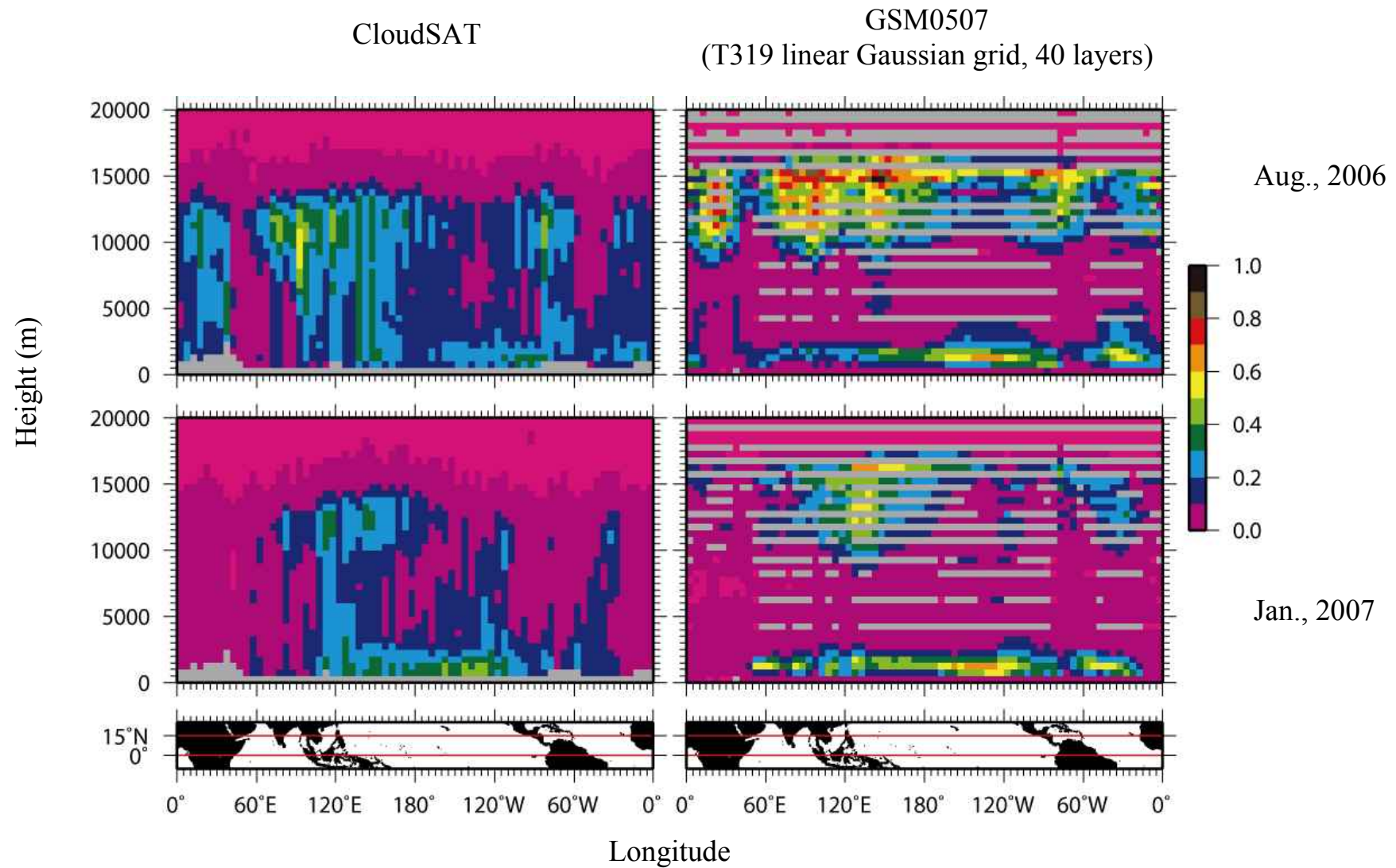


図5 2006年8月17日12UTCを初期時刻とするFT=24における前6時間降水量 (左:DCPCFL、中:TL959L60)と、対応する時刻の解析雨量(右)。右図でXはこのときの台風第10号の中心位置、灰色は解析値がない領域を表す。

雲発生頻度分布の比較

CloudSAT観測と全球20kmモデル(GSM0507)



現在気候再現精度のモデル分解能依存性

地域	要素	180km	120km	60km	20km(共生)	観測
全球	上向き短波放射量(W/m ²)	110.2	109.4	109.8	110.0	107
	上向き長波放射量(W/m ²)	234.4	235.2	236.2	235.5	235
	平均降水量(mm/day)	3.04	3.07	3.12	3.10	2.66

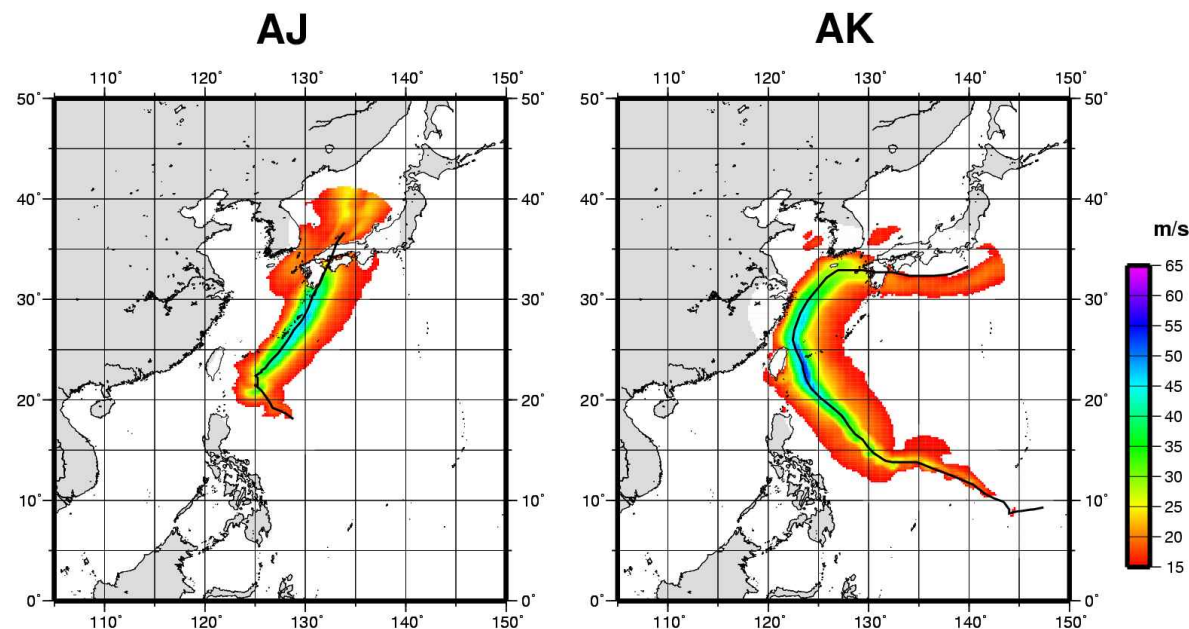
地域	要素	180km	120km	60km	20km(共生)
全球	降水量(mm/day)	1.64	1.65	1.58	1.47
	U200eddy(m/s)	2.72	2.62	2.52	2.36
	Z500eddy(m)	15.17	15.00	14.83	13.68
	U850(m/s)	1.70	1.70	1.55	1.37
	T850(K)	0.98	0.91	1.01	0.92
	対流圏帯状平均東西風(m/s)	1.92	1.90	1.76	1.31
	成層圏帯状平均東西風(m/s)	4.93	4.97	4.58	4.09
	対流圏帯状平均気温(K)	1.40	1.35	1.44	1.40
	成層圏帯状平均気温(K)	2.71	2.71	3.19	3.13
極東	Z500(m)	18.89	20.01	21.24	18.04
	T850(K)	1.41	1.17	1.46	1.31
	SLP(hPa)	2.83	2.65	2.64	2.82
北西太平洋	降水量(mm/day)	2.56	2.77	2.32	2.04

陰影部分は 180kmモデルの成績を上回る要素。

開けた場所の地上風速を診断し出力データとして追加

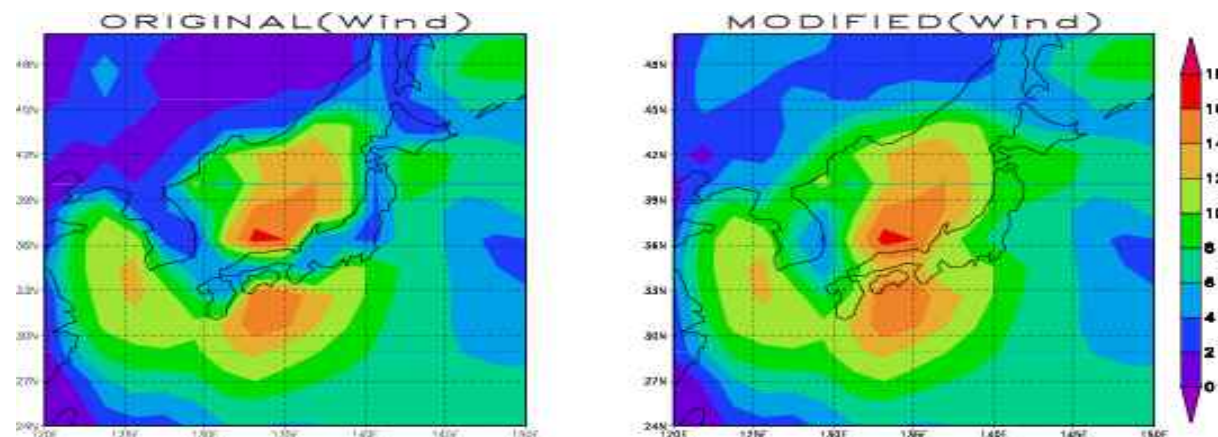
共生実験にお
ける台風来襲
時の地上風速
分布

(二例)

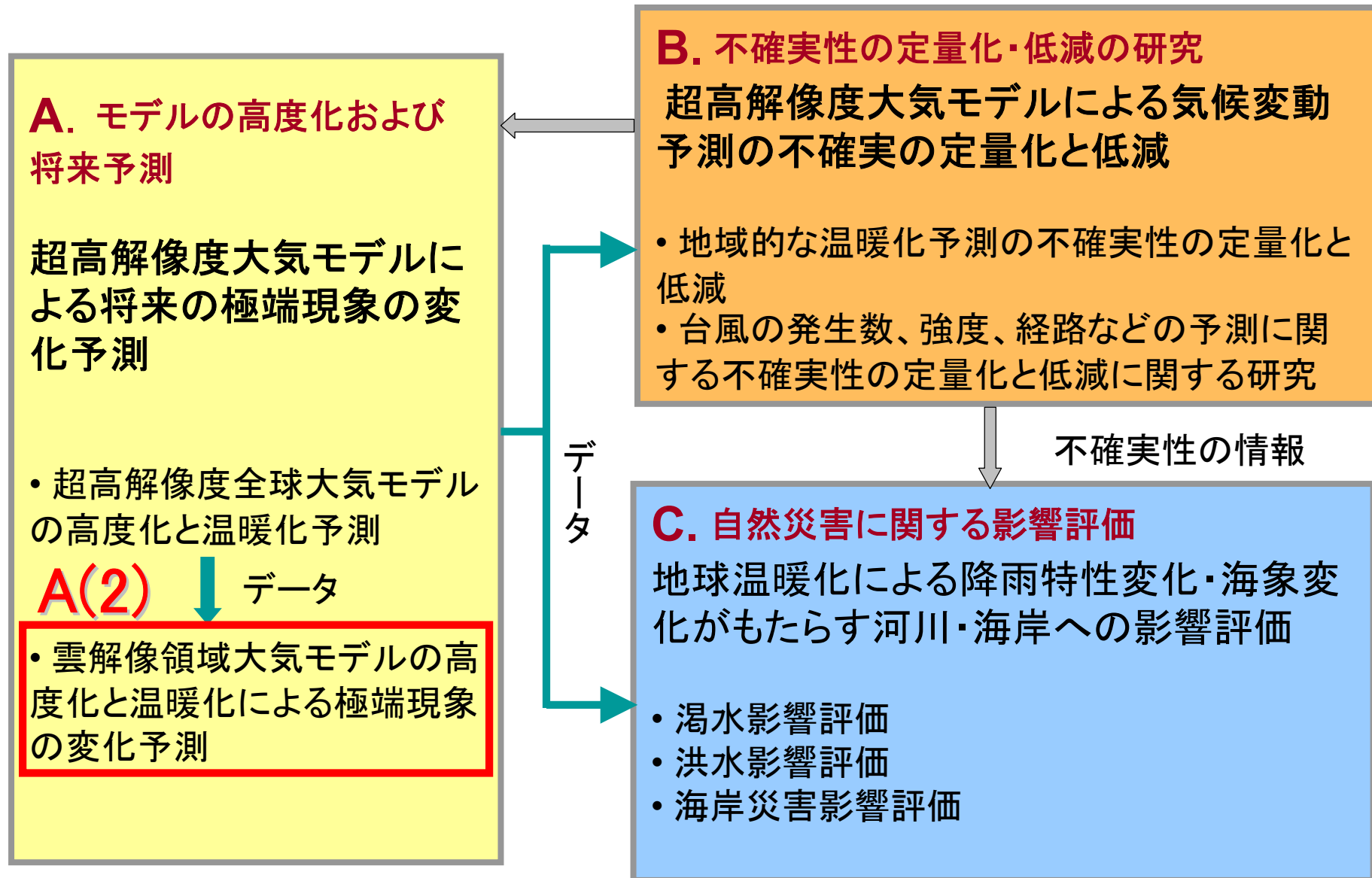


台風上陸時の
地上風速。

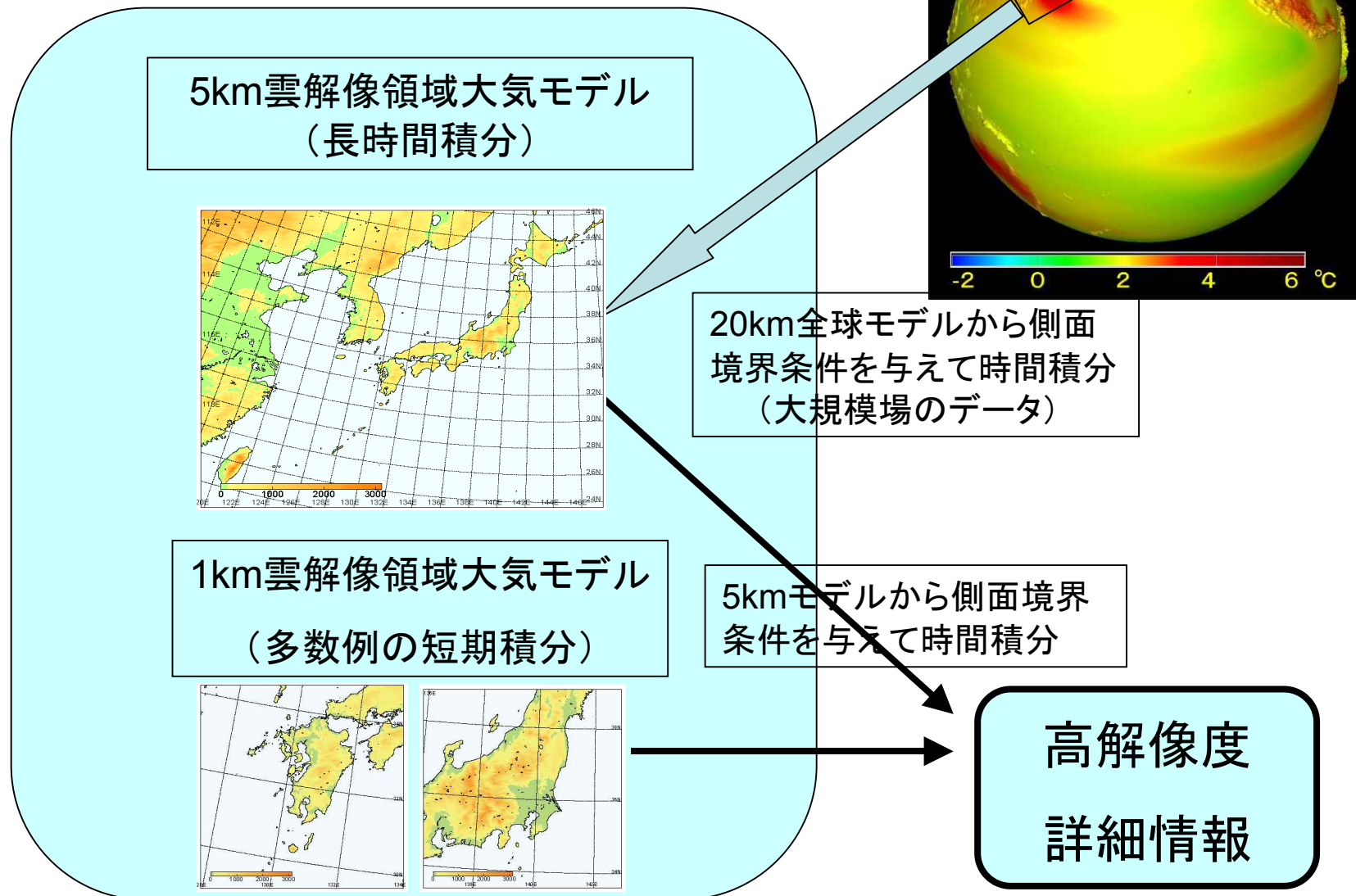
変更前(左)、
変更後(右)



超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測および影響評価に関する研究



力学的ダウンスケーリングによる極端現象 の高精度予測



A(2)プロジェクト 平成19年度・平成20年度計画

平成19年度

●雲解像領域大気モデル(5kmモデル、1kmモデル)の最適化

- (1)モデルの高速化(計算効率 約2倍に改善)
- (2)長時間積分のためのスペクトル境界結合(SBC)法の整備
- (3)雲物理過程

●後期実験のための雲解像領域大気モデルの開発・改良

- (1)モデルの予測精度の基礎調査
- (2)物理過程の開発
 - 陸面過程(植物圏モデルSiBの導入と改良)
 - 湿潤過程
 - 放射過程

●長時間積分(理想境界実験:客観解析を境界条件とする)の実施とモデルの精度評価 2002年～2006年 6月～10月

●疑似温暖化実験

●雲解像領域大気モデル(5kmモデル、1kmモデル)を使った降水の統計的推定手法の検討

平成20年度

●全球モデルを境界条件とした計算

現在気候(25年)、近未来(約30年後)、21世紀末(約100年後)

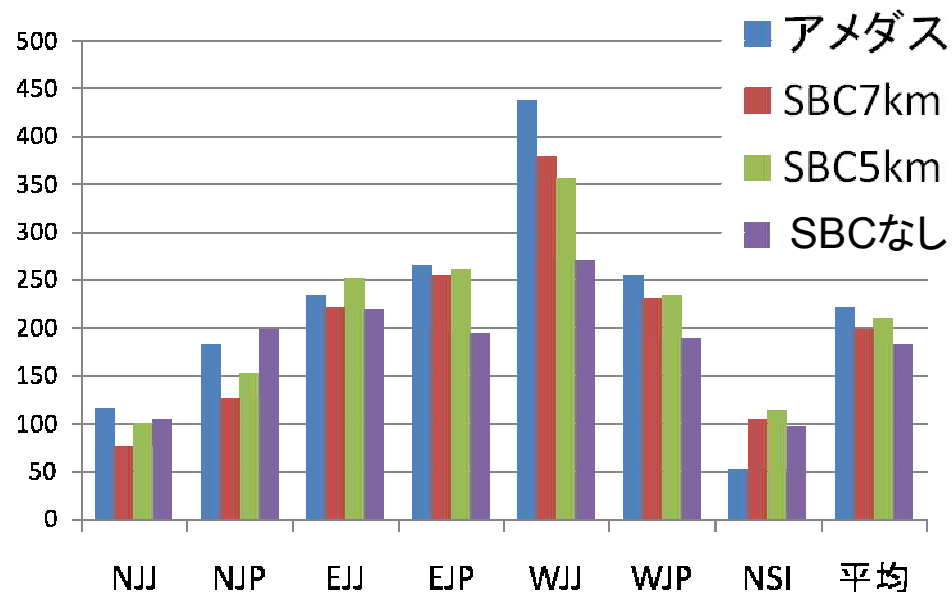
モデルの高速化 (計算効率: 約2倍)

- 最適なコンパイルオプションの模索
- 自動並列の効率向上
 - 自動並列化されていないサブルーチンの改善
 - 並列化されているがロードバランスの悪い部分の改善
- ベクトル化の促進
 - ベクトル長, ベクトル演算率の改善
- 未定義参照の削除
 - 予報結果には影響ないが, エラー処理の無駄なシステム時間を減らす
- 専用プログラム作成などの高速化

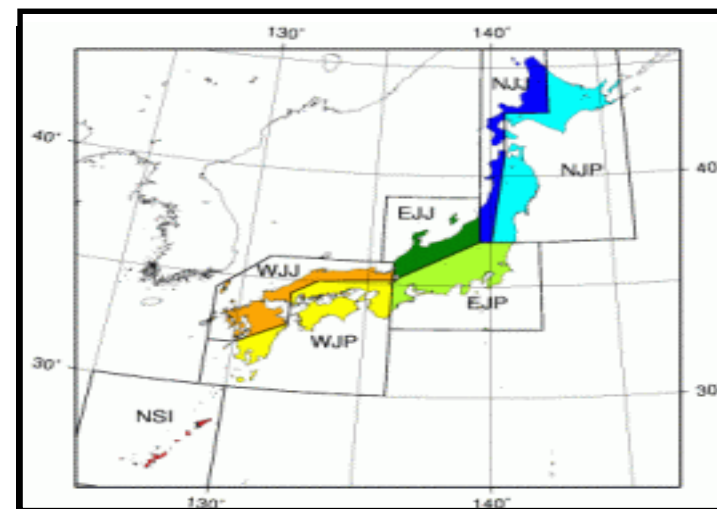
スペクトル境界結合(SBC)法の整備

アメダス(観測)と 5kmモデル

7月降水量



領域区分



- SBCありのほうがSBCなしよりスコアがよい
- SBCの高度7km以上と5km以上の差は小さい
→7kmを採用
- 1kmモデルは領域が狭いために使用しない

雲物理過程

5kmモデル

氷相を含むバルクモデル:

混合比(雲水・雨滴・雲氷・雪・あられ)を予報

Kain-Fritsch 対流パラメタリゼーションを併用する

弱い降水の改善

1kmモデル

氷相を含むバルクモデル:

混合比(雲水・雨滴・雲氷・雪・あられ)を予報

数密度(雲氷・雪・あられ)を予報

Kain-Fritsch 対流パラメタリゼーションは使用しない

使用時に山岳に沿った非現実的な降水を計算

後期実験のための開発・改良

陸面過程

植物圏モデルSiBの性能評価と改善

性能評価のために必要となる気候値などをoff-line SiB(観測値を強制力として観測値がない土壌水分量などを推定するための方法)を用いて実施

湿潤過程:

Kain-Fritsch 対流パラメタリゼーションにおける混合率の変更

梅雨期などの地形に沿った不自然な降水分布の改良のために対流雲と周囲の気層との熱や水蒸気の混合率を決める対流雲の半径の計算方法を見直し

放射過程

モデルの放射過程の検証と改善

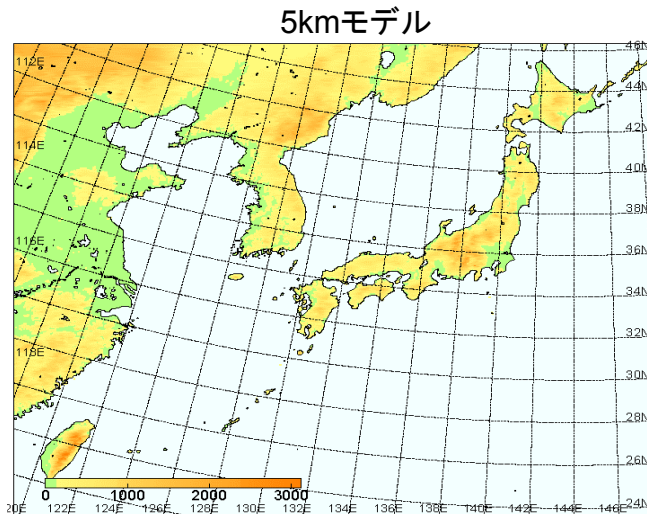
長波放射計算の雲量射出率補正のモデルの鉛直分解能に依存性の緩和方法をテスト

雲氷有効半径の診断方法の精緻化などと組み合わせる

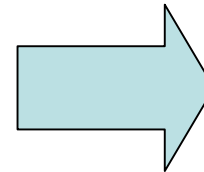
1kmモデル・5kmモデルの計算の具体例

RANAL20030
6-10よりネスト

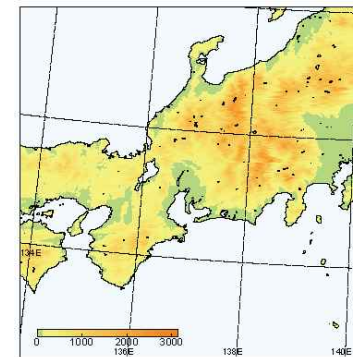
計算領域



5km-NHM の結果
から大雨事例を抽出し
ネスト実験。

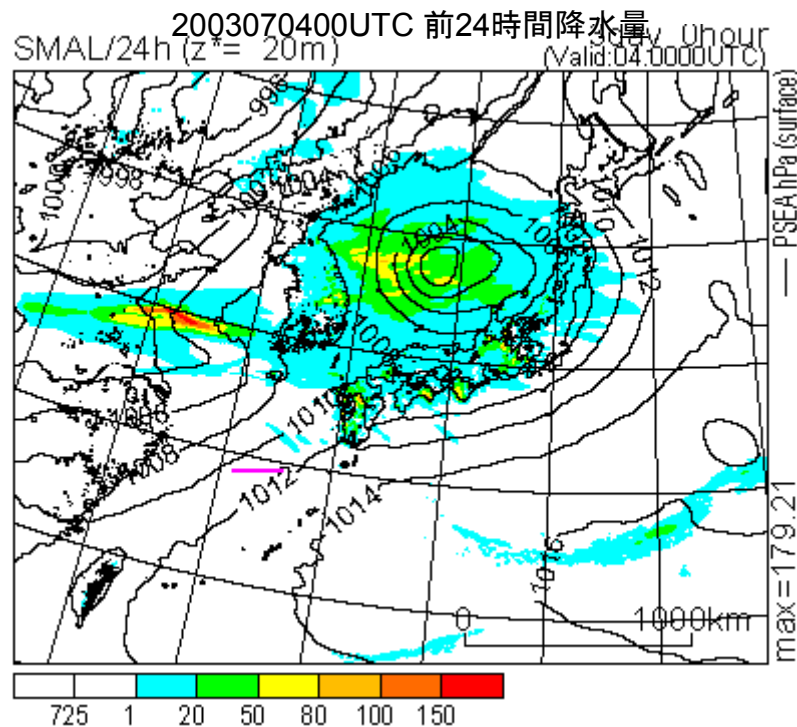


1kmモデル



各領域600x600km 四方

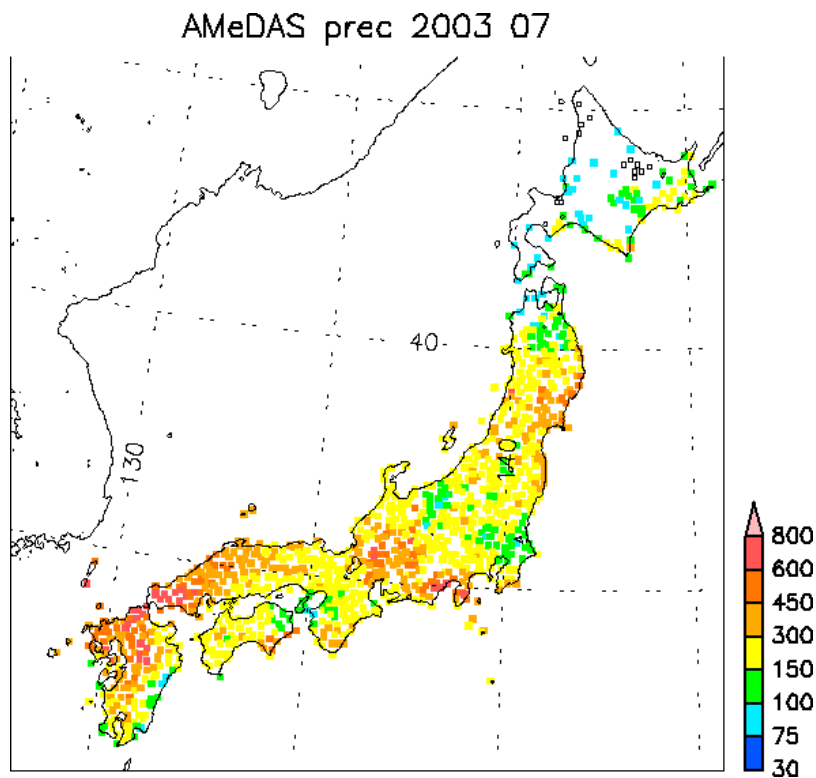
result例



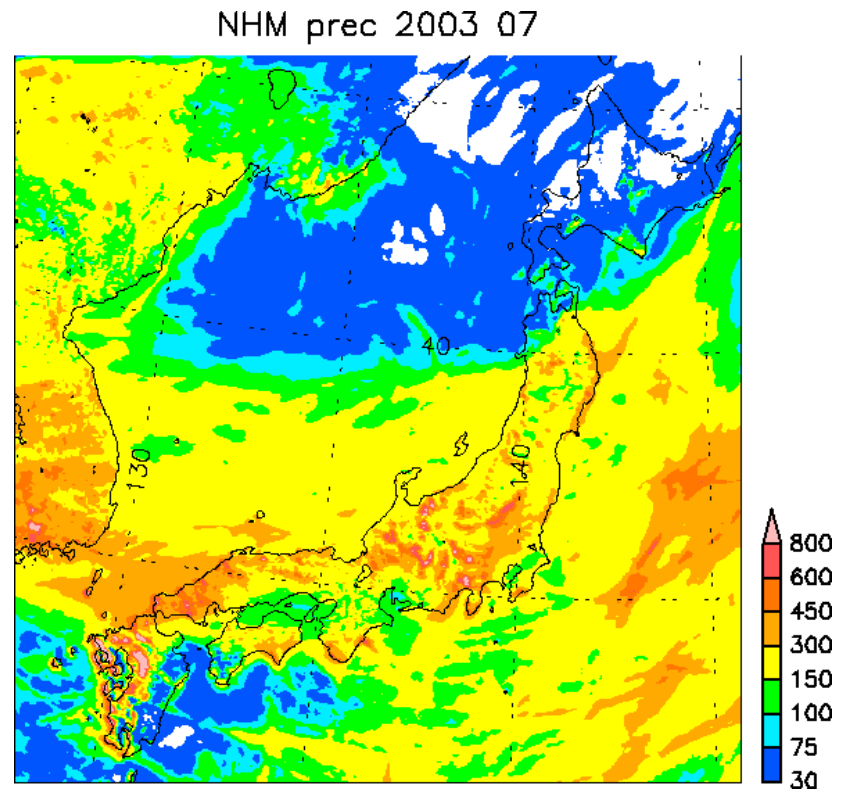
月降水量の再現

2003年7月のAMeDAS・5kmモデルによる月降水量

AMeDAS(観測)

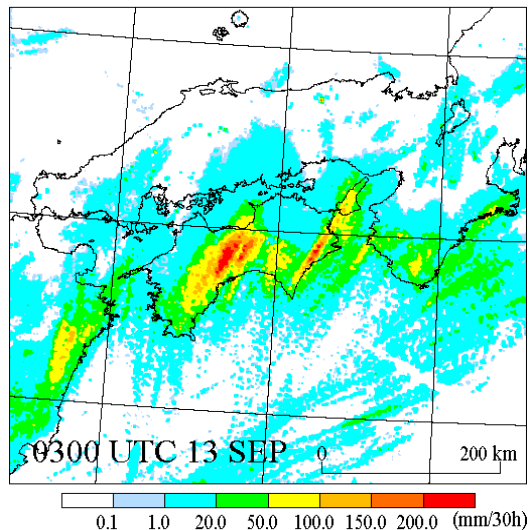
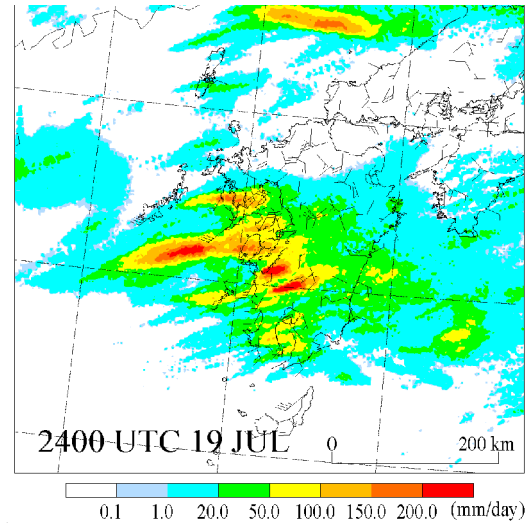


5kmモデル

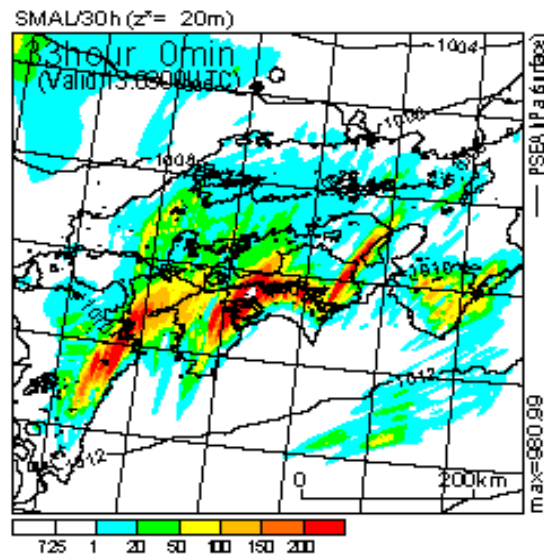
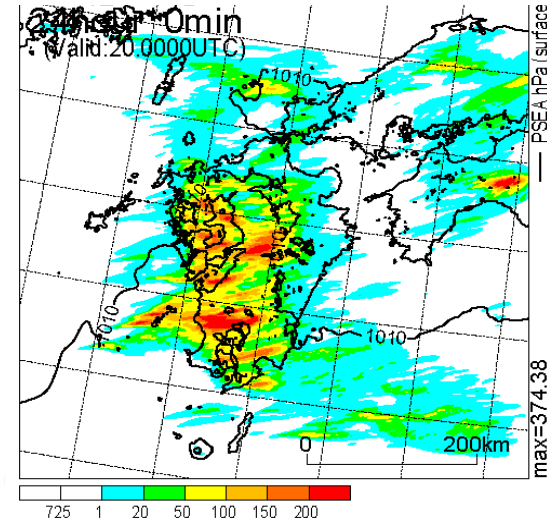


大雨事例の再現

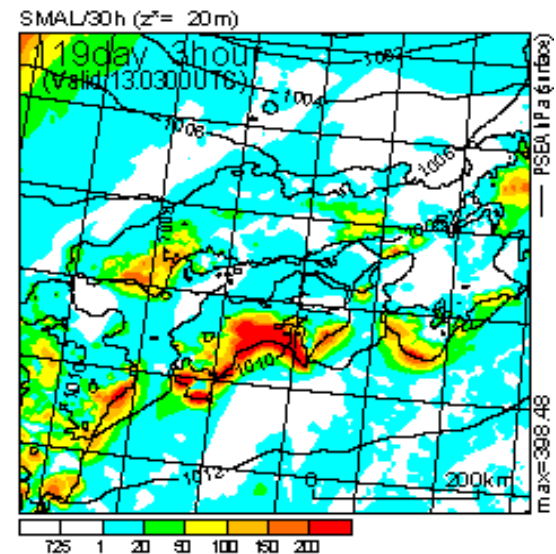
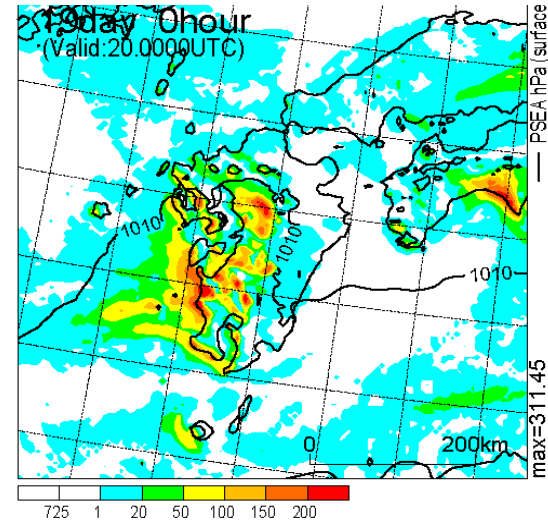
解析雨量(観測値)



1kmモデル



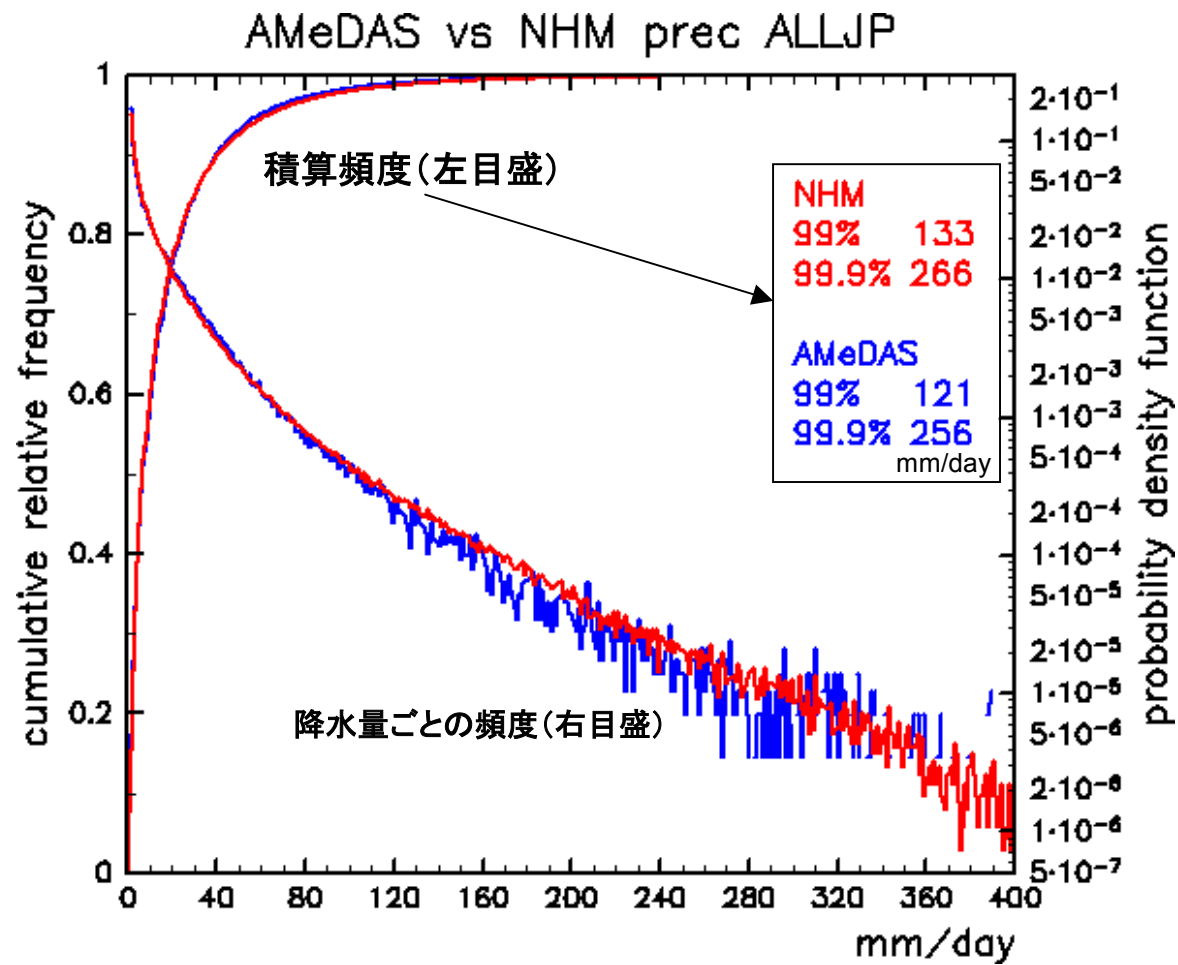
5kmモデル



・モデルで大雨事例をよく再現／1kmモデルではさらに詳細な線状の降水パターンが得られた

降水量ごとの出現頻度の再現

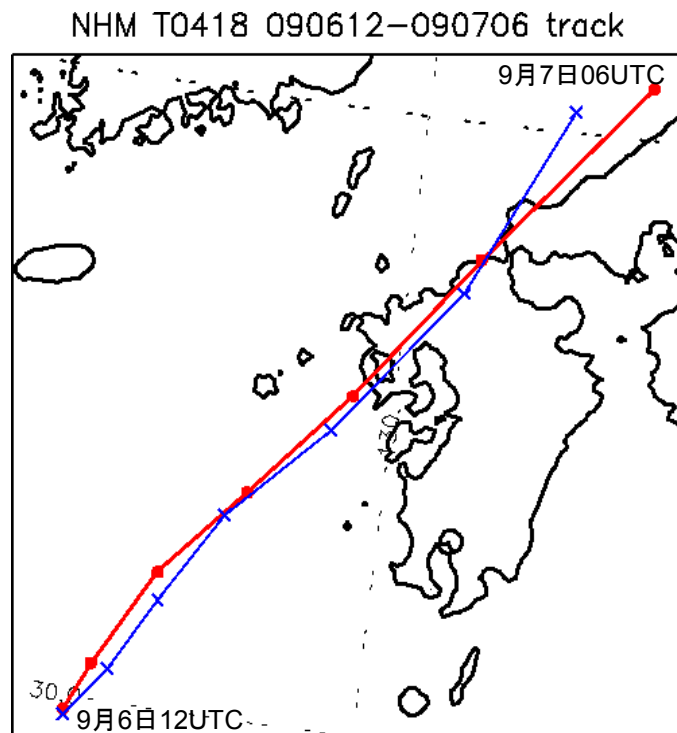
5kmモデル(NHM)と観測(AMeDAS) : 全国・2002-2006 6-10月



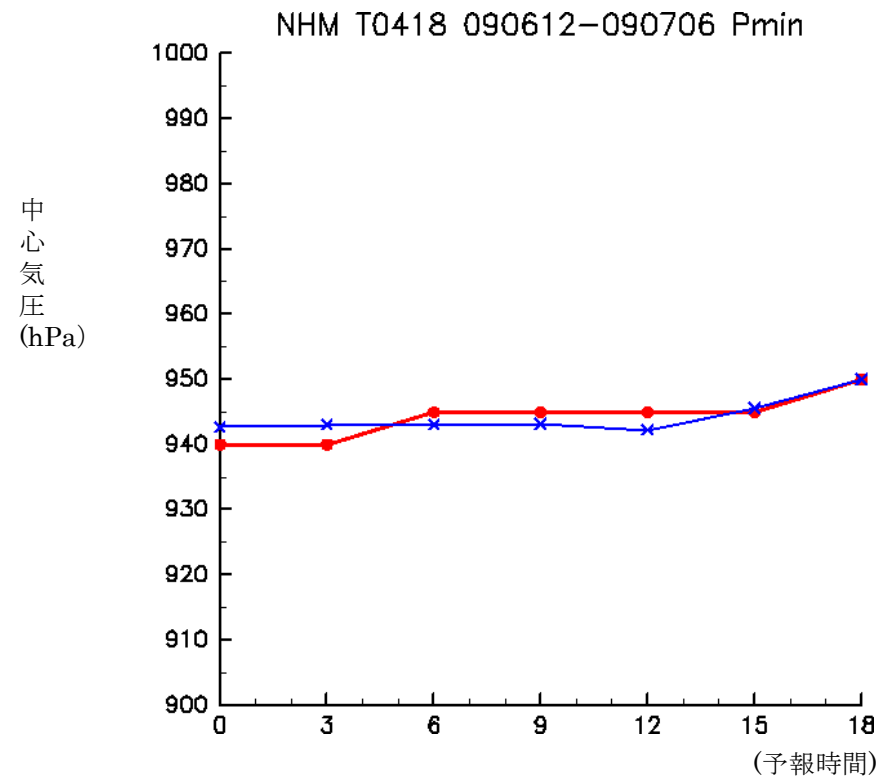
台風0418号の再現

5kmモデルによる台風の経路と中心示度(3時間毎)

経路



中心示度



(赤: 気象庁ベストトラック、 青: 5kmモデル)

影響評価グループへの計算結果の提供

理想境界実験(5km／1kmモデル)：

2002年から2006年までの5年間

10分間隔 (1kmモデル)、30分間隔 (5kmモデル)

降水量・地上風速・地上気圧

2004年台風0418号：

5kmモデル 30分間隔

高度500m 付近までの風速3成分、気圧、温位

高度10m の水平風速(U, V)、降水量

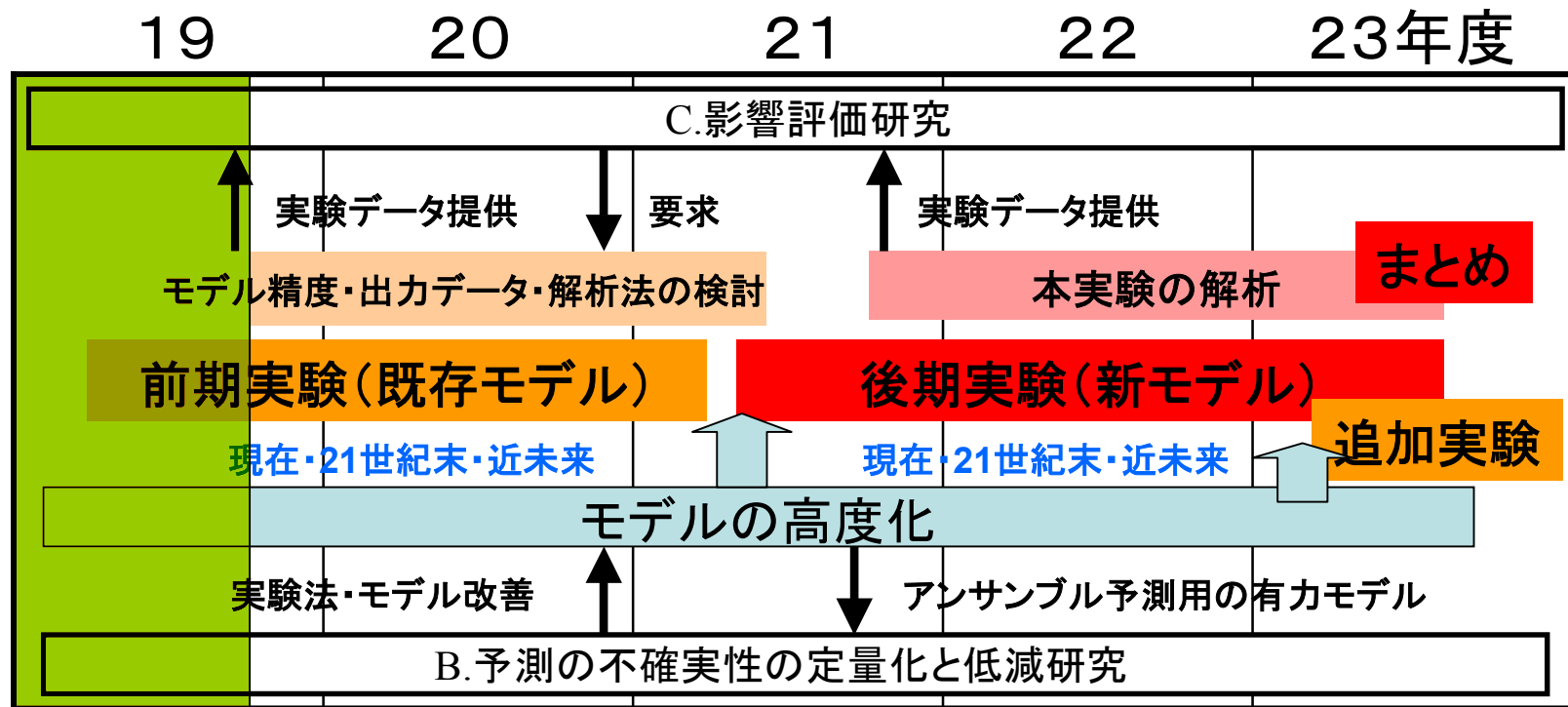
1kmモデル 10秒間隔

九州全体の陸上を覆う矩形領域

高度500m 付近までの風速3成分、気圧、温位

高度10m の水平風速(U, V)、降水量

A(1)(2) 研究実施計画



IPCC AR5

• 中間評価__A全体の3年後目標

- 超高解像度モデルによる温暖化予測__予備実験の終了
 - ① モデルによる現在気候再現精度・近未来予測の解析法の検討
 - ② Cグループへの提供データ内容の検討
- 高度化した超高解像度モデルによる温暖化予測__本実験の開始
 20kmメッシュ全球大気モデル、5km・1kmメッシュ雲解像大気モデル

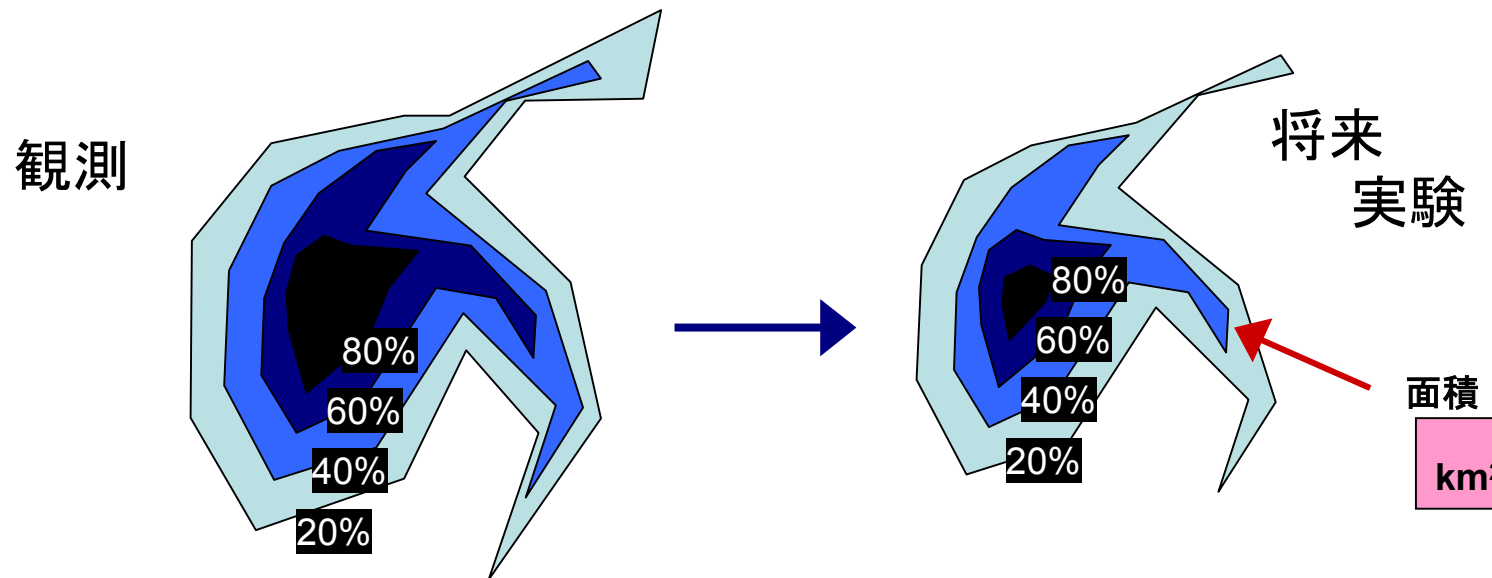
予備実験の実験設定

 = 共生からの
変更箇所

	現在	近未来	21世紀末	備考
期間(25年間)	1979-2003-2008	2015-2039	2075-2099	
海面水温	年々変動あり 観測値HadISST	HadISST+マルチモデル変化	HadISST+マルチモデル変化	
海水密接度	年々変動あり 観測値HadISST	HadISST+マルチモデル変化	HadISST+マルチモデル変化	海水縁の取扱い注意
海水厚さ	観測気候値	マルチモデル変化から評価	マルチモデル変化から評価	海水体積で拘束
温室効果ガス	観測値	A1B	A1B	
エアロゾル	再現値 マジンガー気候値1991-2000	同左 後期実験では変更	同左	T42, 火山爆発なし
オゾン	再現値 CCM現在気候値 CGCM2.3のSST	CCM A1Bラン CGCM2.3のSST	CCM A1Bラン CGCM2.3のSST	T42, 火山・太陽活動無し

海水密接度(%)

- 現在実験では観測値を用いる。
- 将来実験では、対応する年月の各しきい値ごとの海水面積を、SSTと同じ方法で算出した面積に縮める。海水密接度の等値線の形状は過去の対応する現在観測値から求める。



- 年々変動を36年/96年ずらすので、36年前/96年前の観測から分布を縮める。
- 南北半球毎に別々に面積・分布を計算する。

海氷厚

- 現在実験では観測気候値を使う。
- 将来実験では、場所によらない一定の係数 α を観測気候値にかけたものを用いる。氷量の減少割合がAR4マルチモデルアンサンブル値に一致するように、 α を決める。

研究運営委員会等での指摘事項への対応

- 20kmモデル1メンバー実験では、はっきりとしたことが言えない。メンバーを増やすこと。

(対応)

後半に「本実験の積分期間短縮」・「複数の10年積分を追加」・「**3度目の本実験を追加**」。

- 台風の気候再現では大気海洋の結合は重要。海の混合層モデルを使った実験を検討すること。

(対応)

- 1)前半で**60km結合モデルで実験**。
- 2)前半の結果を見て、後半で20km結合モデル実験を検討する。

- 領域モデルの前半の実験で暖候期はカバーすべき。

(対応)

Cグループの要望と調整し、これに**対応した計算を実施**する。