

世界的な気候変動予測の情報から 地域的な気候の変化をどのようにし て求めるのか

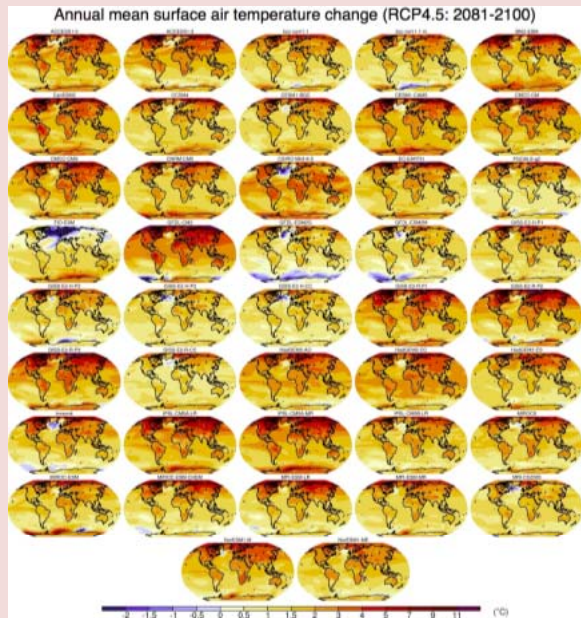
高薮出@気象研究所

H28年度公開シンポジウム@国立オリンピック記念青少年総合センター

2016/09/30

創生c課題の立ち位置

世界的な気候変動予測情報 (CMIP5)

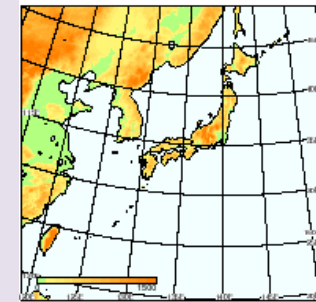


創生A/B

創生c

地域的な気候変化

ダウンス
ケール



様々な社会的影響の評価

創生D
SI-CAT
省庁等
気候変動情報プラットフォーム等



細密度をある程度犠牲にしても例数をかせいだ実験

細密度の高い高解像度のモデルを用いて再現した気象学的特定事例

生活への影響などを見積もるのに必要な情報

② 防災

どれだけ起こるの？

アンサンブル実験から確率的に示すことになる

保険・防災対策が打てる
(資産を救う)

① 減災

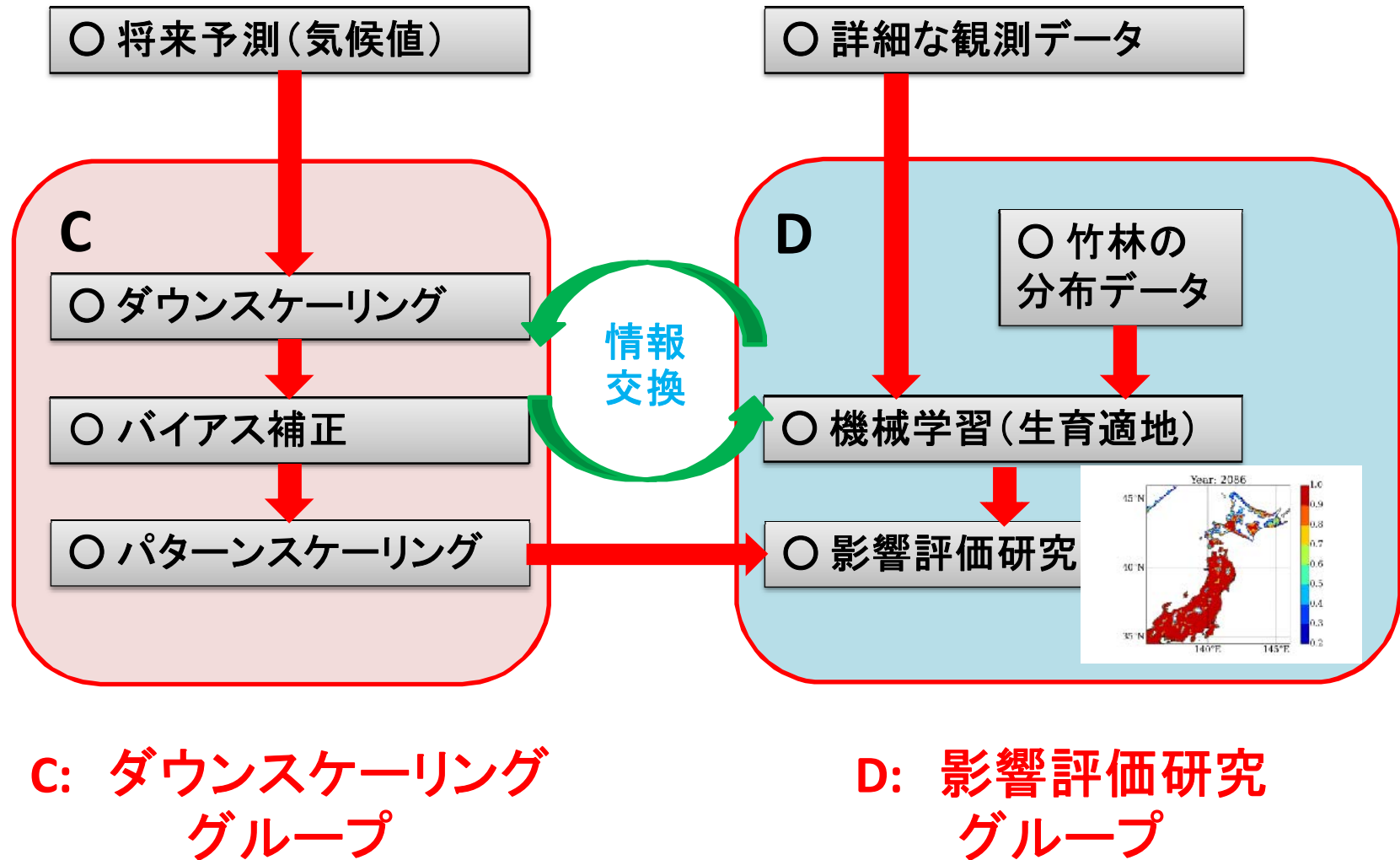
一番ひどい場合は？

最悪の一例を見つけ出すことになる

ハザードマップ・避難策が打てる
(人命を救う)

影響評価研究との連携

竹林の生育適地の評価研究



竹林の生育適地の変遷（RCP8.5シナリオ）

○ 竹林の分布は、現在は主として日本の南の方に限られているが、将来は広がる可能性がある。

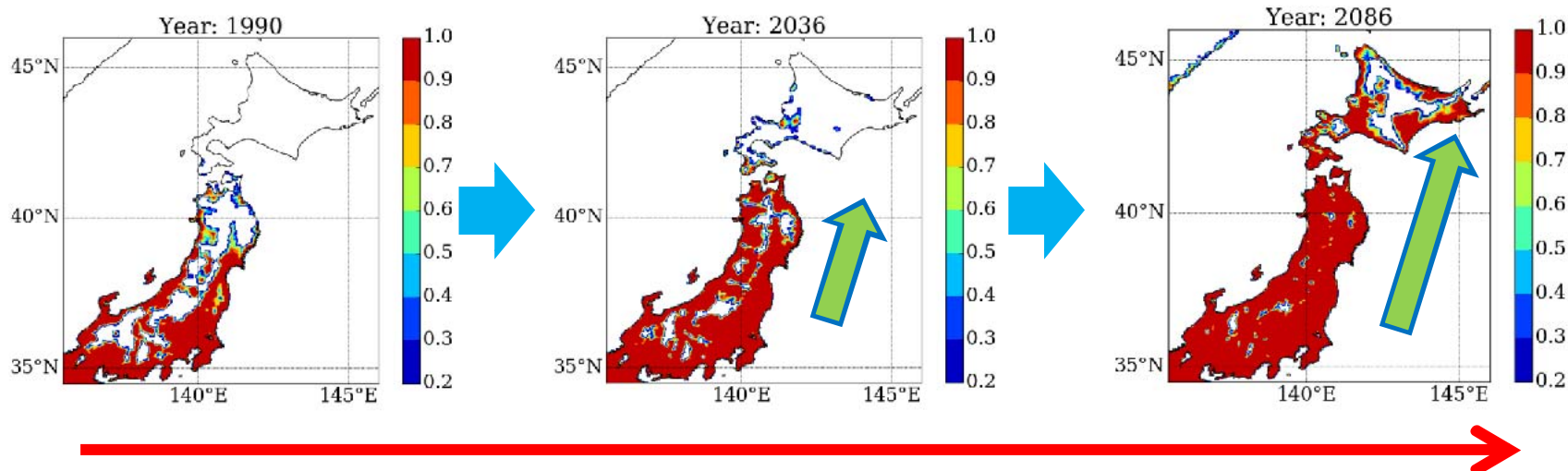
○ ダウンスケーリング結果からこれを予測してみた・・・



1990年代

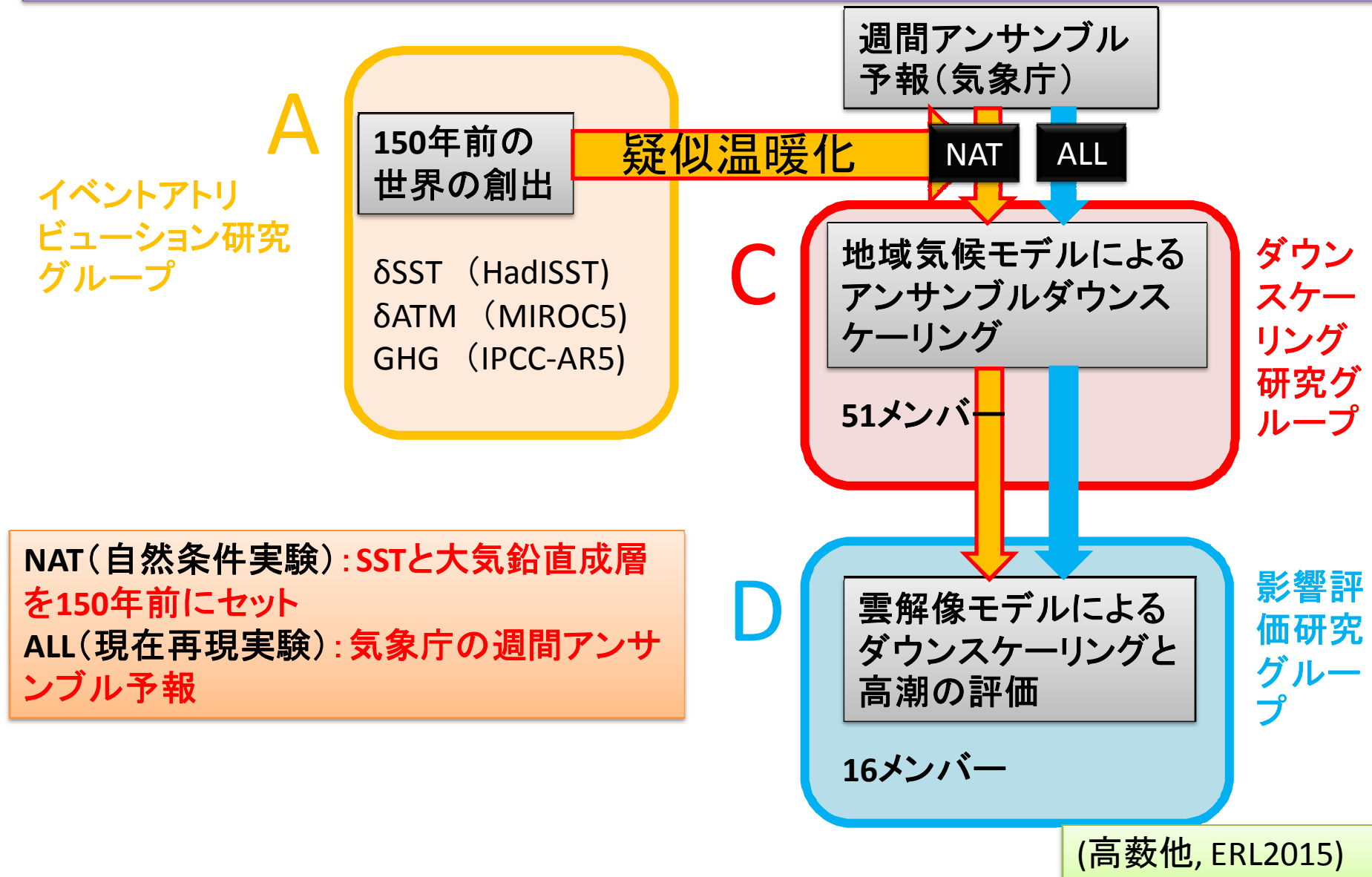
2030年代

2080年代

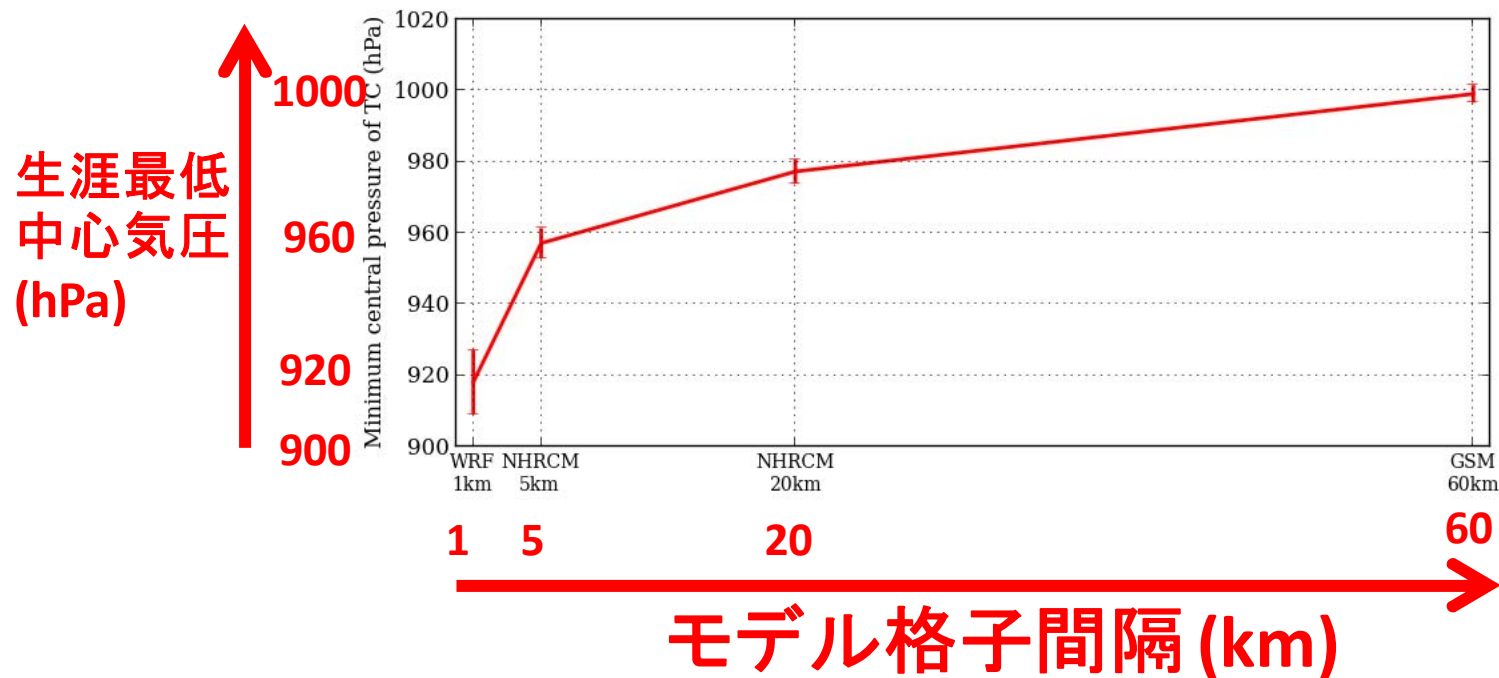
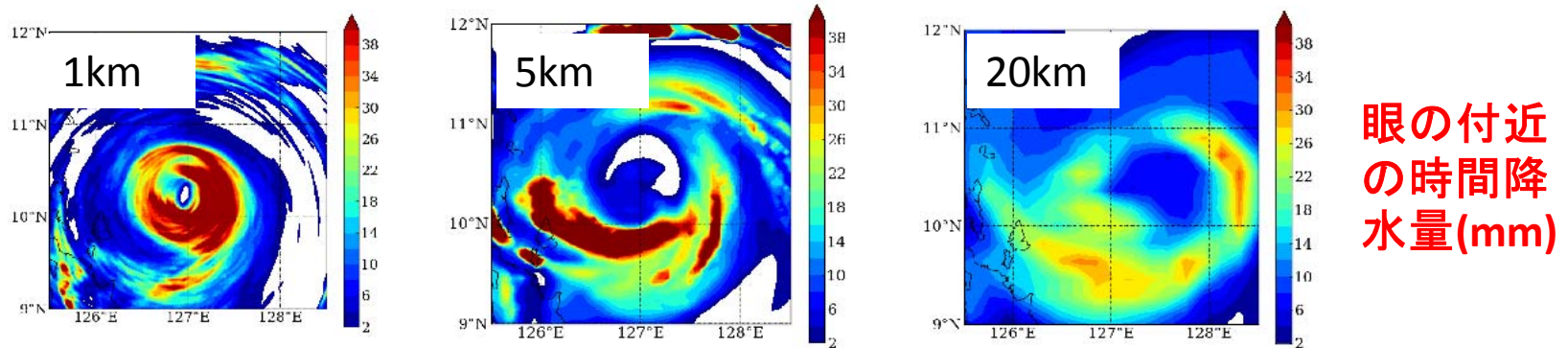


※ 竹林の生育適地(赤い部分)の北上が示されている。

最悪シナリオ台風の高潮がどれだけ高くなったか？ (台風ハイエンの例)



モデル解像度による台風の再現性の違い

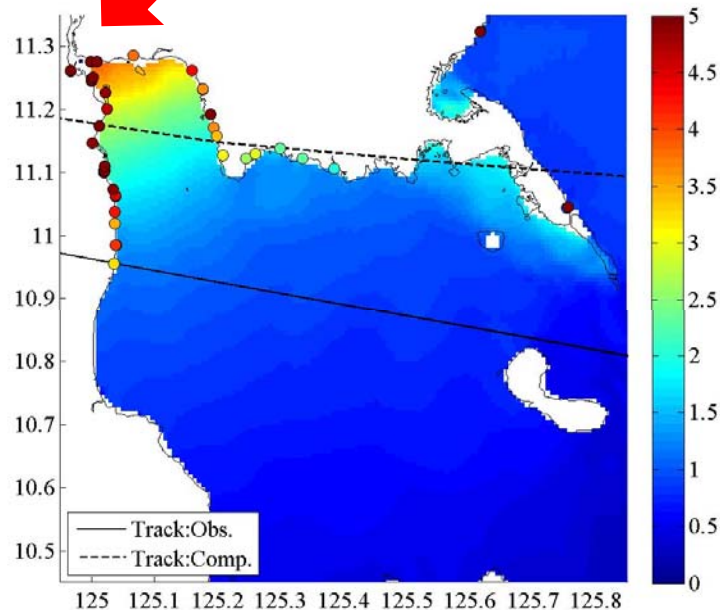


※ 台風ハイエンの観測された最低中心気圧は895hPa

(高薮他, ERL2015)

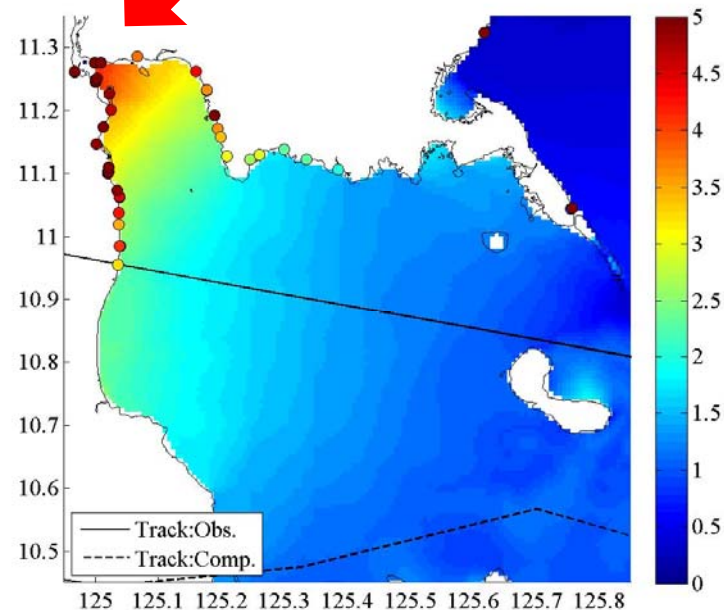
台風ハイエン実験で計算された高潮

最大3.8m (平均2.19m)



自然条件実験

最大4.27m (平均2.60m)



再現実験

再現実験の方で湾奥の高潮が高い (平均偏差で20%増加)

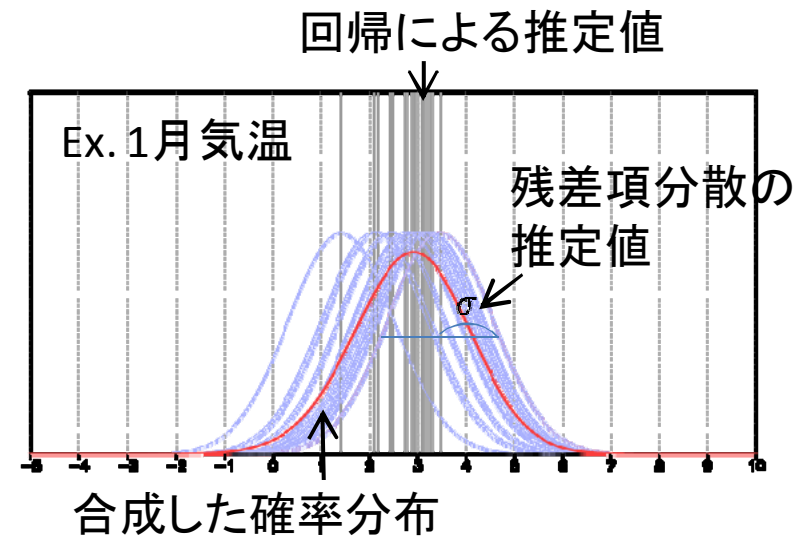
リスク情報

(高薮他, ERL2015)

モデルの不確実性を考慮する

手法

得られた回帰係数の推定値、および残差項の分散の推定値を用いて、各時点の観測が従う正規分布が推定できる。該当する時点の正規分布を混合することで、最終的な確率分布が得られる。



正規分布しない降水データについては、**Yeo-Johnson変数変換**を行ってからモデルを構築した。

データ

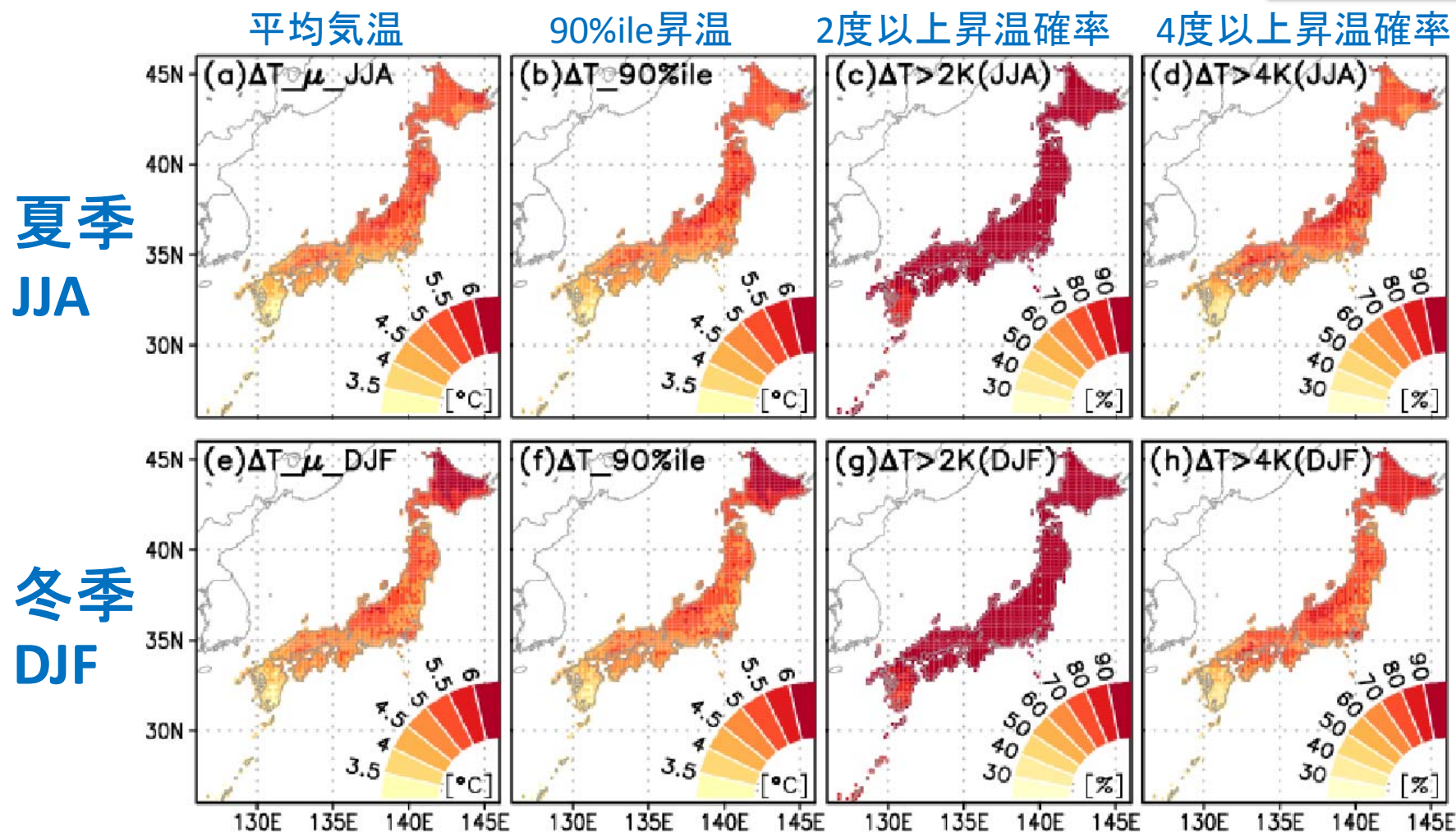
観測：アメダス（1kmメッシュアメダスを20kmに変換）

GCM：CMIP5の40モデル（1.0度格子に統一）

期間：現在1981-2000，将来2081-2100（RCP8.5）

確率的気候変動シナリオ：地上気温

RCP8.5



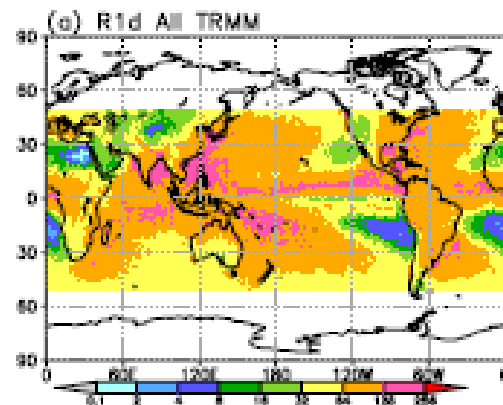
平均気温は3.5－6度上昇するとみられ、南よりも北の方が昇温量が大きいと予測される。RCP8.5シナリオでは、21世紀末までに4度以上昇温する確率がほとんどの地域で60%を超える。

(Ishizaki et al. submitted to HRL)

20km格子モデルで見えること

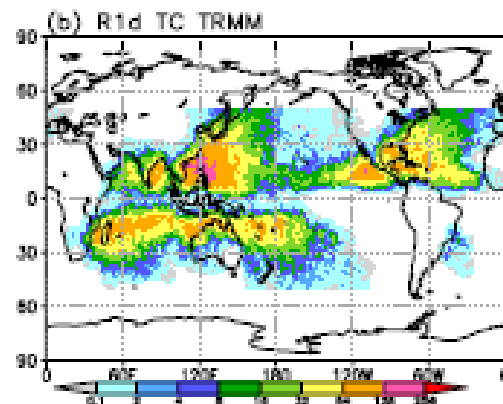
年間1日最大降水量：熱帯低気圧起源とそうでないもの

年間日最大
降水量(R1d)



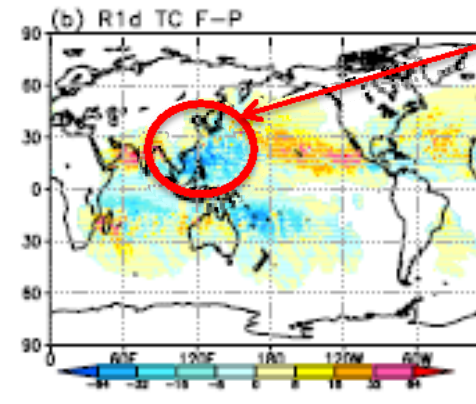
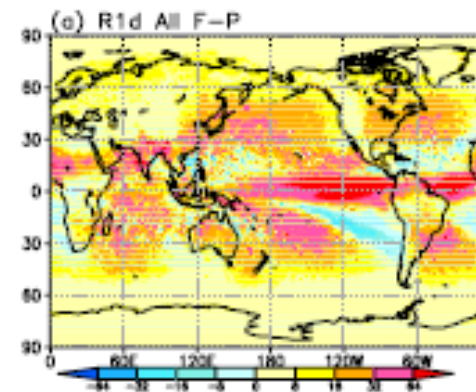
R1dTC
熱帯低気圧起源

熱帯低気圧
中心から半径
500km以内



現在

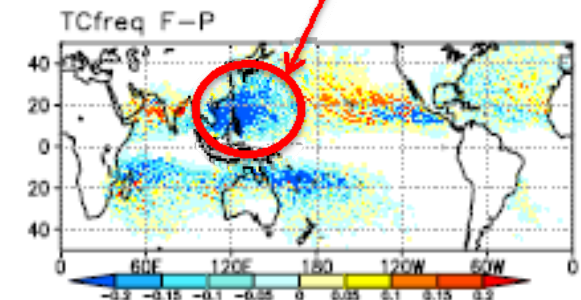
R1d: 年間1日
最大降水量



熱帯低気圧起源の
R1dは西部太平洋で
減少

台風存在頻度減少の
ため

将来変化



※ 全球大気20km格子相当モデルの結果(RCP8.5)

夏季降水量の変動・マルチモデル(20km)による予測結果 (A1B)

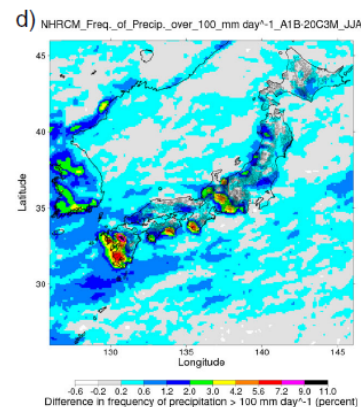
日降水量
100mm以上
の日数の増加

水蒸気フラックス(現在)

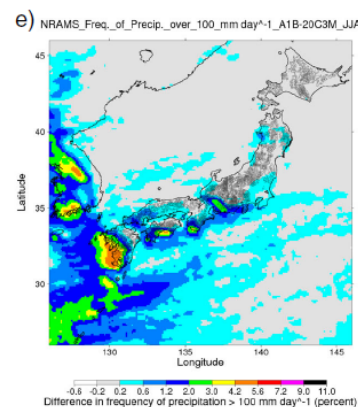
増加している

水蒸気フラックス(将来)

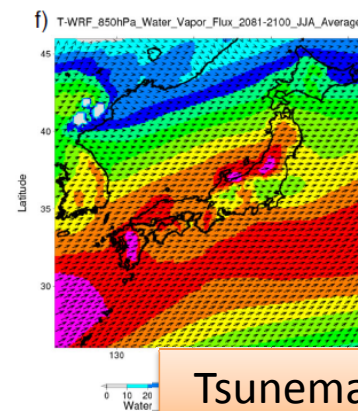
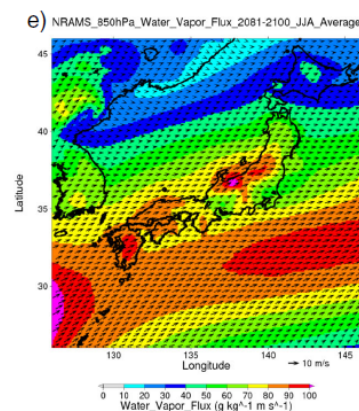
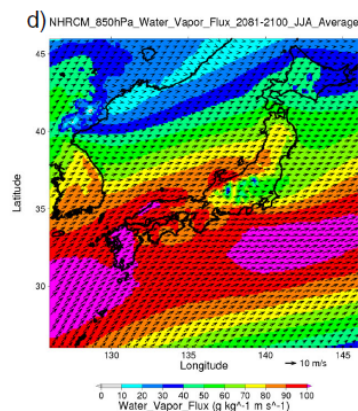
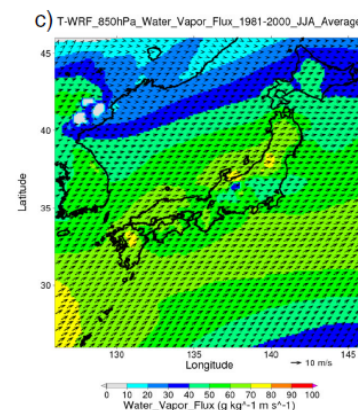
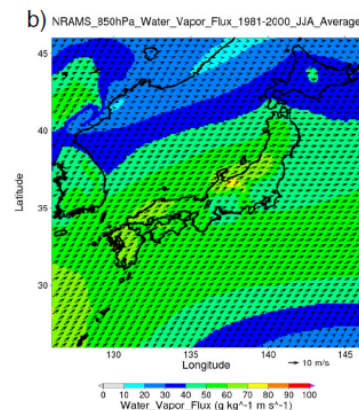
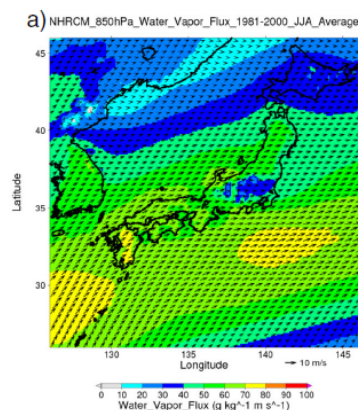
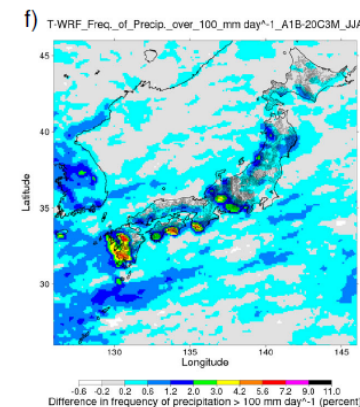
NHRCM



RAMS

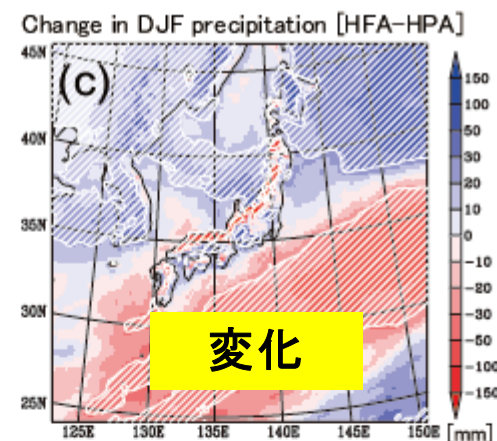
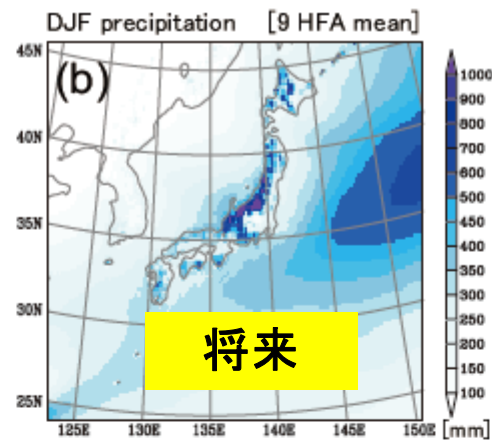
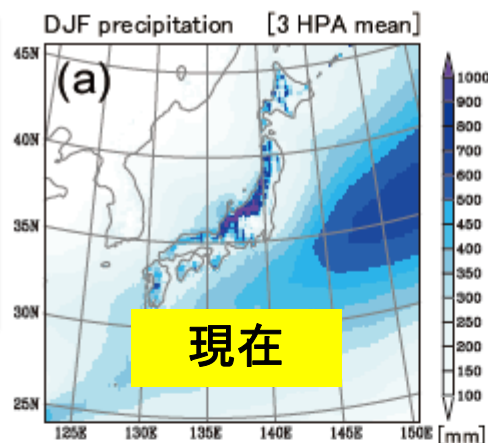


WRF



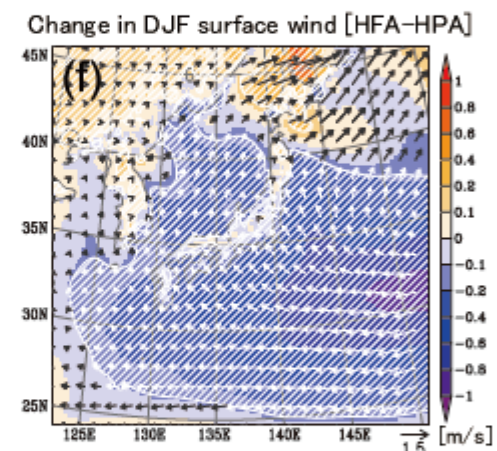
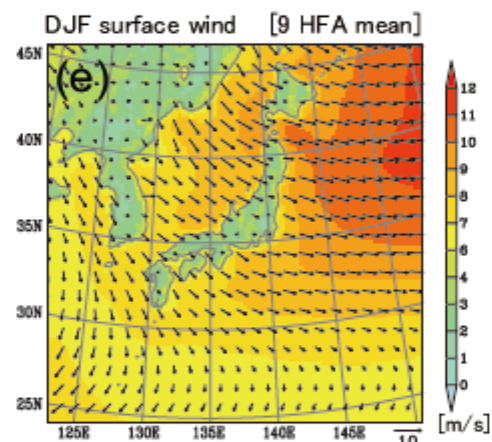
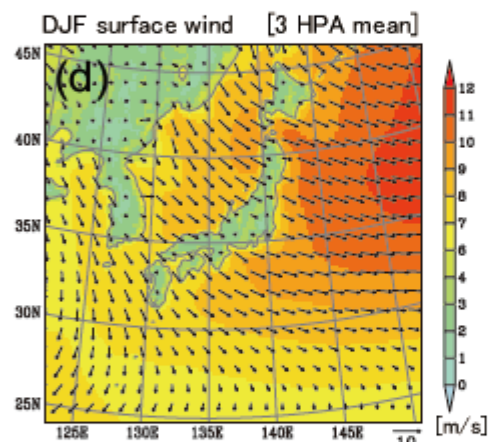
NHRCM20
アンサンブル
実験による冬
季降水量の
変動 RCP8.5

降水量



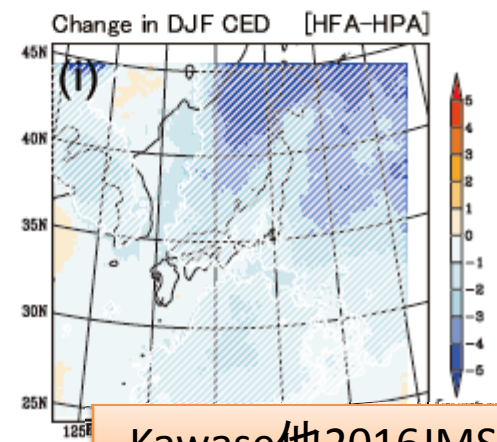
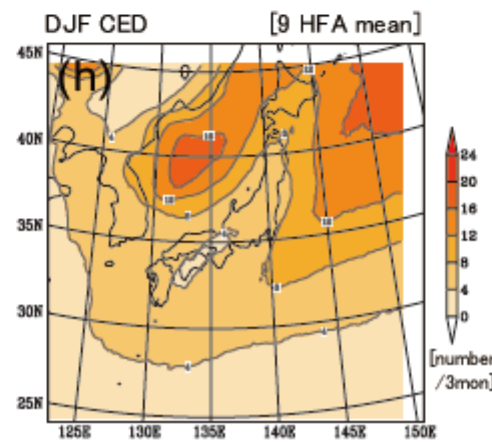
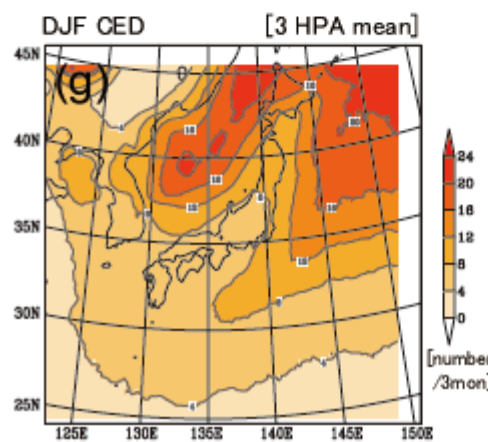
地上風

季節風弱化



低気圧
の表れ
やすさ

南岸低減少

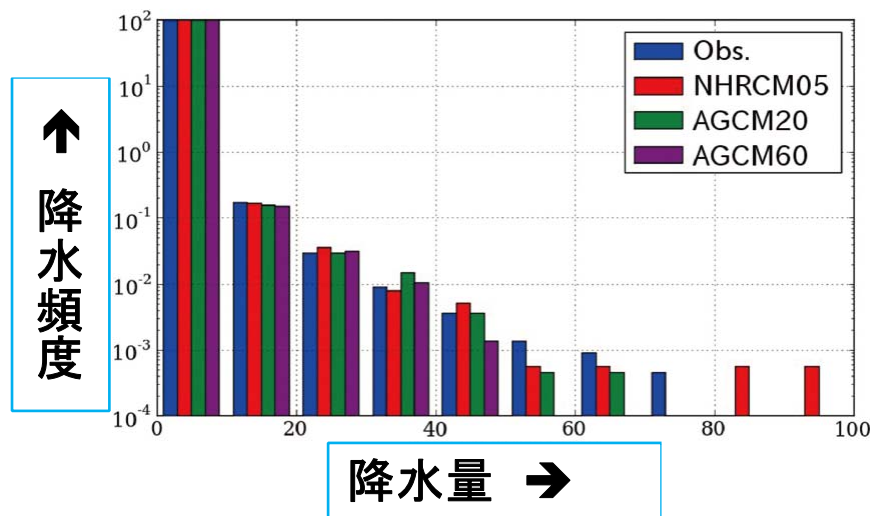


Kawase他2016JMSJ

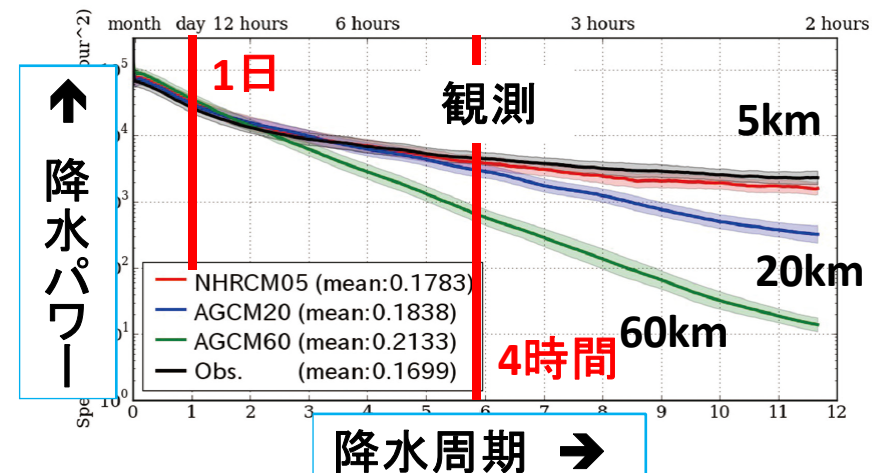
時間降水量の再現には5km格子が必要

モデルの解像度と降水量の関係

※ 東京付近の降水量のモデルによる表現



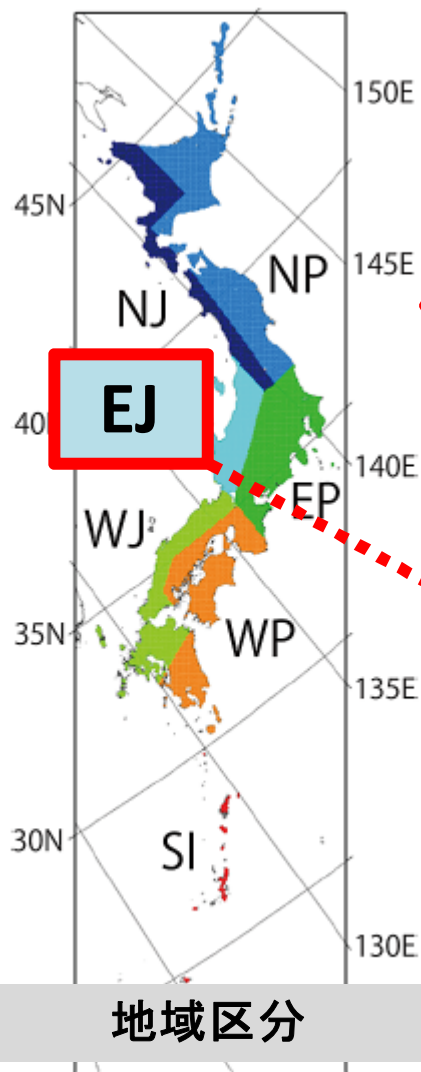
時間降水量の再現性。観測値との比較



降水量の表現能力の比較
右側ほど短時間降水を表す。

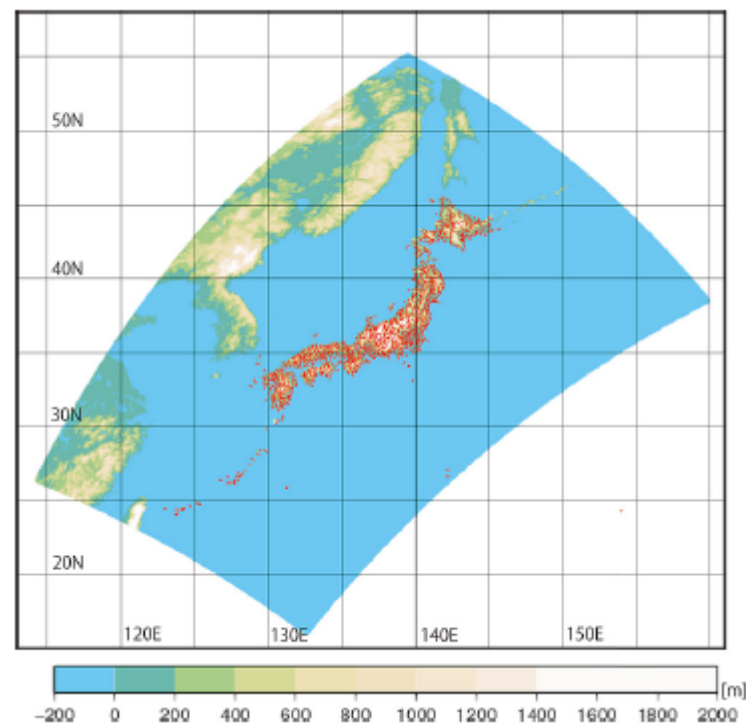
NHRCM05 (5km格子モデル)の振る舞い

5km解像度モデル の結果：月降水量

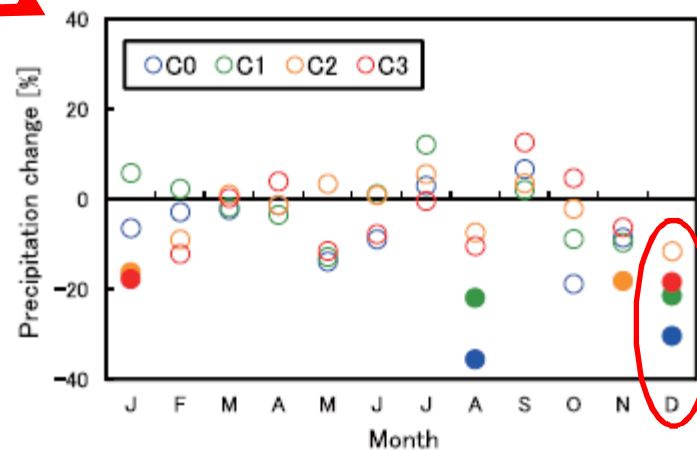


地域区分

おおきく地域分け
してみた

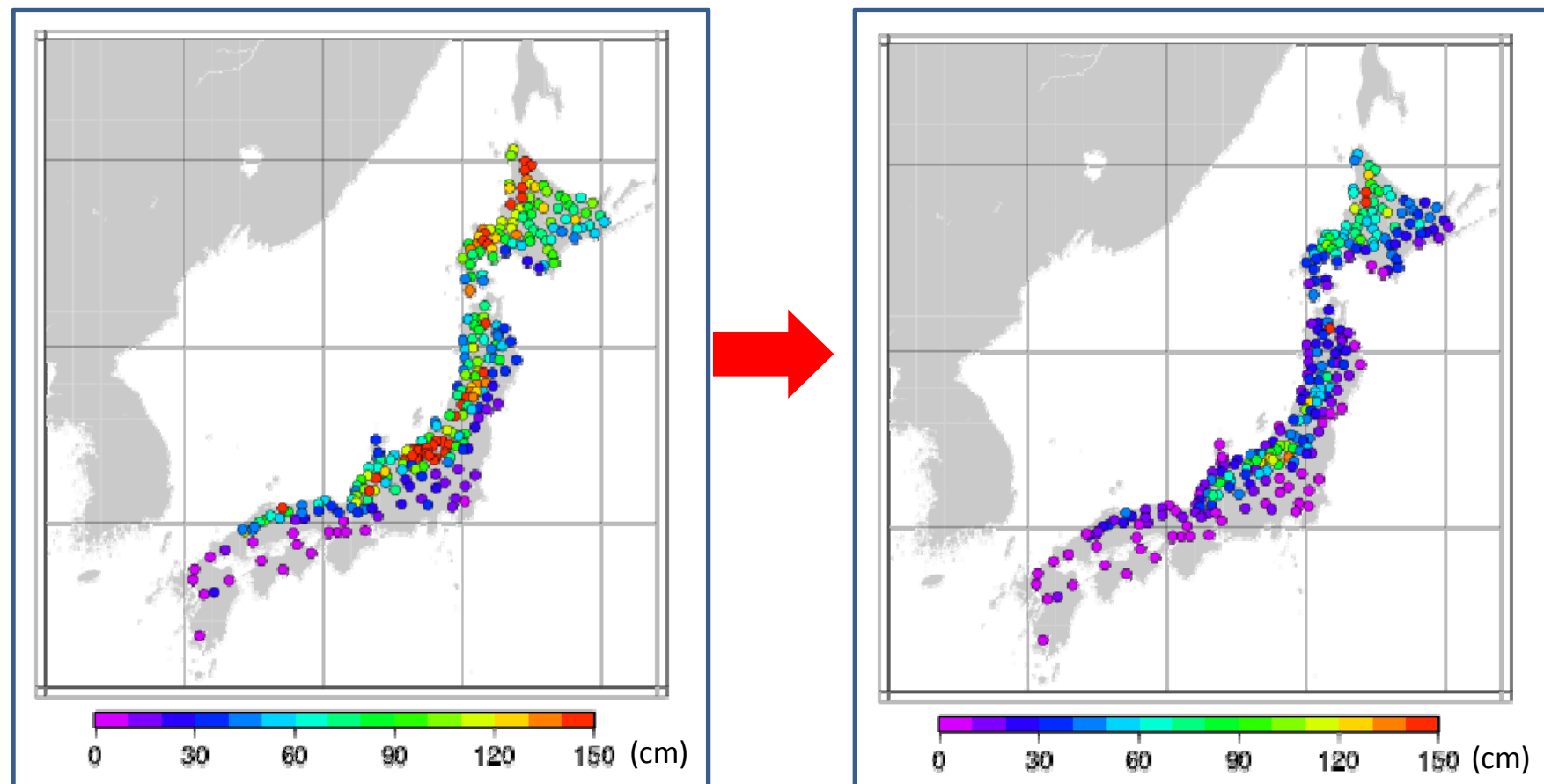


NHRCM05の計算領域



日本海側(EJ)の月
降水量の将来変
化(4アンサンブル
実験の結果)

5km解像度モデルにより予測された最大積雪深の将来変化

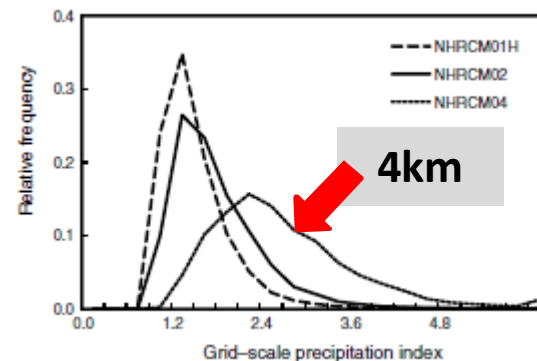
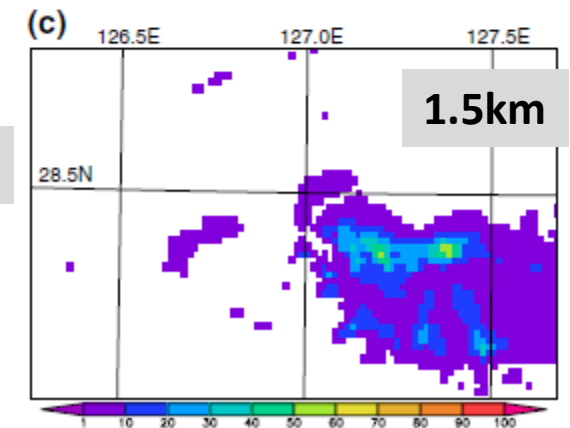
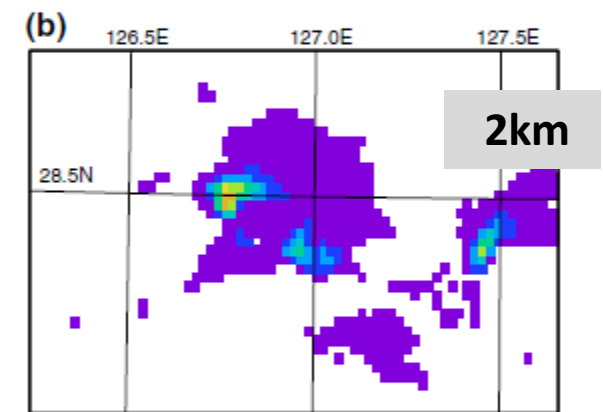
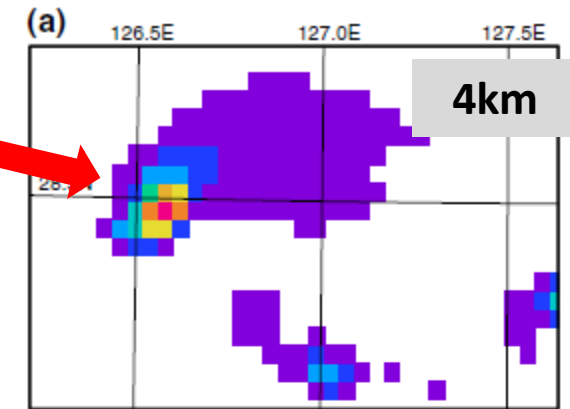


○ 最大積雪深は、ほぼ全国的に減少する

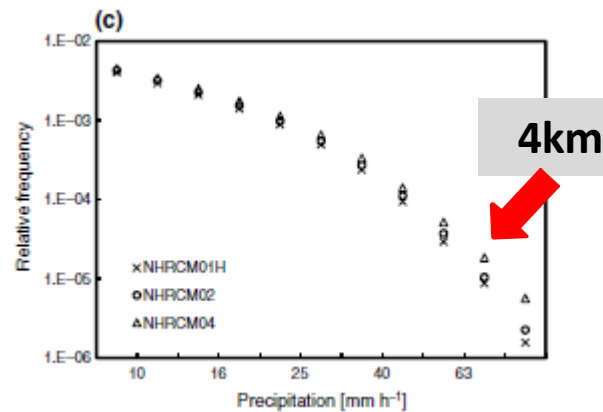
雲解像モデルに必要な解像度

解像度が粗いと
極端降水を過
大評価する恐
れがある。

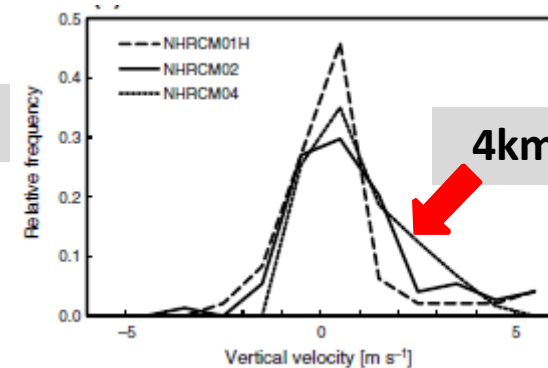
きわめて強い格子
サイズの降水セル
が出来てしまう。



降水セルの局在化



極端降水量の過大評価



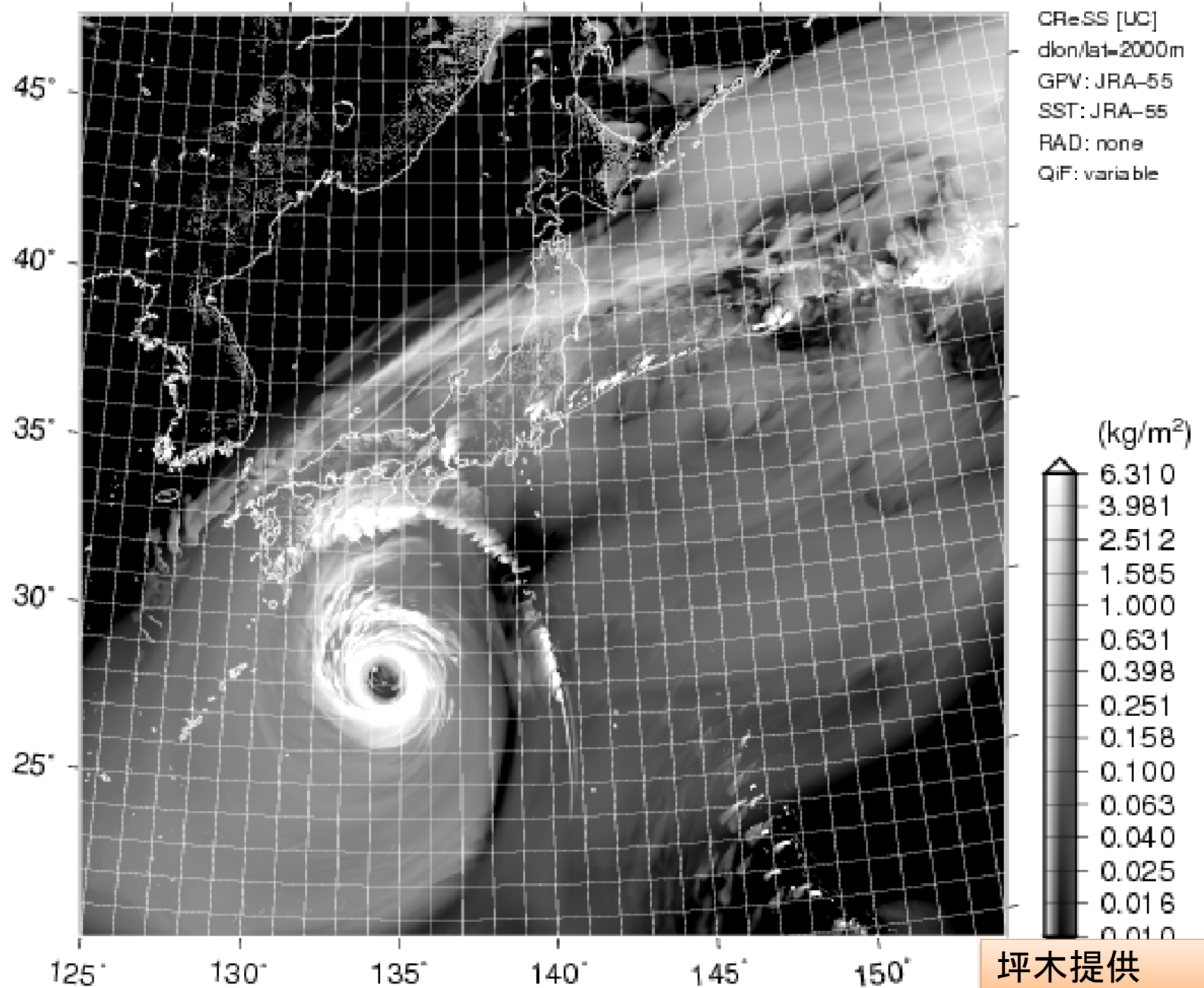
上昇流の過大評価

台風の評価

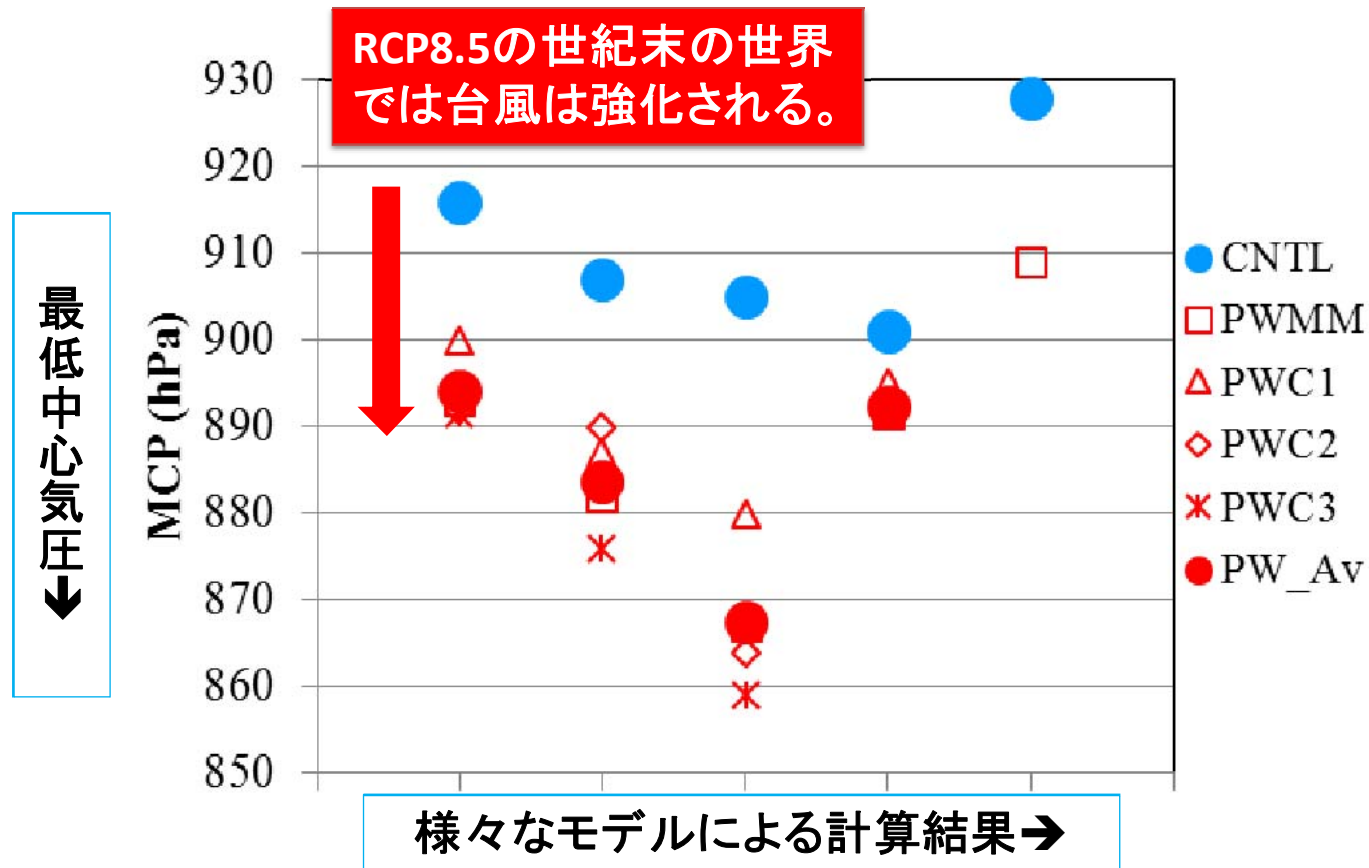
雲解像モデルによる伊勢湾台風の再現(1959年9月26日午前1時30分)

01:30 JST 26 SEP 1959

○ 日本列島
をうかがう
伊勢湾台風



伊勢湾台風が将来発生したら？



最低中心気圧の**現在再現**と**将来予測**。確度を上げるため、4つのモデルを用いて計算している。

モデルの高度化

モデルの高度化

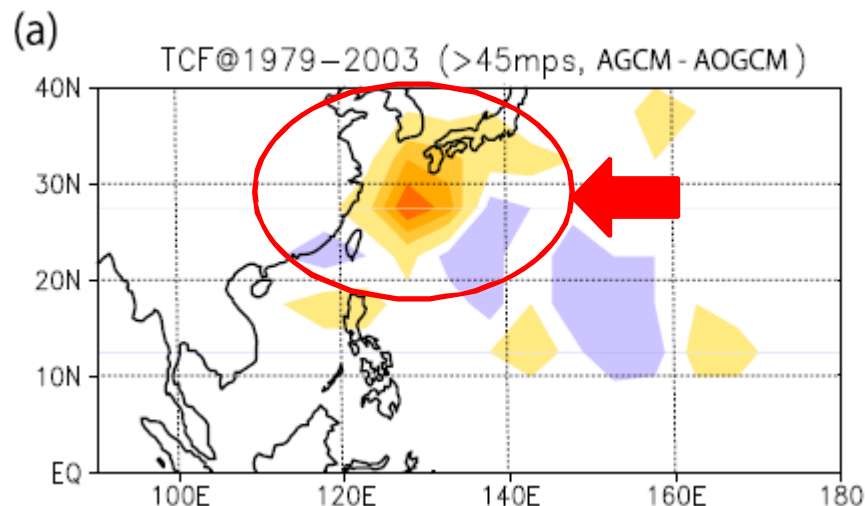
- 全球モデル

- 大気海洋準結合化によるSSTの影響を受ける台風の振る舞いの改善

- 地域気候モデル

- 領域大気海洋結合モデルによるパフォーマンス改善
- 全日本5km格子モデルから2km格子モデルへの高度化
- 格子の詳細化と共に、あからさまに見えてくる諸スキームの改善

60kmモデルにおける強い台風の存在頻度（大気モデルー準結合モデル）



強い台風(モデルの風速45m/s以上)の
5度格子での頻度分布(単位:個/25年)

60km-大気モデルでは(同じSST
にもかかわらず)20-30Nでの強い
台風の存在頻度が観測に比べて
過剰・・

東西平均した準結合モデルでは15-
25Nにピーク、

大気モデルは30N付近にもピーク

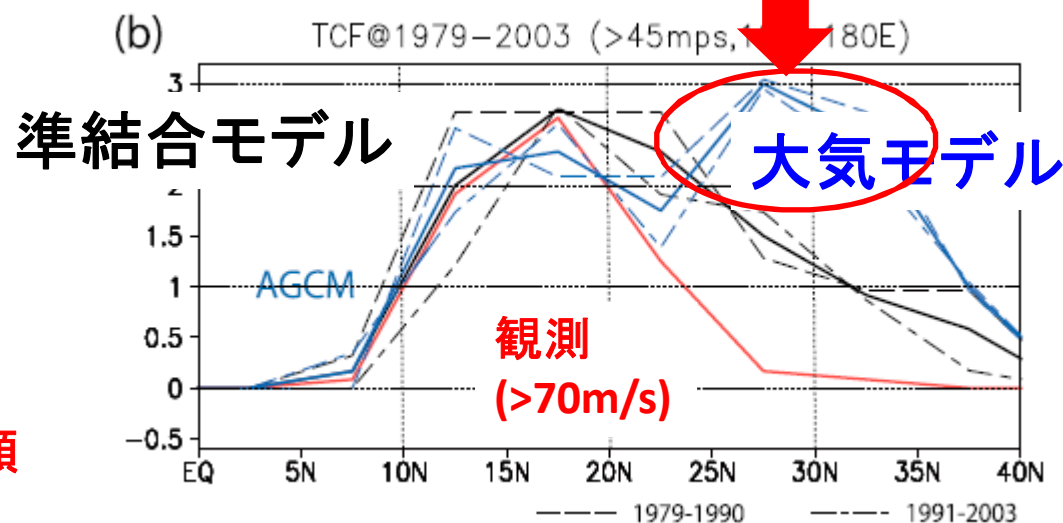
積分前半12年/後半13年(破線)で
平均期間を変えても明らかな結果

・・存在頻度の緯度分布

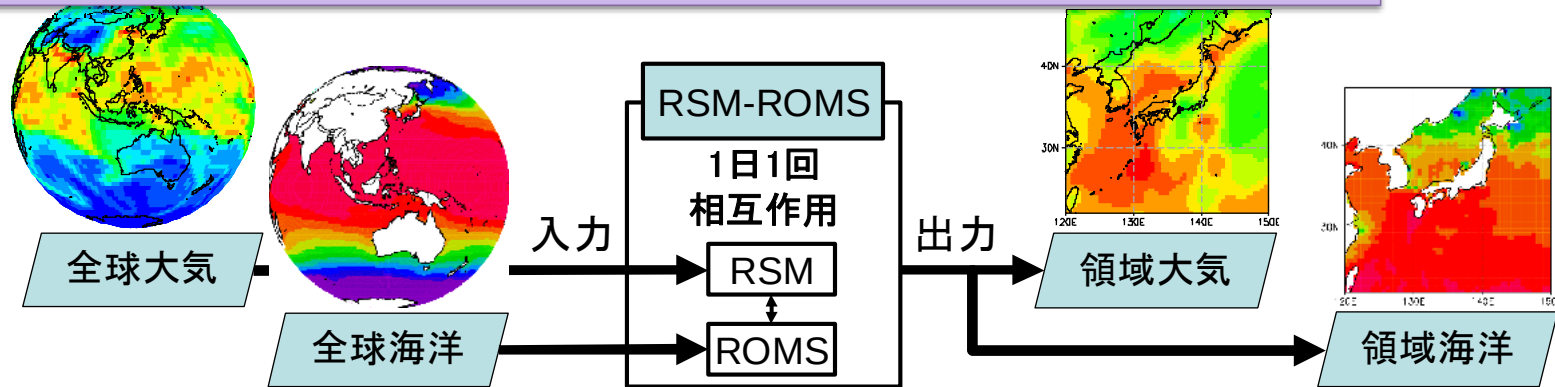
(モデルでの風速45m/s以上):

強い台風の5度格子での頻
度分布

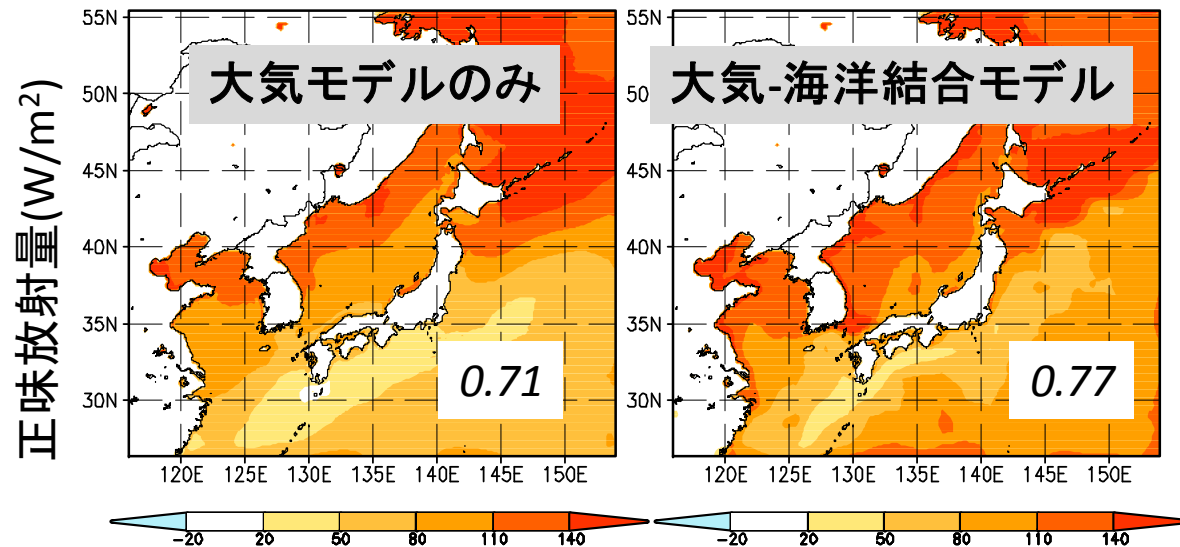
@120-180E平均
(単位:個/25年)



領域大気・海洋結合モデル(RSM-ROMS)の構築



海面からの正味放射量が結合モデルで改善していることが示されている。



上図: 領域大気海洋結合モデル(RSM-ROMS)システムの概要。下図: 大気モデルのみ(UNCPL)と大気-海洋結合モデル(CPL)による日本近郊域を力学的ダウンスケーリングすることによる効果。海面水温と正味放射量ともに、観測データとより一致した細かいスケールの分布が表現されている(Ham et al., 2016より抜粋改変; 図中の数字は空間相関係数を示す(1に近い方が良い))

NHRCM05→NHRCM02 における改良点

- 地形→降雪分布の改善
 - Envelope Mountain地形の採用
- 物理過程
 - 積雲対流パラメタリゼーションの不使用
- 陸面過程→都市気候の再現性の改善
 - MJ-SiBからiSiBへ
 - SiBへの不凍水スキームの適用
 - 都市グリッド(都市面が50%を超えるグリッド)への都市キャノピースキーム(SPUC)の適用
 - ・都市キャノピースキームへの融積雪過程導入(世界的に見ても新規の開発)

まとめ

- 領域テーマCでは、「気候変動に伴うリスク評価」に適う「気候ハザード情報」の創出を目指して研究計画を立てた。
- そのために、①確率情報・②最悪シナリオ情報に焦点を絞り研究を進めてきた。
- CMIP5の予測結果とユーザーの要求の間をつなぐシステムが構築されてきた。

今後に向けて

- 力学的ダウンスケーリングモデルへの各種プロセスの追加により適応研究へのデータ提供の可能性を広げることが望まれる。
- 各種影響評価研究プロジェクト・関係省庁との連携をはかることが望まれる。
- アジア域各国の研究者との連携をはかり、現地での温暖化予測・適応研究へ寄与することが望まれる。