

d4PDF5km全国アンサンブル実験による 極端降水の将来変化

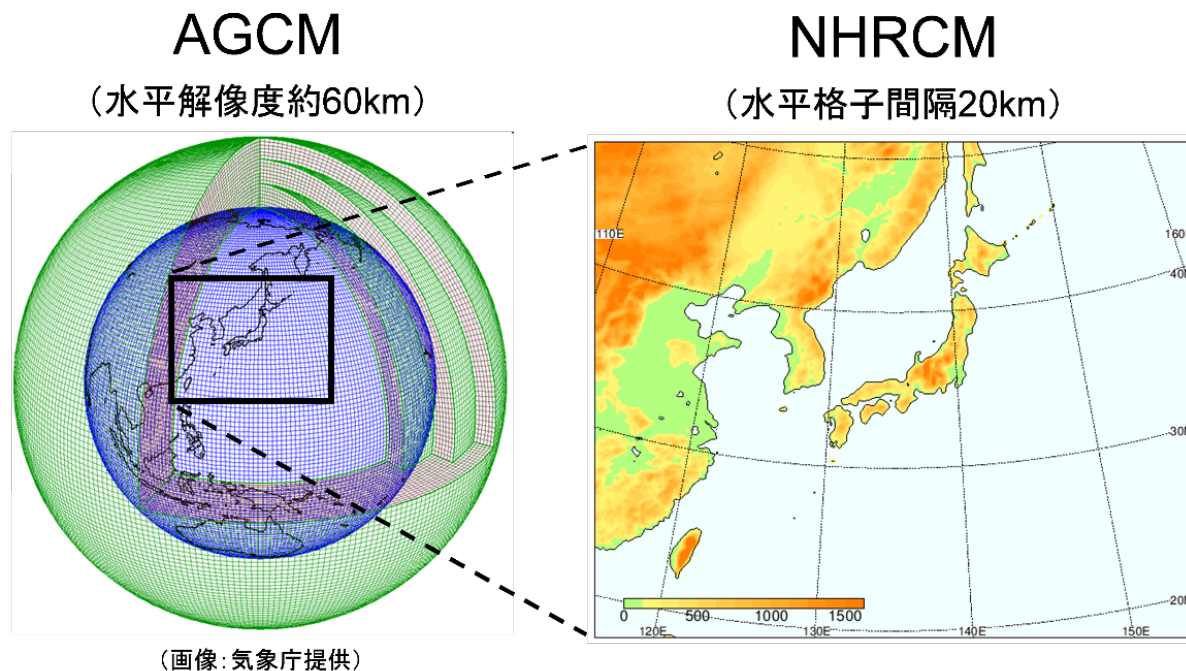
2023年2月28日-3月1日
ヤマセ研究会@東北大学

川瀬宏明（気象研究所）

野坂真也、渡邊俊一、福井真（気象研）、志村智也、山本浩大、
仲ゆかり（京都大学）、杉本志織、伊東瑠衣、鈴木智恵子（JAMSTEC）、
岡地寛季、石原道秀（北海道大学）、星野剛（寒地土研）

高薮出、仲江川敏之、村田昭彦、水田亮、石井正好、辻野博之（気象研）、
林茂、山田秀徳（JMBSC）、中北英一、森信人、竹見哲也、呉映昕（京都大学）、
石川洋一（JAMSTEC）、山田朋人（北海道大学）、
金田幸恵（名古屋大学）、Sridhara NAYAK（日本気象株式会社）

- 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)の登場により、豪雨・豪雪・台風等の極端気象の将来予測が飛躍的に進展。[Mizuta et al. 2017, BAMS, Ishii and Mori, 2020, PEPS]
- d4PDFは約**60kmAGCM**と**20kmRCM**から構成。



■ 60km全球版 (MRI-AGCM)

● 過去実験 (100メンバー, 60+11年間)

SST: COBE-SST2 1951年～2022年* (with 100観測誤差摂動)

● 将来実験 (90(54)メンバー, 60年間)

SST: COBE-SST2 + 6SST anomaly* (with 15観測誤差摂動)

※産業革命以前から全球平均で 4°C (2°C) 上昇した気候 (CMIP5)

● 非温暖化実験 (100メンバー, 60+11年間)

- COBE-SST2 の1900年—1919年を基準
- 過去のトレンドを除去した年々変動に、摂動を加えたSSTで駆動。

■ 20km領域版(NHRCM)

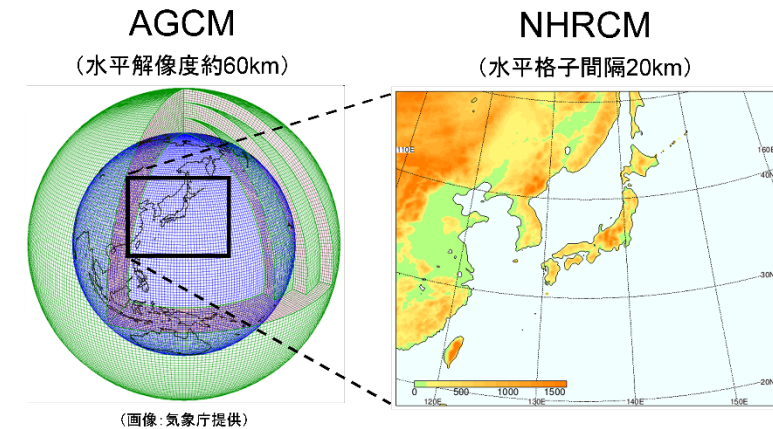
● 過去実験 100メンバー

● 将来実験 [2, 4°C 上昇気候]

● 非温暖化実験 100メンバー

■ これまでのd4PDFからの5kmDDS

- ・ SI-CAT（気候変動適応技術社会実装プログラム）では、北海道（九州、関東）、東北から九州を別々に計算。
- ・ いずれもNHRCMを用いたが、内部の設定が異なる。標高、対象年や計算年数も異なる。

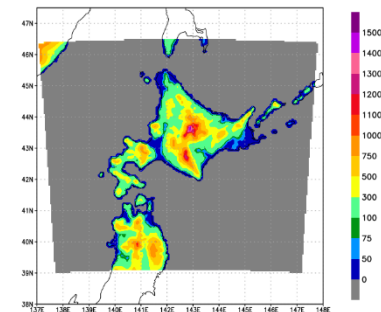
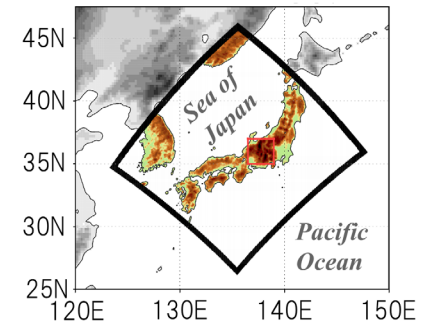


➔ 全国の極端気象の将来変化を一律に評価するために、
共通のシナリオ・実験設定で、
『全国を対象とした5kmアンサンブル計算』が必要。

■ ESチャレンジ利用課題で行う全国5kmアンサンブル計算

- ・ d4PDFをベースに、日本全国を計算領域に含めた計算を実施

➔ 地域詳細な**数十年から100年に1度の極端気象**の将来予測を目指す



5kmアンサンブルDDSの実験設定

領域モデル：NHRCM (Sasaki et al. 2008)

格子間隔：20km—5km

初期値・境界値：d4PDF 60kmAGCM (Mizuta et al. 2017)

シナリオ：過去/4度上昇 [終了] いずれも **720年(732年)**

(60年x12メンバー/60年x6SSTx2摂動)

2度上昇 [終了]、非温暖化、2011年以降延長 **[計算中]**

計算期間：過去 1950年7月～2011年8月(～2021年8月)

初期値・積分方法：各年7月20日(5kmは21日)から開始，
翌年の8月末まで計算。最初の8月末まではスピナップ

雲微物理：Ikawa and Saito 1991

陸面：Improved MJ-SiB (iSiB) Hirai et al. 2007

境界層：MYNN Level 3 Nakanishi and Niino 2004

積雲対流：KF scheme (海岸線を考慮，島含む) ※20kmは島含まず

Kain and Fritsch 1990; Nakano et al., 2012

放射：晴天放射 (Yabu et al. 2005)、雲放射 (Kitagawa 2000)

地形：GTOPO30、格子平均

海氷：SST271K以下で生成

ESチャレンジ利用課題

「日本全国の地域詳細な極端気象の将来予測に資する高解像度多量アンサンブル気候データセットの作成」

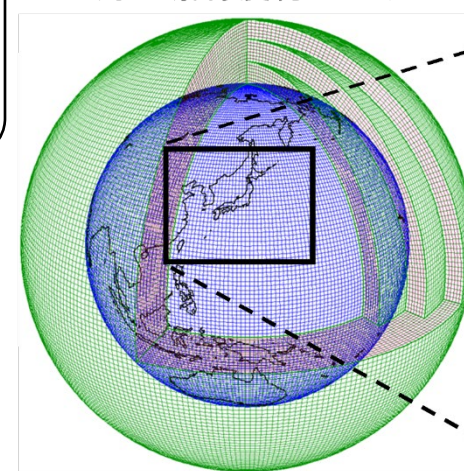


気候変動予測先端研究プログラム
MEXT-Program for The Advanced Studies
of Climate Change Projection (SENTAN)

課題3－4連携

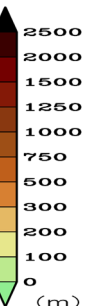
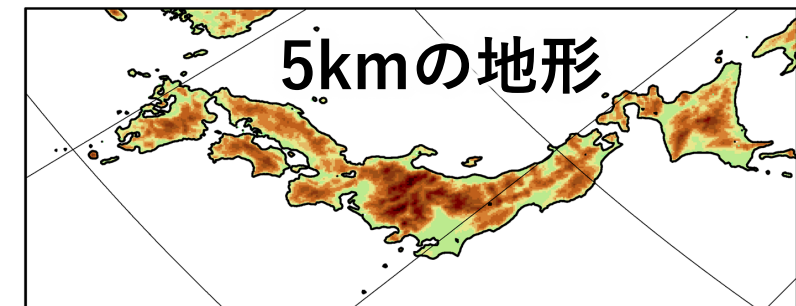
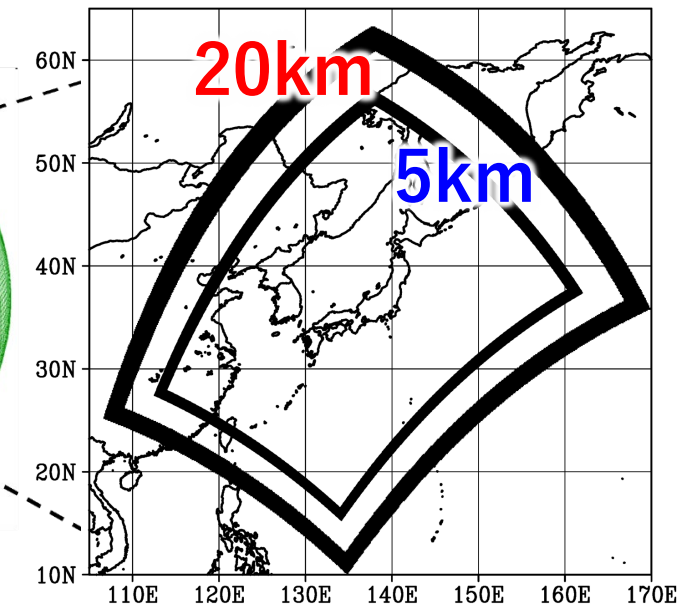
AGCM

(水平解像度約60km)



(画像：気象庁提供)

(a) Model domains (20km-5km)



主に極端降水に関する初期解析の結果

- 降水の季節変化バイアス（全国平均）
- 全国の極端降水の変化
- 台風の強度・降水
- 梅雨期の降水
- 線状降水帯
- 極端降雪の変化

この内容 + α で初期解析論文
(実験の *Description Paper*)
をJGRに投稿中

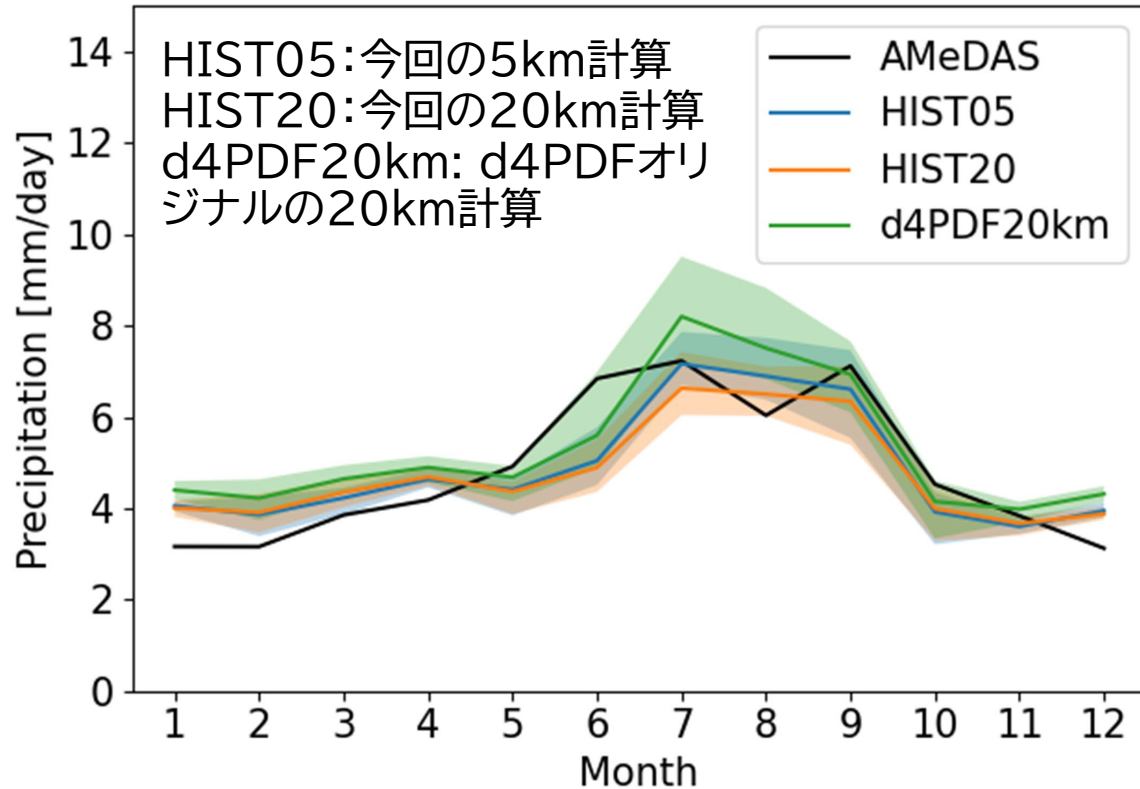
*Kawase et al.,
Identifying robust changes of
extreme precipitation in Japan
from large ensemble 5-km-
grid regional experiments for
4K warming scenario,
JGR, under review.*

初期解析の結果～降水の季節変化バイアス(全国平均)～

渡邊さん(気象研)

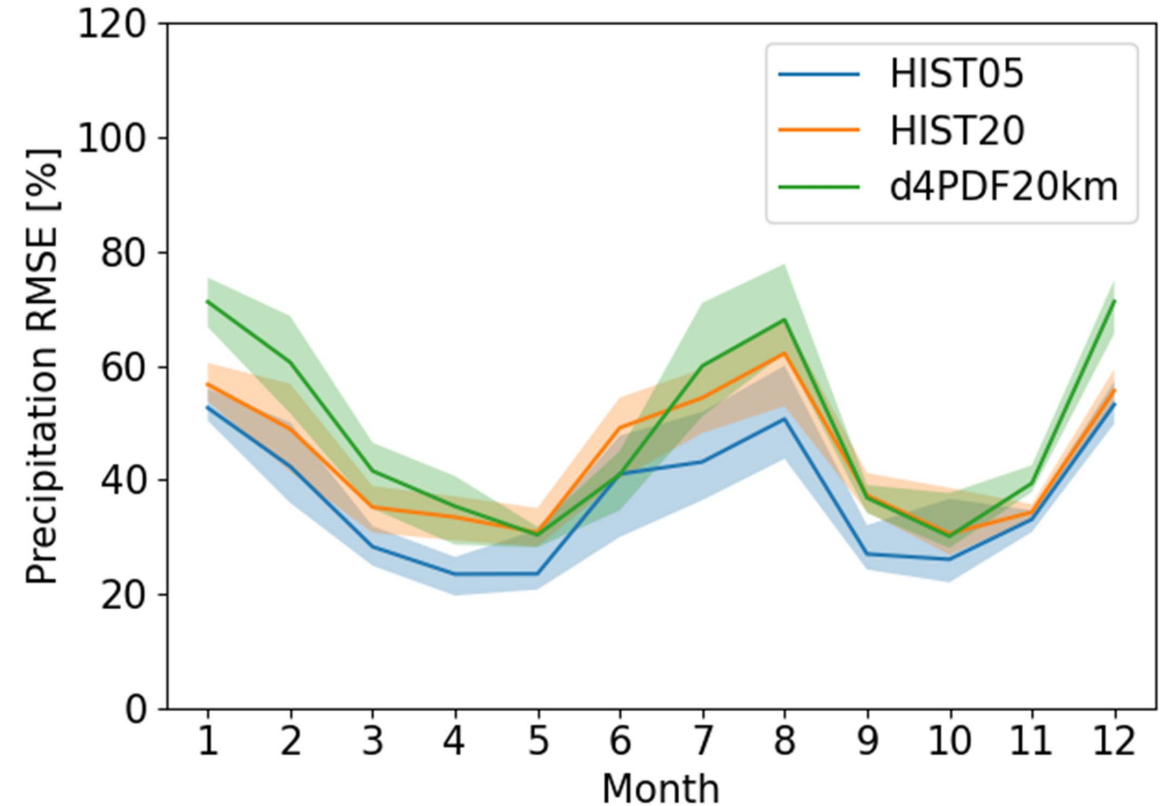
月降水量

(a) Monthly precipitation (1981–2010)



月降水量(RMSE)

(b) Monthly precipitation RMSE (1981–2010)



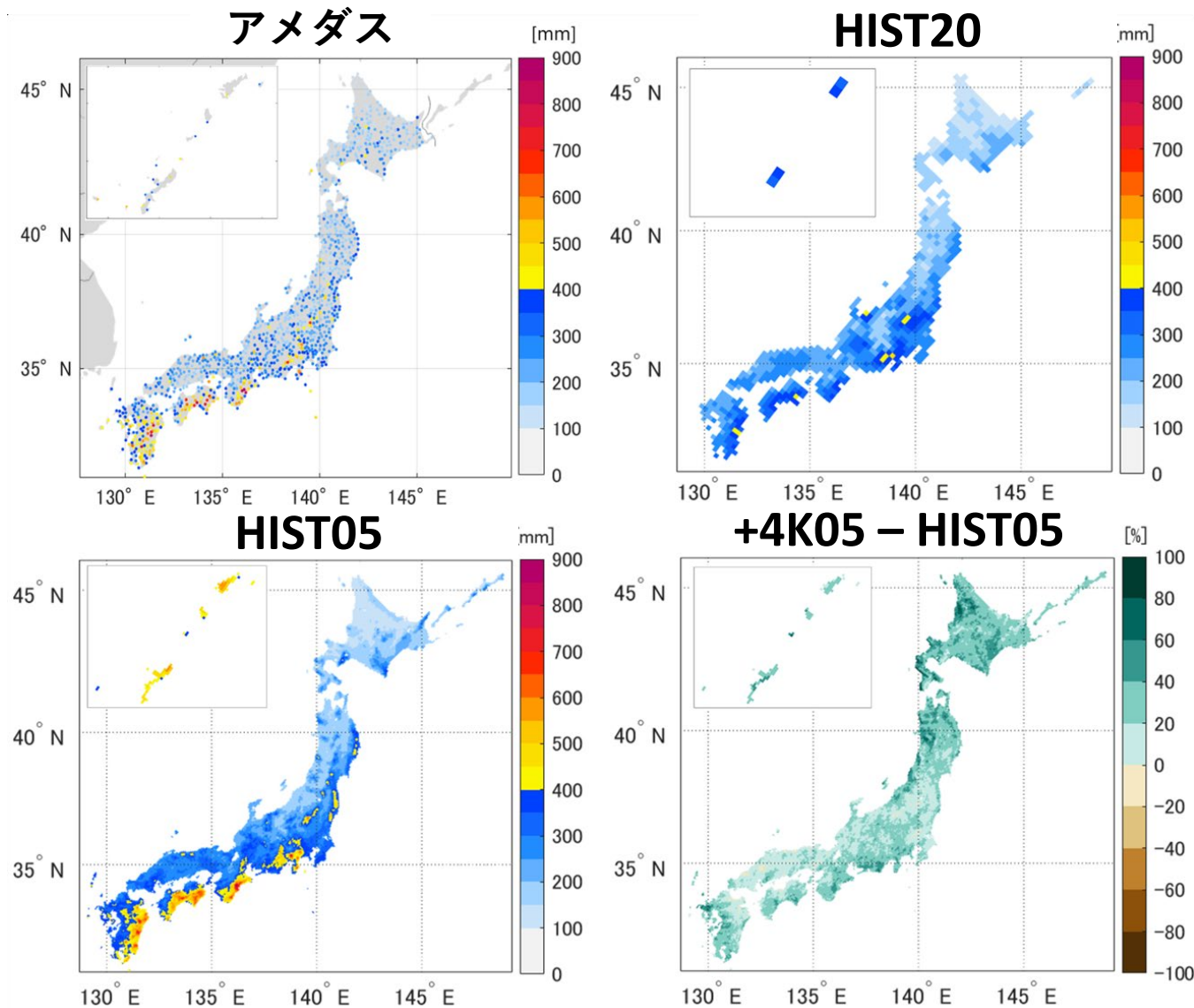
- いずれの計算も冬から春先が過大、梅雨前半は過小

- 今回の20kmはd4PDF20kmより、再現性が良い
- 5kmのRMSEがいずれの月も小さい。

初期解析の結果～極端降水～

山本さん(京大)

年最大24時間降水量（50年確率値）



HIST20: 20km過去再現計算
HIST05: 5km過去再現計算
+4K05: 5km4度上昇気候

- HIST20は過小評価
- HIST05は観測と同等の強度と分布。再現性が良い。
- 将来変化率は、北日本日本海側や東海、九州西部で大きい。

・ 対象期間
過去実験：1951/9/1 0:00 – 2010/9/1 23:00
4度上昇実験：2051/9/1 0:00 – 2110/9/1 23:00
・ ノンパラメトリック手法で、年最大降雨量に対し、カナン公式で求めた非超過確率を与えた（葛葉ら、2018）

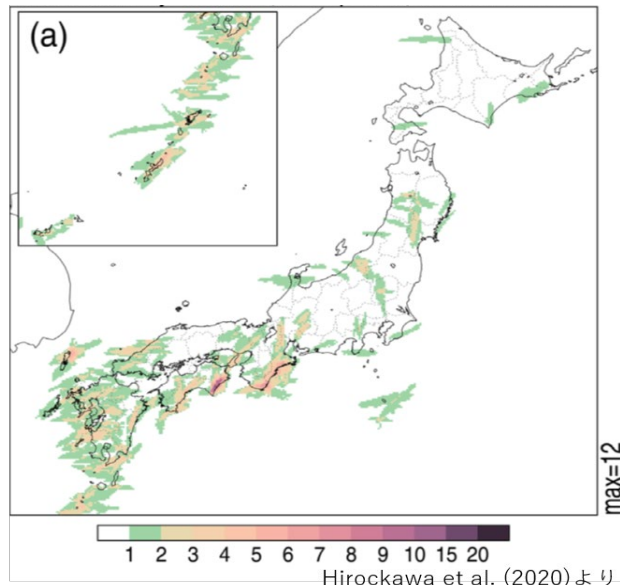
初期解析の結果～線状降水帯～

渡邊さん(気象研)

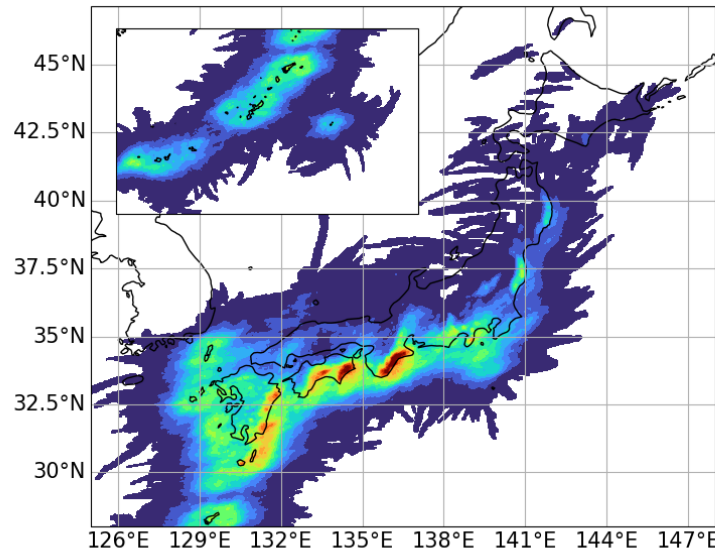
- 線状降水帯の検出には、**Hirockawa et al. (2021) の手法**を使用。
 - 3時間積算量から80mm/3h、最大値100mm/3h**を基準として強雨域を検出する。
 - 強雨域の**時間連続性**から同一事例の集約
 - 集約された強雨域の**形状や移動**から、**線状性・停滞性強雨域を定義**。
- 今回は日本の**陸上にかかった線状降水帯のみ**を対象。15時間以上継続したものは除外。
- 解析期間は**暖候期（4月～11月）**

解析雨量からの抽出

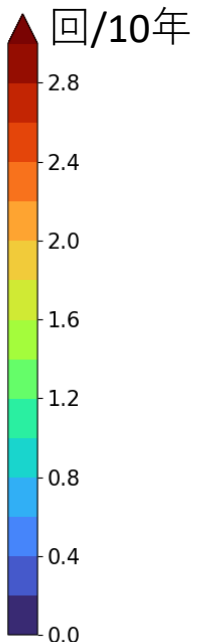
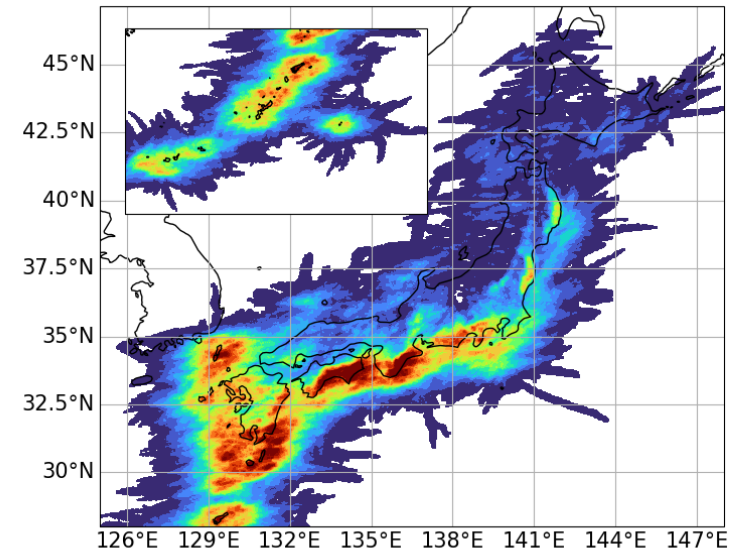
Hirockawa et al. (2020) から引用



HPB（過去実験）
60年 12メンバー (720年)



HFB4K（+4度実験）
60年 12メンバー (720年)



d4PDF5kmアンサンブル実験 初期解析のまとめ

- ESチャレンジ利用課題の枠組みで、d4PDFを境界値として全国5kmアンサンブル計算を実施した。
- **現在・過去と4度上昇気候が終了**し、紹介したような初期解析を実施した（**全国の極端降水の変化、台風の強度・降水、線状降水帯、極端降雪の変化**）。現在、JGRに投稿・査読中。
- 現在、**2度上昇実験、非温暖化実験、2011年以降の延長実験**の5kmDSを実施中。
- 過去実験、4度上昇実験はDIASへの転送中。論文受理後にDIASから提供予定。
- 本計算は全国、通年計算のため、東北地方の気象・気候の評価、温暖化適応策策定のための解析も可能。

ご清聴、ありがとうございました。

追加：RCDSJRA-55

RCDSJRA-55

Regional climate downscaling using JRA-55

領域モデル：NHRCM (Sasaki et al. 2008)

格子間隔：20km -> 5km (One-way 2段ネスト)

計算期間：1958年7月～2021年8月 [-2022年8月]

初期値・境界値：JRA-55 (Kobayashi et al. 2015)

陸面過程：Improved MJ-SiB (iSiB) [積雪4層]

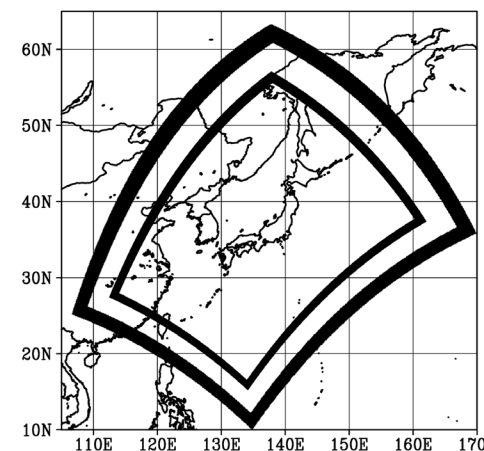
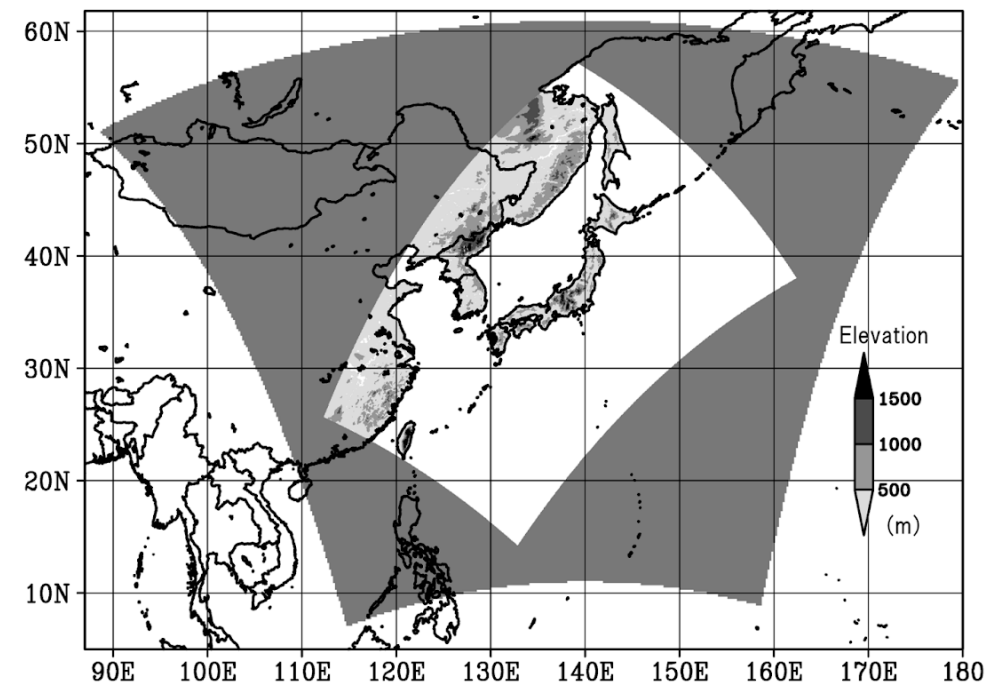
境界層：MYNN Level 2.5 (Nakanishi and Niino 2004)

積雲対流：KF scheme (Kain and Fritsch 1990; Nakano et al., 2012)

積分方法：各年7月20日[20km](21日[5km])から開始，翌年の8月末まで計算。
最初の8月末まではスピナップ期間。

基本的にはd4PDF 5kmDDSと類似のセッティング。20kmの領域が異なる

計算領域



←5kmアンサンブル
DDSの計算領域

RCDSJRA-55

Regional climate downscaling using JRA-55

領域モデル：NHRCM (Sasaki et al. 2008)

格子間隔：20km -> 5km (One-way 2段ネスト)

計算期間：1958年7月～2021年8月 [-2022年8月]

初期値・境界値：JRA-55 (Kobayashi et al. 2015)

陸面過程：Improved MJ-SiB (iSiB) [積雪4層]

境界層：MYNN Level 2.5 (Nakanishi and Niino 2004)

積雲対流：KF scheme (Kain and Fritsch 1990; Nakano et al., 2012)

積分方法：各年7月20日[20km](21日[5km])から開始，翌年の8月末まで計算。

最初の8月末まではスピンアップ期間。

基本的にはd4PDF 5kmDDSと類似のセッティング。20kmの領域が異なる

Kawase H., Fukui, S. et al. (2023), PEPS, published
Historical regional climate changes in Japan in winter as assessed
by a 5-km regional climate model with a land surface process

日本語 Abstract

5 日前にPublished!

Research

Atmospheric and hydrospheric sciences

陸面過程を計算する5km地域気候モデルによって評価された過去の日本の冬季の気候変化

川瀬宏明, 福井真, 野坂真也, 渡邊俊一, 大友啓嗣, 村田昭彦, 村崎万代, 仲江川敏之

Historical regional climate changes in Japan in winter as assessed by a 5-km regional climate model with a land surface process

Kawase H, Fukui S, Nosaka M, Watanabe SI, Otomo K, Murata A, Murazaki K, Nakaegawa T

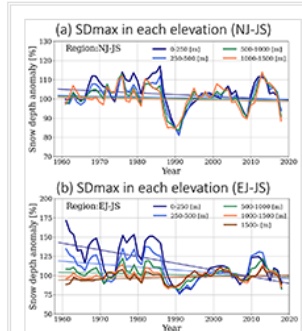
[Keywords] Dynamical downscaling, regional climate model, JRA-55, global warming, extreme snowfall, snow cover change

格子間隔20km及び5kmの地域気候モデル(NHRCM)を用いて、気象庁55年長期再解析データ(JRA-55)の高解像度ダウンスケーリングを行い、1959年から2020年までの日本の地域気候変化を評価した。NHRCMには積雪を計算する陸面モデルが実装されており、日本全国における過去の積雪変化を評価することが可能である。本計算は年平均気温と年積算降水量の年々変動、および1980年以降の急激な気温上昇をよく再現できていた。東日本と西日本の日本海側の低標高域では、年最深積雪と年最大日降雪量に有意な減少トレンドが見られた。一方、東日本の高標高域では年最深積雪には有意な変化トレンドは見られず、年最大日降雪量には有意な増加トレンドが見られた。北日本の日本海側では降雪変化の標高依存性がほとんど見られなかった。北日本の太平洋側では低標高域で有意な降雪減少トレンドが見られたが、高標高域では有意な変化は見られず、東日本の日本海側と同様に標高による違いが顕著であった。1961-1990年と1991-2020年の積雪日数の差を取ると、全国的に減少傾向が見られた。東日本の標高250m以下では約20%、西日本の標高50m以下の地域では約30%の積雪日数の減少が見られた。一方、北日本の標高500m以上や東日本の標高1000m以上の地域では、積雪日数の減少率が2%以下にとどまった。

北陸地方の平野部における年最大日降雪量(大雪)の過去の変化を調査した結果、大雪は日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)に関連して発生しており、平野部で大雪発生時に、山沿いでは降雪量の増加、沿岸部や海上では降雪量の減少トレンドが見られた。海上では有意な降雨量の増加が見られ、近年の温暖化によって降雪が降雨に変わってきていることを示唆している。この傾向は、地球温暖化に伴う将来の積雪及び降雪の変化予測の結果とも整合しており、地球温暖化の影響が既に顕在化しつつあることを示している。

日本語原稿執筆者：川瀬 宏明 (気象庁 気象研究所 応用気象研究部) (敬称略)

Go to SpringerOpen



地域気候モデルによって再現された年最大積雪深の年々変動と線形トレンド。1991-2020年からの偏差を示す。(a)北日本の日本海側。(b)東日本の日本海側。モデルの結果を標高別に異なる色で示す。直線は線形トレンド。

