

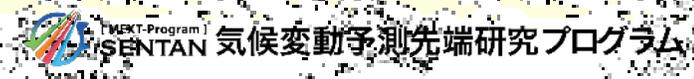
データセット2022を中心とした 先端プロ領域課題3での取り組み

令和6年2月7日
第9回気候変動リスク・機会
の評価等に向けたシナリオ・
データ関係機関懇談会
資料4

気象業務支援センター
気象研究所
仲江川敏之



2024年2月7日 シナリオ・データ懇談会



先端プログラム領域課題3の概要

課題代表

高藪

JMBCS

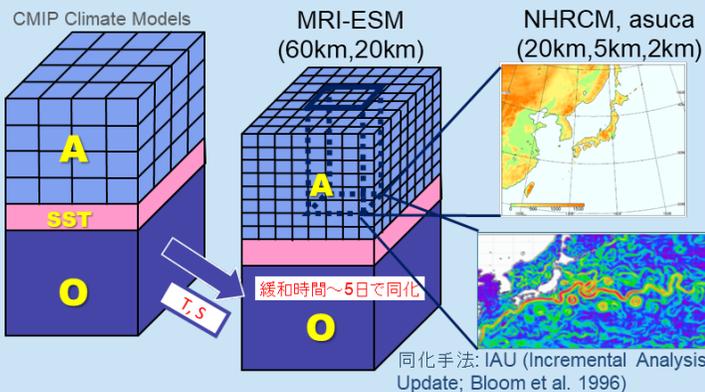
JMBCS

辻野

サブi

日本域気候変動の予測システム
開発とメカニズム解明

データセット2027の開発



(水田)

北大

山田

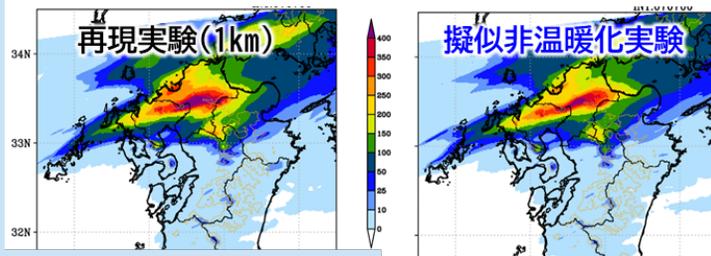
サブii

地域・流域の適応策推進に向けた
気候変動予測情報の創出・極端現象
メカニズムの解明

先端的研究

量的EA

■ 2023年7月9-10日の大雨



(川瀬)

総降水量が約16.5%増加

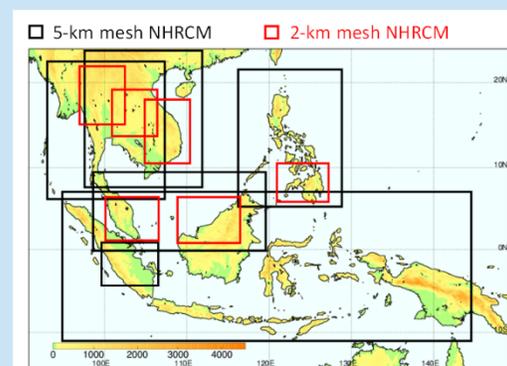
JMBCS

村田

サブiii

海外の脆弱地域における
高精度気候予測データセット
の創出(国際連携)

国際展開



プロダクツ利活用促進

ワークス
仲江川

JMBCS

JAMSTEC: 石川

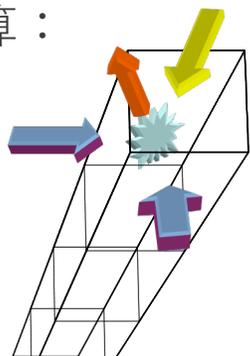
DIAS連携データ公開

仲江川

意見交換・ワークショップ

気候を再現・予測するには

連立方程式の数の概算：
 格子点数20,000,000
 ×予報変数5
 = 100,000,000



ブラック-ショールズ方程式

$$rC = \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S_t^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S_t^2} + rS_t \frac{\partial C}{\partial S_t}$$

大気の流れを解く方程式

運動方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \omega \frac{\partial u}{\partial p} - fv + \frac{\partial \phi}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \omega \frac{\partial v}{\partial p} + fu + \frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$$

力学平衡の式

熱力学の第1法則
 (エネルギー保存の法則)

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta}{C_p T} \dot{Q}$$

$$\alpha = \frac{\theta R_d}{p} \left(\frac{p}{p_{00}} \right)^{R_d/c_p} \quad (\text{状態方程式 } p = \rho RT)$$

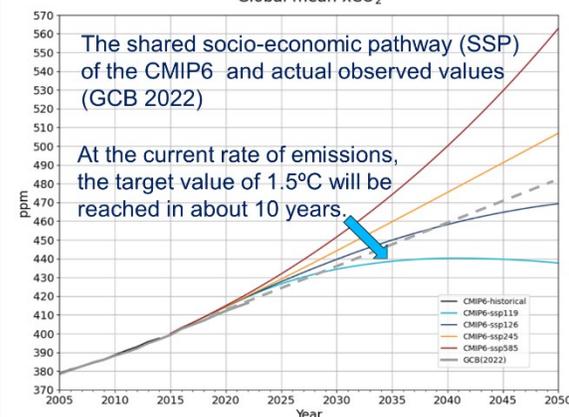
※変数 $u, v, \omega, \phi, \theta, \alpha$ の連立方程式

スーパーコンピュータ
 が必須



GHG排出量シナリオ (SSP)が必要

Global mean xCO₂



気候モデル

気候モデル研究HP

力学的ダウンスケーリング手法による地域情報詳細化

5 km

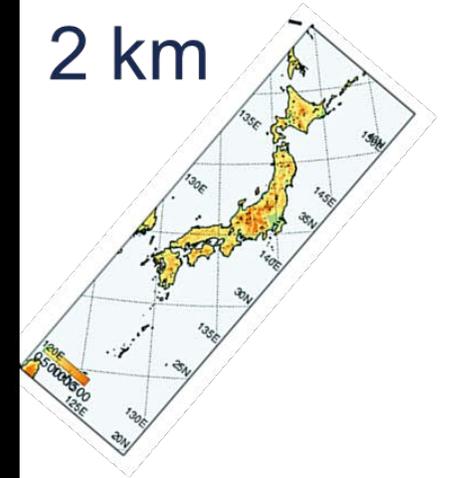
地域気候モデル



2km Regional Model



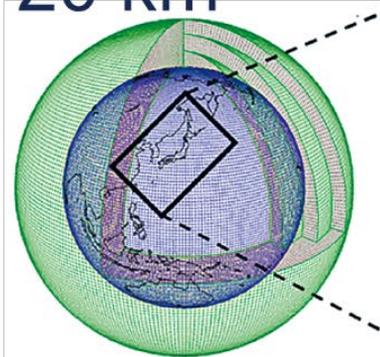
2 km



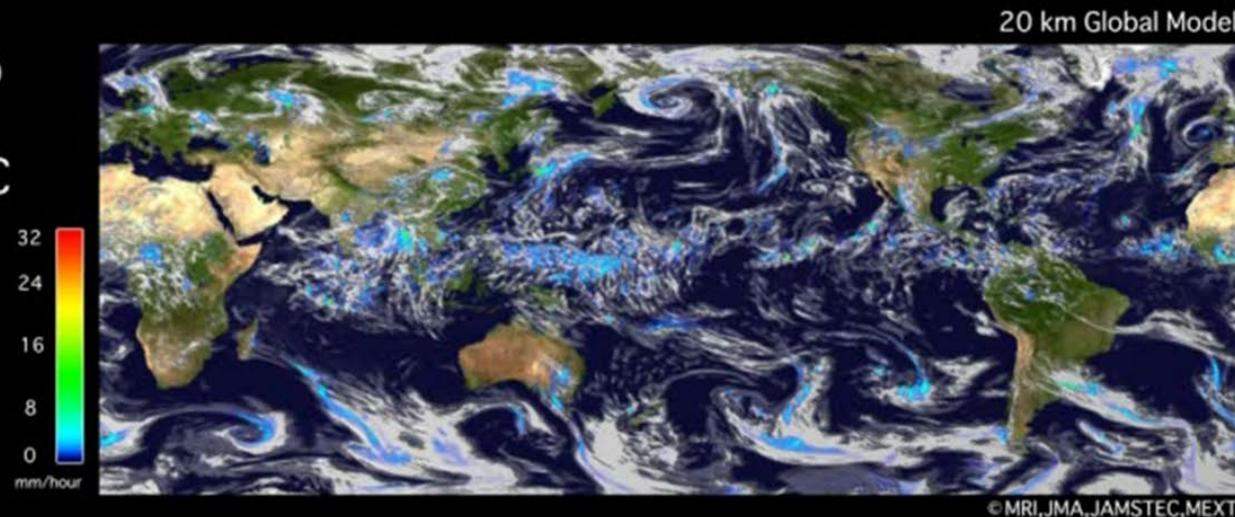
地域気候モデル

20 km

全球気候モデル



05 Sep
208X
00 UTC



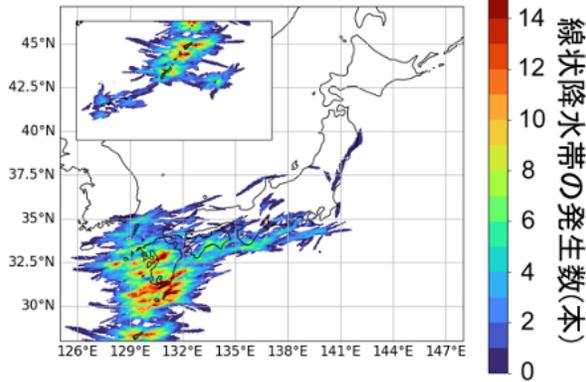
解像度10倍の計算に必要な計算機資源：
 $10 \times 10 \times 10 = 1000$ 倍
(緯度 \times 経度 \times 時間)

令和5年6月から7月上旬にかけての線状降水帯の発生数

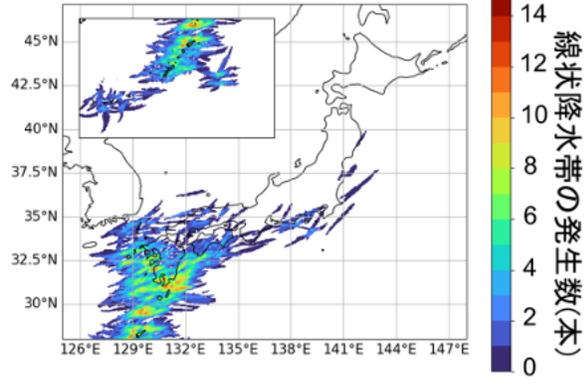
確率的EA手法

人為起源の地球温暖化により日本全国の線状降水帯の総数が約1.5倍に増加していたと見積もられ、特に九州地方で増加が顕著

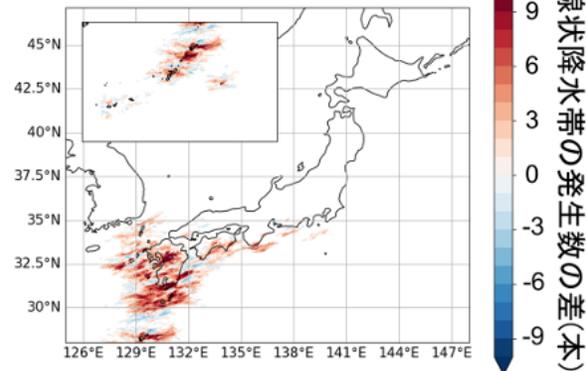
① 再現実験



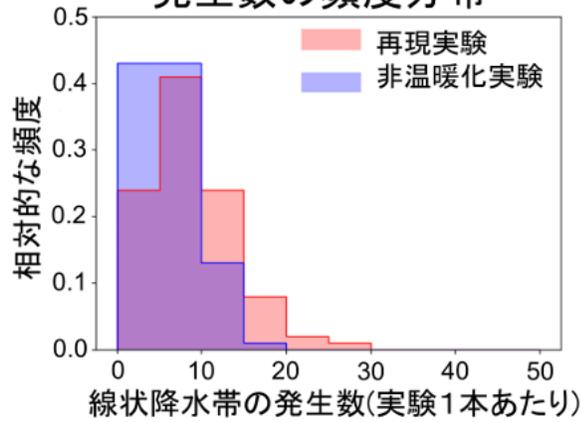
② 非温暖化実験



③ 変化 (①-②)



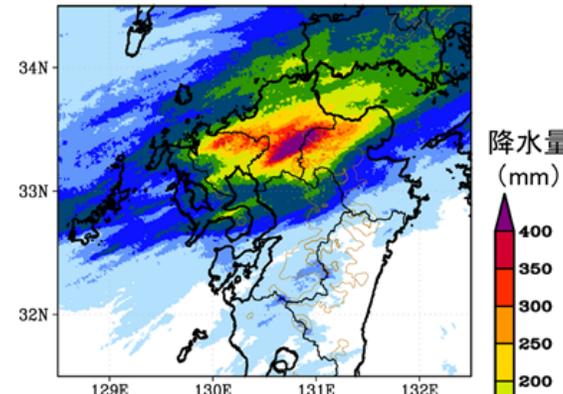
④ 線状降水帯の発生数の頻度分布



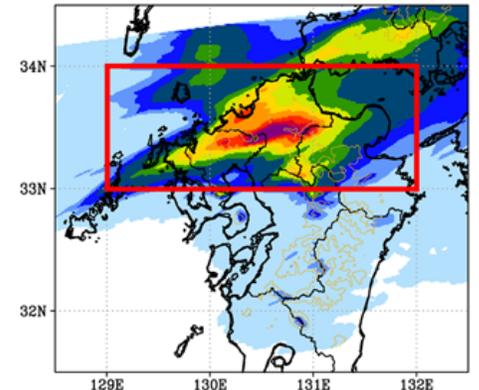
量的イベントアトリビュション手法

総雨量が、地球温暖化がなかったと仮定した場合と比べて16%増加

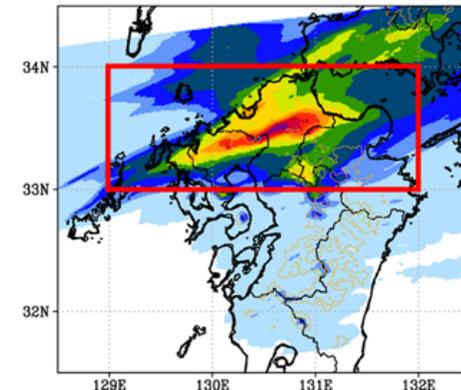
① 解析雨量



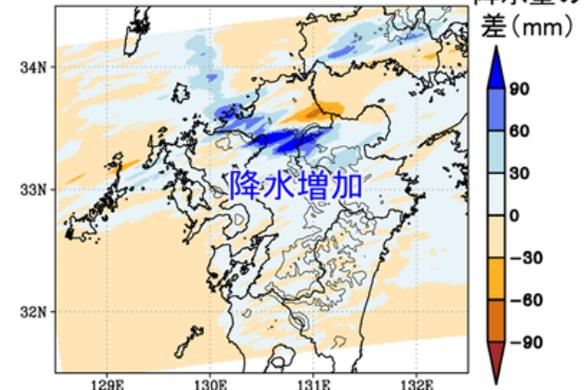
② 再現実験



③ 擬似非温暖化実験



④ 変化量(②-③)

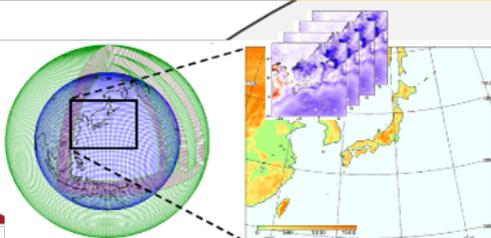


An aerial photograph of a mountain range, likely the Japanese Alps, with a semi-transparent blue overlay. The text is centered in white.

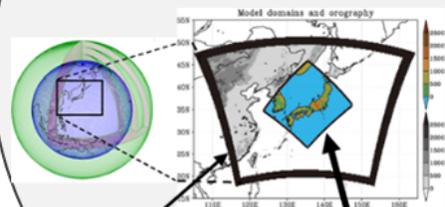
気候予測データセット 2022から202Xへ

気候予測データセット2022

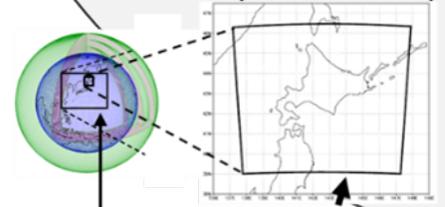
多アンサンブル・高解像度



60km格子全球モデル (AGCM20) 20km格子領域モデル (NHRCM20)

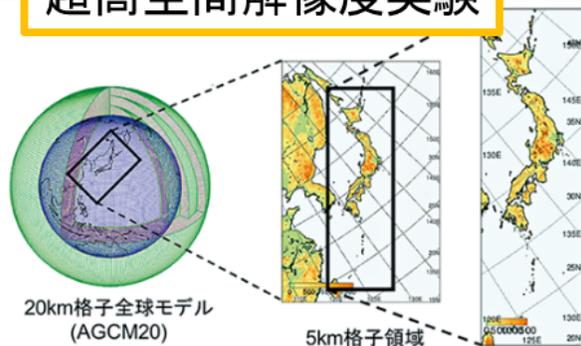


20km格子領域モデル (NHRCM20) 5km格子領域モデル (NHRCM05) (山崎ほか 2019)



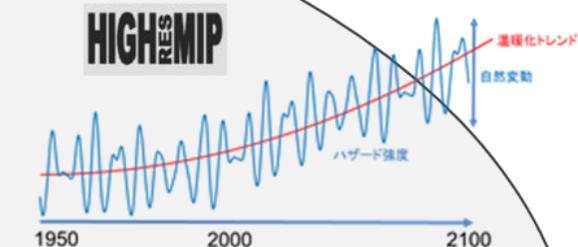
20km格子領域モデル (NHRCM20) 5km格子領域モデル (NHRCM05) (山田 2017)

超高空間解像度実験



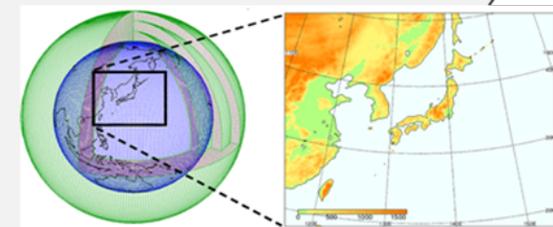
高解像度実験
過去/21世紀末 (RCP2.6/RCP8.5)

150年連続実験



シームレス長期実験
過去～将来(4 RCPs)

マルチスシナリオ×マルチスキーム実験



60km格子全球モデル (AGCM20) 20km格子領域モデル (NHRCM20)

データセット解説書

第1章 気候予測データセット

2022に関連する全般的事項

- (1) 気候予測とは
- (2) 気候予測データセット2022の概要
- (3) 力学的ダウンスケーリングと統計的ダウンスケーリングについて
- (4) モデル解像度とデータセットの活用との関係
- (5) CMIP5とCMIP6の関係性 (AR5とAR6、コアシナリオ等)
- (6) バイアス補正について
- (7) 利用例 (主なもの)
- (8) モデル実験の比較
- (9) 利用条件と免責事項
- (10) 用語説明

第2章 各データセットの解説

- I. 全球モデル
- II. ① 全球及び日本域気候予測データ
- III. ② 日本域気候予測データ
- IV. ③ マルチシナリオ・マルチ物理予測データ
- V. ④ 全球及び日本域150年連続実験データ
- VI. ⑤ 全球及び日本域確率的気候予測データ (d4PDFシリーズ)
- VII. ⑥ 北海道域d4PDFダウンスケーリングデータ
- VIII. ⑦ 本州域d4PDFダウンスケーリングデータ
- IX. ⑧ 日本域台風予測データ
- X. ⑨ 全球d4PDF台風トラックデータ
- XI. ⑩ 日本域d4PDF低気圧データ
- XII. ⑪ 日本域農研機構データ (NARO2017)
- XIII. ⑫ 日本域CMIP5データ (NIES2019)
- XIV. ⑬ 日本域CMIP6データ (NIES2020)
- XV. ⑭ 日本域海洋予測データ
- XVI. ⑮ 日本域波浪予測データ

全324ページ



気候予測データセット 2022 解説書



令和4年12月
文部科学省 気象庁

高解像度モデルによる気候変動予測の必要性

適応計画を進展させるためには、

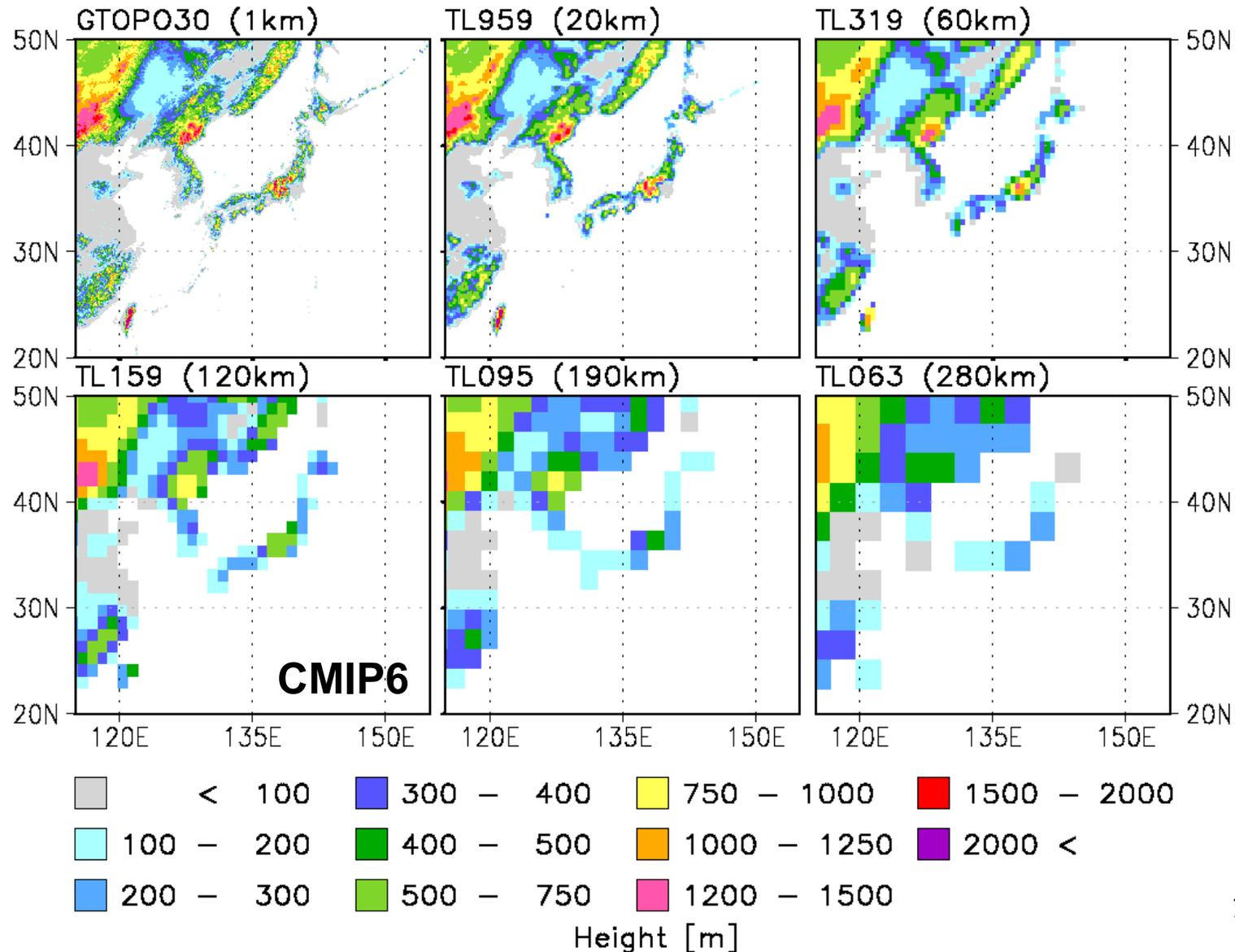
1. 自然災害の引き金となる台風や豪雨などの将来の異常気象を予測し、
2. 人類の生活への影響を評価する必要がある。

高解像度モデル予測の必要性

- 地形の表現は解像度に依存する
- 低解像度モデルは、熱帯低気圧、定常前線、ブロッキングなどの降水システムを再現できないことが多い
- 高解像度モデルは、一般に平均気候をよりよく再現する

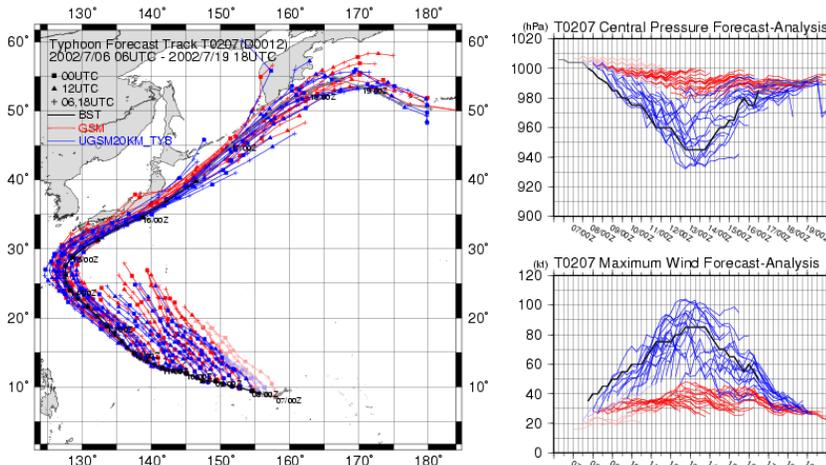


モデル地形の解像度依存性

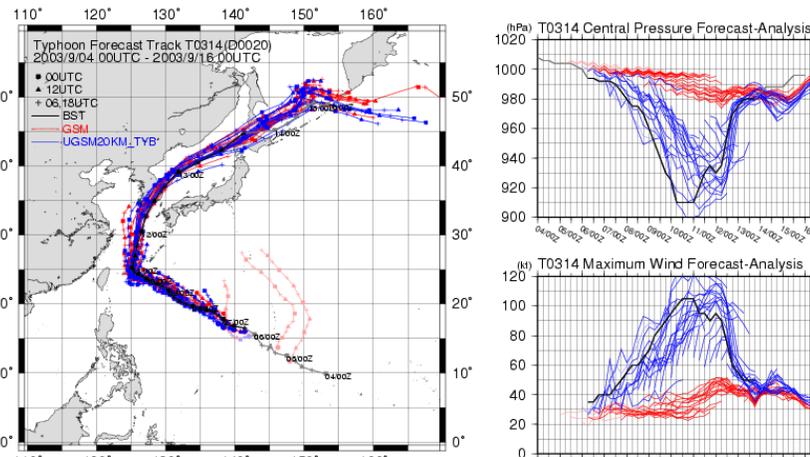


モデル解像度の違いによる台風の予測の比較

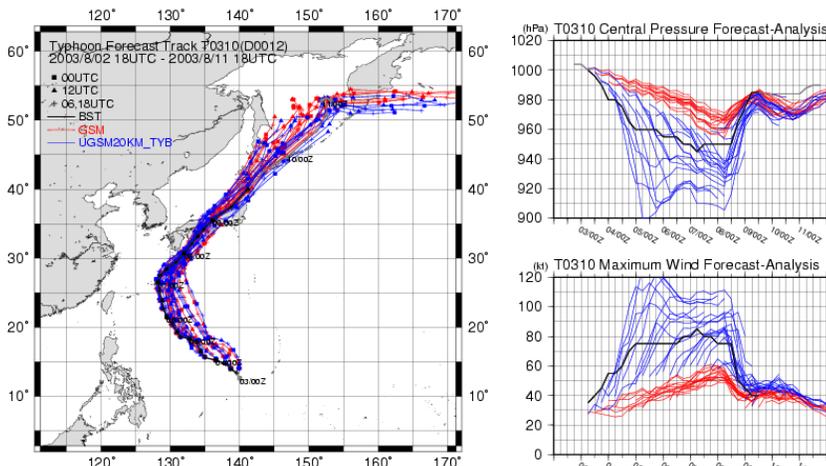
T0207(D0012) Typhoon Forecast and Analysis (Track and Intensity)



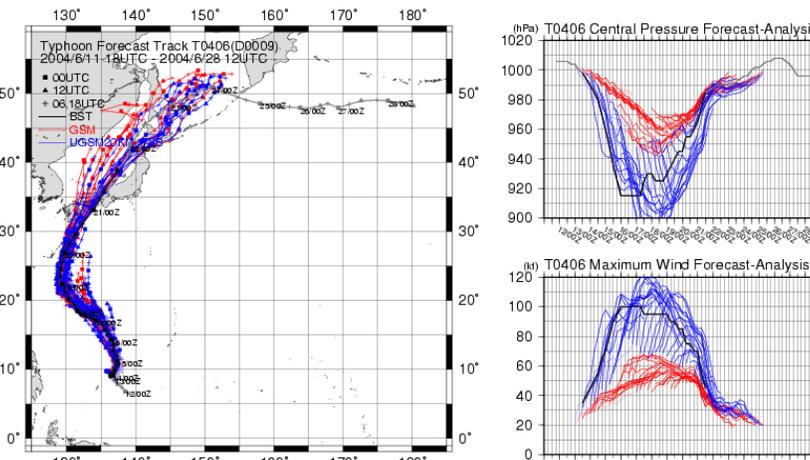
T0314(D0020) Typhoon Forecast and Analysis (Track and Intensity)



T0310(D0012) Typhoon Forecast and Analysis (Track and Intensity)



T0406(D0009) Typhoon Forecast and Analysis (Track and Intensity)



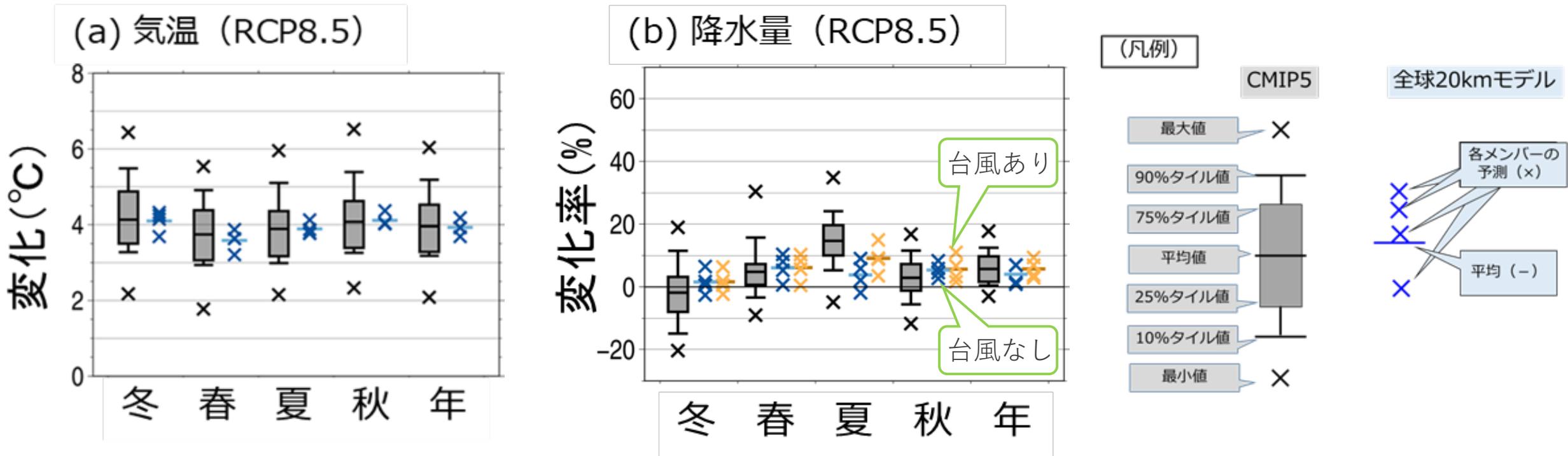
60km解像度モデルでは、台風経路は正しく予測できているが、台風の性質である中心気圧や最大風速の再現が、20kmモデルに比べて低い。

註)この実験は、気候モデルを用いた短期予報実験で、気候予測実験ではありません。

60km mesh model —
20km mesh model —

一般的な解像度と高解像度での将来変化予測の違い

- 気温の将来変化は両者で、予測に差は無い。
- 降水量の将来変化は、両者で予測に差⇒将来



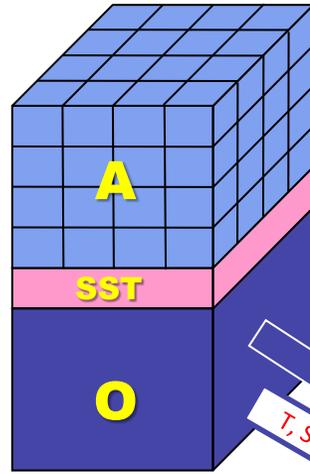
新システムTSE-Cによる: 気候予測

時間連続実験
システム(TSE-C)
大気海洋結合モデル
(AOGCM)

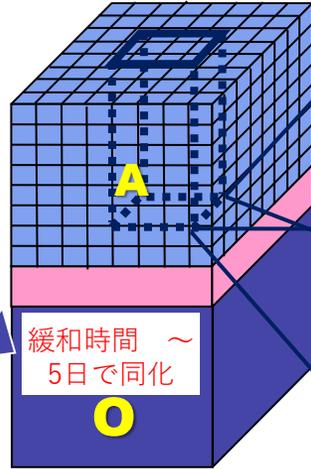


- 実験期間: 1950-2100

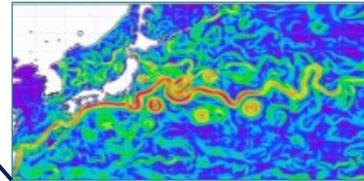
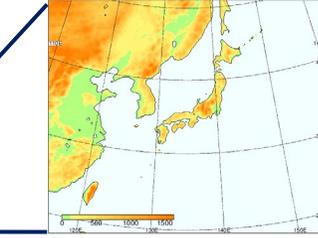
CMIP6気候モデル



MRI-ESM
(60km,20km)



NHRCM, asuca
(20km,5km,2km)



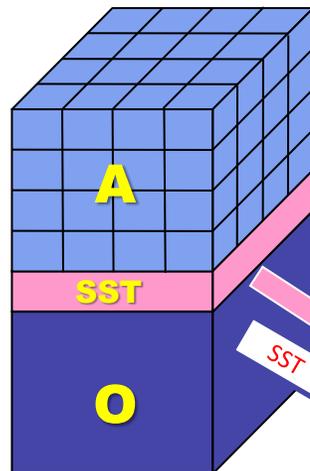
大気と海洋が首尾一貫した変動するデータの創出が可能

MRI.COM
領域海洋
(10km,2km)

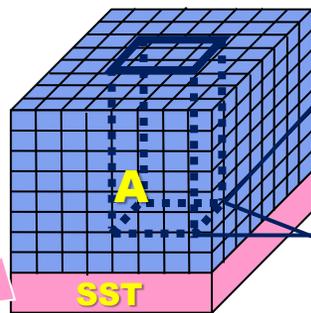
タイムスライス実験
大気気候モデル(AGCM)

- 現在: 1979-2003
- 将来: 2075-2099

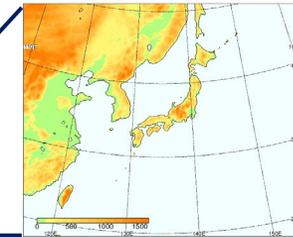
CMIP5気候モデル



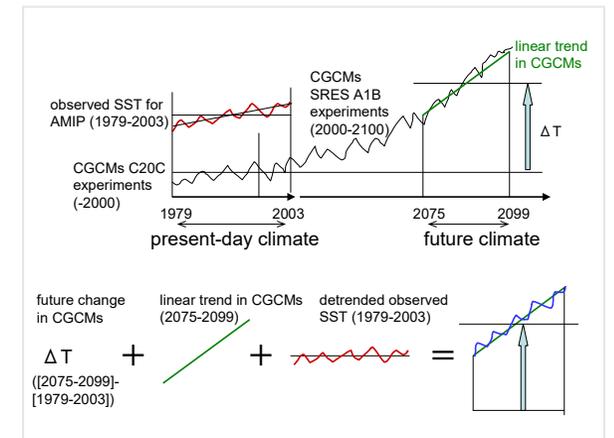
MRI-ESM
(60km,20km)



NHRCM
(20km,5km,2km)



Mizuta et al. (2008)



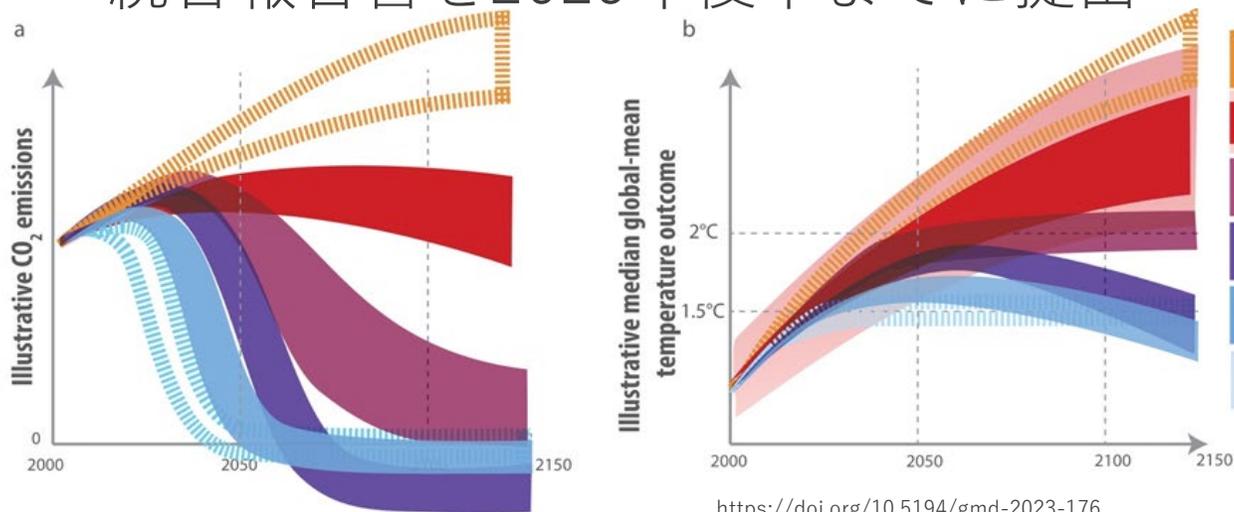
最近の気候予測に関連する話題

WMO 気候ハイライト 2023年版の先読み

- 2023年は最も温暖な年で、海面水温と海水位が記録更新
- 各所で異常気象による自然災害発生

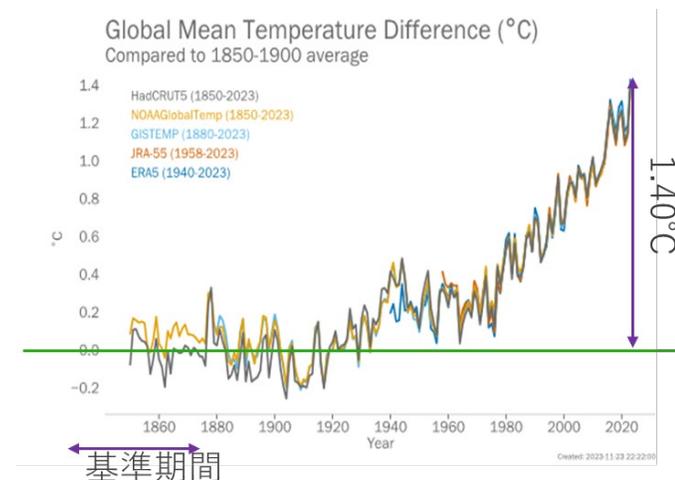
IPCC とCMIP7関連

- Representative emission pathways(REPs)となる予定（左下図参照）
- 「気候変動と都市に関する特別報告書」を2027年初頭に提出
- 統合報告書を2029年後半までに提出



<https://doi.org/10.5194/gmd-2023-176>

SSP3-7.0;
SSP5-8.5
RCP8.5
SSP2-4.5
RCP4.5
SSP1-2.6
RCP2.6 IMP-GS
IMP-NEG
SSP1-1.9
IMP-SP
SSP1-1.9



まとめ

データセット2022を中心とした先端プロ領域課題3での取り組み

- 先端プロ領域課題3の概要
 - 新しいシステムTSE-Cの開発と、データセット202Xの作成
 - 先端的な気候変動に関連する極端現象メカニズムの解明
 - 日本の気候予測科学技術を国際連携で海外へ
 - ユーザーとの対話、コミュニティー作り
- データセット2022
 - 日本の極端気象現象の再現に重きを置いたデータセット作成アプローチ
 - 「日本の気候変動2025」、「気候変動影響評価報告書2025」などでの活用
- データセット202X
 - ユーザーの様々な要望に応えうる一つのデータセット
 - 大気海洋結合モデルを用いた新たなシステムによるデータセット
 - 大気と首尾一貫した海洋データの創出