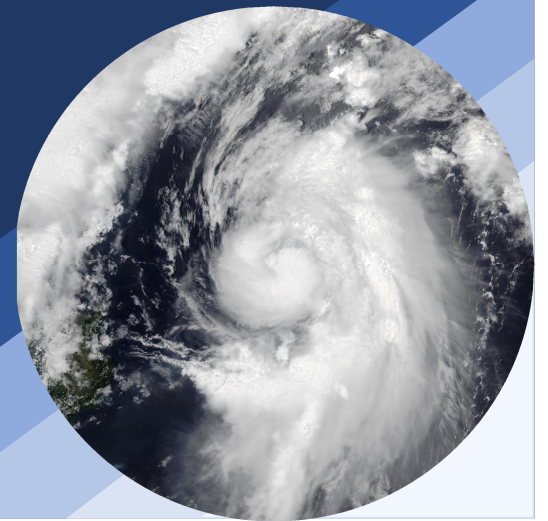




アジアモンスーンと台風の季節予報に関する 研究の進展

気象研究所 全球大気海洋研究部
高谷祐平

気象研究所研究成果発表会 2024年12月17日



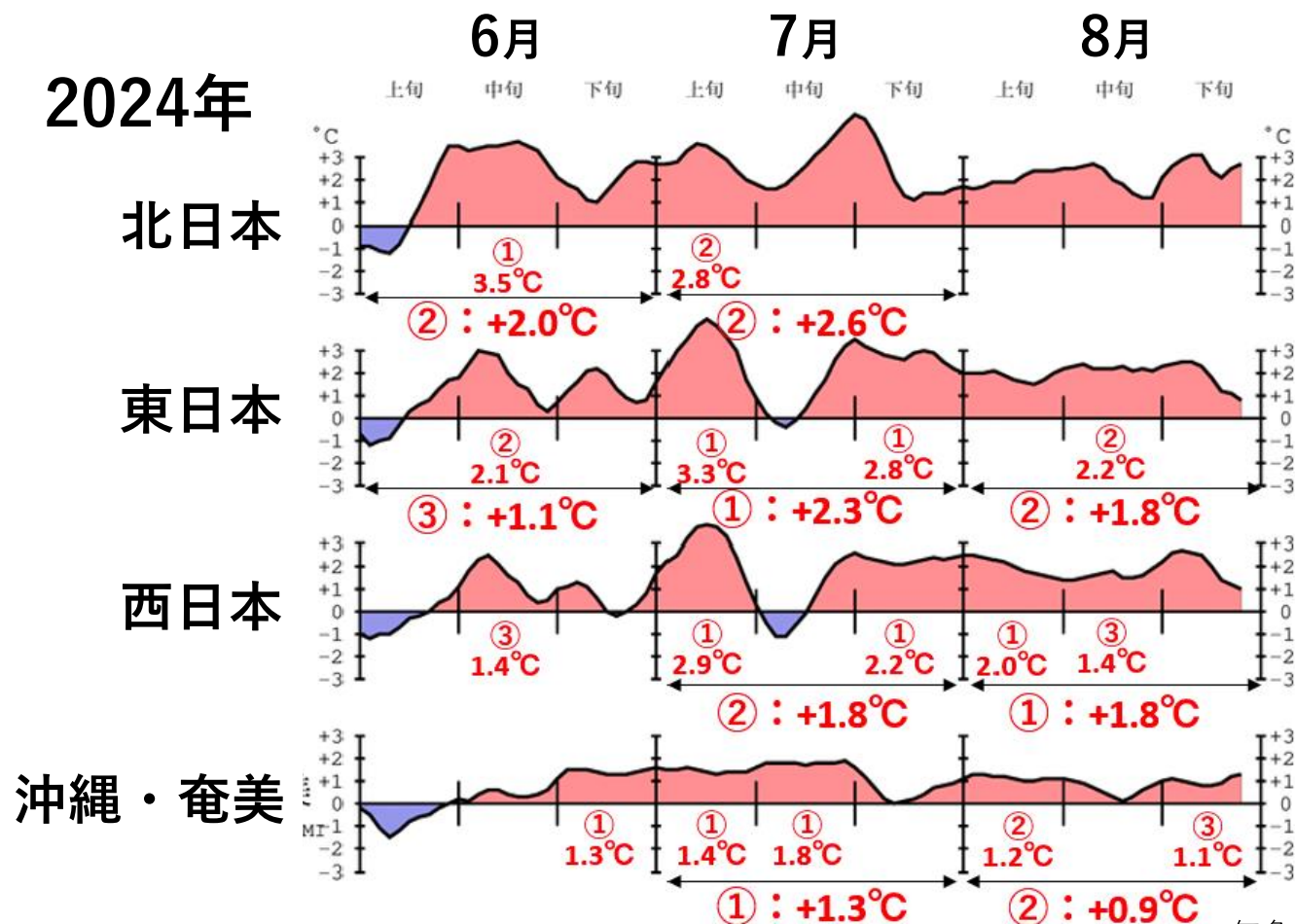


本日の内容

- はじめに（今年の夏の予報）
- 季節予報の仕組み
- 気象庁の季節予報の進展
- アジアモンスーンと台風
- 熱帯太平洋・インド洋の変動との関係
- アジアモンスーンと台風の1年先予測
- 今後の展望

はじめに | 今年の夏の気温

5日移動平均した地域平均気温平年差 (°C)



気象庁が
統計を取り始めてから
2023年と並び
1位タイの高温

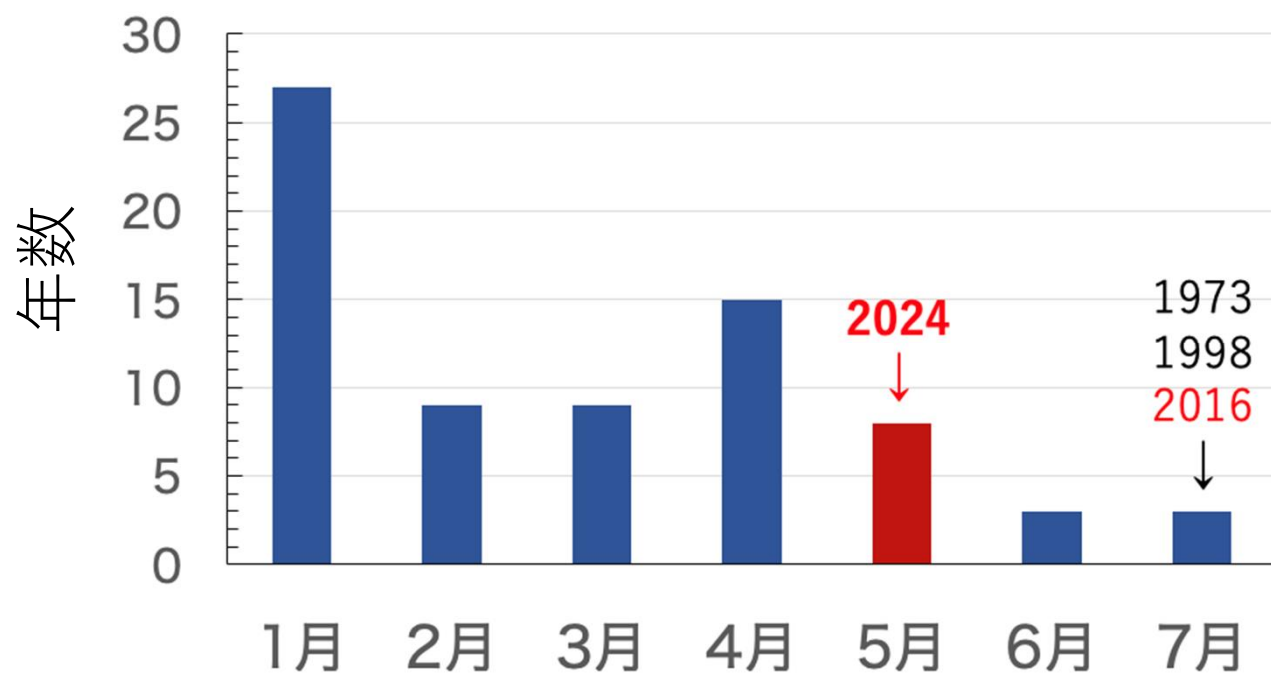
赤字の丸数字と値は、
各月及び旬における
1946 年以降の平均気温の
高いほうからの順位と
平年差を表す。

4



はじめに | 今年の夏の台風

台風1号が発生した月の頻度(1951年以降)



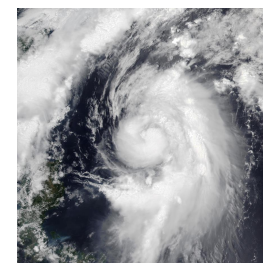
台風1号が発生した月

気象庁のデータをもとに作成

遅い台風1号の発生

1951年以降 7 番目
(2024/5/26)

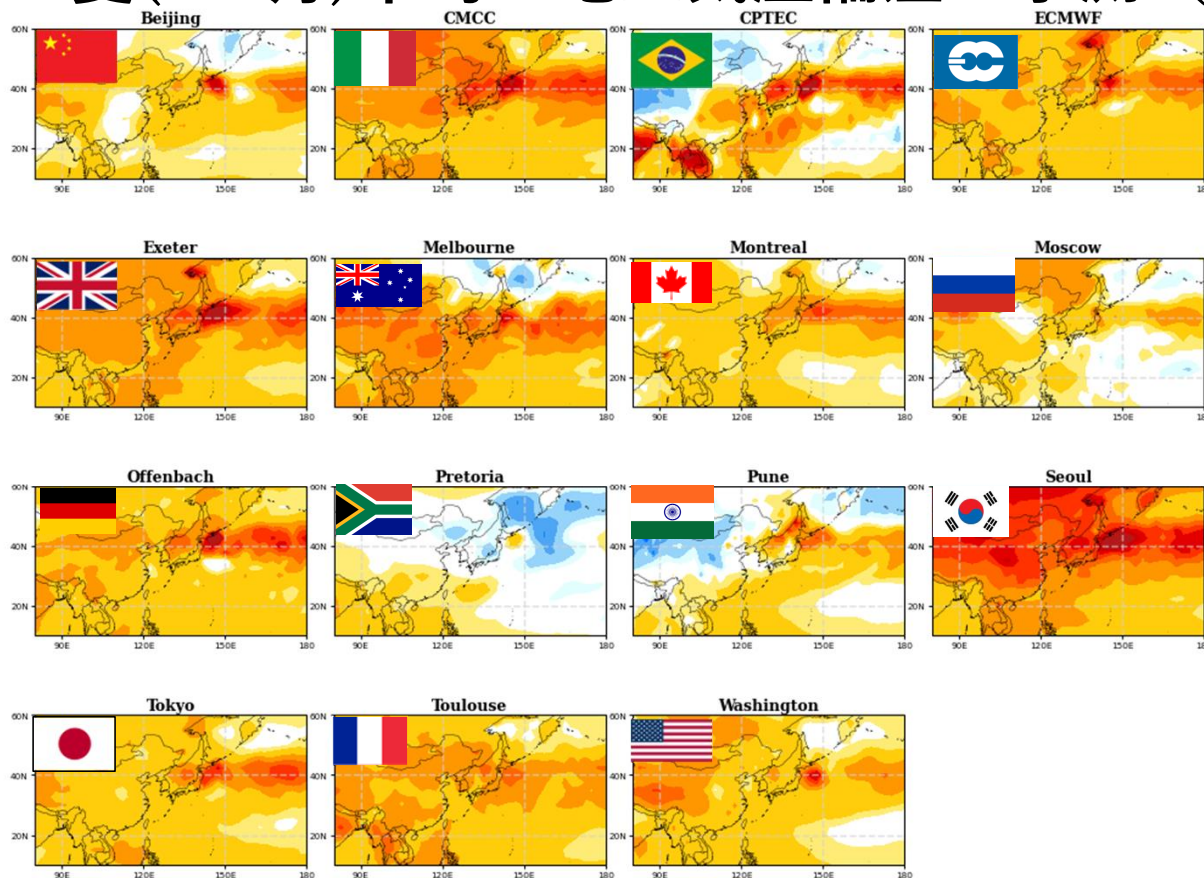
その後も台風の発生数は少ないまま推移し、6-8月の発生数は平年(11.1個)より少ない8個となった。



2024年台風1号

はじめに | 今年の夏の世界各国の予測

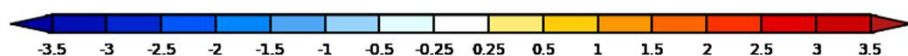
今年の夏(6-8月)平均の地上気温偏差の予測 (5月発表)



ほぼ全てのモデルが
日本付近において、
平年より高い気温を
予測。

気象庁→

気温低い



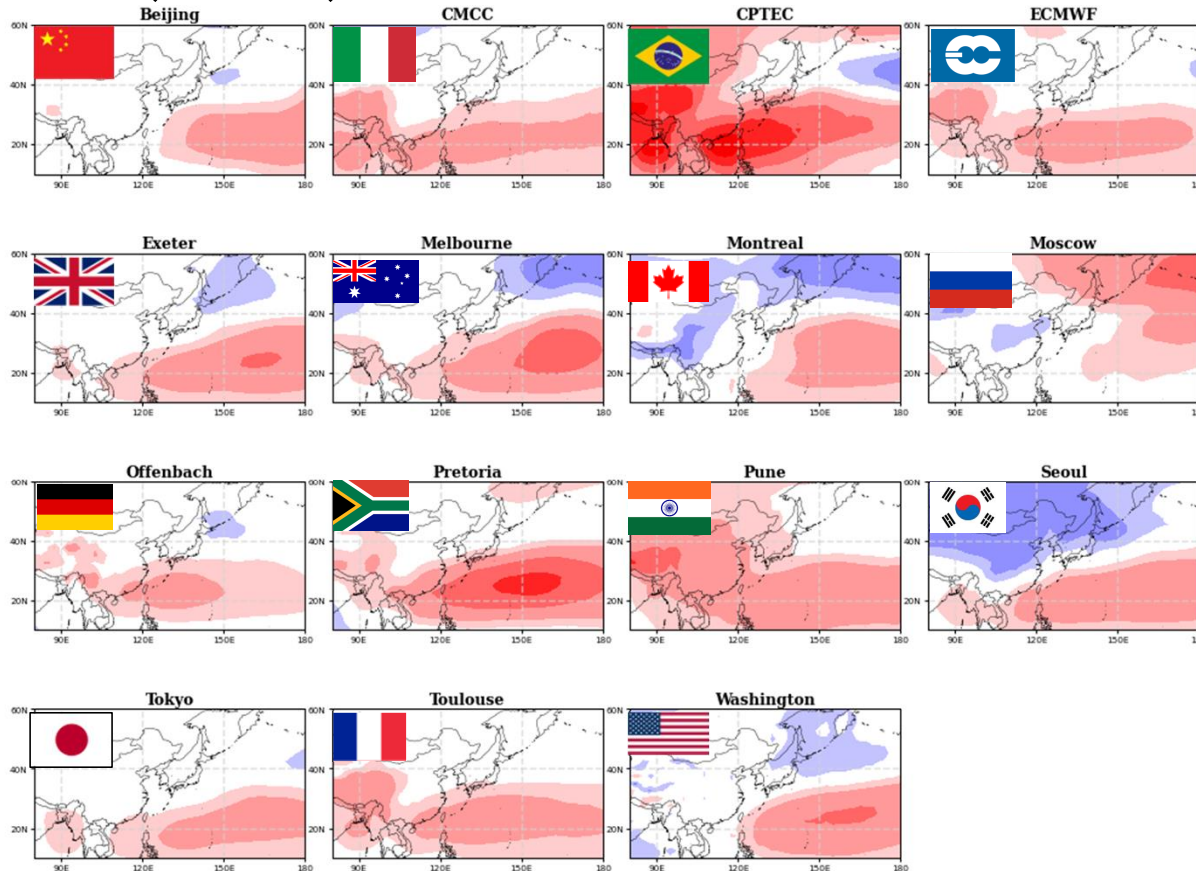
[°C]

気温高い

出典: 世界気象機関 季節予報のマルチモデルリードセンター (LC-LRFMME)

はじめに | 今年の夏の世界各国の予測

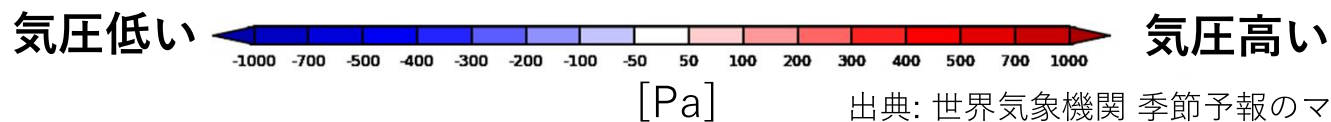
今年の夏(6-8月)平均の海面更正気圧偏差の予測 (5月発表)



ほぼ全てのモデルが
太平洋高気圧が
平年より強いこと
を予測。

太平洋高気圧の縁を回って
南の暖かい空気が日本に
流れ込みやすくなる。

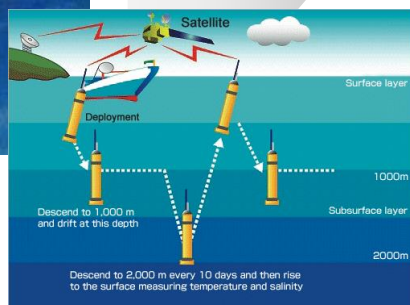
気象庁→



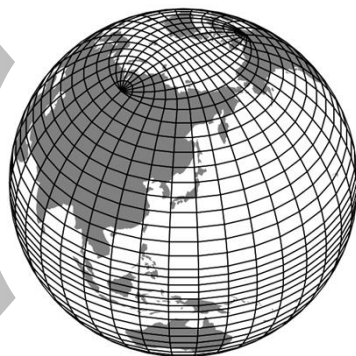
出典: 世界気象機関 季節予報のマルチモデルリードセンター (LC-LRFMME)

季節予報の仕組み

地球全体の
様々な観測



大気/海洋解析
システム



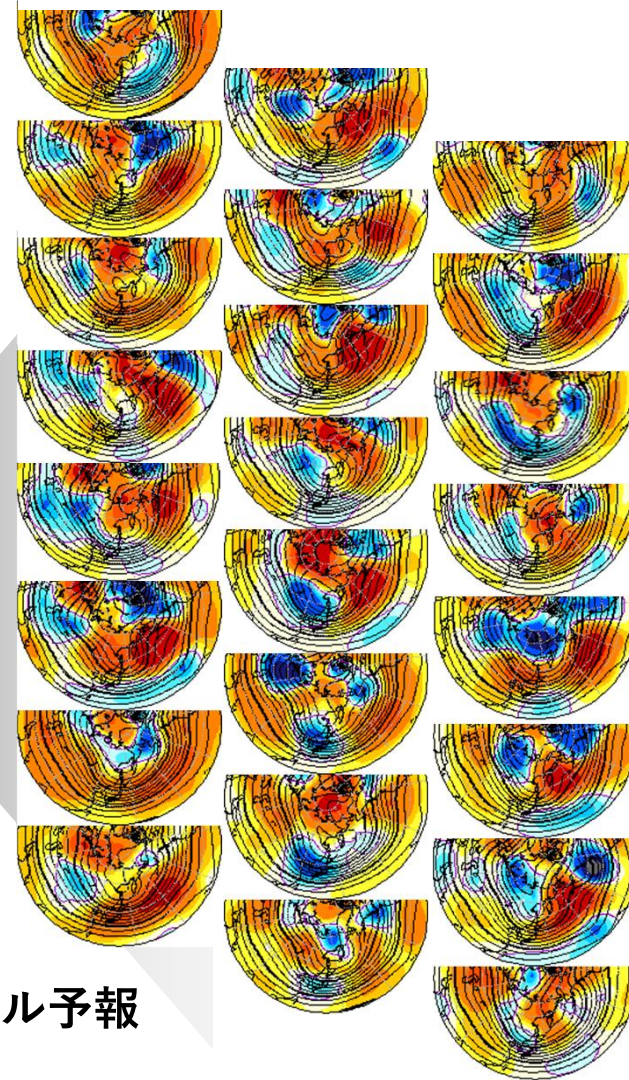
大気海洋結合モデル



スーパーコンピューター



アンサンブル予報

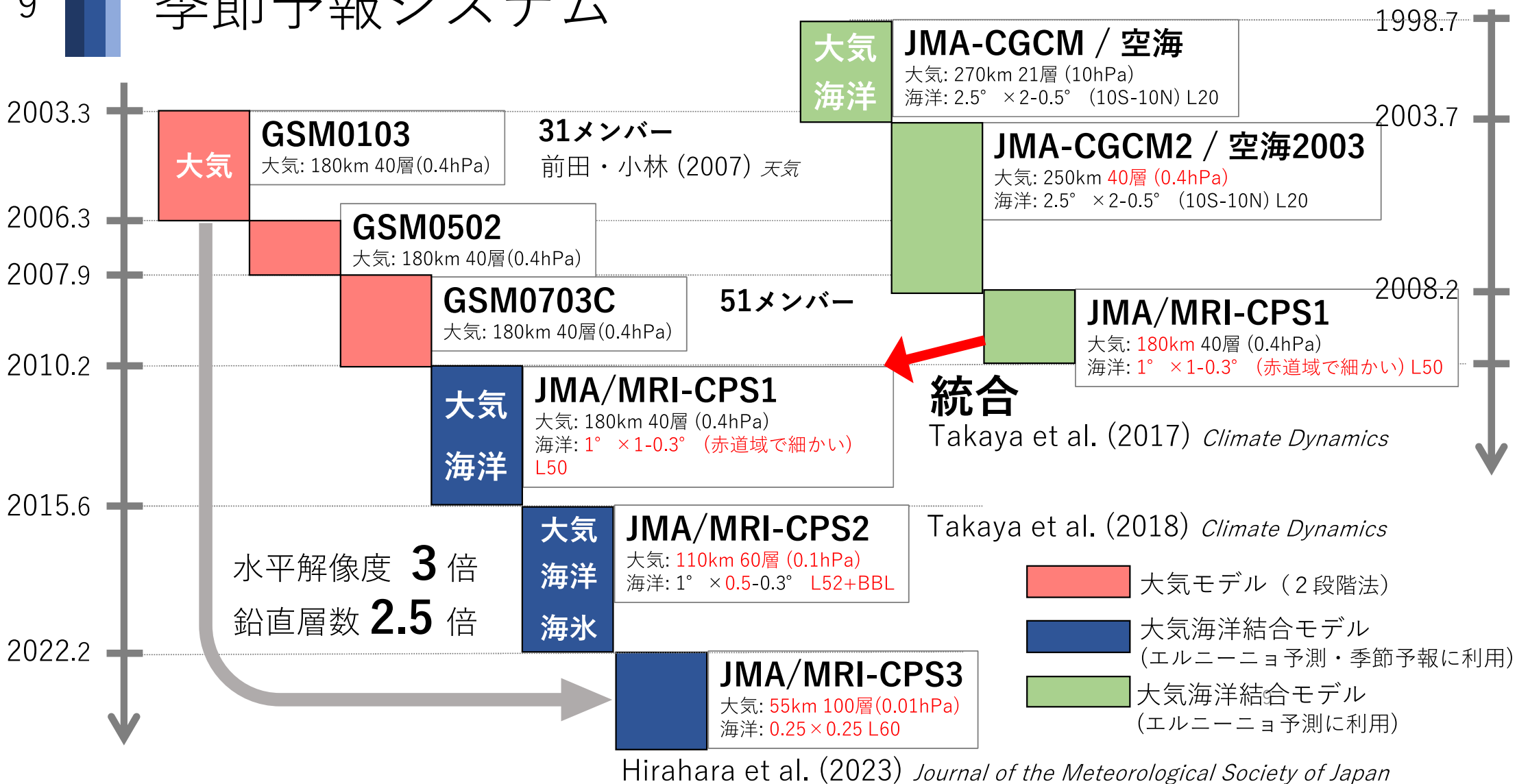


モデルの模式図(右)：米国海洋大気庁

気象庁の季節予報の進展

1942年	季節予報の開始 (中央気象台) (統計的/経験的手法)
1996年	力学的1か月予報の開始 (大気モデル)
2003年	力学的 3 か月・暖寒候期予報の開始 (大気モデル)
2010年	<u>大気海洋結合モデル</u> による 3 か月・暖寒候期予報の開始

季節予報システム

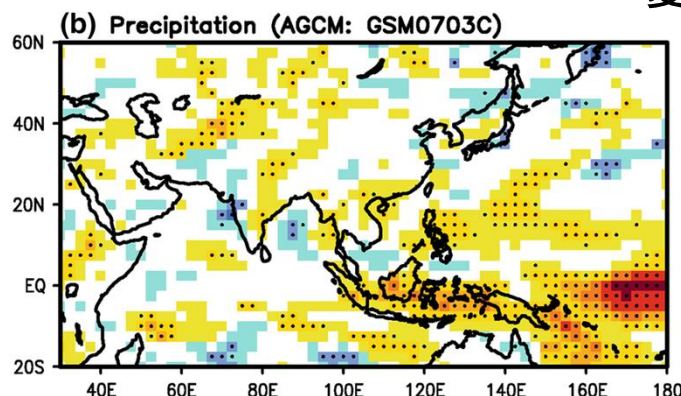
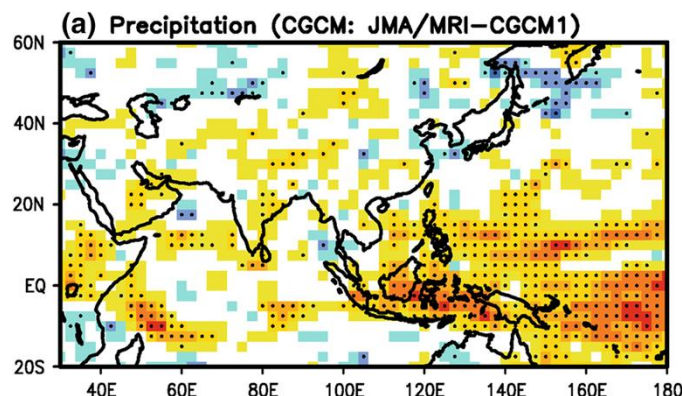


結合モデルによるモンスーン予測の改善

結合モデル (CPS1)

大気モデル

夏を対象とする季節予報の予測精度



4月末を初期値とする夏季平均
(6-8月)のアンサンブル平均
予測の相関係数スコア
(1984-2005年の再予報)

大気海洋結合モデルの導入
により熱帯・亜熱帯域（特
にアジアモンスーン域）に
おいて、予測精度が顕著に
改善した。

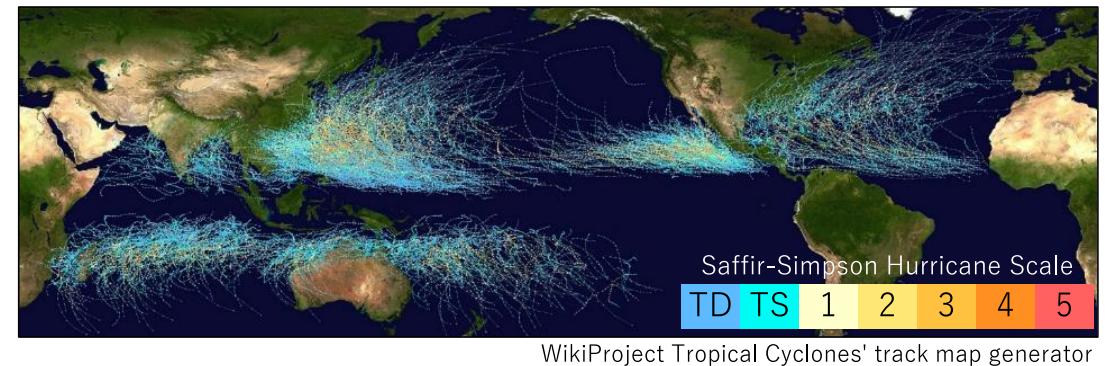
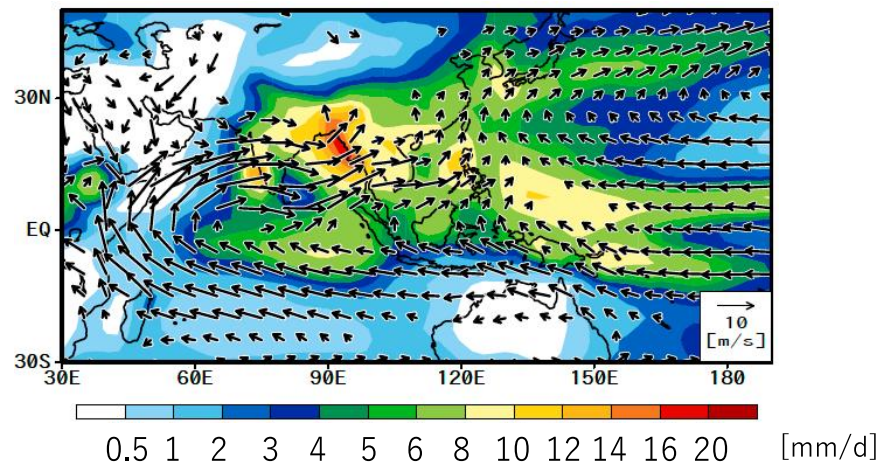


Takaya et al. (2017) *Climate Dynamics*

アジアモンスーンと台風の概要

850hPa風/降水量気候値 (6-8月平均 1981-2010)

1985年-2005年に発生した熱帯低気圧の経路



アジアモンスーンは気候システムの中で最も顕著な季節変動の一つ。

→日本を含むアジア域全体の天候を左右する。

インド洋ー西太平洋域は熱帯の約半分、地球全体の約1/3の雨が降る。→大気大循環のエンジン

北西太平洋では地球上の海域で最も多く熱帯低気圧が発生する。地球全体の約30%。

インド洋ー西太平洋キャパシター(IPOC)モード

エルニーニョ現象の影響は、
その終息後の夏にも残る。

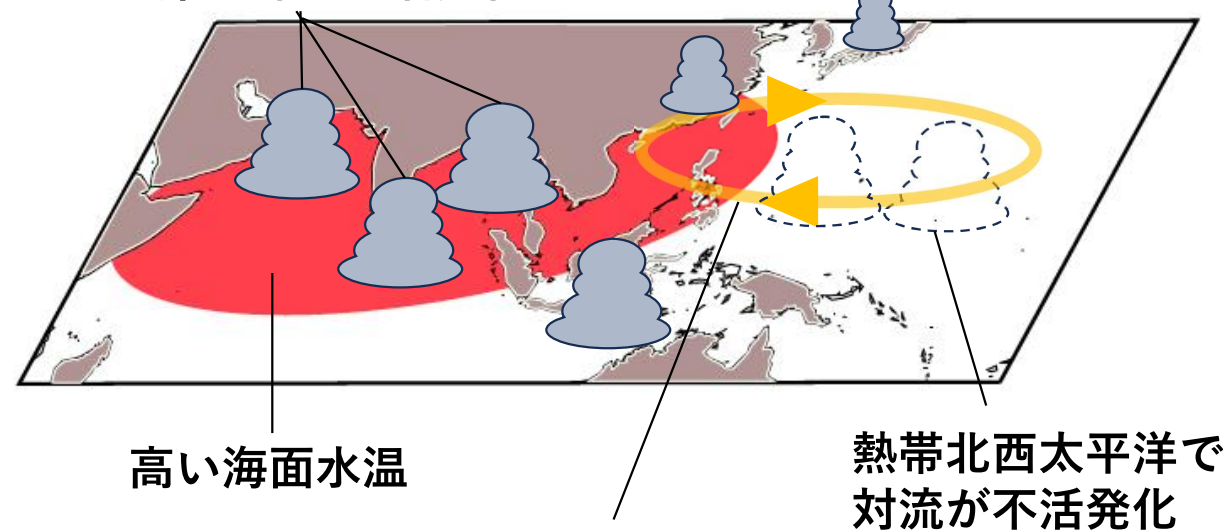
冬：エルニーニョ現象の発生
→熱帯の東西鉛直循環が弱まる。
(ウォーカー循環)

冬～春：熱帯インド洋の海面水温
偏差が上昇。

春～夏：熱帯インド洋の海面水温
偏差が持続。

エルニーニョの翌夏に起こりやすい
大気・海洋の状態

インド洋で対流が活発化



強く西に延びた太平洋高気圧

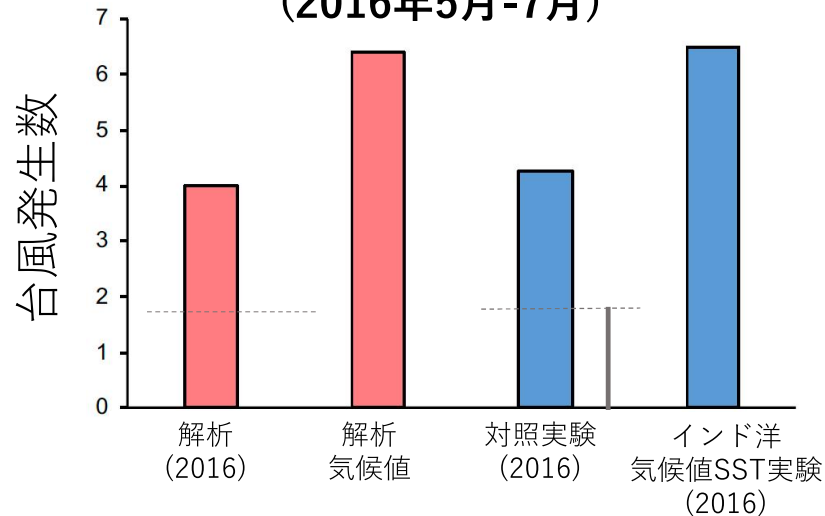
例えば Kosaka et al. (2013) PNAS, Xie et al. (2009) J. Climate

エルニーニョ現象の翌夏前半の少ない台風

IPOCモード年

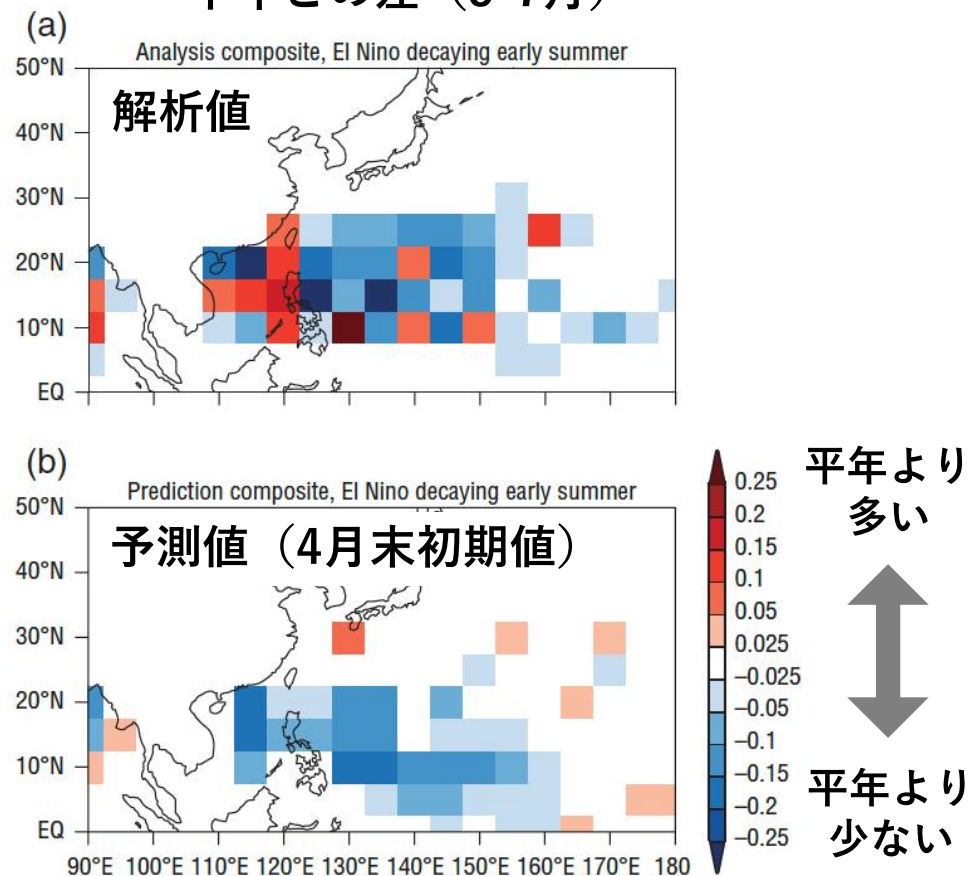
2016年は1951年以降 2 番目に遅い台風 1 号

北西太平洋域台風発生数
(2016年5月-7月)



エルニーニョ現象が発生した冬の翌夏にはインド洋の海面水温が高くなり、夏前半の北西太平洋の台風の発生数が減ることを数値モデル実験で調べた。

エルニーニョ現象の翌夏の台風の発生数の合成図
平年との差 (5-7月)



Takaya et al. (2017) *Atmospheric Science Letters*

アジアモンスーンと台風の1年先予測

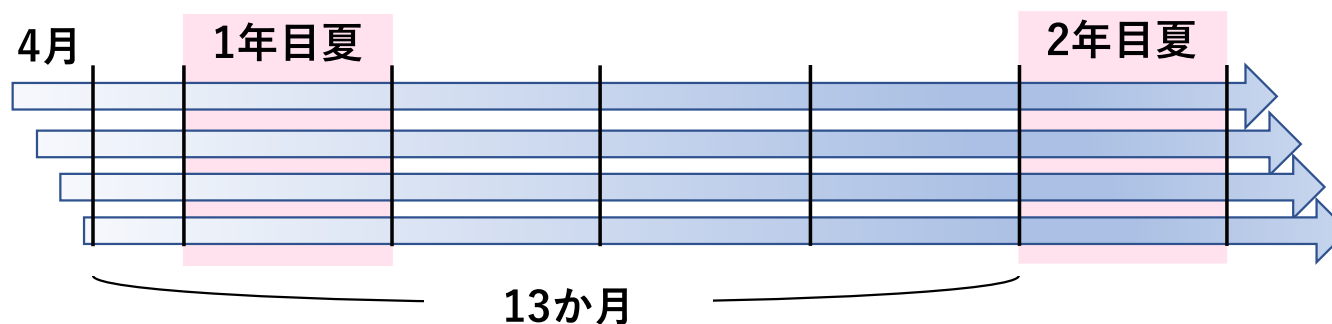
世界初

使用モデル：JMA/MRI-CPS2 (Takaya et al. 2018 *Climate Dynamics*)

予測開始日：1979-2016年の4月 4 初期日 (4/11, 4/16, 4/21, 4/26)

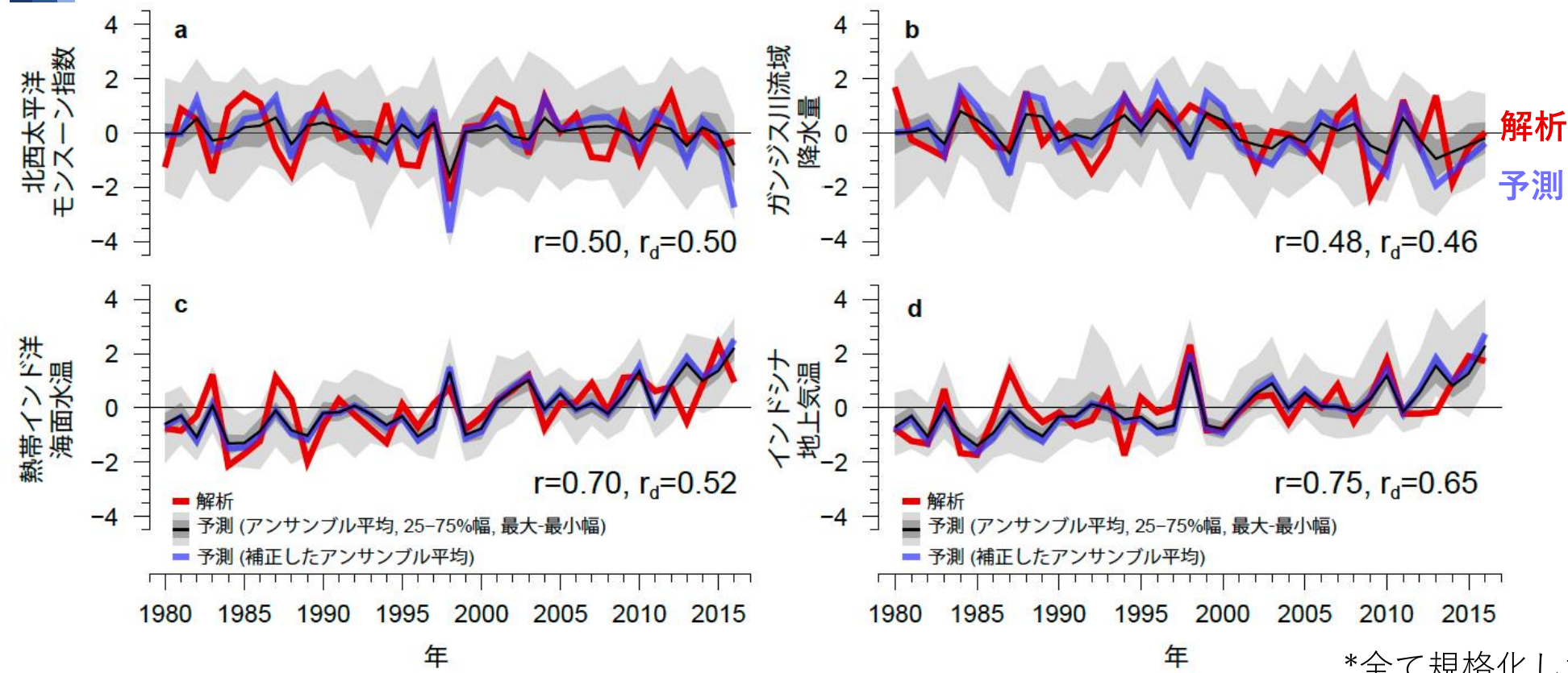
予測対象：2年目の夏季 (6-8月) (1年目夏も解析) 1980-2016年 (37年間)

アンサンブル数：52メンバー (毎初期日13メンバー)



熱帯低気圧は客観的な検出・追跡アルゴリズム (Takaya et al. 2010, Takaya et al. 2017) により検出。

夏のアジアモンスーンに関連する指数の1年先の予測



*全て規格化した指数

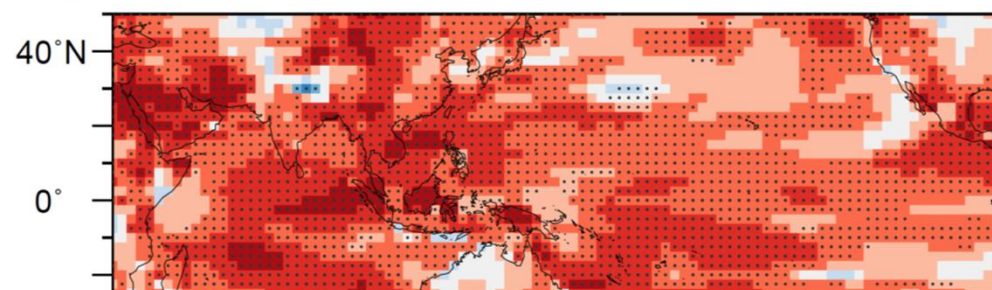
熱帯インド洋海面水温や北西太平洋モンスーン指数に加え、ガンジス川流域の降水量、インドシナの地上気温など、アジアモンスーンに関連する現象を1年先の夏まで予測することができる。

Takaya et al. (2021) *Nature Communications*

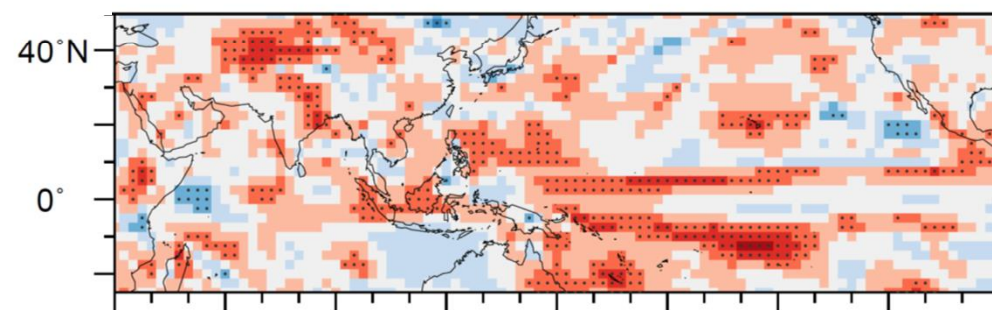
アジアモンスーンの1年先の予測の精度（相関係数）

2年目の夏の予測精度（相関係数）

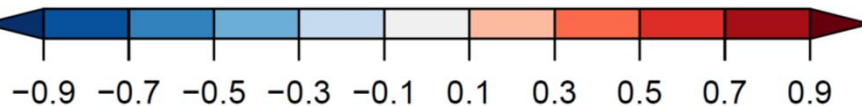
海面水温/地上気温



降水量



悪い



良い

予測精度の高い領域

地上気温：熱帯域、特に、インドシナ半島やインドネシアなど

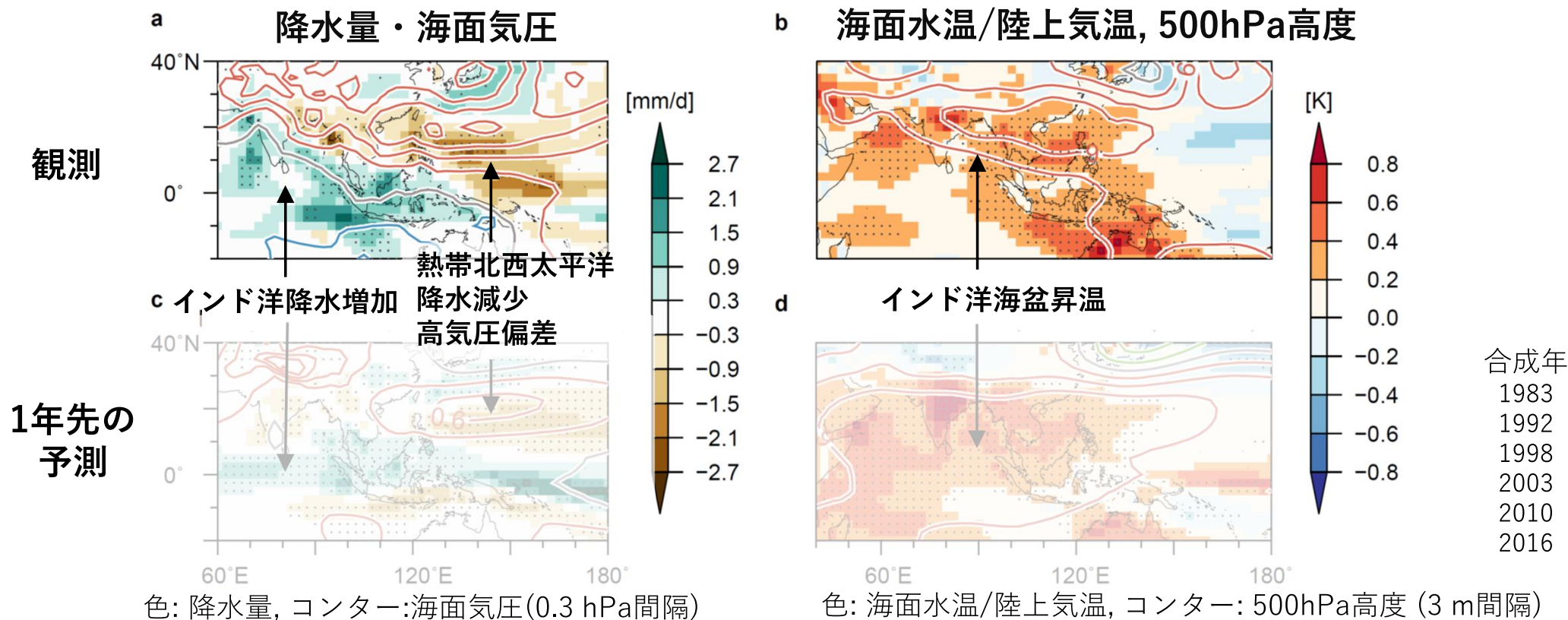
降水量： ガンジス川流域やフィリピン東方の熱帯北西太平洋やインドネシア付近

海面水温/地上気温、降水量について、特定の領域において比較的高い予測精度がある。

Takaya et al. (2021) *Nature Communications*

エルニーニョ現象の遅れ影響(IPOCモード)の予測

エルニーニョ現象後の翌夏の偏差 (上)観測 (下) 1年先の予測 (合成図)

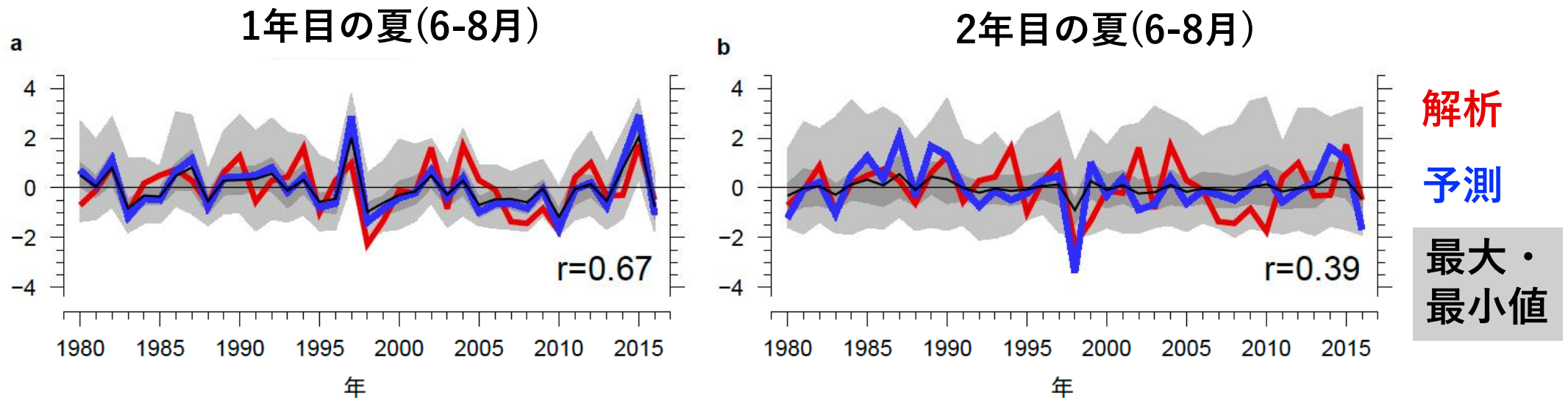


モデルはエルニーニョ衰退後の夏のIPOCパターンを良く予測

Takaya et al. (2021) *Nature Communications*

熱帯低気圧の活動度(存在頻度)の1年先予測

熱帯低気圧*活動度（熱帯低気圧の存在頻度）の予測精度



モデルは夏の熱帯低気圧の活動度(熱帯低気圧の存在頻度)の年々変動を良く予測できる(1年目：相関係数0.67、2年目：相関係数 0.39)。

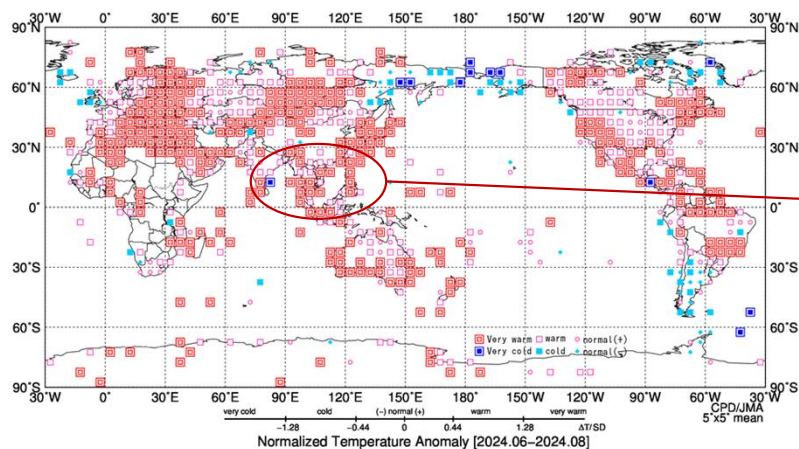
*本研究では風速17.2m/s以上のTCを対象とする。

* 全て規格化した指数

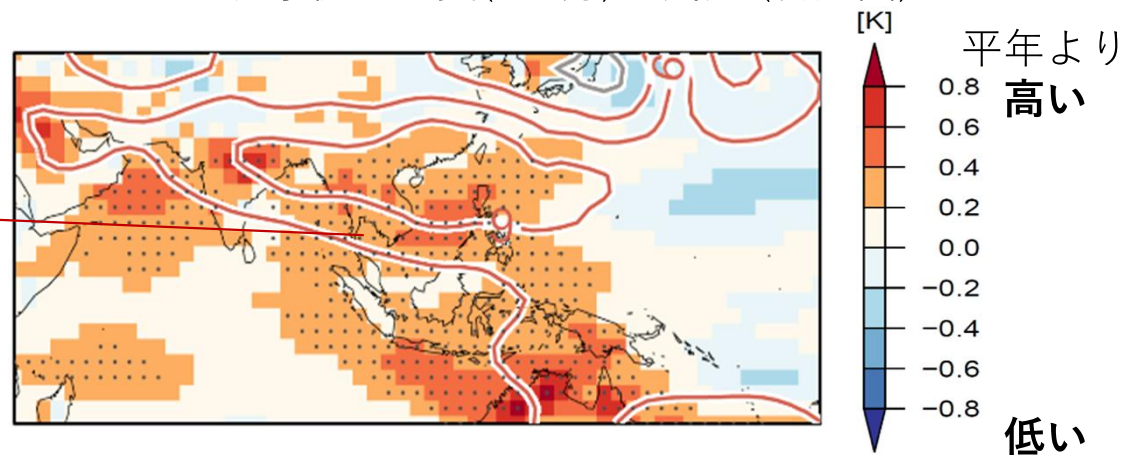
Takaya et al. (2021) *Nature Communications*

2024年夏のアジアの天候とIPOCモードの関係

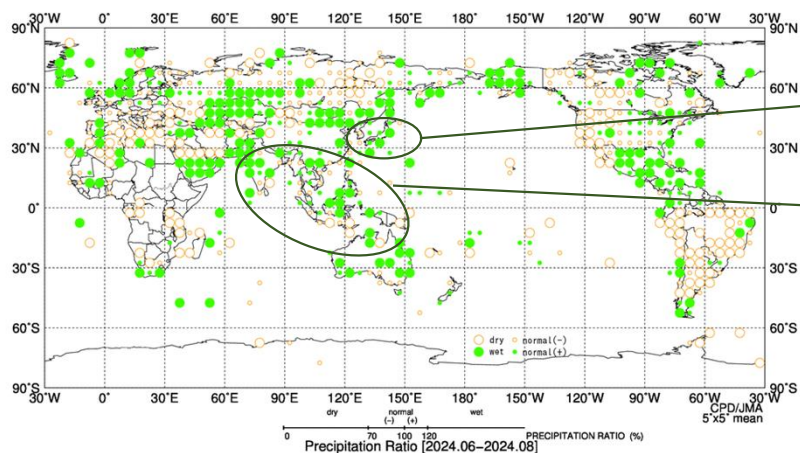
2024年6-8月規格化地上気温偏差



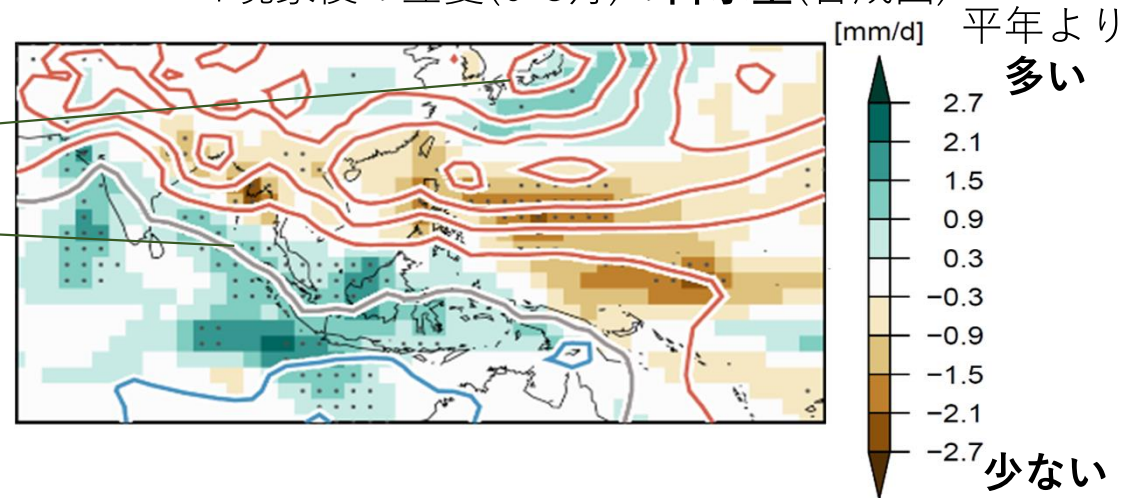
エルニーニョ現象後の翌夏(6-8月)の気温(合成図)



2024年6-8月降水量平年比



エルニーニョ現象後の翌夏(6-8月)の降水量(合成図)



出典：気象庁ホームページ

今後の展望 | モデル開発

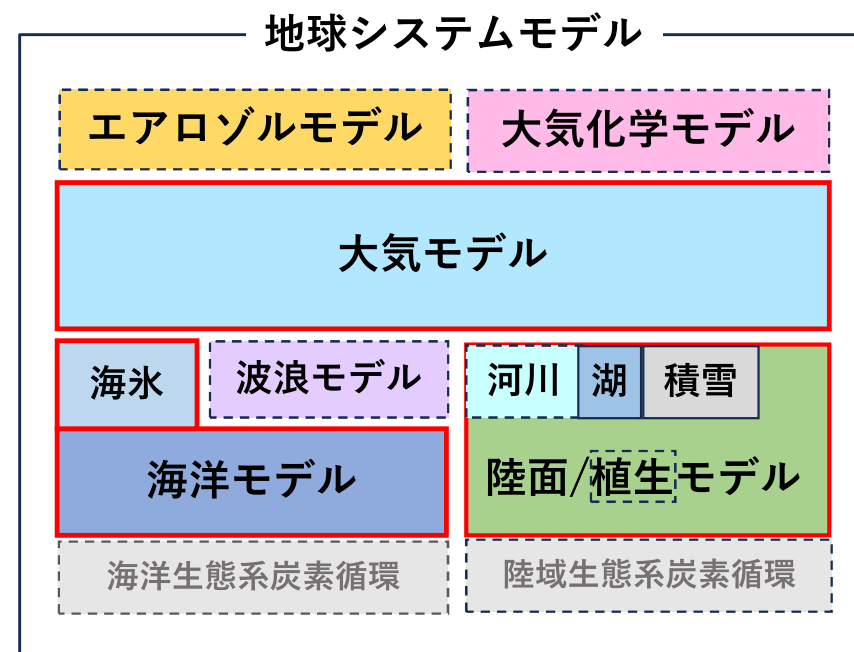
より完全な地球システムモデルによる季節予測へ

更なるプロセスのモデル化・精緻化

- エアロゾルモデル
- 大気化学モデル
- 動的植生モデル
- 波浪モデル

更なる空間・時間解像度の増強

- 海洋モデル → 10 km以下



現在の季節予報モデル

季節予報で組み込まれていないコンポーネント

「階層的な地球システムモデリングに関する研究」 (気象研究所中期研究計画)

「当たる予報」から
「使える予報」・「使われる予報」へ

社会経済活動における生産性向上

気候リスク軽減
流通・生産計画の最適化

(例)

農業

エネルギー

健康

「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画」 (気象庁)

22



今後の展望 | SAGEプロジェクト



世界気象研究計画 (WWRP) SAGEプロジェクト 2024－2028

Sub-seasonal Applications for Agriculture and Environment (SAGE)*

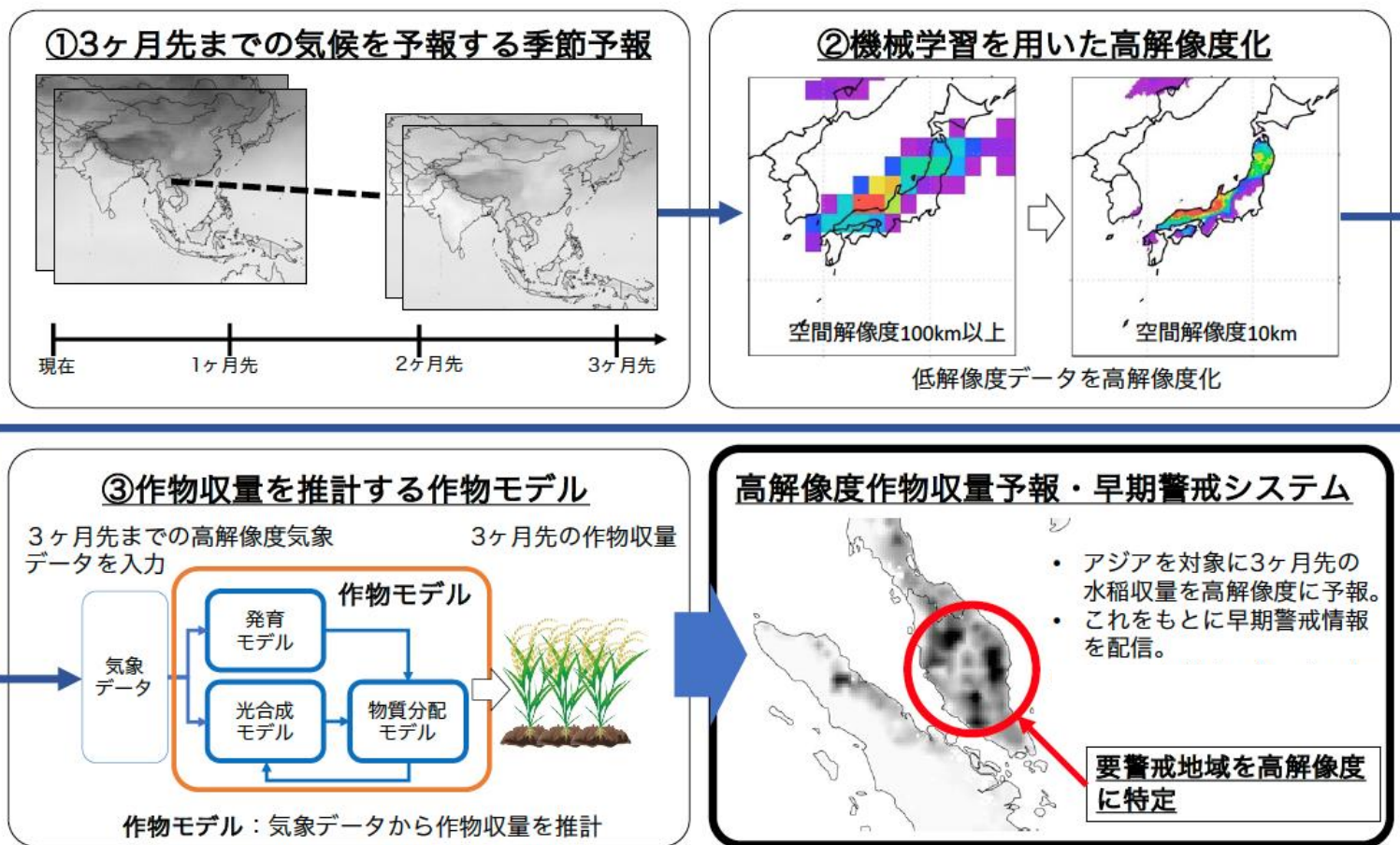
農業・エネルギー・健康・防災/減災 等における季節内予測の応用研究プロジェクト

ホームページ

<https://community.wmo.int/en/projects-1>

今後の展望 | 季節予報の農業分野における利用

「高解像度作物収量予報・早期警戒システム」の構築



農研機構・国立環境研究所・気象庁・気象研究所の共同研究、科研費基盤A(23H00351, 2023-2025)

今後の展望 | 季節予測の健康分野における利用

RESEARCH

RESEARCH ARTICLE

DENGUE

Indian Ocean temperature anomalies predict long-term global dengue trends

Yuyang Chen^{1,2†}, Yiting Xu^{3†}, Lin Wang^{4†}, Yilin Liang^{1†}, Naizhe Li³, José Lourenço⁵, Yun Yang¹, Qiushi Lin¹, Ligui Wang⁶, He Zhao⁷, Bernard Cazelles^{8,9}, Hongbin Song⁶, Ziyang Liu¹, Zengmiao Wang¹, Oliver J. Brady^{10,11†}, Simon Cauchemez^{12*†}, Huaiyu Tian^{1*†}

Science 2024年 5 月 9 日

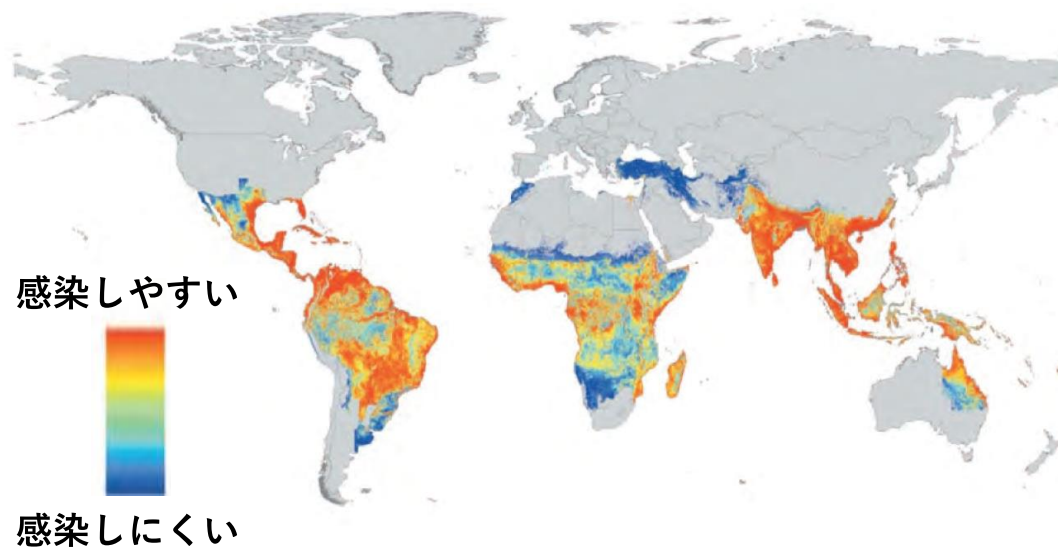
インド洋の海面水温は地球全体の
デング熱の発生数の傾向を予測する

季節予測 ► デング熱の予測 ► 対策



ネッタイシマカ (Wikipedia)

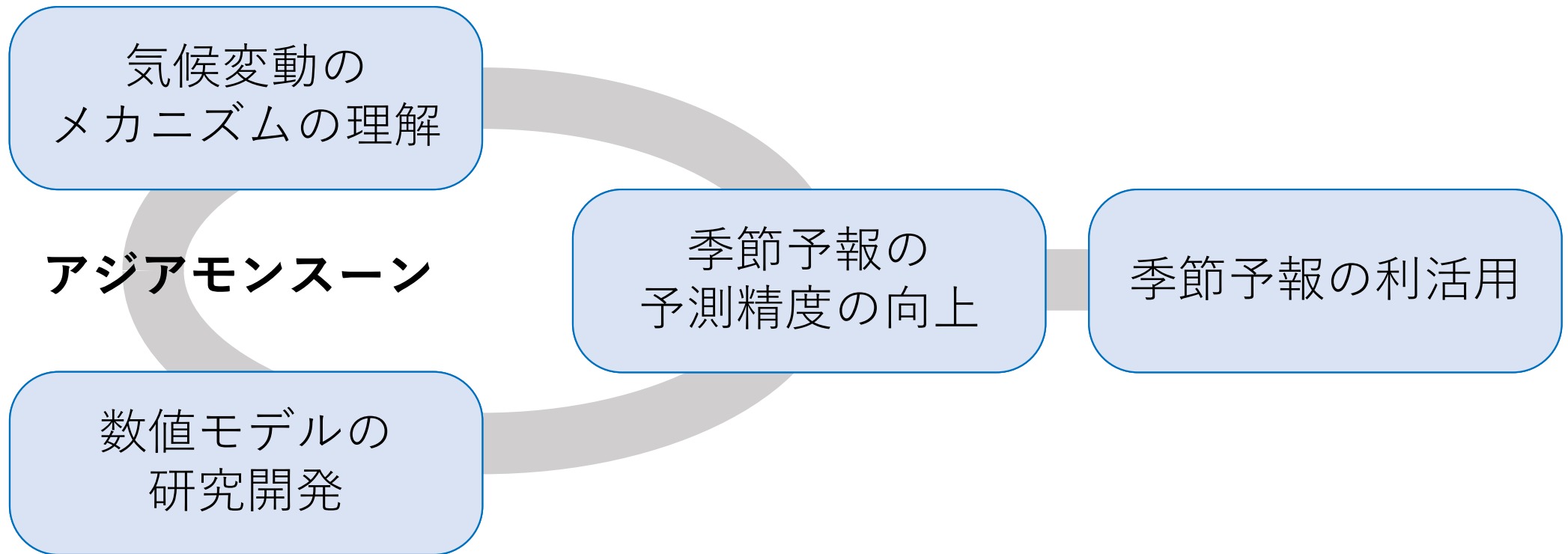
デング熱感染への適合性



世界保健機関 (2012)

Global strategy for dengue prevention and control 2012-2020.

結びに代えて



謝辞：一連の研究はJSPS科研費(JP17K14395, JP17K01223, JP23H00351, JP24H02228), 文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム(JPMXD0717935561 and JPMXD0717935457), 気候変動予測先端研究プログラム(JPMXD0717935561, JPMXD0717935457), 環境研究総合推進費(JPMEERF20242001)の助成を受けたものです。

ご清聴ありがとうございました。