

地球温暖化が台風に及ぼす影響 ～これまでとこれから～

令和2年度 オンライン講演会

「地球温暖化を予測する～地球規模の変化から身近な影響まで」

令和2年10月16日(金)

気象業務支援センター/気象研究所応用気象研究部

山口 宗彦



気象研究所
Meteorological Research Institute



一般財団法人 気象業務支援センター
Japan Meteorological Business Support Center



文部科学省
統合的気候モデル高度化研究プログラム
Integrated Research Program for Advancing Climate Models (TOUGOU)

台風は地球上で発生する最も激しい
自然現象の一つで、
大雨、強風、高潮などにより、
さまざまな災害が起こります。

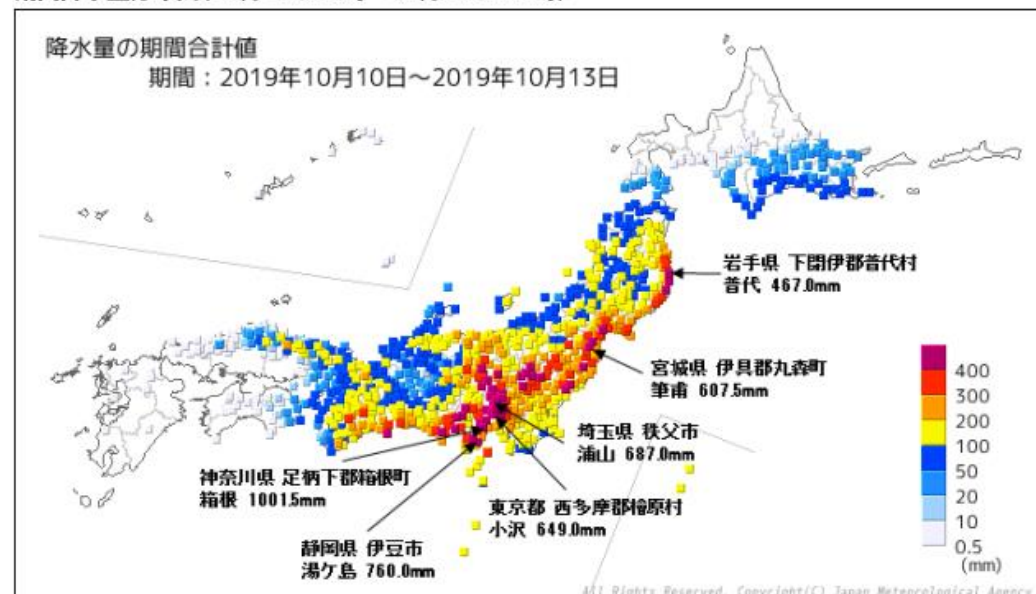
2019年第15号による千葉県を中心とする強風



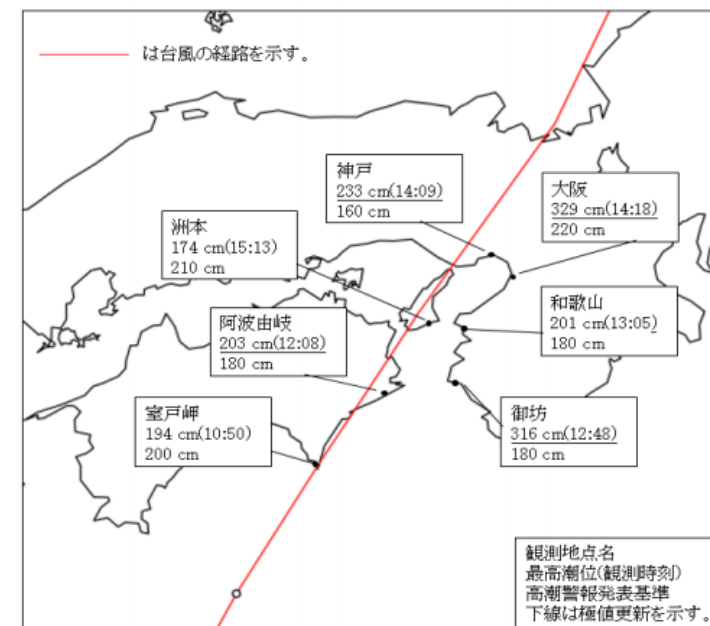
気象庁HPより

2019年第19号による広域の水害

期間降水量分布図(10月10日0時～10月13日24時)



2018年第21号による大阪湾の高潮

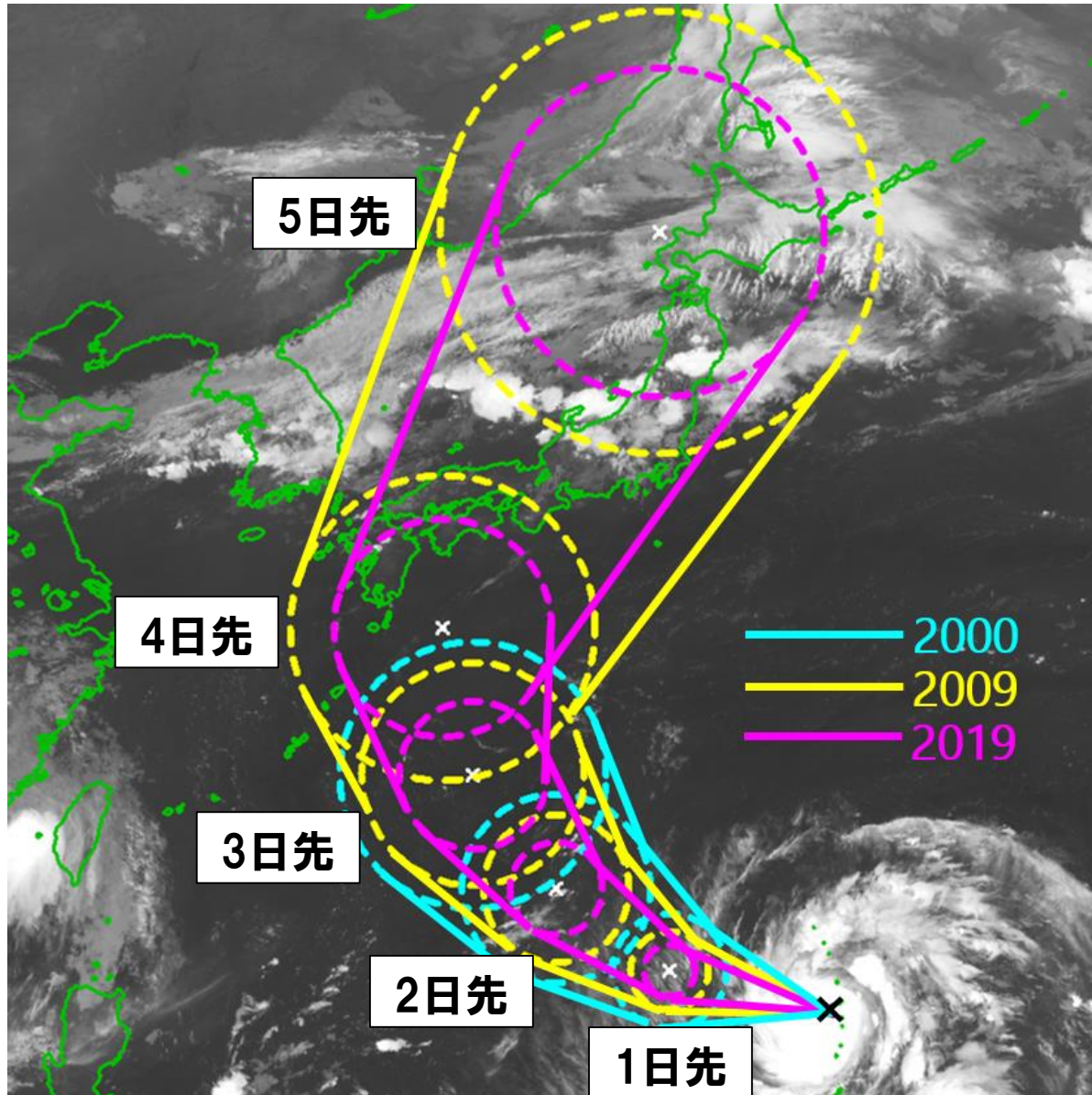


気象庁HPより

9月4日の各地の最高潮位及び潮位の推移

大阪管区気象台
「災害時気象報告」より

平均的な予報円の大きさの変遷



**予報精度の改善にともな
なって予報円の大きさが
小さくなっている。**

**この20年間で、予報円の
平均的な半径は半分程度
に小さくなっている。**

Knutson et al. (2020, BAMS)



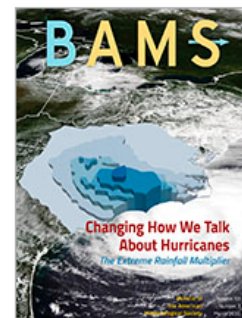
IPCC第6次評価報告書に向けて作成された、熱帯低気圧と気候変動に関する世界の著名な11名による論文。

Thomas Knutson 氏 (GFDL)

<https://www.gfdl.noaa.gov/tom-knutson-homepage/>

Volume 101, Issue 3

March 2020



RESEARCH ARTICLE | 1 MARCH 2020

Tropical Cyclones and Climate Change Assessment: Part II: Projected Response to Anthropogenic Warming

Thomas Knutson; Suzana J. Camargo; Johnny C. L. Chan; Kerry Emanuel; Chang-Hoi Ho; James Kossin; Mrutyunjay Mohapatra; Masaki Satoh; Masato Sugi; Kevin Walsh ... [Show more](#)

Bull. Amer. Meteor. Soc. (2020) 101 (3): E303–E322.

<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0194.1> [Article history](#)

[Split-Screen](#) [Views](#) [PDF](#) [Share](#) [Cite](#) [Get Permis](#)

<https://journals.ametsoc.org/bams/article/101/3/E303/345043/Tropical-Cyclones-and-Climate-Change-Assessment>

熱帯低気圧の将来変化に関する世界の著名な11名の研究者による見解

熱帯低気圧の将来変化	信頼度				
	高	高～中	中	中～低	低
発生数の減少	–	3	1	7	–
勢力の強い熱帯低気圧の増加	1	4	1	2	3
降水強度の増大	6	5	–	–	–

統合プログラム報道発表(2020/8/25)

過去40年で太平洋側に接近する台風が増えている

- 過去40年で、東京など太平洋側の地域に接近する台風が増えている。
- これらの接近する台風については、強度がより強くなっていること、及び、移動速度が遅くなっている。
- これは、日本付近の気圧配置の変化や海面水温の上昇などが原因と考えられる。

**気象研究所**
Meteorological Research Institute

**JMBSC** 一般財団法人 気象業務支援センター
Japan Meteorological Business Support Center

文部科学省
統合的気候モデル高度化研究プログラム
Integrated Research Program for Advancing Climate Models (IAP-ACM)

資料配付先：気象庁記者クラブ、筑波研究学園都市記者会

報道発表**いのちとくらしをまもる**
防災減災令和2年8月25日
気象研究所
(一財)気象業務支援センター

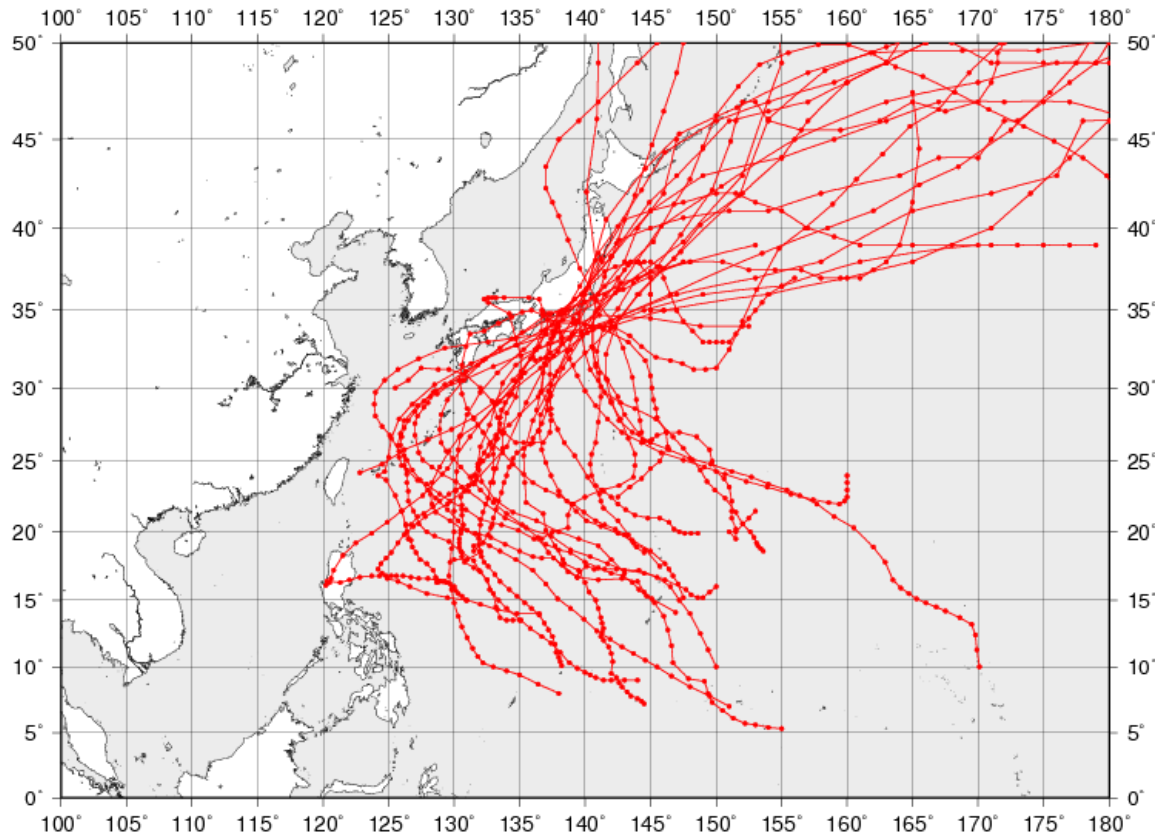
過去40年で太平洋側に接近する台風が増えている

気象庁気象研究所は、過去の観測データ等を用いて、日本に接近する台風の特徴の変化を詳細に調査しました。その結果、過去40年で、東京など太平洋側の地域に接近する台風が増えていることがわかりました。これらの接近する台風については、強度がより強くなっていること、及び、移動速度が遅くなっていることもわかりました。これは、日本付近の気圧配置の変化や海面水温の上昇などが原因と考えられます。

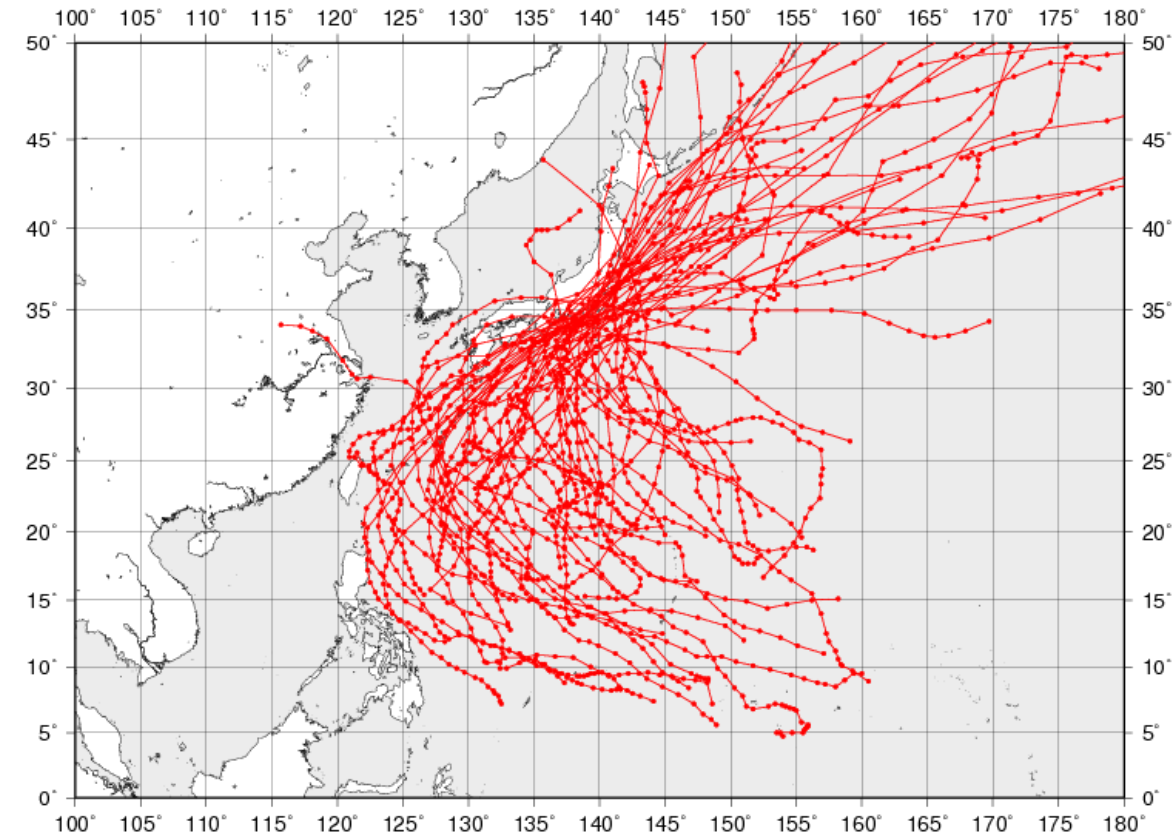
本研究成果は、2020年8月25日付けで、日本気象学会が発行する国際科学誌「Journal of the Meteorological Society of Japan」に掲載されました。

https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/020825/press_020825.html

期間前半 (P1:1980-1999) と期間後半 (P2:2000-2019) に 東京に接近した全台風の経路

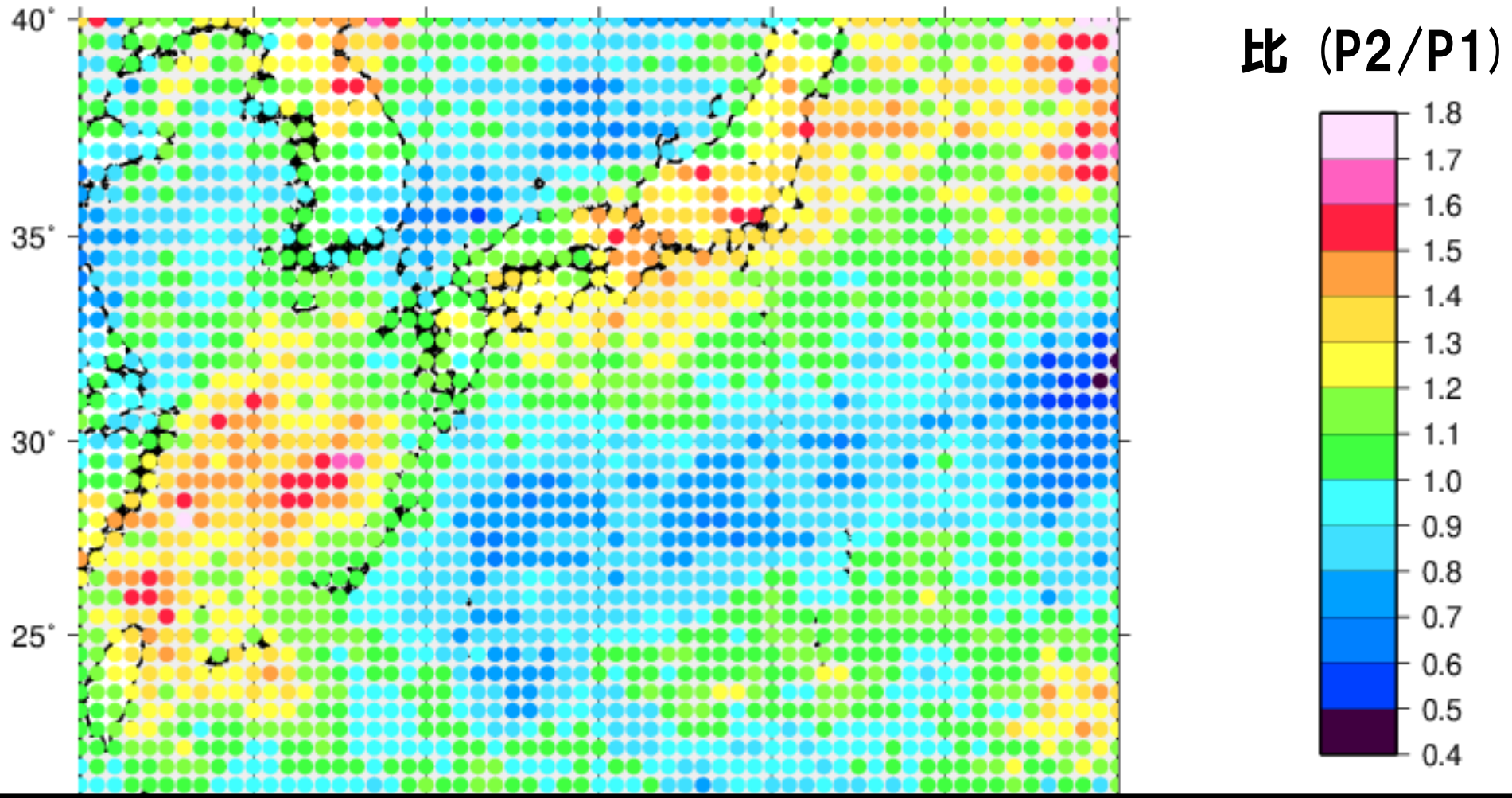


P1期間: 31個



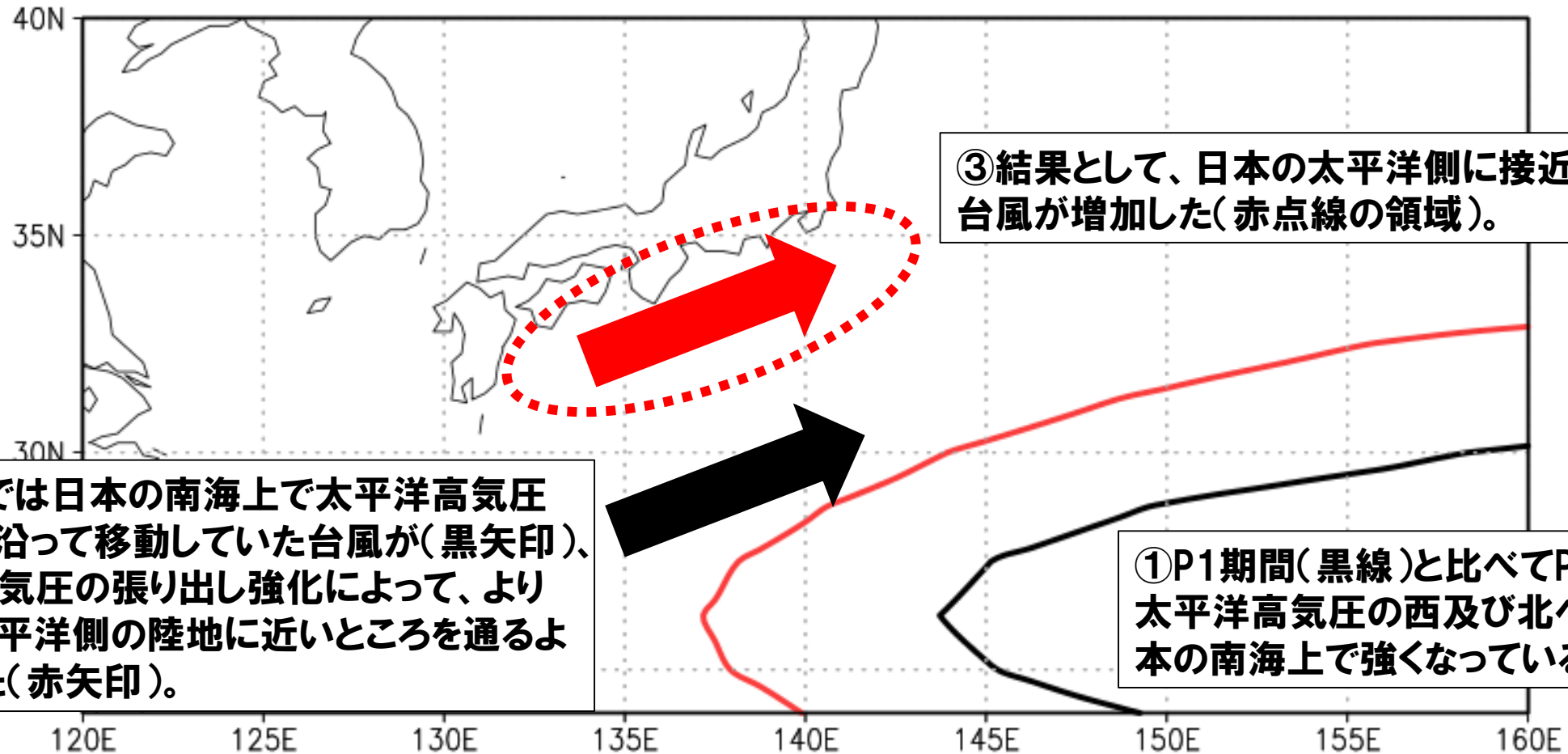
P2期間: 47個 (1.52倍)

P1期間とP2期間の接近数の比



接近数が増えている場所に空間的な特徴が見られる。

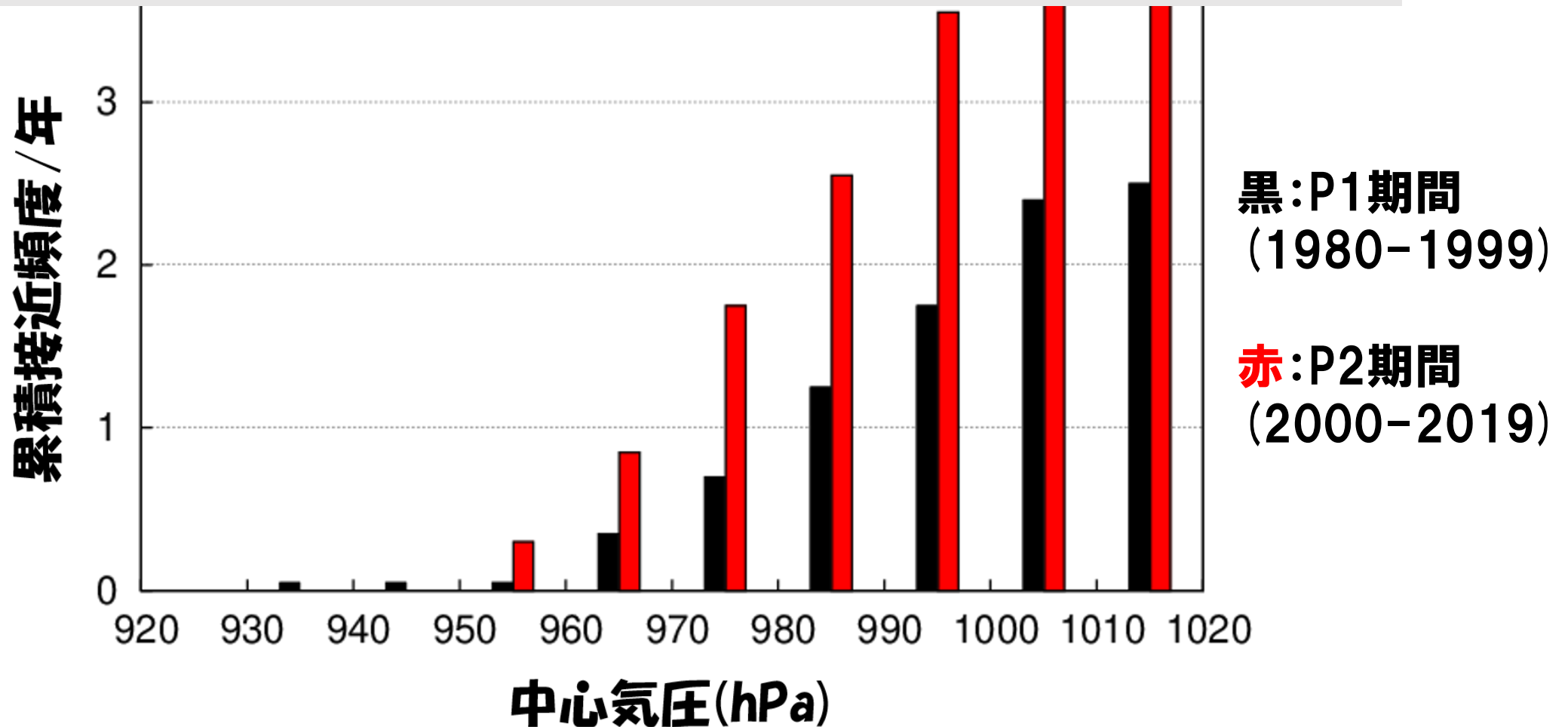
P1期間とP2期間の太平洋高気圧の比較



黒線:P1期間の太平洋高気圧 (500hPa高度における5880m等値線)
赤線:P2期間の太平洋高気圧

東京接近時の強度の変化

中心気圧が980hPaより低い状態で接近する頻度は、
P1期間に比べてP2期間は2.5倍となっている。



東京接近時の強度に関する環境場の変化

	P1期間 (1980-1999年)	P2期間 (2000-2019年)
海面水温(°C)	25.9	27.2
500hPa相対湿度(%)	40.8	48.9
鉛直シア(knot)	25.8	17.4

7～10月の間に台風が980hPa以下の中心気圧で東京に接近しているときの環境場と台風の移動速度。海面水温は台風中心直下の海面水温、鉛直シアは200hPaと850hPaにおける台風中心から500kmの領域の平均風の差の大きさ、相対湿度は台風中心から200kmから800kmまでのドーナツ状の領域の平均相対湿度。環境場は、Yamaguchi et al. (2018) の手法に基づいて算出した。

上陸時の中心気圧が低い台風ベスト10

中心気圧が低い台風（統計期間：1951年～2020年第2号まで）

上陸時（直前）の中心気圧が低い台風

順位	台風番号	上陸時気圧 (hPa)	上陸日時	上陸場所 *1
1	6118 *2	925	1961年9月16日09時過ぎ	高知県室戸岬の西
2	5915 *3	929	1959年9月26日18時頃	和歌山県潮岬の西
3	9313	930	1993年9月3日16時前	鹿児島県薩摩半島南部
4	5115	935	1951年10月14日19時頃	鹿児島県串木野市付近
5	9119	940	1991年9月27日16時過ぎ	長崎県佐世保市の南
	7123	940	1971年8月29日23時半頃	鹿児島県大隅半島
	6523	940	1965年9月10日08時頃	高知県安芸市付近
	6420	940	1964年9月24日17時頃	鹿児島県佐多岬付近
	5522	940	1955年9月29日22時頃	鹿児島県薩摩半島
	5405	940	1954年8月18日02時頃	鹿児島県西部

*1：当時の市町村名等で示す

*2：第二室戸台風

*3：伊勢湾台風

参考記録：（※統計開始以前のため）

室戸台風 911.6hPa 1934年9月21日（室戸岬における観測値）

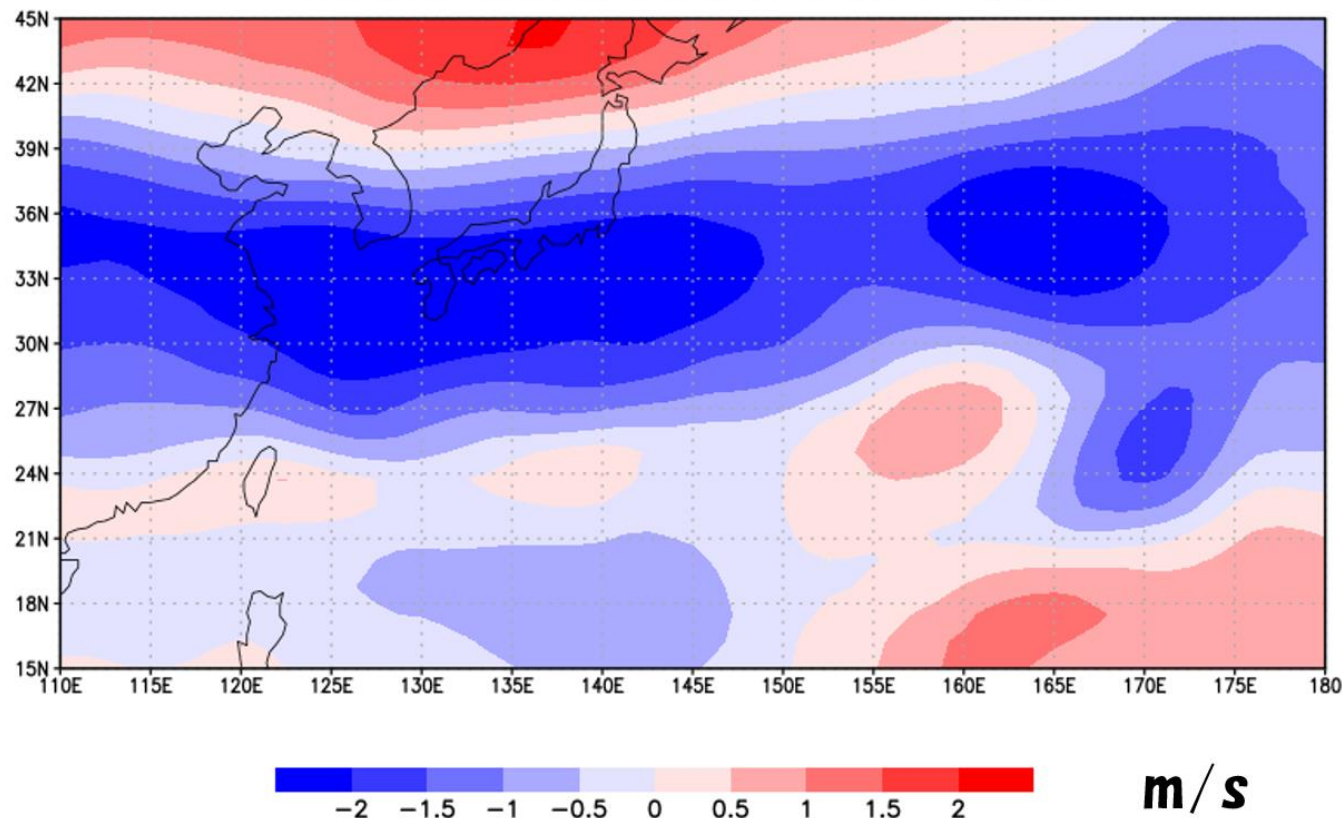
枕崎台風 916.1hPa 1945年9月17日（枕崎における観測値）

https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/ranking/air_pressure.html

東京接近時の移動速度の変化

	P1期間	P2期間
移動速度(キロメートル毎時)	48.1	30.6

200hPa高度における風速の変化

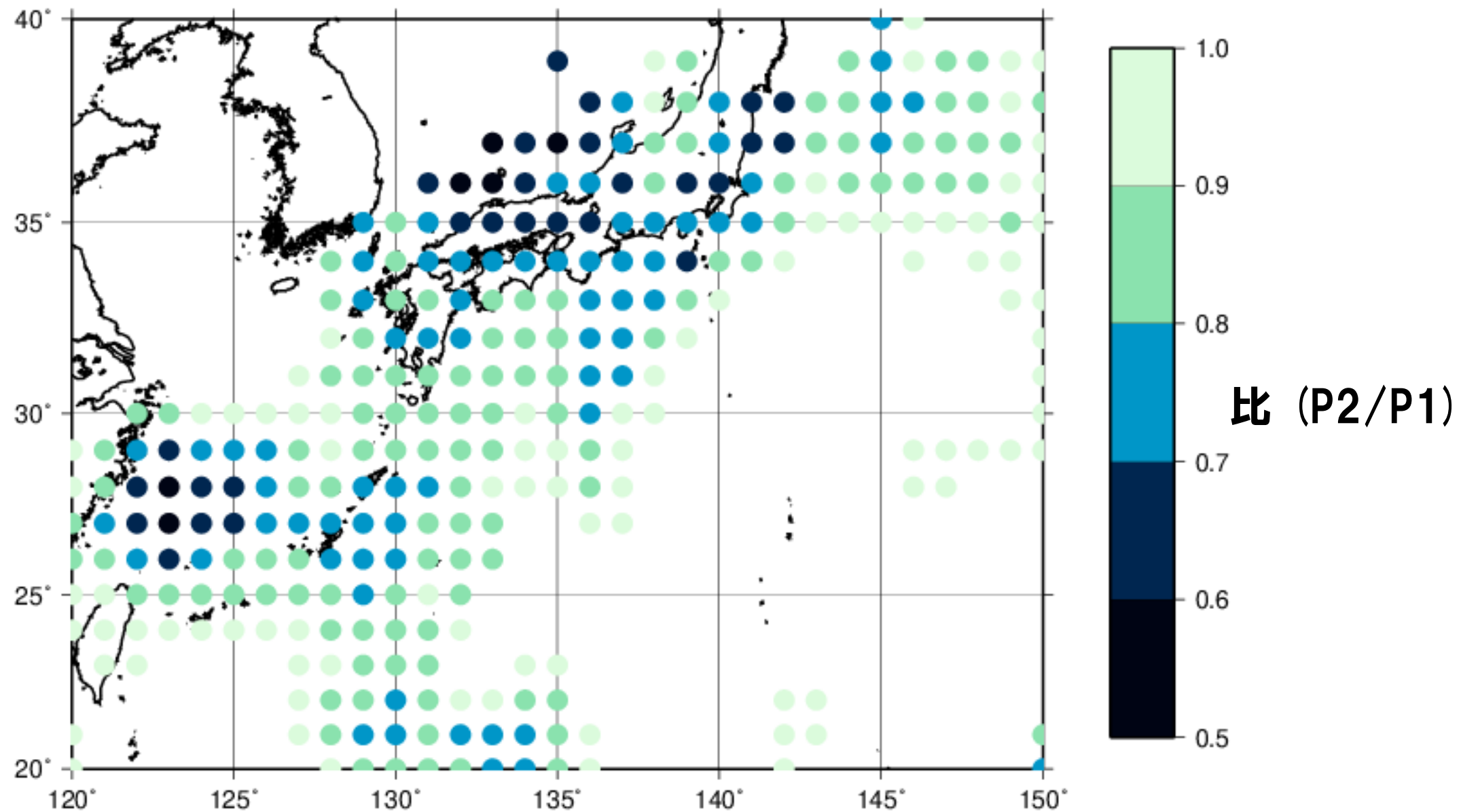


7～10月平均の200hPa高度における平均風速の変化。陰影はP1期間と比較したP2期間（2000～2019年）の平均風速の変化（メートル毎秒）。

**日本の上空および南の海上で
台風を移動させる指向流
（偏西風）が弱まっている。**

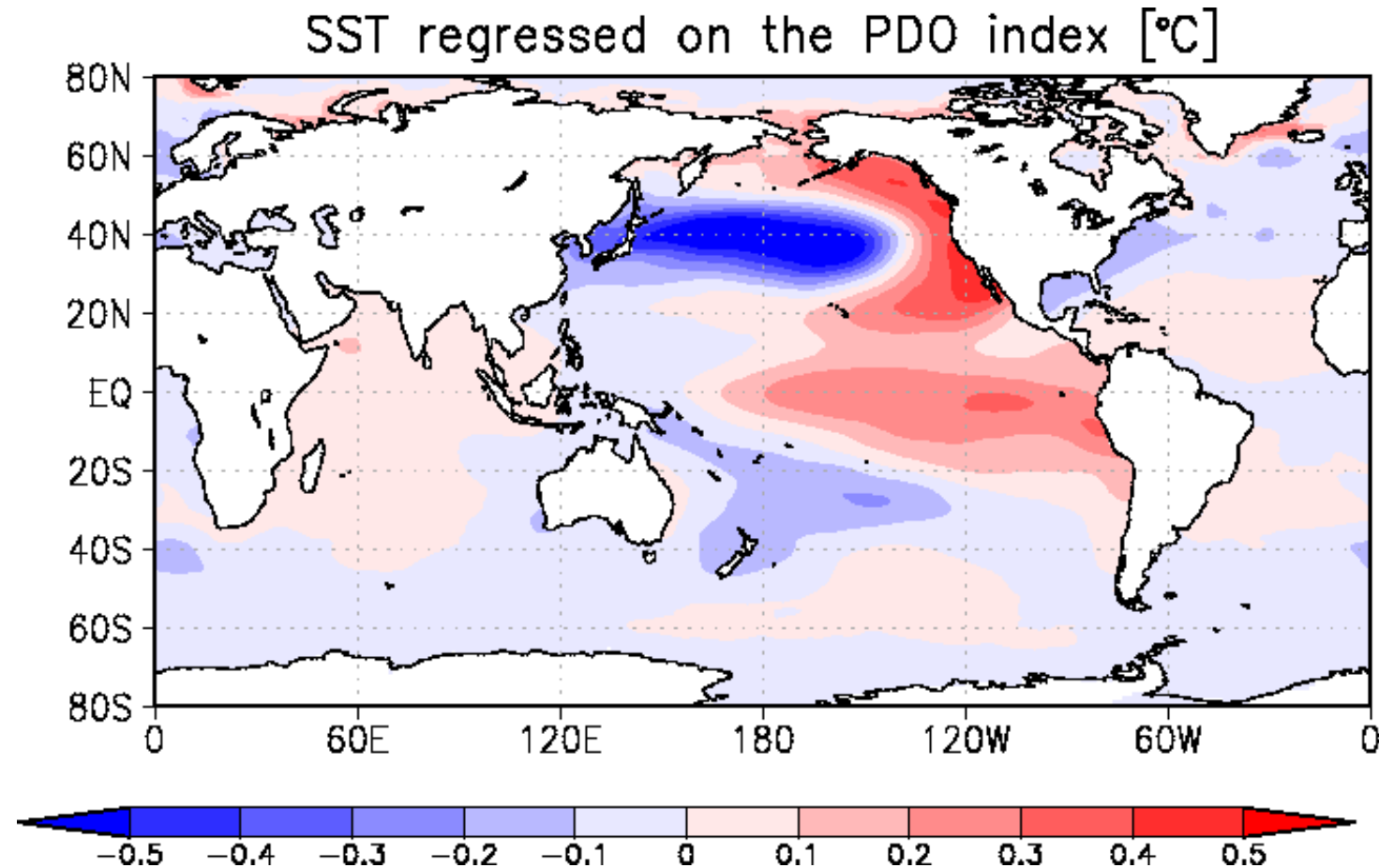
**これらの変化における
地球温暖化の影響はどの程度か？**

P1期間とP2期間の移動速度の比@9月

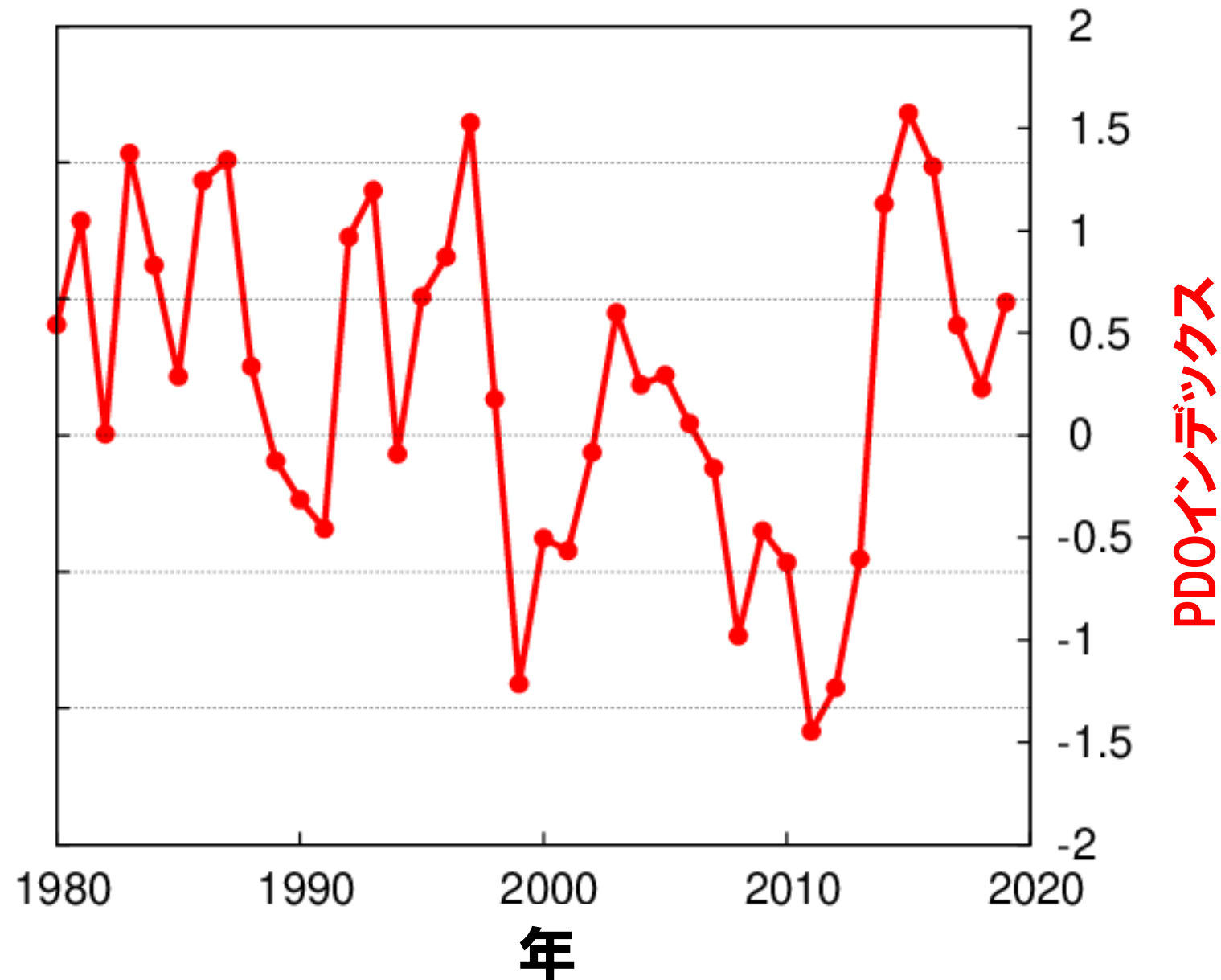


太平洋十年規模振動 (Pacific Decadal Oscillation: PDO)

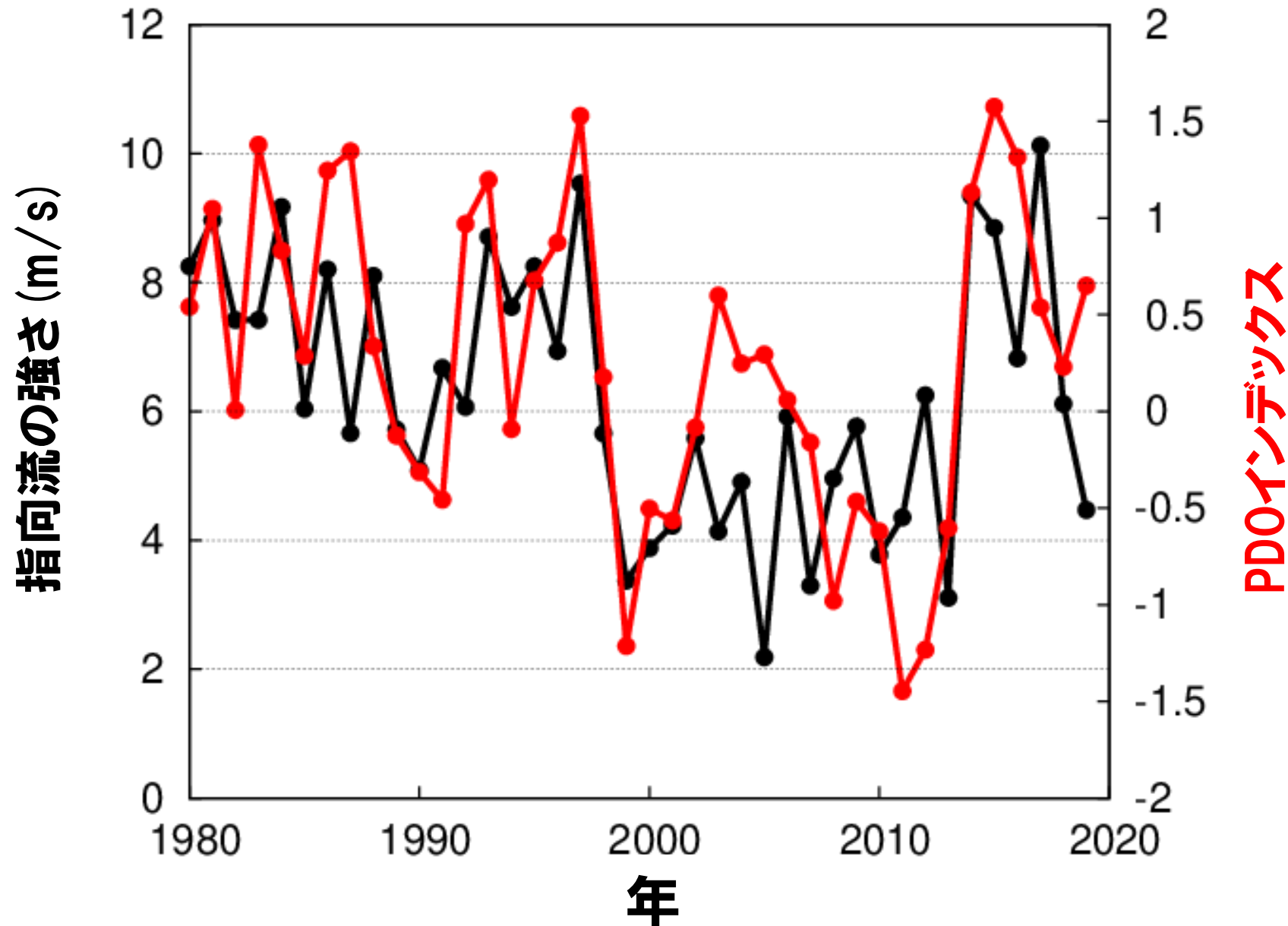
海面水温には、エルニーニョ／ラニーニャ現象に代表される年々～数年規模の変動や地球温暖化に伴う百年規模の変動が存在する。両者の中間にあたる十年～数十年規模の変動も存在する。太平洋十年規模振動は北太平洋に見られる主要な海面水温の変動で、下図のパターンを正、逆のパターンを負の状態と呼ぶ。



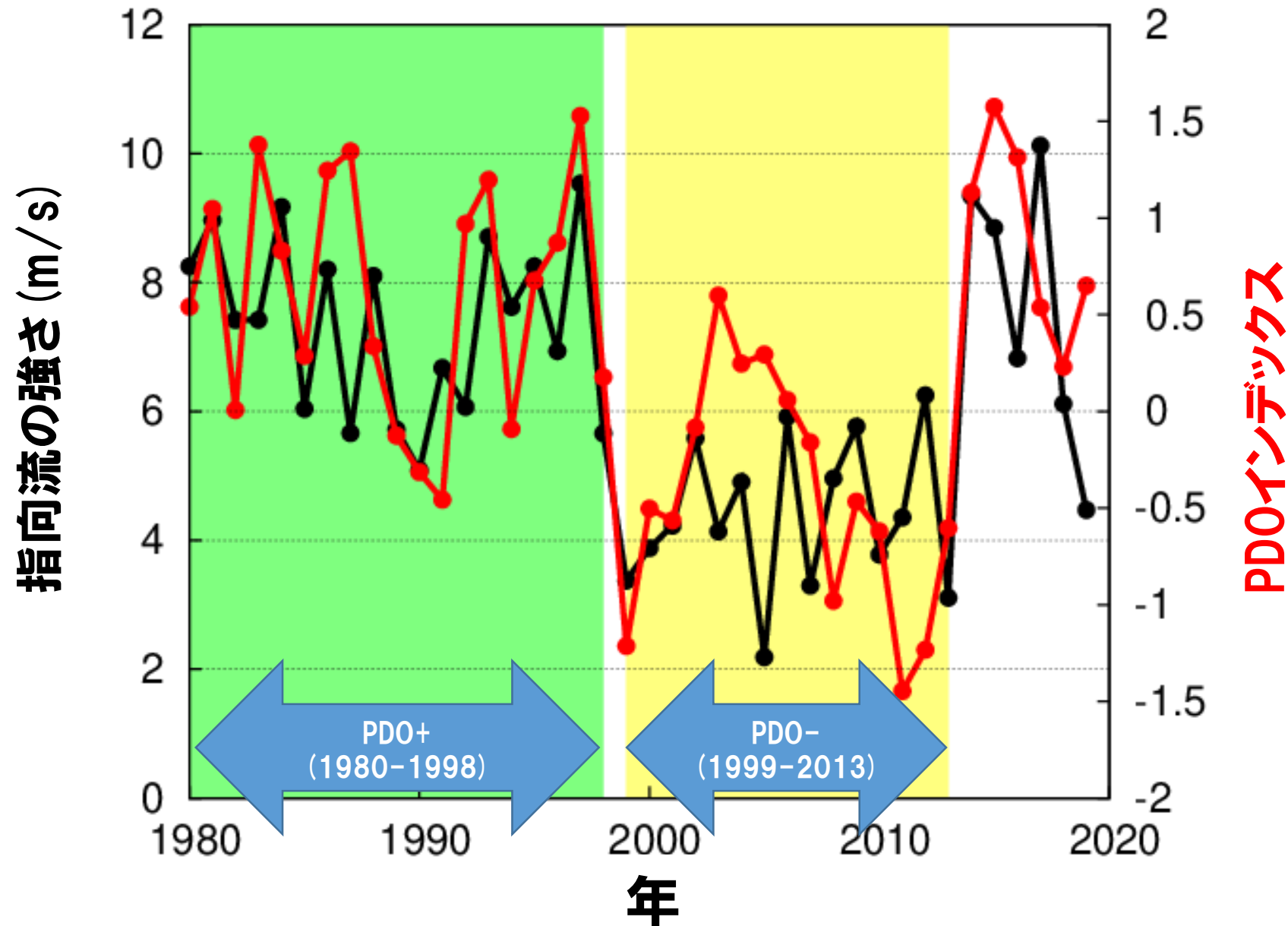
PDOインデックスと指向流の強さの関係



PDOインデックスと指向流の強さの関係



PDOインデックスと指向流の強さの関係



PDO+
(1980 - 1998)

PDO-
(1999 - 2013)

非温暖化実験

A

PDOの影響
→

B

現在気候実験

C

→

D

産業革命以降の温暖化の影響
↓

PDOの影響と1980～2013までの温暖化の影響

9月の結果

PDO+
(1980 - 1998)

PDO-
(1999 - 2013)

非温暖化実験

9.16 m / s

PDOの影響
- 0.60 m / s

8.56 m / s

- 0.41 m / s

- 0.51 m / s

産業革命以降の温暖化の影響

現在気候実験

8.75 m / s

- 0.70 m / s

8.05 m / s

PDOの影響と1980～2013までの温暖化の影響

- 1.60 m / s

6.45 m / s

今後さらに地球温暖化が進んだ場合

10月の結果

非温暖化実験

PDO+
(1980 - 1998)

16.50 m / s

PDOの影響

- 0.76 m / s

PDO-
(1999 - 2013)

15.76 m / s

- 0.49 m / s

現在気候実験

16.01 m / s

- 0.94 m / s

PDOの影響と1980~2013までの温暖化の影響

- 0.69 m / s

産業革命以降の温暖化の影響

15.07 m / s

- 2.60 m / s

12.47 m / s

今後さらに地球温暖化が進んだ場合

個々の台風の平均的な将来像1

温暖化により、台風に伴う雨が強化される

多くの気候予測モデルが、地球温暖化にともなって大気中の水蒸気量が増え、結果として熱帯低気圧に伴う雨が増大すると予測している。

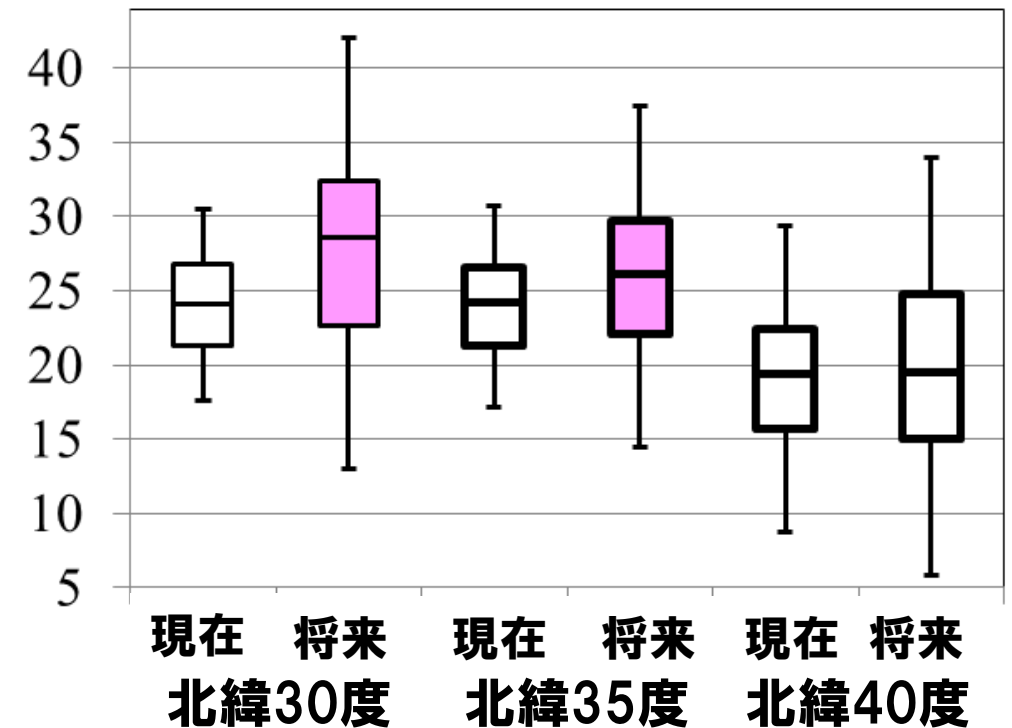
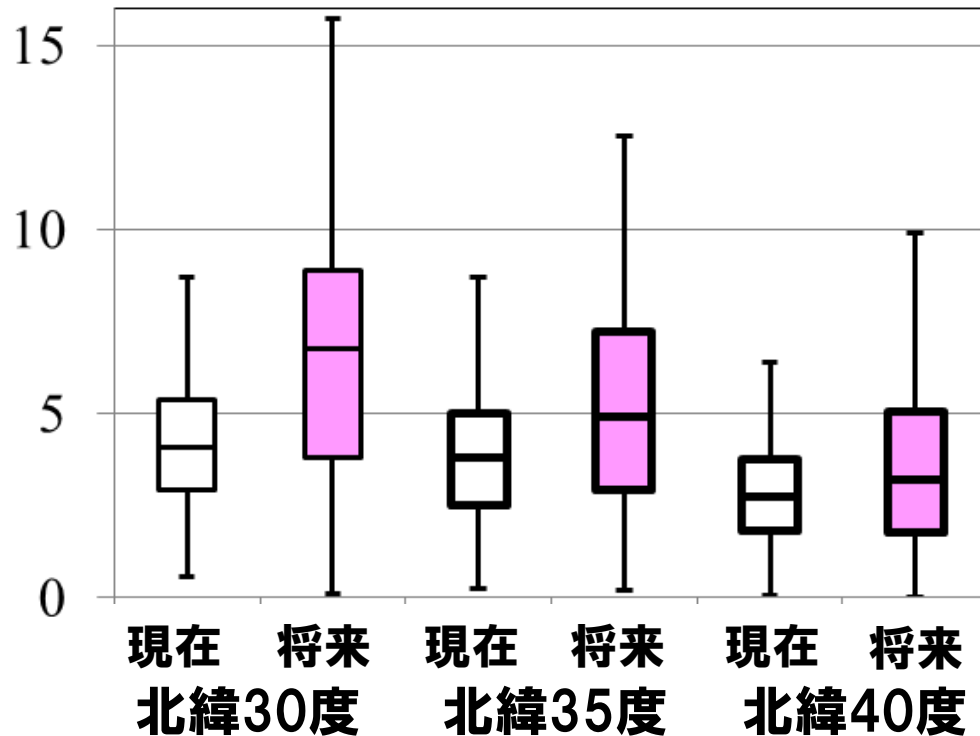
増大の幅に関しては、気候予測モデル間にはばらつきはあるが、中央値として**14 %雨が增えと予測されている^注**。

注：世界の平均気温が、1986-2005年の平均に対して2度上昇した場合。温暖化が最悪のシナリオで進行した場合の2055年ころの地球です。

Kanada et al. (2020, SOLA)

台風中心から200km以内の平均降水量 (mm/hour)

台風中心から200km以内の平均風速 (m/s)



将来: 温暖化が最悪のシナリオで進行した場合の21世紀末

4kmという非常に高解像度のシミュレーションでも、将来日本に襲来する台風の強さ(降水だけでなく、風も)が強くなると予測されている。

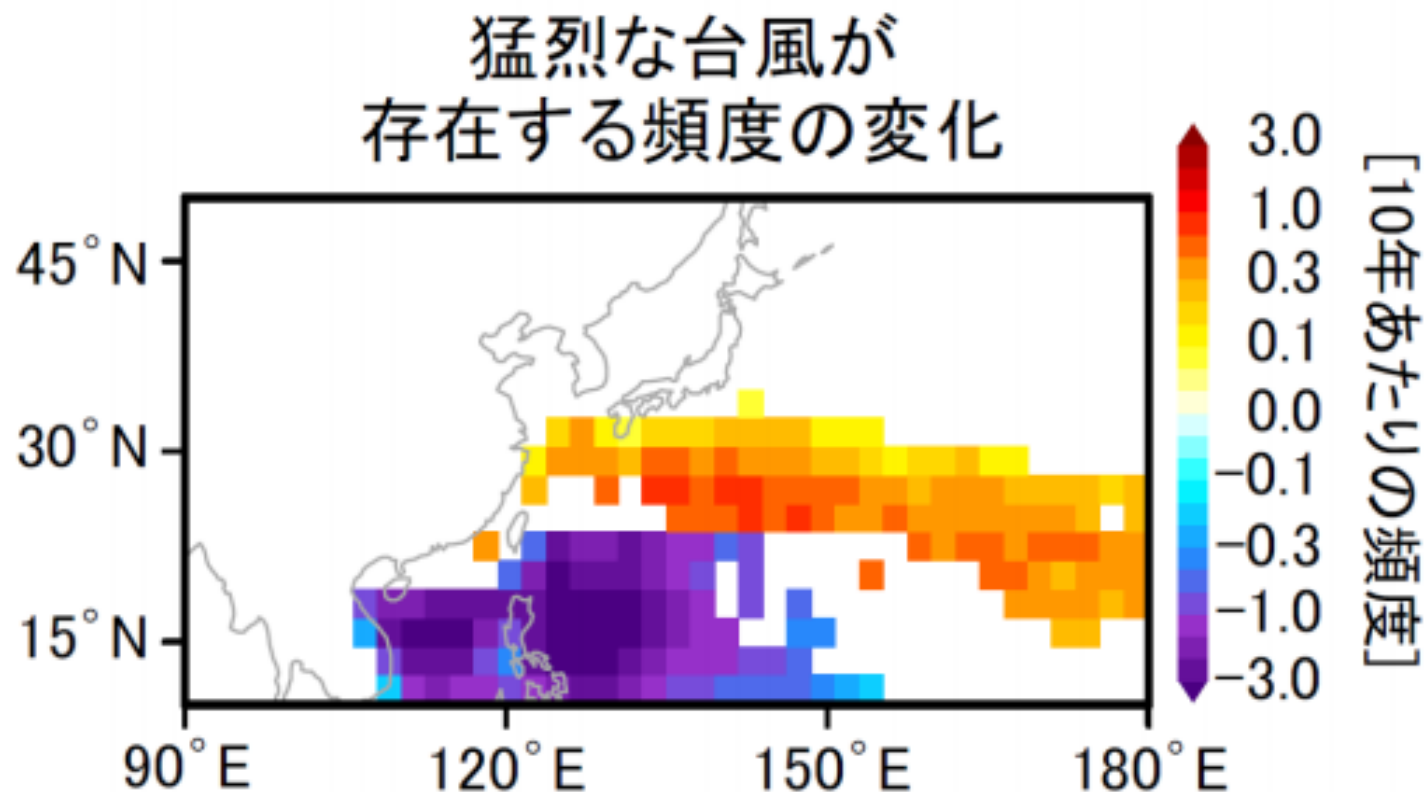
個々の台風の平均的な将来像2 温暖化により、移動速度が遅くなる

また、統合プログラムの研究の成果として、日本の位置する中緯度帯を通過する台風の移動速度が将来（温暖化が最悪のシナリオで進行した場合の21世紀末）10%程度遅くなるというシミュレーション結果が得られている。

降水強度が14%上昇して、かつ移動速度が10%遅い場合、ある地点における積算の降水量は約25%増えることになる($1.14 \times 1.10 = 1.25$)。

将来、降水の強化と移動速度の減速の相乗効果で、台風にもなう被害がさらに激甚化する可能性がある。

地球温暖化で猛烈な台風の頻度が日本の南海上で高まる



Yoshida et al. (2018, GRL)

温暖化が最悪のシナリオで進行した場合の21世紀末には、全世界での台風の発生総数は3割程度減少するものの、日本の南海上で猛烈な台風の出現頻度が増加する可能性が高いことが示された。

Flying into the eye of Typhoon Lan

Second penetration
0625-0650 UTC 21 Oct. 2017

科研費基盤S「豪雨と暴風をもたらす台風の力学的・熱力学的・雲物理学的構造の量的解析」
代表:坪木和久(名古屋大学)

参考資料

世界の著名な11名による論文

論文:Knutson et al. (2020, BAMS),

<https://journals.ametsoc.org/bams/article/101/3/E303/345043/Tropical-Cyclones-and-Climate-Change-Assessment>

「過去40年で太平洋側に接近する台風が増えている」について

論文:Yamaguchi and Maeda (2020a, JMSJ), https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/98/4/98_2020-039/_article/-char/ja

報道発表:https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/020825/press_020825.html

「台風の移動速度減速の原因調査」について

論文:Yamaguchi and Maeda (2020b, JMSJ), https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/advpub/0/advpub_2020-068/_article

「地球温暖化によって台風の移動速度が遅くなる」について

論文:Yamaguchi et al. (2020, Nature Communications), <https://www.nature.com/articles/s41467-019-13902-y>

報道発表:https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R01/020108/press_020108.html

「高解像度シミュレーションによる日本に襲来する台風の将来変化」について

論文:Kanada et al. (2020, SOLA), https://www.jstage.jst.go.jp/article/sola/16/0/16_2020-010/_article/-char/ja

「地球温暖化で猛烈な台風の頻度が日本の南海上で高まる」について

論文:Yoshida et al. (2018, GRL), <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017GL075058>

報道発表:https://www.mri-jma.go.jp/Topics/H29/291026_d4pdf/press_291026_d4pdf.html