

日本の気候変動2020

— 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 —

文部科学省 気象庁

報告書作成の背景・経緯

- 気候変動が世界的な問題に ➡ パリ協定の採択・発効（5年毎に進捗状況を確認し、各国は自国の目標を見直す。）
- 気候変動適応法の制定、気候変動適応計画の閣議決定、『気候変動影響評価報告書』の作成
- 文部科学省及び気象庁は「気候変動に関する懇談会」を運営（H30～）
 - ➡ 懇談会の助言を踏まえ、科学的知見を提供することで気候変動対策に資するよう
気候変動の評価報告書（本報告書）とデータセット※を作成

※ 気候予測データセット2022。2022年公表予定。

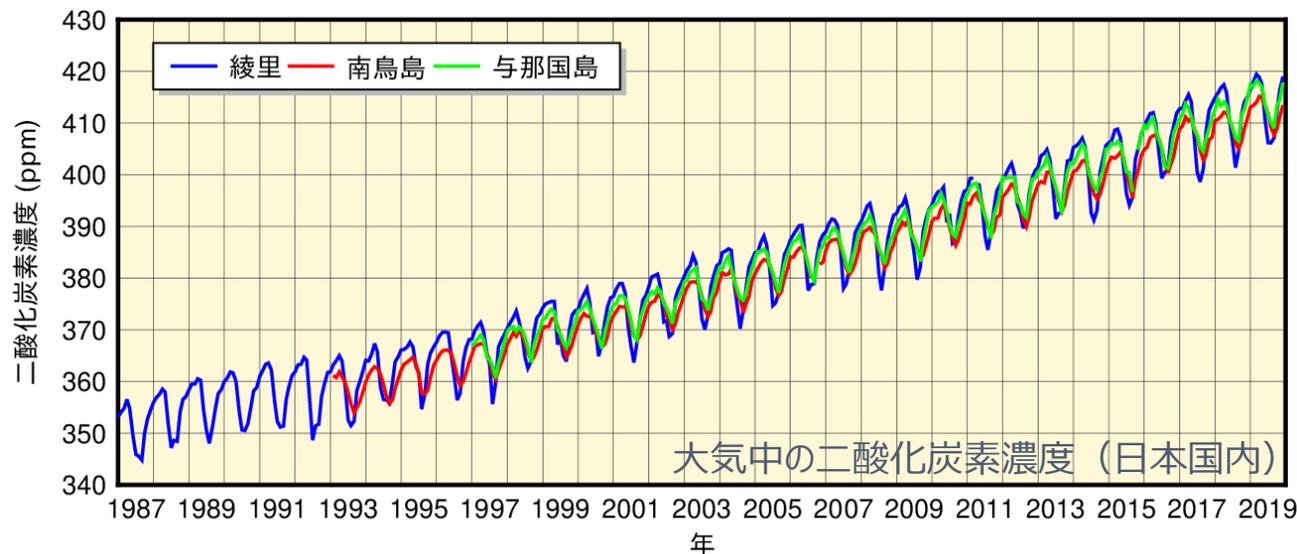
報告書の特徴

- 国や地方公共団体、事業者、あるいは国民が、気候変動緩和・適応策や影響評価の基盤情報として使えるよう、日本及びその周辺における大気中の温室効果ガスの状況や気候システムを構成する諸要素（気温や降水、海面水位・水温など）について、観測事実と将来予測をまとめている。
- 将来の気候は、主に2°C/4°C上昇シナリオ（RCP2.6/8.5）に基づき予測。
 - ➡ それぞれ、**パリ協定の2°C目標が達成された世界**と**現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界**であり得る気候の状態に相当。
- 観測値の長期変化傾向や予測の不確実性・確信度を付記。
- 本編と詳細版の2種類を作成。前者は国や地方公共団体等で気候変動対策に携わる担当者向け。後者は主に専門家（研究者）向けだが、本編の読者が詳細な情報を参照するために利用することも想定。
- 本編は、日本における気候変動に関する最新の自然科学的知見を概観できる資料としており、気候変動に初めて携わる際に最初に触れるべき1冊となり得ることを意図。
- 要素別に観測事実と将来予測が述べられているため、読者の関心に応じて部分的に読むことも可能。
例）気候変動の原因に関心を持ち、温室効果ガスの記事を読む。暖冬のニュースを聞いて、雪に関する記事から読む。

大気中の温室効果ガスの状況

現在までに観測されている変化

- 温室効果ガスである二酸化炭素、メタン及び一酸化二窒素の大気中の濃度は、人間活動により増加を続けている。
- 大気からの下向きの赤外放射量（温室効果ガスがもたらす温室効果の強さに対応）にも増加傾向が見られる。



【参考】IPCC第5次評価報告書第I作業部会報告書（2013）

- 工業化以降、人間活動に伴い、大気中の温室効果ガスの濃度は増加し続けている。
- 代表的な温室効果ガスである二酸化炭素、メタン及び一酸化二窒素の濃度は、少なくとも過去80万年間で前例のない水準に達しており、その過去100年の平均増加率は過去2万2000年間に前例のないほど急速。

【参考】WMO温室効果ガス年報（2020）

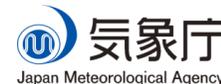
- 大気中の世界平均二酸化炭素濃度は2019年に410.5 ppm（工業化以前の148%）に達した。
- 2019年までの10年間の平均増加率は2.4 ppm/年で、1990年代の増加率の約1.5倍。

2°C上昇シナリオと4°C上昇シナリオ



文部科学省

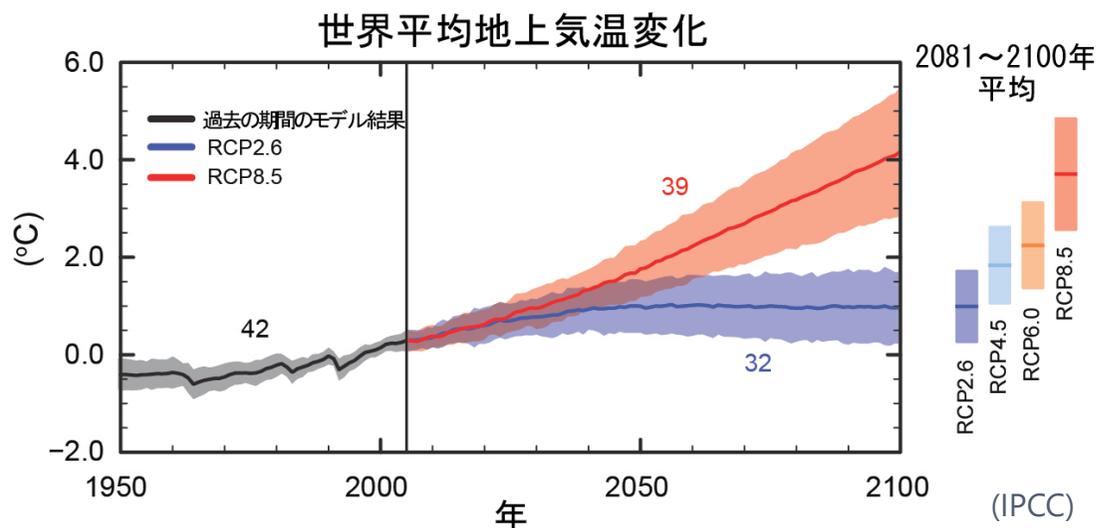
MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN



気象庁
Japan Meteorological Agency

- 将来の気候は、主に、IPCC第5次評価報告書でも用いられた**2°C上昇シナリオ (RCP2.6)** 及び**4°C上昇シナリオ (RCP8.5)** に基づき予測。
- **2°C上昇シナリオ (RCP2.6)** は、21世紀末※の世界平均気温が、工業化以前と比べて0.9～2.3°C（20世紀末※と比べて0.3～1.7°C）上昇する可能性の高いシナリオ。
➔ **パリ協定の2°C目標が達成された世界** であり得る気候の状態に相当。
- **4°C上昇シナリオ (RCP8.5)** は、21世紀末※の世界平均気温が、工業化以前と比べて3.2～5.4°C（20世紀末※と比べて2.6～4.8°C）上昇する可能性の高いシナリオ。
➔ **現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界** であり得る気候の状態に相当。

※ 20世紀末：1986～2005年の平均、21世紀末：2081～2100年の平均



2°C/4°C上昇シナリオにより予測される 21世紀末の日本

※ 以下、「**将来予測**」は、特段の説明がない限り、**日本全国**について、**21世紀末**時点の予測を**20世紀末**又は**現在**と比較したもの。
実際の予測値はある程度の幅を持つが、ここでは平均値等を用いて「約〇〇」の形で記載する。詳細は報告書を参照されたい。

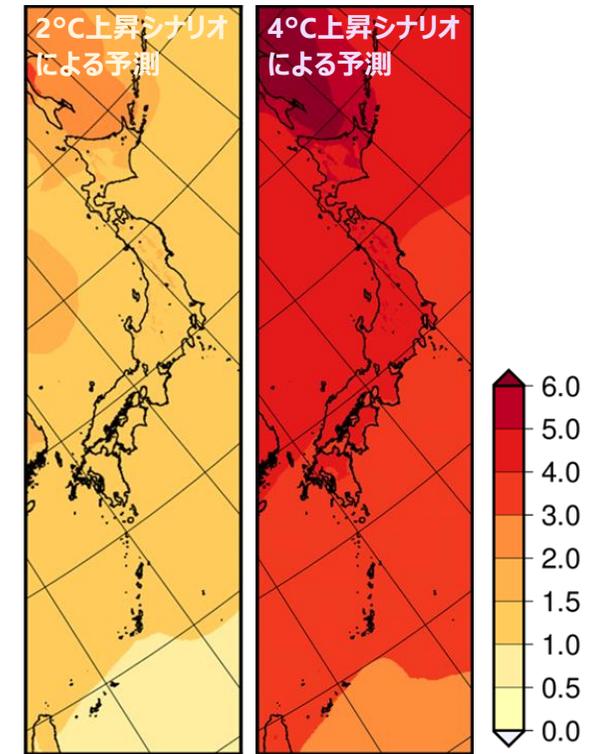
現在までに観測されている変化

- 日本国内の都市化の影響が比較的小さい15地点で観測された年平均気温は、1898～2019年の間に、100年当たり1.24°Cの割合で上昇している。
- 1910～2019年の間に、真夏日、猛暑日及び熱帯夜の日数は増加し、冬日の日数は減少した。特に猛暑日の日数は、1990年代半ばを境に大きく増加している。

将来予測

	2°C上昇シナリオによる予測 パリ協定の2°C目標が達成された世界	4°C上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
年平均気温	約1.4°C上昇	約4.5°C上昇
【参考】世界の年平均気温	(約1.0°C上昇)	(約3.7°C上昇)
猛暑日の年間日数	約2.8日増加	約19.1日増加
熱帯夜の年間日数	約9.0日増加	約40.6日増加
冬日の年間日数	約16.7日減少	約46.8日減少

- いずれのシナリオにおいても21世紀末の日本の平均気温は上昇し、多くの地域で猛暑日や熱帯夜の日数が増加、冬日の日数が減少すると予測される。
- 昇温の度合いは、2°C上昇シナリオより4°C上昇シナリオの方が大きい。
- 同じシナリオでは、緯度が高いほど、また、夏よりも冬の方が、昇温の度合いは大きい。



21世紀末の日本の年平均気温

21世紀末（2076～2095年平均）における年平均気温の20世紀末（1980～1999年平均）からの偏差

※ この資料において「将来予測」は、特段の説明がない限り、日本全国について、21世紀末時点の予測を20世紀末又は現在と比較したものを示す。

現在までに観測されている変化

- 大雨及び短時間強雨の発生頻度は有意に増加し、雨の降る日数は有意に減少している。
- 一方、年間又は季節ごとの降水量（合計量）には統計的に有意な長期変化傾向は見られない。

将来予測

	2°C上昇シナリオによる予測 パリ協定の2°C目標が達成された世界	4°C上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
日降水量200 mm以上の年間日数	約1.5倍に増加	約2.3倍に増加
1時間降水量50 mm以上 ^{注)} の頻度	約1.6倍に増加	約2.3倍に増加
日降水量の年最大値	約12%（約15 mm）増加	約27%（約33 mm）増加
日降水量1.0 mm未満の年間日数	（有意な変化は予測されない）	約8.2日増加

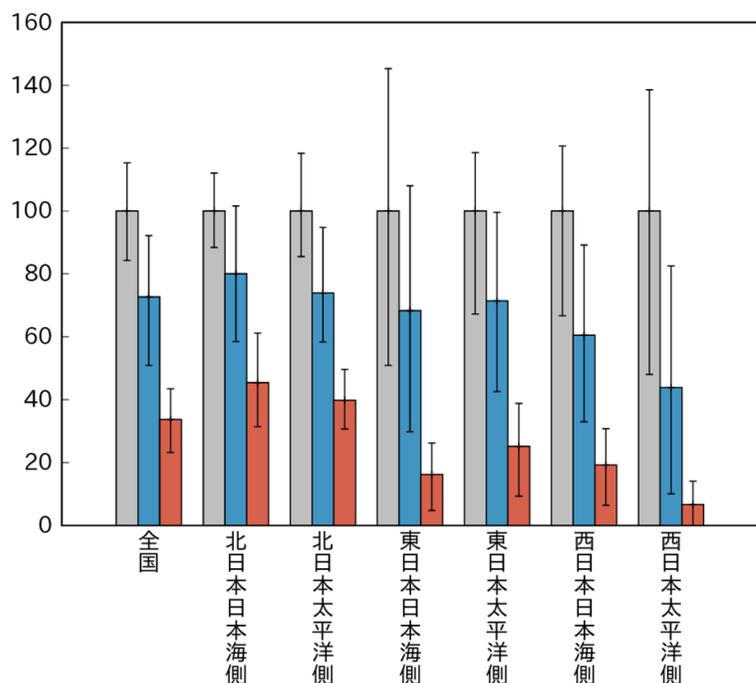
注) 1時間降水量50 mm以上の雨は、「非常に激しい雨（滝のように降る）」とも表現される。傘は全く役に立たず、水しぶきであたり一面が白っぽくなり、視界が悪くなるような雨の降り方である。

- 全国平均で見た場合、大雨や短時間強雨の発生頻度や強さは増加し、雨の降る日数は減少すると予測される。
- 日本全国の年間降水量には、統計的に有意な変化は予測されていない。
なお地域や都道府県単位の予測については、予測の不確実性が高い。
- 初夏（6月）の梅雨前線に伴う降水帯は強まり、現在よりも南に位置すると予測される。
なお7月については、予測の不確実性が高い。

現在までに観測されている変化

- 1962年以降の日本海側における観測データからは、
 - 年最深積雪（一冬で最も多く雪が積もった量）に減少傾向が見られる。
 - 1日の降雪量が20 cm以上となった日の年間日数に減少傾向が見られる。

将来予測



21世紀末の年最深積雪（%）

現在（灰色、1980～1999年平均）を100%としたときの、21世紀末（2076～2095年平均）における年最深積雪量。青が2°C上昇シナリオ、赤が4°C上昇シナリオによる予測。

	2°C上昇シナリオによる予測 パリ協定の2°C目標が達成された世界	4°C上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
積雪深の年最大値及び降雪量	約30%減少 (北海道ほか一部地域を除く)	約70%減少 (北海道の一部地域を除く)
降雪期間	/	短くなる (始期が遅れ、終期が早まる)
10年に1度の大雪	/	本州山岳部や北海道内陸部で増加する可能性あり

- 北海道内陸部の一部地域を除き、地球温暖化に伴い、降雪・積雪は減少すると予測される（雪ではなく雨になることが増える）。
- 平均的な降雪量が減少したとしても、ごくまれに降る大雪のリスクが低下するとは限らない（ただし、この予測の確信度は低い）。

台風（熱帯低気圧）

現在までに観測されている変化

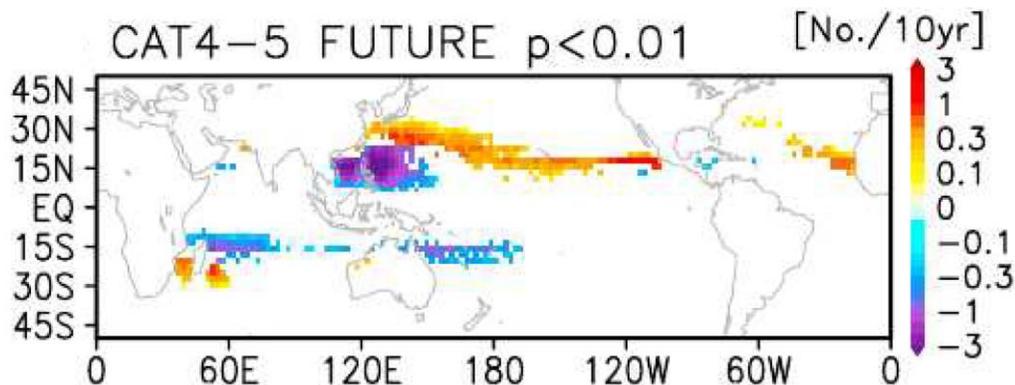
- 台風の発生数や日本への接近数・上陸数には、長期的な変化傾向は見られない。
- 「強い」以上の勢力となった台風の発生数や全体に占める割合にも、長期的な変化傾向は見られない。
- 日本付近の台風の強度が生涯で最大となる緯度は、北に移動している。

将来予測

- 多くの研究から、日本付近における台風の強度は強まると予測されている（台風のエネルギー源である大気中の水蒸気量が増加するため）。
- 4°C上昇実験（シミュレーション）の結果などから、日本の南海上においては、非常に強い熱帯低気圧（「猛烈な」台風に相当）の存在頻度*が増す可能性が高いことが示されている。

* 一定期間あたりに、その場所に存在する個数

- 世界全体では、
 - 個々の熱帯低気圧（台風を含む）による雨と風は強まると予測されている（大気中の水蒸気量が増加するため）。
 - 熱帯低気圧全体の数は減少すると考えられているが、熱帯低気圧の発生数の変化についての知見が十分でないことから、その確信度については評価が分かれている。



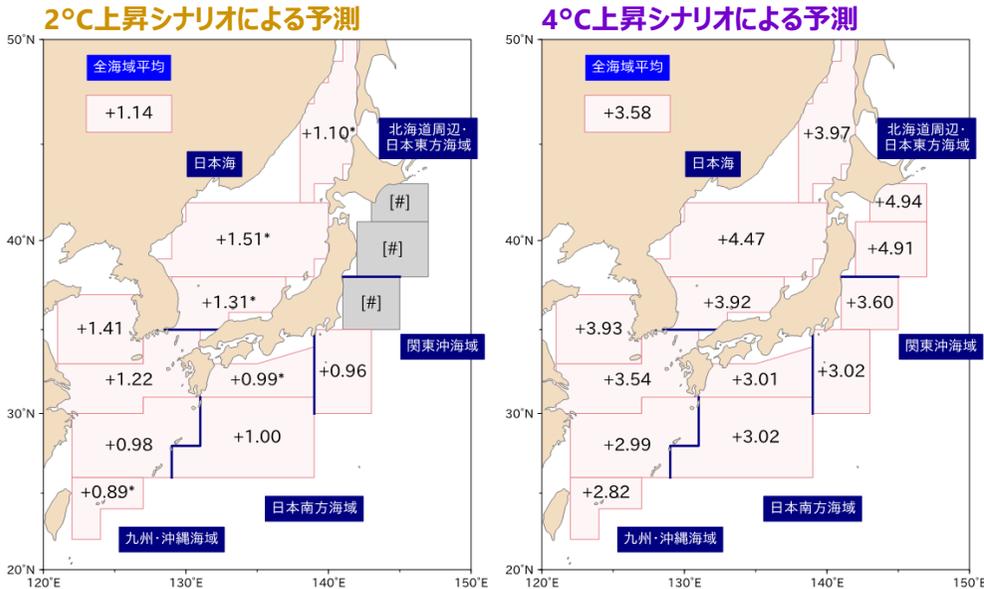
非常に強い熱帯低気圧の存在頻度の変化

世界平均気温が4°C上昇した状態における、非常に強い熱帯低気圧の存在頻度の、現在（1979～2010年）からの変化（Yoshida et al. (2017) より）

現在までに観測されている変化

- 日本近海の平均海面水温は、1900～2019年の間に、100年当たり1.14℃の割合で上昇している。
 - これは世界平均（0.55℃/100年）よりも大きい。
 - 一般に、陸地が温まりやすいことや暖流の影響で、大陸に近い海域は上昇率が大きくなると考えられている。
 - 昇温の度合いは、季節や海域により異なる。

将来予測



21世紀末の日本近海の海域平均海面水温

21世紀末（2081～2100年平均）における日本近海の海域平均海面水温の20世紀末（1986～2005年平均）からの偏差

* : 95%以上で統計的に有意、# : 統計的に有意な変化傾向が見出せない。

	2℃上昇シナリオによる予測 パリ協定の2℃目標が達成された世界	4℃上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
日本近海の平均海面水温	約1.14℃上昇	約3.58℃上昇
【参考】世界の平均海面水温	(約0.73℃上昇)	(約2.58℃上昇)
【参考】世界の平均水温（深さ0～2,000 m）	(約0.35℃上昇)	(約0.82℃上昇)

- いずれのシナリオにおいても、21世紀末の日本近海の平均海面水温は上昇すると予測される。
- 昇温の度合いは一様ではなく、2℃上昇シナリオでは日本海中部で、4℃上昇シナリオでは釧路沖や三陸沖で大きい。
- 上昇幅が世界平均より大きく、また海域により異なる要因として、偏西風の北上に伴う亜熱帯循環の北上の影響が考えられる。

海面水位、高潮、高波

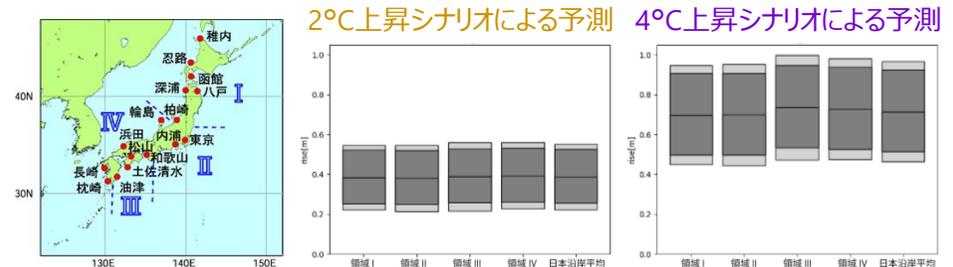
現在までに観測されている変化

- 世界平均海面水位は、1902～2010年の間に約0.16 m上昇した（氷床・氷河の融解や水温上昇に伴う海水の膨張による）。2006～2015年の間の上昇率は、約3.6 mm/年で、1901～1990年の上昇率の2.5倍である。
- 日本沿岸では、長周期の変動（自然変動と思われる）が卓越しているが、1980年以降に限れば明瞭な上昇傾向が見られる。
- 日本沿岸における高潮の発生数や大きさには、有意な長期変化傾向は見られない。
- 日本沿岸における高波には、波高が増加する傾向が見られ、その変化量は太平洋側で大きい。

将来予測

- いずれのシナリオにおいても、21世紀末の日本沿岸の平均海面水位は、世界平均海面水位と同じくらい上昇すると予測される。
- その上昇量は、黒潮の影響が強まると考えられる地域で大きいことを除けば、地域間で顕著な違いは見られない。
- 平均海面水位の上昇は、浸水災害のリスクを高める。
- 東京湾、大阪湾及び伊勢湾における高潮の最大潮位偏差は、大きくなると予測されている（台風の将来予測に依存）。
- 日本沿岸において、10年に1回の確率で発生するような極端な高波の波高は増加すると予測されているが、その確信度は低い（台風経路の変化の将来予測の不確実性が高いため）。

	2°C上昇シナリオによる予測 パリ協定の2°C目標が達成された世界	4°C上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
日本沿岸の平均海面水位	約0.39 m上昇	約0.71 m上昇
【参考】世界の平均海面水位	(約0.39 m上昇)	(約0.71 m上昇)



21世紀末の日本沿岸の平均海面水位

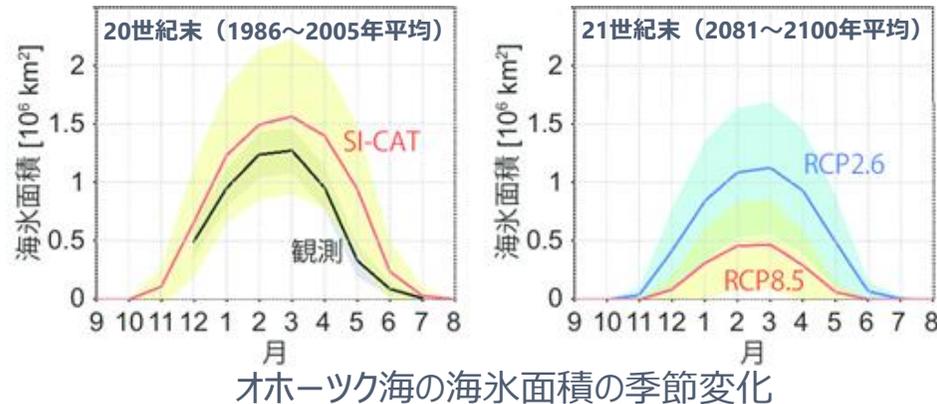
21世紀末における日本沿岸の平均海面水位の20世紀末からの偏差

※ この資料において「将来予測」は、特段の説明がない限り、日本全国について、21世紀末時点の予測を20世紀末又は現在と比較したものを示す。

現在までに観測されている変化

- オホーツク海の年最大海氷面積は、1971～2020年の間に、10年当たり6.1万km²（最大海氷面積の平年値の5.3%に相当）の割合で減少している。
 - なお、北極域の海氷面積も長期的に減少しており、年最小値は、1979～2019年の間に、10年当たり89万km²（最小海氷面積の平年値の14%に相当）の割合で減少している。
 - 南極域については、有意な変化傾向は見られない。
- 1956年以降のオホーツク海沿岸海氷観測データからは、1980年代後半以降の流氷量の減少が著しいことが読み取れる。

将来予測



	2°C上昇シナリオ による予測 パリ協定の2°C目標が 達成された世界	4°C上昇シナリオ による予測 現時点を超える追加的な緩和策 を取らなかった世界
オホーツク海の 海氷面積（3月）	約28%減少	約70%減少
【参考】北極海の 海氷面積（2月）	（約8%減少）	（約34%減少）
【参考】北極海の 海氷面積（9月）	（約43%減少）	（約94%減少）

- いずれのシナリオにおいても、21世紀末のオホーツク海の3月の海氷面積は減少すると予測される。
 - ただし、2°C上昇シナリオ（RCP2.6）で予測される減少量は、現在気候の変動の範囲内である。
 - シベリア沿岸の形成域における海氷減少に伴い、北海道沿岸に移流される海氷も減少すると予測される。
- なお北極域については、
 - 21世紀の間に海氷面積が減少し、海氷厚が薄くなる可能性が非常に高いと予測されている。
 - 4°C上昇シナリオ（RCP8.5）では、21世紀半ばには夏季に北極海の海氷がほとんど融解すると予測されている。

現在までに観測されている変化

- 人為的に大気中へ排出された二酸化炭素の約30%は海洋に吸収されるため、世界の表面海水の水素イオン濃度指数（pH）は、10年当たり約0.02の割合で低下しており、工業化以降これまでに0.1低下したと見積もられている。
 - 1983年以降の東経137度沿いの観測データからは、世界平均と同程度の割合で酸性化が進んでいることが分かる。なお、pH値自体は、海面水温が高い低緯度ほど低い値を示す。
 - 日本沿岸でも、全体としては酸性化傾向が見られており、1978～2009年の間のpHの低下速度は、年間最小値をとる夏季で10年当たり0.014、年間最大値をとる冬季で0.024と、外洋域の観測値と同程度の値が報告されている。

将来予測

	2°C上昇シナリオによる予測 パリ協定の2°C目標が達成された世界	4°C上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
日本南方の表面海水pH	約0.04低下	約0.3低下
【参考】世界の表面海水pH	(21世紀半ばまでに約0.065低下し、その後は変化しない)	(約0.31低下)
沖縄周辺の年平均 Ω_{arag}	21世紀半ばまで低下するが、以後も3を下回ることはない	2020～2030年代には季節的に3を下回る。2050年前後からは年間を通じて3を下回る。
日本南方の年平均 Ω_{arag}	約0.2低下	約1.4低下
【参考】世界の年平均 Ω_{arag}	/	(低緯度域を除き、2060年までに3を下回る。)

- 世界全体では、
 - 極域や高緯度域ではpHの低下が速いと予測されている。
 - 海洋生物への影響を評価する際に用いられるアラゴナイト炭酸カルシウム飽和度（ Ω_{arag} ）は、低下速度は亜熱帯域で大きいものの、サンゴ礁への重大な影響が顕在化する目安となる3を下回るのは、元々の Ω_{arag} が低い高緯度域の方が先となると予測されている。
- 日本南方や沖縄周辺においても、世界平均と同程度の速度で海洋酸性化が進行すると予測される。

将来予測まとめ

21世紀末の日本は、20世紀末と比べ...

※黄色は2°C上昇シナリオ (RCP2.6)、
紫色は4°C上昇シナリオ (RCP8.5) による予測

年平均気温が約1.4°C/約4.5°C上昇

海面水温が約1.14°C/約3.58°C上昇



猛暑日や熱帯夜はますます増加し、
冬日は減少する。



温まりやすい陸地に近いことや暖流の影響で、
予測される上昇量は世界平均よりも大きい。

降雪・積雪は減少

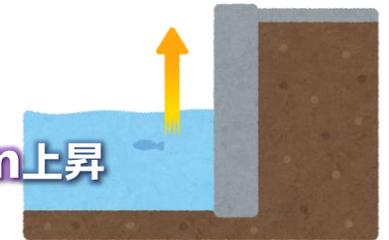
雪ではなく雨が降る。
ただし大雪のリスクが
低下するとは限らない。



激しい雨が増える

日降水量の年最大値は
約12% (約15 mm) / 約27% (約33 mm) 増加
50 mm/h以上の雨の頻度は約1.6倍/約2.3倍に増加

沿岸の海面水位が
約0.39 m/約0.71 m上昇



3月のオホーツク海海氷面積は
約28%/約70%減少



【参考】4°C上昇シナリオ (RCP8.5) では、
21世紀半ばには夏季に北極海の海水が
ほとんど融解すると予測されている。



強い台風の割合が増加
台風に伴う雨と風は強まる

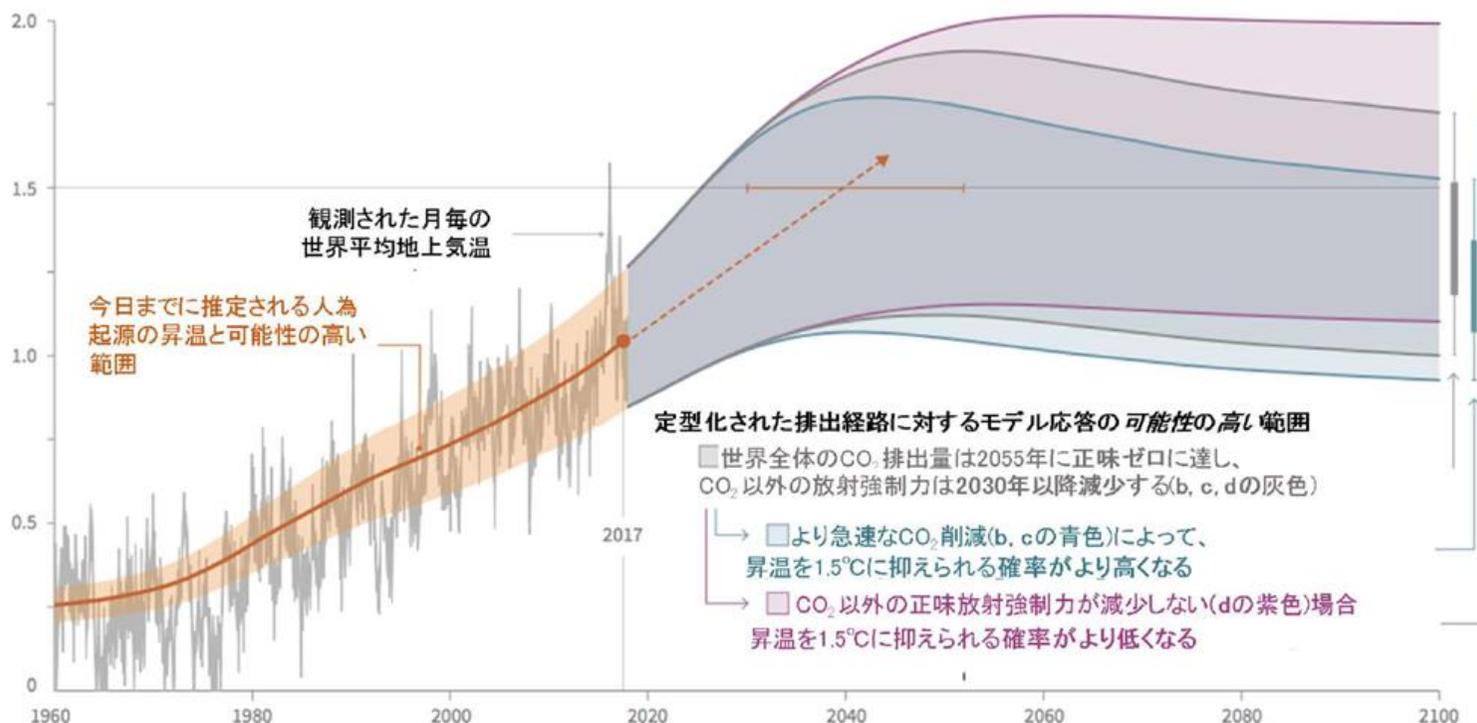
日本南方や沖縄周辺においても
世界平均と同程度の速度で
海洋酸性化が進行



IPCC 1.5°C特別報告書（2018）

- 地球温暖化が現在の速度で進行し続けると、2030～2052年の間に、工業化以前と比べた昇温量が1.5°Cに達する可能性が高い。
- 地球温暖化を1.5°Cに抑えるモデルでは、世界全体の人為起源二酸化炭素の正味排出量が、2030年までに2010年の水準から約45%減少し、2050年前後に正味ゼロに達する。
- 地球温暖化を2°Cに抑えるモデルでは、世界全体の人為起源二酸化炭素の正味排出量が、2030年までに2010年の水準から約25%減少し、2070年前後に正味ゼロに達する。

1850～1900年を基準とした地球温暖化(°C)



(IPCC)