

令和元年12月9日
気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会（第2回）

資料 2

気候変動に伴う海面上昇量 に関する最近の議論

気象庁 気象研究所 全球大気海洋研究部
第四研究室長 山中 吾郎



1. IPCC「海洋・雪氷圏特別報告書（SROCC）」について
2. 日本近海の平均海面水位について
3. 気候変動評価レポート2020について
4. まとめ



- 2019年9月25日に公表されたIPCC特別報告書
- IPCC-AR5（2014年）以降の最新の知見を反映

第1章：報告書の構成と背景

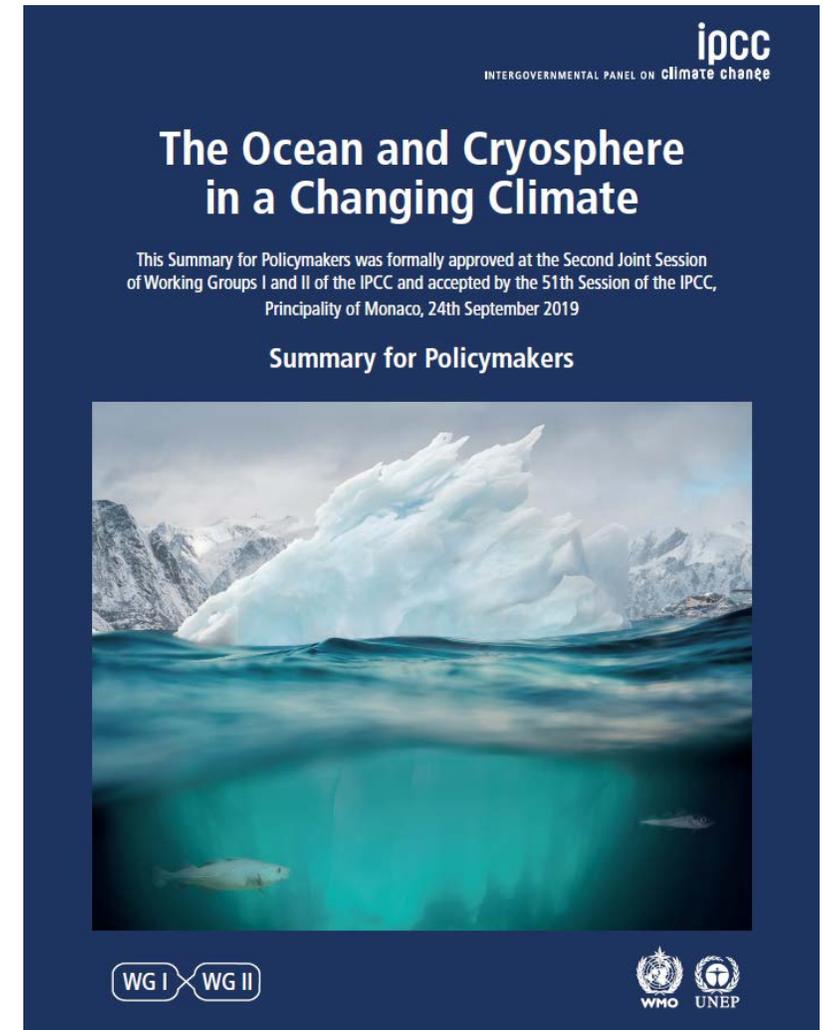
第2章：高山地域

第3章：極域

第4章：海面水位上昇並びに低海拔の島嶼、
沿岸域及びコミュニティへの影響

第5章：海洋、海洋生態系及び依存する
コミュニティの変化

第6章：極端現象、急激な変化及びリスク管理



将来予測シナリオについて



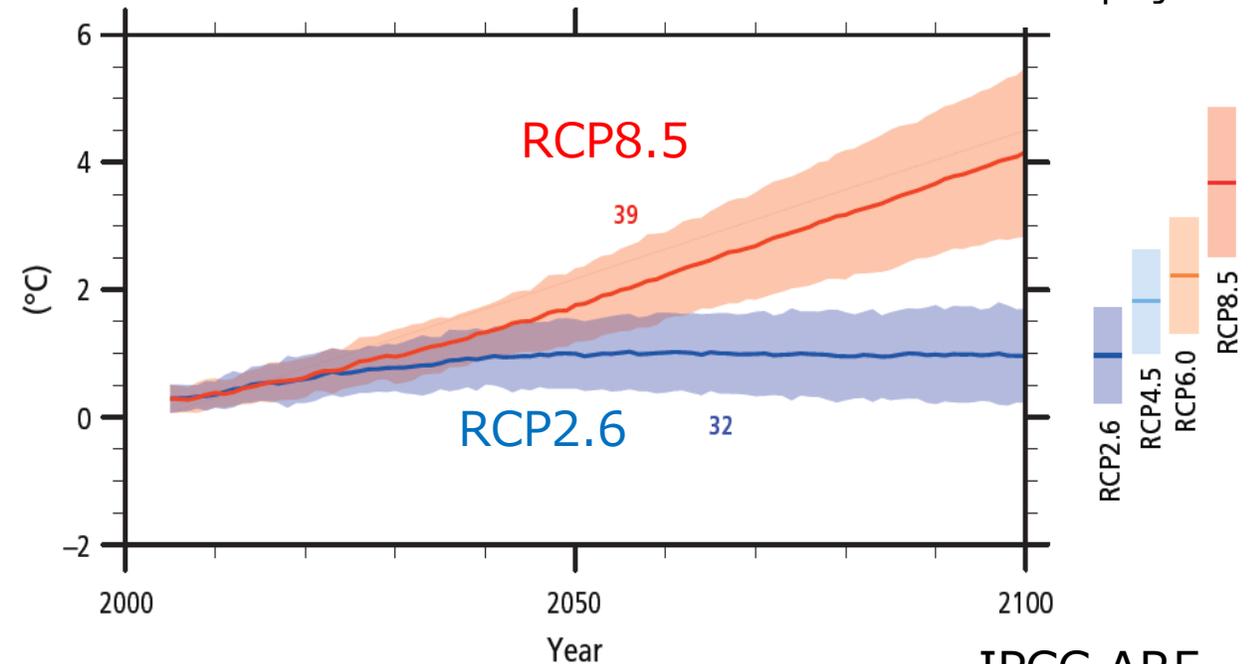
RCP (Representative Concentration Pathways)

温室効果ガス濃度に応じた代表的な濃度経路

- 高位参照シナリオ **RCP8.5**
現時点を超える政策的な緩和策を行わないことを想定
- 低位安定化シナリオ **RCP2.6**
気温上昇を工業化以前と比べて2℃未満に抑えることを目指す想定

世界平均地上気温変化

2081-2100年
平均



IPCC AR5



海は温暖化している



全球海洋の東西平均水温トレンド
(2013-2017) - (2005-2009)

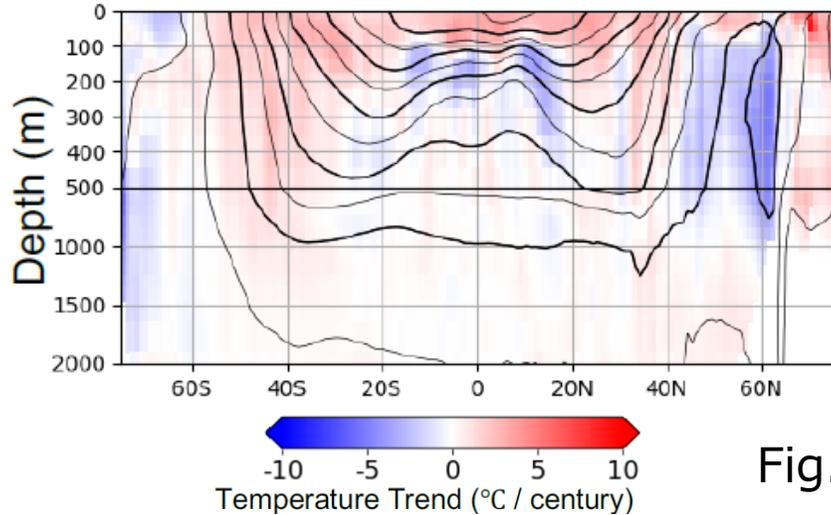


Fig.5.3

全球海洋貯熱量 (0-2000m) の変化

ZJ=10²¹J

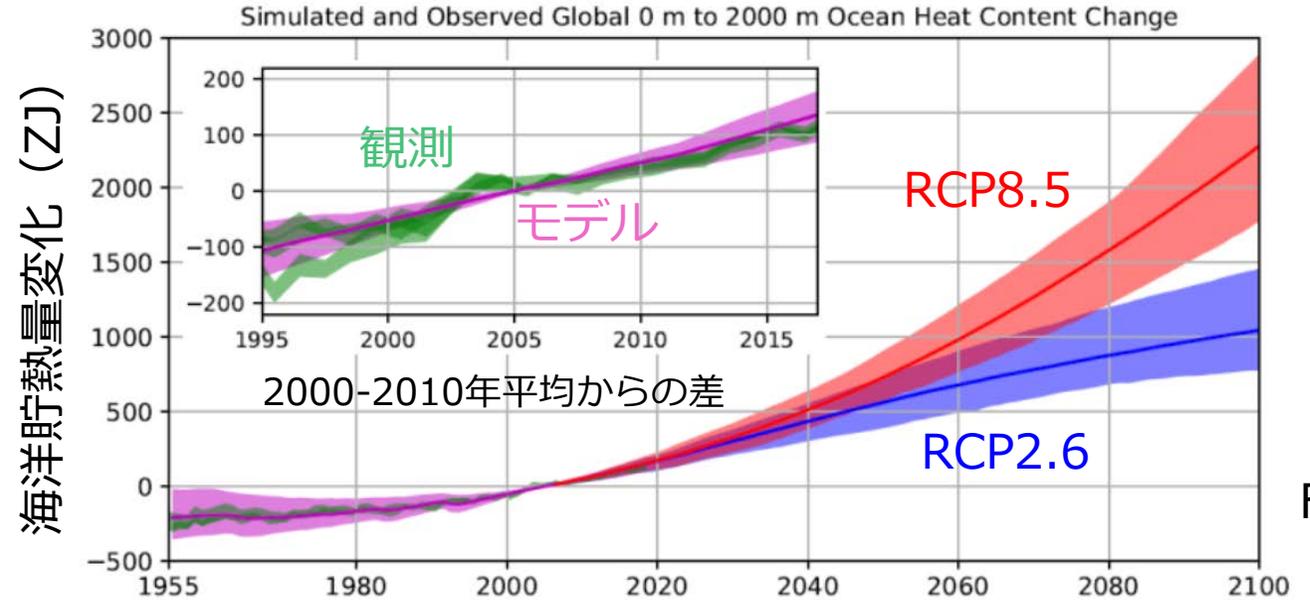


Fig.5.1

- 地球温暖化によって地球表層に蓄積された熱の**90%以上**は、海に貯められている (AR5)
- 1993-2017年の期間の海洋の貯熱速度は1969-1993年の期間の**約2倍**

【海水の熱膨張】

- 20℃の海水が1℃上昇すると、体積が約0.025%膨張する
- 海面から500mまで2℃上昇すると、海面水位は25cm上昇する



世界平均海面水位の変化



【世界平均海面水位はどれくらい上昇しているのか】

- 1902～2015年の期間に、0.16 [0.12～0.21]m上昇した。
- 世界平均海面水位の平均上昇率は、2006～2015年の期間で1年あたり**3.6 [3.1～4.1]mm**で、1901～1990年の期間の平均上昇率（1年あたり1.4 [0.8～2.0]mm）の約**2.5倍**であった可能性が非常に高い。

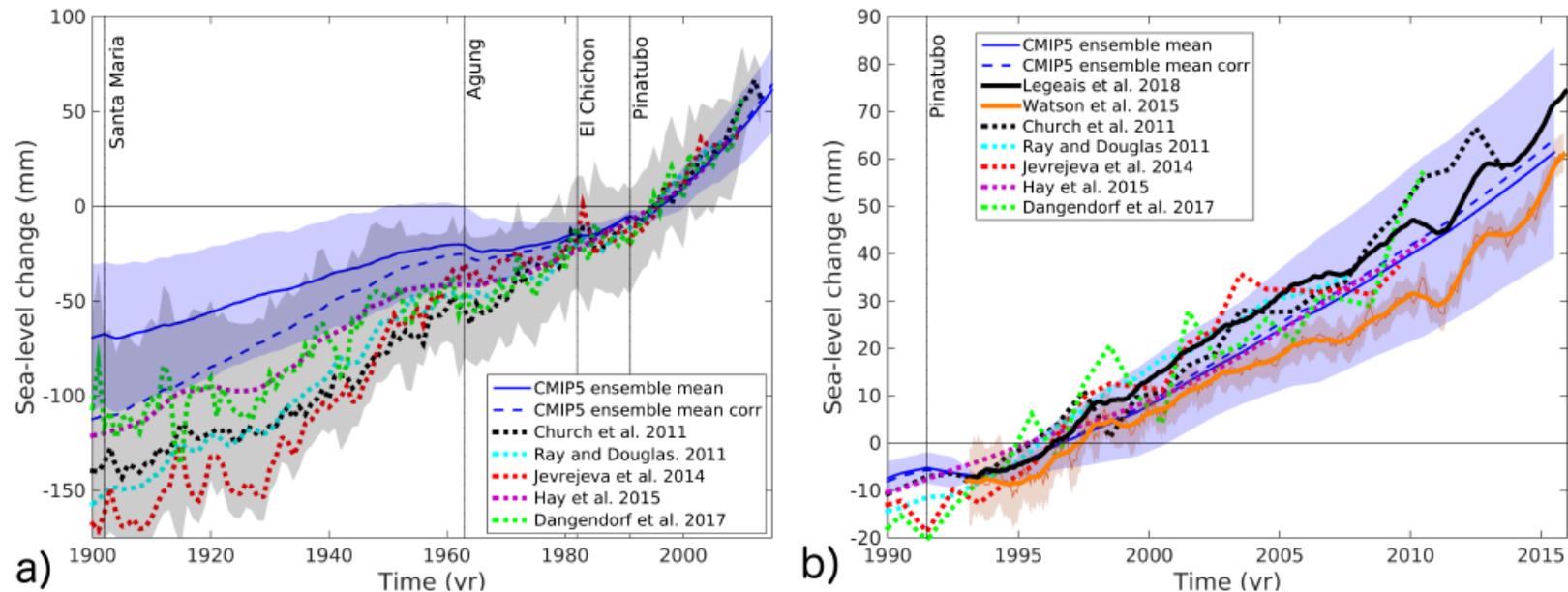


Fig.4.5

数値シミュレーション（青）と観測による全球平均水位の比較
左図：1901年以降の全球平均海面水位時系列（1986-2005年平均）
右図：1993年以降の全球平均海面水位時系列



世界の海面水位変動に影響を与える要素

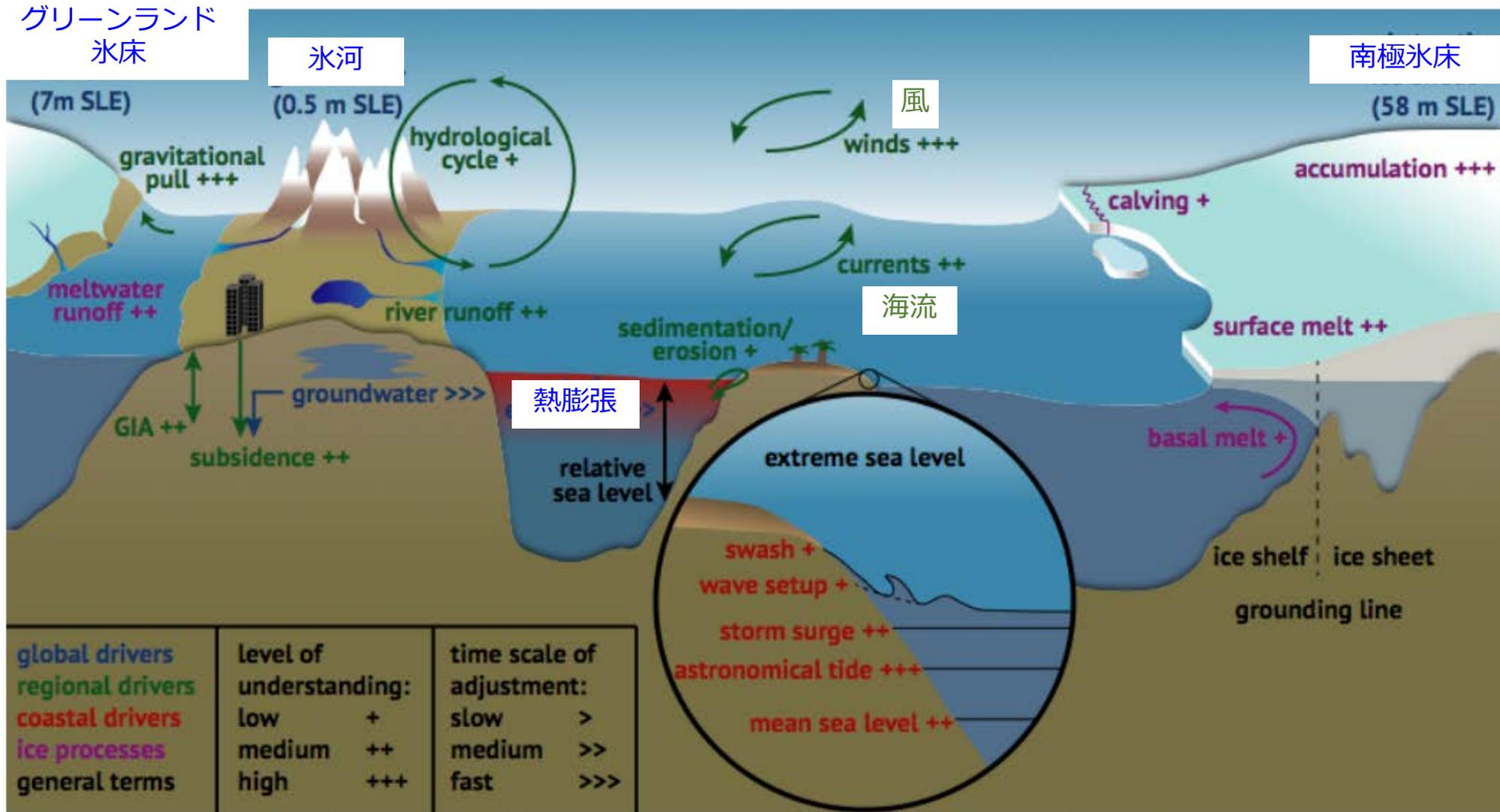


Fig.4.4

世界の海面水位変動の要因



全球平均海面水位の上昇率 (mm/年) と要因毎の寄与

要素	1901-1990年	1970-2015年	1993-2015年	2006-2015年
海水の熱膨張	--	0.89 [0.84~0.94]	1.36 [0.96~ 1.76]	1.40 [1.08~1.72]
氷河の変化 (グリーンランドと南極を除く)	0.49 [0.34~ 0.64]	0.46 [0.21~ 0.72]	0.56 [0.34~ 0.78]	0.61 [0.53~0.69]
グリーンランド氷床と周囲の氷河	0.40 [0.23~ 0.57]	--	0.46 [0.21~ 0.71]	0.77 [0.72~0.82]
南極氷床と周囲の氷河	--	--	0.29 [0.11~ 0.47]	0.43 [0.34~0.52]
陸域の貯水量の変化	-0.12	-0.07	0.09	-0.21 [-0.36~-0.06]
各要素の合計	--	--	2.76 [2.21~ 3.31]	3.00 [2.62~3.38]
海面水位の上昇 (観測)	1.38 [0.81~ 1.95]	2.06 [1.77~ 2.34]	3.16 [2.79~ 3.53]	3.58 [3.10~4.06]

- 海水の熱膨張が海面水位上昇の主な要因
- 近年は、氷河・氷床の融解の寄与が大きい

Table 4.1



世界の海面水位変動の実態と見通し



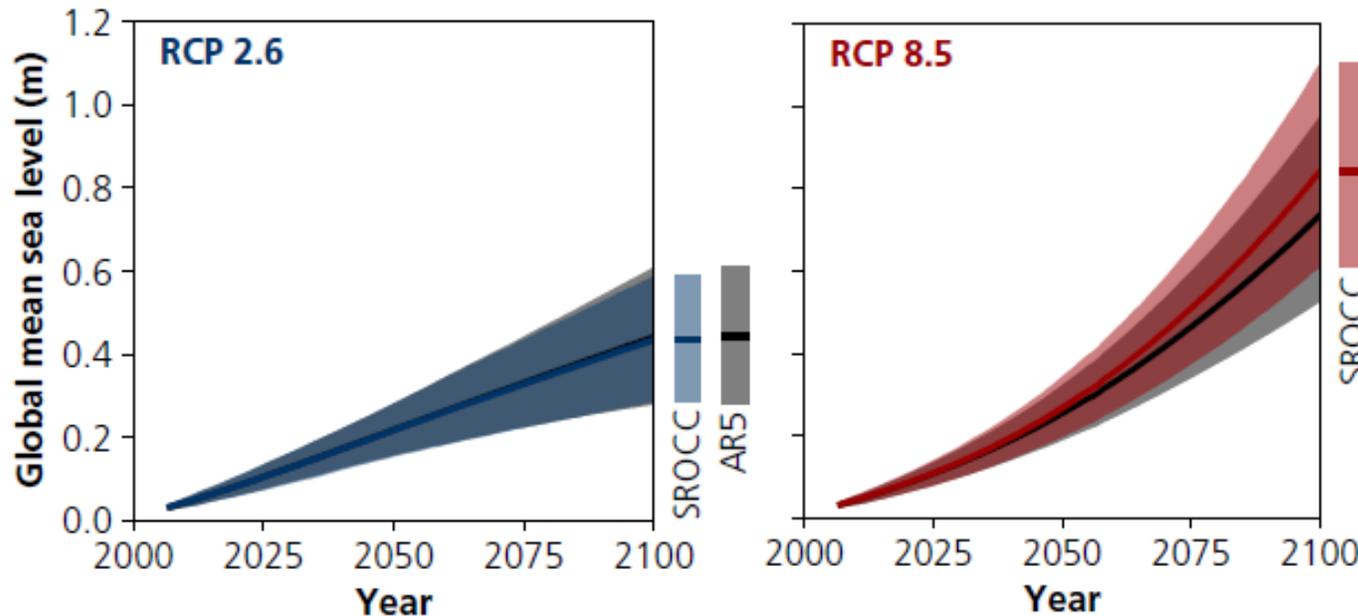
【観測された変化】

- 世界平均海面水位は、グリーンランド及び南極の氷床の氷の減少する速度の増大（確信度が非常に高い）、氷河の質量の減少及び海洋の熱膨張の継続により、最近の数十年加速化して上昇している。

【予測される変化】

- 海面水位の上昇は、全てのRCPシナリオにおいて、2100年以降も継続すると予測される。高排出シナリオ（RCP8.5）では、南極氷床の寄与が大きく（確信度が中程度）、2100年までに予測される世界平均海面水位の上昇がAR5と比べて大きい。

世界平均海面水位の将来変化



20世紀末（1986-2005年）と比較した21世紀末（2081-2100年）の上昇量

RCP8.5シナリオ：
0.71[0.51~0.92]m

RCP2.6シナリオ：
0.39[0.26~0.53]m

Fig.4.9

シナリオによる差異

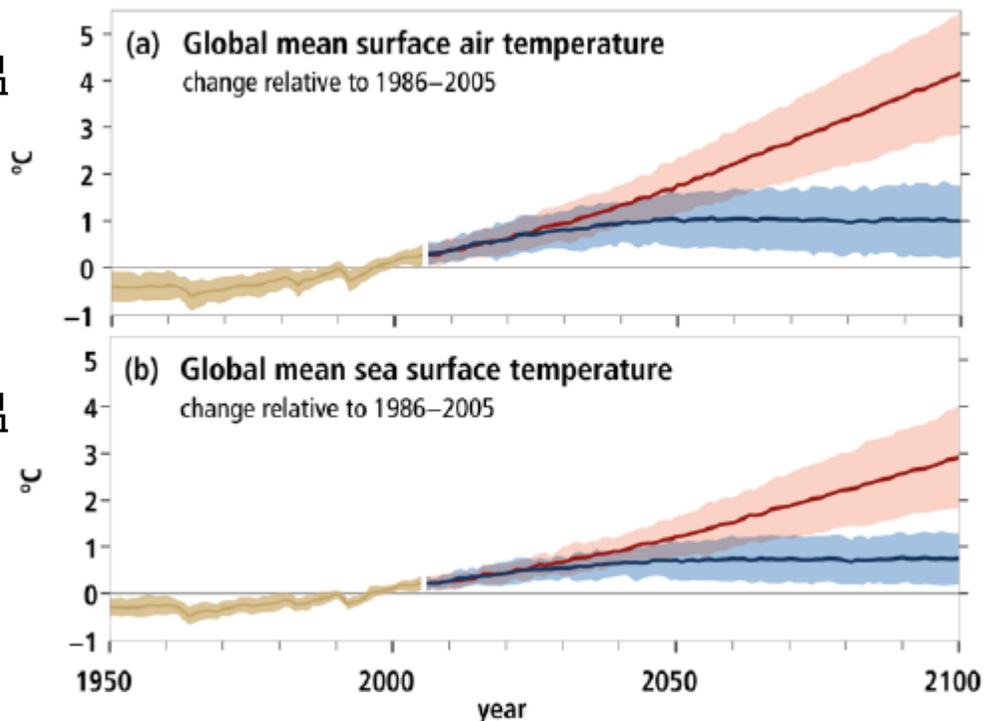


Past and future changes in the ocean and cryosphere

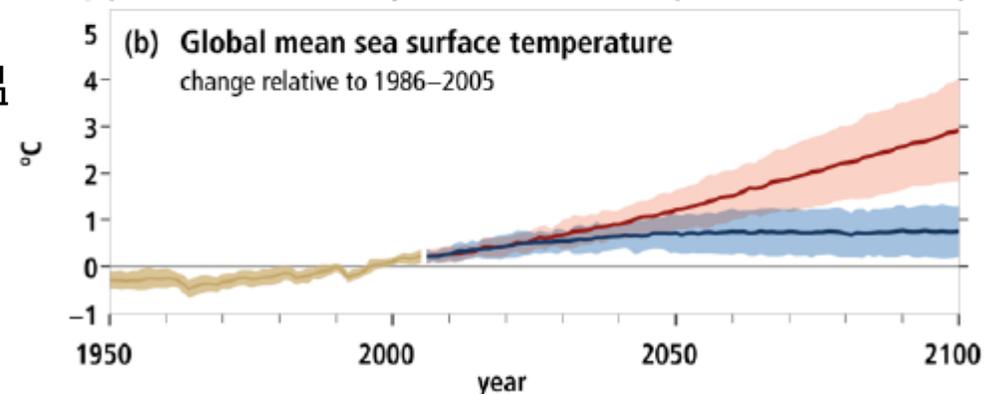
Historical changes (observed and modelled) and projections under RCP2.6 and RCP8.5 for key indicators

Historical (observed) Historical (modelled) Projected (RCP2.6) Projected (RCP8.5)

地上気温



海面水温



海洋貯熱量 (0-2000m)

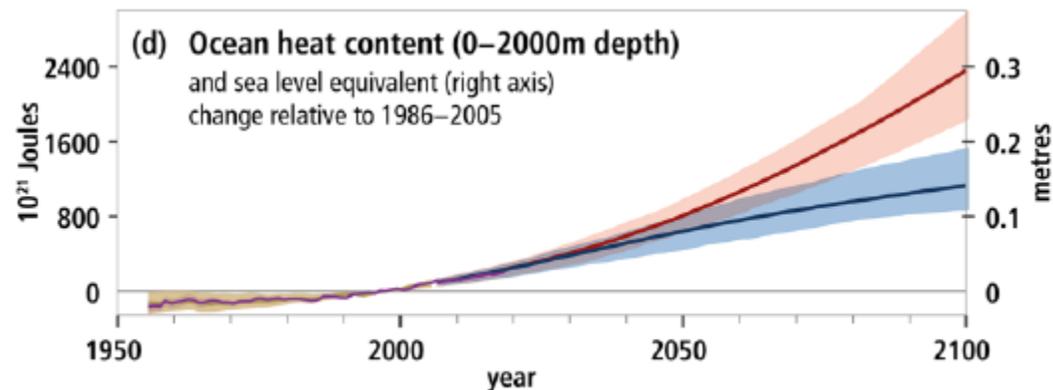


Fig.SPM1

- RCP2.6では、地上気温や海面水温は21世紀半ば以降ほぼ横ばいになるが、海洋の熱容量が大きいいため海洋貯熱量は上昇を続ける



シナリオによる差異

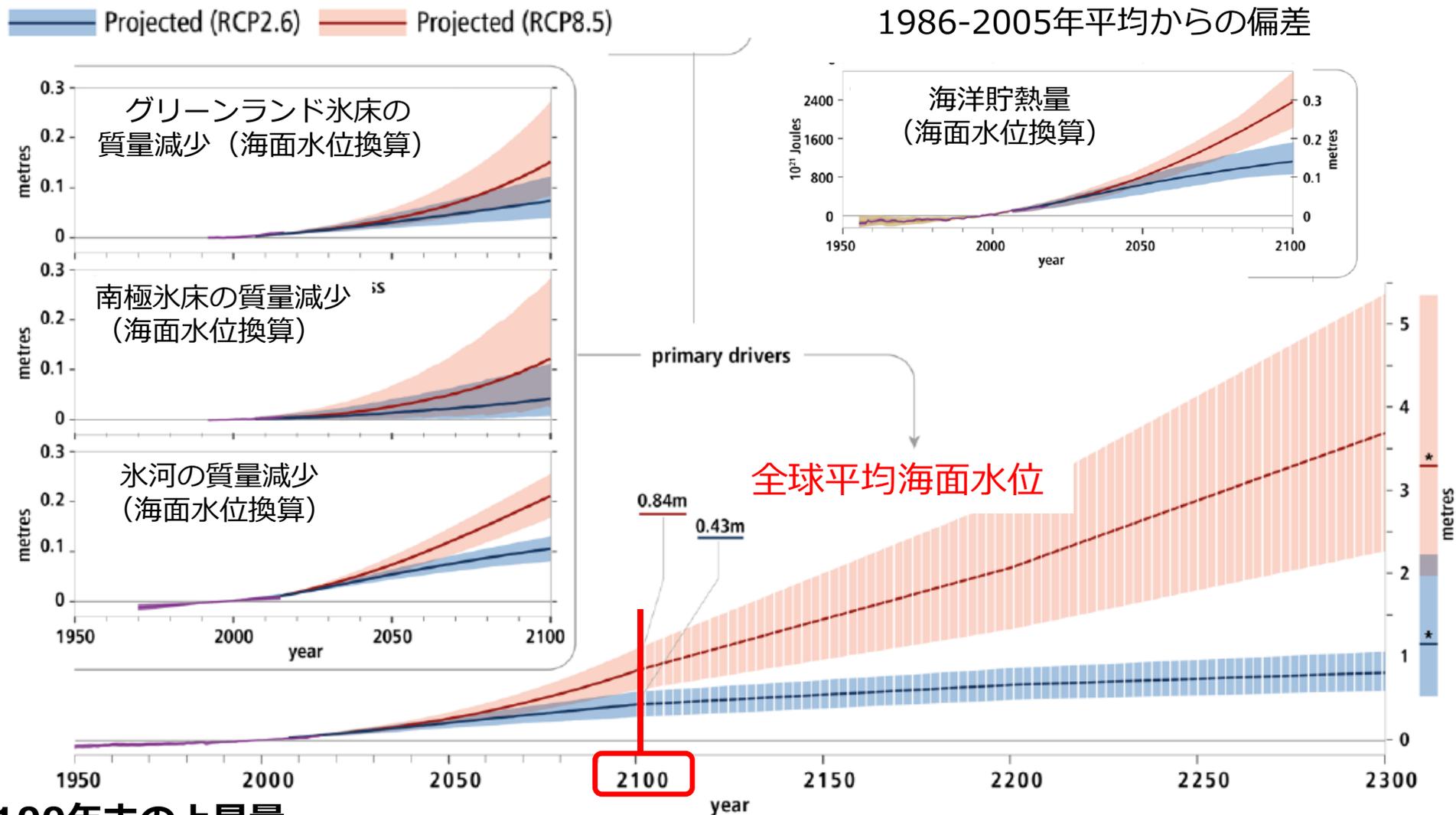


Fig.SPM1

2100年末の上昇量

RCP8.5 : 0.84m [0.61~1.10m]

RCP2.6 : 0.43m [0.29~0.59m]

→ AR5より約0.10m上方修正 (南極氷床の寄与)



海洋性氷床不安定 (Marine Ice Sheet Instability: MISI)



海面より低い岩盤上にある南極氷床の大部分は、海洋変動や大気変動がきっかけとなる接地線の自立的な後退という、**海洋性氷床不安定 (MISI)** の影響を受けやすい可能性が指摘されている。

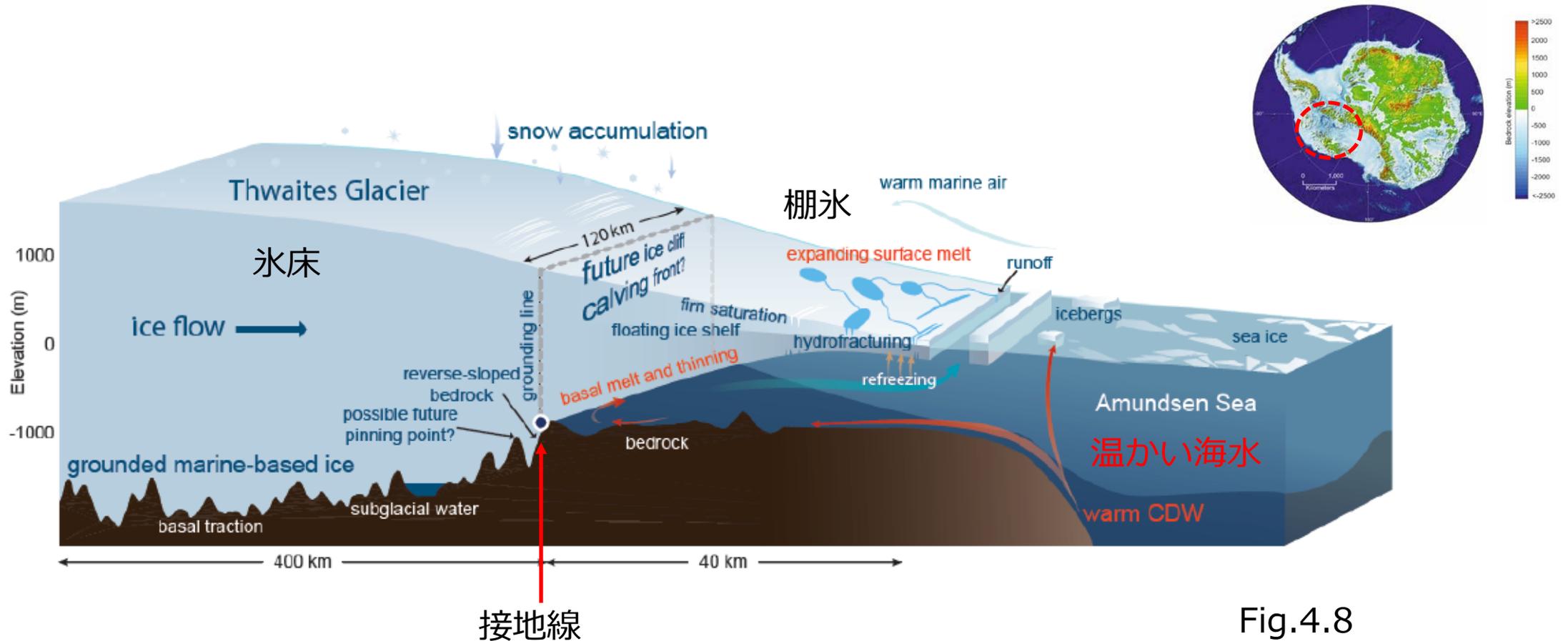


Fig.4.8



- 第6次評価報告書（AR6）WGLレポート
 - CMIP6モデル結果など最新の科学的知見をもとに作成
 - 現在第2次原稿を作成中（内部→1次→2次→最終）
 - 2019年12月末までに投稿され、2020年9月末までに受理された論文が引用される

 - WGIレポート（自然科学的根拠） : 2021年 4月承認予定
 - WGIIレポート（影響、適応と脆弱性） : 2021年10月承認予定
 - WGIIIレポート（気候変動の緩和） : 2021年 7月承認予定
-
- AR6 統合報告書
 - 2022年4月に承認予定

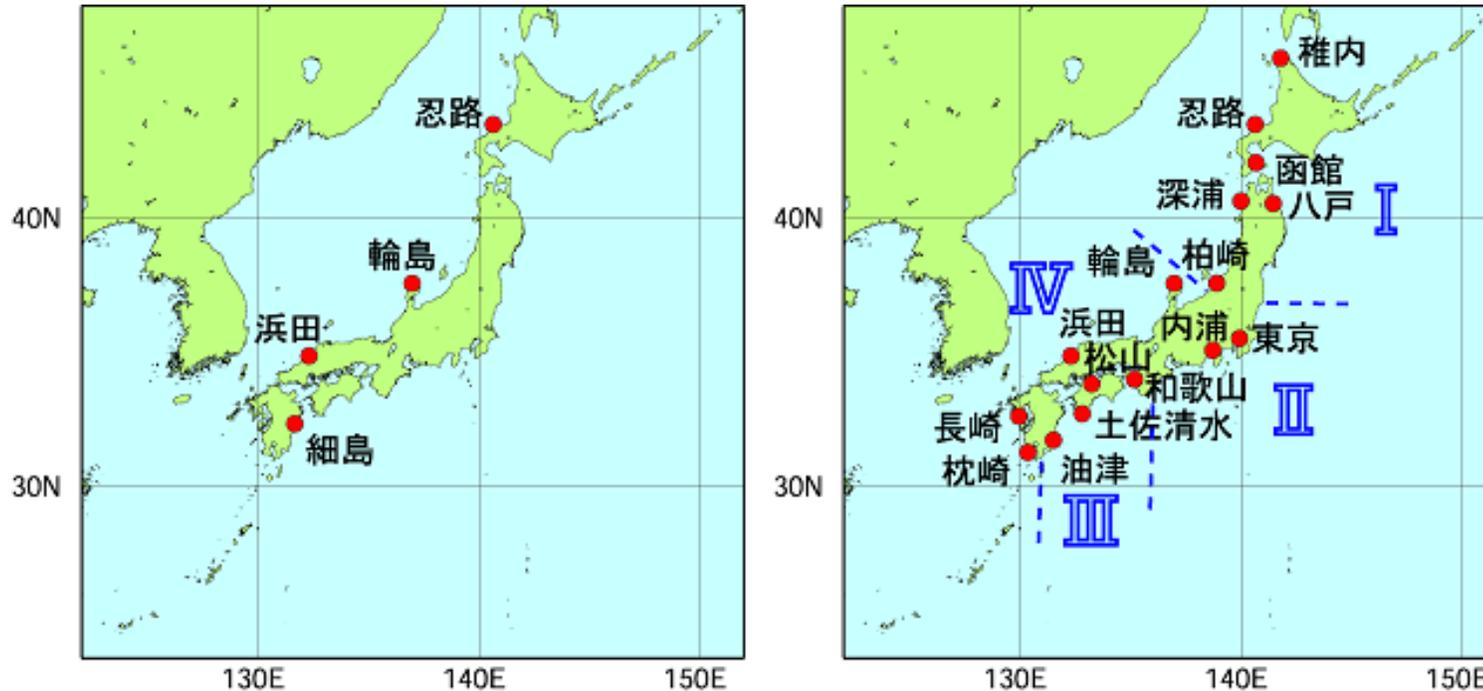


1. IPCC「海洋・雪氷圏特別報告書（SROCC）」について
2. 日本近海の平均海面水位について
3. 気候変動評価レポート2020について
4. まとめ

日本周辺の海面水位変動の実態



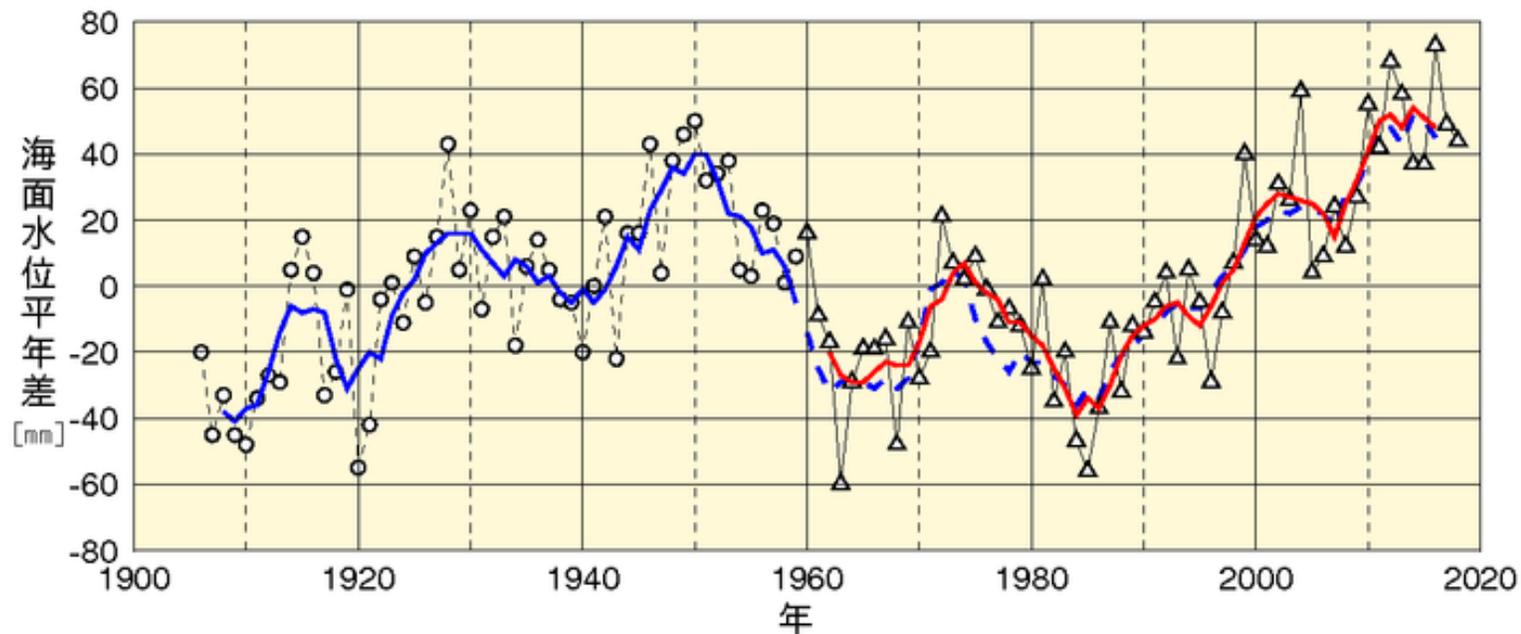
評価に用いた海面水位観測地点



- 日本沿岸で地盤変動の影響が小さい検潮所を選択
- 1906年から1959年までは4地点（左図）、1960年以降は16地点（右図）の検潮所を選択。
- 1960年以降については、海面水位の長期変動パターンが類似している海域別に日本周辺を
I：北海道・東北地方の沿岸、II：関東・東海地方沿岸、III：近畿～九州地方の太平洋側沿岸、
IV：北陸～九州地方東シナ海側沿岸の4海域に分類（右図）。
- 忍路、柏崎、輪島、細島は国土地理院の所管。東京は1968年以降のデータを使用している。
- 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の影響を受けた函館、深浦、柏崎、東京、八戸は、2011年以降のデータを使用していない

【日本沿岸の海面水位はどれくらい上昇しているのか】

- 日本沿岸の平均海面水位は、1980年代以降、上昇傾向がみられる。（気象庁）
- 1906～2018年の期間では上昇傾向がみられない。また、全期間を通して10年から20年周期の変動（十年規模の変動）がある。（気象庁）



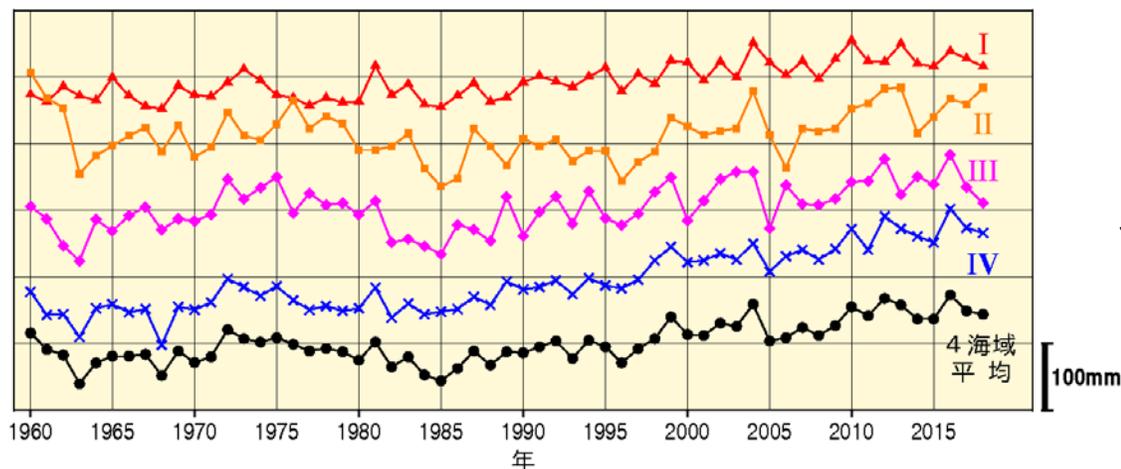
日本沿岸の海面水位変化（1906年～2018年）

日本周辺の海面水位変動の実態



【日本沿岸の海面水位は一様に上昇するのか】

- 1960～2018年までの海面水位の変化を海域別に見た場合、北陸～九州の東シナ海側で他の海域に比べて大きな上昇傾向がみられる。（気象庁）



各海域及び4海域平均の海面水位
 位平年差の時系列グラフ
 (1960～2018年)

	領域1	領域2	領域3	領域4	4海域の平均	世界平均 (AR5)
1960～2018年	1.2 [0.9～1.4]	*	1.1 [0.7～1.5]	2.4 [2.1～2.7]	1.3 [1.0～1.6]	
1971～2010年	1.4 [1.0～1.9]	*	*	2.4 [1.9～2.9]	1.1 [0.6～1.6]	2.0 [1.7～2.3]
1993～2010年	2.2 [0.8～3.7]	3.5 [1.2～5.7]	*	3.8 [2.5～5.1]	2.8 [1.3～4.3]	3.2 [2.8～3.6]

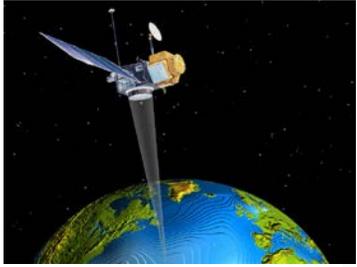
各海域、4海域平均及び世界平均の年あたりの上昇率(mm/年)

大括弧[]の範囲は90%の信頼区間を示す。

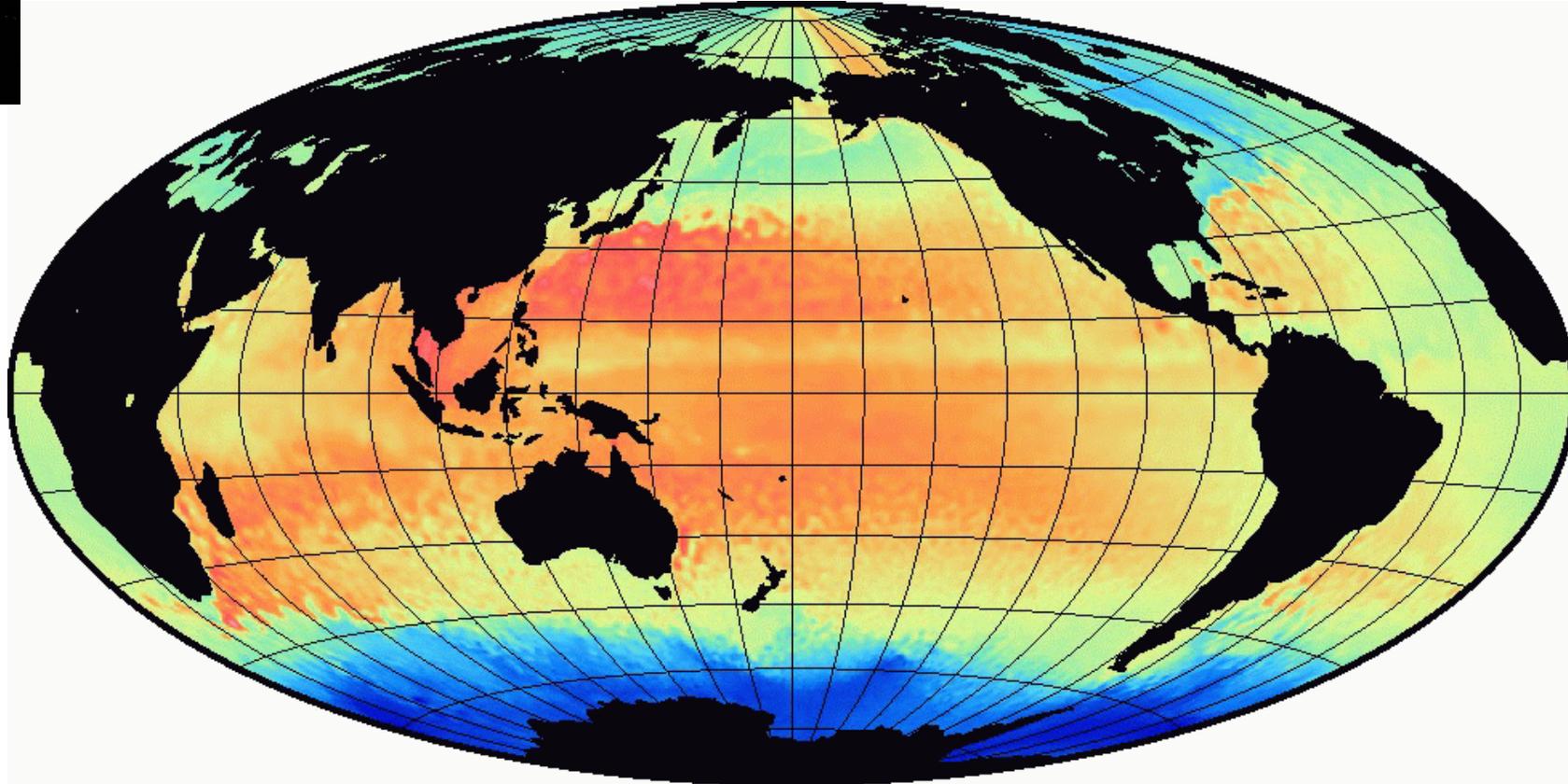
*は上昇率が有意でないことを示す。



世界の海面水位変動



人工衛星が計測した海面水位（海の表面の凸凹）

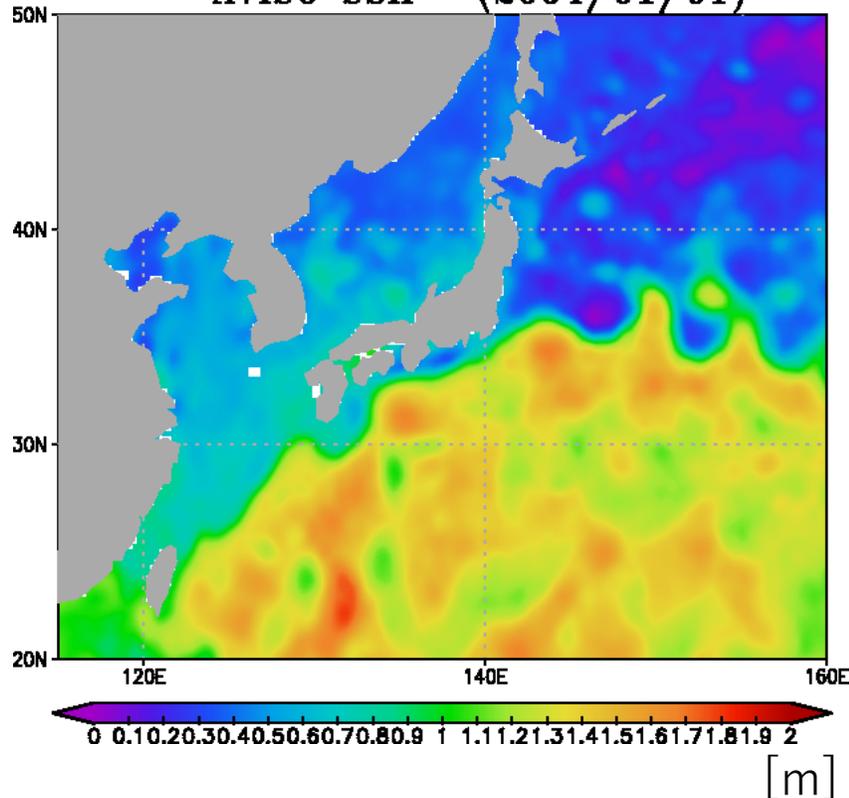


日本周辺の海面水位変動



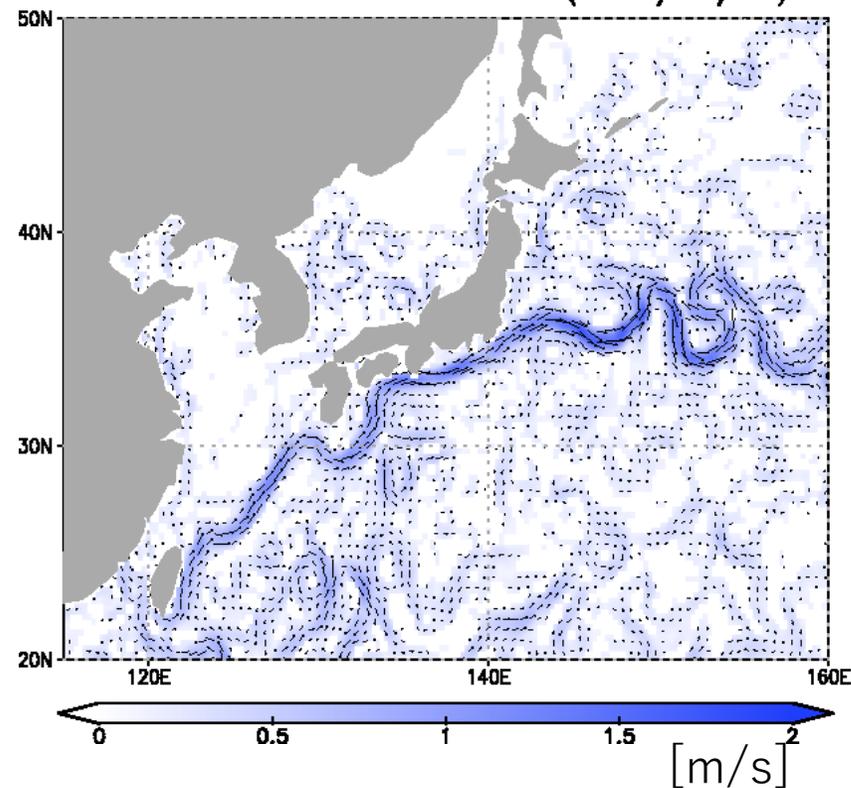
海面水位

AVISO SSH (2004/01/01)



海流

AVISO surface currents (2004/01/01)



物理法則に基づく数値モデル（海洋モデル）を用いて海流や海面水位の挙動を計算
→ 高解像度海洋モデルでは海流や海面水位の再現性が向上





1. IPCC「海洋・雪氷圏特別報告書（SROCC）」について
2. 日本近海の平均海面水位について
3. 気候変動評価レポート2020について
4. まとめ

「気候変動評価レポート2020」について



気象庁と文科省は、政府・地方公共団体等の気候変動対策推進への貢献として、**定期的に気候変動の実態（現状）と見通し（将来予測）について総合的に評価し、我が国における気候変動に関する見解をまとめる。**

（対象と利用想定）

- **政府・地方公共団体・研究者・専門家向け**
 - 気候変動影響評価報告書や気候変動適応計画へのインプット
 - 影響評価等研究への引用
 - 地方公共団体の気候変動適応計画や各種行政資料への引用により、気候変動適応策の推進に貢献する。
- **一般国民向け**
 - 気候変動に関する正しい知識を国民に伝えることで、国民の気候変動に対する意識向上、行動につなげる。
- **事業者向け**
 - 長期的な経営戦略の検討材料として活用



「気候変動評価レポート2020」を作成

- ・令和2年度完成・公表予定
- ・海洋、台風など利用者ニーズを踏まえた項目について評価
- ・複数シナリオ（RCP8.5、RCP2.6）について評価





1. IPCC「海洋・雪氷圏特別報告書（SROCC）」について
2. 日本近海の平均海面水位について
3. 気候変動評価レポート2020について
4. まとめ



○世界平均海面水位

- 世界の平均海面水位は長期的に上昇しており、近年上昇率が大きくなっている。
- 世界の平均海面水位は、21世紀中に上昇する可能性が高い。21世紀末には、20世紀末に比べて、RCP8.5シナリオでは0.71[0.51~0.92]m、RCP2.6シナリオでは0.39 [0.26~0.53]m上昇する。
- 南極氷床の寄与が増加した結果、RCP8.5シナリオではAR5より約0.10m上方修正されている。

○日本沿岸海面水位

- 日本沿岸の海面水位は、十年規模の変動が卓越するものの、1980年代以降、上昇傾向がみられる（1993~2010年の上昇率は+2.8 [1.3~4.3]mm/年）。
- 日本沿岸の海面水位は、21世紀中に上昇する可能性が高い。

○背景要因等

- 世界平均海面水位の変動は、海水の熱膨張、氷床や氷河の融解などに影響を受ける。
- 日本沿岸海面水位の変動は、海水密度や海洋循環の変化などに影響を受ける。