

# IPCC第5次評価報告書 第1作業部会 政策決定者向け要約(SPM)の概要

2013年10月9日 合同勉強会

桑原 清

## Box SPM.1 代表濃度シナリオ (Representative Concentration Pathways, RCP)

WGIIにおける気候変動予測は、温室効果ガスの将来の排出量や濃度、エアロゾルやその他の気候変動要因に関する情報を必要とする。この情報は、しばしば人間活動のシナリオとして表現されるが、このシナリオはこの報告書では用いない。IPCC WGIシナリオは、例えばCH<sub>4</sub>やN<sub>2</sub>Oの人為的排出に焦点を当てており、太陽や火山または自然からの排出のような自然による変動要因は含んでいない。

第5次評価報告書で代表濃度シナリオ(RCP)と呼ばれる4つの新しいシナリオのセットを定義する。これらは、1750年に対する2100年のおよその全放射強制力として定義している。

	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
全放射強制力	2.6 Wm <sup>-2</sup>	4.5 Wm <sup>-2</sup>	6.0 Wm <sup>-2</sup>	8.5 Wm <sup>-2</sup>
2100年	ピークから減少	安定化	増加	増加
シナリオ	緩和シナリオ	安定化シナリオ	安定化シナリオ	高いGHG排出
CO <sub>2</sub> 濃度	421 ppm以下	538 ppm	670 ppm	936 ppm
CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> Oを含む	475 ppm	630 ppm	800 ppm	1313 ppm
地上気温の変化	0.3～1.7°C	1.1～2.6°C	1.4～3.1°C	2.6～4.8°C
海面水位の上昇	0.26～0.55m	0.32～0.63m	0.33～0.63m	0.45～0.82m

## B. 気候システムの観測された変化

気候システムの温暖化については疑う余地がなく、1950年代以降に観測された変化の多くは、数十年から数千年にわたって前例がないものである。大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位が上昇し、温室効果ガス濃度は増加している。

(図SPM.1, SPM.2, SPM.3, SPM.4)

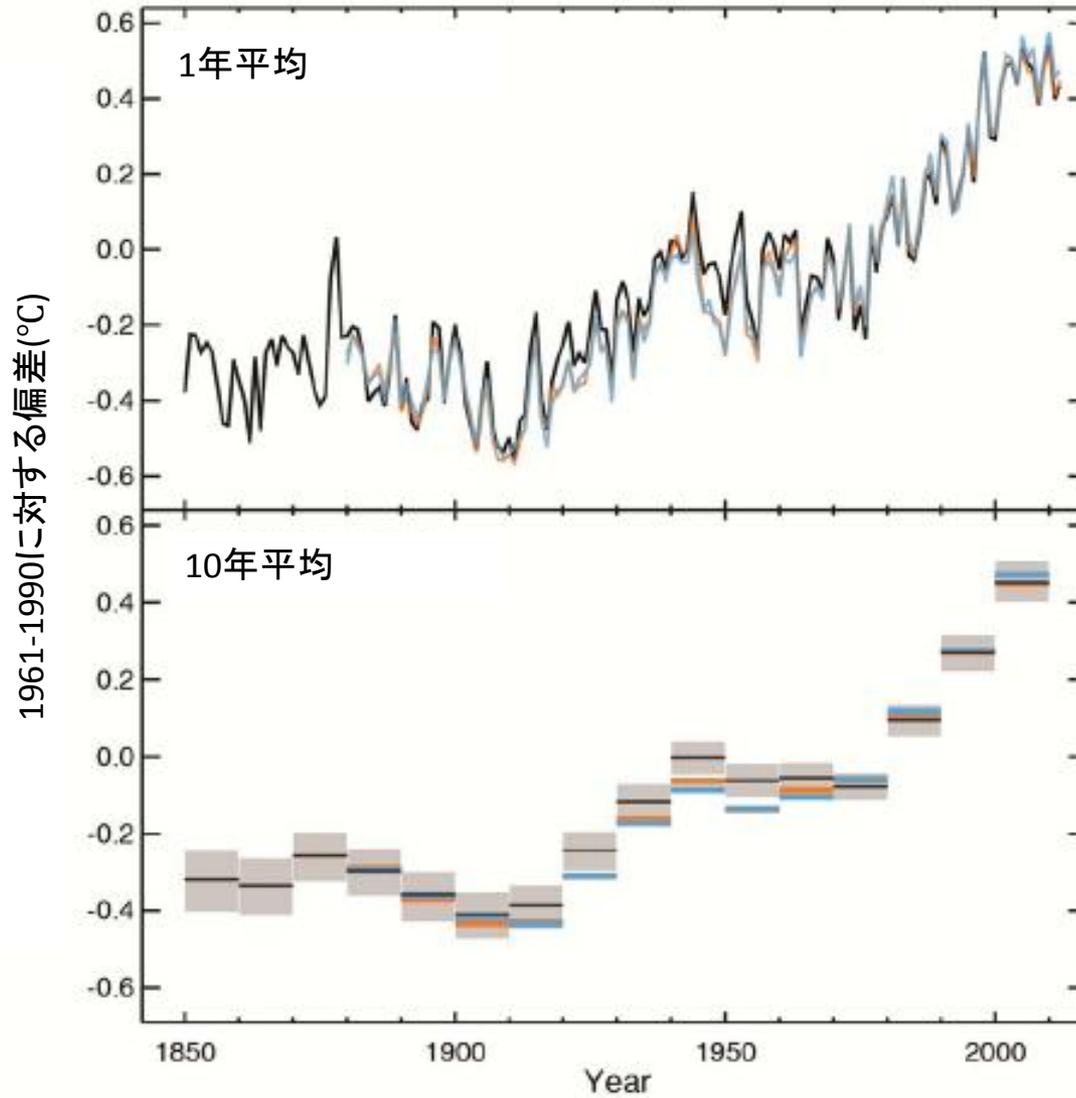
### B.1 大気

最近30年の各10年間の世界平均地上気温は、1850年以降のどの10年間よりも高温である(図SPM.1)。北半球では、1983年-2012年は、この1400年間で最も暖かい30年である(信頼度が中程度)。

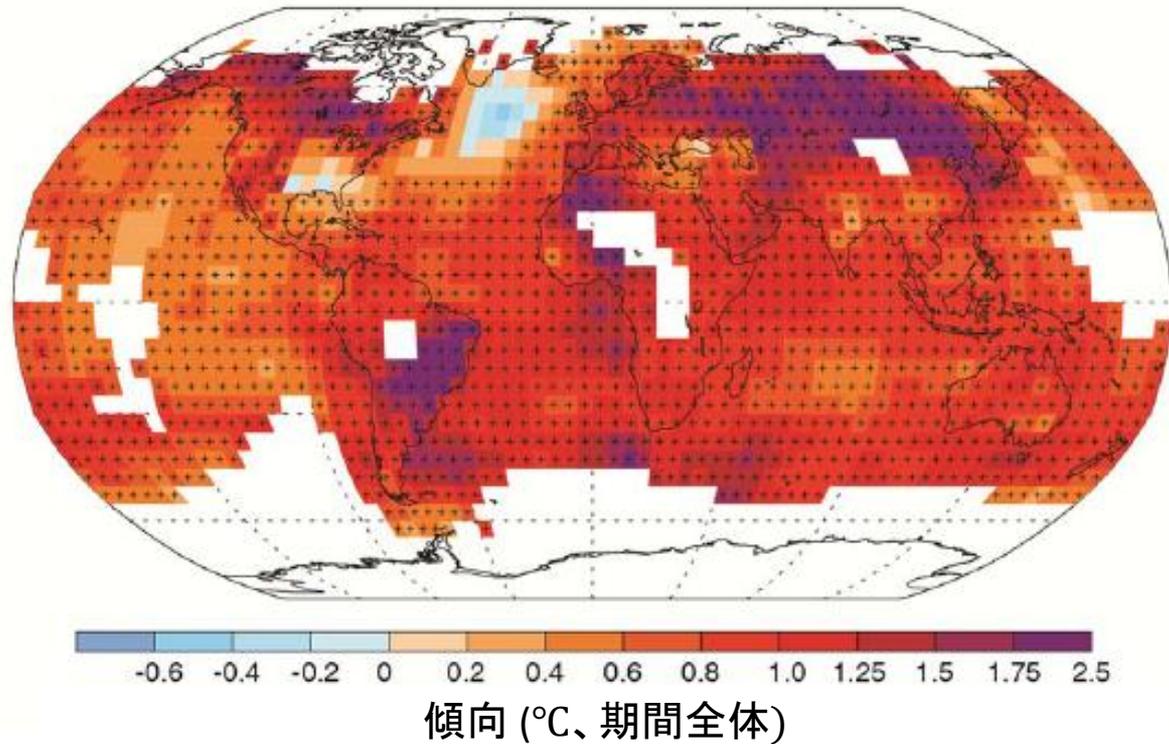
Figure SPM.1 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]

観測された陸と海の世界平均気温偏差  
1859-2012

(a)

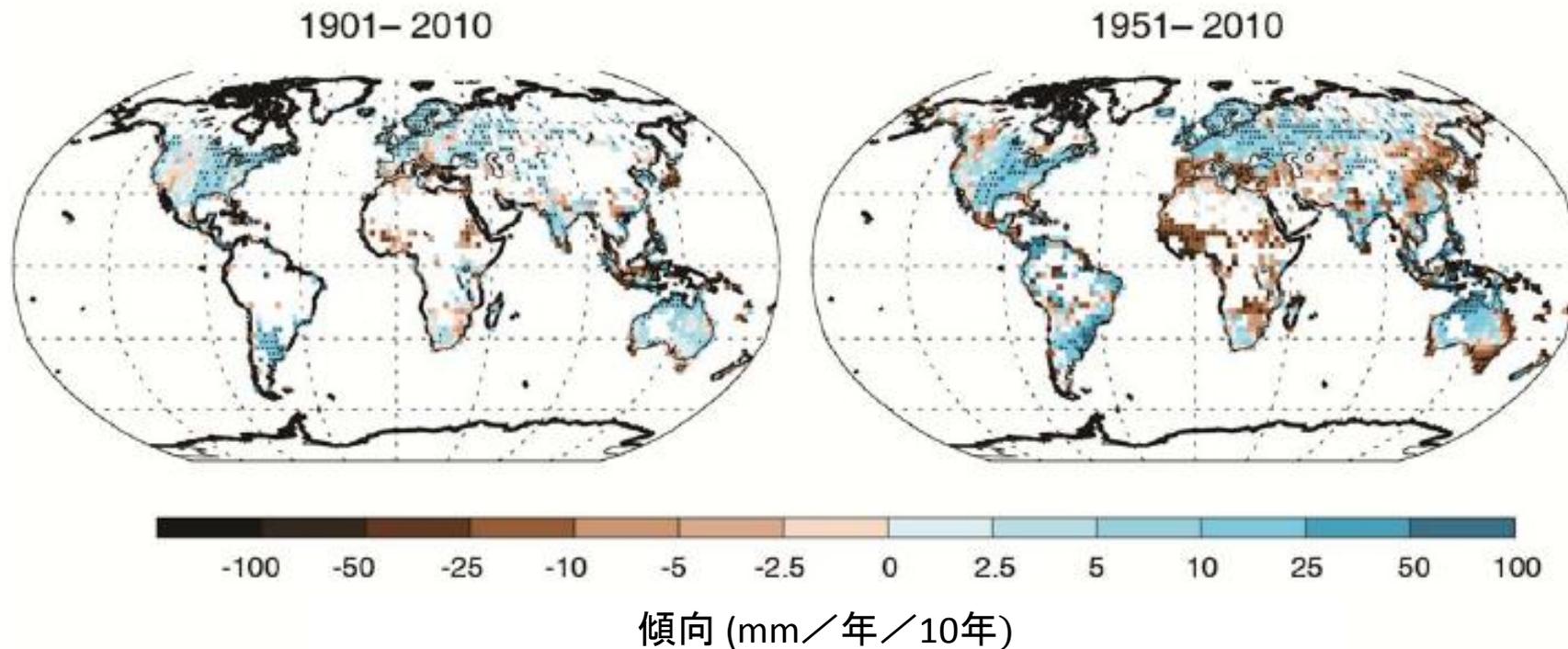


(b) 観測された平均表面温度気温の変化 1859-2012



- 世界平均地上気温の変化は、数十年にわたる明確な温暖化に加え、かなりの大きさの十年規模変動や年々変動を含んでいる。自然変動のために短期間でみた気温の変化率は、どの期間を採用するかにより大きく影響され、一般には長期間での変化率を反映していない。強いエルニーニョ現象の起きていた1998年から2012年までの15年間の温度の上昇率は1951年から2012年までの温度の上昇率より小さい。

観測された陸上降水量の変化



- 1950年ごろ以降、世界規模で寒い日や寒い夜の日数が減少し、暑い日や暑い夜の日数が増加した可能性が非常に高い。また、陸域での強い降水現象の回数は、減少している地域よりも増加している地域の方が多い可能性が高い。強い降水現象の頻度もしくは強度は北アメリカとヨーロッパで増加している可能性が高いが、他の大陸では、強い降水現象の変化の確信度はせいぜい中程度である。

現象と傾向の方向	発生した変化の評価 (特に断りのない物は1950年以降)	観測された変化に対する 人間の関与の評価	更なる変化の可能性	
			21世紀初頭	21世紀後半
大部分の陸上における 温暖化や寒い日・夜の減少	可能性が非常に高い  可能性が非常に高い 可能性が非常に高い	可能性が非常に高い  可能性が高い 可能性が高い	可能性が高い  — —	ほぼ確実  ほぼ確実 ほぼ確実
大部分の陸上における 温暖化や暑い日・夜の増加	可能性が非常に高い  可能性が非常に高い 可能性が非常に高い	可能性が非常に高い  可能性が高い (夜だけ)可能性が高い	可能性が高い  — —	ほぼ確実  ほぼ確実 ほぼ確実
暑さの連続や熱波 大部分の陸上における 頻度や期間の増加	地球規模では確信度が中程度 欧州、アジア、オーストラリアの大部分では可能性が高い 多くの(すべてではない)地域で確信度が中程度 可能性が高い	可能性が高い  正式に評価されていない どちらかと言えば	正式に評価されていない  — —	可能性が非常に高い  可能性が非常に高い 可能性が非常に高い
豪雨の発生 頻度、強度、や豪雨の増加	減少よりも増加する地域が増える可能性が高い  減少よりも増加する地域が増える可能性が高い ほとんどの地域で可能性が高い	確信度は中程度  確信度は中程度 どちらかと言えば	多くの地域で可能性が高い  — —	中緯度陸域と熱帯湿潤地域の大部分で 可能性が非常に高い 多くの地域で可能性が高い 多くの陸域で可能性が非常に高い
干ばつの規模や期間の増加	世界規模では確信度が低い いくつかの地域では変化の可能性が高い いくつかの地域では確信度が中程度 1970年以降、多くの地域で可能性が高い	確信度は低い  確信度は中程度 どちらかと言えば	確信度は低い  — —	地域規模から世界規模で可能性が高い (確信度は中程度) 多くの地域で可能性が高い 多くの陸域で可能性が非常に高い
猛烈な熱帯低気圧の活動の 増加	長期間(1000年)の変化では確信度が低い 1970年以降の北大西洋ではほぼ確実 確信度が低い (1970年以降、いくつかの地域では)可能性が高い	確信度は低い  確信度は低い どちらかと言えば	確信度は低い  — —	西部北太平洋および北大西洋で どちらかと言えば 一部の盆地でどちらかと言えば 可能性が高い
猛烈な海面上昇の 発生回数や規模の増加	(1970年以降)可能性が高い  (20世紀後半)可能性が高い 可能性が高い	可能性が高い  可能性が高い どちらかと言えば	可能性が高い  — —	可能性が非常に高い  可能性が非常に高い 可能性が高い

表SPM.1: 異常気象と気候イベント: 最近観測された変化に対する地球規模の評価、変化に対する人間の関与、および21世紀初期(2016-2035)および後期(2081-2100)の更なる変更の予測。AR5(黒)でSREX(青)またはAR4(赤)からの地球規模の評価が改訂されたところを太字で示す。21世紀初頭の予測は以前の評価報告書では示されていなかった。AR5における予測は1986年から2005年を基準とした比較であり、特に断りのない限り、新たな代表濃度シナリオ(RCP)(Box SPM.1参照)を用いている。異常気象と気候イベントの定義は、用語集を参照。

## B.2 海洋

海洋の温暖化は、気候システムに蓄えられたエネルギーの変化の大部分を占め、1971～2010年の期間ではその90%以上を占めている(高い確信度)。1971～2010年において、海洋の上部(0～700m)で水温が上昇していることはほぼ確実である。

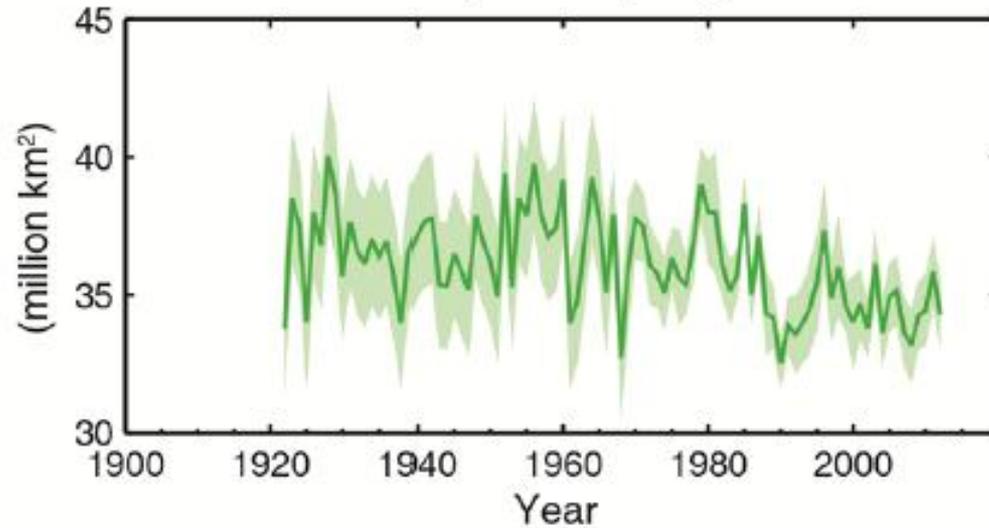
- 1992～2005年において、水深3000m以深の深層で水温が上昇している可能性が高い。
- 海洋の上部の0～700mの貯熱量は、2003～2010年の期間にそれ以前の十年間と比べてよりゆっくと増加しているが、700～2000mへの熱の取り込みは衰えることなく続いている可能性が高い。

## B.3 寒冷地

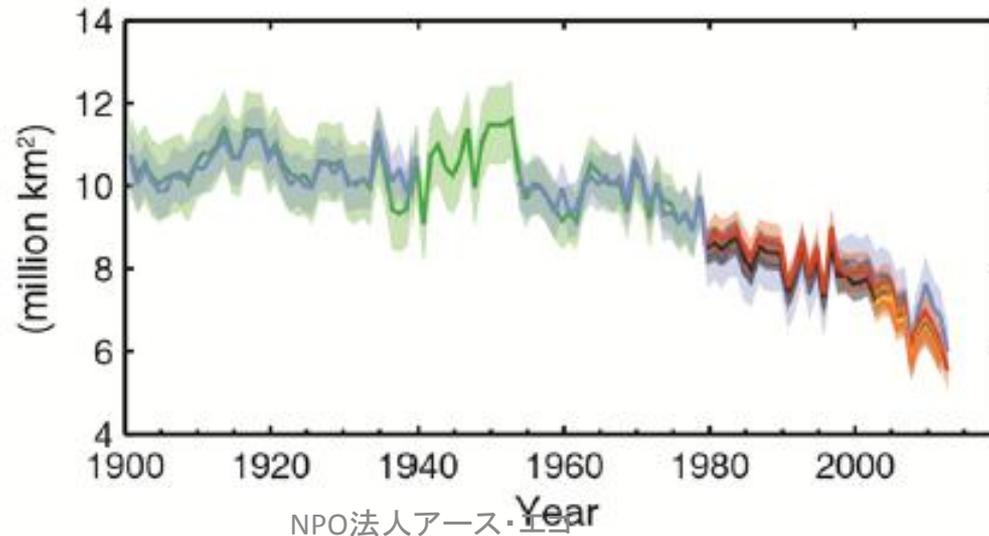
過去20年にわたり、グリーンランド及び南極の氷床の質量は減少しており、氷河はほぼ世界中で縮小し続けている。また、北極の海氷面積及び北半球の春季の積雪面積は減少している(高い確信度)。

Figure SPM.3 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]

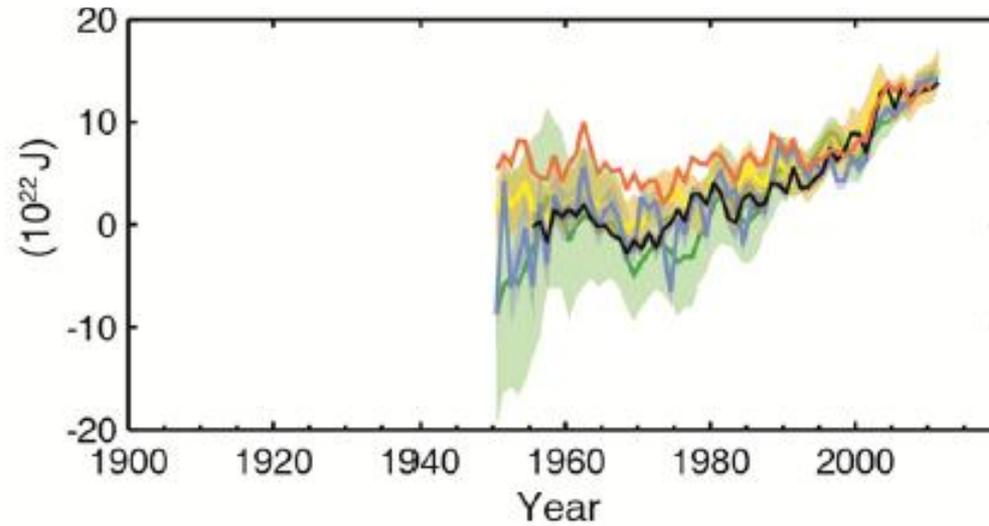
(a) 北半球の春の積雪面積



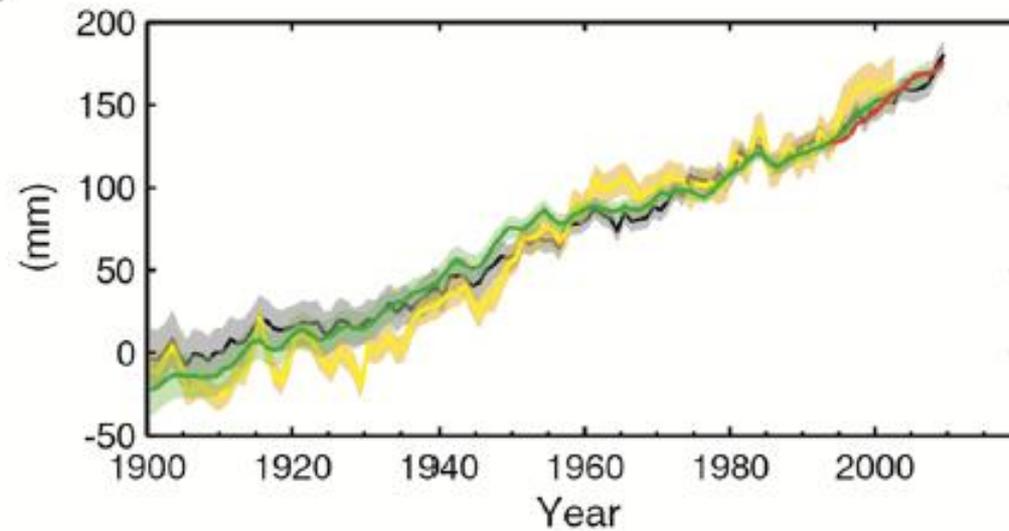
(b) 北極の夏の海氷面積



(c) 世界平均の上部海洋貯熱量の変化



(d) 海面水位変化の世界平均



## B.4 海面水位

19世紀中頃以降の海面水位の上昇率は、それ以前の2千年間の平均的な上昇率より大きかった(高い確信度)。世界平均海面水位は1901～2010年の期間に0.19[0.17～0.21] m上昇した(図SPM.3)。

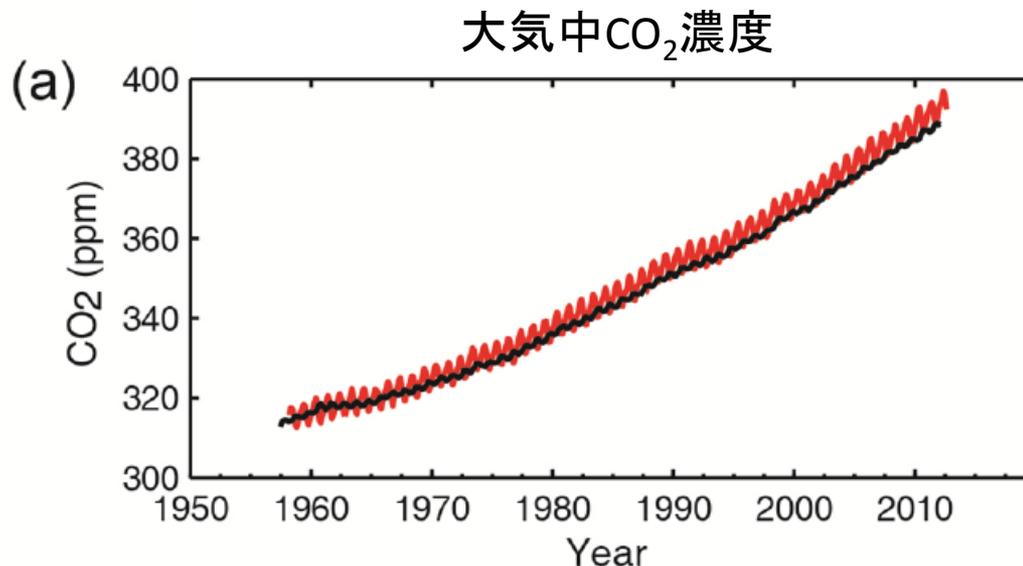
- 19世紀中頃以降の海面水位の上昇率は、それ以前の2千年間の平均的な上昇率より大きかった(高い確信度)。
- 世界平均海面水位の上昇率は、1901～2010年には年あたり1.7 [1.5～1.9]mmの割合、1971～2010年には2.0[1.7～2.3]mmの割合、1993～2010年には年あたり3.2 [2.8～3.6]mmの割合であった可能性が非常に高い。

## B.5 炭素およびその他の物質循環

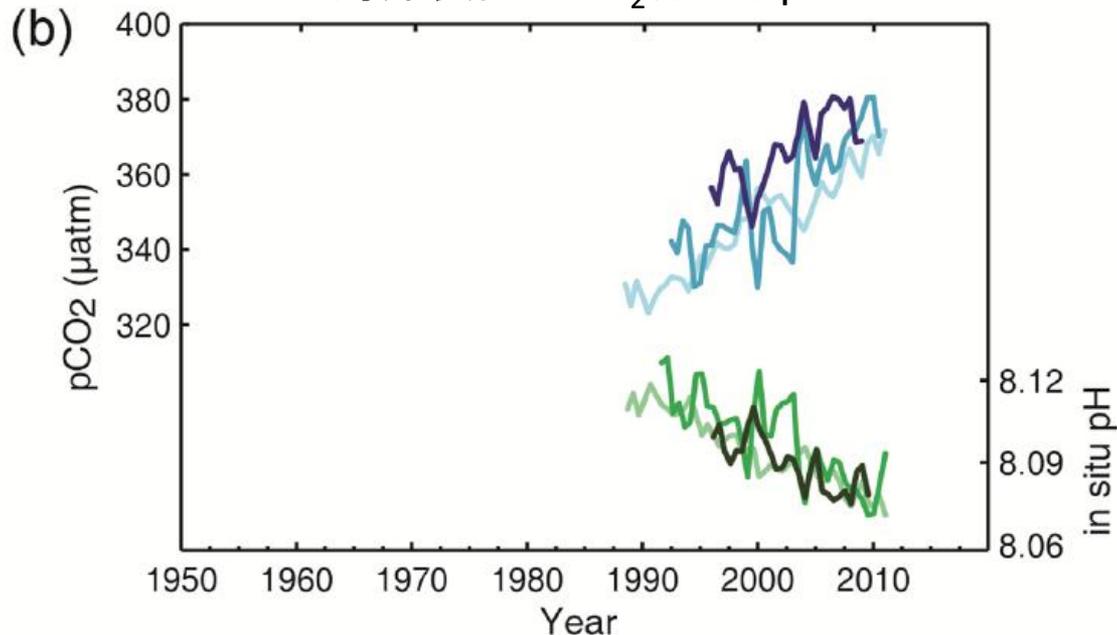
大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン、一酸化二窒素濃度は、過去80万年間で前例のない水準まで増加している。CO<sub>2</sub>濃度は、化石燃料による排出や正味の土地利用の変化により、工業化以前より40%増加した。海洋は人為起源の二酸化炭素の約30%を吸収して、海洋酸性化を引き起こしている(図SPM.4)。

- 海水のpHは工業化以降0.1低下している(高い確信度)。

Figure SPM.4 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]



## 海洋表面のCO<sub>2</sub>およびpH

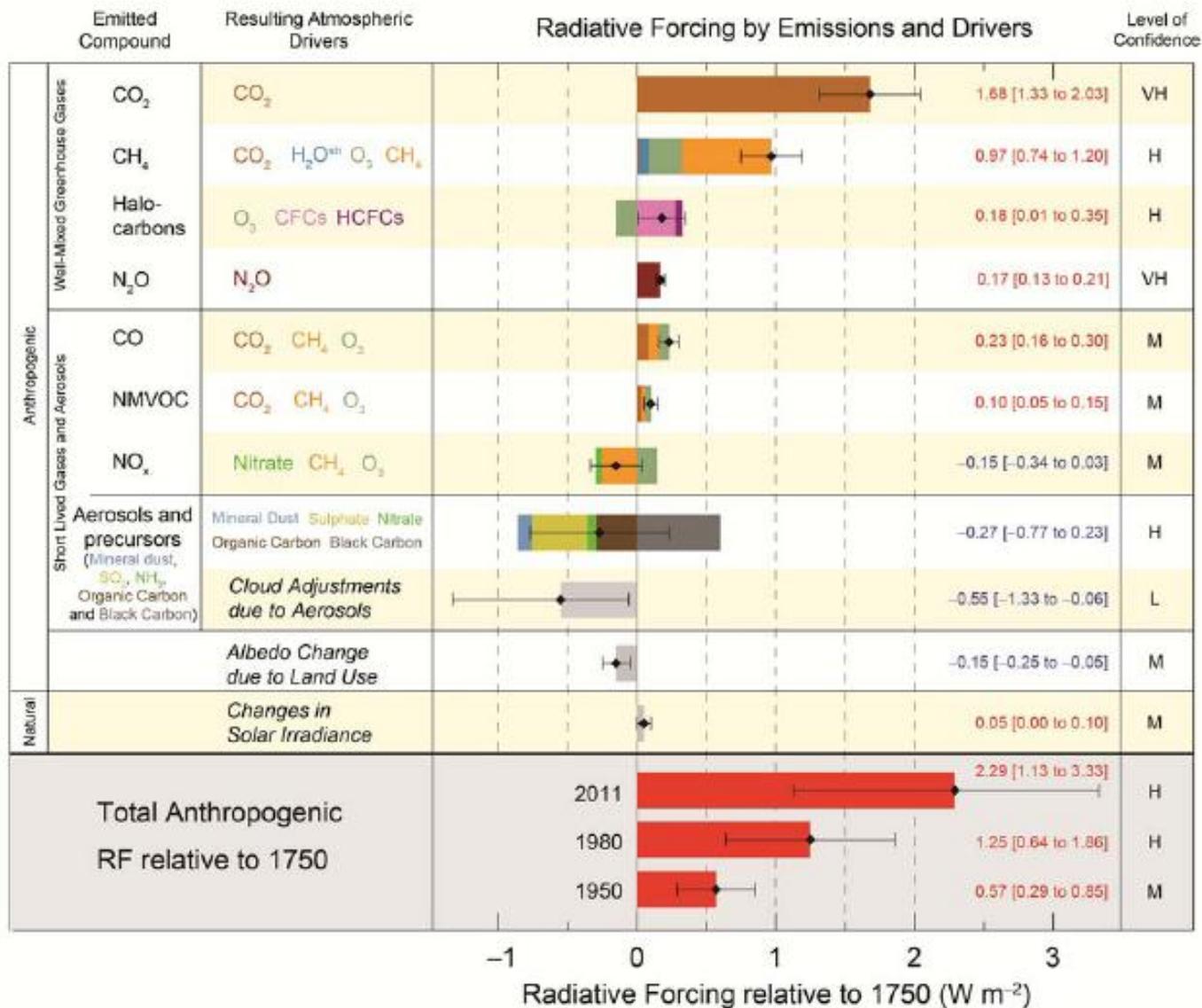


### C. 気候変化の原因

放射強制力(地球温暖化を引き起こす効果)の合計は正であり、気候システムは正味でエネルギーを吸収している。1750年以降の二酸化炭素の大気中濃度の増加は、正味の放射強制力に最も大きく寄与している。(図SPM.5)。

- 1750年以降のよく混合された温室効果ガス(二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、ハロカーボン類)の排出による2011年における放射強制力は、3.00[2.22～3.78]W/m<sup>2</sup>である。
- エーロゾルの排出や、エーロゾルと雲との相互作用による放射強制力は、正味で負となっている。また、依然として地球のエネルギー収支の変化の見積もりやその解釈において、最も大きな不確実性をもたらしている。

Figure SPM.5 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]



## D. 気候システム及びその近年変化についての理解

気候システムに対する人間の影響は明白である。これは、大気中の温室効果ガス濃度の増加、正の放射強制力、観測された温暖化、および気候システムの理解から明らかである。

### D.1 気候モデルの評価

気候モデルは第4次評価報告書以降改良されている。モデルは、20世紀半ば以降のより急速な温暖化および大規模火山噴火の直後の寒冷化を含み、観測された大陸規模の地上気温パターンおよび数10年にわたる傾向を再現している(確信度が非常に高い)。

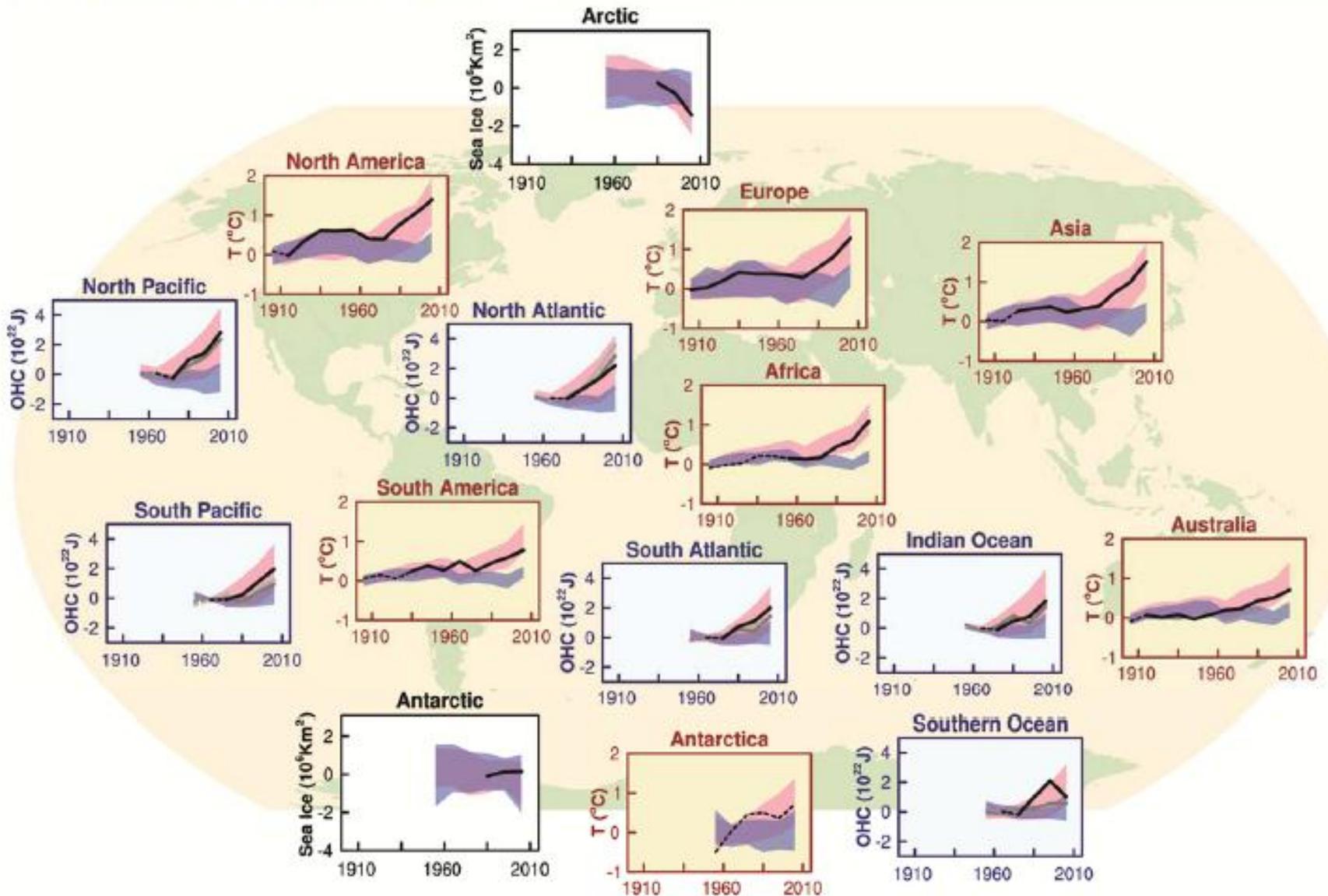
### D.2 気候システム応答の定量化

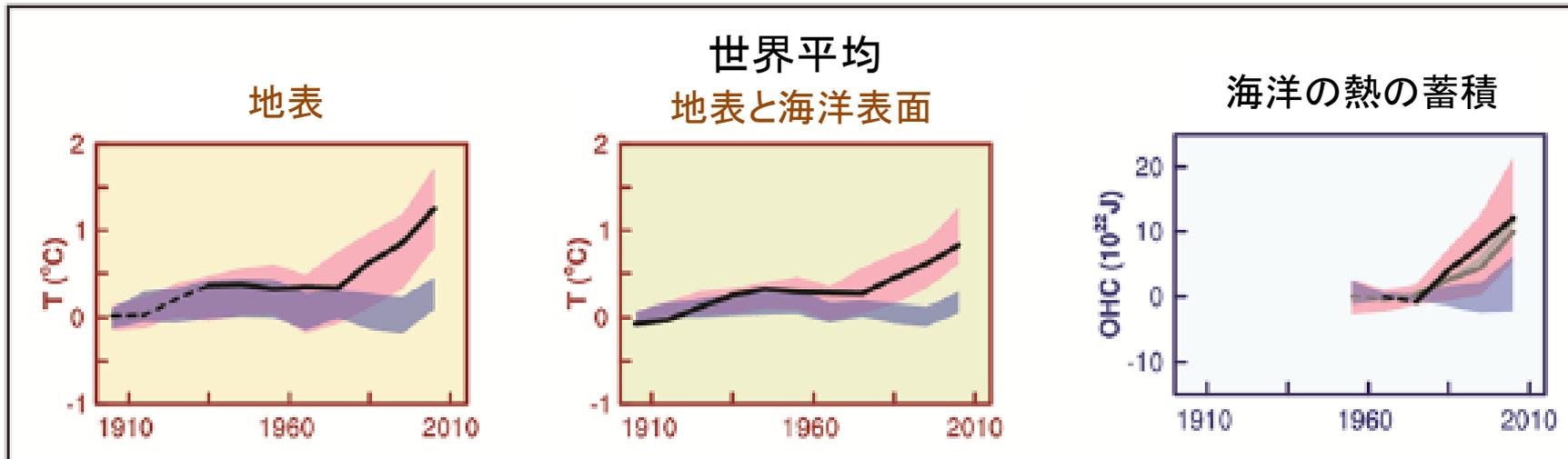
温度変化の観測およびモデル研究、および地球のエネルギー収支に対する気候の応答および変化から、過去および未来の強制力に応じた地球温暖化の規模は確かであると確信する。

### D.3 気候変動の検出と特質

大気および海洋の温暖化、世界の水循環の変化、雪氷の減少、世界平均の海面上昇、およびいくつかの極端な気候の変化に関して、人間の影響が検出されている(図SPM.6および表SPM.1)。人間の影響の証拠は、第4次評価報告書以来、増加している。人間の影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の主要な原因であることは、可能性が極めて高い。

Figure SPM.6 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]





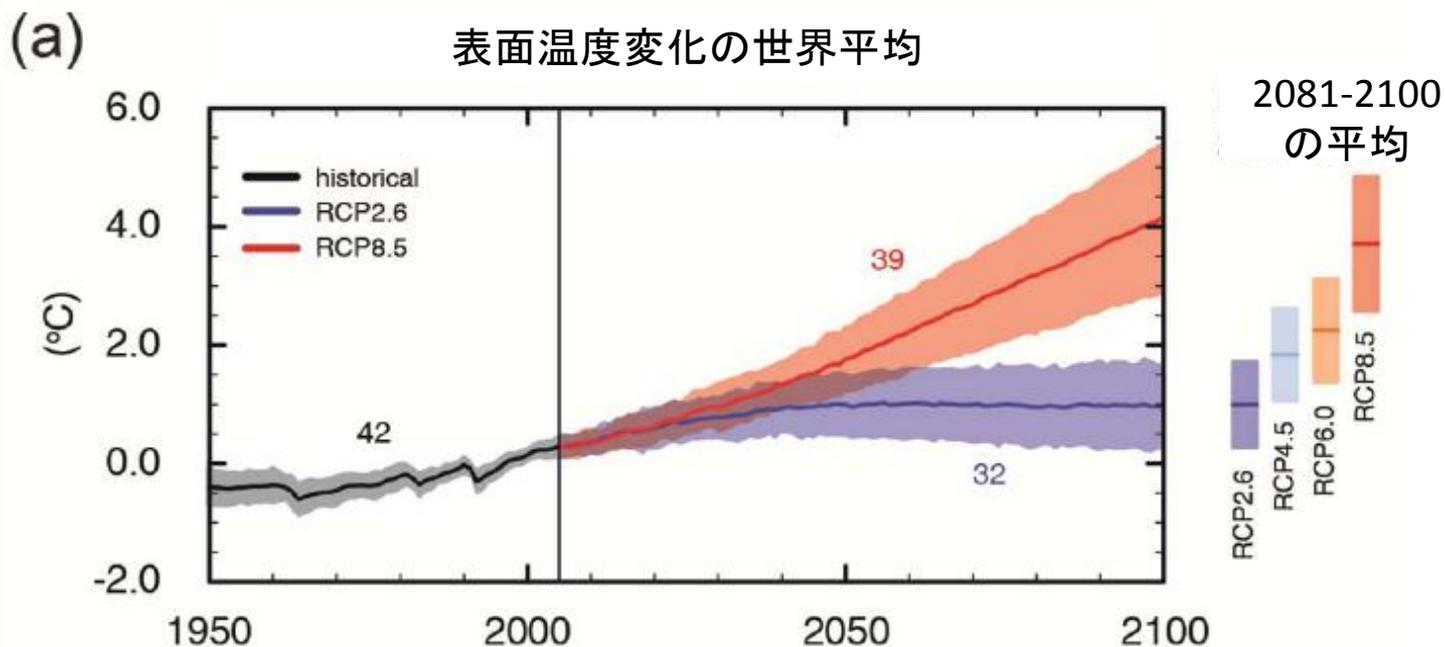
≡ 観測値

■ 自然の強制力だけを用いたモデル  
 ■ 自然と人為的な強制力の両方を用いたモデル

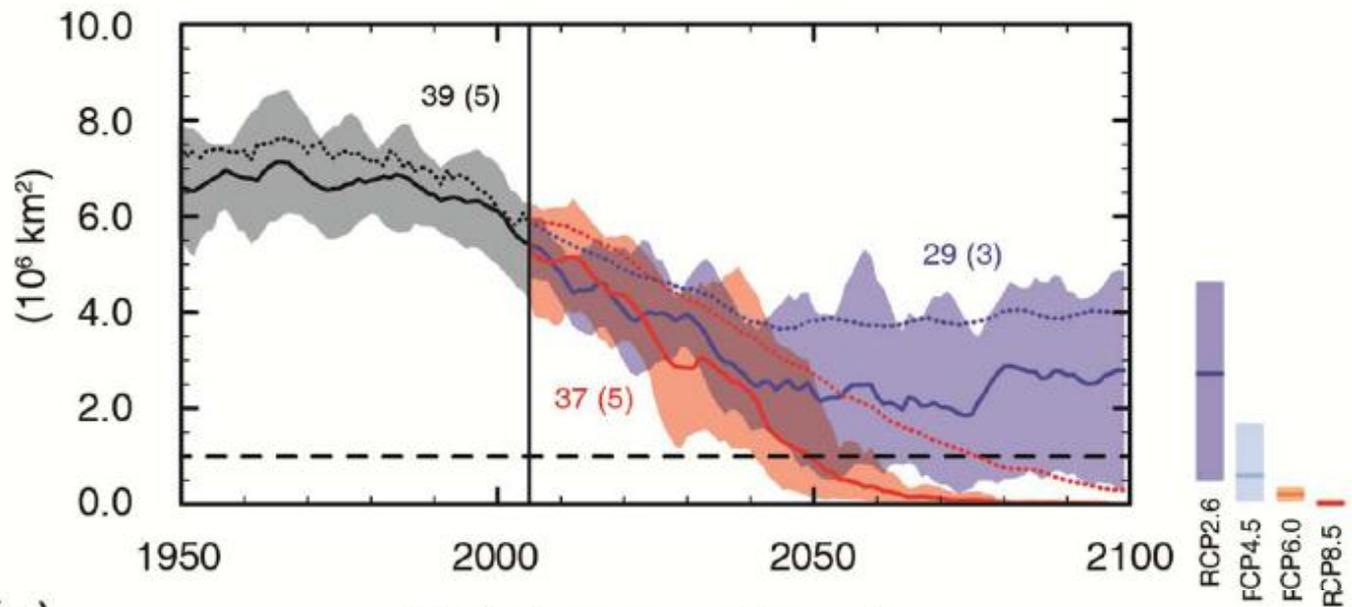
## E. 将来の世界及び地域における気候変動

温室効果ガスの継続的な排出は、気候システムの全ての要素に温暖化や変化をもたらす。気候変動を制限するためには、温室効果ガスの排出量の大幅かつ持続的な削減が必要となる。

Figure SPM.7 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]



(b) 北半球9月の海水面積



(c) 世界の海表面のpH

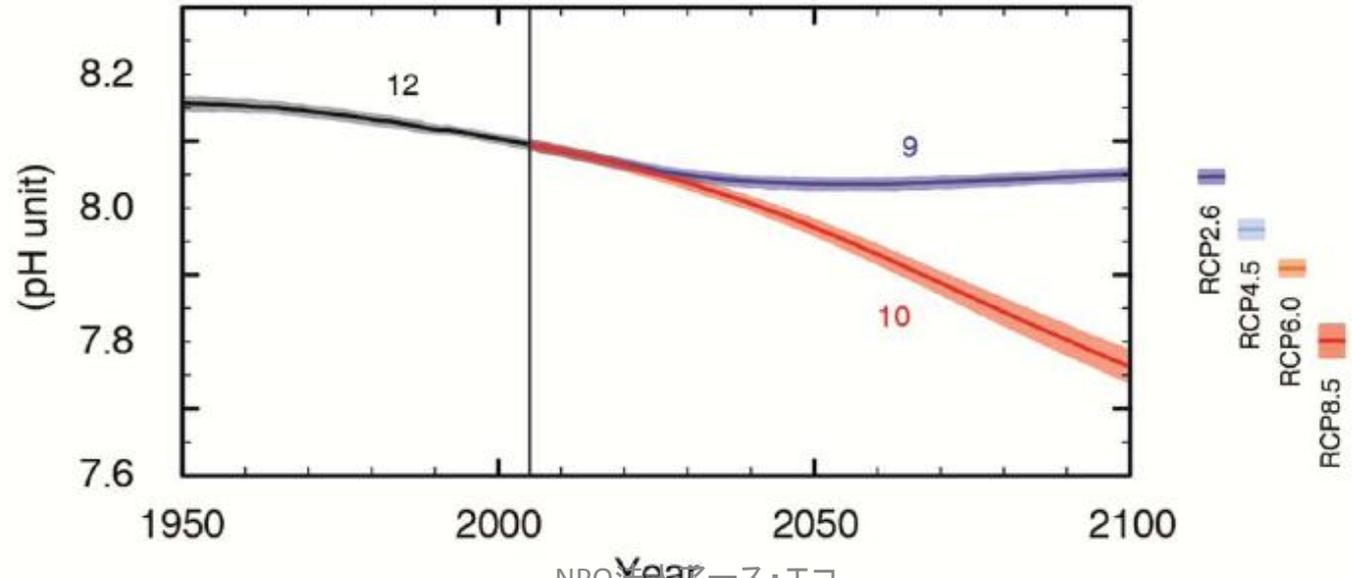
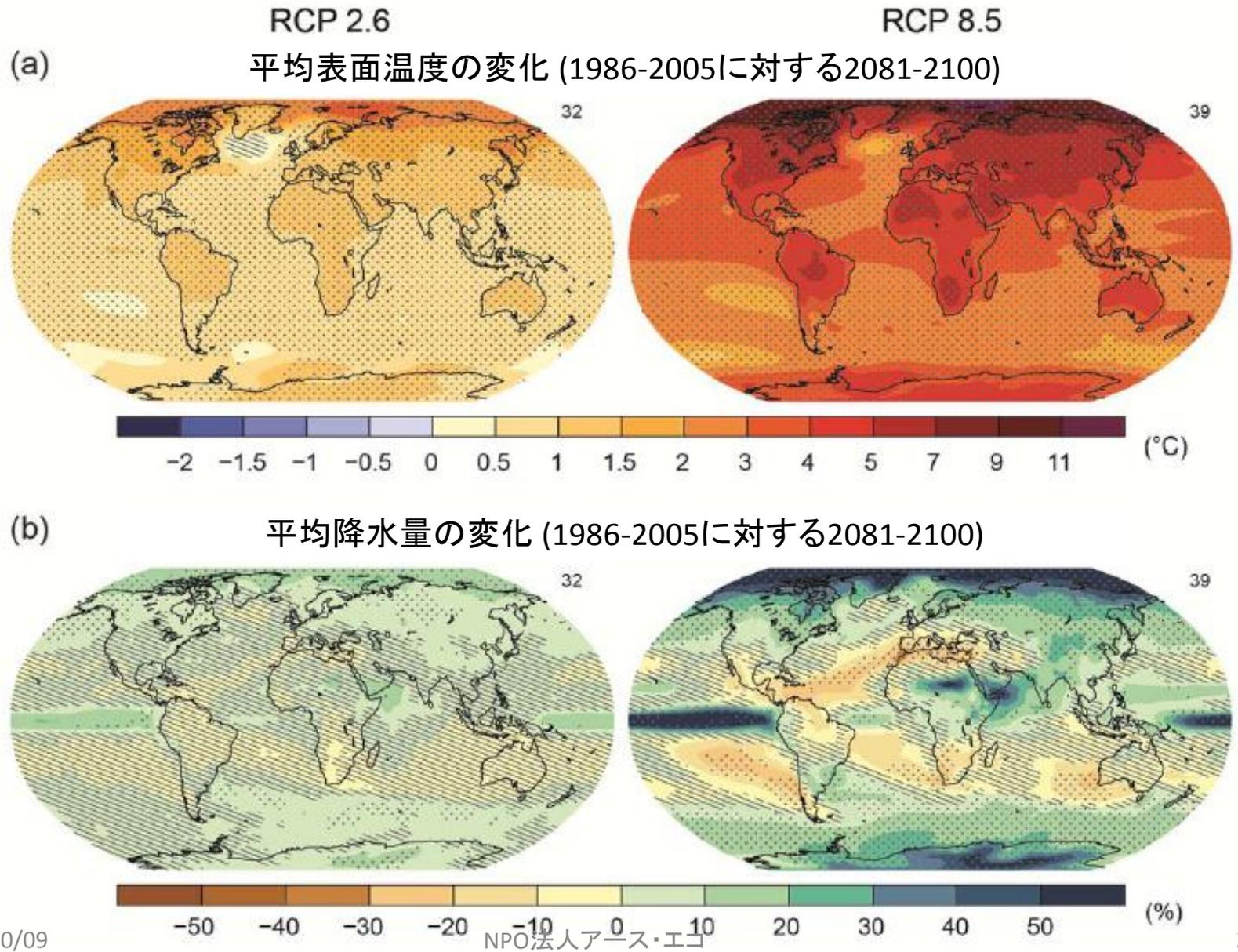
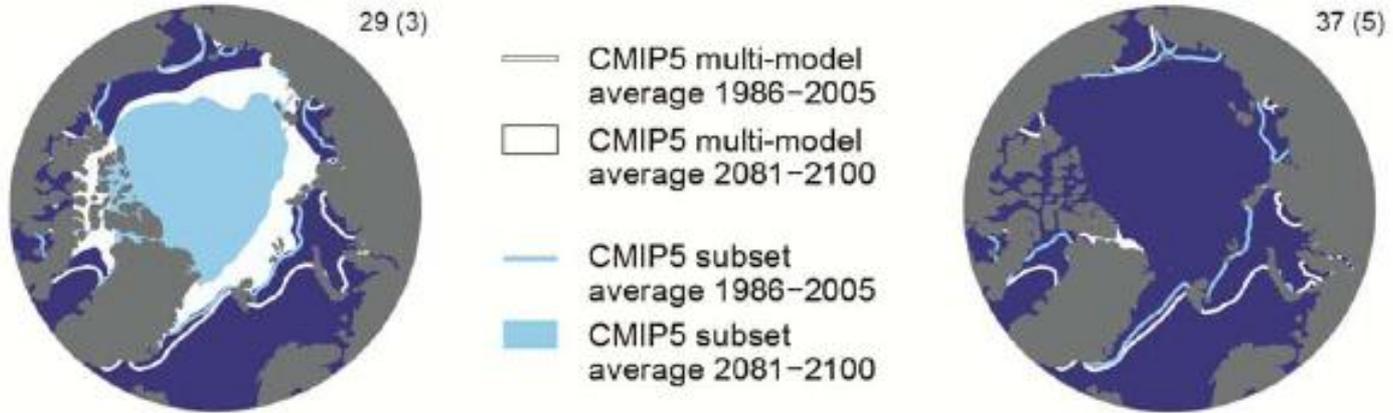


Figure SPM.8 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]



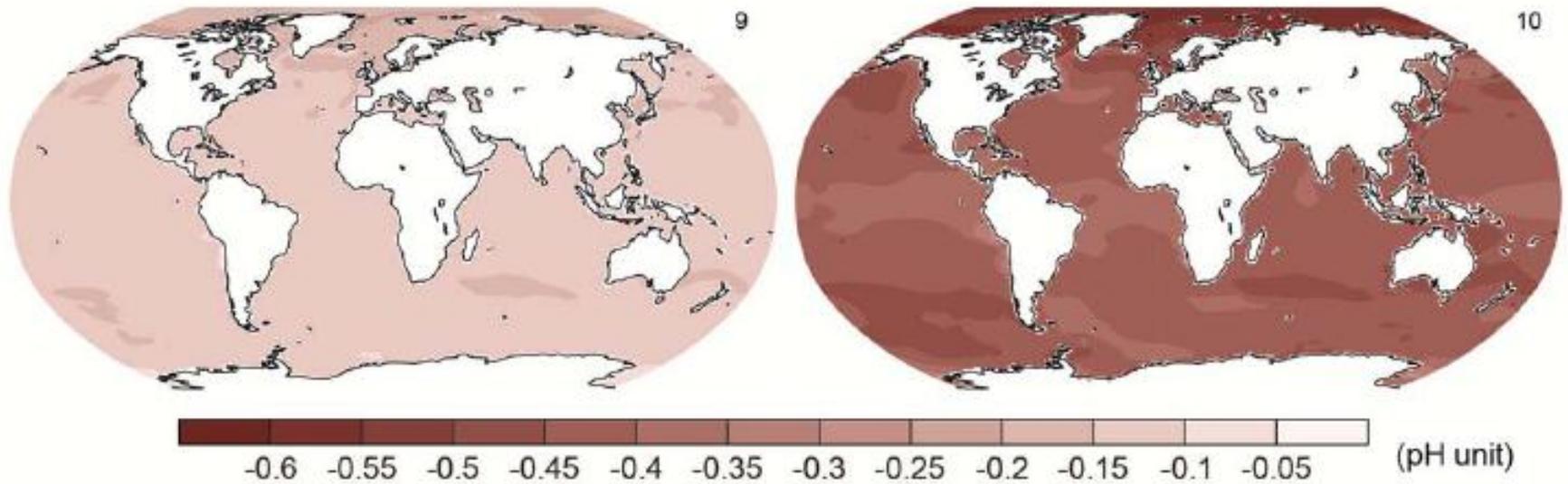
(c)

### 北半球9月の海氷面積 (2081-2100平均)



(d)

### 海洋表面pHの変化 (1986-2005に対する2081-2100)



- RCPシナリオに基づく気候変動予測は、シナリオの違いを考慮すれば第4次評価報告書に示されたものと変化のパターンや大きさの両方において類似している。高い放射強制力のRCPシナリオによる予測の全般的な幅は、第4次評価報告書で用いた類似のシナリオの結果と比べて狭くなっている。これは、RCPシナリオは濃度経路として定義されているため、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与える炭素循環の不確実性は、濃度に従って計算されたシミュレーションでは考慮されないためである。

表SPM.2

変数	シナリオ	2046-2065		2081-2100	
		平均	可能性が高い範囲	平均	可能性が高い範囲
世界平均表面 温度の変化(°C)	RCP2.6	1.0	0.4～1.6	1.0	0.3～1.7
	RCP4.5	1.4	0.9～2.0	1.8	1.1～2.6
	RCP6.0	1.3	0.8～1.8	2.2	1.4～3.1
	RCP8.5	2.0	1.4～2.6	3.7	2.6～4.8
		平均	可能性が高い範囲	平均	可能性が高い範囲
世界平均海面 水位の上昇(m)	RCP2.6	0.24	0.17～0.32	0.40	0.26～0.55
	RCP4.5	0.26	0.19～0.33	0.47	0.32～0.63
	RCP6.0	0.25	0.18～0.32	0.48	0.33～0.63
	RCP8.5	0.30	0.22～0.38	0.30	0.45～0.82

## E.1 大気：気温

21世紀末までの世界の地上気温の変化は、RCP2.6を除くすべてのRCPシナリオで、1850年から1900年と比較して1.5°Cを超える可能性が高い。RCP6.0とRCP8.5では2°Cを超える可能性が高く、RCP4.5ではどちらかと言えば2°Cを超える。RCP2.6を除く全てのRCPシナリオで、温暖化は2100年以降も続く。温暖化は、数年～10年の変動を示しながら続き、それは地域一様ではない(図SPM.7, 図SPM.8)。

- 1986～2005年を基準とした、2016～2035年における世界平均地上気温の変化は、大規模な火山噴火や太陽全放射照度の長期的な変化がないと仮定した場合、0.3～0.7°Cの間である可能性が高い(中程度の確信度)。
- 1986～2005年を基準とした、2081～2100年における世界平均地上気温の変化は、0.3～1.7°C (RCP2.6)、1.1～2.6°C (RCP4.5)、1.4～3.1°C (RCP6.0)、2.6～4.8°C (RCP8.5)の範囲に入る可能性が高い。また、RCP2.6以外のシナリオでは1850～1900年と比較した21世紀末の気温の上昇量が1.5°Cを超える可能性が高く、RCP8.5とRCP6.0は上昇量が2°Cを超える可能性が高い(高い確信度)。
- ほとんどの陸域で、世界平均地上気温の上昇につれて、極端な高温の頻度が増加し、極端な低温の頻度が減少することはほぼ確実である。

## E.2 大気：水循環

21世紀中の温暖化によって引き起こされる世界の水循環の変化は一様ではない。地域的な例外はあるものの、湿潤地域と乾燥地域の差異や雨季と乾季の差異が増大する(図SPM.8)。

- RCP8.5シナリオでは高緯度域と太平洋赤道域では今世紀末までに年降水量が増加する可能性が非常に高い。
- 世界平均気温の上昇に伴って、中緯度の大陸のほとんどと湿潤な熱帯域において、今世紀末までに極端な降水がより強く、頻繁となる可能性が非常に高い。

## E.3 大気：空気の質

## E.4 海洋

21世紀を通して、世界全体で海洋は昇温し続けるであろう。熱は海面から深海に広がり、海洋循環に影響するであろう。

## E.5 寒冷地

21世紀の間、世界平均地上気温の上昇とともに、北極の海氷域が小さく、薄くなり続けること、また北半球の春季の積雪面積が小さくなることの可能性は非常に高い。また、世界規模で氷河の体積は更に減少する。

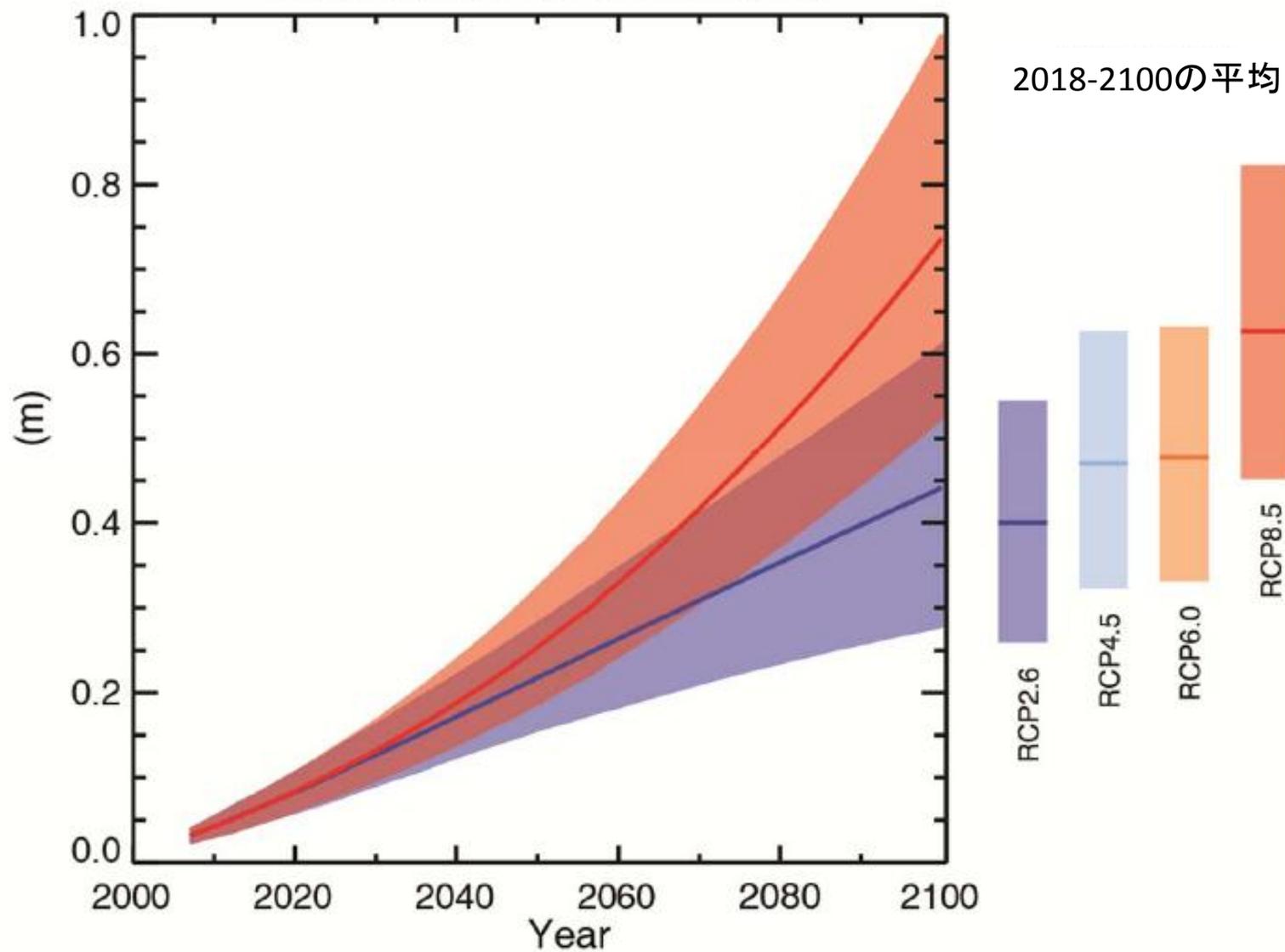
## E.6 海面水位

21世紀の間、世界平均の海面水位は上昇を続ける(図SPM.9)。全てのRCPシナリオで、海洋の温暖化および氷河と氷床の消失による海面の上昇率が、1971年から2010年の間の観測された値を超える可能性が非常に高い。

- 1986～2005年を基準とした、2081～2100年の期間の世界平均海面水位の上昇は、0.26～0.55m (RCP2.6)、0.32～0.63m (RCP4.5)、0.33～0.63m (RCP6.0)、0.45～0.82m(RCP8.5)の範囲に入る可能性が高い(中程度の確信度)

Figure SPM.9 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]

### 世界の平均海面水位



## E.7 炭素および他の物質循環

気候変化は、大気中のCO<sub>2</sub>を益々増加させるように、炭素循環の過程に影響を与える(高い確度)。海洋による更なる炭素吸収により海洋の酸性化が進む。

- 地球システムモデルによると、気候と炭素循環の間のフィードバックが21世紀に正である、すなわち気候変動は陸地と海洋の炭素吸収を一部相殺してしまうことの確信度は高い。この結果、排出された二酸化炭素は、大気中により多く残ることになる。海洋へのさらなる炭素の蓄積の結果、海洋酸性化が進行する。

表SPM.3

シナリオ	2012-2100の累積CO <sub>2</sub> 排出量 (GtC <sup>a</sup> )	
	平均	範囲
RCP2.6	270	140-410
RCP4.5	780	595-1005
RCP6.0	1060	840-1250
RCP8.5	1685	1415-1910

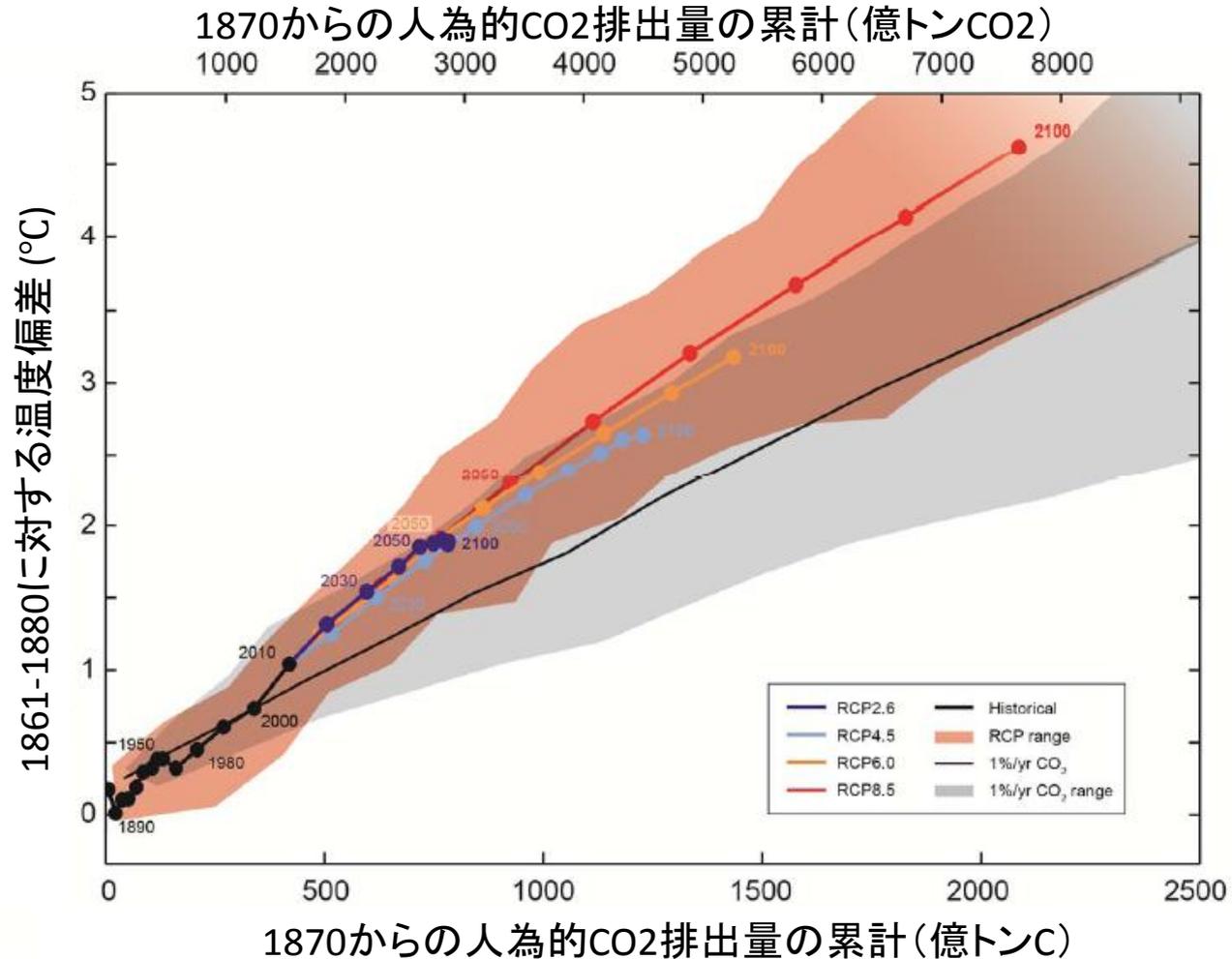
a) GtCは3.67GtCO<sub>2</sub>に対応

## E.8 気候安定化、気候変化の帰結と不可逆性

21世紀後半およびそれ以降の世界平均の地上の温暖化は、主にCO<sub>2</sub>の累積排出量によって決まる(図SPM.10)。気候変動の多くの側面は、たとえCO<sub>2</sub>の排出が停止したとしても、何世紀にもわたって持続する。このことは、過去、現在、及び将来のCO<sub>2</sub>の排出によって、数世紀にわたり大きな既定的変化をもたらされることを表している。

- ジオエンジニアリングと呼ばれる気候変動に対抗する方法が提案されている。証拠が限られているため、ジオエンジニアリングの手法及びそれが気候システムに与える影響について、総合的かつ定量的な評価は不可能である。

Figure SPM.10 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]



- 二酸化炭素の累積排出量と世界平均地上気温の上昇量は、ほぼ比例関係にある。