

# 地球温暖化の科学的知見について

---

野沢 徹 委員

# 地球温暖化の 自然科学的根拠

岡山大学学術研究院自然科学学域 野沢 徹

## 地球の大気組成

主成分: 窒素, 酸素, アルゴン

微量成分: 上記以外 (放射的に重要な物質のみ例示)

気体成分	分子式	分子量	体積比 <sup>*0</sup> (%)
窒素	N <sub>2</sub>	28.014	78.09
酸素	O <sub>2</sub>	31.999	20.94
アルゴン	Ar	39.948	0.93
二酸化炭素	CO <sub>2</sub>	44.009	0.04 (=400ppm <sup>*1</sup> )
オゾン	O <sub>3</sub>	47.998	不定 <sup>*2</sup> (≦10ppm)
水蒸気	H <sub>2</sub> O	18.015	不定 <sup>*2</sup> (≦3%)

\* 0: 水蒸気を除いた空気 (乾燥空気) に対する比率

\* 1: 1ppm (parts per million) = 10<sup>-6</sup>

\* 2: 場所や時間による変動が大きい

温室効果ガス  
(GHG)

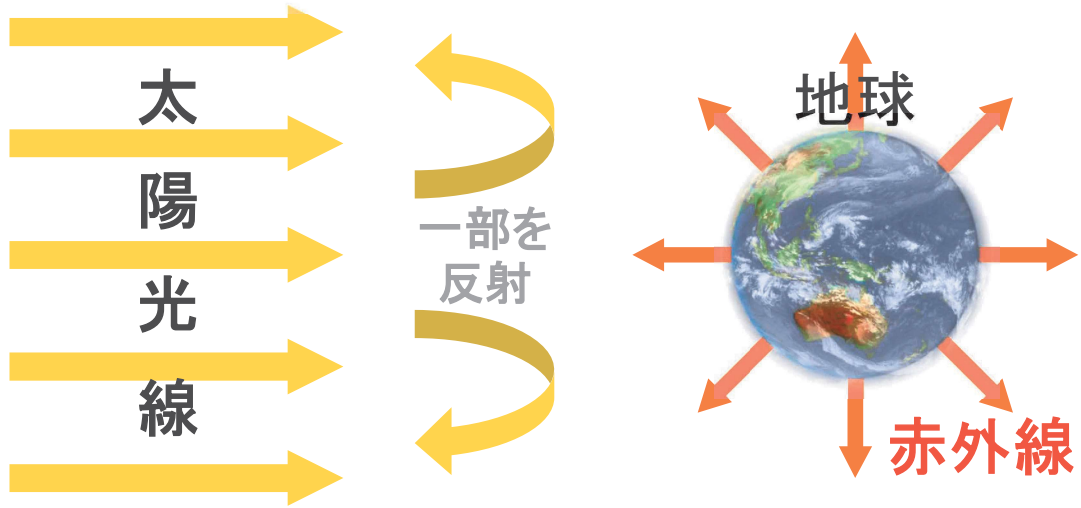
# 地球の気温はどう決まる？

太陽

太陽から受け取る正味の  
放射エネルギー

=

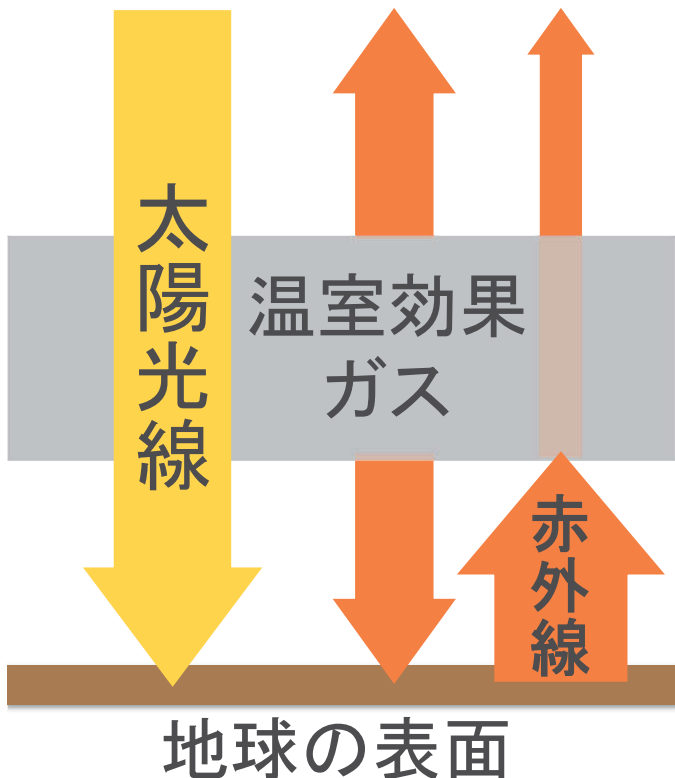
地球が放出する  
放射エネルギー



太陽から受け取る正味の放射エネルギーに見合うだけの放射エネルギーを放出するように、地球の温度が決まる

2

# 地球の気温はどう決まる？



温室効果ガスがなければ  
地球の温度は  $-18^{\circ}\text{C}$

温室効果ガスが地球から  
放出する赤外線の大半を  
吸収し、地球に放射し返す

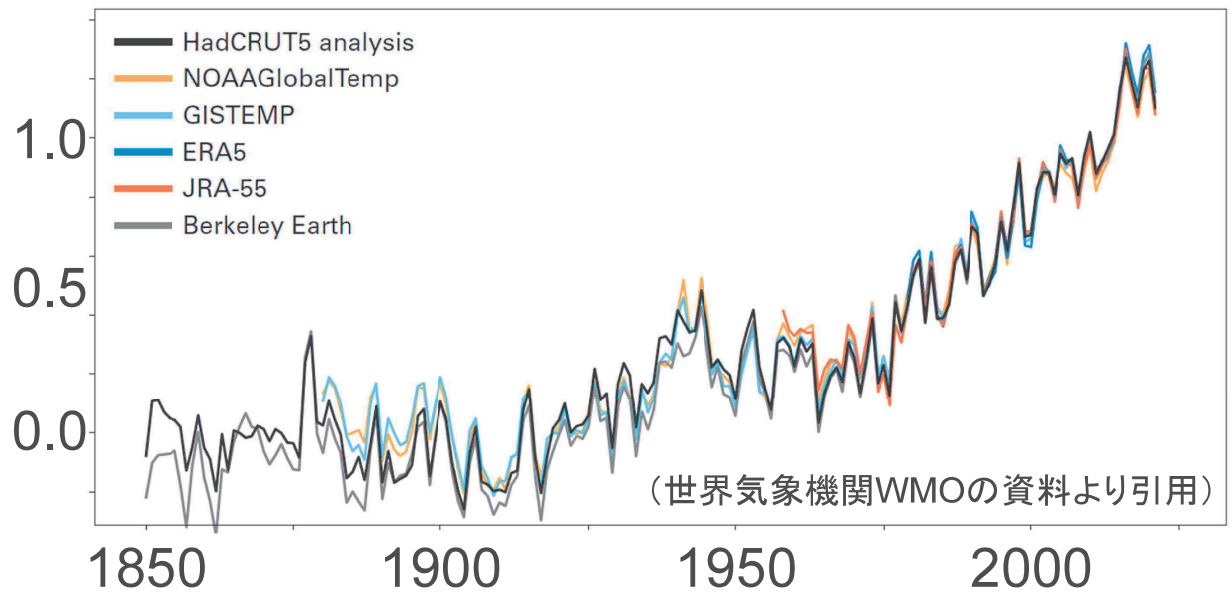
これにより、地球の温度は  
約  $15^{\circ}\text{C}$  に保たれている

3

# 地球の平均気温の変化

産業革命前(1850~1900年)の  
平均気温からの偏差(°C)

陸域と海上とを合わせた世界平均地上気温(年平均)



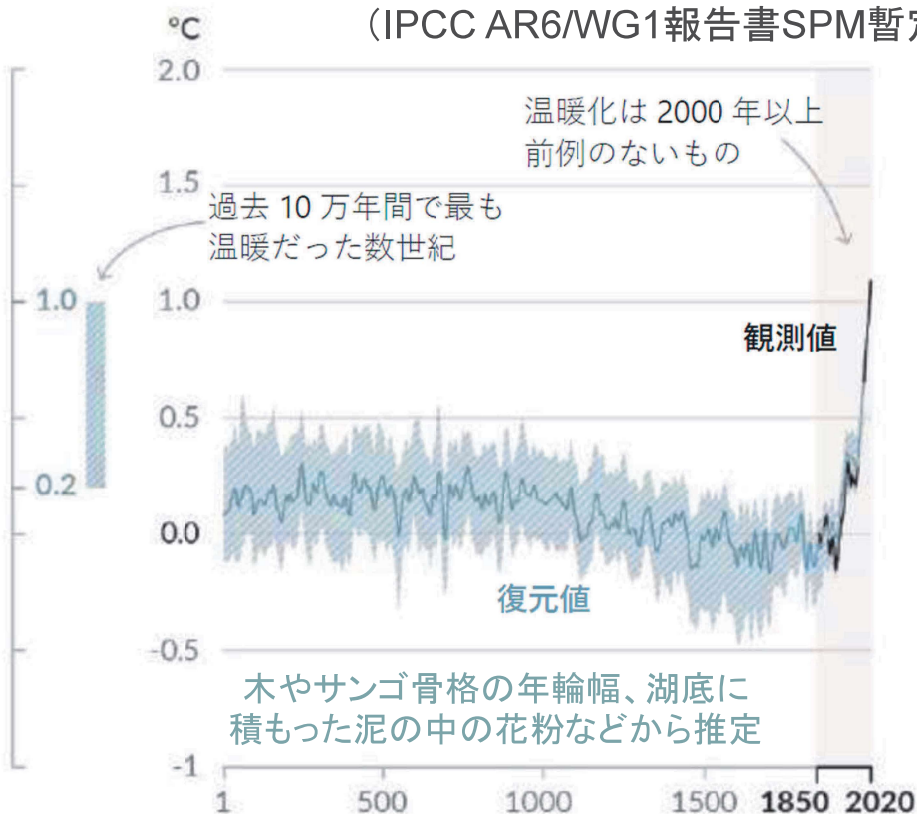
工業化前(19世紀後半)~現在(2010年代)までに  
地球の平均気温は約1.0°Cも上昇(~0.7°C/100年)

4

# 過去2000年間の気温変動

(IPCC AR6/WG1報告書SPM暫定訳より引用)

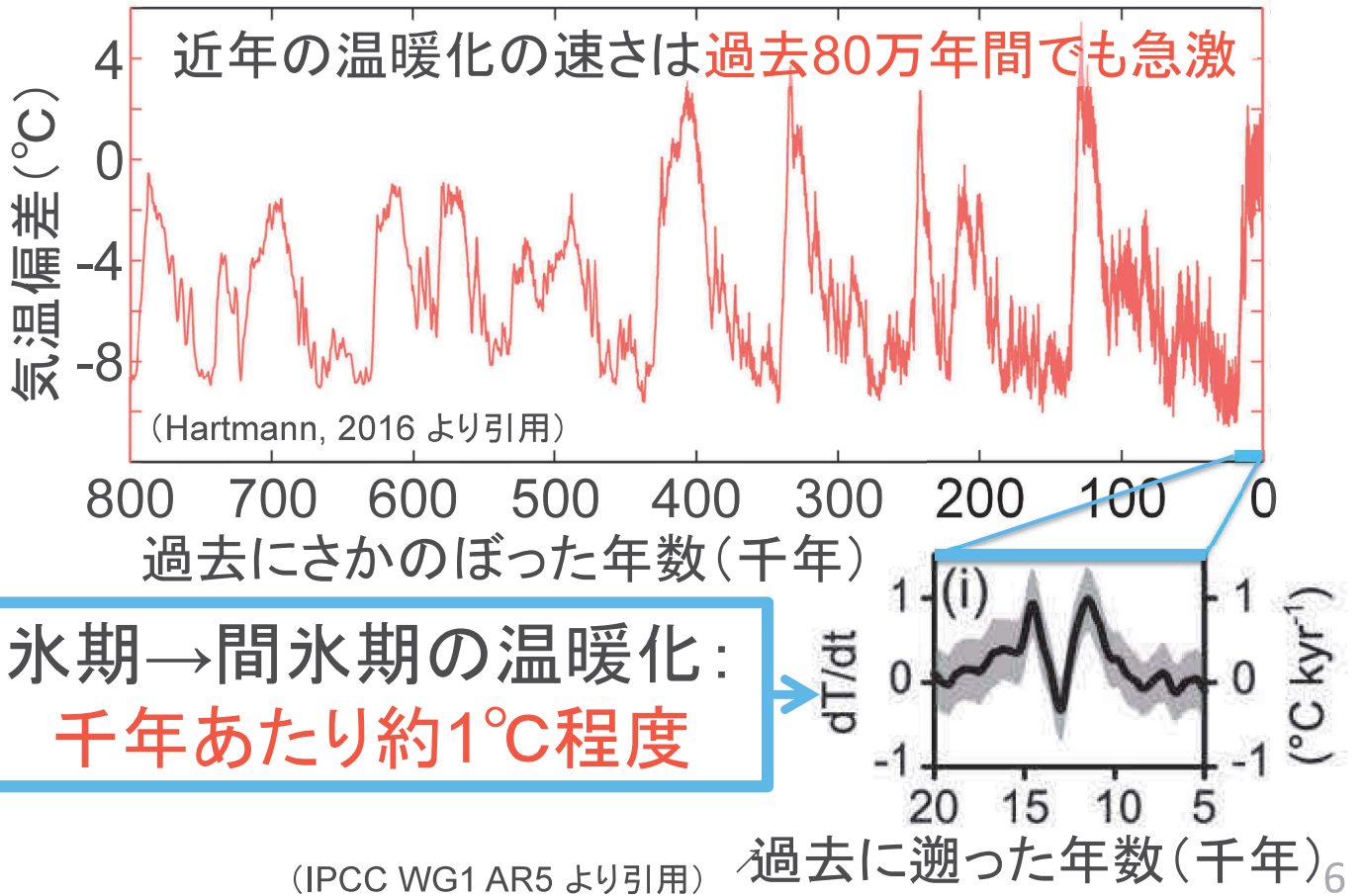
世界平均気温の長期変化  
(1850~1900年平均からの気温差[°C])



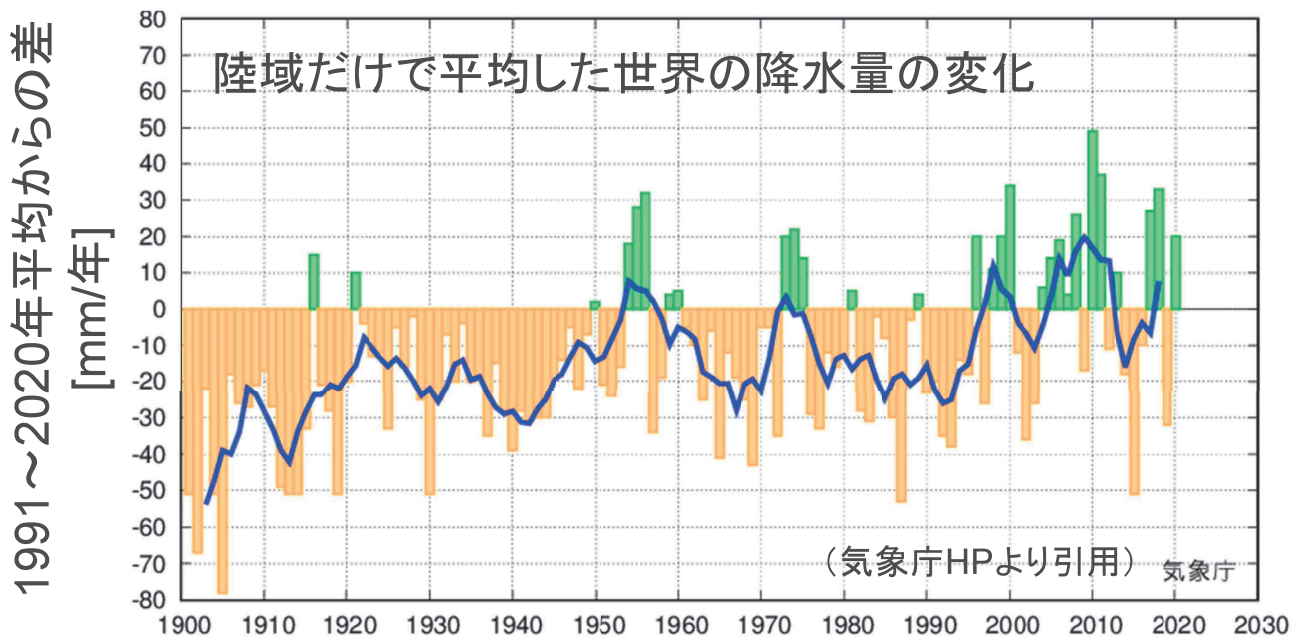
近年の温暖化の速さは2000年以上前例ないほど急激

5

# 過去80万年間の気温変動

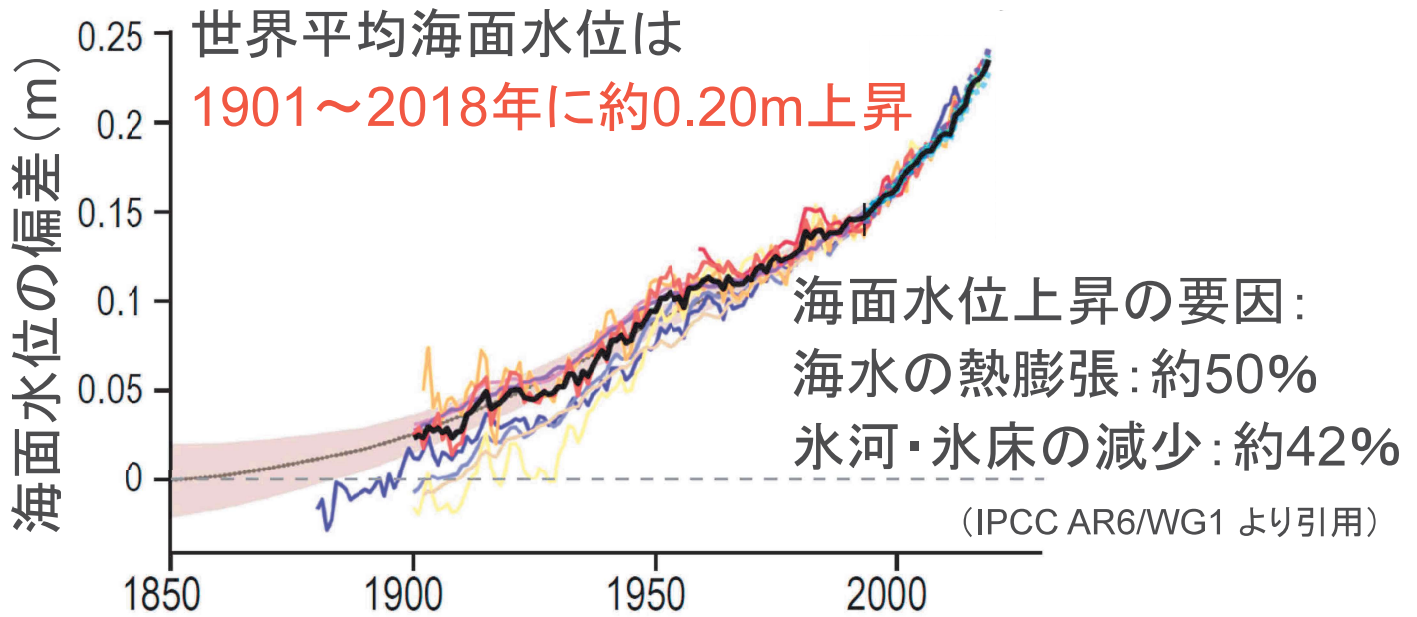


# 陸域の平均降水量の変化



- 陸域の平均降水量は1950年以降増加
- 1980年代以降はその速度が上昇  
(IPCC AR6/WG1 での見解)

# 他にも長期変化が見られる



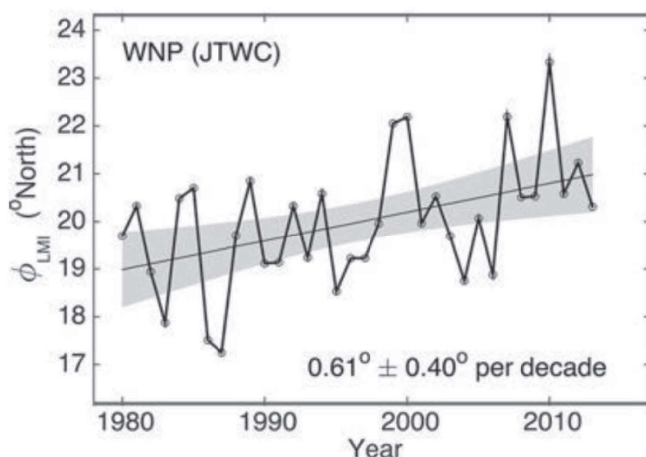
- 夏季(9月)北極海における海氷面積が減少
- 春季北半球における積雪面積も減少

...

8

## 極端な気象現象にも

- 強い熱帯低気圧 (CAT3~5) の発生割合は過去40年間で増加
- 北西太平洋の熱帯低気圧は、そのピークに達する緯度が北方に遷移



台風の強度が生涯中最大となる緯度 (北西太平洋域)

(「日本の気候変動2020」より引用)

※竜巻など、有意な変化が認められないものもある

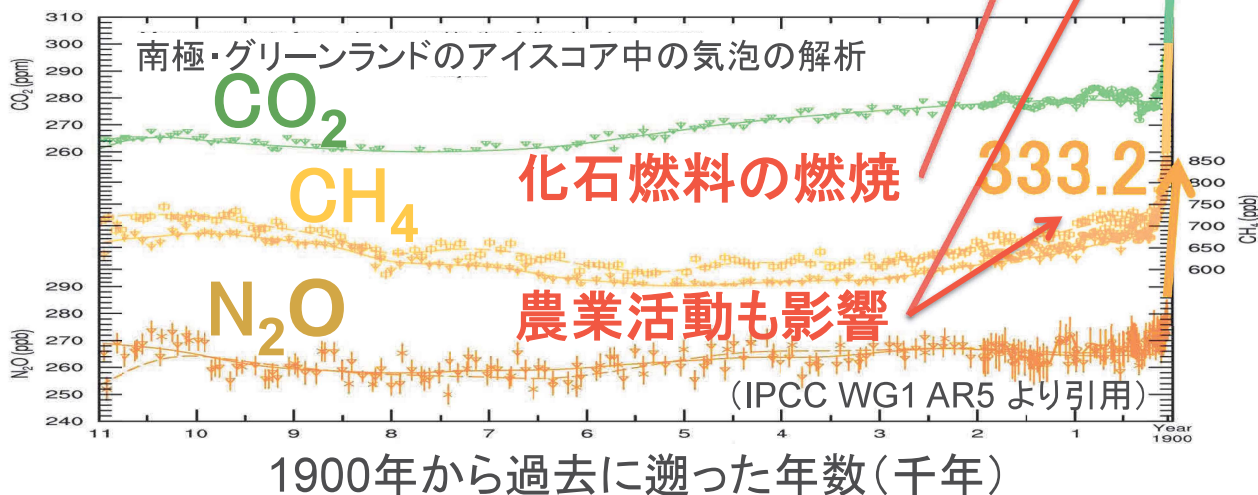
9



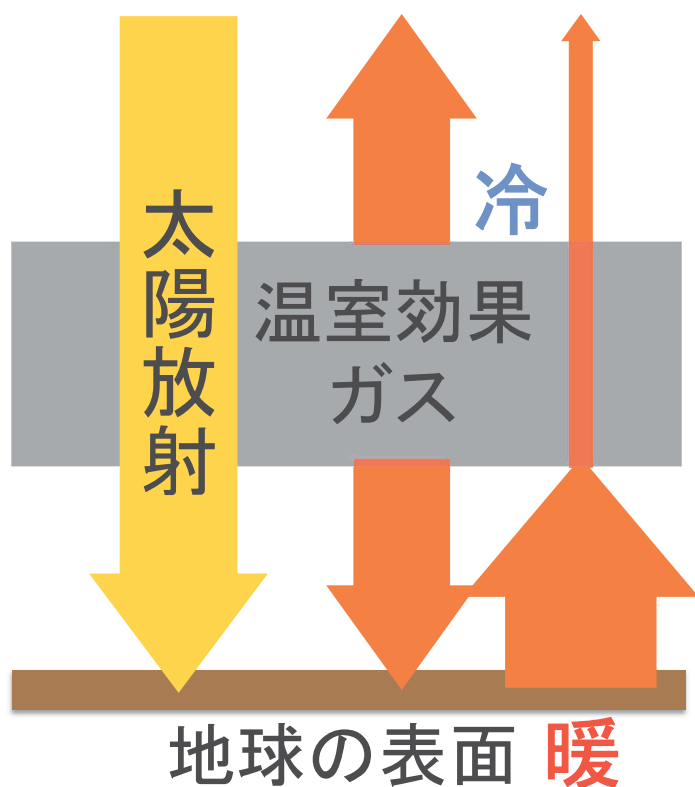
# 温室効果ガス濃度の長期変化

2020年の世界の平均濃度 **1889**

温室効果ガス濃度は  
近年急激に増加している！

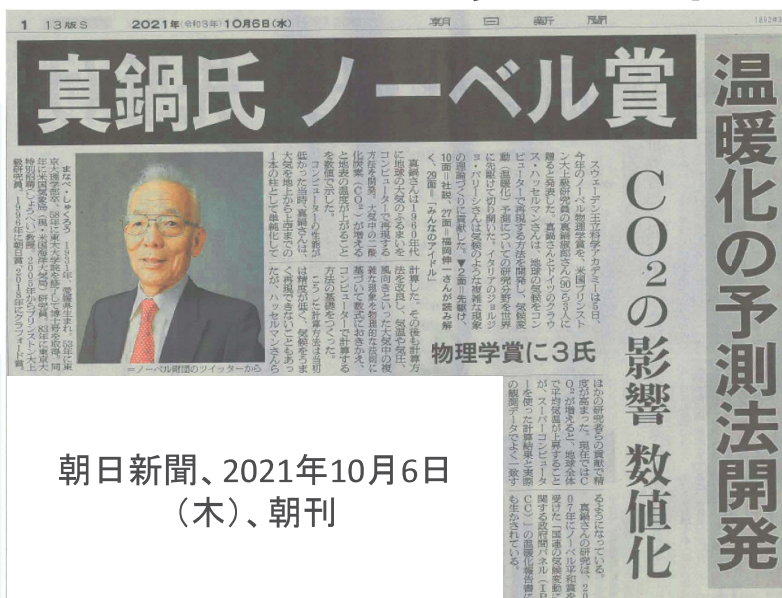
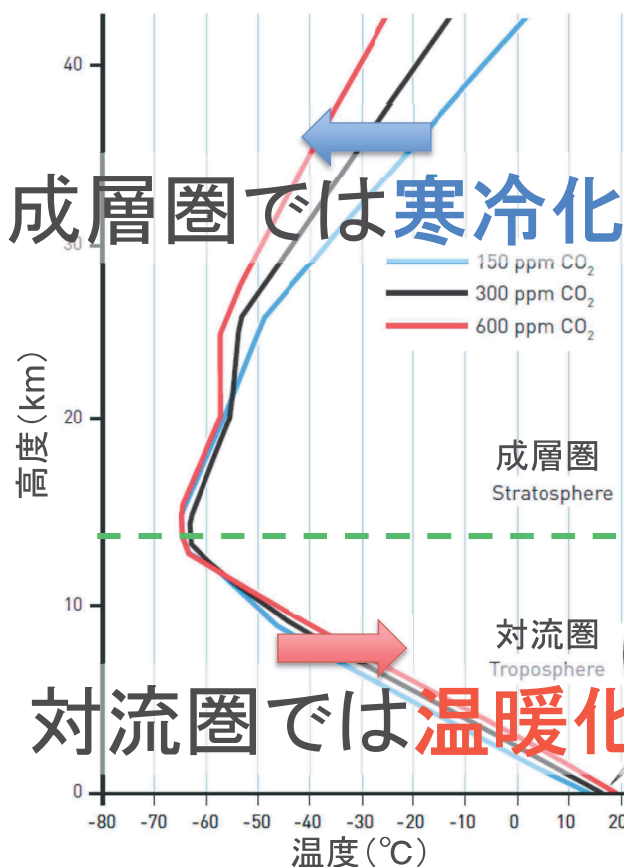


## 温室効果ガス増加の影響



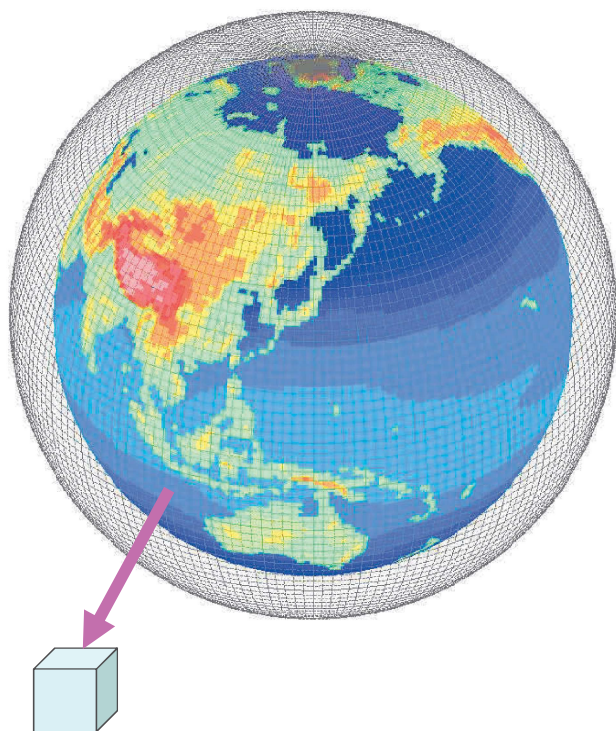
- 放射冷却の増大により  
下部成層圏は低温に
- 温室効果ガス増加により、**吸収される赤外線も再放出する赤外線も増加**
- 地上気温は**15°C以上**に

# 放射対流平衡モデルの計算結果



(Manabe & Wetherald, 1967, J. Atmos. Sci., 24, 241-259 を基にしたノーベル財団作成のグラフより引用、一部改変)

## 気候モデルとは？



コンピュータ上で地球の気候を再現(仮想的な地球)

大気や海洋の変化を支配している基本的な物理法則に基づく

大気、海洋、陸面を3次元の格子(数十～数百km)に区切って計算

格子よりも小さい規模の現象(雲、雨など)は半理論的・半経験的に表現

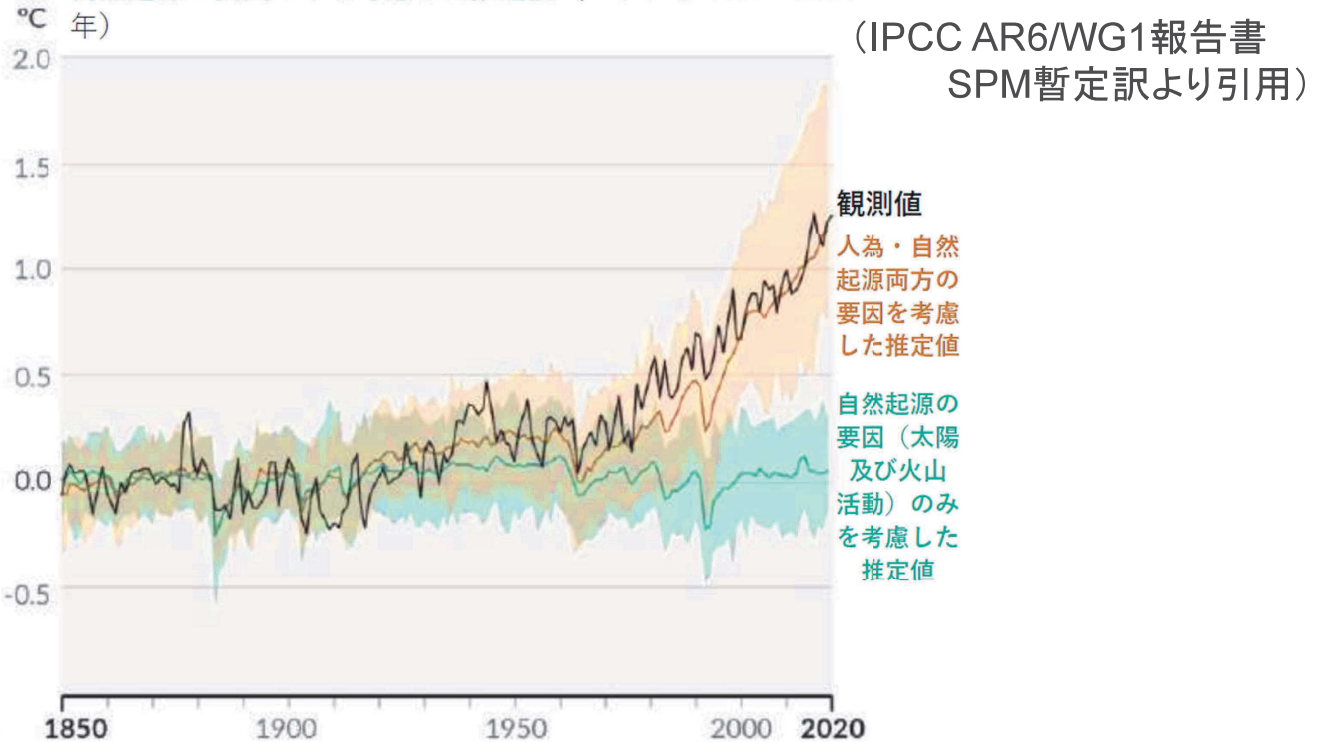
不確実性をもたらす原因



# 過去の気候再現実験

b) 世界平均気温（年平均）の変化

観測値並びに人為・自然起源両方の要因を考慮した推定値 及び  
自然起源の要因のみを考慮した推定値（いずれも 1850～2020

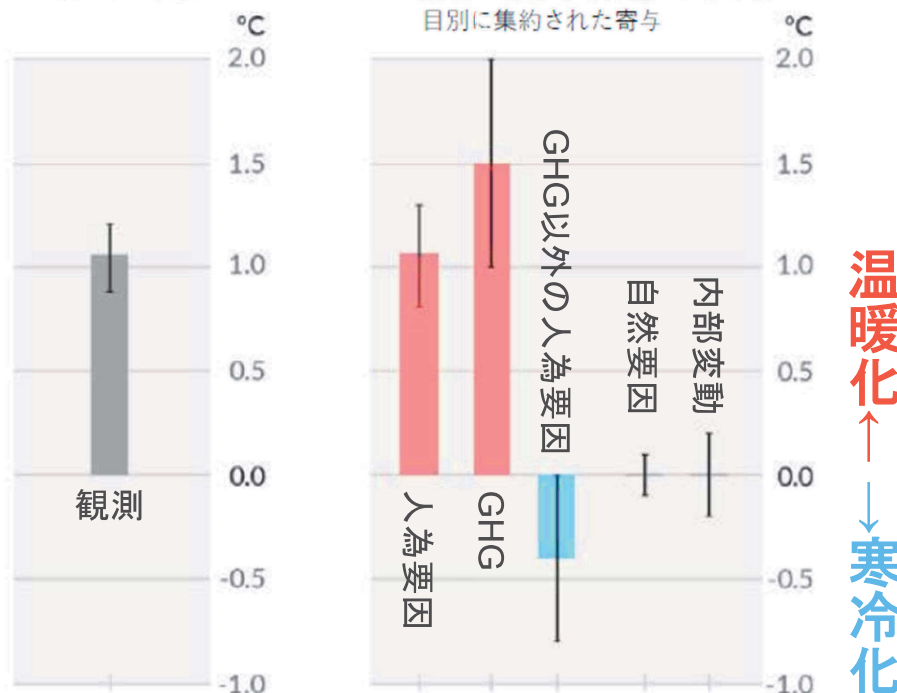


気候モデルは観測された気温変化をよく再現している 14

# 地上気温変化の要因分析

a) 1850～1900 年を基準とした 2010～2019 年に観測された昇温

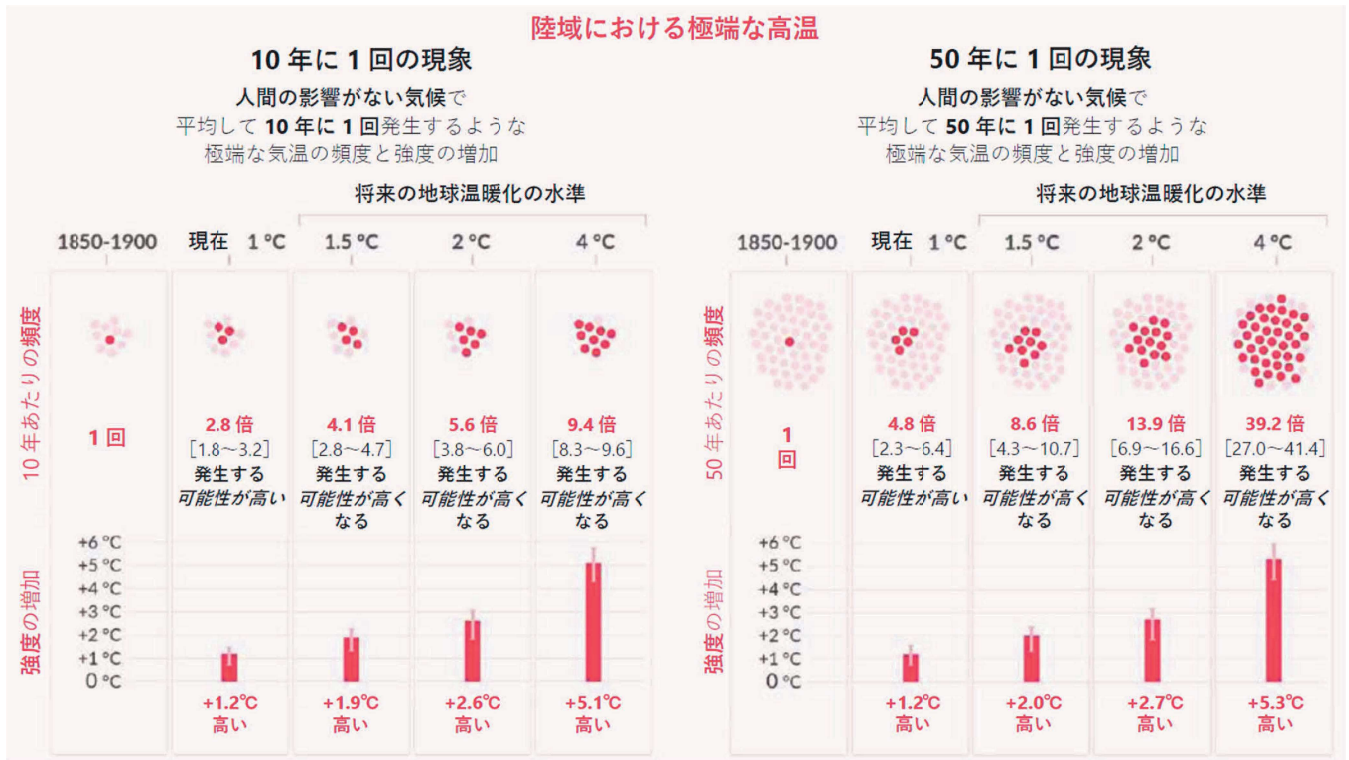
b) 要因特定の研究から評価された、(IPCC AR6/WG1報告書 SPM暫定訳より引用)  
1850～1900 年を基準とした 2010～2019 年の昇温における項目別に集約された寄与



人間の影響が大気・海洋および陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない

# 極端現象の将来予測

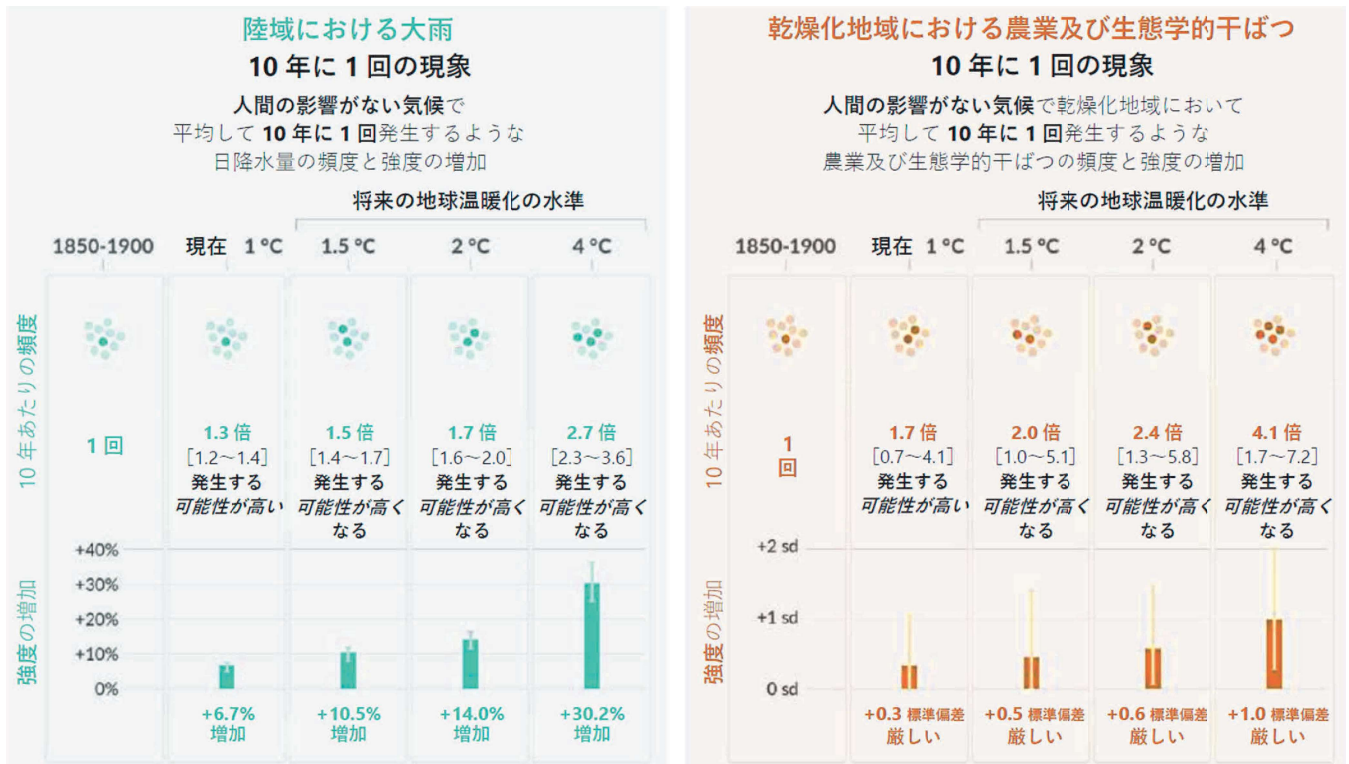
(IPCC AR6/WG1報告書SPM暫定訳より引用)



極端な気象現象の頻度と強度は、温暖化の進行とともに増加

# 極端現象の将来予測

(IPCC AR6/WG1報告書SPM暫定訳より引用)



極端な気象現象の頻度と強度は、温暖化の進行とともに増加

# AR6における主な評価

- ✓ 人間の影響が大気・海洋および陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。
- ✓ 大気・海洋・雪氷圏および生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている。
- ✓ 人為起源の気候変動は、世界中の全ての地域で、多くの気象および気候の極端現象に既に影響を及ぼしている。
- ✓ 向こう数十年間にCO<sub>2</sub>およびその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に、地球温暖化は1.5°Cおよび2°Cを越える。
- ✓ 気候システムの多くの変化は、地球温暖化の進行に直接関係して拡大する。