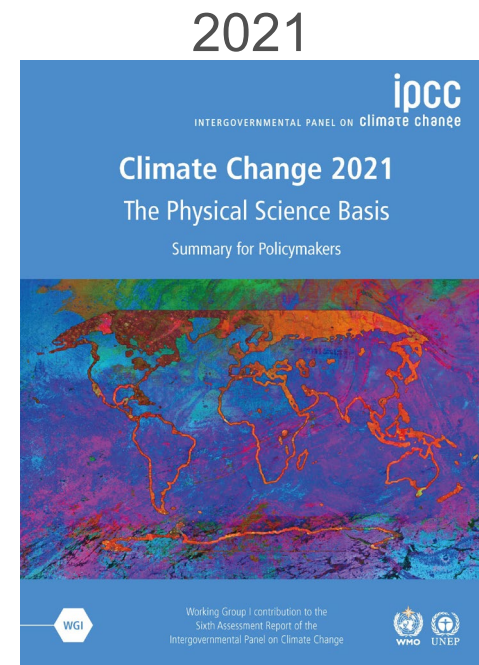


IPCC WGI 第6次評価報告書の概要



渡部雅浩
東京大学大気海洋研究所



AR6
6th Assessment Report
(第6次評価報告書)

本日のお話

□ IPCC WGI AR6について

□ IPCC AR6 政策決定者向け要約（Summary for Policymakers, SPM）から要点を紹介



いま気候はどうなっているか？



将来の気候はどうなってゆくか？



リスク評価・地域の適応のための気候情報は？



気候の変化を抑えるには？

□ 国内の取り組み

□ ポストAR6における課題

IPCC WGI の reputation

あくまで個人の
意見です

WGI AR6

- 執筆作業：2018～2021年
- 世界66カ国から集まった科学者 234名
- 日本からは10名（執筆者7、査読編集者3）
- 14000本以上の学術論文を精査（引用は主に2013年以降の論文）
- Regional Chapters (10-12)は特にWGII & IIIとの連携を重視（co-chairは毎回LAMにも参加）



～2017頃



WGIの役目はもう
終わったよな

あとはWGII & IIIに
任せればいいん
じゃない？

2021

やっぱり自然科学的
理解は重要だったな

真鍋さんのノーベル
物理学賞受賞理由も
そういうことだよな



WGI AR6で強調された点

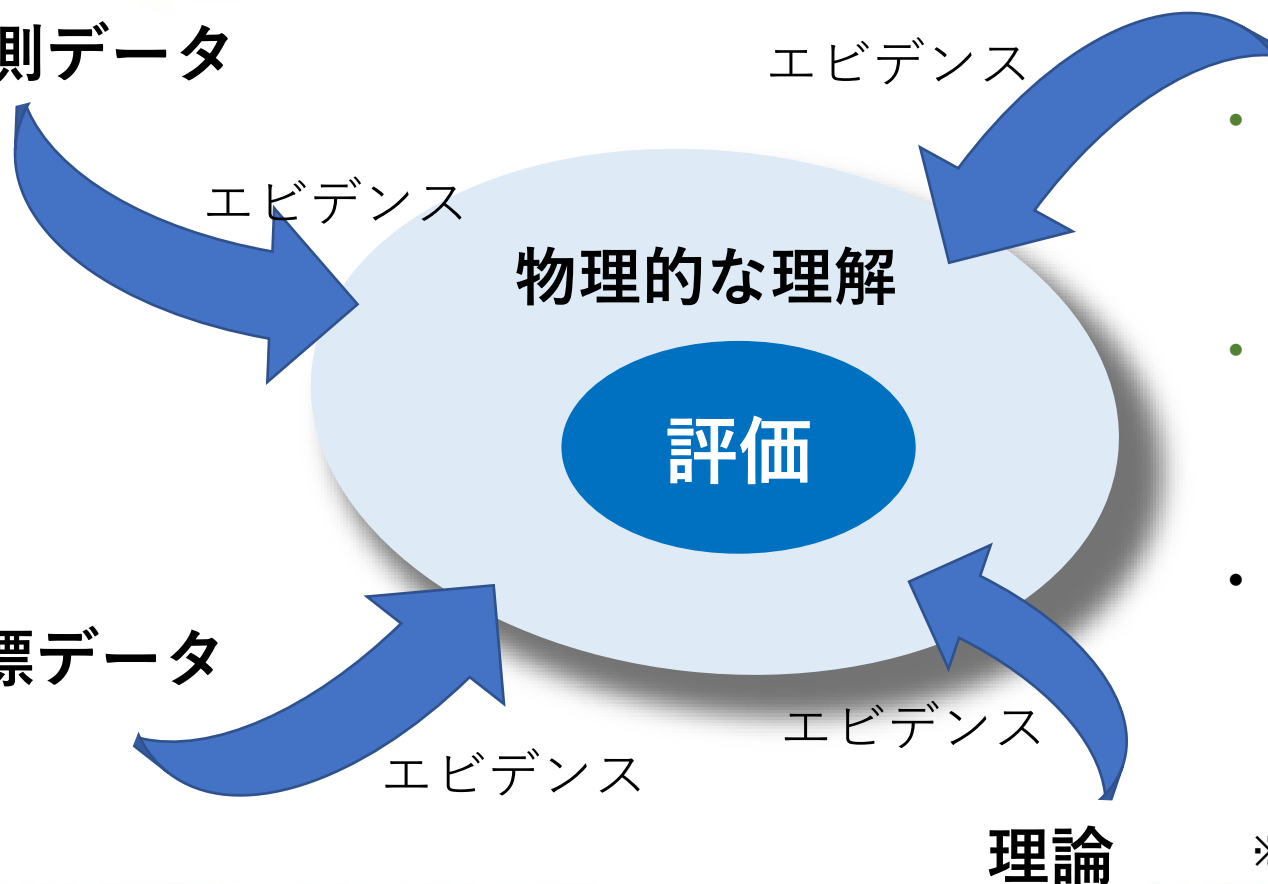


Multiple lines of evidence

20世紀以降の観測データ

- 地表温度
- 大気再解析データ
- 大気質観測データ
- 海洋観測データ
- 陸域観測データ
- 雪氷観測データ

古気候の代理指標データ



数値モデルによる シミュレーションデータ

- 気候モデル/地球システムモデルによる全球的变化
⇒ CMIP6



- 領域気候モデルによる地域的变化
⇒ CORDEX



- 簡易モデルによる全球指標（メトリック）の emulation

※ WCRP: 世界気候研究計画（WMO傘下）

AR5以降なにが分かったかーSPMからー



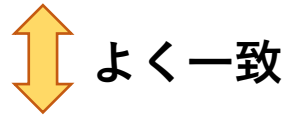
The Current State of the Climate

It is unequivocal that human influence has warmed the atmosphere, ocean and land. Widespread and rapid changes in the atmosphere, ocean, cryosphere and biosphere have occurred.

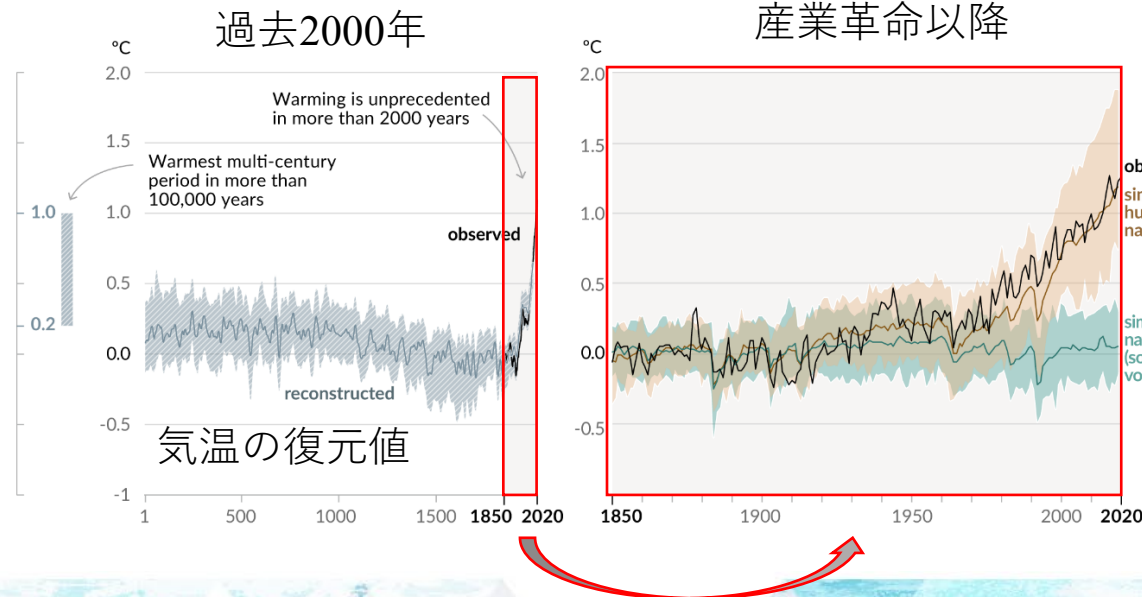
人間活動が気候システムの温暖化および広範で急速な気候変化をもたらしてきたことは疑う余地がない。

最近50年間に観測された気温上昇は、過去2000年間に見られたことのないスピードである

2010-2019年の全球表面気温は、1850-1900年に比べ**+1.06** [0.88-1.21]°C



積み上げによる正味の人間活動の寄与は**+1.07** [0.8-1.30]°C



前回は一
・温暖化していることは「疑う余地がない」
・人間活動の影響は「可能性が極めて高い」

AR5以降なにが分かったかーSPMからー



The Current State of the Climate

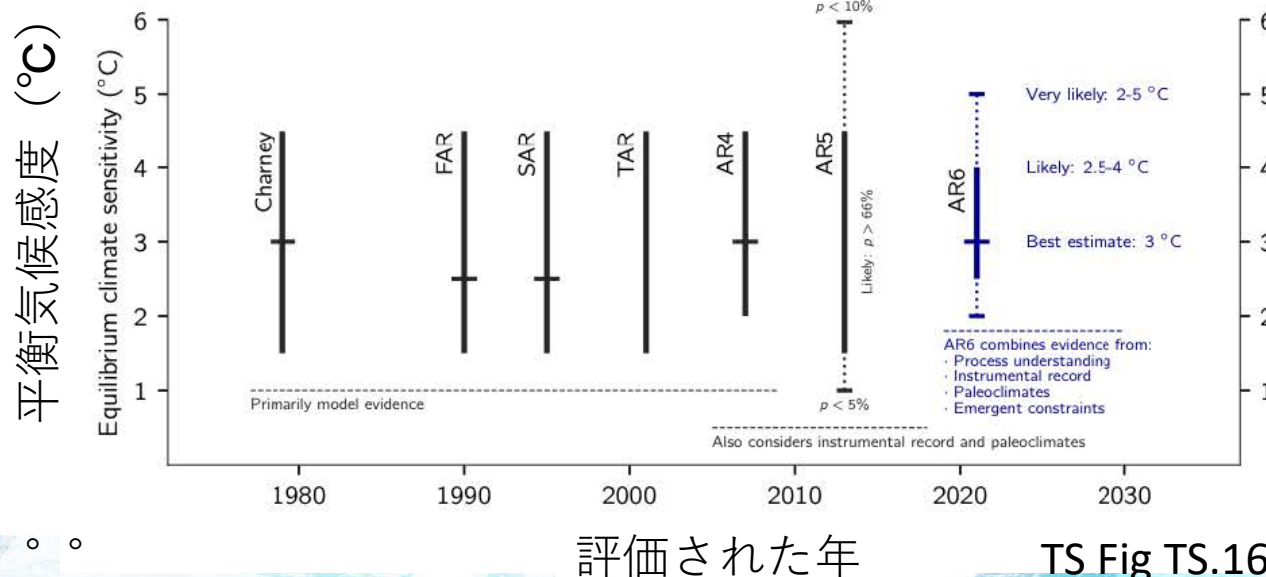
Improved knowledge of climate processes, paleoclimate evidence and the response of the climate system to increasing radiative forcing gives a best estimate of equilibrium climate sensitivity of 3°C with a narrower range compared to AR5.

気候プロセス、古気候、および放射強制に対する気候システムの応答に関する理解が進んだ結果、平衡気候感度の最良推定値は3°Cと評価され、その推定幅はAR5よりも狭まった。

気候感度の66%幅ー
 ・ AR5: 1.5~4.5°C
 ・ AR6: 2.5~4°C (半減)
 ⇒ TCREの推定も確実性を増した



最初期(1979)からAR6までの気候感度推定値



国際研究グループによる気候感度再評価(Sherwood et al. 2020 Rev Geophys)が重要な役割を果たした

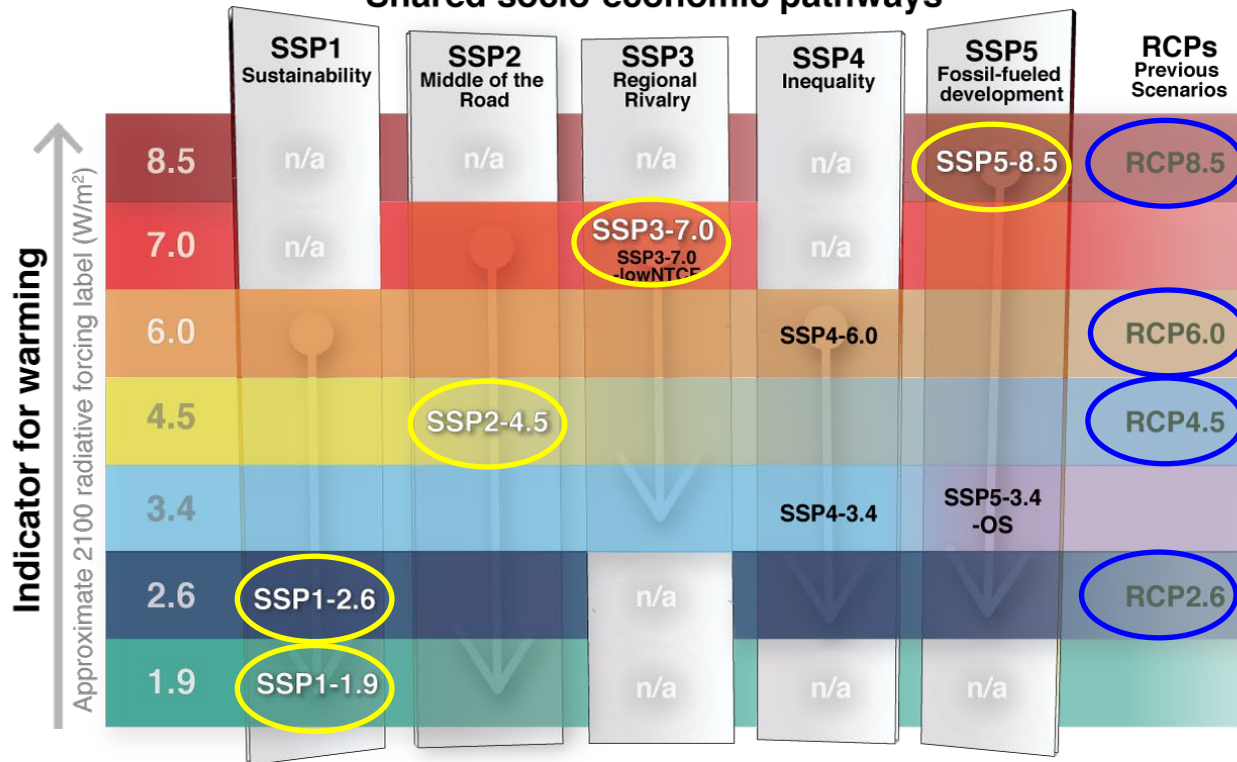


最初期の平衡気候感度推定は真鍋さんの気候モデルによるもの！そこから40年。。。

将来「予測」の排出シナリオ

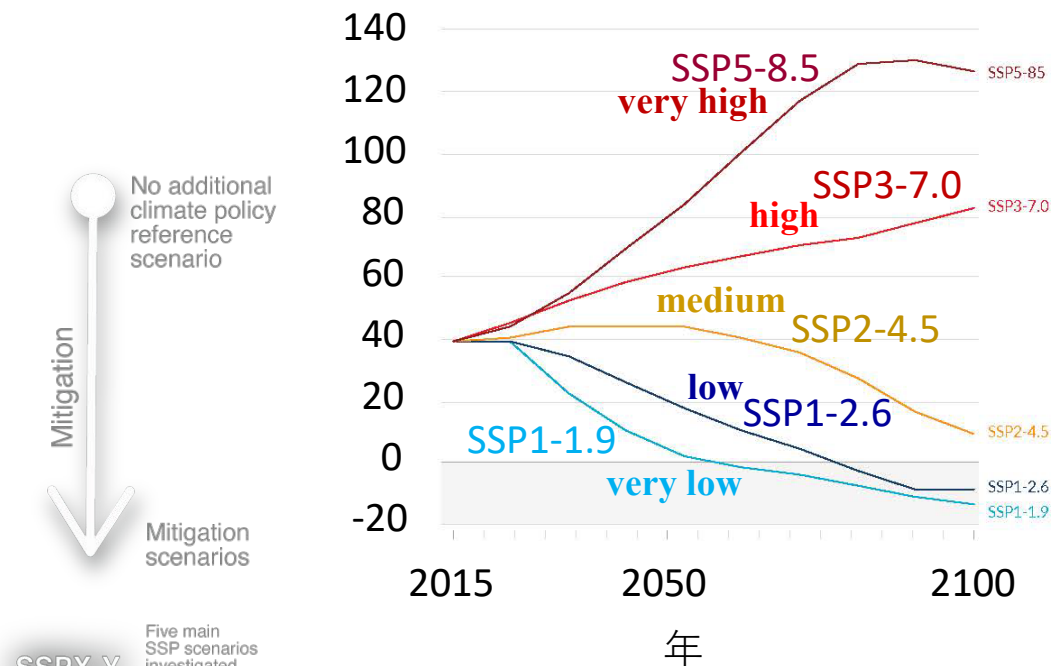
5つの社会経済シナリオ

Shared socio-economic pathways



Ch1 Box1.4 Fig 1

炭素排出量 (Gt CO₂ per year)



SPM Fig 4

- 2050カーボンニュートラル≡SSP1-1.9
- 中庸シナリオ = SSP2-4.5≡RCP4.5
- 最悪シナリオ = SSP5-8.5≡RCP8.5

AR5以降なにが分かったかーSPMからー

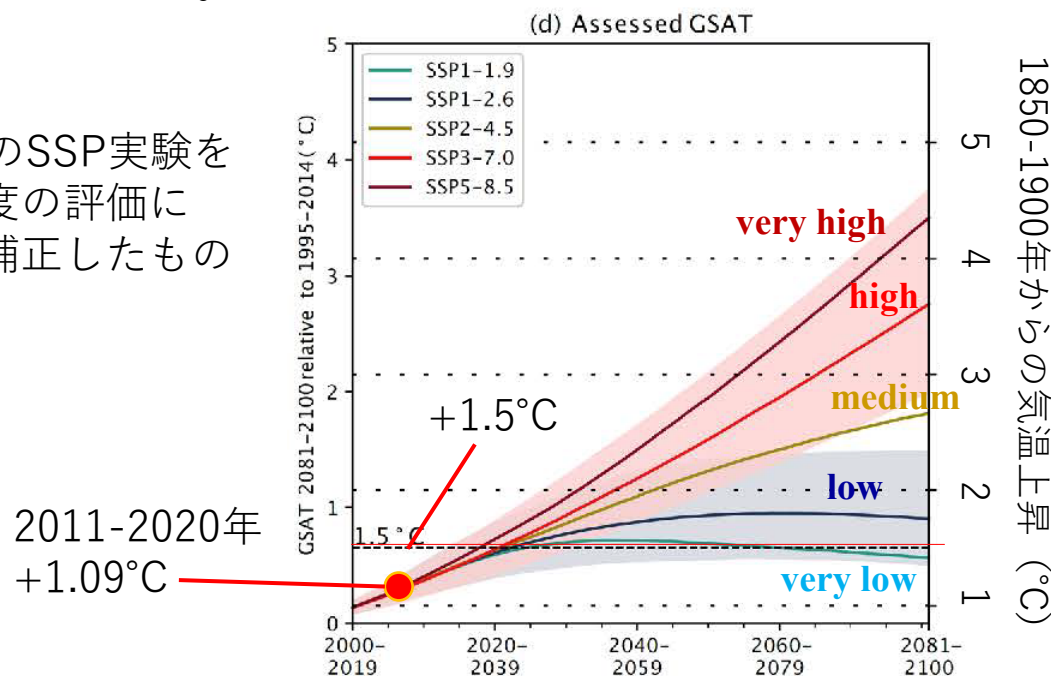


Our Possible Climate Futures

Global warming of 1.5°C and 2°C will be exceeded during the 21st century unless deep reductions in CO₂ and other greenhouse gas emissions occur in the coming decades.

今後数十年の間に温室効果ガス排出削減を強力に進めない限り、今世紀末までに温暖化レベルは+1.5°Cおよび+2°Cを越える。

CMIP6のSSP実験を
気候感度の評価に
基づき補正したもの



(discouraging)

すべてのシナリオで、今後20年（2021-2040年）に温暖化レベル+1.5°Cを越える可能性を指摘

(encouraging)

しかし、**最低位シナリオ**では、一時的に+1.5°Cを超えても、その後+1.5°C未満の状態に落ち着く
⇒ **カーボンニュートラルの必要性を確認**

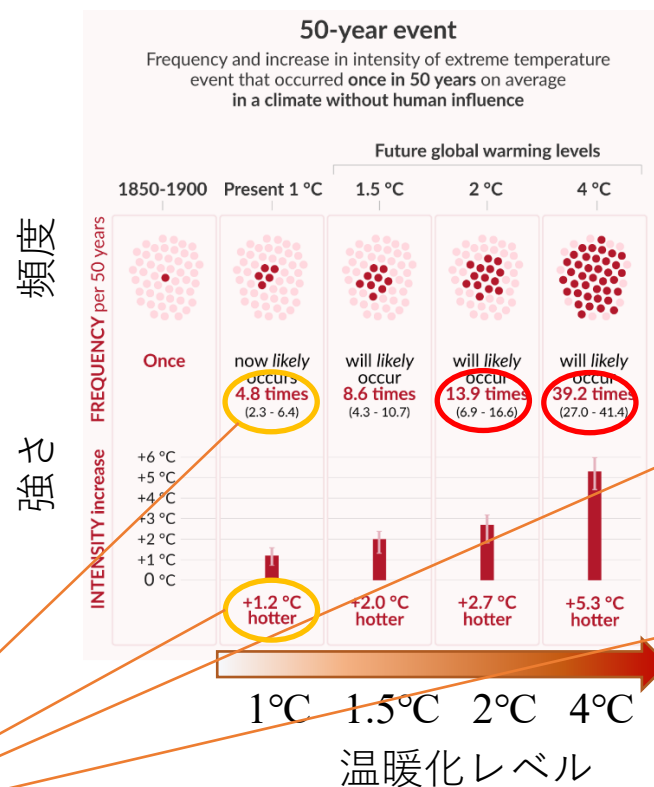
自然変動による増減は±0.25°C (90%範囲) があるので、近未来に特定の年が+1.5°Cを越えることはあり得る⇒それは温暖化レベルが+1.5°Cを超えたことを意味しない

AR5以降なにが分かったかーSPMからー

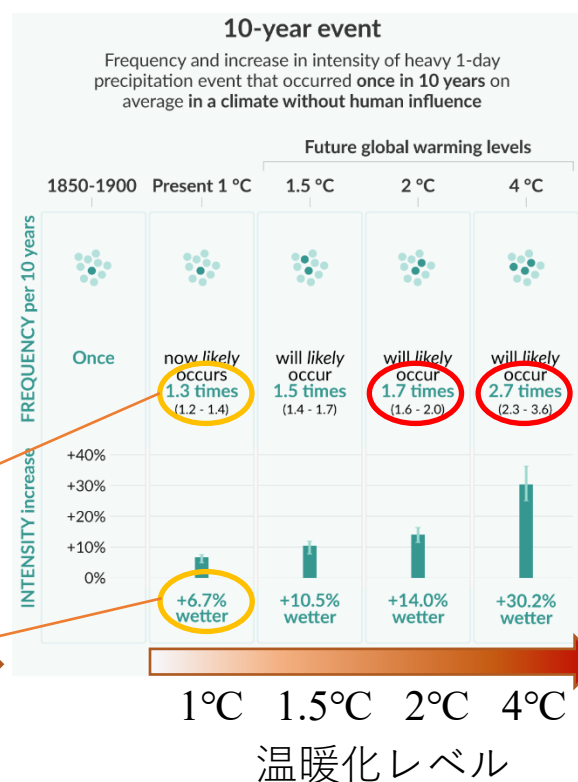


Our Possible Climate Futures

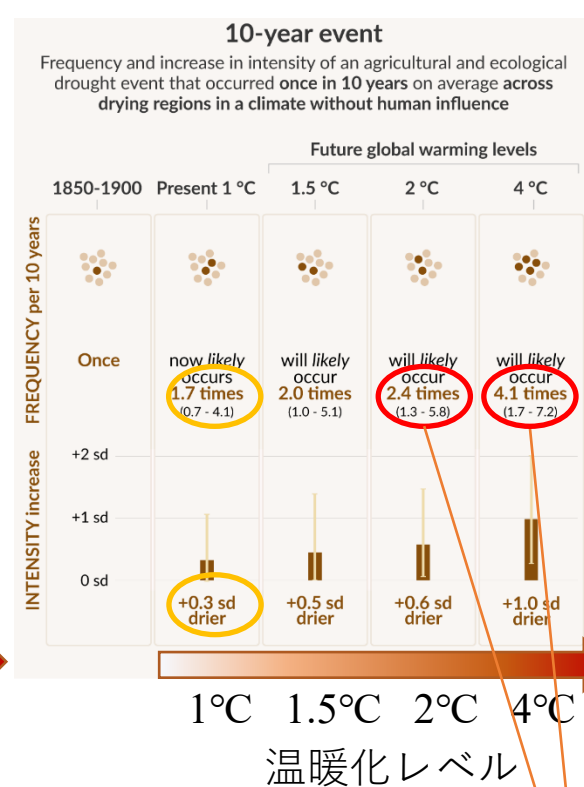
50年に一度の猛暑



10年に一度の豪雨



10年に一度の干ばつ (農業生態)



SPM Fig 6

人間活動の影響は、現在の温暖化レベルでも既に現れている

温暖化レベルに比例して、頻度・強度ともに大きくなる

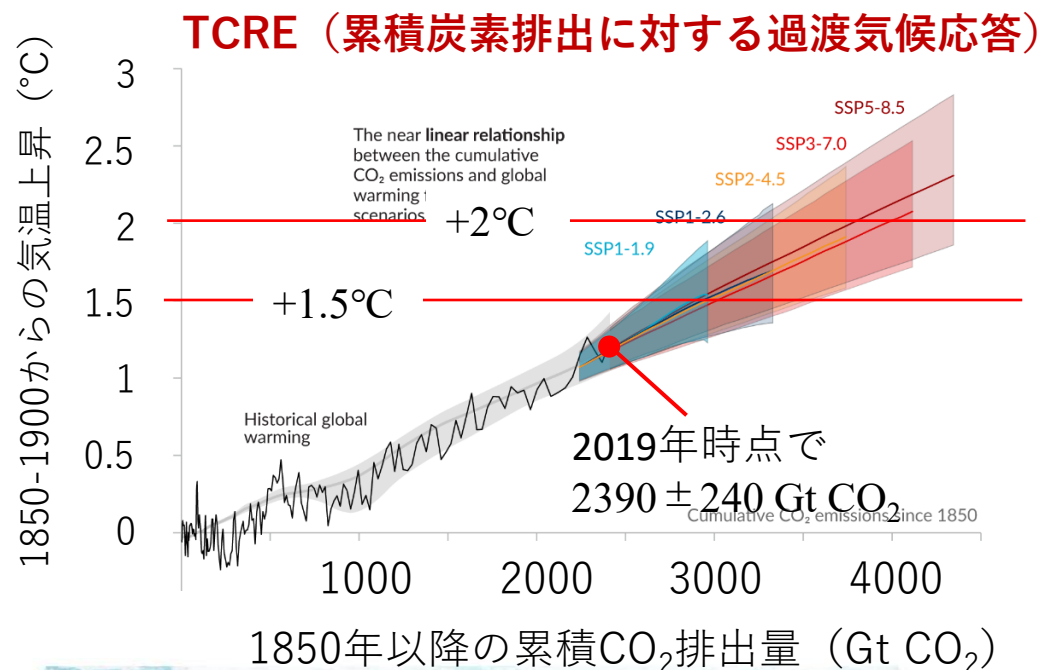
AR5以降なにが分かったかーSPMからー



Limiting Climate Change

Limiting human-induced global warming to a specific level requires limiting cumulative CO₂ emissions, reaching at least net zero CO₂ emissions, along with strong reductions in other greenhouse gas emissions.

自然科学的観点からは、人間活動が引き起こす温暖化をあるレベルでとどめるには、CO₂以外の温室効果ガスの排出を強力に減らすこととともに、CO₂ 累積排出量を止めることーすなわち正味でCO₂の排出をゼロにすることーが求められる。



温暖化レベルごとに許容される
排出量 (シナリオによらない)

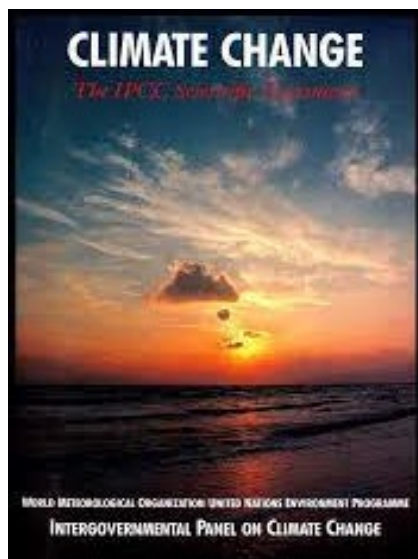
温暖化 レベル	剰余炭素予算(Gt CO ₂)
1.5°C	500** [300-900]
2°C	1350 [900-2300]

** SR1.5では580 Gt CO₂

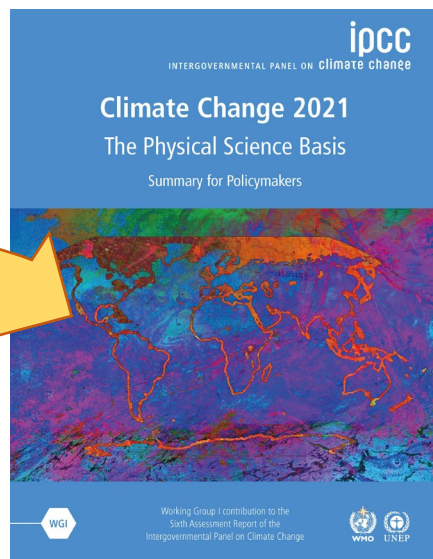
IPCC WGI AR6 —我々はどこまできたか—

この30年で、気候変化をより理解したか？ — YES !!

最初のIPCCレポート(1990)



最新IPCCレポート(2021)



- 人間活動により温暖化が進行していることを初めて断言
- 現在の気候変化 (+1.1°C) から将来の変化 (+1.5, 2.0, 4.0°C) を「温暖化レベル」で整理、極端気象に対する人間活動の影響など確信度が高まった
- 残余カーボンバジェットの推定を更新、カーボンニュートラルに向けて科学的根拠を強化した

レポート(原文)はすべて以下から取得可能
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

SPM日本語訳暫定版は以下にあります
<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/index.html#SPM>

国内の取り組み

日本の気候変動2020 一大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書一

うれしい点：

- 国内地域ごとの気候・気象の変化が分かりやすくまとめられている
- 熱波や大雨の指標も国内でよくつかわれるものを用いている

ざんねんな点：

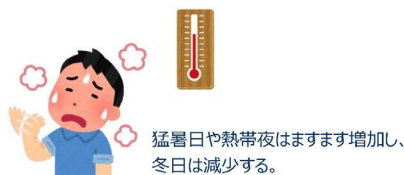
- AR6以前にまとめたため、AR5時のシミュレーション（RCPシナリオ）をベースにしている
- 1.5°C温暖化時の評価もない
⇒ 次回報告書で更新予定

将来予測まとめ

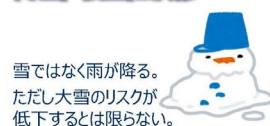
21世紀末の日本は、20世紀末と比べ...

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



降雪・積雪は減少

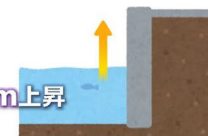


日降水量の年最大値は
約12% (約15 mm) / 約27% (約33 mm) 増加
50 mm/h以上の雨の頻度は 約1.6倍/約2.3倍に増加



強い台風の割合が増加
台風に伴う雨と風は強まる

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面面積は
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。

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



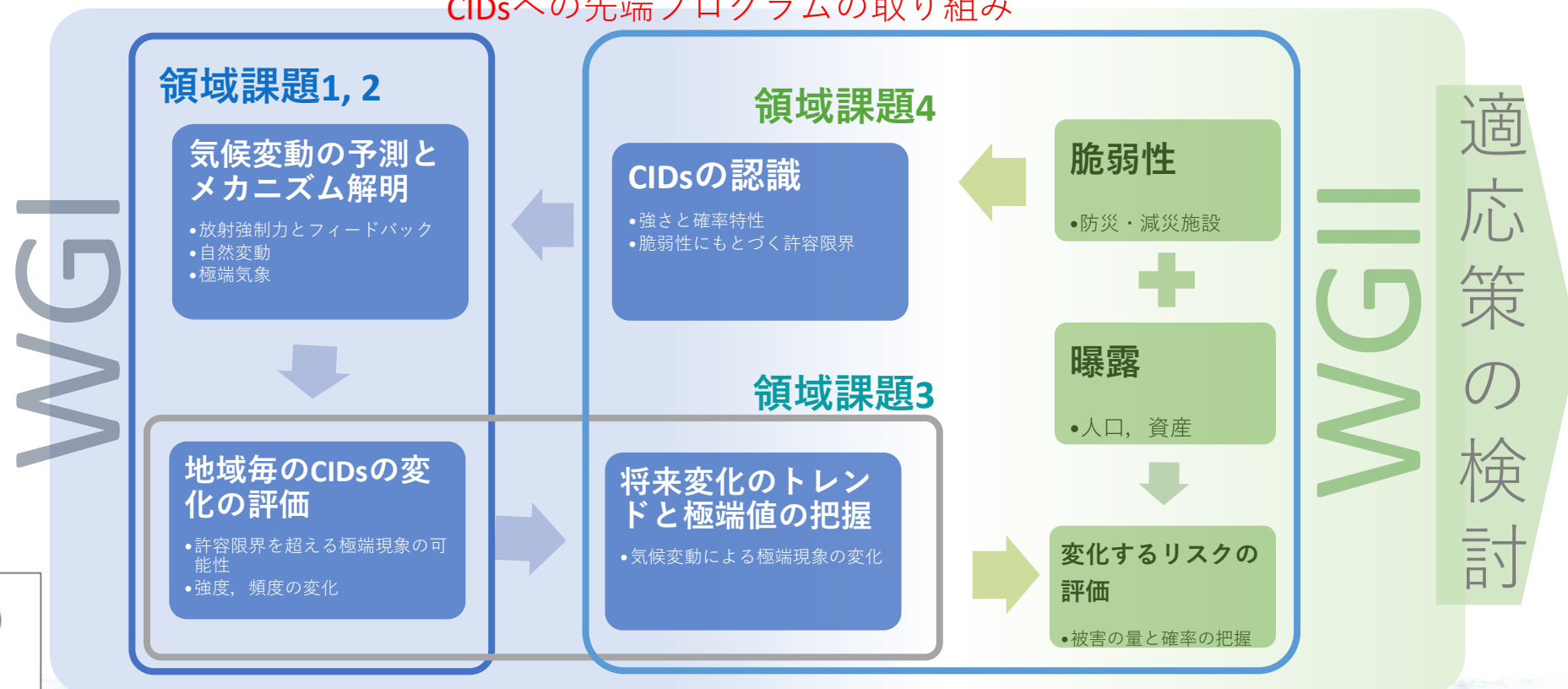
※ この資料において「将来予測」は、特段の説明がない限り、日本全国について、21世紀末時点の予測を20世紀末又は現在と比較したもの。

ポストAR6 ー何が課題かー

WGI的課題

- 日本域のClimatic Impact Drivers (CIDs)の予測と評価

CIDsへの先端プログラムの取り組み



日本の主なCIDs



気温
熱波



降雨
干ばつ



降雪



風



海岸
沿岸域

ポストAR6 ー何が課題かー

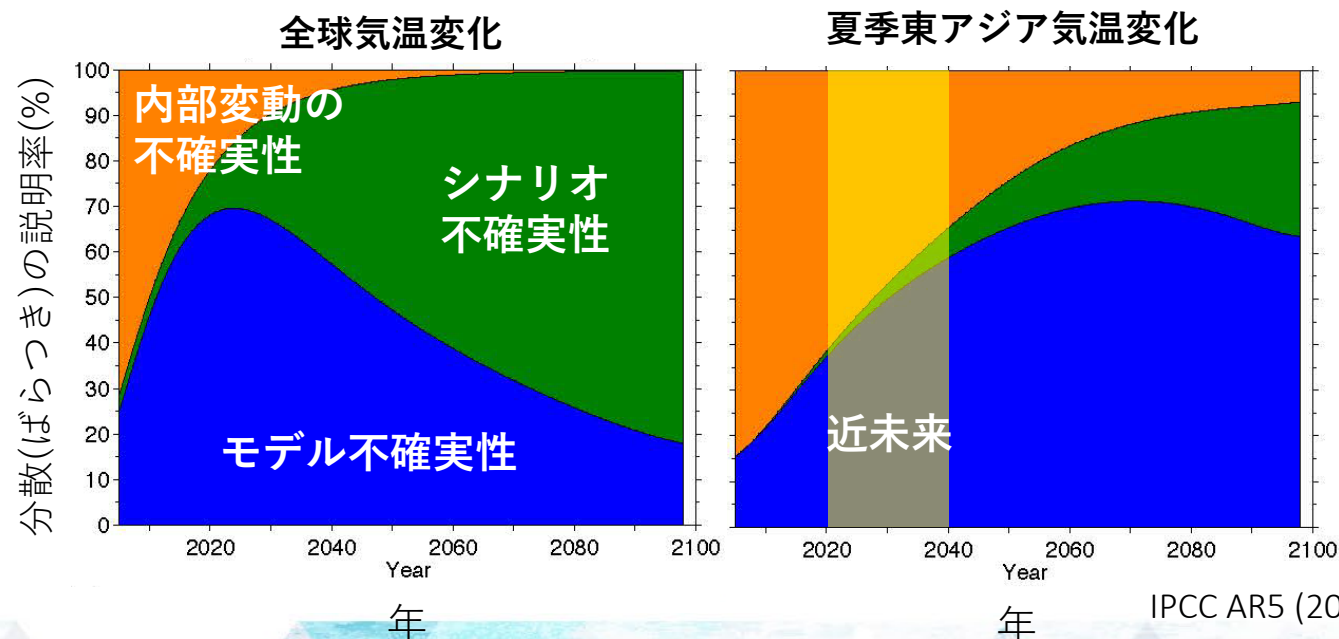
WGI的課題

- カーボンニュートラルの時間スケール（～30年）における「予測」の精度は十分か？ 精度向上は必要？

国際研究コミュニティの動き



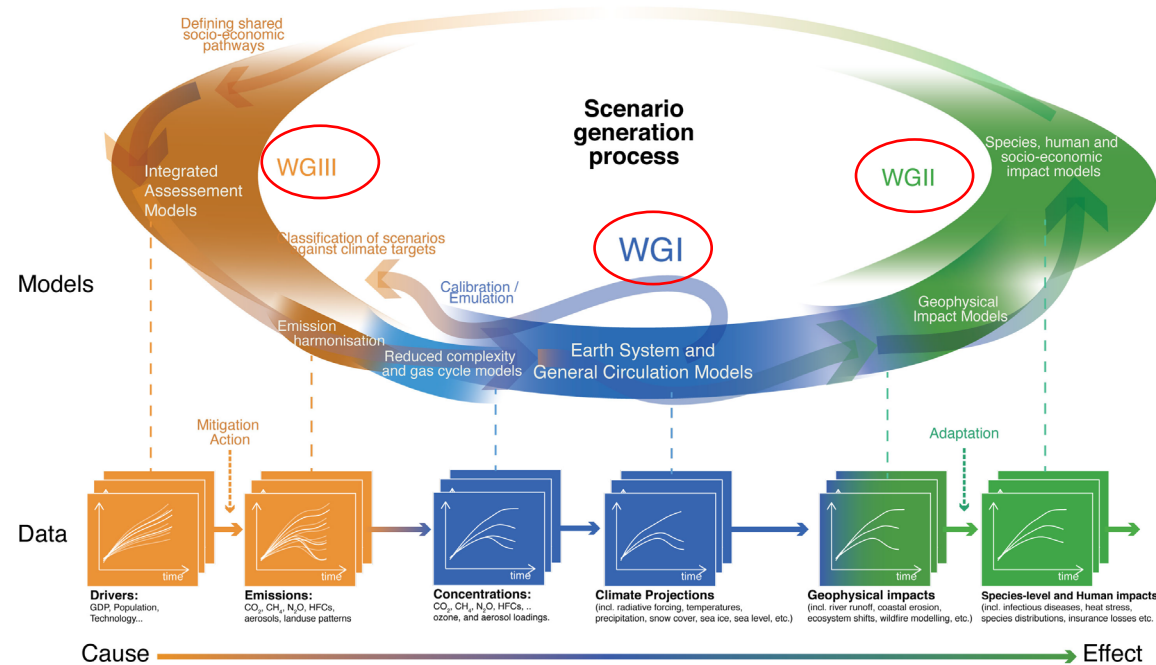
- この時間スケールでは、
内部変動の不確実性 > モデル不確実性 > シナリオ不確実性
⇒ モデルの高度化と初期値化による内部変動不確実性の低減が鍵



ポストAR6 ー何が課題かー

全WGの課題

- WG間でどこまで連携がとれ、統合的な評価が行えたのか？ ⇒ 統合報告書で明らかに
- 社会経済シナリオ（WGIII）⇒ 予測（WGI）⇒ 影響評価・適応（WGII）の流れをより双方向的に？



WG間の連携は一方方向？

Ch1 Fig 1.27

ポストAR6 ー何が課題かー

WGI的課題

- 日本域のClimatic Impact Drivers (CIDs)の予測と評価
- カーボンニュートラルの時間スケール（～30年）における「予測」の精度は十分か？ 精度向上は必要？
- AR6でも確信度が低かったティッピングエレメントなどの科学的理解
- 「温暖化レベル」をどこまで使ってよいか？ GHG排出履歴や不可逆的プロセスに依存する可能性は？

全WGの課題

- WG間でどこまで連携がとれ、統合的な評価が行えたのか？ ⇒ 統合報告書で明らかに
- 社会経済シナリオ (WGIII) ⇒ 予測 (WGI) ⇒ 影響評価・適応 (WGII) の流れをより双方向的に？
- Climate change commitment (緩和の効果は～20年経って顕在化する) ⇒ 社会はどう捉えるか？

AR7 (2029?) へのロードマップ

- 近未来気候変動 (1.5°C温暖化含む) のより確実な理解と予測
- 地域のCIDsや複合事象に関するより確実な予測と影響評価
- カーボンニュートラルのより確実な見通し (実現可能性)