

# 気象研究所による地球温暖化予測等の気候データ

保坂征宏

気象研究所 気候・環境研究部

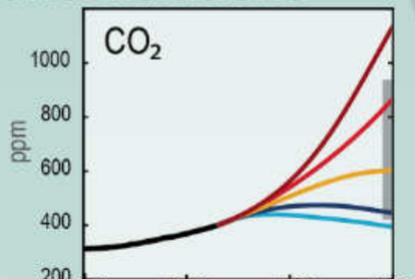
---

- はじめに：地球温暖化
- 気象研の取り組み（1）：緩和策 / 気候モデルによる CMIP 参加
- 気象研の取り組み（2）：適応策 / 高解像度モデルによる予測
- ビッグデータとの対応
- まとめと今後の方向性

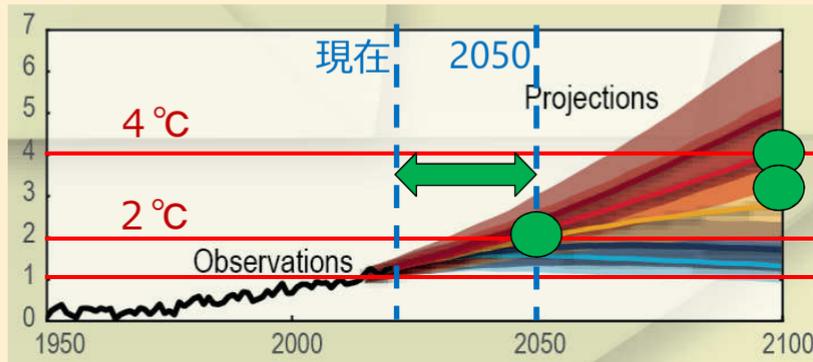
# 地球温暖化

- 人間活動の影響による地球温暖化は進行しつつあり、さまざまな変化を引き起こしている可能性
- 主な原因である温室効果気体排出を減らす等、地球温暖化を抑制するための国際的な努力
- 地球温暖化対策として、気象現象の予測情報（特に緑部分）が必要

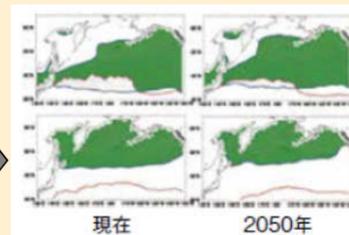
## Concentrations (AR6)



1950 2020 2100  
温室効果気体濃度の変化。  
色は「シナリオ」。従来通りなら赤、非常に努力すれば青。



全球平均地上気温の変化 (AR6)



## 漁業影響

サケの3, 8月の分布

気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト（農林水産省, 2016）



異常気象現象の増加



災害の増加



農作物への影響

※影響のうちどこまでが地球温暖化によるものなのかは、EA 等で調査中。

# 地球温暖化に関する動き

UNFCCC: 国連気候変動枠組条約

COP: 同、締結国会議

IPCC: 気候変動に関する政府間パネル

CMIP: 結合モデル相互比較プロジェクト

## 科学者が警鐘 国際的な動き

CO2 倍増で約  
3±1.5°C上昇  
の見積もり

フィラハ会議

チャーニーレポート

採択は92

UNFCCC発効

COP1  
ベルリン

先進国の削減目標策定

COP3  
京都議定書

すべての国による取り組み  
2°C目標、1.5°C努力

COP21  
パリ協定

67 79 85 88 90 94 95 97 01 07 13 15 21

真鍋教授ら

第1次

第2次

第3次

第4次

第5次

第6次

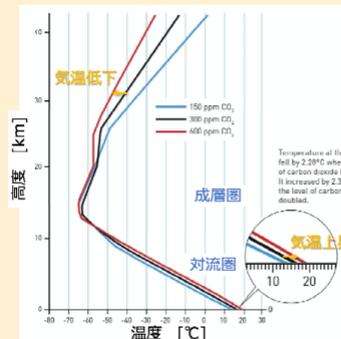
IPCC設立  
第1回会合

IPCC: その時点での科学的知見の集積である  
統合評価報告書を定期的に発行

CMIP: 各 IPCC 報告書に先駆けて実施

日本版 IPCC レポートといえる地球温暖化予測にかかわる情報は定期的に作成されている。

例: 「日本の気候変動2020」(気象庁、文科省)  
「気候変動影響評価報告書」(環境省)



The Royal Swedish Academy of Sciences SwenskAkademi

CO2 倍増で約2.4°C上昇の見積もり



# 気象予測の不確実性要因

将来予測には不確実性要因があり、  
確定的なことは言えない。

種類	説明	対応
シナリオ	人為起源の温室効果 気体の排出等が不確定	CMIP[*1] 等が複数のシナリオを作成し、それらのもとで予測 計算を実施する。
内部変動	気候系には様々な時間 空間規模の変動がある。 それらがどう表れるかが不 確定	類似設定で多数の計算をする。(1) 平均をとることで内 部変動(ノイズ)を消し、地球温暖化シグナルを取り出す ことが可能。(2) 頻度分布や最大・最小等を見ることで、 起こりえる幅・極端事例等の検出、等が可能。
モデル	モデルが不完全	複数のモデルの結果を集める[*2]。(1) 平均をとることで、 信頼度の高い推定が可能[*3]。(2) 起こりえる幅の推 定が可能になる。(もちろんモデル改良努力は必須。)

いずれも「シミュレーションの数を増やす」ことで、ある程度の対応が可能

[\*1] CMIP:結合モデル相互比較プロジェクト (Coupled Model Intercomparison Project)

[\*2] 気象研の高解像度モデルの取り組みでは、モデルは単一だが、CMIP 複数モデルの結果をもとにした境界条件  
として与えることで対応。

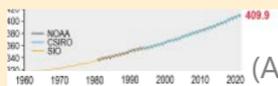
[\*3] モデル平均は経験的に、過去再現性能などの観点で、非常に性能がよいことが知られている。

# 気象研の取り組み：気候モデル研究とCMIP・IPCC等への貢献

DIAS: データ統合解析システム (Data Integration and Analysis System) JAMSTEC、東京大学

**CMIP** (結合モデル相互比較プロジェクト)  
Coupled Model Intercomparison Project

温室効果気体等の強制



(AR6)

気象研気候モデルによるシミュレーション



データ提出

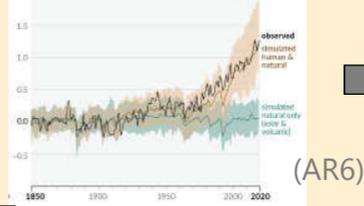
世界の多数機関の気候モデル計算結果

時間：等間隔 (時間～月単位)、  
空間：3次元、100以上の要素

膨大なデータ量：気象研提出 (DIAS)だけで 500 TB

500,000,000,000,000byte

CMIP データセット  
より信頼できるデータセット



(AR6)

気候メカニズム解明等、学術論文



東アジア降水変化

引用・反映



(AR6)

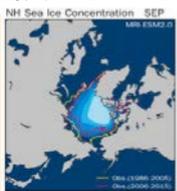
様々な MIP 群  
(実験設定)

基礎資料

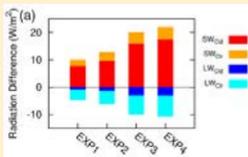
IPCC レポート、日本の気候変動2020等

- 科学的知見の一例：人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。
- 排出量と昇温量の関係⇒緩和策

気候メカニズム解明等、学術論文



北極海  
海水減少

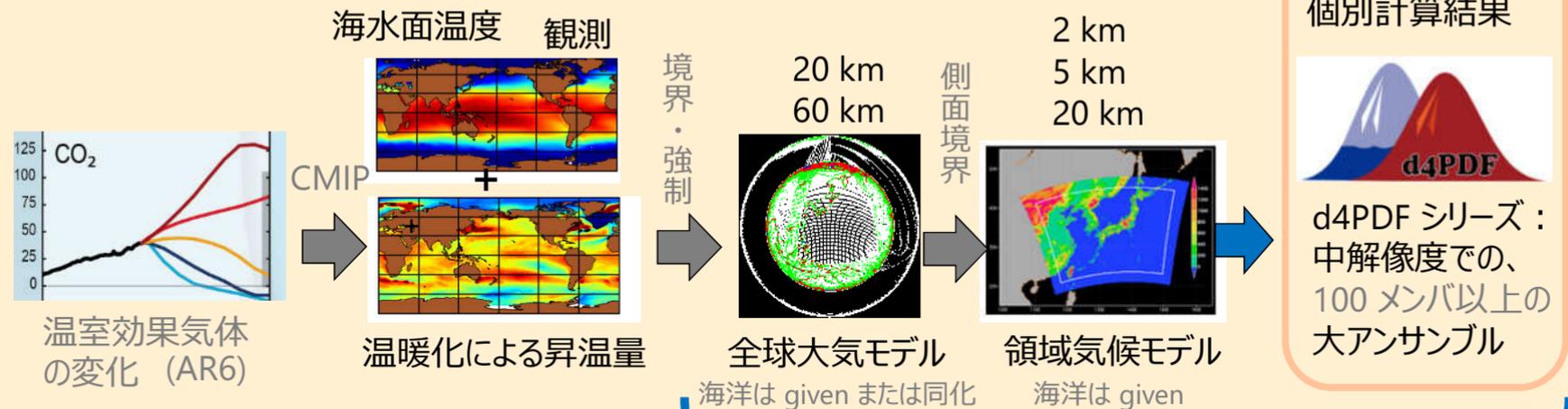


諸プロセスの放射への影響

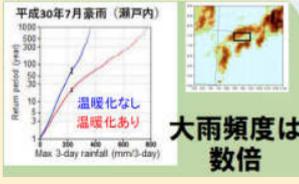
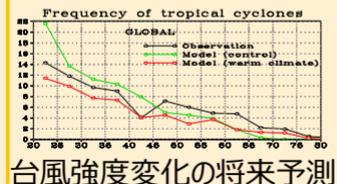
引用・反映

# 気象研の取り組み：高精度・高解像度モデルのデータの創出

分解能の高い、適応に役立つ情報が必要



## 地球温暖化予測にかかわる調査研究



EA：地球温暖化の寄与率の見積

d4PDF: Database for Policy Decision-Making for Future Climate Change

膨大なデータ量：  
d4PDF (第1期)  
だけで 1.6 PB

科学的知見  
引用・反映

IPCC レポート  
日本の気候変動2020等

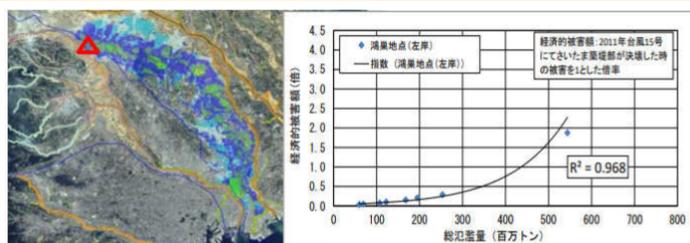
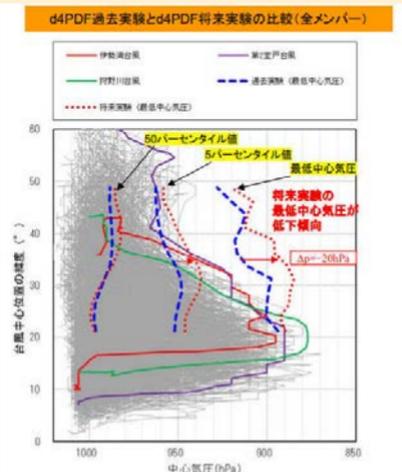
# 適応策への利用例

主に日本域気候モデル予測結果を中心に、気象関係の他、防災関係を中心とする他分野でも利活用がなされてきた。

このほかにも、文部科学省プロジェクトに加わっている京大防災研の利用は多数あり。

台風時の潮位変化等の将来予測

d4PDFの活用による気候変動の影響評価（国土交通省,2020）



図表3：鴻巣左岸決壊



大雨・河川流量の将来予測調査資料  
d4PDFを活用した降雨量変化の試算（気象庁）

洪水予測（荒川の決壊） Nagano et. al. (2017)

# ビッグデータの 5 概念との対応

利用の促進等により、真のビッグデータにできそう

要素	説明	対応	気象研気候データ
Volume 量	データの量	○	莫大。
Value 価値	経済的価値の創出、社会的課題の解決につながる	○	高い。 利用でさらに  双方向のやり取りで 
Veracity 正確性	ノイズがない、信ぴょう性がある	△	壊れは少なく値の質も良好。本格的な利用にはバイアス補正が必要。未検証要素あり。
Variety 多様性	多様な種類（テキスト、画像等）	×	データフォーマットが固定。 利用データとの融合で 
Velocity 速度	発生頻度・更新速度の高さ	—	気候データでは、それほど求められない。数年程度ごとに更新。

利用促進の結果、価値が高まる。利用者との双方向のやり取りにより、必要精度や利用側での検証の情報などを得、それらをもとにモデルの開発・改良を行うことにより、価値・真実性が改善され、価値がさらに高まり、多様性も生じる。利用者間の情報共有（利用法、バイアス補正データの共有等）も利用の向上等を通じて価値向上につながる。

# 利用促進に向けた動き

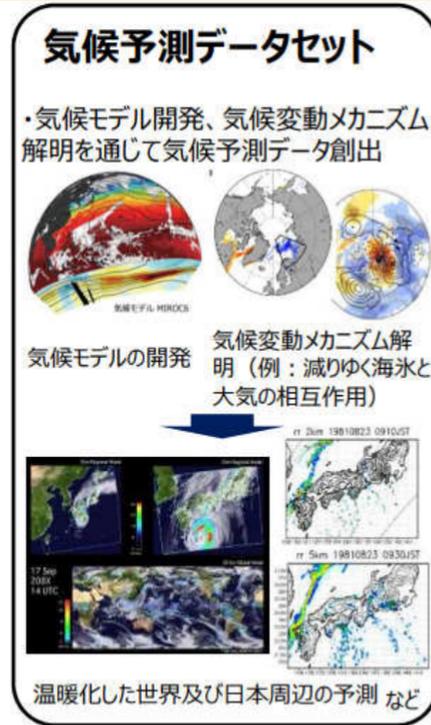
利用状況进行分析し、利用の拡大を図っている段階

## 「気候予測データセット 2022」等の枠組み

- 気象研を含む、国内諸機関がこれまでに作成してきた地球温暖化予測情報を、「気候予測データセット 2022」という形でまとめる。
- 各データセット等にかかわる解説書の整備。
- 利用者拡充のためのツールの整備 (DIAS)
- 進行中の文部省プロジェクト[\*1] による予測データ「気候予測データセット 2027」(予定) にもつなげていく。

## 気象研独自の取り組み

- ブラウザから DIAS にアクセスし、解析・描画する仕組みの開発



[\*1] 文部科学省「気候変動予測先端研究プログラム」(fy2022-26)

# まとめ

---

- 地球温暖化の進行のもと、気象研究所は、緩和策、適応策に資する2つのタイプの地球温暖化予測データを創出してきた。
  - モデルの改良・データ創出は今後も継続していく。「気候予測データセット 2022」に続き、「気候予測データセット 2027」（予定）に向けた動きも始まりつつある。
- 地球温暖化予測データは、利用価値に高いポテンシャルを持つ
  - 利用状況を十分には把握してこなかった。
    - 防災関係等に利用されてきていることは認識
    - 課題：利用状況の把握、改善のための方策
  - 情報提供内容の改善、ツールの改善等の形で、利用の拡大へ向けた動きを開始した。
  - 利用の拡大に加え、利用者との双方向のやりとり、また利用者間の情報交換の促進により、価値や真実性が向上した真の「ビッグデータ」にしていきたい。