

# 日本の気候変動予測のための ダウンスケーリングシステムの構築

気象研究所  
応用気象研究部  
野坂真也

# データセット2022

各風や集中豪雨などの振舞現象の将来変化を高精度に評価するため、世界全域から日本域の過去と将来の気候計算を行った結果である。

平成29年3月に気象庁から公表した「東北進化予測技術第9号」にCRCP2.4シナリオの予測、及び、2km格子の地盤気候モデルの結果を追加したデータセットである。

60km格子の全域大気モデルの結果を地盤気候モデルとして、20km格子の地盤気候モデルによる力学的ダウンスケーリングを行った結果である。

地盤気候モデルに用いるアンサンブル気候予測データベースd4PDFから実験的低気圧トラッキングアルゴリズムを用いて抽出した全世帯の低気圧気候情報を用いて算出した結果である。

日々進化する気候に応じて、アンサンブル気候予測データベースd4PDFから実験的低気圧トラッキングアルゴリズムを用いて抽出した低気圧気候情報を用いて算出した結果である。

日々進化する気候に応じて、平均値と分散を統計的に合致させるバイアス補正法を適用したデータである。

世界全域と日本域の気候について、それぞれ60km格子と20km格子の大気モデル及び地盤気候モデルを用いて行った気候実験の結果である。

60km格子の全域気候モデルによる大気層アンサンブル実験(d4PDF)の60km格子の全域気候モデルの結果、及び、それを地盤気候として20km格子の地盤気候モデルを用いた力学的ダウンスケーリングの結果である。

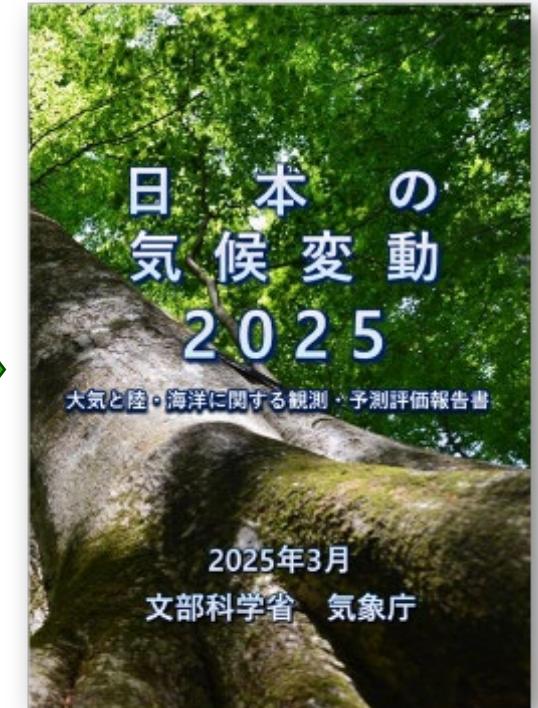
第5次融合モデル比較プロジェクトCMIP6の内の4つの全域気候モデル出力について、ノンパラメトリックなバイアス補正手法を適用して作成した日本域の気候情報である。

第6次融合モデル比較プロジェクトCMIP6の内の5つの全域気候モデル出力について、ノンパラメトリックなバイアス補正手法を適用して作成した日本域の気候情報である。

北海道の十勝川河口平野冲縄までの15日間を選定し、北海道地域を対象として5km格子に力学的ダウンスケーリング実験を実施した結果である。

北海道を北上する台風に着目した高解像度データセットで、4km格子及び2km格子の大気費解像モデルを用いて力学的ダウンスケーリングを行った結果である。

全域気候予測データ(データセット1)の風速場を外力として波浪モデルを駆動し実施した全域波浪変化予測データセットである。



- データセット2022で日本域の将来予測データがまとめられている
- これらは日本の気候変動2025に利用されている

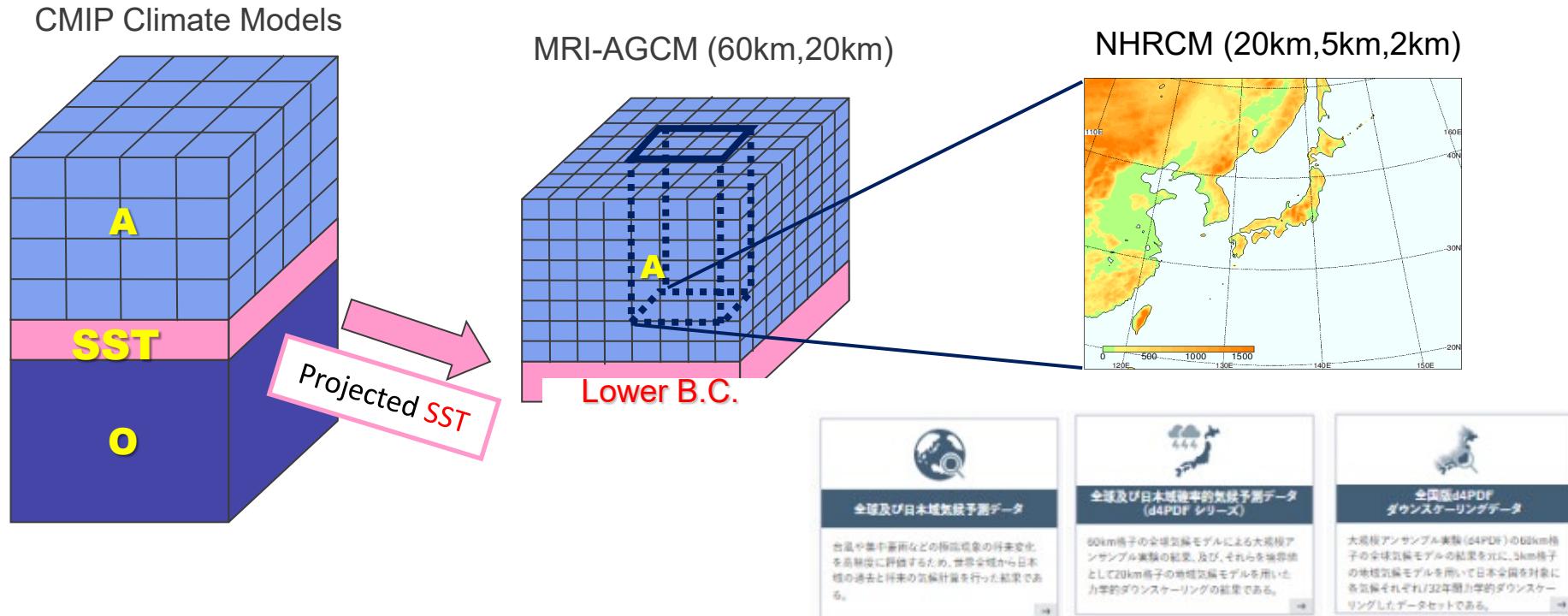
# データセット2022

 <b>全球及び日本域気候予測データ</b> 台風や集中豪雨などの極端現象の将来変化を高精度で評価するため、世界全域から日本域の過去と将来の気候計算を行った結果である。	 <b>日本域気候予測データ</b> 平成29年3月に気象庁から公表した「東日本域気候変化予測技術第9卷」JCRCP2.8シナリオの予測、及び、2km格子の地盤気候モデルの結果を追加したデータセットである。	 <b>マルチシナリオ・マルチ格子予測データ</b> 60km格子の全球大気モデルの結果を地盤気候モデルとして、20km格子の地盤気候モデルによる力学的ダウ NSケーリングを行った結果である。	 <b>全球d4PDF台風トラックデータ</b> 地盤温度化対象に倣するアンサンブル気候予測データベースd4PDFから実測的低気圧トラッキングアルゴリズムを用いて抽出した全世界の熱帯低気圧候補である。	 <b>日本域d4PDF低気圧データ</b> 地盤温度化対象に倣するアンサンブル気候予測データベースd4PDFの領域気候実験の結果から、実測的低気圧トラッキングアルゴリズムを用いて抽出した世界低気圧候補である。	 <b>日本域農耕機械データ</b> 日々・年々変動の大きさの再現性を向上させるために、平均値と分散を統計的に合致させるバイアス補正法を適用したデータである。
 <b>全球及び日本域150年連続実験データ</b> 世界全域と日本周辺域について、それぞれ60km格子と20km格子の全球大気モデル及び地盤気候モデルを用いて行った気候実験の結果である。	 <b>全球及び日本域確率的気候予測データ(d4PDFシリーズ)</b> 60km格子の全球気候モデルによる大気構造アンサンブル実験の結果、及び、それを地盤気候として20km格子の地盤気候モデルを用いた力学的ダウ NSケーリングの結果である。	 <b>全国域d4PDFダウンスケーリングデータ</b> 太陽幅アンサンブル実験(d4PDF)の60km格子の全球気候モデルの結果を元に、3km格子の地盤気候モデルを用いて日本全国を対象に各気候モデルが32年間力学的ダウ NSケーリングしたデータセットである。	 <b>日本域CMIP6データ</b> 第6次結合モデル比較プロジェクトCMIP6の内の4つの全球気候モデル出力について、ノンパラメトリックなバイアス補正手法を適用して作成した日本域の気候実験である。	 <b>日本域CMIP6データ</b> 第6次結合モデル比較プロジェクトCMIP6の内の5つの全球気候モデル出力について、ノンパラメトリックなバイアス補正手法を適用して作成した日本域の気候実験である。	 <b>日本域海洋予測データ</b> 第6次結合モデル比較プロジェクトCMIP6の複数の気候モデル出力や大気再解析データを外力として、海陸の過去再現・将来予測データセットである。
 <b>北海道域d4PDFダウンスケーリングデータ</b> 北海道の十勝川東広平点流域での15日間を選定し、北海道地盤を対象として5km格子に力学的ダウ NSケーリング実験を実施した結果である。	 <b>本州域d4PDFダウンスケーリングデータ</b> 地盤温度化対象に倣するアンサンブル気候予測データベースd4PDF地盤実験の20km格子データを5km格子にダウ NSケーリングした結果である。	 <b>日本域台風予測データ</b> 北西太平洋を北上する台風に着目した高精度データセットで、4km格子及び2km格子の大気構造モデルを用いて力学的ダウ NSケーリングを行った結果である。	 <b>全球及び日本域波浪予測データ</b> 全球気候予測データ(データセット1)の風速場を外力として波浪モデルを駆動し実施した全球波浪変化予測データセットである。		

赤：力学的ダウ NSケーリングデータ  
実線はNHRCM、点線はCREST  
橙：解析データ

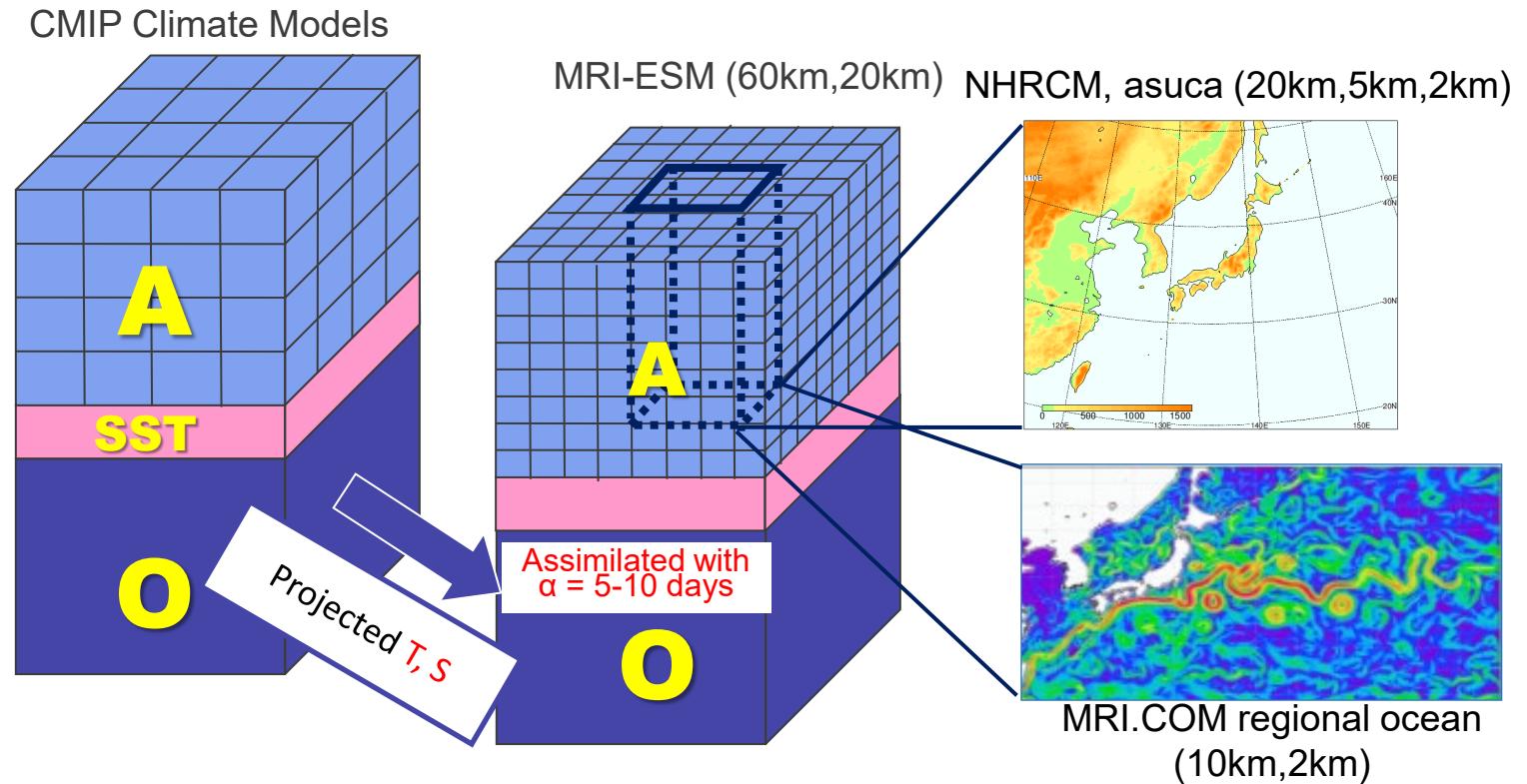
- データセット2022の中で力学的ダウ NSケーリングデータが多く含まれている

# 従来のダウンスケーリングシステム



- CMIPで予測されたSSTを利用し、日本周辺の再現性の高いMRIAGCMを利用して全球大気モデルで計算。そこから領域モデルによる力学的ダウンスケーリング

# 次期ダウンスケーリングシステム

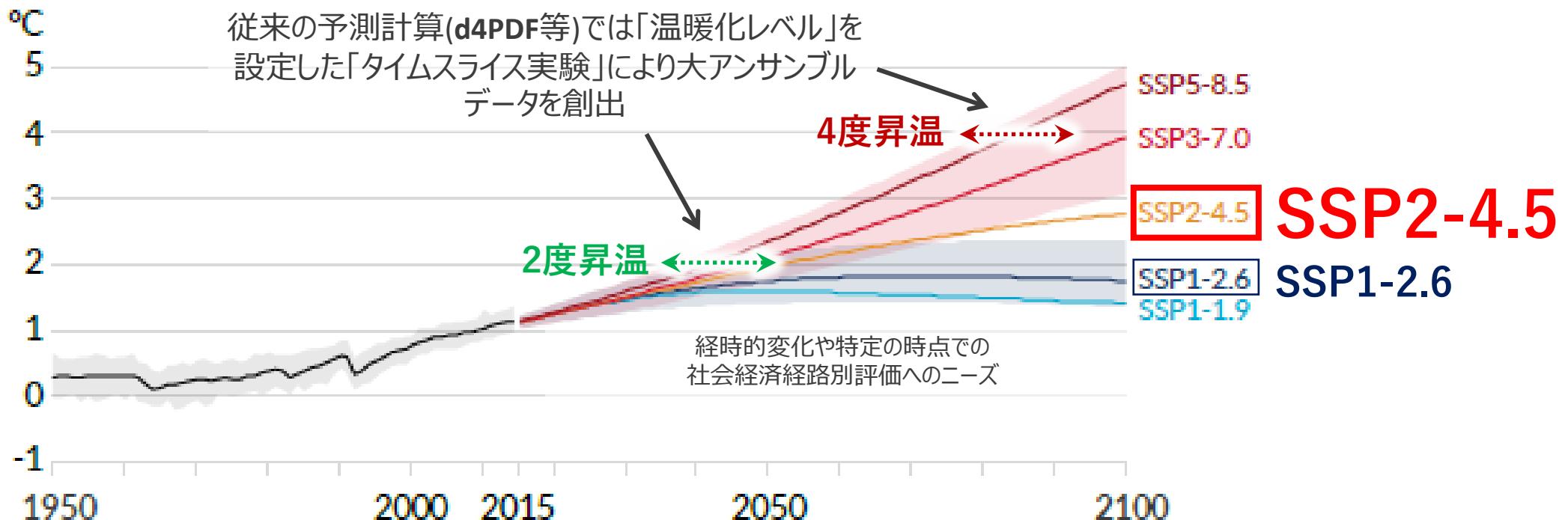


- CMIPで予測されたSSTを利用しつつ、大気と海面の相互作用を取り入れて、日本周辺の再現性の高い全球モデルで計算。そこから領域モデルで力学的ダウンスケーリング。

# 将来予測シナリオの変更

- 温暖化レベル固定中心から **時間連続中心**へ

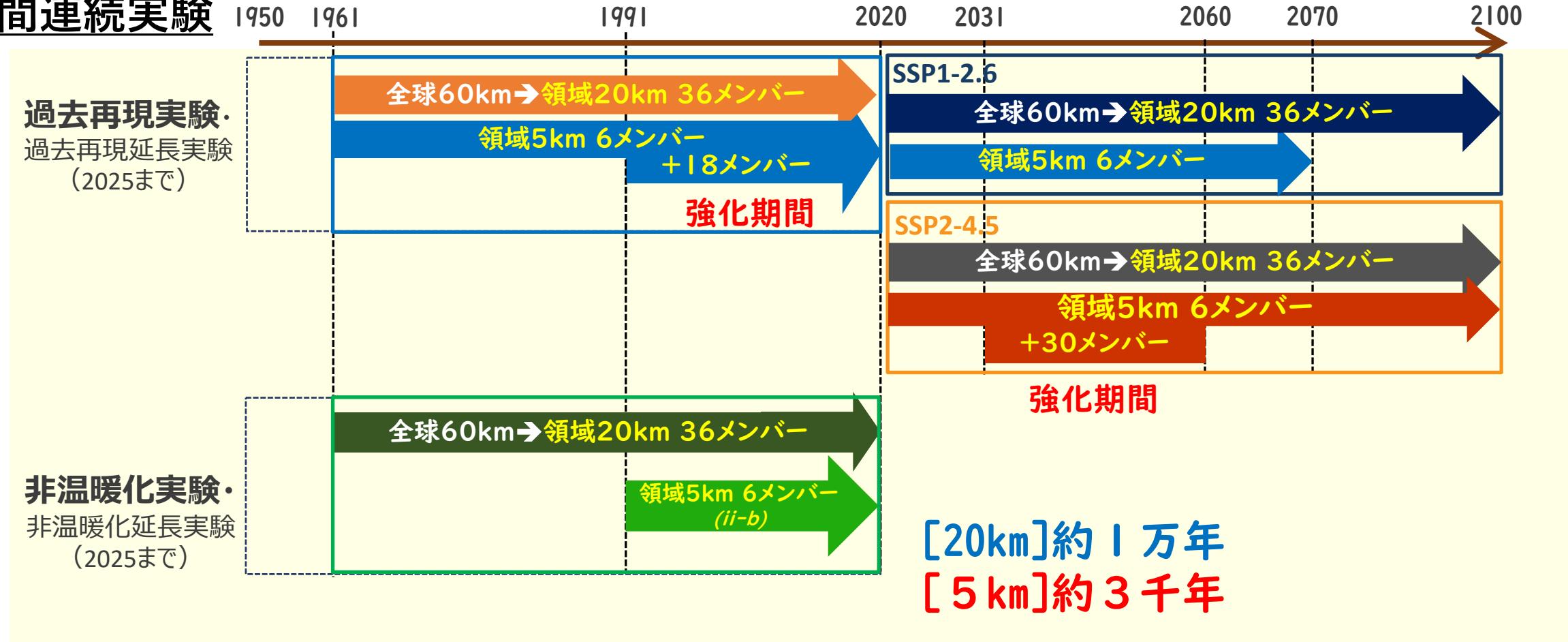
## a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



IPCC AR6 WG-1 Figure SPM.8

# 領域モデルダウンスケーリング実施計画(NHRCM)

## 時間連続実験



### 温暖化レベル固定実験 [Global 20km -> 領域5km (-> 2km)]

- ・ 非温暖化実験 (non warming) 、過去再現実験 (historical)
- ・ 2度上昇 (2K warming) 、3度上昇 (3K warming)

※いずれも30年4メンバー (計120年計算)

# 連続実験 (historical-SSP2-4.5) の構成 (36メンバー)

**過去再現実験** : 大気初期値や海洋強制に与える微小擾動によりアンサンブルメンバーを構成

メンバー	時間 (年) 経過					
	1961-1970	1970	1980	1990	2000	2010
HIS-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020
HIS-02	1970	1980	1990	2000	2010	2020
HIS-03	1970	1980	1990	2000	2010	2020
HIS-04	1970	1980	1990	2000	2010	2020
...						
HIS-35	1970	1980	1990	2000	2010	2020
HIS-36	1970	1980	1990	2000	2010	2020

# 連続実験 (historical-SSP2-4.5) の構成 (36メンバー)

**将来予測実験**：海洋強制の質的な違いによりアンサンブルメンバーを構成  
CMIP6モデルから抽出した**温暖化パターン**×**自然変動パターン**

SSP2-4.5

時間 (年) 経過



温暖化パターン がMRIの例	時間 (年) 経過							
	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	2071-2080	2081-2090	2091-2100
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
MRI-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980
MRI-02	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990
MRI-03	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000
MRI-04	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010
MRI-05	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020
MRI-06	2020 (2011-2020)	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970

※2020は2011年から2020年のSST

強化期間



MEXT-Program  
SENTAN 気候変動予測先端研究プログラム

# 連続実験 (SSP2-4.5) の構成 (36メンバー)

**過去再現実験**：大気初期値や海洋強制に与える微小擾動によりアンサンブルメンバーを構成

**将来予測実験**：海洋強制の質的な違いによりアンサンブルメンバーを構成

CMIP6モデルから抽出した**温暖化パターン**×**自然変動パターン**

**温暖化パターン** : CMIP6 の 6 モデル

**自然変動パターン** : 1961-2020相当データを10年ずらす

5kmのダウンスケーリング対象

6モデルでそれぞれ自然変動パターンもずらす

SSP2-4.5						2021-2030			2091-2100		
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100			
MRI-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980			
MRI-02	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990			
MRI-03	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000			
MRI-04	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010			
MRI-05	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020			
MRI-06	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970			
MIR-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980			
<b>MIR-02</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>			
MIR-03	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000			
MIR-04	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010			
MIR-05	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020			
MIR-06	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970			
CNR-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980			
CNR-02	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990			
<b>CNR-03</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>			
CNR-04	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010			
CNR-05	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020			
CNR-06	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970			
IPS-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980			
IPS-02	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990			
IPS-03	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000			
<b>IPS-04</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>			
IPS-05	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020			
IPS-06	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970			
MPI-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980			
MPI-02	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990			
MPI-03	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000			
MPI-04	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010			
<b>MPI-05</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>			
MPI-06	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970			
CES-01	1970	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980			
CES-02	1980	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990			
CES-03	1990	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000			
CES-04	2000	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010			
CES-05	2010	2020	1970	1980	1990	2000	2010	2020			
<b>CES-06</b>	<b>2020</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>1970</b>			

# 計算結果の紹介



# まとめ

---

- ・新たな日本域の気候予測データセット作成のために新たなダウンスケーリングシステムを構築し、計算を開始している。
- ・新たなシステムでは従来とは以下の点で異なる。
  - ・全球モデルが大気海洋結合に対応
  - ・時間連續ラン中心のデータセット
  - ・自然変動パターンを考慮したアンサンブル
- ・20kmモデル、5kmモデルによるダウンスケーリングも進み解析を進めている。