

# 気象庁が開発する 最新の地球温暖化予測情報等の紹介

気象庁 大気海洋部 気候情報課 瀬崎歩美、若松俊哉、平井雅之

1. 気象庁における温暖化予測情報業務
2. 「気候予測データセット2022」
3. 「日本域気候予測データ」
4. 「日本域気候予測データ」の利活用事例
5. 今後の計画
6. まとめ

気象庁では、平成8年度から数年ごとに、最新の気候モデルによる予測実験結果を公表している

地球温暖化に伴う  
気候変動の影響評価

地球温暖化に関する  
科学的知見の普及・啓発

緩和策及び適応策の策定



2020年12月には、日本の気候変動について、これまでに観測された事実や、水平分解能5kmの温暖化予測データ結果による将来予測をとりまとめ、「日本の気候変動2020」として文部科学省とともに公表した

日本における気候変動対策の  
効果的な推進に資する目的



2022年2～3月には各地方・  
都道府県版のリーフレット  
も公表

# 「気候予測データセット2022」

## 「気候予測データセット2022（DS2022）」

- 日本における気候変動対策がより促進されるよう、国内の気候変動研究プログラム等において作成された**気候変動予測データを取りまとめ**、公開したデータセット。
- 内容、利用上の注意点等をまとめた**解説書**も同時公開。

文部科学省及び気象庁  
2022/12/22 公開

<https://diasjp.net/ds2022/>



# 「気候予測データセット2022」

気象庁では、DS2022の一つとして「**日本域気候予測データ**」を作成・提供している

大気予測（力学的ダウンスケーリング）	
No.	データセット名
①	全球及び日本域気候予測データ
②	日本域気候予測データ
③	マルチシナリオ・マルチ物理予測データ
④	全球及び日本域 150 年連続実験データ
⑤	全球及び日本域確率的気候予測データ（d4PDF シリーズ）
⑥	北海道域 d4PDF ダウンスケーリングデータ
⑦	本州域 d4PDF ダウンスケーリングデータ
⑧	日本域台風予測データ
⑨	全球 d4PDF 台風トラックデータ
⑩	日本域 d4PDF 低気圧データ
大気予測（統計的ダウンスケーリング）	
⑪	日本域農研機構データ（NARO2017）
⑫	日本域 CMIP5 データ（NIES2019）
⑬	日本域 CMIP6 データ（NIES2020）
海洋予測（力学的ダウンスケーリング）	
⑭	日本域海洋予測データ
⑮	全球及び日本域波浪予測データ

# 「日本域気候予測データ」

- 気象研究所が開発したNHRCM05/02によるRCP8.5及びRCP2.6シナリオに基づく将来予測計算の結果を、気象庁が解析した日本の気候予測データ

## 温暖化予測モデル結果

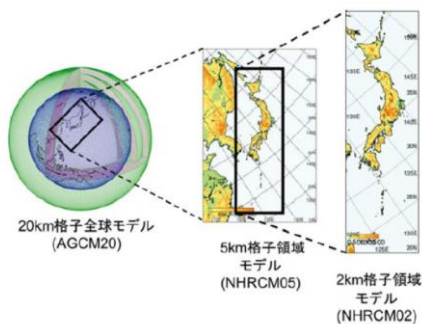


図 2.1 NHRCM02 で計算を行った領域  
(文部科学省研究開発局, 2014 より引用)

気候予測データセット2022解説書 第2章より

## 地域気象観測システム (アメダス) データ

## 日本域気候予測データ

### モデル格子点データ (binary形式)

- NHRCM05/02から東西南北30/20格子を額縁格子として設定し除外
- 将来気候については、4メンバー平均も作成
- 期間統計 (日・月・季節・年) のデータも作成

バイアス補正

### 観測地点データ (csv形式)

- 線形関係を仮定した方法でバイアス補正
- 気温と降水については階級別日数 (猛暑日、日降水量200mm以上など) のデータを作成

※地上気温、降水、雪の要素を提供

# 「日本域気候予測データ」

## 予測計算の概要

表 2.1 「日本域気候予測データ」予測計算の概要

対象領域	日本域
期間	現在：20世紀末（1980～1999年） 将来：21世紀末（2076～2095年）
気候モデル	気象研究所地域気候モデル NHRM02（「2km版」のみ） 気象研究所地域気候モデル NHRM05（「5km版」のみ） 気象研究所全球大気モデル MRI-AGCM3.2S
水平解像度	（「5km版」）5km、（「2km版」）2km
メンバー数	現在：1メンバー（20年分） 将来：4メンバー（80年分）
温室効果ガス排出シナリオ	RCP8.5、RCP2.6
将来の SST	CMIP5 <sup>11</sup> モデルの予測に基づく4つの変化パターン

表 2.2 NHRM05 及び NHRM02 の主な違い

対象領域	NHRM05	NHRM02
水平解像度	5km	2km
水平格子点数	527×804	525×1721
鉛直層数	50	60
積雲対流スキーム	Kain-Fritsch (Kain and Fritsch, 1990)	無し
陸面過程	MRI/JMA-SiB (Hirai and Ohizumi, 2004)	MRI/JMA-SiB + iSiB 植生モデル (大泉・徳広, 2013)
都市モデル	無し	SPUC (Aoyagi and Seino, 2011)

NHRM05とは異なり、NHRM02では都市キャノピーモデルを使用し、積雲対流スキームを含まない

気候予測データセット2022解説書 第2章より

# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正手法

- 全国のアメダス地点を対象
  - 観測値とモデル格子点の現在気候再現値が線形関係にあると仮定し、最小自乗法により補正係数を求めて補正する
  - バイアス補正は、日別気温、時別降水量、年最深積雪・降雪量に適用する
1. 現在気候期間において、観測値( $X_{obs}$ )と各観測地点に対応するモデル値( $X_{mdl}$ )を地点別に多い方から並び替える（月毎：日別気温、時別降水量；年毎：年最深積雪・降雪量）
  2.  $X_{obs}$  と  $X_{mdl}$  が線形関係にあると仮定し、最小自乗法により補正係数を求めて補正を行う

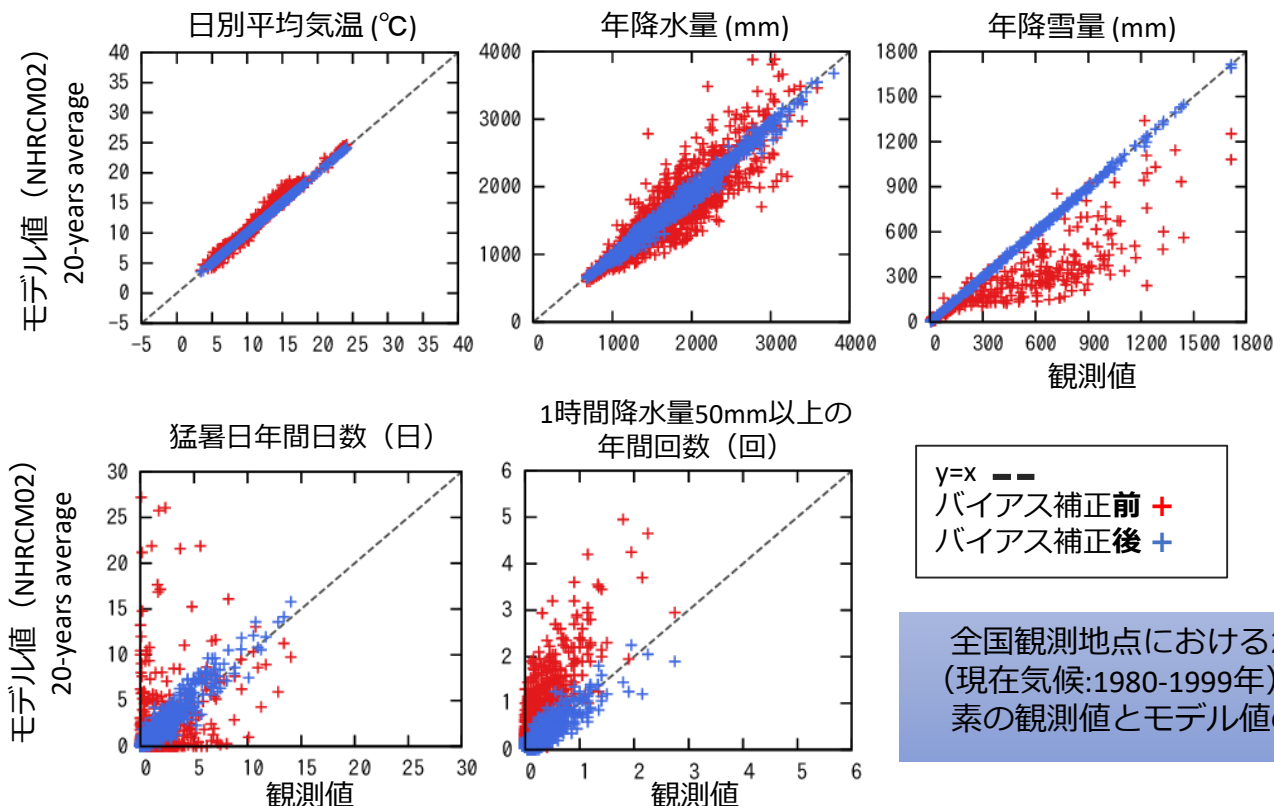


# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正後の結果

✓ 5km, 2kmとも、バイアス補正により再現性が改善

※5kmは図略

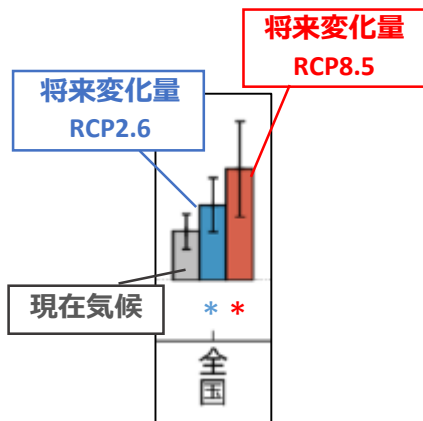


# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正後データによる将来変化の解析

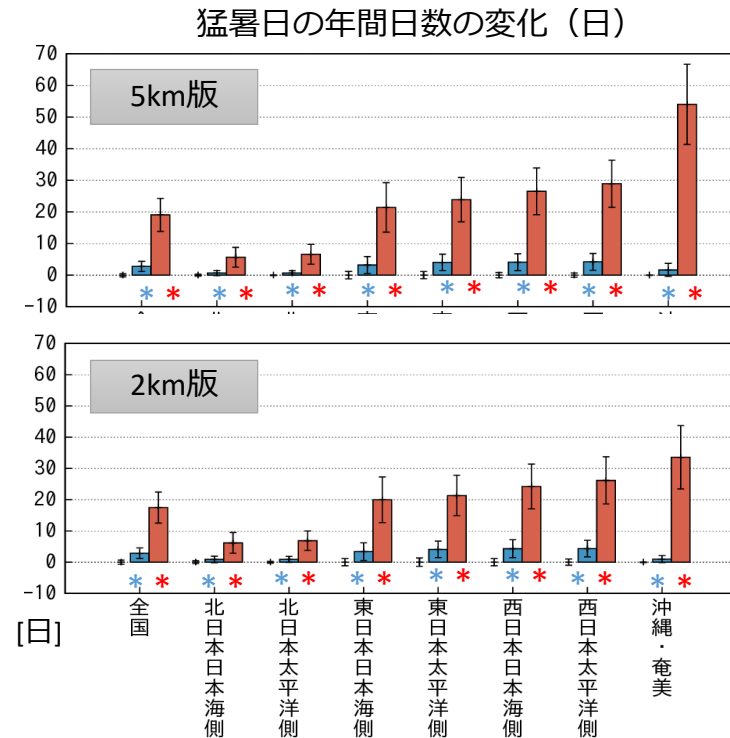
- ✓ 猛暑日・真夏日・夏日・熱帯夜は全国的に**増加する**
- ✓ 冬日・真冬日は全国的に**減少する**

猛暑日：Tmax ≥ 35°C、真夏日：Tmax ≥ 30°C  
 夏日：Tmax ≥ 25°C、熱帯夜：Tmin ≥ 25°C  
 冬日：Tmin < 0°C、真冬日：Tmax < 0°C  
 ※ここでの熱帯夜は気象庁の定義とは異なる



細縦線は年々変動の幅  
 現在気候：1980-1999年  
 将来気候：2076-2095年  
 \*は将来変化量が有意な値であることを示す

将来変化の統計的な有意性の検定には、Mann-Whitney 検定を用いた (信頼水準 90%以上なもののみを有意とする)



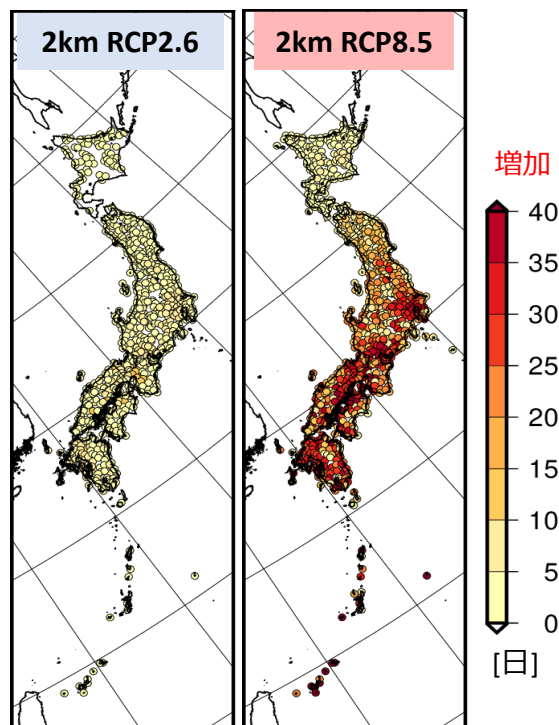
# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正後データによる将来変化の解析

- ✓ 猛暑日・真夏日・夏日・熱帯夜は全国的に増加する
- ✓ 冬日・真冬日は全国的に減少する

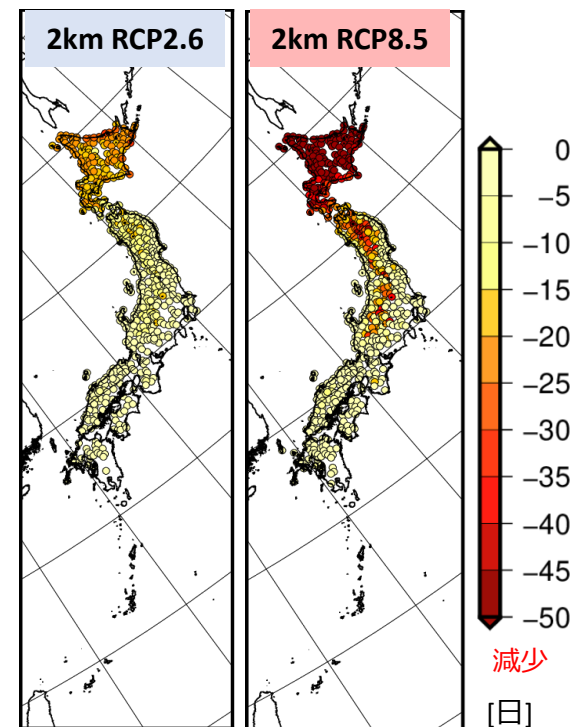
猛暑日：Tmax $\geq$ 35 $^{\circ}$ C、真夏日：Tmax $\geq$ 30 $^{\circ}$ C  
夏日：Tmax $\geq$ 25 $^{\circ}$ C、熱帯夜：Tmin $\geq$ 25 $^{\circ}$ C  
冬日：Tmin $<$ 0 $^{\circ}$ C、真冬日：Tmax $<$ 0 $^{\circ}$ C  
※ここでの熱帯夜は気象庁の定義とは異なる

猛暑日の年間日数の  
変化 (日)



4メンバーの傾向が一致した地点のみ表示 (現在気候及び将来気候ともに発生しない場合は表示対象外)

真冬日の年間日数の  
変化 (日)

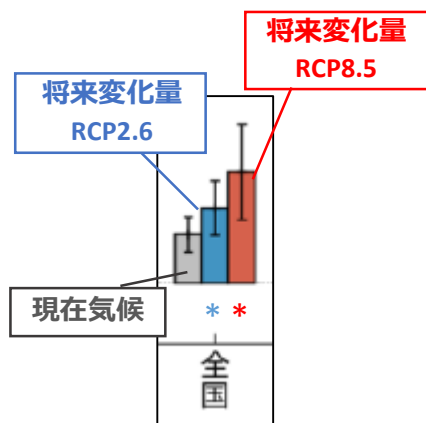


# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正後データによる将来変化の解析

大雨：日降水量100/200mm以上  
 短時間強雨：1時間降水量30/50mm以上

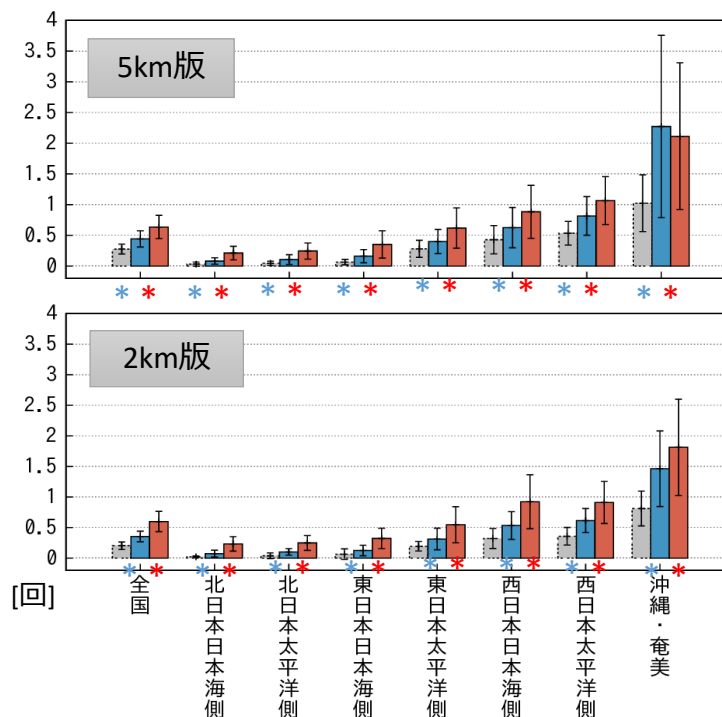
- ✓ 大雨・短時間強雨の発生回数、年最大降水量は、全国的に概ね有意に**増加する**
- ✓ 無降水日数はRCP8.5シナリオでは全国的に有意に**増加する**



細縦線は年々変動の幅  
 現在気候：1980-1999年  
 将来気候：2076-2095年  
 \*は将来変化量が有意な値であることを示す

将来変化の統計的な有意性の検定には、Mann-Whitney 検定を用いた（信頼水準90%以上なもののみを有意とする）

1時間降水量50mm以上の1地点あたりの発生回数の変化（回）



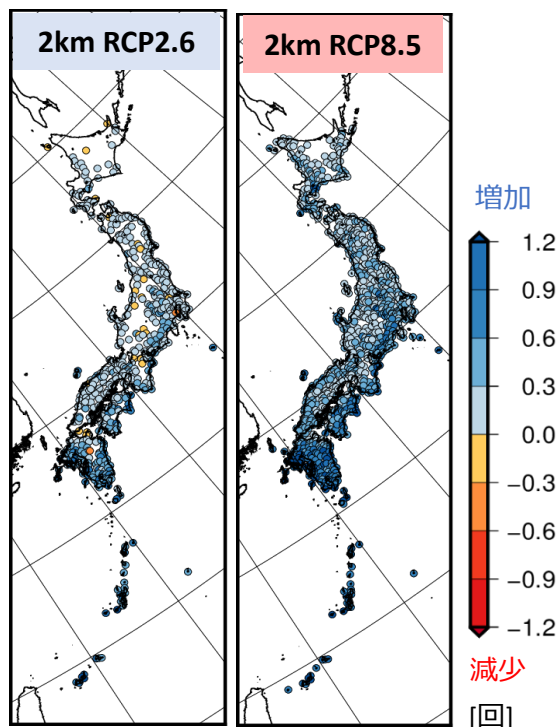
# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正後データによる将来変化の解析

大雨：日降水量100/200mm以上  
短時間強雨：1時間降水量30/50mm以上

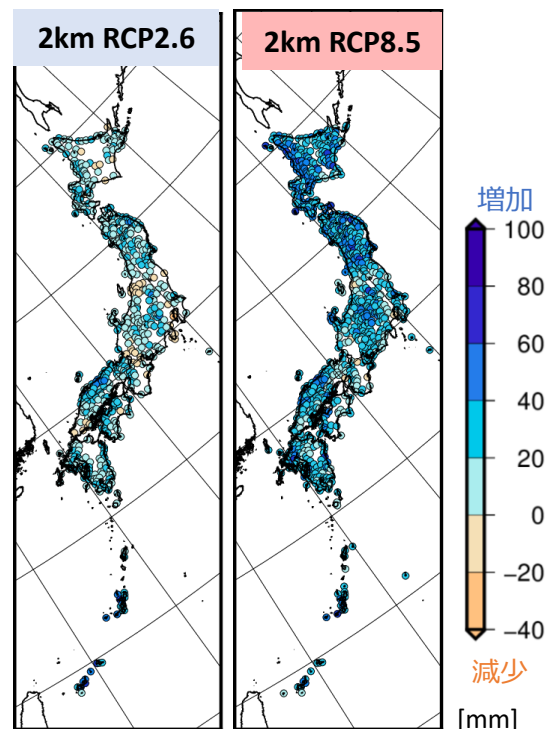
- ✓ 大雨・短時間強雨の発生回数、年最大降水量は、全国的に概ね有意に**増加する**
- ✓ 無降水日数はRCP8.5シナリオでは全国的に有意に**増加する**

1時間降水量50mm以上の1地点あたりの発生回数の変化 (回)



4メンバーの傾向が一致した地点のみ表示 (現在気候及び将来気候ともに発生しない場合は表示対象外)

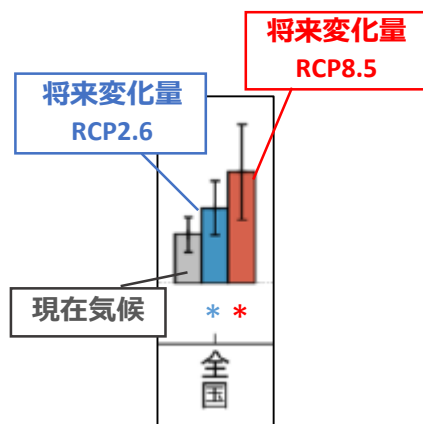
年最大日降水量の変化 (mm)



# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正後データによる将来変化の解析

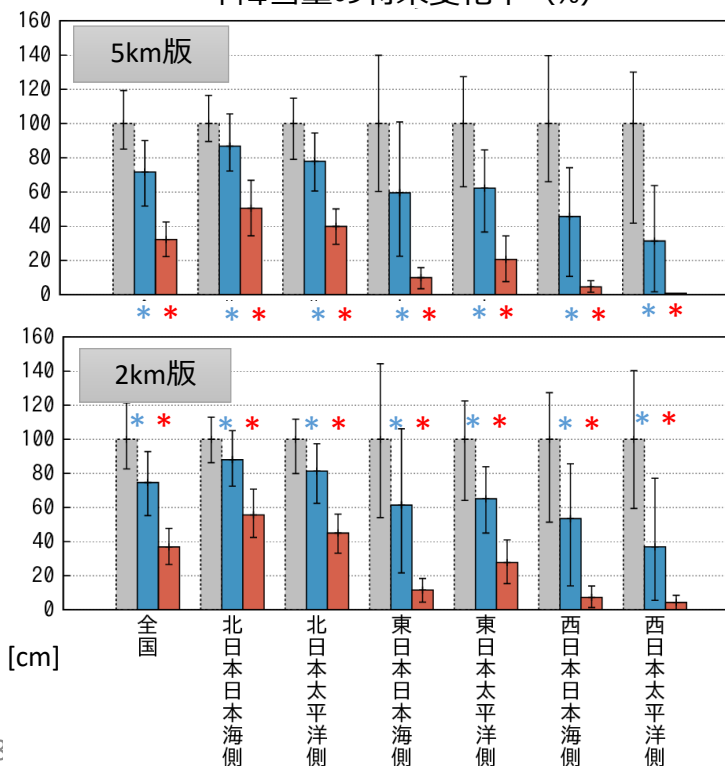
- ✓ 年最深積雪・降雪量は、RCP8.5シナリオの場合、全国的に有意に減少する
- ✓ RCP2.6シナリオの場合、北海道を除く本州以南では有意に減少する



細縦線は年々変動の幅  
 現在気候：1980-1999年  
 将来気候：2076-2095年  
 \*は将来変化量が有意な値であることを示す

将来変化の統計的な有意性の検定には、Mann-Whitney 検定を用いた（信頼水準90%以上なもののみを有意とする）23/02/28

年降雪量の将来変化率（%）

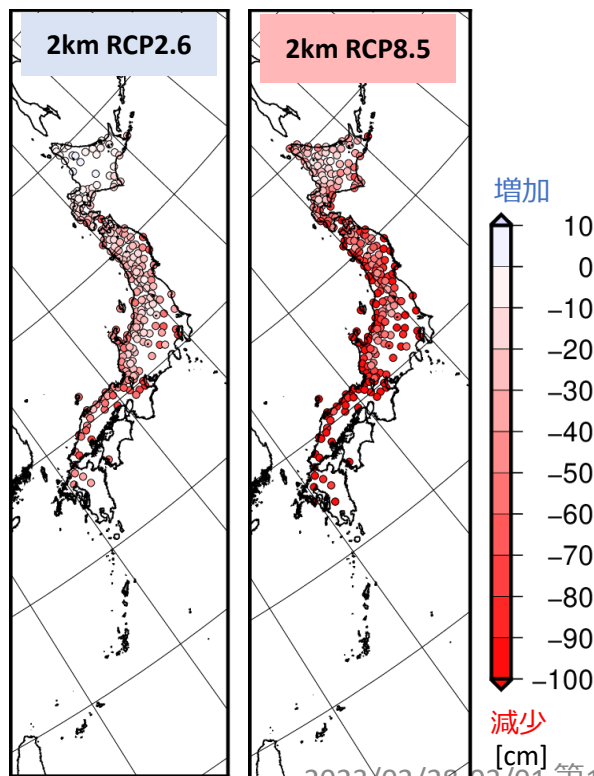


# 「日本域気候予測データ」

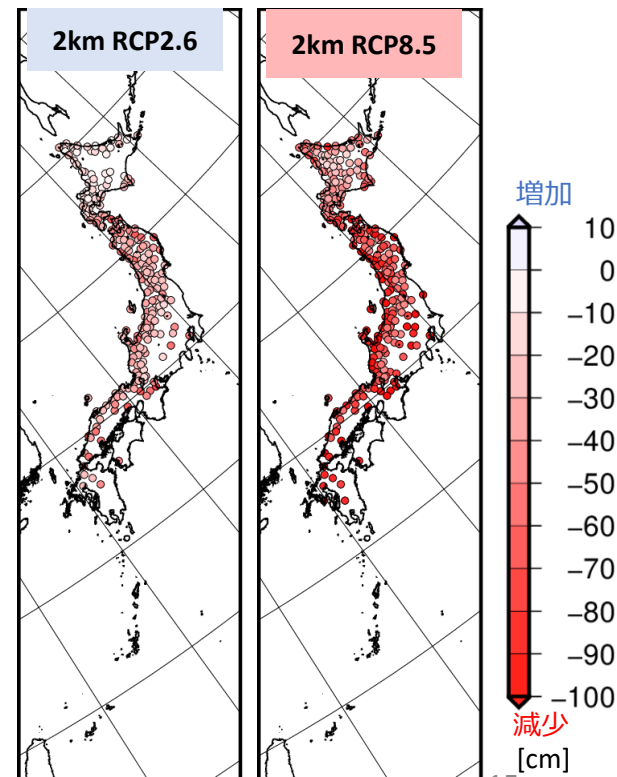
## バイアス補正後データによる将来変化の解析

- ✓ 年最深積雪・降雪量は、RCP8.5シナリオの場合、全国的に有意に減少する
- ✓ RCP2.6シナリオの場合、北海道を除く本州以南では有意に減少する

年降雪量の将来  
変化量 (cm)



年最深積雪の将来  
変化量 (cm)



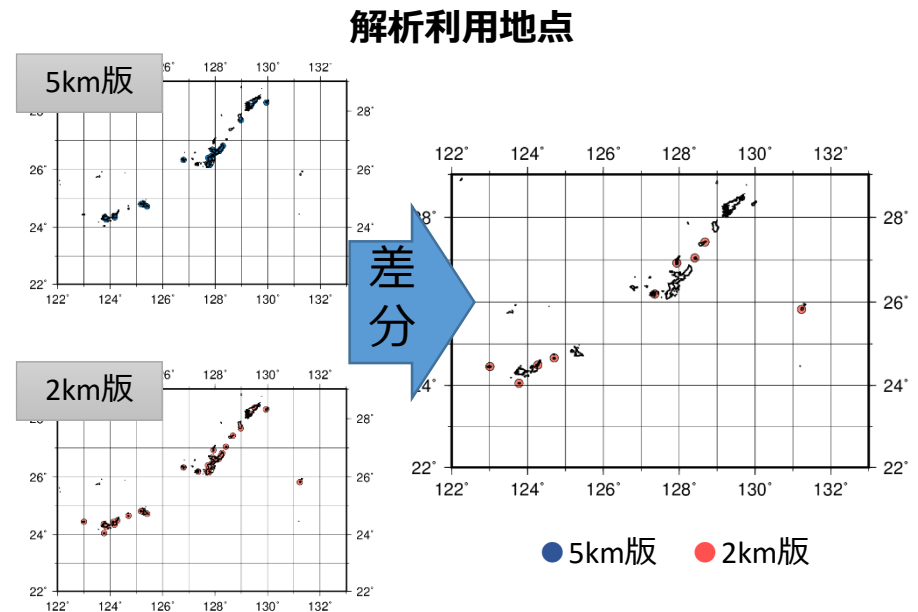
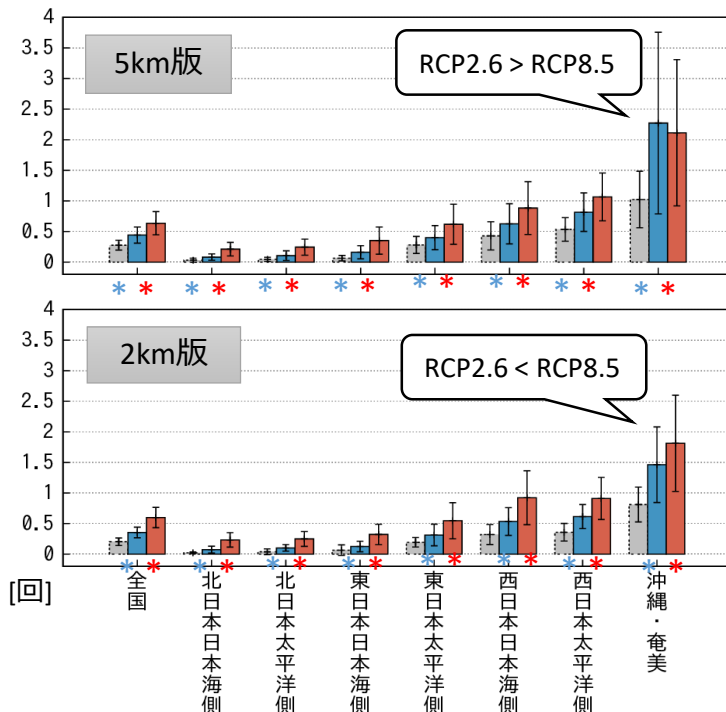
4メンバーの傾向が一致した地点のみ表示 (現在気候及び将来気候ともに発生しない場合は表示対象外)

# 「日本域気候予測データ」

## バイアス補正後データによる将来変化の解析

- ✓ 全国または北・東・西日本では、将来変化量がRCP2.6 < RCP8.5。
- ✓ 沖縄・奄美では、5kmではRCP2.6 > RCP8.5 だが、2kmではRCP2.6 < RCP8.5
  - ✓ 2kmでは他の地方と整合的に ←解析利用地点が5km版では限定的だったことが原因？

1時間降水量50mm以上の1地点あたりの発生回数の変化 (回)





## はじめに

### 【近年の果樹の晩霜害の発生】

- ◆ 農林水産省（2014）  
2013年4月中旬～5月上旬：降霜を伴う低温による凍霜害
  - ・ 栃木県や長野県等で開花時期にあったなし等の果樹が凍霜害を受け、69億円の被害額に
- ◆ 果樹研究所（2016）  
2010年、2013年：果樹の晩霜害が発生
  - ・ 春の気温が高めで経過、春に季節外れの寒気が流入

表2-4-6 自然災害による農業関係の被害額  
(平成25(2013)年度) (単位:億円)

	農業関係		農地・農業用施設関係
	農作物等	農作物等	
4月以降の低温(主に霜)	69	69	-
梅雨時期における大雨等(6月～8月)	521	125	396
台風第18号(9月)	390	75	316
11月からの大雪	1,457	1,456	1
その他	229	41	188
計	2,666	1,765	901

資料：農林水産省調べ  
注：1) 平成26(2014)年4月14日現在。  
2) 被害額は、各都道府県からの報告を取りまとめたもの。

農林水産省（2014）より

温暖化が進んでも、果樹の発育が進んだ状態で  
急な寒気にさらされれば、凍霜害が発生する可能性



気候変動適応策が必要

### 目的：温暖化予測情報の利活用促進のため、自治体の適応策に資する活用事例を創出

- ・ 地方公共団体の気候変動適応の支援に関する取組の一環として、長野県環境保全研究所（信州気候変動適応センター）と協働
- ・ 気象庁「地球温暖化予測情報第9巻」データセットを用いたリンゴ凍霜害リスクの将来変化の評価事例の創出、および適応策策定における本予測データセットの活用可能性の検討を進めている

## リンゴの凍霜害リスク将来変化の評価方法

- 現在気候、将来気候2シナリオ（RCP2.6、RCP8.5）のデータを用いて解析・評価を行う
- 解析地点は、低温要求を満たす日、発芽日の定例観測を行っている長野県果樹試験場および、気温観測データのある長野地上気象観測所の2地点

### 評価項目

#### ① 低温要求を満たす日（Day1）：

- 発芽には自発休眠から他発休眠に移行するための自発休眠覚醒が必要
- リンゴの場合、7.2℃以下の低温に10/1以降1400時間以上さらされることが必要（長野県果樹農業振興計画書（長野県）、2021）

→ 日最高気温・日最低気温から日低温時間を算出（清野ら（1981）、和田ら（1972））

自発休眠覚醒が  
できない年があるか？

#### ② 発芽日（Day2）：

- 休眠打破以降の積算温度

→ 発芽日と3月の平均気温の関係から得た近似式により算出（藤沢と小林、2007）

今回は現在気候と同じ期間における近似式を利用

発芽日の前進により  
晩霜害発生の可能性が  
高くなるか？

#### ③ 凍霜害リスク日（Day3）：

- 発芽後、凍霜害に遭うリスクのある日

→ 最低気温が0/1/2℃以下の3通りの指標を用いる

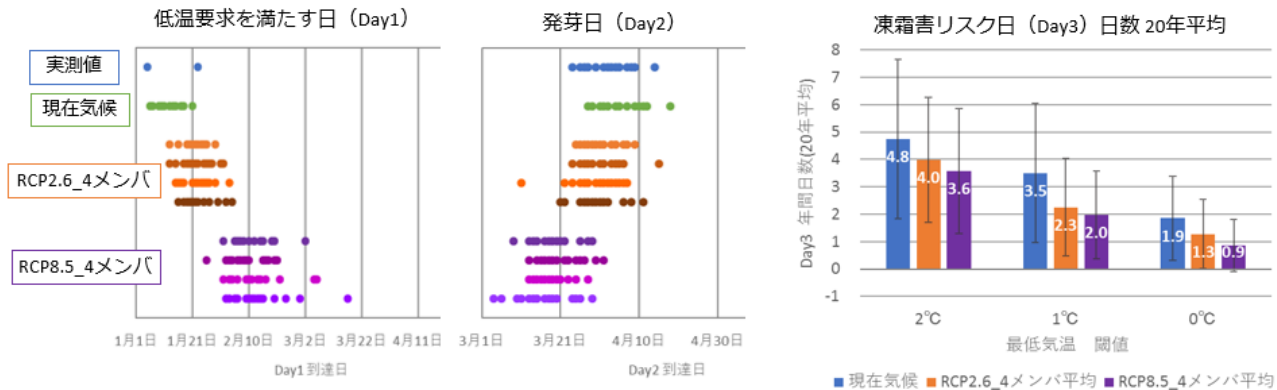
# 「日本域気候予測データ」の活用事例

## まとめ

### 果樹試験場

		10月～2月 最低気温	低温要求量を満 たす日 (Day1)	3月 平均気温	発芽日 (Day2)	凍霜害リスク日 (Day3) 年間日数		
						2℃以下	1℃以下	0℃以下
現在気候		-0.3℃	1月13日	2.9℃	4月5日	4.8日	3.5日	1.9日
将来気候	RCP2.6 4メンバ 平均	1.5℃ (+1.9)	1月21日 (+8.7)	4.3℃ (+1.3)	3月31日 (-4.9)	4.0日 (-0.8)	2.3日 (-1.2)	1.3日 (-0.6)
	RCP8.5 4メンバ 平均	5.1℃ (+5.5)	2月11日 (+29.2)	7.6℃ (+4.6)	3月19日 (-17.1)	3.6日 (-1.2)	2.0日 (-1.5)	0.9日 (-1.0)

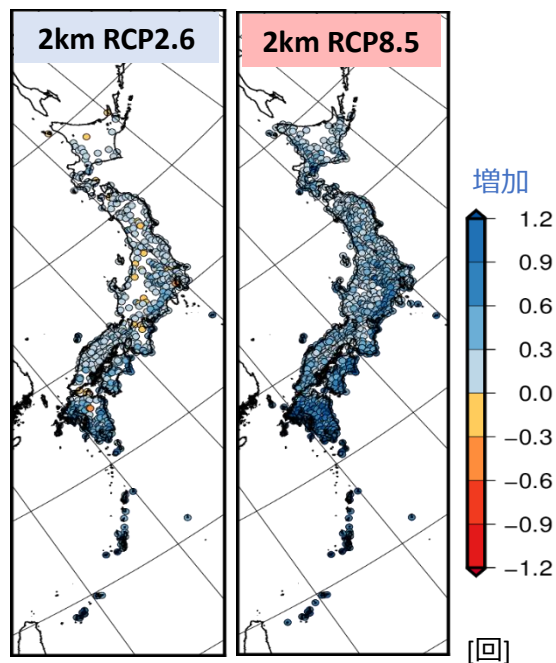
- ・ 現在気候は1980-1999年、将来気候は2076-2095年の20年平均値
- ・ ()内の数値は将来変化量 (将来気候 - 現在気候)



- 本データセットを用いた最新の将来予測評価では、将来変化量を用いているが（例：「日本の気候変動2020」）、発生確率など他の統計解析により事象の発生頻度を調べることも可能である。
  - ただし、このデータセットはメンバー数が4つと少ないため、稀な現象の発生確率等の解析に対する信頼性については慎重に検討する必要がある

## 将来変化量

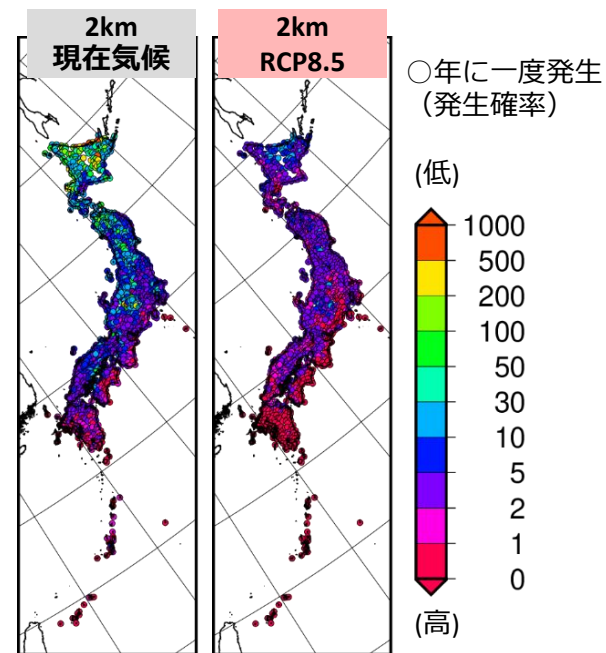
1時間降水量50mm以上の1地点あたりの発生回数の変化（回）



## 発生確率

1時間降水量50mm以上の年発生確率

ガンベル分布へのフィッティングによる推定



※開発中のため、図はイメージです

気象庁では以下のような温暖化予測に関わる業務に取り組んでいます

- ✓ 2020年には、日本の気候変動について、これまでに観測された事実や、当庁の温暖化予測データによる将来予測（水平分解能5km）をとりまとめた「日本の気候変動2020」を文部科学省とともに公開しました
- ✓ 2022年には、水平分解能2kmによる温暖化予測データを「気候予測データセット2022（DS2022）」の一つとして公開しました

当庁の「日本域気候予測データ」はどなたでもご利用いただけます

- ✓ DIASより、利用申請後ダウンロード可能です（利用規約を遵守願います）
- ✓ データについての詳細・予測結果の特徴は、DS2022の「データセット解説書」に記載されています
- ✓ 地球温暖化に伴う気候変動の影響評価、緩和策及び適応策の策定等にご利用いただけましたら幸いです

## 気候予測データセット2022

- データセット紹介－日本域気候予測データ：<https://diasjp.net/ds2022/dataset/ds02.html>
  - データセット解説書－第2章②日本域気候予測データ：[https://diasjp.net/ds2022/manual\\_chapter2.pdf#page=75](https://diasjp.net/ds2022/manual_chapter2.pdf#page=75) (容量35MB程度)
- DIAS－日本域気候予測データ：[https://search.diasjp.net/ja/dataset/JMA\\_GWP9](https://search.diasjp.net/ja/dataset/JMA_GWP9) (ダウンロードページ)  
文部科学省及び気象庁－「日本の気候変動2020」：<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>