

# SI-CATで実施する 5kmアンサンブル実験から 分かること

第13回ヤマセ研究会

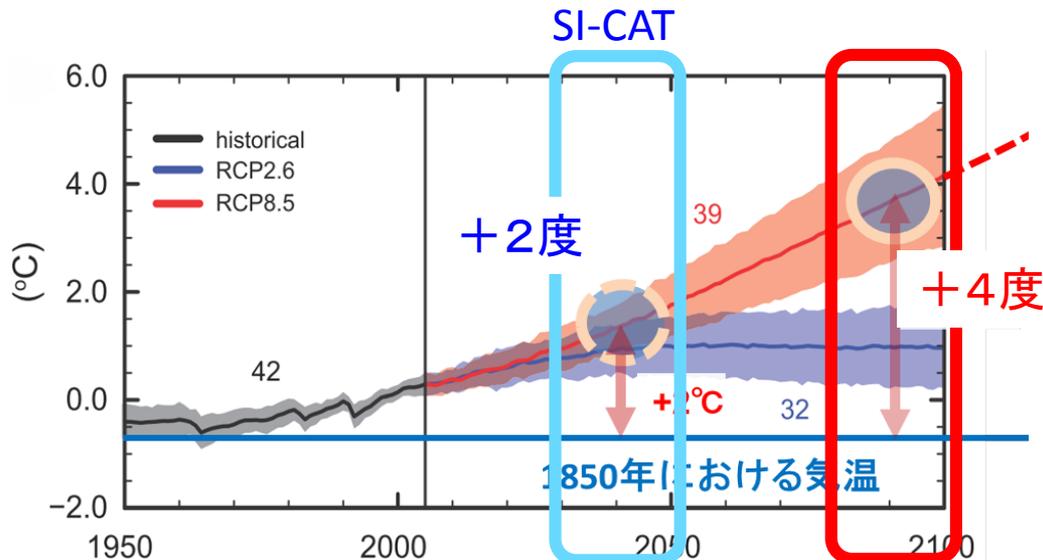
2017年2月15-16日 末廣嘉永蔵(福島県会津若松市)

川瀬宏明(気象研究所)

佐々井崇博、山崎剛(東北大学)、  
伊東瑠衣、大楽浩司(防災科研)、杉本志織、渡辺真吾(JAMSTEC)、  
佐々木秀孝、村田昭彦、野坂真也、高薮出(気象研究所)



- 世界及び日本域において、**60km、20kmメッシュの高解像度・高精度の気候モデル**を用いた過去再現、将来予測実験を実施。
- 将来は世界平均気温が**産業革命以降4°C上昇**した気候を想定。
- **過去約6,000年(日本周辺は約3,000年)、将来約5,500年**の計算。
- **発生頻度の低い現象**の変化を確率的に高精度で評価可能。

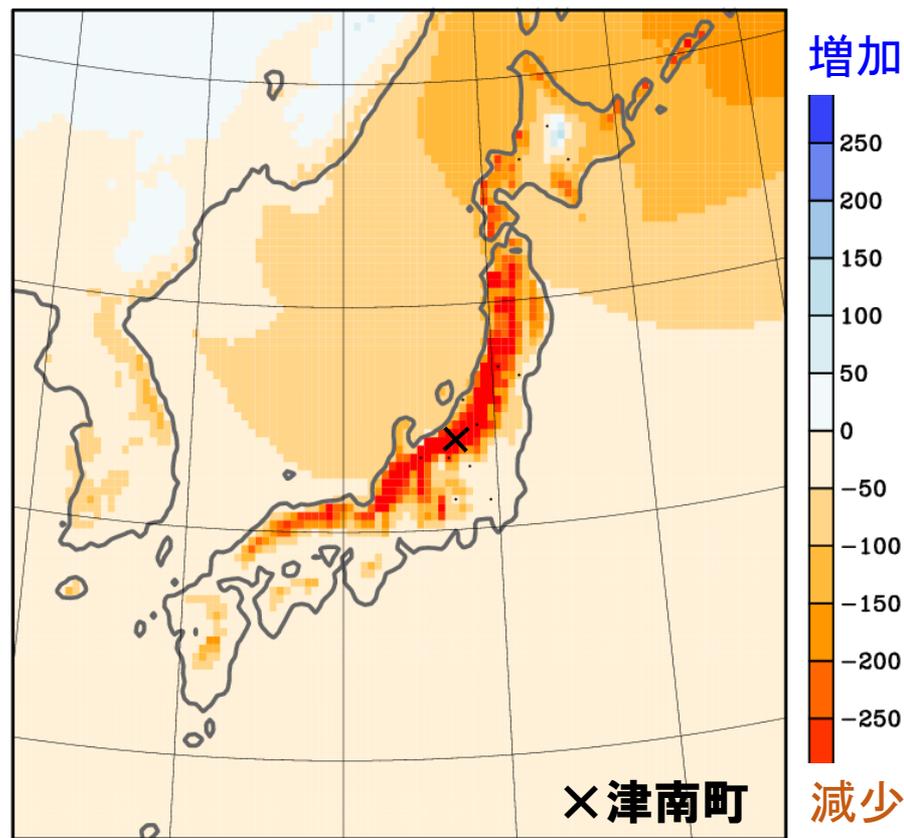


21世紀末あたり(RCP8.5)

### データ統合・解析システム(DIAS) から取得可能

- 地上気象データ
- 土壌関連データ
- 緯度・経度・標高・海陸分布
- 大気3次元データ  
(気象研究所独自形式)

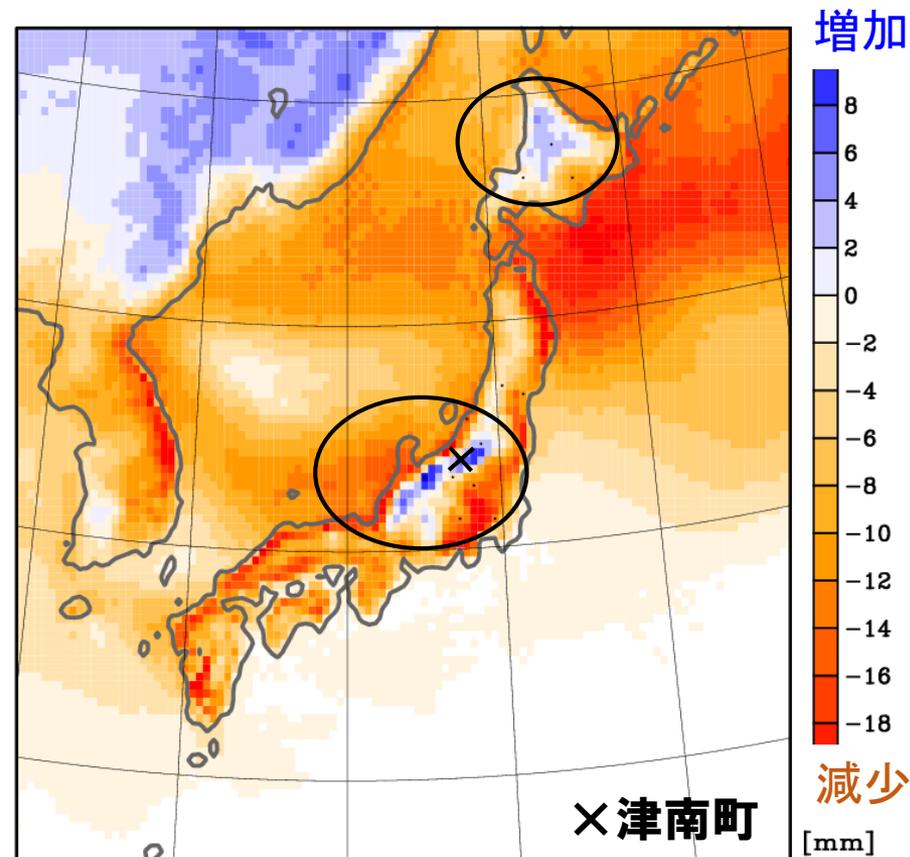
## 総降雪量(11月-3月) の将来変化



全国的に減少

[mm]

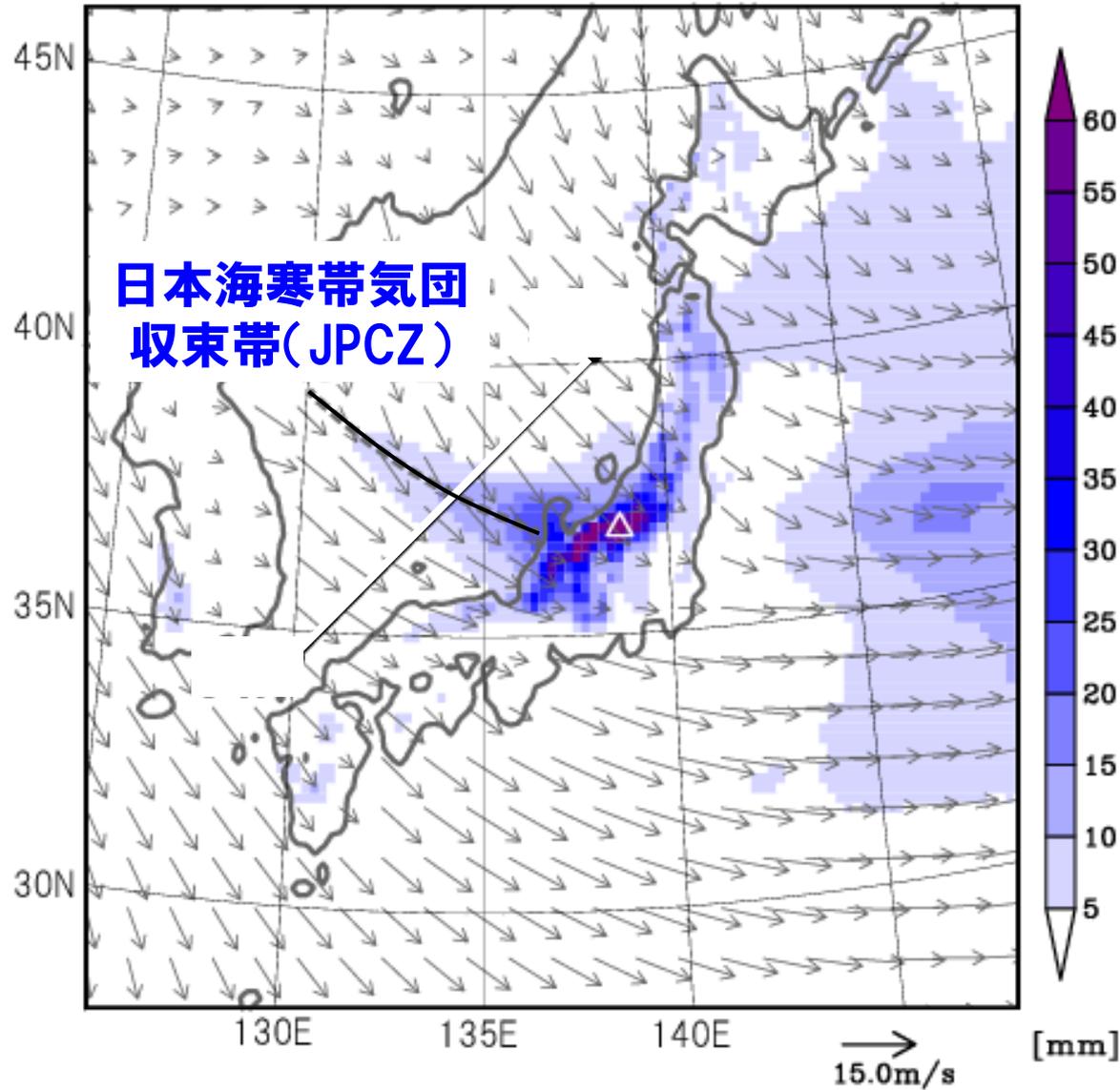
## 10年に一度の日降雪量の 将来変化



北海道と中部の山沿いで増加

[mm]

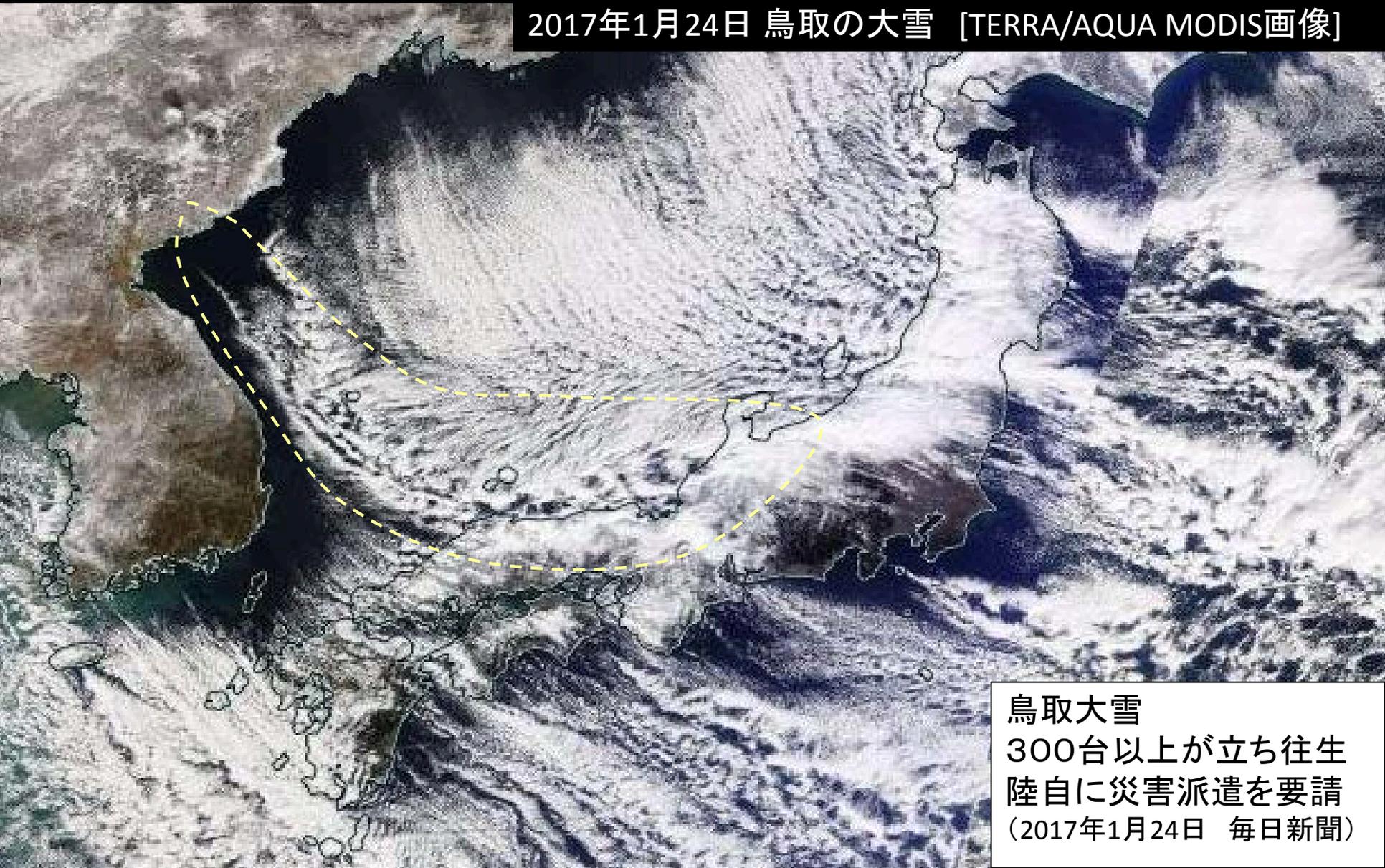
# 津南町付近で極端に強い降雪発生時の地上風と降水量（現在気候）



# 日本海寒帯気団収束帯

(JPCZ: Japan sea Polar air mass Convergence Zone)

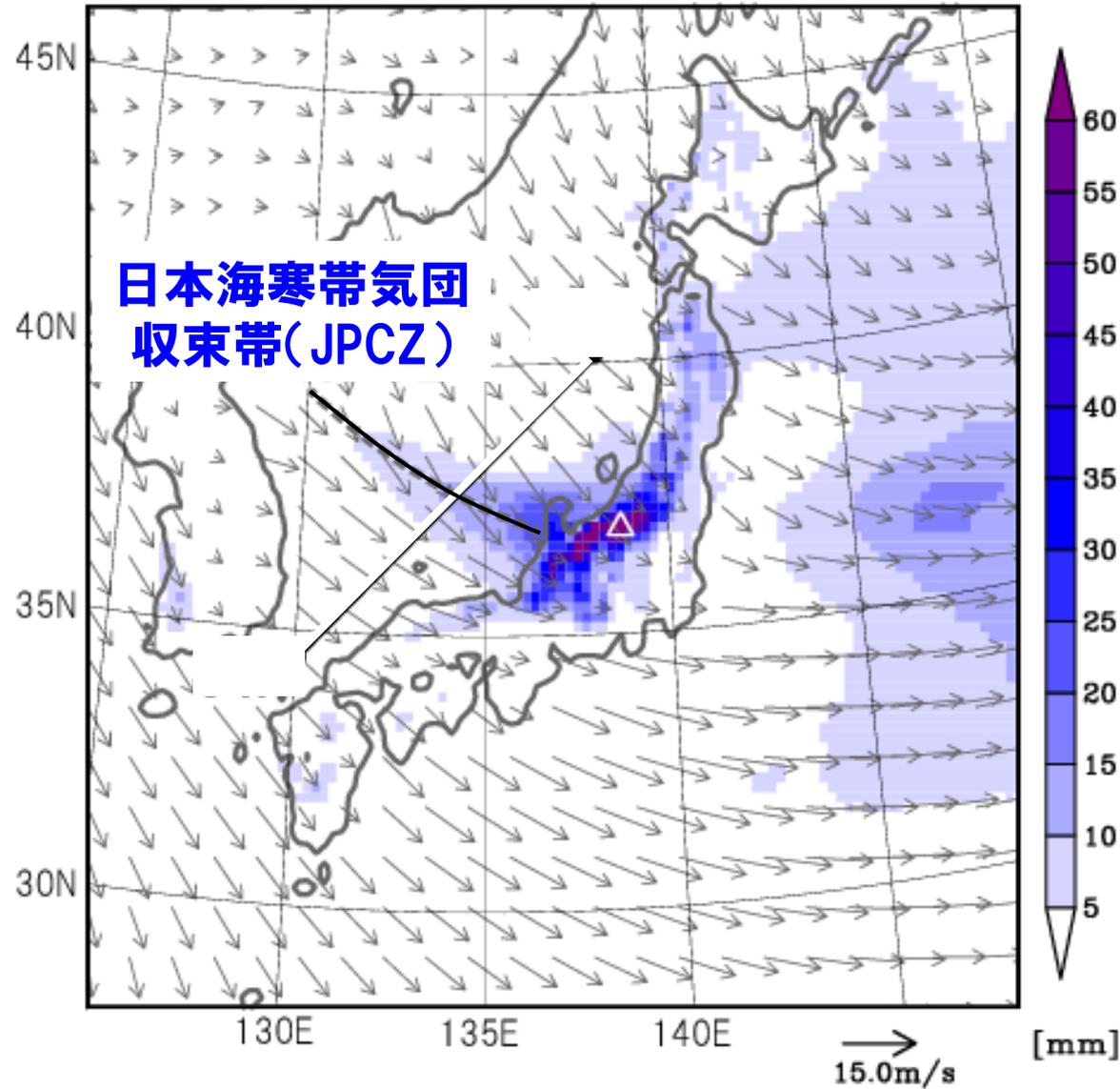
2017年1月24日 鳥取の大雪 [TERRA/AQUA MODIS画像]



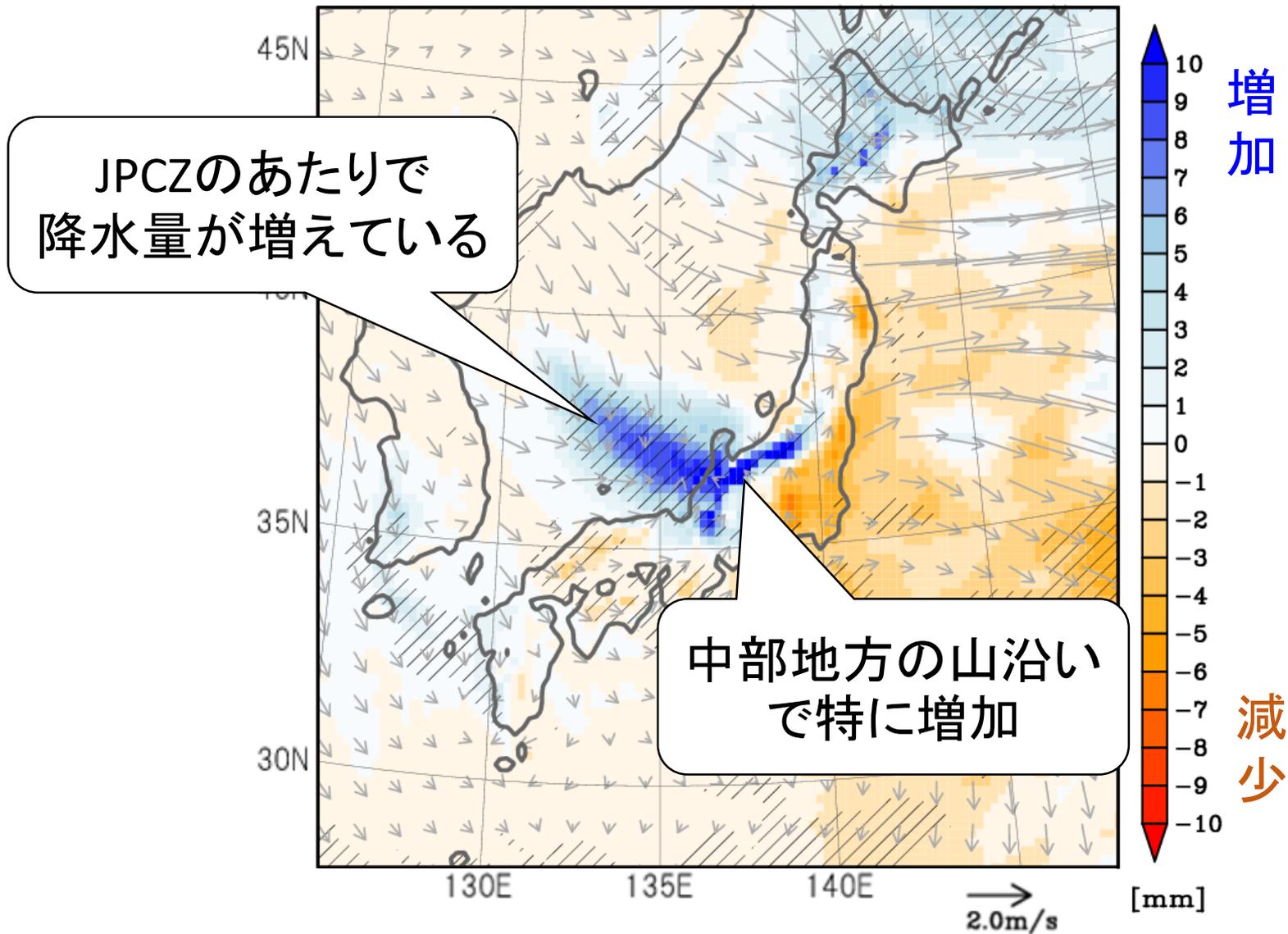
鳥取大雪

300台以上が立ち往生  
陸自に災害派遣を要請  
(2017年1月24日 毎日新聞)

# 津南町付近で極端に強い降雪発生時の地上風と降水量（現在気候）



# 津南町付近で極端降雪発生時の 現在と将来の降水量(雪+雨)の差

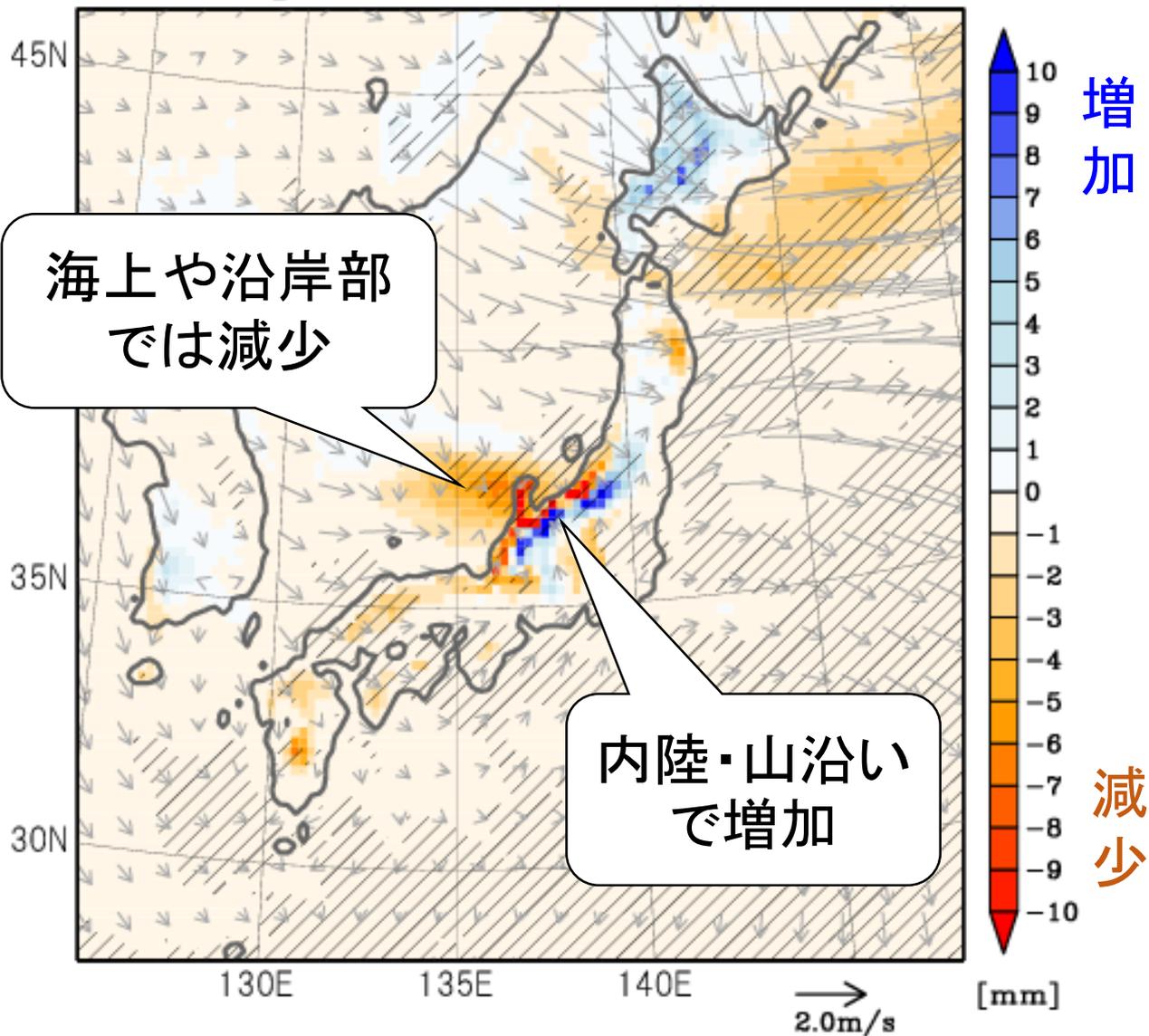


# 津南町付近で極端降雪発生時の 現在と将来の降雪量の差の差

将来  
気温が  
上昇

海上や沿岸部  
では減少

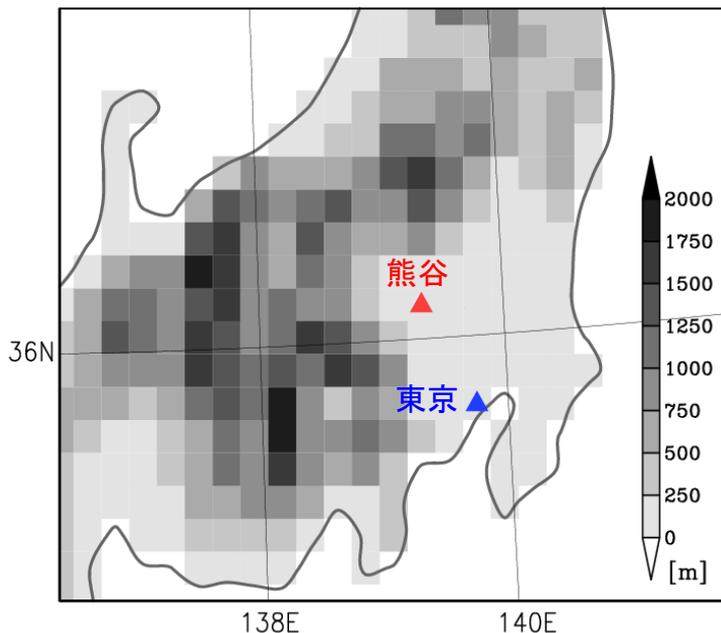
内陸・山沿い  
で増加



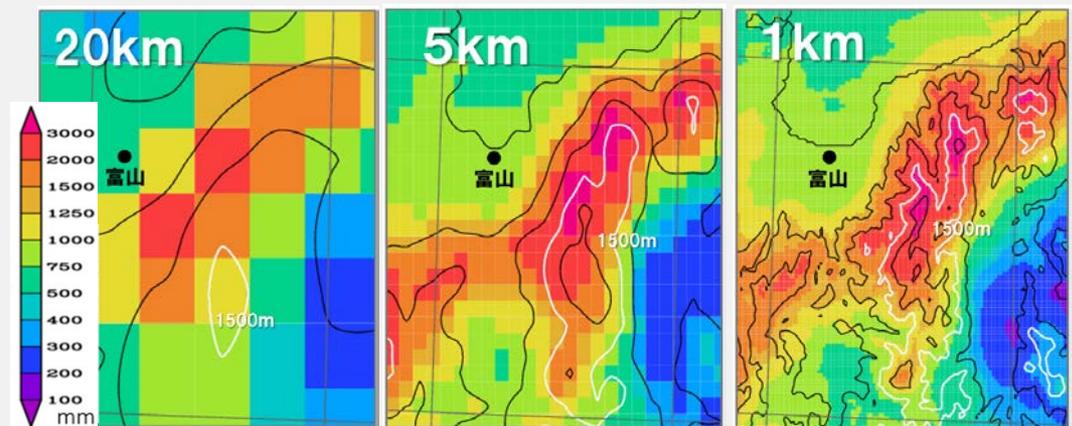
## d4PDFの課題

- 地域気候モデルの解像度が20km。局所的な降水、気温などを評価するのは困難。地形の影響も不十分。
- 都市の影響をできない(粗い解像度、都市モデル未実装)

### d4PDF(20km)の地形

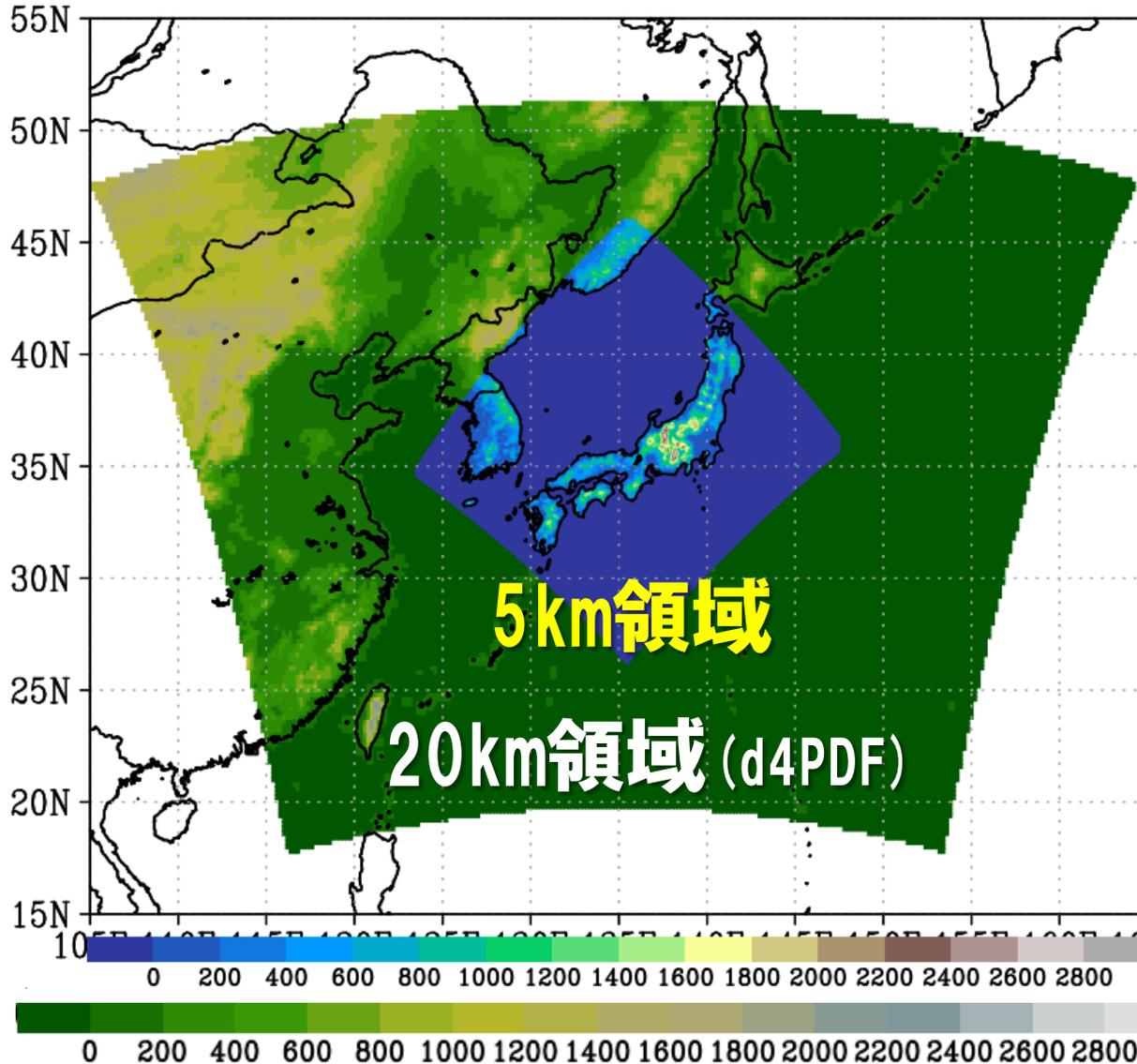


### モデルの解像度による冬季降水量の違い



※地域気候モデルによる2013/14冬季の再現実験

# SI-CATの力学的ダウンスケーリング (20km→5km)



- 評価可否
- 東北◎
  - 関東◎
  - 中部◎ 長野
  - 近畿◎ 岐阜
  - 中国◎
  - 四国○
  
  - 九州△
  - 北海道×
  - 沖縄×

## 領域モデルの設定

領域モデル: **気象研究所 非静力地域気候モデル(NHRCM)**

格子間隔: **5km**

境界層過程: Improved Mellor–Yamada Level3 (MYNN)

地表面過程: MRI/JMA–SiB

雲微物理: Bulk-type cloud microphysics [*Murakami et al.*,1994]

積雲対流: Kain–Fritsch [*Kain and Fritsch* 1993]

初期値・境界値: **d4PDF 20kmNHRCM (+JRA55)**

○ **現在実験 (31年)** 1980～2010年 (JRAは2015年まで)

10メンバー (372年) [最大20メンバー]

○ **将来実験 [2°C上昇気候] (31年)**

10メンバー (372年) [最大20メンバー] (+4°C上昇 数メンバー)

計算期間: 1980/81–2010/11 31年 (初期値は7月24日。各年計算。)

## 領域モデルの設定

領域モデル: **気象研究所 非静力地域気候モデル(NHRCM)**

格子間隔: **5km**

境界層過程: Improved Mellor–Yamada Level3 (MYNN)

地表面過程: MRI/JMA–SiB

雲微物理: Bulk-type cloud microphysics [*Murakami et al.,1994*]

積雲対流: Kain–Fritsch [*Kain and Fritsch 1993*]

初期値・境界値: **d4PDF 20kmNHRCM (+JRA55)**

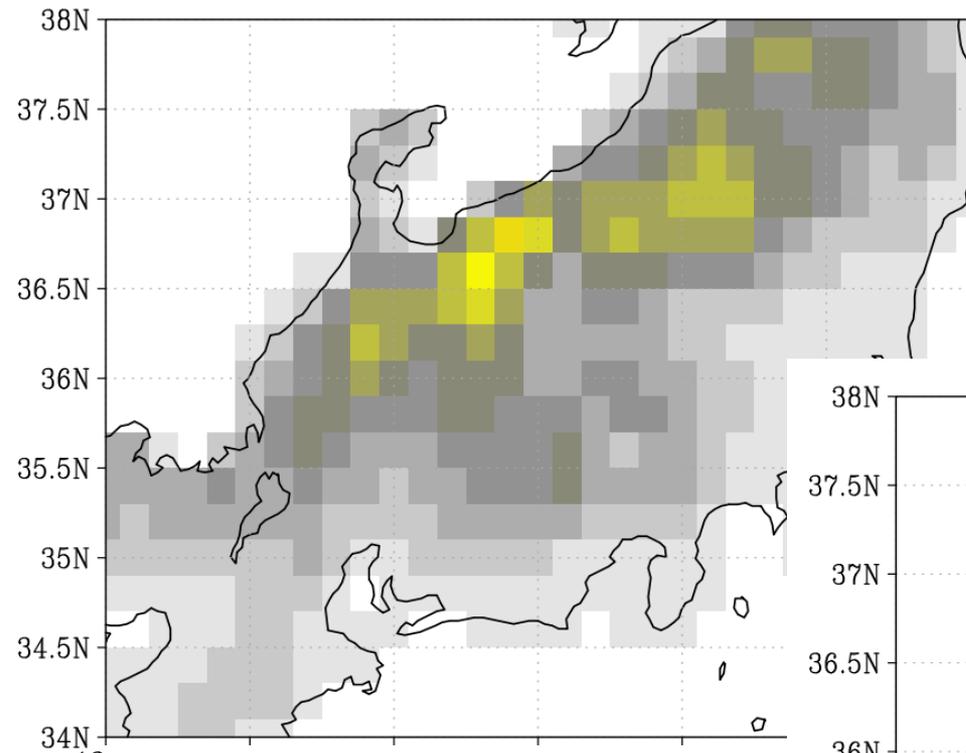
○ **現在実験 (31年)** 1980～2010年 (JRAは2015年まで)

6メンバー (156年) [最大20メンバー]

○ **将来実験 [2°C上昇気候]** (31年)

10メンバー (372年) [最大20メンバー] (+4°C上昇 数メンバー)

計算期間: 1980/81–2010/11 31年 (初期値は7月24日。各年計算。)

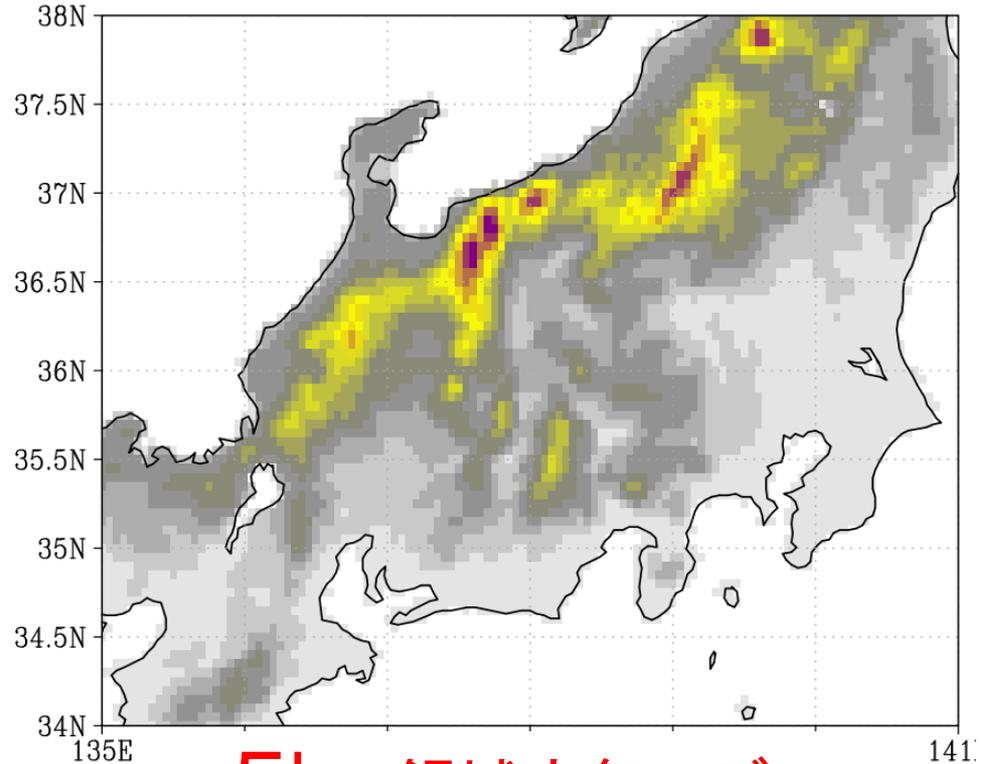
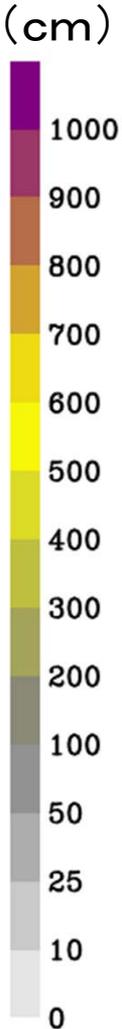


20km領域大気モデル

# 年最大積雪深

## 30年平均

### 1メンバー

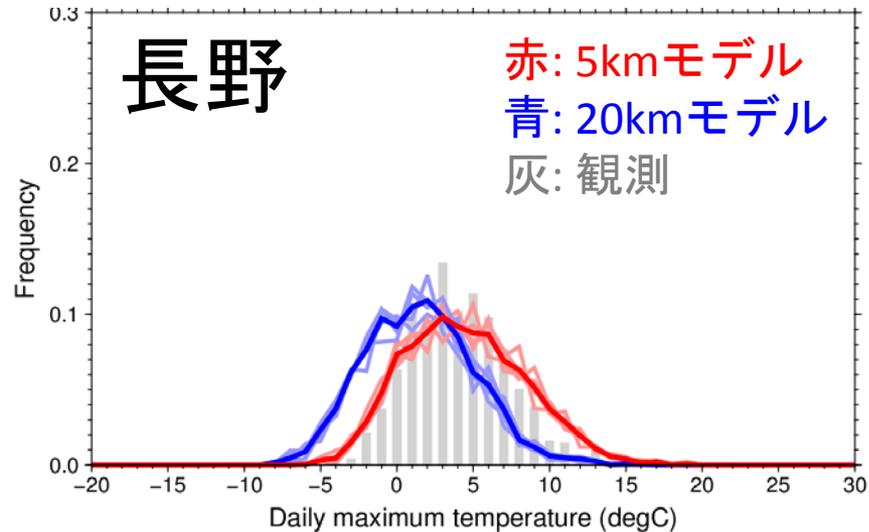


5km領域大気モデル

## 5kmと20kmの比較

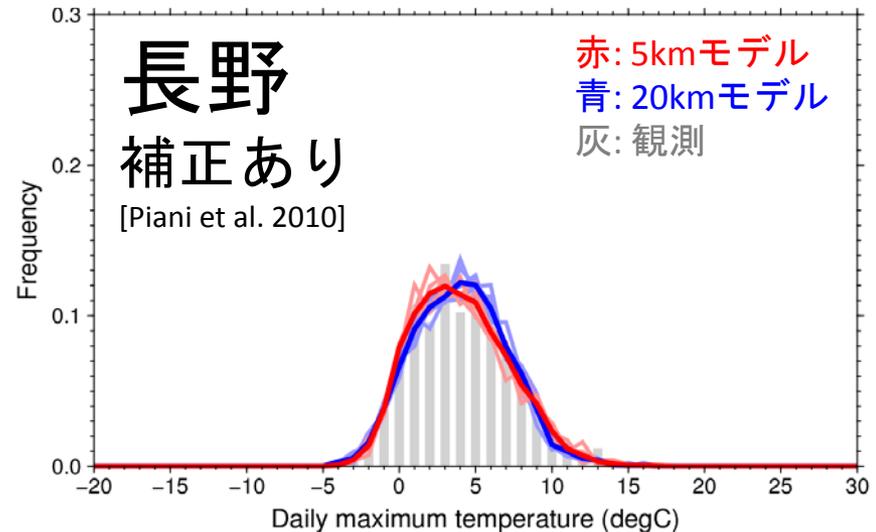
## 1月の最高気温

長野

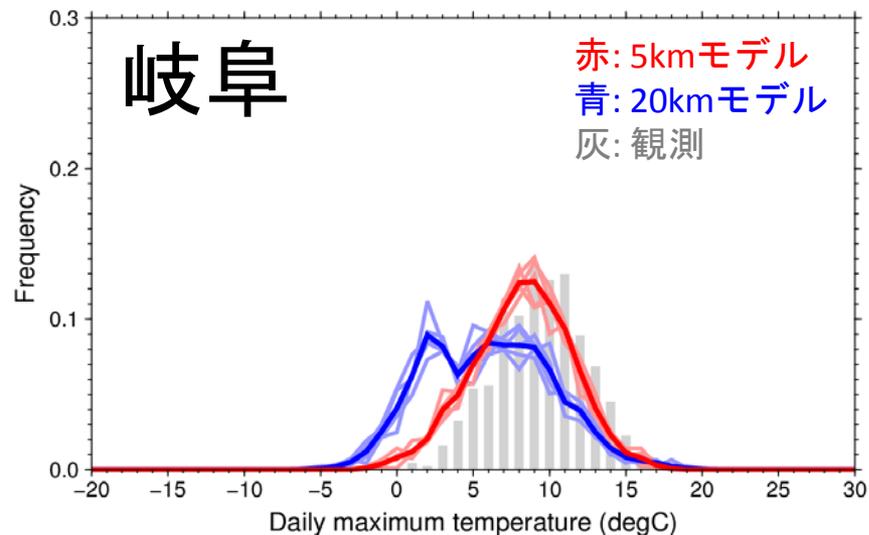
 赤: 5kmモデル  
 青: 20kmモデル  
 灰: 観測


長野

 補正あり  
 [Piani et al. 2010]

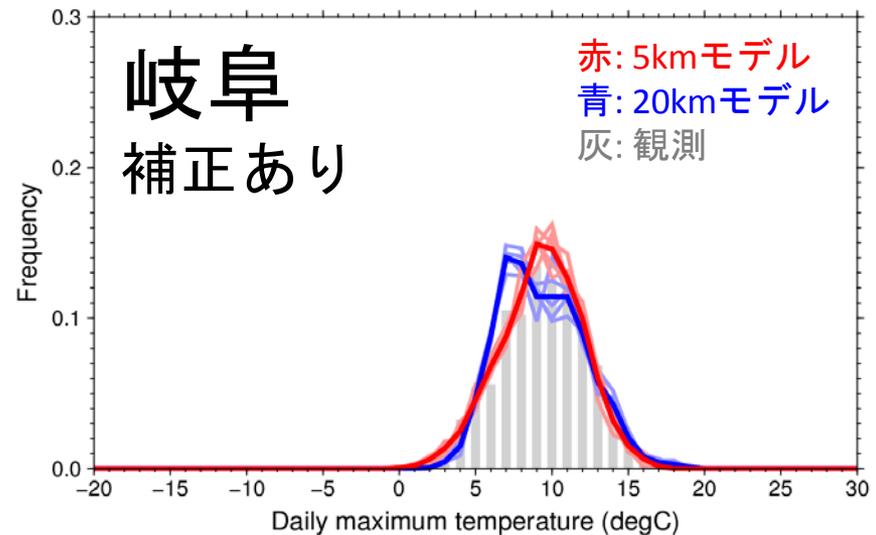
 赤: 5kmモデル  
 青: 20kmモデル  
 灰: 観測


岐阜

 赤: 5kmモデル  
 青: 20kmモデル  
 灰: 観測


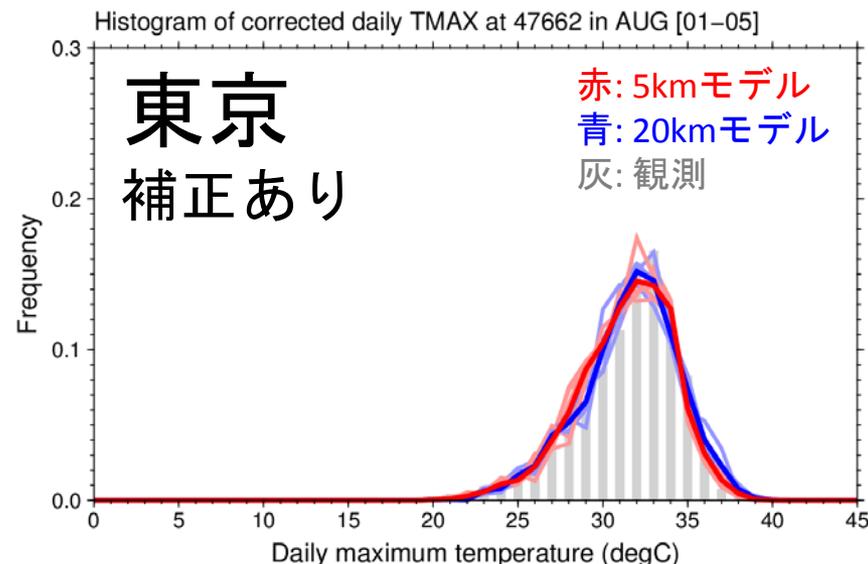
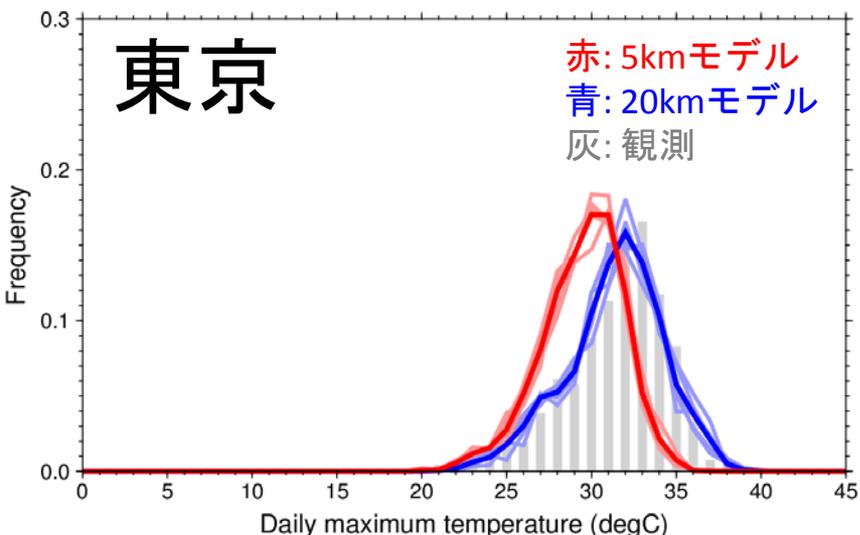
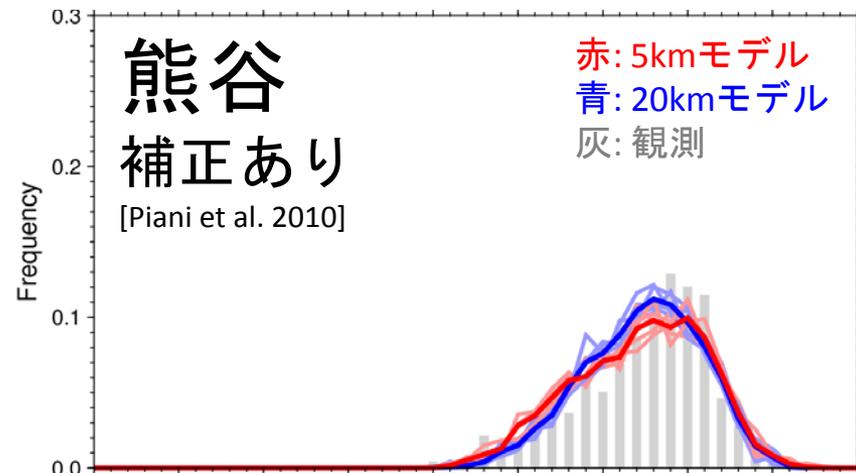
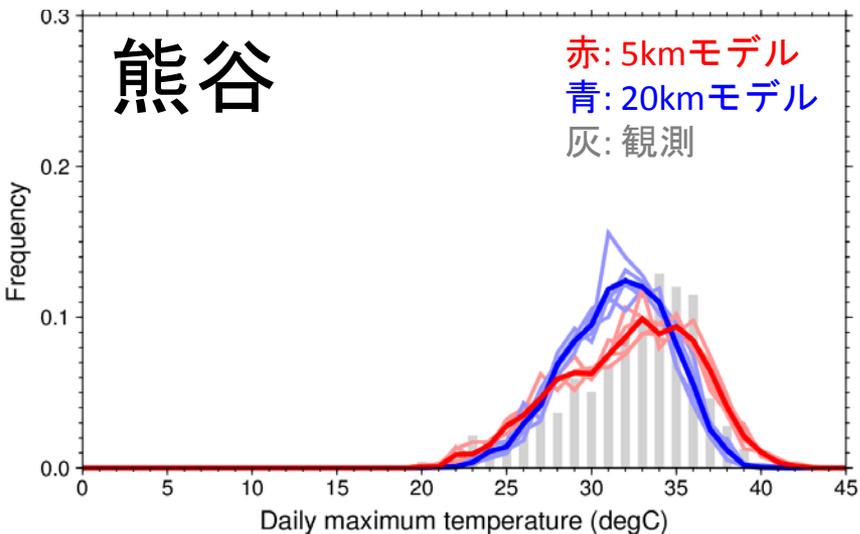
岐阜

補正あり

 赤: 5kmモデル  
 青: 20kmモデル  
 灰: 観測


5kmと20kmの比較

8月の最高気温



# 極端に強い降雪 (5kmNHRCM)

## 盆地 日降雪量ランキング【長野】

※日降雪量[cm]は毎時の積雪深の差分から計算。気象庁の観測値に準拠

※1980.10/1981.06～2010.10/2011.06: 31年間 (6メンバーで計186年)

### ■ 5kmNHRCMによる計算

メンバー, 年/月/日, 降雪量

1. HPB\_m002, 1986/1/28, 40.4cm
2. HPB\_m004, 2008/1/28, 36.1cm
3. HPB\_m006, 1985/1/8, 30.5cm
4. HPB\_m003, 1990/2/11, 29.1cm
5. HPB\_m005, 1990/1/22, 26.4cm
6. HPB\_m005, 1988/11/30, 25.6cm
7. HPB\_m005, 1987/2/11, 25.6cm
8. HPB\_m002, 2009/1/17, 25.0cm
9. HPB\_m005, 1983/12/27, 24.8cm
10. HPB\_m005, 1983/2/6, 23.8cm

### ■ 気象庁観測値 [1953/1 - 2016/12]

年/月/日, 降雪量

1. 1973/1/12, 52cm
2. 1971/1/5, 45cm
3. 1980/12/15, 44cm
4. 1963/1/7, 42cm
5. 1958/2/13, 42cm
6. 1956/1/30, 40cm
7. 1991/2/17, 36cm
8. 1974/3/27, 36cm
9. 2014/2/14, 35cm
10. 1956/1/29, 35cm

# 極端に強い降雪 (5kmNHRCM)

日本海  
側山地

## 日降雪量ランキング【長野県 野沢温泉】

※日降雪量[cm]は毎時の積雪深の差分から計算。気象庁の観測値に準拠

※1980.10/1981.06～2010.10/2011.06: 31年間 (6メンバーで計186年)

### ■ 5kmNHRCMによる計算

メンバー, 年/月/日, 降雪量

1. HPB\_m001, 1992/12/17, 88.2cm
2. HPB\_m003, 1992/12/23, 82.3cm
3. HPB\_m002, 1983/10/31, 81.0cm
4. HPB\_m006, 1996/12/04, 80.4cm
5. HPB\_m003, 2003/12/25, 79.7cm
6. HPB\_m003, 1980/11/28, 79.1cm
7. HPB\_m004, 1988/02/06, 77.9cm
8. HPB\_m006, 1997/11/29, 77.8cm
9. HPB\_m002, 2004/03/02, 77.3cm
10. HPB\_m002, 1992/01/02, 76.9cm

### ■ 気象庁観測値 [1953/1 - 2016/12]

年/月/日, 降雪量[cm]

1. 2000/02/15, 90cm
2. 1991/12/12, 86cm
3. 1990/01/27, 84cm
4. 2014/12/14, 79cm
5. 1983/01/22, 77cm
6. 2005/02/26, 74cm
7. 2013/01/03, 71cm
8. 1987/01/10, 71cm
9. 1985/01/14, 71cm
10. 2014/12/17, 70cm

# 極端に強い降雪 (5kmNHRCM)

## 日降雪量トップ20の発生要因(全186冬季)

	冬型	JPCZ*	日本海 低気圧	南岸 低気圧	前線
野沢温泉	20	8	2	0	2
長野	4	0	5	14	0
松本	0	0	2	20	0

※複数の要因が関連する場合は重複でカウント。

※JPCZ: 日本海寒帯気団収束帯

- 野沢温泉では基本的に冬型の気圧配置時に発生するが、特にJPCZがかかる時に強い降雪となりやすい。
- 長野の極端降雪は、南岸低気圧通過時が多いが、冬型でも起こる。
- 松本はすべて南岸低気圧絡み。

# 極端に強い降雪 (5kmNHRCM)

## 太平洋 日降雪量ランキング【東京】 南岸低気圧

※日降雪量[cm]は毎時の積雪深の差分から計算。気象庁の観測値に準拠

※1980.10/1981.06～2010.10/2011.06: 31年間 (6メンバーで計186年)

### ■ 5kmNHRCMによる計算

メンバー, 年/月/日, 降雪量[cm]

1. HPB\_m002, 1986/01/28, 31.0cm
2. HPB\_m001, 2002/12/26, 28.4cm
3. HPB\_m003, 1990/02/15, 28.2cm
4. HPB\_m002, 2010/01/30, 22.8cm
5. HPB\_m004, 1985/03/01, 22.0cm
6. HPB\_m001, 1988/12/17, 21.5cm
7. HPB\_m001, 1986/03/04, 21.5cm
8. HPB\_m005, 1983/02/06, 20.5cm
9. HPB\_m001, 2006/12/17, 19.8cm
10. HPB\_m005, 1987/02/11, 19.5cm

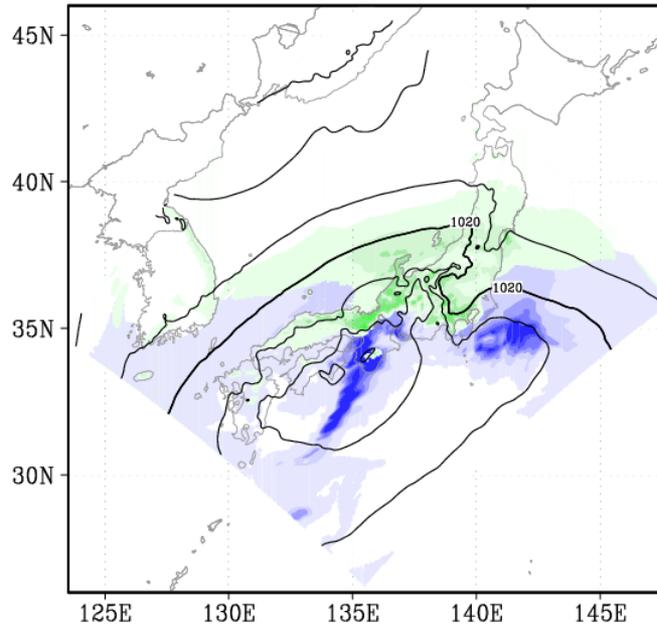
### ■ 気象庁観測値 [1953/1 - 2016/12]

年/月/日, 降雪量[cm]

- 1969/03/12, 33cm
- 1954/01/24, 33cm
- 1994/02/12, 27cm
- 1953/02/21, 27cm
- 1984/01/19, 26cm
- 2014/02/08, 22cm
- 1978/01/03, 21cm
- 1969/03/04, 21cm
- 2014/02/14, 18cm
- 1998/01/15, 18cm

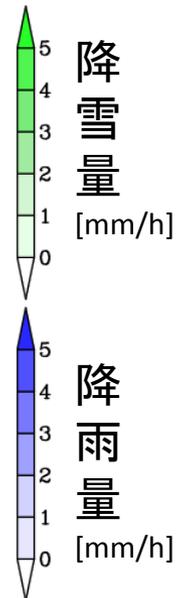
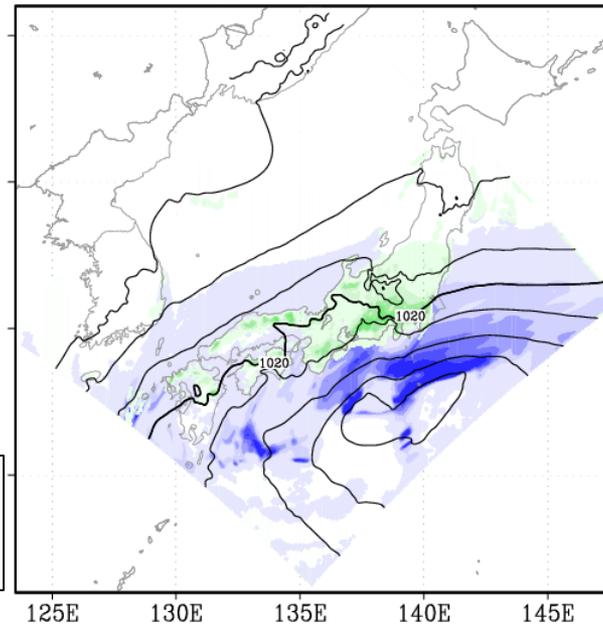
【Rank1】HPB\_m002, 1986/01/28 09JST

【Rank2】HPB\_m001, 2002/12/26 09JST



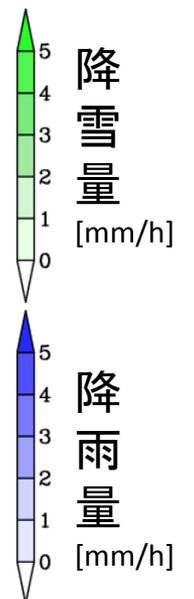
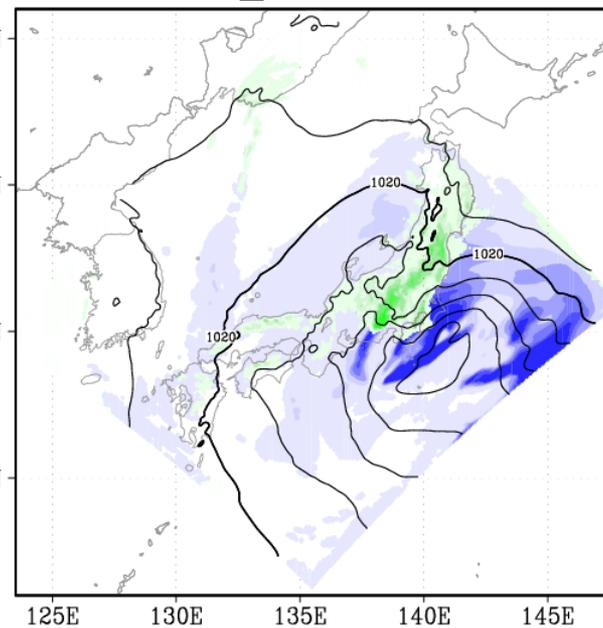
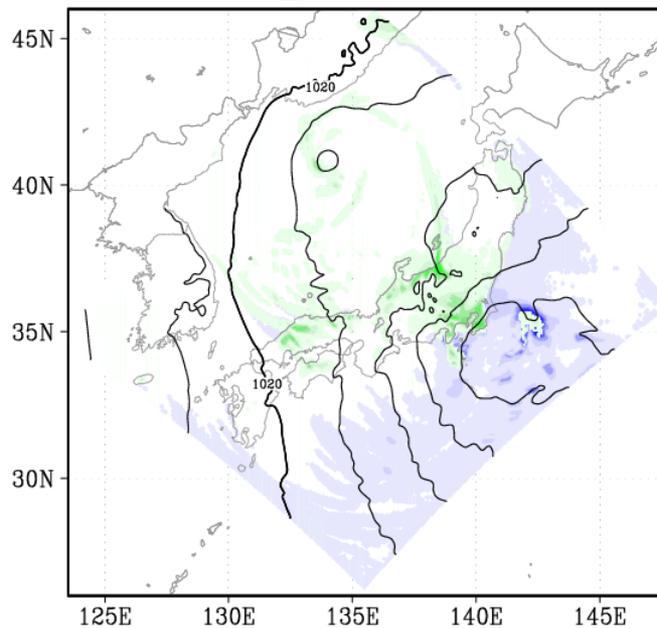
東京大雪事例

スナップショット



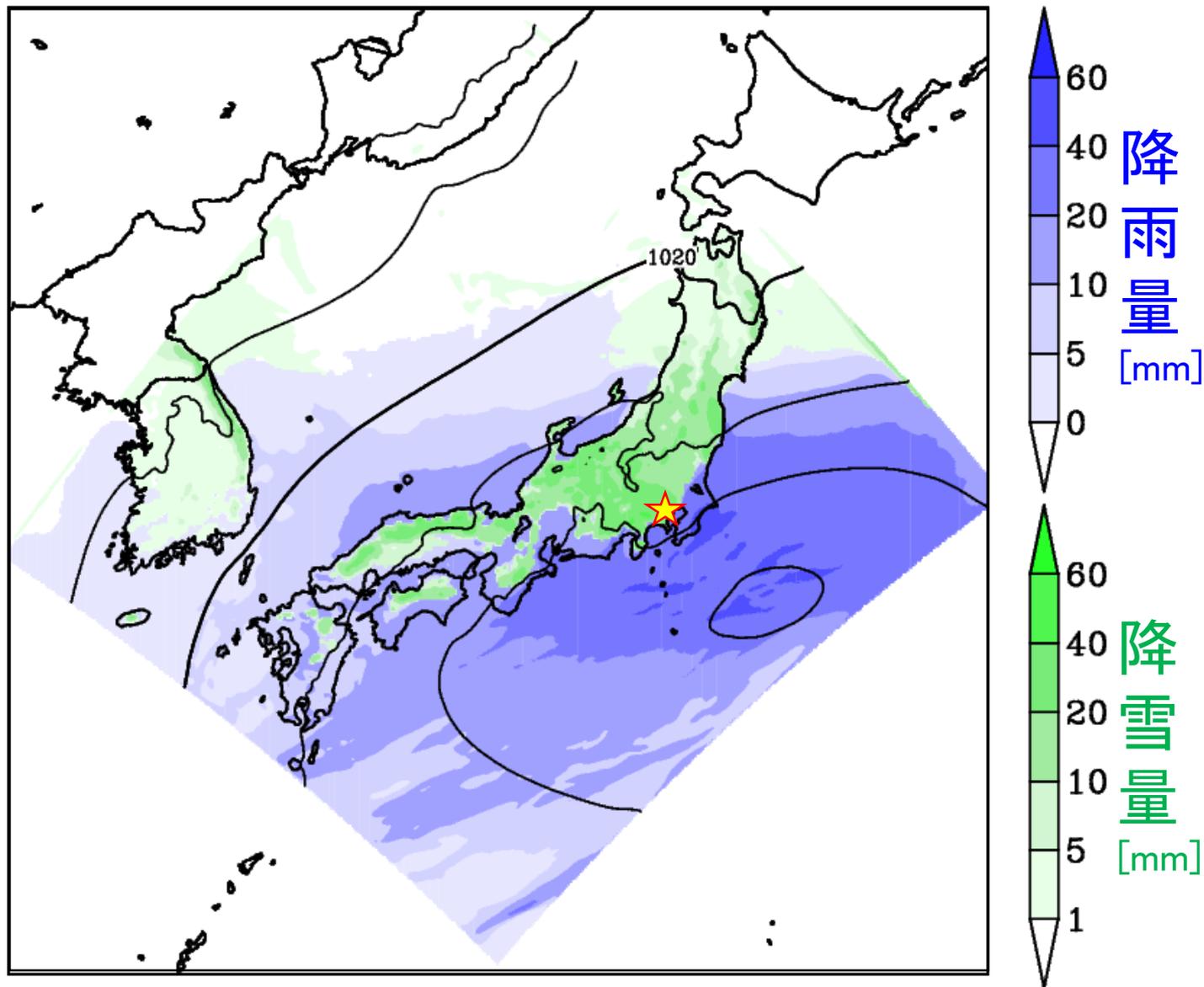
【Rank3】HPB\_m003, 1990/02/15 09JST

【Rank4】HPB\_m002, 2010/01/30 09JST



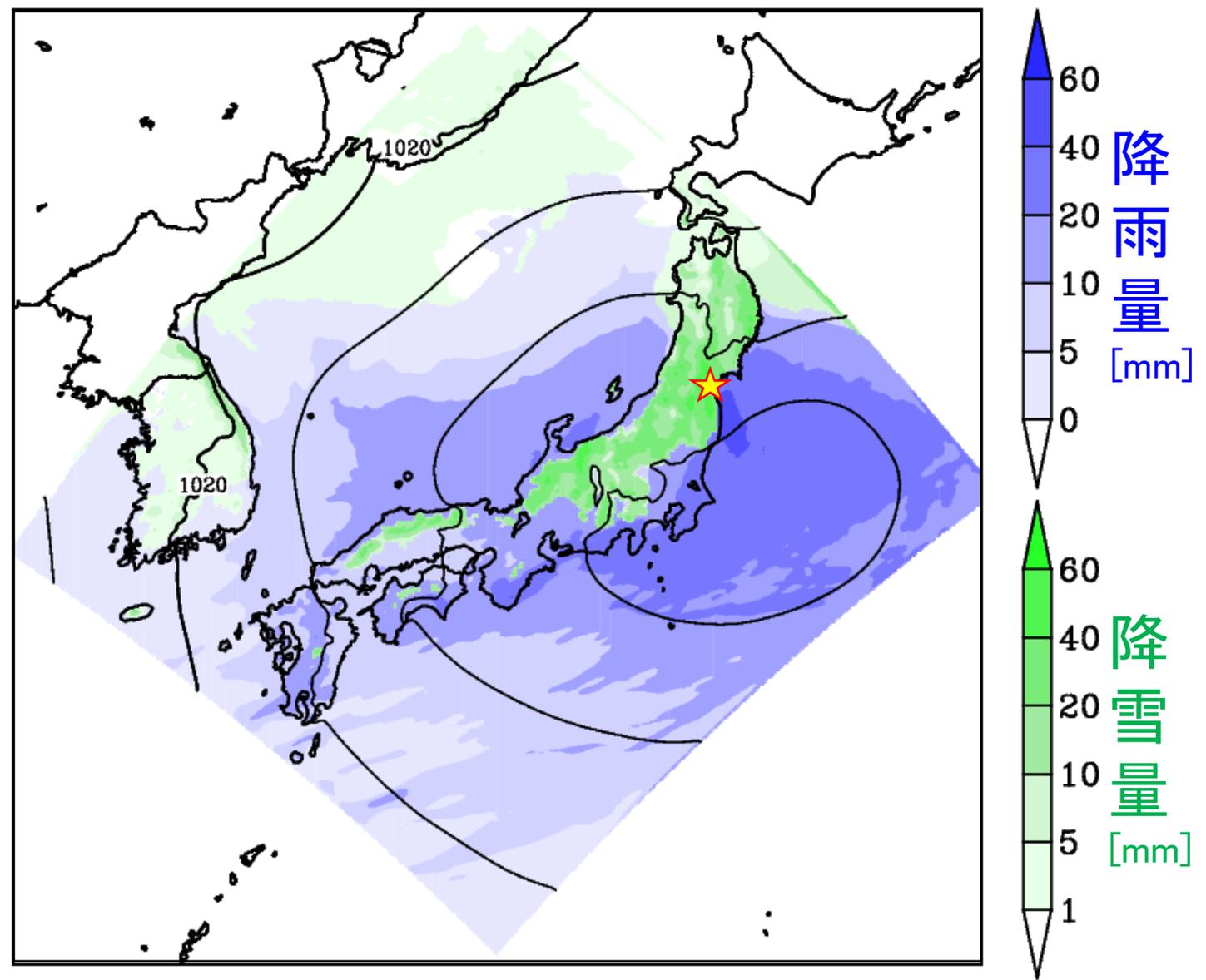
# 極端に強い降雪：東京（上位20事例合成）

SLP and hourly snow/rain 662 [snowfall TOP20 composite]



# 極端に強い降雪：仙台

SLP and hourly snow/rain 590 [snowfall TOP20 composite]



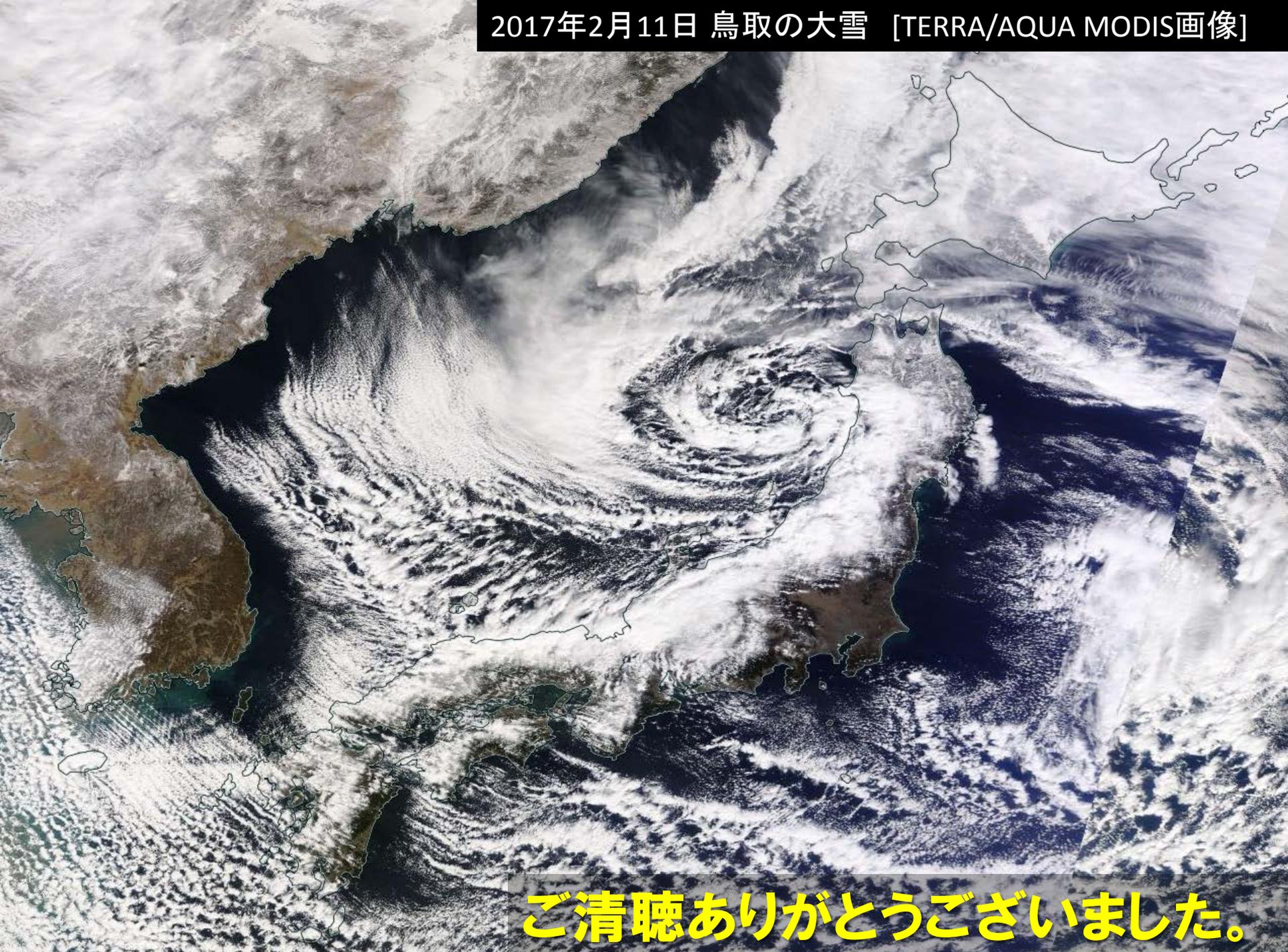
# まとめ

- 現在SI-CATの枠組みで、5km格子のNHRCMを用いたd4PDFの力学的ダウンスケーリングに取り組んでいる。
- 5kmNHRCMを用いることで、気温の再現性が向上するほか、中部山岳の積雪の標高依存性がより顕著に見えてくる。
- 冬型、JPCZ、南岸低気圧等の極端降雪が再現。  
(高温、低温、ヤマセ等も解析可能)
- 近傍の地点であっても、極端な降雪が起こる要因は地点によって異なる。要因が異なるため将来変化も異なる可能性がある。

## 今後の予定

- 過去、将来(+4度)実験それぞれ12メンバーの5km計算を行う。
- 5kmNHRCMの結果をもとに事例を選び、1km/2km格子でダウンスケーリングを実施する(SI-CAT岐阜長野)。

2017年2月11日 鳥取の大雪 [TERRA/AQUA MODIS画像]



**ご清聴ありがとうございました。**