

地球温暖化に伴う 山岳降雪の極端化

(中部地方)

第16回ヤマセ研究会@新庄

川瀬宏明(気象研究所)



山崎剛・佐々井崇博(東北大), 杉本志織・藤田実季(JAMSTEC)
伊東瑠衣(JMBSC), 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝(気象研)

はじめに

- 地球温暖化に伴い、将来の積雪の減少が懸念。ただ、特に気温の低い地域（シベリアやロッキー山脈）では、積雪が増加する可能性が指摘。

[e.g., *Brown and Mote 2009; Vries et al. 2014; Lute et al. 2015*]

- 気象庁の観測から、東日本の日本海側では積雪の減少トレンドが見られる。 [気象庁, 2018]

- 高標高域は低地の積雪深の変動と異なる。

[e.g., 鈴木, 2010, 2013; *Yamaguchi et al. 2011*]

- 将来、日本では冬季積算降雪量は全国的に減少。

- 短時間に降る大雪は中部地方の内陸部や北海道で増加する。 [Kawase et al., 2016; *Sasai et al., 2019*]

はじめに

- 地球温暖化に伴い、将来の積雪の減少が懸念。ただ、特に気温の低い地域(シベリアやロッキー山脈)では、積雪が増加する可能性が指摘。

[e.g., *Brown and Mote 2009; Vries et al. 2014; Lute et al. 2015*]

- 気象庁の観測から、東日本の日本海側では積雪の減少トレンドが見られる。 [気象庁, 2018]

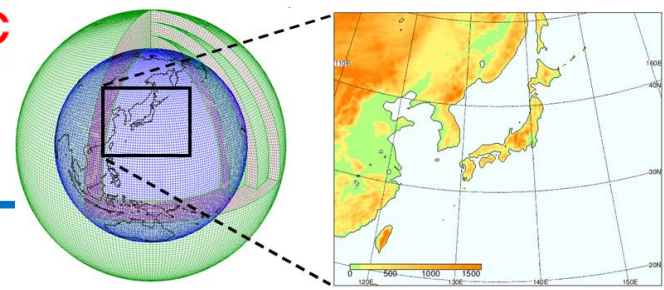
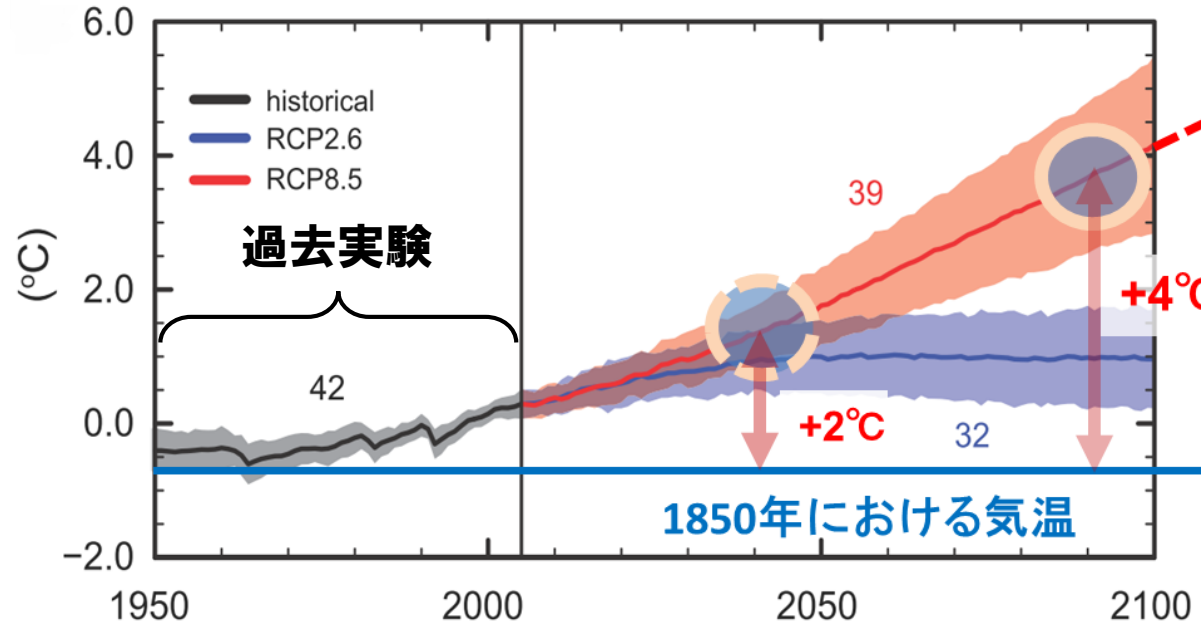
目的

- ・ 1km格子間隔の地域気候モデルを用いて、地球温暖化に伴う将来の北アルプス周辺の降積雪の変化を調査。
- ・ 特に、多雪年と少雪年の降積雪の変化に着目する。

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース Database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF)



全球平均地上気温



60km全球モデル(MRI-AGCM)

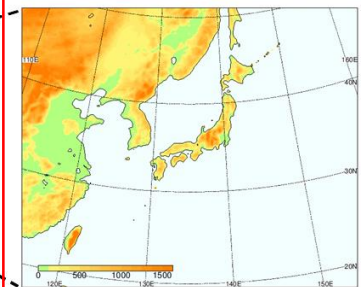
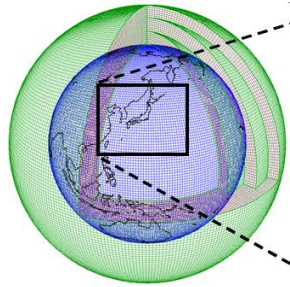
過去 :6000年 (60年 x 100アンサンブル)
 4度上昇 :5400年 (60年 x 90アンサンブル)
 2度上昇 :3240年 (60年 x 54アンサンブル)

20km領域 NHRCM

過去 :3100年
 4度上昇 :5400年
 2度上昇 :3240年

手法 d4PDF 20kmNHRCMからの力学ダウンスケーリング

d4PDF



60km MRI-AGCM

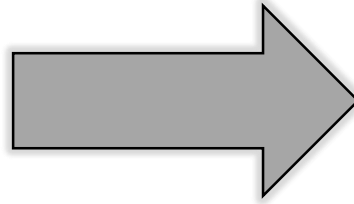
過去 :6000年
4度上昇 :5400年
2度上昇 :3240年

20km NHRCM

過去 :3100年
4度上昇 :5400年
2度上昇 :3240年



ダウンスケーリング



NHRCM 5km

* 過去:372年

(31年 x 12メンバー)

Kawase et al. 2018, JMSJ

* 2度上昇:372年

(31年 x 12メンバー)

* 4度上昇:372年

(31年 x 12メンバー)

Sasai et al. 2019, JGR

d4PDF 5kmの仕様

■ 使用モデル

非静力学地域気候モデル

NHRCM (Nonhydrostatic Regional Climate Model)

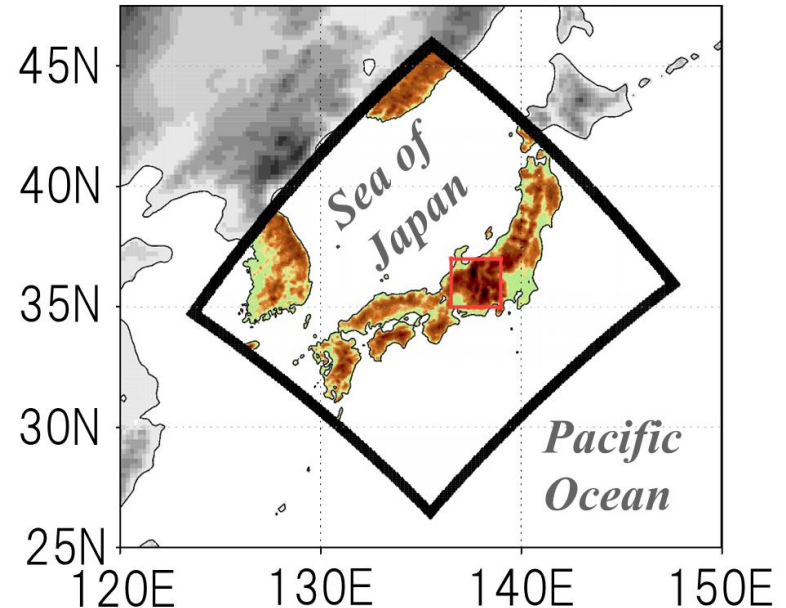
■ 格子間隔 5km

■ 計算期間 各年8月～翌年8月

各気候で372年

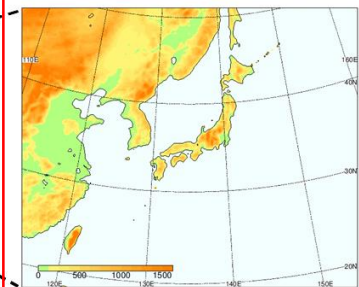
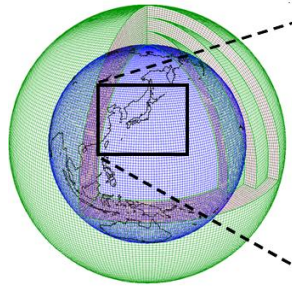
■ 降水過程

雲微物理過程、積雲対流パラメタリゼーション併用



手法 d4PDF 20kmNHRMからの力学ダウンスケーリング

d4PDF



60km MRI-AGCM

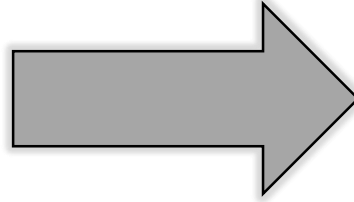
過去 :6000年
4度上昇 :5400年
2度上昇 :3240年

20km NHRM

過去 :3100年
4度上昇 :5400年
2度上昇 :3240年



ダウンスケーリング



NHRM 5km

* 過去:372年

(31年 x 12メンバー)

Kawase et al. 2018, JMSJ

* 2度上昇:372年

(31年 x 12メンバー)

* 4度上昇:372年

(31年 x 12メンバー)

Sasai et al. 2019, JGR

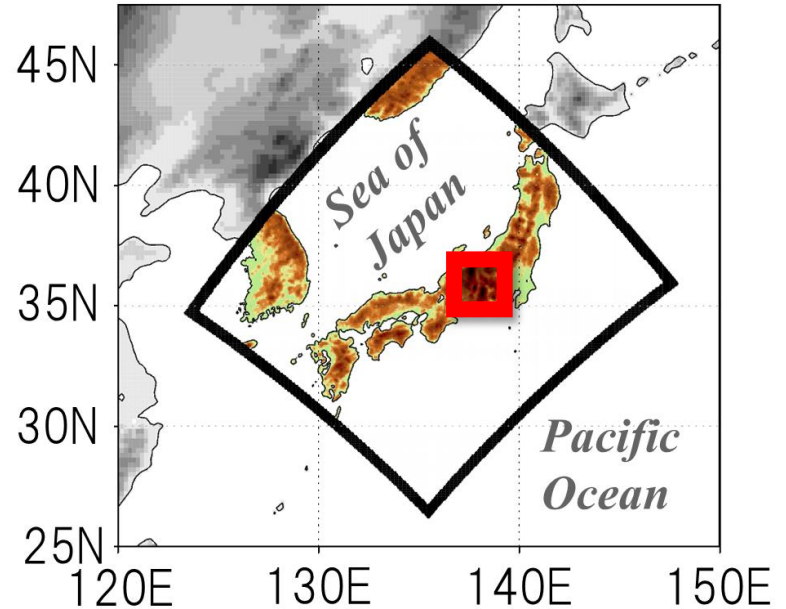
中部山岳(赤枠)の標高1,000m以上の地域の領域平均年最大積雪深を計算



過去、2度上昇、4度上昇それぞれで、上位5年(多雪年)、中央5年(平均年)、下位5年(少雪年)を抽出

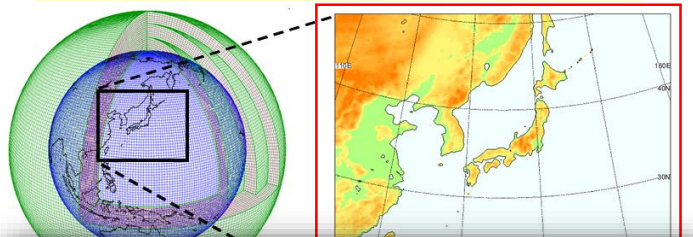


1km格子間隔のNHRMで計算



手法 d4PDF 20kmNHRCMからの力学ダウンスケーリング

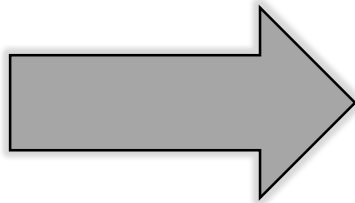
d4PDF



富山大学他による
積雪断面調査
例年6-7m



ダウンスケーリング



北アルプス北部
(解析対象)

NHRCM 5km

* 過去: 372年

(31年 x 12メンバー)

Kawase et al. 2018, JMSJ

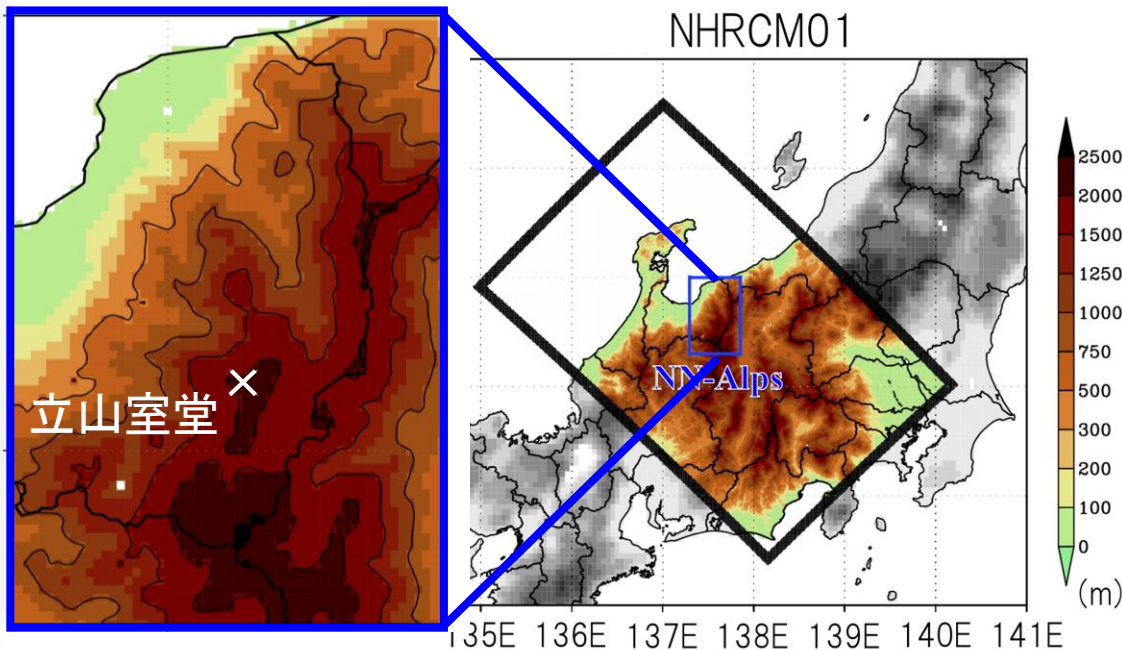
* 2度上昇: 372年

(31年 x 12メンバー)

* 4度上昇: 372年

(31年 x 12メンバー)

Sasai et al. 2019, JGR

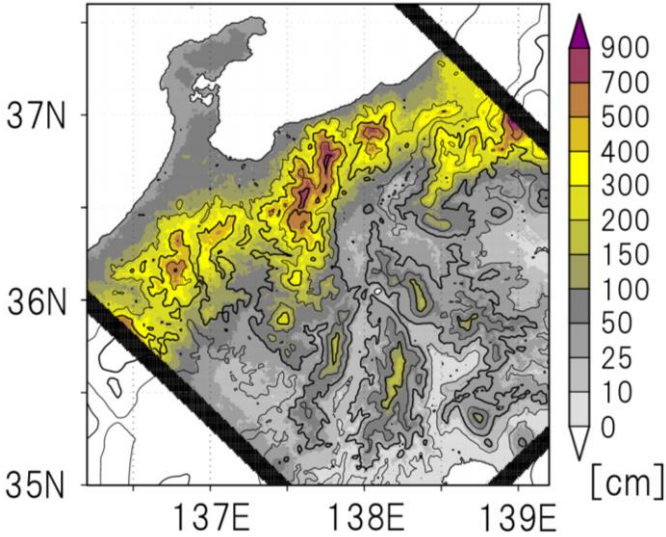


135E 136E 137E 138E 139E 140E 141E

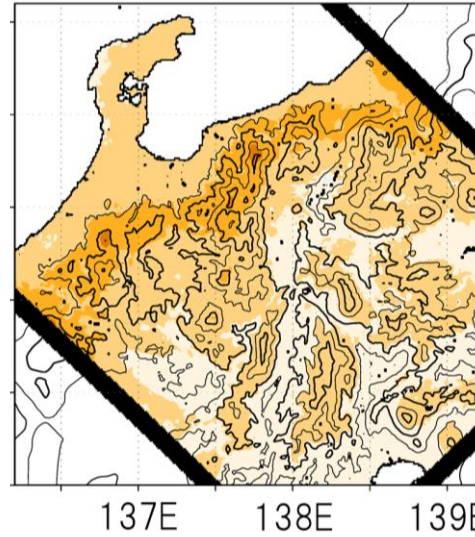
結果

年最大積雪深の変化(15年平均)

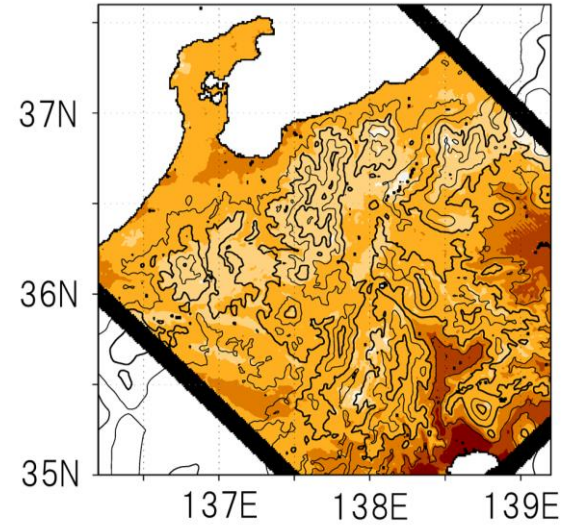
1kmDS (過去)



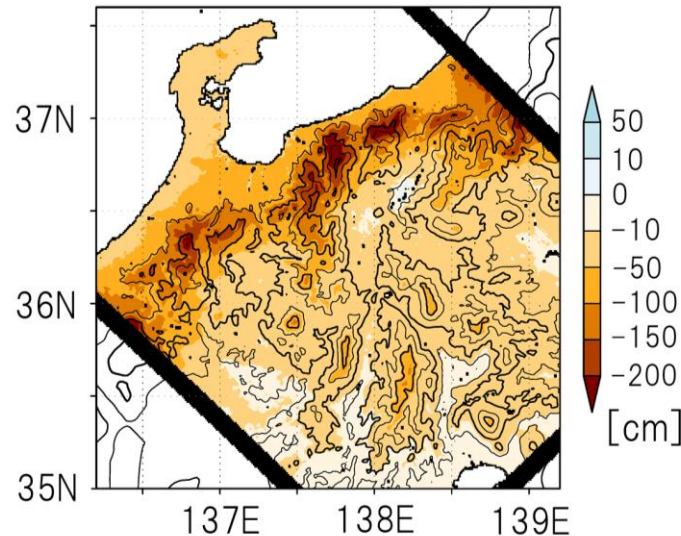
1kmDS (+2度 変化量)



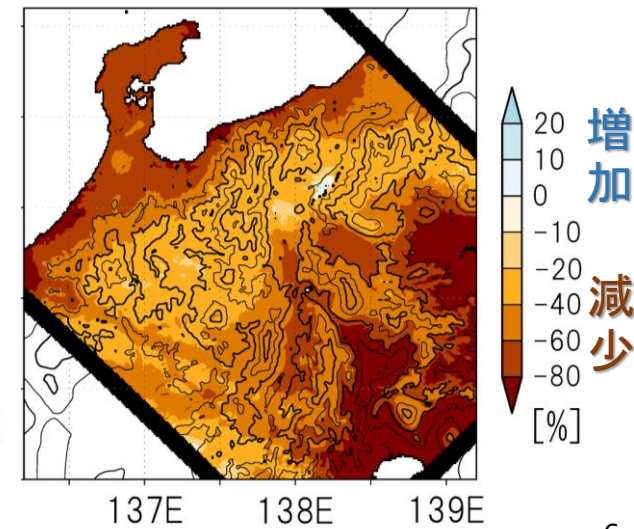
1kmDS (+2度 変化率)



1kmDS (+4度 変化量)



1kmDS (+4度 変化率)



結果

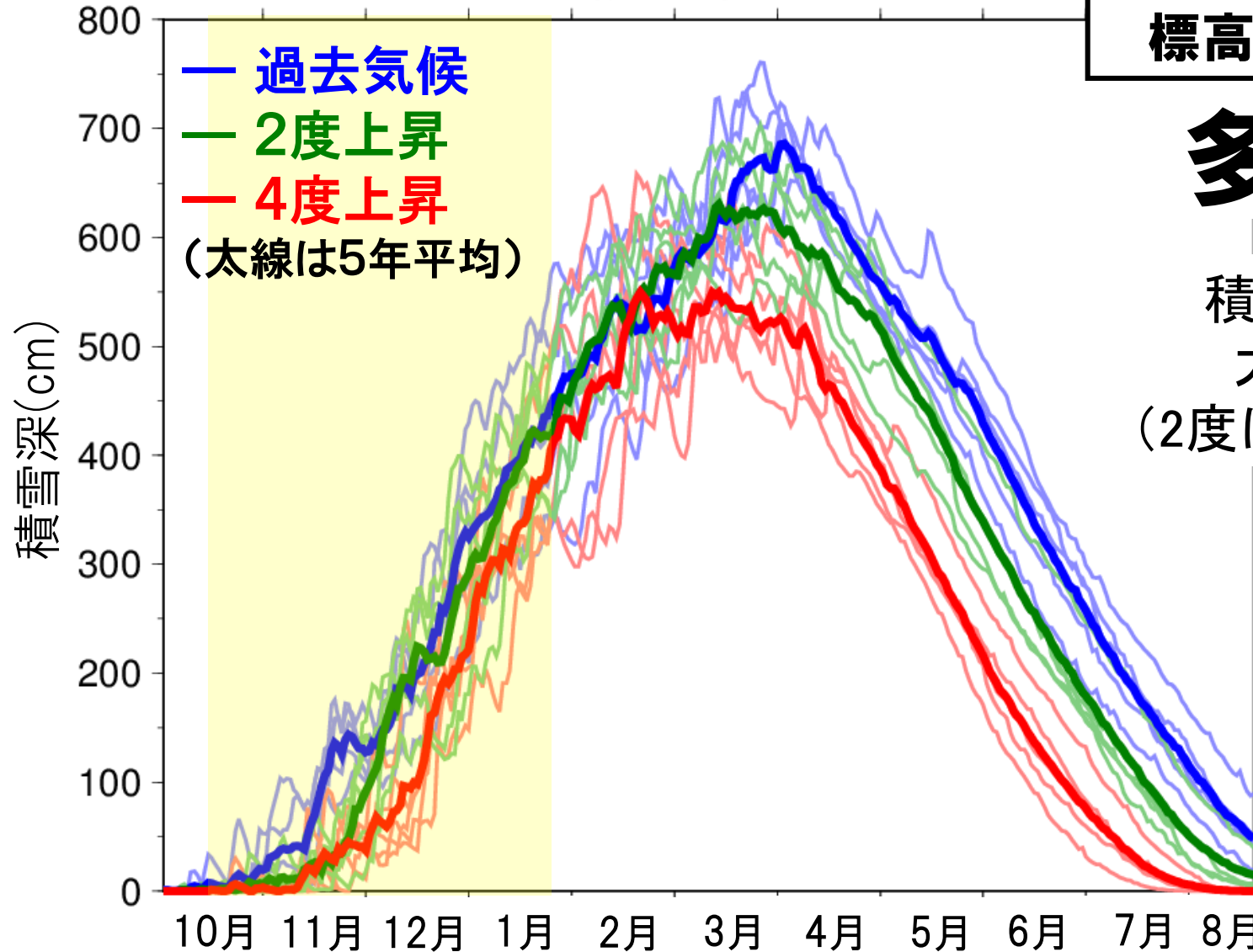
積雪深の季節変化(高標高 多雪年)

積雪深

北アルプス北部
標高2000m以上

多雪年

↑
積もり始めは
大きく減少
(2度は変化小さい)



結果

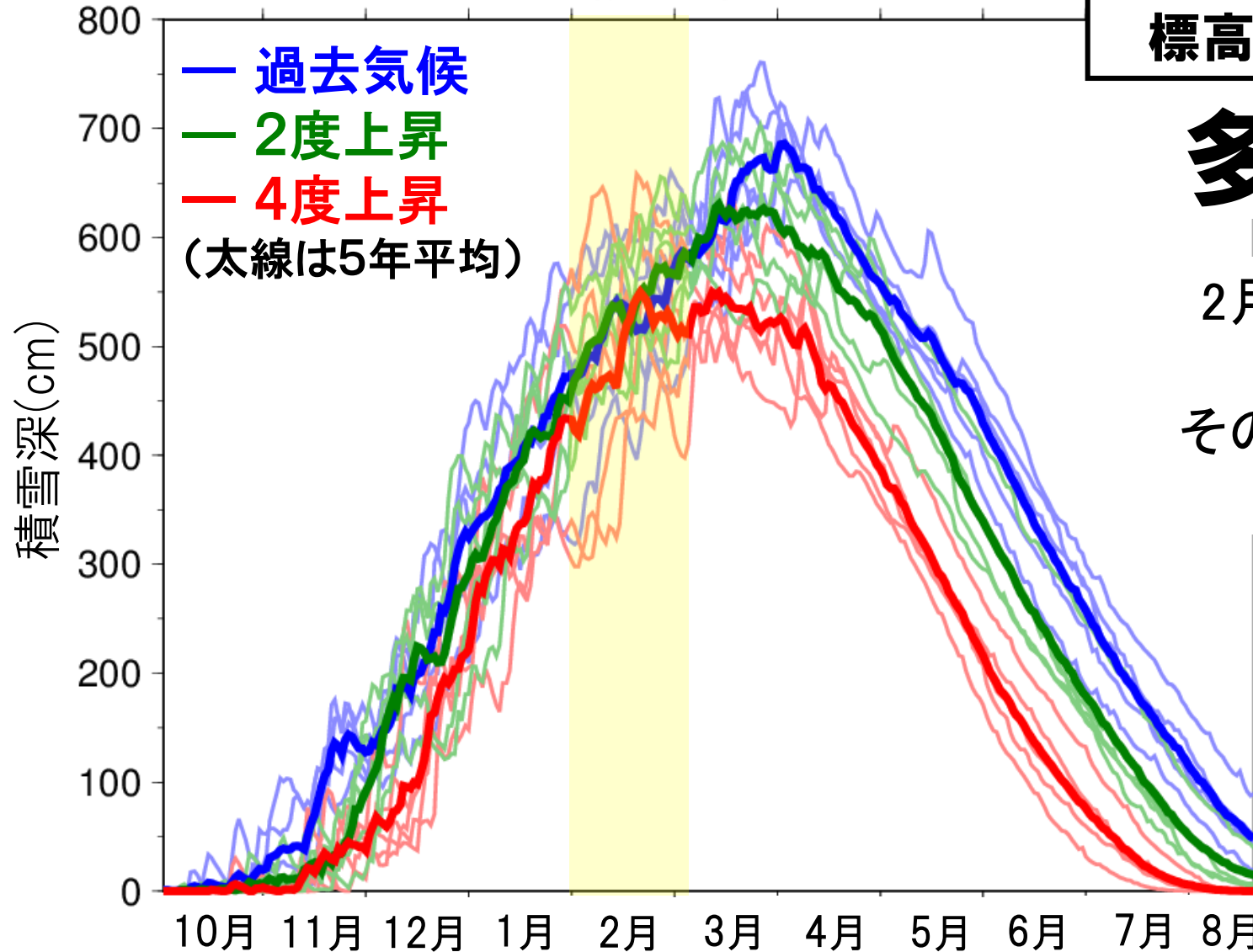
積雪深の季節変化(高標高 多雪年)

積雪深

北アルプス北部
標高2000m以上

多雪年

↑
2月に追いつく
↓
その後増えずに
融雪期に

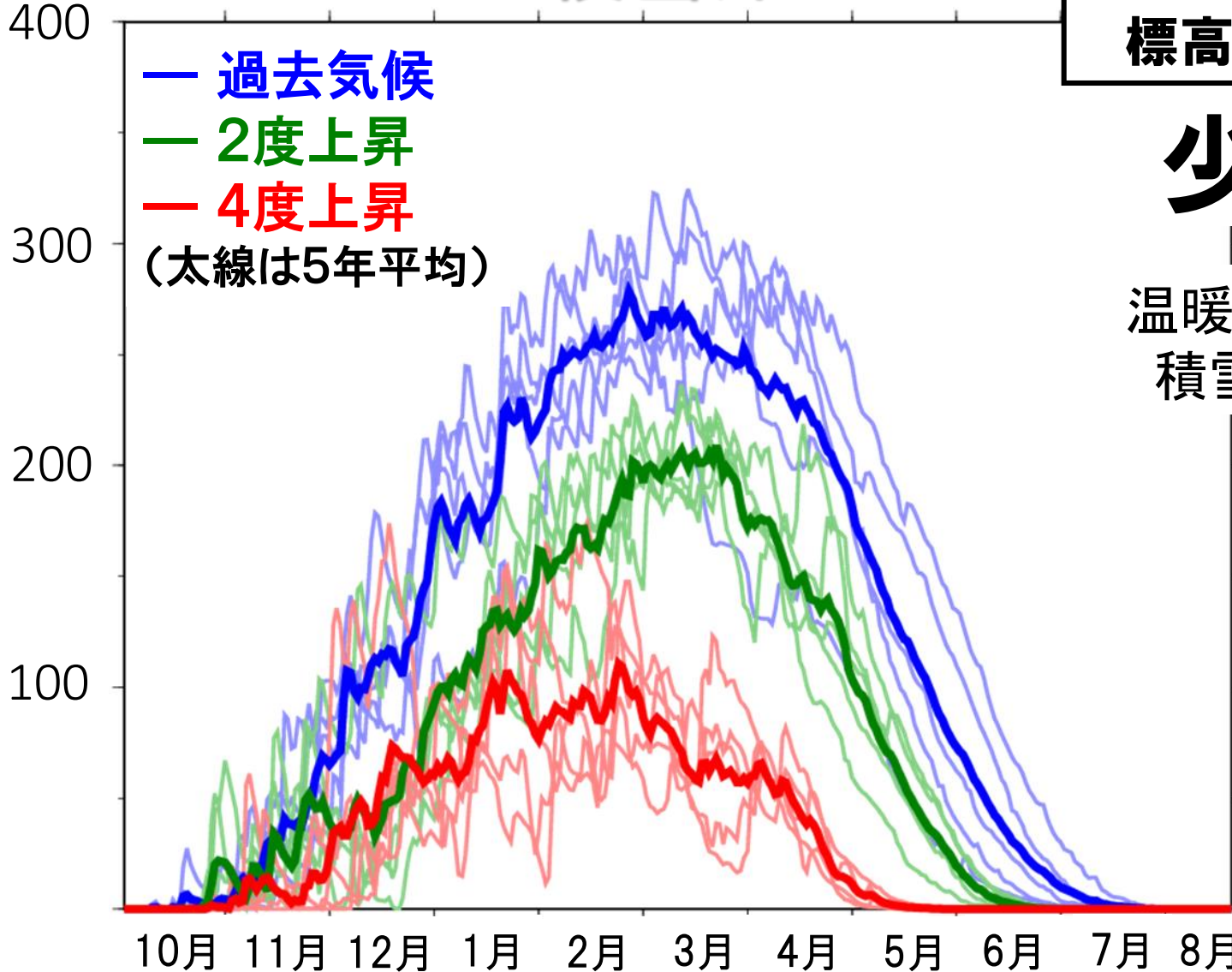


結果

積雪深の季節変化(高標高 多雪年)

積雪深

北アルプス北部
標高2000m以上



少雪年

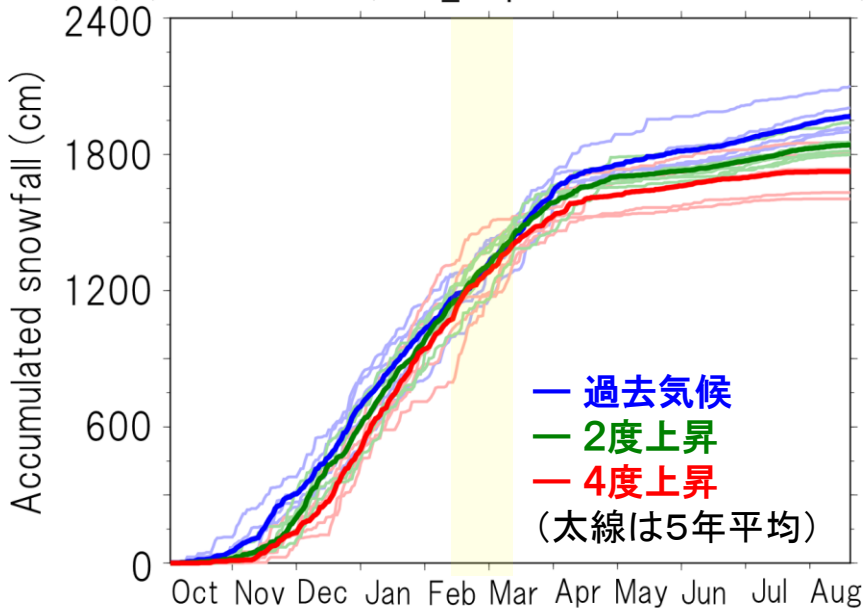
↑
温暖化が進むほど
積雪が減少する

累積降雪量

北アルプス北部
標高2000m以上

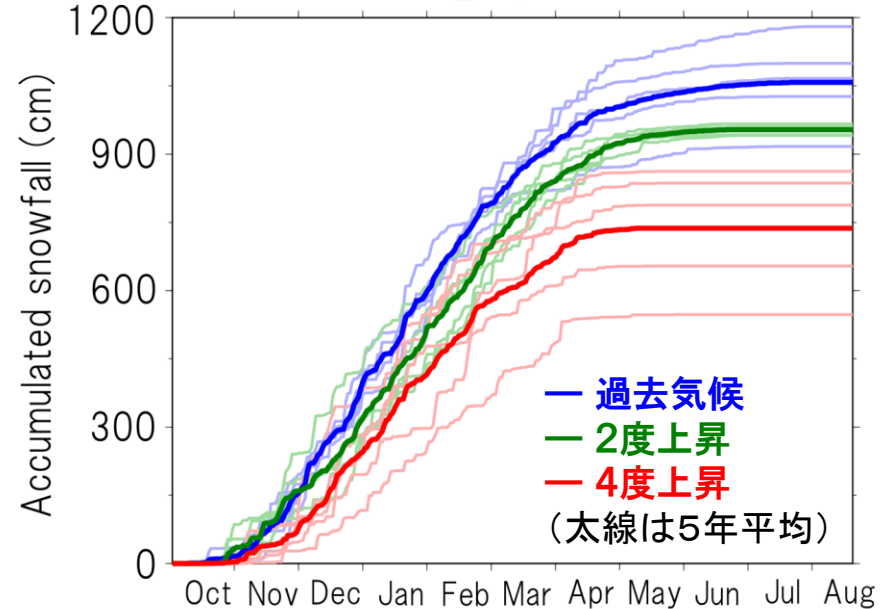
多雪年

(c) H-SCY (NN_Alps over 2000m)



少雪年

(d) L-SCY (NN_Alps over 2000m)



結果

降雪量の季節変化(高標高 多雪年)

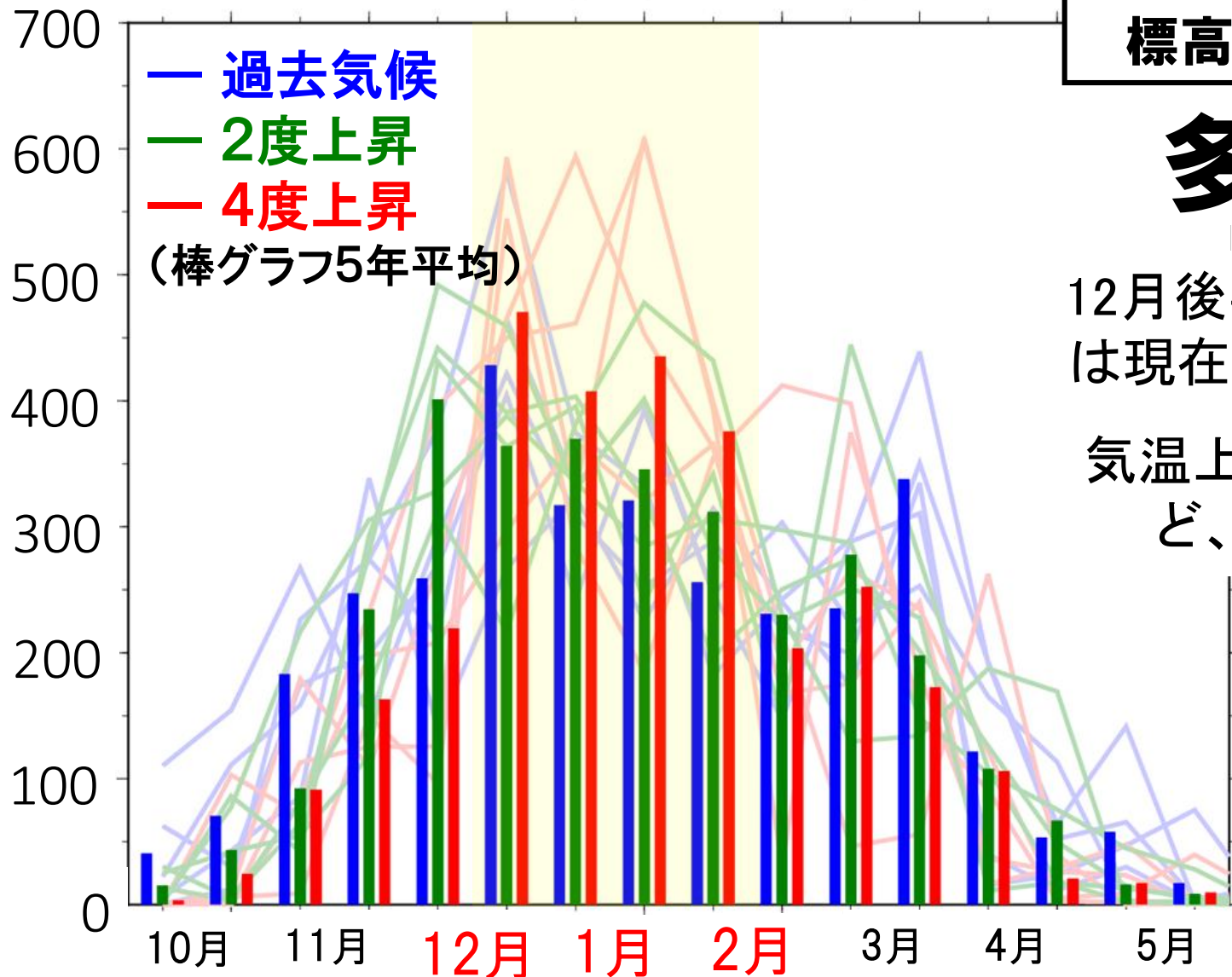
半月積算降雪量

北アルプス北部
標高2000m以上

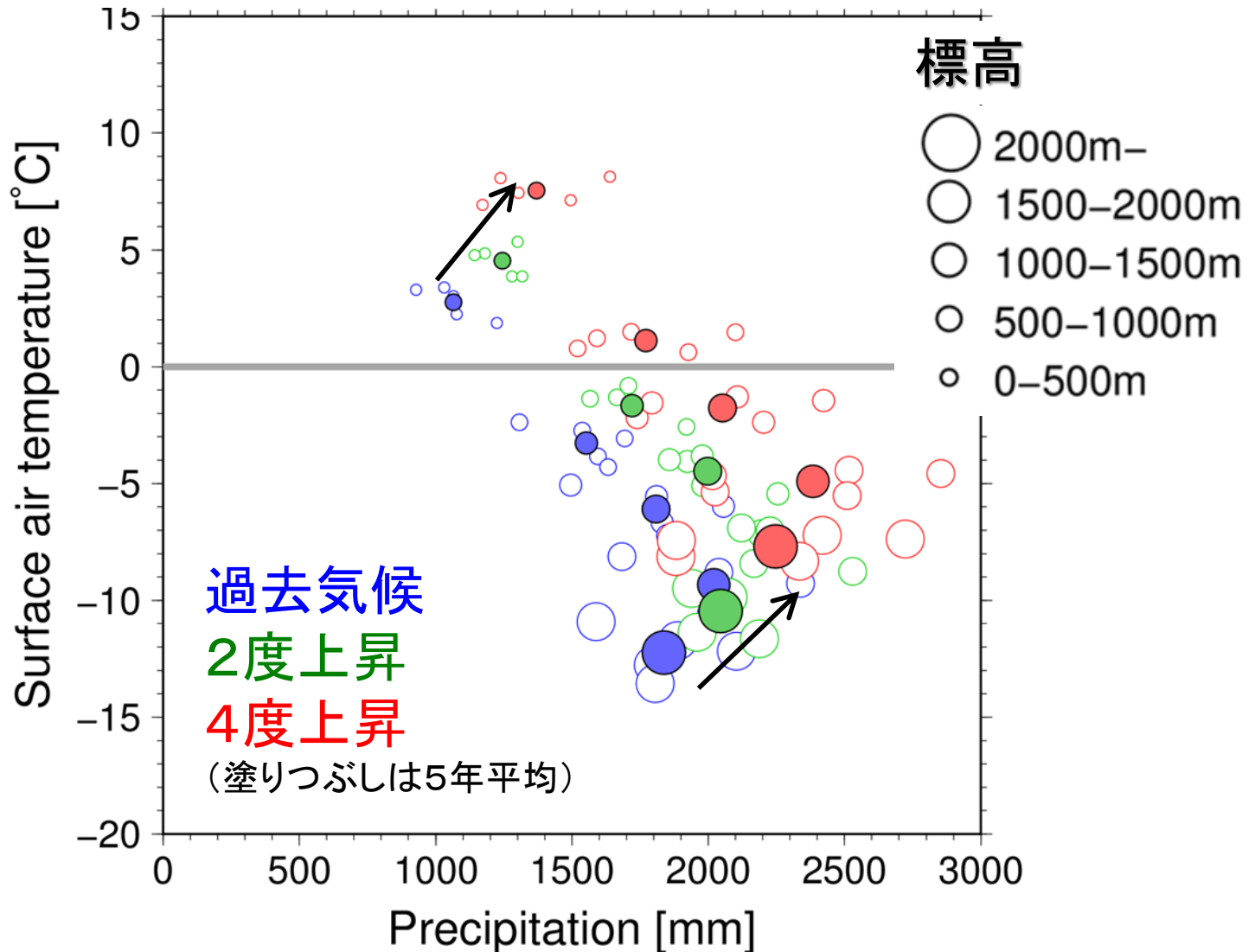
多雪年

12月後半から2月前半
は現在よりも降雪多い

気温上昇が大きいほ
ど、増えている



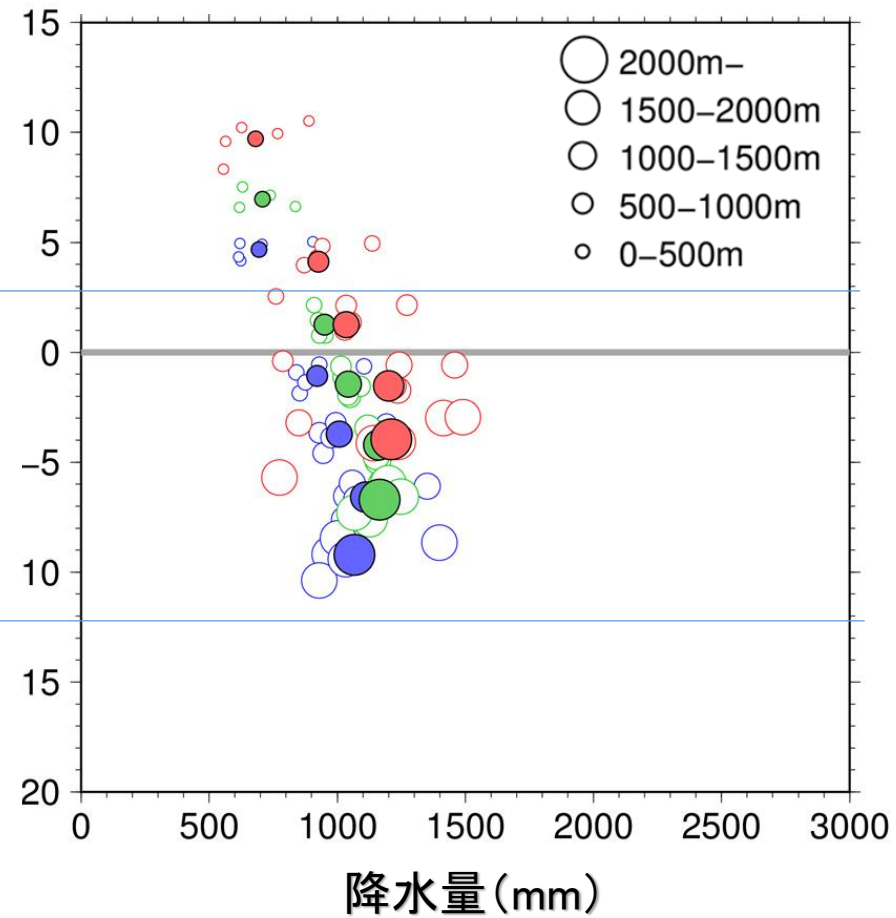
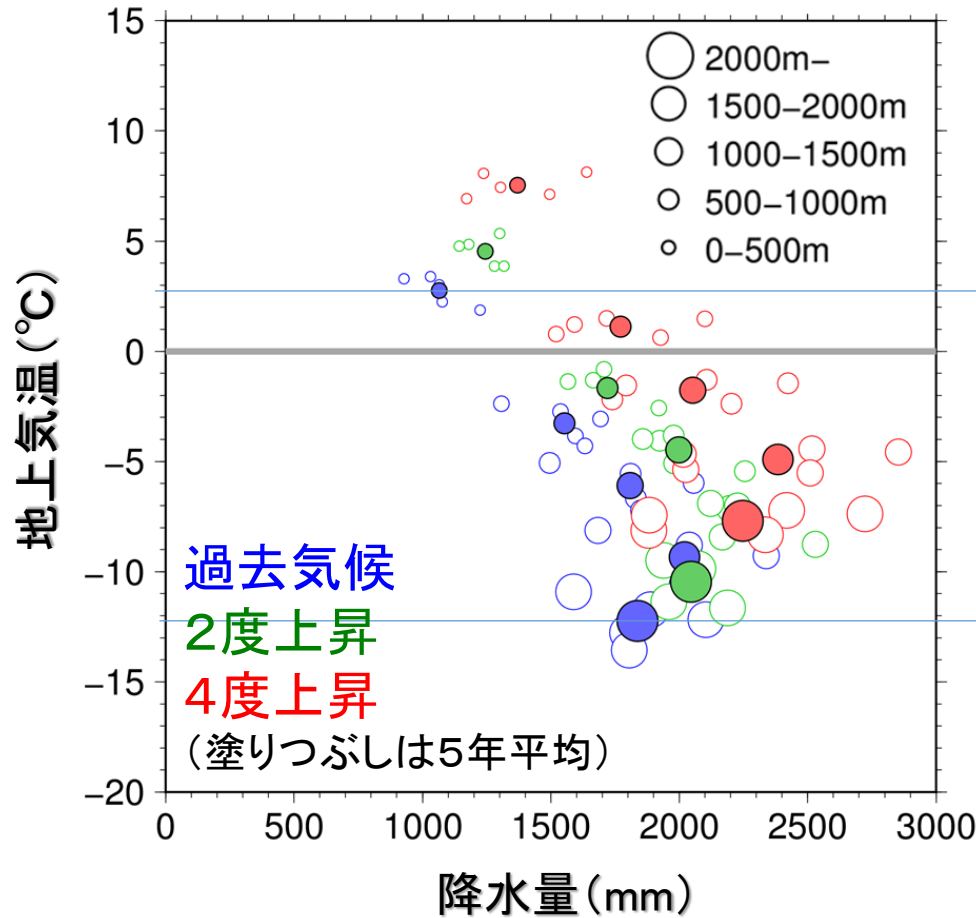
気温と降水量 [多雪年]



気温と降水量

[多雪年]

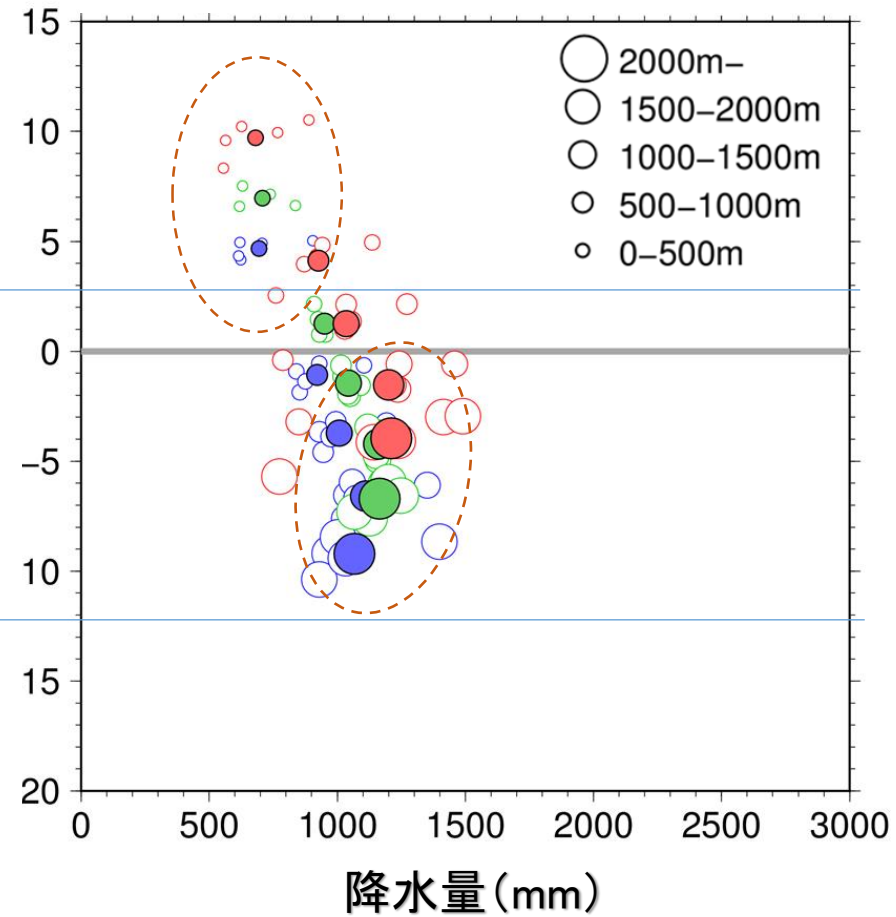
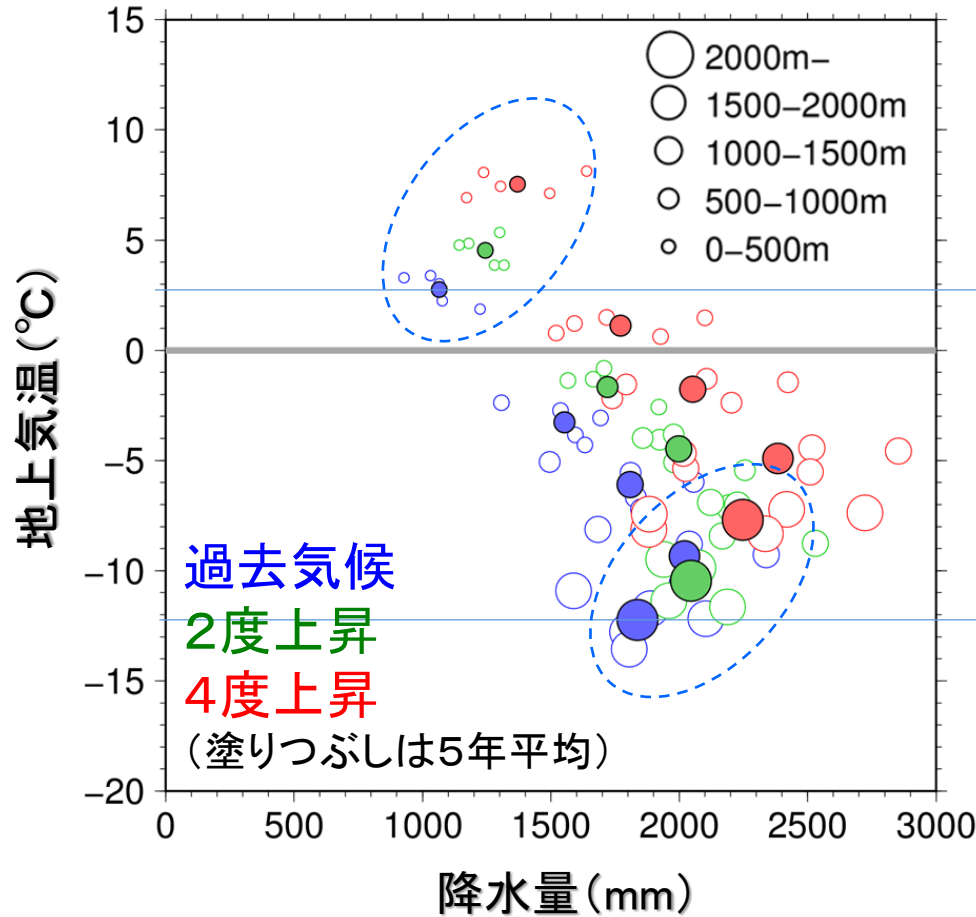
[少雪年]



気温と降水量

[多雪年]

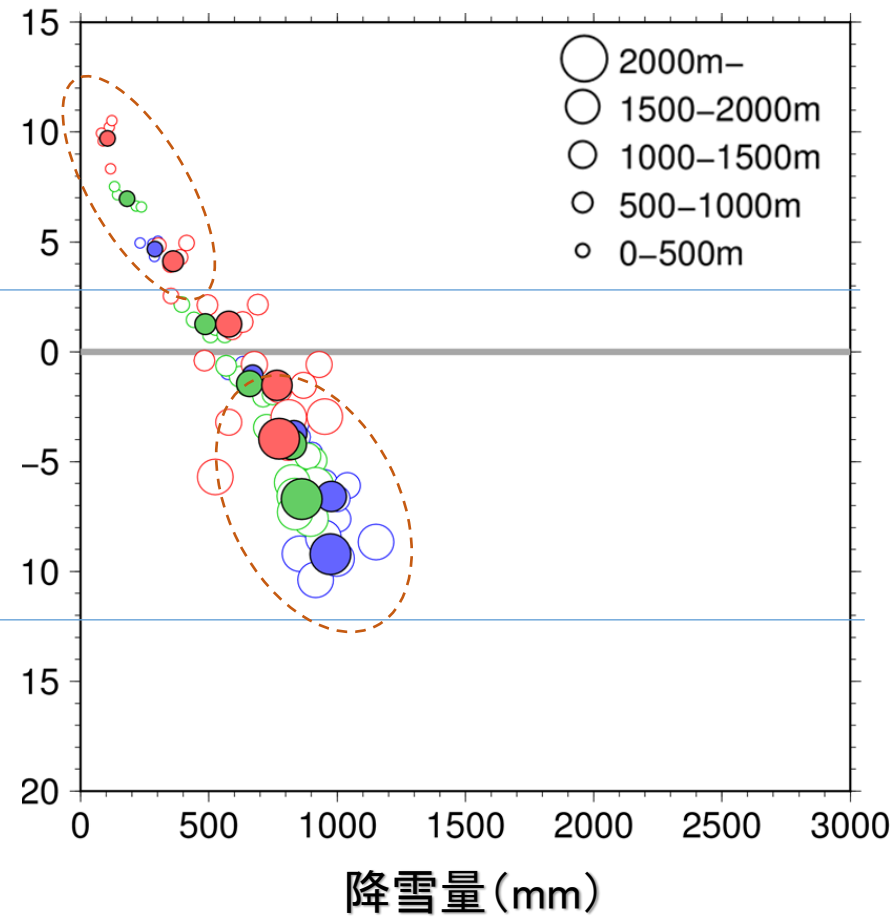
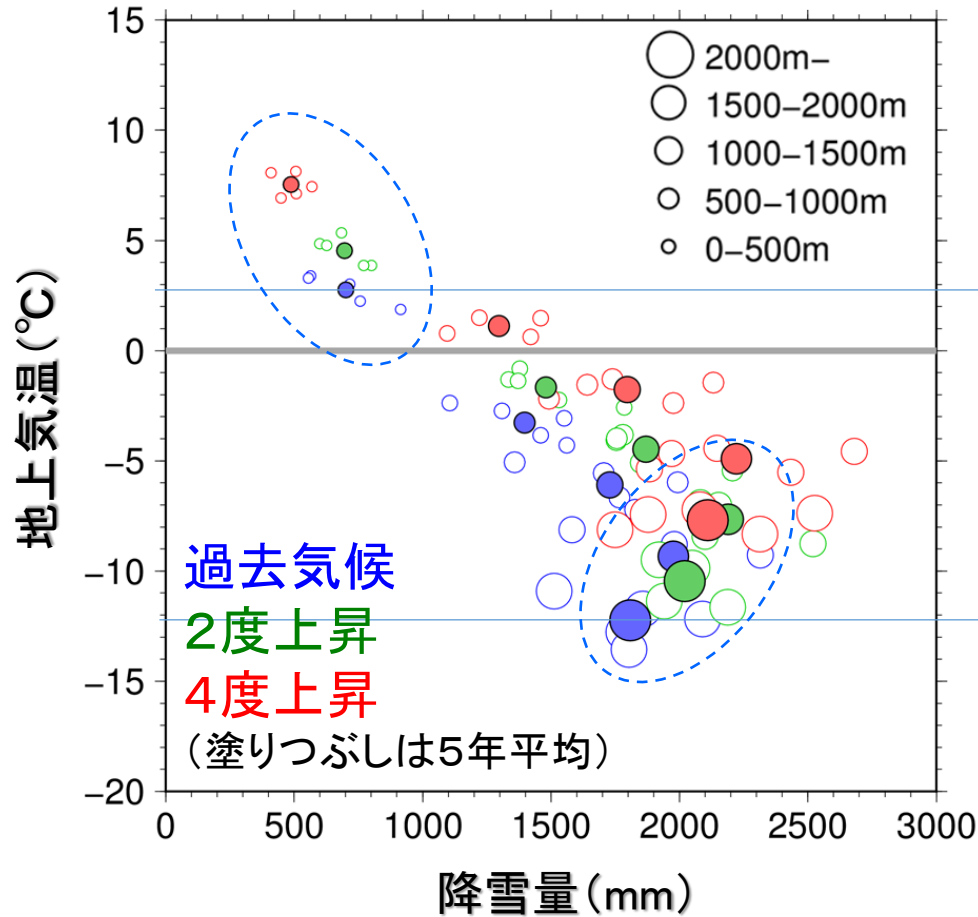
[少雪年]



気温と降雪量

[多雪年]

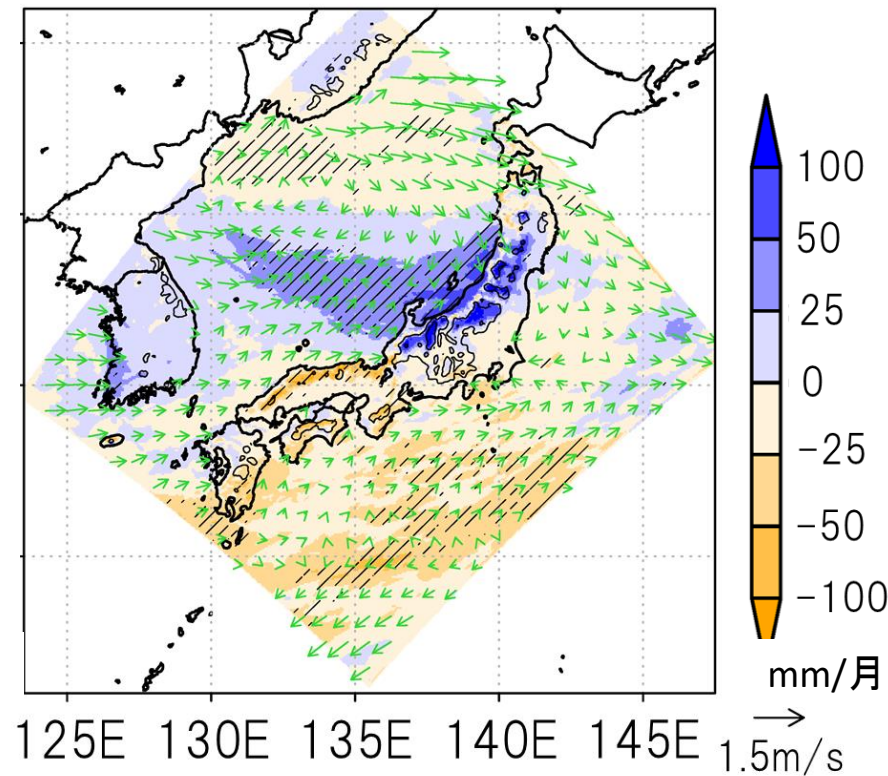
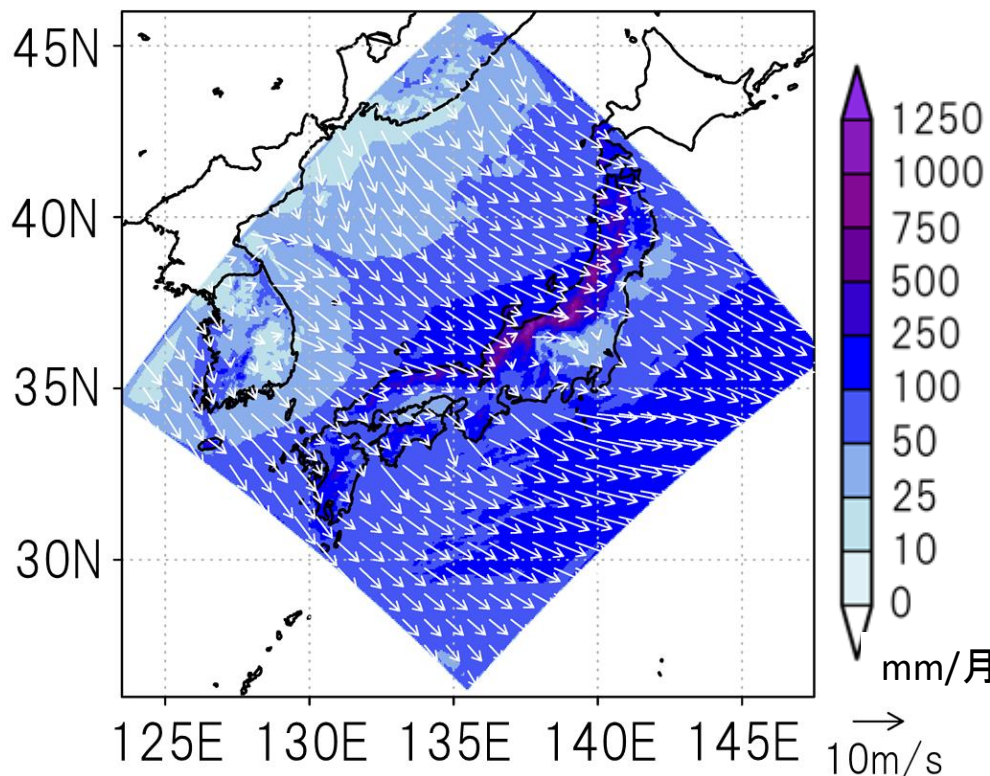
[少雪年]



多雪年

過去気候

将来変化(“+4度”-“過去”)

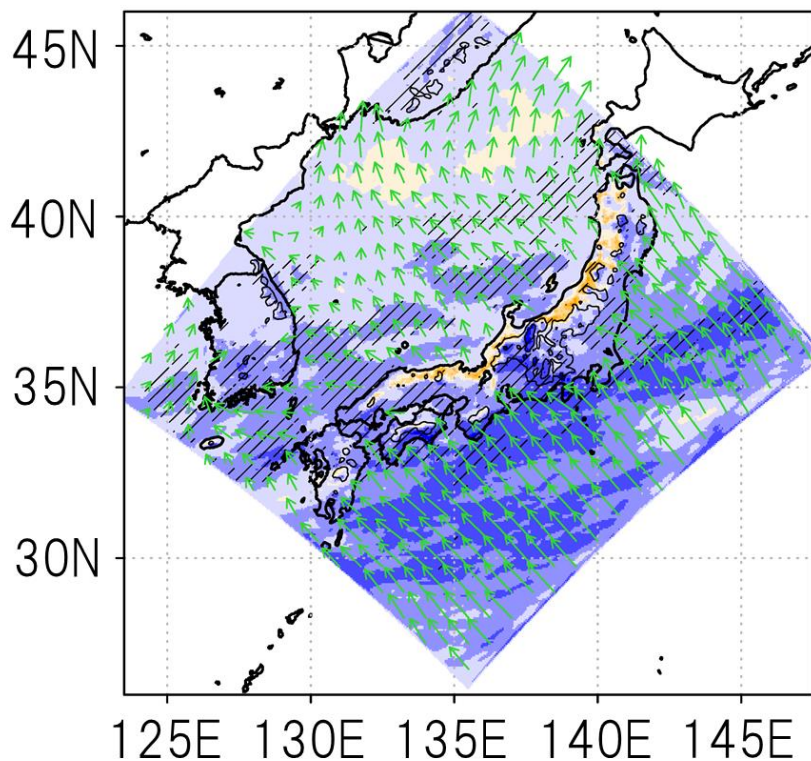


- JPCZの強化
- 地形性降水の強化

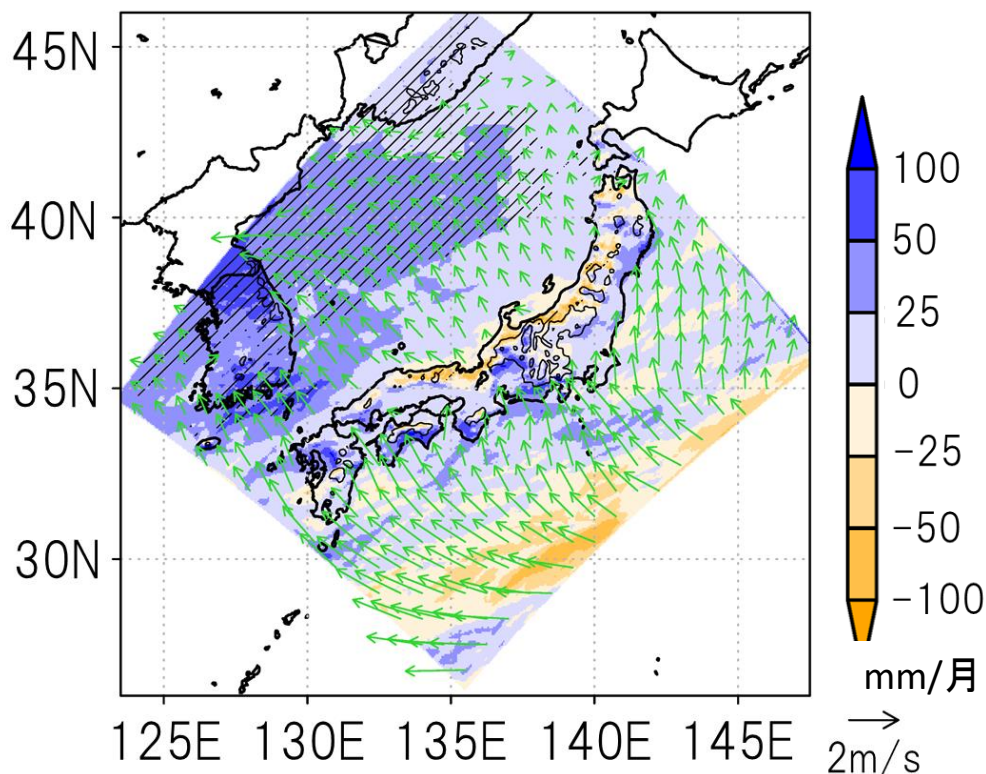
将来変化(“+4度”-“過去”)

中央年

少雪年



- 冬季モンスーンの弱化
- 日本海側の降水量減少
- 太平洋側の降水量増加



- 冬季モンスーンの弱化
- 日本海側の降水量減少

まとめ

■ 北アルプス高標高域の将来の雪

- 多雪年は、気温が4度上昇しても厳冬期の積雪は減らない。
少雪年は、+2度/+4度上昇ともに積雪が減少する。
→ 将来、厳冬期の積雪が、現在よりも極端化
(=多い年は現在と同様、少ない年は現在より減少)
 - 多雪年の高標高地域では降雪が厳冬期(12月下旬～2月)に集中する。降雪量は現在よりも増加。
 - 多雪年、少雪年、中央年で総観場の変化が異なる。
→ 多雪年はJPCZによる降水及び地形性の降水が増加。
中央年、少雪年は冬季モンスーン弱化の影響を受ける。
- このデータを基に、長野県で高山植生、ライチョウの将来予測を実施(次の発表)

(2019年4月 立山みくりが池)



ありがとうございました