

第45回気象サイエンスカフェ東京

地球温暖化と山の雪、里の雪

～暑い夏を前に、雪の話で涼みましょう～

講師：川瀬宏明

気象庁 気象研究所

主任研究官

気象予報士、博士(理学)



ファシリテータ：

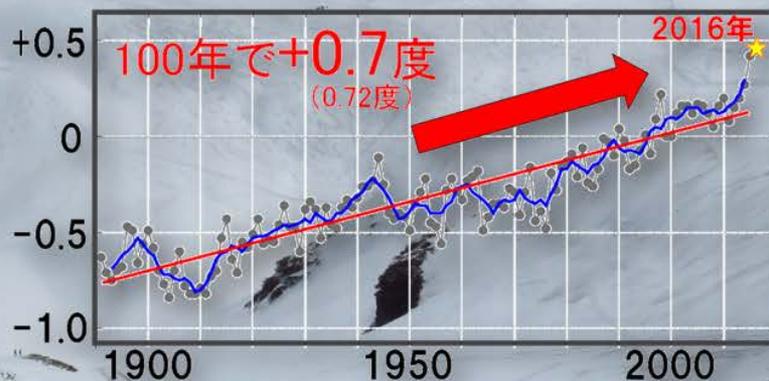
二村千津子

NHK福井気象キャスター



暑い日に、雪の話を聞いて涼みませんか？

今回はスピーカーに気象研究所の川瀬宏明さんを迎えて、地球温暖化と日本の雪についてお話ししていただきます。川瀬さんは気象予報士でもあり、アウトリーチも積極的に行っています。気象キャスターの二村さんをファシリテータとして、最新の研究を交えながらお話をうかがいます。



日時：2017年7月22日(土)

14:00～16:00 (13:30開場)

場所：東京理科大学理窓会 第2会議室

新宿区神楽坂2-6-1PORTA神楽坂7階(最寄駅:飯田橋)

参加費：無料(飲み物は各自ご用意ください)

参加登録：[WEBから登録](#)をお願いします。先着順。

主催：日本気象学会 教育と普及委員会

一般財団法人日本気象予報士会

7月18日 気象研@つくばから
(東京で雷が降った日)

東京方向



7月18日 気象研@つくばから
(東京で雷が降った日)

この中で雷に遭った人
います??

東京方向

自己紹介

はじめまして。気象予報士の
二村千津子です。

平成17年10月 気象予報士 取得

気象キャスター歴

平成20年7月 中京テレビ

「ズームイン！SUPER！！」

平成26年4月 テレビ朝日

「羽鳥慎一モーニングショー」

平成29年4月 NHK福井

「ニュースザウルス福井」



川瀬さんとは...

今日のお話

0 自己紹介

1 地球温暖化のいろいろ

- IPCCコミュニケーターの二村さん
- 将来の気候を予測する方法、教えます！

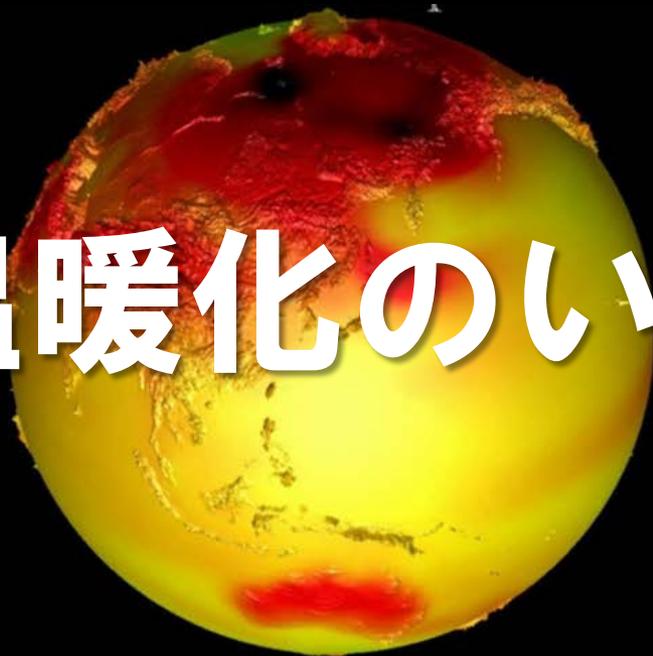
2 雪の温暖化予測の研究をするまでに

- 研究人生いろいろ…
- 頭はそらと天気のことばかり
- 山の雪を知りたい

3 地球温暖化で将来の雪はどうなるか？

- 平均的な日本の雪の将来変化
- 極端に強い雪（どか雪）の変化

地球温暖化のいろいろ



地球温暖化

地球温暖化とは・・・

人間活動によって二酸化炭素などの温室効果ガスが排出されることにより、地球の平均気温が上昇する問題。

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)

第5次報告書 [2013年9月発表]

- 気候システムの温暖化については疑う余地がない
- 人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の主な要因であった可能性が極めて高い

地球温暖化

- 気候変動を予測・研究する人



- 生態系・人への影響を評価する人

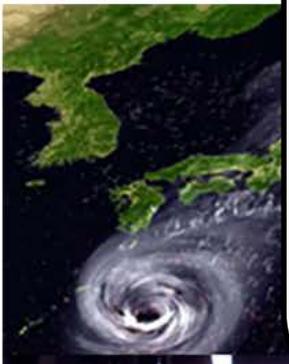
- 国際交渉・国内政治を動かす人

- 人々にわかりやすく伝える人



- 個々に行動する人・団体

伝える人 地球温暖化防止コミュニケーター



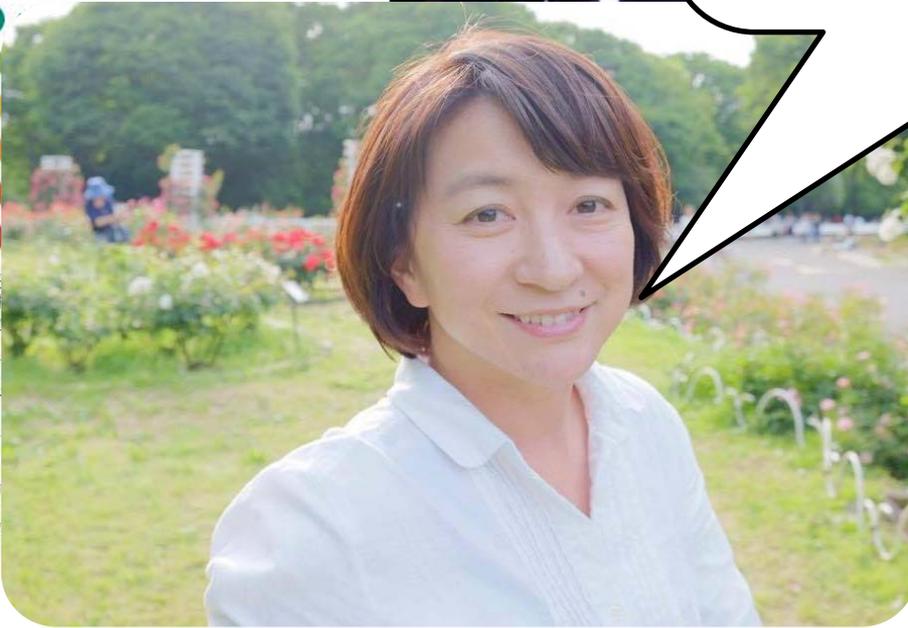
わたしも
地球温暖化防止
コミュニケーター
です！



- ログイン
- 学ぼう！地球温暖化
- 地球温暖化防止コミュニケーターとは

- 📌
- 🌱
- 📄
- 📶
- 📱
- 🔄

【お
地球
com
※ベ
プラ
—
お知
2017
【コ
業の
グイ



→養成セミナー開催一覧

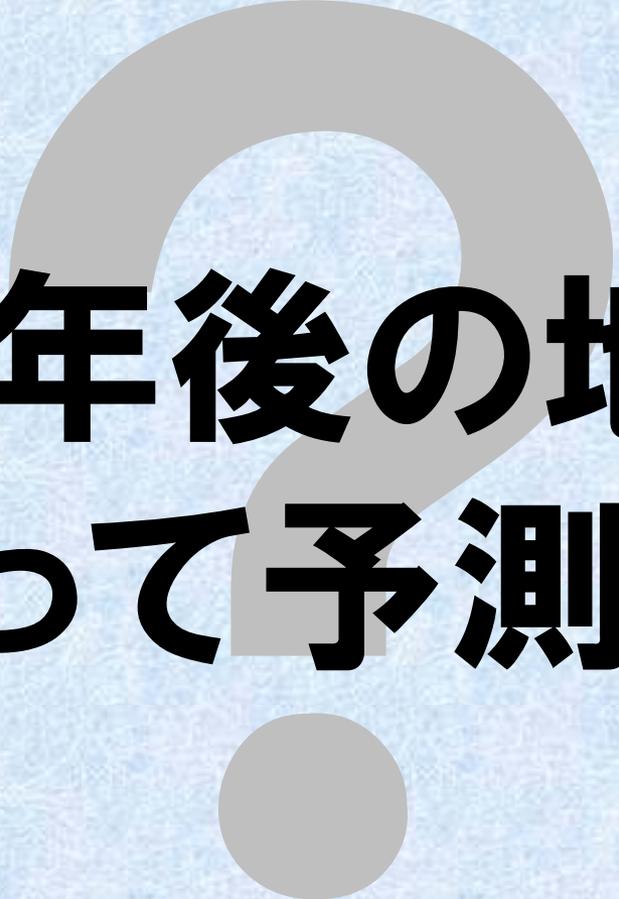


情報を人から人への直接伝える‘伝え手’です。
産業革命以前から2℃未満に抑える」という国際的な目標を達成するために、気候変動問題への国民の理
々に伝え、ひいては民生部門におけるCO2の排出削減につなげることが期待されています。

世界の平均気温が急上昇中！

1月	①2016年 (+0.52°C)	②2017年 (+0.39°C)	③2015年 (+0.29°C)
2月	①2016年 (+0.62°C)	②2017年 (+0.46°C)	③1998年 (+0.43°C)
3月	①2016年 (+0.64°C)	②2017年 (+0.47°C)	③2015年 (+0.31°C)
4月	①2016年 (+0.54°C)	②2017年 (+0.38°C)	③2014年 (+0.31°C)
5月	①2015年 (+0.38°C)	②2016年 (+0.37°C)	③2017年 (+0.36°C)
6月	①2016年 (+0.41°C)	①2015年 (+0.41°C)	③2017年 (+0.36°C)
<hr/>			
7月	①2016年 (+0.43°C)	②2015年 (+0.38°C)	③1998年 (+0.30°C)
8月	①2015年 (+0.46°C)	②2016年 (+0.43°C)	③2014年 (+0.33°C)
9月	①2015年 (+0.51°C)	②2016年 (+0.42°C)	③2014年 (+0.35°C)
10月	①2015年 (+0.53°C)	②2014年 (+0.34°C)	③2016年 (+0.29°C)
11月	①2015年 (+0.54°C)	②2013年 (+0.31°C)	③2016年 (+0.28°C)
12月	①2015年 (+0.66°C)	②2016年 (+0.35°C)	③2014年 (+0.31°C)

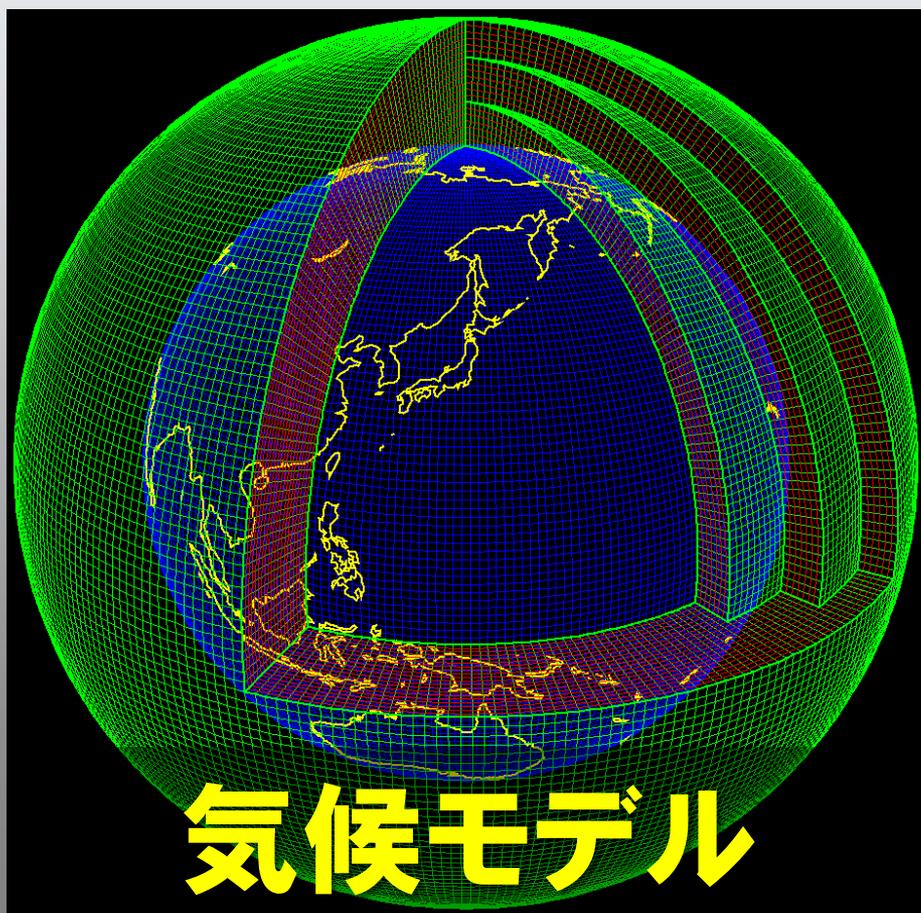
※カッコ内は平均値(1981~2010年の30年平均値)との差



**100年後の地球を
どうやって予測する？**

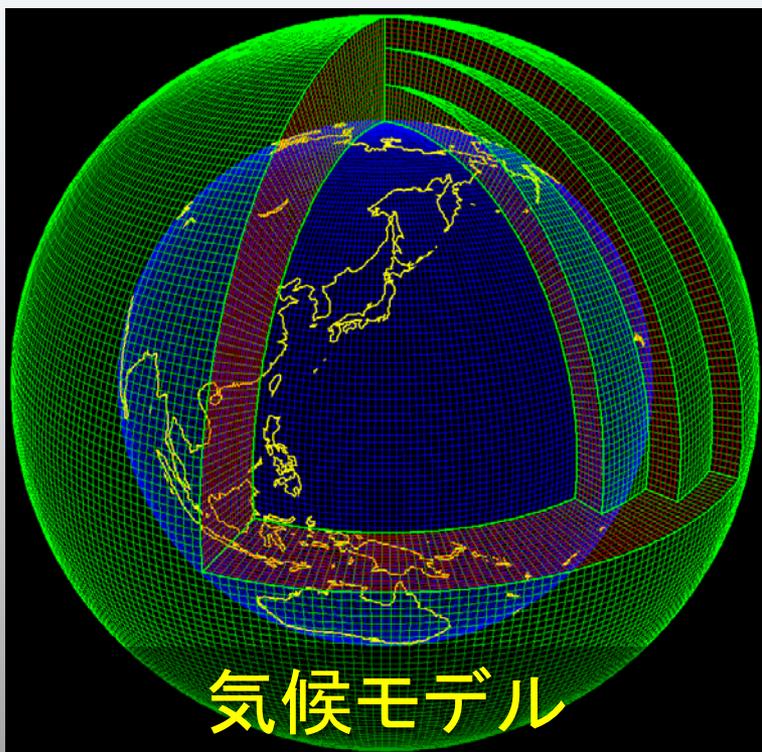
気候を再現・予測するには・・・

気候モデルを使います！



- ・ 大気と海を「**格子**」で分割。
- ・ **物理法則**をもとに計算。
- ・ 日々の天気予報で使っているものから発展。

気候を再現・予測するには・・・



大気の流れを解く方程式

運動方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \omega \frac{\partial u}{\partial p} - fv + \frac{\partial \phi}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \omega \frac{\partial v}{\partial p} + fu + \frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$$

静力学平衡の式

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} = -\frac{1}{\rho} = \alpha$$

質量保存則(連続の式)

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0$$

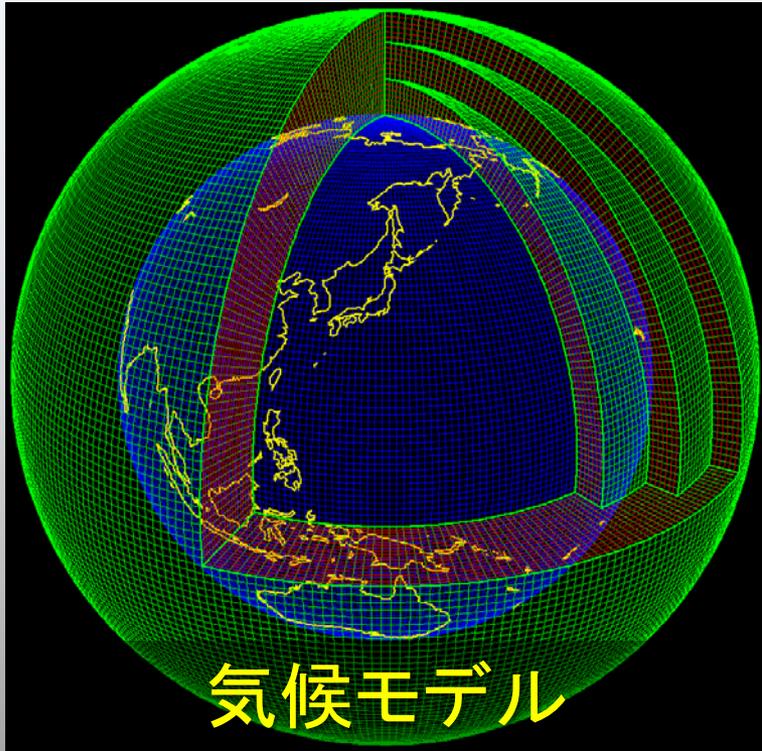
熱力学の第1法則
(エネルギー保存の法則)

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta}{C_p T} \dot{Q}$$

$$\alpha = \frac{\theta R_d}{p} \left(\frac{p}{p_{00}} \right)^{R_d/C_p}$$

※変数 $u, v, \omega, \phi, \theta, \alpha$ の連立方程式

気候を再現・予測するには・・・



基本は、

道のり [L] = 速さ [v] X 時間 [t]

の考え方で。

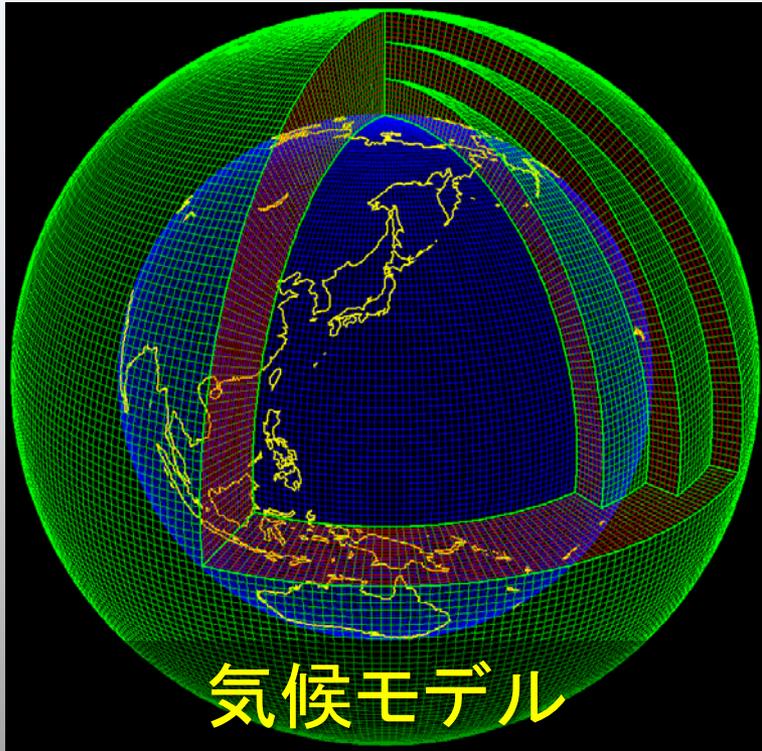
雲 秒速20m (風)



1秒後は？

10秒後は？

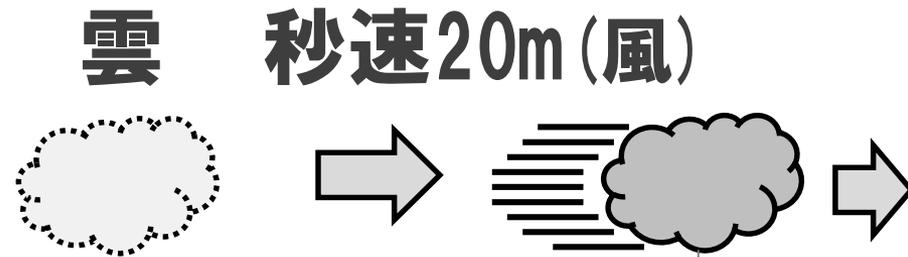
気候を再現・予測するには・・・



基本は、

道のり [L] = 速さ [v] X 時間 [t]

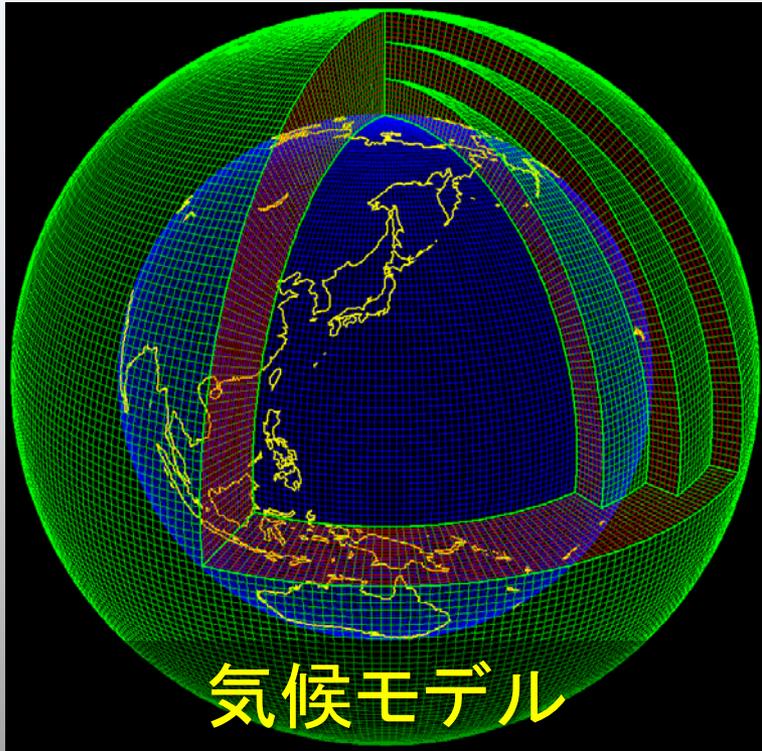
の考え方で。



1秒後は20m先

10秒後は200m先に移動

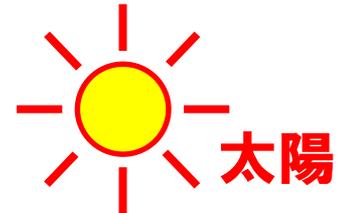
気候を再現・予測するには・・・



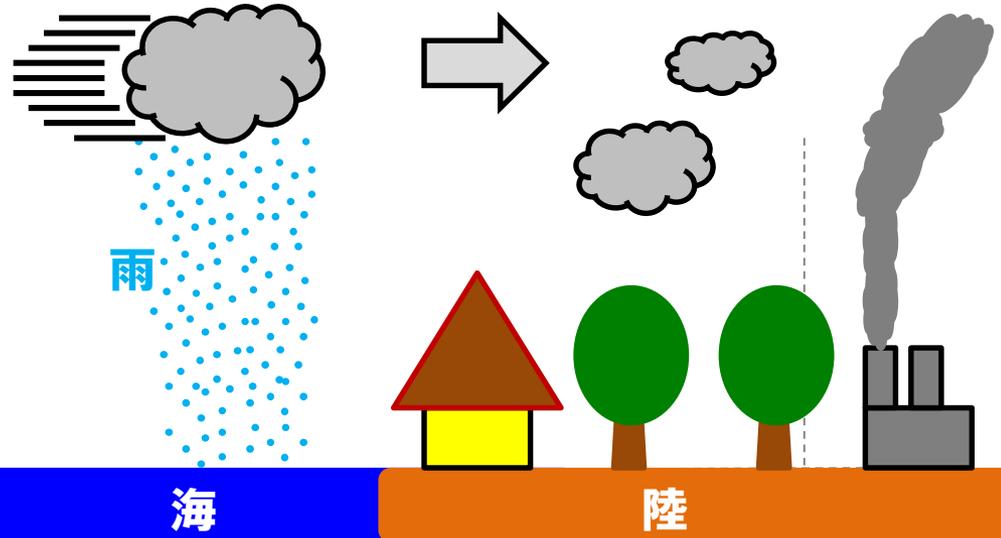
基本は、

$$\text{道のり [L]} = \text{速さ [v]} \times \text{時間 [t]}$$

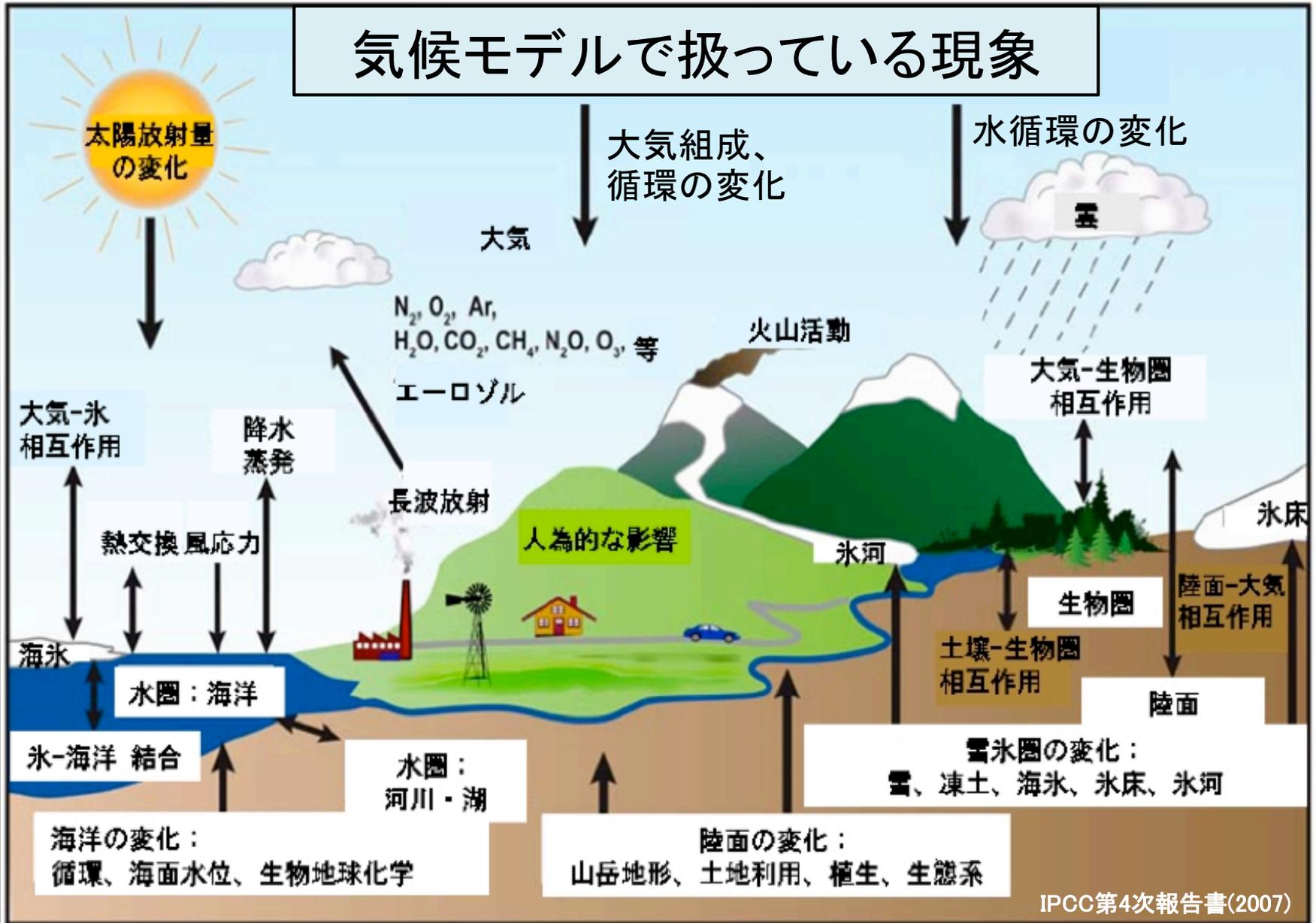
いろんな影響受けて、
ずっと秒速20mではない



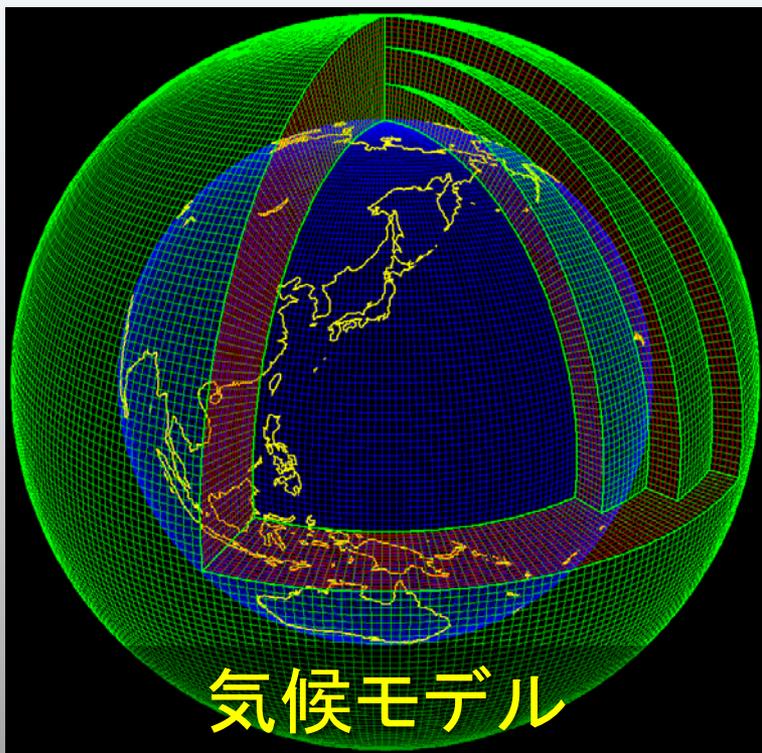
雲 風は常に変化!



気候を再現・予測するには・・・



気候を再現・予測するには・・・



大気の流れを解く方程式

運動方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \omega \frac{\partial u}{\partial p} - fv + \frac{\partial \phi}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \omega \frac{\partial v}{\partial p} + fu + \frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$$

静力学平衡の式

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} = -\frac{1}{\rho} = \alpha$$

質量保存則(連続の式)

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0$$

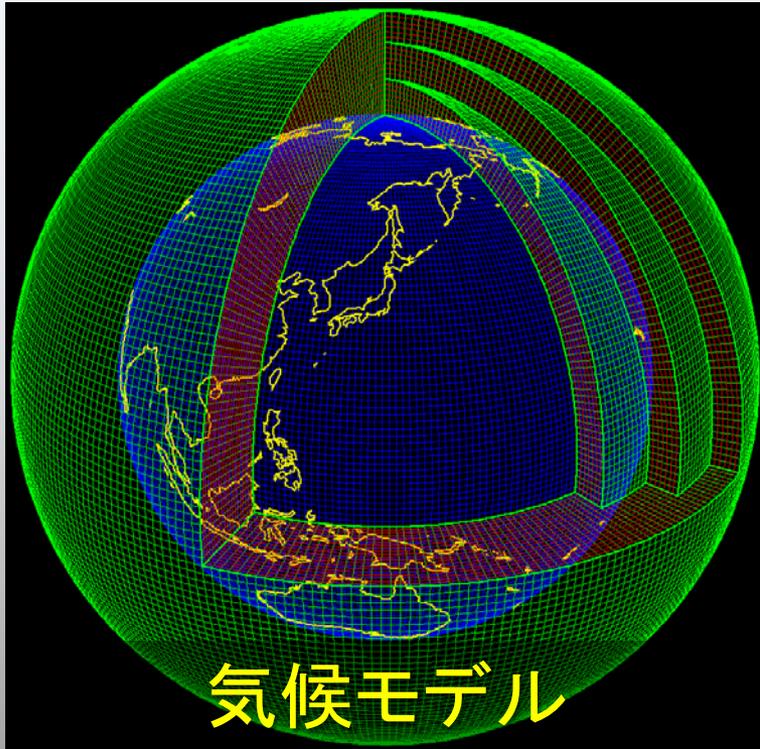
熱力学の第1法則
(エネルギー保存の法則)

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta}{C_p T} \dot{Q}$$

$$\alpha = \frac{\theta R_d}{p} \left(\frac{p}{p_{00}} \right)^{R_d/C_p}$$

※変数 $u, v, \omega, \phi, \theta, \alpha$ の連立方程式

気候を再現・予測するには・・・



```
...
do kz = kzst, kzen
  do jy = jystlc, jyenlc
    do ix = ixstlc - 1, ixenlc
      workfx(ix, jy, kz) = umx(ix, jy, kz) * fmap_ss(ix,
jy, 2) & ! U
& * (vrdx2(ix + 1 + basex1) * u(ix + 1, jy, kz) & ! V
& + vrdx2(ix - 1 + basex1) * u(ix - 1, jy, kz)) &
& * vrdx2_r(ix + basex1)
    end do
  end do
end do
end if
!
```

**とにかく
プログラミング!**

```
! "advu" <-- m_1 d(Uu)/dx at (i-1/2,j,k).
do kz = kzst, kzen
  do jy = jystlc, jyenlc
    do ix = ixstlc_u, ixenlc_u - 1
      advu(ix, jy, kz) = fmap_uu(ix, jy, 1) &
& * (workfx(ix, jy, kz) - workfx(ix - 1, jy, kz)) &
& * vrdx2(ix + basex1)
    end do
  end do
end do
end do
...
```

数十万行!

20世紀初頭

リチャードソンの夢



コンピュータの実用化以前(1920年頃)、6時間予報を1か月以上かけて手計算で方程式を解いた→失敗

最初に数値シミュレーションによる予報実験を試みたのはイギリスのリチャードソンです。コンピュータの実用化以前の1920年頃、およそ水平200km間隔で鉛直5層の格子を用い、6時間予報を1か月以上かけて手計算で行いました。残念ながら、用いた数値計算に難点があり、非現実的な気圧変化を予測してしまい、野心的な試みは失敗に終わりました。しかし、リチャードソンはその著書の中で、「6万4千人が大きなホールに集まり一人の指揮者の元で整然と計算を行えば、実際の時間の進行と同程度の速さで予測計算を実行できる」と提案しました。数値予報の将来を信じたこの言葉は、「リチャードソンの夢」として有名です。

(気象庁WEBページ)

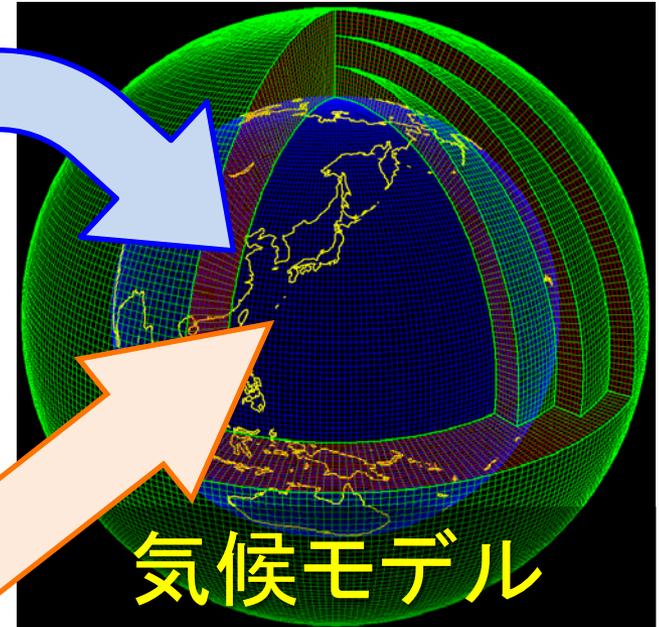
過去の気候を再現する

➤ 20世紀の自然起源の要素

- ✓ 太陽活動度の変化
- ✓ 大規模火山噴火

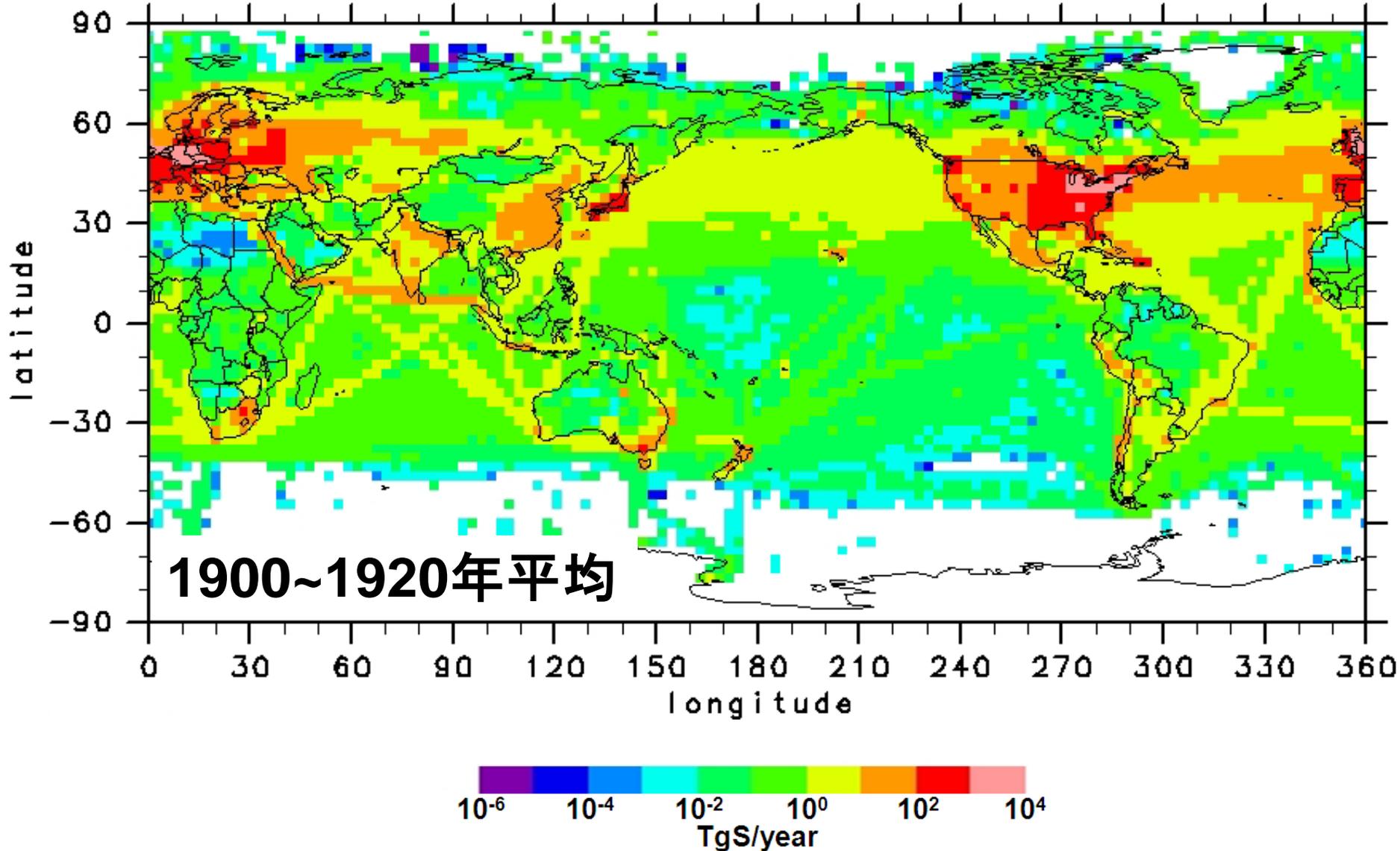
➤ 20世紀の人為起源の要素

- ✓ **温室効果気体**の濃度(排出量)
(成層圏オゾンの濃度変化)
(対流圏オゾンの濃度変化)
 - ✓ 二酸化硫黄の排出量変化
 - ✓ 黒色炭素(すす)の排出量変化
 - ✓ 土地利用変化
- など



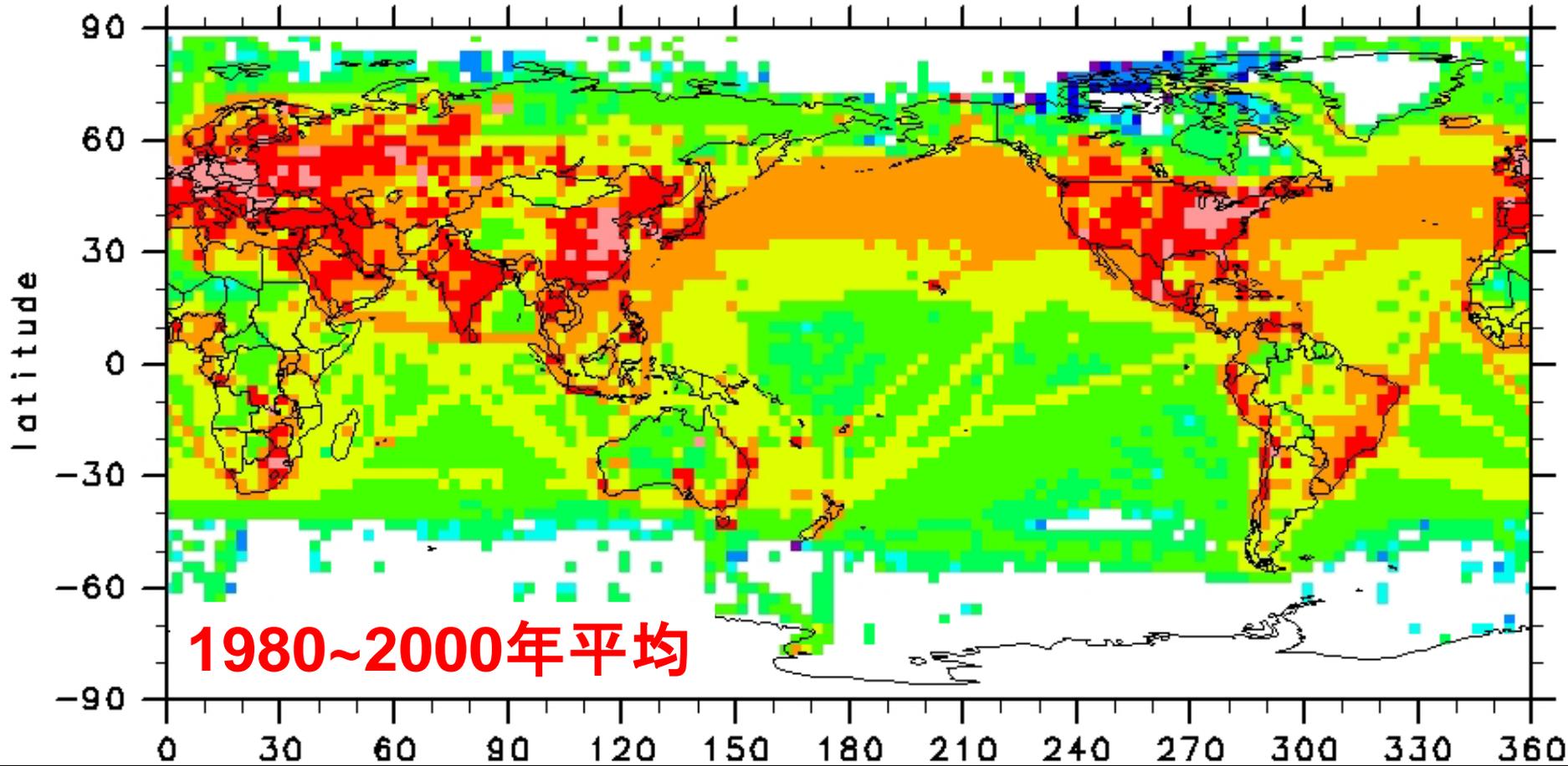
IPCC第5次報告書の気候モデルに与えた排出量

年間二酸化硫黄 (SO₂) 排出量分布 (化石燃料)



IPCC第5次報告書の気候モデルに与えた排出量

年間二酸化硫黄 (SO₂) 排出量分布 (化石燃料)



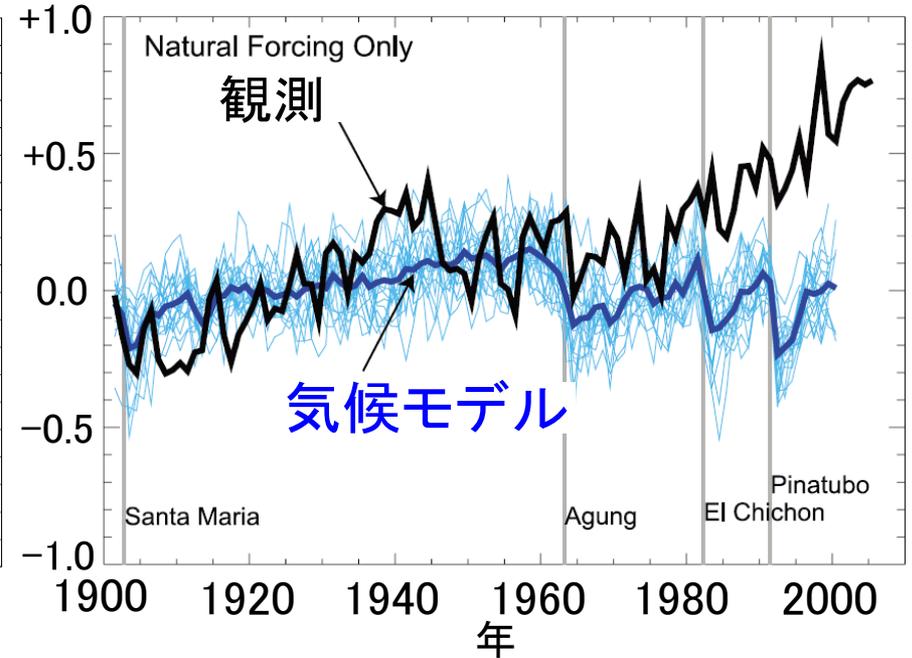
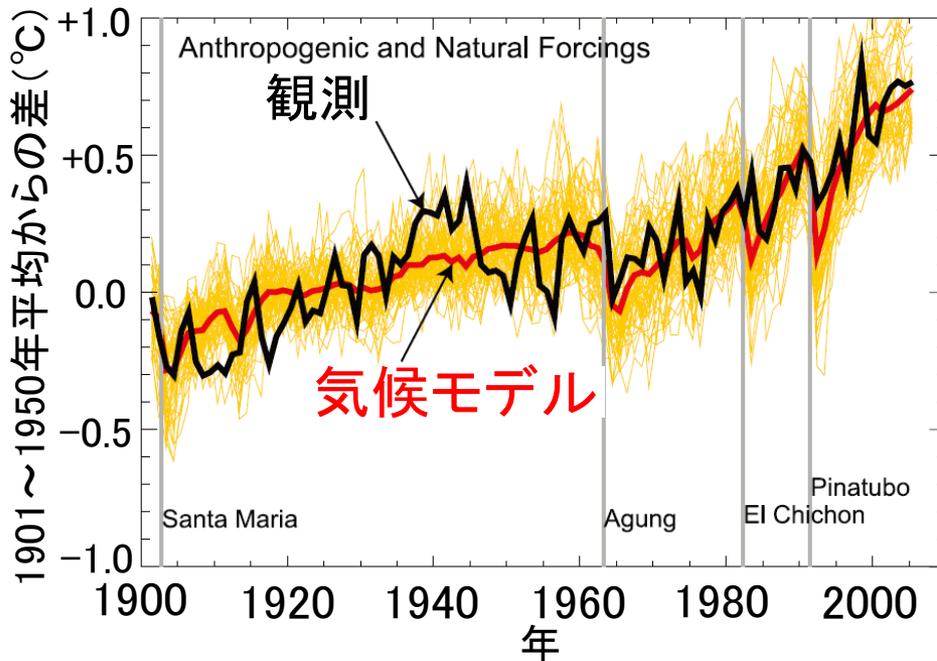
そのほか、工場や家庭、航空機、船舶などから排出される種々の化学物質をモデルに与えている

過去の気候を再現する

20世紀の全球平均気温の変化

自然起源 + 人為起源の要因

自然起源の要因のみ



(IPCC 第4次評価報告書より引用)

20世紀後半に観測された温暖化は、**人為起源の気候変動要因により引き起こされた気候変化であることを強く示唆**。

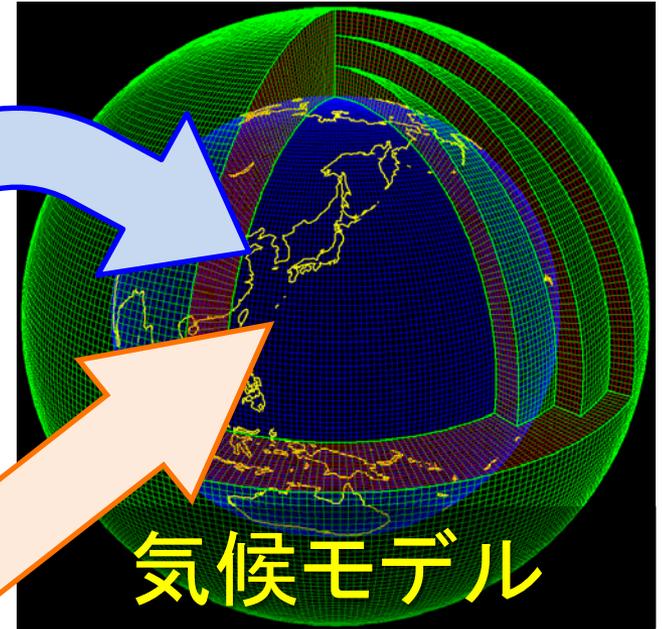
将来の気候を予測する

▶ 将来の自然起源の要素【仮定】

- ✓ 太陽活動度の変化
- ✓ 大規模火山噴火

▶ 将来の人為起源の要素 想定*

- ✓ **温室効果気体**の濃度(排出量)
(成層圏オゾンの濃度変化)
(対流圏オゾンの濃度変化)
- ✓ **二酸化硫黄**の排出量変化
- ✓ **黒色炭素(すす)**の排出量変化
- ✓ **土地利用**変化 など



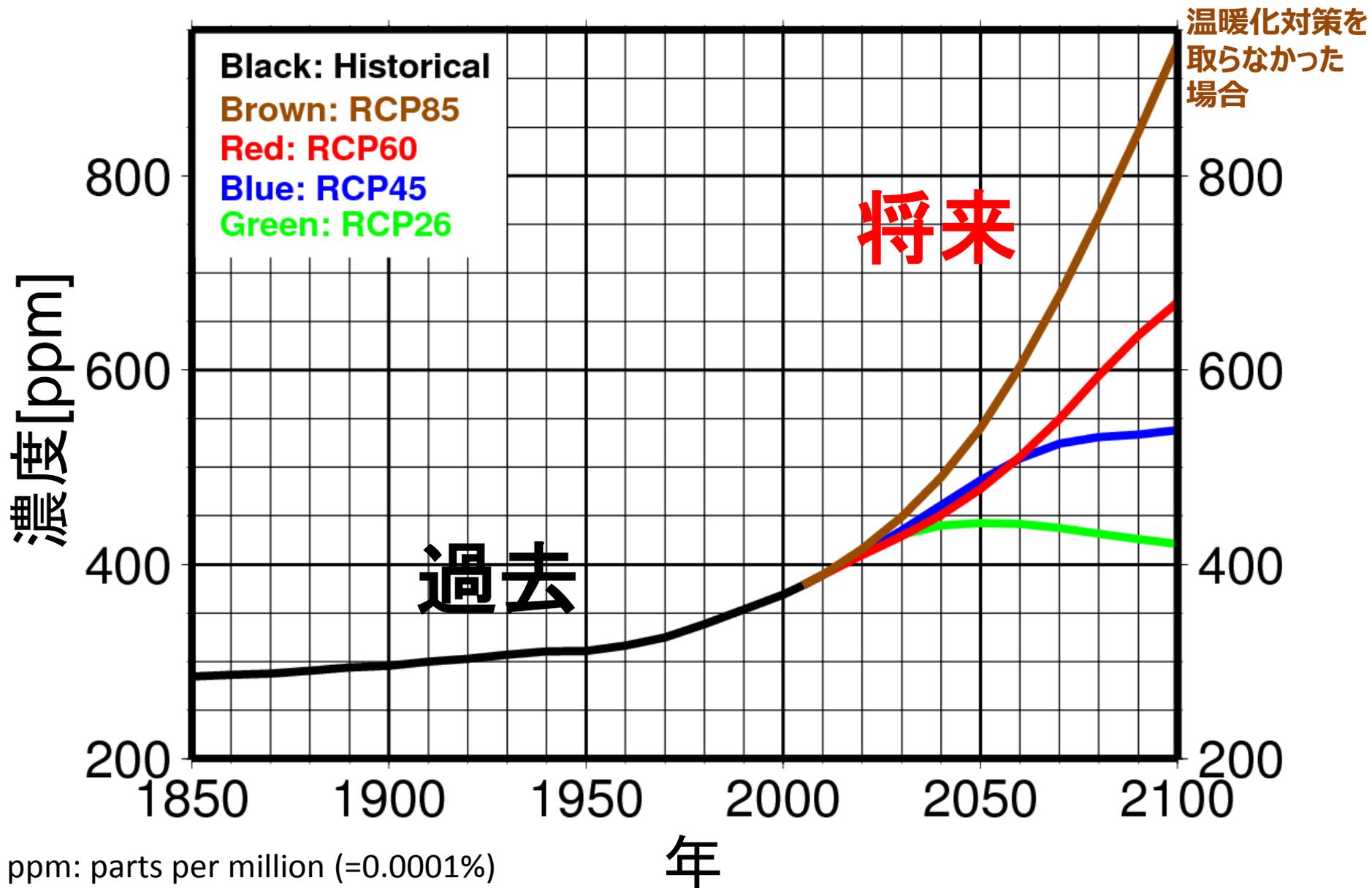
気候モデル

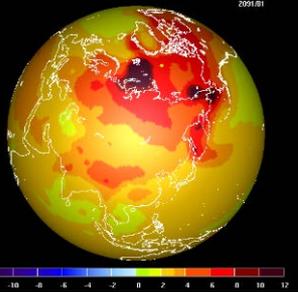
* 想定『シナリオ』

◆ **SRES** (第4次報告書)
(温室効果ガス等排出シナリオ)

◆ **RCP** (第5次報告書)
(温室効果ガス等代表的濃度経路)

二酸化炭素濃度（全球平均）



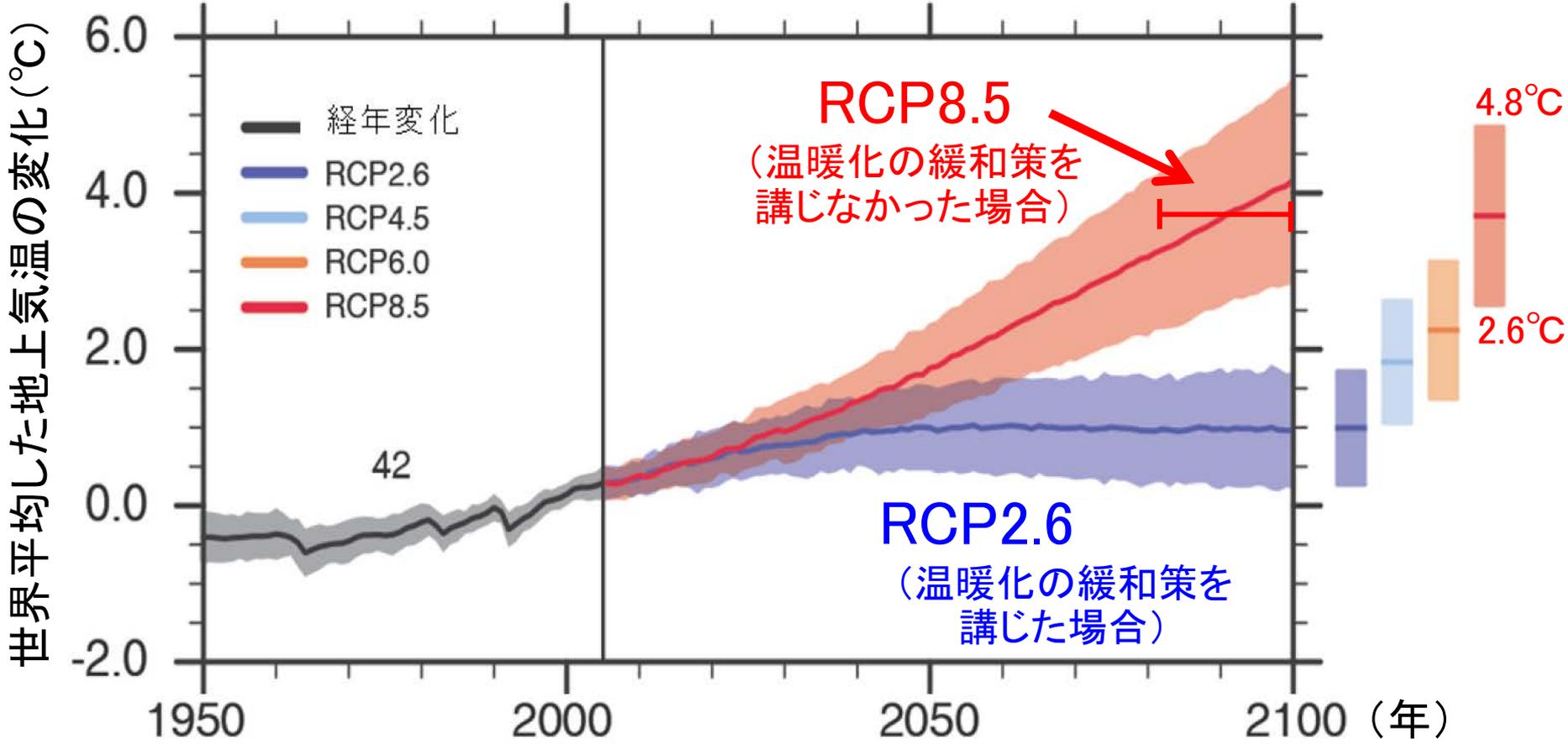


世界平均地上気温の変化予測

IPCC第5次報告書(2013)

21世紀末に現在+約4°Cの気温上昇

[1986~2005年を基準、RCP8.5]





**日本の研究業界も
黙っていない！**

**気候変動研究に関わる
大型プロジェクト**



SOUSEI 研究領域

HOME >> SOUSEI >> 目標・概要

HOME

SOUSEI >>

背景

目標・概要

研究体制

研究領域 >>

プロダクト >>

成果発表 >>

イベント >>

お知らせ >>

リンク >>

気候変動予測そのものを行う 文科省の大型プロジェクト (H24-H28) (前身の革新プログラムがIPCC第5次報告書に貢献)

■ 気候変動予測の不確実性を軽減し、「リスク情報」を実社会に生かす

2015年3月、仙台において第3回国連防災世界会議が行われている中、バヌアツでのサイクロンによる今までにないような被害が報道されました。このことが象徴するように、最近では、極端な気象現象が目立つようになりました。そして、この会議では、「温暖化対策と防災対策を統合すべき」という意見が強調されました。二酸化炭素などの温室効果ガスの排出規制や削減に関する国際的な取り決めが遅々として進まない中、今や現実の影響や被害に対して具体策を講じておくべき時期を迎えています。

「気候変動リスク情報創生プログラム」は、気候変動予測の基盤技術をさらに向上させ、集中豪雨などの極端な気象現象が発生する確率の予測、それによりもたらされる被害のリスク評価などを行うことを最大のミッションにしています。

今年から後継の 「統合的気候モデル高度化 研究プログラム」がスタート



プログラムディレクター (PD)
住 明正 (文部科学省技術参与)

環境省環境研究総合推進費S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究

「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」は、温暖化対策の新しい課題に対応する研究の推進を目的としたプロジェクトです。
本ホームページでは、その研究成果を発信しています。

コンテンツ

- ▶ 概要
プロジェクトの概要について
- ▶ メンバー
プロジェクトへの参画者
- ▶ 研究内容
研究内容の紹介
- ▶ 研究報告会
シンポジウム・全体会合の詳細
- ▶ 研究成果
プロジェクトの成果発表の詳細
- ▶ 簡易推計ツール

気候変動の影響評価を目的とした 環境省の大型プロジェクト (H22-H26)

- 🌸 2015-06-23 シナリオページ更新
- 🌸 2014-12-02 「地球温暖化に関する国際シンポジウム」開催報告を掲載
- 🌸 2014-11-11 「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」成果発表修正版について
- 🌸 2014-11-07 「地球温暖化に関する国際シンポジウム」情報を掲載
- 🌸 2014-08-22 平成25年度研究成果更新
- 🌸 2014-03-19 「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」成果発表について
- 🌸 2013-09-17 シナリオコンテンツを掲載
- 🌸 2013-09-17 簡易推計ツールコンテンツを掲載
- 🌸 2012-12-27 『気候変動適応シンポジウム』開催報告を掲載
- 🌸 2012-11-15 気候変動適応シンポジウム「気候変動適応社会へ、地域からの変革」

の詳細

- ▶ 第二版影響評価 提供データ
第二版影響評価結果の提供データの
詳細

温暖化影響総合予測プロジェクト
地球環境研究総合推進費戦略研究課題S4

地域適応フォーラム
気候変動適応社会を
めざす地域適応フォーラム

独立行政法人
国立環境研究所

気候変動適応技術社会実装プログラム

Social Implementation Program
on Climate Change Adaptation Technology

社会実装機関

SI-CATの中核機関として、プログラムのマネジメント、及び自治体のニーズと技術開発のシーズの橋渡しを担う機関を

モデル自治体

技術開発機関の一員として研究開発に加わる地方自治体をご紹介します

自治体の気候変動適応策の実装に向けた 文科省の大型プロジェクト（H27-H31）

NEWS

一覧を見る

法政大学が2016年度版「地域の気候変動適応白書」を刊行しました。 [2017.07.18]

社会実装機関・法政大学が2016年度版「地域の気候変動適応白書」を刊行いたしました... [続きを読む](#)

「気候変動における環境工学の貢献 ～緩和と適応～」における講演について [2017.05.11]

日本学術会議主催で開催される、第30回環境工学連合講演会「気候変動における環... [続きを読む](#)

各省庁で大型の
気候変動関連の
研究プログラムが
立ち上がっている
→日本の研究が
IPCCに貢献

気候変動 予測

文科省系

環境省系

農水省系

気候変動 影響

環境省系

国交省系

文科省系

気候変動 適応

研究のことを考えながらも
いつも空が気になる・・・



よく空を見ていると...

彩雲



よく空を見ていると...

幻日



よく空を見ていると...

光芒



よく空を見ていると…

積乱雲
と虹





太陽

日かさ

環水平アーク

立山黒部アルペンルート(2013年4月23日)

積乱雲

猛烈な雨

↑
雨と曇りの境目

徐々に研究の話に徐々に戻ります。

日本の雪の今の将来

雪の結晶



長野県菅平高原

平成18年豪雪



越後湯沢 (H18.2)

平成18年豪雪



越後湯沢 (H18.8)

平成18年豪雪

積雪の密度が $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ ($400\text{kg}/\text{m}^3$)の時、
 1m^2 に4mの雪が積もると・・・



越後湯沢 (H18.2)

平成18年豪雪

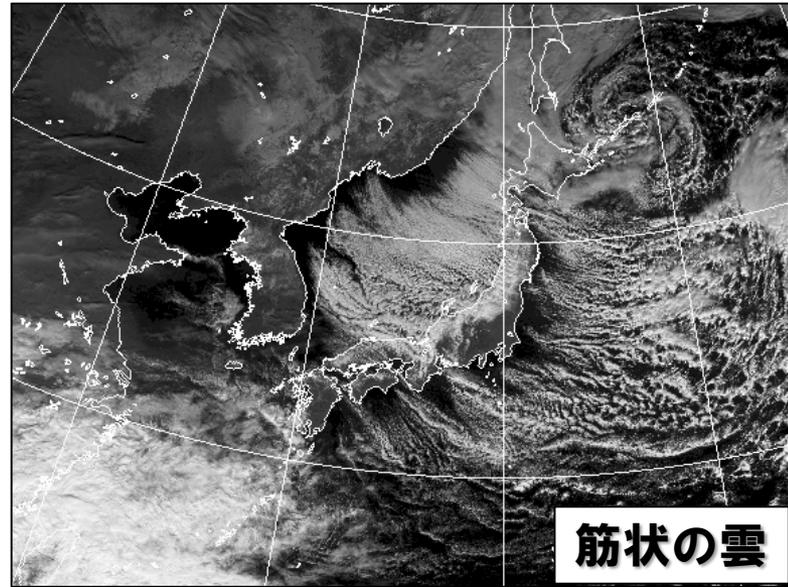
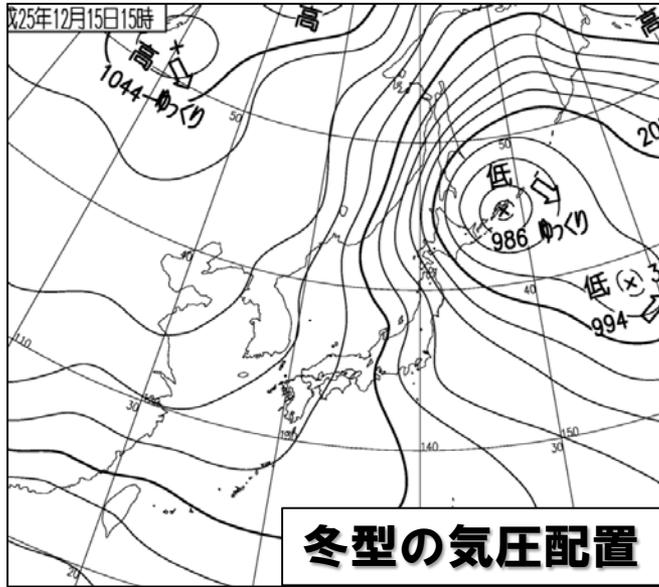
積雪の密度が $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ ($400\text{kg}/\text{m}^3$)の時、
1 m^2 に4mの雪が積もると...

$4 \times 400\text{kg} = 1,600\text{kg} =$ **1.6トン!**

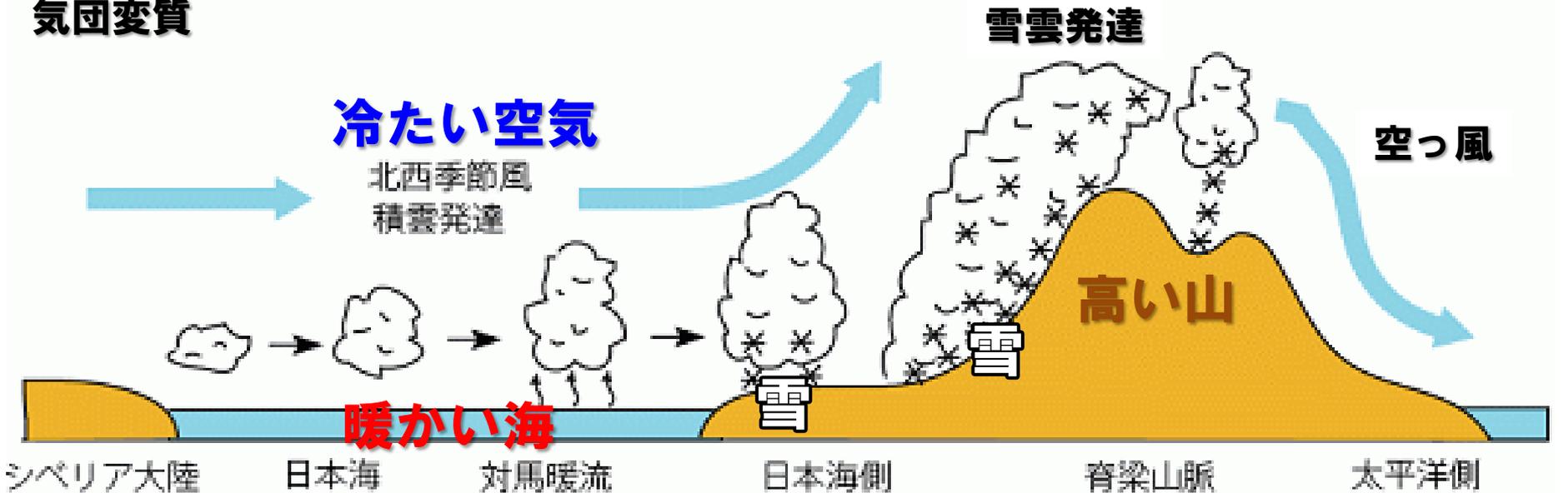


越後湯沢 (H18.2)

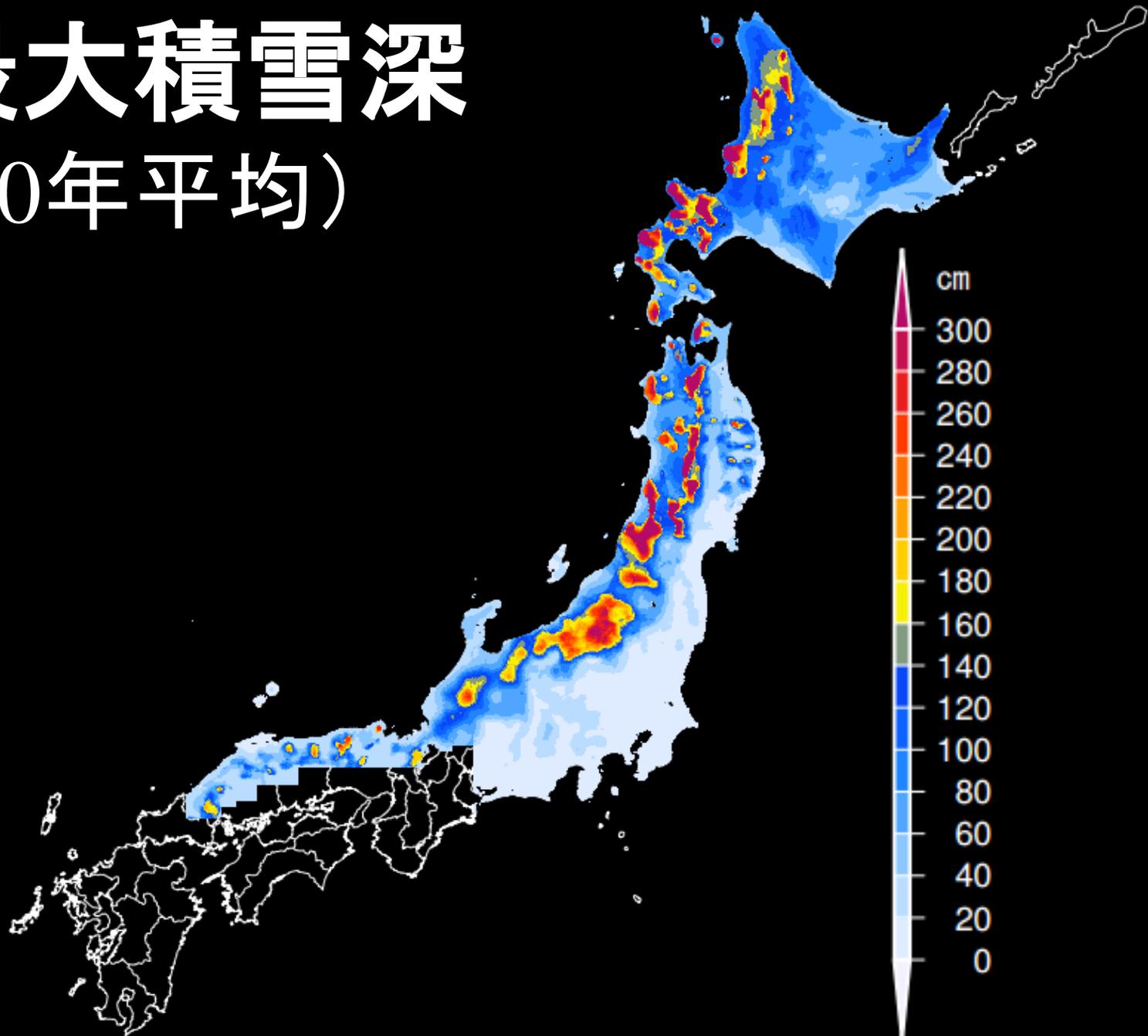
日本（日本海側）で雪が多い理由



気団変質



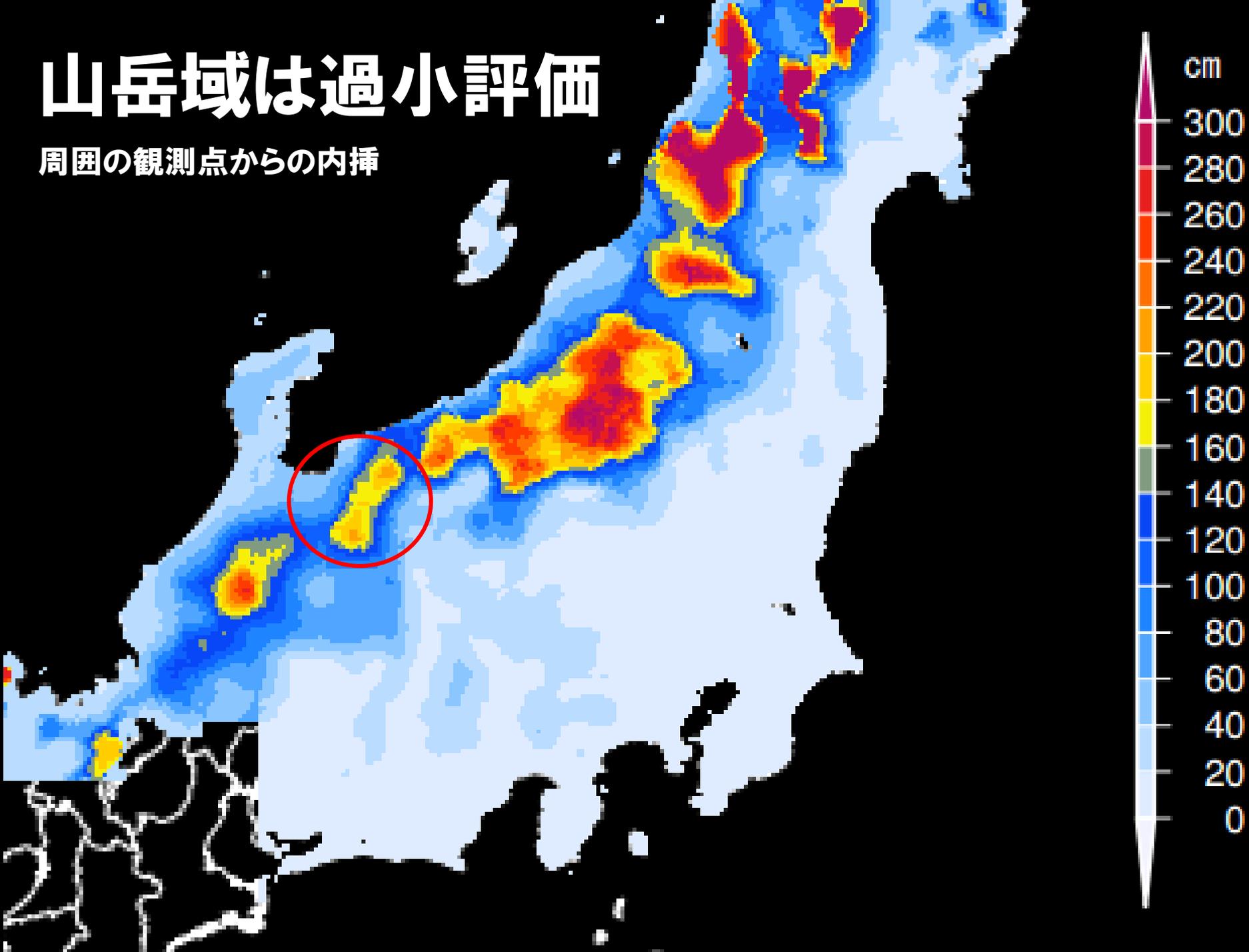
年最大積雪深 (30年平均)



(気象庁)

山岳域は過小評価

周囲の観測点からの内挿



雪の大谷
19m
(2017年)



立山積雪研究会による積断面雪調査(4月下旬)



約 7 m

2012年4月@室堂平

標高2450mでの雪掘り

立山積雪研究会による積断面雪調査(4月下旬)

積雪断面観測からわかること

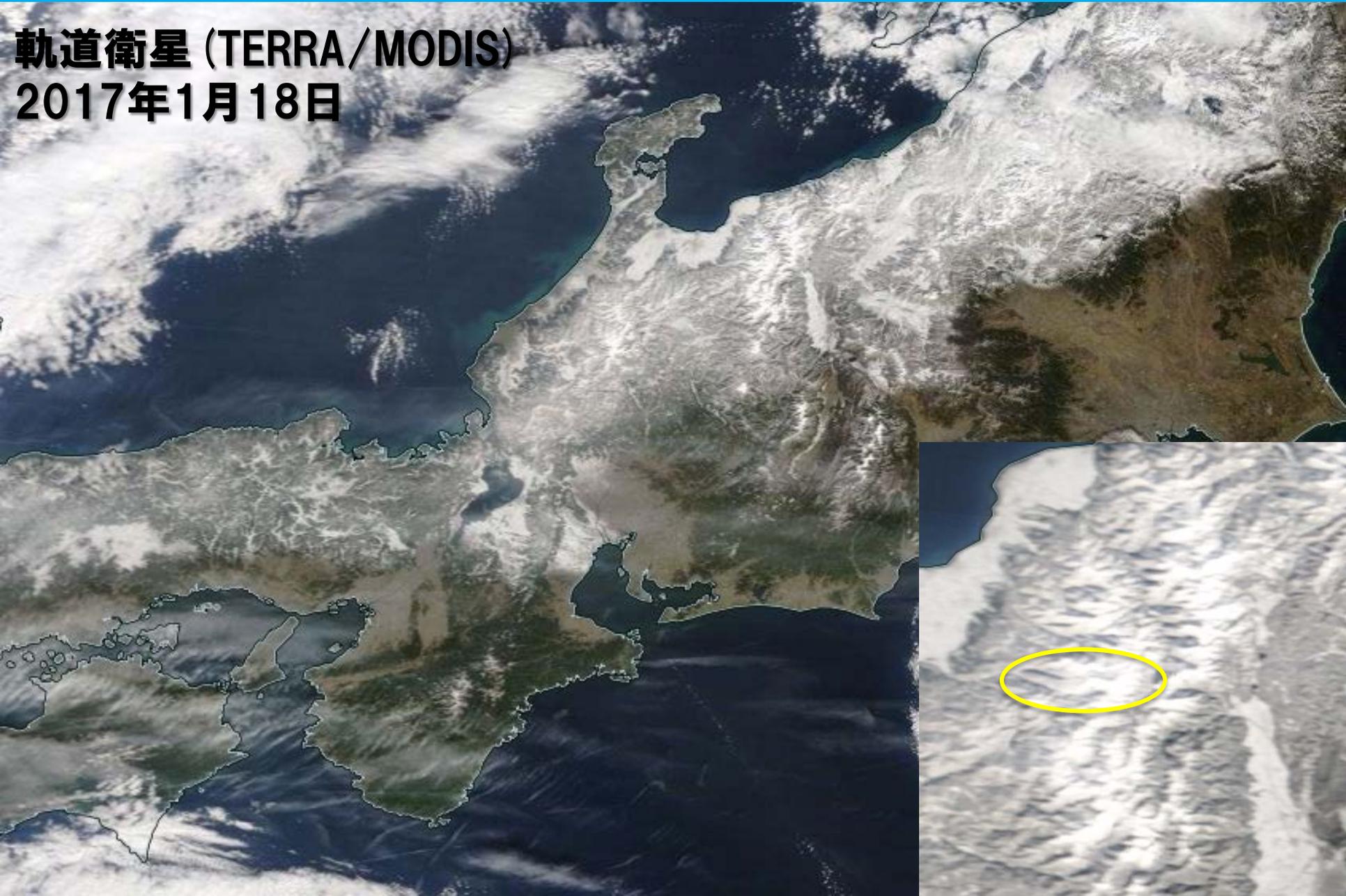
- 積雪深
- 積雪水量(雪を水に換算した量)
 - **冬季の総降水量**
- 雪質(しまり、ざらめ、しもざらめ etc.)
- 積雪密度
- 微生物(化学分析)
- **エアロゾル(化学成分)**
 - 黄砂
 - 大気汚染物質 (PM2.5)



積雪の様子を”空”から見る (TERRA/MODIS)

軌道衛星 (TERRA/MODIS)

2017年1月18日



立山黒部アルペンルートで積雪観測！

インターバルカメラを用いて、標高約500m毎に冬季を通じた積雪深の観測(撮影)を実施 (立山カルデラ砂防博物館と共同)

➤ 撮影間隔は1時間間隔。昼間のみ。

◎ 立山黒部アルペンルート沿い (道路公社の協力のもと設置)

博物館	美女平	—	大観台	—	弥陀ヶ原	—	室堂
(約500m)	(約1,000m)		(約1,500m)		(約2,000m)		(約2,500m)



タイムラプスカメラTLC200

立山黒部アルペンルートで積雪観測！



タイムラプスカメラTLC200

立山黒部アルペンルートで積雪観測！

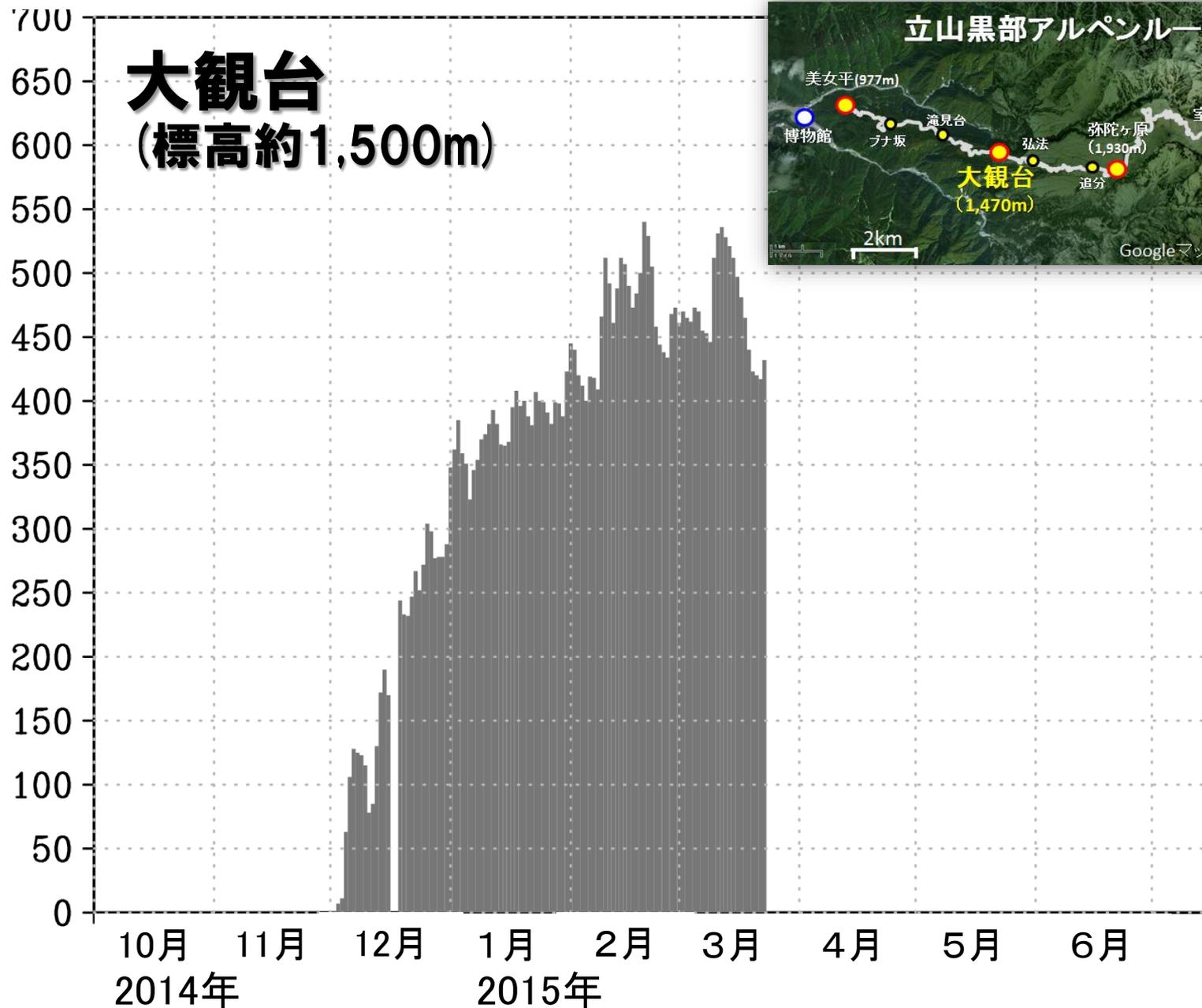
目盛り



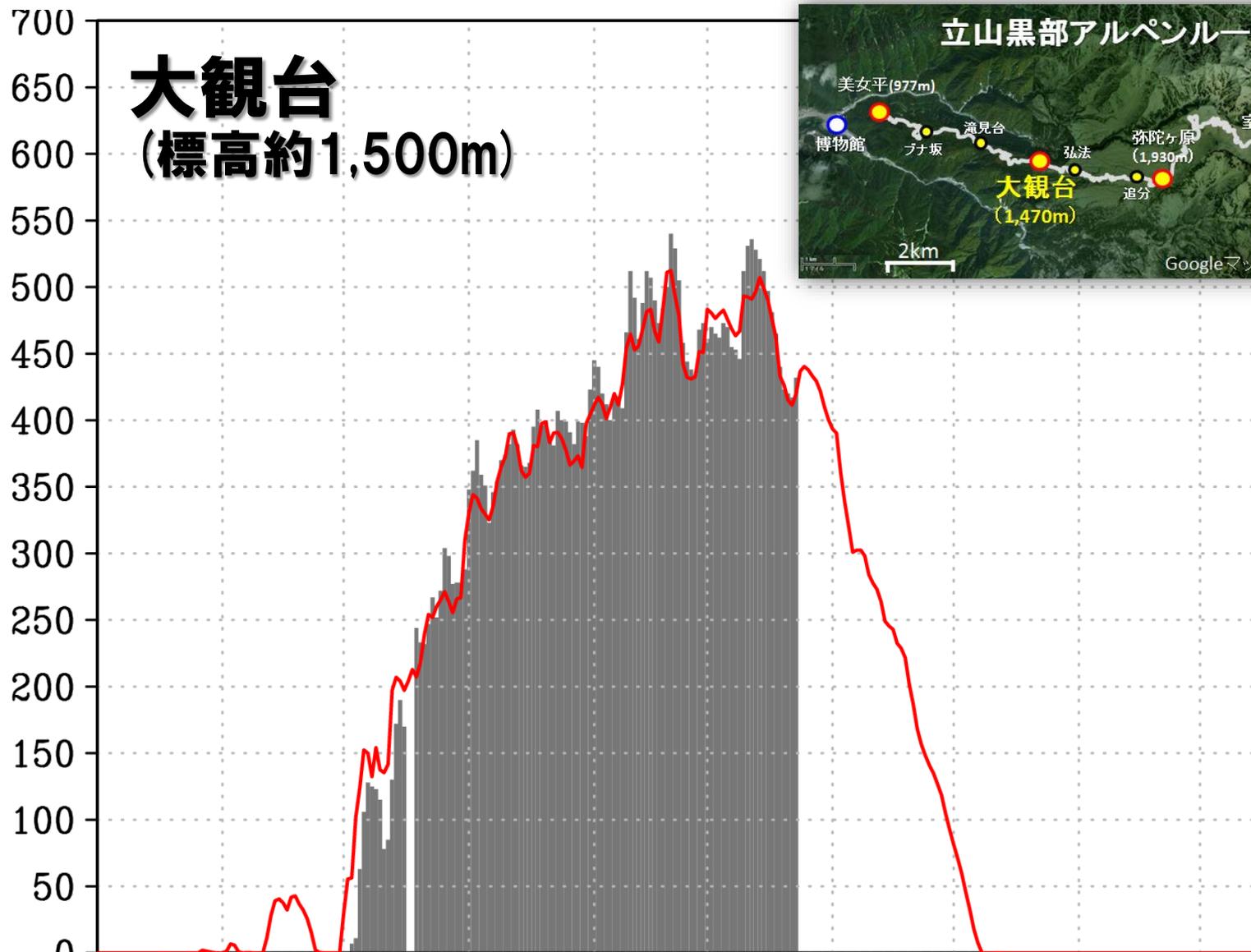
カメラ



積雪深の季節変化～気象モデルと観測（2014/15冬季）～



積雪深の季節変化～気象モデルと観測（2014/15冬季）～



気象モデルのシミュレーションとも比較可能に！

2016年 積雪断面観測@立山室堂平

2015/16は
少雪

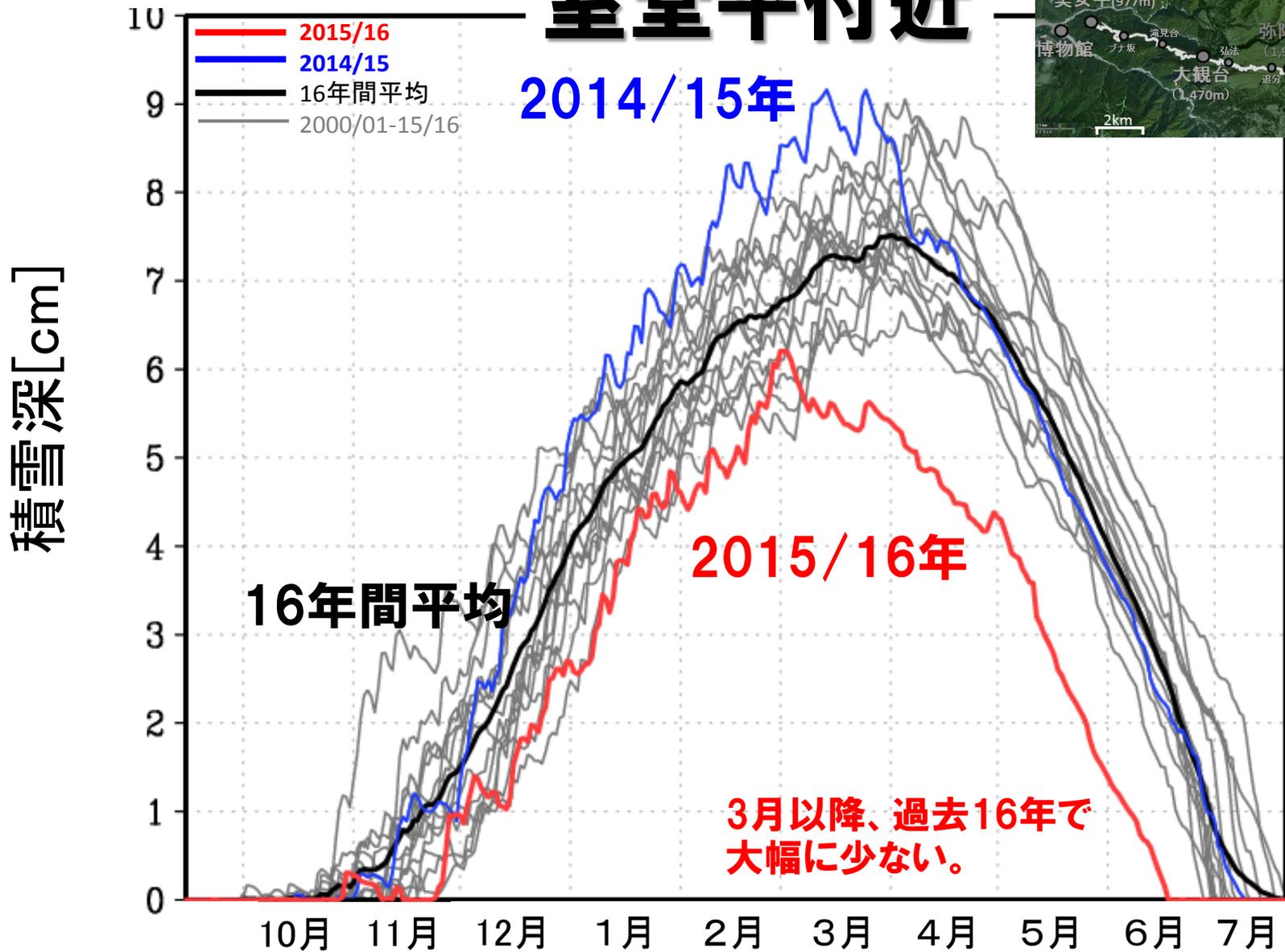


博物館・名大(3月中旬)や
富山大他(4月中旬)の観測
でも過去20年間で最少

室堂平の積雪
4m(例年6-7m)

積雪深の季節変化の年々変動 (シミュレーション)

室堂平付近

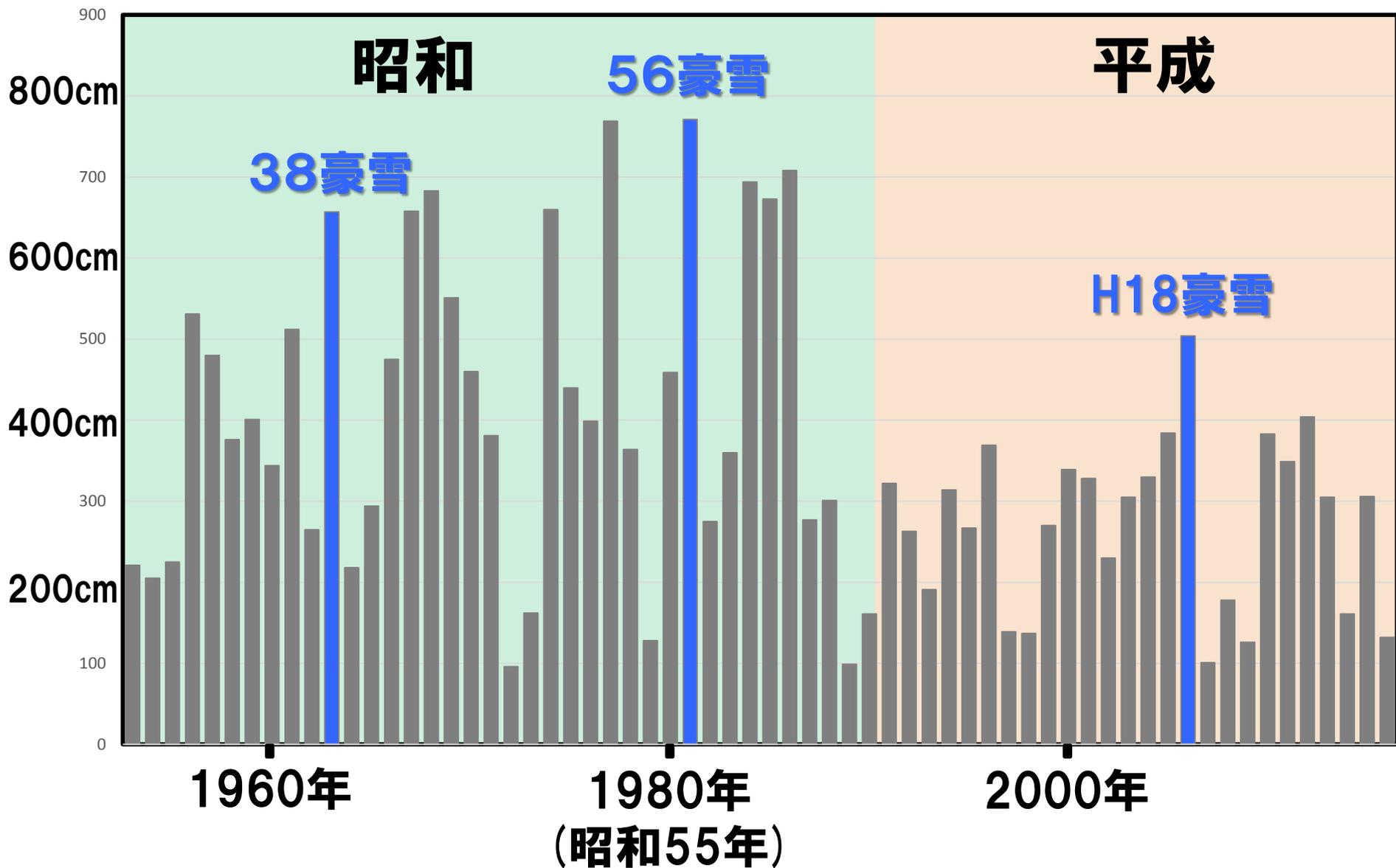




地球温暖化で変わる 日本の雪

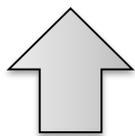
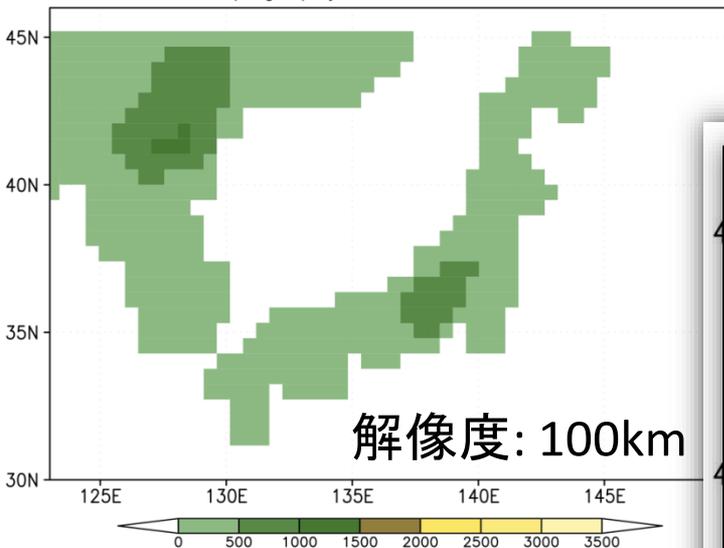
富山県五箇山

富山の年降雪量の変化（過去）



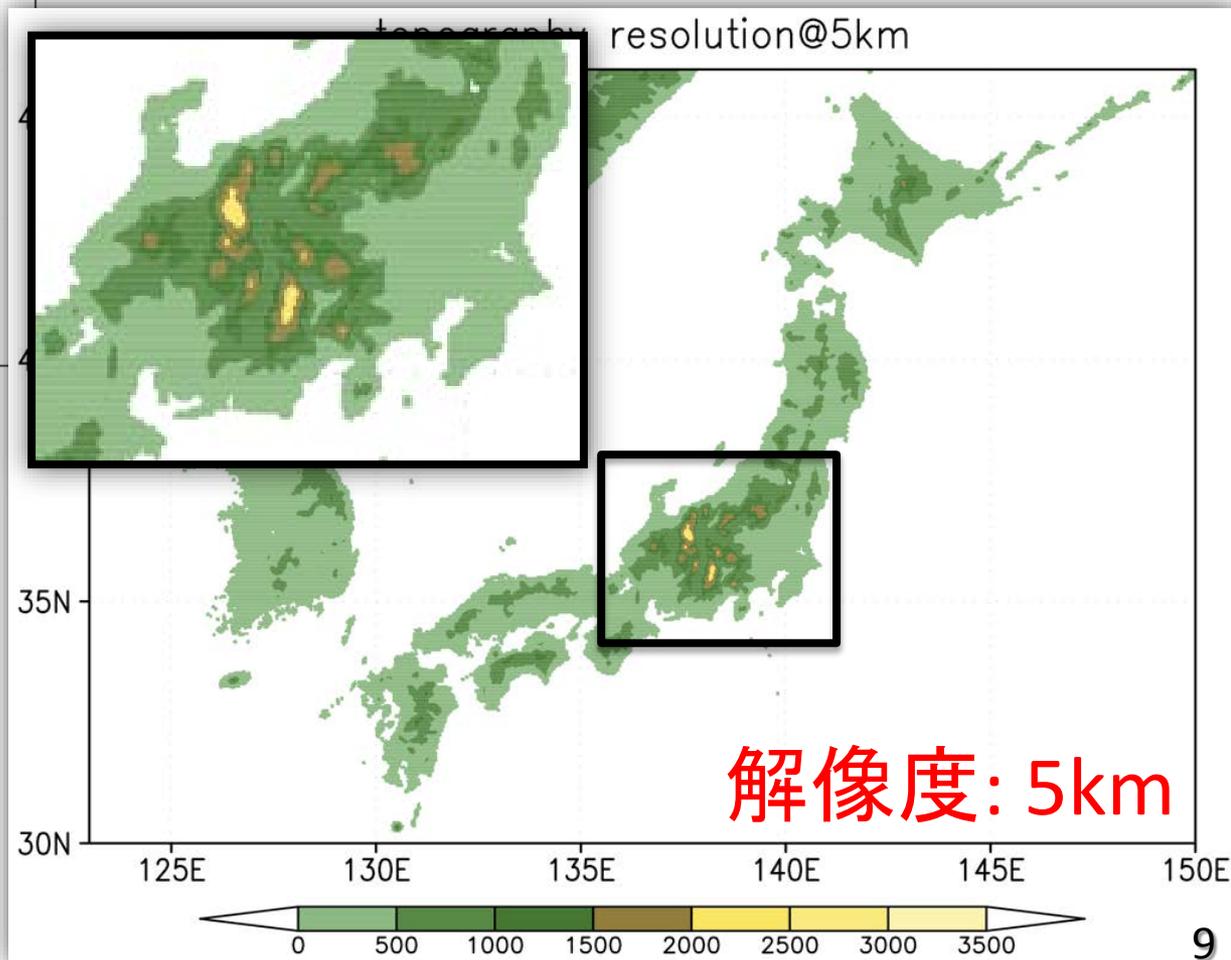
日本の雪を再現/予測するためには、 高解像度の気候モデルが必須

topography resolution@100km



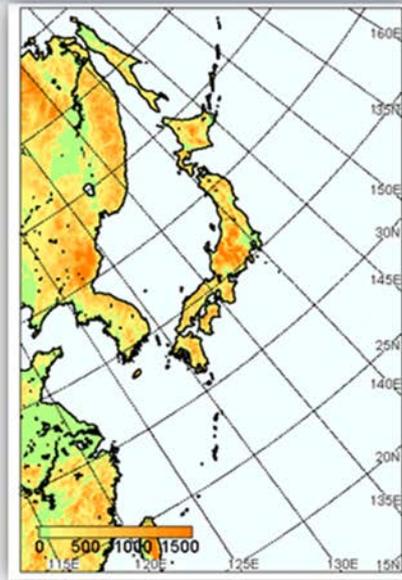
最も高解像度の
全球気候モデル
(IPCC第4/5次報告書)

topography resolution@5km

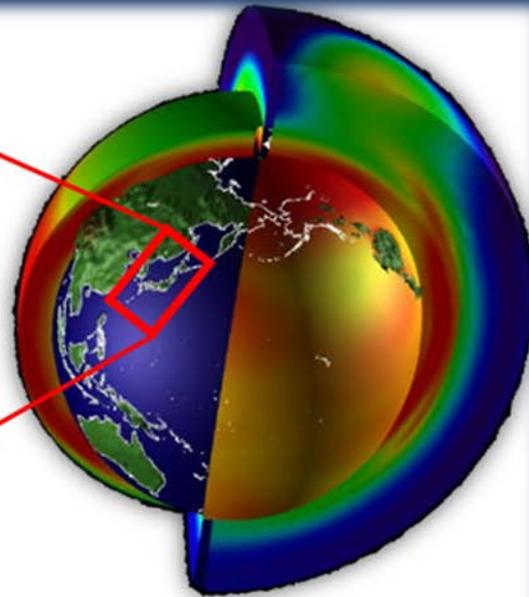
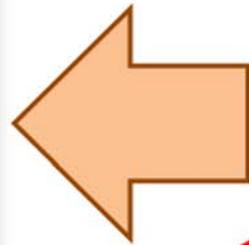


地球温暖化予測のダウンスケーリング

気候モデルで世界全体の気候を計算した後、**地域気候モデル**を用いて高分解能の計算を行う。
地域詳細な気候変化を算出する。



地域気候モデル



全球気候モデル

天気予報でも
GSM
(全球: 20km)
↓
MSM
(メソ: 5km)
↓
LFM
(局地: 2km)

気象庁
発表

地球温暖化予測情報 第9巻

地球温暖化予測情報 第9巻

IPCCのRCP8.5シナリオを用いた
非静力学地域気候モデルによる日本の気候変化予測

2017年3月30日公開

<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/GWP/index.html>

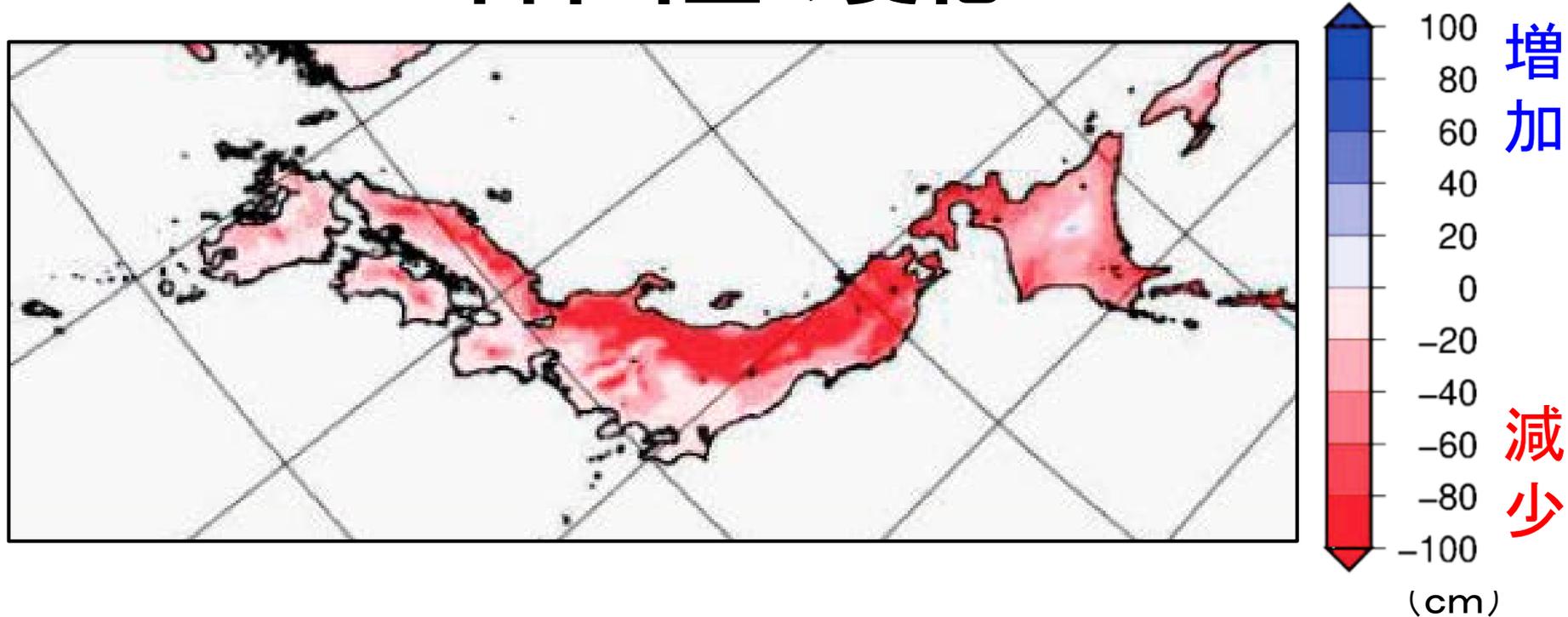


気象庁

表紙はNHK気象キャスター
菊池真以さんの写真

気温+4.5°C程度上昇
(RCP8.5シナリオ 21世紀末)

年降雪量の変化



- 全国的に大きく減少。
- 北海道の内陸部では増加

月最深積雪量の変化 第9巻（気象庁）

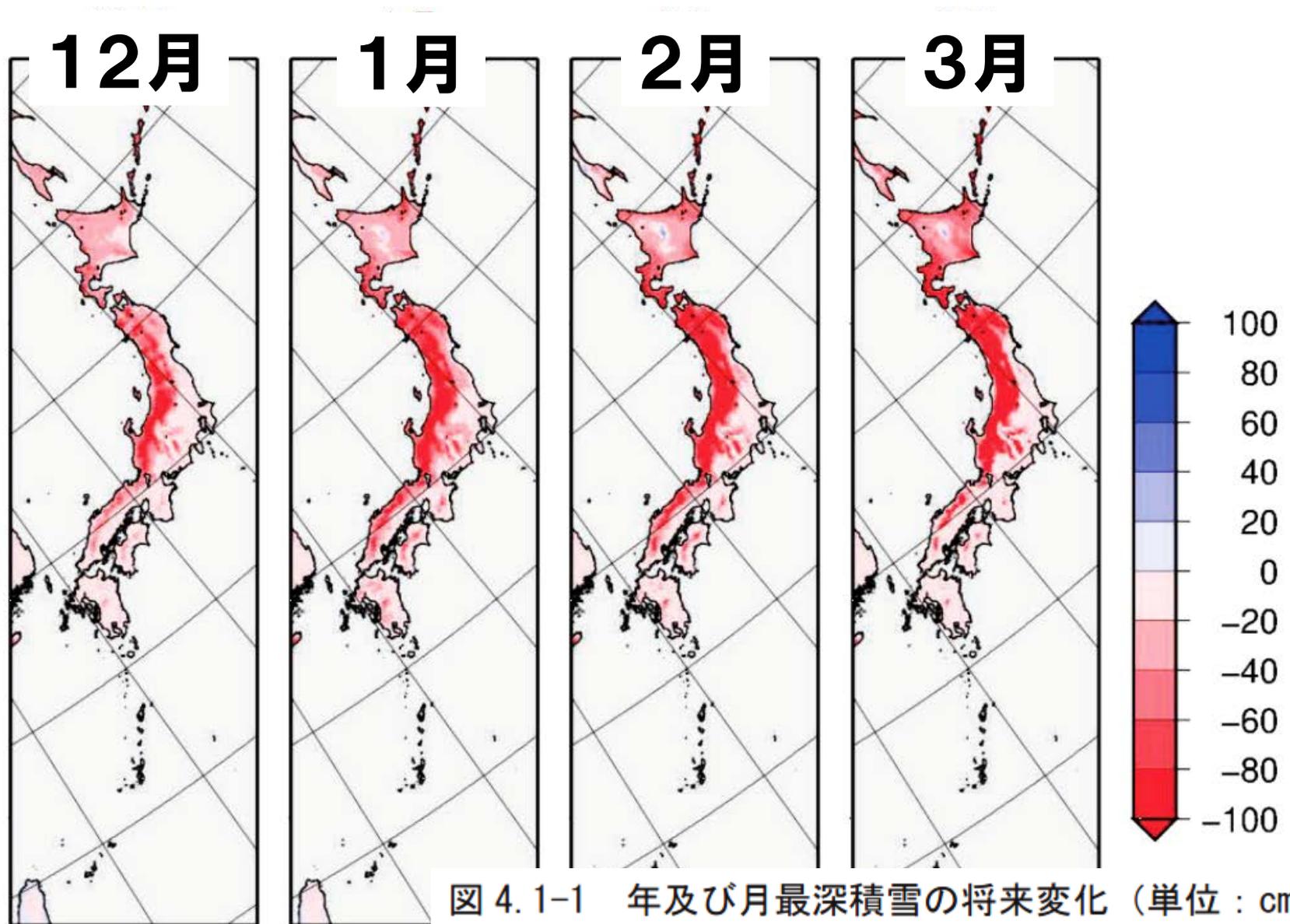
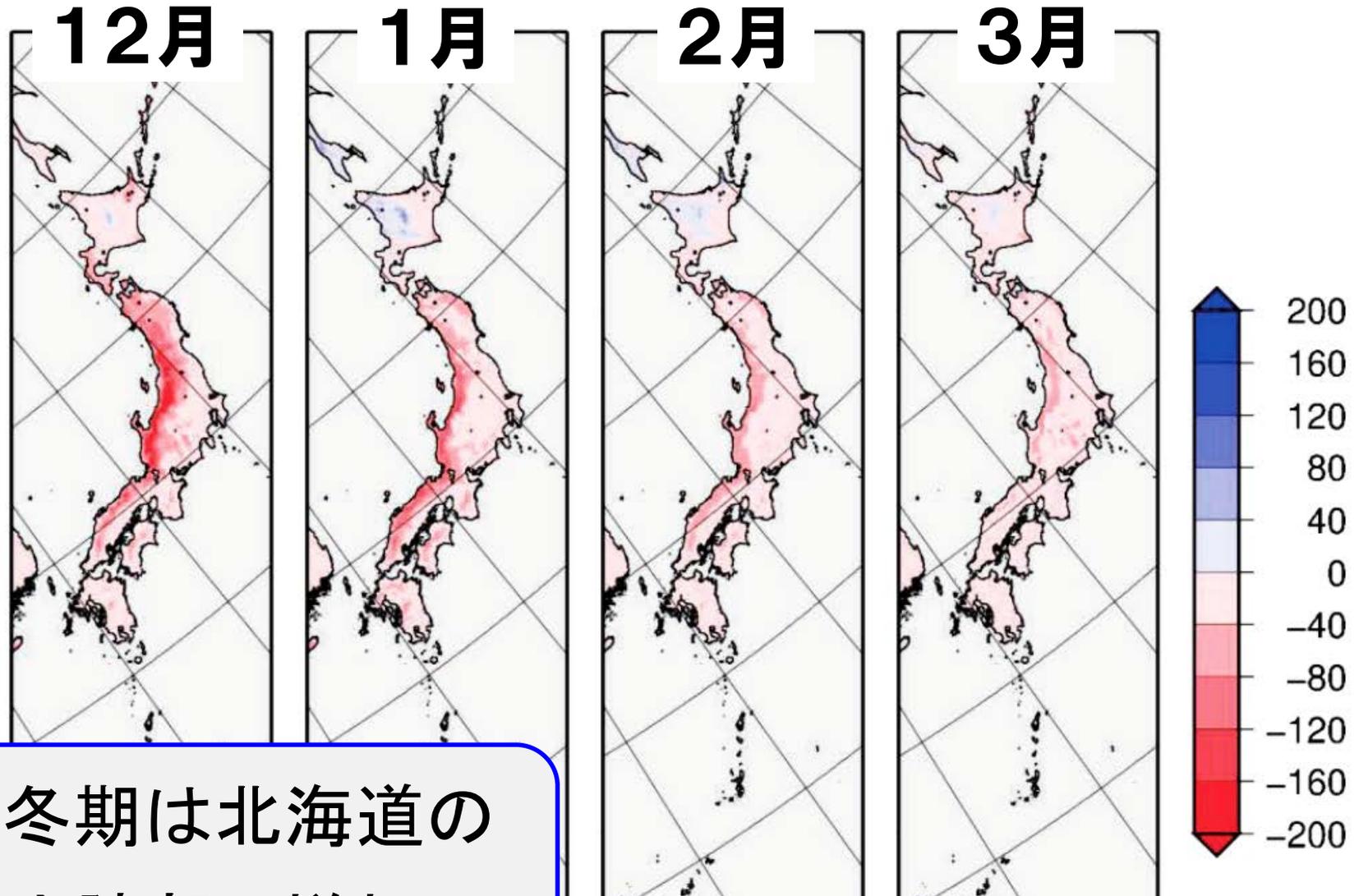


図 4. 1-1 年及び月最深積雪の将来変化（単位：cm）
将来気候と現在気候との差。4メンバー平均。

月積算降雪量の変化 第9巻（気象庁）



厳冬期は北海道の
内陸部で増加

4.2-1 年及び月降雪量の将来変化（単位：cm）
将来気候と現在気候との差。4メンバー平均。

稀に降る短期間の大雪（ドカ雪）は？

1日で降る大雪の例（富山市で54cmの降雪）

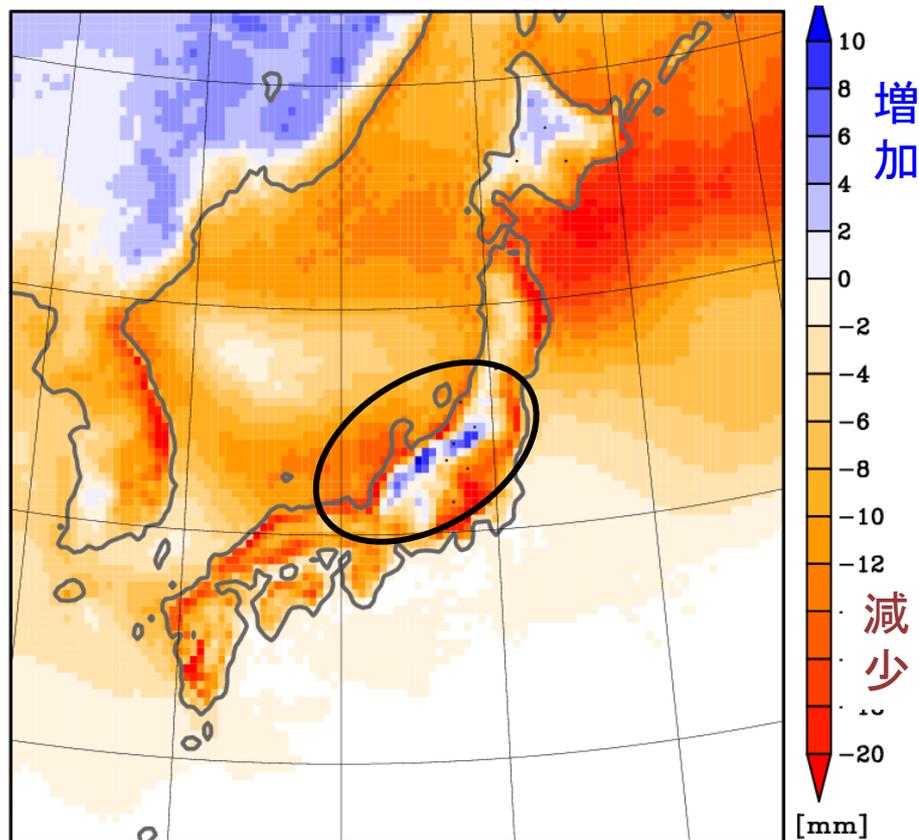


（2012年2月19日富山市内）

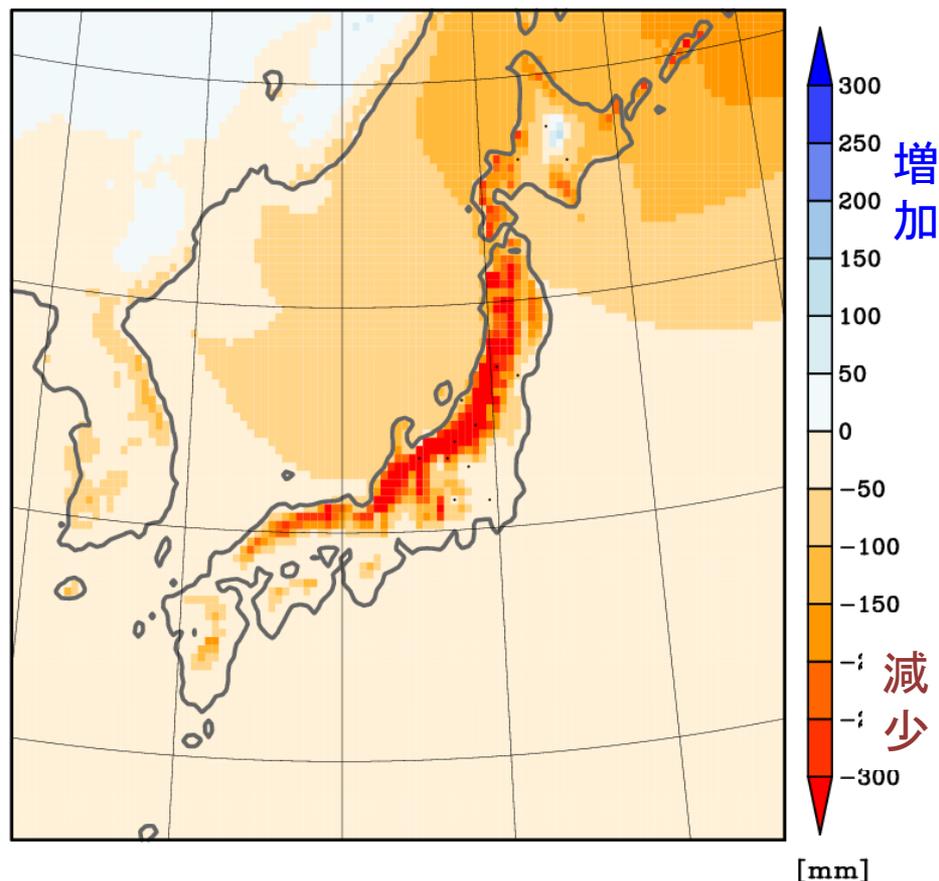
- 気温上昇により減少するのか？
- 温暖化による水蒸気量の増加とともに増加するのか？

極端降雪と積算降雪量の変化(全国)

10年に一度の日降雪量の変化

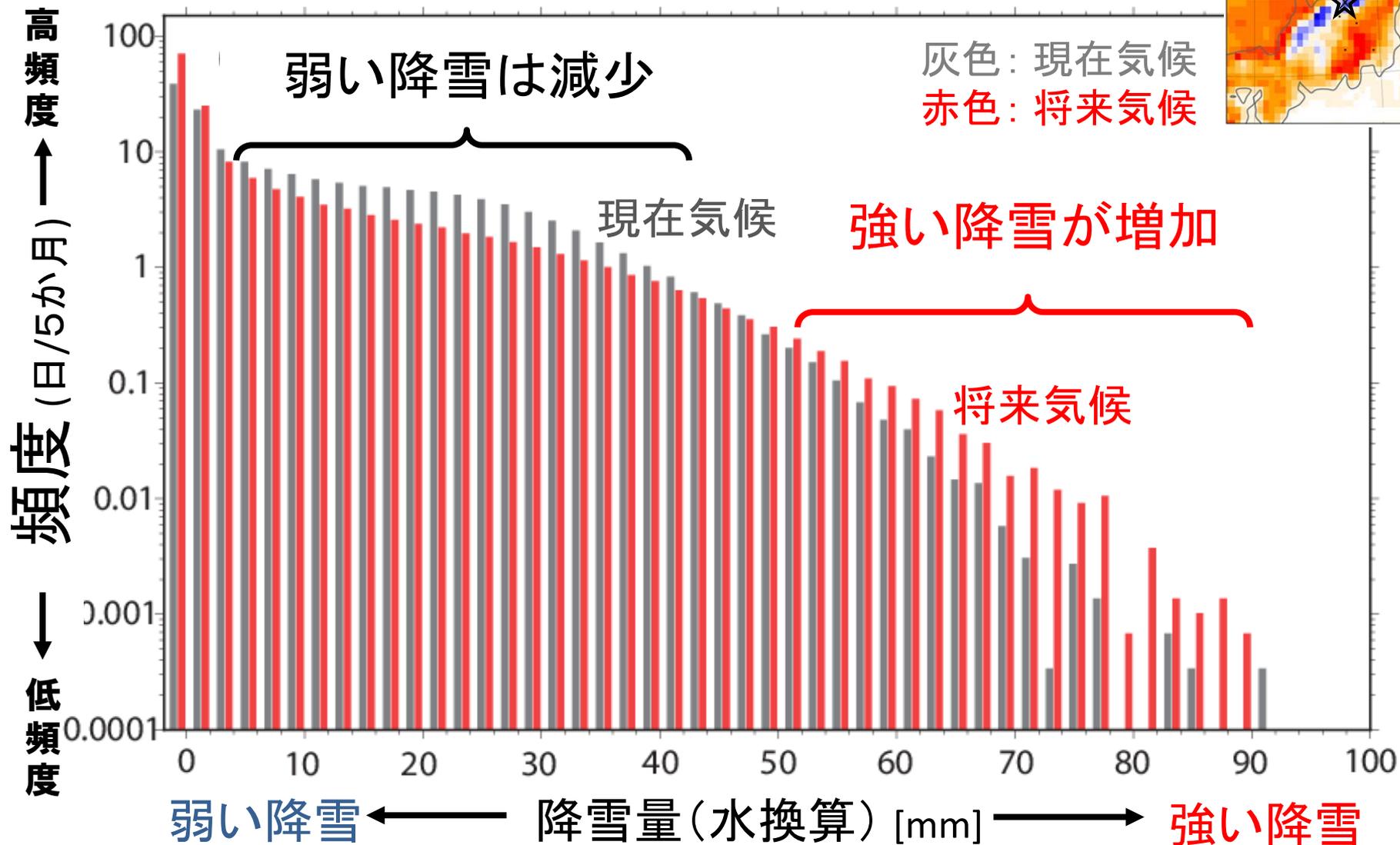
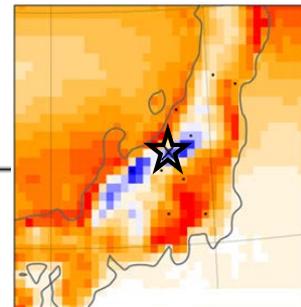


冬季積算降雪量(11月～3月)の変化

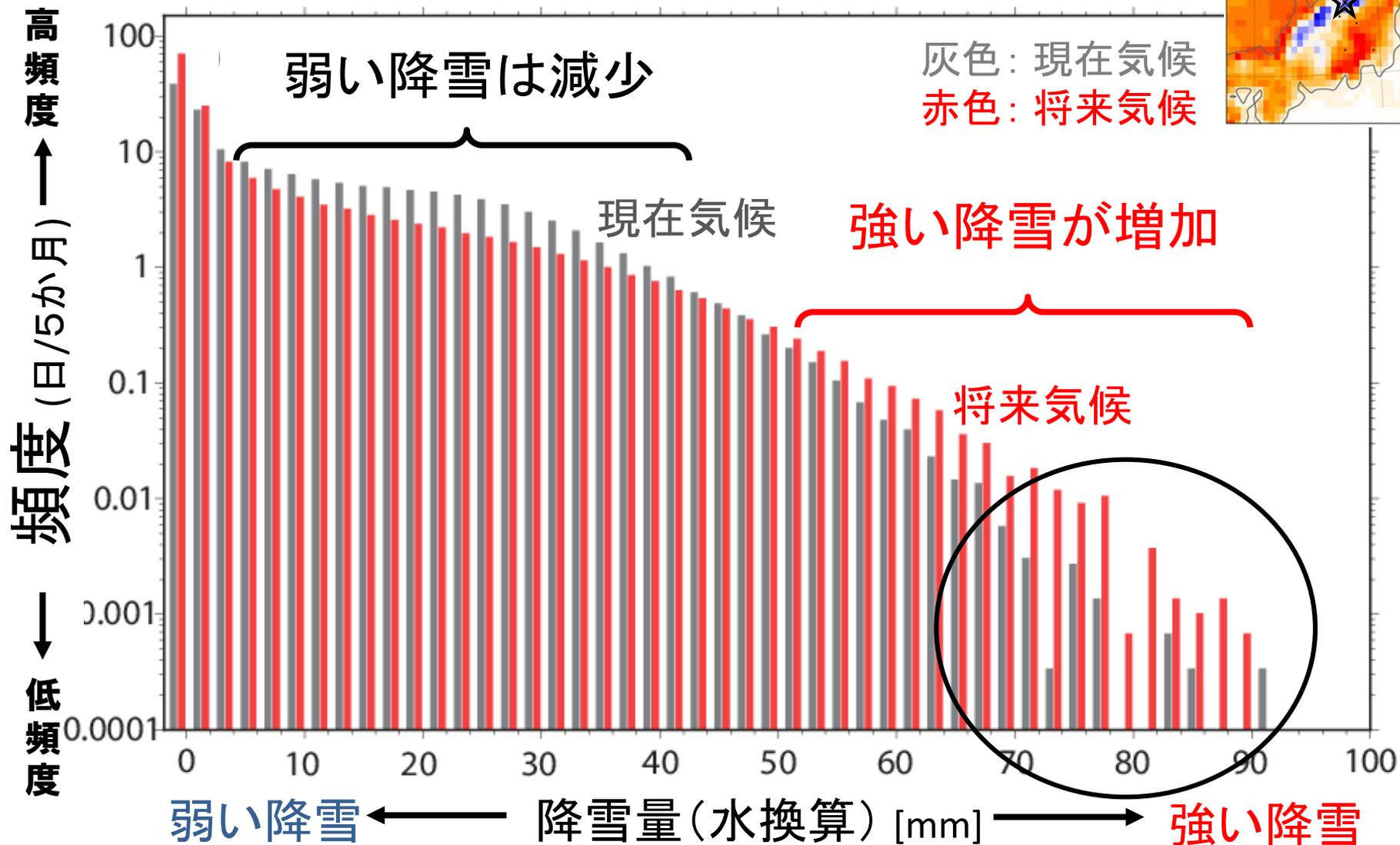
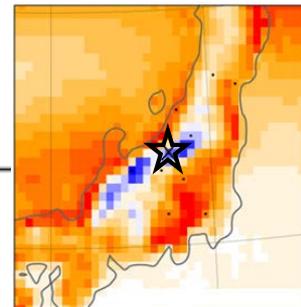


10年に1度以下の頻度で起こる強い降雪量は、中部地方内陸部・山沿いと、北海道の内陸部で増加する!?

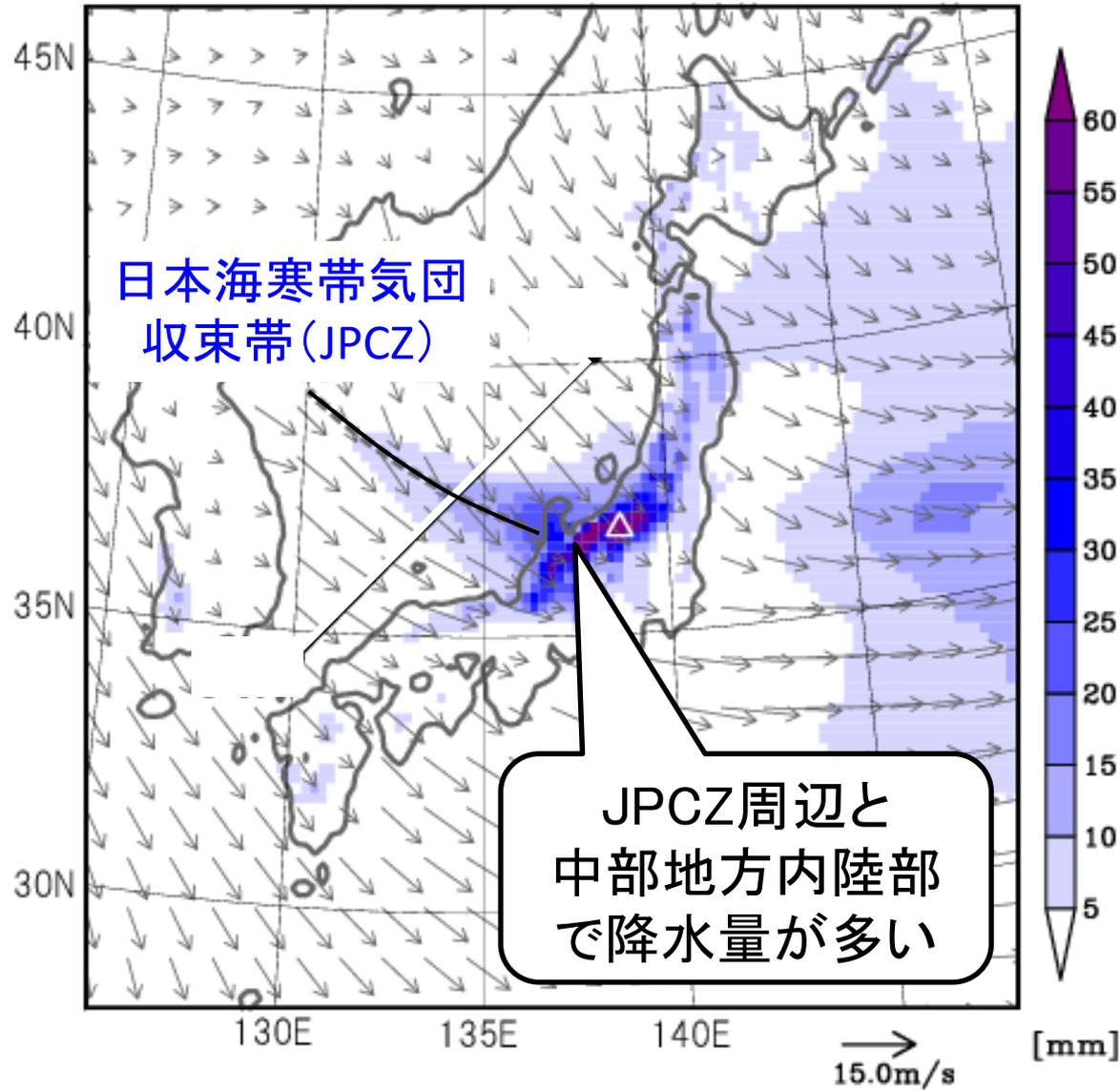
中部日本内陸部における 日降雪量の頻度分布



中部日本内陸部における 日降雪量の頻度分布



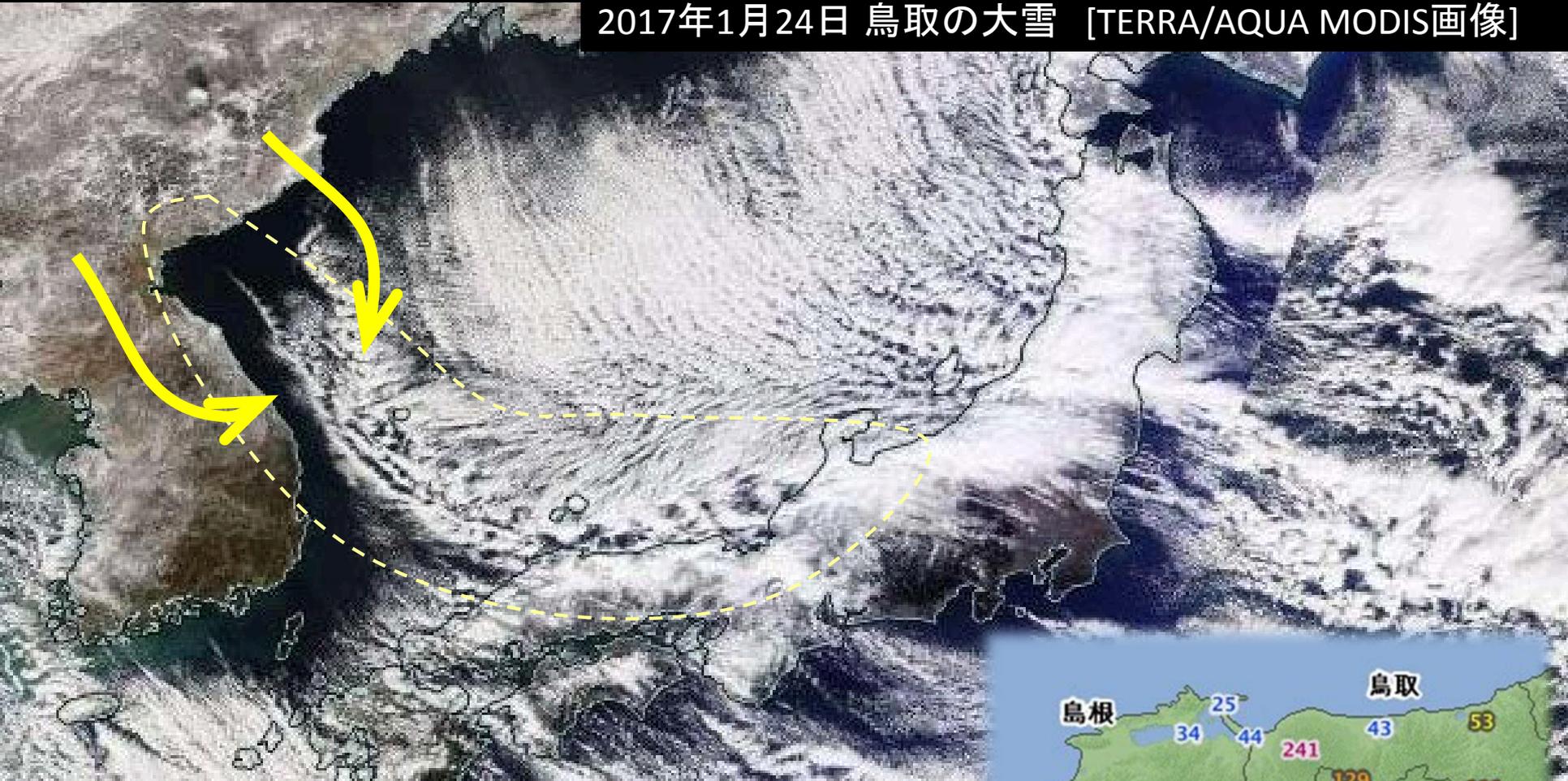
極端降雪発生時の地上風と降水量 (現在気候)



日本海寒帯気団収束帯

(JPCZ: Japan sea Polar air mass Convergence Zone)

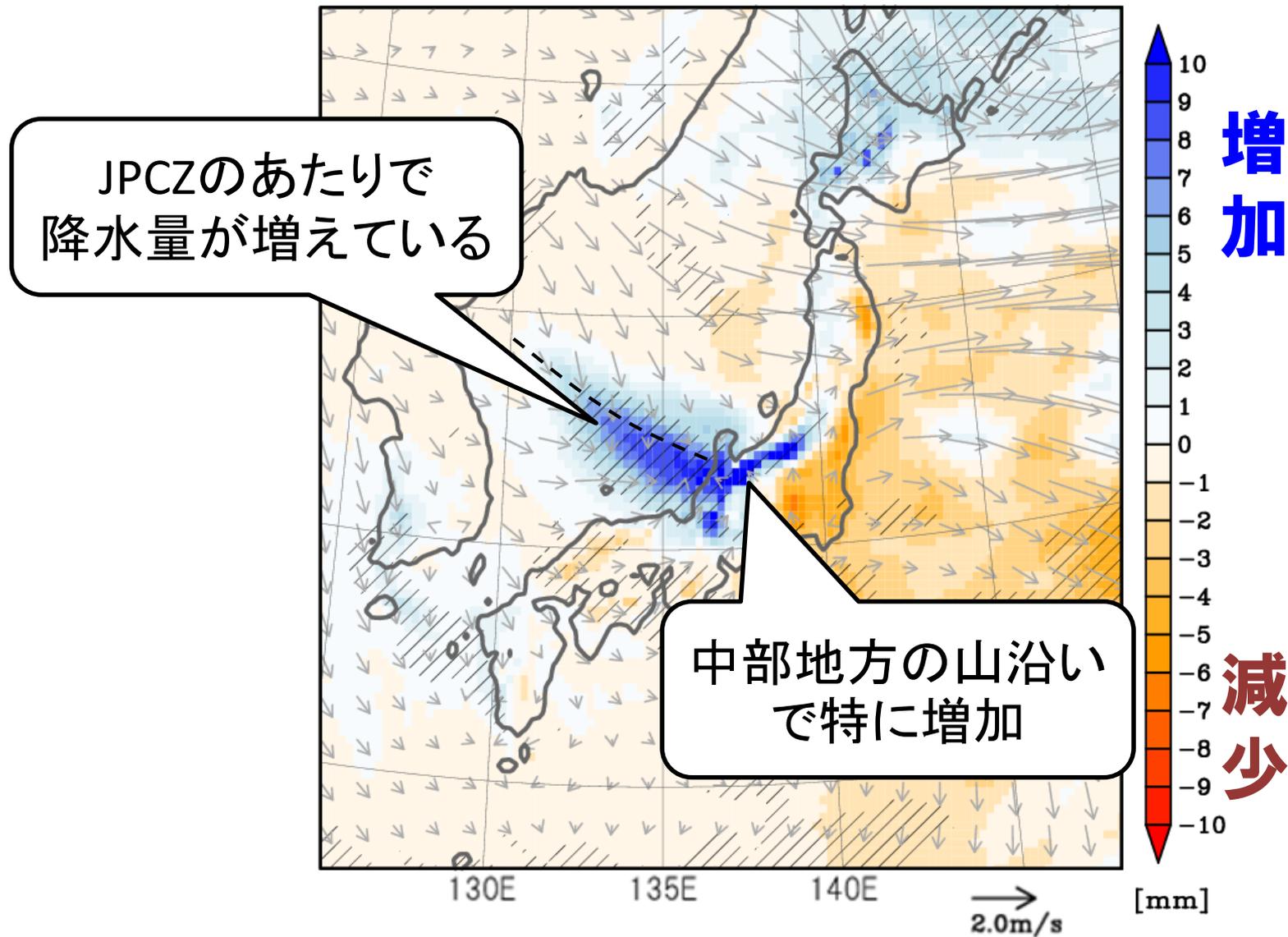
2017年1月24日 鳥取の大雪 [TERRA/AQUA MODIS画像]



朝鮮半島の高い山や海陸の影響で、
風が日本海で集まる(収束する)。この場
所では上昇流が強まり、雲が発達する。

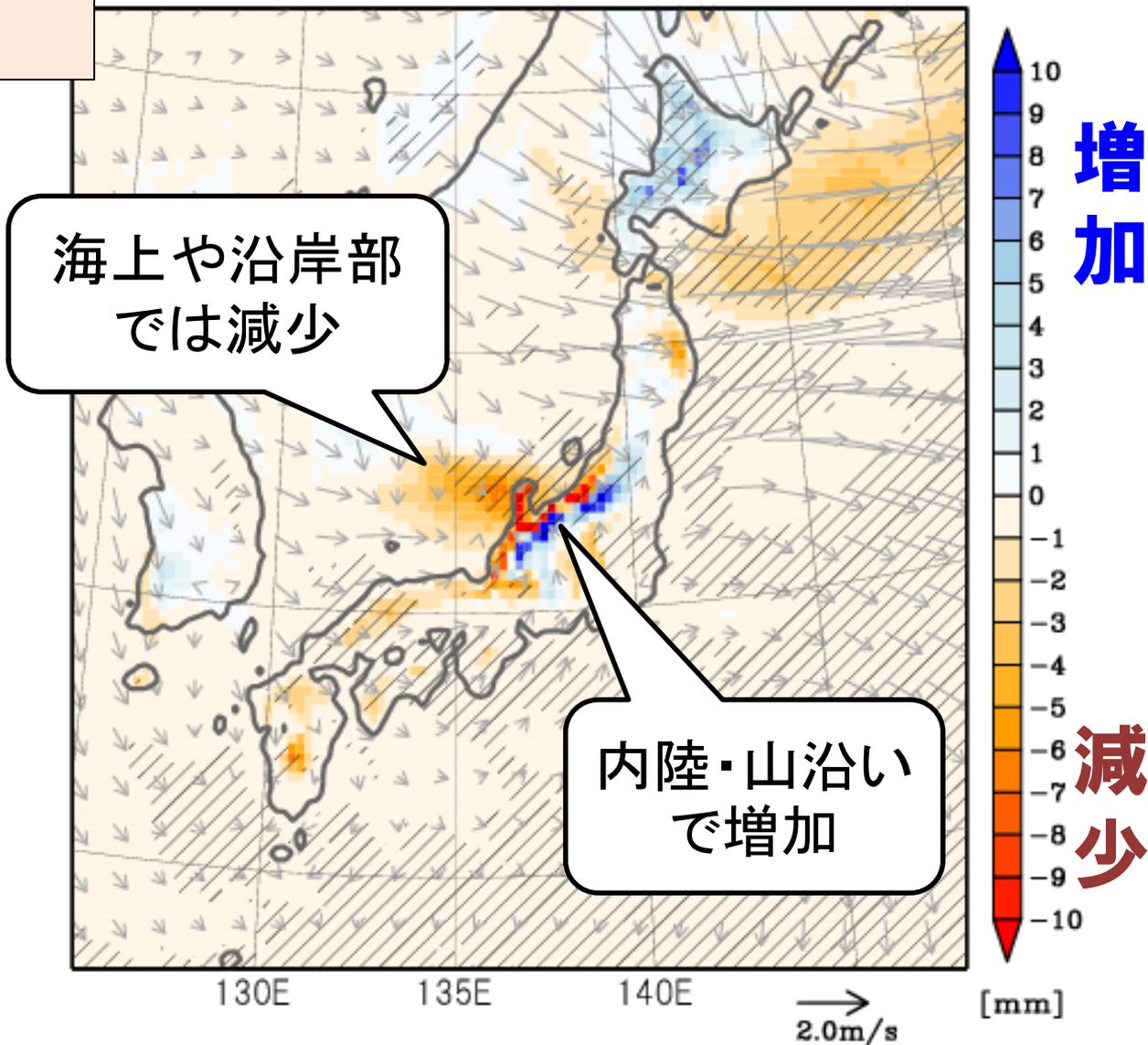


極端降雪発生時の 現在と将来の降水量の差



将来気温が
上昇する
ので…

極端降雪発生時の 現在と将来の降雪量の差



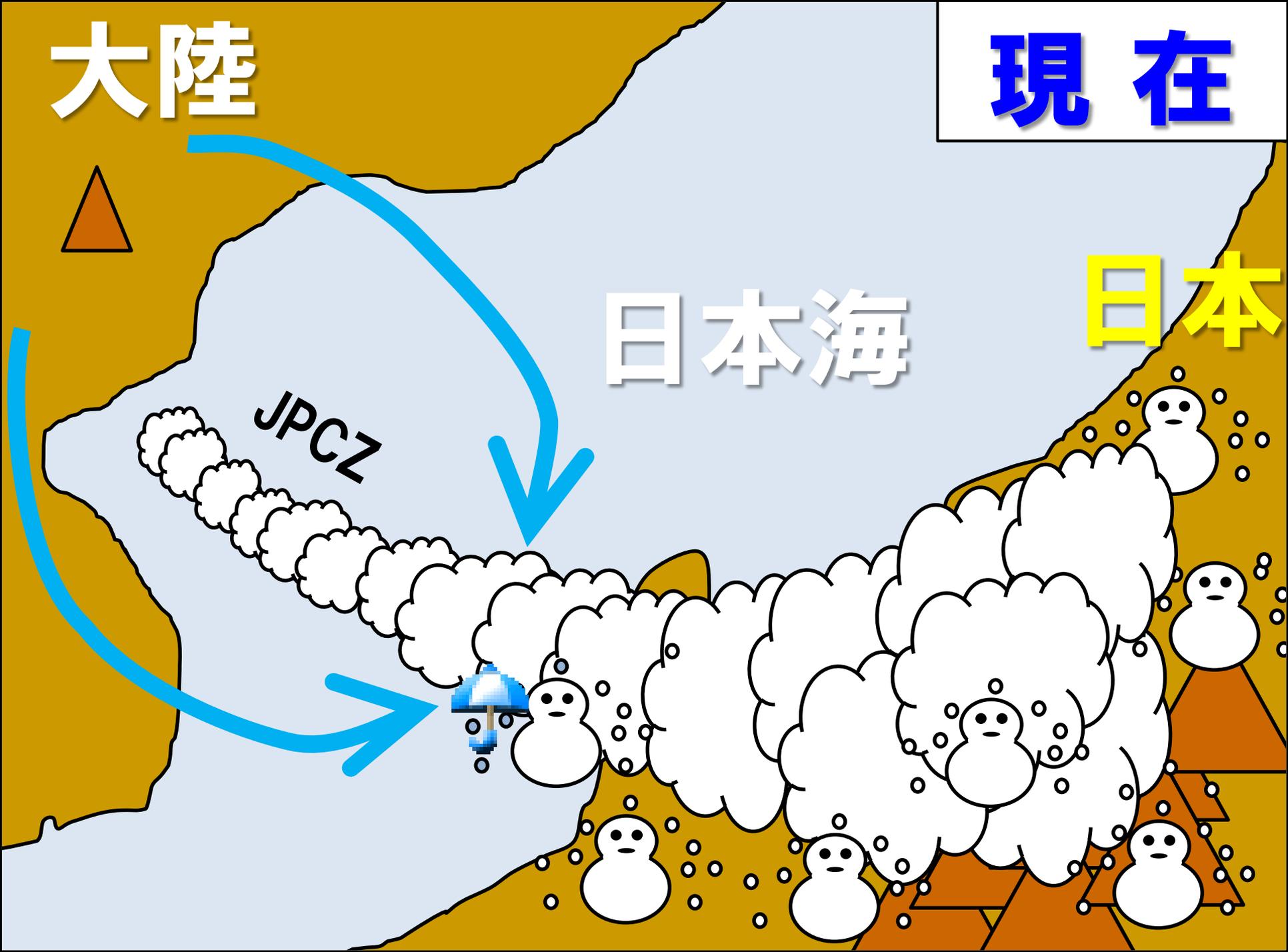
大陸

現在

日本海

日本

JPCZ



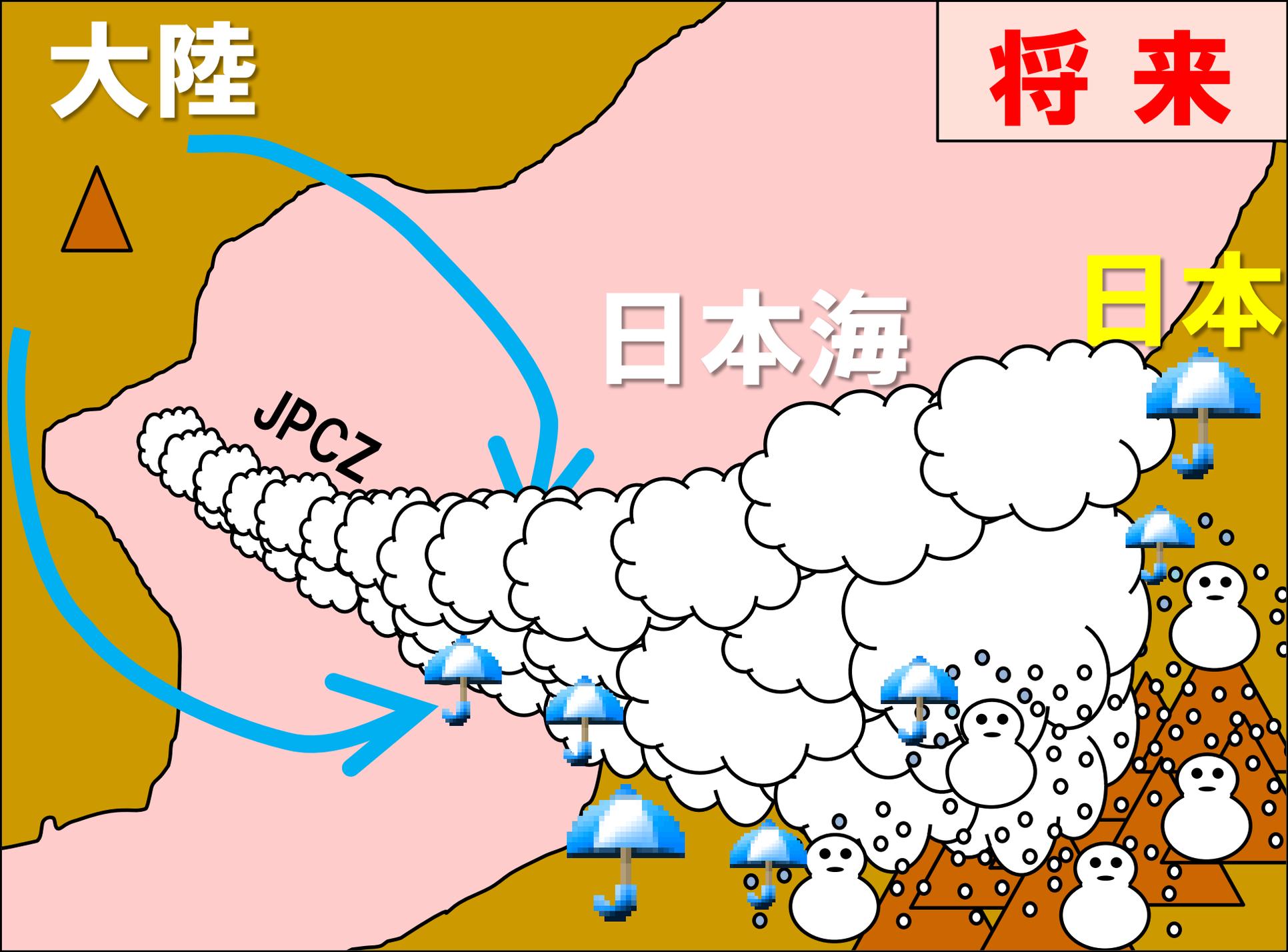
大陸

将来

日本海

日本

JPCZ



日本の雪の将来変化のまとめ

- ◎ 温暖化すると全国的に雪が減る。
- ◎ ひと冬に降る雪は減少するが、**厳冬期の降雪**は北海道と東北・北陸地方の**山沿いで増加**。
- ◎ **稀に起こる短期間の大雪(ドカ雪)**は北陸地方の**山沿いで増加**する可能性が高い。
- ★ 気温上昇に伴う水蒸気量の増加により**日本海の風の収束帯(JPCZ)**が**強化**され、降雪が強化。

日本の雪の将来変化のまとめ

- ◎ 温暖化すると全国的に雪が減る。
- ◎ ひと冬に降る雪は減少するが、**厳冬期の降雪**は北海道と東北・北陸地方の**山沿いで増加**。
- ◎ **稀に起こる短期間の大雪(ドカ雪)**は北陸地方

将来、雪自体は降りにくくなるが、たまに増える大雪は増える可能性が高い。依然として雪への対応が必要。**普段降らないところに突然ドカ雪が降ることになるので、今よりも雪への備えが難しくなる。**