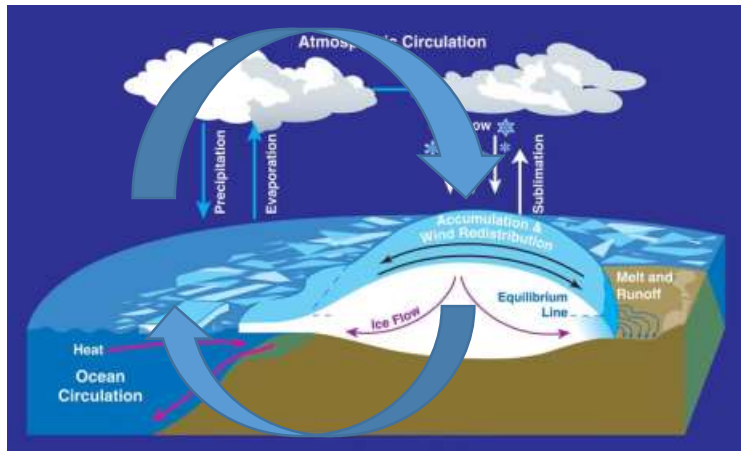
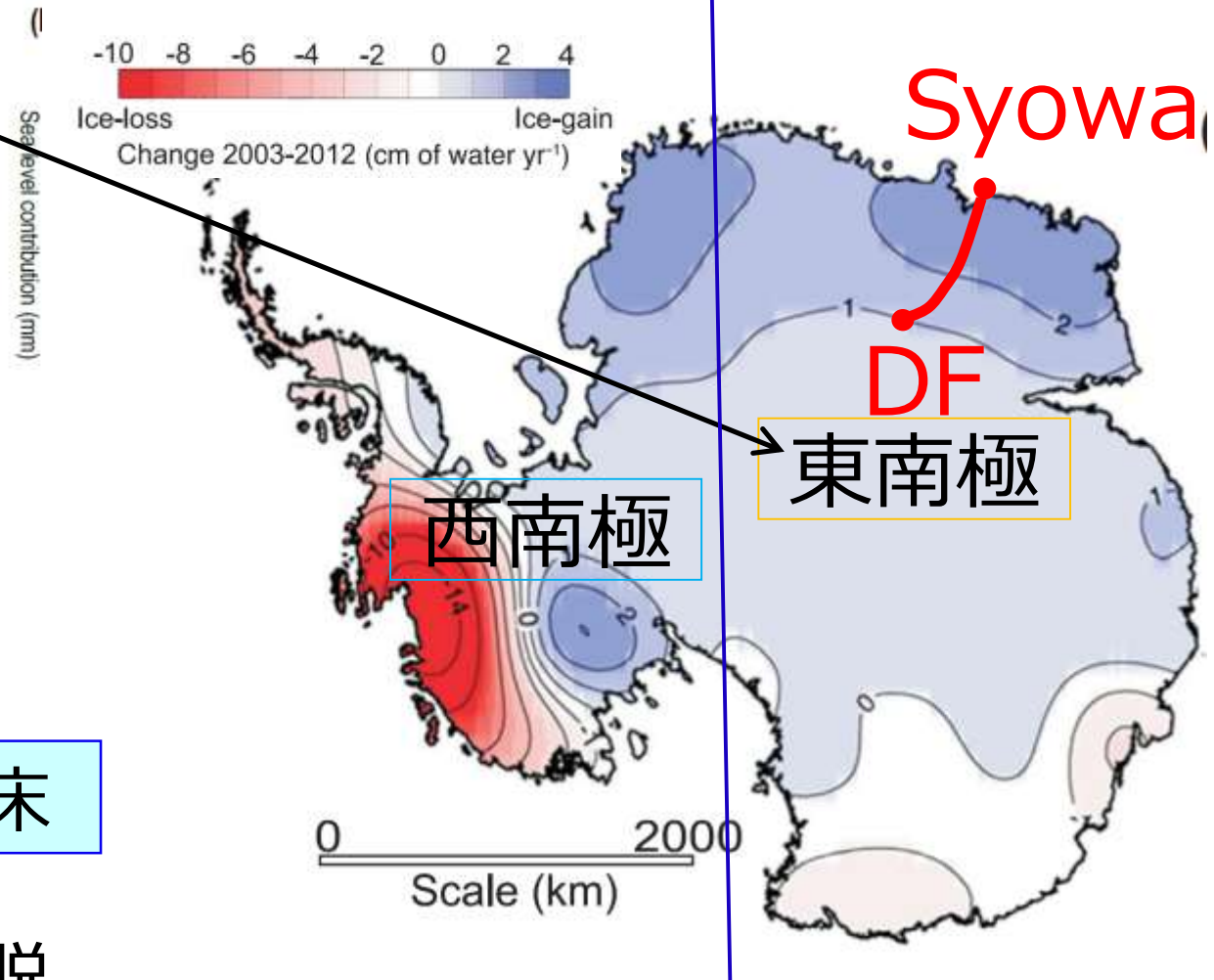
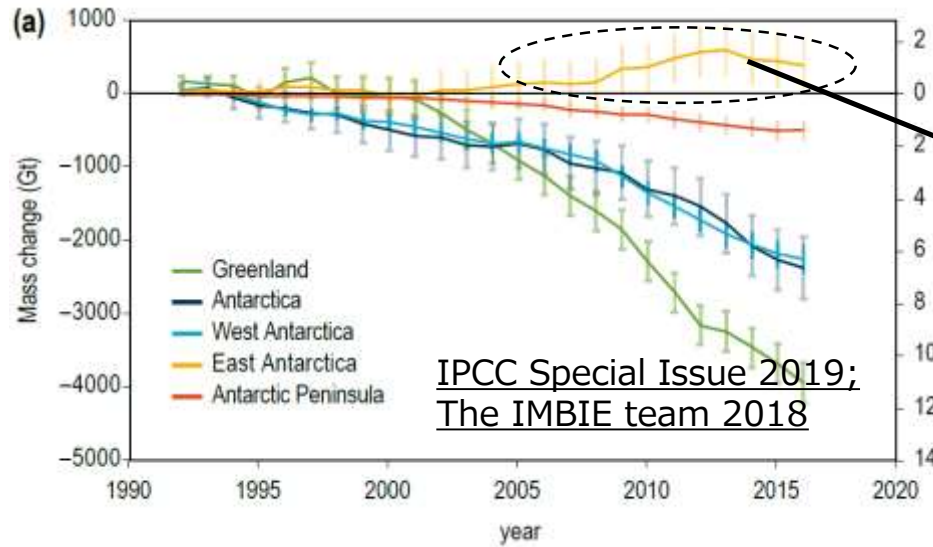


# 超音波積雪深計データの分析の工夫

平沢尚彦  
(国立極地研究所)

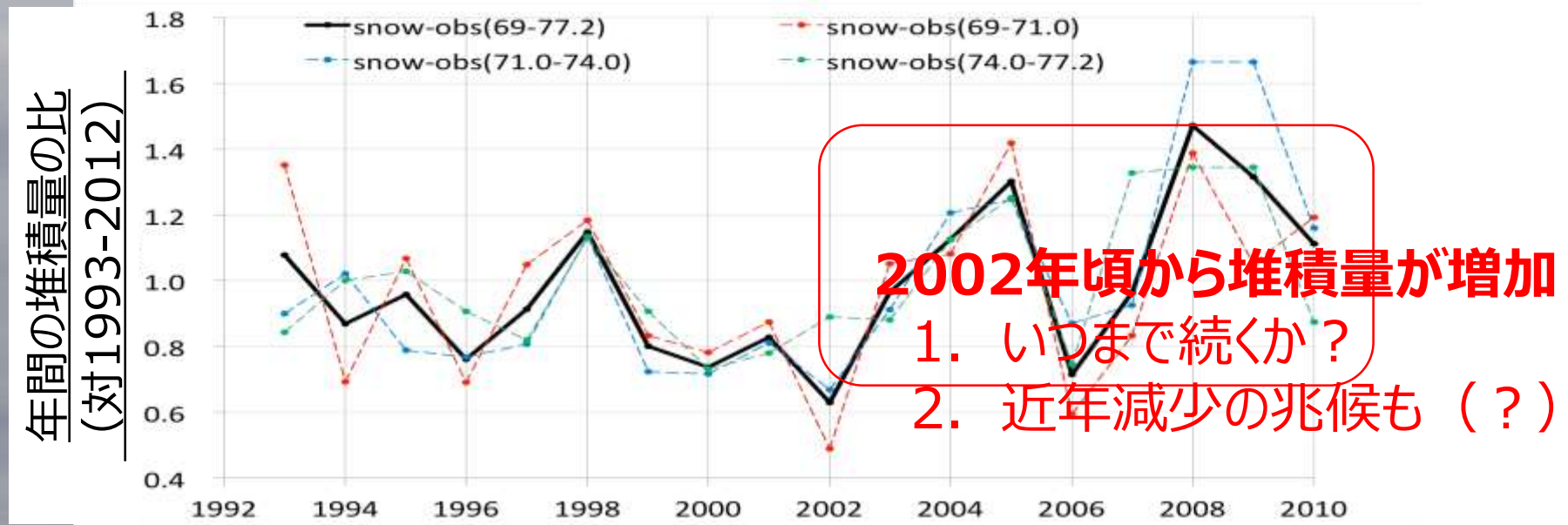
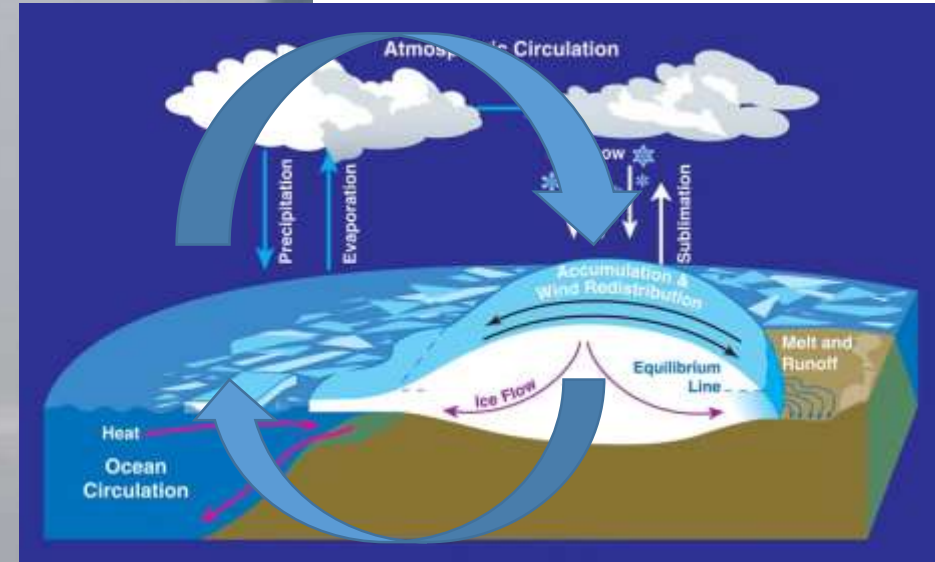
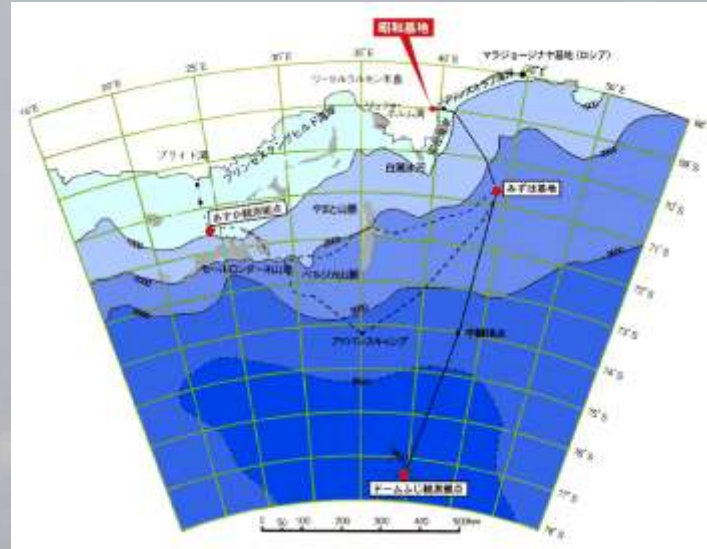
# 南極の氷の量



降水  
↓  
南極氷床  
↓  
冰山離脱

衛星観測による重力計測から推定  
IPCC 2013; Boening et al. 2012

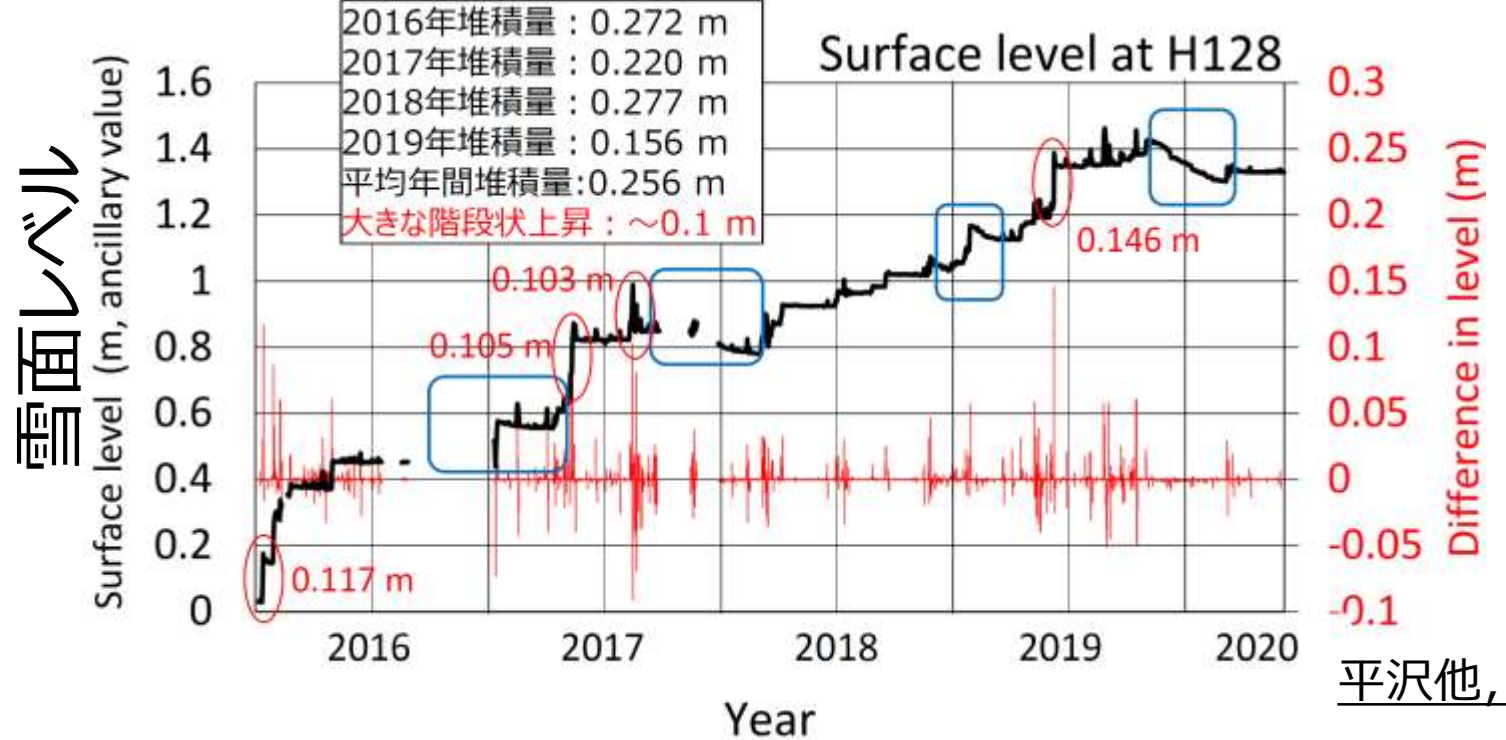
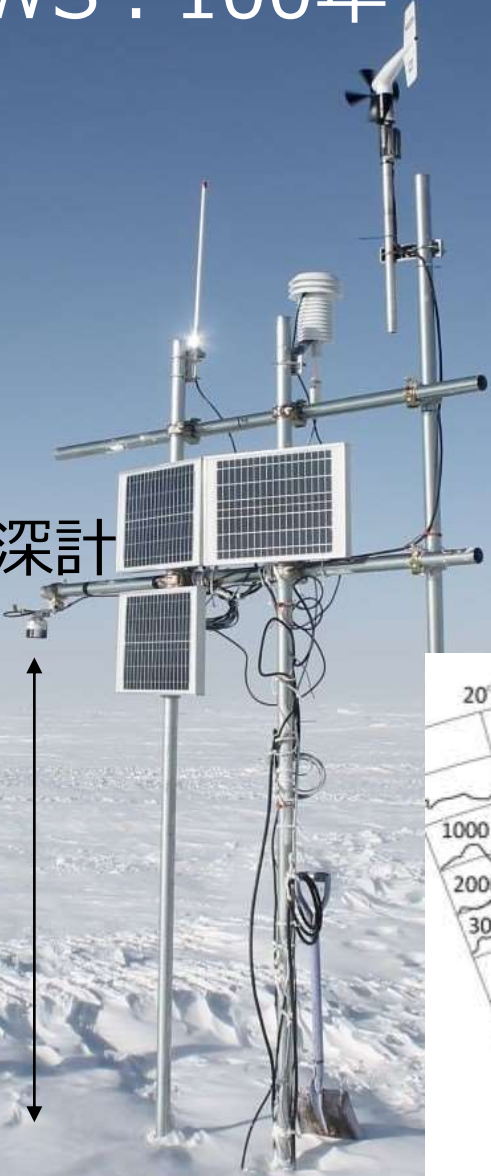
# 日本の雪尺観測が近年の堆積量の増加を捉えた



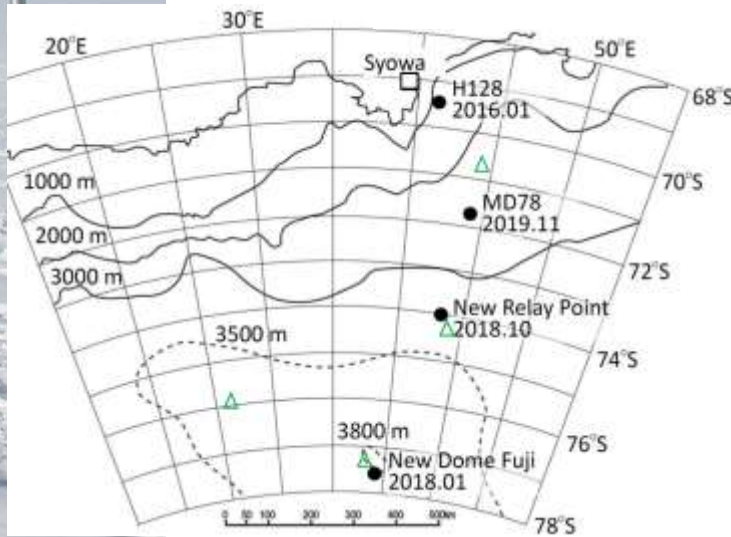
# 原因を特定するためにAWSで高頻度の積雪深観測

AWS : 100年

積雪深計

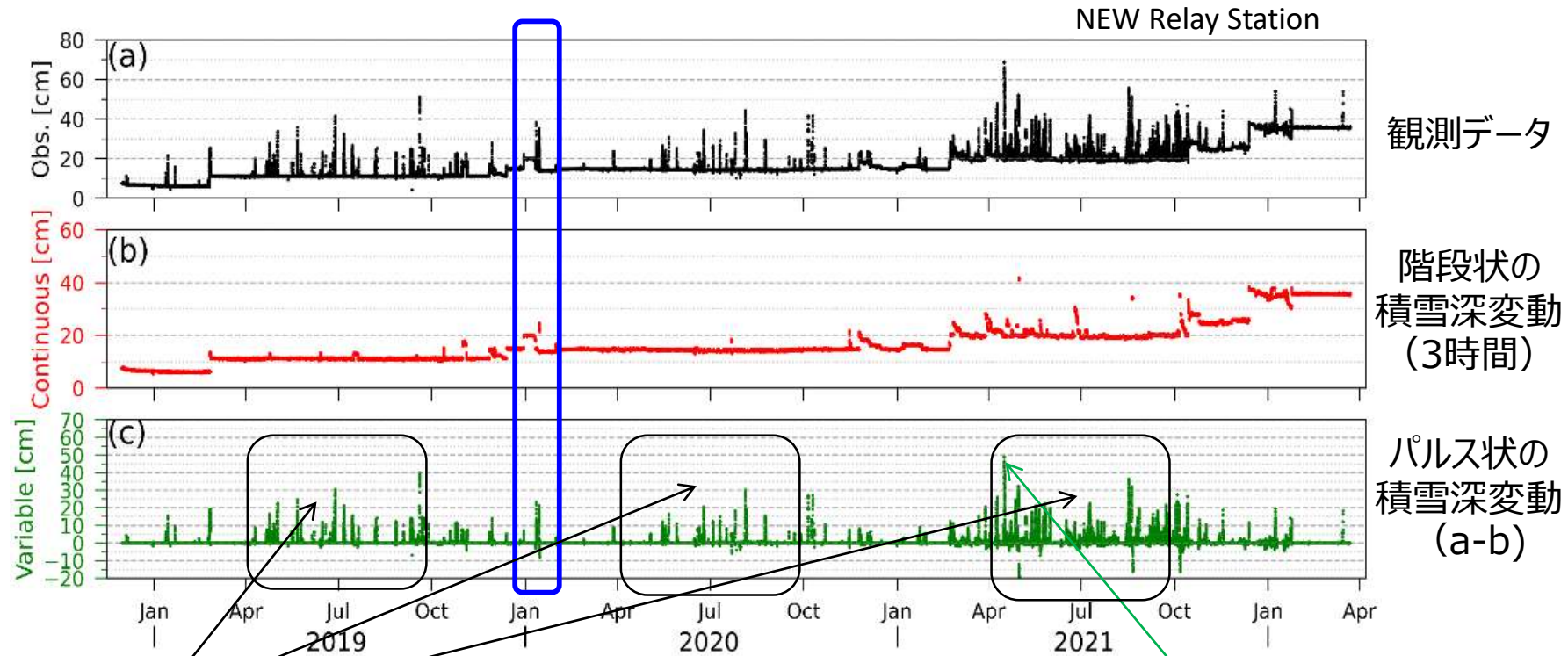


平沢他, 2021

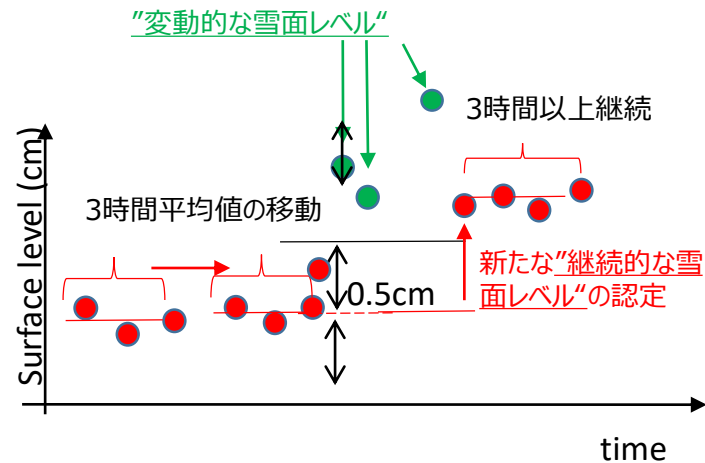


1. 増加は階段様であり、連続的ではない  
低気圧など（総観規模擾乱という）  
… **(+) 低気圧の頻度や個々の強度が重要！**
2. 増加した直後に元に戻ることがある  
低気圧など + 地吹雪の削剥
3. 連続的な減少の時期が暖候期現れる  
**(-) 雪面からの蒸発（昇華 : sublimation）**

# 雪面レベルの段階状変動とパルス状変動の分離



寒候期に発生頻度が高い

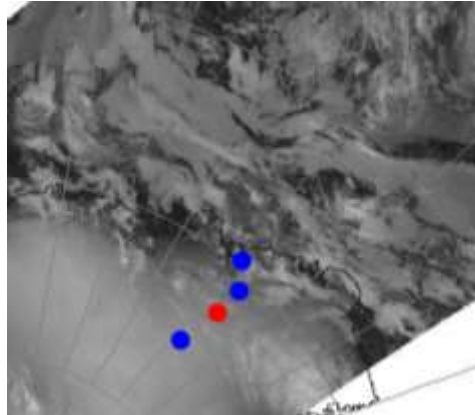


パルス状の変動には50cmに達する短時間に大きな変動がある。

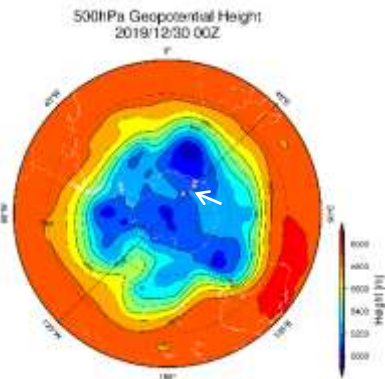
# 気象擾乱の影響時の積雪深変動 - 階段状 & パルス状 -

## ● 2019年12月30日 (上昇)

NOAA赤外画像

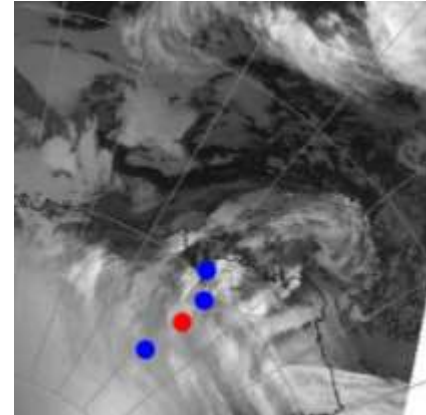


500 hPa 高度場

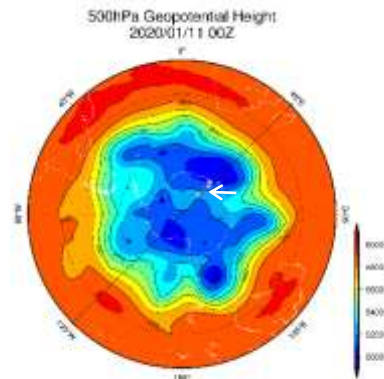


## ● 2020年1月11日 (下降)

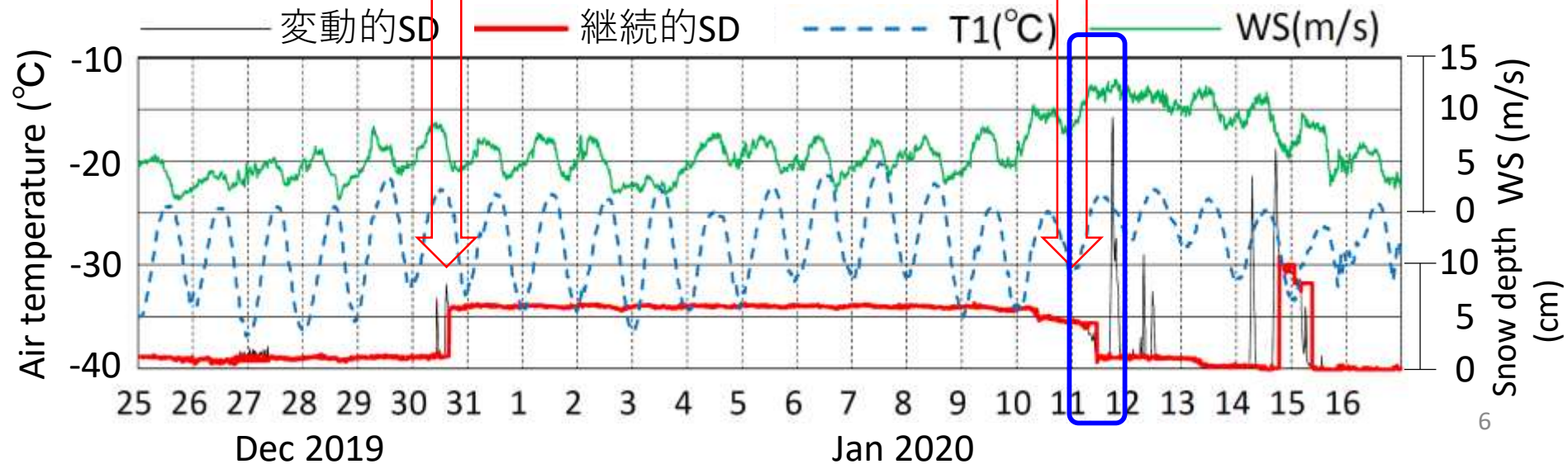
NOAA赤外画像



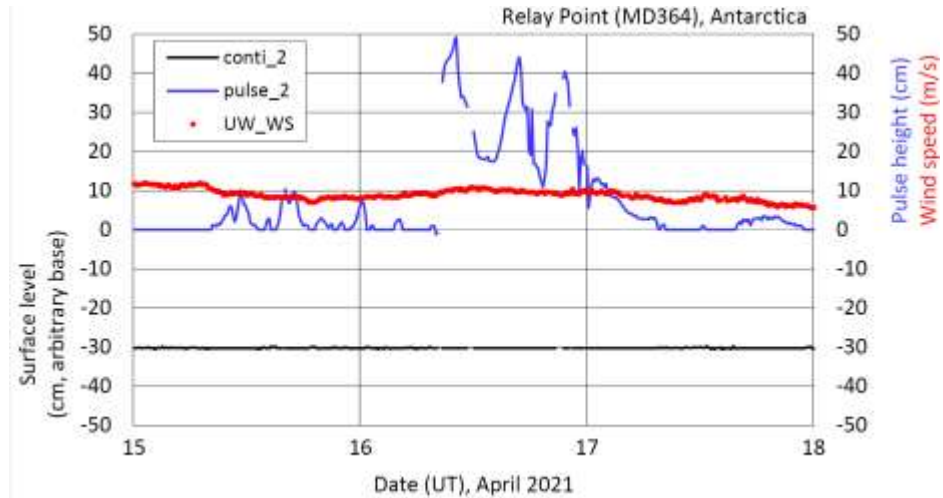
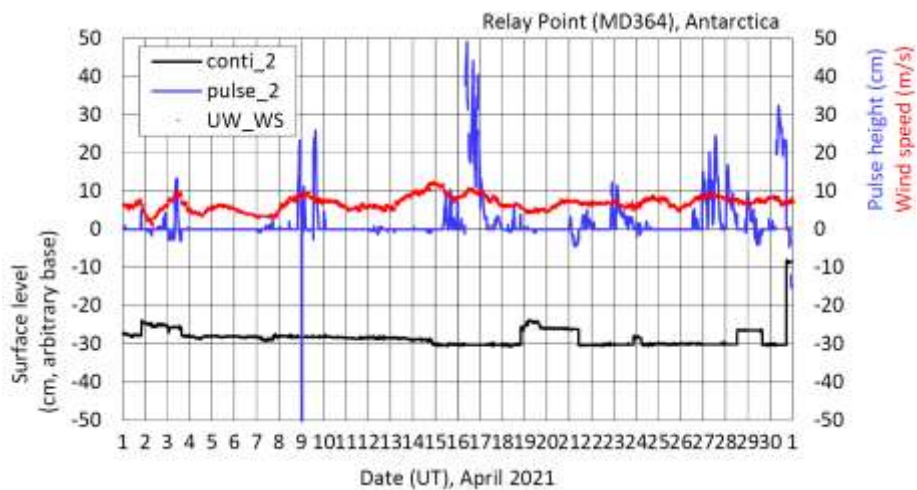
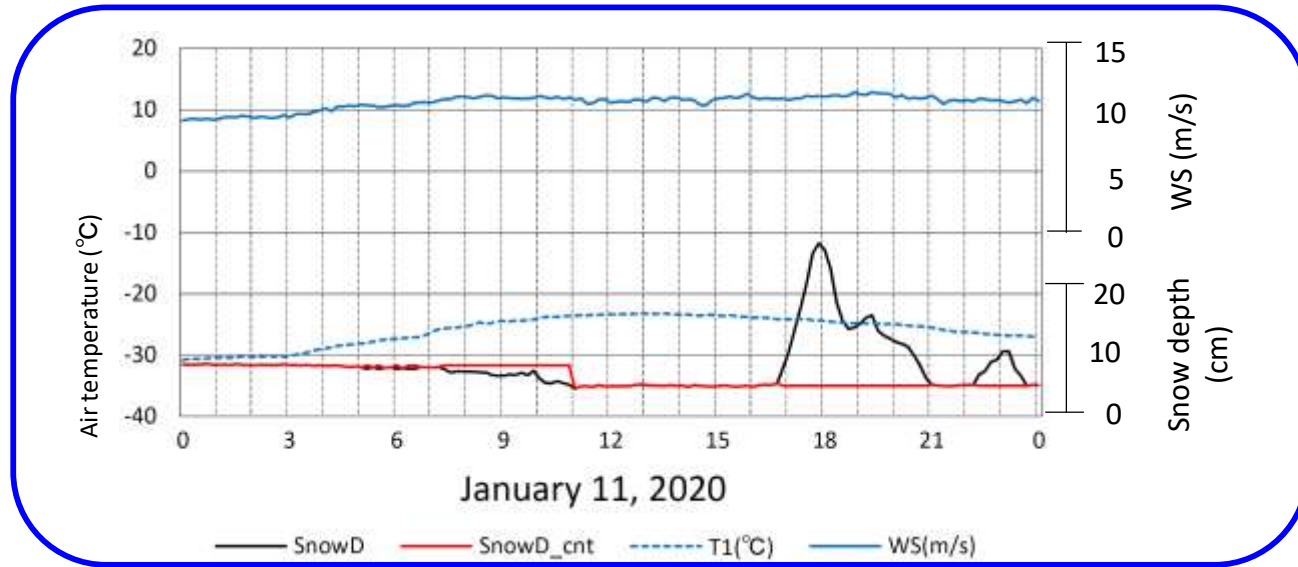
500 hPa 高度場



## ● AWSの気象要素の時系列



# 気象擾乱の影響時の積雪深変動 -パルス状-



# パルス状の積雪深変動の原因として考えられること

## ●計測原理

- ・測器-雪面間の超音波の往復時間を計測
- ・測器に最も近い（高い）雪面の値を記録
- ・計測面の範囲は測器-雪面間距離×0.3
- ・検出された音波の強度により計測値の確からしさを決定

## ●南極氷床の現象

1. 強風時に雪面の凹凸の形成。凹凸の移動。
2. サスツルギの発達。高低差：10cm～1m以上
3. 地吹雪  
※陸別実験サイトにおいて、強い降雪時に欠測。

同タイプの積雪深計に関する議論（Ryan et al, 2008 ; Lee et al, 2015）でパルス状の変動に関する記述はない。

→南極特有の現象を反映している可能性？

Ex. 強い地吹雪の発生、サスツルギの時間変化



# 陸別における積雪深計の計測の実験（1）

## ● 実験設定と結果

実験1：雪面に雪ブロック（凹凸の雪面）を置いて計測

⇒雪ブロックの最上部の高さを記録した

実験2：空中にロープ（地吹雪・降雪）を張り計測

⇒最も高いロープの高さを記録した

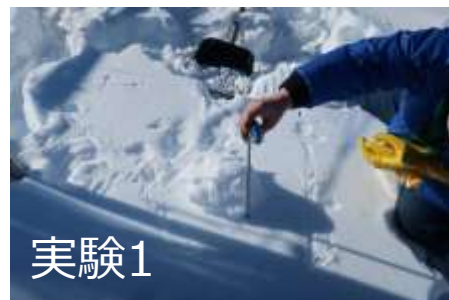
実験3：雪の投げ込み（地吹雪・降雪）

⇒①雪面の高さを記録（最多）

②記録なし（計測不能、複数回）

・・陸別の降雪時の再現と考えられる。

③空中の高さ（空中の雪の高さ）を記録（1回）



# 陸別における積雪深計の計測の実験（2）

## ● 実験設定と結果

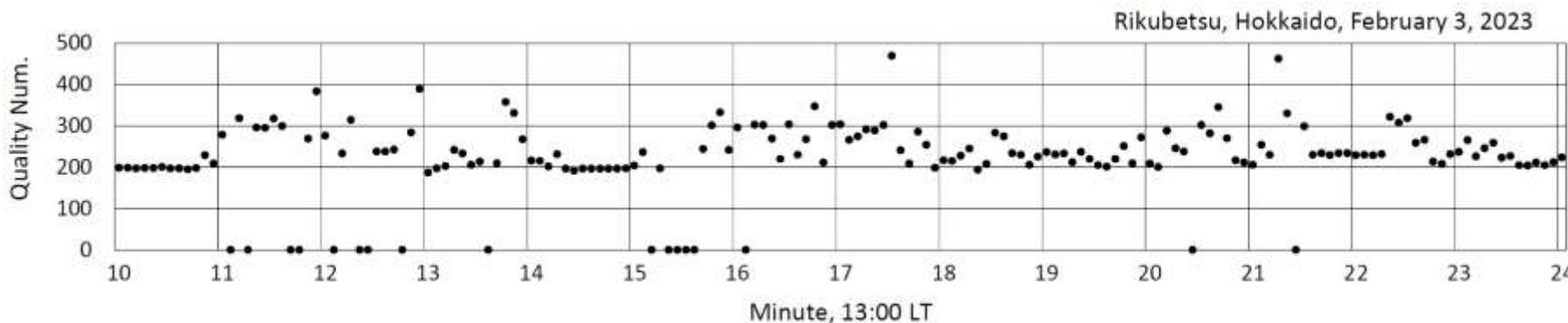
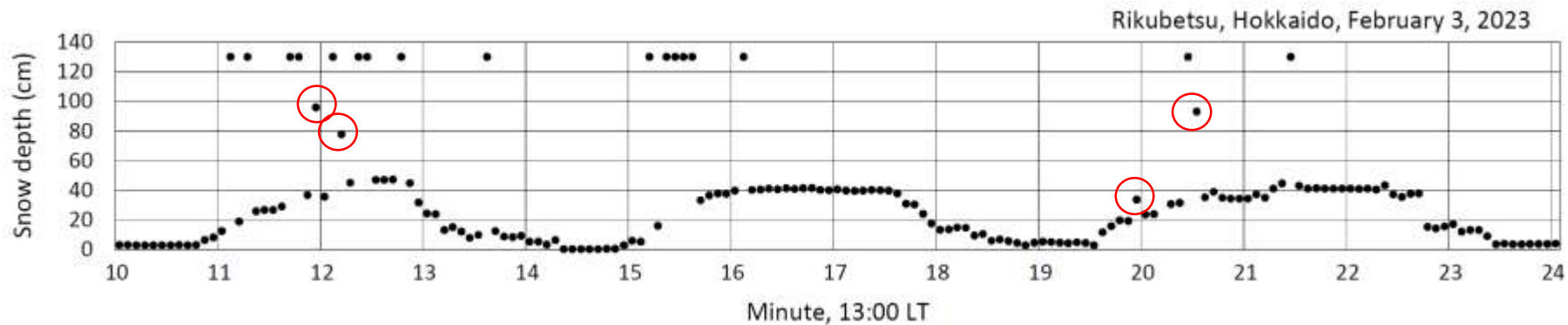
実験4：継続的な高濃度の地吹雪を模した、除雪機による連続的な雪の投げ込み

⇒①雪面の高さを記録（最多）

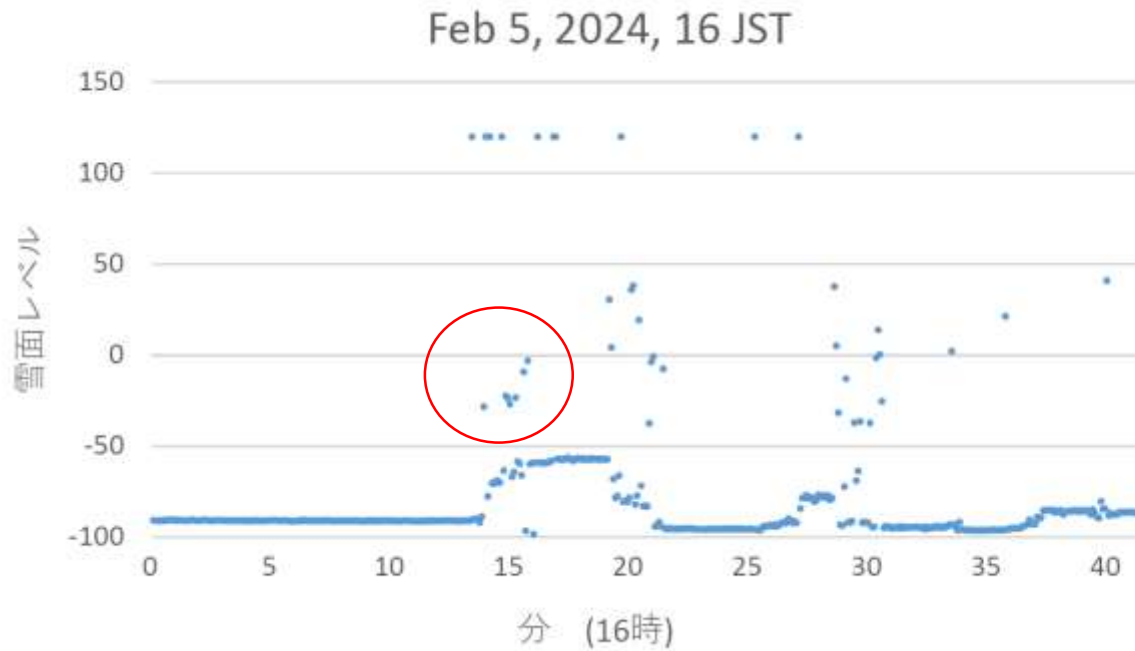
②記録なし（計測不能、複数回）、実験（1）より増加

・・陸別の降雪時の再現と考えられる。

③空中の高さ（空中の雪の高さ）を記録（4回）、実験（1）より増加



# 陸別における積雪深計の計測の実験 (2024年速報)



## まとめ

- 南極氷床表面の堆積のメカニズムを理解するために自動気象観測装置（AWS）に超音波積雪深計を搭載し、雪面レベルの変動を観測した。
- 雪面レベルは、階段状に上昇・下降、パルス状に変動、及び暖候期に漸減。
- 階段状の変動とパルス状の変動の分離に取り組んでいる。
  - ・ 階段状の上昇は総観規模擾乱に伴う降水
  - ・ 下降は擾乱時の強風に伴う削剥
- パルス状の変動は寒候期に多く、地吹雪の影響が想定された。その結果として、①**雪面の凹凸やサスツルギ形成・変形**、②**地吹雪の消長**を提案する。
- 国内の実験サイト（北海道陸別）における上記①、②の検証を行った。②については、疑似的な地吹雪による**パルス状の変動**の記録を確認した。