

# 降水形態の違いによる被害分布の差異 (建築物の被害と雪崩の発生)



多発した雪崩



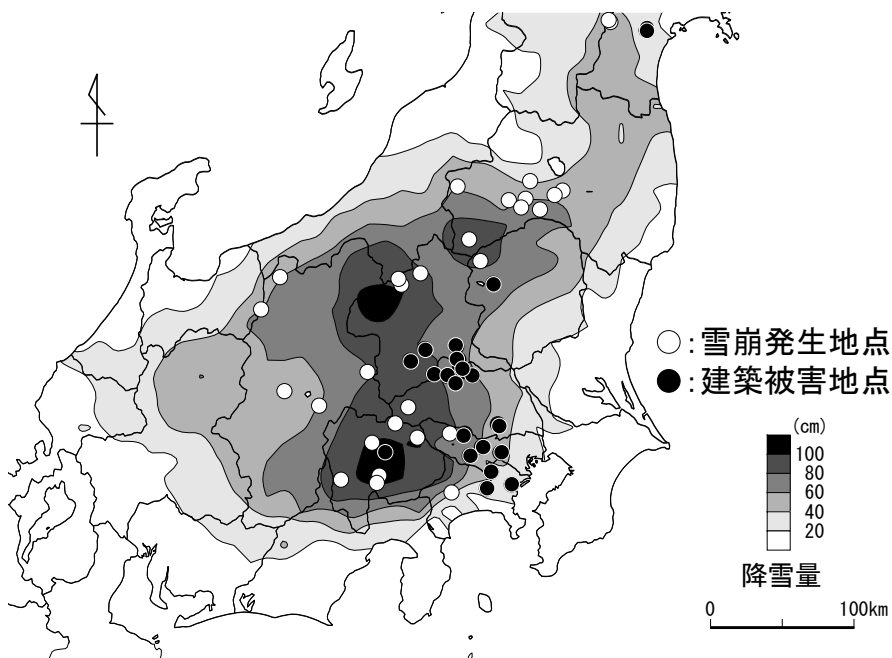
降雪(その後の降雨)による倒壊

中村一樹(防災科学技術研究所  
イノベーションハブ推進室)

# 目的

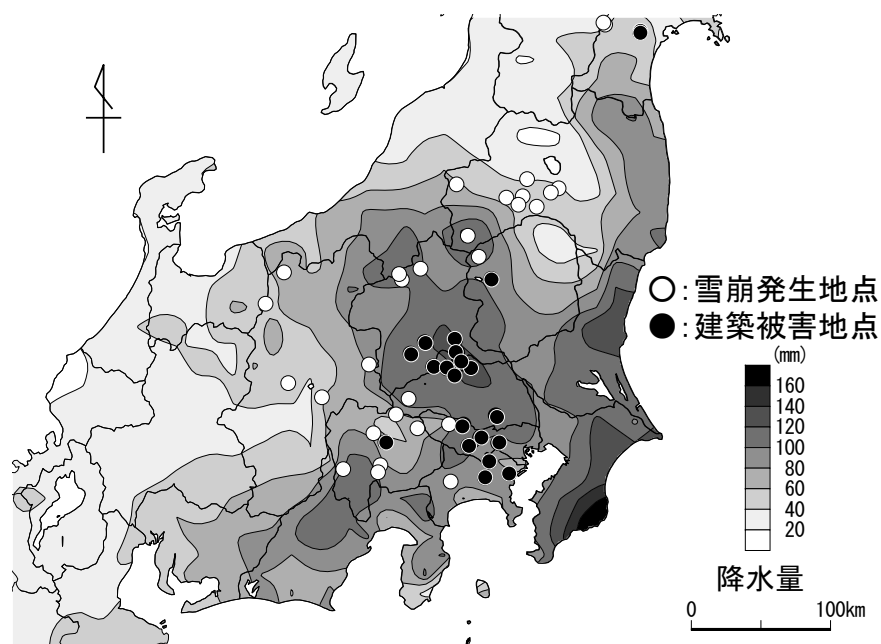
本報告では、降雪量、降水量、及び降水の形態（乾雪、湿雪、雨）と被害分布の関係を示し、特に、雪崩の特徴と降雪粒子の形状の關係について考察する。

# 表層雪崩発生地点と建築被害発生地点



2014年2月14日～16日  
3日間降雪量分布

概ね40cm以上の降雪量で  
表層雪崩発生

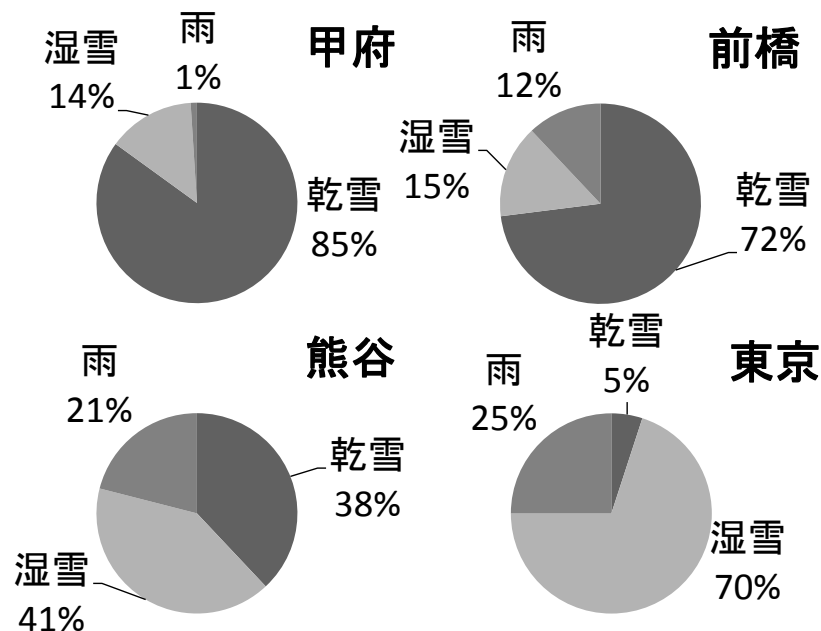
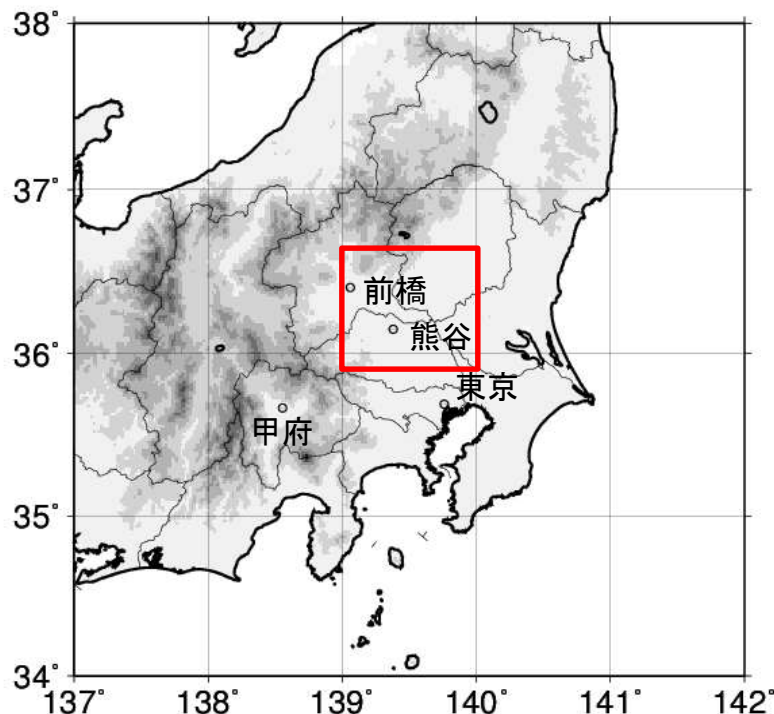


2014年2月14日～16日  
3日間降水量分布

概ね関東東部の平野部の降水量が80mm以上で建築被害発生

雪崩発生地点は中村ほか(2014)から引用  
建築被害地点は高橋ほか(2014)から引用

# 建築被害が多い地域の降水の特徴

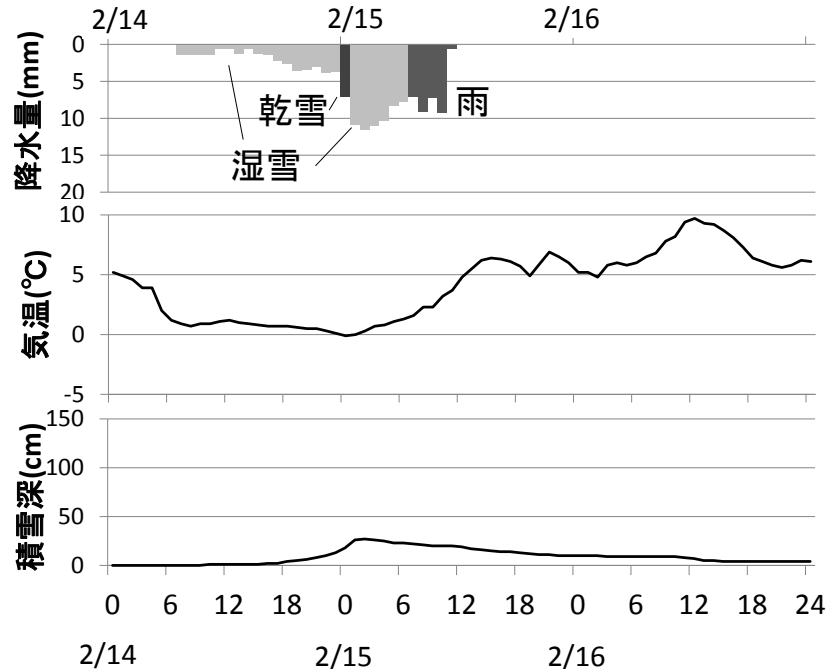
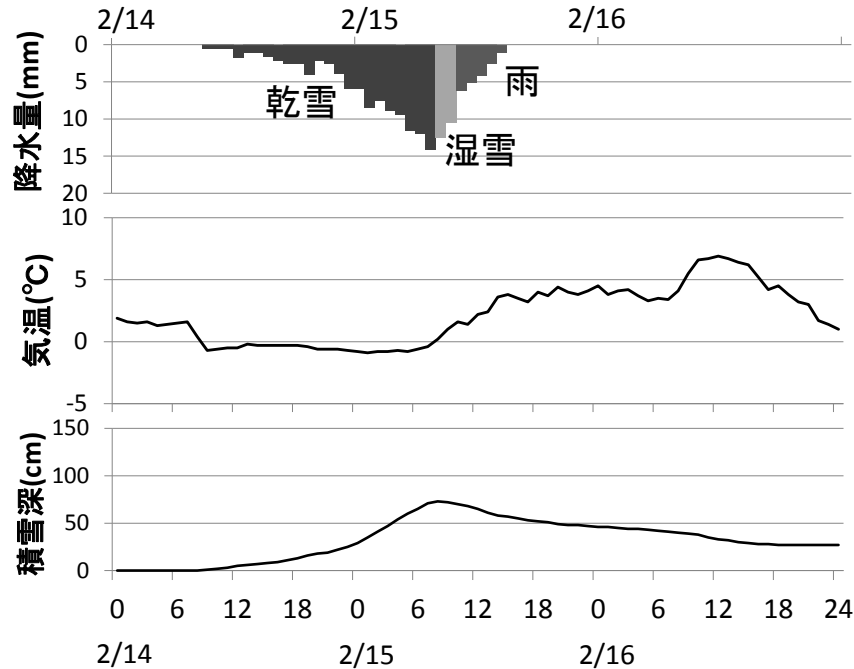


2014年2月14日～15日における甲府，前橋，熊谷，東京の降水形態毎の降水量の割合(%)

被害が多い前橋、熊谷はそれぞれ乾雪、湿雪は15%以上、雨が10%以上を示している。

横軸：地上気温(°C)，縦軸：地上相対湿度(%)と降水種別の関係を用いて降水種別を分類する境界線の式(気象庁 2009)を用いて，雨の確率0.5の場合を雨雪の境界として雨雪判別を実施。降水量は、風による捕捉損失の補正を実施した(横山ほか，2003)。

# 前橋と東京の時系列の比較

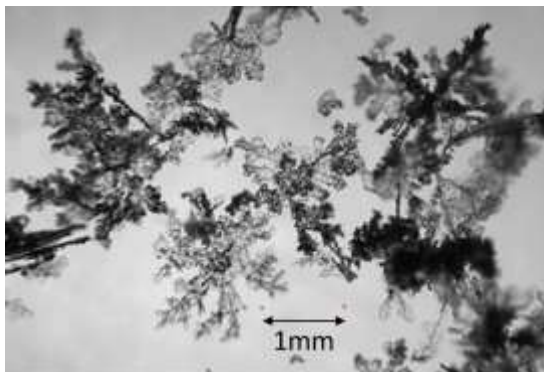


- ・被害が多い前橋は降水が乾雪→湿雪→雨の順に変化している。
- ・建築被害が多かった地域は、最初に降った乾雪の積雪中に、湿雪や降雨からの水分が保持され、積雪荷重がより重くなったことが示唆される。

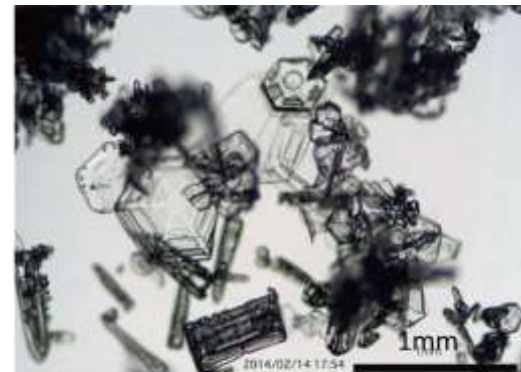
# 発生した表層雪崩の特徴

2014年2月14日～16日に本州南岸を通過した低気圧のもとらした降雪は、サラサラと崩れやすく、樹林帯や雪崩、落石の予防柵をすり抜けて表層雪崩が発生し、道路に堆積して通行止めが数多く発生した。

**低気圧性の降雪結晶の形状**に着目し、表層雪崩発生と低気圧の降雪について報告する。



日本海側でよく降る  
雲粒付樹枝状結晶



南岸低気圧で観測された  
角板状、鼓状、針状等の結晶

# 低気圧性の降雪による 表層雪崩

3日間降雪量が概ね40cm以上の  
太平洋側、あるいは脊梁山脈付  
近で表層雪崩が生じている。

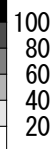
● 主な表層雪崩発生地点

宮城・山形県境  
関山峠

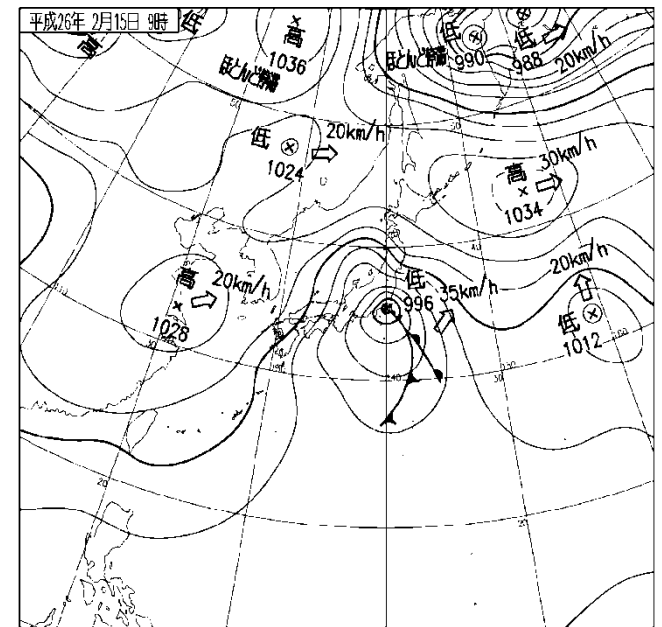
2014年2月14日～16日  
3日間降雪量

降雪量

(cm)



0 100km



2014年2月15日9時地上天気図



# 発生場所の詳細

- ・沿線約3kmの区間に集中
- ・19か所確認(小さな雪崩含む)
- ・道路の標高: 約500m
- ・稜線の標高: 約850m

## 発生区の特徴

- ・地形: 谷状
- ・方位: 西～南西
- ・傾斜:  $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$
- ・植生: 落葉樹林帯





弱層の上: 針状、鼓状  
結晶等の塊

# 結晶の形状

2cmほどの弱い層の上に  
サラサラの崩れやすい雪  
が載った

← 2mm →



弱層: 雲粒なし角板状結晶

← 2mm →

雪崩発生斜面での観測

# 表面の新雪層が崩落



破断面



樹間・予防柵をすり抜けた！





# 除雪後のデブリ

- 表面がなだらか
- 隙間が見当たらない！
- 密度：230～310 kg/m<sup>3</sup>



米粒雪崩との比較

# 最大雪崩のデブリ: 3000m<sup>3</sup>

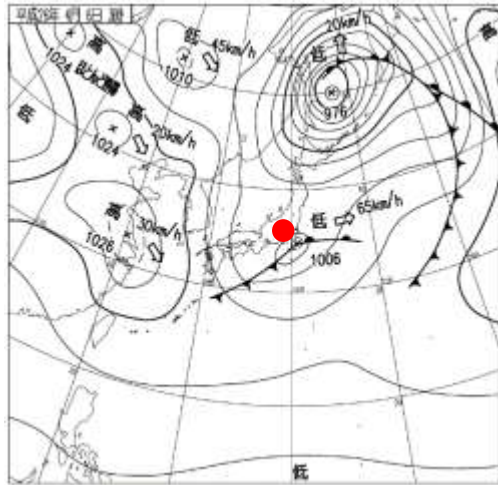


- ・同じ場所で断続的に雪崩が生じて、大きな堆積になっている。
- ・その結果、車両をも巻き込むほどの堆積になっている。

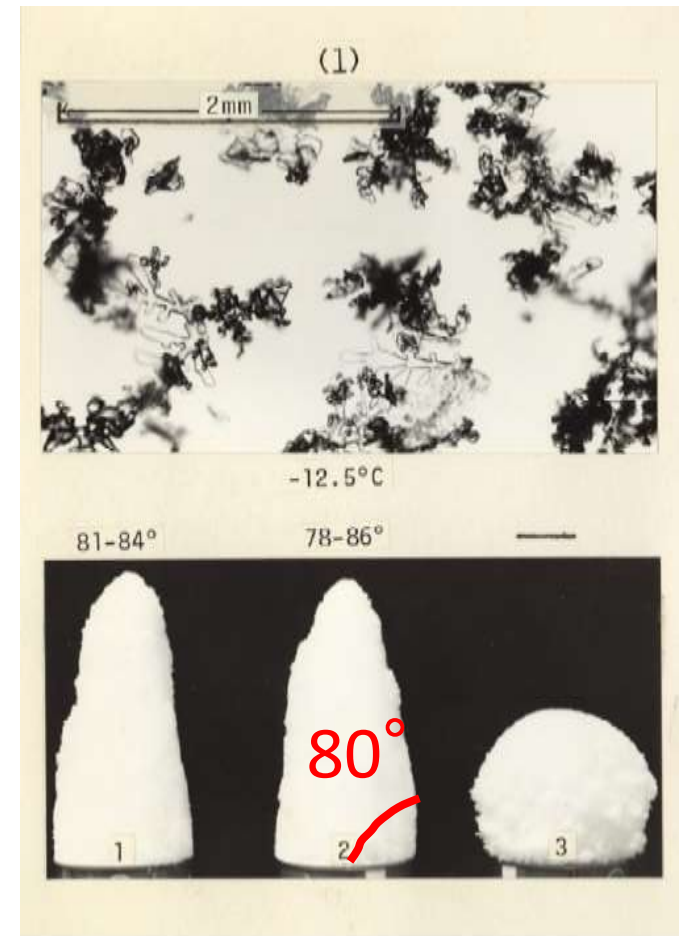


# 形状による崩れやすさの違い：安息角の比較

2014年4月5～6日南岸低気圧の雪

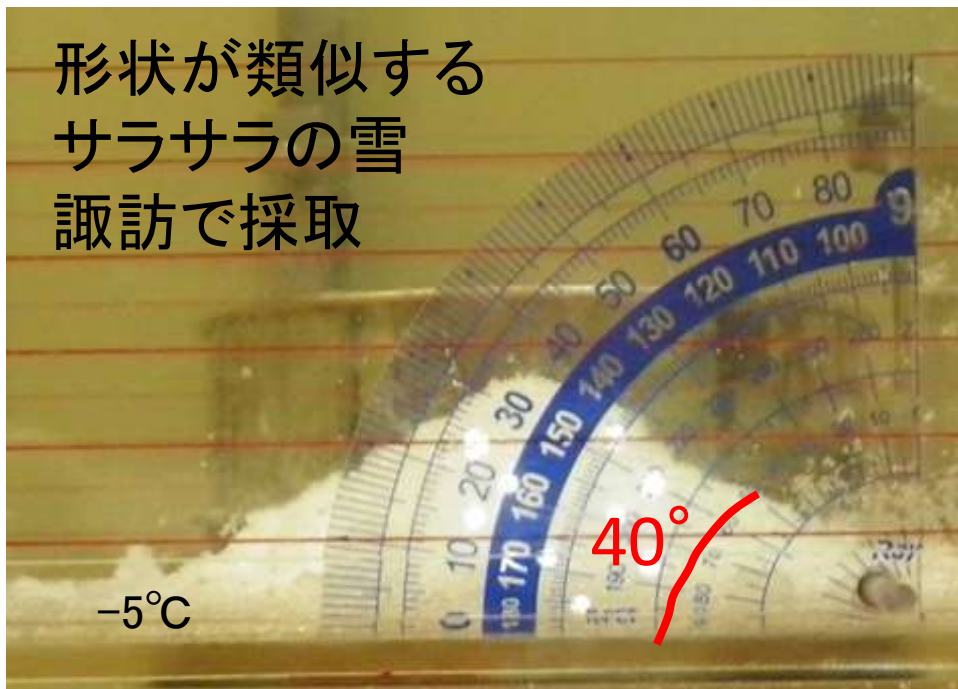


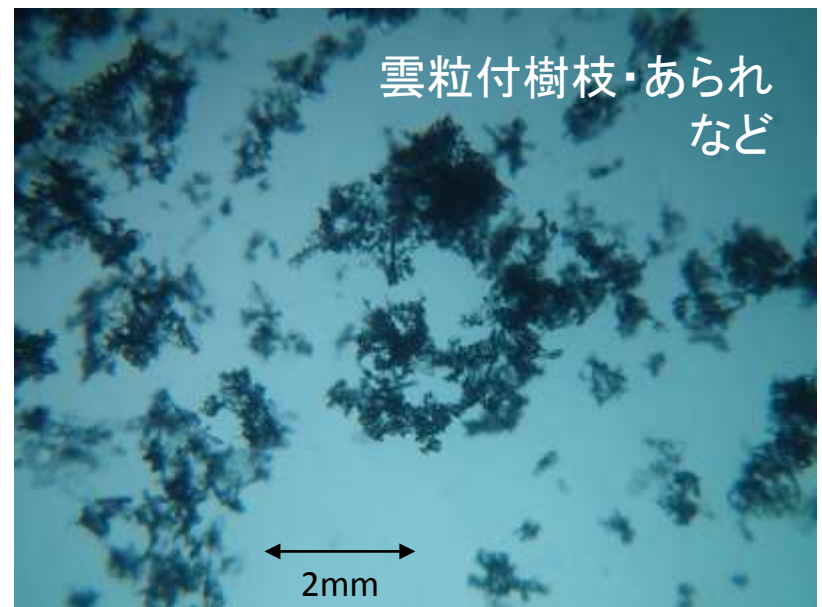
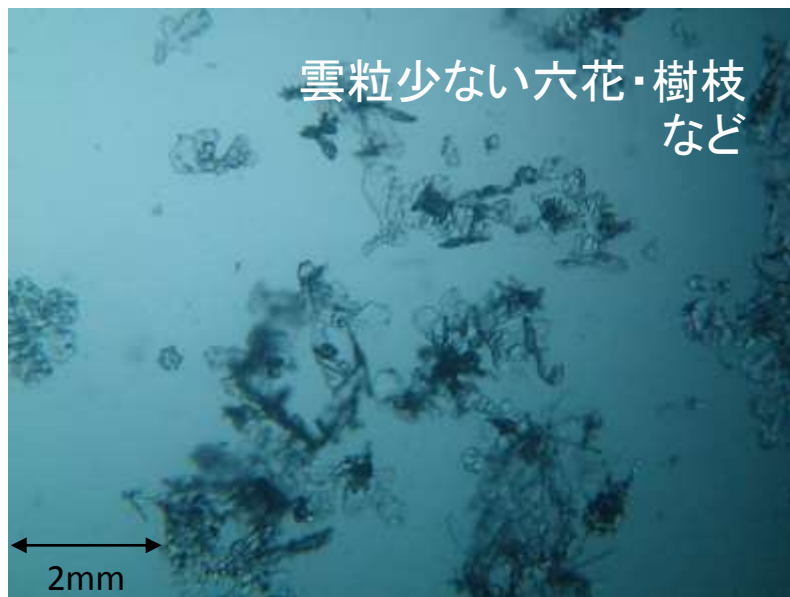
冬型に多い樹枝状  
六花(少し雲粒付き)



樹枝状 6 華 (降雪 24 時間後)  
(成田・竹内, 2009)

形状が類似する  
サラサラの雪  
諏訪で採取





2015/1/30 低気圧通過時降雪  
安息角 $53^{\circ}$ （＃4mmのふるい・ $-2.6^{\circ}\text{C}$ 屋外）



2015/2/10 冬型の気圧配置降雪  
安息角 $65^{\circ}$ （＃4mmのふるい・ $-5^{\circ}\text{C}$ 低温室）

# まとめと今後の課題

- ・低気圧性のサラサラの降雪による表層雪崩は、降雪結晶の形状もひとつの要因として考えられる。
- ・温度と結晶形状(複雑度)と安息角の関係を実験的に求めることが課題である。安息角が小さいほど崩れやすい。
- ・形状の結晶形状(複雑度)を示す指標として結晶のSSA(比表面積)が考えられ、今後、X線CTによる3次元撮影によって複雑度を定量化することが課題である。
- ・映像も含めて実際の表層雪崩事例、降積雪事例を観測し、観測数を増やして、上記の事項を定量化したい。
- ・すぐに道路管理などにフィードバック可能な基本的な事項(雪崩の特徴、斜面の特徴、気圧配置の特徴等)について、フローや注意事項等を作成し現場への還元を図りたい。