

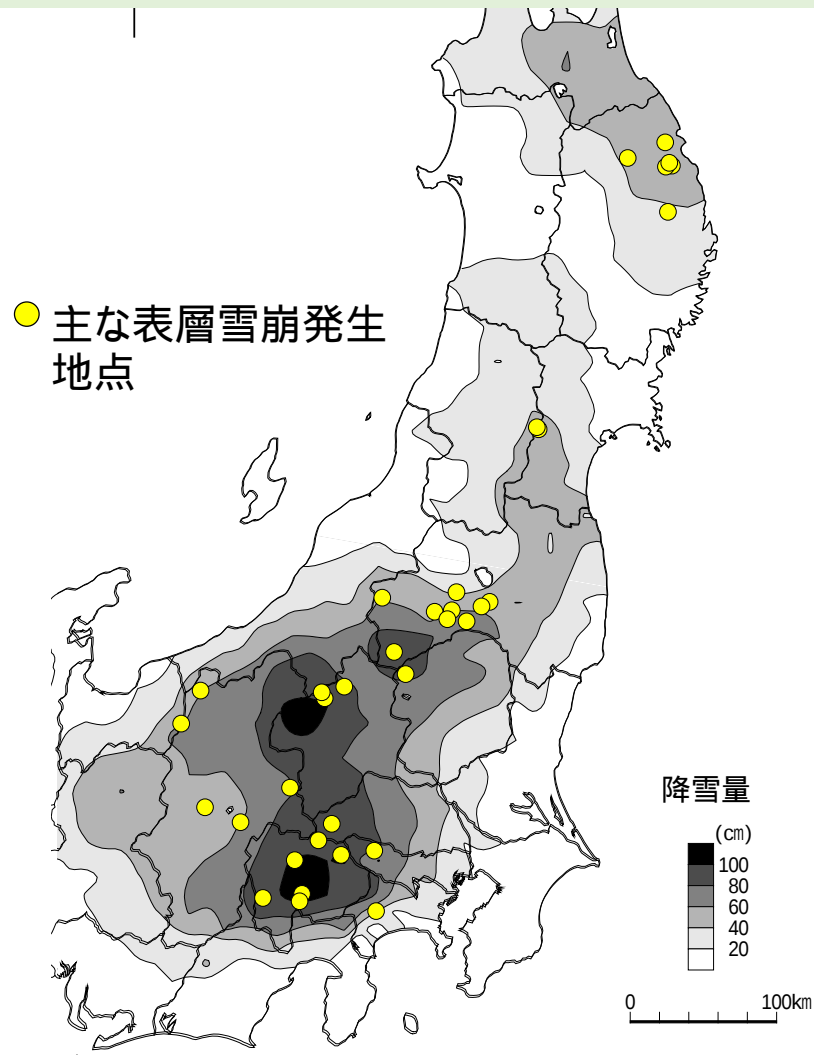
# 2014年2月大雪時の東京西部と 山梨東部の降雪粒子種の特徴

山下克也、中井専人、本吉弘岐、石坂雅昭(防災科研・雪氷)

荒木健太郎、斎藤篤思、田尻拓也、村上正隆(気象研)

# 2014年2月14-15日の大雪による災害調査結果

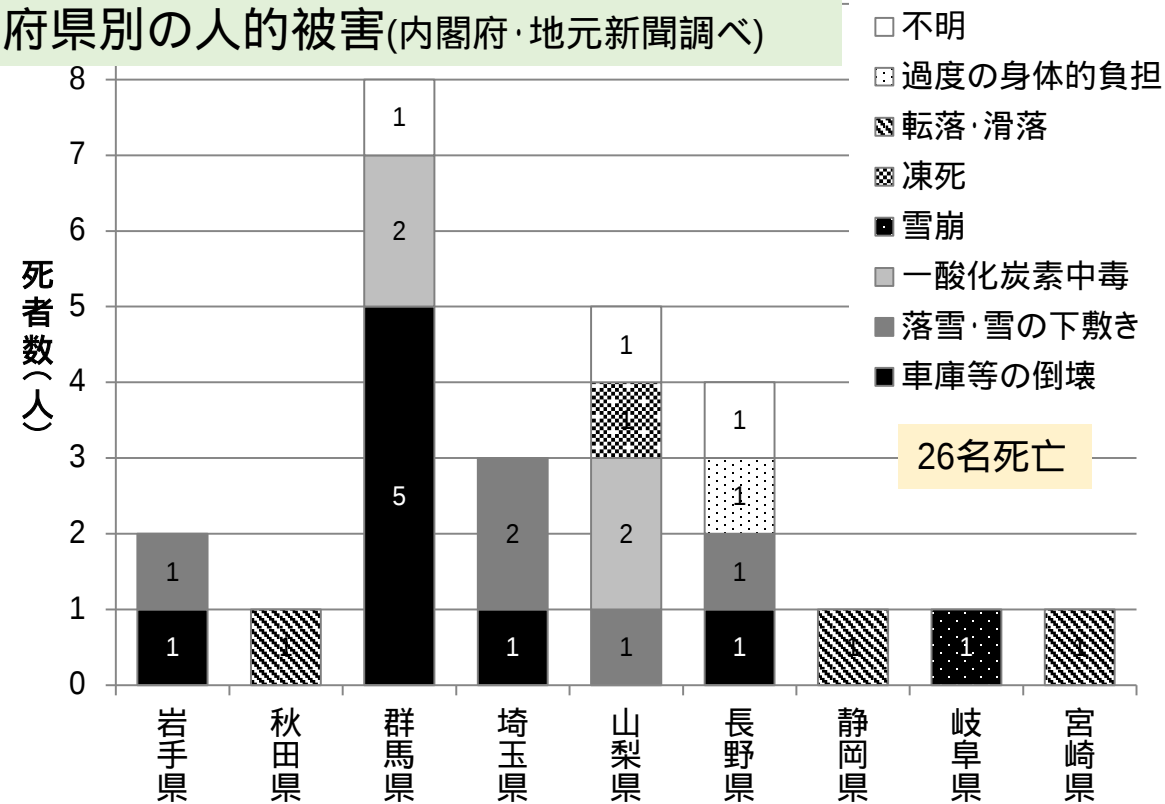
## 降雪量分布と表層雪崩発生地点



- 甲信地方に雪崩集中。
  - 主に乾雪表層雪崩。
  - すり抜け雪崩の報告もあり。
- = > 降った雪はさらさらだった？

# 2014年2月の南岸低気圧降雪に起因する雪氷災害による被害

都道府県別の人的被害(内閣府・地元新聞調べ)



## その他

- 農業用ハウスや野菜集配所の倒壊(推定農業被害1600億円)
  - 体育館等の倒壊 (非難場所となっていたら大惨事)
  - 高速・国道・鉄道の通行止め(山梨県孤立)
- = > **一度の大雪で甚大な被害(対策必要)**

# 2014年2月の南岸低気圧時の新潟県 長岡市での降雪粒子観測結果

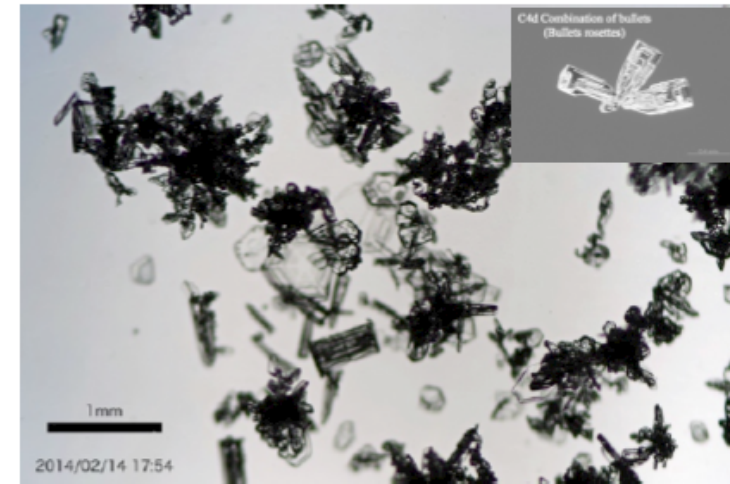
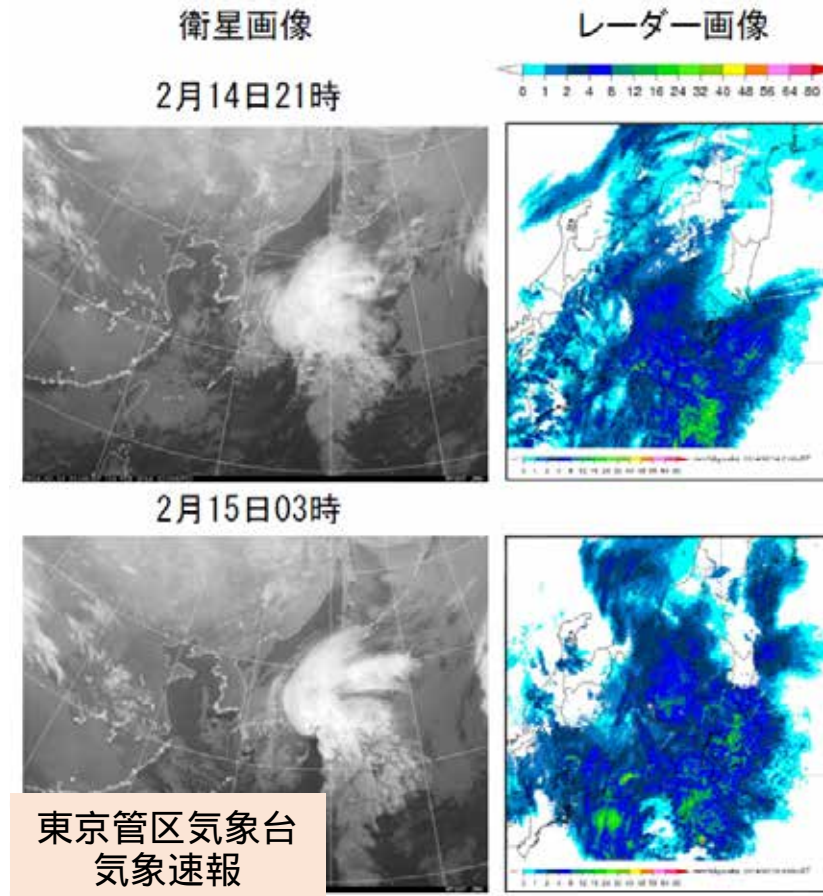


図1 2月14日に観測された降雪粒子の顕微鏡写真.

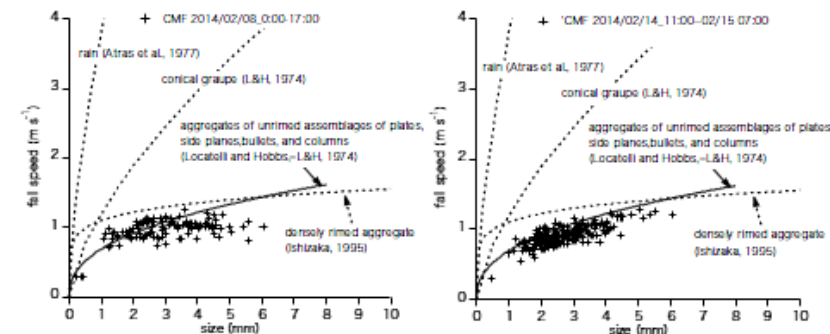
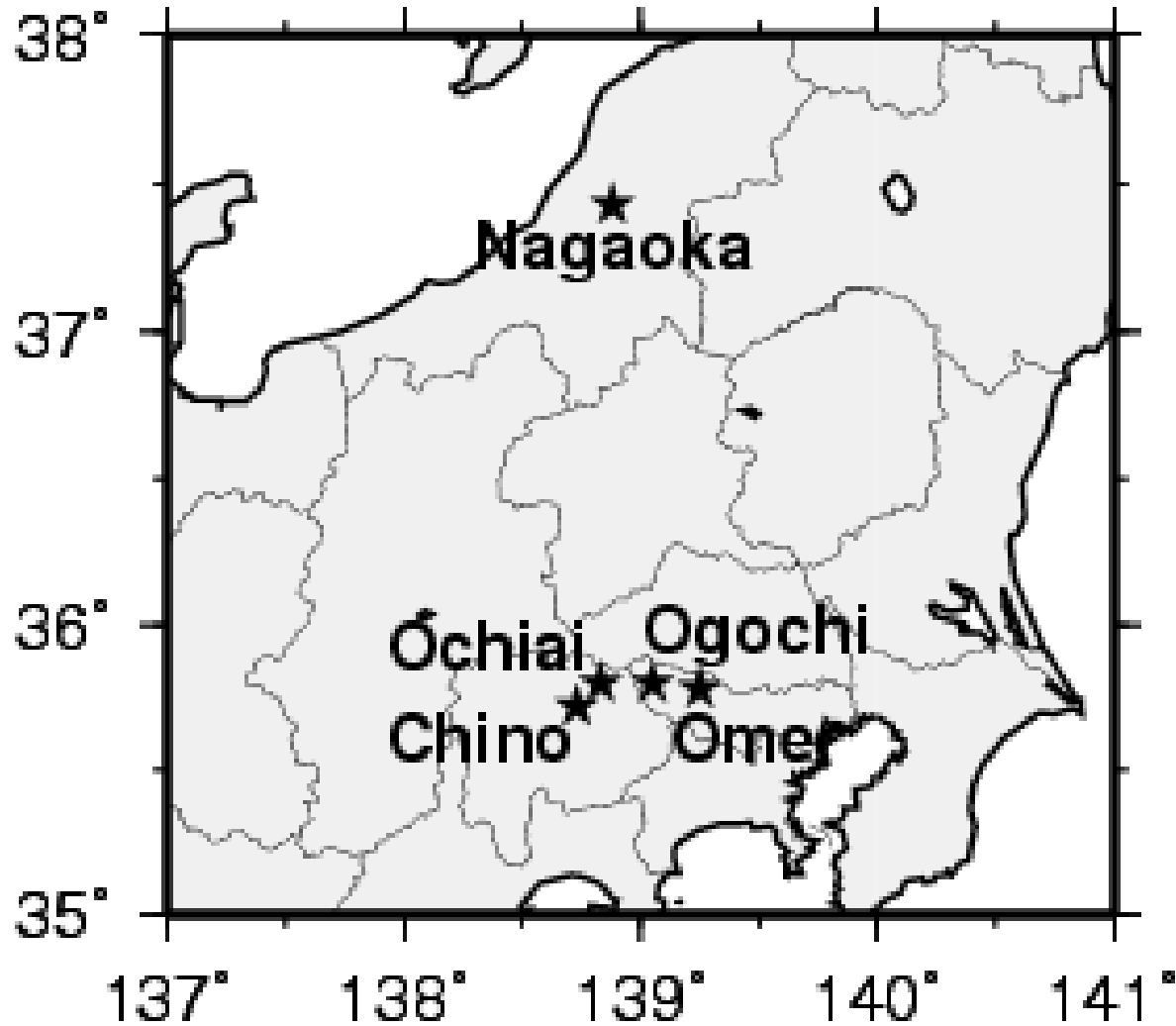


図2 2月8日(左)と2月14、15日(右)のCMF(5分間).

新潟県長岡市の降雪粒子は、角板、角柱、砲弾(集合)及びそれらが併合した雪片であった。(石坂2015)  
=> 雪崩が頻発した甲信地方でもこのような降雪粒子が降っていた可能性あり。  
=> 関東甲信のデータで確認が必要。=> 東京西部と山梨東部で行った観測データを使用して解析

# 観測サイト



| サイト名              | 緯度<br>(度) | 経度<br>(度) | 高度<br>(m) | PSVL<br>type |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 千野<br>(山梨県甲州市)    | 35.72     | 138.73    | 470       | 2            |
| 落合<br>(山梨県甲州市)    | 35.80     | 138.83    | 1135      | 0            |
| 小河内<br>(東京都西奥多摩郡) | 35.80     | 139.05    | 530       | 1            |
| 青梅<br>(東京都青梅市)    | 35.78     | 139.25    | 204       | 1            |
| 長岡<br>(新潟県長岡市)    | 37.43     | 138.88    | 97        | 1, 2         |

東京都と山梨県の観測は、気象研と東京都水道局の共同研究である「東京都水道局人工降雨施設更新に伴う調査研究」の一環として行われた。

# 観測装置

| 観測機器             | 波長                                                    | 観測モード     | 主な観測対象              | 設置場所         |
|------------------|-------------------------------------------------------|-----------|---------------------|--------------|
| X-bandドップラーレーダー  | 3.1cm                                                 | 天頂        | 降水雲                 | 小河内          |
| Ka-bandドップラーレーダー | 8.6mm                                                 | 天頂        | 非降水雲                | 小河内          |
| マイクロレインレーダー      | 1.3cm                                                 | 天頂        | 降水雲                 | 小河内、落合、千野、青梅 |
| 多波長マイクロ波放射計      | O <sub>2</sub> and H <sub>2</sub> O absorption (35ch) | 天頂、仰角15 ° | 気温、水蒸気量、雲水量         | 小河内          |
| 2波長マイクロ波放射計      | H <sub>2</sub> O absorption (2ch)                     | 天頂、仰角15 ° | 鉛直積算雲水量<br>鉛直積算水蒸気量 | 落合、千野、青梅     |
| ウィンドプロファイラー      | 22.1cm                                                | 天頂        | 風                   | 小河内          |
| 光学式ディストロメーター     | 650nm                                                 | 直接観測      | 降水粒子粒径分布、落下速度       | 小河内、落合、千野、青梅 |
| 気象計(気温、気圧、湿度)    | -                                                     | 直接観測      | 気温、気圧、湿度            | 小河内、落合、千野、青梅 |
| 降水量計             | -                                                     | 直接観測      | 降水量                 | 小河内、落合、千野、青梅 |

- 観測により、地上気象要素、降水粒子粒径分布と落下速度、降水雲・非降水雲の鉛直分布、気象要素の鉛直分布が得られる。

# 観測サイト写真

山梨県甲州市落合



東京都西奥多摩郡小河内  
ダム



東京都青梅市水源管理事  
務所



# パーシベルディストロメーター原理



パーシベルの測定原理図

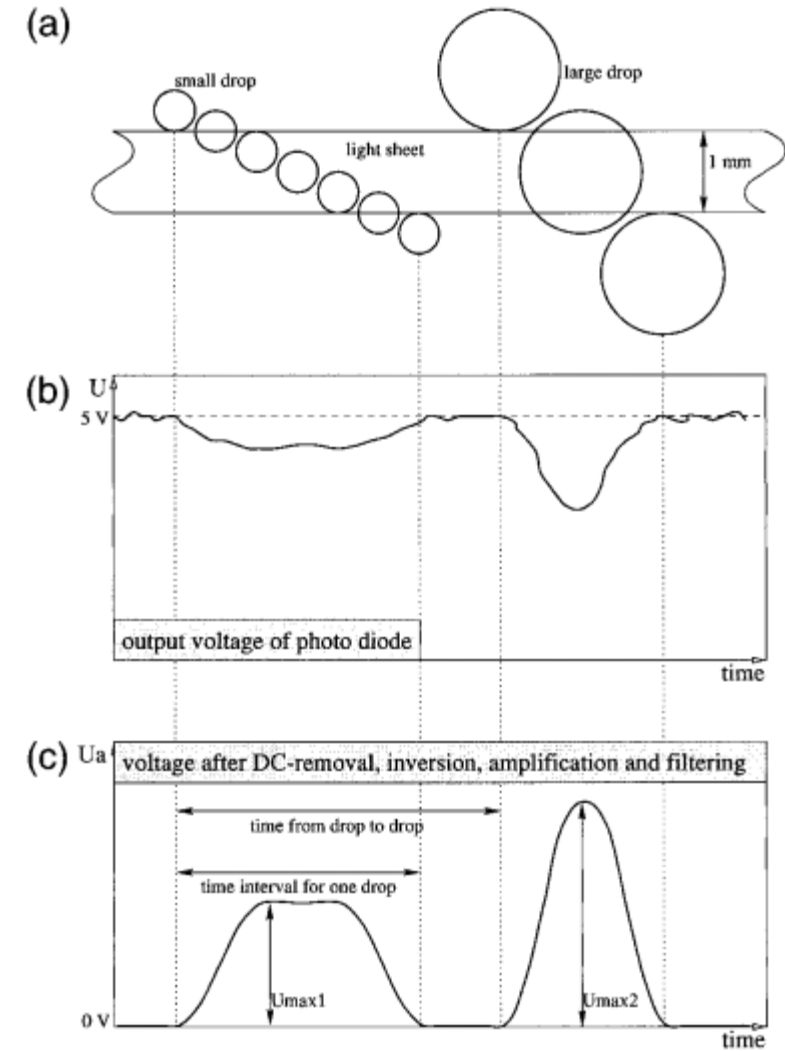
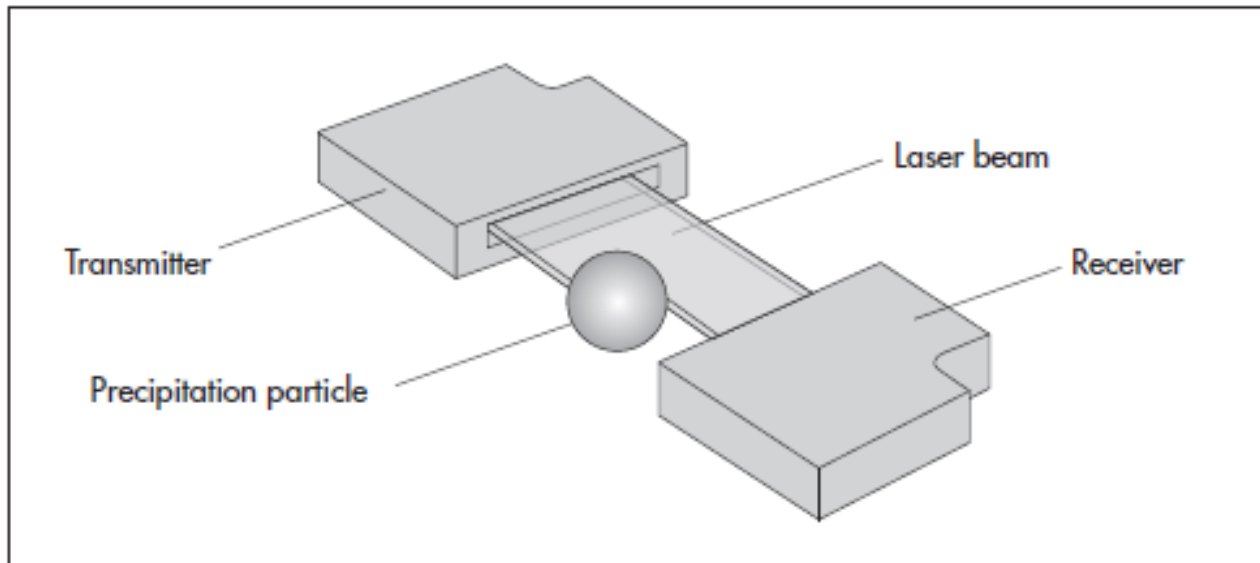
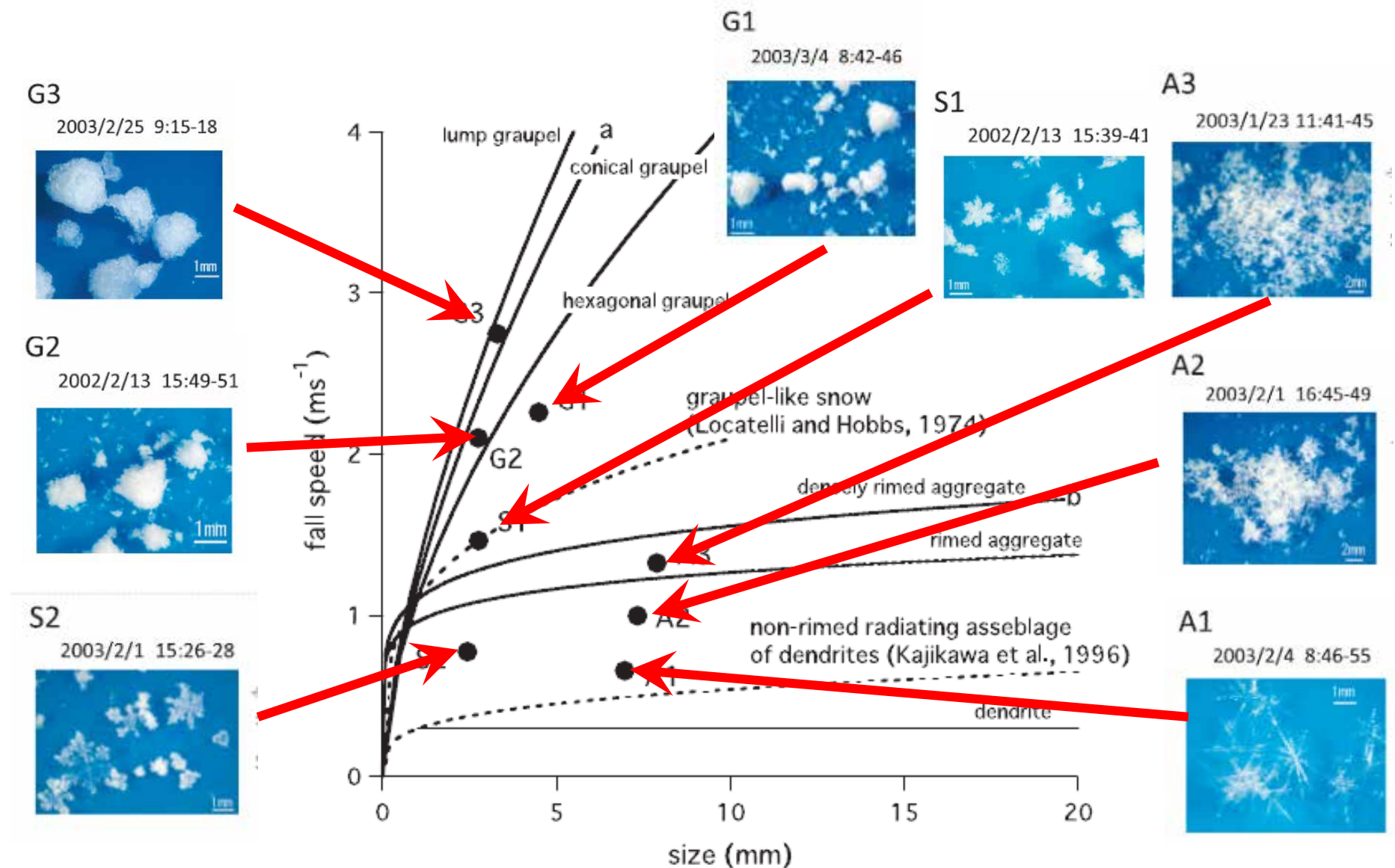


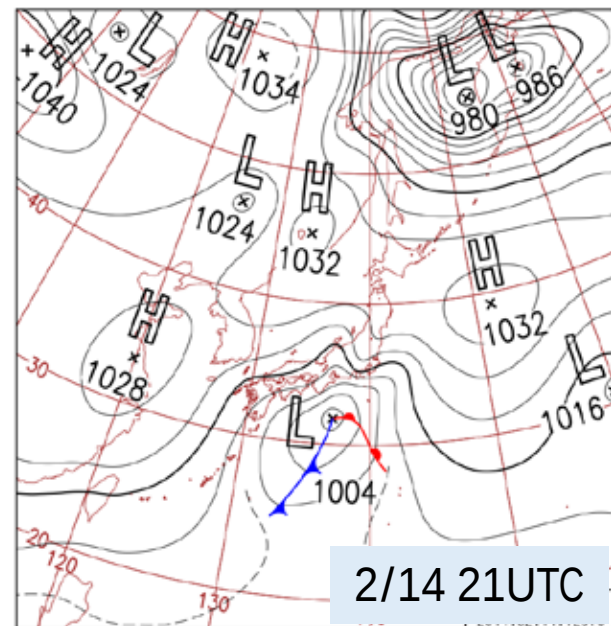
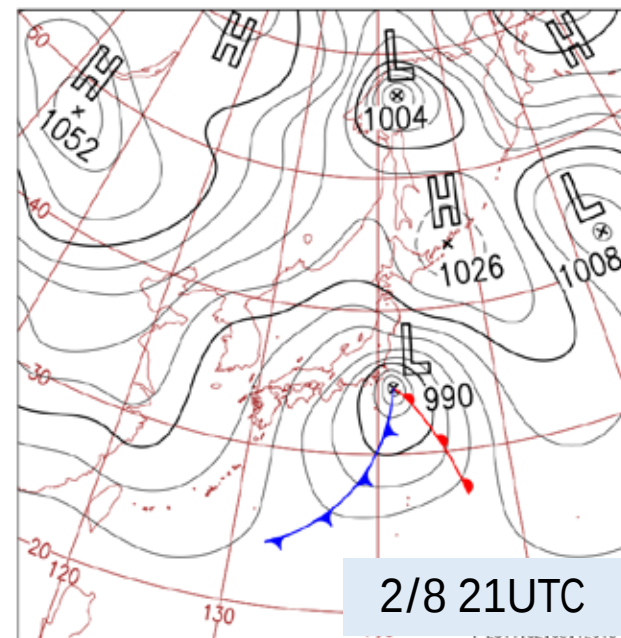
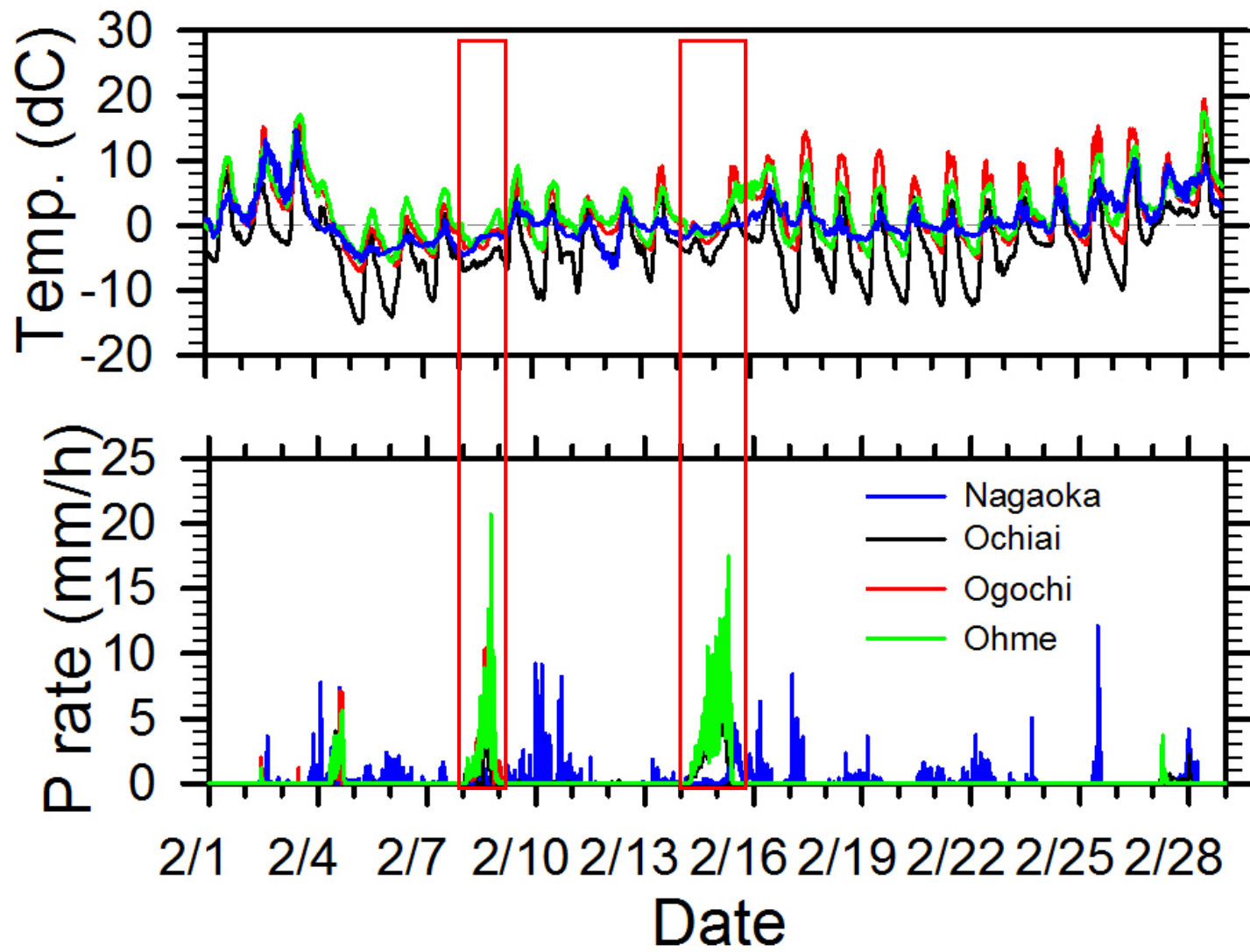
FIG. 1. Signals of particles falling through the light sheet. (a) Small

レーザービームの影: 粒子サイズ  
レーザービームが遮られる時間: 落下速度

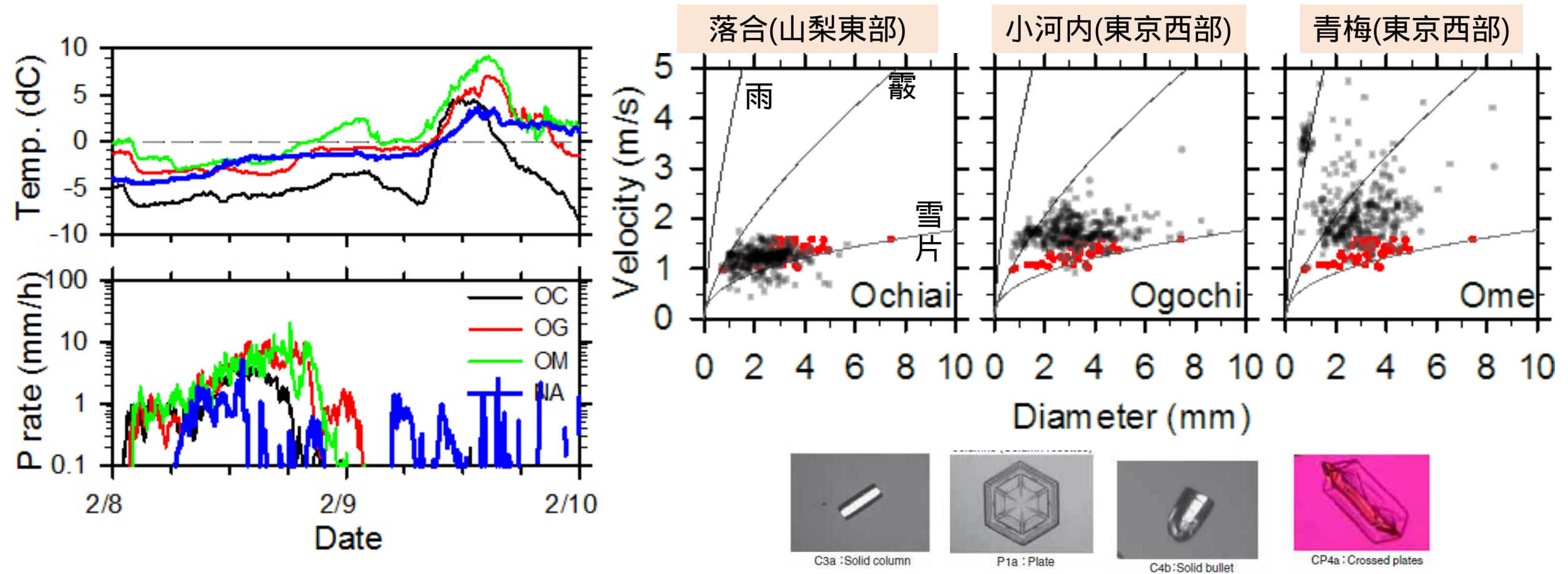
# 粒径-落下速度図による降雪種の判別 (CMF法: Ishizaka et al. 2013 JMSJ)



# 2014年2月の気象概況



# 2014年2月8、9日の結果

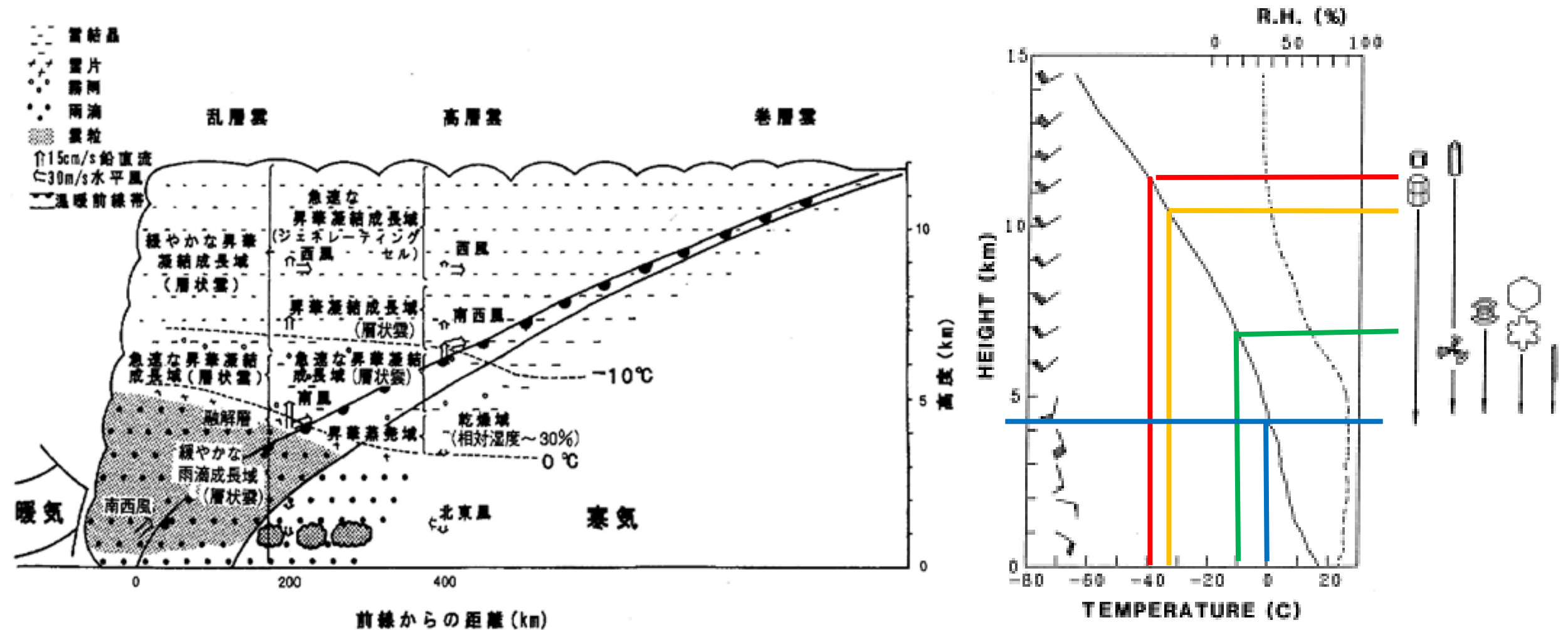


## CMF直径 - 落下速度の関係

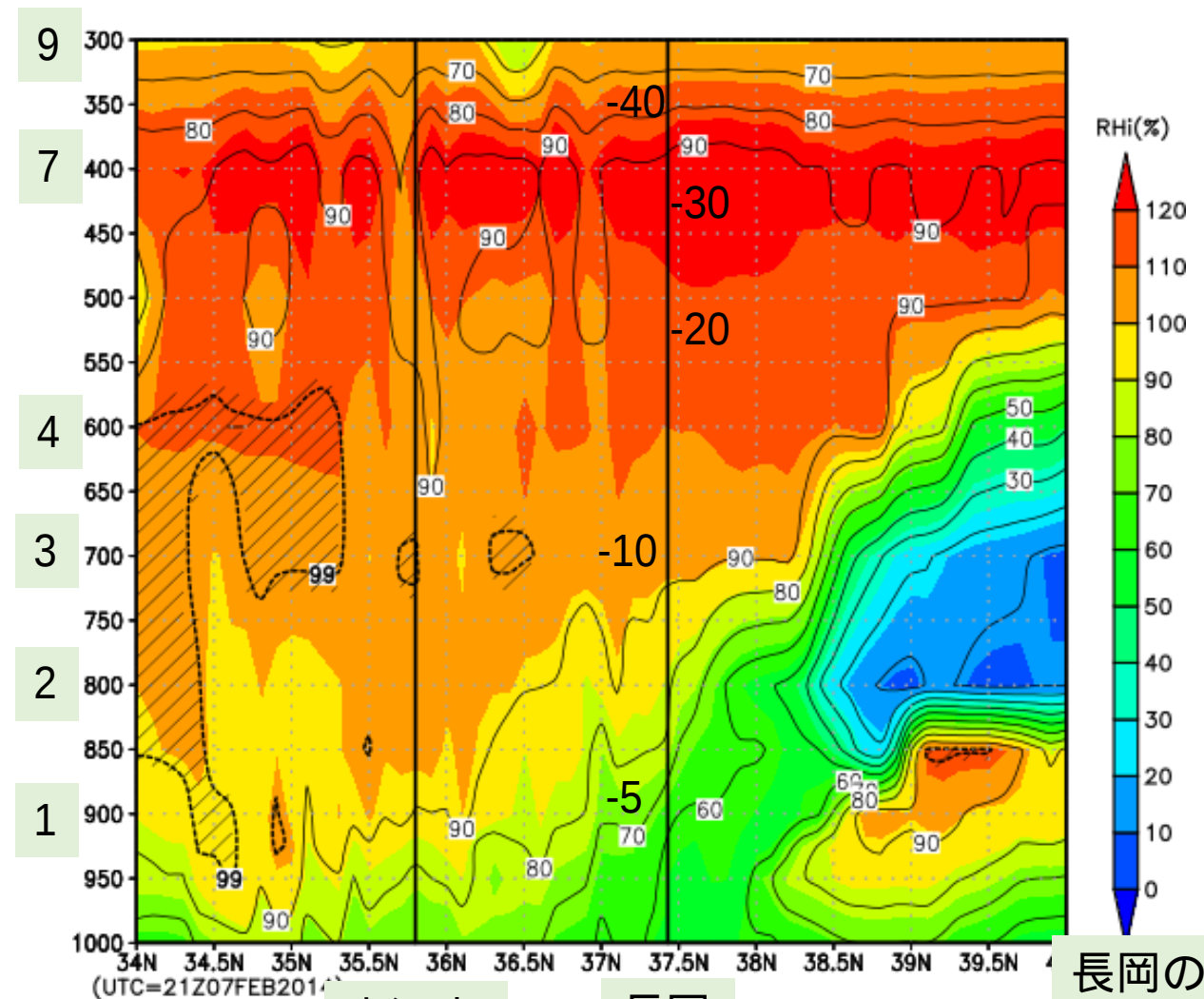
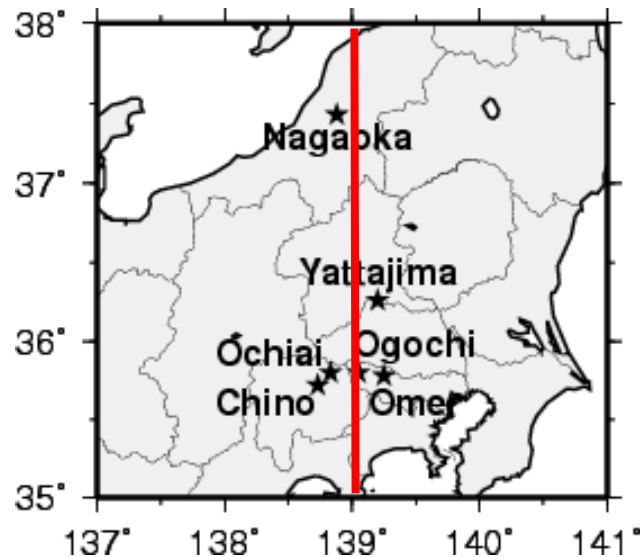
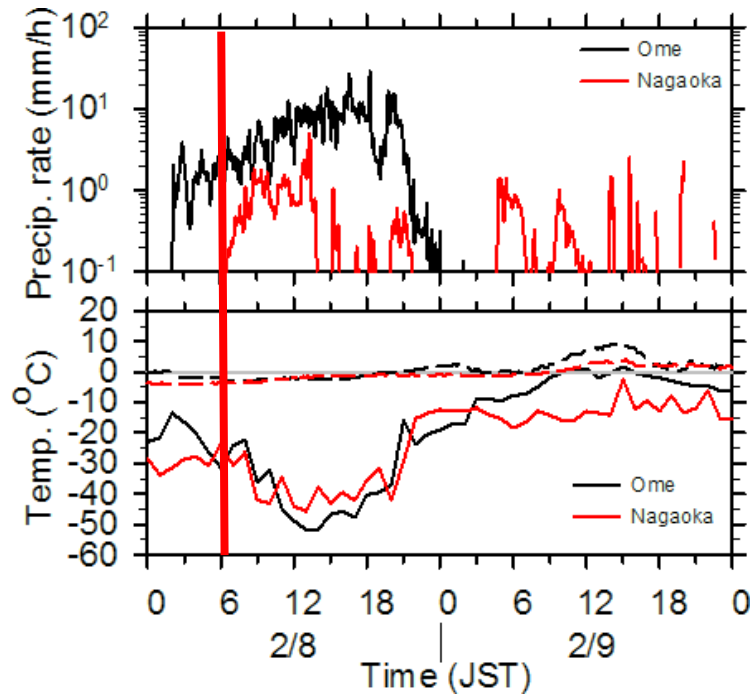
- 山梨東部(落合) : 長岡とほぼ同じ
- 東京西部(小河口): 長岡よりやや落下速度大きい
- 東京西部(青梅) : 長岡より落下速度大きい

- = > 同じ結晶群から構成される雪片の可能性あり
- = > 雲粒付着の可能性あり
- = > 雲粒付着か融解の可能性あり

# 暖候期の温暖前線の内部構造と降水機構の概念図(Murakami et al. 1990)



# 東経139度のRHiの緯度-気圧断面(MSM-Initial)



小河内

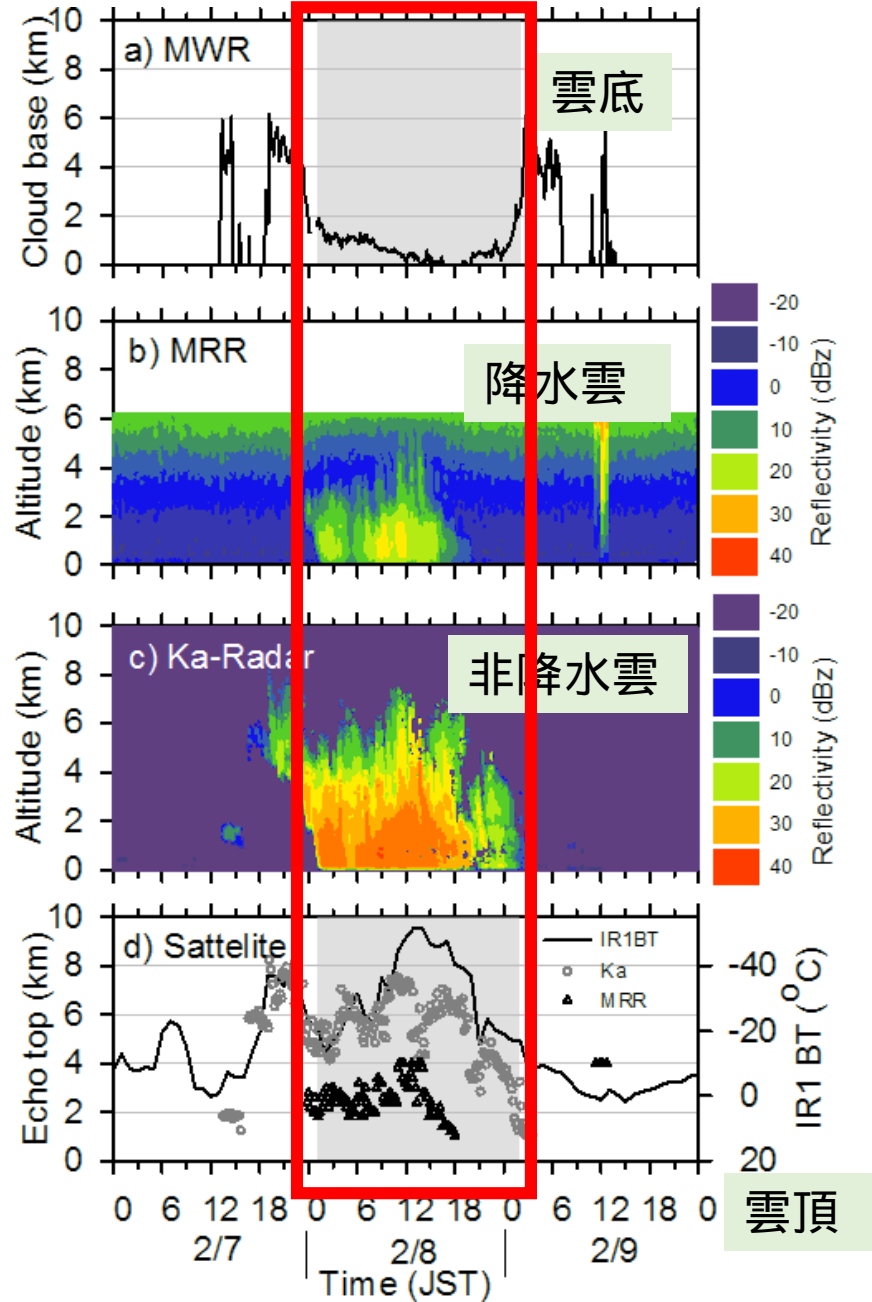
長岡

長岡の降雪粒子写真



- 20 以下で成長する角柱、角板、交差角板、砲弾などの低温型雪結晶からなる雪片(石坂ら2015)

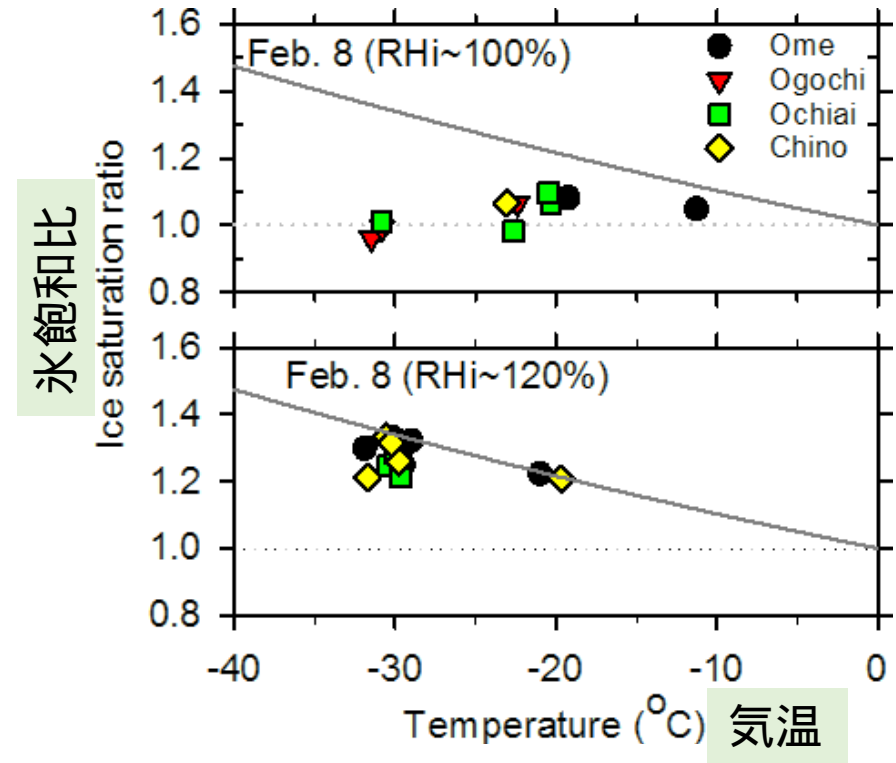
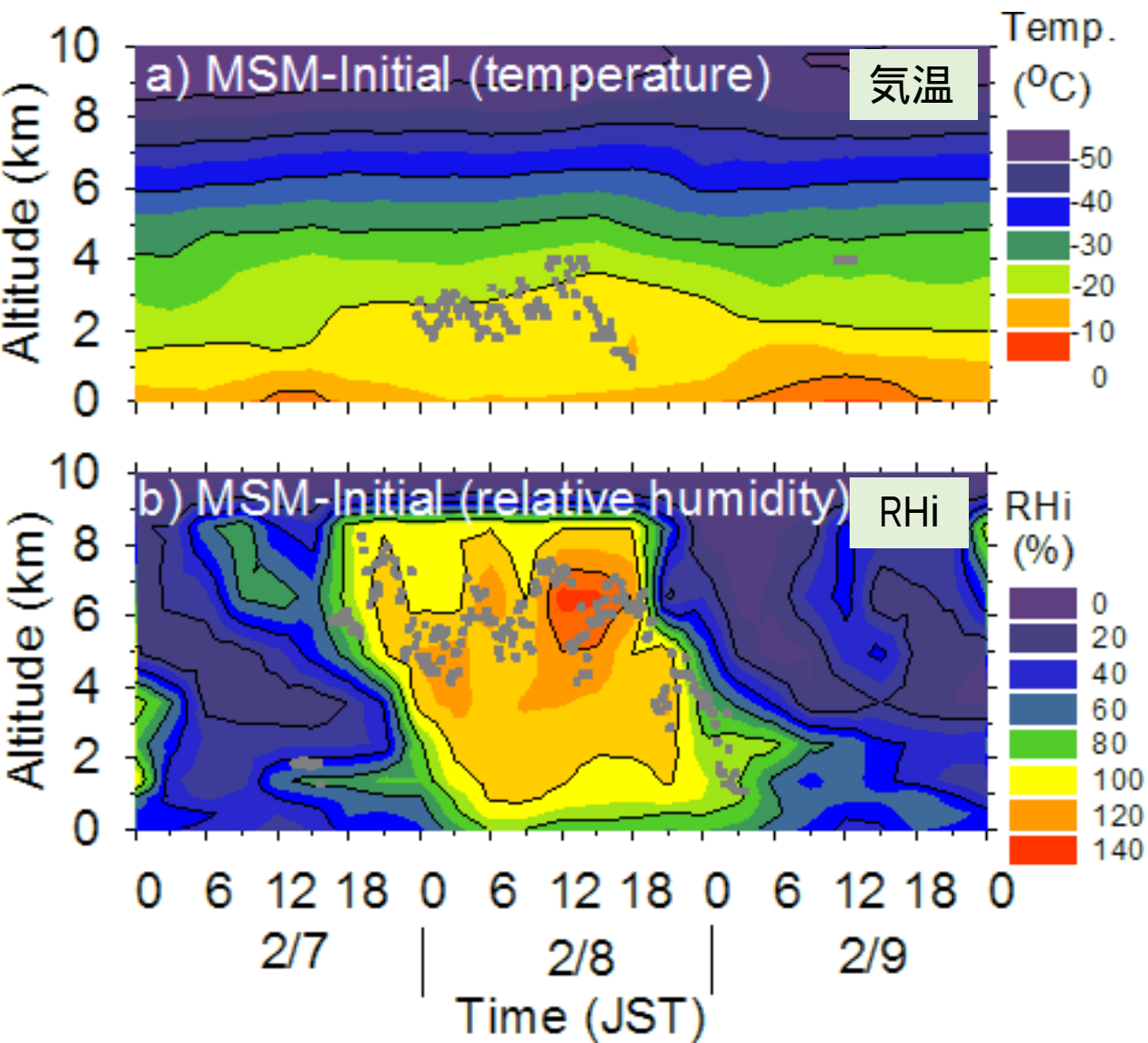
# 東京西部小河内の降雪雲の鉛直分布



## 大雪期間中の雲情報

|        |                 |
|--------|-----------------|
| 雲底     | : 2km以下         |
| 降雪粒子   | : 2 ~ 4km付近から出現 |
| 雲・氷晶粒子 | : 4 ~ 7kmに存在    |
| 雲頂温度   | : - 20 ~ - 40   |
| 雲頂     | : 5 ~ 7km       |

# 東京西部小河内の気象要素の鉛直分布



|        |                 |
|--------|-----------------|
| 雲底     | : 2km以下         |
| 降雪粒子   | : 3 ~ 4km付近から出現 |
| 雲・氷晶粒子 | : 4 ~ 7kmに存在    |
| 雲頂温度   | : - 20 ~ - 40   |
| 雲頂     | : 5 ~ 7km(氷過飽和) |
| 雲頂相对湿度 | : 120%以上        |

# 東京西部と山梨東部の雲頂付近の温度対氷飽和比 (MSM-Initialデータ)

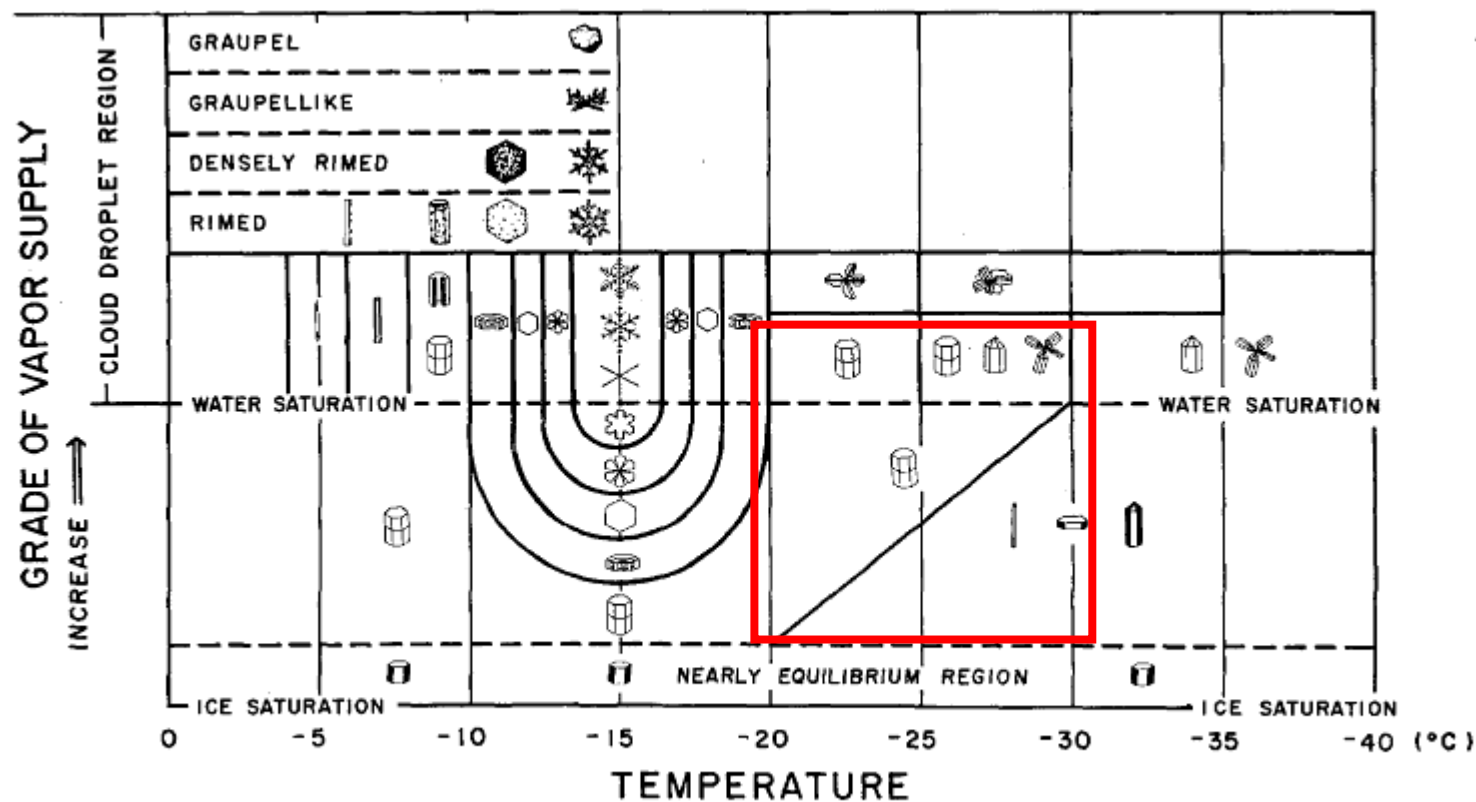
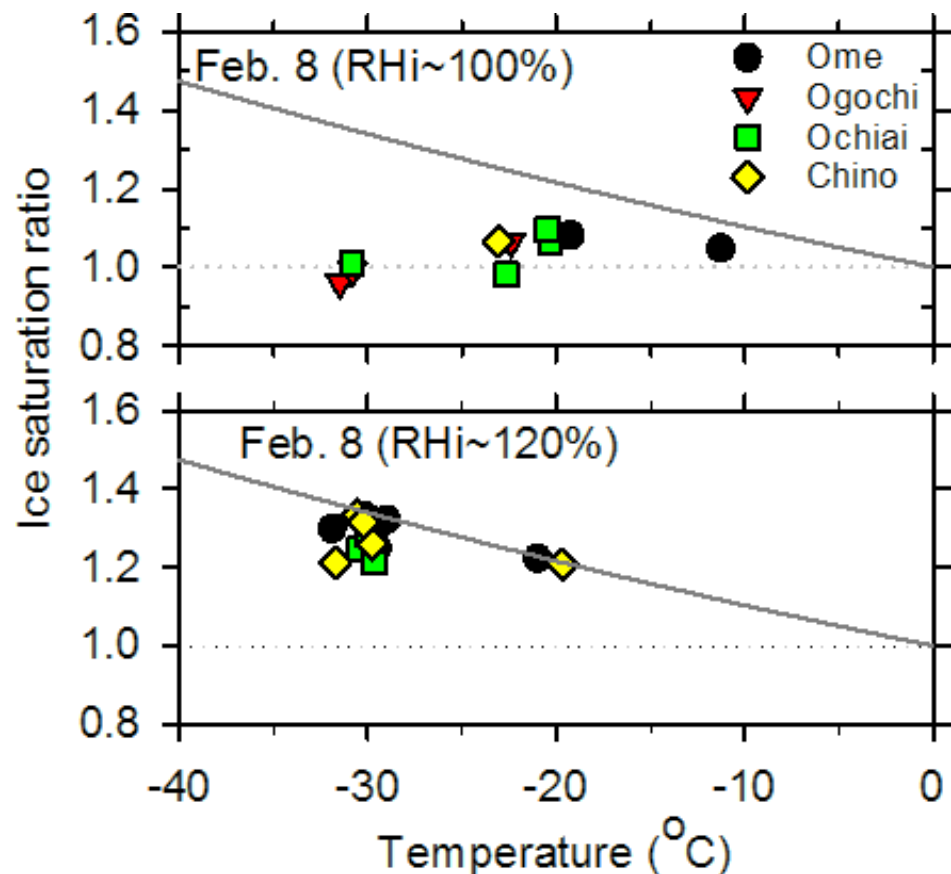
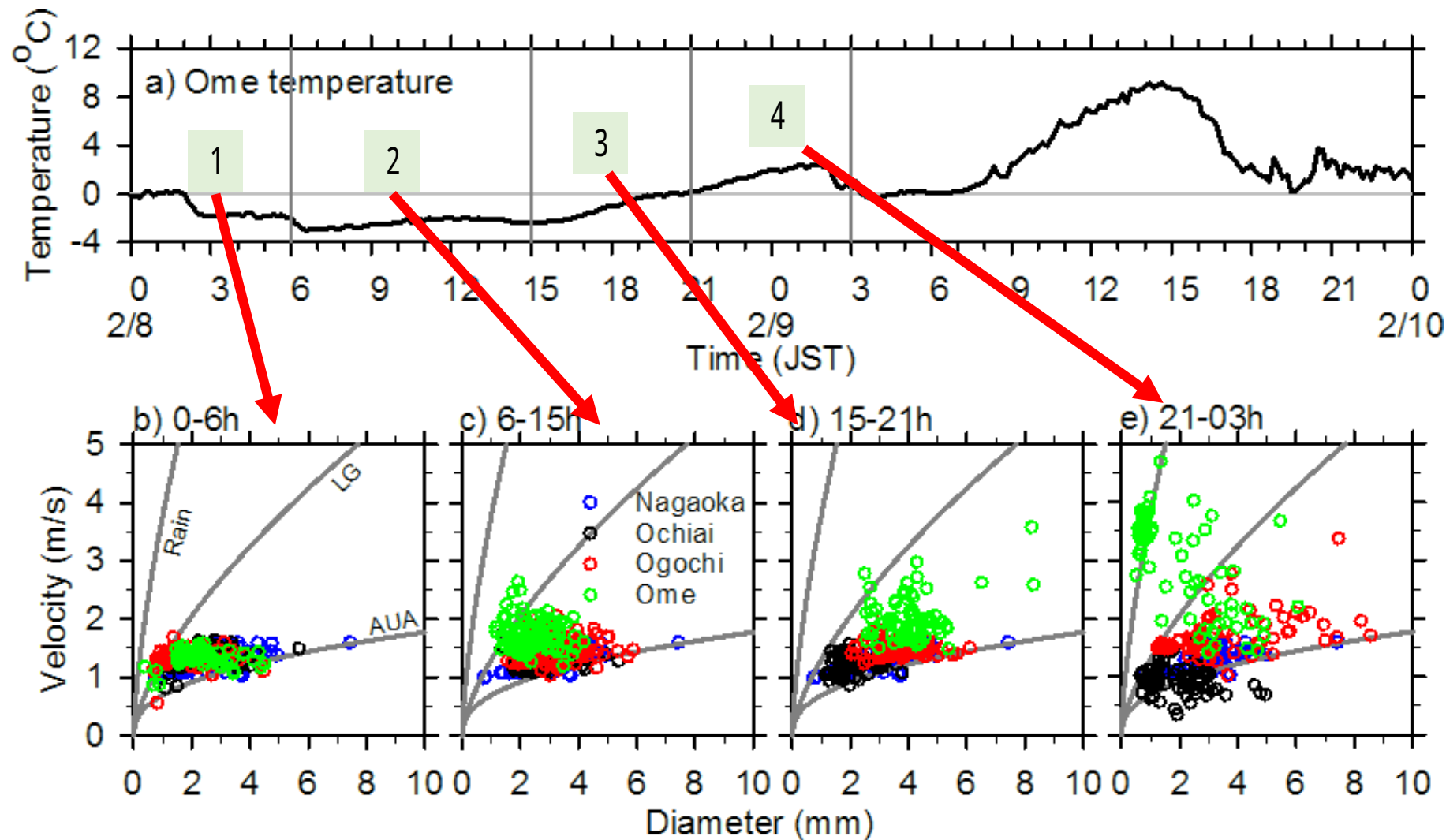


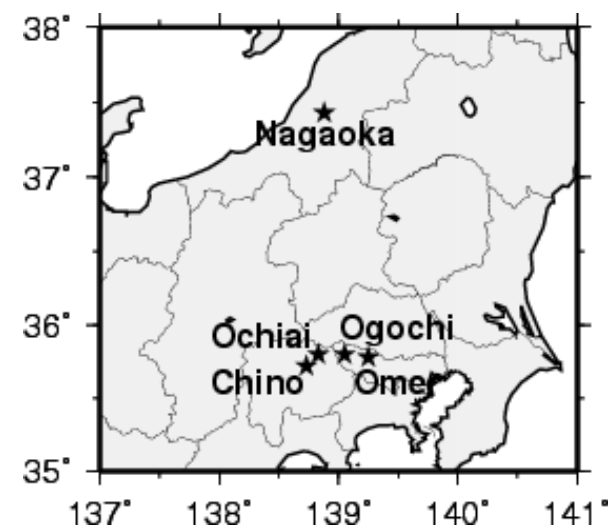
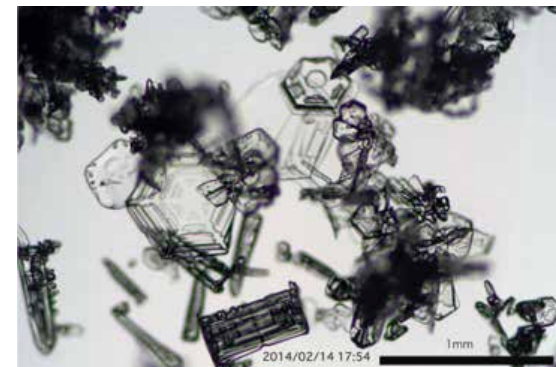
Fig. 2. Temperature and humidity conditions for the growth of natural snow crystals of various types

- 雲頂付近は氷飽和で水未飽和。温度はほぼ-20度以下。
- 雲頂付近の氷晶は、角柱、角板、砲弾、砲弾集合で構成される可能性が高い

# 時間区分ごとの粒径落下速度図

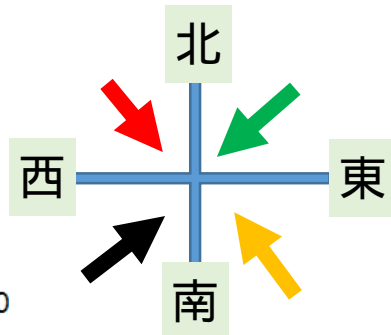
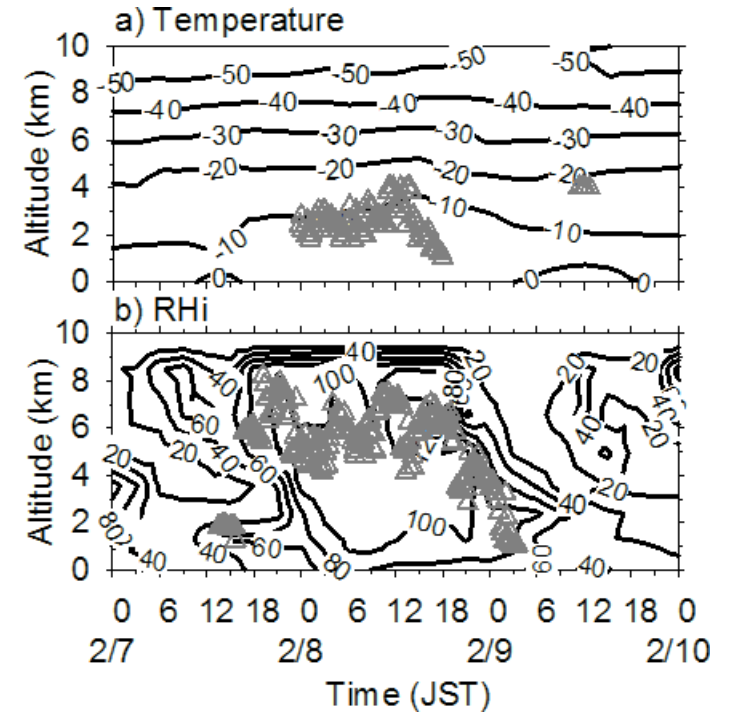
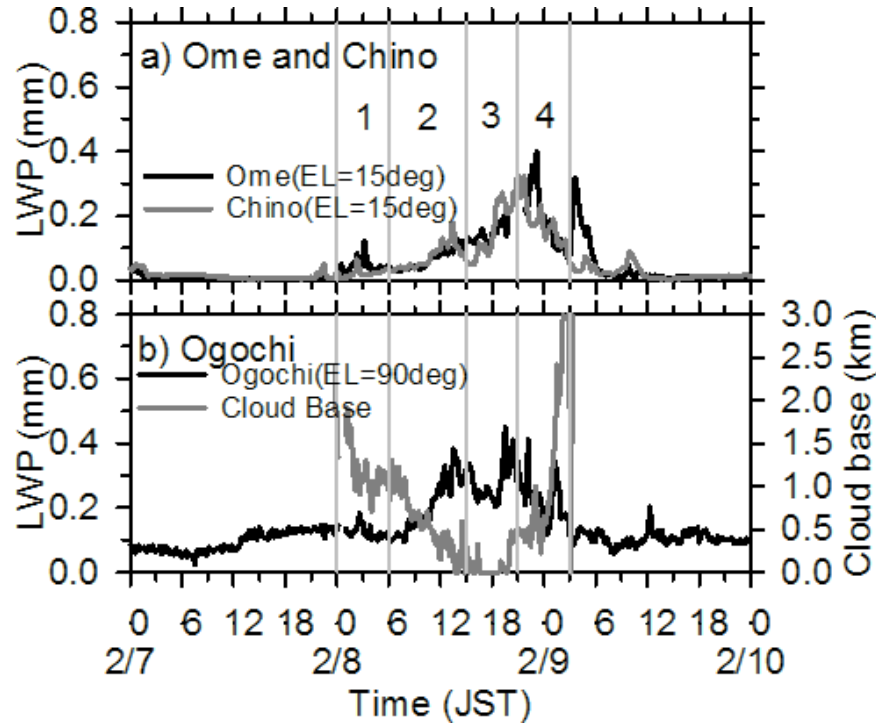
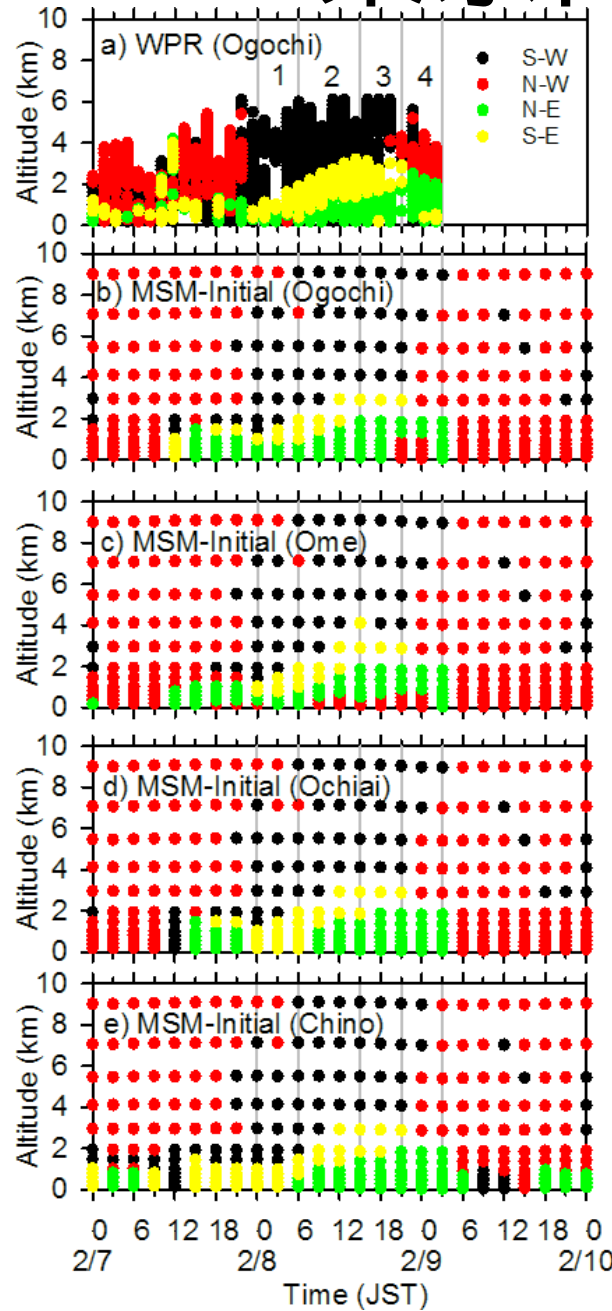


長岡の降雪粒子写真



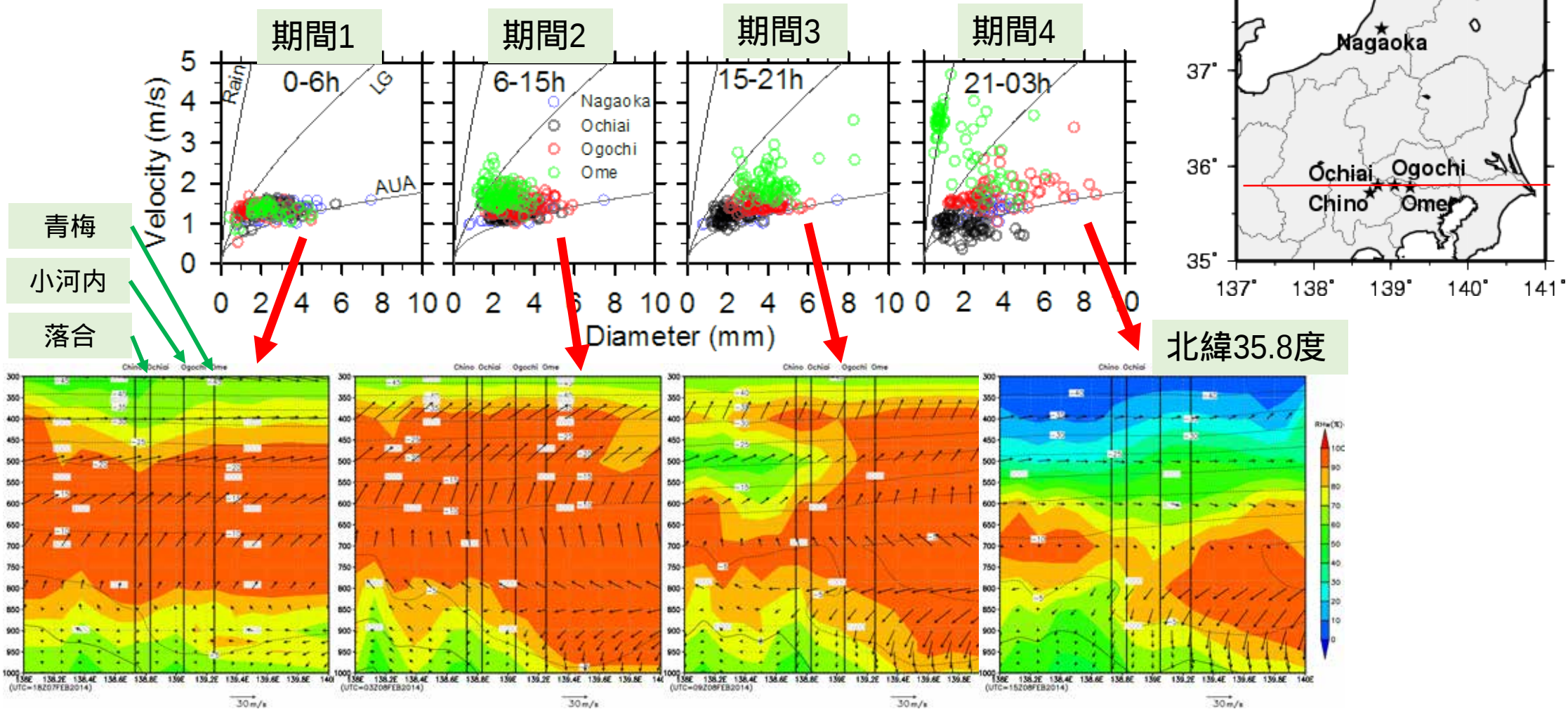
1. ほぼ同じ分布
2. 青梅、小河内の速度大きい
3. 東側ほど粒径と速度が大きい
4. 東側ほど速度のばらつき大きい。

# 東京西部と山梨東部上空の気象概況



- 降水期間中は流れの違う気流が3層存在
- 鉛直積算雲水量と北東気流の層の増大傾向が同じ  
=> 下層の前線面付近に水雲の存在を示唆
- 水雲の存在高度は氷点下  
=> 水雲は過冷却水滴 => ライミングの可能性

# 時間帯ごとの粒径-落下速度と北緯35.8度のRHwの経度-気圧断面



- 期間1: 高湿度層下部高度800hPa(2km)。=> 雲粒付着なしの雪片
- 期間2,3,4: 高湿度層下部高度は東ほど低い。=> 東ほど過冷却水滴雲厚い。ライミング寄与大。

# まとめ

- 2014年2月8、9日の南岸低気圧による大雪時の山梨東部と東京西部の降雪種を観測データを用いて推定
  - 新潟県長岡市：
    - - 20 以下で生成する**角柱、角板、交差角板、砲弾**などの**低温型雪結晶**からなる**雲粒付着無し雪片** (石坂ら2015)
  - 山梨県東部(落合):
    - 粒径落下速度の関係は、長岡とほぼ同じ。
    - **角板、角柱、砲弾**などの結晶及び氷過飽和度環境で凝結成長した**樹枝状、鼓状結晶**などから構成される**雲粒付着の無い雪片**の可能性(雲頂付近の温湿度と氷過飽和領域から推定)
    - 降雪中盤からわずかに**雲粒付着**している可能性あり
  - 東京都西部(小河内、青梅):
    - 粒径落下速度の関係は、長岡より落下速度が大きい。
    - 降雪序盤は、**山梨県東部の落合と同様の雪片**の可能性
    - 降雪中盤から**雲粒付着**による落下速度増加の可能性
    - 降雪終盤には青梅の降雪は地上付近の気温が正になり**融解**。落下速度増加の可能性