



2014年9月27日御嶽山噴火の 降灰予測の課題

気象庁 気象研究所

新堀 敏基・橋本 明弘・石井 憲介・佐藤 英一・福井 敬一

1. はじめに

- 2014年9月27日11時52分，御嶽山(標高:3067 m)において，**水蒸気爆発**によると考えられる噴火が発生
- この噴火に伴う降灰予報は，9月27日13時35分の第1報以降，10月10日15時15分までに56回発表
 - **水蒸気噴火による降灰予報は運用開始以来初めて**
- 比較的，噴煙高度が高かったと考えられる9月27日18時までの噴火に対して，降灰予報の運用に用いている**領域移流拡散モデル(JMA-RATM)**により，降灰予測*を再計算
 - 今回の水蒸気噴火に対する広域の降灰予測の課題を挙げる



2014年9月27日噴火発生時の御嶽山
黒沢口8合目付近から，笹川隆広氏(木曾星の会)撮影

* 情報としての「降灰予報(こうはいよほう)」と区別していることに注意

内 容

1. はじめに

2. 噴煙高度の時間変化

- 噴火当時の気象
- 気象レーダーによる噴煙エコーと頂高度

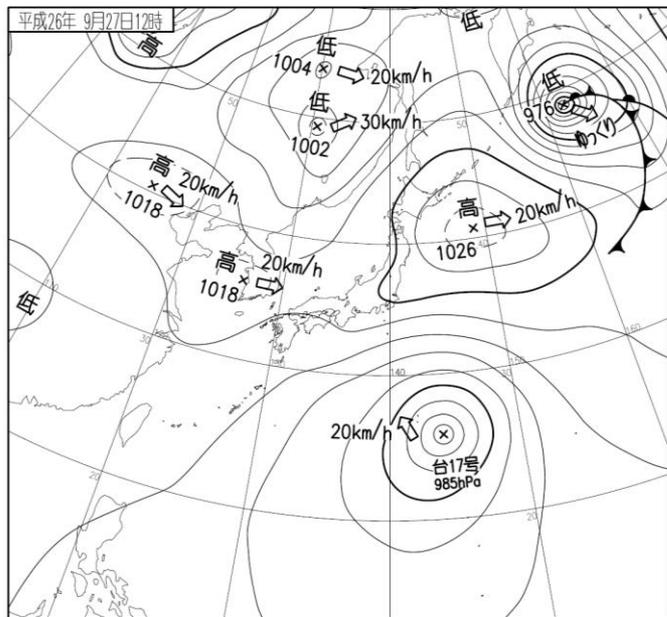
3. 降灰予測の比較計算

- 降灰分布
- 発表された降灰予報
- 初期値の違い—高さが変化する連続噴煙の設定
- 入力値の違い—空間分解能の異なる数値予報GPV
- 降灰時刻の観測値に対する検証

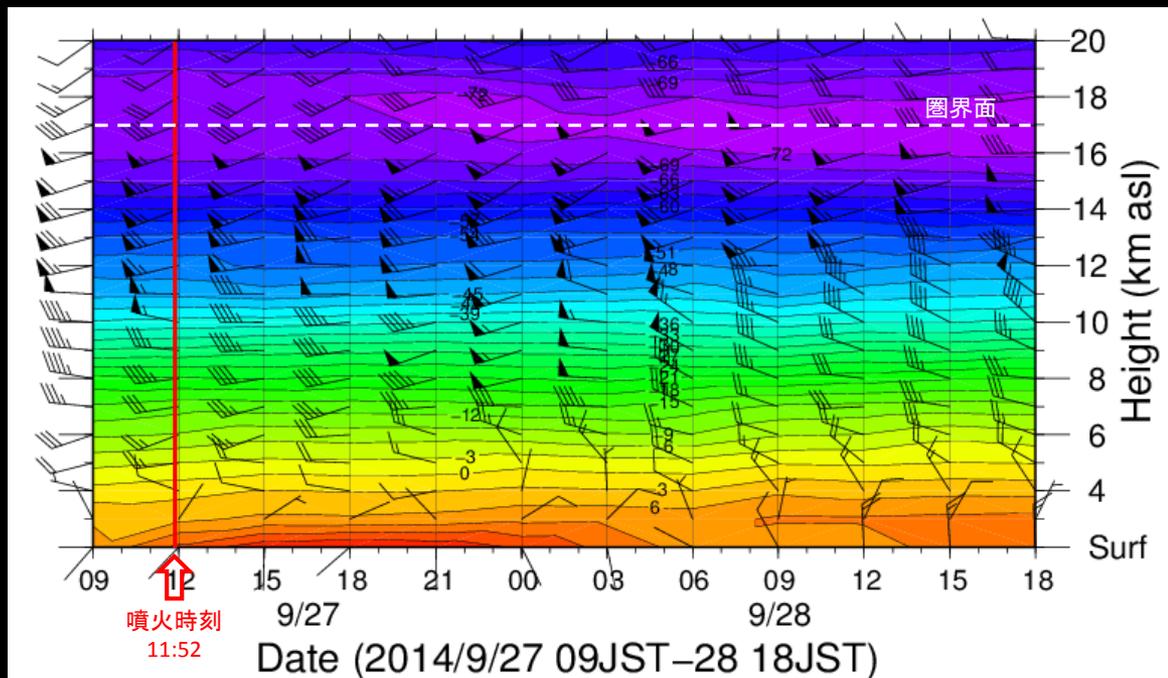
4. 課 題

2. 噴煙高度の時間変化

噴火当時の気象



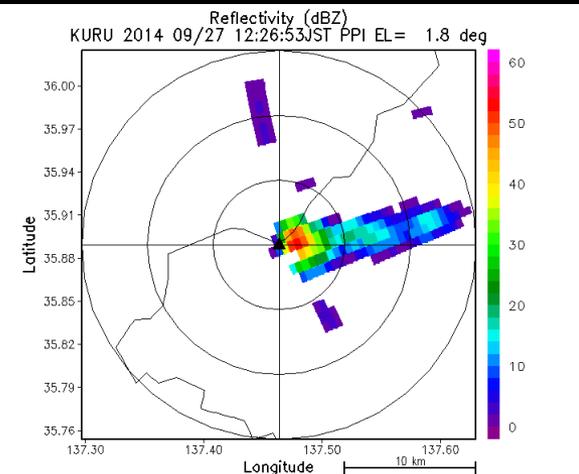
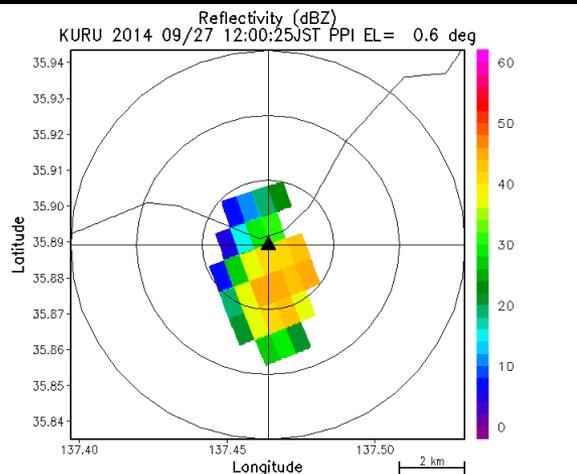
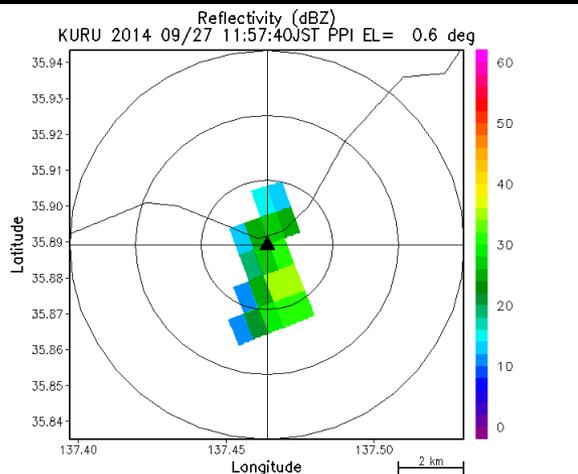
天気図(2014年9月27日12時)



御嶽山上空の気温と風(2014年9月27日09時~28日18時, 気象庁メソ解析による)

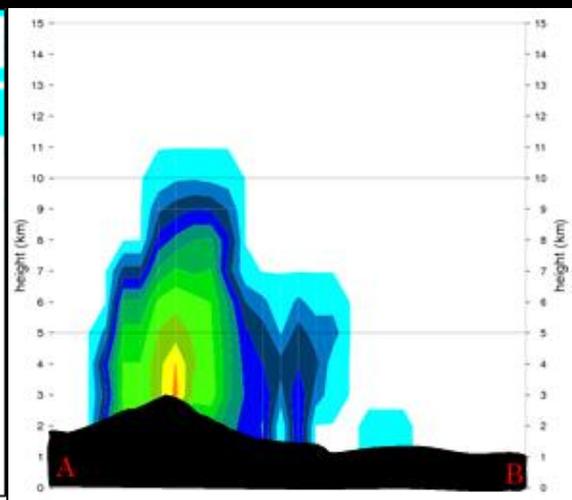
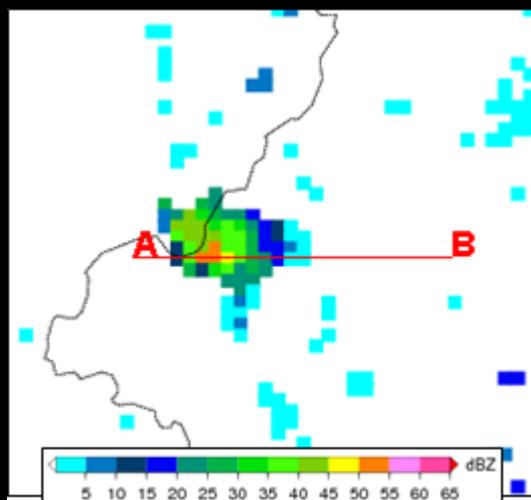
- 帯状の移動性高気圧に覆われており, 地表面付近の風は弱い
- 降水は, 噴火現象に直接起因するものは別として, 解析されていない

気象レーダーによる噴煙エコー



長野レーダー(仰角0.6°)による御嶽山の火砕流エコー
(左:2014年9月27日11時57分, 右:12時00分)

同レーダー(仰角1.8°)による噴煙エコー
(12時26分)

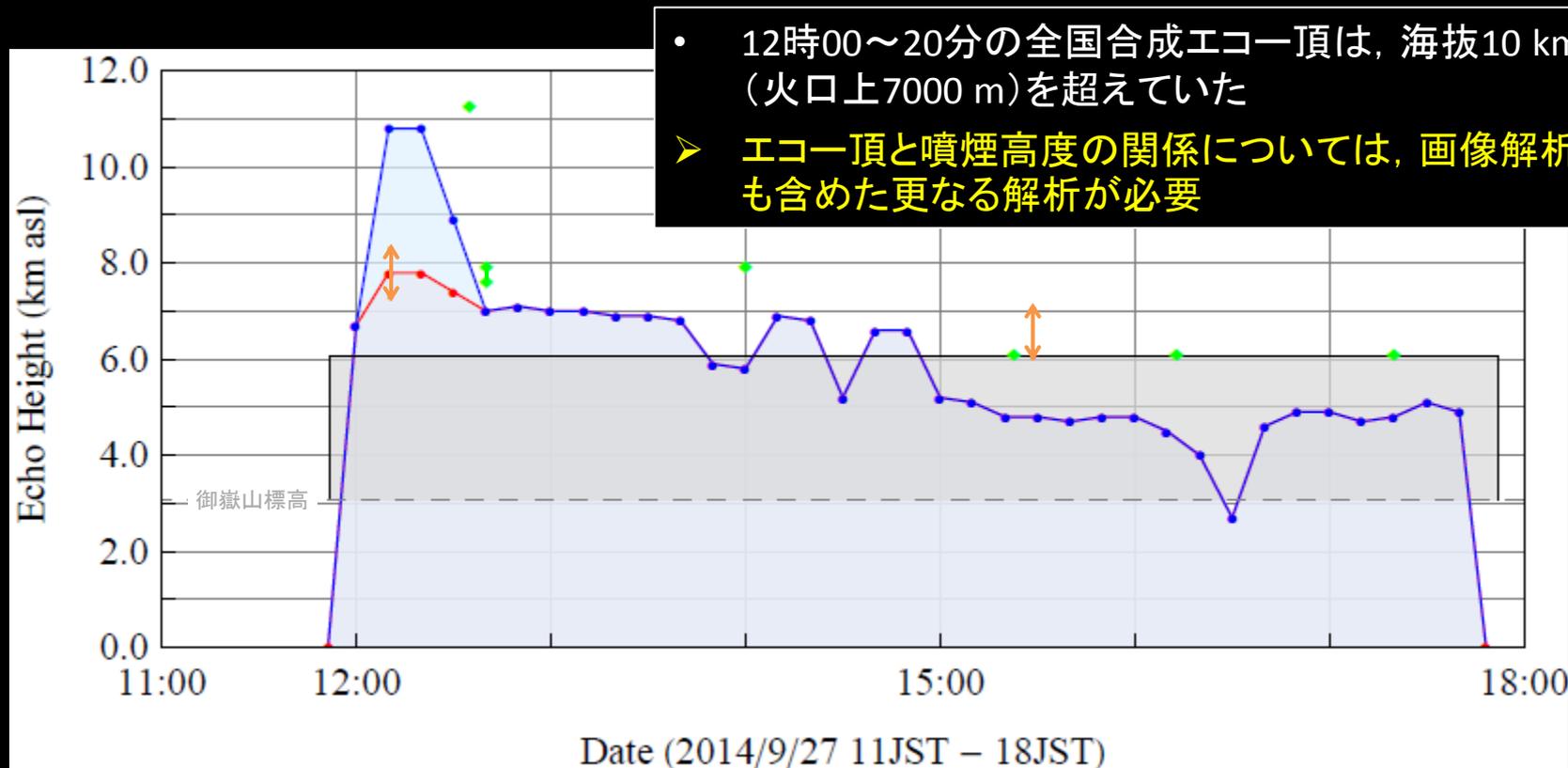


全国合成CAPPI(3 km)とA-B間鉛直断面図
(2014年9月27日12時10~20分)

- 噴火直後の12時前後に御嶽山南側へ流下した火砕流と、その後、上昇した噴煙から東方向へ流れた雲からのエコーを観測
- 気象衛星による赤外差分画像は不明瞭
- 噴煙上部は、火砕流になった下部と比べて、火山灰より水物質が多く含まれていた可能性

エコー頂高度の時間変化

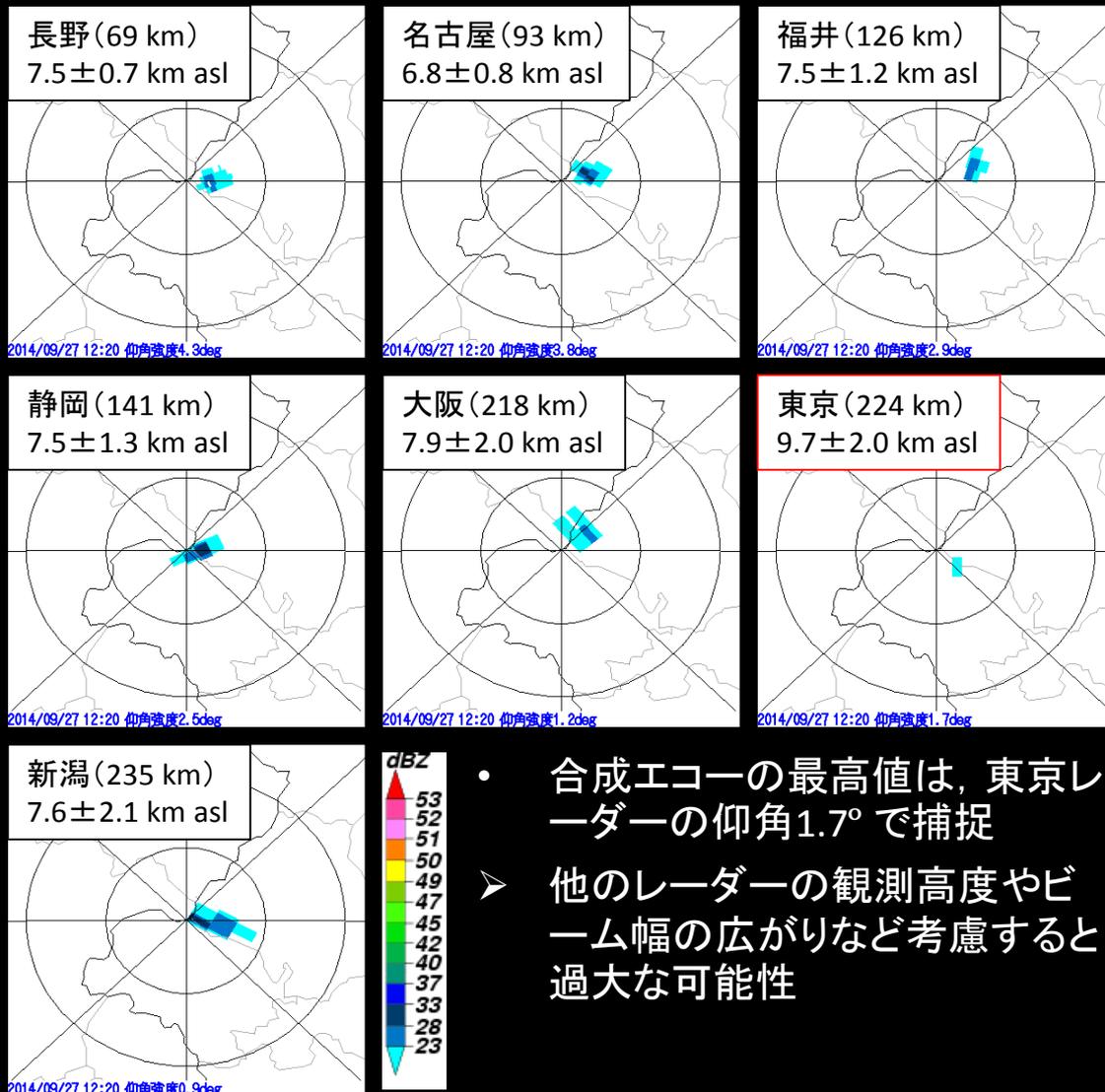
2014年9月27日11～18時，御嶽山上空



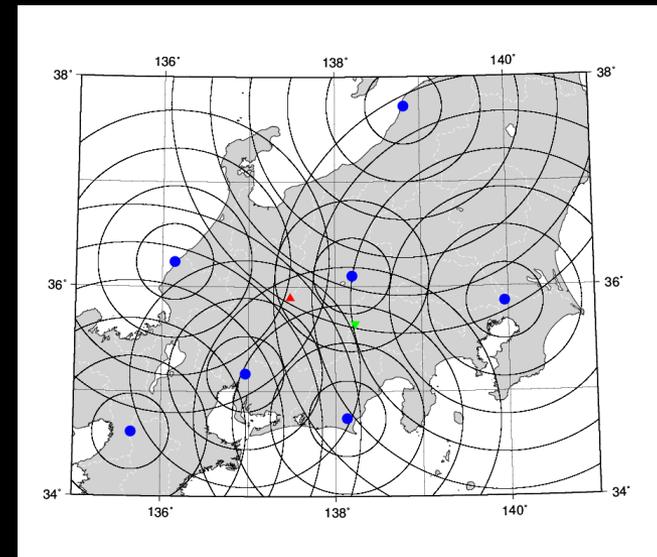
- 青—: 全国合成レーダーによるエコー頂高度 (17:40まで観測)
- 緑◆: 入電したパイロットレポートによる火山灰雲の雲頂高度
- 橙 ↓: 画像解析で推定された噴煙高度
- 灰—: 降灰予報 (第1報) で仮定した噴煙の高さ
- 赤—: RATMの試行計算に用いた噴煙の高さ

サイト別

9月27日12時10～20分, 御嶽山上空

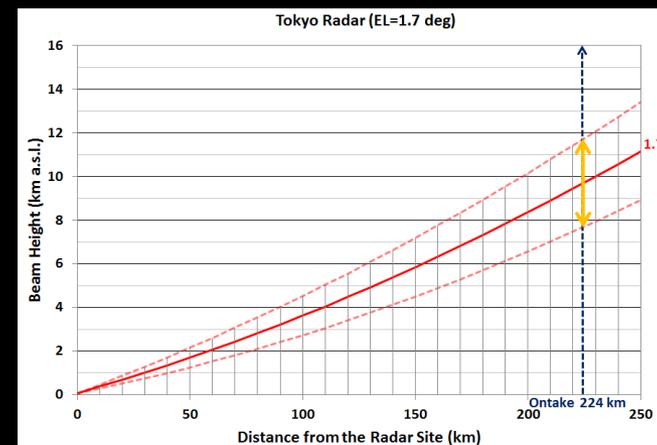


- 合成エコーの最高値は, 東京レーダーの仰角1.7°で捕捉
- 他のレーダーの観測高度やビーム幅の広がりなど考慮すると過大な可能性



レーダー配置図(同心円は40 kmごと)

▲: 御嶽山, ●: 一般気象レーダー, ▼: 間ノ岳



東京レーダーの観測仰角1.7°と観測高度の関係
ビーム上端/下端は3 dBビーム幅の広がり

南アルプスから撮影された御嶽山の噴煙

間ノ岳(標高:3190 m, 御嶽山の南東73 km)から撮影



2014年9月27日12時11分頃
しぞーかのまりも氏撮影



2014年9月27日15時30分頃
末峯宏一氏(気象庁火山監視・情報センター)撮影

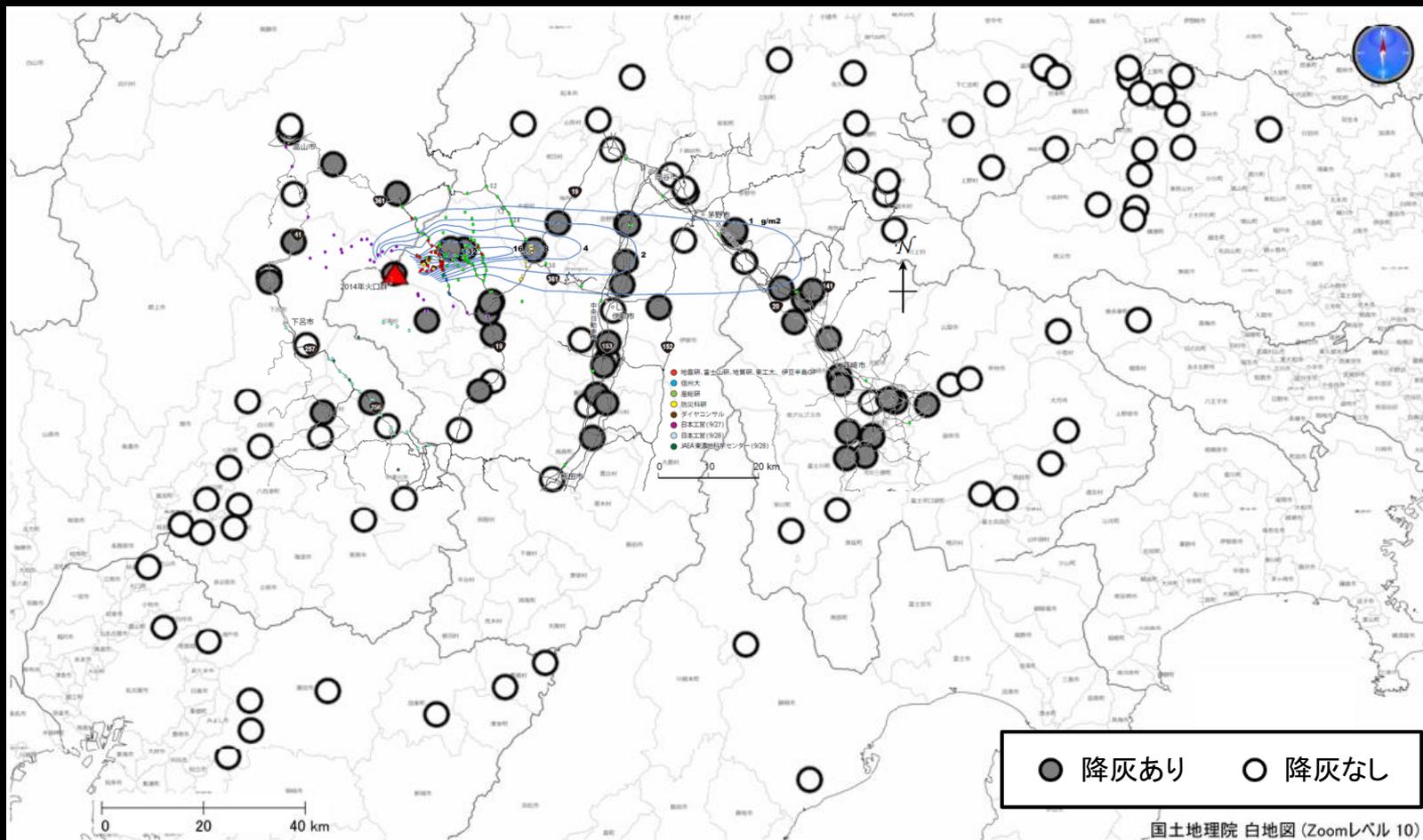
画像解析の結果,

- 12時11分頃の噴煙の高さは火口上おおよそ5000 mと推定(解析継続中)
- 15時30分頃の噴煙の高さは火口上3000~4000 m

3. 降灰予測の比較計算

降灰分布(広域)

御嶽山降灰合同調査班(火山学会2014, UP-02)による2014年9月27日降灰の等重量線図分布を、気象庁による28日16時までの間取りおよび東京管区气象台によるアメダスの調査結果(130回噴火予知連資料)に重ね合わせ



- 西側は岐阜県下呂市萩原町(御嶽山の西約25 km)から、東側は長野県中・南部および山梨県笛吹市石和町(東南東約110 km)で確認

発表された降灰予報(1)

27日13時35分発表の第1報. 噴煙3000 m, 11:53~17:53を仮定

火山名 御嶽山 降灰予報

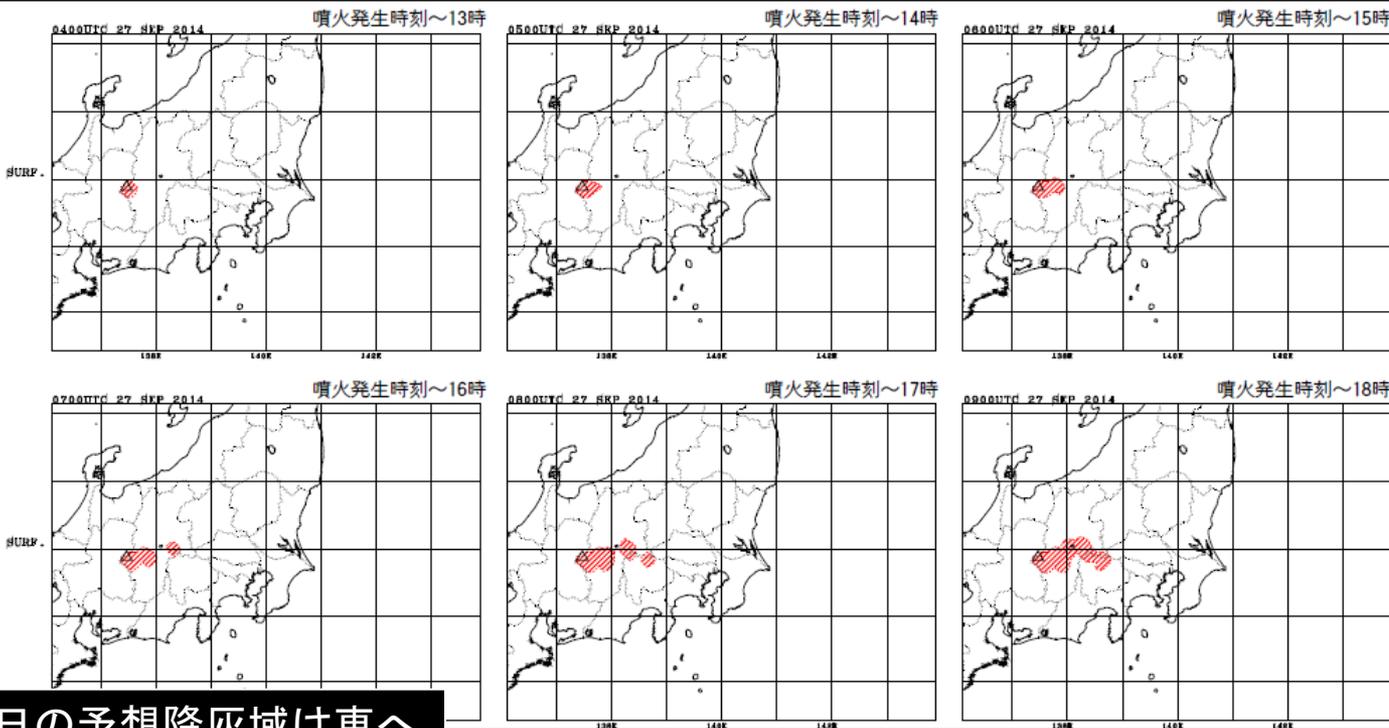
平成26年9月27日 13時35分
気象庁地震火山部

27日11時53分に御嶽山で噴火が発生しました。噴煙の高さは雲のため不明です。
噴煙の高さが火口縁上3000mに達すると仮定した場合には、以下の地域で降灰が予想されます。

岐阜県 長野県 山梨県 [気象庁地震火山部 発表]

■図の見方
各図には、噴火発生時刻から各図に示す当該時刻までに降灰が予想される領域を  で示しています。

この予報は、27日18時までを対象としています。



• 27日の予想降灰域は東へ

発表された降灰予報(2)

28日06時20分発表の第5報. 噴煙800 m, 06:00~11:00を仮定

火山名 御嶽山 降灰予報

平成26年9月28日 06時20分
気象庁地震火山部

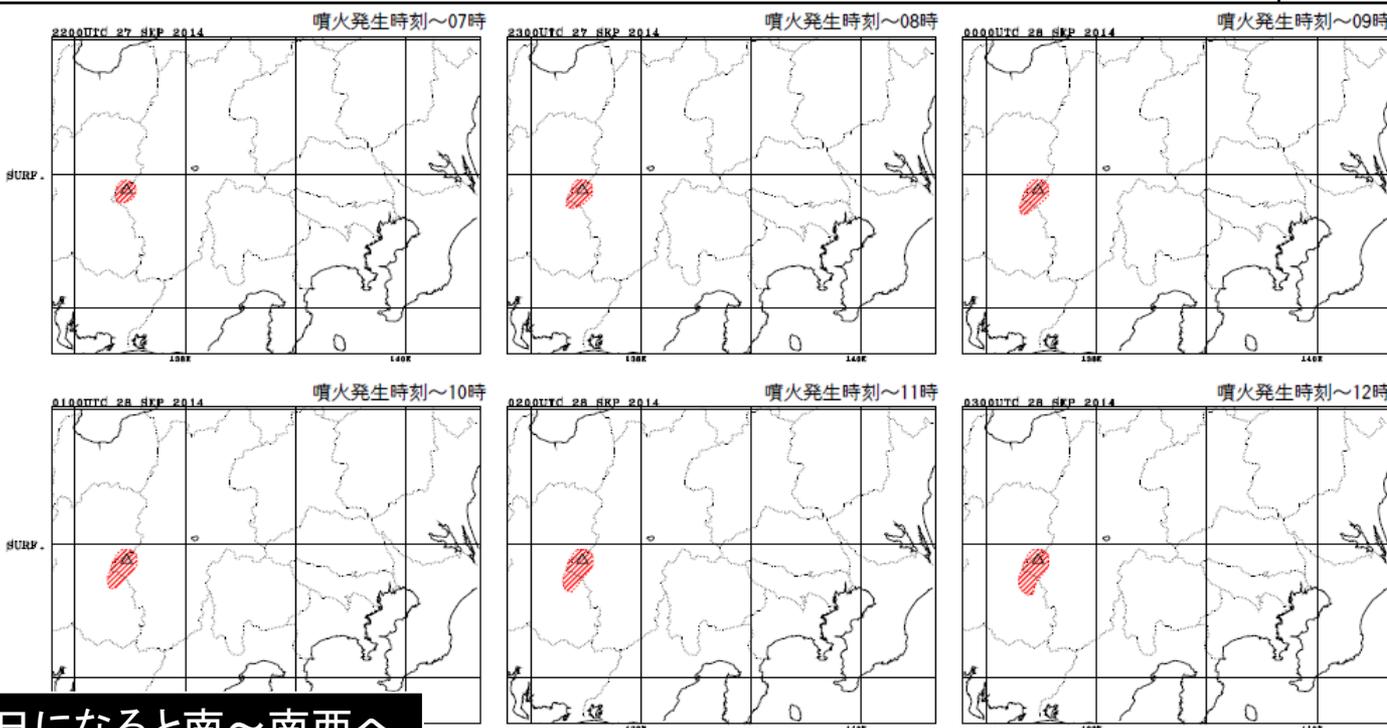
27日11時53分に御嶽山で噴火が発生しました。噴火は現在も継続しており、噴煙は火口縁上800mまで上がっています。今後、以下の地域で降灰が予想されます。

図は28日06時から降灰が予想される地域を表しています。

岐阜県 長野県 【気象庁地震火山部 発表】

■図の見方
各図には、噴火発生時刻から各図に示す当該時刻までに降灰が予想される領域を  で示しています。

この予報は、28日12時までを対象としています。



• 28日になると南~南西へ

比較計算の設定

予測対象：27日11:52～17:40噴出分，28日18時までの降灰予測

	① VAFF (降灰予報の延長)	② Radar1 × MSM	③ Radar2 × MSM	④ Radar2 × LFM
初期値	噴煙柱モデル (Suzuki, 1983)			
噴煙の高さと 継続時間	3000 m一定 (黒線) 11:52～348分※ ¹	エコー頂 (青線) 10分ごと 11:52～348分	修正エコー頂 (赤線) 10分ごと 11:52～348分	
計算粒子数	560,000※ ²			3,500,000
予測モデル	気象庁領域移流拡散モデル (JMA-RATM)			
タイムステップ	1分※ ³			
入力値	気象庁メソモデル (MSM)			局地モデル (LFM)
水平格子間隔	5 km			2 km
鉛直層数 (トップ)	50 (海拔21.8 km)			60 (海拔20.2 km)
初期時刻	27日00 UTC			27日00, 06, 12, 18 UTC, 28日00 UTC
予報時間	28日18時まで※ ⁴			
	(最長39時間)			(9時間 × 5 cycle)

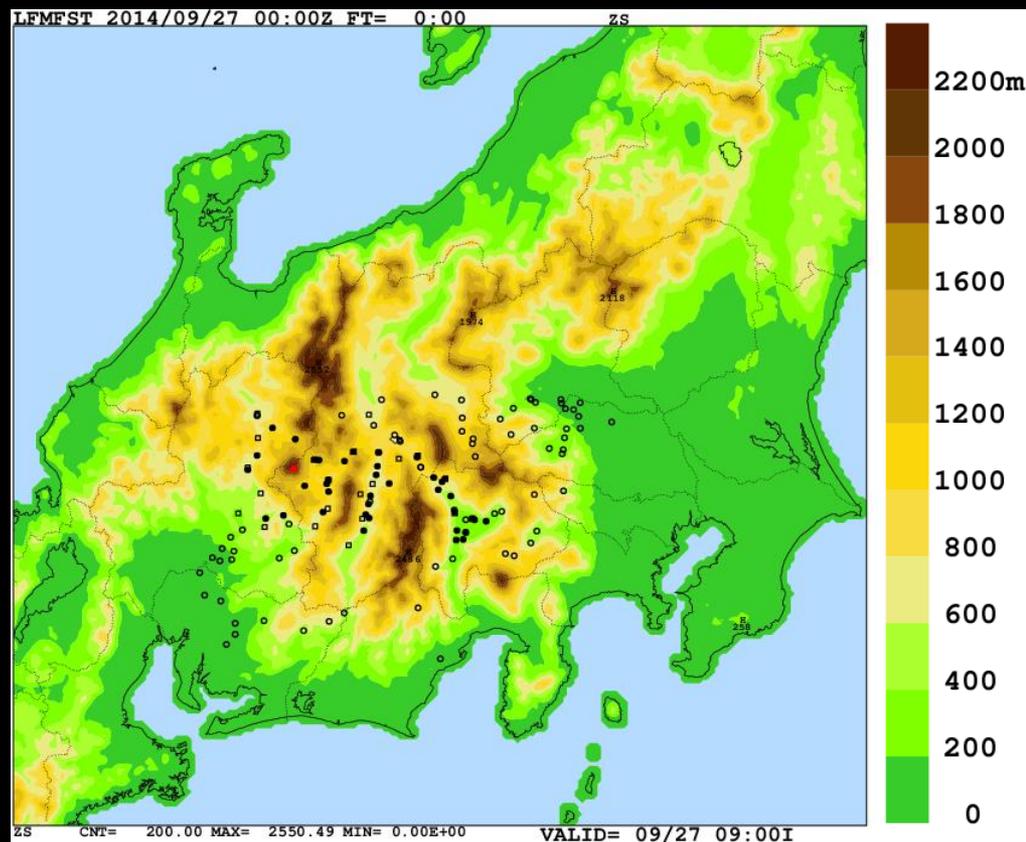
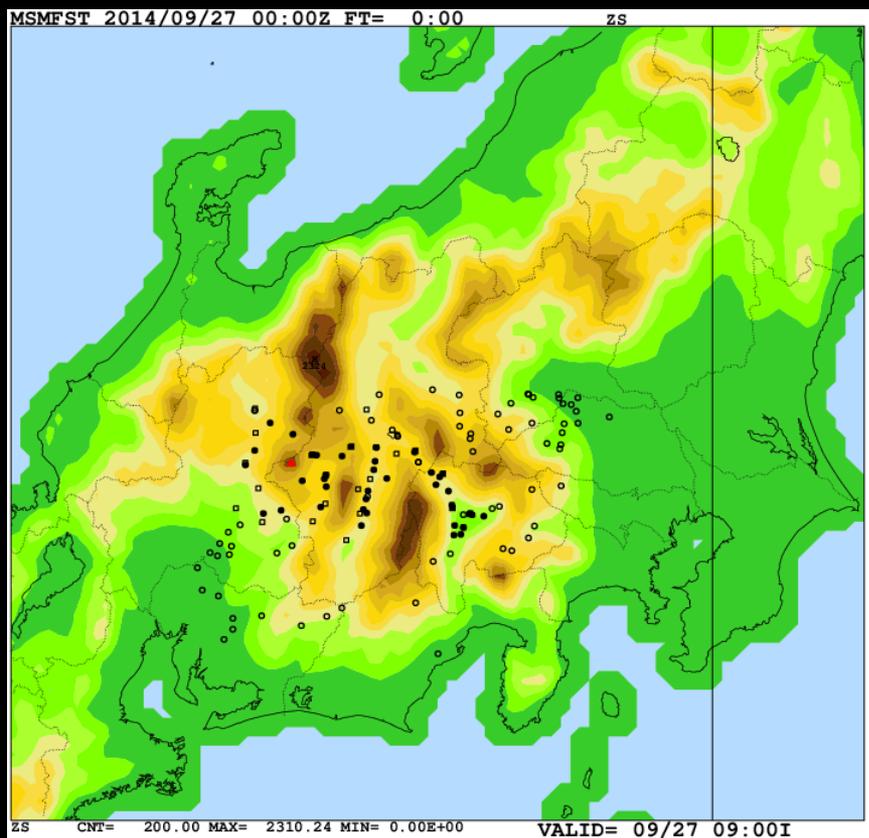
降灰予報 (第1報) での設定:

※¹ 11:53～360分, ※² 100,000, ※³ 3分, ※⁴ 27日18時まで

モデル地形と降灰分布

① ② ③ MSM (5 km)

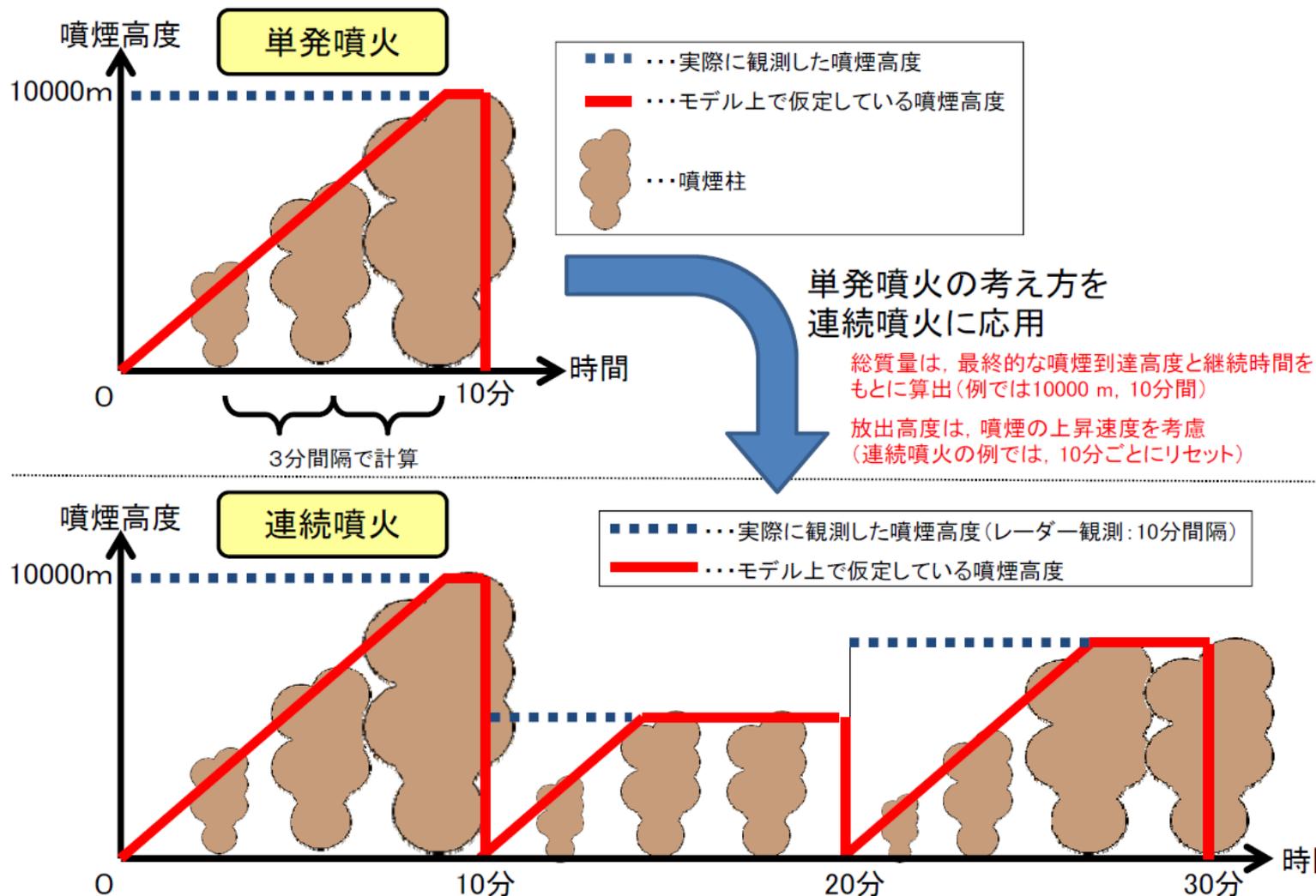
④ LFM (2 km)



▲: 御嶽山, ●: 降灰あり, ○: 降灰なし

連続的噴火に対する初期値の設定

降灰予測計算における噴煙高度の設定について



初期値の設定

27日 11:52 ~ 17:40

① VAFF

$H=3000$ m const.

$M=3.3 \times 10^8$ kg

$N=560,000$

② Radar1 \times MSM

$H=7733 \sim 933$ m

$M=1.28 \times 10^9$ kg

$N=560,000$

③ Radar2 \times MSM

$H=4733 \sim 933$ m

$M=4.8 \times 10^8$ kg

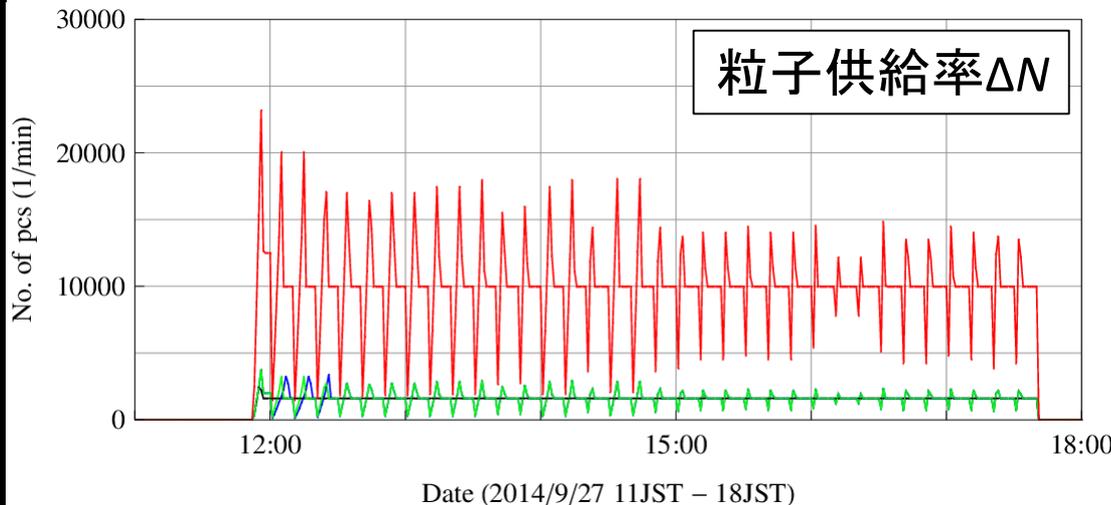
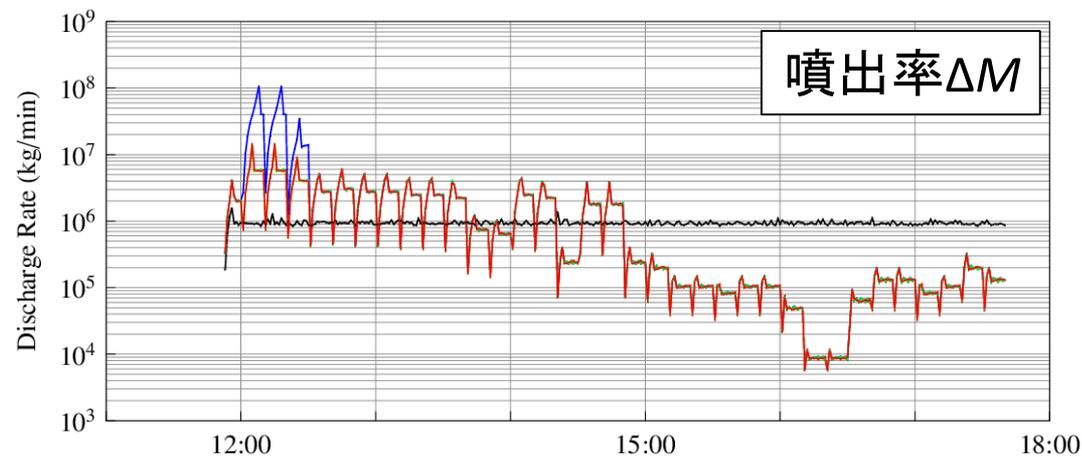
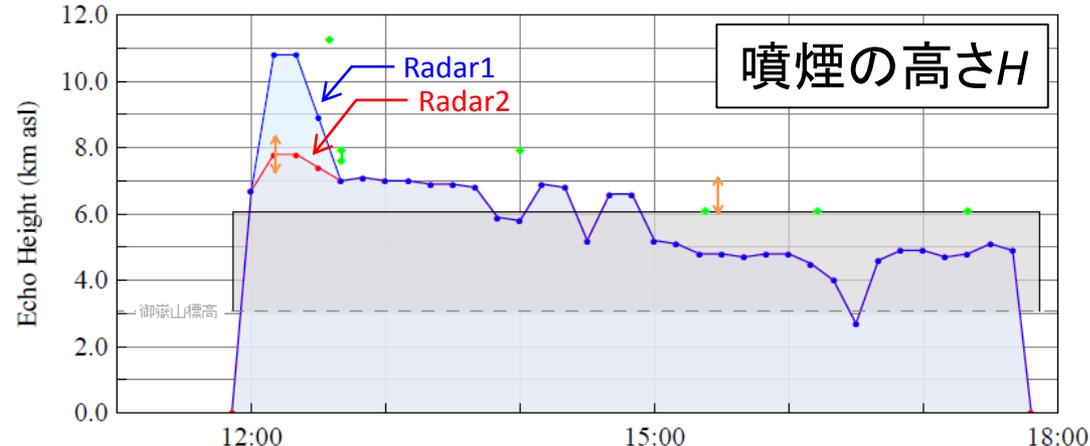
$N=560,000$

④ Radar2 \times LFM

$H=4733 \sim 933$ m

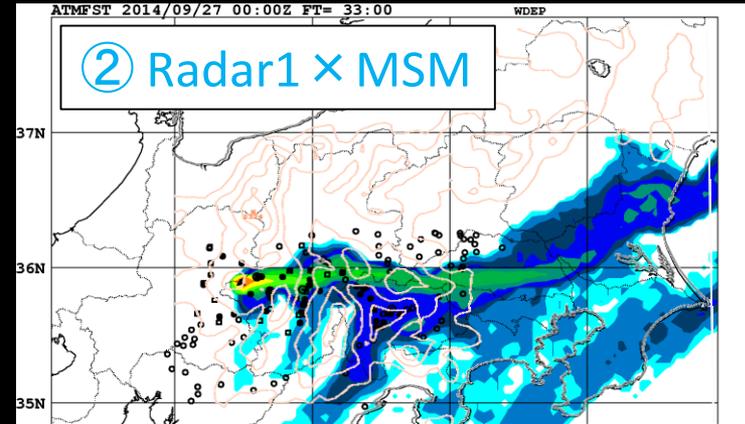
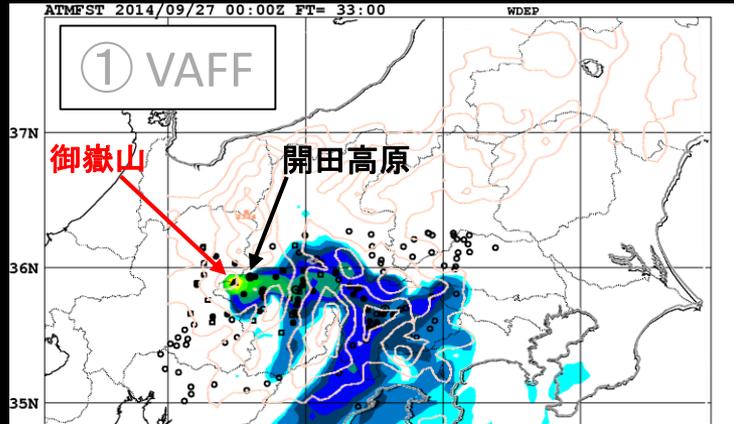
$M=4.8 \times 10^8$ kg

$N=3,500,000$

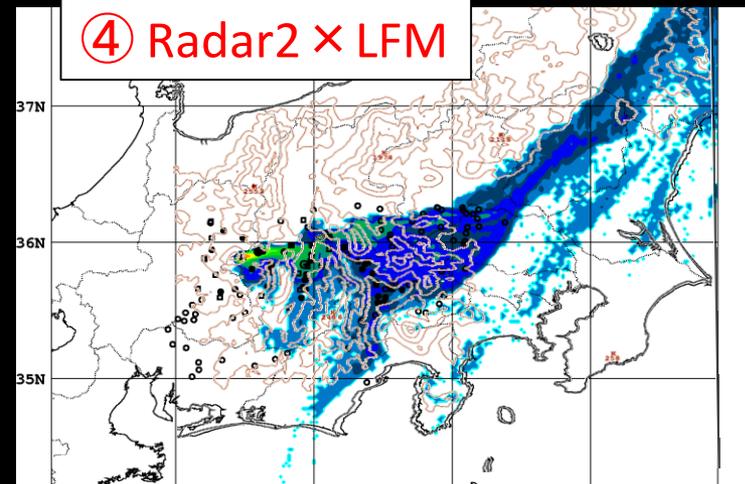
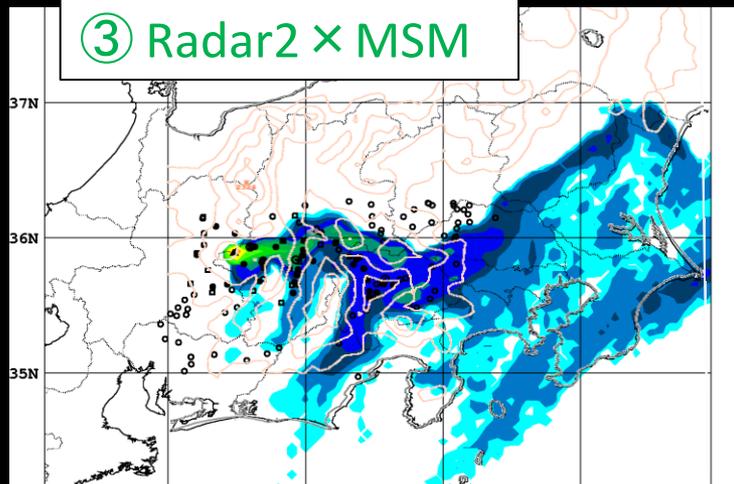


予測結果の比較

28日18時までの予想積算降灰量



- 遠地の予想降灰量はいずれも過多
- 富士川流域や伊那谷に沿って南下する予想降灰域は、噴火開始から6時間以上後
- 今事例では、噴煙の高さが火口上3000 m程度かそれ以上で東方の予想降灰域の広がりには違いが見られる
- 御嶽山の北西方向の降灰はいずれも予想できず



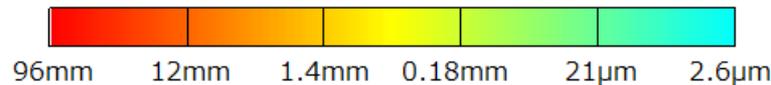
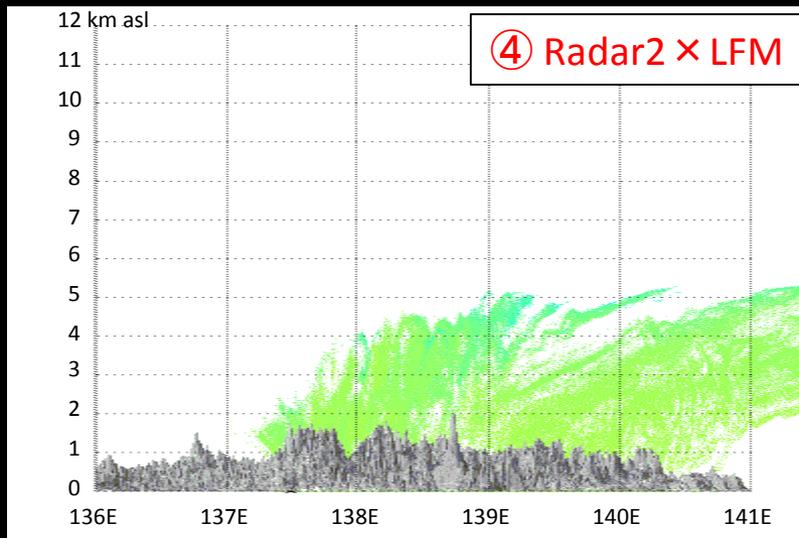
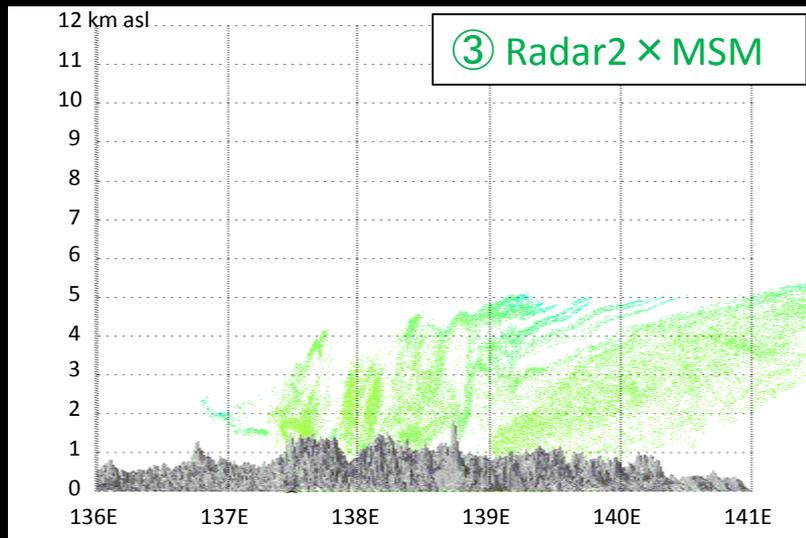
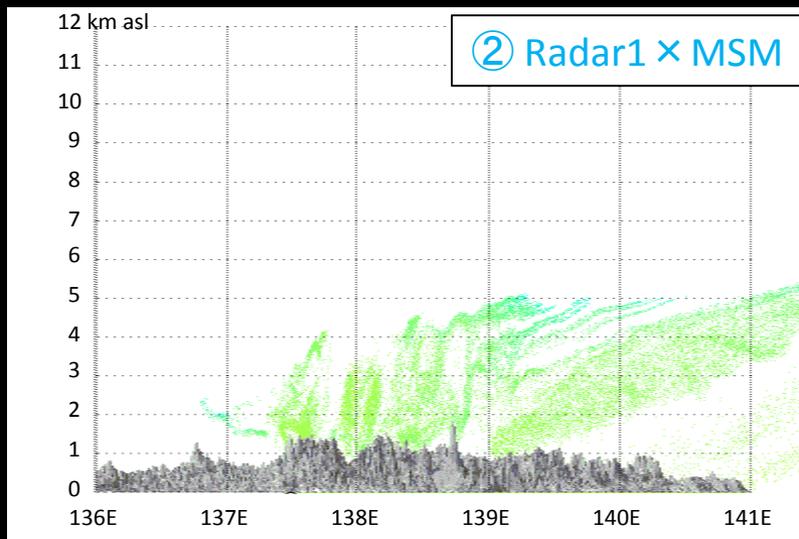
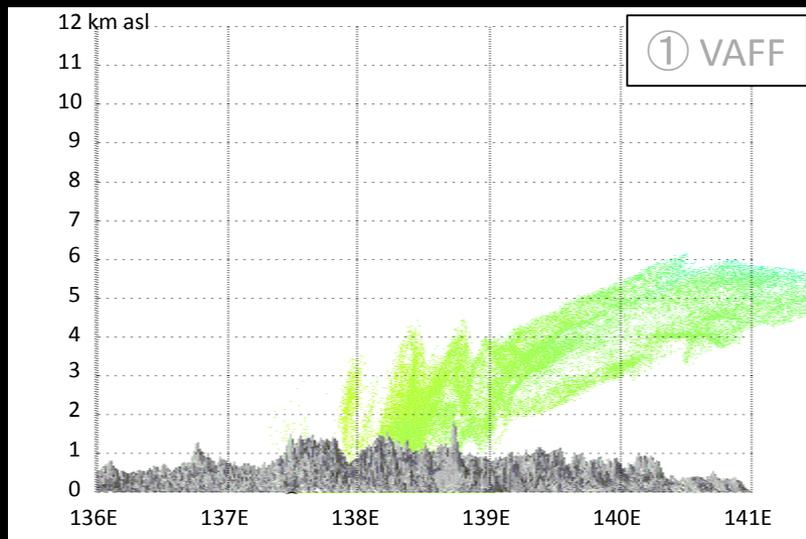
➤ モデル地形や表示しきい値の問題ではなく、初期条件と輸送過程の違い

モデル地形を重ね合わせ



予測結果の比較(2)

28日00時の空間分布(東西断面)

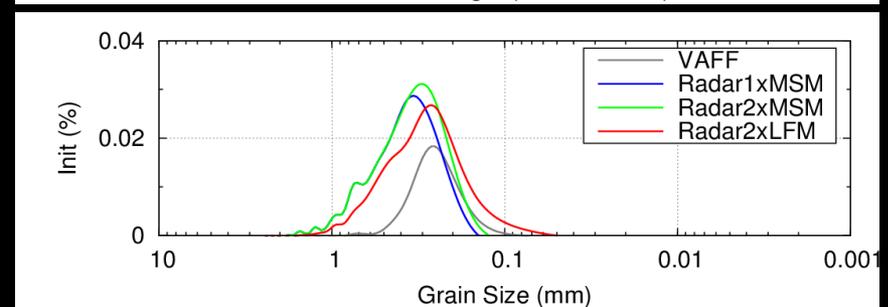
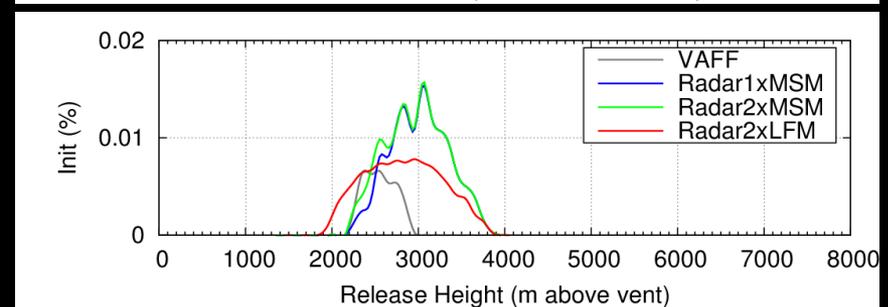
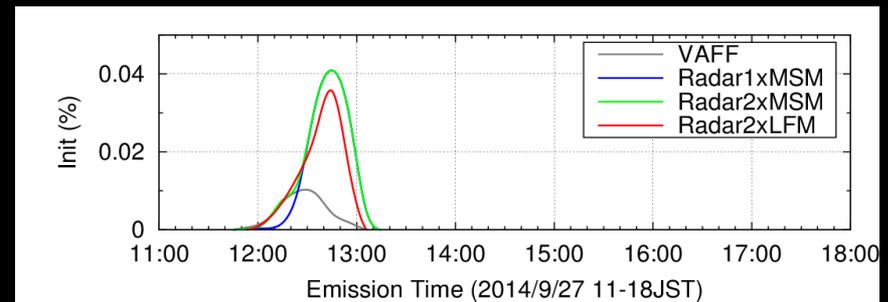
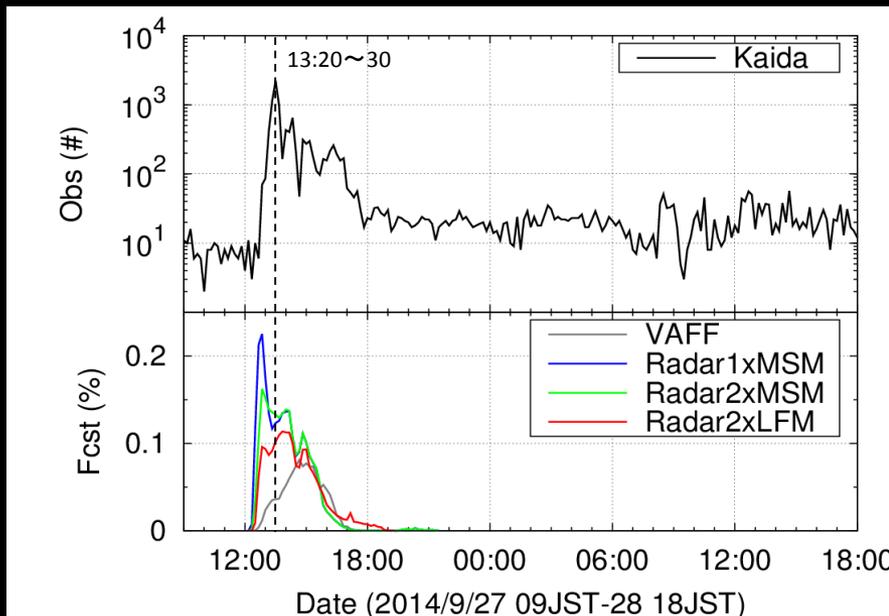


降灰地点の観測値と予測値の比較

開田高原(標高:1157 m, 御嶽山の東北東11 km)における一例

観測値と各予測値の時系列

各予測において, 観測値のピークの時間帯(左図点線)に落下したトレーサーの初期分布



上図は, NTTドコモの環境センサーネットワークESNのうち, 開田高原に設置された花粉センサー(神栄テクノロジー社製 PS2)のカウント数(10分値)

下図は, 各予測において同地点のまわりの落下トレーサーの全トレーサーに占める割合(10分値)

花粉センサーを用いた降灰観測については, 古川・他(火山学会2011, A1-18)参照

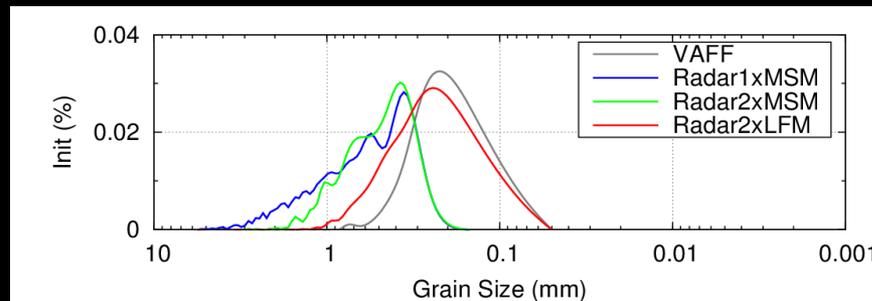
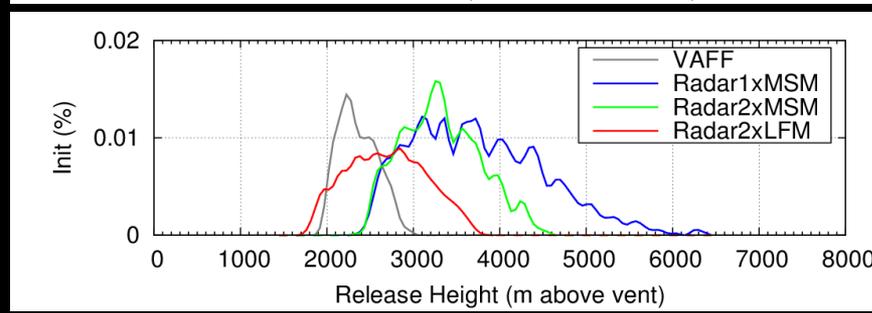
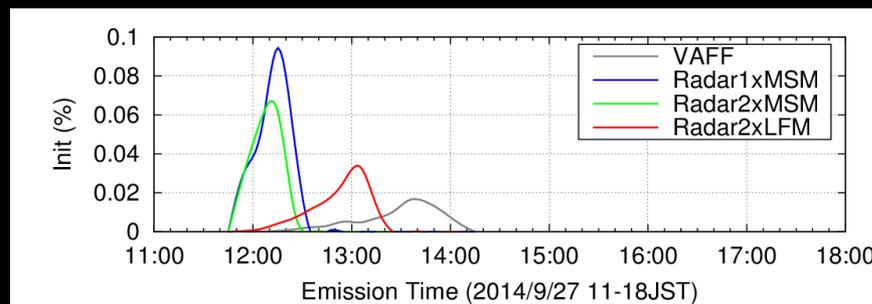
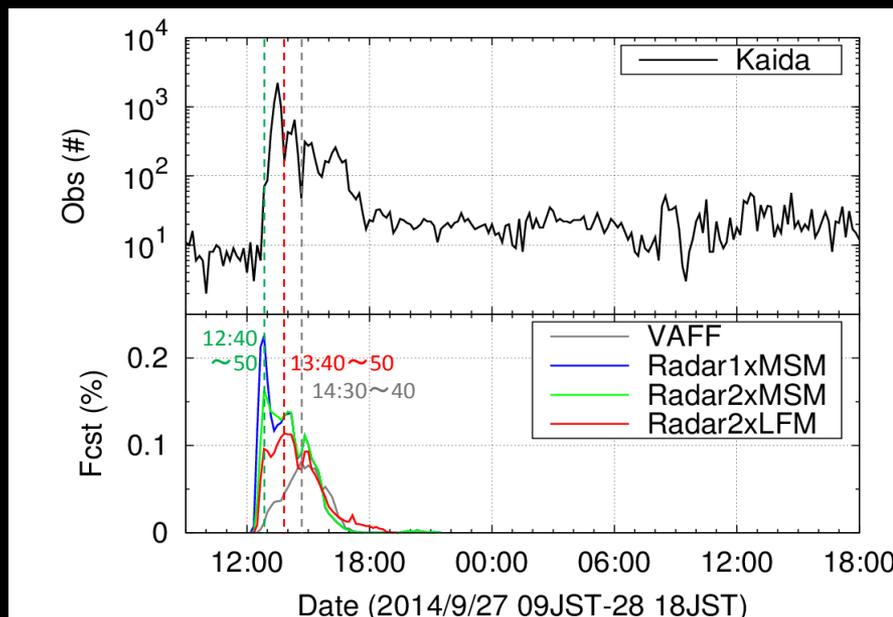
縦軸: 該当トレーサーの全トレーサーに占める割合 (%)

降灰地点の観測値と予測値の比較(2)

開田高原(標高:1157 m, 御嶽山の東北東11 km)における一例

観測値と各予測値の時系列

各予測において, 観測点に最も多く落下した時間帯(左図点線)のトレーサーの初期分布



上図は, NTTドコモの環境センサーネットワークESNのうち, 開田高原に設置された花粉センサー(神栄テクノロジー社製 PS2)のカウント数(10分値)

下図は, 各予測において同地点のまわりの落下トレーサーの全トレーサーに占める割合(10分値)

縦軸: 該当トレーサーの全トレーサーに占める割合(%)

4. 課題

水蒸気噴火に伴う噴煙観測と降灰予測の課題

- 噴煙上部は、火山灰より水物質が多く含まれていた可能性
(2011年新燃岳の噴煙エコーとの違い)
- 気象レーダーは本来、大気中の降水粒子(雨滴, 氷粒など)を観測
 - 雨灰判別は、雨天時だけでなく、晴天時の火山噴火においても重要
 - MPLレーダーによる噴煙の解析技術の研究
- 近傍で過少, 遠地で過大な予想降灰量, 背景場で流れない方向の見逃し
- 噴煙柱モデル(Suzuki, 1983)の弱い噴煙, 水蒸気噴火への拡大利用
(弱い噴煙に対しては, 2011年新燃岳や現在の桜島で行った検証により, 拡散比率の離脱定数の変更など調整(本研究集会2011など))
- RATMの湿性沈着は、背景場によるウォッシュアウトおよびレインアウトのみ
 - 噴火に伴い発生した水物質による凝集効果の導入ー火山豆石の形成
 - 火砕流起源の灰神楽についても同様
 - 3Dシミュレーション成果の即時予測への活用