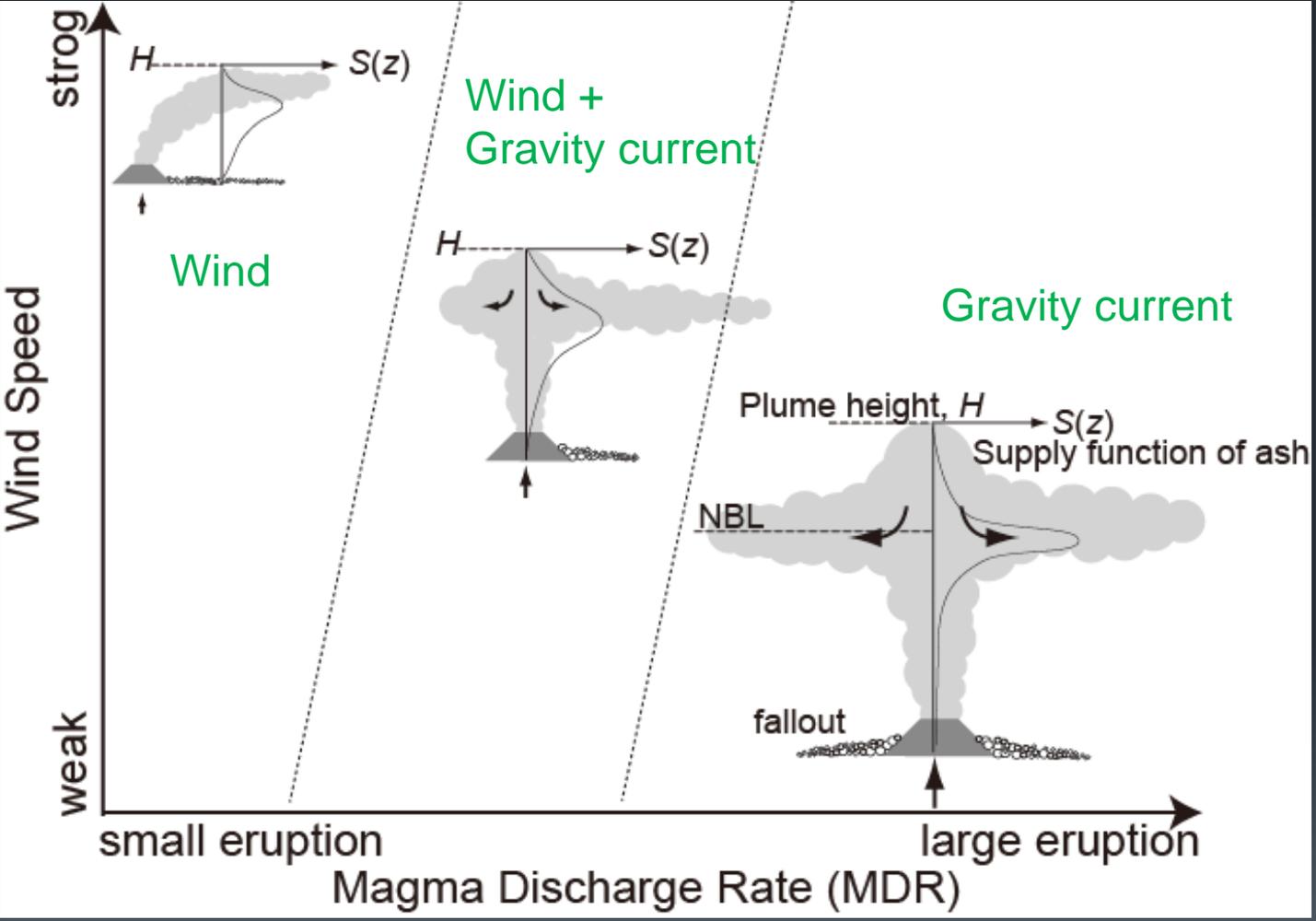




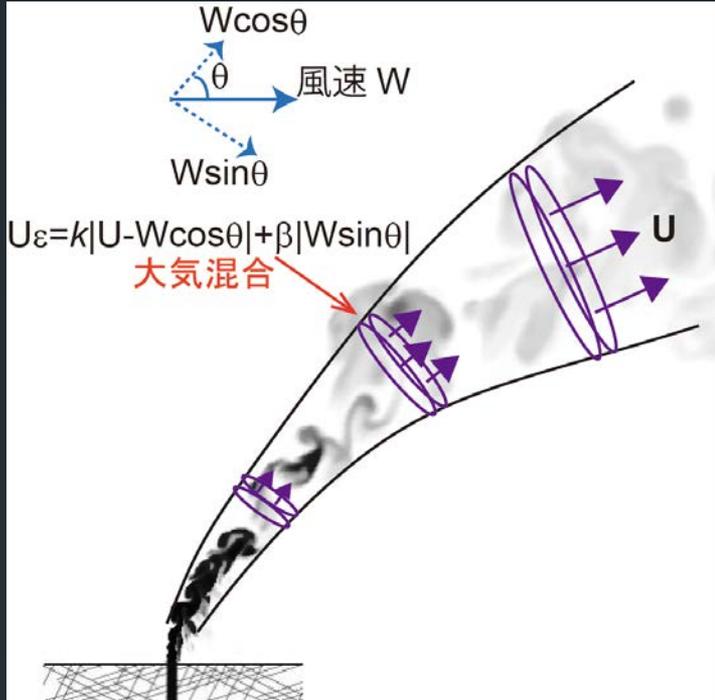
火碎物輸送・堆積シミュレーション

鈴木雄治郎・小屋口剛博
(東大地震研)

噴煙高度・降灰分布への風の影響

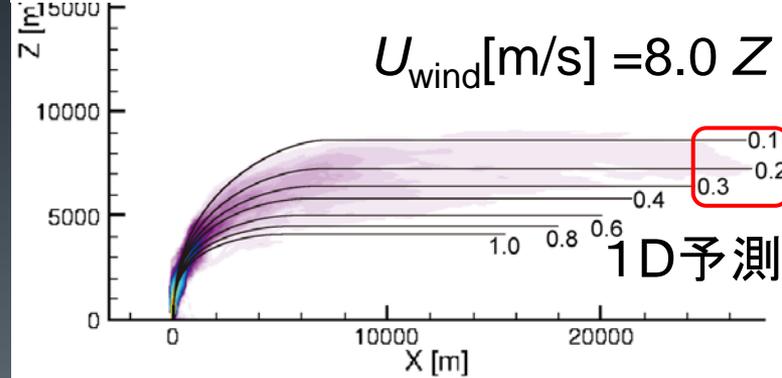
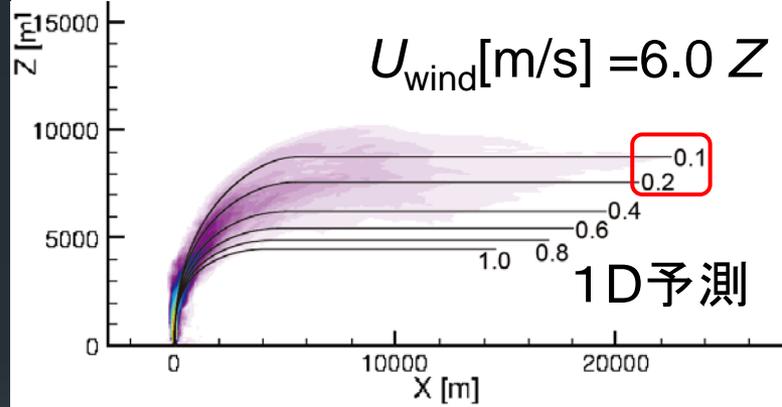
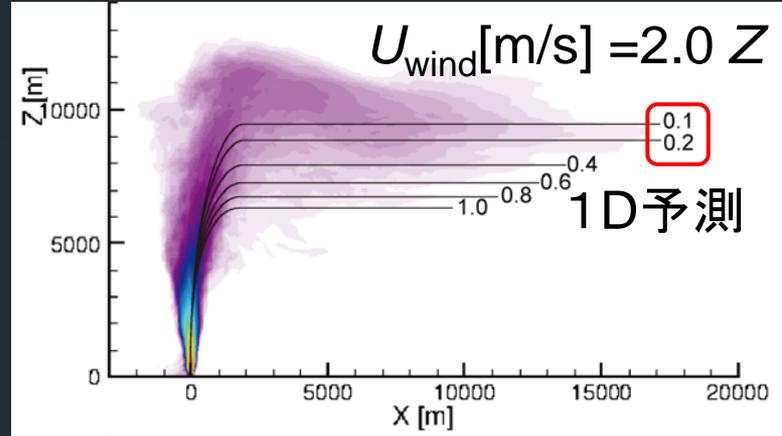


風による噴煙高度の変化



$k=0.1$ で固定し、 β を変化させた1Dモデルの噴煙高度予想と比較する。

β は風速によらず0.1~0.3



小

風速

大



3D Numerical Model

流体挙動: pseudo-gasモデル[Suzuki et al., 2005]

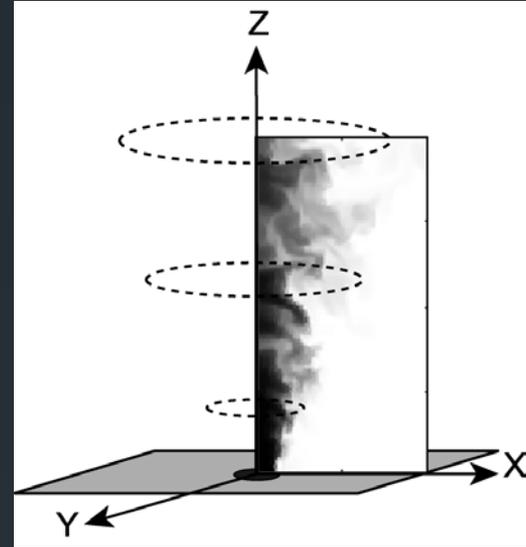
- 乱流混合を正しく再現
- 混合物を一つの理想気体として近似
- 混合比によって気体定数と比熱を変化させ
噴煙密度の非線形変化を再現

粒子挙動: Lagrangianモデル

- 球形のトレーサー粒子
- 10秒毎に約200個の粒子を放出.
- 粒子サイズ: 0.0625 (4 ϕ) – 64 mm(-6 ϕ)
- 終端速度

$$V_t = \frac{g\sigma d^2}{18\mu}, \quad V_t = d \left(\frac{4d^2\sigma^2}{225\mu\rho_a} \right)^{1/3}, \quad V_t = \left(\frac{3.1g\sigma d}{\rho_a} \right)^2$$

(Re < 6) (6 < Re < 500) (Re > 500)



新燃岳2011年噴火シミュレーション



1/26-27: 3回のサブプリニアン噴火

$T_0=1273$ K, $n_{g0}=3$ wt.% [Suzuki Yuki et al., 2013]

Magma discharge rate: 1.5×10^6 kg s⁻¹ [Kozono et al., 2013]

火口の位置: 標高1400m

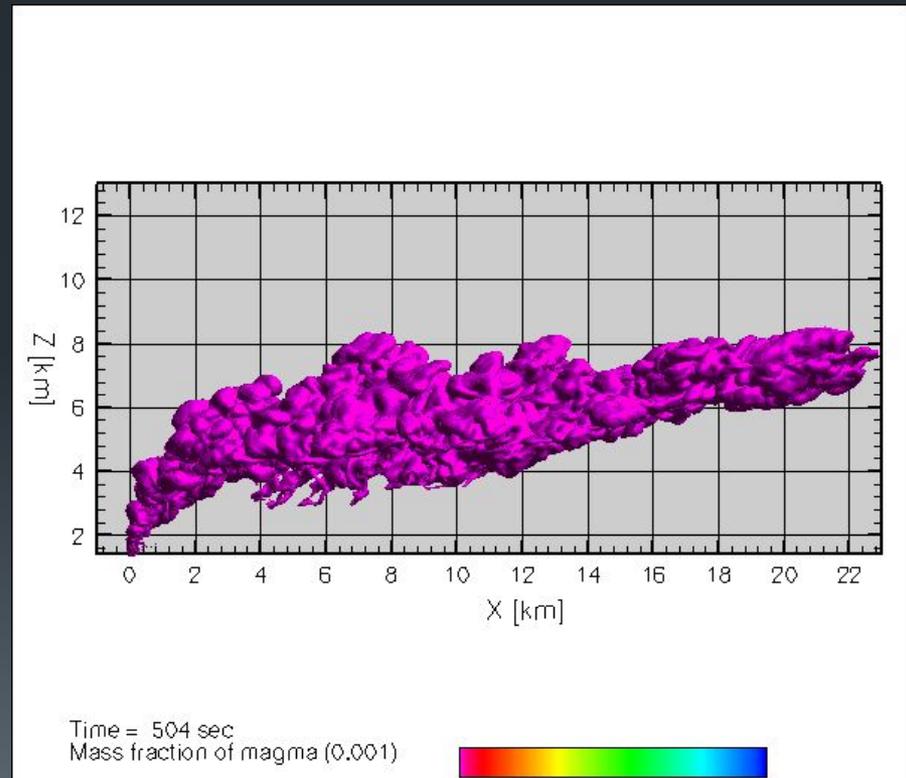
大気状態(密度・圧力・温度・風速)

気象研非静力学モデルによって計算

[Hashimoto et al., 2012]



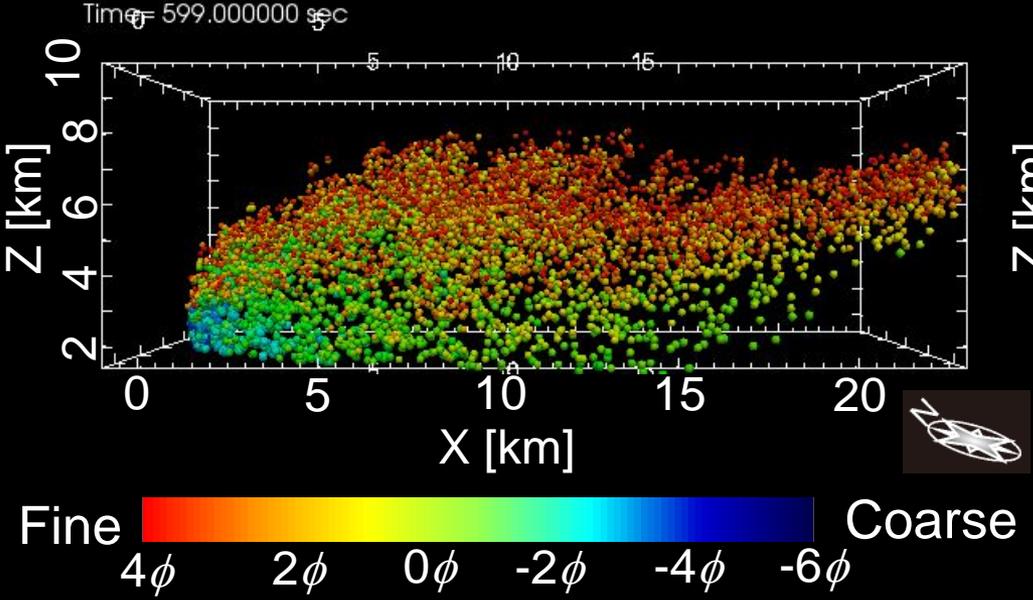
1/26 15:00頃の噴火



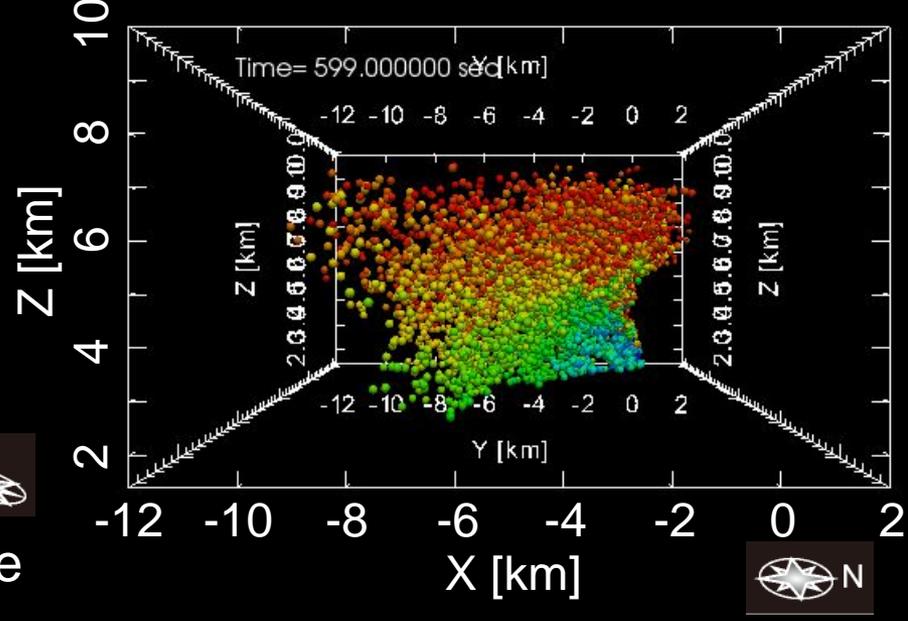


新燃2011シミュレーション: 粒子挙動

横から見た粒子輸送の様子



風下側から見た粒子輸送の様子

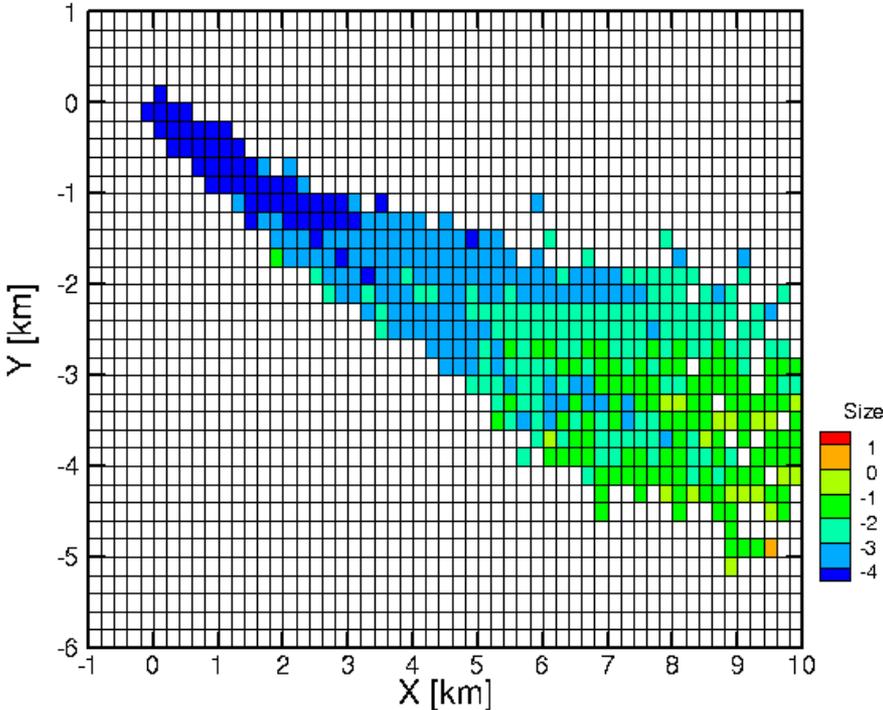


粒子の分級が観察できる

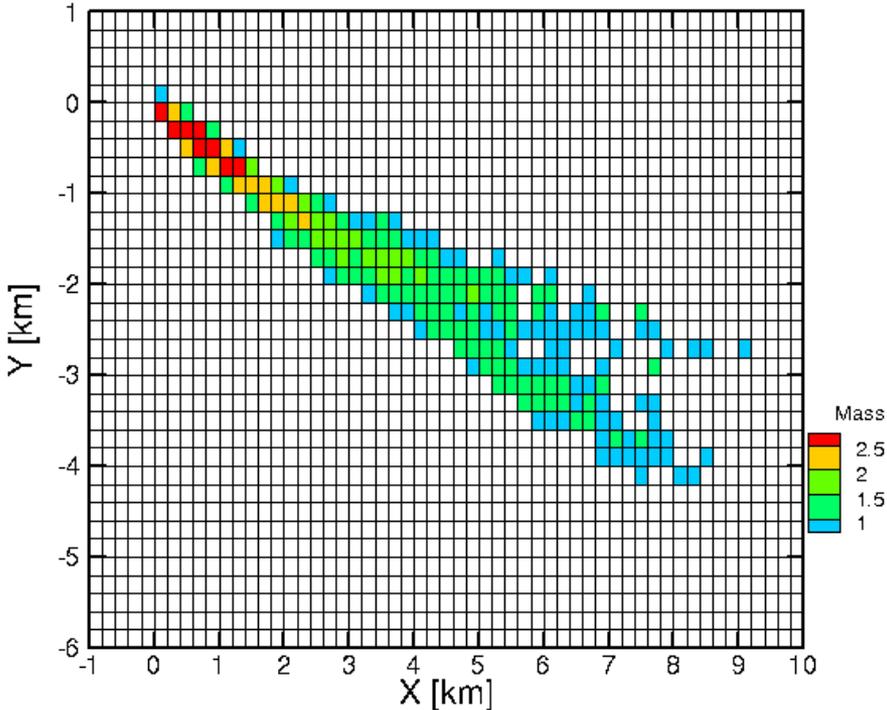


新燃2011シミュレーション: 堆積分布

最大粒径(ϕ スケール)



粒子数分布(log[粒子数])

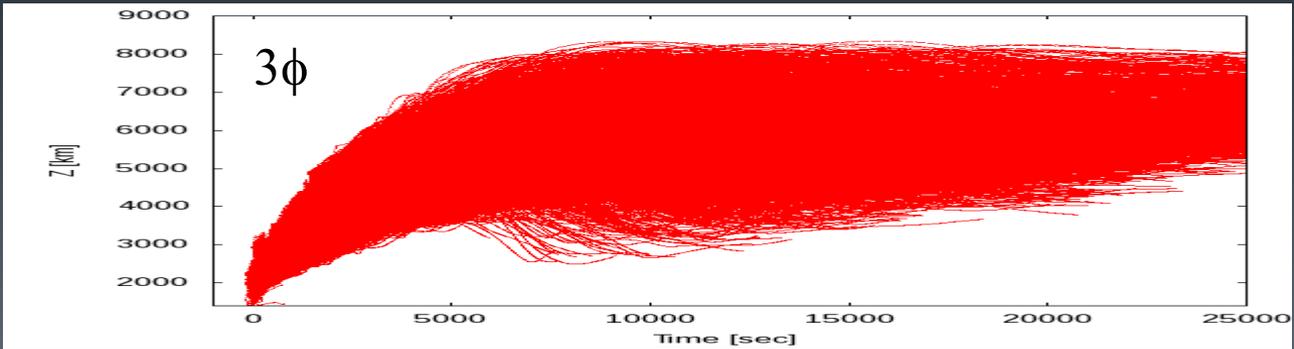
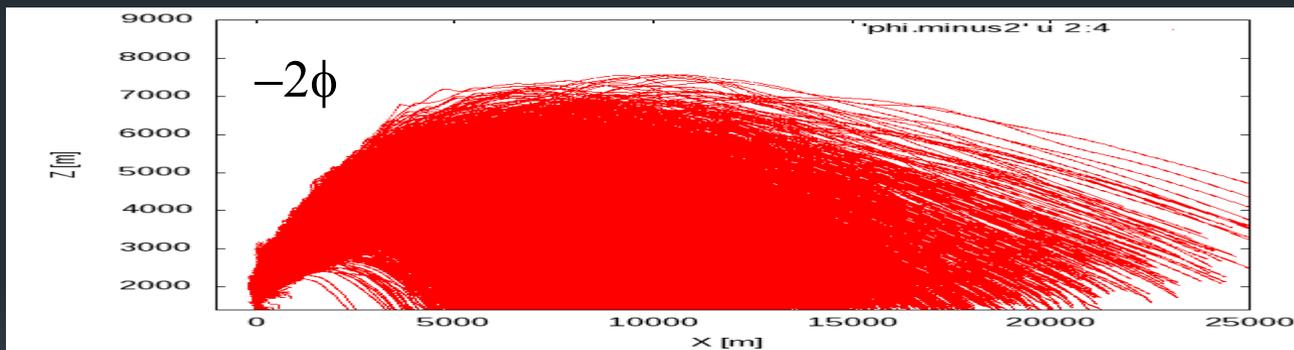
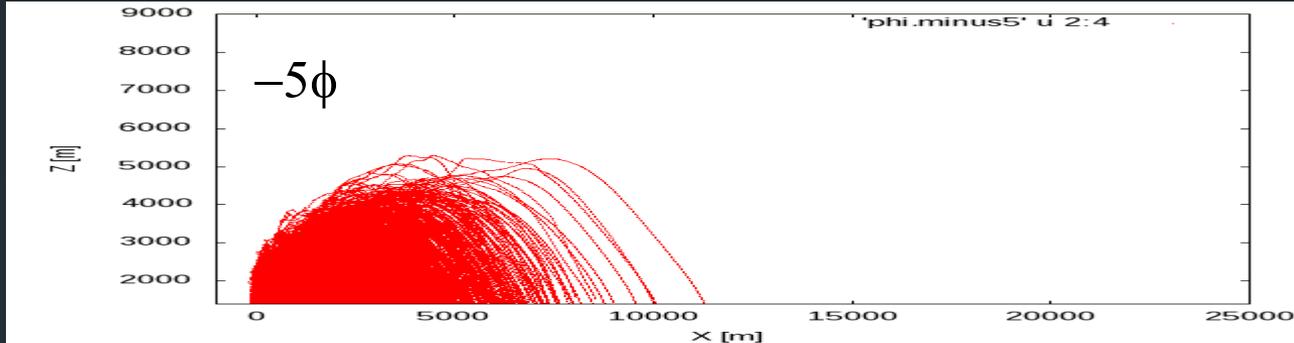


野外観察で得られるisopach, isoplethと比較可能なデータ

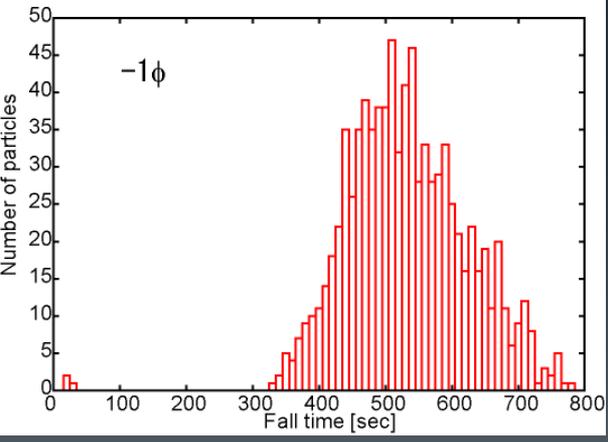
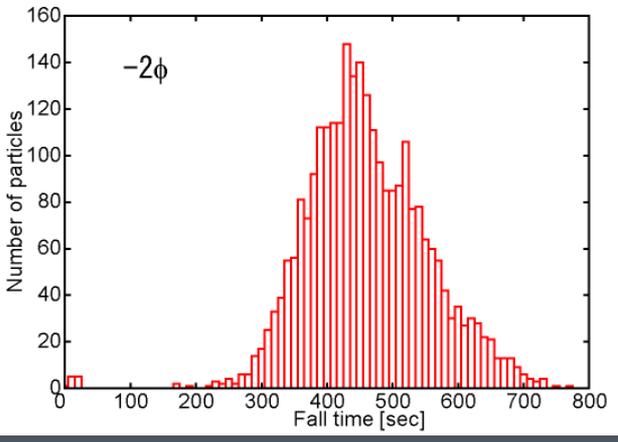
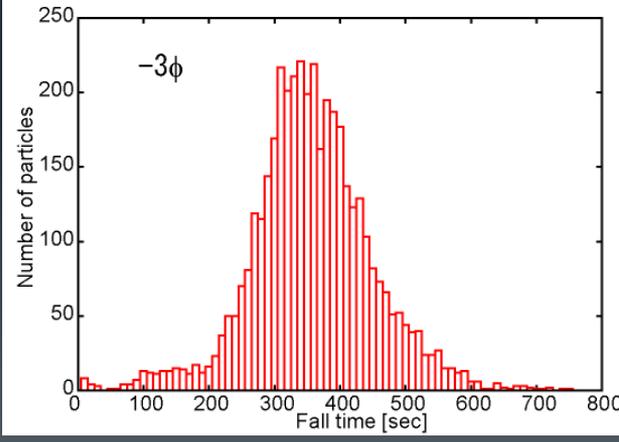
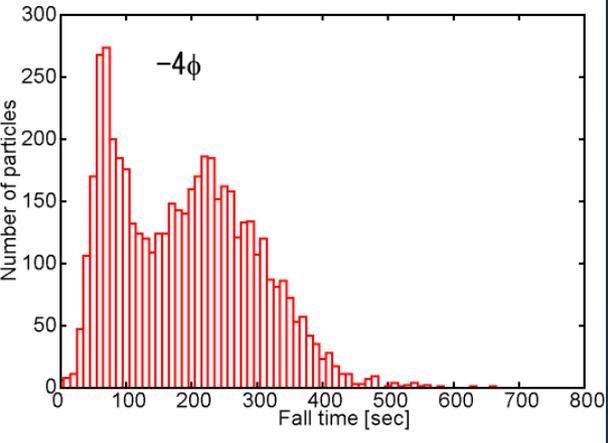
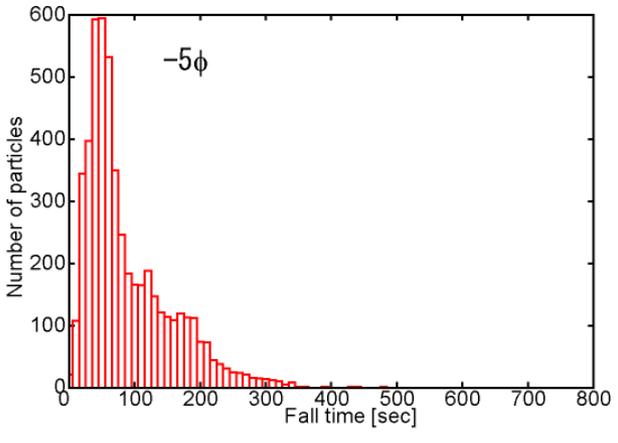
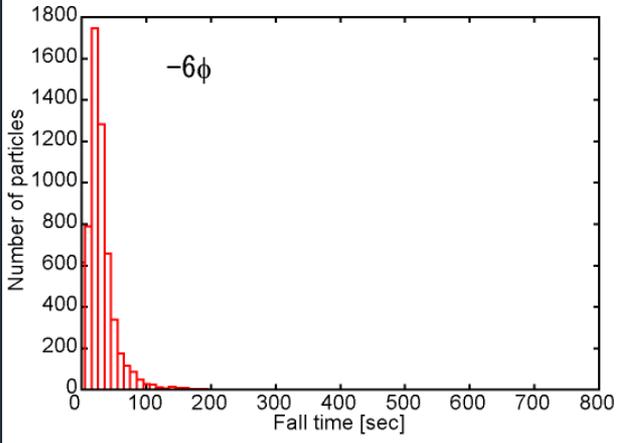
新燃2011シミュレーション: 粒子軌跡



粗い
↑
粒子サイズ
↓
細かい

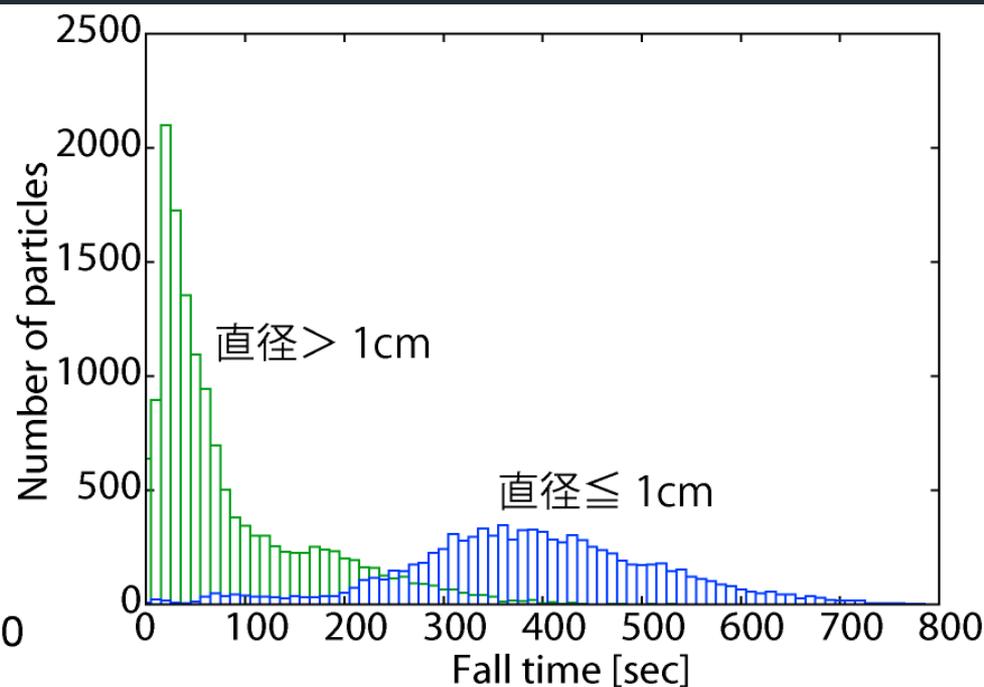
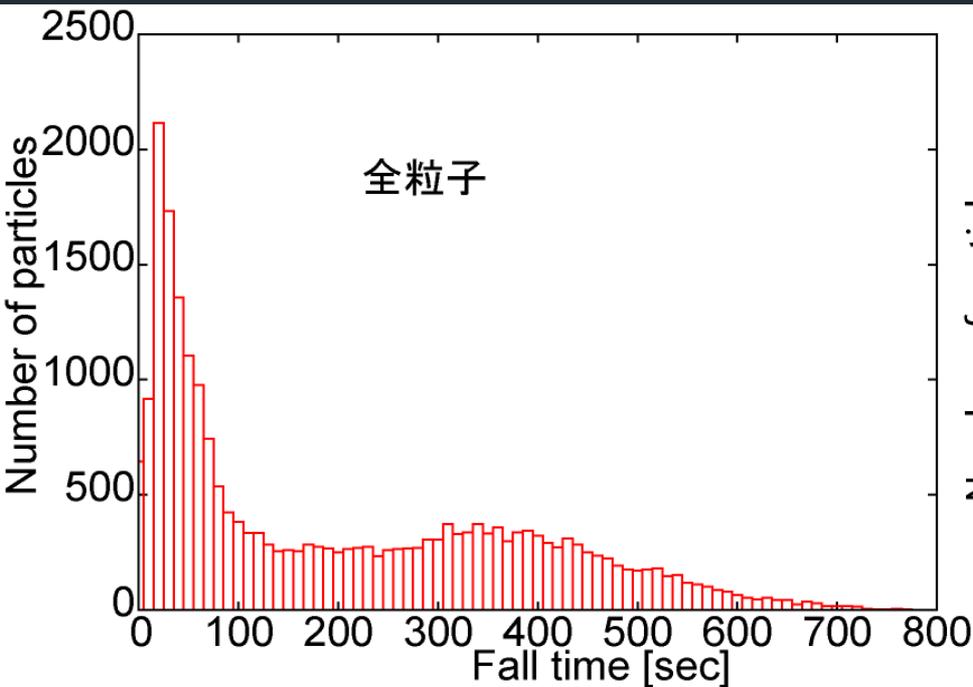


新燃2011シミュレーション: 粒子の着地時間



粒子サイズ↓で平均着地時間↑

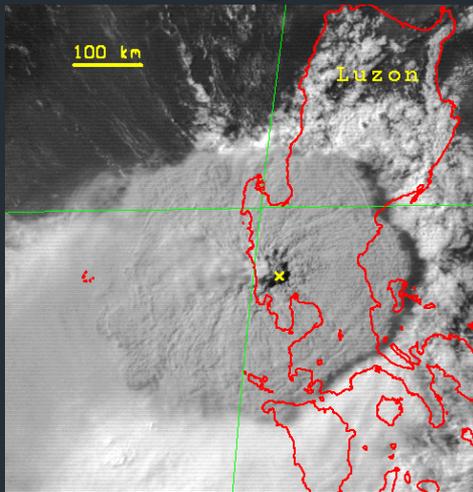
新燃2011シミュレーション: 粒子の着地時間



粒子の噴出時間から着地までの時間: bi-modal分布
粗い粒子: 噴煙柱から落下
細い粒子: 上空で水平に移動する噴煙から落下

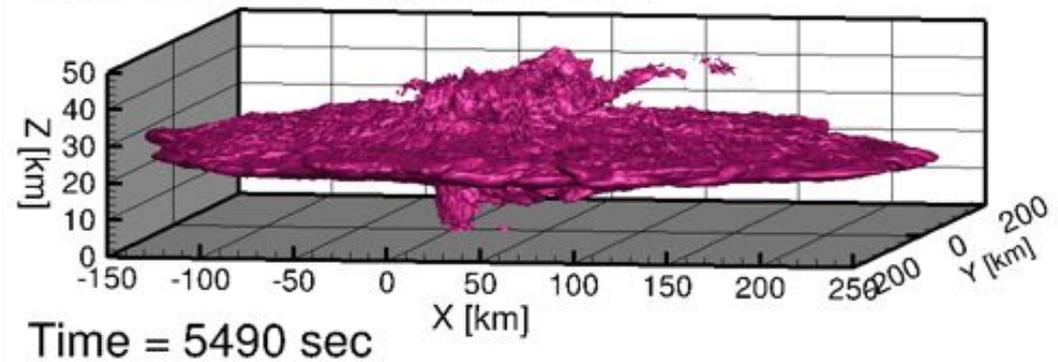
ピナツボ1991年噴火シミュレーション

Satellite image (visible)



噴出率: 10^9 kg/s
マグマ温度: 1053 K
揮発分量: 4.55 wt%
風速: $15 \tanh(Z/1000)$ m/s

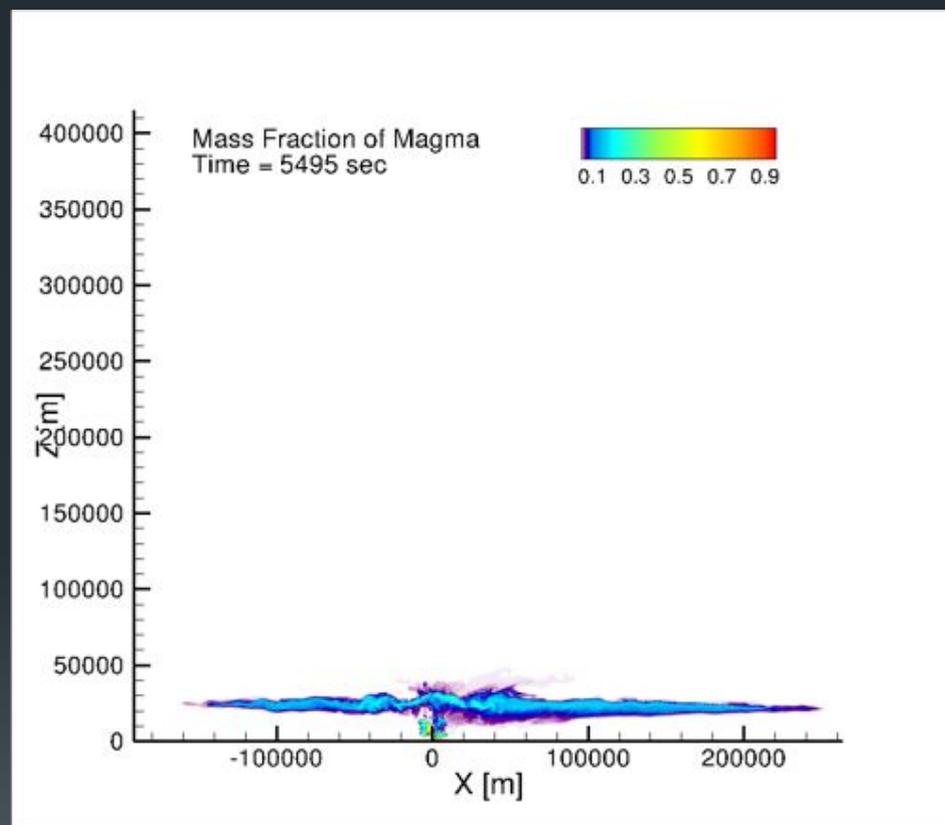
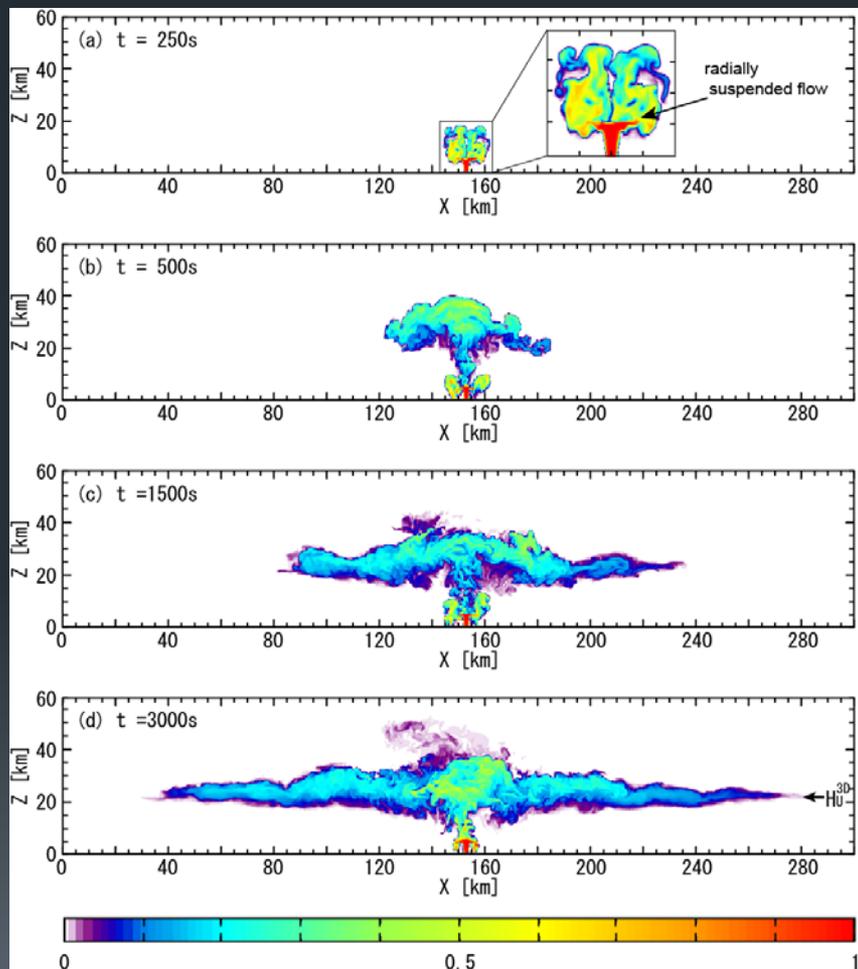
Mass fraction of magma (0.2 wt%)



ピナツボ1991計算の噴煙高度

風速ゼロ [Suzuki and Koyaguchi, 2009]

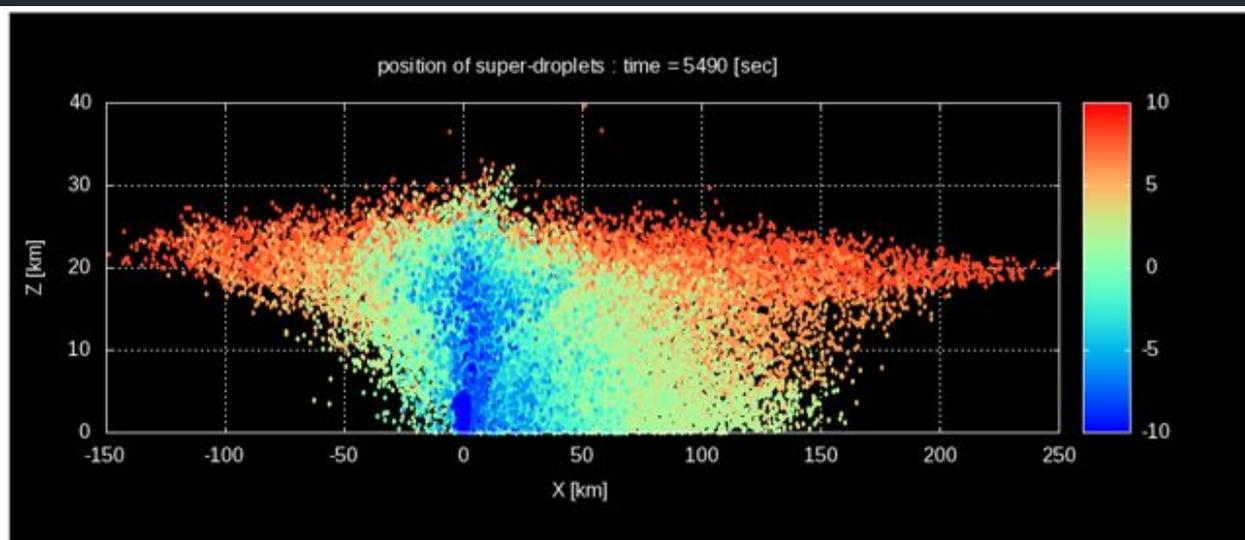
風速 $15 \tanh(Z/1000)$ m/s



噴火強度が大きい為、噴煙高度に対する風の影響は小さい

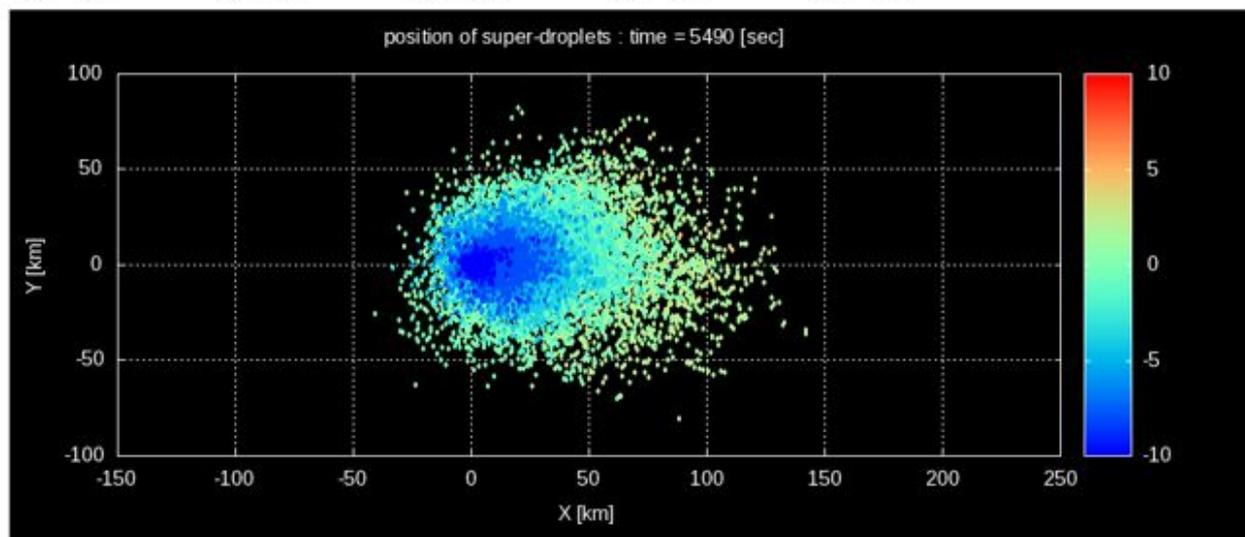
ピナツボ1991計算の粒子挙動

大気中の浮遊粒子



< 4phi 2phi~3phi 0phi~1phi -2phi~-1phi -4phi~-3phi -6phi~-5phi
3phi~4phi 1phi~2phi -1phi~0phi -3phi~-2phi -5phi~-4phi

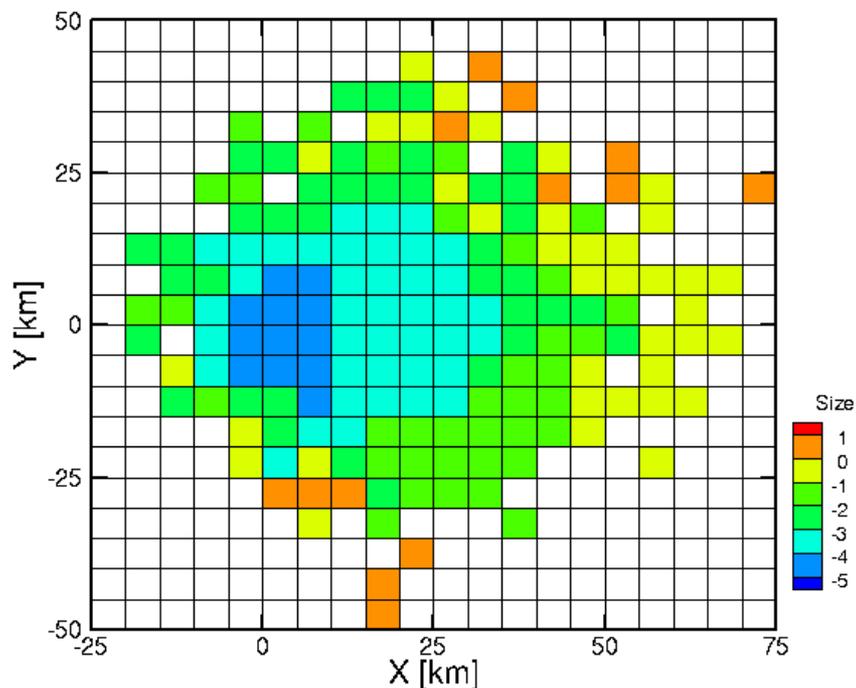
地表に堆積した粒子



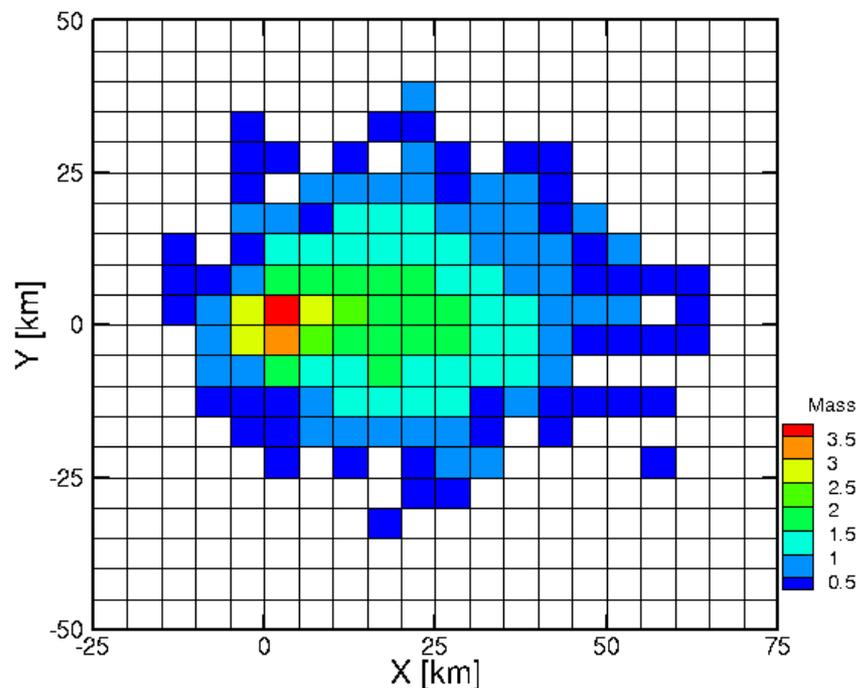
< 4phi 2phi~3phi 0phi~1phi -2phi~-1phi -4phi~-3phi -6phi~-5phi
3phi~4phi 1phi~2phi -1phi~0phi -3phi~-2phi -5phi~-4phi

ピナツボ1991計算の堆積物分布

最大粒径(Φ スケール)

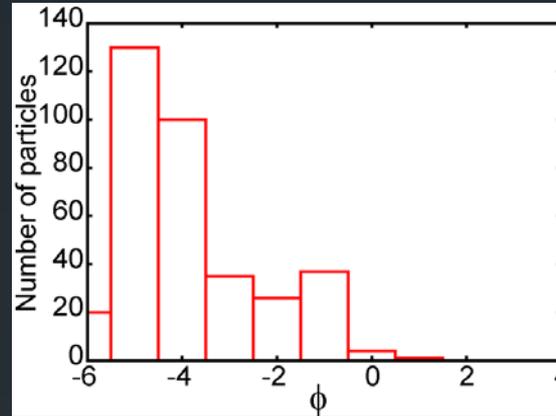
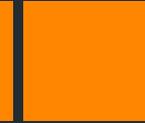


粒子数分布(log[粒子数])

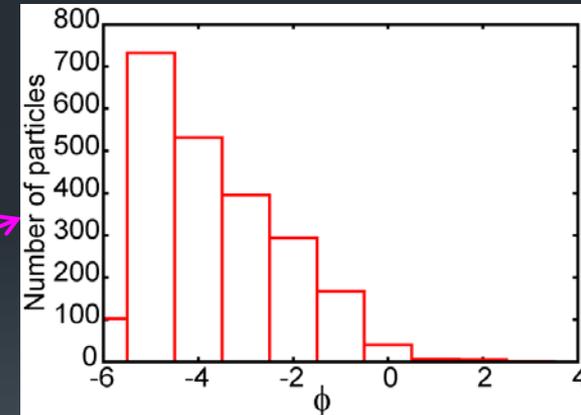
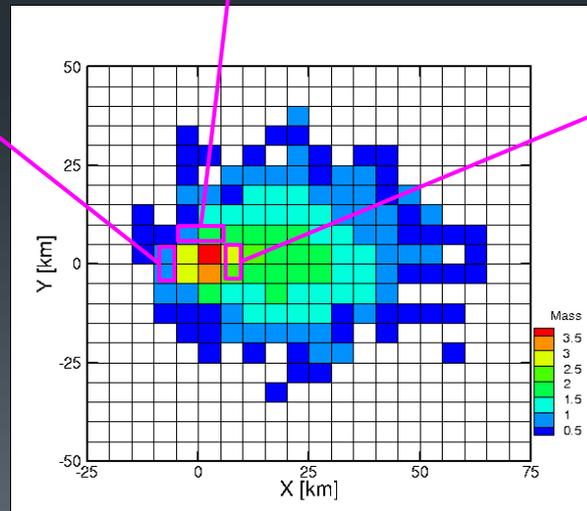
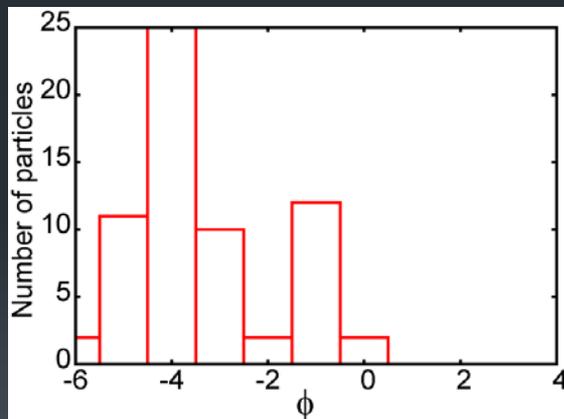


野外観察で得られるisopach, isoplethと比較可能なデータ

各地点での粒径分布



注: 初期粒径は
一様分布



まとめ

- 火山灰粒子の輸送・堆積に対する風の影響を調べるためマーカー粒子を用いた3次元シミュレーションを行なった
- 風によって大きくなびく噴煙形状を持つ新燃岳2011年噴火事例をシミュレーションしたところ、粗い粒子は噴煙柱から、細い粒子は水平に移動する噴煙から落下するという二極化した傾向があることを明らかにした。
- 傘型噴煙を形成したピナツボ1991年噴火事例をシミュレーションしたところ、風上側と風下側で堆積する粒子サイズの分布が異なることを再現した。