

# 火山ダイナミクスの 数値シミュレーション

小屋口剛博・鈴木雄治郎  
(東京大学地震研究所)

## 火山噴火現象と火山災害



桜島昭和火口

火山噴火: 高温のマグマ物質(岩石・火山ガス)が噴出する現象  
溶岩流・火砕流・噴煙  
被災地域が広大、爆発的な噴火に特徴的

# プロジェクトの目的

- ・ 火山噴火数値モデルの開発
- ・ 数値計算に基づく火山噴火現象の理解
- ・ 火山災害予測ツールの開発

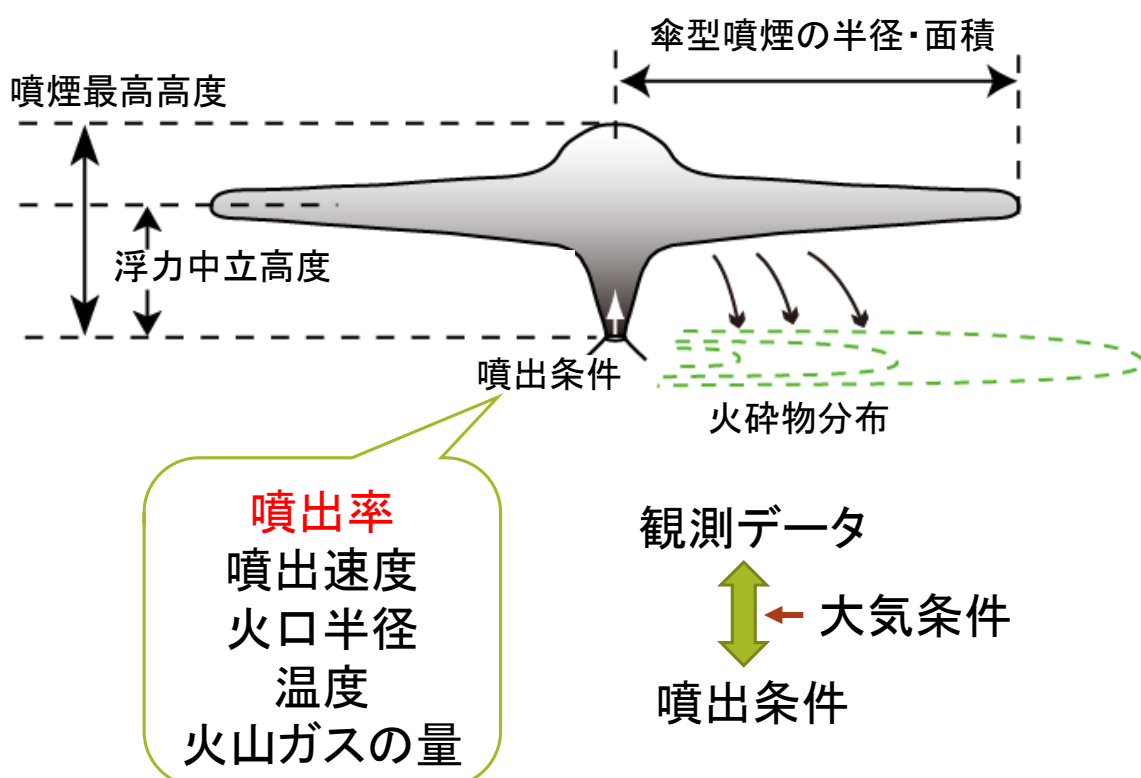
## サブテーマ

### a. 噴煙高度推定

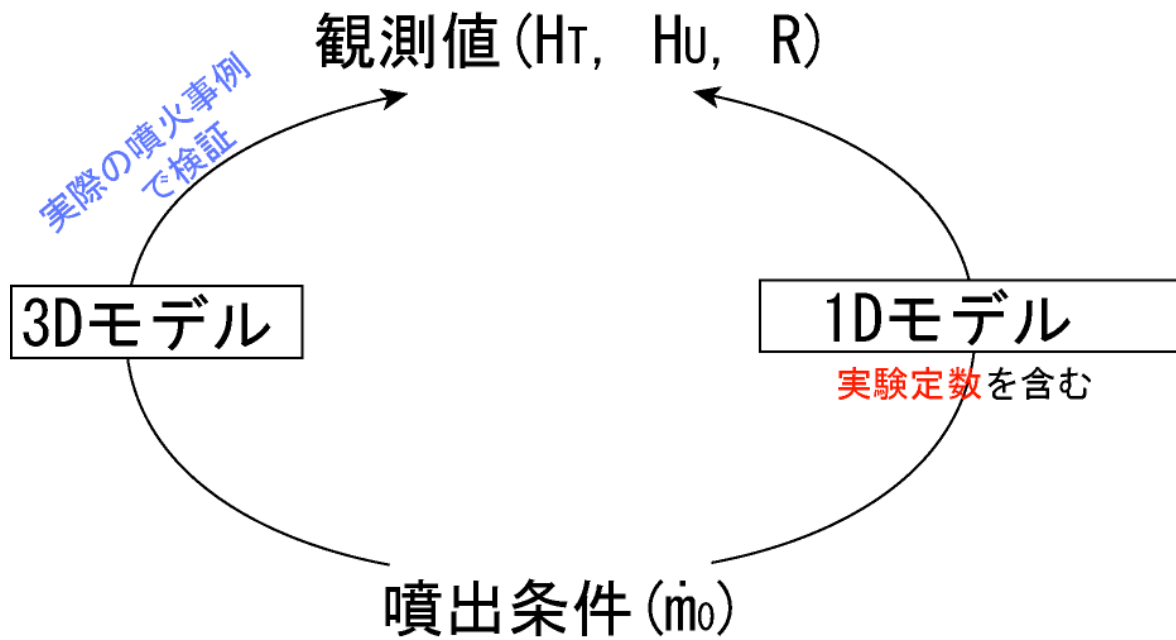
### b. 火山灰の大気中での拡散範囲推定

### c. 火口形状が噴出条件に与える影響の解析

## 「噴出条件—噴煙観測量」の関係



# 噴煙の数値モデル

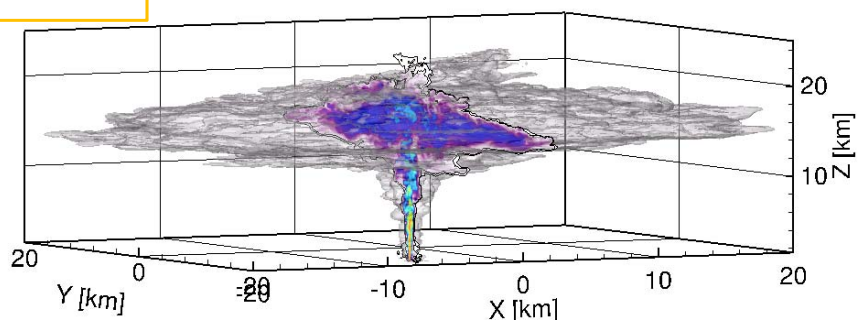


1. 噴煙の3次元数値モデルの構築
2. 実際の噴火事例を用いた3次元モデルの検証
3. モデルを用いた噴煙現象の解明・実験定数の決定

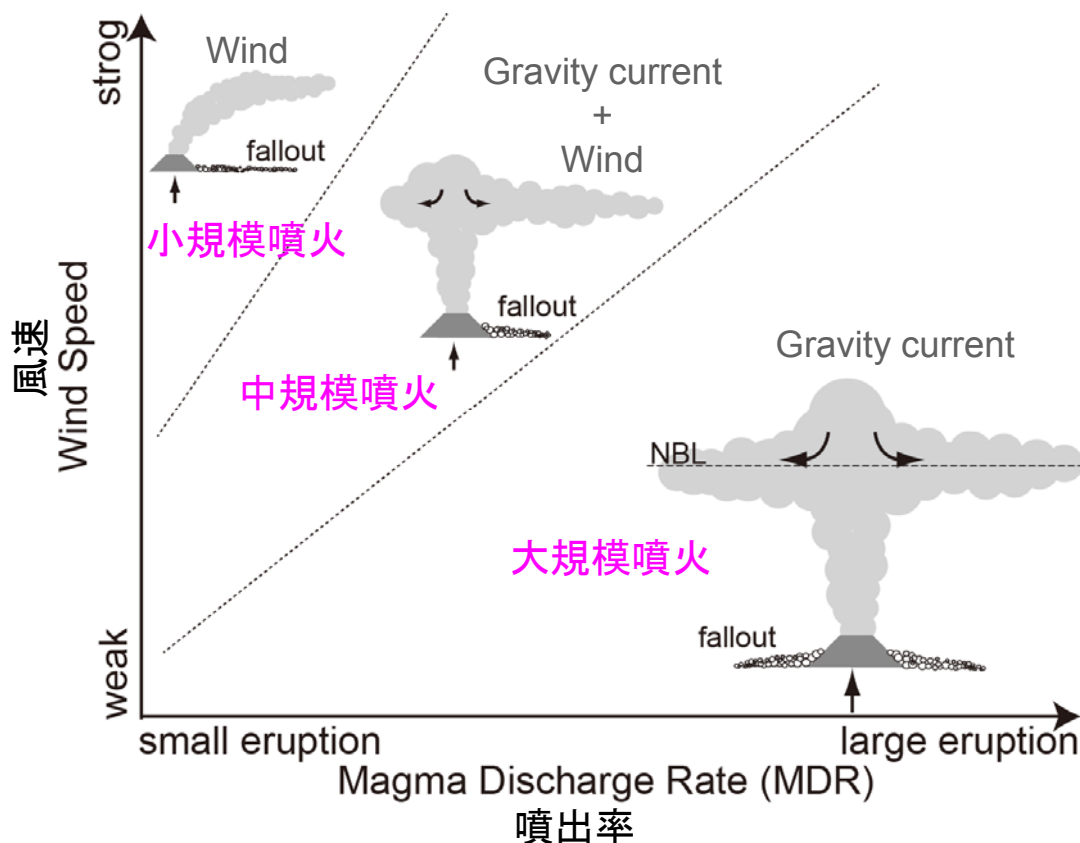
## 噴煙の3次元数値モデルの構築

### 支配要因

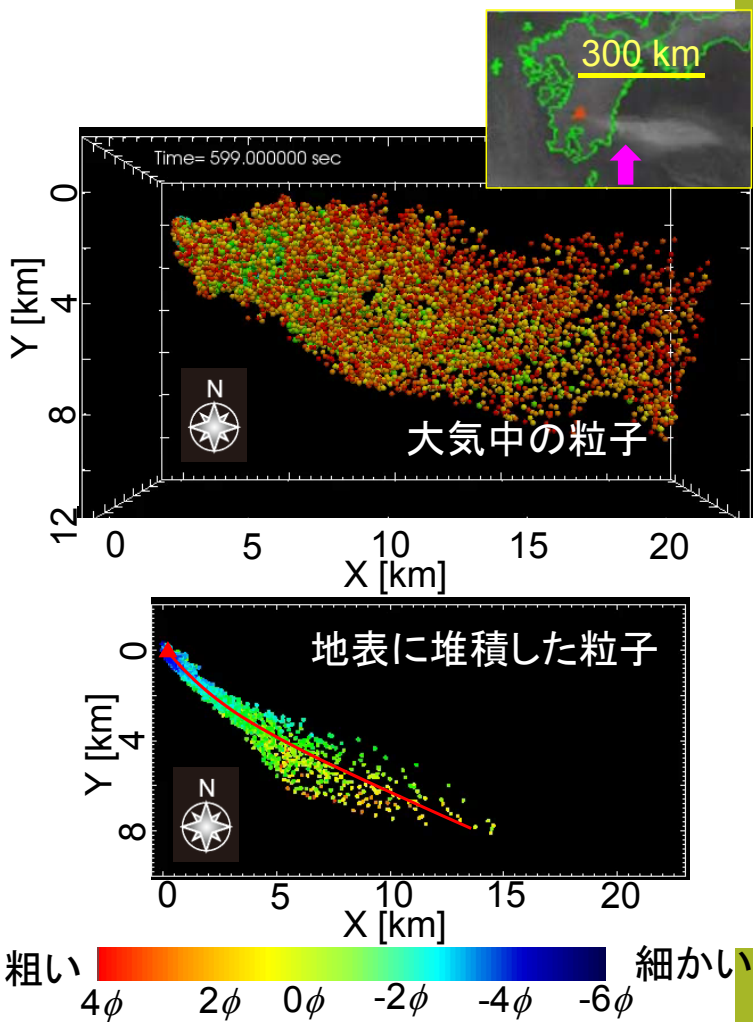
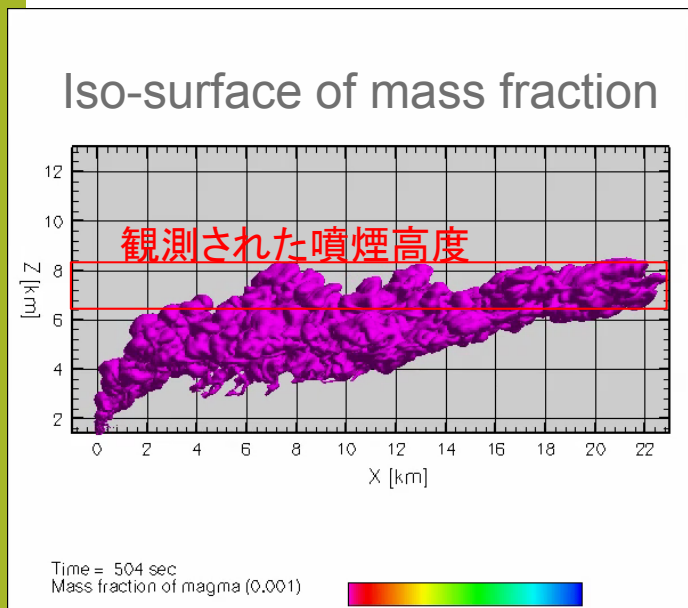
- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1. 大気(乱流)混合 | ← 3D, 高精度計算法 |
| 2. 急激な密度の変化 | ← 理想気体近似     |
| 3. 火山灰の分離   | ← トレーサー粒子    |
| 4. 大気の成層構造  |              |
| 5. 大気の流れ    |              |
| 6. 衝撃波の形成   |              |
| 7. 水蒸気→水滴   |              |
| 8. 火山灰の凝集   |              |
| 9. 火山の地形    |              |



# 実際の噴火事例の再現

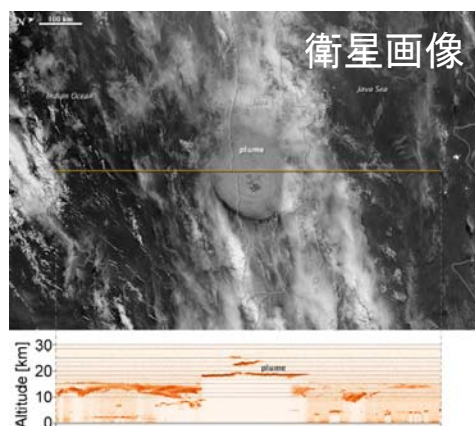
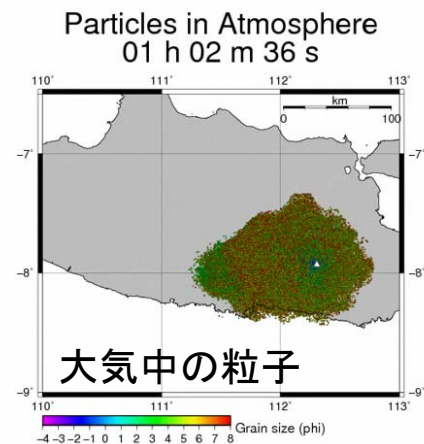
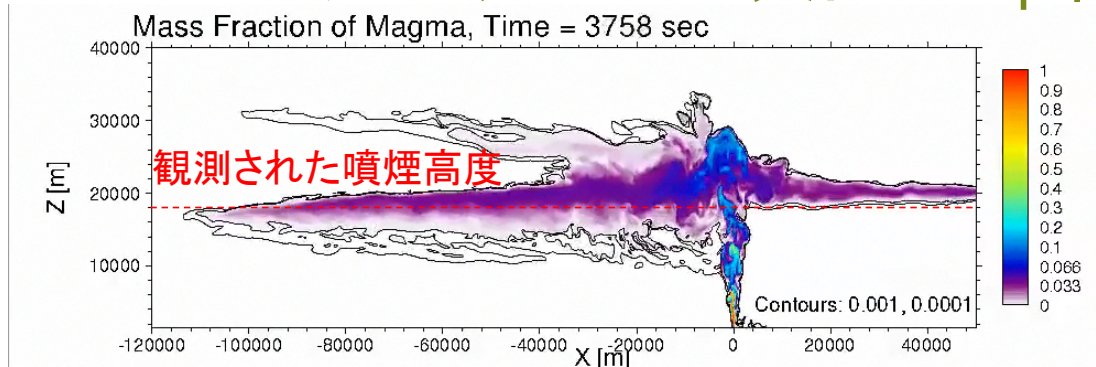


## 小規模噴火事例 新燃岳2011年噴火



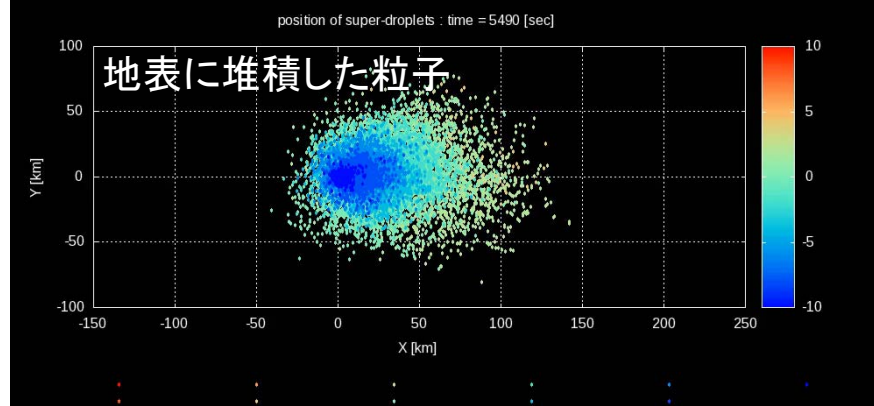
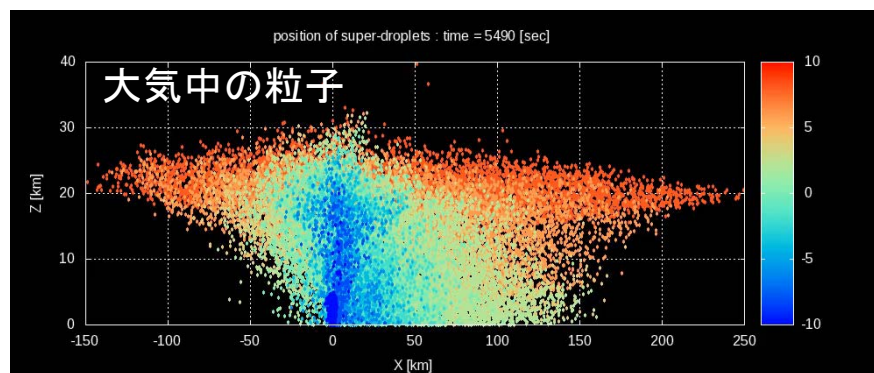
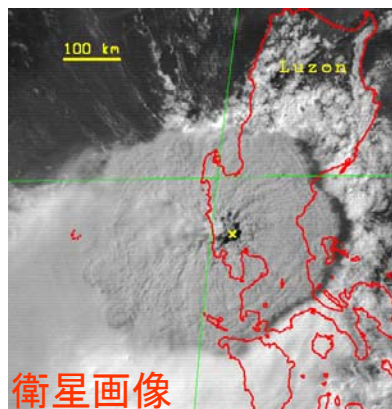
# 中規模噴火事例

## インドネシア・ケルウト火山2014年噴火

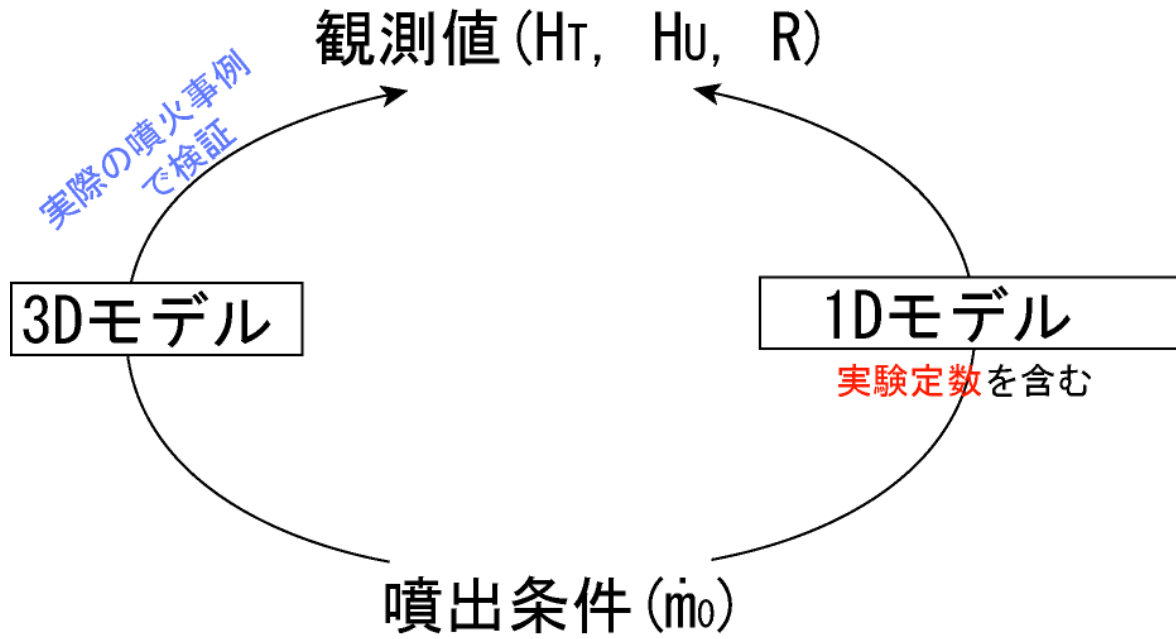


# 大規模噴火事例

## フィリピン・ピナツボ火山1991年噴火



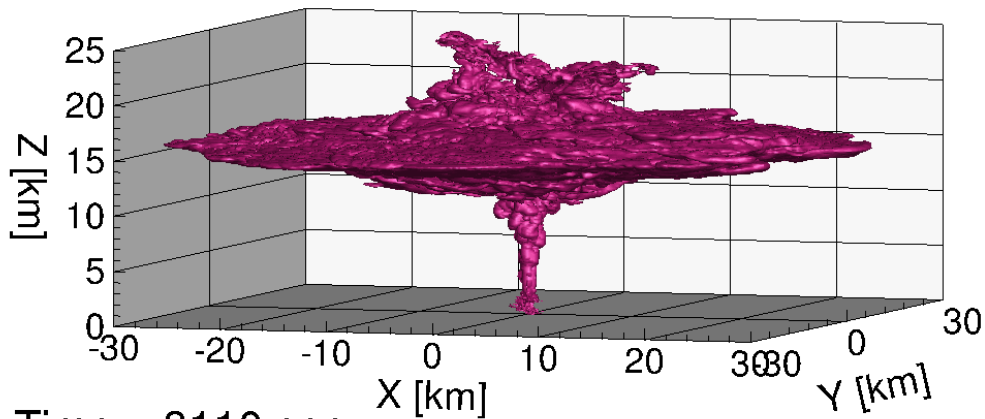
# 噴煙の数値モデル



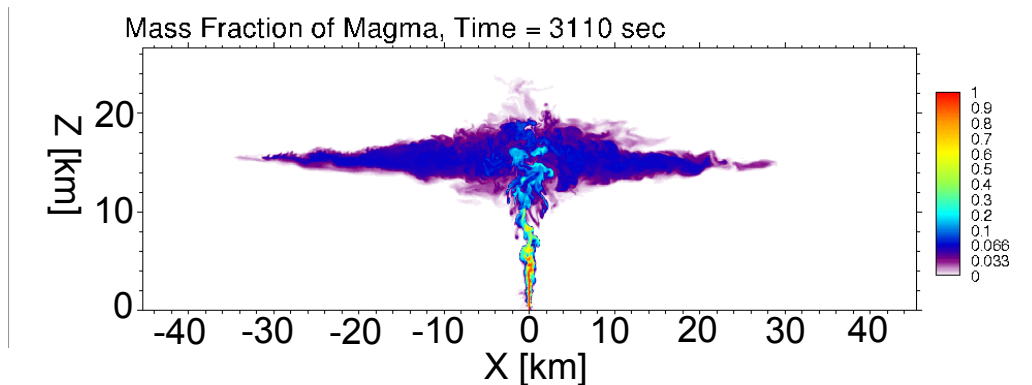
1. 噴煙の3次元数値モデルの構築
2. 実際の噴火事例を用いた検証
3. モデルを用いた噴煙現象の解明・実験定数の決定

## Case 1: 噴出率が小さい場合

Mass fraction of magma (0.2 wt%)

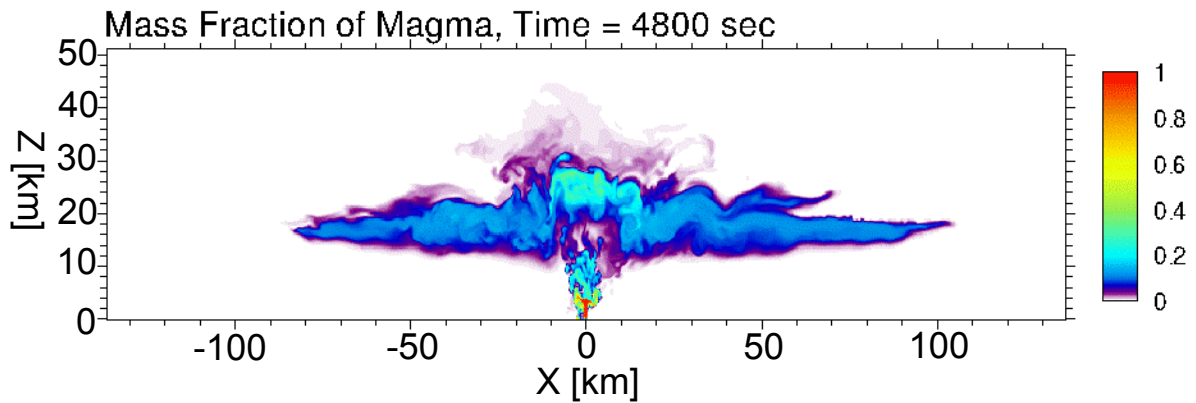
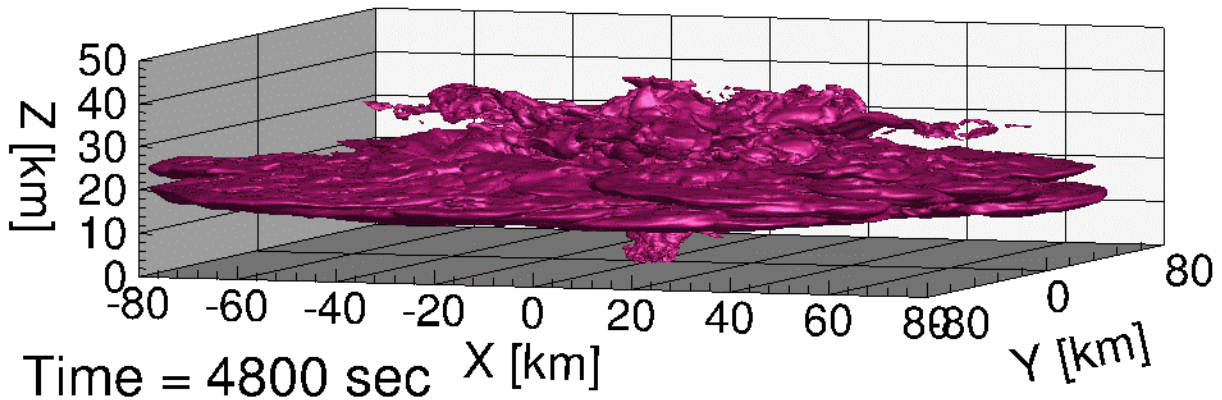


Time = 3110 sec



# Case 2: 噴出率が大きい場合

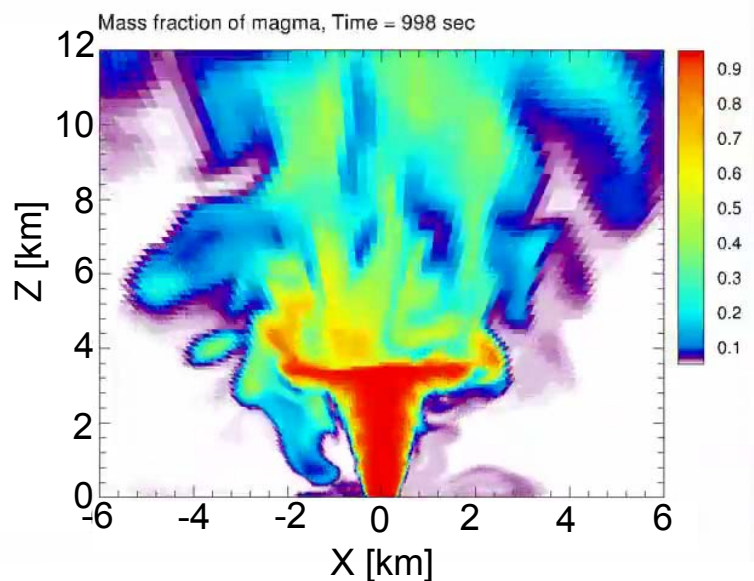
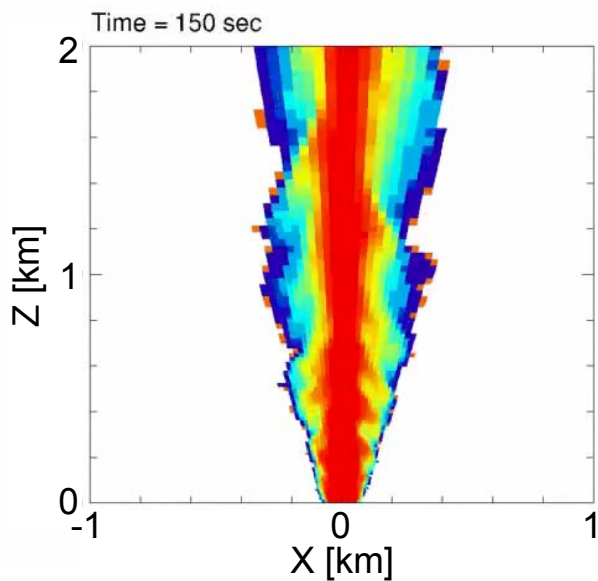
Mass fraction of magma (0.2 wt%)



## 火口付近の構造の違い

Case 1

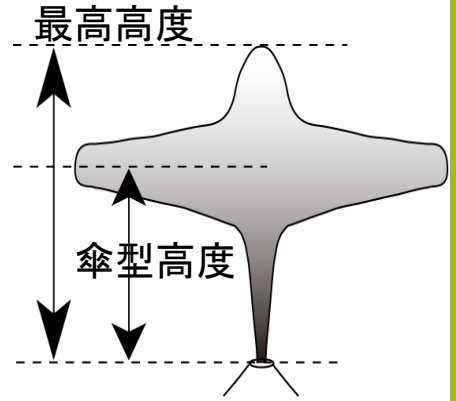
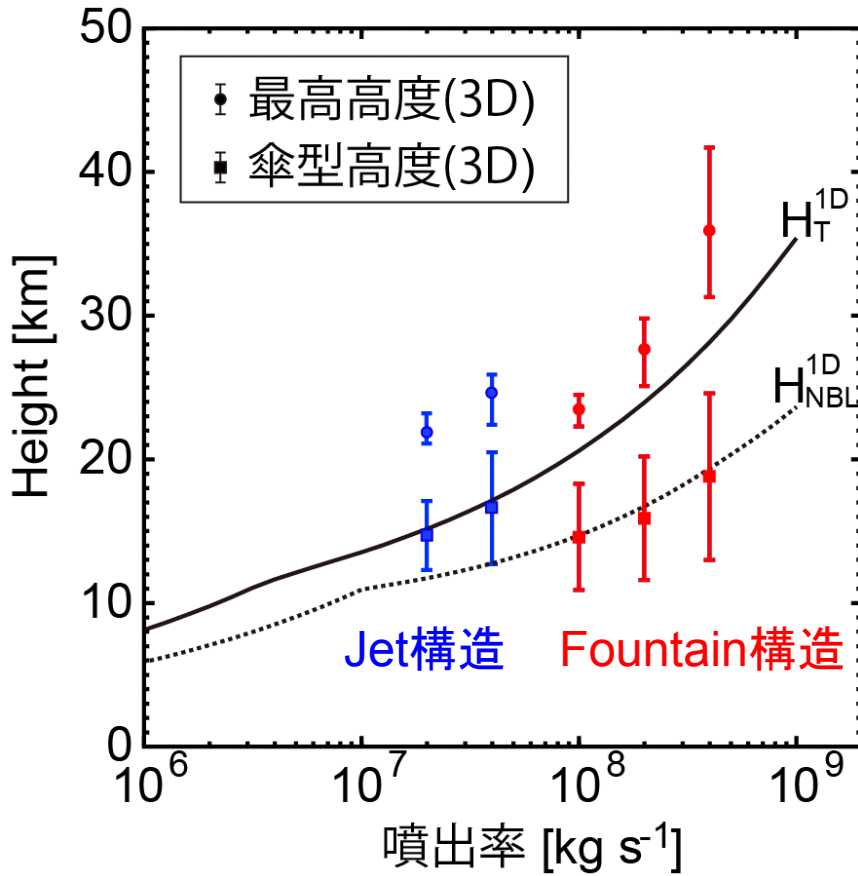
Case 2



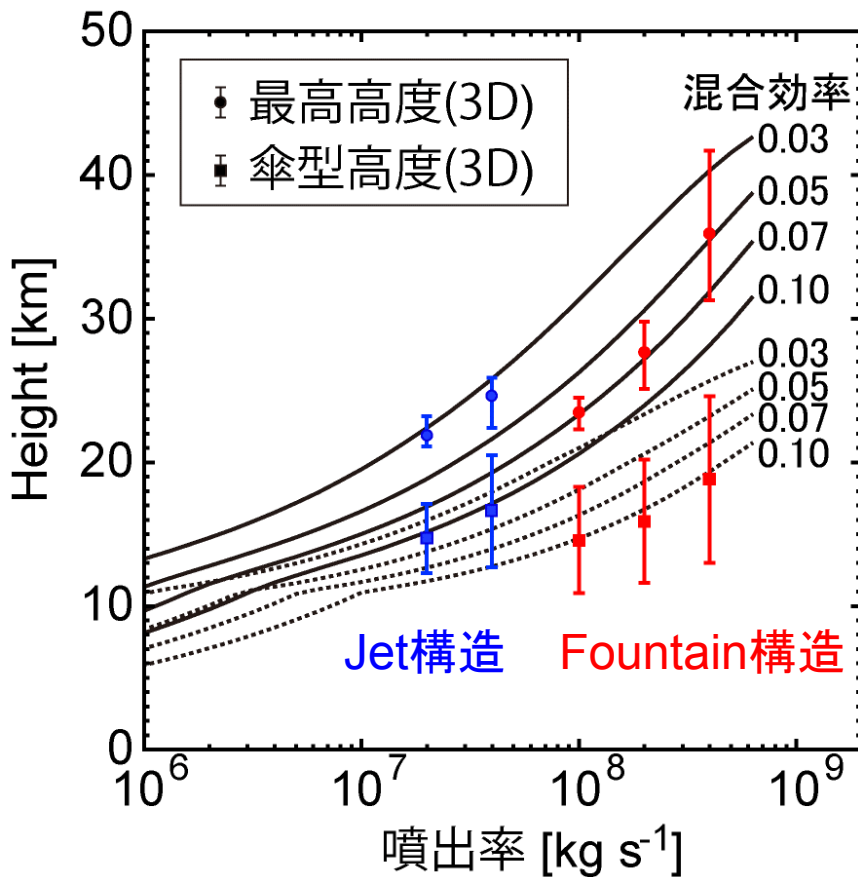
Jet構造

Fountain構造

# 「噴出率—噴煙高度」計算結果



# 「噴出率—噴煙高度」計算結果

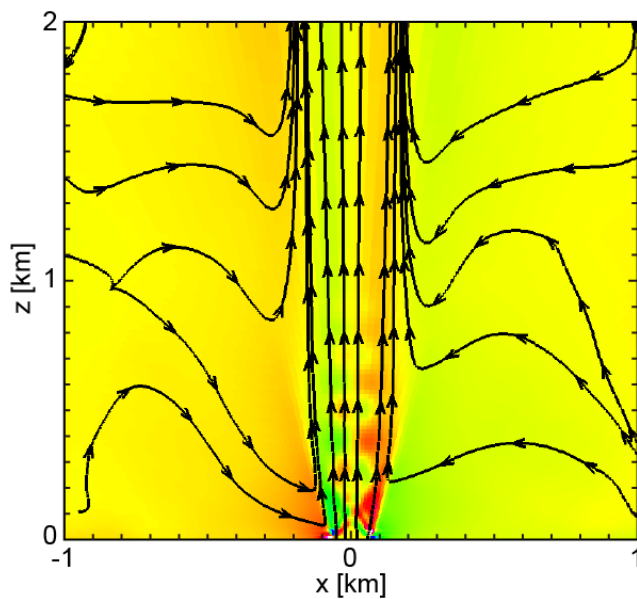


噴出率小  
**Jet構造**  
 混合効率小

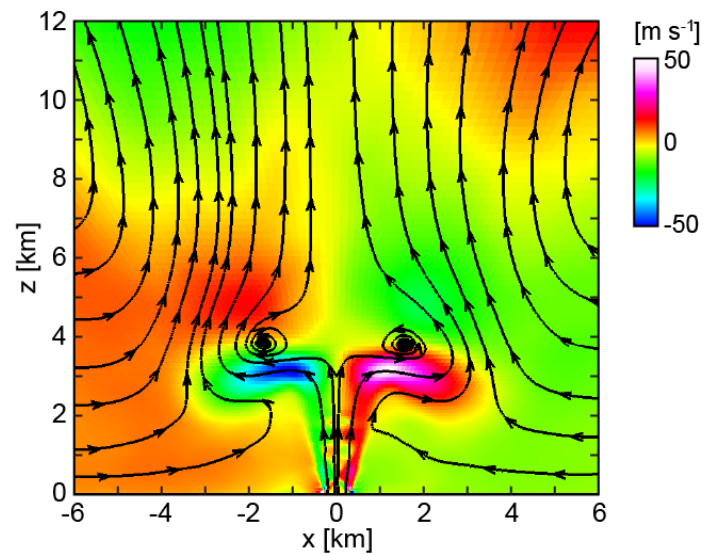
噴出率大  
**Fountain構造**  
 混合効率大



# 速度場と混合効率の対応



Jet構造



Fountain構造

Fountain構造の大きな渦によって混合が促進する可能性

## まとめ

- 火山噴煙の3次元数値モデルを開発
- 代表的な火山噴火事例を定量的に再現
  - 小規模噴火：新燃岳2011年噴火
  - 中規模噴火：ケルート火山2014年噴火
  - 大規模噴火：ピナツボ火山1991年噴火
- 噴煙高度の関係が噴出率で異なることを解明
  - 噴出率小：Jet構造，混合効率小
  - 噴出率大：Fountain構造，混合効率大

今年度の成果