

G-EVER火山災害予測支援システムによる 火山重力流シミュレーション

Volcanic gravity current simulations using G-EVER
volcanic hazard assessment support system

宝田 晋治
産総研地質調査総合センター

Shinji Takarada
Geological Survey of Japan, AIST

1. G-EVER火山災害予測支援システムの概要

全世界のすべての火山に適用可, オンライン

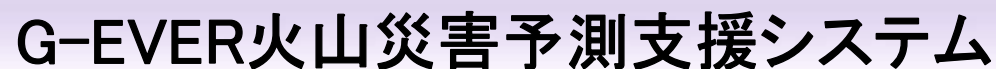
2. Energy Coneモデルによるシミュレーション

御岳・口永良部島火山での火山災害評価

3. Titan2Dモデルによるシミュレーション

御岳・口永良部島火山での火山災害評価

Pile-Collapse型, Column-Collapse型



- [illegible]

確率論の火山噴火予測



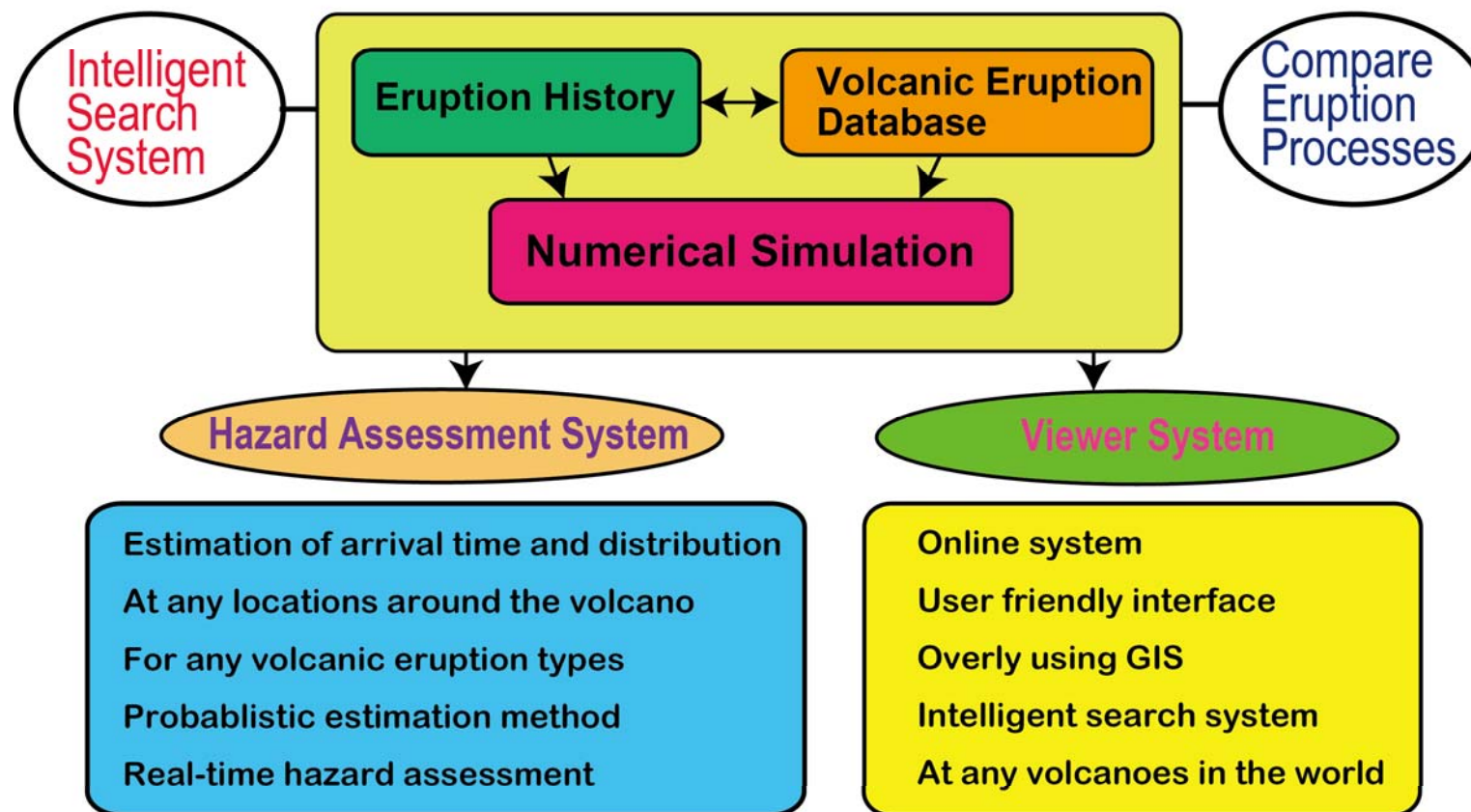
Hazard Assessment System

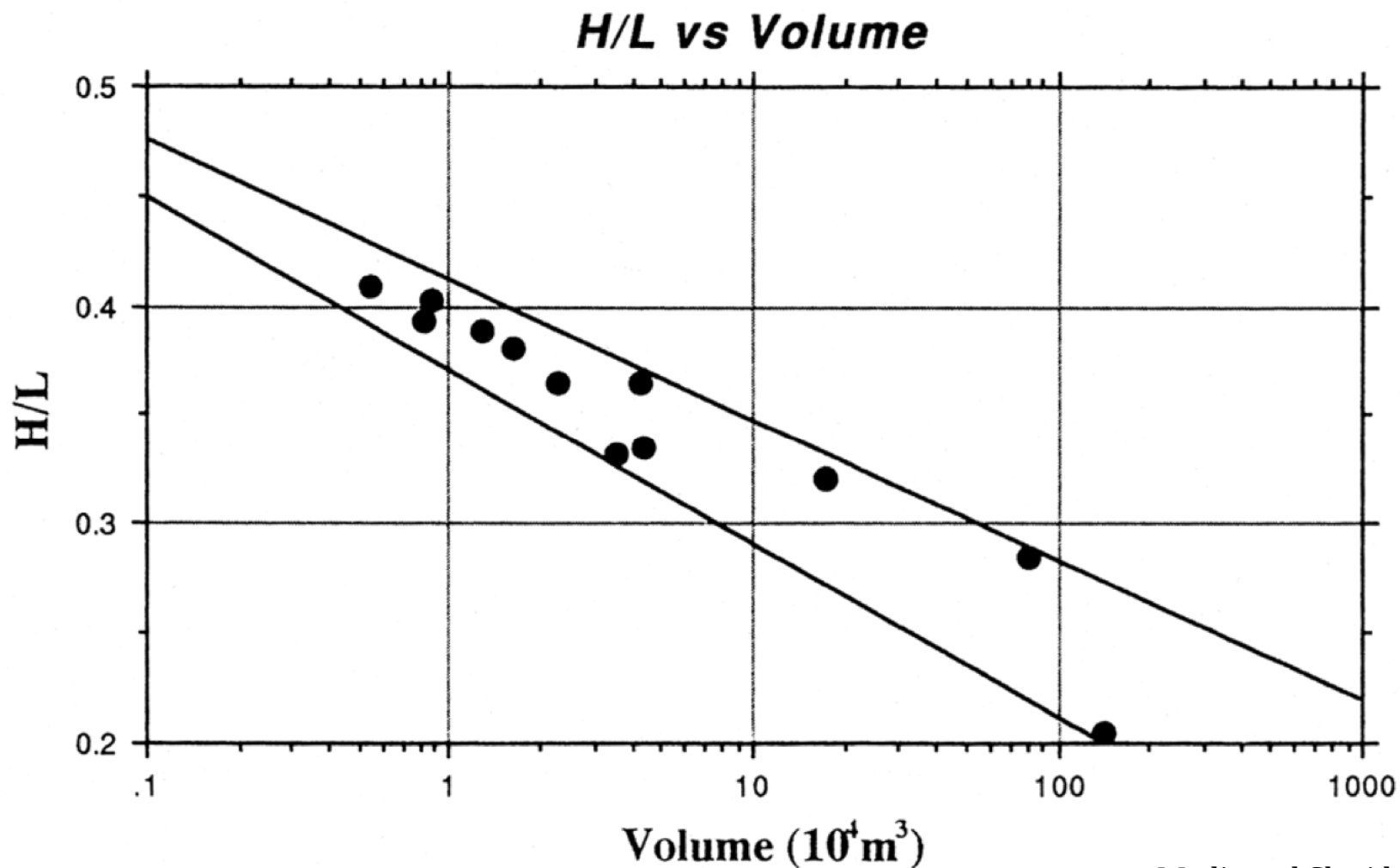


G-EVER volcanic hazard assessment support system

1. Integrate eruption history, database, and simulation
2. **Intelligent search system** (easy to compare eruption styles, patterns, and spatial distributions on the assessment system)
3. **All Quaternary volcanoes in the world**
(understanding eruption processes, display distribution of each eruption products)
4. **Estimate affected area and arrival time** from eruptions using numerical simulations
(evaluations should be done before the major eruptions)
5. Probabilistic estimation method
(potential risk assessment)
6. **Real-time volcanic hazard assessment support system**
(Real-time risk assessment, Online, any volcanoes in the world)

G-EVER Volcanic Hazard Assessment Support System





Energy Line and Energy Cone

Marlin and Sheridan (1982)

Takarada et al. (1993)



Volcanic Hazard Assessment Support System



Online simulation using Energy Cone model

御嶽山 Ontake San

F. Kaito
Volcanoes of Japan
GSI, AIST

Options
Return to Re
Refine this S
Start a new S
Download re

北東、八丁タルミより見る2014年噴火発生直後の噴煙。突然の水蒸気爆発発生によって爆発音とともに噴煙が立ち上がり、多数の噴石（写真上では小さな点に見える）が放出された噴火開始直後をとらえている。右手前は「火砕流」の先端部。2014年9月27日11時52分頃撮影。

The beginning of phreatic explosions viewed from the NE. Note many ejected rocks in front of ash columns and the tips of "pyroclastic flows" in the right foreground.

撮影 垣外富士男

Photo by
F. Kaito, Sep. 27, 2014

ASTER Global DEM
Cover **all Quaternary volcanoes** in the world (ca. 3300)

Search from the volcano list

10m DEM (GSI) is installed in Japan. Precise evaluation

Simulation results can be downloaded as **Shape** and **KML**

Overlay on other **reference layers** such as Google and topographic maps.

Links to **major volcano databases**

<http://volcano.g-ever1.org/>

Kuchinoerabujima pyroclastic flow on May 29, 2015

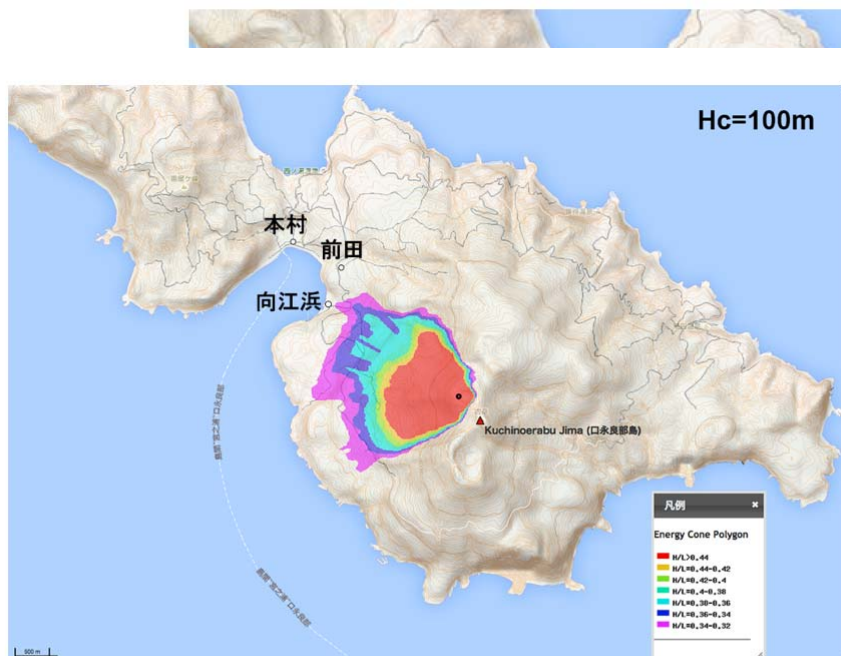


図 2. シミュレーション結果. 噴煙柱崩壊高度 (H_c)100m, 摩擦係数 0.44~0.32. 今回の火砕流の分布域とは合わない. 分布域が西斜面のみになる. 摩擦係数 0.32 の火砕流でも海岸に到達しない.

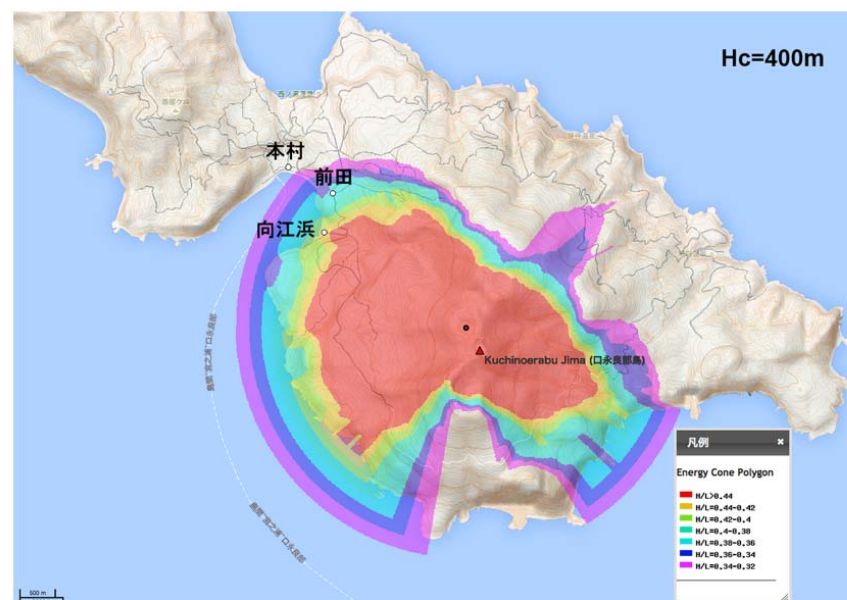


図 3. シミュレーション結果. 噴煙柱崩壊高度 (H_c)400m, 摩擦係数 0.44~0.32. 今回の火砕流の分布域とは合わない. 摩擦係数 0.38 で火砕流が南東の海岸に達する.

図 1. シミュレーション結果. 噴煙柱崩壊高度 (H_c)200m, 摩擦係数 0.44 ~0.34. 摩擦係数 0.34 で海岸に到達する.

火山噴火予知連資料

Energy Coneモデルによる火山重力流シミュレーション

1. パラメータがH/LとHcの2つのみ
>>> 短時間で迅速に到達距離(範囲)の評価ができる.
2. エネルギー的に到達しうる範囲をすべて図示
>>> ハザード評価, ハザードマップの作成に向く.
3. 火砕流から分離する火砕サージは別途評価が必要
>>> 火砕流のHydraulic jumpなどダイナミクスは考慮していない

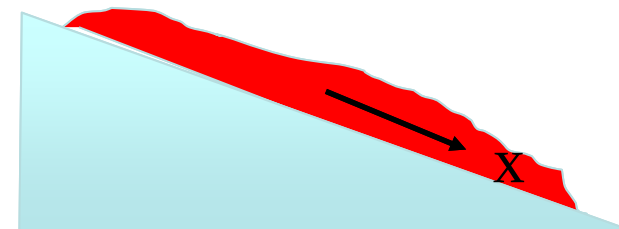
Mass Conservation

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h \bar{v}_x}{\partial x} + \frac{\partial h \bar{v}_y}{\partial y} = 0$$

Moment Conservation (x direction)

$$\begin{aligned} & \frac{\partial h \bar{v}_x}{\partial t} + \frac{\partial (h \bar{v}_x^2 + 0.5 k_{ap} g_z h^2)}{\partial x} + \frac{\partial h \bar{v}_x \bar{v}_y}{\partial y} \\ &= g_x h - \frac{\bar{v}_x}{\sqrt{\bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2}} \left[g_z h \left(1 + \frac{\bar{v}_x}{r_x g_z} \right) \right] \tan \mu_b - h k_{ap} \operatorname{sgn} \left(\frac{\partial \bar{v}_x}{\partial y} \right) \frac{\partial h g_z}{\partial y} \sin \mu_i \end{aligned}$$

Shallow water theory



Ignore z-direction
flow movement

h : flow thickness, $\bar{v}_x$ and $\bar{v}_y$: Velocity (x and y directions, average),

μ_b : basal friction, μ_i : internal friction

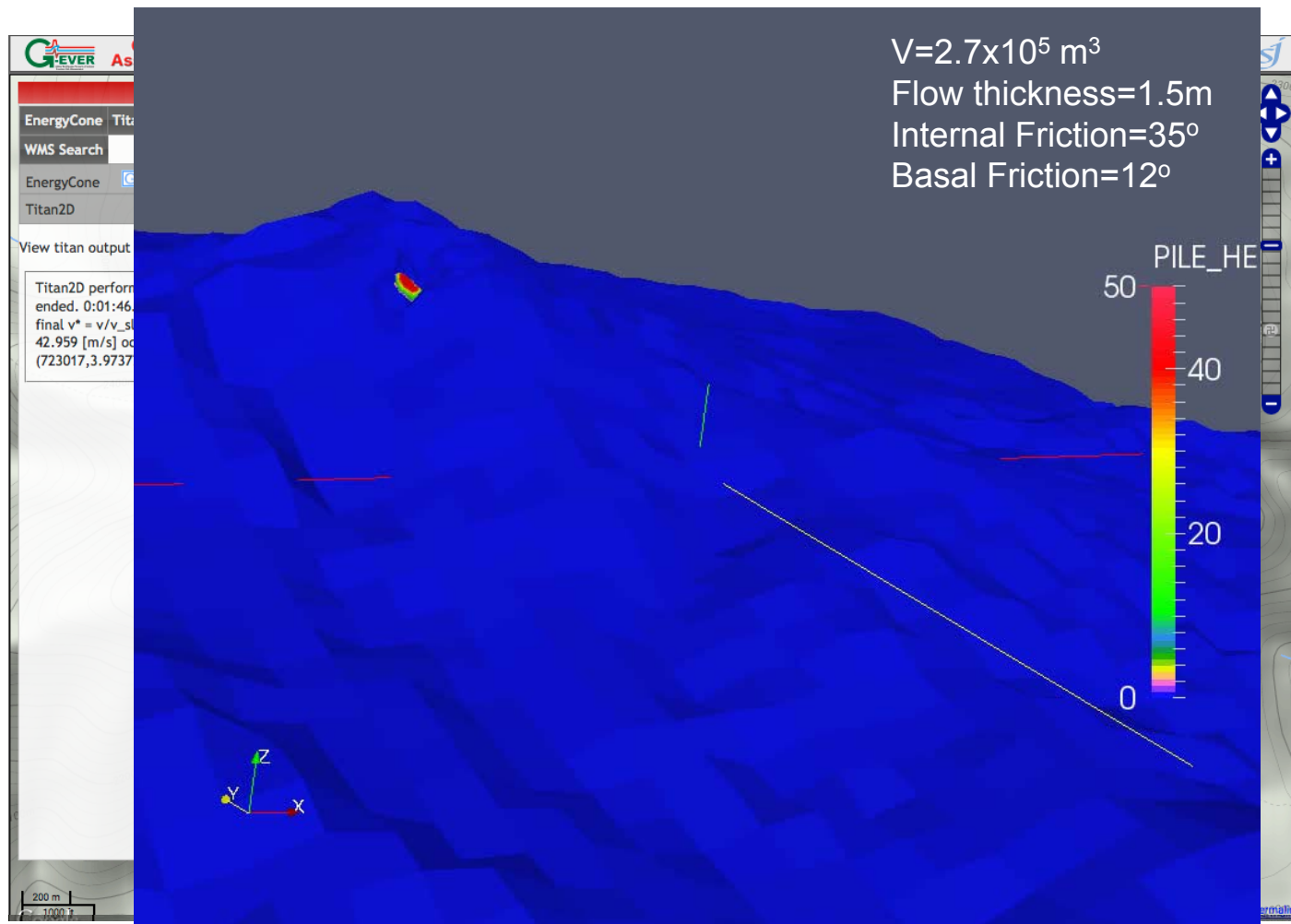
Titan2D

Pitman et al. (2003)

Patra et al. (2005)

Volcanic Hazard Assessment Support System

Online simulation using Titan2D



Titan 2D (Pitman et al, 2003) simulation online

ASTER Global DEM Cover **all Quaternary volcanoes** in the world

10m DEM can be used in Japan

Possible to **upload own DEM**.

Output files (**6 types**)

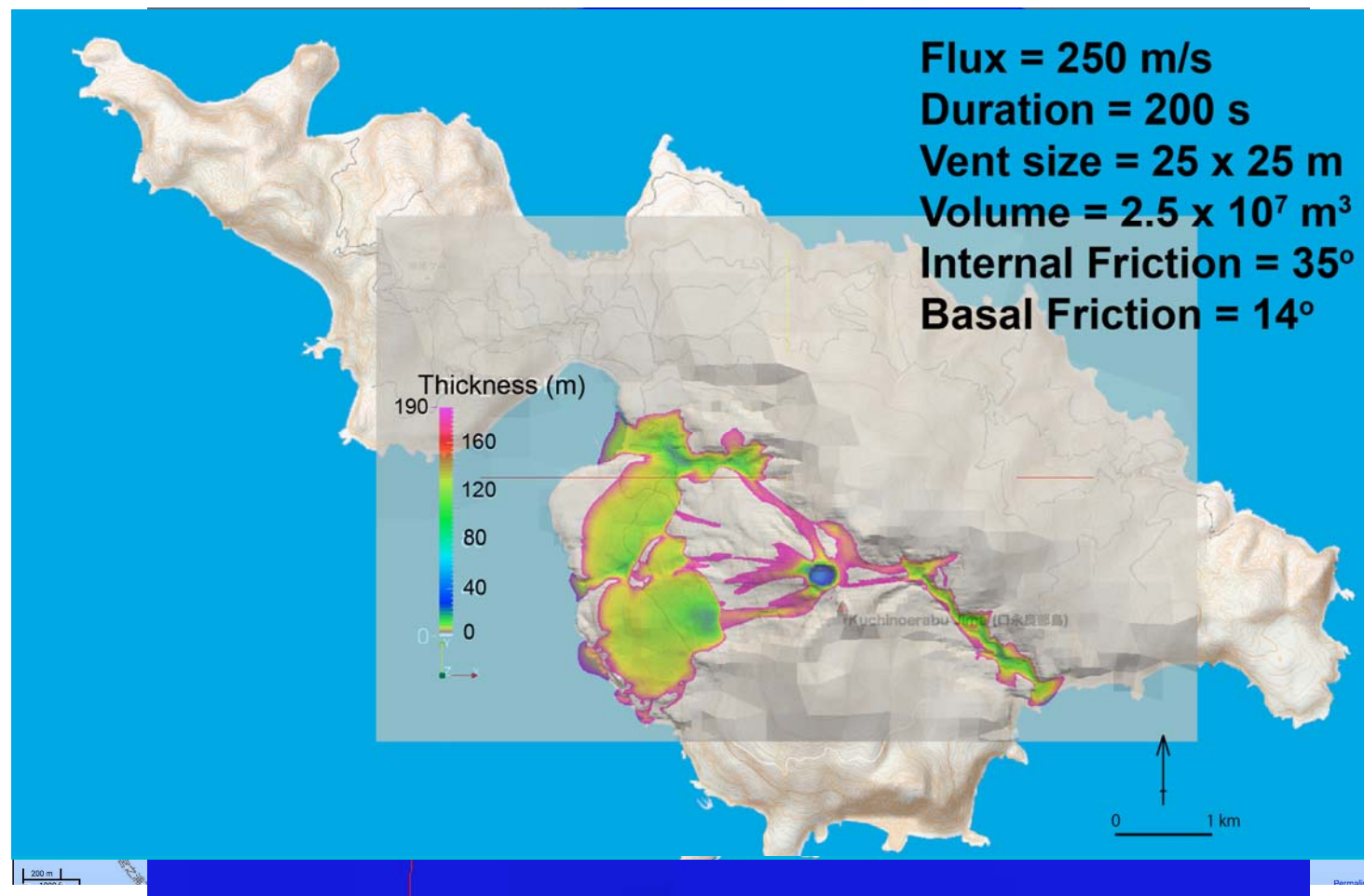
Source area, initial velocity and direction are shown on the map

Evaluation of **velocity change, volume effect, arrival time and affected area**

Real-time hazard assessment

<http://volcano.g-ever1.org/>

Titan2D simulation (Kuchinoerabujima volcano)



Pile collapse case

$$\begin{aligned} \bullet V &= 9.4 \times 10^3 \text{ m}^3 \\ \mu_i &= 35^\circ \\ \mu_b &= 23^\circ \end{aligned}$$

May 29, 2015 PF case

$$\begin{aligned} \bullet V &= 2.6 \times 10^5 \text{ m}^3 \\ \mu_i &= 35^\circ \\ \mu_b &= 12^\circ \end{aligned}$$

PF reach NW and WSW coast.

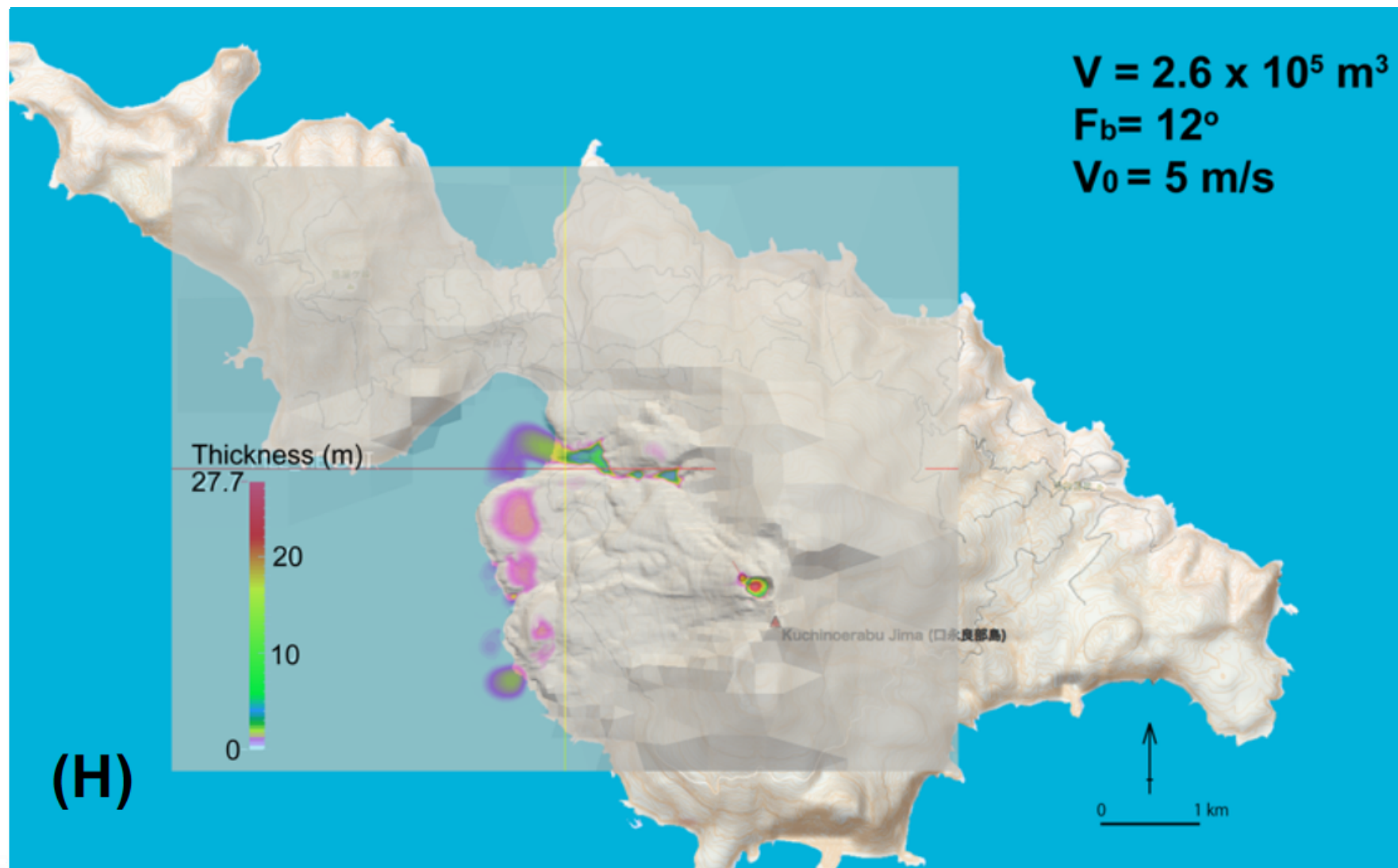
Column Collapse case

$$\begin{aligned} \bullet V &= 2.5 \times 10^7 \text{ m}^3 \\ \mu_i &= 35^\circ \\ \mu_b &= 14^\circ \end{aligned}$$

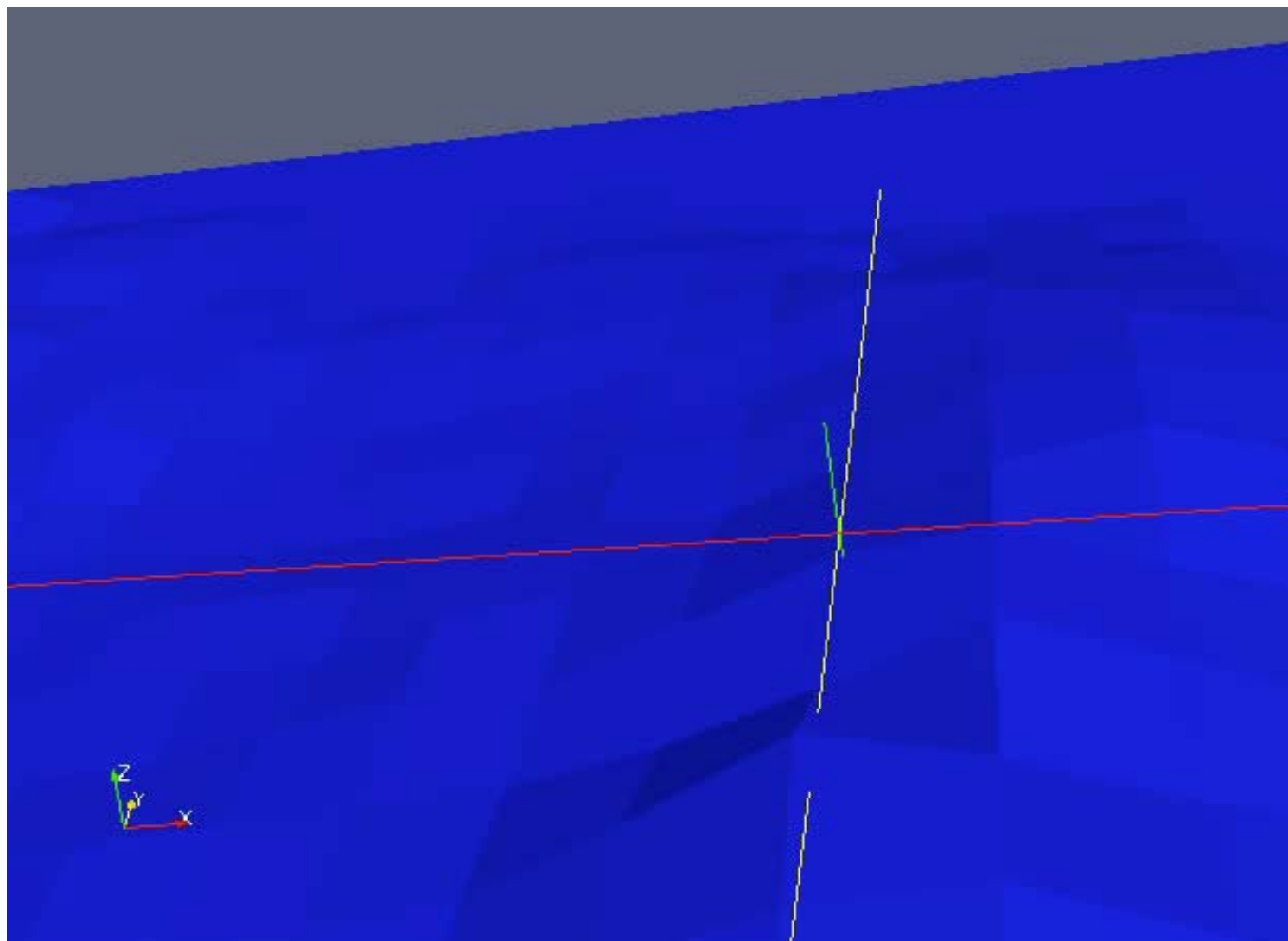
PF reach NW, WSW and SW coast

<http://volcano.g-ever1.org/>

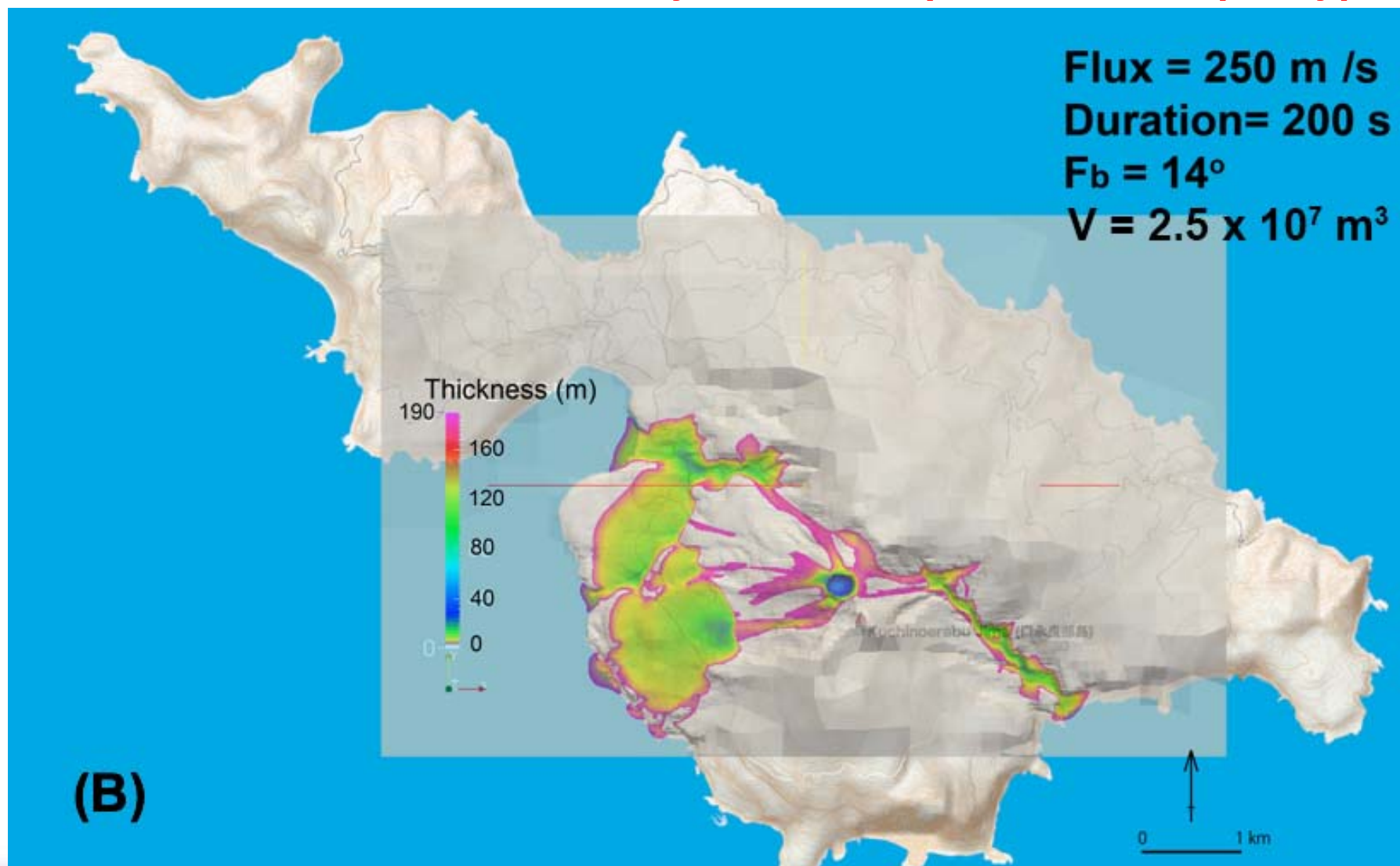
Titan2D simulation (Kuchinoerabujima volcano) Pile-collapse type



Titan2D simulation (Kuchinoerabujima volcano) Column-collapse type



Titan2D simulation (Kuchinoerabujima volcano) Column-collapse type



Titan2Dモデルによる火山重力流シミュレーション

1. 浅水波モデルによる重力流のダイナミクスを考慮
>>> 底面摩擦角, 体積, 初速, 発生方向, 噴出率
流量到達範囲, 到達時間をより精密に評価
2. ドーム崩壊型, 噴煙柱崩壊型の2つのタイプ
>>> 目的に応じて使い分ける. 底面摩擦角は一定.
3. パラメータが多く, 評価にある程度時間がかかる
>>> 緊急時には不向き. ハザードマップ作成時
などに有効
4. 火砕サージの評価には向かない.
>>> 希薄な乱流状態の流れ向きのモデルではない.

G-EVER火山災害予測支援システム <http://volcano.g-ever1.org/>

Energy Cone モデルによる火山重力流シミュレーション

1. パラメータがH/LとHcの2つのみ >>> 短時間で評価ができる.
2. エネルギー的に到達しうる範囲をすべて図示 >>> ハザード評価向き.
3. 火砕流のHydrolic jumpなどダイナミクスは考慮していない.

Titan2Dモデルによる火山重力流シミュレーション

1. ダイナミクスを考慮>>>底面摩擦角, 体積, 流量到達範囲, 到達時間.
2. ドーム崩壊型, 噴煙柱崩壊型の2つのタイプ>>>目的に応じて選択.
3. 評価にある程度時間がかかる>>>ハザードマップ作成時などに有効.
4. 火砕サージには不向き>>>希薄な乱流用のモデルではない.

Photo: taken by Toshio Kono

G-EVER火山災害予測支援システムの今後の予定

- **WOVOdat, Caldera Collapse DB等の各種データベース群との連携, 横断的な検索・比較検討機能の実装**
- **降下テフラ(Tephra2, Hazmap), 溶岩流(Downflow), ラハール(LaharZ)のシミュレーション機能の実装**