

1. 現状と期待	
現状	火山防災協議会は、避難等の防災対応をとるべき危険な範囲を明示するため、火口位置や噴火規模等を想定して火山ハザードマップを検討し、火山災害警戒地域に指定されている49火山全てでハザードマップの策定がなされている。 国土交通省は、降灰後の土石流・融雪型火山泥流・溶岩流・火砕流を対象に、 事前の想定と異なる現象が発生した場合や、実際の火山活動状況を踏まえて、速やかに土砂災害の影響範囲を推定して防災対応に資することを目的に「火山噴火リアルタイムハザードマップシステム」を導入している。 しかしながら、 計算に必要となる主な入力データを求めるためには、新たな火口位置の特定や変化した地形の再計測、噴出した溶岩量の推定が必要 となる。
研究への期待	事前の想定と異なる現象が発生した場合、 土砂災害の影響範囲の計算に必要な、火口位置、地形データ、噴出した溶岩量を迅速に把握する手法の開発が必要 である。

2. 技術的課題と解決方策の検討

【技術的課題】
・ **リアルタイムハザードマップの計算に必要な火口位置・地形・噴出量の迅速な把握技術の高度化**

比較的短期
(5年程度)

研究目標

・ 監視カメラによらない**即時的な噴火の検知と火口位置の推定**
・ 火山活動により**変化した地形データの迅速な把握**
・ **噴出した溶岩量の迅速な把握**

具体的なアプローチ

・ 噴火の検知手法の開発・高度化（地震・空振等の観測データの組み合わせによる検出能力の向上等）
・ 火口位置の推定手法の開発・高度化（地震波・空振の機動アレイ観測による水蒸気噴火地点の推定等）
・ 衛星やUAV等を活用したDEM（数値標高モデル）の作成技術の開発・高度化
・ 衛星やUAV等を活用した溶岩流の流下範囲・流下速度の調査技術の開発・高度化

リアルタイムハザードマップの計算に必要な火口位置、地形データ、噴出した溶岩量の迅速な把握は、短期的に実現できる可能性があるが、より迅速、高精度に把握するための技術開発は継続すべきである。

＜その他の検討内容＞
山体崩壊は広範囲に影響が及び、多くの生命に危険を及ぼす可能性が高く、我が国でも発生事例が知られている。しかし、山体崩壊に関する基本的な知見が不足しており、その発生箇所や規模、影響範囲を予測することは現時点で困難である。そのため、山体崩壊に関する研究についても長期的視点に立って実施すべきである。
また、溶岩流等の影響範囲のシミュレーションの高度化や、火砕流や山体崩壊等による津波等の二次災害に関する研究も継続して実施すべきである。

3. 今後実施すべき施策・研究の方向性

●より高精度かつ即時的な、**噴火発生**の検知と**火口位置の推定のための取組**の推進と、その**手法の開発に資する研究**
●衛星やUAV等のリモートセンシング技術を用いて、**地形データを迅速に把握するための研究**や、山体地形の変化、噴出した溶岩量や溶岩流等の時空間分布を迅速に把握するための地形データを活用する研究
●火口位置、山体地形の変化、噴出した溶岩量や溶岩流等の時空間分布を迅速に把握するための**地形調査とその調査結果の情報共有**
●**影響範囲を迅速に把握するためのシミュレーション技術の高度化**

4. 速やかに検討すべき事項

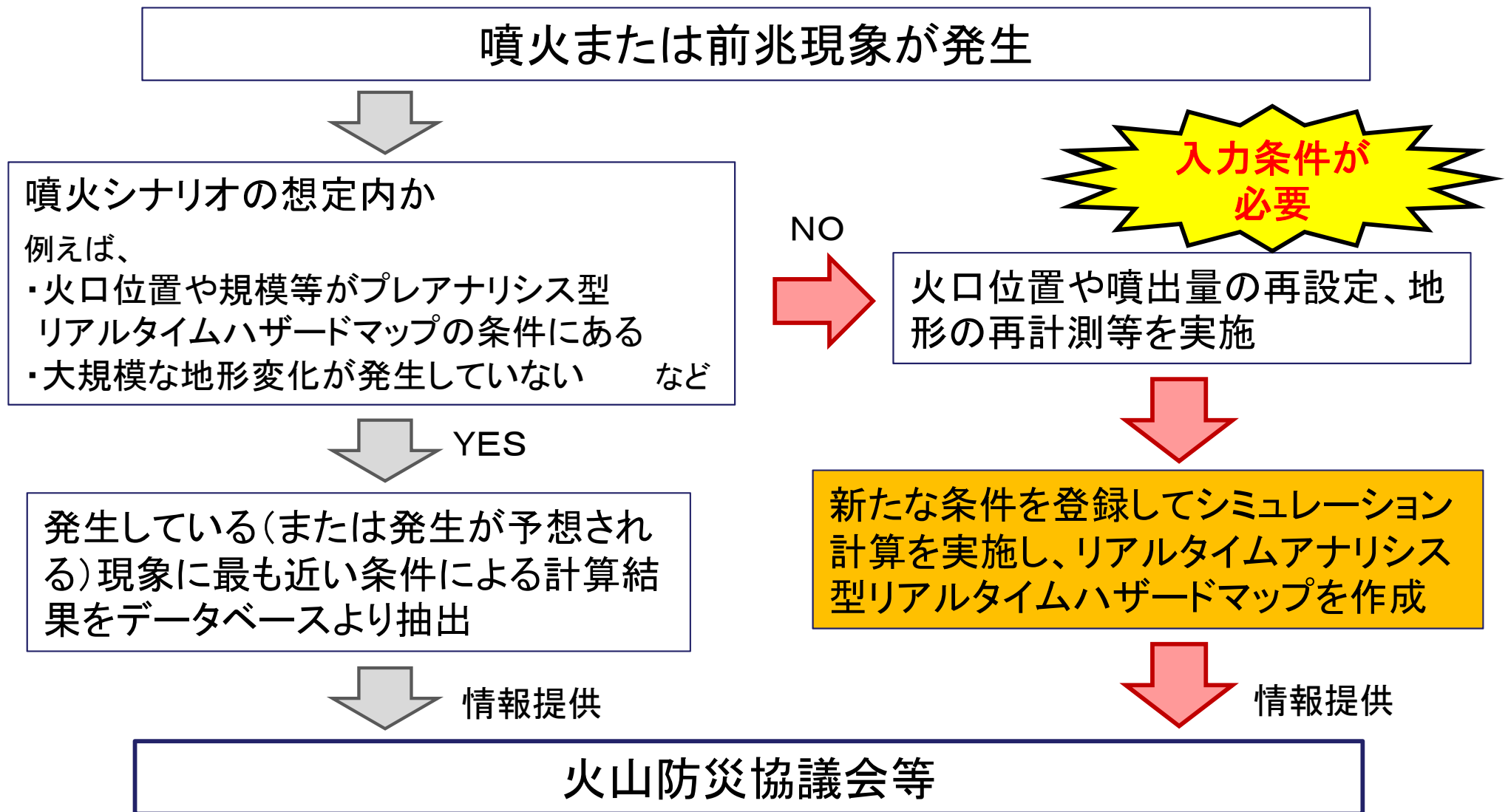
＜火山活動により変化した地形データの共有＞

●現状

火山活動により地形が変化した際、DEM等の地形データの作成やそのための調査は、主にリモートセンシング技術を活用して、個々の機関がそれぞれの必要性和目的に応じて個別に実施しており、必ずしも効率的とは言えない。例えば、DEM等の地形データを共有することにより、より詳細な時間変化の情報が得られる。しかしながら、**現時点では火山活動により変化した地形データを共有する仕組みがない。**

●今後の取組

調査企画委員会のもとに、行政機関として内閣府、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、国土地理院、気象庁の実務者、国の研究機関として防災科学技術研究所、宇宙航空研究開発機構、土木研究所の実務者及び大学の有識者による検討体制を構築し、**調査観測に関する事項として調査観測計画の共有、データ共有に関する事項として共有するデータ、共有データベース、共有手法、共有するデータの取り扱いについて、防災対応に資するよう検討。**



プレアナリシス型リアルタイムハザードマップ

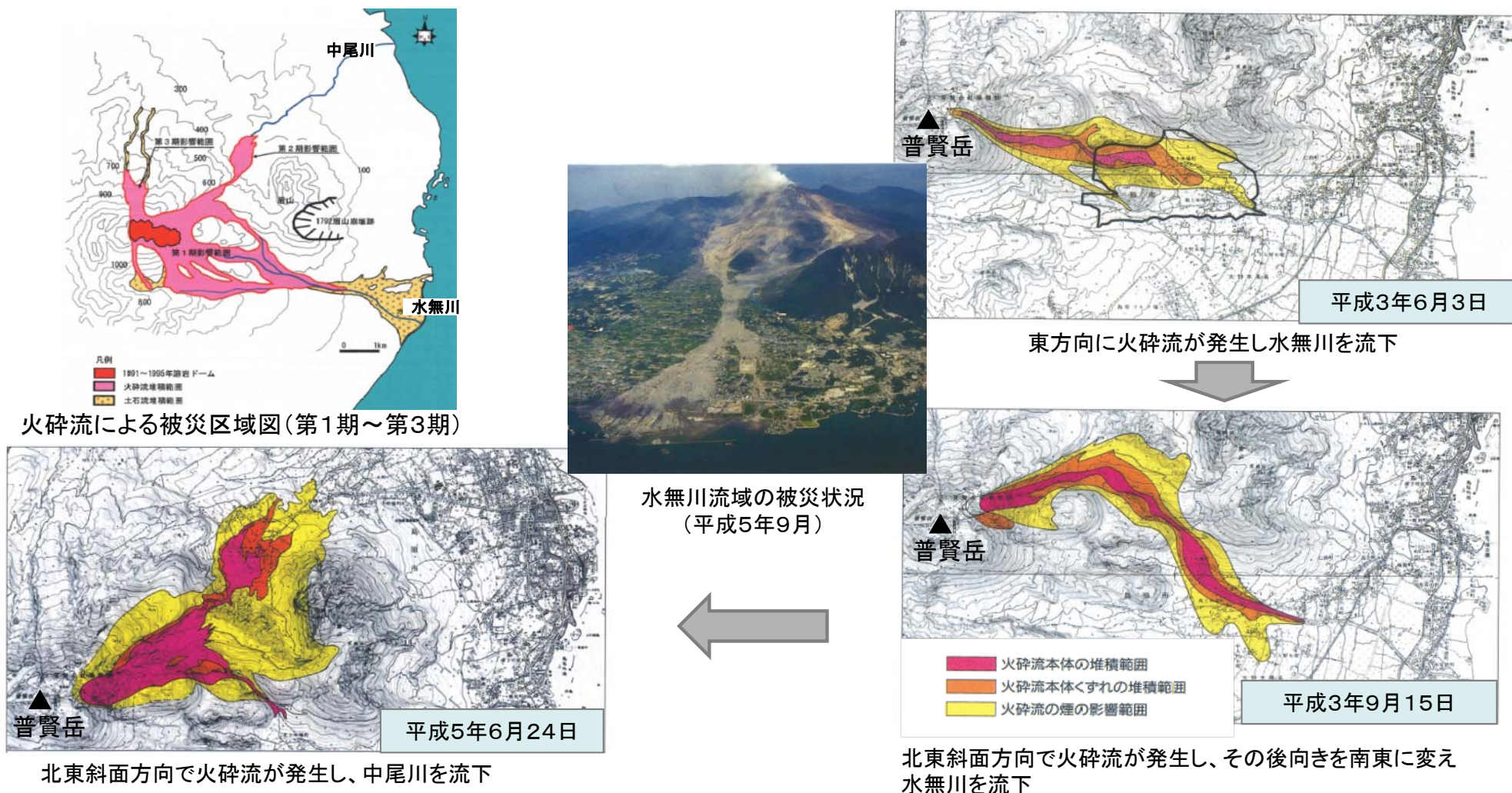
想定しうる噴火現象や土砂移動に対する影響範囲等を予め複数パターン作成しておき、実際の火山活動により近い条件の影響範囲等を抽出し提供するハザードマップ

リアルタイムアナリシス型リアルタイムハザードマップ

噴火現象や土砂移動の発生が予測されたとき、その時の火口位置や地形変化など条件に応じてシミュレーション計算により影響範囲等を想定し提供するハザードマップ

平成2年に噴火を始めた雲仙・普賢岳は、溶岩ドームの形成位置の変化に伴い、火砕流の流下方向が変化。さらに、火砕流が谷を埋め、流下方向を変化させた。

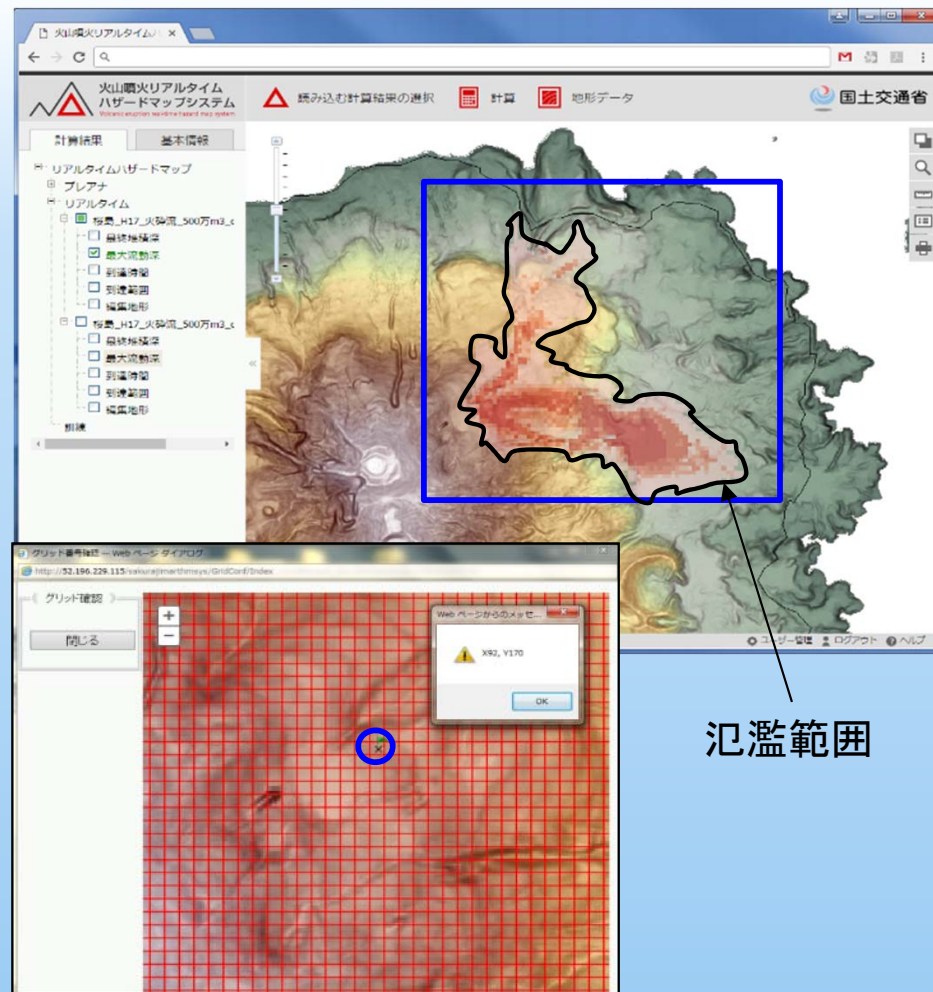
住民等の安全確保のため、噴火活動の変化に応じた、土砂移動現象の影響範囲の想定が必要



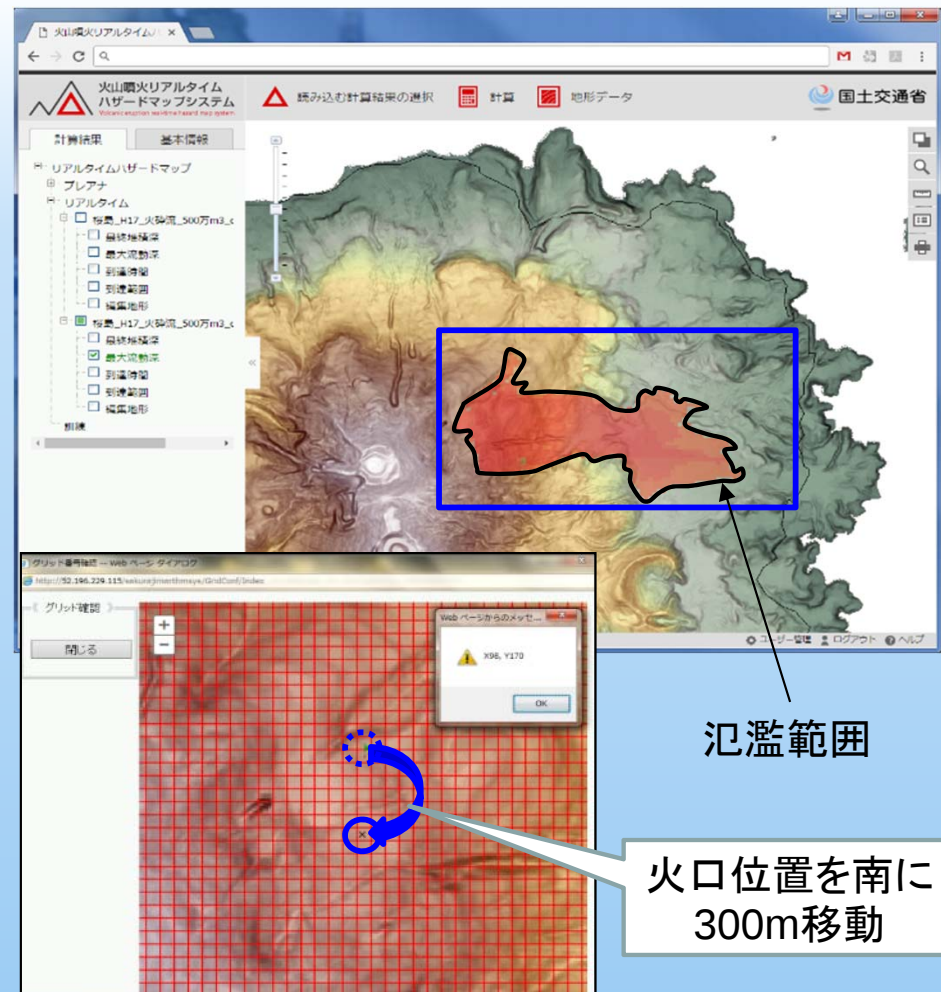
○火口位置による計算結果の違い

- ・火砕流500万 m^3 の氾濫範囲の計算結果を示す
- ・火口位置以外の計算条件は同じ

元の火口位置における計算結果



火口を南に300m移動した場合の計算結果



火山活動により地形が変化した事例

火山活動に伴い、新たな火口や溶岩ドームの形成、溶岩流等の流出によって時系列的に地形変化が生じる事例が多くみられる。また、噴火に伴い山頂部が陥没したり、山体崩壊により山体の形状が大きく変化した事例もみられる。

火山	有珠山	有珠山	伊豆大島	三宅島	雲仙岳	霧島山（新燃岳）	
噴火年	1943～1945年	2000年	1986年	2000年	1990～1995年	2018年	
地形の 変化	・溶岩ドーム（昭和 新山）を形成。	・隆起域の拡大、火 口の形成。	・割れ目火口が形成さ れ、溶岩流が流出。	・山頂部が大きく陥没。	・山頂部に溶岩ドーム形 成、崩落土砂が下流の 谷部～平野部を埋積。	・山頂火口内に溶岩流 が発生、一部が火口縁 を越えて流下。	
地形変化 状況	・山麓部に溶岩ドーム が形成され、一帯 の土地が300m近く 隆起。	・山体西麓から噴火。 火口周辺が大きく隆 起。	・山頂火口及び割れ目 火口で噴火が発生。 ・割れ目火口の流出し た溶岩流の一部は山 麓へ流下して、集落の 手前で停止。	・噴火により山頂が円 形の陥没。 ・8月中旬には直径 1.5km、深さ450mま で拡大。	・活動期間に約2億m ³ の溶岩が噴出。 ・噴出量の約半分が成 長過程で崩落し、時系 列に沿って地形が日々 変化。	・噴出した溶岩流が火 口内を埋積していき、3 月1日噴火から8日後 の9日に溶岩流の一部 が火口外へ流下。	

火山	桜 島	西之島	セントヘレンズ	ピナツボ	マヨン	エトナ	キラウエア
噴火年	1914年	2013年～（継続中）	1980年	1991年	1993年	2007年・2010年など	2018年
地形の 変化	・流出した溶岩流が海 峡を閉塞して大隅半 島と地続き。	・噴出した溶岩により 島の面積を拡大。	・噴火に伴う山体崩 壊により山体部の形 状が大きく変化。	・噴火で山体中央 部にカルデラを形成。 ・膨大な堆積物が 中腹から山麓にかけ て分布。	・火砕流や溶岩流 が中腹斜面に流下 してガリーの一部を 埋積。	・溶岩流の流出によ る表面地形の変化。	・山麓での割れ目 噴火による溶岩流 の流出、周辺地形 の隆起と沈降。
地形変化 状況	・南岳の中腹2箇所 から噴火し溶岩流が噴 出。南東方の溶岩流 は複数の集落を埋没 し、1月29日に瀬戸海 峡を閉塞して大隅半 島と地続きに。	・2013年に噴火が始 まり、以後現在まで噴 火が継続中。島の面 積も噴火前の10倍以 上に拡大。	・3月に火山活動が 活発化。山体斜面の 膨張変形が継続し、 5月18日に火山性の 地震をきっかけとして 山体が崩壊。	・山頂が消失してカ ルデラを形成。火砕 流堆積物により、谷 部の河床上昇が顕 著。山麓の集落や 市街地でラハール被 害が多発。	・火砕流や溶岩流 が火口部から続くボン ガ・ガリーを流路と して、南東方向へ流 下する傾向が顕著。 下流でのラハール被 害が懸念。	・頻繁に噴火が発 生し、山頂火口や 側火口からの溶岩 流が流出。	・山麓の住宅地周 辺で割れ目噴火が 多数発生して大量 の溶岩流が流出。 割れ目火口周辺で は隆起と沈降が観 測。

DEM等の地形データを用いた火山活動評価に資する情報の火山噴火予知連絡会への報告事例

航空レーザや衛星SAR、写真測量（SfM）等により、様々な火山で、DEM等の地形データが作成されている。これらの地形データを用いて地形変化量を推定した結果等が噴火予知連へ報告され、関係機関に共有されている。

No.	報告回（開催日）	火山名	報告機関	タイトル	報告内容の概要
1	第118回（H23.2.15）	霧島山(新燃岳)	国土地理院	霧島山周辺の地殻変動	航空機SARによる2時期の観測結果から得た標高値と噴火前の標高値を比較して、火口内に堆積した噴出物量を時系列で算出。
2	第118回（H23.2.15）	霧島山(新燃岳)	防災科学技術研究所	合成開口レーダーによる新燃岳火口内容岩の変化	新燃岳火口内の溶岩について、衛星SAR画像で得た情報と整合するように溶岩形状を推定して、体積変化を時系列で算出。
3	第122回（H24.2.29）	霧島山(新燃岳)	防災科学技術研究所	霧島山に関するRADARSAT-2/InSAR 解析結果	衛星SARデータの干渉解析を行い、既存DEMと組合せて噴火後の隆起量を算出し、火口内の堆積物の体積を推定。
4	第126回（H25.6.18）	（トカラ列島）	海上保安庁	トカラ列島で発見された海底火山について	海底地形調査により得た詳細な地形データから、小型のカルデラを伴う海底火山を新たに確認。
5	第133回（H27.10.21）	口永良部島	京都大学防災研究所・筑波大学	火砕流のシミュレーション	口永良部島の5mDEMを用いて、火砕流の噴出量や継続時間等を変化させたシミュレーションを実施して到達可能範囲を推定。
6	第133回（H27.10.21）	口永良部島	産業技術総合研究所	口永良部島における火砕流到達範囲	火砕流シミュレーション（10mDEM、エナジーコーン）により、噴煙高度1000mの場合にサージ末端が集落に到達する結果を得た。
7	第133回（H27.10.21）	口永良部島	国土地理院・海上保安庁	口永良部島周辺の海陸一体の標高データ	国土地理院と海上保安庁のメッシュ標高データを接合して、島の周辺海域を含む海陸一体の10mDEMを作成。
8	第134回（H28.2.17）	西之島	東京大学地震研究所	西之島の火口位置変遷について	国土地理院が取得した標高データを基図として、2013年11月の噴火開始以降の火口位置の変遷を図示。
9	第134回（H28.2.17）	西之島	国土地理院	火口周辺の地形比較	2015年7月28日(UAV)と同12月9日(有人機)の撮影結果をもとに火口周辺の3次元モデルを作成して地形を比較。
10	第134回（H28.2.17）	御嶽山	首都大学東京・名古屋大学	御嶽山航空レーザデータによる地形判読	3時期のDEM（噴火前、噴火直後、噴火1年後のLPデータ）を比較して、火山灰堆積や谷沿いの侵食等の地形変化を把握。
11	第140回（H30.2.14）	草津白根山	東京大学地震研究所・アジア航測	草津白根山（本白根山）周辺の火口の微地形について	斜め写真（新聞社提供）を用いてSfM法による3Dモデルを作成、噴火前地形との差分解析により、断面を含む火口形状を把握。
12	第141回（H30.6.20）	霧島山(新燃岳)	アジア航測・産総研・東大地震研・熊本大学	霧島山（新燃岳）2018 年噴火に伴う溶岩の体積変化について	斜め写真を用いてSfMによる3Dモデルを作成、既存LPデータ等と比較した結果から直近の溶岩供給がほとんど無かったと判断。
13	第141回（H30.6.20）	桜島	国土交通省砂防部・大隅河川国道事務所	桜島における土石流発生状況	桜島南岳周辺のLPデータをもとに、2006年～2017年の火口地形の変化や、斜面～山麓の浸食・堆積量の変化を把握。
14	第143回（H31.2.27）	草津白根山	国土地理院	高精度火山標高データを用いた平成30年1月23日噴火前後の草津白根山の地形変化	本白根山の火口周辺について、分解能1mのDEMを用いて作成した噴火前後の赤色立体地図を地理院地図で公開。
15	第143回（H31.2.27）	桜島	国土交通省砂防部・大隅河川国道事務所	桜島（南岳火口及び昭和火口周辺流域）における地形・浸食堆積量変化	南岳火口及び昭和火口と周辺流域について、LPデータをもとに火口地形の変化や、斜面～山麓の浸食・堆積量の変化を把握。
16	第145回（R1.12.24）	霧島山(新燃岳)	アジア航測	航空レーザ計測データを用いた霧島山（新燃岳）の火口の地形変化量	2018年12月のLPデータ（1mDEM、国交省提供）と過去の計測結果を比較し、火口周辺の変化量を把握。
17	第145回（R1.12.24）	阿蘇山	京都大学（阿蘇）	阿蘇山・中岳の活動概況	UAV写真測量により火口内のDEMを作成、火口底中央部の凹地や凹地内の噴出孔サイズを把握。既往データとの比較も実施。