

「第7回 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」

会 議 次 第

開 催 日：平成29年 9月 25日（月）

13：00～15：00

場 所：雲仙岳災害記念館 セミナー室

1. 開 会

2. 挨拶

3. 議 事

○ 「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」

設置趣意書・規約等について

・設置趣意書・・・資料-1

・規約・・・・・・・・資料-2

・委員名簿・・・・・・・・資料-3

・配席図・・・・・・・・資料-4

○ 検討次第

雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討について

・・・・・・・・資料-5

○ その他

4. 閉 会

雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会

設置趣意書

雲仙・普賢岳は平成2年11月17日に198年ぶりに火山活動を再開し、その活発な噴火活動により火砕流が発生し44人の尊い人命が奪われ、さらには降雨による土石流の発生により、地域生活や経済活動に長期にわたって甚大な被害を与えた。

雲仙復興事務所は、雲仙・普賢岳の噴火活動中から現在まで、噴火災害により被害を受けた地域の安全を確保し、早急な災害対策を進め、地域復興に貢献するため、砂防堰堤、導流堤、監視体制の整備などを進めてきた。

現在、一連の噴火活動は終息しているものの、雲仙・普賢岳周辺には、溶岩ドームと呼ばれる巨大な岩塊群が不安定に存在し、崩落等の危険性が懸念されるため、平成23年から24年にかけて「雲仙普賢岳溶岩ドーム崩落に関する危険度評価検討委員会」及び「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及び対策検討委員会」を開催した。これらの委員会により、溶岩ドーム崩壊時に下流に被害発生の可能性があることが示され、今後溶岩ドームの挙動について継続的な調査・観測が必要であること、発生可能性が高い災害に対しては事前にハード対策を行うべきこと、ハード対策だけでなく並列して関係機関が連携して雲仙・普賢岳の防災対策に取り組むべきであることが報告された。これらの報告を受け、雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に対するソフト対策を検討することとした。

検討にあたっては、溶岩ドーム崩落が火山学や地球物理学からも稀な現象であり、火山防災および砂防に関する高度な学術的知見が不可欠であること、及び関係機関が連携して雲仙・普賢岳の防災対策に取り組む必要があることから、学識経験者や各行政機関関係者から構成される「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」を設置することとする。

「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」規約

第1条（趣旨）

この規約は、「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」（以下「委員会」という。）の設置について必要な事項を定める。

第2条（目的）

本委員会は、溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及びソフト対策の検討を目的とする。

第3条（組織）

委員会は、事務局が設置する。

- 委員会の委員は、事務局が委嘱する。

第4条（委員長）

委員会に委員長を置くこととし、委員の互選によりこれを定める。

- 委員長は、委員会の運営と進行を総括する。
- 委員長に事故があった場合には、委員長が予め委員の中から指名する者が職務を代行する。

第5条（委員会）

委員会は、委員長の了解を得て事務局が招集する。

- 委員の任期は原則として1年とし、再任を妨げない。
- 委員会は、委員総数の2分の1以上の出席をもって成立する。なお、行政委員の代理出席も委員会の成立数とする。
- 異常時、緊急時等、臨時に開催する必要がある時は、事務局が委員長の了解を得て臨時委員会を招集するものとする。

第6条（報告及び助言）

防災関係機関の実務担当者による溶岩ドーム崩壊対策等の防災に関する検討や実施状況について、事務局より委員会へ報告を行い、委員会から必要に応じ助言を頂くものとする。

第7条（公開）

委員会の公開は、傍聴を認めることにより行うものとする。

- 特段の理由がある場合は、委員会の判断により非公開とすることができる。

第8条（オブザーバー）

雲仙・普賢岳周辺の関係機関等を委員会のオブザーバーとする。

- 委員会に参加するオブザーバーは、委員会の提言等をふまえ、必要に応じて事務局が変更するものとする。

第9条（事務局）

委員会の事務局は、以下の機関が合同で行い、窓口は国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所に置く。

国土交通省 九州地方整備局 河川部

国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所

長崎県 危機管理監 危機管理課

長崎県 土木部 砂防課

第10条（規約の改正）

本規約の改正は、委員総数の3分の2以上の同意を得てこれを行う。

第11条（雑則）

この規約に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員会に諮って定める。

附則（施行期日）

この規約は、平成26年8月4日より施行する。

第7回 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会
委員名簿

(順不同・敬称略)

【学識委員】

下川 悦郎	鹿児島大学 地域防災教育研究センター 特任教授 (砂防)
清水 洋	九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター 教授 (火山)
山田 孝	北海道大学 農学研究院 基盤研究部門 流域砂防学研究室 教授 (砂防)
木村 拓郎	一般社団法人 減災・復興支援機構 理事長 (防災)
高橋 和雄	長崎大学 大学院工学研究科 インフラ長寿命化センター 特任研究員 (防災)
蔣 宇静	長崎大学 大学院工学研究科 教授 (岩盤工学)
野呂 智之	国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 土砂災害研究室長 (防災)

【行政委員】

久保田 勲	福岡管区気象台気象防災部 火山防災情報調整官 【代理：中村 清孝火山防災官】
竹島 睦	九州地方整備局 河川部長
豊永 孝文	長崎県 危機管理監
岩見 洋一	長崎県 土木部長【代理：土木部 砂防課 田中 比月課長】
村井 正人	長崎県 島原振興局長
古川 隆三郎	島原市長【代理：島原市 市民部 片山 武則部長】
松本 政博	南島原市長
金澤 秀三郎	雲仙市長

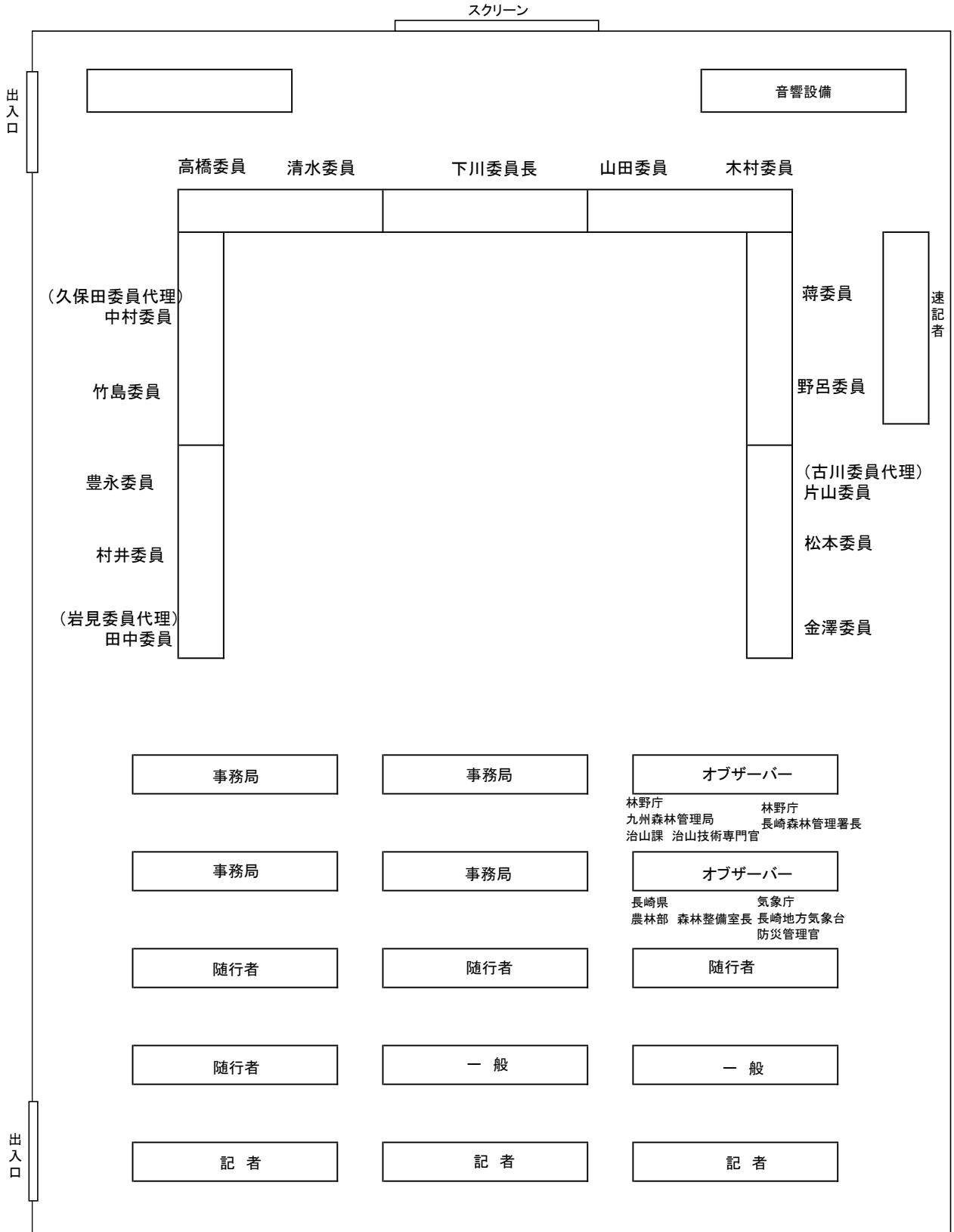
【オブザーバー】

中山 良太	環境省 九州地方環境事務所 雲仙自然保護官事務所 自然保護官 【欠席】
秋山 郁男	林野庁 長崎森林管理署長
赤星 良治	林野庁 九州森林管理局治山課 治山技術専門官
所 克博	気象庁 長崎地方気象台 防災管理官
永田 明広	長崎県 農林部 森林整備室長

【事務局】

国土交通省 九州地方整備局 (河川部、雲仙復興事務所)
長崎県 (危機管理監、土木部)

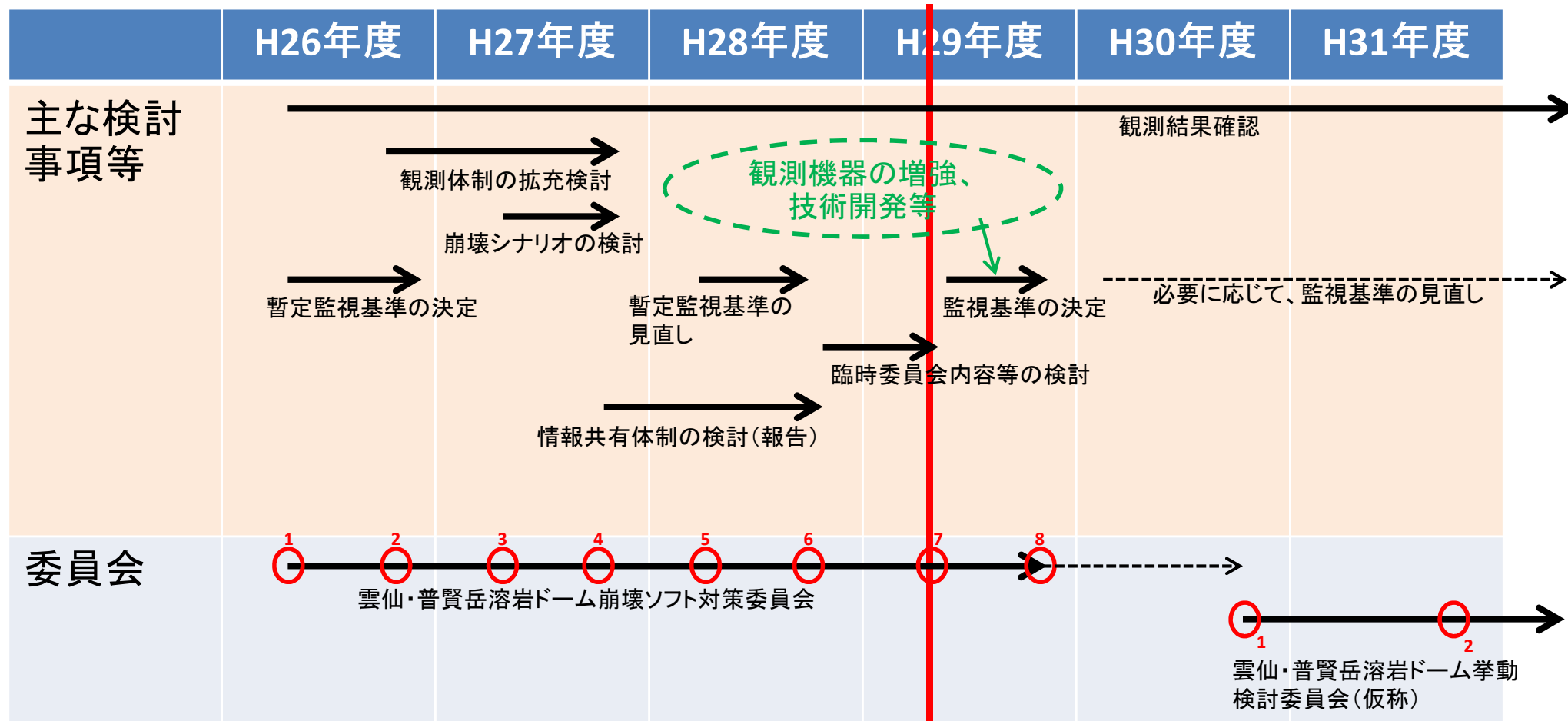
第7回 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会 配席図



第7回(平成29年度第1回) 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会 討議資料



雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会の流れ



今回の委員会(9月25日)

第6回委員会での主な指摘と対応

項目	指摘	対応
1.暫定監視基準と対応フローの見直しについて	震度計について、自動処理による超過判定～メール通報に新設2箇所だけを用いるのは良いが、その後迅速に、気象庁の震度情報も参考にすべきである。	超過時対応フローに追記・修正した。 →2.4 P19
	対応フローのスタート(基準超過判定)は事務局が行うことを明記すべきである。	
	即時対応基準だけでなく短期・長期対応基準を超過した場合にも、自動処理によってメール通報が行われることを、分かり易く表現すべきである。	
	複数の観測機器の組合せによる超過判定を行う場合、組合せ条件が煩雑であるので、ヒューマンエラーを避ける工夫が重要である。その対応策として自動処理による超過判定を行うならば、and条件を成立させるための「超過の有効期間」の設定が重要な問題になる。	即時対応基準の超過判定フローに加筆した。 →2.3 P18
	基準超過後、通常期の対応に戻る判断を具体的に検討しておくのが望ましい。	今回の委員会で提案。 →3.5 P25
	臨時委員会の成立条件やコアメンバーについても、より現実的に検討しておくのが望ましい。	今回の委員会で提案。 →4.1 P27
2.その他	住民の避難計画についても、本委員会で検討すべきではないか。	ソフト対策会議で支援対応中。 →5.1 P37
	情報提供をより有効なものにするためにも、地元住民や自治体の意識・意向調査を行うべきではないか。	アンケート調査を実施中。 →5.1 P38
3.総括	暫定監視基準と対応フローについては、事務局提案を基本とし、今回頂いた意見を基に一部修正を加えた後に、運用していくこととする。	情報配信システムによる運用を試行開始している。 →5.2 P40

今回の委員会での説明・審議の内容

1.観測システム整備状況と観測成果 【説明】

2.暫定監視基準とフローの確認 【説明】

3. 暫定監視基準超過後の対応の詳細検討 【審議】

4.臨時委員会での討議内容 【審議】

5.ソフト対策会議等からの報告 【説明】

6.今後の委員会について 【説明】

1. 観測システム整備状況と観測成果

1.1 監視・観測体制の概要

1.2 光波測距

1.3 GBSAR

1.4 光ワイヤーセンサー

1.5 センサーネット傾斜計

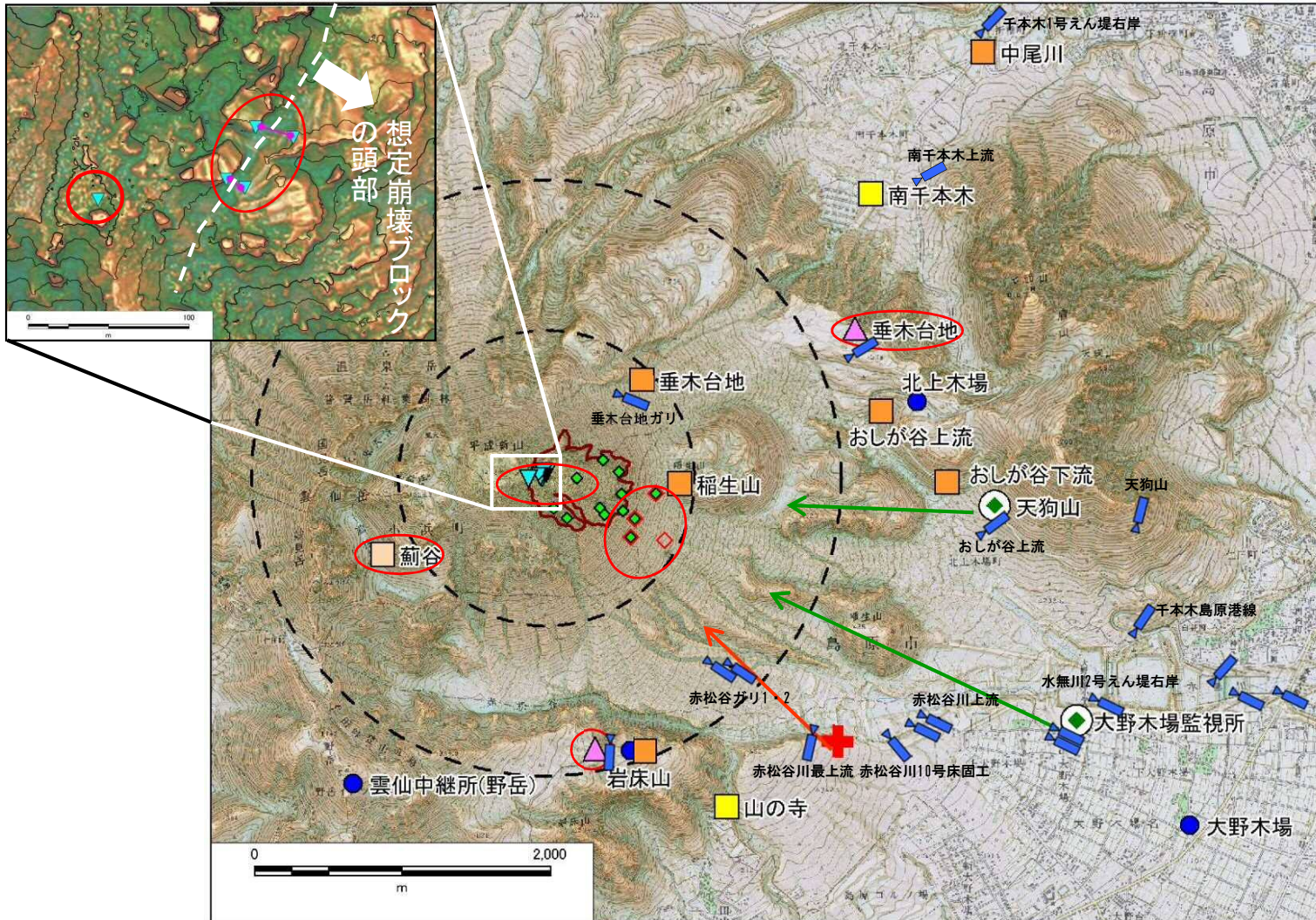
1.6 震度計

1.7 振動センサー

1.8 第11ローブの挙動の概要まとめ

1.1 監視・観測体制の概要

● H28年度は新たに傾斜計と光ワイヤセンサ、光波測距のプリズムが設置された。



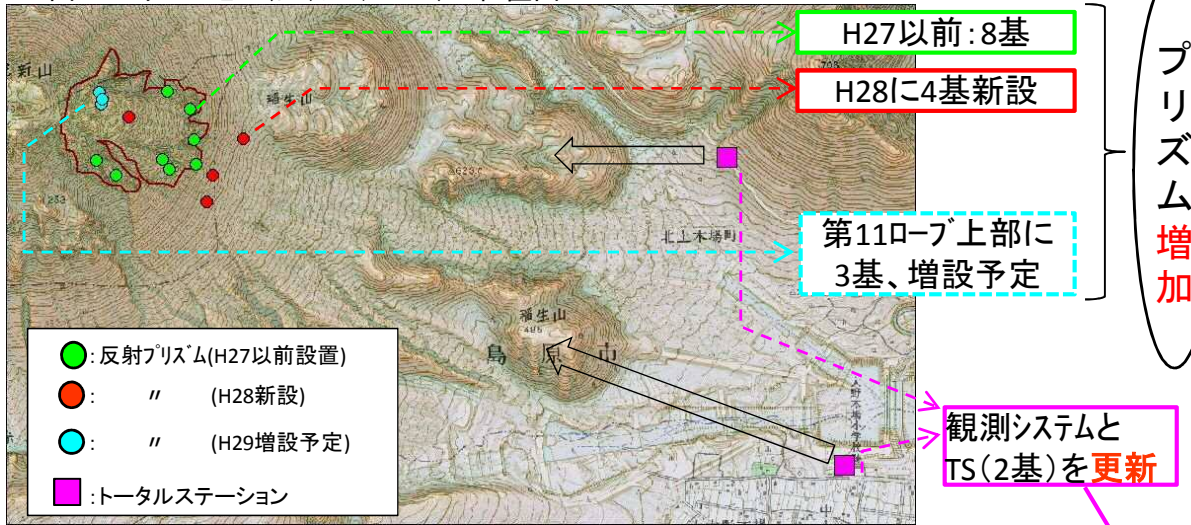
- 凡 例
- ◇ 光波測距観測器(トータルステーション)
 - ◆ 光波測距ターゲット(プリズム)
 - ✚ GBSAR
 - ◇ GBSARターゲット(コーナーリフレクター)
 - 振動センサー
 - 地震計(九州大学)
 - △ 震度計
 - ▽ センサーネット傾斜計
 - 光ワイヤセンサー
 - ▶ 監視カメラ
 - 雨量計
- H28年度に新設のもの
- ※振動センサー・地震計ともに振動波形を観測するもの。震度計は波形ではなく震度のみを観測するもの。

種類	光波測距	GBSAR	振動センサー	震度計	センサーネット傾斜計	光ワイヤセンサー	雨量計	その他の観測・測量
目的	溶岩ドームの変位を計測する	溶岩ドームの変位を全天候で計測する	地盤振動をリアルタイムに検知する	地震の震度を計測する	溶岩ドーム地表面の傾斜を計測する	想定崩壊ブロック頭部の破断を検知する	土砂移動の誘因としての雨量を計測する	航空レーザ計測や現地測量により溶岩ドーム周辺の変位を計測する

1.2 光波測距

- プリズムが従来8基+4基新設(H28年度) → **現在12基**(図1、図2)。
- 今後、第11ローブ上部にさらに増設予定(図1)。 ※手動観測の予定。
- TS(トータルステーション: 2基)と観測システムも更新(H28年度)。データの連続性は確保(図4)。
- 長期的な変化は約-6.3cm/年で、**従来から大きな変化なし**(図3)。

■ 図1 プリズムとTS(トータルステーション)の位置図

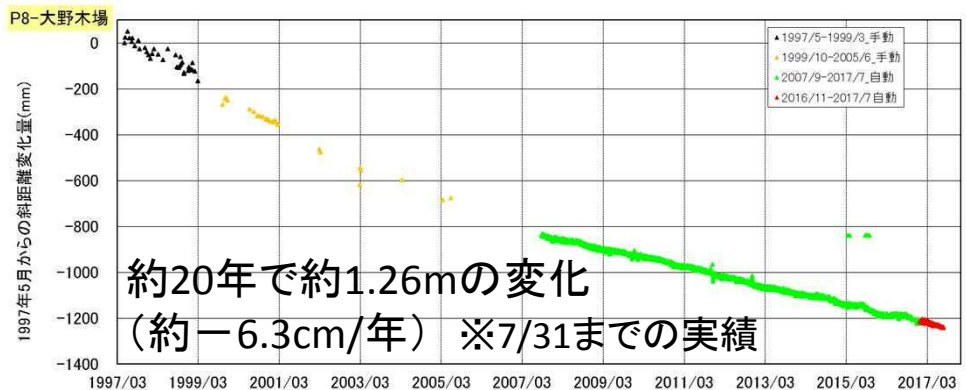


■ 図2 第11ローブ上部への設置状況(H28年11月23日)

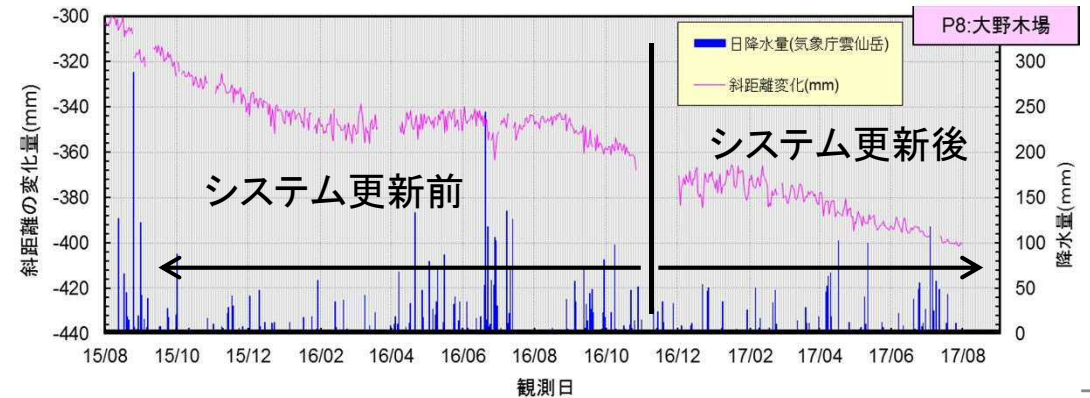


より詳細な変位分布の把握へ

■ 図3 大野木場監視所(初期はその近傍の基準点2)~P8の長期間の斜距離変化



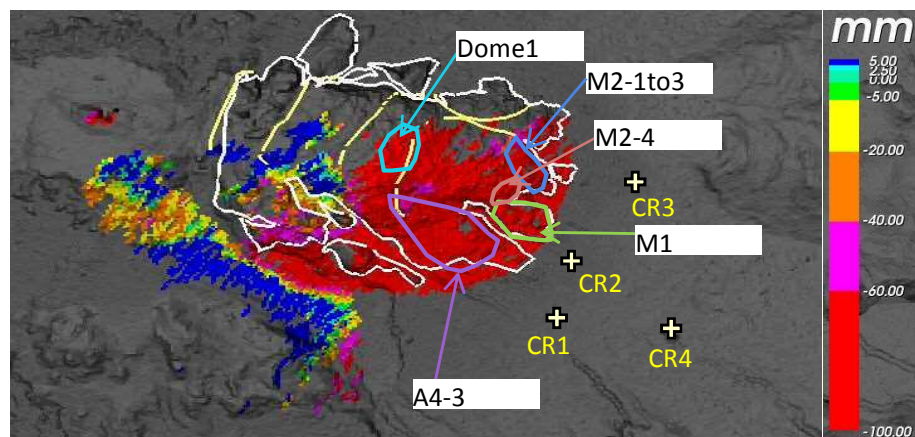
■ 図4 大野木場監視所~P8のシステム更新前後の斜距離変化



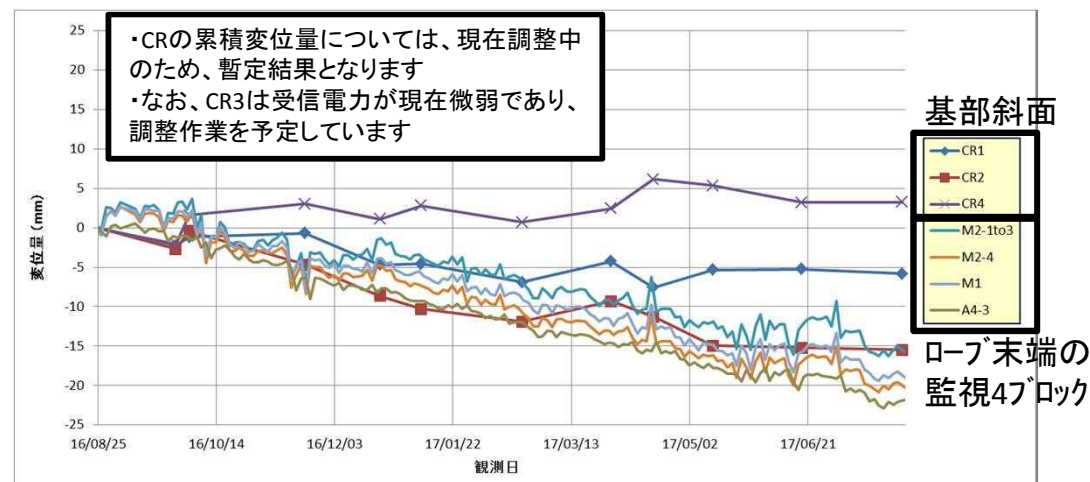
1.3 GBSAR

- 反射強度の高いコーナリフレクタ(CR)の設置により、基部斜面でも観測可能になった(図1, 図3)。
- それによれば基部斜面の方が、ローブよりも変位は小さい(図2)。
- 長期的な変化傾向は、3~5cm程度/年で、従来から大きな変化なし。(図4)

■ 図1 CR設置位置と観測範囲



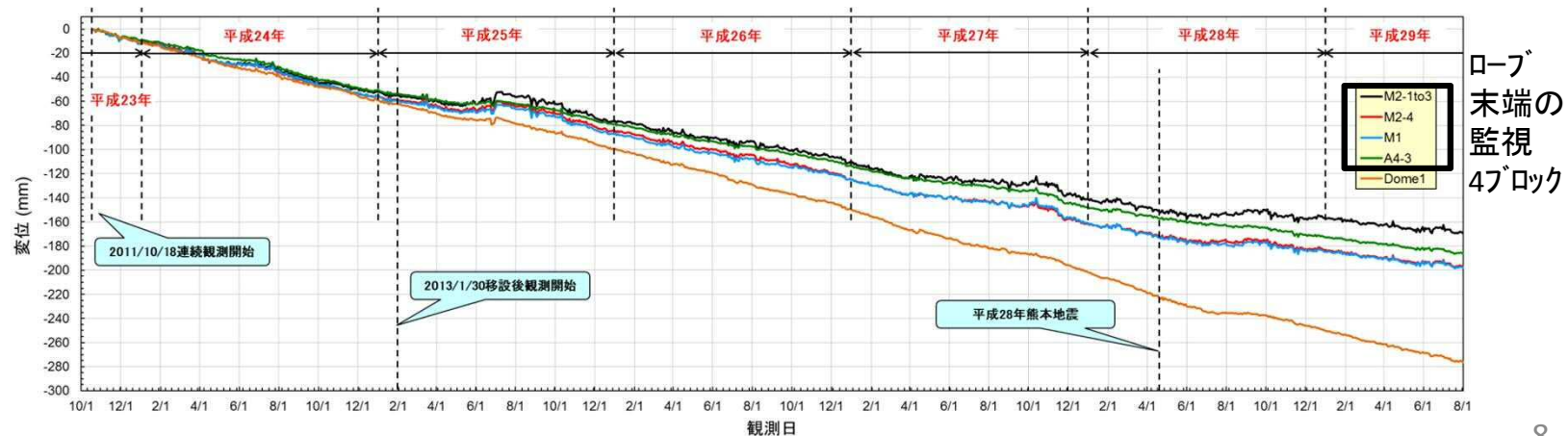
■ 図2 CR設置後の観測結果



■ 図3 コーナリフレクタの設置状況



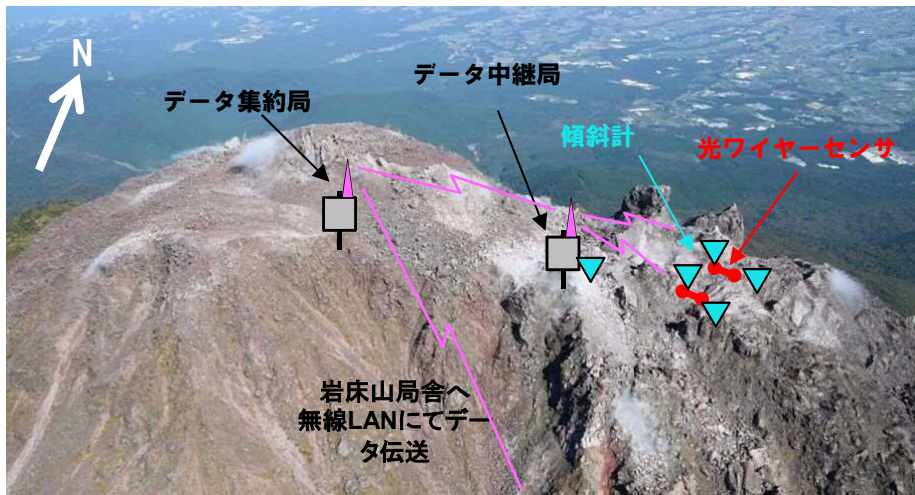
■ 図4 GBSAR設置以降の観測結果



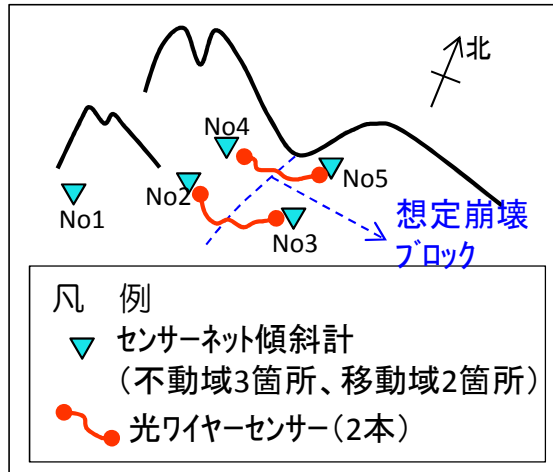
1.4 光ファイバーセンサー

- 光ファイバーセンサーは溶岩ドーム頭部の開口亀裂に設置し、ドームの崩壊を検知する。
- H28年12月に光ファイバーセンサーを設置し、**観測を継続**している。
- 観測開始以降、1度も**切断の検知はない**。(図3)

■ 図1 センサーと中継局等の設置位置



■ 図2 想定崩壊ブロックとセンサーの設置位置関係



■ 図3 センサーの切断検知状況

局名	ワイヤセンサ1		ワイヤセンサ2		ワイヤセンサ3		ワイヤセンサ4	
	切断検知	切断復旧	切断検知	切断復旧	切断検知	切断復旧	切断検知	切断復旧
ワイヤセンサ変換中継	2016/12/10 13:10	2016/12/10 13:10	2016/12/10 13:11	2016/12/10 13:11				

観測開始以降、ワイヤセンサ切断の検知はない。

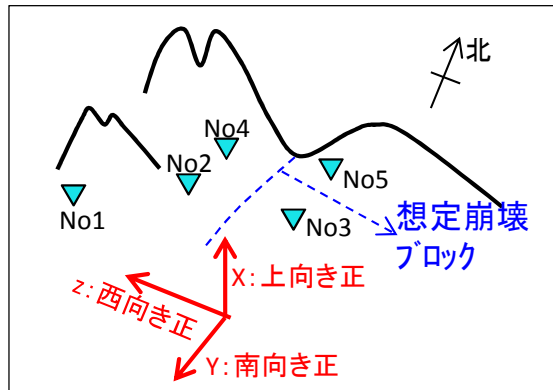
■ 図4 センサーの現地設置状況



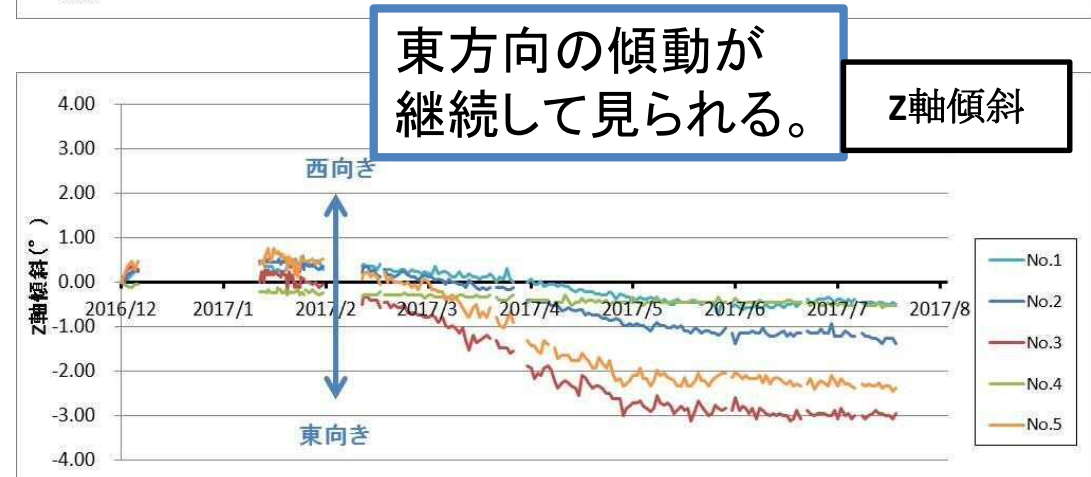
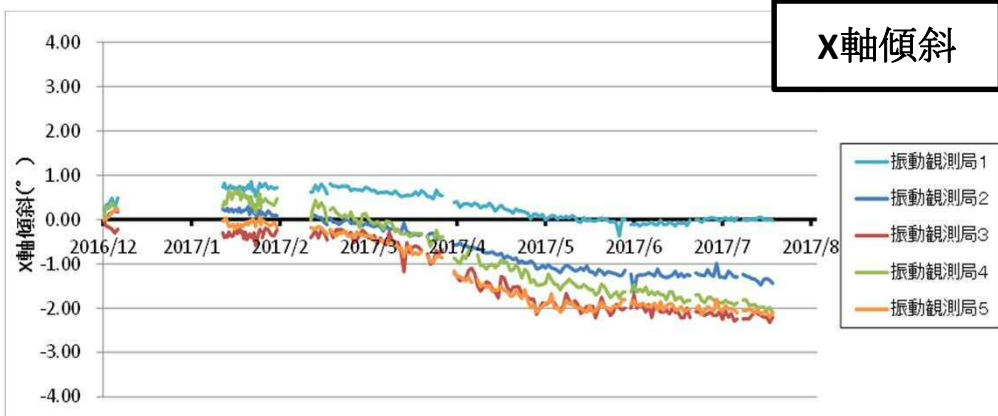
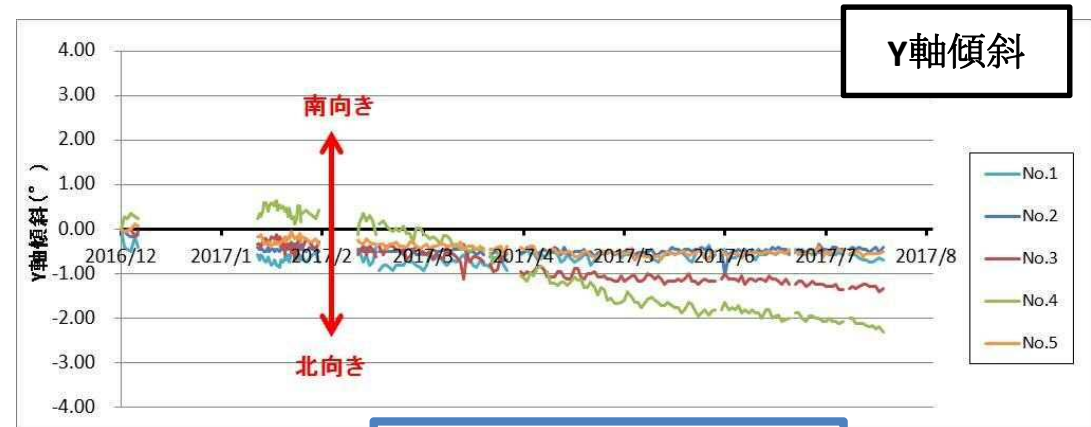
1.5 センサーネット傾斜計

- H28年12月に溶岩ドーム頭部に設置。ゆるやかな傾斜変化を観測。
- 傾斜は、初期にやや西～その後東方向の傾動が継続(図2)。ただし季節的な変動の可能性あり。明確ではないが、想定移動ブロックに近いほど東向き傾斜変化が大きいようにも見える(No.1 < No.2, 4 < No.3, 5)。
- 引き続き変化傾向を注視する必要あり。

■ 図1 センサーネット傾斜計の軸方向



■ 図2 センサーネット傾斜計の観測結果



1.6 震度計

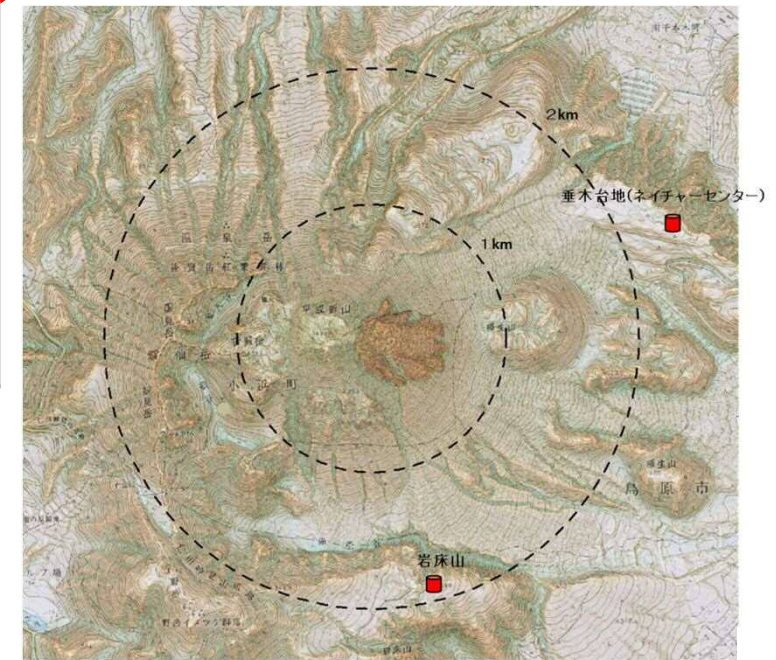
- H29年3月に垂木台地、岩床山に震度計を設置。5月に情報配信システムで観測開始。
- 観測値は、概ね熊本県～島原市近傍を震源とする地震を捉えている。
- H29年5月30日の震度2計測は、気象庁の地震情報や振動センサーデータに対応するものが無い
ため、誤検知の可能性がある。

■ 震度計観測結果

検知日時	垂木台地	岩床山	備考	地震の発生日時	震央地名	小浜町雲仙
2017年05月04日13時08分32秒		震度 1		2017/5/4 13:08	天草灘	震度 1
2017年05月04日14時22分33秒		震度 2		2017/5/4 14:22	熊本県熊本地方	震度 1
2017年05月10日10時17分52秒		震度 1		2017/5/10 10:17	熊本県熊本地方	震度 1
2017年05月11日20時21分31秒		震度 3		2017/5/11 20:21	有明海	震度 3
2017年05月30日02時58分28秒	震度 2		(エラー)	なし		
2017年06月04日23時28分40秒	震度 1			2017/6/4 23:28	熊本県熊本地方	-
2017年06月07日03時03分22秒	震度 1			2017/6/7 3:03	熊本県熊本地方	-
2017年06月09日23時36分30秒		震度 1		2017/6/9 23:36	橘湾	震度 2
2017年06月09日23時36分30秒	震度 2			2017/6/9 23:36	橘湾	震度 2
2017年06月20日23時28分08秒	震度 1			2017/6/20 23:27	豊後水道	震度 1
2017年06月20日23時28分26秒		震度 1		2017/6/20 23:27	豊後水道	震度 1
2017年06月30日15時52分59秒	震度 1			2017/6/30 15:52	熊本県熊本地方	震度 1
2017年07月02日00時58分39秒	震度 1			2017/7/2 0:58	熊本県阿蘇地方	震度 1
2017年07月02日02時52分07秒	震度 1			2017/7/2 2:52	有明海	-
2017年07月05日18時36分02秒	震度 2			2017/7/5 18:36	長崎県島原半島	-
2017年07月19日04時25分10秒	震度 2			2017/7/19 4:25	熊本県熊本地方	震度 1

島原半島近傍の地震を捉えていると考えられる。

対応する地震情報がないものは誤検知の可能性ある。
(ここではエラーと標記)

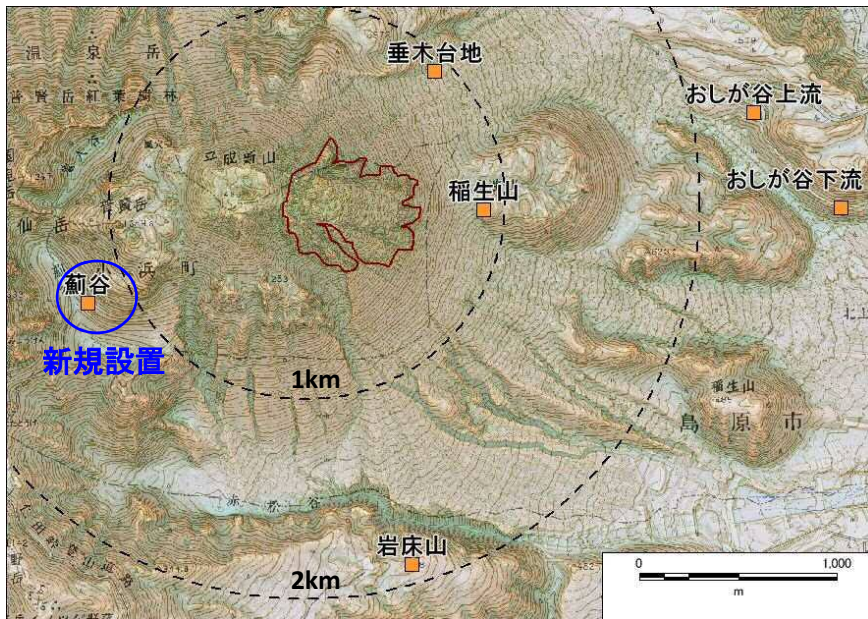


※地震情報は気象庁HPを参照。

震度別の計測回数	垂木台地	岩床山
震度1	6回	4回
震度2	4回	1回
震度3	0回	1回

1.7 振動センサー

- 薊谷の洞窟内部に振動センサー1基増設(H28年度)。
- 情報配信システム整備により、振動発生(10mkine超)の一覧や波形の閲覧が容易になった。
- 4/1~8/18間に振動は54回記録されているが、落石・土石流によると考えられる波形は得られていない。概ね地震に対応。



振動センサー位置図

回数	検知日時	稲生山	垂木台地	岩床山(上下)	岩床山(南北)	岩床山(東西)	岩床山(短期)	おしが谷下流	おしが谷上流	薊谷
1	2017年04月19日12時02分14秒	0	0	6.1	5.33	9.68	14.65	0.01	0.01	29.41
2	2017年04月19日12時05分44秒	0	0	16.52	12.9	25.19	32.35	0.01	0.01	34.26
3	2017年04月19日12時52分15秒	0	0	64.53	58.55	150.1	147.09	0.01	0.01	34.33
4	2017年04月29日21時34分02秒	0	0	31.37	28.6	79.26	28.08	0.01	0.01	34.44
5	2017年04月30日05時24分51秒	0	0	4.68	7.89	19.37	4.88	0.01	0	21.15
6	2017年05月04日13時08分56秒	0	0	16.36	24.05	28.32	34.18	0.01	0.01	33.74
7	2017年05月04日14時23分02秒	0	0	31.82	32.8	47.57	69.58	0.01	0.01	34.4
47	2017年07月09日10時17分43秒	2.44	5.49	1.79	0.9	1.55	2.39	1.36	0.24	43.85
48	2017年07月10日14時13分27秒	0.61	0.61	0.73	0.41	0.37	0.6	0.29	0	0.08
49	2017年07月10日14時16分36秒	0.61	0.61	0.73	0.41	0.24	0.6	0.31	0	0.08
50	2017年07月11日11時57分43秒	45.77	59.2	102.29	38.7	37.52	34.11	43.58	0	13.33
51	2017年07月19日04時25分37秒	53.09	41.5	6.02	2.69	4.68	38.89	4.43	-	4.58
52	2017年08月08日21時28分29秒	93.98	68.96	113.28	48.01	98.75	99.33	49.56	32.09	6.34
53	2017年08月14日08時11分37秒	190.4	186.13	168.13	109.49	144.49	149.59	49.56	49.56	14.86
54	2017年08月16日21時52分57秒	10.98	10.37	28.73	16.56	28.2	8.98	12.47	9	

10mkine以上の取得データ一覧(一部抜粋)

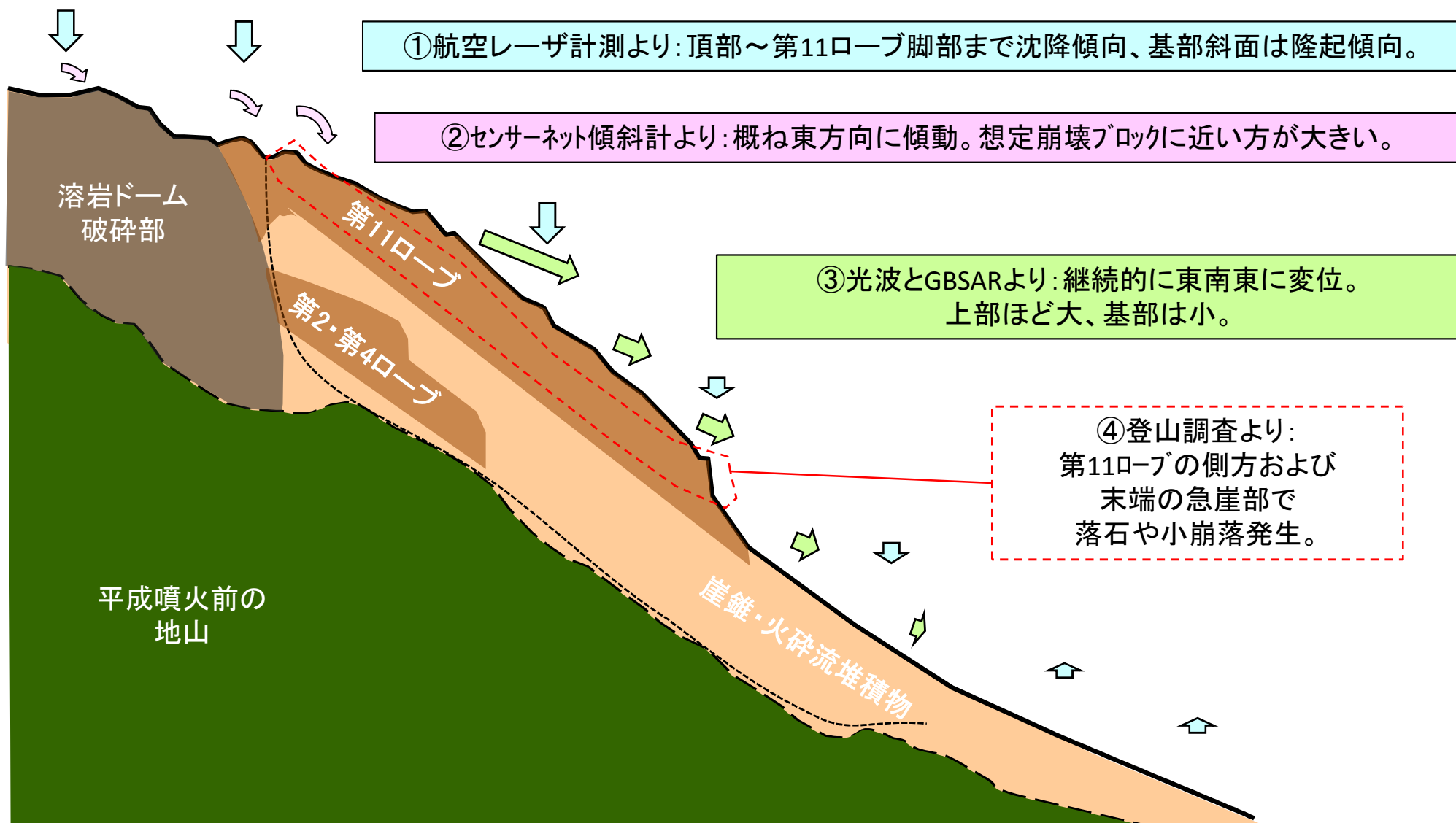
10mkine以上の記録が一覧で表示

実際の波形記録が閲覧可能

情報配信システムの画面例

1.8 第11ローブの挙動の概要まとめ

- 上述の観測などの成果より、第11ローブは上部急斜面を中心として、沈降しつつ東南東方向に変位していることがわかる。



2. 暫定監視基準とフローの確認

- 2.1 基本事項
- 2.2 各基準値の一覧表
- 2.3 組合せ基準
- 2.4 基準超過時の対応フロー

2.1 基本事項 (1)崩壊シナリオに対応した区分

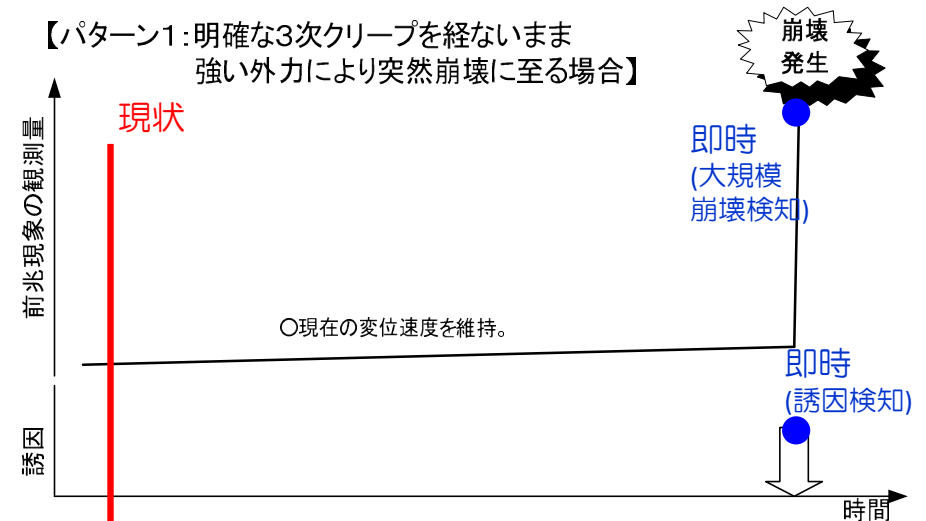
- 即時・短期・長期の3つ。
- 即時では「誘因」「前兆変位」「大規模崩壊」に対応した基準を設けた。

■ 即時・短期・長期の区分

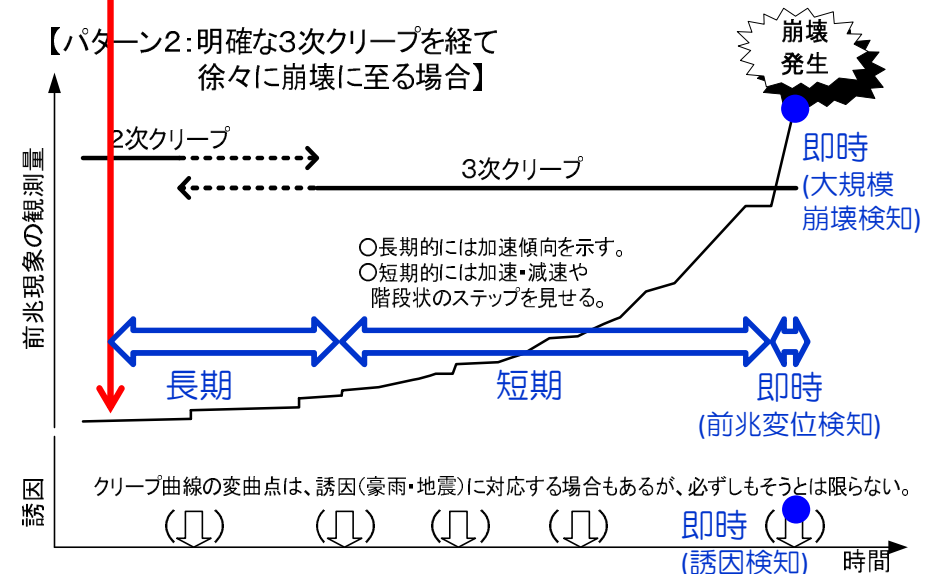
区分	対応方針
即時 対応基準	大規模崩壊または直前の前兆変位が開始した可能性がある。 最悪だと5分程度で到達するが、それ以上の余裕がある可能性もある。
短期 対応基準	数日程度以内に大規模崩壊が発生する可能性がある。 (ただし結果的に崩壊しないまま長期化する可能性もある。)
長期 対応基準	ロープの挙動が変化し、大規模崩壊までの猶予時間が早まった可能性がある。

■ 崩壊シナリオと基準超過のタイミング

【パターン1:明確な3次クリープを経ないまま強い外力により突然崩壊に至る場合】



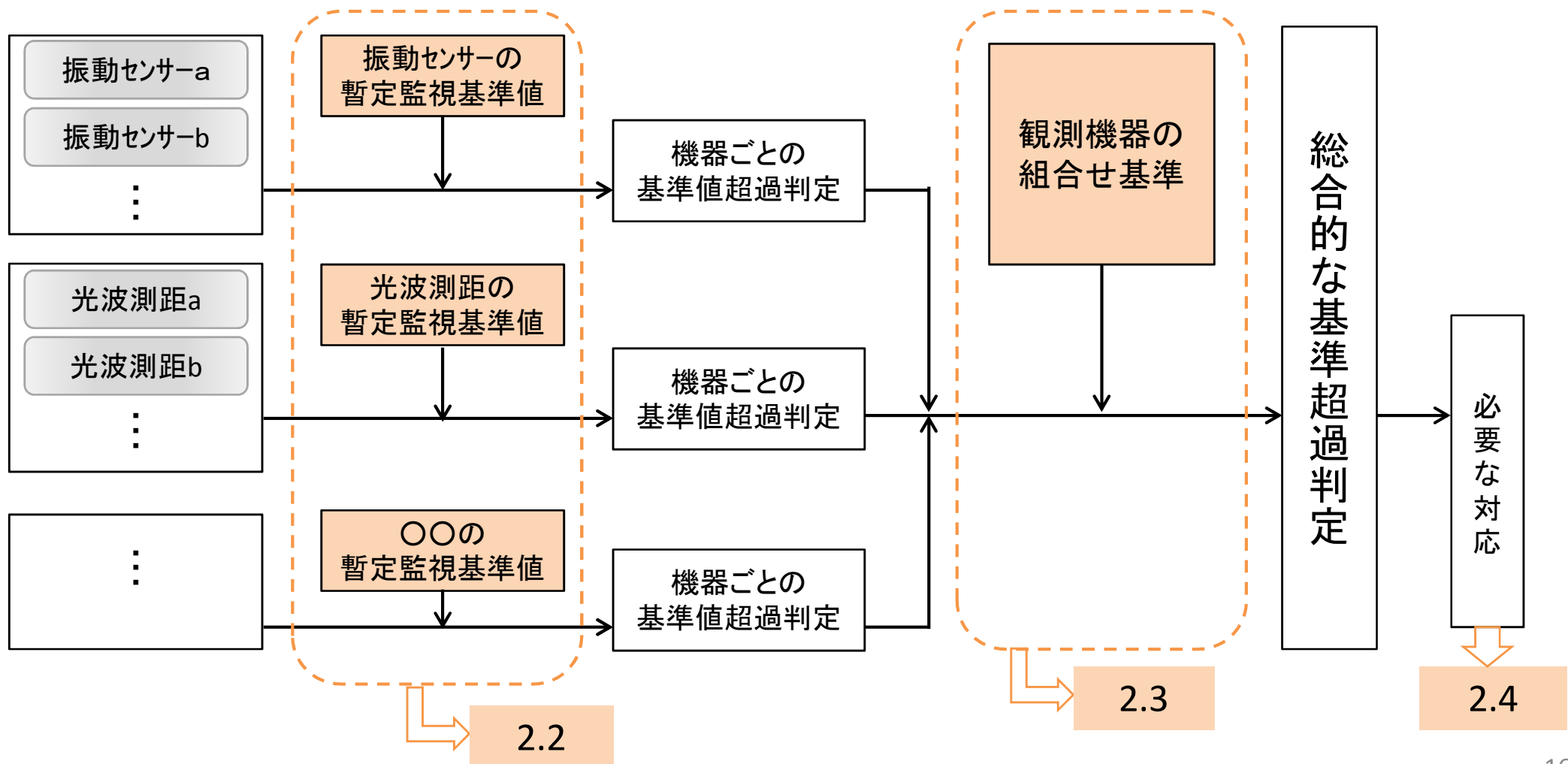
【パターン2:明確な3次クリープを経て徐々に崩壊に至る場合】



クリープ曲線の変曲点は、誘因(豪雨・地震)に対応する場合もあるが、必ずしもそうとは限らない。

2.1 基本事項 (2)基準と超過判定の概念

- 2段階の基準超過判定を行う。
- 1段階目は、観測機器ごとに暫定監視基準「値」と比較し、超過判定を行う。
- 2段階目は、各観測機器の基準値超過判定結果を用いて、総合的な基準超過判定を行う。
その判定に供するため、「組合せ基準」を作成する。



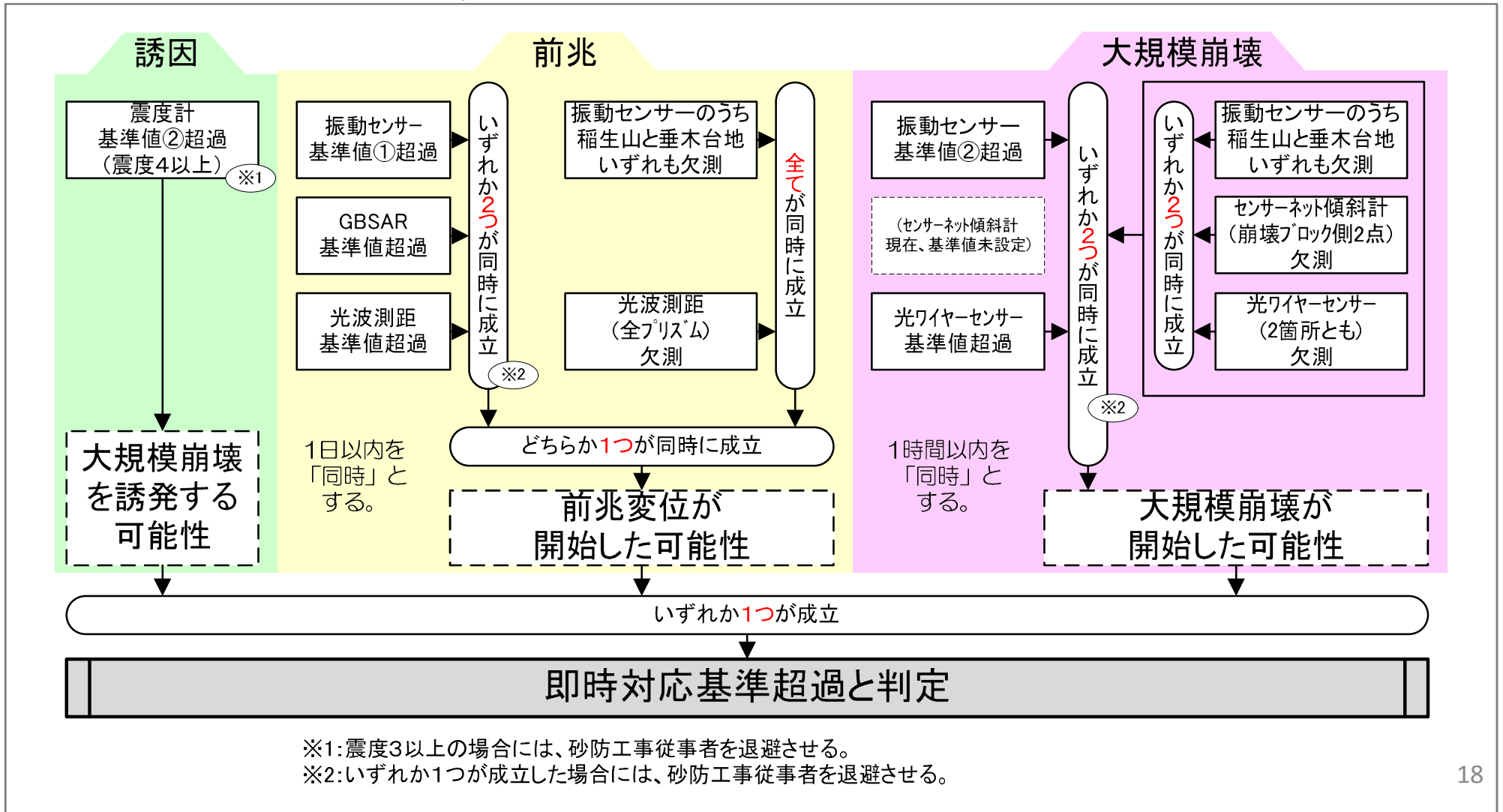
2.2 各基準値の一覧表

観測機器等	取得間隔	即時対応基準値	短期対応基準値	長期対応基準値
震度計	リアルタイム	垂木台地・岩床山のいずれかで下記を超過した場合。 ①震度3(砂防工事従事者退避) ②震度4(市への危険情報(仮称)提供)	—	—
振動センサー	リアルタイム	稲生山・垂木台地・岩床山・薊谷のうち2箇所以上で下記を超過した場合。 ①振動エネルギー指標値5以上 ②40mkine以上の振動が30秒以上継続	—	—
光波測距	即時は1回/1h 短期・長期は1回/1日	毎時観測データを用いて、「両方の監視局からの斜距離変化が-20mm/hを超過」が、2つ以上のプリズムについて成立した場合。	日平均データを用いて、100日間の回帰直線からの乖離が-4cmを超過、又は、2回(2日)連続して-2cmを超過した場合。	日平均データを用いて、100日間の回帰直線の傾きが-0.3mm/日を超過した場合。 ※天狗山-P5の組合せを除く。
GBSAR	即時は1回/7分 短期・長期は1回/2日	末端4ブロックのいずれか1つにおいて、1時間平均した変位速度が、2回以上連続して-4mm/hを超過した場合。	末端4ブロックのいずれか1つにおいて、2日間の変位が、-2.9mm/2日を超過した場合。	末端4ブロックのいずれか1つにおいて、1年間の変位速度が-5cm/年を超過した場合。
		※末端4ブロックとは、A4-3, M1, M2-4, M2-1to3のことである。		
センサーネット 傾斜計	リアルタイム	(現在未設定)	—	—
光ワイヤー センサー	リアルタイム	2箇所とも切断した場合。	—	—
GPS	不定期	—	—	前回(約1年前)からの変位が水平方向10cm/年 または鉛直方向-20cm/年を超過した場合。
航空レーザ 計測	不定期 (約1回/1年)	—	—	1~数年前との標高差分で、ローブ上部で沈降、かつ、下部で隆起の傾向が顕著に認められた場合。
雨量計	1回/1時間	(連続雨量が200mmを超過したら各観測機器の基準超過状況をチェック)		
監視カメラ	リアルタイム	(状況確認し参考情報とする)		

2.3 組合せ基準

同時と見なす時間を明記しました。

	即時対応基準	短期／長期対応基準
組合せ基準	総合的な 超過判定フロー による。	各観測機器の いずれか が基準値超過した場合。



2.4 基準超過時の対応フロー

監視主体を明記しました。
自動通報する基準超過時と、
気象庁の情報活用を加筆しました。

- 砂防工事従事者や市等への情報提供は、システムによる自動処理により即時行われる。
- 住民への影響が想定される場合は「危険情報(仮称)」として提供する。
- 職員による状況確認を経て、臨時委員会の招集等を検討する。

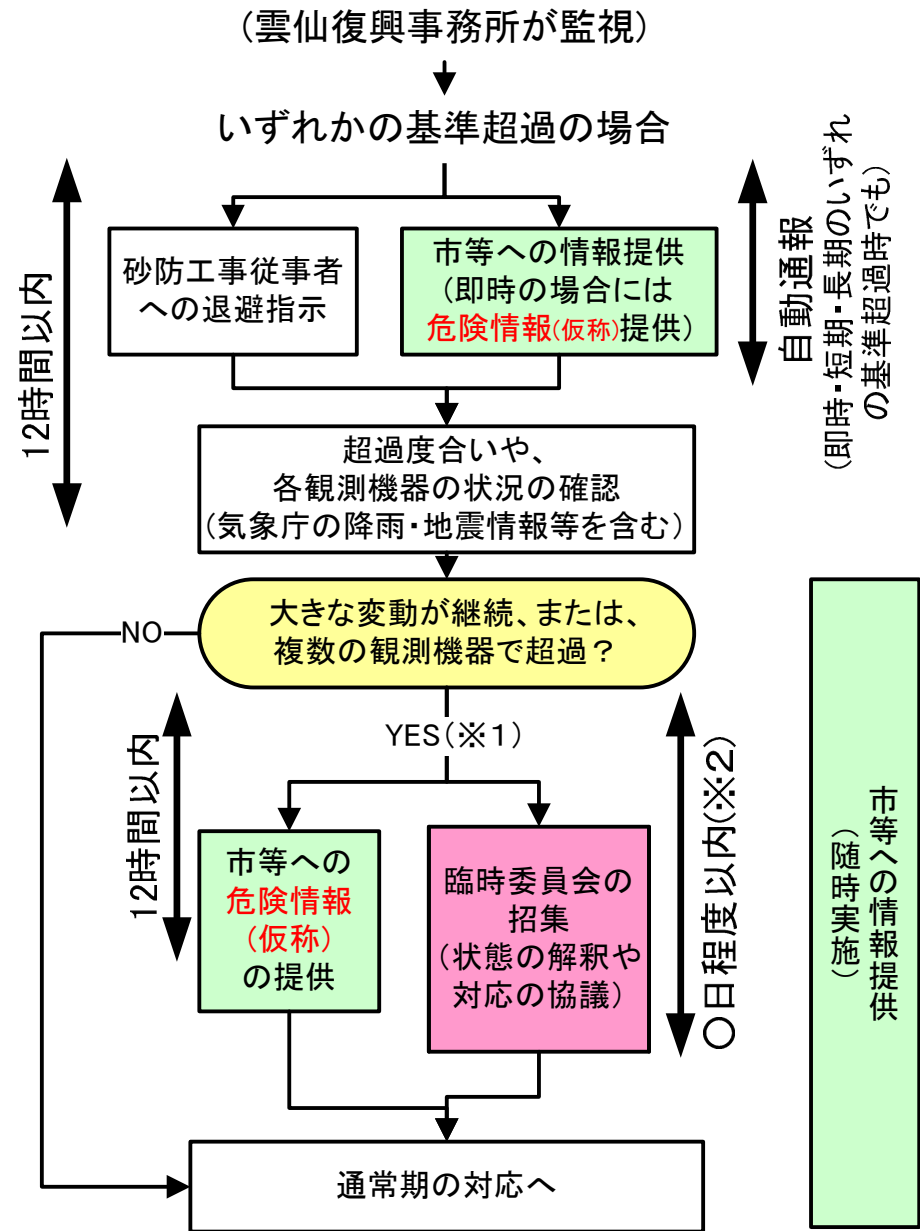
※1:市等への危険情報(仮称)の提供を行うか、および臨時委員会を招集するか否かの判断は、できる限り多くの情報を用いると共に委員からの助言を得て総合的に判断する。

- 監視カメラ映像
- GBSARや光波測距による変位の空間分布
- センサーネット傾斜計による頂部の変位分布 など

※2:臨時委員会の招集時期は下記を目安とする。

- 即時対応基準超過後 → 3日程度以内
- 短期対応基準超過後 → 1週間程度以内
- 長期対応基準超過後 → 1ヶ月程度以内

ただし、即時の場合、委員の都合により臨時委員会を3日程度以内に招集できない場合には、電話等による委員への意見聴取をもって臨時委員会に替える。



3. 暫定監視基準超過時の対応の 詳細検討

3.1 詳細対応の検討の必要性

3.2 フェーズ区分の導入

3.3 フェーズ区分の具体的イメージ

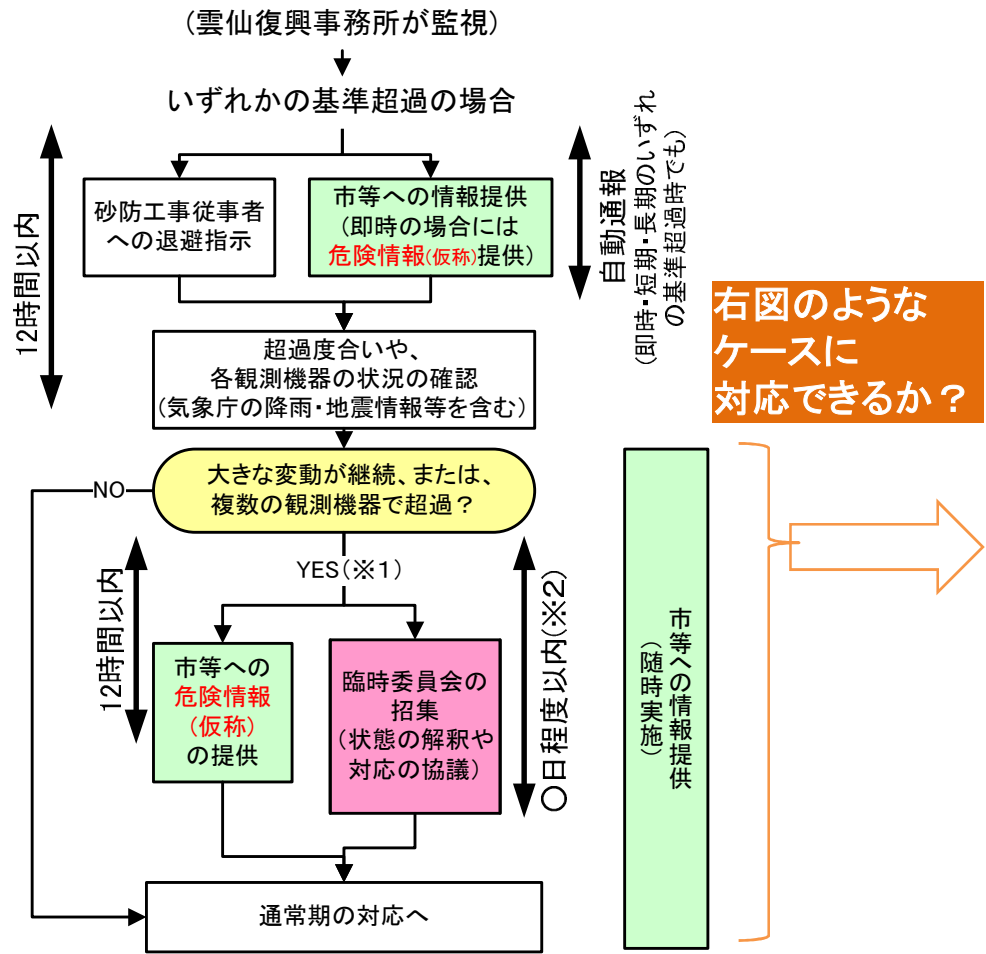
3.4 フェーズⅡにおける対応フロー

3.5 フェーズⅢにおける対応フロー

3.1 詳細対応の検討の必要性

- 暫定監視基準超過時のフローは作成した。
- **しかし、1回超過して、その後単純に終息するとは限らない。**
- いくつかのパターンを想定し、通常状態に戻るまでの現実的な対応を検討。

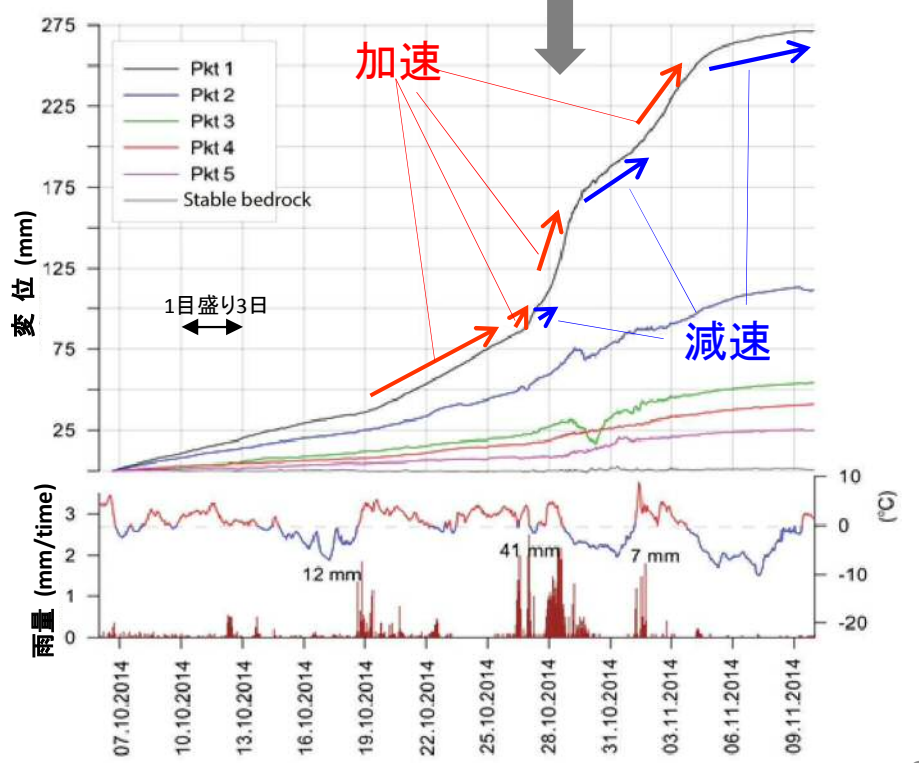
2.4で示した対応フロー



ある岩盤すべりの変位の実例

・移動部面積6000m²程度。
 ・計測はGBSARによる。
 ・結果的には崩壊せず。

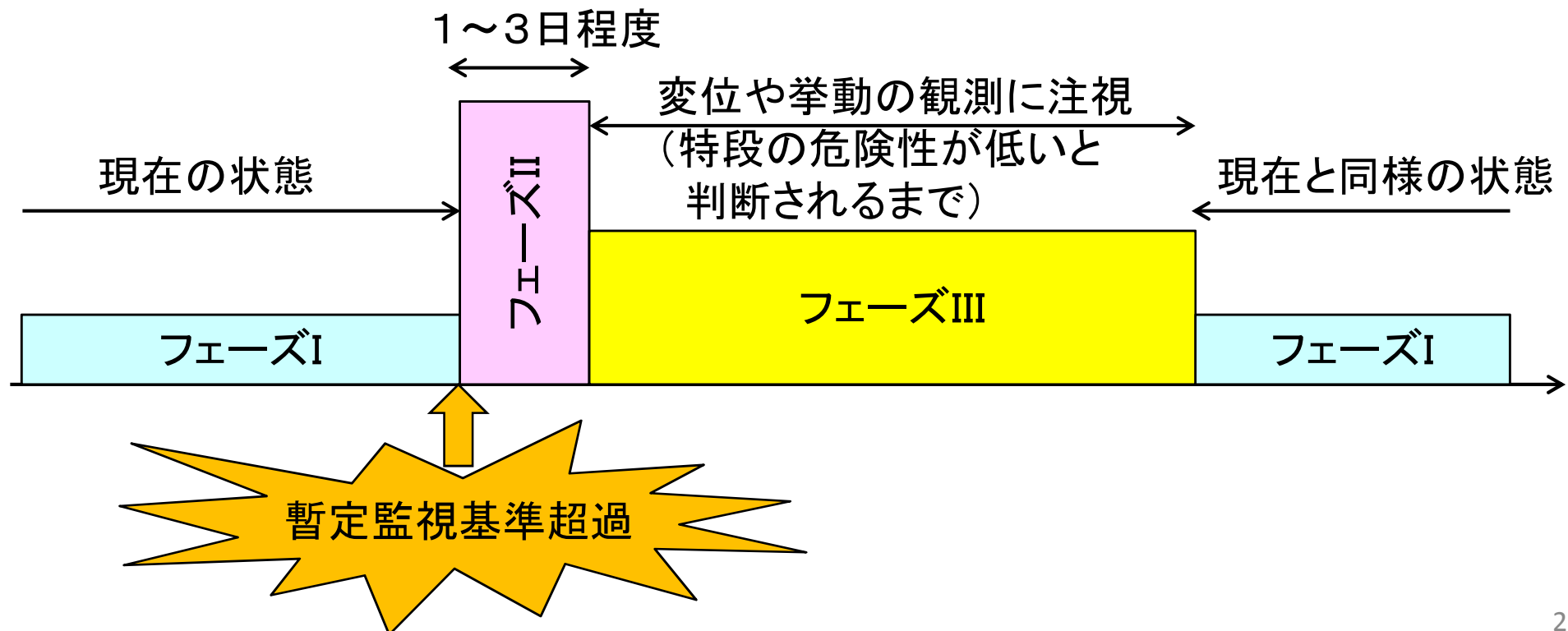
最大速度80mm/day以上を記録。崩壊間近と予想された。
 ※住民は数日前に避難済み。



出典: L. H. Blikra and L. Kristensen (2016): Monitoring a rockslide in development, Interpraevent 2016, Extended Abstracts, p. 158-159.

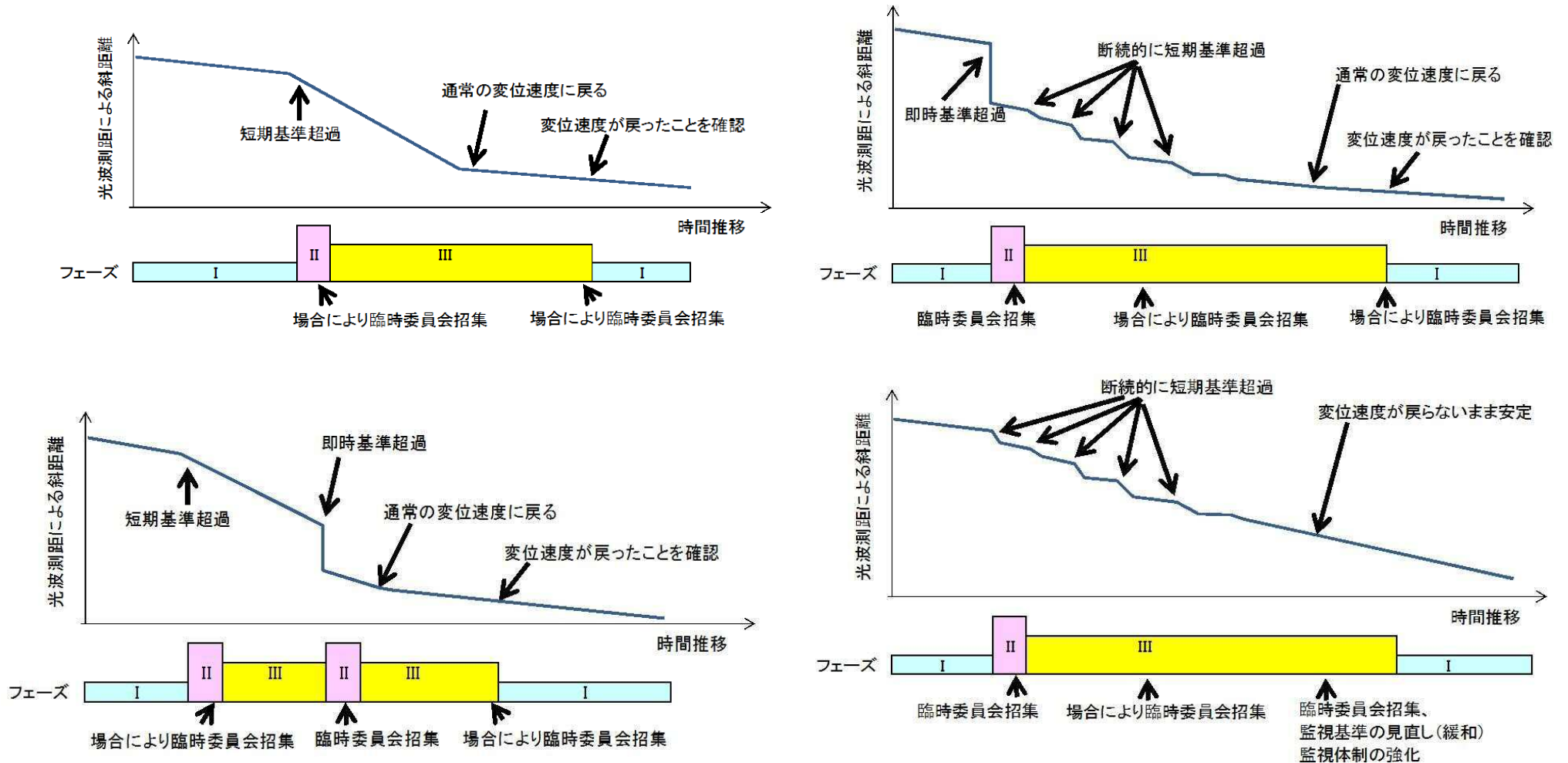
3.2 フェーズ区分の導入

- フェーズI: 通常期。現在がこれに当たる。
- フェーズII: 基準超過後の初動期。目安として1~3日程度。
- フェーズIII: フェーズIIの後、変位や挙動の観測に注視する時期。特段に危険な状態でない
と判断されたらフェーズIIに戻る。 → **フェーズIIIの対応が最も難しい。**



3.3 フェーズ区分の具体的なイメージ

- 例として、光波測距で変位が観測された場合のフェーズ区分をイメージ図で示した。
- このようなイメージを描きながら、具体的なフローを作成。 →次項。



3.4 フェーズ II における対応フロー



- 2.4で示したフローをベースに微修正。
- 最後を「通常期の対応へ」ではなく「フェーズⅢのフローへ」に修正。
- 合わせて、緊急調査の実施についても加筆。

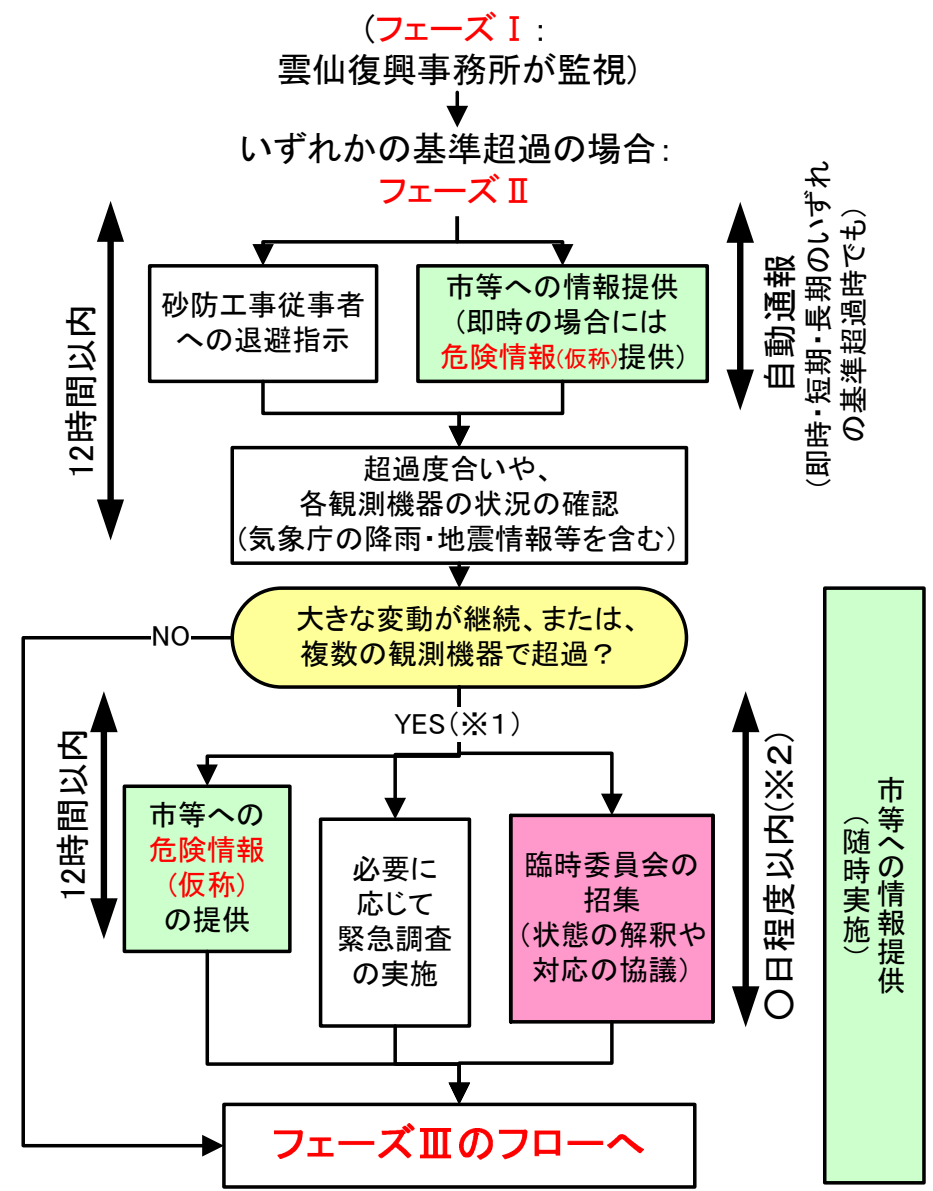
※1: 市等への危険情報(仮称)の提供、緊急調査、および臨時委員会の招集の実施可否の判断は、できる限り多くの情報を用いると共に委員からの助言を得て総合的に判断する。

- 監視カメラ映像
- GBSARや光波測距による変位の空間分布
- センサーネット傾斜計による頂部の変位分布 など

※2: 臨時委員会の招集時期は下記を目安とする。

- 即時対応基準超過後 → 3日程度以内
- 短期対応基準超過後 → 1週間程度以内
- 長期対応基準超過後 → 1ヶ月程度以内

ただし、即時の場合、委員の都合により臨時委員会を3日程度以内に招集できない場合には、電話等による委員への意見聴取をもって臨時委員会に替える。



4. 臨時委員会での討議内容

- 4.1 臨時委員会の位置づけと構成
- 4.2 臨時委員会からアウトプットすべき情報
- 4.3 判断基準
- 4.4 アウトプット文面の例

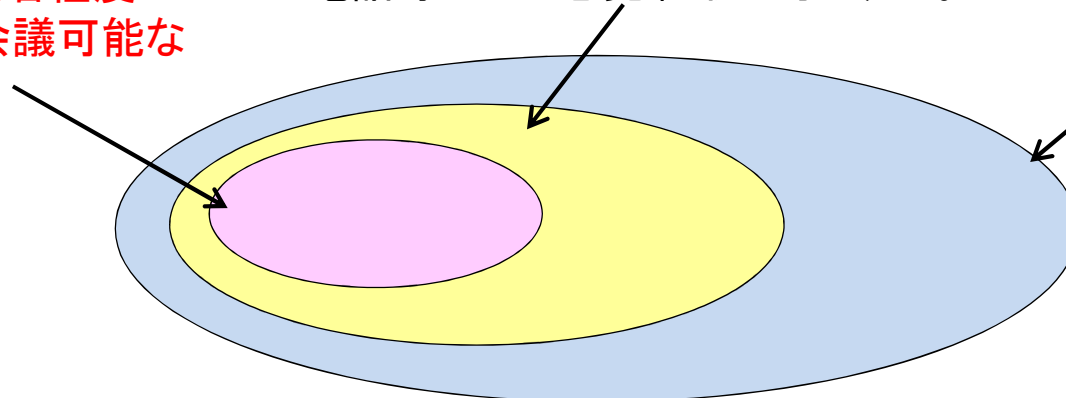
4.1 臨時委員会の位置づけと構成

- 臨時委員会は、本委員会を臨時に開催するものなので、基本的には同じ構成とする。
※委員会規約 第5条の4 「異常時、緊急時等、臨時に開催する必要がある時は、事務局が委員長の了解を得て臨時委員会を招集するものとする」（資料-2参照）。
- しかし2.4の対応フローでは「即時の場合、委員の都合により臨時委員会を3日程度以内に招集できない場合には、電話等による委員への意見聴取をもって臨時委員会に替える」とした。
- さらに**緊急を要し、かつ重要な判断が求められる場合**の臨時委員会では、少数であっても対面会議を行うため、「**コアメンバー**」を設定する。
- コアメンバーの条件
 - ・ 迅速に参集できること。 → 九州内のメンバーとする。
 - ・ 学術的見地から状態を評価する必要がある。 → 学術委員とする。
 - ・ 緊急時には招集の調整に要する時間も考慮。 → 少数とする。

コアメンバー: 数名程度
※迅速に対面会議可能な
学術委員。

委員会成立条件: 8名 (規約により総数の1/2以上)
※電話等による意見聴取も可とする。

委員総数: 15名
(学識7名 + 行政8名)

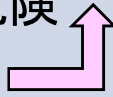




4.2 臨時委員会からアウトプットすべき情報

- 自治体や住民が、避難および避難解除の判断を行うにあたって、有益となる情報を提供する。
- 客観的な事実を基に、科学的・経験的に考えられる、現状に対する解釈を述べる。
- 可能であれば、今後の予想を述べる。

—————以上、第5回委員会討議資料より。

- 出すべき情報の方向性は、大きく分けて、「危険」「状態維持・不明」「通常状態」の3つが考えられる。

方向性	説明	実施すべき、または考えられる対応
①危険 	大規模崩壊の危険が迫っている可能性があると考えられる場合。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事務所としては、砂防工事従事者等の退避。 ・ 自治体は住民への避難勧告等を行う可能性がある。
②状態維持・不明 	①③のいずれにも当てはまらず、状態を維持していると考えられる場合。または、解釈が困難な場合。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事務所としては、砂防工事従事者の退避を維持。 ・ 自治体は、住民への避難勧告等を継続する可能性がある。
③通常状態 	特別に危険な状態を脱し、通常の状態に戻ったと考えられる場合。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事務所としては、砂防工事の再開。 ・ 自治体は、住民への避難勧告等を解除する可能性がある。

4.3 判断基準 ①危険と判断する場合

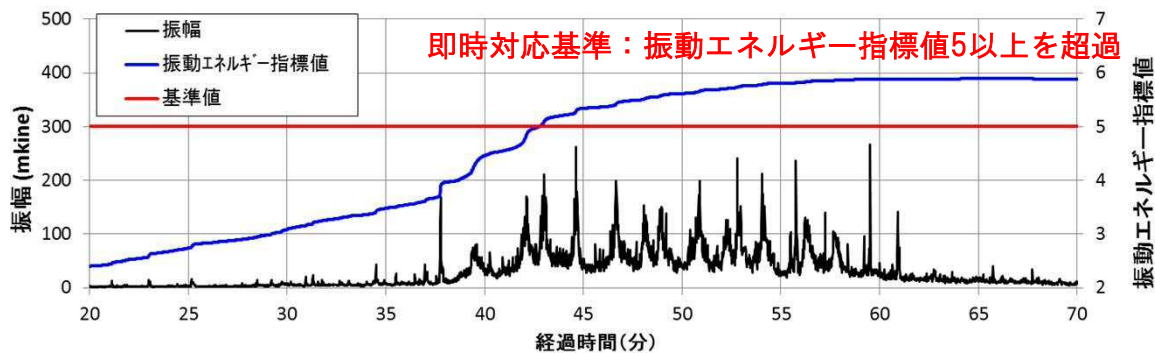
- 下記のような観測情報をもとに総合的に判断する。

	観測機器等	危険な状態であると考えられる場合(状況によって適宜判断)
既存観測	震度計	<ul style="list-style-type: none"> 地震でないのに震度1以上を連続して観測する。
	振動センサー	<ul style="list-style-type: none"> 大きな振動波形が連続または断続し、第11ローブに近いほど振幅が大きい。 振動エネルギー指標値が増加傾向を示す。 落雷がないのに垂木台地と稲生山が欠測している。
	光波測距	<ul style="list-style-type: none"> 短期対応基準を上回る大きな変位が連続する(特に第11ローブ頂部)。加速している場合は特に危険。 雲・霧等が掛かっているのに多くのプリズムで欠測となっている。
	GBSAR	<ul style="list-style-type: none"> 短期対応基準を上回る大きな変位が連続する。加速している場合は特に危険。
	センサーネット 傾斜計	<ul style="list-style-type: none"> 大きな傾斜変化が連続する。加速している場合は特に危険。 想定崩壊ブロック内と、その背後の想定不動域とで、傾斜変化の量が異なる。
	光ワイヤーセンサー	<ul style="list-style-type: none"> 2本とも切断している。
	監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮な落石、小崩落の痕跡が多く見られる。土煙が上がっているのが見える。 想定崩壊ブロックの末端付近が隆起し、下部斜面よりも前にせり出している。
緊急調査	ヘリ撮影	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮な落石、小崩落の痕跡が多く見られる。 想定崩壊ブロックの頭部クラックが開口し、場合により巨礫が挟まっている。クラックから噴気が出ている。 想定崩壊ブロックの末端付近が隆起し、下部斜面よりも前にせり出している。
	3Dモデル	<ul style="list-style-type: none"> 想定崩壊ブロックの頭部クラックを挟んだ岩塔間の距離や高低差が増大している。
	航空レーザ 計測	<ul style="list-style-type: none"> 前回計測結果と比較して、小崩落が多く発生している(深さ5m・体積500m³程度以上の崩壊を検出可能)。 前回計測結果と比較して、標高差数mを超えるような地表面の変形が多く発生している。
	現地情報	<ul style="list-style-type: none"> 土煙、落石・崩落の音などの現地情報が得られる。

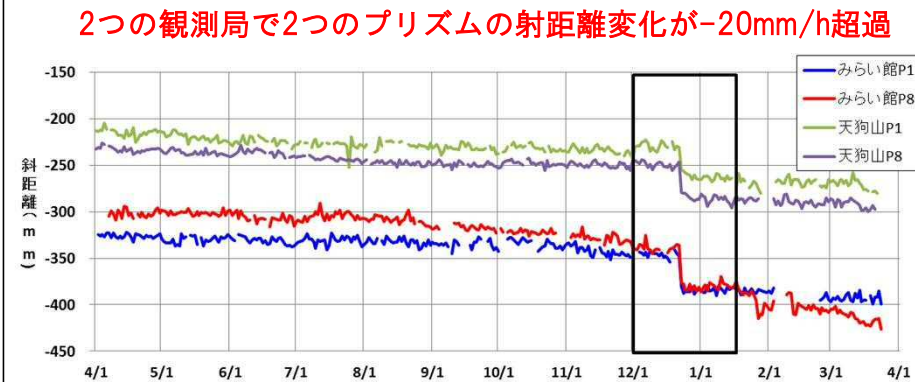
4.3 判断基準 ①危険と判断する場合

●「危険」と判断される観測データの例を示す。 ※いずれもダミーデータである。

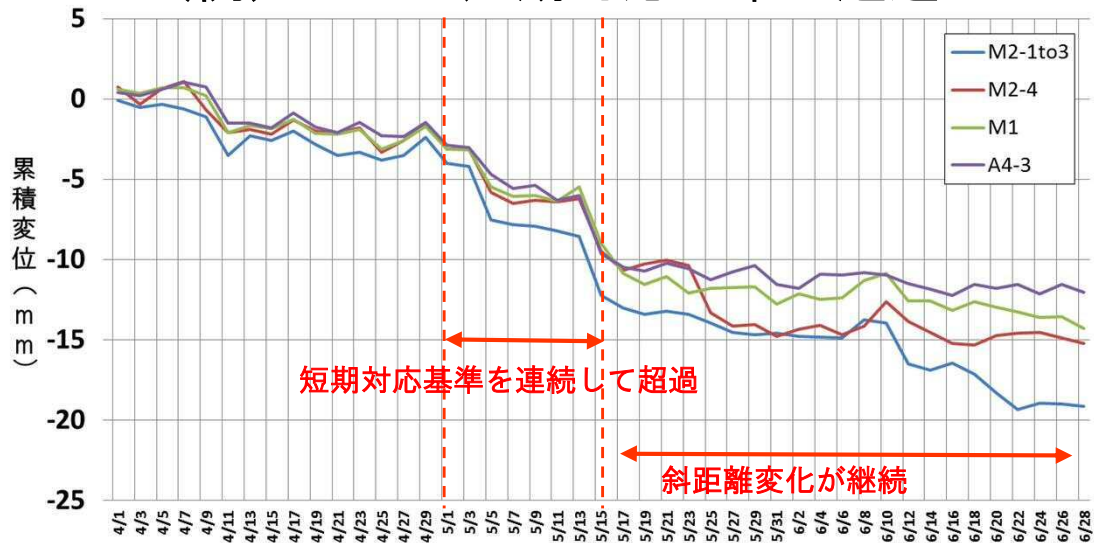
振動センサー（例）・・・即時対応基準の超過



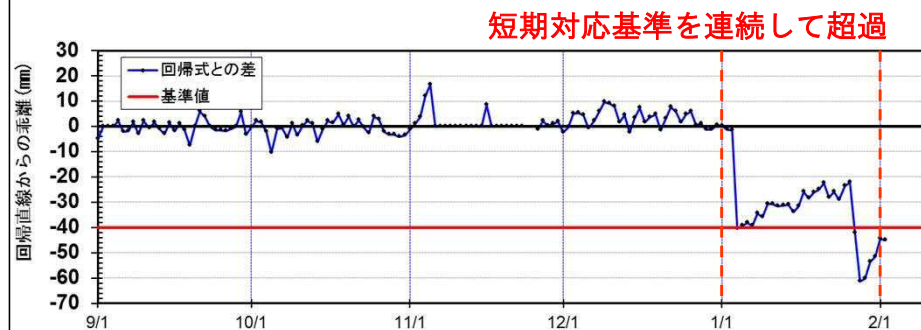
光波測距（例）・・・即時対応基準の超過



GBSAR（例）・・・短期対応基準の超過



光波測距（例）・・・短期対応基準の超過



4.3 判断基準 ③通常状態と判断する場合

- 下記のような観測情報をもとに総合的に判断する。
- 下記で「必要条件」と記した事項について、欠測していない機器が条件を満たさない場合、および3つ以上が欠測している場合には、「通常状態」との判断を下さない。

	観測機器等	通常状態であると考えられる場合(状況によって適宜判断)
既 存 観 測	震度計	<ul style="list-style-type: none"> 地震を除けば、震度1以上の揺れを感知しない状態が継続している。
	振動センサー	<ul style="list-style-type: none"> 即時対応基準を下回る状態が継続している(必要条件)。 強風や土石流等によるノイズと判断されるものを除けば、大きな振動が発生しない状態が継続している。
	光波測距	<ul style="list-style-type: none"> 即時および短期対応基準を下回る状態が継続している(必要条件)。
	GBSAR	<ul style="list-style-type: none"> 即時および短期対応基準を下回る状態が継続している(必要条件)。
	センサーネット 傾斜計	<ul style="list-style-type: none"> 即時対応基準を下回る状態が継続している(必要条件)。 想定崩壊ブロック内と、その背後の想定不動域とで、傾斜変化の量が大きく異ならない状態が続いている。
	光ワイヤーセンサー	<ul style="list-style-type: none"> (切断していた場合)切断原因が想定崩壊ブロックの移動以外のものであることが、一定の根拠をもって推察される。 (切断していない場合)切断していない状態が継続している。
	監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮な落石・小崩落の痕跡の増加が認められない状態が継続している。 土煙が上がっているのが認められない状態が継続している。 その他、目立った変形が認められない状態が継続している。
緊 急 調 査	ヘリ撮影	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮な落石・小崩落の痕跡の増加が認められない状態が継続している。 想定崩壊ブロックの頭部クラックが開口が認められない。 その他、目立った変形が認められない状態が継続している。
	3Dモデル	<ul style="list-style-type: none"> 想定崩壊ブロックの頭部クラックを挟んだ岩塔間の距離や高低差に、大きな変化がない。
	航空レーザ 計測	<ul style="list-style-type: none"> 前回計測結果と比較して、小崩落や変形の発生が認められない。
	現地情報	<ul style="list-style-type: none"> 土煙、落石・崩落の音などの現地情報がない、または少ない状態が継続している。

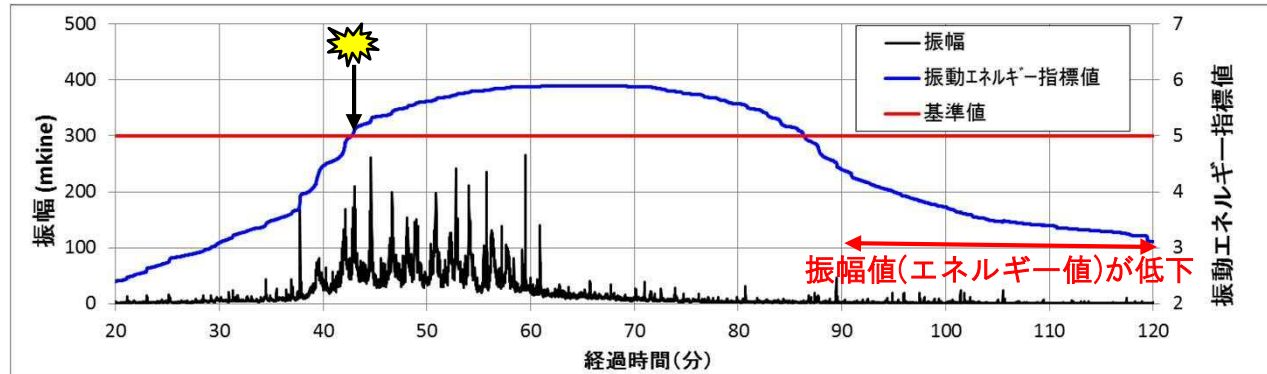
4.3 判断基準 ③通常状態と判断する場合

● 通常状態に推移したと判断される観測データの例を示す。 ※いずれもダミーデータである。

振動センサー（例）

振動エネルギー指標値5以下になり、規準値より低い値が推移しており、即時対応基準を下回る状態が継続。

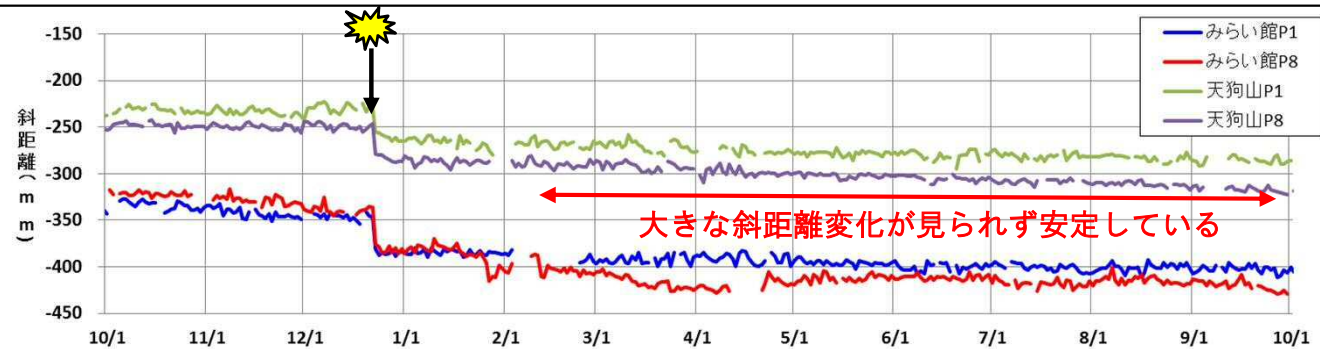
即時対応基準：振動エネルギー指標値5以上



光波測距（例）

大きな斜距離変化が見られず、短期対応基準を下回る状態が継続。

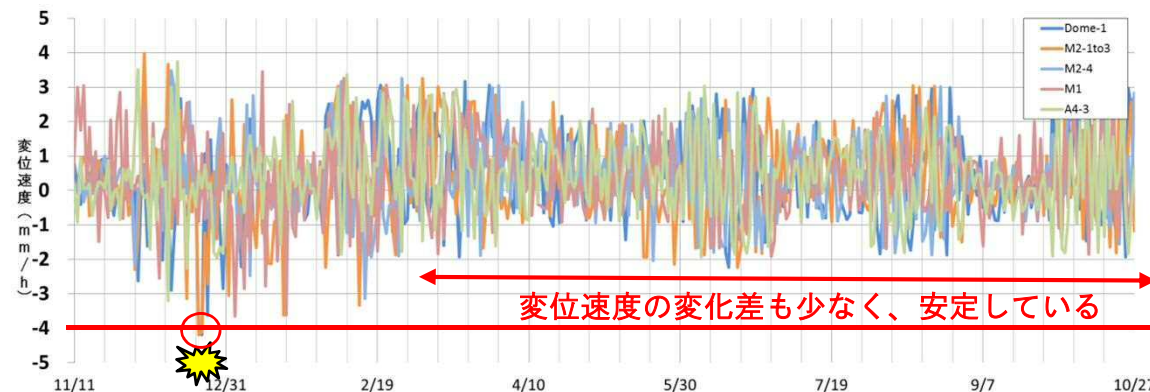
短期対応基準：両方の監視局からの斜距離変化が-20mm/hを超過



GBSAR（例）

短期対応基準を下回る状態が継続し、各ブロックの変位速度変化も調和的に推移している。

短期対応基準：末端4ブロックのいずれか1つにおいて、1時間平均した変位速度が、2回以上連続して-4mm/hを超過した場合。



4.4 アウトプット文面の例

①危険と判断した場合

- 日付
- タイトル: 右記の書き方に統一する。
- 発行主体: 雲仙復興事務所とする。
- 主文: 基本構成は下記の通り。
 - 委員会開催の旨を記述。
 - 契機となった基準超過について記述。
 - その後の追跡調査結果について記述。(追跡調査がない場合は省略。)
 - 観測結果から推定される今後の見通しについて記述。

特に慎重に記載する。
 「〇〇が必要です」「〇〇して下さい」
 のように行動を指示するものではない。

①危険な状態と判断した場合の記述
 方法は、「今後、溶岩ドームが大規模
 に崩壊する可能性も考えられます」を
 基本とする。

- 解説:
 各観測データを説明する。数ページにわたって良い。基本形状は予め定めない。

平成〇年〇月からの平成新山(溶岩ドーム)の挙動に関する情報(第〇報)

九州地方整備局 雲仙復興事務所

平成〇年〇月〇日、雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会を臨時に開催いたしました。その結果を以下にお知らせいたします。

平成〇年〇月〇日、平成新山(溶岩ドーム)付近において、これまでにあまり例のない大きな地形変化が2種類の観測機器によって確認されました。
 その後の追跡調査において、ヘリコプターからの視察により、溶岩ドームの山頂付近の岩盤に亀裂が発生していることが確認されました。また溶岩ドームの山頂付近に設置した観測機器でも、岩盤の傾きが増加し続けていることが分かりました。
 今後、溶岩ドームが大規模に崩壊する可能性も考えられます。

1. 光波測距儀の観測結果

山腹の2箇所に設置した光波測距儀によって、溶岩ドーム付近の13箇所に設置した反射プリズムまでの距離を計測しています。その結果によると、〇月〇日〇時から1時間の間に、4箇所の反射プリズムが23~68mm移動し、暫定の即時対応基準値(1時間に20mm)を超過しました。

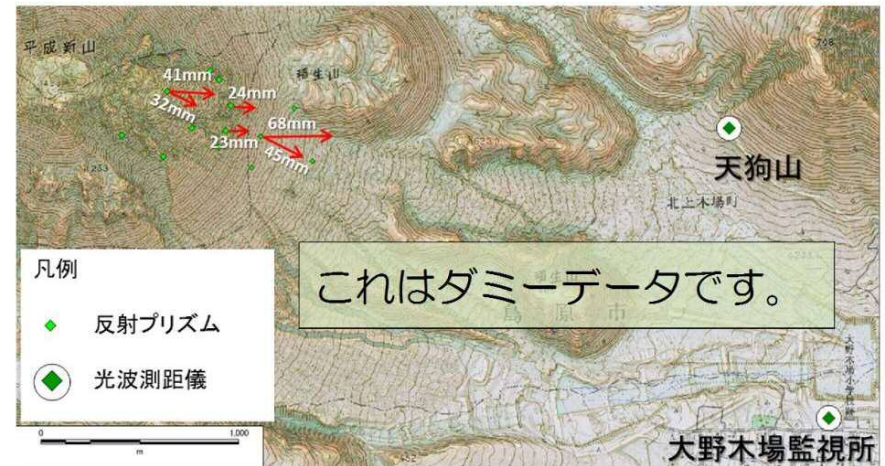


図 光波測距儀による反射プリズムの1時間の移動距離(〇年〇月〇日〇時~〇時)

4.4 アウトプット文面の例

②状態維持・不明の場合

- 基本的な構成は①と同じ。
- 主文のうち、今後の見通しについて、**②状態維持・不明の場合**は「〇月〇日以前の状態と比較すると、平成新山(溶岩ドーム)が大規模に崩壊する危険は、やや高い状態にある可能性も考えられます。」を基本とする。

平成〇年〇月からの平成新山(溶岩ドーム)の挙動に関する情報(第〇報)

九州地方整備局 雲仙復興事務所

平成〇年〇月〇日、雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会を臨時に開催いたしました。その結果を以下にお知らせいたします。

平成〇年〇月〇日、平成新山(溶岩ドーム)付近において、これまでにあまり例のない大きな地形変化が観測機器によって確認されました。

その後の追跡調査よれば、地形変化はゆるやかに低下している傾向にありますが、断続的に続いています。またヘリコプターからの視察によれば、溶岩ドームの周辺で比較的新しい崩落の痕跡が確認されました。

〇月〇日以前の状態と比較すると、平成新山(溶岩ドーム)が大規模に崩壊する危険は、やや高い状態にある可能性も考えられます。

1. 光波測距儀の観測結果

山腹の2箇所に設置した光波測距儀によって、溶岩ドーム付近の13箇所に設置した反射プリズムまでの距離を計測しています。その結果によると、暫定の短期対応基準値を超過する状態が〇月〇日～〇月〇日にかけて発生し、その後も断続的に発生しています。

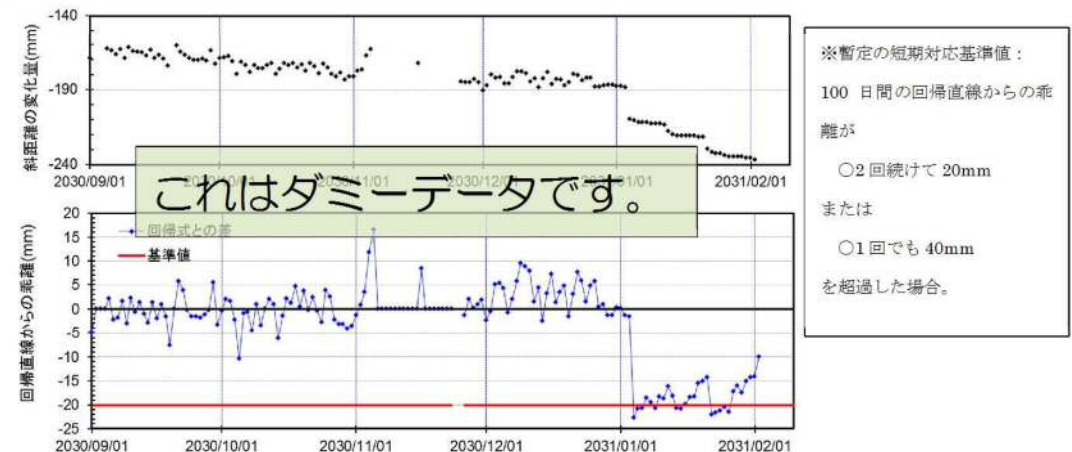


図 光波測距儀～反射プリズムの距離の変化と、回帰直線からの乖離量

4.4 アウトプット文面の例

③通常状態と判断した場合

③通常状態と判断した場合のアウトプット例

平成〇年〇月〇日

- 基本的な構成は①と同じ。
- 主文のうち、今後の見通しについて、**③通常状態と判断した場合は「〇月〇日以前の状態と比較して、平成新山(溶岩ドーム)が大規模に崩壊する危険は、特段に高まってはいないと考えられます。」を基本とする。**

平成〇年〇月からの平成新山(溶岩ドーム)の挙動に関する情報(第〇報)

九州地方整備局 雲仙復興事務所

平成〇年〇月〇日、雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会を臨時に開催いたしました。その結果を以下にお知らせいたします。

平成〇年〇月〇日、平成新山(溶岩ドーム)付近において、これまでにあまり例のない大きな地盤振動が確認されました。

その後の追跡調査において、大きな地盤振動は一時的なものであり、終息したことが確認されました。また上空からの視察、監視カメラによる視認、光波測距儀による観測、地上型レーダーによる観測のいずれにおいても、〇月〇日以前の状況と比較して大きな変化は認められませんでした。

〇月〇日以前の状態と比較して、平成新山(溶岩ドーム)が大規模に崩壊する危険は、特段に高まってはいないと考えられます。

1. 振動センサーの観測結果

〇月〇日〇時〇分ごろから、〇〇地点の振動センサーにおいて大きな振幅が連続的に観測され、〇時〇分に、暫定の即時対応基準値を超過しました。しかしその後は振幅が次第に低下し、〇時〇分に基準値を下回りました。その後、基準値を上回る振動は確認されていません。

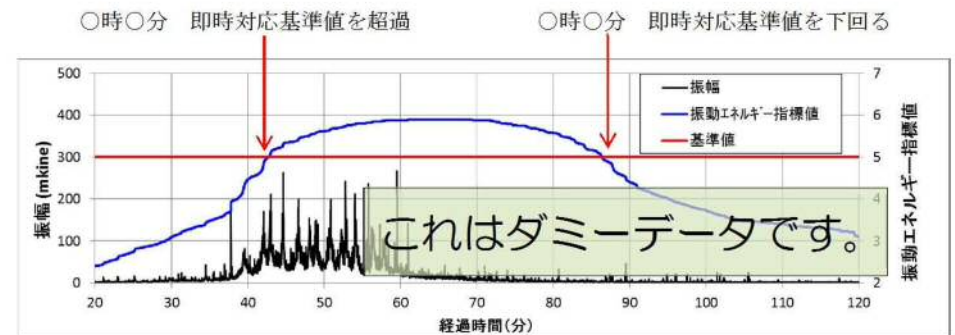


図 振動センサー(〇〇地点)で観測された振幅と振動エネルギー指標値(〇年〇月〇日〇時〇分～〇時〇分)

5. ソフト対策会議等からの報告

- 5.1 溶岩ドームソフト対策会議における取り組み
- 5.2 情報配信のイメージ
- 5.3 ハード対策の進捗

5.1 溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議における取り組み(1)

島原3市・長崎県・国交省の実務担当者からなる「溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議」を中心に、主に以下の取組みを実施

◇「溶岩ドーム崩壊を想定した事前防災行動計画」等の検討

H29より運用

◆溶岩ドーム崩壊を想定した事前防災行動計画

：関係機関が具体的にとるべき対応行動を時系列に沿って整理

◆土砂災害等の対応に係る連携要領

：関係機関が連携して対応するための基本的なルール等を整理

- ・ H28末に相互に合意のうえ取りまとめ
 - ・ 地域防災計画への反映を各機関へ依頼済
- ▶ **訓練等を通じて検証・必要な修正・更新**

◇溶岩ドーム崩壊を想定した雲仙岳大規模土砂災害合同防災訓練（本年10月～11月を予定）

継続

- 平成22年度から、防災関係機関が一堂に会した合同防災訓練を継続して実施。
- 今年度は地区住民も参加、行政サイド・住民サイドの双方の防災対応行動を確認・検証（暫定監視基準に対応した「大雨」および「地震」を想定した災害シナリオ）



◇島原市安中地区における地域防災力向上に向けた取組み（本年7月～12月で3回実施予定）

新規

- 溶岩ドーム崩壊への地域防災力を向上させることを目的に、地域住民が主体となった取組みを実施中。
- 住民主体の「検討会(3回)」と「住民アンケート」を通じ、「安中地区警戒避難計画(仮称)」を取りまとめる予定。

□ 島原市安中地区において、住民自ら防災対応を考える「検討会」を開催（3回予定）

□ 溶岩ドーム崩壊に対する意識把握のための「住民アンケート調査」を実施



地域の防災活動やいざという時に活用できる

「溶岩ドーム崩壊に備えた防災マップ」や「住民の防災行動計画」等について住民主体で検討を行い、

➡ 検討成果は「溶岩ドーム崩壊に備えた安中地区警戒避難計画(仮称)」としてとりまとめる

5.1 溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議における取り組み(1)

参考

◆島原市安中地区における第1回検討会(平成29年7月20日)

【日時】平成29年7月20日(木) 19:30~21:00

【会場】島原市立安中公民館 1F大ホール

- 【参加者・参加機関】
- 安中地区住民 55名(消防団含む)
 - 島原市、雲仙復興事務所、マスコミ各社



【検討会の内容・結果】

- 溶岩ドーム崩壊に関する勉強会
- 取組みの概要および検討会の進め方
- 防災マップ・防災行動計画の検討

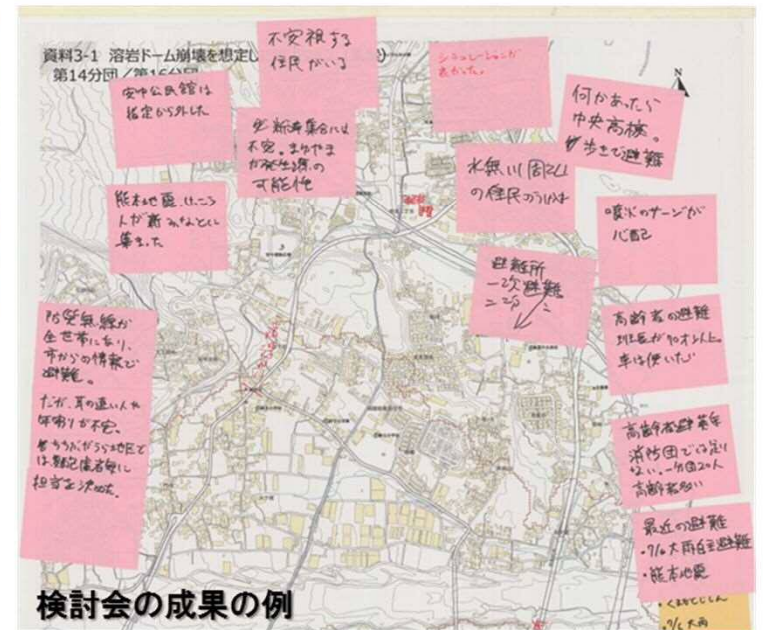
※住民からの主な意見

<防災マップ>

- ・溶岩ドームに加え、津波も意識した記載が良い
- ・地図は町内会が拡大して見える範囲が良い など

<防災行動計画>

- ・防災無線を通じた市からの情報が避難開始のきっかけとなる
- ・消防団が出動している時間帯であるかに対応が異なる など



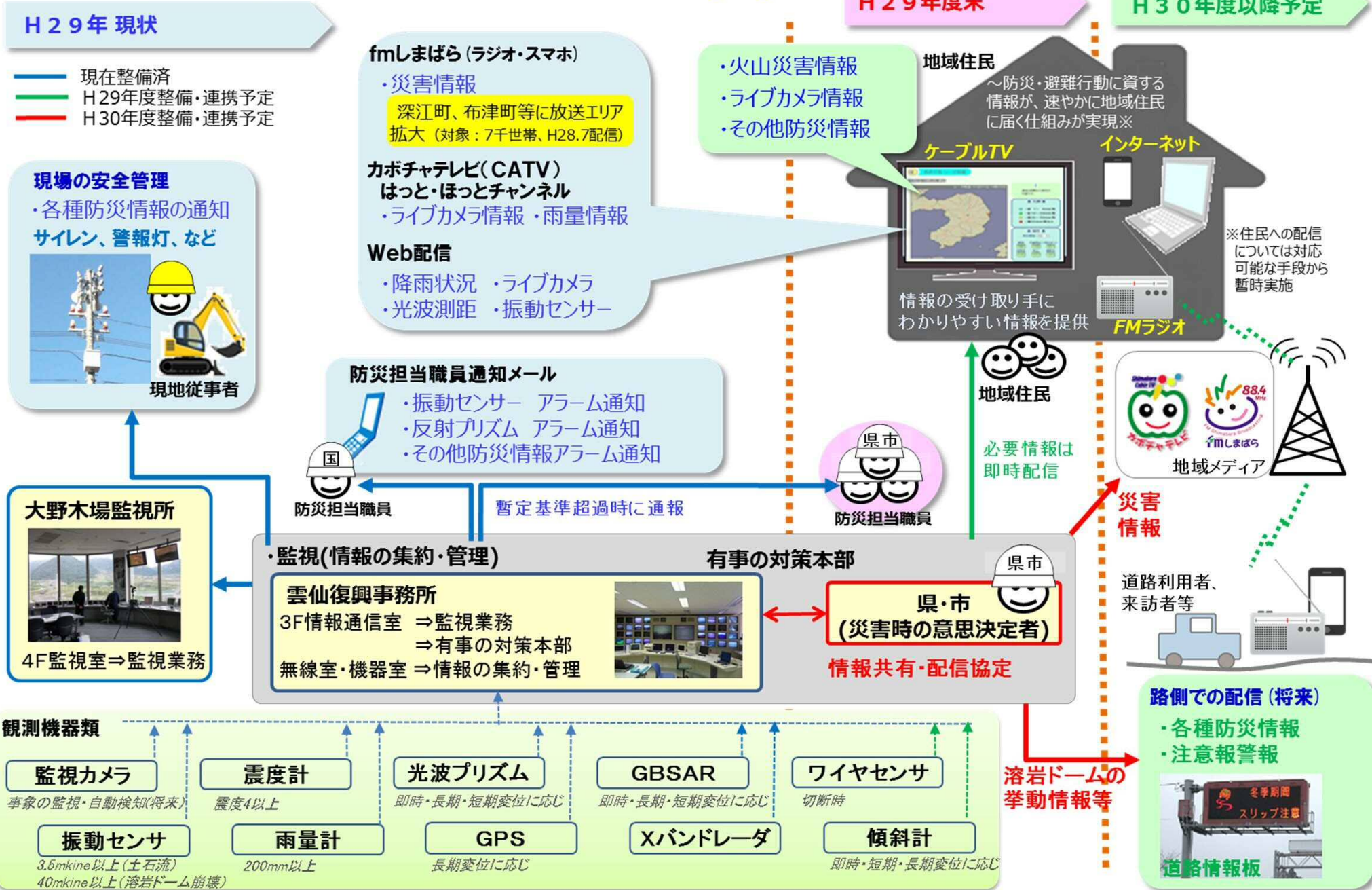
◆島原市安中地区における溶岩ドーム崩壊に関する住民アンケート(平成29年8月~)

- 現在の溶岩ドーム崩壊に対する意識と、過年度からの意識の変化を把握
- 防災マップ(素案)等の作成や今後の検討会の運営に活用できるデータを収集

【現在集計中】

整理して報告予定

5.2 情報配信のイメージ(1)



5.2 情報配信のイメージ(2) ~アラートメール

- 暫定基準値を超えるデータが観測された場合、システムから即時にメール通報する。
- 通知先は国土交通省職員および県、市などの防災関係者。(将来的には地域住民への配信も可能)

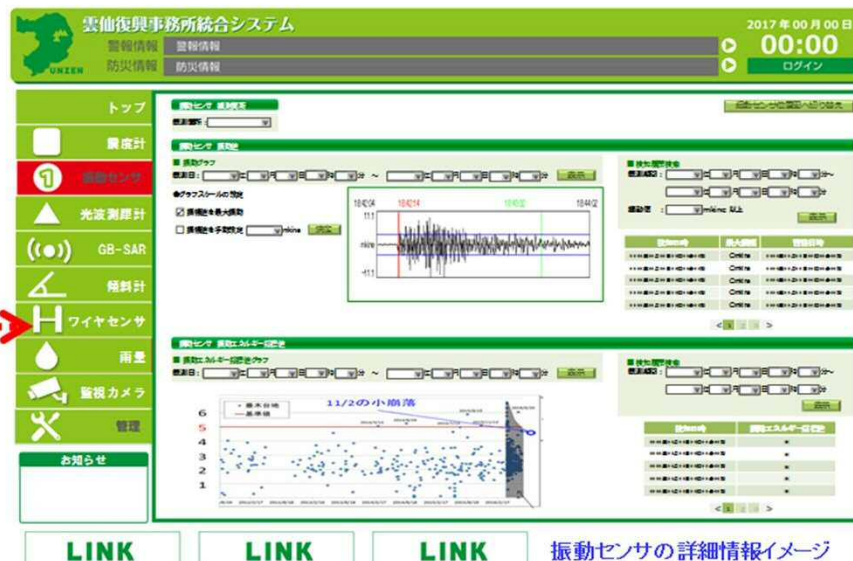
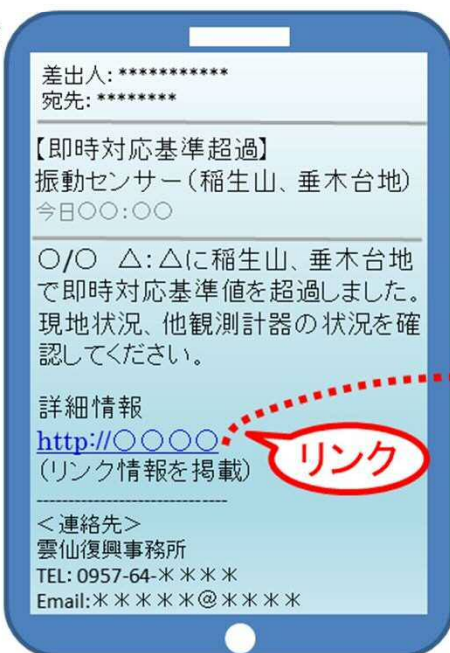
■ 配信対象と暫定基準値

	溶岩ドーム崩壊				土石流
	即時	短期	長期	小規模	
震度計	震度4以上				
振動センサ	40mkine超過30秒以上 (溶岩ドーム崩壊)			40mkine超過	10mkine超過 10秒以上 (土石流)
光波プリズム	前観測値との差-2cm超過	100日間回帰直線からの乖離が-4cm超過 又は、2回(2日)連続して-2cm超過	100日間の回帰直線の傾き-0.3mm/日超過		
GBSAR	継続して-4mm/h超過	-2.9mm/2日超過	-5cm/年超過		
雨量計		連続雨量200mm超過	連続雨量200mm超過		
ワイヤセンサ	切断				
傾斜計	〇度以上	〇度以上	〇度以上		

■ WEBブラウザでの閲覧イメージ



■ メール配信イメージ

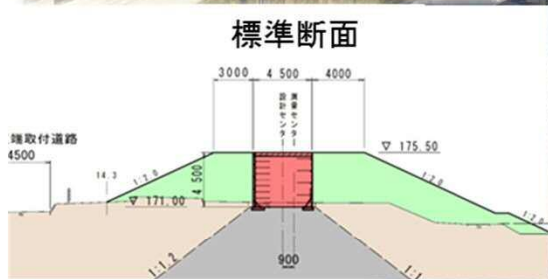


※関係者限りのコンテンツについては、関係者用WEBサイトで確認



5.3 ハード対策の進捗 ～水無川砂防堰堤の嵩上げ

雲仙山系 直轄砂防事業（水無川砂防堰堤改築）



平成29年3月末現在の様子

- 事業完成年度：平成29年度末を目標
- 事業進捗率：約67%（H29.3末進捗率）
（水無川砂防堰堤改築全体事業に対する）
- 現在の状況：溶岩ドーム崩壊対策として、平成28年度末に砂防堰堤コンクリート部の4.5m嵩上げは概ね完了し、平成29年度は主として、緩衝・修景盛土の施工を行う。

6. 今後の委員会について

第8回検討委員会の検討項目 (平成30年1月頃予定)

- 観測結果の報告
- 暫定監視基準の超過頻度等の報告
- 監視基準の検討(決定)

(必要に応じ)

- 臨時委員会に関する検討(3章・4章へのご意見の反映)