

「第6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 2月 1日（水）

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6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	三重大学 大学院生物資源学研究科 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
佐藤 克英	九州地方整備局 河川部長
西浦 泰治	長崎県 危機管理監
浅野 和広	長崎県 土木部長【代理：土木部 砂防課 後田 健一課長】
田代 秀則	長崎県 島原振興局長
古川 隆三郎	島原市長【代理：島原市 柴崎 博文副市長】
松本 政博	南島原市長【代理：南島原市 山口 周一副市長】
金澤 秀三郎	雲仙市長【代理：雲仙市 酒井 利和副市長】

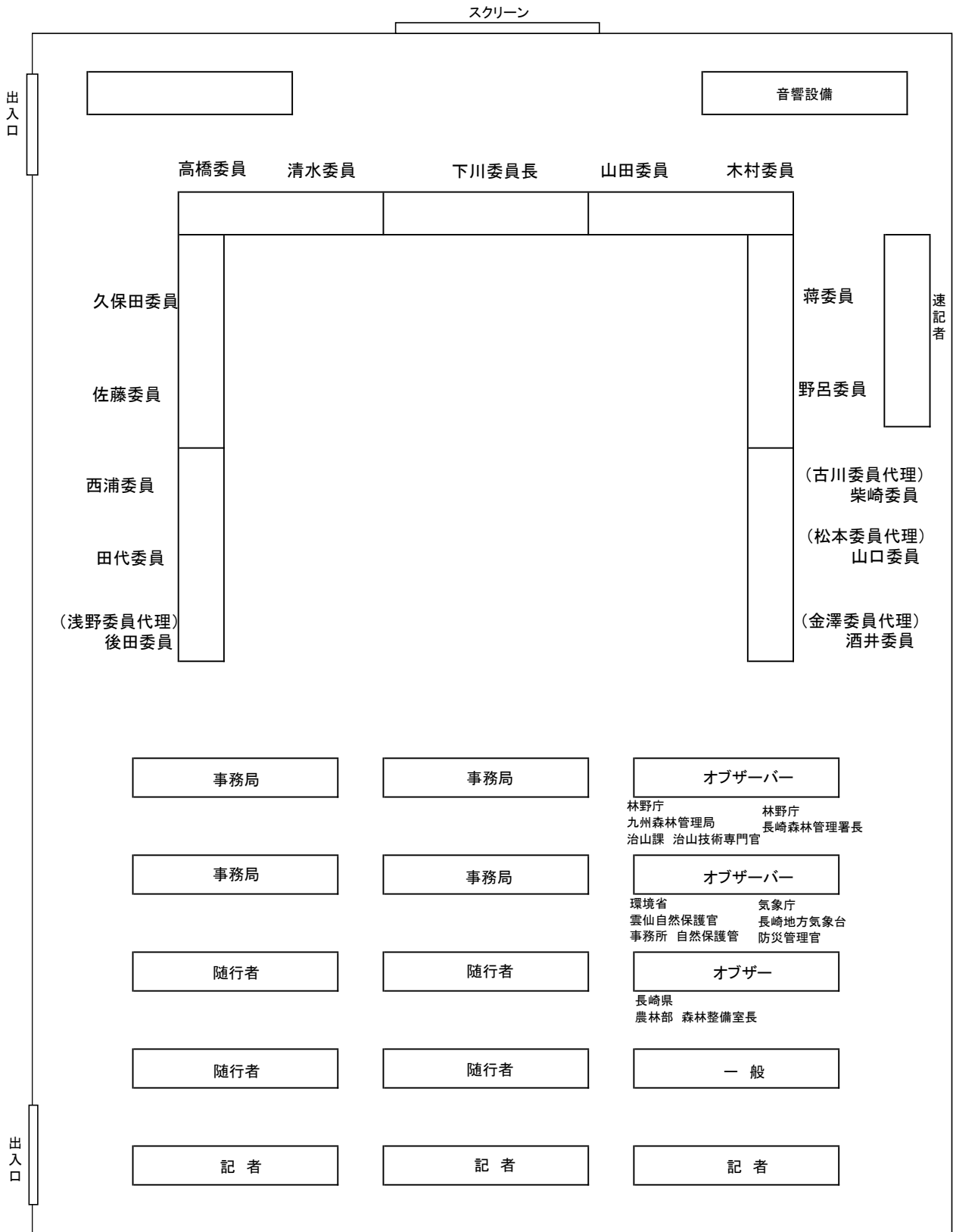
【オブザーバー】

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
岡本 一孝	林野庁 長崎森林管理署長
山下 和也	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
内田 陽二	長崎県 農林部 森林整備室長 【代理：島原振興局 農林水産部 林務課 前田 真二専門幹】

【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6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6回(平成28年度第2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



※ 検討資料であり、今後変わることがあります

平成27年12月撮影

今回の委員会での説明・審議の内容

0. 前回委員会までの流れ 【説明】

1. 観測成果と観測体制増強の状況 【説明】

2. 暫定監視基準と対応フローの再検討 【審議】

3. ソフト対策会議等からの報告 【説明】

4. 今後の委員会について 【説明】

0. 前回委員会までの流れ

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

■スケジュール(予定)

平常時

緊急時

平成26年度

検討委員会×2回 平成26年8月4日、平成27年3月6日

- 監視観測・警戒避難体制の現状と課題の説明
- **ソフト対策対応暫定監視基準(案)の検討・承認**
- 避難訓練を踏まえた防災対応の課題等について報告

平成27年度

検討委員会×2回 平成27年9月10日、平成28年1月18日

- **想定崩壊ブロックおよび崩壊シナリオの再検討**
- 振動センサーの高度活用に関する検討
- **観測体制の拡充の検討**
- ソフト対策会議の検討結果の報告(情報連絡体制等)

平成28年度

第5回検討委員会 平成28年9月16日

- 観測状況の報告、新規観測機器の設置
- 暫定監視基準の見直しに向けた検討
- 臨時委員会開催時の討議内容
- ソフト対策会議等からの報告

第6回検討委員会 平成29年2月1日(今回)

- 観測機器の増強状況
- 暫定監視基準と対応フローの再検討(**決定**)
- ソフト対策会議の結果報告

臨時委員会

- 崩壊危険度の判定
- 推定崩壊規模の設定
- 要避難区域等の設定

第5回委員会での主な指摘と対応

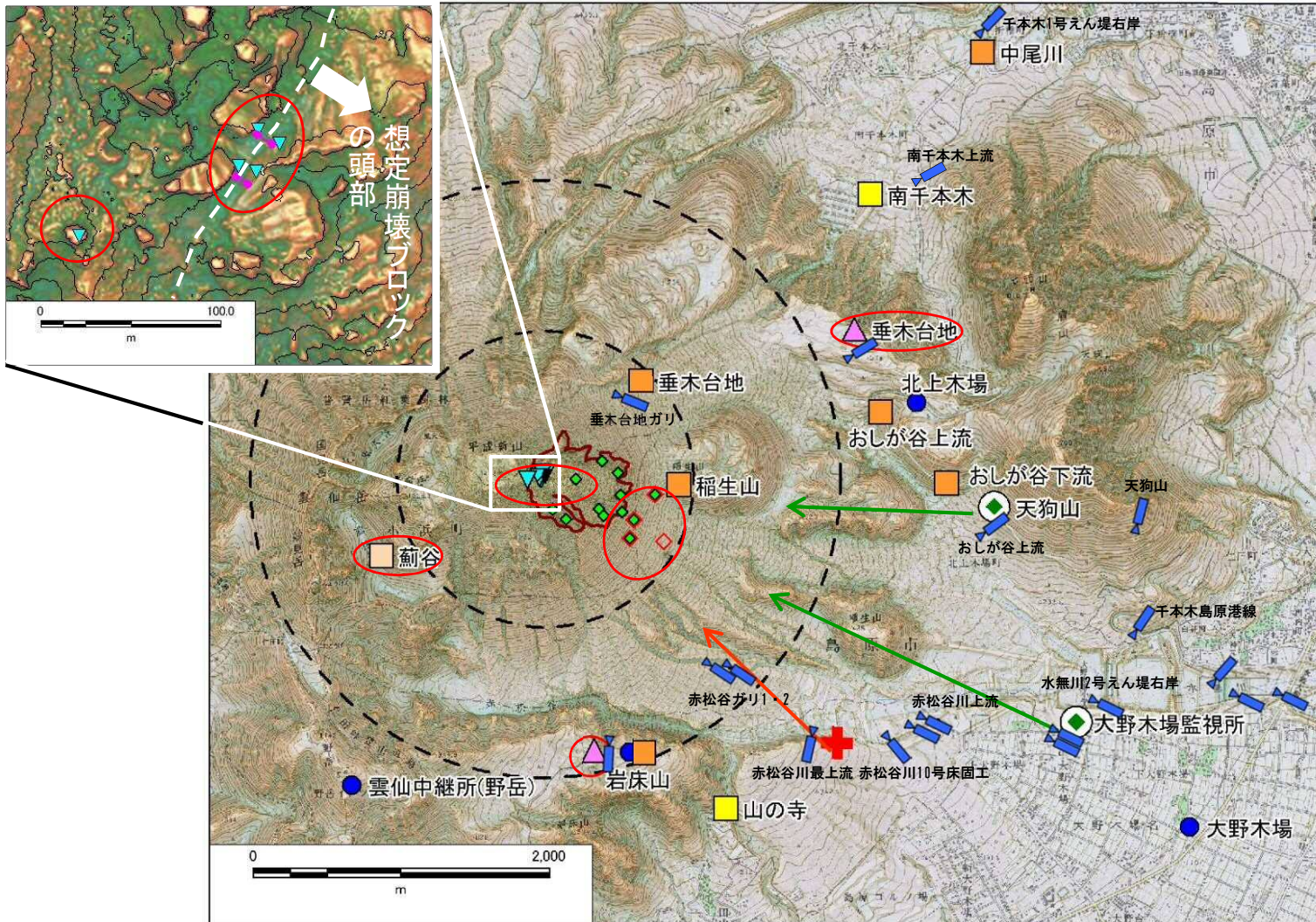
項目	指摘	対応
1. 暫定監視基準の見直しについて	観測データのノイズ処理が必要ではないか。	ノイズか実際の変位かの判定が即時にはできない。ノイズやトラブルによる欠測の可能性を考慮して、各観測機器を組み合わせて暫定監視基準超過判定を行うこととした。 →2.3 P31
	観測機器のトラブル発生時の対応方法について検討する必要がある。	
	噴火警戒レベルのように、溶岩ドーム崩壊に対する防災機関や住民等の防災対応に資するレベルの設定ができないか。	現象が未解明で、十分な確度を持った推移予測が困難であるため、現段階ではレベル設定は難しい。
2. 臨時委員会について	即時対応基準の超過時においても臨時委員会の開催が必要な場合がある。	対応フローに反映した。 →2.4 P33
	検討結果を配信する際、観測結果をそのまま一般公開すると、受け手が独自に解釈・公表するなどして混乱を招くことも懸念されるため、公表の方法は今後の検討課題である。	臨時委員会の検討結果については解釈をあわせて公表することとした。それとは別に、観測結果のグラフ等は関係機関が自由に閲覧できるようシステム整備することとしたが、一般市民による生データのダウンロードは許容しない。 →3.2 P37
3. その他	溶岩ドーム崩壊という未知の現象に対しては、国・県も一体となって、避難計画作成、情報共有、技術支援などをお願いしたい。	国土交通省としては引き続き支援していきたい。

1. 観測成果と観測体制増強の状況

- 1.1 監視・観測体制の概要
- 1.2 小崩落発生時の観測結果
- 1.3 光波測距
- 1.4 GBSAR
- 1.5 光ワイヤーセンサー・センサーネット傾斜計
- 1.6 震度計・振動センサー

1.1 監視・観測体制の概要

● H29年1月時点は下記のとおり。H28年度予定のものは概ね設置完了。

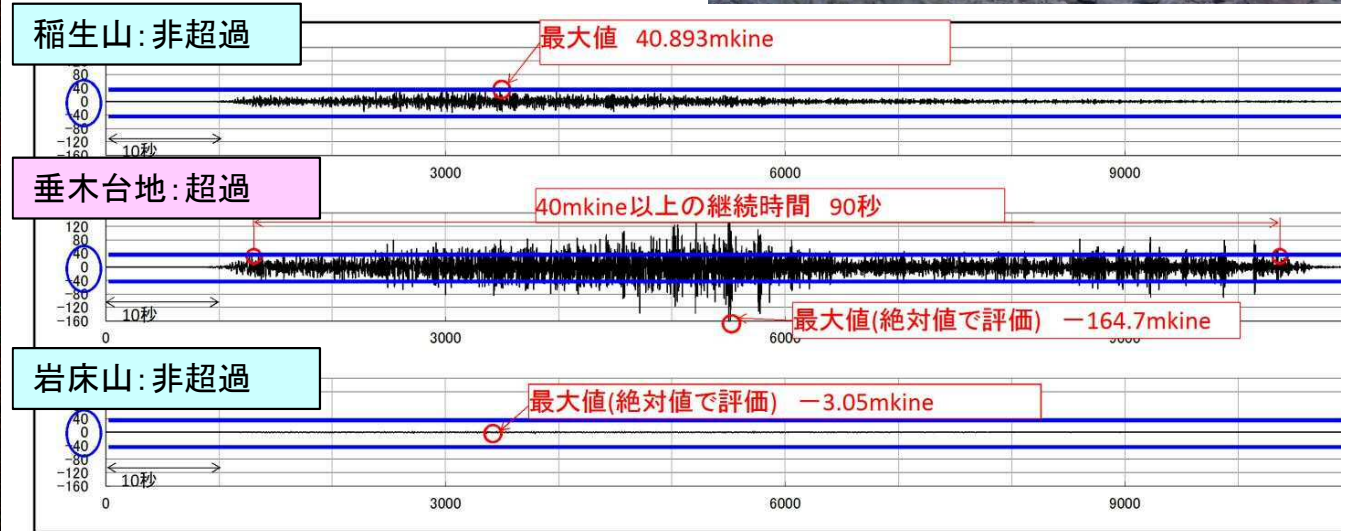


- 凡 例
- ◊ 光波測距観測器(トータルステーション)
 - ◆ 光波測距ターゲット(プリズム)
 - ✚ GBSAR
 - ◇ GBSARターゲット(コーナーリフレクター)
 - 振動センサー
※薊谷は設置工事中。
 - 地震計(九州大学)
 - △ 震度計
※設置工事中。
 - ▽ センサーネット傾斜計
 - 光ワイヤーセンサー
 - 監視カメラ
 - 雨量計
- H28年度に新設のもの
- ※振動センサー・地震計ともに振動波形を観測するもの。
震度計は波形ではなく震度のみを観測するもの。

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	光ワイヤーセンサー	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

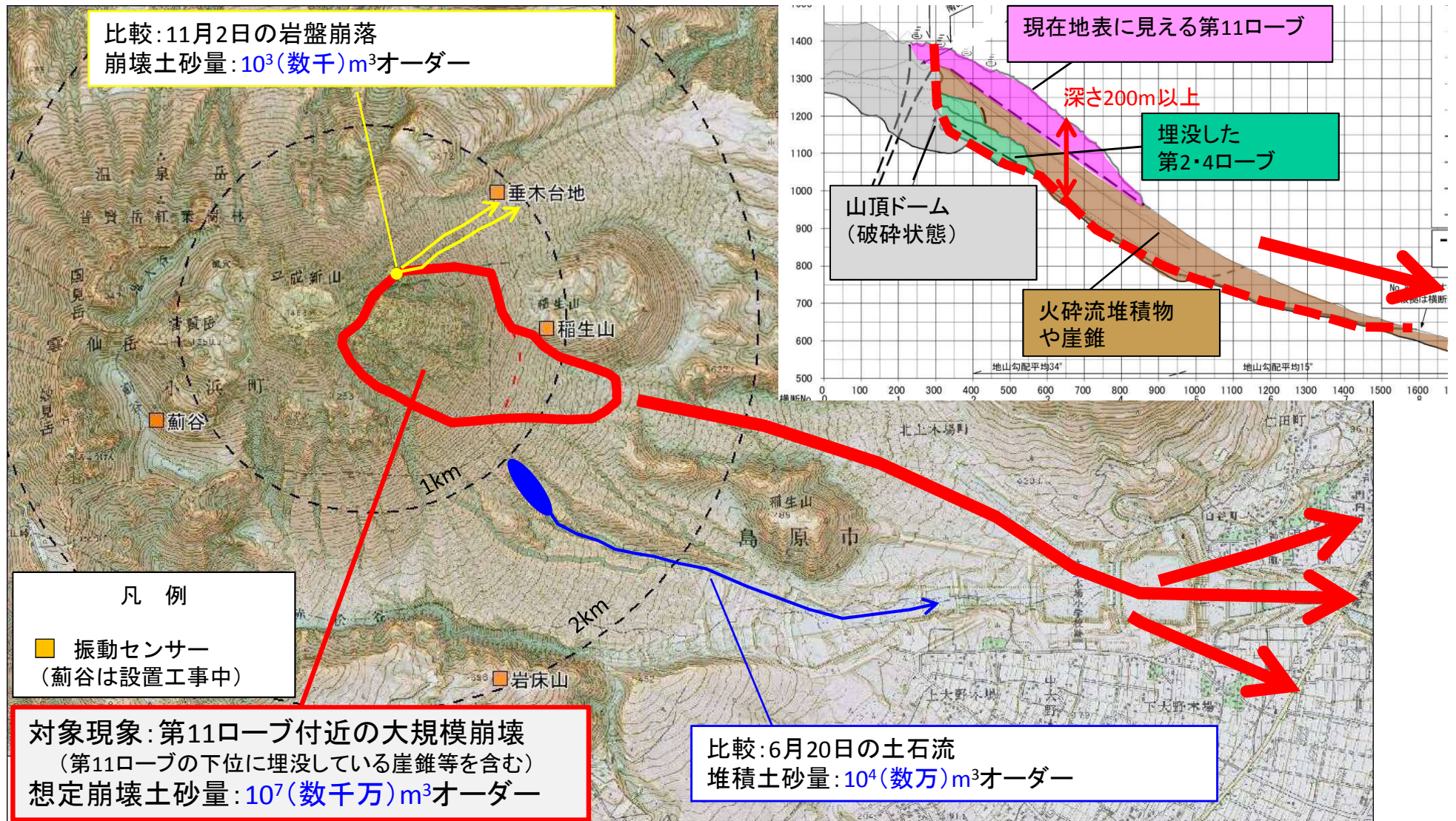
1.2 小崩落発生時の観測結果

- 11月2日、第11ローブ北側の斜面で約6,000m³の岩盤崩落発生。
- 振動センサー、光波測距、GBSARとも**暫定監視基準の超過はなし**。
- 小崩落時以外の長期的な変化傾向は、従来から大きな変化なし。



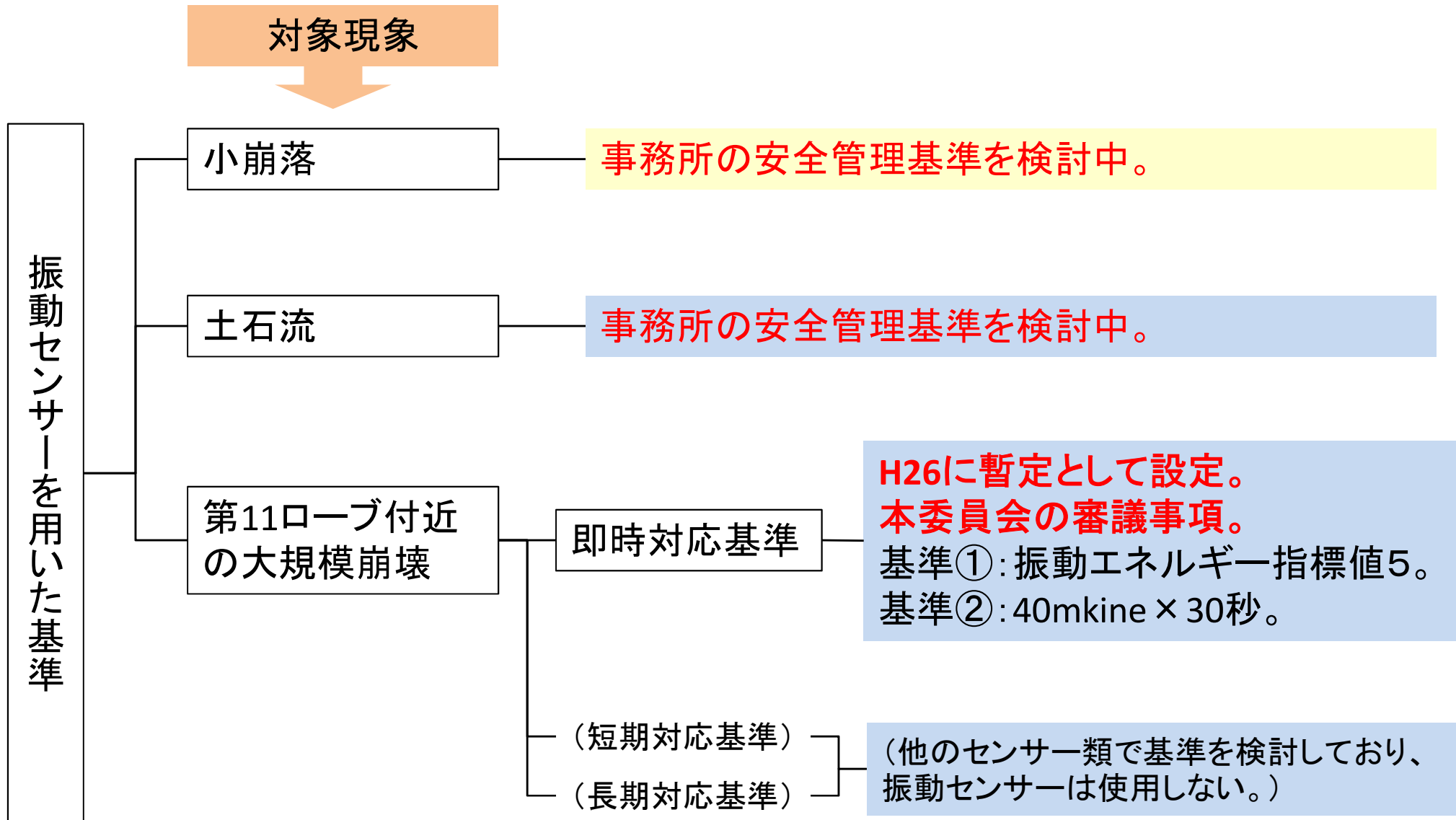
小崩落の規模

- 本委員会の検討対象現象は、第11ローブ付近(その下位に埋没している崖錐等を含む)の大規模崩壊で、11/2小崩落の1万倍程度の規模である。



小崩落に対する安全管理基準

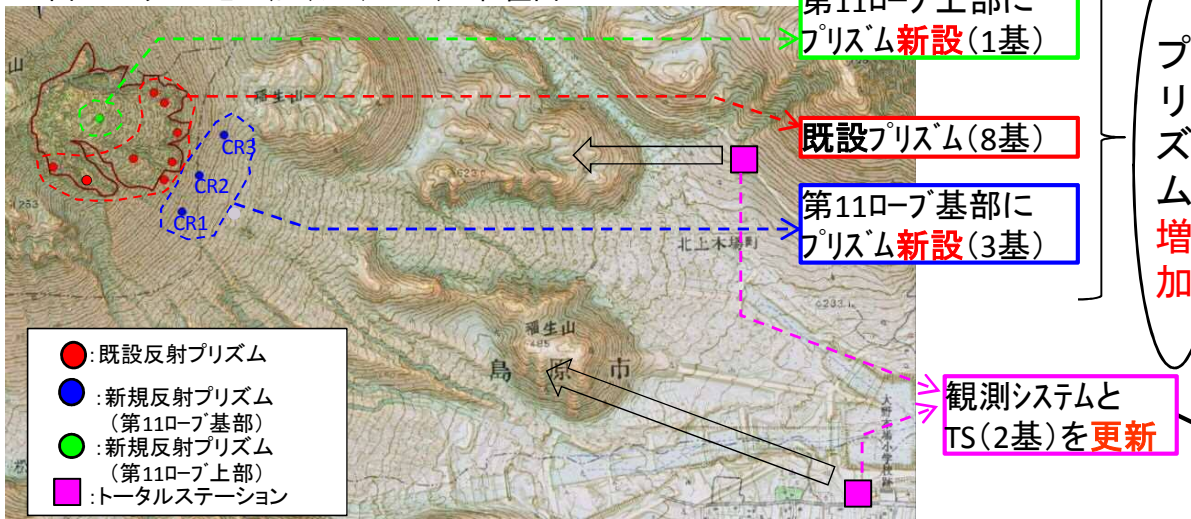
- 現地調査等の安全管理上、小崩落に対する安全管理基準を別途検討中である。



1.3 光波測距

- 従来、プリズムは8基 → +4基新設 → 12基に増加(図1、図2)。
- TS(トータルステーション: 2基)と観測システムも、老朽化したため更新。
- 上記により観測精度の向上が期待(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

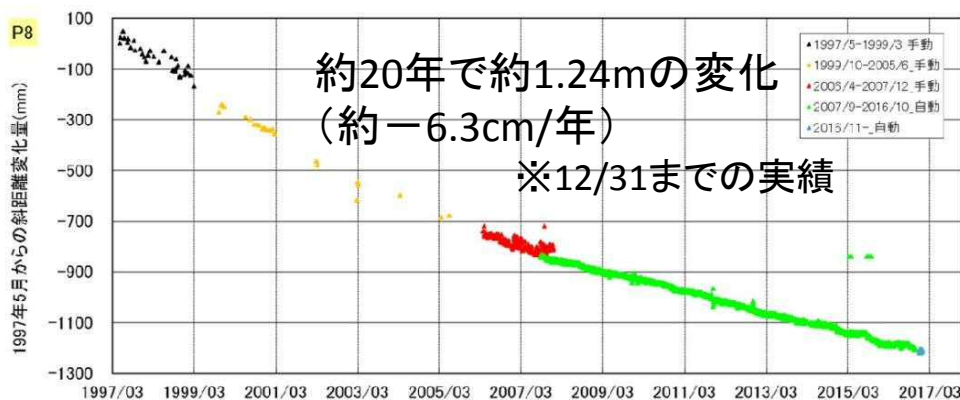


■ 図2 第11ロープ上部への設置状況(11/23)

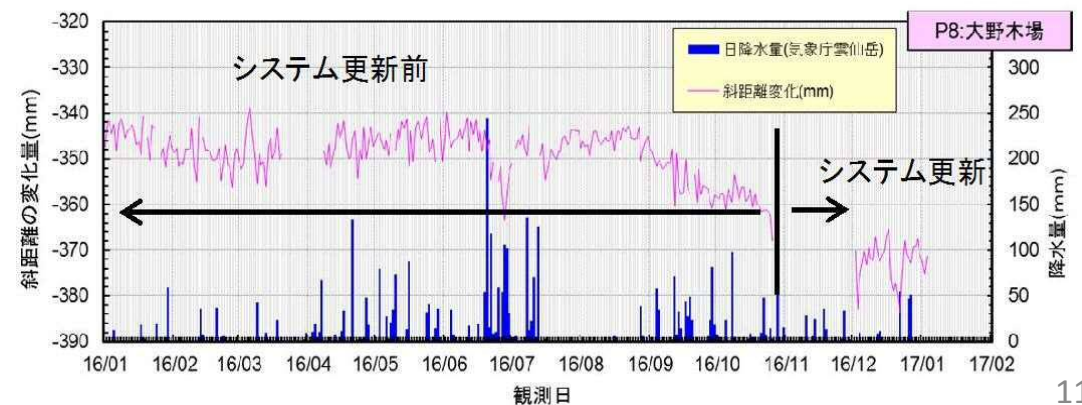


観測精度向上

■ 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



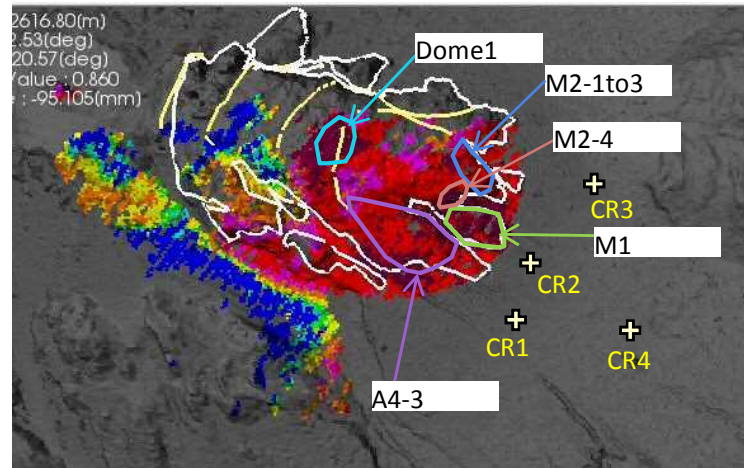
■ 図4 大野木場監視所~P8のシステム更新前後の斜距離変化



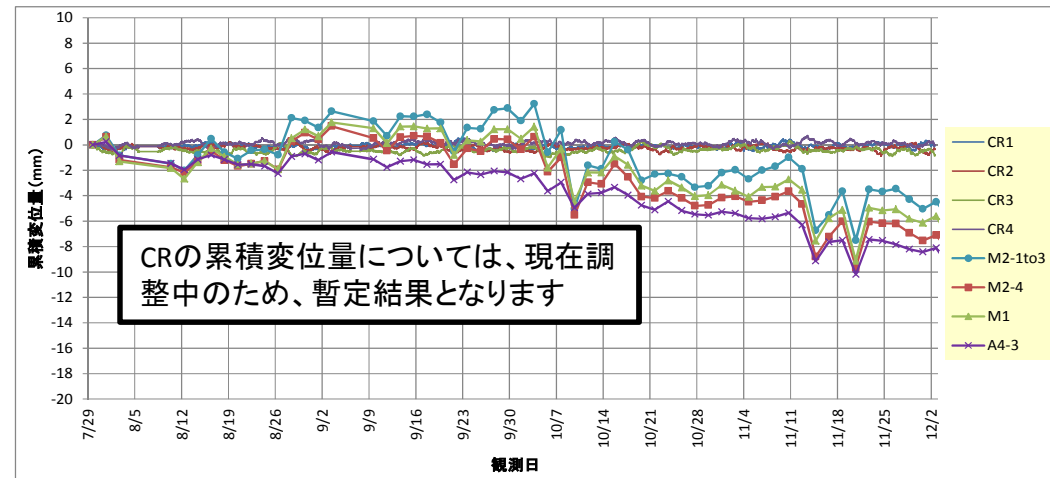
1.4 GBSAR

- 従来の問題: 植生繁茂地では動態観測できなかった。電波の反射が弱いため。
- 反射強度の高いコーナーフレクタを植生繁茂地に設置 (CR1~4の4基) (図1, 図3)
 - 基部斜面でも観測可能になった。(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



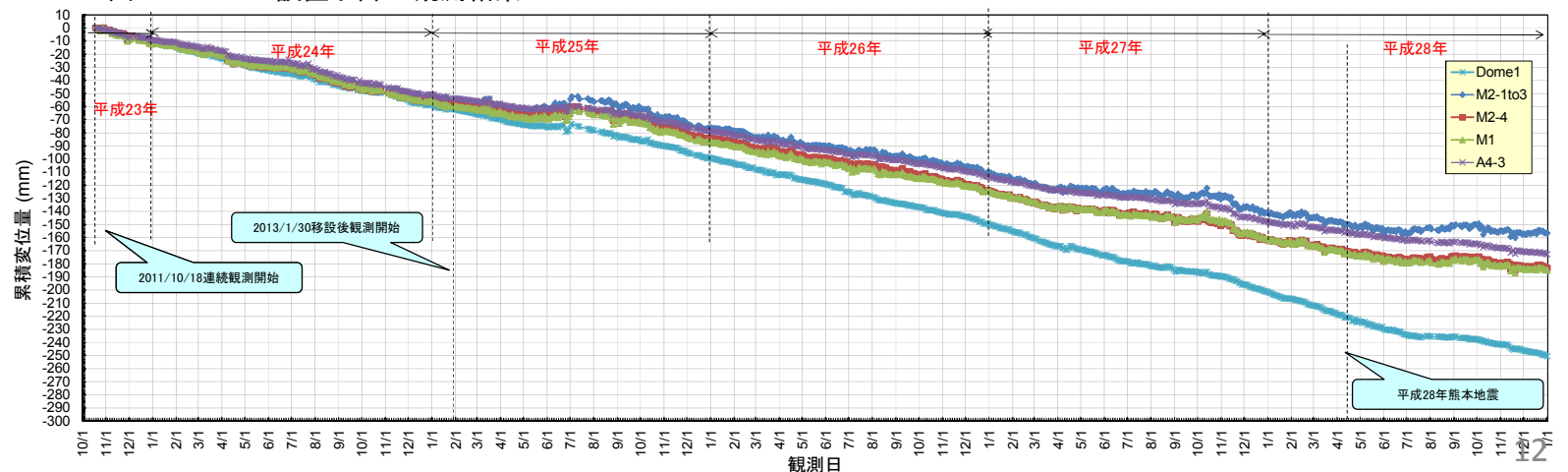
■ 図2 CR設置後の観測結果



■ 図3 コーナーフレクタの設置状況



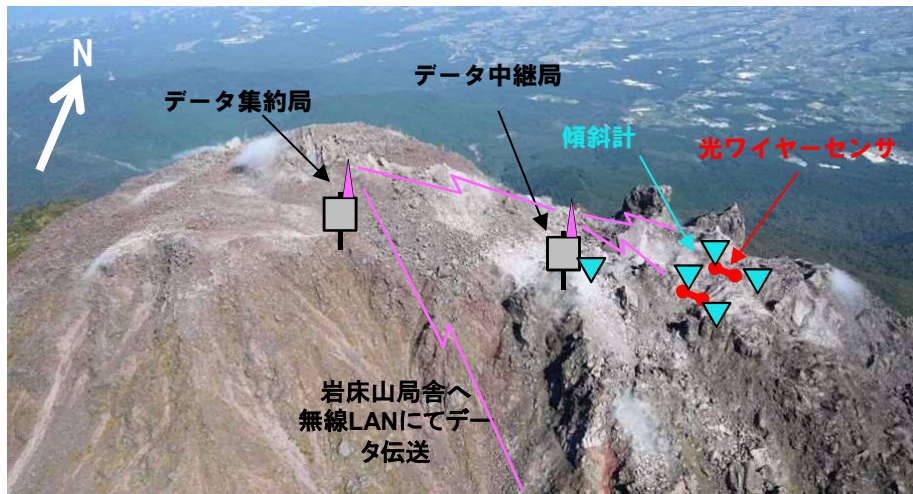
■ 図4 GBSAR設置以降の観測結果



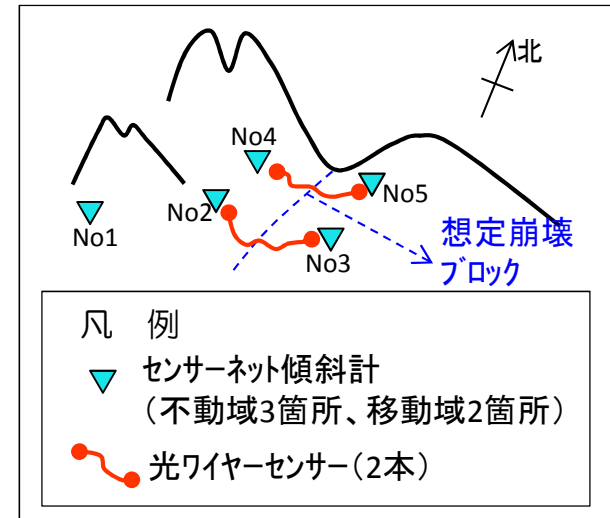
1.5 光ファイバーセンサー・センサーネット傾斜計

- H28年12月に光ファイバーセンサ、センサーネット傾斜計を設置し、**観測開始**したところ。
- 光ファイバーセンサー: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。
- センサーネット傾斜計:溶岩ドーム頭部に設置し、ブロックの傾動状況を観測する。

■センサーと中継局等の設置位置



■想定崩壊ブロックとセンサーの設置位置関係



■センサーの現地設置状況



1.6 震度計・振動センサー

- 震度計(2基)、振動センサー(1基)もH28年度内に設置予定。



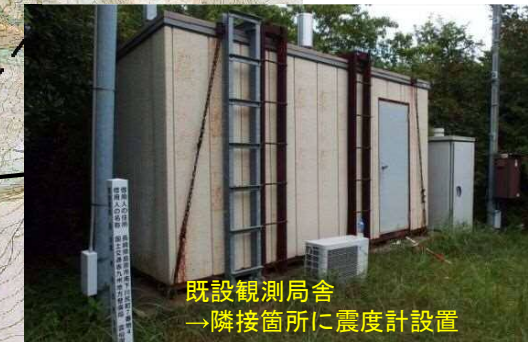
※完成予定時期:H29年2月下旬頃



垂木台地(ネイチャーセンター)

※完成予定時期:H29年3月上旬頃

※完成予定時期:H29年3月上旬頃



2. 暫定監視基準と対応フローの再検討

- 2.1 基本事項
- 2.2 各基準値の設定
- 2.3 組み合わせ基準の設定
- 2.4 基準超過時の対応フロー

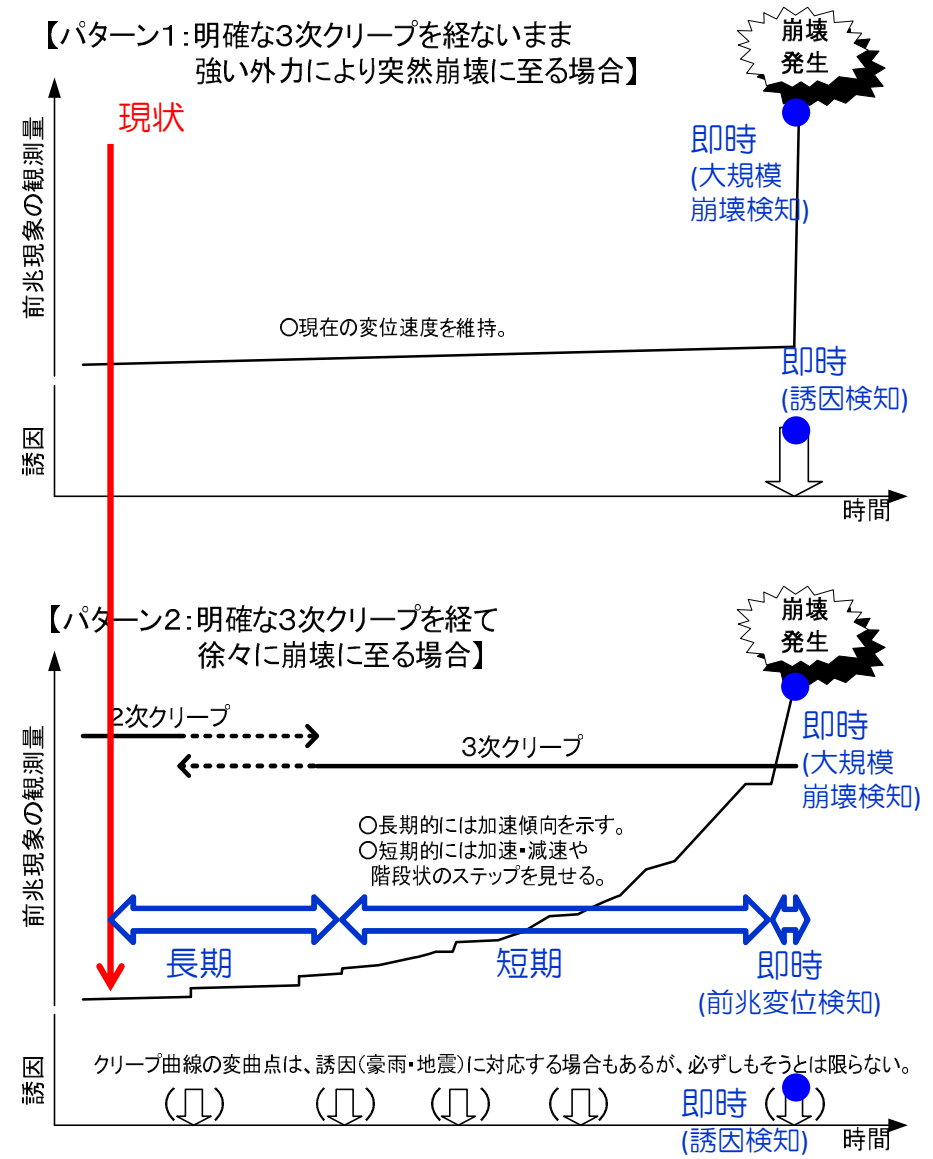
2.1 基本事項 (1)崩壊シナリオに対応した区分

- 基本的な考え方は従来と同様。
- 崩壊シナリオのパターン1・2いずれにも対応できるように、即時では「誘因」「前兆変位」「大規模崩壊」それぞれを検知するための基準を設ける。

■即時・短期・長期の区分

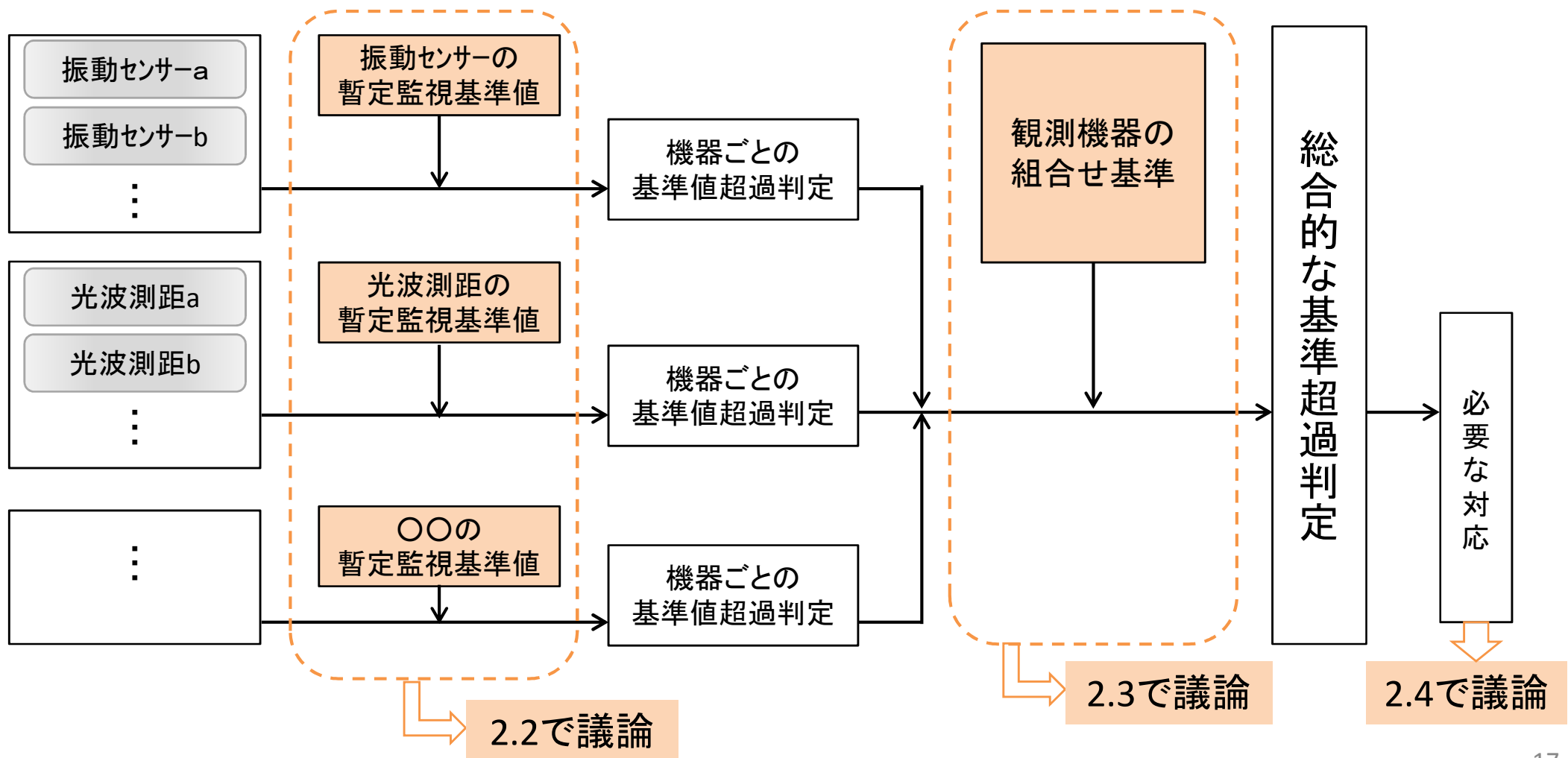
区分		対応方針
即時 対応基準	大規模崩壊または直前の前兆変位 が開始した可能性がある。 最悪だと5分程度で到達するが、それ以上の余裕がある可能性もある。	即座に砂防工事従事者を退避させるとともに、市等へ危険情報(仮称)を提供する。
短期 対応基準	数日程度以内に大規模崩壊が発生する可能性がある。 (ただし結果的に崩壊しないまま長期化する可能性もある。)	切迫度合に応じて、市等への危険情報(仮称)の提供、臨時委員会の招集による対応協議などを行う。
長期 対応基準	ロープの挙動が変化し、大規模崩壊までの猶予時間が早まった可能性がある。	必要に応じて臨時委員会を招集し、状態の解釈と対応を協議する。

■崩壊シナリオと基準超過のタイミング



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 各基準値の設定 (0)見直し方針

- H27～28年の暫定監視基準値の超過状況と観測機器増強を踏まえ、下記7点を見直し検討する。

観測機器等	判定可能なデータ取得間隔	即時対応基準	短期対応基準	長期対応基準	危険解除に臨時委員会を要する場合
震度計	リアルタイム (気象庁からの震度情報)	震度4(市への危険情報提供) または 震度3(砂防工事従事者退避)	—	—	余震に関する注意情報がある場合
振動センサー	リアルタイム	稲生山、垂木台地、岩床山のうち複数のセンサーで40mkine以上の振動が30秒以上継続した場合	—	—	40mkine以上の反応が続く場合
光波測距	1回/1日 (毎時観測→1日分を平均)	(3)新たに設定	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。	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。	急激な変位などの異常が見られる場合
GBSAR	1回/2日 (7分毎に観測→2日ごとに変位を算出)	(4)新たに設定	2日間の変位が、-2.9mm/2日を超過した場合。 ※ロープ末端4ブロックを対象	1年間の変位速度が-5cm/年を超過した場合。 ※ロープ末端4ブロックを対象とする。 (A4-3, M1, M2-4, M2-1to3)	急激な変位などの異常が見られる場合
GPS	不定期 (約1回/1年)	—	—	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	急激な変位などの異常が見られる場合
航空レーザ計測	不定期 (約1回/1年)	—	—	前回または数年前との標高差分でロープ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)	(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)	(状況確認し参考情報とする)	(状況確認し参考情報とする)	異常が確認される場合
センサーネット傾斜計		(6)新たに設定(今回は観測期間不足のため次回検討)			
光ワイヤーセンサー		(7)新たに設定			

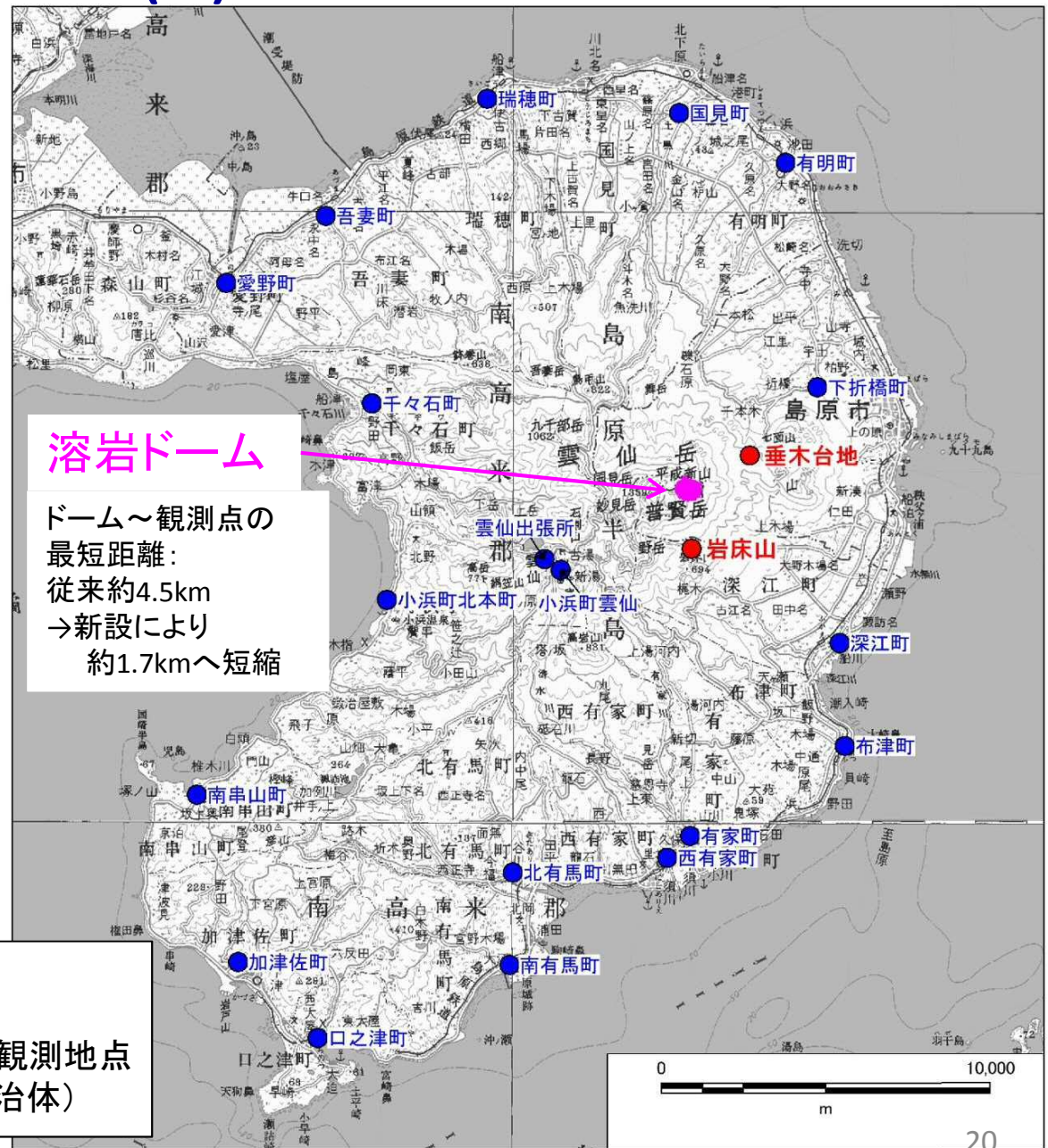
〔参考〕 H27年～28年の暫定監視基準値超過状況

※第5回委員会時点。

観測機器等	即時対応基準	短期対応基準	長期対応基準
震度計	【市への危険度情報提供基準】 ●熊本地震で7回超過(最大震度は5強)	(基準なし)	(基準なし)
	【砂防工事従事者退避基準】 ●熊本地震で上記以外に13回超過 ●それ以外に2回(震度3) ※合計22回		
振動センサー	●熊本地震で19回 ●その他の地震で2回	(基準なし)	(基準なし)
光波測距	(基準なし)	1回、1地点で超過(H27.9.2) (8月末大雨の後)	1回(3月間程度)、複数地点で超過 (H27.10.5～H28.1.13)
GBSAR	(基準なし)	9回超過	超過なし
GPS	(基準なし)	(基準なし)	超過なし
航空レーザ計測	(基準なし)	(基準なし)	超過なし
雨量計	(基準なし)	(他の観測機器をチェックするための基準) 5回超過(H27.6.10～12日、H27.6.30日～7.1日、 H27.8.25～26日、H28.6.19～21日、H28.6.27～30日)	

2.2 各基準値の設定 (1)震度計(即時)

- 現行基準設定時は、気象庁に集約される震度情報を使用することとしていた。
→雲仙復興事務所の新設震度計2箇所を使用することにより
ドーム近傍の情報を使用すると共に、**タイムラグ**を少なくする。
- 機器、設置環境とも特殊なものではないため、(震度自体に対する)誤検知の可能性は比較的小さい。
→「両地点同時に」の条件は設けない。
【基準値】垂木台地・岩床山のいずれかで下記を超過した場合。
震度3:砂防工事従事者退避
震度4:市へ危険情報(仮称)を提供
- 基準値の震度を変更しない理由:
現象が未解明であるため安全側に立つ。

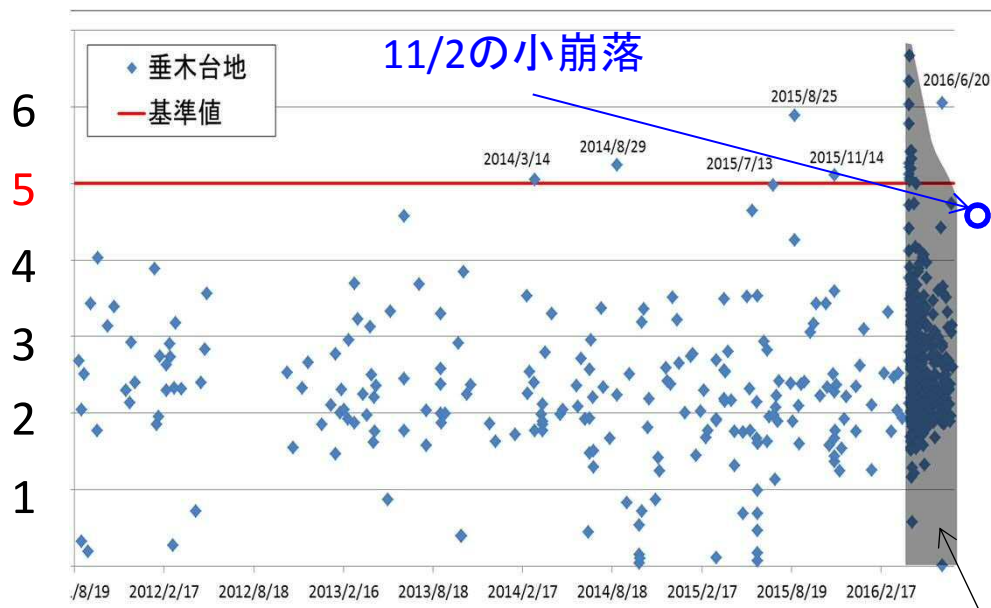


凡例
● 新設の震度計
● 気象庁に集約される震度観測地点
(気象庁、防災科研、自治体)

2.2 各基準値の設定 (2)振動センサー(即時)

- 崩壊シナリオのパターン1・2に対応し、**2つの基準値**を設定。
 - パターン1(前兆を伴わない突発的な崩壊)
 - 振幅と継続時間による**現行基準**で判定(30秒で判定できる)
 - 【基準値】稲生山・垂木台地・岩床山・薊谷のうち複数で40mkine超が30秒以上継続した場合。
 - パターン2(前兆を伴う崩壊)
 - **振動エネルギー指標値**で判定(30分要するが、前兆があればより早期に判定できる)
 - 過去約4年半の振動データから、重要なケースは捉え、超過頻度は多くないレベルに設定。
 - 【基準値】稲生山・垂木台地・岩床山・薊谷のうち複数で振動エネルギー指標値5を超過した場合。

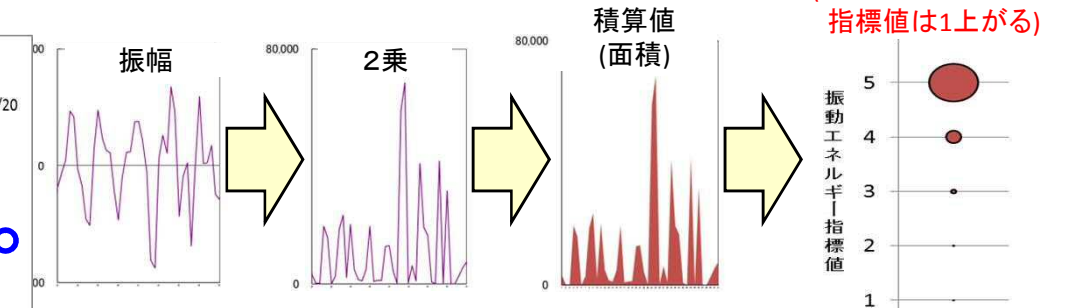
■ 振動エネルギー指標値の実績(垂木台地の例)



網掛け部は熊本地震等

■ 振動エネルギー指標値のイメージ

※「30分間の振幅2乗積算値」の常用対数とした。



■ 振動エネルギー指標値「5」とした場合の超過頻度

(2011/8/19以降、ただし熊本地震と余震関連を除く)

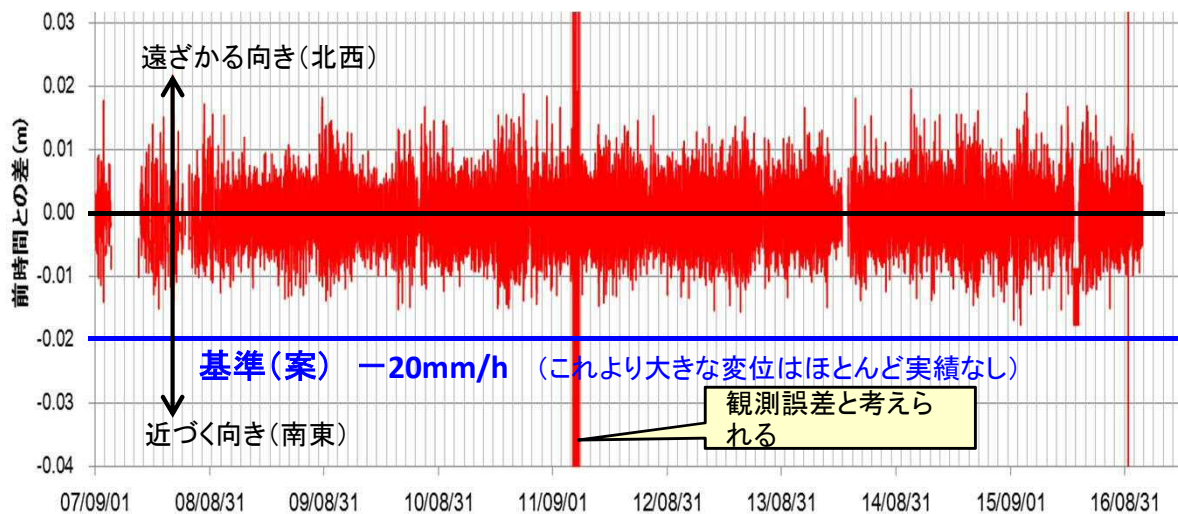
	稲生山	垂木台地	岩床山
超過頻度 (回/年)	0.6	0.9	0.0

2.2 各基準値の設定 (3)光波測距(即時)

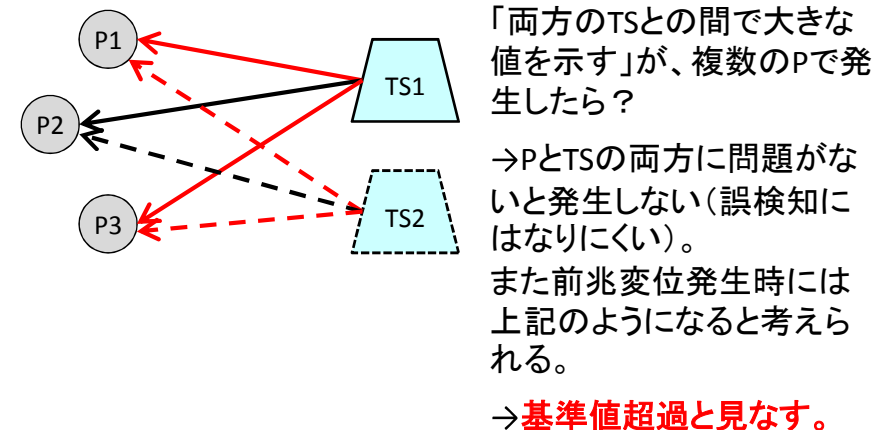
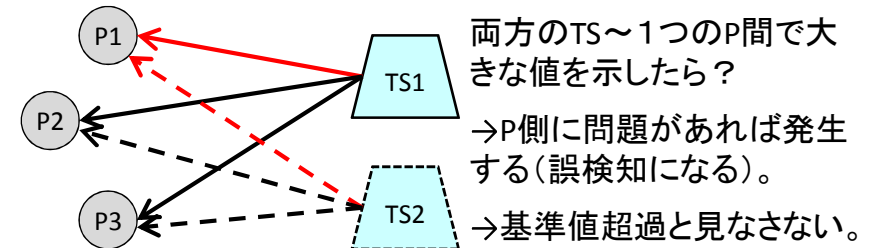
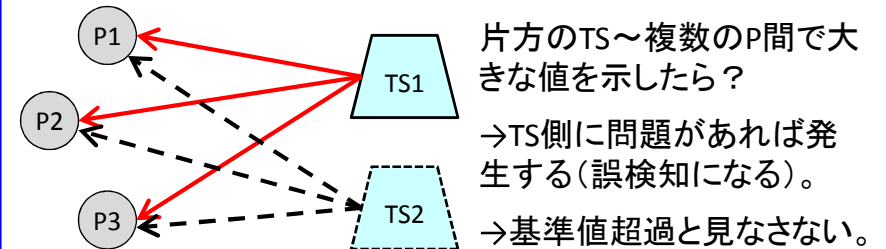
- 過去の**毎時観測**データから1時間毎の斜距離変化を算出した結果、**-20mm/h以下は極めて稀**であることを確認。
- ノイズや欠測が比較的多いので**AND条件で誤検知を防ぐ**。
- 監視局2地点、プリズム12地点で多くの組み合わせがあるが、「両方の監視局との間で一定以上の値を観測」が、2つ以上のプリズムについて成立した場合だけを、基準値超過と判定する。

【基準値】毎時観測データを用いて、
「同一のプリズムから両方の監視局までの斜距離変化が
-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。

■斜距離の前時間との差の実績(大野木場-P3の例)



■プリズム(P)と監視局(TS)のAND条件の考え方

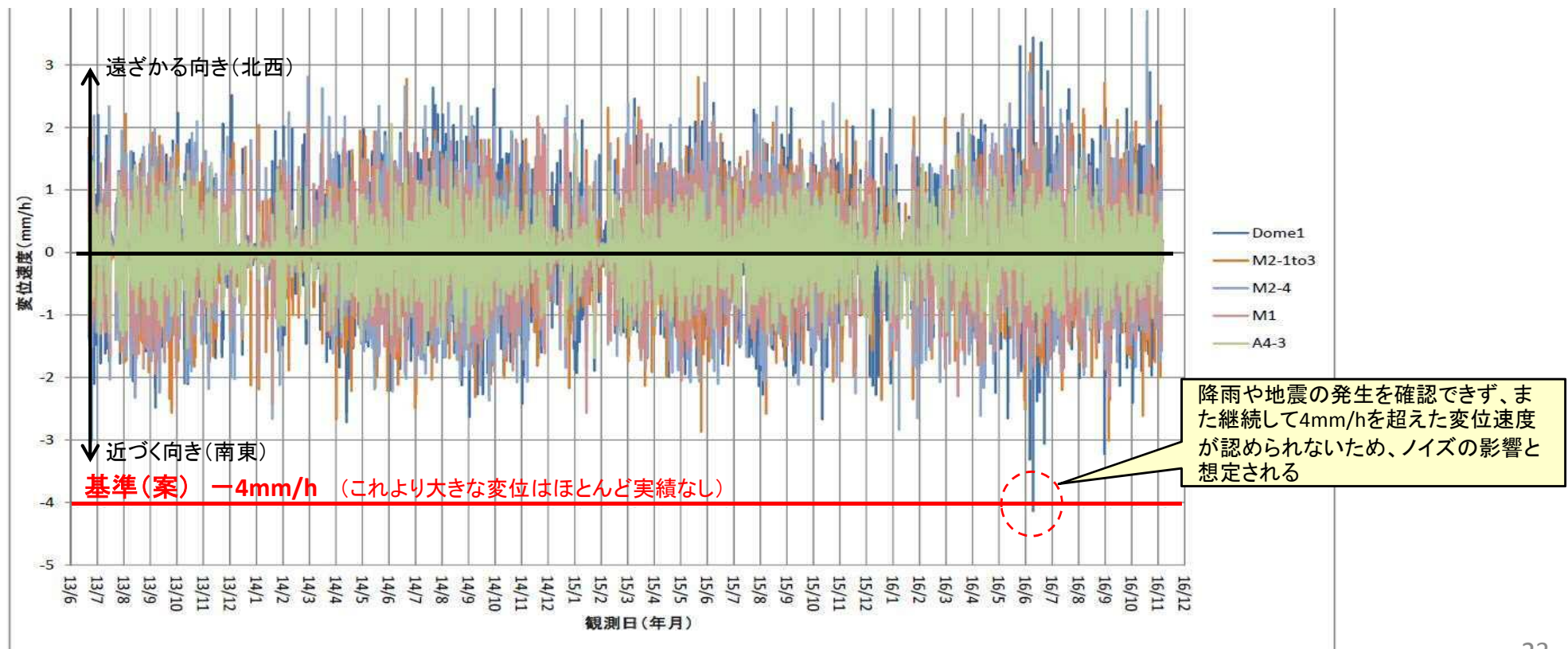


2.2 各基準値の設定 (4)GBSAR(即時)

- 観測毎(7分毎)の結果ではばらつきが大きいいため、1時間平均した変位速度を使用し、過去に例の無い変位速度を基準値とする。 → -4mm/h 超は1回しかなく、また継続していない。
- 判定に用いる観測対象ブロックは、短期・長期と同じ末端の4ブロック。(A4-3, M1, M2-4, M2-1to3)

【基準値】 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。

※1時間平均値であるが、7分毎に観測される。



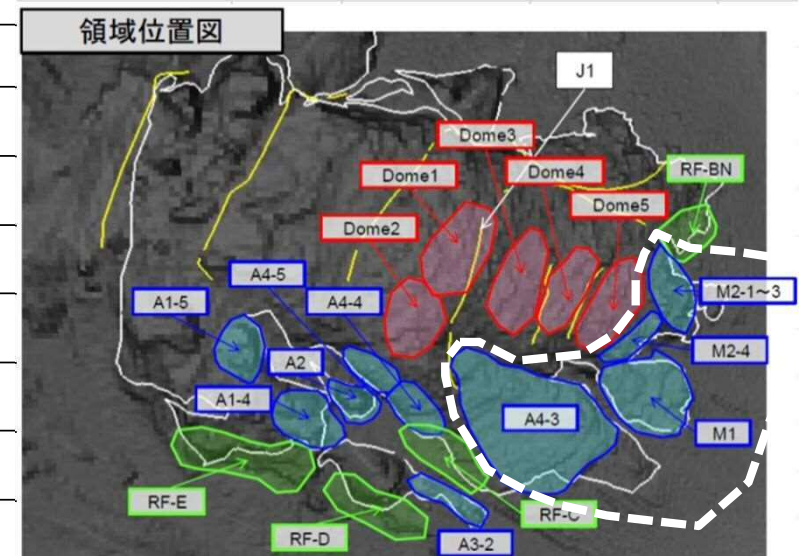
2.2 各基準値の設定 (5)GBSAR(短期)

- H27年～H28年の間に、暫定監視基準値を9回超過していた。超過頻度8.07%。
- H26年度の基準設定当時の考え方は、超過頻度およそ2.3%相当の値に設定。ただし理想的な正規分布を仮定した場合である。実際の観測値は理想的な正規分布ではないので誤差が生じる。
- 短期対応基準は即時避難につながるものではないので、ある程度の空振りは許容できる。また危機意識の維持の観点からは、ある程度の頻度で超過することは望ましい。
- 以上より、現行の基準値を維持する。

※超過頻度＝
超過回数／観測回数。

【基準値】 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。

日付	天候	日降水量	末端4ブロックの変位速度【mm/2日間】				付記
			M2-1to3	M2-4	M1	A4-3	
2015/4/7	雨	5mm	-4.46	-3.01	-3.12	-1.46	4/5に日降水量62.0mm
2015/9/1	雨	42.5mm	-4.40	-3.46	-3.52	-1.68	
2015/10/15	晴		-5.17	-4.73	-5.08	-2.89	10/11に日降水量6.5mm
2015/10/31	晴		-3.62	-2.84	-2.50	-1.79	10/27に日降水量17.5mm
2015/11/16	曇	0.0mm	-4.90	-4.30	-4.71	-2.78	11/14に南島原市で震度3の地震 11/14に日降水量29.0mm
2016/2/22	雨	4.5mm	-3.09	-2.72	-3.12	-1.70	2/20に日降水量37.0mm
2016/3/15	晴		-3.86	-3.07	-3.23	-2.07	3/9に日降水量42.5mm
2016/4/20	晴		-2.96	-2.51	-2.56	-1.42	4/16に平成28年熊本地震(南島原市震度5強) 4/17に日降水量34.0mm
2016/6/1	曇	0.0mm	-4.58	-3.55	-3.10	-1.52	5/29に日降水量35.5mm



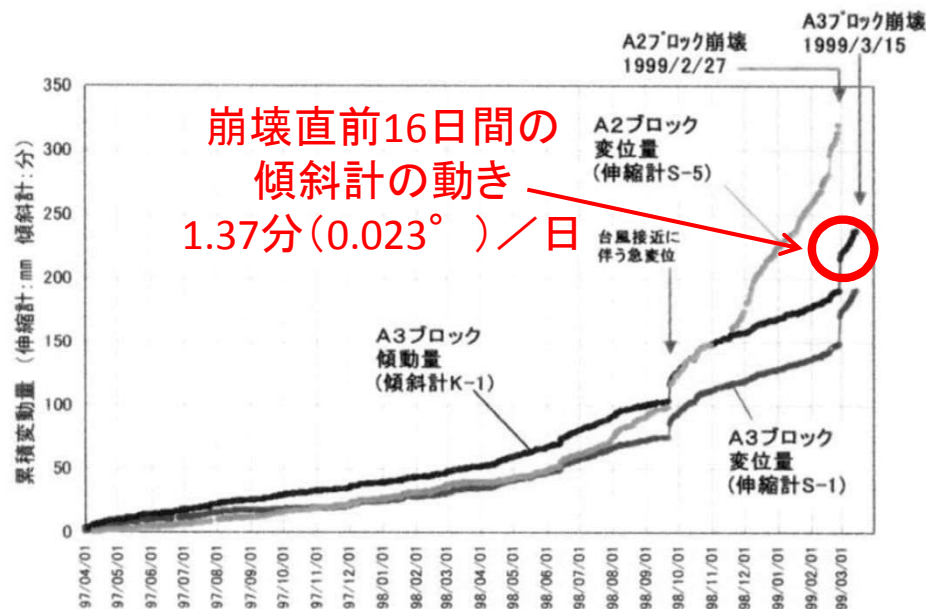
※2.0mm/2日間を超過した日付に色づけ

※付記に記載した日降水量は直前1週間での最大の降水量を記載

2.2 各基準値の設定 (6) センサーネット傾斜計

- これまでの観測データが少ないため、**次回委員会で検討。**
- 検討方針
 - 加速度を計測し**傾斜**や**振動**を算出する機器である。 → 特性に応じて両者の使用を検討。
 - 傾斜: 今後の観測結果や、他地域の事例(実績あるいは基準値)を考慮して設定できないか検討。
 - 振動: 今後の観測結果や、11/2小崩落時の振動などを考慮して設定できないか検討。

■ H11年天鳥橋(和歌山県)の岩盤崩壊前の累積変動量



出典: 門間ら(2002), 岩盤崩壊モニタリング箇所での転倒崩壊に至るまでの変位挙動の計測例, 地すべり39-1

■ 他地域における傾斜計を用いた管理基準の事例

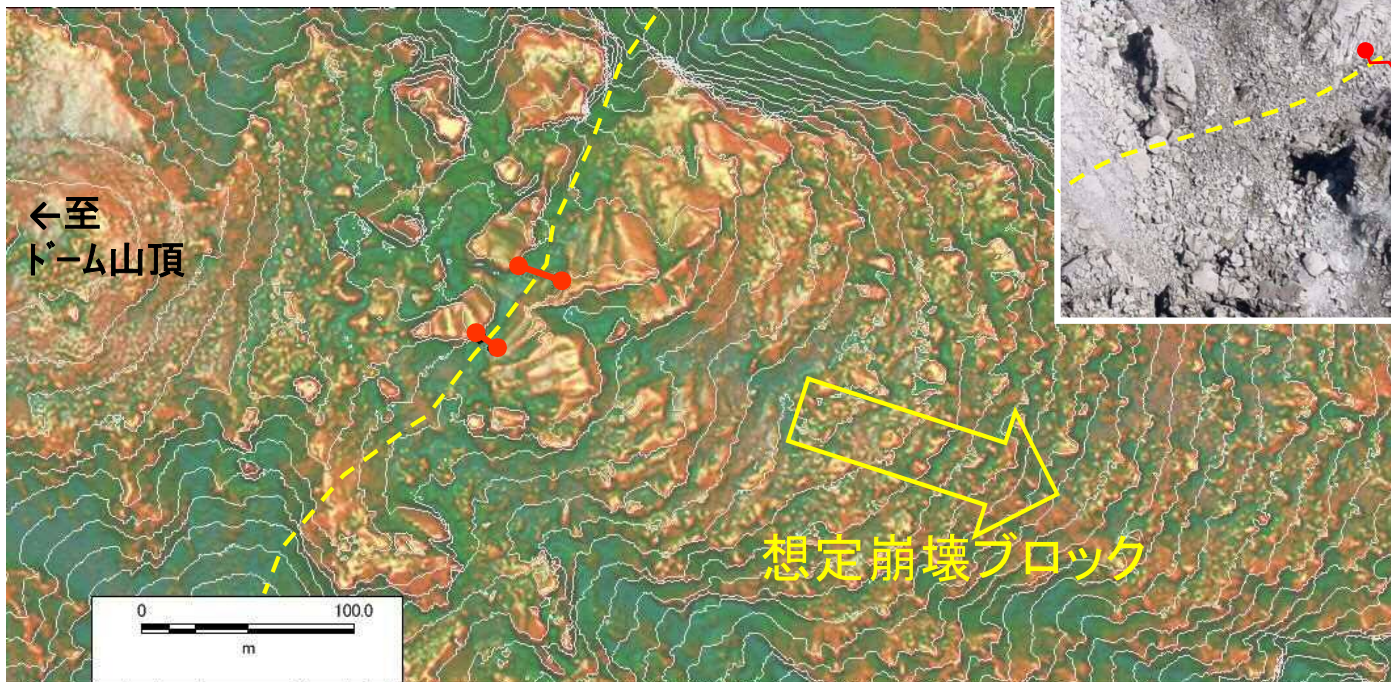
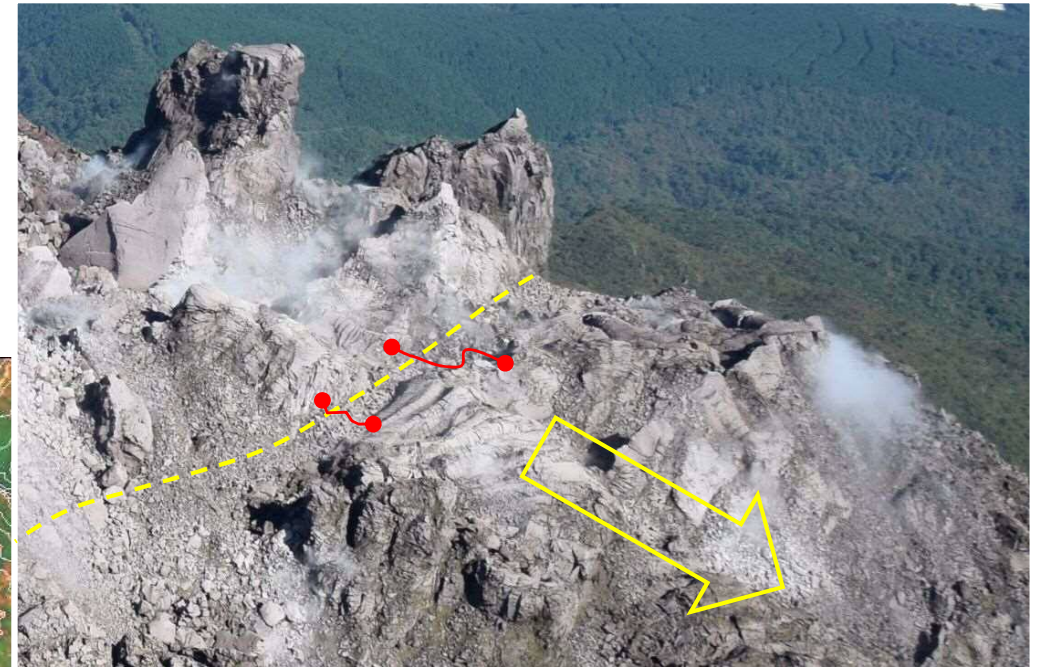
計器	基準値	対応など	地域
傾斜計	4°	警戒体制	東北
傾斜警報器	1°		北海道
傾斜計	2分/日 (換算0.033°/日)	警戒体制 (暫定値)	近畿
簡易傾斜計	1°	警戒体制 (工事期間中)	北海道

出典: 土木研究所資料第3918号、岩盤崩壊モニタリング要領(案)(H16年1月)
巻末資料-1 モニタリング実施箇所における「管理基準値」の設定状況
(モニタリング実施箇所へのアンケートによる)

2.2 各基準値の設定 (7)光ワイヤーセンサー(即時)

- 基本的には、切断したらロープが崩壊したと考える。
- しかし落石等で切断する可能性もあるので、誤検知防止の観点から、2本のセンサー切断をAND条件とする。

【基準値】 2箇所とも切断した場合。



2.2 各基準値の設定 (8)まとめ

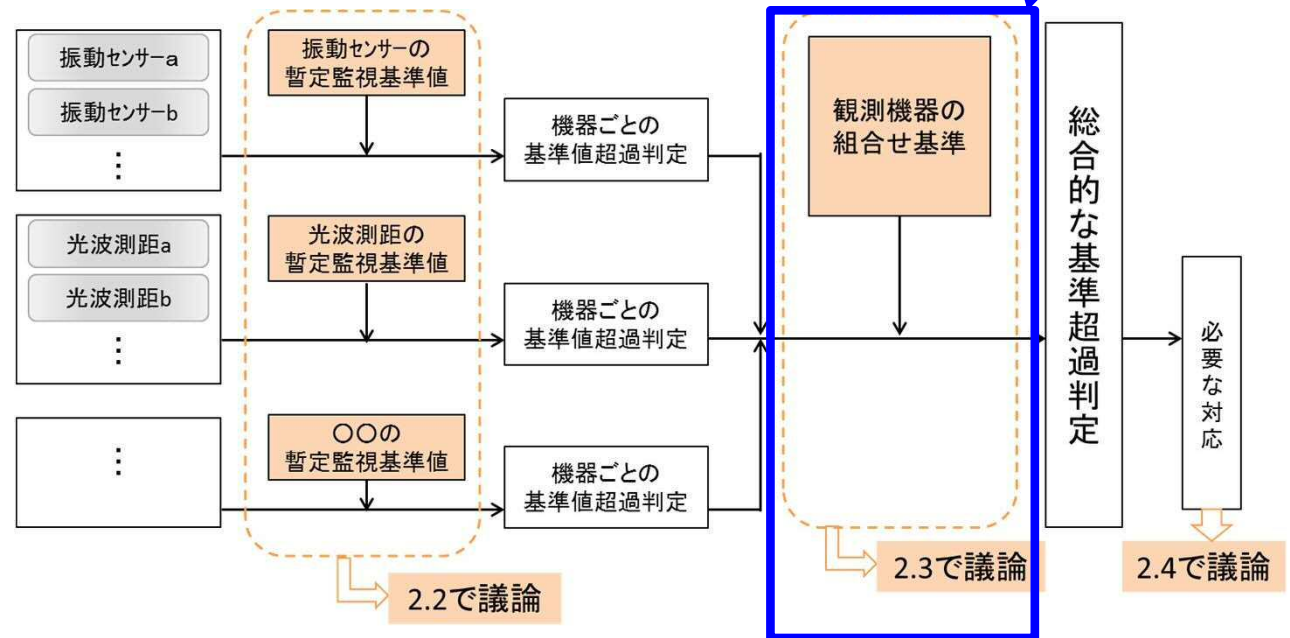
観測機器等	取得間隔	即時対応基準値	短期対応基準値	長期対応基準値
震度計	リアルタイム	垂木台地・岩床山のいずれかで下記を超過した場合。 ①震度3(砂防工事従事者退避) ②震度4(市への危険情報(仮称)提供)	—	—
振動センサー	リアルタイム	稲生山・垂木台地・岩床山・薊谷のうち2箇所以上で下記を超過した場合。 ①振動エネルギー指標値5以上 ②40mkine以上の振動が30秒以上継続	—	—
光波測距	即時は1回/1h 短期・長期は1回/1日	毎時観測データを用いて、「両方の監視局からの斜距離変化が-20mm/hを超過」が、2つ以上のプリズムについて成立した場合。	日平均データを用いて、100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)		

網掛け部：
変更または新規設定した項目。

2.3 組合せ基準の設定 (1)全体

ココの議論

- 組合せ基準は下記による。



	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。→次頁へ	各観測機器の いずれかが 基準値超過した場合。
補足説明	時間的猶予が無い場合、 住民への通報まで自動処理される可能性 がある。したがって空振り軽減が重要。また当然、見逃し軽減も重要。 各観測機器のノイズや欠測の特性を考慮した判定フローを作成することにより、 見逃し・空振りの軽減を両立 させる。	住民への通報までに、人間による判断を挟むため、ある程度の空振りを許容できる。 危機意識の維持の観点からは、ある程度の頻度で超過することは望ましい。

2.3 組合せ基準の設定

(2) 即時対応基準における超過判定フローの方針

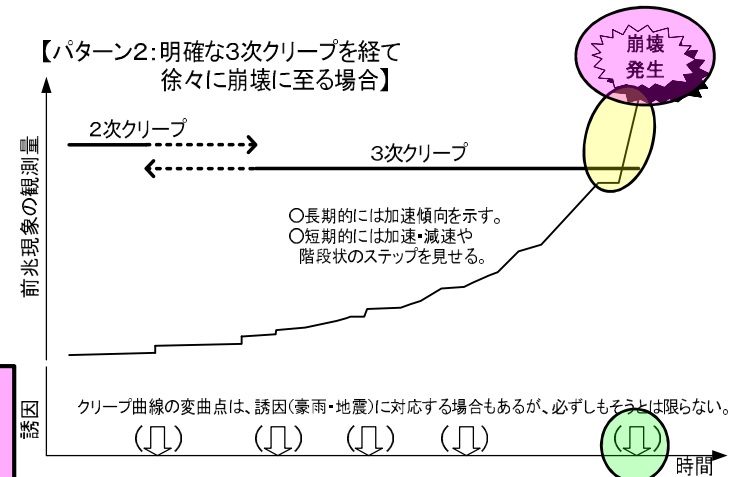
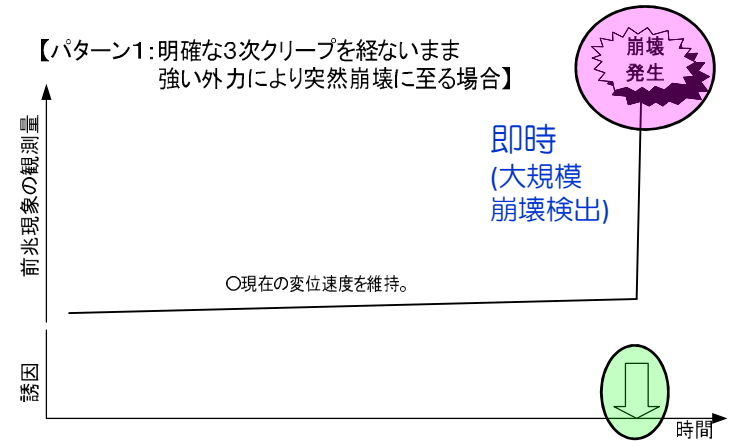
- 前兆がある場合(パターン2)にはできるだけ早く検知する。しかし30分~1時間の変位速度を使用するため、それだけでは前兆が無い場合(パターン1)には対応できない。
- 前兆がない場合(パターン1)への備えとしては、リアルタイムで検知できる機器を使用。
- 「誘因の検知」「前兆変位の検知」「大規模崩壊の検知」に着目し、いずれかを検知したら基準超過と判定するフローとする。そのために、各観測機器の基準値がどれに対応するかを明確化。

観測機器等	取得間隔	即時対応基準値 (再掲)
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 ※30分間の振幅二乗積算値の常用対数。 ②40mkine以上の振動が30秒以上継続

誘因の検知

前兆変位の検知

大規模崩壊の検知



2.3 組合せ基準の設定

(3) 欠測情報の活用

- 前兆変位や大規模崩壊によって欠測が想定される観測機器については、**欠測情報も基準超過判定の材料とする**（下表の赤破線ワク）。
- ただし平常時にも欠測の可能性があるため、確実に前兆変位や大規模崩壊を意味するものではなく、**空振りの可能性もある**。 → and条件の縛りを設けて空振り頻度の低減を図る（次頁）。

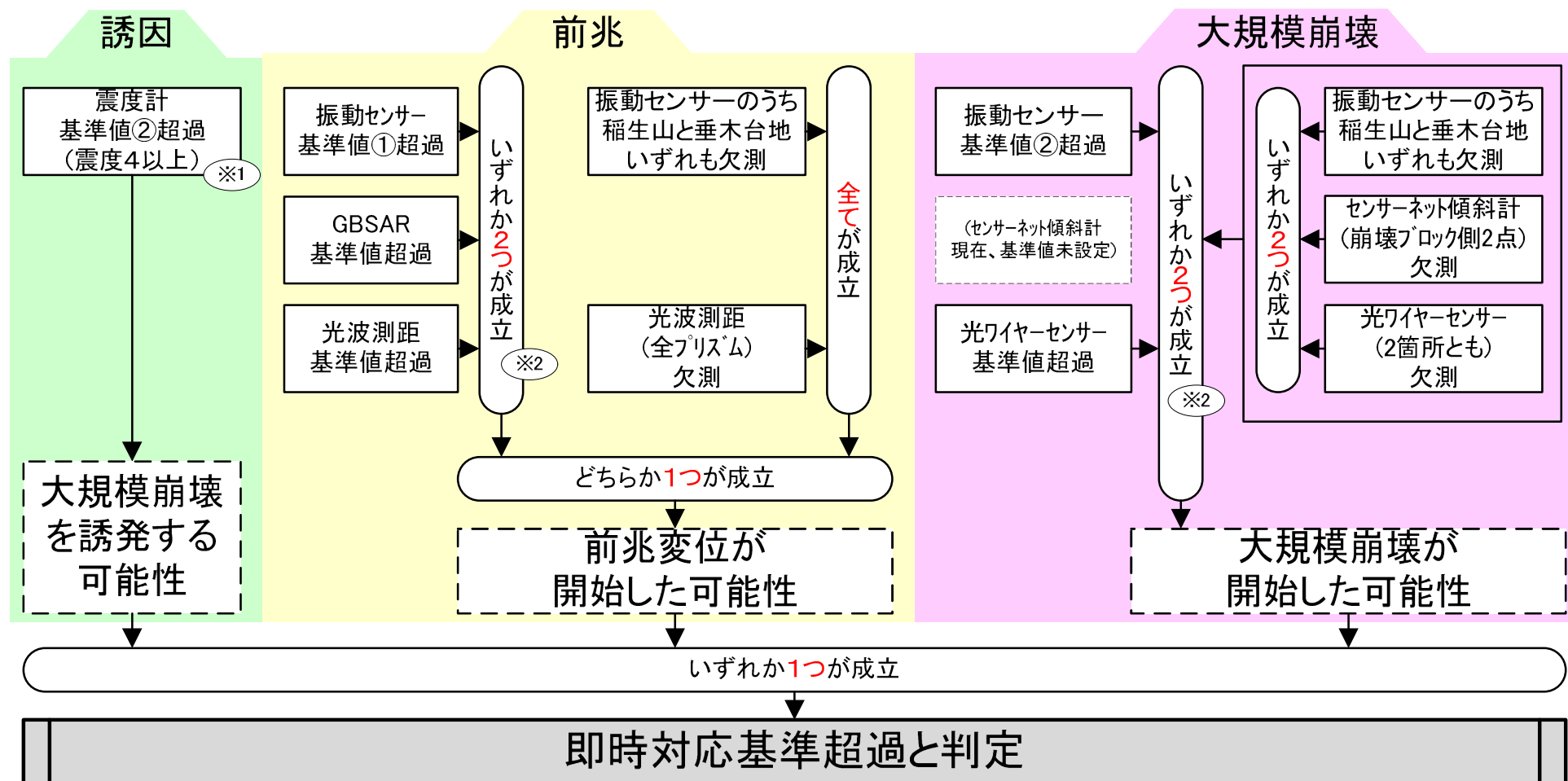
	平常時		前兆変位発生時		大規模崩壊時	
	欠測原因	頻度	欠測原因	可能性	欠測原因	可能性
振動センサー (稲生山・垂木台地)	落雷・落石による破損や無線アンテナの視通喪失、その他不明	中	落石による破損や無線アンテナの視通喪失	大	落石による破損、崩壊ブロックとともに流失	确实
光波測距	雲・霧・噴気、ハレーション、プリズム劣化	中	落石によるプリズム破損、大変位による視通喪失	大	崩壊ブロックとともにプリズム流失 <small>(観測が毎時1回なので大規模崩壊の判定には適さない)</small>	确实
センサーネット 傾斜計 (崩壊ブロック側2箇所)	落雷・落石による破損や無線アンテナの視通喪失、噴気による破損、その他不明	中※	落石による破損、噴気による破損	中	同上	确实
光ワイヤセンサー	同上	中※	同上	中	不動ブロック側端点の破損・流失	大

※センサーネット傾斜計と光ワイヤセンサーはこれまでの観測期間が短いため、頻度は想定である。

2.3 組合せ基準の設定

(4)即時対応基準の超過判定フロー

- 誤検知を防ぐために、原則的に2つ以上の機器での基準値超過を成立条件とする。（空振り低減）
- 欠測が重なった場合も基準超過判定の材料とする。（見逃し低減）
- 誘因を捉えるもの、前兆変位を捉えるもの、大規模崩壊を捉えるもの、を分けてOR条件で結ぶ。（見逃し低減）

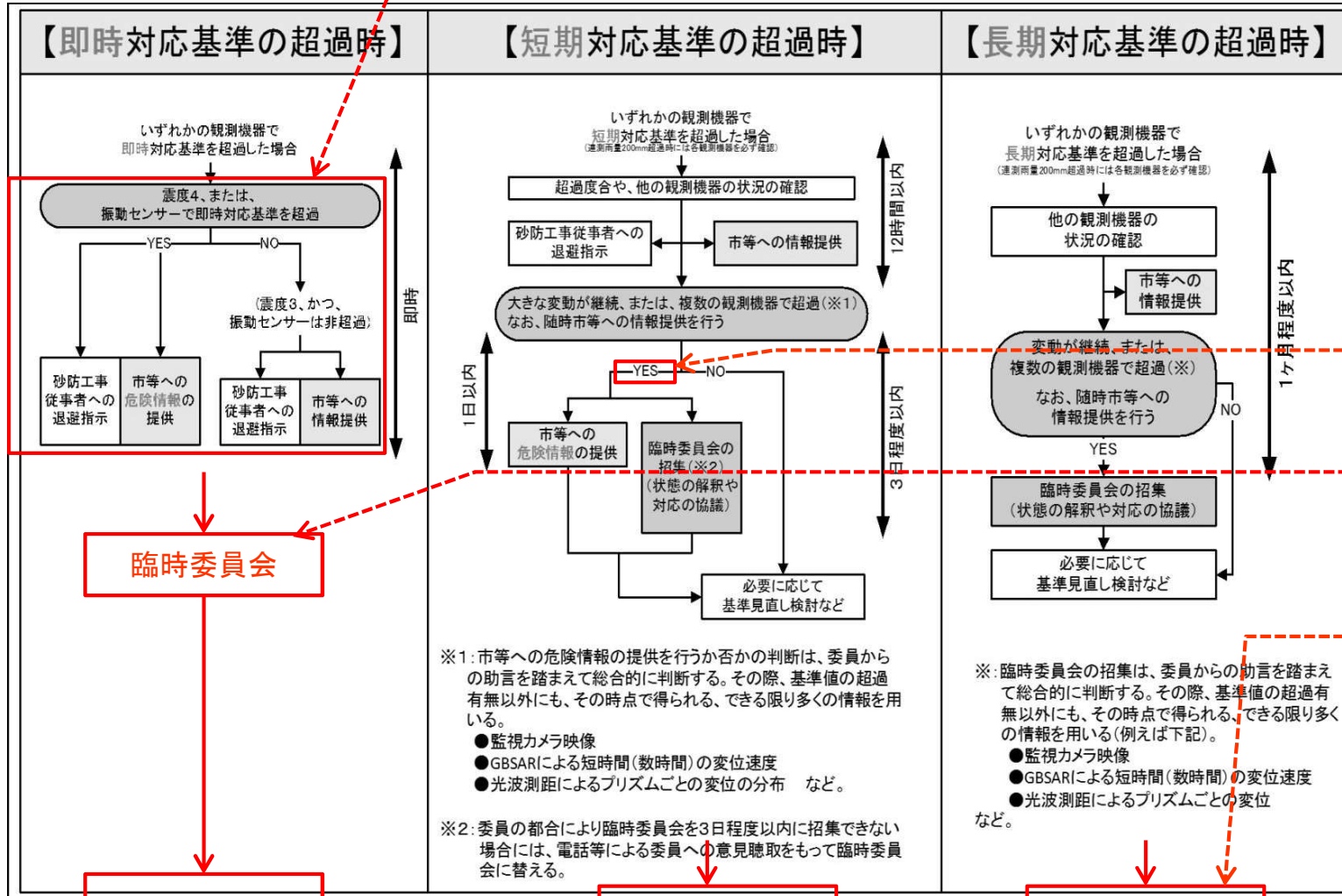


※1:震度3以上の場合には、砂防工事従事者を退避させる。

※2:いずれか1つが成立した場合には、砂防工事従事者を退避させる。

2.4 基準超過時の対応フロー (1)見直しの観点

- 主な見直しの観点は下記のとおり。



①即時は判定に使用する観測機器が大きく増えたので変更。前頁で整理済み。

②統合システム整備により、基準超過時には自動配信されるようになった点を反映。

③臨時委員会を開催するかの基準を慎重に再検討。

④即時対応基準超過後の臨時委員会開催。

⑤一旦暫定監視基準を超過した後、通常状態に戻るまでのフローが必用。

⑥結果的に対応フローを一本化。

2.4 基準超過時の対応フロー (2)見直し案

- 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。

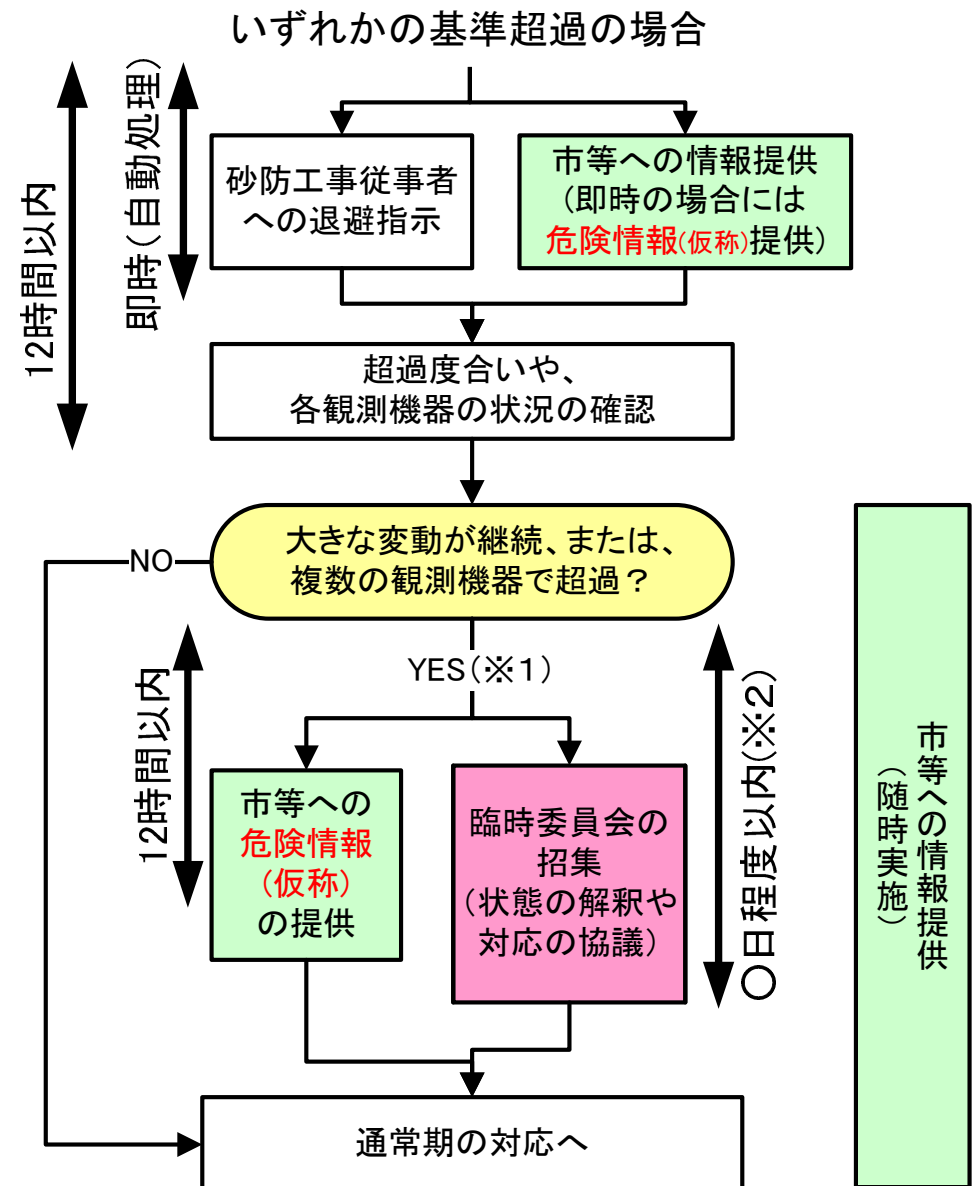
※1:市等への危険情報(仮称)の提供を行うか、および臨時委員会を招集するか否かの判断は、できる限り多くの情報を用いると共に委員からの助言を得て総合的に判断する。

- 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. ソフト対策会議等からの報告

- 3.1 溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議における取り組み
- 3.2 情報配信のイメージ
- 3.3 ハード対策(砂防堰堤嵩上げ)の進捗

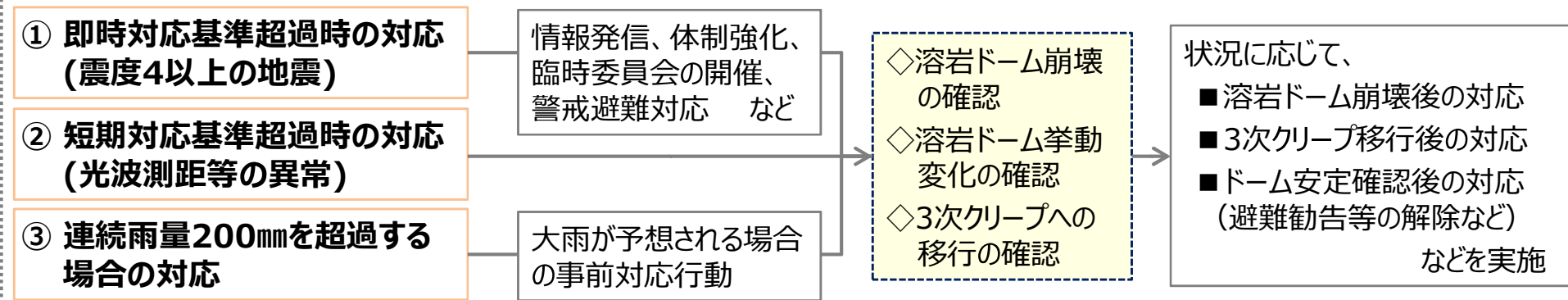
3.1 溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議における取り組み(1)

■溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議の開催（第7回:平成28年6月27日、第8回:平成28年10月14日）

- 第5回委員会までの検討結果や合同防災訓練で抽出された課題等を踏まえ、防災実務担当者からなる**溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議**にて、具体的なソフト対策を検討・共有。 ※年度末に第9回を予定。
- 溶岩ドーム崩壊等に対し連携すべき事項や具体的にとるべき行動を整理し、「**連携要領(案)**」、「**事前防災行動計画(案)**」を検討・更新中。 ※双方が対となったものを、今年度末にとりまとめ予定。
- 事前防災行動計画等が位置付けられるよう、各機関の地域防災計画等への反映例を提案予定。

◆事前防災行動計画（案）の推移パターン

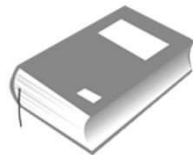
※各パターンで異常覚知から対応終了までの一連の流れを記載



◆連携要領（案）に記載している項目

- 連携要領に基本的なルールや行動の概要を記載
- 具体的な行動は事前防災行動計画に記載

1. 災害情報等の確認、伝達・共有（連絡窓口、内容の共有）
2. 災害対策用資機材の貸付・借用
3. 現地情報連絡員（リエゾン）の派遣・受入れ
4. 緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）の派遣・受入れ
5. 土砂災害防止法に基づく緊急調査に係わる連携
6. 溶岩ドームの異常に係わる連携
7. 緊急時の関係機関による協議・調整（合同会議）
8. 住民等への情報の周知・広報



ソフト対策会議の様子

3.1 溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議における取り組み(2)

■平成28年度雲仙岳大規模土砂災害合同防災訓練の開催

○開催日時:平成28年11月2日(水) 13:00~16:30

○参加機関:

- ・島原市、南島原市、雲仙市、島原広域消防本部
- ・長崎県危機管理課・砂防課、島原振興局、長崎県警(島原警察署、南島原警察署)
- ・国土交通省長崎河川国道事務所、雲仙復興事務所
- ・**報道機関(マスコミ)**

○訓練方式:解説付学習型訓練

- ・解説役:検討委員会の学識委員

※**青文字**は新規参加組織

■主要訓練項目

- ①溶岩ドーム崩壊に係る観測結果の情報伝達・共有及びマスコミ対応
- ②土砂災害防止法・災害対策基本法に基づく住民の警戒避難対応
- ③有識者・専門家等からの助言に基づく対応
- ④降雨に伴う気象情報に基づく警戒体制の構築・情報共有
- ⑤溶岩ドーム崩壊を想定した事前防災行動計画(タイムライン)(案)の検証

■主要訓練項目

《雨量計》
連続雨量200mm
【短・長期】

【ステージ1】(台風接近に伴い)降雨が発生し、連続雨量200mmに達した場合

目的:非常に激しい降雨が予想・観測された際に、関係機関が適切な体制を構築するとともに、警戒・避難に係る判断が行えること。また、降雨終了後に警戒・避難体制の解除に係る判断が行えること

《震度計》
・震度4以上【即時】
《振動センサー》
・40mkine以上の振動が30秒以上継続【即時】
・落石が連続して発生

【ステージ2】暫定基準を超過し、加速度的な変位(3次クリープ)を示した後に崩壊する場合

目的:溶岩ドームの変位(移動量)が増加し、その後崩壊の時期が予測されたことを受け、関連情報の収集と情報共有を迅速かつ的確に行い、監視・観測体制の強化や通行規制・警戒避難に係る判断等が行えること

【ステージ3】溶岩ドームが崩壊した後の対応

目的:溶岩ドーム崩壊後の応急対策について合意形成が図られるとともに、警戒・避難体制の解除に係る判断が行えること



訓練実施状況(会場:有明公民館大ホール)



解説者からの講評

3.2 情報配信のイメージ(1)

H28年 現状

- 現在整備済
- H28年度整備・連携予定
- H29年度整備・連携予定

現場の安全管理

- ・各種防災情報の通知
- サイレン、警報灯、など



現地従事者

大野木場監視所



4F監視室⇒監視業務

fmしまばら (ラジオ・スマホ)

- ・災害情報
- 深江町、布津町等に放送エリア拡大 (対象：7千世帯、H28.7予定)

カボチャテレビ (CATV)

- はっと・はっとチャンネル
- ・ライブカメラ情報 ・雨量情報

Web配信

- ・降雨状況 ・ライブカメラ

防災担当職員通知メール

- ・振動センサー アラーム通知
- ・反射プリズム アラーム通知
- ・その他防災情報アラーム通知



防災担当職員

暫定基準超過時に通報

・監視(情報の集約・管理)

- 雲仙復興事務所
- 3F情報通信室 ⇒ 監視業務
- ⇒ 有事の対策本部
- 無線室・機器室 ⇒ 情報の集約・管理



有事の対策本部

県・市 (災害時の意思決定者)

情報共有・配信協定

観測機器類

監視カメラ

事象の監視・自動検知(将来)

振動センサ

3.5mkine以上(土石流)
40mkine以上(溶岩ドーム崩壊)

震度計

震度4以上

雨量計

200mm以上

光波プリズム

即時・長期・短期変位に応じ

GPS

長期変位に応じ

GBSAR

即時・長期・短期変位に応じ

Xバンドレーダ

ワイヤセンサ

切断時

傾斜計

即時・短期・長期変位に応じ

H28年度末予定

H29年度以降予定

地域住民

～防災・避難行動に資する情報が、速やかに地域住民に届く仕組みが実現※

ケーブルTV



情報の受け取り手にわかりやすい情報を提供

インターネット



※住民への配信については対応可能な手段から暫時実施

FMラジオ



地域住民

必要情報は即時配信



地域メディア

災害情報

道路利用者、来訪者等



路側での配信 (将来)

- ・各種防災情報
- ・注意報警報



道路情報板

溶岩ドームの挙動情報等

3.2 情報配信のイメージ(2)

- 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

	即時	短期	長期
震度計	・震度4以上		
振動センサ	・3.5m/s超過10秒以上 (土石流) ・40m/s超過30秒以上 (溶岩ドーム崩壊)		
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	○度以上	○度以上	○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

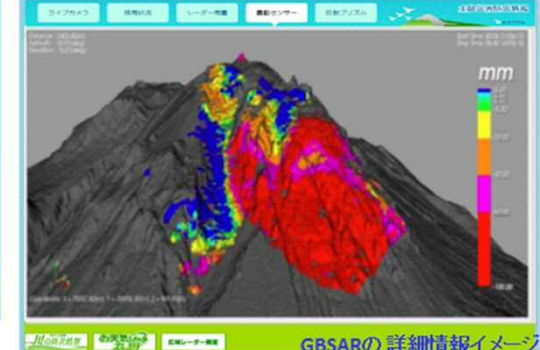
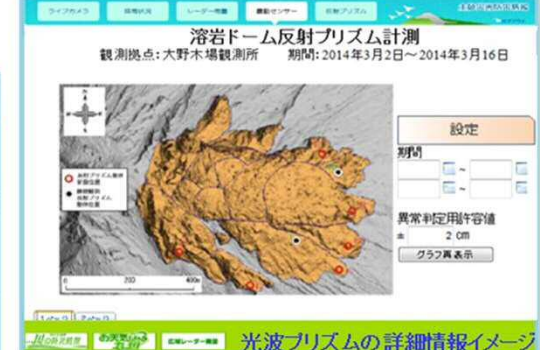
差出人: *****
宛先: *****

【即時対応基準超過】
振動センサー(稲生山、垂木台地)
今日○○:○○

○/○ △:△に稲生山、垂木台地で即時対応基準値を超過しました。現地状況、他観測計器の状況を確認してください。

詳細情報
<http://○○○○>
(リンク情報を掲載)

<連絡先>
雲仙復興事務所
TEL: 0957-64-*****
Email: *****@*****



※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

3.3 ハード対策(砂防堰堤嵩上げ)の進捗



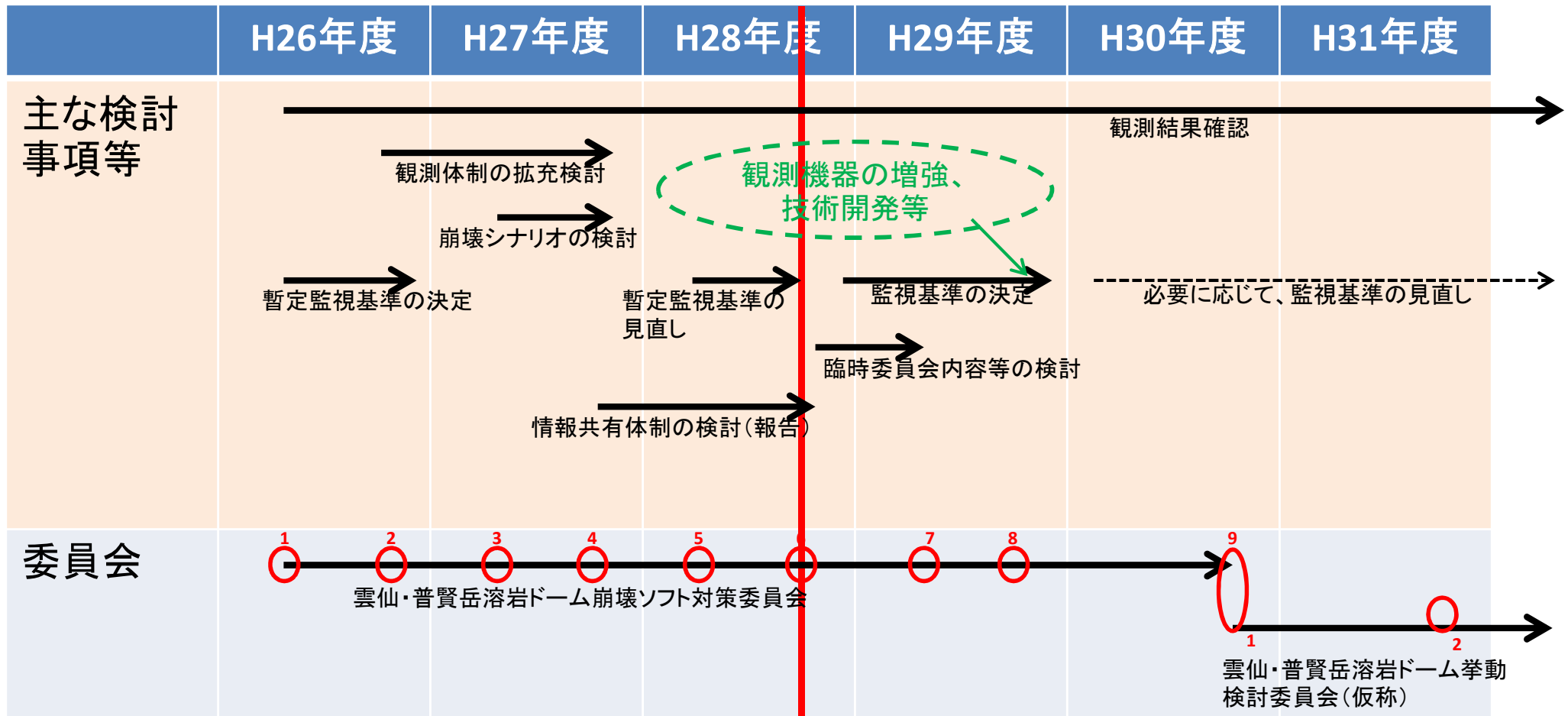
平成28年12月末現在の様子

- 事業完成年度:平成29年度末を目途
- 事業進捗率:約67%(H29.3末予定進捗率)
(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27年度に砂防堰堤コンクリート部の4.5m嵩上げは概ね完了し、水無川2号砂防堰堤の断面拡幅工事も終え、水無川1号砂防堰堤の袖部の嵩上げの残りと、緩衝盛土の施工中。

4. 今後の委員会について

4. 今後の委員会の流れ(案)

- 一部観測機器が設置から間もないので、今後の観測結果を踏まえて基準を見直し、H29年度に監視基準として決定する。
- H31年度以降は当委員会を終了し、モニタリングを中心とした委員会に移行して、年1回程度の会合を行う。
- 臨時委員会も同委員会に引き継ぐ。



今回の委員会

