

火山調査研究推進本部政策委員会

第3回総合基本施策・調査観測計画部会

議事要旨（詳細版）

1. 日時 令和6年10月21日（月） 14時00分～17時10分

2. 場所 オンライン開催

3. 議題

- （1）今後の総合基本施策・調査観測計画部会の進め方について
- （2）火山に関する観測、測量、調査及び研究の推進に係る総合基本施策、火山に関する総合的な調査観測計画の具体的内容検討について
- （3）その他

4. 配布資料

- 資料 総3－（1） 今後の総合基本施策・調査観測計画部会の進め方について（案）
- 資料 総3－（2） 火山に関する観測、測量、調査及び研究の推進に係る総合基本施策、火山に関する総合的な調査観測計画の要点
- 資料 総3－（3） 火山に関する観測、測量、調査及び研究の推進に係る総合基本施策、火山に関する総合的な調査観測計画の要点概要
- 資料 総3－（4） 次世代火山研究推進事業について（清水委員）
- 資料 総3－（5） 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画について（橋本科学官）
- 資料 総3－（6） 令和6年度における精密構造・噴火履歴等の基礎情報調査の実施者及び具体内容について
- 参考 総3－（1） 火山調査研究推進本部政策委員会総合基本施策・調査観測計画部会構成員
- 参考 総3－（2） 地震調査研究の推進について ―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策（第3期）―（令和元年5月31日 地震調査研究推進本部）

参考 総 3 - (3) 地震に関する総合的な調査観測計画 ～東日本大震災を踏まえて～
(平成 26 年 8 月 27 日 地震調査研究推進本部)

参考 総 3 - (4) 火山調査研究推進本部政策委員会第 2 回総合基本施策・調査観測
計画部会議事要旨

5. 出席者

(部会長)

西村 太志 国立大学法人東北大学大学院理学研究科 教授

(委員)

井口 正人 鹿児島市危機管理局危機管理課 火山防災専門官／
国立大学法人京都大学 名誉教授

石塚 吉浩 国立研究開発法人産業技術総合研究所
地質調査総合センター活断層・火山研究部門 副研究部門長

市原 美恵 国立大学法人東京大学地震研究所 教授

小野 重明 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海域地震火山部門長

神田 径 国立大学法人東京科学大学総合研究院
多元レジリエンス研究センター 准教授

阪本 真由美 兵庫県公立大学法人兵庫県立大学大学院
減災復興政策研究科 教授

篠原 宏志 国立研究開発法人産業技術総合研究所
地質調査総合センター活断層・火山研究部門 招聘研究員

清水 洋 国立研究開発法人防災科学技術研究所巨大地変災害研究領域
火山研究推進センター長／国立大学法人九州大学 名誉教授

中辻 剛 気象庁地震火山部 管理課長

前野 深 国立大学法人東京大学地震研究所 准教授

宮川 康平 国土地理院 測地観測センター長

森久保 司 内閣府政策統括官(防災担当)付 参事官(調査・企画担当)

森下 泰成 海上保安庁海洋情報部 沿岸調査課長

森田 裕一 国立研究開発法人防災科学技術研究所
巨大地変災害研究領域火山防災研究部門 特別研究員／
国立大学法人東京大学 名誉教授

吉本 充宏 山梨県富士山科学研究所 研究管理幹

(事務局)

梅田 裕介	文部科学省研究開発局地震火山防災研究課長
吉田 和久	文部科学省研究開発局地震火山防災研究課地震火山室長
相澤 幸治	文部科学省研究開発局地震火山防災研究課火山調査管理官
佐藤 壮紀	文部科学省研究開発局地震火山防災研究課 地震火山室調査研究企画官
橋本 武志	文部科学省科学官
酒井 和紀	文部科学省研究開発局地震火山防災研究課地震火山室調査官
小園 誠史	文部科学省研究開発局地震火山防災研究課地震火山室調査官
長谷川 嘉臣	文部科学省研究開発局地震火山防災研究課地震火山室専門職

6. 議事概要

(1) 火山調査研究の推進に係る総合基本施策及び調査観測計画の要点について

- ・事務局(相澤):「資料 総3-(1)」に基づき、今後の総合基本施策・調査観測計画部会の進め方(案)について説明。
- ・本日の会議では、今後10年間に推進すべき火山に関する調査及び研究に係る「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の「次世代火山研究推進事業」、及び「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(建議)」の内容についてヒアリングし議論すること、11月以降、総合基本施策について関係機関等から順次ヒアリングを行い、年明け以降、総合基本施策の中間とりまとめ案について審議すること、令和7年春頃以降は、調査観測計画について審議するとともに、総合基本施策についても必要に応じ審議すること、また、総合基本施策を策定する際には中央防災会議の意見を聴く必要があること、総合基本施策、調査観測計画の策定の際には、パブリックコメントを実施することを説明し、了承された。

(2) 火山に関する観測、測量、調査及び研究の推進に係る総合基本施策、火山に関する総合的な調査観測計画の具体的内容検討について

- ・事務局(相澤):「資料 総3-(2)~(3)」に基づき、火山に関する観測、測量、調査及び研究の推進に係る総合基本施策、火山に関する総合的な調査観測計画の要点について説明。

・清水委員：「資料 総 3－(4)」に基づき、次世代火山研究推進事業について説明。

【清水委員】火山プロジェクトの成果に基づきながら、資料 総 3－(3)で示された模式図の中腹以上の部分にある火山活動評価手法、ハザード評価手法、最後にその社会への活用の部分に対する研究について提案をさせていただきたい。

次世代火山研究プロジェクトは、我が国の火山研究を飛躍させるため、従前の観測研究に加えて、他分野との連携・融合の下、観測・予測・対策の一体的な火山研究の推進及び広範な知識と高度な技能を有する火山研究者の育成・確保を目指すというものである。

次世代火山研究推進事業と火山研究人材育成コンソーシアム構築事業の二本立てであるが、そのうちの研究推進事業についても資料で示す通り 4 つの柱から成っている。一番上にあるのが観測技術の開発、左側にあるのが予測技術、右にあるのが対策技術で、それらを支えるプラットフォームとして、各種観測データの一元化、これは JVDN の整備であるが、そういったものから成り立っている。

観測・予測・対策の一体的な火山研究の推進というのは、先ほど相澤さんから説明があった、まさにこの火山本部の基本方針と一致すると考える。資料には赤字で示しているが、火山本部で推進する調査・研究の基本的考え方と次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの特に研究事業の方針は整合的であるので、私からは次世代事業の課題を踏まえてその研究を発展させるという考え方で提案をさせていただきたい。

観測・予測・対策、それぞれ課題として取り組んでいる研究があり、それらを支える研究基盤として、JVDN システムの開発・運用を行っている。これらの中の幾つかの成果を踏まえながら、その幾つかの成果を更に発展させるという形で研究の提案を幾つかさせていただきたい。

最初は、観測に関する課題の B の中の特に 4 番、B4 の主な成果として、「水蒸気噴火の発生場の解明」ということで霧島の例をお示しする。水蒸気噴火を発生する火山に特徴的な構造として、粘土層があって、その下に熱水があって、圧力源というのが粘土層と熱水の境界、粘土層の下部にあるというようなモデルが提案されている。実は、その後の火山プロジェクトでほかの火山についても同様の調査をした結果、非常に類似した、あるいは共通の構造が見えてきて、このような構造が恐らく水蒸気噴火を発生させるポテンシャルを持っている火山について共通に見られる特徴だろうということで、これは水蒸気噴火の発生ポテンシャル

の評価に非常に有効な成果と考えている。

次にお示しするのは予測に関する課題Cの中のC2の成果である。トレンチとかボーリング調査等の地質学的な調査によって、噴火履歴の解明が進められた。いわゆる階段ダイアグラムと称するものだが、さらにそのうちの非常に精度よくまとまった比較的最近の履歴から噴火事象系統樹なども作成されて、その標準化手法についても研究が進んでいる。こういった成果は、現時点ではまだ火山活動の長期評価に直接結びつくものではないが、火山活動の長期評価や長期予測のための非常に重要な基礎情報になるということで、これも極めて重要な成果だと思っている。

今後の課題として、我が国には活火山が111あり、今後はこういった火山プロジェクトで手法技術ができた探査とか調査を、多くの火山において計画的、年次的、国として組織的にきちんと継続して実施していくということが非常に重要であり、これを火山本部の事業としてぜひ進めるべきと思うのだが、この部分は実は今日議論する調査・研究ではなく、概要の模式図の土台の部分、調査観測の部分に該当すると思われる。今後の課題として基礎資料を活用した研究の推進が必要であり、この部分については調査研究の部分に該当すると思っている。

火山活動評価のための基礎情報に関する調査・研究として、水蒸気噴火の発生場の成果に基づく研究、噴火履歴の成果に基づく研究をお示ししている。

水蒸気噴火に関する今後の研究としては、3つ挙げている。まず、精度、特に深さの精度と分解能の向上。手法が確立された探査技術は一般的に枯れた技術と言ったりするが、精度、特に深さの精度に関して言えば、決してそうではない。これについての精度を上げていく、あるいは空間分解能を上げるという手法の開発、あるいは、今は基本的には地殻変動、地震、比抵抗でやっているが、当然それ以外の調査項目もあり、そういったものも取り入れながら精度を上げるという研究は引き続き必要であろう。

次に、ボーリングなどによる物性状態の実態解明。火山プロジェクトで行ってきた探査はいわゆるイメージングであるが、実際にボーリングして確かめるという実証的な研究は必ず必要だろうと思う。

それから、幾つかの火山でたくさん事例が出てくると、それらを比較して、一般的な特徴と個性を把握して、そのメカニズムを探っていくという研究が必要だろうと思う。

噴火履歴も同様に、階段ダイアグラム等についても精度、分解能の向上、そう

いうものがたくさんの火山で出そろってきた場合には比較研究、さらに直接噴火履歴そのものではないので括弧付にしているが、これらを活用しながら、噴火事象系統樹の作成手法について、更に高度化・標準化を進めてく必要があるだろうと思っている。

今申し上げた基礎情報に関する調査・研究を今後状態把握と予測に関する調査・研究に発展させていく必要があると考える。水蒸気噴火の発生場については、今まではポテンシャル評価だったのを切迫性評価に発展させていく必要がある。具体的な例として「シミュレーション等の導入による噴火発生場の定量的理解」、「水蒸気噴火の切迫性評価／短期予測の手法開発」を挙げている。

シミュレーション等については実はもうプロジェクトのほうでも行われており、地下の温度分布や地表で観測される全磁力などが時間発展していく様子がシミュレーションされるようになっている、北大の研究成果の例をお示ししている。こういった研究を更に発展させることが必要。

噴火履歴についても同様に、シミュレーション等の導入による噴火履歴の定量的理解、そういうものに基づいて将来的にはマグマ供給系のモデル、あるいはマグマ供給系のマグマシステムの進化などについても研究していく必要がある。

さらに、そういったことに基づいて、噴火の長期評価／長期予測の手法の開発が必要であろうということで、富士山の階段ダイアグラム、噴火履歴を簡単なマグマ供給系モデルである程度再現することができるという予測に関する研究成果をお示ししている。

先ほど挙げたうちの比較研究の例として、水蒸気噴火の発生場の比較の例を次にご紹介する。あまり具体的なことを提案する場ではないと思うが、皆さんにイメージを持っていただくために一例として提示させていただく。

近年、我が国で水蒸気噴火が発生した火山の地下構造、圧力源や比抵抗の構造を比較したものである。縦軸は深さであり、各火山における圧力源の位置とか粘土層の位置を火口底からの深さにそろえて表示したものである。

特に一番左側の霧島硫黄山については非常に詳しく分かっており、いずれも共通項としては、比抵抗構造から推定される粘土層があり、その粘土層の下部に圧力源があって、これが噴火の直前に膨張する。さらに、噴火時にはこの粘度層を貫くような膨張がある。これは恐らく熱水の上昇だと思われるが、同様のことが箱根や草津白根、御嶽山にも共通して見られている。

相違点についても、深さ方向で比較したものをよく見ると、例えば硫黄山とか

箱根は浅い。粘土層も浅いし、それに従って粘土層の下部にある圧力源の深さも、草津白根とか御嶽に比べると、まだ精度の問題はあるが、恐らく精度を考慮しても浅いであろうと思われる。

さらに、霧島や箱根については、粘土層を貫いた更に浅いところの地表付近にも噴火に伴って膨張する圧力源があり、霧島の例から、ここにも大量の水があることが推定されている。恐らく箱根も同様であろう。

一方、草津白根や御嶽は、霧島や箱根とは少し違う。例えば草津白根については、粘土層よりも上に圧力源があるかどうかよく分かっていない。噴火前後の InSAR の結果を見ても、浅いところに圧力源が見られないということで、その辺も霧島とか箱根とは違うことになる。

御存じのように、霧島硫黄山、箱根というのは噴火の規模も小さく、噴石の飛散距離も短い。一方、本白根や御嶽は規模も大きく、噴石の飛距離も大きいということで、一つの可能性ではあるが、粘土層上部の水の有無、あるいは粘土層の深さというのが水蒸気噴火の発生と規模、爆発性をコントロールしている可能性があるのではないか。まだまだ事例も少なく、精度にも問題があるけれども、より高精度の探査が多くなされて事例が増えてくると、今後こういった研究も可能になるのではないかと思う。

先ほど申し上げた、発生場のポテンシャル評価から、その後に切迫性とか短期予測への発展の一例として、先週の火山学会で相澤広記さんが講演で示された資料を基に私のほうで少し加筆したものをお示しする。相澤さんは水蒸気噴火の発生前には粘土層を貫くときに亀裂の連結・拡大が起こるということを主張されていた。もしそうだとすると、今後、亀裂の連結とか拡大を検知する手法を開発すると、それは短期予測につながるのではないか。

具体的には亀裂の生成及び連結・拡大によって発生する地震や微動の検出、恐らく長周期の地震が出ると思うが、そういったものの検出と震源特性の解明など。現状の観測では多分不十分で、機動観測等も含めて火口近傍での観測をきちんとやる必要があると思う。

その他、DAS とか稠密アレイ観測で亀裂の手法を開発する。あるいは、これは今でもされていると思うが、リモートセンシング技術等による地表面の熱活動や隆起の InSAR 等による準リアルタイム観測みたいなものができれば。

また、相澤さんは傾斜変化を伴う微動のモニタリングによる噴火直前の警報システムの開発も、そんなに遠い将来でなくてもできるのではないかという話を講

演でされていた。

今度は、火山活動評価手法に関する研究として一つの案を提案させていただきたい。JVDN システムの活用等を踏まえながら、防災科研で提案している火山活動推移図のイメージ案をお示しする。火山活動のそれぞれの状態があって、その遷移のところに分岐判断となるスイッチがついている。このスイッチをきちんと評価することが今後の状態把握と予測に関する研究として重要だろうと思う。火山プロジェクトで火山活動推移図のプロトタイプは試作予定で、これらの高度化、具体的には分岐判断基準についての研究を推進する必要がある。将来的には、分岐判断基準についても、経験則だけではなくて定量的に判断できれば良い。

今後の火山本部の研究の骨子案にある噴火発生 of 即時的な把握手法の開発に関しても火山プロジェクトの成果は活用できる。一般的には、即時把握手法というと、気象庁でされているような監視カメラとか、あるいは先週の火山学会で発表された映像 IoT システムの活用みたいなものがある。こういった可視とか赤外の映像は基本になるが天候に依存する。それにかかわらず即時的に把握しようと思うと、火山プロジェクトで開発した以下のような手法が活用できるのではないか。具体的には、リモートセンシング、これは人工衛星である。あとは、地震、B4 で開発した空振のアレイ解析システム、D1 で開発したドローン、D2 の傾斜、ひずみ、レーダー、ディスドロメータを活用して即時把握手法の開発が行える。

火山ハザード評価手法に関する調査・研究の例としても火山プロジェクトの成果の活用を私のほうからお示ししたい。ハザードの把握手法に関する研究として D1 の成果として紹介したドローン等による火山災害のリアルタイム把握手法の開発、そして D2 の井口先生を中心とした桜島におけるリモートセンシングによる火山灰放出量の即時把握の技術開発の成果が活用できる。

これは私の意見であるが、いろいろな手法があるものの、今後、火口や被災地域へのアクセス性、調査の機動性、迅速性、空間分解能などを考慮すると、ドローンによるリアルタイムハザード把握の手法は今後ますます有効になると考えられ、そういったところに力を入れて開発していく必要がある。

写真では D1 の成果の 1 つ、アジア航測の人たちによる阿蘇山の噴火のときの例をお示ししている。噴火時にどこまで噴石が着弾しているかということ、ドローンを飛ばして写真撮影し、その結果について AI を活用して自動的に即時的に噴石を検出するという研究である。

今後は、データ取得作業の効率化による即時性の向上、AI 技術などの活用によ

る地形の認識手法の高度化。それから、ドローンの場合には度々指摘があるが、運用体制、許認可の問題等についても、国として解決を図っていく必要がある。

ハザード予測手法については、これまでも主にシミュレーションに基づいて研究が行われており、溶岩流や火砕流のシミュレーションが行われている。今後、当然これらのシミュレーション手法の高精度化・高速化については引き続き取り組むべき課題であり、また、シミュレーションの入力パラメーターの高精度推定についての研究も必要。入力パラメーターというのは、基本的に火砕流とか降灰のシミュレーションであれば噴出率に当たり、溶岩流のシミュレーションであれば溶岩噴出率に当たる。それをいかに精度よく推定できるか。

火山本部の中で取り組むべき課題として挙げられているリアルタイムハザードマップに関して。即時的にハザードを予測する研究開発については、先ほど申し上げた噴火発生の即時把握の成果が活用できる。この研究成果をシミュレーションの初期値、即ち入力パラメーターとして与えることによって、リアルタイムハザードの予測手法の開発を進める必要がある。

そういった研究はもう既に火山プロジェクトでは行われており、京都大学による桜島の成果をお示しする。私は火山プロジェクトの成果の中でも特筆すべきものだと思っているが、桜島における降灰予測シミュレーションで、実際にコンピューターを回して降灰の予測をしている。これの大きな特色は、右側にアルゴリズムを書いているが、自動的にリアルタイムで入力パラメーターを予測する、そして、そのシミュレーションに入力パラメーターをインプットしていくということである。具体的には、地震計とかひずみ計、傾斜計から噴出率を推定して、それをレーダー等と照合しながら少し校正をして、さらにそれを入力パラメーターとして与えて計算をして、結果はディスドロメータ等の降灰結果とも比較しながら高精度化を図っていく、こういう研究を続けた。現時点では、桜島に関しては社会実装できるぐらいのレベルまでになってきていると聞いている。

今後は、桜島で開発された手法をそれ以外の火山についても適用できるように、水平展開をしていく研究が必要であろう。シミュレーションの入力パラメーターを地震とか地殻変動とかレーダーから、天候によらずに即時推定する手法の研究開発が必要であり、これらを踏まえて、火山ハザード予測図の作成手法に関する研究を火山本部として推進すべきだろうと考える。

最後の課題「火山に関する総合的な評価を活動火山対策に活用するための調査及び研究」は、これまで述べてきた諸研究のアウトプット、予測の成果等を社会

の防災対応に生かすための研究であるが、火山プロジェクトでは D3 が該当し、周知啓発・教育用コンテンツの高度化、降灰被害予測コンテンツの高度化、避難・救助支援コンテンツの高度化の 3 つのテーマで取り組んでいる。

今お示ししているのは周知啓発・教育コンテンツと降灰被害予測コンテンツの高度化について。詳細は省くが、降灰被害予測コンテンツは、実際の火山灰の降灰予測ができると、それに基づいて建物にどのような影響があるのか、あるいは設備、空調とかの機器にどのような影響があるのか、送電線などにどのような影響があるのか、さらには車の走行にどのような影響があるのか、ということを検証するものであり、要するに降灰の影響を評価するというような研究である。これらは、藤井先生がおっしゃられる「火山工学」というべき研究分野であるが、日本の大学にはこのような研究を体系的に行う講座はないと聞いている。

さらに、それらの自治体への適切かつ効果的な伝達方法についても研究を進める必要がある。今後、これらの分野の研究を発展させるためには、工学とか社会学分野の研究者の更なる参入、産業界の参入が望まれる。さらに内閣府や自治体との連携を考えていく必要があるだろう。いずれにしても、この辺の分野については継続的な研究開発に取り組む必要がある。

ここに示す分野横断で取り組むべき総合的研究については、火山プロジェクトで提案はしているがまだ実現ができていない。恐らくあと 1 年半の火山プロジェクトの中ではできないと思っているが、将来の方向性として取り組むべき重要な課題であると考えられる。

これは、準備過程に始まって、切迫、噴火が発生して被害が出て、その後終息するという噴火のタイムラインである。それに対して、それぞれ火山プロジェクトで取り組んでいる研究の成果、今後は火山本部の成果と言い換えても良いかもしれないが、これらの研究の成果をタイムラインの中で、どこでどのような形で自治体等の防災対応あるいは避難計画に反映させていくべきかを検討・検証する必要がある。かなり難しい研究とは思いますが、これについては分野横断で取り組んでいく必要がある。

・「次世代火山研究推進事業について」に関する主な意見・回答は以下のとおり。

【西村部会長】観測・予測・対策の中で、観測の部分については、比較研究ということで構造探査のような結果は要点の中の 2 との兼ね合いがあるとのことだが、3 の中で特に重要な観測項目は何かあるか。

【清水委員】 3 というのは、対策に活用するためのということか。

【西村部会長】 調査・研究の中で重要な。即時手法の開発とかいろいろお話しいただいたが、新しい観測という視点が。

【清水委員】 最初に申し上げたように、今回はあくまでも火山プロジェクトの発展という形で話したため、あまりそこから離れた、新たな手法ということは申し上げなかった。

例えば火山プロジェクトでは DAS 等は全く取り組んでいない。ただ、DAS は、それこそ私が言うことではなくて西村さんが言うことかもしれないが、積極的に取り組んでいくべき観測手法と考える。切迫性評価を行う時に、特に水蒸気噴火はソースが浅いので、火口近傍の機動観測も含め、非常に高精度の観測が必要になってくる。そういう時に、DAS は圧倒的に空間分解能に優れているので、亀裂やその発展、時間変化などをイメージングするための観測として非常に有効だと思う。

基盤観測は火山本部として着々と整備していくと期待しているので、それにプラスして、機動的な、非常に高精度の観測、DAS 等、それに必要な手法開発とか新たな観測項目も含めて、私はちゃんと申し上げなかったが、絶対に必要だと思う。

【篠原委員】 西村さんがお聞きになったことと関連するが、基盤的な調査ないし観測は、条件が整えば当然手法の開発に移行してくということであろうが、試験的ないろいろな観測をやって、それが充実して、それが必要だということになったら基盤観測に移っていくという部分も当然ある。調査に関しても、地質調査みたいなものだと、基盤的な調査をすぐ始めるというのは難しいけれども、火山プロジェクトで、様々な地質調査をやる、階段ダイアグラムを幾つか作って、ある程度の知見がたまったところで、最後の仕上げではないが、例えば基盤調査的なものに移行していくという部分もあり、その間の連携は当然重要ではないかと思う。

火山プロジェクト自体は、下支えの役割もあることは前提にされてなかったのではないかと想像するが、今後は逆に 2 段階というのは当然ある、基盤調査のあ

る意味での下支え、基盤調査の前段階として、ちゃんと研究を進めて、基盤調査や基盤観測に持っていくという部分の視点も当然あると思う。

今までのプロジェクトと今後とを比較したときに、そこら辺で考え方、ないしは、こういうものをプラスしていったほうが良いのではないかというような意見はあるか。

【清水委員】おっしゃるとおりで、貴重な御意見だと思う。基盤観測は、例えば地震などのいわゆる力学的な観測なので、例えばそういうところに電磁気学的なもの、例えば電位、電磁力、あるいは物質科学、ガスも、それこそ篠原さんはリアルタイムで連続観測できるようなシステムを開発されているが、そういったものも実用的に誰でも使えるような形になってくると、それを基盤のほうに組み込んでいくということは当然あって然るべきだが、これを本部の進める研究のどこに位置づけるのかというのは、私も今はよく分からない。御指摘いただいた、そういった取組が重要なことは同意する。いずれにしても、このようなことは調査観測計画の部会の中で考えていくことだと思う。

【篠原委員】今、清水先生がおっしゃった中で、例えば火山ガスの観測は、実際の連続観測そのものはまだ難しいので、プロジェクトの中でも人間がやる繰り返しの観測みたいな事例を積み上げている部分もある。それは、ある意味で基盤観測にはまだまだ遠いが、調査研究の成果として、研究成果をある程度積み上げないと、どこまで連続観測の必要性を認識するかという部分でも、それはもう本当の研究段階だと思う。

直接的に予測に貢献できるような研究をやっていく中の要素の一つとして、基盤観測にはまだ遠いけれども、将来は基盤観測で観測すべき項目は何であろうかというのを探るための研究をやっていくということがあると思う。

【井口委員】水蒸気噴火のところ、JVDN のところで説明されたときに、水蒸気噴火からマグマ噴火に変わっていくところを非常にさらっと説明されたのが気になった。調査委員会の実力を試されるのは、水蒸気噴火のところではなくて、実は水蒸気噴火からマグマ噴火へのトランジションではないかなと思っている。水蒸気噴火が起これば、水蒸気噴火の次にマグマ噴火になるのか、ならないかというのは必ず問われる。より被害が大きくなると考えられるマグマ噴火に移行するの

かどうかというところの判断をどういうふうにしていくかという研究で具体的な
ものがあるか。

【清水委員】確かに全くおっしゃるとおりである。このスイッチのところを研究
すべきと一言で済ませてしまったが、水蒸気噴火からマグマ噴火、さらに同じマ
グマ噴火でも大規模な、それこそ桜島の大正噴火以上のようなものになるのかど
うかというところは、社会的な影響を考えたときに極めて重要である。

今すぐに明確に申し上げることはできないのだが、1つは出てきた火山灰等の
即時分析体制。火山本部でも物質科学分析体制を作るとのことだが、そういった
ものをきちんと機能させる。あるいは、まさに井口さんがされているマグマの貫
入レート、上昇レート。特に同じマグマ噴火でも規模を考える上で極めて重要だ
と思う。そのほかにもいろいろあると思う。私はその辺がまだノーアイデアなの
で、ぜひほかの委員の方々、特に井口委員を中心として御提案をいただきたい。

【井口委員】私はこのトランジションが気になっていて、大正噴火でも最初は水
蒸気噴火だと思う。水蒸気噴火は多分10分程度。10分後にはマグマ噴火に移行
しているのだろうと思っている。一方で、雲仙普賢岳の噴火だと、水蒸気噴火か
らマグマ噴火に移行するまでにそれなりの時間の余裕があった。余裕がある場合
は、物質科学的に新鮮なマグマ物質が入っているのであろう、余裕がない場合
は、清水先生が言われたように、マグマ貫入速度が恐ろしく速いから、水蒸気噴
火のフェーズはあっという間に終わってしまうということになると考える。その
辺のスイッチの入り方のところをやはり研究していくべきであろう。

こういう観測に基づいての研究も必要だが、海外の文献調査なり、事例研究
も、我々はもうちょっと知見を積み重ねていったほうが良いのではないかと、もう
ちょっとたくさんの事例が欲しいと思っている。

- ・橋本科学官：資料 総3-(5)に基づき、災害の軽減に貢献するための地震火山観
測研究計画について説明。

【橋本科学官】いわゆる建議の研究、災害の軽減に貢献するための地震火山観測
研究計画と、この火山本部の調査研究とのリンクの可能性について御紹介した
い。

私のプレゼンの趣旨について簡単に申し上げたい。「火山に関する観測、測量、

調査及び研究の推進に係る総合基本施策、火山に関する総合的な調査観測計画の要点」という文書の3ポツに、(1)～(3)、ここでは簡略化して、火山活動評価手法、火山ハザード評価手法、総合評価を対策に活用する手法としているが、それぞれこれらを開発もしくは高度化するための調査及び研究が「当面10年間に推進すべき火山に関する調査及び研究」ということで書かれている。これから火山本部の施策として具体化していくための議論の参考としていただくために、建議の研究計画の内容とのリンク部分をピックアップし、提示しようというのがこのプレゼンの趣旨である。

現在、実施されている第3次の建議の計画をお示しする。大きな柱として、観測基盤も含めると6つの柱になっている。計画全体の大きな特徴として理学、工学、人文学・社会科学といった多様な研究分野の連携を通じた研究が進められているというところがある。それぞれの柱の中で、こういったところに大きく火山の研究が関わっているということをお示しするために、火山にかなり強く関係した部分をハイライトで下に示して点滅させている。

次からはそれぞれ火山本部の概要の文書に書かれている(1)、(2)、(3)に沿って説明をさせていただきたい。左側には文書の中でも少し詳しく書かれている内容を箇条書きにしたものになっており、画面の右側が建議とのリンク部分を列挙してあるところになる。この後のスライドも同様になっている。

まず、(1)「火山活動評価手法に関する調査及び研究」。上のほうの○の1つ目。評価のための基礎情報ということで、こちらは事象系統樹と階段ダイアグラムと、噴火発生場の把握、3つ目のポツとして重点火山の選定、ランク分けとあるが、上の2つのポツは既に清水先生から御紹介があり、次世代火山プロジェクトのほうで精力的に進められているところである。建議のほうでも一部ここに関わる場所はあるが、プロジェクトとの関係のほうが強いのだろうという整理をした。

3つ目のポツと、下の○、火山活動の状態把握と予測、それからここに2つある、前兆の把握、噴火の即時把握、2つ目のポツとしては観測・分析・モデルに基づいて噴火の準備過程や切迫性を評価、ここの部分が3次の建議とのリンクで言うと、建議の項目の2の(3)、建議の中では重点研究にも指定されている「定量的な評価と予測の試行」が該当するのではないかと考える。

これが実際に建議の該当部分にどういうことが書かれているかということを抜き出してきたものになり、私のほうでキーワードになっているところ、リンクし

ているところを青で示している。例えば、試作した予測手法を適用して試行的な予測を行うといったことが書かれており、3番目のところでは、活動推移評価への物質科学的データの定量的な活用を試みるということで、これは噴出物のことだが、こういったところがリンクするのではないかと考える。

ただし、注意していただきたいのは、一番下に書かれているが、重点研究項目としては、全体としてはもちろんアウトプットとして火山本部等との連携等を意識している。たくさん課題がある中で、依然として研究課題全体の重心は、多項目観測がそもそも充実していないところを増やしていったり、定性的な評価をなるべく定量的にしようというところに寄っているため、予測そのものを積極的に指向している課題は実はそんなにたくさんあるわけではないということも申し上げておきたい。建議の研究で出されている成果が即火山本部のほうに使えるような形で受け渡せる状態にあるかということ、まだそういうところには至っていないと御理解いただきたい。

次に（1）に係るところの火山本部で取り組む研究としては例としてこういうものがあるのではないかとすることを私なりに考えたものをお示しする。これはあくまでイメージとして例示しているものであり、こういったものをたたき台にして委員の皆様にも更に議論をしていただければと思う。

火山本部として取り組むと良いのではないかと考えているものを2つ挙げており、1つ目が「全国活火山診断表」みたいなものを作っていくこと。作り方の手法も含めての研究になる。私がイメージしているのは、人間ドックの診断結果のシートみたいなもので、こういうものを111火山について同じ項目でやっていると、外部から見たときにも分かりやすいと思った。もちろん全ての項目に評価を入れていくというのは実際には不可能で、情報不足で評価できないところはそういうふうに記載する。人間ドックの評価表でも、検査していないところとか分からないところは空欄になっているので、そういうようなイメージで、とにかく同じようにして111火山を評価していくという土台を作る。これは、重点火山の選定とか調査研究方策の検討などに役立てていく下地になるのではないかと。

2番目として、観測データなどに基づく火山の活動度の総合的評価指標の作成に取り組んだら良いのではないかと。以前、気象庁のほうで火山活動度レベルというものを作られていたと思うが、そういうもののイメージに近い。先般、111の火山について総合評価の文章が出されたが、そういうものと、文章だけでなく指標みたいな形で、セットで出していくと分かりやすいのではないかと。

もちろん、こういうものにはいろいろな良い面と悪い面がある。例えば、多様な情報がそぎ落とされてしまっている、あるいは、現在実際に運用されている噴火警戒レベルと似ていて紛らわしい、そういった問題もあるかと思う。具体的にどういうふうにするかということはあるが、そういうものを研究・調査として建議とコラボしながらやっていくのも良いのではないかと思った。

先ほどの建議の項目に書かれていることと、私が仮に例として挙げたテーマとの間にかなりギャップがあるのではないかとお感じになる委員の方も多いのではないかと思う。私もそのところは認識しており、先ほども申し上げたように、建議で取り組んでいることの成果がそのまま火山本部の施策に出せるような状態にはとてもなっているわけではない。逆に言うと、そのクリアランスというか、ギャップを埋めていくようなところに研究のシードがあるのかとも思っている。例えば火山プロジェクトのようなものを通じて新たな研究をすることによって、そのギャップを埋めていくという活動が必要なのかもしれないと思う。

(2)「火山ハザード評価手法に関する調査及び研究」の部分を次にお示しする。ハザードの把握を行う手法の開発と、ハザードを予測する手法の開発と、大きく分けると2つである。先ほど清水先生のお話にも出たリアルタイムハザードマップというものもここに該当する。第3次建議とのリンクでいうと、項目3の(3)にある、「噴火による災害誘因評価手法の高度化」というところが恐らく一番リンクしている。

建議の3の(3)に書かれている内容に先ほどと同じように強くリンクしていると思われるキーワードを青で表示したものをお示しする。ハザードのモニタリング手法、リアルタイムのハザードマップというものも、火山プロジェクトのほうでも取り組んでおられたが、建議のほうでもキーワードとして挙がっている。それから、火山灰濃度予測及び確率予測のモデル開発を行うということで、モニタリング、モデル、実際にハザードマップの作成、こういったことがここで取り組まれる課題として実際に書き込まれている。

これを受け、研究例としてイメージを挙げるなら、リアルタイムハザードマップの作成手法を研究していくのが良いのではないかと思う。もちろん作成手法を開発していくために現地調査や観測が必要になる場合もあると思うので、そういうことも含んでもよい。ただし、実際に火山本部でこれに取り組むのであれば、実施する調査・研究の目的、あるいは成果物と言えるかもしれないが、それを明確にする必要があるのではないかと思う。火山プロジェクトとか建議のほうでも

リアルタイムハザードマップの作成手法の研究に取り組んでいるので同じことをやるのもおかしいため、どういうふうに役割分担をするのかということを明確にした上でこのテーマに取り組まないといけない。具体的なところは皆様で議論していただければと思うが、例えば、特徴の異なる火山を幾つか選定して、実際に試行的にマップを作成してみるとか、そういうところを火山本部のほうでやるなど。

(3)「総合的な評価を今度是对策に活用するための調査及び研究」ということで、火山ハザードの影響評価の手法を研究するとし、1ポツ目はハザード情報の効果的な活用手法、2ポツ目はハザードの社会影響の評価手法と書いてある。いろいろなところに関わると思うが、3次の建議とのリンクで言うと、大きく内容的に関係しているとすれば、大項目の5に「分野横断で取り組む総合的研究」という柱が建議のほうにもあり、5番目と6番目のテーマがちょうど火山のものになっている。

内容をお示しすると、(1)～(4)は地震関係のテーマになっている。(5)は「大規模火山噴火」というものになり、実際の対象は桜島と富士山がスコープに入っているのだが、ここの部分で、県外への避難を必要とするような規模の噴火が起こったときにどういうことが必要かというような内容に取り組んでいくことになっている。(6)が「高リスク小規模火山噴火」で、こちらは登山者とか観光客、あるいは火口に近接したところに居住地があるような火山が主な対象になるかと思う。サイズは小さいが、水蒸気噴火のような現象によってどういう影響があるか、それに対してどう対処すべきか、予測のみならず対策的なところも含めて考えていこうというテーマになっていると理解している。

特にリンクしていると考えたのが、(6)の「効果的な情報提供方法を研究する必要がある」という部分。実際に総合研究の(6)では、観測の部分と社会科学的部分が含まれているのだが、火山本部の政策とのリンクという意味では、情報提供方法をここの総合研究と連携して何をやるべきなのかということも深めていくのが良いのではないかと思った。

(2)と(3)の部分に関しては具体的なテーマを挙げたものの、まだ建議のほうの研究でも、高リスク小規模火山噴火というのは始まってまだ5年ぐらいなので、あまり具体的な成果が出ている段階にない。何をやるのかということも含めて議論していただいたほうが良いかと思う。私個人的には、取り扱えるテーマとしてはいろいろあるかと思う。例えば、日本へ入国した外国人の方々への情

報提供の方法といったところも非常に重要な研究になるのではないかと考えている。

最後にまとめをお示しする。私のほうで例として挙げさせていただいた研究・調査のイメージとして、下の四角でくくった全国活火山診断表、活動度の総合的評価指標の作成、リアルタイムハザードマップの作成手法の研究、こういったことを提案させていただいた。繰り返しにはなるが、あくまで研究例のイメージということで出しており、実際にこれ以外のものも当然あり得ると思っており、内容について委員の皆様を中心に議論をしていただくためのたたき台というか、情報として出させていただいたという位置づけになっている。

・「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画について」に関する主な意見・回答は以下のとおり。

【西村部会長】建議は、各個人とか機関の自由な発想に基づいてというところで、基礎研究が多くなることは分かるが、必ずしも基礎研究だけではなくて、ある程度応用や開発的なものがあると思う。今年度から始まったばかりなので、まだまだ具体的に動いていない、動き出したばかりなのだが、建議の中にある研究課題の中に、例えば10年間きっちりと系統的にお金をつぎ込む、あるいはいろいろな研究者を巻き込みながらやると、次の実用化にかなり近づくような研究課題はあるか。

【橋本科学官】総合的研究のほうでは、桜島の大規模噴火というのはかなり長期的に、第2次でも第1次でも取り組んでこられているので、そこでの内容は火山プロジェクトのほうにも生かされている部分もある。かなり実装に近い部分の研究成果も実際に含まれていると認識している。

他にも、例えば、即時予測というか、噴火の検出ということに関して、西村先生も取り組んでおられるが、空中電気を使った爆発の検知とか、そういったことも実際に噴火しているところでも事例を積み重ねていくことが必要かと思うし、発展させていけば実装できるところに持っていけるものの例ではないかと考えている。

予測というのが3次のキーワードになってきている。多項目のデータ、多項目でなくても良いが、実際に噴火がたくさん起こっているところで予測がどれぐらい的中するのか、あるいはどういう課題があるのかということを検証したり、問

題を洗い出したりすることが必要になってくる。そういうところがやりやすいのは桜島とか諏訪之瀬島といったところで行われている研究だろうと思っているし、先ほども清水先生からも紹介があったが、既に個々の爆発現象についてはある程度予測が可能なレベルに達しているというのは以前からあると思うので、それをもう少し水平展開していくことができるところではないかと思っているし、実際、建議の重点項目でもそういったセンスで取り組まれて、幾つかの火山をまとめて、1つの課題で比較研究しながらそういうことを進めていこうというような位置づけで進めておられると理解している。

【井口委員】私が気になったのは、リアルタイムハザードマップである。リアルタイムハザードマップは必要だと思うが、これをハザードの種類ごとにもうちょっと分けて検討されたほうが良いのではないかと思っている。例えば、地震であれば強震動と津波がハザードとして挙げられているわけだが、火山噴火であればハザードの種類がやたらと多いので、一つ一つのハザードについてもうちょっと細かくハザードごとに検討したほうが良いと思っている。

例えば、このスライドで、大規模噴火による火砕流、溶岩流でリアルタイムハザードマップを試作すると書いてあるけれども、溶岩流は良いが、火砕流のリアルタイムハザードマップは役に立つと思えない。火砕流のリアルタイムハザードは、特に大規模噴火の場合だが、雲仙普賢岳みたいに溶岩ドームを作る場合だと、溶岩ドームの成長に合わせてリアルタイムハザードマップを更新していくことができるので、それは良いと思うけれども、噴煙柱の崩壊型の火砕流を想定すると、リアルタイムハザードマップでは間に合わないの、そうすると、やはり予測型のハザードマップに踏み込まないと、とてもではないけれども対応できないのではないと思っているが、いかがか。

【橋本科学官】まさにおっしゃったとおりで、もしかしたら端折っているところがあるかもしれないが、私がここに書き出した項目は基本的に建議の中に書き込まれていること。ここの火砕流、溶岩流による手法の開発を行うとともに、火山噴出物の流下に関するリアルタイムハザードマップと、前半と後半で切れているの、見えてくるかもしれないが、私の理解では火砕流のリアルタイムハザードマップというのは、恐らく前駆的な現象、地震活動とか地盤変動を使って、どの規模の爆発が起こるかということをも予測した上で、それを時々刻々と更新していく

ようなイメージのことを考えている課題だったと思う。まさに井口先生がおっしゃったように予測型のというところに係っている研究テーマだと思っている。間違っていたら申し訳ない。

【井口委員】了解した。予測型であれば分かるが、ハザードと言ったときには、ハザードごとに一つ一つ分けて考えていくべきかと思った。ざっくりハザードという言葉一つであまりにもまとめ過ぎているような気がして、一つ一つの方方程式が全部異なり、一つで扱えるはずがないので、やはり分けてやるべきだと思う。

【西村部会長】ハザードも、数値計算でもまだいろいろな技術的なレベルの違いもあると思うので、私も対象を明確にしながらどれを基礎研究するかということは考えなければいけないかと思った。

橋本さんのほうでまとめた活火山診断表というのは、これはモニタリングのことも入ったような意味での、ある程度準リアルタイム的に診断をするというのも入っているという理解でよいかな。

【橋本科学官】準リアルタイムかどうかまではあまり深く考えずに書いているが、私は人間ドックの診断シートみたいなものをイメージしていた。人間ドックは1年に1回が普通だと思うが、定期健診みたいな結果がシートとして全部の火山について共通で作成されていて、検査されていないところやできないところは空欄になる、そういうイメージを持っていた。

【西村部会長】了解した。基本的な考え方の中に、事務局からも少し強調されていたが、警戒避難対策や噴火発生後の被災対応とか復旧に資するような適切な情報を発信していくことを念頭にというのがあったので、なるべく短い間隔で出していないと、そちらに結びつかないかなと思ったので確認した。

【清水委員】今のスライドで、西村部会長はハザードとか災害対応を念頭に置いているので、なるべく短い時間でとおっしゃったが、それもそうなのだけれども、今2つ挙がっているものは、強いて言えばもっと長期の評価をしても十分に意味があるのかなと思って橋本さんの提案を聞いていた。1年間に1回の定期健診であったとしても、例えば上の診断表だと、調査委員長の立場からいくと、こ

うというのがあれば、重点課題の選定とか、特に調査研究方策の検討にはとても役に立つだろう。だから、情報として何が足りないかというのを整理して、それを1年に1回でもそれが整理されていれば、これは物すごく役に立つと思う。

下のほうの総合的評価指標の作成も、昔、気象庁の予知連でやったそれぞれの火山の活動度レベルみたいな、それもそんなに短くしてしまったら普通の評価と何も変わらなくなってしまうので、そうではなくて、もうちょっと中長期的に、時々何年かに1回見直しをする、あるいは噴火が発生すれば見直すとしても、もう少し長い視点でこの火山はどのくらいの活動度に長期的に見てあるかというようなものが出されていくというのはあっても良いのと思ったが、いかがか。

【西村部会長】私はなくすという意味ではなくて、短いほうにも拡張できるのではないかという視点である。清水委員のおっしゃるとおり。

活動評価に関する質問が多いが、(3)の「総合的な評価を活動火山対策に活用するための調査及び研究」の効果的な情報提供方法、橋本さんもこちらには具体案がなかったが、この部分に対して質問あるいは御意見などがある方はぜひ御発言をお願いしたい。

【清水委員】これは、具体例は挙げられなかったけれども、私が拝見した感じだと、むしろこの部分は火山プロジェクトよりも予知研究のほうがやっているかなと思う。

火山プロジェクトのほうでは、降灰の建物に対する影響とか、割と工学的なところがメインで、自治体への対応のところは確かにやっているけれども人文・社会科学の視点からの取り組みは少ない。それに対して予知計画のほうは社会科学とか人文系の先生も入られて、まさに先ほど情報の出し方とおっしゃっていたけれども、そういうところについてはプロジェクトよりも予知計画のほうがされている。そういう意味では、広い人材を入れ込んだ形で予知計画をやっているの、そこで何かの使えるような成果が出てくれば、火山本部のほうで積極的に拾い上げていって、火山プロジェクトのポストプロジェクトではないけれども、延長上で採用して、さらに実用化を目指すというのもありかなと思って拝見していた。

【西村部会長】橋本さん、具体的に社会科学の先生あるいは関連の研究者がいる

ような研究課題は今出ているのか。

【橋本科学官】今まさにここに書いている、(6)の高リスク小規模火山噴火の総合研究はそういう体制になっている。

ここの中には、構成としては、サブテーマというか、小課題がたくさんあるのだが、その中に社会科学の研究も含まれているということで、ここにも書いているが、シンポジウム等を通じて、地元の方々、研究者、いろいろな立場の方と意見交換しながら、それぞれの地域において環境とか特性が違うけれども、そういうことも含めて継続的にシンポジウムをやっていくことで、それぞれのところの特性も考慮しながら、どういう情報発信の仕方が良いのかということを考えていくのが大事ではないかということがかなり意識されていると認識している。

【西村部会長】了解した。今年からの総合的研究は、一つ一つの全体の総合的研究課題の中に小課題に入っているので、その中に幾つかあると理解した。

【吉本委員】今、橋本さんのほうからもあったが、総合的研究の大規模火山噴火のほうでも、情報がどう扱われているか、ハザードマップがそもそもどう読まれているかの研究が実施されている。先ほど橋本先生は、火山ごとの評価という手法を持たれているのだが、そもそも火山のないところで火山災害が起こるような場合（降灰や降灰後の土石流）への影響は、逆に火山ごとの影響評価をやってしまうと網羅できない可能性がある。

そういう意味で、大規模火山のほうでも全国的にアンケートを取りながら、どういう捉え方をされているかということも研究されており、そもそものハザードマップの表現方法に関する研究とか、ハザード情報をどう発信していくかということも、今後の捉え方、活用に関するところでは重要な研究項目になってくると思う。

また、そもそも自治体の職員が研究で出てきた情報をどううまく活用できるかということも、例えば、火山の情報を使ってどう行政的な防災行動につなげるか、意思決定にどう反映していくかというつながりのところも、恐らく(3)の効果的に活用するという研究になるのではないかなと思っている。

【西村部会長】貴重な意見、感謝する。そういう意味では、建議のほうでも、大

規模火山噴火、高リスク小規模のほうで、少なくない数、多くはないかもしれないが、着実にそういった研究を進めるといふ研究者がいることもよく理解したし、その重要性も改めて確認できた。

【市原委員】午前中に内閣府の火山防災対策会議に出ていて、そこで火山本部と火山防災対策会議がこの部分についてどういうふうに連携あるいは分担をするのかというところが議論になった。今の議論を聞いて改めて分からなくなってしまったが、西村さんのほうから考え方を共有していただけないか。

【西村部会長】今日午前中に会議があつて、これは私からというよりも、事務局から要点にあるものの説明をしていただいたほうが正確ではないかと思うが、内閣府のほうでも社会科学的な手法を使った火山防災対策をするということが言われており、その住み分けをきちんとしないといけないのではないかと、あるいは多少交ざっても良いのではないかという議論があつた。

文部科学省の説明でいくと、観測計画の要点にあるところの３の（３）、事務局のほうで見せていただいたものがあると思うのだが。

【事務局（相澤）】資料３－（２）と３－（３）である。

【西村部会長】３－（３）の緑色の部分、こちらが火山本部で担当する情報発信のものになる。

基本的には、火山ハザードの情報をどう生かすかということの研究するのがこの本部と私自身は理解をしていて、情報を出すところに関与した社会的な研究、そういうところまでが火山本部と、私のほうでは理解をしている。

【事務局（相澤）】要点の３ポツの（３）については、６月及び７月の部会においても様々な御意見があつた。また、今日の午前中、市原先生から御指摘があつた火山防災対策会議において、火山本部の役割はどこまでを考えるのかといった議論があつたことは、私どもも出席しており承知している。

ここの社会への反映に係るところの研究というところについては、いろいろなお考えがあると思うが、資料３－（３）の２枚目、先ほど清水先生がお示しいただいた富士山のような形の資料を御覧いただきたい。今画面に表示している。

火山ハザードの影響評価手法については、先ほど清水先生から御説明いただいた、３ポツの調査及び研究、こういうことを踏まえた火山に関する総合的な評価を行い、それを国や地方公共団体等における活動火山対策につなげるための調査・研究、ここまでが火山に関する調査・研究と考えるところである。

ここはグラデーションで書いてあるけれども、どこまでが本部の位置づけとして考えるのかというところは、例えば、ハザードマップを単なる数値のものから表示した形でお見せするための研究であるとか、影響評価については、降灰に対して、次世代の研究プロジェクトでもやっているように、例えばフィルターとか、自動車に積もったときにどういう影響を与えるのかといった調査・研究は、間違いなく火山調査研究推進本部であろうと思う。一方で、例えば情報を出して、ダイレクトに警戒避難を行うということは火山本部の任務外になる。

例えば、ある溶岩流が流れてきたときに、どういうふうな立ち退きの順番でいくかというのを社会科学的に研究するというところまで本部の役割なのかどうかというところについては、前半６月、７月の御議論の中でも特に明確な方針というところまで行かなかったかと思っている。

いずれにしても、火山ハザード影響評価手法というところで、要点に書いてあるように、情報を効果的に活用する手法に関する調査及び研究というところについては、そこを具体的内容はどのようなものとするのかというところはこれから御議論いただきたく思う。

一方で、午前中の会議の中では、公開の会議であったが、内閣府防災の火山防災対策会議と火山本部との役割を明確に分けたほうが良いのではないかと、一方で、少しオーバーラップするような部分があっても良いのではないかと、対策会議の中でも御議論があったと思う。その辺については、先生方の御審議を踏まえた上で、事務局としても方針を検討していきたいと考えている。

【西村部会長】事務局からもう少し幅広に考えてよいというお話があったが、基本的には要点に沿った形の中で考えていただくことになると思う。

市原委員、よろしいか。市原委員も参加されているので、何かコメントがあればお願いしたい。

【市原委員】了解した。

【井口委員】先ほどのハザードだが、国、地方公共団体等の火山活動対策ということで言うと、地方自治体は何をもって対策をするかということ、やはり噴火警報だと思う。ところが、やはりハザードをちゃんと考えることが大事で、噴火警報が対象とするハザードの要因は、弾道を描いて飛ぶ大きな噴石と、火砕流と溶岩流と融雪泥流、この4つである。そうすると、この4つのハザードについては、実態は噴火警報ディペンドでやらざるを得ないところがある。ハザードがあろうが、なかろうが、警報が出れば避難させる。それが実態。

むしろ本当に役に立つというのは、さっき降灰の話があったが、警報が出ないようなハザードに対して、あるいは津波みたいに、津波が到達して初めて注意報なり警報が出るようなものに対して役に立つのかなと思って、そうすると、どのハザードをやっていくかという検討は結構大事かなと思う。

- ・火山調査研究推進本部における「当面10年間で推進すべき火山に関する調査及び研究」について議論した。委員の主な意見は以下のとおり。

【石塚委員】今、御説明があった火山プロジェクトと建議というのは、建議は非常にボトムアップで、火山本部がトップダウン、火山プロジェクトがその中間にあるという立てつけで、それらが連携しながらやっていくというのは非常に重要だと思う。

要点に書かれたものの具体に関しては、それぞれの火山プロジェクトの中で重要なところをこれからやっていくのが現実的であろうと思う。

私は、噴火履歴を主に研究しているので、その視点で言えば、火山プロジェクトの中で階段ダイアグラムを作るような調査を数多くやって、それが長期評価に結びつくという中で、そういうものは継続してやって、それを骨子のところを書いてあるとおり、地質図の作成とかデータベースの拡充に結びつけるというのは非常に重要なことだと考える。そういうことをやっていくべきだと思う。

それで、今回、いろいろ聞きながら少し思ったのは、今後、火山プロジェクトとか建議についてヒアリングをされるということで、良いと思う。それから、関係省庁等、関係機関等、と相澤さんから御説明があったが、「等」をある程度明確にしてもらって、それぞれの各省庁で研究しているので、そういうところのヒアリングを踏まえながら具体的に作っていくのが良いと思っている。

もうちょっと細かく言うと、地震本部には構成表があり、本部に政策委員会と

地震調査委員会があって、その下に各機関があって、そこに例えば文科省、防災科研とか、いろいろ名前がぶら下がっているんで、そういうのを表に出してもらいながら進めていくのが良いのではないかと考えている。

3点目、最後に、今まで火山プロジェクトとか建議の説明を聞いていきて、海域のところの具体の御説明がなかった。日本は島国なので、海域に対する研究もこれからやっていくべきではないかと考えている。

【市原委員】私はモニタリングという視点から考えたことを申し上げる。

まず、3の(1)の「火山活動評価手法に関する調査及び研究」の項目。先ほど橋本さんから「全国活火山診断表」という言葉も出たが、私は10年から20年スケールの活動のベースラインを作っておくことが非常に大事だと思っている。

それに関しては、既に地殻変動とか、火山ガスとか、幾つかの火山では非常に良い10年、20年スケールの変動データが出ているけれども、個人的には、最初にバックグラウンドレベルみたいなものの変動を把握しておくことと、あと、衛星を使った長期の熱あるいは火山ガスとかも今後は利用できるようになると思うので、そういったベースレベルを常に把握して、診断表として使えるのではないかと考えた。

そのほか、噴火前兆・発生即時把握手法に関して、この場合、先ほど井口先生からあったような、マグマ噴火に移行するかとか、どこから噴火が発生したか、側噴火に行くかということについては、もう既に噴火後のデータ解析から連続微動の震源の位置とか深さ、あるいは空振によるソースの決定、こういったものが使えることが研究上では分かっている。

あとは、これをいかに即時に使えるようにするかというところが大事だと思うが、機動観測を設置してからデータが使えるようになるまで、個々の研究者がやっているのでは時間がかかる。それで、機動観測設置後、例えば1時間以内には解析結果が出ることを目指して、センサー・ロガー・伝送手段とか解析結果の可視化といったものをパッケージ化したようなものを火山本部で作っていったらどうかと考えた。

それから、火口近傍での観測ということで非常に重要な結果が出てきているのだが、やはり噴火が始まると火口近傍の観測点は死んでしまったり、メンテナンスができなくなったりするので、安全な距離からの噴火活動把握手法の開発が必要になると考えている。

最後に、(2)の「火山ハザード把握手法に関する調査及び研究」だが、噴火の規模、様式、推移の定量化と可視化が必要だと考える。火山本部ができると、噴火が始まったら噴火の評価をしなければいけなくなると思うが、現在使われているVEIとかマグニチュードなど、噴出量の総量がないと評価できないようなものは、時々刻々と変化するものに使えない。これを事象系統樹だけではなくて、もう少し推移とか大きさが可視化できるような方法を考案して、将来的にはAIによる自動生成も視野に入れて開発する必要があるのではないかと考える。

【小野委員】私は、海域の研究をしているJAMSTECの立場から少し具体的にお話をしたい。

先ほど石塚さんが言われたように、本土に比べて海域の火山の研究・調査が圧倒的に遅れているために、どうしても本土と同じレベルの研究あるいは活動評価が難しいということがある。そのため、対象海域を絞っても構わないので、優先順位をつけて、海域の火山あるいは海底火山に対して調査・研究をまず進めることが大事だと思っている。当然、日本だと伊豆・小笠原と南西諸島となる。

それらを踏まえた上で、一番足りないものは、常時観測、リアルタイム観測で、それが海底火山に対しては非常に難しいということ。我々も具体的な技術開発を行っていて、例えば水中音波を使った観測であるとか、あるいは光海底ケーブルを使った、DASをはじめとしたファイバーセンシングであるとか、特に衛星あるいは航空機観測ができない海中・海底での観測に対しては、新しい技術開発を積極的に進めるべきだと考えている。

例えば、DASによる火山性の地震観測などは我々も始めているが、最終的にはこれらのデータは気象庁の一元化震源カタログに統合するような形で進められたら良いと考えている。

あと、ハザード評価の研究手法に関してだが、海域の火山で一つ特徴的なのは軽石の漂流のハザードである。これに関してはシミュレーションの研究は進んでいる。恐らく、このシミュレーションの研究を高度化するために、衛星データ等のリアルタイムのデータを組み合わせることによって、はるかに信頼性の高いハザード評価の手法が開発できると思っている。この辺りは今後10年間で確実に進むことなので、ぜひ進めていけたら良いのではないかと考えている。

【神田委員】火山プロジェクトで比抵抗構造調査を、お金をかけて実施できたと

ということもあって、我々が今までやってきた大学の1研究室ではなかなか困難であった調査が可能になって、多くのことが分かってきた。

草津白根山の例で言えば、地下構造には複数の不透水層があって、そこを流体が突破してくることで火山活動の活発化につながっているというようなモデルが考えられている。そういった成果に基づいて少し考えてみたということで、紹介していきたい。

水蒸気噴火の発生場についてだが、箱根・大涌谷の成果が典型的かと思っているが、表層から厚さが50メートルから100メートルぐらいに低比抵抗層が見られて、その層の直下にガスだまりと解釈されるような比抵抗領域が推定され、そのガスだまりと低比抵抗層との間にInSAR解析による圧力源が推定されている。この低比抵抗は地下水あるいは熱水が主に担っていると解釈しているが、圧力源が直下にあるということから不透水層でもあると考えている。2015年分噴出物の分析とかボーリングの地質などから、このシール層は硫酸塩鉱物や硫黄が担っていると考えている。

箱根の例のように多くの熱水系卓越型火山の場合、InSARにより解析される局所的な浅部圧力源の上には、強酸性の環境下であることから硫黄とか硫酸塩鉱物によってシールされていると考えているけれども、この表層100メートル程度に水蒸気噴火の発生場があるのではないかと私は考えている。この仮説について、物質科学的なアプローチが必要であると考えている。つまり、表層岩石の浸透率、強度、それから熱水が加わった際の力学的な性質、あるいは比抵抗、こういったものを室内実験で系統的に調べることが必要になってくるのではないかと。

それから、InSARによって推定される浅部圧力源周辺の詳細な浅部比抵抗構造を調べることも引き続き必要である。幾つか例があるのだが、まだ足りないと思う。清水委員の比較の図もあったのが、そのところはまだ書き加えられていなかった。

それから、もう少し深いところだが、今度は草津白根の例で言うと、深さ2キロぐらいのところに400度の等温線付近に対比されるようなシリカの析出等に起因した不透水層があると考えられている。

このシール層の下部には低比抵抗領域が形成されていて、マグマから供給された高濃度の火山性流体のたまりと解釈しているが、草津白根山ではこのシール層を破って流体が上昇してくると火山活動が活発化してくると考えている。そのため、このシール層の破れに伴う流体の上昇を捉えることができると、火山活動の

活発化を予測することができるのではないかなと思っている。

これはなかなか難しい問題だと思うが、幾つか考えてみると、従来の手法では、火山ガス等の科学観測による成分比のモニタリングは有効だと思う。ただ、化学観測自体をやっていく人材が乏しくなっているという大問題がある。ここを何とかしないといけないと思う。

それから、低比抵抗の領域というのはダクタイルな（延性のある）領域になるので、これも難しいかもしれないが、InSAR の時系列解析が挙げられると思う。例えば、フィルタリングを通してやや深部の情報を取り出すことで、もしかしたら圧力源として検出できるのではないかということも考えられるかと思う。

もう一つは、衛星観測データの活用である。2の（1）で挙げられているような衛星に加え、NASA の衛星とか、いろいろなデータが毎日取得されているので、私も今学生に解析をやらせており、なかなか難しいけれども、可能性はあるのではないかなと考えているところである。

それから、熱水系の状態や推移を理解するためには、熱水流動によるシミュレーションも有効だと思う。現在の火山プロジェクトでも、先ほど清水委員のほうで御紹介があったが、探査により得られた情報に基づいた浸透率構造を仮定して、熱水を流動させて、火山体内部の温度・圧力状態を推定し、観測データと比較するということをやろうとしている。

ただ、今行われているのは、火山学会で田中良さんの発表でもあったが、熱水流動シミュレーターには「TOUGH」というものを使って、温度・圧力状態から地表での観測量を計算するところは COMSOL（有限要素法計算ソフト）や自作のプログラムを使っている。いずれも汎用のものを使用しているので、独自に作成した火山熱水系を対象とした一つのシミュレーターとしてシームレスに計算できるようになることが理想だと思う。

特に TOUGH については温度が 300 度程度までしか計算できないという問題があるので、独自のシミュレーターが必要かと思う。このシミュレーターの開発が課題として挙げられるのではないかと思うが、そのためには計算科学の専門家とかプログラミングのプロに開発に関わってもらうことが必要になってくる。

ここで浸透率の構造を仮定することが最も難しく、現在、比抵抗構造を基に作っているのだが、ここについてもまだまだ研究の余地があるのではないかなと思っているところである。

【阪本委員】私は防災を専門としているので、どのような情報があると防災対策に役に立つのかを考えながら今のお話を伺った。

橋本さんが紹介された全国火山診断表は、火山の観測体制のどこが整っていて、どこが整っていないのかという比較ができる点で良いと思った。

これに清水先生がおっしゃった噴火タイムラインなどが加わると、どの観測情報をどの段階で参照することができるのかというのがわかり、防災対策に反映しやすくなる。さらに、そこにリアルタイムのハザードマップも加わると、実際のタイムラインと照らし合わせてリアルタイムのハザード現象の推移が捉えられ、警戒区域の設定等の政策の展開の可能性が広がるのではないかと思った。

防災対策への適応を考える上で今後あると好ましいと思うのは、短期の被害予測と長期の被害予測で、特に火山噴火については、広域の避難が必要であることや、避難生活が長期化するリスクが高くなるので、いつ地域に戻れるのかというのは常に検討が必要な課題である。そういうものに使えるようにするためにも、ぜひ長期の予測というのは今後御検討いただけるとよいのではないかと思う。

【篠原委員】今回、議論を聞いていて自分で十分理解できていないところは、火山本部の中で検討すべきものの中で、基盤的な調査観測、機動的なものも含まれている。その中には、例えば構造探査も含まれている。それと、例えば火山プロジェクトでやっている、これも構造探査的な、先ほど神田さんがおっしゃった、電磁気の構造探査みたいなものもしっかりやったことによって研究が進んだということだった。そういうものをどういうふうにそれぞれ切り分けていくというのか、どのプロジェクトというのか、枠組みの中でやっていくのがより良いのか。

建議に関しても、建議の中でやっていることと火山プロジェクトの中でやっていることがどういうふうに、今までは成り行きという用語があるが、系によって分けていたとは思いますが、火山本部ができることによって役割分担みたいなものを整理し直すのも必要ではないのかなと思っている。

そういう意味で言うと、基盤的な観測をやるための技術開発は当然研究として必要だろう。また、基盤的な観測に持っていくための前段階として、例えば少し集中的な観測をやって、それが有効だということが分かったら基盤的な観測に持っていくというような研究も必要だろう、そういうものは今後10年の研究として充実させていくべきだろうと思う。それは実際火山プロジェクトでやっている。あと、先ほど石塚さんがおっしゃった、噴火履歴調査みたいなもの、トレンチ調

査、そういうものも、すぐに例えば火山地質図みたいものが作れるわけではないけれども、それを作るためのある程度の基礎情報として蓄えておくというものが必要かと思う。

もう一つ、そういった基盤的な観測に結びつけるものではなくて、火山の理解をするための状態把握であるとか予測に関する研究という意味では、先ほど井口さんもおっしゃっていたけれども、個別の直接的な調査研究対象としては日本の例がどうしても多くなると思うが、より一般化した理解を得るためには、海外の事例の研究を含めて一般化していくという研究をもう少し充実させたほうが良いのではないかと考えている。

【中辻委員】火山噴火予知連において火山調査研究検討会の準備会等、そういったところでも議論をしてきたところもあったが、そういった議論も引き継いで、いろいろなことが新しく決まりそうになっているということはすごくありがたい。

何があるありがたいかというと、我々は噴火警報を発表したり、日々の火山情報を発表したりするのだが、そういったものに役立ちそうな研究が継続されているというか、また新しく始まろうとしているという点である。

少し具体的に申し上げますと、噴火シナリオの分岐条件の定量化の推進といったものは、枝分かれして4つぐらいに分かれるときに、それぞれどういう条件でそっちに進むかといったものが明らかになると、言わずもがな、噴火警戒レベル基準への反映とか、その高度化につながると考える。

また、最近、大きい噴火災害はないが、活動が上がっていく方向だけではなくて、下がっていく方向でも、被災地というのは長期間災害にさいなまれるわけで、少しずつでも警戒範囲を狭めていって、復旧やインフラ整備を進めていくということについても、こういった研究成果を生かして対応していくのが重要かと思った。

もう一つ、火山体の構造を明らかにしていこうという研究がたくさん見られるが、こういったものについては、構造が少しでも分かっている山が多く増えてくる、詳細が分かっている山が増えてくるということを期待している。これは噴火警報の改善だけではなくて、その元になる観測点の配置とか、火山観測をされている皆様はよくお分かりかもしれないが、全然反応しない傾斜計とか、そういった観測点はなくしたい。最適な観測点配置を考えて、税金を効率的に使わせてい

ただいて、噴火警報の改善に生かすというところに役立つのではないかと聞いていた。

それから、後半に「火山に関する総合的な評価を活動火山対策に活用するための調査及び研究」というのがあった。私どもは情報を発表したり、噴火警報を発表すると、過大に恐れられたり、もしくは全然反応してもらえなかったりということがある。火山の情報の図表類や火山情報の文章を工夫するわけだが、私たちが恐れているものを等身大に恐れいただくためにはどのように伝えたら良いのかというところは、こうした研究の成果を学んで、情報の改善に生かせると思い今聞いていた。

【前野委員】私は、主に地質学的あるいは物質科学的な視点から、今後 10 年間に進めるべき調査及び研究について少し気づいた点をお話する。

まず、中長期的な活動の評価に関係してくる部分として、階段ダイアグラムとか事象系統樹があると思うが、地質データあるいは岩石学的データを着実に出していくことは必要だが、そもそも作成手法とか活用方法は、建議とか火山プロジェクトでも進めているものの、十分に確立されていない部分がある。そのため、作成に関係するところの手順の標準化みたいなものも同時に進めていく必要があると思う。作成した人に依存していくやり方だと、10 年後、20 年後にそういうものが更新されるときに継続性が担保されないことになるので、まず作成手順をきちんとするというのが大事なこととして挙げられるかと思う。

それから、階段ダイアグラムを作れば、それですぐ中長期評価ができるわけではない。本来なら階段の形状は噴火の規則性を表しているはずなので、それが決まる背後にあるメカニズムをきちんと理解して、モデル化を行って、モデルを基にして評価を行うという手順が本当は理想的である。このことは火山プロジェクトとか建議でも十分になされていない部分であるので、せっかく中長期評価を階段ダイアグラムや事象系統樹を使ってやっていくというのであれば、そこまで踏み込んで良いのかなという印象を持っている。

事象系統樹に関しては、先ほどから少し出ているけれども、事象分岐の要因の評価につながる数値的な判断基準、履歴に基づく分岐確率を導入して、客観的かつ定量的な基準がある噴火事象系統樹をきちんと作って、その活用方法についても考えていくのが大事ではないかと思う。

事象系統樹の中で、基本的には表面現象を扱うことが主になるが、噴火未遂と

か表面に現れない現象をどう扱うかというのも結構重要で、それらをどう判断するかについて基準みたいなもの、これは観測のほうの話になるかもしれないのだが、そういうものを開発するというのも一つの研究としてあり得る。

今お話ししたような地質データにしろ、分析データにしろ、きちんと分析できる基盤的な分析環境の整備と、従来の手法を更新していく体制をきちんと確立することが大事だろうと思う。

今話してきたことは、先ほど清水先生のお話にもあった火山プロジェクトの課題の中で進められている部分もあるので、特に課題の C1 とか C2 でされているものをベースにして効率的に進めていくことができるのではないかなと思う。

噴火発生場に関しては、これも岩石鉱物学的なデータをきちんと蓄積していくことが大事ではあるが、さらにそこから実際の物理パラメーター、温度・圧力とか含水量を推定する手法をきちんと開発していくことも大事かなと思う。

それから、マグマだまりだけではなくて、水蒸気爆発についても、その発生場になっている浅部熱水系の温度とか圧力の情報は、熱水起源の鉱物から同定することも可能なので、その推定手法の高度化を進めていくのが大事だろうと思う。

それから、活動の状態把握。噴出物は、主に噴火が始まってからの情報を見ることになると思うが、火山灰をモニタリングして、先ほど出てきたような水蒸気噴火からマグマ噴火に移行する過程、噴火の初期の推移の特徴をきちんと捉えること、マグマの噴出の有無の判定などにおいても重要となってくるので、噴火が始まって迅速に試料を採取する方法、解析する方法を高度化、あるいはここでもやはり標準化が大事になってくると思うが、そういうことをきちんと進めていくことが大事だと思う。

あとは、降灰調査の体制の整備。それから、観測機器、火山灰のモニタリングのための採取装置の開発とか高度化、あるいは、火山灰の構成物とか化学組成の分析、解析手法の標準化を進めることも大事だと思う。ここでも、人によって変わってくるようなデータはなるべく使わないようにして、客観手法を導入する。さらに、分析の効率化なども進めていくことが大事だと思う。

準備過程とか切迫性の評価については、噴出物のデータベースを作ることによって、それまでの傾向とどこが変わってくるのか、どこが変わったのかを判定できるようになるわけだが、そのようなデータベースを構築したり、異常なものが出てきたときにきちんとそれを検出したりできる体制を整備することが大事である。ここでは、もしかしたら機械学習も積極的に活用していくことが大事になっ

てくるかもしれないと思う。

最後、ハザード評価手法に関すること、これも先ほど出ていたが、リモセンの技術、衛星とかドローンを活用して、噴出物の分布、例えば降灰の厚さとか溶岩流の厚さ・分布を迅速に推定する手法を開発するとか、あとは降灰分布を迅速に推定するための手法とか体制の整備、調査の効率化もあると思う。

それから、表面現象としては山体の地形の変化の即時把握とか、山体崩壊の場合には火山性津波が発生するので、それらに関する予測技術の開発もハザードの把握手法の開発のところに入ってくるかと思う。

【宮川委員】国土地理院としては、専ら地殻変動とか地形に関する基本的な情報を提供させていただくことが多いが、1点、個別具体的話になるけれども、(1)の2つ目の○の火山活動の状態の把握に関連する取組として、火山版 REGARD というものを行っており、そちらを紹介させていただきたい。

そもそも REGARD とは、GEONET を用いて地殻変動をリアルタイムで早期に把握するものとして、特に地震を対象に運用しているが、こちらを火山に応用することによって、火山の情報を即時的に、地震ほどうまくはいかないと思うし（地震と同様の即時性は困難で）、何時間とかそういうレベルにはなってしまうかもしれないが、火山の現象に伴う地殻変動、火山活動に伴う膨張源をできるだけ早く推定するような火山版 REGARD というシステムの開発を進めていくことを考えている。

こちらについては、電子基準点だけではどうしても観測点が足りない部分もあり、既に何機関かから観測点の情報を提供いただいているところもあるが、他機関の観測点も活用させていただきながら進めていきたいと考えている。これがまず1点。

あと、本題から離れて恐縮だが、2点お話をさせていただきたい。

まず1点が、前回の会議で内閣府さんから、火山に関する地図の作成において産総研さんと連携すべきという形で御指摘をいただいた。この御発言に対しては、私どもも早速産総研さんと担当者レベルで意見交換を始めたところで、お互いしっかりコミュニケーションを図りながら進めていくということで認識を共有させていただいたことを、前回の会議の回答とさせていただきたい。

あと1点、こちらでも離れてしまって恐縮だが、干渉 SAR の関係について。こちらは、JAXA さんが ALOS-4 の打ち上げをされたが、ALOS-4 の初期校正検証活動に

において岩手山の変動が検出されたということで、先週 16 日に JAXA さんとともに発表させていただいた。

干渉 SAR については、変異の空間的な分布の把握とか、時系列解析を行うことによって時間推移の把握が可能となるが、今回の解析によって ALOS-2 から ALOS-4 のデータがそのまま継続して活用可能ということで、火山観測への更なる活用が期待されている。

また、Lバンド SAR については、日本の地殻変動を把握する上で特性が優れており、そういったものの継続的な打ち上げや、運用、取得データの利用というものが望まれるかと考えているところ。

後者 2 点は協道にそれて恐縮である。

【森久保委員】内閣府が事務局である火山防災対策会議との役割分担について、先ほど議論があった。たまたま、本日午前中にこちらの会議を開催しており、その会議の中でも同様の議論があったところ。

役割分担については、先ほど文部科学省からお話のあったとおりだが、調査・研究というものと防災というものについては、文字どおりではあるものの、行き着く先として、火山災害の被害をいかに防止・軽減するのかということに尽きるかと思っており、本日の資料 総 3-(2)の要点の随所に、火山噴火による被害の軽減に資する観測といった文言が出ていることにも、それが表れていると思っている。

様々な影響評価手法や予測手法について、研究は進めていただきたいが、そういった手法が現場の誰にとってのものなのかということも意識することで、いざ災害が発生したときに現場でどういう課題があったのか、そして、次の調査研究にどういったニーズが生じたのかといったフィードバックも多々あろうかと思う。両会議については、文字面で役割分担を整理するのとは別に、どうしても切っても切れない関係があるだろうと思っており、その役割分担をいかに明確化していくかという議論よりは、どうやって連携していくのかということが重要だと考えている。

実際、西村部会長と市原先生、阪本先生には、本部会と火山防災対策会議の両方に御参画いただいていることから、連携の重要性が表れていると考えており、ぜひ防災・減災という目標に向かって、同じベクトルで連携の強化を図っていければと思っている。

この体制ができたのは今年度からなので、今後に向けて文部科学省とも連携を図らせていただきたい。

【森下委員】海上保安庁では海域の火山の観測調査をしているが、既に JAMSTEC の小野委員からお話があったとおり、圧倒的に海域の火山、特に火山島、海底火山におけるリアルタイムの情報がなく何が起きているか分からないために、結局、イベントがあった後に何が起こったのかということ調べにいくという状況である。

そういった状況なので、火山をモニタリングできるようなインフラの整備を少しでも各機関の努力によって頑張っていくことも進めつつ、何かイベントが起きた瞬間に、できるだけタイムスパンを短くして、何が起きているかということリモートセンシングの技術を使って少しでも把握することをやっていく必要があると思っている。

2021 年の福徳岡ノ場、南硫黄島の近くで大規模な軽石の噴出を伴う噴火があったが、あれもすごくインパクトのあるイベントで、日本列島スケールで軽石による被害が広がった。その漂流軽石をいかに把握し、それがどう漂流していくのか、どこに影響が及ぶのかというシミュレーションも頑張っていくべきと思っており、福徳岡ノ場以外にも軽石を噴出する海底火山がいろいろあるので、他の火山の噴火にも備えてそういったことを進めていく必要があると思う。

それから、昨年と今年、鳥島の近海、具体的には昨年は孺婦海山、先月はスミスカルデラのところで火山性津波が発生したが、そういった特性がよく分からない海底火山に伴う災害に結びつきそうなイベントが発生している。

取りあえず、それぞれの火山について、どういう素性なのか、構造探査も含めて、きちっと一つ一つ集中的な調査を行って知見を積み重ねていくことを海域火山についてやっていく必要があると思っている。

既に、火山調査委員会の下で実施する基礎情報調査では、孺婦海山も一つのサブテーマのターゲットとしており、そんな形で一個ずつしらみ潰しというか、重要そうな火山を少しずつ調べていくということを地道にやっていくべきだと思っている。

【森田委員】まず、全体の話をする前に 1 つ確認しておきたいが、今日の話は今後 10 年間にすべき研究ということで、どちらかというと、平時にずっと計画的に

する研究ということが多分メインだと思う。ただ、最初の火山の中腹より下の部分の観測の部分は、皆さんがこれは当たり前のことだと思っておっしゃられなかったと思うが、共通の意識としてここで確認しておきたいのは、火山が変化をし始めたときのデータは極めて重要で、そのときのデータを取得し、それを後世にちゃんと残し、次世代の多くの研究者にそれを提供するという環境を作ること。これは非常に重要なことだと思う。

そこから生まれる研究開発というものは、今議論されているような項目に該当するにしてもなかなか計画的に進められない。しかしながら、それは確実にしなければいけないということは一言断っておきながら、それぞれ（１）、（２）、（３）について意見を述べたいと思う。

最初に、「火山活動評価手法に関する調査及び研究」だが、清水先生が水蒸気噴火のときに、水蒸気噴火のポテンシャルが構造探査を非常に精密にすることによってそれがよく分かってきた、水蒸気噴火のポテンシャルというものが共通に見えてきたということをおっしゃった。それと同時に、私は見ていると、水蒸気噴火に至るまでのプロセスも非常に共通のところが多い。深部の体積膨張があって、地震活動があり、浅部の体積膨張がある。これは、ある意味では標準的な推移をたどっていくということがそのうち見えてくるのではないか。だから、標準的な構造モデルを更に発展させて、標準的な推移モデル、標準モデルみたいなものを試行するような研究、これには過去の事例、海外の事例を集めることが必要だろうと思う。そういったことが重要だろうと思う。

そして、今回の水蒸気噴火の標準モデルは、今まで以上に高分解能の構造が明らかになったことが非常に大きな特徴だと思う。実際、浅部の活動は非常に局所的な構造によっていろいろなことが起こるだろうということで、構造探査も高分解能な構造探査を心がけるべきであろう。電磁気構造探査は十分そういった方向に行っているだろう。

一方で、例えば地震波速度、特に地震波干渉法で速度変化というものがいろいろなところで求められるが、その速度変化が応力変化に敏感なところとそうでないところは結構局所的に分かれている。敏感なところで次の活動があるという事例もあり、そういった意味で構造の高分解能化が火山活動評価のための評価手法に関する調査・研究のところで重要であろうと思う。

次に、「火山ハザード評価手法に関する調査及び研究」については、以前どなたかがおっしゃっておられたが、噴火したら、噴火の現象を定量的に測ることが大

事。例えば井口先生が桜島でいろいろな手法で噴煙の高度をレーダーで測る、あるいは降灰量をディストロメータで推定するというような、いろいろなことをされている。毎年のように何回も噴火している桜島だからこういった投資もし、そして、その経験を持っているが、それを清水先生がおっしゃったように水平展開というように、これをふだん機動的にこういったレーダーを設置する、機動的に降灰量を測る物を設置することをどうすればできるか、研究開発をしておく必要があるだろうと思う。

それと、シミュレーションに必要な噴出レートを測るという意味では、高時間分解能な地殻変動観測が重要で、傾斜計などは非常によく使われるが、先ほど地理院さんから紹介があった火山版 REGARD というもの、あるいは空振計というもので噴出レートそのものもいろいろなセンサーで測るというような体制を作る、そういった準備の研究開発が必要だろうと思う。

最後に、ハザードの影響評価というところだが、井口先生もおっしゃったが、ハザードごとのいろいろな影響範囲を予測することが非常に重要だろうと思っている。例えば、今、噴火警報が出ると一律に立入規制がかかってしまう。しかしながら、考えられるハザードによっては立入規制の場所も随分違って来るだろうということもあり、これをハザードごとに予測する、ハザードごとに評価するということを進めて、ここを高度化することが非常に重要だろう。

【吉本委員】私は、地方行政及び地方自治体の研究機関の立場からお話をしたい。まず1番目の「火山活動評価手法に関する調査及び研究」に関しては、前野先生がお話をされたように、調査手法の標準化とか、いろいろなものの標準化がされるべきではないかということが1つ。

特に富士山も含めてだが、火口が変わる火山の防災対策は非常に難しいので、火口位置の即時把握の研究をしっかりとやっていただきたいというのが1つである。

また、先ほども少し話したが、火山がある地域では降灰等に関していろいろと考えるが、降灰に関しては広域に関わることなので、全国的に降灰を把握する観測網の仕組みとか、そういったものを自動解析して発信するような仕組みが必要ではないかと考える。

2番目の「火山ハザードの評価手法に関する調査及び研究」については、溶岩流が流れてくると地形が変わっていく、既存のシミュレーションでは変化した地

形が表現されていないので、変化した地形データを即時的に取り込んでハザードの影響範囲を予測した地図の作成方法やそのデータの配信に関する研究が必要である。それから、降灰については、全国的にどれくらい降灰の被害に遭う可能性があるか理解するための、全国の降灰の実績及び確率というようなマップの提示が必要ではないかと思う。

3番目の「火山ハザードの影響評価手法」に関しては、1つ目の効果的に活用する手法に関しては、行政の立場では、過去にあった火山活動の対応に関するクロノロジーを収集し整備していく必要がある。

また、情報収集の観点では、過去の噴火の情報、例えば映像情報や写真情報も重要である。基盤的な調査のデータベースの範疇かもしれないが、データベースでは何を収集するかというところをもう一度検証していただき、写真や映像の公開には著作権の問題があるので、収集方法、公開方法に関する研究も必要になってくる。

また、いろいろ集められた火山情報、ハザード情報は、今のJVDNの仕組みでは地方行政職員からするとなかなか読み取りにくい。そういったものをもう少し行政職員が意思決定をするときに活用しやすいような表現方法や、ハザードマップの表現方法も含めて、いろいろな情報の表現方法に関する研究も必要になってくる。

また、こういった情報を使って意思決定をするのだが、その意思決定をどう支援していくかというところのシステム開発も、効果的に活用する手法という中では重要だと思う。

また、火山ハザードが社会に与える影響評価手法だが、工学的な観点からすると、火山灰がいろいろな電子機器や通信機器、発電機などへどう影響を与えるか、建物にどう影響を与えるか、火山灰が水を含んだ後の腐食性はどうかなどといった観点でいろいろな構造物にどう影響を与えるかというような火山灰の影響に関する研究や、噴石等が建物に与える影響や建物の耐久性の問題、火山現象が道路網へ影響を与えたときの影響範囲の抽出や評価、伝えるための手法開発も必要だと思う。また、効率的な復旧・復興を考えると、効率的な除灰方法とか、災害対応をする職員の研修支援というものも研究対象になってくるのではないかと考えている。

【井口委員】 1番目のところ、基礎情報については皆さんが言われたような内容

で肅々と進めていただければ良いのではないかと思います。それで、私が気になったのは（１）の最後にある「噴火切迫性の評価を行うための手法の調査及び研究」のところだが、これは、私は非常に重要だと思っていて、実は噴火警戒レベルが５に上がると避難されるが、住民は避難しても、消防団の方は、行方不明者がいるとか、完全に避難したとか、最後の最後まで残られる。そうであっても、噴火が本当に近づいているような状態だと引き上げさせないといけないと私は思っている。これがうまくいっていない例が雲仙普賢岳の場合で、雲仙普賢岳の場合でも消防団の方は結構亡くなっている。だから、噴火警戒レベル５で終わりではなくて、その後の切迫性というものが実際の防災を考えたら一番重要であると思っている。

２番目のハザードのところ、私はモニタリングデータをいかにハザード評価に活用するかというところが最終目標だと思っていて、モニタリングというのは相当なお金をかけて整備してきているので、これをハザードに活用しない手はないと思う。その中で、ハザードごとにちゃんと分けて、具体的には火山灰、溶岩流、火砕流、火山岩塊、津波、土石流、山体崩壊などに分けて進めることが大事だと思う。

その中で、観測量をシミュレーションに結合させるのに一番大事なパラメーターが、貫入率と噴出率だと思う。これを観測量なりから両方をきちんと出していくことが大事で、昔、小園さんがモデル化されているように、そのモデルがそのまま当てはまるとは限らないが、貫入率と噴出率は極めて重要なパラメーターだという認識の下に研究を進めるべき。

３番目のところ、これは情報を受け取る側のステークホルダーを誰に設定して研究するかということで大分変わるのと思っている。例えば、（３）のステークホルダーを自治体の職員というふうに見れば、その下の４のところだが、これと連携しながら進めていくような感じになるのではないかな。

- ・ 本日の各委員の意見を踏まえ、調査・研究、及び人材育成について今後も議論を継続していくことで了承された。

（３）その他

- ・ 事務局（小園）：「資料 総３－（６）」に基づき、事務局より「令和６年度における精密構造・噴火履歴等の基礎情報調査の実施者及び具体内容」について説明。主

な意見・回答は以下のとおり。

【神田委員】事前の説明のときにも申し上げたが、これは基盤情報整備ということで、特にサブテーマ1についてはかなり研究要素が強いと思われるが、本当にこれを今後もこういう形で進めていくのかというところが疑問に思った。

もう一個、サブテーマ1とサブテーマ2ということで、産総研さんが全部受けているが、これは今後ともこういう形、1つの代表機関が受けるという形でやっていくということなのか。

【事務局（相澤）】神田先生から、今回の例えば霧島山、サブテーマ1についてはかなり研究要素が強いという御指摘があった。基礎情報調査で実施するものと調査・研究として実施するもののデマケもどうしていくかということは、総合施策の中で、今後御審議いただく中でその辺を整理していければと考えている。

一方で、今回の基礎情報調査として、霧島山・硫黄山における既にある次世代火山研究・人材育成プロジェクトなどで出されている低比抵抗層の探査という形になるため、その辺についても、過去の研究事例の流れというものをどう考えていくかということも含めて整理していきたい。

それから、代表機関の件、契約方法その他はケース・バイ・ケースであり、今後、今回のように1つの研究機関で受託するのか、複数の研究テーマをそれぞれの事業に分けて実施していくのか、そこについては更に検討していきたい。

- ・事務局（小園）：事務局より今後の予定について説明。主な意見・回答は以下のとおり。

【清水委員】一応理解したが、1つ確認したい。今回、調査及び研究のところの意見を述べさせていただいたが、森田さんから話があったと思うが、それを支える土台の部分の調査観測、例の富士山の格好の中腹より下の部分については今後どこかで議論するのか。

【事務局（相澤）】ご議論いただく。最初の予定で申し上げたように、まず調査・研究、人材育成というところをした上で、そういうことをしていくに当たってこういう調査観測が必要である。また、その調査観測を基に考えると、こういう調

査・研究につながる。そこは両輪と考える。この部会の中で、また次回以降、次回は先ほど申したように今日の御意見を踏まえました調査及び研究をもう一度御議論いただく。人材育成についても議論する時間を作りたいと思っている。その先、日程はまた別途調整させていただくが、調査観測についての議論をする場をきちっと設定していきたい。

以上