

次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト

総合協議会（第6回）議事録

1 日 時 令和元年12月4日（木曜日）13時00分～16時10分

2 場 所 東京大学地震研究所 1号館3階会議室

3 出席者

（委員）

座長 藤井敏嗣 NPO法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長 東京大学名誉教授
青木 元 気象庁地震火山部 管理課長
池谷 浩 （一財）砂防・地すべり技術センター 研究顧問
上田英樹 防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター火山観測管理室長
岡山悠子 日本科学未来館 経営企画室 国際調整担当マネージャー 科学コミュニケーター
加藤照之 神奈川県温泉地学研究所所長
小屋口剛博 東京大学地震研究所 教授
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長 教授
西垣 隆 元科学技術振興機構・（旧）科学技術振興調整費 プログラム主管
西村太志 東北大学大学院理学研究科 教授
南沢 修 長野県木曽建設事務所 次長

（オブザーバー） 森田裕一（課題B事業責任者）

平山義治（課題B2-2分担責任者）

中川光弘（課題C事業責任者）

藤田英輔（課題C-3分担責任者）

ほか 各課題担当者、関係行政機関担当者

（事務局） 工藤 文部科学省研究開発局地震・防災研究課 地震・防災研究課長

上山 文部科学省研究開発局地震・防災研究課 地震火山専門官

4 議 事

【藤井座長】 それでは、時間が来ましたので、議事を始めたいと思います。本日はお忙しい中、ご出席いただきまして、どうもありがとうございます。ただいまから、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト第6回総合協議会を開会いたします。

まず、10月の人事異動で地震・防災研究課地震火山専門官に上山哲幸さんが気象庁から着任されましたので、ご挨拶をいただきます。

【上山地震火山専門官】 上山でございます。よろしくお願いいたします。

【藤井座長】 それでは、委員の交代及び出欠状況について、事務局から報告をお願いいたします。

【事務局（浅川）】 まず、6月に開催されました第5回の総合協議会以降、委員の交代等はありません。

本日ですけれども、関谷委員、岩田委員、高松委員がご欠席でございます。委員の出席は過半数を超えておりますので、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト総合協議会設置要領第6条第1項に基づき本会議は成立しております。

また、本日は各課題の事業責任者、それから、関係行政機関の方々にオブザーバーとしてご参加いただいております。

事務局からは以上でございます。

【藤井座長】 ありがとうございます。

本日の議題はお手元の議事次第にあるとおりです。事務局は配付資料の確認をお願いします。

【事務局（矢澤）】 それでは、配付資料の確認をお願いいたします。一番上が本日の議事次第でございます。次に座席表、その次に総合協議会の委員名簿、さらに、前回第5回の総合協議会の議事録という順番になってございます。

議事資料につきましては、資料1-0、これは文部科学省からの報告事項の実施状況の概要でございます。資料1-1が課題A、資料1-2が課題B、資料1-3がB2-1、資料1-4が課題B2-2、続きまして、資料1-5が課題C、1-6が課題D、1-7が人材コンソーシアムとなっております。それから、資料2-1といたしまして、文部科学省からの報告事項でございます中間評価について、その次にある資料2-2が中間評価票です。あとは資料3-1といたしまして、事務局からの報告事項（総合フォーラムの開催について）、資料3-2が事務局からの提案事項（配付資料の電子化について）を用意しております。

なお、委員の皆様方のところには、席上配付資料として、資料ナンバー1から4の資料を配付してございます。なお、配付資料の2番目の課題Bの補足資料については、付番が間に合いませんので、大変失礼いたしました。それから、防災科研のほうで、JVDNシステムのご紹介のチラシをお配りさせていただいております。

以上でございます。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

〔議題1 進捗状況報告〕

【藤井座長】 それでは、議題1の進捗状況の報告に入ります。

まず、文部科学省から説明をお願いいたします。

【上山地震火山専門官】 文部科学省の上山でございます。まず、資料1-0をごらんください。

通常ですと、文部科学省のほうから報告事項ということで、議題を取らせて説明させていただくんですが、今回に限りましては、事業責任者の交代等の報告事項は特段ございませんので、ここで簡単に事業の概要をおさらいして、説明にかえさせていただきます。

こちらめくっていただいて、プロジェクトの概要という資料になりますけれども、ご案内のことかとは思いますが、このプロジェクトに関しては、研究と人材育成という2本の柱で進めている事業でございます。研究のほうでは、観測・予測・災害の対策という3本柱と、それらのデータの一元化というところを進めております。人材育成のほうは、学生に対して、地球物理に限らず、地質、岩石、地球科学等の総合的な課題に関係する学問を学んでいただくということで進めているところです。

個別の課題については、この後、先生方から説明いただくので、2枚目以降にも一応書いていますけれども、こちらはご参照いただくということで、ここでは説明を割愛させていただきます。

なお、こちらの概要の右上のところに予算の額も書いていますけれども、前年度予算6億5,000万円のところを、今年度は7億円で要求しているということで補足させていただきます。

こちらからは以上になります。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

ただいまの発言に何かご質問、コメントございますか。よろしいですね。

それでは、続いて、各課題の事業責任者並びにコンソーシアム事業実施責任者の方々から報告をお願いします。

では、まず課題Aについて、上田委員からお願いします。

【上田委員】 課題Aを担当しております防災科研の上田です。課題Aの進捗状況についてご説明します。

これは前回の総合協議会でも報告しておりますが、多機関の多項目データをオンラインで一元化共有するJVDNシステムというものを開発しまして、昨年度末から運用を開始しております。こちら、真ん中に書いてありますアドレスにアクセスしていただきますと、どなたでもご利用いただけます。ここで、JVDNとは、Japan Volcanological Data Networkの略でございます。

現在は、各課題の担当者や各組織の担当者の方と相談しまして、データの登録やデータの公開の作業を行っております。これが現在の状況でございます。現在のところ、防災科研と気象庁の火山観測点、あと、富士山研の火山観測点のデータについては、既に登録して提供を開始しております。先日、温地研さんとも相談しまして、既に登録は完了しております。あと了解いただければ、表示が可能になっております。この表では、D-1が協議予定となっておりますが、既にアジア航測さんとは協議を始めさせていただいております。ここは協議中となっております。引き続き、こちらについては協議を進めながら、登録を行っていく予定です。

JVDNシステムのほうもバージョンアップを進めておりまして、大体3～4カ月に1回程度、細かいバージョンアップを繰り返しております。最近バージョンアップしたものは、傾斜計ベクトルやGNSSベクトルの表示機能や、潮汐補正済の傾斜計データの表示機能を追加しております。

そのほかに開発中の機能としましては、降灰調査結果の共有機能で、これは降灰調査結果をエクセル表にまとめていただいて、それをアップロードすると、このように地図上に表示できる機能です。現在、内閣府の「火山防災に係る技術動向検討グループ」において、降灰調査のデータの共有について検討が行われておりまして、一応その議論を踏まえて開発を行っております。また、課題B2との連携ですが、合成開口レーダーの解析結果の表示機能も現在開発中で、どちらも今年度中には公開を始める予定でございます。

そのほかには、このJVDNシステム普及のための取り組みを行っておりまして、地震学会では「オープンデータと地震学」というセッションで、火山分野での取り組みの一つとして紹

介しております。また、火山学会でもポスター発表やブースでの紹介、また、席上にお配りしておりますフライヤーを配布して、この普及のための取り組みを行っておりまして、こちらについては、今後特に力を入れて行っていきたいと思っています。

今後の方針、進め方ですが、今後、それぞれの課題の成果や得られるデータを取り込んで、システムのバージョンアップを行いまして、システムの安定的な運用を続けることがまず目標です。さらに、このシステムをプラットフォームとしまして、各課題間の連携を促しまして、課題D3からのアウトプットにつなげることが目標です。

アウトプットとしましては、右にある直面する火山災害への対応と火山噴火の発生確率の提示というアウトプットです。このうち、直面する火山災害への対応については、これはもちろん課題Aだけでできるものではありませんので、ほかの課題と連携して行います。

開発したJVDNシステムのポータルサイトや可視化ツールは、関係機関へ情報提供するということも想定しておりまして、そのための表示機能についても、現在機能強化を行っております。また、防災科研は指定公共機関でありまして、防災業務計画というのを持っております。その中の災害時対応マニュアルの見直しを行っておりまして、災害発生時にはJVDNシステムにデータを集約して、関係機関の情報提供できるような体制をつくっていかうとしております。

また、その後の10年目までの目標ですが、第1には、このシステムを安定的に運用していくということであります。データの増大や研究プロジェクトの進展に合わせて、システムの更新や強化が必要だと考えております。

また、さらにこのシステムをプラットフォームとしまして、火山研究の発展や防災への貢献につなげていくことが目標ですが、具体的には、運営委員会に「データ利活用推進タスクフォース」というものを設けまして、このシステムを活用して、データ利用や組織間の連携を促して、火山研究の発展や防災の貢献につなげるための方策について検討を行うこととしております。既に9月5日に第1回を実施しておりまして、第2回は1月17日に開催予定でございます。

課題Aからは以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

ただいまの課題Aからの報告について、何かご質問、コメントございませんでしょうか。ございませんか。

【事務局（矢澤）】 先ほどの配付資料のご説明でちょっと漏れましたので、大変恐縮で

すが。委員の皆様にお配りした席上配付資料3と4につきましては、会議終了後、回収させていただきますと思っております。

なお、本日の会議資料は全て公開ということになっておりまして、議事録も公開ということになっております。申しわけございません。

【藤井座長】 追加の事務局からの案内でしたけれども。先ほどの課題Aについて、何かご質問、コメントございませんか。

特になければ、次に進みたいと思います。次は、課題Bです。森田さん、お願いします。

【オブザーバー（森田）】 課題Bの事業責任者の東京大学地震研究所の森田です。

中間評価ということなので、これまで4年間の成果をまとめて、ここで紹介したいと思います。スライドのほかに、机上配付資料で、番号が付いていない、課題B、補足資料というものの、文章で書いたもの、あるいは、データに相当するものと一緒に配っておりますので、随時ご参考にしていただければと思います。

そもそもこのプロジェクトが始まったのは、御嶽山噴火が契機となったわけです。御嶽山噴火について思い返してみますと、結局、御嶽山は1979年から10年間隔でほぼ活動していた。長期的には活動期にあったということがわかっていたというわけです。また、直前には非常に大きな地殻変動と地震活動があった。そういう意味で、こういうような特徴はわかっていたわけですが、直前では逃げる対策に時間がかかる。あるいは、長期ではいつ起こるかかわからないということで、非常に重要なのは、やはり中・短期の予測、つまり、18日前では地震が群発して異常を認知できた可能性がある。そういうことを考えると、この異常認知の確度を上げるということが非常に重要だということで、異常検出技術の向上、新たな観測技術を向上させるということと、観測事象と火山活動の環境を解明するということで、課題Bは行っております。

基本的に、こういう直面する火山災害への対応、それから、噴火発生確率の提示ということがこのプロジェクトの最終目的ですが、基本的に異常を認知しても火山活動の定量的評価ができない現状においては、相対的な活動評価、つまり、切迫性が高くなったかどうかという判断をする高度化というのが重要だということで、このプロジェクトを進めております。

4つのサブテーマで、宇宙線ミュオンを使った火山体内部を透視する技術の開発、それから、リモートセンシング、それから、火山化学、それから、機動的な観測、地下構造による内部構造・状態把握技術の開発ということで、4つのサブテーマで進めております。

まずサブテーマ1ですが、サブテーマ1では、ミューオンを使った火山体の内部を透視する技術ですけれども、この中で技術的にはミューオン技術の高度化ということで、この4年間で、ほかのプロジェクトの成果も踏まえながら、ほかのプロジェクトの力を借りながら、従来の画素の4倍を超える画素、高分解能の画像を提供することができたということと、もう一つ、それを研究者と共有するシステム、これを使って、近くで火山活動を見ている人が、今この映像でどのように火山活動が評価できるかということと一緒に考えようというようなことが進みました。

それで、実際には桜島に観測装置があって、そのデータを毎日毎日Webを介して見られるようになっている。解像度がこのように4倍あって、非常に細かな映像が見えるようになったということ。それから、実際この期間、活動が昭和火口から南岳に変わったわけですが、画像で見ていると、昭和火口が活発だった時期から南岳が活発になった時期を比較すると、このあたりの密度が変わった。いろんな解釈は多分あると思いますが、つまり、昭和火口の火道がプラグされたというような解釈もできるのではないかとということで、活動とこういう映像との関係ということを調査するベースができたということです。

続きまして、リモートセンシングですが、リモートセンシングは大きく2つです。レーダー干渉計、これは地上と衛星、そういうものの解析技術の高度化、装置の開発、及び、小型温度ガス可視化カメラ（SPIC）の開発という2つのプロジェクトを動かしております。

まずレーダー干渉計ですけれども、衛星SARについては、基本的には提供されるデータの標準的な解析方法を確立して、多くの研究者で共有できるデータベースをつくるということをやっています。この間、例えば、有珠山で徐々に山体が収縮しているという現象が捉えられたりと、こういうようなことで精度が上がって見えるようになってきたということ。

それから、可搬型のレーダー干渉計については、実際にこういう実験装置をつくって、約4キロのところまでは、こういう干渉画像が得られるようになって、実用化に一步步近づいているということが成果でございます。例えば、これを一回設置して、またしばらくしてもう一回設置して、その干渉画像が得られるかということなんですが、ここに置いたGNSSで位置を正確に捉えることによって、干渉画像を得ることに成功しているということで、こういったことで進展できるだろうと。

それから、小型温度可視化カメラですけれども、3つのそれぞれ特性の違うカメラを同時に開発しております。それぞれ、低消費電力であるもの、それから、消費電力は大きいですが高精度のもの、それから、いろんな色を見分けられるものと、こういうものをつくって、

同時に開発しております。

それで、実際こういうふうに見ると、可視領域で地形を見るというのは、こういうふうにはできるんですが、例えば、赤外領域でこういうふうに見ると、夜でもきれいに画像が見える。あるいは、可視領域でいろんな色調の分布から、出てきている溶岩の成分も推定できるというような技術開発も進めています。これを実際に阿蘇で試して使おうということも進めております。

次、火山化学手法の開発ですけれども、火山化学手法においては、同位体比を積極的に使って、噴火切迫性評価の高度化・噴火タイプの迅速判別に貢献しようとしております。そういう意味で、装置としては、ヘリウムの同位体比を測る新たな装置をつくるということ、それから、もう一つ、実際にいろんなところで測ってみて、こういう地球化学的観測が地球物理的観測とどう対比しているかということを調べるというようなことも同時にしております。

まず装置の開発ですけれども、ここで飛行時間型同位体観測システムというものをつくりまして、非常に分解能が上がり、しかも、大きさも非常に小さくなったということです。例えば、昔はこのように実験室一つを占めるような同位体計測装置が、今や机一つで収まるような大きさになり、パソコンで測れると。しかも、その分解能は、例えば、ヘリウム3とそれに近い質量を持つ重水素だとかH3とかということと非常に明瞭に区別できると。昔のものはこうだということで、非常に新しいものができつつあるということがわかってきたということです。その他、サンプルの仕方だとかいうことも開発しております。

実際の火山活動に相当する火山ガス変化についても幾つか事例を集めておりまして、例えば、箱根山、草津白根、霧島硫黄山で化学物質の変化、火山ガスの成分変化と地震活動とがよい相関にあるということがわかっております。

これは遠隔でも安全にサンプルしながら、噴気孔で採るにはどうしたらいいかという技術開発もしております。

さらに、実際最終的に目標としていますヘリウム3・4比、これの変動と火山活動というのも、幾つかの火山でこのように調べております。

最後のサブテーマ4ですけれども、これは実際に幾つかの切迫性が上がっているだろうという火山において、2〜3年観測をして、そこで得られた観測データから、その切迫性を評価する手法を考えるということと、それに必要な解析ツールをつくるというようなことを並行して行っております。

ここに書いてあるように、主たる成果として、えびの高原だとか、倶多楽だとか、箱根火山での観測で得られた情報があるわけですがけれども、それを総括してこの4年間を振り返ってみますと、基本的には、これから述べます水蒸気噴火準備過程標準モデルによる噴火切迫性評価の高度化というところに落ち着くのではないかと考えております。

これはどういうことかという、霧島硫黄山では、このように比抵抗構造と地震活動とが非常に面白い相関になる。これは低比抵抗のものが浅いところにずっと広がっている。これはどうも不透水層で粘土層であろうと。ですから、下から非常に高温のガスが上がってきても、ここでブロックされて、ここで溜まってしまうと。その周りでは風圧が上がるから地震が非常に多く起こるというようなことが起こっているというわけです。そして、それを説明するかのように、圧力源がまさにこの下にあるということで、全てがこういうようなモデルで表現できるということです。

さらに、粘土層が200℃を超えると分解するというようなことから、この深さとそういった性質から、温度と圧力の条件をある程度推定でき、これぐらいのところにここはあったんだろうと。こういう非常に顕著な地殻変動と水蒸気噴火というときは、やはりこういう相図、この圧力溜りの温度・圧力条件というのが非常にキーになるんですが、この場合には、そういったことで、非常によく推定できたということが言えると思います。

このほかのプロジェクトでも、同じような低比抵抗層が広く広がっているというのが、幾つかの火山で見られ、そして、倶多楽でもそういうようなことが見られ、熱水系の共通的な特徴だということがわかってきました。

さらに、ここではツールとして、熱水流動プロセスをスイッチ的に求めるための有限要素のツールをつくったり、あるいは、実際に熱水が上がってきたときの温度分布を数値シミュレーションしたりするようなこともあわせて解析しています。

実際の切迫性に関しては、例えば、霧島山では、ふだんの活動に比べて、水蒸気の振動で起こると思われているN型地震という非常に特徴的な地震が、水蒸気噴火前に非常に増えたということがわかっております。ですから、事前にこのように示した構造と、それから、そういう地震活動の変化、こういうものを知れば、基本的には、水蒸気噴火の切迫性ということが非常によく判別できるだろうということがわかりました。

ここ最近起こった水蒸気噴火、あるいは、水蒸気噴火が起こる可能性の高いものをずっと並べると、こういうふうに非常に浅いところの構造、それから、長期的な深部の増圧とか、中期的な前兆、浅部の地震活動、局所的な地盤変動、あるいは、直前の変化、火山性微動の

急増とか、地盤変動の急加速というのは非常に共通して見えるというようなことがわかってきたということで、こういったものを合わせて、ここで標準モデルというものをつくったわけです。

こういうものがあることによって、基本的には、どこで噴火の危険性があるか、つまり、何に注目して、どこで測ればいいのかということで、結局、切迫性評価の高度化につながるだろうと思っております。

以上、そういうことで、このプロジェクトでは、噴火切迫性の評価を高度化して、最終的には、ここで得た知識・知見を社会に還元しようというふうに進めております。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

ただ、誤解のないように言っておきますが、今日は中間評価ではないですからね。これは進捗状況の報告ですので、中間評価は既に終わっております。

今の発表に対して、何かご質問、コメントありましたら、お願いします。

いかがでしょう。加藤さん。

【加藤委員】 非常に興味深く伺いました。私も箱根に1年ちょっといて、火山は素人なんですけど、今年、箱根で噴火警戒レベルが2に上がったということで、結構こういういろいろなデータを測って、それを可視化するとか、現状がどうなって、その切迫性はどうかというのは非常に我が事として悩むところもあったので、こういう様々な研究が行われて、次第にそういうものが実用化されていくというのは非常に素晴らしいなと思います。

ただ、最後の、見て測って切迫性の評価を高度化するというのは、もちろんいいんですけど、やっぱりその間の、見て測っての次は、現状、火山体で何が起きているのかという現状把握というところは非常に重要なかなと。そこはやっぱり落とさないでほしいなという気はいたします。もちろん、そのことは途中で述べられていますけれども、やっぱり私も、計測して、今、一体何が起きているのかというのが常に頭の中で渦巻くわけですよね。ですから、そのところ、もちろん、それが切迫性とか予測につながっていけばいいかもしれないけど、まずは何か火山活動が起こったときには、現状、一体地下で何が起きているんだということをきっちり把握する、それも、個人的な研究の中での把握ではなくて、人々のちゃんと説明できるぐらいの確度を持ってやりたいわけですから、そういう火山体内の現状を常々把握しておくということがとても重要なかなと、今伺って感じました。

もし私の言っていることが的外れであれば、それは訂正していただければいいと思いま

すが、何かそれでコメントいただければと思います。

【オブザーバー（森田）】 そのとおりでございます。そのとおりでございますから、説明の仕方が悪かったかもしれませんが、課題Bのサブテーマ4というのは、まさにそれを行っておるつもりでございます。

【藤井座長】 ほかにはいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、次の課題B2-1について、松島さんがご欠席ですから、清水さんをお願いいたします。

【清水委員】 それでは、清水のほうから報告をさせていただきます。

今、我々の取り組んでいる課題は、「空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発」ということです。

この課題につきましては、例えば、非常に活動的な火山の火口というのはアクセスが困難なわけですが、そういうアクセス困難な場所で観測を実現したいと。そのために、ドローンなどの無人機、航空機を用いて、そこから電源を無線で供給する、同時に、観測装置から観測データをまた無線で回収する、そういう装置の開発でございます。

これは飛ばします。

実施体制につきましては、ここのスライドにございますように、代表は九州大学ですが、マイクロ波送電技術に関しましては京都大学、それから、マルチコプター（UAV）については翔エンジニアリング、それから、小型の観測装置につきましては九州大学と京都大学ということで、分担して課題を実施しております。

このスライドの一番下にございますように、このうち空中マイクロ波送電、マルチコプターの部分につきましては、このプロジェクトとは別に、平成28～30年度の文部科学省革新的イノベーション創出プログラム、これは京都大学が代表ですが、その経費を使って開発しているという状況でございます。つまり、そちらとの共同研究という形になってございます。

これは計画ですが、現在、試作機を開発中ですが、この上のところの目標の達成年度がございしますが、現在の中間評価の令和元年度につきましては、送電効率を10%まで上げるということを課題にしております。今後、運用機を開発して、実験を繰り返しながら、その実用化を目指すということになってございます。

これは過年度のことでございますので、省略させていただきます。実施状況が書いてございますので、もし必要でありましたら、後でござんください。

それから、これも28年度、過年度でございますので、省略いたします。

ここが今年度の実施内容でございますが、これまでの開発で、実は無線による電源の供給効率が、初年度は0.1%だったのが、現在は9.9%まで向上しております。目標としている10%までもうあとちょっとということですので、今年度はこれの10%達成を目指して開発を進めております。具体的には、アンテナにつきましては、フラットビーム化ということで改良を重ねておりますし、さらに、ドローン自体を観測装置に近づけるということで送電効率が上がりますので、航法の精度、測位精度の向上を目指して、今、改良を行っているということでございます。これで、今年度に10%効率をクリアできる見込みです。この後、今年度は、年が明けて20年2月、具体的には2月12・13日を予定していますが、桜島において屋外実験を行って、実際に10%が達成できているかどうかということを確認したいと考えております。

今後につきましては、先ほど年次計画のところで申し上げましたので、詳しいことは申し上げませんが、この後、令和2～4年度につきましては、運用機を開発して、その運用機を用いて実験して、精度の向上を測っていく。それから、令和8年度以降につきましては、実際に課題B-4と共同しまして、B-4の観測対象地域になっている桜島、富士山、新潟焼山等を想定して、そういうところで実際に観測を行いながら、システムの完成を目指すということを考えております。

経費については、先ほど申し上げましたように、この課題というのは、空中マイクロ波送電技術のところにつきましては、京都大学が代表になって行っております文部科学省の革新的イノベーション創出プログラムで行っていましたが、これが平成30年度で終了いたしました。ということで、今後につきましては、その部分の経費、具体的には、給電効率を上げるためのアンテナの設計・開発・改良をどういう形で、どういう資金で行うかということとを今後検討し、資金獲得に努力したいと思っております。

それから、さらに、効率向上のためには、アンテナだけではなくて、測位精度が上がると向上するということで、これにつきましては、引き続き本プロジェクトの経費で行って、目標の達成を図りたいと考えております。

以上でございます。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

何かご質問、あるいは、ご意見等ございますでしょうか。ございませんか。

なければ、次に、課題B2-2について、これも中道さんがご欠席ですので、分担責任者の平山さんからお願いします。

【オブザーバー（平山）】 白山工業の平山です。今日は、中道先生が今日の夜からやる桜島の構造探査のために出席できないということで、私がかわりに発表させていただきます。

課題B2-2の題としまして、「位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発」というタイトルで課題をやっております。

この課題に関しましては、まず地震火山に関して、観測に関する需要というのが、この下の赤いところに挙げたものとしてあると思います。これらを行うために、光システムの特長というのがこのようにいろいろありまして、これを使って様々な検証、多点多成分対応化と検証、耐環境性、長期安定化、汎用部品化、これらの検証を行って、開発を行い、火山に資する実用機として光システムを提案して、火山防災・火山研究への貢献に役立てようというようなことで課題をやっております。

位相シフト光干渉法の原理につきましてまず簡単にお話ししますと、光のパルスを入力しまして、それをカプラーで分岐させて、1つを基準面から反射させ、もう一つを振動面から反射させます。一方を適切に遅延させて干渉することによって、干渉波が出るわけなんですけれども、この干渉波のレベルを計算することによって、この振動の変位を測定することができると、こういう原理を使っております。

これは光ファイバから先のセンサ部分には電源を使わないものですので、本システムの利点として、雷に強いとか、高温に強い、腐食性ガスに強い、このような特徴が期待されます。

次に、これまでの課題でどのような結果が得られたかということについて報告します。

まず、平成28年度の桜島における観測結果なんですけれども、これは26日間観測しまして、70イベント取れております。その中で、桜島のC型地震というのもこのように観測されまして、2ヘルツとその倍音のピークがちゃんと出ているという結果が得られております。また、桜島で観測された人工地震波形を使って解析した結果、検出された桜島深部の海面下5.8キロからの地震反射面に相当するものが得られております。

次は、平成29年度の浅間山における観測結果なんですけれども、この時期は浅間山はちょっと静かな時期でして、あまり地震波形は取れなかったんですけれども、それでも、明瞭なA型地震というのが取れまして、それをきちんと取れているということと、浅間山のときには、三角形のアレイを組んでいましたので、地震波の到来方向の解析ができまして、赤が実際の到来方向なんですけれども、解析した結果は、黒のような結果が得られております。初動の

ところがちょっと違うんですけれども、これは火山体の深部の影響が出ているのではないかと思います。

そして、平成30年度につきましては、28・29年度の結果をもとに、新しい3成分センサというのを開発しました。それは、目的としては、長周期化と汎用部品化、安定化ということで、長周期化は、固有振動数の低周波数化、約25ヘルツのものを作成しました。汎用部品化というのは、今まで偏波保持ファイバという特殊なファイバを使っていたんですが、今回はシングルモードという普通の通信に使われるようなファイバを使ってセンサシステムを開発したということです。

あとは、今まで旧型というのは、20センチ角で7キロほどの重さがあったんですけれども、今回、小型軽量化を図って、実現できています。センサの外見は左側にあるようなものでして、その中身が右側です。円柱の丸っこいのがセンサです。4つあって、3成分プラス、いわゆる固定端といって、振動種を入れていないものもレファレンスとして入れているんですけれども、この4つと、斜めにあるのは、遅延線とカプラーを入れる巻棒です。中身の構造は、このようになっております。

今までの話をまとめますと、平成30年度までの到達点ということで、光センサシステムの3カ月以上の稼働実績があったということと、バイアス電圧変動軽減の改良。これは、浅間山で観測したときに、途中でバイアス電圧の変動のところを改良して観測した結果、欠測がほとんどなくなったということ。あと、構成デバイスの劣化に伴うシステム挙動に関する知見も獲得できた。火山性地震現象記録の取得も行い、火山観測に適合する新システム製作に着手した。このようなことを行いましたということです。

それで、本年度は何をしているかと言いますと、桜島ハルタ山観測点での長期連続観測及びリアルタイムデータ処理の検討というのを行っております。

長期観測に関しましては、6月上旬より連続観測を開始しています。今日の夜に行われる構造探査の後に撤収を予定しております。

この連続観測の6カ月間の長期観測を行うとともに、フィールド観測時の雷などの自然現象に対してロバストであることを検証することにしております。

リアルタイムデータ処理の検討につきましては、本年度課題責任機関の課題として、光センサシステムにデータ解析システムをセットして、解析を行っています。

最終的な目標としましては、地震波形データ自動解析の機能を持たせて、その結果画像を保存し、ネット経由で閲覧できるようにする。そのようなことを本年度は行っております。

どのような状況で観測しているかと言いますと、これはハルタ山観測点のグーグルマップの地図なんですけれども、光送受信装置は観測室の2階に置かせていただいております、センサをA、B、Cと3カ所に三角形に組んで展開しています。そのA、B、Cの順番に、芋づる式に光ファイバを敷設しております、AとBは室内ですけれども、Cは屋外にピラーの横に設置しております。

次に、リアルタイムデータ処理の検討につきましては、リアルタイムデータ処理装置というのを、左側の図のちょっと大きいのが光送受信装置なんですけれども、その上に黄色で枠をつけたところがリアルタイム処理装置でして、光送受信装置から取得したデータを、こちらのデータ処理装置に転送しております。この処理装置の中で処理をしまして、結果としては、これはリモートでモニターできるようにしているんですけれども、振動の振幅及びランニングスペクトル等をこのように表示させるようなことを行っております。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

それでは、今のことに関して、ご質問、コメント等ありますか。ございませんか。

私から1つですが、6カ月間、今やっているわけですね。それで、リアルタイムでデータ処理ができて、欠測率みたいなものはどうなっていますか。

【オブザーバー（平山）】 欠測は、まだちゃんと全部のデータを見ているわけではありませんが、欠測自体はほとんど生じていないと思っています。

【藤井座長】 そうですか。

【オブザーバー（平山）】 1点、台風がすごくあって、瞬停がたくさん起きたときがありまして、そのときもほとんど自動で復帰できています。ただ、1回だけ自動で立ち上がらないときがあったので、そのときは欠測が生じていますけれども、それだけだと思います。

【藤井座長】 ほかに何かありますか。加藤さん。

【加藤委員】 基本的なことで教えていただきたいんですが。この位相シフト光干渉法の原理のところなんですけれども、基本的には、ここにRとSとを干渉させてとあるのですが、Sのそこから振動面に光が出て、その反射するものを受けているということですか。

【オブザーバー（平山）】 そうです。

【加藤委員】 そうすると、Sというものはどうやって固定しているのかというのがよくわからないんですけど。振動するのは、振動面があるわけですね。

【オブザーバー（平山）】 はい。

【加藤委員】 Sは、そのすぐ近くに置かれているように思うんですけど、センサの中の。そこが一緒に動いては困ると思うんですけど。

【オブザーバー（平山）】 すみません、これ、ちょっと表示があれですけど、これはパルスを入れているということで、これ、光ファイバの中にパルスを入れて、これはパルスの反射というイメージで書いてあるんですけど。

【加藤委員】 それはいいんですけど。Sというのは関係ないということですかね。振動面に対して反射してくるものを受ける。

【オブザーバー（平山）】 そうですね。パルスを送って反射して、ここで干渉させるという。

【加藤委員】 そうか、そうか。

【オブザーバー（平山）】 こう光を当てて反射して。

【加藤委員】 RとSと言われたので、よくわからなかったんだけど。

【オブザーバー（平山）】 すみません、ここ、Rが上で、レファレンスとシグナルという。

【加藤委員】 それはレファレンスだから、手元に置いておけばいいわけですよね。Sが、実際に測りたいところに、光ケーブルを敷く、そういうことですよね。

【オブザーバー（平山）】 そうです。それを両方干渉させるということを行います。そうすると、基準面と振動面の差の。

【加藤委員】 いや、そこら辺はわかるんだけど。

【オブザーバー（平山）】 そうですか。

【加藤委員】 メカニカルにどういう構造になっているのか、よくイメージできなかったの。大体わかりました。結構です。

【藤井座長】 ほかにありますか。

それでは、次に移りたいと思います。次は、課題Cです。中川さんをお願いします。

【オブザーバー（中川）】 それでは、課題Cの「火山噴火の予測技術の開発」について、事業責任者の北海道大学の中川が説明いたします。

これは何回もお見せしています課題Cの概要ですが、課題Cの最終的な目標というのは、個々の火山で中長期噴火予測を行って、事象分岐判断基準が伴った噴火事象系統樹を整備して、噴火発生確率の算出に向けた検討を行うということになります。

そのために、この課題では3つのサブ課題が連携して研究を行っていくことになっていて、一番基本的な研究課題がC-2で、地質学的及び物質科学的な手法によって、それぞれ

の火山の長期噴火履歴であるとか噴火推移の解明、マグマ変遷の解明を行って、中長期噴火予測、噴火事象系統樹を作成するということになっております。

そして、その結果を受けて、サブ課題C-1では、物質科学的解析によって、噴火事象分岐条件の解明を行って、噴火事象分岐判断の基準をつけた噴火事象系統樹をつくるということになっています。

そして、それらの成果を受けて、サブ課題C-3では、事象のモデル化、パラメータ解析を行って、噴火事象系統樹の高度化を目指して、噴火予測・噴火ハザード予測手法の開発、そして、最終的には、噴火確率算定への貢献を行いたいと、そのように考えております。

それでは、それぞれのサブ課題について、順番に説明していきます。

これは地質学的手法によるサブ課題C-2です。この課題の特徴というのは、地質学的に個々の火山について、基本的な地質学的な調査、物質科学的な解析を行って、噴火履歴をつくっていくということになります。それで、研究の性格上、10年間の前半部分については、ともかく基本的なデータの蓄積ということになっています。そして、5年目にかけては、中長期噴火予測、噴火事象系統樹について個々の火山で組み立てていくという、そういうことを目指しております。

それで、これまでの成果、そして、中間評価以降11月までの評価をまとめてみますと、個々の噴火履歴、マグマ長期変遷については、最重点火山・重点火山を中心に、高精度噴火履歴を構築しております。それに加えて、見落としの火山をなくすために、認知度が低い火山にも焦点を当てて調査を行いまして、例えば、北海道のニセコ火山とか中部日本の白山で、活発な新しい噴火履歴が明らかになっております。

これらの成果のためには、新しくボーリング掘削、重機及び人力によるトレンチ掘削を積極的に取り入れて、高精度の噴火履歴の構築を目指しています。さらに、複数機関による取り組み体制を確立しまして、例えば、鬼界では東大と北大、雌阿寒では産総研・大阪府立大・北大、鳥海山では秋田大・山形大・産総研、羊蹄山では北大と電中研といったように、複数機関による取り組み体制を確立して、それぞれの火山に取り組んでおります。

それだけではなくて、大規模噴火データベースの整備であるとか、物質科学的な解析のための分析センターの確立ということも行ってきました。

そして、成果の概要としては、噴火事象系統樹の作成指針の提示というものが、今年度でどうやら見通しが立ったということです。

それから、その他の成果としては、個々の火山を対象にしているということで、人材育成

コンソーシアムへの貢献と、地域社会への成果普及活動も活発に行っておりま

す。個々の成果については、代表的なものを幾つかに絞ってお話しします。

まず最重点火山である九州の鬼界火山については、7300年前のカルデラ形成噴火の詳細と、それに先行する活動について焦点を絞って、ボーリング掘削を行いました。カルデラ形成噴火については、ドローンによる調査を行って、これまでよりもはるかに高精度の噴火推移が明らかになりました。それから、7300年前のカルデラ噴火に先行する噴火については、ボーリングによってその基底を確認することができて、年代がわかりまして、1000年以内の時期に先行活動が起こったということがわかりました。

それから、噴火事象系統樹については、十勝岳について実例をお示しいたしますが、噴火期間の設定を行って、想定火口域の設定を行ってという手続きを踏んで、このような噴火事象系統樹を作成するというモデルケースとして提示することができました。

それで、今年度の取り組みと今後の展開なんですが、今年度から第2次最重点火山と重点火山を設定して、調査を継続しております。

それから、これは全体に関係することなんですが、課題C全体の取り組みとして、新たに課題全体で取り組む火山を設定しました。今年度は、玄武岩質マグマの噴火ということで、伊豆大島に焦点を当てて、噴火事象やハザードに関するシミュレーションも実施した研究を進めております。

それから、課題Cのホームページを今年度立ち上げることとして、現在作成を進めております。

次に、サブテーマ1です。これは物質科学的検討なんですが、この研究の柱は大きく2つありまして、1つは、分析・解析プラットフォームの構築と、データベースの整備、それをオープンにするということと、もう一つは、個々の火山についての火山噴出物の解析という、この2つの柱からなっております。

それで、成果の概要としては、個々の火山について、11の火山のマグマ溜り環境が明らかになっていったということと、特筆すべき点としては、噴火事象分岐予測に火山噴出物解析をどのように生かせばいいのかという枠組みを提示することができたのではないかと考えております。

それから、分析・解析プラットフォームについては、ほぼ8割完成したという状態になっております。

それで、噴火事象分岐予測の枠組みなんですが、これが模式的な噴火事象系統樹なんです

が、例えば、前兆現象があったときに、噴火未遂に終わるのか、噴火に至るのかというのは、噴火の確率を、前兆現象があつてからの経過時間の関数として表せばいいのではないかと、そういう手法を提案しております。

それから、噴火に至っては、爆発的噴火になるか、溶岩流出になるかという、その分岐があるんですが、そこでは、この青印で示したところで、新たな注目点について研究で示すことができました。それについてご紹介いたします。

これは桜島の研究事例なんですが、桜島の場合は、地球物理学的な観測によって、最終的に浅部マグマ溜り、このあたりのマグマ溜りから噴火すると考えられていたんですが、これまでの大規模噴火を解析することによって、噴火前により浅いところにマグマが充填されて、その後に噴火するということがわかってきました。そのために、噴火前の観測のターゲットとしては、この浅部マグマ溜りではなくて、より浅いところも視野に入れた観測が必要ではないか。それによって事象分岐に貢献できるのではないかと考えられます。

それで、今後の展開なんですが、これまでの物質科学的な解析を進めるとともに、これからは、石基や斑晶の組織解析を行って、マグマの上昇速度とか、マグマ混合～噴火までの経過時間のデータの収集をより進めていくことになっています。そのために、今後は膨大なデータが必要となりますので、令和3年度以降には、PDやRAを雇用して、大量のデータを蓄積することを目指しております。

サブテーマ3です。シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発ですが、このサブ課題では、大きく2つのテーマに取り組んでおります。1つは、地下におけるマグマ移動シミュレーション、それから、噴火ハザードシミュレーションです。

マグマ移動シミュレーションでは、火道流モデルをもとにしたシミュレーション技術を開発して、国内の火山に応用しております。それから、岩脈貫入シミュレーションでは、噴火・噴火未遂の閾値について、マグマ溜りの過剰圧について一定の知見を取得しております。物性モデルの構築では、実験を行って、レオロジーの特性とか減圧による結晶化のパラメータを得て、それをシミュレーションに組み込むことを目指しております。

噴火ハザードシミュレーションについては、中心は噴煙・噴煙柱ダイナミックシミュレーションの統合を行って、降灰予測に結びつけることを目指しております。溶岩流シミュレーション・噴石シミュレーションについても、高度化を目指しております。それから、社会的データとの連携による火山ハザード評価システムの基本機能の整備も行ってきました。

物性モデルの構築について、その一例をお示しします。ここでは、神津島のサンプルを使

って、減圧結晶化実験を行って、ある条件で神津島の838年噴火のマグマ上昇過程を再現することができました。そのパラメータを火道流-地殻変動モデルへ応用して、実際のシミュレーションを展開しております。

それから、噴煙柱ダイナミクスモデルの開発においては、降灰シミュレーションの高度化を、ちょっとビデオが出ないようですが、噴煙シミュレーションから降灰シミュレーションの供給源の改善策を提案して、4次元的な供給源の推定に成功しております。

今後の展開としては、各種シミュレーションコードを総括的に実行可能とする火山ハザード評価システムの開発、それから、各計算条件に適切なパラメータ範囲を定めて、分岐判断基準及び分岐確率の算定に取り組む。

そして、特に今年度以降の課題実施体制なんですが、各課題との連携を本格的に進めていくことを考えております。

時間の関係で紹介し切れなかった代表的な成果については、スライドをその後につけておりますので、もし何かありましたら説明したいと思います。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

それでは、ただいまの課題Cについて、ご質問あるいはコメント。小屋口さん。

【小屋口委員】 2つほどありまして。1つは、分岐図の枠組みというのは、十勝岳の例が出ているんですけども、これは実際のオブザーベーションに基づいて、これは予測のための図というよりは、十勝岳で起こったことを整理するようになったという形で今は書いているわけですか。

【オブザーバー（中川）】 そうです。そういう意味では従来型なんですが、それぞれの火山によっていろんなやり方でつくられていたのを、1つのひな形というか、こういうことでやったらどうかという提案です。

【小屋口委員】 例えば、これでちょっと気になるのが、溶岩流出というのは、十勝岳の場合は、どうも噴火の区域にくるんですね。

【オブザーバー（中川）】 そうです。

【小屋口委員】 そうすると、これに基づいて確率予測をすると、例えば、溶岩流が出た途端に爆発的な噴火は起こらないという結論が出てしまうわけですね。

【オブザーバー（中川）】 そうですね。過去の事象に基づくと、そうなりますね。

【小屋口委員】 それは、山によっては、そういう確率が高いところもあるけれども、実

際に噴火が起こったときには、溶岩流が起こったときに、それが爆発的な噴火に移行するかどうかというのは、例えば、C-3のほかの研究者は、そこを非常に気にして研究されていますよね。例えば、後半のシミュレーションのところでは。

そういうことを考えると、最初の枠組みとしては、過去の観測に従ってこういう分岐図をつくるというのは、ある意味では正当なアプローチだと思うけれども、想定されることというのは、もうちょっとこれよりも幅広いわけなので、それをどういう形で取り込むかということについても議論があってもよいかなというのが第1点です。

【オブザーバー（中川）】 それについてはごもっともで、そのための議論をするたたき台だと思います。こういうものを出して、それぞれの個々の火山で出して、これは一般的ではないのではないかとか、そういった議論を課題内で進めていって、個々の火山の系統樹から、もう少し一般的な系統樹に発展させていくことができればいいなと思います。

【小屋口委員】 第2点目なんですけれども、それはスライドの一番最後のページだったかな。それまでの話、今まで上がっている成果というのは、非常に難しい問題についていろいろと解決されていると思うのですが、最後のところで、予定のところで、今後の予定みたいなことが書いてありましたよね。

これ、前にも言ったかもしれないんですけど、ここに来て突然計画の概要が抽象的になっているような印象を持つんですね。つまり、各種シミュレーションを総括的に実行可能とする火山ハザード評価システムの開発って一体何なんだと。少なくとも僕には理解できないんですね。これは具体的に何をどういうふうな形で研究していったら、どこまでの成果を上げるか、これだけでは、何か非常に漠然と、こういう方向であるというのは、ある意味では研究する前から、ある意味でポンチ絵の段階からは書けるんですけどもね。実際に、そこで年間何千万かのお金をかけて5年間とか10年間でできることというのは非常に限られているわけで、それこそシミュレーションコード1つをちゃんと動かすということだけでも、ポストクが5年ぐらいかかってやっとできるかできないかですよ。今、そのぐらいの進展なわけですよ。

それが、いきなり、このハザード評価システムの開発って、何がどこまでできるんでしょうかというのが疑問で、分岐についても、結局のところ、先ほど言ったように、分岐確率の算定に取り組むといっても、このプロジェクト、残り5年か6年の間にできることと言ったら、幾つかの火山に関して、過去の事例に基づいて、先ほど十勝岳でやったものの事例の数を、今1個であるものを、例えば、5個に増やすとか、せいぜいそのぐらいのことしかでき

ないわけですね。恐らく、実際には。そうすると、それが、ここで書いている分岐確率の算定に取り組むという目標との間に乖離があるように思えるんです。

だから、僕は、こういった計画の概要は、もう既に5年ぐらい経っているわけですから、常に実現可能な計画を示して、それで、どこまでできたかできないかという形で後でチェックしていくほうが、むしろ全体として計画の実現に近づいていくような気がするんですけども、いかがでしょうか。

【オブザーバー（中川）】 そのためには、一番基本的なサブ課題C-2が、いかに多くの火山で、いかに高精度の噴火履歴を解明して、それにマグマのプロセスを入れた中長期噴火予測とか事象系統樹を作成するかにかかっていると思います。

それがあってによって、火山ハザード評価システムについては、今のところ、例えば、富士山の宝永噴火に限って、例えば、噴煙柱のシミュレーションだったらやっていると思うんですが、それが幾つかの火山に適用できて、それが火山ハザード評価システム、まずは個々の火山の評価システムになると思うんですが、それを積み上げていくというのがまず先決かなと、そういうふうに考えて、課題としては取り組んでいるところです。

【小屋口委員】 だから、今のご説明のほうは圧倒的にわかりやすいので、幾つかの火山の事例、ターゲットとしている火山を挙げて、大体この程度のシミュレーション、例えば、マグマの移動と噴煙、幾つかのモデルに対して、この程度のモデルを5年以内につくるという話であれば、それを目標として掲げたほうがよいのではないかというのが私のコメントで、それを曖昧な形で、あたかもあらゆる火山に関して予測が可能なシステムを開発するのだよということになると、むしろ目標としては漠然としてしまって、どこまで実現したかも曖昧になってしまうのではないかというのがコメントです。

【オブザーバー（中川）】 貴重なコメントありがとうございます。今月12月20日と21日、防災科研で課題C全体集会がありますので、そこで、いただいたコメントも皆で議論したいと思います。どうもありがとうございました。

【藤井座長】 ほかに。池谷さん。

【池谷委員】 同じく十勝の件ですけれども。この系統樹のところで、十勝というと、我々、どうしても火山泥流が気になる場所なんですけれども、火山泥流のコメントが全く入っていないんですが、火山泥流については議論されないものなんでしょうか。

【オブザーバー（中川）】 この事象系統樹は、山体崩壊と書いてあるので、そこに、例えば、この一番下の噴火開始、山体崩壊という、ここが泥流になります。山体崩壊の後に泥

流に移行したという事例が多いので、それを表現しています。

【池谷委員】 もし火山泥流という現象があるのなら、きちんと火山泥流というキーワードを入れておいていただいたほうが、そういう現象が起こるというのがわかると思います。対応する側からすると、そういうのが起こり得るんだということがわかりやすいのではないかなと。これだけ見ていると、何となく火山泥流が起こったということが、この表を見ているだけではわかりにくいのではないかなと思うんですけど、いかがでしょうか。

【オブザーバー（中川）】 ちょっと誤解を招く事象系統樹だったと思います。これはハザードについては考慮していなくて、噴火の規模と様式の分岐というものをまず表現しています。これに想定するハザードを入れていくというのが、実際の防災に重要な事象系統樹だと思うんですが、今の場合は、課題Cの中で必要な事象系統樹として提案しました。

【池谷委員】 それと、今おっしゃった山体崩壊からという議論ですけど、必ずしも山体崩壊から火山泥流が起こるという例ばかりではない可能性がありますよね。ですから、火山泥流が起こるケースについて、十勝岳だけではなくて、ほかの火山についてもぜひご議論いただくとありがたいなと思いますので、ぜひよろしく願いいたします。

【オブザーバー（中川）】 わかりました。そのように検討したいと思います。

【藤井座長】 ほかにありますか。

それでは、次に移りたいと思います。次は課題Dですけれども、中田さんが今日は欠席です。ので、防災科研の藤田さん、お願いします。

【オブザーバー（藤田）】 中田先生のかわりに、代理で防災科研の藤田が説明いたします。

課題D、「火山災害対策技術の開発」ですが、3つのサブテーマからなっております。D1として、リアルタイムで情報を取得することの重要性を鑑みた、ドローンによるリアルタイム把握手法の開発、アジア航測さんを中心に行われております。

それから、D2として、観測データから火山灰ハザード評価手法の予測まで一貫して、桜島をテストフィールドとして行うということで、京大防災研のほうで実施されています。

それから、D3としては、火山災害対策のための情報ツールの開発をするというテーマで進めてございます。

まずD1について、今年度、令和元年度の進捗状況について説明いたします。

これまで汎用ドローンによる実証実験を伊豆大島で行っておりますが、2017年には三原山中央火口の地形に注目して撮影しておりました。今年度、2019年度は、火口周辺をより精

密に網羅するように撮影して、最新の火口地形データを迅速に作成するというを行ってございます。

その次のページになりますが、特に基準点ということで、GCP (Ground Control Point)、いわゆるレファレンス点というものをあらかじめ設定しておいて、これをもとにして、より高精度な地形をドローンにより測定するというをやってございます。

右下に表がございしますが、GCPなしとありで、標高差のRMSを取ると、格段の違いがあるというような結果が得られています。これから、実際、噴火に先立って、こういった各火山においてGCPをあらかじめちゃんと設定しておいて、それをもとにしてドローンによる現状把握をすることが重要だということがはっきりしてきております。

それから、その次のスライドになります。これは、ドローンから得られた地形情報から、いろんな情報を導き出すデータ処理の1つの例として、機械学習を応用して、インパクトクレーターを自動抽出するという試みを行ってございます。

これは、対象は阿蘇山で、2016年の噴火後にUAVにより得られた3次元モデル及び赤色立体地図から、大きな噴石によって形成されたインパクトクレーターの自動抽出を検討したということをやっております。特に、全領域から北側のインパクトクレーターを「学習データ」として設定して、南側を自動抽出するというような試みをやってございます。抽出結果、数字がそれぞれ書いてございますけれども、信頼度がこの数字として表れていますが、40%程度のインパクトクレーターが抽出できたということになってございます。

今後これを、AI等を用いて、自動的により高精度な検出を行うためのパラメータ調整や適用範囲について検討していくということをやってございます。

それから、次がD2で、京大桜島で行われているものです。リモートセンシングによる火山灰放出量の即時把握技術開発ということで、レーダー、ライダーによって桜島の噴煙を多数捕捉してございます。左側の図が、今年の10月19日の噴火のレーダーの事例ですが、噴石は5合目まで到達した。それから、噴煙は、雲のため目視では視認できていなかったんですが、レーダーによってこのように可視化できているということでございます。

その次です。ハザードの1つの例としての火山灰ハザード評価手法の開発ということで、火山灰拡散予測を高速度化するというテーマです。これは従来の桜島で行っております地盤変動をもとにして、地下の地盤変動の動きから、噴煙行動を予測して、シミュレーションを介して、火山灰の拡散予測を高速に行う、迅速に行うことを目指して実施しているものでございます。そのための傾斜計・地震計の設置ということを引き続き行っているとい

うこととございます。

その次は、今度は火山灰拡散予測の高精度化、精度を上げるということで進めていることとございます。シミュレーションのほうは左側の図ですが、いろんな多数の噴火について、地形を考慮した風予測モデルを試行して進めている。それから、もう一つ、噴石に模した模型をつくりまして、それをドローンからぶら下げて、落下させ、そのときの風向風速場、それから、衝撃の加速度とか、そういったものを実際に観測して、それをライダーと並行観測を行って、実際のシミュレーションの高精度化に役立てるということを、今年の10月末に実験を行ってございます。

その次からですが、D3で、情報ツールの開発のテーマですが、これまで自治体の防災担当者からのニーズということで、例えば、情報があちこちに散乱しているとか、研修の重要性、それから、住民向けの説明用の素材が欲しいといったようなことに対応するために、ポータルサイトの試作版を開発しているということとございます。

このほかに、GIS版のハザードマップや研修プログラムを整備して、これらを利用して自治体防災担当者を対象とした研修と訓練を来年の2月に実施する予定とございます。それから、このポータルサイトについては、12月9日以降に、希望する自治体に向けて公開するといったようなことを進めてございます。

その次のページです。特に降灰被害予測コンテンツの開発ということで、過年度まで降灰実験、例えば、エアコンの室外機とか冷却塔、こういったものに対して、どれぐらいの灰が降ればどれぐらいの影響があるかというような実験を行ってきました。それから、内閣府のほうでもそういった種類の報告書や論文等がございまして、そういったものを集めて、特に首都圏、都市部の災害拠点病院とかインフラに対する降灰深の閾値をある程度設定して、GISで被害予測を提示するというのをやります。

この図は、降灰被害予測コンテンツの試作版ですが、青、黄色、赤、それぞれが道路を示していますが、赤で示したところが降灰によって通行が不可になるところ、黄色が危険なところ、青が通行可能なところ、これを降灰の厚みによってこういった閾値を設けて提示するといったような仕組みをつくってございます。

それから、3つ目ですが、避難・救助支援コンテンツということで、特に御嶽の事例がございましたので、登山客の動態情報を地図上で可視化するコンテンツ（試作版）を開発しております。これは富士山で行っている富士山チャレンジとか、御嶽山で行われている登山者の動態データを取得して、これをもとにして、被害想定とか救助支援のための情報が発信で

きるようなコンテンツを試作版として開発しているというような状況でございます。

課題Dにつきましては、以上でございます。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

それでは、何かご質問、コメントありますか。岡山さん。

【岡山委員】 ありがとうございます。

今、最後に試作版を自治体からのニーズに応えるべく幾つかつくったとご紹介いただいたんですが、この試作版に対するフィードバックは、今後どういうふうにお考えになっているのかというのをお聞きしたいなと思います。また、例えば、自治体から使ってみてどうだったというのを定期的に吸い上げることを考えているとか、そういったことがあれば教えてください。

【オブザーバー（宮城）】 課題D-3、防災科研の宮城のほうからお答えいたします。

試作版へのフィードバックにつきまして、年度内に、一応協力をお願いして了承していただいております。自治体の方に実際使っていただいて、そういったフィードバックを得て、それを反映させた形で開発を進めてまいります。高度化を図っていくと考えております。

それから、何でしたっけ。すみません、後半は何でしたっけ。申しわけないです。

【岡山委員】 基本的にはそうなんですけれども、どの試作版に対しても自治体からのフィードバックを聞くことになっていると。

【オブザーバー（宮城）】 基本的には、3つの試作版を実際に試しに使っていただいて、例えば、インターフェースであるとか、中に含まれる情報であるとか、足りない部分についてはご意見をいただいて、それを開発に反映させるという形をとってまいりたいと考えております。

【オブザーバー（藤田）】 補足ですが、今、具体的に長野県と那須町と大分県、この3つの自治体で、そういった相談を進めているということで。

【岡山委員】 ありがとうございます。

【藤井座長】 どうぞ。

【小屋口委員】 これはちょっと興味があって知りたいんですけども。噴石模型落下実験で、この実験をやらないでもあらゆることはわかってしまうぐらいの科学的レベルに我々は達しているのではないかとと思っているんですが、何か新しい新知見は、これで得られるとしたら、どういうことが得られるんですか。

【オブザーバー（藤田）】 例えば、避難小屋の屋根の強度を、ある程度わかってしまう

というのはそうかもしれませんが、その辺の定量的な数字をある程度知りたいというのがあります。

【小屋口委員】 どれぐらいの強度があるかって、屋根の強度を知りたいんですか。

【オブザーバー（藤田）】 ごめんなさい。屋根の強度にどれぐらいの強度が必要かというような情報が、噴石落下によって。

【小屋口委員】 それは実験でわかるたぐいのものには僕には思えないというのがコメントの趣旨で、既にわかっている物理と、あと空気とか、もしそれに関して新たな条件があるとしたら、風が新たにあるというような、これは逆に言えば、普遍性のない条件があったときに予想外のことは起こるかもしれないけれども、少なくともある高いところから、地球の比較的目に見えるところから物が落ちたときの物体の運動に関しては、既にかなりことがわかっていますよね。今の科学では。

【オブザーバー（藤田）】 おっしゃるとおりで、空気抵抗が結構あって……。

【オブザーバー（井口）】 僕が言っているんですか。

【小屋口委員】 もちろん。だから、何がわかるのかが知りたい。

【オブザーバー（井口）】 これは、噴石模型ということの意味は、実際に桜島の中に落ちてきている噴石を模して、それからつくっているんですよ。だから、架空のものを模した模型ではなくて。まず最初に、その空力特性を室内実験でやっぱり出しているんです。実際の噴石に対しての空力特性を出した上での実験であるということです。

【小屋口委員】 そうすると、空力特性の実験をやった後に、これをやってみたら、例えば、その空力特性の実験が違っていたら、むしろすごくおもしろくて、でも、一致していたら、空力特性でよかったんだと、そういうことになるわけですね。

【オブザーバー（井口）】 そうです。そういうことです。

【小屋口委員】 わかりました。

【藤井座長】 ほかにはいかがですか。南沢さん。

【南沢委員】 長野県の南沢でございます。

最後のD3の避難・救助支援コンテンツの開発ですが、富士山と御嶽で調査を実施されたことですが、最終的にどのように活用されるのか、よく見えなくて。御嶽の場合、今年調査されたんですが、まだ登山道は全て開いていない、田の原は開いていけませんので、木曽町の登山道の往復の調査を一回やらただけだと思うんですが。最終的に、これがどのように火山防災につながっていくか、最終的にどんな方向に持っていきたいのか教えてください。

【オブザーバー（宮城）】 再び防災科研の宮城のほうからお答えいたします。

本コンテンツ、これに限らず、3つのコンテンツ全て、噴火災害発生時、それから、平時、両方の利用を考えております。

特にこの避難・救助支援コンテンツの場合は、まず平時であれば、ハザード情報とか、ほかの山小屋とか避難施設の情報とGIS上で重ねることで、被害推定などを行う。そういった情報を使って、事前の避難計画の策定であったり、避難施設の設置だとか、避難経路の設定とか、そういったところに役立つような情報を提供できる、そういったツール、コンテンツを目的に作成しております。

災害発生時につきましては、どのあたりにどのくらいの登山者の方がいるということを地図上で把握できる、そういったものをつくることで、避難とか、救助とか、そういった指示を出すとき、そういった作戦を練るときに参考になるような情報を提供できる、そういったコンテンツの作成を目指しております。

現状、おっしゃるとおり、富士山でも御嶽山でもかなり限られた部分のデータしかございませんので、将来的には、まず山全体でどういった形で動態情報を得るか、そういったところもきちんと考えていかなければならないと考えております。

以上です。

【藤井座長】 南沢さん、いいですか。どうぞ。

【南沢委員】 今後いろいろご研究いただくかと思うんですが、特に救助になりますと、実際、登山者が登山道にずっと立ち止まっていません。いろいろ移動しますので、そこら辺をどのように見るのか。このテーマでいきますと、避難・救助となっています。救助にどう生かすのかがまだ具体的によくわかりませんので、その点、もう少し深く検討いただければと思いますが、よろしくお願いいたします。

【オブザーバー（宮城）】 コメント、どうもありがとうございます。

【藤井座長】 ほかにはいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、次に移りたいと思います。最後になりましたけれども、人材育成コンソーシアム構築事業について、西村さんのほうから。

【西村委員】 担当者の西村です。よろしくお願いいたします。

次世代火山研究者育成プログラムは、こちらにあるかなり多くの機関が参加していただいておりますけれども、大学は16大学が集まって運営しております。

これは、この4年間の全体をまとめたものになります。下から1年から4年目の活動を示し、

最初の欄に受講生の数がどれぐらい増えたかということが書いてあります。最初は14人か15人程度の定数を考えておりましたが、毎年大体20名ぐらいが受講生として入ってきてくれていますので順調に受講生を育成していることになるといえます。

それから、講義については、基本的には黒が計画数、赤が実数です。Web会議によるシステムを使った遠隔授業も行ってきました。

テキストについては、教科書が2冊出たということと、フィールド実習の資料、あるいは、火山学セミナーで提供された資料が、学生がいつでも見られるような形で受講生には提供できるようになっております。

コンソーシアムの機関についても、黒の文字が当初の計画数です。大学が当初8でしたが、現在は16大学が集まっておりますし、学協会や自治体なども、多くの機関から参加いただいております。民間企業については、4年目の段階で2企業ぐらいを想定していたのですが、現在はまだ1という状況になっております。

受講生の進路をこちらにまとめてあります。平成29～30年度の修了生は、昨年の3月に卒業しましたので、これは確定版になります。卒業した学生18名のうち、いわゆる火山研究や防災関係に就いた学生は、その半分の9名。それから、地球科学関係の企業に勤めた学生が2名。あとは、教員になった学生が2名です。そのほかは、いわゆる普通の、火山とか防災とかはあまり関係ないところに就職しています。

具体的な企業名が挙げられるところは、こちらにまとめてあります。29年度は、地理院、民間企業への就職や教員採用者がおりましたし、30年度は、ドクターの学生が出ましたので、気象庁やJSPSの特別研究員、それから、ジオパーク学術研究員など、かなり火山の防災に近いところ、研究に近いところに就職しています。昨年度は、気象庁や、民間企業でも地質/岩石分野や防災関係のところ、あるいは、地方自治体職員などに学生が就職しております。

こちらのグラフは、平成18年から最近までの学生数の変化です。申請時の大学と、コンソーシアムに現在参加している大学に分けて、左と右に書いてあります。博士の学生の数、修士の学生の数というのは、コンソーシアムの受講生の学生数ではなくて、各大学の研究者に、周りにいる火山を研究している学生はどれぐらいいますか、というアンケートを取ってまとめたものです。教員によって基準が多少違うかもしれませんが、おおよその傾向は反映していると思います。博士の学生というのは、平成26～27年までは10前後ぐらいだったんですが、28年の本プロジェクトが始まるぐらいから増えています。修士もその少し前ぐらいから増えておりまして、平成18年、20年前に比べると倍増ぐらいになったということです。

それから、右側はコンソ参画大学、つまり16大学で見ても、同じような傾向があります。そのほか黄色で書いたのが火山学会の学生会員数になります。こちら最近3年間で急増しています。コンソの学生数よりも非常に多いですから、コンソーシアムの受講生が増えたというだけではなくて、おそらく研究プロジェクトの実施もあって、いろんな大学で火山研究が活発になった効果が出ているのではないかと考えております。

学生がどれぐらい活躍しているかということを示す一つの指標として、査読付き論文のリストをまとめました。2018年度末までに出了た受講生が書いた論文をまとめてあります。13編ありますが、博士課程16名ですから、ほぼ1人1編ぐらいは2017年からの1年半程度で書いてくれています。活発に研究もしてくれているということです。

現在の受講生の状況になります。これまでずっと説明しておりますけれども、どの大学にもほぼ満遍なく学生がいるということを示しています。2019年9月夏修了した博士課程の学生が1名いましたので、応用コース修了者が1名と9月にでています。

今年度のスケジュールを前期と後期でまとめています。基本的には昨年度と一緒ですが、青文字で書いたところが、今年度から始まった発展コースによる授業になります。主に授業が書いてあります。そのほかの内容も少し書いてありますけれども、少し特別なものは青文字で書きました。海外特別研修というのは、今年度はインターナショナルスクールとして、イタリアとフランス、日本が共同で運営したものです。それから、気象庁に気象庁職員研修を提供していただきまして、発展コースの学生の参加を可能にいただきました。

こちらは後期になります。気象庁の方にセミナーを開催していただいたり、発展コースの学生がシンガポールの南洋大学に行って、日本の学生と南洋大学の火山研究をしている学生で交流しながら研究発表会を行ったというものがあります。

それから、長野県上田市で火山防災特別セミナーというのを実施しました。こちらは、地方自治体の方も講師として参加したりしていただいて、学生と一緒に火山防災について考える会をしました。上田市で実施しましたが、草津白根山にも行って、2018年の噴火時の行政の対応とか研究者の対応などについて学びました。

これ以降は今後の計画です。12月・1月は学位関係で忙しいので授業などはありませんが、2月・3月にもまだ授業があります。

発展コースは、今年度から開始されましたけれども、このような開設状況です。海外特別研修については、先ほどお話ししましたイタリアでのインターナショナルスクールのほかに、台北でACVのフィールドキャンプを利用して行っております。それから、これは気象庁

研修ですね。先ほど言いました南洋大学でのセミナー、火山防災特別セミナーなど順調に授業が開講できております。

今年度、インターンシップも、いろいろな機関でやっていただきました。産総研、気象庁、防災科研、地理院で10名近くの学生、地方自治体でも5名。それから、今年度は1名、文部科学省の地震・防災研究課でも引き受けていただきました。

そのほか、火山学の特別セミナーとしては、社会科学として、本プロジェクトのPAの関谷先生、それから、日本災害情報学会と協定を結びましたけれども、会長の田中淳先生にも講演をしていただきました。それから、先ほどお話ししましたが、気象庁の方にも、火山関係の法令とか噴火警戒レベルについて詳しく、2日間かけて講義をしていただきました。

今年度の修了生・修了見込み生の進路先を、アンケートを取ったものをまとめています。まだ確定ではありませんけれども、内定をもらった学生から通知があったものをまとめました。1人が防災科研に任期付研究員として採用されております。

それから、基礎・応用コースでは、21名いますが、博士課程進学希望者が6名、国などの火山防災に関連したところに就職するのが3名、民間企業が5名、防災とは関係ないですけれども、地球科学に関連する学生が2名、そのほか4名で、地方自治体にも1名います。

発展コースの受講生が1名中退しますけれども、こちらも国などの機関に勤めるということが内定しております。

今後の予定ですけれども、11月に来年度の受講生の募集を開始して、11月末に応募を締め切って、現在審査中というところです。12月のクリスマス頃に採否を受講生に通知するということになっています。

それから、コンソーシアムについては、地方自治体が今7県参画いただいていますけれども、さらに群馬県とは協定がほぼできています。まだ合意にまでいっていないという段階です。それから、数県、興味があるという県がございましたので、現在協議中です。

民間企業については、アジア航測株式会社のほかに、1企業が現在協議中で、人材育成委員会の中では認定をされております。

また、11月7日に田中敦先生のセミナーに参加させていただきまして、ライフライン系の企業にこのコンソーシアムの活動を紹介して、こちらのコンソーシアムに入っていただくようお願いをしました。

それから、2020年度については、国内フィールド実習は、これまで実施した草津や霧島山、それから、海外特別研修は、ストロンボリ、フィリピンで実施することを今考えております。

そのほかについては、現在検討中というところになります。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

それでは、何か質問、あるいは、コメントございますでしょうか。

ございませんか。青木さん。

【青木委員】 気象庁、青木です。

この次世代の人材育成プログラム、気象庁としても非常に期待しておりまして、是非とも今後とも協力していきたいと思いますので、よろしくお願いします。

【西村委員】 ありがとうございます。

【藤井座長】 それに関連するんですが、平成30年度にドクターを取って気象庁に入ったというのは、これは一般職として入ったんですか、それとも、気象研に入った？

【西村委員】 平成30年度？

【藤井座長】 30年度。

【西村委員】 気象研ではないですね。本庁だと思います。

【藤井座長】 そうすると、公務員試験を受けて入った？

【西村委員】 そう聞いております。

【藤井座長】 わかりました。

ほかにはいかがでしょうか。

ございませんか。岡山さん。

【岡山委員】 今までのプロジェクトの話と、この次世代育成のプログラムとの関連性のところでお伺いしたいんですけども。先ほどのプロジェクト、番号等は忘れちゃったんですが、地質学的なところを……。

【藤井座長】 課題C。

【岡山委員】 ありがとうございます。そこで、学生にも現場とかのフィールドワークとかの機会を与えているという理解をしているんですけども。それ以外にも、今、いろんなプロジェクトで、本当に最新の研究というか、現場を見られる機会があると思うんですが、このすごく魅力的なカリキュラムを見ると、これだけのためにつくられている感じがするんですが、こちら側のプロジェクトとの関連性がどこまであるのかというのを教えていただいてもいいでしょうか。

【西村委員】 ひとつは、今日お話ししなかったんですけども、発展コースに入った学

生の何人かは、マッチングができれば、研究課題の担当として、リサーチアシスタントとして雇用されるというのが1つあります。

それから、現在の研究状況の説明については、今年の火山学会のときにセミナーを開きまして、清水先生のほうから現在の研究状況を説明していただいているというようなことがあります。

それから、受講生が最初基礎コースとして入るときにも、火山研究プロジェクトの概要を説明することによって、この全体がわかるようなことを伝えております。

【岡山委員】 じゃ、自分の研究を選ぶときに、研究課題に強く関連したものを選んで、一緒にその研究を深めていくということはできる可能性も十分にあるということですか。

【西村委員】 はい。このコンソーシアムに入っている大学の先生の半数以上の方は、研究プロジェクトの研究担当者になっていきますので、自然と関連分野の研究をすることになる人が多いと思います。

【岡山委員】 ありがとうございます。

プロジェクトとして一緒にやっているのも当然関連はしていると思ったんですが、どういった関連があるのかというのを確認したかったのです。ありがとうございます。

【西村委員】 はい。

【藤井座長】 ほかにはいかがでしょうか。

【小屋口委員】 実は、前回のこの会議でお伺いしたことに関係しているんですけども、RA以外にも、若手の研究員をプロジェクトのほうで雇用していますよね。今日の資料3を見て、人件費・謝金のところを見ると、部分的に年間500万ぐらいが計上されているところがあって、おそらくこういうところはポスドク1人ぐらいだろうとか、1,000万ぐらいのところはポスドク2人ぐらいだろうというふうに推測しながら見て、そんな感じで人件費の幾つかは使われていると思うんですけども。大体そちらのほうの人数というのは、これをざっと見ると、10人ぐらい常に雇用している感じなんですかね。全体で。

【清水委員】 研究プロジェクトのほうですね。

【小屋口委員】 研究プロジェクトのほうです。

【清水委員】 森田さん、B関係わかります？

【オブザーバー（森田）】 10人はいかないかもしれませんが、5人以上10人以下ぐらいですね。

【小屋口委員】 そうすると、RAで若手……。

【オブザーバー（森田）】 すみません、今のはPD。

【小屋口委員】 PDね。だから、RAで、次世代の、今、西村さんが説明していただいたほうで学生レベルをサポートして、それに加えて、ポスドクを5人から10人ぐらい常に雇用していて、それはある意味でポスドクだから任期付だけれども、さらにそこでテニユア的なポジションに就いたり、別の機関に行ったりということはあり得て、そこに関する実績もあるというふうな理解でよろしいでしょうか。

【西村委員】 私が知っている限りでは、まだポスドクとして受講生は採用はされていないです。修了者が出たのがまだ昨年度で、別なところに就職していますので、ないです。

基本的にRA、大学院生のレベルのときにRAとして各課題に雇用されているということになっています。

（コメント修正 本年9月博士課程修了の基礎・応用コース修了受講生1名がポスドクとして防災科研に就職）

【小屋口委員】 じゃ、そちらの学生のほうはよしとして、ポスドクのほうで任期が切れた人がちゃんと就職している例というのは、僕も漏れ聞いてはいるんですけども、何人かいますよね。だから、そういうことも含めて、このプロジェクト全体がどんな感じで火山の専門家を育てているかというのも可視化されていたらいいなと思って。ある意味で、この回収資料で可視化されているような気もするんですけども。その辺について何かご存じでしたら、教えてください。

【西村委員】 目標は、コンソーシアムとしては、毎年5～6名の発展コースの受講生を引き受けていますので、アウトプットも毎年5～6名のドクターを育成したいとは思っています。

【小屋口委員】 プロジェクトのほうはどんな感じなんですか。

【オブザーバー（森田）】 プロジェクトは、先ほど言いましたように、この人材コンソーシアムができてから、この卒業生を採用したことはないですけども、基本的には、例えば、この人材コンソーシアムの講師になっている先生のある意味で指導している人をPDに雇ったりしています。

【オブザーバー（中川）】 課題Cのほうでは、PDの方が産総研に就職しまして、それで、今日西村さんの資料でありましたが、インターンシップで実際に今度は受講生を指導するという、そういうふうにやっています。そういう事例もあるということで。

【小屋口委員】 だから、制度としてはなくても、事例としてはそういう形で、学生とポ

ストクとという幾つかの世代がうまく関連づけ合っているというようなことがあるように漏れ聞いているので、それが見える形でやると、プロジェクト全体としての若手育成に関する活動がわかるような気がする。

【オブザーバー（中川）】 まだ4年目なので、回っているというところまではいっていないと思うんですが、回り始めているという、そういう感じだと思います。

【小屋口委員】 はい。

【藤井座長】 池谷さん。

【池谷委員】 ちょっと視点が違うかもしれませんが、皆さんご承知のように、火山防災対策をするために、県知事さんが会をつくって、しっかりやれという会をやられているわけですね。山梨県は、それをベースとして、職員を現在募集しているのはご承知かと思いますけど。

そういうようなことを考えると、活火山のある県で、県知事さんがしっかりやれと言っているような県であれば、そういう県にも——どなたが言えばいいのかわかりませんが、文科省が言うのがいいのか、このコンソーシアムとして言うのがいいのか、どこが言うのがいいのかちょっとわかりませんが、少しPRをしていただいて、売り込みというんでしょうか、学生さんたちが行きやすいルートをつくっていくというのも重要なと思います。

それから、知事さんだけではなくて、活火山のある市町村にもそういうPRをしていくというようなことも重要ではないかなと思うんですけど、いかがですか。

【西村委員】 ありがとうございます。

地方自治体とのコネクションが今7つの地方自治体なんですけど、今回、火山防災特別セミナーというのを上田市でやった際には、十数県に声をかけました。10県ぐらい来ていただけたということで、危機管理課のようなところの方が来るんですけど、そういう方に来ていただくと、そういう防災対策をしている方に宣伝ができるというところだったんです。ただ、今年度、10月19日、台風の影響の水害のために、結局5つぐらいになってしましまして、ちょっと残念だったんですけども。今後もそういうコネクションを利用して、いろんな県の方に理解していただこうとは思っています。

山梨県の方も実はそこには来ていただいて、火山防災担当の職員の募集をしていますというような宣伝もしに来ていただきました。そういう意味で、それなりに認知はされているのかなと思っています。

【藤井座長】 ほかにございますか。よろしいでしょうか。

それでは、次の議題に移りたいと思います。

[議題2 中間評価の結果報告]

【藤井座長】 議題2です。中間評価の結果報告ということで、文部科学省のほうから報告をお願いいたします。

【上山地震火山専門官】 文部科学省、上山でございます。資料2-1をごらんください。

中間評価に関しましては、このプロジェクトの外部委員で構成されます評価会による中間評価と、それとは別に、科学技術・学術審議会の研究計画・評価分科会というところでも中間評価を行っておりますので、この場では、その2件について説明させていただきます。

まず、資料2-1のほうは、評価会による中間評価についての概要でございます。こちらについては、外部委員によりまして、今年の7月8～9日にかけて評価会が開催されました。評価会では、次世代火山研究推進事業の各課題及び人材コンソについて、評価委員による評価が実施されました。

中間評価の結果については、いずれの課題/事業についても、総合評価がAまたはSということで、当初の計画と同等又はそれ以上の取り組みが行われているという高い評価をいただいております。

その下のほうは、個別の課題ごとに評価が書いてあります。この後、休憩を挟みまして、議題3のほうで今後の取り組みの方向性についてディスカッションしていただきますので、この場ではこの評価会で委員の先生方からいただいたコメントの中でも特に今後の方向性についてのコメントを中心に紹介したいと思います。

それでは、まず課題Aのところ、「各種観測データの一元化」についてです。こちらについては、火山観測データ一元化共有システム（JVDN）の稼働に至ったことを高く評価いただきまして、評価Aをいただいております。

今後の方向性としましては、動作を軽くするなど、ユーザビリティの向上や関係機関との連携強化をするべきというご指摘をいただいております。

続いて、課題B-1です。「新たな技術を活用した火山観測の高度化」、こちらはミュオグラフィの件ですけれども、こちらについて、当初計画よりも高解像度の火山透視画像自動生成システムが構築され、桜島内部のイメージングに成功したという点を高く評価いただきまして、評価Aをいただいております。

こちらの方向性については、得られる画像の解析・評価について、より多くの火山専門家が関与して火山学的な視点から検討するべきとのご指摘をいただいております。

続いて、課題B-2です。「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」ということで、こちらは衛星SARといった内容になりますけれども、こちらについては、計画通り又は計画以上に技術開発が進んでおり、今後生じる課題への具体的検討が重ねられているということで、評価Sをいただいております。

こちらの方向性については、実際の火山観測における活用に今後期待するというコメントをいただいております。

続いて、課題B-3でございます。「地球化学的観測技術の開発」というところで、こちらについては、火山ガスの測定・分析に係る技術開発に顕著な進展が見られること、また、現地で即時的に分析する見通しが得られたことについて評価いただいております。さらに、従来からの手法による火山ガス観測で、具体的に箱根山、霧島硫黄山、草津白根の本白根山の水蒸気噴火の発生前後の変化が捉えられたという点についても評価をいただきまして、評価Sとなっております。

今後の方向性につきましては、その他の物理観測データと合わせて解釈することで、噴火切迫性評価及び火山活動推移予測に有用な知見が得られるということを期待するというご指摘をいただいております。

続いて、課題B-4でございます。こちらは、「火山内部構造・状態把握技術の開発」で、系統的に複数の火山の調査が行われて、重要かつ有効な成果が得られていること、特に、得られた成果を活用して水蒸気噴火の準備過程モデルを構築したことを評価いただきまして、評価Sとなっております。

今後の方向性につきましては、噴火準備過程についてのより詳細な評価及び火山研究のみならず火山防災への更なる貢献を期待するというコメントをいただいております。

続いて、課題B2-1でございます。こちらは「空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発」で、こちらについては、実現すれば重要かつ画期的な技術開発であるということで、評価Aをいただいております。

方向性としては、技術開発の過程で予定通り進まない部分もあるということとはご指摘いただきましたが、今後の技術的課題と改善策が明確になっておりますので、目標期間内での実用化に期待するというコメントをいただいております。

続いて、課題B2-2でございます。こちらは「位相シフト光干渉法による多チャンネル火

山観測方式の検討と開発」という課題で、実現すれば過酷環境下での実用が期待されるということで、評価Aをいただいております。

今後の方向性につきましては、長期安定性の検証やノイズの低減など技術的課題が残されてはいるものの、技術開発や長期間のデータ集積・検証を通して、実用性の高いシステム構築を期待するというコメントをいただいております。

続いて、課題C-1でございます。こちらは「火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発」という課題で、計画を上回る11火山においてマグマの噴火直前の状態に関する岩石学的情報が得られたことを評価いただきまして、評価Sとなっております。

こちらの方向性については、物理観測データとの対比を進めながら、噴火事象分岐の精度の向上を目指すべきとのコメントいただいております。

続いて、課題C-2でございます。「噴火履歴調査による火山噴火の中長期予測と噴火推移調査に基づく噴火事象系統樹の作成」という課題で、多数の火山について全国の研究者が分担連携し、ボーリングやトレンチ掘削等の効果的な手法を用いて調査研究を実施することで、それぞれの火山で噴火履歴に関する新たな知見が得られているという点を評価いただきまして、評価Sとなっております。

こちらの方向性につきましては、課題C-1やC-3との更なる連携強化を通じて、成果の質がさらに高められることを期待するというコメントをいただいております。

続いて、課題C-3です。「シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発」という課題で、それぞれの要素技術の開発段階として順調に進捗しているということで、評価Aをいただいております。

今後の方向性につきましては、課題C-1、C-2及び他の課題と連携して、実際の火山のハザード評価に役立てていくことを期待するとともに、ハザード評価システムについては、シミュレーション結果が与える社会的影響等も考慮し、その情報発信・利用方法について課題D-3と協議を重ねるなど、更なる検討をすべきとのコメントをいただいております。

続いて、課題D-1です。「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」という課題です。評価いただいた点については、阿蘇山や霧島山新燃岳の噴火に際して、時機を失することなく撮影・解析を実施できたという点を評価いただきまして、評価Aとなっております。

方向性については、データ解析時間の更なる短縮、ドローン運用に係る制約への対応の検討が必要というコメントをいただきました。

続いて、課題D-2です。「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」という課題で、火山学と気象学の技術と知見を融合し、レーダー等を活用した実況把握や予測技術の進展により、桜島における実用的な降灰予測手法がほぼ確立されたという評価をいただきまして、評価Sとなっております。

こちらの方向性としては、大規模噴火に備えた検討や、他の火山への一般化の可能性についても念頭に置いた技術開発に期待というコメントをいただいております。

続いて、課題D-3でございます。こちらは「火山災害対策のための情報ツールの開発」という課題で、自治体の防災担当者のニーズを把握しながらツールの開発を進めている点について評価いただきまして、評価Aとなっております。

今後の方向性につきましては、研究の範囲で応えられないニーズについては、行政など関係機関と連携した取り組みや、そうした限界が存在することを含めた情報発信を考えるべきという点、及び開発した情報ツールを利活用してもらえよう、ニーズへの対応を含めて検討すべきという点についてコメントをいただいております。

最後に、人材育成コンソーシアム構築事業ですけれども、こちらは、事業開始以降、火山専攻の大学院学生や日本火山学会の学生会員数が急増するなど、人材育成プログラムの効果は顕著であるという点と、次世代火山研究推進事業で実施する研究に学生が参加しており、学生間の議論・討議が活発になるなどの波及効果もあるという点を評価いただきまして、評価Sとなっております。

今後の方向性につきましては、今年度の新設した発展コースの運営も含めて、更なる展開に期待というコメントをいただいております。

以上が、評価会での評価の結果になります。

続いて、資料2-2をごらんいただきます。こちらは、研究計画・評価分科会による中間評価の結果となっています。

こちらの中間評価では、個別の課題というよりも事業全体について、必要性・有効性・効率性という観点から評価した上で、当該事業を今後も引き続き継続すべきかどうかを検討されております。

今年度の研究計画・評価分科会でこの火山プロジェクトについて議論されたのが、8月28日の分科会でございます。

簡単に結論を申し上げますと、既に多くの成果や知見が論文や学会等で報告されたり、火山活動評価にも生かされたりしているという点を評価いただきました。また、人材コンソの

ほうでは、人材の育成が順調に推移しているという点も評価いただいております。全体的な取り組み方法についても適切かつ効率的であるということで、結論としては、引き続き継続して実施すべきであるという評価をいただいております。

こちらからの説明は、以上になります。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

今の中間評価結果の報告について、何かご質問はございますでしょうか。

ございませんか。どうもありがとうございました。

それでは、1分ほど予定よりも過ぎましたけれども、休憩時間を取りたいと思います。再開は15時15分からとします。

なお、関係省庁の傍聴者の方は、ここで退席をお願いします。お疲れさまでした。

(休 憩)

〔議題3 中間評価の結果を踏まえた今後のプロジェクト推進方策について（フリーディスカッション）〕

【藤井座長】 時間が来ましたので、議題3のほうに移りたいと思います。議題の3は中間評価の結果を踏まえた今後のプロジェクト推進方策についてです。この議題3では、フリーディスカッションを行っていただきますが、フリーディスカッションのコーディネーターについては西垣さんに務めていただきます。

なお、議題3については、委員の皆様の自由なご発言の確保のため、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト総合協議会運営要領第4条の2により議事録を非公開としたいと思いますが、よろしいでしょうか。（反対意見なし）

(以 下 非 公 開)

〔議題4 その他〕

【藤井座長】 それでは、次の議題のほうに移りたいと思います。今のフリーディスカッションは、生煮えではありますけれども、今、いただいたような意見を参照にして、今後、どういうふうにこのプロジェクトを進めるのか、あるいは人材育成のことに關しても考えていきたいと思いますが、重要な点は、やはり漠然といつまでも10年間、このままで進むのではなくて、短期的にはどこまで実現するかということを、きちんとした目標を立てて計画を進めていくことだというふうに思います。

それでは、議題4のその他のほうに移りますが、その他、事務局からの提案、報告事項になりますので、事務局からお願いいたします。

【事務局（浅川）】 それでは、資料3-1で、総合フォーラムの開催について、これは報告ですけれども、今年度もフォーラムを予定してまして、まだ細部にわたっては詰まっていない部分も多々ありますけれども、現時点での構想というのか、骨子ということで、こういって、今、考えていることをお知らせしたいと思います。

主催、文部科学省。それから、日時が来年の2月16日14時から17時を考えています。場所は一橋講堂であります。対象者としては、高校生、それから大学生を含む一般ということであります。これ、次のテーマとも関連していますけれども、テーマがそこにありますように、「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトのこれまでの成果と今後の展開」ということで、4年間、中間評価を受けて成果が出ていますんで、こういうものをちゃんと広くお知らせするというので、高校生、大学生も含んで一般の方ということを対象にしております。

6番のプログラムですけれども、一応、そこにありますんで、主催者挨拶、基調講演、ここはまだどなたにどういうテーマでとのことは検討がまだ、まだ検討が始まったばかりでございます。PL講演につきましても、藤井先生にお願いしようというのは考えていますけれども、まだテーマ等は全く決まっていません。それから、研究成果の発表。これは、研究成果について、課題について成果を発表していただくということでございますけれども、括弧書きで人材育成事業で学ぶ学生を含むということで、人材育成で受講しています学生の立場から発表をぜひ含むような形にしたいと思っています。それから、パネルディスカッション。これもテーマとかパネリスト、まだ未定でございます。それから、研究成果のパネル展示ということでもあります。

7番目が、開催の周知方法になりますけれども、まずは文部科学省、それから火山プロジェクトのホームページ、これに案内を出すと。それから、SNS等の活用。それから、ポスターとチラシを作成して関係機関に送付をすることを考えています。送付先としては、そこにありますプロジェクト参加機関、関係行政機関、それから火山防災協議会を設置している自治体、それから地球科学の講座を有する大学です。

それから、もう一つ、一番下ですけれども、スーパー・サイエンス・ハイスクールの指定高校とあります。これ、文科省が、要するに理科学教育、数学とか科学技術教育とか、そういうところを積極的にやっているところを、これ、応募を受けて選定して指定をしています。要するに科学技術の意識が高いところという高校ということになりますけれども、こうい

うところに案内を出そうかと、今、思っています。

それから、8番目がパンフレット、リーフレットの作成と。これは当日、配布する分ですがけれども、まだ全然、これも決まっていませんので、作成においてまた先生方のご協力をお願いするかもしれませんので、よろしくお願いいたしますと思います。

以上でございます。

【藤井座長】 ありがとうございました。

今のフォーラムについて、何かご質問、ご意見ありますか。ございませんか。

それでは、総合協議会資料の電子化について、続いて事務局のほうから、資料3-2でお願いします。

【事務局（浅川）】 資料3-2です。配付資料の電子化についてということで、これ、ご提案なんですけれども、文科省のほうから会議資料のペーパーレス化という話がありまして、それを受けて、次回以降の総合協議会において紙面での資料配付を取りやめようということを検討しています。

以下、具体的な運用法を書いていますけれども、1番として、配付資料、電子データは、先生各自のノートPC等に保存をしていただくということでもあります。PDF化して、容量が大きいファイルでございますので、文科省のファイル転送システムがございますから、これを用いて送付をするということを、今、考えています。データの入ったPC等は会議の場に、先生方各自、持参をしていただければと思っています。席上で配付する資料、これはもう紙面で、当日、配付をします。

4番で、いろいろな理由で端末の持ち込みができないという先生方につきましては、従来どおり紙面で配付を予定しています。

5番ですけれども、紙資料の配付が必要かどうかについては、総合協議会の開催の都度、出席の確認とあわせて確認いたしたいと思っております。

こうすることで、一応、やっていこうと思っております。以上でございます。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

何かご質問ありますか。

これ、電子データは事前にダウンロードしたものを持ってこいということですね。

【事務局（浅川）】 文科省のファイルシステムからダウンロードできるようになっていますので、事前にダウンロードしていただいて、パソコンを会場へ持っていただくということになっています。

【藤井座長】 ほかにありますか。よろしいでしょうか。

それでは、ちょっとオーバーしましたけれども閉会いたします。

長時間、ご討議、ありがとうございました。

【事務局（矢澤）】 委員の先生方の席上配付の資料で、会議後回収というものは席上に置いていただきたいと思います。それから、資料を郵送ご希望の先生方は、そのまま席上に置いていただいて、封筒に名前を書いていただければと思います。よろしくどうぞお願いいたします。

—— 了 ——