

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9回）議事録

1 日 時 令和4年12月16日（金曜日）13時37分～16時36分

2 場 所 オンライン会議

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

池谷 浩 （一財）砂防・地すべり技術センター 研究顧問

板寺一洋 神奈川県温泉地学研究所長

岩田孝仁 静岡大学防災総合センター 特任教授

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 科学コミュニケーション室 副調査役

加藤孝志 気象庁地震火山部 管理課長

小屋口剛博 東京大学地震研究所 教授

清水 洋 九州大学 名誉教授

関谷直也 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター 准教授

高松正人 観光レジリエンス研究所 代表

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 長野県長野建設事務所 次長

（オブザーバー）大湊隆雄（課題B事業責任者）

中道治久（課題B2-2事業責任者）

中川光弘（課題C事業責任者）

藤田英輔（課題D事業責任者代理）

ほか 各課題担当者、関係行政機関担当者

（事務局）小林 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

井上 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】 どうもお待たせしました。本日はお忙しい中を御参加いただきまして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9回総合協議会を開会いたします。

本日は新型コロナウイルスの感染防止対策の徹底等のため、オンラインでの会議となります。議事進行中に通信の不具合等が発生した際、リモートのため、事務局より対処しかねる場合がありますので、皆様のほうで御対応いただけますようお願いいたします。

それではまず、文部科学省研究開発局地震・防災研究課長の小林洋介さんから御挨拶を頂きます。小林さん、よろしくお願いいたします。

【小林地震・防災研究課長】 4月より鎌田の後任として着任いたしました、地震・防災研究課長の小林でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

第9回総合協議会の開会に先立ちまして、一言御挨拶申し上げます。総合協議会委員の先生方、関係の皆様におかれましては、常日頃より次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの実施に御尽力くださり、厚く御礼申し上げます。

本プロジェクトも本年度で7年目を迎えましたので、8月に2回目の中間評価を実施したところでございます。全ての課題で当初の計画目標と同等もしくは当初の計画目標を上回る取組が行われているとして高い評価を頂いており、成果が成熟しつつあると改めて認識しているところでございます。また、最終的なアウトプットに関しまして、火山研究運営委員会において活発な議論が行われていると伺ってございます。

本プロジェクトの成果を着実に火山災害の軽減に資するものにつなげていくことを期待申し上げる次第でございます。文部科学省といたしましても、本プロジェクトのさらなる発展のため、引き続き皆様方とともに取り組んでまいりたく、本日の会議におかれましても皆様の忌憚のない御意見をお聞かせいただければと思います。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

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（岡部）】 事務局でございます。

昨年12月に開催されました第8回の総合協議会以降、委員の交代はございません。

本日は全委員に御出席いただいております、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

業責任者及び関係行政機関の方々にオブザーバーとして御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】 どうもありがとうございました。

本日の議題は議事次第にあるとおりです。事務局は配付資料の確認をしてください。

【事務局（園田）】 では、配付資料の確認を始めさせていただきます。今回の資料は、文科省のファイルサーバーを利用して皆様のお手元にダウンロードいただきました一式でございます。

それでは議事次第ページの項目4、配付資料を御覧ください。最初の議事次第から順に、本プロジェクトの総合協議会委員の名簿、令和4年・5年度のスケジュール、総合協議会設置要領、同運営要領、同議題選定要領と続いております。

次に、本日の議事資料が並んでございます。資料1-1から資料2-2までが文科省からの報告の資料です。資料1-1が本プロジェクトの実施状況について。資料1-2は次世代火山研究推進事業課題C-1、参加機関の離脱及び追加についての伺い。資料2-1は令和4年度中間評価について。資料2-2が科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会での中間評価結果についてでございます。資料3-1から資料3-5までが、順に課題A、課題B、課題B2-2、課題C、課題Dと続きまして、資料3-6が人材育成コンソーシアム構築事業。資料4が火山研究運営委員会の報告。資料5が令和4年度2月予定の総合フォーラム開催についてとなっております。

なお別途、委員限定の席上資料につきましては、前回同様、本プロジェクトのポータルサイト内特設ページに掲載しておりますので、事前にお知らせしております資料閲覧ページへのリンク先で委員の皆様は御覧いただければと思います。

なお、本日の会議資料につきましては、本プロジェクト総合協議会運営要領第3条第1項によりまして、原則公開となります。また、配付資料及び議事録はポータルサイトにて公開とさせていただきます。

最後に、これからの資料御説明の時は説明の方から画面共有をしていただきますよう、よろしく願いいたします。

事務局から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。

[議題1 プロジェクトの運営について]

【藤井座長】 それでは議題1「プロジェクトの運営について」に入りたいと思います。

文部科学省から説明をお願いいたします。

【井上地震火山専門官】 文部科学省地震・防災研究課の井上でございます。本日はよろしくをお願いいたします。画面を共有させていただきます。

まず、資料1-1「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの実施状況」としまして、こちらはふだんから用いているものでございますけれども、概要として御説明いたします。

こちらはプロジェクトの概要として、予算要求のポンチ絵となっておりますけれども、令和5年度の要求額につきましては、今年度とおおむね同じ額として6億4,000万円ということで要求しているところでございます。

2ページ目と3ページ目につきましてはプロジェクトの実施状況としまして、こちらは概要としてまとめたものになっております。この後、各課題・各事業から御説明いただきますので、本日、御説明については省略させていただければと思います。

引き続き資料1-2としまして、課題C-1の参加機関の離脱及び追加ということで資料を用意しております。課題C-1「火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発」につきまして、課題責任者より参加機関の変更について申請がありましたので、ここでお諮りしたいと思います。こちらは総合協議会の審議事項になっておりますので、この後、御承認いただければと考えております。

課題C-1におきましては、熊本大学がこれまで阿蘇山の研究等において御参画いただいておりますが、熊本大学の業務主任者の長谷中先生が今年度末をもって御退職されることから、福岡大学の三好先生に当該業務を引き継ぎたいということで申出がございました。福岡大学につきましては、これまで業務協力者として御参加いただいていたところでして、研究の継続という点について、おおむね問題ないかと思っているところでございます。参加機関としましては、熊本大学が離脱しまして、福岡大学が追加という形となります。

なお、長谷中先生につきましては、来年度以降も業務協力者として協力いただけるということですので、課題C-1の事業の運営に問題はないと伺っているところでございます。

こちらにつきまして、御審議をよろしくをお願いいたします。

文科省からは以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

今の文科省からの説明について、何か質問や御意見がございますでしょうか。特に参加機関の変更については総合協議会の審議事項となりますので、御意見がありましたらお願いいたします。

【事務局（園田）】 事務局から一言お知らせします。

御質問や御意見の時は、Zoomにあります挙手の機能でお知らせいただけますよう、よろしくお願いたします。

以上です。

【藤井座長】 いかがでしょうか。質問あるいは御意見はございませんか。

大丈夫ですかね。

【事務局（山下）】 はい。手は挙がっておりません。

【藤井座長】 特に質問や御意見がないようですので、課題C-1の参加機関については、これまでの熊本大学に代わり、福岡大学が新たに参加することで御了承いただきたく存じます。

〔議題2 令和4年度の間評価結果について〕

【藤井座長】 それでは、続いて議題2「令和4年度中間評価結果について」、文部科学省から説明をお願いいたします。

【井上地震火山専門官】 文部科学省でございます。

議題の2-1としまして、今年度の中間評価の結果について御報告したいと思います。火山プロジェクトにおきましては今年度7年目となりまして、プロジェクトの評価会における外部有識者による中間評価を夏に行っております。それから科学技術・学術審議会では研究計画・評価分科会というものがございまして、こちらでプロジェクト全体の評価も行っております。それらを資料2-1と2-2で御説明したいと思います。

まず2-1になりますけれども、こちらはプロジェクトの評価会における評価となっております。このたび公表したものになっております。評価会委員としましては主査の石原先生を中心にこういったメンバーとなります。今年8月30日・31日にかけて評価会を行いまして、各事業担当の皆様から御説明を頂きまして、審議を行いました。その結果につきましては12月、今週各機関に通知をさせていただきました。

評価結果としましては各S・A・B・Cの区分がありまして、それぞれ、所期の計画を超えた取組、あるいは所期と同等の取組であるということで、S評価・A評価という高い評価を頂いておりますので報告をさせていただきます。

こちらの概要につきましては、それぞれ簡単に御説明を差し上げたいと思います。

まず、課題Aにつきましては総合評価としましてA評価で頂いております。こちらにつきま

しては、JVDNなどの取組が順調に進行しておりまして、研究者を支援する機能が着実に充実しているということで評価を頂いておりまして、このシステムの運用であるとか、今後の取組に関するところも含めて、さらに充実させていくということでコメントを頂いているところでございます。

次に課題B-1になりますけれども、こちらは「新たな技術を活用した火山観測の高度化」ということで、ミュオンの観測になりますけれども、こちらA評価で総合評価を頂いております。こちらは当初目標より3年早く実現していることで、その部分につきまして進捗状況としてSの評価を頂いているほか、今後につきましては、ミュオンの研究がほかの火山学的な手法との連携が不可欠であるということで少し厳しい評価も頂いておりますけれども、引き続き桜島の研究者や、他の課題の研究者との連携をするということでコメントを頂いているところでございます。

続きまして課題B-2「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」になりますけれども、こちらリモートセンシングを活用した観測装置・解析技術の開発はおおむね順調に進行しているということで御評価を頂いております。技術的な達成度は高いということで評価を頂いておりまして、具体的な観測例を増やすとか、そういった形での取組を引き続き進めてほしいということで評価を頂いているところでございます。

続きまして課題B-3「地球化学的観測技術の開発」で、こちらはS評価で高い評価を頂いているところでございます。火山ガスの観測手法の開発で多くの成果が得られており、他の観測手法との比較等により、地球化学的な観測の意義・必要性などが実証されつつあるという評価を頂いております。また、火山ガス研究に関するマンパワーは決して大きくないと言われておりますけれども、その中でも人材の育成を進めているところも評価を頂いているところであります。引き続き関連分野との連携等も含めて研究を進めるよう、コメントを頂いているところでございます。

続きまして課題B-4としまして「火山内部構造・状態把握技術の開発」ということで、こちらA評価を頂いております。こちらは物理探査などにより火山の内部構造や状態に関する理解が進展しまして、各火山において地下構造のモデル化が進められております。これらは、幾つかの火山の比較も進められておりまして、その部分について意義は大きいということで評価を頂いているところでございます。こちらのモデルにつきましては、今後さらなる研究を進めて定量化を進めることや、他の課題との連携や、地球化学や地質学のデータも活用しながら進めていくことで進展が期待されるということでございます。

続きまして課題B2-2として「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」ということで、こちらも技術開発が当初の計画よりも早く進展しておりまして、S評価、高い評価を頂いているところです。これらの観測研究につきましては、現地観測での使用ということでさらに有効性の検証を期待するというコメントを頂いております。引き続き進めていただければと思います。

続きまして課題C-1「火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発」ということで、こちらもA評価で総合評価を頂いております。噴出物の物質科学的な分析を行う環境整備などが適切に行われておりまして、重要なデータが得られているという評価がされているところです。また、単純化したマグマだまりモデルなどの概念図の作成なども評価を頂いております。これらについて活発な議論を行うことでさらなる研究を期待するというコメントを頂いております。

引き続きまして課題C-2「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」ということで、こちらはS評価で高い評価を頂いているところです。こちらにつきましては、全国的な参加機関による連携・分担により多くの履歴調査がなされていて、集中的に研究を行った効果として高い評価を頂いております。また、課題Cの連携研究も進めていただいております。この部分につきましても高く評価されております。今後につきましては、火山地域の自治体や住民の理解や防災力の向上につながるようということで、引き続き表現の工夫なども行うようということでコメントを頂いております。

続きまして課題C-3「シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発」ということで、こちらにつきましてはA評価を頂いております。こちら、噴火ハザードやマグマ移動のシミュレーションの開発や、観測結果の比較なども行われていて、計画に沿った評価を得たという評価を頂いているところでございます。こちらにつきましては、シミュレーションの要素ができてきたことも踏まえまして、今後ハザードの評価などにどのように生かすかといった観点での検討をさらに進めるようということで、今後の開発を求めるというコメントを頂いているところでございます。

引き続きまして課題D-1「無人機（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」で、こちらもドローン技術の開発、解析ソフトの開発等を通じまして、解析時間の短縮や、夜間の熱赤外のデータ等の利活用なども評価を頂いているところでございます。こちらにつきましても、今後の活用や開発の継続などが重要というコメントを頂いていると

ころです。

続きまして課題D-2「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」ということで、こちらはS評価と高い評価を頂いています。こちらは、降灰予測のシミュレーションについて、火山学だけではなく気象学分野との連携なども進められておりまして、一部の技術開発は計画を前倒しで進んでいるなど、そういった部分も含めて評価を頂いているところです。こちらにつきましては、開発した技術の汎用化など将来的な部分につきましてもコメントを頂いております。

引き続きまして課題D-3「火山災害対策のための情報ツールの開発」ということで、こちらは情報コンテンツの作成を進めて頂いておりますけれども、A評価を頂いています。各コンテンツの開発については計画的に進められておりまして、その部分が評価されております。こちらにつきましては、自治体等の経験の少ない担当者への工夫がなされていることのほか、降灰被害予測コンテンツなどは出口を意識した研究を進めていることが評価されております。

最後に人材育成コンソーシアム構築事業になりますけれども、こちらはS評価で高い評価を頂いているところです。コンソーシアムの構築やプログラムの実施、受講生の募集・修了状況などから、当初の計画を上回る成果が多く出ているということで高い評価を頂いております。そのほか、就職先の状況や、社会人や実務者等にも御参加いただいたセミナーの開催などを踏まえて、人的基盤の拡大にも貢献している点について、高く評価を頂いております。

以上となります。

引き続き資料2-2です。火山プロジェクトにつきましては、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会、及びその下の防災科学技術委員会の中での評価が行われております。研究計画・評価分科会、及び防災科学技術委員会のメンバーシップについては資料に記載のとおりとなっております。9月に防災科学技術委員会が行われまして、藤井先生に資料の説明など御協力いただきまして、評価が実施されました。その後、研究計画・評価分科会で評価が行われまして、こちらが今月公表されたものになっております。

資料は少し分量がありますので適宜御覧いただければと思いますけれども、結果としましては、最後のところ、今後の研究開発の方向性として、引き続き継続して実施すべきであるといった評価を頂いております。次世代事業の研究開発のほか、人材育成事業につきましても、防災分野での研究の裾野の広がりや人的基盤の拡大に関して高い評価を頂いており

まして、継続という評価を頂いております。

長くなりましたが、以上となります。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

ただいま令和4年度中間評価についての説明を頂きましたが、何か御質問あるいは御意見等はございますでしょうか。質問等があれば挙手をお願いいたします。

【事務局（山下）】 御質問はありません。

【藤井座長】 それでは特に御意見はないようですので、次に進みたいと思います。

[議題3 事業の進捗状況に関する報告]

【藤井座長】 それでは議題3「事業の進捗状況に関する報告」に入ります。各課題の事業責任者及びコンソーシアム事業責任者の方々から報告をお願いいたします。本日は質問時間を含めて1課題約15分を取っております。

最初に課題Aについて、防災科研、上田さんをお願いいたします。

【上田委員】 防災科研の上田です。資料を共有させていただきます。

課題A「各種観測データの一元化」の進捗状況について御説明します。説明します内容は3つありまして、データの登録状況とシステムの開発状況、2つ目にJVDNシステムの活用状況、3番目に成果普及のための取組です。

まず1つ目にデータの登録状況ですが、2022年1月以降、東京大学地震研究所、名古屋大学のデータ提供を開始しております。防災科研の阿蘇山臨時火山観測点19か所のデータ提供も開始しております。さらに、課題D-3と連携しまして、雲仙普賢岳平成噴火の写真を登録しまして提供を開始しております。この写真も利用規約に従って研究などに利用することができます。

次に、新たに開発した機能について御説明します。火山ガス・温泉水分析データ共有機能です。この機能は、火山ガスや温泉水の採取地点を登録して、エクセルファイルにデータを書き込んでアップロードすると、このようにデータが登録できる仕組みとなっております。現在、課題B-3の方々に使い始めていただいているところです。

次に、微気圧計データへの対応です。防災科研の16か所の火山観測点に設置しております微気圧計、ナノバロという名前の微気圧計のデータの提供を開始しております。この微気圧計で1月にフンガ・トンガ＝フンガ・ハアパイ火山の大規模噴火による気圧変化を捉えておまして、実際このデータが使われて研究に活用されております。

自動処理結果の表示機能です。JVDNシステムに集約されたリアルタイムデータを活用して、ASL法による自動震源や地震波干渉法解析による地震波速度変化、マッチドフィルター法による阿蘇山の長周期地震の検知結果の表示機能を新たに実装しております。

次に、JVDNシステムの利用状況について御説明します。現在システムにユーザー登録している方の数は今日現在で183名おられまして、8日に1人のペースで増えております。内訳は、大学の研究者が3分の1、研究機関と行政機関がそれぞれ約20%、学生と民間企業がそれぞれ10%という割合になっております。

次に、降灰調査データ共有スキームへの対応です。内閣府に降灰調査データ共有スキームというものがありまして、噴火時に関係機関で構成される降灰調査チームによりまして、JVDNシステムを使ってデータを共有することになっております。昨年度は実際に降灰調査チームによって降灰調査が行われて、JVDNシステムを使ってデータ共有が行われております。今年度も引き続き、降灰チームからの要望に基づきましてシステムの改善を進めております。今年度はJVDNシステムにデータが登録されると、SIP4D、これは基盤的防災情報流通ネットワークというのですが、そこにデータが自動送信される仕組みをつくりまして、このデータが地方自治体や指定公共機関に自動的に送信されて、防災対応などに利用することができるようになっております。この仕組みについて、今月12月13日に火山学会会員向けに説明会も行いました。

次に、成果普及のための取組です。JVDNシステムはこのプロジェクト全体の成果を普及させる窓口としての役割も期待されております。プロジェクトの成果の普及のため、課題AとB-2、B-3、B-4、B2-2と合同で、気象庁と成果普及のための打合せを行っております。内容は、それぞれの課題の研究内容を説明して意見交換するといった内容です。ここに書いてあるのは打合せの後に頂いた意見ですが、気象庁から頂いた意見では、学会に参加できる機会も少ないので、研究者の方から説明してもらえる機会は大変ありがたかったという意見がありました。かなり好評を頂いたと思う反面、気象庁の中にはこのプロジェクトの中身をまだあまり御存じない方もおられることが分かったので、今後もこのような機会を設けていきたいと考えております。また、最終的には費用対効果という観点も必要で、今後何らかの機会にその点も聞きたいという御意見があったことをここで報告させていただきます。

利用促進のため、JVDNシステムの利用ガイドを今年度も更新しまして、電子版をホームページで公開しております。

JVDNシステムについて、今後の方向性について検討を行っております。JVDNシステムは現

在、各分野において専門家によるデータ共有と研究に貢献しているところであります。引き続き、ユーザーの要望を聞きながら、データ登録と使いやすさの向上に努めていきたいと考えております。

しかし、火山防災に貢献するような研究を促進するために、まだ機能向上が必要だと考えております。火山防災では、多項目の主に連続データを総合的に分析して、火山活動の状態を捉えるという方法が一般的にされています。火山研究では、これまでJVDNシステムがなかったこともあります。データを総合的に分析することはあまり行われておりませんし、火山活動の状態という捉え方をされることも少ないのではないかと考えております。そのため、状態というものをどういうふうに区分すべきか、状態がどの状態に遷移するのか、また状態ごとに社会への脅威がどのように違うのかということがまだよく分かっていないと考えております。

数年前に、多項目データを使って火山活動の推移を火山活動の状態の遷移で表す、状態遷移図というものを提案しております。JVDNシステムではデータは一元化されているんですが、まだデータを総合的に扱えるようにはなっていないので、この状態遷移図をJVDNシステムに組み込んで、多項目データを総合的に扱えるようにしたいと考えております。これは分野間連携による研究をさらに促進して、最終的には火山防災に貢献するものだと考えております。

まとめですが、火山ガス・温泉水分析データ共有機能や微気圧計データへの対応、自動処理結果の表示機能などを開発して、データ登録作業も引き続き進めております。成果の普及に向けた打合せの開催や利用ガイドの作成など、引き続き利用促進の取組を進めております。今後の方向性としては、一元化したデータを総合的に扱えるように改良して、分野間連携による研究を促進できるようにしたいと考えております。

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。

それでは、今の課題Aの説明に対して何か御質問あるいは御意見等はございませんでしょうか。池谷さん。

【池谷委員】 よろしいでしょうか。

【藤井座長】 お願いします。

【池谷委員】 砂防センターの池谷です。今日お聞きしていて、順調に進んでいることに大変喜んでおります。

その中で、中間報告にも御指摘がありましたように、研究成果の社会実装を具現する存在に発展することを期待するとありますが、こういう視点からも、研究面だけといいましょうか、研究者間での情報提供だけでなく、行政の防災担当者もこういうところのデータに大変期待しているわけです。そういう方向に使えるような情報提供といいましょうか、利活用と情報公開をぜひやっていってほしいなというのは、行政の担当者が期待しているところじゃないかと思います。

その中で、多分研究者の面から見た情報公開はなかなか行政官が見て分かりづらいというか、使いづらいところがあるんじゃないかなという気がするので、ぜひ機会があったら、行政側からの要望といいましょうか声といいましょうか、行政官がどういうものを今現場では欲しているかという声を聞いていただく会みたいなのをやることはお考えではないでしょうか。そういうものをやっていただくといいなと思うんですけども、いかがでしょうか。

【上田委員】 承知しました。課題D-3の研究とも絡んでくると思いますので、課題D-3の担当者とも相談して、そういう取組をできるように進めたいと思います。

【池谷委員】 それからもう一つお願いは、データにどういうデータがあって、どういうところでそのデータを見ることができるかということも、分かりやすいといいましょうか、みんなが分かるという、これは多分難しいところは前から言われていて重々知っているんですけども、なるべく分かりやすい公開の仕方というんでしょうか、それも御検討いただくとありがたいと思います。

以上です。

【上田委員】 ありがとうございます。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。ほかにはいかがでしょうか。岡山さん、どうぞ。

【岡山委員】 ありがとうございます。

JVDNシステムの利用状況の御説明を頂いたかと思うんですけども、そこでもうちょっと詳しく教えていただきたくて、民間の企業が何%というものがあつたかと思うんですけども。この民間企業の内訳というか、どんなところが使っていて、どういう用途・目的で使っているのかがもし分かれば教えていただければと思います。

【上田委員】 コンサルタント会社が多いです。恐らく火山防災とか火山研究に関わっているようなコンサルタント会社が多いですが、それ以外ですと、GPSデータをダウンロード

して、火山の近くでの測定のデータの一つとして利用されている会社の方もいます。

【岡山委員】 なるほど、分かりました。ということは、研究機関だったり行政機関だったりとのつながりのある民間企業が主だということでしょうか？

【上田委員】 そうですね。

【岡山委員】 分かりました。もしかしたら、その普及のほうにつながるようなメディアとか広報、あとは教育機関との連携を考えられるような民間企業もあるのかなと思ったんですが、そういったところにもアプローチしていけると、より広がっていくのかなと感じました。

【上田委員】 ありがとうございます。承知しました。

【岡山委員】 コメントでした。

【藤井座長】 それでは岩田さん、お願いします。

【岩田委員】 ありがとうございます。大分進んできたことを非常に喜んでおりますので、ぜひ期待しております。

今お示しになっているグラフで、先ほど池谷委員からもちょうとありました、行政機関が最終的にどういうふうを活用しているかということで、ここは行政機関が10%という数字、意外と結構見ておられるなと思って見ているんですけども。具体的に例えば、これをもし把握されていれば教えていただきたいんですけども、具体的にどういう使われ方をしていのかは何かそちらで把握されておりますでしょうか。研究者が使うのは比較的分かりやすいですが、行政機関がこのJVDNシステムのデータの一体どういうところを利用されているのか、もし把握されていれば教えていただけると。分からなければ、ぜひそういったことも将来的に少しヒアリングをしていただければありがたいなと思いました。

以上です。

【上田委員】 ありがとうございます。

この行政機関の一部は、内閣府の降灰調査データスキームというものがあまして、そこには国交省の地方整備局の方であるとか、国交省の砂防部の方であるとかも入っておりますので、そういった方もこの降灰調査のデータ共有のためにJVDNシステムに登録されているので、そういう方がいらっしゃる。あとは、内閣府で火山防災を担当されている方とか、文科省の方も登録されているので、そういった方がこの10%に入っています。

【岩田委員】 分かりました。そうすると、まだ直接そのユーザーとして、行政の防災の前線で立っている人たちが、具体的にこれのデータを入手しながら何か判断をするという

ところには、まだなかなかたどり着いていないと理解しておいていいんですかね。

【上田委員】 はい、そうですね。JVDNシステムとしてはまだ研究者の利用が主で、研究成果の活用のところまではまだ行っていないのが現状です。

【岩田委員】 分かりました。先ほど池谷委員からもありましたけれども、ぜひそういったことに対してもこれから進めていただければと思います。ありがとうございました。

【上田委員】 ありがとうございます。

【藤井座長】 それでは、まず小屋口委員からどうぞ。

【小屋口委員】 小屋口です。

最後から2番目のスライドだったかな、状態遷移図の話が出ましたよね。

【上田委員】 はい。

【小屋口委員】 この状態遷移図を見ると、こういう遷移をすることが、実際、火山学的にどの程度可能な状況になっているのかということが僕にはよく分からなかったんですね。つまり、矢印が書いてあるんですけども、これ、どういう火山学的な、科学的な根拠でこれを示すことができるんですか。今現在、火山学はこういうことを予測するだけの能力があるとお考えになっているということでしょうか。

【上田委員】 過去の実験から予測は可能だと考えているんですが、それは火山によります。データが十分ある火山であれば、ある程度予測可能だと思っていますが、予測するというよりは、過去のデータからこういう状態の遷移をしていたということを表している図で、過去こういう状態の遷移があったということを示しています。なので、実際、将来このとおりになるかどうかは分かりません。

【小屋口委員】 なるほど。そうすると、JVDNで今後提供していくのは、各火山についてどのような状態の遷移があったかというようなリストを公表していくと。そういうことが今後の方向性なわけですね。今後どうなるかということを実証するのはなくて。

【上田委員】 そうですね。JVDNで示せるのは、過去のデータを使ってどういう状態に分けられるのかとか、過去どの状態がどの状態に変わったのかという、その観測事実というデータを示すことを考えていまして、それを研究者が活用して、じゃあその状態が変化したのはどういうプロセスが働いて、なぜ遷移したのかということを実証するのはユーザー側の仕事というか、そういうふうを考えています。

【小屋口委員】 分かりました。そうするとコメントなんですが、今おっしゃったことが分かるように、これは過去の、例えば事例をまとめたものだということが分かるような形で

今後公開していくほうがよいように思います。今、図に出ているような形で流れ図があると、そもそも噴火はこういうものなのかという印象を与えてしまうような気がするので、あくまでも、このJVDNは過去のまとめをするという位置づけが分かるような形で示したほうがよいように思います。

【上田委員】 承知しました。

【藤井座長】 それでは次に南沢委員、お願いします。

【南沢委員】 長野県の南沢です。御発表ありがとうございました。

自治体の立場としまして、この噴火事象系統樹と状態遷移図、非常にいろいろ難しい点はあるかと思っておりますけれども、実際に火山が噴火したときの対応において、こういうものがあると自治体としては大変助かると思っております。そのような点、上田先生からも資料を御提供いただいたのですが、私のほうでもちょっとまとめさせていただき、地域安全学会で私と山梨大学の秦先生とで論文を書いて発表させていただいております。何かの機会に御覧いただければと思います。自治体としては、このような整理がもしできるのであれば火山防災に非常に貢献できると思っておりますので、引き続きの御検討をよろしくお願いたいと思っております。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。ほかに御意見、御質問はございますか。よろしいでしょうか。

1つだけ私から質問ですけれども、先ほど気象庁に説明をしたという報告がありましたが、説明の対象は気象庁の火山監視課の職員でしょうか。今の次世代火山プロジェクトについてよく理解していない方がいらしたようだという発言でしたが、もし火山監視課だとするとかなり問題かなという気がしたんですが、いかがでしょうか。

【上田委員】 このコメントは、後でアンケートを取ってその中に書いてあったので、実際どなたが書いたのかは分かりませんが、実際、火山監視課の方に説明はしているんですけども、その中に実際どなたが参加していたのかはちょっと分からないので。

【藤井座長】 いえいえ、個人的なことは結構ですが。火山監視課に説明をしたわけですね。

【上田委員】 そうですね、はい。

【藤井座長】 了解しました。ほかにございませんか。なければ次に移りたいと思いますが、よろしいでしょうか。

【加藤委員】 今、この説明いただいたスライド10について、隣に今、火山監視課長がいますので、彼から状況について少し話をさせていただきます。

【傍聴者（中辻）】 火山監視課長、中辻でございます。

この説明会は担当者向けに実施されておりました。それで、火山監視課の技術者、若い人たちも多く参加していましたが、広く声をかけて、地震・火山以外にもシステムの担当者や、ネットワークを担当しているような人たちも含めて、みんなで話を聞いていたということなので、そういう人たちからこのプロジェクトを知らないというような回答が来たものと思っております。

以上です。

【藤井座長】 分かりました。どうもすいません。ただ、今の次世代火山プロジェクトは、将来の気象庁の火山監視のためにも有効であるという理解をしていますので、できるだけ関心を持って見ておいていただきたかった次第です。どうもありがとうございました。

【加藤委員】 管理課長の加藤です。

今、藤井先生のおっしゃられたとおりで、気象庁の担当の中では、これを業務的に活用という観点ではまだ降灰調査スキームだけで、監視や情報発表という観点でここをメインに活用という形にはできていないですけれども、我々も予知連ウェブ（気象庁が自治体等関係機関向けに観測データを提供している「火山噴火応急対策支援サイト」）がありますが、火山でどんなことが起こっているかについて、リモートを含めて把握するツールとして非常に有効なものであり、今後活用できると思います。我々も今日のコメントを踏まえて、気象庁の中で、地震火山部の中でもこういうものをもっとうまく業務的に使えるように考えていきたいと思いますので、こういう機会を与えていただいてどうもありがとうございました。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。よろしくお願いいたします。

それではほか、よろしいでしょうか。

では次に進みたいと思います。大分進行が遅れていますけれども、次は課題Bについてです。東大地震研の大湊さん、お願いします。

【オブザーバー（大湊）】 それでは課題Bについて、地震研究所の大湊から説明させていただきます。

課題Bの中に4つのサブテーマがありまして、一つは火山観測の高度化ということでミュオンを使った技術、それからリモートセンシングを使った観測技術がB-2、化学的な手法を

使う観測技術の開発がB-3、地球物理的な手法を用いて機動的な観測をするものがB-4、この4つからなっております。

まずサブテーマ1、ミュオンですけれども、このミュオンを使った火山観測の技術開発については、この火山プロジェクトが始まる前は、火山体内部のイメージは得られていたんですけれども、まだ解析に時間がかかるなど、いろいろと問題がありました。そのため、解析技術を高度化するほか、1日1枚画像を取得するなど高速化して、さらに火山活動の解釈にも使うところまで目指す、ということまで進んでいる段階です。実際のターゲットとしては、噴火の頻度が高い桜島をターゲットとして研究を進めています。

ここ最近の進捗ですけれども、2019年までに桜島南岳あるいは昭和火口の下に密度変化が見えたということがありまして、それが2020年になりますと、南岳の活動が活発化した後に、南岳の下にも密度変化が見えたという結果が得られています。それから2021年には、内部というよりも地表、どうも降灰による地表面の密度の変化と思われる地表付近の密度変化が見えたということで、テフラの量の見積もりに使える可能性があることを示唆するような結果も得られています。

最近ですけれども、このミュオンで得られるものは山体内部の密度変化ですけれども、それとほかの観測量との比較を進めていまして、ここではSARですね、山体の膨張収縮を示す地殻変動データとこのミュオンで見える密度変化がどう対応しているかという比較の例を紹介します。左下は透視イメージ、密度変化、左上から右下に向かってどんどん密度が変化しているのが見えて、例えば下のほうでは2020年頃には南岳として密度が増加したのが見えるという絵です。

これを時系列にすると、この一番上が南岳の下に密度変化で、例えばこの黒丸が密度変化ですけれども、増えたり停滞したりまた増えたりがこの黒丸で見えています。この赤い線がSARですけれども、これは山体膨張を表していまして、山体の膨張、収縮、また膨張と、こういうものとミュオンで見える密度変化がうまく対応していることが見えています。

もう一つのデータとして、噴火の活動、噴火の頻度を棒グラフのようなもので表していますけれども、それで見ると山体が膨張して、それからその後で噴火が増える。膨張しているときには噴火が止まっているということがあります。火山学的には恐らく、蓄積してそれが噴火したことで山体が縮むという解釈をされるんですけれども、その関係が見えているということですが、どうも密度変化と山体の膨張が対応しているところは見えたんですけれどもその物理に関してはまだ今後の検討が必要な段階です。

この対応は桜島だけでなく、これはイタリアのエトナ山の例ですけれども、やっぱりこちらでも山体の膨張と噴火の頻度の関係、これは同じような関係が見えるんですけれども、山体が膨張しているような時期にはやはり密度が上がるのが見えて、これも桜島と同等のものが見えています。これが実際、火山の内部がどのような状態にあるかは今後さらに検討していく必要があるということです。

それから最近ですけれども、山体の透視画像に対して機械学習を適用しまして、それで実際の噴火の予測ができないかということを試み始めています。まずは2016年から2017年のデータに関して適用したところ、真ん中の図、時間がないので説明は省きますけれども、この対角線より上にグラフが出ていれば、ランダムなものよりもある程度予測が当たったことを示していますが、昭和火口、南岳とも実際にある程度の予測ができているようであるという結果が得られています。

右側の図では、2021年にはさらに高解像度のイメージを使って同じ機械学習を適用したところ、さらに精度が上がったようであると。少し注意していただきたいのは、この0.7という数字は、例えば7割で当たるといった意味ではなくて、相対的にいい間言う程度の指標で、これが実際どれくらい当たっているかということについては、さらに検討が必要な段階です。いずれにせよ、高画質の画像を使うことで精度が上がりつつあることを示しています。

このミュオンに関しては、もともとは今年度中に画像を1日1枚適用できることを目指していたわけですが、実際には4年目で達成して、現在は様々なデータの蓄積が進んでいる段階です。こういう技術はテストが終わればすぐ実用化というものではなくて、むしろそこからがスタートで、いろんなデータが蓄積されることで実際に使うものにだんだんなっていくものですから、この実用化フェーズが長く取れていることは非常にいい状態なのではないかと考えています。

次はサブテーマ2です。こちらはさらに2つの研究課題に分かれますが、一つは可搬型の持ち運びができるレーダー干渉計によるSAR技術と、衛星を使ったSAR技術、この2つを組み合わせさせて地殻変動観測技術の開発をしていくものです。

可搬型レーダーに関しては令和3年度までに実際に持ち運びできる機械ができまして、令和4年度に関しては、実際の火山での適用を始めている段階です。衛星SARに関しては、データベースを自動的に作るシステムをつくって、現在、多くの火山でデータベース化が進んでいます。最近では、そのデータベース化はどんどん進められているので、実際の火山研究に応用しようという段階に入っています。

それからもう一つ、このサブテーマ2では小型温度ガス可視化カメラの開発も進めています。これは様々な波長の画像を組み合わせる火山ガスのモニタリングができないかということで、プロトタイプの機械の開発から始めまして、今では持ち運びできるような段階の機械までできていて、実際、阿蘇での観測を始めているのが現状です。

少し詳しく説明しますと、持ち運び型のレーダー干渉計に関しては、火山によっていろいろと状況が違いますので、例えば地上に設置するタイプ、車に載せるタイプなど、いろいろなものの開発を進めています。実際もう使えるものができてきたので、例えば吾妻山や十勝岳等での観測を始めていて、実際、山体の膨張が見えたりもしている段階です。

それから衛星のSARを使ったデータベースに関しては、既に自動的に処理するシステムはできつつあり、得られたデータはJVDNでも公開が進んでいます。令和3年度までに11火山のシステム構築が終わってしまっていて、令和4年度はここに示した5火山のシステムを構築する予定です。それから、データベースを作るだけでなく、実際にそれを使った火山研究も進められてしまっていて、例えば霧島では、これらのデータを使って、山体の膨張あるいは火口内の収縮等のモデル化もできている段階です。

それから、このデータベースを作るだけでなく、そのデータベースを使って地殻変動源を推定するようなことを、地殻変動解析の専門家でない人でもできることを目指したアプリの開発を進めていて、JVDNで得られたデータベースを使ってある程度の解析・解釈ができるようなことを目指している段階です。

SPICの開発については、最初に申しましたとおり、プロトタイプから今はこういう持ち運びができるタイプの機械ができて、阿蘇でのデータ取得、それからそれをSO₂の量に換算する段階まで来ています。それからこちらにはもう一つ、岩石スペクトルを使って岩石コアの分離をする計画も含まれてしまっていて、こちらに関してもコアをスキャンするいろいろな準備が進んで、データベース化がどんどん進みつつある段階です。

SPICという観測装置の阿蘇での適用例を示していますが、これは、いろんな波長で見まして、その中で例えば左下のカメラ3で使っている波長がちょうどSO₂に感度がある帯域で、これで得られたデータをSO₂に換算する公式を使いましてSO₂量に焼き直します。これに例えば風速風向データを重ねれば実際のSO₂放出量に換算できるわけです。実際、この時の例では1,800トンから3,000トンという値が得られて、これは気象庁のDOASの観測と一致したということです。これはたまたま理想的な状態だった可能性もあるので、今後もこういう技術開発は進める必要があります。

それから次が地球化学的な観測技術ですけれども、こちらは火山ガスであるとか同位体比等を用いて火山活動度を評価することを目標にして、ここに書いてあるような様々な火山で継続してガス観測や、その他同位体分析等を行っている段階です。それから、組成分析等に必要なシステムの開発も同時に進めている段階です。

最近の成果ですけれども、これは草津白根です。草津白根でのヘリウム3とヘリウム4の比の変化と、それから火山活動に、この下の図は地震の発生数ですけれども、どういう対応があるかということで、これは2018年に本白根が噴火したとき、その前にどうもこの同位体比が上昇して、その後高い値を示している、であるとか、右はヘリウム3とアルゴン40の比ですけれども、これはマグマの発泡度を示す指標ですけれども、本白根の噴火後に増えているものがあるので、こういう同位体比を見ることでマグマが浅部に集まって発泡していることが見えるというわけです。

それからこちらはもう少し長期にわたって、火山活動と、この左の図で言いますとCO₂とH₂Sの比です。この変化と、それから青いのが地震活動ですけれども、こういうものの対応を見たものですけれども、地震が増えているところに対応してガスの組成等が変化することが見えています。それから右は、この赤い線が噴火したときですけれども、これと観測された化学的な量、これで言うとClイオンの変化ですけれども、増えて徐々に下がっているのを繰り返すんですけれども、それが下がっているフェーズでどうも噴火するようであると。こちらが増えて下がっているところ、2018年に噴火があると。ここは増えて減ったけれども、その時にはほかの指標が少なかったので噴火もなかったんだろうというような解釈ができますので、このような様々な化学的な観測量を蓄積することによって、それが火山の活動評価に使えることがどんどんはっきりしてきたことを示しています。

それから様々な観測技術開発も進めていまして、これは噴煙中の水蒸気の同位体を測ることで、それがどういう起源をもっているかを示しているもので、右の図は天水とマグマ起源の水がどれぐらいのレベルで混ざっているかを示すダイアグラムですけれども、例えばこの点線上のどこにあるかによってマグマ水と天水の割合が求まると。これで見ると、2017年はマグマ水が大半だったけれども、最近の噴火はほとんど天水で、マグマの寄与は少ないことが見えたりしています。

それからドローンに搭載する噴煙を採取する装置の開発も進んでいまして、実際に樽前山の溶岩ドームでガスを採取して分析してみたということで、実際にデータも取れて、樽前山の様々な火口ごとにどうもその起源が違うようだということも出てきたということで、

十分使えるものであることが示されています。

それから4番目、地球物理観測で様々な火山の構造であるとか状態を調べるというサブテーマですけれども、これまで霧島とか草津等々の火山で観測を続けてきていまして、今年度は北海道の有珠と伊豆大島での観測に力を入れています。ただ、霧島とか草津ほかの火山においても観測は終了したというよりも継続していて、そのデータの解析も継続している状況です。そのほか、データを解析するためのシステムの開発も同時に進めています。

今年度やっている有珠の機動観測の例ですと、GNSS観測、全磁力観測、MT観測、それからCO₂観測等、様々な観測を続けています。例えばGNSS観測では有珠周辺で今のところ大きな変化はないことが見えたり、それから全磁力を見ると帯磁が進んでいるのですぐに活動するような状況ではないことが見えたりしています。それから比抵抗構造も山頂付近ですけれども見えていると。

それからもう一つ、3次元の熱水流動シミュレーションをするためのシミュレーターも作っていて、これは構造あるいはある初期条件を与えると、それによってどのような比抵抗構造が得られるかということが計算できるわけですが、こういうことが計算できると、観測で得られた比抵抗構造と比較することで、地下の構造であるとか火山の中の熱水系の状態がより正確に把握できると。こういうモデルに使うデータは過去のボーリング等で得られたデータ等をデジタイズして、JVDN等への登録も進めている段階です。

【藤井座長】 大湊さん、すいません。質問時間まで含めて15分なので、少しコンパクトにさせていただきますか。

【オブザーバー（大湊）】 はい。伊豆大島では現在、AMT観測と地震観測の準備を進めている段階で、それからそれと比較する研究のために、過去に三宅島で得られた空中磁気データの解析も進めている状況です。三宅に関してはこのようなモデルが得られています。

それからこれは解析システムの一つで、機械学習を使って自動的に震源を決定するシステムの開発を進めているということで、手動でやるよりもかなりたくさん震源が決まることも分かって、これも今後、より使えるようにしていく予定です。

これは霧島の例ですけれども、霧島では微動を伴う傾斜変動がいろいろ観測されているんですけれども、それがどうも電磁変動も伴っていることが分かって、それを解析した結果として、この地殻変動は、熱水が貫入してきたことで地殻変動するんですけれども、そういう時には浅部の流体も動くので、その流体が電磁場も変動させたことが推定されると。ですから、従来の地殻変動あるいは地震観測だけでなく、電磁気学的なモニタリングも火山の

状態を調べるのに活用できますよという重要な結果になります。

これは今までいろんな火山でやってきたことのまとめのようなものですが、共通した構造がどうもある。浅いところにキャップロックがあって、その下に地震発生域がある、熱水上昇域があると。こういうものがあることがいろんな火山で見えてきて、それがだんだん複数の火山で細かく見えてきたことがこのB4全体として分かってきて。それをまとめると、この火山プロジェクトの初期ではこういうモデル、こんな感じだろうと言われていたものももう少し精密に分かってきたので、これを基にしてそれぞれの、例えば深部低周波地震をターゲットにした観測であるとか、膨張源をターゲットにした観測とか、様々なものを行うことで、より、活動の状態、今後の推移等の推定に使えるデータが得られるのではないかと考えているところです。

以上になります。すみません、長くなりました。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

それでは、今の課題Bに関して御質問、御意見等ありましたらお願いします。いかがでしょうか。

【事務局（山下）】 挙手はありません。

【藤井座長】 挙手はないですか。

【事務局（山下）】 はい、ありません。今、挙がりました。

【藤井座長】 岡山さん。

【岡山委員】 ありがとうございました。

1つ、衛星SARデータによる地殻変動情報のデータベースの御説明を頂いたところで、地殻変動源のアプリの開発をしていくに当たって、この使用用途が地殻変動の専門家でない人も触れるようにということだったんですが、それは具体的にどういう方を想定しているのかということと、そういう専門家以外の方が使ったときに懸念などがないのかということについて伺いできますでしょうか。

【オブザーバー（大湊）】 ここで専門でないという意味は、多分、同じ火山を研究する人でもただ地震をやる人、あるいは化学的な観測をする人、それから実際に地殻変動の解析をする人と、いろんな研究者がいます。従来はただ地殻変動であれば地殻変動専門にやる人しかなかなか扱えなかったものなんですけれども、このアプリは基本、やっぱり研究者を対象とはしていますけれども、例えば地震の解析はしたことがあるけれども、地殻変動のことはやったことがないという研究者にとっても、このデータベースを使って、このアプリを使

って変動源を推定すると。それを地震の専門家であればその地震の活動分布とこのアプリで得られた地殻変動源とを合わせて解析に使う、そういうふうな使い方を想定しています。

【岡山委員】 なるほど、分かりました。研究者の中での分野を広げるという意味で活用されると。

【オブザーバー（大湊）】 はい、これは、今はそういうことを想定しています。

【岡山委員】 分かりました。ありがとうございます。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。ほかにはございませんか。

それではないようですので、次に進みたいと思います。課題B2-2です。京大防災研の中道さん、お願いいたします。

【オブザーバー（中道）】 京都大学防災研究所の中道です。

課題B2-2「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」について説明します。このプロジェクトの期間中に実は新しいシステムを開発しました。それで、新しいシステムで、ここにありますように、どのようなものかといいますと、例えば左側にあります新しいセンサー、小型化したセンサーを製作して、それによる観測を2019年の半年間行ってきました、半年間の観測における安定性と火山観測性能の検証を行いまして、今年度、論文としてまとめました。それで今現在実施中なのは、右側にありますようにボアホールタイプのセンサーによる高温高压下での実証実験を……。

【藤井座長】 中道さん、ちょっと今、動いてないんですよ。タイトルだけしか出てない。

【オブザーバー（中道）】 おかしいな。これ見えますか？ 大丈夫ですか。

【藤井座長】 今、1枚目が見えているだけです。

【オブザーバー（中道）】 すいません、2枚目は見えますか。

【藤井座長】 今、進みました。

【オブザーバー（中道）】 このほうがいいですね。失礼しました。

地表設置型のタイプとボアホールタイプのセンサーを製作しまして、2019年の半年間で安定性と火山観測性能の検証を桜島において行いまして、その結果については論文にまとめております。それで現在、ボアホールタイプのセンサーを製作しまして、それを今年の2月下旬から連続観測を実施して行いまして、高温下の条件における安定性の検証を進めております。

桜島における観測は2019年6月から12月に行われまして、京都大学防災研究所のハルタ山観測室の敷地内におきまして、このような形で設置しまして実施しました。それで併せて、

既存の地震計ということで微動計を併設して、その性能差を比較しております。

一つ大きく分かったのは、雷の発生しているときにおきまして、光センサーシステムは雷の影響を全く受けないが、既存の地震計である、これは加速度計ですが、微動計は、このようにパルス状のサージによる影響が非常に明瞭に見えることが分かりまして、光センサーシステムにつきましては影響を受けないということで、ランニングスペクトルで比べてあげますとこれは明瞭でして、既存の地震計ですとブロードにスペクトルのエネルギーが見える。これはつまりパルス状のシグナルが入っている。一方、光センサーシステムではそういったノイズは全く入らないことが分かりまして、それを振幅で比較してあげても非常に明瞭で、この黒色は光センサーシステムで、灰色になりますとこれは既存の地震計ですけれども、このように1桁以上の差があることが分かりました。

あとは、今年の2月から実施している観測について説明します。場所は柏崎市にあります新潟工科大学の敷地内で、駐車場の向かいにこういった場所がありまして、既存の観測井が掘られていまして、そこには地震計が昔は入っていたんですけども、約10年前に撤去されて空いている状態でしたので、その場所を再利用する形でボアホールタイプのセンサーを設置して、年単位の観測を開始しました。

高温対応のボアホールシステムの設置図はこれになりまして、先ほどの建屋がありまして、建屋の脇にボアホールがありまして、そのボアホールの一番底に入れることはできなかったんですが、それは筐体の径の関係ですが、設置できたのは1,980メートル深の場所でありまして、その場所での温度は100度を超える高温下でありますので、火山は高温な条件というのはよくありますので、そういうところでの実験に適している場所ということで行っております。

それでイベントをまずは取ることと、長期的にどういうふうにとれてきているかを見てやりますと、左側の図になりますと今年3月の福島県沖のマグニチュード7.4の地震につきましては、一番近い公開されている観測点はF-netの柏崎ですのでそれと比べると、光センサーの地表置きと地中のボアホールでも比べておきます。そうしますと、これは全て光センサーの加速度で取れているんですけども、速度に変換して、同じ単位、速度波形での比較をしましたところ、広帯域地震計の水平動成分ではこういうふうにサチュレートするんですけども、光センサーではそういった飽和することなく収録することができています。また、右側の図にいきますと、これは地表が3成分と地下が3成分ですけども、やはり地下のほうが、SN比がよく取れているのと、ところどころこういったひれ状に見えるのは一個一

個のイベントですけれども、やはりこういうふうに地震も地表と地中で取れていることが分かりました。

また、これはちょっと遠い地震ですけれども、9月5日に四川省で発生したマグニチュード6.6の地震につきましても、これぐらいのSN比で十分普通の解析ができるぐらいのレベルで収録することができております。

また、観測期間中に光センサーとDASの同時観測を短い期間、1週間ぐらいですけれども実施しました。7月27日から28日にこのようにDASを設置しました。光ファイバーを地表に置いて、これは土のうで固めることをやったのと、あとはボアホールを光で入れるんですけれども、その1つは空きの光ファイバーがありますのでそれもDASにつなげるということで、このようにDASのユニットをつなげて観測を行いました。

その期間に例えば福島沖の地震やそのほかの地震が取れていまして、光センサーでも収録できていますし、右側のようにDASですね、これはカラーマップになっているのは深さ方向ですので分かりやすいんですけれども、このように明瞭に取ることができました。

この同時観測は能登地方の地震につきましても、これはM3.5ですがちょっと大きめの地震ですけれども、取れていまして、左側が光センサーシステムで、右側はDASのシステムです。このDASのシステムでこのカラーマップは縦軸は深さ方向で横軸は時間で、カラーは明るい色のほうが振幅が大きいものを示しております。

またこの期間は、ちょうどその期間を生かして人材育成コンソーシアム構築事業と連携しまして、火山学特別実習を新潟工科大学で実施して、光センサーシステムの説明や新潟工科大学の見学などを行いました。

それと、課題Aとの連携によりましてJVDNシステムへのデータの登録を今年6月に実施しまして、これまでの観測である2016年の桜島の観測坑道内での観測や、2017年の浅間山観測、2019年の桜島ハルタ山観測のデータを登録してもらいました。

まとめますと、本システムは、多成分の振動及び多点の観測が可能で、今のところ30チャンネルで可能であります。そこは今日は説明しませんでしたけれども、公表した論文に詳細は載っていますけれども、アレイ解析を行うことで火山観測に十分使えることが分かりました。あとは、このシステムは雷ノイズの影響を受けないことが分かりました。現在は高温対応のボアホールシステムによる連続観測を実施して、今のところ安定して運用してきていますし、この期間を生かしまして火山学実習を行いました。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

今の中道さんの報告に対して御質問、御意見等ございましたらお願いします。いかがでしょうか。

ございませんか。では特にないようですので、次に進ませていただきます。

【オブザーバー（中道）】 ありがとうございます。

【藤井座長】 それでは課題Cについて、北海道大学、中川さん、お願いいたします。

【オブザーバー（中川）】 課題Cということで、「火山噴火の予測技術の開発」について成果の概要を御説明したいと思います。

まず最初のスライドですが、これはいつもお見せしているスライドです。この課題の最終的な目標は火山噴火予測技術の開発に資するということがあるんですが、そのために3つのサブテーマからなっていて、一番基本的なデータとして、地質学的・物質科学的なデータを取って、それぞれの火山の長期の噴火履歴であるとか噴火推移、マグマ変遷を解明して、中長期噴火予測、それから噴火事象系統樹を作成するサブ課題のC-2があります。

その結果を基に、サブ課題のC-1では、物質科学的な手法で噴火事象分岐条件の解明を行って判断基準を確立する。このC-1とC-2の成果を基に、サブ課題C-3では、シミュレーションと実験で噴火予測・噴火ハザード予測手法の開発を行って、噴火確率算定への手法を検討するといった流れになっています。

今日はこのようにサブテーマの2から順番にお話をして、最後に、今年度課題間連携研究として進展がありましたので、それについて御報告したいと思います。

まず、サブテーマのC-2です。これは地質学的な手法、物質科学的な手法で、日本の重点火山について、噴火履歴とマグマ変遷を解明するという柱と、そのデータを基に階段図と事象系統樹を作るという、この2本柱になっています。それで、初年度から各火山について調査・研究を進めてきまして、7年目を迎えて、階段図と噴火事象系統樹を本格的に作成する段階になっております。

それで今年度の成果の概要をここにまとめています。それぞれここに挙げているような火山で研究を進める一方、産総研ではデータベースの整備をして、その公表。それから北大では全国の機関が使用できるマグマ変遷解析センターの整備、それからボーリングコアの管理システムの構築、そして階段図と事象系統樹の作成を行っています。成果の事例について、ごく限られた事例について御報告します。

まず、噴火履歴の調査ですが、これまでは山麓でのボーリング調査と重機によるトレンチ、

それから山頂部では人力によるトレンチで調査をしてきたわけですが、それでは山頂近くに痕跡が残る小規模な噴火について見落としがあるということで、山体近傍で短深度のボーリング掘削を今年度重点的に行いました。対象として実施した火山は蔵王と吾妻であります。それぞれで実施しまして、蔵王、吾妻、那須ですね。那須は今月終了したばかりです。吾妻については、このように地表踏査で確認できたよりももう少し古い時代まで小規模な水蒸気噴火の痕跡を見つけることができました。

それから階段図と噴火事象系統樹です。まず階段図ですが、横軸が年代で縦軸に累積の噴出量を取って、それで噴火履歴をその図で示すものなんですが、その時に対象とする期間、この横軸の長さですね、それから噴出量の算定方法であるとか、どのような噴火タイプを対象とするかについては各研究者任せというのが実態です。それでは例えば防災対応として使うときに使いにくいということで、この階段図の様式を火山プロジェクトとして統一しようということで、データベースを決めて、階段図とセットで公表する方針を決めました。

例えば噴火期間については、これは有珠山の事例ですが、横軸2万年で有珠山の一生を表現する。さらにこれは江戸時代以降ということで短期の階段図で、この階段図を基に事象系統樹を作っていくというふうに、長期で火山全体、それから短期で事象系統樹を作る期間に焦点を絞るという、このセットで作っていくことにしました。さらに、地質データについてもこういうランクづけをして、例えばランクAは推移が記録に残っている噴火で、ランクDはある期間の活動期として把握できるデータについてランクづけするというので、このランクづけにしてデータベースを作っていく方針です。

一方、噴火事象系統樹については作成指針を同様に示して、検討期間であるとか火口域を設定するとか前駆活動の整理、それから噴火タイプの分類、噴火回数の算出の方法、それから分岐確率の算出の方法、そういったものについてもプロジェクトとして統一の指針をまとめて、それに基づいて作ることにしています。

そして、これらの成果は学術誌での公表に加えて、全データについて、全火山について防災科研の研究資料集または報告書へ掲載して、JVDNデータベースで作る方向で進めています。現在、階段図について各機関で今年度中に少なくとも1火山について作成することで進めています。

次に、サブテーマのC-1について御説明します。このサブテーマでは大きく2本柱です。噴出物の解析による個々の火山あるいは個々の噴火の特徴の把握。つまりマグマだまりの環境を物質科学的解析によって求めていく研究と、それを実現するための分析・解析プラッ

トフォーム、データベースを作るという、この2本柱でこれまで進めてきました。7年目を迎えて、噴火の様式や推移の予測というものの仕組みとかモデルづくりに取りかかっています。つまり、取りまとめのステージに入ったとすることができると思います。

もう少し個々の中身について御説明します。分析・解析とプラットフォームですが、プラットフォームについては、基本的な設計もできましたし、データベースも整備されつつあるんですが、コロナのために外部機関の受入れ、地震研への受入れができない状態が続いています。そういうことで、各参加機関・協力機関で個々の火山でのマグマ供給系の解明であるとか噴火準備過程の明確化、あるいは噴火発生後の火山灰の解析とか、そういった作業の高精度化と迅速化のための手法の開発を行っています。今日はマグマ供給系の検討についての一例とこのモデルについて御説明します。

マグマ供給系についての事例を2つ御紹介します。左側は伊豆大島の1986年噴火について、高温高压実験を用いて、マグマだまりの1986年のマグマの噴火前の貯蔵条件を決定しました。今回決定したのがこの実線になるわけですが、よく用いられているRhyolite-MELTSとはやや違う結果が出て、従来言われているマグマだまりの深度よりも、1986年のマグマだまりはより浅いところにあったという結果が導き出されました。

一方、榛名火山では2つの噴火について比較を行いました。渋川噴火と言われている5世紀後半から6世紀初頭の噴火と、伊香保噴火という6世紀後半から7世紀にかけてと考えられている噴火です。それぞれでは噴火の規模と噴火様式が異なるわけですが、その違いは低温マグマだまりに貫入する高温マグマの注入量、つまり伊香保噴火の場合のほうが注入量が多いことが明らかになって、高温マグマの注入量によって噴火の様式が決まった可能性が高いことが分かりました。

モデルです。モデルについてはマグマ供給系を簡単にこのような3つの系で単純化しています。一つはマグマだまり、マグマが分化する系です。それからマグマが地表まで通ってくる経路。そして火山直下の直前場。この3つの場に分けて、それぞれの系でのマグマの流入、流出率、そしてその物性に注目しました。物質科学的に制約できるこういう要素について、それぞれ状態量としてこういうことが推定されるんですが、これらの状態量については、例えば分化場でのマグマの注入であるとかマグマの流出は低周波地震であるとか地震発生でチェックすることができますし、浅いところでは地殻変動によってこのようなモデルをチェックすることができます。この物質科学的なデータとモニタリングによるクロスチェックを導入してシミュレーションすることによって、噴火様式であるとか噴火推移の予測が

可能になるという目的の下にさらに整理を続けています。

最後にサブテーマのC-3です。サブテーマのC-3では大きく2つの柱、地下におけるマグマ移動シミュレーションと噴火ハザードシミュレーション、この2本柱で進めています。令和元年度まではそれぞれで各個別の要素技術を開発してきたわけですが、その後はそれぞれのシステム開発でまとめていく、そして次年度以降は一元化システムへの統合を目指すという流れを考えています。

C-3では状態遷移図であるとか事象分岐系統樹の分岐判断の指標の作成をするわけですが、そのために必要なものとして観測量、物理モデル、予測要素、この3つを想定しています。例えば火山活動評価では、観測量としてはここに挙げるようなもので、これらの観測量に対して火道流モデルとか岩脈貫入モデルというような物理モデルを使って予測をしていく。ハザード評価ではこのような観測量に対して、降灰・噴煙柱モデルとか火砕流のモデルといったものを使って、このような予測をしていくという流れになっています。

地下におけるマグマ移動シミュレーションの実例です。こちらでは伊豆大島噴火について、火道の形状が1986年に代表されるサブプリニー式噴火の発生条件に与える影響を定量的に評価いたしました。こちらは富士山で、海拔下5キロから地下1キロにマグマが貫入した場合を想定して、3つの観測点で、横軸が時間ですが、縦軸にどのような地殻変動が観測されるかということをシミュレーションしました。観測点によって異なった観測データが出るという結果が明らかになっています。

噴火ハザードシミュレーションでは、火砕流について、火砕流は高濃度の層と灰神楽と言われる低濃度の層の2つの構造からなっていると考えられているんですが、その両者を取り扱った数値モデルと、火口位置を変えることによってハザードマッピングがどのようになるかということの改良を検討しています。噴火ハザードシステムについては、伊豆大島について実際に溶岩流のドリルマップであるとか噴火シミュレーションを実施して、避難についてのシミュレーションも行っています。

それに加えて、今年度は課題間連携研究として伊豆大島のワークショップの開催を行いました。このワークショップは10月に地震研で2日間、そしてその後現地で1泊2日で検討を行ったわけですが、この地震研での研究集会では、単なる研究成果の発表ではなくて、噴火シナリオを想定して、これは予知連が出した噴火シナリオを一部修正したものですが、この噴火シナリオに基づいて、静穏期、Unrest期、噴火開始期でそれぞれどのように噴火様式、推移の予測を行うかというテーマについてそれぞれ発表を行いました。この成果について

は防災科研の研究資料集として現在編集作業中です。

今後ですが、これが連携研究の計画ですが、玄武岩質火山として伊豆大島が一応今年度終了したということで、今年度末から安山岩質噴火として今度は霧島火山で研究を行う予定です。伊豆大島と同様に、課題Cだけではなくて課題間連携の研究をさらに促進するとともに、大学院生の関与を促して、人材育成コンソとの連携も霧島では進めていく予定です。

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、ただいまの中川さんの説明に対して御質問あるいはコメントがありましたらお願いいたします。いかがでしょうか。小屋口さん。

【小屋口委員】 ちょっと最初の上田さんに対する質問と関連するんですけれども、噴火系統樹ですか、系統……。

【オブザーバー（中川）】 噴火事象系統樹ですね。

【小屋口委員】 噴火事象系統樹を作成しますよね。これと状態遷移図は非常に似た概念だと思うんですけれども、どういう関係にあるのでしょうか。

【オブザーバー（中川）】 一言で言えば、事象系統樹は噴火の事象を示しているんですが、状態遷移図は観測される量ですね。例えば地震活動であるとか地殻変動であるとか、そういった物理量でその状態を示すという、それが一番分かりやすい差かなと思っています。

【小屋口委員】 はあ。というか、実は今の説明でもよく分からなかったんですけれども。上田さんが出した図と今ここの右下にある図って、似ていますよね、考え方としては。

【オブザーバー（中川）】 ええ。

【小屋口委員】 ここに観測量が入ってくるということですか、今の右下の図は。

【オブザーバー（中川）】 そうです。噴火事象系統樹は原理的には、精度の問題はありますけれども、全ての火山でできるもので、それに対して……。

【小屋口委員】 え、どっちのほうが。事象系統樹のほう？

【オブザーバー（中川）】 事象系統樹。

【小屋口委員】 ああ。

【オブザーバー（中川）】 で、状態遷移図のほうは、やっぱり観測データがかなり蓄積されたもの、これは上田さんもそのように説明されていたと思うんですけれど、かなり観測が進んでいる火山について現在の状況はどうなのかという、それを分かりやすく表現したものというふうになると思います。

【小屋口委員】 いずれも、これは先ほどの質問に関連するんですけれども、この確率の算定にしても、過去の事例についてコンパイルして導き出していくという理解でよろしいのでしょうか。

【オブザーバー（中川）】 はい。その過去の事例といった場合に、状態遷移図の場合はやっぱり観測事例が対象になると思うんですが、噴火事象系統樹の場合は地質学的な噴火の事例ということになるので、ちょっと性質が違うことになります。

【小屋口委員】 分かりました。どうもありがとうございました。いずれにしても、こういう形でデータがまとまっていくことは非常に有意義だと思うので、ぜひとも先ほどの上田さんの状態遷移図もこちらのほうも充実したものができればいいと考えております。どうもありがとうございました。

【オブザーバー（中川）】 ありがとうございました。

【藤井座長】 ほかにはいかがでしょうか。清水さん、どうぞ。

【清水委員】 清水です。

私は質問ではなくて、今の小屋口さんの質問に対するコメントです。これは私自身も混乱しているんですが、ちょっと整理しないといけないと思います。この後、私から今日、これらも含めてそれらの相互関係とか、その時間、考えている分解能の違いとかを御説明します。かえって分からなくなるかもしれませんが、その上でまたいろいろと御意見を頂ければと思います。よろしいでしょうか、小屋口さん。

【小屋口委員】 分かりました。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。ございませんか。

それでは次に進みたいと思います。次は課題Dについて御報告いただきますが、事業責任者の防災科研、中田さんが所用で欠席されましたので、防災科研の藤田さんに説明をお願いいたします。

【オブザーバー（藤田）】 防災科研、藤田でございます。中田さんの代理で今日は御説明申し上げたいと思います。では始めさせていただきます。

課題Dに関しましてはサブテーマが3つございます。サブテーマ1は「無人機（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」、サブテーマ2では「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」、それからサブテーマ3で「火山災害対策のための情報ツールの開発」ということで進めているところでございます。

まずサブテーマ1です。こちらは申し上げましたようにドローンを使って、特に緊急時に

よりよいデータを取得するところがポイントとなっています。令和4年度の研究項目としては、RTK-GNSS搭載UAV、要するにリアルタイムキネマティックの手法を導入したUAVを使って、計測精度向上と高速化を行うことをやっています。実証実験を有珠山で実施した、その報告を差し上げます。それから同様に夜間飛行です。特に夜間での状況把握のための手法の開発をしていることになります。それからSfM/MVS計算時間の短縮。データがいっぱいになってきますので、そういったものを高速化することを検討していることになります。

まず、RTK-GNSS搭載UAVの計測精度向上と高速化の話です。これまでは主に垂直写真のみでモデルを作成してきました。ただ、撮影範囲が広がる、あるいは斜めからしか撮れないとか、そういったことで中心部分がゆがんだりすることがあって、精度が低いといった課題がありました。これを改善するために、垂直写真及び斜め写真、上下左右を連続撮影して検証することを行っています。こちらが有珠で実際やったときの写真となっています。

こちらがその計測精度向上と高速化の事例です。上の段が道路あるいは2000年の有珠の噴火の時の地殻変動の影響を得たような地域です。それから下が建物の状況です。一番左がオルソですけれども、一番右が垂直写真のみでは大体このような形で状況把握ができていますが、斜め写真と合わせることによって、例えばこういった建物のところの空間分解能が非常に精度よく求まっていることが挙げられていると思います。今後、さらに位置精度などの検証を行っていくことに取り組んでいくことになっています。

それから夜間です。夜間飛行及び遠望観測による計測手法の開発という点では、特に定点観測が重要になるため、インフラ点検で用いられている機材を用いて、火山地形に適用が可能かどうかということを検証しています。同様に、こういった使用機材、作業状況、あるいは撮影範囲はこういったところでやっているところがございます。

これが状況ですが、地熱地帯を観測するということで、日中はこのように可視では噴気が見える。当然夜間では可視では難しいですけれども、熱赤外で高温を、日中と夜間で同様のものを同程度にちゃんと分解能を上げて観測できることが挙げられています。

これも同様に建物ですけれども、特に洞爺湖幼稚園でしたか、その屋根の損傷を非常に把握することができる。日中でこういったところを把握しているんですけども、夜間でもそういった空間分解能で観測できることが確認されています。

続きましてサブテーマ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ことで、京大防災研で桜島をターゲットとして高分解能で火山灰ハザード評価手法を開発することを進めています。令和4年度はここに書いてありますように1から6までの項目をしてい

ます。レーダー、ライダー、ディストロメーターなどによって、そういったリモセン技術によって火山灰放出量をリアルタイムで把握する技術を開発する。あるいは火山灰拡散予測手法の高速度化技術を開発している。火山灰拡散予測の高精度化。それからそれらを統合してオンラインシステムを開発。さらに将来的に、この後、確率的降灰予測を行うことを進めている状況でございます。

まず最初、リモセンによって把握するところですが、特に船舶レーダーを縦向きに回すといったことで、船舶レーダーを使ったことで高分解能、特に縦方向、鉛直方向の高分解能を上げていくことにトライしています。成果としては現在、今年190の噴火事例を観測している。そのうちの一つ、ダウンドラフト現象を伴う噴煙エコーの事例を次に示します。

ダウンドラフト現象とは、降下火砕物の集団が噴煙から地上に落下する現象で、その速度は個々の粒子が単独で落下した場合の速度よりも速いといったものになります。これは7月28日の観測例です。こういったものを黒神に置いた船舶レーダーで観測した事例です。このような映像が得られていまして、噴煙高度が火口から4,000メートルなんですけど、これは30分の間に少なくとも6回の噴火が発生というところがデテクションされています。2,000メートルぐらいからこういったようにエコーが始まって、ダウンドラフト現象が始まっているということで、それが水平距離3,000メートル付近の斜面に集中していることが分かっていることになります。

次に、火山灰拡散予測の高速度化技術開発ということで、これはロバストな観測である地震とか地殻変動を基にして火山灰噴出率の経験式、地震計から得られる2から3ヘルツの周波数帯域の振幅あるいは地殻変動データから得られる圧力源の体積変化量に基づく経験式で火山灰の噴出率を横軸に取り、実際の火山灰の噴出量を経験式でこうやって当てはめていることで得られていることになります。

それからこれは飛ばします。

同様に、噴石の落下・衝突による被害リスク評価の実験・研究も進めていることになります。

こういった実験とか観測あるいは経験式を活用して、火山灰移流拡散シミュレーションの連続化、自動で行うということを行っています。これは世界に例がない、非常に先駆的な事例です。先ほど申しましたように、地震、ひずみ計のロバストな観測から経験式で噴出率を出す、それから気象モデル、特にローカルな気象モデル、風速場予測値を入れて、WRFによって高精度な風速場のデータベースをつくって、それらもインプットする。あるいは、リ

モセンによるMPレーダーによる噴煙高度などを入れて、移流拡散シミュレーションを行って、ディストロメーターで実際の観測と照合して降灰量を積算するということを進めている。シミュレーションエンジンにはFALL3Dを用いています。

実際、その火山灰移流拡散連続化シミュレーターの実装を行っていて、こういったことでシミュレーションも行う。それから実際の観測量、島内にいっぱい置いてあるディストロメーターによる降灰量に関して、こちらの縦軸が降灰量、観測点と実際の観測量と降灰予測値を比較するということで、こういったリアルタイムシステムを構築していることになりま

す。

最後のテーマですけれども、今度こういったものの噴火発生前の確率的な降灰予測技術にトライしている。特に地殻変動から得られる、噴火に先行する膨張体積の頻度分布を取っています。昭和火口噴火に先行する膨張の継続時間と体積の確率関数を求めたと。で、PDFを求めているということで、こういったものを先ほどのシステムに入れるようなことで、規模、噴火発生前に膨張量から降灰量を予測するようなことに今後適用していくことができるようになると思われています。

それからサブテーマ3です。こちらは情報ツールを提供するということで進めているテーマです。これまで周知啓発教育用コンテンツの高度化ということで、ホームページにおいていろんな情報を発信することをやっていました。それに関するヒアリングを行いまして、一応要望を聞いて、それに対応することを進めて、ニーズを引き出して、ニーズや課題に対応して高度化をしていることになります。特にヒアリングで要望の多かった映像のコンテンツを拡充してほしい、あるいは噴火対応の経験など、そういった記録などを拡充してほしいというようなことを言われています。そういったものに対応する形で進めている。まだまだ使いにくいところが多々あるんですけれども、それを今後対応して進めていくことにしています。

それから降灰被害予測コンテンツの高度化は、これまで実験、例えば空調設備とか降灰屋根荷重の建物影響とか、そういったことを進めてきました。今年度は特にその降灰の計算、あるいは降灰荷重による建物屋根への検討というようなことを進めています。

今後、最終の8、9、10年目に向かっての進め方ですが、こういった降灰分布とか粒度情報に関して、そういったものをインプットして降灰被害予測、あるいは特に構造にどういった影響があるかといった応力・変形計算を絡めて予測結果を表示することを踏まえて、最終的に防災に資するような情報に作っていきたいと考えているところで、今後残りの3年間は進

めていくという方向性です。

一つ、シミュレーションのサンプルですけれども、市街地領域でこういった降灰分布になるか、特に建物、鉛直方向の建物の分布、ビル風とかビルの吹きだまりみたいなところに降灰がたまるとか、そういったことまで検討を始めていこうということで進めてございます。

あとは避難・救助支援コンテンツですが、従来、富士山とか那須岳、御嶽とかでやっていますが、特に登山者動向把握という実験を本年度も9月に実施していることになります。

避難計画の策定や、避難・救助活動において特にシェルターの耐衝撃性を評価するということで、模擬火山岩塊を使用した衝突実験を併せて進めているということで、各コンテンツの製作、あるいは中身の検討を進めてきている状況でございます。

説明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、ただいまの説明についての御質問あるいは御意見をお願いします。池谷さん、お願いします。

【池谷委員】 ありがとうございます。大変すばらしいことをやっておられることに対して敬意を表したいと思います。

ちょっと気になりますのは降灰の議論です。まず最初に2つありまして、1点は桜島でやっているドローンの話ですけれども。ドローンでどのぐらいの範囲までやるか、多分桜島で今やっておられるんでしょうけれども、例えば大正噴火を見ても、実際は大隅半島のほうまで火山灰が飛んで、その後の雨で大隅半島で土石流が大変出ているんですよね。雨で災害が出ているんです。ということは、多分、実際桜島は大きな噴火をしたときには、桜島だけではなくて周辺に火山灰が飛ぶことを前提に、例えばドローンを使わないといけないんじゃないかなと思うんですけれども、そういうことも考慮してのドローンのテストを今しているのかどうかをお聞きしたいのが1点目です。

それから2点目でありますが、この広域性をどうドローンでカバーするかということです。それからもう一点は、先ほどの例えば課題Cで降灰ハザード予測モデルの開発のお話が出ていましたし、気象庁では御承知のように降灰予測をやっていますよね。いろいろなところで降灰の話が出てくるんですけれども、最後に、降灰を解析して防災に使うというところをこの課題Dで整理されるとすると、ほかのそういうテーマでやっておられるところとの共同整理というんでしょうか、一緒になって整理をされて最終的にまとめるという方向性も出てくるんでしょうか。それをお聞きしたいと思います。

よろしく願いいたします。

【オブザーバー（藤田）】 御質問、御指摘どうもありがとうございます。

まず1点目、ドローンの件ですけれども、特に噴火規模とか対象とする範囲に応じて、桜島とか火口周辺の精密な情報を得たいという場合には当然ドローンとかがいいですけれども、本当にもっと広域、例えば御指摘のように大隅半島のほうまで行って土石流が発生するとか、そういったことに関してはドローンだけではなくて、やっぱり衛星とかリモートセンシングとか、そういったものを組み合わせて対応する形になると思っています。そういった方向性で対応するような計画を立てるべきかなと思っています。

【池谷委員】 そういう意味では、その書き方として、ドローンで全てこれができるようなイメージで出ているので、ちょっとそれが気になるということですが、そこら辺の議論はされているのでしょうか。

【オブザーバー（藤田）】 そうですね、Dの中では、すみません、D1の佐々木さんに振ってもいいですか。具体的にはそこまでちゃんと議論はしていないと思いますけれども。

【池谷委員】 お答えの途中で、すみません。

【オブザーバー（藤田）】 いえ、大丈夫です。

【藤井座長】 佐々木さん、いるの？

【オブザーバー（藤田）】 佐々木さん、います？

【傍聴者（佐々木）】 アジア航測の佐々木です。

今回のテーマはドローンを使ってどこまでできるかということなので、そういうところを具体的にはまだ議論していないですが、やっている立場からすると、やっぱり御指摘のとおりドローンだけで全部網羅できるとは思っていませんので、航空機とかヘリコプターとかそういうものも併用していかないとなかなか臨機応変には対応できないと思います。

【池谷委員】 例えばドローンはどのぐらいまでの範囲に対しては非常に有効だというようなことが分かると、行政として使うときに、どういう火山の時にはどういうドローンの使い方をするかを防災担当者が分かりやすいんじゃないかなと思います。それよりも広い、広域的に火山灰が飛ぶようなときには別の手法を取ればいいというのが初めから分かっていると、準備が非常にやりやすいのかなというのが気になったところであります。ありがとうございます。

【オブザーバー（藤田）】 ありがとうございます。それから2つ目の御質問に対して、降灰に関しての御質問です。今、D2でやっているのは京大防災研が中心に桜島でやっているシ

ミュレーションです。それから課題C3でやっている、私が担当していますけれども、C3でやっているのはもう少し広域の、御存じのように気象庁の降灰予測の手法を入れたりとかそういうこととか、あとは噴煙のダイナミクスを入れたもので、もう少し大規模のものということで、特にD2、こちらでやっているのは、非常にローカルな気象場とちゃんとデータ同化に近いところまで入れてできていることが非常に先駆的だと思っています。

それから桜島の場合は、先ほどの説明の中で申し上げましたように、地震とか地殻変動観測を用いて事前に膨張量を得て、推定して、それによって噴煙高度を推定して降灰予測をすることができています。それは桜島でしか恐らく基本的にはやりにくいことで、例えば富士山とかはそういった手法がなかなか難しい。試しにそれにアプライすることはできるんでしょうけれども。そういった空間分解能が主な違いとなっていますけれども、今後はD2とC3とその辺をすり合わせて、プロジェクト全体としては、先ほどのドローンの話も同じかもしれませんが、空間分解能、あるいは時間もできるかちょっとよく分かりませんが、そういったところの、どこがどれを使うかということを明示できるように整理していく方向で検討したいと思います。

【池谷委員】 ありがとうございました。

【藤井座長】 ほかにはいかがでしょうか。ございませんか。

どうもありがとうございました。それではここで休憩を取りたいと思います。少し押ししておりますので7分か8分ぐらいになりますが、3時45分まで。3時45分に次の再開をしたいと思いますので、45分まで休憩といたします。

（ 休 憩 ）

【藤井座長】 それでは、時間になりましたので再開いたします。

次は人材育成コンソーシアム構築事業についてですが、東北大学の西村委員、お願いします。

【西村委員】 よろしくお願いします。画面の共有をしました。

では、次世代火山研究者育成プログラムということで、主に2021年11月から今日ぐらいまでの活動について御説明いたします。

コンソーシアムについては、また新たに加入される機関がございまして、新規参画機関として、株式会社建設技研が今年3月に協定を締結してくださいました。現在18大学、それから地方自治体も10、民間企業については4つから5つに増えた形で今活動をしております。建設技術研究所の方々はこの後お話しするセミナーにも参加していただくなど、積極的に活

動してくださっております。

受講生の状況ですけれども、こちらについては今までと大きな変化はございません。今年度の新しい受講生は22名になります。発展コース、いわゆるドクターのコースですけれども5名入ってくれまして、これまでとほぼ同様の人数となっております。

真ん中の欄に現在の学生の所属大学あるいは学年などをまとめております。大きな大学は大体毎年1人ずつぐらいの受講生が学年にいますけれども、やや規模の小さい大学についてはゼロのところもありますが、2年で基礎コース・応用コースを終わってしまいますので、修士で終わってしまう学生が多いところはどうしても少なめになっていることは御理解ください。

一番下には最初から現在までの累計の受講生数をまとめておりますけれども、既に140名ぐらいの学生が基礎コース・応用コースの認定を受けていたり、それから発展コースも28名受けていることになります。

今年度のスケジュールについて少し御説明いたします。コロナがまだ完全に終わっていないわけではないですけれども、いろいろな大学で授業は始まりまして、世間のムードも少し変わってきて、今年度からはかなり対面でいろいろな催し事をしております。最初に実施する認定式あるいはオリエンテーションも3年ぶりでしょうか、仙台にある東北大学で、受講生それから指導教員、藤井先生をはじめ火山コンソの関係者に来ていただいて行うことができました。いわゆる懇親会のようなものはできませんでしたが、教員と新しい受講生が懇談する時間を少し設けまして、いろいろ情報交換することができました。

それから火山学セミナーの第1回は社会科学について行いました。今年度、地引准教授から引き継いだ齋藤さやか准教授が早速セミナーをしてくださいました。その後の火山砂防についての講義、それから阪本先生による社会科学の博士課程コース学生向けのものも行いまして、順調に進んでおります。それから気象庁には職員研修の提供を頂きまして、7月下旬に発展コースの学生が参加しております。

それからちょっと飛ばしまして、9月には草津白根で火山学実習を行うことができました。こちらでも対面で行っています。多くの基礎コースの学生が来てくれました。9月中旬にストロンボリ火山、イタリアにある非常に活発な火山で火山学特別実習・火山学実習を行う予定でした。しかし、5月下旬にストロンボリで非常に大規模な山火事が起きてしまいまして、実習をすることは難しいだろうということで、今年度は中止にせざるを得ませんでした。こういった実習がなくなってしまうこともありまして、柏崎にある施設で、先ほど中道先生が

お話しされていました光ケーブルを使った地震計の実験がありましたので、それを実習という形で紹介していただきました。7月下旬に柏崎で、最近使われているDASという新しいシステムの勉強なども含めて行うことができました。

それから、各大学の講義も東北大学、名古屋大学、九州大学、それからこの後、京都大学にもしていただいております。

後期になりまして、火山学セミナーということで火山学会の学会発表をまた利用させていただきました。

それから火山防災特別セミナーは箱根で実施し、こちらに書いてありますけれども、地方自治体としては8団体、民間企業は東京電力、先ほど言った建築技研、九州電力、アジア航測に来ていただいて4企業が参加していただきました。受講生のほか、多くの方が箱根での観光と火山というテーマでいろいろな議論、それから勉強をすることができました。

11月中旬には国土地理院で火山学セミナーを行って、火山測地、GPSをはじめとした測地技術について学びました。実は昨日・今日と、火山噴煙に関する講義を大石先生にいただきました。こちらに火山噴煙と書いてあるんですけれども、いわゆるレーダー技術、気象レーダーによって雨雲の時空間分布が求められていますけれども、その基礎的なところを工学部の大石先生に丁寧に解説していただきました。先ほど、午前中に授業は終了したところです。

今後の計画ですけれども、コロナも大分落ち着きましたので、シンガポールにある南洋理工大学のEarth Observatory of Singaporeで火山研究特別研修を行う予定であります。そのほか火山学セミナー、それから2年おきに行っている霧島での火山学実習の開催の後に、伊豆大島で海外研修・海外特別研修を行う予定です。これはAsian Consortium of Volcanologyのフィールドワークの一環として実施するものです。当初フィリピンで計画しておりましたが、まだそちらでの開催は難しいということで、急遽、伊豆大島で開催することになりました。

それからインターンシップについては、こちらに参加した学生の人数と参加した場所が書いてございます。昨年度までは地方自治体での参加は難しかったんですけれども、今年度から長野県、山梨県、岐阜県などが開催してございまして、それぞれ数名ずつ参加することができております。こちらも順調にコロナの前に戻りつつある状況です。

それから、テキストの作成をすることがこのコンソーシアムの一つの柱ですけれども、毎回行っています授業あるいは実習のテキストは、ホームページから受講生あるいは火山コ

ンソの関係者であれば利用することができるようにしております。

それから、もう少し広く、そして一般的に火山学が学べるように、火山学会誌の「火山」の中に解説紹介を出す場所があります。そこで特集号で組みました。「次世代火山研究者のための火山学講座」という形で企画しておりまして、編集委員としては太文字で書いてあるのがコンソ関係者です。こういったメンバーでいろいろな方に声をかけて、学際的と言われる火山学の多様な分野の理解が得られるように、各分野の観測や分析手法、データ解析を解説していただいております。2021年から始まっておりますが、現在14編まで出ております。それぞれいろんな分野がありますので、全てまだ網羅できておりませんけれども、一つずつこういったテキストを作ることによって、幅広い火山学分野の基礎を学べる環境ができればいいのではないかと考えております。

それから進路先になります。令和4年度9月修了として、産総研に1名が就職しております。こちらは博士号を取得した学生になります。それから令和4年度の3月修了見込みですので、こちらに書いてあるのはまだ確定ではございませんけれども、今、受講生から進路状況を聞いていますので、それをまとめました。博士課程進学希望者は今年度は7名、いつもより多いです。それから気象庁に4名、国土地理院に1名が就職内定が出ていると聞いております。それから民間企業やそのほかという形で6、7名が就職する予定です。また発展コースについては1名が気象庁に決まっていまして、そのほかの6名は今、多分博士論文を書いている最中で、これから、いろいろなポスト系の進路に決まるところですので未定です。3月以降に調査を予定しております。

今までの進路先のまとめをこちらに一覧としました。トータルで70名いますけれども、火山防災・研究関係と私のほうで区別したものですけれども43名です。そのうち気象庁や国土地理院、防災科研などに13名、それから大学、研究機関、基本的にこれはポストが多いんですけれども12名の方が就職していることになります。

今後の予定ですけれども、2023年度の実験生の募集を今行い、審査中でありまして、11月末日に募集は締め切りました。応募者数は基礎コースへ29名ということで、例年20名ぐらいなんですけれども、今年度はかなり多いです。現在審査中で、12月22日ぐらいに決定して実験生に内定の通知を出す予定です。ここに追加募集の予定と書いてありますけれども、こちらは実験生の決定を見た上で追加募集をするかどうかを決めて、実施を判断したいと思っております。

それから2023年度の計画については、22日に人材育成運営委員会を開きますので、そこで

大枠を検討して、1月に具体的な計画をまとめたいと考えております。

それからこちらは参考資料の表ですけれども、今いろいろなところでお見せして、また長年見せているものです。平成18年から令和4年までの博士コースにいる学生、修士課程にいる学生、こちらについてはコンソーシアムの参加機関の担当の方にそれぞれどれぐらい火山の研究をしているかという問合せをして、それを表にまとめたものです。平成26年ぐらいから少しずつ増えて、現在で見ると平成18年ぐらいに比べると博士学生は大体2倍ぐらい、修士も40名ちょっとぐらいだったのが80人を超えていますので、2倍ぐらいになっているのではないかと思います。それから火山学会の学生数を見ますと、やはり4、50ぐらいだったのが、平成27、8年ぐらいから多くなって120ぐらいまで伸びたんですが、このコロナの影響でぐっと減りました。その後、今年はやはり対面での火山学会の開催もありましたから、少し持ち直して100名ぐらいという状況になります。

それから最後になりますけれども、受講生は基本的に授業を受けたり実習を受けたりしているわけですが、博士課程に進学した学生は論文をしっかりと書いているということで、表にまとめてあります。査読つき論文については、受講生が現在累計で39名いますけれども、その4分の3ぐらいでしょうか、39分の29ですから4分の3ぐらいの割合で論文が出ています。1人1点は必ず書いて博士課程そして発展コースを修了してもらいたいと思っているところです。

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。

それでは、ただいまの御説明について御質問あるいは御意見等ございましたらお願いいたします。加藤さん。

【加藤委員】 気象庁の加藤です。西村先生、御説明ありがとうございました。

今、先生の御説明にもありましたように、気象庁では平成30年から令和4年度まで、この5年度の間に10名、この受講生、修了生に入っていていただいております。この10名の方々におかれましては、本庁の火山課や管区気象台の火山監視・警報センターに勤務していただいております。今現在も地震火山の仕事に就いていただいているということです。その中で特に主に火山の監視・解析・情報発表業務とか、あとは対自治体等の防災対応に関わっていただく業務に従事していただいているということで、気象庁の中でも活躍いただいているので、この場を借りて改めて感謝を申し上げたいと思います。

来年度ですけれども、今、西村先生のお話にありましたように、気象庁にまた基礎・応用

コースで4名プラス発展コース1名ということで、卒業見込みではありますが、5名の方々に入っていただけるお話を私も聞いておりますので、火山分野で活躍してもらえるように、調整をしているところです。

あと、インターンシップの御紹介がありましたが、気象庁におきまして来年2月、今年度中に4名程度受け入れることを予定しておりますので、ここで御紹介させていただければと思います。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。ほかには……。ごめんなさい、西村さん。

【西村委員】 気象庁のインターンシップの予定は聞いていたんですけども、まだ人数が確定していなかったもので、ここからリストに漏れておりました。失礼いたしました。

【藤井座長】 はい。岡山さん。

【岡山委員】 ありがとうございます。

まさに次世代の研究者が育っているなという実績が積み上がっていて、御説明を聞いてすごく実感したところです。

今インターンシップの話が少し出たんですけども、インターンシップ先でどういうことができるのか、あるいはやってきているのかということをお伺いしたいのと、いろいろ研修プログラムが組み込まれている中で社会科学の授業はどういう内容を基にやられているのかということをお伺いできますでしょうか。

【西村委員】 インターンシップについては、例えばこちらに載っている防災科学技術研究所や国土地理院、それから気象庁に関してはかなり火山活動の評価とか解析技術についての実習だったり就業体験ですよ、インターンシップですから、そういうことをしていると聞いています。

地方自治体については、インターンシップをお願いしているときに、やはり担当者もどのようなものを開催したらいいか分からないということで、いろいろな議論をしながらしております。火山防災協議会への参加だったり、参加のための準備、いろいろな調整の準備をしたり、それから避難訓練への参加とかその後のアンケート集計とか、そういうことをいろいろ工夫しながら対応していただいています。必ずしも長い時間ではなくて、1泊2日という短い時間であったりとか、あるいは2回か3回に時期を分けてそういう機会があるときに実施してもらっています。特に地方自治体は対応していただくところが危機管理課みたいなところなので、なかなか長い時間は難しいところもあって、そのような対応をしていただい

ているところです。

それから社会科学については、社会科学というと非常に幅が広くて、法学、政治学、心理学とかいろんな分野からなって、それを我々はすぐ社会科学なんて言ってしまいますけれども、そういったものがあるので、最初の基礎コースの学生については幅広く社会科学とはどういうものなのか、それが防災対応についてどういう役割を果たしているかという、かなり幅広いというんでしょうかね、基礎的な内容をまずお話ししてもらうように、前に地引先生とか齋藤先生にはお願いしております。

それから阪本先生については、具体的な火山防災業務、地方自治体の職員になった形で考えてもらえるような機会をつくったりしたアクティブラーニングを取り入れて、そういう授業をしていただいております。基礎的な地方自治体の防災対応についての講義などとして、防災対応をどのような法令の下でやっているのかとか、そういう話もしていただいているのが、実際ずっと続いております。

以上です。

【岡山委員】 ありがとうございます。研究者になることが前提ではあると思うんですけれども、研究者になってアウトリーチを考えるのではなくて、研究者になる過程のところからアウトリーチだったり、要は研究の上流の部分を修めていただいて、下流のところはどういうふうに一般社会とつながっていくのかというところを考えながら育てていっていただけるのが理想的だなと考えていて。その意味で、今インターンシップだったり、社会科学、今は科学技術・イノベーション基本計画、人文系のほうも分野横断的に考えていくのが大事と言われている中で、社会科学の要素を取り入れるのはすごくいいことだなと感じました。

一案といいますか、先ほど中道先生の柏崎での火山学実習のように、各課題との連携がかなりやられているかと思うんですが、そういった中に、各課題の中で啓発用コンテンツでヒアリングをされたとかというところがあると思うんですが、そういうところにもコンソーシアムとの連携の可能性はあるんじゃないかなと感じました。

そういうアウトリーチにつながる部分の経験を積んでおくと、研究をどういうふうに伝えていく、どういうふうに応用していくかというところで、今後どこかで役に立っていくんじゃないかなと。それが一般に普及していく科学コミュニケーションの文脈の中でも、そういう研究者はすごく一緒に協力しやすい状況で、研究者のその研究を社会とつなげるという意味ですごく強力な人材になっていくと思いますので。そういうことをぜひ検討いただけたらと思います。

以上です。

【西村委員】 ありがとうございます。学生にいろんな感想を聞くんですけども、やはり社会科学系の話はなかなか学べないので、非常に新鮮で、面白いという言い方がいいかわかりませんが、興味を持ったと。大事なんだなということを学生はよく言っています。火山防災特別セミナーは地方自治体の方と議論する機会もあるので、その時にも学生の反応も非常に前向きですし、自治体の方も前向きです。ただ、やはりこれは全てを教えることはできないですが、よいきっかけになっていると思いますので、今後も、社会科学の授業をいいものにしていただけたらなと思っています。継続して続けたいと思っています。ありがとうございます。

【岡山委員】 ありがとうございました。

【藤井座長】 ほかにはいかがでしょうか。ございませんか。

それでは、ほかにはないようですので、次に進みたいと思います。

[議題4 火山研究運営委員会からの報告]

【藤井座長】 次は議題4になりますけれども、「火山研究運営委員会からの報告」です。清水委員長、お願いいたします。

【清水委員】 清水です。それでは私から報告させていただきます。

私からは、次世代火山研究推進事業の今後の、あと3年しかないですが、最終的な方向性について今議論しておりますので、それを御紹介して、皆さんの御意見を頂ければと思っています。

今映っているのは、右側に本プロジェクトの漫画がありますけれども、この一番右側にアウトプットがあるんですが、それを拡大して書いたのが左側で、箇条書で書いてございます。3つ目標が設定されていまして、1つ目が、災害状況をリアルタイムで把握して活動の推移予測を提示する。2番目に、噴火の発生確率を提示する。3番目は人材育成です。次世代火山研究推進事業の目標としては、この上の2つがメインになると思います。

それで、これは今日それぞれの課題の代表者から説明がありましたので省略いたしますけれども、今、左側にそれぞれの課題、課題Aから課題Dまでの今やっている主な内容とその主な成果を、非常に簡潔にキーワードで書いてございます。右側には先ほど申し上げた本事業のいわゆるアウトプット、成果目標が書いてございます。それがどういう関係にあるかを矢印で結んだのがこのスライドです。

左側の各課題の黄色い字、例えば課題Aの状態遷移図という黄色い字で書いてあるものが、右側のアウトプットの黄色い字で書いているものに寄与するというイメージで書いています。例えば下のD1からD3まで赤い字で書いてございますけれども、赤い字で書いている成果は、右側のアウトプットのやはり赤い字で書いてある部分に貢献するだろうというイメージです。

ただ、これもいろいろ議論になっていまして、活動の推移予測を非常に定量的に行うとか、あるいは発生確率を本当に直接数字で提示することは現状の火山学のレベルではかなり難しいということで、本事業では、これらの定量的な推移予測とか発生確率といったものを、ここに書いてございますけれども、切迫度あるいは活動度というものに置き換えて、そのアウトプットとして考えたらいかかがと。できる範囲でその確率等の数値をその中に盛り込んでいく方針で行きましょうということで、今考えております。

それで、実際に活動度とか切迫度を評価するツールというんでしょうか、そのものをなかなか1つのもので、例えばここにいろいろ書いてございますけれども、階段ダイアグラムとか噴火事象系統樹とかいろいろありますけれども、こういったものの1つで表現し切ることはできません。例えば扱っている時間軸、時間分解能も違いますし、活動度といってもいわゆる理学的な観点でいうところの活動度から、いわゆるハザードとか災害対応といったところの重要性での活動度と、いろんな指標があるので、1つで表すことができないので、一応、本事業では複数のものを作っていこうと今考えてございます。

それでどんなものをつくるかということは、ここにずらずらと書いてございますけれども、左上がいわゆる階段ダイアグラムで、一番右下が噴火災害イベントツリーになってございます。この図は横軸が時間分解能であり、左に行くほど時間分解能が長いというんでしょうか、粗い。右に行くほど非常にリアルタイム的になってきます。縦軸は上に行くほど火山活動評価ということで、いわゆる理学的な観点が強くなる。下に行くほど、これは火山災害評価ということで、いわゆる災害対応に貢献するようなものということで、一応ざっくりと分けております。

この後、それぞれのものについて具体的にどんなことをイメージしているかを説明申し上げたいと思います。

最初に、いわゆる階段ダイアグラムとか噴火事象系統樹。これは先ほど中川先生から課題Cの取組成果として御紹介がありましたので、ここでは詳しいことは省略させていただきます。こういった階段ダイアグラム、それから噴火事象系統樹、右側にありますけれども、こ

ういったものは時間の分解能としては長いものになります。その中でも比較的時間の短いものをここに短期階段図と書いていますけれども、それについては噴火事象系統樹を作れるだろうと。でも基本的にはこの噴火事象系統樹は過去の事例、例えばその火山で起こった過去数万年とか数千年の全ての事例を網羅的に集めまして、それを羅列すると。どちらのほうに行くかという分岐については、たくさん事例のあるものについては、過去の事例によって統計的な扱いで経験的に分岐していく確率を表現するといったものでございます。

一方、これは課題Aの上田委員から御紹介がありましたいわゆる状態遷移図ですけれども、これにつきましては火山の今置かれている状態を、階段ダイアグラムなどよりはずっと短い時間分解能、せいぜい数十年ぐらいの時間スケールで評価するものです。例えば階段ダイアグラムで見たら活動期であるが、その活動期の中でも静穏期、それから準備期、噴火活発期、噴火衰退期というようなステージに分けて、今現在の活動がどの状態にあるのかを表すものでございます。

それはそれぞれ下に概念モデルがありまして、基本的にはマグマが深いところのマグマ溜まりにたまってくると準備期、それが浅いほうに上がってくると準備期2ということで、より切迫性が高まり、活発期には地表までマグマが出てくる。そしてドレーンバックのような状態になると衰退期、というようにざっくりと分ける。このように、概念モデルを参照しながら火山活動の現状を判断します。

具体的に判断するのは、上田委員は過去の事例と言っていましたけれども、もちろん過去の事例もあるんですが、基本的にはモニタリングデータだと考えています。モニタリングデータ、つまり観測データを地下の構造状態モデルと照らし合わせながら、今現在どの状態にあるんだろうかということ判断することを考えています。また、このようなざっくりとした一般的な状態遷移図に加えて、よりデータが整っている火山については、一番下に書いていますけれども、個別火山版の詳細な状態遷移図を用意します。これは例えばその火山の特性、水蒸気噴火が卓越している火山とか、いろいろな火山によって個性がありますので、そういったものを考慮し、さらにその火山における過去の事例も考慮しながら、それぞれ個別の詳細版を作っていくことにしたいと思っています。これはもちろん研究者の研究の議論のベースにもするわけですが、同時にこれはできれば自治体等の防災担当者とか、防災協議会のようなところで活用できるようなものになればいいなと考えているところです。

それから、さらにもうちょっと時間スケールが短くなる、分解能が短くなるものとして、イベントツリーというものも今考えようとしております。今ここに示しているのはインド

ネシアのシナブンという火山で実際に作られた事例ですが、これは一番大きな特徴としては有効期限があることです。

この図はいわゆる分岐系統樹みたいになっていますけれども、分岐の一番先頭にあるのが現状です。例えば、現在マグマが入ってきているということが観測データで分かる場合に、有効期限、この例では2週間ぐらいの有効期限を設けていますけれども、その間にどういふふうに進展していくか、考えられる事象について確率を付した表現になっています。例えばこれだと次の2週間にはさらなる噴火に至るであろうと。その噴火に至って、その規模。この列はexplosivityと書いていますが、いわゆる噴火の規模ですね。小規模なのか中規模なのかと。恐らく小規模の確率が高い。で、その小規模の噴火が起きた場合に今度はハザードです。予想されるハザード、どんなハザードが想定されるかということを、これも確率つきで書いているということです。

これはもちろん状態が時々刻々変わるので、その都度有効期限を設けて更新していくわけですが、例えばこういった分岐、確率は、基本的にデータがあればその火山の過去の事例あるいはデータベース、なければそれに類似の火山とか世界中の類似の火山のデータベースを参照しながらこの確率を評価します。さらに、本事業の課題C1あるいはC3で行っているようなシミュレーションなど、定量的な分岐判断基準を入れて、こういった評価が将来的にはできればいいんですけれども、当面はデータベースを活用し、経験に基づいて確率評価をすることになるだろうと思います。

これも同じですね。これは先ほどのシナブンのその次の段階で作ったもので、ひと月ぐらいの有効期限を設定して、溶岩ドームが出てきて火砕流が発生するだろうというようなことを予測しているものです。これもさらにまた更新しまして、結局溶岩ドームの崩壊による火砕流、火砕サージといった形になったと。こういったものを考えているわけです。

これは課題D3で中田先生が作成したイベントツリーですが、我が国の硫黄島について仮に試作したものであります。例えば左側がまさに現状を見ているわけですが、マグマが関与していて、マグマ噴火に至り、その規模がどのくらいで、どのようなハザードが想定されるかということをそれぞれ確率を付けて評価しています。ただ、なかなかこれも過去の事例がないために、この試作品では類似の火山として明神礁の過去の噴火事例を参照して作っています。こういったものを作成すると、確率付きでハザードも評価するということにより社会の求めるものに対しても、十分ではないですが、応えていくことができるのではないかと考えております。

一応、こんなような形で、なかなか十分ではないですけども、本研究プロジェクトで設定されたアウトプットである推移予測とか活動の確率評価みたいなものについて応えていければと考えております。御意見をよろしくお願いいたします。

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、ただいまの火山研究運営委員会からの報告について御質問あるいは御意見等をお願いしたいと思います。いかがでしょうか。小屋口さん。

【小屋口委員】 どうもありがとうございました。

大分、上田さんの報告と中川さんの報告と今回の話で狙っているところが見えてきたと思います。それで、非常に難しい問題にチャレンジしていることはよく分かったし、と同時に、過去の事例に関しては着々と整理が進んできている印象を持ちました。

やっぱりそのところで、恐らく行政とか防災の観点からとにかく結論を早く出してほしいという希望はあると思うんですけども、一方で、次世代の火山学という意味では、どこまでが過去の事実に基づいていて、どこまでが物理的なモデルに基づいているかということ非常に明確にしていくことが多分若い研究者にとっては重要だと思うので、研究者向けにはちゃんとどういう根拠でこういう結果が出てくるかということが、ただ単に結果だけが出てくるんじゃないくて、研究者向けにどういう根拠でこういう系統樹なり状態遷移図が出てくるかが分かるような形で公表されていくといいかなと思いました。

【清水委員】 どうも御助言ありがとうございます。まさにそうだと思います。中川さんはかなり丁寧に噴火事象系統樹、階段ダイアグラムをいろいろお話しされましたけれども、状態遷移図についても今議論はしているんですが、まだそれぞれの研究者によって微妙にイメージも違ったり、状態を判断する基になるモデルについてもなかなか難しい面もあるので、こういうところもどこまで今現在学術的に言えて、言えないのかということも含めて、丁寧に説明をしていくことは重要だと思います。本当にありがとうございます。

【小屋口委員】 よろしくお願ひします。

【藤井座長】 ほかにいかがでしょうか。ございませんか。

ほかに御意見あるいは質問がないようですので、この議題4に関しては終わりにしたいと思います。

予定より大分過ぎておりますけれども、議題にはありませんけれども、自由討論として若干の時間を考えたいと思います。本日の報告内容に関する質問や御意見、あるいはプロジェ

クト全体に対する御要望、御指摘等について、何でも結構ですので御発言を頂きたいと思
います。あまり長い時間が取れませんが、もしそういうことがあればお願いしたいと思
いますが、いかがでしょうか。特定の部分ではなくて、全体を通してのお話で結構です。あるいは
御質問で結構ですので、もしありましたらお願いいたします。

(御質問、御意見なし)

ございませんか。どうも御意見等ないようですので、既に予定を越えておりますので、今
の自由討論はこの時点で終わりにしたいと思います。

[議題5 その他]

【藤井座長】 それでは、議題5「その他」に移りたいと思います。事務局からの報告、
連絡事項です。説明をお願いいたします。

【事務局（矢澤）】 事務局でございます。

まず1点目は、令和4年度総合フォーラムの開催について資料5でまとめております。縷々
書いてございますが、この中でポイントとしては、開催目的はプロジェクト7年目の成果と
今後の展開について御紹介いただくということでございます。

日時はここに記載のとおりでございます。

開催方法はZoomウェビナーですけれども、本部に若干の会場を設けましてハイブリッド
方式で予定しております。司会者は総合協議会委員の岡山悠子氏にお願いしてございま
す。ハイブリッド方式ですので、登壇者、いわゆる講演者とかパネリストのうち可能な方は本部
会場での参加を想定しております。本部会場はここに記載したとおりで、案内図も添付して
ございます。

案内先としてはプロジェクト関係者以下、ここに記載したとおりでございます。なお、一
般視聴者の参加も考慮した周知方法、SNSを活用した開催案内も今検討してございま
す。

プログラム案でございますが、主催者挨拶として文部科学省さんから御挨拶いただくと。
2番目として、次世代火山研究推進事業各課題・人材育成コンソーシアム構築事業の成果等
の紹介をしていただきたいと思います。藤井PLに講演をしていただきまして、「研究活動総
括（中間評価結果を踏まえて）」ということでございます。さらに両事業の成果と今後の展
開について、本フォーラムの開催目的に沿った発表をお願いしたいと思います。質疑応答を
含めて1課題15分程度の発表で考えております。

それから3番目にはパネルディスカッションですけれども、全体通して約3時間の予定で

ございますが、討論時間が60分ほどと限られているために、以下の2点を議論のポイントとして実施する予定でございます。1つ目が、プロジェクトの成果を火山防災情報の高度化のためにどう役立てるかなど、火山研究を進めるべき方向性について御議論いただきたいと。2つ目として、プロジェクトの出口戦略を見据えた今後の取組について御議論いただきたいと、このように考えております。なお、先生方には改めてパネリストをお願いすることもございますので、御協力のほどお願いしたいと思います。

これが総合フォーラムの開催についてでございます。

さらに、令和4年版のパンフレットを作成する予定でございまして、各課題の先生方にはパンフレットの更新された最新原稿を御提出いただきたいと存じます。原稿のほか、表紙用の画像データ提供のお願いにつきましては、改めてメールで御依頼申し上げます。

それからもう一つ、SNSの情報発信を可能な限り活発に行っていこうと考えておりまして、引き続き活動状況の掲載を積極的に行ってまいりますので、活動中の1コマでも差し支えございませんので、簡単な記事文とともに画像・動画等の映像リソースを御提供いただけますと幸いです。御協力のほどお願い申し上げます。

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。

ただいまの事務局からの報告、連絡事項に関して御質問あるいは御意見等ございますでしょうか。いかがでしょうか。よろしいですか。

それでは最後になりますが、プロジェクトに関係する今後の予定等について、文部科学省から説明をお願いいたします。

【井上地震火山専門官】 文部科学省、井上です。画面共有をさせていただきます。

こちらが次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの令和4年度から5年度のスケジュールとなっております。例年、総合協議会において当面の予定等について共有させていただいておりますので、参考までに御説明したいと思います。

こちらは12月、今月以降の予定を大体入れているところでございますけれども、現時点で判明しているものを入れておりますので、未記載のものもあるということで御承知おきいただければと思います。

今後の予定としましては、先ほど事務局から報告がありました、全体の左側の欄ですけれども、総合フォーラム、2月17日ということでございます。それから先生方から報告を頂いているものとして、4月から6月のところにありますけれども、5月の日本地球惑星科学連合

の2023年大会で、火山プロジェクトのセッションが今回開催されるということで伺っておりますので、こちらで紹介させていただきます。

それから次回の総合協議会につきましては第10回になりますけれども、こちら時期は未定ではございますけれども、来年度の後半にかけて行うということで今のところ考えております。

次世代事業やコンソーシアム構築事業の予定に関しましても、こちらは概要として入れておりまして、先ほど中川先生から紹介がありました課題間の連携研究、霧島火山のキックオフ集会について、3月ということで伺っておりますので、こちらに記載しております。

併せて課題Cでの合同研究集会の予定につきましても、来年度12月から2月頃の予定と伺っておりますので、こちらを御案内させていただきます。

ほかの次世代事業の各課題の皆様におかれましても、適宜事務局ないし文科省に情報を頂けましたら共有等させていただければと思いますので、よろしくお願いできればと思います。

人材育成コンソーシアム構築事業につきましては、先ほど西村先生から御報告がありましたけれども、当面の御予定について、参考までに記載しているところでございます。

それから一番右端、各課題と書いてある列になりますけれども、こちらにつきましては事務的な委託事業の契約関係で幾つか記載しておりまして、来年度の業務計画書の作成であるとか、成果報告書の提出・作成などを記載しておりますので、各事業の皆様、御参考にしていただければと思います。

以上です。

【藤井座長】 どうもありがとうございました。

ただいまの文部科学省からのスケジュール等についての説明に関して、何か御質問あるいは御意見はございますでしょうか。ございませんか。

今、このスケジュール表で見えていますが、各課題のほうの研究集会や何かの情報があれば、それぞれ異なる課題間で共有することが望ましいということは評価会でも言われておりますので、できるだけそういう集会や何かのスケジュールが決まりましたら、事務局あるいは文科省に連絡をしていただいて、お互いそういう場に出席できるように努力していただきたいと思います。

それでは、今の件に関しては御質問はないようですが、全体を通して何か御質問、御意見はございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、これで第9回の総合協議会を終了いたします。長時間にわたって御参加いただき、どうもありがとうございました。

— 了 —