

原子炉安全専門審査会 原子炉火山部会

(第8回会合)

原子力規制庁

原子炉安全専門審査会 原子炉火山部会

第8回会合 議事録

1. 日時

令和2年3月6日（金） 13：30～15：07

2. 場所

原子力規制委員会（六本木ファーストビル13階）A会議室

3. 出席者

原子炉安全専門審査会 審査委員

小林 哲夫 国立大学法人鹿児島大学 名誉教授

村上 亮 国立大学法人北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター 特任教授

原子炉安全専門審査会 臨時委員

大倉 敬宏 国立大学法人京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設
火山研究センター 教授

宮町 宏樹 国立大学法人鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻 教授

原子炉安全専門審査会 専門委員

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

棚田 俊收 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 火山防災研究部門 特別研究員

関係行政機関

加藤 孝志 気象庁 地震火山部 火山課長

黒石 裕樹 国土地理院 測地観測センター 地震調査官

事務局

大村 哲臣 原子力規制庁 長官官房 審議官

大浅田 薫 原子力規制庁 原子力規制部 地震・津波審査部門 安全規制管理官

川内 英史 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ 地震・津波研究部門

安全技術管理官

内藤 浩行	原子力規制庁	原子力規制部	地震・津波審査部門	安全規制調整官
熊谷 和宣	原子力規制庁	原子力規制部	地震・津波審査部門	管理官補佐
田上 雅彦	原子力規制庁	原子力規制部	地震・津波審査部門	上席安全審査官
佐藤 秀幸	原子力規制庁	原子力規制部	地震・津波審査部門	主任安全審査官
永井 悟	原子力規制庁	原子力規制部	地震・津波審査部門	主任安全審査官
菅谷 勝則	原子力規制庁	原子力規制部	地震・津波審査部門	技術研究調査官
安池 由幸	原子力規制庁	長官官房技術基盤グループ	地震・津波研究部門	専門職
西来 邦章	原子力規制庁	長官官房技術基盤グループ	地震・津波研究部門	技術研究調査官

4. 議題

- ① 火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について 報告書（案）
- ② 大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究について
- ③ その他

5. 配付資料

資料 1	参加者名簿
資料 2	火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について 報告書（案）
資料 3	大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究（平成 31 年度の巨大噴火研究に係る進捗状況）
添付資料	火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について報告書（案）＜変更履歴表示＞
参考資料 1	原子炉安全専門審査会原子炉火山部会（第 7 回）における主な意見について
参考資料 2	火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」の検討において監視項目を抽出するにあたり参考とした

資料について

机上配布資料 原子力発電所の火山影響評価ガイド（原子力規制委員会、令和元年12月18日改正）

6. 議事録

○大浅田安全規制管理官 原子力規制庁地震・津波審査担当管理官の大浅田です。

それでは、予定の時刻になりましたので、ただいまから、原子炉安全専門審査会原子炉火山部会第8回会合を開催します。

以降の議事進行は小林部会長にお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○小林部会長 小林です。

議事を進行させていただきます。よろしくお願いいたします。

それでは、最初に本日の配付資料の確認を事務局からお願いいたします。

○大浅田安全規制管理官 お手元に議事次第がございますが、それに沿って配付資料を確認させていただきます。

資料1が参加者名簿、資料2が本日の議題1に関連いたします火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について、報告書（案）です。資料3が議題2に関連いたします大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究（平成31年度の巨大噴火研究に係る進捗状況）でございます。そして、添付資料というものが、資料2の変更履歴がわかるように表示した見え消し版でございます。それ以外に参考資料1と2がございます。また、火山影響評価ガイドにつきましては、机上配布資料としてお配りしてございますが、この資料につきましては、一般傍聴者には配布してございませんが、ホームページには掲載しております。

配付資料については以上でございます。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

本日の議題は、議事次第にある二つを予定しております。

最初の議題は、火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」についての報告書（案）です。

本件につきましては、前回第7回会合で事務局より説明がありましたが、委員から幾つか意見が出されました。そこで、事務局においてそれらの意見を整理してもらいましたので、まず、参考資料1で説明していただき、次に、意見を踏まえて修正した資料2、報告書

を案として改めて説明していただきます。その後、委員の方々から質問や御意見をいただくことといたします。

それでは、お願いします。

○内藤安全規制調整官 規制庁、調整官、内藤です。よろしくお願いいたします。

まずは、前回のコメントの内容でございますけれども、お手元の資料、参考資料1という形でA4横のものでございます。「原子炉安全専門審査会原子炉火山部会（第7回）における主な意見について」というものです。

意見につきましては、別表でまとめたところがございますけれども、その部分が大部でありましたので、その表題ごとにちょっと整理をさせていただいております。めくっていただいて1ページ目でございますけれども、まず、最初のところが地震活動というところの項目でございます。ここについては、村上部会長代理のほうから、単に地震について発生場所ではなくて、メカニズムについてもきちんと見るべきだということのコメントをいただいております。これについては、本日の報告書（案）のほうに反映させていただく形になっておりますので、後ほど御紹介いたします。

宮町委員のほうからは、前回、回答をさせていただいておりますけれども、陸域はきちんとできるけど、海域はできない部分があるんだけど、それは義務になるのかどうなのかということでしたけれども、これについては義務ではないという形でお答えさせていただいているところでございます。

2ページ目でございますが、地殻変動、地盤変動のところの項目でございます。村上部会長代理からは二ついただいております。地殻変動が目安というのは適切なんだけれども、用語の定義として膨張とか、基線の伸び縮みだとか、言葉に振れが結構あるので、そこは統一した形で整理をしていただきたいというところと、あとは、衛星観測というのが、今、项目的に入っていないんだけど、これは最近きちんととれるようになっていて、精度よくとれると、比較的短時間でも出てくるというものであるので、取り込むべきだという御意見をいただいております。こちらの取組状況についても後ほど説明をさせていただきます。

ページめくっていただきまして3ページ目の噴出物に関するものもでございます。ここは数が多くて、3ページ、4ページの2ページにわたって書かせていただいておりますけれども、まず最初に大倉委員のほうで、前回御欠席でしたけれども、我々のほうでお聞きした意見について御紹介しているものです。噴出物については、広がり、空間的分布というのが明

確に記載されていないので、そういうのも含めた上で、項目を噴出物から噴出場所及び噴出物としたらどうかという御提案をいただいています。これについてもその意見を反映する形で今日の修正案のほうに反映しているものでございます。

二つ目、部会長のほうからございまして、ここに本当に書く必要が、この項目って要るのかということがございました。あとは、高遊原とかのほうが話があるんだけど、入れるのは全部ほかのカルデラも含めて全部入れるのか、なくてもいいのではないかと、そこは考え方をよく整理する必要がありますということでしたけれども、ここについては、後で御説明しますけれども、阿蘇のものを例として代表に入れて、それで代表させるという形で記載をさせていただいている状況でございます。

4ページですけれども、小林部会長からのコメントの続きでございますけれども、一つのポツについては、マグマの組成が変わったのかということは、温度とか粘性とか、そういったものも含めて見る必要があるし、あとは、降下火山灰という形で、前回、マグマと分けて出していたんですけれども、これは結局、降下火山灰とか、そういうものの物性とかを見ても、結局はマグマのものを見にいつているので分ける必要はないのではないかと、この趣旨をいただいております。

あとは、篠原先生のところでございまして、これはマグマの質的变化の中では同位体であるとか、どういう起源を持っているという情報については、鉱物組み合わせもあると思うけれども、そういったものが質的变化と言えると、そういうものもきちんと取り込むべきではないかという御意見をいただいています。こちらのほうも取り込み状況を後ほど説明させていただきます。

ページをめくっていただいて5ページ目でございますけれども、5ページ目、6ページ目にわたりまして、こちらで噴火規模の話についてまとめさせていただきます。

一番最初のところが大倉先生からいただいたもので、噴火規模の確認事項については、VEI5に相当する噴煙柱高度25kmという形で前回まで書いてございましたけれども、25kmと数字を明確にするのではなくて、数十kmとかという形でやるのがいいんじゃないのかということと、VEI5という形で書いてありますけれども、噴火規模を問題にしているのではなくて、様式を問題にしているのです、プリニー式とか、そういう形でもって記載したほうがいいのではないかというコメントをいただいております。こちらのほうも反映状況については後ほど説明させていただきます。

次が、小林部会長のほうから、噴火についてですけれども、これは将来的にカルデラ噴

火に移行していく可能性があるかどうかということが重要な問題であって、今、噴いているものがどうなのかということとはあまり問題じゃなくて、長期的にどうなるのかということについてきちんと着目するべきであるので、その部分について考え方を整理したほうがよいのではないかという御意見、二つ目が、プリニー式噴火という話が出されましたけれども、プリニーといっても、ちょっとした噴火の規模でもプリニーになってしまったりする場合がありますので、その辺をどう整理するのかということについてコメントをいただいているという状況でございました。

6ページ目でございますが、これが村上部会長代理からの御意見という形で書かせていただいております。目安を判断するという形で、判断の目安という形でつくっているんですけども、事象が起こってからどのくらいの時間で考えているのかというところがあって、噴火規模のところで噴煙柱高度で25kmとか、そういう形で書いているんだけど、VEIを評価するというのは、噴煙柱高度よりも、もっと降下火砕物の量とか層厚を出してきたほうが正確であって、それもそんなに時間がかからずに出てくるとい状況はあるので、その辺の考え方をどうするのかということについて整理が必要という御意見です。

あとは、噴火規模として、規模とか様式、場所というのは活動としてやっぱり見るべきだと思うということで、ここはきちんと残すべきであろうという御意見をいただいております。

引き続き宮町委員でございますけれども、同じような形で、噴煙柱だけではなくて、噴火様式もきちんと記載しているということで検討が必要であるという御意見。村上部会長代理のおっしゃっていることということでございますけれども、噴火の規模の考え方はそれでいいということでございましたけれども、解説のところで、桜島の記載があるんですけども、ここはもうわかり切っている話であって、ここは削除していいのではないかという形でのコメントをいただいております

次が、ページめくっていただいて7ページ目でございます。地下構造のところでございますけれども、ここは宮町委員のほうからコメントをいただいておりますして、地下構造のところで「上部地殻（数km以浅）」という形で書いてあったんですけども、実際のマグマ溜まりというのは10kmぐらいのところにあるというのものもある、現実ですので、これはちょっと記載が誤っているのできちんと直したほうがいいのではないかというコメントをいただいております。

その下、全般でございますけれども、村上部会長代理から、観測事例というところでク

ラカタウの話が入っていなかったんですけども、ここは重要なものですので入れたほうが良いという御意見をいただいております。

あとは、8ページで棚田委員のほうですけども、公的機関のデータの扱いというところについて、ちょっと入っている位置がおかしいのではないかとコメントをいただいております。

あとは、小林部会長からのコメントですけども、「火砕物密度流」という言葉があるんですけども、一般的には「火砕流」という形で知られているので、わざわざ書き直すのではなくて、こういったものを「火砕流」という言葉で統一したほうが良いのではないのかという形での御意見をいただいているという状況でございました。

これらの御意見と、あとは、審議の途中で、審議というか、今回、案をつくっている途中で幾つかほかの先生方からも御意見をいただいたものを反映した形で、本日お配りしている資料2という形で現在いただいているものをこういう形で反映したらどうでしょうかという形でまとめてございます。

説明としては、見え消し版もありますので、どこが変わったのかということについては見え消しのほうが、赤字でなっていますので、わかりやすいかと思っておりますので、見え消し版を使いながら説明をさせていただきます。ただ、見え消し版ですと、間に文字が入っていますので、最終的な文案というのはなかなか見づらいというところもありますので、資料2を横に置きながらお聞きいただければというふうに考えております。

では、どこが変わったのかということで、右肩に添付資料〈変更履歴表示〉という形でもって報告書案がございまして、これに従って御説明をさせていただきます。

目次自体というか、全体構成については全然、前回からいじってございません。

1ページに行きまして、1.の経緯・目的のところですけども、ここは1カ所、最初のところを少しいじってございます。

2パラグラフ目、上から5行目のところ、「この火山影響評価ガイドでは」というところで始まっているところでございますけれども、ここ、1行目から2行目にかけて削除する形にしております。というのは、この後の記載を見ても影響評価という言葉がなくて、ここで立地評価、影響評価の2段階で行うとして、立地評価ではまずという形で書いていたんですけども、この内容はモニタリングで終わるという形になっていますので、影響評価の話が具体的には何も出てこないというところがございますので、ここの部分については火山影響評価では「まず」という形で「火山の抽出を行い、次に抽出された火山につい

て」ということで、それらの評価を行った上でモニタリングを行いますという流れで理解できてしまうということもありますので、ここの部分は削除という形で修正案にさせていただきます。

1ページ目の下の脚注のところですが、脚注の3番です。「火砕物密度流」の後ろのところに「（特に、火砕流）」という形で、ここに火砕流が着目なんですということをお知らせできるように記載をさせていただいたというところがございます。

次に2ページ目に行ってください、この部分は、最初の部分は文言がちょっと読んでいただけではわかりづらいというところがあるということで御意見をいただきましたので、少し修正をかけさせていただきます。1ページ目の下の段落から平常時の火山活動とは異なる兆候を継続的に示している場合の目安なのか、もしくは、「設計対応不可能な火山事象が、原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性十分小さい」とする前提条件が失われた場合の目安なのか、という二つの考え方ができるとして整理をしたということで、間に、「その結果」という形で読みやすさの観点から入れさせていただきます。「その結果、本部会は、現在の巨大噴火に係る科学的知見を考慮し、巨大噴火の前段階で何らかの前兆現象が生じることは想定されるものの、歴史記録として」という形で流れる形にさせていただきます。

その下のところで、赤字で少し長目のものを入れてございますけれども、前は「①の考え方」という形で、前のところで①、②と書いていた①をそのまま引っ張ってきたんですけど、これだと前のページ戻らないと①って何だろうという話になってしまいますので、ここの部分については、「平常時の火山活動と異なる兆候を継続的に示している場合の目安」であると考え方を整理したということで、何に考え方を整理したのかということわかるように記載をさせていただきました。

2ページ目の一番最後のパラグラフのところで、年月日と数字は、今回変えておりますので、それに合わせた形で記載をしております。

その下のところで、「観測データに有意な変化があったと判断する目安の」というところが、かなり重なって書いている部分がありますので、ここの部分、読んでいて読みづらいところがありますので簡潔に書くという形で整理をさせていただきます。

下の脚注のところですが、ここは1点ちょっとまずは事務局のほうで修正をちょっと間違えているところがあって、そこをまず修正させていただきたいと思います。6.のところの「巨大噴火とは」というところがありますけれども、ここの部分を、今、赤字で

消して「大量の」と書いてあったものを「大規模な」という形で、「大規模な火砕流となるような噴火であり」という形に修正をかけたんですけれども、ここの部分については、申し訳ありませんけれども、火山ガイドのほうで用語としては「大量の火砕流となるような噴火であり」という形でもって記載をしているので、元の形に直させていただければと思います。具体的には、「巨大噴火とは、地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数10km³程度を超えるようなものをいう。」という形で元の文言に直させていただければというふうに考えております。

次の脚注の7のところですが、これは、ピナツボとかのものについてはきちんといつ起こったのかとわかるように年代を入れるべきということで、年代を入れさせていただいているということと、先ほどあったように、クラカタウをきちんと入れるべきだということがありましたので、クラカタウを入れさせていただいているという状況でございます。

この関係で、本日、参考資料2という形で、パワーポイントのものを配らせていただいておりますけれども、これが前々回のところまでに出してきていた抽出するにあたり参考とした火山活動ということで出していたものにクラカタウが入っていませんでしたので、クラカタウを入れる形にさせていただいております。具体的には、ページ数でいくと、28ページ、29ページ、右下のところ29ページになりますけれども、クラカタウ(1/2)(2/2)という形でもってどういう現象が起こったのかということについて文献から引いてきて、その記載を加えさせていただいたという形にしているものでございます。

本文というか、見え消し版のほうに戻っていただきまして、3ページでございますけれども、ここの部分についても一番上の始良カルデラの部分と桜島大正噴火の部分については、いつ起こったのかということと、噴火規模は幾らなのかとわかるようにということで、始良のところについては、約1.3万年前に発生したVEI6クラスの桜島薩摩噴火という形で入れさせていただいております。

下のほうには、「1914年の桜島大正噴火規模(VEI4)程度」という形で噴火の規模を入れさせていただいております。

あとは真ん中ちょっと下のところに「伸び」を「変化」に変えておりますけれども、ここについては、「基線長の伸び」と前は書いてありましたけれども、基線長のとり方によっては短縮する場合もあり得るということのコメントもありますので、「基線長の変化」という形に変えさせていただいております。

次のページ、4ページ目に移っていただきたいと思います。2.の観測データに有意な変化があったと判断する目安の検討方針ということでございますけれども、ここは、読みやすさの観点から幾つか変えさせていただいております。大きなところは、三つの方針を立てましたけれども、検討方針1、検討方針2、検討方針3という形でしか書いていなかったんですけれども、これだと中身を読まないで検討方針がそれぞれ何なのかわからないだろうということで、ここの部分については表題をつけたほうが良いということで、(1)の検討方針1につきましては、その後に「モニタリングにおける監視項目の抽出と分類」、4ページの下の方にあります(2)の検討方針2につきましては、モニタリングにおける監視項目の評価視点、ちょっと次のページに行ってしまいますけれども、(3)の検討方針3につきましては、モニタリングにおける監視項目のデータの範囲という形で、方針に少し見出しをつける形にさせていただいて読みやすくさせていただきました。

それに伴って、4ページに戻っていただきますけれども、(1)検討方針1の1行目のところが消してありますけれども、これは、その上を見ていただくと、目安の検討方針のところ『「観測データに有意な変化があったと判断する目安」を検討するにあたり、以下の三つの方針を定めた』という形で書いてございますので、それぞれの項目のところに「観測データに有意な変化があったと判断される目安の考え方にあたり」ということが全部書いてあったんですけど、これ、繰り返しになりますのでかなりくどい形になりますので削除するという形にさせていただいております。

そのほか、ちょっと読みやすさの観点もあるということで、(1)の3行目辺りからですが、噴火時等のデータ取得制限の可能性の観点から、監視項目を①、②に分けて設定をしたという形に直させていただいております。

その後の「過去30年～40年」と書いたところですが、ここは、実際、データが取れているのは30年程度しかないということで、40年というところは削除しております。

あとは、その後の①、②のそれぞれの監視項目の項目については、後で御説明をしますが、表1、表2の修正に合わせて、それに合わせた記載をさせていただいているというものでございます。

その後、5ページ目に行きまして検討方針3のところでございますけれども、2行目のところには、今までは「監視項目を抽出するにあたり、参考とした火山活動に伴う観測事例」となっていましたけれども、ここの部分は、実際に持ってきたのがどういうものなのかとよくわからないというところもありますので、「比較的噴火規模の大きい国内外の火

山活動に」という形でもって修飾語を入れさせていただいております。

次の3. 観測データに有意な変化があったと判断される目安に係る監視項目でございますけれども、(2)の一番最後のところに、①の監視項目、②の監視項目に加え、「気象庁の火山情報や公的機関の評価においても有意な変化があるかどうか」ということを、こちらのほうに書いていたんですけれども、ここは、こうするとマストのような形になってしまってチェック項目の中に入ってしまうようにも読めるという御意見がありましたので、それは、括弧以下の点に留意して検討を行うの前の部分にもってきて、『「観測データに有意な変化があったと判断する目安」に該当するかどうかの判断については、気象庁の火山情報や公的機関の評価も参考とし、表1、表2に取りまとめたチェックリストに、以下の点にも留意して検討を行う』という形で記載を直させていただいております。

(4)の火山部会の関与については修正をしております。

6ページ、7ページ目のところに表1の主な監視項目におけるチェックリストと、表2、その他の監視項目におけるチェックリストでございます。

まず、表1のほうでございますけれども、地震活動の項目について、先ほど御紹介いたしましたけれども、今までは地震発生領域、震源分布の拡大や消滅という形で書いてありますけど、ここは、どういうものなのかということについてもうちよつと明示的に書くべきだということがございましたので、具体的には「既往の構造性地震、火山性地震等の地震発生領域」という形で書き加えをさせていただいております。

あとは、解説のところでございますけれども、ここは、まずは誤字があったので、誤字というか脱字がありましたので、「既往の地震発生領域の時空間的变化に着目し」ということで字を入れさせていただいております。あとは、なお書き以降のところについては、先ほど御紹介したように、もうここまで書かなくてもいいだろうという御意見がありましたので削除しております。

次の監視項目としての地殻変動絡みのところですが、項目としては、地殻変動、地盤変動（GNSS）、水準測量、衛星観測、傾斜計・伸縮計という形で、衛星観測を括弧の中の項目として入れさせていただいております。

あとは、チェックリストの一つ目ですが、**「基線長の急激な変化」**と書いてありましたけれども、ここは用語をきちんと統一してほしいという先ほど御紹介しましたけれども、**基線長**と、あと、**上下**も見ていますので、この部分については、「連続観測による**基線長**や**上下変動**の急激な傾向の変化、水準測量による**地盤**の**上下変動**の急激な傾向の

変化（隆起又は沈降）」という形に直させていただいております。

二つ目のチェックリストとして、「既往の地殻変動とは異なる場所での地殻変動（GNSS、水準測量、衛星観測）の出現と急速な進展」という形で場所については、あまり明確に書いていなかったんですけど、ここは項目として起こして一つ入れさせていただいております。

三つ目のチェックですけれども、ここは「地盤変動」という形で地盤の急激な傾向の変化ではなくて、変動という形で適正化をさせていただいております。

解説のところでございますけれども、ここは、先ほど御紹介したように、用語の定義とか使い方がバラけているので統一していただきたいという話がありましたので、こういう形でもって適正化をさせていただきました。

次の項目の火山ガス・熱活動（表面活動）については、特に御意見がなかったので前回と変えておりません。

次に7ページ目でございます。表2の一つ目の項目ですけれども、ここは、前回御紹介させていただいたように、大倉委員の御意見があった形の監視項目としては「噴出場所及び噴出物」と、項目としてはこういう形にさせていただいております。

一つ目のチェックの四角としては、「既往の火口の拡大や消長、新たな火口や火道の形成」で、二つ目は、「マグマ成分の物理的・化学的性質の質的变化（例えば、玄武岩質ないし安山岩質から流紋岩質への変化等）」という形で書かせていただいております。前にありました降下火砕物の話については、これは、降下火砕物の分析をした結果としての部分は、結局はマグマの成分の変化を見にしているということですので、ここはマグマのところに含まれるということで削除をしております。

解説でございますが、前回示したところまでは、関口・他の始良カルデラの話を引き張ってきておりましたが、前回のところでも、高遊原とかの話で噴出場所が変わっているということと、今までとは異なる特徴的なものが出てきているというところがあるので、そちらを記載すべきという御意見がありましたので、まずは、関口・他で記載をしている始良カルデラの話については削除して、阿蘇カルデラのほうで一つの例として書こうという形にしております。ここの部分については、前回の先ほど御紹介したところでも全部書くのか、なくてもいいんじゃないのかという議論はありましたけれども、何か書いておかないと、どういうことを見ているのかというのは外からの人にはわかりづらいということで、阿蘇のものを代表として書くという形で今の記載にさせていただいております。

具体的には、今の案として書かせていただいているのは、「例えば、阿蘇カルデラでは、阿蘇4噴火の前にカルデラ周縁部において、高遊原溶岩等の噴出物が地質調査等により確認されており、その化学組成は、それ以前の噴出物とは異なり、阿蘇4噴出物と同様に角閃石斑晶を含み、阿蘇4噴出物ほどではないが珪長質に富んでいる。なお、この溶岩流出後、数百年の時間を経て爆発的な阿蘇4火砕流噴火が起きたと考えられている」という形で現状は記載をさせていただいているという状況でございます。

最後のポツですけれども、ここは「マグマ成分の物理的・科学的性質の急激な変化が生じたからとって、必ずしも巨大噴火の発生に直結するものではない」という形に適正化をさせていただいております。

8ページでございますが、項目としては、前は「噴火規模」と書いてあったのですが、「噴火様式」とさせていただきます。記載について、最初のチェック以降でございますが、「噴煙柱高度が数十km程度のプリニー式噴火の発生と更なる活動拡大化の傾向」ということで、噴いたからどうのこうのという話ではないんですけれども、噴いたものが活動がそのままずっと継続的に活発化していくという話になると、やっぱりチェック項目としてはよく見ておくべきではないかということで、そういう形で記載をさせていただきました。

次の項目の地下構造でございますが、これについては、以前の記載では「上部地殻内（数km以浅）」という形でございますが、ここは、御指摘いただいたように、そもそもマグマ溜まりが10kmぐらいのところというのがもうわかっているところもありますので、「地殻内」という形に記載を直させていただきます。

次、8ページのまとめのところでございますけれども、ここは前回まではさくっとさらっと書いていたんですけれども、結局、調査審議を行って何をまとめたかということがまとめのところにもきちんと残しておくべきだという御意見もありましたので、今赤字で書いているような形で少し何を取りまとめたのかというのがわかるようにしております。具体的には、「また」以降でございますけれども、『また、この目安に該当するかどうかを判断するために必要な監視項目を「①主な監視項目」と「②その他の監視項目」とに分けて整理するとともに、これらの監視項目における確認事項をチェックリストとして取りまとめた。「①主な監視項目」は、今後も継続して基礎データを取得するとともに、状態変化を確認すべき監視項目であり、「②その他の監視項目」は、連続的なデータ取得を行うことができるものではなく、噴火時等のデータ取得に制限はあるが、「①主な監視項

目」のみならず火山の状態を確認することができる監視項目である。』という形で、どう
いうものを成果としてまとめたのかというのがわかるように、ここに記載を充実させてい
ただいたという状況になってございます。

次のページ、9ページで、これ、文献リストでございますけれども、関口・他を落とした
ことで、そこは落とすというのと、阿蘇のところでどういう文献があるのかということ
で、先生方からも幾つか紹介いただいておりますけれども、渡辺・他と、黒川・他、あと、
小林・他の三つの文献を入れるという形で整理をさせていただいております。

報告書の記載内容について変更は以上のような形になっております。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

それでは、質疑に移ります。報告書（案）に修正が必要という趣旨の御意見がありまし
たら、その修正案を示しながら御意見を下さるようお願いいたします。

挙手していただき、私が順に指名しますので、マイクのスイッチを入れて最初にお名前
をおっしゃってから御発言ください。それでは、どなたからでもどうぞ。

どうぞ、村上先生。

○村上部会長代理 村上です。地殻変動関係の用語を整理していただいております。ご
いしました。大変わかりやすくなったと思います。

ただちょっと、まだ残っているところに気がつきましたので申し上げておきますと、見
え消しの3ページ目、上から3分の2ぐらいのところなんです、赤字で「基線長の変化」
ですかね、修正案が。それが、地殻変動で基線長のことしか書いていないので、ただ実際
は、リストなどを見ると上下変動も入っていますので、ここは基線長だけに特定しないほ
うがいいだろうと思いますので、例えばの修正案なんです、「基線長等」の変化とすれ
ば上下変動が入りますので、そのようにしておかれたほうが、より言葉の表現としては正
確だと思います。

以上です。

○小林部会長 ほかに、修正案を出されて、もうちょっとこういうふうにしたほうがい
いんじゃないかという御意見等ありましたら、お願いします。

特にありませんか。なければ、私、小林のほうから一つだけ修正というか、ちょっとし
た修正をお願いしたいんですけれども、7ページのところのその他の監視項目、②の、表2
のところ。その噴出場所及び噴出物というところの解説の部分です。解説の部分で、
「例えば」というのがありまして、その文章、3行目のところまでなんですけれども、

「例えば」という文章の一番最後に1)という文献がありまして、その2行目には、その化学組成は云々といって3行目まで続いて、2)になっていて、そして、その後、また地質学的なことで年代がずれているというか、少し時間があるんだということが3)になっていきます。しかし、よく読んでみますと、1)の主張というのは2行目の「それ以前の噴出物とは異なり、阿蘇4噴出物と同様に角閃石を含んでいる」というところまでが1)の論文で指摘されていることなので、解説の1行目から2行目の「角閃石斑晶を含み」というところまでを一つの1)の範疇にして、ここで文章を終わらせ1)にして、その途中にある「その化学組成は」というのは、その後ろのほうに持ってきて、「その化学組成は阿蘇4噴出物ほどではないが珪長質に富んでいる」と。そうすると、それが2)の文献の主張というか、それとマッチングするんですね。そういうふうにすると、問題がなくなるので、ちょっとしたそういう修正を、できたらお願いしたいと思います。

以上です。

よろしいでしょうか。ほかに御意見はないでしょうか。

どうぞ。

○村上部会長代理 村上です。

見え消しの4ページです。この報告書全体に何か所か出てくるんですけども、例えばなんですが、4ページで、「噴火時等のデータ取得制限の可能性があるかについての」というフレーズの「噴火時のデータ取得」ということなんですが、これは恐らく意味合いとしては、①に関わるものについては連続的な観測ができて、②に関わるものは噴火時等データ取得が、例えば新しい噴火口の出現なんていうのは、噴火時にしか見ることができないものなので、噴火時だけしかとれないデータですよという意味合いで、この表現が使っているんだろうと思うんですけども、ぱっと読んだときに、すぐにストレートにその意味合いが、少なくとも私の感覚だと落ちてこないで、これは代案ですけども、例えば、(1)の検討方針の1の下4行目かな、3行目かなにある部分については、例えば、噴火時に限られるなど、データ取得に……、すみません、ここはまだ、その可能性をどう受けるかについて通るかなと思っていたのが、あまりうまくいかないなというのに気がついたので、ただ、前半は「噴火時に限られるなど」という言い方にしておいていただいたほうがいいと思います。

それから、同じ表現が数行下の「②その他の監視項目」については云々というところであるんですが、ここでも「噴火時に限られるなどデータ取得に制限はあるが」、「①主な監

視項目」のみならず」というふうに、ここはつながると思うんですね。先ほどの部分は、まだ可能性が入っているので、上手につなげる案はないんですが、少なくとも前半部分については、「噴火時に限られるなど」というふうに表現しておいたほうが、意図しておられることが素直に通じると思います。

それと同じ表現が8ページにも、これはまとめのところですがけれども、出てきますけれども、ここも「噴火時に限られるなど、データ取得に制限はあるが」というふうにしていただいたほうがわかりやすいと思います。

だから、すみません、出てきたときの一番最初の4ページの上の部分だけ、まだ可能性がついているやつなんですけど、いい言葉遣いが現時点では浮かんでおりませんが、修正はされたほうが良いと思います。

以上です。

○小林部会長 事務局のほうからお願いします。

○大浅田安全規制管理官 事務局の大浅田ですけど。

そうすると、例えばですけど、見え消しだと見にくいので、資料2のほうの行数で申しませんが、4ページの(1)の2行目ですか、ここはまだ②のその他の監視項目だけの話をしていないので、多分、あるかどうかとか、可能性という言葉を使っていて、こういう表現になっているので、例えば、2行目のところの「噴火時等」というのを場所を入れ替えて、1行目から読んでいきますけど、「連続的にデータ取得を行うことができるかどうか、データ取得に噴火時等の制限があるかどうかの観点から」とかだったら意味が通じると思うんですけども、要するに、まだここでは1と2の使い分けとか、差を言うためにできるかどうかという言葉を使っているんで、そういうふうな表現だとどうでしょうか。

○村上部会長代理 もう一度、読み上げていただけますでしょうか。

○大浅田安全規制管理官 連続的にデータ取得を行うことができるかどうか、データ取得に噴火時等の制限があるかどうかの観点から。

○村上部会長代理 よろしいと思います。

○小林部会長 ほかに御指摘はないでしょうか。

随分長い間、議論してきているということで、もうこれ以上、特に指摘することはないということかもしれませんので、大体議論が出尽くしたと思いますので、次に進んでいきたいと思えます。

では、今までの議論の中で幾つか修正案が明示されましたが、事務局から修正箇所及び修正内容の確認をお願いいたします。

○内藤安全規制調整官 規制庁調整官、内藤です。

修正箇所について具体的なページ数と場所とどういう修正をするのかということについて、今の御議論を踏まえて明確化したいと思います。

まずは2ページ、見え消しというか、資料2を見たほうがわかりやすいので、見え消しじゃないほうの資料2のほうでございしますが、2ページの脚注の6ポツですけど、これは事務局から先ほど修正という形で出ささせていただきましたけれども、6ポツについては、全部読み上げさせていただくと、「「巨大噴火」とは、地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数10km³程度を超えるようなものをいう」というのが一つ目でございます。

次に、順番に行きますと、3ページです。村上先生から御指摘いただいたものですが、真ん中からちょっと下の辺りの基線長のところですが、具体的には下から11行目です。ここの部分に基線長の後ろに「等」とつけて「基線長等の変化」という形で修正です。前後を含めて言いますと、「当該報告では、カルデラ火山を対象として、カルデラ周辺の広域的な地殻変動（基線長等の変化）と地震活動」という形に修正という形をさせていただきますと思います。

次が次の4ページでございまして、(1)の文章の2行目のところが変わるということでございますけれども、(1)の文章の最初のところから読み上げさせていただきますと、「国内外の火山活動に伴う観測事例を参考とし、連続的にデータ取得を行うことができるかどうか、」、その後は修正をかけて「データ取得に噴火時等の制限があるかどうかの観点から、監視項目を、「①主な監視項目」及び「②その他の監視項目」に分けて設定した」という形です。それから数行置いたところですが、②から始まるパラグラフがございしますが、ここの部分については2行目のところを変えるということで、ここの文章をそのまま読みますと、「「②その他の監視項目」については、連続的なデータ取得を行うことができるものではなく、噴火時に限られる等データ取得に制限はあるが」という形ではなかったかというふうに思います。

同じ表現が8ページのまとめのところがございますので、こちらも同じ表現でという形に修正をかけさせていただきます、ここは下から5行目のところですが、ここのところで真ん中のところに、「噴火時等のデータの取得に制限はあるが」という表現がございしますがけれ

ども、ここを先ほどと同じように「噴火時に限られる等データ取得に制限はあるが」という形に修正という形でございます。

あとは7ページ、表の2の噴出場所及び噴出物の解説のところの一つ目でございますが、ここは修文をかけて、文献との整合という話がございましたので、一つ目のポツを読み上げさせていただきますと、「例えば、阿蘇カルデラでは、阿蘇4噴火の前にカルデラ周縁部において、高遊原溶岩等の噴出物が地質調査等により確認されており、それ以前の噴出物とは異なり、阿蘇4噴出物と同様に角閃石斑晶を含む」、ここが「1)。」という形で一つの文章で終わりにさせる。その後が「その化学組成は、阿蘇4噴出ほどではないが珪長質に富んでいる²⁾。」、「なお」以降はそのままという形の修正という形と理解をいたしております。

修正箇所は以上と考えておりますが、もう一度読み上げたほうがいい箇所があれば言っただけければと思いますけれども。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

それでは、今、事務局のほうから説明していただきましたけれども、これで、後で事務局で、今、確認したことを修正案に基づき報告書を改定し、本日付けで報告書とさせていただきますが、それでよろしいでしょうか。

(異議なし)

○小林部会長 各委員から賛同を得ましたので、異議なし認めます。

それでは、報告書につきましては、これまでの審議を踏まえて、原子力規制委員会に報告することといたします。

本議題につきましては、計8回にわたり御審議いただき、どうもありがとうございました。

それでは、次の議題に移ります。次は本日の議題②大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究についてです。

こちら事務局より説明いただきます。よろしくお願ひします。

それから、説明の後に質問や御意見をいただくことにいたします。

それでは、よろしくお願ひします。

○安池専門職 それでは、地震・津波研究部門のほうから大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に関する研究について、平成31年度の研究成果の一部について御紹介をさせていただきます。

まず、1枚めくっていただきまして、背景ですけれども、本研究は、平成26年度から30年度にかけてフェーズ1ということで研究をやってきました。主に長期の休止期間がある大規模噴火を起こす火山の評価手法を整備するということが、まず、一つ目的としてありまして、それとともに、国内外の巨大噴火を起こした火山の噴火直前のマグマ溜まりの深度や、当該深度領域の地下構造を探查するための手法について知見を蓄積してきております。

平成31年度から、また5年間の計画で本研究を進めていくわけですが、これまでの知見を踏まえまして研究を進める予定です。その中には、主に巨大噴火に至る活動履歴、それから噴火のシーケンス等をさらに詳しく研究していく予定です。また、噴火直前のマグマ溜まりの深さ、これは30年度まで幾つか、阿蘇カルデラや支笏等のカルデラ形成噴火についてデータを蓄積しているんですけども、それに加えて始良やその他のカルデラについても蓄積をしていこうということを考えています。

30年度までの成果としては、少なくとも、カルデラ噴火が起こる直前のマグマ溜まりが溜まっていた場所、それから、それを観測すべき深さということがわかってきたということでございます。

次に、1枚めくっていただきまして、目的ですが、こういった巨大噴火を起こした火山というものをさらに詳細に研究を進めていきまして、過去の火山活動の長期的な活動の評価、それから、マグマ活動に関するデータを蓄積していく。さらには、いわゆるカルデラ噴火が起こる準備過程で見られるような現象というものを観測すべき項目の抽出として挙げて、これらの関係についての考え方を提案するというので、この下にある1、2、3、4、(1)～(4)までの項目について研究を進める予定です。

実際の研究の成果について、一部ですけれども、御紹介させていただきます。

前回、お話ししたのは、多分、去年のたしか3月か、日付は忘れてしまったんですけども、研究全体の中身をお話ししたんですが、今回は過去に巨大噴火を起こした始良カルデラの研究内容に特化して御説明をさせていただきたいと思っております。

5ページ目ですが、本研究プロジェクトは、先ほどの3枚目のスライドにあるように、地質学的な手法による調査、それから岩石学的な手法による調査、それから地球物理、それから地球化学的な手法による調査という形で、この三つの大きな項目に分けて調査をする予定にしております。

まずは地質学的な手法による火山噴火準備及び進展過程に関する調査・研究ということで

御説明させていただきます。

研究の内容ですけれども、まずは大規模噴火、あるいは巨大噴火を起こした火山の噴火の準備、それから進展過程に関する調査ということで実施してございまして、始良カルデラ等の火山について、大規模噴火の長期的、あるいは短期的な推移の具体的な時間スケールを把握するということを目指しています。

その手法としては、基本的には露頭の調査や、あるいは噴出物の年代測定ということが中心にはなるんですけれども、そういった調査を実施します。

また、カルデラ近傍でのボーリング調査も、今、考えてございまして、以前、30年度までの調査の中で支笏カルデラについて同様なボーリング調査を行っています。目的としては、巨大噴火が起こる前の直前の噴出物というものを捉えようということが目的なんですけれども、今回のフェーズでは、それに加えてその前後の噴出物そのものの分布や層序関係に加えて、ボーリングのデータを古地磁気方位測定等にも利用できないかということ、今、考えてございます。こういったデータを蓄積して、噴出物の時間的及び空間的な分布というものを明らかにしていくということを検討しております。

2番目のbの降灰プロセスに関する地質調査及び観測ですが、これは巨大噴火の研究とはちょっと異なるんですけれども、基本的には降灰というものの現象をもう少し詳しく理解しようという研究の中身です。実際にサイト等に降灰が起こる場合、非常に大きな噴火が起こって、それがサイトのほうに到達するというのが基本的なシナリオになっているんですけれども、いわば、実際にVEI5、あるいは6クラスの噴火というものを我々、経験しておりませんので、そういうときの降灰というものがどのような現象になるかということ、推定していく必要がありますので、その辺をターゲットに研究をしています。これは今回御説明はさせていただけないんですけれども、そういった研究を実施しております。

地質学的手法による火山噴火準備及び進展過程に関する調査の、今のところの平成31年度の成果の概要について次に御説明させていただきます。

これまで何回か、この場ではないんですが、研究の評価委員会等で御説明させていただいているんですけれども、阿蘇のカルデラでは、噴出物のSiO₂濃度、小林先生もおっしゃっておりますけれども、非常に噴火の前にそういった珪長質マグマが出てくるということがわかっています。特に阿蘇の場合は阿蘇山の噴火の後、一旦、マグマ溜まりが苦鉄質に戻って、それが阿蘇4に向かって徐々に珪長質に変化していくということが、これまでわかっています。それが下の表の1に示してございまして、これまでに阿蘇3以降、阿蘇4に向

かって14ユニットの噴出物が見つかっています。これの全岩組成を分析していきますと、 SiO_2 の濃度が徐々に上がっていくということはわかるんですけど、これはあくまで層序関係から順序を明らかにしておきまして、今年度以降、噴出年代というのを検討していく予定でございます。

それから、始良カルデラについてですけれども、次のページに送っていただきまして、始良カルデラでは、福山軽石以降約10万年間、珪長質マグマをずっと噴出し続けているという経緯がございます。この図にありますように、先カルデラ期として福山、それから敷根溶岩、それから岩戸火砕流、清水溶岩、それから牛根、大塚、深港、毛梨野という形で、先カルデラ期だけでこれだけの噴出物が見つかっているということです。

また、カルデラ形成期については、大隅から始まって入戸火砕流、ポストカルデラについては、桜島、薩摩、それから新島、それから最後に住吉池という形で、カルデラ内での噴火というのが、これだけ噴出物というのがわかっているという状況です。

これの全岩組成をプロットした図が下の二つの図でございまして、左側の図が SiO_2 に対してアルカリの元素をプロットしたものです。これを見ますと、この一連の噴火の噴出物というのが同一のトレンドを示すということはわかると思います。

一方、これをジルコニウムに置きかえてプロットするとどうなるかということが右側に示してございまして、プレカルデラの噴出物の組成というのが、右の図の下のほうに線が引いてございまして、岩戸火砕流、それからカルデラ形成期に向かってジルコニウムの濃度というのが、ほぼ同じトレンドになると。ところが、ポストカルデラの桜島、薩摩、それから新島Pumiceですけれども、これについては、ジルコニウム濃度がやや高い方向のトレンドを示しているということがわかりまして、これはジルコニウムの場合は、既に御存じだと思うんですが、液相濃縮元素ですので、カルデラ形成噴火の残ったマグマにバサルトが注入しても、こういった組成にはならないということから、新たな異なるマグマが出てきているということを示唆しているというふうに考えてございます。

次のページが、前後しますが、それぞれのユニットが、全部ではないんですけれども、採取できる露頭の写真を提示してございます。これについては委託研究の成果を持ってきてございまして、現在、まだ報告書をいただいていませんので、今のところは、このユニットそれぞれの年代をもう一度測定し直しているというのが現状ですので、報告書をいただいた後には、この辺の年代値が入ってくるということになります。

それから、次の岩石学的手法によるマグプロセスに関する研究ですが、1の地質学的調

査・研究に基づいて、大規模噴火の長期的、あるいは短期的な推移の復元結果をと合わせて、岩石学的検討を行います。

主な項目としては、繰り返しになりますが、マグマ溜まりの温度・圧力条件からマグマが蓄積していた場所、深さというものを、まず、明らかにしていきたい。

それから、それに加えて、その深さにどの程度の時間、マグマが溜まっていたのかということを検討したいというふうに考えてございまして、その手法については、また後で御説明させていただきますけれども、こういった斑晶の生成年代値を推定して、こういったマグマの滞留時間というものを推定していく予定でございまして。

その結果ですけれども、次のページに幾つか示してございまして、先ほどの始良カルデラの先カルデラ期の噴出物のメルト包有物の含水量から温度圧力条件というものを、温度については鉄チタン鉱物の平衡関係から出していますけれども、圧力条件というものを推定してございまして。

包有物の含水量については、IRを使って分析してございまして、これらの噴出物ですけれども、まず、左側の図ですけれども、左側の図は横軸に含水量、water concentration、wt%でプロットしておりまして、縦軸は分析した数を示してございまして。含水量としては、岩戸から、いわゆる入戸火砕流まで、ほぼほぼ5%から6%ぐらいの間のもものが多く含まれるということで、この含水量から推定される圧力条件というのは、大体4~5kmぐらいの深さにあるのではないかというふうに考えています。

温度としては、多少ばらつきはあるんですけれども、750度ぐらいの温度ではなかったのかというふうに考えています。

ただし、この推定につきましては、含水量を求めた後にこれが水にマグマが飽和しているというふうに仮定した場合の深さになりますので、もし飽和をしていなければ、もう少し深い値になるということになります。

得られた深さというのが、ちょっと古いんですけど、津久井・荒牧（1990）では、マグマ溜まりの深さというのは8~10kmにあるというふうに言われていました。また、最新の安田ら（2015）では4~5kmということで推定されていますので、今回得られた値というのが、過去のものと比較的整合しているのかなというふうには考えています。

続きまして、マグマ滞留時間の話になりますが、次のページでマグマ滞留時間の推定手法について説明させていただきます。

今年度、入戸火砕流の噴出物について鉱物の生成年代値を求めて、マグマ滞留時間の推

定を実施しているんですけども、先ほど言いましたように、これは委託研究ですので、まだ報告書が手に入っておりませんので、同じ手法を使って、実際、幾つか調べた事例のほうを御説明させていただきます。

その一つの手法としては、元素拡散法というのを使っています。これは石英中のチタンの拡散プロファイルから推定する手法なんですけど、Gualda et al. (2012)という論文の中で紹介されていまして、このときは約76万年前のロングバレーのカルデラの噴出物にこの手法を適用してマグマの滞留時間というのを大体500年～3000年というふうに推定しています。これと同じ手法を十和田の八戸の噴火物に適用してございます。

左側のSEMの画像が見えますけど、真ん中の黒い部分というのと外側のリムの部分でチタンのプロファイルが異なる、チタン濃度が異なりまして、EPMAで分析しますと、真ん中の図のようなチタンの元素のプロファイルが得られます。これを拡散速度、それから温度から推定するわけですけども、あくまで、これもまだ全部かちっとしたデータではないんですけど、一例として示させていただいたものなので、これが全てではないんですが、現状、八戸噴火の石英のチタンの拡散プロファイルから求められるマグマの滞留時間というのは、温度が850度のケースでは20年～50年、820度のケースでは100年くらいの滞留時間ではないかというふうに推定されます。

次も同じように、次のページにも、これはもう一つの元素拡散法を紹介させていただきますけれども、輝石中のマグネと鉄の相互拡散を使ったものです。これは先ほどは石英だったんですけど、0px中のマグネと鉄の拡散速度から求めるもので、これを適用した例が支笏のカルデラの噴火物で実施しています。先ほどと同じようにEPMAで鉄とマグネのプロファイルをとって、その拡散速度から推定する時間になるんですけども、この場合、20年～140年というような数値が得られたということになります。

ですので、始良カルデラではないんですけども、こういった数値が得られる予定になってございます。この前、聞いたところによると、オーダーとしては数百年というオーダーだというふうには聞いていますが、それはまた後ほど報告書をいただいた時点で御報告したいと思います。

○小林部会長 ちょっとすみません。手短にお願いできませんか。

○安池専門職 わかりました。

最後、地球物理、地球化学的手法に関する調査につきましてですが、始良カルデラの柄構造の調査の結果と、それから、これからやろうとしている研究について御説明させてい

たきます。

阿蘇と始良につきましては、地震波観測と、それからMT法電磁探査をこれまで行ってきたんですけど、これを継続するということ。

それから、それに加えて、青字で書いてありますが、長期連続反射探査の観測手法としての有効性というものを検討しようとしてございます。

もう1枚めくっていただきまして、15ページに概要を示してございます。

始良カルデラにつきましては、カルデラ内ではなくカルデラの周囲に地震計を設置して観測をこれまで行ってきたんですが、今年度以降、無人島や岩礁というものに地震計を設置して、カルデラ内での地震を捉えるようなことを考えてございます。

地下構造の解析ですが、過去の自然地震のデータと、それから人工地震探査等を行っていますので、そういったものを加えて、今年度はイベントの数を約251～425のイベントに増やした形で解析をしました。それが16ページに示した解析結果でございます。

右と左で何が違うかということですが、解析のグリッドが5km～4kmに解像度を上げた形で解析をしています。基本的には1kmくらいしか変わっていないんですけども、得られた解析結果というのは、ほぼ同じような結果が得られています。具体的には5kmのところカルデラの中心付近にアノマリーがもう一つ見られて、15kmのところさらにVsのアノマリーが見られるという形でございます。

このトモグラフィーで見ますと、どっちにしても、解析グリッドというのが数kmというオーダーになってしまいますので、この5kmと、それから15kmの深さにあるアノマリーの上面深さみたいなものを捉えようということで、長期の反射探査法というのを考えてございます。

15ページのほうに戻っていただいて、イメージがあるんですけども、カルデラの反対側の国分辺りのところに発信点を置いて、そこから桜島のほうに観測点を置くと。連続的にエアガンみたいなもので叩いて、人工地震を起こして、その地震波をスタックすることによって、5kmと、それから15kmにある低速度領域というものの上面深さというものを捉えようということを考えてございます。

以上、ちょっと駆け足ですが、研究の成果について一部御紹介させていただきました。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究について、事務局から説明がありました。御質問、御意見等があれば、お願いします。どなたからでもどうぞ。

○宮町臨時委員 宮町です。

最後の(3)に関してなんですけども、長期の反射法地震探査を行うというのは、僕の理解としては、地殻内構造の変化を検出するということが目的だと思うんですけども、今の御説明では、トモグラフィーで示されている5km、あるいは15kmの上面を検出するんだという言い方でしたよね。トモグラフィーの結果というものはスタティックな速度構造を表しているんで、その上面を検出したいのであれば、長期でなくて短期で一気に高密度でやることによって検出できるはずで、説明とやろうとしていることが、ちょっと異なるのではないかと思うんですけど。

○安池専門職 すみません。ちょっと説明が足りなかったんですが、最終的には、先生がおっしゃったように、上面の変化というものを捉える手法の一つとして、これが使えないかということ目指しています。

ただ、いずれにしても、15kmと少し深いところにありますので、それが実際にこの反射法で捉えられるかどうかというところからスタートというようなイメージで、今、研究を進めております。ですので、来年度、実際に反射法でどのぐらいの深さまで見られるものなのかというのを実験的に調べるということを考えています。それでうまく反射面が見られるということであれば、これを繰り返すというか、長期間行うことによって、例えば、上面の深さが上がってくるとか、あるいは、そういった変化が見られるんじゃないかというふうに考えております。

○宮町臨時委員 宮町です。

上面の深さが変化するという意味がわからないんですけども、最近の最新の研究では、地殻変動のほうの研究ですけども、深さは確かに6kmとか8km、そのぐらいのところにこういう水平方向に開くようなマグマ溜まりというか、圧力源が考えられるということになっていて、これは僕のほうでやっている速度構造のやつで高速度領域が想定されているものの上にあるということと、一致はしないけども、似たようなお互いに補完するような結果が出ているわけだよ。そうすると、非常に固い領域で、恐らく以前のマグマ溜まりとかで固結した部分を今回見ているんだと思うんですけども、その上限は変わらないんですよ、基本的に。高速度領域でブロックのように固定した深さでほとんどあるわけで、低速度領域の領域の場所が変わるといのはわかるけども、高速度領域の固結した部分に変化するというのは、結構厳しいかなというような、上面を検出するという意味では、どういうサイエンスとして意味があるのかがよくわからないというのがあるので、今後、何か新

しい成果なり、計画内容があったら、ぜひ、教えていただければと思います。

ここで議論しても、お互いに別々な見方というのはあるので、それはいいんですけども、もう少し納得できるような説明があったほうがよろしいかと思います。

○小林部会長 わかりました。

ほかにありますか。

○大倉臨時委員 マスクのまま失礼します。京都大学の大倉です。

11ページにマグマ滞留と対流に二つ書かれているんですが、どちらが正解ですか。どちらも正解ですか。留まるという滞留とコンベクションの対流があるんですが、両方正解ですか。

以上です。

○安池専門職 すみません。誤字です。タイリュウというのは留まるほうの滞留を示しております。

○大倉臨時委員 両方とも留まるほう。ありがとうございました。

○小林部会長 ほかに。

どうぞ。

○棚田専門委員 防災科研の棚田です。

昨年、新聞で海底地震計や地殻変動をやるような話があったと思うんですが、それはどうなったのか、教えていただければいいかと思います。

○安池専門職 すみません。ちょっと説明を割愛してしまったんですが、14ページのほうに記載してございまして、現在、海底地殻変動を観測するためのブイを浮かべてやろうとしているんですけど、のブイについてどういったブイがいいかということを検討している段階です。

実際にそれを使ってやるとなると、観測データの解釈とか、その辺もかなり重要になってきますので、次年度以降、実際にやっているINGVから情報がもらえないかなというふう
に、今、考えています

○棚田専門委員 はい、わかりました。

○小林部会長 ほかに。

どうぞ。

○篠原専門委員 篠原です。

目的は大規模噴火を起こす火山評価手法の整備を目指したプロセスの解明と思うんです

けども、評価という意味では、この部会もある意味でモニタリングデータの評価を行うという意味で、今回行った議論の評価というものになると思うんですけど、この部会での議論に対して、こういった研究はどうリンクしているのか、もちろん、物事がすぐわかってしまうというものではないので、直接は反映できないと思うんですけど、やはり、研究のほうでやられた議論をこちらに何らか反映して、ここで別の視点での議論を行う、ないしは逆のフィードバックがあるということは、当然必要なんではないかと思うんですけど、この部会と、ある意味で、こちらの研究との関係というのはどういう形になっているんでしょうか。

○大浅田安全規制管理官 地震・津波担当管理官の大浅田でございます。

火山部会は、直接所管しているのは私でございますので、ただ研究のほうは研究部門のほうで所管してございますが、火山部会につきましては、調査審議事項ということで、これは原子力規制委員会から求められたものについて審議してございます。それで、今回、議題1にあったとおり、二つの調査審議事項のうち、一つについては今回の報告書でお返ししようと思っております、ただし、引き続き、もう一つ、調査審議事項というのがございまして、これは各事業者から出てくるモニタリング評価結果について報告書の評価を行っていただくと、そういうのがまだ残ってございます。

一方で、安全研究自体は、直接規制に直結するもの以外も含めて、シーズ的なものも含めて、安全研究を行っております、目的のところ到最后書いてございますけど、例えば、火山影響評価ガイドの改定に資するとかというふうな目的もあって、どちらかという、火山部会に直結するようなものではなくて、幅広く規制のための安全研究を行っているようなものでございます。

したがって、何らかの関連性が出てくるのであれば、当然ながら、原子力規制委員会のほうで審議をしていただいて、何か火山部会で審議していただくようなこともあるかなとは思ってございますが、今現在では、すぐに何か、この今やっている安全研究について、火山部会のほうで審議するという事は、今現在は考えてございません。

ただ、まるっきり関係がないかという、そうではなくて、当然ながら、お互い安全規制のスキームの中で火山部会での審議もやってございますし、安全研究のプロジェクトも遂行してございますので、そういった関連性が出てくれば、当然ながら、新たな審議事項を起こして議論してもらおうということは、まるっきりないものではないと思っています。

○篠原専門委員 篠原です。ありがとうございます。

基本的には、そのとおりだと思うんですけども、例えば、先ほど出た海底地震計を設置してデータをとるといような場合ですと、いわゆる、今行っているモニタリングに加えてデータが出るということになると思いますので、場合によっては、そういうものは直接取り込めるといいますか、一緒に並べて議論をすべきものもあるかと思うんで、そういうものは積極的に取り入れていただいたほうがいいんじゃないかと思います。

○大浅田安全規制管理官 了解いたしました。

○小林部会長 ほかに。

○村上部会長代理 今、我々の立場について事務局から御説明がありましたので、我々の立場はわかりました。せっかく進めておられる研究について御紹介がありましたので、この火山部会という立場を若干離れるかもしれませんが、火山に関わる者としての御意見という形で述べさせていただきたいと思います。

恐らくなんですけど、想像しますのに、予算をとって研究をされているというのは、火山ガイドで行う評価に資するためだというふうに思います。

火山ガイドの評価というのは二段階になっていて、立地と、それから対応可能なものについては影響評価をするということになっていると思うんですけど、今日、見せていただいた表は一部抜粋されているのかもしれませんが、全て立地評価に関わるものであって、私が見る限りは、対応可能な影響評価の手法に係る部分については、残念ながら見当たらないのが、火山に関わる者としては残念だと思います。

そもそも論になりますけど、影響評価というのは、恐らくハザードと、それから損傷を掛け合わせて確率面的なリスク評価をすべきだと思うんですけど、火山に関しては歴史が浅いので、現状ではまだそれができていない。だから、今やれることをやっているというのが恐らく現状だと思うんですけども、将来、ずっとそれでいいのかというと、恐らくそうではなくて、目標としては確率的な評価を目指していただきたいのですけども、それが決定的に足りていないのは、損傷曲線です。具体的に言うと、例えば、川内だと20cmだったかな、火山灰が降るといシミュレーションをして、それで今は施設はオーケーよということになっているんですけど、それが21cmになったときに、急に損傷が大きくなるかどうかというのは、我々は今のところは評価できていないわけです。何が言いたいかというと、施設とか、装置にとって、実際、どういったハザードがあったときに、どこで急激にリスクが増すかといったような評価ができていない。

今日、ここで聞かせていただいたような研究内容、その関係している者としては、大変

サイエンスとして興味がわくんですが、ただ、別の見方をすると、これは学会で普段聞いているような話で、別に規制庁が頑張っておやりにならなくても、予算の多寡はあるかもしれないけれども、研究者の自由な発意で同様な研究はされていくと思うのですけれども、私が見聞きする限り、火山評価に関しての研究で言うと、施設にどのようなリスクがあるか、例えば、火山灰があるレベルに増えたときに、突然リスクが増えてしまうといったような評価についての基礎データをとっているところというのではないと思うんです。

ですので、火山評価を所掌しておられる規制庁が何か研究をプロモートされるのであるとすると、今実際に足りていない部分に光を当てていただくような研究について予算をとってやっていただくということを、関係する者としては強く望みたいと思います。

ただ、この部会にそういうことについての発言権はなさそうですので、関係する者としての御意見として申し述べますが、御参考にしていただければありがたいと思います。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

ほかにはよろしいですか。

最後に、私のほうから……。

○大倉臨時委員 京都大学の大倉です。

5ページのbの降灰プロセス等に関する地質調査というのが、今、村上先生がおっしゃったことに値すると思いますので、その辺のところ、よろしくお願ひしたいと思います。

以上です。

○村上部会長代理 大倉先生におっしゃっていただいたので、北大の村上ですけれども、言おうとしていたことを先ほど言い忘れていたのに気がつきました。

まさに御指摘いただいたとおりで、5ページのbの降灰プロセスに関する調査、観測というのは、対応可能な部分に関する影響評価について基礎データをとるという非常に重要な研究だと思います。

ただ、その点についても申し上げるとすれば、これを、じゃあ、どのように受けて、火山評価の影響評価に資する、ここのbの下に書いてありますけれども、どのようなプランというのか、戦略でこの研究を進めておられるのかということ、可能であれば、伺いたいと思います。

○安池専門職 すみません。地震研究部門の安池です。

ここについて今回は御説明を省かせていただいたんですが、簡単に申し上げますと、基

本的には、今、桜島や中岳とかで起こっている噴火というのは、非常に小規模な噴火で、降灰も非常に量も少ない。でも、実際に発電所で想定している噴火というのは非常に大きな噴火で降ってくる火山灰、しかも10cmとか20cmとか、とてつもない量が降ってきます。ですので、そういった現象を、まず、我々は見えていませんので、それを極力、今、桜島や中岳で起こっている噴火で推定できるようにしようというのがこの大きな中身です。ですので、例えば、降ってくる量は確かに麓で見れば少ないんですけど、火口近くでもって観測ができれば、それなりの量が降ってきますので、そのときの降灰してくるときの濃度、火山灰が降ってくる挙動、実際にどのぐらいの粒径のものが、どれぐらいの速度で、どうやって落ちてくるかということは、誰もやったことがないので、それを、今、やろうとしています。

もう一方、地質の話ですけど、今度、それはそういった情報で、多分、降ってくるときはこういう状況だろうということがわかって、それを今度、過去の噴火に当てはめていく必要がありますので、じゃあ、過去の噴火に当てはめるときに、どういったことを調べることによって、今は見たことがないそれなりの規模の噴火というものの降灰というのが推定できるかもしれないというふうな形で、今、やっています。それができた暁で初めて例えば機器への影響や、あるいはそういったものへの直接的な評価というものが、より具体的に、今より、より具体的にできるんじゃないかと。機器の場合は、個別に、例えばプラントごとにみんな違うんですね。ですので、それを規制庁として全体、共通機器なものであればできますけど、例えば、ディーゼルエンジンの発電機の給気口にしても、みんなプラントごとに違いますので、そういったことについて画一的に全部こういう方向でやれるということはできませんので、そこはこの後、どういうふうにやっていくかというのは考えますが、少なくとも、ハザード側でどのぐらいの火山灰が、どういう形で降ってくるかというインプットは与えられるんじゃないかというふうに考えています。

○村上部会長代理 わかりました。せっかくハザード側でそれだけ詳細なデータが出てくるわけですから、施設側の損傷側でも同レベルのことがやられれば、アウトプットとしては、非常に精度の高い影響評価になると思いますので、時間はかかるんだろうと思いますが、どこかで始めないといけないので、もし現在やっておられなければ、どういう方向で進むんだろうかというようなプランニングからだけでも、ぜひ、施設側のほうを始めていただきたいと思います。

よろしく申し上げます。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

ほかにはないでしょうか。

最後になりますけれども、私のほうからもコメントしたいと思います。本当はコメントするつもりもなかったんですけど、読んでいるうちに、これはちょっとコメントしなくちゃいけないなと思うようになったんですけども、例えば、6ページ、例えば、地質学的手法による云々と書いてありますけれども、カルデラ噴火の長期的な予測というんですか、そういうのを考える上で、地質学的手法というの一番重要だと思うんです。ところが、この報告書には地質学的手法というの一番最初に出てくるんですけど、それを使ってどういうことをやるのかという哲学というか、そういう性格が全く出ていない。ただ、過去の文献を挙げているだけしか見えないんですね。強いて言えば、阿蘇カルデラが結構細かいことがわかってきていますが、こういうことがわかったから、どういうことなんだということがよくわからないですね。

それから、6ページに「始良カルデラでは珪長質マグマの噴火が継続していることが明らかになった」というふうに書いてありますが、これについては、少なくとも30年以上前から私たちはそういうことを言っているわけです。そういうのを全く無視して、今回明らかになったというような書き方というのは、これはちょっとけしからんと思うんです。

それから、「少なくとも巨大噴火の発生前には珪長質マグマが噴出しているとみることも可能である」というような文章がありますが、これも少なくとも我々は10年以上前からこういうのを前兆現象として捉えてカルデラというのを考えようということで、地質学的に研究しているわけです。そういう研究をずっとやっているのだから、あたかもこういうような、要するに「みることもできる」というのは、これは我々の研究を侮辱しているような文章で、ちょっとこれは受け入れることができないと思います。

それから、だから、その後に出てくるものは、これは結局、もう我々の成果をそのまま当てはめているだけであって、じゃあ、何が一体新しいんですかというところがないですね。だから、それを新しい成果だと言って出すのは、ちょっとこれは問題じゃないかなという気がします。

それから、あと、そういうものに基づいて岩石学的な研究をやっているということなんですけれども、例えば、11ページ、12ページにマグマの滞留時間という、こういう概念がここに出てきています。これはDruittだとか、ああいう人たちがやったことをそのまま適用しているんでしょうけれども、一体これがカルデラ噴火の中で何を意味しているのかと

いう、そういうことについての説明がないわけですね。例えば、マグマがその時間にできたのか、あるいは全然違う、いろんな動いている現象を見たことをここでやっているのか、ただ出すだけじゃなくて、何年というのが一体何なのかというところを、もう少し検討するような、もっと本質的なことに迫るような研究にしていかないと、ただやりましたという、それこそ学会発表の内容で、ここで報告するような内容ではないのではないかなど、私は思います。

以上です。

今のは意見なので、別に回答は要りません。

ということで、もうちょっと時間が過ぎていきますので、これで終わりにしたいと思えます。

あと、それでも全体を通じて御意見やお気づきの点がありましたら、何かお願いします。よろしいですか。

(なし)

○小林部会長 それでは、本日の審議事項は以上となります。これで終わるわけですが、一番最後のところにも書いてありますように、要するに、ここで決めたことがこれで全てではなくて、これからの研究の知見によって、また変えるんだというふうに書いてあります。ですから、皆さん、それぞれこの内容に関しては、御不満な点もあると思えますけれども、次の部会のメンバーに期待して、それを少しずついいものにしていただければというふうに私も思っております。

最後になりますが、事務局より連絡がございます。

○大浅田安全規制管理官 事務局の大浅田です。

本日は長時間にわたり御審議いただきまして、ありがとうございました。議題1につきましては、議題1の火山モニタリングにおける「観測データに有為な変化があったと判断する目安」に係る報告書につきましては、修正の上、速やかにホームページのほうへ公開し、原子力規制委員会へ報告したいと思えます。

あと、今日の資料につきましてはお持ち帰りいただいて結構ですし、また、机の上に置いていただければ、当方から郵送いたします。

事務局からは以上でございます。

○小林部会長 それでは、これで原子炉火山部会第8回の会合を閉会といたします。

どうも長い間、ありがとうございました。