

原子炉安全専門審査会 原子炉火山部会

(第5回会合)

原子力規制庁

(注：この議事録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません。)

原子炉安全専門審査会 原子炉火山部会

第5回会合 議事録

1. 日時

平成31年3月22日（金） 13:30～15:45

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

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 部門長
総括主任研究員

関係行政機関

斎藤 誠 気象庁地震火山部火山課長

黒石 祐樹 国土地理院測地観測センター 地震調査官

事務局

山田 知穂 原子力規制庁 原子力規制部長

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

小林 恒一 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

竹内 圭史	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
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
竹野 直人	原子力規制庁	原子力規制部	地震・津波審査部門	技術参与
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 原子力規制委員会が策定する「原子炉の停止等に係る判断の目安」について
- 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	原子炉火山部会における「原子炉の停止等に係る判断の目安」の検討について
資料 3	火山モニタリングにおける監視項目の目安について（案）
添付資料	阿蘇カルデラ及び始良カルデラにおける監視項目及びその目安について（案）
資料 4	大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究（平成31～35年度の研究計画）
資料 5	漂流軽石に関する知見収集について
参考資料	原子力規制委員会 原子炉火山部会（第4回）における主な意見について
机上配付資料 1	原子力発電所の火山影響評価ガイド（原子力規制委員会、平成29年11月29日改正）
机上配付資料 2	原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける「設計対応不可能な火山

事象を伴う火山活動の評価」に関する基本的な考え方について

6. 議事録

○大浅田安全規制管理官 定刻になりました。原子力規制庁地震・津波担当管理官の大浅田でございます。

ただいまから、原子炉安全専門審査会原子炉火山部会第5回会合を開催します。

以降の議事進行につきましては、小林部会長のほう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 原子力規制庁の大浅田です。

それでは、お手元の議事次第に基づきまして、配付資料の確認をさせていただきます。

本日の資料でございますが、資料1が参加者名簿、資料2が原子炉火山部会における「原子炉の停止等に係る判断の目安」の検討について、資料3が火山モニタリングにおける監視項目の目安について（案）でございます。これにはA3の添付資料がついてございます。そして資料4が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～平成35年度）の研究計画、資料5が漂流軽石に関する知見収集についてでございます。それとあと、参考資料が1部ございまして、机上配付資料が二つございます。机上配付資料につきましては、一般傍聴者には配付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。

配付資料につきましては、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、議事次第にある主に三つを予定しております。

最初に、議題1「原子力規制委員会策定する原子炉の停止等に係る判断の目安について」です。

事務局より資料に、原子炉火山部会における「原子炉の停止等に係る判断の目安」の検討について及び資料3、火山モニタリングにおける監視項目の目安について（案）を説明いただきます。その後、委員の方々から質問や御助言をいただくことといたします。

それでは、お願いします。

○佐藤主任安全審査官 原子力規制庁の佐藤でございます。

それでは、私のほうから、資料2及び資料3を用いまして御説明をさせていただきます。

まず、資料2でございます。ただいま御紹介いただきました原子炉火山部会における「原子炉の停止等に係る判断の目安の検討」についてでございます。

ページをおめくりいただきまして、1ページをお願いいたします。前回、基本的な考え方ということで、事務局から御提示させていただきましたが、その際、先生方から幾つかの御意見、あるいは部会終了後に御意見もございまして、事務局の考え方をもう少しクリアに正確に書いたほうがよろしいと。あるいは、誤解のないような表現にしてほしいという御意見がございました。そういった御意見を踏まえまして、私どもとしては、資料を適切に修正させていただいたというふうなのが今回のこの資料の御説明でございまして、修正したポイントだけを御説明させていただきたいと思っております。

一番上、ブルーで塗色したところでございます。まず、「原子炉の停止等に係る判断の目安」の位置付けということでございます。

原子炉火山部会において検討する「原子炉の停止等に係る判断の目安は」、許可時における評価の根拠が継続していることを確認するための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」とします。原子炉の停止等の対応の要否の検討を開始する、検討の開始点（トリガーポイント）の目安でございます。

このように少し正確に事務局の考え方を記載させていただいたというのが、この1ページのポイントでございます。あくまでもこの目安というのは、検討の開始点（トリガーポイント）としての目安でございます。

ページをおめくりいただきまして2ページ目をお願いいたします。

「監視レベルの段階設定の前提」というところで、一つ目の矢羽でございます。カルデラ内に位置する活火山の活動が巨大噴火に移行するとは限らないこと、また巨大噴火の噴火プロセスに関する科学的知見がまだ不十分であるという、こういう現状を鑑みまして、噴火規模と直接関連付けた監視レベルの段階設定はしないとしてございます。

二つ目の矢羽でございます。監視レベルの段階設定の前提としまして、モニタリングにおける観測データの有意な変化に着目し、その上で、原子力規制委員会の監視レベルの段階を「平常」、「注意」、「警戒①」及び「警戒②」の4段階として考えることとします。

1ページ目で御説明を差し上げました観測データの有意な変化があったと判断する目安というのは、下の方の模式図がございまして、ここで言いますところの「注意」から「警戒①」、ここをもって観測データに有意な変化があったと判断する目安、検討の開始点でございますけれども、ここを検討の開始点とさせていただきたいというふうなことでござ

います。

あと、右側のほうに別枠で囲ってございますけども、「警戒②」と判断する目安につきましては、これは先ほども御説明申し上げましたように、科学的な知見等々もまだ不十分であると、こういうふうな現状を鑑みまして、中長期的な課題、あるいは、この原子炉火山部会で都度審議させていただくということで、今回は検討の開始点、これを先生方に議論をしていただきたいというのが事務局の考え方でございます。

ページをおめくりいただきまして、3ページ目をお願いいたします。今ほど御説明を差し上げた内容の重複になりますけども、上のほうでございます。

「観測データに有意な変化があったと判断する目安」の考え方でございますけれども、「観測データに有意な変化があったと判断する目安」は、複数の監視項目の観測データにおいて有意な変化が継続的に示している場合と、このように考えます。

したがって、この「観測データに有意な変化があったと判断する目安」をこの火山部会で御審議いただきたいというふうな趣旨でございます。

ページをおめくりいただきまして、4ページ目でございます。これは前回の8月10日第4回の御説明内容と変更はございませんけれども、少しアレンジは変わってございます。

火山部会の位置付け、それから原子力規制委員会による原子炉の停止等の対応の要否の判断、これについて記載させていただいてございます。

1つ目の矢羽でございますけれども、原子力規制庁は、以下によりモニタリングによる「観測データに有意な変化があったと判断する目安」に達したと認定いたします。

二つ目の矢羽でございます。原子炉火山部会は、個々の監視項目における「観測データに有意な変化があったとする目安」に達したとする原子力規制庁の認定を確認するとともに、必要に応じて留意事項等助言いただきます。

三つ目の矢羽でございますけども、原子力規制委員会は、原子炉火山部会の助言を踏まえ、原子炉の停止等の対応の要否を判断いたします。

以上が資料2の御説明でございます。

引き続き、資料3の目安の方、火山モニタリングにおける監視項目の目安について御説明させていただきます。案でございます。

今ほど御説明を差し上げました有意な変化ということで、いろいろあるかと思っておりますけども、有意な変化とは何ぞやということで、それも踏まえて目安のたたき台ということで、事務局から提案させていただくものでございます。

ページをおめくりいただきまして、1ページ目は目次、それから3ページ目、4ページ目ですけれども、火山モニタリングにおける監視項目についてということで、これは再掲でございます、第3回火山部会での資料の再掲でございます。

地球物理的な観測事象としまして、①地震活動、②地殻変動、③火山ガス、こういったものが考えられるというふうな御説明をさせていただきました。

4ページ目をお願いいたします。地質学的観測事象としましては、噴火規模、②噴煙柱高度、それから③降灰、④火砕物密度流、⑤噴出物としまして、五つの項目を御提示させていただきました。

それから、一番下ですけれども、その他の監視項目ということで、例えば、地震波トモグラフィ、それからMT法による比抵抗構造、そういったものもその他の監視項目として考えられますと。あるいはまた、気象庁の火山情報とか、公的機関の評価についても取り扱うかどうかも含めて整理いたしますというふうなことで御説明を差し上げていたところでございます。

こういったことを踏まえまして、5ページ目、監視項目の目安作成の方針についてでございます。

6ページ目をお願いいたします。目安作成の方針についてですけれども、事務局として方針1、2、3を考えてみました。

方針1でございます。資料2で御説明申し上げました原子炉火山部会において検討する「原子炉の停止等に係る判断の目安」とは、許可時における評価の根拠が継続して要ることを確認するための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」であります。この目安は、原子炉の停止等の対応の要否の検討を開始いたします検討の開始点、いわゆるトリガーポイントでございます。こういった考え方のもと、大規模噴火に伴う観測事例から抽出された監視項目を参考といたしまして、①主な監視項目といたしまして、「地震活動」、「地殻変動」、「火山ガス」及び「噴火規模（噴煙柱高度及び噴出物）」、②といたしまして、その他の監視項目としましては、「地下構造」、「気象庁の火山情報」を加味して、観測データの有意な変化に着目して目安を作成いたします。なお、「敷地における降下火砕物の有無」についても確認事項とさせていただきます。

方針2でございます。米国地質調査所（USGS）のレスポンスプランにおける警報の段階設定に用いている判断目安を参考とします。例えば、群発地震及び低周波地震の発生数、頻度と発生場所（深さ）、ひずみ変化及び火山ガス（二酸化硫黄）の放出量等の目安に着

目いたします。ただし、地域や火山ごとに個別の特徴を有することを鑑みまして、目安の数値は一律ではなく火山ごとに導入することを考えたいと思っております。

方針3でございまして、目安作成において参考とするデータは、九州電力株式会社から毎年提出されます「川内原子力発電所及び玄海原子力発電所、火山活動のモニタリング評価結果」、それから、気象庁から定期的に発表されます「火山活動解説資料」、こういったものを基本といたしますが、必要に応じて最新の科学的な知見や、気象庁の火山情報及び公的機関の評価も採用することといたします。

なお、有意な変化があったと判断する目安につきましては、科学的な知見等の蓄積に伴って、逐次見直しをかけていくというふうなことにさせていただきたいと思っております。

それではページをおめくりいただきまして、7ページ目をお願いいたします。各カルデラにおける監視項目の目安ということで、3-1、阿蘇カルデラでございまして、ここから各カルデラについての目安を事務局案として御説明させていただきますが、今回は阿蘇カルデラと始良カルデラに注目いたしまして、この二つについての目安を提示させていただくものでございまして。

まず最初に、阿蘇カルデラの御説明です。ページをおめくりいただきまして、9ページ目をお願いいたします。

先ほど御説明いたしましたように、まず、地震活動、それからGNSSの連続観測データ、地殻変動、こういったものはまずは九州電力から提出される火山活動のモニタリング評価結果を用いて評価するというふうなことを基本方針とさせていただいております。

9ページは震源分布を表示してございまして、表示している期間は2000年以降のデータでございまして。下のほうは10ページにございましてけれども、地震の発生数としまして、上の方に通常の地震、下のほうに深部低周波地震を月ごとにヒストグラムの形で表示してございまして。なお、このデータは、気象庁の一元化震源を用いてプロットしてございまして。

こういったデータをプロットしてみますと、2000年以降のデータでございましてけれども、それに変化があったかどうか、そこから変化があったかどうかというふうなことに着目する上では、震源分布、それから発生数、こういうものに着目していくのがいいのではないかとこのように考えてございまして。

9ページでございまして、目安としましては、まずは着目する範囲といたしまして、九州電力等の報告書と同じ領域をまずは対象といたします。発生場所といたしましては、阿

蘇カルデラ内で広域的かつ継続的に地震が発生していると認められる場合とさせていただきます。ただし、1975年の熊本県北部を震源とする地震、これはM6.1でございますけれども、あるいは2016年熊本地震M7.3、こういったものの余震が含まれていることには注意が必要でございます。

下の方でございます。10ページ目、地震発生数でございますけれども、上の方の通常地震、それから下の方の深部低周波地震、いずれも考え方は同じでございますけれども、2000年以降で最高値といたしまして月別の地震発生数が1,000回ぐらいということですので、そういう最大の値を持ってきたというふうな、そういう考え方に基つくと、目安といたしましては、気象庁で震源が決定されている地震で月別発生数が例えば1,000回を超えとか、あるいは年間の積算が1万回を超えたと認められた場合、こういうふうな考え方で目安を考えてみました。

それから、下の方も同様でございますして、深部低周波地震も同様でございますして、月別が例えば40回を超える、あるいは年間の地震発生数の積算が400回を超えたと認められた場合、こういうふうな考え方で提示をさせていただきたいと思えます。

それから、ページをおめくりいただきまして、11ページ、12ページでございます。これはGNSSの連続観測による基線長変化を表示している図でございます。①、②、③が11ページ、④、⑤、⑥が12ページにプロットされてございます。これは九州電力の報告書そのままでございます。

こういったデータにつきまして、ページをおめくりいただきまして、13、14ページでございます。どういう目安をつくるかと申しますと、13ページには例えば、これは2000年からのデータをプロットしてございますけれども、2000年～2001年までの例えば1年間のデータを基準として、そのデータでもって ± 2 、3、 4σ をプロットして見ると、13ページのような図になってございます。14ページも同じでございます。

15ページ、16ページをお願いいたします。2016年熊本地震発生してございますけれども、2000年から熊本地震直前までのデータ、これを基準に作成する上で全データを使って、 ± 2 、3、 4σ をプロットしたのが15ページ、16ページでございます。こういったデータ、16年間ぐらいのデータを基準として誤差評価をしてみますと、 $\pm 3\sigma$ ぐらいでほぼおさまっているような雰囲気もございまして、私どもとしましては、まずは目安といたしましては、基線長の場合、日々の基線長の観測データに対して基準とする期間、今は16年分とさせていただきますけれども、この基線長変化の $\pm 3\sigma$ を評価する年、当該年の基準として

地震時の変動を除いた上で、複数測線同時に1年間連続でこの基準を超えて伸長する傾向が認められた場合と、こういう考え方で置かせていただきました。16ページも同様でございます。

続いて17ページ、18ページをお願いいたします。今度は比高のほうでございます。鉛直成分でございます。鉛直成分も同じような考え方で表示させていただいております。これは熊本地震までの16年間のデータで、誤差評価をさせていただいております。ただ、比高変化の場合は、データがばらつくというふうなことも鑑みまして、目安といたしましては7日間、例えば1週間、7日間の移動平均値に対して、基準とする期間の比高変化の $\pm 3\sigma$ を当該年の基準として地震時の変動を除いた上で、複数測線同時に1年間連続で、この基準を超えて隆起する傾向が認められた場合、こういうふうに目安として書かせていただきました。

次のページ、19ページをおめくりください。今度は同じ地殻変動でもSARということで、少し広域的なデータで物事を見てみようと、そういうふうな視点に立った場合でございます。

個別具体の論文の内容については、御説明は割愛させていただきますけれども、例えば、19ページ目、目安にございますように、阿蘇カルデラ全域にわたって広域的に、かつ顕著な地殻変動が長期間にわたって認められた場合、こういうふうな目安を考えさせていただきました。

それから、ページをおめくりいただきまして、21ページでございます。今度は火山ガスと噴火規模、噴火規模の方は噴煙柱高度から考えてみました。これらのデータは、いずれも気象庁の火山活動解説資料（阿蘇山）から転記させていただいております。

火山ガスに着目いたしますと、2016年10月の噴火時に、赤枠で表示させていただいておりますけれども、1日当たり15,000トンというふうな量の放出量が計測されてございます。

申し遅れましたが、データは1989年からプロットしてございます。

こういった最大値に着目してみますと、目安といたしましては、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量が1989年以降では最大1日当たり15,000トンというふうなことでございますので、1日当たり15,000トン、例えば、数カ月間超えたと認められた場合、こういう場合は目安として成り立つのかなというふうに事務局案として提示させていただいております。

それから、噴火規模は、噴煙柱高度から考えてみましょうというのが下のほうの考え方

でございます。同じく2016年10月の噴火のときに、これは11,000mというふうな観測記録がございまして、こういったものを参考にいたしますと、目安としては、11,000mまで到達していますので、例えば1m以上で、かつVE4と推定された場合と、こういうふうな目安を考えてみました。噴火規模を地質学的な情報から見積もるための噴出物の調査には、一定程度の時間を要することから、噴火規模を即時に判断することは難しい。したがって、まずは噴煙柱高度を噴火規模を推定する上での目安とするものの、噴出物から推定された後、推定された噴火規模が後に把握された場合は目安として考慮させていただきたいというふうなことでございます。

それから、ページをおめぐりいただきまして、22ページをお願いいたします。ここからはその他の観測項目ということで、地下構造の御紹介になります。

地下構造でございますけども、地震波速度構造、それから23ページには比抵抗構造の先行研究の事例を挙げさせていただいています。

こういった地下構造のデータで、例えば、目安としては、カルデラ内の上部地殻、数km以浅に広域的に低速度異常領域の存在が地下に推定された場合、こういう目安を考えてみました。

比抵抗の場合は、低比抵抗異常領域の存在が地下に推定された場合というふうな記載にさせていただいてございます。

24ページでございます。24ページは、その他の観測項目の一つとして、気象庁の火山情報、具体には噴火警戒レベル判定基準というものを書かせていただいております。

阿蘇の方は、下の方の参考に書いてございまして、レベル4とレベル5の判定基準は、それぞれ、例えば溶岩流が居住地域に到達する可能性、あるいは溶岩流が居住地域に切迫と書かれてございますけれども、地殻変動とか、それから地震活動に関する判定基準というのは示されてございませんので、私どもとしては、まず、これは具体的な記載がございましてレベル3を項目の一つとして考えさせていただいたというのが、ここでの考え方でございます。

目安としましては、阿蘇山の噴火警戒レベル、レベル3が1年以上継続して発表されている場合というふうなことを考えてみました。

以上が阿蘇カルデラの目安についてでございます。

それから、26ページは始良カルデラでございますけども、始良カルデラも同様な考え方で目安を作成させていただいておりますが、2点だけ違うところがございまして、その

相違点だけ御説明させていただきます。

32ページをおめくりください。32ページですけれども、水準測量による始良カルデラ周辺域の地盤変動ということで、この図を御覧ください。このルートでは、1891年から120年間近くの長きにわたって水準測量が実施されておりました、途中1914年の桜島大正噴火や、1946年の昭和噴火の溶岩流の流出を経験してございます。こういった基礎データがございまして、例えば、目安といたしましては、BM2469（旧鹿児島県庁）、これを基準としましてBM2474、この比高が1914年の桜島大正噴火の直前において推定されている比高を数年間例えば継続して超えたと認められた場合、これも一つの目安になろうかと思ひまして、このように事務局案して提示させていただくものでございます。

それから、ページをおめくりいただきまして、39ページをお願いいたします。その他の監視項目として、気象庁の噴火警戒レベルがございましてけれども、桜島の場合は噴火警戒レベル5まで設定されてございまして、私どもでは、この5というのを目安の一つとして考えさせていただきました。

目安としましては、桜島の噴火警戒レベル判定基準レベル5が1年以上継続して発表されている場合というふうに考えさせていただきました。

それから、41ページ、42ページでございます。

41ページ、監視項目の共通事項といたしまして、噴火規模（降下火砕物の分布及び構成粒子・化学組成）、敷地における降下火砕物の有無についてということで、資料を説明させていただきます。

42ページをお願いいたします。これは御案内のとおり、阿蘇の中岳の2016年10月8日の噴火の火山灰分布の調査事例でございます。噴火直後、速報的にこういったデータが、これは防災科学技術研究所、それから、43ページにおきましては、防災科学技術研究所及び産業技術研究所によって速報的に出されるものがございます。しかしながら、先ほど申し上げましたように、これだけではなくて、いろんな噴出物の調査をするというのは一定程度時間がかかりますので、ここではまずは噴煙柱高度を噴火規模の指標として考えたいという趣旨でございます。

なお、この他に地質学的な事象ということで、冒頭御説明させていただきましたが、事務局として検討させていただきましたが、なかなか目安としての定量化というのは難しいというふうなこともございますし、それから、科学的な知見というのもまだ不十分なところがございまして、地質学的な事象につきましては、目安として考慮はいたしませんで

した。

それから、44ページを御覧ください。これは確認事項というふうなことで、敷地における降下火砕物の有無ということで、御説明させていただきます。

これも同様に、2016年の阿蘇中岳の噴火における観測事例ですけれども、これは四国の八幡浜、伊方発電所の近くに私どもの出先の規制事務所がございまして、規制事務所の車のボンネットに少し降灰があったというふうなことで、当然ながらサイトにも降灰はございました。写真を見る限り、ぱらぱらと降灰している様子が見てとれると思いますけれども、こういった敷地において降下火砕物があったかどうかというのも、一応、ちゃんと我々としては確認事項の一つとして見ておきたいというふうな趣旨で、ここに資料を入れさせていただきました。

それから、あと、添付資料ということで、A3の横紙2枚を付させていただきます。1ページ目には阿蘇カルデラ、それから2ページ目には始良カルデラということで、今ほど説明させていただきました目安について表形式で整理させていただいたものがこのA3資料でございます。

内容につきましては、今ほど御説明させていただきましたので、重複になろうかと思えますので、個々の御説明は割愛させていただきます。一覧表として整理をさせていただきました。

私からの御説明は以上になります。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

御質問、御意見等がございましたら、挙手をしていただき、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。

○宮町委員 宮町です。

個々のことはとりあえず置いておいて、資料2にある「観測データに有意な変化があった」という、その「有意」というのは、何を以て有意とするのかということですね。例えば、今、桜島は普通に噴火を繰り返していますけれども、現在行われているような噴火レベルであっても、観測データとしては非常に有意な変化が現れているわけです。ですから、この場合の「有意な変化」というのは、どのことを言っているのかというのがちょっとわからない。

ただ、この文章をそのまま認めて、資料3の添付資料、A3サイズの、そこに書いている

基準を見ると、現在の非常に小規模な噴火、通常レベルでの噴火活動をベースにしたものを持ってきているようにしか見えないんです。

ですから、資料2で言っている「有意な変化」というのは、添付資料で示されている数値だと、通常のレベルの話をしているのかということの確認をしたいんですけど。

○小林部会長 事務局、お願いします。

○佐藤主任安全審査官 佐藤でございます。

有意な変化のレベル感という御質問だと解釈いたしましたけども、通常の火山活動に伴うような変化ではなくて、もう少し上のレベルの変化というふうに我々は理解しています。例えば、今ほど、地震活動とか地殻変動とか火山ガス、そういったものの具体的なお話をさせていただきましたが、こういう経験したことがあるような観測データとか、規模とか、そういった噴火活動とか、あるいは広域的なテクトニクスを伴うような変動とかレベルの幅とか、そういったものを超えるような変化が見られた場合、これを我々は有意な変化と思って考えてございます。

そういう想定で資料3のほうで目安を作成させていただきましたけども、そうはなかなか読み取れないという御趣旨でございましたならば、もう少し事務局でそのレベル感も含めて考えさせていただきたいとは思ってございます。

以上です。

○小林部会長 どうぞ。

○宮町委員 宮町です。

申し訳ないけども、資料2と添付資料の間には認識として非常に差が大き過ぎるというのが実感です。申し訳ないですけども。

要は、この火山部会で、当初、我々が招集されたときに設定されているのは、カルデラ噴火とは言わなくても、そこまでに達する前の段階で、ある程度、大規模な噴火を前提とした火山部会だと思っているんですけども、そうすると、我々の中では、例えば、ある程度、データがあるのは、桜島でいうと大正噴火になりますけども、大正噴火での規模をベースにして、もしもトリガーポイントとして考えるのであれば、添付資料に載せられている地震活動や地殻変動の基準となる数値というのは、ほとんどナンセンスだろうと。通常の火山の噴火活動を対象にするんだということであれば、添付資料の値も検討する余地があるかもしれませんが、火山部会として行う意味においては、この添付資料の値はとももちが明かないというか、ナンセンスだろうというふうに個人的には思います。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

事務局から何かコメントはありますか。

○佐藤主任安全審査官 規制庁の佐藤です。

御指摘の趣旨はわかりました。我々の思いとしましては、噴火規模で言いますと、VE4とかVE5とか、それぐらいを想定しては考えてみましたが、なかなかそれにはそぐわないような数値だというふうな御指摘だと思いますので、もう一回事務局としては考えさせていただきたいなというふうに思います。

以上です。

○小林部会長 どうぞ。

○宮町委員 宮町ですけど。

ですから、先ほど、VE4とか5レベルのお話だということになると、桜島の大正噴火でもそれに達しないわけですね。現実的に考えると、桜島での大正噴火級の噴火があったときに、いただいた資料であるように、噴火の後に急激に地盤変動で収縮しているというのが顕著なわけです。ところが大正噴火級の噴火をしても、地盤変動が一向におさまらないと、ストーンと落ちるのではなくて、膨張が続いているということであれば、確かに今後大規模な噴火に発展する可能性があるということで、非常に検討すべき重大な事案だと思うんですけども、要は一発で大正噴火が起こって、その後、ストーンと地盤変動がなくなって、収縮したということであれば、これはまた、もうその時点で火山部会としては、それほど考えなくていい事例になってしまうということになると、個人的には思うわけですよ。

ですから、ここで話し合う、あるいは検討すべき事案というのは、ある程度の規模というのは、例えば、桜島でいうと、大正噴火級の噴火があって、その後どうなるかということを検討すべきであって、本日出されたような個々の火山活動をベースにしたような判断、あるいは目安ですか、それを出されてもいかんともしがたいという。年がら年中我々が検討していないとだめな状況になりますよ、こういうのは。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

ほかの委員の方、何か御意見がありましたら。どうぞ。

○村上部会長代理 村上です。

資料2と3についてまとめて御説明があったんですが、まず、2から御質問というか御意

見を申し上げたいんですが、何か目安をつくって許可の前提になった判断を超えたような火山現象が始まっているかどうかについて注目をして、それでトリガーポイントにするという基本的な考えは、私個人としては、こういう考えもあるのかなというふうに理解したのですが、資料2の4ページ目の下段にありますフローチャートについて御質問しますけれども、カルデラ噴火を場合によっては想定しなければいけないような自然現象が確認されるようになったときに、今までやってきたような観測項目で足りない、判断をするためにさらに観測項目を追加したり、頻度を増したり、範囲を広げたりしなければいけないような状況が起こり得ると思うんですが、それに対して規制庁は、例えばほかの機関に要請をするとか、事業者にこういう観測を追加しなさいといったようなことは言えるんでしょうか。そういうことを行うような想定がこのフローチャートの中に入っているんでしょうか。私は必要になってくると思うのですが。

○大浅田安全規制管理官 地震・津波管理官の大浅田でございますが。

まず、私どももこの目安を火山部会のほうに検討していただくに当たって、どういう目安を検討していただくべきかということを中心に内部で議論いたしまして、それで2ページ目でございますような、およそ目安というのは二つあるだろうと考えておりまして、許可の条件が逸脱しているような、そういうふうな目安については、どちらかという、なかなか今現在の段階では議論していくのは難しいんじゃないかということで、手前のほうの議論をさせていただくということで、今回、観測データに有意な変化があったと判断する目安ということで、多少、宮町先生からは、有意な変化とはどういう意味かというふうな話がありましたけれども、私どもも、じゃあ、有意な変化ということ何か一度は定義しようかなと思って、内部でも検討したんですが、有意な変化というのは有意な変化であって、なかなかそこは難しく、やはり、何らかの規制委員会としてアクションを——アクションというのは別にすぐに原子炉を止めるとか、そういうことではなくて、何らかのアクションをする必要があるのかどうかということ判断する上で、そういうレベルの有意な変化ということで、この中では使わせていただきました。

それで、資料3のほうには有意な変化ということを具現化するために少し定量的にやってみたらどういうことが考えられるのかということで、あくまで例示なんですけれども、具体的な値というのを、今回提示させていただきまして、これについてはまた、この後、議論させていただきたいと思っておりますが、直接的に村上先生からお話があったのは、監視項目として、前回議論をさせていただいたんですけど、当然ながら火山の活動が活発化

してきたときには、何らかの追加とかが必要になるだろうということにつきましては、私もそう考えておりました、ページは忘れましたが、そういった監視頻度とか項目については追加する必要があるかなと思っています。

例えば、A3の添付資料で言いますと、今、直接的な監視項目ではないんですけど、右側にございます②のその他の監視項目の中で地下構造というのがございます。その中で地震波速度構造とか比抵抗とか、これは何かすぐに出てくるものじゃないんですけど、そういった監視項目じゃないんですけど、ベース的なデータとしてこういった地震波トモグラフィの値を出せとか、比抵抗構造について検討するよということにつきましては、必要に応じて事業者のほうに追加検討をやらせるということは考えてございまして、それは当然ながら、我々は原子力の安全規制を担っていますので、それについては私どものほうから事業者のほうに依頼することは可能でございまして、とは思ってございます。

その他の監視項目につきましても、例えば、今は火山ガスとしてSO₂の放出量だけ書いてございますけど、火山ガスを直接採取するのは難しいかもしれませんが、例えば、噴出物の分析とか、そういったできる範囲内の追加、できる範囲というか、そういった必要な事項についての追加を事業者に求めるのは、当然ながら我々の責務だと思っております。

○小林部会長 どうぞ。

○村上部会長代理 ありがとうございます。そういうお考えであるということはわかりました。

ただ、資料2は基本的な考え方を説明している資料ですので、必要が生じた場合には、どういう形で、どういう権限で、新しい観測を行ったり、従来の頻度を増すといったようなことを指導するのか、命じるのか、ちょっとよくわかりませんが、それは行う段取りがちゃんと用意されているんだよということ、これは私の意見ですけれども、明示していただきたいと思っております。

○大浅田安全規制管理官 はい、わかりました。

○小林部会長 他に委員の方、どなたか。

よろしく申し上げます。

○棚田委員 防災科学研の棚田です。

宮町委員の話を聞きながら、資料2のページ2を見ながら、例えば、こういう考えではだめなのかというのを宮町委員にも聞かなきゃならないんですが、桜島の大正級の噴火をし

たときという事例をいただいたので、考え方がわかりやすくなったんですが、桜島が大正級の噴火をして、水準測量がばんと下がるか、それとも、平穏かというのは、いわゆる2ページの右側、赤い四角の「警戒②」と判断する目安のところ、例えば、それを調べると。トリガーポイントと言われている点は、噴火のレベルが低い火山活動の変化の考えをどうするかという検討の開始というところでやってもいいのかなと思いました。

その他下に、注意、警戒、警戒①、②とありますが、これは結局、一言で言っちゃうと、全部準備だなと。注意、警戒①は準備だけでよくて、警戒②と判断する目安、右の箱の中で初めて、桜島ですと、噴火の後の水準測量の変化、例えば火砕流はどのくらい出たとか、そういうものを注意して検討すればいいという流れじゃだめなんですかね、宮町委員、どうでしょうか。

○宮町委員 もちろん、今、棚田さんがおっしゃったように、そういうレベルでも当然判断はするけども、今、検討しているのは、2ページの「観測データに有意な変化があったと判断する目安」の部分を考えているわけですけども、このレベルに対応するものももしいただいた添付資料であるのであれば、それは違いうだろうというのが僕の見解。

○棚田委員 つまりもっと数字を大きくしたほうがいいことなのか、A3横の中が。それとも、いや、A3横のものは、しよせん、レベル4、5までの話だから、要らないという話なのか、ちょっとその見分けが私はつかないんですが。

○宮町委員 具体的に言うと、例えば、佐藤さんのほうで説明がありましたけども、そのときに、これまでの過去30年ぐらいですか、あるいは40年のデータを用いてその最大値を設定したという説明でしたよね。ただ、じゃあ、その間に、それほど重要な現象があったかということ、ないわけですよ、実際問題として。噴火はありましたよ。噴火はあったけども、この火山部会として対象として考えるべきような事象があったかということ、基本的に無かったというのが現実です。ですから、無い段階で過去の事例でこの値を持ってきて、これはおかしい話だろうと。それは気象庁さんが火山噴火予知をやる上では、そういういろいろな有意な変化という意味で火山活動の監視ということもやっていますから、そういう形での発表はいろいろあるでしょうけども、別にこの火山部会は、先ほどの説明あったように、火山噴火予知をやるわけではないという形で説明を受けていますから、そうしたら、実際に対象とする事象というのは、非常に狭くなるはず。だから、どこかでもちろんスレッシュホールドで、これ以上じゃないと火山部会では考えませんよということになるんだろうと思うんですけども、その際の判断基準が過去30年、40年ないしの最大値で

設定するのは、いかがなものかという、そういう意味です。

○棚田委員 棚田です。

何となくおっしゃることはよくわかってきました。

○小林部会長 追加で意見とか何かありますか。いいですか。

どなたかほかの委員の方で、御意見、御質問ありましたら。

大倉委員。

○大倉委員 京都大学の大倉です。

ちょうど、この絵が出ているところなのですが、観測データに有意な変化があったと判断する目安が注意と警戒①の間になっておりますが、私の認識では、大正噴火クラスの噴火が発生した時点で注意、それが継続している間に注意と警戒、準備の方がいいとおっしゃった意見もございしますが、その分かれ目があるというふうに認識しておりますが、まず、それで良いのかということと、あと、そうだとすると、資料3、これは宮町先生もおっしゃっていることですが、資料3の32ページの一番下の目安は、これは平常と注意の境目にある事象でありますので、その辺のずれが宮町先生の御意見に反映されているんだというふうに私は理解しております。

以上です。

○小林部会長 事務局から、お願いします。

○佐藤安全審査官 規制庁、佐藤ですけども。

宮町委員と大倉先生の御意見も踏まえて、少し整理はもう一回させていただきたいとは思いますが、ただ、我々の目安設定に至っての考え方としましては、VEI4ぐらい、始良で言いますと、桜島大正ぐらいのイメージを念頭に置いて目安をつくったつもりですけども、少し御意見もいろいろございましたので、もう一回事務局で整理はさせていただきたいと思っています。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

何か追加の御意見、どうぞ。

○大倉委員 そうすると、桜島大正クラスが起こる時点が注意と警戒①の区別であるということでしょうか。

○小林部会長 事務局、説明をお願いします。

○内藤安全規制調整官 事務局、内藤ですけども。

目安として有意な変化があったレベルというのはどうするのかということについては、我々事務局としての持ち出しのときに想定していたのは、先生方がおっしゃるように、この警戒の中に入ってくるというところがいわゆる桜島大正噴火レベルのものが起こった後をイメージしてつくらせていただきました。ただ、一方で、先ほどから宮町先生とかから意見が出ておりましたけれども、地震活動とか、その辺の話というのは、このレベルのときにどのぐらいのものが起こったのかというところの近代観測のレベルが出てこなかったところもあって、今あるレベルのところでも最大のものという形で案としては提示させていただきました。

ただ、先ほど、いろいろ御意見がありましたので、じゃあ、データのなかでどうやった置き方をするのかということを含めて、そこは先生方の御意見を集約した形で、もう一度整理はさせていただきたいとは思いますが、イメージとして、そこは先生方の議論も必要だと思うんですけども、我々としてイメージとして出したのが、この有意な変化があったところの目安ということで、検討の開始点と置いておきますけれども、ここは大正噴火クラスのものが起こっていて、何らかの形でもってそれずっと火山活動がまだどんどん活発化しているのではないのかというようなものがあれば、そこは警戒①として、原子炉の停止等の判断が必要になるのかどうなのかということについて検討を始めるタイミングではないかというイメージで資料は提示をさせていただいております。

○小林部会長 よろしいですか。

○大倉委員 私もそういう考えです。ただ、そうすると、資料3の32ページの目安は、ちょっとおかしいですよということを申し上げたかっただけです。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

村上委員。

○村上委員 議論はそのように進み始めたので、もう改めて申し上げることもないかもしれませんが、一応議論の整理として、まず、資料2について、最初集約して議論をしていただいて、もしそれで良いということになれば、資料3のほうに移っていくというふうにすると、整理がしやすいかなと思いましたが、余計なことかもしれませんが、よろしくをお願いします。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

ほかの委員の方で御意見等はないでしょうか。

じゃあ、私から意見というか、意見と質問をあわせてしたいと思うんですけども、私は、今回の資料を見ていて感じたんですけども、カルデラの問題を考えるというんじゃなくて、基本的に活火山をどう見るか、どういうふうに捉えるかという、そういうところはずっと議論されているかというか、そういう印象を受けます。ですから、これをやっていっても、大正噴火クラスは何とかここには入るかもしれませんが、それで大正噴火からもうちょっと大きな噴火になれば、じゃあカルデラ噴火になるのかというようなそういう見方がベースにあって、こういう議論をしているように思えてしょうがないんですね。

ところが、私はカルデラ噴火というのをずっと長年研究しているんですけども、桜島のような火山、あるいは普通の活火山と言われている火山が、どんなに規模が大きな噴火をそのまましていっても、カルデラ噴火になるということは、過去の事例、私が知っている地質学的な事例では、まずないと思います。というのは、要するに、桜島のような噴火が何十回起ころうと、カルデラ噴火には至らないと。だからカルデラ噴火というのは全く質的に違う噴火なんだということを考えなければいけないと思います。

ですから、こういうふうに段階を踏んで、いろんなことを考えていっても、それは結局、今の桜島の噴火がどの程度大きなレベルの噴火が起こるのか、それに対して危ないか、危なくないかという議論をしているだけの印象を受けるんです。

だから、その辺、もう少し根本的に考えなければならぬんじゃないかなという、そういう印象を受けています。

それで、例えば、資料2の2ページのところで、平常、注意、警戒、警戒とありますけれども、これは恐らくHi11というロングバレーを研究された人で、レスポンスプランというのを作った、その論文があるんですけども、それに基づいてこれは書かれているような気がするんですけども、レスポンスプランでロングバレーというカルデラの火山を4段階に区分して、グリーンとイエローとオレンジとレッドというふうに分けてやっているわけですね。だから、これを参考にしているというふうに、どこかで書いてあったんですけども、だから平常というのは、これでいくとグリーンに当たるわけですね。ところが彼らのグリーンというのは何を含んでいるかというのと、4段階あって、全く静かなときと弱い変動、それからちょっとした変動、それからかなり強い変動、そこまで含めてグリーンなんです。ですから、今、我々が観測データを見ていて、どうのこうのと言っているのは、彼らからすると、もう既にずっと下のほうのレッドの段階で、レッドというのはもう噴火

が始まっていますという段階ですね。だから何も無いところからどんどん噴火が始まって
いってどうかという、そういう考え方、それもカルデラ噴火までは行かない、せいぜい
0.1km³~0.5、1km³ぐらいまで考えているのかもしれませんが、割と小規模な噴火
のことにしか考えていない。だからカルデラの火山の中での変動であるけれども、
その中に起こる小規模噴火、あるいはマグマ噴火でもそこそこの噴火までをこれは考えて
いるわけですね。

ですから、レスポンスプランというのは、結局、ある現実が起こって、どういうふう
に対応するかということを考えているだけなので、こういうものをカルデラ噴火が危ないか
どうかを考えるときの基準に持っていても、ほとんど意味がないんじゃないかなとい
うふうに私は考えました。

ですから、こういう考え方、平常、注意、警戒、警戒の4段階という考え方そのものが
おかしいんじゃないかなというふうに考えています。

私は、カルデラ噴火を研究してきて日本中のほぼ全てのカルデラを見てきたんですけれ
ども、やっぱり、カルデラ噴火の前にカルデラ噴火と同じようなマグマが噴出するという
前兆現象というのが必ずあります。その必ずあるというのは、私は、できたら数百年とか
1,000年以内であれば、前兆的なものとして明確に認識できると思って、それをずっと探
してきたんですけれども、それ自身は数例しか見つかっていないんですけれども、それよ
りもうちょっと長い目で見ると、例えば1,000年でも2,000年でも3,000年でも流紋岩的な
ものが出て、それからカルデラ噴出に至ったというふうに考えれば、それも前兆だと考え
れば、日本のカルデラの火山は全てそういうパターンをとっているわけです。そういう目
で見ると、今のカルデラ地域の火山というのは、どんなにアクティブな噴火をしても、
安山岩であるとか、玄武岩であるとか、そういうものしか出てきていなくて、流紋岩はほ
とんど出ていないですね、ほとんど、まず、ですから、少なくとも、今の日本のカルデラ
の現状を見る限り、これから数百年という単位でカルデラ噴火が起こるとは、これは私の
考えですけど、私はそういうことはないんじゃないかというふうに思っています。

そういう考えで研究している人というのはほとんどいないので、私のひとりよがりかも
しれませんけれども、そういう視点でカルデラというのはどういうものかということ考
えて研究というものを、もっと真剣になされていかなければならないんじゃないかとい
うふうに私は考えています。

ですから、少なくとも、ここに書かれているようなことで、要するに、モニタリングだ

とか、そういうものを見ながら、ある程度、大きな変化がある、それはどういうものであろうかということを検討することについては、別に全く私も反対するわけではないわけですが、やはり、そういうものがすぐカルデラ噴火に結びつくんだというような発想で何かやるというところは、行き過ぎなのではないかなというふうに考えます。

ですから、資料2の4ページのところにある「原子力規制委員会は、原子炉火山部会の助言を踏まえ、原子炉の停止等の対応の要否を判断する」という、そういうところまでいく噴火というのはほとんどないんじゃないかなというふうに思います。

桜島の場合、始良カルデラで桜島を考えた場合、大正噴火クラスのことは十分起こる、近々、近々というか、これから数十年の間には起こるかもしれませんが、大正噴火は非常に大きな噴火だと思われまますが、いわゆる軽石噴火というのは、あの噴出量のうちの数分の1、多分30%とか、それぐらいです。あと大半は溶岩で出ているわけですね。歴史時代の安永、文明、天平当時もみんなそうで、どちらかというと、溶岩が多い。だから噴出量の割に軽石は少ない。一番多いのは12,000年、13,000年前に起こった薩摩と言われているもので、11km³出たと言われているんですけども、あれでも川内の原子力発電所のところに火砕流は到達していません。その半分ぐらいの距離で止まっています。だから桜島が噴火して、その面している鹿児島市、あの辺は壊滅的な被害を受けますけれども、いわゆる発電所が壊滅的な被害を受けるかといったら、それは受けないわけです。

ですから、今の大正噴火の数十倍ぐらいの噴火が起こっても、多分、噴出物だけではそういう被害は受けないわけです。ただ、そこに住んでいる我々が大きな被害を受けたときに、どういうふうに対応しますかという、もうちょっと社会的な問題で考えることはあるかもしれませんが、火山と原子力発電所にどういうふうに対応するかという議論であれば、今の桜島クラスの噴火では、ほとんどないというふうに考えざるを得ない。

ですから、カルデラ噴火というのは、どういうものかというのは、もっと真剣に考えていくような一つのこういう会議が機運になってもらえればよいなど、私自身は考えています。

以上です。

どうぞ。

○大浅田安全規制管理官 地震・津波管理官の大浅田でございますが。

部会長の御意見を伺いまして、我々も、資料2と3につきましては、今回ここで説明する

に当たって、いろいろ内部でも検討させていただいたんですけど、まず、先生から話がございました原子炉の停止等に係る判断の目安、これは何ぞやということが多分、どういうものを火山部会で議論していただくのが一番いいのかというところが、やはりポイントになってくるかと思うのです。今回、「原子炉の停止等に係る判断の目安」というのは、鍵括弧つきで書かせていただきました。

この意味は、1ページ目に書いてございますように、規制委員会から諮問された言葉が「原子炉の停止等に係る判断の目安」でしたので、ある意味、このレベルだったら原子炉の停止をやるとかという意味ではなくて、原子力規制委員会が諮問したものだということで鍵括弧をつけさせていただきました。

それで、じゃあ、「原子炉の停止等に係る判断の目安」とは、どういったことを火山部会で議論していただくのかということにつきましては、前回から御説明しておりますように、何かそれをもって巨大噴火の予兆とかを捉えてとか、予知して物事を考えるということではなくて、あくまでもモニタリングデータの中で観測データに有意な変化があったと判断する目安ということなので、決して我々もこれが起これば巨大噴火になるとか、そういったことを何か求めているものではございません。

そういう意味で、いわゆる検討していただく目安というのは、イメージ的には観測データに有意な変化があったので、こういった火山部会を開催して、外部専門家等を交えて、これについては何らかの検討するようなレベルなのかどうか。原子炉の事業者に対するアクションについては、当然ながら原子力規制庁、原子力規制委員会のほうで検討するんですけど、火山の状況がどうなのかということにつきましては、当然ながら、専門家の皆様方を交えた火山部会で検討していただくようなものだと考えていますので、そういった意味では、何かアクションを起こす、別に原子炉の停止ということではなくて、何らかのアクションを起こすに当たっての目安じゃないかということと考えてございますので、そういったところは。また次回でも、もう少し言葉の意味も含めて検討したいなと思ってございます。最終的には規制委員会に答申という形で返す際にも、皆様方の御意見を踏まえながら返していきたいと思ってございます。

じゃあ、その目安について、どのようなレベルなのかについて、いろいろと内部で検討して、それで資料2だけ単独で説明すると、なかなかイメージがわからないと思って、今回、村上先生からお話ございましたけど、資料3をセットで御説明させていただいたんですけど、内部でこれを検討したときも、佐藤はあまり明示的には言いませんでしたけれども、

何か物理的な現象とかを何か数式に乗せて、何かこういったレベルを決めるというのは、これはもうまず無理だよねと。当然ながら、まずは火山というのはそんなに知見が累積されているわけではございませんので、そういった大正噴火程度のレベルだったら、これだとか、何か噴火活動と関連づけて、それを結びつけるのはなかなかこれは難しいなというふうに内部で検討していて、そういったことになりました。

それで、じゃあ、どういったレベルが考えられるのかということで考えた場合に、先ほど内藤からも言ったように、過去の観測データをにらんだときに、有意かなと思われるものを今回抽出して値そのものを、あくまで例示という形で書いていったんですけど、こういった値を書くこと自体が本当に何かそこにすごく物理的とか科学的に根拠があるのかと言われると、そこはなかなか、正直言いますと、それは単に過去の中から引っ張ってきただけなので、何かルールにのっとって決めるというのは難しいなということは、正直いって思いました。

そういった意味で、最初、私が言いましたように、このレベル自体は何らかの原子炉の停止とかという気張ったアクションをするためのトリガーじゃなくて、イメージとしては火山の活動状況に少し気をつかわないといけないようなことが起こったので、観測データに気を使わないといけないことが起こったので、火山の専門家たる皆様方に集まっていたいて、火山部会で検討するような、そういった物差しというふうなことを考えていった場合に、監視項目というのは、当然ながら、ある程度決めておいたほうがいいかなと思っているんですけど、この数字自体をどこまで出すのかも含めて、少し検討したいとは思っていますけれど、それについて例えば先生方の御意見とかをお伺いしたいんですけど、何かございましたらお願いしたいなと思うんですけど、いかがでしょうか。

○小林部会長　どなたか御意見ありましたらお願いします。

どうぞ。

○村上部会長代理　何回か前のこの部会のときに、カルデラ噴火に近いものとして、たしかピナトゥボと、もう一つタンボラでしたか、事例のレビューをしていただきましたけれども、その後、私個人としてもやってみたんですが、産総研の高田先生がそういう議論をこれまで系統的にされていて、参考にさせていただいたんですけども、クラカタウの1883の噴火、これは10km³なので、始良で想定されているようなカルデラ噴火の恐らく10分の1ぐらいなので、カルデラ噴火の事例として適切かどうかは議論の分かれるところだと思っていますが、近代的な観察とか観測が開始された後で、それなりの巨大噴火として起

きたのはクラカタウも一つ事例に挙げてよかったのかなと、後で思いました。

そのときに、クラカタウの噴火として観察事例として残っているのは、それまでのクレーターのところ集中していた火山活動が周囲に広がった、どうも熱活動らしいんですけども、将来のカルデラが形成される領域の中に空間的に広がったというのが一つ、どうも観察事例としてあるようです。

それから、もう一つ、やっぱり、始良で言うと、桜島に集中している火山活動が広がって行って、何か質的な変化、それまでの状況とは変わった変化が起きているというのが、実はこれは数カ月前なので、リードタイムはあまりとれない、この事例に関しては。でも恐らく、これは私の個人的な印象ですけども、カルデラ噴火というのは、何かそれまでとは全く違うフェーズの変化が起きた上で起きる。小林先生がお出しになった例としては、出てくるマグマが安山岩質とか玄武岩じゃなくて、流紋岩質に明らかに質的に変わるというようなことも、ひょっとしたらフェーズの変化として言えることなのかもしれないですけども、そういうことが起きるのではないだろうかというのが、私の個人的な持っている印象なんですけども、むしろ、そういうものについてターゲットを我々は目を向けて、トリガーポイントを設定するというのも一つのやり方なのかなと思います。

その場合は、今度は資料3で説明いただいたものとも関わってくるんですけども、そういうものをターゲットにした場合に、我々が、今、実施している日常の観測、これは例えば始良で言えば、桜島に集中していますので、そういう観測の仕方が適切かどうかというのは別途の議論が必要になると思いましたが、先ほど、その必要が出てきた場合には観測を追加するというようなことも考えていただきたいということを申し上げたのですが。

ですので、結論としては、フェーズの変化が起こるだろうと思って、それを確実に捉えられるような準備をしながら、そういう手法をつくってモニタリングをするというのも一つの考え方かなというふうに、これは個人の意見ですけども、思います。

以上です。

○小林部会長 ありがとうございます。

ほかに御意見等どうでしょうか。

大倉委員。

○大倉委員 私は部会長の小林先生に質問したいんですが、次の桜島の噴火が流紋岩質でないと断言できるのでしょうか。

○小林部会長 流紋岩質でないというのが。

○大倉委員　と今から予測できますかという話です。

○小林部会長　これから変わるかどうかということですか。すみません、よく聞き取れなかったのです。

○大倉委員　次の大正クラスかもしれませんが、その噴火が流紋岩質のマグマを含まないと、今から予測できますかという話です。

○小林部会長　それは全くわかりませんが、少なくとも始良カルデラで見ている限り、入戸の3万年前の噴火の前を見ていると、やっぱり流紋岩が出てきているんですね。それで流紋岩が出だしてから、数千年たってから、場合によっては1万年ぐらいたってカルデラ噴火になっています。例えば、具体的に言いますと、溶岩でいきますと、辺野古島とか、清水流紋岩というのがありますよね。ああいう……。いいですか、細かいのは。

○大倉委員　だから、私が言いたいのは、監視項目に噴出物、岩石学的な特徴というのをに入れていただいて、流紋岩質が増えるかどうかということを見ればいいんじゃないかということをお願いしたいので質問させていただきました。

以上です。

○小林部会長　まさにそうだと思います。

ほかに。

○宮町委員　宮町です。

僕の専門は地震のほうなので、地震に関して言いますと、結局、これはここで今例示として置かれているのは個数だけの問題で、個数の変化、一番簡単な形なんで、一番第一歩としては、こういう形で提示するというのは、いたし方のないことだろうとは思っているんですけども、先ほど、村上先生から御指摘があったように、結局、時空間的にどう変化するかということが恐らく重要な見方なんですね。通常のレベルでは起こっていないところで突然起こり出したということは、地下において質的に何か変化が開始されたという、それが一時的に終わってれば別に問題はないんですけど、長期的にそれがどんどん拡大していくような傾向にあるとか、そういうことに恐らく、カルデラ噴火を対象にしたお話ではないですけども、ある程度大規模な噴火に結びつく可能性が非常に多いと、可能性があると思うので、そういう観点で目安というなりというものを作成すべきだろうと。それを単に200個とか、1,000個とかという、そういうことをやっても、いつまでたっても研究として、あるいは目安としてのレベルアップがない。多分に個数だけですから。今まで始良カルデラでいろんな調査をされていますけれども、基本的に今のところは同じよ

うな場所でしか起きていないんですね。ですから、何ぼ長期的に観測しても、同じところで起こっているから、じゃあ、別に観測しなければいいということではなくて、なぜ観測しているかという、それまで起こっていないところで地下で活動が活発されるんではないかということで監視というか、モニタリングをずっとやっているわけですね。だから、そういうものをきちんと考慮しないと、地震活動というのは、個数だけで物事を判断しようとする大きな間違いが起きる可能性が、見落としが必ず起きる。我々がやっているのはそうではなくて、時空間的にどう地下が変化しているのかということに着目してモニタリングしているんで、それが目安の中に入っていないと、何もならない、せっかくそういう目安をつくるということであれば、単純にここでじゃあこうしなさいという具体的な案を僕が出すことができればいいんですけども、申し訳ないけど、今ここで出せるような能力もないので、これから時間をかけてそれを少しずつ積み上げていくしかないのではないかなと、焦らずにというのが個人的な願いです。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

ほかに特に。よろしいですか。

(なし)

○小林部会長 それでは、ちょっと時間も来ましたので、原子炉の停止等に係る判断の目安については、今、いろんな意見が出されまして、多分、委員の皆さんでも少しずつニュアンスが違ふかもしれませんし、事務局の案ともかなり隔たりがあるかもしれませんけれども、本日の御意見を踏まえて、事務局でもう一度整理していただいて、次回の部会で説明していただきます。そういう意味で、事務局の方には、その準備をお願いいたします。

では、よろしければ、次の議題に移ります。次は本日の議題の2番目、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します。説明の後に質問や御意見をいただくこととします。

それでは、お願いいたします。

○小林安全技術管理官 原子力規制庁の技術基盤グループ地震・津波研究部門の管理官の小林でございます。

それでは、資料4の規制庁で取り組んでいる火山の安全研究について紹介する前に、まず、この研究の背景及び概要を簡単に説明させていただきます。

今までも議論がありますように、カルデラ噴火を含む巨大噴火の噴火プロセスに関する科学的な知見がまだ不十分であるような現状を鑑みまして、このような背景のもとで研究

を進めてきております。

規制庁といたしましては、火山の研究を始めたのはまだ約5年前でありまして、まだ研究を始めた段階であるというふうに我々は考えております。

このような状況の中で、規制庁の火山研究は、過去のカルデラ噴火を起こした火山を対象にいたしまして、各火山の特性を見るための地質調査結果から、噴火の履歴の調査研究を行っているところでございます。

また、地球物理及び化学的手法による観測手法の適用性や適用範囲を検討していくことであり、研究レベルといたしましては、基礎的な調査・研究と位置付けております。

そのため、現在行っている研究成果が直接この火山部会で議論していることの見直しにつながるというふうには考えておりません。

それでは、資料4に関しまして、担当者のほうから研究の内容について紹介させていただきます。

○安池専門職 それでは、地震・津波研究部門の安池です。

お配りさせていただいている資料4について御説明させていただきます。

これまでのこちらでの御議論でもあるように、基本的にはカルデラ火山に関しての知見が少ないということがございまして、規制庁では、カルデラ火山を中心に知見の収集を行っております。

まず、背景ですが、先ほど、小林管理官のほうから御説明がありましたが、平成25年から始めまして平成30年まで5年間研究をしております。また、31年～35年にかけて次のフェーズに移ることになっています。お配りした資料は、平成31年～35年、フェーズ2の部分の研究計画をお配りしておりますが、この資料の中には30年度までに得られた結果も含んでございますので、一緒に説明したいと思います。

まず初めに、背景ですが、基本的には5行目にあるように、国内外の巨大噴火を起こした火山の噴火直前のマグマの深度、それから当該深度領域の地下構造の探査手法というのが大きなターゲットになっています。

具体的な事例ですが、基本的には巨大噴火に対していきなり岩石学的なことをやるわけではなく、やはり、地質学、それから岩石学的な調査を行って、巨大噴火に至る火山活動履歴、それから噴火事象の時間的な進展、さらには先ほど申し上げました噴火直前のマグマ溜まりの深度、さらにその深度を観測し得る手法というものについての知見を30年までに蓄積しつつあります。

31年度以降の研究ですが、その次のページ、3ページ目に目的を記載してございます。これまでの研究をもとに、このスライドの1番～3番までに示す調査・研究を行って、最終的には4番に示す観測項目の検討、それから、それらの関係についての考え方を検討するという立てつけになってございます。

基本的には、これから起こり得るカルデラ噴火というのは、過去のカルデラ噴火と同様なプロセス、あるいは同様な過程を繰り返すということを前提に考えるものでございますので、まずは過去のカルデラ火山の活動について、きちっと調査をするということで、1番と2番について調査・研究をするということになります。

1番は、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・研究ということで、これは地質学的な調査に基づいて、噴火の進展プロセスに等しい火山の特性について知見を蓄積します。

それから、2番は、岩石学的手法によるマグマプロセスに関する研究として、噴火に至るまでのマグマの時空間変化に関する知見の蓄積を行います。

それから3番目が地球物理、それから地球化学的な手法による観測手法に関する調査・研究として、先ほどから少し出ていますが、MTや地震波速度構造などの地球物理学的な手法に加えまして、地球化学的な検討も行った上で、マグマの状態を推定するための知見を蓄積するということになってございます。

続きまして、研究の概要ですが、5ページ目を御覧ください。平成30年度までの主要な成果として、ここに幾つか絞り込んだデータしか出ておりませんが、洞爺-支笏エリア火山におけるカルデラ活動の変遷をまず示すことができた。それから、阿蘇4以前の小規模噴火の噴出物の分析から、阿蘇4に先行して珪長質マグマが準備されていたことを示した。先ほど、小林先生からも御指摘がありましたが、阿蘇の場合ですけれども、この下の図の1の阿蘇4に至るマグマの変遷というところで、一番下が阿蘇3の噴火で、その後、阿蘇3から阿蘇4に向かって噴火が繰り返されているわけですけれども、この際に、これは全岩のシリカの量を表示していますが、阿蘇3の噴火によってマグマがリセットされて、徐々にまた阿蘇4に向かってシリカの濃度が上がってくるというようなことがわかったということになってございます。

それから、隣はこれは支笏カルデラの例ですけれども、支笏のカルデラ噴出物が一つの露頭で見える箇所でもって調査した結果ですが、これは一連の調査の一部なんですけれども、大規模なカルデラを形成する噴火というのは、噴火開始からカルデラ陥没により活動

が収束するまで一連の活動であるというふうに考えていたんですけれども、各ユニットの古地磁気学的な調査を行った結果、場合によっては数年から数十年の時間間隙が存在するというような結果も得られております。

次のページに行きまして、31年度以降の研究ですが、地質学的な調査を引き続き実施するわけですが、大規模噴火の準備過程ということに着目して研究をします。

31年度以降は、新たに始良カルデラをターゲットにして研究を行う予定です。

それから、次のページに行きまして、岩石学的手法によるマグマプロセスに関する研究についても簡単に御説明させていただきます。

これまでの研究で噴火直前のマグマの温度・圧力条件というものが推定されて、準備過程の情報として、マグマ溜まりが噴火直前に定置していた条件というのが整備されつつあります。

例えば、阿蘇カルデラの場合ですが、マグマ組成の熱力学的平衡条件の検討から、深さ大体4~8kmぐらいにあったと推定されています。

また、鬼界カルデラではメルト包有物の揮発成分の分析結果から3~7kmにあったということが本研究でわかりました。

これ以外の、支笏カルデラもそうですが、本研究で対象としたカルデラについて、概ね大体10kmより浅いところにマグマが定置して、そのマグマが出てきたというふうに、今、考えております。

それから、次のページ、8ページですが、今度は時間的な変化がどうなるかという時間スケールについて少し検討したものでございまして、これは30年度まではまだ予備的な研究しかできていないので、31年度から本格的に実施する予定ですが、この図は、支笏カルデラの噴出物の輝石のSEM写真です。輝石の結晶構造の中に結晶の中に含まれるマグネシウムの拡散速度からこの輝石の斑晶がマグマの中でどのような時間履歴を通ったかということ推定した例です。図中のリムの部分ですが、このリムの部分にあるマグネシウムの拡散の条件から、最低でも20年ぐらいはリムの成長に時間がかかったというふうに考えられるという結果です。それから、中心部については、もっとさらに前の時間スケールを示してございまして、140年という数値が出ております。

これはまだほんの一部の例でございまして、ほかにもいろんな時間スケールを求める手法がございまして、31年以降は、こういった検討をして、例えば、始良カルデラの場合や阿蘇カルデラも、こういったところについても、こういう時間スケールの検討を行うと

いう予定でございます。

それから、9ページですが、地球物理、それから地球化学的手法による観測に関する調査・研究ですけれども、30年度までに9ページと、それから10ページに示しますように、阿蘇カルデラと始良カルデラについて地下構造の探査を行っております。

阿蘇のほうについては、MT法を用いまして探査を行いました。阿蘇の場合、カルデラの内部がほぼ陸域になっておりますので、MTが使えたということになります。そしてMT法でもって探査を行ったんですけれども、かなり高密度な探査を行いました、やはり10km～15kmぐらいまでの解像度までは得られるということがわかったんですが、それより深いところというのは、なかなかこの方法でも難しいということがわかりまして、一つは深部のほうの情報を得るためには長周期のシグナルを取得する必要があるんですが、残念ながら、長期間の観測が阿蘇では難しいということがわかりまして、31年度以降は、ネットワークMTという方法を検討します。

具体的には、電話回線のメタル線を使って、非常に大きな広い領域のシグナルを検知して、かつ、既存の電話線のメタル線を使いますので、非常に長期間安定してデータがとれるというメリットがございます。

それから、始良のほうですけれども、10ページに地震波トモグラフィーの解析結果を示してございます。始良のほうは、平成27年からスタートしまして、約4年間実施しているんですけれども、実質、地震計を設置したりするのに1年かかっていますので、ほぼ3年ぐらいのデータで解析をしたものでございます。

有効な地震数としては、大体200ぐらいの地震を使って解析したんですが、その結果、一番下の図にありますように、15kmの深さのところに低速度領域が確認できたということになります。

地震波トモグラフィーの場合、基本的には自然地震を待って観測することになりますので、この領域はあまり地震が多くないということもありまして、もう少し解像度を上げるためには、より長い期間の地震波観測が必要ではないかということが考えられます。

もう一つは、この15km付近の低速度領域というのが本当に上面としてどのぐらいの深さにあるかということと同時に調べてはいるんですけど、なかなか難しいということが、これはレーバ観測解析をやっているんですが、そちらのほうのデータはお示ししていないんですが、低速度領域を通過する地震波が少ないということもございまして、うまく解析できておりません。

31年度以降は、15km付近に見える低速度領域について反射法の探査を行おうというふうに、今、考えております。

それから、次のページの11ページですが、これは地球化学の方法を使って、地下にたままっているマグマの種別、先ほどちょっと議論になりましたが、流紋岩がたまっているのか、それともバサルトやライオライト、あるいは途中のマグマかというのは出てくるまでわからないわけですが、深部流体の結構緻密な解析をすることによって、そこが推測できるのではないかという手法が、今、提案されています。これについては、まだ一部しかデータが出ていませんので、細かい御説明はできないんですけれども、少なくともマグマから出てくる炭酸ガス、あるいは水の成分が基本的には地下水に溶け込んで、その地下水の分析をするというような中身でございます。

12ページ目、これは地下構造と、それから地殻変動の関係をモデル化して解析できないかということで、今、検討しているモデルなんですけれども、これまでのものと違うのが、粘弾性緩和の効果というものを考えたものでございまして、詳しい御説明は割愛させていただきますが、基本的にはマグマの貫入や、貫入の後に起こる沈降みたいなものがこのモデルでは再現ができるというものでございます。

それで、13ページ目に、最後、地球物理学、地球化学における調査の内容ですが、基本的には先ほどから御説明している始良カルデラと阿蘇の地下構造の探査を続けるということと、それから、地殻変動に関しては、このスライドの下のポツにあります。始良カルデラを対象として、水没したカルデラ内の地殻変動について検討する予定です。現在は、ここにちょっと書いてありますが、INGVのイタリアのカルデラでもって実際に調査が行われているんですけれども、その手法を適用できないかどうかということ、今、基本的な検討を行っている最中でございます。

以上が平成31年度から実施する研究の概要と、それから30年度までの成果の主な概要でございます。以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

ただいま事務局より説明がありましたが、御質問、御意見等あればお願いします。どなたからでもどうぞ。

○棚田委員 防災科研の棚田です。

それぞれの研究は、多分、いい内容があって、論文にされて、それぞれの委員会で評価を受けていると思うんですね、内部の。ただ、ここの部会との関係がよくわからなくて、

皆さんがものすごくいい成果を上げたならば、ここの部会で決めたことは全部ひっくり返るかもしれない。つまり、行政の研究として、この部会との関係をどういうふうに思われているのか、ちょっと事務局からアドバイスというか、意見があればお聞きしたいんですが。

○小林部会長 事務局、お願いします。

○大浅田安全規制管理官 地震・津波審査担当管理官の大浅田でございます。

私の方の部門では、直接、この研究というのは所管しているわけではございませんが、私の方では火山部会の方を所管してございまして、火山部会の中でなぜこの研究を御紹介したかと申し上げますと、今、先ほど私が御説明いたしましたように、決して我々は巨大噴火の予知とか兆候を捕まえようと、そういったことで判断の目安をやろうとしているわけではないということは御説明いたしましたが、巨大噴火につきましては、火山部会のほうでも判断の目安という中では、当然ながら、ある意味関係することございまして、今、御紹介した研究というのは、大規模噴火プロセス等の知見ということで、あくまで基礎的な研究についてまだやっている段階でございますので、直接的に火山部会の検討に関係するものではないんですけど、関係する研究を原子力規制庁の中でやっているの、こういった基礎的な研究もやっていますということをちょっと紹介をさせていただいたということでございます。

○棚田委員 そうすると、研究成果は、この部会には反映しない。

○大浅田安全規制管理官 当然ながら、監視項目とか、そういったところで何か関係するものとかがあれば、そういったところは参考にしていきたいので、そういった点では関係するんだとは思ってございます。

○棚田委員 例えば、先ほど、宮町委員が地震の回数だけじゃ話にならないでしょうということを言われたときに、その研究的なものをやっていただけなのかとか、それから、村上委員が活動が活発なとき、ほかの観測の物差しを突っ込んでくれるのかとか、ここで例えばガスの成分が何たらかんたらというのを記入されていますよね。そういうのが反映していただけなのかというイメージ、それから、小林部会長が言われていた地質学の知見等もやられているようですから、そういうのを連携していただくと、部会の、あるいは今回、結構委員によってイメージが違うと思うんですよ。そういうのが一つのアドバイスの材料になるのではないかと思います。

○大浅田安全規制管理官 そういった意味では、役所的な言葉で申し訳なかったんですけ

ど、所管は別だという話はしましたけれど、原子力規制委員会、原子力規制庁として、原子炉火山部会ということもやってございますので、当然ながら、そこは情報交換とか連携しながらやっていきたいと思っております。

○棚田委員 我々外からの人間が見ると、一つですので、それほどこの役所でも組織でも言われることだと思いますので、ぜひ、知見を部会、もしくは事業者に戻すようなイメージを、いわゆる社会実装という言葉になってくるかと思っておりますけれども、を、ぜひやってください。

○大浅田安全規制管理官 了解しました。

○小林部会長 他にはどうでしょうか。

○村上委員 私どもの任務にひよっとすると外れる話なのかもしれませんが、よい機会ですから、申し上げさせていただきたいのですが、今日御紹介いただいた火山に関する規制庁の研究というのは、これで全てでしょうか。私が知りたいなと思うのは、施設側にどういった影響があるか。例えば、火山灰が20cm降ったときに、今だったら安全と判断するけれども、これが40だとか80になったときに、どのスレッショールドで施設にフェータルな影響が出始めるのかといったような、そういう推定をするための研究というのはしておられるのでしょうか。

○小林安全技術管理官 地震・津波研究部門の小林でございます。

今、こちらは火山のハザードとしての研究でございまして、そういうことでこの研究はこういう形の内容でやっております。

今、先生が言われたのは、施設の影響評価ということでございますけれども、実はこの中で大規模といったのは、火山灰濃度の問題は、今、設計事象として規制要求していますので、我々としては、そういう火山灰濃度、どのぐらいの濃度になるかということは一応やっております。それが出てくれば、また、機器への影響ということもまた必要になってくれば、新たな研究テーマとして挙げていくということですけど、今現在はそこまでの機器への研究まではやっていないのが現状でございます。

○村上委員 恐らく確率論的なリスク評価の背景において質問しているということは御推察されていらっしゃると思うんですけれども、特に今、私の個人の意見ですけれども、火山に関して遅れているのは施設の損傷の曲線について、恐らくほとんど既存のデータがないということなんです。これを例えば、学の世界に自発的な研究者のモチベーションでこの研究がされるかということ、恐らくされない。でも、恐らく社会的には必要な研究だと思

うんです。そうしないと、総合的な火山に対する原子力施設の安全度は高まらないと思うので、こういう本当は必要なんだけど、実際には足りない分野に関して、恐らく所掌されている貴庁の任務から考えて研究をプロモートするべきではないだろうかと個人的には思います。今日御紹介があったような理学の研究というのは、我々が理学的な関心からむしろ行う可能性があるものかもしれませんが、特に施設に対するリスクの研究というのは、恐らく想像するに、なかなか取り上げられることが少ないので、そういう観点からの研究の方向づけということ、今、未着手、もしくは不十分ということであれば、ぜひ、そんな観点も考えていただきたいと思います。

○山田原子力規制部長 規制部長の山田です。

先生が今御指摘になられた施設への影響について、今、実際に審査でどうやっているかということ、申し上げさせていただきますと、設計上想定すべき火山灰の層厚というのは、いろいろな調査をした結果として、それぞれサイトごとの厚さの設定はされておまして、それに対して、建物、施設が荷重であれば荷重でもつかどうかとか、火山灰の濃度の関係であれば、フィルタが閉塞するかしらないとか、そういった意味については事業者が評価して申請をしております。我々はそれを受けて、その内容については審査をして、安全性が確保できるということを確認をした上で、施設に対する許認可を行っている、今、そういう状況でございます。

○村上委員 この議論を延々こここの場ですべき話ではないのかもしれませんが、それについては承知をしております。

ただ、何回か前の会議で宮町委員が懸念の意味でおっしゃったと思うんですけれども、例えば、今、固定値で議論がされていますよね。川内だと、詳しい数値は覚えていませんけれども、例えば20cm、ただ実際は理学の世界で言うと、既往は20cmだったかもしれないけれども、風向きだとか何だとかで場合によっては倍とか、10倍まではいかないかもしれないけれども、変わるわけですよ。安全だと判断されたときが21cmだとすれば、すぐに実際は超えるかもしれない。その場合の影響度がフェータルなのか、何とか持ちこたえられるものなのかというのは、バックデータとしてあったほうがいいデータには違いないと思うんです。

ですので、現状はそうかもしれないけれども、将来、そちらの方向に向かうために必要なバックデータを社会として私は持つべきだと思うんですけれども、それは研究者の自由意思に任せていたのでは、なかなかそろわないデータなので、こういうものこそ規

制庁が率先して世の中に対して、例えば資金を提供されるとか、そういうことも考えられればいかがでしょうかという個人の意見を申し上げました。

○山田原子力規制部長 規制部長の山田です。

御指摘、ありがとうございました。火山については、まだそこまでのレベルに達しておりませんが、例えば地震でしたらば、地震動について地震PRAが行われておりますので、どれぐらいのレベルでハザードかを見た上で、施設が損傷するのか、炉心への影響はどうかといったような評価をしておりますので、そういったPRAの評価については、新しく手法が整備されれば、それはどんどん取り入れていくという方向にしておりますので、これはむしろ我々はPRAが進歩してきましたらば、事業者にそれを求めるという形でやっていきます。地震動についての機器の壊れやすさ、フラジリティについては、事業者がそういったデータを整備するということが求められていますので、火山についてもいずれは技術が成熟してくれば、そういった方向でいろんな評価をしていくことになるんだろうなというふうに考えております。

○村上委員 ぜひ、よろしく、火山についても一日も早くそれが取り入れられるように期待をしたいと思います。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。

大倉委員。

○大倉委員 3ページに目的の(1)、(2)、(3)、(4)と挙げていただいておりますが、感想ですが、(4)の観測項目の検討及びそれらの関係についての考え方というのを、まずやるべきではないかと思いました。14ページですと、後半にされるとなっておりますが、後半にすることも重要だと思いますが、前半の部分でも(1)～(3)の担当者が一堂に会して情報交換をする場を設けてはどうかと思いました。なぜかと申しますと、7ページ、(2)の岩石学手法によれば、マグマ溜まりは幾つかの幾つかのカルデラで深さが10kmより浅いところにあったというふうに結論づけられておりますが、11ページの研究内容では10km以深の地下構造の把握というふうに重点が置かれておるのは、ちょっと乖離があるように思いましたので、研究課題ごとの情報交換が必要ではないかというふうに思いました。しかも、この図で、図6だと、浅部マグマ溜まりが10～15kmというふうに記されておりますし、その辺りについてもターゲットとする深さが研究内容によってばらばらなんではないかというふうに思いましたので、御意見を差し上げた次第です。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

○斎藤火山課長 気象庁の斎藤です。

私が言える立場かどうかわからないんですが、先ほど棚田さんが言ったことと、今、大倉さんが言ったことと同じことになるかもわかりませんが、2ページの最後に、「これらの知見は、巨大噴火を起こした火山の観測すべき深さを明らかにした」と、深さを明らかにしたということであれば、そこをしっかりとモニターするのが判断の目安にも当然効いてくるんだと思いますし、そういうところがこちらにフィードバックされていないのはどうかと感じたことと、それから、もう一つ、まさに深さを明らかにしたというのが先ほど7ページの3から10kmより浅い言いつつ、15km、10kmより深いところを観測しようとしているというのは、サイエンスとしてはおもしろいのかもわかりませんが、目的としてどうかなというふう感じたので、御質問というか、させていただいたところでした。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

他によろしいですか。

○安池専門職 補足と、今のお答えということではないんですけども、ちょっと補足させていただきます。

過去のカルデラ噴火で噴火直前だと思われるマグマの深度というのは大体10kmより浅いところであると。少なくとも10kmより浅いところに関しては、地震波トモグラフィーやMT法を使えば、何とか見えそうだとするところまではわかったと。

なぜそれより深いところという話になるんですが、やはり、今のカルデラ火山の場合、ポストカルデラのアクティビティが必ず付随していて、例えば、阿蘇では中岳が噴火していて、MTの解析結果を見る限り、中岳の活動に関連していると思われるマグマ溜まりというか、低比抵抗領域は見えていると。

それから、始良カルデラのほうは、逆に10kmより浅いところには、今のところ、低速度領域は見えないんですけども、やはり、15kmのところにあるというのがありますので、しかも始良カルデラの場合は、カルデラに変動が出ている。その変動の原因というのが、今、直感的に15kmのところにある低速度領域が関連しているんじゃないかということはあるんですけども、今出ている変動というものに対して、もう少し解釈を与えたいということで、始良カルデラについては、15kmの低速度領域というものの上面がどの辺にあるのかというのを、まず見たいというふうに考えています。

逆に、阿蘇の場合は、10kmより下の部分というのはなかなかうまく見れていないという

部分がありまして、始良では逆に15kmぐらいにある低速度領域がカルデラ全体の変動に起因している可能性があるということなので、今、阿蘇自体はカルデラの変動というのは全くない状態なんですけども、もし、そういうカルデラの変動が出てきたときに、もっと深いところのソースが何か影響しているんだとすると、深いところのソースについて観測できる手法を確立しておきたいというのがこの研究の概要になります。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

もうちょっと時間が過ぎていきますので、次のところに行きたいと思えますけれども、よろしいでしょうか。

どうぞ、宮町さん。

○宮町委員 宮町です。

資料の10ページで始良カルデラの地震波速度構造が出ていますけれども、15kmというのはどこから出てきたの。

○安池専門職 この図のデプスのところ。

○宮町委員 おたくのホームページで公開されているこれの研究の報告書では、グリッドの設定が厚さ10kmずつなわけよ。10km、20kmという、報告書はそういう断面になっているのが、ここの今日配られた資料では15kmという真ん中のやつをとってきていますよね。それは新たに別にやり直したという意味。

○安池専門職 多分、ホームページで公開しているものと同じだと思うんですが。

○宮町委員 違います。ここにありますが、ホームページで公開されているのは。

○安池専門職 すみません。それでは、基本的には5kmのグリッドで解析はしています。ですので、だから。

○宮町委員 そしたら、深さ方向に5kmのグリッドでやって。

○安池専門職 だから5~10の間ということになります、見えているものは。

○宮町委員 いやいや、だから、じゃあ、新たに計算した結果を今日出したということなんですわね。

○安池専門職 新たに計算した結果ではなく……。

○宮町委員 受託研究では、深さ方向に10km、水平方向に7.5kmの間隔でグリッドをやって、速度構造というのは報告書に出ている。でも今日出てきているのは、全然別な形なんです、新たに計算をし直したものなのかと聞いているの。

○安池専門職 その通りです。

○宮町委員 できれば、こういうものというのは、単に報告書だけではなくて、きちんと公開されている例えば査読論文、学術誌に発表するとか、そういう形でやっていただけないと、なかなか我々のほうもチェックのしようがない。ホームページに載っている受託研究の報告書では、要は結論的なことだけが書いてあって、きちんとした、どういう条件でこれを導き出したのかという手法すら書いていない。だから、そういうのは非常に外部から見たときに、判断に迷うんです。信じていいものか、信じてだめなものなのかというのが非常にわからなくなるので、せっかく巨額なお金を使ってやっているんでしょから、単に規制庁の内部だけの受託報告というだけではなくて、外部にも見えるような形で、きちんとした査読論文に投稿するとか、そういう形でできれば発表するように、ぜひお願いしたいと思います。

○小林技術管理者 地震・津波研究部門の小林でございます。

御意見ありがとうございます。我々も受託した研究成果をそのまま出すのではなくて、規制委員会のほうからもしっかりと研究成果を論文化にして、外部の評価を受けるようにという指示を受けていますので、そういう意味ではしっかりと論文化していくことという前提で考えています。

大変貴重な御意見ありがとうございます。

○小林部会長 よろしいでしょうか。

ちょっと時間が押していますので、これでこの議論を一応やめにしますけれども、聞いていて思うんですけれども、やっぱりカルデラ噴火というものを研究しながら、対外的にはこの委員会がそんなことをやっているように見えるんですけども、全然違うところで研究されていて、一体どういうことを研究しているのか、その評価はどうなっているのか、そういうのが全然わからないわけですね。

それから、急に始良カルデラで海底地震をやるとかと言われても、僕らに聞かれても、僕らは何も一言も聞いていない。そういうような風通しの悪さというのが非常に問題なんだと思います。もう少しその辺は、御尽力というか、組織がもうちょっと考えていただきたいというふうに思います。

ということで、ここはこれで終わりにしたいと思います。

それでは、次の議題に移ります。本日最後の議題となります。議題3、その他としまして、漂流軽石に関する知見収集についてです。

この議題については、村上部会長代理から、海底噴火に、大規模な、これは軽石がとも

かく流れきたらどうなるんだという、そういうことに対する質問があったわけです。それに対する説明ということになります。

よろしくお願いします。

○西来技術研究調査官 原子力規制庁地震・津波研究部門の西来です。

それでは、資料5に基づきまして、漂流軽石の知見収集についての御説明をいたします。私のほうからは基本的知見の整理の部分についての御説明をいたします。

それでは、資料5の1ページ目を御覧ください。まず、漂流軽石とは、海水表面上を漂い流れる軽石のことを指す用語として広く使われておりまして、その評価のメカニズムといたしましては、火山活動による直接的な運動エネルギーによるものではなくて、軽石等が降ったりとか、海底火山から噴いて、海面上に浮かんだりして、そこから海流等を駆動力としまして、海を漂う人工的なごみや流木と同様に挙動するようなものが軽石でございます。

その事例としまして、下の図に示しておりますけれども、こちらは2012年にニュージーランド沖のアブル海底火山が噴火したときに発生した漂流軽石の衛星写真でございます。このように、見やすいのは、左側の図でございますけれども、色ごとに日付がございまして、海流によってそれぞれ漂っているということが見てとれます。

次の2ページ目に移ります。この漂流できる物理的条件ということですが、まず、軽石ということですので、当然水に浮くというような石になるんですけども、これは軽石自体はマグマ中に含まれております揮発性成分が発泡することによって気泡が形成されまして、石でありながら密度が小さくなる、そのことによって水に浮くことができるというものでございます。ただし、密度が小さいものでしても、気泡同士が連結しておれば、水が内部まで速やかに浸透しやすい条件になりますので、気泡が独立しているというような条件が一つあります。これが漂流できるための物理的条件ということになります。軽石というものは普遍的にマグマが冷えて固まっているものですから、冷却クラックが非常に発達しておりますので、漂流できたものに対しましても、水冷クラック等を通じまして水が徐々に内部に浸透すると。いずれは中も水が満たされて沈んでいくといったものになります。

その軽石の例としまして下に写真を載せておりますが、大きさとしましては、このような拳程度大ぐらいのものが多くて、非常に円磨されたものが実際漂着した軽石として確認されているものになります。

めくっていただきまして3ページ目になります。先ほども申しましたが、漂着軽石のサイズになります。申したとおり、まず、漂着し始めたころに関しますと、衛星からも確認できるような大きさが数mを超えるようなものが海上を漂う様子が観察されたりするわけですが、最終的には地層に残っているようなものということになりますと、下に写真を載せておりますが、漂着して地層に挟まっているものの例ですが、やはり数cmと～数十cm大のものが最終的に多く漂着していて、そういったものがうまく漂着すれば、こういった地層に残されているところが幾つか国内の例ですが、観察されている経過が報告されてございます。

次のページに行きます。4ページ目です。漂流軽石の供給源ですけども、冒頭にも申し上げましたけれども、海底火山が漂流軽石となる素材をもたらすことが一番多いこととなります。ただし、海底噴火はどういった海底火山においても漂流軽石ができるのかと、漂流する軽石をつくるポテンシャルがあるのかというところになりますと、水深が深いところの火山では材木状軽石と呼ばれている気泡が繊維状に発泡するような形になることがあります。こういったものはなかなか海上まで浮かばないということが知られております。さらに水深が深いところでしたら、そもそも発泡がしづらくて、軽石にならないというようなこともわかっております。

そのほか、海底火山の噴火によるもの以外に火砕流そのものが海上のほうまで、海の上まで達した場合とか、あとはいわゆるプリニー式噴火によって軽石を降らすような噴火が発生して、それが海に落ちたときにおきまして、条件がそろえば漂流軽石として、その後漂う可能性があるということですが、多くの場合は海底火山に起因するということが知られております。

次、5ページ目に移りまして、日本における漂流軽石の観測例ということで、二つ示しております。左側が1924年西表海底火山噴火の事例です。右側は1929年北海道駒ヶ岳噴火の事例です。左側のものは海底火山の噴火によるもの、右側のものはプリニー式噴火による降下火砕物が空から降ってきて海の上に落ちて、それが漂流したものの事例になってございます。

それぞれどの時期に、どの辺りに漂流してきましたよというような報告がありまして、例えば、左側の1924年の西表の例でいきますと、西表の噴火した場所は左の図におきますと、一番左下のところの点が西表島なんですけども、そこから北東側の、距離はすぐ出てきませんが、沖縄本島に至るまで数週間かかってたどり着いたという報告がされてい

るようなものになります。

6ページ目でここまでをまとめます。

まず、漂流軽石というものは、木材と同様に水面に浮き、海流等を駆動力として漂うものというふうに考えることができます。二つ目としまして、軽石そのものはガラス質で発泡した壊れやすくもろい物質でできているということができません。三つ目としまして、長く漂流する軽石のサイズは数cm~10cm程度のものが主体でございます。四つ目としまして、供給源は海底火山が主であるということです。5番目としまして、漂流を始めて原子力施設周辺の海上に襲来してくるものというものは、2)や3)の状態でございます、場合によっては施設周辺でそれが沈む可能性もあるというふうに考えられます。6番目としまして、襲来するタイミングや量については、給源との位置関係や風、海流の状況、噴出量、漂流開始からの時間等に依存するということが考えられることで、前半の基本的知見の整理については終わりたいと思います。

○内藤安全規制調整官 規制庁地震・津波審査部門の調整官、内藤ですけれども。

8ページ以降のプラントの設備側でどういう異物対策をされているのかということをお紹介させていただきたいと思います。

8ページを見ていただくと、これは川内1・2号の例でございますけれども、右側に上から見た平面図がございますけれども、海水取水設備には一般的な異物対策として、規則基準の6条で、生物学的事象に対する設計という形でも別途やっていますが、いわゆるクラゲとか、そういうものが取水口を塞ぐと取水できなくなってしまうということもありますので、それによる対策というのがなされているという状況にあります。

右側のポンチ絵の下側に幾つか対策として置いているものがございますけれども、取水口のポンプの手前のところになりますけれども、トラッシュレイキ付バースクリーンというものとロータリースクリーンというものがついています。これを横から見たポンチ絵を切ったものが9ページのほうを見ていただくと描いてございますけれども、左側が海側で、右側のところのポンプがありますけれども、ここから低いところから海水ポンプとりますけれども、まずは取水口のスクリーンという形でバーピッチが20cmぐらいなものをもって、まずは大きな流木とか、そういうものをとります。その次、トラッシュレイキ付スクリーンということで、これはバーピッチが10cmほどですけれども、トラッシュレイキ付というのは、爪のついたユンボとか、ああいうものをもって、がっと引き上げられるようになっているものですが、こういったもので10cmピッチのものまでは引き上げられる

と。その次にロータリースクリーンというのがありますけれども、これが9mm径のものまでひっかけて、そこにひっかかったものを全部引き上げられるという形ですけれども、この9mm径のものですと、8台付いているんですけれども、1台当たり67t/hという形で、かなりの量を引き上げられるという形になっていて、9mm径のものまでが大体全部引き上げられるような対策がとられているという状況になっています。

10ページに行ってくださいと、これは津波等の対策ということですがけれども、じゃあひっかかる前のものが津波とかで溢水してきたときにどうなるのかということでございますけれども、写真のところでオレンジで書いてあるような形で、防護堤を設けてあって、そこでひっかける形になって、ポンプのところまでは来ないような形にしてあるという形になってございます。

こういう形でもって対策をとっていますので、基本的に9mm径以下のものについては、取水口のところでひっかけられて、それが詰まるという形ではなくて、きちんと回収をして取水性を確保するという対策をとっているという状況にあるという御紹介になります。

我々からの説明は以上になります。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

ただいま事務局のほうから漂流軽石の問題と、それから水を汲み取るところの異物対策についての説明がありましたけれども、御質問、御意見等ありましたらお願いいたします。

村上委員、どうぞ。

○村上委員 調べていただきまして、大変ありがとうございました。御説明は理解いたしました。

特にハザードに関しての説明は理解したのですが、御紹介がなかったんですけども、5ページに戻りますと、右側の図ですが、これは数値的なものが入っていないんですけれども、ここで紹介されている論文を読みますと、下北半島に90cmの漂着があったということなんです。漂着の具体的な様子はちょっとわかりません、古い話なので。海岸に90cm堆積したのか、水中に90cmの厚さで浮いていたのか、ちょっとわからないし、そのときの水平方向の広がりもよくわからないんですけれども、厚みが90cmというのはいかほどの現象であるということは想像ができます。

それから、衛星写真で解析された1ページの事例ですがけれども、これは厚みはわかりませんが、空間的なスケールで見ますと、恐らく数kmとか、10kmを超えるぐらいの空間的な広がりがある、これが一気に場合によっては押し寄せてくるということです。

最後の方で御紹介があったポンプとかフィルタが用意されているので十分であるという御説明があったんですが、そうであることを望みますけれども、今の御説明は定性的な御説明だと理解いたしますので、実際に例えば90cmの厚みで数kmの幅で来たときに、本当にこういった対策で十分施設が維持できるかということについては、私が今受けた印象では直感での応答で申し訳ないですけれども、もう少し説明していただかないと、直ちにこれで大丈夫だなという合点が私はまだいっておりませんので、先ほどの一つ前の議題とも関連しますけれども、施設に対する火山ハザードの影響の受け方については、より数値的な具体的な検討をしていただいたほうがいいかなと思います。これは印象ですけれども、調査に対してはお礼を申し上げますとともに、もう少し踏み込んでいただきたく、解析についても、特に施設側ですけれども、将来の課題として取り上げていただきたいと思います。

どうもありがとうございました。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

ほかに、よろしいですか。

(なし)

○小林部会長 それでは、この会議全体を通じての御意見とかお気づきの点などありましたら、お願いします。よろしいでしょうか。

(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。

最後に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。

次回会合の開催につきましては、改めて御案内させていただきます。

資料につきましては、お持ち帰りいただいても結構ですし、机の上に置いていただければ、当方から郵送いたします。また、机上配付資料につきましては、これでございますが、そのまま机の上に置いていただければと思います。

事務局から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。

それでは、これで原子炉火山部会第5回の会合を閉会いたします。

どうも御苦労さまでした。