

原子炉安全専門審査会 原子炉火山部会

(第6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6回会合 議事録

1. 日時

令和元年11月27日(水) 13:30～15:39

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

4. 議題

- ① 原子力規制委員会が行う発電用原子炉設置者の火山モニタリング結果に係る評価について
- ② 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
- ③ その他

5. 配付資料

資料 1	参加者名簿
資料 2	九州電力株式会社 川内原子力発電所及び玄海原子力発電所 火山モニタリング結果に係る評価について（案）
添付資料	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（2018年度報告） 2019年6月14日 九州電力株式会社
資料 3	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
参考資料 1	原子炉安全専門審査会 原子炉火山部会（第5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
机上配付資料 3	原子力発電所の火山影響評価ガイドの一部改正及びその意見募集の実

施について（案）一分かりやすさの観点からの記載の見直し―（令和元年度第36回原子力規制委員会資料）―

6. 議事録

○内藤安全規制調整官 事務局の原子力規制庁の調整官、内藤です。

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6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します。

○内藤安全規制調整官 事務局、調整官、内藤です。

本日の配付資料ですが、お手元にある議事次第のところに配付資料という形で記載しておりますが、資料は3点、資料1として、参加者名簿、資料2として、九州電力が行った川内と玄海のモニタリング結果に係る評価の（案）、それと、その添付資料といたしまして、九州電力からの報告内容、資料3といたしまして、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前回、御議論をいただいたものを踏まえた修正でして、事務局のほうで修正をさせていただいたものを案として提示をしております。

そのほか、机上配付資料として3点、火山評価ガイド、平成29年度につくったもの、それと、その後に委員会で設計不能な火山事象に伴う火山活動の評価に関する基本的な考え方ということで出したもの。

そのほか、資料3といたしましては、この間、36回の原子力委員会で諮ったものですが、火山ガイドがわかりづらいというところもあって、一分かりやすさの観点からの記載の見直しという形で変更案をつくって、今はパブコメをかけているものがございますが、それについて机上配付資料3という形でお配りをしております。

机上配付資料につきましては、一般傍聴者には配付しておりませんが、ホームページには掲載しております。

事務局から以上でございます。

○小林部会長 ありがとうございます。

本日の議題は、議事次第にある二つを予定しております。

まず最初に、議題1、原子力規制委員会が行う発電用原子炉設置者の火山モニタリング

結果に係る評価についてです。

事務局より評価結果を案として説明していただきます。その後、委員の方々から御質問や御助言をいただくこととします。

それでは、お願いします。

○菅谷術研究調査官 原子力規制庁の菅谷と申します。

私のほうから、議題1に関する御説明をさしあげます。

議題1に関する配付資料は、資料2と添付資料の2点になります。時間の都合もございませぬので、資料2を用いてポイントのみ説明させていただきます。

まず、資料2と添付資料の関係ですけれども、簡単に御説明いたしますと、原子力規制委員会は令和元年6月14日に、九州電力から火山活動のモニタリング評価結果として、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（2018年度報告）を受理しておりまして、それがお手元の添付資料になります。

これに対して規制庁のほうで内容を確認しまして、評価案としてまとめた資料が、資料2のほうになっております。

資料2の目次のページを御覧ください。

評価案の構成はこのようになっておりまして、Ⅰ．はじめに、Ⅱ．九州電力の火山活動モニタリングに係る評価結果の概要、Ⅲ．当該評価結果に対する原子力規制庁の評価、あと最後に文献として、大きく四つのパートから構成されてございます。

1ページ目を御覧ください。

1．はじめにとして、1．経緯と2．原子力規制庁の評価方針について記載してございます。

まず、1．経緯ですけれども、原子力規制委員会は、令和元年6月14日に九州電力株式会社（以下「九州電力」といいます。）から、川内原子力発電所及び玄海原子力発電所原子炉施設保安規定に基づき提出された火山活動のモニタリングに係る評価結果として、「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（2018年度報告）」（以下「火山活動のモニタリングに係る評価結果」といいます。）を受理しました。

これに対して、2．原子力規制庁の評価方針ですけれども、原子力規制庁は、九州電力から受理した火山活動のモニタリングに係る評価結果について、①「当該評価の過程が適切かつ確実になされていることを確認すること」、②「監視対象火山の活動状況を把握し、活動状況の変化の有無を評価していることを確認すること」の2点に主眼を置き、下記に

記載がございます確認事項について、当該評価結果を確認するという方針としております。

【確認事項1】データ解析結果として、GNSS連続観測データに見られる年周期及び長期トレンドに対する評価結果及び解釈。

【確認事項2】火山モニタリング評価結果として、九州電力の評価結果に対する第三者の助言内容としてございます。

続いて、2ページ目を御覧ください。

Ⅱ．九州電力の火山モニタリングに係る評価結果の概要として、ページの2ページから6ページにかけて、1. 対象火山、2. 評価機関、3. 評価方法及び評価結果について記載してございます。

まず、対象火山は2ページの図1に記載がありますけれども、九州電力は阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界の5つのカルデラ火山を対象として、公的機関、気象庁と国土地理院が公表している評価結果を収集するとともに、自社で国土地理院のGNSS、全球測位衛星システム連続観測データ及び気象庁の一元化震源データを収集・分析しております。

3ページ目の2. 評価機関ですけれども、評価期間は、2018年4月1日から2019年3月31日までとしておりまして、昨年度1年分、1年間となっております。

ただし、データに関しては平成12年（2000年）からの19年間分を用いて分析してございます。

続いて、3. 評価方法及び評価結果ですけれども、(1)評価方法。

九州電力は、①公的機関、先ほど言いました気象庁、国土地理院が公表した活火山に関する評価結果を収集するとともに、②国土地理院のGNSS、連続観測データ及び気象庁の一元化震源データを収集・分析することで、対象としているカルデラ火山の活動状況の変化について総合評価を実施してございます。

この中で公的機関の評価では、公的機関から定期的、あるいは臨時で不定期に発表される資料を収集し、それらにカルデラ火山の活動状況に急激な変化を示すような情報があるかどうかを確認してございます。

一方、九州電力の評価では、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（基線長の伸び）と地震活動（発生数や発生場所の変化）に着目し、それらが過去から長期的な傾向と比較して大きく変化し、それが継続していないかどうかをGNSS連続観測データ及び気象庁の一元化震源データを収集・分析することにより確認しております。

3ページ目の下の図2に、九州電力が自ら定めております監視レベルの移行判断基準と監視体制を示してございます。

続いて、4ページを御覧ください。

(2)評価結果として、4ページから6ページにかけて、各カルデラ、五つのカルデラの評価を九州電力の資料から転記して示してございます。

表が3列になっておりますけれども、左の列に公的機関の評価、真ん中の列にカルデラ火山に関する九州電力の評価。この評価に関しては、地殻変動と地震活動及び監視レベルについて、それぞれ評価が示してございます。

右側の列に九州電力の総合評価を示しております。

ここでは時間の関係から、加久藤・小林カルデラと始良カルデラについてのみ御紹介いたします。

4ページ目の下のほうに、②として加久藤・小林カルデラの情報、評価が記載してございます。

真ん中の列、九州電力の評価ですけれども、地殻変動については、霧島火山に関連した変動が認められるものの、カルデラへのマグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が認められないことから、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化はないと判断している。

地震活動については、2018年12月に最大マグニチュード3.4の地震が発生したものの、現在は地震前の状態に戻っていると。しかしながら、この地震は加久藤カルデラ内で発生していることから、今後の地震活動に留意していくとしてございます。

この地震に関しては、資料中のほうの震央分布のほうでも御覧ただけまして、8ページ目の下の図4のところに、2018年の震央分布と震源の深さ分布が示してございますけれども、ちょうど2018年のカルデラ内の北縁の辺りで起きている地震のことを指しております。

すみません、5ページのほうに戻っていただいて、ああ、すみません、4ページですね、4ページのほうに戻っていただいて、加久藤・小林カルデラの監視レベルは平常として評価してございます。

そして、トータルとして総合評価として、活動状況に変化なしとしてございます。

続いて、5ページ御覧ください。

③始良カルデラについてですけれども、九州電力の評価として、まず地殻変動については、カルデラへのマグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が認められるが、2018年度の基線長の変動率に有意な変化は認められないとしています。

警戒監視の移行判断基準（ $0.05\text{km}^3/\text{年} \approx 5\text{cm}/\text{年}$ ）には達していない。監視レベルは、過去3年間のマグマ供給率が約 $0.01\text{km}^3/\text{年}$ であることから、注意を継続するとしております。この注意というのは、監視レベルのことです。

地震活動については、過去の地震活動と比較して有意な変化は認められないとしてございます。

監視レベルは今ほど申し上げましたが、注意としてございます。

トータルとして総合評価として、活動状況に変化なしとしてございます。

続いて、6ページを御覧ください。

今、ここでは代表として加久藤・小林カルデラと始良カルデラについて述べましたけれども、いずれの火山についても総合評価に関しては、活動状況に変化なしとしてございます。

これらに関しては、九州電力は評価期間を通じて、公的機関の評価にカルデラ火山の活動状況に急激な変化を示す情報が見られないこと、既存観測網によるデータ収集、分析した自社評価における地殻変動及び地震活動に有意な変化が認められないと判断し、対象としている5つのカルデラについて、活動状況に変化はないと評価してございます。

続いて、7ページ御覧ください。

Ⅲ．当該評価結果に対する原子力規制庁の評価についてですけれども、7ページから17ページにかけて、1. データ解析結果、2. 九州電力の評価結果に対する第三者の助言内容、3. 原子力規制庁の評価についてそれぞれ記載してございます。

7ページから13ページにかけて、1. データ解析結果として、九州電力のデータ解析の妥当性を規制庁が確認した内容を示してございます。

ここではちょっと時間の関係から、始良カルデラについてのみ御紹介いたします。

9ページを御覧ください。

始良カルデラの地殻変動及び地震活動についてなんですけれども、次のページに図5が示してございます。そちらとあわせて御覧いただきたいのですけれども、まず1点目、九州電力は、GNSS連続観測により基線長変化等を確認した結果、当該年度の基線長の変動率には、前年度と同様にマグマ供給を示唆する変動が認められるものの、監視体制の移行判断基準を十分下回っているとしてございます。

監視レベルについては、マグマ供給を示唆する変動が引き続き認められることから、注意を継続しているということを確認してございます。

二つ目として、図6、10ページの下のほうに図がありますけれども、そちらを御覧いただきたいと思います。

九州電力は、地殻変動評価において、基線長変化をマグマ供給によるものとして評価しておりますが、基線長変化には広域地殻変動も含まれていることから、マグマ供給量の評価に影響を及ぼす可能性があることから、第三者（火山専門家）の助言を踏まえて、広域地殻変動量の定量的把握について、中長期的な取組の一つとして行ってございます。

九州電力は検討手法として、二つのステップ、一つは、Takayama and Yoshida（2007）、あと二つ目として、堀田ほか（2013）と、あと国土地理院のホームページを参考として、始良カルデラ周辺の広域地殻変動量を算出して、2000年から2010年の各観測値から、先ほど述べました2つの手法で求めた広域地殻変動の影響分を除去する試みを行ってございます。

関連する内容は、添付資料の95ページから97ページに記載ございます。

その結果を示してございますのが、図6になりまして、基線の①、基線の②、基線の③及び基線の④のうち、基線の③への影響が最も大きいこと、また、広域地殻変動を除去した残差は、茂木モデルによる膨張率 $0.005\text{km}^3/\text{年}$ 、この値は（井口ほか2008）ですけれども、想定した変動と概ね一致していることを確認しております。

なお、マグマ供給率の算定においては、基線の③による評価は安全側になっていることから、これらを踏まえた上で、既存の基線を用いたモニタリングを引き続き実施していくこととしてございます。

続いて、図7、図8を御覧ください。ページで言うと11ページになります。

3点目として、九州電力は、始良カルデラの基線の①は、桜島の変動の影響を大きく受けてしまうため、桜島を避けた基線④の変動率を判断の指標にしたほうがよいとの第三者（火山専門家）のコメントを踏まえて、桜島の変動の影響も見つつ、当該基線も平成26年度より、新たにモニタリング対象基線としてございます。

続いて、図の9と図の10、12ページになりますけれども御覧ください。

九州電力は、鉛直方向の地殻変動を面的に精度よく把握することを目的として、平成26年度より始良カルデラ周辺の水準測量を毎年実施してございます。これに関しては、添付資料の105から113ページにまとめて示してございます。

2018年度報告の水準測量では、電子基準点を用いて固定水準点の広域地殻変動を補正するため、測量路線近傍の電子基準点まで測量路線を延長してございます。

また、水準測量による変動量と、1914年の桜島大正噴火による変動量の比較も行いまして、桜島大正噴火による沈下と現在の隆起に同様の傾向が見られたとしてございます。

これに関しては図10のほうに載っております。噴火時に急激に沈降したセンスと隆起のセンスは逆ですので、この図は右側の軸と左側の軸で分けて記載してございまして、左側のほうが水準測量による結果で、右側の軸のほうで大正噴火による変動量を示してございます。

続いてなのですが、14ページを御覧ください。

ここでは代表とした始良カルデラのほうについて御紹介しましたけれども、ほかのカルデラについても確認内容について記載ございまして、最後に14ページのほうでまとめてございます。

原子力規制庁は、阿蘇カルデラでは、熊本地震に伴う余効変動が認められるものの、阿蘇カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないこと、加久藤・小林カルデラの基線長変化については、霧島火山の活動に関連した変動が認められるものの、加久藤・小林カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないこと、2018年12月に最大マグニチュード3.4の地震が発生したものの、現在は地震前の状態に戻っているが、加久藤・カルデラ内で発生したことから、今後の地震活動に留意していくこととしていくことを確認しました。

また、始良カルデラの基線長の変動率には、前年度と同様にマグマ供給を示唆する変動が認められると、九州電力が評価していることを確認しました。

また、カルデラの基線長については、阿多カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないこと、地震活動についても有意な変化はないとしていることを確認しました。鬼界では、基線長変化がカルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないこと、地震活動についても有意な変化はないとしていることを確認しました。

このように以上のことから、原子力規制庁は、九州電力が監視対象火山としている阿蘇カルデラ初め5つのカルデラですね、いずれも活動状況に変化がないと評価していることを確認いたしました。

続いて、15ページを御覧ください。

2. 九州電力の評価結果に対する第三者の助言内容について記載してございます。

九州電力の「カルデラ火山モニタリング対応規準」では、原子力土木建築部長は、毎月のモニタリング結果を取りまとめた「火山活動のモニタリング結果（年報）」に対して、

1年に1回第三者（火山専門家等）の助言を得ることと定められております。

九州電力は当該基準に基づき、原子力土木建築部長は、3名の第三者（火山専門家等）から「カルデラの活動状況に変化がないとする九州電力の評価で問題ない」とする旨の助言を得ております。

そのほかの助言内容については、15ページ、16ページにかけてお示ししてございます。ここでは代表して、地震と広域地殻変動についてのみ御紹介をいたします。

15ページの上にはうに、地震についてということ記載がございすけれども、火山専門家A及びBの方から、12月の、これは昨年の12月ですね、加久藤・小林カルデラ内の群発地震について、加久藤カルデラ内の大きな地震として、1968年えびの地震（M6.1）があるので、2000年以前の地震についても情報収集してはどうかと助言をいただいております。

2点目、加久藤・小林的地震活動評価について、霧島山を中心にしてはいるが、カルデラを評価するのであれば、情報収集結果も踏まえ、カルデラを中心にもう少し広範囲な評価をしてはどうかと助言をいただいているとのことです。

続いて、火山専門家B及びCの方から、始良についても、カルデラ北縁はもう少し北のほうになる可能性があること、これまでなかった鹿児島市内の地震が発生していることから、地震活動の評価は、地形的カルデラ内だけでなく、周囲も評価する必要があると思われるとの助言をいただいているとのことです。

15ページの下の方4行に、広域地殻変動についての助言について記載してございます。

火山専門家Bの方から、広域地殻変動の影響については、始良だけではなく、阿蘇、加久藤・小林など、他のカルデラにおいても検討してはどうかと。阿蘇の収縮傾向は広域地殻変動の影響を受けているかもしれないという助言をいただいております。

続いて、17ページを御覧ください。

3. 原子力規制庁の評価として、原子力規制庁は、九州電力から受理した火山活動のモニタリングに係る評価結果について、①当該評価の過程が適切かつ確実になされていること。②監視対象火山の活動状況を把握し、活動状況の変化の有無を評価していることの2点を確認することに主眼を置き、当該評価結果を確認いたしました。

その結果、原子力規制庁は、九州電力の評価結果について、その評価結果が適切かつ確実になされていること、また、監視対象としているカルデラ火山の活動状況に変化がないと評価していることを確認し、これらを妥当と判断いたしました。

最後のページ、18ページに文献を、この評価案に用いた文献のリストを示してございま

す。

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。

ただいまの説明に対して、御質問、御意見等がございましたらお願いします。まず、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。

○佐藤主任安全審査官 事務局規制庁の佐藤でございます。

今、報告書の中に記載はございませんけれども、二、三補足をさせていただきます。添付資料、九州電力の火山活動のモニタリング評価結果の115ページを御覧ください。

九州電力のGNSSによる解析精度というふうなところでございますけれども、現状では、九州電力独自の処理、解析を実施しているというふうなことでございますけれども、将来的には国土地理院ともGNSSと併合処理を行って、視野に入れて、精度向上に努めるというふうな九州電力からは聞いてございます。

それから、116ページから120ページまででございますけれども、九州電力が独自に設置した観測点、3点ございます。竹島、黒島、吉野町、これにつきましては、一応中長期的な取組というふうなことで、長いところでは4年弱、それから、短いところでは2年弱データを取得してございますけれども、これについては、引き続きデータを蓄積していくというふうな九州電力から聞いてございます。

最後でございますけれども、124ページを御覧ください。

124ページに、これも中長期的な取組の一環というふうなことで、基線長検知能力の検討というふうなことを試みてございます。

これは以前、この部会でもコメントをいただきましたように、例えば鬼界カルデラとかは、やっぱり海域というふうなこともございまして、観測点の密度、精度、そういった観点で、そこはちょっと薄くなっているんじゃないかというふうなところのコメントがあったというふうな記憶してございます。

そういったコメントも踏まえてかと思うんですけれども、各カルデラの下に、これ仮定を含むのですけれども、圧力源を仮定して、茂木モデルを用いて、マグマの供給率を $0.05\text{km}^3/\text{年}$ と、こういった仮定を置きまして、このときに基線長変化量を計算した結果、いずれのカルデラにおいても数cmの変化量、増減というふうなところございますけれども、126ペ

ージを御覧ください。

これぐらいの供給レートで計算した結果、これぐらいの変化率は数cm程度の変化は計算できるというふうな、こういう試算を行ってございます。したがって、大規模なマグマの供給があった場合は、現在の基線で検知できるというふうな、そういった検討を行っているというふうなところだけ御紹介をさせていただきます。

以上補足です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

どなたか質問、御意見等ないでしょうか。

○棚田委員 防災科研の棚田です。

今の補足説明でちょっとお伺いするんですが、九州電力さんの3点を新たに置くと、地理院さんと合体して計算すると、そのデータというのは、当然、地理院さんがやっているのは公開データとされるんですか、されないんですか。何か聞いておられますか。

○佐藤主任安全審査官 規制庁、佐藤でございます。

今、九州電力のほうと、それから、国土地理院さんのほうで、この解析について協議を進めているというふうに九州電力から聞いてございます。詳細については、まだそれ以上の情報は私ども持ち得てございません。

以上でございます。

○棚田委員 わかりました。地理院さんはそういうことなんですねという確認の。

○黒石地震調査官 九州電力のデータを用いた統合解析をするというのは、技術的に可能であると考えております。それにつきましては、それから、その結果の解釈につきましては、事業者さんのほうでやられるというのが前提になるということだと思います。

それから、前にもこの場で話を国土地理院のほうからしたかと思えますけれども、データはやはり公開されることが必要であろうということにはなると思います。

それから、その統合処理の話につきましては、原子力規制庁さんのほうから協力の要請があれば、国土地理院のほうでも対応を検討していくというやり方を考えているところでございます。

○小林部会長 それ以外の質問は、誰かその辺りで挙手があったような。

はい、ではお願いします。

○村上部会長代理 北大の村上です。

添付資料について伺います。

まず、それぞれのカルデラについて、GNSSの上下変動のグラフがあるんですが、例えば、阿蘇ですと13ページ、加久藤・小林ですと29ページとかに上下変動のグラフを表示していただいているんですが、どこに対してそれぞれの点の上下変動を見たかという、固定点とか、参照点の記述が、私が探したんですがないように思うので、これ資料として大事だと思うので、次回からつけていただくようにしていただきたいと思います。

続けてよろしいでしょうか。

それから、阿蘇カルデラは御紹介がございませんでしたけれども、熊本地震の、グラフを見ると、2016年以降、やっぱりそれ以前と様子が違うんですね。これを余効変動であるというふうに判断をされていて、恐らく最終的にはそのとおりになんだろうと思うんですけども、どういうプロセスとか、どういう思考過程、考え方でその結論に達したかということ、もう少し説明があったほうがいいと思います。

例えば、見ようによればですけども、添付資料の13ページの右下の図ですけども、地震のときに20cm以上隆起して、その後も比較的早いペースで隆起をしていますね。

余効変動だというためには、断層運動、断層の余効すべりとか、その周囲の面弾性緩和でこういう変動が起きるのだという御判断だと思うんですけども、それだけでは説明できないものが、ひょっとしたらこういう変動の中に入っているかもしれないということで、特に火山とかマグマの供給を考える場合には、慎重に検討すべきだと思います。

ですので、ちょっと、その判断に至られる過程をもう少し明らかにしていただいて、余効変動のモデルも公表論文として、ちょっと具体名はすぐに思いつきませんが、幾つか出ていると思いますので、そういうものとも参照されて、詳細な判断をされたらいかがかなと思いました。

さらに続けてよろしいでしょうか。

それから、参考資料の118ページですね、九州電力が独自の観測点を置かれたというのは、これは大変重要なことだと思います。私は積極的に評価させていただきたいと思いません。

これ貴重なデータですので、私、見落としているかもしれませんが、水平成分だけを表示しておられますが、マグマ溜まりの状況を見るときには上下変動も非常に重要だと思いますので、せっかくですから、上下変動も表示をして見せていただけるようにしていただけないでしょうか。

それから、これに関連してですけども、101ページ辺りで、長期的なトレンドを直線

ではとれない何か揺らぎのようなものが実際見えていて、これが何かということを目に非常に丁寧に、まだ結論には至られていないようですけれども、解釈を試みられているというのは、これも私は重要で非常に評価をすべき解析だと思いますので、まだ結論に至られていないようですので、ぜひ結論にたどり着くように継続的にやっていただきたいなと思いました。

私からは以上です。

○小林部会長 今、4点ほど質問ありましたけれども、御説明をお願いします。

○佐藤主任安全審査官 事務局の佐藤でございます。

今、コメントいただきました点につきましては、確認をさせていただきたいんですけども、まず、その上下変動の固定点はどこかというふうなところは、九州電力に聞いておきます。ぜひ確認はさせていただきます。

はい、承知しました。

それから、あと阿蘇の余効変動だけではないのではないかと御指摘だと思うんです。そこも確認はしておきます。

それから、新規の観測点につきましては、120ページに一応鉛直成分も出てはいるんですけども、先ほど、最初の質問と同じ趣旨だと思いますので、そこも九州電力に言うておきます。

以上でよろしいでしょうか。確認でしたけども。

ああ、長期トレンド。長期トレンドにつきましては、これ黒潮の蛇行とか、例えば、そういうものも一応検討の一つとしてやってはいるんですけども、なかなかこれでクリアになったというふうなところまでは、まだ至っていないというのが現状でございますので、やはり、データの蓄積というのが、やっぱりもう少し必要かなというふうなことでございますので、その点も九州電力に伝えておきます。

私からは以上です。

○小林部会長 他にどなたか。

じゃあ、お願いします。

○大倉委員 京都大学の大倉です。

今の村上委員の御質問に対して、鉛直変動ですが、例えば、添付資料の13ページにございますグラフを見ておきますと、どこかを基準にしているというのではなくて、地理院のF3解の楕円体高の時系列を書いたのではないかと見えます。基準値としての観

測点の標高に近いものが書かれておりますので、基準点ではなく、基準どこかに対する比高ではなくて、楕円体高の時系列であると思いますので、その辺も含めて御確認をいただければと思います。

○小林部会長 よろしくお願ひします。

○佐藤主任安全審査官 了解いたしました。

○小林部会長 じゃあ、次の質問をお願いします。

○篠原委員 産総研の篠原です。

その基線長検知能力の検討の資料なんですけども、他の火山の場合には、カルデラの周縁の中心に圧力源を置いたものを解析されているわけで、小林・加久藤カルデラの場合には、現在の活動の中心にだけ圧力源を置いているんですけれども、これは何か意図があってそうされたのか、もし網羅的に評価するのであれば、一応、想定されている、このカルデラの位置にも置いて評価していただくというほうが、わかりやすいのではないかと思います。

○佐藤主任安全審査官 事務局の佐藤でございます。

これなかなか仮定も入りますので、先ほど御説明させていただきましたけども、なかなか我々もこれ一つ一つ九州電力に聞いたわけではございませんけれども、その辺も含めまして、考え方は改めて事業者の確認をとりたいというふうに考えてございます。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

他に御意見、御質問等ないでしょうか。

よろしいですか。

それでは、本資料に関しまして、事業者が利用した、気象庁、それから国土地理院の公表データや処理などに関して、同席されております両機関から、何らかのコメントがありましたらお願いします。

まず、気象庁のほうからお願いします。

○加藤火山課長 気象庁です。

説明いただいた資料の中身につきましては、特段、気象庁として問題があるというふうには考えておりません。

この年の3月までの資料であるので、こんな書き方になっているんですけど、例えば、噴火予知連絡会の見解とかですと、7月のほうの見解等もありますので、その中では若干

変わっているんですけど、特段、ここで大きくこの表が変わるようなものはないと思いますので、これで結構かと思います。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

続けて、国土地理院の黒石調査官、何か追加コメントがありましたら、お願いします。

○黒石地震調査官 国土地理院の黒石でございます。

国土地理院が運用してございます、電子基準点を用いた地殻変動の監視の観点から述べさせていただきます。

今回、地殻変動のモニタリングに電子基準点データを用いたものが使われてございますけれども、その取り扱いにつきましては、特に問題になるということはないと思っております。

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、特にないようでしたら、この部分の質疑を終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

資料2につきまして幾つか意見が出されましたので、事務局のほうで整理していただきます。委員の皆様には再度御確認いただいた上で、事務局で火山モニタリング結果に係る評価の取りまとめをしてください。

よろしければ、次の議題に移ります。

次は、本日の議題2、観測データに有意の変化があったと判断する目安についてです。こちら事務局より説明いただきます。説明の後に質問や御意見をいただくこととしております。それでは、お願いします。

○大浅田安全規制管理官 ちょっとだけすみません。先ほどの資料、議題1のほうでございますが、いくつかコメントいただきましたが、次年度以降のこの事業者の評価結果については、いくつか改善すべき点があるような意見でしたので、それは今後修正させていただきますが、資料2本体につきましては、特段指摘がなかったかと思っておりますので、一応、この段階で表紙にある（案）というのをとって、それでホームページのほうに確定版として載せさせていただきたいと思っておりますので、それでよろしいでしょうか。

それでは対応させていただきます。

では、すみません、議題2のほうの資料3の説明をお願いします。

○佐藤主任安全審査官 事務局の佐藤でございます。

それでは、私のほうから、資料3に基づきまして説明をさせていただきます。

資料3、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ページ目でございます。本日の説明内容でございます。

1. まず「観測データに有意な変化があったと判断する目安」の位置付けにつきまして。
2. この目安作成の検討方針。3. この目安の案を今回提示させていただきます。4. 原子炉火山部会の関与について。

それで、最後、参考1、参考2には、これまで火山部会のほうで御説明させていただきました、監視項目を抽出するにあたり参考とした観測事例と、九州電力の火山モニタリング評価結果、あるいは、気象庁の火山情報等々、最新の知見も踏まえた情報も参考2に付してございます。

それでは、2ページ、観測データに有意な変化があったとする判断の位置付けについて、御説明をさせていただきます。

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。

前回、第5回の部会でも御説明させていただいた内容が含まれますけども、重複するかもしれませんが、今回は通しで一どおり説明をさせていただきます。

上の青く塗色したところでございます。

原子力規制委員会から調査審議事項として指示のありました「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」は、巨大噴火の兆候を把握するものであるとの誤解を生じていたので、以下のとおりその位置づけを再確認いたします。

一つ目の矢羽でございます。原子力規制委員会は、川内原子力発電所及び玄海原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査において、過去に巨大噴火を発生させたカルデラについては、噴火履歴の特徴及び地下構造から、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないことなどから、原子力発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性は十分小さいと判断しております。また、運用期間中に考慮する最大規模の火山事象としまして、最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模（例えば始良カルデラの場合は、桜島薩摩噴火）を考慮しても、設計対応不可能な火山事象が川内原子力発電所及び玄海原子力発電所の敷地に到達する可能性は十分小さいと判断しております。

ここで対象とする設計対応不可能な火山事象というのは、「火災物密度流」でございま

す。

二つ目の矢羽、上記のように、「許可時に運用期間中の巨大噴火の可能性が十分小さい」と評価した火山であっても、この評価とは別に設計対応不可能な火山事象が、原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山に対して、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する、これを目的として、運用期間中のモニタリングを行う必要がございます。モニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合には、事業者は状況に応じた判断・対応を行う必要があります。

これまでの議論におきまして、例えば、巨大噴火の前駆過程や噴火プロセスに関する知見が不十分である、あるいは、現状で原子炉の停止等の要否を判断するという、そういうところまで至る噴火というのはほとんどないのではないかというふうな、先生方からのコメントを踏まえまして、三つ目の矢羽でございますけども、原子炉火山部会においては、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検討を行うというふうに確認をさせていただきます。

4ページ目、2. 「観測データに有意な変化があったと判断する目安」の作成の検討方針について説明をさせていただきます。

5ページをおめくりください。

前回、第5回の原子炉火山部会におきまして、「観測データに有意な変化があったと判断する目安」は、過去30年とか40年程度の観測データの最大値等を考慮し、数値化して設定するというふうなことを例示的に提案させていただきましたけども、その際の火山部会における主な意見というのは、以下のとおりでございました。

一つ目、①この部会で検討すべきは、ある程度の規模（例えば桜島でいうと、桜島大正噴火規模）の噴火があって、その後どうなるかという視点で目安を考えるべきであり、個々の火山活動をベースとしたような判断、あるいは目安ではない。（宮町委員）

②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り、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りするなど、地下において物質的に何か変化が開始され、長期的にそれがどんどん拡大していくような傾向が見られるなど、そういったことが、ある程度、大規模な噴火に結びつく可能性があると考えられるので、そのような観点で目安を再考してはどうか。（小林部会長、村上部会長代理）

③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である。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が、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、そういったことが恐らくカルデラ噴火を対象にしたことではないが、ある程度、大規模な噴火に結びつく可能性が非常に多い、あるいは、可能性があると思うので、このような観点で目安というなりというものを作成するべきであると。（宮町委員）

④でございます。（監視レベルの段階設定において、）注意、警戒①、警戒②、これは前回説明さしあげたところでございますけども、これは結局、一言で言うと、全部準備だなど。注意、警戒①は準備だけでよくて、警戒②と判断する目安、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ぐらい出たのか、そういったものを注意して検討すればいいという流れではだめなのかと。（柵田委員）

⑤です。物理的な現象、何か数式に乗せてレベルを決めるというのは、これはまあまず難しいです。無理である。当然ながら火山というのは、それほど知見が累積されているわけではないので、これは難しい。それでは、どういったレベルが考えられるのかということを検討した場合、過去の観測データに着目すると、有意かなと思われるものを今回抽出して、その値そのものをあくまで例示という形で提示した。こういった値そのものに何か物理的、あるいは科学的に根拠があるのかと言われると、それは単に過去のデータ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。このレベル自体は何らかの原子炉の停止というものとか、決まったアクションをするためのトリガーではなく、イメージとしては観測データや火山の活動状況に気を使わないといけなことが起こったので、火山専門家である皆様に集まっていただいて、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と考えているというふうな事務局からございました。

こういう意見を踏まえまして、ページ、7ページをおめくりいただきます。

コメントを踏まえまして、新たな今回検討方針というふうなことを考えてみました。

上のほうです。第5回原子炉火山部会において、「観測データに有意な変化があったと判断する目安」は、過去30年～40年程度の観測データの最大値等を考慮して数値化して設定することを提案しましたが、原子炉火山部会における審議を踏まえまして、火山モニタリングにおいて観測されているデータの時空間的变化に着目し、それらの急激な増減や消長、あるいは、傾向やフェーズの著しい転換等の観点、並びに、火山噴出物の組成（質

的) 変化の観点から作成することとします。したがって、この目安自体は、傾向の変化に着目した目安でございます。

続きまして、「観測データに有意な変化があったと判断する目安」、レベル感というふうなことでございます。

7ページ下のほうには、模式的な図を示してございます。矢印左から右に移ってございますけれども、これは時間の変化というふうに捉えていただきたいというふうに思います。

上のほうですけれども、黄色く塗色した観測データの変化の状況でございます。

この観測データに有意な変化があったと判断する目安、ここまでは平常値、以降を有意な変化と考えます。これは後ほど、後段で説明いたしますけれども、この判断の目安案というふうなことで、その目安に達したというふうなところで、ここ平常時から有意な変化というふうなところでギャップが生じてございます。

監視レベルでございますけれども、この有意な変化があったと判断する目安までは、まあ、平常、それ以降は監視強化というふうなフェーズに入ります。

それから、この緑色で塗色しているところですが、観測データに有意な変化があった場合、これは監視強化を含めた所要の対応を検討するというふうな整理をしてございます。

下の箱書き、矢羽一つ目でございます。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ふうな現状に鑑み、これまで提示していた噴火規模と直接関連づけた監視レベルの段階設定はいたしません。

二つ目の矢羽でございます。「観測データに有意な変化があったと判断する」レベルは、例えば1914年の桜島大正地震噴火規模程度の噴火が発生し、その後、観測データが想定される変化量を超えて変化し、また、複数の監視項目の観測データにおいて、この有意な変化が継続的にあらわれている場合が考えられます。(なお、必ずしも1914年桜島大正噴火規模を上回ることを想定しているものではありません。)

8ページをお願いいたします。

3. 観測データに有意な変化があったと判断する目安」の(案)について御説明いたします。9ページをお願いいたします。

「観測データに有意な変化があったと判断する目安」の作成方針でございます。

矢羽の一つ目、(方針1)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」を考えるにあたり、第3回原子炉火山部会で抽出した監視項目を以下の観点から、「①主な監視項目」及び「②その他の監視項目」に分けます。

①主な監視項目でございますけども、これは平常時からの変化を把握できるように、連続的にデータ取得を行う項目でございます。

項目といたしましては、「地震活動」、「地殻変動・地盤変動（GNSS、水準測量、傾斜計・伸縮計）」、それから、「火山ガス」でございます。

②その他の監視項目、これは①主な監視項目に有意な変化の可能性がある場合、状況に応じて情報収集やデータ取得を行う項目でございます。

項目としましては、「噴出物」、「噴火規模」、それから、「地下構造」がございます。

なお、公的機関の既存観測網によるデータの収集・分析に基づき、気象庁の火山情報や公的機関の評価も当然行われているものでございますので、これらの情報も参考といたします。

二つ目の矢羽、（方針2）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」は、火山モニタリングにおいて観測されているデータの時空間的变化に着目し、それらの急激な増減や消長、あるいは、傾向やフェーズの著しい転換等の観点、並びに、火山噴出物の組成（質的）変化の関連から作成いたします。

三つ目の矢羽、（方針3）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」作成においては、①監視項目を抽出するにあたり参考とした観測事例、②九州電力から提出される「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」を参考とします。また、気象庁の火山情報及び公的機関の評価や最新の科学的な知見も参考といたします。

ページ、10ページでございます。

次に、具体的な目安の（案）というふうなことで御説明をさせていただきます。

まず「①主な監視項目」における、ここではチェックポイントと申し上げます。説明させていただきますけども、整理してございます。

まず、地震活動でございます。

1. 既往の地震発生領域（震源分布）の拡大又は消滅、あるいは、新たな地震発生領域の出現。

2. 地震発生数の急激な変化（増加又は減少）。

以下解説でございますけども、1. 既往の地震発生領域の空間的な変化の着目し、震源分布の拡大や消滅、新たな地震発生領域の出現を注視します。なお、地震活動が一時的、あるいは、短期間で終息している場合は、特段の対応を必要としません。

二つ目です。なお、対象として必ずしも適するものではございませんけども、ピナツボ噴火では、噴火の数カ月前に火山性－構造性地震が発生し、時間とともに増加する傾向や、主噴火が近くなると火山性－構造性的地震の震源が浅くなり、火山性微動も観測されるようになった事例もございます。

続きまして、地殻変動、地盤変動、（GNSS、水準測量、傾斜計・伸縮計）でございます。

一つ目、GNSS連続観測による基線長の急激な傾向の変化（増加又は減少）、水準測量による地盤の急激な傾向の変化（増加又は減少）。

2. 傾斜計・伸縮計による地盤の急激な傾向の変化。

3. 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）の変化でございます。

以下解説でございます。

1. GNSS連続観測による基線長に、既往の増加又は減少傾向に比較して、それらに急激な変化が生じていないか時間変化に着目いたします。

2. 広域な水準測量において、既往の上下変動に比較して急激な変化が生じていないか時間変化に着目します。なお、対象として必ずしも適切ではございませんけども、セントヘレンズの噴火では、傾斜計や写真測量によるマグマ貫入に伴うとみられる顕著な山体膨張が観測されている、こういう事例もございます。

3. GNSS連続観測による基線長や水準測量による既往の水平及び上下変動に着目し、これまで変化が見られていなかった場所での伸長及び収縮がないかを注視します。なお、伸長や収縮が一時的、あるいは短期間で終息している場合は、特段の対応を必要といたしません。

ページをおめくりいただきまして、11ページをお願いいたします。

次に、火山ガスについてです。

1. 既往の火山ガス放出場所の拡大又は消滅、あるいは、放出場所の出現（新たな火口や火道の形成など）でございます。

2. 火山ガスの放出量に急激な傾向の変化（増加又は減少）でございます。

以下解説でございます。

1. 既往の火山ガス放出場所の拡大や消滅に着目し、新たな火口や火道の形成など、放出場所の変化に着目いたします。

2. なお、対象として必ずしも適するものではございませんけども、ピナツボ及びセントヘレンズの噴火では、噴火前からSO₂ガスが観測され、噴火活動の進展とともに増加することが観測されていた事例もございます。

次、12ページをお願いいたします。

12ページは、「②その他の監視項目」でございます。

まず一つ目の項目ですけれども、噴出物でございます。

マグマ成分の質的变化、（例えば、玄武岩質ないし安山岩質から流紋岩質への変化）でございます。

解説でございます。

1. 例えば、関口・他（2014）は、始良カルデラ火山で、10万年前から現在までに活動した火山噴出物の化学組成の変化を調べた結果、3つのマグマ活動サイクルを見出すとともに、このうち最初と2回目のサイクルは、苦鉄質マグマの噴出の後に珪長質マグマが噴出し、最後に珪長質なマグマを大量に噴出する巨大噴火で終わっているとしてございます。

第2サイクルと巨大噴火と、それより5千～2千年前に噴出した小規模なテフラ噴火のマグマは、化学組成にほとんど違いが認められなかったと、現在の桜島火山の活動は第3サイクルに入っていると考えられ、まだ珪長質マグマの巨大マグマ溜まり成長過程には移行していないと解釈できるとしてございます。

なお、珪長質マグマへの質的な変化が生じたからといって、必ずしも巨大噴火の発生に至るものではないというふうなことを添えさせていただいてございます。

2. 降下火砕物の分布及び構成粒子・化学組成は、噴火の形態や様式を把握するとともに、今後の噴火活動の推移を判断する目安となるというふうに考えてございます。

次に、噴火規模でございます。噴火した場合、噴煙柱高度VEI5に相当する噴煙柱高度25kmを超えたかどうかと。

解説でございます。

噴煙柱高度、噴火のタイプ、噴火継続時間、噴出物の量等から総合的な判断指標になります。なお、必ずしも、もう御説明済で先日のとおりでございますけども、必ずしも1914年桜島大正噴火規模を上回ることを想定しているものではないというふうなことを付させ

ていただきます。

13ページをおめくりください。13ページは地下構造でございます。

地震波速度構造や比抵抗構造により、上部地殻（数km以浅）に推定される低速度及び定比抵抗領域の拡大又は消滅、あるいは、新たな低速度及び定比抵抗領域の出現。

解説でございます。

1. 探査深度や分解能等の技術的課題や海域での調査の困難さはあるものの、まずは場として平常時の地下構造を把握しておく必要があります。その上で、①の主な監視項目における地震活動や地殻変動において、有意な変化の可能性がある場合、状況に応じて地下構造調査を行う。

2. でございます。地震波速度構造（ V_p , V_s ）及び比抵抗は、岩石の種類、流体の飽和度、温度及び圧力により変化するため、地下の流体や高温異常の空間分布を把握するための重要な手掛かりとなります。一般に、低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は、マグマ等の流体の存在を示唆し、低 V_p かつ低 V_p/V_s 領域は、水の存在を示唆することが知られてございます。また、比抵抗は地震波速度と比較して、マグマ等の流体や水の存在に対しては感度は高いというふうな長所はございますけども、両者の区別を行うということは難しいという短所もございます。

なお、ここで示した「観測データに有意な変化があったとする目安」につきましては、科学的知見の蓄積に伴いまして、今後見直すこともあり得るというふうなこと添えさせていただきます。

最後になりますが、14ページ、原子炉火山部会の関与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15ページをお願いいたします。一つ目の矢羽でございます。原子力規制庁は、以下により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」に該当したものと判断いたします。

レ点の一つ目、単独ではなく複数の監視項目の観測データに有意な変化があったと判断します。二つ目のレ点、主な監視項目（地震活動、地殻変動・地盤変動、火山ガス）及びその他の監視項目（噴出物、噴火規模、地下構造）に加え、気象庁の火山情報や公的機関の評価も参考といたします。

二つ目の矢羽でございます。原子炉火山部会は、個別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判断する目安」に該当したものとする原子力規制庁の判断を確認するとともに、必要に応じ留意事項等を助言していただくというふうなことでございます。

16ページ以降は、先ほども御説明いたしましたとおり、参考1として観測項目を抽出するに当たり、参考とした観測事例を付させていただきます。

参考2につきましては、九州電力の火山モニタリング評価結果、それから、気象庁の火山情報等を含めまして、科学的知見を含めて付させていただきます。

以上、資料3の御説明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、御質問、御意見等がございましたらよろしく申し上げます。

多岐にわたっているので、できたら前のほうから順番にやったほうがいいかもしれせんけれども、必ずしもそうじゃなくて、気づいたところから言っていただいても構いません。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をお願いします。

それでは、どなたからでもどうぞ。

○篠原委員 産総研の篠原です。

以前から御質問をさせていただいている、何を判断する基準、目安なのかということをやっぱり明確にするのが大事だと思うんですけども、今回は一番最初にお書きになっておられるように、巨大噴火の兆候を把握するものというものではないんだということを明記していただいたのは非常にわかりやすいと思うんですけども、ここで、その下に書いてある、じゃあ何を判断するのかというと、観測データに有意な変化があったと判断する。しかし、その有意な変化というのは、結局、通常は何であるかということはある程度定義しないと、何が有意であるかということは評価できないと思うんですね。

それに関して見ますと、その上に書いてある、評価時からの状態の変化の検知によって評価の根拠が維持されていることを確認するためにモニタリングをする。そのモニタリングにおいて有意な変化があるかどうかということですから、これだけを見ますと、評価の根拠に変化がないかどうか、維持されているかを判断する、その変化があるということが、この有意な変化ということになると思うんですけども、果たしてそれでいいのかというのがまず第一の質問で、続けて質問があるのは、そうは言いながら、この後で書かれているものは、有意な変化として掲げられているものは、場合によってはピナツボの例を挙げられたり、場合によっては桜島の例を挙げたりということで、ある程度幾つかの噴火に応じてこういうことが起きている、そういうものを比較して評価の基準を決めていこうということだと思うんですけども、そうすると、結局、やはり想定しているのは、何らかあ

る程度の規模の噴火の場合、こういうことが起きる、こういうことが起きた。それに近いことが起きたら、それは有意だとみなすのだという評価になると思うんです。そうすると、やはり何らかの噴火の規模というものを想定した評価に、結局、議論としてはなってしまうと思うんですけど、そうは言いながら、それは求めていないとおっしゃっている、そのギャップといいますかがちょっとわからないので御説明いただければと思います。

○小林部会長 事務局、お願いします。

○佐藤主任安全審査官 事務局、佐藤でございます。

まず、3ページのところなんですけれども、二つ目の矢羽、「評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する」、このまさに確認することが今日の議題の一つ目にございました、事業者から1年に一度提出されるモニタリングの報告書、これに該当すると思います。そこで維持されているかどうかというのを確認しているので、これは、我々としてはそれでいいのかなというふうに思っております。

ただ、ここは、その評価が維持されなくなった目安、されないとする目安をつくるわけではなくて、もっと手前の「観測データに有意な変化があったと判断する目安」というふうな、そういった検討をしていただきたいというふうなことで資料をつくっております。

それから、噴火規模との関係というふうなことで御問があったかと思うんですけれども、噴火規模を別に想定して目安をつくるということはいたしませんということは資料でも記載はしております。

これ、例示といたしまして、ページの7ページでございますけれども、下のほうに例えば、始良と桜島の関係というふうなことで1914年の桜島大正噴火規模の程度というふうなところが大事なところでございまして、これぐらいの規模程度の噴火が発生した後というふうなことで、当然ながら、その地盤は沈降して想定をはるかに超えるようなものが出てくると、そういった状況を我々としては有意な変化があったとするものというふうに考えております。

以上でございます。

○篠原委員 話が二つに分かれてしまって、最初のほうの質問なんですけれども、結局、前半で現状のモニタリングの結果を評価して、ここでは特に大きな変化がないということの評価したというのは、確かにそのとおりだと思うんですけれども、それは、正直申しまして、我々も、じゃあどれぐらいの変化があったら、それが有意だということを基準を持って評価しているわけではないと思うんです。ただ、現状としては、確かに、最近、顕著

な変化というものはないから、それは変化がないと判断していいんだらうという、非常に明確な基準がないまま評価しているというのが正直なところではないかと私は思っておりますけれども、ですから、そうすると、その評価に対してもう少しくリティカルな状態になったときにちゃんとした評価基準が必要だというのは、多分、この部会としても確かにそうだと思うんですけれども、その基準はないのではないかと。そうすると、現状問題だということを議論するわけではなくて、もしこれがもう少しくリティカルになったときに、この部会でも評価できるのかという、同じ質問になってくるように思うんですけれども、逆に言うと、ほかの委員の方々は、そういう基準を持ってもう少しくリティカルになったときに、ここで、それは有意な変化であるということを明確に議論できるのかという質問にもなるかと思うんですけれども。

ですから、現状として、現状は変化がないから、変化がないと評価はしているけれども、我々に基準があって、それは評価しているわけではないのではないかとというのが私の認識ですが、いかがでしょう。

○小林部会長 事務局、お願いします。

○佐藤主任安全審査官 事務局の佐藤でございます。

ちょっと篠原さんの御質問の趣旨が、我々、いまいち理解できないところもあるんですけれども、前回、例示的というふうな言葉を添えさせていただいていますけれども、数値で例えば地殻変動であると $\pm 3\sigma$ とか、地震の発生数とか、そういった目安というものを提示させていただいたんですけれども、先生方から、そういう話ではないでしょうというふうなことで、今回、改めて傾向に着目した目安というふうなところで提示をさせていただいているところなんですけれども、今の篠原さんの御質問だと、何かクリティカルな目安が必要なのではないですかという、そういうコメントでしょうか。

○篠原委員 そういう趣旨ではなくて、有意な変化という意味、有意な変化、傾向でも何でもいいんですけれども、それを評価するためには通常のある程度定義をしておかないと何が有意であるかということは議論はできない。ピナツボみたいなことは、それが異常であるから、そういうことが起きることに対しては有意な変化はこれぐらいだらうという議論はできるけれども、それを想定しなくて議論はできないだらうというのが1点です。

以前、例えば30年間のデータの平均をとって、 1σ 、 3σ を超えたら有意だとみなしましょうというときに異論が出たのは、まさに以前の意見というものに対してリストがあるかと思うんですけれども、ここにあるものかと思うんですけれども、これは、全て基本的に

巨大噴火の兆候を把握するための目安であると理解したゆえのコメントではないかと私は理解したんですけれども、それはほかの委員の皆さんにお伺いすべきものかもしれませんが、そういうものだとすると、こういうコメントは非常に妥当だと思うんですね。

ですけれども、そうではなくて、何らかの基準、だから、これが事務局が以前に出されたのは過去30年、40年程度のデータをもとに、その中の揺らぎでは説明できないような変化が起きたものを有意とみなしましょうということでは、それは30年、40年が通常であると。そこから外れるものを評価してほしいというのであれば、そういう評価は可能だと思うんです。それは、あくまで巨大噴火の兆候を見るということではなくて、ある程度長期的な観測データの中の揺らぎというものを我々がどう評価するか。ただし、その中にも単なる揺らぎだけでは捉えられない傾向の変化というのを、当然、考慮しなければいけないので、今回出された傾向の変化であるとかということを経験しなくていいということではないとは思いますが、少なくとも前回のこの30年、40年の揺らぎを超えるような変化という形で評価しましょうということに対しての異論は、私は、巨大噴火の兆候を把握をそれでできるのかというところで異論が出ているのではないかとthinkます。

そうしますと、今回提案があったように、それは、その兆候を把握するということが目的ではないということであれば、そういった指標は、当然、取り入れられていいのではないかとthinkするので、ちょっとほかの委員の方にお伺いしたいのは、この5ページ目、6ページ目にある、5ページ目ですね。にある意見というのは、私の理解では巨大噴火の兆候を把握するためにというふうに理解したゆえのコメントではないかと思う。そうではないという方がいらっしゃれば、ちょっと御意見を伺えればありがたいです。

○小林部会長 何かコメントありますか、事務局のほうで。

委員の皆さんのほうから、もし何か追加の御意見等ありましたら。

○内藤安全規制調整官 事務局の内藤ですけれども、前回のところでの議論ですけれども、前回のときにも、これが巨大噴火の兆候を把握するものではないという議論があって、そうではないですよという議論があった上で、ここに書いているような議論があったと事務局のほうでは認識をしています。

ただ、先生方からのコメントとしては、じゃあ通常の火山活動の範囲というのはどのくらいなのかというところを見たときに、今あるものが、揺らぎが通常の上限ということについては決められないでしょう。当然、火山というのはそれぞれの火山によっても特徴があったりとかしていて、今、近代観測で見られているものが通常のレベルだと、それを

超えたからといって通常を逸脱しているという判断になるという話でもないので、ですので、宮町先生からもコメントがあったように、じゃあ新たなところで出たりとか、時空間的な変化というところに着目をしてやるべきではないのかという形で、通常の範囲を超えたかどうかというところについても、そういうことを着目して、今まで得られているデータの σ とか、そういうところだけで判断するというのはちょっと、通常の揺らぎの範囲の中のものを今までのデータを超えたからといって、通常の火山活動の範囲を超えたということについては、そこまでは言えないから、そこはよく注意をするべきであるという形で今回のような形でまとめさせていただいたというのが事務局側の認識ではあるんですけども。

○小林部会長 御意見、ではお願いします。

○村上委員 篠原委員に対するお答えになっているかどうかわかりませんが、私も時空間的な活動の変化に着目することが必要ではないかなと前回も思いましたし、今回も思っております。

その考えに至った経緯なんですけれども、私は、以前、産総研におられた高田亮博士が地学雑誌に公表されておられます論文を見て、高田さんは、クラカタウとピナツボだったかな、に着目されて、クラカタウが確か 30km^3 で、VEIにしたら6ぐらいだと思うんですけども、科学的な記録が残っている、辛うじて残っているVEI:6のカルデラ噴火に至るまでの経緯が、曲がりなりにも近代科学の黎明期ですけれども、の目で記録されているものだと思うんですけども、それを、過去の記録を見ると、やはりカルデラ噴火に発展する前の初期の段階というか、事前の段階では、火口に集中していた火山活動が、ちょっとリードタイムはどれぐらいあったかというのはよくわからない面もあるのかもしれませんが、熱活動域ですとか新たな火口が、将来のカルデラの領域にわたって増えて、拡大していったとか、地震活動も顕著に、恐らくですけれども、領域が増えていったとか、そういうふうに読み取れるデータがありましたので、唯一、記録が残っているカルデラ噴火というと、それ1例かもしれませんが、例がある以上、それを参考にして目安をつくって見たらどうかと思いましたので、時空間的な拡大とかフェーズの変化といったようなことを前回申し上げたというのが、私自身の考えている事柄です。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

ほかにはどうでしょうか。

じゃあ私からも関連するような意見なんですけれども、例えば10ページの地震活動、そ

れから地殻変動などのここに説明があるんですけど、その下に解説というのがありまして、特に誤解を招きやすいのは、例えば2として書いてある部分ですね。必ずしもこれは適切ではないけれどももというような感じで書いてあります。

例えば、ピナツボではこういうことが起こった、それから下のほうではセントヘレンズではこういうことが起こったというようなことをここに書いてあるんですけど、やはりここにこういうのが出てくると、どうしてもこれを見ろというふうにしか見えないような気がするんですね。これを参考に我々は考えるというようにしか考えられない。しかし、今までの議論の流れからすると、こういうような現象が起こっても、いわゆる大規模なカルデラ噴火みたいな、いわゆる何十kmも離れたところに影響を及ぼすような噴火というのはなかなか起こりにくいんだという、そういう一つの例として、これを挙げているんじゃないかなという、逆的に見て、そういうふうに思うんですよね。

だから、極端に言ったら、通常的な変化の中で非常に、いわゆる大きな噴火が起こりましたと。そのときにピナツボだったらこれぐらいのこと、それから、例えばセントヘレンズだったらマグマが貫入してきてクリプトドームができたおかげで、あと、これだけ大きな変化が起こったと。しかし、あれだけの噴火であったという、何かそういう事例をここに出しているだけであって、こういうところにこういうものを出す必要がないんじゃないかな。やっぱりいろんな過去の事例の中の変化の中でどういうことが起こっているのかという、その中のある意味ではマキシマムか何かを見ているだけということですね。だから、あまりここにあると、物すごくこの趣旨が誤解されるんじゃないかなという、そういう印象を受けました。

以上です。

ほかに委員の方から質問、御意見等ありましたら、別のところでも構いませんけれども。

それでは、私、もう一つちょっと意見があるんですけども、12ページのところに噴出物というのがありまして、マグマ成分の質的变化ということで、これ、私も非常に重要なことだろうと思うので、そういうことを考えなくちゃいけないとは思っているんですけども、ここで解説として、関口・他(2014)の例を出して、ともかく今は、過去には第1、第2というサイクルがあって、今は第3サイクルに入っているんだと。しかし、今の段階では、始良カルデラには巨大なマグマ溜まりはできていないんだというような文章が書かれています。

これは、一つの説なんでしょうけれども、例えば、実は、私が京都大学の井口さんたち

と一緒に京大の防災研に2010年に書いたカルデラ噴火の前兆現象とかという、そのような論文があるんですけど、そこにも書いてあるんですけど、始良カルデラというのは、要するに3万年前の大噴火の後にも少しずつマグマをため出しているのではないかと。それが、要するに大噴火のときの地盤の上昇・沈降、それとは無関係に広域的にもっと長いスケールで始良地域全体が少しずつ上昇している。そういうものを見ると、やはり3万年前と同じぐらいのマグマの量があるかどうかはわかりませんが、ラフに言うと、数十km³ぐらいあってもおかしくないのではないかというような、非常にラフな議論ですけれども、そういうようなことを考えた論文を書いています。

それから、この資料の後ろのほうなんですけれども、56ページですね。これ、噴出物のところの説明で書かれているんですけども、ここにも要するに始良カルデラが噴火した後、桜島の火山活動が始まっているんですけども、その中でやっぱり新島火砕流というような、要するに始良カルデラ起源の噴火が起こっているんだと、1万6,000年ぐらい前とか。それから、もうちょっと古い時代には、高野ベースサージというような噴火があると。だから、桜島の噴火とは別に、始良カルデラのマグマ溜まりもやはり少しずつ成長しているのが残っていて、それが何らかの原因で噴火している。そういうことを考えると、やっぱり桜島の活動と同時並行に始良カルデラの活動が起こっているというふうに考えるのが妥当ではないかというふうに私は考えています。

それで、また公表になっていないんですけども、多分、あと数週間で出るかもしれませんが、*「自然災害科学」*という雑誌に、桜島火山と始良カルデラの関係について書いたんですけども、やっぱりそこでも、要するに桜島のマグマ溜まりというのは、結局、百年から何百年という単位で膨張して、それで収縮すると。だから、そういう形でマグマを常に出している。ところが、始良カルデラというのは、収縮しないでただ静かに膨張しているだけ。それが収縮したときには、もう要するに巨大カルデラ噴火が起こって、それがとんでもないことになるんですけど、それはどうも全然なさそうであると、それは、ただひたすら、今のところゆっくりと膨張しているだけだというような、そういう見方のほうが、要するに自然の現象を把握しているんじゃないかなと私は思うので、だから、ここに関口さんたちの解釈もいいんですけども、そうじゃない論文もあるので、とにかく始良カルデラについては、今どうなっているのかよくわかっていないけれども、やっぱり注意していかなくちゃいけない。それは、もうこの部会というかが、そういうことを考えながら、大丈夫かということ判定しているわけで、だから、いや、もう何もありませんよ

というような論文が出た、本当にそうなのかなという気がします。

ほかに何か御意見、御質問がありましたら。

○村上委員 今までの話はかなり大きな枠組みの話だったような気がするんですが、ちょっと今度は細部な話をさせていただきますけれども、9ページなんですけど、具体的な目安、まだ本当にこれでいくかどうかは決まっていなかったのかもしれませんが、一応、これでいくのであればということで意見を申し上げますと、①と②に分けてあって、まず主な監視項目で何か見つかったら状況に応じて新たに情報収集を行うというふうに分けてありますけれども、例えば①の地殻変動とか地震活動は、これの増強というのもあり得るんじゃないかと思うんですね。目安を何か超えて新たな手だてが、観測の強化が必要になったときに、例えば地殻変動でどこかで今まで動いていなかったところが動き始めたということがわかったときに、従来の観測網では不十分ということがあり得ると思うんです。そうすると、急遽、新たに観測点をつくるということは十分あり得ると思うんですが、恐らく、そういうことは想定しておられるんだと思うんですけど、ここの書き方を見ると、そうではなくて、地殻変動に関しては、あるものを使って、新たに行うのは②のほうに移行しますよというふうに取り扱われるので、それは、考えておられることと乖離しているのではないかなと思います。

それから、名前のつけ方なんですけれども、次のページの11番の火山ガスというくくりで書いておられますけれども、私のイメージだと、ガスというと、火山をやっている人は本当にガスの分析のほうに印象を持たれると思うんですが、実際、ここで書かれていることは、例えば熱活動領域の拡大とか場所の変化だとか、そういうことまで含んで考えておられるように思いますので、例えばですけれども、この見出しを火山ガス・熱活動とか表面活動とか、何かそういう書き方にされたほうが、やろうとされていることは、私、これでいいと思うんですけれども、ちょっとより正確な見出しをつけたほうがいいかなと思いました。

以上です。

○小林部会長 事務局、お願いします。

○内藤安全規制調整官 事務局、規制庁、内藤ですけれども、まず最初のほうで、この解説の部分ですけれども、後ろに参考1という形でこの項目をピックアップするときに、こういう火山でこういうことが起こっているからということで挙げさせていただきましたけれども、そことの関連が何もないとわからなくなってしまうということで書き加えさせて

いただいたんですけれども、逆に言うと、これを書くことによって、逆に混乱というか、読む人にもそうですし、何か数値的なものが決まっているんじゃないのかという話になるのであれば、そこは事務局としては、解説は落とさせていただきたいと思っています。何か意図があって書いたわけでもありませんし、小林部会長からあった関口・他についても、こういう形でもって物質の変化が起こっていますよねというところを引っ張るために書いただけであって、関口・他が言われている学説が正しいからということで書いているわけではありませんので、これは報告書からの案というか、この案の、今、提出されているやつからは落とさせていただきたいというふうに考えて、特に何か意図を持って書いているとか、数値的にこういう形でもって設定できるということで書いているものではございませんので、ここは落とさせていただきたいというふうに思っています。

二つ目ですけれども、今、地盤変動とかのところに変なところ、どっかでもって時空間的な変化があるということであれば、違うところを押さえる必要が出てくるということもあるのではないかとということですが、それは当然あるとは思いますが。ただ、そこは起こってみたいとわからない部分もありますので、特に明示的には書いてはいませんが、当然、そこは、今ではGNNSですとかで押さえ切れない範囲のところでは何かのものがあるのであれば、それは、当然、追加的にやっていかなきゃいけないということは当然のこととして認識をしています。

火山ガスのところで熱水活動とかというお話もありましたけれども、そこも念頭にはあるんですけれども、これまでの議論のところでは明確にそういう議論がなかったので書いてはいませんが、本日の議論として、そこも含めるべきだということで先生方の合意が得られるのであれば、書き加えたいというふうに思っております。

○小林部会長 ほかの委員、はい、村上先生。

○村上委員 ちょっとしつこいようなんですけれども、9ページ、観測項目として地盤変動とか地震を挙げておられるのは、そういうお考えであるだろうとは思ったんですが、これを見ると、ぱっと見たときにそうは読み取れませんよということなので、もうちょっとわかりやすくされたらいかがでしょうかという意見を申し上げたつもりです。

○内藤安全規制調整官 事務局、内藤ですけれども、わかりました。そこは、先生が言われている御趣旨のとおりだと思いますので、本日、この項目でということで御了解いただけるということであれば、次に出すところにおいては、もうちょっと具体的な記載、もう少し先生の御指摘のようなことを踏まえた形の記載にさせていただきたいと思っています。

○小林部会長 ほかにどうでしょうか。はい。

○篠原委員 産総研の篠原です。

先ほどのポイントは、ちょっと私、納得しているわけではないんですけど、これにこだわってもしようがないので、3番目のところで、項目を挙げているのであるとおっしゃったんですけど、例えば地震活動、地殻変動など、拡大、消滅、急激な変化という表現ではされているんですけども、実際、何らかの目安とするには、多分、数字である必要はないかもしれませんが、もう少し具体的な何をもって消滅とするか、少なくとも増加とするかということは、多分、ある程度の、最終的には表現が必要かと思うんですけど、そういった具体的な表現に関しては、今後、こういった項目を見るんだということの理解がとれれば、今後また提示されていくという、そういう理解でよろしいのでしょうか。

○小林部会長 はい、どうぞ、お願いします。

○内藤安全規制調整官 事務局、規制庁、内藤ですけれども、具体的な判断に基づく数字というのはなかなか難しいと思っています。前回提出したときに、変動幅という形を出させていただいて、それだけで決めるというのは無理でしょうということを御意見いただいていますけれども、一つの目安というか、急激な変化があったかどうかというところを見るためのところとしての数字としては、事務局としてはそこを使いつつ、それを判断しつつも、先生方から、もう、これ、それを超えたからといって揺らぎの範囲の中である可能性が否定できない場合のほうが多いからということでございますので、まずは、そういうところプラスアルファを見ながら、事務局として複数項目で判断するというふうにしておりますので、一つの項目じゃなくて、それらが全部いろんなところで今までの変化の中を越えているかどうかを見ながら判断させていただいて、この変化の範囲というのが、我々としては、これの範囲で今見たんだけど、それで適切なのかと、揺らぎの範囲の中と考えるべきなのか、それを越えているというふうに見るべきなのかということについては、一つの項目ではなく複数の項目を並べて見ながら判断をしなきゃいけないというところもありますので、そこは火山部会の先生方に御意見を伺いながら最終的に判断をしていく必要があるのだと考えております。

ここは、個々の火山をどう見るかということもありますので、その部分について、数字で今の段階で決めるというのはかなり難しいと思っておりますので、そこは、どういふ変化が出てきたのかということを見ながら、火山の専門家方々にも御意見を伺いつつ判断するしかないのではないかと、今、事務局では考えております。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

○篠原委員 すみません、もう一回確認ですけど、そうしますと、今出ている表現というのは、最終案に近いものであるということになるんでしょうか。もしそうだとすると、これは、認識としてこういうことをお互い認識しましょうというのは、確認が必要かと思うんですけども、ある意味で、ここに出られている方は、既にイメージとして持っているもので、ここで今行っている、前半で行った議論は、こういう認識に基づいているとは思っているので、ここでその目安をわざわざつくる意味というのはちょっとよくわからないんですけど、逆に言いますと。

○小林部会長 事務局、何かコメントありますか。

○内藤安全規制調整官 事務局、規制庁の内藤ですけども、目安をつくる意味ということに関しては、規制側として何らかの判断をする目安が必要なので、つくる必要があるので検討いただきたいということで、規制委員会のほうから、規制としてどのようなところを目安とするべきなのかということについての質問がなされています。それに基づいて、これまで、今日で6回目になりますけれども、議論してきている中で、必要だということについてはわかるけれども、具体的に、当初は停止等の目安というか、原子炉の判断の目安という形になっていたんですけども、そこはまず、火山部会は火山の専門家なので、原子炉のほうの仕組みもよくわからない部分もあって、その部分はできないというところと、火山については、ある程度知見があるので、ある程度のものはつくるけれども、そのある程度というのは、まだ巨大噴火というプロセスについてはわからないことがいっぱいあって、その部分については、まず、今の知見で整理をするというのは無理でしょうということで、それよりもっと前の段階で、いわゆる言い方としてはあまりよくないこと、Early Warningという形でもって、今までとは違うような傾向が出てきたところということについての目安というものはつくれるんじゃないのですかということで、じゃあその今までと違う傾向が出てきた目安というところについて、どういう形で定めましょうかということ先生方も間でも議論していただいて、数値的に決めるというのはやっぱり揺らぎが、どのくらいの範囲までが揺らぎだと見るのかということもあるので無理でしょう。なので、先ほどから繰り返しているように、時空間的に広がりが出たりとか、縮まったりとかという、そういうところに着目をして、それが出てきたところで今までと違うんだという、違う傾向が出ているということについてジャッジをできるのではないかとということで、今の考え方になっているということでございます。

ですので、事務局からも数値的なところで一回示させていただきましたけれども、それはあくまでも近代観測がされている、たかだか数十年の世界のところでの話であって、それを越えたからといって揺らぎを超えていて何らかの兆候が出ているという判断をするのは、そこまでの判断というのはできないだろうから、傾向を見るべきであって、その傾向というところについては一義的に決められないけれども、顕著な変化というところが認識できるのであれば、それはチェックリストという形でもって、それをクライテリアにしてもよいのではないかという形で、今、こういう形で事務局として提案をさせていただいていると、そういうものになります。

○小林部会長 いいですか。

○篠原委員 すみません、何度も。チェックリストというお話はわかるんです。そういう形をつくっていくというのはありだと思えるんですけども、チェックリストとしては、まだ非常に曖昧ではないか。というのは、例えば地震発生域の拡大または消滅と言いますが、それだけで言えば、いろんなことは起き得るだけですね。ですけども、例えばそれがカルデラ噴火というようなものを想定した場合には、こういうような震源域が考えられるから、それに対応して例えばこういった拡大があるか、こういった消滅があるか。つまり、通常の大規模な山頂噴火とは違うことが起きているかということは、こういう項目でチェックできるのではないかというような形で、ある程度スペシファイしたチェックリストであれば、それが一つあったからだめとか、いいとかという話ではないと思えるんですけども、そういうチェックリストをつくるというのはあり得ると思えるんですが、現状のものだと、拡大または消滅とかというのと、ある意味で何らかの変化があったら何でも入ってしまうみたいなことになってしまうので、これでは実際の目安として役に立つのだろうかというのが私の疑問です。

ですからつくるのであれば、先ほど言ったようにもう少し詰めて具体的なチェックリストにする、それもある程度、明確な根拠はないですけども、カルデラ噴火というような規模を考えたときには、こういうことが起き得るかもしれない、Aが起き得るかもしれない、Bが起き得るかもしれない、Cかもしれないから、それぞれに対しての可能性をこのようにチェックするというようなバックボーンを持ったチェックリストが要るのではないかと思いますけれども。

○小林部会長 事務局、お願いします。

○佐藤主任安全審査官 事務局、佐藤でございます。

御指摘の趣旨なんですけれども、そもそもそういう知見すらないと、何が起こるかわからないというふうな状況で、そういう細目にわたった目安というのは多分つくことはかなり難しいというふうなことは、この議論で先生方からもありましたし、事務局側もそう思っています。

したがって、これ、次のステップとしては、監視強化というふうなところで、というフェーズでもってデータを蓄積して、様子を見てみましょうというふうな、そういう位置づけとして、我々、この今日御説明させていただいた資料ではうたってございます。

なかなか、じゃあカルデラでこの辺に震源域ができればみたいな、そういう話、今、例示的に篠原さんはおっしゃいましたけれども、それすらまだまだ十分わかっていないというふうなところで、そう簡単にそういう目安をつくられるものではないというふうには、我々、理解してございます。

○内藤安全規制調整官 規制庁の内藤ですけれども、ちょっと補足させていただきますと、今回の目安は、カルデラの噴火をする予兆を捉えるための目安ではなくて、そこは、今の知見ではそこまでやるのは無理でしょうということについては、先生方からそれは無理ですよという話になりましたので、じゃあ何ができるのかと考えたときに、じゃあ今、カルデラの中で、現在、規模としては人間から見れば大きいんですけれども、火山としては中小規模の活動が、今、桜島ほか続いているわけなんですけれども、その活動と、カルデラ内でちょっとそことは違うものが出てきたということについては、今までとは違うから注意しなきゃいけないですよということを考えなきゃいけないから、そうすると、今、何回も出てきます震源分布の拡大とか消滅とかという、そういう部分がありますけれども、それは今の活動しているところとは違うものが出てくれば、それは、今の火山活動をやっているところと違うところの活動が始まったということについて、可能性が否定できないであろうから、そういう変化を捉えていくということで目安とするという考え方で整理をしているというものであって、これが起こったから、カルデラの活動が活発になってきたのかどうかという目安ではないと認識をしています。あくまでも、今あるカルデラ内で活動している火山とは違う活動が起こりつつあるのではないかとということまでの目安であって、カルデラの活動が活発性をどう評価するかという目安ではないという形でつくっているものと、そういう形で事務局は整理をしております。

○小林部会長 はい、お願いします。

○宮町委員 鹿児島大学の宮町です。

今の内藤さんの御説明で、そういう意味なんだということが再確認できたんですけど、例えば、お配りいただいた7ページで、この横軸に時系列をとったこの図がありますけれども、要は、この図を見る限り、今回、そちら側から御提案のあった有意な変化があったという判断のその次のステップというのは、要は、監視強化という、そのレベルなんですね。以前の最初にそちら側から御提案のあった目安というのは、この時間軸には載っていない、もっと先の時間軸のところの目安を、最初、議題に上げられていたので、我々としては、我々といったら失礼ですね。僕の場合には、そこまでの知見がないので、それはなかなか数値的に出すのは僕にはできませんよという意味で、事務局のほうからあった提案にはなかなか賛同できなかったわけです。

ただし、今回の場合は、少なくともこの図を見る限り、監視の強化、よりデータを精査していきましょうというところの判断なのかなという、この図を見る限りですよ。もちろん、それ以降に書いてある言葉で言葉じりをつかまえるといろいろ、じゃあ先ほど何回も出ている地震活動の領域が時空間的に変化があったとかというのをじゃあどのくらいだったら時空間変化なんだという、その評価を下すのかという問題は残っているけれども、とりあえず、今回は監視強化というところなんで、恐らく、今、篠原さんとかが指摘されているのは、監視強化の次のレベルの目安なのかなという気がしてならないんですよ。

なぜなら、火山の噴火はケース・バイ・ケースで、恐らく監視強化によって新たにわかって、その上でのデータに基づいてどう判断するかということなんで、単純に、さっき内藤さんがおっしゃったように、過去のわずかなデータで、じゃあこの数値目標をここにしましょうというのは基本的に無理なんですから、それを事務局のほうで取り下げて、こういうレベルにまで落としたので、ある程度理解はできると。

だから、今回の事務局のほうで提案しているのは、要するに監視強化をやりましょうというところでの判断、目安を提示したんだという理解で、その後、監視強化によってさらに活動が継続していったときに、じゃあどうしましょうかというのは、今日の話題にはなっていないという理解なんです、僕は。

だから、その辺きちんと線を引かないと、あたかもこの目安をつくることによって、極端な話、最終的な目標である原子力発電所の停止命令ですね、そこにすぐ結びつくような錯覚を覚えてしまうけれども、今回の提案は、そういうことではないのであれば、この程度のことで、一旦、了解はできるというのが僕の意見です。

○内藤安全規制調整官 事務局、規制庁の内藤ですけれども、説明がちょっと言葉足らず

だったところがあったのかもしれないというのは、今ちょっと反省はしましたけれども、宮町委員からおっしゃっていただいたように、我々の気持ちとしてあるのは、まずは、ちょっと何か今までと違うんじゃないですかというものがあつたら、そこはまずは旗を上げてみましょうと。その上で、ここに書いてありますけれども、監視を強化して行って、それがどう推移するのかというところをよく分析していかなければ、その、これが新たな火山活動に結びついていくのかどうなのかも含めてわからない部分がありますので、まずは監視を強化するというところをちゃんと、今は九州電力は定期的にということで出しているのが1年に1回という形になってはいますけれども、そこを半年なり3カ月に1回でどういうふうに変化するのを出してくださいということも含めて、監視をもうちょっと充実させるという意味での目安という形での提案であるということをお理解いただければというふうに思います。

ちょっと書き方が足りなかったところについては、反省はしておりますけれども、趣旨としては、そういうことで、その監視を強化するタイミングとしての目安としては、ここに書いてあるような項目でいいのではないのかという考え方でございます。

○小林部会長 どうですか。はい、棚田先生。

○棚田委員 防災科研、棚田です。

我々、地下のものを知るためには、結局、この監視項目しか、モニタリングする項目しか今のところない。新たな知見が得られるなら別ですけど、やはりこのデータを生かすしかない、今、私は思っています。

それで、有意な、篠原さんが言われる、どこまで有意な変化というのは、なかなかそれは難しい。過去のσでやるのは難しい。ただ、何らかの準備を、私、よく準備という言葉を使いますが、ページ7の「観測データに有意な変化があったと判断する目安」と、ここから準備を始めますというスタートラインが、この図は、多分、記されているんだろうなというふうには私は感じています。

私の意見を思うと、桜島の話をしてはいますが、大正噴火みたいなものがあって、その後にもまだ、つまりVEI:4とかがあっても、まだそれが落ちつかなければ、次に考えなきゃならないよねというのを、この監視強化ということはちょっと次の段階の監視ではないかなと思っているんですよね。あくまでスタートラインとか、そういう言葉じゃないかなと。我々は余りにも物事を知らない、どこから何を始めるかという、今の観測データに頼るならば、非常に地震活動の範囲が広がった、縮まったというアバウトな言い方ぐらいか

ら始めるしかないのかな。もちろん、ある段階が来たらば、やはりいろんな科学的な分析とか統計的な手法かもしれませんが、いろんな議論が出てくるのかとは思いますが、ちょっとやはりデータに基づくならば、こういう今の定量性が書ければ、それは書いて、チェックリストがあって、レ点をいっぱいつけて、それで何点以上ならばこうだというような、それはできるなら、それがいいに決まっていますけれど、できない状況では、こんなものかなという言葉は非常にあまりよろしくはないと思うんですけれど、まあこの観測項目に従ってやるしか、いわゆる事務局案の一つの目安というのも非常にアバウトですけど、考え方としてはよろしいのではないかと考えています。

○小林部会長 いろんな意見が出ていますけれども、さらに何か追加するような御意見はないでしょうか。

私からもちょっとコメントをしたいんですけれども、結局、何か大きな噴火があったと。そうすると、それがカルデラ噴火のステップになるとか、そういうことというのは、過去の事例を見ているとあまりないような気がするんですね。要するにだんだんアクティビティが高まるというんじゃなくて、やっぱり大きな場合は、逆に言ったら、ほとんどのところに大きな噴火が起こらなくなっている。そういう期間が、結構、数百年とか千年とか、そういうのが続いて、それから噴火が起こっているということがほとんどのカルデラ火山の事例なんですね。その間にどういうことが起こっているのかというのは、なかなかまだわからないんですけれども、もしかしたら、今一番心配されているような、例えばイエローストーンであるとかカンピ・フレグレイだとか、それから日本で言えば、小笠原の硫黄島のような、要するに、それほどマグマ的な噴火なんか全然しないんだけど、噴気だけがあちこち拡大している。それは、地下で、今すぐは噴火できないんだけど、それなりのマグマ溜まりがあって、それがこういうように動いているという、そういうのが何かのときに噴火するのかもしれない。だから、今の表面的な活動が、即、そのままカルデラ火山に移るとい、そういうものでもないような気がするんですね。

だから、やっぱり一番最初、事務局から提案されたように、やっぱり平常時で、今いろんなことが起こっていて、大正噴火クラスじゃなくても起こるかもしれない。だけどそれもある意味じゃあ平常の範囲だと思うんですね、私は。

だから、そういうところで、それが終わった後に一体何が起こるのか、また前と全く同じようなことを繰り返していくんだったら、それはもう全くの定常ということになりますし、そのあたりから急に、先ほど村上委員からも言われたように、場所が変わっていろん

な噴気が起こるとか、また別の火山活動が起こるとか地震活動が起こるとか、何かいろんなことが起こってくると、それは、それなりにちょっとチェックしなくちゃいけないと思うんですけども、やっぱり何かそういうものを見て少し変なものがあれば監視を強化して、それによってもう一回、もう一回というか、さらにそういうところで規制庁のほうがやっぱりもう少し監視をしたらいいと、監視をしなくちゃいけないということであれば、やっぱり火山部会にそういうことを相談して、そして監視を強化するとか、そういうような形で、そこでまた具体的にどういうことを考えればいいのかということを考えていくというのが一番現実的なあれじゃないかと。

だから、目安でこうだからだというよりは、場当たりのでちょっとあまりよくないかもしれないけれども、流れを見ていくと、きっとそういうことになるんじゃないかなと私自身は感じています。

それから、ついでなんで、時間もあまりないので、コメントだけなんですけれども、後ろのほうの資料に、今日はもう全然説明されていないんですけども、ピナツボ以降、いろんな資料があります。

それで、この資料を見ていて、やっぱりちょっと気になるのは、VEIという、爆発的な噴火の指標ですね。これの扱いがかなり混乱しているような気がします。例えば、17ページのところで例えばピナツボの噴火で主要な噴火が6月15日にあって、プリニー式噴火でVEI:6と書いてありますけれども、このVEIというのは、プリニー式噴火だけじゃなくて、それに伴う火砕流であるとか、要するに溶岩ではない噴出物のトータルがどのくらいあるかといって決めている数字なんです。だから、例えば、これ、プリニー式噴火だけであつたら、これ、もっとずっと低い、もしかしたら4ぐらいになっちゃうかもしれないんですね。ですから、そういう意味で、火砕流等を含めたら6ぐらいになるかもしれないという値なので、その辺ちょっと誤解があるような気がします。

それから、後ろのほうを見ていくと、溶岩の値が出てきていて、その溶岩の値をもってVEIが幾つだというような表現のところもあるんですね。だから、やっぱり溶岩というのは、あくまで固まっていますから、それが軽石みたいになって噴火すれば、その体積のやっぱり2倍以上のボリュームになるわけですね。ですから、そういう意味ではVEIというか、スケールが大きくなるので、その辺のところを結構誤解しているようなところがあるので、誤解というか、ちょっとミスかもしれませんけれども、その辺、何か統一してちゃんと書かれたほうがいいんじゃないかと。

それから、できたら、この数字、6なら6と書くとすごいように思うんですけど、6というのは物すごく幅があるわけですね。10¹⁰km³の1から9まであるわけです。だから、例えばこの場合、ピナツボの場合、6と書いてありますけれども、この6、ぎりぎり6に入っているぐらい、場合によっては5かもしれないぐらいの6なんですね。

だから、そういうのを原点に戻ってみるとわかるので、だから、例えば6と書くだけじゃなくて、例えば何km³と推定されると、どの論文から推定されると、そういうのを書いておいていただくと誤解がなくていいんじゃないかなと思います。

これ、後ろのほうのいろんなデータも結構そういう混乱がありますので、ちょっと最終的に出すときは整理していただいたらと思います。

ほかに何か、よろしいですか。いろいろ意見が出てきて、そう簡単にはまとまらないかもしれませんが。

それでは、もう時間も過ぎていきますね。じゃあそろそろ終わりにしたいと思いますけれども、何かこれに関してさらにもう一言、二言、言いたいという方がいましたら、よろしいですか。

(なし)

○小林部会長 それでは、一応いろいろ議論が出尽くして、あまり一つの方向に収れんしたということではないかもしれませんが、さまざまなことに関して検討がなされたと思います。

それで、今ここに収れんするかどうかわかりませんが、本日のコメントを踏まえて、事務局で整理していただくとともに、次回の部会では原子炉火山部会としての報告書案を提示していく予定なので、その準備をお願いします。その過程で、我々、委員の方々と相談すべきようなことがあったら、いろいろもっと密に相談して、あまり大きな問題がないような方向に持って行っていただきたいと思います。

それでは、今までの議論とは別に、全体を通じて御意見とかお気づきの点がありましたら、発言をお願いいたします。

○村上委員 北大の村上です。

ちょっと今までの議論とは別件なんですけど、第1回目の会合で確認させていただいたんですが、火山に関係することであれば話題にしてもよいということをおっしゃっていただいておりますので、ちょっと時間をとって恐縮ですが、教えていただきたいことがございます。

教えていただきたいのは、福島第一発電所で稼働しているALPSなのですが、これに対する火山の影響について、どのように安全性が確保されているのかということ、私も実はいろいろ調べてみたんですが、まだ公表されているものがない、私は見つけられなかったもので、事故の後、とにかくやらなければいけないということでやっておられるのだろうと思うんですけども、もう時間もたっておりますし、ちょっとその背景を申し上げますと、報道で公表されている映像とか写真を見ますと、非常に複雑なパイプラインのフィルタだと思んですけども、それが、割合、きゃしゃな建屋で覆われているように、私、素人ですけど、私の目には見えます。

一方、今、我々が話題にしているような発電所のガイドラインは、非常に立派なコンクリートの建屋にどれぐらい火山灰が積もって、例えば何十cmだったら耐えられるというような、かなり詰めた議論をしているんですけども、それに類するような同等の議論がALPSに関してなされているのかどうか。それから、写真で見る限り、外の火山灰が割合侵入しやすいような出入り口といいますか、そういう構造に見えるんですけども、万一、火山灰が入ってきたような場合に、フィルタの稼働がきちんと維持されるのかどうかというようなことが、火山屋からするとちょっと気になります。

ちなみに、福島第一の近傍には一つだけ例を挙げるとすれば安達太良山というような活発な火山もございますし、万一、火山灰が飛んできたときにどうなのかなという印象を持ちましたので、今回じゃなくても結構ですので、もしおわかりになった時点で教えていただければと思います。

○小林部会長 どうもありがとうございます。

もし答えられたらお願いします。

○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、ちょっと今日の段階では担当しているセクションも違いますもので、改めてまたちょっと内部で調べまして次回以降にでも御報告したいと思えます。

ただ、基本的には、福島第一原子力発電所については、いわゆる稼働プラントではないので基準地震動みたいなものは当然つくっていないんですけど、それに見合うような地震動とか津波とか、そういった自然現象を考慮してやっていますので、すぐに何か影響があるというふうになるとは考えておりませんが、いずれにしましてもちょっと調べまして御報告させていただきます。

○小林部会長 ほかに。はい、じゃあ宮町さん。

○宮町委員 これ、議論するとかという話じゃないんですけれども、先ほども、僕、述べたときに、内藤さんが、今、年1回の報告を年2回、年3回に上げるんだというようなことをおっしゃいましたけれども、僕は、規制庁さんのほうで御検討を願いたいことは、この観測の強化、あるいは監視強化の時点になったら、規制庁が自らそれをやってほしいんですよ。業者任せではなくて、自らの判断で、我々というか、そのときの火山の専門家の有識者の意見を聞きながら、きちんとしたものを規制庁自らが行って観測をすると、そういうことも一度御検討いただけないかなと。

要するに、それだけ責任があるわけですね。監視強化、一つレベルアップさせるわけですから、そのときに規制庁のほうで主導的にそういう体制をとれるようなことがもしも可能であれば、ぜひそういうことを今後検討していただきたいなと。これは、今、回答を下さいとかではなくて、ただ、要するに、平常時と監視強化のステップアップしたということは、それは単に業者にやらせるのではなくて、自らやっていただきたいという希望があるということです。要するに、レベルアップするという判断をした責任をきちんととりましょうということです。

○小林部会長 ありがとうございます。

ほかに。はい。

○棚田委員 この部会の所掌ではないのかもしれませんが、最近の災害を見ると、例えば台風で千葉県が1週間停電する、それから、胆振東部で北海道全体がブラックアウトすると。火山ガイドでは、いわゆる原子炉が直撃を食らうときのガイドはちゃんとなっているのかもしれませんが、いわゆる送電線がやられたらバッテリーを持って行って冷やすというようなやり方だと思うんですけど、ちょっと、今、最近の災害を見ると、それで原子炉が送電線を全部やられたときにもつのかというのを非常に懸念いたします。火山ガイドは、どこかでやはり強化するとか、いろんな点をちょっと考えて、この場ではないでしょうけど、ほかの部署か何かで、ぜひちょっと考えていただければなと思います。

以上です。

○小林部会長 どうもありがとうございました。

それでは、ほかの御意見は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。

本時間は長時間にわたり御審議をいただきましてありがとうございました。次回の日程につきましては調整させていただいて、改めて御連絡させていただきます。

あと、小林部会長からございましたように、資料3につきましては、本日のコメントを踏まえた上で、次回部会では、いわゆる報告書の取りまとめについて審議していただきたいと思っております。今日の説明は、パワーポイント資料でございますので、そういった観点では少し記載が適切でなかったりとかというところもございますので、これを一旦、読み物の形にしたようなものを用意させていただいて御審議していただきたいと思っております。

今日の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、すみませんが、そのまま机の上に置いていただきたいと思っております。

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6回会合を閉会いたします。

どうもありがとうございました。