

火山の発生メカニズム等に関する意見聴取会合

第1回

令和4年3月3日(木)

原子力規制庁

火山の発生メカニズム等に関する意見聴取会合

第1回 議事録

1. 日時

令和4年3月3日（木） 10:00～12:00

2. 場所

原子力規制委員会 13階会議室B、C、D

3. 出席者

原子力規制委員会

石渡 明（座長） 原子力規制委員

田中 知 原子力規制委員長代理

外部専門家（五十音順）

奥野 充 学校法人福岡大学理学部地球圏科学科 教授

中村 美千彦 国立大学法人東北大学大学院理学研究科 教授

山元 孝広 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 副研究部門長

原子力規制庁

市村 知也 原子力規制部長

志間 正和 原子力規制部 安全規制管理官（研究炉等審査担当）

大村 哲臣 原子力規制部 国際原子力安全規制制度研究官

前田 敏克 原子力規制部 研究炉等審査部門 安全規制調整官

青木 広臣 原子力規制部 研究炉等審査部門 主任技術研究調査官

鏡 健太 原子力規制部 研究炉等審査部門 技術研究調査官

木嶋 達也 原子力規制部 研究炉等審査部門 技術研究調査官

安池 由幸 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 長官官房技術基盤グループ 地震・津波研究部門 主任技術研究調査官

4. 議題

我が国における火山の発生メカニズム等について

5. 配付資料

参加者名簿

資料 1 - 1 地層処分に関する日本の動向及び各国の状況

資料 1 - 2 我が国における火山の発生メカニズム等について（事務局が収集した情報とその理解）

参考 1 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成 27 年 5 月 22 日閣議決定）

参考 2 地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第 1 回目）－検討方針案－（令和 3 年度第 60 回原子力規制委員会 資料 5）

参考 3 地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第 2 回目）－火山の専門家への意見聴取－（令和 3 年度第 63 回原子力規制委員会 資料 4）

6. 議事録

○石渡委員 それでは、定刻になりましたので、第1回火山の発生メカニズム等に関する意見聴取会合を始めさせていただきます。司会進行をさせていただきます、原子力規制委員会の石渡でございます。どうぞよろしく願いいたします。

本意見聴取会合は、原子力規制委員会及び原子力規制庁の担当者の他に、外部専門家の先生方にご参加をいただいております。本日は、第1回目の会合ですので、意見聴取会の参加者を紹介させていただきます。

外部専門家として、福岡大学理学部地球圏科学科、奥野充先生。

東北大学大学院理学研究科、中村美千彦先生。

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、山元孝広先生。

この3人の方々にご参加をいただいております。

原子力規制委員会からは、田中知委員、及び原子力規制庁の担当職員が出席をしております。

以上が意見聴取会合のメンバーとなります。皆様、どうぞよろしく願いいたします。

続いて、事務局から議事運営について説明をお願いします。

○前田安全規制調整官 原子力規制庁の、前田です。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、外部専門家は、テレビ会議システムにより参加いただいております。

本日の配布資料は、議事次第の配布資料一覧にてご確認ください。

資料参加者名簿、資料1-1、それから資料1-2、それから参考資料の1、2、3となっております。それから、本日の会合の注意点を申し上げます。資料の説明の際には、資料番号とページ数も必ず発言いただき、該当箇所が分かるようにお願いします。発言する際には、お名前をおっしゃってから発言するようお願いいたします。音声不明瞭な場合は、その都度お伝えください。会合中に、機材のトラブルが発生した場合は、一旦議事を中断し、機材の調整を実施いたします。以上、円滑な議事進行のため、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

○石渡委員 はい、それでは、どうぞよろしくお願いいたします。

早速、本日の議題に入りたいと思います。まず初めに、資料1-1により、本意見聴取会合の検討対象の背景にある地層処分に関する日本や諸外国の状況の説明について、鏡技術研究調査官より、説明をお願いいたします。

○鏡技術研究調査官 研究炉等審査部門の鏡です。

資料1-1、地層処分に関する日本の動向、及び各国の状況について説明させていただきます。資料1-1の構成としまして、1.地層処分における日本の動向、2.各国の状況、3.原子力規制委員会の検討という形の構成とさせていただきます。まず、1.地層処分における日本の動向についてですが、3ページに地層処分の基本的概念を示してございます。地層処分とは、使用済燃料の再処理過程で発生する高レベル放射性廃棄物であるガラス固化体や、一部の低レベル放射性廃棄物を、将来の人間の管理に委ねず済むように、地下深くの安定した岩盤に閉じ込め、人間の生活環境から隔離して処分する方法のことを指し、概念図にもございますように、ピット処分や中深度処分と比べて、対象廃棄物の放射能濃度が高い廃棄物を埋設することとなります。

この地層処分に関する法律として、4ページに示してございます。1ポツに、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律、こちら最終処分法とも呼んでいますが、この法律は2000年に、高レベル放射性廃棄物を地層処分するための制度として成立し、3段階の処分地選定プロセスが設定されています。その3段階の処分地選定プロセスを図で示しております。

が、最初に2年程度かけて過去の文献などを調査しまして、活断層や火山の位置などを把握することで、将来にわたって、自然事象により著しい変動の生ずる恐れが少ないと考えられる概要調査地区を選定する文献調査が行われます。次に、文献調査から選定された概要調査地区において、4年程度にわたり、ボーリング調査などにより地質を調べる概要調査が行われ、さらに、10年以上かけて詳細な精密調査が行われ、埋設地が選定される形になります。

現在、令和2年11月に北海道の寿都町と神恵内村にて、文献調査が開始されてございます。

この埋設地の選定に関しまして、5ページに示しておりますが、経済産業省から、科学的特性マップというものが、2017年7月に公表されてございます。この科学的特性マップとは、地層処分を行う場所を選ぶ際に、どのような科学的特性を考慮する必要があるのか、それらは日本全国にどのように分布しているのかといったことを、大まかに俯瞰するようにマップの形で示したものとなっております。

左の図が、科学的特性マップとなっておりますが、この色分けについては、好ましくない特性があると推定される場所をオレンジ、好ましい特性が確認できる可能性が高い場所にグリーンに塗られてございます。この好ましくないといった範囲の要件や基準といったものは、専門家の意見を踏まえて決められており、断層活動や隆起・侵食などが、基準として設定されてございますが、今回、火山に対する意見聴取会ということで、火山・火成活動に関して、次の6ページから詳細に説明させていただきたいと思っております。

1.4の6ページに、科学的特性マップの火山・火成活動についてといった形で記載してございます。火山・火成活動の好ましくない範囲の要件と基準といったものを示しておりますが、要件は、マグマの処分場への貫入と地表への噴出により、物理的隔離機能が喪失されないこととなっており、その基準として、第四紀火山の中心から15km以内、第四紀の火山活動範囲が15kmを超えるカルデラの範囲といった基準となっております。この基準の設定理由といった形で、下に抜粋といった形で書いてございますが、第四紀火山の中心及び側火山など個別火山帯の分布といったものに基づくと、97.7%の火山で、火山中心から、半径15kmの範囲内に個別火山帯が収まっていること。また、カルデラ火山といったものについてだと、カルデラ内は、過去の噴火活動により、地下数kmまでの範囲で、様々な擾乱を受けている可能性が高いという理由から、上記のような基準となっております。

7ページには、今説明した要件、基準以外に、科学特性マップの説明資料といった資料

において記載されている、その他、留意点といったものについて、抜粋して記載してございます。

基準として、先ほど説明したように、火山の中心から15kmというふうに書いてございませぬけれども、その他、留意点として、半径15kmより外側といった部分についても、やはり地下の状況を注意深く調査することが必要であるといったことや、将来、新たな火山・火成活動が生じる可能性の高い地域は回避すべきである。あとは、マントル物質の滞留等を加えて、新たな評価モデルを構築することが望ましい。あと、単性火山群は、最も標高の高い地点を、火山群の火山中心とみなすことができないといったことが記載されてございまして、処分場の選定には、科学特性マップの記載の要件、基準以外だけではなく、これらの留意点といったものについて、確認すべき事項があるといったことが記載されてございます。

続いて、2ポツの地層処分における各国の状況について説明させていただきます。9ページに、世界的な動向として、示させていただいてございませぬが、地層処分といったものは、世界的にも高レベル放射性廃棄物の処分方法として、最適であるだろうといった認識は、国際的に共有されてございませぬ。そのため、実際に地層処分を検討している国も多く、施設の建設といったもので着手している国もございませぬ。特に、建設、申請が進んでいる国の中で、フィンランドなどは施設が建設中であり、スウェーデンなども、先日、申請が許可されました。また、フランスやアメリカなども申請中となっております。申請までは進んでいませぬが、検討中といった国も、ここで示しているようになりに多くございませぬが、これらの国の中で、地層処分の対象廃棄物として、使用済燃料だけといった国や、もしくは、あと使用済燃料とガラス固化体といった両方を検討しているような国もございませぬ。これらの国が、どういった規制要件があるかといったことを、10ページに、2.2として記載させていただいてございませぬ。2.2に設置場所の火山及び深度に関する規制要件といった形で記載してございませぬが、火山に関する規制要件を見ますと、諸外国では、アメリカが、火山に関する要件を記載しており、他の国は、天然資源であったり、侵食、安定な地層といった形の要件があり、火山の要件がある国はアメリカ、具体的な要件がある国はアメリカだけということが、分かりました。このアメリカで、どのように火山の要件を定めているかといったところを、もう少し説明させていただきますと、下に書いてございませぬが、人工システムといった、人間が作ったものに依存する期間といったよりも、火成活動を考慮する期間といったものは、はるかに大きく、火成活動の長期評価には、大きな不

確実性が存在するといったことから、第四紀以降の火成活動の痕跡は避けるというふうにされてございます。

最後に、3. に、原子力規制委員会における検討といったものがどういったものかといったことで、11ページで示させていただいております。地層処分に関する原子力規制委員会の検討は、平成27年5月に閣議決定されました特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針で、「原子力規制委員会は、概要調査地区等の選定が合理的に進められるよう、その進捗に応じ、将来の安全規制の具体的な審査等に予断を与えないとの大前提の下、概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項を順次示すことが適当である。」というふうにされてございます。

これを受けて原子力規制委員会は、今後の概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項の検討を行い、提示するということを考え、本年度、令和3年度、第60回の原子力規制委員会で、検討を進めることが委員会の中で了承されました。その際の資料、本日の参考2として、今回配布させていただいております。この検討における対象事象として、下に記載させていただいておりますが、対象とした事象が、廃棄物埋設地の設計による対応が困難であり、埋設地の設置を避けることにより対応する必要がある事象といったもので、検討対象を選ばせていただいております。自然事象については、断層運動、地滑り、火山現象、侵食。人為事象については、鉱物資源等の掘採といった形で検討対象を選んでございます。

次のページ、12ページは参考として、各廃棄物の放射能濃度が、処分方法により対象廃棄物の放射能濃度がどれくらい違うかといったことを、一応参考情報として示させていただいております。

資料1-1の説明は以上になります。

○石渡委員 はい、ありがとうございました。

資料1-1の説明が終わりましたが、この資料に関して、先生方から何かご質問がありましたら、どうぞ。特にございませんですか。特にございませんようでしたら、次の資料の説明に行きたいと思いますが、他の方からもご質問はございませんか。

それでは、続きまして、資料1-2、我が国における火山の発生メカニズム等について、事務局が収集した情報とその理解、この資料について、木嶋技術研究調査官より説明をお願いします。

○木嶋技術研究調査官 研究炉等審査部門の木嶋です。音声、聞こえておりますでしょう

か。はい、ありがとうございます。それでは、資料を説明させていただきます。

まず、2ページ目、本会合の進め方でございます。先ほど、資料1-1でも説明があったとおり、原子力規制委員会は、今後の概要調査地区等の選定時に、安全確保上少なくとも考慮されるべき事項、考慮事項の検討を行い、提示することとしており、これに先立ち、本会合では、我が国における火山の発生メカニズムの特徴、その地域性、新たな火山の発生に関して文献から得た知見に基づく事務局の整理に対し、専門的なご意見を頂くことを目的としております。

ご意見を頂きたいテーマ、大きく分けて2つございまして、1つは、我が国における火山の発生メカニズム及びその地域性について。もう一つは、将来的な火山の発生に関する既往知見及び研究の動向についてです。前者については、事務局の整理に対し、4つのポツで示している事項である現在の科学的知見に照らして妥当な内容であるか、明確に否定する学説や、科学的知見があるか、例外的な事象として報告されているものはないか、整理結果に付け加えておくべき留意点等はないかという視点で、ご意見を頂ければ幸いです。

後者については、どのような研究が行われているのか、留意すべき点としてどのようなことが考えられるのかといった、ご存知の情報について伺いたいと存じます。

続いて3ページ目、ここからが事務局が整理、収集した情報になります。我が国における基本的な火山の発生メカニズムとしましては、1ポツから5ポツまでの項目に分けて説明されるものと理解しております。読み上げますと、まずプレートの沈み込みに伴う温度、圧力の上昇により、含水鉱物は脱水分解し、高温の楔型マントル（マントルウェッジ）に水を放出する。この放出された水はカンラン岩の融点を下げ、マントルウェッジの中心付近でメルトが生成される。生成されたメルトは、マントル上昇流によりモホ面直下まで運ばれる。さらに、モホ面直下に蓄積したメルトは結晶分化を起こしながら地殻内に貫入し、マグマ溜まりを形成する。そして最終的に、マグマ溜まりから供給されたマグマが地表に到達し、火山噴火を引き起こす。こういった我が国の火山の発生メカニズムが基本的なものになると考えてございます。

続いて、4ページ目、発生した火山の位置関係についてでございます。沈み込み帯に形成された火山は、海溝から一定の距離離れた場所に火山が最も集中し、さらに陸側に向かって火山は徐々に少なくなっていく。この火山の分布の海溝側の端を結んだラインが、火山フロントと呼ばれるものでございまして、左図の赤線で示したラインとなります。こ

の火山フロントより海溝側を前弧域、反対側を背弧域と呼ぶものと理解しております。続いて、5ページ目、ここからは、火山の地域性についての説明をいたします。まずは、東北地方についてでございます。最近、500万年間の火山活動は、ホットフィンガーと呼ばれる左図のオレンジの破線で示された分布とよく一致することが報告されております。一方で、それ以前、左図で言えば、約1100年前から500万年前までに活動した火山というのは、ホットフィンガーから外れた地域でも活動が見られること、また、見方によっては、フィンガーが入れ替わっているようにも見えることが報告されております。このようなフィンガーの入れ替わりのような、火山位置の変遷をシミュレーションした結果ということも報告されておりますが、その範囲はある程度大きな範囲であり、廃棄物処分場のような大きさを対象とした、特定の位置での火山噴火を再現できているものではないと考えております。

続いて、6ページ目、東北地方における火山フロントの位置の変遷についてでございます。数千万年前のような時期においては、日本列島の移動や、スラブの傾斜角度の変化によって、火山フロントが移動しております。その移動量も大きくなっております。火山フロントの移動が落ち着いてくるのは、日本列島が形成されたとされている時期である、約1400万年前以降であり、この時期からは、対極的に火山フロントは西側、つまり、背弧域へ移動しており、特に800万年前からは、その特徴が顕著になっていると読み取っております。

一方、100万年前から60万年前頃を境に、火山フロントが10から20km程度、海溝側へ移動したとされている報告もございますが、これは地殻応力の変化及び活断層の断層等活動の活発化により、噴出中心が変化したものと報告されております。

続いて、7ページ目、北海道の火山についてでございます。

図は、北海道中央部から東部における900万年前から現在にかけての火山位置の変化を示したものであり、図の黒く塗られた場所が火山位置になります。年代によって、火山位置が変化していることが分かり、この理由として、プレートの沈み込みの向きが変化したことが原因として考えられております。900万年前から170万年前については、太平洋プレートの千島弧に対する斜め沈み込みによる島弧活動であり、170万年前から現在については、太平洋プレートの島弧に対する直交に近い沈み込みによる火山活動と報告されております。この結果から、数百万年前以上の長期にわたり火山活動が連続して起こった地域はなく、火山活動の移動が頻繁に認められるものと報告されております。ですが、これにつ

いてはあくまで背弧域の話であり、前弧域については、火山活動が認められていないものと判断されます。

続きまして、8ページ目。伊豆・小笠原弧の火山フロントの位置についてです。伊豆・小笠原弧の火山フロントは、400万年前頃までは、現在の火山フロントの東方40kmに位置し、それ以降西方へ移動して、現在の火山フロントの位置に至るものと報告されております。また、同時期のフィリピン海プレートの進行方向については、400万年前以前が北北西方向、200万年前以降が北西方向、この間の期間である400万年前から200万年前までは移行期間とされております。これらのことから、伊豆・小笠原弧の火山フロントの西方への移動は、フィリピン海プレートの運動方向の転換を反映したものと考えられます。下がこれを図解したものでございまして、フィリピン海プレートの進行方向が変化したことに伴い、左下の左側の図のように、沈み込むスラブの角度が変化した可能性と、右側の図のように、海溝の位置が変化した可能性があり、これらのどちらか、またはその両方の影響によって、火山フロントの位置が変化したものと考えられます。

続いて、9ページ目、中国・九州地方についてです。この地域は、前日の東北地方等と異なりまして、フィリピン海プレートが沈み込む地域となっております。左図のとおり、火山の分布は、九州地方では密であり、中国地方では粗になっております。この理由として、九州地方に沈み込んでいるプレートは、5000万年前より古く冷えたプレートであることに対して、中国地方に沈み込んでいるプレートは15-25Maとより若く、温かいプレートであることとされてございます。

これについて、もう少し説明をするのが10ページ目となります。九州地方と中国地方の火山の分布について、プレートの沈み込みの視点から見た結果が左図となっております。左図の上の図のとおり、九州地方では、深度100km程度で水の放出が起こっており、それを起因としてマグマが生成していると考えられています。これに対して、下の図に示した中国地方では、比較的浅い深度である、40~50km程度で水の放出が起こっており、これが、深部流体の存在に起因しているものと考えられると報告されております。また、マグマが生成するための深度に至る前にプレートの水分が失われることで、マグマの生成量が少なくなり、火山の数も少なくなっているものと考えられます。一方で、中国地方の日本海側では単成火山が存在し、このときのマグマの生成は、マンツルの部分溶融によるものであり、水の放出に伴うマンツルの融点低下とは異なるメカニズムであるものと考えられております。

続いて11ページ目、沈み込んでいるプレートの温度について、先ほどはフィリピン海プレートの中で沈み込んでいる場所の違いでしたが、ここでは太平洋プレートとの違いを示しております。比較する位置については、右上図のとおり、太平洋プレートについては東北地方、フィリピン海プレートについては、西南日本のうち、四国・中国地方の方向へ沈み込む場所を比較しております。左図の上側が太平洋プレート、下側がフィリピン海プレートについて表しているもので、両者を比較しますと、スラブ/マントル境界、図で言うと、少し太線になっている線が境界になりますが、この境界の深度50kmにおける温度は太平洋プレート、つまり東北地方では200℃、フィリピン海プレート、つまり西南日本では500℃となっており、フィリピン海プレートのほうが高い温度となっていることが分かります。これは、先ほども少し触れましたが、プレートの年代が関係しており、若いフィリピン海プレートは熱く、古い太平洋プレートは冷たいということで整理できるかと考えております。

続きまして12ページ目、ここでは、火山そのものではなく、プレート運動の継続性について整理した結果を報告いたします。太平洋プレートの運動は、およそ43Maの天皇海山列の屈曲以降は一定していると言われており、非常に長い期間安定した運動をしているものと考えられます。一方、フィリピン海プレートの過去の運動は、プレート上にホットスポットが存在しないため、解明されていないものと考えており、この考えは受け入れてもよいものかなと考えております。続いて、300万年前程度から開始されたとする東北日本の東西収縮については、フィリピン海プレートの運動方向が変化したことが原因とする報告があり、こちらについても、このような考えを受け入れてもよいものかと考えております。また、別の報告では、日本列島のネオテクトニクスの枠組みにおいて多くの地域で地殻変動の方向や速度が一定になったのは、数十万年前以降との報告もありますが、これは地域的なものであり、大局的なプレート運動はより長期的に安定と考えられます。

これらを踏まえますと、日本列島のプレート運動は、3Ma程度から現在までほぼ一定と考えられると、事務局としては整理しております。

続いて、13ページ目、これまでの情報を踏まえ、事務局の整理を、ここから3ページにわたって記載しております。一つ目が、火山の発生メカニズムとその地域性についてです。まず一つ目、整理した内容としましては、火山の発生には、以下の2つが関係するとして、①マグマの発生プロセスと、②発生したマグマの地表への供給プロセス（マグマの生成量やマグマが上昇する過程）があるものと考えております。次に、我が国の第四紀（約258

万年前以降) 火山の「①マグマの発生プロセス」の主たるものは、プレートの沈み込みによるものである。3つ目、東北日本、ここでは、事務局の考えとしまして、関東以北から北海道までを含む範囲のことを東北日本と指しております。この東北日本を含む太平洋プレートの沈み込み域においては、水の供給によるマンツルの融点低下が要因として挙げられる。この理由としまして、太平洋プレートは古いプレートであり、プレート自体が冷えて厚く重いため、沈み込みが比較的急角度であるためである。このページ最後でございますが、「②発生したマグマの地表への供給プロセス」というものは、地殻応力の状態や断層等の岩盤特性といった比較的狭域における状況に依存するものと考えられる。

続きまして、14ページ目、新たな火山発生の傾向を考慮する上での前提に対する事務局の整理でございます。一つ目が、「①マグマの発生プロセス」がプレートの沈み込みによるものであるならば、プレートシステムの転換に伴って、新たな火山発生の傾向も大きく変化することが考えられる。2つ目、プレートシステムの転換には100万年～1000年以上の期間を要すると考えられることから、仮に現時点で転換が開始されたとしても、今後数万年～10万年程度のうちに火山発生の傾向が大きく変化することは想定し難い。3つ目、日本列島が形成されたとされている時期(約1400万年前)以降において、「東北日本の火山フロント」は大局的に背弧側へと移動している。1.0-0.6Maで当該火山フロントが前弧側(海溝側)に10～20km程度移動していますが、これは地殻応力の変化及び断層活動の活発化によるものである。これ以降については、火山フロントの移動は小さく、前弧側に火山が移動する傾向は見られない。最後も事務局の整理、15ページ目でございます。一つ目が、「①マグマの発生プロセス」を踏まえ、当該プロセスにおいてマグマが発生しないと考えられる地域については、新たな火山発生の蓋然性は極めて低いものと考えられる。2つ目、現在のプレート運動の方向や沈み込み角度が変わらないという前提であれば、現在の火山フロントの前弧域で火山が発生する蓋然性は極めて低いと考えられる。該当地域の例としては、東北日本の前弧域が挙げられる。3つ目、『「科学的特性マップ」の説明資料』で指摘されている以下の評価モデルに関する情報があれば伺いたい。「現在、上部マントル内にマグマが発生・上昇する温度・圧力条件が存在しない地域においても、将来、その条件が発生する可能性があるか否かについて、マントル物質の対流モデル等を加えて新たな評価モデルを構築することが望ましい。」

以上が、事務局が収集した情報及びその理解としてまとめた整理結果となります。この15ページで一点ちょっと修正なんですけれども、3ポツ目の一番最後の文末、引用文献と

して*23となっているんですけれども、こちら、*25の誤りとなってございます。申し訳ございません。残りについては、参考資料となりますので、適宜ご参考いただければとございます。

資料1-2の説明については、以上でございます。

○石渡委員 はい、ありがとうございます。今の資料なんですけれども、最後の15ページの一番最後のこの*23というのが、これは引用の間違えで、これは*25、つまり、科学的特性マップそのものですね。これは科学的特性マップの説明資料の文書をそのままコピーしたものですので、25が正しいということです。

それと、ちょっと説明の中で気になったのが、10ページのこれは西南日本のマグマの発生について述べた部分ですが、この真ん中のポツですね。2番目のポツの後半なんですけれども、これらは深部流体の存在に起因しているものと考えられるというんですが、これは、原因と結果が逆なんじゃないですかね。深部流体の存在の原因となっているものと考えられるっていうことではないかな。深度50kmぐらいで、緑泥石なり蛇紋石なりが脱水して水の放出が起こっているということが書いてあるわけですよ。これがすなわち深部流体の起源になっているということを言いたいんじゃないの、これは。違いますか。あらかじめそこに何か深部流体があって、それが原因でこの水の放出が起こるということ、そうは思えないんだけど。

○木嶋技術研究調査官 研究炉等審査部門の木嶋でございます。ただいま、石渡委員ご指摘のとおり、水の放出が深部流体の存在に、深部流体の存在の原因として、この深度での水の放出が起こっているということで、ご指摘のとおりになります。

○石渡委員 ちょっとここは、言い方がちょっとまずかったといえますか、深部流体の存在の原因になっているものと考えられるという形に直していただきたいと思います。どうもすみませんでした。

それでは、ただいまの事務局の説明につきましてご意見等を頂ければと思うんですけれども、特に最後に3ページにわたって、事務局が整理をした資料がございます。この資料1-2の13ページから15ページまでですね。これについて、ご意見をお伺いするやり方で進めていきたいと思っておりますので、3ページ分一遍にやりますと、ちょっと混乱する可能性がありますので、ページごとに一応テーマが異なっておりますので、この1ページごとに順番にやっていきたいと思っておりますが、その方針でよろしいでしょうか。では、そのように進めさせていただきます。

それでは、まず13ページの火山の発生メカニズムとその地域性という、この課題について、ここに5点まとめてあるわけですが、これらの事項について、まずご意見を伺いたいと思いますが、いかがでしょうか。

○中村教授（東北大学） 意見というか、この文書に関してちょっと確認なんですけれども、この3つ目の黒ポツですね。このご説明恐らく、スラブメルティング、スラブそのものが溶けるというその状況を想定して、そうではないよということが書かれていると思いますので、恐らく専門外の方が読まれると何言ってるか分かんないかなという気もするので、もう少し何か書き方工夫されるといいかなと思いました。若いスラブですとそれ自身が溶けて、アラカルト的なマグマを作ったりとかいうことも、地球全体の沈み込み帯ではありますけれど、日本の場合にはプレートが、太平洋プレートの場合には冷えていますので、そういうことだと思うので、ちょっとこれだけだと分かりにくいかなと思いました。以上です。

○石渡委員 事務局のほうから、何か回答ありますか。

○木嶋技術研究調査官 研究炉等審査部門の木嶋でございます。ご指摘のとおり補足したいと、意図は中村先生ご認識のとおりでございますので、補足して記載したいと思います。

○石渡委員 3番目のポツと4番目のポツも、そういう、要するに、温かいプレートが沈み込むようなところでは、プレートそのものが溶けてマグマが発生する可能性があるというようなこと、このフィリピン海プレートの沈み込みについて、特に顕著なわけですので、そちらのほうにもちゃんと書いたほうがいいと思いますね。

どうもありがとうございました。他にございますでしょうか。このページについて。

○山元教授（産総研） 産総研の山元ですけど、よろしいですか。

○石渡委員 はい、どうぞ。

○山元教授（産総研） この3ポツ、確かに中村先生が言ったのは、私もちょっとこれは、非常に限定的なことしか書いてないので、やっぱり相当誤解を与えるから、ちょっと再考したほうがいいと思います。マントル発生の要因が、水の供給によるマントルの融点低下とだけしか書いてないけども、これはやっぱりちょっと誤解を与えるとは思いますが。つまり、これだと何か水の供給があればどこでもマグマが発生するように思っちゃうわけですよ。でも私が思うんだけど、やっぱり一番大事なのは、やっぱりマントルそのものが高温であることが、温度は非常に大事だと思っているんですよ。なぜかという、例えば東北日本においても、水の供給っていうのがあっても、全体が溶けているわけではなくて、

非常に局在化しているわけですね。例えば、そのホットフィンガーがあるないとかって、火山の分布が局在化しているというのは、まさにそのウェッジマントル内の温度構造を反映しているんであって、そういう意味でいうと、やっぱり一番大事なのは、ウェッジマントル内の温度がどうっていうことがやっぱり一番大事なので、温度はあつての融点低下なので、やっぱりウェッジ内の温度っていうのは重要だと思います。だから、これは水の供給だけを指摘しているのは、ちょっと問題ありだと思います。

あと、最後のポツ、マグマの地表への供給プロセスとはいうに、地殻応力の状況や断層等の状況に依存するところがあるところが、ちょっと私は理解できない。つまり、これだと、下でマグマが発生しようがしようまいが、表面の応力で火山が出る、できないというのは、ちょっとやっぱり違うんじゃないのかなとは思いますが。つまりどうしてかという、マグマが発生するかどうかというの、基本的にマントルの中の問題ですよ。上がってきた火山が、非常に浅いところまで上がってきて応力が効くような状況。多分、東北日本でもどこでもそうだと思うんですけども、上部地殻の中でしかこの断層はないわけですよ。せいぜいその断層とか何とか言ったら、深度でいうと、20kmよりも浅いところに、ガス炭素とかそういうものがあるわけなんですよ。でも、マグマ溜まりってもうちょっと深いところ、10kmから20kmぐらい、だから、そこからどう上がってくるかっていう、例えば火山の形態とか噴火形態、火山帯の構造とかには効いてくるかもしれないけども、基本的には、マグマが地表の近くまで上がってくるという現象には、こういうふうな断層等の岩盤特性というのは、さほど効かないんだと思いますよ。つまり、逆に言うと、マグマそのものが、非常に大きなマグマ溜まりを作ってしまうと、それ自体が、地殻応力や断層自体も変化させるのであって、こういうふうな上部地殻で起きているようなこういうふうな応力状態や断層がマグマの、つまり火山の分布とかそういうふうなものに規制を与えると私は思わないので、ちょっと最後のポツについては、全部取っ払うか何か、表現を変えたほうがいいと思います。以上2点です。

○石渡委員 これについて、事務局のほうからは、いかがですか。

○木嶋技術研究調査官 研究炉等審査部門、木嶋でございます。

コメントありがとうございます。まず3ポツ目のマントルウェッジ内の温度が重要という点については、ご指摘のとおりだと思いますので、こちらについては、説明ぶりを、先ほどの中村先生のご指摘と合わせて、説明ぶりを修正したいと思います。5ポツ目について、こちらについては、我々の理解が浅かった、書き方もまずかったので、これは、上が

ってきたマグマの噴火位置を決めているだけというご指摘かと思しますので、マグマが地表付近まで上がってくるプロセスというのは、地殻応力と関係するものではないという意見として受け止めましたので、記載ぶりについて検討いたします。

○石渡委員 ただ、例えば大きな火山で側火山がたくさんあるような、富士山のような火山とか、それから、かなり古い火山で、もう解析されて、そのマグマを供給した岩脈が地面にたくさん出ているようなものが、第三紀の火山なんかでは、結構ございますよね。そういう場合に、例えば岩脈の方向とか、側火山が並ぶ向きとか場所とか、そういったものについては、その地域の応力場といいますか、それが反映している。つまり、供給プロセスの一番上の部分については、そういう地殻応力の状態や、断層等の岩盤特性というものが影響しているということが正しいのではないかと私は思うんですけども、山元先生、いかがでしょうか。

○山元教授（産総研） 今のは、おっしゃるとおりなんです。ただ、ここの部分の、この13ページで見ると、②というのは何なのかというと、1ポツですよね。火山の発生には、以下の2つが関係すると。その②の部分ですよね。マグマの生産量や、マグマの上昇する過程が②だとすれば、それが地殻の応力や断層との岩盤特性に依存するというのは、おかしいでしょうということが言いたいんです。

○石渡委員 なるほど。要するに、これが、火山の発生についてはという、このくくりで述べられていることが問題だと。そういう理解でよろしいですか。

○山元教授（産総研） そのとおりです。例えば、その地殻応力の状況や断層等っていうのが、何で効いてくるかっていうと、多分その科学特性マップでいっているところの噴出中心から、その岩脈が何km遠方まで行きますかっていうのは、効いてくるでしょう。圧縮応力場については、あまり遠方までいかないけども、張力場においては、そんな15kmで済むような話じゃないよねとか、こっちに伸びやすいとか、そういうことですよ。そういうことは、当然、石渡委員がおっしゃったように、応力が効いてくるとは思うんですけども、このページで言っているところは火山の発生についてなわけですよ。その②の説明でこれを書くのは、やっぱりおかしいんじゃないのかと私は思うということです。

○石渡委員 はい、私はよく理解しましたつもりですが、事務局のほうは。

○青木主任技術研究調査官 研究炉等審査部門の青木です。今の山元先生のご指摘、ごもっともだなと思ひまして、このページ、ちょっと舌足らずすぎて、恐らく伝わっていないんじゃないかなと思ひました。この13ページ目の1ポツ目の①はマグマが発生して、②は、

マグマが必ずしも地下にあったからといって、必ず火山ができるというわけではなくて、その局所的というか、ここは狭域と言ってますけど、においては、こういった応力の状態とか、断層の有無とかによって、火山ができる場合もあるということを書いたかったがために、この①と②は、2つ分けて書いているわけではなくて、①があつて、②があれば、火山ができるのかなというふうな考え方で分けて書いてあるというものです。ですので、今後、資料の書き方として、かなり舌足らずだったところはあろうかなと思います。

○石渡委員 これについては、やはりこの火山の発生ということでまとまっているページですので、要するに、かなり深いところの話がそもそもメインなんですよね、これはね。だからそこにこの浅いところの話を持ってくるのが、やはりその持っていく方がちょっとこれあまりにも論理的なつながりがはっきりしないような書き方になっているので、そのところはこれ書き方を改める必要があると思いますね。他にご意見ございますでしょうか。

○中村教授（東北大学） 中村ですけれども、よろしいでしょうか。今の、本件に、まだ関係したことなんですが、この資料1-2の3ページ目ですね。ここに火山の発生のメカニズムとして、5段階に分けられていますので、多分この資料の流れですと、この①が、メルトが生成されるという2ポツ目までが①で、3ポツから5ポツまでが②というふうにも読めるんですよね。そうしますと、山元先生ご指摘されたように、3番、4番は、やっぱりこの②は5番しかカバーしていないだろうと。だから、そのところの対応関係を明確にされると、この3ページ目と先ほどの対応関係を明確にして書かれるといいかなと思いました。3番、4番の部分に関しては、特に3番なんていうのは、まだ分からないところがすごく多くて、深くなるほど分かていきませんので、それはちょっとコメントです。以上です。

○石渡委員 はい、どうもありがとうございます。なるほど、この3ページとの対応関係をはっきりさせるということですね。ありがとうございます。この1ページ目につきまして、他にございますか。13ページです。

○田中委員長代理 田中委員でございます。よろしくお願いたします。

ちょっと1個教えてください。先ほどの山元先生の話とか、3つ目のポツに関連して、またホットフィンガーの話とか、またそのマントルの中での温度の部分とか大事だつていう話があつたんですけども、現在の研究において、フィンガーがどうしてできているのか、また数百年前と現在とでは、フィンガーの場所が変わっているという話もあるんですけども、その辺については、研究的に説明できる状態になっているのでしょうか。

○山元教授（産総研） 産総研の山元です。最近の論文では、フィンガーを再現するためのマントルウェッジ内の、マントル対流のシミュレーションはあるにはあります。が、どの程度の人の賛同を得ているかということについては、ちょっとそれは私は分かりません。ただ、計算上説明できるところまでは来ています。多分、比較的安定しているということについても、それほど問題ないんだろうなとは思いますが。それと、多分一番私とその重要だと思っているのは、基本的には、例えば東北日本みたいに、今現在東北日本のように、太平洋プレート（冷たいプレート）が沈み込んでいる状況においては、マントルの温度は基本的に下がる状況にあるから、それに伴って、火山フロントが、前弧域か背弧側に徐々に後退するということが、きれいに再現されているということについては、この資料ではそういう説明はないんですけども、それは本当一番重要なことで、前弧域になぜ火山活動が起きなくなっているかというのは、つまり冷却が一方向的に進む場合においては、フロントは後退せざるを得ないんだよということについては、説明できているとは思いますが。あと、フィンガーの背弧側でどれくらい安定なのかっていうのは、ちょっとその再現はよく分からないですね。数値計算やっても、結構パータベーションが出たりするもんだから、それをどう評価するのかっていうのは、それは本当に計算上のミスなのかどうかも含めて、その辺ちょっと私がそういうような計算科学の専門家じゃないので、ちょっと理解できないところはありますけれども、ある程度は再現できているとは私は考えています。

○田中委員長代理 はい、よく分かりました。もう一つ、また違う話で、東北地方と西日本とで違うという話があったんですけども、中国地方の三瓶山だったっけ、あれは火山があるんですが、これはもう説明できているんでしょうか。

○石渡委員 はい、いかがでしょうか。三瓶山、大山といった火山ですね。

○山元教授（産総研） 産総研の山元です。例えば資料1-2の10ページですね。プレートの沈み込みと脱水、デハイドレーションの関係がこういうふうになるよというシミュレーション結果、これがそのものについて、これ多分、巽さんの論文の図なんですけども、これについては、問題はないと思います。ただ、ちょっと私が気にしているのは、この10ページの図のところの、上で書いているところの図の上のほうの赤い三角で示している火山と、下の図で書いているピンクで示している火山がもしも本当にどっちもスラブから脱水された水でマントルが溶けてできている、同じ成因のマグマだったら、ちゃんとこれはOKといたしますけども、問題なのは、赤の火山とピンクの火山で、マグマが全然違うということとはちょっと注意、これだけはコメントしておく必要があると思います。つまり、ピンク

の火山っていうのは、三瓶山とか大山とか、赤の火山っていうのは、例えば九州のほうの、南九州、例えば桜島ですとか阿蘇の火山ですけども、マグマの性質が全然違います。そもそも、ピンクのほうの火山っていうのは、三瓶、大山ですけども、スラブそのものが溶けた全く違うマグマであることが分かっているので、単純にこのシミュレーションが、少なくとも全てを説明しているわけではない、それだけは理解しておく必要があります。

とにかく、下のほうのピンクの火山ですけども、マグマ脱水、スラブからの脱水量が少ない中で、どうやってそのスラブからマグマを発生させるのかっていうのは、もう一つアイデアが必要だと思っています。

だから単純、うまくは説明できない、全てが説明できて、この絵で説明できているわけではない、ちょっと非常に説明すると話が長くなるので、割愛しますが、単純には考えないほうがいいよということだけは、ご理解ください。

○田中委員長代理 ありがとうございます。

○石渡委員 はい、それでは、13ページの項目につきまして、他にございませんでしょうか。先生方、よろしいですか。

○中村教授（東北大学） 中村です。すみません、ちょっと今の点に関連しまして、山元先生のご説明のとおりだと思います。

初めのこの資料の、特にこのフィンガーの扱いに関しては、分布もフィンガー上に見るというのは、必ずしもコンセンサスというほどではないような気がして、その梯子状だっというような言い方をされる方もいますし、シミュレーションは一応プレートが沈み込むと、沈み込んだ分、深い奥のほうから高いものが突き上げられて、そのときにインスタビリティが発生するというような説明はありますけれど、そういうその例えばそのフィンガーの感覚とか、そういったものに関しては、非常に不確定性がまだまだ大きいものなので、純粹に理学的な観点から、指状の分布の不均質みたいなものが発生しているというところはいいと思いますけれども、まだまだ正となるものではないと、それは事務局のご説明でも、随分と繰り返し断られていたところではあると思いますが、一応蛇足かもしれませんが、追加をしたいと思います。重要なのは、やっぱり東北日本でいえば南北方向の火山の分布が連続的ではなくて、ある塊を作っているように見えるということが重要なと思います。それは、マンタルのトモグラフィー等見ても、やっぱりA部分よりもあるいは高温域のA分布が、連続的ではなくて、粗なる塊を作っているということが大事なと思います。以上です。

○石渡委員 今の点について、事務局から何かございますか。よろしいですか。

どうもありがとうございます。他に、この13ページの項目について、ご意見ございますか。それじゃあ、次に移ってよろしいでしょうか。それでは、次のページ、14ページですね、新たな火山発生の傾向を考慮する上での前提について。これは、つまり時間的に例えば火山フロントが移動するとか、そういった話でございます。このページに書いてあることについて、ご意見がございましたらば、お願いをいたします。どうぞ。

○山元教授（産総研） すみません、産総研の山元ですけど、よろしいですか。

ちょっと非常によく分からないと思うのは、このプレートシステムの転換というのが、まず最初に出てくるんですけども、具体的に何なのっていうのは、よく分からないというのは、1点です。単に向きが変わるわけのことを言っているのか、何なのかっていうのは、もう少し具体的に言ってもらわないと、その辺の、どういう現象を指しているのかっていうのが、今一つよく分からないというところがあるので、ちょっとこれだけ読んでも、専門家でもよく分からないというところがあります。

それと3ポツのところ、これが非常に問題だと思うのは、1.0~0.6Maで、火山フロントが前弧側に10km~20km程度移動しているというのは、これはそれほど皆が了解している話ではないんだと思いますね。そもそも火山フロントっていうのが、そんなに明確にあるようなものではないわけですね。特に先ほども中村先生おっしゃいましたように、必ずしも火山が連続して分布して線になっているわけではないわけですね。非常に顕在しているようなところで、人によって引き方が、随分火山フロントっていうのは、変わるものである、それで例えば、これだって、ある火山帯が非常にマグマの供給量が増えて火山帯が単に大きくなったことを言っているだけのことなのか何なのかということもあるので、ちょっとこういうふうに断言的に書くのは、多分これ元論文忘れちゃったけど、ある地域の火山帯がそう見えると言っているだけで、島弧全体として見たときに、本当に前弧域10km~20km移動していると、それを理解していいのかっていうところは、ちょっと要検討なので、これは考えなきゃいけない。それこそ逆に言うと、マグマ供給量が増えて、マグマ溜まりが大きくなって、応力場が変化していて、反対のことが起きているかもしれないわけですね。だから、これはちょっと、ここに書くのは書きすぎかなというふうには思います。

以上の2点、説明してください。

○石渡委員 どうもありがとうございます。確かに1ポツは引用文献が一つもないんですね。これは。やはり、こういうことを書くんだったら、やっぱり引用文献をきちんと出し

たほうがいいですね。

それと、3ポツ目は、一番最後の18ページに、この論文の図が掲げてあって、その論文が言っていることが下にまとめてあります。

確かに山元先生がおっしゃるように、これ、A、B、Cと三つ図が並んでいて、左から右へ時間が進むわけですが、このAとCを比べると火山フロントが前弧側に移動しているというふうにいうんですけれども、これを見ても、ちょっとなかなかそれを見分けるのが難しいですね。

そういったことですが、これについて事務局のほうから何かございますか。

○前田安全規制調整官 規制庁、前田です。

まず、プレートシステムの転換という言葉は、どこから持ってきたかなんですけれども、本日お配りした資料の参考2というのがありますので、ちょっと御覧ください。

これ、1月19日の規制委員会の資料なんですけど、この参考2の13ページ、御覧ください。真ん中よりちょっと上辺りに(2)というのがあるって、プレートシステムの転換に要した期間に関するものということで、報告書をまとめる、既存の報告書をまとめているんですが、ここに書いてある、これは第2次取りまとめの内容なんですけれども、ここに書いてあるようなイベントのことを、このまま用語を使ってプレートシステムの転換と書いてあります。

どういうことかといいますと、真ん中辺りに線を引いてあるところがあるんですけれども、日本海の拡大による西南日本弧の回転とか、それから千島海盆や四国海盆の拡大とか、それから一番下の行に書いてある島弧どうしの衝突とかですね、こういった日本列島の形が変わるようなイベントのことを、ここではプレートシステムの転換というふうに呼ばれているのかなというふうに、我々、理解しまして、そのような用語を使っている次第でございます。

まず、一つ目は、そのように整理しているところでございます。

○石渡委員 山元先生、いかがでしょうか。

○山元教授（産総研） いや、言わんとすることは分かりますけれども、具体的に何なのか書いておかないと、これだけ見るとちょっと分からないというのが、多分思いますね。

○前田安全規制調整官 規制庁、前田です。

承知いたしました。具体的に、どういうことを、ここではこういうふうに呼んでいるということが分かるように記載したいと思います。

○石渡委員 この14ページの書いてある内容について、ほかにございますでしょうか。
どうぞ。

○前田安全規制調整官 規制庁、前田です。

それから、山元先生から御指摘がありました、今の二つ目の、この3ポツ目についてですけれども、こういう理解でよろしいですかね。

こういう線引きをすれば、こういうところで火山フロントの線を引くと、10km~20km、背弧側、前弧側のほうに移動しているように見えるけれども、この線の引き方というのはいろいろあるので、こういったところは、どっちかという、全体的な傾向としては東北日本弧については背弧側のほうに全体に火山の発生場所というのは移動しているといってもいいんだけど、その線の引き方によっては、ある場所、ある部分については、反対側に移動しているように見えることもあるというような、そういったことかなというふうに理解したんですけど、合っていますでしょうか。

○石渡委員 山元先生、いかがですか。

○山元教授（産総研） いや、まあ、わざわざ14ページのところの3ポツで、こんなことを特記する必要もないのかなとは思いますが。

だって、そもそもね、前提条件で言っているところの科学的特性マップで書いているように、火山から15kmぐらいいはね、前のほうに岩脈が出ることもあるという前提で、大きな円を描いているわけですよ。

それよりも少ない、同程度のことで、あまり書いてもなとは思いますが。

大局的に見てどうなのというところとね、排除要件で入れているところの、実際、その15km以上、まあ、15kmは最低取りましょうというのと、どの程度の兼ね合いの中で、そんな精度のところわざわざコメントするような精度のことはないんだろうなと思います。

これも、局所的にそう見えるというだけで、全体が10km、20km移動しているわけでもないし、繰り返し言いますが、フィンガーの間のボイドになっている部分なんていうのは別に、こんなこと宣言できないわけですよ。

実際問題、本当にそこに線があるわけじゃなくて、仮想で引いているようなものなわけですよ、火山フロントというのは。あえてこんなことは注釈する、この程度のスケールの話であるなら、注釈する必要はないのかなとは思いますが。

例えば、6ページ、これ、ちょっと問題がいろいろあって、非常に古いデータで書かれているから問題なんですけども、吉田先生の1995年の論文で見るように、大体15Maぐらい

から現在に向かって、大局的には西に移動しているという、その傾向があればいいだけの話で、そこで10km前後といっても、これは逆に言うと側噴火の範囲内のことでしかないから。言うなれば、側噴火範囲も大きくなると思えば、あえてこういうふうな大局的なところで、そういうふうな小さいパータベーションを議論してもしょうがないのかなとは思いますが。

○石渡委員 いかがでしょうか。

○前田安全規制調整官 規制庁の前田です。

○石渡委員 誤差の範囲に入っちゃうんじゃないかという話ですね。

○前田安全規制調整官 ありがとうございます。

○石渡委員 どうぞ。

○前田安全規制調整官 よく分かりました。

大局的な、背弧側のほうに移動している理由としては、先ほど山元先生がおっしゃった、一方的に冷却が生じているという、そういったことを根拠として加えた記載にしたほうがよろしいでしょうか。

○石渡委員 山元先生。

○山元教授（産総研） 東北日本については、そうだと思いますよ。西南日本が後退している理由は、多分ちょっと違うんですけどね。

ページナンバー6で言っているのと同じように、西南日本も別の人の文献で見ると、例えば9ページ、これ、巽さんのやつですよ。13-14Maの位置から現在の位置まで、順番に後退していくわけですけども、そういうふうなことを示している論文としてはあります。

ただ、その論文で言っているのは、こっちのほうについては、冷却が進んで後退していくというのは、ちょっと全然違う理由で、火山の位置は背後側に後退しているという観測事実はあるので。それはありますね。

理由はいろいろあるとは思いますが。地域によって違う。東北日本と中国地方では、後退する理由は違うけども、そういう事実は書いておいたほうがいいんだろうなとは思いますが。

○石渡委員 どうもありがとうございます。

それでは、この14ページの火山フロントの移動とか、そういった時間的な変化についての話、ここで、ほかに御意見ございましたらば、どうぞ。

よろしいですか。

それでは、また気がついたら後からおっしゃっていただいても結構ですので、3ページ

目ですね。15ページの新たな火山発生の蓋然性についてと、これは一番メインになる議題なわけですが、これについて、御意見を伺いたと思います。

どなたからでも、どうぞ。

○山元教授（産総研） すみません。産総研の山元ですけども。

○石渡委員 どうぞ。

○山元教授（産総研） 2番目のポツのところ、随分ここでちょっと気になるのは、プレート運動の方向については説明されているんですけど、沈み込み角度ということにこだわってられるように、ちょっと思うのは気になりますね。

先ほど、説明を途中でやめちゃったんですけども、6ページ目の、先ほどから言っていますけど吉田先生の95年の絵ですよ。これが、ここの説明で書いているのが、多分引っかかっているんだろうと思うんですけども、スラブ傾斜の角度の変化による火山フロントの移動というところが、実はこれがくせ者で、必ずしも私はそうじゃないと思っています。

余談なんですけど、この吉田先生のやつも、これ95年、相当昔のデータで書いているので、本当は直すべきなんです。例えば、これで言うとね、18とか17というのも、17Maのところ、一旦、その火山フロントが背後側に、もう一遍、戻ったように書いているけれども、これは単にデータが抜けているだけで、今の知見で見ると、18のところゴボンと後ろに、バックヤードに下がっているのは、これは、そんなことないですよ。実はフロント側で18ぐらいの火山活動は、その後、見つかっています。

10Maのところ下がっているのも、これはそうじゃなくて、データが増えると、もうちょっと滑らかになっていますね。20ぐらいに、非常に今の太平洋側まで張り出して、あとは後退しているという絵にはなっているんです。

その説明のところに、これ、書いているのは、スラブの傾斜角度の変化と書いているけども、これは多分、本当はよろしくないんだろうと思うんです。

それは、なぜ、そう言うかという、これはもう、実は3ページのところ、思われているような、つまり、これ、3ページ目のところの今現在の火山の発生というのが、こういうふうにコントロールされているよ。つまり、ある程度、スラブの脱水が起きて、それでマントル、融点が下がって、高温部と接触してマグマが発生するというふうな場が、昔もきっとあると思うから、角度が変わると、つまり圧力の脱水の起こる範囲が違う。

圧力が一定だとすると、それがずれて前後に思うから、火山フロントが角度が変わると移動するというふうな、多分、そういう思い込みがあるから、6ページの説明のと

ころでスラブの傾斜角度が変わったから火山フロントが移動しているというふうに書いてあるんだろうと思います。

何が言いたいかというと、例えばその東北日本において、その20Ma~15Maぐらいに太平洋岸で火山が発生しているけども、実はそこで知っている火山というのは、スラブの脱水流体でマントルが溶けて発生した火山岩ではありません。

これが一番大事なことで、調べると、これはもう、今、私自身がやった研究だから分かっているんですけども、太平洋スラブが溶けるですとか、非常に高温のマントル自身が溶けるというふうなところで起きて、つまり、こういうふうな時期に太平洋側で発生しているマグマというのは、実はスラブの脱水で発生しているマグマじゃないですね。

先ほどの説明であった、プレートシステムの転換という、まさにそういうところ。日本海の背弧拡大が起きたことによって、高温のマントルが日本列島の日本の下に入ったものだから、それまでに溶けなかったものが一気に溶けて、全体で火山活動が発生したと。

まさに、ここではプレート運動の転換が起きたことによって、つまりマントルウェッジが異常高温になったから、こういうふうなマグマが開口部側で発生しているんであって、必ずしもこれ、スラブ角度が変わったからフロントが前に後ろに動いているわけではないということは、理解しておかなきゃいけないことだと思うんです。

振り返って、15ページのところに言いますけども、ポツの2番のところで書いているところの沈み角度が変わらないという前提というけども、これは、私に言わせるとあまり意味がないんだろうと思います。

そういう意味で言うなら、多分3ポツのところ、多分一番大事なところで、マントルウェッジ内の対流モデルですけども、そういうふうな高温のアセノスフェアが日本列島の下に流れ込むような対流が、将来的に起きるか起きないかということが非常に重要になってくるんだろうとは思いますが。

ただ、実際問題、そのウェッジマントルの中の対流速度なんて考えると、多分その10万年ぐらいだと、現在とほとんど変わらないよねということは、常識的には分かりますね。

本当はちゃんとシミュレーションして計算しなきゃいけないんだろうけど、そういう意味で言うと、やっぱり3ポツ目のところ、ちゃんと一応将来の火山活動を説明するためには、どの程度信頼性があるか分からないけども、ちゃんとウェッジマントルの中の対流が、ある程度、時間的に予測してできるという前提があって、火山活動の発生期は説明したほうがいいんだろうなとは思いますが。

とにかくまとめます。2ポツの沈み込み角度が変わらないというのは、これはちょっとペケで見たほうが良いと思います。やっぱりそのウェッジメントルと、この下の温度構造がどうなっているかというものの将来予測は絶対必要ですよ。そのためには、新たな対流モデルというのは、ちゃんとやったほうが良いよねということなんだろうと、私は理解しています。

以上です。ちょっと長くなりました。すみません。

○石渡委員 どうもありがとうございます。

このプレートの沈み込み角度の件については、この東北日本のボルカニックフロント、火山フロントの長期的な、数千万年にわたる、この移動という、この1995年のこの吉田先生の図が元になっているわけですけれども、これについては、新しいデータを入れると必ずしもこうではないと。ちょっと違っているところがあるという話でしたが、同じ大学の中村先生、いかがですか。

○中村教授（東北大学） そうですね。これ、もともと古い噴出物というのは、新しい噴出物でどんどん被覆をされていきますので、古くなればなるほど精度は落ちますし、あと、恐らく重要なことは、今のフロント側で発生しているようなマグマの生成メカニズムが、現在のフロントとは違うものであるとか、山元先生がおっしゃったような、そういったものも全部含めた上での、これはある種、ざっくりとしたまとめ。

しかし、これだけの膨大な時空間にわたってカバーしている研究というのは、世界的に見てもこれしかございませんので、これを基に、これ以降のパブリッシュされた知見を基にブラッシュアップしていくというスタンスは、それは正しいんだろーと思います。

ただ、もちろんそれには、特に古くなればなるほど限界は、限界というか精度は悪くなるということは理解しておく必要があると思います。

以上です。

○石渡委員 ありがとうございます。

事務局のほうから、山元先生の御指摘に対して、何かございますか。

どうぞ。

○木嶋技術研究調査官 研究炉等審査部門、木嶋でございます。

山元先生の御指摘を受けて、ちょっと資料等については修正、検討したいとは思いますが、1点、ちょっと確認なんですけれども、先ほど、太平洋側でできた高温プレートの沈み込みで、海溝側に火山が新しくできたというような話もあったんですけれども、ちょっ

とそれについて、太平洋側に高温のプレートが沈み込んだ原因というのは何なのか、教えていただければと思います。

○山元教授（産総研） 6ページの説明で、高温のプレートが沈み込んでいるのではなくて、当時間も太平洋スラブが沈み込んでいて、非常に、普通だったら溶けないような条件の、今とほとんど変わらないような非常に冷たい太平洋スラブが沈み込んでいると。

ところが、例えばあれです、福島県の相馬のところ、太平洋側のところに出てくる火山岩を調べると、非常におかしなものが出てきて、どう考えても太平洋スラブが、つまり白亜紀で冷たいはずのスラブが溶けなきゃいけないというようなマグマが出てくると。

それともう一つ、それに付随して出てくる未分化の玄武岩なんですけど、これは異さんの実験なんですけども、非常に高温条件で溶けなきゃいけないという二つのセットのことを考えると、今現在の日本の下よりも、当時、例えば20～15Maぐらいのウェッジマントル内が異常に高温にならなければならない。

つまり、高温のスラブが沈み込んだんじゃなくて、極低温のスラブが沈み込んでいるにもかかわらず、日本列島の下が非常に高温になったがために、おかしなマグマが太平洋側で急に発生するようになったというふうに考えています。

○木嶋技術研究調査官 ありがとうございます。

○山元教授（産総研） そこは、昔書いた私の論文だから、必要なら送ります。

○石渡委員 よろしいですか。つまり、そのプレートが熱くなったわけではなくて、沈み込むプレートが熱くなったわけではなくて、その上のウェッジマントルのほうが、日本海の拡大の時期に、特にその付近で非常に熱いマントルが流れ込んだというようなお考えというふうに、私は理解しましたけれども。

よろしいですか。

ほかに、この15ページの、この3点、三つポツがありますが、これらについて何か御意見ございますでしょうか。

○中村教授（東北大学） 中村ですが、よろしいでしょうか。

○石渡委員 どうぞ。

○中村教授（東北大学） この2ポツ目なんですけれども、基本的な書きぶりといいますが、その整理の仕方なんですけども、現在のプレート運動の方向や沈み込み角度が変わらないという前提であれば、先ほども、これはちょっと問題になりましたけれども、その前提を置いた上でという、そのまとめ方がいいかどうかということですよ。

基本的には、プレート運動の方向性は変わり得るし、角度も変わり得るし、それから、そのスラブロールバック等ですね、沈み込みの位置も、例えば変わり得るわけですね。

ただ、それらは、その地球全体のシステムを考えた上では、非常に長いタイムスケールで起こるものだから、まずは、その火山フロントの位置を決めるいろいろな要因をリストした上で、それらのいずれも数万年からせいぜい10万年程度の時間スケールで急激に変わるというのは、現在の知見では考えられないのでというふうにしたほうが、何かすっきりするかなと。

その前提が、じゃあ、違ったらどうなるんだみたいな話にもならないですし、それが実際のところかなというふうに思いました。

まず、それが1点です。

○石渡委員 今の点については、事務局のほうはいかがですか。

○前田安全規制調整官 規制庁、前田です。

ありがとうございます。今、御指摘いただいたことを、書いていいものかどうか、ちょっと分からなかったのですが、こういった前提を置いた上でというふうにして、ちょっと議論しやすくしたつもりなんですけれども、そのように、そういった非常に、さっき山元先生も言われた、日本海が、日本列島の形が変わるようなスケールの話では起こり得る。

今、中村先生がおっしゃったスラブのロールバックも含めて、そういったことは起こり得る、例外ゼロではないんですけれども、かなりの長い10Maを超えるような期間の中で起きるような話であるのでということから、近い、数万年とか10万年とかの時間スケールでは、起こるということはあまり想定し得ないですよという内容だと理解しました。

我々も、そういった考え方は根底には持っておりますので、ちょっと、この文書は今、そういうふうな書きぶりになっていないので、ちょっと明確化していきたいというふうには思っております。ありがとうございます。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

ほかに、ございますか。

○中村教授（東北大学） あと、じゃあ、もう一点、よろしいですか。ちょっと似たようなことなんですけど、3ポツ目で、基本的に上部マントル内での温度圧力構造が、まあ、温度構造ですね。だけで物を考えているんですけれども、これも、沈み込む側のプレートの影響というのが、やっぱり考えられていますので、これはまあ、実は今回の資料といっても、この科学的特性マップ、それそのものの記述ということですので、この資料の責任

ではないんですけれども、ちょっと、やっぱりいろんな科学的なモデルとか知識もどんどん変わっていきますので、ちょっとそこに限定しているのが若干気になります。

例えば、沈み込む側で、非常に規模の大きな海山とか、暖かいリソスフェアが少し薄くなっているようなところが沈み込んだりとか、そういったようなことで、火山フロントよりもフロント側に新たな火山ができていくというような例が、例えばカムチャッカ辺りでは、そういうようなモデルも出ています。

ただし、それは、もっと非常に長い時間、スケールでの話なので、これもやっぱり、特にだから、日本で心配しなければいけないということではないんですけれども、やはり現在の大局的な、例えば数十年スケールでの島弧の沈み込み帯のマグマ発生モデルが、どういうふうに今後変わっていくかとか、新しいモデルが出ていくかということを考えると、専ら、くさび形マントル側のことを考えるのではなくて、沈み込む側のヘテロジェナイティイとか、そういうものも考えていこうというのが、大局的には学問の流れになっていきますので、その点に関してもちよっと念頭に置いた上で、科学的特性マップが考えられた時点と現在で既に科学は進歩しているから、ちょっとその100%乗っかっていないほうが、何か、事務的にはどうか分かりませんが、学術的には、科学的特性マップの限界も踏まえた上で対応されるのがよろしいかなと思いました。

以上です。

○石渡委員 今の点については、事務局のほうとしてはいかがですか。

よろしいですか。

○前田安全規制調整官 規制庁、前田です。

ありがとうございます。ここは、科学的特性マップの妥当性を、我々、検証、検討しようとしているわけではありませんけれども、そういったモデルというのが、現在あるのかなのかとか、そういった知見について伺いたいと思って、ここで問わせていただいた次第です。

今、先生から言われたことは非常に大事なことだと思いましたので、今後、資料を整理するときに、我々も留意したいと思っております。ありがとうございます。

○石渡委員 15ページのこの件について、ほかにございますでしょうか。

大体よろしいですかね。

奥野先生からは、ちょっと御発言が今までございませんでしたが、何かコメントはございますでしょうか。

○奥野教授（福岡大学） いや、特にいいですけど、そうですね、その沈み込みの10万年間の将来というのは、その、さっきの海山であるとか、そういうプレートの種類の違うものとか、そういうのがあるかないかという、何かちょっとあったほうがいいかなとは思ってんですけどね。

ちょっと何か話がずれているかもしれないです。

ただ、蓋然性がないとしか書いていないんで、その辺、これ、先はもう、どれがどう来るかというのは、ある程度分かっている、もう、存在しているわけですよね。それを見て、どうかというのは、何かちょっとあったほうが。単にないというより、いいかなど。いかがでしょう。

○石渡委員 あれですね。要するに、そのプレート、沈み込むプレート側のいろいろな不均質性の影響とかによって、10万年ぐらいの間でも、そういう可能性があるのではないかという、そういうお考えだということですか。

○奥野教授（福岡大学） いや、違います。ないんだと思うんですけど、そういうものがないというのを何か、あるいは、あるとしたら、もっとずっと先にありますよとか何か、もうちょっと具体的なものを挙げたほうがいいのではないかなど。

○石渡委員 なるほど、この蓋然性は極めて低いと考えられるという、そのこのところを、もう少しデータを含めて具体的に書いたほうがいいというお考えだというふうな理解でよろしいですか。

○奥野教授（福岡大学） その内容については、別に異論はないので、特に黙っていたんですけど、その辺のほうを、もうちょっと丁寧に説明するようなことがあったらいいかなど。

○石渡委員 なるほど。これについては、いかがですか。

○前田安全規制調整官 規制庁、前田です。

今言われたとおり、このロールバックとか、スラブロールバックとか、それから海山が沈み込むとか、そういったことの例外的な事象はあるにせよ、そういったことはこれまでに起こっている時間スケールが、これぐらいの時間スケールで起こっているような話であるとか、それから、これは日本の近海ではなくて、世界的に見えればそういうこともあるといった、そういった例外事象は示した上で、日本の近傍で考えたときには、こういったふうに整理できるのではないかというような、そういった書きぶりも含めて、そこら辺も含めて情報として記載をしたいというふうに思っていますが、そのような理解ですけど、

よろしいでしょうか。

○奥野教授（福岡大学） 結構です。お願いします。

○石渡委員 どうもありがとうございます。

一応、大体、この事務局の整理された点について、議論は一応、全部網羅したというふうに思うんですが、改めて資料全体、あるいは今日の議論の内容全体について、何かコメントがありましたら、お願いをいたします。

特によろしいでしょうか。

○中村教授（東北大学） よろしいでしょうか、中村ですが。

○石渡委員 どうぞ。

○中村教授（東北大学） かなり、今日の議論のフォーカスとは少し違うところなんですけど、資料1-1の6ページ目、火山の中心から15kmだけど、カルデラがそこを外れた場合は、そこは除外するよというのがあって、これ、言っていることはすごく分かるんですけども、ちょっとこの図の、この右の図ですかね。ちょっと、かなりちょっと違和感があります。

これも、まあ、科学的特性マップの問題なので、ここで言うべきことじゃないのかもしれないんですが、この中心から15kmというのは、ある種、15という数字にそれほど精度はなくて、13かもしれないし、20かもしれないわけなんですけど、一方で、そのカルデラのところは非常にシャープに書かれていますよね。

この理由が、カルデラの内部は様々な擾乱を受けている、例えば何か変形していたり、クラックシステムが発達していたりというようなことだと思いますが、そうした場合に、地表で今、地質図上で書かれているカルデラのマージンと、地下の、例えば正断層のシステムの発達している幅というのは、当然、その外側にも広がりますので。

何かすごく、この黄色の丸の精度と、その黒い影の部分の精度の誤差の扱い方がすごく違う感じがして、それがちょっと気になっております。

これは、まあ、ある意味ではマップの問題なので、それは、そういったことを認識の上で対応されればよろしいかと思いますが、あと、もう一点、気になっているのが、今の6ページ目で、この表の一部、火山・火成活動というところを抜粋されていますけれども、その一つ前の5ページ目で見ると、その火山活動よりも、三つ目に地熱活動というのがあって、それから四つ目に火山性熱水・深部流体というのがございますね。この辺が、実は項目として事務的にこういうふうに分けるという事例は、よく分かるんですが、地球

の成り立ちを考えると、実は分けられるものではなくて一体で、シームレスなものでございますよね。

そうすると、特にその今のカルデラの話で言うと、第四紀火山というのは、そもそもそれよりも100万年、200万年、もうちょっと古い第三紀ぐらいからの、その大きなカルデラのふちに沿って、実は現在の第四紀火山が形成されている場合なんかも多くて、そうすると、例えば温泉が湧いている場所とかというのは、今の第四紀の火山とか、あるいは最近数十万年のカルデラよりも、さらに古い火山とかカルデラの構造に沿って規制されて、温泉が湧いていたりとかというような考え方もあります。

だから、例えば最終処分場をマグマが貫く可能性よりは、例えばマグマが貫いても、もちろん困りますけれど、そこに新たに温泉が湧いてしまっても、恐らく都合が悪いわけですよ。

ただ、そのシステムとして、これ全体を見ていないと、その各項目ごとに検討していったときに、その処分場に温泉が新たに湧く可能性が全くノーマークのまま物事が進んでしまうとか、そのようなことをちょっと危惧しています。

そこで大事なことは、熱感性ですよ。岩石の熱伝導率というのは非常に低いので、それが関わってくる問題になった途端に、数万年とか十万年、数十万年、平気でそのずっと物事は続くので、例えば地下が十分に冷え切る時間というのは、それよりも長い時間、スケールになりますので、昔、そこが火山だった場所なんていうところで、ずっと何か熱性活動が続くというようなことはあり得るし、それから、そういうポテンシャルがあるところで、例えばちょっと地震が起こったり、テクトニクスが少しずつ変わったりして断層が発生して、そこに温泉が湧いてきたりとか、熱水活動が活発になったりというようなこともありますので、ちょっと、だからその点が、この今日の会議とはかなり、もっとその手前の建てつけの問題だと思うんですが、ちょっとそういう点に関して、若干、資料全体を拝見したときに引っかかったところです。

以上です。

○石渡委員 科学的特性マップには、この温泉についても考慮はされているわけですよ、これは。

ただ、もちろんシームレスということをおっしゃって、火山活動と熱水の活動というのは、これは密接に関係しているものですから、それらを別に考えてやってしまっただけでは、非常に見落としが生じる可能性がある。これは御指摘のとおりだと思います。

事務局のほうは、特にこの点について何かございますか。いいですか。

先生方のほうで、ほかに全体を通して、何か御発言が。

○奥野教授（福岡大学） すみません。

○石渡委員 どうぞ。

○奥野教授（福岡大学） よろしいですか、奥野です。

今の中村先生がおっしゃった資料1-1の6ページのところなんですけど、僕もちょっと、さっき聞こうかと思って、ちょっとあれだったんですけど、15kmということなんですけど、これ、物理的隔離機能が喪失されないことということであると、火砕流みたいなやつは、どういうふうに。

15kmでは効かない場合があると思うんですけど。普通の安山岩とかの噴火と、それから、もうちょっと珪長質なそういう火砕流のやつでは、ちょっと違うと思うんですけど、その辺は何も考慮されなくていいのかなと。

火山フロントとかを書いてある図を見ると、火山フロントよりも前弧側に火砕流、九州だと伊都とか阿蘇とか、そういうのは、もう前弧側にも、ばあっと広がっているんですが、そういうことは特にこの議論では考慮しなくていいんでしょうか。

○石渡委員 この辺については、事務局のほうから。

どうぞ。

○前田安全規制調整官 規制庁、前田です。

科学的特性マップの内容については、ちょっと我々、あまり正確に把握していないかもしれないんですけども、ちょっとこれとは違うんですけども、中深度処分という処分形態がありまして、その基準、規制基準の中に、第四紀火山の中心から15km以内の場所は廃棄物前設置、これは地下施設のことですけども、これを設置してはいけないという基準にしています。

この考え方は、地下施設ですので、基本的にはマグマの貫入とか噴火とか、そういった、先生、さっきおっしゃったような破壊を生じさせるようなものを避けるという観点で、その基準は決まっています、火砕流とか火山灰とか、そういった地表施設に影響を及ぼすというものは考慮していないので、15kmというような、中深度処分に関しては、そういった基準になっています。

恐らく、この科学的特性マップの15kmも地層処分も地下施設なので、同様に地下施設の観点から考えられているのだろうというふうに、我々、考えております。

○奥野教授（福岡大学） 分かりました。ありがとうございます。

○石渡委員 地下の、かなり深いところに設置するものですので、しかもそれは、要するに出口を完全に閉じてしまうわけですね。

ですから、上に火砕流が流れてきて覆ってしまっても、別に数万年後に、そういうことが発生したとしても、多分あまり影響はないというふうに思いますが。

田中委員、どうぞ。

○田中委員長代理 今の件で。5ページの下、この右の表の一番下から二つ目のところに、火砕流等の影響という項目もございまして、建設・操業時には問題ないところと、ちょっと書いてございますので、御参考までに。

○石渡委員 5ページに表がございまして、その一番下のほうに火砕流などの影響ということについての要件と、その基準というものが書いてありますね。

ほかに、ございますでしょうか。

それでは、規制庁のほうから、何かございますか。

どうぞ。

○木嶋技術研究調査官 規制庁、木嶋でございます。

先ほど、若干例外的な事象について、山元先生からマントルの、日本列島の下がマントルウェッジが、高温になっている場合であったり、中村先生から海山の沈み込みといったようなことが起こると、今の火山フロントよりも前弧域で火山が発生するというようなことはあると説明をされていましたが、このほかに、例外的な火山の発生事象、例外的なものというものについて、何かありますでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。例外的な火山の発生ということが、ほかにどういうことがあるかという質問ですけれども。

○山元教授（産総研） 産総研の山元です。

非常に例外的というところで言うと、どの図がいいかな。資料1-2の4番、火山フロントの位置の図で。合っていますね。これを見たときに、西南日本というのは、実は東北日本とか、伊豆－小笠原弧から来ると、背弧側になるんですね。

そうしたときに、例えば西南日本弧の太平洋岸が、将来どうなのかというところは、多分例外的には効いてくるんだと思います。

これは、その地表に火山はなくても、トモグラフィーを見たときに地下に異常があるところは1か所見つかっています。例えば、それが和歌山ですね。紀伊半島に近いところの

和歌山というのは、ここで非常に群発地震が発生するよと。

マントルヘリウムが出て温泉に入ってくるということで、地下に何かあるということは分かっています。これは、本来だったら火山は発生するかもしれないけれども、フィリピン海スラブが潜り込んでいて、さらにその下のところに、どうもマントルの高温異常域があるよと。

先ほど、西南日本の火山活動域が星印で書いている瀬戸内から後ろに向かって後退したというのは、実はフィリピン海スラブが北にどんどん伸びていく過程で、そこで下から上がってくるマントルプルームを遮断する形で火山活動域が山陰のほうまで後退していったんだけど、実はそのスラブの下で、どうも潜り込んでいるところの、伊豆-小笠原弧の背弧のところの深いところの太平洋プレートから、プルームが上がっている箇所がありますよと。

それが、実際、多分、その紀伊半島の和歌山のところにあるということは分かっていて、それは将来どうなのと言われたときに、非常に難しいですね。十万年以内にそこで火山が発生する可能性があるのかというと、ゼロではないんだろうなとは思いますが。

そういう意味のおかしなところ、アノマリーがあるとしたら、ここで、資料でコメントされていないけれども、1か所挙げるとしたら、そこはあるんだろうなとは思いますが。

それは私じゃなくて、ほかの方の論文で、そのトモグラフィーの絵は示されていますので、一番気になるとしたら、その地点があります。

以上です。

○石渡委員 どうも、貴重な情報をありがとうございます。

事務局のほう、それでよろしいですか。

大体、時間もそろそろ予定の時間に近づいてきましたが、何か、さらにここで聞いておきたいということがございましたらば、今しか機会がないので。

どうぞ。

○青木主任技術研究調査官 研究炉等審査部門の青木です。

先ほど、山元先生からと、あと中村先生からも言われました、ページで言うと15ページのところのプレート運動の話と、あとはマントル物質の対流モデルの話、ありますけれども、中村先生からは、このプレートの沈み込み側を考慮したほうがいいんじゃないかというコメントをいただきまして、ここの15ページの3ポツ目で言っている、このマントル物質の対流モデルを今後考えるときに、このプレートの沈み込み側を考慮するというスケー

ル感と、ここで言っているこのマントル物質の対流モデルの評価モデルのスケール感が、ちょっと若干違うんじゃないのかなというふうに私は感じ取ったんですけども、その辺は、どういうお考えでしょうか。

○石渡委員 中村先生、いかがですか。

○中村教授（東北大学） スケール感というのは、時間、空間ありますけれど、時間スケールでよろしいですか。そうじゃなくてですか。

○青木主任技術研究調査官 両方ですね。

○中村教授（東北大学） 両方。基本的にですね、このマントル物質の対流モデルという、ちょっとこの文章の前後を読んでおりませんが、これはくさび形マントル、いわゆる沈み込み体の全体をイメージしていると思います。基本的にはプレート運動、太平洋プレートであれば、早いところでは年間10cmとか、そういうものによって起因する動きなので、決してそんなに、急に何か物事が起こるといったものではないですね。

そういった意味で、海側のプレートが沈み込んでくるというのも、やっぱり同じプレート運動の、同じ速度のプレート運動に起因するものですので、その、どれくらいの精度で物事を言うかによりますが、ざっくり言えば、時間スケールは同じ話をしているというふうに私は認識しています。

空間的には、プレート運動ですから1万年で1kmですね。だから、むしろ今見えている、例えば今、ぎりぎり見えている海溝にあるもの、海溝のところのプレートがフォーク、あるいは火山フロントまで沈み込んでいく時間というのは、それなりに結構長い時間がかかるわけですが、同様に、例えばそのウェッジマントル、くさび形マントルの中の対流構造が変わるとか、熱温度構造が変わるといったのも、同じような時間スケールかなと、空間スケール、時間スケール、同じようなものかなと思いますね。

○青木主任技術研究調査官 ありがとうございます。分かりました。

○石渡委員 ちなみに、この15ページの3ポツ目のこの引用文なんですが、これは特性マップの説明の、そのポツの後半の部分なんです。

この前にどういう文章があるかというと、「現在火山のない場所に、将来、新たな火山が発生する可能性も考慮する必要がある。そのため、第四紀火山が存在しない地域であっても、現地調査の結果に基づいて評価した結果、将来新たな火山・火成活動が生じる可能性の高い地域は回避すべきである。そのため」として、この文章が続くんですね。そういう立てつけになっております。

ほかにございますか。

田中先生、どうぞ。

○田中委員長代理 すみません。せっかくの機会ですから、先生方からちょっと教えていただきたいんですけども、これは将来の時間スパンというか、スケールというか、どのぐらいまでが予測できるのか。あるいはできないのか、ちょっと教えていただけたらと思うんですけど、何か10万年という話があるんだけど、一方、もうちょっと長い、必要なのかとか、いろいろあるかと思うんですけども、火山学的に見たときに、将来どのぐらいの時間スケールまではできる、あるいはできないとか、何かそういうのがあるんでしょうか。

○石渡委員 いかがでしょうか。これは、その考える対象によって、大分話が違ってくると思うんですが。

今日の議論の内容も考慮して、お答えいただけるんでしたらお願いしたいんですけど。

○山元教授（産総研） すみません、じゃあ、産総研の山元です。

当然、その地層処分側で要求する時間スケールというのはあるんだろうと思います。今のところの了解だと、少なくとも10万年ですよ。外国によっては100万年までというところはあります。

いずれにせよ、ここで10万年というところで考えると、一つの火山の寿命というのは、長くても10万年です。短いと数万年なんですよ。とすると大事なのは、今現在活動している活火山というのは10万年後には、もう、ほとんど活動はやめているよと。

そうすると、何が重要かという、今、やめている火山が再開する、新しい火山がどこに出現するかというものと、実は地層処分においては評価するのが一番のキーになるんだと思っています。

そういう意味でいうと、今現在ある火山活動云々よりも、やっぱりちょっと、もうちょっと火山がやっぱり、こういうふうな新たなところでできるかどうかの評価というところが全てになってくるので、やっぱり10万年オーダーより先のことを考えるとすれば、やっぱり新たな火山の発生というのは評価しなきゃいけないよと。

そうなったときに多分、例えば単純な、今まである文献の調査だけとかね。概要調査の本場にそのの現地の、そのサイトに入って調査するだけの知見では、多分求められている安全評価はできないんじゃないのかなとは思っています。

少なくとも、10万年を超えるようなことについては、やっぱりもうちょっと科学的に意味のあるシミュレーションとか、そういうことに頼らざるを得ないのかなとは、私は考え

ています。

○田中委員長代理 ありがとうございます。

○石渡委員 どうもありがとうございました。

ほかにございますでしょうか。

どうぞ、事務局から。

○木嶋技術研究調査官 原子力規制庁、木嶋でございます。

15ページの2ポツ目に、こちら「前提」という書き方についてはちょっと検討させていただきますけれども、新たな前弧域で火山が発生する蓋然性は極めて低いと考えられる地域として、東北日本の前弧域を挙げておりますけれども、こちら、プレートが冷えているとかというそういう理由があるため、こういうふうに挙げているんですけれども、この、そういう類似の仮定にしますと、同じ九州地方、フィリピン海プレートでも冷えたプレートが沈み込んでいると考えられる九州地方の前弧域についても、この東北日本の前弧域と同様の考え方をしてもいいのかどうかということについて御意見を伺いたいんですけれども、いかがでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

○山元教授（産総研） すみません。産総研の山元です。

私、これ、全くの持論なんですけれども、もちろんプレートは冷えているにしても、先ほど言ったように、本当にそのウェッジマントル、くさび形マントル内の温度が高いところは、どうなるか分からないというロジックで言うと、少なくとも南九州、鹿児島湾のほうに、現在非常にアクティブな地溝帯があるわけですよ。

GPSで見ても、鹿児島の方まで来ると大隅半島というのは、何だか知らないけれども東に移動していると。多分、こういうふうなところで言うと、その下には高温のアセノスフェアが上がってくる地域ですから、そういうふうなところは、今後その急激に鹿児島の地溝が拡大するか分からないけども、非常にそれは急拡大するようなことが起きるとすると、やっぱりフロント側や前弧域で何かないとは言えないと思うんです。

○石渡委員 ほかの先生は、今の点についてはいかがでしょうか。

○中村教授（東北大学） よろしいでしょうか。

○石渡委員 どうぞ。

○中村教授（東北大学） この九州に関しては、阿蘇のアルカリ岩の遷移に関して、昔のフォロワークでメタソナティズムを受けたものが溶けて、そういうものが発生していると

というような考え方も一部あって、そこに関してはスラブがむしろ、沈み込みが後退していると、ロールバックしているというようなことを考える方もいらっしゃいますので、やっぱり東北日本ほど、そのシステムとしてシンプルではないし、いろいろ不確定性も、まだあるのかなというふうには思います。

○石渡委員 九州の奥野先生のほうは、いかがですか。今の点については。

○奥野教授（福岡大学） 特にありません。

○石渡委員 ありがとうございます。

事務局のほう、今の回答でよろしいですか。

ほかにございますか。そろそろ。

どうぞ、大村さん。

○大村国際原子力安全規制制度研究官 規制庁の大村です。

ちょっと時間が来ていますので手短に。

4ページ、資料1-2の4ページに、東北日本弧から千島弧の辺りで、火山フロントがぐっと屈曲しているというところがあると思うんですけども、これは、沈み込むプレートはその太平洋プレートと一緒にですけど、沈み込まれるほうが北米プレートと、この絵でいくとユーラシアプレートがありますけれども、これは沈み込まれるほうのプレートの構造に差があるので、ここで屈曲をして状況が変わっているというふうに理解してよろしいのかどうかというのが1点。

それから、あと、それに関連をして、北海道の北のほうに、かなりの火山の空白地域が、これはずっと火山がない地域があると思うんですけども、背弧側という意味では東北のほうと同じなので、状況はほとんど一緒だというふうに考えてもよろしいのかどうかという、この辺り、何か、もし御見解があればお伺いしたいなというふうに思います。

○石渡委員 いかがでしょうか。

○山元教授（産総研） 産総研の山元です。

まず、東北日本と伊豆-小笠原の接合部がぐっと湾曲しているところは、これは非常に複雑なのは、この下、フィリピン海プレートと太平洋スラブが2枚潜り込んでいます。

ここの部分というのは、やっぱりフィリピン海プレートがどんどん北に進展するにかけて、非常に、特に伊豆-小笠原弧と東北日本のところの屈曲がへこんでいるのは、非常にこれ、200万年、300万年前、3Maぐらいから急激に西に移動してます。

それは何かというと、両方のプレートが潜り込むによって、上がってくるものを遮ると

か、ウェッジマントルを急激に冷やすということが効いているようです。

ここは非常に複雑です。

千島弧と東北日本弧の境界部分のくぼんでいるのは、まさにこれは単に潜り込んでいるプレートが、ベキッと山型に折れているということを効いているんだらうなと思いますね。だから、こっちはそれほど複雑ではない。逆に言うと、ここで異常な、急激に移動したということはないです。

ただ、おっしゃられます北北海道のほうに非常に空白域があるのはなぜか。これは、よく分からないですね。特にオホーツク海側のところに空白域があるのは、ちょっと分からない。

それと、何ページ目かの資料でついていたけれども、これも非常に最近になって消えたようで、数百年前は実際、網走の近くに火山があったりしているんですけども、それが、なぜ変わったのかは、よく分からないです。

同じように、いきなりそんなところでポツッと離れて利尻火山が新規に、非常に、それまでなかったところに出現しているという。その理由についても、今のところ多分、明快な説明はないと思います。

私の知っている範囲では以上です。

○石渡委員 中村先生、何かございますか。

○中村教授（東北大学） 山元先生の御説明で十分と思いますが、まず、東北日本弧、ちょうど浅間山のところで屈曲しているところ、プレートの会合部というのは非常に複雑で、いろんな複雑なことが起こります。

ここのフロント、火山がぐっと、火山フロントが入り組んでいるように見えるんですけども、例えば妙義山とか荒船とか、少し古い時代には、やっぱりそこに火成活動が出ています。ちょうど軽井沢に行くときに、複雑なぼこぼことした切り立った山があると思いますが、ああいう火成活動が少し前にはあったわけですね。

それが今、フロントがずっと、いわゆる第四紀火山としては引っ込んでいるわけですが、このフロントと、恐らく八ヶ岳とか蓼科とか、その辺の上を書かれていると思うんですけども、そういったマグマの特性とか性質を見ますと、東北日本という、一番のフロントのマグマではなくて、そこから1列背弧側の森吉火山列といわれるような、そのようなマグマと同じようなマグマの化学組成を持っています。

なので、ここは何らかの理由で、例えば南から来たフィリピン海プレートで、そのマグ

マがシャットアウトされたとかですね。そういったような理由で、見かけ上、その火山フロントが入り込んでいるというような、幾つかそういうモデルはございます。

なので、最初の話にちょっと関係するんですが、火山フロントという言葉は、本来プレートテクトニクスの大明白期に、火山の並びと、それからマグマの発生、あるいはそういうものと関連づける上での出てきた言葉で、非常に10km、20kmの細かな出入りを説明する概念とはちょっと違いますので、研究の歴史をひもとくと、そういったことになっていますので、そこは、そういうサイズで見ると例外というか、そういうのが出てきてしまうということは考えておいたほうがいいかなと思います。

北海道に関しては特にコメントはございませんが、利尻なんかに関しては、沈み込んだスラブがウインドウ上に割けて窓ができて、さらに深いところからのマグマの発生を許しているなんていうようなモデルも、まだ、全然モデルの段階だとは思いますが、まだ、そういうことが語られる段階で、まだ、よく分かっていないということかなと思います。

以上です。

○石渡委員 どうもありがとうございました。

大体よろしいでしょうかね。

そろそろ時間になりましたので、今日の議論はこの辺にしたいと思うんですけども、よろしいでしょうか。

先生方、よろしいですか。

どうもありがとうございました。本日の議題につきましては、以上となります。

次回につきましては、次回の会合は3月17日木曜日を予定しております。

次回会合では、本日の会合で外部専門家の皆様から寄せられた御意見を基にして、資料1と2を修正したものを提示して、修正した事務局の整理をベースに、もう一度議論をして、御意見を伺いたいというふうに考えております。

最後に何かございますか。事務局のほうからありますか。よろしいですか。

それでは、以上をもちまして本日の会合を終了いたします。

本日は大変お忙しいところを、また、コロナ禍の中、どうもありがとうございました。

○田中委員長代理 どうもありがとうございました。