

総合資源エネルギー調査会  
電力・ガス事業分科会  
原子力小委員会  
第23回地層処分技術ワーキンググループ

日時 令和5年3月14日(火) 17:00~18:49

場所 オンライン

## 1. 開会

### ○下堀放射性廃棄物対策課長

定刻になりましたので、ただ今より総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会第23回地層処分技術ワーキンググループを開催いたします。私は事務局を務めます、経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部放射性廃棄物対策課長の下堀でございます。本日はご多忙の中、多数の委員の皆さまにご出席をいただきまして誠にありがとうございます。

なお、本日は下司委員と新堀委員がご欠席との連絡を受けております。また、事務局からは、資源エネルギー庁のほかに原子力発電環境整備機構から梅木理事、それから兵藤技術部部長が出席しております。

本日のワーキングはオンラインにて行わせていただきます。また、本日の会議の様子はYouTubeの経産省チャンネルで生放送させていただきます。オンライン開催ということで、委員の皆さまには事前にメールで資料をお送りしておりますが、Teamsの画面上でも適宜投影をさせていただきますのでよろしくお願いいたします。

まず、本日もお送りしている配布資料の確認をさせていただきます。配布資料は一覧のとおりでございますが、過不足などございましたら事務局までお知らせください。

それでは、以降の議事進行は徳永委員長にお願いいたします。

### ○徳永委員長

始めに、本日の議事の進め方について説明をさせていただきます。前回第22回の本ワーキンググループでは、全体を見渡した総合的な議論を行うということを見据え、委員の皆さまに全体像の把握をいただくため、NUMOから各論を最後までご説明いただき、コメントを頂きました。本日の議論ですが、今回は議論を2つに分け、まず前半で前回までコメントを頂いた部分について、資料への反映の状況をNUMOからご説明いただき、それについてご質問やご意見を頂きたいと思っております。その後、後半で、これまでの議論を踏まえ、総論を含めて全体を見渡してご検討ご審議をいただければと思います。このような2つの段階での議論を本日は進めていきたいと思っておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

## 2. 説明・自由討議

### 文献調査段階における評価の考え方について

○徳永委員長

それでは、お手元の議事次第に従って進めていきたいと思えます。本日の議題ですが、前回に引き続き、文献調査段階における評価の考え方についてとなっております。まず事務局である原子力発電環境整備機構の兵藤部長より、資料1に基づき、文献調査段階の評価の考え方（案）のご説明をお願いいたします。なお、下司委員と新堀委員におかれましては、本日ご欠席ということで、先ほど事務局からご報告いただきましたが、本日の議題に対する意見書を頂いております。お二方の委員からの意見書を、資料2および資料3としておりますので、後ほど事務局からの読み上げをお願いしたいと思います。

それでは兵藤部長、ご説明をお願いいたします。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

NUMOの兵藤でございます。今日もよろしくお願いいたします。

それでは資料1に従って説明させていただきます。先ほどご紹介がありましたように、前回までのコメントを反映した部分について説明をさせていただきます。資料の右肩の方に追加とか修正とかというふうに書いてある所を中心に説明をさせていただきます。

まず1章ですけれども、少し飛びますが、8ページをご覧ください。こちらの方から、前回の会合で著しい変動を避けるということであるけれども、それが具体的にどういふ影響を与えている、なぜ避けるのかと、そういったところがいまひとつイメージが湧きにくいというようなご発言がございましたので、図がちょっと多いんですけれども、基本的な所を説明させていただいております。

まずこのページでは、地下深部の隔離機能、閉じ込め機能ということで、こちらに図がありますように、隔離するとして人間が容易に近づくことができないとか、閉じ込めに関しましては酸素が少なくものが変化しにくいとか、地下水を流そうとする力が弱いと、そういったことを説明しております。それから上の方は、深度としては大体、法律では300メートルより深い所、それからこれまでの検討としては500メートルとか1,000メートルとか、そういったところを検討しているということの追記をさせていただいております。

次をお願いいたします。こういった地下深部の特徴を生かしまして、そこに埋設をしていくわけですが、そこにこちらにありますようなオーバーパックとか緩衝材といった人工バリア、それに天然の岩盤を加えまして、多重バリアを構築して閉じ込めをするという考え方でございます。

次をお願いします。こちらの閉じ込め機能について好ましい地質環境として4つ挙げております。こちらは一般的な地下深部であれば普通に備えている特徴と言えます。変形しにくいととか、地温が低い、それから地下水の流れは緩やか、それから酸性ではないと

いった特徴がございます。

こういった閉じ込め機能に好ましい地質環境、そして閉じ込め機能・隔離機能を壊すものとして、次のページをお願いします。閉じ込め機能の喪失に関わるものとして、断層のずれ、それから隔離機能の喪失に関するものとしてマグマの噴火、侵食による深度の減少、それから隔離機能の喪失の一種になりますが、人間が将来侵入する可能性ということで、資源の掘削等、こういったことが考えられますので、こういったところをサイト選定段階、処分地の選定、特に前半の文献調査、それから概要で避けていくということになります。ここが一つのまず追加したところでございます。

それから、少し飛びますが、26 ページをお願いします。前回、沿岸海底下での鉱物資源、こちらについて触れておいた方がいいのではないかとのご発言がございました。沿岸海底下は、その図にありますように、海岸線から比較的近い所を対象としております。大陸棚といった比較的近い所になります。こういったところの鉱物資源としましては、一番下の方にありますけれども、油田、ガス田、炭田など、こういったものが陸域から続く形として知られておりますので、そちらを追記しております。これは科学的特性マップでもこういった図が示されております。

続きまして、29 ページをお願いします。こちらは今回、文献調査段階の断層とか火山とかの基準を議論していただいておりますけれども、科学的特性マップの時の基準とどう違うのかというのをまとめておいた方がいいのではないかとのご意見がございまして、こちらの方で共通することをまとめております。具体的な基準の比較というのは、断層とかマグマの貫入とか、そういった項目の中で1枚ずつページを加えて説明をさせていただいております。

続きまして、32 ページをお願いいたします。今回、項目ごとの基準を策定するに当たります、科学的特性マップの考え方と、規制委員会の考慮事項を参考にさせていただいておりますが、規制委員会の考慮事項というのが、これまでに制定されております中深度処分の規制基準というのが参考にされております。この中深度処分の規制というものについて、説明が不足していたものですから、こちらにまとめさせていただいております。少し複雑かもしれませんが、原子炉等規制法で中深度処分それから地層処分も規制をされるということで、その枠組みが決まっております。それから通常はこれから建設しようという時に、事業許可という段階がありまして、中深度処分ではこの事業許可の規制として既に規制基準が制定をされております。地層処分は、これに加えて、原子炉等規制法はこれから建設するということを規制されていくわけですが、その前に文献、概要、精密とサイトの選定段階が最終処分法で規定をされております。こちらについて、規制委員会の方から考慮事項としてこういったことを考慮してくださいということが言われております。この考慮事項について、共通する所が多い中深度処分の事業許可時の規制基準を参考にされているという関係になります。考慮事項の中に、概要調査地区等ということが出てきますけれども、これはこちらにありますように、概要調査地区、それから精密調

査地区、最終処分建設地、この3段階の選定ということをおっしゃっています。こちらは説明を加えさせていただきました。

続きまして、34ページをお願いします。こちらは「将来にわたって」について。

こちらの中深度処分と地層処分の埋設の深さの比較を下の方でしてはいたしましたが、地層処分の方が十分深いというような表現をしていたんですが、法律の方で300メートル以上というふうに書かれておりますので、それを書いたらどうかというご意見がございまして、それを拝承した形です。

次をお願いします。これは前回、地層処分対象の廃棄物が、具体的に放射能がどういふふうな低減をしていくのかというのを示していただければというご意見がございましたので、こちらは規制委員会の考慮事項の参考資料の方にありますグラフを抜粋させていただいております。グラフでは、地層処分対象、それから中深度処分対象の廃棄物等の比較がなされております。上の方の2つ目の黒丸ですけれども、留意点として書かせていただいております。後の方でも少し申し上げておりますが、安全評価と言いますが、安全評価につきましては、この廃棄物の放射能自体について安全評価をするということではなくて、そこに文章で書いてありますが、地下水に溶け出した長い時間をかけて、地表の人間の生活環境に達した放射性物質による人間への影響を安全基準と比較するというところでございます。後ろの方でその図解も付けさせていただいております。後でまた説明いたします。

続きまして、39ページをお願いします。こちらが前回の時の資料ですね。これは基準への該当性の確認の仕方の説明の所です。共通する所をこちらに書かせていただいております。こちらの特徴を書いているんですけども、地層の著しい変動、断層とかマグマの貫入とか、そういったことについては、前回、現地調査も含めたという文言があつて、文献調査段階で現地調査をするのかというふうに、誤解を与えるような表現があつたので、検討してくださいというご意見がございました。ここに太字で書いてありますように、趣旨としては、これまでに整備されたものを踏まえて具体化するということなんですけど、これまでに整備されたものというのが、先ほどちょっとご説明しましたが、中深度処分の規制基準等ということになります。こちらは先ほど申し上げましたように、事業許可時の規制基準ですので、当然現地調査等も踏まえた基準になっておりますので、それがこれまでに整備されたものとして、そういったものを踏まえて確認の仕方を具体化していきましようということになります。文献調査段階でも、文献によって結局は現地調査等を論文でまとめていますので、文献・データなどからそういう詳しい情報が分かるものもあるということでもあります。

次をお願いします。次のページです。同様な話があります。こちらのページは、文献調査で十分な評価が行えない場合、次に概要調査に行くとした場合、その場合どうしたらいいかを少し情報を整理しておくという考え方をまとめたところですけども、こちらにつきましても断層とかマグマの貫入等については、先ほど申し上げました現地調査まで含め

た調査・評価の方法が整備されている、これまでのガイド類、基準類がありますので、それを用いて文献・データではここまで分かっている、これがまだ分かっていないから、概要調査ではこういうことを調べたらいいんじゃないかというふうに整理をしていくということになります。

それから、42 ページをお願いします。先ほどの廃棄物の放射能の低減ですが、こちらはもう少し詳しい核種ごとのデータが、グラフが規制委員会の資料にありましたので参考として付けております。

43 ページをお願いします。これが先ほど申し上げました安全評価の枠組みということで、そこに図がありますように、廃棄物の放射能自体ということではなくて、そこから地下水にしみ出して、長い時間をかけて地表に至った時に、人間にどれぐらい影響があるかというのを安全基準と比較したということでもあります。

1 章につきましてはこういったところでございます。

続きまして、2 章の項目ごとの基準です。

まず、58 ページから断層等になります。

こちらは前回ちょっと参考している文献が若干古いような印象があるので、最近の知見についてももう少し整理して検討したらいかがかというご意見がございましたので、少し構成を変えたような所もでございます。

次をお願いいたします。こちらは具体的判断事項の抽出ということです。水色の所が科学的特性マップの時の好ましくない範囲、それから考慮事項、避ける場所として考慮するというので書かれているのを抜粋しております。その中の赤の太字の所が、この後説明していきますが、最後に基準案として使うような文言です。その他の補足情報として、説明はこの後のページにあります。断層コアとか、それから前回も少し説明しておりますが、延長 10 キロ以上とか、そういったことを基準案に盛り込んでおりますので、そういった情報をこちらに整理しております。

ここから基準案を作るに当たって、次のページ以降に、少し断層については複雑でしたので、ページを加えて説明をしております。ほかの項目につきましてはページを増やすところまでいかなかったところがありますので、この図式の中にもう少し白地の部分を書き加えた所があります。そこは項目によってこの図式の表し方の若干違いがあるかもしれませんが、ご了承いただければと思います。

それでは、こういう好ましくない範囲、考慮事項を受けて、それから最近の知見を受けてどうしたかということです。次をお願いいたします。まず何を対象にするかというのを検討いたしました。科学的特性マップの考え方の中では、好ましくない範囲の根拠として、断層のずれと断層のずれに伴う透水性の増加ということが考えられています。一方で、規制委員会の考慮事項の方ですと、基本的にはそこにありますように人工バリアの損傷を防止する観点からということが書かれております。規模が大きい断層につきましては地下水流動経路を考えるということが考えられておりますが、一方でその規模の程度は岩盤の特

性や施設設計にもよるといったことが書かれております。こういうことを受けまして、ここでは今回文献調査段階としては、ずれによる人工バリア損傷防止の観点のみ考慮するという方針で、この後展開をしております。一方で、透水性の増加というのも今後の後段で重要になりますので、その他の評価の技術的観点からの検討の中では、そこが仮にという所もございますけれども、透水性が多いとしたらどうなるかというようなことも考慮することとしております。

次をお願いいたします。こちらがそういうことを念頭に置きまして、最近の知見を、論文等を整理して、その結果を抜粋、基準を定めるに当たってどう考えるかを整理したものであります。まず断層コアとダメージゾーンというものです。こちら最近の断層の研究等を見ますと、こちらにありますように、破碎帯は断層コアとダメージゾーンとで構成されて、断層コアは断層変位の大半を賄う。ダメージゾーンは割れ目や小断層などが密に発達する。それから必ずしも断層コアとダメージゾーン1個ずつというわけではなくて、複数の断層コアとダメージゾーンといった構造もありますということが言われております。

それから、ダメージゾーンの中です。こちらについては、まずこの断層の周辺についての調査研究ということでございます。面的な分布を把握することが調査技術としてかなり可能となってきた、いろんな論文が出されております。その中で、ダメージゾーンは一般的に、ダメージゾーンの中に副断層、亀裂などの二次的な構造が見られるですとか、その周辺としては、右側に図もありますけれども、分岐断層、副断層などの出現形態がいろいろありますけれども、ただ成因によって区別するのはなかなか難しいことが言われております。

それから、いろいろ調査がやられているというお話をしましたが、日本の方では、熊本地震では200カ所以上で小変位を検出と、こういったことが知られております。それから、右側の絵の中に、地滑りというものもありますけれども、地滑りの場合にも粘土や角礫岩とか、そういったものが形成されるということが言われております。

こういった知見をまとめまして、今回の基準化に当たりましては、先ほど断層変位の大半を賄うというのが上の方に書いていましたけれども、ずれの影響があると考えられる、ずれを体現しているのは断層面と断層コアの部分と考えましょう、それから、断層コアというのを、先ほど1個ずつというわけではなくて繰り返す構造というのがございましたので、震源として考慮する活断層、中央の所ですね、それだけではなくて、その回りの永久変位が生じる断層および変位を及ぼす地滑り、周りにありますこういった断層等についてもコアを考えるべきではないか。もちろん規模が大きい断層についても、断層コアを考えるべきではないかということです。それから、成因によって区別するのは困難ということもこちらで押さえておきたいと思っております。

字ばかりでしたので、次のページで概念図と用語を整備しております。先ほど申し上げましたように、真ん中の所に震源として考慮する活断層と考えるものがございまして、その周りに、ゾーンとしてはやや暗い緑色の、断層面とその周りの断層コアがありまして、

その周りに暗い緑色のダメージゾーンがあつて、その周りに明るい緑の周辺岩盤（母岩）というものがあるという構造であります。それから、用語としては、先ほど申し上げましたが、この真ん中に一番の震源として考慮する活断層があつて、その周りに永久変位が生じる断層および変位を及ぼす地すべり面というのがあります。断層面と断層コアが変位の大部分を賄っていると。それから、地すべり面につきましても、その周辺の破碎部というのが断層コアと同様に扱えるのではないかということになります。ですので、ここの太字で表している所を避けるようにするということになります。実際の文献調査では、個別の文献データの情報がこの太字のどこに当たるかというのを考えていくということになります。

このようなことをまとめまして、次のページをお願いします。断層コアにつきましては、論文の中でいろいろ、最近の論文でまとめられて幾つか出てきておりますので、そういったものをこちらの方にまとめております。基本的には断層コアとダメージゾーンというセットでよく使われているということですので。

次をお願いします。こちらは前回お話ししましたが、規模が大きい断層について、文献調査段階では10キロ以上を使いましょうということがございます。

これらをまとめまして、次の基準案です。こちらは前回から変わりましたのが、(エ)に断層コアの部分というのがございます。こちらは前回破碎帯といった表現になっていまして、それが2番目に出ておりました。この震源として考慮する活断層の破碎部の部分といった表現でありましたが、先ほどから少し申し上げておりましたが、別に震源として考慮する活断層だけにかかるわけではなくて、ほかのにもコアというのを、それが確認できれば避けるべきだろうということで、全体を受ける形で最後に断層コアの部分というのを書いております。それから、少し明確にするために、活断層の断層面とか、変位が生じる断層の断層面とか、断層面という言葉を追加した形にしております。

次をお願いします。該当性の確認の仕方ですが、こちらは下の方に最近の知見と書いてありますが、こちらを追加しまして、次の67ページの確認の仕方1つ目ですが、こちらは前回は震源として考慮する活断層と、次の永久変位が生じる断層といった、こちらをどう区別するかというのを書いておりましたが、これは先ほど申し上げましたが、破碎帯とか断層コアの部分、震源として考慮する活断層だけにかけていたので、その区別をどうするかというのを書いていたんですが、今回どちらにもかけますので、あえて必ずしも区別する必要はないと書きまして、下の方は震源として考慮する活断層ですが、それから永久変位が生じる断層の定義といったところをガイド類から引用をしている形です。

次をお願いします。残りの確認の仕方につきましては、断層コアの部分、こちらは修正ですね。前回は破碎帯といったところを断層コアの部分ということでまとめております。露頭とかトレンチとか、そういったものがあればそれで確認していくんですが、こういう文献データがなければ概要調査以降で確認するというのを書いております。

続きまして、71 ページをお願いします。こちらは1章の方で科学的特性マップの基準と

今回の文献調査段階の項目ごとの基準の比較をするということで、このページの上半分は1章に書いていたものの再掲になります。その下に基準そのものの比較を示しております、下の方には今回の基準とか確認の仕方の特徴を示しております。断層はこういったところであります。

参考資料としては、77 ページでは断層コアを今回取り上げましたので、具体的な寸法としてはこういった幅広く、1 ミリから 100 メーターとか、こういったものがありますという実例を示しております。

78 ページは、各論文で断層コアとかそれに関連する用語についてのまとめです。

79 ページは、前回破砕帯の説明をしておりましたが、その再掲ですけれども、ここに第2次取りまとめの時の破砕帯等の図がございましたけれども、先ほど60 ページぐらいの所でお示しました断層の構造の図式と若干混乱を招く恐れがありますので、図式を割愛した形です。

それから次のページをお願いします。こちらは最近の知見というのをトピックごとにまとめております。①番、次が②番、81 ページから②、③、④と続いております。

それから84 ページですが、こちらは先ほど面的な調査がかなり最近進んでいるということをお話ししましたが、それは一番上に書いてありますように、地震が発生した前後で変位を調べるということがかなりやられております。じゃあ概要調査に行った時に地震がなかったらどうするんだということは少し考えましたので、もう少し調べますと、別に地震が起きなくてもこういったことが調べられるということで、論文にありましたので、それをまとめております。

それから91 ページをお願いします。こちらは規模が大きい断層に関連して、長さ10 キロ以上という目安は、手前どもになりますが、NUMOの包括的技術報告書の地質構造モデルの中で、広域スケールとか処分場スケールとか3つのスケールがありますが、その中の断層の扱いと整合しているのでご紹介したらどうかというご意見がございましたので、こちらにありますように、広域スケールでは10 キロ以上を除外する断層としているということを示させていただいております。

断層は以上でございます。

続きまして、マグマの貫入と噴出です。こちらは前回2点ご意見がございました。火山の中心に関するご意見、それから新たな火山に関するご意見です。

95 ページをお願いします。新たな火山が生じるのは、下の方に、なかなかこれは評価方法が定まっていないのでというようなことを補足情報に書いていましたが、そちらを割愛しまして、次の96 ページをお願いします。(ウ)の新たな火山が生じる、こちらは前回白抜きで、現段階では保留するというふうに書いていましたのを、(ア)とか(イ)と同じように基準として書いています。

次をお願いします。新たな火山につきまして、前回なかったんですが、一番右側の列を加えたというところ。それから火山の中心についても若干追記をしております。

次をお願いします。それで確認の仕方なのですが、第四紀の話と履歴の所は変わっておりません。活動中心につきまして、前は少し5、6行とか詳しく書いていたんですけども、前回なかなか活動の中心を決めるのは難しいんですが、客観的に決められるようにというようなご意見がございましたので、こちらでは客観的ということに着目して少し整理をした形で、こちら2行ですね。

第四紀火山カタログなどに示される位置を目安とし、既報の火道・火口等の位置との整合性により妥当性を確認の上、活動中心を定める。妥当性が十分に得られない場合は、概要調査段階以降に評価するというふうにまとめております。前はもう少し書いていたものは、次の次のページの参考の方にももう少し詳しいところを回したということがございます。

次をお願いします。新たな火山が生じるにつきましては、できる所はちゃんと評価をしてくださいというようなご意見がございまして、そちらにつきましては2つ目の羽根にありますように、現在、地殻およびマントル最上部にメルトが存在する可能性を、地球物理学的、地球化学的な観測データを用いて評価する。こちらはやるということにしております。下の方の小さい字ですね。マントルウェッジの対流といった評価モデル等の構築、それから数値シミュレーションとか書いていますけれども、こちらについては評価方法がまだ確立されていないということで、こちらは情報を整理するというにとどめております。

こちらの現在メルトが存在する可能性につきましては、次のページをお願いします。具体的にはこのように地下温度ですとか、地下水の化学とか、地下深部の物性とか、こちらの特徴が認められて、おおむね整合的で相反しないとか、そういうことがあって、火山地域と同様であると、そういった所があったら評価をしていくということでございます。これを論じてらっしゃる参考文献といたしましては、次の103ページで、マグマの推定のためのアプローチとしてはこういったことが言われております。それから事例といたしましては次のページの、こういった火山を対象とした事例です。これは非火山地帯等の事例が、その論文の右側に書いてありますような観測データ、地球物理学的な情報等を基にして論じてらっしゃるものがあるということです。

次をお願いします。マグマの貫入と噴出につきましても、科学的特性マップとの比較をこちらでやらせていただいております。

マグマの貫入と噴出はこういったところです。

それから、3番の地熱活動、4番の火山性熱水や深部流体は変更ございません。

5番の侵食につきましても大きな変更はございませんが、まず135ページの基準案の所ですけども、修正箇所として、明らかまたは可能性が高い場所の所で※を付けております。こちらは避ける場所を少し明確にした方がいいというご意見がございまして、この侵食の所につきましては一番下にありますように、要は浅い所は避けることになるけれども、深い所は残るとというようなことでございます。先ほど申し忘れましたが、断層の所でも同

じような表現、※がありまして、こちらの方では先ほどの断層面とか断層コア、それと最終処分を行おうとする地層が重なる部分というような表現をしております。同じようなことが後にも出てきます。

それから 137 ページをお願いします。こちらはほとんど変わっておりませんが、若干、正確性を期すためにこちらで修正をさせていただきました。最初に地形場別と書いてありますが、前回は地理的な特徴といったことを表現にしておりましたが、地形場別が正確ということで、そういうふうには直しております。それから注3の所、これは前回は沈降していることが確認できない場合は安全側の評価とするため、隆起していると仮定し、と書いていたんですが、それだけではなくて、安定している、隆起とか沈降が生じていないということが確認できない場合は、こちらの方も該当しますので、それを追加した形です。

それから 141 ページは、前と同じようにマップの基準との比較をしております。

それから、未固結の所です。151 ページから未固結ですが、こちらはほとんど変わってなくて、153 ページ、これが先ほど申し上げました※ですね。(ア)かつ(イ)が最終処分を行おうとする地層が重なる部分というようなことを追記。断層の所も同じような表現になっております。

それから 156 ページがマップの基準との比較です。

続きまして、鉱物資源です。こちらもほとんど変わっておりませんで、169 ページ、こちら※を付けさせていただいております。

それから 171 ページにつきましては、近年稼働していたというのを比較のためのデータとして、前回回答の部分で平成 16 年というようなことも申し上げましたが、それについて事実関係ですけれども追記をさせていただいております。

175 ページ、同じようにマップの基準との比較です。

それから最後に 190 ページからのその他の評価に移ります。こちらは地熱資源の方で、193 ページから地熱資源ですが、194 ページ、前回蒸気井と言われるが、蒸気で地熱発電をしているのはそれほど多くはないので、生産井という用語がいいのではないかというご発言がございました。調べていきますと、一番下に追記箇所というふうに、蒸気井(生産井)という言い方をしているものがあれば、もう生産井と呼びますと言っているものもございます。結論としては、195 ページにありますように、生産井とさせていただきたいと思えます。もう少し説明しますと、199 ページ、いろんな文献がありまして、下の方の規制庁さんは蒸気井(生産井)、温泉関係ですと生産井の方で蒸気井とも見るとか、逆に蒸気井の方で地熱発電の方では生産井とも言うとかありますが、エネ庁さんのホームページの方で、右側に絵がありますけれども、熱を取り出す方法は生産井で、それから余った熱とか、その水を戻すのが還元井というような捉え方があります。こちらを参考にして生産井というふうにさせていただきました。

最後の技術的観点からの検討です。201 ページをお願いします。こちらは何をやろうとしているか、目的がいまひとつはっきりしないので、もう少し工夫をしたらというご発言

がございまして、こちらでは②番の所ですね。こちらを追加しております。最終処分法に定めた要件への適合性、これは活断層とか火山とかですけれども、それ以外の技術的な観点から地下施設設置場所として適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択について検討するというところでございます。

それから、少しずつ、やや説明が足りなかった所を補っているところがございます。この中に、③番で地下施設の建設可能性に関しても検討すると書いております。こちらの建設可能性は重要ですので、技術的観点からの検討でしっかりやってくださいというようなご意見がございました。これを受けまして、次のページ、具体的にどうかということで、これは後段の検討になりますが、地下施設の設計フローというのを引っ張ってきております。こういったことを念頭に置いて、これは当然、文献調査段階で全部はできませんので、文献データで可能な範囲で検討するということになります。

最後に、一番最後のページですが、こちらは「埋め戻し」の「め」という平仮名、こちらは土木学会ですとか国交省さんの文書ですと「め」は使わない。同じようなことは、「吹き付け」とか、そういうことでも「き」の平仮名を使わないというようなご指摘がございましたので、そういった修正をさせていただいております。この資料の中ではこのページだけでしたということでもあります。

ちょっと長くなりましたが以上でございます。

○徳永委員長

ありがとうございました。それでは、続きまして、先ほど申し上げましたが、本日ご欠席の下司委員と新堀委員より意見書を頂いておりますので、その内容を事務局から読み上げていただきます。どうぞよろしく願いいたします。

○下堀放射性廃棄物対策課長

資料2をご覧ください。下司委員からのご意見書でございます。下司委員は、一度ご提出していただいたものに追記がありましたので、このような形となっております。読み上げます。

「各種火山カタログ等の火山の位置は、火山の位置を示す代表的な点として山頂等を選んでいる。たとえば「第四紀火山カタログ」における火山の位置は、主火道を定義してその位置を示したものと、地形的な山頂等を用いたものが混在している。

また、産総研の「日本の火山データベース」中の「第四紀火山」データベースでは、「各火山（火山群）の緯度経度は、火山活動の中心地点ではなく、以下に示す地点を示したもの」として、火山の最高標高点等を用いたとしている。したがって、これらデータベースにおける火山の位置は、本文献調査段階で評価すべき火山活動の中心すなわち地下からのマグマ上昇・噴出地点の「中心」とは必ずしも一致しない。文献調査における火山の位置の評価では、これらカタログにおける火山の位置を直接用いるのではなく、文献資料に記載される火口・火道や噴出物の位置・分布の情報の検討に基づき活動中心を定義し、それに基づき「避けるべき範囲」を設定するべきである。」

追記として、「それぞれの火山の構造や年代・被覆状況や侵食状況の違いにより火山体や火口地形、火道構造などの保存状況や露出状況が異なるため、個々の火山の範囲やその活動中心を一義的に定義することは困難である。そのため、文献調査においては、火山体や火口地形、火道構造などの位置情報を文献等の調査に基づき十分検討し、それぞれの中心位置の決定根拠を記録したうえで、個々の火山の中心位置を定めるべきである。」

続きまして、資料3をご覧ください。新堀委員からのご意見書でございます。

「事前の資料を拝見し、次のような意見を提出させていただきます。今回のNUMOによる文献調査段階の評価の考え方は、地層処分に関する「科学的特性マップ」、NUMOによる包括的技術報告書および「特定放射性廃棄物の最終処分における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」を踏まえており、中深度処分に関わる規制庁の考え方も参照しつつこれまで寄せられたWGでの意見に適切にも対応されていると存じます。特に断層コアや新たな火山の考慮などに関する考え方も検討されており、最新知見を踏まえて、考え方自体にも進展が見られると思います。なお、その中で、断層コアについては、その規模についても参考として言及されており、その重要性をより共有できるように工夫されていると存じます。また、新たな火山については、マグマの貯留等に注目されており、そこでは空間分解能の制約による物理探査データの解釈の不確かさをも考慮し、文献調査段階においても当該地域および周辺地域での広域的なマグマに関する地球科学的な知見などを含めた総合的な検討が必要となると拝察しております。WGに置いて指摘のあったテクニカルタームについても、適切に修正されていると存じます。今後、国が作成する本件に関する取りまとめについても、今回の考え方が適切に反映されるよう国とNUMOとの間において適切な連携を図り、当WG等による公開の場での議論につながることを期待しております。」

以上でございます。

○徳永委員長

ありがとうございました。それでは、ご説明いただいた資料1につきまして、ご発言もしくはご質問を希望される場合は、オンライン会議システムの手を挙げるの機能を用いて発言の意思を表明していただくようお願いいたします。手を挙げていただいた委員の先生方に対しましては、こちらから順次指名をさせていただきます。それではどうぞよろしくをお願いいたします。

それでは遠田委員、お願いいたします。

○遠田委員

断層に関してなんですけれども、非常にその後丁寧に最新の知見・文献を収集されて、うまくまとめられて、非常に感謝しております。非常に良くなっていると思います。特にコアとかダメージゾーン、あの辺の分類の絵が非常に分かりやすく、なのでどういう所を本当に避けるべきかと、処分場の破壊に関して避けるべきかということが非常に分かりやすくなっていると思います。ページ数も追加でかなり詳しくされていて、この辺も今後、

若干は変わるかもしれませんが、よかったですと思います。

1点だけ確認ですけれども、84 ページですかね。誤解が生じていなければいいと思うんですが、近年、地震が発生していない地域というのは、ほとんどの地域がそうだと思うので、これだけ最新の文献を調べられて、分かりやすい図にされたということで、要は発生していない地域、発生している地域とかいう問題ではなくて、こういう最新の知見を踏まえて、今ある文献調査地域の情報を見た時にどう判断するかという材料にさせていただきたいとか、そういう流れだと思うので。たぶん誤解はされていないと思いますけれども、一応確認のため、そんな感じのことでこういうことを書いているのかというのを確認です。

あともう一つですが、これは文献調査段階ですが、概要調査に行く時、このスライドに書く必要はないと思うんですけれども、例えばボーリング調査をした時にどういう点を見ると活動しているコアと判断できるのかとか、もしくはかなり古い断層で関係ないとか、その辺りの判断材料とか、もしくは調査時の断層を見るフローみたいなものを整理していかれるといいと思います。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございました。

それでは、野崎委員、お願いできますでしょうか。

○野崎委員

海洋研究開発機構の野崎です。これまでされてきたワーキンググループでの議論がすごく反映されていて、詳細な資料になっていて、かなり議論が煮詰まっている印象を受けます。私からは1点だけなんですけれども、今回、火山の所で、新しい火山というのが追加されまして、その説明がかなりされていると思います。というのは、私は鉱床資源の専門ですので、火山により詳しい委員の先生方のご意見も伺いたいところではあるんですけれども、今のサイエンスの状況では、既存の火山のモニタリングをして、既存の火山が例えばもうすぐ噴火するであるとか、山体膨張があるから状況が危ないとか、そういうことは分かると思うんですけれども、新たにここから何年後に火山ができるという予測は、僕は今のサイエンスでは不可能なんじゃないかと思っています。ですので、このサイエンスとして不可能な項目というのは、個人的には僕は入れない方が全部いいかなと思いました。ほかの先生方のご意見も伺いたいところです。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございます。そうすると、野崎委員のご意見に関しては、NUMOさんというよりは、この委員会に来ている火山に関する専門家の方のご所見を頂くと、そういうことで野崎委員、よろしいですか。

○野崎委員

はい。それで大丈夫です。

○徳永委員長

分かりました。それは後でお願いをすることにしたいと思います。ありがとうございます。

それでは吉田委員、お願いします。

○吉田委員

私の方からは、まず 26 ページの沿岸底の資源については追記いただきましてありがとうございました。あと、もう一つ「断層コア」について、断層に関しては先ほど遠田委員の方からもありましたが、非常にクリアになって、いろいろ情報を追加して、分かりやすくなったと考えています。一方で、今回このいわゆる文献調査から概要調査に行くに当たっての、この破碎帯を断層コアとダメージゾーンに分けて、それである意味再定義したということになりますので、こういう考え方は、今これがジェネリックなアプローチという観点からすると、全ての岩種に対してどの程度適用できるのかどうかというのを、ぜひ今後、学会とかそういったところで議論というか、提示していただいて、今回のこの定義をできるだけ浸透させていただくというのがあった方がいいかなと考えます。機会としては、応用地質学会とか地質学会とかいろいろ今後あると思いますので、それをぜひ検討いただければというのが私からのコメントです。よろしくお願いします。

○徳永委員長

ありがとうございました。

それでは小高委員、お願いいたします。

○小高委員

丁寧なご説明大変ありがとうございました。

全般に非常によく分かりやすくなりまして、分かりやすくおまとめいただいていると思いました。それで、文献調査の基準の本題ではない部分なんですけれども、一般の方も含めて広く理解いただくという目線で、2つほど意見を述べさせていただきたいと思います。

1点目は、冒頭のご説明で追加いただいた、8ページの追加資料についてです。細かい点なんですけれども、下の閉じ込め機能を説明する図の中で、地下水を流す力が強いあるいは弱いという表現を使われているのですが、水を流す力の強さというのは、地下水の動水勾配の大きさのことになると思うんですけれども、地表付近においてはさらに隙間が多い、すなわち透水性が大きい地層では地下水の流れが速いという説明をされています。もちろん透水性が低ければ、動水勾配が大きくても流速は小さいのでそれで結構かとは思いますが。しかしその一方で、地下深部については、透水力が小さいこと、すなわち動水勾配が小さいことのみで、地層の透水性については説明されずに、流動距離の具体的な数字のみを記載されています。これは地盤深部の地層が岩盤であって、透水性が低いということを前提にしているのだと思いますけれども、地表付近と地下深部の説明が整合していないというところが、一般の方に理解が得られるのかと感じました。さらに言いますと、地下深部の岩盤ではむしろ亀裂などの水みちによる地下水の流動が議論になると思うのですけ

れども、それを含めても、地下深部では小さな動水勾配によって、年間数ミリという具体的な数字を示して説明されている点が気になりました。年間数ミリというと、10 万年の期間を考えますと、決して小さい値ではありませんので、本来であれば次のページの人工バリアの機能と合わさって、閉じ込め機能というのは発揮されると思いますので、その点の説明を丁寧にしていただく必要があるのではないかと感じました。

長くなりましたが、2 点目なんですけれども、これは最後の方で、200 ページからの技術的観点に関する部分です。これも追加していただいた 202 ページの追加資料なんですけれども、地下施設の設計のお話がありました。その中で、可能な範囲で検討するという言葉があるのですが、この地下施設の設計になりますと、アクセス坑道を含めて、地層処分の想定される深い部分だけではなくて、浅い地層の部分まで含めた検討も含まれる可能性もあるわけですね。そうすると、文献だけでも格段に深い部分よりも多くのデータが存在することになると、机上調査の段階でも詳細に検討できてしまうことが多いのではないかなと思いました。それで、と言いますと、どこまでの検討をするのかについて、このように可能な範囲で検討するというふうに言ってしまった場合、どこまでの検討をするのかについては整理をしておかなければならないのかなと思いました。

以上でございます。

○徳永委員長

ありがとうございました。

小峯委員、お願いできますでしょうか。

○小峯委員

今、小高先生が最後に質問されているのに関連すると思うので。まず、全体的には私が気付いたことを意見させていただいたことについては、ほぼ全て対応していただいているというふうに認識していて、だいぶ煮詰まっているかなと思います。ただ、私も追加していただいた 202 ページの所なんですけれども、今、小高先生からありましたが、もう一つ、やはりレイアウトの設計とかというのは、実施工を知らないとなかなかできないと思うんですね。図面的にはできて、それを本当にどうやって作るのかというのは、詳細といえれば詳細なのかもしれませんが、施工技術的に不可能なものを図面で書きちゃうのはまずいと思うので、先ほど吉田先生もありましたけれども、NUMOさん独自でやるというのは限界があるような気がしていて。やはり土木学会とか地盤工学会とかで検討するような委員会といったものを作って進めていくのがいいのではないかなという、そういう提案をしようかと思って手を挙げた次第です。

だから報告書そのものはこれでもいいのかなと思っていますが、さらにこれをどうやっていくんだろうかという点がやはり気になりました。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございました。

それでは、先生方のご意見を引き続き伺いたいと思います。長縄委員、お願いします。

○長縄委員

長縄です。地熱資源の 195 ページですか、すみません、私は理解が追いついていなくて、逆戻りしている所は申し訳ないんですけども、地温勾配 100℃/キロメートル、この条件ですけども、結局地温勾配は深度によって変わりますし、これの意味するところはやはりよく分からないですよ。ですので、これをどう考えていいのかということで、それで下の所には確認の仕方はあるとして、地熱ポテンシャルマップというのがあって、これを使うと結構いいのかなという気はしております。ですので、この地温勾配という示し方がいいのかどうかはちょっと疑問というところです。これが一つと、それからもう一つは生産井の話ですが、これは結局発電所というのは還元井とほぼセットで作られていますので、生産井という言い方がいいのか、地熱発電、元々のまま発電の用に供する坑井、井戸ですよ。生産であろうが還元であろうが、あるいは取水井かもしれないですし、その方がいいかなと思います。

これが1点と、それからもう一つ、またまたそもそも論みたいになっていくんですけども、これはものすごい数の消去法をやることを、今、皆さん議論をされているわけですけども、これは例えばどれを優先的に。要するにこれ、例えば今話した地熱ポテンシャルマップですか、これを最初の科学的特性マップにかぶせると、これはもう全国、日本国スケールで地熱ポテンシャルマップはあるわけですけども、これはここで作った科学的特性マップ、これにかぶせるとだいぶ消える所があるんですよ。それで消えてしまったらそれ以上断層の話とかする必要がないじゃないかと思うんですけども、これは順番的にはどうやるわけでしょうかね。というのが質問です。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございます。ご質問いただいたことにつきましては、NUMOさんを含め事務局でお答えいただくことにしたいと思います。

長谷部委員、お願いします。

○長谷部委員

長谷部です。説明ありがとうございました。私は2点ほど質問というか、コメントというかがあるんですけども、断層のことなんですけれども、今までは断層の幅について、長さの100分の1というような、そういう基準で議論されていたのが、今回、断層コアという概念を使って避けるべき場所を考えましょうということになって、より具体的だし、文献調査の結果が反映されるというか、役に立つような表現になってすごくいいと思ったんですけども、モデル図で拝見すると、断層コアというのが、ガウジの部分と周りのカタクレサイトの部分も込みで断層コアというように評価しましょうという判断基準になっていますが、そうするとその周りのダメージゾーンとカタクレサイトとの違いというのが、現場でそういう断層の露頭とかを見た時に、そんなにはっきり分かるのかなという

のがありまして。そのダメージゾーンとカタクレサイトの例えば割れ目密度みたいなので考えるのか、何かそういう定量的とまではいかななくてもいいんですけども、文献を見た時に判断基準をどうされるかなというのは思いました。それが1つ目です。

2つ目は、ページ数で言うと割と上の方に、分かりやすいモデル図みたいなのが入っております、8ページとか9ページとかですかね。それはすごく分かりやすくいいなと思ったんですけども、これがこの後このワーキンググループから出ていく時に、こういう考え方がどういうふうに使われるのかというのにもよりけりなんですけれども、ここに非常に分かりやすく求められることが書いてある所に、せっかくこの議論で決まっております、例えば幾つかのものは既に入っているんですけども、例えば火道からは15メートル離れましょうとか、侵食されても70メートルより深い所にあるようにしましょうとか、地熱は低い方がいいと書いてあったんですけども、どこかで100℃ぐらいよりは低い方がいいみたいなことも書いてあったと思うので、何かそういう数値的なもの、判断基準になるようなものが、ポンチ絵と言っていいのか、分かりやすい図に入っていたら、これがどこに出ていくかにもよりけりですけども、私たちみたいな一般の人間には割と分かりやすく伝わるのかなと思ひまして、考慮していただけたらいいんじゃないかなと思ひました。

以上です。ありがとうございます。

○徳永委員長

ありがとうございます。

竹内委員、お願いできますでしょうか。

○竹内委員

どうもありがとうございました。すごく前回までの指摘に関して具体的に検討をしていただいて、整理もさせていただいていて、よいかないと思ひました。

私の方から確認を2点ほどさせていただきたいと思ひます。62ページの断層のモデルの絵のご説明の所で、兵藤さんの方からは、活断層を対象にというようなご説明があったというふうに認識したんですけども、このような構造は、いわゆる活断層ではなくて、地質断層にも同じような構造があるかと思ひます。そういった場合の地質断層に関しても、こういう部分は避けるのかという所を確認させていただきたいと思ひます。それが1点です。

それと、121ページですかね、私はこれは専門外なんですけれども、文献の追加をしていただいている所で、低周波地震と深部流体の関係に関する文献を幾つか追加していただいていると思うんですけども、この深部流体の存在と、低周波地震の関係で、いわゆる地殻変動が発生するということが指摘されているということだと思ひんですけども、低周波地震が起こっているようなことが確認できている所は避けるというような認識でよろしいかどうか、ここを確認させていただければと思ひます。よろしくお願ひします。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございます。

それでは長田委員、お願いできますか。

○長田委員

全体としては本当にこれまでの議論がうまく反映されていて、よく分かりやすくなっていたと思っています。私からは1つだけ言わせていただきたいんですけども、今回やってこられたように、全体に対して、要は火山とか地熱とか断層とかという個別の案件についてはこれでいいと思うんですけども、やはり日本列島の中はかなり複雑というか、それぞれの地域でそれぞれの地史があるような所があります。どういうふうにして地盤が成り立ってきたかというところがあるので、これは先ほど長縄委員の方からもちらっとありましたけれども、場所がジェネリックでやっている分には恐らくこういうふうな形でやるしかないと思うんですけども、徐々に文献調査から概要調査に入って、場所が決まってくると、この中でどこに重きを置くかというところがたぶん変わってくる、重み付けが変わるような気がするので、そういう辺りの進め方、全体としてはこれでいいとして、もう少しサイトスペシフィックになった時にどういう形で進んでいかれるのかというのを今のうちから考えていかれたらいいのかなと思いましたので、コメントさせていただきました。以上です。

○徳永委員長

ありがとうございます。

小峯委員はいま一度ご発言をされますでしょうか。

○小峯委員

すみません。手を下げます。

○徳永委員長

ほか、ご発言をいただく委員はよろしいでしょうか。

それでは、まずここまでの部分について、委員の先生方からご意見、ご質問等々頂きました件につきまして、まずはNUMOの兵藤部長を中心に事務局の方でご回答をお願いいたします。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

まず、遠田先生の断層の所、84 ページを示していただけますでしょうか。こちらでご指摘がございました。おっしゃられるように、地震のありなしということだけでなく、こういう研究をやられてきた、こちらの一般的な知見を概要調査に生かすということで、ご指摘のとおりやっていきます。ここでは、もし地震が起らなかったらどうするかというのを、例示的に示させていただいたということでございます。それから、概要調査に行く時にボーリングコアでどうやっていくかというのは、今後の仕事としてやっていきたいと思えます。

それから、同じページで、長谷部先生の方から、カタクレーサイトとダメージゾーンを

どう判別するかというご質問がございましたけれども、この中で下の2つ目の矢羽根の所に、これらの境界を累積破壊密度分布を用いて定義し、というようなことが書いてございます。こういったことも今まで知見としてありますので、こういったことを参考にやっていきたいと思えます。

それから、同じ断層で、吉田先生の方から今後岩種ごとにどういう定義とか、学会で議論いただけたらというようなご発言がございましたが、そちらについて検討していきたいと思えます。ありがとうございます。

それから、順番に申し上げますと、小高先生の所で、8ページ。こちらは資料で深い所の透水性の話が抜けているのはおっしゃるとおりでございますので、資料の修正を検討していきたいと思えます。

それから、深い所での亀裂であると少し地下水が早いということもご指摘のとおりですが、こちらで示しているのは、ダルシー的と言いますか、面的に地下水量としてどれぐらいかというような観点で示しております。この辺も誤解のないように資料等を考えていきたいと思えます。

それから飛びますが、202ページの浅い地層も含まれるということにつきましては、おっしゃられるとおりで、そこは前のページで、前回もちょっと申し上げましたが、この中で4番ですね。建設可能性の話もありますので、最終処分を行おうとする地層だけでなく、地層上部を含めた周辺の地層も対象としますということをお願いしております。それから、どこまでやるかという話なんですけれども、一方で文献調査段階ですと、応募していただいた範囲ですとか、国の方から申し入れを頂いた範囲、比較的広い範囲がありまして、その中で具体的にこの場所に建設するとか、そこまで絞るというわけではなくて、ここは断層があって外すとかというようなことが大体の流れになりますので、具体的な場所がまだそれほど絞られるわけではありませぬので、細かい評価というよりは浅い所についてもトンネルを掘るためにここは非常に適していない所があるかないかとか、そういった観点での調査の仕方になると思っております。

同様なご発言が小峯先生からございまして、施工の観点が無いのではないかとということで、確かに202ページの方では設計の話ですので、施工の観点がありませんので、こちらはもちろん、抜けていたんですけれども、施工の観点も踏まえて、先ほどちょっと申し上げましたが、文献調査段階の範囲で場所が特定されていないんですけれども、その中では施工が非常に困難だとか、そういったことも考えながらやっていくということになると思えます。

それから、長縄先生の195ページの所ですけれども、地温勾配につきましては、こちらは元々、規制委員会の考慮事項の所でキロメートル100℃、100メートルですと10℃というところで示されておりましたので、それを基に基準案を提示させていただいております。

大きく超えるというふうなことが書いてありますので、実際の判断としては、深度によって違う所もありますけれども、最終処分を行おうとする地層の所で、元々の地熱発電に

供するだけの地熱があるかというところに立ち返って、その一つの目安としてこのキロメートル 100℃とかそういったところを使っていくということになると思います。

それからマップの所で、消えてしまうのではないかというようなことがございましたけれども、地熱ポテンシャルマップの所で、例えばこのキロメートル 100℃、100 メーター 10℃ぐらいの所がどこにあるかと言いますと、大体は火山の 15 キロ、その中にほとんど入っておりまして、一部でそこから少しはみ出す所があるというような具合だったかなというふうに記憶しております。ですので、火山の方が、そちらの方がかなり範囲が広いですので、それを超えてもう少し広がるということではなくて、少しこれによって広がるかなというような相場観だと思います。

あとは、生産井を坑井と言うことにつきましては、検討させていただきたいと思います。

それから、長谷部先生の 2 つ目の、最初の 8 ページとかの方でももう少し数値を入れたらということにつきましては、検討をしたいと思います。10 ページですか、こちらの好ましい地質環境ですけれども、こちらの一個一個基準が決められるわけではないんですが、こちらの低い地温、具体的にどれぐらい低い地温とか、岩盤が変形しにくいとか、こちらの具体的な値というのは、例えば飛びますけれども最後の方だと技術的観点の 214 ページ等で、今までの標準的な設計・試設計等ではこういう値を使っているものがございますので、例えばこういった数値を添えておくということを検討したいと思います。

それから、竹内先生の 62 ページの図で、こちらは活断層だけじゃなくて地質断層もそうではないかということがございました。結論から申し上げますと、規模が大きい断層、この地質断層。規模が大きい断層でも同じようにコアの所を避けるということにしておりますが、確かにここのページだけ見ると、活断層だけというふうに見えるかもしれませんので、表現を検討したいと思います。

それから、121 ページの新たな火山の所で、低周波地震があったら新たな火山の可能性があると避けるのかといったご質問だったかとは思いますが、少し戻りまして、102 ページですね。それは関連するデータがあるというだけでして、こちらにありますように、そのほかの温度ですとか地下水の化学特性とか、こういった複数の観点で特徴があって、整合して、相反しない。今、火山地域と言われている所と同じようなものがきちんとそろっているという時に、初めてそういう可能性があるかということの評価していくということになります。

それから、長田先生の実際の場所で文献調査から概要調査に行く時に、その場所が具体化していくと重み付けが変わるというような、どういうふうに進めるかということでご発言がございましたけれども、技術的観点からの検討の所で、地質環境特性もあります、ちゃんと地質構造発達史というのもまとめるというのを、ページで言いますと後ろの方にありますが、203 ページですけれども、これが基礎にあって断層とか火山とか、あるいは断層と火山の整合性、地質を介してそういったことは地質として当然の作業としてやっていきますので、こういった作業をやりながら、全体としてどこが重要かとか、そういった

ところは検討していくことになると思います。

お答えになっていないかもしれませんが、そういったことを考えております。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございました。

野崎委員からの投げかけがございました、新しい火山についてという所は少しこの後議論することにして、それ以外の部分でご質問・ご意見頂いたことにつきまして、事務局から回答を頂きましたが、その内容につきまして再確認が必要である、もしくは意図が違う等々のご意見がございましたら、今の時点でご発言いただければと思いますけれども、いかがでしょうか。特にそこはよろしいでしょうか。何かございましたら、また。

長縄委員、お願いします。

○長縄委員

私の地熱の所ですけれども、やはりこれはどこをもって、地下1キロの深度の所の温度が例えば 30℃だったらいいのかと、30℃、桁が合っているかな、ということなのか。確かに熱水滞留型ですと、ほぼほぼボイリングポイントでいきますので、そうすると浅い所はかなり地温勾配が高いんですけれども、例えば九州の九重辺りなんかはほぼ熱伝導ですっといっている所もあって。そうすると 10℃を大きく超えなくても、われわれは 100 メートル単位を使うのが普通なので、10℃/100 メートルだと、2,000 メートル掘れば 200℃で十分発電できるんですね。そういう地域で、埋めるのは 300 メートルだからいいんだということなのか、そこがやはり科学的に理解ができない、論理がおかしいと思うんですけれども、これはどうしたらよろしいですかね。

それからもう 1 点の方も、結局地熱の活動指数という、私も正確な定義はよく分からないんですけれども、その黄色い所は実は火山で丸を描いた科学特性マップよりも実は範囲が広いんですよ。重ねられれば分かると思うんですけれども。という所は、そうじゃないんだと言うのではなくて、きちんと確認をまずしていただけたらと思います。

○徳永委員長

いかがでしょうか。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

先ほど、1,000 メーターまで行けば当然地温が高くなってというご発言がございました。こちらは、元々は鉱物資源と同じように、将来人間が地熱発電に使えるのだといって掘ってしまって放射性物質に当たってしまうことを避けるという元々の趣旨がありますので、そちらに沿ってもう少し説明を丁寧にしたいと思います。それから、ポテンシャルマップ等につきましては、確認をさせていただきます。申し訳ございませんでした。

○徳永委員長

2 つ目はご確認をいただいて、実際に文献調査の結果を出す時には、長縄委員がおっしゃった所について、予断を持つことなくやっていくということだけ確認できればと思いま

すが、前半の部分についてはいま一度説明いただけますか。私も理解しきれなかったかもしれませぬ。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

私も十分にもしかしたら理解していないかもしれませんが、例えば 2,000 メーター掘れば十分に地温が高くなって、地熱発電とかにも供することができるけれども、その時に 300 メーターとか 500 メーター、その地層処分等もそれで避けなければいけないとか、そういったご意見だったと思いますけれども、こちらにつきましては、先ほど申し上げましたが、元々の地熱発電を資源と見なして、将来人間が掘ってしまう、それを避けるためにこういった基準を決めていると。そこを考えてどうかという説明をもう少し加えたいと思っています。

○徳永委員長

どうぞ長縄委員、お願いします。

○長縄委員

そうしますと、100 メートル 10°Cの地温勾配を超えなくても、2,000 メートルぐらいの今在来の地熱発電開発をやっている深度では十分発電可能な場所があるというか、要するに 10°C/100 メートルが続けば、2,000 メートル掘れば十分高温なんですよね。ですが、今、基準は大きく超えないとなっていますけれども、大きく超えなくても将来地熱発電をその場所でやる可能性があると言えるのではないかということです。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

分かりました。そちらの観点でもう少し考慮していきたいと思っています。資源として掘られるかもしれないということに当たるという可能性でありますので、そちらを考えて、説明、それから修正を検討したいと思っています。

○徳永委員長

長縄委員、そういうご対応ということでございますけれども、委員の意図はくんでいる回答になっておりますか。

○長縄委員

元々の法律に書かれている以上はどうしようもないんですけれども、結局、地温勾配といった時に、どこの深度の地温勾配を言っているのかということがなければ何も言えないはずなのに、地温勾配 10°C100 メートルと言っている所が本当はおかしいんですけれども、ただそこを言っても仕方がないので、今、私の方の意見としては、ご説明いただいた形で検討いただければ大丈夫かなと思います。

○徳永委員長

それでは、長縄委員のおっしゃっている意図をしっかりと受け止めていただいて。この地熱資源の議論は排除要件ではなく、好ましい地質環境特性の観点から……。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

こちらは結局規制委員会の考慮事項の方で、鉱物資源および地温勾配が著しく大きい所

という項目がございまして、ただ法律の最終処分法は鉱物資源と書いてあるので、法定要件2章の方には入らないので3章に持ってきたということで、好ましい地質環境とはちょっと違う所です。

○徳永委員長

そうすると、整理ですが、法定要件ではないが、規制庁の整理されたドキュメントを考慮すると、この部分についても十分な検討を行った上で文献調査の結果を出すということが必要であるので、それをNUMOさんとして考えているということですね。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

はい。

○徳永委員長

分かりました。その中で、長縄委員がおっしゃるような課題があるのは認識しつつ、ただその課題は考慮要件の中でそういう設定がされているものを配慮するというのもしいといけないので、そこについても、そちら側にも対応しつつ、科学技術の観点からどう考えるのかという長縄委員のご意見も念頭に置いて、文献調査の結果をまとめるというところを留意するというで最後仕上げるということでしょうか。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

はい。おっしゃるとおりです。

○徳永委員長

ありがとうございます。ほかはいかがでしょうか。ご発言いただけましたらと思います。後でまたご議論いただいてもいいですけれども。それでは野崎委員からの問いかけがございました、新しい火山についてということの議論を、現在の科学の段階でどこまで議論できるのかということについてですが、まずは野崎委員からは、火山の専門性の高い委員のご意見を伺いたいということでございます。これは指名で大変申し訳ございませんが、山元委員からご発言をいただくことをお願いしてよろしいでしょうか。

○山元委員

はい、了解しました。今言われたこと、つまり火山の噴火を予測するのであれば、活動的な火山で測地観測をやれば分かるでしょうと。ところが、火山のない所で、いつ新しい火山ができるのかは予測不可能じゃないですかというのはごもっともなんですけれども、それは短期評価において言えることなんです。

非常にここで忘れちゃいけないのは、地層処分の評価期間というのは10万年なんです。つまり10万年後に何が起きているかという、今活動中の火山といってもほとんどが数万年で息絶えます。10万年たてば、今火山が活動していない所、新生するような火山がポンポン出てきてしまうと。地層処分が対象とするのはそういうものなんですということを考えておかなければいけない。つまり短期の評価じゃなくて、本当の長期評価をやらなきゃいけないというのが1点です。ですから、観測していればいいのかそういう話ではないんです。だから10万年の間のいつ噴火するというよりも、10万年たったらそこに火山が

あるかないかという判断をするべきなんだろうと思っています。それは科学的にできるかどうかということに関して言うと、まず一番大事なのは、何も無い所にいきなり火山はできません。地下でマグマの発生条件ができていて、できていないという所、それがどれぐらい長期保たれるかというのは予測は可能です。例えば東北日本なんかですと、火山フロントよりも太平洋側だと10万年たったって火山はできないということは科学的に十分言えると思います。そういうふうなことで言うと、そういうかなり難しいところではあるんだけれども、地層処分10万年ということの評価しようと思うと、評価せざるを得ないよと。それができないんだったら、本当に評価できない所には埋めちゃいけないということになって、そういう結論になるんだろうと。そういう意味で、これをできるできないということは無視はできないだろうと私は思います。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございます。野崎委員、いかがでしょうか。今、山元委員からご意見を頂戴いたしました。

○野崎委員

確かに、今行われているモニタリングとかはより短期的なお話で、今回は10万年、あるいはそれを超えるタイムスケールで新しく火山ができるできないというのはまさにそのとおりだと思ったんですけれども、そうしますと、長期の視点で考えた場合、私の浅い知識ですと、火山フロントよりも背弧側というのは全て該当してしまうんじゃないかと思うのですがどうなのでしょう。

○徳永委員長

山元委員、お願いしてよろしいですか。

○山元委員

それをどう考えるかというところなんですよね。おっしゃるように、背弧側に危険性があるのは事実です。ただ、非常に東北地方なんかを見ていますと、もっと長い単位、1,000万年単位で見て、ある所とない所というふうな濃淡があるのも事実なんです。それをどういうふう人评价するのかというのは難しいところです。NUMOの一応説明資料にも反映はしているんですけれども、たぶんそれはマントルウェッジ内の小さな対流を見ているんだろうと思います。その対流がどれぐらい安定するかうんぬんというのは、数値シミュレーションでやらなきゃいけないということについては、一応NUMOさんの方のこういう文献がありますよという所には入っていて、それは考慮しなきゃいけないということは一応資料の中には折り込んでいます。

○徳永委員長

ありがとうございます。野崎委員、いかがでしょうか。

○野崎委員

頂いた説明で理解はできました。たぶん現時点でできることを可能な限り行っていくと

いう方向性だと理解しましたので、このまま新しい火山という表記は残しておいていいと思うんですけども、ただ私が危惧しているのは、取りようによっては不可能なことが書かれているというふうにするような人もいられるかもしれませんので、そうではなくてできる範囲のことをやっていくんだという方向性で行くのであればいいと思います。

○徳永委員長

ありがとうございます。そこは十分に留意して書かないといけないということと、それから科学は難しいんだけど進展していくことにも強い期待はあるわけで、そういうような情報を適切に導入していくというような姿勢を持っておくということだと思います。もう一つは、先ほど山元委員がおっしゃっていましたが、濃淡があるということにも重要な情報があるという意識を持つこともあり得ると考えていて、そういうようなさまざまな情報の中で、リスクをどう整理し、どういう判断をしていくかということが、段階が進んでいく中で情報が増えていくことのプロセスの中で判断されていくということになるんだと思います。文献調査の最初の段階で、何をどこまでやるのか、どこを考えるとというような整理として残していくのかという辺りも含めて、今の部分は継続して議論していくということになるのかなと私は思いました。

野崎委員、このような整理の仕方で大体よさそうでしょうか。

○野崎委員

はい、大丈夫です。ありがとうございます。

○徳永委員長

山元委員、私の今の理解で山元委員がおっしゃっていることを配慮できていますでしょうか。

○山元委員

はい。おおむねカバーできていると思います。ただ、私が1点言っておきたいのは、無理だったら背弧側は諦める、そういうふうな考え方もあるんだろうと思います。今、実際できなければそれは諦めて、別にそう言ったって日本の半分が消えてなくなるだけですから、フォアアーク側で可能な所を探すとか、そういうふうな方法はあるだろうと思います。そういうふうなことも含めて、やはり火山が新しく出現するということは考慮しなきゃいけないということは、できるできないにかかわらず入れておくべきことだと私は考えています。

○徳永委員長

ありがとうございます。ほか、ご発言いただくことがございましたらお願いできればと思いますけれども、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それから、もう一つ火山に関してですが、今日ご出席いただけていない下司委員から、火山の活動中心の決め方に関してのご意見を頂いています。これに関して、山元委員、何回もすみません、下司委員のご指摘についてどういうふうに取り扱うのがより適切そうであるかのご所見をお聞かせいただくことは可能でしょうか。

○山元委員

はい、分かりました。下司委員の言っていることはもっともだとは思いますが。だからどう直すかというところなんですけれども、実際 93 ページの確認の仕方の所、その所で第四紀に活動した火山の噴出中心の所で、例えば日本の第四紀カタログなどというふうに書いていますけれども、日本の第四紀カタログそのものはもう 25 年近く前にできて、その後一度も改定されていないし、そもそも情報として不完全なデータベースですので、あまりこういうふうなものをこういうものとして出すのではなく、単にここは文献調査ですから、既存の文献を基に最新の文献を使ってちゃんと噴出中心を目安として出してくださいというふうに 93 ページを修正すれば、それで足りると私は思っています。

○徳永委員長

ありがとうございます。今の山元委員のご意見につきまして、事務局からご発言いただければと思います。

○兵藤原子力発電環境整備機構技術部部長

たぶん 98 ページだと思います。下司委員、それから山元委員のご発言で、こちらにあります第四紀に活動した火山の活動中心の、1 つ目の矢羽根の最初の方の日本の第四紀火山カタログなどに示される位置を目安とし、という、この部分だと思います。前回からも火山の中心についてはいろいろご意見を頂いていまして、修正案を示させていただきましたが、ご意見を頂きましたので、そちらにご意見に沿った形で修正をしていきたいと思えます。ここだけじゃなくて関連する所もありますので、そうしたいと思えます。なお、科学的特性マップの方はこのカタログあるいは日本の火山第 3 版を使っておりますので、そちらとどういう違いがあるのかというのは補足的に説明を、混乱を招かないように説明を加えたいと思えます。ありがとうございます。

○徳永委員長

ありがとうございます。それでは、個別の内容に関する議論は一応ここまでとさせていただきます。前回の第 22 回の会合の冒頭では、総論を含めてこの議論をまとめていく上では、各論の部分もよく踏まえた上で総論と個別の部分の両者を検討するということが必要であろうというふうに議論の整理をさせていただきました。前回と今回はここまで主に各論に関する確認をさせていただいたということでございます。一部、文献調査のまとめ方について、さらなる配慮をいただく所がございますが、全体としてはまとまってきていると認識しています。ここからは、これまでの議論を踏まえて、総論を含めて全体を見渡して、委員の先生方からご意見を頂ければと思います。ご意見を頂ける委員の先生方におかれましては、オンライン会議システムの手を上げる機能で、今、私が申し上げた、全体として文献調査の考え方についてというような観点からご発言を頂ければと思います。

いかがでしょうか。

それでは吉田委員、お願いします。

○吉田委員

たぶん今後これを報告書という形にまとめるんだと思いますが、それに関しては、最初の段階で長谷部先生も言われていましたが、例えば総論の最初の段階に、ポンチ絵で排除事項などを示してはいかがでしょうか。例えば、特に11ページとかがそれに該当すると思いますが、これまでの科学的特性マップよりも今回は一步踏み込んだ形でのさまざまな事象について提示ということになるので、どこまで詳しく書けるかどうかというのはあるとは思いますが、分かりやすい図があるといいのではないかと思った次第です。例えば断層も、簡単な形でポンチ絵化してしまうよりは、地温勾配にしても火山にしてもそうですが、もう少し工夫をすると、どういう項目を文献調査でさらに排除していくのかというのが分かりやすくなるのではないかなと考えます。仕事を増やすような形になるかもしれませんが、そこは検討いただけるとありがたいかなと思う次第です。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございます。事務局に受け取ってもらうようにいたします。

それでは、長谷部委員、お願いします。

○長谷部委員

吉田委員もそうですけれども、廃棄物のワーキングにも出ていて、それでやはり感じることは、文献調査の結果をあまりご都合主義的に解釈できるような定性的なものに残しておく、やはり文献調査をやってもいいよと手を挙げてくれる自治体が減ってしまうんじゃないかということを懸念してしまっています。やはりある程度数値的な、紛れもない形での基準というのが示される方がいいんじゃないかと思っています。その点を考えますと、今回いろんな物事について、定量的に言えることは定量的に言っていたかかなと思いますし、定量的に言えないことに関しては、定性的ですけれども、いろいろ吟味はするというようなこともただし書きを書いていたので、そういう点でもいいんじゃないかかなと思っています。先ほどのコメントとも重複するんですけれども、これをどんなふうにまとめていくかによって見せ方もちょっと変わってくるかと思っていますので、その辺が私自身見えていない所がありまして、これも今日で終わるのかな、続くのかな、分からないんですけれども、そこをどんなふうに関後これが利用されていくのかということもまた情報として教えていただければなと思います。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございます。事務局にお答えいただくようにしますので。

それでは山崎委員、お願いいたします。

○山崎委員

非常に説明としてよく分かりまして、よくまとまっていると思います。実は今、長谷部さんがおっしゃった意見とほとんど私は同じなので、申し上げることはないのですが、前回大ざっぱな全国のマップを作っておいて、その中の基準をきちんと決めて、数値

も出てきたということでは非常に分かりやすくなっているし、はっきりしてきていると思います。これをぜひ進めていただきたいと思います。

それでもう一つは、報告書というか、非常に大部でありまして、なかなか読むのも大変ですね。もう少しかいつまんで結論を出して書いていただくと分かりやすいような気がします。参考資料がたくさんありますよね。これはもちろん必要なのですが、一緒にしちゃうと結構読みにくい感じもしますので、その辺はまとめていただければと思います。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございました。

ほか、ご発言いただく委員の……。

竹内委員、お願いします。

○竹内委員

全体の話というか、今後、今回3回ほどワーキングを開催していただいて、毎回委員の皆さんのコメントを踏まえて、その次の回で修正案を出していただくという形で、当初、時間を区切らずにやりますというようなご説明をいただいて、そのとおりに皆さんのご意見を反映して、改定していただいてきて、非常によいものができているんじゃないかなと思います。これを今後、評価の考え方として作り上げた後に、恐らくですけど、今の文献調査をやられている北海道の2町村に適用していくのかなと思うんですけども、これまた今ご意見あったように、なかなか中身を理解していただいて、それに沿って評価をしていくというところは、また少し時間がかかるのではないかなというふうに想像しています。ぜひ丁寧な説明をしていただくというところをお願いしたいなと思っております。それから、ちょっと脱線しますが、今後社会的な観点での検討も放射性ワーキングの方でされるというふうにお聞きしておりますので、そちらにつきましても今回と同じように時間を区切らずにやっていただけるといいかなと思っております。

以上です。

○徳永委員長

ありがとうございました。

ほか、どうぞご発言いただける委員の先生いらっしゃいましたら、挙手をいただければと思いますが、いかがでしょうか。特によろしいですか。

本日は本当に活発なご議論をいただきましてありがとうございました。新しい知見、それからものの考え方の整理もよく進んだものと思います。ここで、もしよろしければ下堀課長の方から。

まず事務局として、NUMOさんの兵藤部長、梅木理事からご発言いただくことがございましたらどうぞお願いします。

○梅木理事

先ほど来、いろいろ先生方から頂きましたように、まずはこれまでの議論についてお礼を申し上げたいと思います。それで、本日の議論の中で、うまく説明ができなかった点として、先ほどの地熱の利用の地温勾配の話があると思うんですけども、これは先ほど少し兵藤さんが説明したように、資源の価値としての意味を判断する基準としてこの温度勾配を使っていると、そういうふうに規制庁の方は言っているんだと理解しています。ですから、これ以上の温度勾配の所であれば、地熱開発が進む可能性が高いということで配慮するという。もちろん社会の状態が変わりますとその基準というのは変わりますが、現時点での社会の価値相場というのはその程度だというふうに説明すればよかつたと思うんですけども、彼は説明しようと努力してくれたんですが、そこは本当に分かりにくくなっていますので、ぜひ説明をうまく書きたいと思います。

あとは、本当にお礼ばかりで、繰り返しになりますけれども、本当に突っ込んで熱心に議論していただきまして、最初の素案に比べると、格段に、見違えるようにブラッシュアップできたと思います。ありがとうございました。

○徳永委員長

ありがとうございました。それでは。

○下堀放射性廃棄物対策課長

本日も大変活発な議論を委員の皆さまに、委員同士でもやっていただいて、大変私もクリアになりましたし、また幾つか頂いた宿題、ご指摘はしっかりまた事務局として対応したいと思います。というこれまでの議論に感謝するとともに、まだこれは終わりませんので、まずここまでの中身を含めて、総論、各論の議論をさせていただきまして、次回に向けて、要はこれまで議論したことを取りまとめるというところの確認の審議会でございますので、そういった意味で審議会として取りまとめ案を次回提示させていただければと思っていますし、山崎委員からもご指摘ありましたけれども、その時にこの先ほどのポンチ絵のようなものも、参考資料をまたどう作るか、せっかくここまでNUMOに作っていただいた資料ですので、それを分かりやすく伝えるとなると、そういう参考資料も必要だろうと思いますので、そういった形で取りまとめに向けて、また次回に向けて検討していきたいと思います。

あともう1件、前半の議論で、特に文献調査でやれることというのは一定程度限界があるので、そこでできるだけのことをこうやってまとめていただきましたけれども、概要調査に向けてやるべきことというのも幾つかご指摘があったと思います。今回、新たなこともしっかりこの中に踏み込んだこともあるということで、それをどうやって世の中、学会等で真に調査していくかとか、あるいは概要調査期間中に必要なことというのもご指摘あって、今回の評価の文献調査の評価の考え方には入らないかもしれないのだけれども、ただ次回、つまり概要調査の段階では非常に重要なご指摘も頂いたので、どういう形がいいのかというのは事務局で検討しますけれども、何らかの形で次に申し送れるような、そんなことも必要かなと思った次第でございます。大変貴重なご議論をいただきましてありが

とうございました。

○徳永委員長

ありがとうございました。文献調査から概要調査という、時間方向の次のステップまで踏み込んだ議論があったんですけれども、これはとても重要な議論を今の段階でやっているのか、何らかの形でテイクノートしておいて、ただ今回の主要なミッションは、文献調査段階における評価の考え方ですので、レポートとしてまとめるというのはその部分をまとめるというような、与えられたワーキングのミッションに対して答えるのがいいかなと思っていますので、今、下堀課長がおっしゃられたことには私も同意するところです。その時に、やはり参考資料的な分かりやすく理解をいただくためのものというものがあることは望ましいと思いますので、これは本当に委員の先生もおっしゃっていましたが、作業を増やすことになるかもしれませんが、ここまで議論したので、そういうことがついていくということはよろしいかなと思います。引き続き事務局にはお願いしたいと思います。

今日議論いただいたことは、さまざまなやはり新しいこととか、日本列島の特性に関する深い理解に基づいた議論があったと思います。これを地層処分のプロセスにどう載せていくかという時に、時間方向の話、すなわち事業を進めていく時間方向と、それから科学がこれから進展していくことに対する、これは期待するから何もやりませんということをしてはいけないんですけれども、期待がありますということと、その内容の中でどこで判断するかという判断というのは、事業者の方がやっていく部分もあると思います。そういうようなこともよく意識しながら、今の段階の文献調査としてどう考えるかということを取りまとめていくというような作業に入っていくのかなと認識しています。引き続きどうぞよろしく願いいたします。

今日は本当にありがとうございました。本日の議題は以上でございます。長時間いろいろなご意見を頂き、ご審議をいただきましてありがとうございました。最後に、次の予定につきまして事務局からご説明をお願いいたします。

○下堀放射性廃棄物対策課長

今申し上げましたけれども、今回はこの文献調査段階の評価の考え方につきまして、これまでの3回にわたるワーキンググループでの議論を踏まえまして、取りまとめ案を事務局としてご用意させていただきまして、ご議論いただければと考えております。日程については別途事務局からご連絡をさせていただきますので、よろしくお願いいたします。

### 3. 閉会

○徳永委員長

ありがとうございました。それでは、これをもちまして第23回地層処分技術ワーキンググループを閉会いたします。本日はご多忙のところ長時間にわたり熱心にご議論いただき

まして大変ありがとうございました。これで終了したいと思います。ありがとうございます。