

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  
地層処分技術WG 第3回会合

日時 平成25年12月18日（水）10：01～11：48

場所 経済産業省 本館17階 第1～3共用会議室

議題 （1）地質環境特性に関する検討（その1）—安全機能等と好ましい地質環境特性—  
（2）地質環境特性に関する検討（その2）—好ましい地質環境特性に対する考え方—

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

皆さん、おはようございます。委員皆様のお集まりを待ちましたので定刻を少し過ぎました、申しわけありません。ただいまより第3回地層処分技術ワーキングを開催したいと思います。

本日もご多忙のところお集まりいただきまして、まことにありがとうございます。

まず、委員の出欠の状況ですが、本日は宇都委員、それから田所委員がご都合により欠席というふうになっております。

また、本日は小峯委員が今回初めてご出席いただいているということですので、最初にご挨拶を賜ればと思っております。よろしく願いいたします。

○小峯委員

おはようございます。茨城大学の小峯でございます。名簿の委員の上から4番目にありますが、土木学会の推薦で参っております。土木技術者でございます。こちらでいろいろご議論していただいている環境条件とか、そういった条件を踏まえて構造物設計をするというのが我々の責務であります。実際にどういう環境があり得るかをしっかりここでお聞きして、成否も含めて持ち帰って、土木技術者としてどういう貢献ができるかということを考えていというふうに思います。どうぞよろしく願いいたします。

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

ありがとうございました。

それでは、まず、事務的な説明を行います。本日お配りしている資料の確認をさせていただきます。

本日は、議事次第、委員名簿、それから資料といたしましては資料1と2をご用意しております。ご確認いただきたく存じます。

また、前回の資料につきましては、卓上のドットファイルにこれまでと同様に置かせていただいております。審議の際にお役立ていただければと存じます。

資料に過不足ございませんでしょうか。よろしゅうございますか。何かありましたら事務局までお申しつけください。

続きまして、第1回のワーキングでNUMOからご提出いただいた参考資料2について、専門家から幅広く意見を聴取し続けています。現時点では意見募集の途中ではありますが、1件ご意見が出てきております。今後も出てくる可能性もありますので、こちらにつきましては、次回のこのワーキングでNUMOからの回答とあわせてご報告、ご説明をさせていただきたいと考えております。

それでは、朽山委員長に以後の議事進行をお願いしたいと存じます。よろしくお願ひいたします。

○朽山委員長

朽山でございます。よろしくお願ひいたします。

それでは、お手元の議事次第に従って進めてまいります。本日の会議は10時から12時の予定でございます。

前回まで議論しました長期安定性に関する議論が終わったわけではございませんけれども、前回委員の先生方からご意見いただきましたように、まず地下の地質環境、つまり地質環境特性を議論した後に、それに擾乱を与える天然現象について議論を進めたほうがよいというふうに思いますので、今回はNUMOが考えている地層処分において好ましい地質環境特性について議論させていただければと存じます。

本日の議論を受け、地質環境特性の長期安定性につきましては、再度行いたいと思います。

委員各位のご協力をどうぞよろしくお願ひいたします。

では、早速議事を開始したいと思います。

それでは、資料1と2を用いてNUMOからご説明をお願いします。

○武田原子力発電環境整備機構理事

NUMOの武田でございます。それでは、資料1と資料2につきましてご説明させていただきます。

まず資料1でございますが、1ページ目、はじめにとありますが、これまで2回の会合を開いたわけですが、第1回の会合では我が国の地質環境の長期安定性と地質環境特性の概括をいたしました。次の第2回会合では、地層処分システムの安全機能に影響を与える天然現象、それとその対処の考え方、これについてご説明いたしました。

今回は、地層処分システムの安全機能を支える地質環境特性に対する考え方、1つが建設可能性、それとその好ましい地質環境特性について、これが資料1でございます。資料2では、好ま

しい地質環境特性に対する考え方、これが資料2でございます。

これを紹介いたしまして、最新の科学的知見を踏まえた好ましい地質環境特性に対する考え方が適切かどうか、この観点で本日はご議論いただければというふうに思います。

次の2ページ、目次でございますが、6つの項目があります。1つ目がイントロということで、安全機能などその地質環境特性との関係。それから好ましい地質環境特性、4つあります。人工バリアが2つ、2番目、3番目、それから4番目が天然バリア、5番目が建設可能性の観点でございます。最後にまとめをいたします。

参考資料がございます。これは好ましい地質環境特性の設定の理由とか論拠、それらに関するデータでございます。

それでは、次の3ページでございます。まず1番目でございますが、地層処分システムの安全機能等とその地質環境特性との関係でございます。繰り返しになりますが、地層処分システム、これを構築するに当たっては、天然現象による著しい影響を受ける可能性の範囲、これを回避することが前提でございます。その上で調査によって地下深部の地質環境特性を把握して、その適性を下の3つの観点から確認する、これが必要かと思えます。

1つ目が、人工バリアの安全機能が確実に発揮されるよう、人工バリアの設置環境として適当かどうか。2つ目が、天然バリアとしてどうか。それから3つ目が、処分施設の建設、これを安全かつ合理的に行うことが可能かどうか。この3つの観点で地質環境特性を考える必要があるかと思えます。

下がその関係図でございます。人工バリアを2つに分けてございます。この図の灰色と言うんでしょうか、そこに長目に書いてありますが、人工バリアはガラス固化体、オーバーパック、緩衝材からなるわけですが、観点として2つ、核種の浸出抑制、それと移行抑制、この2つに分けて考えることが可能です。浸出抑制というのはガラス固化体とオーバーパックに関係します。移行抑制が緩衝材に関係いたします。それからもう一つが、右の天然バリア、核種の移行抑制の観点でございます。それからもう一つが、下にあります建設可能性との関係、岩盤の掘削性とか、そういう観点が非常に重要になります。

これまで地質環境特性、主にバリア性能ということで議論してまいりましたけれども、建設可能性、これも非常に重要ですので、地質環境特性を考える上でその観点が必要になりますので、今回加えております。その上で、非常に重要なことで、右の図にありますけれども、サイト調査・評価、工学的対策、安全評価、これらが相互に関係するということでございます。調査結果、それを踏まえて設計などの工学的対策をする。それを踏まえて安全評価をする。更にはその結果をフィードバックをしまして、また調査に反映すると、そういうふうに考えていくことは非常に

重要です。

次の4ページでございます。各論に入ります。1つ目が人工バリアの設置環境として、放射性物質の浸出抑制、ガラスとオーバーパックについての内容でございます。若干これも復習になりますが、オーバーパック、ガラス固化体の発熱が著しい期間、ガラス固化体と地下水との接触を防止するという働きが期待されます。そしてガラス固化体と地下水の接触した後は、ガラス固化体の溶解を抑制する働きがあります。これらは、地質環境特性の調査・評価結果を踏まえて、工学的な対策とあわせて担保するということが必要になります。

それで、下の表に整理しておりますけれども、一番左が安全機能、次が特性、それから要件、右に好ましい地質環境特性というふうにしております。ガラス固化体とオーバーパックを両方を一緒にしております、少しわかりにくいかもしれませんが、ガラス固化体について見ますと、まず熱環境、これはガラス固化体が溶けにくいということ、それが非常に重要です。そのために右の好ましい地質環境特性に行きますが、地温が低いこと、これが必要となります。ガラス固化体、もう一つが水理場、これも溶けにくいことが必要です。ただし、これは緩衝材の透水性によりますので、ガラス固化体の周囲の地下水の流れは無視できると考えられます。

それからもう一つ、ガラス固化体、下の化学場ですね。これも溶けにくいということが必要となります。これはあわせてまた、オーバーパックとあわせて好ましい特性について触れます。

それからオーバーパック、これは力学的なもの。構造健全性、これは一言で言うと壊れにくいという条件です。岩盤のクリープ変形量が小さいというのが必要な地質環境特性。それから一番下の化学場、これはオーバーパックは腐食しにくいという条件でございます。それで化学場、ガラス固化体とオーバーパックを合わせますと、ここにあります3つが好ましい地質環境特性になるかと思えます。1つがpH、もう一つがEh、酸化・還元雰囲気、これが言うまでもなく酸化的ではない、つまり還元的であるということですね。それから炭酸塩濃度、これも非常に重要になります。

次の5ページでございます。次は人工バリアのもう一つの緩衝材での核種移行抑制。緩衝材はこれも復習になりますが、一番上の箱でございます。ガラス固化体から浸出した放射性物質が天然バリアに移行すること、これを遅延させます。またこの機能が長期間維持されるよう、緩衝材の劣化を抑える必要があります。これらでもって工学的対策などとあわせて担保していくということになります。

それで同じく下の表でございますが、緩衝材3つあります。特性は3つ、熱、水理、化学。一番上の熱ですと、安全機能から見た要件でございますが、物理的・化学的特性を損なわない。ここになりますと意外と可能性が出てきますので、そういうことが起こらないようにということで、

右の特性として地温が低いこと。次の水理場、これは低透水性が維持されること。緩衝材が地下水などによって流されないこと。これが非常に必要となります。好ましい特性は、地下水の流速が小さいこと。次の化学場、これも緩衝材の収着性、あるいは放射性物質の溶けにくさ、その性能が低下しないこと。これらの要件が右のほうになりまして、先ほどと少し似ておりますが、pHとEh、これは共通です。それから先ほどと違うのは、こちらの塩分濃度、これが高くないことが望まれます。

次の6ページでございますが、天然バリアでございます。地下深部の岩盤、これは言うなれば天然バリアそのものでございます。そのため、天然バリアとしては動水勾配が小さいとか、透水性が低くて地下水の流れが緩慢であることとか、更には収着、マトリックス拡散の効果が必要とか、そういうことが期待されるかと思えます。これらも調査結果に基づいて、天然バリアとしての特性を把握して、安全評価に反映するということになるかと思えます。

同じく表でございますが、3つの特性、熱、水理、化学。熱につきましては熱対流、これによって流速の上昇が小さいこと。これは地温の勾配が小さいことに反映されるかと思えます。水理場、核種移行の時間が十分長いこと。好ましい特性は動水勾配が小さい、透水性が低い、岩盤と割れ目両方です。核種の移行経路が十分長いこと。これは断層とか亀裂とか、高い透水性の部分が少ないことというふうに置きかえられるかと思えます。化学的には核種が溶けにくいこと、この右の条件は、pHとEhということでございます。

次の7ページでございます。建設可能性の観点でございます。建設期間中、これは空洞の力学的安定性が確保されることが当然必要になります。建設を合理的に進める上では、その湧水量が少なく、あるいは有害ガス、メタンなどが考えられますが、その発生量も少ない岩盤が非常に望まれます。

それで次の下の表でございますが、4つの特性がございます。熱につきましては、コンクリート、この強度、これに影響を与えないこと。地温が65℃以下と。ここはもう具体的に数字を設定しております。これはもう土木学会の指針が既にありますので、そこから引用しております。作業環境を合理的な対策で維持できる。換気ですね。37℃以下にしないといけませんので、それが合理的にできるぐらいの地下の温度であることが望ましいということになるかと思えます。

次の力学場、空洞の安定性。右の特性は3つに分けております。いわゆる地山強度比ですね。初期応力に対しての圧縮強度が大きいこと。それから一軸圧縮強度が1Mpa以上であること。これは未固結堆積物を避けるための目安でございます。箱の2つ目、力学の右の2つ目でございますが、これは応力ですね。余り異方性がないということだと思います。それから3つ目、吸水膨張性を示さないこと。次の水理・化学場、これは一緒にしております。要件は作業をする上で合

理的な対策が実施できる範囲であること。右の特性は坑道内での湧水量が少ないこと、それから有害ガス、先ほど申しあげましたメタンなどが考えられます。

次の8ページでございますが、これはまとめでございます。これはまとめまして、支配的と考えられる特性を選定しまして、青字に示しております。この青字につきまして、資料2でまた少し詳しく紹介いたします。

なお、この考え方、現段階での考え方でありますので、この考え方をもとに実際の調査に入りまして、それから得られるデータをもとに、人工バリアなどの工学的対策の効果などをあわせて確認していくと、そういうことになろうかと思えます。

あと、青いところだけ確認のために繰り返します。熱環境としては、左から地温が低いこと、右のほうに行きまして、地温が65℃以下であること。それから力学場、クリープ変形が小さいこと。右に行きまして、地山強度比の話ですね。それから異方性の問題。次の水理場、真ん中にあります。動水勾配、あと透水性の話。化学場、pH、Eh、炭酸塩濃度ということになります。

引き続きまして資料2で、今の青で示した部分につきましてご説明いたします。資料2の目次でございますが、今、申しあげました熱環境、力学、水理を2つに分けております。動水勾配と透水性、それから化学場でございます。

2ページ、ここはフローで書いてありますけれども、基本的にこの様式は統一されております。つまり、一番上が要件、次が好ましい特性、第2次取りまとめにおける考え、その後の知見、NUMOの考え、調査手法、右に行きまして、長期的変遷。

次のページ、その後の知見・補足というふうになっておりますが、その後の知見、4つ目の箱で主な知見をここに書いております。ここに全て入れますと非常に複雑になりますので、その後の知見と補足というふうに分けております。簡単に見ていきたいと思えます。

要件、先ほどありましたとおりで、好ましい特性は地温が低いこと。第2次取りまとめではその全国分布図が作成されておまして、火山地域など、特殊なところを除くと大体が5℃/100m以下、平均は3℃/100mというのが第2次取りまとめ。その後の知見といたしましては、データベースがつくられております。地温の分布に関するデータベースですね。これを見ても、非火山地域において、おおむね3ないし5℃ということのようです。この10年間の非常に大きな特徴は、次にあります深地層の研究施設におけるそこでの研究の進展だと思えます。かなり実測のデータ、更にはそれを踏まえたメカニズムの研究とか、非常に重要な研究がなされていると思えます。瑞浪で2℃、幌延で5℃/100mですね、そういうようなデータ。

NUMOの考えといたしましては、火山地域などを除くと、地温の勾配は大体3ないし5℃程度、一般的な知見と考えるのではないかと。したがって、好ましい特性を有する地質環境は広く

存在しているのではないかと。当然のことながら、この熱環境についてという意味です。

調査手法として、文献調査の段階、概要調査の段階。これはもう大まかに言って、文献調査でもデータが整備されておりますので、大まかな推定可能。概要調査では、実際にボーリング等掘削しますので、その中で温度検層が可能になります。右の長期的な変遷についてコメントです。火山地域を除けば長期的に定常だろうと考えられるかと思えます。

次の3ページでございます。簡単に申し上げますと、繰り返しになりますが、今の地温以外に、いろいろな熱伝導率とか、ほかの熱特性のデータが地下施設などで得られております。ということと、土木学会から熱特性についてのデータベースが出されているということが主な内容でございます。

次の4ページでございます。力学場ということでございますが、上は省略いたしまして、好ましい地質環境特性、クリープ変形、地山強度比、それから異方性の問題。第2次取りまとめとしましては、軟岩系の岩盤のクリープ解析、1000年後のクリープ変形は15mm程度でありまして、オーバーパックの設計が可能であるということ。それから2つ目の丸、データが整理されている。一軸圧縮強度について、新第三紀堆積岩では、大体20Mpa、それ以外で100Mpaというような情報、地下深部、異方性については鉛直方向、鉛直の応力はほぼ土かぶり圧に等しく、深くなるに従って、その水平と鉛直の比が1に近づくとか、そういう情報でございます。

その後の知見、いろいろな実測のデータが得られております。堆積軟岩の高温環境下でのクリープ特性の確認とか、次の丸ですと、鉛直・水平応力の比が深いところで1ないし2の範囲とか、深地層の研究施設でのデータ、瑞浪、幌延での貴重なデータ、こういうものが得られているということでございます。

それから次の5ページで、NUMOの考えでございますが、オーバーパックでの対応が可能である程度のクリープ変形だろうと。これまで得られた情報についてですね。それから次の丸が、異方性について、深くなるに従ってその異方性は小さくなる傾向がある。それから地山強度比の問題ですね。地下深部の鉛直応力が土かぶり圧程度で、これに対応する強度を有する岩種が多いことは一般的な知見だということ。したがって、好ましい特性を有する環境は広く存在しているのではないかと。これも次の調査手法として、文献調査によるもの、概要調査でのボーリング孔、あるいはコアを用いた試験によって、詳細なデータが取得可能だろうと考えられます。

右の長期的変遷でございますが、これは鉄道とか道路トンネル、鉱山などの実績がありますので、数十年から100年程度、その期間は空洞の安定性の確保が十分可能なのではないかと考えられます。

次の補足的な知見でございますが、これにつきましても、ポイントは地盤工学会から力学特性

のデータベースが出されているということ。更には地下施設、深地層の研究施設、あるいはその地下発電所、そういうところからも有益なデータが得られているということがポイントだと思います。

次の6ページでございますが、水理場の動水勾配のほうです。好ましい特性といたしまして、動水勾配が小さいこと。第2次取りまとめでは、基本ケースとして0.01、その上で、その上とした0.1と0.001について、ケーススタディを実施しております。第2次取りまとめでの考え方、動水勾配は基本的に地形に依存するわけですが、深いところでは地表に比べて動水勾配が緩やかになるというようなこと。それから浅いところ、2つ目の丸でございますが、浅いところでは地形勾配に強く支配されていると。その地形の分類分けでこういうふうな値が出されております。低地、台地、丘陵地、山地。あと、留意点ということになるかと思いますが、沿岸域、海水と陸水の密度差がありますので、その影響を考える必要があるだろうということでございます。

次の7ページでございます。その後の知見でございますが、断層にかかわる知見が1つ目でございます。遮水性を有する断層がありますと、それを境に動水勾配が変化するという、そういう断層に囲まれた領域の動水勾配は小さくなる傾向があるということでございます。

深地層の研究施設からも、こういうようなデータが得られています。次のNUMOの考えといたしましては、動水勾配、地形や地質構造に依存するものの、地下深部での岩盤では緩やかである。第2次取りまとめにおいて設定した幅におさまる地質環境が、広く分布するのではないかと考えられます。調査手法などでございますが、文献調査におきましては、第2次取りまとめ及びそれ以降に示された調査解析手法、いろんなデータなどが活用できるかと思えます。それによって推定が可能。あと、具体的な調査といたしましては、地下水の流れの方向にボーリング孔を配置して、その間隙水圧によって、その観測によって確認することができるかと思えます。更には地質構造の把握。これも非常に重要な調査評価手法になるかと思えます。

長期的変遷ということでございますが、動水勾配は地形に関係しますので、長期的な地形変化の影響、これを考慮することが非常に重要です。それから先ほどもありましたが、塩淡境界、この影響も考慮しないとイケないかと思えます。

次の8ページ、動水勾配のその後の知見の補足でございますが、地下施設のある地域などによって、そこでの調査研究によって、全水頭分布、これは動水勾配の算出に使うわけですが、それは主として地形によって支配されるわけですが、遮水性の断層の分布とか、地下の被圧水の有無、海水準変動、これの影響の残存によって、全水頭分布などが影響を受けるということが更に明らかにされているということだと思います。

それから次に進みまして、9ページ、次は水理場の透水性でございます。好ましい特性といた

しまして、岩盤、割れ目、それぞれの透水性が低いことがあろうかと思えます。第2次取りまとめにおける考え方といたしましては、岩盤の透水性、これは岩石の種類とか場所によって異なるわけですが、断層の破碎帯とか割れ目集中帯を除くと、平均的な透水係数としてこの範囲にあると、そういうことが記述されております。それで、岩盤の透水係数、深さとともに減少しまして、深度依存性があることが知られております。ただし、東濃地域では必ずしもそうではなかったということもあるようです。1,000mのボーリングの結果、これは透水性にかかわるものですが、明瞭な割れ目本数、それが深さとともに減少していくということとか、非常に明らかな割れ目の本数と透水係数には正の関係があるとか、そういうことが述べられております。

次の10ページがその後の知見でございます。深地層の研究施設におきまして、更に詳細な正確なデータが得られておりまして、地下深部の透水係数、第2次取りまとめの検討例より平均的に見ると、1ないし2桁大きいデータが取得されているようです。ただし、透水係数が深さとともに小さくなる傾向、これは瑞浪、幌延で確認されているということだと思います。

ただし、3つ目が注意点でございます、透水係数の測定の対象とする場所にかかわるものですが、とかく断層など、透水性が高いところが計測されている例がありまして、統計的な処理をする場合、そういうのに留意する必要があるということになるかと思えます。

それから4つ目、重要なことはあと年代の測定ですね。これは化学場とも関係するわけですが、700万年程度という情報も得られているようです。

NUMOの考え方といたしましては、断層破碎帯とか、割れ目集中帯、こういうところを除くと、深いところの平均的な透水係数、これは第2次取りまとめでの値とおおむね一致するのではないか。それは一般的な知見と考えられ、好ましい特性を有する地質環境は広く存在するのではないかというふうに言えるかと思えます。

調査手法としては、文献調査の段階では統計的な処理、概要調査における実際の調査ではボーリング孔における水理試験、こういうのが重要な手法でございます。それと年代測定、これも水の動きをサポートする上で欠かせない手法かと思えます。

長期的変遷との関係、透水性、これは自然現象の変化、これと関連させた検討が非常に重要であらうと思えます。

次の11ページでございますが、補足としてありますけれども、透水係数の知見でございます。これは割れ目の発達程度に依存するという事とか、健岩部ではここにありますが、 $10^{-12}$ から、 $10^{-16}$  m/s のオーダーの範囲であるとか、それから割れ目や連続・連結する割れ目などの水みちでは、それよりも大きな透水係数を示すとか、地下深いところでは、浅いところと比べて岩盤の透水係数が小さくなるか、こういうことが深地層の研究施設だけではなくて、関連する事業が

行われている場所でも、そういう知見が得られていると。そういう知見が拡充されていると。非常に重要なことだと思います。

更に一番下、繰り返しになりますが、同位体での年代測定、地下水の流れが緩慢であるという地域、その存在を示唆する結果が得られているようです。

次の12ページ、最後の化学場ということになります。次の2つ目の箱の好ましい地質環境特性、1つがpH、極端に高いpHでもなく、あるいは低いpHでもないということでございます。2つ目が、酸化的雰囲気ではないこと、3つ目が炭酸塩濃度、これが高くないことでございます。

第2次取りまとめにおける考え方。降水を起源とする地下水の水質、これは地表から地下深部に行くに従って、酸性から弱アルカリ性に変化するということ。更には堆積岩では数十メートル、花崗岩では数百メートル程度で還元性になると。海水も同様のようであるということでございます。

その後の知見といたしまして、pH及び還元性につきましては、対象とする岩種や起源にかかわらず、深いところの地下水、浅いところに比べて中性から弱アルカリ性で、かつ還元状態が維持されているようだと。深地層の研究施設での事例では、掘削水が影響しても還元性が維持されているという報告もあります。あと、有機物に富む場合、その生物学的なプロセス、それが還元環境の形成に大きなかわり合いがあるということ。炭酸塩の濃度につきましては、浅いところでは天水によって重炭酸ナトリウムに富む地下水が形成されますが、深いところではむしろ現在の海水とか、化石海水、あるいは水と岩石の反応によってNaClに富むようになる、そういう傾向があるということのようです。炭酸塩濃度の観測事例では、 $0.01\text{mol/dm}^3$ オーダーであることが報告されているという情報があります。

次の13ページでございます。NUMOの考え方。深いところは中性から弱アルカリ性を示し、還元状態が維持される傾向にある。炭酸塩濃度が高くないことは一般的な性質なのではないか。したがって、好ましい特性を有する地質環境は広く存在していると考えられるかと思えます。

調査手法、文献と概要調査では、ボーリング孔での計測、あるいは採水分析、そういうものによります。

長期的な変遷の観点ですが、隆起、火成活動、海水準変動、こういうものに伴う変化、こういう変化の可能性を除けば、長期的には一定なのではないかというふうに考えられます。その後の知見といたしましては、下にあります地下施設などの、あるいはそれ以外でもいろいろな知見が得られております。中身的には繰り返しになりますが、中性から弱アルカリ性であるとか、還元状態であるとか、深いところでNaClに富んでいるとか、そういう情報が得られております。

それから非常に重要なことは、下のほうの年代の測定、これが非常にいろいろなところで精力

的に行われておりまして、重要な結果が出ております。数字だけ拾っていきますと、200万年とか、1000万年とか、700万年とか、一番下、2万4000とか、非常にこういう古い地下水の年代を示す結果が得られております。

次の14ページ、補足といたしまして、こちらは一番上がこれも同じく年代、北海道の例でございますが、200万年ということ。あと、次は主にpH、数字でおわかりかと思いますが、pHが6ないし8あるいは9の範囲に入りそうだということでございます。

次から補足になりますので割愛します。

それで、最後に2点だけポイントとして申し上げたいことの一つは、この10年間で深地層の研究施設、ここから非常に貴重な知見が得られているということ、それは指摘できるかと思えます。それからもう一つ重要なことは、先ほども最後のほうで申し上げましたが、年代のデータが出てきている。これもこういうことができる手法が、この10年で開発されてきたということかと思えます。これは幾ら強調しても、強調し過ぎることはないのではないかと思います。この意味するところはもう言うまでもなく、地下水がこれだけ古い間閉じ込められてきたということの意味するわけですね。日本で地震とかそういうものがあつたわけで、それでもこういう古い、長期間にわたって地下水が閉じ込められてきたということは、非常に重要なことというふうに考えられるかと思えます。

私からは以上でございます。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、ただいまNUMOのほうから地質環境特性について、特に安全機能と好ましい地質環境特性というのはどういうものと考えているのか。それからその好ましい地質環境特性に対する考え方、対処方針ですね。これについてご説明いただいたわけですが、これに対してご意見がある方は、ネームプレートを立ててお願いしたいと思います。どうぞよろしく願います。

それでは、遠藤委員をお願いします。

○遠藤委員

ただいまご説明ありました幾つかのところに、長期的変遷という項目がございますけれども、これはやはり長期的という意味では、10万年とか数十万年とか、そういう年代を考えてのことというふうに理解してよろしいですか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

はい。それでよろしいかと思えます。

○朽山委員長

そういう意味では、今、地質環境特性として、地層処分にはどういうものを求めているか。今のご説明にありましたように、そういう環境特性というのは、非常に一般的に見られるもので、むしろ外れているもののほうが少ないというようなことがご説明されたと思いますが、それがこれから将来の数十万年にわたって、十分安定かどうかというのは、長期的安定性のほうで議論していきながら、そういう環境が十分に確保できるかどうかというのを議論していただくということで、今日は地質環境特性のご説明を特にいただいて、何を要求しようとしているのか、そういうものが今後の長期の安定性の中でどういうふうに確保されるかというのは、今後の長期安定性のところで議論していただければと、そういうふうに思います。

そのほか、ございませんでしょうか。

徳永委員お願いします。

○徳永委員

ありがとうございます。まず前回のワーキングで、こういうことをお願いしたいということをお願いしたわけですが、わかりやすい資料をつくっていただいたということ、感謝申し上げます。

幾つか質問ですけれども、まず資料1のところ、好ましい地質環境特性というのはこういうものかというようなご説明をいただいたわけですが、それは地層処分をするという立場に立つとすれば、こういう考え方でしようというのは理解ができるものだと思います。一方で、これはある種、定性的な表現になっているというところが多くて、考えてみると、場所が決まらないので、なかなか場に合わせた形でのデザインができないので、定量的な値として示せないということもあるのかもしれないですが、そういうものであるのかどうかということと、もしそうであるとするならば、実際に調査をしていくとともに、そのあたりの判断基準というものをつくっていくという観点からの準備が、どうされているのか、もしくは課題をどういうふうに認識されているのかというあたりを、お伺いしたいというのが一つです。

もう一つは、幾つかの条件があり得るというような話をされてきたわけですが、地質環境というのは、例えば地下水の観点からいうと、どういう全体としての地下水の流れ場にあつて、そこの中のどういう位置づけであるからというような話、それからそれが時間方向にどう変遷していきますかというあたりを評価した上で、安全です、もしくは安定した環境がありますということをお願いするのはないかというふうに想像するわけですが、そのあたりについて、UM Oさんのお考えがありましたら、教えていただきたいというのが、質問の2点です、

それから先ほどおっしゃられたように、URL、地下研究施設からの成果というのが、いろい

るな意味でこの10年間の理解を深めたというのは、まさにそのとおりだと思っていて、ぜひ今後とも地下研究施設を実施主体の方がうまく使っていけるような成果の出し方と、そのための体制を考えていく必要があるのかなというふうに思います。

最後のはコメントです。以上です。

○朽山委員長

最初の話は、恐らく資料2で大分説明されたことと思いますが、ではNUMOさんのほうから。

○武田原子力発電環境整備機構理事

その好ましい特性の基準が、定性的であって定量的でない。それはその場所が決まらないからかということかと思いますが、それは一つあると思います。ただ、それだけではなくて、資料の3ページの右下に示しましたが、この三角形の図です。これがその回答になろうかと思います。つまり、地質環境がいいかどうかは、サイトだけで決まるものではなくて、工学的な対策とその評価。むしろ最終的な評価で被ばく線量がどうなるかとか、それを安全指針と照らし合わせるわけですね。それが重要なわけで、途中の地質環境特性の数字がここまでないといけないとか、それはある意味で直接は重要ではないといえますか、そういうふうに言えると思うんですね。それだけで必ずしも決める必要はないというのでしょうか。一義的に地質環境特性だけで決められるのであれば、数値で決めていいと思うんですが、例えばある程度悪くても、工学的な対策ということがあり得ますので、そうするとお互いに関係するものを一つの方法について数字だけで決めるというのは若干難しいという点があるという、そういう考えですね。そういうことから、必ずしも数字だけで決めるのはどうなのかなという気がします。ただし、幾つかの数字で示したものもありましたけれども、既に学会で決められているものとか、そういうものについては、現時点でも提示できるんだろうというふうに思っております。

それから2点目の地下水の流れの場ということでしょうか。これも最終的にはその場所に処分場を建設して、安全評価をして、最終的に地上に出てくるのがどのくらいで、どういう影響があるかという、そういう評価をするわけですが、現時点で好ましいと言えるという意味でのご質問かと思うんですけども、そうであれば、例えばそれほど急なところではないとか、これは動水勾配の問題も加わりますので、そういうところとか、あるいは地下がそんなに複雑ではないところ、つまりそれは非常に解析がしにくいとか、地質構造が複雑であれば、地下水の流れも影響を受けて非常に解析がしにくいとか、そういうのがありますね。そういう意味で地下の構造が比較的単純であるといえますか、そういうようなところでそれほど急なところではないという、そういうところが基本的に望ましい場所になるのではないかなと思います。

○朽山委員長

徳永委員のご質問というかご意見は、今、文献調査地区とか、そういうものを選ぼうというときに、いろいろな情報がどこまで得られていて、その情報をどのように使えば安全機能が十分に、こういう場所を文献調査する価値があるんだ、あるいは概要調査をする価値があるんだというところの判断として、どのようなことを定性的なものから導き出して考えればいいのかというような質問にちょっと関係してくるのかと思うんですけども。

○徳永委員

そういうこともありますし、武田さんがおっしゃったことも理解できる場所は多くあります。多分、段階が進んでいくと、もしくは場所が決まっていくということが起こると、設計をしていくことになりますし、そのためには一定の定量化が必要になってきて、フィードバックがかかるというのはわかりますが、そういう意味で、最初にさせていただいた質問の意図は、実施主体さんとして、今後進んでいったときにそれをどういうふうに詰めていくんですかとか、そのあたりの技術的な準備というのがどういうふうにされているんですかとか、そこに対する課題みたいなものが、うまく抽出できているという段階であれば、更に技術的な安心感が高まるということなのかなというふうに思ったということです。

○武田原子力発電環境整備機構理事

あるいは次回以降になるかもしれませんが、その段階的に調査を進めていくNUMOの考え方、これはぜひ私のほうでもまた紹介したいと思います。大きく言いますと、文献調査から概要調査、精密調査に行くわけですね。それぞれの段階でデータを取得して、処分場の設計をして、この評価をしていくわけですね。文献調査においても既存の資料で、十分その地質環境の設定というのはできるわけですので、それに基づいて大ざっぱではあるかもしれませんが、処分場の設計もできるわけですね。それに基づいて安全評価をする。それは非常に大ざっぱなものかもしれませんが、次のステップへ行く上では、非常に重要なことになるかと思います。その過程で徳永委員言われるように、ある程度、しかもその時点では地域が特定されておりますので、かなりいろいろなここに出てくるパラメータの幅は絞っていけるということになると思います。つまり、不確実性をだんだん低減できると思いますか、あわせて調査もだんだん詳しくできるわけですから、より全体の精度が高まっていく。文献調査、概要調査、精密調査というのは、基本的にそういう考えですね。だんだん精度を高めていって、不確実性を小さくしていって、最終的に安全評価をする。そのときに必要な調査技術をしっかり準備する。あるいは評価の技術をしっかり準備しておく。それが基本的にNUMOの考えです。

○徳永委員

その考え方は僕も理解しているつもりで、NUMOさんとしてそれに対するご準備がき

ちりできているんですという、ある種ステートメントを聞きたいという、そういうことかなと思います。

#### ○原子力発電環境整備機構

その件につきまして、今回、地質環境特性のお話をさし上げましたけれども、説明の中で例えばベントナイトの厚さを決めるということに関して言えば、当然エロージョンがあってはいけない。地下水の流れの問題がある。それから地温が高いと劣化を促進する可能性がある。さまざまな境界条件がございますので、設計する上での要件はどうあるべきか。全体の設計フローを今現在検討中でございます。これは過去第2次取りまとめでも、オーバーパックの厚さですとか、ベントナイトの厚さですとか、そういうものを決めるための設計の考え方がございましたけれども、それをより具体化させ、地質環境特性を取り入れ、境界条件を設定し、求められる安全要件を設定し、安全評価することによってイタレーションしながら設計を決めていくというフローを、今現在検討中でございます。

#### ○朽山委員長

ありがとうございます。非常に難しく、将来的に安全評価なり何なりが非常に精緻化されて、そのフィードバックをかけているいろいろなこと、パラメータを議論するというのは、それはあるべき姿なのかもしれませんが、我々まだそこまで情報を持っていない段階で、文献調査なり何なり、次のステップに進んでいいですか、この地域を対象にそういうことを進んでいいですか、そのときにではどういうことを考えて、こういうところは避けましょうとかいうことを考えればいいのかというのが、今ある知識の中でそういうことをきちんと議論して、整理してやっていくというのが非常に重要になりますので、これ全体としての機能はこういうものかというのが求められていて、そういう機能でしたらこういう場所は十分できるというような可能性のあるところを調査していくということになりますので、そこの議論をきっちり考えていただくというのが大事になるかと思います。

それでは、山崎先生。

#### ○山崎委員

ありがとうございます。先ほど武田さんのお話を聞いて、URLができたのでデータがたくさんふえたということ、それからもう一つは、地下水が非常に古い年代のものがどんどん今見つかっているのだという話がありました。私、全くこの分野は素人なので、ちょっとお聞きしたいと思うのですが、例えば地下深部には熱水域でしたり、結構危険な水はいっぱいあるわけですよ。この年代が出ているものは天水由来で、古いものが地下にたまっているということだと思うのですが、こういうものは例えば大陸なんかで考えると、塩水の湖があったりします

よね。日本なんかには水が流れているからそういうものはないわけですけども、石から溶出してきたものが水の中にたまってしまって、逆に安定しているがゆえにほかのことに影響するようなことは、今の情報ではないのでしょうか。その辺をちょっとお聞きしたかったんですが。

○武田原子力発電環境整備機構理事

地下の水の起源ということで申し上げますと、先ほど説明にありましたように、例えば堆積したときの海水、堆積側の海の底で地層がたまってできるそのときの水がそのまま残っているということとか、あるいは化石海水ですね。それよりも更に古い時代の海の水が閉じ込められているということとか、あと雨が降って地上にしみ込んできて、地下に入って、それと鉱物と反応してできた水とか、幾つかのそういうケースが考えられるかと思います。そういうのを含めて、年代といえますか、そういうのが出てきている。厳密に言いますと、その数字がそのまま古さをあらわしているかどうかというのは、これはもう少し検討しないといけないようですけども。ただ、一つの目安としては非常に重要な情報ではないかなというふうに思います。それと、先ほどの質問で、少し私理解できなかったんですが、安定であることが逆に影響を与えるという、そういう質問だったのでしょうか。

○山崎委員

溶けて逆に流れ出ていけば、放射性物質の溶出や何かに影響はなかったのだけれども、逆にいろいろなものが溶けてきて、そういうことが**処分に**影響があるということがわかっているのかなということ**を**聞いたかったわけですけども。

○武田原子力発電環境整備機構理事

むしろ、動かないことは非常にいいことなんだろうと思いますね。そもそも地層処分自体、閉じ込めるということが目的なわけですので、水が動いていなければまさに閉じ込めそのものということで、それは非常にいいことなんだろうと思います。

○栢山委員長

それでは、長田委員お願いします。

○長田委員

ありがとうございます。私たちは岩盤力学を専門にしているものですから、少しローカルな話かもしれないんですけども、ちょっとお聞きしたいというか、私が考えている好ましい地質環境というのは、非常にスケールの小さいところで見ると、要は割れ目を含まないようなインタクトの部分に廃棄体を設置できれば、これほどいいことはないだろうというふうに思っているわけですが、要はこの中にそういうセンスのところは実は余り見えてこない。例えばそれを大きく支配しているのは、割れ目間隔であるかもしれないですけども、そんなものがある意味、規定さ

れていないのかなど。規定する必要もないんですけども、それを調べるのが非常に大事ですよ。少なくともガラス固化体、オーバーパック含めた大きさと比較して、十分なインタクトに相当するようなブロックがそこに存在していて、そこに物を設置できるということが非常に大事ではないかというふうに思うんですけども、そのあたりはどのようにお考えでしょうか。

#### ○武田原子力発電環境整備機構理事

非常に重要なご指摘だと思います。全く割れ目がないところに置くのが理想なんだろうと思います。ただし、問題は現実的にそういうところがあるかどうか。更には割れ目が少しでもあればもうまずいのかということなんだろうと思います。それについて言うと、割れ目があったからもう絶対だめということでは決してないだろうと思います。そうすると次の問題はその程度の問題といたしますか、どの程度であればいいかという、多分そういう議論になるだろうと思います。したがって、重要なことは調査によって亀裂をしっかりと把握する。その大きさはどのくらいなのか。そこを通る水、それはどのような性質のものなのかとか、そういうことを調べるのが非常に重要なだろうと思います。

それで、最小限言えることは、非常にもう大規模な断層、破碎帯のようなもの、これはもうどうしても避けないといけないでしょう。この避けるという意味もいろいろな意味がありまして、地層処分場というサイトのレベルで避けるものとか、更には坑道の中での固化体を置く間隔のレベルで避けるとか、そういうものがそれぞれが割れ目の大きさ、スケールとの関係で決まってくるわけですね。そういうものを考慮しまして、最終的には処分場の設計といたしますか、どこに置くかということも含めて、考えていくということかと思えます。

繰り返しになりますが、一番重要なことは、従ってしっかりと調査をして把握するということだと思います。

#### ○長田委員

ありがとうございます。基本的には同じ考えなんですけれども、やはり北歐みたいな形で100 mレベルのスケールでは、とてもそんないい岩盤はないでしょうというのはわかっているんですけども、日本の岩盤は割れ目は多いんですけども、ある程度のスケールのところまでは、多分本当にそれが存在するでしょうというふうには思っていて、逆に今地質環境特性のところサイトで選ぶときに、その情報を要は考慮してサイト選定するかどうかというあたりがすごい気になると。要はここに書かれていないと、そこは無視されていて、実際決めた後に割れ目間隔がわかってから対処するとなると、ちょっと後手に回るのかなという気がしているので、少しでもそれが考慮できるような形の取り組みがあったらいいかなというふうに思いました。

以上です。

○武田原子力発電環境整備機構理事

非常に重要なご指摘だと思います。北欧との比較のこと、ご指摘ありましたけれども、専門家の中でも議論されているようですけれども、日本で確かに亀裂、割れ目が多いことは事実でしょうと。特に北欧というよりも、そういう安定大陸・地塊ですね。ただ、割れ目があるからまずいかというと、必ずしもそうではなくて、問題は地下水の動きですので、割れ目の性質によっては例えば、これは充填鉱物のようなものがあって水が通りにくいか、更には今は割れ目が開いていても、時代とともにそういうのがまた閉じていくとか、いろいろなことが考えられますので、多分、割れ目を調べて評価する場合は、そういう視点もしっかり入れてやっていくことが非常に重要だと考えております。

○朽山委員長

この資料2の7ページとか、そういうところで多分、地下水流動場との関係でこういうことが議論されていて、どの時点でそういう情報が出てきて、どういうふうにするかということになって、恐らく今、長田委員がおっしゃっていたような情報というのは、文献調査の段階ではなかなかわかりにくくて、概要調査でかなりの詳しいところがわかってくる。そういうところで非常に地下水流動が具合の悪いところがあれば、そういうところは避けていくというような考え方になるのかと思いますね。その辺がうまく整理されていけば多分いいんだと思います。

それでは、吉田委員お願いします。

○吉田委員

ありがとうございます。皆さん異口同音でコメントされていますので、今日の説明を伺った上で、少しだけコメントをさせていただければと思います。今回の説明については、データの出所や根拠も含めて非常に整理されているのではないかと思います。そして今回のいわゆるNUMOが出された考え方として、こういう場所が好ましいと思われるところが広く存在するというメッセージも出ていることについては、特に異存はありません。ただ、一方では今、長田委員の話にもありましたが、どれくらいのスケールのどういう地質環境が対応、いわゆる対象としているのか。要はやっぱり地質環境2km四方というものを包括する岩体とか、地層というものを考えたときの地質環境のイメージが、これからは読み取れなかったもので、その辺の説明をもう少し追加されるべきではないかと思います。恐らくかなりジェネリックな形での日本の地質環境と言ってもいいのかもしれませんが、そういう意味でのデータを整理されてきているということで、日本の地質環境としては広くそういうところは存在しますよということを、まずは言いたかったんだらうなと一応解釈はしています。

ただ、サイトが決まったときのいわゆる具体的なスケールと精度について、どういうサイト選

定調査、概要調査をやっていくのかというお話もありましたので、私としては、やはりそれらの調査の流れを意識しつつ考慮したようなデータの取りまとめを行うことが大事だと思います。その際、例えばURLのデータなど、地下に直接行ったときのデータとして、精度の高いデータということになりますが、実際の地下環境についてもわかってきているということですので、それをやっぱり積み上げた上で、あとはどういう課題がでは残っているのかというのを、提示していただけるといいのではないかと、思います。

その他として、活断層ではない地質断層とか、そういったものの影響というのは、福島以降、いろいろ指摘されたりもしていますので、そういったことについても、例えば実際の地下環境の性能を評価する上で、そういったことがどの程度調べられているのか、あるいはどういうデータがあるのかとか、そういったことは恐らく将来のサイト調査とか、そういったものについては、やっぱり重要になってくるとは思いますのでそれらについても検討をすべきと思う次第です。説明を伺って、感想といただけますか、コメントとして述べさせていただきます。

私からは以上です。

○武田原子力発電環境整備機構理事

ありがとうございます。スケールの話については、次回以降で全体の考え方とあわせて紹介させていただければと思います。それと、どういう課題があるかということ、これも非常に重要なことですので、今回のというよりは、我々としても十分その辺を踏まえて、どういう課題があるかしっかり抽出して、更に技術開発を進めていきたいと考えております。

○朽山委員長

それでは、小峯委員。

○小峯委員

どうもありがとうございます。先ほど徳永委員の意見と同じになるのかもしれませんが、やはり施設設計の実施が可能かどうかということも含めて考えなければいけないと、武田さんはおっしゃっていましたが、そういう意味でこの資料を見させていただくと、私は初め、好ましい地質環境特性とか、そういうところでやっぱり定性的だなど。多分、徳永先生が持たれた印象は同じなんだと思うのですが、よくよく見ていくと、ずっと下のほうに、NUMOの考え方というところに、具体的な数値が出されていたりしております。これは、要するにNUMOの考え方と書かれているのですけれども、これが要するに施設設計をする上でのデータセットとして考えていいのかどうかということですね。

全部が書いてあるかどうかわかりませんが、例えば資料2の2ページ目に、熱環境があります。好ましい地質環境としては地温が低いことというふうに、定性的に確かに書いてあります。とこ

ろがずっと下のほうにNUMOの考え方として、実際日本の場合は、大体45℃から65℃の範囲ぐらいいかなというふうな数値があります。こういうものをもって考えると、例えばベントナイトの緩衝材の温度を100℃以下にするという要求性能があれば、どれぐらいの処分坑の離間間隔にするかというように、それによって施設規模を設計するということが対応ができるわけです。これがまさに土木工学の神髄なのですけれども。このような点で、やはり設計ができるかどうかも含めて考えないと、やっぱり成立性というのは考えられないわけですから、多分同じことを言っているのですが、やっぱりある程度の具体的な数値を出していく努力というのはしていただかないと、施設設計は対応できないので。そこですよ、徳永委員のおっしゃったことは多分。そういうことではないかと思っているのですけれども。

○徳永委員

それをいつの段階でやるかという話はあるんだと思うんですね。

○小峯委員

まあそうですね。

○徳永委員

いいですか、しゃべってしまって。僕の質問の意図は、それに対する準備もきっちり技術的に進めてくださっているんですよということ。だったら、そこはぜひおっしゃっていただいたらいいのではないのでしょうかという意味での質問でございました。

○小峯委員

そうだとすると、例えばこのNUMOの考え方はそういう設計に受け渡すデータと考えてよろしいかどうか。全部に書いてないかもしれませんが、例えば熱環境には出されていますよね。45℃から65℃というふうに書かれていますから、これをもって、例えば施設設計のほうは対応することができるのかどうか。それを教えていただきたいと思います。

○武田原子力発電環境整備機構理事

ここで紹介いたしましたのは、広く存在するという、それを示す根拠として示しておりまして、先ほどの徳永先生のご質問との関係で、私、若干徳永先生の質問を広く解釈したところもちよつとあって、的確な答えではなかったかもしれませんが、場所が決まればかなりその辺は定量的に出せるし、出していくべきものだというふうに思っております。現在、まだ場所を特定していませんので、一般論として記述しているということで、つまり文献調査においても場所が特定されますので、ある程度、定量的なもので議論といいますか、設計をしたり、評価したりすることができるかと思えます。

つまり、場所が決まりますと、ある程度、この地温でいいますと、その温度の情報が得られ

てくるわけですから、それに対してどういう設計をすればいいか、かなり具体的なものとして提示できるのではないかなというふうに思います。

○小峯委員

その場所を決めるときに、例えば地温の問題を例に捉えて考えますと、例えばある場所では地温の条件が比較的不利な条件だとすると、施設規模が大きくなりますよね。それによる経済性というのも、サイトを定める上での一つの重要な判断基準だと思うのですね。それに対して、非常にそういう地温の観点から非常に有利で、コンパクトな処分場がつけられるとなれば、それもいわゆるサイト選定をする上での判断基準になると思うのです。要するに施設設計の結果も踏まえて、サイトというのは選ばれるのかなというふうに思うわけですね。そういう意味で設計とのやりとりというのがある程度ないと難しいと。その意味では、ある程度の不確実性は持っていていいと思うのです。あるのはしょうがないと思うのですが、それを踏まえたデータを提示していただいたほうが、サイトを選ぶという意味では、有利なのではないかなというふうに思うのですけれども、それは私の意見かもしれませんが。

○朽山委員長

いや、若干、今、NUMOさんがお答えになっているのは、安全にできるかどうかみたいな話をされているので、そうではなくて今やろうとしているのは、こういう場所なら安全にできるという場所を選ぶときに、どういうふうにすればいいかという、一般的に今まででの概要調査地区の選定上の考慮事項みたいな格好で考えられている事柄みたいなのが、もう少しきちんと与えられていいのではないですかというのが、小峯委員や徳永委員のところの話だと思うんですよね。それをもうちょっと整理してくれということかなというふうには思ったんですけれども、そういうことでよろしいんですかね。今、議論していることというのは、

○小峯委員

そうだと思います。要するにこういう場所だとこういうふうにやれば安全にできるということが提示できるかどうか、非常に重要なポイントだと思うのです。

○朽山委員長

そうですね。ある程度そこからもう非常に外れていけば、やっぱりあまり設計で対処できないようなことがあってはまずいから、こういうところなら十分やっていますというような格好で見せていただければということですね。

今、武田さんがおっしゃっているのは、少々条件が悪くてもいろいろなところでカバーできるので、全体としては安全にできるというのは、それはそのシステム全体としてはもちろんありますけれども、多分、概要調査なり、文献調査なりで考えていくときに、次のステップにここはこ

ういう候補地区は十分考えていっていいだけの価値があると、ここはやっぱりそういう設計とかで対処できないかもしれないので、やめておいたほうがいいという、そういうところの議論を今多分やっているんだと思いますので、そのところをもう少し整理されればということですね。

資料2は、そういう意味から言うと、非常に一般的に日本の地質環境でこういうものは見られますよと。定性的と言われれば定性的なのかもしれないですけども、安全機能の要求から言えば、こういう一般的に見られるような条件からは外れているところがやはり具合が悪いでしょうというような、そういうメッセージであるかと思うんですね。一般的には大体こんな地質環境だということを考えて、地層処分をしようとしていると。そういう普通の場合なら大丈夫なので、そこからある条件があつて、非常に具合の悪いような条件というのがあれば、ある意味で一般的と言われないような特殊な条件が影響しているというようなことがあれば、そういうところは避けたほうがいいでしょうというような、全体としてはそういうメッセージにはなっているかと思えます。

○小峯委員

メッセージはよくわかりました。ちょっと先走っているのかもしれませんが、やっぱり私は特に施設設計が専門なので、そういう観点からすると、よりもっとリアリティのある形で、成否も含めて検討したほうが理解は得られやすいかなというふうに思ったものですから、そういうふうに発言させていただきました。

○朽山委員長

特に小峯委員であれば、地下の施設の建設の可能性といいますか、そういうことを考えなければいけませんので、堆積岩系と花崗岩系では随分違うでしょうとか、そういうこともありますので、そういうものがもう少しはっきりとここに書かれているほうがいいかもしれないというようなことがございますね。

○小峯委員

段階を追って結構ですので、でもどこかの段階でそれも議論しないといけないのではないかと思います。すみません、長くなりました。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、丸井委員お願いします。

○丸井委員

ありがとうございます。札を挙げてからちょっと時間がたったもので、ちょっと議論が前のほうにずれてしまうんですけども、私、今日のNUMOさんの資料を拝見させていただいて、地

下水の年代がとても古いということを強調されていたことに対して、非常にありがたいという感想を持ちました。これは地質環境の中で地下水がどういうふうに動いているかということの一つのちゃんとしたデータだと思っておりますので、古い地下水環境があるんだということがわかったんですけども、そこで一つお願いといえますか、コメントを申し上げたいことがございます。

例えばなんですけれども、今までいろいろなリスクを考えると、地下水がどういう状態だと危ないんだという、その危ないリスクとかストーリーはいろいろ言われていたんですね。例えば大きな地震が起こって、あり得もしないことなんですけれども、ゼロメートルから1,000mの深さまで一気に断層がばかっと開いて、地下水が噴出してくるようなストーリーさえ考える人がいたんですけども、地下水が地質環境を超えて地下水環境が長い期間安定する。例えば何万年とかという期間安定するストーリーをぜひ組み立てていただけないか、皆さんに発信していただけないかと思っております。これは例えばなんですけれども、地下水が例えば密度によっては安定するとか、あるいは地質に呼応して安定しているとかという場合に、次にどんな危険を持つということにつながりますし、それぞれが地下水が、例えば1点をはかったときの代表性がどの程度のものなのかとか、あるいはある一定の地質の中では常に同じなのかとか、その地域の中で同じなのかとかということがわかってくれば、例えば今後の設計ですとか、リスクコミュニケーションとかいうことにもなるかと思っておりますので、ちょっとNUMOさんには荷が重いかもしれませんが、JAEAさんがつくられた地下施設の環境を、今ある深井戸や何かの数で十分評価できるかということも含めまして、将来に向けて地下水のストーリーをしっかり組み立てていただいて、リスクコミュニケーションに対応できるような、あるいは設計に対応できるような、ゆくゆくの観測の体制を、何かメッセージとして出していただけないかというのが希望でございます。よろしく申し上げます。

○朽山委員長

対処させていただきます。どうもありがとうございました。

それでは、渡部委員をお願いします。

○渡部委員

幾つかご質問があるんですが、大きくまとめると3つにまとめてお尋ねしたいと思います。そもそも論なんですけれども、本日の今回の目的というのが、NUMOさんがどう考えるかという、初期段階での、サイト選定段階での処分場として好ましい地質環境特性とはどういうものかということに関して、それでよいのかという、そういう審議をしていると思います。これはコメントとか質問ではなくて、最初に申し上げると、ご指摘いただいた点については同意できるので

はないかと思うんですね。ただ、それをもってこれから候補地になる地域のサイト性能をどう評価していくか、あるいはそれができるNUMOさんであるのか、ということはまだ説明し切っていないと思います。それはなぜかというのが3つの質問になります。

まず一つは、資料1ですが、どこのページでもよろしいんですが、基本的には個々の項目に関しては、どれが好ましい状況ですというのが書かれていて、それは全く異論がないと申しました。8ページのところでまとめということで、実際に調査して、全ての項目に好ましいパラメータを求めて調査するんだが、必ずしもそうではないというときに、ではその欠けたところは安全設計で補えるかと、それを検討されて、それで安全評価をしてみましようということです。当然、そのサイト選定の段階では、安全評価をするような、線量評価をするような情報はないですから、一定のサイト選定を進めていって、概要、精密というふうにより詳しいデータをとっていって、最後はということだと思っんですね。

今、ここで申し上げたいのは、この8ページの表が、まずホワイトリストになっていますね。ですから、私がお提案するのは、ブラックリストのようなキラー項目に関して指摘いただけるのではないのかなと思います。ある項目について到底これはだめなものがあれば、そのサイトというのはほぼ対象外になってしまうような、それをまず見つける。それがいいことを探すというのが、割と説得力がある方法かなと思います。もうちょっと言ってしまうと、文献調査段階での排除要件という論理がここに反映されていなくて、なぜそれが排除されたのか、なぜ調査するまでもなく避けるべきとされたのかという論理は、この表では必ずしも、ホワイトリストだと到底表現できないので、そういう意味ではブラックリストとして断層直撃、火山の噴火云々というのが、この4つのパラメータのどこに対して致命的に当たるのかということをお考えいただくと、割とキラー項目という考え方も、お出しになれるのではないかなという点が1つ目のコメントになります。

特に、次のご質問にもかかわるんですが、人工バリアの設置環境として好ましい天然バリア、あるいは全体、バリアシステム全体のこと、それから天然バリアだけ、それから今回、表出しされた建設可能性という、この3つの関係ですね。縦のカラムの相互関係というのを総合的に評価されるという言葉で片づけるのでは、ちょっとなかなか説得しづらいものがあるような気がいたします。であるがゆえに、時間軸という2つ目のコメントになります。例えば初期では把握し切れないような情報があって、そこで好ましいか好ましくないか判断し切れないときに、より段階が進んでいくと、実際の地下に到達できて、天然バリアとしての性能評価ができますねという右に一段移るわけですね。その後に先ほどからいろいろ建設工学的なご意見が出ていましたが、建設可能性という全く別の評価軸、経済性とか、施設をつくるまでの安全性とか、そういう別の

評価のものがどの段階で効いてくるのかというのは、ちょっと最初にはっきりさせていただきたい。

私の理解としては、処分場として閉鎖後の安全も含めて、安全が確保されるかどうかという、まず条件を求めるわけであって、その上で満たされたものの中から、建設可能性とか経済性という評価が出てくるのかなと思ったんですが、最初からそっちの数値が出てくるというのは、非常に私は違和感があります。建設可能性からすると、グラディエントが何度という話だけが出ると、ほかの地質特性の項目も同じ定量化が求められて、あるいはそちらで必要とされる数値と建設可能性の数値で、先に出た建設可能性の数値が先にキラーで決まってくるという、ちょっと非常識なことになりかねない。非常識とはちょっと言い過ぎかもしれませんが、本来求めるものは何かと考えると、余りこの段階では全ての数字が出し切れないのに、建設可能性のことだけで数値化を進めるというのは、私は反対です。

そういうこともありますので、今回ご用意されてご説明されていなかった、時間スケールに応じた各性能の重要性という、その議論を用意されているのもうちょっとご説明されて、人工バリアの機能が要求されている間は、天然バリアの遅延効果等は余り重要ではないけれども、人工バリアが機能を失った場合には、それがまさに主役になるという、そういうことをご説明いただきたいと思います。ですから、この表でべたっと建設可能性も含めて、全部対等に扱って、どこかに青字があったらそれを見ればいいというご説明だと、ちょっと違うのかなというのが指摘の2つ目になります。

もう一つは、これも質問というかお願いなんですけど、今回、水理場のところで移行抑制という面で、流動という概念を明確に出されたのは、丸井委員もおっしゃったように非常によいことで、平均値である年代値で本当に流動を言えるかというのは、丸井さんも言われたように全く年代も違う、起源も違う水が混合しているものの平均値を見ているだけなので、それをもって何とは言いきれないという今後の課題があると思いますが、基本的に言えることは動水勾配と動水係数だけに丸めてしまっておられます。基本的に今言えることは、処分深度の水理特性だけでいいのか。むしろ地表から今調査が進むので、ある意味で言うと一番重要なのは、その処分場を含む地下水流動系の流出域の把握、それがわからないとどこに出るのだろうかということですね、要するに。それは割と初期のところで考えられることではないのかなと思いますので、余り処分深度だけにこだわらないで、地質特性というか、地表までを含めた全体に関して、特に水理場に関しては扱われたほうがいいのではないかというふうに思います。

以上でございます。

○朽山委員長

大分難しいご指摘がありました。それではNUMOさんから。

○武田原子力発電環境整備機構理事

1つ目の8ページについての話、これにつきましては避ける避けない、今回地質環境特性について説明したわけですが、本来であればといいますか、次回以降の議題にしたいと思えますけれども、安定性と両方あわせて考えないといけないわけですね。それと2つ目の質問にも絡むわけですが、時間軸との関係で、そこをどういうふうに考えていくか。時間軸で考えるという意味は、文献調査、概要調査云々というふうに言うわけですが、そのポイントとなるのはどの程度のデータが取得できるか、どのくらいの量、どういう種類のデータ、どのくらいの量のデータ、どういう質のデータが得られるか、それが時間軸を考える上で非常に重要になるわけですね。それとその地質環境、いわゆる天然事象とかこういう地質環境特性のこういう情報、それとあわせてどう考えていくかと。そういうことが重要なんだろうと思います。

今回、こういうふうに地質環境特性だけを分けて紹介いたしましたので、そこがちょっとわかりにくいと思いますので、次回以降、その辺もあわせて紹介したいというふうに思っております。簡単に申し上げますと、あわせて考えるというのはどういうことかといいますと、文献調査で得られる情報というのは、基本的に地殻変動に関する情報が得やすいわけですね。地質環境特性というよりは、地質環境特性の情報というのは基本的に地下の、地下水とかそういう情報になりますので、文献調査だけではなかなか得にくいところがあるわけですね。一方で、火山とか活断層というものは、既に情報がかなりそろっておりますので、そういう情報についてのこういう避けるとか避けないという議論は非常にしやすいわけですね。そういうことから大ざっぱに言いますと、最初の文献調査の段階で避けるべきものは、主に天然事象が中心になるだろうというふうを考えております。

次の概要調査において、実際現場での調査ができますので、地下の地下水とかそういう情報も得られますので、概要調査の段階でいわゆる地質環境特性の項目についての判断というんでしょうか、どのぐらいでやっぱり避けるのかというようなことが議論できるんだと思います。あわせて、概要調査であれば同時に文献調査で、例えば活断層を避けるとか、そういうものを更に確認できるということだと思います。そういうふうに段階を追って得られる情報が違いますし、それによって避けるべき項目もどういうものかというのが違ってきますので、そこを確かにご指摘にとおり紹介しないと、少しわかりにくいかなと思いますので、それはぜひ次回以降にさせていただければと思います。いずれにしても今回、あくまでそれをあわせた一般論として紹介したということですので、大まかな目安として地質環境特性をどういうふうを考えればいいのかなど、そういう趣旨で今回はご説明いたしました。

それと、3点目はまさにそのとおりで、それも地下水を考える場合、スポットといいますか、処分場の深さの場所だけではなくて、流出域であるとか、それもそのとおりで、これも調査の技術とか手法にかかわりますので、あるサイトが決まった場合というか、サイトを対象として見た場合、調査の手法技術にかかわりますので、それもあわせて、できれば次回以降でご紹介させていただければというふうに思います。

#### ○渡部委員

最初の点と第2点に関しては、法律の構造からしても、最初に避けるべき活断層であるとか、火山というのが先に定められていて、最終処分法ですけれども、それで概要調査以降は、調査の結果安全性を証明すればいいとなっており、私としては論旨が逆転していて、説明に困るなど常々思っていました。それは今回、処分場として好ましい地質特性の必要条件というご説明があった以上、これを満たされれば処分場としては安全が確保、より好ましい、確保しやすいであろうというロジックであるとする、本来、最初に文献調査段階で排除するような変動事象というのは、それらを成立させなくする、つまりここで示しているそれぞれの好ましさのいずれかを致命的にさせるおそれがあるから避けましたという、そういう説明になるべきと考えているんです。ですから、順番はご指摘のとおりですけれども、ロジックとしてはやはりここで確保すべき地質特性の好ましい条件のいずれかがキラーとして欠損してしまうようなものが、活断層の直撃だったり、火山だったり云々という、そういう理路整然たる説明がどこかでなされないといけないなというふうに希望していたから、申し上げたという次第でございます。

以上です。

#### ○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、遠田委員お願いします。

#### ○遠田委員

私も先ほど渡部委員がおっしゃったように、時間軸のあたりの説明がいま一つよくわからなかったということです。実際、資料を見ると10ページの参考1というところに時間に関してまとめられてはいるんですけれども、やはりちょっと気になるのが、今は例えばいろいろなところで計測した結果を見るときに、静的な状況でデータを得ているわけです。けれども、これやはり地質現象、特に天然バリアの関連だと、サイクリックにいろいろな事象が変わる。ということで、それは例えば活断層とか、もしくは非常に活動の低い断層でも、ある程度のサイクルをもって恐らくは動いているんだと思います。それから海水準変動でも十数万年のサイクルがありますし、そういうものがやはり変動要素として入ってきますので、今見ているものが必ずしもそれを示し

ていないのではないのでしょうか。この点は、次回以降恐らくこれは議論されるんだと思いますけれども。ですから、さっきの瑞浪、幌延のあたりで、最近10年いろいろなデータが出てきて、例えば水が古いとかいう話もありましたけれども、私は地下水の専門ではありませんが、逆にそれが印象として強調され過ぎているという感じがします。活断層とか火山とか、そういうものは避けるという前提ですけれども。多少はいろいろなところで影響が来るかもしれませんが、そういう変動の幅も考慮した上で、好ましいということを示していただければというふうに思います。

○朽山委員長

今、渡部委員、遠田委員からご指摘あったのは、恐らく好ましい地質環境に対してこれからの地質環境の長期安定性の議論をすることになるわけですけれども、そこで主にそういうことを議論する格好になるということで、そういう格好でこれからNUMOさんに整理していただくという格好になると思いますが、そういうことでよろしいですか。

徳永委員、何か。

○徳永委員

いつも違和感を持たせる発言を僕はしているのかもしれないですが、定量化をしていくことが将来的に必要であると思うのは、建設可能性だけではなくて、性能評価をするための、例えば人工バリア設計とかそういうところも、ある段階では定量化して目標を設定していくということになるんだと思うので、私が申し上げたのはそういう意味で、決して建設可能性で早い時期に主にマル・バツをつけるという話に至るということではないんだろうなと思っています。一応ご理解いただければありがたいと思います。

○渡部委員

私も理解しています。本来は安全評価に際して必要な数値としてパラメータの限界値というのが出てくるので、それは承知しています。ただ、このこの段階の資料の表に、建設可能性から見て何度から何度とかというのだけが出てしまうと、安全確保より建設可能性のほうが先ね、と思われてしまうので、この段階の資料に要求するのは違うのではないかと、そういう趣旨でございまして。

○朽山委員長

何かNUMOさんのほうからありますか。建設可能性が出ているのが、渡部委員、何かそこだけ数値が出ているということで。

○渡部委員

いや、この資料の扱いならば、異論はありません。

○朽山委員長

そのほか、ございませんでしょうか。

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

皆さんのお話を聞いていまして、この会での今日の議論の位置づけというか、方向感を確認させていただければと思います。要はNUMOのほうから説明があったのは、全体の印象としては、場所が特定されなければ何も示せないんだということではなくお示ししているあくまで定性的な、かつ多くはジェネリックな、これまで特に直近10年間のそういった研究成果も踏まえた形での特性のご説明だったわけですが、この内容自体については、おおむね皆さん、特に違和感を持たれていないと感じとりました。こういった特性を有する場というのが、日本にどれぐらいどういった形で本当にあるのかどうかといったところは、詳細にはご議論もあろうかと思いますが、少なくとも存在しているということであつたろうと思います。

加えて先ほど全体の8ページに関する議論でありましたように、ホワイトリストになっていますが、ポジティブに何か示していく部分については、やはりこういった定量的な解析ができない以上、限界があつて、ただ、少なくとも渡部委員からありましたけれども、特にここだけは絶対に避けなければいけないという、キラー項目というか要件、そういったものを示すことで、ある程度どういったぐらいの特性が日本にまだ残されているのかというのが、より絞り込めるのではないかとというふうな方向感で良いのではないかとこの心象も同時に持ちました。

その上で、更に少なくとも最低限必要な定性的な基準というのを、安全評価の部分についても加えていくこと、あるいはそこに時間軸を加味すべきという意見もあつたことこれらの評価も加味して、文献調査が以降に進まないといふこともできないということではなく、それまでに最大限できる検討を今後この場でしていけるのではないかなという感覚も、同時に持たせていただきました。ですからそこはNUMOから、今後作業していきますという発言もありましたけれども、そういった方向で進めさせていただいてよろしいでしょうか。

○栢山委員長

多分、そういうことでよろしいのではないかとと思うんですが、今、渡部委員とか遠田委員がご指摘になつたのは、そのときに今これでいいとしても、それがちゃんと長期的にポストクロージャーの中で、その地質環境が十分維持されるかということについては、もう少し整理しないといけないのではないかとということをご指摘いただいたんだと思うんですね。それは長期安定性の議論の中でやっていければというふうに思っているんですが。

吉田委員。

○吉田委員

地質環境のデータについて、まさに今、室長が言われた方向というか、それは全然否定するも

のでも何でもなくて、今回、私聞き返して思ったのは、今回の地質環境のデータは、非常に安定したところというか、好ましいところのデータが基本に出されていると私は理解しています。ですが、いわゆるサイト選定の要件にもかかわると思いますが、例えば火山からは15km離すことが要件とされていますが、これまでの例えば10年間の間で、その15kmについて地質環境のデータとして蓄積があると思いますので、そういういわゆる安定ではない地域のデータの蓄積もあれば、それらと対比した上でどういうところが安定で適切な地質環境と言えるのかを提示していただくと、一般の人には好ましいところ、あるいはそれは好ましくないところなんだということが、わかりやすいのではないかと今思っています。

ただ、どの程度の逆にデータの蓄積があるのか、ちょっと私もわからないので、その辺のもしその蓄積があれば、あわせて出していただけると非常にありがたいと思います。

○柘山委員長

資料1の10ページのところですね。これサイト選定による自然現象の著しい影響の回避の話があって、これをこれから長期安定性の中で議論していくことになるんだと思うんですね。今、吉田委員がおっしゃったような形で、うまく長期安定性の資料を出してきていただけるものというふうに考えてよろしいんですかね。

○吉田委員

あくまでもあればというか、そういう比較の対象としてわかりやすいのではないかとこの意見です。

○武田原子力発電環境整備機構理事

現時点でそういうデータがあって、提示できるか、もう少し我々のほうでサーベイしてみないと何とも言えないところがありますので、いずれにしてもそういう方向で検討を進めたいと思います。

○柘山委員長

例えば火山からこういう距離にあつたら、地温勾配がこう変化しているだとか、そういうようなデータはたくさんあるわけですね。そういうような言ってみれば非常に一般的と思われる地質環境でないところというのは、どういうふうになっているかというようなことのデータ、それはたくさん持っておられると思いますので、そういうものをうまく整理していただければ、議論がしやすくなるのではないかと思います。

ありがとうございました。そのほか、ございませんでしょうか。

○徳永委員

次回以降、長期安定性の話の議論をされるということで、今日ご説明いただいた環境がどうい

うふうに乱され得るのかとか、そんなことが主要な議論になるんだというふうに思います。そういう意味では、今日ご説明いただいたことは、整理をする上で非常によかったかなと思います。

もう一つ、ぜひ次回以降でお願いしたいのは、10ページの参考1というのは、非常に重要な考え方が書かれていて、時間方向にどの部分に何を期待しますかという今の地層処分の考え方が書かれていて、こういう機能にこの時期にこういう期待をしますという観点から、その地質環境の長期安定性を考えるときに、何をどういう時間空間スケールで議論していったら、結果として適切な場になる得るところが日本にあるのか、もしくはそういう理解が正しいかという議論になると思うので、時間方向に何か10万年間を十把一からげで議論するのではなくて、この時間スケールで考えないといけないことに関しては、こういうことであるというようなあたりを少し明確に示していただきながらご説明いただくと、議論がしやすいかなという気がしますので、ぜひ、ご検討いただければと思います。

○朽山委員長

ありがとうございます。ではそのようにお願いします。

ほぼいろいろ皆さんからご意見をいただいたと思いますが、好ましい地質環境特性については、幾らか宿題もございましたけれども、おおよその見解の一致を得ているかと思しますので、事務局側で宿題も含めてまとめていただいて、次回、その内容について確認するという格好にさせていただくということでしょうか。

それから冒頭申しましたとおり、本日ご議論いただきました好ましい地質環境特性に擾乱を与える天然現象、つまり地質環境の長期安定性についての議論を次回以降、再開したいと思います。そういうことでよろしゅうございますでしょうか。

ありがとうございます。それでは、そのようにさせていただきます。

本日の議題は以上でございます。長時間のご審議、ありがとうございます。

最後に次回のワーキングにつきまして、事務局からお願いいたします。

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

次回ですけれども、来月の中ごろを念頭に置きながら、事務的に調整をさせていただきたいと思います。どうぞよろしくお願いたします。

○朽山委員長

ありがとうございます。

それでは、これもちまして、第3回地層処分技術ワーキングを閉会いたします。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、まことにありがとうございました。

— 了 —