

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4回会合

日時 平成26年1月20日（月）17：57～20：09

場所 経済産業省 本館17階 第1特別会議室

- 議題 （1）地質環境特性に関する確認事項
（2）地質環境の長期安定性への影響要因と対応方針
（3）その他

○伊藤放射性廃棄物等対策室長

定刻前ですが、皆様もうお揃いでございますので、支障がなければ始めさせていただきます。本日も夜分にもかかわらず、お集まりいただきましてありがとうございます。

では、第4回地層処分技術ワーキングを開催したいと思います。

最初に事務局より2点確認をさせていただきます。

まず、配付資料でございますけれども、本日の資料はお手元に議事次第、そして委員名簿、また資料1といたしまして、前回のワーキングで見解の一致を得ました地層処分において好ましい地質環境特性、この資料につきましては、前回資料1、2という形でお出ししておりましたけれども、本日、この資料をあわせてもう一度ご確認いただくために、資料1という形で配付をさせていただきます。

本日、この内容でよろしければ、第1回のワーキングで今後の進め方でもお話ししましたように、この資料をもとに専門家からの意見募集を1カ月行いたいと考えております。

また、資料2でございますが、これは本日の主な議題となります地質環境の長期安定性についての資料ということでございます。

また、資料3-1、そして資料3-2でございますけれども、こちらは第1回ワーキングにてNUMOからご提出いただいた参考資料2、これは地質環境の長期安定性と地質環境特性についての検討、この資料をもとに専門家の方々に対して意見募集を行ってまいりました。この結果、1件のご意見をいただきましたので、そのご意見、そしてその回答がこの資料3の2つ、2種類の資料でございます。

また資料4、そして資料5でございますが、これは第2回、また第3回のこのワーキングの議事録でございます。ご確認いただければと思います。

また、前回までの資料につきましては、これもこれまでどおりでございますけれども、卓上の

ドッチファイルにとじさせていただいております。審議に適宜お役立ていただければと思います。

次に、委員の出欠の状況でございますけれども、本日は宇都委員がご都合によりご欠席でございます。

事務局のほうからの確認事項は以上でございます。配付資料等、よろしいでしょうか。

ありがとうございます。

では、以後の議事の進行につきましては、朽山委員長にお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

○朽山委員長

朽山でございます。よろしくお願いいたします。

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、18時から20時の予定でございます。

本日の議題は、地質環境特性に関する確認事項と地質環境の長期安定性への影響要因と対応方針でございます。

地質環境特性に関する確認事項につきましては、先ほど事務局より説明のあったとおりでございます。

それから、地質環境の長期安定性への影響要因と対応方針については、これから議論を開始したいと思います。地層処分において好ましい地質環境特性に擾乱を与える天然現象について、本日は特に議論を行いたいと思います。

その後、その他としまして、いただいたご意見と回答につきまして取り上げたいと思います。委員各位のご協力をどうぞよろしくお願いいたします。

早速議事を開始したいと思います。

それでは、資料1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。よろしくお願いします。

それでは、資料1につきましてご説明いたします。

先ほど事務局からお話しありましたように、内容は、確認事項、これは1ページでございます。2ページ以降は、前回の資料。前回の資料、2つございまして、それをあわせた形になっております。

ちなみに、2ページからが前回の資料の1つ目、「（その1）－安全機能等と好ましい地質環境特性－」、それから9ページからは、2つ目の資料、「－好ましい地質環境特性に関する考え方－」、どちらも抜粋しております。

先ほども事務局からありましたように、前回の内容をご確認いただくということで、この内容を今回も準備しております。

私のほうから、1ページの確認できたと考えられる事項について簡単にご説明いたします。

1ページをごらんになっていただきたいと思います。

安全機能等の観点からの以下のような好ましい地質環境特性が存在することについて、おおよその見解の一致を得たと考えられる。

1つ目といたしまして、熱環境は地温が低いこと、それから力学場として地圧の異方性が小さく、地圧に対して岩盤強度が大きいことや岩盤のクリープ変形量が小さいこと。

それから、水理場といたしまして、岩盤中の動水勾配や透水性が小さく地下水流動が緩慢であること。

化学場といたしましては、pHが中性～弱アルカリ性であり酸化性雰囲気でないことや炭酸化学種濃度が高くないこと。

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、この本案でよろしいでしょうか。

それでは、特にご異存ございませんようですので、この案で意見募集を行いたいと思います。結果につきましては、また事務局よりご報告願います。

それでは、引き続きまして「地質環境の長期安定性への影響要因と対応方針」につきまして、資料2を用いてNUMOよりご説明願います。

○武田原子力発電環境整備機構理事

それでは、資料2について、ご説明いたします。

1枚めくっていただきまして1ページでございます。

今回の資料の内容でございます。

1つ目、1番目がはじめにということで、この中で空間スケール、時間スケールについてご説明いたします。

2番目としまして、閉じ込め機能に必要な地質環境に対する影響要因。

それから3番目といたしまして、物理的隔離性能、これに必要な地質環境に与える影響要因。

それから、最後に著しい影響要因となる天然現象への対応の考え方、こういう順番でご説明いたします。

次の2ページでございます。

一番上の箱にありますように、1つ目は今申し上げたとおりでございます。

今後は地質環境に影響、擾乱を与える天然現象についてご審議お願いしたいと思います。

次に、今回のご説明内容。

若干繰り返しになりますが、閉じ込め機能を維持するために必要となる好ましい地質環境特性、4つございます。これに擾乱を与える地質学的な影響要因。

それから、物理的な隔離、この機能を喪失させる地質学的な影響要因。

最後に、抽出した影響要因の中から特に影響が著しく、サイト選定において回避が必要な事象の特定など、「対応の考え方」について説明いたします。

それで、今回の会議のスタンスといたしまして、こういう考え方が適切かどうかご検討いただきたいというふうに考えております。

これからの話の順番でございますが、そのフレームを右の表に示しております。左側が閉じ込め機能の喪失と物理的隔離機能の喪失、それぞれ2章と3章になります。

これに沿って安全機能の喪失につながる著しい影響要因を特定して関連事象を抽出したいと思います。

最後に、天然事象の枠組みでそれを整理したいというふうに考えております。

次の3ページをお願いします。

空間スケールの考え方でございます。

2つに分けております。

1つが処分場スケール。これは比較的小さいスケール。もう一つが広域スケール、これは比較的広いスケール。

処分場スケールでは、「好ましい地質環境特性」を確保すべき領域というふうに位置づけておまして、広がりとしたしましては、処分場の水平方向の広がり（2～3km四方）とその周辺の岩盤を含む領域、これを目安といたします。

広域スケールでは、擾乱となる影響要因を考慮する領域ということで、処分場スケールの範囲を含み、さらに広範囲かつ深い領域を対象とした空間といたします。例えば、水理場の検討においては、処分施設を通過する地下水流動の涵養域から流出域まで含む範囲（数10km以上）での検討、これが必要だと思います。あくまで、この数10km以上というのは目安でございます。当然、場所によっては、これ以上のことを考慮する必要があるかと思います。

次の4ページでございます。

今の話を図にいたしましたものでございます。

青の点線が広域スケール、赤の点線が処分場スケールでございます。

処分場スケールにおいては、好ましい地質環境特性を確保する対象といたします。広域スケールにおいては、影響要因、気候変動とか海水準変動、断層とか地熱、隆起など、そういう影響要因について考慮いたします。

次の5ページでございます。

次に時間スケールの考え方でございます。4つに区分しております。

1つが閉鎖後直後の過渡的な期間。具体的には、100年程度、あるいは岩盤に依存しまして、最大1000年程度を考えております。その内容は、地下施設掘削前の元の還元環境の回復、これに至るまでの期間、あるいはガラス固化体の発熱量の低下、さらには地下水位の回復と再冠水、あるいは緩衝材の再冠水、これが完了するまでの期間でございます。

次に、オーバーパックの機能が維持する期間。オーバーパックが放射性物質の浸出を抑制する期間でございますけれども、これは1000年以上というふうに考えております。

それから、3つ目といたしまして、ガラス固化体が機能する期間。これも放射性物質の浸出を抑制する期間で7万年程度を考えております。

4つ目が緩衝材、天然バリア、これによって放射性物質の移行抑制を期待する期間。10万年程度、あるいはそれ以上を考えております。

これらをあわせますと、一番長い期間、10万年程度を閉じ込め機能を維持する期間というふうに考えてよろしいかと思えます。その期間を対象として「好ましい地質環境特性」に対する擾乱となる影響要因を抽出いたします。

次の6ページは、この時間スケールを図にしたものでございます。右が時間軸、縦が天然バリアと人工バリア。先ほどの説明と若干上下しておりますけれども、ここで上が天然バリア、下が人工バリアになっております。

①の期間が先ほどの過渡的な期間で約100年程度。

次の②の期間がオーバーパックが健全性を維持している期間、約1000年程度。

それから、次、③の期間がガラスが維持されている7万年程度。対数で表現しておりますので、10万年と。大体、ほぼ10万年ということで図では表現しております。

さらに、③以降は、天然バリアの機能が働く期間と、そういうふうに表現しております。

以上がイントロでございます。

次に、第2章に入ります。

影響要因についての説明でございます。

説明の流れは、ここにありますように4つでございます。

まず、好ましい地質環境特性の条件。好ましい条件の考え方、これは前回の内容でございます。

次に2番目として、擾乱となる影響要因と関連事象の抽出。

それから、3番目として、そのうち著しい影響を与える事象の特定。回避が必要な事象は何かということ。

4番目が、選定における回避の考え方。

これらの事象をどのように回避することが可能か、こういう流れで説明いたします。

次の8ページでございます。

これは、先ほどの確認事項でも出てまいりました内容でございます。前回の資料からの抜粋でございます。

縦の方向で3つ項目がありますが、一番右。先ほどありましたように閉じ込め機能について議論するわけで、10万年程度、あるいはそれ以上ということですので、この議論では右端の建設可能性の項目については、今回は除外いたします。

左の2つです。ちょうど黄色で表現した内容になりますが、ここについて議論いたします。

次からの説明が縦軸の環境、あるいは場の順番で説明しておりますので、簡単にその内容を確認の意味で、もう一度繰り返します。

熱環境、地温が低いこと。

力学場、クリープ変形が小さいこと。

水理場、地下水の動きが遅いこと。

化学場、pH、あるいはEh、さらには炭酸塩の核種と、こういうような内容でございます。

次の9ページでございます。

1つ目の熱環境でございます。

まず、好ましい特性。地温が低いこと。

条件の考え方。

1つ目がまず緩衝材。これが最高温度が長期間にわたり制限温度100℃が考えられますが、それを超えないようにすることが必要です。

それから、3つ目のポツになりますが、過渡的な期間です。この期間におきましては、60℃未満が望ましいということ。さらには、それ以降はガラス固化体の発熱量が小さいということも考慮して、100℃程度と。

これらをまとめますと、一番上の緩衝材の制限温度で含まれますので、緩衝材の熱変性の可能性が高くなる温度条件、これを超える場合、著しい影響を与える事象と考えるということにしたいと思います。

次の10ページでございますが、擾乱となる影響要因でございます。表に基づきましてご説明い

たします。

影響要因としては、2つ考えられます。

処分場の周辺における新たな「熱源の移動・発生」、それからもう一つが「地表の温度の上昇」、この2つが考えられます。

主な関連事象といたしまして、1つ目の熱源の移動・発生につきましては、マグマや熱水に代表される地熱活動、これが1つ目。それから、断層活動に伴う摩擦熱。

次の地表の温度の上昇につきましては、気候変動による日射量等の変化に伴う気温変化。さらには、火山活動に伴う火砕流、これによる地表温度の上昇が考えられるかと思います。

このうち、著しい影響を与えられると考えられますのは、1つ目の地熱活動でございます。主な関連事象、4つありますので、この順番にご説明いたします。

1つ目が地熱活動でございますが、第2次取りまとめなどでは、火山周辺の地下では100mあたり5ないし10℃以上の高い勾配で地温が上昇するという事。

その後の知見におきまして、5ないし10℃/100mを超える地域が国内にも存在するという事が出てきております。

NUMOの考え方といたしましては、こういう高い地温勾配を生じる地熱活動が発生すると、地下深部の地温が高くなりますので、著しい影響を与える事象と考えます。これはサイト選定において回避することが必要と。

その考え方が次の12ページでございます。

第2次取りまとめにおきましては、火山・火成活動、これによって熱的状态が大きく変化し得る範囲は、火山の中心から数km～20km程度までみなすことができるということ。

その後の知見におきましては、高い地温勾配地域は活火山の分布と極めて整合的であって、地熱活動は火山活動と密接に関係しているということとか、地熱活動も火山活動と同様に過去から現在にわたっての偏在する地質現象であることとか、さらには同じく赤ですが、現在の地熱活動域は、現在のテクトニクスが維持される限り大きく変わらないということ。そういうことがその後の知見として出てきているかと思えます。

最後のポツになりますが、日本における活動の場、少なくとも100万年程度は継続すると考えることができるだろうと。ただし、中部とか南部九州では、不確実性が若干ありますよということ、そういう内容でございます。

次の13ページでございます。

回避におけるNUMOの考えでございますが、地熱活動。これはマグマの分布と強い相関があると。現在のテクトニクスが維持される限り、その分布は変わらないということ。

非火山性の地熱活動も、長期にわたって継続するだろうと。

これらの地域は、現在においても地温勾配が高く、地下でも地温が高いと考えられます。

このような地域の分布は、文献情報や現地調査によって把握することが可能だろうというふうに考えられるかと思います。

次に、14ページでございます。

2つ目の事象の摩擦熱でございます。

これは、特に著しい影響となりませんので、もう簡単にご紹介したいと思います。

摩擦熱。

下のNUMOの考えですが、摩擦熱の発生、一時的であるとか、その影響範囲は、断層破碎帯にとどまるというようなことですので、これは著しい影響を与える事象とはならないと考えております。

次の15ページでございます。

気候変動による気温の変化。

これも結論は、著しい影響とならないだろうというふうに考えております。

青のところの1行目にありますように、変動幅が10℃程度。この程度ですと、工学的対策なども実施可能だろうと考えられると思います。

次の16ページは、火砕流の影響でございます。これも著しい影響とはならないだろうと考えております。

具体的には、例えば、その後の知見のところ。火砕流が来ても、地下では、300m付近では60℃程度とか、その程度ですと特に著しい影響とは考える必要はないんだろうと思われれます。

17ページ、熱環境のまとめでございます。

回避の必要があるのは「地熱活動」でございます。

これらは火山活動と関係しますので、しかも現在の火山活動の場、今後も継続すると考えられます。

したがって、熱環境に対する擾乱を避けるため、火山の分布などを回避する、こういうことで対応できるんだろうと考えられます。

なお、地温勾配が低い領域、これは日本にも十分存在しているということかかと思います。

次の18ページ、力学場でございますが、これは好ましい地質環境特性は、「岩盤クリープ変形量が小さいこと」でございますが、影響要因を広く抽出するため、「岩盤の変形が小さいこと」として検討いたします。

好ましい条件の考え方として、オーバーパックの厚さが19cm、190mm、緩衝材は700mm、70cmな

わけですが、重要なことは、下から2つ目の断層の変位量が緩衝材の厚さ70cmを超えた場合、これはオーバーパックが破損する可能性が非常に高くなります。

また、緩衝材についても、その厚さを超えてせん断変形を受けると、緩衝材の性能が低下する可能性が非常に高くなります。

こういう場合、著しい与える事象とみなすことにしたいと考えております。

次の19ページがその影響の要因でございますが、これも表に基づきましてお話しいたします。

3つございます。

1つ目が、地下深部の「岩盤のクリープ変形量の増大」。

2つ目が「岩盤の破断・破碎」。

3つ目が「弾性変形」。

それぞれ関連事象として、「クリープ変形」ですと、地熱による地温の上昇、「岩盤の破断・破碎」ですと、処分深度に達する断層のずれ、「岩盤の弾性変形」ですと、地震動による岩盤のひずみ。

この中で著しい影響で回避すべきと考えられますのは、断層のずれ。真ん中、2つ目でございます。関連事象、3つございまして、この順番に説明いたします。

クリープ変形、地温による影響ですが、これも結論は特に著しい影響要因とはならないと考えられます。青の最初に、クリープ変形、温度依存性があると認められますが、その影響、岩種によって異なるということです。人工バリアの設計など、工学的な対策で実施することが可能と考えられます。

次の21ページ目、断層のずれによる影響でございますが、第2次取りまとめで活断層の動き。ここにありますように、1000年で0.01ないし10mの範囲で動く。それと、過去数十万年以降、大きく変化していないということ。

その後の知見でも、この範囲を超える事例の報告はないというようなこと。

これを受けてNUMOの考えといたしましては、繰り返し活動し、規模の大きな活断層。それは変位が大きく、その影響範囲が広いため、工学的な対策はとるのは難しいんだらうと思います。

一方で、それ以外の断層については、工学的な対策で十分可能かと考えられます。

このことから、繰り返し活動し、規模の大きな活断層、これは著しい影響を与える事象と考えられますので、サイト選定において回避すべきだろうというふうに考えられます。

次の22ページがその考え方でございます。

第2次取りまとめで、今ありましたような過去での動き、10万年程度であるとか、そういうような知見、あと影響範囲、2つ目のポツでございますが、力学的な破碎帯の幅です。これが数m

から数百mであるということ。その周りの小断層、これが数km程度以内であるというようなこと。これが第2次取りまとめ。

その後の知見でも、日本列島においては、第四紀よりも古い時代に形成された断層は、その後一時的、あるいは繰り返し再活動しているということ。

2つ目のボツ、第四紀以降に活動しているのは、そのうち、最近40万年前以降に繰り返し活動している断層は活断層とみなすとか、M7以下の地震では断層のずれが地表まで達することはない、6以下ではまれであるとか。

影響範囲といたしましては、一番下の大規模な活断層帯、力学的な影響が数百から数km、このような知見が得られております。

これを受けまして、NUMOの考えといたしましては、日本の地震・断層活動、過去数十万年にわたって同様の活動様式で繰り返し活動しておりますので、10万年程度の将来も同様の活動様式が継続するだろうと。影響範囲は、数百から数kmの範囲だと。

このような活断層と影響領域を避けることで、「岩盤の変形が小さいこと」を満足できる地質環境が選定できるだろうと考えられます。

これらの活断層以外のうち、現地調査などによってその存在が確認される断層の場合は、その活動性を評価する、あるいは工学的な対策によって対応を検討すること。

さらには、断層の活動性の評価技術、これは今後も開発を進めて、精度の向上に努めることが大事だと考えられます。

次は24ページ、ひずみの影響でございますが、これは特に影響はないと。著しい影響を与えることはないと考えられます。

下のNUMOの考え方でございますが、地下の地震加速度、これは3分の1から5分の1程度、人工バリアは岩盤と一体となって振動すると。ということから、人工バリアの設計とか工学的対策で十分とれるだろうと考えられます。

次の25ページがそのまとめでございます。回避の必要性があるのが断層のずれでございます。

その考え方といたしまして、若干繰り返しになります。過去数十万年の活動様式で繰り返し活動しておりますので、10万年程度の将来も継続するだろうということ、あと力学的な範囲、回避することが可能だろうと。

一方で、それ以外の断層、工学的な対策、あるいは今後も技術開発の必要性、そういうようなことが書かれております。

次、26ページから3番目の水理場でございます。

好ましい地質環境特性としては、地下水流動が緩慢なことが挙げられます。

条件の考え方。

処分場スケールでは、動水勾配が0.1となる場合、それ程度以下ですと有意な影響を与えないということを確認しておりますが、逆に言うと、それ以上ですと留意が必要というふうに考えられます。

広域スケールの場合ですと、地下水の移行経路となり得る断層・破碎帯、これが重要。さらには地理的な条件として、涵養量、降水量、蒸発散量、さらに塩淡水境界、こういうものが重要になってきます。

下の著しい影響の考え方。

動水勾配が非常に大きくなる場合、あるいは割れ目が極端に密集するような場合、こういうものが著しい影響と考えられるかと思います。

次、27ページがその要因でございます。

これも表に基づきまして順番に説明いたしますと、1つ目が地下深部の「動水勾配の増加」、それから「地下水流動経路の変化」、それから「涵養量の変化」。

1つ目の「動水勾配の増加」につきましては、主な関連事象として、海水準変動に伴う海側の水位の低下、2つ目が侵食に伴う地形変化、さらには地震に伴う地下水位の変化、こういうものが挙げられるかと思います。

「流動経路の変化」といたしましては、海水準変動に伴う流出点の変化、あるいは塩淡水境界の移動、断層のずれに伴う透水性の増加。

「涵養量の変化」につきましては、気候変動に伴う涵養域の降水量の変化、こういうものが挙げられるかと思います。

このうち、著しい影響で回避すべきものは、下から2つ目、断層のずれに伴う透水性の増加と考えられます。これも順番に簡単にご説明いたします。

28ページが動水勾配の増加。海水準変動なんですけど、これも数字が赤で出ておりますけれども、青のNUMOのところ、まとめまして、5ないし150mの幅、海水準の変動幅です。これは工学的な対策が十分可能だろうと考えられます。

次の29ページでございます。

地形変化につきましても、これも著しい影響を与える事象とは考える必要はないだろうというふうに考えられます。

動水勾配、変化いたしまして、地形変化によって動水勾配が変化しても、基本的に工学的な対策が可能だろうと考えられます。

次の30ページ、地震に伴う地下水位の変化。

これも第2次取りまとめでは、一時的に変化しても、水質とか流動、変化が一時的で、数カ月後にはもとに戻るとかというふうにありました。

その後の知見。

この間の地震でも、ほとんどの観測地点で1年以内に地震発生前の状態に回復している。ただし、一方で4月11日の浜通りの地震、この自噴は現在も継続しているということで、これはまだ検討が必要だと、留意が必要だというふうに考えております。

いずれにいたしましても、現在観測している観測の変化の範囲であれば、特に著しい影響と考えることはないというふうに考えております。ただし、浜通りの先ほどの湧水の件につきましては、今後も検討を進めることが必要かというふうに考えております。

次の31ページでございますが、流出点の変化とか塩淡水境界の移動です。

これも結論は、著しい影響を与える事象とはならないというふうに考えております。

海水準変動によって、青のところでございますが、広域スケールで塩淡水境界などが変化、処分場スケールでは地下水流動が変わる可能性がありますけれども、工学的な対策が可能だろうというふうに考えられます。

次の32ページでございますが、断層のずれに伴う透水性の増加。

第2次取りまとめなどでも、野島断層に伴う湧水。これはトリチウムなどによって地表付近の地下水と考えられるようです。

その後の知見で、透水性。これは上昇したようですけれども、8年以内に回復したというふうな結果が得られております。

NUMOの考えといたしまして、大きな断層破碎帯の近傍では透水性が変化する可能性がありますので、これは避けることが、著しい影響を与える可能性がありますので処分場の設置領域から回避することが望ましいと思われれます。

この対応は、先ほどの力学場での岩盤の破断・破碎での処分深度に達する断層のずれと基本的に同じ考えで対応できると考えられます。

次の33ページ、降水量の変化による涵養量の変化でございますが、過去の氷期で降水量5ないし7割に減少する可能性があるということでございます。これも基本的には工学的対策等で著しい影響と考える必要はないのではないかというふうに思っております。

次の34ページがまとめでございます。

これも若干繰り返しになるかもしれませんが、回避の必要があるのは、断層のずれに伴う透水性の増加。

2つ目になりますが、これも活断層の回避の考え方に基づいて、活断層とその影響範囲を候補

地域から回避することができれば、水理場に対する擾乱を避けることはできるだろうと考えられます。

それから、次のページ、4つ目、化学場でございます。35ページでございます。

好ましい地質環境特性としまして、pH、極端に高いpH、あるいは低いpHではないこと。それから酸化的不是なこと、炭酸塩の濃度が高くないこと、こういうことでございます。

内容的には、pHにつきましては、ガラス固化体、オーバーパック、緩衝材、溶解度、収着能、こういうものに影響があるということ。

Ehにつきましては(b)でございますが、オーバーパック、溶解度、収着能に影響がある。

炭酸塩につきましては(c)でございますが、オーバーパックに影響があると。

こういう条件が満たされない場合に、著しい影響を与える事象と考えることができるかと思えます。

次の36ページでございますが、影響となる要因としまして、表でございますが、地下深部においての低いpHの地下水の流入、それと炭酸化学種を含む地下水の流入、それから高いpH地下水の流入、酸化性地表水の流入。

関連事象として右にありますような、最初の2つにつきましては熱水、あるいは深部流体。

それから高いpHにつきましては、超塩基性岩、ウルトラマフィックロックと反応した地下水の移動・流入。

それから、酸化性については断層のずれ。

このうち、著しい影響を与えるのは、1つ目の火山性の熱水と断層のずれ、2つと考えられるかと思えます。

それから、次の1つ目の熱水についてでございますが、低いpH、これは第四紀の火山、その周辺に限られるというようなこと。

その後の知見におきましても、火道の近辺であるとか、あるいはそのさらにもう少し周囲。これが重炭酸の高いところ。

非火山性の熱水についても、同様な影響を考慮する必要がある。

NUMOの考えといたしましては、こういう地熱が活発なところですので、こういうところが将来的に活動した場合、pHの低下とか重炭酸濃度の上昇を招くおそれがありますので、著しい影響になるだろうと。サイト選定において回避する必要があるだろうと。

その考え方におきましては、熱環境のところでの地熱活動の回避と同じ考え方で対応できるだろうと考えております。

次の38ページ、これは超塩基性岩との反応。

これも結論は、著しい影響とはならないだろうと。つまり、反応しても、青のところにあります、pHが11程度、その影響は限定的だろうというふうに考えられます。

次の39ページでございますが、化学場。

これも断層のずれ。つまり、断層のずれ、酸化性の地下水を引き込む可能性があるということです。ですので注意が必要だろうと。

ただし、青のところでございますが、透水性が変化しても、必ずしも地下水の引き込みが発生するわけではないと。涵養量とか地形に依存するでしょうと。つまり、酸化性の地下水の引き込みは、ある一定の条件下においてのみ検討すべきでしょうと。そういうことから、条件つきでこれは著しい影響、サイト選定で回避する必要があるだろうと考えられます。その考え方は、断層のずれでの対応と基本的に同じ考えで対応できるというふうに思われます。

次の40ページがまとめてございます。これも今申し上げましたことでございます。

2つ目のほうにつきましては、火山活動の影響の回避の考え方、あるいは活断層の影響の回避の考え方、それに基づいて候補地域から回避することができれば、化学場に対する擾乱を避けることができるということでございます。

次に、3章でございます。

物理的機能を喪失させる現象。

これは、前回、前々回でもう議論いたしましたように、マグマによる処分場への直撃。それと隆起・侵食作用に伴う処分場の地表への露出、この2つが考えられます。

42ページでございますが、これも既に議論したことだというふうに思いますので、もう簡単にしたいと思いますが、マグマが処分場に直撃して地表に噴出する。したがって、これは著しい影響ですので、サイト選定において回避する必要があるということでございます。

その考え方が次の43ページでございます。

火山活動には偏在性があるということが非常に重要なポイントでございます。

10万年程度の将来については、過去数十万年程度、それぞれの検討に基づいて将来を考えると、いう手法が有効だということ。さらにはテクトニクスの考慮とか物理探査によってマグマの存在の有無を確認することが重要というのが第2次取りまとめでございます。

その後の知見におきましても、プレートの配置、運動様式、これは大局的に安定であるということとか、フロントの分布も大局的に安定であるということ。

2つ目のポツでは、背弧域におきましてはホットフィンガーの現象があるというようなこと。

3つ目のポツでは、西南日本においては火山フロントが不明瞭であるということ。ただし、中国山地、日本海側の地域に火山活動は限定されているというようなこと。そういうことが新しい

知見かと思えます。

44ページがNUMOの考え方でございます。

プレート上面。これ上面が100kmよりも深いところでマグマが発生すると。火山活動の場合は偏在していて、今後も活動は継続すると。

新規の火山活動の発生については、高温となる領域の有無の確認が必要、さらにはマグマ発生メカニズムによる将来予測、こういうようなことで地域を回避すれば、直撃を受けない領域が存在すると考えられます。

次の45ページが侵食でございしますが、これも侵食は土被りを減少させ、処分場が地表まで露出する可能性がありますので、著しい影響を与えるサイト選定において回避の必要があると考えられます。

次の46ページがその考え方でございしますが、大きな隆起速度、これは褶曲断層山脈、あるいは逆断層地塊からなる山地やさらには地震隆起をする海岸で認められるというようなこと。さらに大きな侵食、これは隆起が激しい山地中心部とか地震隆起海岸に限られる。多くの地域では、10万年あたり50mかそれ未満、隆起・沈降の速さです。というようなこと。

その後の知見におきましても、多くの地域において隆起速度が10万年あたり50m以下であるというようなこと、さらにはプレート運動が支配しておりますので、隆起・沈降やそれに伴う侵食は、継続性のある現象であるというようなこと。

隆起速度が一定になったのは、遅くとも100ないし数十万年前以降であるというようなこと、こういうのが新しい知見かと思えます。

NUMOの考え方。47ページでございします。

著しい隆起速度、著しい侵食作用、褶曲山脈、逆断層地塊からなる山地などで認められるということでございます。

あと隆起・沈降、侵食、これは継続性のある現象でありますので、こういうところを回避することによって隔離機能の喪失を避けることは可能だと考えられます。

なお、沿岸部の場合、あわせて海水準変動に伴う海水面の低下などの侵食量もあわせて考慮することが必要かと思えます。

48ページがそれをまとめたものでございます。

枠組みは、最初のはじめにのところで示したものでございます。

簡単に紹介いたしますと、縦で見えていきますと、火山・火成活動につきましては地熱、あと深部流体とかマグマの処分場への貫入、地表への噴出。

地震・断層では、断層のずれ、あるいはずれに伴う透水性の増加、さらには透水性の増加によ

る酸化性地下水が入ることとか。

隆起・侵食につきましては、処分場の露出。ただし、海岸部では海水準変動の際の侵食も考慮する必要があるだろうと考えられます。

次に、簡単に、サイト選定における回避の考え方をまとめております。

49ページ、火山・火成活動。

回避の対象となりますのがマグマの貫入・噴出の痕跡の周辺、さらには著しい熱及び熱水・ガスの影響が及ぶと考えられる領域、こういうものが回避の対象。

考え方として、地熱は火山活動、あるいは非火山高温岩体と密接に関係ある。今後も少なくとも数十万年程度は継続するだろうと。

ただし、新規の火山活動の発生、これはマグマの発生する深度において、高温となる領域の有無の確認が必要。さらには、発生のメカニズム、こういうのが予測に有効と考えられるということかと思います。

次、50ページでございます。地震・断層でございますが、回避の対象は、繰り返し活動し、変位の規模が大きい活断層。

それと分岐の発生の可能性が高い領域。

回避の考え方として、既存の活断層、過去数十万年にわたって、同様の活動様式で繰り返し活動しておりますので、10万年程度の将来もその様式が継続すると考えられるかと思っています。影響範囲は、数百mから数km。

なお、これらのうち、現地調査によって存在が確認されるもの、これは活動性の評価、あるいは工学的な対策、それが重要だと思っています。

さらに評価技術、今後も技術開発を進め、精度の向上に努めることが重要かと思っています。

51ページ、隆起・侵食でございますが、回避の対象。これは隆起速度が著しく大きな地域。主として、それらは褶曲山脈とか逆断層地塊からなる山地だと考えられます。これらを回避すること。

なお、沿岸部の場合は、海水準変動の侵食も考えることが必要ということかと思っています。

次の52ページは、特に著しい影響ということではないかというふうに考えられます。

大分時間過ぎてしまいましたが、説明は以上でございます。

○杵山委員長

ありがとうございました。

それでは、今説明していただきました委員のご意見に対する対応方針につきまして、ご意見がある方はネームプレートを立ててお願いいたします。

小峯委員、お願いします。

○小峯委員

資料2の18ページ目なんですけれども、最後の青い部分に書いている結論というか、NUMOさんの見解とは変わらないのですけれども、気になった点が好ましい条件の考え方で、ポツの5番目なのですが、「ただし、変位量が緩衝材の厚さ（700mm）を超えた場合には、破損する可能性がある」。あと8番目です。「緩衝材についても、その厚さを超えてせん断変形を受けると、緩衝材の性能が低下する可能性が高くなる」ということなのですが、この文面を読むと、「700mm」じゃなくて「600mm」ぐらいならオーケーというふうにも読めるような気がするのですけれども、実は緩衝材の設計の中には、緩衝材の一番大きな役割というのはバリア性能です。要するに、緩衝材を通して、天然バリアも通って経口被曝するときにクリアランスレベル以下になるとか、いろいろなそういう考え方で設計されていると思うので、そういう意味では、緩衝材はバリア性能を保持する厚さは担保していないといけないと思います。

だから、これは単純に力学的な話だけを力学というか、強度論的な見解を述べているようで、要するに実際には時間を稼ぐための厚さが保持されていないといけないと思います。

だから、この書き方が「厚さを超えて」というか、「バリア性能が保持できない以上の変形が起きてしまうとまずい」というふうに記述すべきなんじゃないかなというふうに思います。

以上です。おわかりいただけましたか。

○原子力発電環境整備機構

まず前段、5つ目のポツは、まさにここに書いてあるとおりで、緩衝材の厚さ700mmを超える場合、直接炭素鋼オーバーパックにストレートに当たるということで、ここは700mm。

最後の「厚さを超えてせん断変形を受けると」というのは、仮に超長期を考えたときに、オーバーパックの閉じ込めが終了し、なおかつ、緩衝材の中で核種が閉じ込められているような状況を考えてときには、そこに緩衝材、ベントナイトがせん断変形をすれば、緩衝材中の核種の閉じ込め機能は当然著しく低下するだろうということも含めて、こういう書き方をさせていただいて、今小峯先生おっしゃったように、当然緩衝材の厚さが薄くなれば、当然機能は減るわけでございます。それはそのとおりでございまして、極端なケースとして、厚さを超えてせん断破壊される場合には、より一層著しい影響が出るだろうということ、極端なケースを書かせていただいたということでございます。

○小峯委員

ただ、そういう極端なケースに至る前に、いわゆるバリア機能が維持できなくなれば、処分施設としては機能しなくなるので、そういうふうにしたほうが良いような気がするんです。そう

いうふうにというか、要するに、こんな700mmも動かない前に、まず、まずいことが起きる。バリア機能の観点から、まずいことが起きますよね。

ただ、バリア機能として、例えば緩衝材が40cmぐらいは最低なきやいけないとなれば、70cmも動く前に、処分シナリオからはずれてしまいますよね。私は、それを言っているのです。

○原子力発電環境整備機構

当然拡散部の厚さが薄くなれば、当然機能は当初見積もりよりも下がるということでございます。

○梅木日本原子力研究開発機構地層処分部門長

補足させていただきますと、バリア機能がなくなる限界点というのを例えば単一の廃棄体に対して緩衝材がこの厚さ以下になれば危ないというふうに言うことは必ずしもできないと思います。

つまり、こういう評価をする場合は、処分場全体で何本やられるかということがまず問題になって、そのやられた範囲が、例えば、これ4万本の処分場だとしますと、仮に数百本だとします。その場合は、今小峯先生おっしゃったような緩衝材の厚さが完全になくなったとしても、全体の性能には影響を与えない可能性もあるんだと思います。

ですから、表現としては、常に緩衝材の厚さがこれぐらいなければいけないということではなくて、この書き方は、先ほどおっしゃったように誤解を与えるようなところもややあるんですが、極端なケースとして、こうなった場合は特に注意しなければならないという意味で書かれたんだろうと思います。

例えば、仮に緩衝材の厚みが完全にゼロになったとしたとしても、オーバーパック外側の核種の溶解度は、地下水の還元性が保たれていれば、ガラス固化体とそれほど変わらないわけです。緩衝材の厚みの分だけ拡散抵抗が大きいんですけども、それがなくなったとしても、全体的にその外側には地層はありますし、そういったことを加味して判断しないと、厚さが何mm以下、何cm以下になるからだめと、必ずしもそういう意味ではないと思うんです。

ですから、表現としては、そういうふうに一律何cm以下になったらまずいというふうにする必要は必ずしもないと思います。

○小峯委員

私は、そういう材料設計をする側の立場なので、ある前提条件に基づいて厚さなり設計しているわけで、例えば極端な話、厚さは必要ないとなったら、では緩衝材は何の観点から設計したらいいかというふうになってしまうんです。

だから、多分梅木さんがおっしゃったのは、全体の性能から見て問題がないという、いわゆる照査と言うのですが、照査の観点からは、そうだということなのでしょうけれども、設計で保証

されているものは工学技術者とすれば守るべきだということは1つあると思うんです。

○梅木日本原子力研究開発機構地層処分部門長

おっしゃるとおりで、設計の段階では、当然力学的なバッファーになるとか、化学的なバッファーになるということで設計値は決めないといけないんです。この場合は、そういった条件が満たされたケースを想定するわけですが、その場合においては、必ずしも設計値が維持されていないと性能が維持されているというわけではないと思うんです。つまり、こういう評価は、そういう設計値がむしろ失われたときにどうなるかということに着目すべきであって、そうなったときに安全性が維持され、そうなった場合でも安全性が維持されるということで考えれば、必ずしもある特定の数といいますか、処分場全体が活断層でずたずたになると言えれば4万本全てということになりますけれども、そうでなくて、ある特定の数だけやられちゃった場合には、そこそこである範囲内で緩衝材が仮に設計値をロスしても全体の性能としてはおさまっていれば、それは許容できると、そういう判断をすべきではないかというふうに思います。

○小峯委員

わかりました。今日は、ここは地質系のワーキングだと思うので、またいずれ設計とか照査のときが来ると思うので、多分そこまで先走ったかもしれませんが、おおよそ考え方は理解したということだと思います。

○朽山委員長

渡部委員、今のことに関連してですか。

○渡部委員

私の本来の発言は後ほどにします。

今の件は、本日の資料でちょっと明確にしていきたい。詳細は、この後の人バリのセッションでやるというふうに理解していますが、5ページと6ページに時間スケールの話がございまして、処分場の多重バリア機能の中で、どの時代スケール、時間スケールにおいて最も準拠するとか、それに依存するのかというのがご説明されています。

それで、今の議論は、多分③の期間ないしはそれ以降という、ここを確認したいんですが、大体オーバーパック1000年ちょっと、それからガラス固化体7万年。それ以降は、要するに人工バリアがない状態で、裸で廃棄体というか、放射性元素が岩盤に入っているような状態でスタートするという。それが③以降の期間ということになりますね。

それで、今のお話で緩衝材が何なんだという議論が後ほど出てくるんですが、5ページのところで緩衝材に頼っている期間というのが明確に定義されていないんです。というか、あるいは一番下のところで、天然バリアと同じような扱いで、先ほど梅木さんもおっしゃいましたように、

地層もありますしというのと同じ定義で、③以降の期間に人工バリアの機能が全て失われた段階で地層と同様の機能を期待するというようなお話に私は見えます。

もし、そうでないのであれば、ガラス固化体に頼る期間というところとは区別して、緩衝材が機能を発揮するというか、依存する、期待する期間というのを5ページで書いておいていただかないと、後のほうになって緩衝材の幅がずれると緩衝材の機能がなくなるのではという議論が理解できないというのは全くそのとおりだと思いますので。

別に地質としては、③の期間の前に緩衝材に頼る期間があるのかないのかということを含めた今の議論のまとめとしては、ぜひご指摘いただければと思います。

以上です。

○朽山委員長

よろしいですか。説明。

○原子力発電環境整備機構

6ページをごらんいただくと、緩衝材につきましては、人工バリアの核種の移行抑制という観点では、まさにここで言う③の期間以降ということになります。ただ、それ以前の①及び②の断面では、ここに書いてございますように、地下水流動、すなわち人工バリア、オーバーパック、ガラス固化体へ移行する地下水の流れを緩慢にさせるとか緩衝効果を期待するとか、そういうことで緩衝材の効果を期待する。

ですから、期間の③以降について、各段階ごとに、それぞれ主な緩衝材に期待する効果というのは違ってくるということでございます。

したがって、ここに示しましたタイムスケール概念では、基本的にこのとおりでよかろうと考えています。

○朽山委員長

今、小峯委員がご指摘になられて、設計のところで、いろいろ緩衝材の厚さとか決めるんですけども、そのときに厚さを決めたことによる機能というのがどういうところであって、それから移行抑制のところで、どういう緩衝材に対する機能が求められているかというのが若干混乱しているいろいろな話があると思いますので、これはもう一度きちんとその辺を説明してもらったほうがいいかと思います。設計のときに、なぜそういうふうにして決められて、その後実際に移行抑制のときに求められている緩衝材の機能というのは、また違った形で求められていますので、それを全体として、梅木さんがさっきご説明になったような形で安全評価に持っていくんですよということが、なかなか混乱していることがあるかと思いますが、それは少し次回にでも整理してご説明いただければと思います。

大分上がっておりますので、では徳永委員、お待たせしました。

○徳永委員

ありがとうございます。実は、私も最初そこを質問したくて、どういう機能がどの期間のときに期待されるのかということに基づいて、最終的に考えているストーリーの中で機能を発するということを評価できる地質の理解ができていますと言っていたかといいたかと思っていて、そうだとすると、最初に小峯委員がおっしゃっていたように、70cmを超えるというのが大きな問題ですというのは少し違う議論ができるのかなという気がする。そういうところにもう少しご説明を期待したいというところです。

同様のことになるんですが、地下水の挙動に関して見たときに、長期的な話の課題となり得るものが例えば海水準の変動であったり、隆起、地形の変化であるとか、それから地震に伴う地下水の変化等々でありますというようなご説明をいただいて、それらの全てですけれども、多くの場合は処分深度を変えろとか施設配置の工夫をする等々の工学的な対策が合理的な範囲でできればいいというふうにおっしゃっているんですが、例えば、事象がどれぐらいの幅で変わるのかとかかなり不確実性を持っている中で、どういうふうに工学的な判断をして工学的な対策をするというところを具体的に考えていらっしゃるのかということをおっしゃっていただかないと、その部分は工学的に対処できるから問題とはしませんとおっしゃっても、それが妥当であるかどうかというのが我々は評価ができないというふうに思います。

同じようなことですが、その中に、どういう課題があるのかということを明確に抽出されているのであれば、そういうこともお教えいただきたいなというふうに思いました。それが1つ目です。

それからもう一つは、資料1と資料2を見ていたんですが、資料1で言っていることと資料2でおっしゃっていることが本当に整合しているのかが少し気になります。

資料1では、確認できたと考えられることは、「安全機能等の観点からの以下のような好ましい地質環境特性が存在することについて、おおよその見解の一致を得た」と書いていて、僕の理解は、こういう環境が地質環境の中には存在していて、そういう環境があれば、我々が今考えている地層処分というのが適切にできるということだと理解しています。

一方、資料2の一番最初のところは赤字で書いてくださっていますが、「安全機能等の観点から、好ましい地質環境特性を有する地域が日本に存在することについておおよその見解の一致を得た」と書いていて、これは言っていることは少し違うんじゃないかという気がします。

1つ目の資料1は、そういう地質環境が存在するということはあって、そうであれば安全機能等の観点から適切でしょうというふうに考えるのはいいということですが、日本で例えば全ての

ところ、全ての、例えば4つ書かれているわけですが、こういう4つのことが全てそろっていて、かつ例えば長期的にもそれが安定しているところが存在するということについては、こういう考え方に基づいて精査をしていくという作業がこれから必要なんじゃないかというふうに思うわけです。

なので、資料2の最初の「安全機能等の観点から、好ましい地質環境特性を有する地域が日本に存在する」ということは、少し表現をご検討いただきたいというのがお願いでございます。

以上です。

○朽山委員長

それでは。

○武田原子力発電環境整備機構理事

1つ目の工学的な対策、それと今回、今日特にご議論になっている著しい影響の要因です。その関係ということだと思うんですが、著しい影響の場合は機能です。閉じ込め機能。水理ですと、著しい動水勾配、これを変化させる、大きくさせる。あるいは大きな断層、これが集まったところ、そういうものがあるところを著しい影響とみなすということをまず前段で申し上げているわけです。それが具体的には26ページです。

好ましい条件の考え方から、その議論を詰めて、26ページの一番下、青のところですよ。これが著しい影響を与えるというところでの一種の定義とここではみなしましょうと。

これに照らし合わせて、先ほどのいろいろな事象、それがどうなのかと。

例えば、海水準変動とかそういうもの。それは、ならば、これに該当するのかと。該当しないのではないかとというふうに考えて、それは著しい影響を与える要因からは除外したと、そういうことがあります。

確かに、具体的に工学的対策というふうに何度も申し上げているんですけども、考え方として、深さということが1つあります。あるいは塩淡水境界のようなことであれば、配置です。処分場をどの辺に置くのかとか。

そういう意味では、現在、そういう概念的な考え方、検討になるかもしれませんが、そういうものは十分可能だろうという、そういう見通しが一方にあると。それは今までの経験とか、そういうものをベースに、そういうふうに言えるのではないかと思います。

したがって、繰り返しになりますが、そういうような見通しという観点で工学的対策をとれるだろうということと、ここの26ページの定義、それを照らし合わせて工学的な対策が可能なので、特にそれは著しい影響と、要因とならなくてサイト選定、回避の可能性はないだろうと、そこを組み合わせで考えているというか、そういうふうに言えるかと思います。

それから、2つ目もあわせて。あるいは1つ目で。

○朽山委員長

それでは。

○徳永委員

ですから、そういう見通しがあるということは、見通しがあるとおっしゃっていただいて、その見通しがあることを確かめていくためにはどんなようなことをしないといけないと考えているかと。それが今の段階の私たちの科学とか技術の理解に基づいて適切であるし、そういうアプローチでやっていけば、将来的に調査が進んでデータが得られて解析ができるようになると、それが蓋然性が高いというようなことにたどり着けるというふうに我々は思うとか、そういうことがここで多分議論されることなんじゃないかと思うわけです。

NUMOさんが見通しを持っていらっしゃるって、だからいいですよと言われても、ここで、私たちがなかなか、こういうことが考えられますというようなご助言もできないですし、こういうところに議論がありますというようなことも申し上げられないような気がするんです。

ですから、今武田さんがおっしゃってくださった部分をこの議論の上にのっけていただくということが、少なくとも僕がここで期待していることではあるわけです。

それからもう一つ、26ページのそれを定義しますというのは、1つのファンクションの議論で、先ほど梅木さんがおっしゃられていたように、地層処分というのはトータルなシステムとして放射性廃棄物を生物圏に移行させないという全体のシステムとして最終的に適切に振る舞うことができるものをつくるということになると思うので、依然として後半で議論していた将来的なところの挙動がどうなりますかというのは、地質環境の長期安定性の議論の中では議論しておくべきことではないかというふうに僕は思うんですけども。

いつも説明が下手で申しわけないですが、26ページの「動水勾配が0.1を大きく超えたり、割れ目が極端に密集するような場合に影響を与える」というのは、ニアフィールドの性能ですよ。そこについては、そういう議論をするということは、僕はそのとおりだと思うんですが、非常に長期にわたって核種が移行するところまで考えたときに、適切どころがあるということを示せるということが地質環境の長期安定性の議論のもう一つの観点ではないかというふうに思うということです。

○朽山委員長

では、武田さん。

○武田原子力発電環境整備機構理事

1つ目の見通し云々と申し上げた件ですけども、確かに議論、順番が必ずしもそのようにな

っていないかもしれませんが、それをどうやって調査するかということ。これは次回で議論するというふうに予定しております。そのときに、あるいは今のお話について一応ご説明できるかなというふうに思っております。

ただ、その前のそれこそ見通しというんでしょうか。地下水を調べて評価できるという、これは何度も出てきます。いわゆる第2次取りまとめ、この中でもそういう地層処分に十分適する地質環境といいますか、その中でブレイクダウンしたもので地下水についてもあるわけで、それが安全にできるということとか調査技術、それについても触れられておりますので、基本的に現時点でもそういう調査の技術、手法というのは既にあるんだろうというふうには思っております、NUMOとしては、これからサイト選定を段階的にやっていくわけで、それぞれ段階的にどういうふうにして評価をしていって不確実性を低減させていくとか、そのときの調査とか評価はどういう技術手法なのかというようなことをさらに今NUMOとしては考えているわけでございます。

いずれにしても、今言われましたことについては、次回以降の説明というふうにさせていただければというふうに思います。

それと、2つ目の26ページについての全体システムの考えなんですけど、基本的に私もそういうふうに思っております。個別ということではなくて、トータルシステムで評価して判断すべきものと。

ここで申し上げておりますのは、その上でも極端なものというんでしょうか。それぞれの熱、力学、4つ挙げておりますけれども、基本的にトータルシステムで考えるわけですがけれども、その中でも極端に悪いものは現時点でも排除できるのではないかと、そういう議論だというふうに理解しております。

そこにどういうふうに線引きを引くかというのは、それこそ皆さんで議論して決めていただくということになると思いますので、あくまで冒頭申し上げましたように、NUMOとして今回こういう考え方を提示して、それでどうかと。それを議論していただくと、そういうことでございますので、基本的にはそういうふうに考えております。

○徳永委員

すみません、1つ目のもう一つ申し上げた資料1の文章と資料2の文章。

○朽山委員長

ごめんなさい、そうですね。資料2の何ページですか。

○徳永委員

2ページでございます。

○朽山委員長

2ページですね。「好ましい地質環境特性を有する地域が日本に存在する」というのは、まだ言っていないということですか。

○徳永委員

そういう議論をして、日本にあるということをここで確認したという理解を僕はしていなかったのです。

○武田原子力発電環境整備機構理事

これも基本的スタンスは資料1で申し上げました内容でございます。それと同じような考えで表現したつもりでございますが、表現がもし正確でなければ、そこは手直しするなりしていきたいと思います。

○朽山委員長

それでは、遠藤委員。

○遠藤委員

私のほうからは、火山活動のところについてご質問しようと思ったんですが、徳永委員から関連することが出ましたので、最初に少しその点を触れさせていただきたいと思います。

地下水流動とか、いろいろな問題に絡んで侵食の問題、地形変化の問題というのは非常にポイントになってくと思うんですが、今回の資料では、一番最後のほうにいろいろ出てくるのですが、途中の段階では必ずしも侵食に関わる問題、地形変化の問題が余り具体的に出てこないのです。ですから、やはり徳永委員が言われたように、具体性がなくて、言葉だけ最後に出てきて、「対応できる」といっているような印象を与えてしまうのです。ですから、侵食とか地形変化というのは、いろいろなものに絡んでくるので、これはそのプロセスをどういうものを考えているのか具体的に示していただくといいかなと思いました。

例えば、具体的なシナリオみたいなものが、代表的なケースをあげてこういうことがあるというようなことを示していただくと議論がしやすいかなという気がいたしました。それが1つ関連するところです。

それから、火山活動。火砕流について今回触れていただいたのは、その影響が大きい小さいかは別として、よかったと思います。16ページあたりに絡んでくるわけですが、私は大規模火砕流の問題は検討しておくべき問題じゃないかなと思っていました。それは、火山活動の影響の中で特に回避する問題ということでマグマの直撃というようなことが出ていて、どの火山も一律なんです。例えば、一律にそこから15kmの範囲とかというようなことで扱われているのですが、実際には火山活動の規模はピンからキリです。極めて大規模なものというのは幾つかしかないんですけれども、例えば、VEI（火山爆発度指数）という指標がありますけれども、VEI

で7というのは、1回の噴火でマグマがどれだけ出てきたかというのが100km³というようなものですが、多くの噴火は我々が規模が大きいと感じても、1km³とか5km³とかそんなものなわけですから、桁違いに大きいわけです。しかも、何100km³というような噴火を起こすものごとにかく日本列島で幾つか、ほとんど九州と北海道にまとまっていますけれども、これらのものが大規模火砕流を主として出しているわけです。それは、ここで文献（検討結果）が挙げられていて、それほど影響はないだろうという評価が出ていますけれども、そのとおりならそれで非常に結構なことなんですけれども、大規模火砕流の中には、しばしば火砕流が溶結して、一見溶岩のようになって、溶結するという状態までもたします。そういうものが地下に熱をどのくらいの期間供給するものなのかというのが非常に気になっていた問題なので、1つの検討結果が出てきたのは非常にいいと思いますけれども、具体的にどういう条件でやられたのかというところまで触れていただけるとありがたいです。

そういうことがあるので、噴火の規模をある程度考慮する必要はないのかなという問題提起としてしたいと思います。今のは、カルデラ火山でも特別巨大なカルデラ火山です。北海道で言えば屈斜路カルデラとか支笏カルデラとか、九州では阿蘇カルデラとか姶良カルデラとか、そういう恐らく100km³を超えるような噴火というのは、かなり継続的に活動していますけれども、噴火の間隔は非常に長いのです。ですから、今後もそういう警戒は怠ることはできないわけです。

なおかつ、それはカルデラの大きいものは10kmぐらいあるわけですから、その近傍に大規模な火砕流を出して、それが溶結して相当な厚さで堆積しているというようなことを考えると、一律な扱いが本当にいいのかなという疑問を持ってしまうのです。

ですから、規模の問題をどう考えるのか。もし、ご検討された結果があれば、まず伺いたいと思います。

○朽山委員長

それでは、武田さん。

○武田原子力発電環境整備機構理事

1つ目の侵食による地形変化、そのプロセス、それをもう少し具体的に示してということなんです、これについても検討させていただきたいと思います。

それから、火砕流の解析。16ページ。これも具体的な条件を示せということでございますが、これにつきましてもどういう形になるのか今申し上げられないかもしれませんが、お示ししたいと思います。

それから、噴火の規模につきまして一律な扱いでいいのかどうか。それにつきましては、あくまで今日お話ししたのは日本全体を見てといいますか、一般論としてということですので、その

上での考え方。実際は、候補地というんでしょうか。実際サイトが決まった場合、そこをしっかりと調べて個別に地域の評価をすることになりますので、その時点で具体的な近くにもし火山があれば調べて評価するとか、具体的な対応は考えることになるんだろうと思います。さらに調査をして評価をしていくという、具体的にはそういうことになるだろうと思います。

いずれにいたしましても、先生言われますように、全て一律でいいかどうかというのは、それは現時点では日本全体を見て評価するという観点から言えば、ある程度の最小限のところといたしますか、そういうところでどうなのかという議論がまずあって、個別な話については実際サイトが決まってからしっかりと調査をして評価をしていくと、そういう順番になろうかというふうに考えております。

○遠藤委員

今のお答えについて。明らかに超特大の火山というのは存在していて、それは幾つもないわけですから、これを最初から別扱いにして回避してしまうというのは可能、割に容易なことではないかなと思うんですけれども。最初は、とにかく一律にしておいて、その後のサイト選定のところで具体的な検討するというのよりは、最初からわかっているならば除外してもいいんじゃないかなという気がするんですが、もう一言お願いいたします。

○杓山委員長

今は、ここはただ単に「そういうものを避ける」としか書いてございませんので、その避け方について一律でやっていくのか、それともそれぞれを考えて具体的にやっていくのかというのは、これからまたもう少し議論させていただければというふうに思います。

それでは、いろいろ上がっておりますので、先に進めさせていただきたいと思います。

次、山崎委員お願いします。

○山崎委員

ありがとうございます。

私は、徳永さんの意見と全く同じでございます、やはり工学的対応です。こういう理学の現象と工学的な現象で、理学というのは幾らでも青天井で現象の数字は大きくなってしまいます。だけど、本当に対応不可能なものがいっぱい出てきますから、それは外そうと。それに対して、規模の小さいものについては工学的対応しようというのは、これはすごくよくわかるんですけれども、問題は例えば今原子力発電所なんかで活断層の問題が起きているのは、工学的対応はできるんですかというところが一番問題になって、全く進まない状態です。

今おっしゃった配置を変えるとか深さを深くするとか浅くするとかいろいろな議論がありましたけれども、これはみんな基本的に現在ある対応技術でカバーできるものです。そういうもの

で今日おっしゃった工学的対応というのはみんなできるのか。中には、技術開発が必要とかもあるのかどうか。その辺は少しはっきり分けないといけないんじゃないかなという気がしまして、サイト選定ですから早くしないとけないので、既存技術で本当に対応可能かどうかというところは、次回何か出していただけるということですので、ぜひそういうことを含めてお願いしたいと思います。

以上です。

○朽山委員長

それでは、それよろしくをお願いします。

それでは、続きまして丸井委員、お願いします。

○丸井委員

ありがとうございます。

私、8ページと6ページに書いてある表について何うというか、コメント申し上げたいところがございます。

一番最初にいただいた資料1なんですけれども、確認できた事項の中に、例えば水理場のことにしましては、動水勾配や透水性が小さくて地下水流動が緩慢であるという表現が書かれております。8ページの表には、動水勾配が小さい、透水性が低いということが書いてあるんですが、武田理事のご説明の中では地下水の動きが遅いことという表現を使われておりました。

それから、後ろですみません、26ページになっちゃいますけれども、ここには資料1と同じように緩慢であることというふうに書かれているんです。

前置きが長くて申しわけないんですが、何が言いたいかといいますと、どの期間に相当する水理場を表現なさっているかというところで、できれば誤解のないような表記方法にさせていただきたいなところがございます。

というのは、これまた今山崎委員がおっしゃられた環境、理学の人の重箱の隅をつつくようなことになっちゃうかもしれないんですけれども、「環境」と「場」という言葉なんですけれども、私思うに、「場」というのは、何か測定すると三次元分布や何かがわかると。それに対してプロセスですとかメカニズムなんかを考慮したものが環境ではないかなというふうに思っております。

あえて、「温度場」と書かずに「熱環境」とお書きになったのは、例えばなんです、6ページのほうの表でいうと、長期的な展望も含めて温度がどう変化していくかといったようなところでご考慮されているので、「温度場」と書かずに「熱環境」と書いたんじゃないかなと私はこの資料を見て勝手に思っているんですが、だとすると、「水理場」とお書きになって、「動水勾

配」だとか「透水係数」というのをお書きになってしまうと、測定方法が容易に推定できるわけです。

例えばなんですが、動水勾配であるというふうになると、一般的には2点ないし3点間の圧力分布をはかって動水勾配を調べましょうと。そうすると、その測定区間によってなんですけれども、時間軸ですとか空間軸が容易にまた推定できるということになってしまいますので、長期的な動きとか何とかというのを議論する意味においては、もしかしたら、ここは「水理場」というよりは「地下水環境」と言ったほうがいいんじゃないのかな。例えば、「天然バリアとして好ましい地質環境」と書いてございますので、地質環境を見る上での水理場という測定を具体的に示したいというのであれば別ですけれども、例えばなんですが全体的なことを申し上げて、我が国に好ましい環境があるかないかといったようなことを論じる意味では、むしろ「場」というよりは「環境」を議論して、そのコンセプトをはっきりさせるほうがいいのではないかというふうに思ったところです。

ですので、例えば8ページとか6ページの表は、多分最終的にはレビューを受けることになると思うんですけれども、欧文レビューも含めて、使われる用語についてももう一回ご検討いただければありがたいと思っております。ありがとうございました。

○朽山委員長

これは、こういう言葉が使われたことに対して、何かご説明があるようでしたら。

○武田原子力発電環境整備機構理事

今のご意見踏まえて検討させていただきたいと思います。

○朽山委員長

ありがとうございます。

それでは、引き続きまして遠田委員、お願いします。

○遠田委員

ありがとうございます。

私は、専門の活断層研究者の立場で意見を言わせていただきたいと思いますけれども、48ページに全体の表があって、思ったよりも断層というのは非常に重要だなという印象なのですが、でも、それを考える際に50ページを見ると、サイト選定における回避の考え方で誤解が生じないか少し懸念しています。「変位の規模が大きい断層」ということが大きく書かれていますが、確かにそうだと思いますけれども、本来A級・B級活断層は、既にマップに書かれているものが多いので、避けるというのは容易なことだと思います。非常に問題なのはブラインドフォルト、伏在断層が問題になると考えられます。

例えば、前の48ページの表だと処分深度、数百mとか、そこまで伏在断層の亀裂が達する可能性もあるわけです。22ページにあるように、M7規模の地震が今まで主要活断層だと認められていたところ以外で起こっている。我々活断層研究者もこれは重要な問題でしっかり考えないといけない、ということを最近声を大きく言っています。そうして考えると、こういう大きい断層だけを避ければいいという表現は誤解を招くと思います。

恐らくNUMOさんではいろいろなことを認識されて考えられているのですが、活褶曲とか断層関連褶曲とか、もしくは変形ゾーンといった考え方が重要です。断層を主要な断層とか、断層を線で評価するだけでなく、ゾーンとして考えるということをごどこかに記しておく必要があると考えます。

そういうことを考えたときに、恐らくはサイトに亀裂が到達するとか、もしくはそれによって水理特性が変わるとかということで行くと、恐らく断層の成長速度とかそういうことも今後議論になってくると思います。そうすると、日本列島というのは、別に新しく亀裂ができて、それが成長する速度を考えればいいだけではなくて、インバージョン・テクトニクスと言って、昔動いた古傷を使ってもう一回動くということが各所で起こっているわけです。その反転する状態はどういう場合かとか、もしくはそのときは急激に全体が動くのかとか、そういったことも含めて議論しないといけないのではないかと考えています。

何が言いたいかというと、サイト選定の回避対象というところに何という言葉が適当なのか私は今すぐ思いつきません。しかし、変形帯というか、小断層も含めて、そういうものは回避すべきだということを盛り込むべきじゃないかと考えます。

あともう一点、マイナーな質問ですが、次は全く別の話ですが、幾つかの例えば水理関係の表現で、例えば30ページとか32ページ、39ページなど、「その後の知見」のところで「回復した」、「回復した」という表現がよく使われています。これはどういう意味でしょうか。というのは、回復してしまえば長期的には問題ないのか。一時的にしても、変化があるわけですね。その点をどう考えればいいのかを教えていただきたいと思います。

以上です。

○朽山委員長

それでは、回避対象を活断層という線にしないで、もう少し活断層帯なり何なりというご意見について。

○武田原子力発電環境整備機構理事

今の先生のご意見踏まえまして、さらに検討させていただきたいと思います。

あと回復につきましては、問題になりますのは地下水の場で長期的な隔離性能ですので、簡単

に言うと、それが長期的な特性が重要ですので、一時的に変化しても、それは隔離性能という、そういうものには影響を与えないだろうという意味での「回復」というのを使っております。

つまり、数カ月とか1年とかあるわけですがけれども、隔離性能を期待する期間が先ほどありましたように10万年とかそのぐらいですので、そういう時間に比べると数カ月、1年というのはそれほど重要な時間ではないでしょうという、そういう意味です。

○遠田委員

一時的でも水道（みずみち）ができてしまうということに関しては問題ないということなのか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

そうですね。そこはしっかり評価して結論出さないといけないわけですがけれども、特に長期的な実際に核種移行というんでしょうか、それも非常に長い時間かけて地上に出てくるという、そういうようなことですので、それが1年とかそのぐらいであれば、そういう核種の移行に大きな影響を与えるものではないというようなことは幾つかの解析例でも示されておりますので、ということから「回復」という言葉を使っております。

○朽山委員長

それでは、渡部委員。

○渡部委員

まず、今日のまとめ方につきましては、前回お願いというか、私が発言しましたけれども、個々の特性それぞれ並べて、より全てがよければいいけれども、それぞれ悪いものが幾つかあって組み合わせになっているときどうするのですかというのに対して、まずブラックリストを出していただいて、もうどうしようもないものというのがどういう整理なのかというのをお願いしたのがちゃんとご説明いただいたと思います。

ですから、個々のよいほうの特性を基にどう評価するかというのが次回以降、まさに線量評価等でお使いになってご説明されるんじゃないかと思っておりますので、今日の範囲については、私はこの資料のストーリーはかなり納得するものがございます。

ただ、前々回にお願いした内容で、まさにそのことですが、個々の条件について、今はホワイトリストじゃなくてブラックリストの話になりましたから、これ以下悪くなるとだめというお話をされたときに、幾つか組み合わせたときに、今日必ずしも取り扱い切っておられない重要なものが幾つか残っているというふうに思います。それについて、2つほど例を挙げてご相談するとか、ご意見をいただきたいと思います。

もう一つは、隆起・侵食と海水準変動について今の取りまとめについてご質問差し上げたいと

思います。

まず、例えば何かというと、隆起がある程度、中程度の隆起、つまり、処分場は地表に接近しつつある状態で、致命的な深度までは上がっていない。そういうときに、先ほどの温度シミュレーションでは大丈夫だという火砕流がかぶったときに、あの想定で処分深度までは上がらないよと言いましたけれども、かなり隆起で侵食されて浅くなっていて、かつ非常に数万年とかたつた後に来ればいいんですが、まだ線量が高いような状態のときに、火砕流がかぶった場合は、今のご説明のセットでは安全と証明されていませんね。

もう一つは、断層の再活動という点について、いろいろなところで扱っておられるんですが、最終的に、だから活断層とか大規模な変位の断層を避ければいいですねとまとめてしまうと、断層が動いたときに、例えば熱水であるとか、特に私がご指摘したいのは、水理と水質を別々に扱っていて、化学場と水理場、あるいは地下水環境に分けておられますけれども、ある意味で言うと、今の非火山性の地殻深部から上がってくるような非常にpHの低くて反応性の高いような深部流体と言われているものは、今地表に来ていますよね。これは、何らかの活動していない割れ目を上がってきているわけです。それは、再活動とかしなくても十分にそういう避けるべきものは上がってきていて、ちょっと変位が起これば、閉じたり開いたりするということで、これは非常に厄介だと思うんです。

ですけれども、今回のお話ですと、全て火山性の熱水という形で、要するに熱源を避ければ排除されたというような結論になっていて、これも安全性が証明し切れていないなと思います。

要するに、何を言いたいかと申し上げますと、それぞれがある程度の全ての性能というのは、処分場の時間変化で全ての性能が動くわけですから、それを組み合わせていってもなおかつというところを次回以降はちゃんと扱っていただきたいと思う次第です。

2つ目、ですから、2ページの最初のところで徳永さんがおっしゃったちょっとすりかえられているというのは、文章としては安全機能等の観点から好ましい個々の特性を持つ地域はあったと。全部がいいところはまだあったとは言っていないと、そういうことだと思うんです。

もう一つ申し上げたいのは、隆起・侵食のところで、侵食とは言っていないんですが、隆起に関しては非常に大きな課題として残されていると理解しています。

そこで、まず避けるべき規模の大きい隆起量というのは、一応資料の中では10万年で100mを超えるような現在に至る隆起量が平均的にあるいは累積的にある地域というのは将来も大きいでしょうから避けましょうというお話なんですが、その数字が妥当かどうかは別にすると、ご承知のとおり、10万年を超える予測評価期間を扱っておられますから、次の氷期で100mは下がりますよね。そうすると、海岸でそれを考慮しないと、100mから150m隆起することになるわけです。ロジ

ックとしては同じです、隆起量と。だから、100mを超えるという、山間部も含めて著しく避けるべき地域とおっしゃる以上は、次の氷期を超える評価をされるのであれば、海岸地域は全部アウトということですか。それとも100mを超えるという部分、数字と、それから海水準変動の最大値を足して250mぐらいを超えなければ300m以深だから大丈夫とおっしゃっているのか、その辺はロジックをちゃんと用意されないと見落とされているような誤解を与えます。

それからもう一つ、うちの学会の出版物を引用していただいているんですが、この47ページで今「避けるべき」と言っている部分というのは、多分赤の部分、10万年90m以上です。それから、オレンジのところも一応見るのかなと思うと間違いで、これはこのグリッドの範囲の最大値を見ているんじゃないかと思うんです。さらに西日本はほとんどデータがないということを考えると、これからどこかを指定したときに、過去10万年で100mぐらい隆起しているところはどこか。この候補地はそうなのかって言い切れる地域ばかりではないというか、むしろ言い切れない、現在の知見では示されていない地域のほうが多いと思います。

ですから、ここは割とさらっと書かれているんですが、もうちょっと残された課題とか、手を打たなければ先に進めないよという部分は、開示されたほうがいいんじゃないかなと思います。

以上、2点で。

○朽山委員長

これは何かおっしゃることはございますか。

○武田原子力発電環境整備機構理事

組み合わせの話でございますが、これも確かに今回それぞれ個別の特性についての議論、それを組み合わせて議論しないといけないという、そういうことは我々も認識しております。

その場合でも個別の事象といいますか、先ほどの遠藤先生のご質問に関係する大きなカルデラの場合、文献調査から実際サイトが決まって、実際に調査に入る。要は実際のサイトが決まって、そのときに、あるいは組み合わせの考え方で当然やらないといけないという、少なくともそういうことは認識しております。

組み合わせを入れた議論を一般論として今ここでどの程度できるかという、そういうところも少しあるのかなと。そういう意味で、ここで扱い得る議論の範囲、それは少し検討しないといけないのかなという気がいたします。

具体的には、侵食にしても海水準変動150m下がった場合、その分侵食を考慮しないといけない。それはそのとおりだと思うんですが、ただ、一方でまた回復するわけです、10万年ぐらいのあれで。であれば、単純な侵食と考えていいのかどうか。また、それが少なくなるとかそういう議論もありますので、かなりといいますか、議論が若干細かくなるところがあるのかなという気がい

たします。

ただ、基本的に渡部さん言われるように、組み合わせというのを考えることは重要だというふうに認識しております。

それと、先ほどの図でございますが、これは基本的にグリッドです。それぞれのグリッドの中での平均値でのデータだということも認識しております。

したがって、これも最初は文献調査段階、要は実際の調査に入る前の段階での一般論としての考え方といいますか、そういう段階であくまで使うべきものであって、実際これもサイトが具体的に決まった場合、いろいろな現地調査、地形調査等によって隆起がどのくらいであるとか侵食がどのくらいであるとか調査して評価するわけですので、それは当然必要なんだろうと思います。

○朽山委員長

そういうことでお願いします。

それでは、次吉田委員お願いします。

○吉田委員

私のほうもまとめて短く言いたいと思います。

今回の資料に関しては、非常に膨大な情報の中から整理されつつあると私は思いました。ただ、膨大がゆえに判断の根拠を端折った感があります。それはほかの委員の先生たちも言われている部分がありますが、今後そういう根拠というのを明示してほしいと思います。例えば、著しいとか、0.1などの数字とかいろいろな技術的な判断をされているところが有りますが、そこは、ぜひまた説明いただければと思います。

そういう中で、2点コメントがありますが、1つはデータの取り扱い方です。例えば地質環境の長期安定性委員会で作っているリーフレットのデータの精度というのはそれぞれ差異がありますので、そこの活用の方法を確認していただきたいと思います。例えば日本の地質環境の不均一性を言う場合でも、いわゆる精度にも差がありますから、ぜひミスリードさせないというか、そういう活用の仕方をよろしくお願ひしたいということです。

もう1点は、あと48ページにも先ほど遠田委員のほうからもありましたが、いろいろな情報を整理する中で断層と水理の観点が見えてきたというのは大事かと思っています。

では断層と水理に関して技術的に今後何をどう理解していけばいいのかという点は大事で、例えば地層処分場のサイト特性調査のときに、ボーリング調査で何をどこまで理解すればいいのかについて具体化することが重要になると思います。そういった部分からも含めて、恐らくこれは今後の技術的な部分になるのかもしれませんが、私は、断層のバリア機能というのは存在すると思っています。例えば東濃ウラン鉱床の月吉断層というのはウラン鉱床を切っているわけ

ですけれども、結局、断層を介してウランの移動は認められていません。また、いろいろな形で断層というのは石油のリザーバにもなっているとか、そういうある種の流体とか物質移動に関するバリア機能というのがあるわけですので、そこら辺を踏まえた知見とあわせて、断層と水理とものをどうまとめるかというのをもう少し情報も踏まえて整理されるといいのではないかと思います。

特に、URLにおいても断層はもう直面しているわけで、これは地表調査では非常に難しいところがあって、幌延、瑞浪で断層の構造と水理的な関係、つぶさに見れるわけで、その辺の情報というのは非常に重要ではないかなというふうに感じました。

それで、ワーキンググループの議論になるのかもしれませんが、今回の議論、根拠の部分というのが私はいろいろな学会で提示されて、そこでいろいろな人と議論されるというのが非常に必要ではないかなと感じています。この場で全てを議論するというのは難しい部分もあり、そういう形で、何でNUMOはこういうふうに判断するのかというのをこういう技術的な情報に基づいて考えているんだということを今後もっともっと積極的に合同学会、応用地質学会、地質学会、あと地球化学会、今そういう学会で地層処分のセッションも持っているわけですので、そういうなのをぜひいろいろ活用していただければと感じた次第です。

以上です。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、引き続きまして長田委員お願いします。

○長田委員

大体皆さん、ほかの委員の方が言いたいことを言っていたので、私のほうとしては、簡単に幾つか、2つだけお願いしたいと思います。

1つは、遠田委員とか小峯委員のほうから最初出ていました断層のお話ですけれども、私、地下に入って、実際の岩盤とかを見る機会が結構多かったんですが、要は断層があったときに、それが実際どのくらいの変位量を持っているかというのは、いつも悩む問題です。先ほど言われたように、主断層の地表面で見たときに活断層は削除できるでしょうと。だけれども、それが地下に向かってどこにどうつながっているかというのは実はよく見えない。地下で割れ目だけ見たときに、それを除く技術というのは実はまだ余りないんじゃないかなというふうに考えているのが1点です。その意味で遠田委員とかの意見を尊重させていただきたいと思います。

もう一点は24ページになりますけれども、これは岩盤の弾性変形、地震動による岩盤のひずみということで、最終的に著しい影響を与える事象とはならないというのには賛成なんですけれど

も、途中で書かれているNUMOの考え方の2番目にありますように、「人工バリアは岩盤と一体となって振動するため」というふうに書いてあるんですが、これは要は密度が違うものが揺らされたとすると、どうしても、それが大きい影響を与えるかどうかというのは、人工バリアがどういう状態にあるか、何もまだ詰めただけの段階であるとか、あるいはそれに水が戻ってきて圧力を加えている状態によって振動が加えられたときによるかによって現象が多分違って来るだろうというふうに思うので、何を言いたいかということ、先ほど渡部委員からもご指摘ありましたように、いろいろな問題の組み合わせが多分大事になってくるだろうということと、あとはここで見ると、要はそういう地質的な現象と人工バリアを組み合わせた時間スケールで何が起こるかということも一緒に判断していかないといけないのかなというふうに思いました。

次回以降に期待します。以上です。

○栢山委員長

ありがとうございました。

それでは、田所委員。

○田所委員

断層とかというところに関連するんですけれども、地球物理学的観点からすると、これはサイト選定において回避すべきと言っているわけではないんですが、少し検討していただくことが抜けているかなと思うんです。

というのは、今日のお話は、直接的に断層が切るという話でしたけれども、隣の断層で起こった大きな地震によって例えば地震波速度が変わるという現象というのは既に認められているんです。そういう観点からすると、当然隣の断層で地震が起こったら、どれぐらいひずみが生じるか、つまり静的応力変化とか動的応力変化によるひずみであるとか、もうちょっと広げて考えると、東日本大震災がありましたけれども、あの後まだまだ余効変動でずっと地盤は動いているわけです。そういった余効変動とか。あるいはまだまだ研究が進んでいる最中ではありますけれども、間隙弾性反発という問題もあるので、そういったことも実際回避する必要があるのかどうかということとを少し検討していただければというふうに思うわけです。

それが1点目でもう一つですが、吉田委員がもうおっしゃいましたけれども、私も地球物理学的手法によって断層と割れ目や水理場の関係に関する研究をやっているんで、こういったことは大変重要だいうふうに思います。しかし、例えば割れ目がどれぐらいの密度であるのかとか、透水性がどのくらいかというのは、やっていますと言っても、地表からのデータではピンポイントでの推定が難しい場合がある。処分場のスケール考えると、2kmとか3kmという非常に小さいスケールですよ。だから、そういうところの例えばミズミチになる割れ目であるとか透水性とか

というのを探るためには、これは現場でボアホールを掘って、そこで調査をしなければならないということになると思います。

これは、次回以降の話になるかもしれませんが、今言った割れ目とか透水性ということに関しては、文献データとかだけではわからないことでもあるので、サイト選定中でも結構ですので、しっかりとボアホールで調査をするということをどこかに書き込んでいただければと思います。

以上です。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、いろいろご意見をいただきました。本日いただいたご意見やご提案、これに対するお答えは次回用意していただければと思います。

また、今回は影響要因となる天然現象について、今日も少し混乱した部分もあったんですけど、どの調査段階でいろいろなことがわかってきて、それに対してどういうことができるかということを議論しないといけないですので、サイト特性調査についての説明もしていただきながら、いろいろなことを考えていければと思います。

まず、今はいろいろなところで、こういうところはよさそうで、実際に処分場にすることができ可能性があるかどうかのような議論をしているところですので、いろいろなことがまだわからないわけです。それで、実際に安全にできるかどうかというのについては、サイトを特定した文献調査、それから概要調査、精密調査と、そういうふうな移り方をしていくわけですので、今非常に広域的な非常に雑駁な情報の中でどういう議論をすればいいかというようなことを少し考えながら、いろいろなことをやっていければと思います。

そういう意味でサイト特性調査についての説明を次回にいただければいいかと思います。そういうことでよろしいでしょうか。

ご異議がなければ、そのようにさせていただきます。ありがとうございました。

少し時間がいっぱいになってまいりましたが、もう一つ、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の地質環境の長期安定性と地質環境特性についての検討に対して、いただいたご意見とそれに対する回答を資料3-1と2を用いてNUMOよりお願いしたいと思います。

少し時間が超過しておりますが、よろしくお願いします。

○武田原子力発電環境整備機構理事

それでは、まず資料3-1でご説明いたします。これは、今ありましたように、NUMOの資料に対して出されたご意見でございます。

1枚めくっていただきまして3番目、この方の専門、坑内採鉱技術、要は鉱山経験者の方のようです。

次のページで簡単にご紹介いたしますけれども、ご意見が2つありまして、1つが緩衝材中のオーバーパックが移動する可能性。特に沈下することはないかという、その点でございます。

もう一つが地下空洞の長期安定性についてです。

具体的に1枚めくっていただきまして、ページが打ってございません。申しわけありません。処分場の仕様例と書いてある図、このページでございます。

下のほうに幾つかのパラグラフがありますが、「しかし」というところがあります。「しかし」その次なんですが、「私が黒鉱鉱床の採掘に携わっていた頃に、比重4もある黒鉱のブロックが粘土帯の中でいつのまにか移動して当初図面に記載していた位置から移動してしまってた」と、これがオーバーパックの移動と何か同じ現象、この現象がオーバーパックの場合にも起こり得るのではないかと、そういうご懸念というか、ご意見だと思います。

あと下から2行目、「重たいものが沈むということのほか、逆に周りより比重の軽い岩体は地質年代のスパンでは浮き上がって行く、ということでした。」

次のページになりますが、これがダイアピールという現象だという、これも地質でよく認識されている現象なわけですが、そのことを述べられて、次のパラグラフになりますが、「岩塩とか」というところでございます。その後で、その下の「早晩」というところです。「オーバーパックが移動し、結果的にはオーバーパックは浮かんでいるどころか、岩体に直接載ってしまうことになります。」と、これが質問、ご意見かと思います。

それで、この方、ここにあります論文をごらんになられまして、次の「このレポートは」というところがありますが、「理論解析も併用して綿密なアプローチが試みられてはいるものの地質工学的なスパンの長い時間の概念からは先述のように異論が生じます。」、つまりオーバーパックが沈下して、岩盤、岩体に直接載ってしまうことはないかと、こういうご質問かと思います。

回答につきましては次の資料で申し上げますが、もう一つのご質問は、同じページの下のほうにありまして、下から7の引用文献のすぐ上、4行です。「すでに大深度」というところがありますが、「すでに大深度地下空間の技術的議論を交わせる当時の鉱山関係者はいなくなり、新たに議論するにしても実際のフィールドがなくなってしまった現在、議論が机上の空論に陥ってしまう危険性があります。

こういう背景をよく認識して初心に返って慎重な検討が加えられるよう期待しております。」と、こういうご意見でございます。

NUMOの回答といたしましては、資料3-2で準備いたしました。

もう一度質問といいますか、ご意見をまとめております。「地質年代のスパンではオーバーパックが移動して岩盤上に直接載ってしまうことがあるのではないかというご指摘」、それにつきましては、このご意見の中の黒鉱鉱床、これは比較的短い期間における現象と推察しました。といいますのは、空洞を掘削したことによって、こういう現象が起こっているのではないかというふうに推測されるからでございます。

それで、ここにありますように、「10万年後程度までの期間のオーバーパックの沈下についてはいろいろ詳しく検討されております。」

その内容は下のほうでございますけれども、ダイアピールについてもご指摘ありましたように、「地層処分が考慮する期間の長さとの比較も含めて、引き続き情報収集・検討に努めたいと思っております。」

それで、沈下につきましては、検討の結果、数字で幾つか書いておりますが、第2次取りまとめでは1万年までの沈下を評価しております、最大で5mm程度というふうになっております。

その後さらに検討いたしまして、ここにあります関口－太田モデル、あるいは足立－岡モデル、これで検討した結果、10万年後の沈下量がそれぞれ33mm、32mm、緩衝材の厚さは700mmでありますので、30mm程度の沈下であれば特に性能は問題ないのではないかというふうに考えております。

いずれにいたしましても、一番下にありますように、いただいたご意見を踏まえて影響を評価し、設計に反映することで、さらに信頼性を向上させていきたいというふうに考えております。

それから、2番目のご意見、大深度地下空間の鉱山技術者が少なくなっていることは私どもも十分に認識しております。ただ一方で、土木技術の分野において大深度地下空間の安定性の技術は着実に蓄積されていると考えております。地層処分施設の地下坑道についても、鉱山や土木分野で蓄積された技術をベースに、岩盤の力学特性や初期応力状態を把握して、空洞安定性評価を行って支保設計を行うことを考えております。ご指摘のとおり、技術に過信することなく、初心に返った慎重な検討を行っていききたいと、そういうふうに考えております。

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、ただいまのご意見とご回答につきまして何かございますでしょうか。

よろしゅうございますでしょうか。小峯先生、何かございますか。

○小峯委員

特に異論はない、異論はないというか、補足ですけれども、緩衝材は粘土なのか軟岩として扱っているのかというのも、実際にはまだまだこれからいろいろ詳細にやらなければいけないこと

はあるということです。だから、2000年レポートでちゃんとこういうことに対しても一応想定をして、その時点でやれる技術レベルでの評価はしているということだと思うのです。

最後のほうに書いてありますけれども、まだ信頼性を向上させるためのことは重要であるというのは、一応専門家の立場からすると、それはそういう認識ですよということだけ確認をしたということです。

○朽山委員長

ありがとうございました。

それでは、そういう形にさせていただければと思います。

いろいろご意見をいただき、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。少し時間がオーバーしてまいりましたけれども、長時間のご審議ありがとうございました。

最後に、次回のワーキングの日程につきまして、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

次回の日程については、事務的に調整をさせていただきます。よろしくお願いいたします。

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、これをもちまして第4回地層処分技術ワーキングを閉会します。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 ——