

原子力委員会
新計画策定会議
技術検討小委員会（第2回）議事録

1．日 時 平成16年8月24日（火）10：00～12：30

2．場 所 如水会館スターホール

3．議 題

- （1）地層処分研究開発第2次取りまとめについて
- （2）直接処分の概念について
- （3）その他

4．配布資料

資料第1号 高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に関する地層処分研究開発第2次
取りまとめの概要

資料第2号 使用済燃料の直接処分概念に関する検討

資料第3号 使用済燃料直接処分時の臨界評価について～諸外国における評価状況

資料第4号 御発言メモ

5．出席者

内山委員長、佐々木委員、田中委員、伴委員、佐竹代理（藤委員）、山名委員、
和気委員、近藤新計画策定会議議長

内閣府：戸谷参事官、後藤企画官、森本企画官、犬塚補佐

日本原子力研究所：中山室長

核燃料サイクル開発機構：石川部長、油井次長

6．議事概要

（森本企画官） それでは時間になりましたので、技術検討小委員会の第2回を開催いたします。

内山委員長、よろしくお願いいたします。

（内山委員長） 皆さん、おはようございます。時間が参りましたので、これから第2回の技術検討小委員会を開催させていただきます。

前回の第1回小委員会で、使用済燃料の直接処分について検討すべき課題が抽出されました。本日は、その課題をもとに、直接処分場のコスト見積もりについて、必要となる基本設計の概念を詳細に検討し、確定したいと考えております。皆さんもご存じのように、小委員会のミッションは、処分費用が直接処分とガラス固化体の処分とでどの程度違うかを比較することです。そのためは、検討の基本方針は、既に調査研究実績のありますガラス固化体の処分設計に用いられた安全基準、そしてまたその保守性を考慮して、それと同じ程度で評価していくということになります。そういった基本方針のもとに、本日は主に2つの議題について検討してまいります。最初の議題は、地層処分研究開発第2次取りまとめについてということで、既に豊富な調査研究の実績があります豊富なガラス固化体処分について、その概要を説明していただきます。2番目の議題は、本日で最も重要な議題です。前回の小委員会で抽出された課題に対しまして、ガラス固化体処分の安全基準をもとにしまして、事務局に直接処分の概念を取りまとめていただきました。事務局からの資料であります第2号から第3号に基づいて説明がありますので、それについて審議をお願いいたします。本日は、最初に申し上げましたように、直接処分のコスト見積もりに必要となる基本設計の概念を確定したいと思いますので、よろしくお願いいたします。

それでは、早速議事に入らせていただきます。その前に資料の確認をお願いいたします。

（森本企画官） それでは、皆様のお手元にお配りしました本日の配布資料について確認させていただきます。

事務局より、資料第1号から第4号の資料確認が行われた。

なお、席上に第1回目の議事録を、まだご確認途上のものですが、ご用意させていただいております。まだ確認のとれていない部分もありますが、ご参考までに配布させていただいております。よろしゅうございますでしょうか。

それでは、これまでどおり、ご発言される場合、人数は少ないですけれども、ネームプレートを立てていただければ、順次委員長の方で指名させていただきます。

それでは、委員長、お願いいたします。

(内山委員長) それでは早速、議題１の地層処分研究開発第２次取りまとめの概要について、説明を事務局からお願いいたします。ガラス固化体の直接処分が今回使用済燃料の処分を検討する基本となりますので、その考え方等について確認をお願いしたいと思います。それでは、お願いいたします。説明はＪＮＣの石川部長によります。

石川部長より資料１に基づきご説明した。

(内山委員長) ありがとうございました。

ただいまの第２次取りまとめの内容ですが、これはもう既に報告書としてまとめられたもので、いわゆる報告の説明ということになるかと思います。そういう点では審議事項ではありません。これにつきまして皆さんの方から質問等あるいはコメントはございますでしょうか。

では、私からちょっと。１４ページの最大線量についてですが、ケース３５と３７がかなりシビアなケースを想定して出された値だと思うのですが、使用済燃料の直接処分の場合を考えると、同様にこの辺が考慮すべきケースになると考えられるのでしょうか。

(石川部長) 必ずしも直接処分だから、例えば３５や３７がどうかということではないと思いますが、３５というのは、隆起・侵食でかなり極端なところで、廃棄物がほとんど地表近くまで出てきてしまうといったケースを想定しております。そのときに、ガラス固化体の場合の核種と直接処分を考える核種で若干違いがありますので、そういうことは考えなくてはならないかと思いますが、特に３５番の場合には、酸化性、いわゆる酸素のある環境にさらされますので、そういう環境では動きが速いような核種については少し考慮する必要があると思います。例えばテクネチウムのようなものというのは考慮が要るかと思います。

(内山委員長) もう１点、１５ページですが、第２次取りまとめの値とスイスの値などと比較しますと、もちろん処分後の時間の違いもありますけれども、スイスの方がやや高い数値になっていますが、これはどういったことが理由でしょうか。

(石川部長) 必ずしも日本とスイスは全く同じ条件ではなく、例えば地下水の流れの条件や使っている核種のデータも全く同じということではないので、若干の違いはあると思います。全く同じ条件で計算した場合どうかという確認しておりませんが、あくまでも個々の国が持っているガラス固化体なり廃棄物をそれぞれの地質環境条件に従って計算するとこういうことになったということですので、どちらが高いからどうかという比較はなかなかしにくいかなと思います。

（内山委員長） ありがとうございます。

委員の先生方、ご質問。和気先生、どうぞ。

（和気委員） 1点だけちょっと伺います。9ページの人工バリアの設計で考慮すべき事項の中で、経済性という言葉が出ております。これはいわゆるコスト計算をしたという意味でしょうか。あるいはそれ以外に、既に存在している材質を既存のメーカーから納入できる、そういった枠組みを言っているのでしょうか、その辺の具体的な経済性を配慮した議論をお伺いしたいと思います。

（石川部長） ここで言う経済性は、いわゆるコスト評価まで行ったというのではなく、あくまでも一般的な話として、余り極端な材料、例えばオーバパックの材料ですと、ものすごく高価な材料を使ってすごく長期耐食性が期待できるというものもありますが、そういうことではなく、比較的一般の市場でまず得られるようなものを考えております。また、緩衝材も同様で、非常に高性能なものだがものすごくコストが高いというものを考えるというのは現実的ではないので、一般の市場で得られるようなものの中で考えております。

（内山委員長） よろしいですか。

ほかにご質問はございますか。よろしいでしょうか。

それでは、次の議題に入らせていただきます。次の議題は、本日の中心的な議題になります。直接処分の概念について、第1回に皆さんからいただきました意見に基づきまして事務局で作成しました資料の説明があります。それでは、お願いいたします。

事務局より資料第2号、第3号に基づきご説明した。以下のとおり、資料第2号についてミスプリントの訂正があった。

37ページの表の直接処分の側、右上の方ですが、最後の行「燃料起源のC-14は有機、構造材起源のC-14は無機」と書いてあるのですが、これは「有機」と「無機」が逆転しております。燃料起源の方が無機、構造材起源のC-14が有機が正しい。

（内山委員長） ありがとうございます。

それでは、審議に入らせていただきます。ただいま事務局から説明がありました資料について、コメントあるいは質問をお願いいたします。どなたからでも。どうぞ、伴委員、お願いいたします。

（伴委員） 2つあるのですが、質問です。1つは、重量が重要な要素になっているということで、2体のケース、4体のケースと分かれていて、16ページと17ページでその概念

が書かれているということでしたが、先ほどの説明では、4体を入れた場合は容器は30数トンぐらいになるということでした。2体の場合はどれぐらいになるのかを教えてください。

それから、臨界関係ですけれども、それを避けるということで、2体と4体と振ったということですが、資料3の表を見ていて、Post-closureのところはやっていないという説明でした。そうすると、Pre-closureのところでは、起こり得る可能性があるのではないかということ的前提に2と4に振るということだと理解するのですが、もう少し詳しく、ストーリーといいますか、どういうことで4体は起こり得る可能性があり、2体は避けられるのだという判断なのかを聞かせていただきたいと思います。

（内山委員長） では、事務局からお答えいただけますか。

（森本企画官） 重量は今わかりますか。

（油井次長） 正確にはまだ計算していないのですが、一応半径だけから言うと、4体で1.5倍程度。ですから、2体の方が1とすると、4体の方で1.5ぐらいではないかと。しかし、正確に計算しておりません。臨界の方は、専門家の方々にいろいろお聞きしたところ、さまざまな仮定があって、均質で球形であるとか、1カ所に集まるとか、いろいろな解析をした場合、少なくとも4体の場合は、非常に保守的な仮定をした場合、実効増倍係数が1を上回る場合もあるということでした。ではそれがリアルな解析かと言われたら、今リアルな解析はできないので、非常に保守的な簡略な仮定をすると、2体であればまず実効増倍係数が1になることはないけれども、4体の場合はいく可能性もあるということです。これもまだプリミティブな解析ですが、少なくともまずは、考え方としてそういう考え方もあるのではないのでしょうかということでお示しました。

（内山委員長） そういうことで、まだちょっと不確実で計算していないところもありますので、またそれがわかりましたら、次回にお知らせすると……。

（森本企画官） 次回、炭素鋼の密度などもきちんとやった上で、ざっと計算したところの数字だけ先ほど申し上げました。

（内山委員長） よろしいでしょうか。

それでは、山名委員。

（山名委員） 前回の会議で、両者の比較を行う際に、安全基準あるいはリスクの基準をなるべく同等に考えたいという話をしました。それに関係して質問したいのですが、資料第2号の44・45ページに線量の最終結果が出ておりますが、1,000年後に大きな影響を

与える核種の方がメインになって、 10^6 年とか、そのあたりに出てくるものはこのグラフの下の方にいって見えていないわけですね、3桁以上下ですから。一方、石川さんが説明された資料第1号の13ページのガラス固化体の評価では、100万年に $0.005 \mu\text{Sv/y}$ のピークを迎えるというのが、ガラスの安全の考え方なわけです。それで聞きしたいのは、このガラス固化体の場合に主になっているセレンやセシウムやトリウム、ネプチウムといったものが、直接処分の場合にはこのグラフに見えていない部分でどう変わっているのかということが一つです。特にソースタームはかなり物質が変わっているし、プルトニウムなど多量に入っておりますし、放射線分解による溶解反応への影響などを考えますと、状況がかなり違うのではないかと思います。ですから、ガラス固化でピークを持つ核種の線量がこの45ページの下の方に隠れているのか、あるいはそれが前に来ているのか、または、違う核種が出てきているのか、そこをまず対比しておく必要があるだろうと思います。余りC-14だけにとらわれなくて、そこもしっかり見る必要がある。

もう1点は、I-129が1,000年以降で 10^{-5}mSv オーダーで出ているわけです。ですから、再処理路線では、ヨウ素というのは再処理工場で吸着フィルターに吸着して、これをさらに安定な固化体として安全にTRU廃棄物として処理すると聞いておりますので、I-129に関して、両者でどう違うのか。恐らくこの使用済燃料の方が早く高く出ているような印象を持つのですが、その両者の比較をお聞きしたいということでございます。

(内山委員長) それでは、事務局、今のガラス固化体の放射性物質が直接処分の場合にどのように組み込まれるのか、それについてお答え願いたいと思います。

(森本企画官) 44ページと45ページの図は、まず左側の総線量の比較というところで、少しでも内訳を見せるために右側の図を示しております。したがって、Th-229は下でたまたま出てきておりますが、基本的にこのずっと下側に潜っております。C-14がどうしても大きく出るので、上のスケールをとるとこのような形になってしまうというのが1つ目でございます。

2つ目のI-129について、ここでは、例えば44ページの図ではxのところで、数千年のところからスタートして評価が出ています。これとTRU廃棄物の方ではどのようなのかというのは、ちょっと今私の手元にはございません。油井さん、もしありましたら。

(油井次長) TRUの概念検討書が99年に出ておりまして、そのときにどこまでそのヨウ素の浸出挙動を考慮したかわかりませんが、少なくとも……、全量放出ですか。ちょっと正確な比較はここではないので、私も定かなことは言えませんが、一応ヨウ素の場合も、AgI(ヨウ化銀)にしたからといって、還元条件に持っていくと Ag^+ と I^- に分か

れて安定になりますので、極端にA g Iにしたからヨウ素のこれが下がるということではないと私は理解しておりますが。

（内山委員長） 山名先生の最初の質問ですが、セレンとセシウムの影響はどうですか。

（油井次長） 先ほど言ったようにC - 14やI - 129に比べると10⁷年あたりからかなりアクチニド系などが出てくるわけですが、この仮定では、先ほど言ったように還元条件を仮定していきまして、線の放射線分解の酸化の影響を入れておりませんから、おそらく溶解度制限で効いていたものは余りガラスと変わらないと考えます。ですから、線の放射線分解を入れると、山名先生がおっしゃるように、放出の時間はもっと早めに来て、高さは高くなってくる。SITE 94から言えば、酸化還元に効く核種が2桁から4桁ずれて、もう少し時間としては早めに出てくることになると思います。ただ、その評価結果をこの場で示しても、まず学会等でさまざまに読んでからこの場に出すべきで、ちょっとJNCが解析したからといってこの場に出して正しいですとは言えないので、我々としてはそれを避けているということで、あくまでSITE 94を引用した形で紹介しているということです。

（山名委員） ちょっとコメントだけしておきます。感触としては、使用済燃料というのはプルトニウムが大量に入っていることと、それから燃料集合体照射後のものというのは、極めて怪しいものといいますが、化学的にも不安定な部分がありますし、クラックがたくさん入っているとか、FPのバブルが入っているとか、それから放射能が非常に高いので、水と接触したときの放射線化学的な反応が起こって、場合により溶解促進、あるいは酸化の方に進む可能性もある。そうすると、今キャニスターが溶けた後にガラスが溶けていくというモデルに比べて、ソースタームが溶けるというモデルは、私の個人的感触では早くなる方に行くのではないかと。それはもちろんだれもわかりませんが、少なくとも溶ける速度が両者でかなり違うから、このカーボンとヨウ素だけではなくて、本来ガラス固化で安全性重視のために見ていた核種が、直接処分の場合にどう変わってくるのかをよく比較しておく必要があるということでございますので、ぜひその辺もよろしくお願いしたいということです。

（内山委員長） キャニスターに入れる使用済燃料の体数を4体で最初は検討していたのですが、さまざまな安全性を考慮して2体も検討していくという考えが出ていますが、それでこの件もある程度カバーできると判断してよろしいのでしょうか。

（油井次長） 今の話はそういう話ではないと思います。

（内山委員長） ええ、溶出の問題ですけれども。

(油井次長) 2体にしたからといって、下がる問題ではないと思います。

(内山委員長) 温度の条件とかいろいろ変わる……。

(油井次長) 溶け方のソースタームの問題なので、体数で効く場合もありますが、ほとんどはその溶け方がどう変わるかで値等は変わってきますので、2体にしたからといって下がる問題ではないと思います。

(内山委員長) ただ、現状では化学的な反応がどう進行するかはなかなか判断しにくいというところがあるわけですね。どうぞ、田中委員。

(田中委員) 山名先生のご指摘ももっともなところかと思います。ただ、溶解が速くなるとか、酸化が多くなる等、あるいは先ほどの例で2桁か4桁ぐらい変わるのではないかということまで含めたときに、先ほどの44, 45ページにあったような、 $10^6 \sim 10^7$ 年あたりのところがどのぐらい大きくなっていくかという話でかなり説明できるのではないかと思います。それは言ってみれば、カーボンやヨウ素のピークと比較しながら、それがどのように大きくなってきて、全体に影響するかどうかをある程度見れば、おおよそこういう核種移行評価で妥当かどうかということが総合的に判断できるのではないかと思いますのですが。

(内山委員長) そうすると、概略になるかもしれませんが、今言ったような範囲で検討してみるということはできますからね。いかがですか、事務局。

(油井次長) どこまでこの場を出して、我々の結果が正しいとして出せるかは、本来は学会等でもんでもらってから出すべきだと私は思います。

(内山委員長) 確かに、そういう化学的挙動というのは、一番解析が難しいですし、まして長期の問題ですので、それに対してどのくらい現段階で信頼性あるものが得られるか。

(田中委員) この核種移行評価はどういう目的でやっているのかということかと思いますが、そういう意味では、事務局でまとめていただいた32ページのところに評価の目的ということが書かれています。すなわち、人工バリアなどのシステム性能の成立性を予備的に検討すると書かれていて、またその結論的なところが46ページの下の方に書かれています。そういう目的と結論的な意味からすれば、若干不確実性があるとしても、成立性はどうかということにはなるのではないかと思います。

(内山委員長) 今、田中委員のご指摘がありましたように、46ページの一番下に、「放射性物質による環境影響に関して大きな齟齬はきたさない程度の妥当性はある」と今のところ

る事務局は判断しているのですが、それに対して科学的根拠をただされても、現状ではやや難しい問題があるというところですね。

（山名委員） それはかなり本質的な問題になるのですが、とにかく下の方にあればどうだっていいだろうと、捨てるものは何でもいいだろうという話になるわけです。いずれ何をしても安全ではないかという話になりまして、それが人工バリア設計に影響してくれば、これはコストとして、数値として出てくるのですが、どうせ安いんだから何でもいいだろうという話になってきますと、一体何と何を比較するのかよくわからないし、ガラス固化体自身がこれは過剰安全ではないかという話も出てきてしまいます。明らかに低いわけです。そうすると、両者の比較というのはどこでやっているのだという話になります。

（内山委員長） 確かに、ガラス固化体の安全基準はかなり保守的な考え方をベースにしていますので、その保守的な考えにのっとって使用済燃料の処分を考えますと、裕度はやや小さくなるかもしれませんが、環境影響に対してそれほど影響を与えない範囲におさまっているだろうというのが今のところ事務局の判断になっております。

（山名委員） これ以上この議論をしても禅問答ですので、コメントだけですが、使用済燃料というのは、いろいろな燃料集合体によって燃焼度も違えば、燃料の温度も違いますし、燃焼中の中心温度も違うし、明らかにみんなばらばらの仕様を持っています。それが地下に入ったときにどうなるかという評価には必ず幅が出る。それに対してガラス固化体というのは、溶かして、安全な化学形状に統一され、ボロシリケートという形にしているので、ある工学的な管理ができるコントロールド・ケミカルフォームになっているわけです。それに対して使用済燃料はそうではない。それを比較することになるのですが、今のような話で、ある安全基準以下であるから、コントロールド・ケミカルフォームであろうが、よくわからないケミカルフォームであろうが、大して変わらないという判断をするか、それを工学的にある程度コントロールした処分体を持っていこうという工学的ポリシーとはかなり違う。それは、よくわからないUncertaintyというところへ出てくると思うのですが、コスト的にはやはりどうしても見えないし、出てこない。そのUncertaintyがコストに反映できればいいのですが、それはできないので、これは安全を工学的にコントロールするということの基本的な部分にかかわっていることだと私は思っています。

（内山委員長） まさにその辺が使用済燃料処分の一番大きな課題の一つにもなっていると思います。確かに、キャニスター内部での溶出と、それから1,000年後に崩壊した後の溶出が環境にどのように影響を与えるかと。ただ、今のところそれを実験等ではっきりと確かめることができないというところがありますが、現状ではガラス固化体の設計そのものも

安全を重視した保守的な考え方で成り立っておりますので、使用済燃料のキャニスターも対応できるだろうということを事務局が出しております。ただ、山名委員が今おっしゃったような使用済燃料の場合はそういう課題も残されているということを、別途何らかの形で明記しておいた方がいいかなと私は思いますが、いかがでしょうか。

（油井次長） ガラス固化体のレファレンスケースと比較すると、明らかに数桁高いわけで、これを下げろと言われた場合、少なくとも技術的に今可能かと言われたら、人工バリアではヨウ素、カーボンはいオナスイオンなので濃度勾配の拡散で効いてくるので、ベントナイトを1桁半なり何なり厚くするかということになります。では今ここでそういう非現実的な設計をして比較することに意味があるかという私はないと思います。また、逆に先ほど課題の中で、よりいい地質環境を見つけてやればという話がありましたが、人工バリアと同等の地質環境がもし我が国に存在すれば、そういうところでは技術的に可能になる可能性はあります。今そこまで過大な設計をSpent Fuel側でやって比較することは、意味がないと思います。この前の策定会議のメモで、国際レビューをすべきだということもどなたか言っていましたので、そういう意味でも、余り非現実的なことをここで出して比較しても、海外の方に何をやっているのかということになるのではないかと思いますので、ある程度現実的な線として、先ほど委員長がおっしゃったように課題を挙げておくということではないかと思ひます。

（内山委員長） よろしいでしょうか。

ほかに。どうぞ、佐々木委員。

（佐々木委員） 山名さんが今おっしゃったことは非常に重要だと思います。つまり2つの処分方法の比較という場合に、特に「安全性」の本質に絡むような問題をおっしゃったと思うのです。これは、しかも、計測ということになじまないというか、そのような問題を含んでいる。そうすると、この問題は我々のこの小委員会の問題ではなくて、これは「策定会議マター」ではないかと思うのです。策定会議の方で幾つかの「視点」の中の一つに「安全性」が入っていたと思いますが、安全にかかわるような、しかも非常に計測が難しいようなものを含んでおりますから、山名さんがおっしゃったような2つの処分方法の比較にかかわるような安全性の問題はすべて策定会議で議論される予定でしょうか。初めにそれをお尋ねしてから、私の質問を申し上げたい。

（内山委員長） むしろ佐々木委員から、策定会議の方に投げかけた方がいいのではないかとご指摘をいただいたと私は承りました。大前提はガラス固化体と同程度の安全性を確保するというのがこの小委員会の趣旨になっておりますが、ただ、非常に不確実性があり

まして、定量的に判断できないというところが今の一番つらいところです。そういう点から言いましても、恐らく策定会議にかけましても、これはなかなか判断が難しいのではないかと思いますので、そういう点では、先ほど申しましたように、課題としては明記していくという形にとどめたいと思っておりますが、いかがでしょうか。近藤議長、何かコメントはございますか。

（近藤新計画策定会議議長） 何でも策定会議に振られても困ってしまうので、私としては、安全についてはこの４６ページのようなスタンスで整理していただいて、これをもってほぼ同等の安全性が担保されるという判断をしていただきたいと思います。山名委員のご指摘のようなフィジスコ・ケミカルな問題はあるのですが、田中委員がおっしゃったように、それがここにある結果を５桁変えますということなのか、大きく見積っても２桁程度なのかという判断が重要で、それすらわからないというなら無限の幅があるとしなければならないが、このモデルで仮に計算してみたら、少し左にずれて少し上に上がるけれども、４６ページに書かれていることを変えなくていいのかどうかです。その結果の公表は、学会で評価を得てからとおっしゃられているのは、まさしく専門家としてとるべき道だと思いつつも、この席も同様の議論をしていますので、試算ということで、結果を出していただいてもいいのではと思います。ご専門の方にメンバーにお入りいただいているわけですから、こういう問題はあるが、こういうことは言えるかなという判断をお出しいただきたいと思います。

（内山委員長） どうぞ、佐々木委員。

（佐々木委員） 今の問題ですけれども、策定会議の資料にもしばしば見られた幾つかの「視点」項目にあった中の「安全度」とか「安全性」を説明するときに、策定会議のメンバーにご説明して、合意というか、こういう問題があるということは確認しておいた方がいいのではないかと個人的に思います。

それから、関連して質問があるのですが、資料第２号の方に直接処分固有の課題というのが書いてあります。例えば６ページを拝見すると、直接処分というものは、１つの課題として発熱量が非常に多いということとか、その表の左の方の一番下の方では、放射線量が非常に高いとか、そういった特徴が掲げられています。それに対して対応というところは、右の方の欄を見ると、例えば地質調査段階での対応となるとか、あるいは設計に織り込むとか、そういう対応の仕方が書かれていますが、それはそれとして、それ以外に、例えばこの表の今の一番下の方の欄の「放射線量が高い」というところの真ん中の欄に「ハンドリングにおける」云々とありますけれども、ハンドリングというのは一つのオペレーションだと思います。例えばこういう固有の問題に対応するときに、作業のスピードとか、あるいは作業の密

度といったものを加味することによって対応するといった考え方はおかしいのでしょうか。

（内山委員長） それでは、事務局にお答え願います。

（森本企画官） 「ハンドリングにおける遮へい・遠隔装置の検討」をここで書きましたのは、放射線量が高いので、例えばロボットを当然考えるわけですがけれども、半導体は使えないとか、潤滑油は非常に難しいとか、それを全部遮へいしなければいけない。そういう物理的な部分と、佐々木委員がおっしゃったように、1日に何体処分できるかということが効いてきます。後者の方につきまして、それを受け入れ施設の方は数字を挙げましたが、2体にすれば当然キャニスターの数がふえますので、1日に何体ぐらい処分できるかをチェックしています。必要とあれば、処分定置装置を2台にし、ラインを2つ組む。そして、当然全体の施設の金額も考慮に入れて、あるいはオペレーターとして何人いるとか、当然検討しなければいけないところです。おっしゃるとおりです。したがって、1日の処分体数が余りにも数が多くなるような場合などを一応想定した上で、どれぐらいになるかということをチェックしています。

（内山委員長） 先ほどの使用済燃料の環境影響については、この小委員会で出た検討結果を策定会議で確認させていただくということにいたしますが、それでよろしいですか。

（佐々木委員） 質問をもう1つ。同じ資料第2号の中の3ページのあたりで、ガラス固化体処分との違いによる課題というのがあって、 から まで掲げてありますが、これは先ほどのような説明の中にもありましたが、すべて非常に技術的というか、工学的なものが多いと思います。それに対して、こういったことは違いによる課題と言わないのかどうかということでご質問したいのですが。というのは、ここでガラス固化体処分との比較をやっていますが、最終的にはこれはいわゆる再処理と直接処分との間のコスト比較のためですよね。今それをやろうとしている手順の途中にあるわけですが、2つのものの違いとして、全く再処理と直接処分を同じまな板の上でというか、あるいは同じ次元でコストの比較ということを考えること自体、ちょっと問題ではないかなと思うのです。なぜかという、再処理については、既に現実に今までずっと動いてきて、相当のお金が投下されている。その場合に、投下された部分がもしこの直接処分についても若干、転用という言葉はいいかどうかは別にして、今までお金を投資してきたいろいろな施設あるいはものに使えるものと使えないもの（転用できないもの）とがあると思うのです。そのときに、使えるものはいいけれども、使えない部分は、もし政策が直接処分の方に変わったとすると、それは社会的には浪費というか、そのまま、会計学などでは、「サunkコスト」という概念がありますが、「埋没原価」などと言いますが、そういうものになってしまうと思うのです。そのときに、そのコ

スト部分はどこに出てくるのかなと。それは、この３ページの表題で言うような違いによる課題というものの中には入らないでいいのでしょうかということをちょっと聞きたいのです。

（内山委員長） そういう政策変更に伴ういろいろな費用の問題ですね。これは、それだけではなくて、再処理工場を閉鎖することによってそういう問題、サンクコストが発生しますね。そういうことと同じように扱える問題かと思ってはいるのですが、今までガラス固化体の処分に対して投資してきた、あるいは研究してきたこれまでの膨大な作業があるわけですが、その費用が政策変更によってどのような負担になるのかということかなと思います。ただ、その部分を定量化するというのは難しいなという感じも今はしています。そういう点で考えてみますと、そこまで政策変更のサンクコストを定量的にあらわして今回の評価の資料としていくという考え方はやや難しいなと判断しているのですけれども、いかがですか。

（近藤新計画策定会議議長） ちょっと問題を整理したいと思います。ガラス固化体の処分については、事業として電気事業者が取組むという前提ですでに様々な投資をしてきたわけです。ですから、国が政策を変更して直接処分にせよとすればそれに伴ってサンクコストが生じるということであれば、それは当然勘定していただくのだと思います。今日ただいまのこの資料はそういうものではなくて、テクニカルな処分場コストだけを評価しようとしています。次にシナリオのコストをどのように評価しますかという議論のときには、そのサンクコストについて、電気事業者からこのように考えたいということをおっしゃっていただき、それを議論していただくことになるのかなと思います。

それから、国がこれまでＲ＆Ｄをしてきた、この国のＲ＆Ｄが無駄になりますねということをおっしゃっているとすれば、成功しがたいことをやるのが国の仕事ですから、国のＲ＆Ｄというのは無駄になることが多い。ですから、国の投資にかかる部分については、今度はかくなる政策をとるべしと決めるときに、それをできるだけ有効に使いましょうということだと思います。研究したから実施しなくてはいけないとは考えなくていいと思います。ですから、あくまでも事業にかかわるものに限定して、サンクコストの項目や金額を用意して議論していただければと思っています。

（内山委員長） よろしいですか。今の問題に関連した質問ですか。

（佐々木委員） 今、近藤議長さんがおっしゃった２つのことで、後者の国自身によるいろいろな研究開発にかかわる経費、これはそれほど問題ではないと思います。むしろ前者の方です。今おっしゃったことでは、そのようなサンクコストはこの小委員会のこれからやるコストの試算の中に入れていいのだとおっしゃったと思うのですが、そのように理解していいのですか。

（内山委員長） いや、そういうことではなくて、当面は直接処分にかかわる部分だけ評価していくということが我々の小委員会に課せられているミッションと判断しています。ただ、核燃料サイクルコストの計算で、そこにサンクコストまで入れて評価するというのは、今のところまだ決まっていないと理解しております。

（近藤新計画策定会議議長） この委員会にお願いしたのは、核燃料サイクルコストという世界です。サンクコストの話は外です。ただ、引き続き策定会議として、この小委員会に、そこについても評価してくださいということをお願いすることはあるべしと思っていたいてよろしいかなということです。それは、策定会議の方で簡単にできるということであればやってしまってもいいですけども、いずれにしても事務局がそれをはじかなければならないので、事務局がやることは同じですけども、それをどこへ持ち出すのがいいかということはありません。まずはA、B、Cを更地でやっていただいて、しかる後、政策変更コストを乗せていただくという場がどこかで必要だということは明らかなのですが、それをここでやるかどうかについては決めておりません。

（内山委員長） そういうことで、今日は処分場の設計についてコストに関係するところを決めたいというのが中心課題になっていますので、今の議論は次回燃料サイクルコストを試算するときに問題となる課題ですので、またそのときに検討していきたいと思っております。よろしいですか。

それでは、山名委員、お願いします。

（山名委員） 質問を2つ。まず、BWRはこのPWRでの検討の枠内と判断できると解釈してよろしいでしょうか。

それからもう一つは、この施設の流れについてもう一度お聞きしたいのですが、まずは別途乾式が何かの中間貯蔵施設があり、それから、この受入・貯蔵施設の3,000トンのプール、そして、この容器への詰めかえ施設、これらはそれぞれ別な施設と今考えているわけですか。その間の輸送というのは当然入るということでございますね。

それから、今度は技術的なことを伺いたいのですが、先ほどのソースタームの議論の中で、サイトを選ぶ裕度というのが、ガラス固化体の場合と燃料体の場合で違ってくるのか、共通で考えていいのか、いまひとつ理解でなかったのですが。と言いますのは、何度も申しておりますように、サイトというのは無限にあるものではない。日本には、地元の了解も含めて、地質環境あるいは港湾設備等、それから専用道路を設けられるとか、近くに都市があるとか、いろいろな意味でサイトというのはなかなか無限にあるものではない。そのときに、サイトの選択余地がかなりあるのか、比較的片方については制限が加わってくるのかということは、

コストに反映しにくいところではありますが、大きな問題だと思うのです。これはむしろ技術的な観点から、処分サイト選定の裕度が両者で変わってくるのか、変わってこないのか、感覚でもよろしいですから、お聞かせいただきたいと思います。

（内山委員長） それでは、今の質問に対して、特に3番目についてよろしくお願いします。

（森本企画官） まず、1つ目と2つ目はそのとおりです。PWRの方で代表させているということ、それから中間施設については別々にすると考えているということです。

最後の点は、地質調査段階で対応せざるを得ないという箇所が3カ所ほどございましたが、その限りにおいては、確かに条件を厳しくせざるを得ないということは、抽象的にそうだと思います。では、それがどの程度の岩盤の亀裂本数なのかとか、この辺になってくると、今回の評価ではそこは計算はなされておりませんので、定量的にどれだけ裕度が狭まったかは残念ながらお示しすることはできません。一定の基準で幾つかの過去のレポートあるいは海外のレポートを引きながら、日本特有のところについては、岩盤の必ずしも良好ではないというところまでは一たん評価に入れて核種移行についてはやっていますので、その部分については入っていますが、では深さとの関係でどれだけ面積がとれるかとか、その辺までについては定量的な評価はしておりません。モデルの中に一定のものは入れた形にはなっております。

（内山委員長） 今回の件は、先ほどの核種移行の問題とも関係ありますね。サイト選定に制約があるのかというのは、それはやはり課題として明記しておいた方がいいかなと思います。それからもう1点は、今回のキャニスター、使用済燃料になりますと、大きさも非常に大きいし、場合によっては2体になると運ぶ頻度も多いものですから、そういうことによる住民の理解とか、あるいはサイトへの影響、その辺はどのように考えたらいいかということになるかと思うのですけれども、それについて何かそちらの方で説明できますか。

（近藤新計画策定会議議長） ごく常識的には、断層までの距離100メートルというものがキーパラメータになって、そういう広がりのある地下空間を用意できる可能性が日本の中でどうかという問題。これは一般論として、ガラスの場合も共通した問題としてあるわけです。だから、問題は、それが広くなるとどうかということで、同じ本数を処分すると広がります。そうすると、そういうまとまりのある空間を選べるかという問題がありますということになります。それで、なかなか難しいから、普通、例えばフィンランドのレポートなどを見ていると、90%とか、ある割合をパラメータに置いて、実際はこれだけの広さになるかもしれないけれども、そういう破碎帯が見つかるなど避けなければならない空間があるかもしれないから、割り増しをして面積を計算するといった計算方法をとっている。この割り

増し割合が多分必要なひろがりの大きさが大きいと大きくなると思うのですけれど、それをどうやって計算するのか、それはその国の地質環境によって違ってくるので何とも言いがたいのかと思います。我が国ではそのことについてどう考えているかはどなたかにご説明いただけるといいと思うのですけれども。

（中山室長） それ以上に加えるほどの説明はできないと思うのですけれども、今の山名先生の質問に対しては、森本さんがおっしゃったように、感覚的にはサイト選定は難しくなると思います。それこそ資料第2号の8ページの右側に対応という欄が3つありますが、その真ん中の欄にまさに、強固な処分場を構築しなくてはいけないとか、地下水流動が極めて緩慢な地質環境を選ばなくてはいけないとか、そういうことが書いてあって、その対応が地質調査段階での対応となると書いてあります。しかし、地質調査段階での対応をとろうとするところは核種移行評価に基づいて対応する話なので、核種移行評価をしなくてはならないのですが、核種移行評価をするために、例の放射線分解で酸化性になるとか、そういうことがわかっていないので判断ができない。だから不確定要素になっているということでもあります。

（内山委員長） よろしいですか。

（山名委員） ガラス固化体の場合に従来サイトジェネリックな評価をやってきたというのは、ガラス固化体の仕様がはっきりしているからということだったわけですか。これは単に質問ですが。

（石川部長） ガラス固化体の場合には、おっしゃるとおり、確かに仕様が非常に明確になっている。つまり、比較的均質な固化体で、なおかつ核種がどのくらい、例えばI - 129とかC - 14は再処理の段階で取り分けられてといったことが明確になっていると思います。

それから、もう一つちょっと付加的にご紹介しますと、特にヨウ素等については、再処理した後いわゆるTRU廃棄物になるわけですが、それはそれでかなり強固なバリア機能を持った別の固化体にするとも考えられている。今TRUの第1次取りまとめでは、そのところは必ずしも強固な固化体ということではなく評価しました。ですが、今後の評価としては、そのところは別途きちんとやっていこうということを考えております。

一方、使用済燃料の場合には、あるがままの状態が出ていくわけですから、その部分の不確定性というのがかなり大きいというのがまずあると思います。そういう意味で、どこまでそれに対して天然バリアで対処するか、つまりサイト選定で対処するかというところは、かなり非常に難しい議論を要するところだと思います。

（内山委員長） それでは、佐竹委員、お願いします。

（佐竹代理） 質問したいと思ったことを今随分ご議論いただいていたので、ちょっと追加で教えていただきたいのですが、本質的に地質調査段階での対応となるということと、それから不確定要素の整理と取り扱いということと、重なっていない部分が残っているという理解でよろしゅうございますね。それは多分、直接処分そのものについて、ガラス固化体の場合ほど過去の調査研究の蓄積がまだない。海外の事例はあるけれども、日本の場合にどこまで見切ったらいいかというところが不確定な、さっき事業というお話がありましたが、事業として考えればさらにもうちょっと不確定になってしまうと思うのですけれども、ここで今日ご説明いただいたことにも不確定性はあって、それは、例えば変化ケースというか、キャニスター収容体数を変えとかで対応可能なものもありますけれども、それを超えて不確定な部分というのは、まだどうコストの上に反映できるかはわからない。けれども、残っている問題があるという理解でよろしゅうございますか。

それからもう一つ、縦置き、横置きの話のところで、フィンランドのケースで90度というのがポンと出てご説明いただきましたが、これもよくわかりませんでした。やや細かい話かもしれませんが、これも技術的な検討の結果として、例えば先ほど溶解時間を最大に対してどのくらい見ていったらいいかという比率で考えている海外の事例などと同様に、フィンランドでは例えば100度というのを90度として考え、目標とされている。今回も判断の基準として、それをもとに設計に反映していくと、そんなイメージでございませうか。

（森本企画官） 前半のご質問は、ここに書かれているもの以外に不確定要素はあるかと、一言で言えばそういうご質問だと思います。それは、まさに地質調査段階に先送りせざるを得ないということを書かざるを得なかったように、要は第1回目ですべての不確定要素を挙げて、なるべく数字あるいは設計図面に反映するようにしたのですが、依然として対応し切れないものがある、あるいはキャニスター当たりの収容体数で変化させざるを得なかった部分はあるということで、一番最初に関しては、概念的にはイエスだと思います。どうしてもそこは詰め切れない部分はありますので、地層の天然バリアに頼ったものがあるということだと思います。

それから、温度の90度のところでございますが、これは資料の中で、まず燃料の一つ一つのばらつき、燃焼度のばらつきについて、そもそもガラス固化体は均質だという話が何度も出ております。ただ、燃焼度について言えば、平均燃焼度は4万5,000 MWd / tであるがばらつきがあるということと、軸方向に十数%のばらつきがあるというぐらゐの数字はわかっておりますが、では果たしてそれが温度に対してどこまで影響するのかというのは、これはかなり詳細に熱解析を行わなければいけないのですが、フィンランドのケースでは、熱解析のところについては不確定性が大きいという前提のもとに、10度の安全余裕を置く

と書いてあります。それはP O S I V Aのレポートにもはっきりと書いてあります。ですが、フィンランドのケースの核種移行までも含めた技術検討内容と、我々の技術検討内容は、どうしても時間的な制約は我々の方が短いので、そこはある程度の判断を置いたと言わざるを得ないと思います。P O S I V Aのレポートはオープンなものがありますので。

（佐竹代理） すみません。それから、縦置き、横置きの関係ですけれども、今日のご説明の中では、横置き方式は技術的成立性が非常に困難といったご説明がさっきあったかと思うのですが、技術的成立性については、これはこの小委員会でコストの数字の計算結果をまとめた段階の後でどのように策定会議に報告するかというときの話かと思えますけれども、こういう点が非常にないがしろにというか、ネグられて、単に数値上これとこれになるというやり方だと、先ほどちょっと事業としては非常に不確定性が大きいと申し上げましたけれども、従来からやっていたリサイクル路線とは違うからという意味ではなくて、そもそも、では用意ドンでやろうと検討する段階としても、そういう技術的成立性に問題が残るとしたら、それはそれできちんと明記しておくべきだと、これは意見でございます。以上です。

（内山委員長） ただいまのは意見として承りましたが、今回も縦置き、横置きに関しましては、事務局の方で検討した結果、横置きに関しては、この2～3カ月で検討する上では不確定性がどうしても数多くあると。そういうことで、コスト試算の感度解析のケース分けの中に、横置きに関しましては参考ケースという位置づけにさせていただいております。その点、もし何か意見があれば別ですが、一応そういう方針で進めさせていただこうという考えを持っております。それでは、田中委員。

（田中委員） この4ページに下線を引いてございますけれども、「ガラス固化体で適用した保守性と同等の結果を得るべく、工学的判断を交えて数値化を図る」という目的のもとに、どのようにして計算していけばいいのか等の前提について、事務局の方で短い時間の中でよくまとめていただいているかと思えます。大体妥当かと思うのですが、1つだけちょっと確認したかった点があります。先ほど佐竹さんの方からもありましたけれども、22ページのところで、特に硬岩系の場合に熱伝導度が高くなるということに伴って、ベントナイトの温度上限に結構近いところが出てくるのではないかというときに、これをどのように考えるかということでございます。

先ほど森本さんの方から説明があったとおりでございますが、バーンアップがどれぐらい変化するのかとか、発熱の軸方向分布を大体考えると、まだ詳細な計算評価はないにしても、10度ぐらいを考えておけば、大体その中におさまるのではないかなと考えます。以上です。

（内山委員長） 今のは一応コメントと理解します。

(田中委員) 全体的な考え方は今の事務局の案でいいのではないかと思います。

(内山委員長) ありがとうございました。

それ以外に、材料である炭素鋼を銅とかチタンを使って検討した方がいいのではないかと
いう意見も前にあったのですが、これについては事務局でいろいろ検討した結果、今の段階
では完全にバリアが強化されるという結論まで出せないということですから、基本的には炭
素鋼で検討していきたいと思います。それから、先ほどの溶出に関しましても、緩衝材、そ
の辺の設計を直接処分の場合はもう少し検討した方がいいのではないかと意見もありま
したが、これについても非常に不確定性が高く、定量的に緩衝材をどの程度まで広げたら
いいのか、そういう検討もなかなか難しい段階にありまして、基本的にはガラス固化体の設
計をベースに考えていくという方針で今進めようと考えております。それでは、和気委員。

(和気委員) 全体としては、素人目にも比較的わかりやすくコスト計算の全体像が見えて
きて、これでいいと私も思います。ただ、一種の大きなプロジェクトをやろうとする場合、
プロジェクト評価の視点からは、不確定要素だから定量化できないという点にはもう少し工
夫が要ります。要するに不確実性、こんな不確定要素がある、リスクがある、これにどのよ
うに対応できるかということ、今の技術ではどうにもならないから技術開発が必要であり、当
然技術開発にはコストが要る。技術開発コストあるいはR & D投資をどのぐらいに見込むか
ということもある程度入れておきませんと、現有の科学的知見で全部できるのであったら、
ある意味で技術進歩というイメージを持たないですが、今までになもやってきていない部分
で新しいフィールドに入っていくわけですから、ある程度、何%ぐらいかはわかりませんけ
れども、この酸化還元プロセス等の実験もそうでしょうけれども、技術開発のための投資コ
ストをある程度見込んでのコスト計算をぜひやっていただきたいと思います。要するに少な
くとも通常の投資プロジェクトはそういう観点で議論いたしますので、その常識の範囲内
で言えるかどうかということ、ちょっとこれはコメントとして残したいと思います。

(内山委員長) ただいまのはコメントとして残すということになりますが、よろしいでし
ょうか。

それ以外で何かございますか。よろしいですか。

それでは、時間がまいりましたので、その他の事項として事務局から何かございますか。

その前に、資料第4号、これは山地委員から提出されている資料でございますが、内容
を見ておわかりのように、これは核燃料サイクルコストの計算法に関するコメントですから、
次回のこの会議で検討していきたいと思います。よろしいでしょうか。

それでは、事務局、お願いします。

（森本企画官） 今、委員長からご紹介がありました資料第４号でございます。山地委員が今日ご欠席ということでメモだけということですが、この１ページ目の一番下、後段２．に計算ソフトの開発と公開ということを書かれておりまして、計算ソフトと計算結果の公開について、山地委員の研究室のホームページで公開の予定と。それで、この委員会における検討においても、コスト計算手法と結果の完全な公開を考えるとありまして、山地委員のホームページの方がどうなるかは何ともわかりませんが、いずれにしてもこの技術検討小委員会をこうやってオープンな場で検討しておりますし、皆さんにお諮りしているということでございますので、次回、計算法の検討が審議を予定されておりますが、その場でもきちんとやっていきたいと思えます。

（内山委員長） それでは、次回以降のことについてお願いいたします。

（森本企画官） 次回以降の小委員会の日程ですが、既に３１日の第３回についてはお時間をいただいているかと思えます。３１日の１４時から、本日と同じ場所でございます。それから、第４回目以降について、事前に我々の方にご連絡いただいたご都合ですと、割と頻度高くやらせていただきたいのですが、９月１０日金曜日と、それから９月２４日の同じく金曜日のそれぞれ午前中が比較のご出席いただけるように伺っております。ですので、９月１０日の午前１０時から、それから２４日金曜日は９時からお願いできればと考えております。

（内山委員長） 大変タイトなスケジュールで、お忙しい中を大変恐縮ですが、第４回を９月１０日金曜日、第５回を９月２４日金曜日に開催させていただきたいと思えますが、いかがでしょうか。どうもありがとうございました。

（森本企画官） ありがとうございます。

あと、本日の議事録につきましても、同様に事務局の方で作成した後、確認の手続きをとらせていただいた上で公開させていただくというふうに考えております。

（内山委員長） それでは、本日の会議をこれで終了させていただきます。どうもありがとうございました。