

廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム

第2回会合

平成28年6月9日(木)

原子力規制委員会

(注：この議事録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません。)

廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム

第2回会合

1. 日時

平成28年6月9日（木） 15：31～17：32

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

原子力規制委員会

伴 信彦 原子力規制委員会委員

田中 知 原子力規制委員会委員

外部専門家（五十音順）

甲斐 倫明 公立大学法人大分県立看護科学大学看護学部教授

岸本 充生 国立大学法人東京大学公共政策大学院特任教授

新堀 雄一 国立大学法人東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻教授

原子力規制庁

大村 哲臣 長官官房 緊急事態対策監

倉崎 高明 技術基盤課長

青木 一哉 安全規制管理官（廃棄物・貯蔵・輸送担当）

黒村 晋三 安全規制管理官（新型炉・試験研究炉・廃止措置担当）

内田 雅大 安全技術管理官（核燃料廃棄物担当）

澁谷 朝紀 技術基盤課企画調整官

山田 憲和 安全技術管理官（核燃料廃棄物担当）付首席技術研究調査官（廃棄物処分・廃棄・廃止措置担当）

米原 英典 安全技術管理官（核燃料廃棄物担当）付主任技術研究調査官

前田 敏克 安全規制管理官（廃棄物・貯蔵・輸送担当）付安全審査官

高橋 宏明 安全技術管理官（核燃料廃棄物担当）付技術研究調査官

吉居 大樹 安全技術管理官（核燃料廃棄物担当）付技術研究調査官

4. 議題

- (1) 廃棄物埋設の放射線防護基準の再整理について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料2-1 廃棄物埋設の規制体系及び中深度処分の規制期間終了後の防護基準について
- 資料2-2 第一回廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム会合における主な議論
- 資料2-3 各国における放射線防護の最適化の例
- 資料2-4 廃棄物埋設に係る公衆の被ばくを低減するための設計上の因子の例

6. 議事録

○伴委員 それでは、定刻になりましたので、廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チームの第2回会合を開催いたします。

本日は、お忙しい中、当検討チームの会合に出席いただきましてありがとうございます。

お手元に、座席表とともに議事次第、本日の資料が配付されております。資料2-1から資料2-4まで、計4種類ございます。特に確認をしませんけれども、過不足等がありましたら、事務局のほうへお知らせ願います。

本日は、前回御欠席の東北大学の新堀教授にお越しいただいております。放射性廃棄物処分が御専門と伺っておりますので、ぜひそのお立場から御意見をいただきたいと思っております。よろしく願いいたします。

なお、本日は、東京大学の飯本准教授は所用のため御欠席です。

さて、本日の議題は、廃棄物埋設の放射線防護基準の再整理についてということで、前回の検討チームでは、廃棄物埋設に関する防護基準について、フリーディスカッションを行って、線量拘束値をベースとした最適化の考え方などについて御意見をいただきました。今回はですね、議論に入る前に、我が国の廃棄物埋設に係る規制、そして長半減期の放射

性核種を含む炉内構造物などを埋設するために、現在検討されている点について、この場で情報共有させていただきたいと思います。その後で、前回の議論を踏まえて、原子力規制庁のほうから今後の進め方の方向性を示し、そして、最適化などの考え方について諸外国の事例等を参考に議論をしていきたいと考えております。最後に、線量拘束値をベースとした最適化の考え方を我が国の規制へ導入する際の論点と、次回の検討に向けた議論をしたいと思っております。

それでは先般、田中知委員を中心に行われている廃炉等に伴う放射性物質廃棄物の規制に関する検討チームにおいて取りまとめられました、廃炉等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について、資料2-1に基づいて説明をお願いしたいと思います。説明は前田安全審査官からお願いいたします。

○前田安全審査官 規制庁の前田です。

資料2-1では、検討の背景といたしまして、廃棄物埋設の規制体系と、それから中深度処分規制期間終了後の防護基準について御説明いたします。

まず1ポツ目ですけれども、我が国の放射性廃棄物埋設の規制体系について御説明します。

我が国の放射性廃棄物の埋設にかかる規制は、炉規法に規定されておりました、事業許可の基準というのには以下のとおり定められております。このうち二つ目の廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備が核燃料物質又は核燃料物質によって汚染されたもの、これは放射性廃棄物のことを指しますが、これによる災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであることとなっております。ここで言うこの規則は許可基準規則と呼ばれてまして、現行の許可基準規則では、ピット処分とトレンチ処分について、遮蔽や閉じ込めといった設計に係る技術的要件が定められております。また、技術的要件を満足する技術的内容の例、これは解釈と呼ばれていますが、これについても定められております。設計に係る技術的要件と解釈の中には、事業者に対する規制が行われる期間中の安全確保に加えて、規制期間終了後の安全確保のためのものがありまして、この規制期間終了後の安全確保のための設計要求として、例えば放射線影響を評価するためのシナリオや、各シナリオに対する線量基準といったものが定められております。

一方、事業許可後の規制、これは後段規制とか言われていますが、これにつきましては、炉規法の事業規則と言われるものに定められております。例えば廃棄物埋設施設や埋設される放射性廃棄物の確認に係る基準、それから、保安検査や定期的な評価いわゆるPSR、

こういったものとして、主に管理に係る規制要求が定められております。現在、規制委員会では、原子力発電所等の廃止措置や運転に伴って発生する炉内等廃棄物の中深度処分に係る設計要求や管理要求についての検討を行っているところでございます。

1枚めくっていただきまして、次に、2ポツとして、中深度処分の規制期間終了後の防護基準について御説明いたします。

規制委員会は、炉内等廃棄物の中深度処分に係る、先ほど出てきました許可基準規則や事業規則、これを整備するためのその前段階といたしまして、「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（案）」というものを取りまとめました。これは、現在、パブリック・コメント中のものでして、別紙の1に、この本文等を抜粋したものを、5ページ以降の別紙1に載せております。この考え方（案）の中には、この防護基準の検討チームによる防護基準に係る検討結果を踏まえて設定することとしている事項がございます。それは、規制期間終了後の公衆の被ばくに係るシナリオに対する線量基準等です。ここでは、それらに関連する規制要求の概要を(1)で御説明いたします。また、事業期間終了後において考慮すべきと考えられるシナリオについては(2)で御説明いたします。

まず、(1)の中深度処分の規制期間終了後のシナリオに対する線量基準等に関する要求について、5ページ以降の別紙1から抜粋した概要を御説明いたします。

ここで、幾つか下線を引いている部分がございますが、これは、この別紙1の中で防護基準の検討結果を踏まえて設定するとしている内容を指しております。

①の規制期間終了後の自然事象に対する防護基準と設計要求について御説明します。

まず、自然事象に対する防護基準ですが、これは発生が合理的に想定できる範囲内の事象として考えられるシナリオに対して、公衆の受ける線量が一定の水準以下となることとしております。

次に、設計要求といたしましては、放射性核種の閉じ込めに係るものとして、まず、人工バリアから天然バリアへの放射性核種の漏出を抑え、生活圏への移行を遅らせるため、少なくとも廃止措置の開始までの期間、これは約300年から400年というのを目処としております。この期間につきましては、人工バリアによって廃棄物埋設地からの放射性核種の漏出を抑制することとしております。次に、人工バリアから漏出した放射性核種の地下水等を介した生活圏への移行を天然バリアによって抑制することとしております。具体的には、人工バリアからの放射性核種の漏出及び天然バリア中の移行に係るシナリオの評価を行いまして、その結果得られる公衆の線量が線量基準に適合していることとしております。

また、廃棄物埋設地の位置や長半減期核種の濃度制限に係る設計要求といたしましては、まず、少なくとも10万年間は、火山、断層活動及び侵食作用が著しい影響を及ぼすおそれのない区域に廃棄物埋設地を設置すること。それから、少なくとも10万年間は、侵食作用を考慮しても離隔に必要な深度、これは次のページですが、70メートル、これを確保することとしております。これに加えて、長期にわたり残存する長半減期核種の潜在的な影響を抑制するため、70メートルという離隔が確保されている10万年後において、あえて廃棄物と人間の接触を仮想した設定に基づいた線量評価を行い、影響が一定水準以下となるよう、あらかじめ埋設する廃棄物の長半減期核種の濃度を制限することとしております。ただし、この濃度制限につきましては、本来合理的には想定する必要がないと考えられるほど可能性が低い事象というのをあえて想定した念のための確認的な要求という位置づけにしております。

次に、②ですが、規制期間終了後の人間侵入に対する防護基準と設計要求について説明いたします。

まず、人間侵入に対する防護基準といたしましては、根幹的な対策でございます深度の確保による離隔に加えて、さらに、国による特定行為の制限制度、これは下のほうに※印の13のところの説明しておりますが、一番最後のところの文章に書いてありますように、廃棄物埋設地を含む一定の区域に対する掘削や地下利用等の特定の行為を国が制度的に制限することとしております。これを前提としておりますので、本来、人間侵入と、上に戻りますが、これを前提としておりますので、本来、人間侵入というのは想定する必要はないものですが、念のための確認として、人間侵入の発生をあえて想定したとしても公衆に対する影響が甚大なものとならないよう、放射線影響の評価が一定の水準以下になることとしております。このような位置づけですので、この人間侵入の評価の基準といたしましては、発生が合理的に想定できる範囲内の自然事象に係るシナリオ等の基準と同等の基準である必要はないとしております。

この人間侵入に対する防護基準を受けまして、人間侵入の影響低減に係る設計要求といたしましては、規制期間終了直後における、300年～400年後となりますが、人間侵入をあえて想定した場合であっても、影響が廃棄物全体に及ばないよう、廃棄物埋設地の内部を人工バリアで区画することを要求しております。影響評価のために設定する掘削の規模等につきましては、現在の現状技術に照らしまして、廃棄物埋設地が設置された深度70メートルに通常達すると考えられる掘削形態のうち、最も一般的に実施されているものをあえ

て想定することとしております。

ここまでが、現在、パブリック・コメント中の考え方（案）の概要の御説明でした。

(2)では、規制期間終了後のシナリオについて御説明いたします。

まず、①自然事象に係るシナリオについて。

考え方（案）では、自然事象に関して、発生が合理的に想定できる範囲内の事象、次のページですが、として考えられるシナリオに対して、公衆の受ける線量が一定の水準以下となることを要求しておりました。具体的には、例えば放射性廃棄物に含まれる放射性核種が人工バリアから漏出し、地下水等によって河川等の生活圏へ移行し、その結果、放射性核種で汚染した河川等を利用する公衆が被ばくするというシナリオが考えられます。放射性核種が生活圏へ移行する経路といたしましては、旧原子力安全委員会の「余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方」において、地下水を介する経路、埋設施設で発生した放射性ガスが移行する経路、それから、非放射性的ガスとともに放射性物質が移行する経路といったものが示されております。この模式図を下のほうの図の1に示しております。

また、②の人間侵入に係るシナリオといたしましては、ピット処分やトレンチ処分といった浅地中処分において想定される人間侵入としては、建設工事等による廃棄物埋設地の掘削等が考えられます。一方、考え方（案）において、中深度処分につきましては、先ほど述べたように、本来発生を想定する必要はない事象と位置づけた上で、念のための確認的要求として、廃棄物埋設地が設置された深度に通常達すると考えられる現状の掘削形態のうち最も一般的に実施されているものをあえて想定することとしております。具体的なシナリオといたしましては、農業用水ボーリングや温泉ボーリング等の発生を仮想して周辺公衆の被ばく線量を計算するということが考えられます。これにつきましても、図1に模式図を示しております。

資料2-1の御説明は以上です。

○伴委員 はい、ありがとうございました。

今の最後のところの(2)というのは、これは、いろんなシナリオの一般論でございますけれども、(1)のほうが、その後のほうについております別紙1、そのごく簡単な抜粋ということになります。この検討会は、そもそもこの炉内等廃棄物の埋設に関する議論の中で起こってきたものですので、ここで議論する放射線防護基準というのを、この炉内廃棄物の埋設に関する規制ですね、そこにどういうふうに落とし込んでいくかということになり

ます。ですから、この今説明のあった資料について、一応、最低限の理解を共有しておきたいと思いますので、まずは外部委員の先生方から、この内容について御質問等ありましたら受け付けたいと思いますが、いかがでしょうか。細かい点でも結構です。

はい、では、甲斐先生、お願いします。

○甲斐教授 2ページに、先ほどの星印の9ですね、脚注にあります、300年～400年程度という、こういった期間がどこから出てきたかというのは、恐らくいろんな計算によって、いろんな核種の移行形態であるとか、半減期であるとか、そういったものから出されているだろうと思いますけれども、こういった核種がこういったものの焦点になっているのかということ、もしおわかりであれば御紹介いただければと思います。

○前田安全審査官 規制庁の前田です。

添付資料の別紙の8ページのほうを御覧になっていただきたいんですけども、ここに(2)の規制終了までの期間という、6行ほど書いた部分がございます。先ほど御指摘のような、その核種の減衰とかそういったもので決まったわけではございませんで、この二つ目のパラグラフのところに書いてありますが、事業者による事業の継続性を考慮しまして、また、浅地中処分の事業、これは300～400年というふうに現状はなっておりますので、こういったものを参考にして、事業開始後300～400年程度を念頭に置くという、こういった決め方をしております。

○伴委員 今の説明でよろしいでしょうか。

ほかにございますか。はい、岸本先生、お願いします。

○岸本教授 一定の水準以下となることというような表現が幾つかある中で、最初の自然事象の①の3行目は線量が、公衆の受ける線量が一定の水準以下となることというふうにあるんですけども、この①の一番最後の、3ページの頭のところは、影響が一定水準以下となるというふうになっていて、さらに、②の人間侵入に対する防護基準のところは、放射線影響の評価が一定の水準以下になるという、ちょっと表現が三つ違っているんですが、これは何か意図的なものでしょうか。

○前田安全審査官 規制庁の前田です。

あまり差を意識して書いたわけではございませんで、基本的には、人による被ばくの影響ということなので、線量を指しているものというふうに御理解いただいて結構です。

○伴委員 はい、新堀先生。

○新堀教授 3ページ目の人間侵入に関する防護の基準においてのところなんですけれど

も、さらに前提とした国による特定行為の制限制度があることからということが書いてあるんですけども、その注釈のところ、相当長期のことも考えなきゃいけないというようなことを鑑みると、ここはあえて、この言葉を入れておく必要があるのかというのはちょっと確認したかったんですけども。

○前田安全審査官 規制庁、前田です。

根幹的な対策としましては、深度の確保による離隔、そういう設計要求によって人間侵入を防止するんですけども、その将来の人間活動というのは非常に、何が起こるかわからなくて、不確実性が非常に高いため、やっぱりその制度的な管理によって掘削制限、こういった制度によっても人間侵入の防止をする必要があるというふうに考えて、これにつきましては、その事業者は、300年～400年で事業を終了することを念頭にしていますので、それ以降ということで、国がこういったものを行うというようなことを、安全確保のためには必要と考えまして、そういったもの、この規制要求の前提と置いているのが、この考え方（案）の考え方でございます。

○新堀教授 それは、あえて能動的な制限をかけるというような意味合いではなくて、常識的にここにあるということを知らしめることによって、無用な被ばくを防ぐというような意味合いということで理解してよろしいでしょうか。

○前田安全審査官 ええ、どちらかというと受動的なもので、そこを掘削してはいけないというその制度があると、掘削することは違反になる、法律に触れると、そういった状況に置くということでございます。

○伴委員 その人間侵入のチャンスをできるだけ減らすための措置であるけれども、ただ、その措置が数万年にわたって有効であるというふうに考えているわけではないですよ。

○前田安全審査官 規制庁、前田です。

そういうふうに考えているわけではございませんで、その政府機能が続く限りは存続することを想定はしていますが、その10万年もつとか、そういったことを主張しているものではございません。

○伴委員 ほかにいかがでしょうか。はい、岸本先生。

○岸本教授 今の、先ほど御質問させていただいた、一定の水準以下となることということなんですけども、これは最適化とか、ALARAのような考え方は、ここはあえてまた入っていないというふうに理解したらいいんでしょうかね。あるいは、この議論に、ここでの議論によっては、そういう表現がここに加わるかもしれないと、そういうことでしょ

うか。

○前田安全審査官 おっしゃるように最適化の考え方は、今ここには入っておりません。それで、今回、この防護基準の検討チームの検討結果を踏まえて、その最適化の考え方を規制要求するとした場合に、この考え方に入れ込むのか、それとも、ここでの議論とこの考え方を合わせて、今後、許可基準規則をつくる時にそこで合体させるか、そこはどちらかの方法をとる、恐らく後者のほうだというふうに考えております。

○伴委員 ですから、この考え方というのは本当に、全体の大枠をまだ決めているだけで、その具体的な中身、そして、最終的にどういう形の規制になっていくかというのは、これからの議論になるということですよ。

ほかにいかがでしょうか。田中先生、よろしいですか。

○田中ディビジョン長 質問ではないんですが、ここの検討のまとめに当たって、検討チームのほうで、今、課題になっているところがどこかといったこと、一応お話ししておいたほうがよろしいんじゃないかと思うんですが、いかがでしょうか。

○前田安全審査官 規制庁、前田です。

課題というと、この考え方（案）の中で課題になっていることでしょうか。

○田中ディビジョン長 はい、現在のこの取りまとめに当たっては、今後に幾つか積み残しになっているようなところもあると思うんですよ。例えば、この深度であるとか、あとは炉内等廃棄物の対象物であるとか、その辺、まだ明確に答えが出ていないようなところもあると思いますので、今後の検討チームで議論していくところが幾つか残っていると思うんですね。その辺のところも紹介していただけるほうがいいかなと。

○前田安全審査官 規制庁、前田です。

対象廃棄物というと、例えば、その再処理から発生する廃棄物について、この考え方（案）が適用できるかどうかとか、そういった話でしょうか。

○田中ディビジョン長 そうですね、はい。これから、多分この考え方、それから、この基準の検討チームのお答えを入れて、この考え方というのがまとまっていくんだと思うんですけども、その後、基準化という作業が今度は検討チームの、廃炉のほうの検討チームで始まると思うんですけど、その過程の中で、まだ十分議論がし尽くせてなくて、今後残された課題というのがあると認識しているんですけども。

○前田安全審査官 そういった意味であれば、今、御指摘あった、例えば、ここは炉内等廃棄物を対象とした考え方をまとめましたが、この同じ考え方が、再処理施設とか、ある

いは、その研究施設とかから出てくる廃棄物に適用できるかどうかという議論は、次の検討課題だと思っております。で、そのときに、防護基準が、その対象廃棄物が変わると変わるかどうかみたいな話は、ちょっとまだ現段階では確定的なことは何も言えないんですけども、そういった検討課題、積み残しの課題があるということはおっしゃるとおりでございます。

○伴委員　そういう積み残しと申しますか、課題があつて、さらにこれ、パブリック・コメントをお願いしているところであるという状況であるところをつけ加えておきたいと思っております。

これに関しまして、田中知委員のほうから何か補足等はございますでしょうか。

○田中知委員　特にないんですけど、この考え方（案）について、24、25ページ辺りのところに今後の課題的なことも書いていますし、検討チームでの考え、議論の中でもそういうようなところを議論されてきたところでございますので、我々としても認識しているところであります。それから、実際に防護のところがしっかりとわかってくれば、今後、それを踏まえてどういうふうにしていくかについても7ページの初めのところに書いていますので、ここの検討チームでの議論も踏まえて、この辺の、今後、基準等をつくっていくときにそれが反映されるものだと思っております。

○伴委員　お願いします。国によるその制度的管理について、ちょっと。

○田中知委員　国による制度的管理は、いろいろとこの検討チームの中で考え方をつくっていく重要なポイントだったかと思っておりますので、今日来られている外部の委員の方が、十分中身が間違いなく理解されるようにですね、その辺のどんな議論があつて、これをどういうふうにしてそれを踏まえてこういうふうな案になっているかについて、この場で説明しておいたほうがいいかなと思いたしましたので、適切な方、お願いいたします。

○澁谷企画調整官　それでは、規制庁の澁谷でございます。

当初、これをペーパーをつかって議論をしたときは、国による制度的管理も含めて、どのような形で我々が求めているかということが十分伝わりませんで、人間侵入を防止するためにさまざまな設計を講じるんですけども、それでも、将来の人間の行為はわからないということで、それでは、プラスアルファとして制度的管理を導入しようというふうに我々は先般考えておりました。

ところが、いろいろ表現も悪くて、検討チームの方の中には、その制度的管理というものがまず先にあつて、その制度的管理で人間侵入というものはすべからく防護するんだと

いうふうな誤解を一部生じてしまったようなこともあり、それから、また、その規制委員会、最終的にこの資料を出すときも、そういったところがまたきちっと書かれていなかったものですから、関係省庁などからもさまざまな意見が出されたということもありまして、今回その制度的管理というものについてはきちっと、先ほども言いましたけれども、根幹的な対策をとるということで深度をきちっと確保するという、それから、工学的な対策をきちっととるということをきちっと前提とした上で、さらに、念のために特定行為の制限制度、特に、先ほども申しあげましたようなその能動的な管理というものを求めているわけではなくて、特定行為、つまりその場所で掘削を制限するとか、そういったような制限制度を入れるということを今回、きちっと強調して、今回、パブリック・コメントのほうに出ささせていただいたという、そういった経緯がございます。

以上でございます。

○伴委員 今の説明でよろしいでしょうか。

はい、それでは、とりあえずこの資料2-1はこれぐらいで終わりにしまして、続きまして、前回の主な議論と今後の方向性について、資料2-2で説明をしていきたいと思っております。説明を山田首席技術研究調査官をお願いいたします。

○山田首席技術研究調査官 原子力規制庁の山田でございます。

それでは、資料2-2の御説明をさせていただきます。

資料2-2、4ページ以降のところでは前回の御発言、議事録そのものではございませんが、概ねこういう発言をされたというメモをつくっております。これを大きくくりまわし、資料2-2の1のところでは前回の議論を振り返っております。こちらから、まず御説明させていただきます。

前回、議論の中で三つ論点があったかと思っております。その一つ目の国際基準と国内基準の整合性、こちらにつきましては、こういった現在の国内基準は国際基準の考え方に沿いながら、その時々々の状況を考慮して設定をされてきているものであると、また、そういうその時の状況を考慮してということでございますので、現在の状況を考慮して再整理するのがいいのではないかとこういった御意見がございました。

二つ目の廃棄物埋設の放射線防護基準への最適化の導入、こちらにつきましては、まず、こういった放射線防護の最適化、こういったことを取り入れるということ自体は意味があるということが、概ね合意があったかと思っております。また、一方、実は、こういった取り組み自体は、既にその事業者の取り組みとして相当やっているのではないかと、こういった

ことをむしろ規制のほうからはどう確認するかと、その仕組みのところに課題があるんだと、そういった御発言もありました。最適化を規制の要件にしていく、そういった場合に付きましても幾らか御意見がございました。その中には、主要な条件、オプション、こういったものを規制から示して、それを要件として盛り込む、こういった方法がある。また、事業者のほうに複数のオプションの設定、考え方、その根拠ということの説明をもらう、こういった方法もあるのではないかと。それから、指標につきまして、線量という指標が一つございますけれども、そのほかのいろいろなファクター自体も、その指標になり得るということを検討すべきだという御意見がございました。それから、規制のわかりやすさという意味から、ベンチマークとしての規制値を設けること、または、従来ございました規制免除線量と、こういったものを設定する、こういったことについてはどうかということも議論がございました。基準値を示して、それ以下で被ばく線量を下げることについて事業者の努力目標とする、こういった考え方はあるという御意見もありましたが、一方で、これより低ければ最適化は必要としないとする線量、すなわち規制免除線量という考え方、以前はICRPはこういう考え方でございましたが、現在のICRPはこういう考え方はとっていないということ。それから、また目標値といったこういったものは位置付けが曖昧になりがちだと、こういった問題点があるということの御指摘もございました。それと、こういったことを使っていくに当たって、ステークホルダーの関与、こちらに関しても幾つか御意見がございました。最適化の終点について、ステークホルダーを入れて合意していくというのが国際的な現在の考え方であるということ、また、我が国の状況、そういったものを見て行っていくことが必要だという御意見がございました。

もう一つの論点であります長期の事象に係る放射線防護基準、こちらにつきましては、そのうちの自然過程、こちらにつきまして、線量／確率分解アプローチを適用していく、こういったことについては概ね異論はなかったかと思えます。その中で、「通常」のシナリオの範囲、または、逆に「通常」でない状態の範囲というものをどう考えるか、こういったところも御意見がございました。また、もう一方の人間侵入、こちらの防護基準、こちらにつきましては、現存／緊急被ばく状況の参考レベルから、こういった基準を考えていくことが適切だという御意見がございましたが、一方で、その具体的な数値をこの中でどう設定していくか、その適切性については継続して検討したいという御意見がございました。

こういった御意見を、今の論点に沿いましてもう一度まとめますと、一つ目の国際基準

と国内基準の整合性、こちらにつきましては、現在の国内基準は、国際基準と不整合ではないということですが、現時点での状況において再整理すべきだということかと思えます。

それから、二つ目の廃棄物埋設の放射線防護基準への最適化の導入、こちらにつきましては、放射線防護は、現在の放射線防護の中心に最適化があるということですが、現在の規制には、あらわには取り入れられていないということですので、これを取り入れることを検討すべきということかと思えます。ただ、その規制に取り組むに当たっては、事業者からの説明を種々求める等いろいろな方法があるということ、それから、指標については線量以外のものも考えられるとこういったことがあります、考えていくべきだということだと思えます。

それから、長期の事象に係る放射線防護基準、このうちの自然過程の事象につきましては、線量/確率分解アプローチを適用しますが、通常シナリオの範囲、こちらについてどの範囲かということの検討が必要であるということ、それから、人間侵入につきましては、先ほど申し上げましたが、現存/緊急被ばく状況の参考レベルで考えるということですが、その具体的な値の設定については検討を要するという方向だと思っております。

こういった議論を受けまして、今後の検討の方向性の案としまして3に示させていただきました。

まず、最適化という言葉をごここまで使ってきておられますが、その中身についても幾らか議論がありましたので、今の時点でのこういった考え方はどうかということを示したものが3.1でございます。

まず、ICRPの定義というか考え方としまして、放射線防護の最適化は、「被ばくする可能性、被ばくする人の数、及びその人たちの個人線量の大きさ、これらすべてを合理的に達成できる限り低く」保つということであるという、これが基本かと思えます。ただし、この最適化という言葉から受ける印象としまして、その数学的な一番小さいところを求めると、そういった印象も持たないわけではありませんが、現在の考え方としましては必ずしもそういうことではなくて、被ばくの影響をできる限り低く保つための種々の検討を行うこと、その対策を選択すること、また、それを明示していくという、そのこと自体が最適化の中心だというふうに考えたいと思っております。数字として線量拘束値というものがでてまいりますけれども、この捉え方としましては、周囲のその集団全体について最適化というものを行っていく上で、一部の集団に過大な影響を集中していくことがないとい

うことを確認する、そのための指標として適用するものだというふうに考えます。

こういった最適化等を規制に取り入れるに当たって、今後、具体的に検討していこうと思っておりますが、その方向性として3.2に示しました。

まず、規制期間終了後の防護基準として、最適化の考え方を適用するとともに、その際線量拘束値を上回らない、こういったことを規制に取り入れる、その方法について今後検討していきたいと思っております。

その際、最適化の考え方の適用を規制要求とする場合は、数値的な基準値や目標値を定めるということではなくて、例えば事業者に対して、公衆の被ばくをできるだけ低減するための設計の考え方についての説明を求める、こういったことが考えられると思っております。

また、一般的には最適化ということは大きな概念でございますので、最適化の考え方の適用を規制要求とする場合は、どのような要求にするのかということを確認するとともに、できるだけ客観的な妥当性判断が可能となるように、事業者が実施すべきプロセスや内容と、こういったものをある程度規定しておくという必要があるというふうに考えます。

また、こういった最適化の指標としましては、先ほども申し上げましたが、必ずしも線量であるという必要はなく、種々のものの適用を考えていくということでございます。

長期の防護基準に関連をいたします線量拘束値、こちらにつきましては、線量／確率分解アプローチの考え方のもと、通常考えられるという範囲の自然事象に係るシナリオにおいて最も影響を受ける集団、こちらの個人の線量に対して適用するということを検討したいと考えております。

それから、人間侵入に係るシナリオ基準につきましては、現存／緊急被ばく状況の参考レベルを参考にして設定を具体的にしていきたいというふうに考えております。

以上でございます。

○伴委員 ありがとうございます。

前回の議論を整理して、今日これから議論することの方向性を確認したいということが趣旨なんです、今、説明はありませんでしたけれども、4ページ目以降は、前回の議事録のような形になっておりまして、この下線が引いてありますけれども、その下線の引いてあるところをまとめ直したのがこの前半部分という、大体そういう理解でよろしいですね。

○山田首席技術研究調査官 はい。

○伴委員　そういうことですので、まず、前回の議論をちょっと思い出していただいて、こんなことは言っていないとかいうことがあれば、それを御指摘いただきたいんですけれども。その上で、この3の方向性、これについて御議論をいただきたいと思います。結局、前回の議論では、防護基準というところから入りましたけれども、基本は、やはり国際的な基準に合わせることであろうと。で、国際的な基準に合わせるといった場合に、国際的には、放射線防護の最適化というのがまず根本にあって、その一つの拘束条件として数値基準が存在するという形になっているので、それに従うならば、まず、我が国の規制にその防護の最適化というものを取り入れないと話にならないのではないかとこのところの議論が中心になりました。

それで、最適化というのは決して数学的な最適解を求めるといって、そういう狭い意味ではなくて、むしろそれを非常に透明なプロセスとして展開していく、を明示していくというところに重要性があるのだということを確認して、それを我が国の規制に取り入れることは可能であろうという、大体そういう結論だったと思います。それを念頭に、この3、ですから2ページから3ページにまとめてあります方向性、これでいいだろうかというところについて活発な御議論をお願いしたいと思います。いかがでしょうか。

はい、岸本先生、お願いします。

○岸本教授　ちょっと、私は放射線のもともと専門家、専門じゃないので、ちょっと前日もいろいろ勉強しながら、いろいろ議論させていただいたんですが、ちょっと、前回の後に、私の中でいろいろ考えていた中で、やはり過去の国内基準と国際基準が不整合ではないが、時々、状況に応じて変わってきたという話で、やはり一番の違いは、日本は基本シナリオ、変動シナリオというのが日本独自、完全独自の考え方じゃないかと思っています。で、なぜそれが出てきたのかなというのをちょっと考えていたときに、やはりその二つのカルチャーがちょっと衝突していたような印象を受けています。一つはICRPと放射線審議会のカルチャー、もう一つは原子力安全委員会、あるいは日本の企業カルチャーというか、要するに規制遵守、コンプライアンスというのを重視するようなカルチャーで、ややその二つのカルチャーの妥協として、基本シナリオ、変動シナリオという日本独自の制度ができたんじゃないかと、原子力規制委員会もそれを引き継いでいるのかなと思うんですね。

ちょっと僕、今回の検討で、その基本シナリオ、変動シナリオというところまで、これは手を入れるざるを得ないんじゃないかなとちょっと思って、話を聞いていたんですが、明確には、この検討の方向性の中には出てはいないかもしれないんですね。そのときに、

ICRPの2007年勧告が日本に入ってくるというものを、どのぐらいの、いつ入ってくるのかよくわかっていないんですが、プラス、その廃棄物の文脈だったら、そのPubl. 122というものが入ってくると思うんですが、その人間侵入のところは、どうもその、何かその現存被ばく、緊急被ばくという参考レベルのものを取り入れるということが書いてあるんですが、逆に、その自然シナリオの部分は、一体その基本シナリオ、変動シナリオというパターンでいくのか、それとも計画被ばく状況の中でそれを見るのかというのが、ちょっとよくわからないなというふうに思っていて、ちょっと前提として、その2007年勧告とそれに基づく122というものを前提にする議論になるのか、それとも、その基本シナリオ、変動シナリオと、今あるシナリオ、やり方をベースに考えるのかというところをちょっと確認させていただきたいと思いました。

○伴委員 事務局のほうからどなたか、その点についてお答えいただけますか。まず、基本シナリオ、変動シナリオというものは、そもそもどういうもので、それを今回のこの検討会の中で前提にするのか、それとも、そこももうリセットして考えるのか、その点についていかがでしょうか。

○澁谷企画調整官 原子力規制庁の澁谷でございます。

まず、その基本シナリオ、変動シナリオというものの前に、今、現行の埋設が行われているピット処分であるとかトレンチ処分については、もともと旧安全委員会の指針の中で、そういったようなシナリオではなくて、通常起こるシナリオと、発生頻度が著しい低いシナリオというふうに分けて議論をされていたということがございます。その後で、平成16年ぐらいから、そのリスクに応じた、そういうリスク論的な考え方をもう少し入れなければいけないのではないかという国の議論がありまして、それで、もちろん想定するシナリオというのが発生頻度が必ずしも同じものではなくて、通常発生するようなシナリオもあれば、ややその発生頻度が劣るようなものもあるだろうというものがあるので、一律に線量を決めるのはよくないのではないかという議論がありました。

それで、最終的に、その平成16年ぐらいからの議論の中で、平成22年に原子力安全委員会が指針を改定した際に、そのときに初めて通常想定されるものに対しては基本シナリオ、それから、多少パラメータの変動みたいなものを考慮するものを変動シナリオと位置づけたという経緯がございます。それで、平成25年に原子力規制委員会が新規規制基準を作成した際には、今まで原子力安全委員会が審査指針として整備していたものを適宜規制の基準の中に取り込んでいくという作業を行いましたので、そのときに現行の、現行はピ

ット、トレンチ処分が動いていましたので、その部分に対して、言ってしまうと右から左へ持ってきたというような部分がございます。

ですので、今回は、先ほどの資料2-1のほうでも御説明させていただきたいんですけども、2-1の資料の2ページにも少し書いてあるんですけども、考えられるシナリオに対して公衆の受ける線量が一定水準以下になるということで、今、その基本シナリオとか変動シナリオとかというものに捉われるものではなくて、もう一度そこも含めて、きちっと考えていきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○伴委員 ですから、防護システムのパフォーマンスを評価するのに、線量で考えてきたわけですけども、その場合の線量というの、いってみれば仮想的な被ばくの評価ですよ。で、そのときに比較的発生が、それなりの確率で起こるであろうというシナリオと、そんなに起こるものではないけれどもというものの2パターンで考えて、線量という形で防護システムのパフォーマンスを表した。それが基準を下回っていればそれでいいだろうという考え方になるわけですが、それも広い意味では最適化の一つの表現なのかもしれませんが、かなり限定的なやり方なので、そこをもっと柔軟に捉えてもよいのではないかというのがここでの議論になるかと思えます。

ほかにいかがでしょうか。じゃあ甲斐先生、はい、どうぞ。

○甲斐教授 ここに方向性としてまとめた、整理したものは基本的にはよろしいかと思えます。ただ、今のような議論が出てくる背景を考えたときに、先ほどの御説明にもリスク論的アプローチという言葉が使われましたけれども、やはりこういった問題、特にこういう影響が確率事象として起きるような問題が含まれた、将来の、そういったものに対するアプローチとして、どうしても確率的なものを考えなきゃならない。で、放射線防護の最適化というのは、どちらかというと被ばく健康影響として確率的に考えていると、いわゆるその、どこか閾値があつてということではなくて、低線量での健康リスクとしては、そういった意味で確率的に扱っているというところで、時々そういったものが混乱されてしまいますので、まずそこをきちんと整理をした上で、被ばくの場合は線量という物差しで扱うということであつて、その線量をもたらす事象のそれぞれの個々の確率というのは、そういう形で線量、確率／分解アプローチとして言葉で整理されているんだと思えますけれども、こういったところをもう少しかみ砕いて、具体的には、ですから廃棄物がどういったことがその線量にも影響をもたらしていくのか、線量を変えていくのか、また、その

線量を変える事象としては、その確率的な事象が、当然、線量の大小に関わってくるわけですから、そういったものをどのように考えていくのか、こういったことを全て捉えていくことが恐らく最適化なんだろうというふうには思いますので、ここに基本的に書いていくことはこれでいいと思いますけれども、やはりこういった議論をしていく上で、皆さん、同じ考え方を共有するためには、その辺りをかみ砕いて理解していかないとなかなかかみ合わないのかなという、ちょっと印象を持ちました。

以上です。

○伴委員 確かに、その放射線の被ばく影響に関する確率といったときに2段階の確率があって、ある一定量被ばくしたときに影響があらわれるかどうかというのは確率的な振る舞いをするということに加えて、ここでは、その被ばくそのものが発生するかどうかというところが確率として扱われるということですから、その辺は整理する必要があります。私がここで重要だと思うのは、その3ページの下から三つ目のブレットがありますけれども、であるからこそ、その最適化の手法として線量にこだわるべきではないと。結局、その防護システムのパフォーマンスを全て線量だけで表現しようとする、かえってマスクされてしまうものがあるので、もっと中間の、すなわち被ばくが生じる可能性を減らすということ自体がまず一つの重要な防護方策になりますので、そういう意味も含めて、ここが重要になるんじゃないかと思います。

ほかの先生方はいかがでしょうか。はい、新堀先生。

○新堀教授 新堀です。

指標として、その線量以外のものについても考えることもできるのではないかというお話がありましたけれども、従来から、その補完的指標ということで、前回の議事録、議事メモを見せていただくとフラックスというようなことも出ていましたけれども、それに加えて濃度とか、あるいはその時間というものも指標になると。つまり、ある時間を十分、例えば、崩壊することによって安全になるんだという、この時間という考え方も一つのその指標になるんだという考え方というのは昔もあったかと思います。

そういうふうに考えていきますと、その最適化をはかる指標としても、それは、その事業者さんが、自分たちが扱うその処分場システムについて、それに適用して、どういうふうにしたらば、その防護ができるのかという基本的な考え方をまず出していただいて、それに対して、その線量あるいは、線量の場合ですと国際的にもいろいろな数値がありますから、そういったものに適合しているかというふうに見ていきますし、それに加えて、こ

の場所においては、フラックスを見るとこういうふうになるんですよという形で、また、さらにその説明を加えるというような形が出てくるというふうには思っています。

そうすると、私の理解では、事業者さんに一つのセーフティケースを出していただくというようなことがまずあって、で、そのセーフティケースがしっかり書き込まれているかということが非常に重要になっていって、それを、その具体的に見ていくというような、大ぐくりで言うとそういうような作業から始まっていくのかなと。その中に、その最適化のやり方がいろいろ書いてあって、その妥当性をしっかり見ていくというようなプロセスになっていくのじゃないかなと、ちょっと先走っているかもしれませんが、そういうふうには思っております。

○伴委員 はい、確かに前回の議論でも、そのセーフティケースをしっかりと作り込んでいくということが、まさにその最適化のプロセスとオーバーラップするだろうという議論であったと思います。

田中先生はいかがでしょうか。

○田中ディビジョン長 最適化についてはいろいろな指標があると思うんですね。ただ、人の防護というのが大前提にあるとすると、やはり人の防護に対しては何らかの線量的な指標、あるいはリスク的な指標というのがあって、それをそのまま最適化に導入するかどうかは別なんですけれども、やはり、ある意味、被ばくに関わるような指標というのは、何らかの形で必要なんだろうなと。ただ、最適化にあっては、それをコストに計算するもよし、ほかの指標に変化するもよし、いろいろなやり方は最適化についてはあるんだろうなと、そんな理解です。

○伴委員 ですから、これは事務局への確認ですけれども、最適化の手法として、別に線量を否定しているわけではなくて、線量ももちろん登場しますし、ただ、それだけにはとどまらないという趣旨ですよ。

○山田首席技術研究調査官 はい、そのとおりでございます。

○伴委員 ほかに追加の御意見等、あるいは事務局から補足等はございますでしょうか。よろしいですか。

そうしますと、この今の資料の2-2の検討の方向性については、一応、基本的にはこれで、このように考えたいと思うのですが、より具体的なイメージを持つために、諸外国でどのようにやっているか、各国における放射線防護の最適化の例について、資料の2-3で説明をお願いしたいと思います。説明は澁谷企画調整官からお願いします。

○澁谷企画調整官 原子力規制庁の澁谷でございます。

2-3の資料に基づいて御説明いたします。

今回、各国における放射線防護の最適化の例ということで、まず、1ポツのところは表になってございまして、諸外国、7カ国について調査した事例を簡単に取りまとめてございます。ここはBATというものも一部表現がございすけれども、その最適化の中には、BATであるとか、ALARAであるとかといった、最適化のその目標が被ばく線量をできる限り下げていくということにございすので、最適化だけではなく、BATやALARAという表現を用いながら行っている国もございましたので、あわせて記載しているということにございす。

スウェーデンはバリアシステムの設計・建設にBATを考慮している。それから、最適化を図る際には、BATの考え方を要求するというようなことが基準のほうでうたわれている。それから、フィンランドについても、最適化の原則、放射線防護については最適化の原則というものを要求している。漠然としたような表現になってございすけれども、そういうこととございす。それから、米国については、放射線防護の基準においてALARAというものを考慮しなさいというようなことが規定されているですとか、スイスにいたしましても、最適化やBATというような表現がされているということにございす。ということで、残り、英国、ドイツ、カナダもそうなんですけれども、大体その最適化やBATということは、まず大きくくりの中で、基準の中ではうたわれているというような現状がございす。

ここだけですと、規則に書かれているようなものですので、あまり具体的な内容がよくわかりませんので、我々のトレースできた範囲なんですけれども、英国とアメリカとスウェーデンのこの3カ国について、4ページ以降に具体的な例を少し事例として御紹介させていただきたいと思っておりますので、ちょっと、本日は少し時間をいただいて、こちらの御説明をさせていただければというふうに考えてございす。

まず、英国の例でございすけれども、こちらは、先ほども申しましたように、議論もございましたように、セーフティケースに書かせて、そのセーフティケースをきちっとレビューしていくというような内容の体系になっているものでございす。

先ほど表でも御説明しましたように、英国の規制では最適化を取り入れてございまして、それを含む原則、それから要件といったものをガイダンスに取りまとめてございす。今、このガイダンスについてはGRAという形で表現をさせていただいてございす。浅地中処

分施設の操業許可申請者に対しては、最適化を含む環境機関が求める要件を満たしていることを示す処分施設に関する環境セーフティケースというものを提出することを要求してございまして、このセーフティケースで示されるべき放射線防護要件などを、先ほどのガイダンスのほうに規定するとともに、この位置付けについては、セーフティケースは放射線廃棄物の処分の安全性や環境影響などについて説明するものであり、公衆の健康と環境が適切に防護され、放射性廃棄物を安全に処分できることが示されなければならないとしてございます。それから、最適化というものが、その連続的で反復的なプロセスであるということでございますので、操業期間中に行われる定期的なレビューというものの際には、このセーフティケースの更新版の提出というものが求められるということでございます。

それから、許可期間後の放射線防護要件につきましては、こちらは線量拘束値という形ではございませんけれども、リスクガイダンスレベルというもので、 $10^{-6}/y$ というものが求められてございます。これは、別途英国では、そのリスク拘束値というものが 10^{-5} という数字があるんですけども、今回は、そのガイダンスレベルとして、その10分の1の数字が求められてございます。この数字は超えてはいけない、その限度値とか拘束値というものではなくて、その施設の操業者を、その環境機関が閉鎖後段階に関して適切と考えられるリスクレベルに向けて導くために提示しているというふうに記載されているというものでございます。

それで、最適化というものに関しては、「与えられた環境で合理的に達成が可能な限り低い放射線被ばくを確保する原則」として、そういう形で用語で定義されてございます。最適化というのは、そのガイダンスの中の基本的な概念でございまして、以下に示しますその原則と要件というもので二つとして表現されています。

まず、全部でGRAには五つの原則がございましてけれども、そのうちの一つの原則として最適化というものをきちっと示しているということ、それから、14ある要求が、その設計とかに関する要求が記載されているんですけども、その中の要求の8番というところにも最適化ということで、放射線量を達成可能な限り低くしなければならないというような考え方が示されているということでございます。

原則2では、最適化について、連続的で反復的なプロセスであることや、それから、最も低い放射線学的リスクのオプションを必ずしも必要としないこと、それから、放射線学的な危険性に見合ったものとなるように最適化への注意が払われる必要があること、それからEAと、EAというのは環境機関でございましてけれども、EAと処分施設の開発者／操業者

の間には良好なコミュニケーションが成立していなければならないなどと、原則に係る考え方を11項目にわたって述べております。また、要求8についても、同様に考え方について13項目について示しているということで、規制の中では、かなり最適化について細かく考え方が述べられているものとなっております。

次に、事業者の申請と規制機関の判断ということで、こういった規則に、基準に対してドリッグ処分場という低レベル放射線廃棄物の処分場を事例に、事業者が出してくるそのセーフティケースと、それを規制機関がどうやってレビューをしたかというようなことについて若干説明させていただければというふうに思っております。

低レベル放射線廃棄物のドリッグ処分場については、それまで7つのトレンチの処分がございまして、8号目からは、そのコンクリートボルトの施設に処分するというものでございます。2002年に9号目のコンクリートボルト施設を含むセーフティケースというものが、環境機関であるEAに提出されてございます。これに対してEAは、レビュー結果として、例えば、その海岸部の浸食の影響の詳細な評価や、処分場全体としてのより包括的な評価が必要ということで、幾つかの懸念が残されたということで、2006年に、その8号のコンクリートボルトの施設での処分のケース、これはもう既に行われてございましたので、それは許可したんですけれども、新たに計画された9号のボルト施設での処分の許可は発給しなかったというような経緯がございまして、このEAは、そのレビューで指摘した懸念などに対応したそのセーフティケースの更新版の提出というものを、この事業者に対して求めまして、事業者は、更新版を2011年に提出してございます。この更新版の中では、9号施設だけではなくて、将来の20号施設までの計画が含められたというものでございます。これを環境機関のほうはレビューをいたしまして、最終的には、2015年の、こっちはちょっと、すみません、11月と一部ちょっと配付した資料には書かれているかもしれませんが、正式には10月でございまして、許可の発給を行ったということでございます。

ここで、最適化の対象とした項目は、廃棄物インベントリに係る管理でありますとか、設計と操業に係る管理に関する部分でございまして、細かい御説明はちょっと省略いたしますけれども、こういったようなことに関して審査が行われたということでございます。

最適化の手法と規制機関による判断、(3)のところでございますけれども、セーフティケースと規制機関のレビューというのは反復的に行われておりまして、それぞれに規制機関の要求事項に対する事業者の改善事項が示されてございます。細かいやりとりの中で、その判断は具体的にどのように行われたかといいますと、必ずしもその線量基準に満足し

ているということだけではなく、その適切な文書化がされているかとか、論理の明確さでありますとか、それから、引用されている文献のそのトレーサビリティの確保をされているかどうか、それから、入手可能な情報の適切な使用がされているかどうか、それから、そのほかの代替のシナリオやオプションなどとの比較がちゃんとされているかというような、その場に応じたさまざまな視点が盛り込まれているということでございます。

最終的な追加資料のレビューにおいて、規制機関は、以下のような観点から評価を実施したということで、最終的に処分施設の表面を覆う設計となっているコンクリートボールドの施設に対する廃棄体の露出の潜在的可能性や、その場合の影響の評価でありますとか、処分サイトの沿岸域の海水における浸食、あるいは施設への人間の侵入に伴う影響の評価などについて行われてございます。ここで特徴的なのは、このドリッグという処分サイトが海岸沿いに、沿岸域に面してつくられているということで、海水による浸食というもの、これがかなりこの施設に対して重要なファクターになってくるということでございます。

この懸念事項というところになりますけれども、特に、その海岸部の浸食の影響の詳細な評価に関しては、この事業者の最適化作業では、予想される海岸浸食のタイムスケールの理解を改善しており、線量とリスクに基づき、現時点で廃棄物の回収の動機はないと、つまり、その浸食されるということは非常に少なく、回収しなくてよいだろうというようなことを事業者のほうは結論づけ、規制機関は、回収の利益と不利益についてレビューを行って、回収するほどのことではないということ同意をしているということでございます。

それから、あと、リスクガイダンスレベルの比較というものも一部行われてございまして、2002年のレビューの際にコロイドの影響評価について要求してございまして、これについて、事業者は、そのリスクガイダンスレベルはわずかに超えていたものの、その発生の可能性が低いということをセーフティケースに記述したということでございます。これに対して規制機関も、その発生の可能性は低いということ認めつつ、将来の問題としてモニタリングプログラムの実施というものを求めているということを行っているということでございます。

最終的なレビューの結果として、以下の3点を示してございまして、事業者が提出したセーフティケースの更新版及び追加資料から、同社は、許可要件に対するガイダンスの要件及び環境要件を満たしているということ、それから、適切な品質の証拠が示されていること、それから、放射性廃棄物の処分について、現在及び長期の双方の面で人間や環境に

とって安全なものであるという立証がされているというようなことをレビューされてございます。ということで、基準とそのプロセスに対して見ているということでございます。

今回のレビューの後については、最終的にこれで終わったということではございませんで、これまでのレビューで問題が解決した部分を明確にした「問題解決書」というものが出してございまして、そのほかに、改善を期待する「勧告」、それから、重要な指摘については「将来の問題」というものを示してございます。今回のレビューについては、規制機関は、セーフティケースで提出された最適化と工学の対象領域の全体としての品質が高い水準であるとした上で、この文書の強調として、継続的な改善のためのいくつかの領域を特定して、これらの領域を、勧告と将来の問題というものに概説しているということでございます。ですので、この事業者は、今後また定期的なレビュー、それから、また次の事業申請において、こういった将来の問題に対して対応していくということになりますので、最適化に係るその反復的なプロセスを行うための枠組みが確保されるとともに、次のセーフティケースのレビューに向けた透明性が確保されるというような、こういったような仕組みが一応きれいにできているのではないかとこのように考えてございます。

以上が、英国の例でございます。

米国とスウェーデンは、少し簡単に御説明いたします。

米国は、液体廃棄物の放出基準について、少し例をお示ししたいと思います。

液体放射性廃棄物の排出についてはALARAを適用するとともに、BATを適用するということを求めています。特に、そのBATに関しては、その適用すべき条件、適用しなくて良い条件などを明確に定めているということ、それから、BATが必要か否かの判断及び具体的なBATの選択の経緯みたいなものを文書として残すということをもとめているということでございます。

特徴的なのが、この後に少し書いてあるんですけども、DOEは液体廃棄物の放出に係る、そのBATを適用する際のマニュアルを作成してございます。この中で、対象とした項目というのは(1)のところに示されてございまして、線源管理でありますとか、前処理段階、それから、液体中の固体廃棄物の除去技術といったようなものが対象となってございます。

このBATの手法及び指標なんですけれども、特徴としては、複数の技術候補のうち、どの技術がBATであるかという選択手法の具体的な方法を挙げているという点が特徴的であるというふうに考えてございます。これは、候補となる技術について、評価上重要な因子

ごとに点数付けを行うということで、点数は、各因子に対して10点満点として、既存の技術を5点、それから、それをより性能を発揮できる場合はその上の6～10点、悪い場合は0～4点というものを付けるということでございます。この各因子に重み係数を設定してございまして、環境に関するパラメータに対しては、重要なものについては100点中50点以上を配点すべきであるというふうにしてございます。これを、各因子の点数に各因子の重み係数を乗じて、全ての因子に対して積算するといったようなことをやっているということでございます。

それで、BATの判断方法としては、得られた点数の最も高い技術がBATとして考慮すべき技術ということになるんですけども、もしそれが、そのコストの観点から実施困難である場合は、得られた点数が二番目に高い技術をBATとするといったような、多少その定量的な取り組みが行われているということで、少し事例として御紹介させていただきました。

最後は、スウェーデンに関するものでございまして、スウェーデンは規則の中で、処分場の防護能力に対してBATを適用すること、それから、BATの適用範囲は処分と付属するシステムであり、それらの立地から閉鎖までを対象とすること、それから、BATは過去の経験も踏まえて継続的に改善されるべきことということを明文化して、事業者に対して勧告しているということでございます。具体的な法律の条文みたいなものはこちらに、9ページから10ページ目にかけて添付しているものでございます。

最後の四角のところ少しありますけど、規制要求を遵守する、立証するための論拠の概要ということで、BATに関して規定するとともに、こういう、それを説明することを要求しているというところではございます。これが先ほどのセーフティケースに比較的好く似た枠組みなのではないかというふうに考えてございます。

10ページ目の2.3.2の事業者の申請のところですけども、今回紹介する事例は、フォルスマルク処分場に関してのものでございます。これは、世界で初めて高レベル放射性廃棄物の事業の許可の申請が行われておりますので、その事業許可の申請のものでございます。使用済燃料を直接処分するといったような内容のものでございます。

最適化、BATの対象とした項目というものは、例えばキャニスタであるとか、緩衝材であるとかといったようなものに対して行われているというものでございます。

それから、11ページ目のほうに飛びますけれども、最適化、BATの手法及び指標ということで、基本設計の条件に対して、部材の厚みであるとか、材料や密度を変えた場合の感度解析を行っているということで、その際、一つ一つに対して線量評価まで行っているも

のではございませんで、各部材に求められる機能への影響が評価されているというところが特徴的だというふうに考えてございます。それから、また、感度解析の結果、より保守的な措置をとったとしても、基本設計の持つ性能と比較して性能が大きく向上しない、それから、また、より保守的な措置に起因して新たな考慮事項が発生することをもって基本設計の適切性というものを主張しているというものでございます。

それから、(5)になりますけれども、最適化、BATの具体例ということで、これも全ては御紹介しませんけれども、幾つかピックアップして御紹介いたしますと、例えばキャニスタにつきましては、こういう銅のキャニスタが、厚みが5cmで最初設計されているんですけども、これをその2.5cm、半分に減らした場合や、その倍の10cmに増やした場合というものを計算してございまして、その結果、100万年間に破損するキャニスタの平均値というものを出してございます。これは、その基本設計に基づいて算出された破損キャニスタ数が既に規制限度値を下回っているということをもって、基本設計でも十分であるというようなことを結論付けているという事例でございます。

それから、あと、定置孔のところなんですけれども、こちらについては、定置孔の基準については、全周交差基準とか、拡張全周交差基準とかという、これは定置孔がどのように切られていくか、せん断されていくかといったような基準になるかと思えますけれども、こういったものを考慮した場合、それからしなかった場合では、100万年後におけるキャニスタの平均破損数というものがどうなるかということをやってございまして、キャニスタの平均破損数は、こういったことを考慮した場合は、考慮しなかった場合に対して30分の1に低下するなどというような、こういったような評価がされているというところでございます。

それから、12ページ目のほうですけれども、最後になりますけれども、処分場の深度というようなものについても検討を行ってございまして、深度というものは、その化学的安定性のリスクは、その深度が深いほど低減して、透水性の高い水みちが発生する可能性は深度を設計値から更に100m深くしたとしても、発生確率が低減できる知見がなく、そのような事象が発生することを予防する措置を採るほうが適切であるというふうになっているというところでございます。それから、亀裂の頻度や透水性係数、地下水の内圧みたいなものは深度によって変化するものの、設計値深度でのリスクは低く、設計値よりも更に深い深度であったとしてもリスク低減の効果はほとんど見込めないというようなことで、現状の設計は妥当であるというような結論にBATというものをを用いているというところでござい

す。

ということで、以上、3カ国の最適化、BATに係る事例というものを御紹介いたしました。以上でございます。

○伴委員 はい、ありがとうございました。

この廃棄物処分の規制に関して、最適化を求めるということで、それを諸外国がどういうふうに行っているかというのをかなり具体的に紹介をしてもらいました。この中で、特にそのイギリスとアメリカとスウェーデンのケースを少し細かく掘り下げたんですけども、やはり重要になってくるのは、セーフティケースというような形で、事業者側に説明責任を求めているということと、その中で、きちんとしたロジックを求めているということが一つあるのではないかと思います。

それから、キーワードとして何度も出てくるのがBAT、Best Available TechnologyないしBest Available Techniqueと呼ばれる、その時点で得られる最善の技術、それをきちんと適用しているかというところのチェックが行われているということです。

これ、今の説明をお聞きいただいておわかりになったと思いますが、事務局のほうで相当精力的に調べてもらいましたので、もし、この内容に関して質問があれば、最初にお受けしたいと思います。いかがでしょうか。はい、新堀先生。

○新堀教授 すみません、質問ですけれども、11ページ目で、(5)番で最適化、それからBATの具体例というふうに挙げていただきましたけれども、私の理解では、ここでは、むしろそのBATの具体例というよりは最適化の具体例であるんじゃないかなと私は思うんですけども、ちょっとそこを確認したかったんですけども。BATという概念で説明できる部分と、それから、この処分場、処分に対して、そのシステムに対しての最適化の考え方としての、考え方の事例紹介というのがちょっと、私の頭では少し混乱したんですが、いかがでしょうか。

○澁谷企画調整官 規制庁の澁谷でございます。

確かに、ちょっと御紹介したものは、必ずしもそのBATに該当するものではなかったかもしれない。ただ、特にそのキャニスタの厚みを変化させて、それで影響があるかないかというものは、最適化でもありますし、BATに近い考え方かなというふうにも少し捉えてございます。

○伴委員 BATというのを、どう定義するかということにもなってくるんだとは思いますが、キャニスタの厚みなんかに関しては、それを複数のオプションと捉えれば、どのオブ

ションをとるかという意味で最適化かもしれませんし、あるいは、この一つのパラメータに対する感度解析というふうに捉えることもできるのではないかと思います。

○伴委員 甲斐先生。

○甲斐教授 非常に、埋設処分に伴う最適化の事例として諸外国の事例を紹介していただきまして、非常にわかりやすく紹介いただきましてありがとうございます。2点ほどちょっと質問なんです、確認と質問ですけれども、1点は、英国でこれ、リスクガイダンスレベルというのが出ています。これは、いわゆる変数リスクとその事象の確率、工学リスクとの積のリスクガイダンスという意味というふうに理解したのですが、それでよろしいでしょうか。

○澁谷企画調整官 それで結構でございます。それですので、リスク拘束値という言葉までは使わなかったんですけれども、リスクガイダンスレベルは積という理解でよろしいです。

○甲斐教授 はい、わかりました。ありがとうございます。

それから、このイギリスの例でこのコロイド問題が将来の問題というのが、ちょっと私自身よくわからなかったんですが、もし何か簡単に御説明いただければ、どういったことが将来の、コロイド物質については、まだ現在、考慮していないという意味なんでしょうか。どういう重要性があるのかというのがちょっとよくわからなかったんですけれども、お願いします。

○伴委員 いかがでしょうか。多分6ページの中ほどのところですかね、その2002年版のレビューの際に、コロイドの影響評価を求めて、それに基づいて云々というのがありますけれども。

○澁谷企画調整官 すみません、こちらについては、詳細をそこまで追い切れていませんので、次回、御説明させていただきたいと思っておりますけれども、コロイドについては、例えば、その放射性核種を、比較的早く移行させる効果がありましたりとか、あとは、その緩衝材がそのコロイドのような状態として、その外へ流出していくような状態でありますとか、さまざまな事例が研究されていると思っておりますので、これがそのどれに該当するかということは、ちょっと、この場では御説明できないんですけれども、そういった点がいろいろ言われているかということで、コロイドについてはスウェーデンでも指摘されてございましたので、非常に核種移行に影響を及ぼす一つの因子であるというふうなものだと思われま。

以上でございます。

○伴委員 ほかに御質問はございますか、岸本先生。

○岸本教授 セーフティケースの具体的な事例は非常に、興味深く拝聴しました。私個人としては、セーフティケースって、やっぱり最適化、ALARAというのは、やっぱりこの定義として経済的な社会的要因というのが必ず出てくると思うんですけども、そのセーフティケース、今日紹介して、例えば、このドリッグ処分場の話とかでコストのようなことがほとんど出てこないように見えたんですけども、これは、実際、コストに関して記述はあるんでしょうかというのと、もう一つは、その結果として、その線量とかリスクのレベルがどうであると、例えば、このガイダンスレベルだとか拘束値だったりに対してどうかというようなことは結論として書かれているのかということをおちょっと教えていただきたいなと思います。

○澁谷企画調整官 まず、1点目のコストなんですけれども、事細かく、そのコストについて、そこまで細かく書いてあるわけではございませんけれども、4ページ目の、その原則のところの、その原則2と要求8というところが書かれていると思いますけれども、この最適化に対しては、経済的及び社会的な要因を含めということ、それから、それは同様に要求8のほうでも、その経済的及び社会的な要因を考慮した上でというふうな記載になってございますので、何らかの形でコストというものは考えられているというふうに考えてございます。

○岸本教授 明示的に、そのセーフティケースの中でコストについて記述があるというわけではなさそうですか。

○高橋技術研究調査官 原子力規制庁、高橋でございます。

特にセーフティケースの中で海岸浸食についての話がこちらの6ページのほうにも出てきますけれども、ここでのいろいろなセーフティケースの中での最適化の検討の中で、回収するために必要なコストと、得られる利益とか、それも含めて最適化を検討しておいて、それに対して、EAのほうでもレビューをして、それでEAから評価がくだっているというふうな次第でございます。

以上です。

○岸本教授 今の6ページの真ん中よりちょっと上のところの、線量とリスクに基づき、回収の動機はないというところで、ある意味コストも含めて検討がなされていたということですか。

○高橋技術研究調査官　そういうことです、はい。

○伴委員　あと、もう一つの御質問はいかがでしょうか。線量との基準値と比較がなされていたかどうか。つまり日本の規制等では、往々にして基準値があって、かくかくしかじかで基準値を下回っているの、これで問題がないと、それで丸というふうになるんですけども、その基準値があって、それと明示的に比較をして問題ないというような記述が見られるかどうか。

○高橋技術研究調査官　それに関しては、特に明示的というわけではないんですが、リスクガイダンスレベルというものの自体が、それ以下でなければいけない数値ではございませんので、それをガイダンスとして見たときに、それほどオーバーしてないとか、それ以下であるとか、そういった観点からは見ているという理解です。

○伴委員　今のお答えでよろしいでしょうか。

○岸本教授　要するに、多分、また後で議論のあるかはわからないんですけども、最適化の指標として何かというのが多分出てくるとは思うんですけども、そのときに、要するに、ここは最適化の指標として何が使われていたんだろうなというところがちょっと聞きたかったんで、一つは線量だったりするのかなというのを今思った次第なんですけれども。

○伴委員　そこってわかりますか、線量以外に、どういったそのインディケーターでもって、どういう指標で性能を評価しているかというような。

○山田首席技術研究調査官　規制庁、山田でございます。

先ほど、最適化、BATの話がスウェーデンであったかと思いますが、1ページ以降の表の中で、各国その最適化とBAT、両方を書いている場合がございます。例えば、そのスウェーデンのところを御覧いただきますと、共通して見られますのが、最適化という場合には、その最後の指標をリスクであったり、線量であったり、そういったところに置いている傾向があると。で、BATというのは、最適化とは別のものというわけでは必ずしもないんですが、むしろ、その最適化の一つのツールとして存在すると。その場合には、むしろ事実としてそれが今一番適切かどうかというのを見る。そういうときには、必ずしもその線量まで持っていつているわけではなくて、そのリスクそのものが適切かどうかという観点で見ている、そういった切り分けをしているように感じられます。

○伴委員　ほかに、じゃあ田中先生。

○田中ディビジョン長　二つ教えてください。

5ページ目のスウェーデンのところなんですけど、(2)に最適化の対象とした項目というのが並んでいるんですけども、この項目というのは、規制側が要件として、セーフティケースに記述させるために要件として与えたものなのか、それとも、事業者がセーフティケースの中に自主的に最適化を行うために選定していった項目なのか、その辺のところをおわかりでしたら教えていただければと思います。

○伴委員 つまり、この5ページに上がっている項目というものが、規制側が示したものか、あるいは、事業者側が自主的に選択したものかということかと思いますが。

○高橋技術研究調査官 5ページの(2)の項目でよろしいでしょうか。

○田中ディビジョン長 はい。

○高橋技術研究調査官 こちらは事業者側がこれを選定して、セーフティケースの中で検討している項目でございます。

○田中ディビジョン長 ありがとうございます。そうすると、矢羽根の5個目のところに、ALARAであることを確かめるために、どういう管理が要求されるかというような、このALARAの実施についても、文章としては書かれているというふうな理解でよろしいでしょうか。

○高橋技術研究調査官 最適化のセーフティケースの中では、それに関する記述があるということです。

○田中ディビジョン長 ありがとうございます。

もう一つ、米国、7ページ目のところなんですけど、ここの検討というのは、これは放射性廃液の管理放出を対象としたALARA、BATの適用の事例というふうな理解でよろしいでしょうか。

○吉居技術研究調査官 規制庁の吉居でございます。

おっしゃるとおりで、そのとおりで御理解いただいて大丈夫だと思います。

○田中ディビジョン長 あと、先ほどからの御議論の中で、コストについてはどうかというようなお話があったんですけど、米国の例ですと、サイト解放のところで、線量であるとか、あるいはサイト解放のための除染ですか、除染、線量を下げようという行為をした後に発生する土をどうするとか、そういったものを全部コストに落とし込んで、コストで評価して、ALARAが達成できているかどうかを判断するというようなことが、規制要件としてたしか挙がっていたと思うので、その辺、たしかALARAアナリシスということで、NUREGレポートか何かになっていたと思うので、その辺、ALARAに対しての最適化の落とし込み

として、コストに落とし込んだという事例として参考になるかなと思いますので、参照いただければなど。

○伴委員 ほかに何かございますでしょうか、はい。

○澁谷企画調整官 それから、先ほどのその田中委員の最初の御質問のところの、これは規制機関が要求したものかというところだったんですけども、すみません、皆さん、本日、御紹介はしてないんですけども、ちょっとお手元に参考的に、資料をちょっと用意してございまして、こちらの最初に、イギリスのガイダンスの、英文なんですけど、ちょっとコピーを回らせていただいています。で、こちらの、19ページのところからちょっとOptimizationということで最適化の話があるんですけども、先ほど、資料の2-3の4ページで御説明いたしましたように、規制が書いているのは、その最適化について、例えば、連続的に反復的なプロセスであるとか、最も低い放射線学的リスクのオプションを必ずしも必要としないなど、その考え方だけがこれに、ガイダンスに述べられていますので、細かく、どういうものを出してくださいというようなことまでは書かれていないというものが、このガイダンスの一つの特徴だというふうに考えてございます。

以上です。

○伴委員 だから、そういう考え方、抽象的な表現で述べられていて、むしろその重要なポイントとして見ているのは、この2-3の資料の5ページの下のところですよ。適切な文書化、論理の明確さ、文献のトレーサビリティの確保云々という、そういうところに関して、しっかりしてくださいよということを求めているというのが、ちょっと意外といえますか、こういった技術的な問題に対して要求しているというところが面白いところかなと思います。

ほかに御質問、御意見はございますか、あ、どうぞ。

○岸本教授 質問というよりは、ちょっと私、非常に驚いたところなんですけど、スウェーデンの9ページから10ページのところで、日本でこれ、BATを入れるのかどうかというのはまた別の問題だと思うんですけども、BATとALARA、いわゆる最適化で矛盾が生じた場合、10ページの上のところですね、BATのほうに優先権があるというのは、非常に、ちょっと驚いて、要するに、BATというのは、ソース側の話で、ALARAはやっぱりレセプターとか、その線量とかリスクの話なので、そのときに矛盾が、どういうときに生じるのかはちょっとわからないんですけど、ときにBATのほうに優先順位があると。僕の印象では、ALARAと矛盾したら、BATのほうを見直せというふうになるのかなと思っていたら、何とな

くあるので。日本で、私は、前にもお話しした顔料中の毒性物質の、副生成するときに、BATレベルを決めるといふときには、あらかじめリスクアセスメントをして、リスクの懸念がないということを確認してから、そのBATレベルを決めるといふのをやったので、こゝとはちょっと考え方が違ふのかなと思つたので、ちょっと驚いたといふコメントだけです。

○伴委員 恐らく、その廃棄物処分で非常に長期にわたるイベント、シナリオを相手にしなければいけないので、その辺の不確かさを考えたときに、そういうことになっているのかなと思つますが、何か情報がありますでしょうか。

○山田首席技術研究調査官 規制庁、山田でございます。

おっしゃるとおりで、先ほど1ページの表で、最適化とBATを御説明しましたように、スウェーデンの場合は、その最適化といふ場合には、リスクまで持つていって話をしていて、それから、BATの場合は個々の技術でお話をしていて。今のところですけども、9ページの一番最後の段からがあるんですが、算出されるリスクに著しい不確か性が伴うケース、具体的にどういふことかといふと、閉鎖から長い期間が経過した後の処分場の解析、つまり、生物圏の状況とか、そういうのがずっと変わった、不確か性が増したような状態、また、逆に開発の初期の段階で、いろいろな情報があまり入っていない、そういった状況での解析、こういった時点では、恐らく線量まで持つていくときに、あまりにもその仮定が入ってくるのが大き過ぎると、そのときはむしろ最善技術、BATの方が判断が適切であるといふことを言っているんだと思ふわけです。

○伴委員 甲斐先生、どうぞ。

○甲斐教授 今回のこのイギリスの例の、私なりの理解なんですけれども、やはり数値的なものは、恐らくこの防護要件のリスクガイダンスとして示していて、あとの最適化は、この英文のほうを読んでもそうですけれども、やはりその質的な、いろいろなこの最適化の対象とした項目といふふうに挙げられているように、こういったものを質的な意味で取り上げている。で、先ほど出てきた論理の明確さとかトレーサビリティだとか、代替シナリオの比較だとか、そういうさまざまな観点から比較をして最適化しなさいと。いわゆる最適化に何か、線量に持つていって数値的な基準と比較をしてといふ、そういったことを要求していないように見えますので、その辺はまず共通認識でいいのかどうかをちょっと確認したいと思つます。

○澁谷企画調整官 そういう理解でよろしいと思つます、はい。必ずしもその防護基準だ

けと比較しているものではありません。

○伴委員 では、田中知委員。

○田中知委員 すみません、事務局のほうでいろんな各国の状況を調べていただいております。1個、2個教えてください。大体これ、10年ぐらい前からこういうふうな考え方を入れているかなと思うんですが、10年ぐらいやってきて、特に問題となっているようなことはあるのか、さらに改善すべきようなことはあるのかということが一つと、それから、まだこういうことを考えていない国、あるいは、アメリカのように、その液体廃棄物じゃないようなものについて、ほかの廃棄物についても、これから考えようとしているのかについて、その辺のところを教えてください。

○澁谷企画調整官 規制庁の澁谷でございます。

後半の質問の、ほかの、まだやられていない国がどうするかというのは、それはちょっと調査ではわかりませんので、それはちょっとお答えできないんですけども、イギリスについては、2008年でしたか、ガイダンスをつくってございますので、それまでは、こういった明示的なものはない中で、法律そのものは昔からありますので、やられていたんだと思います。それで、やはりきちっとした考え方とかというものを示すためにガイダンスというものが用いられ、そのガイダンスに従って現状はそのセーフティケースがつくられて、それを規制機関がレビューしているというふうなものであるというふうに認識しています。

○伴委員 かなり時間をかけて、この資料2-3を眺めてきましたけれども、いずれにしても、最適化というのを、数学的な最適化を求めるといような狭いレベルではなくて、もっと幅広いプロセスの問題として捉えていると。で、やはりそう捉えるべきであろうということだと思います。ただ、そうはいつでも、実際の規制という中にこれを取り入れようとしたときに、防護方策をどこまで強化すべきか、あるいは、複数のオプションがある場合に、どれをとるのがよろしいかということを考えていかなければいけないということになります。

それで、じゃあ、そういったところから、どういう展開があり得るかということを経理局のほうでまとめてもらいましたので、資料2-4、公衆の被ばくを低減するための設計上の因子の例について、山田首席技術研究調査官から説明をお願いいたします。

○山田首席技術研究調査官 それでは、資料2-4の御説明をいたします。

こちらは最適化のプロセスの具体的なイメージを持っていただくために、炉内等廃棄物

の中深度処分、これも一つの例といたしまして、廃棄物埋設に係る公衆の被ばくを低減するための設計上の因子、そういったものについて御説明をさせていただきたいと思えます。

まず、その趣旨でございますけれども、確認になりますが、ICRPの定義に基づく防護の最適化というのは、被ばくする可能性、被ばくする人の数及びその人達の個人線量の大きさ、これらすべてを合理的に達成できる限り低く保つということでございます。そのために、事業者が離隔や閉じ込め、いろんなその廃棄物埋設上における設計上対策というのを行っていくわけですが、それに使う適切な技術の選定・運用による機能の向上、こういったことをどういうふうにされていくのか、そういったことを考えてみましたというものでございます。

まず、2でございますが、廃棄物埋設に係る公衆の被ばくを決定すると考えられる因子ということでございますが、安全確保のための主要な機能といたしましては、遮蔽、核種の閉じ込め、移行遅延、離隔、こういったものがございまして、これらを実現するためのバリア特性としましては、人工バリアについて低透水性、低拡散性、収着性、低溶出性、それから天然バリアにつきまして物理的離隔機能、深度等のものがございますが、それであるとか、化学的な遅延機能、こういったものがございまして、こういった特性を發揮する部材としましては、内側から、廃棄体自身もあるかもしれませんが、充填材、コンクリートピット、低拡散層、低透水層、処分空洞、空洞内充填材、こういったものが順次あるということでございます。

で、こういったものがどういうふうに性能を發揮してくるかということでございます。考えられるそのシナリオというのが、2-1の資料でもございましたが、こちらの5ページのところに書いてございます。5ページの図の1ところに公衆の被ばく経路というのがございまして、左下の埋設施設のほうから、左側は人間が誤ってボーリング掘削等を行った場合の影響のルートでございますが、そういったものがない場合、自然事象に係るシナリオというのが右側でございます。こちらはガスによって、施設内で発生するガスに伴って放射性物質が地表に至る。それから、地下水によって少しずつ放射性物質が地表の水系に至って、それを利用する人が被ばくをする、こういったシナリオが考え得ると、現実的には考え得るということでございます。

で、1ページに戻っていただきまして、こういった事象の影響というのを考えられる因子というのが四つ考えられます。

2ページの頭のほうの式でございます。これは極めて概念的な式でございますけれども、

D_i という被ばく線量、1年間での被ばく線量、こちらが四つの因子によって成り立っているということでございます。まず一つ目、 Q_i というのが放射能のインベントリー、どれだけ放射能が埋設してありますかということ自体が影響をしますということ。それから、 E_i というのが人工バリアの性能ということでございます。1年当たりの放出率というような単位にしておりますけれども、どのくらい施設に閉じ込めて、内容物を1万年かかって少しずつ出すのか、10万年かかって少しずつ出すのか、そういった性能だということでございます。それから、 G_i というのが天然バリアの離隔に係る性能の指標、単位なしになっておりますが、いわばその生物圏に至るまでの時間をかせいで、その間に減衰をさせて、人工バリアから出たときから1,000分の1まで減らせるだとか、10,000分の1まで減らす、こういった性能でございます。最後の B_i というのが、生活圏による、出てきた放射能を、被ばくの指標でありますシーベルトで換算するところということでございますが、この中に、例えば、その出てきた河川であるとか、そういったところでの希釈であるとか、それから生物圏での濃縮、そういったものも含まれているファクターになります。こういったそれぞれの因子、こういったものを低減していくということが考えられるというふうに思っております。

3.1のところ、例えば、自然事象のところでは、こういったところが低減できるのかということを書いてあります。まず、人工バリアの性能というところにつきましては、例えばバリア材の配合ですとか種類、こういったものを調整をする、また厚さを厚くする、こういったような措置が考えられます。また、天然バリア性能につきましては深度を大きくする、それによって移行距離が長くなる、また、それによって遅延することが変わる。そのほかに、深度、ないしはその敷地内の配置、そういったことを変えることによって核種の移行速度であるとか、流出先が小さな水系の河川に出るのか、また、海に直接出るのか、そういったところが変わるといったようなこともございます。

また、3.2のところ、人間侵入に関するところでございますけれども、こちらにつきましても、深度を大きくとる、それであるとか人工バリアの構造、こういったものによって人間侵入の発生の可能性について影響を与えるということも考えられますし、また、一旦人間侵入が起きた場合につきましても、埋設施設を全て一つの区画にするのではなくて、ある程度小さな単位に区画で区切るということによって、一部の損傷が全体の性能低下に結びつかない、そういったような影響緩和のような対策も考えることができるというふうに考えられます。

で、こちらをグラフで、これもまた概念的なものでございますが、どういうふうに影響があらわれるかということを示したものが6ページでございます。上のほう、図3は、自然事象に係るシナリオのほうでございますけれども、横軸、時間に対して被ばく線量が、もともと実線のようにありましたというときに、深度を増大するという、こういった対策をとった場合は移行の時間がかかりますので、その分、立ち上がりの時間が遅くなって、また、そのほか減衰等がありますので、全体の山が低くなっていくということがあります。それから、②のほうは、むしろ人工バリアの少しずつ出てしまうと、そういったところをさらに強化するといったことをすれば、全体の山が低くなると、こういったような効果が期待できるということになります。

また、図4のほうは、下の図のほうは、人間侵入に関するところでございますけれども、実線のところが基本設計的なものでの影響、例えばボーリングが掘られて、そこから出てくる地下水によって周囲の公衆が被ばくをするという問題があったとしますと、その人工バリア内を区画をすることによって、その影響が及ぶのがごく一部に限られるようにするというにしますと全体の山が小さくなる、こういったことがあろうかと思えます。

で、こういったことをどこまで要求するのかということももう一つ視点としてあるかと思えます。3.4のところに書いてございますけれども、こういった低減効果というのを際限なく増大・向上させることを要求するということが自体は合理的、実効的ではないというふうに考えられます。また、さまざまな制約条件が存在するという場合もございます。その例が、最後の7ページの図でございますけれども、こちらは、低透水層と呼んでおりますけれども、施設の中に水が入ってくるのを防ぐベントナイトという粘土ですね、これを周りにまくという、こういったものでございます。これの密度を増加させますと、その分、水が入ってこないような、遮水性の機能が強化されるということがございます。ただ、一方で、その密度をどんどん上げていきますと、膨潤圧といって、中の圧力が大きくなっていく、それが施設を壊さないような圧力の範囲でとどめておく必要があるといったような制約条件がございます。

その結果として、一番右側のように、厚さを増していくと、縦軸、線量か何かの指標が下がる、性能が向上するということがありますが、どこかでそれ以上厚さを厚くすることができないといったような制約条件があるということがあります。必ずしも、どのものについてもこういった相反するような制約条件があるというわけではありませぬので、これがいつでも使えるというわけではありませぬが、こういったこともあり得るということで

ございます。

で、こういったことを考えて、その事業者が、機能であるとか性能、それに対応するバリアの構成材料、設計とこういったものを選ぶということだろうというふうに思いますけれども、最後に4のところ、こういったプロセスを確認するための規制としてどういう要求をしていくのかということを考えてみたということでございます。

以上を踏まえますと、最適化に向けた取組の一つとして、線量低減のためのプロセスを確認するための規制要求を行うということが考えられます。具体的には、システム全体として必要となる性能を、まず網羅的に抽出することを求める。それから、それによって合理的な範囲で線量を低減する対応、設計というのが講じられているということの説明を要求するということが考えられます。

また、指標につきましては、一義的には、その線量拘束値に対する適合性を確認するといったようなことがございますけれども、この線量の評価ということにつきましては、これまで議論がございましたように、いろいろなその不確実性が伴うということでございます。したがって、その絶対値そのものを議論するということに傾注するのではなく、想定されるさまざまな事象を考慮しても、線量拘束値を十分下回ることを確認するという、それから、被ばく与える事象を抽出する目的で行う。これは、つまり事象の相対的な影響の比較というのを行って、影響の大きい事象のほうから対策を行う、こういった目的で行うことにとどめて、むしろ線量低減に関する対応（設計）、こういったものの説明を重視して確認すると、こういったことを考えることが実効的ではないかというふうに考えております。

以上でございます。

○伴委員 はい、ありがとうございました。

残りの時間で、ちょっとこれについて議論をしたいと思うんですけども、まず、新堀先生と田中先生、技術的な観点からいかがでしょうか、コメントいただけますでしょうか。

○田中ディビジョン長 これは一つの人工バリアについて最適化を図る事例として、こういったことが、多分事業者さんのほうで既にこういったことをやりながら、いろんな検討をされているのだと思いますので、こういったことが最適化の手法の一つということとは十分あってしかるべしというふうに考えます。多分、最適化というと、こういった技術的、技術的といいますか、人工バリアの性能だけじゃなくて、そのほかにも多分いろいろな要件が入った上での最適化ということになってくるんだろうと、最終的には、そういった

総合的な判断で最適化というのは起こってくるんだらうなというふうには認識いたします。

○新堀教授 私も、これについては、既に事業者さんたちが実際におやりになっていることだというふうに思っております。特に、ちょっと注意しなきゃいけないのは、その最適化をこれ以上は求めないという、そこら辺の部分をどういう形で明示できるのかということがわからないと、種々いろいろ検討はして、どんどんやるといい仕組みになってくるといふことと、コストというバランスの中で、どこまでやればいいのかということが実際に見えなくなってしまうということにはならないようにしなきゃいけないというふうに思うのと、あと、もう1点は、どうしてもその自然を相手につくっていくシステムですから、その最適化については、先ほどのイギリスの例にありましたように、反復的なプロセスというものをぜひとも取り入れながら、こういったことを繰り返し、その定期的なレビューとかそういったものは行われると思いますので、そういったことのやりとりの中でしていくという、そういった仕組みですね、そういったものが非常に重要なのかなというふうに思っております。

以上です。

○伴委員 ほかに御意見はございますでしょうか。はい、じゃあ岸本先生、お願いします。

○岸本教授 セーフティケースというのを、語源がもしかして、多分、裁判みたいなどころにケースというのがあるのかなと、個人的にちょっと思ったりしているんですが、要するに、これが最適であるということを第三者に説得するためのペーパーなりなんなりだとしたときに、やはりこれ以上やる、その対策をすることは、技術的には例えば可能だけど、ここでとめておくという判断を第三者に説得的にどう伝えるかというときに、一つは、やっぱりコストというものを使って、ここまでだったら費用効果的に対策ができる、これ以上やると費用対効果は急に物すごく悪くなりますとか、そういうデータがあると確かにこの辺が最適かもというふうな、第三者が認識はできると思うんですけども、一つは、そのコストというものを、ちゃんとオープンにできるかどうかというのが、それがフィージブルかということとか、幾つかちょっと気になることはありますが、もし、本当にこのセーフティケースとして説得的にするならば、一つは、コストというものをちゃんとできるという、オープンにすると、あるいは、コストをどういうふうにして、薬価算定みたいなき、薬の値段を決めるときみたいなのに近いかもしれないんですけども、どういうものをカウントするかとか、そういったことが必要かなというふうには思います。

○伴委員 では、順番で甲斐先生、いかがでしょうか。

○甲斐教授 3ページに、その規制要求の例が記載されているわけですが、恐らく過去のこういう規制の中で、プロセスを確認し、要求していくというのはあまりなかったんだろうと思いますので、そういった点では、こういう廃棄物のような不確かさを持った、なかなか一律に決めにくい問題については、社会的には一番理解しやすい要求ではないかなというふうには個人的には思います。

一つポイントは、この後半にある、こういった最適化をやるにしても、どこかの拘束値、大体全体のシステムとして、どの程度のことをカバーしているのか、線量拘束値をカバーしているのかといった、そういった判断のときに、今日の先ほどの議論もありましたように、線量/確率分解アプローチといった方法をとるのであれば、複数の線量拘束値ということを考えるのかどうか、それとも、一律なもので全て適用は可能なのかどうか、そういったところは一つ議論のポイントにはなるのであろうとは思いますが、今日の議論としては、いずれにしても、その線源のプロセス最適化というものがこういうプロセスとして透明化して、やはりオプションを出し、最終的には、社会なりが判断するということにはなるわけですが、そういった方法という意味では、従来の考え方にかわるものとしては画期的ではないかというふうには個人的には思いました。

○伴委員 今の御意見の中で、どこまでやるかということ考えたときに、どうしてもコストという概念を持ち出す必要があるのではないかということでしたけれども、ただ、それは、これ以上お金をかけられませんという話ではなくて、費用対効果という言葉もありましたが、あるところで、極めて効率が悪くなるというような限界点のようなものを見定めるという意味でのコストでもありますし、あるいは別の視点として、先ほど来、登場してきたBAT、どれだけよい技術をそこに投入しているかというような視点もあるのではないかと思います。そういうことを考えたときに、この今の4ポツで提案されているような、あくまで一般論でありますけれども、これがそのフィージブルであるかどうか、その点について、それぞれ御意見を伺えますでしょうか。

じゃあ、今度は逆に甲斐先生のほうから。

○甲斐教授 実現可能性という意味ではなかなか、こういった問題に直接かかわっていないので、なかなか判断が難しいですけれども、やはり先ほどのイギリスの例、諸外国の例を見るように、個々にどういったもの考えるべきだという、そういったものを整理していくところがポイントになるのではないかと、実現可能性という意味では、ではないかなというふうには思います。コストも含めてですね。どこまで考慮すべきかという因子をきち

んと規制の中で出せるかどうか、そこが実現可能性のポイントではないかと。

○伴委員 岸本先生はいかがでしょう。

○岸本教授 ちょっと実現可能性について、私も判断できないので、むしろ理想論的な話をちょっとさせていただくと、やっぱり、そのセーフティケースの中で、第三者として見たいなというのは、先ほど、最適化の定義として確率と線量と人数をできる限り減らすという、その三つが例えば指標としてあって、それを達成するための対策として、その2ページ目の4パラメータあるという話があったと思うんですが、放射能インベントリというのもGIVENとしては三つになりますが、それを変えることによって、その指標である確率と線量と人数がどう変わるかということをつづぐりのオプションで、コストも含めて示されていて、その中で、例えばその真ん中の案が最適であるということが書かれているようなセーフティケースというのがあれば非常にいいなというふうに個人的には思います。

○伴委員 では、新堀先生、お願いします。

○新堀教授 基本的には実行できるのではないかと考えていますが、やはりその期間が長くかかる事業でもありますので、その最新知見をどう取り込んでいくのかというような問題もあります。みすみす古い技術を使って、それで一度オーケーが出たから、それを使っていますという話ではなくて、それをしっかり見直していくというようなことが必要になると思います。そういった意味でのセーフティケースの繰り返しの提出と、繰り返しのレビュー、そういったものが可能な仕組みというものが必要になるかなと。つまり最適化に関わる反復的なプロセスを許す仕組みというものをつくっていくというようなことが、結果的には、トータルで見たときには、この処分場の最適化につながっていくのではないかとというふうに思っています。そういうことを一つ考えた上で、この4番というものが現実的になっていくんじゃないかなと、実現できるのではないかなとっております。

○伴委員 はい、田中先生、お願いします。

○田中ディビジョン長 セーフティケースの中でコストとか線量、そういったものが重要な検討材料になってくると思うんですけども、場合によっては、社会的受容性ということ意識した場合、たとえコストがかかっても、思いっきり線量を下げたほうが受け入れられる、そういった場合もあるんだろうなと。ですから、一概に廃棄物の埋設の仕方等によっても変わってくるかと思うんですけども、そういったところも全部含めたセーフティケースということを事業者側が提案して、それを、その妥当性を規制側が見ていくと、そういった反復プロセスが実現のためには重要になってくるのかなとそういうふうに理解

いたしました。

○伴委員 多分そこで、そのゴールを数値等で明確に示すということは、判断という点からは楽なんでしょうけれども、恐らく結果が、特にこういう自然を相手にするものですから、必ずしも妥当なものにならない可能性がある、将来の発展を考えていったとき。その辺を新堀先生が御指摘くださったということだと思えますけれども、だから、あえてゴールを明示しないといえますか、はっきりした線ではなくて、もうオープンにしておいて、プロセスを保証することによって社会としてよりよいところに持っていこうという、理想論かもしれませんけれども、そういうことを目指そうということになるのではないかと思います。

事務局側から何かございますでしょうか。はい、お願いします。

○大村緊急事態対策監 規制庁の大村です。

今、コストのいろいろ議論がありまして、これはなかなか難しい問題だなと思って議論を聞いておりました。諸外国で幾つかの例があって、その中でコストというものをまともに捉えて考えようという国もあれば、多くの国は、そのコストを、要するに費用というんでしょうか、そういうものも事業者のほうは当然考えるんだろうけれども、規制としてコストを高いとか低いとか、何とかということをやっている国が多いなという感じではもちろんないという感じはします。

したがって、そのコストの話を我々がどう扱うかという問題はありますけれども、ただ、コストは費用だけではない、いろいろほかの要素も、多々あると思います。規制は現実の作業ですので、これは実際に、明確にそのように判断できるようなものでなければならぬという側面もありますので、そこはできるだけ現実的に我々としても審査ができて、判断ができるという範囲内で、そのコストなり、費用というのは実際問題、私は難しいんじゃないかと思うんですけれども、コストをどうしていくのかというのは考えなくちゃいけないというふうには思っています。これは、審査というか、規制の現場からの感覚はそういうことかなと思っています。

○伴委員 田中知委員、何かございますか。

○田中知委員 この最適化、あるいはBATをどういうふうに考えていくのか、難しいところがあるんですけれども、やっぱり基本的なこういうような考え方が世界的なものである指標とすることによって、本当の意味で合理的なことになっていくのだということを社会が理解し、もちろん事業者も十分理解し、それから規制当局にも、その理解、まず理解す

ることが大事だと思うんですね。そういうふうな中で、本当に総合的に、こういうような方法でいだろうということを本当に判断でき、あるいは、そういうことでいだろうと説明できるというふうな両者の能力が、これが伴っていかないとうまくいかないので、そこは大事な点だと思います。

そういうことを考えながら、具体的にどういうふうな要求をしていけばいいのかについて、やっぱり、絵に描いたもちになってもいけないし、あまりそういうのに走ってもいけないので、本当に現実的にそれが見えてきて、判断できるような仕組みをやっぱりどうつくっていけばいいのかが大事なところかと思うんです。その一つとして、先ほど新堀先生がおっしゃったような反復を許すとかということもありますし、もちろん、いろんな基準というのはないにしても、線量拘束値を十分下回るということはもちろん当たり前の話ですから、そういうような大きな中で、本当にどういうふうに判断できていくのかというところが大きなポイントになっていくのかなと思います。

○伴委員 はい、ありがとうございます。何か補足のコメント等はございますでしょうか。

そういうことでしたら、一応この今の2-4の資料の、4ポツに書かれたその規制要求、まだこれは非常に粗削りの一般論ですので、より具体的に、どういうふうに掘り下げることができるのかということを次回、こちらのほうで考えて提示したいと思います。よろしいですね、かなり事務局側としては大変な作業になるとは思うんですけれども、その案を提示して、それでまた御議論いただければと思っております。

今日の議題はこれで全てですけれども、何か事務局から連絡事項等はございますでしょうか。

○澁谷企画調整官 特にございません。

○伴委員 はい、では、これで第2回廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム会合を終了いたします。本日は、どうもありがとうございました。