

高レベル放射性廃棄物の処分に関するフォローアップ検討委員会
暫定保管に関する技術的検討分科会（第7回）

議事要旨

平成26年5月29日（木） 10:30～12:30

日本学術会議 6階 6-A（1）会議室

出席者：山地委員長、柴田幹事、河田幹事、今田委員、三枝委員、千木良委員、船橋委員長
長谷川委員（オブザーバー：社会分科会委員）

事務局：盛田参事官、寿楽学術調査員、佐藤専門職

資料： 資料1 第5回（社会分科会（第3回）との合同会議）議事要旨案
(メインテーブルのみ配布)

資料2-1 暫定保管に関する技術的検討分科会報告書改訂案（委員長原案）

資料2-2 暫定保管に関する技術的検討分科会報告書改訂案（三枝委員修正案）

資料3 暫定保管に関する技術的検討分科会報告書第2章案

資料4 暫定保管に関する技術的検討分科会報告書第3章案

資料5 暫定保管に関する技術的検討分科会報告骨子案

【山地社会分科会委員長挨拶】

- 定刻前だが委員がおそろいなので、始めたい。今日はこの後12時20分まで技術分科会、12時40分から社会分科会という日程である。議事要旨案の確認は前々回のものであるので後回しとして、本題の報告案の審議に入りたい。

(1) 技術的分科会からの報告書（案）についての審議

お手元の資料2-1から資料5までが報告書の原稿案である。まず資料2-1である。全体の骨子を示したもので、自身が作成した。前回から微修正した部分は青字で示されている。「報告」というカテゴリの文書として、「高レベル放射性廃棄物の暫定保管に関する技術的検討」という題名としたい。文章の分量や体裁はご覧の通りである。なお、用語集や参考資料集については事務局にも協力をお願いしたい。

本文構成案と現状の原稿準備の状況もご覧の通りである。なお、4章のタイトルは執筆者の千木良委員のご提案を採用して修正した。

参考資料には、分科会審議経過をまず付け、その後に各章の関連資料を付すこととしたい。

以上のような案を考えているが、いかがか。

- 2章の3節に「地層処分施設における回収可能性を確保する技術」とあるが、暫定保管施設について検討をしているにもかかわらず、地層処分施設について検討するというのは論理的に違和感がある。
- 前回この点については議論を行い、原子力委員会の「見解」の内容等にも鑑み、地層処分施設に回収可能性を確保することも検討の埒内に入れるということで合意したと理解しているが、いかがか。
- 暫定保管施設の回収可能性を議論していたはずで、地層処分施設の回収可能性を検討するものではなかったはずだ。
- 暫定保管施設は暫定なのだから、回収可能なのは当然だ。それに加えて、地層処分施設に回収可能性を確保することも暫定保管のコンセプトに含めたと理解しているのだが。
- 社会分科会の立場から言うと、暫定保管の意味内容を考えることは重要だ。それがあいまいであったり、多義的な解釈を許すことは社会的なコンフリクトを生みかねない。原子力委員会が地層処分という大きな方針の中で、かつ、その途上で回収可能性を位置づけるというのはそれはそれでわかるが、学術会議として、それを暫定保管の概念に含めるかは大問題だ。それを許せば社会的合意形成は吹き飛んでしまう。暫定保管は回収可能性を持つのは当然だというのはわかる。だから、暫定保管の回収可能性を技術的に検討するのは理解できる。しかし、原子力委員会が位置づけるような意味での回収可能性を検討に含めるのであれば、それは大変困る。
- 回収可能性についての技術的知見は社会分科会も必要なはずだ。それを検討するに過ぎない。
- そういう趣旨なら理解できる。

：では、続いて「1 はじめに」をご確認にいただきたい。「使用済み核燃料」を「使用済燃料」とする修正が三枝委員から提案されているが、いかがか。

- 法令における表記に合わせたという趣旨であるので、一般読者を想定して表記を変えることには異論はない。(三枝委員)

：では、「使用済燃料」としたい。その他、この部分の文章をご確認いただきたいが、先ほど指摘のあった地層処分との関係や回収可能性の位置づけ等の論点について触れる必要があるかもしれない。ただ、この部分を長くするのは適切ではないとも思われるので、第2章において、半ページ程度で原子力委員会見解の内容の確認や、それとの関係の整理を行いたいと考えるが、いかがか。

- 参考資料はどのぐらいの分量を想定しているのか。あまり詳細なものいかがかと思うが。

- 本文を理解するのに必要な程度に留めたい。百科事典のような詳細なものは想定していない。

：それでは、2012年12月の原子力委員会見解について触れ、それを受けて、本報告書では回収可能性を含む地層処分についても検討をする旨を第2章冒頭に書き込むこととした。続いて、第2章第1節について三枝委員からご説明いただきたい。

：

- 暫定保管技術の現状を確認するにあたり、歴史的な経緯を確認すべきと考え、概観する表を表2.1として付している。以下、IAEAの分類に従い、湿式と乾式に分けて記述している。湿式は原子力発電の初期から確立し、広く用いられているプール貯蔵の技術である。原子炉付属プールと独立プールがある。福島第一原発の共用プールは後者に含まれる。
- 乾式貯蔵技術についてである。金属キャスク貯蔵技術はもともと放射性物質の輸送容器として開発されたものである。典型的なものの図を末尾に付している。必要に応じて増設できるモジュール性が特徴である。日本では現在までに福島第一原発と東海第二原発の2箇所で、発電所敷地内での金属キャスク貯蔵が行われている。敷地外では、青森県むつ市に施設が建設中である。
- 海外では、米国、ドイツ、スペインなどで金属キャスク貯蔵が行われている。米国では発電所敷地面積が大きいため、建屋無しで屋外貯蔵が行われている。ドイツでは各発電所敷地内でのキャスク貯蔵が広く行われている。
- コンクリートキャスク貯蔵技術は金属ではなくコンクリート製の貯蔵容器が遮蔽性能を持つ。米国で主流だ。
- ボールト貯蔵技術はハンガリーで行われている。スペインでも計画がある。
- 経済性については、貯蔵容量が小規模な場合にはプール貯蔵の方が高コストだと試算が得られている。また、山地委員長からご指摘のあった貯蔵期間による違いについては、これから加筆したいが、一般にはプールの方が、維持費（運転費）がかかり続けるので、長期化とともに不利になり、乾式貯蔵が有利になると思われる。

：続いて、第2章第2節、第3節について河田幹事からご説明いただきたい。

：

- まず、冒頭で、再処理を行う場合にはガラス固化体に加えて再処理工程やMOX燃料加工工程で発生する2次廃棄物も処分の必要があり、暫定保管を行う場合にも同様にそれらの保管も必要であることをリマインドしている。
- ガラス固化体の保管施設について、既存の保管施設は数十年の保管を想定しており、適

切なメンテナンスで使用期間の延長は可能であろうが、保管期間が 50 年を大きく超えるような場合には施設建て替えなどの対応が必要と思われる。

- なお、フランスでは 300 年程度の貯蔵を意図した長期貯蔵施設の検討が 1991 年の法律に基づいて行われたが、2006 年の法律で地層処分推進の方針が確定し、検討が打ち切られたことも付記している。
- 長期貯蔵の方式としては、ピット方式とキャスク方式があるが、100 年程度の長期貯蔵を決定して実施しているオランダはピット方式を採用している。なお、オランダについては、EU での国際処分場構想（小規模原子力利用国間の共同処分場）の検討が初歩的段階ながら進んでいるので、そうした状況を見据えての対応だと思われる。
- 経済性比較についての既往文献は見当たらないが、日本原燃のガラス固化体保管施設とむつ市の使用済核燃料中間貯蔵施設の建設費を比較すると、キャスク方式の方が安価だと推認される。ただし、この差はピット方式は受け入れ施設を建設してキャスクを開封して使用済燃料を取り出すことが必要であることに依る部分が大いなので、ガラス固化施設に保管施設を併設し、開封工程が不要であるなら、ピット方式が有利になると思われる。
- 低レベル廃棄物についても簡単に紹介している。
- 地層処分施設からの回収可能性を確保する技術については、基本的な考え方、技術的な手段、コスト、リスク等について田辺参考人の協力を得て第 3 節で記述している。

：いくつか確認したい。三枝委員の担当部分で、福島第一と東海第二のキャスクが貯蔵専用だというのは初耳だった。輸送兼用ではないのか。

：貯蔵専用だ。なお、むつ市の施設では、20 基までは貯蔵専用で、それ以降は貯蔵・輸送兼用だと聞いている。

：プールでの長期保管はまずないだろうという考え方を持っていたので、湿式と乾式のコスト比較をお願いした。ここで、乾式の方は金属キャスク技術で比較しておられるが、金属キャスクに限らず、「乾式」と一般化して比較を行うことはできないか。また、定量的な数字は引用されている文献の中に示されているか。

：メンテナンスフリーという観点が乾式のコストでの優位性に重要なので、「乾式」と一般化することはできる。数字は引用文献に示されている。

：河田幹事にはオランダの長期貯蔵の意思決定に至る経緯をまとめた図を提示いただいたと記憶している。報告書にも盛り込んで欲しい。また、使用済燃料はピット貯蔵と言うことが多く、ボルト方式とは言わないことが多いと思うが、いかがか。技術的な内容とし

では、両者は基本的に共通であることを追記していただけないか。

：いずれも承知した。

：私からは以上だ。ご議論をいただきたい。

- 貯蔵期間が 100 年を超える場合には、米国やカナダでキャスクや施設のリプレースがあるというが、これは中間貯蔵とも地層処分とも違う考え方がすでにあるということか。
- あくまでも、貯蔵が延長した場合の対応、という意味だ。
- オランダについて、オランダでは 100 年間の貯蔵の後は地層処分という方針が決まっているのか。
- もっともありうるオプションは地層処分だ、という評価だ。
- 先日の NHK 報道でもあったが、ヨーロッパでは国際処分が検討されており、オランダはそれに関心を示している。
- その趣旨で、「EU では」以下の記述がある。
- 評価の視点にコストはあるが、安全性がない。安全性は同等な中で比較しているのか、安全性には有利不利がある中でコストの比較をするのかで意味合いが全然違う。
- 安全性の評価は次章で行っている。
- 今の点は第 4 章ともかかわる。第 4 章では、暫定保管施設から放射性核種が出て来るというシナリオはないということで評価を行っている。例えば、湿式のプール貯蔵がありうるのなら、冷却に失敗して放射性核種が出てきてしまった場合を考えなければならず、そうすれば地下水挙動を考えねばならない。その点を明確にして欲しい。
- 技術的には、必要とされる安全性を達成しているという意味で同等だと見なすことになる。長期になって不確実性があるということで、その場合にはリプレース等で対応すれば、工学的にはまた同等の水準が達成されるということになる。ただ、プール貯蔵を長期間継続するのは現実的ではないという議論はあり得る。
- 湿式貯蔵と乾式貯蔵の安全性の比較が行われていない。次章で安全性の検討をしていると委員長は言われるが、次章を見ても両者の安全性比較は見当たらない。この章で安全性の比較がないのは不適當だ。

：まずは本章の趣旨の範囲内でご議論をお願いしたいが、そういうことであれば、次章に議論を進めたい。

：

- では、第 3 章第 1 節について説明する。使用済燃料の貯蔵施設は、閉じ込め、遮へい、臨界防止、除熱の 4 つの安全機能を一般的に有する。貯蔵施設は長期にわたって使用することが想定されるので、経年変化に対する考慮が必要だ。最初からある特定の期間を

担保するというよりも、定期的に経年変化を評価して、安全性を維持するというのが基本的な考え方だ。安全機能については、適切なモニタリングが必要となる。

- その他の安全対策として、いわゆる新規規制基準の要求事項がある。自然現象、外部人為事象、火災・爆発、電源喪失への対処である。これらの要求は IAEA の安全要件や安全指針、あるいはドイツの規制基準とも一致している。
- なお、安全性確保の実績例として、福島第一原子力発電所内の乾式貯蔵施設が地震と津波に被災したが、安全機能が損なわれなかったことを紹介している。

：

- 続いて第 2 節について説明する。ガラス固化体の保管施設においても、安全機能とその確保方策は基本的に使用済燃料貯蔵施設と同一だが、有意量の核燃料物質を含まないので、臨界防止機能は不要となる。除熱については、自然空冷方式で対応でき、受動的安全が確保できる。
- 暫定保管期間の長期化を念頭に置く場合、適切な監視と設備維持活動によって技術的には可能ではあるが、技術基準や規制制度の整備が必要となる。オランダの HABOG 施設の場合、100 年程度の長期貯蔵を想定しているが、許認可上は明確な期限は設けておらず、10 年ごとに適合性審査を行い、許認可を更新する方式とすることで、柔軟性を確保している。

：では、ご議論をお願いしたい。

- 先ほど申し上げたように、暫定保管施設を現実に立地する場合に住民の方々が懸念するのは安全性、危険性の問題だ。それに応えなければ話は前進しない。社会分科会の視点からすると、暫定保管施設での暫定保管期間が短すぎると意義がない。例えば 10 年では短期間過ぎる。したがって一定程度長い時間が必要となるが、その際には安全性を初めから明確に担保することが必要だ。50 年なら万全だ、とか、100 年でも大丈夫だ、とか、200 年だと怪しいとか、具体的に安全性を確保できる期間を提示して欲しい。
- この章は現状の保管施設を念頭に、技術的な事実関係を過不足なく、かつ長すぎない分量でまとめたものだ。むしろどのような施設を評価して欲しいのか、具体的に示して欲しい。
- 経年変化について、評価を行うというが、本当に完全に評価をできるのか。定期的に、新しい容器に収納し直すといった手法なら、新品になるのだから健全性の評価に納得できるが、経年変化したものが大丈夫だという評価など、本当にできるのか。
- 想定した期間に起こりうる経年変化についてはすでに評価済みだが、想定しないこともありうるからモニタリングを行い、安全確保に万全を期すというロジックだ。
- 温度や線量は計測できるが、閉じ込め機能をそれらと同様に評価できるのか。また、閉

じ込め不良が判明した場合にはどうするのか。

- ドイツで開発された技術で、二重蓋それぞれの圧力差を測ることで、閉じ込め機能の確保を確認できるというものがある。閉じ込め不良があった場合の対処方法も考案されている。
- 福島第一原発で金属キャスクは堅牢性を示したとの記載があるが、どのぐらいの負荷がかかったのかを示した方が説得的だ。推定震度や海岸線からの距離などを簡単でもよいので示して欲しい。また、アメリカの場合にはキャスクや貯蔵施設を 100 年を超える場合はリプレースするという先ほどの話、これは興味深いですが、リプレースの際にリスクが高まるのではないかと。リプレースする際に固有の安全問題への言及も必要ではないかと。
- 福島第一原発の場合には海岸線には非常に近く、建屋の天井まで埋没した状況だ。リプレースの話は、日本ではまだそこまで長期の貯蔵を想定していないので、文書化された基準や評価はない。例えば、発電所のような施設に一度戻して、もう一度容器に封入するとか、そういうやり方はあるだろう。現地で再封入する場合には貯蔵施設にそのための施設をつくる必要がある。
- 公式の政策としては未定なのはその通りなのだろうが、我々の提言において、いくつかのシナリオを想定して、安全性、リスクの問題を評価しておくのは重要ではないかと。
- それは大切な論点なので、第 5 章で対応しようと思う。
- オランダの長期貯蔵施設について、10 年ごとに適合性のレビューを行うとあり（ちなみに、ここは適合性よりも安全性の方が適切であろう）、また、その次の段落に施設の使用継続が技術的に不適切と判断される場合には施設そのものを立て替えるとある。こうした対処は大変重要だと思う。そして、こうした戦略を採る場合には最低 2 つの施設が必要だ。地域毎とか都道府県毎というアイデアもあるので、最大では 46 の 2 倍というぐらいの施設が必要になろう。そのあたりの評価はどうか。
- この章の目的は現状の技術や制度の確認だ。それを行った上で、我々の提言が出て来ることになるのだろう。ただ、現状ではそうした詳細な評価を行うには材料が足りない。そこは、課題として示すべき事だ。この章でお二人の委員にお願いしたのは現状の確認である。それを上回る要求をするのは遠慮していただきたい。
- 米国ではユッカマウンテン計画の中止により、結果的に 100 年を超えるような貯蔵が必要になるとの認識から、概念的な検討を行う中で、その場合には施設のリプレースもありうるだろう、という議論が出ているという状況だ。100 年間は保管できる、という確定的な判断がなされたわけではない点に留意されたい。
- 先ほどの閉じ込めの話で、容器の健全性は確かにすぐ評価できるし、対応もできるだろう。しかし、建屋に不都合が出れば、運び出すしかない。ある特定の建物で 300 年万全といった確証は持てない。やはり複数の施設が必要であろう。
- この安全確保技術の現状の記述は、地上もしくは地上に近い施設を想定している。しかし、地下の施設はどうであろうか。地層処分前の地下施設での定置を暫定保管と見なす

とすると、安全確保の考え方もだいぶ異なるのだと思うが、それは第5章で扱うのか。

- この章は現状の確認だ。そういう論点は課題として第5章に含まれるべきものとする。
- 技術の現状を確認するという趣旨は理解したが、湿式と乾式の安全性の比較は現状ではできないということなのか。
- 暫定保管として想定する期間を考えれば、すぐに50年以上が見通されるので、安全性の詳細な比較をするまでもなく、コストの面ですでに湿式は選ばれず、乾式を選ばざるを得ない、したがって以降の検討は乾式に絞られるというのが狙いなので、その点がクリアになるように記述を工夫して欲しい。
- お金をかければ技術的には湿式でも長期貯蔵はできる、安全性も遜色ないという結論になってしまう。だから、コストの観点で不適切というのはロジックとして正解だと思う。

：続いて第4章を千木良委員から紹介いただく。

：

- 最初のページが目次で、次ページ以降もまだアウトラインの段階だが、これに肉付けすれば文章になるというつもりで作成している。まず、暫定保管の前提として、保管期間中において容器からの核種の漏出はないこと、また、深層地下保管の場合には地層処分に移行する可能性があることを想定している。
- その上で、暫定保管のタイプ別で地質・地震事象に対する考え方を述べている。他の原子力施設の場合を確認した上で、地上保管、浅層地下保管、深層地下保管に分けて記述している。
- 暫定保管の期間とリスクに対する考え方としては、期間が長くなるほどリスクは増加し、保管であるがゆえの脆弱性があるので、保管期間は可能な限り短くする必要があるというものである。
- 以下、箇条書きのアウトラインという形で論旨を述べている。

：では、ご議論をお願いしたい。

- 日本地質学会によって、10万年オーダーで地質事象の影響を避ける地域は存在することが示されているというが、その確度はどうなのか。もし本当にそういう地域が存在するという言明が正しいとなれば、前期の学術委員会の回答は誤りだったということになる。10万年にもわたって確たることが本当に言えるのか。
- 先ほど説明の中で申し上げたように、それが言えるかどうかは場所に依存する。日本全国についてそうは言えないが、かなりの確度で言える地域もある、そういう地域は存在するということである。

: 時間が限られているので、暫定保管に関係することに限ってご議論いただきたい。なお、今の論点については、科学的知見に限界があるということを前期の回答は指摘しているにすぎないので、この地質学会の見解によって誤りだったとかそういう影響を受けるものではないと理解する。では、次に第5章を検討したい。

:

- まず、わが国の高レベル放射性廃棄物の現状を概観しているが、使用済燃料の保管期間の長期化がガラス固化体の本数の削減に寄与する可能性がある点、また、ガラス固化体処分でも直接処分でも、長期保管による発熱量の低減が処分場の容積の減少に寄与する可能性がある点に注意を喚起している。
- 次に、高レベル放射性廃棄物の有害性について概観しており、ここで核種変換技術の寄与の可能性や限界も検討している。
- 続いて、合意形成に必要なモラトリアム期間と暫定保管期間の関係の整理をしている。両者はイコールではないだろう。本分科会では技術的に安全が確保できる保管期間を検討するが、合意形成に要する期間の検討は社会分科会に期待する。当然、技術的に可能な期間内でモラトリアム期間は設定されることになる。
- 先ほどの報告にもあったように、使用済燃料の保管でも、ガラス固化体の保管でも乾式貯蔵技術が念頭に置かれる。乾式貯蔵の技術的方式間の違いは大きくない。
- ただし、地層処分施設で回収可能性を確保する技術については、処分場閉鎖までを中心に考えるのが適切。
- これらを踏まえて、暫定保管シナリオを構成する要素を検討している。保管対象、保管期間、施設の容量、保管場所、施設の数と立地点が主要な変数として挙げられる。
- なお、保管場所について、地下を浅層と深層に分けるのはやめて、地下として括りたい。地上、地下、回収可能な地層処分の三通りとしたい。
- これらの組み合わせのうち、合理性が低いと思われるものを除いたシナリオを絞り込むそして、それらのシナリオに対する課題あるいは評価項目の整理を行う。

: 時間を超過したので、ここで閉会として、フィードバックについては個別にお知らせいただきたい。

以上