

第3回青森県原子力政策懇話会専門家会合 議事録

開催日時 令和2年3月24日（火） 13:30～16:15

開催場所 31ビレッジ八重洲 C会議室

主な出席者

専門家委員 7名出席（全専門家委員12名）

稲垣委員、奥村委員、柿沼委員、木村委員、佐藤委員、高橋（信）委員、
三浦委員

事業者 リサイクル燃料貯蔵㈱ 青木取締役、三枝部長、竹内担当、一杉部長
県 笹山危機管理局参事

【司会】

本日は委員の皆様及びリサイクル燃料貯蔵株式会社の皆様にはご多用のところをご出席いただき、誠にありがとうございます。

青森県危機管理局防災危機管理課の奥野と申します。よろしくお願いいたします。

始める前に配布資料を確認させていただきます。まず次第、出席者名簿、席図、委員名簿、懇話会設置要綱、そしてリサイクル燃料貯蔵株式会社の資料1、リサイクル燃料備蓄センターの設計基準への対応について、となります。

以上、資料に不足などありませんでしょうか。

本日は、新型コロナウイルスの感染予防のため、適宜、会場の換気を行いながら進行いたします。またマイクは適宜除菌シートで拭かせていただきます。皆様には会議中のマスク着用や咳エチケットへのご協力をお願いいたします。

ただ今から第3回青森県原子力政策懇話会 専門家会合を開催いたします。開会にあたり、青森県危機管理局、笹山参事よりご挨拶を申し上げます。

【県危機管理局参事】

一言、ご挨拶を申し上げます。

本日は専門家委員の皆様及びリサイクル燃料貯蔵株式会社の皆様には、大変ご多忙のところ、さらには新型コロナウイルス感染症が全国的に拡大し、いろいろと制約のある中、ご出席をいただき誠にありがとうございます。

青森県におきましても、庁内に危機対策本部を設置いたしまして、全庁挙げて万全の体制をとり対応しているところであり、本日は、先ほど司会が申し上げましたとおり、当対策本部の感染防止対策に沿って会議を開催しますので、ご参加の皆様におかれましては大変ご不便をおかけしますが感染予防のためにご理解とご協力をお願いいたします。

また青森県議会の2月定例会が本日閉会となりましたけれども、その質疑において本専門

家会合も取り上げられまして、県から役割ですとか、結果概要などをお答えしたところでございます。

さて、本日は新規規制基準適合への対応方針が概ねまとまったリサイクル燃料備蓄センターを対象に、おおよそ全般にわたりまして意見交換等を行うこととしております。専門家委員の皆様には、青森県民の安全・安心の確保に向け、各分野におけるご専門のお立場からご質問や忌憚のないご意見等をいただきますようお願い申し上げ、ご挨拶といたします。

本日もよろしくお願いいたします。

【司会】

次に本日の出席者をご紹介します。専門家委員7名のご出席となっております。

九州大学大学院工学研究院准教授 稲垣委員。

広島大学大学院文学研究科教授 奥村委員。

特定非営利活動法人パブリック・アウトリーチ代表理事 木村委員。

北海道大学名誉教授 佐藤委員。

東北大学大学院工学研究科教授 高橋委員。

日本原子力研究開発機構バックエンド統括本部長代理 三浦委員。

なお放射線医学総合研究所副所長 柿沼委員におかれましては遅れて出席する旨のご連絡を頂戴しております。

続いてリサイクル燃料貯蔵株式会社です。主な出席者をご紹介します。

青木 取締役技術安全部長兼貯蔵保全部長。

三枝 品質保証部長兼安全審査担当。

竹内 土木建築担当。

一杉 地域交流部長。

最後に青森県危機管理局 笹山参事です。

では早速案件に入りますが、進行は笹山参事が務めさせていただきます。

【県危機管理局参事】

では、これから進行を務めさせていただきますのでご協力をお願いいたします。

回答につきましては、毎度お願いをしておりますけれども、本日ご出席のリサイクル燃料貯蔵株式会社からのものに限りしますので、ご質問等、ご発言にあたりましてはご理解をいただきますようお願いいたします。

本日の進め方でございますけれども、リサイクル燃料貯蔵株式会社から前半と後半に分けてご説明をしていただきます。前半のご説明の後に意見交換を行い、休憩を挟みまして後半の説明、そして意見交換ということで進めさせていただきますので、よろしくお願いいたします。

それではリサイクル燃料貯蔵株式会社から、リサイクル燃料備蓄センターの設計基準への対応等について、まずは前半部分のご説明をお願いいたします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

皆様、改めまして、こんにちは。リサイクル燃料備蓄の一杉でございます。ご説明に先立ちまして、一言、ご挨拶だけ申し上げさせていただきます。

専門家委員の皆様におかれましては、原子力政策懇話会の場でこれまでもご専門の見地から様々なアドバイスを賜わりまして、感謝申し上げます。また県ご当局の皆様におかれましては、本日、このような説明の場を設けていただきまして、誠にありがとうございます。

弊社の事業変更許可に関わる新規制基準適合性審査、この状況でございますが、平成26年1月から審査の開始となりましたけれども、その後、地震等の関係については今年の2月14日、今年の2月14日の審査会合において、今後審議すべき論点がないということが確認されました。

またもう1つの項目でございます施設関係、これにつきましても今年の2月17日、2月17日の審査会合においてまとめ資料の審査が行われまして、概ね了承が得られたところでございます。

これらを受けて、現在補正申請に向けて取り組んでいるという状況でございます。我々の状況はそういったところでございます。

それでは設計基準への対応について、資料に基づいてご説明を申し上げますのでよろしくお願いいたします。

リサイクル燃料貯蔵の青木です。よろしくお願いいたします。

今日、全般をご説明しますので、少し駆け足になるかと思っておりますけれどもよろしくお願いいたします。

目次でございますが、前半はセンターの概要、審査の経緯、それから当社の基本的安全機能に係るところということで、4-1、4-2、4-3、4-4、ここまでで一旦区切らせていただければと思っています。第2部の方で火災以下をご説明したいと思っています。よろしくお願いいたします。

最初に3ページ目ですが、お手元と前に映しているものは同じものですので、ご覧になりやすい方でみていただければと思います。

最初にリサイクル燃料備蓄センターの概要、建設地点ということで図示しております。円形で覆っていますけれども、約30キロの距離に電源開発株式会社、大間原子力発電所、あるいは東北・東電の東通原子力発電所があります。当センターは親会社の東京電力ホールディングスと日本原子力発電で発生した使用済燃料を海上輸送により受け入れることとしております。当センターは親会社の所有物である使用済燃料、それをお預かりして、再び親会社にお返しをするまで、最大で50年貯蔵するというのを生業にしているところでございます。

4ページ目は周辺の状況を図示しております。津軽海峡が北側にございまして、約500メートル離れた場所にあります。敷地そのものは500メートル×500メートル、約26ヘクタールの敷地となっております。海上輸送で運ばれる使用済燃料は、この写真の上の方に港がございますけれども、日本原子力研究開発機構の所有する関根浜港で受けます。その後、蛇のような形でありますけれども、長さ約1.6キロの専用道路で標高16メートル

の敷地に搬入されるというところです。

ちょっと逸れますけれども、この関根浜港というのはかつて原船むつの母港として使用されておりましたが、現在、改造をして海上調査船となったみらいの母港となっております。

5ページ目ですが、当施設の概要として、建物の外観になります。金属キャスクの最大貯蔵能力288基を貯蔵する貯蔵区域、こちら右側の貯蔵区域と、左側の金属キャスクを一旦受け入れて検査とか計測器の設置をするための受入れ区域とで、2つで大きく構成されています。

幅が約62メートル、奥行き約131メートル、高さが最大で約28メートルということで、照射前ウランの重量で約3千トンの使用済燃料を貯蔵できる設計としております。本建屋そのものは、右側に写真がございますけれども、既に平成25年8月29日に完成しています。元々、平成22年8月に設置工事を開始しましたが、平成23年3・11の東日本大震災で一旦中断をしました。その後、1年間中断しましたが、翌年再開して完成しているという状況でございます。

6ページ目が概要の、建屋の中の状況を図示しております。受入れ区域では金属キャスクを一旦受け入れるための架台、写真右下の左側の金属のもの、これが仮置き架台ですけれども、この右の上の写真が仮置き架台の上に横置きになっているキャスクを示しております。

この一旦受け入れる架台は最大8基ございまして、8基を受け入れ可能としている設計でございます。受け入れたキャスクはたて起こしまして、左側の写真にあるように搬送台車に乗せます。そこまでが天井クレーンを用いたハンドリングになります。それ以降は、この搬送台車は空気駆動する空気駆動のフォークリフトというものになりますけれども、こちらで搬送するというものです。この写真は重量と寸法が同じ模擬キャスクで訓練をしている状況になります。

7ページ目ですが、金属キャスクの概要を示しています。長さ5.4メートル、直径約2.5メートルで、照射前ウラン重量で約10トンを受納し、総重量は約120トンというものです。現在の許認可で取得している設計では、沸騰水型原子力発電所で燃焼した8×8燃料、69体の収納をして、表にございますけれども記載された最高燃焼度、冷却年数の仕様となっています。新型8×8ジルコニウムライナとか、高燃焼度8×8、そういったものを収納できるキャスクになります。

今後、まず1基の金属キャスクを受け入れまして、所定の検査を受けた後、事業開始となりますが、1基目のキャスクは既に製造を完了して柏崎刈羽原子力発電所に保管されております。

今後受け入れる金属キャスクは設計に係る必要な許認可を新たに取得しまして、製造した上で親会社の発電所で使用済燃料を装荷して輸送されてくることとなります。現在、沸騰水型だけでも、将来的には加圧水型の原子力発電所の使用済燃料も収納できる金属キャスクの許認可も取得していきたいと考えております。

いずれにしても使用済燃料を受納した金属キャスクは、事業開始後、親会社との調整の上で順次受け入れて、3千トンキャスクも全て受け入れるのは10年以上先になるのかなと思います。段階的に受け入れると思います。

ここで金属キャスクを当施設に受け入れて所定の位置に定置するまでの流れをご紹介しますと思います。

飛んで恐縮ですが47ページをご覧くださいませでしょうか。

右の方に平面図がございます。この、上側が貯蔵区域で、下が受入れ区域の平面図になっています。この図面で示している動線は機器搬出入口からキャスクの輸送車両に搭載したキャスクを、まず運び込みます。ここまでが搬出元の東電、あるいは日本原子力発電の責任で輸送しているところになります。

これ以降がRFSの責任になりますが、輸送された金属キャスクは事業所外運搬に必要な緩衝体を取り付けた状態で受入れ区域の天井クレーンにより水平つり上げをして、仮置架台の方に移動します。仮置架台、またはたて起こし架台に移送して、一旦設置されるというのがこの図面の流れです。

次の48ページ目をご覧くださいませと、金属キャスクはたて起こし架台で緩衝体を取り外しをいたします。受入れ区域の天井クレーンを用いて、たて起こした金属キャスクを貯蔵架台に設置をすることになります。そして先ほど言いました空気駆動の搬送台車で検査架台の方に移送します。この検査架台では輸送のために設置していた三次蓋を取り外しをいたします。

49ページ目の方ですが、検査架台では圧力検出器や表面温度の検出器の取り付けをしたり、気密漏洩検査などを行った後、金属キャスクは搬送台車を用いて貯蔵架台の所定の位置へ移送いたしまして、貯蔵架台を床面にボルトで固定化して定置をするという流れになります。

当センターでは、こういった貯蔵した金属キャスクはこの工程の逆の流れを行うことによって、金属キャスクの搬出をして、親会社にお返しをするということに将来的にはなるかと思っています。

すいません、では戻りまして8ページ目の方をお願いいたします。

平成25年11月に新規制基準が要求をされております。従来と変わらない基準もありますけれども、新たに国によるガイドラインによって再評価を実施したものもあります。

本日は、この左側に点線で囲ってございますけれども、当施設として特徴的な基準について、緑色のところですが基本的安全機能に関わる第3条から第6条と、新たに国によるガイドラインで再評価している地震・津波・竜巻・火山といった損傷の防止についてご説明をさせていただきます。

9ページ目をご覧ください。審査の経緯です。

冒頭述べたところとダブりますけれども、平成22年に許認可を取得して、建設工事を開始しております。東日本大震災で中断しましたけれども、平成25年8月に貯蔵建屋の第1棟が完成しているところです。新規制基準に基づいて事業変更許可を平成26年1月に申請をして、審査への対応を実施してきて、今、補正の準備をしているところです。

今後ですけれども、新検査制度の設工認を取得した上で追加工事を実施して、工事に係る使用前検査を受けることになるかと思っています。そして、先ほど言いましたけれども、柏崎に今置いてあるキャスクを用いて、実際に使用済燃料を収納したものを受け入れて、最終の使

用前検査をすると、それによって事業開始という運びになります。

それでは10ページですけれども、当施設の設計基準とそれへの対応についてご説明をさせていただきます。

まず臨界の防止です。基準規則第3条では、使用済燃料貯蔵施設は使用済燃料が臨界に達する恐れがないものでなければならないとしております。当施設の設計方針としましては、金属キャスク単体はその内部のバスケットの幾何学的な配置及び中性子を吸収する材料により、技術的に想定されるいかなる場合でも臨界を防止するという事、そしてバスケットは設計貯蔵期間50年に、事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を加味して、60年間の構造健全性が保たれる設計としております。

キャスクの断面図を右下に示しておりますけれども、バスケットを格子状に組んでおりまして、その中に使用済燃料の集合体を収納する配置にすること、それからバスケットについては中性子吸収をするボロン添加のステンレス鋼を使用しています。

11ページ目ですが、金属キャスクの相互の中性子干渉を考慮しまして、完全反射の条件で臨界評価を実施しております。金属キャスクは原子力発電所において使用済燃料を収納後、キャスク内の水分を排除して真空乾燥するため、キャスクの内部が乾燥状態となっています。ただし、収納する時には使用済燃料を一時的に水に浸される、冠水しておりますので、乾燥状態と冠水状態、両方で臨界評価を実施しております。

その結果を図示しておりますが、統計誤差 3σ を加味しても、判定基準である実効増倍率 k_{eff} は0.95を下回るものとなっています。

12ページ目ですが、遮蔽になります。基準規則第4条では、使用済燃料貯蔵施設は当該使用済燃料貯蔵施設からの直接線及びスカイシャイン線による事業所周辺の線量を十分に低減できるよう、遮蔽その他、適切な措置を講じたものでなければならないということ。そして使用済燃料貯蔵施設は放射線障害を防止する必要がある場合には、管理区域その他事業所内の人が立ち入る場所における線量を低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じなければならないとしております。

当施設の設計方針としては、合理的に達成できる限り低くなるよう金属キャスク及び建屋により遮蔽を講ずる設計としております。キャスク表面では 2 mSv/h 以下、表面から1メートルの位置では $100\text{ }\mu\text{ Sv/h}$ 以下としております。

13ページ目ですけれども、ここにキャスクの断面を図示しておりますが、本体胴や外筒は炭素鋼、また外筒にはレジンを用いて遮蔽をしております。

これによる解析結果ですが、表面については $1107.7\text{ }\mu\text{ Sv/h}$ 、基準値が $2000\text{ }\mu\text{ Sv/h}$ 、それ以下となっております。表面から1メートルの位置での解析結果は、 $80.3\text{ }\mu\text{ Sv/h}$ で、基準値の $100\text{ }\mu\text{ Sv/h}$ を下回っていることを確認しているところでございます。

14ページ目をお願いいたします。貯蔵建屋の遮蔽に関する設計として、壁・天井はコンクリート壁、右の図には、小さい字で恐縮ですが厚さをちょっと書いておりますが、コンクリート壁としております。

それから左下の図面ですけれども、自然換気している貯蔵区域、左右から空気を取り込ん

で上に空気が逃げていくわけですが、この排気口までの経路にコンクリート製の平板を設置しておりまして、排気口からの放射線の漏洩を低減しております。

15 ページ目をお願いいたします。敷地境界における公衆の実効線量は、中性子を評価する場合、直角、東方向、左図面でいくと右側の方になります、ここでの評価が最大値になりまして $27.7 \mu\text{Sv/y}$ 、 γ 線で評価する場合は南側になりまして $6.6 \mu\text{Sv/y}$ と評価しております。

結果的に最大ということで、公衆実効線量は年間 $2.8 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ということで、周辺監視区域外における線量限度の 1mSv/年 以下、並びに基準規則の解釈第4条の $50 \mu\text{Sv/年}$ を十分下回っているものと思っております。

16 ページ目が閉じ込めになります。基準規則第5条では使用済燃料貯蔵施設は使用済燃料等を限定した区域に適切に閉じ込めるものでなければならないとしております。当施設では、金属キャスクの本体胴及び蓋部によって使用済燃料を内封する空間を外部から隔離して設計貯蔵期間を通じて負圧に維持するということを設計方針としております。そして使用済燃料を内封する空間に設ける蓋は、一次蓋、二次蓋の多重の閉じ込め構造としまして、蓋間は予め正圧として圧力障壁を形成しています。

また蓋シール部は金属ガスケットを用いて閉じ込め機能を維持します。使用済燃料を内封する空間が設計貯蔵期間にわたって負圧に維持できるための基準漏洩率を設定して、その漏洩率を満足していることを気密漏洩検査によって確認することとしています。

また蓋間の圧力が徐々に低下する場合には、適宜蓋間空間にヘリウムガスを再充填しまして、その累積のヘリウム充填量を管理して、過剰な充填にならないようにするということとしております。

17 ページ目に、金属キャスクの断面図を示しております。左側の太い四角の中が使用済燃料が収納される空間になりますが、使用済燃料の絵は省いております。本体胴と蓋部によって閉じ込め境界を形成しております。

右側の図を拡大してみますが、それでもちょっと見づらいのですが、一次蓋と二次蓋の間の境界は、ここにヘリウムを充填しまして正圧にしているというところです。

ここに圧力値が書いてありますけれども、閉じ込め境界の中は負圧で 0.08 メガパスカル、閉じ込め監視圧力境界は正圧にしておりまして、 0.41 メガパスカル、 4 気圧になります。

18 ページ目をお願いいたします。一次蓋、二次蓋と多重化をしておりますが、万が一、どちらかの蓋部の閉じ込め機能に異常をきたした場合には、三次蓋を追加で装着できる構造としております。なお、原子力発電所からの輸送に当たっては三次蓋を装着した状態で実施しております。

金属キャスクは、当施設において蓋を開放しないことを前提としているため、万が一、二次蓋に異常をきたした場合には、二次蓋の金属ガスケットを交換し、一次蓋に異常をきたした場合には三次蓋を追加するというようにしています。

図に2系統の蓋間圧力センサーの系統図を示しております。いずれのセンサー、圧力低下でも警報を発するという構成にしております。

19 ページ目ですが、閉じ込め機能異常時の対応手順のフローになります。蓋間の圧力低下の警報が発せられた場合は、まず圧力監視系の異常があるのか、ないのか、そこを確認した上で、異常があれば圧力系の修復をしますが、そちらの異常がないということであれば基準漏洩率より大きな漏洩があると判断される場合は二次蓋のリークテストを実施しまして、二次蓋からの漏洩と判断される場合は二次蓋のガスケットを交換、二次蓋が健全だということになれば、一次蓋の漏洩の可能性があると類推できますので、三次蓋を取り付けて施設外に搬出することになります。

20 ページ目をお願いいたします。除熱になります。基準規則第6条においては、使用済燃料集合体の健全性及び基本的安全機能を有する構造部材の健全性を維持する観点から、使用済燃料集合体の崩壊熱を適切に除去できる設計としています。また燃料被覆管の健全性を維持する観点から、貯蔵期間を通じて燃料被覆管の温度を低く保つことができる設計としています。

金属キャスクの断面図を示しておりますが、バスケットを構成している伝熱プレートはアルミ合金、それから外筒内側にある伝熱フィンが銅製として、熱を伝えやすい材料を選定しています。

21 ページ目をお願いいたします。金属キャスクの除熱評価の結果を示しています。小さな表で恐縮ですが、右側に評価基準値を赤く書いております。その意味合いというのが備考欄にあるのですが、例えば燃料被覆管ということであれば燃料被覆管の健全性が維持される制限温度として、ライナありの場合は300℃以下、ライナ無しですと200℃以下といった制限値を設定しています。

これに対して、表の中ほどに燃料タイプ別に評価結果を示しておりますけれども、一番高いところで赤く塗っております。例えばタイプ2燃料被覆管温度が259℃ということで、300℃以下と評価をしております。

下の方は金属キャスクの各部の最高温度となりますけれども、本体胴で142℃、金属バスケットで89℃、バスケット248℃と、いずれも評価基準値を下回っていることを確認しております。

22 ページ目をお願いいたします。使用済燃料貯蔵建屋は、右下にある図面ですが、断面図ですが、給気口左側から入りまして水色の空気の流路を通して暖められた空気は排気口の方から抜けて行くという、自然換気方式となっております。これによって金属キャスクの熱を除去するものです。

金属キャスクの設計基準温度がこの表にありますけれども、45℃に対しまして評価結果は40℃、それから貯蔵建屋のコンクリート温度ですね、設計基準温度が65℃に対して最大で床の56.9℃と評価しております。空気を取り込むという意味では、給気口・排気口の地上高さが6メートル以上ありますので、敷地付近で観測された最大積雪深170センチなので、給気口は閉塞しないだろうと設計をしております。

すいません、ちょっと駆け足になりましたけれども、以上が基準、基本的安全機能に関わる場所の説明になります。

ご質問など、よろしくお願いいたします。

【県危機管理局参事】

ありがとうございました。

それでは各項目ごとに意見交換を行いますので、事前にお知らせいただいているご質問の他に、説明等を受けて追加のご質問等がございましたら、それらを含めまして挙手の上、併せてご発言をお願いいたします。ご発言の際はテーブルのマイクを使用をお願いいたします。

それではリサイクル燃料備蓄センターの概要、それから設置の流れ、新規制基準の要求事項、審査の経緯、ここまでで何かご発言等ございますでしょうか。

稲垣委員、お願いします。

【稲垣委員】

稲垣でございます。

この会合自体は、技術的・専門的な観点から施設の安全性などを議論する場であると思うんですが、しかしながら、個々の技術の良否、これを判断するにはやはり広い観点からの施設としての中長期的なスケジュールであるとか、あるいは施設全体としての安全戦略等についても合わせてご説明をしていただくことが、我々、十分な理解に必要なと思うんですけども。

その意味で、具体的には、例えばこの施設が今後何年間稼働するご計画なのか、先ほど、一部50年という数字をご説明していただいたのですが、これはキャスクがここに留まる時間なのか、あるいは施設の稼働する時間なのかというところが、少なくともご説明では十分に理解できないので、是非そのあたりを教えていただきたいなと。

あるいは稼働期間を終えた施設はどういうふうに取り扱われる予定なのかということも、やはり安全性、あるいは今後の展開を考える上で重要な情報かなと思いますので、そのあたり、多分将来のことを正確にご説明できないこともあるかと思うのですが、現時点でのご計画を分かりやすく教えていただければと思います。よろしくお願いします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

ありがとうございます。

失礼しました。その辺のご説明が少し不足していたかと思います。今、画面の方に映させていただいたのが、当社の施設を造るにあたっての協定書になります。こちら、平成17年10月19日に青森県さん、むつ市さんと、東京電力と、株主である東京電力と日本原電の社長が取り交わした文書になります。

こちらにおいて、使用済燃料の貯蔵建屋の使用期間は、建屋の供用開始の日から50年間とする、使用済燃料の輸送用キャスクですね、キャスクの貯蔵期間は容器を建屋に搬入した日から50年間とするということで、先ほどご質問があった施設としてはどうなのかといったことにおいても、両方とも50年が最大であるといったことを前提として、当社はまず地元の了解をいただいたものです。

それをイメージしたのがこの図になります。事業を開始して最長50年ということになり

ますけれども、段階的にキャスクを入れていくということで、最初は1基から始めますが段階的に3千トン入れると。ある貯蔵期間を経た上で、50年のうちに全部搬出をするというのが全体のイメージになります。

私ども、3千トンで造っていますけれども、元々5千トンで計画をしておりますので、第1棟が満杯になったところで第2棟が運用できるように準備をするのが一番合理的だと思いますので、そうであれば第2棟が建ってから、やはり最大50年の貯蔵期間というのが、今後の計画になりますけれども、第2棟としては考えられます。

私どもは、まず受け入れする期間と貯蔵する期間、それから搬出する期間と、大きく3つのフェーズがあるのかなと思っています。

その後の廃止措置ということになると、キャスクが全部出たところから建屋の解体に入るということを考えるかと思います。私どもはキャスクの閉じ込めで、管理区域といっても放射性物質の粒子状のものがある管理区域ではございませんので、放射性廃棄物というよりはどっちかというところNRで構成されている廃止措置とイメージしておりますが、その辺は事業の進展と共に適宜、見直しをして、取り組んでいきたいと思っています。

よろしくお願いします。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

高橋委員、お願いします。

【高橋（信）委員】

すいません、質問を事前にお送りしてない内容ですが。

ハードウェア的なところではなくて、6ページの実際の搬入にあたって、これは人が作業をするという部分で、結構訓練を行っているというお話がありましたが、安全性という面で、かなり巨大なものを扱うことになるわけですが、実際、どういう訓練をされているのかということと、それから発電所などであればいろんな異常事態、トラブルとかの対応とかも含めて訓練を行っていると思うのですが、そういうのも含めてどういう訓練をして、こういう安全確保をされているのかということをお教えてください。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

ありがとうございます。

訓練は、元々港からこちらへ運んでくるものですので、少し分割をして今訓練をしていますが、港からここまで持ってくる訓練というのも実施しております。一方で、取り回しという意味では天井クレーンと搬送台車、特に搬送台車というのはあまり原子力発電所で用いられていない技術ですので、こちらに関する操作訓練、これは年に数回はやっているかと思います。

このハンドリングをする訓練において異常が発生する場合には自動で停止をしたりしますので、そういったこともインターロックの確認などをして、異常があった場合でもこの搬送

台車がしっかり止まるということは機能として確認をしています。

またこのハンドリングだけではなくて施設全体として、防災訓練といったことは実施しておりまして、全体として私どもでトラブルが起きた時に機能するかどうかといったものは適宜確認をしております。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

稲垣委員、お願いします。

【稲垣委員】

事前にお送りした質問ではないのですけれども、今、お話をお聞きして思ったことなのですけれども。

金属キャスクは炭素鋼が主要な材料だと思うのですけれども、50年、60年の寿命を考えておられるということなのですが。材料の腐食劣化等についても当然のことながら評価されていると思うのですけれども、そのあたりの情報も簡単に教えていただければ、我々、安心感が増えるかなと思います。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

リサイクル燃料貯蔵の三枝ですけれども。

我々、最初の冒頭のスライドに入ってたかと思うのですけれども、新しい規則への適合性という話があります。その中で第15条関連、金属キャスクについての経年劣化を考えて健全性を維持できるという話、考え方をご説明しています。それで1つは、燃料集合体もありますし、金属キャスクそのもののどういう経年劣化があるかという話を整理しております。

今、言われたような腐食に関しましては、外面腐食に関しては、いわゆる大気中への曝露試験の結果を用いまして、50年の寿命についてもそれほど腐食は進まないという話が一方でされています。それは材料的な話で、機械学会等の資料を用いて説明しているところです。

それからさらに言うと、いわゆる日常の保守点検の中で、当然腐食の状況等は確認をします。日常のパトロールもございますし、まだ周期は決めてないのですけれども1年であるとか何年かに1度、よく点検をするということです。そこでもし腐食等、塗装もしていますけれども、その中に異常等がありましたら当然補修塗装をやらなければいけない、必要な補修はやっていくということで、50年間、十分健全性が保てると考えております。

【稲垣委員】

ありがとうございます。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

佐藤委員、お願いします。

【佐藤委員】

先ほどの説明で、一次蓋とか二次蓋、三次蓋といった用語が出てまいりました。それらは、発電所サイトで取り付けられて、貯蔵期間を終えて運ばれてくるということなののでしょうか。

その受け渡しの時に、リサイクル貯蔵、R F Sの方が、使用済燃料をキャスクに入れているところ、そして封じるところ、加圧にしているところに立ち合って受け渡しを確認する項目は細かく決まっているわけですね？

そういう話は全然なかったもので、どんな手続きを踏んで受け入れて、その後、維持管理されるのかなという観点で、お聞きしたかったのです。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

基本的にまだ細かいところは詰めてないですけども、契約の中で、基本的には発電所での下ですね、実際には使用済燃料プールにキャスクローディングピット等があって、その中で使用済燃料を詰めて、それで一次蓋をして、それで引き上げて、その後キャビティのところで、使用済燃料を取りかえるところの真空乾燥を行って、それで先ほど言いましたキャスクのシール部の性能、密封性能の検査もしまして、それから持ってきます。

そのあたりは基本的には電力の所掌になると思いますけれども、それは電力側のQMS、保安規定の下部に基づいた手順が定められて、それで行われるようになると思います。

今のところ、全数立ち会いということは、我々そういう意味で言うと、そこで担保できると思っていますので、考えておりませんけれども、一応収納燃料も配置の問題がありますので、そういったあたりは例えばカメラで撮影したものを必ず我々も搬入した後に確認をすると、そういったことを考えています。

それで、当然使用済燃料の輸送ですので、それはまた輸送の方の基準の世界で、例えば今申し上げたキャスクの中にどんな燃料を入れているのかとか、あるいは発送前検査、こういったことも法律で決まっていますので、それはその中で確認をするということで、我々は、場合によっては抜き取りでいくこともあるかもしれませんが、基本的にはそういった記録、映像、そういったもので確認ができるのかなと思っています。

【佐藤委員】

ありがとうございました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

ないようでしたら、次に個別の要求事項の方に入ってまいります。まずは使用済燃料の臨界防止についてでございます。何かご発言等ございますでしょうか。

三浦委員、お願いします。

【三浦委員】

三浦でございます。

事前にもお尋ねをしているところですが、11ページになりますけれども、臨界評価条件が記載されております。その中で乾燥状態については新燃料、それから冠水状態についてはガドリニアクレジットで、ということが書かれているのですが。

あまり専門的な話でなくてよろしいのですが、多分保守性を説明されているんだと思うんですけども、そのあたりについて教えていただければと思いますので、よろしくお願いします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

今、前の方のスクリーンに映していますけれども、一応、1つはまず乾燥状態ですね。乾燥状態では中性子減速材がありませんので、いわゆるバーナブルポイズン、可燃性毒物の反応度抑制効果は低下します。従って、乾燥状態の解析においては、保守的に可燃性毒物の反応等抑制効果を見逃した、初期濃縮度の燃料集合体、つまり燃焼していない新燃料を仮定して、それで評価をしています。

それから一方で冠水状態の解析では、これは実はいろいろ燃料集合体ごとに燃焼度が違いますけれども、ここについても保守的に燃料集合体の燃焼に伴う反応度の低下を考慮しないで可燃性毒物による燃焼初期の反応度抑制効果を考慮して、一方で燃料集合体の無限増倍率というのは、現在、日本のBWR燃料においては1.3が最大で、それ以上のものはありませんので、そういった燃料集合体モデルを金属キャスクに全数収納した状態ということで設定しています。

そういうことで、乾燥状態での臨界評価の対象というのは新型8×8ジルコニウムライナ燃料、それから高燃焼化8×8燃料でありまして、いずれもジルコニウムライナ燃料でございます。

要は、いずれにしても保守的な仮定を置いて、決して臨界になることはないという評価です。

【三浦委員】

ありがとうございました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

それでは本日、ご欠席でありますけれども、柴委員から1点ご質問をいただいておりますので、お答えいただきたいと思います。

キャスク及びバスケットが信頼性のある材質及び構造であることを具体的に示していただきたいということでございます。

改めまして、これにご説明等がございましたらお願いします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

第15条で経年変化に対する考慮というのをさせていただきます。それで金属キャスクに使用

する個々の部材について、長期貯蔵における環境条件を考慮して、文献や試験データに基づいて経年変化の影響を検討しています。

これを見ていただくと、すいません、これ、公開版に付いていないところなのであれですけども。そこで例えばキャスク本体で言うと、部位としては本体胴、外筒、それから一次蓋、二次蓋、一次蓋ボルトというものを対象に考えていまして、炭素鋼、合金鋼、材料としてはそういったものがあります。

それに対して腐食、熱、照射等の要因に対して、それぞれ観点を定めて、例えば腐食でいうと構造強度、各部位及び材料の経年変化に関わるデータとしましては、1%燃料破損相当の燃料棒内ガス中のヨウ素ガスを含む実機模擬環境における低合金鋼の最大腐食というのを評価しています。

そうすると60年で0.5ミリ程度ですね。これは本体胴の中だから燃料を収納してある部分の壁ですね、これがあります。

それからその時は中性子遮蔽材に接する部位についても、キャスクは内胴の外側に中性子遮蔽材というのがありまして、その外側を外筒が覆っているんですけども、中性子遮蔽材に接する部分、この部分はこういった影響があるのかというようなことを評価しています。60年間で0.2ミリ程度というような話になっています。

それで、その他でいうとキャスク本体ですけども、あるいは溶接金属部であるとか、それぞれ部位と要因、先ほど申し上げた腐食とか熱とか照射ですね、評価の観点を決めて、さらにそれに対して経年変化に関わるデータというのを文献値等から持って来て、それぞれ評価をして問題ないという結論を得ています。

細かい、メーカーの商業機密で出せない数字の部分もございますけれども、基本的には公開しておりますので、そちらを参照いただければと思います。

【県危機管理局参事】

ありがとうございました。

また同じく本日ご欠席の山本委員から、臨界解析時に仮定した燃料タイプ、平均濃縮度、燃焼度、最適減速状態の解析を実施しない理由について、教えていただきたいということでございます。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

ちょっと分かりにくいので回答票で用意をしてきたんですけども、一応、臨界解析の対象、それについては今、表が出ましたけれども、キャスクのタイプ別に、タイプ2に関しては新型8×8ジルコニウムライナ燃料、それからタイプ2Aに対しては3種類入れるんですけども、そのうちの高燃焼度8×8燃料を対象にしています。平均濃縮度に関しましては、そこに記載のとおり3.1wt%と3.7wt%、それから燃焼度に関しては、先ほどもちょっとご説明をしましたけれども、新燃料ですので0MWd/t、それから備考としては先ほど申し上げたように、繰り返しになりますけども、バーナブルポイズンの反応度制御効果を見逃した初期濃縮度の燃料集合体ということでございます。それから冠水状態に関しては、

これはモデルバンドルですので、先ほど言ったタイプとか濃縮度とか燃焼度はちょっと申し上げられないのですが、備考に書いてあるとおり濃縮度の異なる2種類の燃料棒を用いた炉心装荷冷温状態で、無限増倍率が1.3となる燃料集合体モデルということで、現在のBWR燃料設計は1.3以上にはなりませんので、そういうものを使って評価しています。

それから最適減速状態の解析というのは、これは元々使用済燃料なり、新燃料ですけれども、考えると、やはりどうしても減速不足にしかならないので、残念ながら最適原則状態では解析はしておりませんが、今まで申し上げたようにですね、それと、収納物条件以外の解析条件、これもいずれも保守的な設定としており、十分安全側の解析評価結果と考えています。

以上です。

【県危機管理局参事】

ありがとうございました。

他にないようでしたら、次の遮蔽等についてご発言等ございましたらお願いします。

ただ今、柿沼委員がちょうどご出席をいただいたところでございます。今、個別の要求事項の遮蔽の部分をやっております。事前に柿沼委員の方からもご質問をいただいておりますが、ご質問、よろしければお願いいたします。

【柿沼委員】

金属キャスクの表面線量というのがここで示されているんですけども、それは実際にどうふうに測定されているのかとか、あるいは中性子のシーベルトに換算する場合に、どういうふうな方法で行っているのか、もし情報があれば教えていただきたいと。

あと、中性子、実際ここから出てくるエネルギーはどの大きさのエネルギーの中性子になるのか、もし分かりましたら教えてください。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

リサイクル燃料の青木といいます。よろしくお願いします。

表面線量率については、 γ 線は電離箱のサーベイメータのデータ、中性子線についてはHe-3の比例計数管を用いて測定することとしています。中性子サーベイメータについては、1センチの線量当量の測定が可能でして、単位がそのままシーベルトに換算をしてくれています。その換算のグラフ、ICRPのPub 74で用いている換算係数で、測定幅としては0.025から15MeVの測定範囲のものを使っています。

この金属キャスクから出てくる中性子のエネルギーについては、遮蔽解析上は最大である15MeVで評価をしているところです。

【柿沼委員】

ありがとうございます。生物影響としては、小さい方が生物への影響が大きいので、それでエネルギーのことをちょっと聞いたんですけど、そういう意味では1桁台の方が多分1

5よりも生物影響としては大きいんですけれども、出てくるのはその範囲内でどの辺が多い、15とかそっちが多いのか、例えば2とか1とかの方が多いのか、多分ここにべったりくっついてる人は誰もいないので、そういう意味では生物影響というのは少ないと思うんですけれども、エネルギーによってだいぶ影響が違うという観点で質問をさせていただきました。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

使用済燃料から出てくる中性子のエネルギーの分布というのは、今、手元にございせんので、もし調べて分かりましたら、別途回答でよろしいでしょうか。

【柿沼委員】

おそらく測っていらっしゃるので分かると思います。（後日、リサイクル燃料貯蔵（株）からp44のとおり回答）

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

本日、ご欠席の山本委員から、この遮蔽のことにつきましてもご質問を2点いただいております。まず1つは、資料13ページの関係でございすけれども、表面と表面から1メートルの位置の線量を比較した際、 γ 線は3分の2程度になるが、中性子線が1,000分の1.6程度と非常に小さくなる理由について、教えていただきたい。

もう1点が、資料15ページでございまして、供用期間中における敷地境界の線量は、実際に測定をすることでも基準値を下回ることを確認するという理解でよろしいのかどうか、教えていただきたいということでございます。

【リサイクル燃料貯蔵】

すいません、最初の方の質問ですけれども、表面と表面から1メートルの位置の線量を比較した際の γ 線と中性子線が違うという理由ということでございすけれども。金属キャスク表面の最大線量率というのは、金属キャスク全表面における γ 線、中性子線の合計線量当量率が最大となる値を示しています。それから表面から1メートルの位置の最大の線量当量率についても、同じように示しています。

解析結果を画面に映していますけれども、見づらいんですけれども、表面では評価点⑦のbという底部の径方向、トラニオン部が最大線量等量率となります。一方で金属キャスク表面から1メートルの位置というのが、評価点⑩という底部の軸方向が最大線量当量率となります。

評価点⑦bと評価点⑩では、線源から評価点までの距離であるとか線源から評価点までの遮蔽体の構成が異なっておりますので、表面に対する表面から1メートルの位置の線量当量率の減衰割合、これも単純に比較できるわけではないということになります。

さらに言うと、トラニオン近傍というのは、構造的に局所的に中性子遮蔽材の欠損部となりますので、金属ですので、中性子遮蔽材はレジンのような材質のもので構成しているんで

すけれども、ここだけはそれがとれませんので、ですので中性子の表面線量当量率は高くなる傾向にあります。ところが1メートルになると、他のところの寄与とか減衰とか、それで小さくなるということで、単に比較すると、先生がご指摘のようにγ線と中性子線で違うというところも出てくるというふうに理解しております。

以上です。

2番目の質問で、敷地境界の線量は測定することで基準値を下回る確認をするかという質問です。

周辺監視区域境界付近のモニタリングポスト、2ヶ所ございます。それに加えて積算線量計12ヶ所ございまして、他の原子力施設と同様に基準値目標線量が満足していることを測定により確認していく予定としております。

回答は以上となります。

【県危機管理局参事】

ありがとうございました。

他に誰かございますでしょうか。

なければ次に閉じ込めの機能についてでございます。何かご質問等ございますでしょうか。

三浦委員、お願いします。

【三浦委員】

三浦でございます。

先ほどのご説明の中で、表現として三次蓋の話がございました。三次蓋を付けるケースがあるということだったんですけれども、それは、これは細かい話かもしれませんが、二次蓋と同じような機能を持っているということでもいいんですかね？

というのは、圧力センサーとかが二次蓋側に付いているように見えるんですけれども、三次蓋にもそういった機能を持たせるということなののでしょうか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

三次蓋に関しましては、まず輸送の時は三次蓋を必ず装着します。従って、先ほど、ですから通常だと一次蓋、二次蓋、三次蓋と付いて輸送をするのですけれども、先ほど申し上げたように一次蓋の密封部分に不具合があった場合は、要は一次蓋の部分の密封性能が期待できないので、二次蓋と、それから付けた三次蓋で二重の密封部を構成して、それで輸送をするということでございます。

だから貯蔵を続けるということではありません。輸送の方の要求で三次蓋があるということです。

それから機能に関しては、三次蓋はそういうことで輸送ですので、二次蓋や一次蓋のような長期の密封健全性というのは期待できるものではなくて、一次蓋、二次蓋は密封部が金属製のガスケットなんですけれども、三次蓋というのはゴム製のOリングで、通常の輸送容器

と同じようなことだと思っています。

【三浦委員】

分かりました。ありがとうございます。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

木村委員、お願いします。

【木村委員】

今ので、三次蓋というのは一次蓋の何と表現されましたっけ？健全性が保証されない時に三次蓋があるということですかね。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

輸送の時は通常でも必ず三次蓋を付けます。ですので、正常な状態で運んでいる時は一次蓋の密封性能も期待できるし、二次蓋も期待できるし、三次蓋も、ということになるのですが、先ほど申し上げた、三次蓋を付けることもあると言ったのは、必ず付けるんですけれども、要は貯蔵期間中に異常があつて、それで蓋間圧力とかの低下が見られた時に一次蓋か二次蓋のどちらが不具合を起こして蓋間圧力が低下する異常につながったのかというのを確認します。二次蓋の方は、実は密封を確認できるテスト法といいますか、付いていて、それでヘリウムリーク試験をやつて、正常・異常の確認ができるようになっています。それで、その部分でテストをした時に、二次蓋が正常であるというのを確認できたにもかかわらず、蓋間圧力が低下しているとなると、それは一次蓋の密封部を通してキャビティの方にヘリウムが漏洩しているということになります。その場合には三次蓋を付けて、それは普通の輸送の時も三次蓋を付けるのですけれども、その場合は三次蓋を付けて、そのまま輸送をして、要するに二次蓋、一次蓋が開放できる、基本的には元々の搬出元の発電所だと思いますけれども、そこまで運んでいくということです。

ですから、三次蓋は必ず輸送の時に必要になるので、付けるということですが、それは異常があつた時にも同じことをやりますということを申し上げました。

【木村委員】

なるほど。異常があつた時には、だからここに設置してあるものを一旦外して、発電所の方にお戻しをして、そこでもう1回健全性を確認した上でまた持って来て貯蔵に入ると。そういう形になるということなんですかね。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

はい、ちょっと想定しにくいのですが、原因を特定して、それに対応したことをちゃんと行って、いわゆる不具合対応、不適合対応だと思いますけれども、ちゃんと対策なり

是正措置なりをして、それでまた運べるものは運んできます。

【木村委員】

分かりました。多分、一番最初の、確か佐藤委員からあったと思いますけれど、キャスク自体というのは、要は持ち物としては発電所の持ち物という、そういう考え方なのですか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

キャスクはR F Sのものです。使用済燃料が親会社の所有物です。それを私たちが貯蔵をするということだけやって、またお返しをするということです。

【木村委員】

分かりました。

【県危機管理局】

他にいかがでしょうか。

山本委員から、この閉じ込めの機能につきましてもご質問をいただいております。供用期間中における圧力センサーの健全性確認の方法について、教えていただきたいということです。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

18ページにありましたけれども、蓋間圧力監視装置、2系統ございますが、この圧力センサーは1年に1回定期的に校正をして健全性を確認することとしています。

回答としては以上となります。

【県危機管理局参事】

他にございますでしょうか。

なければ次に除熱の方に移ってまいります。これについてご質問等ございますでしょうか。三浦委員、お願いします。

【三浦委員】

事前にお尋ねをしていた件ですが。22ページの絵を見ていて、温度を見ていて感じたことですが、日本原燃さんのガラス固化体の貯蔵施設において結露という問題があったかと思いますが、これは貯蔵量を増やしていくとだんだん温度が上がっていくと、そういう経時的な過程の中で、まだ過渡的な状態等において結露が生じたということがあったのですが。

リサイクル燃料貯蔵さんでは、そういうことは考えておられるのか、あるいは何か措置をされているのかということについてお尋ねをいたします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

ちょっとこれ、違う図面ですけども、これ、貯蔵区域を大きく6エリアに分割しています。全部500トンずつ貯蔵できるようになっているのですけれども、今、三浦委員からご指摘がありましたように、入ってくればだんだん緩和されるということかと思っています。

この土地はヤマセがありますので、湿気のある空気が当然周りにあるので、それを取り込んで、中で冷やされると結露するという環境がどうしてもあると認識をしているのですが、このキャスクがない状況においては、ここの給気口を閉止することとしています。キャスクが入って初めて給気口を開けて、空気が流れる環境を作ることにしていまして、そういう意味で、キャスクがない状況ではできるだけそういうことで結露の起きづらい環境を今やっています。今でも全部閉止しております。

そういう中で、キャスクが入ってくれば、1基、2基と入ってくれば、結露の環境はだいぶ改善されていくと思いますけれども、過渡的に結露が起きた場合には必要な措置、例えば拭き取りをすとか、そういったことを考える必要があるのかなと思っています。

【三浦委員】

ありがとうございます。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

三浦委員、お願いします。

【三浦委員】

すいません、事前にお尋ねをしていた件で、まあ今の話と少し関係があるのですけれども。

温度の変化、だんだん上がってくるんだと思うのですけれども、定性的な傾向として、ただどんどん上がっていくのか、あるいはどこかに何かピーク的なものがあるとか、あるいはどこかサチるとか、そういう予測というのは何かあるのでしょうか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

22ページの絵にありますとおり、キャスクが入って、暖められた空気がドリフト力で上に上がっていくということで、キャスクの数が小さい時は温度上昇も小さいので空気のドリフト力も小さいと。それがたくさん並んでくれば、それに伴ってドリフトが大きくなって、通風流量も大きくなるという傾向にあるかと思っています。そこにおいてピークとなる点はないと思っています。キャスクの量が増えていけば、それに伴って温度が上がっていくというのが傾向だと思っているのですけれども。ただ、あるとすれば、だんだん使用済燃料の崩壊熱が減ってきますので、それに伴ってキャスクが入っていてもドリフト力が少し少ないものもあるかと思いますが、定性的にはたくさんキャスクが入ればそれに伴って温度も上昇していく傾向にあると認識しています。

【三浦委員】

分かりました。ありがとうございます。

【県危機管理局参事】

木村委員、お願いします。

【木村委員】

そういう意味では時間変化によって今後、どういうふうに変わっていくかという情報って、あまり言えないなと思っていて、当然、自然に崩壊して減っていくんだろうから、最大値だけで評価をされればいいのかなとは思ってみてはいたのですけれども。

実際にはどういうふうな経年でどういうふうな最大値とかの変化があって、それでこれが十分評価するので保守的なんだと、そういうふうな分析というのはされていると考えてよろしいのですね。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

最初におっしゃられたように、実は冷却期間等も、要は一番そういう意味でいうと、ある期間を設定するとその期間から搬入するのに、先ほど青木が申し上げたように10年とか15年とかかかりますから、後から入ってくる燃料というのは必ず最初の燃料よりは冷却が進んだものになります。

そういう意味で言うと、間違いなく、今、我々が最初に許認可で解析しているものというのは一番厳しいものだと思っています。

その予測に関しましては、今、例えば、先ほど申し上げたようにタイプ2とタイプ2Aのキャスクの話をしているわけですが、実際には必ずしもキャスクの種類も増えましょうし、それから中に入っている燃料自体も、必ずしも、今ある例えば4MWd/tというふうに全部入っているとして、いろいろ評価をしていますけれども、実際はバラツキがあって、もちろん高いものは入れませんが、低い方はいろいろ種類があります。

そういった意味で、基本的には燃焼度の分布に関しても最初に評価した燃料の発熱量というのが一番、例えば発熱に関して言えば高いものになっていると思っています。

ですから、そういう意味で保守的なことは間違いないと思っていますが、さらに、先ほど申し上げたように、じゃあキャスクの種類が変わったら、要するに例えば今、ステップ2までの燃料を入れることになっていますけれども、今後ステップ3も入れましょうという話もございますし、あるいはPWRの燃料もそのうち入れようという話もありますので、その辺の予測はまだ残念ながらできるような状況にないかなと思います。ただ、個々のキャスクに関しては、先ほど申し上げたように十分除熱ができるようなことを評価して、例えば新しいタイプのキャスクは入れていきますから、いずれにしても危ない、非保守的になるようなことはないというふうに考えていますけれども。

【木村委員】

ありがとうございました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

山本委員の方から、21ページの除熱解析手法の妥当性の確認方法について教えていただきたいということでございます。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

画面に映します。少々お待ちください。

まず除熱と申し上げても、キャスクの除熱、それから建屋の除熱とございます。

建屋除熱の方からまいります。建屋除熱に関しましては、これは実は2つ評価をしています、一次元評価と三次元評価というのをやっています、雰囲気温度評価としては、空気の温度ですね、これは建屋排気温度を保守的に評価する一次元評価ですけれども、これと建屋の内壁だとか天井だとか床等の表面の最高温度を評価するものを目的とした三次元評価をやっています。

三次元評価につきましては、汎用熱流体解析コードのfluentを使用していますけれども、この除熱実証試験ですね、ここに示しましたような実証試験を行いまして、これを対象として妥当性確認の解析を実施しています。

詳細についてはこれも公開になっていますので、見ていただくと、ちゃんとその妥当な評価が行われているということになっています。

それから冒頭申し上げた一次元評価、これについては例えば吸気温度の設定であるとか、先ほど青木が示しました、今日の資料に入っていたかと思うんですけれども、流路面積についても実は実際の流れよりも相当小さい部分を仮定して設定したりとか、それから空気以外への除熱を無視していると。つまり発熱量が、発熱した熱量が全て空気に渡されるということで評価をした結果が45℃以下になるというような、そういう評価をしていますので、十分保守的で、それは妥当性になるのかなと考えているところです。

それからキャスクの除熱の方です。キャスクの除熱の方に関しましては、これ、実は二次元の全体モデルと、それから輪切りモデルですね、これを組み合わせて解析しています。さらに燃料集合体の中も解析していますが、一応、この結果と三次元のモデルで評価した結果を比較して、保守的な評価であることを確認しています。従って、妥当であると考えています。

【県危機管理局参事】

他に何かご質問等ございますでしょうか。

ないようでしたら、ここで前半の部分の意見交換を終わらせていただきまして、これから10分程度、スライド左側の時計で3時5分まで、10分程度休憩を取りたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

(休憩)

【県危機管理局参事】

それでは再開いたします。後半の説明をお願いいたします。

【リサイクル燃料貯蔵 (株)】

よろしくお願いいたします。資料の23ページ目からお願いいたします。

最初は火災による損傷の防止になります。基準規則の要求事項としましては、発生の防止と早期感知・消火、影響の軽減の3本柱を要求しておりまして、当社におきましても適切に組み合わせた火災防護対策を講ずる設計としております。

24ページ目にその3本柱に関する当社の設計方針を記載しております。火災の発生の防止については、可能な限り不燃性・難燃性の材料を使用した設計とします。加えて電気系統については、過電流で遮断をする電気火災の発生の防止も講じておりますし、落雷に起因する火災の発生を防止するために避雷設備を設置するといったところを考えております。

2本目の柱ですけれども、火災の感知・消火については、火災感知設備を設置すると共に消火設備を配置しています。消火活動を早期に行えるよう、消火器、あるいは動力消防ポンプの配置をしているところです。

3本柱の3番目ですが、影響の軽減ということで、火災が発生した場合に他のところにかないように区域を区切っておりまして、区切った壁についてはコンクリート壁、あるいは防火扉、防火シャッターについては耐火能力を持ったものとして、その分離の達成をして、火災発生時の影響を軽減するという設計にしています。

以上、3本柱ですが、25ページ目に1例として発生防止の図示をしています。上の方が断面図で、下が上から見た図です。これは1つの方向から見た図ではないのですけれども、下の方が上から見た図、上が横から見た図なんです。側面図と平面図ですけれども、キャスクの蓋間圧力の監視のケーブルや表面温度の監視のケーブルが敷設されておりまして、金属製の電線管、あるいはケーブルトレイの中に敷設します。また、このケーブルは難燃性を用いることとしております。

それから26ページ目には火災感知・消火のうち消火についてのご紹介になります。万が一の火災の備えとして迅速な初期消火活動が行われるように、初期消火要員を常駐し、24時間体制としています。自衛消防隊の組織は役割を決めて、情報班・広報班、そういった役割を決めて有機的に行えるよう、これも全社員で消火訓練を実施しています。

右側の写真は厳冬期の訓練風景になります。

それから続きまして、地盤についてです。27ページ目をお願いします。基準規則の要求事項としましては、当施設を設置する地盤には、将来も活動可能性のある断層などが認められていないこと、基準地震動Ssによる地震動が作用しても基礎地盤の安定性を確保することを明確にしております。

28ページ目には当施設の基礎地盤の解析モデルを示しています。金属キャスクの基本的安全機能を確保する上で必要となる貯蔵建屋は、358本、深さ60メートル、径1.5メ

ートの杭で支持をしています。基準地震動 S_s が作用した場合のすべり安全率、あるいは最大設置圧、最大傾斜、いずれも基準値を満足しており、基礎地盤の安定性を確認しているところでございます。

それから29ページ目は地震になります。供用中に使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼす恐れがある地震による加速度によって、作用する地震力が基本的安全機能を損なわれるおそれがない、ということが要求事項になります。

30ページ目に基準地震動を記載しております。金属キャスク及び貯蔵架台につきましては、Sクラスの設計ということで、基準地震動による地震力に対して基本的安全機能を損なわない設計としております。また使用済燃料貯蔵建屋の受入れ天井クレーン、搬送台車についてはBクラスということで、基準地震動による地震力で基本的安全機能は損なわれない設計としています。

書いてないですけれども、基準地震動を設定するにあたっては、震源を特定する地震動としてプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震により検討を行いまして、震源を特定しない地震動については16の検討対象地震から策定をして、結局、この5つの地震動を策定しております。

8番目が津波ですが、先ほどもちょっと4ページ目に関連する情報を載せていました。右上に当社の敷地の位置を示しておりますが、標高16メートルで海から500メートルという距離でございます。この縮尺が緑の線から緑の線が500メートルで、縦はこの色がかかっているのが10メートルですので、縮尺が違うので間違いやすいかと思いますが、こういった位置に、当社は500メートルの位置にあるという情報になります。

ということで、31ページ目が津波の防護になります。施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して、基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とすることにしておりまして、当社の方針としては更なる安全性向上の観点から、十分な保守性を有する仮想的大規模津波を想定しまして、これを基準津波に相当する津波として防潮堤といった津波防護施設で遡上波の到達や流入の防止を行わないで、施設に到達することを前提として設計をしております。

その上でキャスクを貯蔵している貯蔵建屋の貯蔵区域は、波力に耐える設計とするとともに金属キャスクの基本的安全機能が浸水により損なわれないことを確認いたします。

一方、キャスクを受け入れるための受入れ区域、こちらは損傷を仮定しても落下物などの衝突で仮置きされているキャスクの閉じ込め機能が損なわれず、遮蔽機能も回復をして、事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさない設計としています。

また仮に損傷したキャスクについては、基本的安全機能を確認するための検査、試験、そして同機能を維持するための必要な保守・修理を行って、施設外へ搬出するための確認を行うということを設計方針としているところです。

長くなりましたが、32ページから津波のご説明をさせていただきます。まず仮想的な大規模津波の想定についてですが、当施設では津波による遡上で敷地に到達しない、いわゆるドライサイトとすべしという規制要求はありません。先ほどの繰り返しになりますが、そのため、更なる安全性の向上の観点から、十分な保守性を有する仮想的な大規模津波を想定するこ

としました。

青森県さんの津波想定が左下に、ちょっと小さくて恐縮ですがありますけれども、こういったこの想定は文献調査結果、あるいは津波の堆積物調査結果から十分保守性を有するとされております。この青森県想定津波では当社の敷地の全面、あるいは周辺で最大の津波高さはT. P. 11.5メートルと評価しております、仮想的大規模津波はこれの2倍として、T. P. 23メートルを設定しております。これを基準津波に相当する津波として想定しております。

当社敷地は、先ほどの断面図で見ていただきましたがT. P. 16メートルですので、右図にあるように浸水深一様で7メートルと想定することになります。水色のところが水が入るエリア、白いところは7メートル以上の敷地高になります。

33ページ目をお願いします。金属キャスクの基本的安全機能を確認するプロセスになります。まず一番上の黄色いところですが、十分な保守性を有する大規模仮想的津波が襲来し、この右図に建屋の断面図・平面図を載せておりますが、上の方から津波が来る方向になります。この北側の外壁に波圧が加わって、その影響を保守的に考慮をして、この北側にある受入れ区域が損傷するという仮定にしています。

金属キャスクは貯蔵区域に通常貯蔵しておりますが、この受入れ区域には緩衝体や三次蓋の取り外しだとか、監視用の計測器を取り付ける作業を実施するために一時的に仮置きされております。そういった一時的なタイミングしかキャスクはないのですけれども、ここにキャスクがあるということを仮定しております。

その上で、受入れ区域の損傷に伴う落下物が金属キャスクに衝突した場合のキャスクの密封境界部の健全性を確認することとしています。

そして閉じ込め機能の低下として、更に燃料棒全数が破損して放射性物質のキャスクからの漏洩を仮定して、敷地境界の実効線量が年間1mSvと比較評価することとしています。

また受入れ区域の損傷で受入れ区域の外壁や天井が無くなるということで遮蔽効果がないということを考慮して、敷地境界における実効線量も年間1mSvと比較評価をし、これらによりトータルとして基本的安全機能が維持されているかどうかの確認をするということで確認してまいりました。

34ページ目が、まず落下物の評価の設定のところですが、受入れ区域が損傷した場合に、落下物として閉じ込め機能の影響の厳しさにおいて、代表するある落下物ということで、水平の横に置いてあるところに、上からクレーンが落下すること、それから縦にある金属キャスク、そこに天井のスラブが落ちてくると、こういったものを代表として想定をいたしました。

35ページが評価結果の概要になります。左側ですが天井クレーンが横置きのところ落ちてくるとということで評価した結果が、ひずみ量が色分けされております。下に判定基準との評価結果の比較がされておりますが、弾性範囲内に留まることを確認しております。

右側については、縦置きを上から天井スラブが落ちたという評価結果ですが、同様に弾性範囲に留まることを確認しております。

これで蓋の機能があるというものですけれども、36ページになりますが、あえて閉じ込

めの機能の低下による影響評価もしております。想定としては、使用済燃料は金属キャスクの内部にあるため、落下物の重みが直接左右するわけではないですが、多数の燃料棒が破損するということは考え難いのですが、保守的に金属キャスク 1 基の燃料集合体 6 9 体、全数が破損するという仮定をしております。そのため金属キャスク内は正圧になって、その上では二次蓋を考慮せず、落下物の影響で一次蓋のシール部から核分裂生成物が漏洩するという仮定です。

その結果を表に示しておりますが、敷地境界の公衆実効線量は約 $2.2 \times 10^{-4} \text{ mSv}$ としておりまして、年間 1 mSv に比べて極めて小さいということで、先ほどの 35 ページの評価と併せて使用済燃料貯蔵施設の閉じ込め機能が維持されることを確認しております。

37 ページ目が遮蔽の評価になります。仮想的な大規模津波に伴う波力で、受入れ区域の損傷を仮定しています。左図に、紫色になるところが受入れ区域の壁を示しておりますが、これが全て失われるという想定をしています。

それから真ん中の図ですが、薄くなっているところが受入れ区域の壁になっていますけれども、壁沿いについている天井クレーンを走行するため設置しているクレーンガーダ、これが落下をし、一時的にここに並んでいるキャスクの上に落ちるという想定です。その影響として、右側に断面図がありますけれども、キャスクの本体胴のところにある中性子遮蔽材が欠損するということを想定したものです。

これによる実効線量評価結果を下の表に示しておりますが、トータルで $7.8 \times 10^{-1} \text{ mSv}$ ということで、年間 1 mSv は超えず、遮蔽機能が維持されていることを確認しております。

38 ページ目は衝撃を受けた金属キャスクへの対応ということで、損傷の程度をまず確認して、その上で追加の遮蔽、右側に追加遮蔽の例を書いておりますけれども、必要な補修を実施しまして、表面線量率といった法令に基づく確認を実施して所外へ搬出することになるかと思います。

39 ページは敷地が浸水すると、先ほどの図面にもありましたが、水色のところが浸水想定最大の想定範囲になりますけれども、こうなった場合に貯蔵建屋にある金属キャスクの基本的安全機能を確認するといったことのために、予備的な緊急時対策所を高台の方に設置して、可搬型の計測器などを確保することとしております。

例えば予備緊急対策所のイメージが右側の写真ですし、表面温度の代替計測としてこういった可搬式の温度計が考え得るかなと思っています。

長くなりましたが、以上が津波への防護になります。

40 ページ目からは外部からの衝撃に対する損傷の防止ということで、その中で竜巻と火山についてご説明させていただきます。

基準規則第 11 条では、想定される自然現象が発生した場合においても基本的安全機能を損なわないとしています。竜巻については、当社は最大風速 100 m/s の竜巻が発生した場合においても基本的安全機能を損なわないために、竜巻飛来物の発生防止及び防護対策を行うこととしております。

41 ページ目をお願いいたします。当社施設の竜巻検討地域を右の上図に示しております。

過去に発生した事例として把握された竜巻は16個ありまして、最大規模の竜巻はフジタスケールでF2を確認しています。基準竜巻を設定するにあたっては、過去の記録に基づくものであるということと、日本で過去に発生した最大規模の竜巻がF3であることを踏まえて、保守的に考慮しまして、基準竜巻の最大風速は92メートル／sを採用しています。

また当施設において地形効果で竜巻の増幅を考慮する必要はないと考えられるので、設計竜巻の最大風速も92メートルとしております。

一方、将来的な気候変動を完全に予測することは難しく、例えば地球温暖化の影響により台風の強度が強まるという傾向となることや、竜巻の規模や発生数が増加することも予想されることから、保守性を持たせることを考慮して、設計竜巻の最大風速は100メートル／sと設定したものです。

42ページ目をお願いいたします。金属キャスクは貯蔵建屋内に貯蔵されることから、金属キャスクの基本的安全機能が竜巻により直接的に影響を受ける可能性について検討しております。

上の図にありますように、貯蔵区域、受入れ区域の開口部として、除熱のために空気を通過させるための給気口と排気口がございます。建屋内の金属キャスクに直接的な影響を受けるとすれば、竜巻飛来物が開口部を通過してキャスクに衝突する場合がありますが、給気口につきましてはフード及び垂れ壁を持つ迷路構造になっております。竜巻飛来物が通過しても運動エネルギーが迷路構造の中で大幅に減衰し、高速で衝突をする可能性は小さいと考えられます。

また排気口については、排気塔上部に設置し、排気塔の下部に遮蔽ルーバを設置しております。竜巻飛来物が通過しても運動エネルギーは排気塔外壁や遮蔽ルーバで大幅に減衰されて、排気塔直下にはまた金属キャスクを貯蔵していないということもあり、高速で衝突する可能性は小さいと考えております。

以上から、金属キャスクの基本的安全機能の観点から、竜巻の直接的な影響として飛来物の衝突が起こることはないと評価しております。

一方、金属キャスクを内包する貯蔵建屋そのものの健全性という意味では、設計荷重に対して構造健全性を維持する設計としています。設計飛来物としてはワゴン車、鋼製材を設定しており、地上高さ17.2メートルを下回る部位に対して影響評価をし、今後、設工認で評価をしていくことになると思っておりますが、基本的には健全性が保たれているものと考えております。

最後になりますが、火山についてご説明をさせていただきます。当社施設の周辺の火山については、その活動性や敷地との位置関係から判断して、設計対応不可能な火山事象が使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価しております。

そのような中で恐山については、過去のマグマ噴火による火砕物密度流が敷地に到達していることから、火山影響評価の根拠にされていることの確認を目的として、モニタリングを実施しています。

また降下火災物については、敷地近傍で確認された火山灰を考慮することとし、火山灰堆積量は30センチと設定しております。

44 ページ目をお願いいたします。その降下火砕物による貯蔵建屋屋根への荷重評価の結果と積雪との重畳に対する評価結果を2つの表で示しております。上の表は降下火砕物による堆積荷重として30センチをみた評価結果になります。下は重畳、雪との重畳ですね、積雪深170メートルで評価しておりますけれども、いずれにしても許容値を下回ることを確認しております。

なお可能性は低いものの積雪状態で降下火砕物が堆積して、構造設計で考慮する荷重を上回ることがないように、管理基準、対応手順を社内マニュアルに定めて除雪・除灰等を行うように考えております。

45 ページ、ちょっと字が多くて恐縮なんですけど、恐山火山についてまとめております。恐山火山は8万年前までの期間はマグマが直接関与した活動でしたが、8万年前から現在までの期間は、マグマが直接関与しない熱水活動が継続しています。なお恐山火山の最後の噴火は6～8万年前、宮後テフラで水蒸気噴火を確認しております。

現在の恐山火山は継続的な地形変位の累積を示す地殻変動は認められておりません。典型的な熱水活動として、沸騰水の噴出が継続しており、噴気調査等によればマグマが直接関与する活動である可能性は小さいと考えております。

以上から、恐山火山は施設に及ぼす可能性は十分小さいとしておりますけれども、先ほどのご説明と重なりますが、過去にマグマ噴火に伴う火砕物密度流が敷地に到達していることから、火山影響評価の根拠が維持されることを継続的に確認することを目的として、火山モニタリングを独自に実施することとしています。

恐山については公的機関による火山関連の観測が行われていないため、当社として地殻変動データ、地震観測データ、噴火口の状況や火山ガスの観測などのモニタリングを独自に実施しております。既に社内に火山の専門家からなる火山活動評価委員会を設置しておりまして、定期的に火山モニタリングの結果を報告し、指導を仰いでおります。

3つパラメータを設置しておりまして、地震発生回数が月10回を超えた場合、あるいは基線長の変化、比高、こういったところに監視基準値が1つでも超えた場合には直ちに火山活動評価委員会を緊急招集することとしております。その上で火山活動評価委員会の助言を踏まえて、可能な限り対処をするということです。

対処例としましては、火山モニタリングの強化だとか搬入の停止といったことが考えられます。

46 ページ目にその判断フローを示しております。この左側が判断基準、右側に火山活動評価委員会、真ん中が当社の社内対応委員会での総合判断という図になっておりまして、表は平常時、平常時から変化の発生時、大きな変化の発生時と、下に行けばいくほど厳しくなるというものです。

赤で書いていますが、比高だとか基線長あるいは地震についてパラメータを見て判断をしていくことになるかと思えます。専門家から助言をいただきながら、この辺の判断基準を随時更新していくことになるかと思えます。

以上が火山のご説明になります。

ご説明は以上となります。ご質問等をよろしく申し上げます。

【県危機管理局参事】

ありがとうございました。

それでは各要求事項ごとにご質問等をお受けしたいと思います。まず火災等による損傷の防止についてであります。いかがでしょうか。

木村委員、お願いします。

【木村委員】

参考までにお聞きしたいなと思ったんですけども。

防止の対応とかは理解したんですけども、最も起こり得る火災みたいなものは、どんなものを想定されていて、それが訓練等に反映されているのかどうかという点についてご説明をいただければなと思います。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

最も起こり得るというのはなかなか難しいんですけども。基本的に可燃物の持ち込みはしないように、そういう管理もしますので、この貯蔵建屋の中で火災の発生というものは発生しないように防止をしているところです。

そういう中でも、やはり一番キャスクのある近傍で火災が起こるという訓練はすべきであろうということで、貯蔵建屋内での火災を模擬して、消火活動だとか、中でケガ人が発生した場合の対応だとか、そういったことも含めてシナリオを設定して訓練を実施しております。

【木村委員】

ありがとうございました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

なければ次に地盤についてであります。これについてご質問等いかがでしょうか。

佐藤委員、お願いします。

【佐藤委員】

27ページですが、「使用済燃料貯蔵建屋が設置されている地盤には、将来も活動をする可能性のある断層等は認められない」と書かれております。これについての説明は特になかったように思うのです。

例えば、1月30日開催の第2回専門家会合で原燃さんが説明された説明内容と同じと理解をしておけばよろしいですか。それとも、ここにはここ特有の地層の構成があって、お考えを規制庁等に提出されて議論されているということでしょうか。

よろしく申し上げます。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

ご説明が足らなくて、大変申し訳ございません。今、画面上に映しておりますけれども、先ほどお話に出ました原燃を含めて、基本的な考え方の流れというのは大きく違うものではございません。

まず、ここにお示ししておりますのが地形の観察状況でございまして、空中写真判読などから変動地形がないこと、それを確認しております。それから堆積の状況、層序などをきちんと調べるということでございます。それに加えて敷地及びその周辺でボーリングの調査、それからボーリング孔の間で反射法の探査などをやりまして、その結果として地層の断面図を見たところ水平な成層構造になっているということを確認して、過去に変形を受けたような形跡がないということから、最終結論として、そこに記載してございますけれども、敷地及び敷地周辺には断層のようなものはないということで判断をしております。

以上でございます。

【佐藤委員】

原燃さんの説明を我々は受けたんですけれども、それと基本的に変わらないということですね。

【リサイクル燃料貯蔵】

基本的には、地点が違うだけで考え方ややり方は同じです。

【佐藤委員】

はい、了解しました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

奥村委員、お願いします。

【奥村委員】

予め質問してなかったんですけれども、東通でも大間でも、いわゆる第四期の変状というのが報告されて、東通は有識者会議でも問題になりましたけれども、そういう現象は、このサイトでは見られなかったということによろしいですか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

はい、東通で指摘されたような現象は、ここにはございません。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

なければ次に地震の方にまいります。ご発言等いかがでしょうか。

高橋委員、お願いします。

【高橋（信）委員】

聞き洩らしていたかもしれないのでちょっと教えていただきたいのですけれども。

地震においても基本的安全機能は損なわないということは、内部から漏れないということだと思いますが、実際に、仮定としてキャスクは倒れるということを前提にしているんですか。倒れるか倒れないかというのは安全機能を確保する上でどういう位置づけになるのかちょっと分からないんですけれども。実際には倒れる可能性はあるということで解析されているのでしょうか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

基本的に倒れないことを確認しています。

【高橋（信）委員】

倒れない？

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

はい。先ほど言いましたけれども、貯蔵架台をボルト10本で締めているんですけれども、そういった一体の構造物が地震動に対して倒れないということを確認しております。

【高橋（信）委員】

じゃあ、これ最大の仮定される震度でも倒れないということなんですね。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

はい。

【高橋（信）委員】

分かりました。ありがとうございます。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

奥村委員、お願いします。

【奥村委員】

30ページのS s - Aを決めた震源を特定して策定する地震動、この特定された震源はどのようなものなのでしょうか。

S s - A、特定の活断層をどこか、それをもとに。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

今のお尋ねは、震源を特定しての、どの断層かということでしょうか。

【奥村委員】

はい。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

当社の敷地や周辺の活断層の調査によっていろいろございますけれども、敷地に最も一番近いものが紙面中央の横浜断層というものでございます。それで、その長さが、これは初期の評価でございますけれども、1 番の横浜断層、これが15.4キロと、地質調査の結果から評価されてございます。

ちなみにそれをどういうふうに地震動で評価したかということになりますと、これ、15キロと短い断層でございますので、基本モデルの段階で、この15.4キロの断層を地震動で評価する場合につきましては、その基本の地震規模をMw6.5ということにしまして、断層モデルの評価としては27キロ、それから地質評価の結果から断層傾斜角は60度、それから地震発生状況から地震発生層の厚さを出しまして、それから位置につきましては敷地に近づく方に、アスペリティの位置なども敷地に一番近いところに設定をするということをやっております。

不確かさといまして、これに加えて応力降下量短周期レベルの不確かさ、さらに断層の傾斜角の不確かさを45度まで傾けるということになりまして、3 番のケースでございますとMw6.6、Mjに換算しますとおよそ7.1ぐらいでございますけれども、このケースまで地震動を評価してございます。

断層モデルの結果を評価したもの、応答スペクトルの評価、結局全部の断層モデルの解いた結果と先に説明いたしましたSs-A、包絡形でございますけれども、関係はご覧いただけますように地殻内の断層モデルの結果はSs-Aに全て包絡されるという結果になってございます。

以上でございます。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

本日ご欠席の柴委員からご質問を1点いただいています。同じ、今の資料の30ページについて、これらの基準地震動で受けた被害等はどの程度であったか示していただきたいということでございます。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

お答えいたします。

現在までSs級の地震は敷地で経験をしたこともございませんが、実際にはこの後の建物の解析で地震動解析を実施いたします。このモデルでご覧いただけますように、開放基盤か

ら基準地震動をあげて、建屋に入力をして建屋の応答を出すということでございます。その結果といたしまして、建物は概ね弾性の範囲にありまして、非線形の領域に入るようなところまでの応答は示しておりません。

従いまして、 S_s を仮に受けたとしても大きな被害が生じることはないだろうというふうに考えております。

以上でございます。

【県危機管理局参事】

他にございますでしょうか。

なければ次に津波についてでございます。何かご質問等ございますでしょうか。

佐藤委員、お願いします。

【佐藤委員】

事前質問として提出しておりますが、33ページ、それから36ページにも関わります。水平に仮置き中のキャスクに天井クレーンが落下しまして、津波の影響で、キャスクの閉じ込め機能が低下するとともに、キャスク内の燃料棒の全数が破損する場合でも、最も影響の大きいI-129の内部被曝による実効線量は $2 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 、との保守的評価に関する記述があります。

この評価で、使用済燃料の中の被覆管と燃料のギャップのところにあるヨウ素が放出されるところお考えになったんだと思うのですけれども、実際にはこういう化学形態と考えられるけれども、保守的にはこう考えたというあたりの説明をお願いします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

一応、今、画面に映してあるのは線量評価条件です。このうち四角の下から3行目、H、実効線量への換算係数ですけれども、これについてICRPによればエアロゾルだとかヨウ化メチルだとか、それから我々が適用した元素状ヨウ素等が載っていたんですけれども、一応発電所の、例えば島根の廃炉の時の評価とかでもほとんど90数%が元素状ヨウ素ということがありますし、それから実際、我々のキャスクを考えると、発電所のように例えばスクラビングがあったり沈着があったりということがないので、基本的には元素状ヨウ素でいいのかなということで、ここの換算係数は元素状ヨウ素の値を適用しています。

【佐藤委員】

私、間違っているかもしれないので、間違っていたらご指摘をいただきたいのですけれども、通常であれば燃料と被覆管のギャップには、例えば CS_2 であるとか、そういったFP（核分裂生成物）のヨウ化物が結構生成し、ここは計算をきちっとやってみたり実験結果を見ないと分からないのですが、ヨウ素もあるという状況なのかなと思うのです。

そういう中で、ヨウ素、 I_2 で評価すれば十分保守性の観点からの評価であるという説明があれば、僕はそれはそれで納得ですが。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

この表4－5の4にございますように、一つは希ガス、これは大変漏れやすい状況です。そもそも損傷の状況は、最初の構造を見ていただければいいと思うんですけれども、上から仮に落ちてきて、一部密封性能が落ちたとしても、あの蓋が取れちゃうという話を我々は考えているわけではないんですね。要は漏洩率が若干落ちると。失われるわけではないので、基本的に固体のものというのは出てこないと思っています。

従って、出てきそうな希ガス、それからヨウ素、まあ温度で気体になると思いますので、それについても一つはこの表に示すように外部被ばくですね、それとヨウ素による内部被ばくというのを想定すればいいのかなと考えているんです。

これは先ほども申し上げましたけれども、例えば廃炉状態の原子力発電所、その辺の安全評価でも同じような考え方でやっているということで、妥当かなと考えた次第です。

【佐藤委員】

ご説明される方の立場からすると、僕はそれはそれで説明になっているかもしれないけれども、聞く側からすると、どういうアプローチだとかプロセスを段階的に仮定したりして、こう評価しましたという説明がないと、説明としてはなかなかスッキリ理解できないので、すみません、質問をさせていただきました。

ありがとうございました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

三浦委員、お願いします。

【三浦委員】

32ページですけれども、仮想的な大規模津波ということで、これ、多分レベル2の2倍ですかね。かなり大きな津波を想定されているので、ここまで浸水するということはなかなか考えづらいと思うのですが、32ページ右下の図を見ると、海側に近い方ですかね、少し高いところが残っていて、窪んだ地形になっているんだけれども、もし、もし仮に津波が来る、あるいは通常の雨もそうなんですけれども、水が溜まっても排水が上手くいくような構造になっているのかどうか、そのあたりを教えていただきたいと思います。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

この右の図、ある断面だけを切っているものですから、ちょっとそういう溜水みたいなイメージになるかと思うんですけれども。左上の写真、左の方にウネウネと専用道路があります。ここが一番低いというか、津波が遡上してくるパスがこちらになっていまして、逆に言えば、こちらの方に水が逃げていくというのが水の動きかなと思っています。

【三浦委員】

分かりました。ありがとうございます。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

稲垣委員、お願いします。

【稲垣委員】

すいません、事前の質問票は出しておりませんが、今、お話を聞いて疑問に思ったところを質問させていただきます。

津波、あとこの後、竜巻、火山の影響で、キャスクが損傷する可能性、それによって閉じ込め機能、遮蔽機能が低下するという評価は、今のご説明でよく分かったんですけども、直接的なキャスクの損傷ではなくて、例えば津波、竜巻によって冷却設備が破損して冷却機能が低下した場合のキャスクの状況、例えば温度であるとか健全性への影響、そのあたりは評価されているのでしょうか。もし評価されているのであればその内容、結果をご説明いただきたいと思います。

また、1つの機能がもし低下した場合に、それをどういうふうに復旧するのかというようなことについても、もしご検討していられれば是非ご説明をお願いしたいと思います。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

ご説明をしたように、このキャスクというのは、いわゆる空気の自然冷却ですので、冷却設備というものは取り立ててなくて、もし冷却が阻害されるとすれば冷却する空気の流路が妨げられる、そういった状況かと思います。

それで例えばがれきが落ちてきてということもありますけれども、これは例えば電中研の評価などでも、そんなに、がれきというのがキャスクの周りに落ちたとしても、ピッタリ冷却空気の流通を妨げるようなものではないと思っています。

それと、そういう状態になれば当然、例えばがれきを撤去することとか、あるいは最悪例えば水をかけても、これは水の蒸発潜熱で冷却もできますし、その辺は基本的にはそういった定性的な評価で、必ずしもそれでもって除熱が完全に阻害されてキャスクの機能が失われるような話にはならないのではないかという考えであります。

さらに極端な場合で、例えば火砕流が押し寄せたらみたいなこともございますけれども、火砕流に埋もれない限りは冷却がある程度はできるということになるかなと思います。密封機能は元々想定したのは多分失われるとは思いますが。

いずれにしても他の要因というのは定性的な評価でもって一応問題にならないだろうと考えています。

火砕流は先ほど地質の側で調べて、要はそういった噴火は起こらないとなっていますので、そういった状況です、今のところは。

【稲垣委員】

私もそうだと思います、定性的には。でもやはり多くの人を納得させるためには具体的な、定量的な、例えば冷却機能が通常の3分の1になりましたと、その時でもキャスクの温度はこれぐらいまでしか上がりませんというような定量的、具体的なデータを示していただくと、より多くの方が納得できるのかなと思うのですが、いかがでしょうか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

2つの事象については評価しています。1つは外部火災の評価で、いわゆる自然対流が、要するに外気の温度が上がって自然対流が起こらなくなってしまった場合です。これについては評価結果としては、非常に金属キャスク単体というのは熱容量の大きなものでございます、金属製の塊ですので、これだと、例えばそういった状態が15分続いても、何分続いても大した温度上昇にはつながらないという評価をしています。

これは、じゃあそのぐらいの時間でいいのかというと、当然表面の温度が上がってくればドリフト力は大きくなっていきますので、そんなに長い間、外気の温度とキャスクの温度が平衡が保たれることはないと思っていますので、それはそれで1つは外部火災のところでそういった熱のある温度の高い気流が入って来た時にどうなるかという評価をしています。

もう1つは、津波によって砂が来て埋もれた場合ということですが、これも受入れ区域の入り口がありますのでそうそう埋まることはないのですけれども、仮に、数字が今出てこないのですけれども、下から2メートルとかそのくらい埋もれたとして温度がどのくらいになるかという評価はしてございます。これについても、こちらは材料の制限温度まで達しないという評価が出ています。

今のところやっているのはその2つです。

【稲垣委員】

今、2つ、具体的な例を説明いただいたんですけれども、それは、やはり最終的な、いま津波によって冷却機能が失われた場合に直接的に、定量的に適用できるものと考えていいんですか。それともまだ定性的な範囲でしかないというふうに考えた方がよろしいのでしょうか。

もうそれで十分だというお考えというご判断でしょうか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

何が十分かというのは、なかなか、多分許認可でやっているから十分かというとは必ずしもそうではないかなと思っていますけれども、少なくとも、事業者としていろんな事象が起こった時の対応を考えるという話においては、いろいろ考えていけないのかなと思っていますけれども。

やった評価自体というのはかなり保守的な評価、前提をおいてやっていますので、それについてはいいのかなと思っています。

問題は、おっしゃられたように冷却流路が閉塞した場合は、大事なのは流路を復活させれ

ばいいということなので、それについては今のところの評価、この許認可では今のところの話でOKという話になりそうだと思うんですけども、事業者としては今後そういうことも考えて、例えば実際にそういう埋もれた時であるとか瓦礫に覆われた時というのは、当然キャスクの温度等を計りながら適切な措置を採っていきたいと思いますので、そういう検討は今後もやっていきたいなと思っています。

【稲垣委員】

ありがとうございます。熱解析をされる時、その前提条件というのは非常に難しく、例えばキャスクが何本そこにあるのかとか、その中の使用済燃料の燃焼度等で発熱量が当然違ってくると思いますので、そのあたり、多くの方が納得できるような前提を設けられて、それでも大丈夫だよということを具体的に示していただきたいなと思います。よろしくお願いします。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。
柿沼委員、お願いします。

【柿沼委員】

予め質問させていただいていますけれども、39ページに温度計というかキャスクの表面を計るような温度計を準備していますよということで、非常に大事な準備と感じました。

同時に例えば放射線量とか、いろんな電源もいずれは準備されるでしょうけれども、何かそういうものが無くなった時にこのキャスクの状態を簡易に判断できるようなものの準備というのは、どういうものが、この温度計以外に準備されているのでしょうかという質問でございます。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

これから準備するものも結構多いのですが、放射線についてはやはり可搬型のγ線だったらシンチレーションだとか、中性子であればいわゆる中性子サーベイメータ、電源も必要なので電池で動かすタイプも考えています。あと温度計はこういうものかと思うのですが、他にも圧力計とかも必要なので、圧力計は代替の圧力計を取り付けて、そのための計測系を付けます。そういう時にまた電源がかなり必要なので、バッテリー式の可搬型の電源だとかディーゼル発電機といったものを準備すると思います。

あと排気温度といったものも測定をする必要があるので、測温抵抗体とかで測定をする、やはり計測系が必要なので、そのためにはディーゼル発電機などの準備をするのかなと思いますが、今、まだこれは設置予定場所ですので、これからこういった対策を作って設置をし、こういった代替計測も準備をしていく必要があるという段階です。

【柿沼委員】

ありがとうございます。やはり、電源車まで、準備できるまでとか、いろんな時間までの間に、その近くにいる人たちが的確に判断できると、それが次に何をすべきかということにつながっていくと思いますし、福島事故の時も非常にきっちりできているシステムの中で、そこで普段はここで線量が測られてというのができているので、その簡易の機械というのは実際あまりなかったりして線量に気がつかなかつたりということがありましたから、是非そういうことが比較的簡単な準備でできると思うので、是非準備をしていただきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

【県危機管理局参事】

木村委員、お願いします。

【木村委員】

津波に関してはかなり保守的な想定をされているのかなと、お聞きして思っていたんですが、僕も、このシリーズでいつも気になっているのが、これだけ大規模な津波が起こる時に、地震と一緒にどのくらいのものがあるんですかね、実際には。

というのは、複合的に地震と津波が両方一緒に起こった時にはどうなるのかという議論は何かいつもされていないので。例えば39ページの予備緊急時対策所というイメージがあるんですけども、すごい地震だと、これだともたなそうだなと思ったり、素人考えではあるんですけども、23メートルの津波が来た時に地震というのはどのくらいのものが想定されているのか、それが複合的な影響というのは考えないのかどうかと、僕はいつも気になって、納得できずに帰ることが多いのでちょっとお聞きしたいなと思っています。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

元々津波は、釈迦に説法ですが、海で起こる地震で、プレート溝境界で起こる地震で津波が起きるということです。我々、本来はここにお示しをしているものよりも、もう少し沖合の浅いところで起きる地震が津波の震源だと思いますけれども、地震動の評価としては敷地に近い方でマグニチュード9クラスの地震を、東北地方太平洋沖地震を踏まえてプレート間地震として想定しております。

その評価結果が、今、ここでお示しをしているとおり、今、包絡形で示しているものの線の内側に収まっているということでございます。印象として少し小さいのではないかとと思われるかもしれません。

これはプレート境界の位置で、過去に起きた地震を並べてプレート境界の深さと敷地の関係を示したものでございまして、左側にはプレート境界の等深線がございまして、下北半島のプレート境界というのは相対的に言えば深いところがありまして、敷地から相当距離があるということでございまして、他の地域に比べるとプレート地震の影響が、距離の影響で小さくなっているということでございます。

従いまして、先ほどお示ししたプレート間地震の最大加速度で約200ガル程度でございます。そうすると建屋としては十分弾性の範囲に収まるようなものでございまして、仮に津波が起こってから津波が到達するので、同時に来るということは考えにくいですが、仮に同時に加わったとしても建屋が損傷を受けることはないだろうと。

だから津波が来た時には事前に損傷を受けたような状態になってないだろうと考えております。

以上でございます。

【木村委員】

確認ですが、津波高さが23メートルの地震であっても200ガル程度であると。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

そうです、マグニチュード9クラス程度の地震で200ガル程度でございます。

【木村委員】

なるほど。それでこちらの予備緊急時対策所というのは、その時につくるわけじゃないですよね。予め設置してある、これも弾性が十分整っているものであると。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

これは予め設置しておきます。これから造るんですけれども。

【木村委員】

それは200ガルぐらいだったら、もつと。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

通常の建築基準法で想定しているオーダーだというふうに考えています。

【木村委員】

分かりました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

よろしければ最後の外部からの衝撃による損傷の防止、これは竜巻と火山がございますけれども、まずは竜巻の方についてご質問等ございますでしょうか。

高橋委員、お願いします。

【高橋（信）委員】

私も単純な疑問なんですけれども、これ、飛来物に関する影響を評価されていると思うの

ですけれども、このくらいの最大想定されているような竜巻が発生した場合に、これ、内部の空気の流れというのは、全然大丈夫なレベルなのではないでしょうか。これ、結構開口部が大きいので外の風の影響というのが内部にどうなるかというところを、どう考慮されているのか教えてください。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

一つはキャスクそのものが風を受けたとしても、その力というのは例えば津波の漂流物の評価を行っているんですけれども、それがぶつかった時の力に比べると桁が違うくらい小さいと思っています。

それから建屋の内外気圧差、これによる荷重とか、この辺は評価していますけれども、問題になるような力ではないという評価になっています。

【高橋（信）委員】

分かりました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

佐藤委員、お願いします。

【佐藤委員】

例えば一昨年（2018年）の、非常に強い台風21号が襲来して、大阪市内では乗用車が次々と横転したり飛ばされたりしたことを思い出します。

リサイクル燃料備蓄センターでは車両等を固縛して、こういう事態が起きないようにすることも書かれておりますし、あまり大きなことにはならないのかなと思う一方で、保守的観点から100メートル/sの風速を考慮されると。そこにもしある程度の大きさの車が風でワッと動かされて、それでも入り口のところは迷路のようになっておりますので、そこで打ち当たって止まるということであれば大きな問題とはならないかもしれないけれども、そこから今度は上の方に向けて風が抜ける構造でもありますよね。車のような大きなものは完全にそこに至る前で止められて、貯蔵しているキャスクに影響は及ばないというような説明ができれば全然問題はないと思うんだけど。

その辺はどのように考えれば良いのでしょうか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

貯蔵中のキャスクでいえば、構造を見ていただければ分かるように給気口は迷路構造になっています。一度、フードから下の床まで落ちて。従ってフードと垂れ壁の方で防げるという評価になっています。

それから一方でセンタータワーと申しました排気口の方、これは上に出ているんですけれども、そこを突き破って落ちてきても、見ていただければ分かるように中性子のストリーミ

ングを低下させるためのスリットが切っております。これ、実際ものすごくごついコンクリなんですけれども。ですから上を突き破って落ちてきても、ここで止まってしまいますので、貯蔵中のキャスクの方には行かないと考えております。

一応、竜巻飛来物を想定して、軽いものは確かにおっしゃるように飛ぶんですけれども、しかし100メートル／sというのは、おっしゃられた台風で多分そのレベルのは聞いたことはないですし、そこまで心配をする必要はないのかなと思っていますけれど、100メートルで飛んできたものについて、軽いものは建屋で防げますし、重いものも逆に高く浮き上がらないので、壁厚が1メートルとか下の方、下部の方でありますので、まあ大丈夫だろうと考えています。

1つ懸念するのは、受入れ区域にあったときに、受入れ区域の排気口から、要するに北側の前面にありますので、落ちてきたことも一応想定して評価は念のためにしています。その場合は、確かにキャスクは落ちてきた車が当たれば、要するに胴の外筒のところは多少へこむようなことはあります。可能性はあるんですけれども、それについては一応保守的に全部、そんなことはないのですけれども外筒も取って、それから遮蔽材も全部なくして一応評価した場合でも、一応輸送の特別試験条件の範囲には入るということは確認してございます。

ただ、それはものすごい確率で、そんなに大きくない排気口のところにちょうどすり抜けてくるような話しかありませんので、それだけ保守的な評価の結果から、そうなったとしても線量的には問題ないですし、いわゆる仮設遮蔽みたいなものを設けて運び出すようなことはできるのかなと考えております。

【佐藤委員】

ありがとうございました。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

なければ最後、火山についてでございます。何かご質問等ありますでしょうか。

佐藤委員、お願いします。

【佐藤委員】

45ページなんですけれども、最後の最後に、使用済燃料を収納したキャスクの搬出という記述がありますよね。これはどこか持っていく先を期待できているという理解をしていいんですか。それとも、そこまでは裏付けはないけれども、こういう言葉を使っておられるのか。そのところの説明をお願いします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

基本的に設定しているものではないのですけれども、元々、親会社から持って来ている使用済燃料ですから、自ずとそこに持って帰るのが合理的かなと思っています。

【佐藤委員】

それはそうだと思うんですが、実際に親会社の施設の中に、それだけの規模のスペースが確保されているというわけでもないわけで。どんな程度にこの記述を理解すれば良いのかと思いました。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

そういう意味で、具体的なこの発電所と特定はしているものではありません。それはその時の親会社と相談をして決めるのかなと思いますし、分散して置くことも含めてなのかもしれません。

【佐藤委員】

そういうことであれば、その考え方が伝わる記述が欲しかった。ありがとうございます。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

奥村委員、お願いします。

【奥村委員】

これも予め質問してなくて申し訳ないのですが。火砕密度流が敷地に到達して、敷地付近で消滅しているということのようですが、それで対策としてはモニタリングをするということですが、恐山起源の火砕密度流を見えますと、いずれも規模が小さいんですね。1立方キロとか5立方キロとか。V Iでいうと4か5くらい。ということは、なかなかモニタリングにかからない規模の小さいものですね。マグマのたまる量が少ないので、モニタリングではなかなか検出できない場合もあるのではないかという指摘もあるのですが、想定される火砕流の規模とモニタリングの効果について、何か検討等をされたことはあるでしょうか。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

他の火山に比べて量が多分小さいというご指摘だと思うんですけども。

いずれにしても噴火に対応したモニタリングの設定値ではなくて、何らかの兆候があったら、それはまず火山活動評価委員会を開いて対応を決めるということで、現象と直結した判定基準ではありません。まず何かがおかしかったら、まず立ち止まって考えましょうといったところでまず取り組むのかなと思っています。

【県危機管理局参事】

他にいかがでしょうか。

ご欠席の柴委員からご質問を1点いただいております。資料45ページに関して、恐山火山の活動を公にされている調査研究結果、報告書や論文を引用しながら説明をお願いいたします。

【リサイクル燃料貯蔵（株）】

今、公に公開されているものとしたしましては、まず気象庁の日本火山総覧、それから中央防災会議の資料、それから気象庁の活動年報などがございまして、気象庁では、先ほど先生からご指摘があったように火山のクラスとしては一段下がったものであって、水蒸気噴火程度であるというようなこととか、中央防災会議の話でも概ね100年程度、中長期的な噴火に基づく監視が必要なほどの火山には選定されていないというのが現状でございます。

それから気象庁の火山予知連絡会の資料で国土地理院による干渉 SAR の結果とか、そういうものでも山の動きとしてはノイズレベルを超えるものは見えないということになってございます。

いずれにいたしましても、モニタリングを続けながら状況の変化を掴みながら、兆候がある場合は専門家の火山委員会等にご相談をしながら対応を決めていきたいと思っております。

【県危機管理局参事】

他にございますでしょうか。

以上で予定の項目を終えております。本日、リサイクル燃料備蓄センターにつきましては1回限りということでございますので、これまで各項目ごとにご発言等をいただいてまいりましたけれども、今一度ご発言等があればお受けしたいと思いますが、いかがでしょうか。

ないようでしたら、予定の時刻も迫ってまいりましたので、以上で意見交換等を終わらせていただきます。

後からでも追加のご質問等がございましたら事務局までお知らせいただければ対応いたしたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

皆様、大変ご協力、ありがとうございました。

【司会】

以上をもちまして、第3回青森県原子力懇話会専門家会合を閉会いたします。

本日はありがとうございました。

【専門家会合後日の柿沼委員への回答】

中間貯蔵施設における線量評価用の表面エネルギースペクトルは原子力安全研究協会にて作成している。この包絡スペクトルは、BWR 燃料用金属キャスク10 種類、PWR 燃料用金属キャスク4 種類の設計から得られたガンマ線及び中性子のそれぞれの表面エネルギースペクトルに対して、保守的な線量評価を与えるよう作成されている。中性子エネルギーの設計スペクトル分布図は以下のとおり。

金属キャスクの実測については、日本原子力発電㈱にて実施していることを確認しているが、開示制約があり、回答できないところ。

(中性子)

