

日本原燃株式会社再処理事業所廃棄物管理
事業変更許可申請に係る安全性について

平成 2 4 年 1 月
経 済 産 業 省
原子力安全・保安院

目 次

	頁
I. 審査の結果	1
II. 変更申請内容	2
III. 審査の方針	5
IV. 審査の内容	6
V. 審査の経緯	32

I. 審査の結果

日本原燃株式会社再処理事業所における廃棄物管理の事業の変更許可申請に関し、同社が提出した「再処理事業所廃棄物管理事業変更許可申請書及び同添付書類」（平成22年10月20日付け申請、平成23年1月20日付け一部補正、平成24年1月6日付け一部補正）に基づき審査した結果、当該申請は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下、「原子炉等規制法」という。）第51条の5第3項において準用する同法第51条の3第1項第3号の基準に適合しているものと認められる。

II. 変更申請内容

日本原燃株式会社再処理事業所における廃棄物管理の事業の変更許可申請に関し、同社が提出した「再処理事業所廃棄物管理事業変更許可申請書及び同添付書類」（平成22年10月20日付け申請、平成23年1月20日付け一部補正、平成24年1月6日付け一部補正）によれば、本変更申請の内容は以下のとおりである。

1. 固型物収納体及び低レベル放射性廃棄物ガラス固化体を受入れ・貯蔵するための設備変更

廃棄物管理施設において廃棄物管理を行う放射性廃棄物の種類として、新たに、使用済燃料の再処理に伴い発生する燃料被覆管せん断片及び燃料集合体端末片等を圧縮してステンレス鋼製容器に封入したもので以下の仕様を満たし、仏国のAREVA NC社から我が国の電力会社に返還されるもの（以下、「固型物収納体」という。）及び使用済燃料の再処理に伴い発生する低レベル放射性液体廃棄物をステンレス鋼製容器にほうけい酸ガラスを固化材として固型化し、放射性物質が容易に飛散し、及び漏えいしないもので以下の仕様を満たし、仏国のAREVA NC社から我が国の電力会社に返還されるもの（以下、「低レベル放射性廃棄物ガラス固化体」という。）を追加する。

固型物収納体	
寸法	: 外径 約 430mm 高さ 約 1,340mm
質量	: 最大 850kg/本
容器材質	: ステンレス鋼
容器肉厚	: 約 5mm
発熱量	: 最大 90W/本

低レベル放射性廃棄物ガラス固化体	
寸法	: 外径 約 430mm 高さ 約 1,340mm
質量	: 最大 550kg/本
容器材質	: ステンレス鋼
容器肉厚	: 約 5mm
発熱量	: 最大 90W/本

数量 2,880 本(最大管理能力)

放射性廃棄物の種類ごとの最大管理能力

ガラス固化体 : 最大 2,880 本

固型物収納体 : 最大 632 本

低レベル放射性廃棄物ガラス固化体 : 最大 28 本

ただし、ガラス固化体、固型物収納体及び低レベル放射性廃棄物ガラス固化体(以下、「ガラス固化体等」という。)を合わせて 2,880 本(最大管理能力)を超えない。

放射性物質の種類ごとの放射能濃度

固型物収納体

アルファ線を放出する放射性物質 : 最大 6.2×10^{12} B q / 本

アルファ線を放出しない放射性物質 : 最大 7.4×10^{14} B q / 本

低レベル放射性廃棄物ガラス固化体

アルファ線を放出する放射性物質 : 最大 6.2×10^{12} B q / 本

アルファ線を放出しない放射性物質 : 最大 7.4×10^{14} B q / 本

これらの放射性廃棄物を受入れ・貯蔵するに当たり、以下の変更を行う。なお、固型物収納体及び低レベル放射性廃棄物ガラス固化体(以下、「固型物収納体等」という。)は、ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟に貯蔵する。

(1) 廃棄物管理施設の構造及び設備

廃棄物管理を行う放射性廃棄物の追加に伴い、廃棄物管理施設の主要な設備に関する変更はない。

ただし、固型物収納体からのクリプトンを測定するために閉じ込め検査装置の変更、排気中のクリプトンを監視するために排気モニタリング設備としてガスモニタの追加設置等を行う。

なお、平成 18 年 9 月 19 日以降に変更の許可の対象となる施設は、改訂された発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定)(以下、「新耐震指針」という。)等に基づく耐震設計とする。

(2) 廃棄の方法

固型物収納体等は、収納する貯蔵ピットに、合計 9 kW 以上のガラス固化体を収納した収納管が存在する状態又はこれと同等な冷却能力となる状態で収納する。

固型物収納体については、収納する位置において、貯蔵期間中の容器内の水素濃度の評価値が4 vol%を超えないことを確認し、収納・管理する。

また、収納管1本当たりの収納本数を最大4本とし、封入物のないステンレス鋼製容器（以下、「位置決めキャニスタ」という。）を収納管最下段に置き、その後、固型物収納体と位置決めキャニスタを交互に収納し、最終的な処分がされるまでの間、管理する。

低レベル放射性廃棄物ガラス固化体については、収納管1本当たりの収納本数を最大9本となるように収納し、最終的な処分がされるまでの間、管理する。

2. 固体廃棄物貯蔵設備の最大保管廃棄能力の向上

放射性廃棄物の管理に伴って発生した固体廃棄物の量を考慮し、保管廃棄施設の最大保管廃棄能力を向上させ、200 ℓドラム缶換算で約2,000本とする。

3. 敷地の面積・形状の変更

隣接する核燃料物質使用施設の周辺監視区域との一元化等の観点から、敷地の面積及び形状を変更する。敷地面積は約390万m²とする。

Ⅲ. 審査の方針

1. 審査の基本方針

審査においては、日本原燃株式会社再処理事業所における廃棄物管理の事業の変更について、原子炉等規制法第51条の5第3項において準用する同法第51条の3第1項第3号に定める許可の基準に適合していることを判断するため、変更後においても所要の安全設計等がなされていることを、その基本的事項について確認することとした。

2. 審査方法

- (1) 審査は、申請者が提出した「再処理事業所廃棄物管理事業変更許可申請書及び同添付書類」（平成22年10月20日付け申請、平成23年1月20日付け一部補正、平成24年1月6日付け一部補正）に基づき行うこととした。
- (2) 審査に当たっては、法令で定める基準等に基づくとともに、原子力安全委員会が定めた「廃棄物管理施設の安全性の評価の考え方」（平成元年3月）に基づき以下の指針を用いることとした。
 - ① 「核燃料施設安全審査基本指針」（昭和55年2月、平成13年3月一部改訂）
 - ② 「再処理施設安全審査指針」（昭和61年2月、平成22年12月一部改訂）
- (3) また、以下の指針を参考として用いることとした。
 - ① 「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（昭和57年1月、平成13年3月一部改訂）
 - ② 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月）
 - ③ 「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き」（平成22年12月）
- (4) その他、「日本原燃株式会社再処理施設及び特定廃棄物管理施設の「耐震設計審査指針」等に照らした耐震安全性評価の確認結果について」に対する見解」（平成22年12月原子力安全委員会決定）、及び、「日本原燃株式会社再処理事業所における核燃料物質の加工の事業の許可申請に係る安全性について」（平成21年12月経済産業省）等先行原子力施設の審査経験等も参考とすることとした。

IV. 審査の内容

本廃棄物管理の事業の変更許可申請を審査した結果は、以下のとおりである。

IV-1. 本変更における設備変更等について

1. 基本的立地条件

地すべり、陥没、高潮等の自然現象、風向等の気象、及び、地下水等の水理等の自然環境並びに飛来物等の社会環境の状況は、従来と比較して有意な変化はないと認められることから、廃棄物管理施設に係る配置を含む安全設計の妥当性の判断及び各種の評価に用いることが適切であるとする従来の判断を変更する必要はない。

したがって、廃棄物管理施設の立地地点及びその周辺の自然環境及び社会環境は、安全確保上支障がないものであり、また、調査結果を施設の設計等に用いることは適切であると判断する。

2. 平常時の線量評価

2.1 放射性物質の環境への放出による線量

(1) 放射性物質の放出量の設定

ガラス固化体を冷却する空気中に生成される放射化生成物である放射性アルゴンは、冷却空気出口シャフトの排気口から環境へ放出される。放射性アルゴンの放出量は、変更後の廃棄物管理施設の最大管理能力である2,880本のガラス固化体が貯蔵ピットの収納管に収納されている状態を考慮して計算されている。本変更申請において、新たに貯蔵する廃棄体として固型物収納体等が追加されるが、既に許可されたガラス固化体のみを貯蔵した場合の放出量の評価値を上回ることはないとしている。

また、受入れ時の検査を完了して貯蔵ピットの収納管に収納した固型物収納体等から放射性物質が放出されることは考え難いが、固型物収納体等の受け入れ時の閉じ込め検査における測定能力を考慮し、放射性ルテニウム、放射性セシウム及び放射性クリプトンが収納管の排気中に含まれ、ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒の排気口から放出されると仮定して、保守的に評価している。なお、放射性ルテニウム及び放射性セシウムの評価については、ガラス固化体のみを貯蔵した場合の放出量の評価値を上回ることはないとしており、本変更においては、放射性クリプトンの評価を追加している。

評価の結果、ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒の排気口における放射性クリプトンの推定年間放出量は 1.2×10^{11} Bqとしている。

放出量の設定については、適切な計算方法及び計算条件により行われているとともに、その考え方も妥当と認められる。

(2) 敷地境界外における空気中の放射性物質の濃度

(1)の放出量をもとに、冷却空気出口シャフトの排気口及びガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒の排気口における放射性物質の濃度を計算している。その結果、放射性クリプトンは約 9.8×10^{-5} Bq/cm³ であり、法令に定める周辺監視区域外の空気中の濃度限度と比較すると百分の一以下で、十分に小さいとしている。

さらに、排気口から放出された放射性物質は、大気中の拡散により敷地境界外では更に希釈されるため、敷地境界外における空気中の放射性物質の濃度を「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の基本拡散式を用いて計算している。なお、敷地境界と周辺監視区域境界がほぼ一致しているので、周辺監視区域外の計算結果を敷地境界外の計算結果として扱っている。

変更後の廃棄物管理施設の周辺監視区域外における年平均地表空気中濃度は、放射性クリプトンについては、排気口からW方向約890mの地点で最大となり、その時の濃度は約 2.8×10^{-9} Bq/cm³ で、法令に定める周辺監視区域外の空気中の放射性物質の濃度限度と比較すると一千万分の一以下と極めて小さい。また、放射性アルゴン、放射性ルテニウム及び放射性セシウムについては、(1)のとおり、ガラス固化体貯蔵時の評価を上回ることはなく、法令に定める周辺監視区域外の空気中の放射性物質の濃度限度と比較すると、放射性アルゴンが五万分の一以下、放射性ルテニウム及び放射性セシウムが一千万分の一以下であり、極めて小さい。

このため、周辺監視区域外における空気中の放射性物質の濃度は、新たに放出を考慮した放射性クリプトンの濃度を含めても極めて小さいことから、変更後の廃棄物管理施設からの気体廃棄物の放出に係る一般公衆の線量は無視できるとしている。

以上の敷地境界外における空気中の放射性物質の考慮は、妥当なもの認められる。

2.2 直接線及びスカイシャイン線による線量

本変更における廃棄物管理施設からの直接線及びスカイシャイン線による線量評価については、既に許可されたガラス固化体のみを貯蔵した場合の線源の線量を上回ることはないことから、変更後の廃棄物管理施設からの直接線及びスカイシャイン線による周辺監視区域外の一般公衆の実効線量及び皮膚の等価線量の最大となる値は、いずれも年間約 8×10^{-3} mSv であり、既許可の値からの変更はないとしている。

以上の直接線及びスカイシャイン線による線量評価は、妥当なものと認められる。

2.3 線量評価結果

変更後の廃棄物管理施設からの放射性物質の放出に係る線量は、新たに放出が追加となる放射性クリプトンの考慮を含め、無視できると評価しており、直接線及びスカイシャイン線による敷地境界外の実効線量及び皮膚の等価線量は、既許可のものを変更する必要はなく、法令に定める周辺監視区域外における線量限度を下回っている。

以上のことから、変更後の廃棄物管理施設の平常時の線量評価は、妥当なものと判断する。

なお、本変更において、事業所の敷地が南側に拡大されているが、本評価に影響を与えるものではない。

3. 安全評価

(1) 放射性物質を外部に放出する可能性のある事象は、固型物収納体等の閉じ込めの機能に異常をきたす事象である。本変更では固型物収納体等を管理対象として追加することが計画されており、その取扱い及び貯蔵管理方法は従来よりも複雑になると考えられる。ただし、これに伴うリスクの増大に対する適切な対策を強化することを前提に、申請者は、固型物収納体等の閉じ込めの機能に異常をきたす可能性のある事象として、ガラス固化体と同様、固型物収納体等の落下等、固型物収納体等の容器の劣化及び電源喪失について検討するとともに、それに加えて、固型物収納体に固有の事象である容器内の水素の爆発について検討している。その結果、本変更において、適切な安全設計・安全対策を講じていることから、固型物収納体等の閉じ込めの機能に異常をきたす事象の発生は工学的に見て考えられず、一般公衆に影響を及ぼすような異常の発生及び波及・拡大に至る事象は考えられないとしている。

(2) なお、上記のように本施設においては放射性物質を外部に放出する可能性のある事象の発生は考えられないとしているが、本施設の特質に鑑み、上記の検討事象のうち、技術的にみて発生した場合最も厳しい影響を及ぼすことが考えられる事象として固型物収納体が何らかの原因で落下し破損する事象を仮に想定することによって、代表してその影響に係る評価を行っている。

評価は、固型物収納体の落下に伴い、貫通欠陥部から容器内気相中の放射性物質の全量及び圧縮ディスクに閉じ込められていた微粉の一部が放出さ

れ、その一部が空気中へ移行し、さらに、建物を通じて大気中に放出されるものとしている。

評価の結果、放射性物質の吸入に伴う内部被ばくによる敷地境界外での実効線量の最大値は約 2.7×10^{-5} Sv としている。

以上の計算条件は、文献等に基づき適切に設定されており、大気拡散条件は「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従っている。

したがって、本変更において、適切な安全設計・安全対策を講じることにより、固型物収納体等の閉じ込めの機能に異常をきたす事象の発生は考えられないとしていること、また、最も影響が厳しい事象として固型物収納体が落下し、破損する事象を想定したとしても、敷地境界外での実効線量の最大値が小さいとしており、このような事象が発生した場合であっても、その影響は変更前に比べて著しく増大することはないと考えられることから、本変更における安全評価は、妥当なものと判断する。

4. 閉じ込めの機能

固型物収納体は、放射性物質をステンレス鋼製の容器内に封入、低レベル放射性廃棄物ガラス固化体は、放射性物質を固化ガラス及びステンレス鋼製の容器内に閉じ込めている。さらに、固型物収納体等を収納管の内部に収納し、直接冷却空気に接しないようにすることにより、固型物収納体等のステンレス鋼製容器の腐食を防止している。

また、収納管排気設備による収納管内の負圧維持及び収納管排気設備の入口圧力の監視、換気設備により固型物収納体等を取り扱う室を清浄区域より負圧に維持する構造であることは、既許可のガラス固化体受入れ・貯蔵時と変更はないとしている。

したがって、放射性物質を収納する系統及び機器は、放射性物質が漏えいし難い構造であると認められることから、本変更後においても閉じ込めの機能に係る設計は、妥当なものと判断する。

5. 放射線しゃへい

本変更のしゃへい設計に当たっては、固型物収納体等の1本当たりのガンマ線及び中性子線の線源強度が、既許可のガラス固化体の線源強度より低く、外部放射線に係る線量当量率がこれまでの評価を上回ることはないこと、固型物収納体等の受入れ・貯蔵作業が、既許可のガラス固化体と同様の搬送ルート・方法で行われること、放射線業務従事者の立ち入る場所についても変

更がないこと、基準線量率はしゃへい区分に応じた適切に設定されており、変更がないこと等から、これまでのしゃへい設計で対応可能としている。

したがって、本変更後においても放射線しゃへいに係る設計は、妥当なものと判断する。

6. 放射線被ばく管理

本変更における放射線被ばく管理に係る設計及び対策については、固型物収納体等の受入れ・貯蔵作業が、既許可のガラス固化体と同様の搬送ルート・方法で行われること、固型物収納体等がガラス固化体と同様に、閉じ込め性を有していること、固型物収納体等 1 本当たりのガンマ線及び中性子線の線源強度が、ガラス固化体の線源強度よりも小さく、外部放射線に係る線量率がこれまでの評価を上回ることはないこと等から、既許可の放射線被ばく管理に係る設備、運用等で対応可能であり、放射線被ばく管理に係る設計及び対策を変更する必要はないとしている。

したがって、本変更後においても、既設の放射線被ばく管理に係る設計及び対策は、妥当なものであると判断する。

7. 放射性廃棄物の放出管理

本変更における放射性廃棄物の放出管理については、固型物収納体等がガラス固化体と同様に、閉じ込め性を有していること、それらの線源強度がガラス固化体に比べ小さく、外部放射線量に係る線量率がこれまでのガラス固化体の場合のものを上回ることがないこと等から、廃棄物管理施設から環境へ放出される放射性物質の濃度は極めて低く、気体廃棄物の放出に係る一般公衆の線量は無視できるとしている。

また、固型物収納体の閉じ込め性が万一喪失した場合を考慮して、放射性クリプトンを測定・監視するためのガスモニタを追加するとともに、トリチウムの捕集・測定ができるようトリチウム捕集装置を追加設置するとしている。

さらに、貯蔵ピットに固型物収納体等を貯蔵した場合の冷却空気中の放射化生成物が環境へ放出される量は、ガラス固化体を全量貯蔵した場合に比べ小さく、監視対象核種に変更がないことから、既許可の排気モニタリング設備により監視可能であるとしている。

したがって、本変更後においても放射性廃棄物の放出管理に係る設計及び対策は、妥当なものと判断する。

8. 貯蔵等に対する考慮

本変更における放射線しゃへいについては、「5. 放射線しゃへい」において審査していることから、ここでは固型物収納体等の貯蔵時の冷却に対する考慮並びに放射性液体廃棄物及び放射性固体廃棄物の保管廃棄に対する考慮について審査を行う。

ガラス固化体貯蔵建屋B棟の貯蔵ピットは、ガラス固化体等が冷却空気と直接接触しないように収納管の内部にガラス固化体等を収納し、ガラス固化体等から発生する熱量に応じて生じる通風力によって、収納管外面及び通風管内面で形成する円環流路を流れる冷却空気によってガラス固化体等を間接的に冷却する構造としている。収納管及び通風管は、耐食性を考慮した設計であるとしている。また、貯蔵ピットの冷却空気は、冷却空気入口シャフトから貯蔵区域内の下部プレナムに流入させ、円環流路及び貯蔵区域の上部を通して冷却空気出口シャフトの排気口から放出させるとしている。冷却空気入口シャフト及び冷却空気出口シャフトの開口部には、異物の侵入を防止する措置を講じ、貯蔵区域の天井及び側壁のコンクリートの長期健全性を確保するために、適切に断熱又は除熱を行う設計であるとしている。また、冷却空気が流れていることを確認するために、冷却空気入口シャフト、冷却空気出口シャフトにおける冷却空気温度及び円環流路出口における冷却空気温度を測定できる構造であるとしている。

固型物収納体等の管理の方法については、合計9 kW以上のガラス固化体を収納した収納管が存在する状態、又はこれと同等の冷却能力となることを評価した上で、固型物収納体等を貯蔵ピットに収納し、管理するとしている。

このうち、固型物収納体については、発熱量が最大90W/本としており、また、収納管1本当たりの収納本数を最大4本、収納管最下段に位置決めキャニスタを置き、固型物収納体と位置決めキャニスタとを交互に収納することを貯蔵条件としている。

収納に先立ち、固型物収納体の発熱量、及びガラス固化体等が収納されている収納管の位置を踏まえた収納計画を策定し、固型物収納体を収納する収納管を選定するとしている。この際、選定した収納管に収納したときの当該固型物収納体の中心温度とガラス固化体等から当該固型物収納体を受けるガンマ線の吸収線量率を評価し、貯蔵期間中の容器内の水素濃度が4 vol%を超えないと評価されていることを確認するとしている。なお、固型物収納体を貯蔵している貯蔵ピットにガラス固化体又は低レベル放射性廃棄物ガラス固化体を収納する際にも、既に貯蔵した固型物収納体に対して同様の確認を行うとしている。

固型物収納体貯蔵時の冷却評価については、発熱量90Wの固型物収納体が

収納管最上段（8段目）に存在し、最上段以外は発熱がない状態、及び、周囲をガラス固化体に囲まれた最も厳しい状態で固型物収納体の冷却を評価しており、この時最も高温となる最上段の固型物収納体の温度の計算値は、外気温を29℃とすると、表面で約75℃、中心部で約140℃になるとしている。

また、4本収納した固型物収納体の最下部の容器に発生する応力は、最大で約70 N/mm²と小さく、固型物収納体の貯蔵時の容器温度はクリープが問題になる温度領域より低いことから、強度上問題ないと評価している。さらに、空気による固型物収納体の容器の腐食量は長期間の貯蔵を考慮してもわずかであり、材料強度上問題とはならないと評価している。

一方、低レベル放射性廃棄物ガラス固化体は、発熱量が最大90W/本としており、収納管1本当たりの収納本数を最大9本となるようにすることを貯蔵条件としている。

低レベル放射性廃棄物ガラス固化体貯蔵時については、発熱量90Wの低レベル放射性廃棄物ガラス固化体が収納管最上段（9段目）に存在し、最上段以外は発熱がない状態、及び周囲をガラス固化体に囲まれた最も厳しい状態で低レベル放射性廃棄物ガラス固化体の冷却を評価しており、この時最も高温となる最上段の低レベル放射性廃棄物ガラス固化体の温度の計算値は、外気温を29℃とすると、表面で約95℃、中心部で約105℃になるとしている。

また、9段積みの最下段の低レベル放射性廃棄物ガラス固化体の容器に発生する応力は最大で約60 N/mm²と小さく、貯蔵時の低レベル放射性廃棄物ガラス固化体の容器温度はクリープが問題になる温度領域より低いことから、強度上問題ないと評価している。さらに、固化ガラス及び空気による低レベル放射性廃棄物ガラス固化体の容器の腐食量は長期間の貯蔵を考慮してもわずかであり、材料強度上問題とはならないと評価している。

収納管に低レベル放射性廃棄物ガラス固化体を9本、又は固型物収納体を4本及び位置決めキャニスタを4本収納したときに収納管に加わる荷重については、ガラス固化体9本収納時と同等又は小さく、結果として収納管に加わる応力はガラス固化体を9本収納した時と同等又は小さくなるとしている。

これらの評価は、保守的な計算方法及び計算条件により行われており、妥当なものであると認められる。

したがって、本変更における貯蔵ピットでの固型物収納体等の貯蔵時の冷却等に対する考慮は、妥当なものであると認められる。

また、放射性液体廃棄物については、今回の変更により放射性液体廃棄物の発生量が約0.05 m³/年増加して約0.25 m³/年となるが、現在の廃水貯槽の貯

蔵量が0 m³であることから、変更後の放射性液体廃棄物は、既許可の廃水貯槽にて十分に管理できるとしている。

このことから、変更後の放射性液体廃棄物の発生量を考慮しても、既設の廃水貯槽は約5年分以上の貯蔵容量を有するとしている。

したがって、本変更における放射性液体廃棄物の貯槽管理については、妥当なものと判断する。

放射性固体廃棄物については、本変更において固体廃棄物貯蔵設備の保管廃棄能力の向上を図ることにより、既許可の固体廃棄物貯蔵設備は、予想される固体廃棄物の発生量に対して十分な貯蔵容量を有する設計であるとしている。

このことから、変更後の固体廃棄物の発生量を考慮しても、最大保管廃棄能力向上後の固体廃棄物貯蔵室は約5年分以上の貯蔵容量を有するとしている。

したがって、固体廃棄物貯蔵設備の貯蔵容量は、妥当なものと判断する。

以上のことから、本変更後においても廃棄物管理施設の貯蔵等に対する考慮は、妥当なものとして判断する。

9. 放射線監視

本変更における管理区域内の放射線監視については、固型物収納体等の受入れ・貯蔵作業が、既許可のガラス固化体と同様の搬送ルート・方法により行われること、固型物収納体等がガラス固化体と同様に閉じ込め性を有するとともに、それらの線源強度がガラス固化体に比べ小さく外部放射線量に係る線量率がこれまでのガラス固化体の場合のものを上回ることがないことから、既許可の屋内モニタリング設備等（エリアモニタ、ダストモニタ、放射線サーベイ機器）にて、管理区域内の放射線監視が行えるとしている。また、換気筒及び冷却空気出口シャフトにおける放射線監視については、既許可の排気モニタリング設備及び試料分析設備により放射線監視がなされるとともに、ガラス固化体受入れ・貯蔵建屋換気筒モニタについて、固型物収納体の閉じ込め性が万一喪失した場合を考慮して、放射性クリプトンを測定・監視するためのガスモニタを追加するとともに、トリチウムの捕集・測定ができるようトリチウム捕集装置を追加設置するとしている。周辺環境における放射線監視についても、既許可の環境モニタリング設備を利用できるとしている。

したがって、本変更後においても放射線監視に係る設計は、妥当なものとして判断する。

IV-2. 耐震関係について

本変更申請においては、廃棄物管理を行う放射性廃棄物の追加に伴い、廃棄物管理施設の主要な設備に関する変更はない。

ただし、平成18年9月19日以降に変更の許可の対象となる施設は、新耐震指針等に基づく耐震設計とするとしている。

このため、廃棄物管理施設のうち、平成18年9月19日以降に変更の許可の対象となる施設については、新耐震指針及び再処理施設安全審査指針の「地震に対する考慮」により要求されている基準地震動の策定、耐震設計方針、耐震設計上の重要度分類等について、その妥当性の検討を行った。

このうち、基準地震動の策定については、新耐震指針に基づく「日本原燃株式会社再処理施設及び特定廃棄物管理施設の「耐震設計審査指針」等に照らした耐震安全性評価の確認結果について」に対する見解（平成22年12月原子力安全委員会決定）、及び、「日本原燃株式会社再処理事業所における核燃料物質の加工の事業の許可申請に係る安全性について」（平成21年12月経済産業省）と同様の内容であることの確認を行った。

1. 地盤・地震動

本廃棄物管理施設では、「IV-2. 2. 地震に対する考慮」に示されるように耐震設計上の重要度分類がSクラスの施設を有することから、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動（以下、「基準地震動 S_s 」という。）を策定することが新耐震指針上要求される。

この基準地震動 S_s は「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、敷地における解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定することが要求される。

これらの要求事項に対して申請者が行った検討内容は、以下のとおりである。

1.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」については、敷地周辺の活断層の性質、過去及び現在の地震発生状況等を考慮し、さらに地震発生様式等による地震の分類を行った上で、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下、「検討用地震」という。）を複数選定し、それらの地震ごとに応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施することが要求される。

(1) 過去及び現在の地震発生状況等から考慮すべき地震

過去及び現在の地震発生状況等から、耐震設計において考慮すべき地震を選定し、さらに地震発生様式等による地震の分類を行うためには、地震資料や敷地における地震観測記録等を基に、過去又は現在において敷地又はその周辺に影響を与えた、若しくは与えらるると考えられる地震を調査することが要求される。

① 地震資料

地震の選定及び分類に当たって使用する地震資料は、マグニチュード、震央位置、震源深さ、被害状況、地震発生様式等可能な限りの情報が網羅されていることが要求される。

敷地、敷地近傍及び敷地周辺の地震の選定及び分類に当たって使用している地震資料は、既往の地震資料を基に数々の研究成果を取り入れて編集されたもの、気象庁が発表した最新のデータに基づくもの、あるいは地震調査研究推進本部や中央防災会議等が公表した最新の知見に基づくものであるとしている。

なお、一般に地震資料間で地震諸元等に差異があることを考慮し、敷地に与える影響については、上記以外の地震資料に基づく過去の被害地震についても検討している。

② 過去及び現在の地震発生状況等から考慮すべき地震の選定及び分類

地震の評価については、敷地又はその周辺に影響を与えた地震を調査し、敷地に影響を与えた、又は与えたと考えられる過去の地震及び敷地に影響を与えるおそれのある地震を適切に選定していること、及びそれらの地震規模等の想定が妥当であることが要求される。

敷地に影響を与えた、又は与えたと考えられる過去の地震の選定に当たっては、地震のマグニチュード、震央位置、被害状況等について、上記①の地震資料に基づき、震央が敷地から約 200km 以内の範囲の地震を対象に、敷地付近での気象庁震度階級、あるいは、敷地付近での気象庁震度階級がないものはマグニチュードと震央距離の関係図から震度区分を行い、地震を選定している。

選定した地震に対して地震調査研究推進本部の知見や地震による被害状況等を用いた検討を行い地震発生様式等に分類している。

また、敷地に影響を与えるおそれのある地震の選定に当たっては、地震発生様式等による特性や観測データ数等を考慮し、約 200km 以遠の範囲も含め考慮すべき地震を選定している。

選定に当たっては、過去の被害地震より、家屋等に被害が発生するとされている気象庁震度階級 5 弱（1996 年以前は気象庁震度階級 V）程度

以上を敷地に与えたと考えられる地震を選定している。

以上において選定された地震を、過去及び現在の地震発生状況等から考慮すべき地震としている。これらの地震は、地震発生様式等、地震規模、震央位置とその震度分布及び被害状況等の検討、並びに地震発生様式等の特性や観測データ数等を踏まえた検討をして抽出されている。

(2) 考慮すべき活断層

① 調査

耐震設計上考慮する活断層は、第四紀後期更新世以降の活動が否定できないものとし、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を行って認定することが要求される。

海域を含む敷地周辺に存在する活断層については、その位置、形状、活動性等の状況を把握するため、敷地からの距離に応じて既存文献の調査や、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学の調査等を適切に組み合わせて十分な調査を実施し、特に敷地近傍においては、精度の高い詳細な調査を実施することが要求される。

陸域については、「新編日本の活断層—分布図と資料」（活断層研究会編、1991）等関連の文献及び地震調査研究推進本部の活断層に関する知見があり、敷地を中心とする半径約 30km の範囲及びその周辺の陸域においては、これらの文献等、空中写真判読等による地形調査及び地表地質調査の結果により、特に半径約 5 km の範囲においては、さらに詳細な地表地質調査に加え、重力探査や反射法地震探査を実施し、敷地周辺の断層の性状及び第四紀後期更新世以降の活動性を検討している。

また海域については、「20 万分の 1 八戸沖海底地質図及び説明書」（工業技術院地質調査所、1978）等があり、敷地を中心とする半径約 30km の範囲及びその周辺の海域において、これらの文献と、申請者が実施した海上ボーリング及び音波探査結果並びに電気事業者の音波探査の結果を用いた解析により、敷地周辺の断層の性状及び第四紀後期更新世以降の活動性を検討している。

② 敷地周辺の地質

敷地周辺の陸地の地質については、先新第三系としては、東岳・八幡岳地域に分布する立石層が、新第三系中新統としては、同地域に分布する和田川層、小坪川層、松倉山層及び市ノ渡層、吹越地域に分布する猿ヶ森層、泊層及び蒲野沢層、並びに六ヶ所地域に分布する泊層及び鷹架層があるとされている。新第三系鮮新統～第四系下部更新統としては、吹越地域から六ヶ所地域にかけての丘陵地及び台地に広く分布する砂子又層が

あるとしている。砂子又層は、下位の泊層、小坪川層、蒲野沢層、鷹架層及び市ノ渡層を不整合に覆うとしている。

第四系中部更新統～上部更新統としては、古期低地堆積層、田代平溶結凝灰岩、段丘堆積層、十和田火山軽石流堆積物、火山灰層等があるとしている。

古期低地堆積層は、六ヶ所地域及び東岳・八幡岳地域の台地斜面に、田代平溶結凝灰岩は、東岳・八幡岳地域の天間ダム付近に分布するとしている。

段丘堆積層は、東岳・八幡岳地域、吹越地域及び六ヶ所地域に広く分布し、第四系中部更新統の高位段丘堆積層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層及び低位段丘堆積層からなり、それぞれ高位面、中位面及び低位面を形成するとしている。中位面には、南関東の下末吉面（酸素同位体ステージ5 e）に対比されるM₁面、引橋面（酸素同位体ステージ5 e 末ないし直後の海面安定期）に対比されるM₂面及び小原台面（酸素同位体ステージ5 c）に対比されるM₃面が、低位面には、南関東の三崎面（酸素同位体ステージ5 a）に対比されるL₁面等が分布するとしている。これらの段丘面については、各段丘面内に含まれる火山灰層の層位関係から年代対比している。

敷地周辺の海域の地質については、太平洋調査海域では、上位からA層、B_p層、C_p層及びD層の4層に区分し、D層については、さらにD_{1p}層、D₂層及びD₃層の3層に細区分している。津軽海峡調査海域及び陸奥湾調査海域では、上位からA層、B層、C層及びD層の4層に区分し、D層については、さらにD₁層、D₂層及びD₃層の3層に細区分している。このうち、A層は第四系上部更新統最上部～完新統、B_p層は第四系中部更新統上部～上部更新統、B層は第四系中部更新統～上部更新統、C_p層は第四系下部更新統最下部～中部更新統上部、C層は新第三系鮮新統～第四系下部更新統、D_{1p}層は新第三系中新統～第四系下部更新統最下部、D₁層は新第三系中新統～鮮新統、D₂層は新第三系中新統、D₃層は先新第三系に対比している。

③ 敷地周辺の活断層

耐震設計上考慮すべき活断層については、それらが適切に選定されていること及びそれらの規模、活動性等の評価が妥当であることが要求される。

a. 文献調査による敷地周辺の活断層

敷地周辺の活断層のうち、陸域のものについては、①に記述された文献に基づき検討が行われており、敷地への影響を検討する必要のある断

層として、横浜断層、野辺地断層、上原子断層、七戸西方の断層、後川—土場川沿いの断層、折爪断層、津軽山地西縁断層帯、青森湾西断層等の断層があげられている。

また、海域についても同様に①に記述された文献に基づき検討が行われており、敷地への影響を検討する必要がある断層として、敷地東方海域の大陸棚外縁の断層、敷地北東海域の断層、敷地南東海域の断層等があげられている。

さらに、敷地近傍の活断層については、①に記述された文献に基づき検討が行われており、敷地への影響を検討する必要がある断層及びリニアメント・変動地形として、出戸西方断層及び二又付近のリニアメント等のリニアメント・変動地形があげられている。

b. 敷地周辺の主な活断層の性状

申請者は、a. であげられている主な断層及びリニアメント・変動地形について、文献調査のほか、陸域については変動地形学的調査として空中写真判読等による地形調査、地表地質調査を行い、海域については海上音波探査、海上音波探査記録の解析等を行い、断層等の性状を検討している。特に、敷地近傍の断層及びリニアメント・変動地形については、これらの調査に加えて、さらに詳細な地表地質調査等や、地球物理学的調査として重力探査、反射法地震探査等を行い、断層等の性状を詳細に検討している。

(a) 横浜断層

横浜断層については、リニアメント・変動地形が認められる鶏沢川付近において、反射法地震探査及びボーリング調査を行った結果、砂子又層の撓曲部に西上がりの逆断層が確認され、その変位が段丘礫層にも及んでいることが認められることから、鶏沢川東方においてトレンチ調査を実施したところ、洞爺火山灰（11.2 万年前～11.5 万年前）の層準に変位及び変形が認められ、阿蘇 4 火山灰（8.5 万年前～9 万年前）の層準にも高度差があり、その高度差が断層活動により形成された可能性を否定できないとしている。

リニアメント・変動地形の北方延長の北川代沢においては、蒲野沢層及び泊層が同斜構造を示しており撓曲構造は認められず、リニアメント・変動地形の南方延長の向平においては、反射法地震探査結果により、砂子又層に断層及び撓曲構造は認められないとしている。

以上を踏まえ、横浜断層については、最終間氷期に形成された中位段丘堆積層に変位及び変形を与えていることが否定できないことから、耐震設計上その活動性を考慮することとし、その長さを北川代沢から向平

までの約 15km (15.4km) としている。

(b) 野辺地町～奥入瀬川間の断層

野辺地断層－上原子断層－七戸西方断層のうち、野辺地断層、七戸西方断層については、中新統から鮮新統にかけての地層に西上がりの構造が認められるものの、最終間氷期の地層に変位及び変形は及んでいないことから、第四期後期更新世以降の活動はないとしている。

上原子断層については、高位段丘堆積層に変位を与えており、断層と第四系上部更新統との関係が確認できないことから、耐震設計上その活動性を考慮することとし、その長さを枇杷野川右岸から上原子北西までの約 5 km としている。

(c) 後川－土場川沿いの断層

後川－土場川沿いの断層については、断層運動に起因するようリニアメント・変動地形は判読されず、本川に流れ込む支流河川の屈曲状態や川沿いの斜面の状態から、三角末端面、閉塞丘、截頭谷等の横ずれに伴う断層変位地形は認められないとしている。

さらに、後川及び土場川の両岸において高位段丘堆積層の基底面には標高差が認められないとしている。

また、後川付近の砂子又層の分布状況及び地質構造、岩相の特徴並びに地質層序等から、文献が指摘する露頭で見られる断層は第四紀層を切るものではないとしている。

以上を踏まえ、本地域の断層は、少なくともその活動が第四紀後期更新世に及んでいないとしている。

(d) 折爪断層

折爪断層については、判読されるリニアメント・変動地形にほぼ対応する位置において、断層又は撓曲が存在又は推定され、断層と第四系上部更新統との関係が確認されないことから、耐震設計上その活動性を考慮することとし、その長さを五戸川左岸から馬場付近までの約 50km としている。

(e) 敷地前面海域の大陸棚外縁の断層

大陸棚外縁の断層については、海上音波探査記録から、 C_p 層の下部に変位を与える断層の存在が確認されたが、いずれの海域でも B_p 層と C_p 層との境界は明瞭に連続しており、 C_p 層上面に変位及び変形等は認められず、また B_p 層は連続する層理を示し断層を示唆する地層の明瞭な乱れは認められないとしている。さらに、白糠沖以北のD層が露出する部分についても、層理が認められる部分には断層を示唆する地層の乱れは認められないとしている。

以上を踏まえ、大陸棚外縁の断層については、 B_p 層以上の地層に断層を示唆する変位及び変形が認められず、大陸棚外縁の断層が第四紀後期更新世以降に活動したことを示唆する痕跡は見られないことから、少なくとも第四紀後期更新世以降の活動はなく、耐震設計上考慮する活断層ではないとしている。

(f) F - c 断層（敷地北東海域の断層）

F - c 断層については、文献に示された伏在断層付近のD層中に断層を示唆する変位が認められ、この断層直上の C_p 層及び B_p 層中には断層の変位と調和的に傾斜がやや大きい箇所が認められることから、小田野沢沖のD層中の変位並びに C_p 層及び B_p 層中にやや大きな傾斜が認められる最大約15kmの区間に、本断層の第四紀後期更新世以降の活動の可能性を想定している。

なお、電気事業者が2008年に実施したエアガン、ウォーターガンによる音波探査結果により、本断層の南東側において、連続性の認められない断層が確認されたが、本断層の活動に伴って形成された付随的な断層と考えられるとしている。

(g) F - a 断層（敷地南東海域の断層）

F - a 断層については、文献に示された断層付近で、 B_p 層中に不明瞭ながら層理の乱れ及び B_p 層の変位が最大約20kmの区間に認められることから、本断層の長さ約20kmの区間について、第四紀後期更新世以降の活動の可能性を想定している。

(h) F - b 断層（敷地南東海域の断層）

F - b 断層については、文献に示された断層付近で、断層の存在及び断層の最新活動時期が特定できない区間が最大約15kmにわたって認められることから、文献に示された断層のうち長さ約15kmの区間について、断層が存在し、かつ第四紀後期更新世以降の活動の可能性を想定している。

(i) F - d 断層（敷地南東海域の断層）

F - d 断層については、文献に示された三沢市天ヶ森沖の伏在断層付近で、D層中に反射面の不連続が認められ、断層が推定可能であり、その直上の C_p 層及び B_p 層にも撓み状の変形が認められ、断層活動の影響を受けた変形構造であることが否定できない区間が最大約6kmに認められる。これらのことから長さ約6kmの区間において、第四紀後期更新世以降の活動の可能性を想定している。

(j) その他の断層

敷地周辺の陸域について、一部の文献には、前記の断層のほかいくつ

かの活断層の疑いのあるリニアメントが図示されているが、地形調査及び地表地質調査による検討の結果、いずれのリニアメント付近にも変動地形が認められないこと、リニアメントが岩相境界にほぼ一致すること、地質分布、地質構造等に変化が認められないこと等から、少なくとも第四紀後期更新世以降に活動した断層ではないとしている。

また、文献には図示されていないリニアメント・変動地形が判読されるが、地表地質調査による検討の結果、いずれも変動地形が認められないこと、リニアメント・変動地形が岩相境界にほぼ一致すること、地質分布、地質構造等に変化が認められないこと等から、少なくとも第四紀後期更新世以降に活動した断層ではないとしている。

さらに、敷地周辺の海域についても、一部の文献には、前記の断層のほかいくつかの断層あるいは活撓曲を図示しているが、いずれも第四紀後期更新世以降の断層運動を示唆する変位及び変形は認められないことから、少なくとも第四紀後期更新世以降に活動した断層がないとしている。

上記のほか、敷地を中心とする半径約 30km 以遠の陸域で文献が指摘する津軽山地西縁断層帯、青森湾西断層についても、後述するように敷地への影響に関する検討を行っている。

c. 敷地近傍の活断層の性状

(a) 出戸西方断層並びに尾駮沼^{おぶち}付近から市柳沼西方にかけての向斜構造について

出戸西方断層周辺については、地質調査等の結果から、新第三系中新統の泊層及び鷹架層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層及び低位段丘堆積層等が分布し、また、リニアメント・変動地形が認められる老部川（南）左岸では、鷹架層とその上位を不整合に覆う中位段丘堆積層に変位を与える西上がりの逆断層が認められ、火山灰層の上部に挟まれる十和田レッド火山灰（約 8 万年前）及びその上位の十和田大不動火山灰（約 3.2 万年前）に変位を与えているとしている。

リニアメント・変動地形の北方延長の棚沢川^{まなざわ}右岸並びに左岸においては、最終間氷期の地層に、断層運動に起因する変位及び変形は認められず、リニアメント・変動地形の南方延長の老部川（南）右岸付近においては、洞爺火山灰（11.2 万年前～11.5 万年前）、阿蘇 4 火山灰（8.5 万年前～9 万年前）及び十和田レッド火山灰がほぼ水平に分布し、断層による変位及び変形は認められないとしている。

以上を踏まえ、出戸西方断層については、最終間氷期に形成された中位段丘堆積層に変位を与えていることから、耐震設計上その活動性を考

慮することとし、その長さを棚沢川右岸から老部川（南）右岸付近までの約6 km としている。

尾駱沼付近から市柳沼西方にかけて認められる緩やかで非対称な向斜構造については、この向斜構造を形成する構造運動の影響が砂子又層上部層に及んでいないことから、少なくとも第四紀中期更新世以降に継続しているものではないとしている。

この向斜構造は、出戸西方断層と、方向、活動時期が異なることから、一連の構造ではないとしている。

d. 敷地の地質・地質構造

敷地には、2条の断層（以下、東側の断層を「f-1断層」、西側の断層を「f-2断層」という。）の存在が確認されている。これらの断層は高角度の正断層であり、f-1断層の走向はN40°～50°E、f-2断層の走向はN10°～40°Eとなっている。これらの断層についてはトレンチでの観察結果等から、f-1断層は砂子又層上部層に、f-2断層は砂子又層下部層にそれぞれ変位を与えていないと判断されることから、敷地には少なくとも第四紀後期更新世以降に活動した断層は認められないとしている。

また、敷地には本廃棄物管理施設に影響を与えるような山崩れ等のおそれがある急斜面、地すべり地形等の存在も認められず、本廃棄物管理施設の設置位置付近の地盤は、地震時にも山崩れや地すべり等によって施設の安全機能に重大な影響を与えるおそれはないと認められるとしている。

④ 敷地周辺の活断層と小・微小地震又は過去の地震との関係

敷地周辺の活断層と小・微小地震分布又は過去の地震との対応が認められる場合には、活断層の活動性や性質を検討することが要求される。

敷地周辺では小・微小地震との関連において、現在の活動性が認められる活断層はなく、また、過去の被害地震との関連については、それが明確になっているものはないとしている。

敷地周辺の主な活断層と小・微小地震の生起状況との関連を検討した結果、③で検討した活断層について、現在における顕著な活動性を示している状態が認められるものはないとしている。

また、過去の被害地震との関連については、明確に過去の被害地震の震源となったか、地震時に変位を示した根拠が認められるものもないことから、敷地周辺には過去の被害地震との関連があると認められる活断層はないとしている。

(3) 検討用地震

検討用地震は、過去及び現在の地震発生状況等から考慮すべき地震及び活断層による地震の中で、地震発生様式等ごとに敷地に顕著な影響を与えるおそれがあると考えられる地震を抽出し、さらに抽出した地震の中から敷地に大きな影響を与えると予想される地震を、複数選定することが要求される。

①内陸地殻内地震

- a. 断層長さから想定される地震のマグニチュードと断層の中心を震央とした震央距離及び敷地で想定される震度との関係から「横浜断層による地震」を敷地に顕著な影響を与えるおそれがあると考えられる地震として選定し、敷地での応答スペクトルを Noda et al. (2002)^(*)の手法により評価し、検討用地震として選定している。
- b. 断層長さの短い活断層については、震源断層が地震発生層の上限から下限まで広がっていることを考慮した場合に、それぞれの地震の規模は同程度になることから、敷地に最も近い位置にある「出戸西方断層による地震」を敷地に顕著な影響を与えるおそれがあると考えられる地震として選定し、敷地での応答スペクトルを Noda et al. (2002)の手法により評価し、検討用地震として選定している。

②プレート間地震

青森県東方の沖合において、プレート間地震が繰り返し発生しており、最も敷地に影響を及ぼした地震は、1968年十勝沖地震であるとしている。

地震調査研究推進本部は既往の研究成果を基に1968年十勝沖地震の震源域に発生する地震を「三陸沖北部のプレート間大地震」(モーメントマグニチュード(M_w) 8.3)として想定している。この「三陸沖北部のプレート間大地震」に基づいて「想定三陸沖北部の地震」を検討用地震として選定している。

③海洋プレート内地震

海洋プレート内地震については、観測地震数が少なく、地震発生領域を特定することが難しいため、過去に発生した海洋プレート内地震と同様の地震が敷地周辺でも発生することが仮定されている。

その地震発生位置については、地震調査研究推進本部が「全国地震動予測地図」を作成する際に考慮した領域等を参考に想定しているが、検討用地震として選定している「出戸西方断層による地震」、「横浜断層に

* 「RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES」

Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo and T. Watanabe, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Oct.16-18, Istanbul, 2002年

よる地震」及び「想定三陸沖北部の地震」と比較して、敷地に与える影響が小さいと考えられることから、海洋プレート内地震を検討用地震として選定していない。

④その他の地震

(1)の文献調査結果において、その他の地震である日本海東縁部の地震については、過去に敷地周辺において気象庁震度階級5弱程度以上の影響を与えた地震はないとしている。このことから、その他の地震としては、考慮すべき地震はないとしている。

(4) 地震動評価

上記で選定した検討用地震を用いて、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施することが要求される。

応答スペクトルに基づく地震動評価を実施するに当たっては、検討用地震ごとに、適切な手法を用いた応答スペクトルの評価を行うことが要求される。

断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施するに当たっては、検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し、地震動評価を行うことが要求される。また、この地震動評価に用いる波形合成の手法としては、敷地において評価に用いることができる適切な地震が観測されている場合には、経験的グリーン関数法を基本とし、適切な地震が観測されていない場合には、統計的グリーン関数法を用いることが要求される。なお、地震の破壊過程が敷地に与える影響が無視できないような場合には、理論的手法を組合せたハイブリッド合成法で確認することが要求される。

加えて、これらの地震動評価は適切な手法を用いて不確かさを考慮した検討を行うことが要求される。

出戸西方断層による地震及び想定三陸沖北部の地震について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施するに当たっては、経験的グリーン関数法により地震動評価を行っている。

一方、横浜断層による地震について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施するに当たっては、統計的グリーン関数法により地震動評価を行っている。

出戸西方断層による地震については、震源断層が地表断層長さ以上に広がっている可能性を考慮し、震源断層が地震発生層の上限から下限まで広がっていることを想定して設定している。断層モデル及び断層パラメータについては、出戸西方断層に関する地表地質調査、反射法地震探査結果及び地震調査研究推進本部による断層パラメータの設定手法等を基に設定している。地

震動評価については、断層の地下深部の拵がりに不確かさを考慮した検討に加え、破壊開始点、短周期レベル及び傾斜角に不確かさがあるとした検討をしている。

想定三陸沖北部の地震の断層モデル及び断層パラメータについては、地震調査研究推進本部により公表されているデータを基に設定している。地震動評価については、震源域及び破壊開始点に不確かさがあるとした検討をしている。

横浜断層による地震については、地表断層長さを震源断層長さとし、震源断層が地震発生層の上限から下限まで拵がっていることを考慮して断層モデルを設定している。断層モデル及び断層パラメータについては、横浜断層に関する地表地質調査、反射法地震探査結果及び地震調査研究推進本部による断層パラメータの設定手法等を基に設定している。地震動評価については、破壊開始点、アスペリティ、短周期レベル及び傾斜角に不確かさがあるとした検討をしている。

(5) 基準地震動

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の基準地震動 S_s については、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価から各々策定することが要求される。

応答スペクトルによる場合、各々の検討用地震の応答スペクトルから適切に設計用応答スペクトルを設定し、地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性を適切な方法で評価し策定することが要求される。

断層モデルによる場合は、適切な方法で地震動評価を行い策定することが要求される。

① 応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動 S_s

解放基盤表面上での設計用応答スペクトルは、各検討用地震及びこれに不確かさを加えた地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡している。水平方向の設計用応答スペクトルに基づく地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的变化は、JEAG4601-2008^(*)に従って定められている。鉛直方向の設計用応答スペクトルに基づく地震動の振幅包絡線の経時的变化については、水平方向と同じ手法により定めている。

② 断層モデルを用いた手法による地震動評価による基準地震動 S_s

断層モデルを用いた手法によって評価された地震動については、(4)で述べたとおり、断層モデルを用いて適切な手法で評価したものであり、加えて不確かさの検討をしている。これらの地震動の応答スペクトルについては、

* 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-2008) (社) 日本電気協会 2008年

①の設計用応答スペクトルを全周期帯域で下回っている。このことから、断層モデルを用いた手法による地震動評価による基準地震動 S_s は、応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動 S_s で代表させるとしている。

1.2 震源を特定せず策定する地震動

「震源を特定せず策定する地震動」の基準地震動 S_s については、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性を適切に考慮して策定することが要求される。

(1) 応答スペクトル

「震源を特定せず策定する地震動」は、JEAG4601-2008の応答スペクトルに基づき、敷地の地盤物性を加味して策定されている。また、「震源を特定せず策定する地震動」の地震動レベルの検証に当たっては、敷地近傍の耐震設計上考慮する活断層に基づき、地域の特徴を踏まえた合理的な震源断層モデルによる地震動評価結果と、「震源を特定せず策定する地震動」を比較している。その結果、「震源を特定せず策定する地震動」の地震動レベルが、地域の特徴を踏まえた合理的な震源断層モデルによる地震動評価結果を全ての周期帯で上回っていることを確認している。

(2) 地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性

「震源を特定せず策定する地震動」の継続時間及び振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性については、JEAG4601-2008に従って設定している。

なお、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」として各々策定された基準地震動 S_s については、これらの設計用応答スペクトル等の年超過確率を参照している。

以上のことから、基準地震動 S_s は、新耐震指針に基づき、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の各々について、適切な手法を用いて水平方向及び鉛直方向の基準地震動 S_s をそれぞれ策定している。

この基準地震動 S_s 策定方法及び結果は、「日本原燃株式会社再処理施設及び特定廃棄物管理施設の「耐震設計審査指針」等に照らした耐震安全性評価の確認結果について」に対する見解（平成22年12月原子力安全委員会決定）、及び、「日本原燃株式会社再処理事業所における核燃料物質の加工の事業の許可

申請に係る安全性について」(平成21年12月経済産業省)と同様の内容であり、新耐震指針に基づき適切に策定していることから、妥当なものと判断する。

2. 地震に対する考慮

廃棄物管理施設のうち、平成18年9月19日以降に変更の許可の対象となる施設の審査に当たっては、新耐震指針及び再処理施設安全審査指針上要求されている耐震設計の方針、耐震設計上の重要度分類、地震力の算定、荷重の組合せと許容限界、及び地震随件事象に対する考慮の妥当性について検討を行った。

2.1 耐震設計の方針

廃棄物管理施設のうち、平成18年9月19日以降に変更の許可の対象となる施設については、地震時に要求される機能の重要度に応じてS、B及びCの三クラスに分類するとしている。Sクラスの施設は、静的解析及び弾性設計用地震動 S_d に基づく動的解析から求まる地震力に耐えることを確認している。また、基準地震動 S_s による地震力に対して施設の安全機能が保持できるようにしている。B及びCクラスの施設は、静的解析から求まる地震力に耐えるように設計するが、共振するおそれのあるBクラスの施設についてはその影響評価を行うとしている。また、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的影響が生じないようにしている。

2.2 耐震設計上の重要度分類

本変更による廃棄物管理施設の耐震設計では、施設が地震により機能を失うことによって発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点から、耐震設計上の重要度分類がなされることが要求されている。

廃棄物管理施設のうち、平成18年9月19日以降に変更の許可の対象となる施設については、施設のもつ安全機能から見た耐震重要度分類の方針及び各施設の重要度分類について以下のとおり申請がなされている。

① 耐震重要度分類の方針

Sクラスについては、自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこのような事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、環境への影響の大きいものと

している。

Bクラスについては、上記において、環境への影響が比較的小さいもの、また、Cクラスは、Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいものとしている。

② 各施設の重要度分類

a. Sクラスの施設

ガラス固化体等を収納する収納管及び通風管は、その破損による一般公衆への放射線の影響が大きいものとして、Sクラスとするとしている。なお、Sクラスの建物・構築物はないとしている。

b. Bクラスの施設

ガラス固化体仮置き架台については、その破損による一般公衆への放射線の影響が比較的小さいとして、Bクラスとするとしている。

c. Cクラスの施設

ガラス固化体検査装置のうち、耐震性に影響を与える改造がある設備であり固型物収納体の荷重が直接加わる設備及び荷重条件が変更となる設備、並びに、放射線監視設備の屋外モニタリング設備のうち排気モニタリング設備については、Cクラスとするとしている。

2.3 地震力の算定

地震力の算定は、施設の重要度に応じた適切な方法によってなされることが要求される。

廃棄物管理施設のうち、平成18年9月19日以降に変更の許可の対象となる施設については、地震力の算定に用いる地震層せん断力係数に重要度分類に応じた係数を乗じた値、震度又は地震動の適用方法及び地震力の算定方法について、以下のとおり申請がなされている。

① 動的地震力

動的解析は、建物・構築物については、集中質点系の解析モデルに置換して、剛性及び減衰を適切に評価した上で、地盤との相互作用を考慮した時刻歴応答解析等によって行うとしている。また、設備・機器については、1質点系又は多質点系に置換して、設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答解析等によって行うとしている。

Sクラスの施設については、水平地震力及び鉛直地震力は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d より算定するとしている。また、共振するおそれのあるBクラスの施設については弾性設計用地震動 S_d に1/2を乗

じたものを用いて動的地震力を算定するとしている。

弾性設計用地震動 S_d は、「IV-2. 1. 地盤・地震動」で定めた基準地震動 S_s に、水平方向及び鉛直方向とも、廃棄物管理施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率を考慮して、工学的判断から0.5以上の係数を乗じて設定するとしている。

Sクラスの施設の動的解析は弾性設計用地震動 S_d 時では施設が弾性的挙動をするものとして行うが、基準地震動 S_s 時では、必要に応じて弾塑性的挙動を考慮して行うとしている。

動的解析は、解放基盤表面で定義された基準地震動 S_s 、及び弾性設計用地震動 S_d を用い、設置される建物・構築物及び地盤の影響を適切に考慮して行うとしている。

解放基盤表面については、地質構造の調査結果から、ほぼ水平で相当の拡がりを持ち、硬質地盤であって著しい風化を受けていない鷹架層において、敷地のボーリング孔で実施したPS検層結果によるS波速度が0.7km/s以上となる標高約-70mの位置に設定するとしている。

② 静的地震力

静的解析に基づく水平地震力は、標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性等を考慮して求められる値 C_i （地震層せん断力係数）に重要度に応じた係数を乗じた値から求めるとしている。

また、鉛直地震力は、震度0.3を基準とし、建物・構築物の振動特性等を考慮し、高さ方向に一定の震度（鉛直震度）が作用するものとして求めるとしている。

解析に際しては、Sクラスの建物・構築物では、 $3.0C_i$ 及び鉛直震度から求められる地震力を静的地震力とし、設備・機器では、建物・構築物に対する $3.0C_i$ から求められる水平震度及び鉛直震度のそれぞれの1.2倍から求められる地震力を静的地震力とするとしている。

B及びCクラスの建物・構築物では、それぞれ $1.5C_i$ 及び $1.0C_i$ から求まる地震力を静的地震力とし、設備・機器では、各クラスの建物・構築物に対する $1.5C_i$ 及び $1.0C_i$ から求まる水平震度の1.2倍から求まる地震力を静的地震力としている。

なお、建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して重要度に応じた適切な安全余裕を有することを確認し、十分な耐力を有することを確認するとしている。

2.4 荷重の組合せと許容限界

廃棄物管理施設のうち、平成18年9月19日以降に変更の許可の対象となる施設の耐震設計においては、常時作用している荷重、通常運転時の状態で施設に作用する荷重と想定される地震力とを組合せなければならない。また、許容限界については、基本的には弾性とみなされる範囲の状態を維持できるとし、さらにSクラスについては、弾性範囲を超えることがあっても、その施設の機能に影響を及ぼすことがないようにすることが必要とされる。

Bクラス及びCクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び通常運転時の状態で施設に作用する荷重と静的地震力を組合せ、その結果発生する応力に対し、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界として用い、十分な強度を有していることを確認するとともに、この際に生じる変形が過大とならない十分な剛性を有していることを確認している。

さらに、Sクラスの設備・機器を設置する建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動 S_s による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕をもたせるとしている。

Sクラスの設備・機器については、通常運転時の状態で設備・機器に作用する荷重と弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力とを組合せ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とするとしている。また、通常運転時の状態で施設に作用する荷重と基準地震動 S_s による地震力とを組合せ、その結果発生する応力等に対し、構造物の相当部分が降伏して塑性変形する場合でも、過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その設備・機器の閉じ込めの機能に影響を及ぼすことがないとしている。

Bクラス及びCクラスの設備・機器については、通常運転時の状態で設備・機器等に作用する荷重及び地震力とを組合せ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界としている。

2.5 地震随伴事象に対する考慮

施設は、地震随伴事象について、以下に示す事項を十分考慮した上で設計することが要求される。

- ① 施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。
- ② 施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があるとして想定

することが適切な津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれのないこと。

本廃棄物管理施設は標高約60m前後の^{いやさかた}弥栄平と呼ばれる台地に海岸から約5 km離れて設置されること、及び施設周囲は標高約55mに造成され、平坦であることから、地震時の周辺斜面の崩壊等や津波の影響を考慮する必要はないとしている。

以上のことから、本廃棄物管理施設の地震に対する考慮は、妥当なものと判断する。

V. 審査の経緯

本審査書は、日本原燃株式会社再処理事業所における廃棄物管理の事業の変更許可申請に関し、同社が提出した「再処理事業所廃棄物管理事業変更許可申請書及び同添付書類」（平成22年10月20日付け申請、平成23年1月20日付け一部補正、平成24年1月6日付け一部補正）に基づき審査を行った結果をとりまとめたものである。

審査の過程において、現地調査を実施したほか、別紙による各分野の専門家から意見を聴取した。

(別紙)

意見を聴取した専門家（敬称略、五十音順）

平成24年1月現在

氏名	所属
井口 哲夫	名古屋大学大学院工学研究科量子工学専攻 教授
出光 一哉	九州大学大学院工学研究院 エネルギー量子工学部門 教授
神田 玲子	独立行政法人放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 規制科学研究グループチーム チームリーダー (平成23年6月13日まで)
久保田 善久	独立行政法人放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 規制科学研究プログラム環境防護研究チーム チームリーダー (平成23年6月14日から)
小林 信之	青山学院大学理工学部機械創造工学科 教授
高橋 邦明	独立行政法人日本原子力研究開発機構 バックエンド推進部門 バックエンド技術開発ユニット ユニット長
中條 武志	中央大学理工学部経営システム工学科 教授
吉澤 善男	東京工業大学 名誉教授