

R F S 発 官 1 第 6 号

令 和 2 年 3 月 3 0 日

原子力規制委員会 殿

青森県むつ市大字関根字水川目596番地 1

リサイクル燃料貯蔵株式会社

代表取締役社長 坂 本 隆

リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書

本文及び添付書類の一部補正について

平成26年1月15日付けR F S 発 官 2 5 第 1 1 号をもって申請し、平成27年1月30日付けR F S 発 官 2 6 第 4 号、平成27年3月6日付けR F S 発 官 2 6 第 8 号、平成28年2月8日付けR F S 発 官 2 7 第 9 号、平成28年9月16日付けR F S 発 官 2 8 第 4 号、平成31年1月10日付けR F S 発 官 3 0 第 2 号、平成31年1月29日付けR F S 発 官 3 0 第 5 号及び平成31年3月26日付けR F S 発 官 3 0 第 7 号をもって一部補正しましたりリサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の本文及び添付書類を下記のとおり一部補正いたします。

記

リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書の本文及び添付書類を別添1及び別添2のとおり補正する。

以 上

本文の一部補正

本文を以下のとおり補正する。

| 頁 | 行 | 補正前 | 補正後 |
|-------------------|---|------------|--------------|
| -4- } -21- | | *変更の内容 | 別紙1の記載に変更する。 |
| -23- } -28- | | **申請書添付参考図 | 別紙2の記載に変更する。 |

*を付した補正前の記載内容は、平成27年3月6日付けRFS発官26第8号、平成28年2月8日付けRFS発官27第9号、平成28年9月16日付けRFS発官28第4号、平成31年1月29日付けRFS発官30第5号及び平成31年3月26日付けRFS発官30第7号で一部補正した内容を含む。

**を付した補正前の記載内容は、平成27年3月6日付けRFS発官26第8号及び平成28年2月8日付けRFS発官27第9号で一部補正した内容を含む。

三、貯蔵する使用済燃料の種類及び貯蔵能力

貯蔵する使用済燃料の種類及び貯蔵能力の記述を以下のとおり変更する。

1. 使用済燃料の種類

使用済燃料貯蔵施設は、東京電力ホールディングス株式会社及び日本原子力発電株式会社の発電用の軽水減速，軽水冷却，沸騰水型原子炉（以下「BWR」という。）で発生した使用済燃料集合体の貯蔵を行う。

2. 使用済燃料の最大貯蔵能力

使用済燃料貯蔵施設の貯蔵能力は，前記1. に示す使用済燃料集合体について以下のとおりである。

最大貯蔵能力 約3,000 t（照射前金属ウラン量）

四、使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備並びに貯蔵の方法

1. 使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備

イ. 使用済燃料貯蔵施設の位置

使用済燃料貯蔵施設の位置のうち，「(1) 敷地の面積及び形状」の記述を以下のとおり変更する。

(1) 敷地の面積及び形状

使用済燃料貯蔵施設を設置する敷地は，下北半島の津軽海峡側のほぼ中央部に位置し，なだらかな台地からなっている。

敷地の地質は，新第三系鮮新統及び第四系からなり，断層の露頭は無く，地震発生に伴う地殻変動によって生じる可能性のある支持地盤の傾斜，撓み等の周辺地盤の変状により，基本的安全機能が損なわれるおそれはない。また，使用済燃料貯蔵施設には，施設に大きな影響を及ぼすような地震の発生によって崩壊するおそれがある斜面は存在しない。

敷地の形状は，ほぼ正方形であり，敷地全体の広さは，約26万m²である。

ロ. 使用済燃料貯蔵施設の一般構造

「(2) 放射線のしゃへいに関する構造」を「(2) 放射線の遮蔽に関する構造」とし、「(4) 使用済燃料の除熱に関する構造」を「(4) 使用済燃料等の除熱に関する構造」とし、「(7) その他の主要な構造」を「(8) その他の主要な構造」として「(7) 耐津波構造」を追加し、使用済燃料貯蔵施設の一般構造の記述を以下のとおり変更又は追加する。

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料貯蔵設備本体、使用済燃料の受入施設、計測制御系統施設等からなり、各設備は、使用済燃料貯蔵建屋に収容する。貯蔵する使用済燃料集合体は健全性を確保した使用済燃料集合体であり、使用済燃料貯蔵設備本体である基本的安全機能を有する金属キャスクに収納する。

使用済燃料貯蔵施設のうち、主要な施設である使用済燃料貯蔵建屋は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）とする。敷地の整地面は、標高 16mとする。ただし、本標高は東京湾平均海面（T.P.）を基準としたものである。

使用済燃料貯蔵施設は、「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。）等の関係法令の要求を満足するとともに、適切と認められる規格及び基準等に準拠するように設計する。

(1) 使用済燃料の臨界防止に関する構造

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき臨界防止設計を行う。

- a. 使用済燃料貯蔵施設は、技術的にみて想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計とする。

b. 臨界防止機能の一部を構成する金属キャスク内部のバスケットは、設計貯蔵期間を通じて構造健全性が保たれる設計とする。

(2) 放射線の遮蔽に関する構造

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき遮蔽設計を行う。

a. リサイクル燃料備蓄センターからの直接線及びスカイシャイン線による公衆の線量が原子炉等規制法に基づき定められている線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り低くなるように適切な遮蔽を講ずる設計とする。

b. 放射線業務従事者が立ち入る場所については、遮蔽設計の基準となる線量率を施設内の区分に応じて適切に定め、区分の基準線量率を満足するように設計する。

c. 事業所内の管理区域以外の人立ち入る場所における線量を低減できるよう、適切な措置を講ずる。

(3) 使用済燃料等の閉じ込めに関する構造

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき閉じ込め設計を行う。

a. 金属キャスクは、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料集合体を内封する空間を不活性雰囲気を保つとともに負圧に維持する設計とする。

b. 金属キャスクは、蓋部における多重の閉じ込め構造により使用済燃料集合体を内封する空間を容器外部から隔離する設計とする。また、閉じ込め機能について監視できる設計とする。

c. 金属キャスクは、万一の蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、蓋を追加装着できる構造を有すること等、閉じ込め機能の修復性を考慮した設計とする。

d. 放射性廃棄物の廃棄施設は、廃棄物による汚染の拡大防止を考

慮した設計とする。また、漏えいを生じたときの漏えい拡大防止を考慮した設計とする。

(4) 使用済燃料等の除熱に関する構造

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき除熱設計を行う。

- a. 金属キャスクは、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成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する。
- b. 使用済燃料貯蔵建屋は、金属キャスクの表面からの除熱を維持する観点から、建屋内の雰囲気温度を低く保つことができる設計とする。給気口及び排気口は、積雪等により閉塞しない設計とする。また、除熱機能について監視できる設計とする。

(5) 火災及び爆発の防止に関する構造

使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により基本的安全機能が損なわれないよう、火災及び爆発の発生防止、火災及び爆発の発生の早期感知及び消火、火災及び爆発の影響軽減について適切に組み合わせた火災防護対策を講ずる設計とする。

なお、使用済燃料貯蔵施設には、基本的安全機能を損なうような爆発を発生させる機器・設備は存在しない。

a. 火災の発生防止

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用した設計とするとともに、ケーブルについても金属キャスクへの影響に応じて難燃ケーブル等を使用する設計とする。

発火性又は引火性物質に対して漏えい防止対策を講じ、電気系統には遮断器を設け過電流による電気火災防止対策を講ずる設計とする。

使用済燃料貯蔵建屋は落雷による火災発生を防止するため、避雷設備を設置する設計とする。

b. 火災の感知及び消火

火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うため、火災感知設備及び消火設備を設置する設計とする。

火災感知設備として、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域に火災感知器を設置し、火災警報を火災受信機において表示、吹鳴する設計とする。

消火設備として、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対して、消火活動を早期に行うことを目的に、「消防法」に基づき消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽を設置する。

c. 火災の影響軽減

使用済燃料貯蔵建屋の各区域及び区画は、3時間耐火能力を有するコンクリート壁、並びに1時間耐火能力を有する防火扉及び防火シャッタ（「建築基準法」に基づく特定防火設備）で分離する。

更に、受入れ区域と貯蔵区域の間の防火扉及び防火シャッタには、箱状の鋼材にコンクリートを充填した遮蔽扉を併設する。

これらの施設、設備により、火災発生時の影響が他の区域や区画に波及しない設計とし、火災発生時の影響を軽減する。

(6) 耐震構造

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき耐震設計を行い、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に適合するように設計する。

a. 使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から耐震設計上の重要度を分類し、それぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計する。

b. 使用済燃料貯蔵施設は、基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

c. 基準地震動は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤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想定することが適切なものを策定する。基準地震動を策定する解放基盤表面は、砂子又層のS波速度が0.7km/s以上を有する標高-218mの位置に想定することとする。

策定した基準地震動の応答スペクトルを第1図及び第2図に、加速度時刻歴波形を第3図～第7図に示す。

また、弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率の値が、目安として0.5を下回らないような値で、工学的判断に基づいて設定する。

d. 使用済燃料貯蔵建屋は、耐震設計上の重要度に応じた地震力が作用した場合においても、当該建屋を十分に支持することができる地盤に杭を介して設置する。

(7) 耐津波構造

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき耐津波設計を行い、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に適合するように設計する。

a. 既往の知見を大きく上回る仮想的な大規模津波を想定し、これを基準津波に相当する津波として、津波防護施設及び浸水防止設備

の設置による遡上波の到達や流入の防止は行わず遡上波が使用済燃料貯蔵施設に到達する前提とする。

- b. 使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域は波力に耐えるよう設計するとともに、貯蔵されている金属キャスクの基本的安全機能が貯蔵区域の浸水により損なわれないよう設計する。
- c. 使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域については、損傷を仮定しても、落下物等の衝突により仮置きされている金属キャスクの閉じ込め機能が損なわれず、また遮蔽機能の回復により復旧期間において事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないよう設計する。
- d. また、使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域の損傷により衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理を行い、金属キャスクを使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために必要な確認を行う手段を講ずるとともに、敷地内の浸水を想定した対策として、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域の金属キャスクの代替計測や放射線管理、津波襲来後の活動等に必要な手段を講ずる。

(8) その他の主要な構造

使用済燃料貯蔵施設は、(1)から(7)に加え、次の方針に基づき安全設計を行い、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」等に適合する設計とする。

- a. 基本的安全機能を維持する上で重要な金属キャスクの構成部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのない設計とする。

b. 使用済燃料貯蔵施設は、リサイクル燃料備蓄センターの敷地及びその周辺で想定される洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象（地震及び津波を除く。）又は地震及び津波を含む自然現象による荷重の組合せに遭遇した場合においても基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、使用済燃料貯蔵施設は、リサイクル燃料備蓄センターの敷地又はその周辺において想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して基本的安全機能を損なわない設計とする。

なお、使用済燃料貯蔵施設で想定される自然現象及び使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）のうち、洪水、地滑り、ダムの崩壊及び船舶の衝突については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

生物学的事象については、事象の進展が緩慢であること及び使用済燃料貯蔵施設は、金属キャスクを静的に貯蔵する施設であり、生物学的事象により電源喪失に至った場合でも基本的安全機能が損なわれるおそれがないことから設計上考慮する必要はない。

有毒ガスについては、立地的要因及び金属キャスク貯蔵期間中は金属キャスク及び各設備の点検、保守等の実施時以外に使用済燃料貯蔵建屋に人員が常駐することはなく、外部火災に伴う有毒ガスの流入時には使用済燃料貯蔵建屋内の人員は迅速に避難する

ことから、設計上考慮する必要はない。

電磁的障害については、使用済燃料貯蔵施設は、電磁干渉や無線電波干渉によって基本的安全機能を損なうことはないため、設計上考慮する必要はない。

使用済燃料貯蔵施設の設計において考慮する自然現象については、その特徴を考慮し、必要に応じて異種の自然現象の重畳を考慮する。重畳を考慮する自然現象の組合せについては、使用済燃料貯蔵施設で設計上の考慮を必要とする自然現象（地震及び津波を除く。）として抽出された風（台風）、竜巻、低温・凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響（降下火砕物）及び森林火災の8事象について、以下の観点から重畳を考慮する必要性を検討する。

- ・自然現象に伴う荷重の影響の現れ方（影響の現れ方が異なる組合せ、影響の大きさが一方の自然現象で代表できる組合せ及び自然現象同士で影響が相殺される組合せについては、重畳を考慮する自然現象の組合せから除外される）
- ・複数の自然現象が同時に発生する可能性（同時に発生する可能性が合理的に考えられない自然現象の組合せ及び発生可能性が小さく継続時間も短い自然現象の組合せについては、重畳を考慮する自然現象の組合せから除外される）

検討の結果、使用済燃料貯蔵建屋に対する荷重の観点から、積雪、風（台風）及び火山の影響（降下火砕物）の組合せによる重畳を考慮することとし、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわないよう設計及び運用にて考慮する。

なお、「第九条（地震による損傷の防止）」、「第十条（津波による損傷の防止）」の条項において考慮する自然現象との重畳

については、それぞれの条項で考慮する。

使用済燃料貯蔵施設で設計上考慮する自然現象及び使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の検討結果は次のとおりである。

(a) 風（台風）

敷地付近で観測された最大瞬間風速は、添付書類四の「2.2.3 最寄りの気象官署等における一般気象」に示すとおりであるが、風荷重に対する設計は、地方毎に過去の台風の記録等を考慮した建築基準法に基づいて行う。

なお、リサイクル燃料備蓄センターの敷地前面の海岸からの離隔は約500mであることから、海風による塩害の可能性は否定できないが、金属キャスクのフランジ面の保護・防錆等を目的として二次蓋上部に対策を施す。また、蓋間圧力を常時監視することによる閉じ込め機能の確認等を実施することから、基本的安全機能を損なうおそれはない。

(b) 竜巻

使用済燃料貯蔵施設は、想定される竜巻が発生した場合においても、作用する設計荷重に対してその基本的安全機能を損なわない設計とする。また、使用済燃料貯蔵施設は、過去の竜巻被害状況から想定される竜巻に随伴する事象に対して、基本的安全機能を損なわない設計とする。

金属キャスクに対しては、竜巻飛来物が使用済燃料貯蔵建屋の開口部を通過して衝突する可能性は極めて低く、また、飛来物の衝突を仮定しても基本的安全機能への影響は小さいことか

ら、竜巻による直接的な影響を考慮する必要はない。

竜巻に対する防護設計を行うための設計竜巻の最大風速は、100m/sとし、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重を組み合わせた設計竜巻荷重に、使用済燃料貯蔵施設に常時作用する荷重を適切に組み合わせたものとして設計荷重を設定する。

使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある飛来物の発生を防止するため、大型の資機材（コンテナ、物置等）及び設計飛来物であるワゴン車を超える大きさの車両に対し、想定される飛散挙動を考慮して飛散防止措置を実施する。

(c) 低温・凍結

金属キャスク及び屋外機器で凍結のおそれのあるものに対しては、添付書類四の「2.2.3 最寄りの気象官署等における一般気象」に示す敷地付近で観測された最低気温の観測値を参考にして設計を行う。

(d) 降水

添付書類四の「2.2.3 最寄りの気象官署等における一般気象」に示す敷地付近で観測された日最大降水量及び1時間降水量の最大値を考慮し、使用済燃料貯蔵建屋は降水に対して安全性を損なわない設計とする。

また、金属キャスクは本体表面への防錆塗装等を実施する。なお、使用済燃料集合体からの崩壊熱により金属キャスク表面に恒常的に結露が発生する状態が継続することは考え難いこと等から、表面に降水が付着しても基本的安全機能を損なうこと

はない。

万一、金属キャスク表面に錆が発生しても、その進展は緩慢であるため、巡視や定期的に行う外観検査等の確認結果を踏まえ基本的安全機能が損なわれる前に補修塗装等による処置を施すことが可能である。

(e) 積雪

添付書類四の「2.2.3 最寄りの気象官署等における一般気象」に示す敷地付近で観測された最深積雪の観測記録を基に、積雪荷重に対しては、170cmで設計を行う。

なお、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域の給気口フード下端の位置は地上高さ約6m、排気口の位置は地上高さ約23mであり、また、給気口にはフードを、排気口には遮風板をそれぞれ設けていることから、積雪により給気口及び排気口が閉塞されることはない。

(f) 落雷

使用済燃料貯蔵建屋は、落雷による雷撃の影響及び火災発生を防止するため、避雷設備を設ける設計としている。具体的には、建築基準法に基づき、棟上導体を建屋外周部に設置する。避雷対策を施した施設内に金属キャスクを貯蔵することから、落雷により基本的安全機能を損なうおそれはない。

(g) 火山の影響

金属キャスクは使用済燃料貯蔵建屋内に収容されるため、基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある火山事象として設定した層厚30cm、密度1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物に対し、使用済燃料貯蔵建屋が降下火砕物による荷重に対して安全裕度

を有する設計とすることにより，使用済燃料貯蔵施設は基本的安全機能を損なわない設計とする。

また，使用済燃料貯蔵施設に，長期にわたり静的荷重がかかることや腐食が発生することを避けるために，必要な資機材を確保するとともに，体制，手順等を整備し，降下火砕物の降灰時の点検及び除灰の対応を適切に実施する方針とする。

なお，恐山についてはマグマ噴火が発生する可能性は十分に低いが，過去の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ていることを継続的に確認することを目的として共用期間中の火山活動のモニタリングを実施し，モニタリングの結果，観測データに有意な変化があった場合は，火山専門家等の助言を踏まえ，最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行うこととする。

(h) 飛来物（航空機落下等）

リサイクル燃料備蓄センター周辺には，飛来物の発生の原因となり得る工場等はないことから，工場等からの飛来物を考慮する必要はない。また，航空機落下については，これまでの事故実績をもとに，民間航空機，自衛隊機及び米軍機が使用済燃料貯蔵施設へ落下する確率を評価した。その結果は約 5.1×10^{-8} 回/施設・年であり， 10^{-7} 回/施設・年を下回る。したがって，航空機落下を考慮する必要はない。

(i) 外部火災（森林火災，爆発及び近隣工場等の火災）

使用済燃料貯蔵施設は，想定される外部火災において，最も厳しい火災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設計とする。

自然現象として想定される森林火災の延焼防止を目的として、リサイクル燃料備蓄センター周辺の植生を確認し、作成した植生データ等をもとに求めた最大火線強度（6,775kW/m）から算出される防火帯（22m）を敷地内に設ける。

防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とし、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。

また、森林火災による熱影響については、火炎輻射強度（358kW/m²）の影響を考慮した場合においても、離隔距離の確保等により使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）として想定される近隣の産業施設の火災及び爆発については、離隔距離の確保等により使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、想定されるリサイクル燃料備蓄センター敷地内に設置する危険物貯蔵設備の火災及び航空機墜落による火災については、離隔距離の確保等により使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

外部火災による使用済燃料貯蔵建屋への影響については、使用済燃料貯蔵建屋外壁の温度を許容温度以下とすることで使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。なお、外部火災の二次的影響であるばい煙及び有毒ガスによる影響については、使用済燃料貯蔵建屋には除熱のための空気を通風させる給気口及び排気口を設置することから、建屋内に長時

間滞留することは考えにくく、使用済燃料貯蔵施設の基本的な安全機能に影響を与えることはない。

- c. 使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入を防止するための区域を設定し、核物質防護対策として、その区域を人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁によって区画して、巡視、監視等を行うことにより、侵入防止及び出入管理（特定核燃料物質の不法な移動及び持ち出しの防止措置を含む。）を行うことができる設計とする。

また、探知施設を設け、警報、映像等を集中監視するとともに、核物質防護措置に係る関係機関等との通信連絡を行うことができる設計とする。さらに、防護された区域内においても、施錠管理により、使用済燃料貯蔵施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な侵入を防止する設計とする。

使用済燃料貯蔵施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持込み（郵便物等によるリサイクル燃料備蓄センター外からの爆破物及び有害物質の持込みを含む。）を防止するため、核物質防護対策として、持込み点検を行うことができる設計とする。

不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）を防止するため、核物質防護対策として、使用済燃料貯蔵施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムが、電気通信回線を通じた不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）を受けることがないように、当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する設計とする。

- d. 使用済燃料貯蔵施設は、金属キャスクの搬入、貯蔵及び搬出に係る金属キャスクの移動に対して、基本的安全機能を維持する観点から、金属キャスクの落下、衝突等を防止する適切な対策を講ずる設計とする。
- e. 使用済燃料貯蔵施設の設計、材料の選定、製作、工事及び検査は、適切と認められる規格及び基準によるものとする。
- f. 使用済燃料貯蔵施設は、当該施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための必要な保守又は修理ができる設計とする。
- g. 使用済燃料貯蔵施設は、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、監視設備その他必要な設備に使用することができる予備電源を設ける。
- h. リサイクル燃料備蓄センターは、安全設計上想定される事故が発生した場合において事業所内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置及び通信連絡設備を設けるとともに、事業所外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な通信連絡設備を設ける。
- i. 使用済燃料貯蔵施設には、事業所内の人々の退避のための設備を設ける。

「ハ. 建物の構造」の記述を削除する。

「ニ. 使用済燃料貯蔵設備本体の構造及び設備」を「ハ. 使用済燃料貯蔵設備本体の構造及び設備」とし、記述を以下のとおり変更する。

ハ. 使用済燃料貯蔵設備本体の構造及び設備

(1) 構造

使用済燃料貯蔵設備本体は、金属キャスク及び金属キャスクを床面に固定するための貯蔵架台で構成する。

金属キャスクは、使用済燃料集合体を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料集合体の事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持つ鋼製の乾式容器であるため、その設計においては、設計貯蔵期間（50年間）に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を有する60年間の経年変化を考慮する。

金属キャスクは、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、技術的にみて想定されるいかなる場合においても臨界に達することのない構造とする。また、使用済燃料集合体からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により適切に遮蔽するとともに、蓋部の多重の閉じ込め構造により放射性物質を限定された区域に閉じ込める設計とする。さらに、基本的安全機能を維持する観点から、使用済燃料集合体の崩壊熱を金属キャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより適切に除去できる構造とする。

また、金属キャスクは、使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、使用済燃料集合体を不活性ガスとともに封入して貯蔵する構造とする。

(2) 主要な設備及び機器の種類

a. 金属キャスク

種類 BWR用大型キャスク (タイプ2)

BWR用大型キャスク (タイプ2A)

b. 貯蔵架台

種類 金属キャスクたて置式

(3) 貯蔵する使用済燃料の種類及びその種類ごとの最大貯蔵能力

a. 使用済燃料の種類

(a) BWR使用済燃料集合体

BWR用大型キャスク (タイプ2)

新型8×8ジルコニウムライナ燃料

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属キャスクに収納するまでの期間
18年以上

最大崩壊熱量 12.1kW (金属キャスク1基当たり)

なお、使用済燃料集合体を金属キャスクへ収納するに当たっては、収納する使用済燃料集合体の燃焼度に応じて配置を管理する。

BWR用大型キャスク (タイプ2A)

新型8×8燃料

新型8×8ジルコニウムライナ燃料

高燃焼度8×8燃料

使用済燃料の種類に応じて収納する使用済燃料集合体の燃焼度及び原子炉から取り出して金属キャスクに収納するまで

の期間について以下のとおりとする。

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料のみを収納する場合、
高燃焼度 8 × 8 燃料のみを収納する場合、又は新型 8 × 8
ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8 × 8 燃料を収納す
る場合

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属キャスクに収納するまでの
期間 18年以上

最大崩壊熱量 12.1kW（金属キャスク 1 基当たり）

新型 8 × 8 燃料及び新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料を
収納する場合

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属キャスクに収納するまでの
期間 24年以上

最大崩壊熱量 10.9kW（金属キャスク 1 基当たり）

新型 8 × 8 燃料のみを収納する場合

収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 28,500MWd/t

収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 26,000MWd/t

原子炉から取り出して金属キャスクに収納するまでの
期間 24年以上

最大崩壊熱量 8.0kW（金属キャスク 1 基当たり）

なお、使用済燃料集合体を金属キャスクへ収納するに当た
っては、使用済燃料の種類、収納する使用済燃料集合体の燃
焼度及び原子炉から取り出して金属キャスクに収納するまで

の期間に応じて配置を管理する。

b. 最大貯蔵能力

金属キャスク 1 基当たりの貯蔵能力

BWR 使用済燃料集合体

BWR 用大型キャスク (タイプ 2) 69 体 (最大収納体数)

BWR 用大型キャスク (タイプ 2 A) 69 体 (最大収納体数)

「ホ. 使用済燃料の受入れ施設の構造及び設備」を「ニ. 使用済燃料の受入れ施設の構造及び設備」とし、記述を以下のとおり変更する。

ニ. 使用済燃料の受入れ施設の構造及び設備

「(3) 最大受入れ能力」を「(3) 最大受入能力」とし、使用済燃料の受入れ施設の構造及び設備の記述を以下のとおり変更する。

(1) 構造

使用済燃料の受入れ施設は、金属キャスクの搬入後及び搬出前の仮置き、金属キャスクの取扱い、移送、検査等を行う受入れ区域天井クレーン、搬送台車等の受入設備で構成する。

受入れ区域天井クレーンは、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域に設置し、受入れ区域における金属キャスクの取扱い、移送等を行う。

また、搬送台車は、受入れ区域と貯蔵区域との間の金属キャスクの移送を行う。

さらに、金属キャスクの仮置きを行う仮置架台、金属キャスクのたて起こしを行うたて起こし架台、金属キャスクの検査を行う検査架台を受入れ区域に設置し、空気圧縮機及び空気貯槽等の圧縮空気供給設備は付帯区域に設置する。

(2) 主要な設備及び機器の種類

受入設備

a. 受入れ区域天井クレーン

種類 天井走行形

台数 1

b. 搬送台車

種類 自走台車式

台数 1

c. 圧縮空気供給設備

(a) 空気圧縮機

種類 回転式

台数 1

(b) 空気貯槽

種類 たて置円筒形

基数 1

d. 仮置架台

種類 金属キャスク横置式

基数 7

e. たて起こし架台

種類 金属キャスク横置式

基数 1

f. 検査架台

種類 金属キャスクたて置式

基数 1

(3) 最大受入能力

最大受入能力 金属キャスク 8 基

(受入れ区域への仮置き可能基数)

「へ. 計測制御系統施設の設備」を「ホ. 計測制御系統施設の設備」とし、記述を以下のとおり変更する。

ホ. 計測制御系統施設の設備

(1) 主要な計装設備の種類

計測制御系統施設は、使用済燃料貯蔵施設の監視のため、金属キャスク蓋間圧力、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度の測定を行う以下の計測設備で構成する。

a. 金属キャスク蓋間圧力監視装置

b. 金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視装置

(2) その他の主要な事項

該当なし。

「ト. 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備」を「へ. 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備」とし、記述を以下のとおり変更する。

へ. 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備

(1) 気体廃棄物の廃棄施設

気体廃棄物の処理設備を設置しないので該当なし。

(2) 液体廃棄物の廃棄施設

(i) 構造

廃棄物貯蔵室を設け、管理区域内で発生する液体廃棄物をドラム缶、ステンレス製の密封容器に封入して保管廃棄する。

また、廃棄物による汚染の拡大を防止するため、出入口にはせきを設ける構造とする。

(ii) 主要な設備及び機器の種類

廃棄物貯蔵室（固体廃棄物の廃棄施設と共用）

(iii) 廃棄物の処理能力

液体廃棄物の処理設備を設置しないので該当なし。

(iv) 廃液槽の最大保管廃棄能力

廃棄物貯蔵室は、固体廃棄物と併せて200ℓドラム缶約100本相当を保管廃棄する能力を有するものを設ける。また、必要がある場合には増設を考慮する。

(v) 排水口の位置

排水口を設置しないので該当なし。

(3) 固体廃棄物の廃棄施設

(i) 構造

廃棄物貯蔵室を設け、管理区域内で発生する固体廃棄物をドラ

ム缶，ステンレス製等の密封容器に封入して保管廃棄する。

(ii) 主要な設備及び機器の種類

廃棄物貯蔵室（液体廃棄物の廃棄施設と共用）

(iii) 廃棄物の処理能力

固体廃棄物の処理設備を設置しないので該当なし。

(iv) 保管廃棄施設の最大保管廃棄能力

廃棄物貯蔵室は，液体廃棄物と併せて200ℓドラム缶約100本相当を保管廃棄する能力を有するものを設ける。また，必要がある場合には増設を考慮する。

「チ. 放射線管理施設の設備」を「ト. 放射線管理施設の設備」とし、記述を以下のとおり変更する。

ト. 放射線管理施設の設備

リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆及び放射線業務従事者等の安全管理を確実にを行うため、次の放射線管理施設を設ける。

(1) 屋内管理用の主要な設備の種類

a. 放射線管理関係設備

管理区域への出入管理、放射線業務従事者等の個人被ばく管理を行うため、出入管理設備、個人管理用測定設備を設ける。

b. 放射線監視設備

管理区域内の主要箇所的外部放射線量率を監視、測定するため、エリアモニタリング設備及び放射線サーベイ機器を設ける。

(2) 屋外管理用の主要な設備の種類

a. 放射線監視設備

リサイクル燃料備蓄センター敷地外の放射線を監視するため、周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備を設ける。

「リ. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設の構造及び設備」を「チ. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設の構造及び設備のうち、主要な事項」とし、記述を以下のとおり変更する。

チ. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設の構造及び設備のうち、主要な事項

「(1) 非常用電源設備の構造」を削除して「(1) 使用済燃料貯蔵建屋」を追加し、「(2) その他の主要な事項」の「a. 電気設備」を「(2) 電気設備」, 「b. 通信連絡設備」を「(3) 通信連絡設備」とし、「(4) 消防用設備」及び「(5) 人の不法な侵入等防止設備」を追加し、その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設の構造及び設備のうち、主要な事項の記述を以下のとおり変更又は追加する。

(1) 使用済燃料貯蔵建屋

使用済燃料貯蔵建屋は、使用済燃料貯蔵設備本体、使用済燃料の受入施設、計測制御系統施設、液体廃棄物の廃棄施設、固体廃棄物の廃棄施設、放射線管理施設等を収容し、貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域から構成する。

金属キャスクを貯蔵する貯蔵区域及び金属キャスクの搬入、検査等を行う受入れ区域は、金属キャスク表面に伝えられた使用済燃料集合体の崩壊熱を、その熱量に応じて生じる通風力を利用した自然換気方式により適切に除去する設計とし、換気のための給気口及び排気口を設ける。また、金属キャスク表面からの放射線は、十分な厚みを有する使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート壁等で遮蔽する。

主要構造は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート

造及び鉄骨造) で、地上 1 階、建築面積約8,200m²の建物である。

使用済燃料貯蔵建屋内の貯蔵区域は、金属キャスクを最大288基収容することができる。

(2) 電気設備

使用済燃料貯蔵施設の操作、監視等に必要な電気設備を設ける。

また、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合に、計測設備、放射線監視設備等の監視機能が作動し得るように無停電電源装置及び電源車等を設置する。

(3) 通信連絡設備

必要箇所との連絡を行うため、通信連絡設備を設ける。

(4) 消防用設備

本設備は、消防法等に基づき、火災感知設備及び消火設備を設ける。

(5) 人の不法な侵入等防止設備

人の不法な侵入等を防止するための設備を設ける。

2. 貯蔵の方法

イ. 使用済燃料の貯蔵の方法の概要

使用済燃料の貯蔵の方法の概要の記述を以下のとおり変更する。

使用済燃料貯蔵施設で貯蔵する使用済燃料集合体は、金属キャスクに収納された状態で施設に搬入し、受入れ区域で仮置きする。金属キャスクは、事業所外運搬に係る法令に適合することが確認されたものを施設へ搬入する。金属キャスクは、受入れ区域天井クレーンを用いて貯蔵架台に固定した後、搬送台車を用いて検査架台へ移送し、外観検査等を行う。検査後の金属キャスクは、使用済燃料集合体を別の容器に詰め替えることなく、搬送台車を用いて貯蔵区域へ移送し、貯蔵架台を床面に固定して貯蔵する。

使用済燃料貯蔵施設は、貯蔵期間を通じて、金属キャスクの蓋間圧力及び表面温度、使用済燃料貯蔵建屋の給排気温度、管理区域内の主要箇所的外部放射線量率を監視する。

使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備並びに貯蔵の方法

図面

第1図 基準地震動の応答スペクトル（水平方向）

第2図 基準地震動の応答スペクトル（鉛直方向）

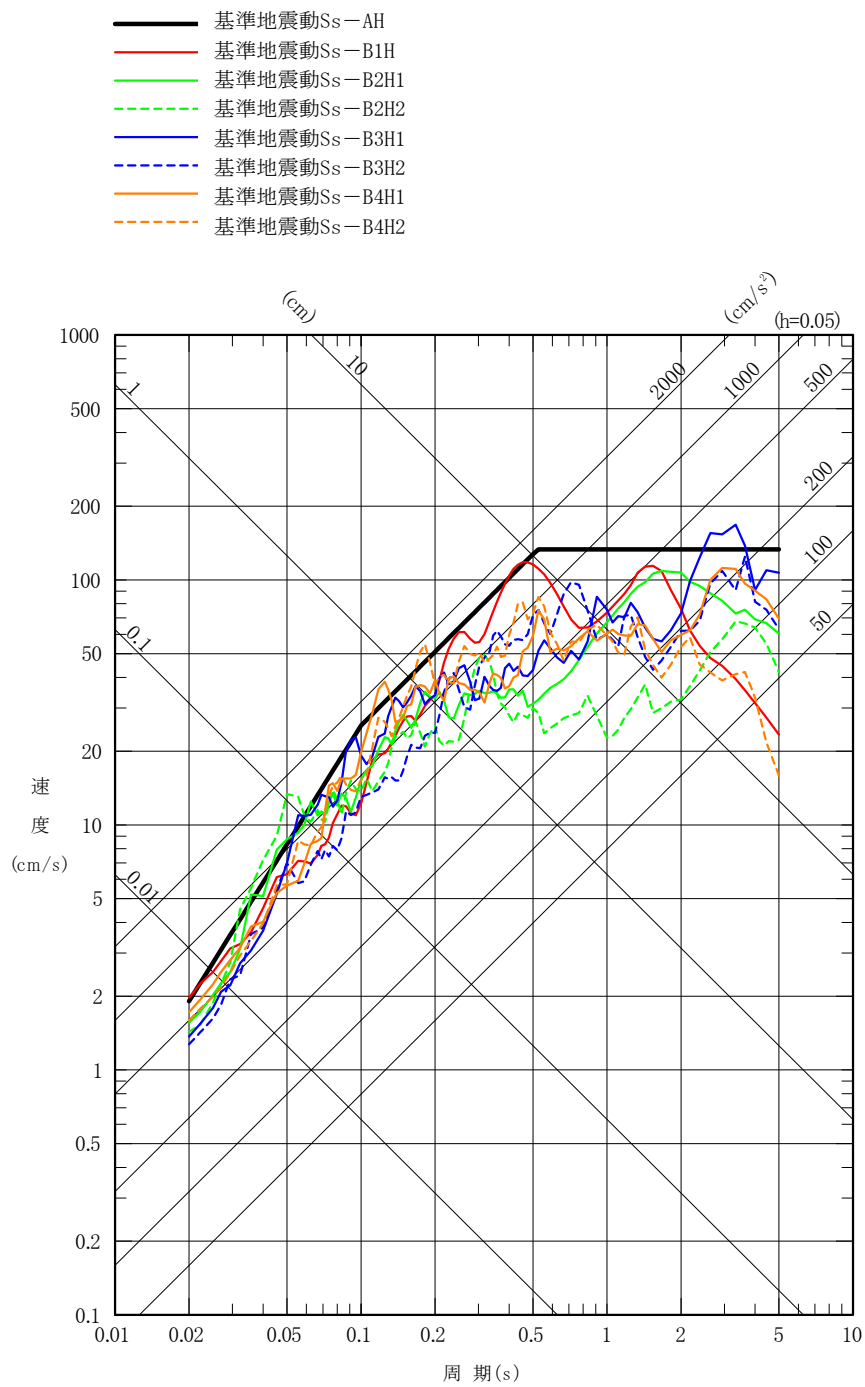
第3図 基準地震動S_s-Aの加速度時刻歴波形

第4図 基準地震動S_s-B1の加速度時刻歴波形

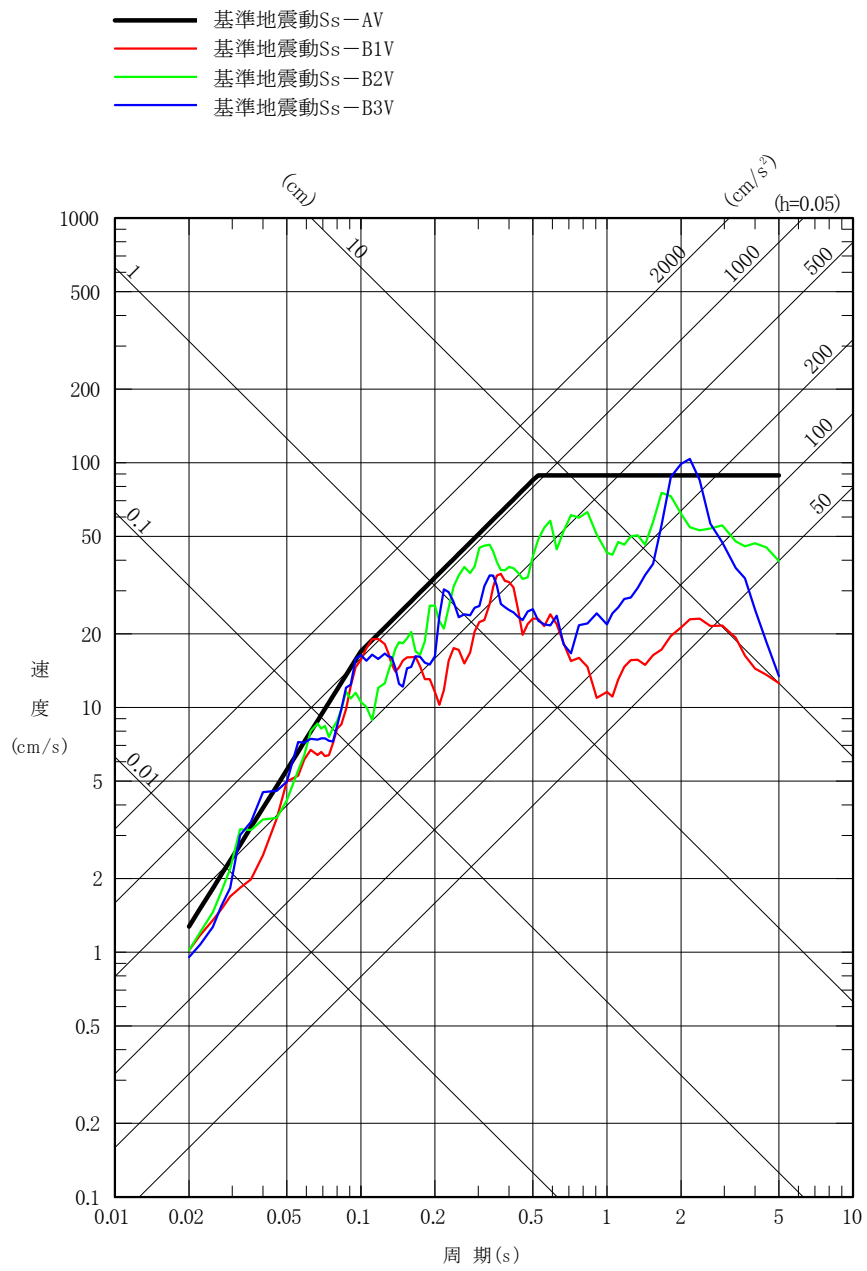
第5図 基準地震動S_s-B2の加速度時刻歴波形

第6図 基準地震動S_s-B3の加速度時刻歴波形

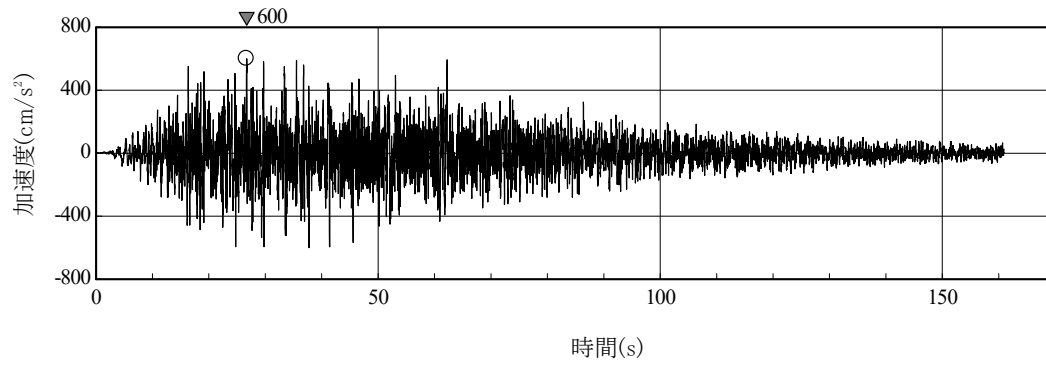
第7図 基準地震動S_s-B4の加速度時刻歴波形



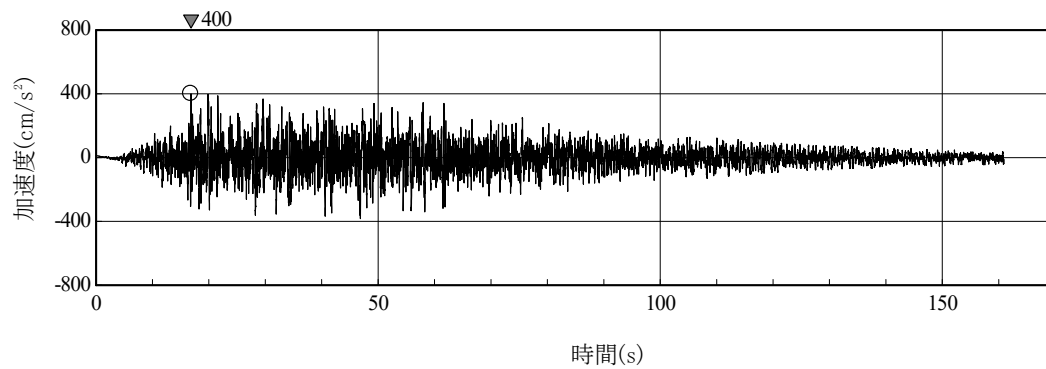
第1図 基準地震動の応答スペクトル（水平方向）



第2図 基準地震動の応答スペクトル（鉛直方向）

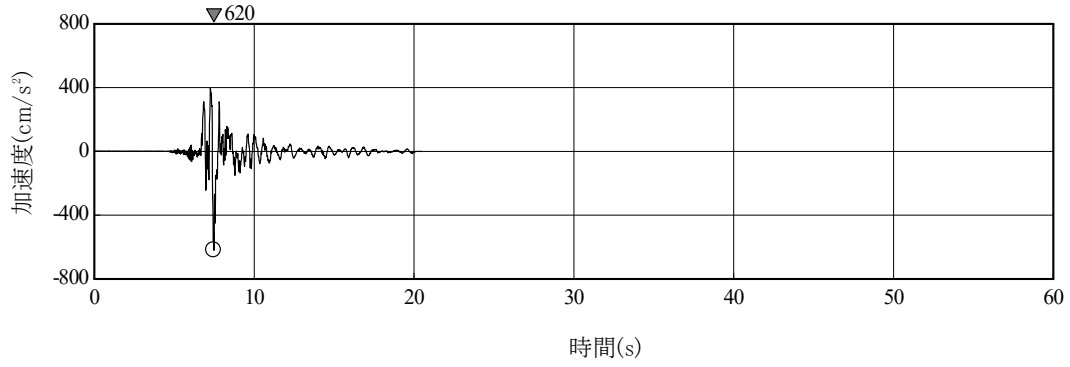


(a) 基準地震動 Ss-AH (水平方向)

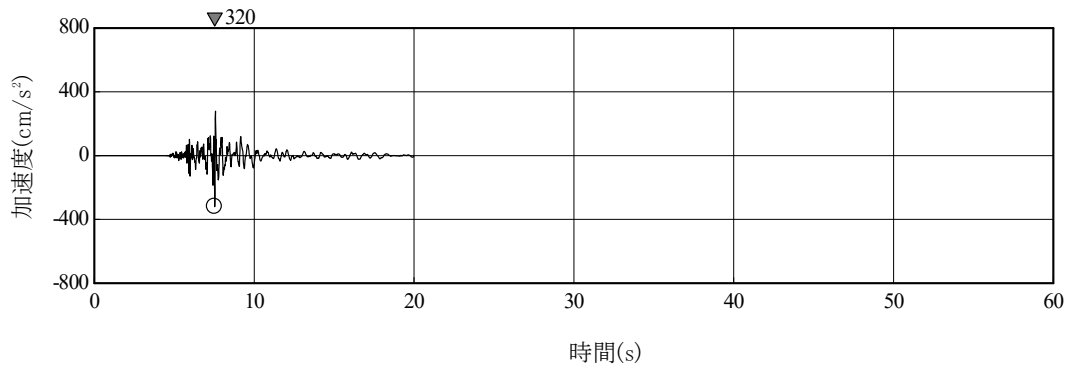


(b) 基準地震動 Ss-AV (鉛直方向)

第3図 基準地震動Ss-Aの加速度時刻歴波形

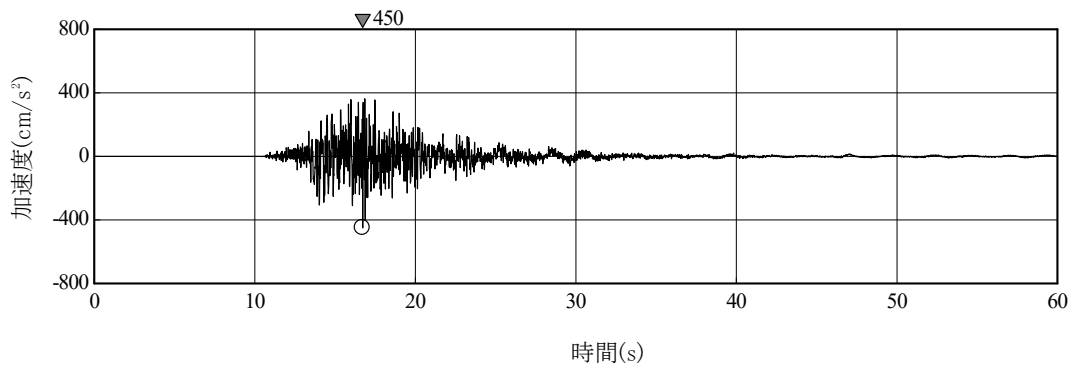


(a) 基準地震動 S_s-B1H (水平方向)

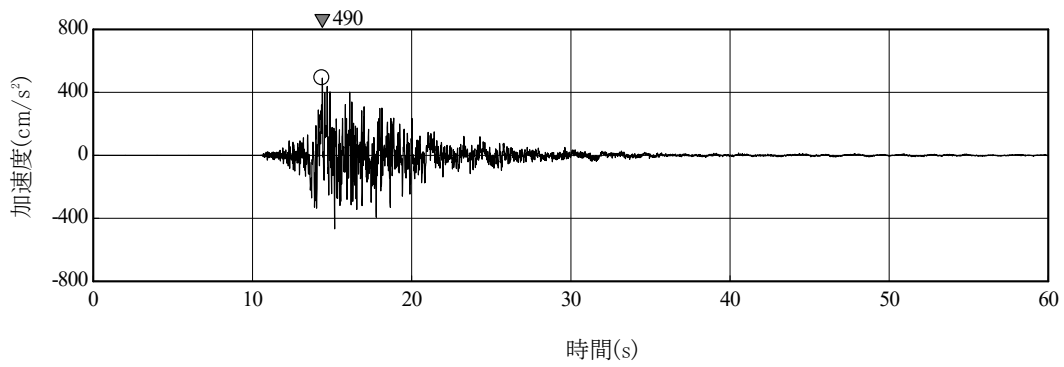


(b) 基準地震動 S_s-B1V (鉛直方向)

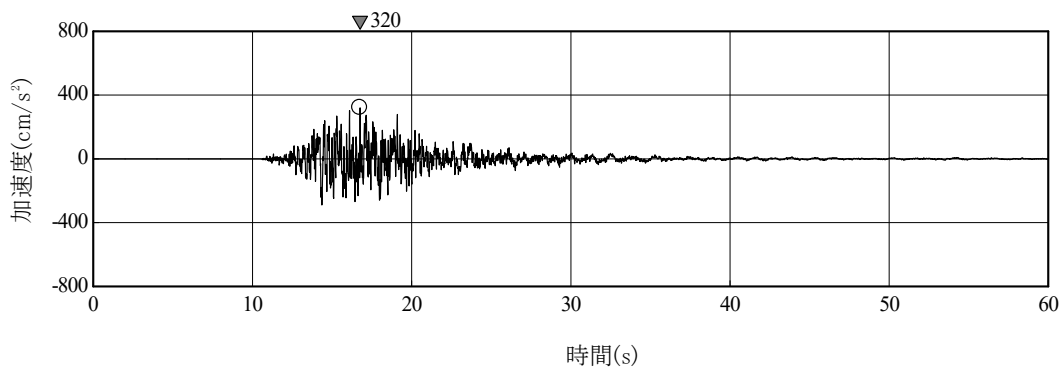
第 4 図 基準地震動 S_s-B1 の加速度時刻歴波形



(a) 基準地震動 S_s-B2H1 (水平方向)

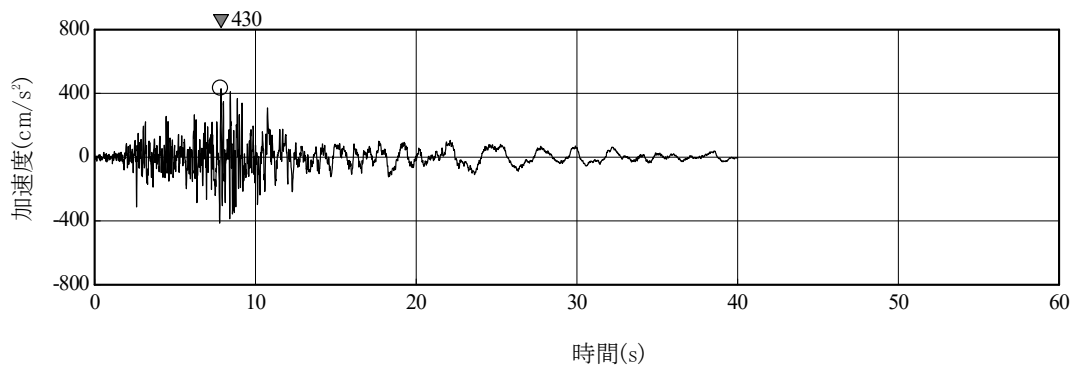


(b) 基準地震動 S_s-B2H2 (水平方向)

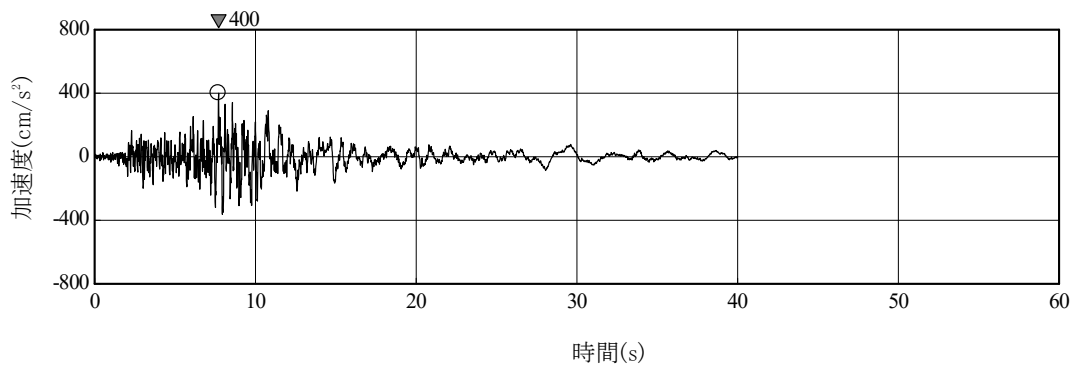


(c) 基準地震動 S_s-B2V (鉛直方向)

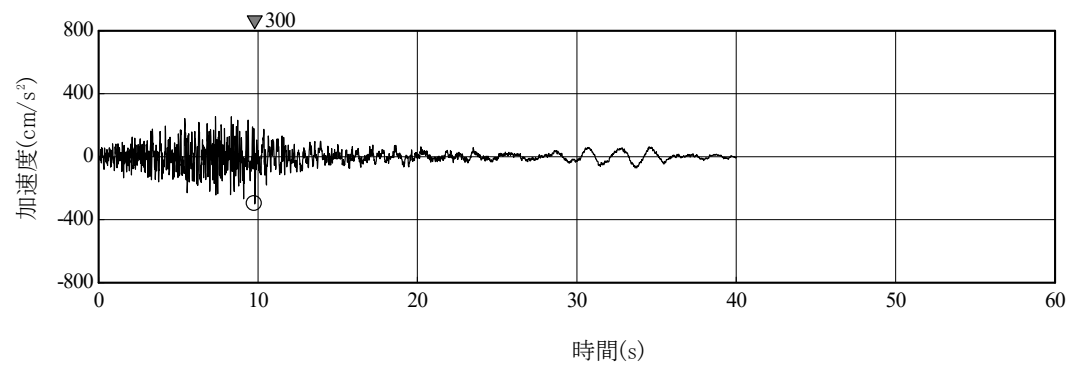
第5図 基準地震動 S_s-B2 の加速度時刻歴波形



(a) 基準地震動 S_s-B3H1 (水平方向)

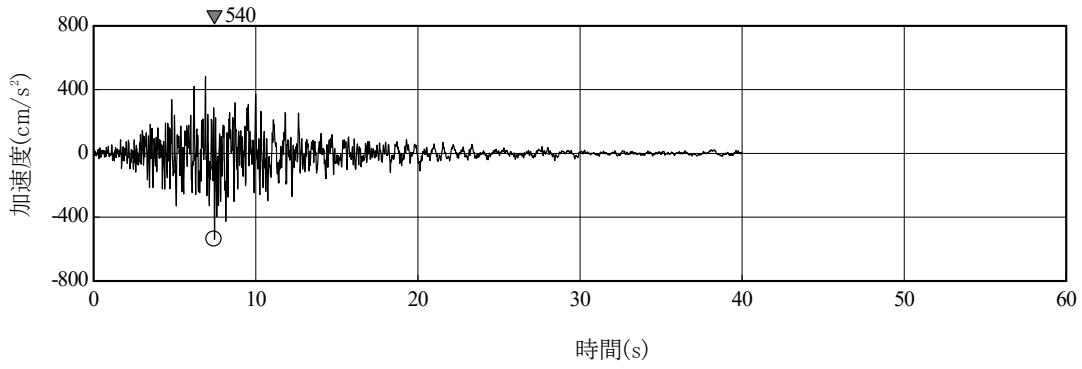


(b) 基準地震動 S_s-B3H2 (水平方向)

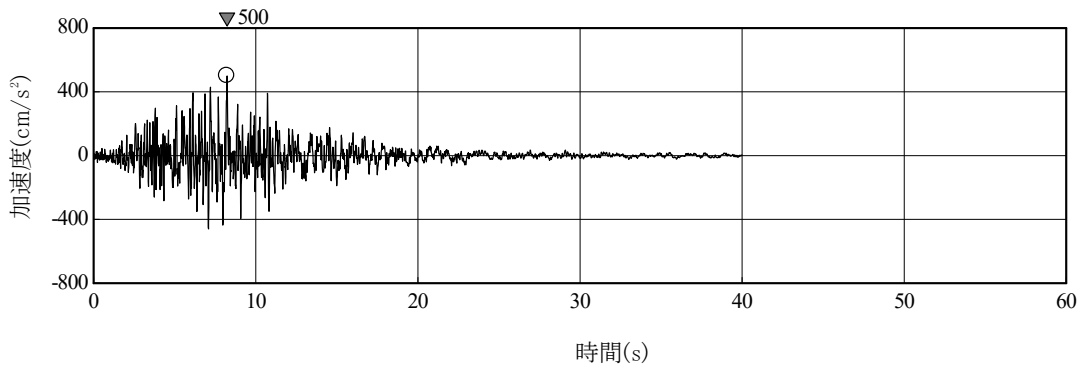


(c) 基準地震動 S_s-B3V (鉛直方向)

第 6 図 基準地震動 S_s-B3 の加速度時刻歴波形



(a) 基準地震動 S_S-B4H1 (水平方向)



(b) 基準地震動 S_S-B4H2 (水平方向)

第 7 図 基準地震動 S_S-B4 の加速度時刻歴波形

申請書添付参考図

申請書添付参考図面を次のとおり変更する。

「申請書添付参考図目録」を添付 1 のとおり変更する。

「第 2 図 リサイクル燃料備蓄センター一般配置図」を添付 2 のとおり変更する。

「第 3 図 機器配置図（事業開始時）」を添付 3 のとおり変更する。

「第 4 図 機器配置図（最大貯蔵時）」を添付 4 のとおり変更する。

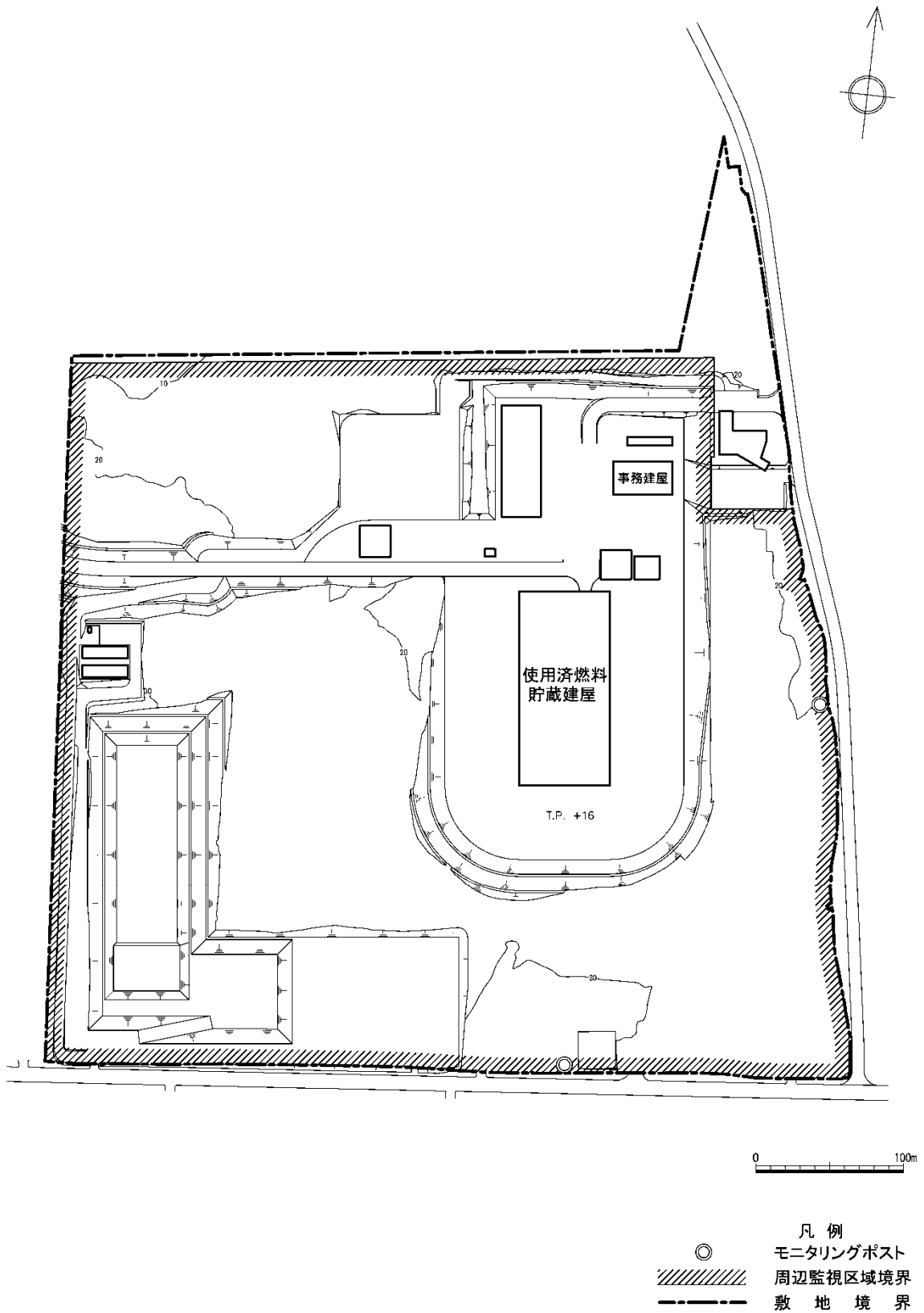
「第 6 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用大型キャスク（タイプ 1））」を削除する。

「第 7 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用大型キャスク（タイプ 2））」を「第 6 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用大型キャスク（タイプ 2））（BWR用大型キャスク（タイプ 2 A））」とし、添付 5 のとおり変更する。

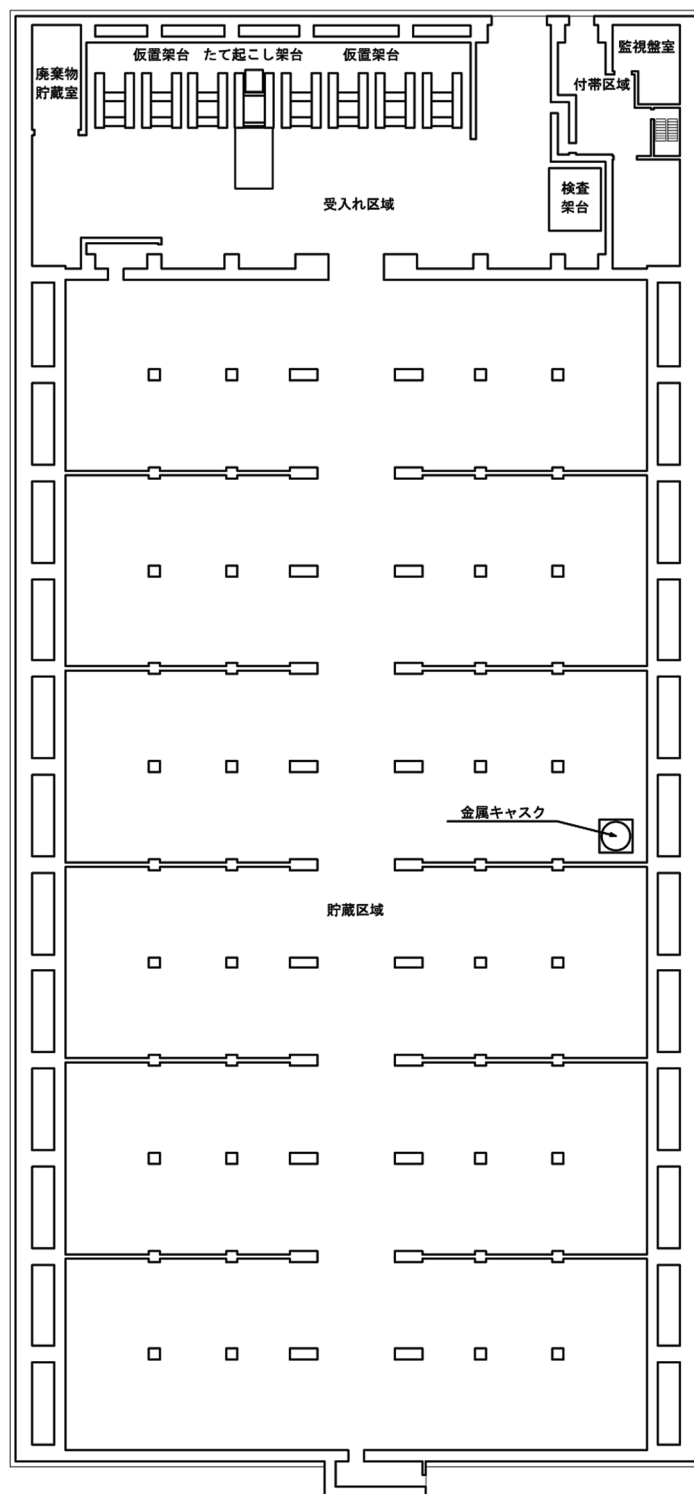
「第 8 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用中型キャスク）」及び「第 9 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（PWR用キャスク）」を削除する。

申請書添付参考図目録

- 第 1 図 リサイクル燃料備蓄センター敷地付近地図
(添付書類四第9.2-1図)
- 第 2 図 リサイクル燃料備蓄センター一般配置図 (添付書類六第2.3-1図)
- 第 3 図 機器配置図 (事業開始時) (添付書類六第2.4-1図(1))
- 第 4 図 機器配置図 (最大貯蔵時) (添付書類六第2.4-1図(2))
- 第 5 図 断面図 (添付書類六第2.4-2図)
- 第 6 図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図 (BWR用大型キャスク (タイプ 2))
(BWR用大型キャスク (タイプ 2 A))
(添付書類六第3.1-1図)

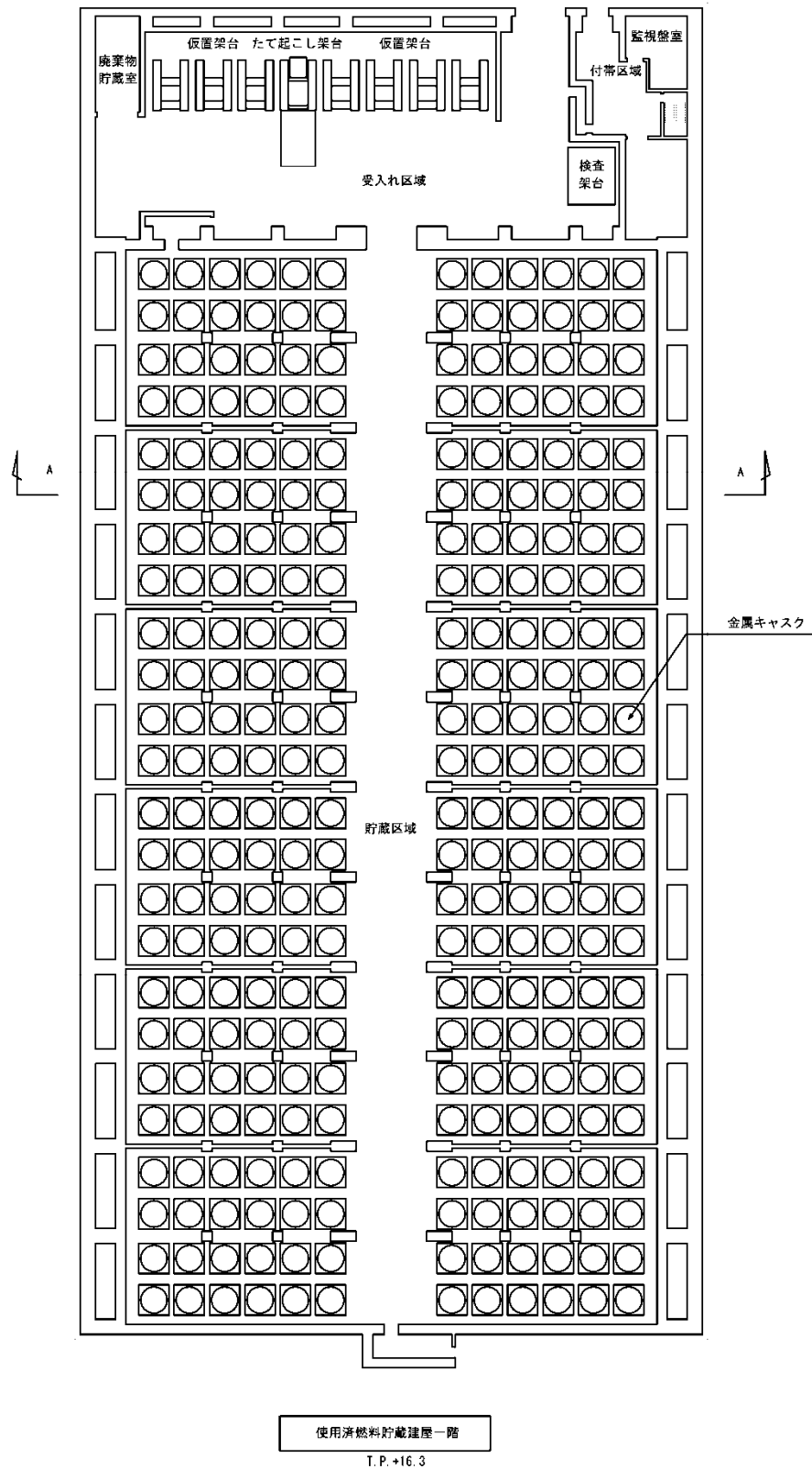


第2図 リサイクル燃料備蓄センター一般配置図

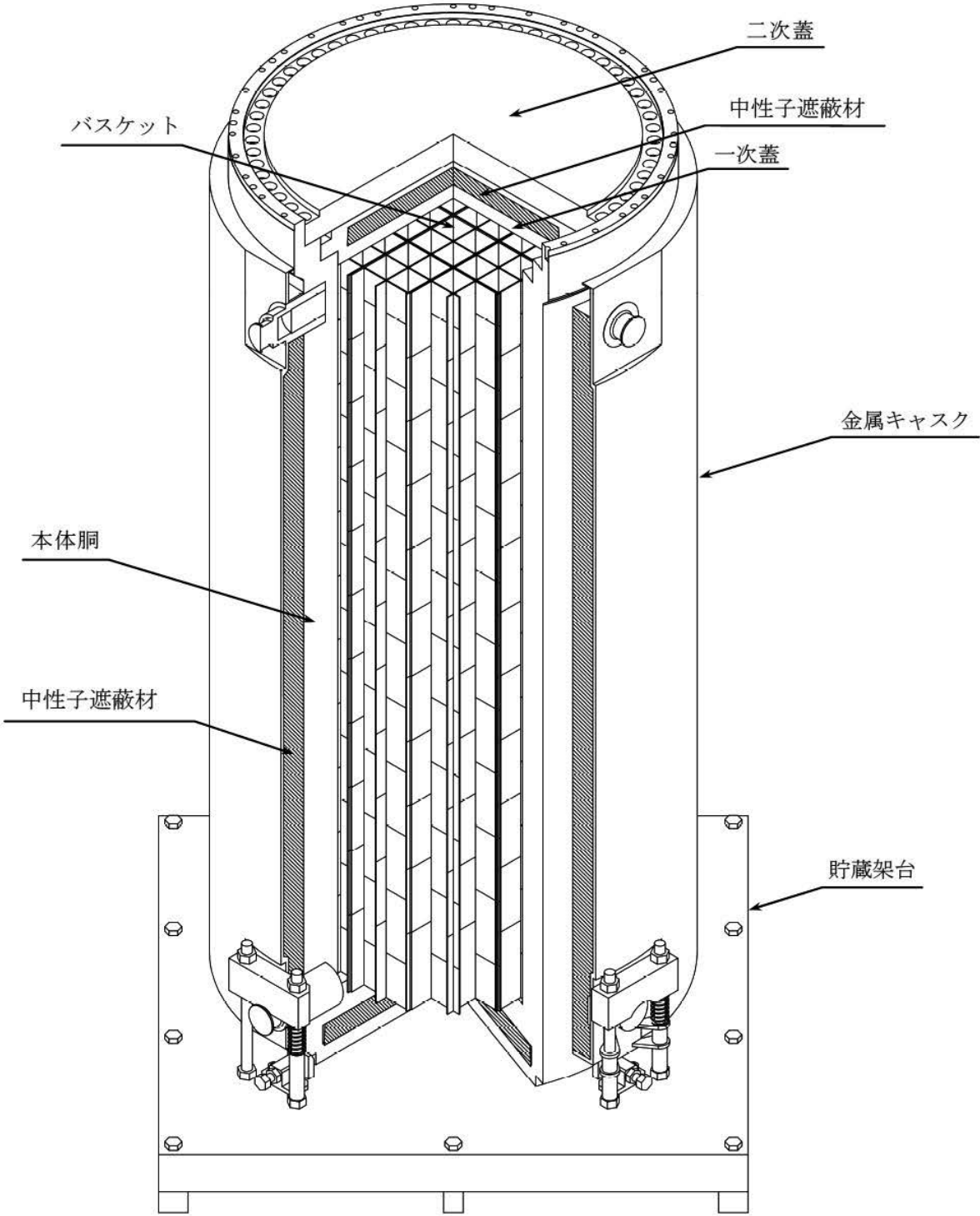


使用済燃料貯蔵建屋一階
T.P. +16.3

第 3 図 機器配置図 (事業開始時)



第 4 図 機器配置図 (最大貯蔵時)



(設計貯蔵期間：50年間)

第6図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図
(BWR用大型キャスク (タイプ2))
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))

添付書類の一部補正

添付書類三の一部補正

添付書類三を以下のとおり補正する。

| 頁 | 行 | 補 正 前 | 補 正 後 |
|------------------|---|----------|-------------|
| 3-1 ↳ 3-10 | | * (記載変更) | 別紙 1 に変更する。 |

*を付した補正前の記載内容は、平成27年3月6日付けR F S 発官26第8号及び平成28年9月16日付けR F S 発官28第4号で一部補正した内容を含む。

イ. 変更に係る特許権その他の技術に関する権利若しくは特別の技術による
使用済燃料の貯蔵の方法又はこれらに準ずるものの概要

当社が採用する使用済燃料貯蔵技術は、金属キャスク方式である。使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事並びに操作及び保守に当たっては、国内で実績のある原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設を有する東京電力ホールディングス株式会社及び日本原子力発電株式会社の経験を活用するとともに、金属キャスクの設計・製造等の技術については、製造メーカーの技術を活用する。

ロ. 変更に係る主たる技術者の履歴

当社は、国内で実績のある原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設の建設・貯蔵管理の経験を有する東京電力ホールディングス株式会社又は日本原子力発電株式会社からの出向等により、その建設・貯蔵管理の経験や原子力工学，機械工学，放射線管理等の専門的知識及び経験を有する技術者を擁している。

当社の主たる技術者の履歴を第1表に示す。

第1表 主たる技術者の履歴

(2020年2月1日現在)

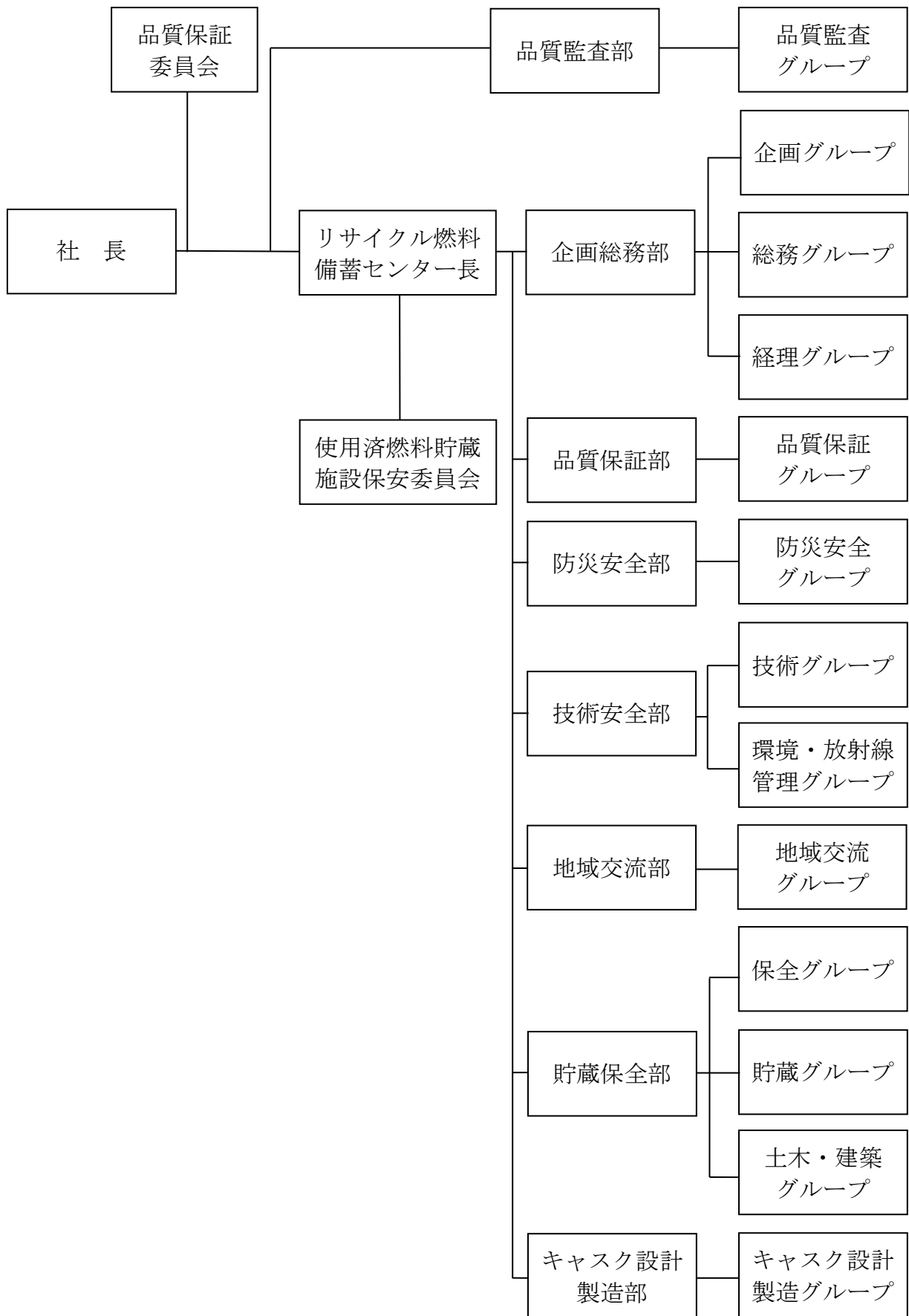
| 氏名 | 履歴 |
|-------|--|
| 山崎 克男 | 昭和54年3月 岩手大学工学部応用化学科卒業 昭和54年4月 日本原子力発電株式会社入社 平成9年6月 同 社 発電本部発電技術部放射線管理室課長 平成10年6月 同 社 発電本部発電技術部(課長) 平成10年10月 同 社 発電本部発電技術部付原電工事株式会社出向(課長待遇) 平成10年12月 同 社 発電本部発電技術部(課長) 平成12年6月 同 社 発電管理室(課長) 平成20年7月 同 社 発電管理室環境保安グループマネージャー 平成22年6月 同 社 発電管理室長代理兼環境共生担当 平成22年6月 当 社 監査役(非常勤) 平成23年4月 同 社 発電管理室品質保証チームリーダー兼務 平成23年6月 同 社 理事 当 社 常務取締役 平成27年6月 当 社 取締役副社長 平成29年7月 当 社 取締役副社長兼リサイクル燃料備蓄センター長 |
| 青木 裕 | 昭和59年3月 筑波大学第三学群基礎工学類卒業 昭和59年4月 東京電力株式会社入社 平成18年7月 同 社 原子燃料サイクル部設備改良グループマネージャー 平成20年10月 同 社 原子燃料サイクル部廃棄物設備グループマネージャー 平成21年7月 同 社 原子燃料サイクル部廃棄物対策グループマネージャー 平成22年9月 同 社 原子力・立地業務部電気事業連合会派遣 平成24年10月 同 社 原子燃料サイクル部部長代理 平成28年7月 当 社 技術部長 平成29年7月 当 社 技術安全部長兼貯蔵保全部長 平成30年6月 当 社 取締役技術安全部長兼貯蔵保全部長 (原子炉主任技術者) |
| 三枝 利家 | 昭和58年3月 東京大学工学部原子力工学科卒業 昭和58年4月 日本原子力発電株式会社入社 平成16年7月 同 社 東京電力株式会社出向 立地地域部むつ調査所技術グループマネージャー 平成17年11月 当 社 技術部技術グループマネージャー 平成19年9月 日本原子力発電株式会社 敦賀発電所安全管理室炉心燃料グループマネージャー 平成21年6月 同 社 敦賀発電所運営管理室長 平成22年7月 同 社 発電管理室原子炉安全担当 東海第二発電所駐在 平成25年7月 当 社 品質保証部長 平成29年7月 当 社 品質保証部長兼技術安全部安全審査担当部長 (原子炉主任技術者・核燃料取扱主任者) |
| 岩間 集 | 昭和50年3月 東北学院大学工学部機械工学科卒業 昭和50年4月 日本原子力発電株式会社入社 平成9年6月 同 社 発電本部発電技術部課長 総括グループマネージャー 平成10年6月 同 社 発電本部発電技術部安全グループマネージャー(課長) 平成11年6月 同 社 東海発電所次長兼東海第二発電所次長 平成13年6月 同 社 東海発電所副所長兼東海第二発電所副所長 平成14年7月 同 社 社長室(副部長) 平成15年7月 同 社 広報室付 財団法人社会経済生産性本部出向 平成17年6月 同 社 敦賀地区本部地域共生部長代理兼エネルギー研究開発拠点化担当 平成18年7月 同 社 敦賀地区本部地域共生部拠点化推進グループマネージャー兼務 平成21年7月 同 社 考査・品質監査室 平成22年7月 同 社 企画室付 電気事業連合会派遣 平成25年7月 当 社 品質監査準備担当(グループマネージャー待遇) 平成25年12月 当 社 品質監査部長兼品質監査グループマネージャー 平成29年7月 当 社 品質監査部長 (原子炉主任技術者) |
| 竹内 雅之 | 昭和62年3月 日本大学理工学研究科建築学専攻卒業 昭和62年4月 東京電力株式会社入社 平成8年2月 同 社 柏崎刈羽原子力建設所建築課(副長) 平成10年2月 同 社 電力技術研究所耐震グループ(主任研究員) 平成12年7月 同 社 原子力技術部日本原燃株式会社出向 平成18年7月 同 社 原子力技術・品質安全部耐震グループ 平成19年11月 同 社 原子力設備管理部日本原燃株式会社出向 平成29年8月 当 社 貯蔵保全部土木・建築担当 |

ハ. その他変更後における使用済燃料の貯蔵に関する技術的能力に関する事項

(1) 設計及び工事のための組織

社長の下、金属キャスクを含む使用済燃料貯蔵建屋等の設計については企画総務部、防災安全部、技術安全部、貯蔵保全部、キャスク設計製造部が実施し、品質保証部は各部の品質保証を統括し、品質監査部は内部監査を実施する。さらに、品質保証に関する基本方針を全社的観点から審議する品質保証委員会を設置する。2020年2月1日現在における使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事に係る組織を第1図に示す。

使用済燃料貯蔵施設の工事に当たっては、基本・詳細設計の実施管理、着工後工事の進捗に伴う工事管理及び技術統括に係る責任・権限を明確化し、使用済燃料の貯蔵の事業に係る「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。）等関係法令に基づく諸手続き、設計の実施・管理、工事の施工管理、品質保証等の業務を適確に遂行できる組織が適切に構築されている。



第1図 使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事に係る組織図

(2) 設計及び工事に係る技術者の確保

a. 技術者数

当社は、「ロ. 変更に係る主たる技術者の履歴」のとおり、原子力工学、機械工学、放射線管理等の専門的知識及び経験を有する技術者を擁している。また、当社は、原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設の設計及び工事に係る知識及び経験を有する技術者を擁している。

2020年2月1日現在における在籍技術者数は、59名であり、在籍技術者の専攻別内訳を第2表に示す。また、在籍技術者の原子力関係業務従事年数を第3表に示す。この原子力関係業務従事年数には、原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設における金属キャスク及び貯蔵施設の設計及び工事、輸送・貯蔵兼用の金属キャスクの設計、社団法人日本原子力学会、社団法人日本電気協会等の学協会における規格策定及び当社の業務に密接に関連する使用済燃料の輸送業務等についての経験が含まれている。

第2表 在籍技術者の専攻別内訳

(単位：人)

| 専攻 | 電気 | 機械 | 原子力 | 土木 | 建築 | その他 | 計 |
|------|----|----|-----|----|----|-----|----|
| 技術者数 | 13 | 13 | 7 | 1 | 7 | 18 | 59 |

第3表 在籍技術者の原子力関係業務従事年数

(単位：人)

| 区分 \ 従事年数 | 1年未満 | 1年～5年未満 | 5年～10年未満 | 10年～20年未満 | 20年以上 | 合計 | 原子力関係平均従事年数 |
|-----------|------|---------|----------|-----------|-------|----|-------------|
| 管理職 | 1 | 1 | 2 | 1 | 21 | 26 | 27年0か月 |
| 一般職 | 1 | 10 | 5 | 7 | 10 | 33 | 14年1か月 |
| 合計 | 2 | 11 | 7 | 8 | 31 | 59 | 19年9か月 |

b. 有資格者数

2020年2月1日現在における在籍技術者中、核燃料取扱主任者の有資格者が1名及び原子炉主任技術者の有資格者が5名であるが、今後とも各種資格取得を奨励する等により、必要な有資格者数を確保する。

(3) 設計及び工事の経験

a. 当社の在籍技術者は、東京電力ホールディングス株式会社、日本原子力発電株式会社等において原子力発電所等の設計及び工事の経験を有する技術者であり、さらに原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設の設計及び工事の経験を有する技術者も擁していることで、業務を円滑に遂行するために必要な技術を十分に獲得している。

b. 使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事並びにこれらに付随する業務の円滑な遂行に必要な知識・技能の習得及び資質の向上を図るため、社内外における研修及び実務を通じて技術者の養成を行い、十分な実務経験を習得させる計画である。

c. 上記の原子力発電に関する技術的能力に加え、さらに、各種海外調査派遣、国内研究会等へ参加し、一層の技術的能力の向上を図ること

とする。

d. 国内で実績のある原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設を有する東京電力ホールディングス株式会社及び日本原子力発電株式会社との連携を密にし、今後、設計及び工事の進捗に応じ、キャスク設計、製造管理等に十分な経験を有する人的・技術的協力等の支援を適宜得ることとしている。

(4) 設計及び工事に係る品質保証活動

品質保証活動の遂行に当たっては、「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2009）」及び「使用済燃料貯蔵施設に係る使用済燃料貯蔵事業者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」に基づいて、当社に適した品質保証活動を実施する。これらの品質保証活動は文書化した社内規程に基づき遂行する。また、社内に品質保証委員会を設置し、品質保証に関する事項について審議を行う。

社長は、品質マネジメントシステムのトップマネジメントとして、品質保証活動の実施及びその有効性を継続的に改善することに関する責任と権限を有する。

使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事における安全を確保するため、社長は品質方針を定め、リサイクル燃料備蓄センター長及び品質監査部長を管理責任者として、品質保証活動を統括するとともに、品質マネジメントシステムの実施状況及び改善の必要性の有無について評価するマネジメントレビューを実施する。

リサイクル燃料備蓄センター長は、管理責任者として品質マネジメントシステムに必要なプロセス（内部監査プロセスを除く）の計画、実施、評価、改善を行うことにより、品質マネジメントシステムを実施・管理

する責任と権限を有する。

品質監査部長は、管理責任者として内部監査プロセスの計画、実施、評価、改善を行うことにより、内部監査を実施・管理する責任と権限を有する。

各部長は、当該部が所管するグループの業務を統括管理する。各グループマネージャーは、社内規程に基づき個々の業務における品質保証活動を実施する。

さらに、発注先に対しては、各グループマネージャーが、契約等により本活動に関する要求事項を明確にし、必要な指導等を行う。また、必要に応じて監査を行う。

以上の品質保証活動の実施状況と有効性を検証するために、品質監査部長は、監査員に認定された者の中から監査チームを編成し、監査チームは、各グループの内部監査を行う。

なお、操作及び保守に係る品質保証活動に円滑に移行できるように、設計及び工事の進捗に応じて、必要な技術者を適切に確保するとともに、社内規程を改訂する等、継続的な改善を行う。

(5) 操作及び保守のための組織

使用済燃料貯蔵施設の事業開始に当たっては、保守部門等を適宜設け、その業務を適確に実施し、かつ、調達内容を適確に管理することにより、その業務を適確に遂行することができるようにする。

また、操作及び保守を適確に遂行するために、「原子炉等規制法」第43条の20第1項に基づいて保安規定を定め、この中で操作及び保守のための組織を明確に定める。

(6) 操作及び保守に係る技術者の確保

a. 使用済燃料貯蔵施設の操作及び保守を適確に行い、安全の確保を図

るために、設計及び工事に係る技術者、並びに国内で実績のある原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設を有する東京電力ホールディングス株式会社、日本原子力発電株式会社等から操作及び保守に係る技術者を受け入れることにより技術力の維持を図り、適宜要員を確保する計画である。

- b. 使用済燃料貯蔵施設の操作及び保守に当たっては、運営管理、対外連絡等や操作及び保守を厳重に行い安全の確保を図るため、必要な要員を確保する計画である。操作及び保守の遂行に応じて、十分な経験を有する人的・技術的協力等の支援を適宜得る計画である。
- c. 今後とも各種資格取得を奨励する等により、必要な技術者数を確保する。

(7) 操作及び保守の経験

- a. 国内で実績のある原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設を有する東京電力ホールディングス株式会社及び日本原子力発電株式会社との連携を密にし、今後、操作及び保守に十分な経験を有する人的・技術的協力等の支援を適宜得る。
- b. 東京電力ホールディングス株式会社及び日本原子力発電株式会社における原子力発電所の操作及び保守の経験、原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵施設の操作及び保守の経験、使用済燃料の輸送業務等の経験を適切に使用済燃料貯蔵施設の操作及び保守に反映する。
- c. 操作及び保守に係る技術者は、工事管理等を通じ、操作及び保守に必要な経験を習得させる計画である。

(8) 操作及び保守に係る品質保証活動

「(4) 設計及び工事に係る品質保証活動」に示した方針に基づく体制

を継続する。

また、操作及び保守に係る品質保証活動を適確に遂行するために、「原子炉等規制法」第43条の20第1項に基づいて保安規定を定め、この中で品質保証体制等を明確にするとともに、使用済燃料貯蔵施設保安委員会を設置する。

(9) 教育・訓練

使用済燃料貯蔵施設の設計、工事、操作、保守及びこれらに付随する業務の円滑な遂行に必要な知識・技能の習得及び資質の向上を図るため、技術者等に対し以下のとおり教育・訓練を適宜行う。

- a. 社内における研修、設計等の実務経験を通じて使用済燃料貯蔵に関する知識を習得させる。
- b. 建設工事の進捗に合わせて、建設工事に直接従事させることにより、設備等に対する知識の向上を図る。また、工事及び操作の実務を通じて、操作及び保守に係る十分な技術的能力を取得させる。
- c. 技術者に対しては、OJT（オンザジョブトレーニング）、定期的な保安教育等を実施し、安全に係る知識・技能を習得させるとともに、必要な知識・技能が確実に身に付いていることを定期的に確認する制度を設け、技術レベルの維持・向上を図る。
- d. 海外情報の収集等を通じて一層の技術的能力の向上を図る。
- e. 必要に応じ、研修機関、講習会等へ参加させることにより、関連知識を習得させる。
- f. 業務に従事する技術者、事務系社員及び協力会社社員に対しては、各役割に応じた自然災害発生時の対応等に必要となる技能の維持と知識の向上を図るため、計画的かつ継続的に教育・訓練を実施する。

(10) 有資格者等の選任・配置

使用済燃料取扱主任者及びその代務者は、核燃料取扱主任者免状または原子炉主任技術者免状を有する者のうちから社長が選任するとともに、保安上必要な使用済燃料等の取扱いに従事する者への指示等、その職務が適切に遂行できるように配置する。

添付書類四の一部補正

添付書類四を以下のとおり補正する。

| 頁 | 行 | 補正前 | 補正後 |
|--------------------------|-----------------|--|--|
| 4-目-1 | | * (記述及び関連図面等の変更項目) | 別紙1の記載に変更する。 |
| 4-1-1 } 4-1-3 | | 1. 敷地 | 別紙2の記載に変更する。 |
| 4-2-1 } 4-2-4 | | 2. 気象 | 別紙3の記載に変更する。 |
| **4-3-32 | 上10 } 上12 | また、リニアメントは両側の岩質の差を反映した侵食地形あるいは旧汀線付近における尻屋層群の急傾斜した層理面あるいは片理面を利用した侵食地形であると判断される。 | また、リニアメントは両側の岩質の差を反映した侵食地形あるいは片理面を利用した侵食地形であると判断される。 |
| 4-7-1 } 4-7-69 | | ***7. 火山 | 別紙4の記載に変更する。 |
| ****4-2 } ****4-28 | | ****8. 竜巻 | 別紙5の記載に変更する。 |
| ****4-28の次 | | ****9. 社会環境 | 別紙6の記載を追加する。 |

*を付した補正前の記載内容は、平成28年9月16日付けR F S 発官28第4号及び平成31年1月29日付けR F S 発官30第5号で一部補正した内容を含む。

**を付した頁は、平成31年1月29日付けR F S 発官30第5号で一部補正した頁を示す。

***を付した補正前の記載内容は、平成31年1月29日付けR F S 発官30第5号で一部補正した内容を含む。

****を付した頁は、平成28年9月16日付けR F S 発官28第4号で一部補正の頁を示す。

*****を付した補正前の記載内容は、平成28年9月16日付けR F S 発官28第4号で一部補正した内容を含む。

「6. 地震随件事象」を削除して「6. 津波」を追加し、「8. 社会環境」を「9. 社会環境」として「8. 竜巻」を追加し、下記項目の記述及び関連図面等を次のとおり変更又は追加する。

1. 敷地

1.2 その他の概況

第 1.1-1 図 リサイクル燃料備蓄センター敷地概況図

2. 気象

2.2 最寄りの気象官署の資料による一般気象

2.2.2 むつ、函館各気象官署を選んだ理由

2.2.3 最寄りの気象官署における一般気象

3. 地盤

4. 水理

5. 地震

6. 津波

7. 火山

8. 竜巻

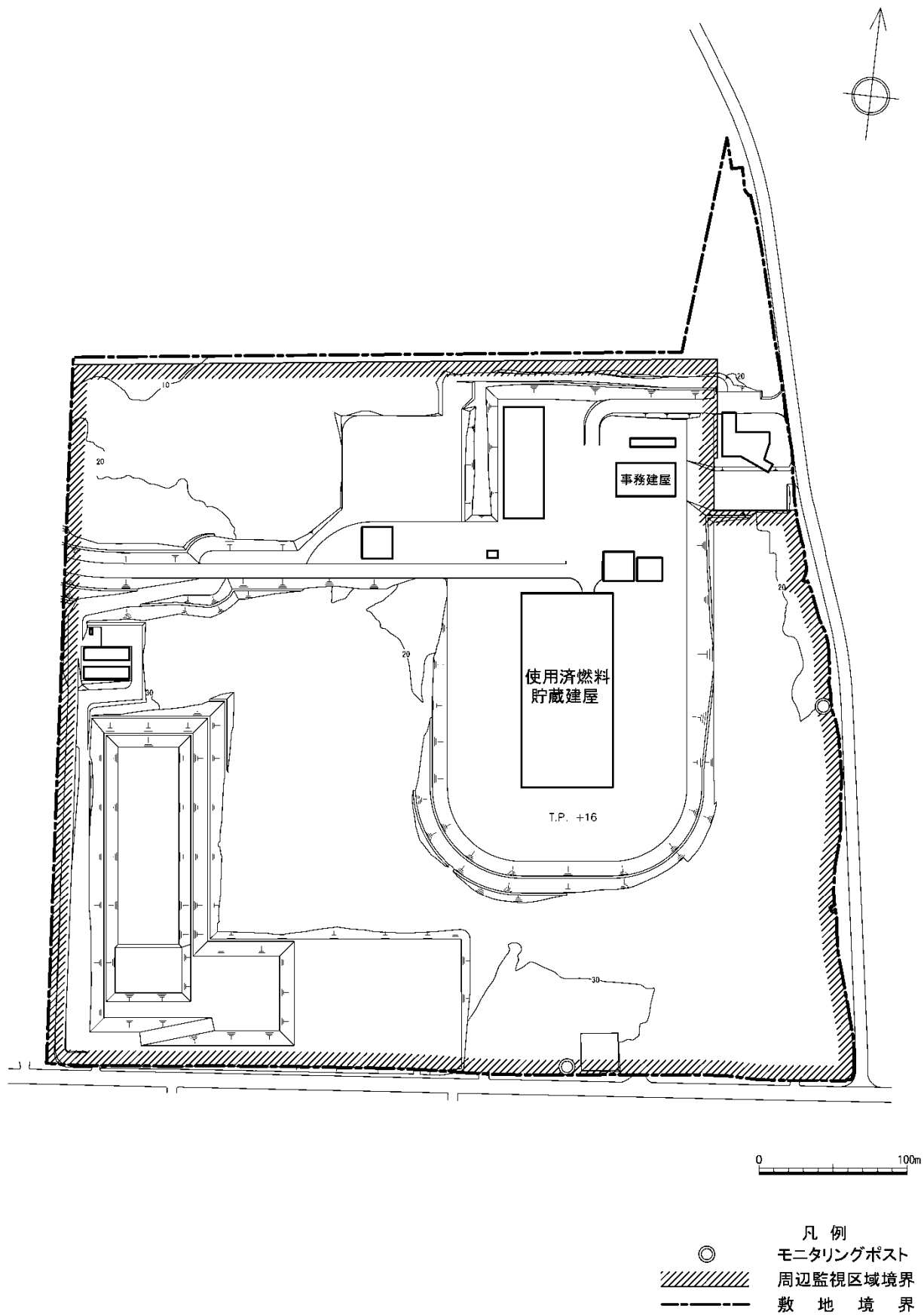
9. 社会環境

1. 敷地

1.2 その他の概況

敷地内及びその周辺において、使用済燃料貯蔵施設建設に必要な付帯設備として、構内道路、工事用道路、敷地造成等の工事を実施する。

なお、敷地造成高は標高 16m であり、最高潮位は東京湾平均海面（以下「T.P.」という。）T.P. +0.96m、朔望平均満潮位は T.P. +0.64m であることから、異常潮位に対しても十分安全である。



第 1.1-1 図 リサイクル燃料備蓄センター敷地概況図

2. 気象

2.2 最寄りの気象官署の資料による一般気象^{(1) (2) (3)}

2.2.2 むつ、函館各気象官署を選んだ理由

この地方の一般気象を知るため、長期間通年観測が行われている気象官署の資料が必要である。

最寄りの気象官署としては、むつ特別地域気象観測所及び函館海洋気象台があり、これらの2気象官署は、気候的に敷地と比較的類似しており、さらによく管理された長期間の観測資料を得ている。

したがって、敷地の局地的気象を推定し、使用済燃料貯蔵施設の一般的設計条件として必要なデータを得るために、最寄りの気象官署のむつ特別地域気象観測所及び函館海洋気象台の資料を用いることとした。

2.2.3 最寄りの気象官署等における一般気象

(1) 一般気象

むつ特別地域気象観測所の 2012 年までの観測記録によれば、最低気温 -22.4°C (1984 年 2 月 18 日), 日最大降水量 162.5mm (1981 年 8 月 22 日), 積雪の深さの月最大値 170cm (1977 年 2 月 15 日) 及び最大瞬間風速 38.9m/s (1961 年 5 月 29 日) である。

函館海洋気象台の 2012 年までの観測記録によれば、最低気温 -19.4°C (1900 年 2 月 14 日), 日最大降水量 176.0mm (1939 年 8 月 25 日), 積雪の深さの月最大値 91cm (2012 年 2 月 27 日) 及び最大瞬間風速 46.5m/s (1999 年 9 月 25 日) である。

2 気象官署の観測記録はほぼ等しい値を示すが、年平均気温, 最高気温及び最低気温はむつ特別地域気象観測所でやや高く, 年間降水量もむつ特別地域気象観測所で多くなっている。風向は 2 気象官署とも年間を通じて西よりの風が多い。

最寄りの気象官署における一般気象に関する統計を第 2.2-2 表及び第 2.2-3 表に示す。

最寄りの気象官署における主な観測記録を第 2.2-4 表から第 2.2-15 表に示す。

この地方に影響を与えた主な台風を第 2.2-16 表及び第 2.2-17 表に示す。

(2) 極値

むつ特別地域気象観測所の観測記録によれば、最高気温 34.2°C (1994 年 8 月 12 日), 最低気温 -22.4°C (1984 年 2 月 18 日), 日最大降水量 162.5mm (1981 年 8 月 22 日), 積雪の深さの月最大値 170cm (1977 年 2 月 15 日) 及び最大瞬間風速 38.9m/s (1961 年 5 月 29 日) である。

函館海洋気象台の観測記録によれば，最高気温 33.6℃（1999 年 8 月 4 日），最低気温 -19.4℃（1900 年 2 月 14 日），日最大降水量 176.0mm（1939 年 8 月 25 日），積雪の深さの月最大値 91cm（1985 年 2 月 10 日）及び最大瞬間風速 46.5m/s（1999 年 9 月 25 日）である。

7. 火山

7.1 検討の基本方針

火山影響評価は、立地評価と影響評価の2段階で行った。立地評価では、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、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について個別評価を行った。また、影響評価では、使用済燃料貯蔵施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象について評価を行った。

なお、設計対応不可能な火山事象の発生可能性が十分に小さいと判断された場合でも、過去の噴火による設計対応不可能な火山事象が使用済燃料貯蔵施設に到達したと考えられる火山についてはモニタリング対象とした。

7.2 調査内容

7.2.1 文献調査

文献調査では、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山を抽出するため、使用済燃料貯蔵施設の敷地（以下、「敷地」という。）を中心とする半径 160km の範囲の第四紀火山（以下、「地理的領域内の第四紀火山」という。）について、火山噴出物、火山噴出中心位置、噴出物種類、活動時期、噴出物分布等を調査した。主な文献としては、以下のものがある。

独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター（現 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター，以下、「地質調査総合センター」という。）

200 万分の 1 「日本の火山（第 3 版）」（中野ほか編，2013）⁽¹⁾

通商産業省工業技術院地質調査所（現 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター，以下、「地質調査所」という。）

20 万分の 1 地質図幅

はこだて おしまおしま
「函館及び渡島大島」(1984)⁽²⁾

しりや
「尻屋崎」(1972)⁽³⁾

のへじ
「野辺地」(1963)⁽⁴⁾

「青森（第 2 版）」(1993)⁽⁵⁾

50 万分の 1 地質図幅

「青森」(1960)⁽⁶⁾

気象庁編

「日本活火山総覧（第 4 版）」(2013)⁽⁷⁾

西来ほか編

「第四紀火山岩体・貫入岩体データベース」(2012)⁽⁸⁾

「第四紀噴火・貫入活動データベース」(2014)⁽⁹⁾

第四紀火山カタログ委員会編

「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」(1999) ⁽¹⁰⁾

青森県

「青森県地質図(20万分の1)及び青森県の地質」(1998) ⁽¹¹⁾

海上保安庁海洋情報部

「海域火山データベース」⁽¹²⁾

町田・新井

「新編 火山灰アトラス」(2011) ⁽¹³⁾

安藤ほか

「新版 地学教育講座2 地震と火山」(1996) ⁽¹⁴⁾

7.2.2 地形調査・地質調査及び火山学的調査

文献調査に続き、地理的領域内の第四紀火山について、活動履歴、噴火規模及びその影響範囲等を把握するため、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施した。

地形調査では、主に国土地理院により撮影された縮尺4万分の1、2万分の1及び1万分の1の空中写真、並びに同院発行の縮尺5万分の1及び2万5千分の1の地形図を使用して空中写真判読を実施し、主に敷地を中心とする半径30kmの範囲(以下、「敷地周辺」という。)及びその周辺地域に分布する火山地形を調査した。

地質調査では、文献調査及び地形調査結果に基づき、火山噴出物の分布、噴出年代、噴出中心位置、噴出物種類、活動時期等を調査し、噴火規模、噴火タイプ、噴火パターン、活動間隔等を明らかにした。

火山学的調査では、地質調査で確認された降下火砕物、火砕流堆積物を対象に分布の範囲、厚さ、粒径等を調査した。

7.2.3 地球物理学的調査及び地球化学的調査

使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山のうち、個別評価が必要な火山については、現在の活動状況を把握するために、必要に応じて地球物理学的調査及び地球化学的調査を実施した。

地球物理学的調査では、地震波速度構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に基づき、マグマ溜りの規模、位置、マグマの供給系に関する地下構造について検討した。

地球化学的調査では、火山ガス（噴気）の化学組成分析、温度等に基づき、現在の火山の状況について検討した。

7.3 検討結果

7.3.1 使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

文献調査により、地理的領域内の第四紀火山について、活動履歴、噴火規模及びその影響範囲等を把握した。次に、完新世に活動を行った火山を抽出するとともに、完新世に活動を行っていない火山についても、最後の活動からの経過期間が活動期間中の最大休止期間よりも短いとみなされる火山を抽出した。

7.3.1.1 地理的領域内の第四紀火山

地理的領域内の第四紀火山及び火山地質図を第7.3-1図に示す。

地理的領域内には55の第四紀火山が分布する。

敷地は、下北半島北部の津軽海峡側のほぼ中央部に位置し、この位置は火山フロントの東側にあたる。

敷地北方には支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群、洞爺カルデラ、北海道駒ヶ岳、恵山、渡島大島等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められるが、敷地周辺には到達していない。

敷地が位置する下北半島には、恐山、陸奥燧岳、大畑カルデラ、野平カルデラ等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められ、敷地を中心とする半径5km以内（以下、「敷地近傍」という。）に及んでいない。

敷地南方には、八甲田カルデラ、十和田、岩木山、秋田焼山、八幡平火山群等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められるが、敷地周辺には到達していない。

7.3.1.2 使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山

地理的領域内の第四紀火山の活動期間を第7.3-1表に示す。

完新世に活動を行った火山として、樽前山^{たるまえ}、風不死岳^{ふっぶしだけ}（気象庁編（2013）⁽⁷⁾による「樽前山」に含まれる。）、恵庭岳^{えにわだけ}、倶多楽・登別火山群（気象庁編（2013）⁽⁷⁾による「倶多楽」に相当する。）、有珠山^{うすざん}、北海道駒ヶ岳、恵山、渡島大島、恐山、岩木山、北八甲田火山群（気象庁編（2013）⁽⁷⁾による「八甲田山」に相当する。）、十和田、秋田焼山、八幡平火山群（気象庁編（2013）⁽⁷⁾による「八幡平」に相当する。）の14火山がある。

なお、恐山は完新世に噴火した火山ではないが、「概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」が活火山と定義されていることから、完新世に活動を行った火山として扱うこととした。

完新世に活動を行っていない火山(41火山)のうち、ホロホロ・徳舜瞥^{とくしゅんべつ}、オロフレ・来馬^{らいば}、尻別岳^{しりべつだけ}、横津岳^{よこつだけ}、陸奥燧岳^{たしろだけ}、田代岳^{ふじさわもり}、藤沢森、南八甲田火山群、八甲田カルデラ、先十和田^{せんとうだ}の10火山は、最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも短いとみなされる火山である。これらに対して、支笏カルデラ^{わしべつだけ}、鷲別岳^{あぶた}、洞爺カルデラ、洞爺中島、虻田^{あぶた}、写万部山^{しゃまんべやま}、長磯^{ながいそ}、砂蘭部岳^{さらんべだけ}、濁川カルデラ^{にごりかわ}、渡島毛無山^{おしまけなしやま}、木地挽山^{きじびきやま}、恵山^{えさん}、丸山^{まるやま}、銭亀^{ぜにがめ}、函館山^{はこだてやま}、知内^{しりうち}、渡島小島^{おしまこじま}、大畑カルデラ^{おほう}、野平カルデラ^{おほう}、於法^{おほう}、太良駒ヶ岳^{たけ}、碓ヶカルデラ^{だいらこまがたけ}、三ツ森^{いかりが}、阿闍羅山^{みつもり}、沖浦カルデラ^{あじやらやま}、八甲田^{おきうら}、黒森^{はっこうだ}、八甲田八幡岳^{はっこうだほちまんだけ}、稲庭岳^{いなにわだけ}、七時雨山^{ななしぐれやま}、荒木田山^{あらかだやま}、高倉・黒森^{たかくら}、柴倉岳^{しばくらだけ}

については、最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも長いとみなされる火山である。

以上の結果、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山として、樽前山、風不死岳、恵庭岳、倶多楽・登別火山群、ホロホロ・徳舜瞥、オロフレ・来馬、尻別岳、有珠山、北海道駒ヶ岳、横津岳、恵山、渡島大島、陸

奥燧岳，恐山，岩木山，田代岳，藤沢森，南八甲田火山群，北八甲田火山群，八甲田カルデラ，十和田，先十和田，秋田焼山，八幡平火山群の24火山を抽出した。

7.3.2 使用済燃料貯蔵施設の立地評価

7.3.2.1 個別評価が必要な火山の抽出

使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の活動履歴に関する文献調査により，評価対象となる火山事象について第7.3-2表に整理した。

火砕物密度流については全ての火山が対象となるが，恵庭岳，ホロホロ・徳舜警，渡島大島，藤沢森，八幡平火山群については，これらの活動履歴上，広範囲に及ぶ顕著な火砕物密度流の発生は認められない。また，樽前山，風不死岳，倶多楽・登別火山群，オロフレ・来馬，尻別岳，有珠山，北海道駒ヶ岳，横津岳，恵山，岩木山，田代岳，南八甲田火山群，北八甲田火山群，八甲田カルデラ，十和田，先十和田，秋田焼山については，各火山周辺の比較的広い範囲に火砕流堆積物が分布するものの，敷地周辺では認められない（第7.3-1図）。

一方，恐山及び陸奥燧岳については，敷地周辺に位置しており，火砕物密度流，溶岩流，岩屑なだれの発生が認められることから，恐山，陸奥燧岳を個別評価が必要な火山として選定した。

7.3.2.2 個別評価結果

個別評価が必要な火山については，活動性を詳細かつ総合的に評価する必要があることから，恐山，陸奥燧岳についてより詳細な文献調査，地形調査，地質調査及び火山学的調査，地球物理学的調査，地球化学的調査を実施した。

(1) 恐山

恐山は、下北半島の北部に位置し、その山体の大きさは、南北約 25km、東西約 17km、分布面積は約 200km²である。気象庁編 (2013) ⁽⁷⁾によれば、恐山は、流紋岩、デイサイト、安山岩からなる成層火山で、朝比奈岳、^{あさひなだけ}円山、^{まる}大尽山^{おおづくし}等の小型の成層火山と溶岩ドームからなる外輪山に囲まれたカルデラを伴うとされている。敷地は、恐山の東北東約 14km に位置する。

a. 活動履歴

(a) 文献調査

恐山は、火山フロントに位置する第四紀火山であり(中野ほか編, 2013) ⁽¹⁾, 宇曾利山湖^{うそり}のほとりに噴気孔や温泉が多く認められ、地熱・噴気活動が盛んであるとされる(気象庁編, 2013) ⁽⁷⁾。

富樫 (1977) ⁽¹⁵⁾によれば、恐山の活動は、古い順に、釜臥山活動^{かまぶせ}期、主活動期、後カルデラ活動期に区分されている。釜臥山活動期においては、釜臥山及び障子山^{しょうじ}が形成され、釜臥山では玄武岩質安山岩の溶岩流及び同質の火砕物密度流を噴出し、障子山ではデイサイト質の溶岩流及び溶岩円頂丘並びに同質の火砕物密度流を噴出したとされている。主活動期においては、屏風山^{びょうぶ}から大尽山、円山及び朝比奈岳に至る南東―北西方向に並ぶ火山群から主に安山岩質～デイサイト質の火砕物密度流及び溶岩流を噴出したとされている。主活動期末期には、これらの火山群の北東側山腹付近から噴出した正津川火砕流^{しょうづ}に伴ってカルデラが形成されたとしている。後カルデラ活動期においては、カルデラ内の北部に火砕丘が形成された後、安山岩～デイサイト質の火砕物密度流及び溶岩流並びに溶岩円頂丘を噴出し、^{つるぎ}剣山等が形成されたとしている。

また、富樫（1977）⁽¹⁵⁾によれば、恐山起源の噴出物は、斑晶鉍物の構成、岩石組織、化学組成等の特徴から、釜臥山及び障子山の噴出物からなるマグマ系列並びに主活動期及び後カルデラ活動期の火山噴出物からなるマグマ系列に区分されている。「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」（第四紀火山カタログ委員会編，1999）⁽¹⁰⁾も同様に、恐山を構成する個別火山体として、釜臥山及び障子山の噴出物を「釜臥山」に、主活動期及び後カルデラ活動期の噴出物を「火砕流」に区分している。

守屋（1979）⁽¹⁶⁾及び守屋（1983）⁽¹⁷⁾によれば、噴出物の組成、噴火タイプ、火山体の形状等の特徴に基づき、成層火山の発達過程は第1期～第4期に区分されており、守屋（1983）⁽¹⁷⁾によれば、恐山の活動がこの発達過程を既に経ており、第4期に位置づけられるとされている。

青木（1990）⁽¹⁸⁾によれば、釜臥山の形成が約 1.0Ma、溶岩円頂丘の形成が 0.2Ma とされている。

小林ほか（2011）⁽¹⁹⁾によれば、屏風山－朝比奈岳火山群の年代測定結果等から、恐山の活動を約 146 万年前～約 68 万年前の溶岩流等の噴出に伴い山体を形成した活動（釜臥山を含む外輪山の活動）と約 48 万年前～約 8 万年前の宇曾利カルデラを中心とした火砕物密度流・降下火砕物主体の爆発的活動に大別し、小林・水上（2012）⁽²⁰⁾によれば、前者を古恐山火山、後者を新恐山火山と定義し、これらの活動の間には、約 20 万年間の非活動期間が推定されるとしている。

桑原・山崎（2001）⁽²¹⁾によれば、最近 45 万年間の恐山の噴出物は、下位より田名部^{たなぶ}Dテフラ（Tn-D）、田名部Cテフラ（Tn-C）、田

名部Bテフラ (Tn-B) 及び田名部Aテフラ (Tn-A) に区分され、Tn-C~Tn-A は宇曾利カルデラ形成後に噴出したとされている。また、海成段丘堆積物との層位関係から、Tn-D の噴出年代は海洋酸素同位体比ステージ (以下、「MIS」という。) 10 以前、Tn-C~Tn-A の噴出時期は MIS 8 とされており、それ以降、恐山では周辺地域にテフラをもたらすような爆発的噴火はないとされている。

恐山の噴出物の年代について、以下の放射年代値が得られている。

釜臥山と障子山を構成する溶岩の年代としては、カリウム・アルゴン法年代測定 (以下、「K-Ar 年代測定」という。) により、それぞれ $0.74 \pm 0.06\text{Ma}$ 、 $0.81 \pm 0.05\text{Ma}$ の年代値が得られている (伴ほか, 1992) ⁽²²⁾。朝比奈岳を構成する溶岩の年代として、K-Ar 年代測定により $1.18 \pm 0.11\text{Ma}$ 及び $1.27 \pm 0.11\text{Ma}$ の年代値が得られている (資源エネルギー庁, 1994) ⁽²³⁾。また、恐山周辺に分布する火砕流堆積物の年代としては、電子スピン共鳴法年代測定により $0.32\text{Ma} \sim 0.19\text{Ma}$ (Imai and Shimokawa, 1988) ⁽²⁴⁾、フィッション・トラック法年代測定 (以下、「FT 年代測定」という。) により $0.52 \pm 0.09\text{Ma}$ (Tn-D : 桑原, 2008) ⁽²⁵⁾、 $0.18 \pm 0.04\text{Ma}$ (Tn-C (正津川火砕流) : 桑原, 2006) ⁽²⁶⁾、 $350 \pm 60\text{ka}$ (Tn-A : 桑原, 2012) ⁽²⁷⁾ の年代値が得られている。また、宇曾利カルデラ内の溶岩円頂丘の年代としては、K-Ar 年代測定により、 $0.2 \pm 0.5\text{Ma}$ (新エネルギー総合開発機構, 1986a) ⁽²⁸⁾ の年代値が得られている。このほか、恐山起源の軽石凝灰岩等の FT 年代測定による約 $0.9\text{Ma} \sim 0.2\text{Ma}$ (電源開発株式会社, 2008) ⁽²⁹⁾ の年代値が得られている。

(b) 地形調査

恐山周辺の地形図を第 7.3-2 図に示す。

恐山は、釜臥山（標高 879m）を最高峰とし、その西側には障子山（標高 863m）が分布する。釜臥山及び障子山の北方には、東から屏風山（標高 628m）、大尽山（標高 828m）、円山（標高 807m）、朝比奈岳（標高 874m）等が南東－北西方向に連なる外輪山の一部となり、その北東には宇曾利カルデラが形成されている。カルデラ内には、宇曾利山湖（標高 214m）があり、その北側には、剣山（標高 402m）、地蔵山（標高 331m）、鶏頭山（標高 321m）等が分布する。釜臥山、障子山等は比較的急峻な地形を呈するが、恐山の北東斜面は緩やかな丘陵状を呈し、開析が進行している。

宇曾利山湖には、小尽沢、大尽沢等が流入する。また、宇曾利山湖の北東から正津川が流出し、正津川は恐山の北東斜面を流下して津軽海峡に注ぐ。大畑川、出戸川及び美付川も同様に恐山の北東斜面を流下して津軽海峡に注ぐ。一方、川内川、高野川、永下川、大荒川、田名部川等は、恐山の西斜面～南斜面及び東斜面を流下して陸奥湾に注ぐ。

(c) 地質調査及び火山学的調査

恐山起源の噴出物の層序を第 7.3-3 表に示す。

恐山起源の噴出物は、下位より古恐山火山の噴出物と新恐山火山の噴出物に大別される。古恐山火山の噴出物は、屏風山から朝比奈岳にかけて南東－北東方向に連なる円錐型の火山群の火山噴出物（以下、「屏風山－朝比奈岳火山群噴出物」という。）、釜臥山、障子山等からなる円錐型の火山群の火山噴出物（以下、「釜臥山・障子山火山群噴出物」という。）に区分される。新恐山火山の噴出物は、恐山周辺に広く分布する火砕流堆積物及び降下火砕物等の火山噴出物（以下、「恐山周辺噴出物」という。）、宇曾利カルデラ内に分布する

剣山及び鶏頭山等の溶岩ドーム群と降下火砕物からなる火山噴出物（以下、「宇曾利カルデラ内噴出物」という。）に区分される。

i 屏風山－朝比奈岳火山群噴出物

本火山群の噴出物は、主に溶岩流及び溶岩ドームからなり、宇曾利カルデラの東縁及び南縁～西縁の外輪山を構成している。富樫（1977）⁽¹⁵⁾によれば、本火山群の溶岩流は安山岩～デイサイトとされている。

屏風山－朝比奈岳火山群は、釜臥山及び障子山の火山体よりも開析が進行するものの、地形的にこれらの火山体の一部を覆い、また、上位の恐山周辺噴出物に覆われる。これらの噴出物の分布は、火山体近傍に限られ、敷地近傍においては認められない。噴出年代については、K－A r 年代測定により、朝比奈岳の溶岩流で $1.46 \pm 0.05\text{Ma}$ 、大尽山の溶岩流で $0.99 \pm 0.06\text{Ma}$ 、円山の溶岩流で $0.92 \pm 0.06\text{Ma}$ の年代値が得られた。また、屏風山の溶岩流については、K－A r 年代測定により $0.68 \pm 0.03\text{Ma}$ 、熱ルミネッセンス法年代測定（以下、「TL年代測定」という。）により $0.92 \pm 0.13\text{Ma}$ の年代値が得られた。

ii 釜臥山・障子山火山群噴出物

釜臥山は主に溶岩流からなり、その山麓部にはスコリア質の火砕流堆積物が分布する。障子山は溶岩流及び溶岩ドームを主体とし、その山麓には火砕流堆積物が分布する。富樫（1977）⁽¹⁵⁾によれば、釜臥山の溶岩流は玄武岩質安山岩～安山岩、障子山の溶岩流はデイサイトとされている。

これらの噴出物の分布は、火山体近傍に限られ、敷地近傍においては認められない。

噴出年代は、伴ほか(1992)⁽²²⁾によれば、K-Ar年代測定により釜臥山の溶岩流で $0.74 \pm 0.06\text{Ma}$ 、障子山の溶岩流で $0.81 \pm 0.05\text{Ma}$ の年代値が得られている。なお、障子山は、地形的に釜臥山の火山体を被覆している。

iii 恐山周辺噴出物

恐山周辺噴出物の層位関係及び年代測定結果を第7.3-3図に、恐山周辺における火砕流堆積物の分布を第7.3-4図に、主な降下火砕物の分布を第7.3-5図に示す。

恐山周辺噴出物は、12層の火砕流堆積物、17層の降下火砕物及び3層の岩屑なだれ堆積物からなり、下位より戸沢川火砕流堆積物(0s-Tz)、八木沢火砕流堆積物(0s-Yg)及び0s-Ygfa、襲川岩屑なだれ堆積物、0s-Kyfa、高野川火砕流堆積物(0s-Ky)、大畑川岩屑なだれ堆積物、落野沢火砕流堆積物(0s-0t)、0s-0tu、正津川岩屑なだれ堆積物、出戸川第1火砕流堆積物(0s-De1)、出戸川第1'火砕流堆積物(0s-De1')、0s-De1u、0s-1、出戸川第2火砕流堆積物(0s-De2)、出戸川第3火砕流堆積物(0s-De3)、0s-2、正津川火砕流堆積物(0s-Sh)、Tn-C-2、Tn-C-3、二又沢火砕流堆積物(0s-Ft)、0s-3、0s-4、Tn-A-3、0s-5、Tn-A-5、Tn-A-6、関根第1火砕流堆積物(0s-Sk1)、関根第2火砕流堆積物(0s-Sk2)、0s-6、Tn-A-8、宮後テフラとなっている。

(i) 火山噴出物の種類及び分布

火砕流堆積物のうち、0s-Tz、0s-Yg及び0s-Kyは恐山南斜面のみに、0s-De1、0s-De1'、0s-De2及び0s-De3は北東斜面のみに分布する。一方、0s-0t及び0s-Shは、恐山の南斜面と北東斜面の広い範囲に分布し、特に、0s-Shは0s-2に伴って噴出した火砕物

密度流であり、火砕流堆積物の中で最も分布範囲が広く、この火砕物密度流の噴出に伴ってカルデラが形成された。0s-Sh 以降に噴出した火砕物密度流では、0s-Ft は東斜面の狭い範囲に分布するが、0s-Sk1 及び 0s-Sk2 は東斜面～北東斜面にかけて広い範囲に分布する。これらの火砕流堆積物は、全体に塊状な層相を示し、細粒もしくは粗粒火山灰を基質として、軽石、デイサイト、安山岩等の火山礫を含む。

敷地及び敷地付近のボーリング調査結果等によると、これらの火砕流堆積物のうち、0s-Sh、0s-Ft 及び 0s-Sk1 が確認された。0s-Sh は、敷地西方では層厚約 5.6m～約 8.9m で、敷地内西縁では層厚約 3 m で確認され、敷地内で消滅することを確認した。0s-Ft は敷地西方から、敷地内及び敷地東方まで層厚約 1.3m～約 2.3m で確認される。0s-Sk1 は、敷地東方では確認されないものの、敷地西方では層厚約 6.8m で確認され、敷地内では約 0.2m～約 2.7m で東に向かって層厚が薄くなる。これらのいずれの火砕流堆積物も、敷地以東の海食崖や海成段丘面上で認められないことから、敷地付近が分布の末端となっているものと判断される。

岩屑なだれ堆積物のうち、大畑川岩屑なだれ堆積物及び正津川岩屑なだれ堆積物は、恐山北北東斜面から津軽海峡沿岸にかけて広く分布するが、敷地及び敷地近傍においては確認されない。なお、これらの岩屑なだれ堆積物は、カルデラ形成に伴って噴出した 0s-Sh の下位に存在し、また、現在の恐山の外輪山には、これらの崩壊源となる大規模な崩壊地形は認められないことから、カルデラ形成に伴って崩壊源も失われたと考えられる。

降下火砕物のうち、0s-Ygfa、0s-Kyfa、0s-0tu、0s-De1u 及び

0s-1～0s-6 は軽石を主体とした淘汰の良い火山礫からなる。このうち最も広い範囲に分布する 0s-2 は、恐山東麓において層厚 100cm 以上、敷地及び敷地付近のボーリング調査結果によると最大層厚約 80cm で確認された。Tn-C-2, Tn-C-3, Tn-A-3, Tn-A-5, Tn-A-6 及び Tn-A-8 は、桑原・山崎 (2001) ⁽²¹⁾によれば、マグマ水蒸気噴火に伴う火山噴出物とされており、小規模噴火を繰り返したことを示す細粒火山灰及び中粒火山灰の細互層からなり、火山豆石を含む特徴が認められる。このうち、最も広い分布を示す Tn-A-8 は恐山東麓において層厚約 400cm 以上、敷地東方の東通^{ひがしどおり}村^{いなざき}稲崎付近において層厚約 110cm で確認された。また、宮後テフラは、主に変質した岩片や鉱物を含む淘汰の良い細粒火山灰からなり、火山ガラス及び新鮮な鉱物からなる本質物質を含まないことから、水蒸気噴火に伴う火山噴出物と判断される。この宮後テフラは、恐山東麓のむつ市内において層厚約 10cm であり、敷地では確認されない。

(ii) 噴出時期

0s-Ygfa 及び 0s-Kyfa は、H₂面堆積物を覆うローム層の最下部に挟在することから、これらの噴出時期は MIS13 から MIS12 の移行期と判断される。0s-Ygfa の上位に位置する 0s-0t の TL 年代測定による年代値は 0.591 ± 0.118 Ma である。

0s-1 は、H₃面堆積物を覆い、H₄面堆積物を覆うローム層中には認められない。同降下火砕物と H₃面堆積物との間には層厚 3 m のローム層が分布し、0s-1 直上には赤色土壌化帯が存在する。これらのことから、0s-1 の噴出時期は MIS10～MIS 9 の移行期と判断される。

0s-2 及び 0s-Sh は、H₄ 面堆積物を覆うローム層中及び H₅' 面堆積物下位の谷埋堆積物中に挟在することから、これらの噴出時期は MIS 8 ~ MIS 7 の海進期と判断される。0s-2 の TL 年代測定による年代値は $0.341 \pm 0.102\text{Ma}$ である。

0s-Ft, 0s-3, 0s-4, 0s-5, 0s-Sk1, 0s-Sk2, 0s-6 及びマグマ水蒸気噴火に伴う降下火砕物は、H₅' 面堆積物を覆い、H₅ 面堆積物に覆われることから、その噴出時期は MIS 7 における小海退期と判断される。また、FT 年代測定により、0s-Sk2 で $0.30 \pm 0.05\text{Ma}$ 、0s-6 及び Tn-A-8 の上位に位置する起源不明の中野沢第 2 テフラ（以下、「NK-2」という。）では、 $0.21 \pm 0.05\text{Ma}$ の年代値が得られている。

宮後テフラは、むつ市宮後付近において洞爺テフラ（約 11.5 万年前 ~ 約 11.2 万年前）の約 70cm 上位に、阿蘇 4 テフラ（約 9 万年前 ~ 約 8.5 万年前）の約 50cm 上位に分布することから、その噴出時期は約 8 万年前 ~ 約 6 万年前と判断される。

iv 宇曽利カルデラ内噴出物

宇曽利カルデラ内の地質図を第 7.3-6 図に、宇曽利山湖岸に分布する堆積物の模式断面図を第 7.3-7 図に示す。

(i) 火山噴出物の種類及び分布

宇曽利山湖の北側には、剣山、地蔵山及び鶏頭山（以下、「北鶏頭山」と「南鶏頭山」に細分する。）の溶岩ドーム群と剣山を取り囲む火砕丘が分布する。溶岩ドーム群は安山岩 ~ デイサイトからなる。また、宇曽利山湖北側の正津川沿いには、剣山を構成する溶岩や火砕物等をブロック状に含む小規模な岩屑なだれ堆積物が分布するが、敷地近傍において、これらの堆積物は認められない。

ボーリング調査結果等によると、宇曾利山湖岸に分布する堆積物は、下位から、河成堆積物（土石流状堆積物含む）及び薄い崖錐・扇状地堆積物からなるA層、主に湖成堆積物からなるB層～E層、崖錐・扇状地堆積物からなるF層に区分される。

このうち、E層には層厚約40cmで淘汰の良い粗粒火山灰層（以下、「鬼石テフラ」という。）が挟在する。鬼石テフラは変質した岩片及び鉱物からなり本質物質を含まないことから、水蒸気噴火に伴う噴出物と考えられる。また、本テフラは宇曾利カルデラ外では認められない。

宇曾利山湖岸で確認した堆積物の堆積時期は、放射性炭素同位体年代測定（以下、「 ^{14}C 年代測定」という。）により、C層では $43980 \pm 850\text{y. B. P.} \sim 30370 \pm 210\text{y. B. P.}$ の年代値を示し、温暖期を示す花粉帯を有することからMIS 3と判断される。D層では $25740 \pm 200\text{y. B. P.} \sim 21870 \pm 130\text{y. B. P.}$ の年代値を示し、寒冷期を示す花粉帯を有することからMIS 2と判断される。E層では $17800 \pm 100\text{y. B. P.} \sim 8190 \pm 70\text{y. B. P.}$ の年代値を示し、下部では寒冷期、上部では温暖期初期の花粉帯を有することからMIS 2及びMIS 1初期と判断される。F層では $6450 \pm 40\text{y. B. P.} \sim 520 \pm 50\text{y. B. P.}$ の年代値を示し、温暖期の花粉帯を有することからMIS 1と判断される。

(ii) 噴出時期

火砕丘については、FT年代測定により $0.20 \pm 0.06\text{Ma}$ 、TL年代測定により $0.078 \pm 0.023\text{Ma}$ の年代値が得られている。溶岩ドームについては、北鶏頭山ではFT年代測定により $0.18 \pm 0.13\text{Ma}$ 、南鶏頭山ではFT年代測定により $0.08 \pm 0.03\text{Ma}$ 、TL年代測定に

より $0.156 \pm 0.047\text{Ma}$ の年代値が、剣山では F T 年代測定により $0.06 \pm 0.03\text{Ma}$, T L 年代測定により $0.095 \pm 0.028\text{Ma}$ の年代値がそれぞれ得られている。

鬼石テフラについては、 ^{14}C 年代測定により、同テフラの下位で $21870 \pm 130\text{y. B. P.}$, 上位の不整合面直上の湖成堆積物中で $17600 \pm 100\text{y. B. P.}$ の年代値が得られていることから、本テフラの噴出時期は約 2 万年前と判断される。

宇曾利山湖岸には MIS 3 以降の堆積物がほぼ連続的に堆積するが、火山噴出物として認められるのは鬼石テフラのみである。このことから、恐山においては、約 8 万年前～約 6 万年前の宮後テフラ噴出後、鬼石テフラ以外に顕著な噴火活動はなかったものと考えられる。したがって、恐山では、約 8 万年前の剣山溶岩ドームのマグマ噴火を最後にして、マグマが直接関与しない熱水活動が継続しているものと判断される。

(d) 恐山の活動史

恐山の活動期の区分を第 7.3-4 表に、マグマ噴出量とマグマ噴出率の時間変化を表す階段ダイヤグラムを第 7.3-8 図に示す。

火山噴出物の層序、年代、噴火タイプ、噴火パターン、火山体の発達過程の特徴等により、恐山は、古恐山火山と新恐山火山の活動に大別され、古恐山火山においては、マグマが直接関与する活動である屏風山-朝比奈岳活動期、釜臥山活動期に区分される。一方、新恐山火山においては、マグマが直接関与する活動である先カルデラ-火砕流活動期、カルデラ形成期、後カルデラ-火砕流活動期及び剣山活動期とマグマが直接関与しない熱水活動期に区分される。

古恐山火山は、釜臥山を含む外輪山を形成する溶岩流主体の活動

で特徴づけられ、屏風山－朝比奈岳活動期には、屏風山から朝比奈岳にかけての南東－北西方向に連なる広い範囲において、安山岩～デイサイトの溶岩流及び溶岩ドーム群からなる屏風山－朝比奈岳火山群噴出物の噴出によって、屏風山－朝比奈岳に連なる火山群が形成された。活動期間は、年代測定結果から約 146 万年前～約 68 万年前と判断される。マグマ噴出量は約 3.2 DRE km³ (Dense Rock Equivalent : マグマ換算体積) と見積もられる。屏風山－朝比奈岳火山群噴出物の活動期間中においては、釜臥山・障子山の活動（釜臥山活動期）によって、主に玄武岩質安山岩～安山岩、デイサイトの溶岩流及び溶岩ドームからなる釜臥山・障子山火山群噴出物を噴出した。活動期間は、年代測定結果から約 80 万年前～約 76 万年前と判断される。マグマ噴出量は約 5.6 DRE km³ と見積もられる。

新恐山火山は、宇曽利カルデラを中心とする活動で特徴づけられ、先カルデラ－火砕流活動期には、宇曽利カルデラ付近における爆発的な噴火活動に伴って降下火砕物及び火砕物密度流の噴出を繰り返した。降下火砕物は恐山の東方向に降下し、火砕物密度流は恐山山麓にまで流下した。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約 48 万年前～約 30 万年前と判断される。マグマ噴出量は約 4.0 DRE km³ と見積もられる。カルデラ形成期には、Os-2 及び Os-Sh の噴出に伴って宇曽利カルデラが形成された。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約 27 万年前と判断される。マグマ噴出量は約 2.4 DRE km³ と見積もられる。後カルデラ－火砕流活動期には、宇曽利カルデラ内の北部を給源として、火砕物密度流及び降下火砕物の噴出を繰り返した。火砕物密度流は恐山周辺の東斜面～北東斜面を流下し、降下火砕物は恐山の東方向に降下した。活動期間は、海成

段丘堆積物との層位関係から約 25 万年前～約 20 万年前と判断される。マグマ噴出量は約 1.3 DRE km³ と見積もられる。剣山活動期には、宇曾利山湖北側において、安山岩～デイサイトの溶岩ドーム群及び同質の火砕丘の噴出によって、北鶏頭山、南鶏頭山、剣山等が形成された。活動期間は、年代測定結果及び地形的な被覆関係から約 20 万年前～約 8 万年前と判断される。マグマ噴出量は約 0.1 DRE km³ と見積もられる。熱水活動期には、マグマの噴出は認められず、宇曾利山湖北側の噴気地帯周辺において、水蒸気噴火に伴う宮後テフラ及び鬼石テフラが噴出した。宮後テフラは恐山の東麓基部付近にまで達したが、鬼石テフラはカルデラ内のみに分布が限られる。現在の宇曾利カルデラ付近では僅かな噴気活動が認められることから、この活動期間は、最新のマグマ噴火により形成された剣山溶岩ドームの年代測定結果と宮後テフラ及び広域に分布する降下火砕物との層位関係から、約 8 万年前～現在と判断される。

b. 現在の活動状況

(a) 地球物理学的調査

i 地震波速度構造

(i) 文献調査

堀・長谷川 (1999) ⁽³⁰⁾によれば、恐山山頂直下では、最上部マントルから下部地殻にかけて低 V_p 領域が認められ、低 V_p 領域内の深さ 45km 付近には、液体の存在を示す S 波反射面が存在する。また、この S 波反射面の浅部延長方向にあたる低 V_p 領域周縁部のモホ面付近では深部低周波地震が発生している。これらの低 V_p 領域及び S 波反射面の分布は、恐山のマグマ供給系における深部マグマの形態を表しており、深部低周波地震の発生はその活

動状況を示しているものとされている。

(ii) 地震波トモグラフィ解析

気象庁等の地震データ（観測期間 1997 年 10 月～2007 年 3 月）による地震波速度構造の解析断面を第 7.3-9 図に示す。また、2000 年 10 月～2015 年 12 月及び 2016 年 4 月～2018 年 6 月に観測された地震データに基づく、地震波速度構造データ (Matsubara et al., 2019) ⁽³¹⁾ から作図した解析断面を第 7.3-10 図に示す。

双方の地震波速度構造とも、恐山直下では、低 V_p 領域が深さ約 50km から地表付近まで認められる。また、深さ約 15km 以深では高 V_p/V_s 領域が認められる。

これらの知見を総合的に解釈すると、深さ約 15km 以浅では低 V_p 、かつ、低 V_p/V_s 領域が認められることから、水の存在が示唆される。また、深さ約 15km 以深では、低 V_p 、かつ、高 V_p/V_s 領域が認められることから、マグマ等の流体が存在する可能性も考えられるが、恐山直下の上部地殻の少なくとも深さ約 15km 以浅に大規模なマグマ溜りが存在する可能性は小さいと判断される。

ii 比抵抗構造

(i) 文献調査

高倉 (1994) ⁽³²⁾ によれば、恐山直下の深さ 10km までの比抵抗構造の特徴として、深さ 1 km に顕著な低比抵抗領域がみられ、その下位の重力基盤中にも弱い低比抵抗領域が認められるとされている。これらの比抵抗構造を形成する要因として、宇曾利山湖周辺は活発な熱水活動が認められる場所であることから、前者については、地熱活動に伴って生成された熱水変質帯あるいは塩濃度

の高い熱水の貯留域の存在が、後者については、現在までの恐山の活動あるいは貫入岩の構造運動によって基盤中に生じた断裂が、熱水の上昇経路となっているとされている。

(ii) 比抵抗構造解析

恐山を通る東西及び南北方向の比抵抗構造の解析断面を第 7.3-11 図に示す。

恐山直下の深さ 1 km～2 km に顕著な低比抵抗領域が認められ、高倉 (1994) ⁽³²⁾ に示される熱水変質帯に相当しているものと考えられる。また、恐山西側の深さ約 6 km～13 km に比抵抗のやや低い領域が認められる。この低比抵抗領域は、高倉 (1994) ⁽³²⁾ に示されるように熱水の存在によるものと考えられ、地震波トモグラフィ解析結果において水の存在が示唆される低 V_p 、かつ、低 V_p/V_s 領域とも整合する。

以上のことから、恐山直下の少なくとも深さ約 20 km 以浅には、大規模なマグマ溜りが存在する可能性は小さく、深部から連続する火道も認められない。

iii 地震活動

(i) 文献調査

気象庁編 (2012) ⁽³³⁾ の「地震年報」に基づく恐山周辺で発生した地震の震源分布 (気象庁一元化以前: 観測期間 1923 年 1 月～1997 年 9 月) によれば、恐山直下では地震活動は低調である。また、気象庁観測部 (1981) ⁽³⁵⁾ 及び仙台管区气象台 (1990) ⁽³⁶⁾ によれば、恐山において 1979 年及び 1989 年に実施した各 2 週間程度の機動観測においても、火山性の地震活動は低調であったとされている。

岡田・長谷川 (2000) ⁽³⁷⁾ による東北日本で発生した地震の震源

分布（観測期間 1976 年～1999 年 2 月）によれば、恐山直下ではマグマ等の流体の移動に関連して発生する低周波地震は認められず、また、その他の地震活動も低調である。

(ii) 恐山直下における最近の地震活動

気象庁一元化震源データに基づく、下北半島周辺で発生した低周波地震を含む地震の震源分布（観測期間 1997 年 10 月～2018 年 12 月）を第 7.3-12 図に示す。

恐山直下では低周波地震は認められず、その他の地震活動も低調であり、文献調査による気象庁一元化震源以前の観測結果と整合する。

iv 地殻変動

(i) 文献調査

矢来 (2002)⁽³⁸⁾によれば、地球資源衛星「ふよう 1 号」(JERS-1) が取得した合成開口レーダ（以下、「SAR」という。）データ（観測期間 1992 年 10 月～1998 年 4 月）を用いた干渉 SAR 解析では、恐山の山体には明瞭な地殻変動は観測されなかったとされている。また、安藤・北川 (2008)⁽³⁹⁾によれば、陸上観測技術衛星「だいち」(以下、「ALOS」という。) が取得した SAR データ（観測期間 2007 年 7 月～2008 年 7 月）を用いた解析においても、恐山の山体には地殻変動は認められなかったとされている。

Ozawa and Fujita (2013)⁽⁴⁰⁾によれば、ALOS が取得した SAR データを用いた解析では、2011 年東北地方太平洋沖地震後、秋田駒ヶ岳、栗駒山、くりこまやま 蔵王山、ざおうざん 吾妻山及び那須岳あづまやま の各火山なすだけにおいて、沈降を伴う局地的変形を示したとされているが、恐山では顕著な地殻変動は認められないとされている。

(ii) 干渉SAR解析

恐山付近を対象に、ALOSが取得したSARデータ（観測期間2006年8月～2008年10月）のうち、データ取得間隔が1年以上離れているデータペアを用いて作成した、5つの干渉画像を第7.3-13図に示す。これらの干渉画像をもとに地殻変動量を算出した結果、恐山付近においては顕著な地殻変動は認められない。

(iii) 電子基準点データ解析

国土地理院による恐山を囲む4地点（佐井^{さい}、風間浦^{かざまうら}、青森川内、むつ）の電子基準点と、恐山の外輪山頂部に設置した電子基準点（湯坂）との基線長変化（観測期間2011年8月～2018年12月）を第7.3-14図に示す。

電子基準点の観測結果によれば、観測期間を通じて、各基線長に恐山周辺の火山活動を示すような、継続的な変位の累積は認められない。

(b) 地球化学的調査

i 文献調査

気象庁観測部（1981）⁽³⁵⁾によれば、噴気活動が最も活発な宇曾利カルデラ内の地獄谷^{じごく}付近における噴気の温度は100°C～102°C、火山ガス組成はH₂Sが20%、CO₂が80%とされている。また、仙台管区気象台（1990）⁽³⁶⁾によれば、地獄谷付近における噴気の高さは3m程度、噴気温度は99°Cとされている。円通寺^{えんつうじ}境内北部の一带では、噴気の高さは1m程度で、噴気温度は93°Cとされている。火山ガス組成はともにH₂S及びCO₂から構成されるとしている。

ii 噴気の化学組成

地獄谷付近で認められる噴気活動を対象とした現地調査（2007年～

2018年)及び火山ガス組成分析結果を第7.3-5表に示す。

調査期間を通じて、噴気の色は白色、高さは数m~10m程度で、硫黄臭が認められた。また、火山ガスの噴出口における噴気温度は100°C以下である。火山ガス組成の分析結果によれば、地獄谷周辺の噴気はCO₂とH₂Sを主体としており、鎌田ほか(1985)⁽⁴¹⁾における沸騰泉もしくは温泉ガスに分類され、マグマ由来の火山ガスの発生は認められない。

c. 設計対応不可能な火山事象に対する評価

恐山の活動履歴及び現在の活動状況に係わる調査結果によると、恐山ではマグマが直接関与する活動は認められず、熱水活動のみが継続しているものと判断される。

また、「平成27年12月地震・火山月報(防災編)」(気象庁,2016)⁽⁴²⁾によれば、恐山については、2007年12月1日に噴火予報(平常)を発表しているが、その後の火山活動に特段の変化はないとされている。

一般的な成層火山の発達過程(守屋,1983)⁽¹⁷⁾及び恐山の活動の変遷に伴うマグマ噴出率の変化から総合的に評価すると、恐山のマグマが直接関与する活動は終息したと判断され、マグマ活動に起因する火山事象である火砕物密度流、溶岩流、新しい火口の開口、地殻変動が発生する可能性は十分に小さいと判断される。

敷地及び敷地近傍では岩屑なだれ堆積物は確認されていない。また、宇井編(1997)⁽⁴³⁾によれば、岩屑なだれが到達し得る崩壊物の比高/到達距離の比は0.05以上とされている。これに対し、恐山の噴気中心近傍の剣山と敷地の比高/到達距離は約0.03(約390m/約13km)であり、岩屑なだれが到達し得る比高/到達距離の比よりも十分に小さいことから、岩屑なだれが敷地に到達する可能性は十分に小さいと判

断される。地すべり及び斜面崩壊についても同様に、土塊等が敷地に到達する可能性は十分に小さいと判断される。

以上のことから、恐山において設計対応不可能な火山事象が発生し、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと判断される。

(2) 陸奥燧岳

陸奥燧岳は、下北半島の北部に位置し、その山体の大きさは、南北約 6 km、東西約 17km、分布面積は約 90km² である。

敷地は、陸奥燧岳の東北東約 19km に位置する。

a. 活動履歴

(a) 文献調査

陸奥燧岳は、火山フロントに位置する第四紀火山(「日本の火山(第 3 版)」, 中野ほか編, 2013) ⁽¹⁾ であるが、活火山には分類されていない(「日本活火山総覧(第 4 版)」, 気象庁, 2013) ⁽⁷⁾。

梅田(1992) ⁽⁴⁴⁾ によれば、陸奥燧岳の活動は旧期と新期に大別され、新期はさらに 3 つのステージに分けられ、古い順に、第 1 期、第 2 期及び第 3 期に区分されている。旧期火山噴出物は溶岩流及び火砕流堆積物からなり、主に北部に分布し、新期火山噴出物に比べて、溶岩流が卓越するとされている。新期第 1 期噴出物は降下火砕物や火砕流堆積物からなり、主に南東部に分布し、この時期に旧期山体の南東側で崩壊が生じたと考えられるとされている。新期第 2 期噴出物は火砕流堆積物からなり、主に南部に広く分布するとされている。新期第 3 期噴出物は溶岩流及び溶岩ドームからなり、陸奥燧岳山頂部等に分布するとされている。また、新期火山噴出物は海成段丘堆積物を覆うことから、約 10 万年前～約 8 万年前以降の活

動によるものと考えられている。

梅田・古澤 (2004) ⁽⁴⁵⁾によれば、梅田 (1992) ⁽⁴⁴⁾の新期第2期噴出物に含まれる佐藤ヶ平火砕流堆積物の年代は、その上下層準で認められた降下火砕物とむつ低地に分布する降下火砕物との対比から、MIS10～MIS8のある時期、おそらく30数万年前とされている。また、梅田 (1992) ⁽⁴⁴⁾の新期第3期噴出物に含まれる溶岩から約60万年前～約50万年前の年代値が得られている。これらのことから、陸奥燧岳は、約50万年前までに火砕物堆積物や溶岩からなる山体を形成した後、10年以上の休止期を経て、大量の火砕物密度流を噴出したものと考えられている。

梅田・檀原 (2008) ⁽⁴⁶⁾によれば、佐藤ヶ平火砕流堆積物から約80万年前の年代値が得られたことから、80万年前頃に大量の火砕物密度流を噴出した後、50万年前頃までに山頂の溶岩を噴出したものと考えられている。

富山ほか (2007) ⁽⁴⁷⁾によれば、最新期の噴出年代である30数万年前以降も熱水活動が継続していた可能性が高く、熱水活動の終焉時期は9万年前～7万年前程度とされている。

陸奥燧岳の噴出物の年代について、以下の放射年代値が得られている。

溶岩の年代としては、K-Ar年代測定により、 $0.73 \pm 0.05\text{Ma}$ (伴ほか, 1992) ⁽²²⁾, $0.59 \pm 0.05\text{Ma}$, $0.50 \pm 0.08\text{Ma}$ (梅田・古澤, 2004) ⁽⁴⁵⁾, TL年代測定により $0.28 \pm 0.11\text{Ma}$ (新エネルギー総合開発機構, 1986a) ⁽²⁸⁾の年代値が得られている。火砕流堆積物の年代としては、FT年代測定により $0.81 \pm 0.14\text{Ma}$, $0.77 \pm 0.10\text{Ma}$ (梅田・檀原, 2008) ⁽⁴⁶⁾, 約 0.5Ma (電源開発株式会社, 2008) ⁽²⁹⁾の年代値が得られている。

(b) 地形調査

陸奥燧岳周辺の地形図を第 7.3-2 図に示す。

陸奥燧岳は、燧岳（標高 781m）を最高峰とする火山山地である。北東斜面は著しく開析されており、津軽海峡に向いた谷地形が形成されている。この部分を除いては山体斜面の勾配は緩く、山麓では開析が進んでいるが、山頂南側の山腹には佐藤ヶ平と呼ばれる広い台地が広がっている。

(c) 地質調査

陸奥燧岳起源の火砕流堆積物の分布を第 7.3-4 図に示す。

陸奥燧岳の山腹～山麓には、安山岩質～デイサイト質の火砕流堆積物等が広く分布し、その中央部～北部には安山岩の溶岩流が分布している。溶岩流には、火砕流堆積物の下位に分布する古期の溶岩流と火砕流堆積物の上位に分布する新期の溶岩流が認められ、一部に火砕流堆積物に挟まれる溶岩流も認められる。

陸奥燧岳起源の火砕流堆積物は 5 層認められ、最上位の火砕流堆積物は佐藤ヶ平を形成している。露頭で観察される堆積状況から、少なくとも上位 3 層については比較的短い時間間隔で噴出したものと判断され、上から 2 層目の火砕流堆積物が、恐山起源の 0s-Sh の下位に土壌化の進んだ厚いローム層を介して確認されたことから、陸奥燧岳が火砕物密度流を噴出した時期は 0s-Sh の噴出時期（MIS 8～MIS 7 の海進期）以前であると判断される。なお、火砕流堆積物を覆う溶岩流が燧岳山頂部等に認められるが、最上位の火砕流堆積物と燧岳山頂部の溶岩流は直接接しており、この間に大きな時間間隙はないものと判断される。これらの噴出物は、敷地及び敷地近傍において確認されない。

なお、現在、陸奥燧岳において噴気活動は認められない。

(d) 陸奥燧岳の活動史

陸奥燧岳は、約 0.8Ma から活動を開始し、恐山起源の Os-Sh の噴出時期（MIS 8～MIS 7 間の海進期）以前には大規模な噴火を繰り返したが、それ以降は大規模な噴火は認められず、熱水活動の終焉時期は 9 万年前～7 万年前程度である。また、陸奥燧岳の過去最大規模の噴火による火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれは、敷地及び敷地近傍に到達していない。

b. 現在の活動状況

(a) 地球物理学的調査

i 文献調査

気象庁編（2012）⁽³³⁾の「地震年報」に基づく陸奥燧岳周辺で発生した地震の震源分布（気象庁一元化以前：観測期間 1923 年 1 月～1997 年 9 月）によれば、陸奥燧岳直下では地震活動は低調である。

岡田・長谷川（2000）⁽³⁷⁾による東北日本で発生した地震の震源分布（観測期間 1976 年～1999 年 2 月）によれば、陸奥燧岳直下ではマグマ等の流体の移動に関連して発生する低周波地震は認められず、その他の地震活動も低調である。

ii 地震活動

気象庁一元化震源データに基づく、下北半島周辺で発生した低周波地震を含む地震の震源分布（観測期間 1997 年 10 月～2018 年 12 月）を第 7.3-12 図に示す。

陸奥燧岳直下では低周波地震の発生は認められず、陸奥燧岳付近では、その他の地震活動も低調であり、文献調査による気象庁一元化震源以前の観測結果とも整合する。

c. 設計対応不可能な火山事象に対する評価

陸奥燧岳の活動履歴及び現在の活動状況に係わる調査結果によると、陸奥燧岳のマグマ活動及び熱水活動は9万年前～7万年前に終わっており、マグマ活動に起因する火山事象である火砕物密度流、溶岩流、新しい火口の開口、地殻変動が発生する可能性は十分に小さいと判断される。

岩屑なだれ堆積物は敷地及び敷地近傍では確認されていない。また、陸奥燧岳については、恐山よりも敷地との離隔が大きいことから、岩屑なだれ、地すべり、斜面崩壊による土塊等が敷地に到達する可能性は十分小さいと判断される。

以上のことから、陸奥燧岳において設計対応不可能な火山事象が発生し、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと判断される。

7.3.3 使用済燃料貯蔵施設への影響評価

使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山について、活動履歴や現在の活動状況を考慮し、使用済燃料貯蔵施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象について検討した。なお、降下火砕物については、地理的領域外の火山を含め、その影響を評価した。

7.3.3.1 降下火砕物

(1) 検討対象の降下火砕物

「新編 火山灰アトラス」(町田・新井, 2011)⁽¹³⁾等による、地理的領域内外における主な降下火砕物の分布を第7.3-15図に示す。

町田・新井(2011)⁽¹³⁾及び地質調査により、敷地及び敷地近傍におい

て確認される主な降下火砕物として、下位より給源不明の稲崎ガラス質 2 テフラ (Is-v2), 中野沢第 1 テフラ (NK-1), 中野沢第 2 テフラ (NK-2 : $0.21 \pm 0.05\text{Ma}$), 洞爺カルデラ起源の洞爺テフラ (Toya : 約 11.5 万年前～約 11.2 万年前), 阿蘇カルデラ起源の阿蘇 4 テフラ (Aso-4 : 約 9 万年前～約 8.5 万年前), 恐山起源の宮後テフラ (約 8 万年前～約 6 万年前), 支笏カルデラ起源の支笏第 1 テフラ (Spfa-1 : 42～44ka (町田・新井, 2011) ⁽¹³⁾) 及び白頭山起源の白頭山苫小牧テフラ (B-Tm : 10 世紀 (町田・新井, 2011) ⁽¹³⁾) が挙げられる。これらのうち、洞爺テフラ, 阿蘇 4 テフラ, 支笏第 1 テフラは、巨大噴火に伴って噴出したものであるが、これら 3 テフラの給源火山に巨大噴火が差し迫った状況ではない。これら 3 テフラを除く敷地及び敷地近傍における実績層厚は、白頭山苫小牧テフラと宮後テフラが 10cm と最大である。

白頭山苫小牧テフラについては、分布の主軸が敷地方向と一致していることから、風向等の不確かさの影響は小さい。一方、宮後テフラについては、分布の主軸が敷地方向と一致していないことから、風向等の不確かさの影響が大きい。したがって、降下火砕物シミュレーションの対象として、宮後テフラを選定した。

(2) 降下火砕物シミュレーション

降下火砕物シミュレーションには、移流拡散モデルを用いた解析プログラム Tephra 2 を使用した。

恐山起源の宮後テフラを対象とした降下火砕物シミュレーションの主な解析条件を第 7.3-6 表に示す。

三沢空港における月別平均値 (1981 年～2010 年) の風を用いた解析の結果、敷地における降下火砕物の堆積厚さは、分布主軸が敷地に向く 10 月 21 時の風のケースで最大 (30cm) となった (第 7.3-16 図)。

(3) 降下火砕物の密度

敷地における堆積厚さが最大となる宮後テフラを対象として、露頭から採取した試料の密度試験を実施した結果、乾燥密度は約 0.8 g/cm^3 、湿潤密度は約 1.4 g/cm^3 であった。

(4) 設計に用いる降下火砕物の層厚と密度

敷地及び敷地近傍における降下火砕物の実績層厚と降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ、設計に用いる降下火砕物の層厚を 30cm とした。また、設計に用いる降下火砕物の湿潤状態の密度を、宮後テフラを対象とした密度試験から得られた湿潤密度を保守的に評価した約 1.5 g/cm^3 とした。

7.3.3.2 火山性土石流、火山泥流及び洪水

敷地を中心とする半径 120km の範囲内に位置する火山のうち、恐山を除く火山では、各火山から敷地までには地形的障害が存在することから、これらの火山において火山性土石流、火山泥流及び洪水（降下火砕物等の二次的移動に伴う土石流を含む）が発生しても敷地に到達する可能性はない。

恐山の北東斜面には、正津川、出戸川及び美付川が分布し、敷地は美付川流域に含まれ恐山と十分な離隔があることから（第 7.3-2 図）、火山性土石流等が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性は十分小さい。

7.3.3.3 火山から発生する飛来物（噴石）

敷地を中心とする半径 10km の範囲には、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山が存在しないことから、噴石が敷地に到達することはなく、噴石が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。

7.3.3.4 火山ガス

敷地は外洋に面した海成段丘面上に位置し、火山ガスが敷地に滞留する地形条件ではないことから、火山ガスが使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。

7.3.3.5 津波

津波については「6. 津波」に記載するように、敷地周辺において火山による津波の記録は知られていない。また、既往の知見を大きく上回る仮想的な大規模津波を想定していることから、火山による津波が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性は十分に小さい。

7.3.3.6 その他の火山事象

施設に影響を及ぼし得る火山と敷地には十分な離隔があることから、静振、大気現象、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。

7.4 火山活動のモニタリング

7.4.1 モニタリング対象火山

恐山はマグマ噴火が発生する可能性は十分小さいが、過去の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、モニタリング対象火山とし、火山影響評価の根拠が維持されていることを継続的に確認する。

7.4.2 モニタリング項目

モニタリングにあたっては、公的機関の発表情報を収集・分析するとともに、地震活動、地殻変動、火山ガス等の観測及び解析・分析を行う。このうち、地震の発生回数、電子基準点間の基線長・比高等の変化に基づく判断基準を用いて常時監視を行う。なお、判断基準については、データを蓄積し、最新の知見を踏まえ継続的に改善していくものとする。

7.4.3 定期的評価

モニタリング結果については、定期的（原則として年1回）に開催する火山活動評価委員会において、火山専門家等の助言を得ながら、恐山の活動状況を確認する。

なお、モニタリングの結果、観測データに有意な変化があった場合は、火山活動評価委員会を緊急招集し、火山専門家等の助言を踏まえ、火山活動のモニタリング強化や使用済燃料を収納した金属キャスクの搬入停止等、最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行うこととする。

7.5 参考文献

- (1) 中野 俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚 治・山元孝弘・岸本信行編 (2013) : 日本の火山 (第3版) 概要及び付表, 200 万分の1 地質編集図, 11, 地質調査総合センター.
- (2) 秦 光男・上村不二雄・広島俊男 (1984) : 20 万分の1 地質図幅「函館及び渡島大島」, 地質調査所.
- (3) 秦 光男・対馬坤六・須田芳朗・小野吉彦 (1972) : 20 万分の1 地質図幅「尻屋崎」, 地質調査所.
- (4) 対馬坤六 (1963) : 20 万分の1 地質図幅「野辺地」, 地質調査所.
- (5) 大沢 穠・三村弘二・広島俊男・中島和敏 (1993) : 20 万分の1 地質図幅「青森 (第2版)」, 地質調査所.
- (6) 地質調査所 (1960) : 50 万分の1 地質図幅「青森」.
- (7) 気象庁編 (2013) : 「日本活火山総覧 (第4版)」.
- (8) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編 (2012) : 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, 60, 地質調査総合センター.
- (9) 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之, 内藤一樹, 塚本 齊編 (2014) : 第四紀噴火・貫入活動データベース. Ver. 1.00, 地質調査総合センター.
- (10) 第四紀火山カタログ委員会編 (1999) : 「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」, 特定非営利活動法人日本火山学会.
- (11) 箕浦幸治・小菅正裕・柴 正敏・根本直樹・山口義伸 (1998) : 青森県地質図 (20 万分の1) 及び青森県の地質, 青森県.
- (12) 海上保安庁海洋情報部 : 海域火山データベース.
- (13) 町田 洋・新井房夫 (2011) : 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会.

- (14) 安藤雅孝・角田史雄・早川由紀夫・平原和郎・藤田至則 (1996) : 新版地学教育講座 2 地震と火山, 東海大学出版会.
- (15) 富樫茂子 (1977) : 恐山火山の岩石学的研究, 岩石鉱物鉱床学会誌, vol. 72, pp. 45–60.
- (16) 守屋以智雄 (1979) : 日本の第四紀火山の地形発達と分類, 地理学評論, vol. 52, pp. 479–501.
- (17) 守屋以智雄 (1983) : 日本の火山地形, 東京大学出版会.
- (18) 青木正博 (1990) : マグマ性流体と金鉱化作用—恐山熱水系を例として—, 日本鉱山地質学会秋期講習会資料, pp. 79–82.
- (19) 小林 淳・水上啓治・岡島靖司 (2011) : 恐山外輪山における屏風山—朝比奈岳火山群の年代と火山活動史, 日本火山学会講演予稿集, 2011, pp. 71.
- (20) 小林 淳・水上啓治 (2012) : 恐山火山外輪山の年代と火山活動史—小目名沢石英安山岩の恐山火山の活動史上の位置づけに着目して—, 日本第四紀学会講演要旨集, 42, pp. 14–15.
- (21) 桑原拓一郎・山崎晴雄 (2001) : テフラから見た最近 45 万年間の恐山火山の噴火活動史, 火山, vol. 46, pp. 37–52.
- (22) 伴 雅雄・大場与志男・石川賢一・高岡宣雄 (1992) : 青麻—恐火山列, 陸奥燧岳, 恐山, 七時雨および青麻火山の K–A r 年代—東北日本弧第四紀火山の帯状配列の成立時期—, 岩鉱, vol. 87, pp. 39–49.
- (23) 資源エネルギー庁 (1994) : 平成 5 年度 広域地質構造調査報告書 渡島・下北地域, 平成 6 年 3 月.
- (24) Imai, N. and Shimokawa, K. (1988) : ESR dating of Quaternary tephra from Mt. Osore-zan using Al and Ti centres in quartz, Quater. Sci. Rev., vol. 7, pp. 523–527.

- (25) 桑原拓一郎 (2008) : 下北半島北部に分布する田名部Dテフラのジルコン・フィッシュョン・トラック年代, 地質調査研究報告, vol. 59, pp. 267–270.
- (26) 桑原拓一郎 (2006) : 下北半島北部に分布する正津川軽石流堆積物のジルコン・フィッシュョン・トラック年代, 地質学雑誌, vol. 112, pp. 294–297.
- (27) 桑原拓一郎 (2012) : 下北半島北部の田名部Aテフラのジルコン・フィッシュョン・トラック年代測定, 第四紀研究, vol. 51, pp. 45–48.
- (28) 新エネルギー総合開発機構 (1986a) : 地熱開発促進調査報告書 No. 9, 下北地域.
- (29) 電源開発株式会社 (2008) : 大間原子力発電所原子炉設置許可申請書 平成 16 年 3 月 (平成 17 年 6 月一部補正, 平成 18 年 2 月一部補正, 平成 18 年 10 月一部補正, 平成 19 年 3 月一部補正, 平成 20 年 3 月一部補正).
- (30) 堀 修一郎・長谷川 昭 (1999) : 恐山直下の上部マントルに見出された顕著な S 波反射面, 火山, vol. 44, pp. 83–91.
- (31) Matsubara, M., H. Sato, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Kanazawa, N. Takahashi, K. Suzuki and S. Kamiya (2019): Seismic velocity structure in and around the Japanese Island src derived from seismic tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data. Seismic Waves - Probing Earth System, IntechOpen, pp. 1–19.
- (32) 高倉伸一 (1994) : 下北半島におけるMT法データと重力データの総合解釈, 地質調査所月報, vol. 45, pp. 689–702.
- (33) 気象庁編 (2012) : 気象庁震源データファイル, 地震年報 (DVD-ROM), 気象業務センター.

- (34) 気象庁 (2010~2018) : 気象庁一元化処理 震源要素, 防災科学技術研究所高感度地震観測網 (防災科研 Hi-net), <https://hinetwww11.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja> (最終閲覧 2019 年 5 月)
- (35) 気象庁観測部 (1981) : 火山機動観測実施報告「恐山・御岳山」.
- (36) 仙台管区气象台 (1990) : 東北地域火山機動観測実施報告「鳴子・恐山」.
- (37) 岡田知己・長谷川 昭 (2000) : 東北地方地殻深部に発生する低周波微小地震の活動とモーメントテンソル解, 火山, vol. 45, pp. 47-63.
- (38) 矢来博司 (2002) : JERS-1 の干渉 SAR による火山地域の地殻変動の面的把握に関する研究 (第 2 年次), 平成 14 年度調査研究年報, 国土地理院.
- (39) 安藤 忍・北川貞之 (2008) : 干渉 SAR でみた東北地方の活火山周辺における地殻変動, 日本火山学会秋季大会講演予稿集, pp. 147.
- (40) Ozawa, T. and Fujita, E. (2013) : Local deformations around volcanoes associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Journal of Geophysical Research (solid earth), vol. 118, pp. 390-405.
- (41) 鎌田政明・小沢竹二郎・村上悠紀雄・吉田 稔 (1985) : 地熱流体の化学—環境科学の視点から—, 東京大学出版会.
- (42) 気象庁 (2016) : 平成 27 年 12 月 地震・火山月報 (防災編).
- (43) 宇井忠英編 (1997) : 火山噴火と災害, 東京大学出版会.
- (44) 梅田浩司 (1992) : 下北半島, むつ燧岳火山の地質と岩石記載, 岩鉱, vol. 87, pp. 420-429.
- (45) 梅田浩司・古澤 明 (2004) : RIPL 法によるテフラ降灰層準によるテフラ降灰層準の認定と最新の噴火活動の推定, 月刊地球, vol. 26, pp. 395-400.

- (46) 梅田浩司・檀原 徹 (2008) : フィッション・トラック年代によるむつ燧岳の活動年代の再検討, 岩石鉱物科学, vol. 37, pp. 131–136.
- (47) 富山真吾・梅田浩司・花室孝広・高島 勲・林 信太郎・根岸義光・増留由起子 (2007) : 下北半島, むつ燧岳火山地域の変質帯と変質岩の熱ルミネッセンス年代, 岩石鉱物科学, vol. 36, pp. 111–121.
- (48) 山縣耕太郎 (2000) : 支笏火山 40ka 噴火の規模に関する検討, 上越教育大学研究紀要, vol. 19, pp. 445–460.
- (49) 古川竜太・中川光弘 (2009) : 後支笏カルデラ, 風不死火山の爆発的噴火活動と年代, 日本火山学会講演予稿集, A41.
- (50) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1991) : 平成元年度 地熱開発促進調査データ処理報告書, No. 22 登別地域 (第3次).
- (51) 新エネルギー総合開発機構 (1986b) : 昭和 60 年全国地熱資源総合調査 (第2次), 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査報告書要旨.
- (52) 中川光弘 (1998) : 5. 有珠火山 記憶に新しい昭和大噴火の傷あと, 高橋正樹・小林哲夫編 北海道の火山—フィールドガイド 日本の火山 3, pp. 92–115.
- (53) 久保和也・柴田 賢・石田正夫 (1988) : 西南北海道, 長万部地域の新第三紀火山岩類の K–Ar 年代, 地質学雑誌, vol. 94, pp. 789–792.
- (54) 能條 歩・都郷義寛・鈴木明彦・嶋田智恵子・板木拓也 (1997) : 西南北海道日本海側熊石—乙部地域の鮮新統～更新統の堆積年代, 地球科学, vol. 51, pp. 245–250.
- (55) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1990) : 地熱開発促進調査報告書, No. 19, 八雲地域.
- (56) 柳井清治・鴈澤好博・古森康晴 (1992) : 最終氷期末期に噴出した濁川

- テフラの層序と分布, 地質学雑誌, vol. 98, pp. 125–136.
- (57) 黒墨秀行・土井宣夫 (2003) : 濁川カルデラの内部構造, 火山, vol. 48, pp. 259–274.
- (58) 鴈澤好博・紀藤典夫・柳井清治・貞方 昇 (2005) : 北海道駒ヶ岳の最初期テフラの発見と初期噴火活動史の検討, 地質学雑誌, vol. 111, pp. 581–589.
- (59) 三谷勝利・鈴木 守・松下勝秀・国府谷盛明 (1966) : 5万分の1地質図幅「大沼公園」及び同説明書, 北海道立地下資源調査所.
- (60) 広瀬 亘・岩崎深雪・中川光弘 (2000) : 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷 : K–A r 年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, vol. 106, pp. 120–135.
- (61) 新エネルギー総合開発機構 (1988) : 地熱開発促進調査報告書, No. 13, 南茅部地域.
- (62) 山縣耕太郎・町田 洋・新井房夫 (1989) : 銭亀-女那川テフラ : 津軽海峡函館沖から噴出した後期更新世のテフラ, 地理学評論, vol. 62, pp. 195–207.
- (63) 石原義光 (1988) : 地熱開発促進調査の地域レポート, [9] 下北地域, 地熱エネルギー, vol. 13, pp. 88–109.
- (64) 宝田晋治 (1991) : 岩屑流の流動・堆積機構—田代岳火山起源の岩瀬川岩屑流の研究—, 火山, vol. 36, pp. 11–23.
- (65) 工藤 崇・小林 淳・山元孝広・岡島靖司・水上啓治 (2011a) : 十和田火山における噴火活動様式の時代変遷と長期的予測, 日本第四紀学会講演要旨集, vol. 41, pp. 82–83.
- (66) 宝田晋治・村岡洋文 (2004) : 八甲田山地域の地質, 地域地質研究報告

- (5万分の1地質図幅), 地質調査総合センター.
- (67) 工藤 崇・檀原 徹・山下 透・植木岳雪・佐藤大介 (2011b): 八甲田カルデラ起源火砕流堆積物の層序の再検討, 日本第四紀学会講演要旨集, vol. 41, pp. 144-145.
- (68) 新エネルギー総合開発機構 (1987): 全国地熱資源総合調査(2次)火山性熱水対流系地域タイプ3, 八甲田山地域火山地質図(5万分の1)・八甲田山地域地熱地質編図(10万分の1)及び同説明書.
- (69) 工藤 崇・西村 健・佐々木 実・藤原大祐 (2004): 八甲田-十和田火山地域における後期中新世~鮮新世火山岩のK-Ar年代とマグマ組成の時間変遷, 日本地質学会講演要旨, 0-192.
- (70) 山元孝広 (2015): 日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図, 地質調査総合センター研究資料集, no. 613, 地質調査総合センター.
- (71) 梅田浩司・林 信太郎・伴 雅雄・佐々木 実・大場 司・赤石和幸 (1999): 東北日本, 火山フロント付近の2.0Ma以降の火山活動とテクトニクスの推移, 火山, vol. 44, pp. 233-249.
- (72) 工藤 崇 (2018): 十和田湖周辺における前期~中期更新世火山活動史, 地質調査研究報告, 69, pp. 165-200.
- (73) 八島隆一・大竹二男・長橋良隆 (2001): 東北地方における後期中新世-鮮新世火山岩のK-Ar年代, 地球科学, vol. 55, pp. 253-257.
- (74) 大口健志・大上和良・尾田太良 (1986): 第2巻-その3-島弧横断ルート No. 15 (大葛温泉-田山-浄法寺-二戸・久慈), 新生代東北本州弧地質資料集, 13p.
- (75) 和知 剛・千葉達朗・岡田智幸・土井宣夫・越谷 信・林信太郎・熊井修一 (2002): 八幡平火山起源の完新世テフラ, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, V032-P005.

- (76) 須藤 茂 (1992) : 5 万分の 1 仙岩地域中心部地熱地質図説明書, 特殊地質図 (21-5), 地質調査所, 73p.
- (77) Hayakawa, Y. (1985): Pyroclastic geology go Towada volcano, Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, vol. 60, pp. 507-592.
- (78) 山元孝広・須藤 茂 (1996) : テフラ層序からみた磐梯火山の噴火活動史, 地質調査所月報, vol. 47, pp. 335-359.
- (79) 萬年一剛 (2013) : 降下火山灰シミュレーションコード Tephra 2 の理論と現状-第四紀学での利用を視野に, 第四紀研究, vol. 52, pp. 173-187.
- (80) Bassinot, F. C., Labeyrie, L. D., Vincent, E., Quidelleur, X., Shackleton, N. J. and Lancelot, Y. (1994): The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. Earth Planet. Sci. Lett., 126, pp. 91-108.
- (81) 小池一之・田村俊和・鎮西清高・宮城豊彦 (2005) : 日本の地形 3 東北, 東京大学出版会.

「7.1」で用いる地図は、国土地理院の承認を得て、同院発行の数値地図 50m メッシュ (標高) (日本-I) を使用したものである。

(承認番号 平 30 情使, 第 1125 号)

第7.3-1表 地理的領域の第四紀火山における活動可能性

| 火山名 | 数値からの距離 (km) | 活動期間 (千年前) | 最後の活動からの経過期間 (千年前) | 将来の活動可能性が否定できない火山 | | 火山名 | 数値からの距離 (km) | 活動期間 (千年前) | 最後の活動からの経過期間 (千年前) | 将来の活動可能性が否定できない火山 | |
|--------------------------|--------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------|--------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|
| | | | | 発新世に活動を行った火山* | 新しい火山† | | | | | 発新世に活動を行った火山* | 新しい火山† |
| 1 支那カルデラ (しごつ) | 158 | 50 (55 ⁶⁾) | 40 | 40 | ○ | 29 陸奥雄岳 (むつしゅう) | 19 | 1200 | 500 (280 ⁶⁾) | ○ | |
| 2 櫻山 (さくら) | 149 | 9 | AD1981 | - | ○ | 30 大御カルデラ (おほみ) | 22 | 3000 | 1850 | | |
| 3 風不劣岳 (かぜふた) | 152 | 40 (48 ⁶⁾) | 4.6~4.5 | 4.5 | ○ | 31 新吾カルデラ (しんご) | 33 | 1900 (1930 ⁶⁾) | 1900 (1930 ⁶⁾) | | |
| 4 恵庭岳 (えに) | 160 | 15 | 0.2 | - | ○ | 32 茨法岳 (はつほう) | 26 | 2000 | 2000 (1300 ⁶⁾) | | |
| 5 很多郎・巻別火山群 (くつたら・のぼりべつ) | 126 | 80 | 0.2 | - | ○ | 33 飛山 (とび) | 14 | 1300 (1400 ⁶⁾) | 20 (噴気活動) | | |
| 6 赤石山・徳野 (あかishi・とくの) | 142 | 1700 (1810 ⁶⁾) | 600 | 600 | ○ | 34 磐水山 (いわみず) | 111 | 650 | AD1883 | ○ | |
| 7 オロア・来馬 (おろあ・らいま) | 135 | 600 (1900 ⁶⁾) | 600 (650 ⁶⁾) | 600 (650 ⁶⁾) | ○ | 35 大土駒ヶ岳 (おほつこ) | 134 | 200 | AD170 ⁶⁾) | | |
| 8 尻別岳 (しりべつ) | 160 | 数十万年 (700 ⁶⁾) | 数十万年 (数万年) | 数十万年 (数万年) | ○ | 36 田代岳 (たしろ) | 125 | 600 | 600以降 (35~15.5 ⁶⁾) | ○ | |
| 9 蟹別岳 (かにべつ) | 122 | 500 (510 ⁶⁾) | 500 (510 ⁶⁾) | 500 (510 ⁶⁾) | ○ | 37 霧ヶ岡カルデラ (きりがおか) | 108 | 2600 | 2300 | | |
| 10 河津カルデラ (こうづ) | 144 | 140 (115 ⁶⁾) | 140 (112 ⁶⁾) | 140 (112 ⁶⁾) | ○ | 38 三ツ森 (みつもり) | 106 | 1900 | 1300 | | |
| 11 洞爺中島 (とうやちゅうじま) | 143 | 40 (60 ⁶⁾) | 30 (40 ⁶⁾) | 30 (40 ⁶⁾) | ○ | 39 阿摩山 (あま) | 110 | 1000 | 1000 | | |
| 12 有珠山 (うすず) | 136 | 20~15 | AD2000 | - | ○ | 40 神前カルデラ (しんぜん) | 98 | 1500 (1000 ⁶⁾) | 1500 (700 ⁶⁾) | | |
| 13 乾田 (せんでん) | 143 | 1800 | 1800 | 1800 | ○ | 41 藤原岳 (ふじわら) | 99 | 3500 | 3500 (1100 ⁶⁾) | ○ | |
| 14 琴ヶ岳 (かづの) | 155 | 2800 (2650 ⁶⁾) | 2500 | 2500 | ○ | 42 南八甲田火山群 (みなみはつこうた) | 90 | 1100 | 300 | ○ | |
| 15 長蔵 (ながぞう) | 143 | 2200 | 1700 (1370 ⁶⁾) | 1700 (1370 ⁶⁾) | ○ | 43 北八甲田火山群 (きたはつこうた) | 83 | 400 | 0.6~0.4 | ○ | |
| 16 砂原岳 (すなはら) | 121 | 1800 (1850 ⁶⁾) | 1800 (1730 ⁶⁾) | 1800 (1730 ⁶⁾) | ○ | 44 八甲田カルデラ (はつこうた) | 80 | 900 (1000 ⁶⁾) | 400 | ○ | |
| 17 瀧川カルデラ (たきがわ) | 108 | 15 (12.020 ¹⁾) | 15 (10.19 ⁶⁾) | 15 (10.19 ⁶⁾) | ○ | 45 八甲田黒森 (はつこうたくろもり) | 82 | 1750 | 1600 (1170 ⁶⁾) | | |
| 18 渡島毛無山 (わたしまぬ) | 104 | 前更新世 (2380 ⁶⁾) | 前更新世 (1810 ⁶⁾) | 前更新世 (後半以後) | ○ | 46 八甲田人権岳 (はつこうたにんけん) | 75 | 1800 (1820 ⁶⁾) | 1600 (1170 ⁶⁾) | | |
| 19 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ) | 92 | 30以前 (110 ⁶⁾) | AD2000 | - | ○ | 47 十和田 (とわだ) | 103 | 200 (400 ⁶⁾) | AD1915 | ○ | |
| 20 本駒山 (ほんこま) | 85 | 1900 (1930 ⁶⁾) | 1900以降 (1930 ⁶⁾) | 約1900 (1930 ⁶⁾) | ○ | 48 先十和田 (せんじゅう) | 102 | 620 (2530 ⁶⁾) | 450 | ○ | |
| 21 横尾 (よこお) | 76 | 1100 | 1100以降 (140 ⁶⁾) | 約1100 (140 ⁶⁾) | ○ | 49 稲庭岳 (いなに) | 130 | 3000 (3910 ⁶⁾) | 2600 | | |
| 22 恵山丸山 (えさんまる) | 57 | 200 (210 ⁶⁾) | 200 (210 ⁶⁾) | 200 (210 ⁶⁾) | ○ | 50 七甲山 (ななしょう) | 143 | 1100 | 900 | | |
| 23 恵山 (えさん) | 50 | 50 | AD1874 | - | ○ | 51 荒木山 (あらか) | 149 | 2100 (2900 ⁶⁾) | 1900 | | |
| 24 徳島 (とくしま) | 54 | 45 (65 ⁶⁾) | 45 (63 ⁶⁾) | 45 (63 ⁶⁾) | ○ | 52 高倉・黒森 (たかくらくろもり) | 146 | 3200 | 2500 | | |
| 25 阿蘇山 (あそ) | 64 | 1200 | 900 | 900 | ○ | 53 萩田山 (はぎだ) | 160 | 500 | AD1997 | ○ | |
| 26 知内 (ちうち) | 76 | 2500 (2540 ⁶⁾) | 1400 | 1400 | ○ | 54 八幡平火山群 (はちまんたい) | 159 | 1200 | 7 (6 ⁶⁾) | ○ | |
| 27 渡島大岳 (わたしまおほ) | 158 | 不明 (130 ⁶⁾) | AD1759 | AD1759 | ○ | 55 燧岳 (ひし) | 119 | 2600 (2200 ⁶⁾) | 1200 | | |
| 28 渡島小岳 (わたしまこ) | 120 | 160 | 110 | 110 | | | | | | | |

中野ほか(2013)に基づき作成。活動年代・最新活動時期及び最後の活動からの経過期間については、以下に示す個別文献調査結果を踏まえて整理

*1: 気庁庁報 (2013) による活火山に相当。*2: 最後の活動からの経過期間が最大休止期間よりも短いとみなせる火山。
*3: 山越 (2000) ①, *4: 古川・中川 (2009) ①, *5: 西原ほか (2014) ①, *6: 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1991) ①
*7: 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1986) ①, *8: 第四紀火山カタログ委員会 (1999) ①, *9: 町田・新井 (2011) ①
*10: 中川 (1998) ①, *11: 久保ほか (1988) ①, *12: 熊澤ほか (1997) ①, *13: 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1990) ①
*14: 柳井ほか (1992) ①, *15: 黒川・土井 (2003) ①, *16: 熊澤ほか (2005) ①, *17: 三谷ほか (1969) ①
*18: 五浦ほか (2000) ①, *19: 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1988) ①, *20: 山越ほか (1989) ①
*21: 石原 (1988) ①, *22: 青森県 (1998) ①, *23: 小林・水上 (2012) ①, *24: 宝田 (1991) ①及び工藤ほか (2011a) ①
*25: 宝田・村岡 (2004) ①, *26: 工藤ほか (2011b) ①
*27: 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1987) ①及び工藤ほか (2004) ①, *28: 山元 (2015) ①及び梅田ほか (1998) ①
*29: 工藤 (2018) ①, *30: 八島ほか (2000) ①, *31: 大口ほか (1986) ①, *32: 和知ほか (2002) ①, *33: 須藤 (1992) ①

第7.3-2表 評価対象となる設計対応不可能な火山事象

| 火山名 | 敷地からの 離隔 (km) | 設計対応が不可能な火山事象 | | | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|------|-----------------------------|--------------|-------|
| | | 火砕物 密度流 | 溶岩流 | 岩屑なだれ、 地滑り 及び 斜面崩壊 | 新しい火口 の開口 | 地殻変動 |
| | | 160km | 50km | 50km | 個々に検討 | 個々に検討 |
| 2 樽前山 (たるまえ) | 149 | ○ | — | — | × | × |
| 3 風不死岳 (ふっぶしだけ) | 152 | ○ | — | — | × | × |
| 4 恵庭岳 (えにわだけ) | 160 | ○ | — | — | × | × |
| 5 倶多楽・登別火山群 (くつたら・のぼりべつ) | 126 | ○ | — | — | × | × |
| 6 ホロホロ・徳舜誓 (ほろほろ・とくしゅんべつ) | 142 | ○ | — | — | × | × |
| 7 オロフレ・来馬 (おろふれ・らいば) | 135 | ○ | — | — | × | × |
| 8 尻別岳 (しりべつだけ) | 160 | ○ | — | — | × | × |
| 12 有珠山 (うすざん) | 136 | ○ | — | — | × | × |
| 19 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ) | 92 | ○ | — | — | × | × |
| 21 横津岳 (よこつだけ) | 76 | ○ | — | — | × | × |
| 23 恵山 (えさん) | 50 | ○ | — | — | × | × |
| 27 渡島大島 (おしまおしま) | 158 | ○ | — | — | × | × |
| 29 陸奥燧岳 (むつひうちだけ) | 19 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 33 恐山 (おそれざん) | 14 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 34 岩木山 (いわきさん) | 111 | ○ | — | — | × | × |
| 36 田代岳 (たしろだけ) | 125 | ○ | — | — | × | × |
| 41 藤沢森 (ふじさわもり) | 99 | ○ | — | — | × | × |
| 42 南八甲田火山群 (みなみはっこうだ) | 90 | ○ | — | — | × | × |
| 43 北八甲田火山群 (きたはっこうだ) | 83 | ○ | — | — | × | × |
| 44 八甲田カルデラ (はっこうだ) | 80 | ○ | — | — | × | × |
| 47 十和田 (とわだ) | 103 | ○ | — | — | × | × |
| 48 先十和田 (せんとうだ) | 102 | ○ | — | — | × | × |
| 53 秋田焼山 (あきたやけやま) | 160 | ○ | — | — | × | × |
| 54 八幡平火山群 (はちまんたい) | 159 | ○ | — | — | × | × |

○：評価対象，—：評価対象外，×：個々の火山との位置関係から影響がないと判断

表7.3-3表 恐山起源の噴出物の層序表

| 地質時代 | 恐山起源の噴出物の区分 | 火山事象の種類 | 岩石・鉱学的特徴 | 噴出物の名称 | 活動期区分の名称 |
|------|----------------|--|---|--|-------------|
| 完新世 | 宇曽利カルデラ内噴出物 | 降下火砕物 | (本質物質を含まない) | 鬼石テフラ ¹⁾ 宮後テフラ ¹⁾ | 熱水活動期 |
| | | 溶岩ドーム, 降下火砕物 | 安山岩～デイサイト ・斜方輝石, 単斜輝石及び普通角閃石斑晶を含む | 剣山溶岩ドーム・地藏山溶岩ドーム 南鶏頭山溶岩ドーム 北鶏頭山溶岩ドーム 火砕丘 | 剣山活動期 |
| 更新世 | 新恐山火山噴出物 | 火砕流, 降下火砕物, 岩層なだれ | ・斜方輝石及び単斜輝石斑晶のほか, 普通角閃石斑晶を含む | Os-6, Tn-A-8 ²⁾ 関根第1及び第2火砕流堆積物 (Os-Sk1, Sk2) Os-3, Os-4, Tn-A-3 ²⁾ , Os-5, Tn-A-5 ²⁾ , Tn-A-6 ²⁾ 二又沢火砕流堆積物 (Os-Ft) Tn-C-2 ²⁾ , Tn-C-3 ²⁾ | 新恐山火山 |
| | | | | Os-2及び正津川火砕流堆積物 (Os-Sh) 出戸川第2及び第3火砕流堆積物 (Os-De2, De3) Os-De lu, Os-1 出戸川第1及び第1'火砕流堆積物 (Os-De1, De1') 正津川岩層なだれ堆積物 Os-0tu 落野沢火砕流堆積物 (Os-0t) 大畑川岩層なだれ堆積物 高野川火砕流堆積物 (Os-Ky) Os-Kyfa 袋川岩層なだれ堆積物 八木沢火砕流堆積物 (Os-Yg) 及び0s-Ygfa 戸沢川火砕流堆積物 (Os-Tz) | |
| 第四紀 | 屏風山-朝比奈岳火山群噴出物 | 安山岩～デイサイト ・斜方輝石及び単斜輝石斑晶を含む。 ・一部に普通角閃石斑晶を含む | 安山岩～デイサイト ・斜方輝石及び単斜輝石斑晶を含む。 ・一部に普通角閃石斑晶を含む | 屏風山-朝比奈岳火山群噴出物 ・屏風山 | 屏風山-朝比奈岳活動期 |
| | | | | 古恐山火山噴出物 ・大尽山, 円山 ・朝比奈岳 | |
| 前期 | 古恐山火山噴出物 | 溶岩流, 溶岩ドーム (一部に火砕流伴う) | デイサイト ・斜方輝石及び単斜輝石斑晶を含む 玄武岩質安山岩～安山岩 ・かんらん石, 斜方輝石, 単斜輝石斑晶を含む | 障子山火山噴出物 | 古恐山火山 |
| | | | | 釜臥山火山噴出物 | |

1) : 水蒸気噴火による降下火砕物, 2) : マグマ水蒸気噴火による降下火砕物

第7.3-4表 恐山の活動期の区分

| 年代 (ka) | 活動期 | 主要噴出物名 | 噴出量 (DRE km ³) |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 20 ¹⁾ ----- | | | |
| ~80 | 熱水活動期 | 鬼石テフラ 宮後テフラ | — (マグマが 直接関与しない活動) |
| 80~200 | 剣山活動期 | 剣山・地藏岳溶岩ドーム 南鶏山溶岩ドーム 等 | 約0.1 |
| 200~248 | 後カルデラー 火砕流活動期 | 関根第1火砕流 二又沢火砕流 等 | 約1.3 |
| 270 | カルデラ形成期 | 正津川火砕流 Os-2 | 約2.4 |
| 303~480 | 先カルデラー 火砕流活動期 | 出戸川第3火砕流 戸沢川火砕流 等 | 約4.0 |
| 680~920 | 屏風山ー朝比奈岳 活動期 | 屏風山 | 約3.2 |
| 760~800 | 釜臥山 活動期 | 障子山, 釜臥山 朝比奈岳 等 | 約5.6 |
| 1180~1460 (朝比奈岳) | 古恐山火山 (釜臥山を含む 外輪山の活動) | | |
| 1300 ¹⁾ ----- | | | |

1) : 中野ほか編 (2013) ⁽¹⁾

DRE : Dense Rock Equivalent (マグマ換算体積)

第7.3-5表 恐山の地獄谷噴気における噴気調査結果

| 調査年 | 噴気箇所 | 温度 (°C) | 火山ガス組成 | | | | | |
|-------|-------------|------------|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|
| | | | ガス水比*1 (vol%) | CO ₂ *2 (vol%) | H ₂ S*2 (vol%) | SO ₂ *2 (vol%) | HCl*2 (vol%) | Rガス*3 (vol%) |
| 2007年 | 地獄谷 (噴気) | 99.3 | 0.13 | 65.33 | 28.77 | <0.01 [80ppm] | <0.01 | 5.88 |
| 2008年 | 地獄谷 (噴気) | 98.8 | 0.22 | 67.83 | 26.25 | <0.01 [80ppm] | <0.01 | 5.90 |
| 2009年 | 地獄谷 (湯沼) | 98.8 | 0.46 | 65.01 | 32.28 | <0.01 [50ppm] | 0.98*4 | 1.73 |
| 2010年 | 地獄谷 (湯沼) | 97.9 | 0.30 | 67.88 | 30.06 | <0.01 [50ppm] | 0.01*4 [0ppm] | 2.04 |
| 2011年 | 地獄谷 (湯沼) | 97.9 | 0.61 | 68.86 | 28.67 | <0.01 [15ppm] | 0.01*4 [0ppm] | 2.46 |
| 2012年 | 地獄谷北 | 98.5 | 0.48 | 72.30 | 26.10 | <0.01 [0ppm] | <0.01 [0ppm] | 1.60 |
| 2013年 | 地獄谷北 | 91.6 | —* | 76.88 | 10.65 | <0.01 [0ppm] | <0.01 [0ppm] | 12.48 |
| 2014年 | 地獄谷北 | 98.0 | 0.25 | 64.85 | 26.16 | <0.01 [0ppm] | 0.07*4 [0ppm] | 8.92 |
| 2015年 | 地獄谷北 | 99.2 | 0.21 | 63.12 | 33.64 | <0.01 [0ppm] | 0.06*4 [0ppm] | 3.18 |
| 2016年 | 地獄谷北 | 93.4 | 0.30 | 59.16 | 34.43 | <0.01 [0ppm] | 0.02*4 [0ppm] | 6.39 |
| 2017年 | 地獄谷北 | 98.5 | 0.27 | 63.24 | 25.01 | <0.01 [0ppm] | 0.05*4 [0ppm] | 11.69 |
| 2018年 | 地獄谷北 | 94.0 | —* | 50.28 | 15.53 | <0.001 [0ppm] | <0.01 [0ppm] | 34.19 |

*1: 採取したガスの容積に対する水蒸気を除くガスの容積比 *2: 水蒸気を除いたガス組成比

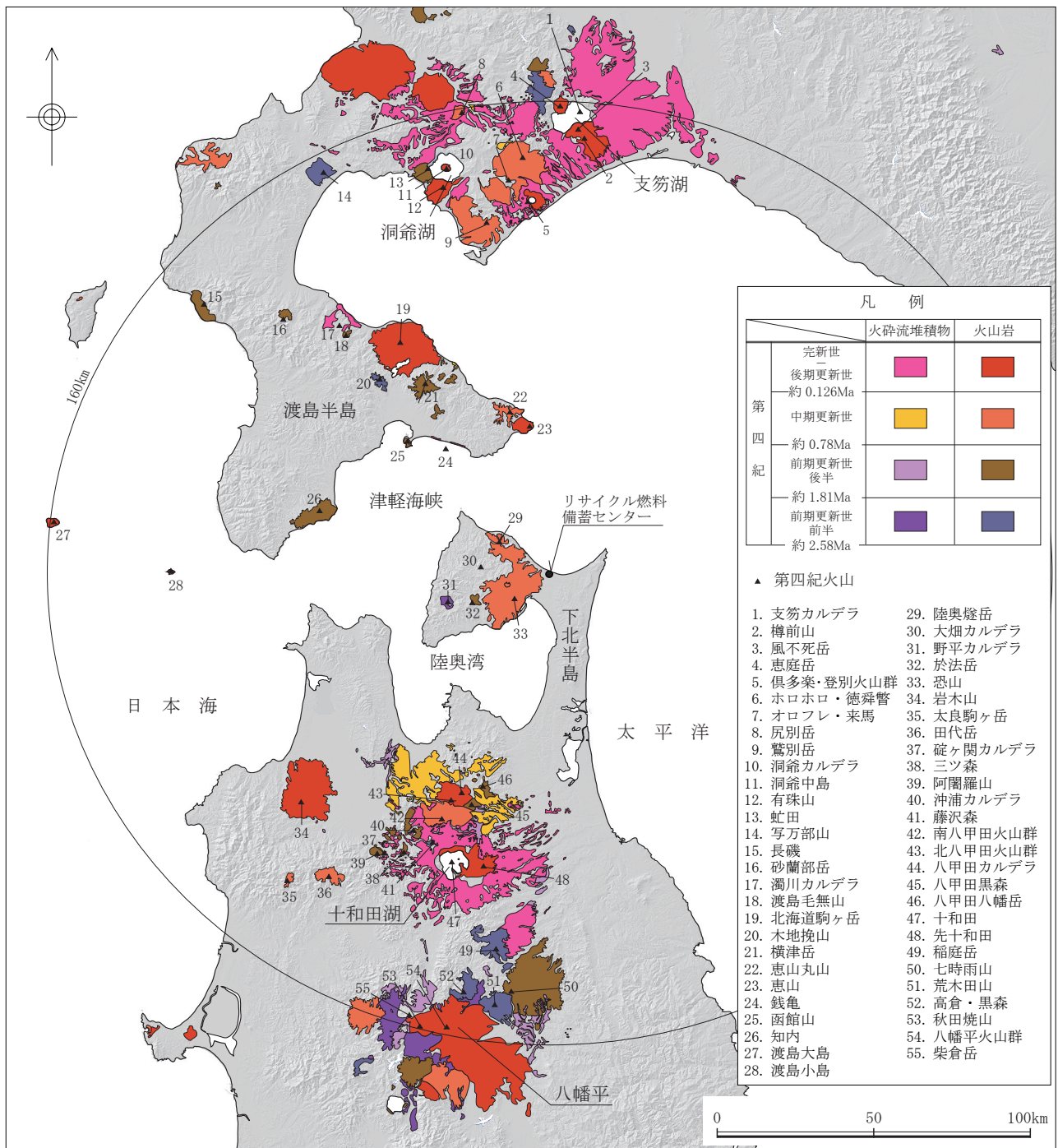
*3: アルカリに吸着されないガス (Ar, N₂, He, H₂, CH₄等で構成される), [ppm]: 北川式ガス検知管による

*4: 突沸の影響を受け高Cl濃度の温泉水を引き込んだことによる影響

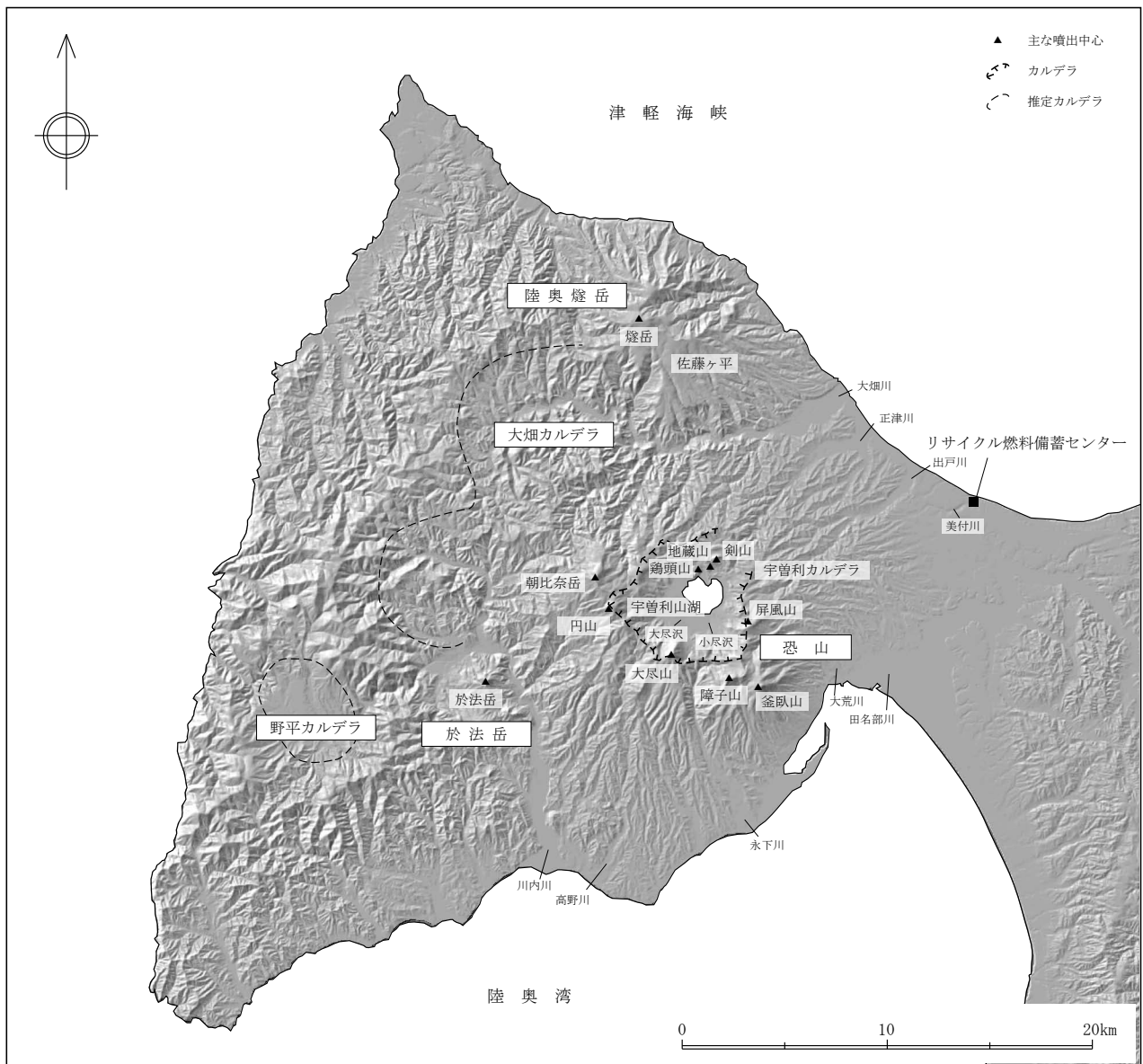
※温度条件や噴気の勢い等の影響により、噴気中の水蒸気が採取前に凝縮したものと推定され、採取容器内の水分量が少なく定量できなかった。なお、ガス水比は、水蒸気を除いた火山ガス組成に影響を与えない。

第7.3-6表 降下火砕物シミュレーション解析の主な解析条件（宮後テフラ）

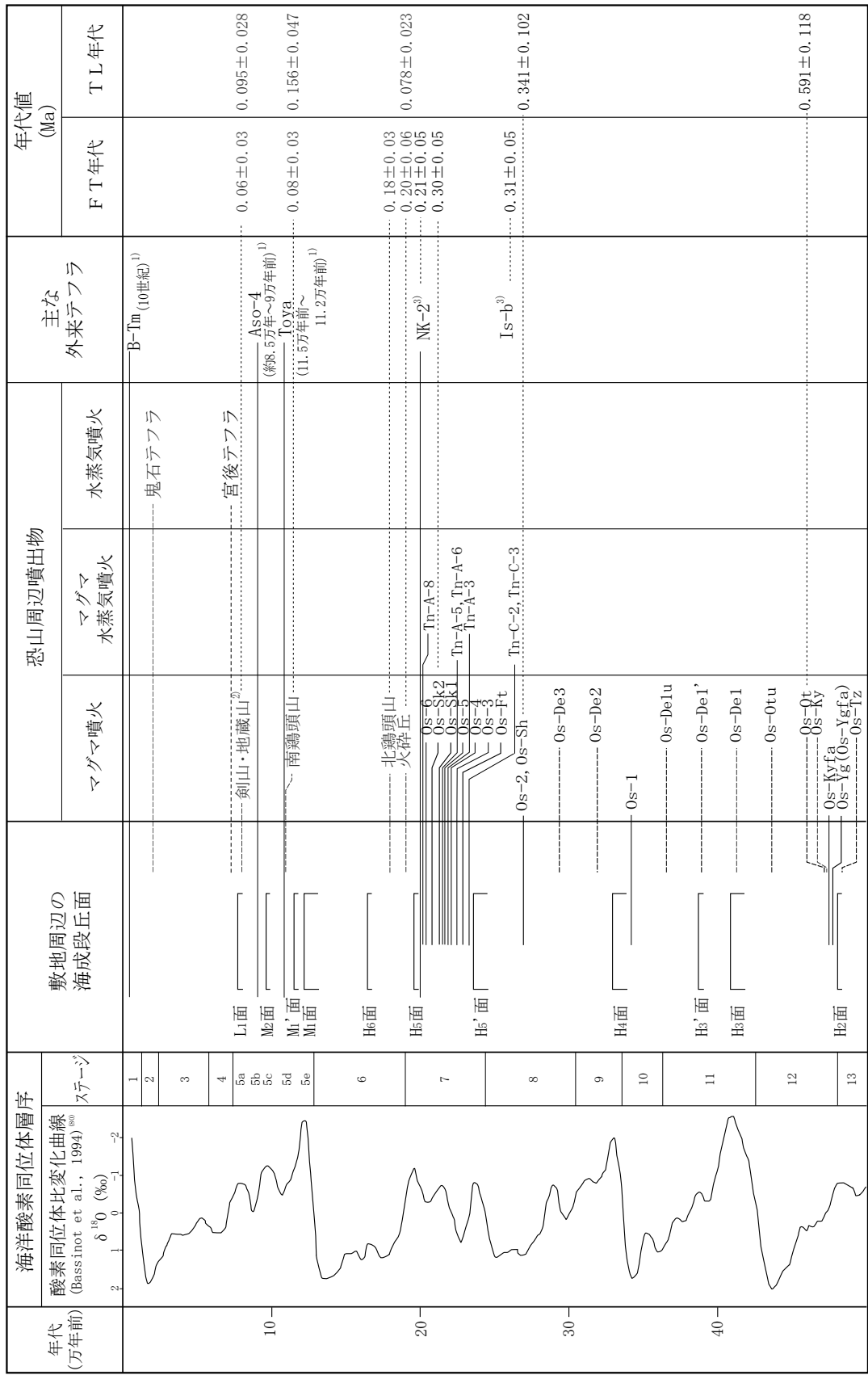
| 想定 降下規模 | パラメータ | 単位 | 値 | 設定根拠等 | |
|---------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|--|---|
| 宮後テフラ [恐山] | 噴出量 | kg | 5.70×10^{10} | 宮後テフラの等層厚線図とHayakawa (1985) ⁽⁷⁷⁾ の経験式による見かけ体積： $7.13 \times 10^{-2} \text{km}^3$ (VEI3規模)，土質試験による乾燥密度 0.8g/cm^3 に基づいて設定 | |
| | 噴煙柱高度 | m | 5,000 | 同規模の水蒸気噴火の事例に基づいて設定：磐梯山1888年噴火（山元・須藤，1996） ⁽⁷⁸⁾ | |
| | 噴煙柱分割高さ | m | 約100 | 萬年(2013) ⁽⁷⁹⁾ より設定 | |
| | 粒径 | 最大 | mm | 1,024 | Tephra2のconfigfileに示された珪長質噴火の一般値 |
| | | 最小 | mm | 1/1,024 | Tephra2のconfigfileに示された珪長質噴火の一般値 |
| | | 中央 | mm | 1/11 | 同規模噴火（Soufriere Hills Volcano：VEI3）の事例に基づいて設定 |
| | | 標準偏差 | mm | 1/4 | 同規模噴火（Soufriere Hills Volcano：VEI3）の事例に基づいて設定 |
| | 岩片密度 | kg/m^3 | 2,600 | 降下火砕物の一般値を設定 | |
| | 軽石粒子密度 | kg/m^3 | 1,000 | 降下火砕物の一般値を設定 | |
| | みかけ渦拡散係数 | m^2/s | 0.04 | 萬年(2013) ⁽⁷⁹⁾ より設定 | |
| | 拡散係数 | m^2/s | 142.6 | 萬年(2013) ⁽⁷⁹⁾ より設定 | |
| | Fall Time Threshold | s | 3,600 | 萬年(2013) ⁽⁷⁹⁾ より設定 | |
| | 給源 | X (UTM54) | m | 507,405 | 現噴気地帯中心部(地獄谷付近)の経度・緯度読取値のUTM座標 |
| | | Y (UTM54) | m | 4,575,105 | |
| 標高 | | m | 230 | 現噴気地帯中心部(地獄谷付近)の標高 | |
| 風 | 月別平均値の風 | | | ワイオミング大学のHP上の1981年～2010年の観測値(9時/21時)の平均をもとに算出【観測点：三沢空港】 | |
| | 風速の不確かさの風 | | | ワイオミング大学のHP上の1973年～2013年の観測値(9時/21時)のうち、10月の観測データを用いて算出【観測点：三沢空港】 | |
| | 風向の不確かさの風 | | | ワイオミング大学のHP上の1973年～2013年の観測値(9時/21時)のうち、10月の観測データを用いて、敷地方向の風を抽出し算出【観測点：三沢空港】 | |
| 標高データ | 200mメッシュ | | | 国土地理院の数値地図50mメッシュ(標高) ※解析用の200mメッシュに変換して使用 | |



第7.3-1図 地理的領域の火山地質図

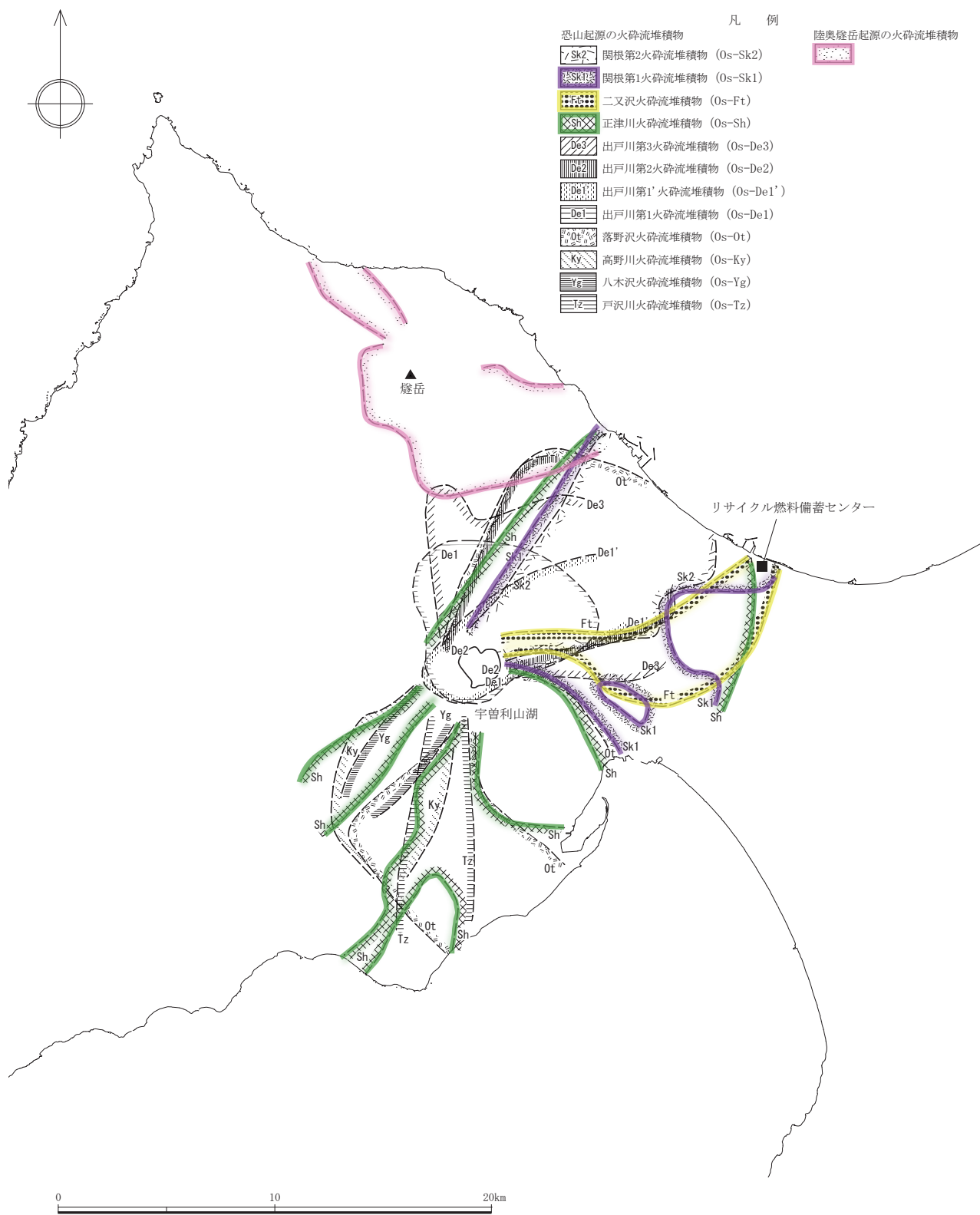


第7.3-2図 恐山周辺の地形図

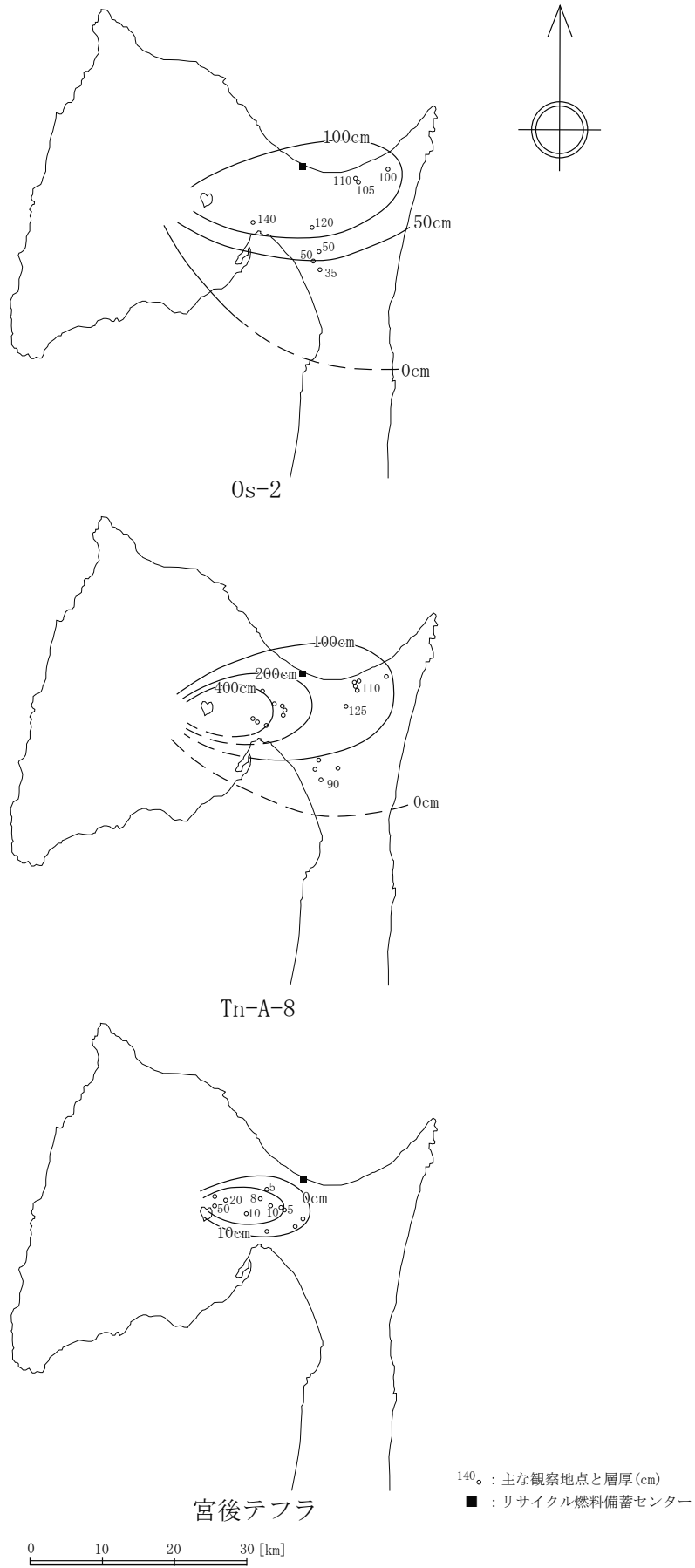


注) 海洋酸素同位体層序は、小池ほか編(2005)¹⁰⁾を基に編集した。
 -----: 段丘面との層位関係が不明な噴出物を示す。降下テフラ及び火砕流の噴出年代は海成段丘面等との関係が明らかかな噴出物との時間間隙を均等に配分して推定した。
 1): 『新編 火山吹アトラス』(河田・新井, 2011)¹⁰⁾
 2): 剣山と地藏山の溶岩田頂丘は地形の開析程度が類似し、火山体の被覆関係が認められない。
 3): 噴出源不明の降下火砕物

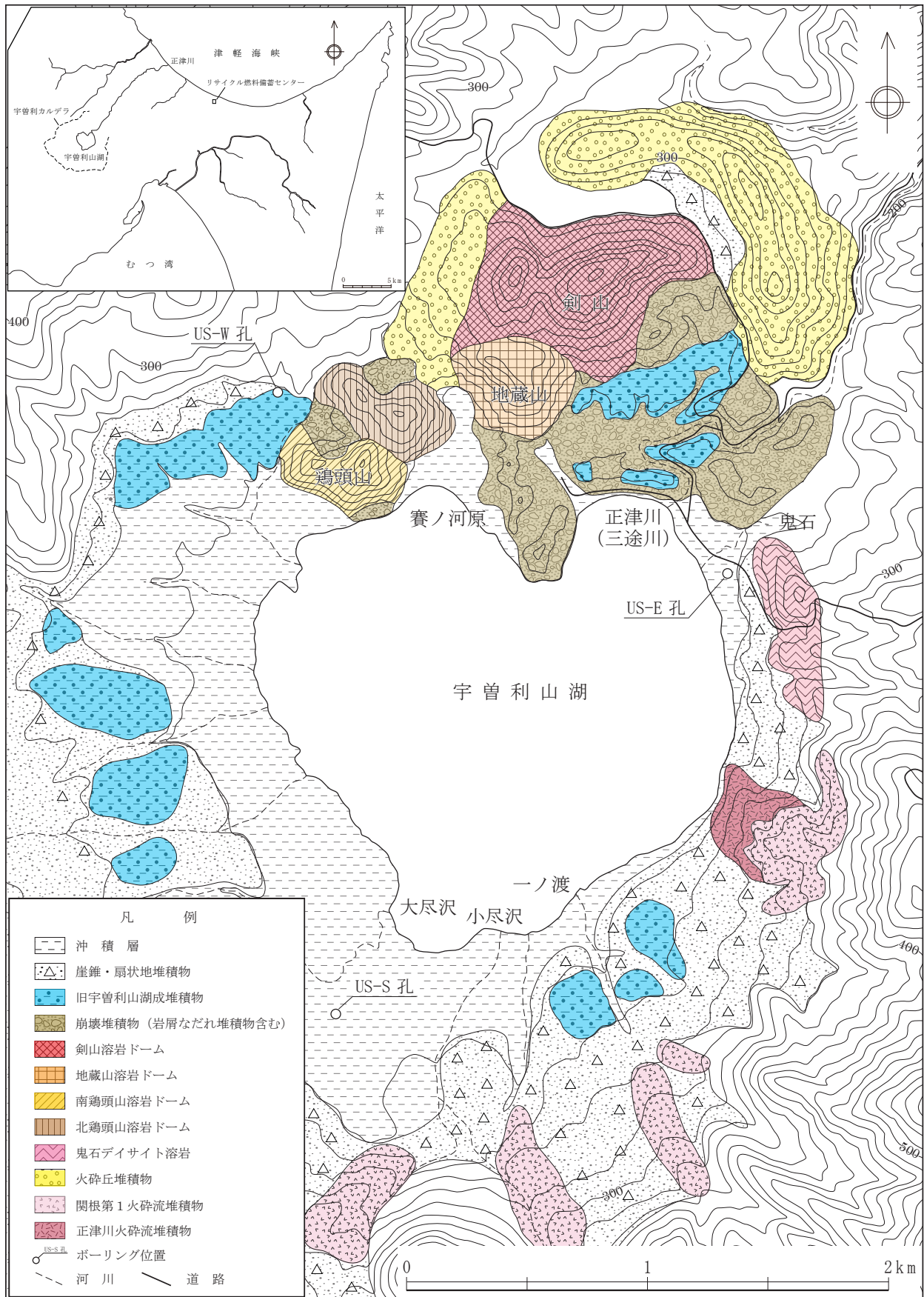
第7.3-3図 恐山周辺噴出物及び宇曾利カルデラ内噴出物の層位関係



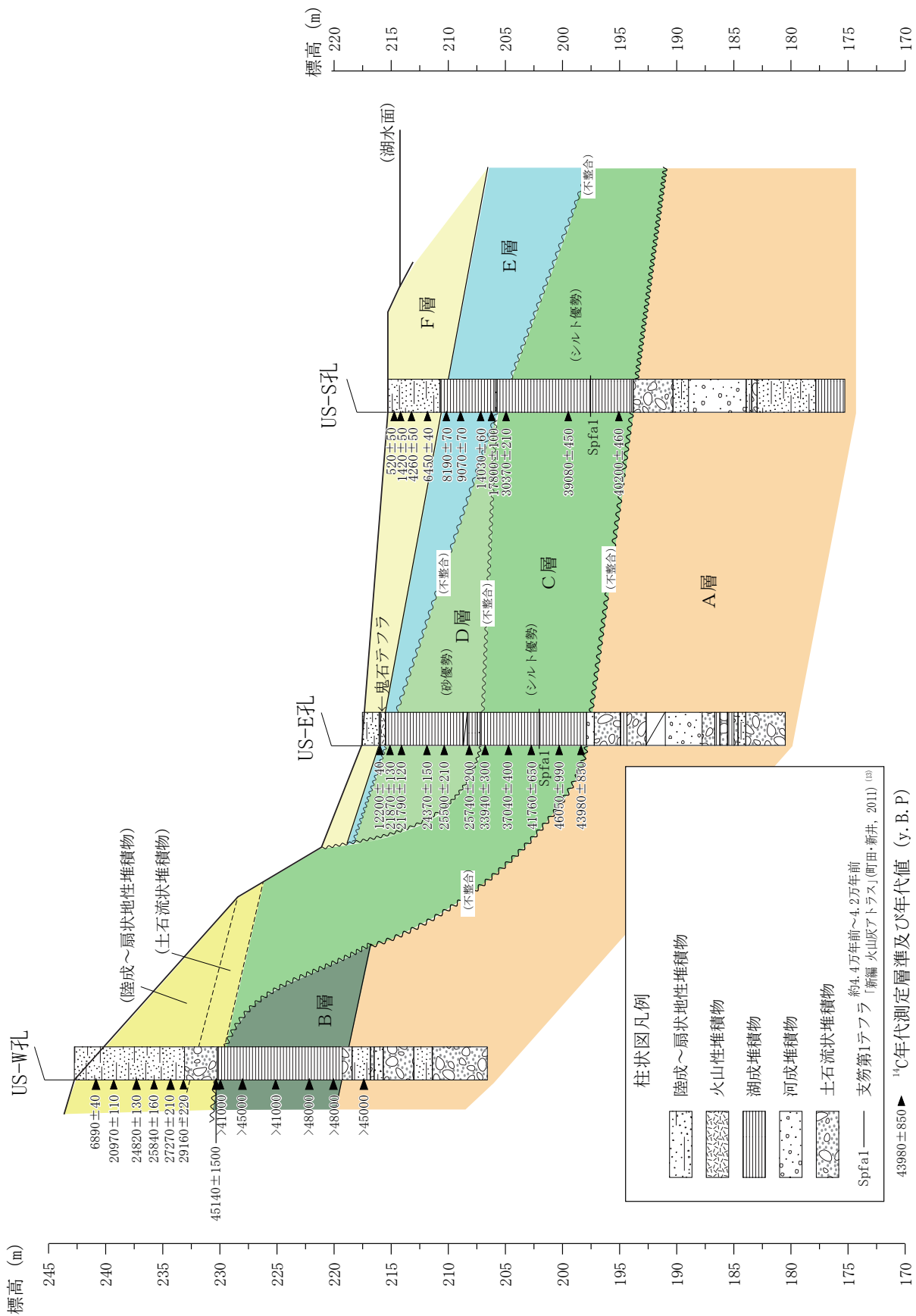
第7.3-4図 恐山及び陸奥燧岳起源の火砕流堆積物の分布図



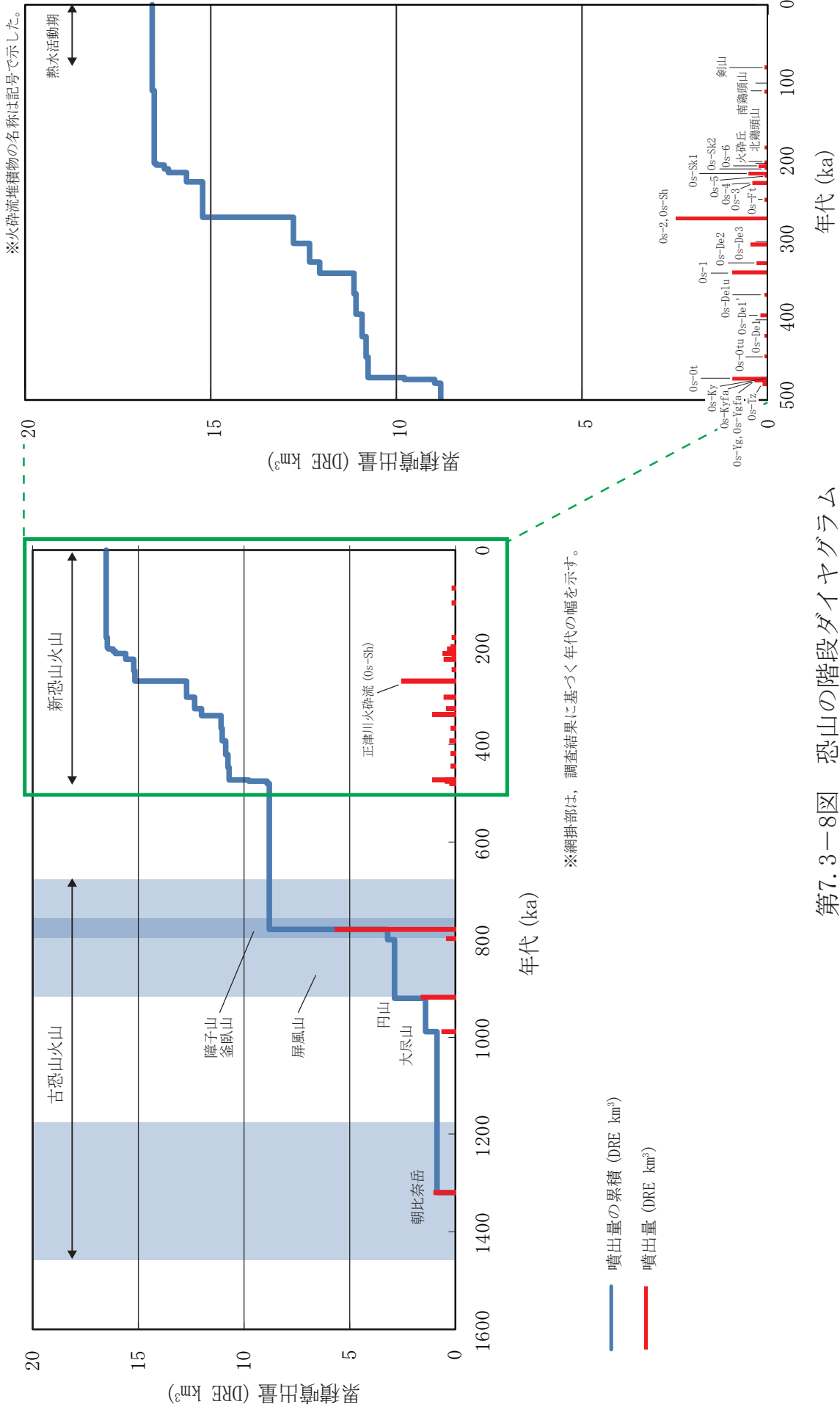
第7.3-5図 主な恐山周辺火山噴出物の分布 (降下火砕物)



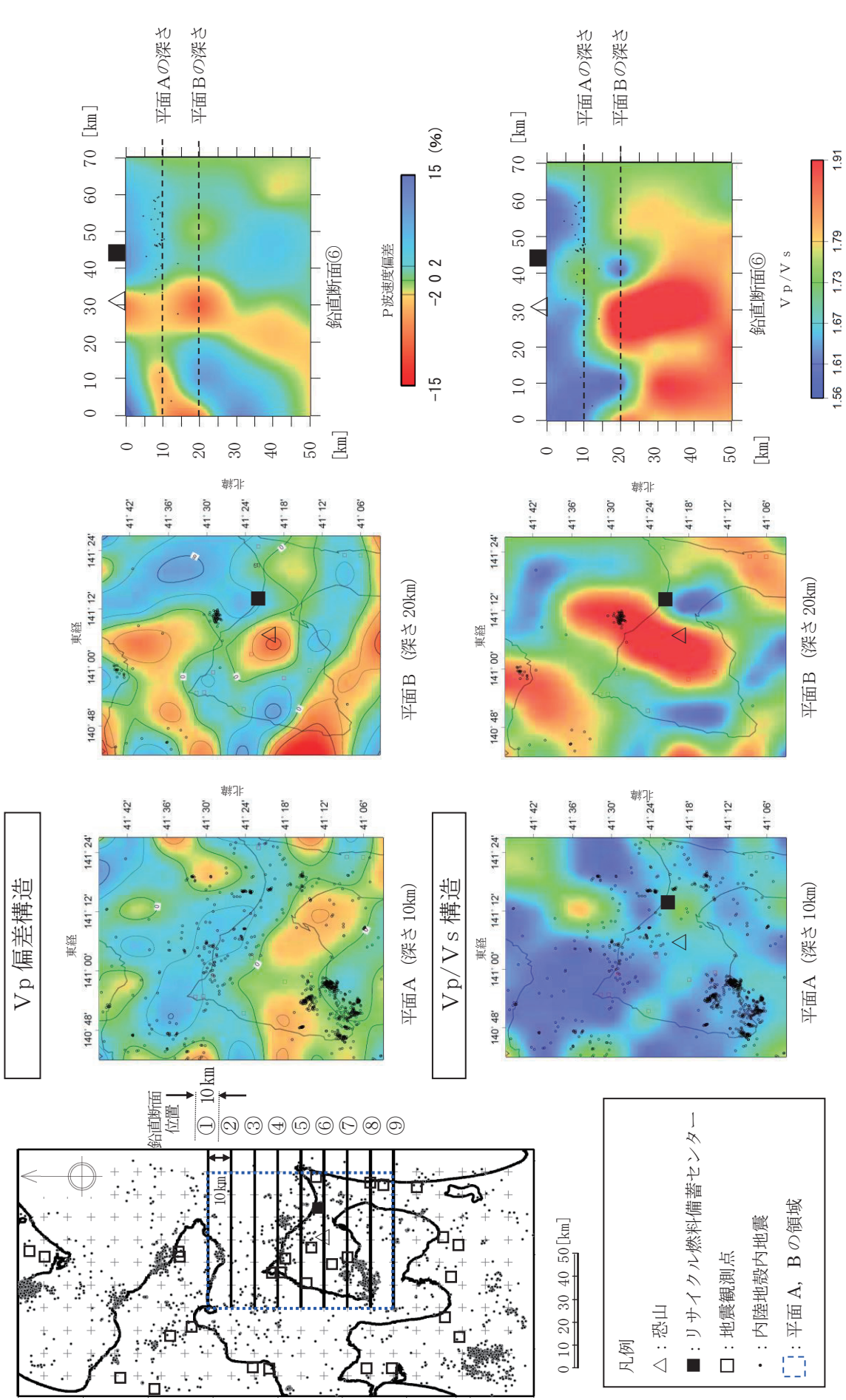
第7.3-6図 宇曾利カルデラ内の地質図及びボーリング位置図



第7.3-7図 宇曾利山湖岸に分布する堆積物の模式断面図

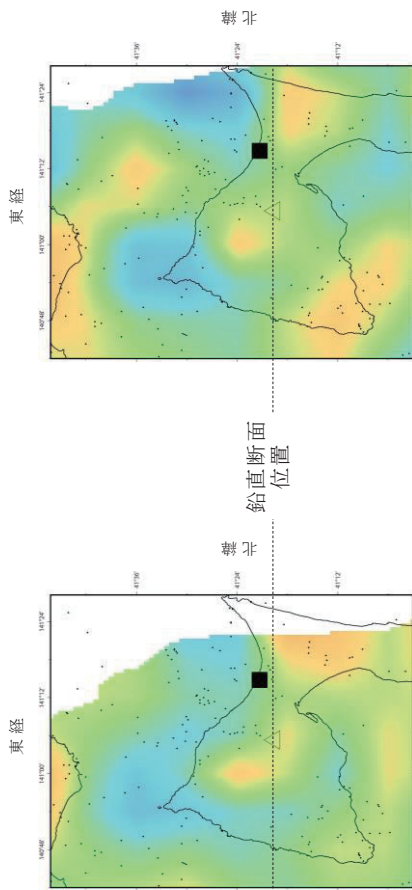


第7.3-8図 恐山の階段ダイアグラム



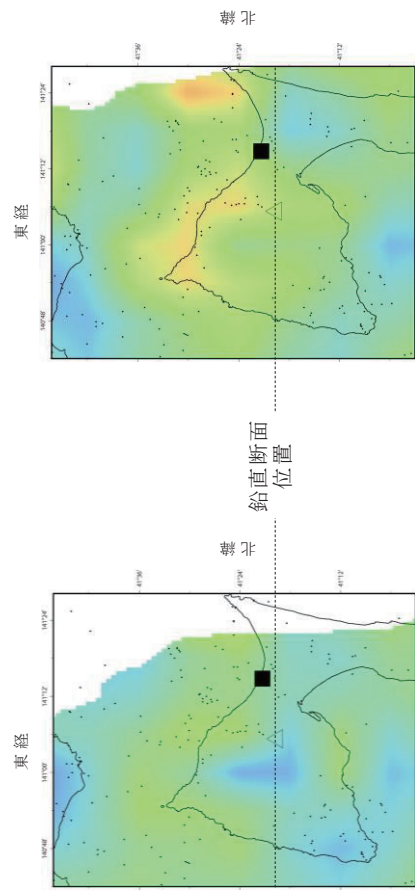
第7.3-9図 V_p 偏差及びV_p/V_s 構造 (恐山付近)

V_p 偏差構造

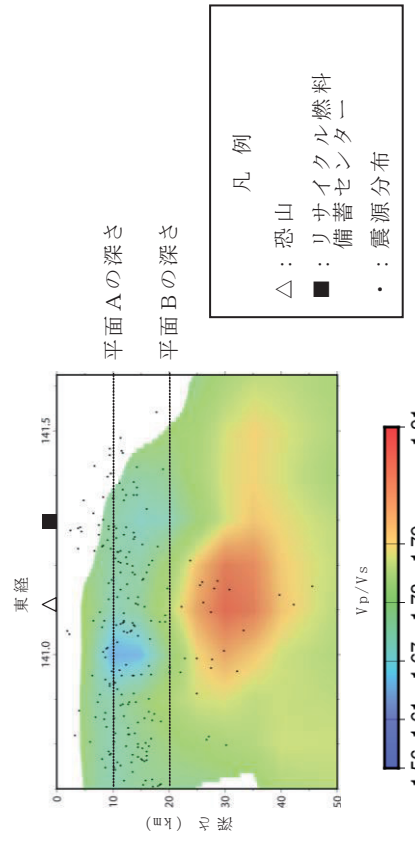
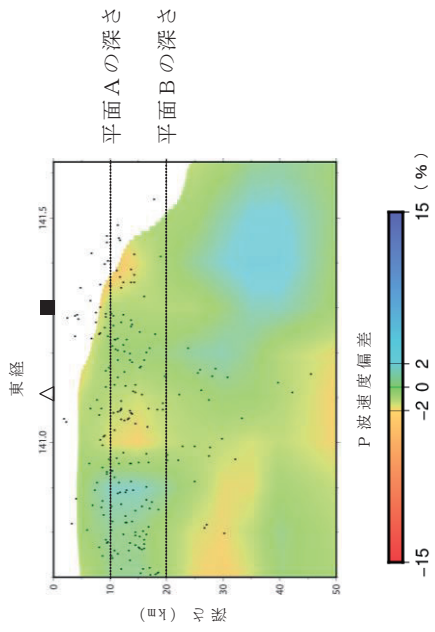


平面 A (深さ 10 km)

V_p/V_s 構造

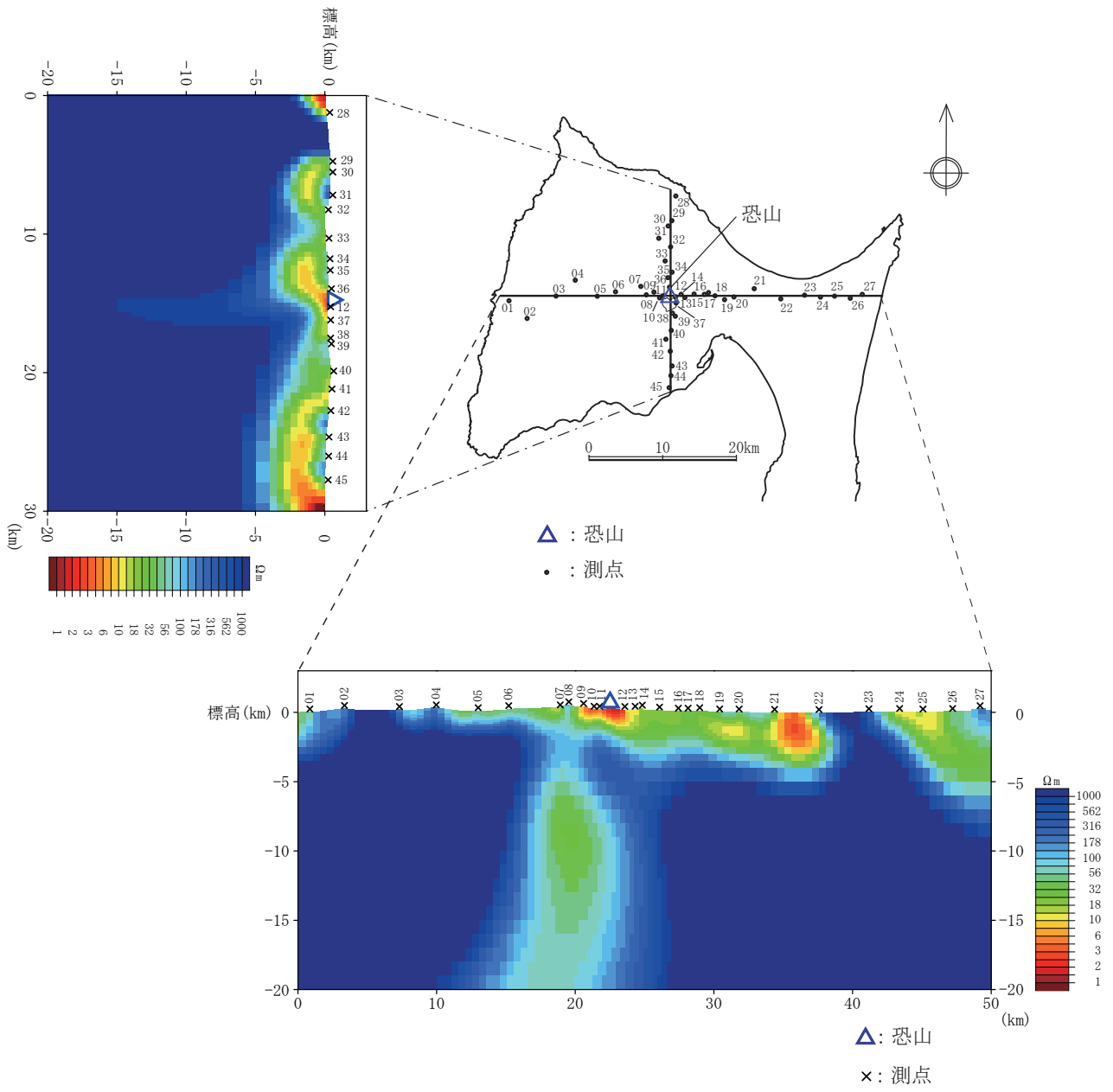


平面 A (深さ 10 km)

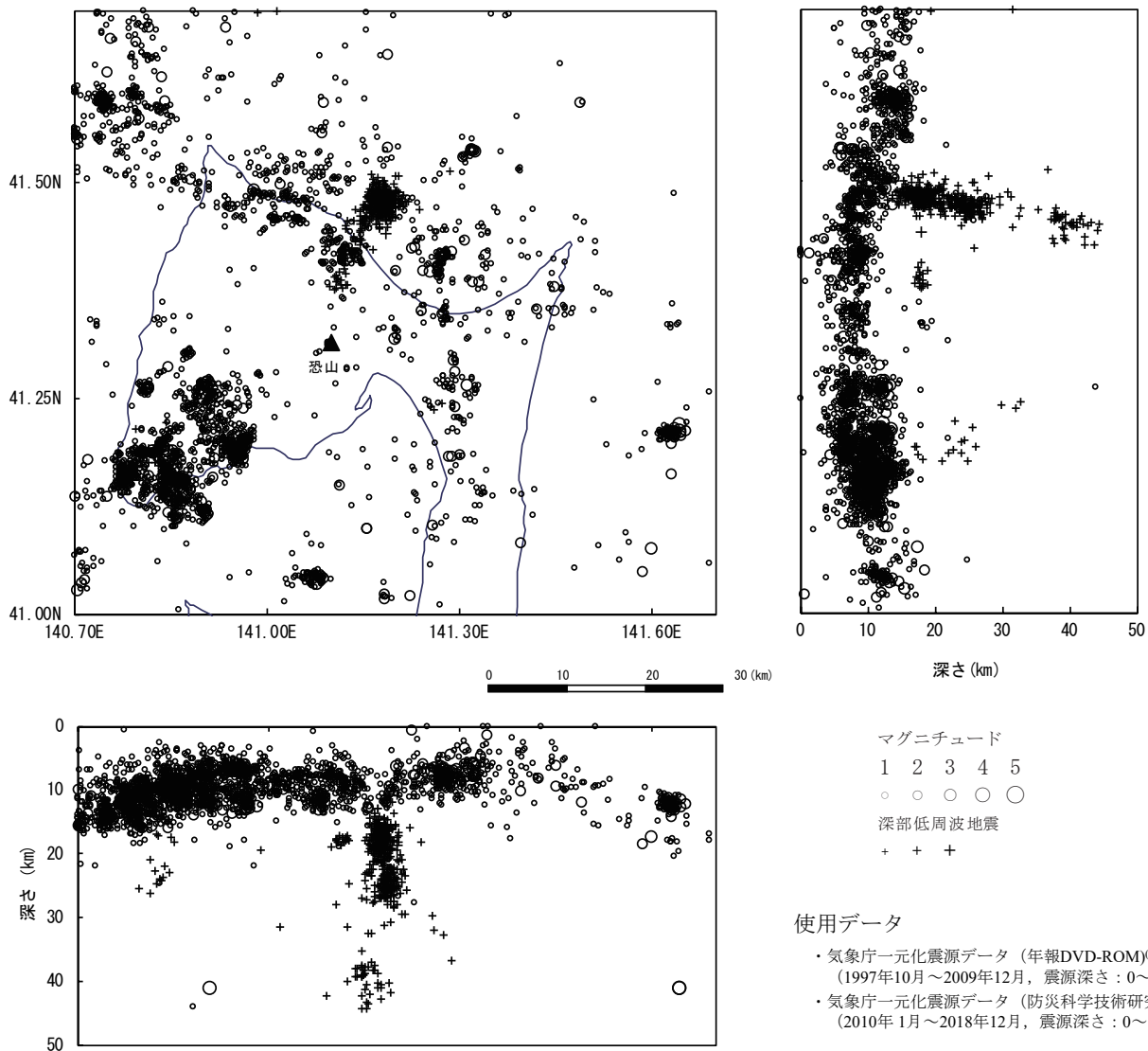


Matsubara et al. (2019) ⁽³¹⁾ のデータを用いて作成

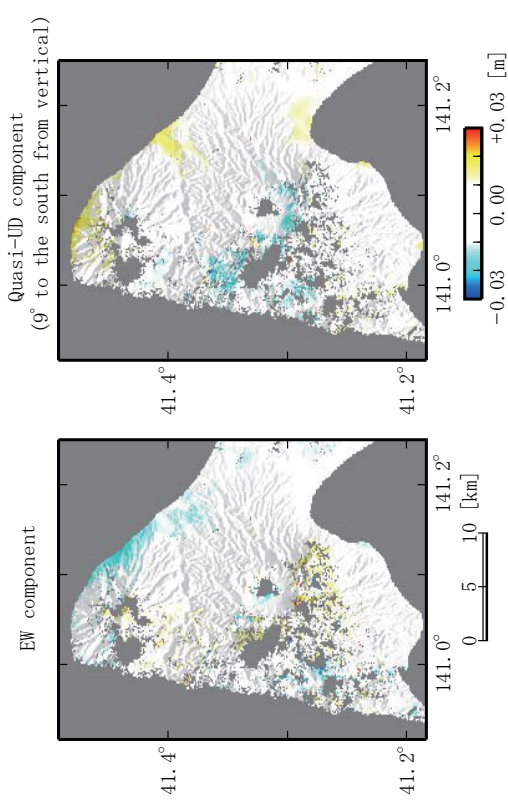
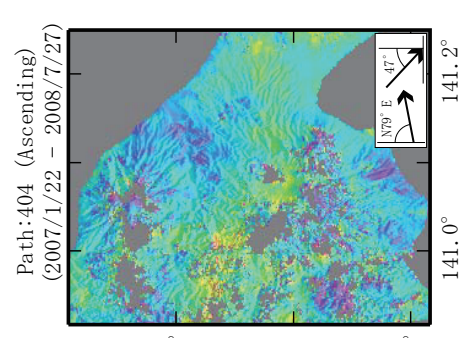
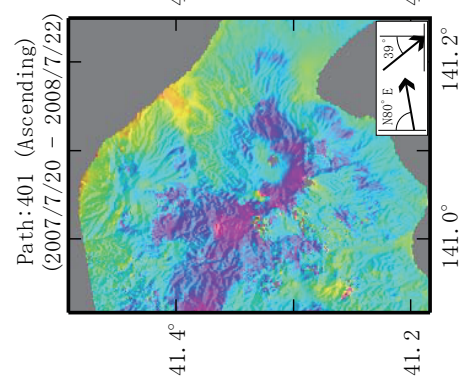
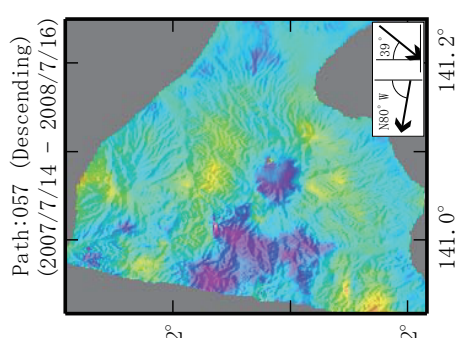
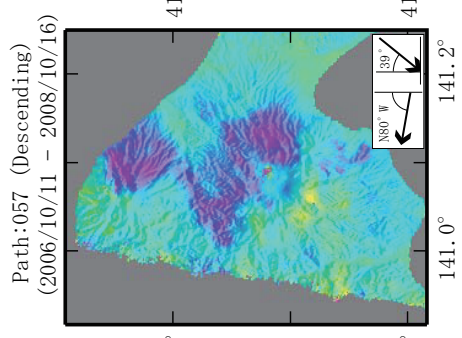
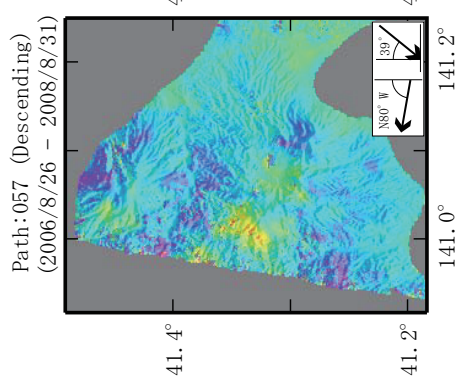
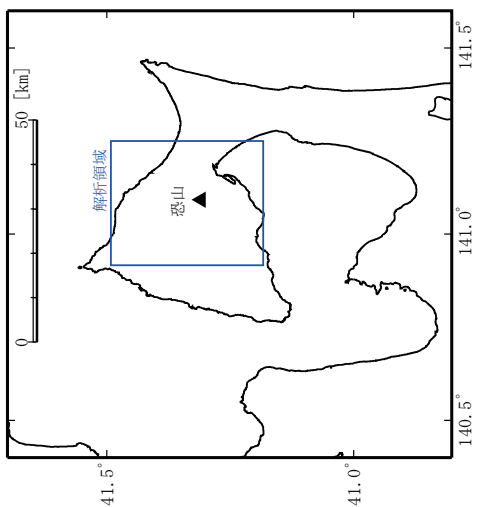
第7.3-10図 Matsubara et al. (2019) による V_p 偏差及び V_p/V_s 構造 (恐山付近)



第7.3-11図 恐山を通る比抵抗構造



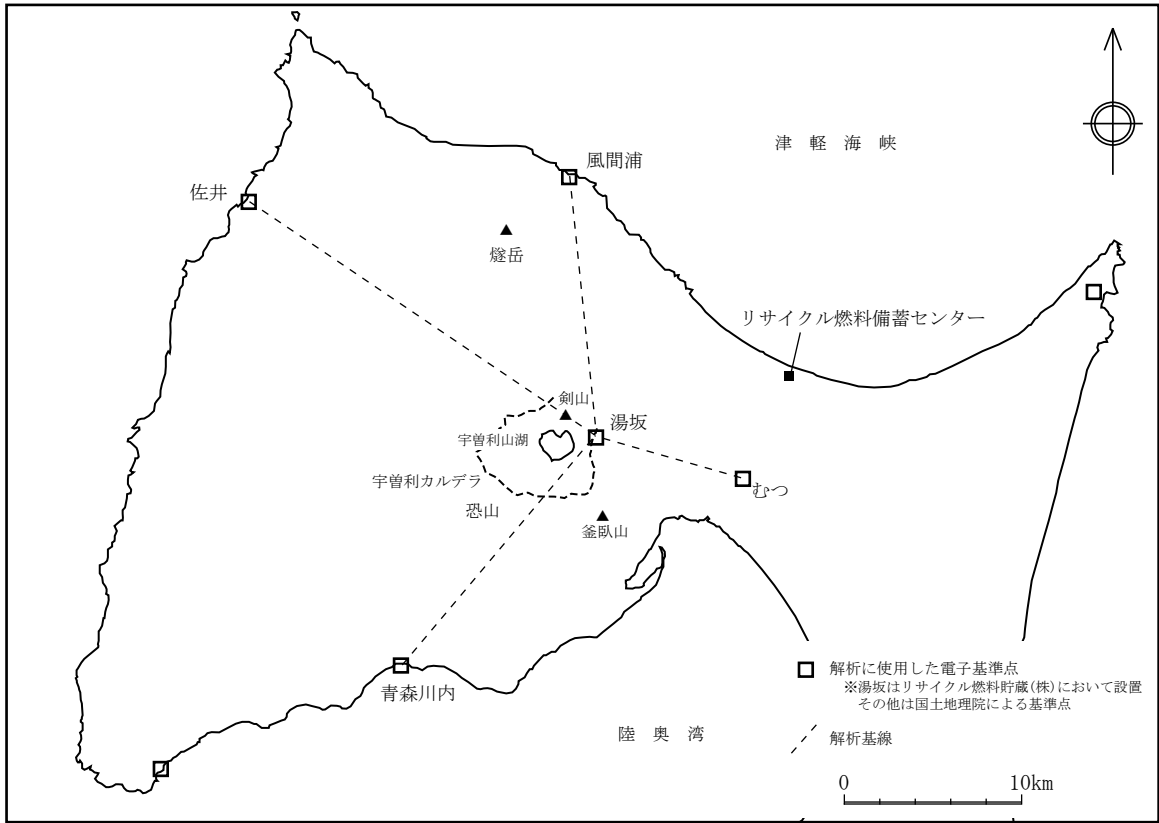
第7.3-12図 恐山周辺の地震活動
(気象庁一元化震源データ: 1997年10月～2018年12月)



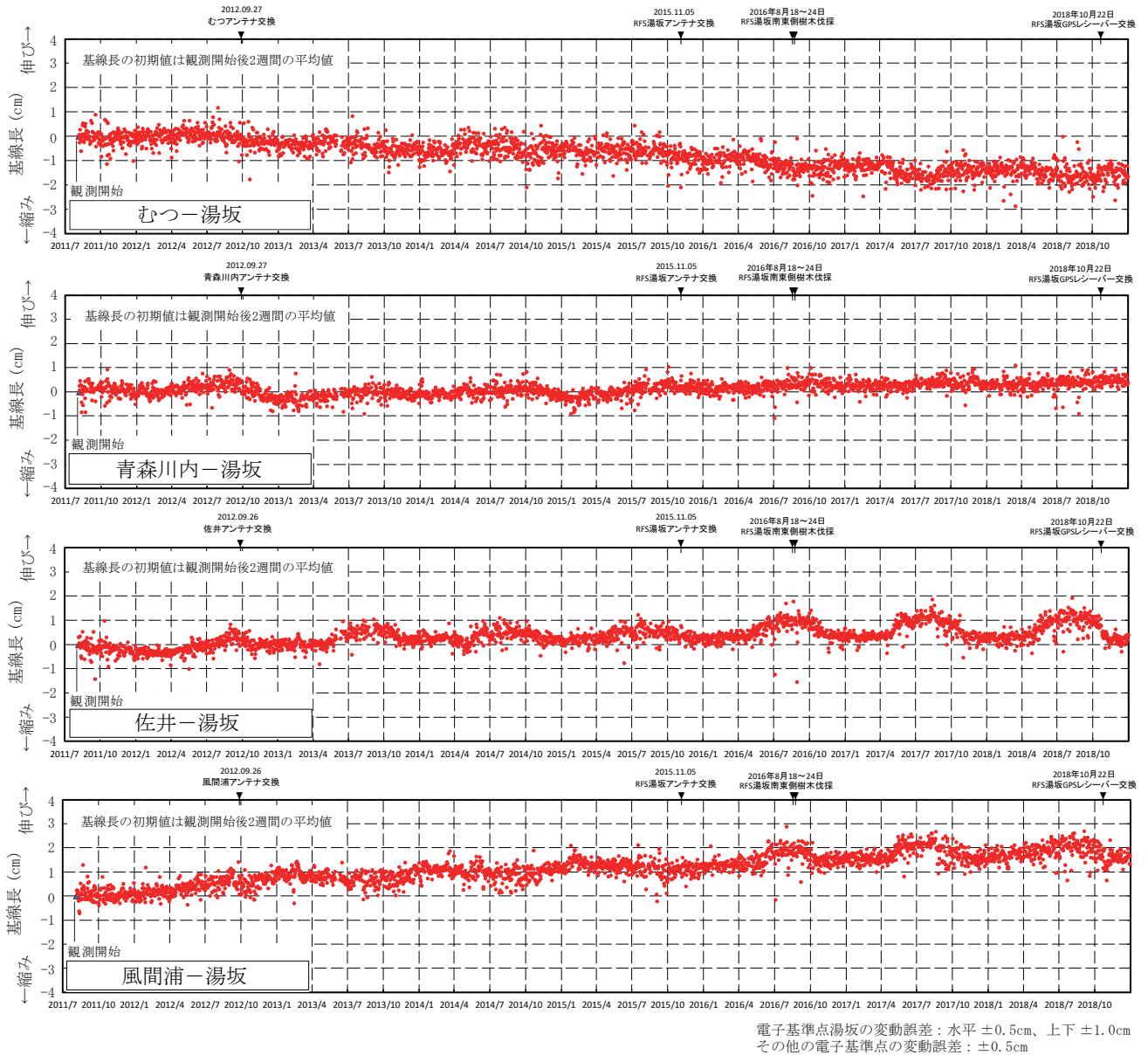
SARデータから作成した差分干渉画像。用いたデータの観測日は図上に記述。挿入図はレーダ波の入射方向を示す。干渉解析から得られる地殻変動成分は、地殻変動ベクトルと入射方向の単位ベクトルとの内積値である。

5つの干渉画像から最小二乗法で求めた年平均の地殻変動量。左図は地殻変動の東西成分を示し、右図は準上下成分を示す。準上下成分は垂直から南に9度傾く成分である。

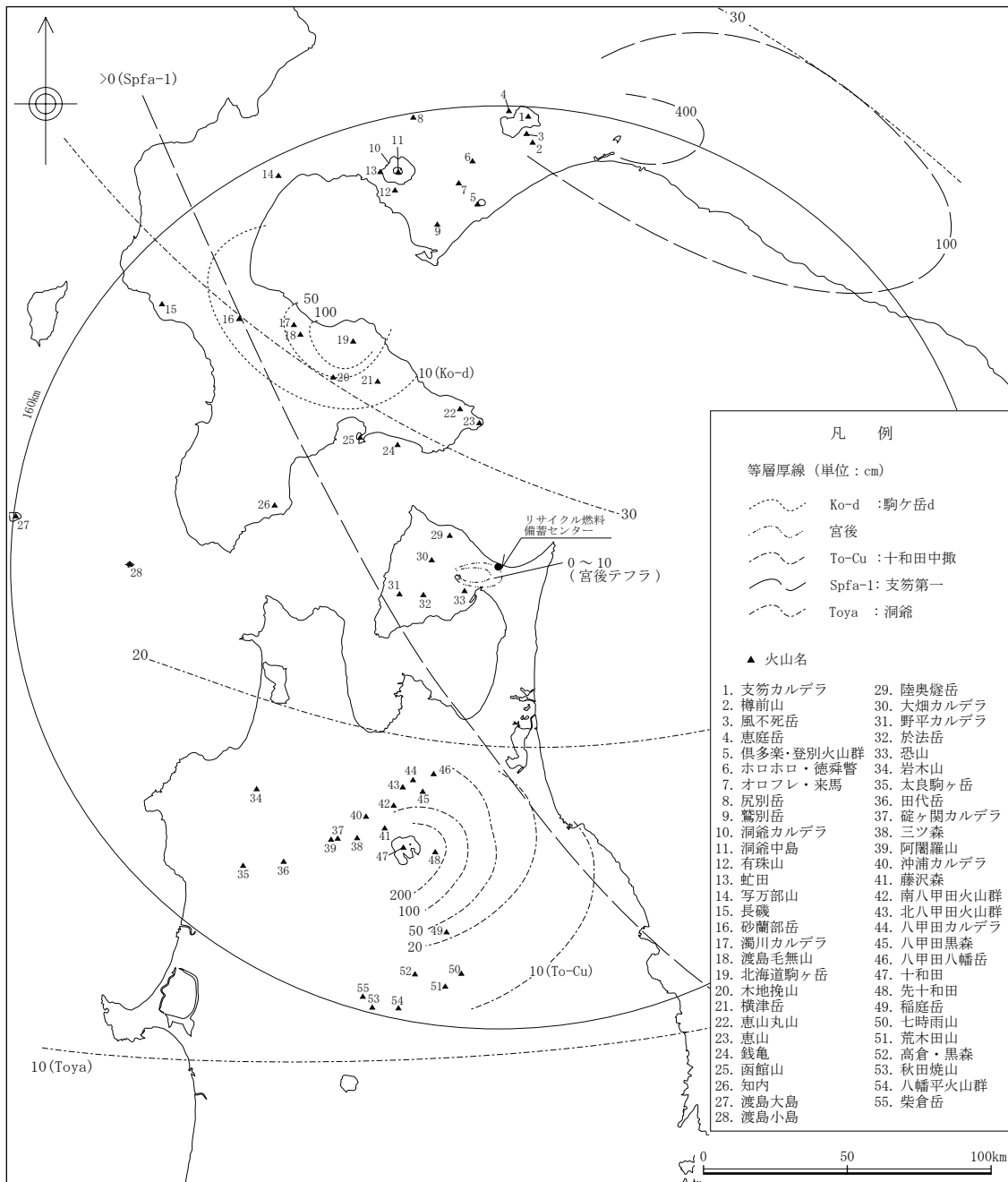
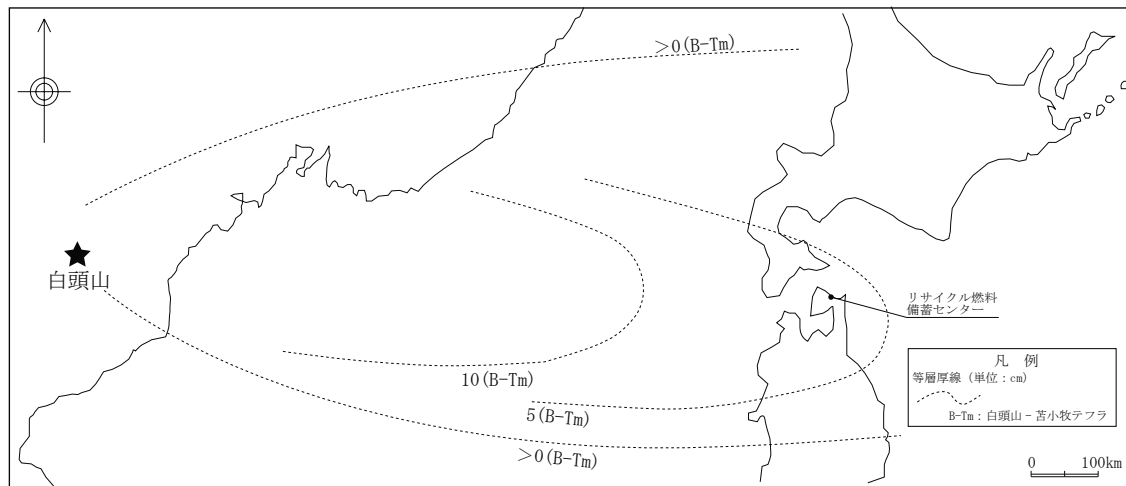
第7.3-13図 恐山付近の干渉SAR解析結果



第7.3-14図(1) 電子基準点の位置図及び解析基線

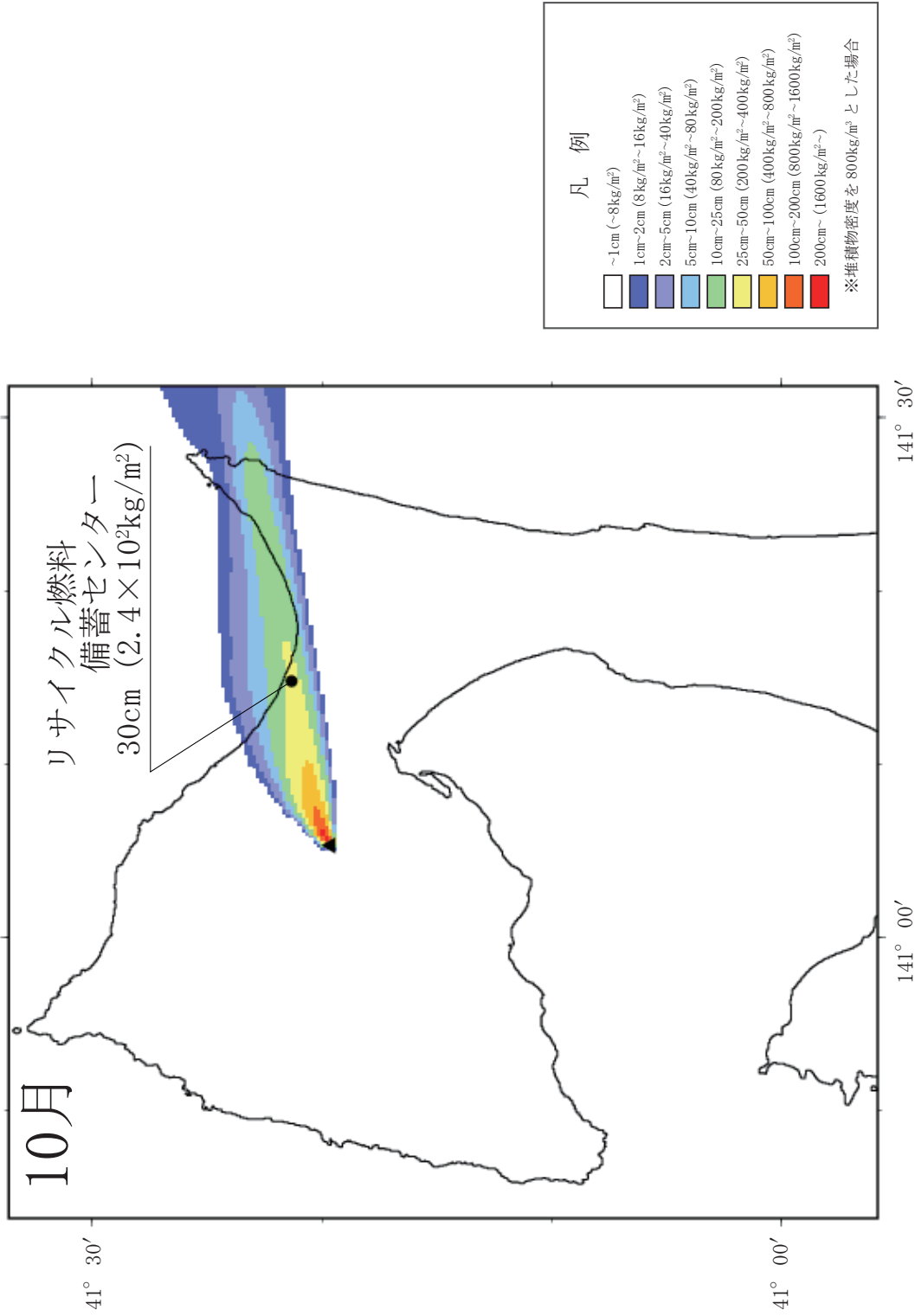


第7.3-14図(2) 基線長変化：観測期間：2011年8月～2018年12月



注) 第四紀火山の位置及び名称は中野ほか編 (2013)¹⁰⁾ による。
 降下火砕物の名称及び等層厚線は町田・新井 (2011)¹³⁾ 及び当社の地質調査結果に基づく。

第7.3-15 図 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物



第7.3-16図 降下火砕物シミュレーション結果 (宮後テフラ)

8. 竜巻

竜巻影響評価は「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（平成26年9月17日原規技発第1409172号原子力規制委員会決定）（以下「ガイド」という。）に基づき実施する。

基準竜巻及び設計竜巻の設定は、竜巻検討地域の設定、基準竜巻の最大風速の設定及び設計竜巻の最大風速の設定の流れで実施する。

8.1 竜巻検討地域の設定

リサイクル燃料備蓄センターが立地する地域と気象条件の類似性を考慮し、竜巻検討地域を設定する。

リサイクル燃料備蓄センターが立地する地域は青森県北部の下北半島に位置し、陸奥湾と津軽海峡の間の狭隘な地点の津軽海峡側に立地している。青森県は、八甲田山系を境にして西側の日本海側気候区と東側の太平洋側気候区に分けられるが、津軽海峡に面した下北半島や津軽半島北部は低温と強風（やませ）を特徴とした独立の気候区を形成している。

リサイクル燃料備蓄センターの周辺における竜巻の発生状況について、気象庁が公開している「竜巻等の突風データベース（1961年～2012年6月）」（以下「気象庁竜巻データベース」という。）⁽¹⁾をもとに、国際原子力機関の基準⁽²⁾で示された一般的な対象評価範囲10万km²を目安として、リサイクル燃料備蓄センターを中心とした半径約180km圏内の地域における1961年から2012年6月までの竜巻発生状況について確認した。その結果を第8.1-1図に示す。

竜巻の発生状況については、気象庁でも採用している突風の強さを示す「藤田スケール」（以下「Fスケール」という。第8.1-1表参照。）で区別した。立地地域周辺における竜巻の発生状況は、確認した範囲においては全般的に竜巻の発生数は少なく、特にリサイクル燃料備蓄センターから半径100km以内においては過去に発生した竜巻は少ない。確認した範囲において発生した竜巻のうち、最大のものはF2スケールであった。

リサイクル燃料備蓄センターに対する竜巻検討地域については、ガイドを参考に、リサイクル燃料備蓄センターが立地する地域と気象条件の類似性、また、リサイクル燃料備蓄センター周辺における竜巻の発生状況に鑑み以下の点を考慮して検討を行う。

- (a) 国際原子力機関の基準を参考とし、リサイクル燃料備蓄センターを中心とした半径 180km (約 10 万 km²) の範囲を目安とする。
- (b) 日本海側と太平洋側では気象条件が異なることを考慮して、北海道南部及び東北地方北部の太平洋側を候補とする。
- (c) 竜巻検討地域の端部境界については、分水嶺等を参考に設定する。
- (d) リサイクル燃料備蓄センターは海岸線から約 500mの地点に立地しているため、ガイドを参考に海岸線から陸側 5 km 及び海側 5 km の範囲を設定する。

その結果、北海道南部の太平洋側（白神岬～襟裳岬）及び東北地方の太平洋側（青森県竜飛岬～宮城県御崎岬）の海岸線に沿った海側 5 km 及び陸側 5 km の地域（面積約 13, 200km²）を竜巻検討地域として設定することとする。設定した竜巻検討地域を第 8.1-2 図に示す。

8.2 基準竜巻の最大風速の設定

基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1}) 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2}) とを比較し、風速の大きい値を基準竜巻の最大風速として設定する。

(1) 過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1})

竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の抽出の結果、設定した竜巻検討地域内で 1961 年～2012 年 6 月に発生事例として把握された竜巻の総数は 16 個であり、このうち、最も大きな規模のものは F スケールにおける F 2 スケール (50m/s～69m/s) である。

一方、竜巻影響評価ガイドの原則に従い、日本で過去 (1961 年～2012 年 6 月) に発生した最大規模のものは、F 3 スケール (70m/s～92m/s) である。

前者は、基準竜巻の設定に用いたデータが過去の記録に基づくものであること及び突風関連指数による解析は相対的な傾向を把握するためのものであることを踏まえ、保守性を考慮し後者の最大風速 92m/s を採用し、 $V_{B1}=92\text{m/s}$ と設定する。

第 8.2-1 表に、竜巻検討地域における過去に発生した竜巻の一覧を、第 8.2-2 表に、日本で過去に発生した最大竜巻の一覧を示す。

(2) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})

竜巻最大風速のハザード曲線については、ガイドに基づき、竜巻に遭遇しかつ竜巻がある風速以上になる確率モデルの推定法 (Wen & Chu 及び Garson et al.)⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ 及び独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究の成果 (以下「東京工芸大委託成果」という。)

⁽⁶⁾ を参考として算出する。本評価は、竜巻データの分析、竜巻風速、被害幅及び被害長さの確率密度分布の算定、相関係数の算定並びにハザ

ード曲線の算定によって構成される。

a. 竜巻の発生頻度の分析

気象庁竜巻データベースより、竜巻検討地域における 1961 年から 2012 年 6 月までの 51.5 年間の統計量を F スケール別に算出する。なお、観測体制の変遷による観測データ品質のばらつきを踏まえ、以下の (a) から (f) の基本的な考え方に基づいて整理を行う。

(a) F 2 以上の竜巻については、被害規模が大きく見逃されることが少なかったとして、1961 年以降の全期間の統計量をもとにする。

(b) F 1 の竜巻については、観測体制が整備された 1991 年以降の年間発生数がそれ以前の 30 年間の発生数を上回ることから、1991 年以降の統計量をもとにする。

(c) F 0 及び大きさ不明の竜巻については、観測体制が強化される以前は被害が小さく見逃された可能性が大きいことから、観測体制が強化された 2007 年以降の統計量をもとにする。

(d) 51.5 年間の発生数について、各統計量の観測期間との比率から F スケール毎に推計する。発生数であるため、小数点以下については切り上げて整数値とする。

(e) 海上竜巻で F スケール不明の場合、被害痕跡等が残っていないため、その F スケールを推定することは難しい。そこで、沿岸部近傍では竜巻の発生状況については陸上と海上で変わらないと仮定し、F スケール不明の海上竜巻については、陸上の F スケール別発生比率で按分する。発生数であるため、小数点以下については切り上げて整数値とする。

(f) (e) の算出結果を、各 F スケールで発生した竜巻発生数に加算する。

以上を踏まえて、第 8.2-3 表のとおり、観測データから 51.5 年間の推定データを評価する。

竜巻は、その発生が多い年がある一方で全く発生していない年が続く場合があり、発生数の変動が大きい。このような特徴を考慮し、東京工芸大委託成果を参考としてポリヤ分布による推定 51.5 年間の発生数 41 個の年平均値(0.80)及び標準偏差(1.08)に対する分布状況について確認した。その結果を第 8.2-1 図に示す。ハザード曲線の評価に当たって使用する竜巻の年発生数の確率分布は、第 8.2-1 図に示すとおりポリヤ分布を採用する。

b. 竜巻の最大風速，被害幅及び被害長さの確率密度分布並びに相関係数

竜巻発生数と同様に推定 51.5 年間のデータに基づく最大風速，被害幅及び被害長さに関する統計量をもとに，確率密度分布については，ガイド及び東京工芸大委託成果を参考として第 8.2-2 図から第 8.2-4 図に示すとおり対数正規分布に従うものとする。なお，被害幅及び被害長さの分析に利用可能なデータ数は，風速（F スケール）がわかるデータに比べて少ないため，推定 51.5 年間の竜巻発生数と対応した被害幅及び被害長さの統計量の分析は，以下の手順で行う。

- (a) 観測データ数を確保するために，1961 年以降の被害幅及び被害長さのデータをもととし，そのデータを F スケールごとに仕分ける。
- (b) 各 F スケールに対し，上記で抽出された被害幅及び被害長さのデータを大きい順に並べ替え，51.5 年間の発生数分だけ繰り返しサンプリングを行い推定 51.5 年間のデータとする。観測データ数の整数倍とならない個数分については大きな値から順にサンプリングする。また，相関係数については過去に発生した竜巻での最大風速，被害

幅及び被害長さの関係を評価することから、繰り返しサンプリングを行った推定 51.5 年間のデータではなく、過去の観測データをもとにその対数値の相関係数を評価する。評価結果を第 8.2-4 表に示す。

c. 竜巻影響エリアの設定

リサイクル燃料備蓄センターの竜巻影響エリアは、外部事象防護施設である使用済燃料貯蔵建屋の代表幅を直径とする方向性を持たない円形状とする。その代表幅 L は、使用済燃料貯蔵建屋の第 8.2-5 図に示す領域約 131m × 約 62m の対角線長さ約 145m を保守的に考慮して、L = 150m を直径とする円形を竜巻影響エリアとして設定する。

d. ハザード曲線の算定

竜巻の年発生数の確率分布及び最大風速の確率分布をもとに、東京工芸大委託成果を参考とし、以下に示すとおり Garson et al. の方法⁽⁴⁾⁽⁵⁾ に沿ってハザード曲線の算定をする。

D を検討対象構造物が風速 V_0 以上の竜巻に遭遇する事象とし、ある竜巻が対象構造物を襲い、その竜巻の風速が V_0 以上となる確率を $R(V_0)$ とする。また、ある竜巻の風速が V_0 以上となる面積を $DA(V_0)$ とし、その期待値を $E[DA(V_0)]$ にて表す。

これに基づき、竜巻の最大風速 V 、被害幅 w 、被害長さ l の統計値から、次式の対数正規分布型の確率分布を与える。

$$f(V, w, l) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^3 |\Sigma|^{1/2}} \frac{1}{Vwl} \exp\left(-\frac{1}{2}(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})^T \Sigma^{-1}(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})\right)$$

$$\text{ここで, } \mathbf{x} = \begin{Bmatrix} \ln(V) \\ \ln(w) \\ \ln(l) \end{Bmatrix}, \boldsymbol{\mu} = \begin{Bmatrix} \mu_V \\ \mu_w \\ \mu_l \end{Bmatrix}, \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_V^2 & \sigma_V \sigma_w \rho_{Vw} & \sigma_V \sigma_l \rho_{Vl} \\ \sigma_V \sigma_w \rho_{Vw} & \sigma_w^2 & \sigma_w \sigma_l \rho_{wl} \\ \sigma_V \sigma_l \rho_{Vl} & \sigma_w \sigma_l \rho_{wl} & \sigma_l^2 \end{bmatrix}$$

T : 転置行列

x : 最大風速, 被害幅, 被害長さの対数値 $\ln(V)$, $\ln(w)$, $\ln(l)$ によるベクトル

μ : 各統計値から評価した最大風速, 被害幅, 被害長さの対数値の平均からなるベクトル

Σ : $\ln(V)$, $\ln(w)$, $\ln(l)$ から評価した標準偏差と相関係数からなる分散共分散行列

得られた平均と分散共分散行列をもとに, 竜巻影響エリアの代表幅を考慮し, 次式にて $DA(V_0)$ の期待値 $E[DA(V_0)]$ を評価する。

$$E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + L \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} l f(V, l) dV dl + L \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) f(V, w) dV dw + S \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$$

ここで,

L : 竜巻影響エリアの代表幅 (150m)

S : 竜巻影響エリアの面積 (約 17,672m²)

$f(V, l)$, $f(V, w)$, $f(V)$:

$f(V, w, l)$ をもとに各成分を抽出した関数

上記の式の右辺第1項は, 竜巻の被害幅と被害長さの積 (被害面積) を示しており, 点構造物に対する被害に対応する。第2項は被害長さと構造物寸法の積, 第3項は被害幅と構造物寸法の積であり, 面構造物あるいは線状構造物の被害面積を示す。第4項は建物面積に依存する項である。また, 無限大までの積分の上限については, 幅及び長さは対数値の平均 + 4 σ (標準偏差) までとし, 風速は 120m/s までとする。

また, 被害領域内には, 竜巻の被害幅 w のうち風速が V_0 を超え

る部分の幅を与える次式を考慮する。

$$W(V_0) = \left(\frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w$$

ここで、 V_{\min} は被害が発生し始める風速であり “gale intensity velocity” と呼ばれている。米国国立気象局においては 34 ノット～47 ノット (17.5m/s～24.2m/s) と定義されており、日本の気象庁が使用している風力階級では、風力 8 が疾強風 (gale : 17.2m/s～20.7m/s, 小枝が折れ風に向かって歩けない), 風力 9 が大強風 (strong gale : 20.8m/s～24.4m/s, 瓦が飛び煙突が折れる) と分類されている。以上を参考にして、 $V_{\min}=25\text{m/s}$ と設定する。

竜巻検討地域の面積 A_0 及び上記の $DA(V_0)$ の期待値 $E[DA(V_0)]$ から、対象構造物が竜巻による被害を受け、その竜巻の風速が V_0 以上となる確率 $R(V_0)$ を次式にて評価する。

$$R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0}$$

発生数がポリヤ分布に従うものとし、年超過確率 P_{V_0} を次式にて評価する。

$$\begin{aligned} P_{V_0} &= 1 - [1 + \beta v R(V_0)]^{-1/\beta} = 1 - [1 - \frac{1}{\beta} (\beta v R(V_0)) + \dots] \\ &\approx v R(V_0) = \frac{v}{A_0} E[DA(V_0)] = p E[DA(V_0)] \end{aligned}$$

ここで、

$$\beta = (\sigma^2 - v) / v^2$$

v : 年平均発生数

σ : 年発生数の標準偏差

$p (= v / A_0)$: 単位面積当たりの年発生確率

e. ハザード曲線および発生状況による竜巻最大風速の設定

ハザード曲線の算出にあたって使用した竜巻の統計データについては、Fスケール不明の海上竜巻の発生数について陸上竜巻のFスケール別発生比率で按分して取り扱っているが、竜巻検討地域の設定に伴う竜巻ハザード曲線算出のためのデータの不確実性（竜巻検討地域内で発生した竜巻16個のうち4個が規模不明であること）等の観点から、年超過確率について 10^{-5} から一桁下げた 10^{-6} に相当する風速について考慮する。

また、ハザード曲線の保守性を持たせるため、竜巻検討地域内を10km幅に区切った場合に加え、1km幅に区切った場合においても考慮することとし、ハザード曲線を算定するために必要なデータが存在する陸側0km～1km及び陸側1km～2kmの場合とする。被害長さの統計量は、竜巻の発生地点から消滅地点までの直線が当該1km幅にかかる長さをもとに算定する。発生地点と消滅地点が同一の場合は、被害長さは0mとする。

これら算定したハザード曲線より、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 V_{B2} は、陸側0km～1kmにおける年超過確率 10^{-6} に相当する風速とし、67m/sと設定する。

竜巻最大風速のハザード曲線を第8.2-6図に示す。

(3) 基準竜巻の最大風速 (V_B)

日本において過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1}=92\text{m/s}$ 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2}=67\text{m/s}$ を比較し、大きい風速とし、92m/sと設定する。

8.3 設計竜巻の最大風速の設定

リサイクル燃料備蓄センターが立地する地域の特性として、周辺の地形や竜巻の移動方向を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しの有無を検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。

リサイクル燃料備蓄センターが立地する地域は、北側が津軽海峡に面し、海側を除く三方を一部の森林を含むなだらかな台地に囲まれた標高 20m 前後の丘陵地である。

このことから、リサイクル燃料備蓄センターにおいては地形効果による竜巻の増幅を考慮する必要はないと考えられることから、設計竜巻の最大風速 V_D については基準竜巻の最大風速 $V_B = 92\text{m/s}$ と同等とし、 92m/s とするが、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傾向が考えられ、竜巻の規模や発生数が増加することが予想される。このことから、設計及び運用に保守性を持たせることを考慮して 100m/s と設定した。

8.4 参考文献

- (1) 気象庁, 竜巻等の突風データベース : 年代別の事例一覧,
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/list/2011.html>, (参照 2013. 5.22)
- (2) International Atomic Energy Agency, Specific Safety Guide No. SSG-18, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, 2011
- (3) Wen, Y. K. and Chu, S. L., “Tornado Risks and Design Wind Speed” ,
Journal of Structural Division, ASCE, Vol. 99, No. 12, 2409-2421,
1973
- (4) Garson, R. C., Catalan, J. M. and Cornell, C. A., “Tornado Risk
Evaluation Using Wind Speed Profiles” , Journal of Structural
Division, ASCE, Vol. 101, No. 5, 1167-1171, 1975
- (5) Garson, R. C., Catalan, J. M. and Cornell, C. A., “Tornado Design
Winds Based on Risk” , Journal of Structural Division, ASCE, Vol.
101, No. 9, 1883-1897, 1975
- (6) 東京工芸大学, 平成 21~22 年度原子力安全基盤調査研究 (平成 22 年
度) : 竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究, 平成 23 年 2
月

第 8.1-1 表 藤田スケール

| スケール | F スケールによる 風速 (m/s) | 想定される被害 |
|------|-----------------------|---------------|
| F 0 | 17～32 | 軽微な被害 |
| F 1 | 33～49 | 中程度の被害 |
| F 2 | 50～69 | 大きな被害 |
| F 3 | 70～92 | 重大な被害 |
| F 4 | 93～116 | ほぼ全壊に近い壊滅的な被害 |
| F 5 | 117～142 | 完全な破壊 |

第8.2-1表 竜巻検討地域における過去の竜巻発生状況
(1961年～2012年6月)

| No. | 現象 区別 | 発生日時 | 発生場所 | | | 藤田 スケール | 被害幅 (m) | 被害長さ (km) | 観測場 | |
|--------|----------|-------------------|-----------|------------|---------|------------|------------|--------------|---------|---------------------------|
| | | | 緯度 | 経度 | 都道府県 | | | | | 市町村 |
| (F2相当) | | | | | | | | | | |
| 1 | 竜巻 | 1965年09月05日11時40分 | 41度17分30秒 | 141度10分0秒 | 青森県 | むつ市 | (F2) | 20～35 | 1.5～2.0 | 閉塞前線 |
| 2 | 竜巻 | 1980年10月31日09時30分 | 42度25分30秒 | 142度13分24秒 | 北海道日高支庁 | 沙流郡門別町 | (F1～F2) | 不明 | 不明 | 閉塞前線 |
| 3 | 竜巻 | 1994年10月05日06時35分 | 42度27分29秒 | 142度10分23秒 | 北海道日高支庁 | 沙流郡門別町 | F1～F2 | 20～30 | 2.5～3.0 | 寒冷前線 |
| 4 | 竜巻 | 2004年10月22日16時50分 | 42度25分53秒 | 142度12分42秒 | 北海道日高支庁 | 沙流郡門別町 | F2 | 不明 | 0.4～0.5 | 寒冷前線, 暖気の移流 |
| (F1相当) | | | | | | | | | | |
| 5 | 竜巻 | 1992年08月07日16時04分 | 38度51分30秒 | 141度40分15秒 | 宮城県 | 本吉郡唐桑町 | F1 | 300～400 | 0.6～0.7 | 局地性じょう乱, 雷雨(熱雷) |
| 6 | 竜巻 | 1994年10月05日06時15分 | 42度27分43秒 | 142度9分39秒 | 北海道日高支庁 | 沙流郡門別町 | F1 | 50～60 | 1.0 | 寒冷前線 |
| 7 | 竜巻 | 1997年10月07日12時50分 | 42度36分13秒 | 141度29分9秒 | 北海道胆振支庁 | 苫小牧市 | F1 | 200～300 | 2.5 | 雷雨(熱雷を除く) 暖気の移流, 寒気の移流 |
| 8 | 竜巻 | 2006年10月11日22時30分 | 42度16分34秒 | 142度30分32秒 | 北海道日高支庁 | 新ひだか町 | F1 | 30 | 0.5 | 寒冷前線 |
| 9 | 竜巻 | 2006年10月11日22時15分 | 42度16分40秒 | 142度36分21秒 | 北海道日高支庁 | 新ひだか町 | F1 | 30 | 0.4 | 寒冷前線 |
| 10 | 竜巻 | 2006年11月07日11時40分 | 42度25分37秒 | 142度13分22秒 | 北海道日高支庁 | 沙流郡日高町 | F1 | 20～100 | 2.5 | 寒冷前線, 暖気の移流 |
| 11 | 竜巻 | 2008年11月07日08時50分 | 42度8分1秒 | 142度52分21秒 | 北海道日高支庁 | 様似郡様似町 | F0～F1 | 10～20 | 0.7 | 寒冷前線 |
| (F0相当) | | | | | | | | | | |
| 12 | 竜巻 | 2005年10月02日19時30分 | 42度29分25秒 | 140度49分52秒 | 北海道胆振支庁 | 伊達市 | F0 | 不明 | 0.4～0.5 | 寒冷前線 |
| (陸上不明) | | | | | | | | | | |
| 13 | 竜巻 | 2006年11月07日11時20分 | 42度25分43秒 | 142度13分28秒 | 北海道日高支庁 | 沙流郡日高町 | 不明 | 不明 | 不明 | 寒冷前線 |
| (海上不明) | | | | | | | | | | |
| 14 | 竜巻 | 2003年09月29日14時40分 | 42度11分0秒 | 142度43分21秒 | 北海道日高支庁 | (海上) | 不明 | 不明 | 不明 | 気圧の谷 |
| 15 | 竜巻 | 2007年10月04日07時50分 | 42度18分10秒 | 140度58分40秒 | 北海道胆振支庁 | (海上) | 不明 | 不明 | 不明 | 気圧の谷, 暖気の移流 地形効果 |
| 16 | 竜巻 | 2007年10月17日07時45分 | 42度0分0秒 | 140度56分0秒 | 北海道渡島支庁 | (海上) | 不明 | 不明 | 不明 | 気圧の谷, 寒気の移流 |

藤田スケールは、ア) 被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ) 文献等からの引用または被害のおおまかな情報等から推定したもの、があり、F2以上の事例ではア) とイ) を区別し、イ) の場合には値を括弧で囲んでいる。F0～F1の事例では、ア) とイ) の区別は行っていない。

第 8.2-2 表 日本で過去に発生した最大竜巻の一覧

| 発生日時 | 発生場所 | | | | 藤田 スケール |
|--------------------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|
| | 緯度 | 経度 | 都道府県 | 市町村 | |
| 2012年05月06日 12時35分 | 36度6分38秒 | 139度56分44秒 | 茨城県 | 常総市 | F3 |
| 2006年11月07日 13時23分 | 43度58分39秒 | 143度42分12秒 | 北海道 網走支庁 | 常呂郡 佐呂間町 | F3 |
| 1999年09月24日 11時07分 | 34度42分4秒 | 137度23分5秒 | 愛知県 | 豊橋市 | F3 |
| 1990年12月11日 19時13分 | 35度25分27秒 | 140度17分19秒 | 千葉県 | 茂原市 | F3 |
| 1971年07月07日 07時50分 | 35度25分27秒 | 139度40分13秒 | 埼玉県 | 浦和市 | (F3) |
| 1990年02月09日 15時15分 | 31度15分38秒 | 130度16分35秒 | 鹿児島県 | 枕崎市 | (F2-F3) |

藤田スケールは、ア) 被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ) 文献等からの引用または被害のおおまかな情報等から推定したもの、があり、F2以上の事例ではア) とイ) を区別し、イ) の場合には値を括弧で囲んでいる。

第 8.2-3 表 推定 51.5 年間の竜巻についての発生数に関する統計量

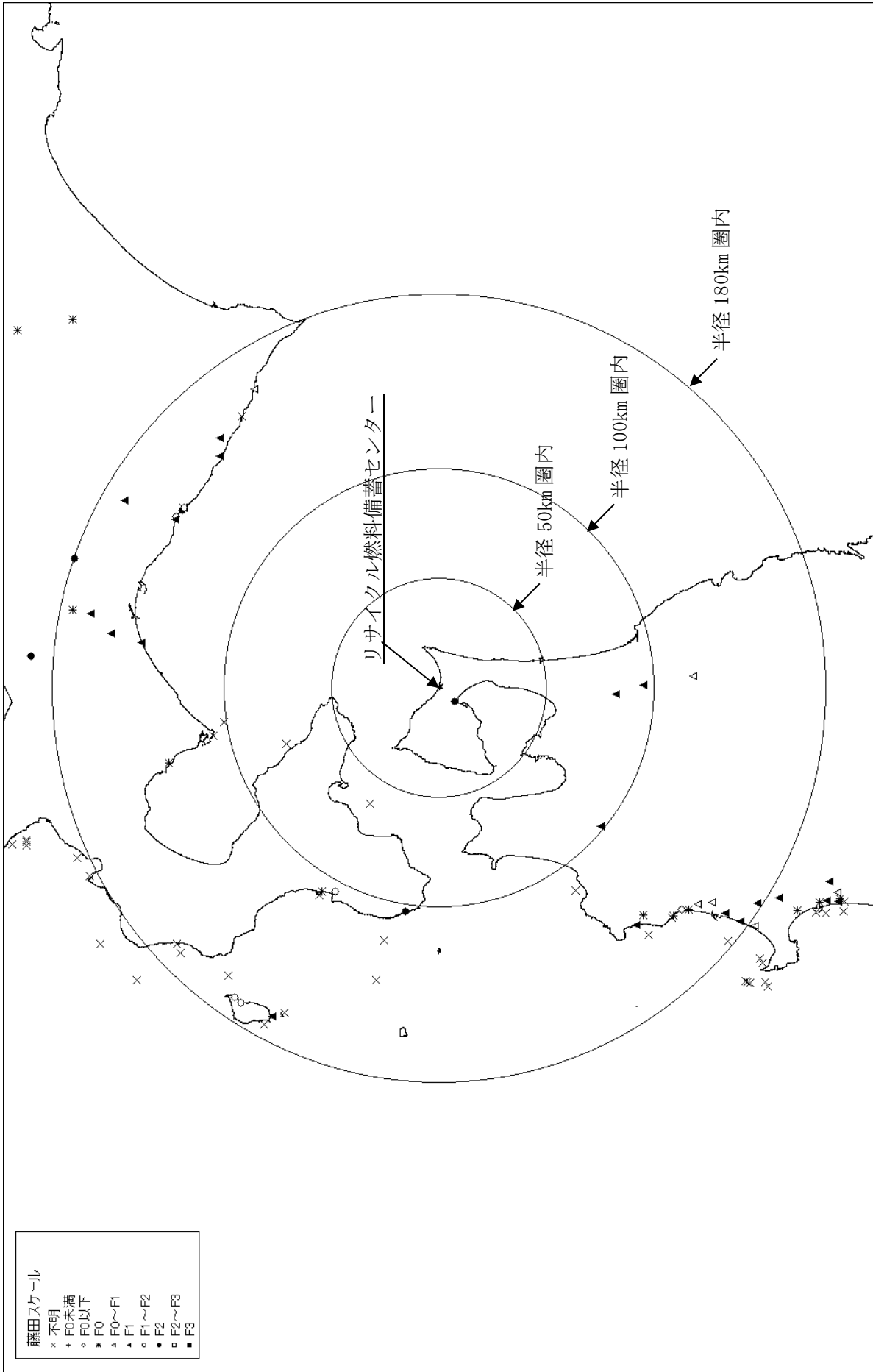
| | | | F3 | F2 | F1 | F0 | 小計 | 陸上 不明 | 海上 不明 | 合計 |
|-----------------------------|------------------------|-------|------|------|------|------|------|----------|----------|------|
| 過去 に観 測さ れた 竜巻 | 1961-2012.6 51.5 年間 | 期間内個数 | 0 | 4 | 7 | 1 | 12 | 1 | 3 | 16 |
| | | 年平均 | 0.00 | 0.08 | 0.14 | 0.02 | 0.23 | 0.02 | 0.06 | 0.31 |
| | | 標準偏差 | 0.00 | 0.27 | 0.49 | 0.14 | 0.58 | 0.14 | 0.31 | 0.73 |
| | 1991-2012.6 21.5 年間 | 期間内個数 | 0 | 2 | 7 | 1 | 10 | 1 | 3 | 14 |
| | | 年平均 | 0.00 | 0.09 | 0.33 | 0.05 | 0.47 | 0.05 | 0.14 | 0.65 |
| | | 標準偏差 | 0.00 | 0.30 | 0.72 | 0.22 | 0.81 | 0.22 | 0.47 | 1.01 |
| | 2007-2012.6 5.5 年間 | 期間内個数 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| | | 年平均 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 0.36 | 0.55 |
| | | 標準偏差 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.85 | 0.86 |
| 51.5 年間での換算値 | | 期間内個数 | - | - | 17 | 0 | | 0 | 19 | - |
| 推定 51.5 年間 の竜 巻 | 推定 51.5 年間 (陸上竜巻) | 期間内個数 | 0 | 4 | 17 | 0 | 21 | | | |
| | | 年平均 | 0.00 | 0.08 | 0.33 | 0.00 | 0.41 | | | |
| | | 標準偏差 | 0.00 | 0.27 | 0.72 | 0.00 | 0.77 | | | |
| | 海上不明分の 振り分け | 比率 | 0.00 | 0.19 | 0.81 | 0.00 | 1.00 | | | |
| | | 期間内個数 | 0 | 4 | 16 | 0 | 20 | | | |
| | 推定 51.5 年間 (全竜巻) | 期間内個数 | 0 | 8 | 33 | 0 | 41 | | | |
| | | 年平均 | 0.00 | 0.16 | 0.64 | 0.00 | 0.80 | | | |
| | | 標準偏差 | 0.00 | 0.38 | 1.01 | 0.00 | 1.08 | | | |

第 8.2-4 表 最大風速, 被害幅及び被害長さの対数値の相関係数

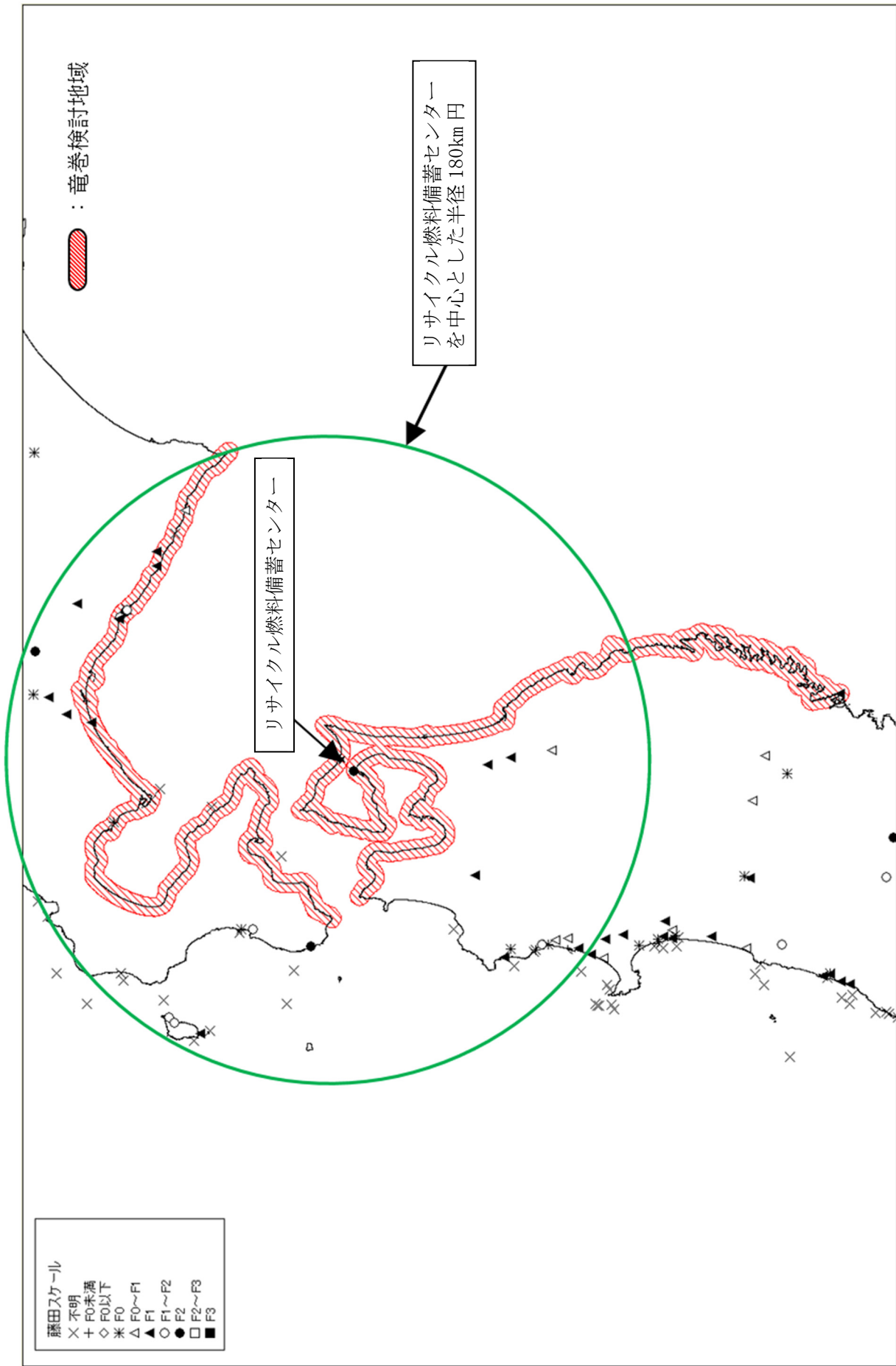
| 相関係数の値 (注 1) | 最大風速 | 被害幅 | 被害長さ |
|-----------------|-------|----------------|-------|
| 最大風速 | 1.000 | 0.000 (注 2) | 0.394 |
| 被害幅 | — | 1.000 | 0.239 |
| 被害長さ | — | — | 1.000 |

(注 1) 相関係数マトリクスは対称であるため右上半分のみ値を示し, 対角項はその定義から 1.000 とした。

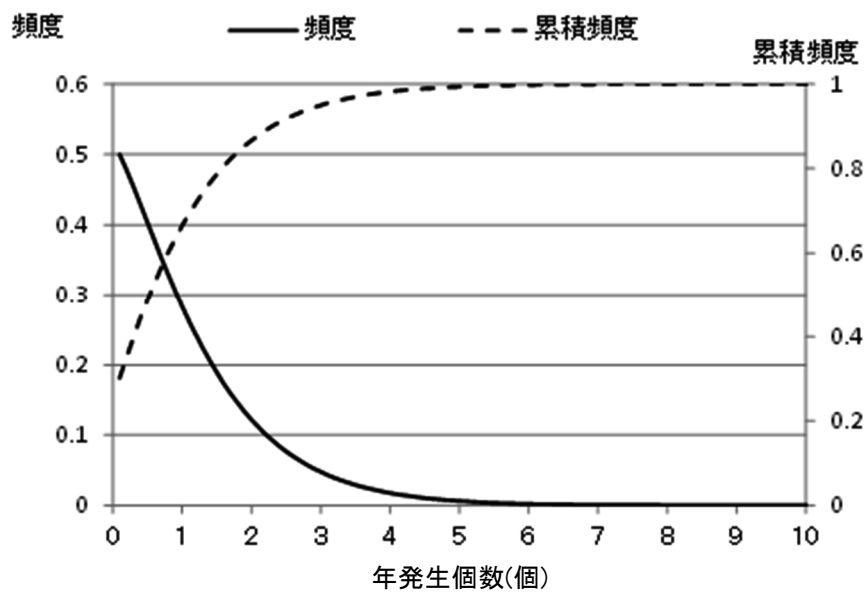
(注 2) 負の値 -0.340 (無相関) であったため, 保守側に 0.000 とした。



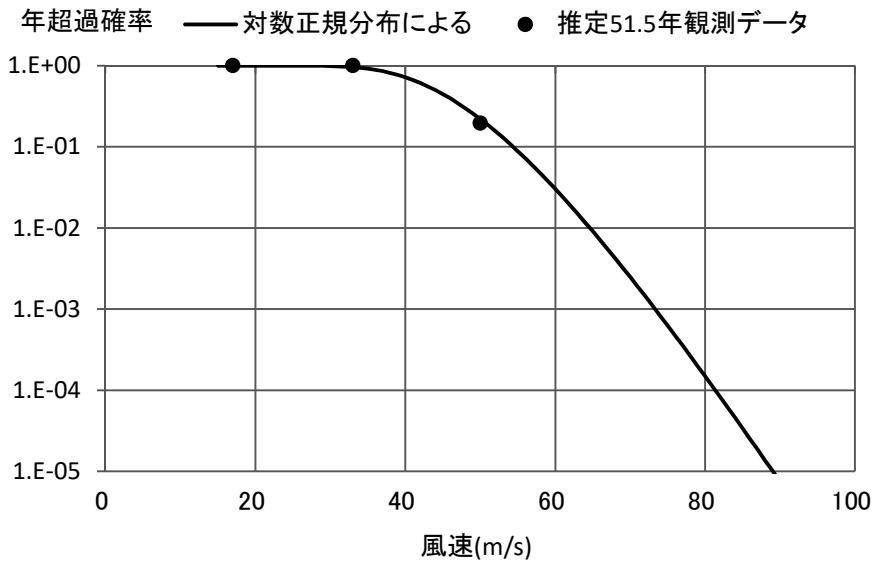
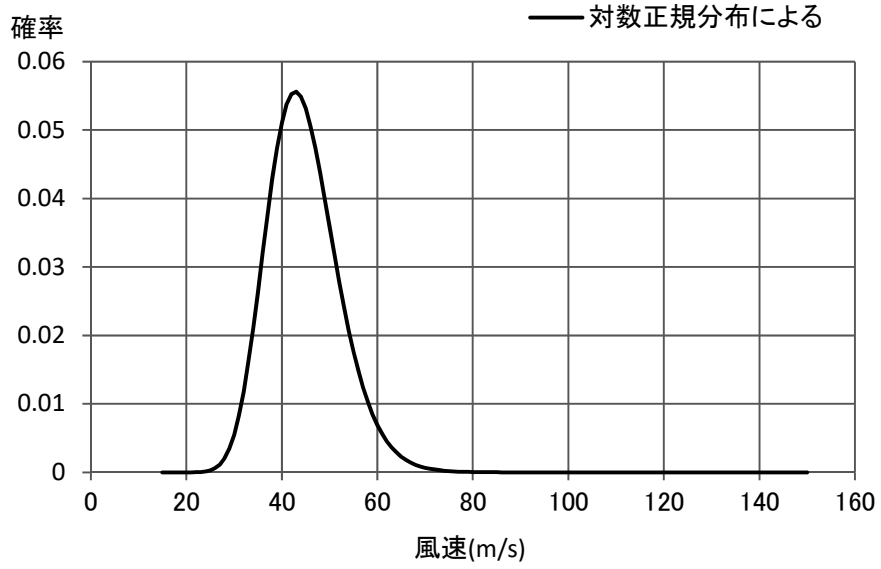
第 8.1-1 図 リサイクル燃料備蓄センターの周辺における竜巻発生状況 (Fスケール別)



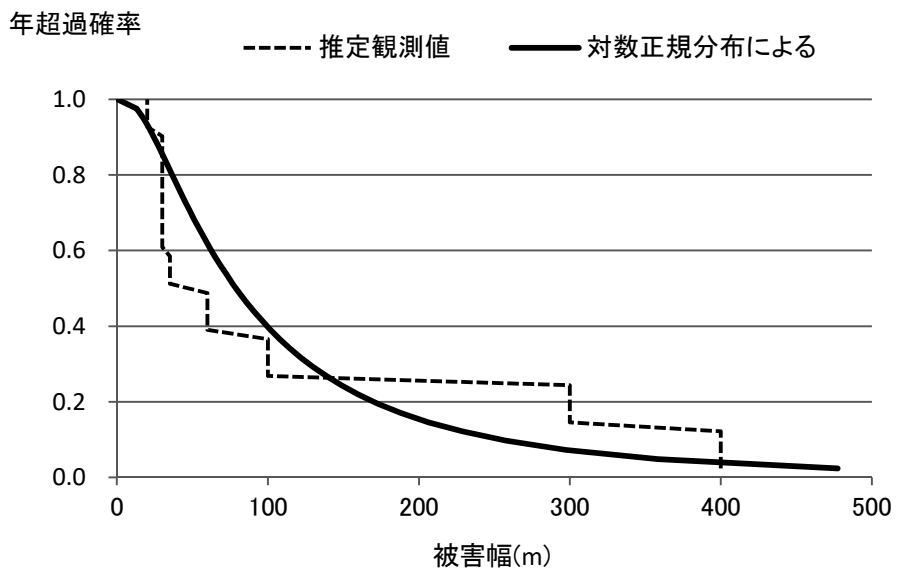
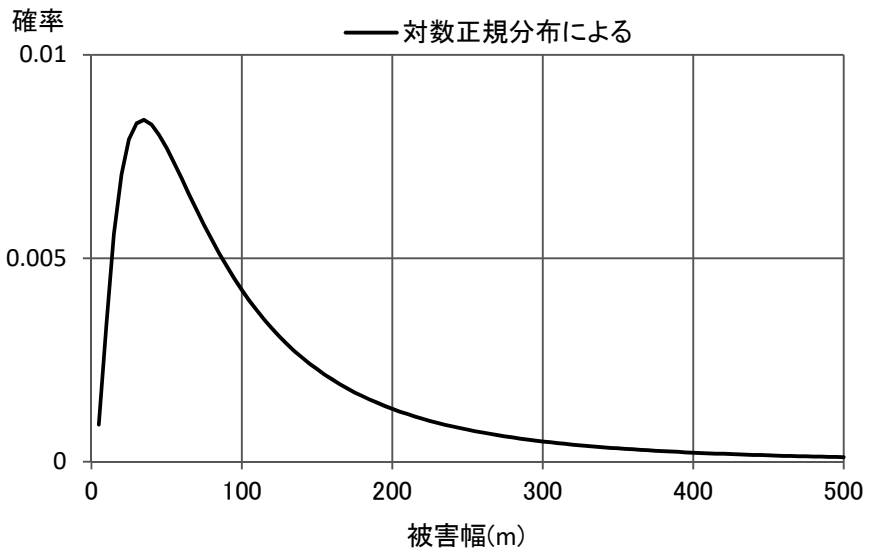
第8.1-2図 竜巻検討地域



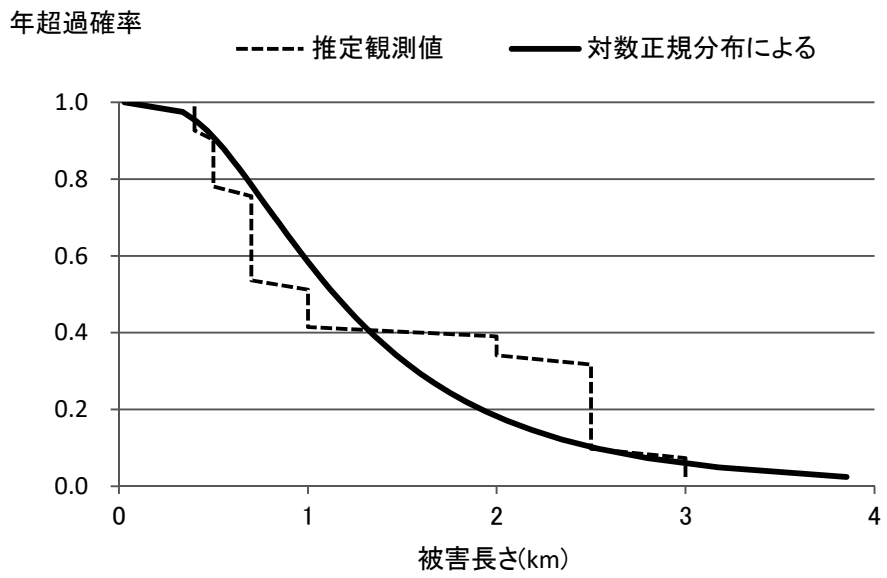
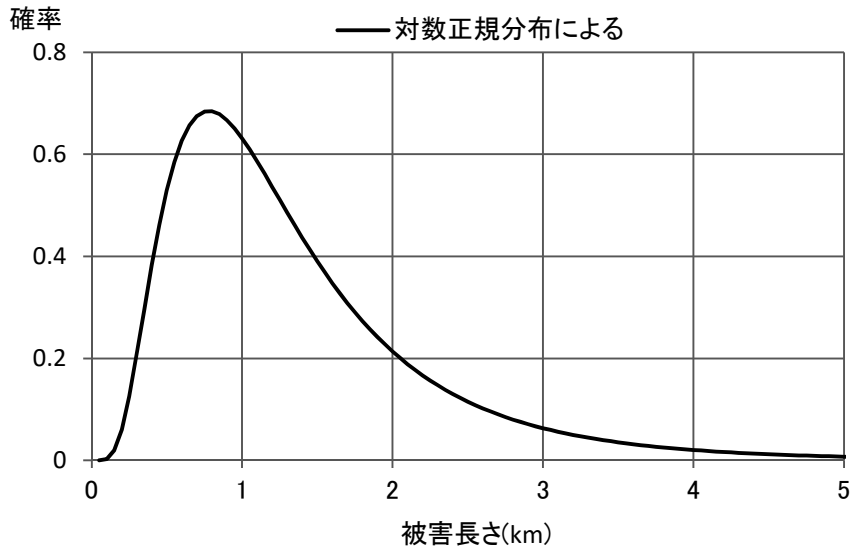
第 8.2-1 図 竜巻の年発生数をポリヤ分布で適合させた結果



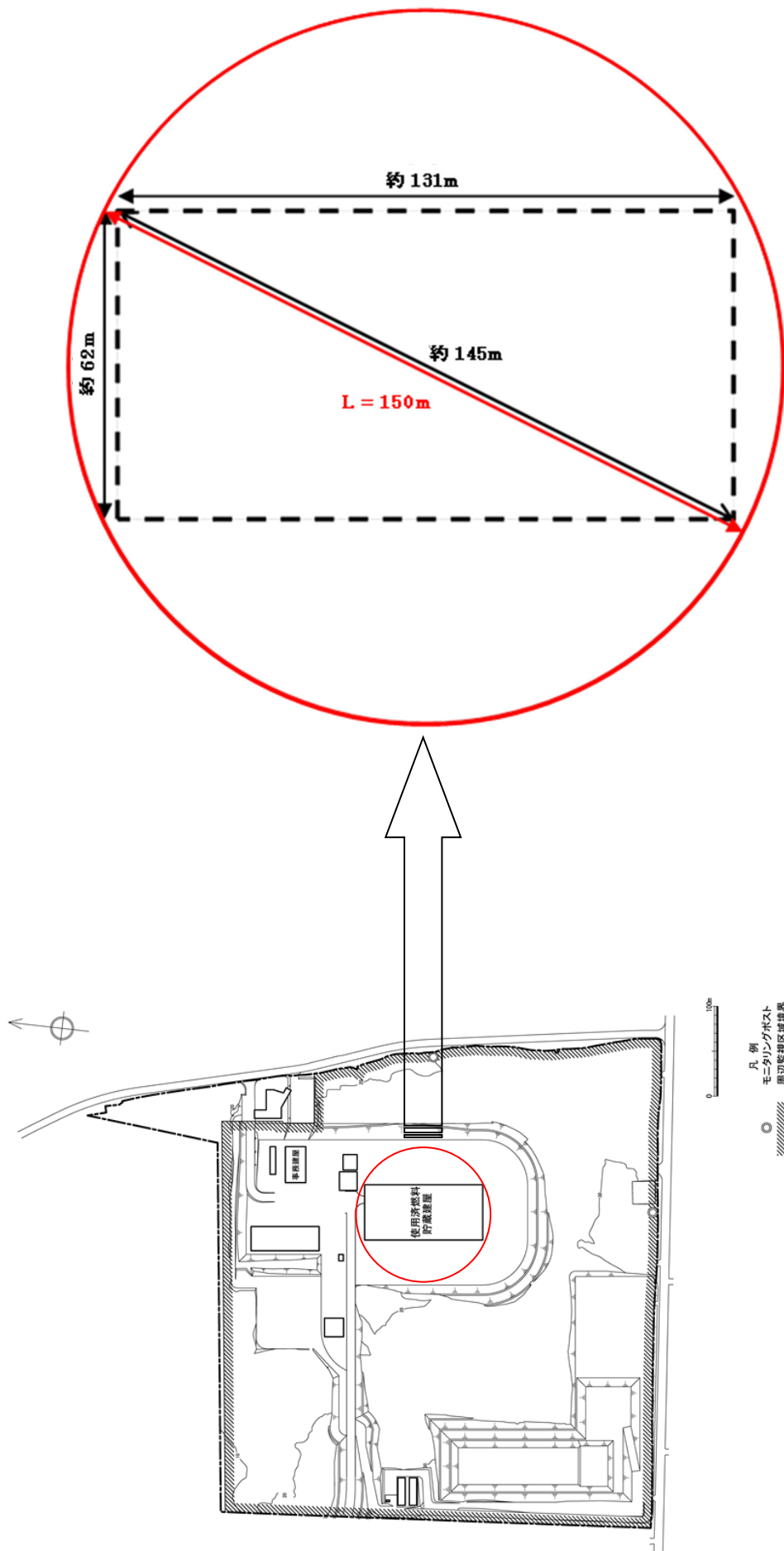
第 8.2-2 図 竜巻風速の確率密度分布（上）と年超過確率（下）



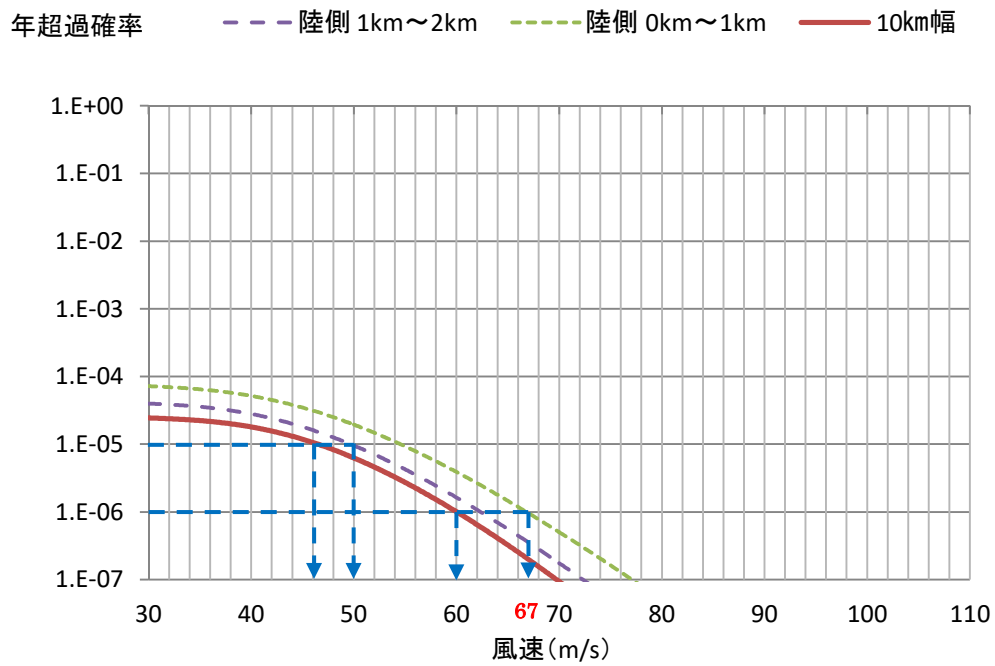
第 8.2-3 図 竜巻の被害幅の確率密度分布（上）と年超過確率（下）



第 8.2-4 図 竜巻の被害長さの確率密度分布（上）と年超過確率（下）



第 8.2-5 図 竜巻影響エリア（代表幅 150m）の設定根拠



第 8.2-6 図 竜巻最大風速のハザード曲線

9. 社会環境

9.1 人口分布

リサイクル燃料備蓄センターの敷地は、下北半島の津軽海峡側のほぼ中央部に位置し、なだらかな台地からなっている。

リサイクル燃料備蓄センターの位置するむつ市と同市に隣接する風間浦村、大間町、佐井村、東通村及び横浜町（以下「周辺地域」という。）の総人口⁽¹⁾は、平成17年10月1日現在88,849人で、青森県の全人口の約6%を占めている。市町村別では、むつ市が最も多く64,052人となっている。

周辺地域の人口密度は、平成17年10月1日現在約58人/km²であり、青森県における約150人/km²に比べ低くなっている。

青森県及び周辺地域の市町村別の世帯数、人口及び人口密度を第9.1-1表に示す。

また、平成13年から平成17年における周辺地域の総人口の推移状況⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾は、むつ市では市町村合併に伴い平成17年は増加に転じているが、その他の町村は横ばい又は減少傾向を示している。

青森県及び周辺地域の市町村別の人口推移を第9.1-2表に示す。

9.2 付近の集落及び公共施設

リサイクル燃料備蓄センター付近の集落としては、美付（人口5人）、水川目（人口65人）等の18集落がある。各集落の人口及び世帯数を第9.2-1表に示す。

学校⁽⁶⁾などの公共施設としては、小学校1，中学校1，保育所1があり，医療機関はない。学校，保育所名及び生徒，児童数を第9.2-2表に示す。

リサイクル燃料備蓄センター付近の集落，学校及び保育所の位置を第9.2-1図に示す。

9.3 産業活動

むつ市の総面積⁽⁶⁾は、約864km²で、そのうち約69%は山林であり、約6%が農用地である。

平成17年国勢調査⁽¹⁾によると、むつ市の就業者数は約29,000人であって、そのうち第一次産業が約7%、第二次産業約22%、第三次産業約71%であり、第三次産業の割合が高くなっている。

むつ市の産業別就業者数を第9.3-1表に示す。

主たる農産物⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾は飼料作物であり、次いで野菜、稲等となっている。また、主たる飼育家畜⁽¹⁰⁾は豚であり、次いで乳用牛となっている。

海産物⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾としては、沖合及び沿岸漁業としてさけ類、ひらめ、かれい類、するめいか、たこ類、うに類、こんぶ類等が関根漁港等に水揚げされている。

なお、リサイクル燃料備蓄センター敷地周辺の海域は、関根浜、石持、野牛、岩屋、尻屋及び大畑の6漁協の漁場となっている。

工業としては、食料品製造業、窯業・土石製品製造業、木材・木製品製造業等がある。

むつ市と青森県全体の主要農作物の収穫高⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾（平成18年、19年）及び飼育家畜頭数、戸数⁽¹⁰⁾（平成18年、19年）並びに主要海産物の漁獲量⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾（平成18年、19年）を第9.3-2表から第9.3-4表に示す。

また、リサイクル燃料備蓄センター敷地周辺の土地利用状況を第9.3-1図に示す。

リサイクル燃料備蓄センターの近くには、ダムが設けられた河川並びに爆発等により使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なうような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。

9.4 交通運輸

リサイクル燃料備蓄センターに近い鉄道路線には、東日本旅客鉄道株式会社大湊線（野辺地～大湊）があり、敷地最寄りの下北駅は南南西約9 kmにある。

主要な道路は、国道279号線、国道338号線、主要地方道むつ尻屋崎線等があり、敷地は国道279号線と主要地方道むつ尻屋崎線を結ぶ一般県道関根蒲野沢線に接している。

敷地最寄りの港湾としては、南西約10kmに地方港湾である大湊港（むつ市）があり、10,000重量トン級岸壁が設けられている。

なお、使用済燃料の運搬には、独立行政法人日本原子力研究開発機構の関根浜港からリサイクル燃料備蓄センターに至る専用道路を使用する。

以上により、リサイクル燃料備蓄センターからの距離、周辺の地形等から判断して、陸上及び海上交通活動によって、使用済燃料貯蔵施設の安全性が損なわれることはない。

航空関係⁽¹²⁾としては、リサイクル燃料備蓄センターの北西約58kmの地点に函館空港、南約73kmに米空軍及び航空自衛隊三沢基地三沢飛行場並びに三沢空港、南西約84kmに青森空港があり、南西約17kmの地点に海上自衛隊大湊飛行場がある。また、敷地の南南東約52kmには米空軍の三沢対地訓練区域がある。

リサイクル燃料備蓄センター上空には航空路「V11」及び広域航法（RNAV）経路「Y11」があり、その中心線は敷地の東方向約5 kmの上空を通っている。リサイクル燃料備蓄センター周辺の航空路等に関する交通便数の調査によると、当該空域を管轄する管制部に係る最大交通便数日（平成19年9月12日）のこの航空路等の飛行便数は1日93便である。

リサイクル燃料備蓄センターは、米空軍及び航空自衛隊三沢基地三沢

飛行場と訓練空域との間には位置していないが、海上自衛隊大湊飛行場と訓練空域との間には位置している。また、リサイクル燃料備蓄センター上空には訓練空域は設定されていない。なお、航空機は原子力関係施設上空を飛行することを規制されている。

リサイクル燃料備蓄センター周辺の鉄道及び主要道路を第9.4-1図、航空路等を第9.4-2図に示す。

9.5 開発計画

「むつ市長期総合計画（平成20年3月）」⁽¹³⁾によれば、地域の速やかな一体感の醸成を推進し、市民が誇りと夢や希望を抱いて暮らすことができる魅力ある街へ進化するため、市の将来像として「人と自然が輝く やすらぎと活力の大地 陸奥の国」を掲げ、その実現のために「地域の個性を活かした特色あるまちづくり」、「市民参加による一体的な新しいまちづくり」、「人が生き生きし安心して暮らせるまちづくり」を基本方針として、以下のような施策を挙げている。

(1) 地域の個性を活かした特色あるまちづくり

- ① 観光の振興
- ② 特色ある地域産業の育成
- ③ 豊かな環境の創造
- ④ 個性豊かな地域文化の伝承と創造
- ⑤ 海洋科学研究拠点の形成

(2) 市民参加による一体的な新しいまちづくり

- ① 一体的な地域の形成
- ② 市民協働の施策展開
- ③ 地域コミュニティの構築
- ④ 新たな行財政システムの構築

(3) 人が生き生きし安心して暮らせるまちづくり

- ① 保健・医療の充実
- ② 福祉の充実
- ③ 教育の充実
- ④ 男女共同参画社会の形成
- ⑤ 安全で安心な環境の充実

9.6 参考文献

- (1) 「平成17年国勢調査報告」 (総務省統計局)
- (2) 「青森県の人口移動 (平成13年)」 (青森県企画振興部)
- (3) 「青森県の人口移動 (平成14年)」 (青森県統計協会)
- (4) 「青森県の人口移動 (平成15年)」 (青森県企画振興部)
- (5) 「青森県の人口移動 (平成16年)」 (青森県企画政策部)
- (6) 「平成19年度固定資産の価格等の概要調書(土地)総括表」 (青森県総務部市町村振興課)
- (7) 「園芸作物統計 (平成18年)」 (東北農政局青森農政事務所)
- (8) 「農作物統計 (平成18年)」 (東北農政局青森農政事務所)
- (9) 「作物統計 (平成19年)」 (農林水産省)
- (10) 「青森農林水産統計年報 (平成17～18年, 平成18～19年, 平成19～20年)」 (東北農政局青森農政事務所)
- (11) 「青森県漁業の動き」 (東北農政局青森農政事務所, 平成20年3月)
- (12) 「A I P - J A P A N」 (国土交通省航空局, 平成20年10月)
- (13) 「むつ市長期総合計画」 (青森県むつ市, 平成20年3月)

第9.1-1表 青森県及び周辺地域の市町村別の世帯数，人口及び人口密度

(平成17年10月1日現在)

| 市町村名 | 人口（人） | 世帯数（世帯） | 人口密度 （人/km ² ） |
|------|-----------|---------|------------------------------|
| むつ市 | 64,052 | 24,476 | 74.2 |
| 風間浦村 | 2,603 | 931 | 37.4 |
| 大間町 | 6,212 | 2,179 | 119.4 |
| 佐井村 | 2,843 | 1,022 | 21.1 |
| 東通村 | 8,042 | 2,623 | 27.3 |
| 横浜町 | 5,097 | 1,872 | 40.3 |
| 周辺地域 | 88,849 | 33,103 | 57.6 |
| 青森県 | 1,436,657 | 510,779 | 149.5 |

(平成17年国勢調査報告による)

第9.1-2表 青森県及び周辺地域の市町村別の人口推移

(単位：人)

| 市町村別 | 平成 13 年 | 平成 14 年 | 平成 15 年 | 平成 16 年 | 平成 17 年 | |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|---|
| むつ市 | 49,481 | 49,554 | 49,388 | 49,052 | 64,052 ^注 | |
| 風間浦村 | 2,742 | 2,720 | 2,699 | 2,630 | 2,603 | |
| 大間町 | 6,479 | 6,381 | 6,264 | 6,127 | 6,212 | |
| 佐井村 | 2,978 | 2,922 | 2,871 | 2,832 | 2,843 | |
| 東通村 | 7,903 | 7,847 | 7,834 | 7,747 | 8,042 | |
| 横浜町 | 5,409 | 5,407 | 5,404 | 5,300 | 5,097 | |
| 周辺地域 | 74,992 | 74,831 | 74,460 | 73,688 | 88,849 | |
| 青森県 | 1,472,633 | 1,467,788 | 1,460,050 | 1,450,947 | 1,436,657 | |
| 参 考 | 川内町 | 5,622 | 5,541 | 5,436 | 5,341 | — |
| | 大畑町 | 9,054 | 8,989 | 8,853 | 8,729 | — |
| | 脇野沢村 | 2,689 | 2,629 | 2,552 | 2,485 | — |

注：むつ市，川内町，大畑町及び脇野沢村の合併（平成 17 年 3 月 14 日）後の人口

（平成 13 ～16 年青森県の人口移動，平成 17 年国勢調査報告による）

第9.2-1表 リサイクル燃料備蓄センター周辺の集落の人口及び世帯数

(平成20年9月現在)

| | 集落名 | 人口(人) | 世帯数(世帯) |
|-----|------|-------|---------|
| むつ市 | 尻釜 | 50 | 21 |
| | 宮ノ後 | 42 | 22 |
| | 権山 | 159 | 76 |
| | 南名古屋 | 3 | 1 |
| | 清平 | 2 | 1 |
| | 名古屋 | 57 | 23 |
| | 南関根 | 342 | 141 |
| | 北関根 | 356 | 160 |
| | 水川目 | 65 | 24 |
| | 美付 | 5 | 4 |
| | 浜関根 | 319 | 121 |
| | 出戸 | 177 | 65 |
| | 川代 | 220 | 78 |
| | 烏沢 | 375 | 164 |
| 東通村 | 大和 | 140 | 45 |
| | 早掛平 | 89 | 33 |
| | 石持 | 218 | 75 |
| | 目名 | 242 | 81 |

(市役所, 村役場資料による)

第9.2-2表 リサイクル燃料備蓄センター周辺の学校,
 保育所名及び生徒, 児童数

(平成20年9月現在)


| 市町村名 | 学校・保育所名 | 生徒・児童数(人) |
|------|---------|-----------|
| むつ市 | 関根小学校 | 71 |
| | 関根中学校 | 61 |
| | 海の子保育園 | 73 |
| 合 計 | | 205 |

(市役所資料による)

第9.3-1表 産業別就業者数

(単位：人)

| 産業別 | | 市 | む つ 市 | | | | | |
|---------|-------------------|---|-----------|-------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | | | 平成12年国勢調査 | | | 平成17年国勢調査 ^{注1} | | |
| | | | 男 | 女 | 計 | 男 | 女 | 計 |
| 総 数 | | | 14,447 | 9,224 | 23,671 | 17,062 | 11,770 | 28,832 |
| 第一次産業 | 農 業 | | 281 | 215 | 496 | 369 | 323 | 692 |
| | 林 業 | | 100 | 20 | 120 | 195 | 40 | 235 |
| | 漁 業 | | 200 | 101 | 301 | 698 | 275 | 973 |
| | 計 | | 581 | 336 | 917 | 1,262 | 638 | 1,900 |
| 第二次産業 | 鉱 業 | | 55 | 6 | 61 | 45 | 5 | 50 |
| | 建 設 業 | | 2,887 | 397 | 3,284 | 3,205 | 401 | 3,606 |
| | 製 造 業 | | 830 | 1,317 | 2,147 | 961 | 1,676 | 2,637 |
| | 計 | | 3,772 | 1,720 | 5,492 | 4,211 | 2,082 | 6,293 |
| 三次産業 | 卸売・小売業，飲食店 | | 2,266 | 2,920 | 5,186 | | | |
| | 卸 売 ・ 小 売 業 | | | | | 2,301 | 2,611 | 4,912 |
| | 飲食店，宿泊業 | | | | | 446 | 1,111 | 1,557 |
| | 金 融 ・ 保 険 業 | | 268 | 325 | 593 | 265 | 374 | 639 |
| | 不 動 産 業 | | 51 | 40 | 91 | 72 | 40 | 112 |
| | 運 輸 ・ 通 信 業 | | 959 | 178 | 1,137 | | | |
| | 運 輸 業 | | | | | 833 | 111 | 944 |
| | 情 報 通 信 業 | | | | | 64 | 29 | 93 |
| | 電気・ガス・熱供給・水道業 | | 215 | 23 | 238 | 229 | 22 | 251 |
| | サ ー ビ ス 業 | | 2,871 | 3,283 | 6,154 | | | |
| | 医 療 ， 福 祉 | | | | | 668 | 1,955 | 2,623 |
| | 教育，学習支援業 | | | | | 648 | 699 | 1,347 |
| | 複合サービス事業 | | | | | 295 | 133 | 428 |
| | サービス業(他に分類されないもの) | | | | | 2,031 | 1,386 | 3,417 |
| | 公務(他に分類されないもの) | | 3,463 | 395 | 3,858 | 3,550 | 492 | 4,042 |
| | 計 | | 10,093 | 7,164 | 17,257 | 11,402 | 8,963 | 20,365 |
| 分類不能の産業 | | | 1 | 4 | 5 | 187 | 87 | 274 |

注：  は、平成12年国勢調査と平成17年国勢調査とで産業分類が異なるものを示す。

注1：市町村合併（平成17年3月14日）後の値を示す。

(平成12年，平成17年国勢調査報告による)

第9.3-2表 主要農産物種類別統計

| 農作物 | | 県, 市 | むつ市 | | 青森県 | |
|-------|-----------|------|--------|-----|---------|---------|
| | | 年 | 18年 | 19年 | 18年 | 19年 |
| 稲 | 作付面積 (ha) | | 206 | 197 | 53,300 | 52,200 |
| | 収穫量 (t) | | 892 | 814 | 309,700 | 299,100 |
| 麦類 | 作付面積 (ha) | | 1 | x | 2,120 | 2,180 |
| | 収穫量 (t) | | 2 | x | 3,500 | 4,210 |
| 豆類 | 作付面積 (ha) | | 61 | 23 | 4,728 | 4,905 |
| | 収穫量 (t) | | 56 | 23 | 6,854 | 7,041 |
| そば | 作付面積 (ha) | | 29 | | 2,780 | 2,880 |
| | 収穫量 (t) | | 17 | | 778 | 720 |
| 野菜 | 作付面積 (ha) | | 348 | | 17,456 | 18,126 |
| | 収穫量 (t) | | 7,976 | | 477,252 | 482,798 |
| 果樹 | 作付面積 (ha) | | 7 | | 22,717 | 22,588 |
| | 収穫量 (t) | | 35 | | 454,140 | 470,277 |
| 工業農作物 | 作付面積 (ha) | | — | | 174 | |
| | 収穫量 (t) | | — | | 320 | |
| 飼料作物 | 作付面積 (ha) | | 2,232 | | 22,860 | 22,940 |
| | 収穫量 (t) | | 71,040 | | 851,600 | 830,600 |

注：「—」は、事実のないものを示す。

「x」は、秘密保護上統計数値を公表しないものを示す。

□ は、調査を欠くもの又は公表されていないものを示す。

(園芸作物統計, 農作物統計, 作物統計による)

第9.3-3表 主要飼育家畜種類別統計

(単位 戸数：戸，頭数：頭，羽数1,000羽)

| 家畜 | | 県，市 | | むつ市 | | 青森県 | |
|-----|----|-----|--|-------|-------|---------|---------|
| | | 年 | | 18年 | 19年 | 18年 | 19年 |
| 乳用牛 | 戸数 | | | 32 | 32 | 319 | 311 |
| | 頭数 | | | 1,870 | 1,670 | 16,500 | 15,800 |
| 肉用牛 | 戸数 | | | 60 | 62 | 1,340 | 1,330 |
| | 頭数 | | | 1,440 | 1,430 | 57,900 | 60,100 |
| 豚 | 戸数 | | | 6 | 6 | 191 | 182 |
| | 頭数 | | | 3,420 | 3,570 | 377,500 | 386,400 |
| 採卵鶏 | 戸数 | | | 1 | 1 | 38 | 38 |
| | 羽数 | | | x | x | 6,031 | 6,088 |

注：「x」は、秘密保護上統計数値を公表しないものを示す。

(青森農林水産統計年報による)

第9.3-4表 主要海産物漁獲量統計（属人）

（単位：t）

| 魚種 | 年 | むつ市 | | 青森県 | |
|--------|-----------|--------|---------|---------|--------|
| | | 18年 | 19年 | 18年 | 19年 |
| 魚類 | まぐろ類 | 8 | 20 | 3,564 | 4,109 |
| | かじき類 | - | 0 | 315 | 264 |
| | かつお類 | 0 | 7 | 8,377 | 10,419 |
| | さめ類 | 17 | 2 | 1,253 | 1,603 |
| | さけ類 | 288 | 262 | 6,357 | 5,154 |
| | ます類 | 45 | 22 | 247 | 162 |
| | まいわし | 17 | 6 | 801 | 1,197 |
| | かたくちいわし | 275 | 39 | 4,914 | 2,501 |
| | まあじ | 7 | 134 | 137 | 542 |
| | さば類 | 13 | 14 | 18,987 | 12,596 |
| | さんま | 0 | 6 | 4,963 | 6,510 |
| | ぶり類 | 21 | 21 | 890 | 1,306 |
| | ひらめ | 141 | 228 | 1,082 | 1,397 |
| | かれい類 | 116 | 116 | 2,026 | 2,129 |
| | まだら | 16 | 19 | 3,369 | 4,252 |
| | すけとうだら | 0 | - | 4,930 | 5,388 |
| | ほっけ | 21 | 6 | 558 | 413 |
| | めぬけ類 | 0 | - | 61 | - |
| | きちじ | - | - | 64 | 65 |
| | はたはた | - | - | 527 | 161 |
| まだい | 28 | 33 | 387 | 402 | |
| いかなご | 2 | - | 487 | 94 | |
| その他の魚類 | 288 | 261 | 6,645 | 5,506 | |
| 計 | 1,303 | 1,194 | 70,940 | 66,172 | |
| 水産動物類 | えび類 | - | - | 29 | 64 |
| | かに類 | 18 | 23 | 620 | 680 |
| | するめいか | 8,271 | 9,230 | 52,441 | 66,649 |
| | あかいか | 1,179 | 89 | 15,646 | 8,903 |
| | その他のいか類 | 138 | 280 | 8,792 | 3,648 |
| | たこ類 | 269 | 272 | 2,064 | 2,426 |
| | うに類 | 58 | 55 | 998 | 890 |
| | なまこ類 | 481 | - | 1,733 | - |
| | その他の水産動物類 | 36 | 584 | 241 | 1,991 |
| 計 | 10,450 | 10,533 | 82,564 | 85,251 | |
| 貝類 | あわび類 | 3 | 5 | 54 | 57 |
| | ほたてがい | 322 | 553 | 1,100 | 2,011 |
| | うばがい(ほっき) | - | - | 885 | - |
| | その他の貝類 | 24 | 32 | 262 | 982 |
| 計 | 349 | 590 | 2,301 | 3,050 | |
| 藻類 | こんぶ類 | 91 | 41 | 3,414 | 2,568 |
| | わかめ類 | - | - | 95 | - |
| | その他の海藻類 | 3 | 1 | 428 | 793 |
| 計 | 93 | 41 | 3,937 | 3,361 | |
| 合計 | 12,194 | 12,359 | 159,742 | 157,844 | |

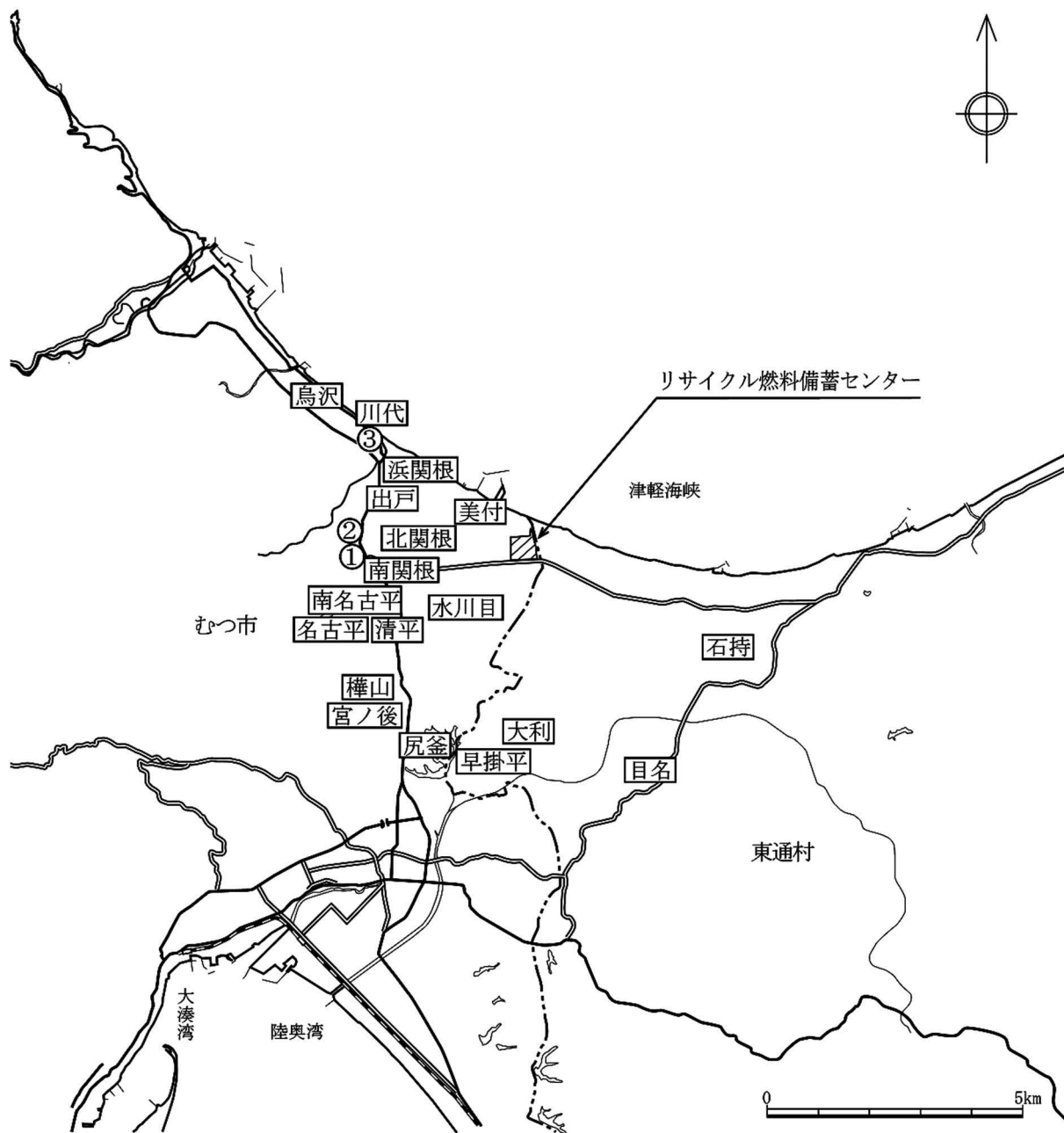
注：数値は、四捨五入の関係で合計が一致しないことがある。

「-」は、事実のないものを示す。

「0」は、単位に満たないものを示す。

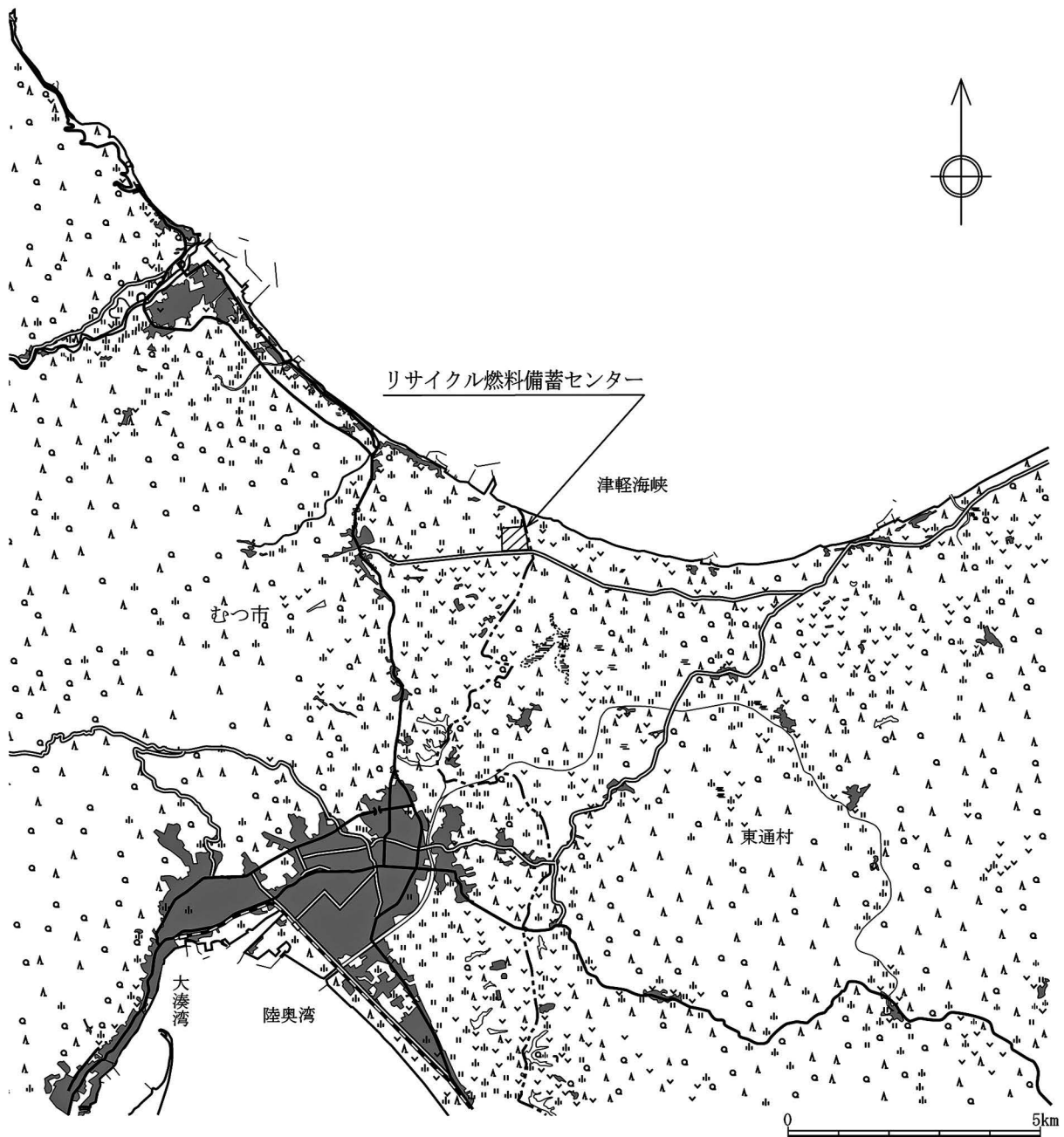
□は、調査を欠くもの又は公表されていないものを示す。

（青森県漁業の動き、青森農林水産統計年報による）



- 注) 1. □内の名称は集落名を示す。
 2. ○の数字は下記学校等の名称を示す。
 ①関根小学校 ②関根中学校 ③海の子保育園

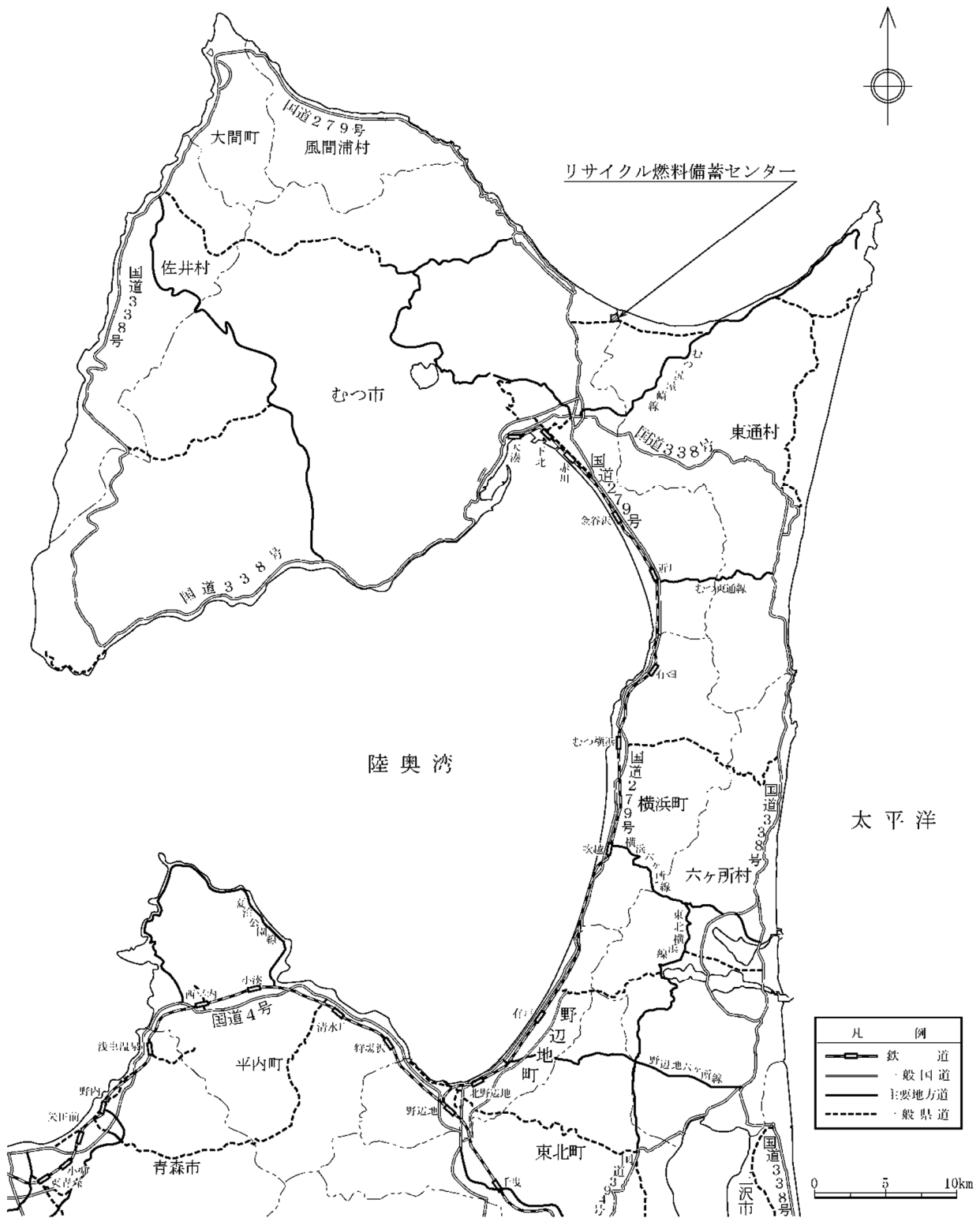
第9.2-1 図 リサイクル燃料備蓄センター付近の集落, 学校及び
 保育所位置図



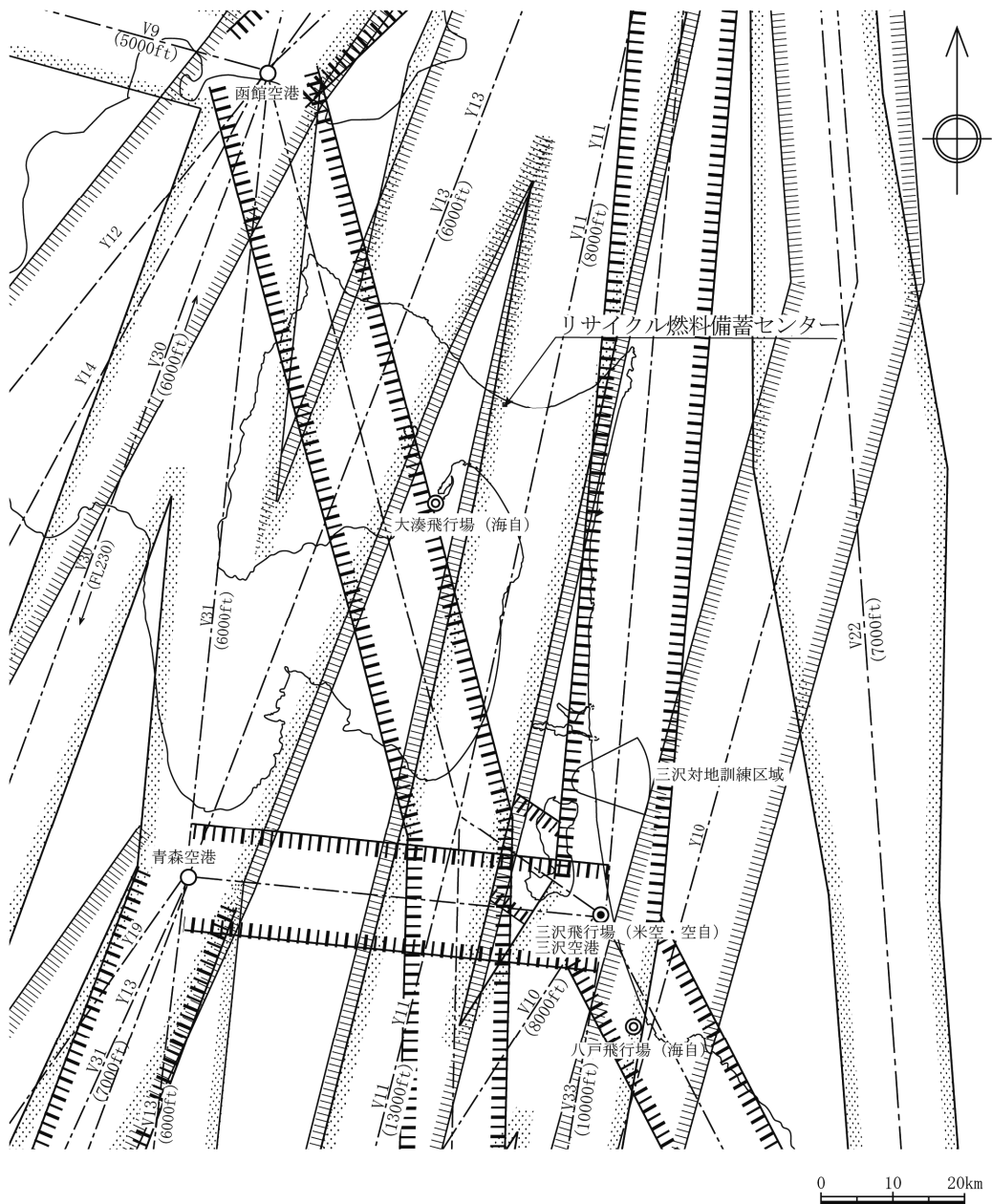
(国土地理院発行の25,000分の1地形図を参考にし、作成した。)

| 凡 例 | |
|-----|-------|
| | 集落 |
| | 田 |
| | 畑・牧草地 |
| | 針葉樹林 |
| | 広葉樹林 |
| | 湿地 |
| | 荒地 |
| | 市・村界 |

第 9.3-1 図 リサイクル燃料備蓄センター周辺の土地利用状況図



第 9.4-1 図 リサイクル燃料備蓄センター周辺の鉄道及び主要道路



| 凡 例 | |
|-----|----------|
| | 航空路 |
| | 最低経路高度 |
| | RNAV経路 |
| | 直行経路 |
| | 制限空域 |
| | 航空路等の中心線 |
| | 民間飛行場 |
| | 軍用飛行場 |
| | 共用飛行場 |

第 9.4-2 図 リサイクル燃料備蓄センター周辺の航空路等図

添付書類六の一部補正

添付書類六を以下のとおり補正する。

| 頁 | 行 | 補 正 前 | 補 正 後 |
|------------------|---|----------|-----------|
| 6-1 ↳ 6-67 | | * (記載変更) | 別紙1に変更する。 |

*を付した補正前の記載内容は、平成27年3月6日付けR F S 発官26第8号、平成28年2月8日付けR F S 発官27第9号、平成28年9月16日付けR F S 発官28第4号、平成31年1月29日付けR F S 発官30第5号及び成31年3月26日付けR F S 発官30第7号で一部補正した内容を含む。

「1.1.2 放射線の遮へいに関する基本方針」を「1.1.2 放射線の遮蔽に関する基本方針」とし、「1.1.4 使用済燃料の除熱に関する基本方針」を「1.1.4 使用済燃料等の除熱に関する基本方針」とし、「1.1.7 その他」を「1.1.11 その他」として「1.1.7 津波防護に関する基本方針」, 「1.1.8 竜巻防護に関する基本方針」, 「1.1.9 火山事象に関する基本方針」及び「1.1.10 外部火災防護に関する基本方針」を追加し、「1.2 使用済燃料中間貯蔵施設に関する安全審査指針への適合性」の記述を削除して「1.2 使用済燃料貯蔵施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月18日施行）への適合性」を追加する。

「第1.1-1表 クラス別施設」を「第1.1-1表 クラス別施設（主要設備）」とし、「第1.1-2表 安全上重要な施設」を削除し、「第1.1-2表 弾性設計用地震動 S_d-A 及び $S_d-B1\sim S_d-B4$ の最大加速度振幅値」, 「第1.1-3表 設定する衝突想定条件」, 「第1.1-4表 敷地境界外における公衆の実効線量の評価結果」, 「第1.1-5表 衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能に係る初期確認, 保守・修理及び搬出に必要な試験・検査」, 「第1.1-6表 敷地内の浸水を想定して実施する項目の概要」, 「第1.1-7表 設計竜巻荷重を設定するための竜巻の特性値」, 「第1.1-8表 貯蔵建屋に対する設計飛来物」, 「第1.1-9表 外部火災にて想定する火災」, 「第1.1-10表 リサイクル燃料備蓄センター敷地内に設置する危険物貯蔵設備」, 「第1.1-11表 カテゴリ別の航空機墜落確率」, 「第1.1-12表 評価対象航空機の離隔距離及び輻射強度」及び「第1.1-13表 安全機能を有する施設」を追加する。

「第1.1-1図 一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトル」, 「第1.1-2図 弾性設計用地震動の応答スペクトル」, 「第1.1-3図 敷地及び敷地周辺の地形」, 「第1.1-4図 敷地周辺における主な施設の配置」,

「第1.1-5図 仮想的大規模津波による浸水範囲」，「第1.1-6図 防火帯設置図」及び「第1.1-7図 自衛消防隊体制図」を追加する。

「2. 使用済燃料中間貯蔵施設の配置」を「2. 使用済燃料貯蔵施設の配置」とする。

「第2.4-1表 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件」，「第2.4-2表 金属キャスク周囲空気温度評価結果」及び「第2.4-3表 使用済燃料貯蔵建屋コンクリート温度の評価結果（最高値）」を追加する。

「第2.4-3図 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析フロー」を追加する。

「第3.3-1表 臨界解析条件」，「第3.3-2表 使用済燃料集合体の線源強度計算条件」，「第3.3-3表 線源強度計算結果」，「第3.3-4表 閉じ込め評価条件」，「第3.3-5表 除熱解析条件」及び「第3.3-6表 金属キャスクの基本的安全機能に係る評価結果」を追加する。

「第3.1-1図(1) 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用大型キャスク（タイプ1））」を削除して「第3.1-1図(2) 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用大型キャスク（タイプ2））」を「第3.1-1図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用大型キャスク（タイプ2））（BWR用大型キャスク（タイプ2A））」とし，「第3.1-2図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用中型キャスク）」及び「第3.1-3図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（PWR用キャスク）」を削除し，「第3.3-1図 金属キャスクの臨界解析フロー」，「第3.3-2図 金属キャスクの遮蔽解析フロー」，「第3.3-3図 金属キャスクの閉じ込め構造」，「第3.3-4図 金属キャスクのシール部詳細」，「第3.3-5図 金属キャスクの閉じ込め評価フロー」，「第3.3-6図 金属キャスクの除熱解析フロー」，「第3.4-1図 使用済燃料集合体の収納配置（新型8×8ジルコニウムライナ燃料のみを収納する場合，高燃焼度8×8燃料のみを収納する場合，又は新型8×8ジルコニウム

ライナ燃料及び高燃焼度 8 × 8 燃料を収納する場合)」、 「第3.4-2図 使用済燃料集合体の収納配置 (新型 8 × 8 燃料及び新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料を収納する場合)」及び「第3.4-3図 使用済燃料集合体の収納配置 (新型 8 × 8 燃料のみを収納する場合)」を追加する。

「4. 使用済燃料の受入れ施設」を「4. 使用済燃料の受入施設」とし、 「4.2 受入れ設備」を「4.2 受入設備」とする。

「第4.2-1表 受入れ設備の主要仕様」を「第4.2-1表 受入設備の主要仕様」とする。

「7.1.5 試験検査」を「7.1.6 試験検査」とし、「7.1.6 参考文献」を「7.1.7 参考文献」とし、「7.1.5 計算方法及び計算結果」を追加する。

「第7.1-1表 遮へい設備の主要仕様」を「第7.1-1表 遮蔽設備の主要仕様」とする。

「第7.1-1図 遮へい設計区分概略図」を「第7.1-1図 遮蔽設計区分概略図」とする。

「8.2.4 試験検査」を「8.2.5 試験検査」として「8.2.4 主要仕様」を追加し、「8.4.4 試験検査」を追加し、「8.5 圧縮空気供給設備」を削除して「8.5 人の不法な侵入等防止設備」を追加する。

「第8.2-1表 消防用設備の主要仕様」を追加し、「第8.5-1表 圧縮空気供給設備の主要仕様」を削除する。

「第8.3-2図 無停電電源装置の単線結線図」を追加する。

上記変更の上、下記項目の記述及び関連図面等を次のとおり変更又は追加する。

1. 安全設計

1.1 安全設計の基本方針

- 1.1.1 使用済燃料の臨界防止に関する基本方針
- 1.1.2 放射線の遮蔽に関する基本方針
- 1.1.3 使用済燃料等の閉じ込めに関する基本方針
- 1.1.4 使用済燃料等の除熱に関する基本方針
- 1.1.5 火災・爆発の防止に関する基本方針
- 1.1.6 耐震設計
- 1.1.7 津波防護に関する基本方針
- 1.1.8 竜巻防護に関する基本方針
- 1.1.9 火山事象に関する基本方針
- 1.1.10 外部火災防護に関する基本方針
- 1.1.11 その他

1.2 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (平成25年12月18日施行) への適合性

- 1.2.1 概要
- 1.2.2 使用済燃料の臨界防止
- 1.2.3 遮蔽等
- 1.2.4 閉じ込めの機能
- 1.2.5 除熱
- 1.2.6 火災等による損傷の防止
- 1.2.7 使用済燃料貯蔵施設の地盤
- 1.2.8 地震による損傷の防止
- 1.2.9 津波による損傷の防止
- 1.2.10 外部からの衝撃による損傷の防止

- 1.2.11 使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入等の防止
 - 1.2.12 安全機能を有する施設
 - 1.2.13 設計最大評価事故時の放射線障害の防止
 - 1.2.14 金属キャスク
 - 1.2.15 使用済燃料の受入施設
 - 1.2.16 計測制御系統施設
 - 1.2.17 廃棄施設
 - 1.2.18 放射線管理施設
 - 1.2.19 予備電源
 - 1.2.20 通信連絡設備等
- 1.3 参考文献
- 第1.1-1表 クラス別施設（主要設備）
 - 第1.1-2表 弾性設計用地震動Sd-A及びSd-B1～Sd-B4の最大加速度振幅値
 - 第1.1-3表 設定する衝突想定条件
 - 第1.1-4表 敷地境界外における公衆の実効線量の評価結果
 - 第1.1-5表 衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能に係る初期確認，保守・修理及び搬出に必要な試験・検査
 - 第1.1-6表 敷地内の浸水を想定して実施する項目の概要
 - 第1.1-7表 設計竜巻荷重を設定するための竜巻の特性値
 - 第1.1-8表 貯蔵建屋に対する設計飛来物
 - 第1.1-9表 外部火災にて想定する火災
 - 第1.1-10表 リサイクル燃料備蓄センター敷地内に設置する危険物貯蔵設備
 - 第1.1-11表 カテゴリ別の航空機墜落確率

- 第1.1-12表 評価対象航空機の離隔距離及び輻射強度
- 第1.1-13表 安全機能を有する施設
- 第1.1-1図 一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトル
- 第1.1-2図 弾性設計用地震動の応答スペクトル
- 第1.1-3図 敷地及び敷地周辺の地形
- 第1.1-4図 敷地周辺における主な施設の配置
- 第1.1-5図 仮想的大規模津波による浸水範囲
- 第1.1-6図 防火帯設置図
- 第1.1-7図 自衛消防隊体制図

2. 使用済燃料貯蔵施設の配置

- 2.1 概要
- 2.2 設計方針
- 2.3 全体配置
- 2.4 主要な建物
 - 2.4.1 使用済燃料貯蔵建屋
 - 2.4.2 事務建屋
- 2.5 参考文献
- 第2.4-1表 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件
- 第2.4-2表 金属キャスク周囲空気温度評価結果
- 第2.4-3表 使用済燃料貯蔵建屋コンクリート温度の評価結果（最高値）
- 第2.3-1図 リサイクル燃料備蓄センター一般配置図
- 第2.4-1図(1) 機器配置図（事業開始時）
- 第2.4-1図(2) 機器配置図（最大貯蔵時）

第2.4-3図 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析フロー

3. 使用済燃料貯蔵設備本体

3.1 概要

3.2 設計方針

3.3 主要設備

3.5 試験検査

3.6 参考文献

第3.3-1表 臨界解析条件

第3.3-2表 使用済燃料集合体の線源強度計算条件

第3.3-3表 線源強度計算結果

第3.3-4表 閉じ込め評価条件

第3.3-5表 除熱解析条件

第3.3-6表 金属キャスクの基本的安全機能に係る評価結果

第3.4-1表 使用済燃料貯蔵設備本体の主要仕様

第3.1-1図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図（BWR用大型キャスク （タイプ2））（BWR用大型キャスク（タイプ2A））

第3.3-1図 金属キャスクの臨界解析フロー

第3.3-2図 金属キャスクの遮蔽解析フロー

第3.3-3図 金属キャスクの閉じ込め構造

第3.3-4図 金属キャスクのシール部詳細

第3.3-5図 金属キャスクの閉じ込め評価フロー

第3.3-6図 金属キャスクの除熱解析フロー

第3.4-1図 使用済燃料集合体の収納配置（新型8×8ジルコニウム ライナ燃料のみを収納する場合，高燃焼度8×8燃料の

みを収納する場合，又は新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8 × 8 燃料を収納する場合)

第3.4-2図 使用済燃料集合体の収納配置（新型 8 × 8 燃料及び新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料を収納する場合）

第3.4-3図 使用済燃料集合体の収納配置（新型 8 × 8 燃料のみを収納する場合）

4. 使用済燃料の受入施設

4.1 概要

4.2 受入設備

4.2.1 概要

4.2.2 設計方針

4.2.3 主要設備

4.2.4 主要仕様

4.2.5 試験検査

第4.2-1表 受入設備の主要仕様

5. 計測制御系統施設

5.1 概要

5.2 計測設備

5.2.1 概要

5.2.2 設計方針

5.2.3 主要設備

5.2.5 試験検査

5.3 監視盤室

5.3.2 設計方針

5.3.3 主要設備

第5.2-1表 計測設備の主要仕様

6. 放射性廃棄物の廃棄施設

6.1 概要

6.2 設計方針

6.3 主要設備

6.5 試験検査

7. 放射線防護設備及び放射線管理設備

7.1 放射線防護設備

7.1.1 概要

7.1.2 設計方針

7.1.3 主要設備

7.1.4 主要仕様

7.1.5 計算方法及び計算結果

7.1.6 試験検査

7.1.7 参考文献

7.2 放射線管理設備

7.2.1 概要

7.2.2 設計方針

7.2.3 主要設備

7.2.5 試験検査

第7.1-1表 遮蔽設備の主要仕様

第7.1-1図 遮蔽設計区分概略図

8. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設

8.1 概要

8.2 消防用設備

8.2.1 概要

8.2.2 設計方針

8.2.3 主要設備

8.2.4 主要仕様

8.2.5 試験検査

8.3 電気設備

8.3.1 概要

8.3.2 設計方針

8.3.3 主要設備

8.3.5 試験検査

8.4 通信連絡設備

8.4.2 設計方針

8.4.3 主要設備

8.4.4 試験検査

8.5 人の不法な侵入等防止設備

8.5.1 概要

8.5.2 試験検査

第8.2-1表 消防用設備の主要仕様

第8.3-1表 電気設備の主要仕様

第8.3-1図 リサイクル燃料備蓄センターの単線結線図

第8.3-2図 無停電電源装置の単線結線図

1. 安全設計

1.1 安全設計の基本方針

使用済燃料貯蔵施設は、「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。）等の関係法令の要求を満足するとともに、適切と認められる規格及び基準等に準拠するように設計する。また、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に適合する設計とする。

使用済燃料貯蔵設備本体である金属キャスクは、基本的安全機能を有するとともに、使用済燃料集合体の事業所外運搬に用いる輸送容器としての機能を併せ持つ容器とする。

1.1.1 使用済燃料の臨界防止に関する基本方針

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき臨界防止設計を行う。

- (1) 使用済燃料貯蔵施設は、技術的にみて想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計とする。
- (2) 臨界防止機能の一部を構成する金属キャスク内部のバスケットは、設計貯蔵期間を通じて構造健全性が保たれる設計とする。

1.1.2 放射線の遮蔽に関する基本方針

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき遮蔽設計を行う。

- (1) リサイクル燃料備蓄センターからの直接線及びスカイシャイン線による公衆の線量が原子炉等規制法に基づき定められている線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り低くなるように適切な遮蔽を講ずる設計とする。
- (2) 放射線業務従事者が立ち入る場所については、遮蔽設計の基準となる線量率を施設内の区分に応じて適切に定め、区分の基準線量率を満足するように設計する。
- (3) 事業所内の管理区域以外の人立ち入る場所における線量を低減できるよう、適切な措置を講ずる。

1.1.3 使用済燃料等の閉じ込めに関する基本方針

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき閉じ込め設計を行う。

- (1) 金属キャスクは、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料集合体を内封する空間を不活性雰囲気を保つとともに負圧に維持する設計とする。
- (2) 金属キャスクは、蓋部における多重の閉じ込め構造により使用済燃料集合体を内封する空間を容器外部から隔離する設計とする。また、閉じ込め機能について監視できる設計とする。
- (3) 金属キャスクは、万一の蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、蓋を追加装着できる構造を有すること等、閉じ込め機能の修復性を考慮した設計とする。
- (4) 放射性廃棄物の廃棄施設は、廃棄物による汚染の拡大防止を考慮した設計とする。また、漏えいが生じたときの漏えい拡大防止を考慮した設計とする。

1.1.4 使用済燃料等の除熱に関する基本方針

使用済燃料貯蔵施設は、次の方針に基づき除熱設計を行う。

- (1) 金属キャスクは、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成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する。
- (2) 使用済燃料貯蔵建屋は、金属キャスクの表面からの除熱を維持する観点から、建屋内の雰囲気温度を低く保つことができるよう、金属キャスク表面に伝えられた使用済燃料集合体の崩壊熱を、その熱量に応じて生じる通風力を利用した自然換気方式により適切に除去する設計とし、換気のための給気口及び排気口を設ける。

給気口はフード下端の位置を地上高さ 6 m、排気口は地上高さ 23m と降下火砕物の堆積及び積雪を考慮した十分高い位置に設ける。また、給気口に自主的に設置するバードスクリーン、及び排気口に自主的に設置する排気ルーバは降下火砕物の粒径より十分に大きな格子とする。以上のことより使用済燃料貯蔵建屋の給気口及び排気口は、降下火砕物及び積雪により閉塞しない設計とする。

また、除熱機能について監視できる設計とする。

1.1.5 火災・爆発の防止に関する基本方針

1.1.5.1 火災・爆発の防止に関する設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により基本的安全機能を損なうことのないよう、火災及び爆発の発生防止、火災及び爆発の発生の早期感知及び消火、火災及び爆発の影響軽減について適切に組み合わせた火災防護対策を講ずる設計とする。

使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を確保する上では、金属キャスク及び貯蔵架台は主要材料が金属製の不燃性材料でありそれ自体が火災発生源となることはないが、周囲で発生した火災の熱的な影響により金属キャスクの基本的安全機能を損なうことのないよう、金属キャスク周囲における火災防護対策を講ずる。使用済燃料貯蔵建屋については、基本的安全機能のうち建屋が担っている遮蔽及び除熱の機能が火災により損なわれないよう、耐火能力を有するコンクリート壁等で構成する。また、金属キャスクを取り扱う設備である受入れ区域天井クレーン及び搬送台車については、金属キャスク取扱い中の火災による金属キャスクの落下、転倒等の波及的影響を防止する設計とする。

なお、使用済燃料貯蔵施設には、基本的安全機能を損なうような爆発を発生させる機器・設備は存在しない。

1.1.5.2 火災の発生防止

(1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。

a. 主要な施設及び構造材に対する不燃性材料の使用

(a) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、以下の通り不燃性

材料を使用する設計とする。

i. 金属キャスク及び貯蔵架台は、主要材料が金属製の不燃性材料である。

ii. 受入れ区域天井クレーンのつり具、ブレーキ、ワイヤロープは金属製である。

iii. 搬送台車のドライブユニットは、鋼板製のカバーで囲んだ構造とする。

iv. 使用済燃料貯蔵建屋は、不燃性材料を構造材とする鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）とする。

(b) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設以外の施設についても、実用上可能な限り不燃性材料を使用する設計とする。

i. 受入設備（仮置架台、たて起こし架台、検査架台）は金属製である。なお、たて起こし架台及びその周辺に敷設する衝撃吸収材は木材をステンレス板で覆い、着火しない構造とする。

ii. 配管、ダクト、ケーブルトレイ、電線管、盤の筐体及びこれらの支持構造物のうち主要な構造材は、金属製の不燃性材料を使用する。

iii. 受入れ区域架構鉄骨に自主的に設置する緩衝材は、ポリプロピレン発泡体に耐火被覆を巻いたものとし、着火しない構造とする。

b. 難燃ケーブル等の使用

金属キャスクに直接接続するケーブルは、自己消火性についてUL垂直燃焼試験等の試験規格に適合するとともに、延焼性についてIEEE383、IEEE1202等の試験規格に適合した難燃ケーブル、又はそれらの試験規格に基づく実証試験に合格した難燃ケーブルを使用する設計とする。

その他のケーブルは、JIS C 3005傾斜試験適合品と同等以上の難燃性ケーブルを使用する設計とするか、又は金属製の盤、電線管に収納する設計とする。

c. 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

使用済燃料貯蔵建屋のうち、金属キャスクを貯蔵する貯蔵区域及び金属キャスクを仮置きする受入れ区域は除熱のための空気の通風を自然換気により行い、換気設備のフィルタは使用しない。

d. 保温材に対する不燃性材料の使用

保温材は、空気圧縮機配管の火傷防止保温と冷却水ポンプ保温、雑用水配管の防露保温と凍結防止保温、及び監視盤室の空調冷媒配管保温に使用することを目的としており、不燃性材料を使用する設計とする。

e. 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

使用済燃料貯蔵建屋のうち、貯蔵区域の壁の一部（床面から1.6mの範囲）、受入れ区域の床及び壁の一部（床面から1.6mの範囲）は、不燃性のエポキシ樹脂系塗料を使用する設計とする。

(2) 火災の発生防止

発火性又は引火性物質に対して漏えい防止対策を講ずるとともに、電気系統の過電流による過熱及び損傷の防止対策を講ずる設計とする。

なお、使用済燃料貯蔵施設においては、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがなく、火花を発生する設備や高温の設備等発火源となる設備は設置しない。また、使用済燃料集合体は、金属製の乾式キャスクに収納しており、冷却水が存在しないことから、冷却水が放射線分解等により水素を発生することはない。

無停電電源装置の制御弁式鉛蓄電池は、負極板での水素の発生を抑制

する構造となっているが、整流器過電圧に伴う過充電により水素が発生する可能性がある。無停電電源装置は、整流器過電圧時に整流器を停止する保護機能があり、このことにより水素の発生を防止する設計とする。

可燃物は、火災区域内又は火災区画内に保管されている可燃物の発熱量から求めた等価時間とそこに設定されている耐火壁の耐火時間を比較し、耐火壁が必要な耐火時間を満足するよう持ち込みを制限する。

a. 発火性物質及び引火性物質の漏えい防止対策

貯蔵区域及び受入れ区域に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油又はグリスを内包する機器は、密閉構造の軸受により潤滑油及びグリスの漏えいを防止するか、受け皿を設置して漏えいの拡大を防止する設計とする。

b. 電気系統の過電流による電気火災防止対策

電気系統は、「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づき、過電流継電器等の保護継電器と遮断器の組合せにより故障機器系統の早期遮断を行い、過負荷や短絡に起因する過熱、焼損等による電気火災を防止する設計とする。

(3) 落雷等の自然現象による火災発生の防止

使用済燃料貯蔵建屋は地上高さ20mを超える設計であり、落雷による火災発生を防止するため、建築基準法に基づきJIS A 4201「建築物等の避雷設備（避雷針）」に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

1.1.5.3 火災の感知及び消火

火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うため、火災感知設備及び消火設備を設置する。

(1) 火災感知設備

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域に、消防法等に基づき、火災区域内を網羅するように火災感知器を設置するとともに、火災警報を火災受信機において表示、吹鳴する設計とする。

a. 火災感知器の環境条件等の考慮

火災感知器は、早期に火災を感知できるよう、各室における取付け面高さ、温度等の環境条件、予想される火災の性質（炎が生じる前に発煙する等）を考慮して型式を選定する。

b. 火災受信機

使用済燃料貯蔵建屋の火災警報は、出入管理建屋の火災受信機及び監視盤室の表示機（副受信機）において表示、吹鳴する設計とする。

また、事務建屋の火災受信機においても表示、吹鳴する設計とする。

c. 火災感知設備の電源確保

外部電源が喪失しても、火災受信機は予備電源として蓄電池（10分以上作動）を有する設計とする。また、上記に加え、自主的に出入管理建屋及び受変電施設に設置している無停電電源装置より給電される設計とする。

(2) 消火設備

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域は、除熱のための空気を通風させる給気口及び排気口が設置されており煙が充満しないこと及び放射線の影響により消火活動が困難となることはないことから固定式消火設備は設置しないが、貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対して、消火活動を早期に行うことを目的に、「消防法」に基づき適切に消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽を設置する。

(3) 自然現象の考慮

a. 凍結防止対策

動力消防ポンプの水源となる防火水槽は，冬季の凍結を考慮して地下に設置する設計とする。

b. 風水害対策

貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災の性質に応じて配置する消火器及び動力消防ポンプは，風雨時の屋外でも使用可能な設計とする。

1.1.5.4 火災の影響軽減

使用済燃料貯蔵建屋は，貯蔵区域，受入れ区域，付帯区域で構成し，貯蔵区域はさらに6分割した区画を設定する。これらの区域及び区画は，3時間耐火能力を有するコンクリート壁，並びに1時間耐火能力を有する防火扉及び防火シャッター（「建築基準法」に基づく特定防火設備）で分離する。

更に，受入れ区域と貯蔵区域の間の防火扉及び防火シャッターには，箱状の鋼材にコンクリートを充填した遮蔽扉を併設する。

これらの施設，設備により，火災発生時の影響が他の区域や区画に波及しない設計とする。なお，配管が区域及び区画を貫通する場合には，当該管と区域及び区画との隙間をモルタルその他の不燃性材料で埋める設計とする。

1.1.6 耐震設計

1.1.6.1 耐震設計の基本方針

使用済燃料貯蔵施設の耐震設計は、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に適合するように以下の事項に従って行う。

- (1) 使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- (2) 使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、耐震設計上の重要度をSクラス、Bクラス又はCクラスに分類し、それぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計する。
- (3) 金属キャスク及び金属キャスクの支持構造物は、Sクラスの設計とし、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する。

また、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐える設計とする。

なお、基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

- (4) 使用済燃料貯蔵建屋（以下1.1.6では「貯蔵建屋」という。）、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、Bクラスの設計とし、かつ、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する。

なお、貯蔵建屋は、杭基礎構造とし、杭先端は基準地震動による地震力が作用した場合においても十分な支持性能をもつ地盤に支持させる。

- (5) Bクラス及びCクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐える設計とする。
- (6) Bクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、その影響について検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものとする。
- (7) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設が、その他の安全機能を有する施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。

1.1.6.2 耐震設計上の重要度分類

使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、「基本的安全機能を確保する上で必要な施設」及び「その他の安全機能を有する施設」に分類し、更に、耐震設計上の重要度を次のように分類する。

基本的安全機能を確保する上で必要な施設

Sクラス：使用済燃料貯蔵設備本体である金属キャスク及び貯蔵架台

Bクラス：基本的安全機能の遮蔽機能及び除熱機能の一部を有する貯蔵建屋

使用済燃料の受入施設のうち、金属キャスクの落下・衝突を防止する機能を有する受入れ区域天井クレーン及び金属キャスクの衝突・転倒を防止する機能を有する搬送台車

その他の安全機能を有する施設

Cクラス：Sクラス及びBクラスに属さないその他の安全機能を有す

る施設であり，安全機能を確保するために必要な機能が喪失しても，基本的安全機能を損なうおそれがない施設
上記に基づくクラス別施設（主要設備）を第1.1-1表に示す。

なお，同表には当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び相互影響を考慮すべき設備に適用する地震動についても併記する。

1.1.6.3 基準地震動及び弾性設計用地震動

基準地震動は，「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，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。

ここで，基準地震動Ss-B4は，水平方向の地震動のみであることから，水平方向と鉛直方向を組み合わせた影響評価を行う場合には，「一関東評価用地震動」を用いる。一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトルを第1.1-1図に示す。

なお，基準地震動の年超過確率は， 10^{-4} ～ 10^{-5} 程度となる。

また，上記基準地震動に工学的判断から求められる係数0.5を乗じて弾性設計用地震動を設定する。この係数0.5は，基準地震動に対する弾性設計用地震動の比率を一定以上の値とし，それに対する応答を弾性限界以下とすることにより，基準地震動に対する地震応答解析結果の信頼性を確保しつつ，原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力値の比率に関する知見⁽¹⁾を踏まえて設定した値である。弾性設計用地震動の最大加速度振幅値を第1.1-2表に，応答スペクトルを第1.1-2図に示す。

1.1.6.4 地震力の算定法

使用済燃料貯蔵施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

(1) 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設に適用することとする。

添付書類四「5. 地震」に示す基準地震動による地震力は、基準地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

また、弾性設計用地震動による地震力は、弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。ここで、弾性設計用地震動は、基準地震動に工学的判断から求められる係数0.5を乗じて設定する。

なお、貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、Bクラスの施設ではあるが、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する。

a. 入力地震動

貯蔵建屋設置位置周辺は、地質調査の結果によれば、貯蔵建屋を構造耐力上安全に支持し得る砂子又層が十分な広がりをもって存在することが確認されている。貯蔵建屋は、この砂子又層に杭を介して支持させることとする。

解放基盤表面は、砂子又層のS波速度が0.7km/s以上を有する標高-218mの位置に想定することとする。

建物・機器の動的解析モデルに対する水平方向及び鉛直方向の入力地震動は、この解放基盤表面で定義された基準地震動から、建物及び地盤が地震動に与える影響を考慮して定めることとする。

b. 動的解析法

(a) 建物・構築物

「建物・構築物」として安全機能を有する施設は貯蔵建屋のみであるため、以下1.1.6では「建物・構築物」については貯蔵建屋の内容を記載する。

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定する。貯蔵建屋の動的解析は、原則として、時刻歴応答解析法による。

貯蔵建屋の動的解析に当たっては、貯蔵建屋の剛性はその形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建屋・杭と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、杭の配置状況、地盤の剛性等を考慮して定める。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験等に基づき適切に定める。

地盤－建屋・杭連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。なお、貯蔵建屋への入力地震動における計算での減衰定数については、各基準地震動により生じる地盤のひずみに応じた値とする。

基準地震動に対する応答解析において、貯蔵建屋の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

(b) 機器・配管系

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定する。

機器の動的解析は、原則として、機器の形状を考慮して、1質点系又は多質点系モデルに置換し、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法により応答を求める。

なお、剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて地震力を算定する。

動的解析に用いる減衰定数は、既往の振動実験等を考慮して適切な値を定める。

配管系については、耐震設計上の重要度分類においてCクラスの施設の配管のみであるため動的解析は実施しない。

(2) 静的地震力

静的地震力は、Sクラス、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれクラスに応じて次の地震層せん断力係数 C_i 及び震度に基づき算定する。

a. 貯蔵建屋

水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Bクラス 1.5

ここで、地震層せん断力係数 C_i は、標準せん断力係数 C_0 を0.2以上とし、貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 C_i に乗じる施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数は1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 C_0 は1.0以上とする。

b. 機器・配管系

耐震設計上の重要度分類の各クラスの水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度を20%増しとした震度より求めるものとする。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

鉛直地震力は、震度0.3を基準とし、貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度を20%増しとした震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は、高さ方向に一定とする。

上記 a. 及び b. の標準せん断力係数 C_0 等の割増し係数の適用については、耐震性向上の観点から、一般産業施設、公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

1.1.6.5 荷重の組合せと許容限界

(1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

a. 貯蔵建屋

(a) 貯蔵時の状態

金属キャスクを貯蔵している状態

(b) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件

b. 機器・配管系

(a) 貯蔵時の状態

金属キャスクを貯蔵している状態

(2) 荷重の種類

a. 貯蔵建屋

(a) 常時作用している荷重，すなわち固定荷重及び積載荷重

(b) 貯蔵時の状態で作用する荷重

(c) 金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重

(d) 地震力，風荷重，雪荷重，降下火砕物の荷重

ただし，(b)貯蔵時の状態で作用する荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとする。

また，(d)地震力には，機器・配管系からの反力等による荷重が含まれるものとする。

b. 機器・配管系

(a) 常時作用している荷重，すなわち死荷重

(b) 貯蔵時の状態で作用する荷重

(c) 金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重

(d) 地震力

(3) 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

a. 貯蔵建屋

地震力と常時作用している荷重，貯蔵時の状態で作用する荷重，金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重，風荷重，雪荷重，降下火砕物の荷重とを組み合わせる。

b. 機器・配管系

地震力と常時作用している荷重，貯蔵時の状態で作用する荷重，金属キャスク取り扱い時の状態で作用する荷重とを組み合わせる。

c. 荷重の組合せ上の留意事項

(a) ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には，その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

(b) 複数の荷重が同時に作用し，それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがあることが判明しているならば，それぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

(4) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとする。

a. 貯蔵建屋

(a) 静的地震力との組合せに対する許容限界

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する。

(b) 保有水平耐力

貯蔵建屋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していることを確認するものとする。

(c) 基準地震動との組合せに対する許容限界

貯蔵建屋が構造物全体として変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，終局耐力に対して適切な安全余裕をもたせることとする。

b. 機器・配管系

(a) Sクラスの機器系

i 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

荷重条件に対して、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない限度を許容限界とする。

ii 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

荷重条件に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まる限度を許容限界とする。

(b) Bクラス及びCクラスの機器・配管系

発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まる限度を許容限界とする。

なお、Bクラスの機器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するものは、荷重条件に対して、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない限度を許容限界とする。

1.1.6.6 設計における留意事項

基本的安全機能を確保する上で必要な施設が、その他の安全機能を有する施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。この波及的影響の評価に当たっては、以下の4つの観点をもとに、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、事象選定及び影響評価を実施するとともに、基準地震動又は基準地震動による地震力を適用する。

(1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

a. 不等沈下

基準地震動又は基準地震動による地震力に対して不等沈下により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。

b. 相対変位

基準地震動又は基準地震動による地震力によるその他の安全機能を有する施設と基本的安全機能を確保する上で必要な施設の相対変位により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。

(2) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設とその他の安全機能を有する施設との接続部における相互影響

基準地震動又は基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能を確保する上で必要な施設に接続するその他の安全機能を有する施設の損傷により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。

(3) 貯蔵建屋内におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響

基準地震動又は基準地震動による地震力に対して、貯蔵建屋内のその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。

(4) 貯蔵建屋外におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響

- a. 基準地震動又は基準地震動による地震力に対して、貯蔵建屋外のその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等により、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の基本的安全機能を損なわないことを確認する。
- b. 基準地震動又は基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能を確保する上で必要な施設の周辺斜面が崩壊しないことを確認する。

1.1.6.7 主要施設の耐震構造

貯蔵建屋は、地上1階で平面が約131m（南北方向）×約62m（東西方向）、地上高さが約28mの鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。

1.1.7 津波防護に関する基本方針

1.1.7.1 津波防護の基本方針

使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵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。

既往の知見を大きく上回る仮想的大規模津波を想定し、これを基準津波に相当する津波として、津波防護施設及び浸水防止設備の設置による遡上波の到達や流入の防止は行わず遡上波が使用済燃料貯蔵施設に到達する前提とする。

使用済燃料貯蔵建屋（以下1.1.7では「貯蔵建屋」という。）の貯蔵区域（以下1.1.7では「貯蔵区域」という。）は波力に耐えるよう設計するとともに、貯蔵されている金属キャスクの基本的安全機能が貯蔵区域の浸水により損なわれないよう設計する。

貯蔵建屋の受入れ区域（以下1.1.7では「受入れ区域」という。）については、損傷を仮定しても、落下物等の衝突により仮置きされている金属キャスクの閉じ込め機能が損なわれず、また遮蔽機能の回復により復旧期間において事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないよう設計する。

また、受入れ区域の損傷により衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理を行い、金属キャスクを使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために必要な確認を行う手段を講ずるとともに、敷地内の浸水を想定した対策として、貯蔵区域の金属キャスクの代替計測や放射線管理、津波襲来後の活動等に必要な手段を講ずる。

- (1) 「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び同解釈の適用

「使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下1.1.7では「事業許可基準規則解釈」という。）第10条を以下のとおり適用する。

- a. 事業許可基準規則解釈第10条1については，既往の知見を大きく上回る仮想的大規模津波を想定し，これを基準津波に相当する津波とする方針であり，基準津波を策定しないことから適用しない。
- b. 事業許可基準規則解釈第10条2及び3については，仮想的大規模津波による遡上波の使用済燃料貯蔵施設への到達を前提とすることから，事業許可基準規則解釈第10条2の第二項に基づき遡上波によって基本的安全機能が損なわれないよう設計する方針とし，津波防護施設等の設置による遡上波の到達防止を行わないことから，事業許可基準規則解釈第10条3は適用しない。
- c. 事業許可基準規則解釈第10条4については，仮想的大規模津波による遡上波の使用済燃料貯蔵施設への到達を前提とし，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を設置しないことから適用しない。

(2) 津波防護方針の対象とする施設

「使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」に示す基本的安全機能を確保する上で必要な施設に対し，設計方針に照らして津波防護方針の対象とする要否を示す。

a. 使用済燃料貯蔵設備本体（金属キャスク等）

基本的安全機能を有する施設であり，耐震設計にてSクラスが要求される施設であることから，津波防護方針の対象とする。

b. 貯蔵建屋

遮蔽機能及び除熱機能の一部を担う施設であるが，仮想的大規模津波による受入れ区域の損傷を仮定するに当たり事業許可基準規則解釈

(第9条に係る別記2)における貯蔵建屋の損傷時の考え方を準用し、金属キャスクの基本的安全機能等に関し必要な確認を行う。

c. 受入施設

該当する施設のうち、金属キャスクの落下を防止する受入れ区域天井クレーン(以下1.1.7では「天井クレーン」という。)については、受入れ区域の損傷に伴う落下を想定して金属キャスクの閉じ込め機能が維持されることを確認するため、津波防護方針の対象としない。

また、転倒を防止する搬送台車についても、津波により転倒防止に係る機能が喪失しないことから、津波防護方針の対象としない。

d. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備

耐津波設計としてこれらの施設、設備を設置せず、津波防護方針の対象としない。

(3) 敷地及び敷地周辺における地形、施設の配置等

a. 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在

敷地及び敷地周辺の地形を第1.1-3図に示す。

使用済燃料貯蔵施設を設置する敷地は、下北半島の津軽海峡側のほぼ中央部に位置し、なだらかな台地からなっている。

敷地の形状はほぼ正方形であり、敷地全体の広さは約26万 m^2 である。貯蔵建屋、事務建屋等は、敷地内に造成したT.P. +16mの地盤面に設置されており、東側、南側及び西側はT.P. +20m～+30mの台地に囲まれている。

施設は、海岸線から約500mの離隔がある。

河川としては敷地西側に美付川があり、敷地北西側の低地(T.P. +4m程度)を流れているが、流れる場所は貯蔵建屋に最も近い所で約450mの距離がある。

b. 敷地における施設の位置，形状等

リサイクル燃料備蓄センターの主要な施設として貯蔵建屋，事務建屋等があり，これらの施設は，敷地内に造成したT.P. +16mの地盤面に設置されている。

貯蔵建屋は敷地の中央から東寄りに位置し，「2.4.1 使用済燃料貯蔵建屋」に示すように，貯蔵区域，受入れ区域及び付帯区域で構成し，貯蔵区域で金属キャスクを貯蔵し，受入れ区域で金属キャスクの搬出入，検査等を行う。

事務建屋は，貯蔵建屋の北側に位置する。

c. 敷地周辺の人工構造物の位置，形状等

敷地周辺における主な施設の配置を第1.1-4図に示す。

港湾施設は，日本原子力研究開発機構所有の関根浜港が西側約1kmに，第1種漁港の関根漁港が西側約2kmに，同じく石持漁港が東側約4kmにそれぞれ立地する。これらの港に寄港しない大型船舶は，敷地前面海域では沖合10km以遠を航行している。

陸上では関根浜港付近に，日本原子力研究開発機構青森研究開発センター及び海洋研究開発機構むつ研究所が立地する。敷地外の西側沿岸部には国道279号線や市道等の道路があり，これらの道路沿いを中心に集落が存在する。敷地外の東側沿岸部には，海岸から約1km離れた内陸側の標高30m程度の場所を走る県道関根蒲野沢線があり，石持漁港付近を除いて海岸付近に目立った人工物はみられない。

(4) 入力津波の設定

a. 仮想的な大規模津波の概要

津波防護方針の策定に当たっては，既往の知見を大きく上回る仮想的な大規模津波を想定し，使用済燃料貯蔵施設の基本的な安全機能が損な

われないう設計する方針とする。

仮想的大規模津波は添付書類四「6. 津波」に示すとおり津波高さ T.P. +23mの津波であり、貯蔵建屋周囲の浸水深は一律に7 mとなる。

b. 浸水範囲の考え方

仮想的大規模津波の設定の考え方にに基づき、敷地内の浸水範囲は、T.P. +23mの等高線を境界としてT.P. +23m以下の区域が一律に浸水し、高さ方向についても基本的にT.P. +23m以下の範囲が一律に浸水し、建屋のT.P. +23m以下に位置する開口部等から建屋内への流入が発生するものとする。

仮想的大規模津波による浸水範囲を第1.1-5図に示す。

実際の津波は動的な現象であり、局所的な浸水深及び浸水の有無については、地形や構築物等の影響による遡上及び駆け上がりの挙動による影響並びに地震による敷地の隆起・沈降等による影響に伴う変動が生じうるが、仮想的大規模津波が遡上波の到達を前提とするため津波高さ自体に大きな保守性を持たせ仮想的に設定した津波であることを踏まえると、局所的な浸水深の差異については、設定の保守性に包含されると考えられる。

c. 貯蔵建屋内の浸水状態について

受入れ区域については、津波波力による受入れ区域の損傷を仮定するため、貯蔵建屋外と同様に、津波高さT.P. +23m（地上高さ7 m）までの範囲の浸水を考慮する。

貯蔵区域については、貯蔵建屋が健全であれば機器搬出入口からの大規模な浸水は考えられないが、津波波力による受入れ区域の損傷を仮定することから、期間は限定されるが貯蔵区域の機器搬出入口が開放されている場合を考慮し、受入れ区域と同様の浸水を考慮する。

1.1.7.2 施設の特性に応じた津波防護の基本方針

津波防護の基本方針については、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び事業許可基準規則解釈に加え「リサイクル燃料貯蔵株式会社リサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請に係る審査の状況について」（原子力規制庁，平成31年2月6日）及び「リサイクル燃料貯蔵株式会社リサイクル燃料備蓄センターの使用済燃料貯蔵事業変更許可申請に係る新規制基準適合性審査について」（原子力規制庁，令和元年8月21日）に示される審査方針を踏まえたものとする。

(1) 貯蔵建屋の耐性

貯蔵建屋のうち貯蔵区域については，仮想的大規模津波に対して水深係数3を用いた波圧に対し耐性を有することを確認する。

貯蔵建屋のうち受入れ区域については，仮想的大規模津波による損傷を仮定し，津波により貯蔵建屋が損傷した場合に満たすべき事項として上記審査方針に示される①金属キャスクが有する基本的安全機能が損なわれるおそれがないこと，②適切な復旧手段及び復旧期間において損傷を受けた貯蔵建屋の遮蔽機能及び除熱機能が回復可能であること及び③上記の復旧期間において事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないことを踏まえて(2)以降の確認を行う。

(2) 金属キャスクの閉じ込め機能

損傷を仮定する受入れ区域には金属キャスクを貯蔵しないが，搬入・搬出時に津波の襲来を受けた場合を仮定して，上記①に関し，落下物等による衝撃荷重に対して基本的安全機能が維持されることを確認する。

受入れ区域の損傷に伴う落下物等に対して，金属キャスクへの衝撃の緩和・回避措置を設計としては実施しないことから，衝突を想定して金

属キャスクの閉じ込め機能が維持されることを確認する。なお、自主的な取組みとして、より一層の安全性向上に向け受入れ区域屋根の架構鉄骨に対し影響緩和措置を実施する。

落下物等の衝突想定条件を、金属キャスクの運用状態と考えられる落下物の組合せから設定し、衝突時の挙動に基づき保守的に設定した衝突荷重に対する金属キャスクの構造評価を実施し、密封境界部がおおむね弾性範囲内にとどまることを確認する。

(3) 使用済燃料貯蔵施設の遮蔽機能

損傷を仮定する受入れ区域には金属キャスクを貯蔵しないが、搬入・搬出時に津波の襲来を受けた場合を仮定して、上記②及び③に関し、受入れ区域の外壁等の喪失及び落下物等の衝突に伴う金属キャスクの中性子遮蔽材の一部損傷を仮定して敷地境界外における直接線及びスカイシャイン線による線量を評価し、実効線量が年間1 mSvを超えないことを確認する。

受入れ区域の遮蔽機能を回復するため、受入れ区域及び仮置中の金属キャスクの損傷状況に応じて、受入れ区域の周囲や金属キャスクの損傷部への仮設遮蔽の設置等の応急復旧を実施する。

なお、受入れ区域の除熱機能については、金属キャスクが落下物等に埋没して自然対流が阻害される可能性は小さく、また落下物の撤去等により金属キャスクの除熱を促進できることから回復可能と考えられる。

(4) 衝撃を受けた金属キャスクの対策

事業許可基準規則解釈第13条に基づき、衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理を行い、金属キャスクを使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために必要な確認を行う手段を講ずる。

(5) 敷地内の浸水を想定した対策

貯蔵建屋，事務建屋等の仮想的大規模津波による浸水を想定することから，衝撃を受けた金属キャスクの対策以外の敷地内の浸水を想定した対策として，貯蔵区域で貯蔵中の金属キャスクの監視や使用済燃料貯蔵施設の放射線管理，事務建屋浸水後の活動に必要な対策を講ずる。

1.1.7.3 貯蔵建屋の耐性

貯蔵建屋については，仮想的大規模津波に対して水深係数3を用いた波圧による評価に基づき損傷の有無を判定することが要求されており，貯蔵区域が仮想的大規模津波に伴う波圧に対し耐性を有することを確認する。

なお，受入れ区域については，波圧による外壁の応力が許容応力を超えることから損傷を仮定する。

(1) 貯蔵建屋の耐性評価の確認項目

貯蔵建屋の耐性評価として，以下の項目につき確認を行う。

- a. 貯蔵区域の外壁の健全性確認
- b. 貯蔵区域の遮蔽扉の健全性確認
- c. 津波による波圧（荷重）と設計用地震力及び保有水平耐力の比較

(2) 検討方法及び判定基準

- a. 貯蔵区域の外壁の健全性確認

貯蔵区域の四周の外壁に採用する荷重が等しいことから，相対的に最も応力の高くなる部位を代表部位として確認を行う。

東側及び西側の外壁は南側の外壁及び受入れ区域との境界壁よりも厚いこと，受入れ区域との境界壁は南側外壁に比べて取り付く柱により相対的に剛性が高いことから，貯蔵区域の南側外壁を対象として健全性の確認を行う。

津波により建屋外壁に作用する荷重の算定に当たっては、静的荷重として評価し、外壁に生じる応力を算出する。

判定基準として「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格JSME S NE1-2011」（日本機械学会，2011年4月）の荷重状態Ⅳの許容値として定めるコンクリートの圧縮ひずみ 3000μ 及び鉄筋の引張ひずみ 5000μ を，面外せん断応力度については「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会，2018年12月）に示される許容値をそれぞれ用いる。

b. 貯蔵区域の遮蔽扉の健全性確認

判定基準に用いる許容値として，曲げモーメントにより鋼板に生じる引張応力度として鋼板の短期許容応力度を用いる。

c. 津波による波圧（荷重）と設計用地震力及び保有水平耐力の比較

上記の確認に加え，津波により荷重と建物の設計用地震力及び地震時の耐力である保有水平耐力との比較を行い，建物裕度の確認を行う。

(3) 津波以外の自然現象との荷重の組合せ

貯蔵建屋への荷重の観点から設計上考慮すべき自然現象として地震，竜巻，風（台風），積雪及び降下火砕物が考えられるが，以下の理由から，津波による波圧との荷重の組合せの必要性は小さいと考えられる。

a. 地震については，発生可能性が小さく継続時間も短いことから津波による波圧と同時に作用する可能性が考え難く，仮に同時に発生しても貯蔵建屋への荷重の作用方向が異なる。

b. 竜巻及び風（台風）による荷重は津波による波圧と比べて非常に小さく津波による波圧に包絡されると考えられ，また竜巻は発生可能性が小さく継続時間が短い。

c. 積雪及び降下火砕物による荷重は，津波による波圧と貯蔵建屋への

荷重の作用方向が異なる。

1.1.7.4 金属キャスクの閉じ込め機能

損傷を仮定する受入れ区域には金属キャスクを貯蔵しないが、金属キャスクの搬入・搬出時に津波の襲来を受けた場合を仮定して、受入れ区域の損傷に伴う落下物等に対して密封性能が維持されることを確認する。

(1) 衝突想定条件について

受入れ区域損傷時の金属キャスクの閉じ込め機能評価の入力条件となる落下物の衝突想定条件を設定する。

a. 落下物の抽出

金属キャスクへの衝突により大きな衝撃力を与える可能性のある落下物として、質量、剛性及び落下速度の観点から建屋構成材及び天井クレーンを考慮して落下物を抽出する。

b. 金属キャスクの状態

受入れ区域における金属キャスクの状態は、受入れ工程を踏まえて水平姿勢・緩衝体なし（たて起こし架台上）の状態及び縦姿勢・緩衝体なし（移動中及び検査架台上）の状態を考慮する。

金属キャスクへの落下物等の衝突部位は、閉じ込め機能への影響の観点から蓋部を考慮する。

c. 衝突想定条件の設定

抽出した落下物に対し、金属キャスクの姿勢、受入れ区域内の機器配置及び金属キャスクとの位置関係に基づき、事象の起こりやすさ、落下エネルギー及び他の事象による代表性を踏まえ、①天井クレーンの水平姿勢キャスクへの落下及び②天井スラブの縦姿勢キャスクへの落下を衝突想定条件として設定する。

設定する衝突想定条件を第1.1-3表に示す。

d. 津波漂流物について

津波漂流物については、受入れ区域の側壁が仮に損傷しても、貯蔵建屋外からの大型の漂流物が支障なく貯蔵建屋内に流入し高速で金属キャスクに衝突する可能性は小さいと考えられ、津波漂流物の衝突を仮定しても、落下物による衝突想定条件に包含される。

(2) 構造評価について

金属キャスクの閉じ込め機能評価を、金属キャスクの蓋部に衝突荷重を与えた状態を模擬して構造評価により行う。

構造評価の入力条件となる落下物の衝突荷重は、(1)で設定した衝突想定条件に基づき工学式により設定することとし、保守的な衝突荷重となるよう前提条件を与える。

天井クレーンの落下については、北側のサドル部が金属キャスクに衝突して塑性変形する状態が衝突荷重として厳しいと考えられることから、天井クレーンの塑性変形に要するエネルギーに基づき衝突荷重を設定する。

天井スラブの落下については、天井スラブが受入れ区域の天井と平行に落下して金属キャスク頂部に衝突し、フランジ部の外周でせん断破壊する状態が衝突荷重として厳しいと考えられることから、天井スラブがせん断破壊する際の応力に基づき衝突荷重を設定する。

(3) 判定基準について

金属キャスクの密封境界部がおおむね弾性範囲内にとどまることとする。密封境界部の範囲は閉じ込め機能を担保する一次蓋締付ボルト及び密封シール部とし、おおむね弾性範囲内にとどまることとして、胴体の一次蓋密封シール部及び一次蓋の密封シール部に塑性変形がみられないこと並びに一次蓋用締付ボルトのボルト応力が降伏応力を超えないこと

とする。

(4) 金属キャスクの浸水による影響について

津波により金属キャスクの蓋部が浸水しても蓋間圧力は水深7mの浸水による水圧を上回るため圧力障壁は維持され、また津波襲来後に金属ガスケット外周部の洗浄等の対応を取ることが可能であることから、閉じ込め機能が損なわれることはないと考えられる。

(5) 閉じ込め機能の低下による影響について

金属キャスクへの落下物等の衝突により漏えいに至るためには、①落下物等の衝突により金属キャスク内の多数の燃料棒が破損し金属キャスク内が正圧となる、②衝突荷重により一次蓋に大きな変位が発生し蓋部の漏えい率が増加する並びに③二次蓋及び三次蓋の閉じ込め機能が喪失する、の複数の条件が重畳する必要がある、発生の可能性は極めて小さいと考えられるが、仮にこれらの条件が重畳して漏えいが発生しても、それに起因する公衆の線量は無視し得る程度である。

1.1.7.5 使用済燃料貯蔵施設の遮蔽機能

受入れ区域の損傷及び金属キャスクへの落下物等の衝突により遮蔽機能が低下する場合を仮定して線量を評価し、敷地境界外における公衆の実効線量が遮蔽機能の復旧を考慮して年間1mSvを超えないことを確認する。

(1) 線量評価の条件

線量評価は、添付書類七「5. 平常時における公衆の線量評価」と同様の計算方法によることとし、評価目的を踏まえ以下の条件を反映する。

- a. 貯蔵区域の金属キャスクの線源強度及び放射線の線質は、「3. 使用済燃料貯蔵設備本体」の3.3(2)における金属キャスクの遮蔽評価結果と同等になるよう設定する。

- b. 受入れ区域の金属キャスクの基数は最大となる8基とし、落下物等による中性子遮蔽材の損傷を仮定して金属キャスクが健全な場合の線量と中性子遮蔽材損傷部からの線量のそれぞれを計算し合算する。線源強度、放射線の線質及び表面エネルギースペクトルは「3. 使用済燃料貯蔵設備本体」の3.3(2)における金属キャスクの遮蔽評価結果と同等になるよう設定し、中性子遮蔽材損傷部については、金属キャスク本体胴表面の線束が損傷部から生じているものとして設定する。
- (a) 受入れ区域の損傷によりクレーンガーダが落下して金属キャスクに衝突し、外筒を貫通して中性子遮蔽材を損傷させるものとする。クレーンガーダは金属キャスクの仮置エリア付近にある5本がそれぞれ1基の金属キャスクに衝突し、5基の金属キャスクの中性子遮蔽材が損傷するものとする。
- (b) 金属キャスクの中性子遮蔽材の損傷状態は、落下物の角部が衝突して外筒を貫通し、本体胴で止まるまでに中性子遮蔽材を欠落させるものとし、水平状態の金属キャスクの上部の中性子遮蔽材が、径方向に平行に幅0.3mで損傷するものとする。
- c. 貯蔵建屋の状態は、受入れ区域の損傷を仮定して受入れ区域の外壁及び天井の遮蔽機能の喪失を仮定する。なお、遮蔽機能の復旧として、受入れ区域の遮蔽機能の復旧は考慮しないが、金属キャスク損傷部の遮蔽機能及び貯蔵区域遮蔽扉部の遮蔽機能の復旧を考慮し、復旧期間は前者を3ヶ月、後者を1ヶ月とする。
- d. 線量の計算は、受入れ区域の金属キャスクからの寄与が大きいことから、受入れ区域に近い北側の敷地境界外について行う。

(2) 線量評価の結果

上記の評価方法に基づき敷地境界外における公衆の実効線量を評価し

た結果を第1.1-4表に示す。敷地境界外における公衆の実効線量は年間で約 7.8×10^{-1} mSvであり、年間1 mSvを超えない。

1.1.7.6 衝撃を受けた金属キャスクの対策

衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理を行い、金属キャスクを当該使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために必要な確認を行う手段を講ずる。

遮蔽、閉じ込め、除熱及び臨界防止の各基本的安全機能につき、初期確認、保守・修理及び搬出に必要な試験・検査として実施する項目を第1.1-5表に示す。

衝撃を受けた金属キャスクについて、遮蔽、閉じ込め、除熱及び臨界防止の各基本的安全機能に関する初期確認を行うとともに、落下物の状況等を確認して、衝突事象が既往の評価条件に包絡されていることを確認する。

金属キャスクの保守・修理として、漏えい箇所への実施可能な漏れ止め材の充填や漏れ止め溶接の実施、遮蔽材の欠損の補修等必要な追加補修を行う。

金属キャスクを搬出する際には「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」に基づき遮蔽性、密封性、除熱性、未臨界性、構造健全性等について必要な確認を行う手段を講ずる。

1.1.7.7 敷地内の浸水を想定した対策

仮想的な大規模津波による敷地内の浸水を想定した対策を講ずる。

貯蔵区域で貯蔵中の金属キャスクは受入れ区域の損傷による影響を受けず基本的安全機能が損なわれるおそれはないが、津波襲来後に通常の監視

機能が喪失するため、代替計測を実施する手段を講ずる。

また、津波襲来後の活動に必要な活動拠点や災害対応用電源、資機材等を準備する。資機材は、一定の期間外部からの支援に期待できないこと及び調達の可能性を考慮して準備する。

敷地内の浸水を想定して実施する項目の概要を第1.1-6表に示す。

1.1.8 竜巻防護に関する基本方針

1.1.8.1 竜巻防護に関する設計方針

使用済燃料貯蔵施設の竜巻防護設計においては、基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定し、竜巻に対して基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、竜巻飛来物の発生防止対策及び使用済燃料貯蔵建屋（以下1.1.8では「貯蔵建屋」という。）による防護とあいまって、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

1.1.8.2 外部事象防護施設

使用済燃料貯蔵施設においては、金属キャスクが基本的安全機能を有する設備に該当する。

また、金属キャスクを内包する貯蔵建屋は、遮蔽機能及び除熱機能の一部を担っている設備であることから基本的安全機能を有する設備に該当する。

これより、使用済燃料貯蔵施設における外部事象防護施設（以下1.1.8では「防護施設」という。）を金属キャスク及び貯蔵建屋とし、基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定することで、竜巻によってこれらがもつ基本的安全機能を損なわない設計とする。

(1) 金属キャスク

金属キャスクは貯蔵建屋内に貯蔵することから、金属キャスクの基本的安全機能が竜巻により直接的な影響を受ける可能性のある場合として、竜巻飛来物が貯蔵建屋の開口部を通過して金属キャスクに衝突する場合が考えられる。

貯蔵建屋の中で金属キャスクが存在する場所として貯蔵区域及び受入

れ区域があり、各々の区域に開口部として、除熱のための空気を通風させる給気口及び排気口を設ける。このうち貯蔵区域の給気口及び受入れ区域の給気口はフード及び垂れ壁を持つ迷路構造とすることから、竜巻飛来物が通過しても、飛来物の運動エネルギーは迷路構造の中で大幅に減衰され、飛来物が高速で金属キャスクに衝突する可能性は小さい。また、貯蔵区域の排気口は排気塔の上部に設置し、排気塔の下部に遮蔽ルーバを設置することから、竜巻飛来物が通過しても、飛来物の運動エネルギーは排気塔外壁や遮蔽ルーバへの衝突で大幅に減衰され、排気塔直下に金属キャスクを貯蔵しないこととあいまって、飛来物が高速で金属キャスクに衝突する可能性は小さい。

受入れ区域の排気口については、金属キャスクの搬入時及び搬出時に受入れ区域に仮置きを行うことから、竜巻飛来物が通過した場合、通過後の挙動によっては金属キャスクに衝突する可能性は否定できないが、竜巻により飛来物が発生し、受入れ区域の排気口を通過して金属キャスクへの衝突に至るまでには、以下に示すとおり可能性の小さい複数の条件が重畳する必要がある。

- ・リサイクル燃料備蓄センター敷地周辺の道路として、敷地南側に接する県道及び敷地東側に接する市道があるが、これらの道路における交通量は極めて少なく、敷地周辺を走行中の車両が竜巻に巻き込まれて飛散する可能性は極めて小さい。また、敷地周辺からみた受入れ区域の排気口の立体角（敷地境界から受入れ区域の排気口までの距離及び受入れ区域の排気口の寸法を考慮した見掛けの大きさ）は非常に小さく、竜巻に伴い敷地外で仮に飛来物が発生しても、飛来物が受入れ区域の排気口の方向に飛散する可能性は極めて小さい。
- ・受入れ区域の排気口は地上高さ約20mに設けるため、竜巻により大型

の飛来物が高く浮き上がり当該高さに達する可能性は小さい。また、受入れ区域の排気口の寸法は高さ約1.5mであり、竜巻により大型の飛来物が受入れ区域の排気口の高さに達したとしても、受入れ区域の排気口を支障なく通過するのは困難である。

- 金属キャスクが受入れ区域の排気口付近（仮置架台及びたて起こし架台）に仮置きされている期間は搬入時及び搬出時に限定されており、竜巻飛来物が受入れ区域の排気口を通過して受入れ区域内に入ったとしても、その際に金属キャスクが受入れ区域に仮置きされている可能性は小さい。
- 金属キャスクが受入れ区域の排気口付近（仮置架台及びたて起こし架台）にある場合、金属キャスクは輸送時と同様に三次蓋及び緩衝体を取り付けた状態で仮置きするため、受入れ区域の排気口を通過した飛来物が仮置き中の金属キャスクの蓋部付近に衝突したとしても、蓋部の閉じ込め機能は保護されている。

これらの条件が重畳する確率は極めて小さく、設計竜巻（最大風速100m/s）を超える竜巻の年発生確率が 10^{-6} 以下であり大規模な竜巻発生の可能性が極めて小さいこととあわせると、竜巻飛来物が受入れ区域の排気口を通過し金属キャスクに衝突して基本的安全機能に影響を及ぼす可能性は極めて小さい。

以上より、基本的安全機能の観点から、貯蔵建屋に内包される金属キャスクへの竜巻による直接的な影響として、飛来物の衝突を考慮する必要はない。

(2) 貯蔵建屋

貯蔵建屋に対しては、金属キャスクを内包する施設として使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわないよう、基準竜巻、設計竜巻及び

設計荷重を適切に設定し、設計荷重に対し構造健全性を維持する設計とする。

1.1.8.3 設計荷重の設定

(1) 設計竜巻荷重を設定するための竜巻の設定

添付書類四「8. 竜巻」において設定した設計竜巻の最大風速100m/sの特性値に基づいて設計竜巻荷重を設定する。

使用済燃料貯蔵施設における設計竜巻荷重を設定するための竜巻の特性値を第1.1-7表に示す。

(2) 設計飛来物の設定

プラントウォークダウンによるリサイクル燃料備蓄センターの敷地内及び敷地近傍を俯瞰した調査及び検討を行い、敷地内及び敷地近傍の資機材等の設置状況を踏まえ、貯蔵建屋に衝突する可能性のある飛来物を抽出する。抽出した飛来物の寸法、質量及び形状から飛来の有無を判断し、運動エネルギー及び貫通力を考慮して設計飛来物を設定する。

設計飛来物を設定する上では、飛来物の運動エネルギーについては、衝撃荷重を保守的に見積もる観点からランキン渦モデルに基づき評価を行い、飛来物の飛来の有無を判断する上では、実際の竜巻による災害事例等を考慮に加えて検討を行う。

また、竜巻防護の観点から、飛来物の挙動（運動エネルギー、飛散距離、浮き上がり高さ）の点から飛散防止を図ることが望ましい物品については、固縛や車両退避等の飛散防止措置を実施することにより、設計飛来物から除外する。

その結果、貯蔵建屋に衝突する可能性がある飛来物のうち、大きな貫通力を持つ設計飛来物として「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」

(平成26年9月17日原規技発第1409172号原子力規制委員会決定)を参考にして鋼製材を設定し、また、大きな運動エネルギーを持つ設計飛来物としてワゴン車を設定する。

貯蔵建屋に対する設計飛来物を第1.1-8表に示す。

(3) 荷重の組合せと判断基準

竜巻により貯蔵建屋に作用する設計竜巻荷重の算出、設計竜巻荷重の組合せの設定、設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定及び判断基準について以下に示す。

a. 貯蔵建屋に作用する設計竜巻荷重

竜巻により貯蔵建屋に作用する荷重として「風圧力による荷重」、
「気圧差による荷重」及び「設計飛来物による衝撃荷重」を以下に示すとおり算出する。

(a) 風圧力による荷重

竜巻の最大風速による荷重であり、次式のとおり算出する。

$$W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

ここで、

W_w : 風圧力による荷重

q : 設計用速度圧

G : ガスト影響係数 (=1.0)

C : 風力係数 (施設の形状や風圧力が作用する部位 (屋根、壁等) に応じて設定する。)

A : 貯蔵建屋の受圧面積

$$q = (1/2) \cdot \rho \cdot V^2$$

ここで、

ρ : 空気密度

V : 最大風速

ただし、竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として算定されるが、鉛直方向の風圧力に対してせい弱と考えられる部位が存在する場合には、鉛直方向の最大風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮した設計とする。

(b) 気圧差による荷重

貯蔵建屋は外気に対し給気口及び排気口を開口部として持つ構造であり、貯蔵建屋内外の気圧差は生じ難いと考えられるが、貯蔵建屋の壁、屋根等において、設計上考慮する竜巻による気圧低下によって生じる貯蔵建屋の内外の気圧差による荷重を考慮し、保守的に「閉じた施設」を想定して次式のとおり算出する。

$$W_P = \Delta P_{\max} \cdot A$$

ここで、

W_P : 気圧差による荷重

ΔP_{\max} : 最大気圧低下量

A : 貯蔵建屋の受圧面積

(c) 設計飛来物による衝撃荷重

飛来物の衝突方向及び衝突面積を考慮して設計飛来物が貯蔵建屋に衝突した場合の影響が大きくなるように衝撃荷重を算出する。

b. 設計竜巻荷重の組合せ

貯蔵建屋の設計に用いる設計竜巻荷重は、風圧力による荷重 (W_W)、気圧差による荷重 (W_P) 及び設計飛来物による衝撃荷重 (W_M) を組み合わせた複合荷重とし、複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} は米国原子力規制委員会の基準類を参考として、以下のとおり設定する。

$$W_{T1} = W_P$$

$$W_{T2} = W_W + 0.5 \cdot W_P + W_M$$

なお、貯蔵建屋には W_{T1} 及び W_{T2} の両荷重をそれぞれ作用させる。

c. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定

設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおりとする。

(a) 貯蔵建屋に常時作用する荷重

貯蔵建屋に常時作用する荷重として、自重等の常時作用する荷重を適切に組み合わせる。

(b) 竜巻以外の自然現象による荷重

竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象⁽²⁾であり、積乱雲の発達時に竜巻と同時に発生する可能性がある自然現象は、落雷、積雪、ひょう及び降水である。これらの自然現象の組合せにより発生する荷重は、以下のとおり設計竜巻荷重に包絡されることから、設計竜巻荷重と組み合わせる荷重として考慮しない。

i 落雷

竜巻と落雷が同時に発生する場合においても、落雷による影響は雷撃であり、竜巻による荷重とは影響が異なる。

ii 積雪

リサイクル燃料備蓄センターの立地地域においては、竜巻が冬季に襲来する場合は竜巻通過前後に降雪を伴う可能性はあるが、上昇流の竜巻本体周辺では、竜巻通過時に雪は降らない。また、下降流の竜巻通過時や竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされるため、雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。

iii ひょう

ひょうは積乱雲から降る直径5mm以上の氷の粒であり、仮に直

径10cm程度の大型のひょうを想定した場合でも、その質量は約0.5kgである。竜巻とひょうが同時に発生する場合においても、直径10cm程度のひょうの終端速度は59m/s⁽³⁾、運動エネルギーは約0.9kJであり、設計飛来物の運動エネルギーと比べ十分小さく、ひょうの衝突による荷重は設計竜巻荷重に包絡される。また、貯蔵建屋は鉛直方向に開口部を持たないため、ひょうが貯蔵建屋内に侵入することはない。

iv 降水

竜巻と降水が同時に発生する場合においても、降水により屋外施設に荷重の影響を与えることはなく、また、降水による荷重は十分小さいため、設計竜巻荷重に包絡される。

d. 許容限界

貯蔵建屋の設計において、設計飛来物の衝突による貫通及び裏面剥離発生の有無の評価については、貫通及び裏面剥離が発生する限界厚さ及び部材の最小厚さを比較することにより行う。また、構造健全性の評価については、設計荷重により発生する変形又は応力が安全上適切と認められる規格及び規準等を準拠し算定した許容限界を下回る設計とする。

1.1.8.4 竜巻随件事象に対する設計

竜巻随件事象として以下の事象を想定し、これらの事象が発生した場合においても、使用済燃料貯蔵施設が基本的安全機能を損なわない設計とする。

(1) 火災

竜巻随件事象として、「1.1.10.4(2) リサイクル燃料備蓄センター

敷地内の危険物貯蔵設備に関する評価」に示すリサイクル燃料備蓄センターの敷地内の危険物貯蔵設備が竜巻飛来物の衝突により破損し危険物が漏えいして発生する火災及び竜巻飛来物となった車両の積載燃料が漏えいして発生する火災が考えられる。

敷地内に設置する危険物貯蔵設備については、使用済燃料貯蔵施設がこれらの火災を想定しても基本的安全機能を損なわない設計とすることを「1.1.10 外部火災防護に関する基本方針」にて考慮する。

また、竜巻飛来物となった車両の火災については、燃料の量が限定されていることから敷地内に設置する危険物貯蔵設備に比べても影響は小さく、自衛消防隊が消火器や動力消防ポンプによる消火活動を行うことから、使用済燃料貯蔵施設が基本的安全機能を損なうことはない。

(2) 溢水

使用済燃料貯蔵施設は自然換気により使用済燃料集合体の崩壊熱を除去する設計であり、崩壊熱除去に水を使用しないこと及び貯蔵建屋近辺に屋外タンク等の大規模な溢水源がないことから、竜巻により、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能に影響を及ぼすような溢水は発生しない。

(3) 外部電源喪失

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料集合体を金属キャスクに収納した状態で静的に貯蔵する施設であることから、竜巻により外部電源系統からの電気の供給が停止しても、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能に直接影響を及ぼすおそれはない。なお、計測設備、放射線監視設備、通信連絡設備等に対しては、外部電源喪失時には貯蔵建屋内に設置する無停電電源装置から給電し、給電時間を超える場合は電源車からの給電又は代替計測により監視を継続する。

1.1.8.5 手順等

- (1) 大型の資機材（コンテナ，物置等）で飛来物となる可能性のあるものは，想定される飛散挙動に応じて固縛・固定の飛散防止措置を実施することを手順に定める。
- (2) 設計飛来物（ワゴン車）を超える大きさの車両については，竜巻の襲来が予想される場合には飛来物とならないよう，想定される飛散挙動に応じて固縛や車両退避の飛散防止措置を実施することを手順に定める。

1.1.9 火山事象に関する基本方針

1.1.9.1 火山事象に関する設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、添付書類四「7. 火山」で評価し抽出された使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山事象である降下火砕物に対して、建屋による防護、構造健全性の維持等によって、基本的安全機能を損なわない設計とする。

1.1.9.2 外部事象防護施設

使用済燃料貯蔵施設においては、金属キャスクが基本的安全機能を有する設備に該当する。

また、金属キャスクを内包する使用済燃料貯蔵建屋（以下1.1.9では「貯蔵建屋」という。）は、遮蔽機能及び除熱機能の一部を担っている設備であることから基本的安全機能を有する設備に該当する。

これより、使用済燃料貯蔵施設における外部事象防護施設（以下1.1.9では「防護施設」という。）を、金属キャスク及び貯蔵建屋とし、降下火砕物によってこれらがもつ基本的安全機能を損なわない設計とする。

以上により、降下火砕物の侵入によって、基本的安全機能を損なう動的機器はない。

1.1.9.3 降下火砕物の設計条件及び特徴

(1) 降下火砕物の設計条件

使用済燃料貯蔵施設の敷地において考慮する降下火砕物の諸元として、添付書類四「7. 火山」に示すとおり、文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーションの結果を踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚は30cmとする。

また、密度については、恐山宮後テフラから採取した試料の密度試験結果を踏まえ $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ （湿潤状態）とする。

(2) 降下火砕物の特徴

各種文献の調査結果より、降下火砕物は以下の特徴を有する。

- a. 火山ガラス片，鉍物結晶片から成る⁽⁴⁾。ただし，砂よりもろく硬度は低い⁽⁵⁾。
- b. 硫酸等を含む腐食性のガス（以下1.1.9では「腐食性ガス」という。）が付着している⁽⁴⁾。ただし，金属腐食研究の結果より，直ちに金属腐食を生じさせることはない⁽⁶⁾。
- c. 水に濡れると導電性を生じる⁽⁴⁾。
- d. 湿った降下火砕物は乾燥すると固結する⁽⁴⁾。
- e. 降下火砕物粒子の融点は約 $1,000^\circ\text{C}$ であり，一般的な砂に比べ低い⁽⁴⁾。

1.1.9.4 降下火砕物による影響因子

降下火砕物の特徴及び防護施設の構造や設置状況等を考慮し，防護施設に有意な影響を及ぼす可能性が考えられる影響因子を以下のとおり選定する。

(1) 直接的影響

a. 荷重

貯蔵建屋の上に堆積した降下火砕物による静的負荷を考慮する。

b. 粒子の衝突

降下火砕物は微小な鉍物結晶であり，その衝突による貯蔵建屋への影響については，「1.1.8 竜巻防護に関する基本方針」で設定している設計飛来物の影響に包絡されることから，粒子の衝突の影響を考慮

する必要はない。

c. 閉塞

貯蔵建屋内に収容される金属キャスクの表面からの除熱を維持する観点から、建屋内の雰囲気温度を低く保つことができるよう、換気のための給気口及び排気口を設ける。貯蔵建屋の給気口及び排気口は、降下火砕物による閉塞を考慮する。

d. 摩耗

防護施設には動的機器はないことから、摩耗の影響を考慮する必要はない。

e. 腐食

貯蔵建屋内に収容される金属キャスクに対して、降下火砕物に付着した腐食性ガスが接することにより接触面を腐食させることを考慮する。

f. 大気汚染

基本的安全機能の確保のために、監視盤室に監視員が常駐する必要があることから、大気汚染の影響を考慮する必要はない。

g. 水質汚染

基本的安全機能の確保のために、水を用いないことから、水質汚染の影響を考慮する必要はない。

h. 絶縁低下

基本的安全機能の確保のために、必要な電気系機器及び計測制御系機器がないことから、絶縁低下の影響を考慮する必要はない。

(2) 間接的影響

a. 外部電源喪失

送電網の損傷により外部電源が喪失した場合においても基本的安全

機能を損なうことはないことから、外部電源喪失の影響は考慮する必要はない。

b. 交通の途絶

基本的安全機能の確保のために、外部からの支援を必要とする機器はないことから、交通の途絶の影響は考慮する必要はない。

1.1.9.5 降下火砕物の影響に対する設計

降下火砕物の影響として「1.1.9.4 降下火砕物による影響因子」で選定した影響因子により、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわないよう、以下の設計とする。

(1) 荷重

貯蔵建屋の許容荷重が、降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより構造健全性を失わない設計とする。なお、建築基準法における積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物の除去を適切に行うことから、降下火砕物の荷重を短期に生じる荷重とし、建築基準法による短期許容応力度を許容限界とする。

評価に当たっては、以下の荷重の組合せ等を考慮する。

a. 貯蔵建屋に常時作用する荷重

貯蔵建屋に作用する荷重として自重等の常時作用する荷重を考慮する。

b. その他の自然現象の影響を考慮した荷重の組合せ

降下火砕物と組合せを考慮すべき火山以外の自然現象は、荷重の影響において風(台風)及び積雪であり、降下火砕物との荷重と適切に組み合わせる。

(2) 閉塞

貯蔵建屋の給気口に自主的に設置するバードスクリーン，及び排気口に自主的に設置する排気ルーバは，降下火砕物の粒径より十分に大きな格子とするとともに，貯蔵区域の給気口はフード下端の位置を地上高さ約6 m，排気口は地上高さ約23mと降下火砕物の堆積厚さを考慮した十分に高い位置に設けることにより，給気口及び排気口は降下火砕物により閉塞しない設計とする。

なお，給気口にはフードを，排気口には遮風板を設置することにより，降下火砕物が給気口及び排気口から貯蔵建屋へ侵入しにくい構造とする。

(3) 腐食

金属腐食研究の結果によると降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じることはないが，金属キャスク外筒等の塗装及び自主的に二次蓋に対策を施し，短期での腐食により基本的安全機能を損なわない設計とする。

なお，給気口にはフードを，排気口には遮風板を設置することにより，降下火砕物が給気口及び排気口から貯蔵建屋へ侵入しにくい構造とする。

1.1.9.6 手順等

降下火砕物の降灰後，点検及び除灰の対応を適切に実施するため，以下に係る手順等を定める。

- (1) 防護施設への影響を確認するための点検を実施する。
- (2) 点検によって降下火砕物の付着が確認された箇所について，付着した降下火砕物の分析を行うとともに，除去を実施する。
- (3) 降下火砕物の堆積や積雪により貯蔵建屋の構造設計で考慮した荷重を上回ることがないように，貯蔵建屋に堆積した降下火砕物及び積雪の除去を実施する。

1.1.9.7 火山モニタリング観測データに有意な変化があった場合の対処方針

恐山はマグマ噴火が発生する可能性は十分に小さいが、過去の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ていることを継続的に確認することを目的として供用期間中の火山活動モニタリングを実施する。

火山モニタリングの結果、観測データに有意な変化があった場合は、火山専門家等の助言を踏まえ、最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行うこととする。

主な対処方針を以下に示す。

- (1) 火山活動のモニタリング強化
- (2) 使用済燃料を収納した金属キャスクの搬入停止
- (3) 使用済燃料を収納した金属キャスクの搬出

1.1.10 外部火災防護に関する基本方針

1.1.10.1 外部火災防護に関する設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、外部火災に対して、使用済燃料貯蔵施設の安全を確保するために想定される最も厳しい火災が発生した場合においても必要な安全機能を損なわないよう、防火帯の設置、離隔距離の確保、建屋による防護等によって、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

想定する外部火災として、森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発、リサイクル燃料備蓄センター敷地内の危険物貯蔵設備の火災及び航空機墜落による火災を想定する。外部火災にて想定する火災を第1.1-9表に示す。

また、想定される火災及び爆発の二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）に対して、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

1.1.10.2 外部事象防護施設

使用済燃料貯蔵施設においては、金属キャスクが基本的安全機能を有する設備に該当する。

また、金属キャスクを内包する使用済燃料貯蔵建屋（以下1.1.10では「貯蔵建屋」という。）は、遮蔽機能及び除熱機能の一部を担っている設備であることから基本的安全機能を有する設備に該当する。

これより、使用済燃料貯蔵施設における外部事象防護施設（以下1.1.10では「防護施設」という。）を、金属キャスク及び貯蔵建屋とし、外部火災によってこれらがもつ基本的安全機能を損なわない設計とする。

1.1.10.3 森林火災

想定される森林火災については、「原子力発電所の外部火災影響評価ガ

イド」(平成25年6月19日原規技発第13061912号原子力規制委員会決定)
(以下1.1.10.では「ガイド」という。)を参考とし、リサイクル燃料備蓄センター周辺の植生、過去10年間の気象条件を調査し、使用済燃料貯蔵施設から直線距離10kmの間に発火点を設定し、森林火災シミュレーション解析コード(以下1.1.10.では「F A R S I T E」という。)を用いて影響評価を実施し、森林火災の延焼を防ぐための手段として防火帯を設け、火災が防火帯外縁に到達するまでの時間、貯蔵建屋外壁への熱影響及び危険距離を評価し、必要な防火帯幅、貯蔵建屋との離隔距離を確保することにより、防護施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(1) 森林火災の想定

森林火災における各樹種の可燃物量は、森林簿等のデータ及び敷地周辺の航空写真をもとに植生を判読し、現地調査により得られた樹種を踏まえて補正した植生を用いる。また、林齢は、樹種を踏まえて地面に生育する可燃物量が多くなるように保守的に設定する。

気象条件は、リサイクル燃料備蓄センター近辺の4箇所の気象観測所における過去10年間の気象データを調査し、青森県における森林火災発生頻度が年間を通じて比較的高い月の最小湿度、最高気温及び最大風速の組合せとする。

風向については、各月における最大風速時風向と各月における最多風向を調査し西南西及び南南西を卓越風向として設定する。さらに、森林とリサイクル燃料備蓄センターの位置関係を考慮して、東も風向として設定する。

発火点については、防火帯幅の設定及び熱影響評価に際し、F A R S I T Eより出力される最大火線強度及び反応強度の高い値を用いて評価するため、リサイクル燃料備蓄センターから直線距離10kmの間で風向及

び人為的行為を考慮し、3地点を設定する。

- a. 卓越風向であるリサイクル燃料備蓄センターの西南西方向には集落があり、火災がより延焼しやすいと考えられる集落と森林の境界を発火点1として選定する。
- b. 同じく卓越風向である南南西方向には自然公園及び滑走路跡地があるが、滑走路跡地は非燃焼領域となっており、自然公園はそこからさらにリサイクル燃料備蓄センターより遠方となるため、滑走路跡地付近で、人為的行為を考慮した道路沿いを発火点2として選定する。
- c. リサイクル燃料備蓄センター東側については、市道を挟んで至近に森林（マツ）が存在し、卓越風向ではないが季節により強い風が吹く時期もあることから、この特有の立地条件に鑑み、東側の森林内について発火点3として選定する。

また、森林火災の発火時刻については、日照による草地及び樹木の乾燥に伴い、火線強度が変化することから、これらを考慮して火線強度が最大となる時刻を設定する。

(2) 評価対象範囲

森林火災の発火点をリサイクル燃料備蓄センター敷地周辺の10km以内とし、発火点からの植生、地形等を考慮して保守的にリサイクル燃料備蓄センターの東西12km及び南北12kmの正方形範囲を評価対象とする。

(3) 入力データ（F A R S I T E入力条件）

a. 地形データ

現地状況をできるだけ模擬するため、リサイクル燃料備蓄センター周辺の土地の標高、地形等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である10mメッシュの「基盤地図情報数値標高モデル」（国土地理院データ）を用いる。

b. 土地利用データ

現地状況をできるだけ模擬するため、リサイクル燃料備蓄センター周辺の建物用地、交通用地等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である100mメッシュの「国土数値情報土地利用細分メッシュ」（国土交通省データ）を用いる。

c. 植生データ

現地状況をできるだけ模擬するため、リサイクル燃料備蓄センターの敷地周辺の樹種や生育情報に関する情報を有する森林簿、森林計画図を入手し、土地利用データにおける森林情報について樹種、林齢によりさらに細分化するとともに、敷地内及び周辺の植生について現地調査を行い、F A R S I T E入力データとしての妥当性を確認のうえ植生区分を設定する。

d. 気象データ

現地にて起こり得る最も厳しい条件を検討するため、リサイクル燃料備蓄センター近辺の4箇所の気象観測所における過去10年間の気象データのうち、青森県で発生した森林火災の実績より、発生頻度が高い3月から8月の気象条件（最高気温、最小湿度、最大風速及び最多風向）の最も厳しい条件を用いる。

(4) 延焼速度及び火線強度の算出

ホイヘンスの原理に基づく火炎の拡大モデルを用いて、延焼速度や火線強度を算出する。

(5) 火炎到達時間による消火活動

延焼速度より、発火点から防火帯までの最短の火炎到達時間（0.4時間（発火点3））を算出し、森林火災が防火帯に到達するまでの間に自衛消防隊による消火活動が可能であり、万一の飛び火等による火炎の延

焼を防止することで防護施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(6) 防火帯幅の設定

F A R S I T E から出力される最大火線強度 (6,775kW/m (発火点 1)) により算出される防火帯幅21.9mに対し, 22mの防火帯幅を確保することにより防護施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

防火帯は, 延焼防止効果を損なわない設計とし, 防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。設置する防火帯を第1.1-6図に示す。

(7) 防護施設への熱影響

森林火災の直接的な影響を受ける貯蔵建屋への影響評価を実施し, 離隔距離の確保により, 防護施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

なお, 影響評価に用いる火炎輻射強度は, F A R S I T E から出力される反応強度から求める火炎輻射強度 (358kW/m² (発火点 1)) とする。

a. 火災の想定

森林火災による熱を受ける貯蔵建屋外壁表面と森林火災の火炎輻射強度が発する地点が同じ高さにあると仮定し, 離隔距離は最短距離とする。

森林火災の火炎は, 円筒火炎モデルとする。火炎の高さは燃焼半径の3倍とし, 燃焼半径から円筒火炎モデルの数を算出することにより火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものとする。また, 気象条件は無風状態とする。

b. 貯蔵建屋への熱影響

火炎輻射強度 (358kW/m²) に基づき算出する, 防火帯外縁 (火炎側) から最も近くに位置する貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容

温度200℃⁽⁷⁾以下とすることで、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(8) 貯蔵建屋の危険距離の確保

森林火災の直接的な影響を受ける貯蔵建屋の外壁で受ける火炎からの輻射に対し、防火帯外縁（火炎側）から貯蔵建屋外壁までの離隔距離を、火炎輻射強度（358kW/m²）に基づいて算出する危険距離（約16m）以上確保することにより、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

1.1.10.4 近隣の産業施設等の火災・爆発

ガイドを参考とし、リサイクル燃料備蓄センター敷地外10km以内の産業施設を抽出したうえで使用済燃料貯蔵施設との離隔距離を確保すること、及びリサイクル燃料備蓄センター敷地内で火災を発生させるおそれのある危険物貯蔵設備を選定し、危険物貯蔵設備の燃料量と貯蔵建屋との離隔距離を考慮して、輻射強度が最大となる火災を設定し、直接的な影響を受ける貯蔵建屋外壁への熱影響評価を行い、離隔距離の確保により、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(1) 近隣の産業施設の火災・爆発評価

a. 石油コンビナート等に関する評価

ガイドにおける石油コンビナート等の評価対象範囲は、リサイクル燃料備蓄センターより火災評価で半径10km以内、ガス爆発で南北及び東西10kmとしており、最も至近であるむつ小川原地区についても40km以上離れていることから、リサイクル燃料備蓄センターから10km以内に石油コンビナート等の施設はない⁽⁸⁾ことを確認した。

b. 石油コンビナート以外の施設に関する評価

石油コンビナートを除く，消防法及び高圧ガス保安法に基づき届出がされている危険物貯蔵施設及び高圧ガス類貯蔵施設について調査を行い，ガイドを参考としてリサイクル燃料備蓄センターから半径10km圏内に位置する危険物貯蔵施設及びリサイクル燃料備蓄センターの南北10km，東西10kmに位置する高圧ガス類貯蔵施設に対して，リサイクル燃料備蓄センターに最も近い施設及び最大貯蔵量を有する施設をそれぞれ抽出した。その結果，保守的にリサイクル燃料備蓄センターから最短距離にある危険物貯蔵施設及び高圧ガス類貯蔵施設に最大貯蔵量の危険物が貯蔵されていると仮定し，これに火災・爆発が発生した場合を想定する。

危険物貯蔵施設の火災については，算出される輻射強度に基づき，防火帯外縁（火炎側）から最も近くに位置する貯蔵建屋から危険物貯蔵施設までの離隔距離を危険距離（約138m）以上確保することにより，貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

また，高圧ガス類貯蔵施設の爆発については，貯蔵建屋から高圧ガス類貯蔵施設までの離隔距離を，ガイドに基づき算出した危険限界距離（約90m）以上確保することにより，貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(2) リサイクル燃料備蓄センター敷地内の危険物貯蔵設備に関する評価

リサイクル燃料備蓄センター敷地内には，危険物貯蔵設備としてエンジン発電機，電源車，据置型発電機，キャスク輸送車両及びモニタリングポスト用発電機がある。これらの火災により直接的な影響を受ける貯蔵建屋への影響評価を実施し，離隔距離の確保により，貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。なお，敷地南側の高台に設置する

軽油貯蔵タンクは、地下に埋設するため火災評価の対象外とする。

リサイクル燃料備蓄センター敷地内に設置する危険物貯蔵設備について第1.1-10表に示す。

a. 火災の想定

各危険物貯蔵設備の貯蔵量は、危険物施設として許可された貯蔵容量とし、離隔距離は、評価上厳しくなるよう危険物貯蔵設備の位置から貯蔵建屋までの最短の直線距離とする。

火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。また、気象条件は無風状態とする。

b. 貯蔵建屋への熱影響

輻射強度の値が最も大きいエンジン発電機の火災について、輻射強度（ 178.4W/m^2 ）に基づき算出する貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度 200°C ⁽⁷⁾以下とすることで貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

1.1.10.5 航空機墜落による火災

ガイドを参考とし、航空機墜落による火災について墜落カテゴリ毎に選定した航空機を対象に、直接的な影響を受ける貯蔵建屋への影響評価を実施し、離隔距離の確保により、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(1) 対象航空機の選定

航空機墜落確率評価においては、過去の日本国内における航空機墜落事故の実績をもとに、墜落事故を航空機の種類及び飛行形態に応じてカテゴリに分類し、カテゴリ毎に墜落確率を求める。ここで、墜落事故の実績がないカテゴリの事故件数については保守的に0.5回として扱う。

また、航空機墜落事故については、カテゴリ毎の対象航空機の民間航空機と自衛隊機又は米軍機では、訓練中の事故等、その発生状況が必ずしも同一ではなく、また、自衛隊機又は米軍機の中でも機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。これらを踏まえて選定したカテゴリ別の航空機墜落確率を第1.1-11表に示す。

(2) 防護施設への熱影響

a. 火災の想定

航空機は、航空機墜落評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とし、燃料を満載した状態とする。この航空機の墜落によって、燃料に着火し火災が起こることを想定する。

火炎は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

また、気象条件は無風状態とする。

b. 墜落地点

墜落地点は、貯蔵建屋を中心にして墜落確率が 10^{-7} 回/施設・年以上になる範囲のうち、貯蔵建屋への影響が最も厳しくなる位置に墜落すると想定する。

c. 貯蔵建屋への熱影響

墜落事故のカテゴリ毎に選定した航空機を対象に、火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で貯蔵建屋外壁が昇温されるものとして、算出する貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度 200°C ⁽⁷⁾以下とすることで、貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。評価対象航空機の離隔距離及び輻射強度を第1.1-12表に示す。

1.1.10.6 火災による金属キャスクへの熱影響

貯蔵建屋には除熱のための空気を通風させる給気口及び排気口が設置されており、火災の影響により貯蔵建屋内の空気温度や流れの状態が変化し金属キャスクに影響を及ぼすことが考えられる。また、金属キャスクの除熱機能については、使用済燃料集合体の崩壊熱を適切に除去する設計としており、火災の影響による燃料被覆管及び金属キャスクの構成部材の温度上昇を考慮しても金属キャスクの基本的安全機能を損なわない設計とする。

(1) 貯蔵建屋外壁内表面からの熱伝達に起因する貯蔵建屋内空気温度上昇による金属キャスクへの影響

外部火災による貯蔵建屋内空気温度への影響として、火災からの輻射熱により貯蔵建屋外壁温度が上昇し、外壁内表面からの熱伝達による影響が考えられる。

外壁内表面からの熱伝達による影響については、貯蔵建屋外壁は熱容量が大きく、貯蔵建屋外壁の外表面での温度上昇が内表面の温度に変化をもたらすまでには大きな時間遅れが伴い、その温度上昇も極めて緩やかであることから、外壁内表面からの熱伝達による貯蔵建屋内の空気温度上昇は5℃未満であり、貯蔵建屋内空気の温度上昇による金属キャスクへの影響は無視できる。

(2) 熱気流の侵入に起因する貯蔵建屋内空気温度の上昇による金属キャスクへの影響

外部火災により発生する熱気流が直接貯蔵建屋内に侵入することによる影響が考えられる。現実的には発火点の位置や上昇気流、また、気象条件の影響も考慮すれば火災からの熱気流が全て給気口及び排気口に到達し侵入することは考えられないが、保守的に発生する熱気流が全て直接貯蔵建屋内の金属キャスクに最も近い給気口に侵入する風速を設定し、

貯蔵建屋内の空気温度上昇量を算出する。

熱気流の侵入による貯蔵建屋内空気の温度上昇量は最大でも29℃程度であり、使用済燃料集合体の崩壊熱を適切に除去することにより、金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

(3) 貯蔵建屋内の空気の流れが変化した場合の金属キャスクへの影響

外部火災の影響により貯蔵建屋内の空気の流れが変化した場合として、現実には考えにくい金属キャスクの温度と貯蔵建屋内の空気温度のバランスが変化して貯蔵建屋内の空気の流れが一時的に滞留し、金属キャスク表面における対流及び金属キャスク表面からの輻射が失われ断熱状態となることを仮定した場合においても、使用済燃料集合体の崩壊熱による金属キャスクの温度上昇量は最大でも6℃程度であり、金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

1.1.10.7 火災の重畳による影響

複数の火災が重畳して発生した場合、単一の火災より影響が大きくなると考えられるため、火災の重畳による影響を考慮する。火災が重畳する場合として、森林火災と近隣の産業施設の火災の重畳、及び敷地内の危険物貯蔵設備の火災と航空機墜落による火災の重畳を考慮する。

森林火災と近隣の産業施設の火災の重畳については、リサイクル燃料備蓄センターから見た森林火災の発火点と近隣の産業施設の立地点の方位が異なり、離隔距離も大きく異なるため、同時に火災が発生しても影響が重畳することは考え難いため、重畳による影響はない。

敷地内の危険物貯蔵設備の火災と航空機墜落による火災の重畳については、敷地内危険物貯蔵設備の火災のうち評価結果が最も厳しいエンジン発電機と、航空機墜落による火災のうち評価結果が最も厳しい自衛隊機又は

米軍機（基地－訓練空域往復時）のUH-60Jについて、同時に火災が発生した場合においても貯蔵建屋及び金属キャスクの基本的安全機能を損なわない設計とする。

1.1.10.8 二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）

外部火災による二次的影響として、ばい煙及び有毒ガスにより防護施設の基本的安全機能が損なわれるおそれはない。

(1) ばい煙の影響

貯蔵建屋には除熱のための空気を通風させる給気口及び排気口を設置するため、給気口及び排気口の開口部から火災により生じたばい煙、有毒ガスがそのまま貯蔵建屋内に流入することが考えられる。ばい煙の粒子径は一般的にはマイクロメートル（ μm ）のオーダーであるため、外部からのばい煙等の付着により給気口及び排気口が閉塞される可能性は極めて低い。また、貯蔵建屋の給気口及び排気口の設置位置を考慮しても、過去の気象観測記録による最大積雪量及び降下火砕物最大堆積層厚と比較して十分高い位置にあり、ばい煙等を含む異物の堆積による給気口及び排気口の閉塞はないことからばい煙による貯蔵建屋への影響はない。

貯蔵建屋の構造上ばい煙が貯蔵建屋内に長時間滞留することはないため、ばい煙の熱による影響については考慮する必要はない。また、貯蔵建屋内の安全が確認でき次第速やかに金属キャスク及びその他の設備の点検や必要な清掃を実施し、長期的な影響についても、日常の監視及び巡視並びに定期的な点検により異常の有無を確認できることから、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なうおそれはない。

(2) 有毒ガスの影響

金属キャスク貯蔵期間中は金属キャスク及び各設備の点検，保守等の実施時以外に貯蔵建屋に人員が常駐することはなく，火災に伴う有毒ガスの流入時には貯蔵建屋内の人員は迅速に避難することから，有毒ガスに対する貯蔵建屋の居住性を考慮する必要はない。

1.1.10.9 体制

火災発生時の初期消火活動を行うための要員が常駐するとともに，火災発生時には，消火活動を行うための自衛消防隊を設置する。

自衛消防隊体制を第1.1-7図に示す。

1.1.10.10 手順等

外部火災における手順については，防火帯の維持・管理の対応，事前放水の対応を適切に実施するため，以下の措置を講ずる。

- (1) 防火帯の維持・管理においては，定期的な点検の手順等を整備し，実施する。
- (2) 事前放水については，手順を整備し，自衛消防隊が動力消防ポンプを用いて実施する。なお，万一，外部火災の火炎が敷地境界を越える場合には，貯蔵建屋の外壁及び防火帯内設置設備に事前放水する。
- (3) 外部火災から使用済燃料貯蔵施設を防護するための防火帯に関する教育を定期的実施する。
- (4) 火災発生時の消火活動に関する教育を定期的実施する。また，自衛消防隊等による総合的な訓練を定期的実施する。

1.1.11 その他

1.1.11.1 長期貯蔵に対する考慮

- (1) 基本的安全機能を維持する上で重要な金属キャスクの構成部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのない設計とする。
- (2) 金属キャスクは、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成部材の健全性を適切に保つ観点から、使用済燃料集合体を不活性ガスとともに封入して貯蔵する設計とする。

1.1.11.2 構造設計等

- (1) 安全機能を有する施設は、第1.1-13表のとおり分類し施設設計を行う。安全機能を有する施設のうち、基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、金属キャスク、貯蔵架台、使用済燃料貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車をいう。
- (2) 使用済燃料貯蔵施設は、本施設以外の原子力施設との間で共用するものはない。また、使用済燃料貯蔵施設は、本施設内の安全機能を有する施設に属する液体廃棄物と固体廃棄物の廃棄施設の廃棄物貯蔵室は、共用により安全性を損なわない設計とする。
- (3) 使用済燃料貯蔵施設の建物、機器及びそれらの支持構造物は、自重、内圧、外圧、熱荷重、地震荷重等の条件に対し、十分耐え、かつ、その機能を維持できる設計とする。
- (4) 使用済燃料貯蔵施設は、リサイクル燃料備蓄センター敷地及びその周辺で想定される洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象（地震及び津

波を除く。)に遭遇した場合においても基本的安全機能を損なわない設計とする。なお、異種の自然現象の重畳についても考慮する。

また、使用済燃料貯蔵施設は、リサイクル燃料備蓄センター敷地又はその周辺で想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して基本的安全機能を損なわない設計とする。

- (5) 使用済燃料貯蔵施設の建物及び機器は、想定される温度、放射線等各種の条件を考慮し、適切な余裕をもって所定の機能が維持できる設計とする。
- (6) 腐食の可能性がある機器は、環境条件を考慮し、適切な防食処理等を行う設計とする。
- (7) 使用済燃料貯蔵施設は、停電等の外部電源系の機能喪失時に、安全上必要な設備・機器を作動するために十分な容量及び信頼性のある電源系を有する設計とする。
- (8) 使用済燃料貯蔵施設は、金属キャスクの搬入、貯蔵及び搬出に係る金属キャスクの移動に対して、基本的安全機能を維持する観点から、金属キャスク落下防止対策、金属キャスク相互の衝突を防止する対策を講ずる設計とする。
- (9) 使用済燃料貯蔵施設は、警報、通信連絡、放射線業務従事者等の避難等のための適切な対策を講ずる設計とする。
- (10) 使用済燃料貯蔵施設の設計、材料の選定、製作、工事及び検査は、「使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」、
「建築基準法」、
「日本機械学会 使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャ

スク構造規格」，「日本建築学会各種構造設計及び計算規準」等に従うものとする。また，諸外国の規格，基準等をも参考とするなど，できるだけ新しい知見を取り入れて強度上十分安全な設計とする。

(11) 使用済燃料貯蔵施設は，当該施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができる設計とする。

(12) 使用済燃料貯蔵施設は，事業開始以降，金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで，いずれの状態においても，安全確保上支障がない設計とする。

(13) 使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入を防止するための区域を設定し，核物質防護対策として，その区域を人の容易な侵入を防止できる柵，鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁によって区画して，巡視，監視等を行うことにより，侵入防止及び出入管理（特定核燃料物質の不法な移動及び持ち出しの防止措置を含む。）を行うことができる設計とする。

また，探知施設を設け，警報，映像等を集中監視するとともに，核物質防護措置に係る関係機関等との通信連絡を行うことができる設計とする。さらに，防護された区域内においても，施錠管理により，使用済燃料貯蔵施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な侵入を防止する設計とする。

使用済燃料貯蔵施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え，又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持込み（郵便物等によるリサイクル燃料備蓄センター外からの爆破物及び有害物質の持込みを含む。）を防止するため，核物質防護対策として，持込み点検を行うことができる設計とする。

不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）を防止するため，核物質

防護対策として、使用済燃料貯蔵施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムが、電気通信回線を通じた不正アクセス行為を受けることがないように、当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する設計とする。

1.2 使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月18日施行）への適合性

1.2.1 概要

使用済燃料貯蔵施設は，「使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月18日施行）」に十分適合するように設計する。各条に対する適合のための設計方針は，以下のとおりである。

1.2.2 使用済燃料の臨界防止

第三条 使用済燃料の臨界防止

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料が臨界に達するおそれがないものでなければならない。

適合のための設計方針

- (1) 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、使用済燃料集合体を収納した条件下で、技術的にみて想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計とする。
- (2) 臨界防止機能の一部を構成するバスケットは、設計貯蔵期間中の放射線照射影響、腐食等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性が保たれる設計とする。
- (3) 使用済燃料集合体を収納した金属キャスクを、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵容量最大に収納した条件下で、金属キャスクの搬入から搬出までの全工程において、金属キャスク相互の中性子干渉を考慮し、技術的にみて想定されるいかなる場合でも、臨界を防止する設計とする。
- (4) 未臨界性に有意な影響を与える以下の因子を考慮した設計とする。

a. 配置・形状

貯蔵区域内の金属キャスクの配置、バスケットの形状、バスケット格子内の使用済燃料集合体の配置等において適切な安全裕度を考慮する。

金属キャスク相互の中性子干渉を考慮して完全反射条件（無限配列）としていることから、金属キャスクの滑動を考慮する必要はない。

金属キャスク内部が乾燥された状態では、バスケット及び使用済燃料集合体の変形による実効増倍率の変化は僅かであり、未臨界性評価に有意な影響を与えることはない。

b. 中性子吸収材の効果

以下の事項等について適切な安全裕度をもって考慮する。

- (a) 製造公差（濃度，非均質性，寸法等）
- (b) 中性子吸収に伴う原子個数密度の減少

c. 減速材（水）の影響

使用済燃料集合体を金属キャスクに収納するにあたり冠水することを設計上適切に考慮する。

d. 燃焼度クレジット

使用済燃料の燃焼に伴う反応度低下は考慮しない。なお、冠水状態の解析では、可燃性毒物による燃焼初期の反応度抑制効果を適切に考慮する。

- (5) 契約先である原子炉設置者が確認した使用済燃料集合体の収納等の状態が貯蔵上必要な条件等を満足していることを、記録により確認する。

1.2.3 遮蔽等

第四条 遮蔽等

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。

- 2 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たものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

使用済燃料貯蔵施設は、平常時において、直接線及びスカイシャイン線により公衆の受ける線量が「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定められている線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り低くなるよう、金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋により、十分な放射線遮蔽を講ずる設計とする。

金属キャスクは、使用済燃料からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計とする。また、設計貯蔵期間中における中性子遮蔽材の熱による遮蔽機能の低下を考慮しても十分な遮蔽性能を有する設計とする。

契約先である原子炉設置者が確認した使用済燃料集合体の収納等の状態が貯蔵上必要な条件等を満足していることを、記録により確認する。

2 について

使用済燃料貯蔵施設は、「使用済燃料の貯蔵の事業に関する規則」に基づいて管理区域を定めるとともに、放射線業務従事者が受ける線量が「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定められた線量限度を超えないようにし、さらに、放射線業務従事者等の立ち入る場所における線量を合理的に達成できる限り低減できるように、遮蔽及び機器の配置を行うとともに、各場所への立入頻度、滞在時間等を制限することにより、放射線業務従事者等の被ばくを低減する。

使用済燃料貯蔵建屋の遮蔽設計に当たっては、放射線業務従事者の立入頻度、滞在時間等を考慮して外部放射線に係る基準線量率を設け、これを満足するようにする。

また、事業所内の管理区域以外の人立ち入る場所における線量を低減できるよう、必要に応じて作業時間の制限等、適切な措置を講ずる。

1.2.4 閉じ込めの機能

第五条 閉じ込めの機能

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料等を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものでなければならない。

適合のための設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、放射性物質を限定された区域に閉じ込める機能を有する設計とするため、以下の設計を行うものとする。

- (1) 金属キャスクは、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持できる設計とする。

また、使用済燃料集合体及びバスケットの健全性を維持するため、金属キャスクの内部の空間を不活性雰囲気を保つ設計とする。

- (2) 金属キャスクは、蓋部を一次蓋、二次蓋の多重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋との空間部を正圧に維持することにより、使用済燃料集合体を内封する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。また、一次蓋と二次蓋との空間部の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。金属キャスクの構造上、漏えいの経路となり得る蓋及び蓋貫通孔のシール部には金属ガスケットを用いることにより長期にわたって閉じ込め機能を維持する設計とする。

- (3) 金属キャスクは、貯蔵期間中及び貯蔵終了後において、収納された使用済燃料の検査等のために一次蓋を開放しないことを前提としているため、万一の蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、二次蓋の閉じ込め機能に異常がある場合には、二次蓋の金属ガスケットを交換し、一次蓋の閉

じ込め機能に異常がある場合には、金属キャスクに蓋を追加装着できる構造を有すること等、閉じ込め機能の修復性を考慮した設計とする。

- (4) 使用済燃料貯蔵施設では、平常時に放射性廃棄物は発生しないため、放射性廃棄物の処理施設を設置しない。

なお、搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合等は、除染に使用した水等の液体廃棄物及びウエス等の固体廃棄物はドラム缶、ステンレス製の密封容器に封入した後、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

- (5) 放射性廃棄物の廃棄施設は、廃棄物による汚染の拡大を防止するため、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域の独立した区画内に設け、また、廃棄物貯蔵室の出入口にはせきを設ける構造とする。

1.2.5 除熱

第六条 除熱

使用済燃料貯蔵施設は、動力を用いなくて使用済燃料等の崩壊熱を適切に除去できるものでなければならない。

適合のための設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、動力を用いなくて使用済燃料集合体の崩壊熱を適切に除去できるよう、以下の設計を行うものとする。

- (1) 金属キャスクは、使用済燃料集合体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金属キャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除去できる設計とする。

燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、燃料被覆管の累積クリープ量が1%を超えない温度、照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下となるように制限する。

- (2) 金属キャスクは、基本的安全機能を維持する観点から、設計貯蔵期間を通じてその構成部材の健全性が保たれる温度範囲にあるよう設計する。
- (3) 使用済燃料貯蔵建屋は、金属キャスクの表面からの除熱を維持する観点から、建屋内の雰囲気温度を低く保つことができる設計とする。また、給気口及び排気口は、積雪等により閉塞しないよう設計する。
- (4) 契約先である原子炉設置者が確認した使用済燃料集合体の収納等の状態が貯蔵上必要な条件等を満足していることを、記録により確認する。

1.2.6 火災等による損傷の防止

第七条 火災等による損傷の防止

使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により当該使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう、次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならない。

- 一 火災及び爆発の発生を防止すること。
- 二 火災及び爆発の発生を早期に感知し、及び消火すること。
- 三 火災及び爆発の影響を軽減すること。

適合のための設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により基本的安全機能が損なわれないよう、火災及び爆発の発生防止、火災及び爆発の発生の早期感知及び消火、火災及び爆発の影響の軽減について適切に組み合わせた火災防護対策を講ずる設計とする。

なお、使用済燃料貯蔵施設には、基本的安全機能を損なうような爆発を発生させる機器・設備は存在しない。

(1) 火災の発生防止

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用した設計とするとともに、ケーブルについても金属キャスクへの影響に応じて難燃ケーブル等を使用する設計とする。

発火性又は引火性物質に対して漏えい防止対策を講じ、電気系統には遮断器を設け過電流による電気火災防止対策を講ずる設計とする。

使用済燃料貯蔵建屋は落雷による火災発生を防止するため、避雷設備を設置する設計とする。

(2) 火災の感知及び消火

火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うため、火災感知設備及び消火設備を設置する設計とする。

火災感知設備として、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域、受入れ区域に火災感知器を設置し、火災警報を火災受信機において表示、吹鳴する設計とする。

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対して、消火活動を早期に行うことを目的に、「消防法」に基づき適切に消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽を設置する。

(3) 火災の影響軽減

使用済燃料貯蔵建屋の各区域及び区画は、3時間耐火能力を有するコンクリート壁、並びに1時間耐火能力を有する防火扉及び防火シャッター（「建築基準法」に基づく特定防火設備）で分離する。

更に、受入れ区域と貯蔵区域の間の防火扉及び防火シャッターには、箱状の鋼材にコンクリートを充填した遮蔽扉を併設する。

これらの施設、設備により、火災発生時の影響が他の区域や区画に波及しない設計とし、火災発生時の影響を軽減する。

1.2.7 使用済燃料貯蔵施設の地盤

第八条 使用済燃料貯蔵施設の地盤

使用済燃料貯蔵施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（基本的安全機能を確保する上で必要な施設にあつては、同条第三項の地震力を含む。）が作用した場合においても当該使用済燃料貯蔵施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。

- 2 使用済燃料貯蔵施設は、変形した場合においてもその基本的安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。
- 3 基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

適合のための設計方針

1 について

使用済燃料貯蔵建屋は、耐震設計上の重要度に応じた地震力が作用した場合においても、当該建屋を十分に支持することができる地盤に杭を介して設置する。

2 について

使用済燃料貯蔵建屋は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化や揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、基本的安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。

3 について

使用済燃料貯蔵建屋は、変位が生ずるおそれがない地盤に設置する。

1.2.8 地震による損傷の防止

第九条 地震による損傷の防止

使用済燃料貯蔵施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。

2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある使用済燃料貯蔵施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。

3 使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

4 使用済燃料貯蔵施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

使用済燃料貯蔵施設は、耐震設計上の重要度分類をSクラス、Bクラス又はCクラスに分類し、それぞれに応じて設定した地震力に対しておおむね弾性範囲の設計を行う。

なお、耐震設計上の重要度分類及び地震力については、「2 について」に示すとおりである。

2 について

使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪

失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて、以下のとおり、「基本的安全機能を確保する上で必要な施設」及び「その他の安全機能を有する施設」に分類し、更に、耐震設計上の重要度分類として、Sクラス、Bクラス又はCクラスに分類してそれぞれに応じた地震力を算定する。

なお、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設置はない。

(1) 耐震設計上の重要度分類

基本的安全機能を確保する上で必要な施設

Sクラス：使用済燃料貯蔵設備本体である金属キャスク及び貯蔵架台

Bクラス：基本的安全機能の遮蔽機能及び除熱機能の一部を有する使用済燃料貯蔵建屋

使用済燃料の受入施設のうち、金属キャスクの落下・衝突を防止する機能を有する受入れ区域天井クレーン及び金属キャスクの衝突・転倒を防止する機能を有する搬送台車

その他の安全機能を有する施設

Cクラス：Sクラス及びBクラスに属さないその他の安全機能を有する施設であり、安全機能を確保するために必要な機能が喪失しても、基本的安全機能を損なうおそれがない施設

(2) 地震力

上記(1)のSクラスの施設、Bクラス及びCクラスの施設に適用する地震力は以下のとおり算定する。

なお、Sクラスの施設については、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を適用する。

a. 静的地震力

静的地震力は、Sクラス、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれ耐震設計上の重要度分類に応じて次の地震層せん断力係数 C_i 及び震度に基づき算定する。

(a) 建物・構築物

「建物・構築物」として安全機能を有する施設は使用済燃料貯蔵建屋のみであるため、以下1.2.8では「建物・構築物」については使用済燃料貯蔵建屋の内容を記載する。

水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

| | |
|------|-----|
| Bクラス | 1.5 |
|------|-----|

ここで、地震層せん断力係数 C_i は、標準せん断力係数 C_0 を0.2以上とし、使用済燃料貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

(b) 機器・配管系

耐震設計上の重要度分類の各クラスの水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度を20%増しとした震度より求めるものとする。

| | |
|------|-----|
| Sクラス | 3.0 |
|------|-----|

| | |
|------|-----|
| Bクラス | 1.5 |
|------|-----|

| | |
|------|-----|
| Cクラス | 1.0 |
|------|-----|

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

鉛直地震力は、震度0.3を基準とし、使用済燃料貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度を20%増しとした震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は、高さ方向に一定とする。

b. 弾性設計用地震動による地震力

弾性設計用地震動による地震力は、Sクラスの施設に適用する。

弾性設計用地震動は、添付書類四の「5. 地震」に示す基準地震動に工学的判断から求められる係数0.5を乗じて設定する。

また、弾性設計用地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

なお、Bクラスの施設のうち、共振のおそれのある施設については、弾性設計用地震動に2分の1を乗じた地震動によりその影響についての検討を行う。当該地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

3 について

Sクラスの施設は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤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想定することが適切な地震動、すなわち添付書類四の「5. 地震」に示す基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

また、Bクラスの施設のうち、使用済燃料貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、添付書類四の「5. 地震」に示す基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

基準地震動による地震力は、基準地震動を用いて、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

なお、基本的安全機能を確保する上で必要な施設が、その他の安全機能を有する施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。

4 について

使用済燃料貯蔵建屋設置位置付近に存在する斜面は、最大高さ約13mであり、斜面勾配は最大1：2で、高さ5m毎に幅1.5mの小段を設けている。また、斜面法尻と使用済燃料貯蔵建屋との距離が50m以上確保されている。

したがって、斜面の崩壊に対して基本的安全機能が損なわれるおそれはない。

1.2.9 津波による損傷の防止

第十条 津波による損傷の防止

使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵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ものでなければならない。

適合のための設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵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。

既往の知見を大きく上回る仮想的な大規模津波を想定し、これを基準津波に相当する津波として、津波防護施設及び浸水防止設備の設置による遡上波の到達や流入の防止は行わず遡上波が使用済燃料貯蔵施設に到達する前提とする。

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域は波力に耐えるよう設計するとともに、貯蔵されている金属キャスクの基本的安全機能が貯蔵区域の浸水により損なわれないよう設計する。

使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域については、損傷を仮定しても、落下物等の衝突により仮置きされている金属キャスクの閉じ込め機能が損なわれず、また遮蔽機能の回復により復旧期間において事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないよう設計する。

また、使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域の損傷により衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理を行い、金属キャスクを使用済燃料貯

蔵施設外へ搬出するために必要な確認を行う手段を講ずるとともに、敷地内の浸水を想定した対策として、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域の金属キャスクの代替計測や放射線管理、津波襲来後の活動等に必要な手段を講ずる。

1.2.10 外部からの衝撃による損傷の防止

第十一条 外部からの衝撃による損傷の防止

使用済燃料貯蔵施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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ものでなければならない。

- 2 使用済燃料貯蔵施設は、事業所又はその周辺において想定される当該使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して基本的安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

使用済燃料貯蔵施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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設計とする。

自然現象を網羅的に抽出するために、国内外の文献^{(9)～(16)}を参考に自然現象を抽出し、リサイクル燃料備蓄センターの立地及び周辺環境を踏まえ、使用済燃料貯蔵施設の安全性に影響を与える可能性がある自然現象を選定した上で、設計上の考慮の要否を検討する。使用済燃料貯蔵施設の安全性に影響を与える可能性がある自然現象には、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（第11条）に示される、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象を含める。

設計上の考慮の要否の検討に当たっては、国内外の文献から抽出された自然現象に対し、発生頻度が極めて低いと判断される事象、リサイクル燃

料備蓄センター周辺では起こり得ない事象，事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象，使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能に影響を及ぼさない事象及び他の事象に包含できる事象を選別し，これらに該当しない事象を使用済燃料貯蔵施設において設計上の考慮を必要とする事象として選定する。

検討の結果，設計上の考慮を必要とする事象は，風（台風），竜巻，低温・凍結，降水，積雪，落雷，火山の影響（降下火砕物）及び森林火災とし，敷地及び周辺地域の過去の記録，現地調査等を参考にして，予想される最も過酷と考えられる条件を適切に考慮する。

(1) 洪水

敷地の地形及び表流水の状況から判断して，敷地が洪水による被害を受けることは考えられない。

(2) 風（台風）

敷地付近で観測された最大瞬間風速は，むつ特別地域気象観測所での観測記録（1936年～2012年）によれば38.9m/s（1961年5月29日），函館海洋気象台での観測記録（1940年～2012年）によれば46.5m/s（1999年9月25日）であるが，風荷重に対する設計は，地方毎に過去の台風の記録等を考慮した建築基準法に基づいて行う。

なお，リサイクル燃料備蓄センターの敷地前面の海岸からの離隔は約500mであることから，海風による塩害の可能性は否定できないが，金属キャスクのフランジ面の保護・防錆等の観点から自主的に金属キャスクの二次蓋に対策を施し，また，蓋間圧力を常時監視することにより閉じ込め機能を確認することから，基本的安全機能を損なうおそれはない。

(3) 竜巻

外部事象防護施設は，最大風速100m/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対策及び竜巻防護対策を行う。

a. 竜巻飛来物の発生防止対策

使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある竜巻飛来物の発生を防止するため、資機材及び車両に対し、想定される飛散挙動を考慮して飛散防止措置を実施する。具体的には、大型の資機材について固縛、固定の措置を実施し、また、設計飛来物（ワゴン車）を超える大きさの車両については、固縛または車両退避の措置を実施する。

b. 竜巻防護対策

金属キャスクに対しては、竜巻飛来物が使用済燃料貯蔵建屋の開口部を通過して衝突する可能性は極めて低く、また、飛来物の衝突を仮定しても基本的安全機能への影響は小さいため、竜巻による直接的な影響を考慮する必要はない。

その上で、使用済燃料貯蔵建屋に対しては、金属キャスクを内包する施設としての基本的安全機能を損なわないよう、設計荷重に対し構造健全性を維持する設計とする。

竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり、積乱雲の発達時に竜巻と同時に発生する可能性がある自然現象は、落雷、積雪、ひょう及び降水であるが、これらの自然現象の組合せにより発生する荷重は設計竜巻荷重に包含される。

(4) 低温・凍結

敷地付近で観測された最低気温は、むつ特別地域気象観測所での観測記録（1935年～2012年）によれば -22.4°C （1984年2月18日）、函館海洋気象台での観測記録（1873年～2012年）によれば -19.4°C （1900年2

月14日)である。金属キャスク及び屋外機器で凍結のおそれのあるものに対しては、これらの観測値を参考にして設計を行う。

(5) 降水

敷地付近で観測された日降水量の最大値は、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1935年～2012年)によれば162.5mm(1981年8月22日)、函館海洋気象台での観測記録(1873年～2012年)によれば176mm(1939年8月25日)である。さらに1時間降水量の最大値(むつ特別地域気象観測所:51.5mm(1973年9月24日)、函館海洋気象台:63.2mm(1939年8月25日))を考慮し、使用済燃料貯蔵建屋は降水に対して安全性を損なわない設計とする。

また、金属キャスクは本体表面には防錆のために塗装を施し、さらに、自主的に二次蓋上部に対策を施すこと、使用済燃料集合体からの崩壊熱により金属キャスク表面に恒常的に結露が発生する状態が継続することは考え難いこと等から、表面に降水が付着しても基本的安全機能を損なうことはない。

万一、金属キャスク表面に錆が発生しても、その進展は緩慢であるため、巡視や定期的に行う外観検査等により、錆染みや塗装面の割れを確認し、基本的安全機能が損なわれる前に補修塗装等による処置を施すことが可能である。

(6) 積雪

敷地付近で観測された最深積雪は、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1935年～2012年)によれば170cm(1977年2月15日)であるが、函館海洋気象台での観測記録(1873年～2012年)によれば91cm(2012年2月27日)である。したがって、積雪荷重に対しては、170cmで設計を行う。

なお、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域の給気口フード下端の位置は地上高さ約6m、排気口の位置は地上高さ約23mであり、積雪により給気口及び排気口が閉塞されることはない。

(7) 落雷

使用済燃料貯蔵建屋は、落雷による影響及び火災発生を防止するため、避雷設備を設ける設計としている。具体的には、建築基準法に基づき、棟上導体を建屋外周部に設置する。避雷対策を施した施設内に金属キャスクを貯蔵することから、落雷により基本的安全機能を損なうおそれはない。

(8) 地滑り

敷地付近で過去における地滑りによる被害の記録はない。また、敷地付近の地形及び地質の状況から判断して、地滑りに対する特別な考慮は不要である。

(9) 火山の影響

敷地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。ただし、恐山については過去の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ていることを継続的に確認することを目的として火山活動のモニタリングを実施する。

火山モニタリングの結果、観測データに有意な変化があった場合は、火山専門家等の助言を踏まえ、最新の科学的知見に基づき、可能な限りの対処を行うこととする。

降下火砕物（火山灰）としては、敷地近傍で確認された火山灰を考慮することとし、火山灰堆積量を30cmに設定する。また、必要に応じて、

降下火砕物の除去等の対応を行い、基本的安全機能が損なわれることがないように、適切な処置を講ずる。

(10) 生物学的事象

生物学的事象として、つる植物等の植物による給気口及び排気口の閉塞、鳥等の小動物による給気口及び排気口の閉塞及びネズミ等の小動物による電源喪失等が考えられる。植物による給気口及び排気口の閉塞は事象の進展が緩慢であり、定期的な巡視により防止が可能である。鳥等の小動物による給気口及び排気口の閉塞についても事象の進展は緩慢であり、自主的にバードスクリーン等を設置するとともに定期的な巡視により防止が可能である。また、使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料集合体を金属キャスクに収納した状態で静的に貯蔵する施設であり、電源喪失により基本的安全機能が損なわれるおそれはない。

(11) 森林火災

想定される森林火災については、使用済燃料貯蔵施設周辺の植生、過去10年間の気象条件を調査し、使用済燃料貯蔵施設から直線距離10kmの間に発火点を設定し、森林火災シミュレーション解析コード（F A R S I T E）を用いて影響評価を実施し、森林火災の延焼を防ぐための手段として防火帯を設け、火炎が防火帯外縁に到達するまでの時間、使用済燃料貯蔵建屋外壁への熱影響及び危険距離を評価し、必要な防火帯幅、使用済燃料貯蔵建屋との離隔距離を確保することにより、使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、火災の影響により使用済燃料貯蔵建屋内の空気の温度や流れの状態が変化し、金属キャスクに影響を及ぼすことが考えられるため、火災による影響を考慮しても、金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

使用済燃料貯蔵施設の設計において考慮する自然現象については、その特徴を考慮し、必要に応じて異種の自然現象の重畳を考慮する。重畳を考慮する自然現象の組合せについては、使用済燃料貯蔵施設で設計上の考慮を必要とする自然現象（地震及び津波を除く。）として抽出された風（台風）、竜巻、低温・凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響（降下火砕物）及び森林火災の8事象について、以下の観点から重畳を考慮する必要性を検討する。

- ・自然現象に伴う荷重の影響の現れ方（影響の現れ方が異なる組合せ、影響の大きさが一方の自然現象で代表できる組合せ及び自然現象同士で影響が相殺される組合せについては、重畳を考慮する自然現象の組合せから除外される）
- ・複数の自然現象が同時に発生する可能性（同時に発生する可能性が合理的に考えられない自然現象の組合せ及び発生可能性が小さく継続時間も短い自然現象の組合せについては、重畳を考慮する自然現象の組合せから除外される）

検討の結果、使用済燃料貯蔵建屋に対する荷重の観点から、積雪、風（台風）及び火山の影響（降下火砕物）の組合せによる重畳を考慮することとし、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわないよう設計及び運用にて考慮する。

なお、「第九条（地震による損傷の防止）」、「第十条（津波による損傷の防止）」の条項において考慮する自然現象との重畳については、それぞれの条項で考慮する。

2 について

使用済燃料貯蔵施設は、事業所又はその周辺において想定される当該使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であ

って人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）に対して基本的安全機能を損なわない設計とする。

使用済燃料貯蔵施設の設計に当たっては、国内外の文献^{(9)～(16)}を参考に人為事象を抽出し、リサイクル燃料備蓄センターの立地及び周辺環境を踏まえ、使用済燃料貯蔵施設の安全性に影響を与える可能性がある人為事象を選定した上で、設計上の考慮の要否を検討する。使用済燃料貯蔵施設の安全性に影響を与える可能性がある人為事象には、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（第11条）に示される、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の人為事象を含める。

設計上の考慮の要否の検討に当たっては、国内外の文献から抽出された人為事象に対し、発生頻度が極めて低いと判断される事象、リサイクル燃料備蓄センター周辺では起こり得ない事象、事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能に影響を及ぼさない事象及び他の事象に包含できる事象を選別し、これらに該当しない事象を使用済燃料貯蔵施設において設計上の考慮を必要とする事象として選定する。

設計上の考慮の要否の検討結果は次のとおりである。

(1) 飛来物（航空機落下等）

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、飛来物の発生の原因となり得る工場等はないことから、工場等からの飛来物を考慮する必要はない。また、航空機落下については、これまでの事故実績⁽¹⁷⁾をもとに、民間航空機、自衛隊機及び米軍機が使用済燃料貯蔵施設へ落下する確率を評価した。その結果は約 5.1×10^{-8} 回/施設・年であり、 10^{-7} 回/施設・年⁽¹⁸⁾を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

(2) ダムの崩壊

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、ダムの崩壊により影響を及ぼすような河川はないことから、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(3) 爆発

リサイクル燃料備蓄センターから最も近い石油コンビナートは40km以上離れており⁽⁸⁾、爆発を考慮する必要はない。また、リサイクル燃料備蓄センター周辺の高圧ガス類貯蔵施設の爆発については、使用済燃料貯蔵建屋から高圧ガス類貯蔵施設までの離隔距離を、貯蔵される高圧ガスの種類及び貯蔵量等から算出した危険限界距離以上確保することにより、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(4) 近隣工場等の火災

リサイクル燃料備蓄センター周辺における近隣の産業施設等の危険物貯蔵施設の火災及びリサイクル燃料備蓄センター敷地内の危険物貯蔵設備の火災については、算出される輻射強度に基づき、使用済燃料貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度以下とすることにより、使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

航空機墜落による火災については、使用済燃料貯蔵建屋を中心として墜落確率が 10^{-7} 回/施設・年に相当する標的面積をもとにした離隔距離を算出して墜落地点とし、使用済燃料貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度以下とすることにより、使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、火災の影響により使用済燃料貯蔵建屋内の空気の温度や流れの状態が変化し、金属キャスクに影響を及ぼすことが考えられるため、火災による影響を考慮しても、金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

(5) 有毒ガス

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、石油コンビナート等の有毒物質を貯蔵する固定施設はなく、陸上輸送等の可動施設についても、幹線道路から使用済燃料貯蔵施設は離れている。また、金属キャスク貯蔵期間中は金属キャスク及び各設備の点検、保守の実施時以外に使用済燃料貯蔵建屋に人員が常駐することはない。外部火災に伴う有毒ガスの流入時には使用済燃料貯蔵建屋内の人員は迅速に避難することから、有毒ガスに対する使用済燃料貯蔵建屋の居住性を考慮する必要はない。

(6) 船舶の衝突

リサイクル燃料備蓄センターの敷地は、標高約20m～約30mのなだらかな台地に位置し、造成高は標高16mであり、かつ、敷地前面の海岸からの離隔は約500mあることから、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(7) 電磁的障害

使用済燃料貯蔵施設は、電磁干渉や無線電波干渉によって基本的安全機能を損なうことはないため、電磁的障害を考慮する必要はない。

1. 2. 11 使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入等の防止

第十二条 使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入等の防止

事業所には，使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入，使用済燃料貯蔵施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え，又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第二百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。）を防止するための設備を設けなければならない。

適合のための設計方針

使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入，郵便物等によるリサイクル燃料備蓄センター外からの爆発物や有害物質の持ち込み及び不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）に対し，これを防護するため，核物質防護対策として以下の措置を講じた設計とする。

(1) 人の不法な侵入の防止措置

- a. 区域を設定し，区域の境界を物理的障壁により区画し，侵入防止及び出入管理を行うことができる設計とする。
- b. 探知施設を設け，警報，映像等，集中監視する設計とする。
- c. 外部との通信連絡設備を設け，関係機関等との通信連絡を行うことができる設計とする。
- d. 防護された区域内においても，施錠管理により，使用済燃料施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な侵入を防止する設計とする。

- (2) 爆発性又は易燃性を有する物件等の持込みの防止措置
 - a. 区域を設定し、区域の境界を物理的障壁により区画し、侵入防止及び出入管理を行うことができる設計とする。
 - b. 区域の出入口において、使用済燃料貯蔵施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持込み（郵便物等によるリサイクル燃料備蓄センター外からの爆発物及び有害物質の持込みを含む。）が行われないように物品の持込み点検を行うことができる設計とする。
- (3) 特定核燃料物質の不法な移動及び持ち出しの防止措置
 - a. 区域を設定し、区域の境界を物理的障壁により区画し、侵入防止及び出入管理を行うことができる設計とする。
 - b. 探知施設を設け、警報、映像等、集中監視する設計とする。
- (4) 不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）の防止措置
 - a. 使用済燃料貯蔵施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムについては、電気通信回線を通じた当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する設計とする。

1.2.12 安全機能を有する施設

第十三条 安全機能を有する施設

安全機能を有する施設を他の原子力施設と共用し、又は安全機能を有する施設に属する設備を一の使用済燃料貯蔵施設において共用する場合には、使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわないものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、当該施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

- (1) 使用済燃料貯蔵施設の安全機能を有する施設（基本的安全機能を確保する上で必要な施設、その他の安全機能を有する施設）は、本施設以外の原子力施設との間で共用するものはない。

なお、安全機能を有する施設（基本的安全機能を確保する上で必要な施設、その他の安全機能を有する施設）は以下のとおり。

基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、金属キャスク、貯蔵架台、使用済燃料貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車をいう。

その他の安全機能を有する施設は、仮置架台、たて起こし架台、圧縮空気供給設備、検査架台、計測制御系統施設、放射性廃棄物の廃棄施設、放射線管理施設、電気設備、通信連絡設備、消防用設備、人の不法な侵入等防止設備をいう。

- (2) 使用済燃料貯蔵施設のその他の安全機能を有する施設に属する液体廃棄物と固体廃棄物の廃棄施設である廃棄物貯蔵室は共用している。廃棄物貯蔵室は、汚染の拡大を防止するため使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域に設け、内部の床面及び壁面の一部についてエポキシ樹脂系塗料で塗装を施す。

液体廃棄物及び固体廃棄物は、識別されたドラム缶、ステンレス製の密封容器にそれぞれ分けて入れるとともに、廃棄物貯蔵室に区画を設けて液体廃棄物は入口近傍に保管廃棄することにより、お互いに影響を与えないことから共用により安全性は損なわない。

2 について

- (1) 金属キャスクの設計、材料の選定、製作、工事及び検査は、原則として国内法規に基づく適切な規格及び基準によるものとする。また、十分な使用実績があり信頼性の高い国外の規格、基準等に準拠する。
- (2) 金属キャスクは、設計貯蔵期間を通じて基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理ができる設計とする。また、金属キャスクを本施設外へ搬出するために必要な確認ができる設計とする。
- (3) 金属キャスク取扱設備は、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車であり、動作中に金属キャスクの基本的安全機能を損なうことがないよう必要な検査及び修理等ができる設計とする。

1.2.13 設計最大評価事故時の放射線障害の防止

第十四条 設計最大評価事故時の放射線障害の防止

使用済燃料貯蔵施設は、設計最大評価事故（安全設計上想定される事故のうち、公衆が被ばくする線量を評価した結果、その線量が最大となるものをいう。）が発生した場合において、事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。

適合のための設計方針

(1) 事故の選定について

使用済燃料貯蔵施設の安全評価に当たっては、自然災害等、金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を著しく損なうおそれのある事故の発生の可能性を、金属キャスクの構成部材の経年変化も踏まえ、技術的観点から十分に検討し、最悪の場合、技術的に発生が想定される事故であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要と考えられる事故を選定し評価する。

(2) 放射線及び放射性物質の放出量の計算について

選定した事故について、技術的に妥当な解析モデル及びパラメータを採用するほか、金属キャスクの遮蔽機能の健全性、評価期間等、安全裕度のある妥当な条件を設定する。

(3) 線量評価について

選定した事故について、放射線及び放射性物質の放出量の計算で設定した条件により公衆に対して最大の放射線被ばくを及ぼす事故を設計最大評価事故として設定し、その場合の線量をもってしても、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるものでないことを確認する。

1.2.14 金属キャスク

第十五条 金属キャスク

使用済燃料貯蔵施設には、金属キャスクを設けなければならない。

- 2 金属キャスクは、当該金属キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保するものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

使用済燃料貯蔵施設で貯蔵する使用済燃料集合体は、金属キャスクに収納された状態で施設に搬入し、別の容器に詰め替えることなく貯蔵する。

金属キャスクは、使用済燃料集合体を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料集合体の事業所外運搬に用いる輸送容器としての機能を併せもつ鋼製の乾式容器であり、その設計においては、設計貯蔵期間に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を考慮する。

2 について

基本的安全機能を維持する上で重要な金属キャスクの構成部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのない設計とする。また、金属キャスク本体内面、バスケット及び使用済燃料集合体の腐食等を防止するために、使用済燃料集合体を不活性ガスであるヘリウムとともに封入して貯蔵する設計とする。

1.2.15 使用済燃料の受入施設

第十六条 使用済燃料の受入施設

使用済燃料貯蔵施設には、使用済燃料を封入した金属キャスクの搬送及び受入れ時において基本的安全機能を確保することができる使用済燃料の受入施設を設けなければならない。

適合のための設計方針

使用済燃料の受入施設は、金属キャスクの搬入、貯蔵及び搬出に係る金属キャスクの移動に対して、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても基本的安全機能を維持するように設計する。

受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、地震荷重等の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクの総重量を十分上回る重量に耐える強度に設計する。

金属キャスクの落下・転倒・衝突及び金属キャスクへの重量物の落下防止のため以下の設計とする。

(1) 金属キャスクの落下防止

- a. 受入れ区域天井クレーンは、ワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。
- b. 受入れ区域天井クレーンは、動力源である電気の供給が停止した場合に動作するブレーキを使用し、金属キャスクの落下を防止する。
- c. 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクのつり上げ高さを制限するインターロックを設ける。

(2) 金属キャスクの落下・衝突防止

受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクをつった状態で、仮置き中の金属キャスク上を通過できないように可動範囲を制限するインターロックを設ける。

(3) 金属キャスクへの重量物の落下防止

受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクへの重量物の落下を防止するため、緩衝体の可動範囲を制限するインターロックを設ける。

(4) 金属キャスクの衝突防止

a. 搬送台車は、金属キャスクの移送を安全かつ確実にを行うために操作員による誤操作等を想定し、補助員によっても緊急停止機構を設ける。また、障害物との接触を検知する装置を設け衝突を防止する。

b. 搬送台車は、電源喪失時や空気圧縮機の停止により動力源である圧縮空気の供給が停止した場合には、金属キャスクを着床させ衝突を防止する。

(5) 金属キャスクへの重量物の落下防止

a. 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクが仮置架台、たて起こし架台及び貯蔵架台への着床時に、基本的安全機能に影響を与えないように微速の巻き下げ速度で運用する。

b. 受入れ区域天井クレーンで緩衝体移送時に、金属キャスクを仮置きしていないエリアに進入する場合は許可するスイッチを操作する。

c. 三次蓋の取り付け又は取り外しの作業及び二次蓋金属ガスケットの交換作業を行う場合には、三次蓋及び二次蓋のつり上げ高さを金属キャスク上端フランジ面から 10cm 以下で運用する。

d. 受入れ区域天井クレーンの荷重制限（主巻(90t)及び補巻(4.5t)）未満では、可動範囲及びつり上げ高さのインターロックが動作しない

ため、金属キャスクへの落下を防止するため三次蓋，二次蓋及び貯蔵架台は，仮置架台に仮置き中の金属キャスク上を移送しない運用とする。

(6) 金属キャスクの落下・転倒防止

金属キャスクは，事業所外運搬に必要な緩衝体をたて起こし架台にて取り外し，受入れ区域天井クレーンにて金属キャスクをつり上げる場合には，床面に衝撃吸収材を敷設する（金属キャスク搬出の場合も同様とする）。

(7) 金属キャスクの転倒・衝突防止

金属キャスクは，搬送台車で移送の際には，定格速度（10m／分）以下で，搬送台車の浮上高さを約5cmで移送する。

(8) その他

金属キャスクの基本的安全機能を維持する観点から，作業要領を十分整備し，監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は，金属キャスクの移送に関して知識を有し，教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

1.2.16 計測制御系統施設

第十七条 計測制御系統施設

使用済燃料貯蔵施設には、基本的安全機能のうち閉じ込め機能及び除熱機能が確保されていることを適切に監視することができる計測制御系統施設を設けなければならない。

- 2 使用済燃料貯蔵施設には、安全設計上想定される事故により当該使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なうおそれが生じたとき、第十九条第二号の放射性物質の濃度若しくは線量が著しく上昇したとき又は廃棄施設から放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する設備を設けなければならない。

適合のための設計方針

1 について

使用済燃料貯蔵施設は、基本的安全機能のうち、閉じ込め機能及び除熱機能が確保されていることを以下のとおり適切に監視する設計とする。

- (1) 金属キャスクの蓋部が有する閉じ込め機能を監視するために金属キャスク蓋間圧力を測定する。
- (2) 使用済燃料貯蔵建屋内の雰囲気温度が異常に上昇していないことを監視するために使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を測定する。
- (3) 使用済燃料及び金属キャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために必要なデータとして金属キャスク表面温度を測定する。

また、計測設備は、測定データを監視盤室に表示及び記録する設計とするとともに、事務建屋でも表示する設計とする。

なお、基準設定値を超えたときは、監視盤室及び監視員が監視を行う事務建屋に警報を出す設計とする。

使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が確保されていることを監視できなくなった場合に備え、代わりに監視を行うために必要な計測器や電源設備を保有する。監視ができなくなった場合には、計測器や電源設備の設置の準備作業が整い次第、監視を再開する。

2 について

管理区域内の主要な場所にガンマ線エリアモニタと中性子線エリアモニタで構成されるエリアモニタリング設備を設ける。また、周辺監視区域境界付近にはモニタリングポストを設置する。それらの放射線レベル基準設定値を超えた場合は監視盤室及び監視員が監視を行う事務建屋に警報を出す設計とする。

使用済燃料貯蔵施設においては、金属キャスクの蓋間圧力を監視し放射性物質の放出がないことを確認することにより、事業所及びその境界付近における放射性物質濃度の監視を不要とする。

なお、安全設計上想定される事故のうち、経年変化による基本的安全機能の劣化については、金属キャスクの蓋間圧力、使用済燃料貯蔵建屋給排気温度及び貯蔵区域の放射線レベルを常に監視することにより検知する。

1.2.17 廃棄施設

第十八条 廃棄施設

使用済燃料貯蔵施設には，周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう，必要に応じて，当該使用済燃料貯蔵施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設（放射性廃棄物を保管廃棄する施設を除く。）を設けなければならない。

2 使用済燃料貯蔵施設には，十分な容量を有する放射性廃棄物を保管廃棄する施設を設けなければならない。

適合のための設計方針

1 について

使用済燃料貯蔵施設は，平常時に発生する放射性廃棄物はないことから，放射性廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設はない。

なお，搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合等は，除染に使用した水等の液体廃棄物及びウエス等の固体廃棄物はドラム缶，ステンレス製の密封容器に封入した後，廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

また，液体廃棄物及び固体廃棄物は，識別されたドラム缶，ステンレス製の密封容器にそれぞれ分けて入れるとともに，廃棄物貯蔵室に区画を設けて液体廃棄物は入口近傍に保管廃棄することにより，お互いに影響を与えないことから共用による安全性は損なわない。

放射性廃棄物を保管廃棄する施設として廃棄物貯蔵室を設置し，廃棄物による汚染の拡大を防止するため，使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域の独立

した区画内に設け、出入口にはせきを設ける構造とする。

廃棄物貯蔵室では、著しい漏えいの発生はないが、巡視点検にて漏えいを発見できる構造とする。

2 について

廃棄物貯蔵室は、平常時に発生する放射性廃棄物はないが、仮に1年間に搬入する金属キャスク2基に原子力発電所と同様の除染を行う場合に発生する200ℓドラム缶量は10年間で80本から100本程度に対して、200ℓドラム缶約100本相当を保管廃棄する能力を有し、貯蔵容量は十分であるが、必要がある場合には増設を考慮する。

1.2.18 放射線管理施設

第十九条 放射線管理施設

事業所には、次に掲げるところにより、放射線管理施設を設けなければならない。

- 一 放射線から放射線業務従事者を防護するため、線量を監視し、及び管理する設備を設けること。
- 二 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を監視し、及び測定する設備を設けること。
- 三 放射線から公衆及び放射線業務従事者を防護するため、必要な情報を適切な場所に表示する設備を設けること。

適合のための設計方針

- (1) 放射線業務従事者等の出入管理のため、チェックポイント（使用済燃料貯蔵建屋付帯区域）等を設ける。また、放射線業務従事者等の個人被ばく管理のため、外部放射線に係る線量当量を測定する個人線量計を備える。
- (2) 使用済燃料貯蔵施設で貯蔵する使用済燃料集合体は、金属キャスクに収納された状態で施設に搬入し、別の容器に詰め替えることなく貯蔵する。

金属キャスクは、蓋部の多重の閉じ込め構造により放射性物質を限定された区域に閉じ込める設計とし、金属キャスクの蓋間圧力を測定して閉じ込め機能を監視する。

放射性廃棄物は、ドラム缶等の容器に封入して廃棄物貯蔵室に保管廃棄する設計とする。したがって、使用済燃料貯蔵施設には放射性廃棄物

の放出口等はなく、外部放射線に係る線量当量を監視する。

以上より、金属キャスクの蓋間圧力を監視することにより放射性物質の放出がないことを確認するため、事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度の監視は不要である。

リサイクル燃料備蓄センター内外の放射線監視のために、エリアモニタリング設備、周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備等を設置し、平常時及び放射線レベルが上昇するような事故時に必要箇所をモニタリングでき、必要な情報は監視盤室及び事務建屋に表示できる設計とする。

放射線監視の具体例は以下のとおりである。

- a. 金属キャスクの蓋間圧力を蓋間圧力監視装置により連続して測定し、監視盤室及び事務建屋に表示する。また、蓋間圧力が基準設定値より低下したときは監視盤室及び事務建屋に警報を出す。
 - b. 使用済燃料貯蔵建屋貯蔵区域内、受入れ区域内及び廃棄物貯蔵室内の放射線レベルをエリアモニタリング設備により測定し、監視盤室及び事務建屋に表示する。また、放射線レベル基準設定値を超えたときは監視盤室及び事務建屋に警報を出す。
 - c. 周辺監視区域境界付近には、空間放射線量率を連続的に監視するためのモニタリングポスト及び空間放射線量を監視するための蛍光ガラス線量計を設ける。
- (3) 管理区域における線量当量率、空気中の放射性物質の濃度及び床面等の放射性物質の表面密度を放射線業務従事者等が安全に認識できるよう、チェックポイント及び事務建屋に表示する。

1.2.19 予備電源

第二十条 予備電源

使用済燃料貯蔵施設には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、監視設備その他必要な設備に使用することができる予備電源を設けなければならない。

適合のための設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合においても、基本的安全機能に直接影響を及ぼすおそれはないが、基本的安全機能が維持されていることの監視を継続して行うために、金属キャスクの閉じ込め機能と除熱機能を監視する設備及び放射線監視設備を作動し得るのに十分な容量を有した無停電電源装置を設ける設計とする。

また、無停電電源装置は、万一の火災等の非常時においても緊急通信・連絡設備の設備・機器を作動し得るのに十分な容量を有するものとする。

さらに、無停電電源装置の給電可能時間を超える外部電源喪失が発生した場合のために電源車等を有し、監視を継続するために電源車等から無停電電源装置に電気を供給する設計とする。電源車等に燃料を補給するために軽油貯蔵タンクを設ける。

なお、火災感知設備、誘導灯及び保安灯は、「消防法」及び所轄消防署協議に基づく設計とする。

1.2.20 通信連絡設備等

第二十一条 通信連絡設備等

事業所には、安全設計上想定される事故が発生した場合において事業所内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置及び通信連絡設備を設けなければならない。

2 事業所には、安全設計上想定される事故が発生した場合において事業所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、通信連絡設備を設けなければならない。

3 使用済燃料貯蔵施設には、事業所内の人の退避のための設備を設けなければならない。

適合のための設計方針

1 について

リサイクル燃料備蓄センター内の通信連絡設備は、監視盤室、事務建屋及びその他建屋内外の各所に異なる手段により通信連絡できるように、異なる機器で構成された送受話器及び社内電話設備を設置し、事故時に迅速な連絡を可能にするとともに、監視盤室及び事務建屋からリサイクル燃料備蓄センター内に居る全ての人に対して的確に指示及び警報を発することができる設計とする。

2 について

リサイクル燃料備蓄センターと事業所外必要箇所との通信連絡設備は、異なる手段により通信連絡できるように加入電話設備及び衛星携帯電話を設ける設計とする。

3 について

使用済燃料貯蔵建屋には、「消防法」及び所轄消防署協議に基づき、通常の照明用の電源が喪失した場合においても機能する避難用の照明として、誘導灯及び保安灯を設ける設計とし、かつ、単純、明確及び永続性のある標識を設けることにより安全避難通路を確保する。

1.3 参考文献

- (1) 社団法人日本電気協会, 静的地震力の見通し(建築編)に関する調査報告書(概要), 電気技術基準調査委員会原子力発電耐震設計特別調査委員会建築部会, 平成6年3月
- (2) 大野久雄, 雷雨とメソ気象, 東京堂出版, 2001
- (3) 小倉義光, 一般気象学 第2版補訂版, 東京大学出版会, 2016
- (4) 広域的な火山防災対策に係る検討会(第3回)(資料2), 内閣府, 2012
- (5) 武若耕司, シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状, コンクリート工学, Vol.42, 2004
- (6) 出雲茂人, 末吉秀一他, 火山環境における金属材料の腐食, 防食技術 Vol.39, 1990
- (7) 原田和典, 建築火災のメカニズムと火災安全設計, 財団法人日本建築センター, 2007
- (8) 青森県石油コンビナート等防災本部, 青森県石油コンビナート等防災計画, 平成23年2月修正
- (9) International Atomic Energy Agency, Specific Safety Guide No. SSG-15 Storage of Spent Nuclear Fuel, 2012
- (10) United States Nuclear Regulatory Commission, 10CFR Part 72: Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel, High-Level Radioactive Waste, and Reactor-Related Greater than Class C Waste
- (11) United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1536: Rev.1: Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems at a General License Facility, July 2010

- (12) United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1567: Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities, March 2000
- (13) United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1864: A Pilot Probabilistic Risk Assessment of a Dry Cask Storage System at a Nuclear Power Plant, March 2007
- (14) Electric Power Research Institute, Probabilistic Risk Assessment (PRA) of Bolted Storage Casks, December 2004
- (15) Entsorgungskommission, Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern, 2013
- (16) 原子力規制委員会, 使用済燃料貯蔵施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則の解釈, 平成25年11月27日
- (17) 独立行政法人原子力安全基盤機構, 航空機落下事故に関するデータの整備, JNES/SAE08-012 08解部報-0012, 平成20年3月
- (18) 原子力安全・保安院, 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について, 平成14年7月30日, 平成21年6月30日一部改正

第 1.1-1 表 クラス別施設 (主要設備)

| 分類 | 主要設備 (注1) | | 直接支持構造物 (注2) | | 主要設備や直接支持構造物に対する間接支持構造物 (注3) | 主要設備や直接支持構造物との相互影響を考慮すべき設備 (注4) | 間接支持構造物や相互影響の評価に用いる地震力 |
|----------------------|--|--------|--------------------|-------|------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| | 適用範囲 | 耐震クラス | 適用範囲 | 耐震クラス | | | |
| 基本的な安全機能を確保する上で必要な施設 | ・金属キヤスク | S | ・貯蔵架台 | S | ・貯蔵建屋 | ・受入れ区域天井クレーン ・搬送台車 | 基準地震動により定まる地震力 |
| | ・受入れ区域天井クレーン | B | ・受入れ区域天井クレーンの支持構造物 | B | ・貯蔵建屋 | — | Bクラス施設に適用される静的地震力 |
| | ・搬送台車 ・貯蔵建屋 | B B | — | — | — | — | — |
| その他の安全機能を有する施設 | ・仮置架台 ・たて起こし架台 ・検査架台 ・圧縮空気供給設備 ・その他の使用済燃料貯蔵施設 (ただし、上位クラスに分類されるものを除く) | C | ・機器、電気計装設備等の支持構造物 | C | ・貯蔵建屋 ・事務建屋 等 | — | Cクラス施設に適用される静的地震力 |

(注1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。

(注2) 直接支持構造物とは、主要設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。

(注3) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物 (建物、構築物) をいう。

(注4) 設備相互間の影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。

第1.1-2表 弾性設計用地震動Sd-A及びSd-B1～Sd-B4の
最大加速度振幅値

| 弾性設計用地震動 | 最大加速度振幅値 (cm/s ²) | | |
|----------|-------------------------------|---------------|-------------|
| | 水平方向1 (H1) | 水平方向2 (H2) | 鉛直方向 (V) |
| Sd-A | 300 | | 200 |
| Sd-B1 | 310 | | 160 |
| Sd-B2 | 225 | 245 | 160 |
| Sd-B3 | 215 | 200 | 150 |
| Sd-B4 | 270 | 250 | — |

第1.1-3表 設定する衝突想定条件

| 落下物 | 落下物概要 | 金属キャスクの状態 |
|------------|--|---|
| 天井 クレーン | 質量 : 約 128 t 落下高さ : 約 5.3m 落下速度 : 約 10.2m/s 落下エネルギー : 約 $6.7 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{m}$ | 水平姿勢 (たて起こし架台上に仮置きされた金属キャスク) 緩衝体なし |
| 天井 スラブ | 質量 : 約 30 t 落下高さ : 約 16.6m 落下速度 : 約 18.1m/s 落下エネルギー : 約 $4.9 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{m}$ | 縦姿勢 (受入れ区域内の移動中及び検査架台上の金属キャスク) 緩衝体なし |

第1.1-4表 敷地境界外における公衆の実効線量の評価結果

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 受入れ区域に存在する 金属キャスクからの実効線量 (年間) | 約 $7.6 \times 10^{-1} \text{mSv}$ (注) |
| 貯蔵区域に存在する 金属キャスクからの実効線量 (年間) | 約 $1.9 \times 10^{-2} \text{mSv}$ |
| 実効線量合計 (年間) | 約 $7.8 \times 10^{-1} \text{mSv}$ |

(注) このうち金属キャスクの中性子遮蔽材損傷部からの実効線量 (年間) は約 $1.4 \times 10^{-1} \text{mSv}$ である。

第 1.1-5 表 衝撃を受けた金属キヤスクの基本的安全機能に係る初期確認, 保守・修理及び搬出に必要な試験・検査

| | 初期確認 | 保守・修理 | 搬出に必要な試験・検査 |
|-----------|---|---|---|
| 遮蔽 | <ul style="list-style-type: none"> 外筒部の変形や損傷の有無を確認 金属キヤスクの線量当量率の測定として外観検査で異常がある箇所での線量当量率の測定を実施 | <ul style="list-style-type: none"> 外筒, 中性子遮蔽材 (レジン) の損傷の場合, 敷地境界外における公衆の実効線量の評価条件を満足するよう追加遮蔽を実施 | <ul style="list-style-type: none"> 必要な追加遮蔽を行った上で, 通常の輸送, 一般の試験条件の線量当量率を満足することを線量当量率検査で確認 「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」第 14 条に基づき輸送では, 金属キヤスクの表面で線量当量率を満足するよう, 追加遮蔽や接近防止を実施 |
| 閉じ込め (密封) | <ul style="list-style-type: none"> 該当する金属キヤスク周囲の線量上昇の有無を確認 蓋部の変形や損傷, 架台からの落下の有無を確認 最外層の蓋の気密漏えい検査を実施 (通常の検査が困難な場合は保守・修理に移行) | <ul style="list-style-type: none"> 落下物が衝突しても金属キヤスクの一次蓋の密封性は確保 最外層の蓋に異常がある場合は, 漏えい箇所へ漏れ止め材の充填や漏れ止め溶接等追加補修を実施 | <ul style="list-style-type: none"> 必要な漏れ止めを行った上で, 一般の試験条件の漏えい率を満足することを気密漏えい検査で確認 「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」第 14 条に基づき輸送では, 安全な運搬を確保するため放射線障害防止の措置 (オーバーバック等) を実施 |
| 除熱 | <ul style="list-style-type: none"> 外筒部の変形や損傷の有無を確認 金属キヤスクの表面温度の温度計による測定を実施 | <ul style="list-style-type: none"> 仮に金属キヤスクの外筒が損傷し放射熱面積が低下しても温度上昇はわずかと考えられるが, 状況に応じて落下物の撤去等により周囲に空間を設け自然対流を促進 | <ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するため, 輸送中に人が容易に近づき得ることができない表面 (近接防止枠を設ける場合には, 当該近接防止枠の表面) が法令基準を満足するよう温度を測定 |
| 臨界防止 | <ul style="list-style-type: none"> 該当する金属キヤスク周囲の線量上昇の有無を確認 外筒部の変形や損傷, 架台からの落下の有無を確認 (落下物や瓦礫は記録した上で撤去し, 衝突事象が既往の評価事象に包絡されることを確認) | <ul style="list-style-type: none"> 保守・修理は不要と考えられる (閉じ込め機能が維持され水が浸入しないこと, 落下物によるバスケットや燃料への影響はないことから, 臨界の可能性は考え難い) | <ul style="list-style-type: none"> 二重の水密性を試験で確認 (冠水状態の未臨界を確保できる場合は一重で輸送する場合もある) |

第 1.1-6 表 敷地内の浸水を想定して実施する項目の概要

| 項目 | 概要 |
|-------------------------------------|---|
| 金属キヤスク (貯蔵区域) の基本的安全 機能の確認 | 遮蔽機能 閉じ込め機能 除熱機能 |
| 津波襲来後の 活動に必要な 対策 | <ul style="list-style-type: none"> • 金属キヤスクの可視範囲及び周辺の状況を目視確認し、金属キヤスクの損傷等の状況を確認 • 可搬型計測機器により周辺監視区域境界付近及び貯蔵建屋内で代替計測を実施し、線量当量率の有意な上昇がないことを確認 • 線量当量率の有意な上昇がある場合は、測定及び目視確認により金属キヤスクを特定し、仮設遮蔽の設置、柵等による区画等の措置を実施 • 金属キヤスクの可視範囲及び周辺の状況を目視確認 • 可搬型計測機器により線量当量率の有意な上昇がないことを確認し、準備が整い次第蓋間圧力の仮設計器による代替計測を実施 • 金属キヤスクの可視範囲及び周辺の状況を目視確認し、金属キヤスクの損傷等の状況を確認 • 可搬型計測機器による金属キヤスク表面温度測定及び仮設計器による貯蔵建屋給排気口近傍の温度の代替計測を実施し、温度の有意な上昇がないことを確認 • 津波襲来後の金属キヤスク監視、通信連絡等の拠点を高台に設置 • 予備緊急時対策所に必要な電気を電源車により供給 • 復旧作業等に必要な電気を可搬型ディーゼル発電機により供給 • 軽油貯蔵タンクで電源車及び可搬型ディーゼル発電機の補給用燃料を貯蔵 • 代替となるセンター内外の通信連絡設備を使用 • 復旧作業等における放射線管理のための放射線管理資機材を使用 • 可搬型計測機器や対応要員の食料等を配備する資機材保管庫を設置 • 受入れ区域の損傷により落下した建屋構成材や津波漂流物を重機により撤去 • 津波の遡上波が到達しない高台に退避場所を設置 |

第1.1-7表 設計竜巻荷重を設定するための竜巻の特性値

| 最大風速 V (m/s) | 移動速度 V_T (m/s) | 最大接線 風速 V_{Rm} (m/s) | 最大接線 風速半径 R_m (m) | 最大気圧 低下量 ΔP_{max} (hPa) | 最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s) |
|----------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|---|
| 100 | 15 | 85 | 30 | 89 | 45 |

第1.1-8表 貯蔵建屋に対する設計飛来物

| 飛来物の種類 | 鋼製材 | ワゴン車 |
|-----------------|-------------------------|------------------------|
| 寸法 (m) | 長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2 | 長さ×幅×高さ 5.4×1.9×2.3 |
| 質量 (kg) | 135 | 1,970 |
| 最大水平速度 (m/s) | 51 | 53 |
| 最大鉛直速度 (m/s) | 34 | 27 |

設計飛来物の衝突を考慮する範囲は、貯蔵建屋低層部（排気塔遮蔽ルーバ上端部（地上高さ約17m）以下の部分）とする。

第1.1-9表 外部火災にて想定する火災

| 火災種別 | 考慮すべき火災 | 評価内容 | 評価項目 | |
|----------------------------|---|---|---|--|
| 森林火災 | リサイクル燃料 備蓄センター敷 地外10km以内に 発火点を設定し た使用済燃料貯 蔵施設に迫る森 林火災 | <ul style="list-style-type: none"> 森林火災シミュレーション解析コード(FAR SITE)を用いた森林火災評価 森林火災評価に基づく外部火災防護施設の熱影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 防火帯幅評価 熱影響評価 危険距離評価 | 二次的 影響 (ばい 煙, 有 毒ガス 等) 評 価 |
| 近隣の産 業施設等 の火災・ 爆発 | リサイクル燃料 備蓄センター敷 地外10km以内の 石油コンビナ ート等の火災・爆 発 | <ul style="list-style-type: none"> リサイクル燃料備蓄センター敷地外の石油コンビナート等についてリサイクル燃料備蓄センターとの距離, 地形等を考慮した外部火災防護施設の影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 熱影響評価 危険限界距離評価 | |
| | リサイクル燃料 備蓄センター敷 地内の危険物貯 蔵設備の火災 | <ul style="list-style-type: none"> リサイクル燃料備蓄センター敷地内の危険物貯蔵設備の火災による外部火災防護施設の熱影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 熱影響評価 | |
| 航空機墜 落による 火災 | リサイクル燃料 備蓄センター敷 地への航空機墜 落時の火災 | <ul style="list-style-type: none"> 墜落を想定する航空機に相当する火災を想定した外部火災防護施設の熱影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 熱影響評価 | |

第1.1-10表 リサイクル燃料備蓄センター敷地内に設置する
危険物貯蔵設備

| 設備名 | | 燃料種別 | 容量 (kℓ) | 離隔距離 (m) |
|-----------------------|------|------------|----------------|-------------|
| エンジン発電機 | | 軽油 (注2) | 1.031 | 27 |
| 電源車・据置型発電機 (注1) | | 軽油 (注2) | 0.8375 (注3) | 70 |
| キャスク輸送車両 | | 軽油 (注2) | 1.08 (注4) | 107 |
| モニタリング ポスト用 発電機 | 敷地東側 | 軽油 (注2) | 0.0696 | 138 |
| | 敷地南側 | 軽油 (注2) | 0.0696 | 164 |
| 電源車 | | 軽油 (注2) | 0.2865 | 100 (注5) |
| 軽油貯蔵タンク（地下式） | | 軽油 | 12 | －（注6） |

(注1) 電源車については通常敷地南側の予備緊急時対策所付近に配備するが、外部電源喪失時は据置型発電機の位置に移動し使用するため合わせて評価した。

(注2) 保守的に軽油と潤滑油を合わせて全て軽油とみなした。

(注3) 設置場所が至近であるため一体とみなし、容量は電源車と据置型発電機の合算値。

(注4) キャスク輸送用車両2両分の合算値。

(注5) 予備緊急時対策所を設置する高台のレイアウト上最も貯蔵建屋に近接する距離を保守的に設定した。

(注6) 軽油貯蔵タンク（地下式）は外部火災評価の対象外とする。

第1.1-11表 カテゴリ別の航空機墜落確率

| カテゴリ | | 墜落確率 (回/施設・年) | |
|---------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 民間航空機 | 計器飛行方式 | 9.20×10^{-10} | |
| | 有視界方式 | 大型固定翼機 (注1) | 1.09×10^{-9} |
| | | その他機種 (注1)(注2) | 1.11×10^{-8} |
| 自衛隊機又は 米軍機 | 訓練空域内(注3) 及び訓練空域外の 墜落事故 | 高高度飛行(注4) を行う大型固定翼機 | 1.79×10^{-9} |
| | | その他機種 (注2) | 1.52×10^{-8} |
| | 基地-訓練空域往復時の墜落事故 | 2.13×10^{-8} | |

(注1) 民間航空機のうち、有視界方式の大型固定翼機は自衛隊機又は米軍機の高高度飛行を行う大型固定翼機に、その他機種は自衛隊機又は米軍機のもう一つの種類にそれぞれ包絡される。

(注2) その他機種とは小型固定翼機、大型回転翼機及び小型回転翼機を指す。

(注3) リサイクル燃料備蓄センター敷地上空には、自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない。

(注4) 高度5万フィート以上の飛行。

第1.1-12表 評価対象航空機の離隔距離及び輻射強度

| 評価項目 | 民間航空機 (計器飛行方式) | 自衛隊機又は 米軍機 (訓練空域外 高高度飛行) | 自衛隊機又は 米軍機 (訓練空域外 その他の機種) | 自衛隊機又は 米軍機 (基地-訓練空 域間往復時) |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 対象航空機 | B747-400 | KC-767 (注1) | F-15 (注2) | UH-60J (注3) |
| 離隔距離 (m) | 469 | 319 | 73 | 53 |
| 輻射強度 (W/m ²) | 98.7 | 143.4 | 302.6 | 517.5 |

(注1) ボーイング767型機を母機とした空中給油・輸送機(航空自衛隊に配備)。

(注2) 制空戦闘機(米空軍, 航空自衛隊に配備)。

(注3) 海上自衛隊大湊飛行場に現状配備されている機種で最大の燃料搭載量となる救難ヘリコプター。

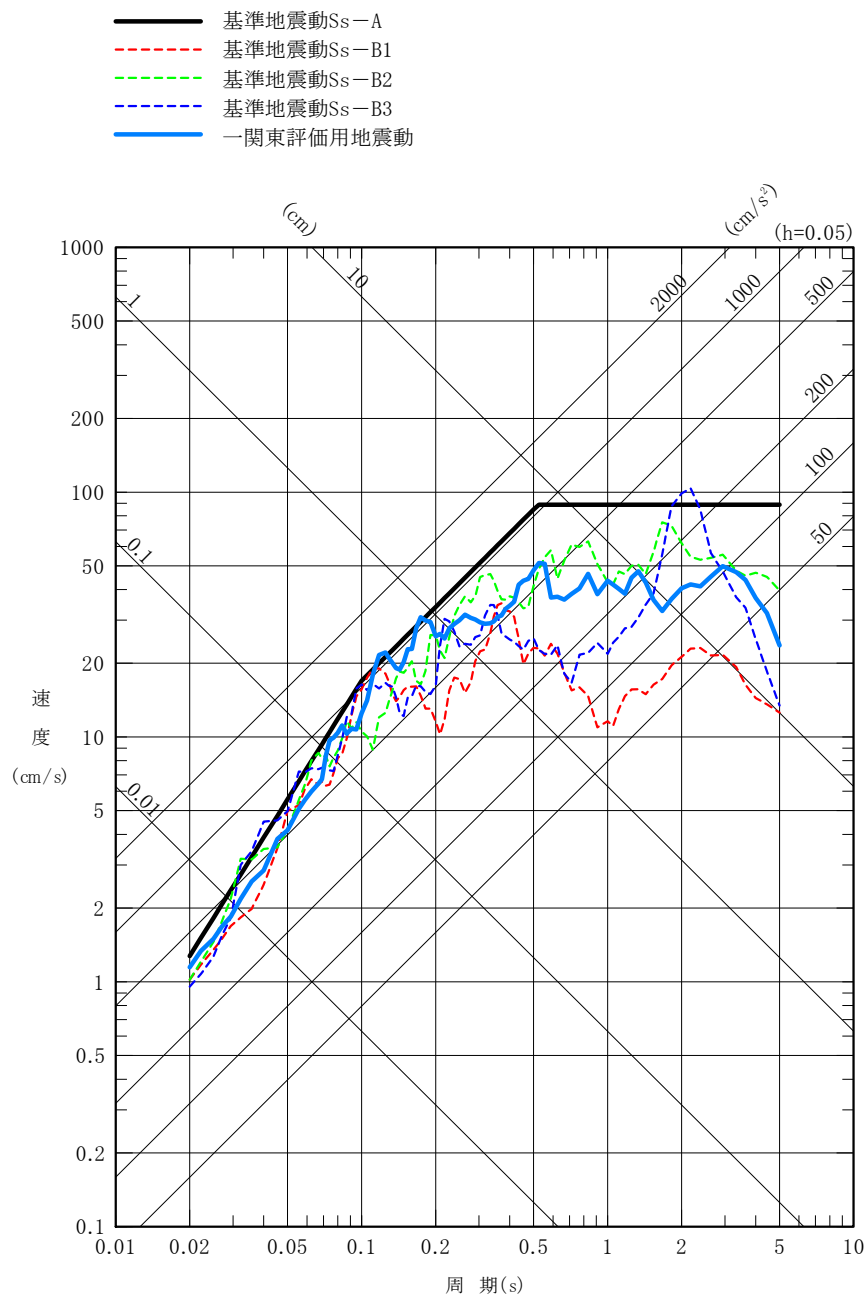
第1.1-13表 安全機能を有する施設

| 設備・機器名称 | | 臨界防止 | 遮蔽 | 閉じ込め | 除熱 | 火災 | 外部衝撃 (注1) | 耐震 (注2) | その他 (注3) |
|-------------------|--------------|-----------|----|------|----|----|--------------|------------|-------------|
| 使用済燃料貯蔵設備本体 | 金属キヤスク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | S | ○ |
| | 貯蔵架台 | — | — | — | — | ○ | ○ | S | ○ |
| 使用済燃料の受入施設 | 受入れ区域天井クレーン | — | — | — | — | ○ | ○ | B | ○ |
| | 搬送台車 | — | — | — | — | ○ | ○ | B | ○ |
| | 圧縮空気供給設備 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 仮置架台 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | たて起こし架台 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 検査架台 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 蓋間圧力監視装置 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| 計制御系統施設 | 表面温度監視装置 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 給排気温度監視装置 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 液体廃棄物の廃棄施設 | — | — | ○ | — | ○ | ○ | C | ○ |
| 放射性廃棄物の廃棄施設 | 固体廃棄物の廃棄施設 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 屋内管理用設備 | 放射線管理関係設備 | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | | 放射線監視設備 | — | — | — | — | ○ | ○ | C |
| 放射線管理施設 | 屋外管理用設備 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 使用済燃料貯蔵建屋 | — | ○ | — | ○ | ○ | ○ | B | ○ |
| その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設 | 電気設備 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 通信連絡設備 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 消防用設備 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |
| | 人の不法な侵入等防止設備 | — | — | — | — | ○ | ○ | C | ○ |

○：対象設備，—：対象外

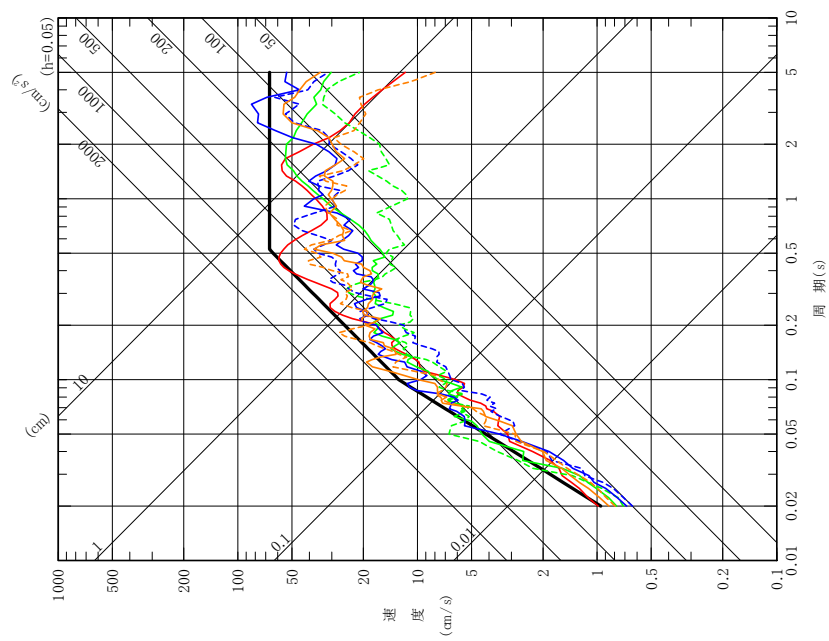
(注1) 金属キヤスク及び使用済燃料貯蔵建屋で基本的な安全機能を確保する。

(注2) 耐震設計上の重要度分類 (注3) 各設備・機器において、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の第12条以降に該当するもの



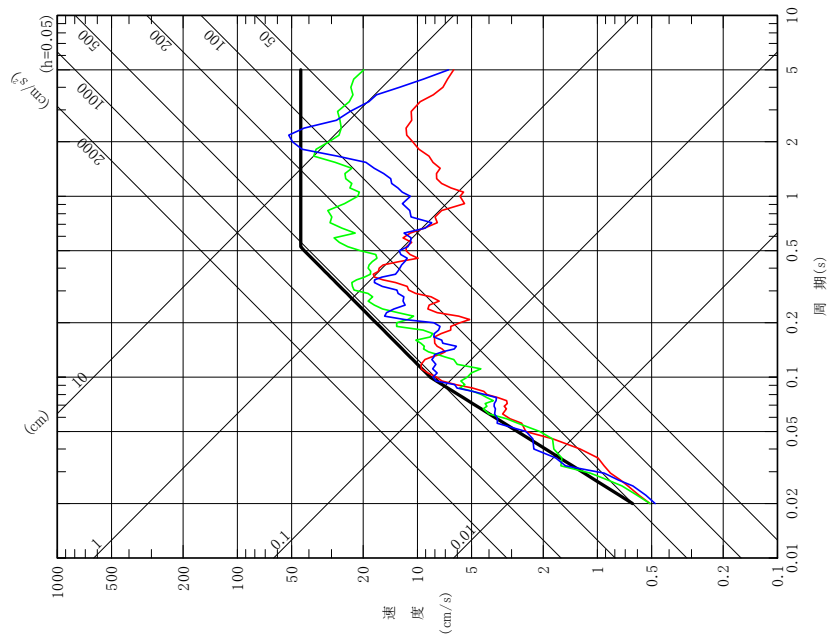
第 1.1-1 図 一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトル

- 弾性設計用地震動Sd-AH
- 弾性設計用地震動Sd-B1H
- 弾性設計用地震動Sd-B2H1
- 弾性設計用地震動Sd-B2H2
- 弾性設計用地震動Sd-B3H1
- 弾性設計用地震動Sd-B3H2
- 弾性設計用地震動Sd-B4H1
- 弾性設計用地震動Sd-B4H2



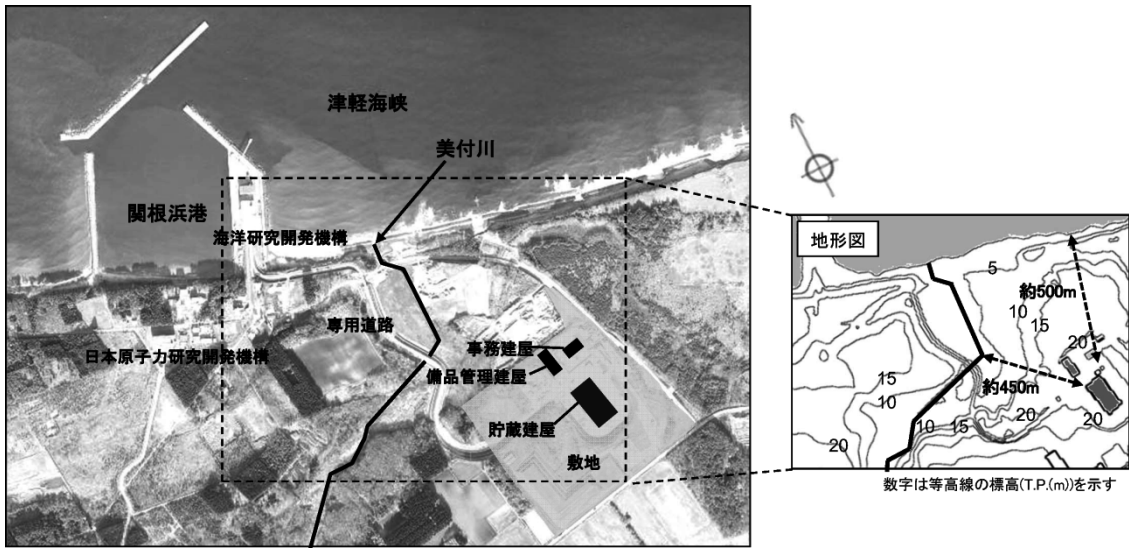
水平方向

- 弾性設計用地震動Sd-AV
- 弾性設計用地震動Sd-B1V
- 弾性設計用地震動Sd-B2V
- 弾性設計用地震動Sd-B3V

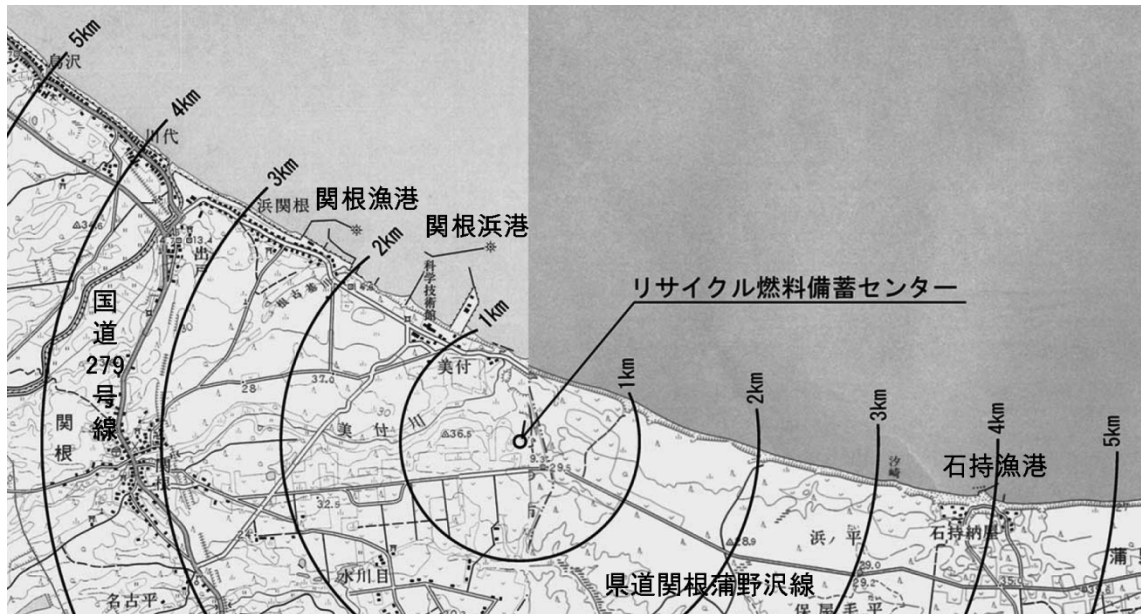


鉛直方向

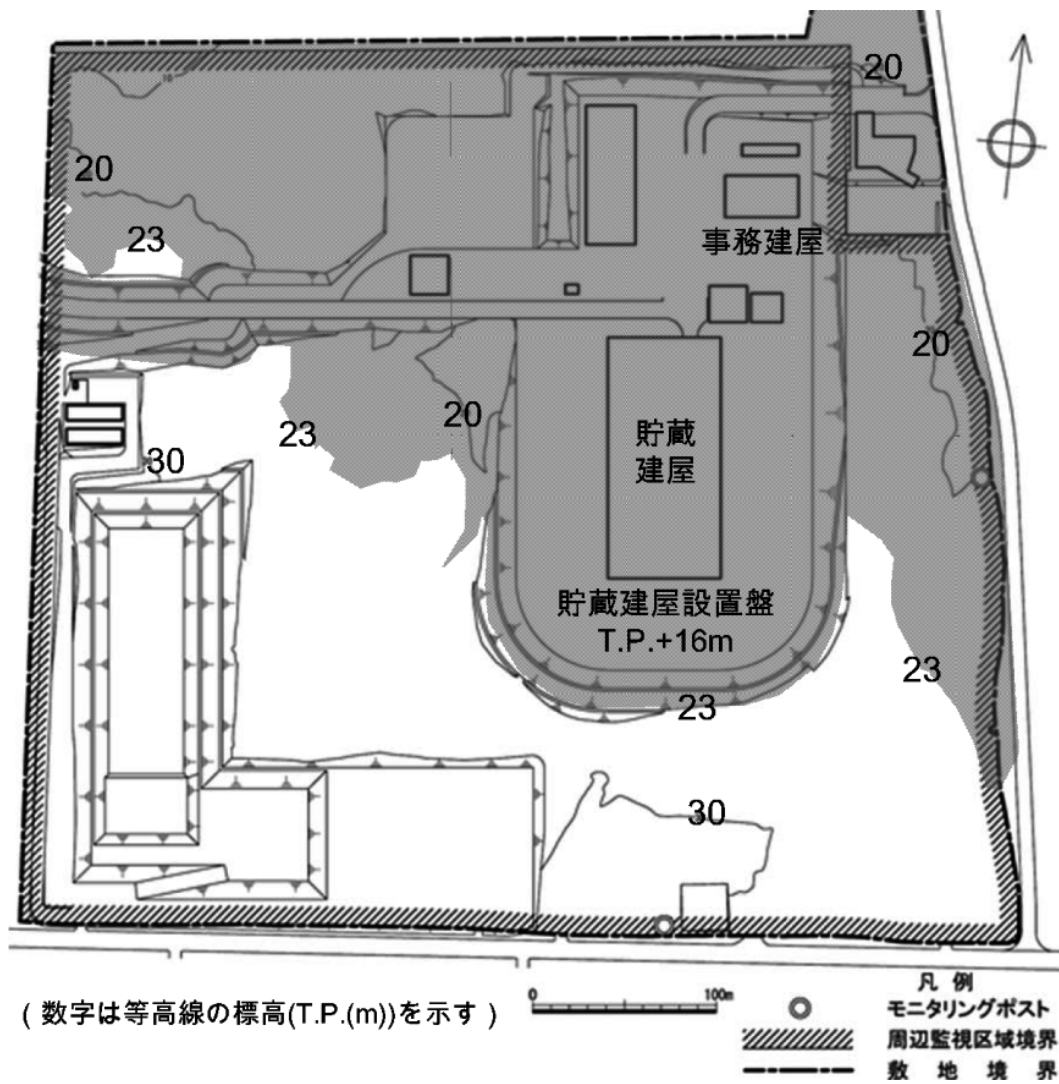
第 1.1-2 図 弾性設計用地震動の応答スペクトル



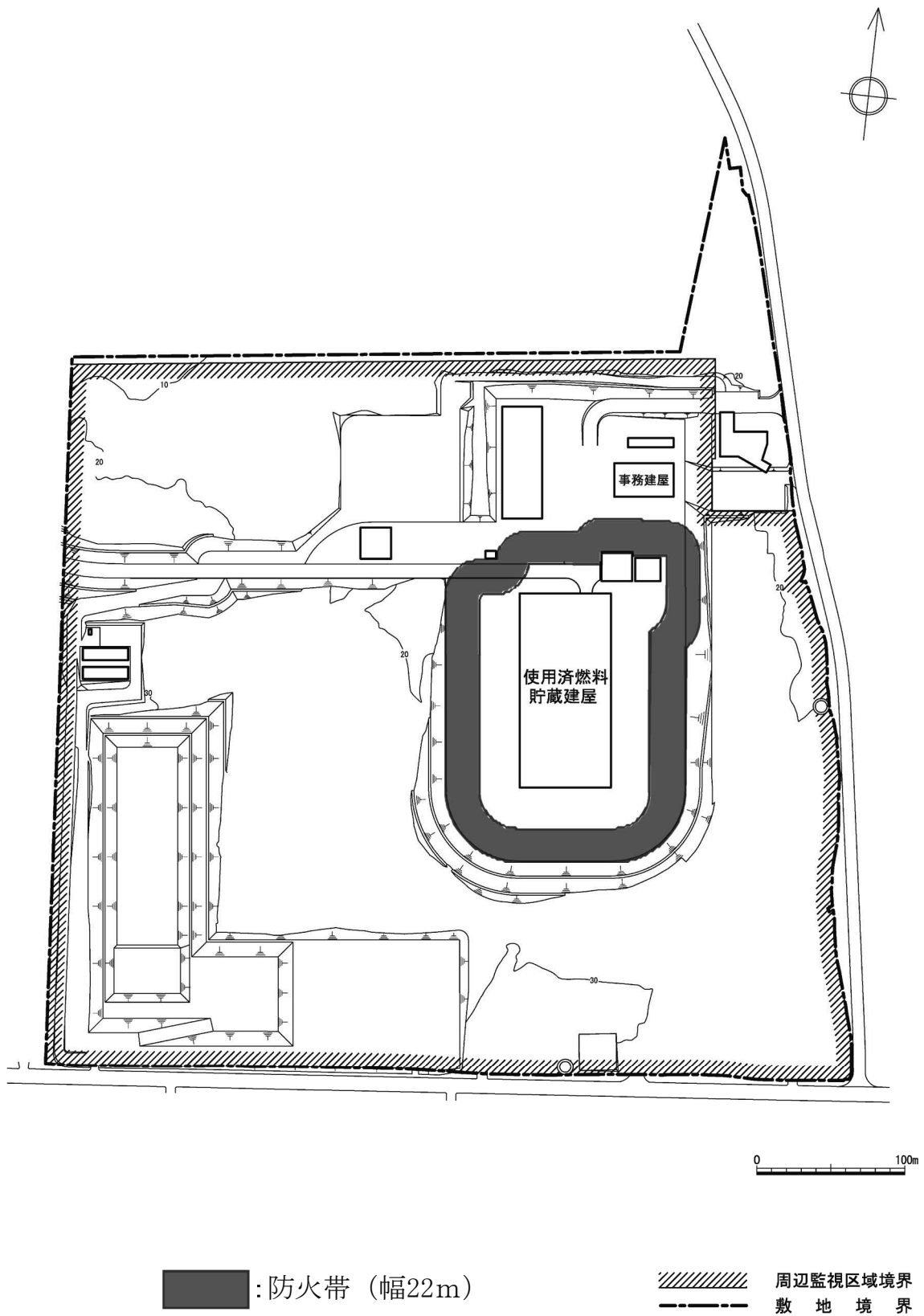
第1.1-3図 敷地及び敷地周辺の地形



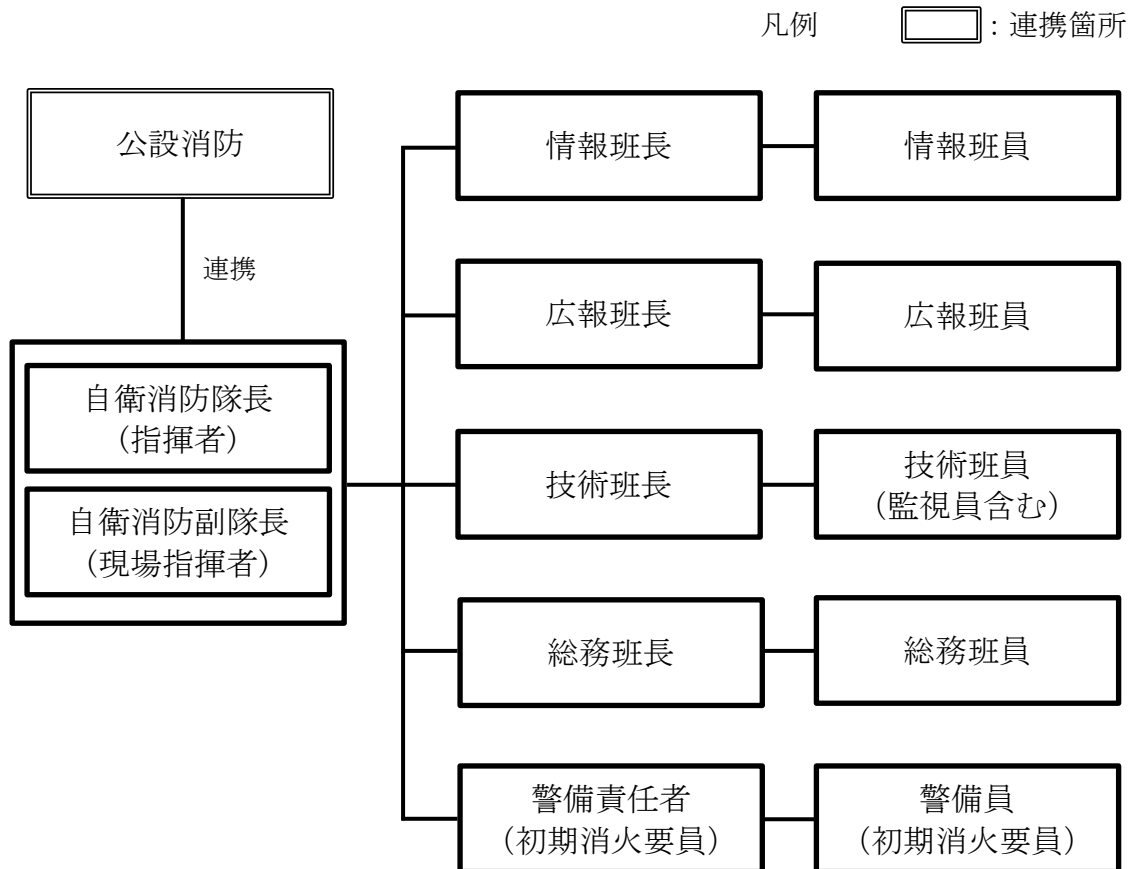
第1.1-4図 敷地周辺における主な施設の配置



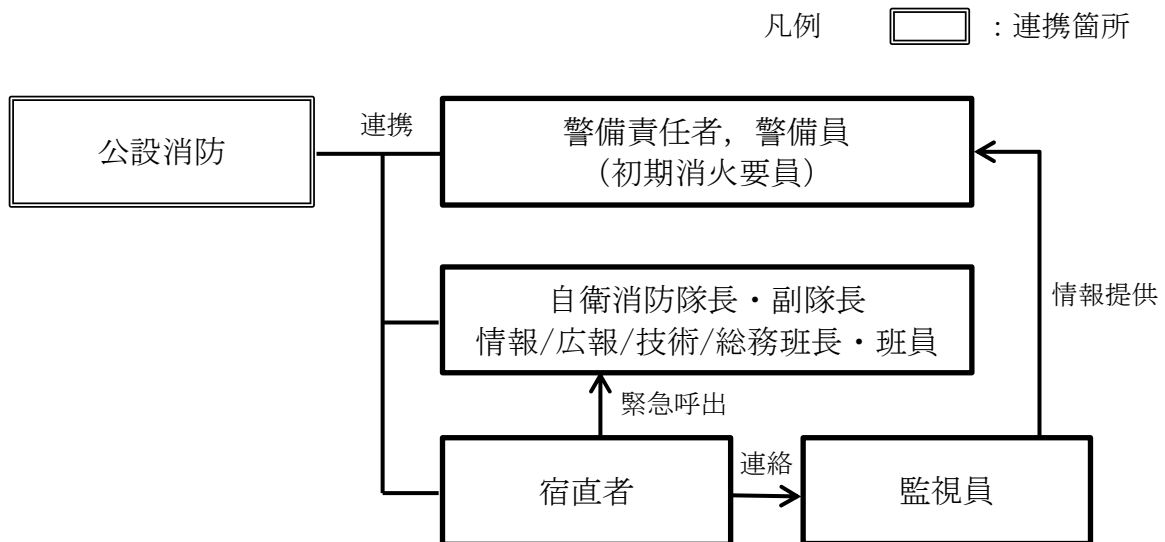
第1.1-5図 仮想的な大規模津波による浸水範囲



第1.1-6図 防火帯設置図



(a) 平日通常時間帯及び緊急呼出後の自衛消防隊体制



(b) 平日夜間及び休祝祭日の自衛消防隊体制

第1.1-7図 自衛消防隊体制図

2. 使用済燃料貯蔵施設の配置

2.1 概要

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料貯蔵建屋等の建物及び構築物並びに機器から構成され、これらは操作、保守の容易さ及び安全性の確保を十分考慮した配置とする。

2.2 設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

(1) 被ばく低減

使用済燃料貯蔵施設は、周辺監視区域外の公衆、放射線業務従事者等に対し、原子炉等規制法に基づき定められている線量限度を超える放射線被ばくを与えない設計とする。

さらに、設計に当たっては、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆の線量が合理的に達成できる限り低くなるように努める。

また、事業所内の管理区域以外の人立ち入る場所における線量を低減できるよう、適切な措置を講ずる。

(2) 人の不法な侵入等の防止

使用済燃料貯蔵施設は、核物質防護対策として、区域への人の不法な侵入の防止措置を考慮した設計とする。

(3) 工事施工等に対する考慮

使用済燃料貯蔵施設は、工事施工及び工事工程を考慮した設計とする。

(4) 自然現象に対する考慮

使用済燃料貯蔵建屋は、地震、津波、風（台風）、降水等の自然条件を考慮して、これらによって被害を生じない設計とする。

(5) 建物の基礎

使用済燃料貯蔵建屋の基礎は、十分な支持力を確保できる地盤に杭を介して支持する設計とする。

(6) 避難通路等

使用済燃料貯蔵建屋には、通常の照明用の電源が喪失した場合におい

ても機能する避難用の照明として、「消防法」に基づき通路誘導灯及び避難口誘導灯を設置する設計とする。また、所轄消防署協議に基づき、一部の通路誘導灯の代替として保安灯を設置する設計とし、かつ、単純、明確及び永続性のある標識を設置することにより、安全避難通路を確保する。

2.3 全体配置

リサイクル燃料備蓄センターの全体配置は、第2.3-1図に示すとおりである。敷地は、標高16mに整地造成して、敷地の中央から東寄りに使用済燃料貯蔵建屋を設置する。ただし、本標高は東京湾平均海面（T.P.）を基準としたものである。

事務建屋は、使用済燃料貯蔵建屋の北側に設置する。

予想される高潮に対しては、敷地地盤高が標高16mであることから、異常潮位による被害を受けるおそれはない。

整地造成に伴う切取法面に対しては、十分な法面防護を実施する。

なお、使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入を防止するための区域を設定し、核物質防護対策として、その区域を人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁によって区画して、巡視、監視等を行うことにより、侵入防止及び出入管理を行う。また、探知施設を設け、警報、映像等を集中監視する設計とする。

2.4 主要な建物

リサイクル燃料備蓄センター敷地内の主な建物には、次のものがある。

- (1) 使用済燃料貯蔵建屋
- (2) 事務建屋

2.4.1 使用済燃料貯蔵建屋⁽¹⁾

使用済燃料貯蔵建屋は、地上1階で、平面が約131m（南北方向）×約62m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。標高16mの整地地盤からの高さは、約28mである。

使用済燃料貯蔵建屋は、貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域で構成し、使用済燃料貯蔵設備本体、使用済燃料の受入施設、計測制御系統施設等を収容する。貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域は、火災の影響を軽減できるように、コンクリート壁等により区画するとともに、「建築基準法」に基づく防火区画を設ける。また、雷害防止として、使用済燃料貯蔵建屋に棟上導体を取り付け、接地網の布設による接地抵抗の低減等の対策を講ずる。

金属キャスクは、受入れ区域にて外観検査、線量当量率検査等を行った後、搬送台車により貯蔵区域の所定の箇所まで移送し、貯蔵する。また、上記工程を逆に行うことにより、金属キャスクを搬出する。

金属キャスクは、事業開始以降、1回の受入れは最大8基とし、使用済燃料貯蔵建屋中央部の給気温度検出器が設置されている区画から設置し、最大288基（照射前金属ウラン量 約3,000 t）貯蔵する。

使用済燃料貯蔵建屋の事業開始時の機器配置図を第2.4-1図(1)、最大貯蔵時の機器配置図を第2.4-1図(2)、断面図を第2.4-2図に示す。

受入れ区域には、仮置架台、たて起こし架台等を装備するとともに、上部には、金属キャスクを取扱うための受入れ区域天井クレーンを装備する。受入れ区域は、金属キャスクの搬出入作業のため、最大8基の金属キャスクを仮置きする。また、受入れ区域には、放射性廃棄物を保管廃棄するための廃棄物貯蔵室を設ける。

受入れ区域及び貯蔵区域には、金属キャスク表面から金属キャスク周囲の空気に伝えられた使用済燃料集合体の崩壊熱を、その熱量に応じて生じ

る空気の通風力を利用して使用済燃料貯蔵建屋外へ放散するための給気口及び排気口を設ける。適切な通風力を得るため、貯蔵区域の排気口は地上高さ約 23mに設け、受入れ区域の排気口は地上高さ約 20mに設ける。また、貯蔵区域では、計測設備、放射線監視設備等の電気品の性能維持を考慮し、金属キャスク周囲空気温度が 45℃以下、コンクリートの基本特性に大きな影響を及ぼすような自由水の逸散が生じない温度及び構造材としての健全性を維持するための温度を考慮し、使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート温度が 65℃以下に保たれるよう、片側の給気口から中央の排気口までの金属キャスク配置を 1 列あたり最大 6 基とする。さらに、給気口及び排気口には、それぞれ温度検出器を適切に配置して使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を測定することにより、使用済燃料貯蔵建屋の除熱機能が維持されていることを監視する。

貯蔵区域において、貯蔵区域を耐火壁等により 6 分割した区画のうち金属キャスクが設置されていない区画については、夏季に使用済燃料貯蔵建屋内で発生する結露対策として、給気口を閉止する運用とする。

付帯区域には、計測制御系統施設等の検出器からの信号を表示、記録する表示装置等を収容するための監視盤室を設ける。

使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析フローを第 2.4-3 図に示す。使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析においては、使用済燃料貯蔵建屋及び金属キャスクを一次元又は三次元で適切にモデル化し、一次元熱計算により金属キャスク周囲空気温度を、三次元熱流動解析コード F L U E N T 6.2 を用いて使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート温度を評価する。

使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件を第 2.4-1 表に示す。金属キャスク周囲空気温度の評価に当たっては、使用済燃料集合体の崩壊熱が全て金属キャスク周囲の空気に伝わるよう設定し、コンクリート温度の評価に当

たつては、使用済燃料貯蔵建屋外壁を断熱とするなど十分な保守性を見込むこととする。

使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析評価の結果、第 2.4-2 表、第 2.4-3 表に示すように、貯蔵区域の片側の給気口から中央の排気口までの金属キャスク配置を 1 列あたり最大 6 基とした金属キャスクの合計発熱量を 72.6kW とすることで、金属キャスク周囲空気温度は 45℃以下、コンクリート温度は 65℃以下に保つことができる。

なお、本解析は、使用済燃料貯蔵建屋の除熱機能が基本的設計方針を満たすことを確認するために行ったものである。

2.4.2 事務建屋

事務建屋は、使用済燃料貯蔵建屋の北側に設置する。

金属キャスク蓋間圧力、金属キャスク表面温度、使用済燃料貯蔵建屋給排気温度及び外部放射線に係る線量当量率等の諸変数を監視盤室から事務建屋に伝送し、通常時は事務建屋にて監視を行う。

2.5 参考文献

- (1) 東電設計株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設 貯蔵建屋・設備の安全設計及び施設安全評価について，TEPSCO-LR-001改2，平成21年8月

第 2.4-1 表 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析条件

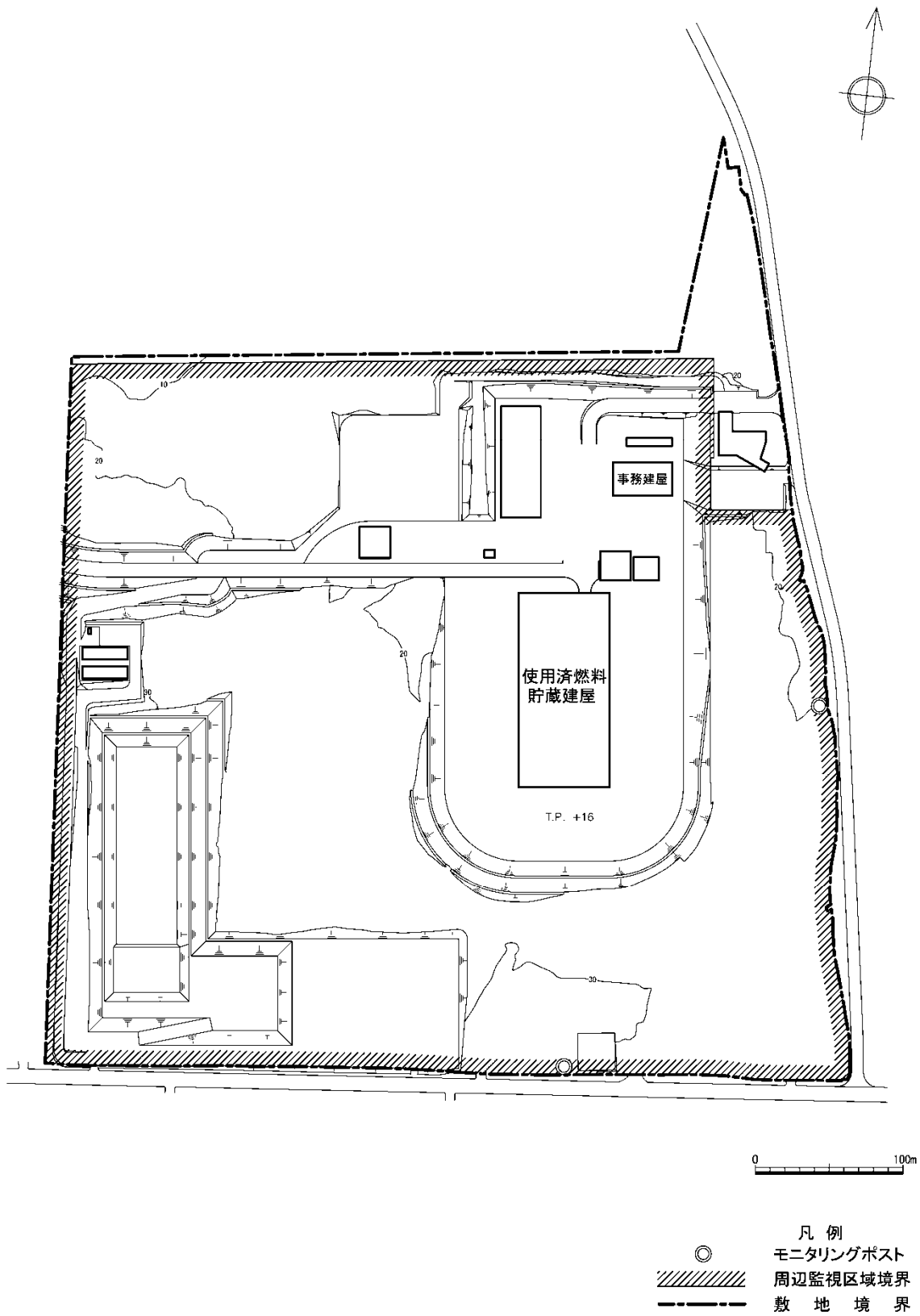
| 項目 | 一次元熱計算 | 三次元熱流動解析 |
|-----------|---|---|
| 基準温度 | 45°C (金属キャスク周囲空気温度) | 65°C (使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート温度) |
| 評価領域 | 貯蔵区域における給気口から排気口まで (領域内には金属キャスク 12 基 (1 列あたり 6 基) を含む) | |
| 伝熱形態 | 伝熱形態を区別せず, 金属キャスク表面に伝えられた崩壊熱のすべてが周囲空気に移行するものと想定 | 金属キャスク表面に伝えられた崩壊熱が, 伝導/対流/輻射により, 使用済燃料貯蔵建屋コンクリートに伝えられるものと想定 |
| 設計給気温度 | 29.5°C (むつ特別地域気象観測所の 2004 年~2013 年の夏季 (6 月~9 月) 毎正時温度データを用いて, 高温側から 1% の値 (超過危険率 1%)) | |
| 金属キャスク発熱量 | 評価領域において, 145.2 kW (1 列あたり 72.6kW) | 1 基あたり 12.1kW |
| 金属キャスク寸法 | 全長 約 5.4m 外径 約 2.5m | |

第 2.4-2 表 金属キャスト周囲空気温度評価結果

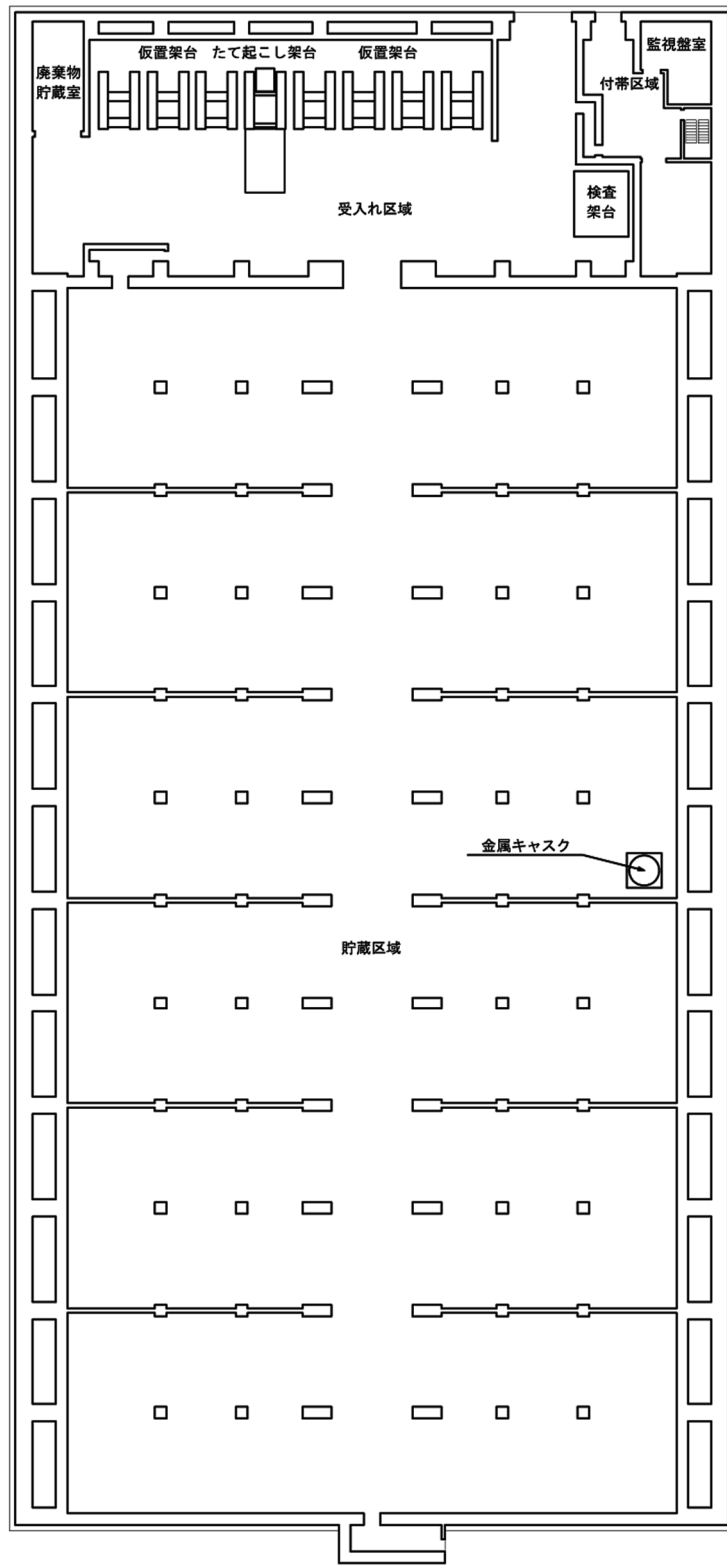
| 項 目 | 評価結果 | 設計基準値 |
|------------------|-------|-------|
| 金属キャスト 周囲空気温度 | 40.0℃ | 45℃ |

第 2.4-3 表 使用済燃料貯蔵建屋コンクリート温度の評価結果（最高値）

| 項 目 | 評価結果（最高値） | 設計基準値 |
|---------|-----------|-------|
| 側壁 | 52.7℃ | 65℃ |
| 支柱 | 54.4℃ | |
| 床 | 56.9℃ | |
| 天井（梁除く） | 54.5℃ | |
| 天井梁 | 55.6℃ | |



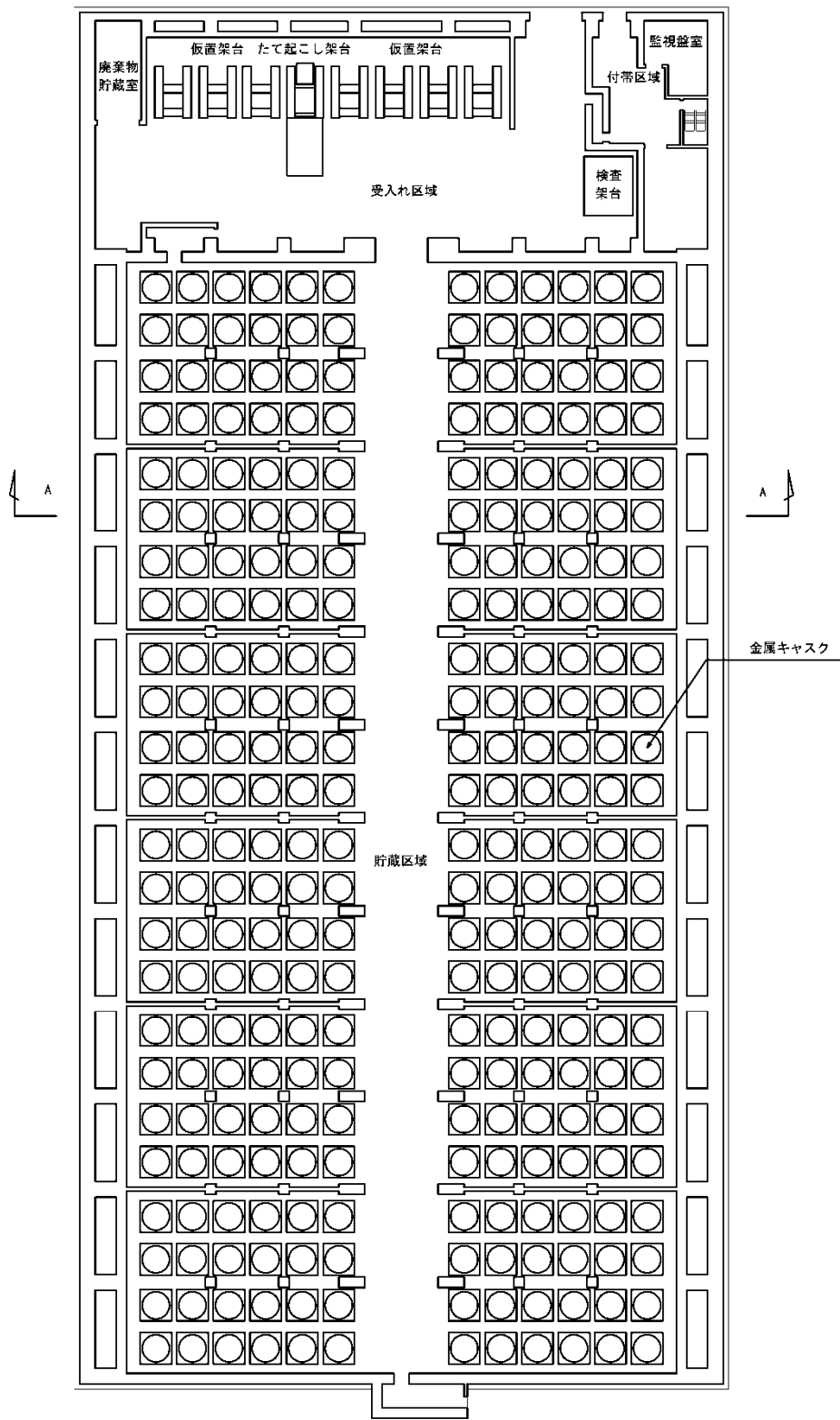
第2.3-1図 リサイクル燃料備蓄センター一般配置図



使用済燃料貯蔵建屋一階

T.P. +16.3

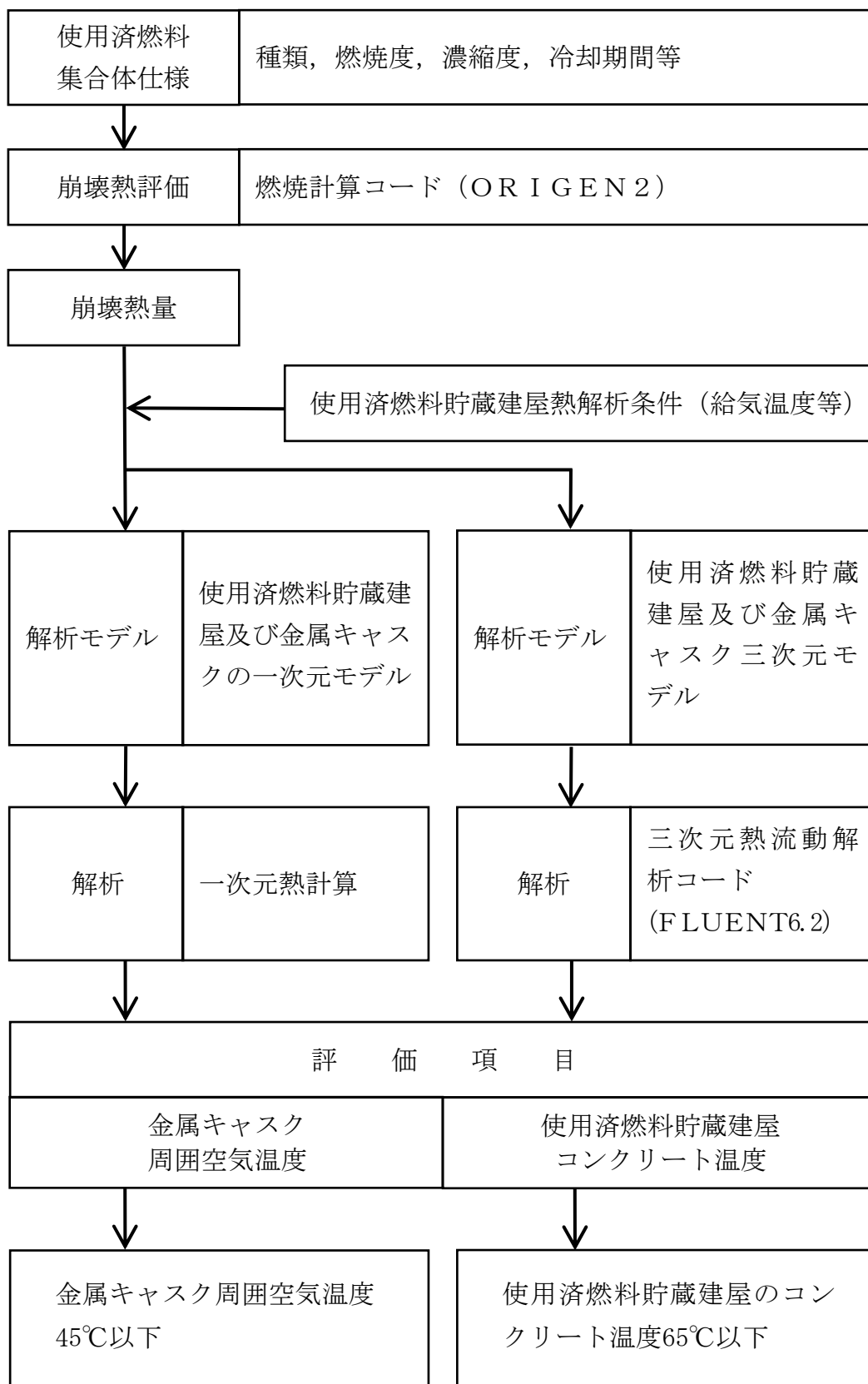
第2.4-1図(1) 機器配置図 (事業開始時)



使用済燃料貯蔵建屋一階

T.P. +16.3

第2.4-1図(2) 機器配置図 (最大貯蔵時)



第2.4-3図 使用済燃料貯蔵建屋の除熱解析フロー

3. 使用済燃料貯蔵設備本体⁽¹⁾

3.1 概要

使用済燃料貯蔵設備本体は、金属キャスク及び金属キャスクを床面に固定するための貯蔵架台で構成する。使用済燃料貯蔵設備本体の概要図を第3.1-1図に示す。

金属キャスクは、使用済燃料集合体を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料集合体の事業所外運搬に用いる輸送容器としての機能を併せもつ鋼製の乾式容器であるため、その設計においては、設計貯蔵期間（50年間）に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を有する60年間の経年変化を考慮する。金属キャスクを用いることにより、使用済燃料貯蔵施設に搬入された後も使用済燃料集合体を別の容器に詰め替えることなく貯蔵を行う。

3.2 設計方針

(1) 臨界防止機能

金属キャスクは、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、臨界を防止する設計とする。使用済燃料集合体を貯蔵容量最大に収納した条件下で、金属キャスクの搬入から搬出までの全工程において、技術的にみて想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を0.95以下となるよう設計する。

臨界防止機能の一部を構成するバスケットは、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するために必要な構造健全性を保つ設計とする。

(2) 遮蔽機能

金属キャスクは、使用済燃料集合体からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により十分に遮蔽する設計とする。

また、設計貯蔵期間中における金属キャスクのガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材の放射線照射等による遮蔽性能の低下を考慮しても、金属キャスク表面及び金属キャスク表面から1 mの位置における線量当量率は、それぞれ2 mSv/h以下、100 μ Sv/h以下となるよう設計する。

(3) 閉じ込め機能

金属キャスクは、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持する設計とする。また、使用済燃料集合体及びバスケットの健全性を維持するため、金属キャスクの内部の空間を不活性雰囲気を保つ設計とする。

金属キャスクは、一次蓋及び二次蓋による多重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋との空間部を正圧に維持することにより、使用済燃料集合体を内封する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。また、

蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。

万一の蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、蓋を追加装着できる構造を有すること等、閉じ込め機能の修復性を考慮した設計とする。

(4) 除熱機能

金属キャスクは、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成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金属キャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除去する設計とする。

燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、燃料被覆管の累積クリープ量が1%を超えない温度、照射硬化の回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下となるように制限する。

金属キャスク構成部材の温度は、基本的安全機能を維持できる温度以下となるように制限する。

燃料被覆管の制限温度及び金属キャスク構成部材の制限温度は以下のとおりである。

a. 発電用の軽水減速、軽水冷却、沸騰水型原子炉（以下「BWR」という。）使用済燃料集合体の燃料被覆管制限温度

新型8×8燃料 200°C⁽²⁾

新型8×8ジルコニウムライナ燃料、高燃焼度8×8燃料
300°C⁽²⁾

b. 金属キャスク構成部材の制限温度

胴、外筒及び蓋部 350°C⁽³⁾

| | |
|---------|----------------------|
| 中性子遮蔽材 | 150°C ⁽⁴⁾ |
| 金属ガスカート | 130°C ⁽⁵⁾ |
| バスケット | 300°C ⁽⁶⁾ |

(5) 使用済燃料集合体の収納条件

基本的な安全機能及び使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、使用済燃料集合体の収納条件は以下のとおりとする。使用済燃料集合体の収納作業は、原子炉設置者が実施することから、原子炉設置者に対して、収納条件を満足した作業の実施、作業記録の作成等を求め、収納条件を満足していることを確認する。

- a. 金属キャスクには、運転中のデータ、 SHIPPING 検査等により健全であることを確認した使用済燃料集合体を収納する。
- b. 金属キャスクは、使用済燃料集合体収納時にその内部を真空乾燥し、不活性ガスであるヘリウムガスを適切に封入する。その際、燃料被覆管の制限温度を上回らないよう金属キャスク内部の圧力、真空乾燥時間等を管理するとともに、真空乾燥時のクリプトンガスのモニタリングにより燃料被覆管から漏えいのないことを確認する。また、使用済燃料集合体の腐食等を防止するため、真空乾燥後の金属キャスク内部の水分は、内部ガスの質量に対して10%以下に管理する。
- c. 金属キャスクには、貯蔵する使用済燃料の種類を満足するように使用済燃料集合体を収納する。

(6) 構造強度

金属キャスクは、自重、内圧、熱荷重等を考慮して設計するとともに、貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突により生じる荷重等を考慮しても、基本的な安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。

(7) 長期健全性

基本的な安全機能を維持する上で重要な金属キャスクの構成部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのないように設計する。

また、金属キャスクは、金属キャスク本体内面、バスケット及び使用済燃料集合体の腐食、クリープ、応力腐食割れ等を防止するために、使用済燃料集合体を不活性ガスであるヘリウムとともに封入して貯蔵する設計とする。また、金属キャスク表面の必要な箇所には、塗装による防錆措置を講ずる。

(8) 安全機能の確認及び維持

金属キャスクは、設計貯蔵期間を通じて基本的な安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理ができる設計とする。

3.3 主要設備

使用済燃料貯蔵設備本体は、金属キャスク及び貯蔵架台で構成する。

金属キャスクは、本体胴、蓋部、バスケット等で構成する。

貯蔵架台は、金属キャスクを床面に固定するための支持構造物である。

金属キャスクは、緩衝体を取り付ける等の事業所外運搬に適合するための措置を施し、事業所外運搬用の輸送物として原子力発電所から使用済燃料貯蔵施設へ搬入する。使用済燃料貯蔵建屋内において、受入れ区域天井クレーンを用いて金属キャスクを貯蔵架台に固定し、搬送台車を用いて貯蔵区域の所定の箇所まで移送し、貯蔵架台を床面に固定する。

次に金属キャスクの基本的安全機能及び長期健全性について説明する。

なお、「(1) 臨界防止」、「(2) 遮蔽」、「(3) 閉じ込め」及び「(4) 除熱」において示す評価は、基本設計段階における金属キャスクの臨界防止機能、遮蔽機能、閉じ込め機能及び除熱機能が基本的設計方針を満たすことを確認するために行ったものであり、詳細設計段階における評価値は原子炉等規制法第 43 条の 8 の規定に基づく使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書による。

(1) 臨界防止

金属キャスクの内部には、格子状のバスケットを設け、格子の中に使用済燃料集合体を収納する。バスケットの材料には中性子を有効に吸収するボロンを偏在することなく添加したステンレス鋼を用い、設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性を保つ設計とし、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持することにより臨界を防止する。

金属キャスクの臨界解析フローを第 3.3-1 図に示す。金属キャスク及び燃料集合体の実形状を三次元で適切にモデル化し、燃料棒単位セル計算を輸送計算コード XSDRNPM、中性子実効増倍率の計算をモン

テカルロコードKENO-V. aで行うSCALEコードシステム(4.4 a)を用いる。断面積ライブラリにはSCALEコードシステムの内蔵ライブラリデータのひとつである238群ライブラリデータを使用して中性子実効増倍率を求め、その値が解析コードの精度等を考慮して、0.95以下となることを確認する。

臨界解析条件を第3.3-1表に示す。使用済燃料集合体は乾燥状態で貯蔵されるものの、原子力発電所においては、金属キャスクへ使用済燃料集合体を収納する際に冠水することも考慮して、乾燥状態及び冠水状態で評価する。

BWR燃料集合体には反応度抑制効果のある可燃性毒物が含まれているが、中性子減速材のない乾燥状態では可燃性毒物の反応度抑制効果が低下することから、乾燥状態の解析では保守的に可燃性毒物の反応度抑制効果を見逃した初期濃縮度の燃料集合体を金属キャスクに全数収納した状態を設定する。冠水状態の解析では、燃料集合体の燃焼に伴う反応度の低下は考慮せず、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、炉心内装荷冷温状態での無限増倍率が1.3となる燃料集合体モデルを金属キャスクに全数収納した状態を設定する。

また、金属キャスクの周囲は、金属キャスク相互の中性子干渉を考慮して完全反射条件(無限配列)とし、バスケット格子内の使用済燃料集合体は、中性子実効増倍率が最大となるように金属キャスク中心側に偏向して配置するとともに、バスケットの板厚、内のり等の寸法公差や中性子吸収材の製造公差を考慮するなど、十分な安全裕度を見込むこととする。なお、設計貯蔵期間経過後の中性子吸収に伴う中性子吸収材原子個数密度の減少は非常に小さいため、これを無視する。

上記条件に基づく解析結果によれば、統計誤差として標準偏差の3倍

を考慮した中性子実効増倍率は、第 3.3-6 表に示すように、0.95 以下を満足している。

(2) 遮蔽

金属キャスクは、公衆及び放射線業務従事者に対して、放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料集合体から放出される放射線を本体胴及び蓋部により遮蔽する。ガンマ線遮蔽材には、十分な厚みを有する鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材には、レジンを用いる。

遮蔽解析フローを第 3.3-2 図に示す。遮蔽解析においては、金属キャスクの実形状を軸方向断面に二次元で適切にモデル化し、使用済燃料の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を条件に燃焼計算コード ORIGEN 2 を用いて、線量当量率評価に用いる線源強度を求める。

使用済燃料集合体の線源強度計算条件を第 3.3-2 表に示す。

線源強度の計算には、使用済燃料集合体平均燃焼度に対する軸方向の比を包含する燃焼度分布（以下「ピーキングファクタ」という。）を考慮する。線源強度の計算結果を第 3.3-3 表に示す。

線源強度に基づき、二次元輸送計算コード DOT 3.5 により、金属キャスク表面及び表面から 1 m の位置における線量当量率を求め、それぞれ 2 mSv/h 以下、 $100 \mu\text{Sv/h}$ 以下となることを確認する。

線量当量率の評価は、第 3.3-3 表より、最も線源強度の大きい新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を対象として実施する。

線量当量率の評価に当たっては、第 3.4-1 図～第 3.4-3 図に示す使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を考慮し、保守的に線源強度を設定するなど、十分な保守性を有する条件とする。また、設計貯蔵期間（50 年間）に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を考慮した 60 年間における金属キャスクの中性子遮蔽材の熱による遮蔽性能の低下を

考慮する。

上記条件に基づく解析結果によれば、第 3.3-6 表に示すように、金属キャスク表面及び表面から 1 m の位置における線量当量率は、それぞれ 2 mSv/h 以下、 $100 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満足している。

なお、上記解析は、最も実績のある手法である二次元輸送計算コード DOT3.5 及び断面積ライブラリ DLC-23/CASK の組合せによる評価であるが、本断面積ライブラリは特定の条件では中性子線量当量率を過小評価することが文献等で知られていることから、特定の条件で中性子線量当量率の評価が向上するとされている断面積ライブラリ MATXS LIB-J33 による評価結果が示されている⁽⁷⁾。同評価では、金属キャスク表面における線量当量率は 1.811 mSv/h であり 2 mSv/h 以下となること、金属キャスク表面から 1 m の位置における線量当量率は $98.6 \mu\text{Sv/h}$ であり $100 \mu\text{Sv/h}$ 以下となることが、それぞれ確認されている。

(3) 閉じ込め

金属キャスクの閉じ込め構造を第 3.3-3 図に、金属キャスクのシール部詳細を第 3.3-4 図に示す。金属キャスクは、本体胴及び蓋部により使用済燃料集合体を内封する空間を外部から隔離し、設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する。金属キャスクは、蓋部を一次蓋、二次蓋の多重の閉じ込め構造とし、その蓋間をあらかじめ正圧とし圧力障壁を形成することにより、放射性物質を金属キャスク内部に閉じ込める。また、使用済燃料集合体を内封する空間に通じる貫通孔のシール部は一次蓋に設ける。蓋及び蓋貫通孔のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から金属ガスケットを用いる。金属ガスケットの漏えい率は、設計貯蔵期間を通じて、蓋間の空間に充填されているヘリウムガス

が蓋間の圧力を一定とした条件下で使用済燃料集合体を内封する空間側に漏えいし、かつ、燃料被覆管からの核分裂生成ガスの放出を仮定しても、使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持できるように設定し、その漏えい率を満足していることを気密漏えい検査により確認する。さらに、蓋間の圧力を測定することにより閉じ込め機能を監視する。蓋間の圧力に異常が生じた場合でも、あらかじめ金属キャスク内部を負圧に維持するとともに、蓋間の圧力を正圧としているので、内部の気体が外部に流出することはない。

蓋部の閉じ込め機能の異常に対して、二次蓋に漏えいが認められた場合には、金属キャスク内部が負圧に維持されていること及び一次蓋の健全性を確認の上、二次蓋の金属ガスケットを交換し、閉じ込め機能を修復して貯蔵を継続する。二次蓋に漏えいが認められず、一次蓋の閉じ込め機能が異常であると考えられる場合には、金属キャスクに蓋を追加装着し、搬出のために必要な記録とともに、契約先に引き渡す。

金属キャスクの閉じ込め評価フローを第 3.3-5 図に示す。閉じ込め性能評価では、設計貯蔵期間（50 年間）に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を考慮した 60 年間にわたって金属キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率を求める。漏えい率は、シールされる流体、シール部温度及び漏えいの上流側と下流側の圧力に依存する。したがって、金属キャスク内部圧力変化は、蓋間圧力と金属キャスク内部圧力の圧力差のもとで、ある漏えい率をもつシール部を通して金属キャスク内部へ流入する気体の漏えい量を積分することによって求められる。

金属キャスクの閉じ込め評価の基準となる基準漏えい率は、設計貯蔵期間（50 年間）に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を考慮した 60 年間にわたって金属キャスク内部の負圧が維持できるように設定さ

れ、使用する金属ガスケットが確保可能な閉じ込め性能及び発電所搬出前の気密漏えい検査の判定基準として確認する漏えい率（リークテスト判定基準）を上回るものでなければならない。

基準漏えい率を求めるに当たり設定した評価条件を第 3.3-4 表に示す。金属キャスク内部の圧力を保守的に評価するため、蓋間圧力は一定とし、蓋間空間のガスは金属キャスク内部側にのみ漏えいするものとして漏えい率の計算を行う。また、大気圧は、気象変化による圧力変動を考慮した値として $9.7 \times 10^4 \text{Pa}$ とする。金属キャスク内部空間の圧力の算定に当たっては、使用済燃料集合体の破損率として、米国の使用済燃料集合体の乾式貯蔵中における漏えい燃料発生率（約 0.01%）及び日本の軽水炉における漏えい燃料発生率（0.01%以下）を考慮し、保守的な値として 0.1% とする。

閉じ込め評価の結果、第 3.3-6 表に示すように、金属ガスケットの漏えい率は基準漏えい率以下を満足している。

(4) 除熱

金属キャスクは、使用済燃料集合体から発生する崩壊熱を伝導、対流、輻射により金属キャスクの外表面に伝え、周囲の空気等に伝達し除去する。金属キャスク内部のバスケットは、伝熱プレート等の設置により必要な伝熱性能を確保する。本体胴の中性子遮蔽材に熱伝導率の低いレジンをを用いているため、伝熱フィンを設けることにより必要な伝熱性能を確保する。

除熱解析フローを第 3.3-6 図に示す。除熱解析は、金属キャスクの実形状を軸方向断面、径方向断面にそれぞれ二次元で、燃料集合体の実形状を径方向断面に二次元で適切にモデル化し、有限要素法コード A B A Q U S を用いて行う。

除熱解析条件を第 3.3-5 表に示す。使用済燃料の種類，燃焼度，濃縮度，冷却期間等を条件に燃焼計算コードORIGEN2を用いて求めた崩壊熱量及び第 3.4-1 図～第 3.4-3 図に示す使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を入力条件として，燃料被覆管及び基本的安全機能を維持する上で重要な構成部材の温度を評価し，燃料被覆管は貯蔵する使用済燃料集合体の種類ごとに定める制限温度，構成部材はその健全性に影響を与えない温度以下となることを確認する。金属キャスクの蓋部及び底部の温度は，軸方向断面の二次元モデル，それ以外の構成部材の温度は径方向断面の二次元モデルで評価し，燃料被覆管の温度は，燃料集合体の径方向断面の二次元モデルで評価する。構成部材の温度評価に当たっては，使用済燃料集合体のピーキングファクタを考慮して，最大崩壊熱量を十分に上回る崩壊熱量を設定するとともに，金属キャスクの底部を断熱条件とし，また，燃料被覆管の温度評価に当たっては，軸方向を断熱条件とするなど十分な保守性を有する条件とする。

上記条件に基づく解析結果によれば，第 3.3-6 表に示すように燃料被覆管は制限温度以下を，構成部材の温度は，その健全性に影響を与えない温度以下を満足している。

(5) 長期健全性

使用済燃料集合体の貯蔵期間中に金属キャスクの構成部材が劣化する要因としては，腐食，熱及び放射線照射が考えられる。これらの要因に対する構成部材の設計貯蔵期間（50 年間）に事業所外運搬に係る期間等，十分な余裕を考慮した 60 年間における健全性評価を以下に示す。

a. キャスク本体（本体胴，外筒，一次蓋，二次蓋，一次蓋ボルト，二次蓋ボルト）の長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

本体胴内面，一次蓋，二次蓋内面及び一次蓋ボルトは，本体胴内及び蓋間にヘリウムガスを封入し，不活性雰囲気維持されるため，腐食の影響はない。さらに，中性子遮蔽材（エポキシ系レジン）に接する本体胴外面及び外筒内面は，レジンの熱分解で放出される生成物（主に水分）による腐食を考慮しても，わずかなものであり実用上の影響はない。

また，外筒外面，二次蓋外面及び二次蓋ボルトは，塗装又はメッキによる防錆処理を施す。防錆被膜の経年的な劣化については，定期的な点検による状態把握により劣化兆候が見られた場合は補修することで，防錆被膜を維持できる。

(b) 熱による劣化影響

キャスク本体（炭素鋼，合金鋼）の温度は 142℃以下である。クリープ変形を考慮すべき温度は，融点（絶対温度）の 1/3 以上⁽⁸⁾⁽⁹⁾に相当する約 290℃を超える場合であり，クリープを考慮する必要はない。

(c) 放射線照射による劣化影響

キャスク本体に使用する材質は炭素鋼であり，中性子照射量が 10^{16}n/cm^2 までは顕著な脆化はみられない⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。使用環境における中性子照射量はその範囲内であり，材料の機械的特性に影響はない。

b. 伝熱フィンの長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

伝熱フィン本体は本体胴外面と外筒内面との間に取り付けられており，中性子遮蔽材（エポキシ系レジン）に接している。レジンの熱分解で放出される生成物（主に水分）による腐食を考慮してもわずかな

ものであり実用上の影響はない。

(b) 熱による劣化影響

伝熱フィン（炭素鋼（銅クラッド））の温度は128°C以下である。クリープ変形を考慮すべき温度は、融点（絶対温度）の1/3以上⁽⁸⁾⁽⁹⁾に相当する約290°Cを超える場合であり、クリープを考慮する必要はない。

(c) 放射線照射による劣化影響

伝熱フィンに使用する材質は炭素鋼（銅クラッド）であり、中性子照射量が 10^{16}n/cm^2 までは顕著な脆化はみられない⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。使用環境における中性子照射量はその範囲内であり、材料の機械的特性に影響はない。

c. バスケットの長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

本体胴内にヘリウムガスを封入し、不活性雰囲気維持されるため、腐食の影響はない。

(b) 熱による劣化影響

バスケット（ボロン添加ステンレス鋼）の温度は248°C以下である。クリープ変形を考慮すべき温度は、融点（絶対温度）の1/3以上⁽⁸⁾⁽⁹⁾に相当する約290°Cを超える場合であり、クリープを考慮する必要はない。

(c) 放射線照射による劣化影響

バスケット（ボロン添加ステンレス鋼）に含まれるボロン-10の60年間の減損割合は保守的に全中性子束を用いて評価しても 10^{-6} 程度であり、照射による未臨界機能の劣化はない。また、中性子照射量が 10^{18}n/cm^2 までは顕著な脆化はみられず⁽¹²⁾、使用環境における

中性子照射量はその範囲内であり、材料の機械的特性に影響はない。

d. 中性子遮蔽材の長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

中性子遮蔽材はレジンであり、腐食することはない。

(b) 熱による劣化影響

中性子遮蔽材であるレジンには、熱により化学的に劣化する（熱分解による生成物の放出・重量減損）が、遮蔽解析においてはレジン系中性子遮蔽材の経年変化評価試験結果等⁽¹³⁾の知見を踏まえて、熱分解による60年間のレジンの重量減損分を遮蔽体として考慮せずに保守的に評価している。

(c) 放射線照射による劣化影響

使用するレジンの加熱と照射の影響評価⁽⁴⁾では、加熱に比べレジンの重量減損がわずかなため、放射線照射による重量減損の影響を考慮する必要はない。

e. 金属ガスケットの長期健全性

(a) 腐食による劣化影響

一次蓋の金属ガスケットは、ヘリウムガスによる不活性雰囲気維持されるため、腐食の影響はない。また、二次蓋の金属ガスケットは外側面が外気環境であるが、使用環境より厳しい塩水噴霧環境においても金属ガスケットの漏えい率に変化がない⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾ため、閉じ込め機能への影響はない。

(b) 熱による劣化影響

金属ガスケットは、コイルスプリング（ニッケル基合金）と二層の被覆材（内被：ニッケル基合金、外被：アルミニウム）で構成されている。外被材であるアルミニウムは常温よりやや高い温度以上

でクリープが発生しやすい性向にあるが、長期密封特性試験⁽¹⁶⁾や密封境界部の経年劣化影響評価試験⁽¹³⁾によって、塑性変形率と漏えい率の温度・時間の依存性についてラーソンミラーパラメータ（以下「LMP」という。）による整理が有効であることが確認されている。金属ガスケットの長期密封性評価に用いているLMPは、長期貯蔵中のクリープによる応力緩和が考慮されており、60年間の閉じ込め機能は維持できる。具体的な評価を以下に示す。

初期の閉じ込め機能（ $1 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下）を保持できる限界のLMPは、使用する金属ガスケットの場合、約 11×10^3 となる。金属キャスクの除熱評価における金属ガスケットの制限温度は 130°C 以下であり、初期温度を保守的に 130°C として崩壊熱の減衰を無視して、LMPで 11×10^3 となる時間を求めると約2,000年となる。

(c) 放射線照射による劣化影響

金属ガスケットに使用する材質は、ニッケル基合金及びアルミニウムであり、中性子照射量が $10^{21} \text{n}/\text{cm}^2$ 程度までは顕著な機械的特性の変化はみられない⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾。使用環境における中性子照射量はその範囲内であり、材料の機械的特性に影響はない。

3.5 試験検査

金属キャスクの搬入に当たっては、契約先である原子炉設置者が確認した使用済燃料集合体の収納等の状態が貯蔵上必要な条件等を満足していることを記録により確認し、原子力発電所から使用済燃料貯蔵施設への事業所外運搬後の金属キャスク表面の外観検査等を行い、不測な外力等がかかることによる異常等のないことを確認するとともに、据付検査等により金属キャスクの健全性を確認する。また、それらを確認した記録は、貯蔵期間中の測定データ等の記録とともに、貯蔵期間を通じて保存する。

使用済燃料貯蔵設備本体は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

金属キャスクの搬出に当たっては、必要な記録を契約先に引き渡す。

3.6 参考文献

- (1) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社, 使用済燃料中間貯蔵施設における金属製乾式キャスクについて (HDP-69B型), HLR-110訂2, 平成26年1月
- (2) 社団法人 日本原子力学会, 日本原子力学会標準 使用済燃料中間貯蔵施設用金属キャスクの安全設計及び検査基準: 2010, AESJ-SC-F002:2010, 2010年
- (3) 社団法人 日本機械学会, 使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格(2007年版), JSME S FA1-2007, 2007年
- (4) N. Kumagai, M. Kamoshida, K. Fujimura, et al., Optimization of fabrication condition of metal cask neutron shielding part which applied simulation of curing behavior of epoxy resin, Proc. the 15th Int. Symp. on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials (PATRAM2007), Miami, Florida, USA, Oct. 21-26, 2007
- (5) 財団法人 電力中央研究所, 平成20年度リサイクル燃料資源貯蔵技術調査等(中間貯蔵設備等長期健全性等試験のうち貯蔵設備長期健全性等調査)報告書, 平成21年3月
- (6) 社団法人 日本機械学会, 使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格(2007年版), JSME S FA1-2007, 事例規格 バスケット用ボロン添加ステンレス鋼板B-SUS304P-1に関する規定, JSME S FA-CC-004, 2009年
- (7) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社, 補足説明資料1-2 HDP-69B(B)型の遮蔽設計に関する説明資料, FRO-TA-0003/REV.1, 平成30年4月25日

- (8) ステンレス協会編, ステンレス鋼便覧(第3版), 日刊工業新聞社, 1995年
- (9) 木村一弘, 耐熱鋼のクリープ破断寿命予測, 日本金属学会誌, 第73巻 第5号, 2009年
- (10) K. Farrell et al., An evaluation of low temperature radiation embrittlement mechanisms in ferritic alloys, Journal of Nuclear Materials, Vol. 210, 1994
- (11) 長谷川正義, 三島良績 監修, 原子炉材料ハンドブック, 日刊工業新聞社, 昭和52年
- (12) 財団法人 電力中央研究所, 304ステンレス鋼のSCC特性に及ぼす中性子照射効果(その2) - 熱鋭敏化材のSCC感受性に及ぼす照射影響 -, 平成9年6月
- (13) 独立行政法人 原子力安全基盤機構, 平成15年度 金属キャスク貯蔵技術確証試験 最終報告, 平成16年6月
- (14) 小崎明朗, 使用済燃料貯蔵中の耐久性に関する海外動向他, 株式会社 日本原子力情報センター主催セミナー「使用済燃料貯蔵技術の現状と課題」, 1998年1月13日
- (15) A. Kosaki, et al., Advanced R&D on Spent Fuel Storage -Spent Fuel Burn-up Fuel and Spent MOX (Mixed-Oxide:Pu and U) Fuel-, The 14th Annual Spent Fuel Management Seminar, Washington, D. C., Jan. 29-31, 1997
- (16) 財団法人 電力中央研究所, 使用済燃料貯蔵容器用ガスケットの長期密封特性, 平成4年7月
- (17) M. J. Mills and B. Mastel, Deformation and Fracture Characteristics for Irradiate Inconel X-750, Nuclear Technology, American

Nuclear Society, Vol. 73, 1986

- (18) K. Farrell and A. E. Richt, Microstructure and Tensile Properties of Heavily Irradiated 1100-0 Aluminum, Effects of Radiation on Structural Materials, ASTM STP 683, 1979

第3.3-1表 臨界解析条件

| 項目 | 乾燥状態 | 冠水状態 |
|-------------------------------------|---|--|
| 金属キャスク内 雰囲気 | 真空 | 冠水 (水密度1.0g/cm ³) |
| 金属キャスク外 雰囲気 | 真空 | |
| 収納物 | 可燃性毒物の反応度抑制効果 を無視した初期濃縮度の燃料 集合体 BWR用大型キャスク (タイプ2): 新型8×8ジルコニウム ライナ燃料, 濃縮度 約3.1wt% BWR用大型キャスク (タイプ2A): 高燃焼度8×8燃料, 濃縮度 約3.7wt% | 濃縮度の異なる2種類の燃 料棒を用いた炉心装荷冷温 状態での無限増倍率が1.3 となる燃料集合体モデル |
| 収納体数 | 69体 (金属キャスクの最大収納体数) | |
| 金属キャスクの 配列 | 無限配列 (金属キャスクに外接する 四角柱表面で完全反射) | |
| バスケット部材 中の中性子吸収 材含有量 | ボロン添加ステンレス鋼のボロン含有率と密度を 仕様上の下限から設定したボロン原子個数密度 | |
| バスケット寸法 | 格子板厚 : 最小 格子内のり : 最小 | |
| バスケット格子 内の燃料配置 | 中心偏向配置 | |
| チャンネルボッ クス | なし | あり |
| 燃料集合体の 上・下タイプ プレート及びプ レナム部 | 上・下タイププレート及びプ レナム部を真空に置換 | 上・下タイププレート及びプ レナム部を水 (密度 1.0g/cm ³) に置換 |
| 金属キャスクの 中性子遮蔽材 | 中性子遮蔽材であるレジンを真空に置換 | |

第3.3-2表 使用済燃料集合体の線源強度計算条件

| 使用済燃料の種類 | | 新型8×8燃料 | | 新型8×8 ジルコニウムラ イナ燃料 | 高燃焼度8×8燃料 |
|---------------|-------|----------------|--------|--------------------------|-----------|
| 平均燃焼度 (MWd/t) | | 26,000 | — | 34,000 | 34,000 |
| 最高燃焼度 (MWd/t) | | 28,500 | 34,000 | 40,000 | 40,000 |
| 比出力 (MW/t) | | 25.3 | | 同左 | 26.2 |
| 照射期間 (日) | 平均燃焼度 | 1,028 | — | 1,344 | 1,298 |
| | 最高燃焼度 | 1,127 | 1,344 | 1,582 | 1,527 |
| 濃縮度 (wt%) | | 2.88 | | 同左 | 3.35 |
| 冷却期間 (年) | | 24 | | 18 | 18 |
| ウラン重量 (kg) | | 177 | | 同左 | 174 |
| (上部) | | 0.7 (1,2ノード) | | 0.7 (1,2ノード) | |
| | | 0.8 (3ノード) | | 0.9 (3,4ノード) | |
| | | 1.0 (4,5ノード) | | 1.1 (5,6ノード) | |
| | | 1.1 (6~8ノード) | | 1.2 (7~12ノード) | |
| ピーキングファクタ | | 1.2 (9~14ノード) | | 1.3 (13~40ノード) | |
| (注) | | 1.3 (15~42ノード) | | 1.2 (41,42ノード) | |
| | | 1.2 (43,44ノード) | | 1.1 (43,44ノード) | |
| | | 1.1 (45ノード) | | 0.9 (45,46ノード) | |
| | | 1.0 (46ノード) | | 0.7 (47,48ノード) | |
| (下部) | | 0.8 (47,48ノード) | | | |

(注) ノードは燃料有効部を軸方向に48分割したものである。

第3.3-3表 線源強度計算結果 (注1)(注2)

| 使用済燃料の種類 | | 新型 8 × 8 ジルコニウム ムライナ燃料 | 高 燃 焼 度 8 × 8 燃料 | 新型 8 × 8 ジルコニウム ムライナ燃料と新型 8 × 8 燃料 | 新型 8 × 8 燃料 |
|--|---|------------------------------|----------------------|---|----------------------|
| 収納配置 | | 第3.4-1図 | 第3.4-1図 | 第3.4-2図 | 第3.4-3図 |
| 最高燃焼度 となる使用 済燃料集合 体 1 体 当 た り | 燃料有効部 のガンマ線 の線源強度 (photons/s) | 1.4×10^{15} | 1.4×10^{15} | 1.0×10^{15} | 8.8×10^{14} |
| | 構造材放射 化ガンマ線 の線源強度 (^{60}Co : Bq) | 2.0×10^{12} | 1.9×10^{12} | 7.9×10^{11} | 6.9×10^{11} |
| | 全中性子源 強度 (n/s) | 2.7×10^8 | 2.0×10^8 | 1.1×10^8 | 5.0×10^7 |
| 平均燃焼度 となる使用 済燃料集合 体 1 体 当 た り | 燃料有効部 のガンマ線 の線源強度 (photons/s) | 1.2×10^{15} | 1.2×10^{15} | 1.0×10^{15} | 8.1×10^{14} |
| | 構造材放射 化ガンマ線 の線源強度 (^{60}Co : Bq) | 1.8×10^{12} | 1.7×10^{12} | 7.9×10^{11} | 6.4×10^{11} |
| | 全中性子源 強度 (n/s) | 1.3×10^8 | 9.5×10^7 | 1.1×10^8 | 3.3×10^7 |
| 金属キャス ク 1 基 当 た り | 燃料有効部 のガンマ線 の線源強度 (photons/s) | 8.9×10^{16} | 8.9×10^{16} | 7.1×10^{16} | 5.8×10^{16} |
| | 構造材放射 化ガンマ線 の線源強度 (^{60}Co : Bq) | 1.3×10^{14} | 1.3×10^{14} | 5.5×10^{13} | 4.6×10^{13} |
| | 全中性子源 強度 (n/s) | 1.4×10^{10} | 1.0×10^{10} | 7.5×10^9 | 2.9×10^9 |

(注1) 収納配置の範囲内で、最大の燃焼度の燃料を収納した場合の値。

(注2) BWR用大型キャスク (タイプ2) は、新型 8 × 8 ジルコニウムムライナ燃料のみを収納。

第3.3-4表 閉じ込め評価条件

| 項 目 | | 評価条件 |
|----------|--------------|---|
| 圧力 | 金属キャスク内部（初期） | 8.0×10^4 Pa abs |
| | 蓋間空間（初期） | 4.1×10^5 Pa abs |
| | 大 気 圧 | 9.7×10^4 Pa abs（注1） |
| 空間 容積 | 金属キャスク内部（注2） | 約 m ³ |
| | 蓋間空間 | 約 m ³ |
| 温度 | 金属キャスク内部（注3） | 259 °C |
| | 漏えい気体（注4） | -22.4 °C |
| 内部気体 | | ヘリウム |
| 評価期間 | | 60年 |

（注1）封入された使用済燃料の破損（0.1%）によるガス放出に伴う圧力上昇分を別途考慮する。

（注2）金属キャスク内部の全空間容積から燃料集合体及びバスケットの体積を除いた空間容積を示す。

（注3）燃料集合体最高温度を保守的に設定した値を示す。

（注4）金属キャスク周囲最低温度を示す。

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。

第3.3-5表 除熱解析条件

| 項 目 | | 解析条件 |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 燃料集合体の ピーキングファクタ | | 第3.3-2表に示す ピーキングファクタを考慮 |
| 燃料集合体の収納配置 | | 第3.4-1図～第3.4-3図に示す 収納配置ごとの崩壊熱量を設定 |
| 境界 条件 | 周囲温度 | 45℃ |
| | 貯蔵建屋壁面温度 | 65℃ |
| | 貯蔵建屋壁面輻射率 | 0.8 |
| | 金属キャスク表面輻射率 | 0.8 |
| | 金属キャスク表面から 貯蔵建屋壁面への形態係数 | 0.232 (注) |

(注) 金属キャスク配列ピッチ寸法3.5mから算出される値を示す。

第3.3-6表 金属キャスクの基本的安全機能に係る評価結果

| 項目 | | 評価結果 | | 設計基準値 | |
|------|--------------------------|--|--|--|---------|
| | | BWR用大型キャスク (タイプ2) | BWR用大型キャスク (タイプ2A) | | |
| 臨界防止 | 中性子実効増倍率 (標準偏差の3倍を考慮) | 乾燥状態 0.374 冠水状態 0.878 | 乾燥状態 0.410 冠水状態 0.882 | 0.95以下 | |
| 遮蔽 | 金属キャスク表面線量当量率 | 1.1mSv/h | 1.1mSv/h | 2mSv/h以下 | |
| | 金属キャスク表面から1mの位置における線量当量率 | 81 μSv/h | 81 μSv/h | 100 μSv/h以下 | |
| 閉じ込め | 金属ガスケットの漏えい率 | 1.6×10^{-6} Pa·m ³ /s (注1) | 1.6×10^{-6} Pa·m ³ /s (注1) | 2.4×10^{-6} Pa·m ³ /s (注2) | |
| 除熱 | 燃料被覆管最高温度 | 259°C (注4) | 189°C (注3) 259°C (注4) | 200°C以下 (注3) 300°C以下 (注4) | |
| | 構成部材最高温度 | 胴, 一次蓋, 二次蓋 | 142°C (胴) 96°C (一次蓋) 85°C (二次蓋) | 142°C (胴) 96°C (一次蓋) 85°C (二次蓋) | 350°C以下 |
| | | 中性子遮蔽材 | 128°C | 128°C | 150°C以下 |
| | | 金属ガスケット | 89°C | 89°C | 130°C以下 |
| | | バスケット | 248°C | 248°C | 300°C以下 |

(注1) 発電所搬出前の気密漏えい検査で確認する漏えい率 (リークテスト判定基準)

(注2) 設計貯蔵期間 (50年間) に事業所外運搬に係る期間等, 十分な余裕を考慮した60年間にわたって金属キャスク内部の負圧を維持できる漏えい率 (基準漏えい率)

(注3) 新型8×8燃料

(注4) 新型8×8ジルコニウムライナ燃料, 高燃焼度8×8燃料

第3.4-1表 使用済燃料貯蔵設備本体の主要仕様

(1) 種類

| | |
|--------|-----------------------|
| 金属キャスク | BWR用大型キャスク (タイプ2) |
| | BWR用大型キャスク (タイプ2A) |
| 貯蔵架台 | 金属キャスクたて置式 |

(2) 主要材質

| | |
|--------|-------------|
| 金属キャスク | |
| 本体胴 | 炭素鋼 |
| 外筒 | 炭素鋼 |
| 一次蓋 | 炭素鋼 |
| 二次蓋 | 炭素鋼 |
| 蓋ボルト | 合金鋼 |
| 伝熱フィン | 炭素鋼 (銅クラッド) |
| バスケット | ボロン添加ステンレス鋼 |
| 中性子遮蔽材 | レジン |
| 貯蔵架台 | 炭素鋼 |

(3) 主要寸法等

a. BWR用大型キャスク (タイプ2)

| | |
|----|----------|
| 寸法 | 全長 約5.4m |
| | 外径 約2.5m |

| | |
|-----------------|---------|
| 全質量（使用済燃料集合体含む） | 約119 t |
| 最大収納体数 | 69体 |
| 内部充填ガス | ヘリウムガス |
| 密封シール | 金属ガスケット |

貯蔵する使用済燃料の種類

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料

収納する使用済燃料集合体

の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体

の平均燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属

キャスクに収納するまでの

期間 18年以上

最大崩壊熱量 12.1kW

（金属キャスク 1 基当たり）

収納配置

第3.4-1図のとおり

b. BWR用大型キャスク（タイプ2 A）

寸法 全長 約5.4m

外径 約2.5m

全質量（使用済燃料集合体含む） 約119 t

最大収納体数 69体

内部充填ガス ヘリウムガス

密封シール 金属ガスケット

貯蔵する使用済燃料の種類

新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料，高燃焼度 8 × 8 燃料（新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料のみを収納する場合，高燃焼度 8 × 8 燃料のみを収納する場合，又は新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8 × 8 燃料を収納する場合）

収納する使用済燃料集合体

の最高燃焼度 40,000MWd/t

収納する使用済燃料集合体

の平均燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属

キャスクに収納するまでの

期間 18年以上

最大崩壊熱量 12.1kW

（金属キャスク 1 基当たり）

収納配置 第3.4-1図のとおり

新型 8 × 8 燃料，新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料（新型 8 × 8 燃料及び新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料を収納する場合）

収納する使用済燃料集合体

の最高燃焼度 34,000MWd/t

原子炉から取り出して金属

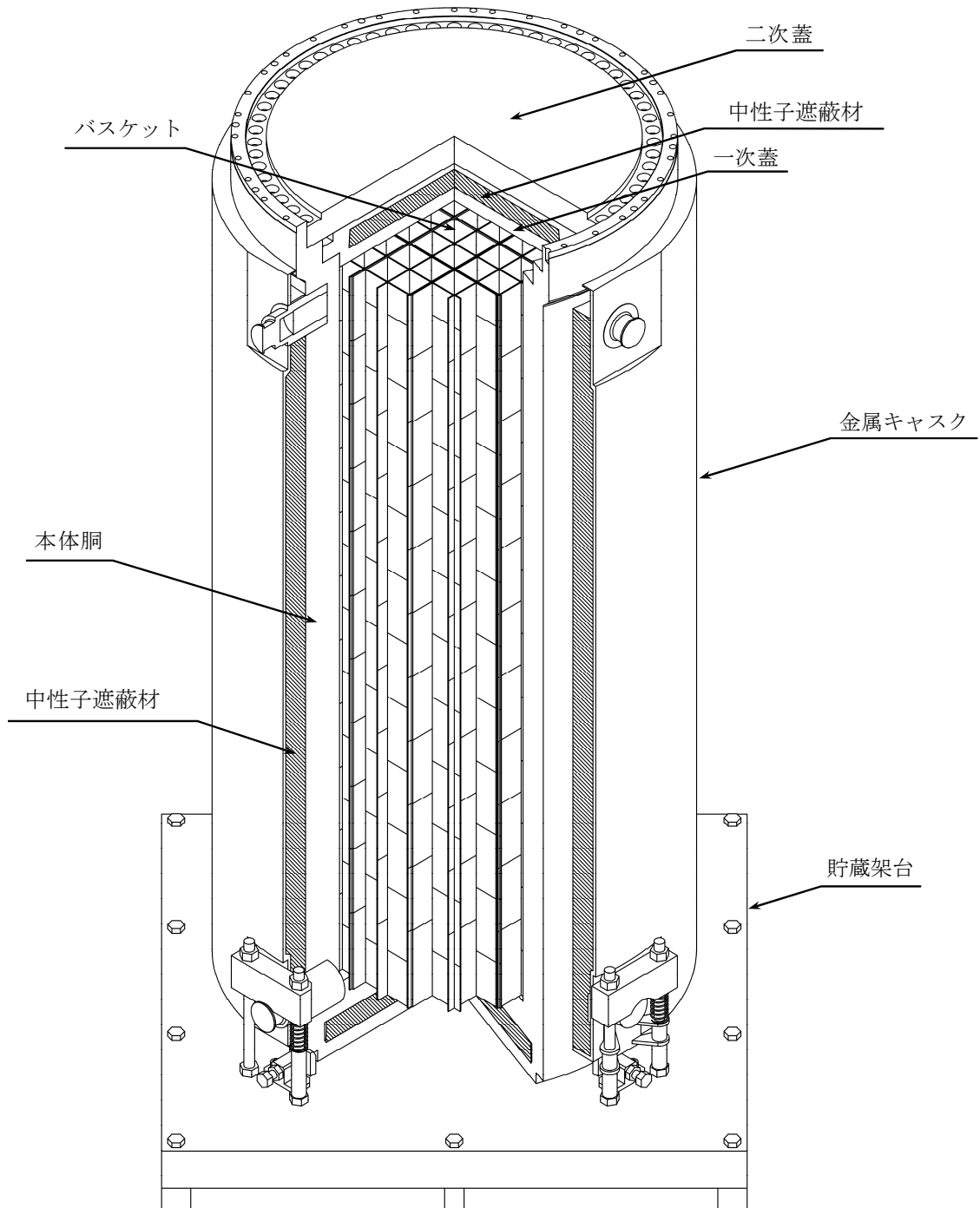
キャスクに収納するまでの

期間 24年以上

最大崩壊熱量 10.9kW

（金属キャスク 1 基当たり）

| | |
|----------------------------|------------------------|
| 収納配置 | 第3.4-2図のとおり |
| 新型8×8燃料（新型8×8燃料のみを収納する場合） | |
| 収納する使用済燃料集合体の最高燃焼度 | 28,500MWd/t |
| 収納する使用済燃料集合体の平均燃焼度 | 26,000MWd/t |
| 原子炉から取り出して金属キャスクに収納するまでの期間 | 24年以上 |
| 最大崩壊熱量 | 8.0kW (金属キャスク1基当たり) |
| 収納配置 | 第3.4-3図のとおり |
| c. 貯蔵架台 | 約3.0m×約3.0m |

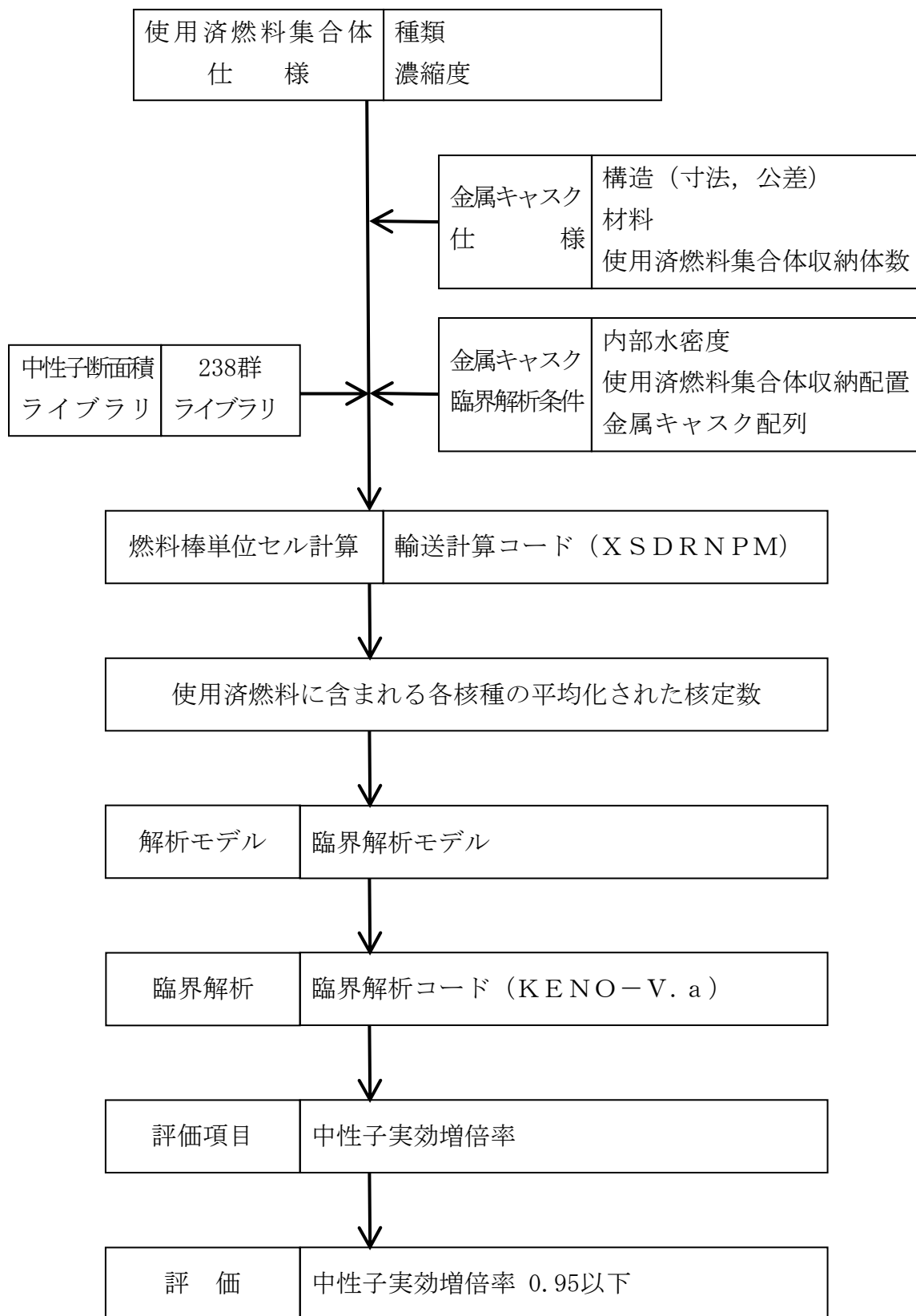


(設計貯蔵期間：50年間)

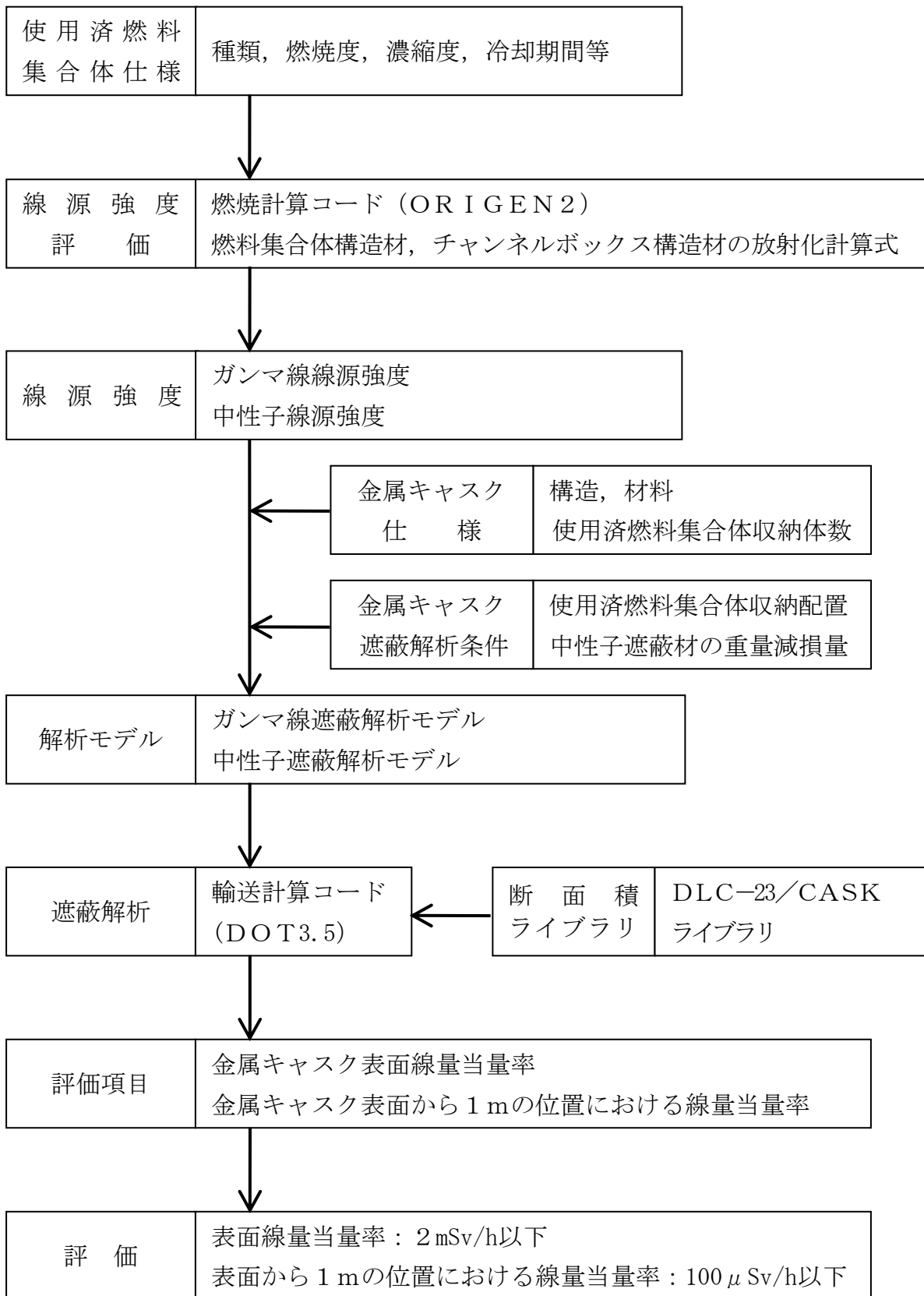
第3.1-1図 使用済燃料貯蔵設備本体概要図

(BWR用大型キャスク (タイプ2))

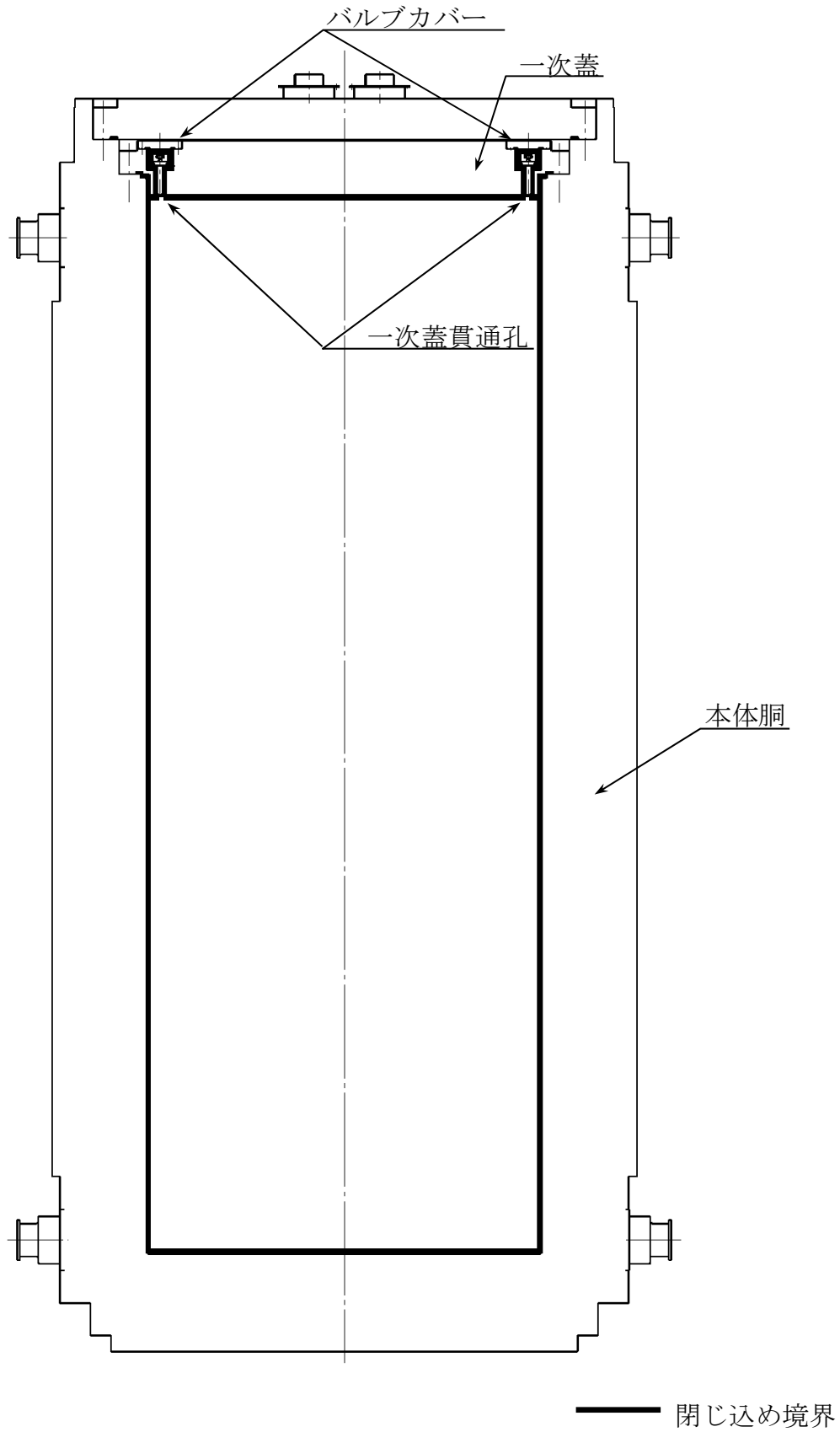
(BWR用大型キャスク (タイプ2A))



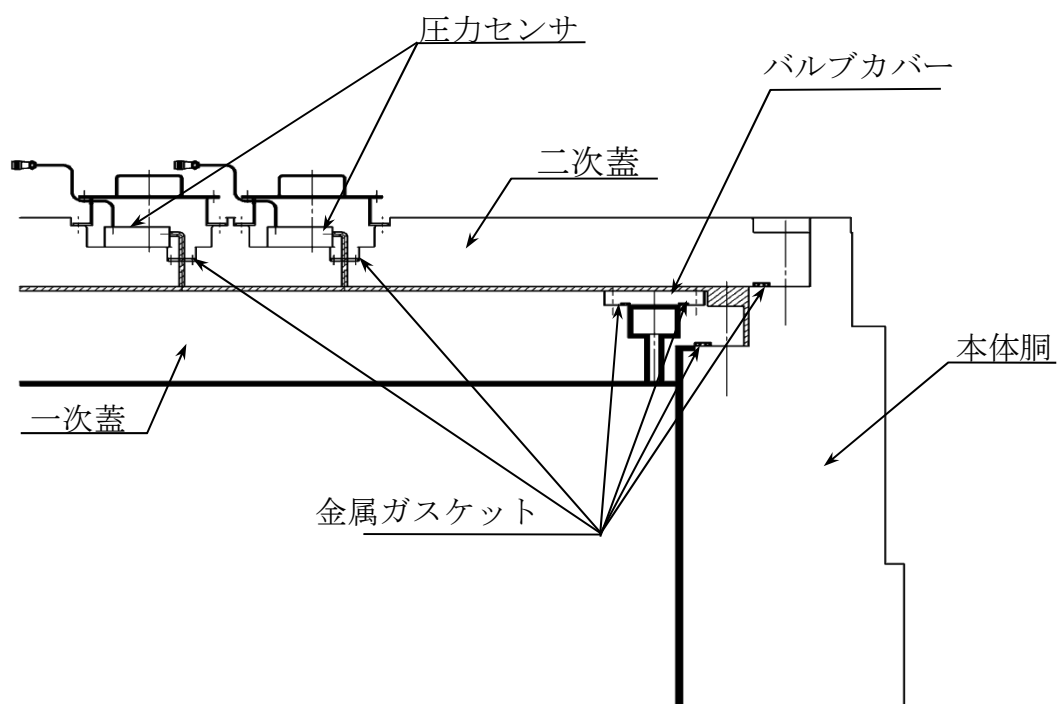
第3.3-1図 金属キャスクの臨界解析フロー



第3.3-2図 金属キャスクの遮蔽解析フロー



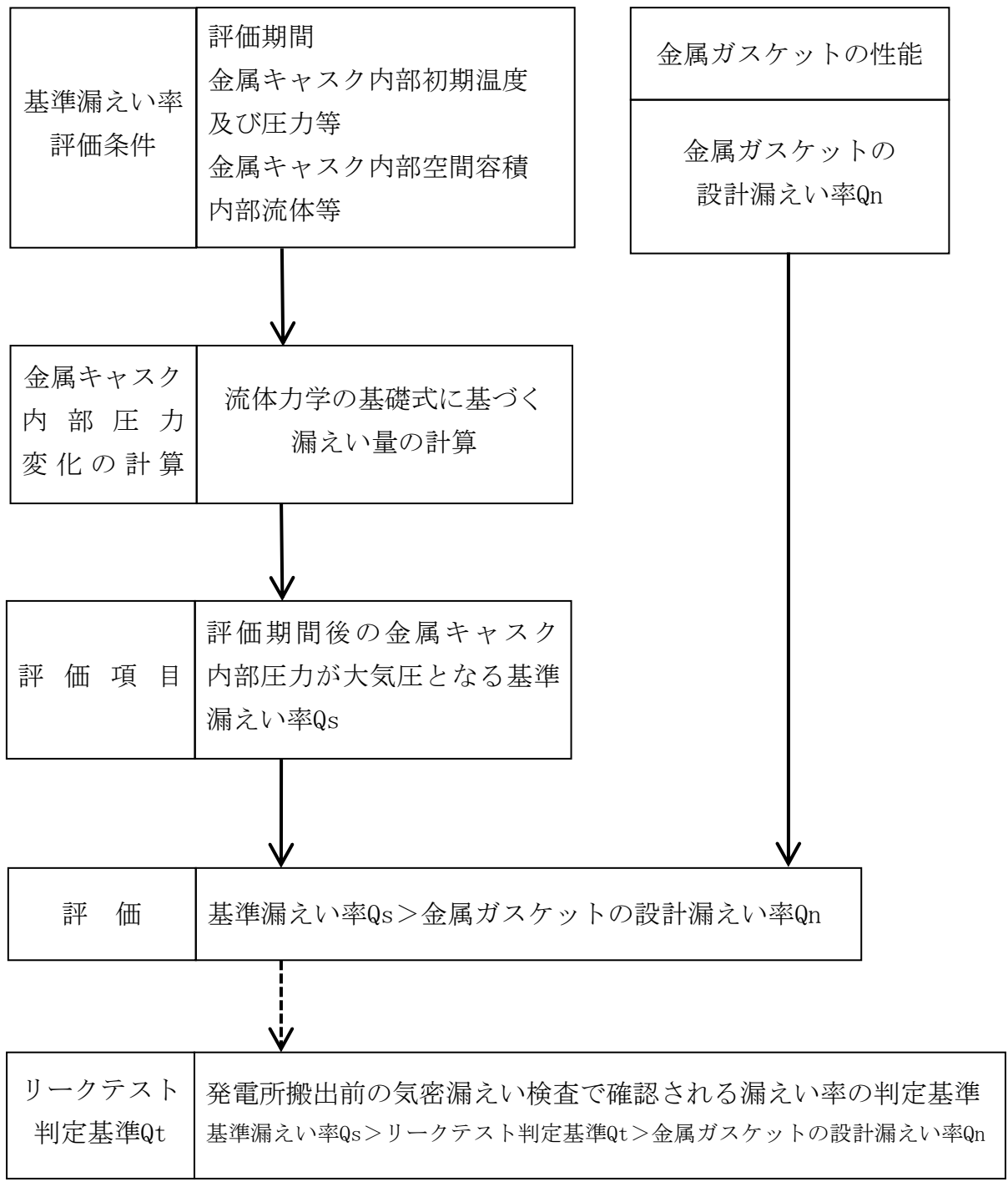
第3.3-3図 金属キャスクの閉じ込め構造



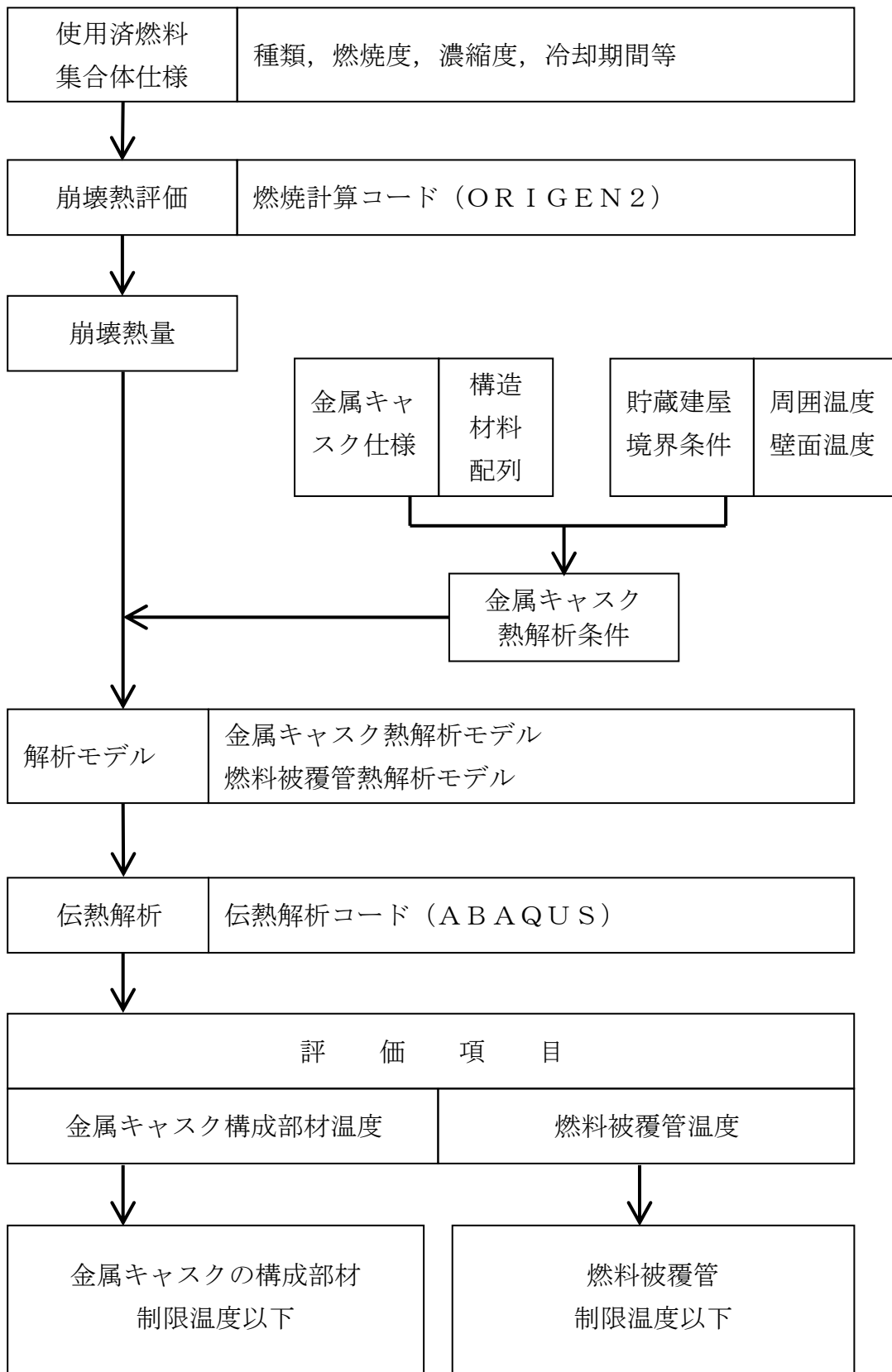
— 閉じ込め境界(負圧 : 0.08MPa(初期圧))

▨ 閉じ込め監視圧力境界(正圧 : 0.41MPa(初期圧))

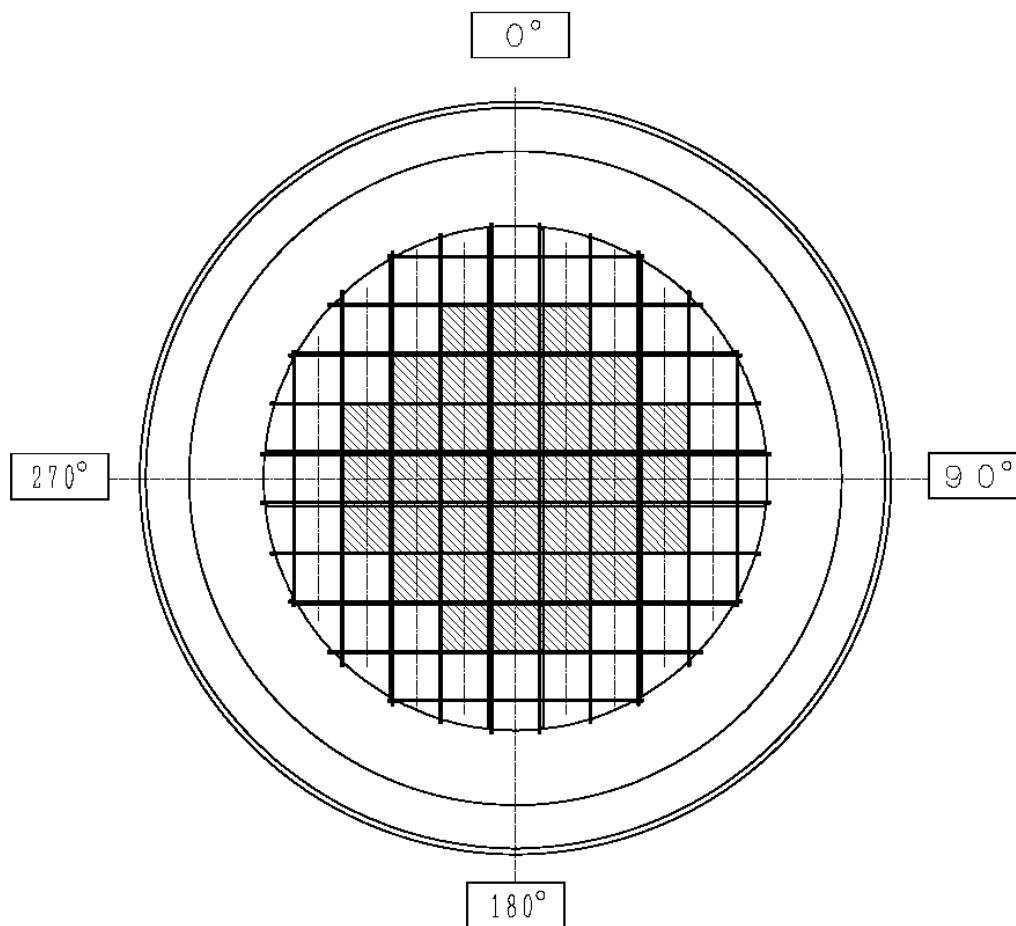
第3.3-4図 金属キャスクのシール部詳細




第3.3-5図 金属キャスクの閉じ込め評価フロー

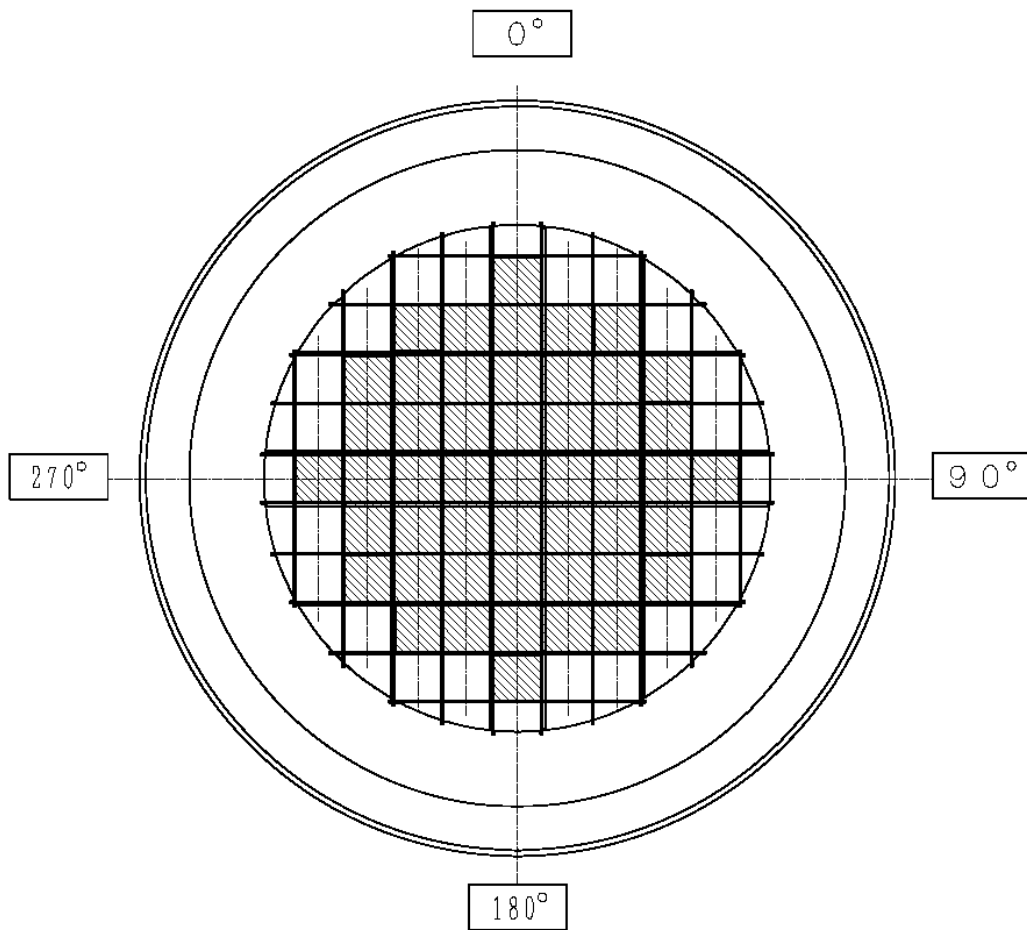


第3.3-6図 金属キャスクの除熱解析フロー



 : 平均燃焼度を超える使用済燃料集合体の収納範囲

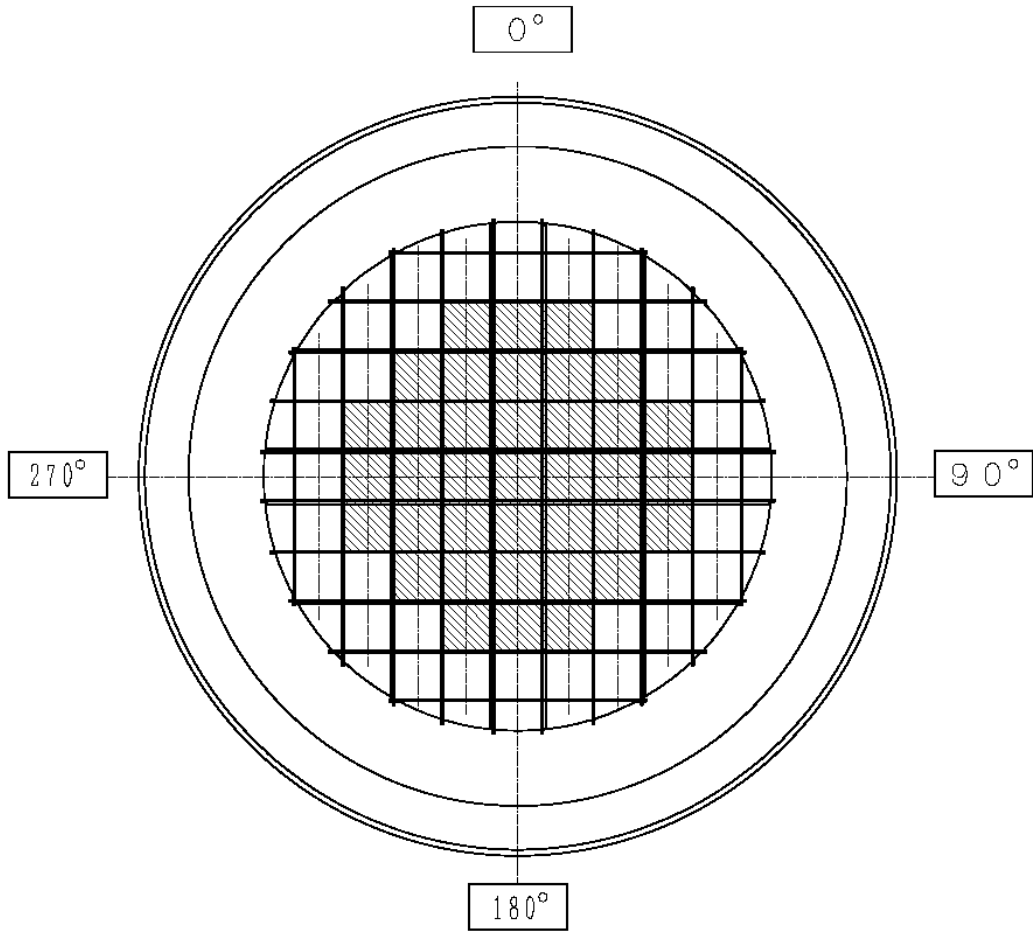
第3.4-1図 使用済燃料集合体の収納配置（新型8×8ジルコニウムライナ燃料のみを収納する場合，高燃焼度8×8燃料のみを収納する場合，又は新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料を収納する場合）




 : 新型 8 × 8 燃料を収納しない範囲

第3.4-2図 使用済燃料集合体の収納配置

(新型 8 × 8 燃料及び新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料を収納する場合)



 : 平均燃焼度を超える使用済燃料集合体の収納範囲

第3.4-3図 使用済燃料集合体の収納配置
 (新型8×8燃料のみを収納する場合)

4. 使用済燃料の受入施設

4.1 概要

使用済燃料の受入施設は、金属キャスクの搬入、搬出時の仮置き、金属キャスクの取扱い、移送及び検査等を行う受入設備で構成する。

4.2 受入設備

4.2.1 概要

受入設備は、受入れ区域天井クレーン，搬送台車，圧縮空気供給設備，仮置架台，たて起こし架台，検査架台で構成する。

キャスク輸送車両により使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域に搬入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天井クレーンを用いて仮置架台又はたて起こし架台に設置する。仮置架台に設置された金属キャスクは，たて起こしの都度，たて起こし架台へ移送する。

金属キャスクは，たて起こし架台で緩衝体を取り外し，受入れ区域天井クレーンを用いてたて起こし，金属キャスクを貯蔵架台へ設置，固定した後，搬送台車により検査架台へ移送する。

金属キャスク表面の外観検査，線量当量率検査等を行った後，金属キャスクは，搬送台車を用いて貯蔵区域の所定の箇所まで移送し，貯蔵架台を床面に固定して貯蔵する。

また，上記の工程を逆行を行うことにより，金属キャスクを搬出する。

4.2.2 設計方針

受入設備は、金属キャスクの搬入、貯蔵及び搬出にかかる金属キャスクの移動に対して、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても基本的な安全機能を維持するよう、次の方針に基づき設計する。

(1) 構造強度

受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、地震荷重等の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクの総重量を十分上回る重量に耐える強度に設計する。

(2) 金属キャスクの落下・転倒・衝突及び金属キャスクへの重量物の落下防止のため以下の設計とする。

a. 金属キャスクの落下防止

(a) 受入れ区域天井クレーンは、ワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。

(b) 受入れ区域天井クレーンは、動力源である電気の供給が停止した場合に動作するブレーキを使用し、金属キャスクの落下を防止する。

(c) 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクのつり上げ高さを制限するインターロックを設ける。

b. 金属キャスクの落下・衝突防止

受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクをつった状態で、仮置き中の金属キャスク上を通過できないように可動範囲を制限するインターロックを設ける。

c. 金属キャスクへの重量物の落下防止

受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクへの重量物の落下を防止するため、緩衝体の可動範囲を制限するインターロックを設ける設計

とする。

d. 金属キャスクの衝突防止

- (a) 搬送台車は、金属キャスクの移送を安全かつ確実にを行うために操作員による誤操作等を想定し、補助員によっても緊急停止機構を設ける。また、障害物との接触を検知する装置を設け衝突を防止する。
- (b) 搬送台車は、電源喪失時や空気圧縮機の停止により動力源である圧縮空気の供給が停止した場合には、金属キャスクを着床させ衝突を防止する。

e. 金属キャスクへの重量物の落下防止

- (a) 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクが仮置架台、たて起こし架台及び貯蔵架台への着床時に、基本的安全機能に影響を与えないように微速の巻き下げ速度で運用する。
- (b) 受入れ区域天井クレーンで緩衝体移送時に、金属キャスクを仮置きしていないエリアに進入する場合は許可するスイッチを操作する。
- (c) 三次蓋の取り付け又は取り外しの作業及び二次蓋金属ガスケットの交換作業を行う場合には、三次蓋及び二次蓋のつり上げ高さを金属キャスク上端フランジ面から 10cm 以下で運用する。
- (d) 受入れ区域天井クレーンの荷重制限（主巻(90t)及び補巻(4.5t)）未満では、可動範囲及びつり上げ高さのインターロックが動作しないため、金属キャスクへの落下を防止するため三次蓋、二次蓋及び貯蔵架台は、仮置架台に仮置き中の金属キャスク上を移送しない運用とする。

f. 金属キャスクの落下・転倒防止

金属キャスクは、事業所外運搬に必要な緩衝体をたて起こし架台にて取り外し、受入れ区域天井クレーンにて金属キャスクをつり上げる

場合には、床面に衝撃吸収材を敷設する（金属キャスク搬出の場合も同様とする）。

g. 金属キャスクの転倒・衝突防止

金属キャスクは、搬送台車で移送の際には、定格速度（10m/分）以下で、搬送台車の浮上高さを約5cmで移送する。

h. その他

金属キャスクの基本的安全機能を維持する観点から、作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

(3) 誤操作等の考慮

受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、操作員の誤操作を考慮した設計とするとともに、操作員の誤操作及び機器等の故障によっても、基本的安全機能に影響を与えることがない設計とする。

(4) 試験検査

使用済燃料貯蔵施設は、当該施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができる設計とする。

4.2.3 主要設備

(1) 受入れ区域天井クレーン

受入れ区域天井クレーンは、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域上部に設置し、受入れ区域における金属キャスクの取扱い、移送等を行う。

a. 金属キャスクの落下防止

- (a) 受入れ区域天井クレーンは、ワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障を考慮して二重化する。
- (b) 受入れ区域天井クレーンは、フックとトロリの衝突を防止するための巻過防止のリミットスイッチを設ける。
- (c) 受入れ区域天井クレーンは、動力源である電気の供給が停止した場合に、動作するブレーキを使用し金属キャスクを保持する機構を有する構造とする。
- (d) 金属キャスクの落下時にも基本的安全機能に著しい損傷が生じないように、緩衝体を取り外した金属キャスクをつり上げる場合には、つり上げ高さを制限するインターロックを設けるとともに、床面に衝撃吸収材を敷設する。

b. 金属キャスクの衝突防止

- (a) 金属キャスクをつった状態で仮置き中の金属キャスク上を通過できないように可動範囲を制限するインターロックを設ける。
- (b) 受入れ区域天井クレーンは、金属キャスクが仮置架台、たて起こし架台及び貯蔵架台への着床時に、基本的安全機能に影響を与えないように微速の巻き下げ速度で運用する。

(2) 搬送台車

搬送台車は、受入れ区域と貯蔵区域の間との金属キャスクの移送を行う。

搬送台車は、圧縮空気供給設備から供給される圧縮空気により、金属キャスク及び貯蔵架台を揚重し、移送を行う設備である。

搬送台車は、エアキャスタに圧縮空気を供給し、床面とエアキャスタの間に薄い空気膜（約0.1mm）を形成させることで摩擦力を大幅に低減させ、小さな駆動力で重量物の移送を可能にするものである。

なお、金属キャスクの支持構造物である貯蔵架台は、金属キャスクを移送するためのパレットとしての機能を有しており、搬送台車のフォーク部を貯蔵架台に挿入し金属キャスクを移送する。

搬送台車は、金属キャスクの移送を安全かつ確実にを行うため、操作員の誤操作等を考慮して、補助員によっても緊急停止できる機構を設ける。また、障害物との接触を検知する装置を設け衝突を防止する。

搬送台車で移送の際には、定格速度（10m／分）以下で、搬送台車の浮上高さを約5cmで移送する。

搬送台車は、電源喪失時や空気圧縮機の停止により動力源である圧縮空気の供給が停止した場合には、金属キャスクを着床させ、衝突を防止する。

(3) 圧縮空気供給設備

圧縮空気供給設備は、空気圧縮機及び空気貯槽等から構成され搬送台車及びキャスクつり具等へ圧縮空気を供給する。空気貯槽に安全弁を設置し、過圧防止対策を講ずる設計とする。

(4) 仮置架台

仮置架台は、搬入した金属キャスクを検査するまでの間、搬出する金属キャスクをキャスク輸送車両へ移送するまでの間及び金属キャスクの点検で一時的に金属キャスクを仮置きするための架台である。

金属キャスクの取扱いにおいて、基本的安全機能を維持するための具

体的な設計は、以下のとおり行う。

- a. 仮置架台は、地震荷重等の適切な組合せを考慮しても強度上耐えるように設計する。
- b. 仮置架台に設置された金属キャスクは、輸送用の緩衝体が取付けられた状態とすることを手順書に定め運用管理する。

(5) たて起こし架台

たて起こし架台は、水平状態の金属キャスクを垂直状態にたて起こすための架台である（金属キャスクの点検、搬出の場合も同様とする）。

金属キャスクの取扱いにおいて、基本的安全機能を維持するための具体的な設計は、以下のとおり行う。

- a. たて起こし架台は、地震荷重等の適切な組合せを考慮しても強度上耐えるように設計する。
- b. 万一、たて起こし時に金属キャスクが転倒しても、金属キャスクの閉じ込め機能に著しい損傷を与えないように衝撃吸収材をたて起こし架台及びその周辺に敷設する。

(6) 検査架台

検査架台は、金属キャスクの受入検査、三次蓋の取外し、計測器の取付け等を行うための作業員の足場であり、金属キャスクを直接取り扱う設備ではない。

4.2.4 主要仕様

受入設備の主要仕様を第4.2-1表に示す。

4.2.5 試験検査

受入れ区域天井クレーン，搬送台車，圧縮空気供給設備，仮置架台，検査架台，たて起こし架台及びその周辺に敷設する衝撃吸収材は，法定検査に加え，保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

第 4.2-1 表 受入設備の主要仕様

- (1) 受入れ区域天井クレーン
 - 種 類 天井走行形
 - 台 数 1
- (2) 搬送台車
 - 種 類 自走台車式
 - 台 数 1
- (3) 圧縮空気供給設備
 - a. 空気圧縮機
 - 台 数 1
 - 容 量 約40Nm³/min
 - b. 空気貯槽
 - 基 数 1
 - 容 量 約 8 m³
- (4) 仮置架台
 - 種 類 金属キャスク横置式
 - 基 数 7
- (5) たて起こし架台
 - 種 類 金属キャスク横置式
 - 基 数 1
- (6) 検査架台
 - 種 類 金属キャスクたて置式
 - 基 数 1

5. 計測制御系統施設

5.1 概要

計測制御系統施設は、使用済燃料貯蔵施設の監視のため、温度及び圧力の測定を行う計測設備で構成する。

また、計測設備の主要な表示装置等を設置するための監視盤室を設ける。

5.2 計測設備

5.2.1 概要

計測設備は、使用済燃料貯蔵施設の監視のために必要な諸変数を測定し、表示、記録及び警報を行う設備であり、金属キャスク蓋間圧力、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度の測定装置で構成する。

5.2.2 設計方針

計測設備は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、安全性の確保の観点から以下を考慮した設計とする。

また、使用済燃料貯蔵施設の監視ができなくなった場合に備え、代わりに監視を行うための計測器を保有し、準備が整い次第、監視を再開する。

(1) 監視機能

計測設備は、使用済燃料貯蔵施設の監視のために必要な金属キャスク蓋間圧力、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を測定できる設計とする。また、測定データを記録及び表示する機能を有した表示装置を設けるとともに、測定値が異常な値を示した場合には警報を発する設計とする。

5.2.3 主要設備

(1) 金属キャスク蓋間圧力監視装置

金属キャスク蓋間圧力監視装置は、閉じ込め機能の監視のため、金属キャスクの蓋間圧力を測定するとともに、監視盤室に表示及び記録する。蓋間圧力が基準設定値より低下したときは、監視盤室及び事務建屋に警報を発する。

金属キャスク蓋間圧力監視装置は、点検中等においても金属キャスク蓋間圧力を測定できるよう二系統設ける。

(2) 金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視装置

金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視装置は、除熱機能の監視のため、金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度を測定するとともに、監視盤室に表示及び記録する。金属キャスク表面温度又は使用済燃料貯蔵建屋給排気温度差が基準設定値を超えたときは、監視盤室及び事務建屋に警報を発する。

5.2.5 試験検査

金属キャスク蓋間圧力監視装置，金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視装置は，法定検査に加え，保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

5.3 監視盤室

5.3.2 設計方針

監視盤室は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、安全性の確保の観点から以下を考慮した設計とする。

- (1) 監視盤室は、計測設備の表示装置等を設けており、諸変数の監視ができる設計とする。また、計測設備等からの測定データを事務建屋に伝送し、事務建屋でも監視が行える設計とする。
- (2) 外部電源喪失時にも、無停電電源装置及び電源車等により監視を継続できる設計とする。

5.3.3 主要設備

- (1) 監視盤室に設ける計測設備の主要な表示装置（記録装置及び警報装置を含む。）は以下のとおりである。
 - a. 金属キャスク蓋間圧力監視のための表示装置
 - b. 金属キャスク表面温度及び使用済燃料貯蔵建屋給排気温度監視のための表示装置
- (2) 監視盤室には、放射線管理設備の表示装置（記録装置及び警報装置を含む。）を設ける。
- (3) 計測設備，放射線管理設備等の主要な測定装置は，外部電源喪失時にも無停電電源装置及び電源車等により電力の供給を受け，監視を継続する。
- (4) 金属キャスク蓋間圧力，金属キャスク表面温度，使用済燃料貯蔵建屋給排気温度及び外部放射線に係る線量当量率等の諸変数を事務建屋に伝送し，通常時は事務建屋で監視を行う。

第 5.2-1 表 計測設備の主要仕様

| 測定装置 | 検 出 器 | |
|--|-------|----------------------------------|
| | 種 類 | 検出場所 |
| 金属キャスク蓋間圧力 監視装置 | 圧力検出器 | 金属キャスク蓋部 |
| 金属キャスク表面温度 及び使用済燃料貯蔵建 屋給排気温度監視装置 | 温度検出器 | 金属キャスク側部表面，使用済 燃料貯蔵建屋給気口及び排気口 |

6. 放射性廃棄物の廃棄施設

6.1 概要

廃棄物貯蔵室を設け、管理区域内で発生する液体廃棄物及び固体廃棄物をドラム缶，ステンレス製の密封容器に封入して保管廃棄する。

6.2 設計方針

廃棄物貯蔵室は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、安全性の確保の観点から以下を考慮した設計とする。

使用済燃料貯蔵施設は、平常時に発生する放射性廃棄物はないことから、放射性廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設はない。

なお、搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合等は、除染に使用した水等の液体廃棄物及びウエス等の固体廃棄物はドラム缶、ステンレス製の密封容器に封入した後、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

(1) 汚染の拡大防止

放射性廃棄物を保管廃棄する施設として廃棄物貯蔵室を設置し、廃棄物による汚染の拡大を防止するため、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域の独立した区画内に設け、出入口にはせきを設ける構造とする。

また、廃棄物貯蔵室内に保管廃棄するドラム缶、ステンレス製の密封容器は漏えい防止を考慮した設計とする。

(2) 漏えいの発見

廃棄物貯蔵室では、著しい漏えいの発生はないが、巡視点検にて漏えいを発見できる構造とする。

(3) 共用による安全性

液体廃棄物及び固体廃棄物は、識別されたドラム缶、ステンレス製の密封容器にそれぞれ分けて入れるとともに、廃棄物貯蔵室に区画を設けて液体廃棄物は入口近傍に保管廃棄することにより、お互いに影響を与えないことから共用による安全性は損なわない。

(4) 貯蔵容量

廃棄物貯蔵室は、200ℓドラム缶約100本相当を保管廃棄する能力を有する設計とする。

廃棄物貯蔵室は、平常時に発生する放射性廃棄物はないが、仮に1年間に搬入する金属キャスク2基に原子力発電所と同様の除染を行う場合に発生する200ℓドラム缶量は10年間で80本から100本程度に対して、200ℓドラム缶約100本相当を保管廃棄する能力を有し、貯蔵容量は十分であるが、必要がある場合には増設を考慮する。

6.3 主要設備

(1) 液体廃棄物の保管

放射性の液体廃棄物が発生した場合、液体廃棄物をドラム缶、ステンレス製等の密封容器に収集し、その容器を廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

液体廃棄物を封入するドラム缶、ステンレス製等の密封容器は、漏えい防止を考慮して密封構造を採用する。

(2) 固体廃棄物の保管

放射性の固体廃棄物が発生した場合、固体廃棄物をドラム缶、ステンレス製等の密封容器に収集し、その容器を廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

固体廃棄物を封入するドラム缶、ステンレス製等の密封容器は、汚染拡大の防止を考慮して密封構造を採用する。

(3) 廃棄物貯蔵室

放射性廃棄物を封入したドラム缶、ステンレス製等の密封容器は、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

廃棄物貯蔵室は、廃棄物による汚染の拡大を防止するため、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域の独立した区画に設ける。

廃棄物貯蔵室の出入口にはせきを設ける構造とするとともに、床等は、廃水が浸透し難い材料で仕上げる。

放射性液体廃棄物の発生はないが、万一発生しても著しい漏えいの発生はないため漏えい検知装置は不要であるが、事業者自主として漏えい検知装置を設置し、漏えいを検知した時点で貯蔵建屋監視盤室及び事務建屋に警報を発する。

また、放射線サーベイ機器等で汚染レベルを監視できる設計とする。

液体廃棄物及び固体廃棄物は、識別されたドラム缶、ステンレス製等の密封容器にそれぞれ分けて入れるとともに、廃棄物貯蔵室に区画を設

けて液体廃棄物は入口近傍に保管廃棄することにより、お互いに影響を与えないことから共用による安全性は損なわない。

(4) 保管廃棄方法

廃棄物貯蔵室では、200ℓドラム缶約100本相当を3段積みとして、転倒防止対策を実施する。

液体廃棄物ドラム缶，ステンレス製等の密封容器の貯蔵については，転倒による漏えいを防止する観点から床に近い最下段に配置することとし，液体廃棄物を貯蔵するドラム缶，ステンレス製等の密封容器は腐食を考慮した仕様とする。

ドラム缶，ステンレス製等の密封容器の管理については，巡視点検にてドラム缶，ステンレス製等の密封容器の目視点検を実施するとともに漏えいのないことを確認する。

必要がある場合には増設を検討する。

6.5 試験検査

放射性廃棄物の廃棄施設は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

7. 放射線防護設備及び放射線管理設備

放射線防護設備及び放射線管理設備は、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆並びに放射線業務従事者及び一時立入者（以下「放射線業務従事者等」という。）の線量の低減を図るとともに放射線被ばくを管理するためのもので、放射線防護設備は遮蔽設備等で構成し、放射線管理設備は出入管理設備、放射線監視設備等で構成する。

7.1 放射線防護設備⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

7.1.1 概要

放射線防護設備は、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆及び放射線業務従事者等の線量を低減するもので、遮蔽設備等で構成する。

遮蔽設備は、使用済燃料貯蔵建屋の遮蔽壁、遮蔽ルーバで構成する。

7.1.2 設計方針

(1) 放射線業務従事者等の放射線防護

放射線防護設備は、放射線業務従事者が受ける線量が「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定められた限度を超えないようにすることはもちろん、放射線業務従事者等の立入場所における線量を合理的に達成できる限り低減できるように、放射線業務従事者等の作業性等を考慮して、遮蔽、機器の配置等、所要の放射線防護上の措置を講ずる設計とする。

(2) 遮蔽基準

使用済燃料貯蔵建屋内の遮蔽は、放射線業務従事者等の関係各場所への立入頻度、滞在時間等を考慮した上で、次表の外部放射線に係る基準を満足する設計とする。

| 区 分 | | 外部放射線に係る 設 計 基 準 | 区 域 |
|-------|---|---------------------|---------------|
| 管理区域外 | A | 0.0026mSv/h以下 | 付帯区域 |
| 管理区域内 | B | 0.01mSv/h未満 | 受入れ区域 貯蔵区域 |
| | C | 0.01mSv/h以上 | |

受入れ区域は、金属キャスクが仮置きされていない場合はB区分となるように設計する。

遮蔽設計区分概略図を第7.1-1図に示す。

(3) 周辺の放射線防護

リサイクル燃料備蓄センターからの直接線及びスカイシャイン線によ

る公衆の線量が合理的に達成できる限り低くなるように遮蔽設備を設ける。

(4) 放射線の漏えい低減対策

遮蔽設備に開口部又は配管その他貫通部がある場合には、必要に応じて、放射線漏えいの低減措置を講ずる。

(5) 遮蔽設計に用いる線源強度

遮蔽設計における線源は、使用済燃料集合体を収納した金属キャスクとし、その基数は、事業開始以降、金属キャスクの基数及び配置がいずれの状態においても最も厳しい条件となるよう、使用済燃料貯蔵建屋貯蔵区域では最大288基、受入れ区域では最大9基（たて起こし架台1基、仮置架台7基、検査架台1基）を適切に配置する。使用済燃料貯蔵建屋の最大貯蔵時の機器配置図を第2.4-1図(2)、断面図を第2.4-2図に示す。

金属キャスクの線源強度は、敷地境界外の線量が保守的な評価結果となるように、コンクリートの透過率を考慮してエネルギースペクトルを設定するとともに、金属キャスク表面から1mの位置における平均の線量当量率が $100\mu\text{Sv/h}$ となるように規格化する。また、金属キャスクからの放射線の線質を全て中性子又は全てガンマ線とした条件においてそれぞれ評価し、保守的な評価結果を採用する。

遮蔽設計においては、遮蔽体の形状、材質等を考慮し、十分な安全裕度を見込むこととする。

(6) 遮蔽材

遮蔽材としては、主としてコンクリートを用いるが、その他必要に応じて鉄等を用いる設計とする。

7.1.3 主要設備

(1) 遮蔽設備

a. 遮蔽壁

遮蔽壁は、建屋側壁、天井、貯蔵区域区画壁等のコンクリート壁で、構造材を兼用する。その厚さは、貯蔵区域の建屋側壁（東側及び西側）で約1.50m、貯蔵区域の建屋側壁（南側）及び天井で約1.00m、受入れ区域の建屋側壁（東側及び西側）で約1.50m、受入れ区域の建屋側壁（北側）で約0.80m、受入れ区域の天井で約0.50m、貯蔵区域区画壁で約0.40m、貯蔵区域仕切壁で約1.00mである。

b. 遮蔽ルーバ

遮蔽ルーバは、排気口までの経路に設けられたコンクリート製の平板で、排気口からの放射線の漏えいを低減する。

(2) 機器の配置

金属キャスクは貯蔵区域に配置し、その入口には迷路又は遮蔽扉を設ける。

(3) 放射線防護具類

非常時の放射線防護に必要な防護衣、呼吸器、防護マスク等の防護具類は、管理区域入口付近等に備える。

7.1.4 主要仕様

遮蔽設備の主要仕様を第7.1-1表に示す。

7.1.5 計算方法及び計算結果

計算方法については、金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線は、金属キャスクを円柱状にモデル化し、金属キャスク配置、使用済燃料貯蔵建屋構造を考慮して、三次元連続エネルギーモンテカルロ法コードMCNP-4Cを用いて計算地点における中性子束又はガンマ線束を算出する。

金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線の計算に当たっては、遮蔽体の形状、材質等、十分な安全裕度を見込むこととする。

計算地点における中性子束又はガンマ線束からの実効線量の算出には、国際放射線防護委員会（ICRP）のPublication74の換算係数を用いて計算地点における線量を計算する。

貯蔵区域に金属キャスクを288基貯蔵した場合、使用済燃料貯蔵建屋の外壁外側で最大となる線量は約 1.2×10^{-3} mSv/h（金属キャスクからの放射線の線質は全て中性子とした場合）となる。また、同じ条件でB区分（受入れ区域）で最大となる線量は約 3.3×10^{-4} mSv/h（金属キャスクからの放射線の線質は全て中性子とした場合）となる。なお、貯蔵区域に配置した金属キャスク288基に加え、受入れ区域に金属キャスク9基配置した場合のA区分で最大となる線量は約 1.5×10^{-3} mSv/h（金属キャスクからの放射線の線質は全て中性子とした場合）となる。これらの値は基本設計段階の値であるが、設計基準を満足している。

放射線業務従事者の線量が法令で定められている線量限度を超えないよう、添付書類七「2.2.5 作業管理」を行う。また事業所内の管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量については、添付書類七「2.3 周辺監視区域内の管理」を行う。

7.1.6 試験検査

遮蔽設備は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

7.1.7 参考文献

- (1) 財団法人原子力安全研究協会，使用済燃料中間貯蔵施設の直接線・スカイシャイン線量の評価手法について〔金属キャスク方式〕，平成12年3月
- (2) 東電設計株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設 貯蔵建屋・設備の安全設計及び施設安全評価について，TEPSCO-LR-001改2，平成21年8月
- (3) 小佐古 敏荘 他，MCNPコードの金属キャスク貯蔵方式中間貯蔵施設線量評価への適用，日本原子力学会和文論文誌，Vol.6，No.2，2007年
- (4) Smith H. ed. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation. The International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 74, 1995

7.2 放射線管理設備

7.2.1 概要

放射線管理設備は、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆及び放射線業務従事者等の放射線被ばくを管理するためのもので、出入管理設備、個人管理用測定設備及び放射線監視設備で構成する。

7.2.2 設計方針

放射線被ばくは、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても、合理的に達成できる限り低くすることとし、次の設計方針に基づき、放射線管理設備を設ける。

なお、管理区域における線量当量率を放射線業務従事者等が安全に認識できるよう、チェックポイント及び事務建屋に表示する運用とする。

(1) 出入管理，個人被ばく管理

放射線業務従事者等の出入管理及び各個人の被ばく管理ができる設計とする。

(2) 放射線監視

使用済燃料貯蔵施設は、管理区域及び周辺監視区域境界付近を適切にモニタリングできるとともに、必要な情報を監視盤室及び事務建屋に表示できる設計とする。

(3) 放射線計測器

平常時及び放射線レベルが上昇するような事故時に備えて、必要な放射線計測器を備える。

7.2.3 主要設備

(1) 出入管理設備

使用済燃料貯蔵建屋の管理区域への立入りは、チェックポイントを通る設計としており、ここで放射線業務従事者等の出入管理を行う。

なお、金属カスクの搬出入に際しては、必要に応じて使用済燃料貯蔵建屋の機器搬出入口で放射線業務従事者等の出入管理を行う。

(2) 個人管理用測定設備

放射線業務従事者等の線量管理のため、外部放射線による線量当量を測定する個人線量計を備える。

(3) 放射線監視設備

放射線監視設備は、エリアモニタリング設備、周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備及び放射線サーベイ機器で構成する。

a. エリアモニタリング設備

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域内及び受入れ区域内にガンマ線エリアモニタと中性子線エリアモニタを設置し、また、廃棄物貯蔵室内にガンマ線エリアモニタを設置して、外部放射線に係る線量当量率の監視を行う。

エリアモニタによる外部放射線に係る線量当量率は、監視盤室等で表示及び記録を行い、放射線レベル基準設定値を超えたときは監視盤室及び事務建屋に警報を発する。

b. 周辺監視区域境界付近固定モニタリング設備

リサイクル燃料備蓄センターの周辺監視区域境界付近にモニタリングポスト2基を設置して、連続的に空間放射線量率を測定し、監視盤室等で表示及び記録を行い、放射線レベル基準設定値を超えたときは監視盤室及び事務建屋に警報を発する。

また、空間放射線量測定のため適切な間隔でモニタリングポイントを設定し、蛍光ガラス線量計を配置する。

c. 放射線サーベイ機器

外部放射線に係る線量当量率，必要に応じて空気中の放射性物質濃度及び表面汚染密度を測定監視するために，放射線サーベイ機器を設ける。

測定は，外部放射線に係る線量当量率については，携帯用の各種サーベイメータにより，空気中の放射性物質濃度については，サンプリング法により，また，表面汚染密度については，サーベイメータ又はスミヤ法による放射能測定によって行う。

放射線サーベイ関係主要測定器及び器具は，以下の通りである。

GM管サーベイメータ

電離箱サーベイメータ

シンチレーションサーベイメータ

中性子線用サーベイメータ

ダストサンブラ

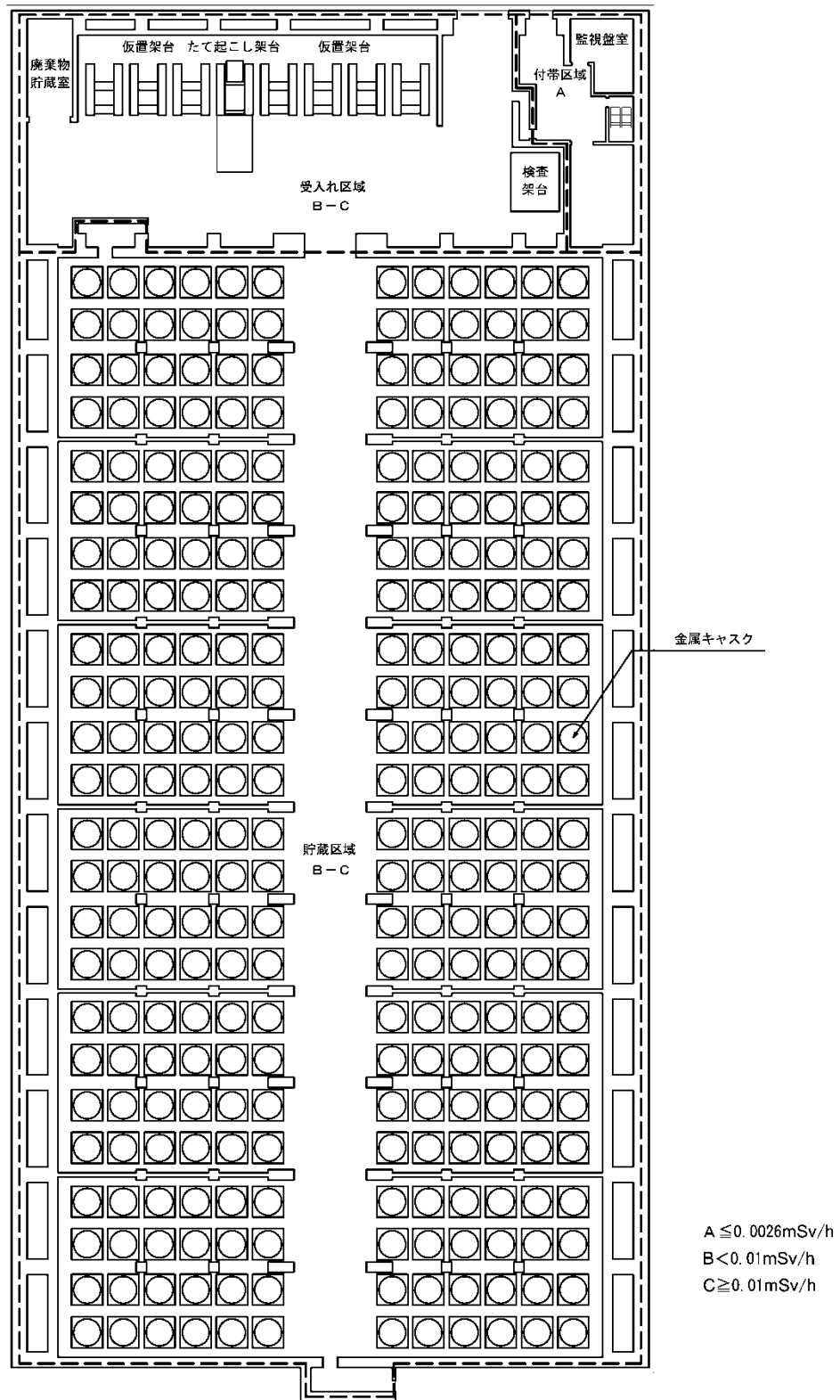
ガスモニタ

7.2.5 試験検査

放射線監視設備等は，法定検査に加え，保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

第7.1-1表 遮蔽設備の主要仕様

| | | |
|-------|----|-------------------------|
| 遮蔽壁 | 厚さ | 約1.50m（貯蔵区域側壁（東側及び西側）） |
| | 厚さ | 約1.00m（貯蔵区域側壁（南側）及び天井） |
| | 厚さ | 約1.50m（受入れ区域側壁（東側及び西側）） |
| | 厚さ | 約0.80m（受入れ区域側壁（北側）） |
| | 厚さ | 約0.50m（受入れ区域天井） |
| | 厚さ | 約0.40m（貯蔵区域区画壁） |
| | 厚さ | 約1.00m（貯蔵区域仕切壁） |
| | 材料 | コンクリート |
| 遮蔽ルーバ | 厚さ | 約0.32m |
| | 長さ | 約4.00m |
| | 枚数 | 5枚 |
| | 材料 | コンクリート |



使用済燃料貯蔵建屋一階

T.P. +16.3

第7.1-1図 遮蔽設計区分概略図

8. その他使用済燃料貯蔵設備の附属施設

8.1 概要

使用済燃料貯蔵施設の附属施設は、消防用設備，電気設備，通信連絡設備及び人の不法な侵入等防止設備で構成する。

なお，消防用設備の機能向上の面から，実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用するとともに，着火源の排除及び可燃性物質の漏えい防止対策を講ずる。

8.2 消防用設備

8.2.1 概要

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する等、火災の発生を防止するための予防措置を講ずることから、火災の可能性は少ないが、万一の場合を考え、火災感知設備及び消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）を「消防法」に基づき適切に設置する。

8.2.2 設計方針

消防用設備は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

- (1) 火災感知設備及び消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）を消防法等に基づいて適切に設置し、火災の早期発見、消火活動の円滑化を図り、火災による人的、物的被害を軽減し、施設の安全性が損なわれないようにする。
- (2) 火災感知設備は、消防法等に基づいた設計とする。
- (3) 消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）は、消防法等に基づいた設計とする。

8.2.3 主要設備

火災感知設備は、使用済燃料貯蔵建屋内に適切に設けられた感知器で火災を自動的に感知し、出入管理建屋及び監視盤室において火災警報を表示、吹鳴する。なお、事務建屋においても火災警報を表示、吹鳴する。

消火設備（消火器、動力消防ポンプ及び防火水槽）は、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対して、消火活動を早期に行うことを目的に、消防法等に基づき適切に設置する。

8.2.4 主要仕様

消防用設備の主要仕様を第8.2-1表に示す。

8.2.5 試験検査

消防用設備は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

8.3 電気設備

8.3.1 概要

リサイクル燃料備蓄センターの電力は、東北電力株式会社の6.6kV回線から受電し、変圧器により420Vに降圧した後、使用済燃料貯蔵施設内の各負荷へ給電する。外部電源喪失時には、無停電電源装置から計測設備、放射線監視設備、通信連絡設備等へ給電する。

無停電電源装置の給電可能時間を超える外部電源喪失が発生した場合は、電源車等から無停電電源装置に電気を供給する。

8.3.2 設計方針

電気設備は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

- (1) 電気設備は、使用済燃料貯蔵施設の操作、監視等に必要な電源として、外部電源系統、無停電電源装置及び電源車等を有する設計とする。
- (2) 無停電電源装置は、外部電源喪失時にも金属キャスクの閉じ込め機能と除熱機能を監視する設備及び放射線監視設備が作動し得るのに十分な容量を有する設計とする。
- (3) 無停電電源装置は、万一の火災等の非常時においても緊急通信・連絡設備の設備・機器を作動し得るのに十分な容量を有する設計とする。
- (4) 電源車等は、無停電電源装置の給電可能時間を超える外部電源喪失が発生した際に、無停電電源装置に電気を供給する設計とする。これにより、外部電源喪失後、約72時間の給電を可能とする。
- (5) 電源車等に燃料を補給するために、敷地南側高台に地下式の軽油貯蔵タンクを設ける設計とする。
- (6) 使用済燃料貯蔵施設内のケーブル、電源盤等の材料は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。
- (7) 通路誘導灯と避難口誘導灯は、予備電源として蓄電池（20分以上作動）を有する設計とする。また、一部の通路誘導灯の代替として設置する保安灯は、自主的に受変電施設に設置している無停電電源装置より給電される設計とする。

8.3.3 主要設備

電気設備は、第8.3-1図に示すように変圧器、遮断器、母線、無停電電源装置及び電源車等で構成する。

リサイクル燃料備蓄センターの単線結線図を第8.3-1図に、無停電電源装置の単線結線図を第8.3-2図に示す。

リサイクル燃料備蓄センターの電力は、東北電力株式会社の6.6kV回線から受電し、6.6kV常用母線に接続され空気圧縮機等の負荷に給電する。また、変圧器により420Vに降圧した後、420V常用母線等から使用済燃料貯蔵施設内の各負荷へ給電する。無停電電源装置は、外部電源が喪失した場合に使用済燃料貯蔵施設の監視機能を有する計測設備、放射線監視設備、通信連絡設備等へ給電する。

無停電電源装置の給電可能時間を超える外部電源喪失が発生した場合のために電源車等を有し、監視と通信連絡を継続するために無停電電源装置に電気を供給する。

ケーブル、ケーブルトレイ及び電線管材料には実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。ケーブルトレイ等が障壁を貫通する場合には、火災対策上、障壁効果を低減させないよう対策を施す。

8.3.5 試験検査

電気設備のうち無停電電源装置及び電源車等は，法定検査に加え，保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

8.4 通信連絡設備

8.4.2 設計方針

通信連絡設備は、事業開始以降、金属キャスクを順次搬入してから全ての金属キャスクを貯蔵後搬出するまで、いずれの状態においても安全性の確保の観点から、以下を考慮した設計とする。

- (1) 通信連絡設備は、事務建屋及び監視盤室等から施設内各所に指示・連絡できる設計とする。また、事務建屋及び監視盤室から各所に警報を発することができる設計とする。
- (2) 通信連絡設備は、使用済燃料貯蔵施設と施設外必要箇所に連絡できる設計とする。
- (3) 通信連絡設備は、それぞれ異なる手段により通信連絡できる設計とする。

8.4.3 主要設備

通信連絡設備は、事務建屋、監視盤室及びその他建屋内外の各所に、異なる機器で構成された送受話器及び社内電話設備を設置し、事故時に迅速な連絡を可能にするとともに、事務建屋及び監視盤室から各所に指示及び警報を発することができるようにする。また、施設外必要箇所との通信連絡ができるように施設内には、加入電話設備及び衛星携帯電話（FAX送信を含む。）を設ける。

8.4.4 試験検査

通信連絡設備は、法定検査に加え、保全プログラムに基づく点検が実施可能な設計とする。

8.5 人の不法な侵入等防止設備

8.5.1 概要

人の不法な侵入等を防止するため、核物質防護対策として、人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁、探知設備を設ける。

8.5.2 試験検査

人の不法な侵入等防止設備は、法定検査に加え核物質防護規定に基づく点検が実施可能な設計とする。

第 8.2-1 表 消防用設備の主要仕様

(1) 動力消防ポンプ

| | |
|--------|----------------------------------|
| 台 数 | 1 |
| 規格放水圧力 | 0.7MPa |
| 規格放水量 | 1.0m ³ /min 以上 |
| 燃料容量 | 規格放水圧力，規格放水量で 1 時間以上連続運 転可能な量 |

(2) 防火水槽

| | |
|-----|------------------|
| 基 数 | 2 |
| 容 量 | 40m ³ |

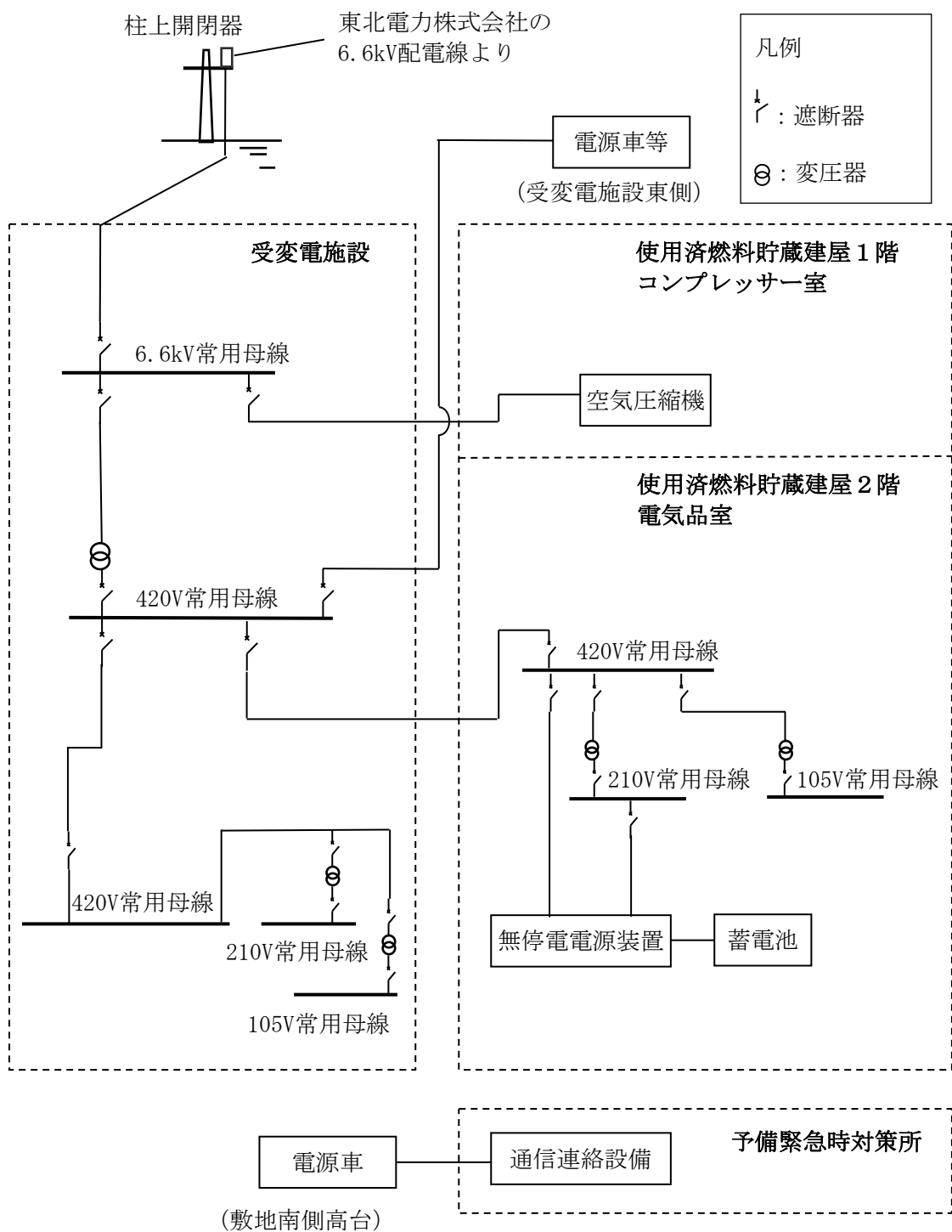
第8.3-1表 電気設備の主要仕様

(1) 無停電電源装置

| | |
|------|--------|
| 台数 | 1 |
| 容量 | 約30kVA |
| 給電時間 | 8時間 |

(2) 電源車

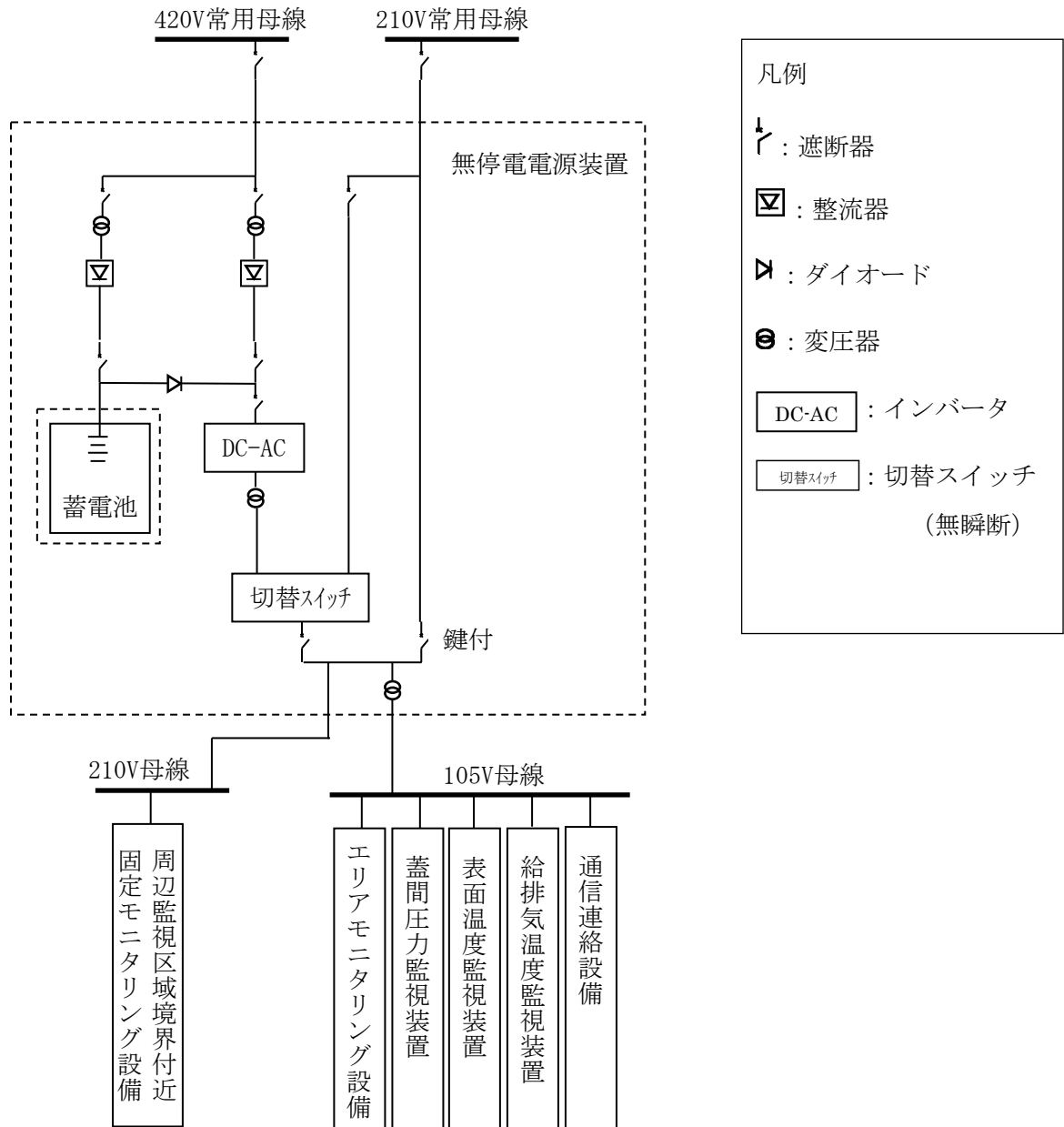
| | |
|----|---------|
| 台数 | 1 |
| 容量 | 約250kVA |
| 燃料 | 軽油 |



通常時、電源車は敷地南側高台に設置

外部電源喪失時には受変電施設東側に移動して給電

第8.3-1図 リサイクル燃料備蓄センターの単線結線図



第8.3-2図 無停電電源装置の単線結線図

添付書類七の一部補正

添付書類七を以下のとおり補正する。

| 頁 | 行 | 補 正 前 | 補 正 後 |
|-----------------|---|----------|-----------|
| 7-1 ↳ 7-3 | | * (記載変更) | 別紙1に変更する。 |

*を付した補正前の記載内容は、平成27年3月6日付けRFS発官26第8号、平成28年2月8日付けRFS発官27第9号及び平成28年9月16日付けRFS発官28第4号で一部補正した内容を含む。

「2.2.1 遮へい」を「2.2.1 遮蔽」とし、「5. 平常時における一般公衆の線量評価」を「5. 平常時における公衆の線量評価」とし、「5.1 施設からの放射線による一般公衆の線量」を「5.1 施設からの放射線による公衆の線量」とする。

上記変更の上、下記項目の記述及び関連図面等を次のとおり変更する。

1. 放射線防護に関する基本方針
 - 1.1 基本的考え方
 - 1.2 具体的方法

 2. リサイクル燃料備蓄センターの放射線管理
 - 2.1 管理区域及び周辺監視区域の設定
 - 2.1.1 管理区域
 - 2.1.2 周辺監視区域
 - 2.2 管理区域内の管理
 - 2.2.1 遮蔽
 - 2.2.2 線量当量率等の測定
 - 2.2.5 作業管理
 - 2.3 周辺監視区域内の管理
 - 2.4 個人被ばく管理
- 第2.1-1図 管理区域及び周辺監視区域図

4. 放射性廃棄物処理
 - 4.1 放射性廃棄物処理の基本的考え方
 - 4.2 液体廃棄物処理

- 4.2.1 液体廃棄物の種類とその発生量
 - 4.2.2 液体廃棄物の保管管理
 - 4.3 固体廃棄物処理
 - 4.3.1 固体廃棄物の種類とその発生量
 - 4.3.2 固体廃棄物の保管管理
 - 5. 平常時における公衆の線量評価
 - 5.1 施設からの放射線による公衆の線量
 - 5.1.1 計算方法の概要
 - 5.1.2 計算のための前提条件
 - 5.1.3 線量の計算方法
 - 5.2 線量評価結果
 - 5.3 参考文献
- 第5.1-1図 線量計算地点図

1. 放射線防護に関する基本方針

1.1 基本的考え方

放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に当たっては、「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。）及び「労働安全衛生法」を遵守し、リサイクル燃料備蓄センターに起因する放射線被ばくから周辺監視区域外の公衆、放射線業務従事者及び一時立入者（以下「放射線業務従事者等」という。）並びに事業所内の管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者を防護するため十分な放射線防護対策を講ずる。

さらに、リサイクル燃料備蓄センター周辺の公衆に対する線量については、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に基づき、合理的に達成できる限り低くすることとする。

なお、放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物管理の運用については、今後、使用済燃料貯蔵施設の最終的な詳細設計に合わせて更に十分検討の上、原子炉等規制法に基づく保安規定に定める。

1.2 具体的方法

- (1) リサイクル燃料備蓄センターに係る放射線被ばくを合理的に達成できる限り低くする方針で、遮蔽設備、放射線管理設備及び放射性廃棄物の廃棄施設を設計し、運用する。
- (2) 放射線被ばくを合理的に達成できる限り低くするために、管理区域を設定して、立入りの制限を行い、外部放射線に係る線量当量を監視して、その結果を管理区域内の諸管理に反映するとともに必要な情報を管理区域の入口付近等に表示し、作業環境の整備に努める。
- (3) 放射線業務従事者に対しては、被ばく歴を把握し、常に線量を測定評価し、線量の低減に努める。
さらに、各個人については定期的に健康診断を行って常に身体的状態を把握する。
- (4) 管理区域の外側には、周辺監視区域を設定して、この区域内では人の居住を禁止し、境界に柵又は標識を設ける等の方法によって、人の立入りを制限する。
- (5) リサイクル燃料備蓄センターからの平常時の直接線及びスカイシャイン線に起因する敷地境界外での線量については、合理的に達成できる限り低くなるように使用済燃料貯蔵建屋のコンクリート壁等によって遮蔽する。

2. リサイクル燃料備蓄センターの放射線管理

2.1 管理区域及び周辺監視区域の設定

2.1.1 管理区域

使用済燃料貯蔵建屋内でその場所における外部放射線に係る線量が「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（第1条）に定められた値を超えるか、又はそのおそれのある区域は全て管理区域とする。実際には部屋、建物その他の施設の配置及び管理上の便宜をも考慮して、第2.1-1図に示すように使用済燃料貯蔵建屋内の貯蔵区域及び受入れ区域を管理区域とする。

また、使用済燃料集合体を収納した金属キャスクの搬出入時等において一時的に上記管理区域に係る値を超えるか、又は超えるおそれのある区域が生じた場合は、一時的に管理区域とする。

2.1.2 周辺監視区域

外部放射線に係る線量が、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（第2条）に定められた値を超えるおそれのある区域を周辺監視区域とする。周辺監視区域の境界は、実際には管理上の便宜も考慮して第2.1-1図に示すように設定する。

2.2 管理区域内の管理

管理区域については、「使用済燃料の貯蔵の事業に関する規則」（以下「貯蔵規則」という。）（第29条）に従って、次の措置を講ずる。

- (1) 壁等によって区画するほか、標識を設けることによって明らかに他の場所と区別する。
- (2) 管理区域内は、外部放射線に係る線量率、放射線業務従事者の立入頻度等に差異があるので、これらのことを考慮して適切な諸管理を行う。

2.2.1 遮蔽

放射線業務従事者等を外部被ばくから防護するため、添付書類六の「7.1 放射線防護設備」に示す遮蔽設計に基づき管理区域を区分する。

2.2.2 線量当量率等の測定

放射線業務従事者等の線量の管理が、容易かつ確実に出来るようにするため、放射線監視設備により、管理区域の放射線レベル等の状況を把握する。

(1) エリアモニタによる測定

管理区域内の外部放射線に係る線量を把握するため、管理区域内の主要場所について外部放射線に係る線量当量率を測定し、放射線レベルがあらかじめ設定された値以上になると、監視盤室及び事務建屋において警報を発する。エリアモニタの警報設定点は、平常時の値及び管理区域内の区分基準の線量率を基にして定める。

エリアモニタの主な設置場所は、添付書類六「7.2 放射線管理設備」に示す。

(2) サーベイメータによる測定

放射線業務従事者等の立入頻度及び被ばくの可能性を考慮し、必要な箇所については、定期的及び必要の都度サーベイメータによる外部放射線に係る線量当量率を測定する。

サーベイメータとしては、次のものを使用する。

$\beta \cdot \gamma$ 線用サーベイメータ

中性子線用サーベイメータ

2.2.5 作業管理

管理区域での作業は、放射線業務従事者の線量を合理的に達成できる限り低減することを旨として原則として次のように行う。

- (1) 事前に作業環境に応じて放射線防護具類の着用，時間制限等必要な条件を定め，放射線業務従事者の個人被ばく歴を考慮して合理的な作業計画を立てる。

また，必要に応じて事前に作業訓練を行う。

- (2) 作業中には，必要に応じ，外部放射線に係る線量当量率を測定し，必要な場合には，一時的遮蔽を使用する等して作業環境の保全に努める。
- (3) 請負業者の作業管理については，当社放射線業務従事者に準じて行うほか，立会等により指導監督を行う。

2.3 周辺監視区域内の管理

貯蔵規則（第29条）の規定に基づき、周辺監視区域は、人の居住を禁止し、境界に柵又は標識を設ける等の方法によって周辺監視区域に業務上立ち入る者以外の者の立入りを制限する。

周辺監視区域の外部放射線に係る線量は、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（第1条）に定める値以下に保つ。

具体的には、管理区域境界で $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下になるように遮蔽設計を行い、管理区域の外側において3月間について 1.3mSv を超えないよう管理する。

また、事業所内の管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量は、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（第4条）に従って公衆の線量限度以下になるよう管理する。

これら基準を満足していることを確認するために、周辺監視区域内において定期的に外部放射線に係る線量当量の測定を行い、必要に応じて放射線サーベイを行い、区画の実施、立入時間の制限等、適切な措置を講ずる。

なお、周辺監視区域境界外においては、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（第2条）に定める線量限度以下に管理する。その監視については、「3. 周辺監視区域境界の放射線監視」で述べる。

2.4 個人被ばく管理

管理区域に立ち入る者の個人被ばく管理は、線量を常に測定評価するとともに定期的及び必要に応じて健康診断を実施し、身体的状態を把握することによって行う。

なお、請負業者の放射線業務従事者の個人被ばく管理については、貯蔵規則に定められるものについて、当社の放射線業務従事者に準じて扱う。

(1) 管理区域立入前の措置

放射線業務従事者に対しては、あらかじめ次のような措置を講ずる。

- a. 放射線防護に関する教育及び訓練を行う。
- b. 被ばく歴及び健康診断結果を調査する。

(2) 放射線業務従事者の線量限度

放射線業務従事者の線量は、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（第5条）に定める線量限度を超えないようにする。

(3) 線量の管理

放射線業務従事者の線量が線量限度を超えないよう被ばく管理上必要な措置を講ずる。

a. 外部被ばくによる線量の評価

放射線業務従事者の外部被ばくによる線量の評価は、管理区域内において個人線量計を着用させ、外部被ばくによる線量当量の積算値を日ごと及び定期的に測定することにより行う。

なお、一時的に立ち入る者には、個人線量計により、その都度外部被ばくによる線量当量の測定を行う。

b. 線量評価結果の通知及び記録

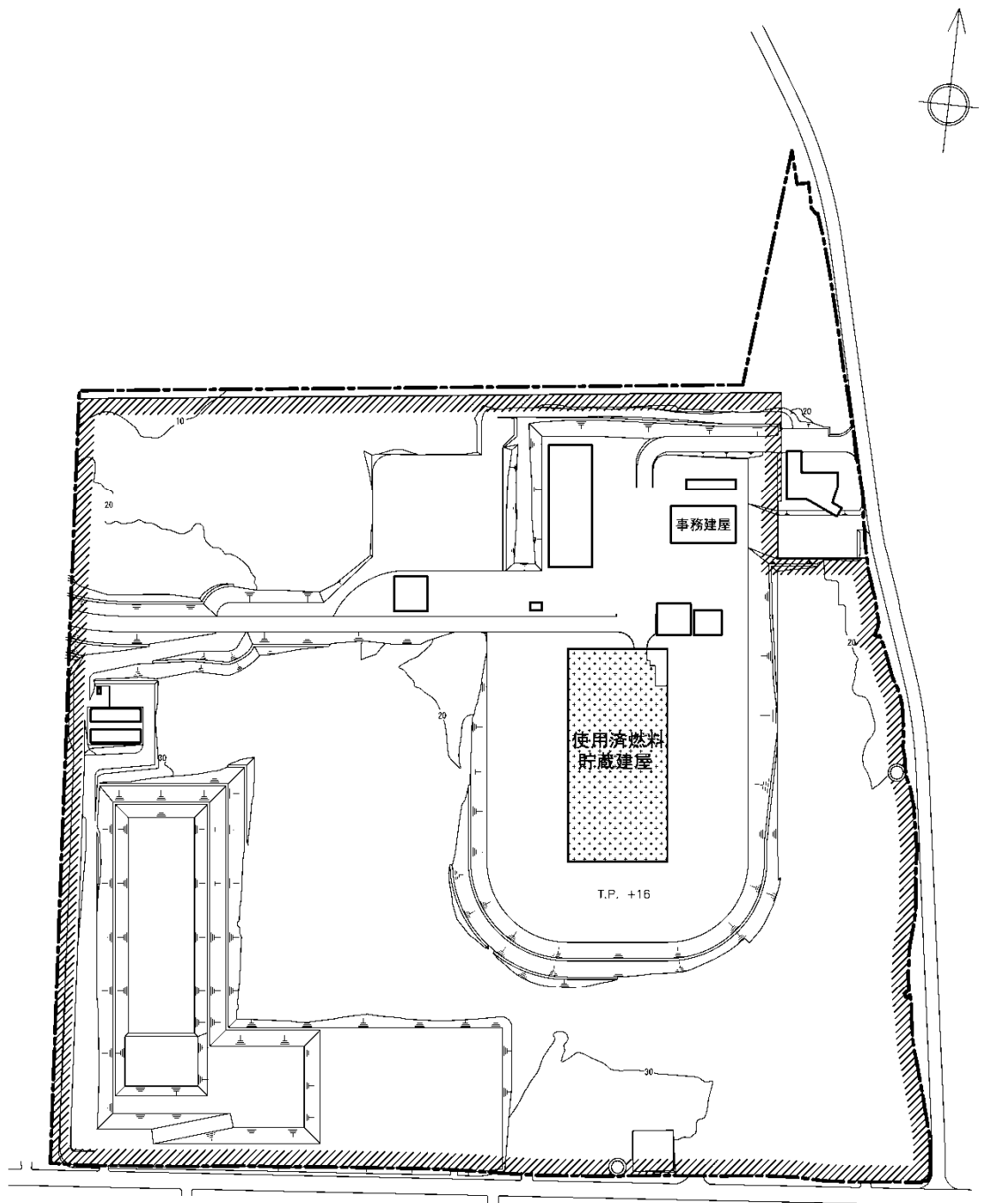
- (a) 個人の線量の評価結果は、定期的に記録するとともに以後の放射

線管理及び健康管理に反映させる。

(b) 線量評価結果は、本人に通知する。

(4) 健康管理

- a. 「労働安全衛生規則」(第44条及び第45条)による健康診断のほか「電離放射線障害防止規則」(第56条)の規定に基づき放射線業務従事者について健康診断を実施し、常にその健康状態を把握する。
- b. 健康診断結果及び線量評価結果による医師の勧告等を考慮し、必要がある場合は、保健指導及び就業上の措置を講ずる。
- c. リサイクル燃料備蓄センター内において放射線障害が発生した場合又はそのおそれのある場合は、必要な応急措置をとる。



0 100m

- 凡例
- モニタリングポスト
 - //// 周辺監視区域境界
 - - - 敷地境界
 - ▨ 管理区域

第2.1-1図 管理区域及び周辺監視区域図

4. 放射性廃棄物処理

4.1 放射性廃棄物処理の基本的考え方

放射性廃棄物の廃棄施設の設計及び管理に際しては、貯蔵規則を遵守するとともに、次の考え方に基づくものとする。

- (1) 液体廃棄物は、ドラム缶、ステンレス製の密封容器に封入した後、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。
- (2) 固体廃棄物は、ドラム缶、ステンレス製の密封容器に封入した後、廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

4.2 液体廃棄物処理

4.2.1 液体廃棄物の種類とその発生量

使用済燃料貯蔵施設の管理区域では、平常時に発生する液体廃棄物はない。

液体廃棄物の年間推定発生量：0 m³

4.2.2 液体廃棄物の保管管理

搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合等は，除染に使用した水等の液体廃棄物をドラム缶，ステンレス製の密封容器に封入した後，放射性廃棄物の廃棄施設の廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

4.3 固体廃棄物処理

4.3.1 固体廃棄物の種類とその発生量

使用済燃料貯蔵施設の管理区域では、平常時に発生する固体廃棄物はない。

固体廃棄物の年間推定発生量：0 m³

4.3.2 固体廃棄物の保管管理

搬入した金属キャスク等の表面に法令に定める管理区域に係る値を超える放射性物質が検出された場合等は，除染に使用したウエス，ゴム手袋等の固体廃棄物をドラム缶，ステンレス製の密封容器に封入した後，放射性廃棄物の廃棄施設の廃棄物貯蔵室に保管廃棄する。

5. 平常時における公衆の線量評価

リサイクル燃料備蓄センターに起因する平常時における公衆の線量が、原子炉等規制法に基づき定められている線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り低いことを評価する。

使用済燃料貯蔵施設には、表面の放射性物質の密度が法令に定める表面密度限度以下であることを確認した金属キャスクを搬入する。また、使用済燃料集合体は、別の容器に詰め替えることなく貯蔵するため、使用済燃料貯蔵施設において放射性物質が検出される可能性は極めて低い。万一、金属キャスクの表面に法令に定める表面密度限度の放射性物質が付着して使用済燃料貯蔵施設に搬入されたとしても、それに起因する公衆の線量は無視し得る程度である。

以上のことから、平常時における公衆の線量は、リサイクル燃料備蓄センターからの放射線による外部被ばくについて評価することとする。

5.1 施設からの放射線による公衆の線量⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

5.1.1 計算方法の概要

リサイクル燃料備蓄センターからの放射線による公衆の線量は、使用済燃料貯蔵建屋に収容されている線源が放出する放射線が直接的又は空気中で散乱されて施設周辺に到達してくる直接線及びスカイシャイン線について評価する。計算地点は、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域からの距離、貯蔵区域における給気口及び排気口の開口の向き、側壁等による遮蔽効果等を考慮して、東側及び南側の敷地境界外とし、使用済燃料貯蔵建屋からの直接線及びスカイシャイン線による線量を足しあわせた実効線量を評価する。

5.1.2 計算のための前提条件

(1) 線源

線源としては、使用済燃料集合体を収納した金属キャスクとし、その基数は、事業開始以降、金属キャスクの基数及び配置がいずれの状態においても最も厳しい条件となるように、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域に配置した288基とする。使用済燃料貯蔵建屋の最大貯蔵時の機器配置図を添付書類六 第2.4-1図(2)に、断面図を添付書類六 第2.4-2図に示す。

金属キャスクの線源強度は、敷地境界外の線量が保守的な評価結果となるように、コンクリートの透過率を考慮してエネルギースペクトルを設定するとともに、金属キャスク表面から1 mの位置における平均の線量当量率が $100 \mu\text{Sv/h}$ となるように規格化する。また、金属キャスクからの放射線の線質を全て中性子又は全てガンマ線とした条件においてそれぞれ敷地境界外における実効線量を求め、保守的な値を公衆の被ばく線量とする。

(2) 計算地点

線量の計算は、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域からの距離、貯蔵区域における給気口及び排気口の開口の向き、側壁等による遮蔽効果等を考慮して、東側及び南側の敷地境界外について行う。

線量の計算地点を第5.1-1図に示す。

5.1.3 線量の計算方法

金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線は、金属キャスクを円柱状にモデル化し、金属キャスク配置、使用済燃料貯蔵建屋構造を考慮して、三次元連続エネルギーモンテカルロ法コードMCNP-4Cを用いて計算地点における中性子束又はガンマ線束を算出する。

金属キャスクからの直接線及びスカイシャイン線の計算に当たっては、遮蔽体の形状、材質等、十分な安全裕度を見込むこととする。

計算地点における中性子束又はガンマ線束からの実効線量の算出には、国際放射線防護委員会（ICRP）のPublication74の換算係数を用いて計算地点における線量を計算する。

5.2 線量評価結果

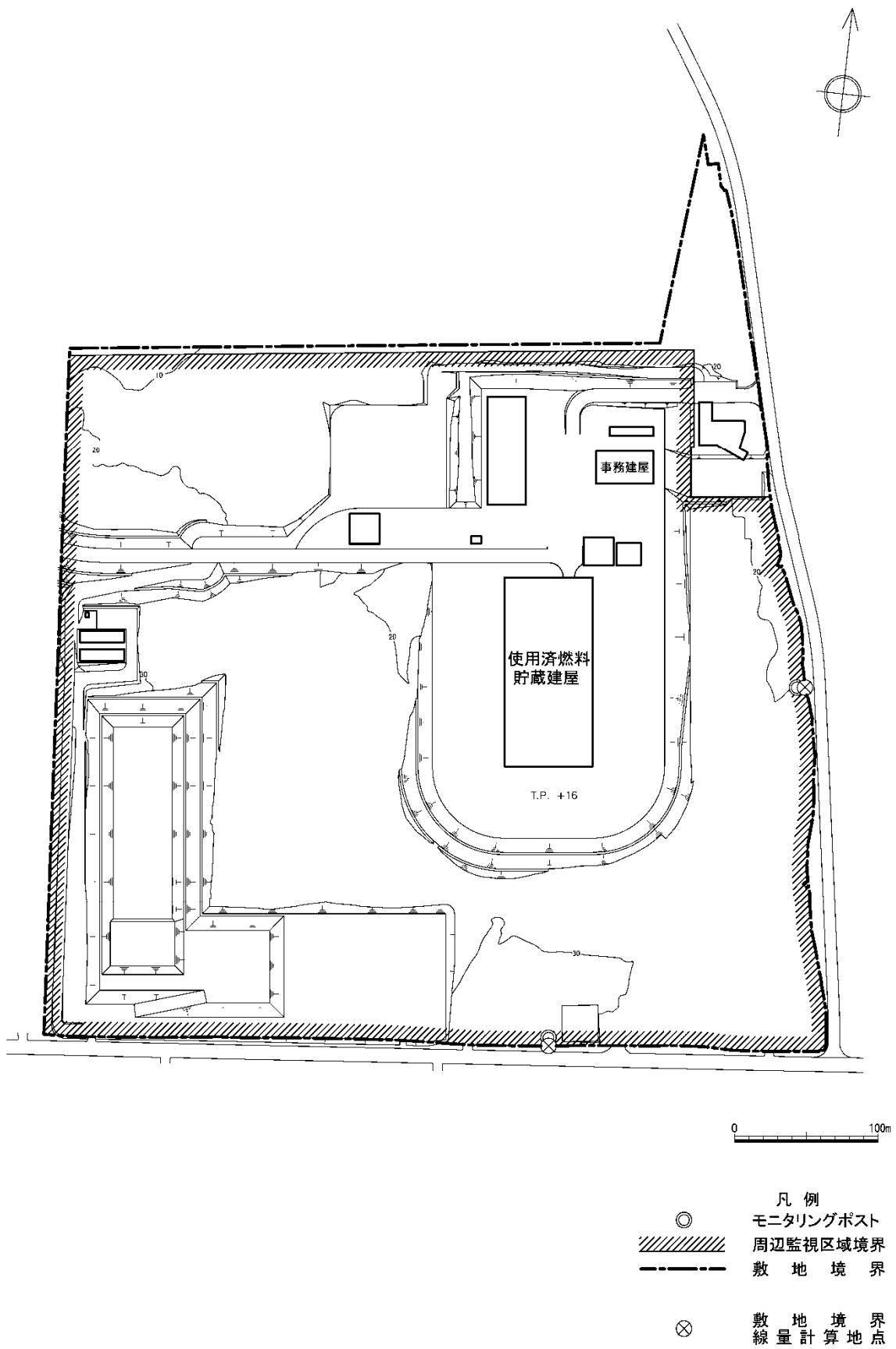
リサイクル燃料備蓄センターからの直接線及びスカイシャイン線による敷地境界外の実効線量の計算を行った結果、その値は、年間約 2.8×10^{-2} mSvである。

したがって、平常時における公衆の実効線量は、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（第2条）に示されている周辺監視区域外における線量限度（年間1 mSv）を十分に下回る。

以上のように、リサイクル燃料備蓄センターに起因する平常時における公衆の線量は、合理的に達成できる限り十分に低い。

5.3 参考文献

- (1) 財団法人原子力安全研究協会，使用済燃料中間貯蔵施設の直接線・スカイシャイン線量の評価手法について〔金属キャスク方式〕，平成12年3月
- (2) 東電設計株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設 貯蔵建屋・設備の安全設計及び施設安全評価について，TEPSCO-LR-001改2，平成21年8月
- (3) 小佐古 敏荘 他，MCNPコードの金属キャスク貯蔵方式中間貯蔵施設線量評価への適用，日本原子力学会和文論文誌，Vol.6，No.2，2007年
- (4) Smith H. ed. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation. The International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 74, 1995



第5.1-1図 線量計算地点図

添付書類八の一部補正

添付書類八を以下のとおり補正する。

| 頁 | 行 | 補 正 前 | 補 正 後 |
|-----------------|---|----------|-----------|
| 8-1) 8-7 | | * (記載変更) | 別紙1に変更する。 |

*を付した補正前の記載内容は、平成27年3月6日付けR F S 発官26第8号、平成28年9月16日付けR F S 発官28第4号及び平成31年1月29日付けR F S 発官30第5号で一部補正した内容を含む。

「2.1.2 使用済燃料中間貯蔵施設における金属キャスクの取り扱いに起因する事象」を「2.1.2 使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取り扱いに起因する事象」とし、「2.2.1 判断基準」、「2.2.2 原因」、「2.2.3 線量の評価」及び「2.2.4 結論」を削除する。

上記変更の上、下記項目の記述を次のとおり変更する。

1. 安全評価に関する基本方針
2. 事故選定及び評価
 - 2.1 事故選定
 - 2.1.1 原子力発電所における金属キャスクの取り扱いに起因する事象
 - 2.1.2 使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取り扱いに起因する事象
 - 2.1.3 貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象
 - 2.2 事故評価
3. 参考文献

1. 安全評価に関する基本方針

使用済燃料貯蔵施設は、使用済燃料集合体を金属キャスクに収納した状態で搬入し、別の容器に詰め替えることなく貯蔵する施設であり、添付書類六で述べたように十分な安全設計、安全対策を講ずるため、操作上の過失、機械又は装置の故障、浸水、地震、津波、火災、爆発等による事故の発生の可能性は極めて小さい。しかし、ここでは、金属キャスク及び使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を著しく損なうおそれのある事故の発生の可能性を金属キャスクの構成部材の経年変化も踏まえ、技術的観点から十分に検討し、最悪の場合、技術的に発生が想定される事故であって、公衆の放射線被ばくの観点からみて重要と考えられる事故を選定し評価することとする。

2. 事故選定及び評価⁽¹⁾⁽²⁾

2.1 事故選定

使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程から、金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象、並びに使用済燃料貯蔵施設における貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象を抽出する。

ただし、使用済燃料貯蔵施設においては、金属キャスクの内部構造物及び収納物を直接確認することはしないことから、原子力発電所における金属キャスクの取扱工程において誤操作等が生じ、それに起因して貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象についても抽出の対象に含めることとする。

抽出した事象について、設計及び運用による対応の有効性を考慮して、金属キャスクの基本的安全機能への影響を確認し、万一発生した場合、公衆に対し放射線被ばくのリスクを及ぼす可能性がある事象を選定する。

事象の選定に際し、事象選定をする必要のないものを判定する判断基準としては、物理的な対策、検査の実施等により事故となる可能性が排除できること、事故による影響が設計上考慮されている又は影響が小さいこと、事故の発生確率が定量的に評価され明らかに低いこと及び事象を発生させる設備、環境等が存在しないことが明らかであることのいずれかを満たすことを基本とする。

さらに、選定した事象の中から、公衆の放射線被ばくの観点からみて重要と考えられる事象を事象として選定する。

なお、金属キャスクは、その内部が乾燥された状態であり、かつ、水が侵入することはないことから、臨界となることはない。さらに、金属キャスクは、水の存在を仮定する等、技術的にみて想定されるいかなる場合に

においても臨界となることはない。したがって、臨界については事故選定及び評価の対象としない。また、貯蔵期間中は、金属キャスクを静的に貯蔵している状態であり、かつ、金属キャスクの蓋間圧力等を連続して監視しており、測定値の異常な変動等に対し、適切に処置を施すことができることから、閉じ込め機能等が瞬時に機能喪失に至ることはない。したがって、そのような仮想的事象については、事故選定及び評価の対象としない。

原子力発電所及び使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程を以下に示す。

(1) 原子力発電所における金属キャスクの取扱工程

使用済燃料集合体は貯蔵する燃料仕様に適合するように選定し、使用済燃料集合体の種類、燃焼度に応じ、金属キャスク内の所定の位置に収納する。使用済燃料集合体を収納した金属キャスクは、一次蓋を取付け、その内部を乾燥した後、内部を不活性雰囲気とするためヘリウムガスを封入する。さらに、二次蓋を取付け、蓋間にヘリウムガスを充填する。

金属キャスクを原子力発電所から搬出する前に、貯蔵のために必要な気密漏えい検査、線量当量率検査、温度測定検査等を行う。

(2) 使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程

キャスク輸送車両により使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域に搬入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、受入れ区域天井クレーンを用いて仮置架台又はたて起こし架台に設置する。仮置架台に設置された金属キャスクは、たて起こしの都度、たて起こし架台へ移送する。

金属キャスクは、たて起こし架台で緩衝体を取り外し、受入れ区域天井クレーンを用いてたて起こし、金属キャスクを貯蔵架台へ設置、固定した後、搬送台車により検査架台へ移送する。

金属キャスク表面の外観検査，線量当量率検査等を行った後，金属キャスクは，搬送台車を用いて貯蔵区域の所定の箇所まで移送し，貯蔵架台を床面に固定して貯蔵する。

また，上記の工程を逆に行うことにより，金属キャスクを搬出する。

2.1.1 原子力発電所における金属キャスクの取り扱いに起因する事象

原子力発電所における金属キャスクの取扱工程から、使用済燃料貯蔵施設での貯蔵期間中において、金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性が想定される事象としては、使用済燃料集合体の誤収納、金属キャスク内部の真空乾燥不足、金属キャスク内部への不活性ガス誤充填、金属キャスク蓋部の取付不良が考えられる。

(1) 使用済燃料集合体の誤収納

金属キャスクに収納する使用済燃料集合体の誤収納を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 使用済燃料集合体の収納作業にあたり、適切な作業要領が整備されていることを確認する。
- b. 使用済燃料集合体が金属キャスク内の所定の位置に収納されていること等、作業要領に従って適切に作業が行われたことを作業記録等により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、金属キャスクに収納した使用済燃料集合体の燃料番号及び収納配置の水中テレビカメラ等による直接確認、金属キャスクを原子力発電所から搬出する前に収納物検査等が行われる。

使用済燃料集合体の誤収納が発生したとしても、金属キャスクの基本的安全機能に直ちに著しい劣化を及ぼすような誤収納は、原子力発電所から搬出する前に行われる線量当量率、温度測定等の確認により異常として検知できる。

さらに、上記以外の使用済燃料集合体の誤収納の発生を想定しても、原子炉設置者は、定期的に原子炉施設内の燃料集合体の在庫確認を実施しており、誤収納は明らかとなるため、使用済燃料貯蔵施設において、

誤収納が発生した金属キャスクの貯蔵が、長期間にわたり継続されることはない。また、貯蔵期間中は蓋間圧力の監視により閉じ込め機能が損なわれる前に異常を検知でき、適切に処置を施すことができる。

なお、金属キャスクの設計においては、最大崩壊熱量に対して余裕を考慮した保守的な崩壊熱量を用いる等、十分な保守性を有する条件としていることから、使用済燃料集合体の誤収納が発生してから判明するまでの間に、金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。

以上のことから、使用済燃料集合体の誤収納は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(2) 金属キャスク内部の真空乾燥不足

金属キャスク内部の真空乾燥不足を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 金属キャスクの真空乾燥作業にあたり、適切な作業要領が定められていることを確認する。
- b. 真空乾燥作業が作業要領に従って適切に行われたことを作業記録等により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、作業中の真空乾燥時間及び金属キャスク内部の圧力の監視、作業終了時における金属キャスク内部の残留水分の確認、クリプトンモニタ等による燃料被覆管健全性の確認等が行われる。

真空乾燥不足が発生し、金属キャスク内部に規定量以上の水分が残留して、使用済燃料集合体及び内部構造物へ影響が生じた場合、除熱機能への影響及びそれに伴う閉じ込め機能への影響が想定されるものの、長期的な影響が生じていたとしても、貯蔵期間中は蓋間圧力を監視してい

るため、閉じ込め機能が損なわれる前に異常を検知でき、適切に処置を施すことができる。

以上のことから、金属キャスクの真空乾燥不足は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(3) 金属キャスク内部への不活性ガス誤充填

金属キャスク内部への不活性ガス誤充填を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 金属キャスク内部へのヘリウムガス充填作業にあたり、適切な作業要領が定められていることを確認する。
- b. ヘリウムガス充填作業が作業要領に従って適切に行われたことを作業記録等により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、金属キャスク内部へ充填するガスのヘリウムガスであることの確認、充填装置とヘリウムガスボンベとの接続を専用の継ぎ手とし、ヘリウムガス以外のガスボンベが物理的に接続できない構造とする等の対策が講じられる。

これらの対策により、金属キャスク内部への不活性ガス誤充填の発生の可能性は極めて低い。

以上のことから、金属キャスク内部への不活性ガス誤充填は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(4) 金属キャスク蓋部の取付不良

金属キャスク蓋部の取付不良を防止するため、以下のような作業管理上の対策を講ずる。

- a. 金属キャスク蓋部の取付作業にあたり、適切な作業要領が定められていることを確認する。
- b. 金属キャスクの一次蓋及び二次蓋の漏えい率が所定の漏えい率以下

であること等、蓋部の取付作業が作業要領に従って適切に行われたことを作業記録等により確認する。

なお、これらの対策の他、原子炉設置者により、シール面等に異物がないことの確認、蓋ボルト締付け時におけるトルク管理、金属キャスクを発電所から搬出する前における気密漏えい検査等が行われる。

これらの対策により、金属キャスク蓋部の取付不良の発生の可能性は極めて低い。

さらに、貯蔵期間中は、金属キャスクの蓋間圧力を監視することから、長期的な影響が生じたとしても、閉じ込め機能が損なわれる前に検知でき、適切に処置を施すことができる。

以上のことから、金属キャスク蓋部の取付不良は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

2.1.2 使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取り扱いに起因する事象

使用済燃料貯蔵施設における金属キャスクの取扱工程から、金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象としては、金属キャスクの落下・転倒、金属キャスクの衝突及び金属キャスクへの重量物の落下が考えられる。

(1) 金属キャスクの落下

受入れ区域天井クレーンによる取扱時の金属キャスクの落下を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーン及びつり具は、金属キャスクの総重量を十分上回る重量に耐えることのできる強度に設計する。
- b. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障等を考慮して二重化する。
- c. つり具は、圧縮空気が喪失した場合、金属キャスクが外れないフェイル・セーフ設計とする。
- d. つり具の取付不良を考慮して、金属キャスクを4点つりとする。
- e. つり具の取付不良を考慮して、受入れ区域天井クレーンフックによるつり具保持の他に安全板によりつり具を保持する設計とする。
- f. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

d. の金属キャスクの4点つりについては、水平吊具はアーム1本の保持不良があった場合でも落下せず、垂直吊具は主アーム2本及び補アーム2本で二重化しており、主アームの保持不良があった場合でも補アームにより落下しないことから、金属キャスクの落下はない。

以上のことから、金属キャスクの落下は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(2) 金属キャスクの転倒（受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時）

受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時の金属キャスクの転倒を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーン及びつり具は、金属キャスクの総重量を十分上回る重量に耐えることのできる強度に設計する。
- b. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障等を考慮して二重化する。
- c. つり具は、圧縮空気が喪失した場合、金属キャスクが外れないフェイル・セーフ設計とする。
- d. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、金属キャスクの転倒の発生の可能性は低いものの、たて起こし時には金属キャスクを2点つりとすることから、つり具の保持不良により発生した金属キャスクの転倒（受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時）を、金属キャスクの基本的安全機能への影響を確認する事象として選定し、評価する。

なお、使用済燃料貯蔵施設は、受入れ区域天井クレーンによる金属キャスク移送中のたて起こし架台上での転倒が発生したとしても、以下の拡大防止対策を講ずることにより、金属キャスクの閉じ込め機能に影響を与えない設計とする。

- e. 事業所外運搬に必要な緩衝体を取り外した状態で金属キャスクをつり上げる場合には、床面に圧潰応力 3 MPa の衝撃吸収材を敷設する。

評価の結果、金属キャスクの閉じ込め機能を構成する部材に発生する応力は弾性範囲内となり、放射性物質は放出されない。

以上のことから、受入れ区域天井クレーンによるたて起こし時の金属キャスクの転倒により公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼすことはない。

(3) 金属キャスクの転倒（搬送台車による移送時）

搬送台車による移送時の金属キャスクの転倒を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

a. 搬送台車は障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。

また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。

b. 搬送台車による移送において、急発進及び急停止による加速度又は基準地震動 S_s による加速度が作用しても、金属キャスクが転倒することのないように、移送速度を定格速度（10m/分）以下、浮上高さを約5cmで移送する。貯蔵架台は転倒しない寸法に設計する。

c. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、搬送台車による移送時の金属キャスクの転倒の発生の可能性は極めて低い。

以上のことから、搬送台車による移送時の金属キャスクの転倒は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(4) 金属キャスクの衝突（受入れ区域天井クレーンによる移送（走行、横行）時）

受入れ区域天井クレーンによる移送（走行、横行）時の仮置架台、たて起こし架台等への金属キャスクの衝突を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ、ブレーキ及びリミットスイッチは、故障等を考慮して二重化する。
- b. 受入れ区域天井クレーンは、可動範囲を制限するインターロックを設ける。
- c. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。これらの対策により、受入れ区域天井クレーンによる移送（走行、横行）時の仮置架台、たて起こし架台等への金属キャスクの衝突の発生の可能性は極めて低い。

また、金属キャスクの受入れ区域天井クレーンによる移送時には蓋部が直接的に仮置架台、たて起こし架台等に衝突することはないため、万一金属キャスクが仮置架台、たて起こし架台等に衝突したとしても、基本的安全機能への影響は小さい。

以上のことから、受入れ区域天井クレーンによる移送（走行、横行）時の仮置架台、たて起こし架台等への金属キャスクの衝突は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(5) 金属キャスクの衝突（受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時）

受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時の仮置架台、たて起こし架台、貯蔵架台への金属キャスクの衝突を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーンのワイヤロープ及びブレーキは、故障等を考慮して二重化する。
- b. 金属キャスクは、貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突等、金属キャスク取扱時の仮置架台、

たて起こし架台との衝突事象に対し、基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。

- c. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時の仮置架台、たて起こし架台及び貯蔵架台への金属キャスクの衝突の発生の可能性は低く、万一発生したとしても、金属キャスクの基本的安全機能は維持される。

以上のことから、受入れ区域天井クレーンによるつり下げ時の仮置架台、たて起こし架台及び貯蔵架台への金属キャスクの衝突は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(6) 金属キャスクの衝突（搬送台車による移送時）

搬送台車による移送時の他の構造物及び機器への金属キャスクの衝突を防止するため、以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 搬送台車には障害物との接触を検知する装置を設け、衝突を防止する。また、操作員及び補助員による緊急停止機構を設ける。
- b. 搬送台車は、移送速度を定格速度（10m/分）以下、浮上高さを約5cmで移送する。
- c. 金属キャスクは、貯蔵期間中に操作員の単一の誤操作により発生すると予想される貯蔵架台への衝突等、金属キャスク取扱時の他の構造物及び機器との衝突事象に対し、基本的安全機能を損なわない構造強度を有する設計とする。
- d. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して

知識を有し，教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により，搬送台車による移送時の他の構造物及び機器への衝突の発生の可能性は低く，万一発生したとしても，金属キャスクの基本的安全機能は維持される。

以上のことから，搬送台車による移送時の他の構造物及び機器への金属キャスクの衝突は，基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(7) 金属キャスクへの重量物の落下（緩衝体等）

金属キャスクへの緩衝体の落下を防止するため，以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーンは，地震荷重等の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。
 - b. 受入れ区域天井クレーンは，可動範囲を制限するインターロックを設ける。
 - c. 作業要領を十分整備し，監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は，金属キャスクの移送に関して知識を有し，教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。
- これらの対策により，金属キャスクへの緩衝体等の落下の発生の可能性は極めて低い。

以上のことから，金属キャスクへの緩衝体の落下は，基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(8) 金属キャスクへの重量物の落下（三次蓋，二次蓋）

金属キャスクへの三次蓋及び二次蓋の落下を防止するため，以下の設計及び作業管理上の対策を講ずる。

- a. 受入れ区域天井クレーンは，地震荷重等の適切な組合せを考慮して

も強度上耐え得る設計とする。

- b. 作業要領を十分整備し、監督者の直接指揮下で金属キャスクの取扱作業を行う管理体制をとる。監督者は、金属キャスクの移送に関して知識を有し、教育・訓練経験を有する実務経験のあるものが従事する。

これらの対策により、金属キャスクへの三次蓋及び二次蓋の落下の発生の可能性は低いが、発生した場合における金属キャスクの基本的安全機能への影響を確認する事象として選定し、評価する。

評価においては、事業所外運搬に供する三次蓋の取り付け又は取り外し作業時に三次蓋が二次蓋に落下する事象、及び二次蓋金属ガスケットの交換作業時に二次蓋が一次蓋に落下する事象の発生を想定して、下記の拡大防止対策を講じ、金属キャスクの閉じ込め機能に影響を与えないことを確認する。

- c. 事業所外運搬に供する三次蓋の取り付け又は取り外しの作業、及び二次蓋金属ガスケットの交換作業を行う場合には、金属キャスク上での三次蓋及び二次蓋のつり上げ高さを10cm以下に制限する。

評価の結果、金属キャスクへの三次蓋及び二次蓋の落下が発生しても金属キャスクの閉じ込め機能を構成する部材に発生する応力は弾性範囲内となり、放射性物質は放出されない。

以上のことから、金属キャスクへの三次蓋及び二次蓋の落下により公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼすことはない。

2.1.3 貯蔵期間中に基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象

使用済燃料貯蔵施設における貯蔵期間中に金属キャスクの基本的安全機能に影響を及ぼす可能性のある事象として、使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞、火災・爆発、経年変化、発生することが想定される自然災害等が考えられる。

(1) 使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞

使用済燃料貯蔵建屋には、金属キャスク表面から金属キャスク周囲の空気に伝えられた使用済燃料集合体の崩壊熱を、その熱量に応じて生じる空気の通風力を利用して使用済燃料貯蔵建屋外へ放散するため、給気口及び排気口を設ける。金属キャスクを貯蔵する貯蔵区域の給気口フード下端の位置は地上高さ約6m、排気口の位置は地上高さ約23mであり、むつ特別地域気象観測所の観測記録（1935年～2012年）によれば、最大積雪量は170cm（1977年2月15日）であることから、給排気口が積雪により閉塞されることはない。また、考慮すべき降下火砕物の最大堆積層厚は約30cm（恐山の火山灰）であり、給排気口が降下火砕物により閉塞されることはない。

給気口の開口寸法は、幅約4m、高さ約3.5mであり、排気口の開口寸法は、幅約8m、高さ約3mである。また、風雨等の影響を考慮し、給気口にはフード、排気口には遮風板を設置するため、外部から異物等が飛来してきたとしても、給排気口が閉塞される可能性は極めて低い。また、植物や小動物による給排気口の閉塞については、事象の進展が緩慢であり、定期的な巡視により検知・除去することができることから、給排気口が閉塞される可能性は極めて低い。

以上のことから、使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(2) 火災・爆発

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。

使用済燃料貯蔵建屋内の貯蔵区域，受入れ区域，付帯区域はコンクリート壁により区画するとともに，「建築基準法」に基づく防火区画を設ける。また，火災感知設備，消火器，動力消防ポンプ，防火水槽を「消防法」等に基づいて適切に設置する。さらに，使用済燃料貯蔵建屋内で火気を使用する場合には，火気エリアへの可燃性物質の持ち込みを制限するとともに，不燃シート等でエリアを養生する。

これらの対策により，火災・爆発の発生の可能性は低いが，万一発生した場合における金属キャスクの基本的安全機能への影響を確認する事象として選定し，評価する。評価の結果，使用済燃料貯蔵建屋内に持ち込まれた可燃性物質による火災が発生しても，可燃性物質の数量及び発熱量からみて，金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

以上のことから，火災・爆発により公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼすことはない。

(3) 経年変化

基本的安全機能を維持する上で重要な金属キャスクの構成部材は，設計貯蔵期間中の温度，放射線等の環境，並びにその環境下での腐食，クリープ，応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し，その必要とされる強度，性能を維持し，必要な安全機能を失うことのない設計とするため，経年変化による基本的安全機能を損なうような著しい劣化はない。

万一，異常が発生した場合でも，金属キャスク蓋間圧力，使用済燃料貯蔵建屋給排気温度及び貯蔵区域の放射線レベルを常に監視しているこ

とから基本的安全機能の劣化を検知でき、適切に処置を施すことができる。

以上のことから、経年変化は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

(4) その他自然災害等

a. 自然災害

地震、津波、風（台風）、降水等の自然現象に対しては、敷地周辺の過去の記録に基づいて敷地で考えられる最も過酷な場合を想定する等、十分な安全設計を講ずる。

したがって、これらの自然現象が使用済燃料貯蔵施設の安全評価で想定する異常な状態の誘因になること、また、異常な状態を拡大することは考えられない。

(a) 地震

耐震設計に当たっては、使用済燃料貯蔵建屋は十分な支持性能をもつ地盤に設置する設計とする。また、使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、耐震設計上の重要度分類ごとにそれぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができる設計とする。また、基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、その他の安全機能を有する施設の波及的影響によってその基本的安全機能を損なわない設計とする。

(b) 津波

津波については、既往の知見を大きく上回る高さT.P. +23mの仮想的な大規模津波を想定し、これを基準津波に相当する津波として遡上波が敷地に到達し、浸水深が7mとなり、使用済燃料貯蔵建屋の

受入れ区域に金属キャスクが仮置きされている状態で仮想的大規模津波による使用済燃料貯蔵建屋の受入れ区域の損傷を仮定しても、基本的安全機能が損なわれるおそれはない。

(c) 地震及び津波以外の想定される自然現象

風（台風）、低温・凍結、降水、積雪については、敷地周辺の過去の記録に基づいて敷地で考えられる最も過酷な場合を想定した設計を行う。

洪水については、敷地の地形及び表流水の状況から判断して、敷地が被害を受けることは考えられない。

地滑りについては、敷地付近の地形及び地質の状況から判断して、地滑りに対する特別な考慮は不要である。

生物学的事象については、植物や小動物による使用済燃料貯蔵建屋給排気口の閉塞は事象の進展が緩慢であり、使用済燃料貯蔵建屋給排気口への自主的なバードスクリーン等の設置や定期的な巡視により、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なうおそれはない。

竜巻については、過去の実績値を考慮した最大風速等から設定した設計荷重に対して、基本的安全機能を損なわない設計とする。

落雷については、「建築基準法」に基づく避雷設備を使用済燃料貯蔵建屋に設けることから、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なうおそれはない。

敷地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に小さい。

森林火災については、使用済燃料貯蔵施設と森林との間に防火帯を設置し、防火帯外縁から適切な離隔距離を保つことにより、敷地

外の森林から出火し敷地内の植生へ延焼した場合であっても、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

b. 使用済燃料貯蔵施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）

(a) ダムの崩壊

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、ダムの崩壊により影響を及ぼすような河川はないことから、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(b) 有毒ガス

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、石油コンビナート等の有毒物質を貯蔵する固定施設はなく、陸上輸送等の可動施設についても、幹線道路から使用済燃料貯蔵施設は離れている。また、金属キャスク貯蔵期間中は金属キャスク及び各設備の点検、保守等の実施時以外に使用済燃料貯蔵建屋に人が常駐することはなく、外部火災に伴う有毒ガスの流入時には使用済燃料貯蔵建屋内の人員は迅速に避難することから、有毒ガスに対する使用済燃料貯蔵建屋の居住性を考慮する必要はない。

(c) 船舶の衝突

リサイクル燃料備蓄センターの敷地は、標高約20m～約30mのなだらかな台地に位置し、造成高は標高16mであり、かつ、敷地前面の海岸からの離隔は約500mあることから、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(d) 電磁的障害

使用済燃料貯蔵施設は、電磁干渉や無線電波干渉によって基本的安全機能を損なうことはないため、電磁的障害を考慮する必要はない。

い。

(e) 飛来物（航空機落下等）

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、飛来物の発生の要因となり得る工場等はない。また、使用済燃料貯蔵建屋への航空機の落下確率は、 10^{-7} 回/施設・年以下であり、航空機落下を考慮する必要はない。

(f) 爆発

リサイクル燃料備蓄センターから最も近い石油コンビナートは40km以上離れており、爆発を考慮する必要はない。また、リサイクル燃料備蓄センター周辺の高圧ガス類貯蔵施設の爆発については、使用済燃料貯蔵建屋から高圧ガス類貯蔵施設までの離隔距離を、貯蔵される高圧ガスの種類及び貯蔵量等から算出した危険限界距離以上確保することにより、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能を損なわない設計とする。

(g) 近隣工場等の火災

リサイクル燃料備蓄センター周辺における近隣の産業施設等の危険物貯蔵施設の火災及びリサイクル燃料備蓄センター敷地内の危険物貯蔵設備の火災については、算出される輻射強度に基づき、使用済燃料貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度以下とすることにより、使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

航空機墜落による火災については、使用済燃料貯蔵建屋を中心として墜落確率が 10^{-7} 回/施設・年に相当する標的面積をもとにした離隔距離を算出して墜落地点とし、使用済燃料貯蔵建屋外壁の表面温度をコンクリート許容温度以下とすることにより、使用済燃料貯

蔵建屋の基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、火災の影響により使用済燃料貯蔵建屋内の空気の温度や流れの状態が変化することを考慮しても、金属キャスクの基本的安全機能を損なうことはない。

以上のことから、その他自然災害等は、基本的安全機能への影響を確認する事象として選定する必要はない。

2.2 事故評価

「2.1 事故選定」の評価結果から、使用済燃料貯蔵施設では、公衆に放射線被ばくのリスクを及ぼす事象の発生は想定されず、評価すべき設計最大評価事故はない。

3. 参考文献

- (1) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設における金属製乾式キャスクについて（HDP-69B型），HLR-110訂2，平成26年1月
- (2) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社，使用済燃料中間貯蔵施設における金属キャスク取扱設備等の安全設計及び安全評価について，HLR-114，平成21年5月