

型核燃料輸送物の核燃料輸送物設計承認に係る審査書

原規規発第 2004083 号

令和 2 年 4 月 8 日

原子力規制庁

1. 審査の結果

国立大学法人東京大学（以下「申請者」という。）から提出のあった「核燃料輸送物設計承認申請書」（平成 31 年 4 月 16 日付け東大安環第 1 3 号をもって申請、令和元年 10 月 31 日付け東大安環第 1 5 2 号及び令和 2 年 1 月 27 日付け東大安環第 2 0 3 号をもって一部補正。以下「本申請」という。）については、審査の結果、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号。以下「法」という。）第 5 9 条第 1 項に規定する技術上の基準のうち、輸送容器の設計及び輸送容器で運搬することを予定する核燃料物質等を輸送容器に収納した場合の核燃料輸送物の安全性に関する事項について、技術上の基準に適合しているものと認められる。

2. 申請の事項

(1) 対象輸送物

- ① 名称：型
- ② 収納する核燃料物質：
 - a. プルトニウム燃料
 - b. ウラン燃料

注記：これらが同時に収納されることはない。

(2) 輸送物の種類：BM型核分裂性輸送物

(3) 設計の概要

本申請に係る型核燃料輸送物（以下「当該輸送物」という。）は、研究炉で用いられたプルトニウム燃料及びウラン燃料の輸送を行うために用いられる。

当該輸送物に係る型輸送容器（以下「当該輸送容器」という。）は、外径mm、全高mm の円筒形であり、縦置き姿勢で輸送、取扱いを行う。また、核燃料輸送物の重量は最大kg である。

当該輸送容器は、収納物を収納し密封機能を有するステンレス鋼の一次収納容器（以下「PCV」という。）、PCV を収納し PCV と同じく密封機能を有するステンレス鋼の二次収納容器（以下「SCV」という。）、SCV の外側に配置されるステンレス鋼で被覆された鉛の円筒形状である遮蔽体、遮蔽体の外側に配置される Celotex と呼ばれる繊維板の断熱材及びこれらを収納するステンレス鋼のドラムにより構成される。

当該輸送容器は PCV が密封境界である。PCV は、PCV 本体及び PCV 蓋で構成され、PCV 蓋はコーンシールプラグ、コーンシールナット、フッ素ゴムの O リング及びリークテストプラグで構成される。また、SCV の構成は PCV と同じであることから、PCV と SCV で二重密封構造となっている。

収納する核燃料物質のうち、プルトニウム燃料はプルトニウムをステンレス鋼で被覆した平板形状であり、ステンレス鋼のホルダで支持された状態でステンレス鋼の収納缶に収納される。ウラン燃料は円盤状のウランの塊であり、塊を切断して収納缶に収納される。いずれの燃料を PCV に収納する場合も、燃料を収納した収納缶を底部にアルミニウム合金の底部スペーサを配置した PCV 内に装荷し、収納缶が装荷された後、PCV の空隙部に上部スペーサが挿入される。

当該核燃料輸送物の収納物は、収納する核燃料物質に加え上記の PCV の内部に存在するホルダ、収納缶、上部スペーサ及び PCV 底部スペーサである。

3. 審査の方針

法第 59 条第 1 項では、「原子力事業者等（原子力事業者等から運搬を委託された者を含む。以下この条において同じ。）は、核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物を工場等の外において運搬する場合（船舶又は航空機により運搬する場合を除く。）においては、運搬する物に関しては原子力規制委員会規則、その他の事項に関しては原子力規制委員会規則（鉄道、軌道、索道、無軌条電車、自動車及び軽車両による運搬については、国土交通省令）で定める技術上の基準に従つて保安のために必要な措置（当該核燃料物質に政令で定める特定核燃料物質を含むときは、保安及び特定核燃料物質の防護のために必要な措置）を講じなければならない。」と規定されている。

法第 59 条第 2 項では、「前項の場合において、核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物による災害の防止及び特定核燃料物質の防護のため特に必要がある場合として政令で定める場合に該当するときは、原子力事業者等は、その運搬に関する措置が同項の技術上の基準に適合することについて、運搬する物に関しては原子力規制委員会規則で定めるところにより原子力規制委員会の、その他の事項に関しては原子力規制委員会規則（鉄道、軌道、索道、無軌条電車、自動車及び軽車両による運搬については、国土交通省令）で定めるところにより原子力規制委員会（鉄道、軌道、索道、無軌条電車、自動車及び軽車両による運搬については、国土交通大臣）の確認を受けなければならない。」と規定されている。

法第 59 条第 2 項の確認に関して、同条第 3 項では、「原子力事業者等は、運搬に使用する容器について、あらかじめ、原子力規制委員会規則で定めるところにより、原子力規制委員会の承認を受けることができる。この場合において、原子力規制委員会の承認を受けた容器については、第 1 項の技術上の基準のうち容器に関する基準は、満たされたものとする。」と規定されている。

また、法第 59 条第 3 項の規定に基づき、核燃料物質等の運搬に使用する輸送容器に

ついて承認（以下「容器承認」という。）を受けようとする者は、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（昭和53年総理府令第57号。以下「規則」という。）第21条第1項で定めるところにより、同項第1号から第5号にそれぞれ規定する輸送容器で運搬することを予定する核燃料物質等に関する説明書、輸送容器の設計及び輸送容器で運搬することを予定する核燃料物質等を輸送容器に収納した場合の核燃料輸送物の安全性に関する説明書、輸送容器の製作の方法に関する説明書、輸送容器が輸送容器の設計及び製作の方法に従って製作されていることを示す説明書及び輸送容器が輸送容器の設計及び製作の方法に適合するよう維持されていることを示す説明書を添えた容器承認申請書を原子力規制委員会に提出しなければならないとされている。

さらに、容器承認を受けようとする者は、規則第21条第2項並びに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技術上の基準に係る細目等を定める告示（平成2年科学技術庁告示第5号。以下「告示」という。）第41条第1項及び第2項に定めるところにより、輸送容器の設計及び輸送容器で運搬することを予定する核燃料物質等を輸送容器に収納した場合の核燃料輸送物の安全性に関する事項について、当該核燃料輸送物が規則第3条から第15条までに定める技術上の基準に適合すると原子力規制委員会が認める場合は、あらかじめ原子力規制委員会から核燃料輸送物設計承認書の交付を受けることができるとともに、上述の容器承認の申請に当たって規則第21条第1項第2号に規定する説明書の提出を省略することができるとされている。

審査に当たっては、当該核燃料輸送物の種類がBM型輸送物及び核分裂性物質に係る核燃料輸送物であることから、輸送容器の設計及び輸送容器で運搬することを予定する核燃料物質等を輸送容器に収納した場合の核燃料輸送物の安全性に関する事項について、規則第6条に定めるBM型輸送物に係る技術上の基準及び規則第11条に定める核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準に適合していることを確認する。

4. 審査の内容

本審査では、当該輸送物について、当該輸送容器の設計及び当該輸送容器に運搬を予定している核燃料物質等を収納した場合の安全性に関して、規則第6条に定めるBM型輸送物に係る技術上の基準及び規則第11条に定める核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準に適合していること、また、品質マネジメントの基本方針並びに輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法について確認する。

なお、当該輸送容器に運搬を予定している核燃料物質等を収納した場合の安全性に関する確認の中で、発熱量、放射能強度及び線源強度のいずれも ウラン燃料より プルトニウム燃料が高くなることから、上記の事項が技術上の基準に対する適合性評価の条件となる規則第6条及び第11条の中の該当事項については、プルトニウム燃料が当該輸送容器に収納された場合を対象として技術上の基準に対する適合性の確認を行い、適合していると認められる場合、ウラン燃料が当該輸送容器に収納される場

合についても規則に定める技術上の基準に適合しているとする。

(1) 規則第6条各号に対する適合性について

① 規則第6条第1号関係

規則第6条第1号では「前条第1号から第8号までに定める基準。ただし、同条第6号イに定める要件は、適用しない。」と規定されたうえで、規則第5条第1号では「前条第1号から第5号まで、第8号及び第10号に定める基準」と規定されている。これらの規定を踏まえ、上記の各条項に定める技術上の基準に対して適合していることを以下のとおり確認した。

a. 規則第4条第1号（引用元規則：規則第6条第1号に基づく規則第5条第1号）
関係

規則第4条第1号は、「容易に、かつ、安全に取扱うことができること」を求めている。

申請者は、当該輸送物の最大重量は kg であり、取扱いは汎用機器を利用して容易に、かつ、安全に行えるとしている。

原子力規制庁（以下「規制庁」という。）は、当該輸送物の最大重量が kg であり、取扱いは汎用機器を利用して容易に可能であることを確認したことから、規則第4条第1号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

b. 規則第4条第2号（引用元規則：規則第6条第1号に基づく規則第5条第1号）
関係

規則第4条第2号は、「運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと」を求めている。

申請者は、輸送中に予想される温度よりも厳しい条件である摂氏零下40度から摂氏38度の雰囲気における当該輸送物各部の温度について、太陽放射熱及び収納物の崩壊熱を考慮して解析した結果、当該輸送容器の部材に使用される材料の使用可能温度範囲にあり、輸送中に予想される温度の下で、亀裂、破損等が生じないとしている。また、当該温度を上回る当該輸送容器の各部の温度を設計温度とし、また、温度解析結果に基づくPCV及びSCVの内圧を上回る圧力を設計圧力として設定して設計温度、設計圧力条件下で強度を解析した結果、輸送物各部に亀裂や破損は生じず、また、設計温度条件下における核燃料輸送物各部の温度に基づく隣接する部位の熱膨張差に起因する干渉はないとしている。

また、当該輸送物の固有振動数については、輸送中に予想されるSCVへの積載車両の振動の伝達及びSCVの振動モードによる荷重の増幅に係る振動評価を行った結

果、前者については [] 及び後者については [] であり、輸送中に想定される振動数（約 10Hz）と大きな開きがあることから、輸送中に共振することはないとしている。

規制庁は、輸送中に予想される温度は、当該輸送容器に使用される材料の使用可能温度範囲にあることから、亀裂、破損等がないこと、当該輸送容器の部材の熱膨張差に伴う干渉の発生がないこと、核燃料輸送物の運搬中に予想される内圧を上回る圧力を負荷し、構造健全性が示されていること及び運搬中に受ける振動等と核燃料輸送物の固有振動数と大きな開きがあることを確認したことから、規則第 4 条第 2 号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

c. 規則第 4 条第 3 号（引用元規則：規則第 6 条第 1 号に基づく規則第 5 条第 1 号）
関係

規則第 4 条第 3 号は、「表面に不要な突起物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であること」を求めている。

申請者は、当該輸送容器が円筒形であり、不要な突起物がなく及び容器の表面となるドラムの材質がステンレス鋼でなめらかな面であり、表面の汚染の除去は容易であるとしている。

規制庁は、当該輸送容器の形状及び材料から表面に不要な突起物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であることを確認したことから、規則第 4 条第 3 号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

d. 規則第 4 条第 4 号（引用元規則：規則第 6 条第 1 号に基づく規則第 5 条第 1 号）
関係

規則第 4 条第 4 号は、「材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じるおそれがないこと」を求めている。

申請者は、当該輸送容器に使用される材料について、金属材料ではステンレス鋼、アルミニウム、ボルト鋼材及び鉛、非金属材料では繊維板、ポリエチレン及びフッ素ゴムであり、表面の酸化が比較的容易に起こりうる鉛以外は気中で安定であり異種材料同士の接触についても化学的及び電氣的反応は起こらないとしている。また、鉛については、ステンレス鋼板で被覆しており酸化は起こらないとしている。また、収納物に使用される材料は、ステンレス鋼、アルミニウム、プラスチック及び核燃料物質であり、PCV と収納物及び収納物同士の接触で当該輸送容器の使用材料と同じく化学的及び電氣的反応は起こらないとしている。

規制庁は、当該輸送容器及び収納物に使用される材料が気中で化学的に安定してい

ること、鉛についてはステンレス鋼板で被覆されており酸化は起こらないことなどから、材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質との間で化学的及び電気的反応は起こらないことを確認したことから、規則第4条第4号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

e. 規則第4条第5号（引用元規則：規則第6条第1号に基づく規則第5条第1号）
関係

規則第4条第5号は、「弁が誤つて操作されないような措置が講じられていること」を求めている。

申請者は、当該輸送容器は弁を持たない構造であるとしている。

規制庁は、当該輸送容器は弁を持たない構造であり、規則第4条第5号は該当しないとした。

f. 規則第4条第8号（引用元規則：規則第6条第1号に基づく規則第5条第1号）
関係

規則第4条第8号は、「表面の放射性物質の密度が原子力規制委員会の定める密度（以下「表面密度限度」という。）を超えないこと」を求めている。原子力規制委員会の定める密度は、別紙の表1に示すとおりである。

申請者は、外部からの放射性物質の付着等の影響について、表面の放射性物質の密度が表面密度限度以下であることを発送前の点検で確認することを発送前検査要領に定めるとしている。

規制庁は、外部からの放射性物質の付着等の影響について、表面の放射性物質の密度が表面密度限度以下であることを発送前の点検で確認することを発送前検査要領として定められていることを確認したことから、規則第4条第8号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

g. 規則第4条第10号（引用元規則：規則第6条第1号に基づく規則第5条第1号）
関係

規則第4条第10号は、「核燃料物質等の使用等に必要な書類その他の物品（核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る。）以外のものが収納されていないこと」を求めている。

申請者は、発送前の点検で核燃料物質及び収納缶等の収納条件を満足していることの確認を発送前検査要領で定めるとしている。

規制庁は、収納する核燃料物質や収納缶等、必要な物品である以外のものが収納さ

れていないこと等収納物の条件を満足していることを発送前に確認することを発送前検査要領に定めていることを確認したことから、規則第4条第10号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

h. 規則第5条第2号（引用元規則：規則第6条第1号）関係

規則第5条第2号は、「外接する直方体の各辺が10cm以上であること」を求めている。

申請者は、当該輸送物は外径が mm、高さが mm の円筒形であり、外接する直方体の各辺が10cm以上であるとしている。

規制庁は、当該輸送物が円筒形であり、外接する直方体の各辺が10cm以上であることを確認したことから、規則第5条第2号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

i. 規則第5条第3号（引用元規則：規則第6条第1号）関係

規則第5条第3号は、「みだりに開封されないように、かつ、開封された場合に開封されたことが明らかになるように、容易に破れないシールの貼付け等の措置が講じられていること」を求めている。

申請者は、輸送中、PCVを収納したSCVはドラムに収納されること及びドラムの蓋はドラム本体とボルト止めされることをもってみだりに開封されないこと、
、開封した場合には開封されたことが明らかになるような措置を施すこと及びを発送前検査要領に定めるとしている。

規制庁は、ドラム蓋がSCVの蓋部全体を覆っており、ドラム蓋はドラム胴体へボルト止めされ、当該輸送容器の蓋がみだりに開封されることはなく、また、
、発送前検査にて確認することを発送前検査要領に定めていることを確認したことから、規則第5条第3号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

j. 規則第5条第4号（本文）（引用元規則：規則第6条第1号）関係

規則第5条第4号（本文）は、「構成部品は、摂氏零下40度から摂氏70度までの温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと」を求めている。

申請者は、構成部品の材質について、PCV、SCV及びドラムはステンレス鋼、遮蔽体は鉛、Oリングはフッ素ゴム、繊維板はセルローズ系繊維断熱材、PCV及びSCVの緩衝材並びにSCVスペーサはアルミニウムであり、いずれも摂氏零下40度から摂氏70度までの温度の範囲は使用可能温度範囲であり、亀裂、破損は生じないとし

ている。

規制庁は、当該輸送容器の構成部品について、いずれも摂氏零下 40 度から摂氏 70 度までの温度の範囲において使用可能温度範囲であり、この温度範囲において、亀裂、破損が生じるおそれはないことを確認したことから、規則第 5 条第 4 号（本文）に定める技術上の基準に適合していると認めた。

k. 規則第 5 条第 5 号（引用元規則：規則第 6 条第 1 号）関係

規則第 5 条第 5 号は、「周囲の圧力を 60kPa とした場合に、放射性物質の漏えいがないこと」を求めている。

申請者は、周囲の圧力を 60kPa とした場合よりも kPa とした場合の方が更に厳しく、周囲の圧力を kPa とした場合を解析した結果、PCV の内外圧差は MPa、SCV の内外圧差は MPa となるとしている。一方、BM 型輸送物に係る一般の試験条件の熱的試験（規則第 6 条第 2 号）における応力評価の結果、圧力負荷として上記よりも厳しい PCV の設計圧力である MPaG、SCV についても同様に SCV の設計圧力である MPaG を負荷した場合においても、構造健全性が維持されることを確認しており、その圧力条件は上記に内包されることから、放射性物質の漏えいはないとしている。

規制庁は、評価に当たって、周囲の圧力を 60kPa とした場合よりも厳しい kPa まで低下することが考慮されていること、また、BM 型輸送物に係る一般の試験条件の熱的試験における応力評価において、周囲を kPa とした場合の内外圧差よりも厳しい圧力負荷条件による PCV 及び SCV の応力解析の結果、構造健全性が示されていることをもって、周囲の圧力が 60kPa に低下した場合においても PCV 及び SCV の構造健全性が維持され、放射性物質の漏えいがないことを確認したことから、規則第 5 条第 5 号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

l. 規則第 5 条第 6 号（引用元規則：規則第 6 条第 1 号）関係

規則第 5 条第 6 号は、「液体状の核燃料物質等が収納されている場合には、次に掲げる要件に適合すること」を求めている。

申請者は、当該輸送物に収納する核燃料物質は プルトニウム及び ウランであり、当該輸送容器には液体の核燃料物質等を収納しないとしている。

規制庁は、収納する核燃料物質はいずれも固体であり、規則第 5 条第 6 号は該当しないことを確認した。

iii. 規則第5条第7号及び第8号（引用元規則：規則第6条第1号）関係

規則第5条第7号は、「表面における最大線量当量率が2mSv/hを超えないこと」を求め、また、規則第5条第8号は「表面から1m離れた位置における最大線量当量率が100µSv/hを超えないこと」を求めている。

申請者は、収納物の仕様として規定した□□プルトニウムを構成する²⁴¹Amを含むプルトニウム各同位体及び□□ウランを構成するウラン各同位体が仮想的にいずれもPCVの内部に最大重量存在するとともに、不純物核種も存在する条件の下で線源強度を定め、当該輸送容器の表面及び同表面から1m離れた位置における線量当量率を求めたとしている。また、申請者は、PCVの中で線源が球体としてPCVの下部側壁に接していると仮定するとともに、当該輸送容器を構成する部品のうち、ドラム、PCV及びSCV、遮蔽体、アルミニウムのスペーサ及び断熱材（繊維板）以外の構造物の存在を無視するとともに、PCV内部の収納缶等の構造材や核燃料物質の被覆材を無視した条件の下で解析した結果、表面の最大線量当量率は□□mSv/h、表面から1m離れた位置における最大線量当量率は□□µSv/hであるとしている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第5条第7号及び第8号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ 線源強度について、収納物の仕様として規定した各核種（プルトニウム各同位体及びウラン各同位体）全てについて最大重量がPCVに収納されているとともに、不純物核種も存在する条件の下で定められていること
- ・ 解析モデルについて、主要な構造部品のみが考慮されていること。また、線源を球体として、線量当量率が高くなるようPCVの中で偏在が考慮されていること
- ・ 解析の結果、表面の最大線量当量率は□□mSv/h、表面から1m離れた位置における最大線量当量率は□□µSv/hと示されていること

② 規則第6条第2号関係

規則第6条第2号は、「原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること」を求めており、原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件は別紙の表2に示すとおりである。

申請者は、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に当該輸送物を置くこととした場合、以下のとおり、当該輸送物のドラムに僅かな変形が生じるものの、密封機能を有するPCV及びSCVに変形、破損は生じず構造健全性を維持するとしている。

- ・ 告示別記第4第1号に定める熱的試験に対して、19Wの発熱量及び太陽放射熱を受ける条件の下で輸送物各部の温度を算定した結果、PCVは摂氏□□度、SCVは摂氏□□度、PCVのOリングは摂氏□□度、SCVのOリングは摂氏□□度

a. 規則第5条第9号口（引用元規則：第6条第2号イ）関係

規則第5条第9号口は、「表面における最大線量当量率が著しく増加せず、かつ、2mSv/h（第7号ただし書に該当する場合は、10mSv/h）を超えないこと」を求めている。

申請者は、収納物の仕様として規定した□プルトリウムを構成する²⁴¹Amを含むプルトリウム各同位体及び□ウランを構成するウラン各同位体が仮想的にいずれもPCVの内部に最大重量収納されているとともに、不純物核種も存在する条件の下で線源強度を定めたとしている。また、PCVの中で線源が球体としてPCVの下部側壁に接していると仮定するとともに、当該輸送容器を構成する部品のうち、ドラム、PCV及びSCV、遮蔽体、アルミニウムのスペーサ及び断熱材（繊維板）以外の構造物の存在を無視し、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に当該輸送物を置いた場合、1.2mの高さからの自由落下で□に伴う□mmの直径の減少が生じることから、直径の減少に伴い当該輸送物と当該輸送容器の内部の線源の近接があるとして、表面線量当量率の増加分を求めたとしている。これらの条件の下で解析した結果、表面の最大線量当量率は□mSv/hから□mSv/hに増加するが、著しい増加はなく、かつ、2mSv/hを下回るとしている。

規制庁は、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に当該輸送物を置いた場合の線量当量率について、以下のとおり確認したことから、規則第5条第9号口に定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ 線源強度について、収納物の仕様として規定した各核種（同位体）がすべて最大重量PCVに収納されているとともに、不純物核種も存在する条件の下で定められていること
- ・ 解析モデルについて、主要な構造部品のみが考慮されていること。また、線源を球体として、線量当量率が高くなるようPCVの中で偏在が考慮されていること
- ・ 1.2m高さからの自由落下試験の結果を踏まえて、ドラムの直径の減少が考慮されていること
- ・ 解析の結果、表面における最大線量当量率は、著しく増加せず、かつ、2mSv/hを超えることはないことが示されていること

b. 規則第6条第2号口関係

規則第6条第2号口は、「放射性物質の1時間当たりの漏えい量が原子力規制委員会の定める量を超えないこと」を求めており、原子力規制委員会の定める量は、A₂値の100万分の1である。

申請者は、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた当該輸送物について、

密封機能を有する PCV 及び SCV のいずれも変形することなく、構造健全性を保つとともに、BM型輸送物に係る一般の試験条件よりも厳しい 9m 高さからの落下試験の後に実施した気密漏えい試験において密封健全性が維持されたことから、発送前の点検で実施する圧力上昇法による気密漏えい検査の合格基準である std・cm³/sec に相当する仮想漏えい孔径が維持されるとしている。

また、漏えいの対象とする放射性物質について、プルトニウム及びウランを構成する ²⁴¹Am を含むプルトニウム各同位体及びウラン各同位体の比放射能を A₂ 値で除して、1 グラムあたりの A₂ 値に対する割合を求め、当該の割合が大きくなる順番に規定した最大重量の各同位体が PCV の内部に存在するとして、PCV の中に存在する放射性核種の全重量が g となるように設定し、また、粉体（エアロゾル状）で PCV 内に存在していると仮定している。

さらに、当該輸送物は PCV 及び SCV のいずれも密封機能を有し、二重密封構造を形成しているが、PCV のみ又は SCV のみを密封装置とした上で、他方の密封機能は無視して放射性物質の漏えい率をそれぞれ評価したとしている。

申請者は、以上の条件の下で解析を行った結果、放射性物質の漏えい量について、基準である 1 時間当たり A₂ の 100 万分の 1 に対する割合は PCV のみを密封装置とした場合 及び SCV のみを密封装置とした場合 であるとしている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第 6 条第 2 号ロに定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ 密封装置である PCV 及び SCV の構造健全性が維持されるとした上で、発送前の点検における気密漏えい検査の合格基準に相当する仮想漏えい孔径が担保されること
- ・ 漏えい率評価の対象とする放射性物質として、収納物であるプルトニウム燃料及びウラン燃料を構成する ²⁴¹Am を含むプルトニウム各同位体及びウラン各同位体の比放射能を A₂ 値で除して、1 グラムあたりの A₂ 値に対する割合を求め、当該割合が大きくなる順番に規定した最大重量の各同位体が PCV の内部に存在するとして、PCV の中に存在する核種の全重量が g となるように設定し、また、粉体（エアロゾル状）で PCV 内に存在していると仮定されていること
- ・ PCV 及び SCV のいずれも密封機能を有し、二重密封構造となっているが、PCV 又は SCV の一方のみを密封装置とした上で、他方の密封機能は無視して放射性物質の漏えい率が評価されていること
- ・ 解析の結果、放射性物質の 1 時間当たりの漏えい量について、技術上の基準となる量を超えないことが示されていること

c. 規則第6条第2号ハ関係

規則第6条第2号ハは、「表面の温度が日陰において摂氏50度（専用積載として運搬する核燃料輸送物にあつては、輸送中人が容易に近づくことができる表面（その表面に近接防止枠を設ける核燃料輸送物にあつては、当該近接防止枠の表面）において摂氏85度）を超えないこと」を求めている。

申請者は、当該輸送容器の原型容器を用いて容器内にヒーターを収納してヒーター出力を当該輸送物の最大発熱量よりも高い21Wとした伝熱試験を実施した結果、外気温を摂氏38度に換算した場合の表面の最高温度は、摂氏 度となったとしており、専用積載として運搬する核燃料輸送物の基準である摂氏85度を下回るとして

いる。

規制庁は、実物大原型容器を用いた伝熱試験において、当該輸送物の最大発熱量を超える発熱量を与えた上で、外気温を摂氏38度に換算しても原型容器の表面温度は専用積載の場合の基準値である摂氏85度を下回ることを確認したことから、規則第6条第2号ハに定める技術上の基準に適合していると認めた。

d. 規則第6条第2号ニ関係

規則第6条第2号ニは、「表面の放射性物質の密度が表面密度限度を超えないこと」を求めている。

申請者は、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に当該輸送物を置いても密封機能を有するPCVとSCVに亀裂や破損は生じないこと、また、発送前の点検において表面の放射性物質の密度を測定し、表面密度限度を超えていないことを確認している。

規制庁は、BM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた場合に、放射性物質の漏えいは生じないこと、また、発送前の点検で表面密度が確認されることを確認したことから、規則第6条第2号ニに定める技術上の基準に適合していると認めた。

③ 規則第6条第3号関係

規則第6条第3号は、「原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること」を求めており、原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件は別紙の表4に示すとおりである。

申請者は、BM型輸送物に係る特別の試験条件の下に当該輸送物を置くこととした場合、以下のとおり、当該輸送物のドラムに変形が生じるものの、密封機能を有するPCV及びSCVに変形は生じず構造健全性を維持するとしている。また、PCV及びSCVに装

着した密封装置であるフッ素ゴムの O リングの温度は、使用可能温度範囲であることから熱的健全性を維持するとしている。

- ・ 告示別記第 5 第 1 号イに定める 9m 落下試験における当該輸送容器の各部の構造健全性について、実物大の原型容器 7 基を用いて垂直、水平、コーナー及び傾斜姿勢の落下試験を実施し、変形は、ドラム、断熱材のみで、密封機能を有する PCV 及び SCV に有意な変形は見られず、落下試験後に実施した気密漏えい試験において判定基準を満足したとしていること
- ・ 告示別記第 5 第 1 号ロに定める 1m 高さから軟鋼棒上への落下試験における当該輸送物各部の構造健全性について、当該輸送物の重心が軟鋼棒の真上に位置する状態での供試体を垂直軸から 度傾けた傾斜落下、供試体の重心が軟鋼棒の真上となるよう傾けたコーナー落下の試験結果から、いずれの落下試験においても、ドラムの軟鋼棒衝突部に変形が見られたが、密封機能を形成する PCV 及び SCV に亀裂等が生じなかったとしていること
- ・ 告示別記第 5 第 2 号イ及びロに定める熱的試験における当該輸送物各部の到達温度について、解析コード「FLUENT」を用いて算定した結果、密封装置である PCV 及び SCV の O リングはそれぞれ摂氏 度及び摂氏 度となり、最高使用可能温度である摂氏 度を下回ること。なお、FLUENT コードに用いた温度の算定について、当該輸送物の耐火試験をベンチマークとして検証を行い、試験結果よりも高い温度となり保守的な結果が得られることを確認したこと、また、PCV 及び SCV に発生する熱応力を算定した結果、設計基準を超えないとしていること
- ・ 告示別記第 5 第 3 号に定める 15m 浸漬試験における当該輸送物の構造健全性について、類似の輸送容器 (型輸送容器：PCV 及び SCV は当該輸送物のそれと同型) を用いて技術上の基準よりも厳しい水深 m に 24 時間置く試験において、PCV 及び SCV に変形、破損はなく健全であったとしていること

規制庁は、実物大の原型容器を用いた落下試験、浸漬試験結果及び原型容器を用いた耐火試験をベンチマークとして保守側の結果が得られることが確認された解析コードによる到達温度の算定結果により、BM 型輸送物に係る特別の試験条件の下に当該輸送物を置くこととした場合に、ドラムに変形及び断熱材である繊維板に一部焼損はあるが、密封機能を有する PCV 及び SCV の構造健全性及び密封装置である PCV 及び SCV の O リングの熱的健全性が維持されることを確認した。

a. 規則第 6 条第 3 号イ関係

規則第 6 条第 3 号イは、「表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率が 10mSv/h を超えないこと」を求めている。

申請者は、収納物の仕様として規定した プルトニウムを構成する ^{241}Am を含むプルトニウム各同位体及び ウランを構成するウラン各同位体が仮想的に

れも PCV の内部に最大重量となるように収納されているとともに、不純物核種も存在する条件の下で線源強度を定めている。また、PCV の中で線源が球体として PCV の下部側壁に接していると仮定するとともに、当該輸送物を BM 型輸送物に係る特別の試験条件に置いた場合に、ドラム及び繊維板の断熱材一部変形、焼損があるが PCV 及び SCV の構造健全性は維持されることから、保守側のモデル化として、PCV 及び SCV の外側に配置される遮蔽体、繊維板及びドラムの存在を無視し、当該輸送物の表面を SCV の表面とした保守側のモデル化を行っている。これらの条件の下で解析した結果、表面から 1m 位置における最大線量当量率は mSv/h となり、10mSv/h を超えないとしている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第 6 条第 3 号イに定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ 線源強度について、収納物の仕様として規定した各核種（プルトニウム各同位体、ウラン各同位体）がすべて最大重量となるように PCV に収納されるとともに、不純物核種も存在する条件の下で定められていること
- ・ 線源を球体として、線量当量率が高くなるよう PCV の中で偏在が考慮されていること
- ・ 当該輸送物の変形、破損を保守側に考慮して、ドラムや断熱材を無視した上で、輸送物の表面を SCV の表面としていること
- ・ 解析の結果、表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率は、10mSv/h を超えないことが示されていること

b. 規則第 6 条第 3 号ロ関係

規則第 6 条第 3 号ロは、「放射性物質の 1 週間当たりの漏えい量が原子力規制委員会の定める量を超えないこと」を求めている。なお、原子力規制委員会の定める量は A_2 値、ただし Kr-85 にあつては、 A_2 値の 10 倍である。

申請者は、BM 型輸送物に係る特別の試験条件の下に置いた当該輸送物について、密封機能を有する PCV 及び SCV のいずれも変形することなく、構造健全性を保つとともに、密封装置である PCV 及び SCV の O リングについて熱的健全性を保つこと及び強度試験（9m の高さからの落下試験、1m の高さからの棒上落下試験）の後に実施した気密漏えい試験において密封健全性が確認されたことから、発送前の点検で実施する圧力上昇法による気密漏えい検査の合格基準である std · cm³/sec に相当する仮想漏えい孔径が維持されるとしている。

また、漏えいの対象とする放射性物質について、収納物である プルトニウム燃料及び ウラン燃料を構成する ²⁴¹Am を含むプルトニウム各同位体及びウラン各同位体の比放射能を A_2 値で除して、1 グラムあたりの A_2 値に対する割合を求め、当該の割合が大きくなる順番に規定した最大重量の各同位体が PCV の内部に存在する

として、PCV の中に存在する核種の全重量が [] g となるように設定したとともに、粉体（エアロゾル状）で PCV 内に存在していると仮定している。

さらに、当該輸送物は PCV 及び SCV のいずれも密封機能を有し、二重密封構造となっているが、PCV のみ又は SCV のみを密封装置として他方の密封機能は無視したとした上で、放射性物質の漏えい率を評価したとしている。

申請者は、以上の解析を行った結果、放射性物質の漏えい量について、基準である 1 週間当たり A_2 に対する割合は、PCV のみを密封装置とした場合において [] [] 及び SCV のみを密封装置とした場合において [] であるとしている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第 6 条第 3 号ロに定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ 密封装置である PCV 及び SCV の構造健全性が維持されたとした上で、発送前の点検における気密漏えい検査の合格基準に相当する仮想漏えい孔径が維持されること
- ・ 漏えいの対象とする放射性物質として、収納物である [] プルトニウム燃料及び [] ウラン燃料を構成する ^{241}Am を含むプルトニウム各同位体及びウラン各同位体の比放射能を A_2 値で除して、1g 当たりの A_2 値に対する割合を求め、当該の割合が大きくなる順番に規定した最大重量の各同位体が PCV の内部に存在するとして、PCV の中に存在する核種の全重量が [] g となるように設定されていること、また、PCV の中で粉体（エアロゾル状）として存在していると仮定していること
- ・ PCV 及び SCV のいずれも密封機能を有し、二重密封構造となっているが、PCV 又は SCV の一方のみを密封装置とした上で、他方の密封機能は無視して放射性物質の漏えい率が評価されていること
- ・ 解析の結果から、放射性物質の 1 週間当たり漏えい量について、技術上の基準となる量を超えないことが示されていること

④ 規則第 6 条第 4 号関係

規則第 6 条第 4 号は、「運搬中に予想される最も低い温度から摂氏 38 度までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと」を求めている。

申請者は、運搬中に予想される最も低い温度を摂氏零下 40 度とし、当該輸送物が周囲の温度が摂氏零下 40 度の下で、収納物の発熱がなく日陰に置かれた条件から摂氏 38 度の下、19W の発熱及び太陽放射熱がある条件の範囲において解析を行っている。この解析の結果、PCV 及び SCV、遮蔽体、断熱材及びドラム等の当該輸送容器の構成部品の温度は摂氏零下 40 度から摂氏 [] 度の範囲にあり、材料の使用可能温度範囲内であるとしている。さらに、PCV 及び SCV は得られた温度に基づき算定された内圧よりも厳しい圧力を設計圧力として与えた場合にも亀裂、破損等が生じるおそれがないとしてい

る。

規制庁は、運搬中に予想される最も低い温度から摂氏 38 度までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないことを確認したことから、規則第 6 条第 4 号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

⑤ 規則第 6 条第 5 号関係

規則第 6 条第 5 号は、「原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する核燃料物質等が収納されている核燃料輸送物にあつては、原子力規制委員会の定める試験条件の下に置くこととした場合に、密封装置の破損のないこと」を求めている。「ただし、安全上支障がないと原子力規制委員会が認める場合には、この限りではない」としている。原子力規制委員会の定める量は A_2 値の 10 万倍であり、原子力規制委員会の定める試験条件は、深さ 200m の水中に 1 時間浸漬させることである。

申請者は、 A_2 値の小さい同位体で構成されるプルトニウム 燃料について、プルトニウム各同位体がすべて収納物の仕様で規定された最大重量存在した場合の放射能強度は A_2 値の約 倍であり 10 万倍を超えることはないことから、適用しないとしている。

規制庁は、当該輸送物の最大放射エネルギーは、 A_2 値の 10 万倍を超えないことから、規則第 6 条第 5 号は該当しないことを確認した。

(2) 規則第 11 条及び同条各号に対する適合性

規則第 11 条は、「第 4 条第 9 号に規定する核分裂性物質を第 3 条の規定により核燃料輸送物として運搬する場合には、当該核分裂性物質に係る核燃料輸送物（原子力規制委員会の定めるものを除く。以下「核分裂性輸送物」という。）は、輸送中において臨界に達しないものであるほか、(略) 次の各号に掲げる技術上の基準に適合するもの (略) でなければならない」ことを求めている。

① 規則第 11 条第 1 号関係

規則第 11 条第 1 号は、「原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること」を求めており、原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件は、別紙の表 7 に示すとおりである。

a. 規則第 11 条第 1 号イ関係

規則第 11 条第 1 号イは、「容器の構造部に一辺 10cm の立方体を包含するようなくぼみが生じないこと」を求めている。

申請者は、当該輸送物を核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた場合において、1.2m 高さからの落下試験において []
[] が認められ、6kg 棒の貫通試験においてドラムに []
のへこみ変形が認められたが、一辺が 10cm の立方体を包含するようなくぼみは生じないとしている。

規制庁は、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に当該輸送物を置いた場合に、ドラムに生じる変形は、一辺 10cm の立方体を包含するようなくぼみは生じないことを確認したことから、規則第 11 条第 1 号イに定める技術上の基準に適合していると認めた。

b. 規則第 11 条第 1 号ロ関係

規則第 11 条第 1 号ロは、「外接する直方体の各辺が 10cm 以上であること」を求めている。

申請者は、当該輸送物は外径 [] mm、高さ [] mm の円筒形であること、また、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた場合に生じる変形は僅かであることから、当該輸送物を外接する直方体の各辺は 10cm 以上あるとしている。

規制庁は、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた場合にも、外接する直方体の各辺が 10cm 以上あることを確認したことから、規則第 11 条第 1 号ロに定める技術上の基準に適合していると認めた。

② 規則第 11 条第 2 号関係

規則第 11 条第 2 号は、「次のいずれの場合にも臨界に達しないこと」を求め、同号イからホに規定される条件の下に置くこととした場合に臨界に達しないことを求めている。

a. 規則第 11 条第 2 号イ関係

規則第 11 条第 2 号イは、「原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合」に臨界に達しないことを求めており、原子力規制委員会の定める孤立系の条件は別紙の表 8 に示すとおりである。

申請者は、当該輸送容器に [] プルトニウム燃料を収納する場合、[] ウラン燃料を収納する場合のそれぞれに対して、原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合について、以下の条件の下で解析した結果、標準偏差を含む中性子実効増倍率は [] プルトニウム燃料を収納する場合において 0.8362、また [] ウランを収納する場合において 0.7615 となることから、臨界に達することはないとしている。

- ・ PCV の内部には、[] プルトニウム燃料が収納される場合について、最大収納

量である []g の核燃料物質が存在するとして、核燃料物質は ^{239}Pu が 100% であるとしている。また、 []ウラン燃料が収納される場合には最大収納量を超える []g の核燃料物質が存在するとして、核燃料物質は ^{235}U が 100% であるとしている。

- ・中性子実効増倍率が高くなるよう、収納する核燃料物質は球形であり、また、球形の核燃料物質の周りを梱包する場合を考慮しポリエチレンで内包するとしている。
- ・当該輸送物を上記の孤立系の条件の下に置くこととした場合に関して、当該輸送容器のドラムの周囲が厚さ 30cm の水で囲まれた体系としている。
- ・PCV 及び SCV とともに密封機能を有しており、二重密封構造であることから、PCV 内部への水の浸入は考慮しないとしている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第 11 条第 2 号イに定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・収納する核燃料物質について、中性子実効増倍率が高くなるように、モデル化が行われていること
- ・当該輸送物が二重密封構造であることから、PCV の内部に水の浸入がないとしていること
- ・解析の結果、中性子実効増倍率は、 []プルトニウム燃料を収納する場合は 0.8362、 []ウラン燃料を収納する場合は 0.7615 であることから、臨界に達することはないことが示されていること

b. 規則第 11 条第 2 号ロ関係

規則第 11 条第 2 号ロは、「原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合」に臨界に達しないことを求めている。

申請者は、当該輸送物を原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを、原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合について、以下の理由により、当該輸送物を核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置くことなく孤立系の条件の下に置くこととした場合と変わらないことから、標準偏差を含む中性子実効増倍率は []プルトニウム燃料を収納する場合において 0.8362、また []ウランを収納する場合において 0.7615 となり、臨界に達することはないとしている。

- ・ドラムの外径を健全な状態と外径を縮小させて縮小分を水に置き換えたケースについて、プルトニウム []燃料を当該輸送容器に収納し孤立系に置いた場合における中性子実効増倍率を解析した結果、変形に伴う影響はないとしていること

- ・ ドラム以外の当該輸送容器の部位については構造健全性が維持されること

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第11条第2号ロに定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ 中性子実効増倍率について、ドラムの外径を縮小し、水に置き換えた解析の結果、ドラムと断熱材の損傷を模擬したドラムの外径の縮小は中性子実効増倍率に影響を与えないことが示されていること
- ・ ドラム以外の輸送容器の部位は構造健全性が維持されること
- ・ 以上より、標準偏差を含む中性子実効増倍率は規則第11条第2号イの結果と同じであり、臨界に達することはないことが示されていること

c. 規則第11条第2号ハ関係

規則第11条第2号ハは、「原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合」に臨界に達しないことを求めている。ここで、原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件は別紙の表9に示すとおりである。

申請者は、当該輸送物を核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置くこととした場合に以下のとおりとしている。

- ・ 告示別記第12第1号及び第2号において、核燃料輸送物を最大の破損を受ける条件の下におくことが定められており、同第1号の条件を採用して1.2mの高さからの落下試験に引き続き9mの高さから落下試験を落下姿勢としてコーナー落下及び浅い傾斜角を選択して実施した結果、
、PCV及びSCVに変形はなくこれらの構造健全性は維持されることとしている。
- ・ また、その他の条件については、BM型輸送物に係る特別の試験条件と同等であり、規則第6条第3号の審査結果のとおり、PCV及びSCVの構造健全性及び密封装置であるOリングの熱的健全性は維持されることとしている。
- ・ 告示別記第12第1号の条件が最大の破損を受ける条件であることについて、同第2号の条件については、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた後に深さ15mの水中に8時間浸漬させることと定められており、試験結果にて確認したとおり、深さ15mの水中に浸漬させた場合に収納容器は健全であることから、同第2号の条件の下に当該輸送物を置いた場合に、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた後に損傷が拡大することはない一方で、同第1号の条件について、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた後に、9mの高さからの落下試験等を行うと定められており、9mの高さからの落下試験については、ドラムが変形しており、同第1号の条件の下に置いた場

合に、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた後に損傷が拡大することから、当該輸送物に対しては、同第1号の条件が最大の破損を受けるとしている。

また、申請者は、当該輸送物を核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いた当該輸送物を孤立系に置くこととした場合に、ドラムの損傷を想定して、ドラムの外径を健全な状態と外径を縮小させて縮小分を水に置き換えたケースについて、プルトニウム \square 燃料を当該輸送容器に収納し孤立系に置いた場合における中性子実効増倍率を解析した結果、変形に伴う影響はないこと、また、特別の試験条件における損傷はドラム及び断熱材に限られ、PCV 及び SCV 並びに密封装置である O リングは健全性を維持することから、標準偏差を含む中性子実効増倍率は、 \square プルトニウム燃料を収納する場合において 0.8362、また \square ウランを収納する場合において 0.7615 となることから、臨界に達することはないとしている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第11条第2号ハに規定する技術上の基準に適合していると認めた。

- ・核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に当該輸送物を置くこととした場合に、核燃料輸送物の変形・損傷はドラム及び断熱材に限られ、PCV、SCV 及び密封装置である PCV 及び SCV の O リングは健全であること
- ・中性子実効増倍率について、ドラムの外径を縮小し、水に置き換えた解析の結果、ドラムと断熱材の損傷を模擬したドラムの外径の縮小は、中性子実効増倍率に影響を与えないことが示されていること
- ・以上より、標準偏差を含む中性子実効増倍率は規則第11条第2号イの結果と同じであり、臨界に達することはないことが示されていること

d. 規則第11条第2号ニ関係

規則第11条第2号ニは、「当該核分裂性輸送物と同一のものであつて原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率（原子核分裂の連鎖反応において、核分裂により放出された1個の中性子ごとに、次の核分裂によつて放出される中性子の数をいう。以下同じ。）になるような状態で、当該核分裂性輸送物の輸送制限個数（1箇所（集合積載した当該核分裂性輸送物が、他のどの核分裂性輸送物とも6m以上離れている状態をいう。）に集合積載する核分裂性輸送物の個数の限度として定められる数をいう。以下同じ。）の5倍に相当する個数積載することとした場合」に臨界に達しないことを求めている。ここで、原子力規制委員会の定める配列系の条件は別紙の表10に示すとおりである。

申請者は、当該輸送容器に \square プルトニウム燃料を収納する場合、 \square ウラン燃料を収納する場合それぞれに対して、原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る

一般の試験条件の下に置いたうえで、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下に置くこととした場合について、以下に示す条件の下で解析した結果、標準偏差を含む中性子実効増倍率は、プルトニウム燃料を収納する場合において 0.8764、ウラン燃料を収納する場合において 0.8193 となり、臨界に達することはないとしている。

- ・ 当該輸送物を核分裂性輸送物に係る一般の試験条件に置いた場合、mm の直径の減少やmm のへこみが生じるが局所的であることからドラムの変形は考慮しないとしている。
- ・ 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いた場合、PCV 及び SCV の健全性は維持されることから、PCV 及び SCV の内部には水の浸入はないとしている。
- ・ PCV 内にプルトニウム燃料が収納される場合について、最大収納量であるg の核燃料物質が存在するとして、核燃料物質は ^{239}Pu が 100% であるとしている。また、ウラン燃料が収納される場合には最大収納量を超えるg の核燃料物質が存在するとして、核燃料物質は ^{235}U が 100% であるとしている。
- ・ 中性子実効増倍率が高くなるよう核燃料物質は球形であるとし、球形の核燃料物質の周りを梱包する場合を考慮しポリエチレンで内包することとし、また、ドラムの中の断熱材に含まれる水分がすべて喪失した条件としている。
- ・ 配列系のモデル化として、輸送制限個数の 5 倍を超える条件である当該輸送物が無限に六角配列していると仮定し、中性子実効増倍率が最も高くなるように配列する当該輸送物の間で形成される空間を真空としている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第 11 条第 2 号ニに定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ 中性子実効増倍率が高くなるよう収納する核燃料物質及び輸送容器のモデル化が行われていること
- ・ 配列系のモデル化にあたり、輸送容器が無限に六角配列し、中性子実効増倍率が高くなるよう、当該輸送物の配列間の空間を真空としていること
- ・ 解析の結果、標準偏差を含む中性子実効増倍率は、プルトニウム燃料を収納する場合において 0.8764、ウラン燃料を収納する場合において 0.8193 となり、臨界に達することはないことが示されていること

e. 規則第 11 条第 2 号ホ関係

規則第 11 条第 2 号ホは、「当該核分裂性輸送物と同一のものであつて原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の

中性子増倍率になるような状態で、輸送制限個数の2倍に相当する個数積載することとした場合」に臨界に達することはないことを求めている。

申請者は、当該輸送容器に□プルトリウム燃料を収納する場合、□ウラン燃料を収納する場合のそれぞれに対して、原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたうえで、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下に置くこととした場合について、以下に示す条件の下で解析した結果、標準偏差を含む中性子実効増倍率は、□プルトリウム燃料を収納する場合において0.9123、□ウラン燃料を収納する場合において0.8756となり、臨界に達することはないとしている。

- ・ 当該輸送物を核分裂性輸送物に係る特別の試験条件に置いた場合にドラムに楕円状の変形が生じ □の直径の減少が生じることから、ドラムは楕円形状と面積が等しくなるように外径が□縮小したとしている。
- ・ 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いた場合、PCV及びSCVの健全性は維持されることから、PCV及びSCVの内部には水の浸入はないとしている。
- ・ PCV内に□プルトリウム燃料が収納される場合について、最大収納量である□gの核燃料物質が存在するとして、核燃料物質は ^{239}Pu が100%であるとしている。また、□ウラン燃料が収納される場合には最大収納量を超える□gの核燃料物質が存在するとして、核燃料物質は ^{235}U が100%であるとしている。また、中性子実効増倍率が高くなるよう核燃料物質は球形であり、球形の核燃料物質の周りを梱包する場合を考慮しポリエチレンで内包している。
- ・ 配列系のモデル化として、以下のとおりとしている。
 - 1) 輸送制限個数の2倍となる50基の当該輸送物が5行5列の配列で2段存在し、1段目と2段目の核燃料物質が近接するよう、下段の核燃料物質はPCVのコーンシールプラグに接し、上段の核燃料物質はPCVの底面に接する位置に存在するとしている。
 - 2) 5行5列で存在する各段の当該輸送物は仮想的にPCV及びSCVが当該輸送容器の中で偏心し、ドラムの鋼板に接する形態として隣接し、当該輸送物の核燃料物質が近接するようモデル化するとしている。
 - 3) 核燃料物質を近接させる配列(クラスタ)を4つの当該輸送物が2行2列で構成する配列であるとし、当該配列が4組及び2行1列のクラスタが2組存在するとしている。
 - 4) 当該輸送物の外径を仮想的に縮小し、単位面積あたりに存在する核燃料物質の量について当該輸送物が六角配列している場合と等価としている。
 - 5) 中性子実効増倍率が最も高くなるように配列する当該輸送物の間に

形成される空間を真空とし、断熱材の水分についてもすべて喪失したとしている。

規制庁は、以下のとおり確認したことから、規則第11条第2号ホに定める技術上の基準に適合していると認めた。

- ・ドラム及び断熱材に損傷があるが、PCV及びSCVの健全性は維持されることを踏まえて、中性子実効増倍率が高くなるよう核燃料物質及び輸送容器のモデル化が行われていること
- ・輸送制限個数の2倍となる50基の当該輸送物が5行5列の配列で2段存在するとし、配列した輸送物の核燃料物質が上段と下段及び5行5列の配列の中で近接するような仮想的な配列系のモデル化が行われていること
- ・解析の結果、標準偏差を含む中性子実効増倍率は、プルトニウム燃料を収納する場合において0.9123、ウラン燃料を収納する場合において0.8756となることから、臨界に達することはないことが示されていること

③ 規則第11条第3号関係

規則第11条第3号は、「摂氏零下40度から摂氏38度までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと」を求めている。ただし、「運搬中に予想される最も低い温度が特定できる場合は、この限りでない」としている。

申請者は、当該輸送物が周囲の温度が摂氏零下40度の下で、収納物の発熱がなく、日陰に置かれた条件から、摂氏38度の下、19Wの発熱及び太陽放射熱がある条件において解析を行っている。その解析の結果、PCV及びSCV、遮蔽体、断熱材及びドラム等の当該輸送容器の構成部品は摂氏零下40度から摂氏度の温度の範囲にあり、材料の使用可能温度範囲内であるとしている。さらに、PCV及びSCVは得られた温度に基づき算定された内圧よりも厳しい圧力を設計圧力として与えた場合にも亀裂、破損等が生じるおそれがないとしている。

規制庁は、摂氏零下40度から摂氏38度の周囲の温度の範囲において亀裂、破損が生じるおそれがないことを確認したことから、規則第11条第3号に定める技術上の基準に適合していると認めた。

5. その他

(1) 品質マネジメントの基本方針

申請者は、品質マネジメントの基本方針として、核燃料物質の輸送を所掌する東京大学大学院工学系研究科原子力専攻（以下「原子力専攻」という。）の品質マネジメントの基本方針を明確化している。具体的には、最高責任者である原子力専攻長の下、原子力専攻内に弥生廃止措置計画プロジェクトチーム輸送準備グループ（以下「輸送準備グループ」という。）を立ち上げ品質保証組織体制を構築し、最高責任者以下、輸送準備グルー

プの責任と権限を明らかにするとともに当該輸送容器の品質に影響のある従事者への教育・訓練を行うとしている。また、使用する輸送容器が法令要求及び設計仕様に適合することを確実にするために輸送容器の製造管理として、容器製造者の能力の確認や製作の検証として検査の実施及び記録の保管を行うとしており、併せて、完成後は当該輸送容器の維持管理、定期検査を実施することについて明確化している。

規制庁は、申請者の組織の中で、核燃料物質の輸送を所掌する原子力専攻について、品質マネジメントシステムの基本方針が明確になっており、また、基本方針の中で当該輸送物による核燃料物質の輸送に係る品質保証組織体制が明確になっていることについて確認した。

(2) 輸送容器の保守及び輸送物の取扱い方法

申請者は、当該輸送容器の取扱い方法及び発送前の点検について、当該輸送容器に収納物を収納する手順を取扱い手順で明文化するとともに、発送前の点検の方法及びその合格基準について規定している。また、保守条件として、定期自主検査の方法及び合格基準を定め、定期自主検査の結果、異常が認められた場合は必要に応じて補修を実施することを定めている。

規制庁は、当該輸送容器の取扱い手順、発送前の点検における検査方法と合格基準、定期自主検査の方法と合格基準及び補修後検査の方法と合格基準について、内容が規定され要領に定められていることを確認した。

(別紙)

技術上の基準において告示及び別記に定められる試験条件及び具体的基準について

表1 原子力規制委員会の定める表面密度限度

告示第9条	<p>規則第4条第8号の原子力規制委員会の定める密度は、次の表の左欄に掲げる放射性物質の区分に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる密度とする。ただし、通常の見扱において、はく離するおそれがない放射性物質の密度については、この限りでない。</p> <table border="1" data-bbox="614 638 1332 772"><thead><tr><th data-bbox="614 638 1117 683">放射性物質の区分</th><th data-bbox="1125 638 1332 683">密度</th></tr></thead><tbody><tr><td data-bbox="614 683 1117 728">アルファ線を放出する放射性物質</td><td data-bbox="1125 683 1332 728">0.4 Bq/cm²</td></tr><tr><td data-bbox="614 728 1117 772">アルファ線を放出しない放射性物質</td><td data-bbox="1125 728 1332 772">4 Bq/cm²</td></tr></tbody></table>	放射性物質の区分	密度	アルファ線を放出する放射性物質	0.4 Bq/cm ²	アルファ線を放出しない放射性物質	4 Bq/cm ²
放射性物質の区分	密度						
アルファ線を放出する放射性物質	0.4 Bq/cm ²						
アルファ線を放出しない放射性物質	4 Bq/cm ²						

表2 原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件

告示第14条	規則第6条第2号の原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件は、別記第4に掲げる条件とする。														
別記第4第1号	<p>摂氏38度の条件下に1週間置くこと。この場合において、次の表の左欄に掲げる当該核燃料輸送物の表面の形状及び位置の区分に応じ、それぞれ、同表右欄に掲げる放射熱を1日につき12時間負荷すること。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">表面の形状及び位置の区分</th> <th>放射熱 (W/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">水平に輸送される平面</td> <td>下向きの表面</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>上向きの表面</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td colspan="2">垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td colspan="2">その他の表面</td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>	表面の形状及び位置の区分		放射熱 (W/m ²)	水平に輸送される平面	下向きの表面	なし	上向きの表面	800	垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200	その他の表面		400
表面の形状及び位置の区分		放射熱 (W/m ²)													
水平に輸送される平面	下向きの表面	なし													
	上向きの表面	800													
垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200													
その他の表面		400													
別記第4第2号	別記第3第1号の条件の下に置くこと。														
別記第3第1号イ	50mm/hの雨量に相当する水を1時間吹き付けること。														
別記第3第1号ロ	イの条件の下に置いた後、次の条件の下に置くこと。ただし、(2)の条件については、(1)、(3)及び(4)の供試物とは別個の供試物を用いること。														
別記第3第1号ロ(1)	その重量が、5,000kg未満のものにあつては1.2mの高さから、最大の破損を及ぼすように落下させること。														
別記第3第1号ロ(2)	省略（本核燃料輸送物については、該当しない）。														
別記第3第1号ロ(3)	その重量の5倍に相当する荷重又は鉛直投影面積に13kPaを乗じて得た値に相当する荷重のうち、いずれか大きいものを24時間加えること。														
別記第3第1号ロ(4)	重量が6kgであり、直径が3.2cmの容易に破損しない棒であつて、その先端が半球形のを1mの高さから当該核燃料輸送物の最も弱い部分に落下させること。														
別記第4備考	第1号及び第2号の条件については、同一の供試物を用いるものとする。														

表3 原子力規制委員会の定める量

告示第15条	規則第6条第2号ロの原子力規制委員会の定める量は、A ₂ 値の100万分の1とする。
--------	---

表4 原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件

告示第16条	規則第6条第3号の原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件は、別記第5に掲げる条件とする。														
別記第5第1号	第2号の条件の下で核燃料輸送物が最大の破損を受けるような順序で次のイ及びロの条件の下に順次置くこと。														
別記第5第1号イ	9mの高さから落下させること。ただし、その重量が500kg以下、比重が1以下、かつ、収納する核燃料物質等が特別形核燃料物質等以外のものであって、当該核燃料物質等の放射能の量がA ₂ 値の千倍を超えるものにあつては、これに代えて、重量が500kg、縦及び横の長さが1m、下面の端部及び隅角部の曲率半径が6mm以下の軟鋼板を9mの高さから当該核燃料輸送物が最大の破損を受けるように水平に落下させること。														
別記第5第1号ロ	垂直に固定した直径が15cmであり、長さが20cmの軟鋼丸棒であつて、その上面が滑らかな水平面であり、かつ、その端部の曲率半径が6mm以下のものに1mの高さから落下させること。														
別記第5第2号	次の条件の下に順次置くこと。														
別記第5第2号イ	摂氏38度の条件下に表面温度が一定になるまで置いた後、摂氏800度で、かつ、平均値が最小で0.9の放射率を有する火炎の放射熱の条件下に30分間置くこと。この場合において、別記第4第1号に定める放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷するものとし、当該核燃料輸送物の表面吸収率は0.8又は実証された値とするものとする。														
別記第5第2号ロ	摂氏38度の条件下で別記第4第1号に定める放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷しつつ冷却すること。ただし、人為的に冷却してはならない。														
別記第4第1号	摂氏38度の条件下に1週間置くこと。この場合において、次の表の左欄に掲げる当該核燃料輸送物の表面の形状及び位置の区分に応じ、それぞれ、同表右欄に掲げる放射熱を1日につき12時間負荷すること。														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">表面の形状及び位置の区分</th> <th>放射熱 (W/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">水平に輸送される平面</td> <td>下向きの表面</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>上向きの表面</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td colspan="2">垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td colspan="2">その他の表面</td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>	表面の形状及び位置の区分		放射熱 (W/m ²)	水平に輸送される平面	下向きの表面	なし	上向きの表面	800	垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200	その他の表面		400
表面の形状及び位置の区分		放射熱 (W/m ²)													
水平に輸送される平面	下向きの表面	なし													
	上向きの表面	800													
垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200													
その他の表面		400													
別記第5第3号	深さ15mの水中に8時間浸漬させること。														
別記第5備考	第1号及び第2号の条件の下には、この順序で置くものとする。														

表5 原子力規制委員会の定める量

告示第17条	規則第6条第3号口の原子力規制委員会の定める量は、 A_2 値とする。ただし、 ^{85}Kr にあつては、 A_2 値の十倍とする。
--------	--

表6 原子力規制委員会の定める量及び試験条件

告示第18条第1項	規則第6条第5号の原子力規制委員会の定める量は、 A_2 値の10万倍とする。
告示第18条第2項	規則第6条第5号の原子力規制委員会の定める試験条件は、別記第6に掲げる条件とする。
別記第6 (第18条関係)	原子力規制委員会の定める量を超える放射能を有する核燃料物質等を収納した核燃料輸送物に係る試験条件 深さ200mの水中に1時間浸漬させること。

表7 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件

告示第24条	規則第11条第1号並びに第2号口及び二の原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件は、別記第11に掲げる条件とする。
別記第11第1号	別記第3第1号イの条件の下に置くこと。
別記第3第1号イ	50mm/hの雨量に相当する水を1時間吹き付けること。
別記第11第2号	別記第3第1号口(1)の条件の下に置くこと。
別記第3第1号口(1)	その重量が、5,000kg未満のものにあつては1.2mの高さから、最大の破損を及ぼすように落下させること。
別記第11第3号	別記第3第1号口(3)及び(4)の条件の下に置くこと。
別記第3第1号口(3)	その重量の5倍に相当する荷重又は鉛直投影面積に13kPaを乗じて得た値に相当する荷重のうち、いずれか大きいものを24時間加えること。
別記第3第1号口(4)	重量が6kgであり、直径が3.2cmの容易に破損しない棒であつて、その先端が半球形のを1mの高さから当該核燃料輸送物の最も弱い部分に落下させること。
別記第11備考	第1号及び第2号の条件の下には、この順序で置くものとする。

表8 原子力規制委員会の定める孤立系の条件

告示第25条本文	規則第11条第2号イ、ロ及びハの原子力規制委員会の定める孤立系の条件は、次の各号に定める条件とする。
告示第25条第1号	核分裂性輸送物の中を水で満たすこと。ただし、浸水及び漏水を防止する特別な措置が講じられた部分については、この限りでない。
告示第25条第2号	収納される核燃料物質等は中性子増倍率が最大となる配置及び減速状態にすること。
告示第25条第3号	密封装置の周囲に置かれた厚さ20cmの水による中性子の反射があること。

表9 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件

告示第26条本文	規則第11条第2号ハ及びホの原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件は、別記第12に掲げる条件とする。														
別記第12 (第26条関係)	核分裂性輸送物に係る特別の試験条件 第1号及び第2号のうち、最大の破損を受ける条件の下に置くこと。														
別記第12第1号	次の条件の下に順次置くこと。														
別記第12第1号イ	別記第11の条件の下に置くこと。														
別記第12第1号ロ	ハの条件の下で核燃料輸送物が最大の破損を受けるような順序で次に掲げる条件の下に順次置くこと。														
別記第12第1号ロ(1)	9mの高さから落下させること。														
別記第12第1号ロ(2)	別記第5第1号ロの条件の下に置くこと。														
別記第5第1号ロ	垂直に固定した直径が15cmであり、長さが20cmの軟鋼丸棒であって、その上面が滑らかな水平面であり、かつ、その端部の曲率半径が6mm以下のものに1mの高さから落下させること。														
別記第12第1号ハ	別記第5第2号の条件の下に置くこと。														
別記第5第2号	次の条件の下に順次置くこと。														
別記第5第2号イ	摂氏38度の条件下に表面温度が一定になるまで置いた後、摂氏800度で、かつ、平均値が最小で0.9の放射率を有する火炎の放射熱の条件下に30分間置くこと。この場合において、別記第4第1号に定める放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷するものとし、当該核燃料輸送物の表面吸収率は0.8又は実証された値とするものとする。														
別記第5第2号ロ	摂氏38度の条件下で別記第4第1号に定める放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷しつつ冷却すること。ただし、人為的に冷却してはならない。														
別記第4第1号	摂氏38度の条件下に1週間置くこと。この場合において、次の表の左欄に掲げる当該核燃料輸送物の表面の形状及び位置の区分に応じ、それぞれ、同表右欄に掲げる放射熱を1日につき12時間負荷すること。														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">表面の形状及び位置の区分</th> <th>放射熱 (W/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">水平に輸送される平面</td> <td>下向きの表面</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>上向きの表面</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td colspan="2">垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td colspan="2">その他の表面</td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>	表面の形状及び位置の区分		放射熱 (W/m ²)	水平に輸送される平面	下向きの表面	なし	上向きの表面	800	垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200	その他の表面		400
表面の形状及び位置の区分		放射熱 (W/m ²)													
水平に輸送される平面	下向きの表面	なし													
	上向きの表面	800													
垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200													
その他の表面		400													
別記第12第1号ニ	深さ0.9mの水中に8時間浸漬させること。ただし、臨界の評価において、浸水又は漏水があらかじめ想定されている場合は、この限りでない。														
別記第12第2号	次の条件の下に順次置くこと。														
別記第12第2号イ	別記第11の条件の下に置くこと。														
別記第12第2号ロ	深さ15mの水中に8時間浸漬させること。														

表10 原子力規制委員会の定める配列系の条件

告示第27条本文	規則第11条第2号ニ及びホの原子力規制委員会の定める配列系の条件は、任意に配列した核分裂性輸送物の周囲に置かれた厚さ20cmの水による中性子の反射があることとする。
----------	--