

京都大学複合原子力科学研究所 原子炉施設保安規定変更承認申請について

(KUCA低濃縮化に係る変更)

京都大学複合原子力科学研究所
2024年2月14日

経緯

- 2016/04/01 核セキュリティサミット@米ワシントン
「KUCAを低濃縮化し、高濃縮ウラン燃料の全量撤去を行う」
- 2019/05/31 低濃縮化に係る設置変更承認申請
2022/04/28 承認（原規規発第2204282号）
- 2022/04/28 軽水減速炉心用燃料製作に係る設工認申請
2023/08/01 承認（原規規発第2308012号）
- 2022/05/19 固体減速炉心用燃料製作に係る設工認申請
2023/08/01 承認（原規規発第2308011号）
- 2022/08/01 高濃縮ウラン燃料撤去完了（MEXT & 米DOE発表）
- 2023/11/29 燃料貯蔵棚 & トリウム貯蔵庫に係る設工認申請
- **2023/12/08 低濃縮化に係る保安規定変更承認申請**
- （未定） 低濃縮ウラン燃料が研究所に到着
- （未定） 低濃縮炉心の性能確認に係る設工認申請
→ （未定） 承認・使事検を経て、段階的に運転再開の予定
（基礎研究、開発研究及び教育訓練の用に供する）

変更の理由

1. 令和4年4月28日付け原規規発第2204282号をもって承認された京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更（臨界実験装置の変更）の変更内容を反映させるため
 - a. 貯蔵の条件等に関するもの： 第62条第1項 第62条第2項
第63条第3項
第68条第2項 第68条第3項
 - b. 運転上の制限に関するもの： 別表第2
 - c. 運転上の条件に関するもの： 別表第2の2
2. 記載の適正化のため
 - a. 「第x号から第y号」に「まで」を追加： 第35条第1項 第74条第1項
 - b. 「および」を「及び」に修正： 第74条第1項 別表第30
 - c. 「または」を「又は」に修正： 第80条第2項 別表第6
 - d. その他、表現、用語、図面の適正化： 第66条第2項 第74条第1項
第167条第1項
別表第37
別図第1

本資料では、記載の適正化に係る説明を割愛

KUCAの概要

- 大学が所有する唯一の臨界集合体
- 最大熱出力 100 W
- 複数架台方式
 - 固体減速架台 × 2 (A架台、B架台)
 - 軽水減速架台 × 1 (C架台)
- 2021年9月から長期停止中
- 低濃縮化後、運転再開の予定

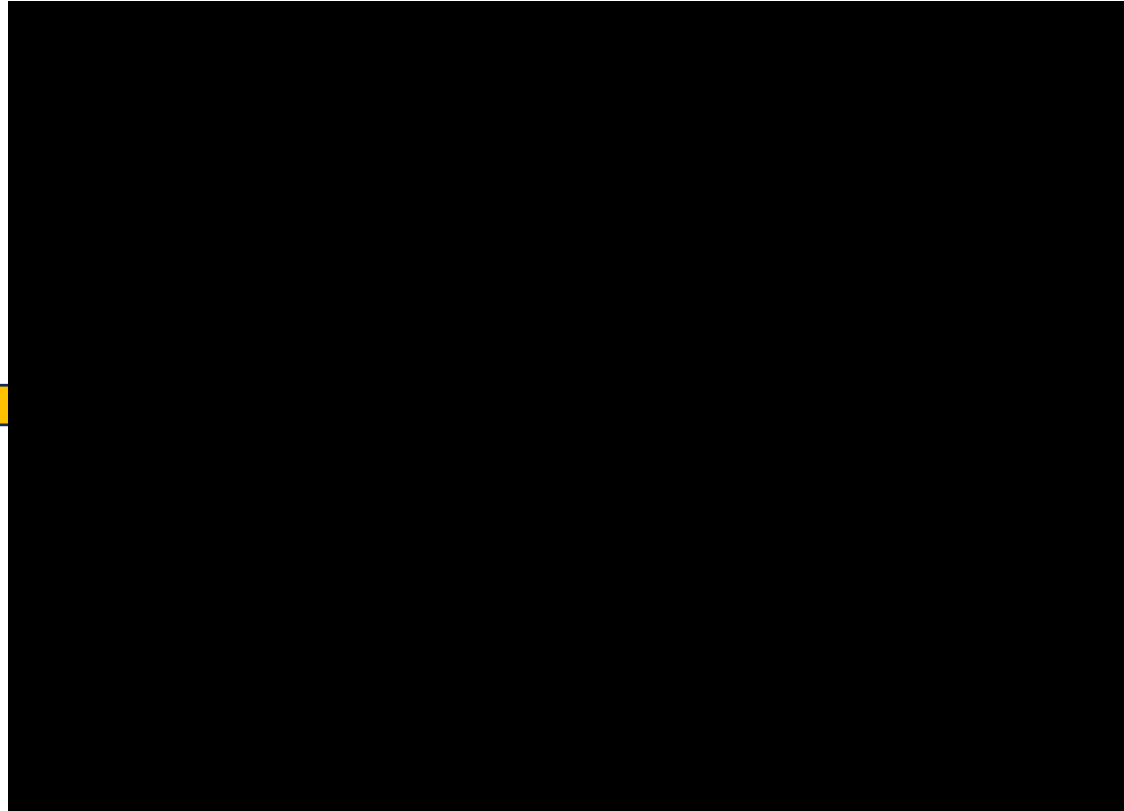
固体減速炉心
(B架台)

軽水減速炉心
(C架台)

固体減速炉心の概要

低濃縮ウランの燃料要素の寸法は、高濃縮ウランの燃料要素のそれと比べて、厚みだけ異なる

- 炉心の構成に用いるさや管は継続使用
- 貯蔵に用いるバードケージは継続使用



燃料セル及び上下ポリエチレンブロックをさや管に装填したものを燃料集合体と呼ぶ

- 燃料要素：角板
- 減速材：ポリエチレン
- 反応度制御設備：6本の制御棒（中性子吸収材はホウ素）
- 非常用制御設備：中心架台（1本以上の燃料集合体を装荷、落下することにより炉心領域から分離）

軽水減速炉心の概要



燃料板を燃料フレームに装填したものを
燃料集合体と呼ぶ

- 燃料要素：長板
- 減速材：軽水
- 反射材：軽水
- 反応度制御設備：6本の制御棒（中性子吸収材はカドミウム）
- 非常用制御設備：ダンプ弁（開放により軽水を排水）

低濃縮ウランの燃料要素の寸法は、高濃縮ウランの燃料要素のそれと同じ
→ 炉心の構成に用いる燃料フレームは継続使用
→ 貯蔵に用いるバードケージは継続使用

第62条第1項

臨界装置部長は、臨界装置用ウランの燃料要素の保管に関しては燃料室燃料貯蔵棚又は炉心において、トリウムの燃料要素の保管に関しては燃料室トリウム貯蔵庫又は炉心において、燃料集合体の保管に関しては炉心において行わなければならない。ただし、臨界装置主任技術者が確認の上、燃料室机上を仮置き場所とすることができる。

- 設置変更承認申請書の本文5. 二. (2)
 - 「核燃料物質の貯蔵施設として燃料室を設け、その中に燃料貯蔵棚を設ける。ウランの燃料要素はバードケージに入れて燃料貯蔵棚に納める。」
 - 「トリウムの燃料要素は、トリウム貯蔵庫に収める。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-3-2節
 - 「燃料室に[]の棚をもつ燃料貯蔵棚を設け、バードケージに収納したウランの燃料要素を貯蔵する。」
 - 「トリウムの燃料要素は、トリウム貯蔵庫に貯蔵する。」
- これらの記載により、以下の内容を反映
 - ウランの燃料要素は、燃料室において燃料貯蔵棚で保管
 - トリウムの燃料要素は、燃料室においてトリウム貯蔵庫で保管

第62条第2項

臨界装置用ウランの燃料要素を臨界装置燃料室燃料貯蔵棚のバードケージ
において保管し、及び燃料室机上において仮置きする場合、

(続く)

- 設置変更承認申請書の本文5. 二. (2)
「核燃料物質の貯蔵施設として燃料室を設け、その中に燃料貯蔵棚を設ける。ウランの燃料要素はバードケージに入れて燃料貯蔵棚に納める。」
「トリウムの燃料要素は、トリウム貯蔵庫に収める。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-3-2節
「燃料室に■■■■■の棚をもつ燃料貯蔵棚を設け、バードケージに収納したウランの燃料要素を貯蔵する。」
「トリウムの燃料要素は、トリウム貯蔵庫に貯蔵する。」
- これらの記載により、既承認の「専用保管庫」とはバードケージ以外に
なく、これに保管するものもウランの燃料要素以外にはないので、以下の
内容を反映
 - ウランの燃料要素は燃料貯蔵棚のバードケージにおいて保管

第62条第2項（続き）

固体減速架台用高濃縮ウランの燃料要素は■■■■以下、軽水減速架台用高濃縮ウランの燃料要素は■■■■以下、固体減速架台用低濃縮ウランの燃料要素は■■■■以下、軽水減速架台用低濃縮ウランの燃料要素は■■■■以下とする。

（続く）

- 設置変更承認申請書の本文5. 二. (2)

「固体減速炉心用のウランの燃料要素は、ボードケースあたりU-235量にして■■■■以下を入れる。また、軽水減速炉心用のウランの燃料要素は、ボードケースあたりU-235量にして■■■■以下を入れる。」

- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-3-2節

「固体減速炉心用のウランの燃料要素（角板）は、■■■■の1ボードケース/1ユニット方式で、U-235量にして■■■■以下を入れる。軽水減速炉心用のウランの燃料要素は、■■■■の1ボードケース/2ユニット方式で、U-235量にして■■■■以下を入れる。」

- これらボードケースあたりU-235量の制限に基づいて決定したボードケースあたりの低濃縮ウランの燃料要素の最大収納枚数を本項に反映

低濃縮燃料要素1枚あたりに含まれるU-235量

	U-235量 [g] / 燃料要素
固体減速炉心用燃料要素	■■■■■
軽水減速炉心用燃料要素	■■■■■

- 設置承認の範囲を逸脱しない燃料要素収納枚数（保守的にU-235量の最大値側を採用）
 - 固体減速炉心用：■■■■■（小数点以下切捨）
 - 軽水減速炉心用：■■■■■（小数点以下切捨）
- その他の考慮
 - 固体減速炉心用、軽水減速炉心用ともに十分な数量のボードケースを所有 → 無理に多数枚の燃料要素をボードケースに収納するように設定する必要はない
 - 軽水減速炉心用のボードケースは、それ自身大きく重い → 収納枚数を小さく設定するほうが作業性が良い
 - 固体減速炉心用、軽水減速炉心用ともに、燃料要素の収納枚数は、キリの良い数字の方が管理しやすい
- 以上より、低濃縮ウランの燃料要素の最大収納枚数は、■■■■■（固体減速炉心用）及び■■■■■（軽水減速炉心用）に設定

第62条第2項（続き）

ただし、軽水減速架台用高濃縮ウランの燃料要素のうち彎曲型燃料板については [REDACTED] 以下とする。

（続く）

- 設置変更承認申請書において、低濃縮ウランの追加が承認
 - 高濃縮ウランと低濃縮ウランの別という新たな分類の概念が導入
- 彎曲型燃料板は、高濃縮ウランに分類
- これより、以下の内容を反映
 - 彎曲型燃料板は高濃縮ウランの燃料要素

第62条第2項（続き）

この場合、異なる種類のウランの燃料要素を混在させてはならない。

- 設置変更承認申請書の本文5. 二. (2)
「固体減速炉心用燃料要素と軽水減速炉心用燃料要素は同じバードケージには収納しない。また、濃縮度が異なるウランの燃料要素は同じバードケージには収納しない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-3-2節
「固体減速炉心用燃料要素と軽水炉心用燃料要素は、同じバードケージに収納しないこととする。また、濃縮度が異なるウランの燃料要素は、同じバードケージに収納しないこととする。」
- これらの記載により、以下の内容を反映
 - 異なる種類のウランの燃料要素をバードケージに収納しない
- さらに、既承認の「混載」という表現には、燃料室机上における仮置きについてのみ言及しているように読めるおそれ
 - 「混載」を「混在」に変更

第63条第3項

前項の報告を受けた中央管理室長は、核燃料管理室長及び臨界装置主任技術者と協議の上、異常の拡大防止及び汚染の拡大防止のために必要な指示をするとともに、異常のあるウランの燃料要素は密封し燃料室貯蔵棚のバードケージに、異常のあるトリウムの燃料要素は密封しトリウム貯蔵庫に保管し、これを所長に報告しなければならない。

- 設置変更承認申請書の添付書類九の9-2-6節
 - 「ウランの燃料要素の破損が検出された場合には、密封し、燃料室内のバードケージに保管する。トリウムの燃料要素の破損が検出された場合には、密封し、燃料室内のトリウム貯蔵庫に保管する。」
- この記載により、以下の内容を反映
 - 異常のあるウランの燃料要素は密封し燃料室貯蔵棚のバードケージに保管
 - 異常のあるトリウムの燃料要素は密封しトリウム貯蔵庫に保管

第68条第2項

専用運搬台車には、固体減速架台用高濃縮ウランの燃料集合体の場合は5体あるいは高濃縮ウランの燃料要素 [] を超えて、軽水減速架台用高濃縮ウランの燃料集合体の場合は5体あるいは高濃縮ウランの燃料要素 [] を超えて、固体減速架台用低濃縮ウランの燃料集合体の場合は5体あるいは低濃縮ウランの燃料要素 [] を超えて、軽水減速架台用低濃縮ウランの燃料集合体の場合は5体あるいは低濃縮ウランの燃料要素 [] を超えてのせてはならない。

- 設置変更承認申請書の添付書類八の第8-2-4表及び第8-2-5表に示されるように、炉心が反射体で囲まれている条件下においても、低濃縮ウラン炉心の代表炉心における臨界量（U-235量）は、固体減速炉心について [] より、軽水減速炉心について [] より多い
- 設置変更承認申請書の添付書類八の第8-2-1図～第8-2-5図に示されるように、炉心が反射体で囲まれている条件下においても、燃料集合体5体で臨界に至る炉心は存在しない
- これより、以下の内容を反映
 - 専用運搬台車で運搬する低濃縮ウランの最大燃料要素数を第62条第2項において追記するバードケージあたりの最大収納枚数と同じとする
 - あるいは、専用運搬台車で運搬する燃料集合体の体数を5体までに制限する（燃料集合体5体に含まれる燃料要素数がバードケージあたりの最大収納枚数を超える場合には、5体を一度には運搬できない）

第68条第3項

当直運転主任は、当直運転員を指揮して、燃料集合体の炉心への挿入及びその炉心からの取出しを行う場合は、KUCA炉心配置変更計画指令書に従って行わなければならない。その際、当直運転主任は、次の各号に掲げる事項を当直運転員に実施させることにより、燃料集合体の誤装荷を未然に防がなければならない。

(続く)

- 設置変更承認申請書の添付書類十の10-3-2-1節において、燃料集合体の誤装荷を防止するために、指令書に従うことの他に、種々の対策を講じることについて承認
- KUCAにおいて、これらの対策は、これまでも実施されてきたことではあるが、保安規定へ明記するため、第1号から第6号までを当直運転主任及び当直運転員に実施させる旨の記載を本項に追記

第68条第3項（続き）

- (1) 固体減速架台用燃料集合体さや管表面に燃料名称を記載する。
- (2) 固体減速架台用燃料集合体の上部キャップへのマーキングにより反射体との識別を明確にする。
- (3) 燃料集合体の装荷作業時、指令書に記載された燃料集合体配置を表示した燃料配置ボードを炉心横の足場に設置する。

（続く）

- 第1号及び第2号は、「なお、固体減速炉心の場合、燃料集合体には燃料であることを示す燃料名称をさや管表面に記載すること、および上部キャップにマーキングすることで反射体と明確に識別できるようにしている。」という記載に対応
- 第3号は、「また運転指令書に記載した燃料集合体の配置を炉心横に置いたすぐに目に入る燃料配置ボードに表示して、燃料装荷作業時に他の運転員は燃料配置ボードを見ながら作業を補助することで燃料配置の誤操作がないことを確認している。」という記載に対応

第68条第3項（続き）

- (4) 燃料集合体の装荷作業時、装荷作業を行う現場運転員と制御室運転員が連絡を取り合い、指令書と燃料集合体装荷位置の整合性を声に出して相互に確認する。
- (5) 燃料集合体の装荷作業時、他の現場運転員は、燃料配置ボードと燃料集合体装荷位置の整合性の確認を補助する。
- (6) 作業終了後、燃料集合体配置が指令書に記載されたものと一致していることを再度確認する。

- 第4号は、「炉心への燃料集合体の装荷時においては、現場の作業員と制御室の運転員が連絡を取りあい、運転指令書と燃料集合体の装荷位置を声に出して互いに確認しながら、誤操作を起こすことがないように注意して作業を実施している。」という記載に対応
- 第5号は、「また運転指令書に記載した燃料集合体の配置を炉心横に置いたすぐに目に入る燃料配置ボードに表示して、燃料装荷作業時に他の運転員は燃料配置ボードを見ながら作業を補助することで燃料配置の誤操作がないことを確認している。」という記載に対応
- 第6号は、「装荷終了後には燃料集合体の配置が運転指令書に記載した配置と一致していることを再度確認しているため」という記載に対応

別表第 2

<u>過剰反応度</u> 固体減速炉心 固体減速炉心	0.35 % $\Delta k/k$ 以下 0.5 % $\Delta k/k$ 以下 <u>過剰反応度は、臨界状態の炉心に印加されると想定されるすべての正の反応度を加えた値</u>
----------------------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文 5. ハ. (1). (iii)
「過剰反応度は、臨界状態の炉心に印加されると想定されるすべての正の反応度を加えた値」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の 8-5-4-3 節
「なお、過剰反応度は、臨界状態の炉心に印加されると想定されるすべての正の反応度を加えた値」
- これらの記載により、過剰反応度の定義が明確となったため、記載の適正化に加えて、以下の内容を反映
 - 過剰反応度の定義を追記

別表第 2 (続き)

減速材対燃料の割合 <u>高濃縮ウラン炉心</u>	固体減速炉心の H/U-235 (ポリエチレン減速炉心) 原子数比 4.0×10^2 以下 固体減速炉心の G/U-235 (黒鉛減速炉心) 原子数比 1.6×10^4 以下
低濃縮ウラン炉心	<u>軽水減速炉心の H/U-235</u> 原子数比 4.0×10^2 以下 <u>固体減速炉心の H/U-235 (ポリエチレン減速炉心)</u> 原子数比 4.0×10^2 以下 <u>軽水減速炉心の H/U-235</u> 原子数比 4.0×10^2 以下

- 設置変更承認申請書の本文 5. ハ. (3)

「高濃縮ウランの燃料要素を用いる固体減速炉心においては、減速材及び反射材として黒鉛又はポリエチレンを用いる。低濃縮ウランの燃料要素を用いる固体減速炉心においては、減速材及び反射材としてポリエチレンを用い、黒鉛は用いない。」

- これらの記載により、固体減速炉心において使用できる減速材の種類が高濃縮ウラン炉心と低濃縮ウラン炉心とでは異なることとなったので、記載の適正化に加えて、以下の内容を反映
 - 高濃縮ウラン炉心と低濃縮ウラン炉心を項目立てて、この別を明確化

別表第2（続き）

<p>実験物及び炉心装荷物の反応度</p> <p>実験物（パイルオシレータ用）</p> <p>挿入管（低濃縮ウラン炉心用）</p> <p>照射物（低濃縮ウラン炉心用）</p>	<p>0.1 %$\Delta k/k$ 以下（絶対値として）</p> <p>挿入管への水流入前後の反応度変化</p> <p>軽水減速炉心 0.5 %$\Delta k/k$ 以下（絶対値として）</p> <p>照射物の取り付け前後の反応度変化</p> <p>固体減速炉心 0.35 %$\Delta k/k$ 以下（絶対値として）</p> <p>軽水減速炉心 0.5 %$\Delta k/k$ 以下（絶対値として）</p>
---	---

- 設置変更承認申請書の本文5. 又. (3). (i)

「また、照射物の装荷の有無に係わらず、軽水減速炉心での挿入管への水流入前後の反応度変化は、絶対値で0.5% $\Delta k/k$ 以下とする。」
- 設置変更承認申請書の本文5. 又. (3). (ii)

「低濃縮ウランの燃料要素を用いる炉心において、照射物を取り付ける前後の反応度変化は、固体減速炉心では絶対値で0.35% $\Delta k/k$ 以下、軽水減速炉心では絶対値で0.5% $\Delta k/k$ 以下とする。」
- これらの記載により、記載の適正化（用語の適正化）に加えて、以下の内容を反映

 - 挿入管の反応度制限を追記
 - 照射物の反応度制限を追記

別表第2の2

事項	制限等*
固体減速炉心の燃料集合体等の構成	[記載省略]
軽水減速炉心の燃料集合体等の構成	[記載省略]
固体減速炉心の配置	[記載省略]
軽水減速炉心の配置	[記載省略]
実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物	[記載省略]

* 低濃縮ウランの燃料要素については、原子力規制委員会による一部使用承認又は使用前確認を受けたもののみを使用すること。

- 5つの事項に再構成

- 以下の既承認の記載、

- 中心架台に1体以上の燃料集合体が装填されていること。ただし、炉心の余剰反応度が負の場合は除く
- 検出器を挿入するための挿入管は管の内部に水が流入した場合であっても炉心に反応度が加わらない場所に設置すること。
- 燃料体に貼り付ける又は軽水減速炉心の燃料板の間に挿入する照射物は使用しないこと。

は、別表第2の2の再構成により、それぞれ、「固体減速炉心の配置」、「実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物」、「実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物」の事項へ移動するが、内容は変わらない

- 低濃縮ウランの燃料要素が追加搬入されるごとに構築可能となる炉心は拡大
- 構築可能となった炉心について、使用前事業者検査を経て一部使用承認を得て、段階的に利用運転に移行させたい
 - 一部使用承認が得られていない炉心を誤って利用運転に移行させることがないようにするための縛りとして、「*」の制限を導入

別表第2の2（続き）

<p>固体減速炉心の燃料集合体等の構成</p>	<p><u>高濃縮ウランの燃料要素と低濃縮ウランの燃料要素が混在した燃料集合体を構成しないこと。</u></p>
<p>軽水減速炉心の燃料集合体等の構成</p>	<p><u>高濃縮ウランの燃料要素と低濃縮ウランの燃料要素が混在した燃料集合体を構成しないこと。</u></p>
<p>固体減速炉心の燃料集合体等の構成</p>	<p><u>高濃縮ウランの燃料集合体と低濃縮ウランの燃料集合体が混在した炉心を構成しないこと。</u></p>
<p>軽水減速炉心の燃料集合体等の構成</p>	<p><u>高濃縮ウランの燃料集合体と低濃縮ウランの燃料集合体が混在した炉心を構成しないこと。</u></p>

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (2). (iii)
 - 「高濃縮ウランの燃料要素と低濃縮ウランの燃料要素は同時に炉心で用いないこととする。」

- これより、以下の内容を反映
 - 高濃縮と低濃縮の燃料要素が混在した燃料集合体の構成を制限
 - 高濃縮と低濃縮の燃料集合体が混在した炉心の構成を制限

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において、トリウム及び天然ウランの燃料要素を使用しないこと。</u>
------------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「j. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、天然ウラン及びトリウムの燃料要素は使用しない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(10) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、天然ウラン及びトリウムの燃料要素は使用しない。」
- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (2). (iii)
「なお、低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、天然ウラン及びトリウムは使用しない。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において、減速材として1/8 インチ厚と1/16 インチ厚のポリエチレン板のみを使用すること。</u>
------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「d. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、…とする。また、ポリエチレン板は、1/8 インチ厚と1/16 インチ厚のもの以外は使用しない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(4) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、…とする。また、ポリエチレン板は、1/8 インチ厚と1/16 インチ厚のもの以外は使用しない。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において、減速材及び反射材として黒鉛を使用しないこと。</u>
------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「j. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、…。また、黒鉛は、減速材及び反射材として使用しない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(10) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、…。また、黒鉛は、減速材及び反射材として使用しない。」
- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (3)
「低濃縮ウランの燃料要素を用いる固体減速炉心においては、減速材及び反射材としてポリエチレンを用い、黒鉛は用いない。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において燃料領域を構成する場合、燃料要素1枚と11/16インチ厚ポリエチレン板の組み合わせ（H/U-235原子数比の最も大きなもの）から燃料要素2枚と1/8インチ厚ポリエチレン板の組み合わせ（H/U-235原子数比の最も小さなもの）までの範囲とすること。</u>
------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)

「d. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板の組み合わせは、角板1枚と11/16インチ厚ポリエチレン板の組み合わせ（H/U-235の原子数比の最も大きなもの）から、角板2枚と1/8インチ厚ポリエチレン板の組み合わせ（H/U-235の原子数比の最も小さなもの）までの範囲とする。」

- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節

「(4) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板の組み合わせは、角板1枚と11/16インチ厚ポリエチレン板の組み合わせ（H/U-235の原子数比の最も大きなもの）から、角板2枚と1/8インチ厚ポリエチレン板の組み合わせ（H/U-235の原子数比の最も小さなもの）までの範囲とする。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において燃料領域を構成する場合、燃料要素とポリエチレン板の組み合わせを1種類のみとすること。</u>
------------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「e. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板の組み合わせは、1種類のみとする。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(5) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板の組み合わせは、1種類のみとする。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において、燃料領域の高さは、31cm以上、47cm以下の範囲とすること。ただし、過剰反応度調整のための燃料集合体は除く。</u>
------------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「f. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板が組み合わされる領域の高さは、31cm以上、47cm以下とする。ただし、過剰反応度調整のための燃料集合体では、それが30cm以下となるものも2体までは使用してもよいが、制御棒に隣接して配置しない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(6) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板が組み合わされる領域の高さは、31cm以上、47cm以下とする。ただし、過剰反応度調整のための燃料集合体では、それが30cm以下となるものも2体までは使用してもよいが、制御棒に隣接して配置しない。」
- 「2体までは使用してもよいが、制御棒に隣接して配置しない。」については、事項「固体減速炉心の炉心配置」に記載

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において、燃料領域の上部及び下部に25cm厚以上のポリエチレン反射材を装填すること。</u>
------------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「g. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板が組み合わされる領域の上部及び下部には、25cm厚以上のポリエチレン反射材を装填する。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(7) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板が組み合わされる領域の上部及び下部には、25cm厚以上のポリエチレン反射材を装填する。」

別表第2の2（続き）

軽水減速炉心の燃料集合体等の構成	<u>低濃縮ウランの燃料集合体において、燃料板支持フレームへの燃料要素装填ピッチは、約3mm、約3.5mm、約4.5mm及び約6mmとすること。</u>
------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「1. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心用燃料集合体を構成する場合、支持フレームへの標準型燃料板装填ピッチは、約3mm、約3.5mm、約4.5mm及び約6mmの4種類とする。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(12) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心用燃料集合体を構成する場合、支持フレームへの標準型燃料板装填ピッチは、約3mm、約3.5mm、約4.5mm及び約6mmの4種類とする。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の炉心配置	<p>低濃縮ウラン炉心において、1種類のH/U-235の原子数比の燃料集合体のみを使用する単一炉心を構築すること。</p> <p>低濃縮ウラン炉心において、炉心の周囲に3層以上のポリエチレン反射体を装荷すること。ただし、検出器等の挿入のためにポリエチレン反射体が装荷できない場合を除く。</p>
-------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
 - 「h. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、炉心は、1種類のH/U-235の原子数比の燃料集合体のみを使用する単一炉心とする。」
 - 「i. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、炉心周囲には、3層以上のポリエチレン反射体を装荷する。ただし、検出器等の挿入のためにポリエチレン反射体が装荷できない場合を除く。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
 - 「(8) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、炉心は、1種類のH/U-235の原子数比の燃料集合体のみを使用する単一炉心とする。」
 - 「(9) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、炉心周囲には、3層以上のポリエチレン反射体を装荷する。ただし、検出器等の挿入のためにポリエチレン反射体が装荷できない場合を除く。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の炉心配置	<u>低濃縮ウラン炉心において、黒鉛反射体を装荷しないこと。</u>
-------------	------------------------------------

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「j. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、…。また、黒鉛は、減速材及び反射材として使用しない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(10) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、…。また、黒鉛は、減速材及び反射材として使用しない。」
- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (3)
「低濃縮ウランの燃料要素を用いる固体減速炉心においては、減速材及び反射材としてポリエチレンを用い、黒鉛は用いない。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の炉心配置	<u>低濃縮ウラン炉心において、制御棒を炉心に対して水平方向に線対称となるように配置すること。</u>
-------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「k. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、炉心に対して水平方向に線対称となるように制御棒を配置する。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(11) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心を構築する場合、炉心に対して水平方向に線対称となるように制御棒を配置する。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の炉心配置	<u>低濃縮ウラン炉心において燃料領域の高さが30cm以下となる燃料集合体を過剰反応度調整のために装荷する場合、2体までとすること。また、制御棒に隣接して装荷しないこと。</u>
-------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)

「f. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板が組み合わされる領域の高さは、31cm以上、47cm以下とする。ただし、過剰反応度調整のための燃料集合体では、それが30cm以下となるものも2体までは使用してもよいが、制御棒に隣接して配置しない。」

- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節

「(6) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて固体減速炉心用燃料集合体を構成する場合、角板とポリエチレン板が組み合わされる領域の高さは、31cm以上、47cm以下とする。ただし、過剰反応度調整のための燃料集合体では、それが30cm以下となるものも2体までは使用してもよいが、制御棒に隣接して配置しない。」という記載が承認された。これら記載のうち、「2体までは使用してもよいが、制御棒に隣接して配置しない。」

別表第2の2（続き）

固体減速炉心の炉心配置	<u>低濃縮ウラン炉心において炉心が正の過剰反応度を持つ場合、すべての制御棒のうち半数が上限、残り半数が下限、中心架台が下限の状態において、その炉心を構成する燃料集合体のうち任意の1体を炉心の任意の位置に追加で装荷した場合であっても未臨界状態となること。</u>
-------------	---

• 設置変更承認申請書の添付書類十の10-3-2-1節

燃料集合体の誤装荷について、

「炉心配置変更時に燃料集合体を1体誤装荷してしまっても、固体減速炉心については中心架台の反応度が核的制限値の1% $\Delta k/k$ 以上あり、さらに中心架台に燃料集合体が1体以上装荷されていれば臨界となることはないこと、燃料を誤装荷してしまった場合であっても原子炉の起動前に気付くことができるため、設計基準事故である反応度の異常な投入となる可能性は極めて低いことから、「燃料落下又は燃料誤装荷」の事象は炉心には著しい損傷が発生するおそれがないものであり、当該設計基準事故以外の事故に至るおそれがある異常は生じないものである。」

- 炉心構築作業は、6本の制御棒のうち3本が上限、残り3本が下限、中心架台が下限の状態を実施
- 第68条第3項において、この炉心装荷作業において、誤装荷が起きないように種々の手順を規定する
- さらに、原子炉の起動前に炉心配置の再確認を行うことで、仮に誤装荷してしまっても、それを発見できる手順を規定する
- ここでは、制御棒3本が上限、残り3本が下限、中心架台が下限の状態を実施する炉心装荷作業において、仮に燃料集合体1体を誤って追加で装荷してしまっても、炉心が臨界に至ってしまうことがないようにしておくことで、設計基準事故である異常な反応度投入が起きないようにする

別表第2の2（続き）

軽水減速炉心の炉心配置	炉心給排水設備による反応度制御を行わないこと。
-------------	-------------------------

- 設置変更承認申請書の本文5. へ. (3). (i)及び添付書類八の8-5-4節において、反応度制御設備としての水位制御及び水位制御装置が削除され、本文5. へ. (5)及び添付書類八の8-5-6節の炉心給排水設備として記載

別表第2の2（続き）

軽水減速炉心の炉心配置	<p><u>低濃縮ウラン炉心において、1種類のH/U-235の原子数比の燃料集合体のみを装荷すること。</u></p> <p><u>低濃縮ウラン炉心において2分割炉心を構築する場合、燃料要素装填ピッチが約4.5mm及び約6mmの燃料集合体のみを装荷すること。</u></p>
-------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
 - 「m. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、炉心は、1種類の標準型燃料板装填ピッチの燃料集合体のみを使用する。」
 - 「n. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて2分割軽水減速炉心を構築する場合、約4.5mm又は約6.0mmの標準型燃料板装填ピッチの燃料集合体のみを使用する。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
 - 「(13) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、炉心は、1種類の標準型燃料板装填ピッチの燃料集合体のみを使用する。」
 - 「(14) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて2分割軽水減速炉心を構築する場合、約4.5mm又は約6.0mmの標準型燃料板装填ピッチの燃料集合体のみを使用する。」

別表第2の2（続き）

軽水減速炉心の炉心配置	<p><u>低濃縮ウラン炉心において、4列又は5列炉心とすること。ただし、約6mmの燃料要素装填ピッチの燃料集合体を使用する2分割炉心については、4列のみとすること。</u></p> <p><u>低濃縮ウラン炉心において、各列の燃料要素の装荷枚数の総数の差異を2枚以内とすること。</u></p>
-------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)

「o. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、燃料集合体は、4列又は5列に配列する。ただし、約6.0mmの標準型燃料板装填ピッチの燃料集合体を使用する2分割炉心については、4列のみとする。」

「q. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、各列の標準型燃料板の装填枚数の総数の差異は、2枚以内とする。」

- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節

「(15) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、燃料集合体は、4列又は5列に配列する。ただし、約6.0mmの標準型燃料板装填ピッチの燃料集合体を使用する2分割炉心については、4列のみとする。」

「(17) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、各列の標準型燃料板の装填枚数の総数の差異は、2枚以内とする。」

別表第2の2（続き）

軽水減速炉心の炉心配置	<p><u>低濃縮ウラン炉心において2分割炉心を構築する場合、燃料集合体を分割面に対して対称に装荷すること。</u></p> <p><u>低濃縮ウラン炉心において2分割炉心を構築する場合、分割幅を15cm以下とすること。</u></p>
-------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「p. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて2分割軽水減速炉心を構築する場合、燃料集合体は、分割面に対して対称に配置する。分割幅は、15cm以下とする。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(16) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて2分割軽水減速炉心を構築する場合、燃料集合体は、分割面に対して対称に配置する。分割幅は、15cm以下とする。」

別表第2の2（続き）

軽水減速炉心の炉心配置	<u>低濃縮ウラン炉心において、制御棒を炉心に対して水平方向に線対称となるように配置すること。ただし、2分割炉心においては、分割面の中心点に対して点対称となるように配置してもよい。</u>
-------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「s. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、炉心に対して水平方向に線対称となるように制御棒を配置する。ただし、2分割炉心においては、分割面の中心点に対して点対称となるように制御棒を配置しても良いこととする。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(19) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、炉心に対して水平方向に線対称となるように制御棒を配置する。ただし、2分割炉心においては、分割面の中心点に対して点対称となるように制御棒を配置しても良いこととする。」

別表第2の2（続き）

軽水減速炉心の炉心配置	低濃縮ウラン炉心において、重水を反射材として使用しないこと。
-------------	--------------------------------

- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (1). (v)
「r. 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、重水は、反射材として使用しない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-2-1-5-2節
「(18) 低濃縮ウランの燃料要素を用いて軽水減速炉心を構築する場合、重水は、反射材として使用しない。」
- 設置変更承認申請書の本文5. ハ. (3)
「低濃縮ウランの燃料要素用いる軽水減速炉心においては、減速材及び反射材として軽水を用い、重水は用いない。」

別表第2の2（続き）

実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物	<u>実験物は、装置の中で有意に動かないように固定すること。</u> <u>実験物は、固体とし粉体や液体は用いないこと。</u>
------------------------	---

- 設置変更承認申請書の本文5. 又. (2). (ii)
「実験物を装置の中で有意に動かないように固定する。」
「実験物は固体とし、粉体や液体は用いない。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-9-4-1節
「実験物を装置の中で有意に動かないように固定する。」
「実験物は固体とし、粉体や液体は用いない。」

別表第2の2（続き）

実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物	挿入管は、運転中に動くことがないように固定すること。
------------------------	----------------------------

- 設置変更承認申請書の本文5. 又. (3). (i)
「ただし、固体減速炉心用、軽水減速炉心用ともに、運転中に動くことがないように固定する。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-9-5-1節
「ただし、固体減速炉心用、軽水減速炉心用ともに、運転中に動くことがないように固定する。」

別表第2の2（続き）

実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物	低濃縮ウランの軽水減速炉心において、挿入管が破損して内部に水が流入することを考え、水流入の前後で、過剰反応度は制限値以下となること。
------------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. 又. (3). (i)
「低濃縮ウランの燃料要素を用いる軽水減速炉心用については、挿入管が破損して内部に水が流入することを考え、水流入の前後で炉心の過剰反応度を $0.5\% \Delta k/k$ 以下に制限する。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-9-5-1節
「低濃縮ウランの燃料要素を用いる軽水減速炉心用については、挿入管が破損して内部に水が流入することを考え、水流入の前後で炉心の過剰反応度を $0.5\% \Delta k/k$ 以下に制限する。」

別表第2の2（続き）

実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物	照射物は、運転中に反応度の有意な変動がないよう燃料体にテープ等で貼り付けて固定すること。
------------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. 又. (3). (ii)
「ただし、運転中に反応度の有意な変動がないように燃料体にテープ等で貼付けて固定する。」
- 設置変更承認申請書の添付書類八の8-9-5-2節
「ただし、運転中に反応度の有意な変動がないように燃料体にテープ等で貼付けて固定する。」

別表第2の2（続き）

実験物（パイルオシレータ用）、挿入管、照射物	パイルオシレータの使用、照射物の移動、挿入管の破損及びそれらに起因する温度上昇に伴い添加される反応度を考慮しても、過剰反応度は制限値以下となること。
------------------------	--

- 設置変更承認申請書の本文5. 又. (3). (ii)

「また、パイルオシレータの使用、照射物の移動、挿入管の破損及びそれらに起因する温度上昇に伴い添加される反応度を考慮しても過剰反応度は、常に固体減速炉心では0.35% $\Delta k/k$ 以下、軽水減速炉心では0.5% $\Delta k/k$ 以下となるようにする。」

以上