

京都大学複合原子力科学研究所の原子炉施設  
[京都大学臨界実験装置(KUCA)]の変更に係る  
設計及び工事の計画の承認申請書

(KUCA軽水減速炉心用低濃縮燃料要素の製作)  
(KUCA固体減速炉心用低濃縮燃料要素の製作)

京都大学複合原子力科学研究所

2023年3月14日

## 資料の内容

1. 前々回の審査会合での質問に関する回答 ..... 3
2. 補正申請での変更点 ..... 16
3. 新しく追加した技術基準規則への適合性についての説明 ..... 34
4. 技術基準規則との対応表について ..... 41

本資料における赤字は、補正申請書における当初申請からの変更点

# 1. 前々回の審査会合での 質問に関する回答

## 前々回の審査会合での質問一覧

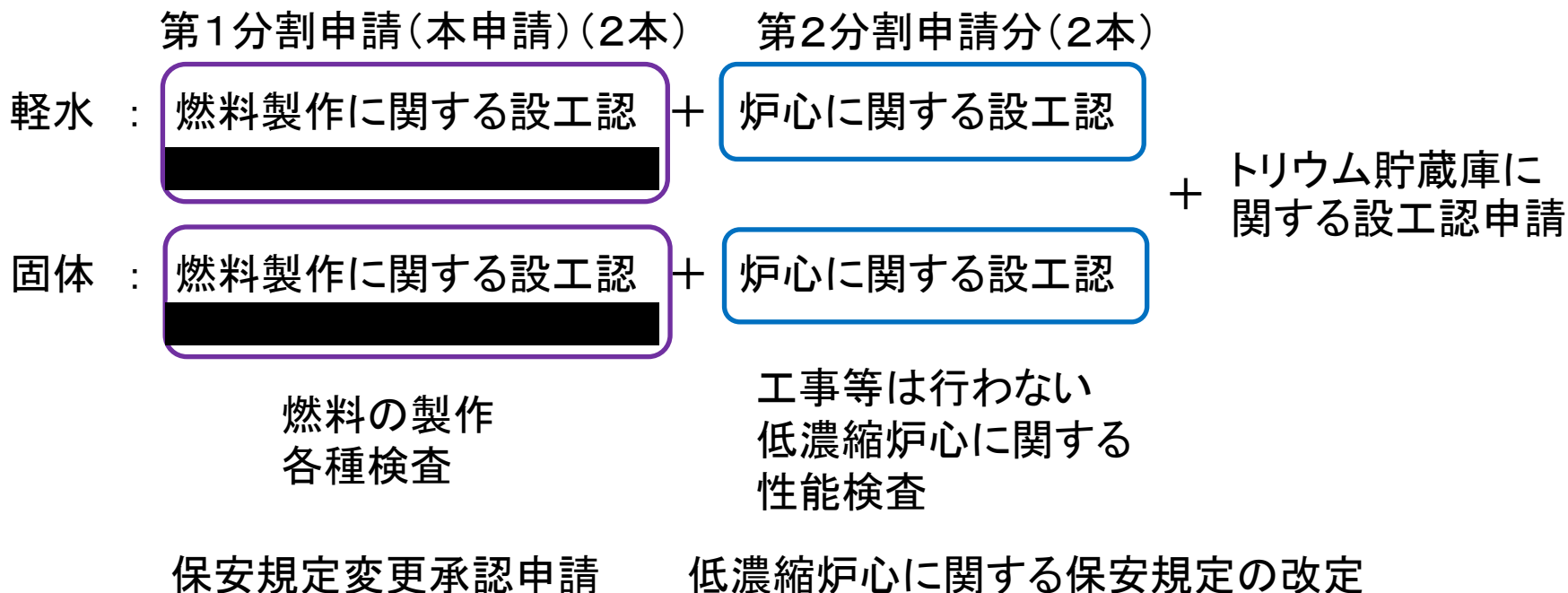
No.	質問内容
①	令和4年4月28日に承認した設置変更承認の後段規制全体のスケジュールの確認の観点から、低濃縮燃料要素の製作に加えて、低濃縮燃料要素を用いた炉心の運転開始までに予定している許認可申請(設工認、保安規定、使用前確認等)について全体計画を説明すること。
②	技術基準規則第22条(炉心等)の第1項、第2項について、申請書の添付においては、被覆材の附加荷重及び自重の応力評価しか説明されていない。例えば、STACYの設工認では、燃料の設計条件として最高使用圧力及び最高使用温度を申請書の本文に記載した上で、添付の説明書で運転時の圧力、温度、放射線、荷重等の説明がなされていることから、STACYの設工認を参考に、これらについて説明すること。
③	第21条(安全設備)第3項(想定される全ての環境条件における機能の発揮)については、補正申請において説明を追加すること。
④	運転するために最低限必要な燃料枚数について、設置変更承認申請書に記載の代表炉心を組める適切な製作枚数となっているかの観点から、どの程度になるか説明すること。
⑤	輸送時において燃料要素が変形あるいは破損する可能性などが考えられるが、事業所到着後に検査項目がない理由について説明すること。

# 審査会合での質問 質問①とその回答

令和4年4月28日に承認した設置変更承認の後段規制全体のスケジュールの確認の観点から、低濃縮燃料要素の製作に加えて、低濃縮燃料要素を用いた炉心の運転開始までに予定している許認可申請(設工認、保安規定、使用前確認等)について全体計画を説明すること。



低濃縮燃料を用いた炉心による運転再開まで



詳細スケジュールについては、次ページのとおり

<b>軽水減速炉心用燃料</b>										
燃料の製造										
設工認申請	承認									
製造										
使用前事業者検査 (現地)										
発送前検査										
輸送										
使用前事業者検査 (事業所)										
使用前確認										
<b>炉心に関する設工認</b>										
設工認申請	承認									
使用前事業者検査										
使用前確認										
<b>固体減速炉心用燃料</b>										
燃料の製造										
設工認申請	承認									
製造										
使用前事業者検査 (現地)										
発送前検査										
輸送										
使用前事業者検査 (事業所)										
使用前確認										
<b>炉心に関する設工認</b>										
設工認申請	承認									
使用前事業者検査										
使用前確認										
<b>保安規定変更承認申請</b>										
定期事業者検査	承認									
検査報告書		軽水	固体							
運転再開(軽水)										
運転再開(固体)										
<b>トリウム貯蔵庫</b>										
設工認申請	承認									
製作										
使用前事業者検査										
使用前確認										

□ : 設工認申請

□ : 保安規定変更承認申請

## 質問②とその回答

技術基準規則第22条(炉心等)の第1項、第2項について、申請書の添付においては、被覆材の附加荷重及び自重の応力評価しか説明されていない。例えば、STACYの設工認では、燃料の設計条件として最高使用圧力及び最高使用温度を申請書の本文に記載した上で、添付の説明書で運転時の圧力、温度、放射線、荷重等の説明がなされていることから、STACYの設工認を参考に、これらについて説明すること。

### 回答

申請書本文に、最高使用圧力、最高使用温度を追記した(下記赤字部分)。

補正申請書  
本文記載

軽水申請書:

3.1 設計条件

3.1.3 最高使用圧力、最高使用温度

最高使用圧力 : 常圧

最高使用温度 : 90°C

固体申請書:

3.1 設計条件

3.1.3 最高使用圧力、最高使用温度

最高使用圧力 : 常圧

最高使用温度 : 90°C

(炉心等)

第二十二条 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

2 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えられるものでなければならない。

3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、冷却材の循環その他の要因により生ずる振動により損傷を受けることがないように設置されたものでなければならない。

回答：第1項について

軽水、固体ともに、評価計算書(参考資料：A.軽水減速炉心用燃料要素計算書、C.固体減速炉心用燃料要素計算書)に、燃料要素に関する圧力、温度、放射線による物理的及び化学的性質について説明しており、全てにおいて問題がないことを確認している。

軽水

技術基準規則第22条第1項で確認する内容	技術基準規則第22条第1項と上記の説明との対応
圧力 (評価計算書A 2.)	常圧で使用し温度上昇が僅かなため影響はない
温度 (評価計算書A 3.)	熱応力、プリスタについては、温度上昇が僅かなため影響はない
放射線 (評価計算書A 4.)	照射特性については、出力が低いためスウェリングは発生せず影響はない

固体

技術基準規則第22条第1項で確認する内容	技術基準規則第22条第1項と上記の説明との対応
圧力 (評価計算書C 2.)	常圧で使用し温度上昇が僅かなため影響はない
温度 (評価計算書C 3.)	プリスタについては、温度上昇が僅かなため影響はない
放射線 (評価計算書C 4.)	照射特性については、出力が低いためスウェリングは発生せず影響はない



以下に軽水/固体減速炉心用燃料要素それぞれの説明について示す。



## ②の回答についての説明(軽水)

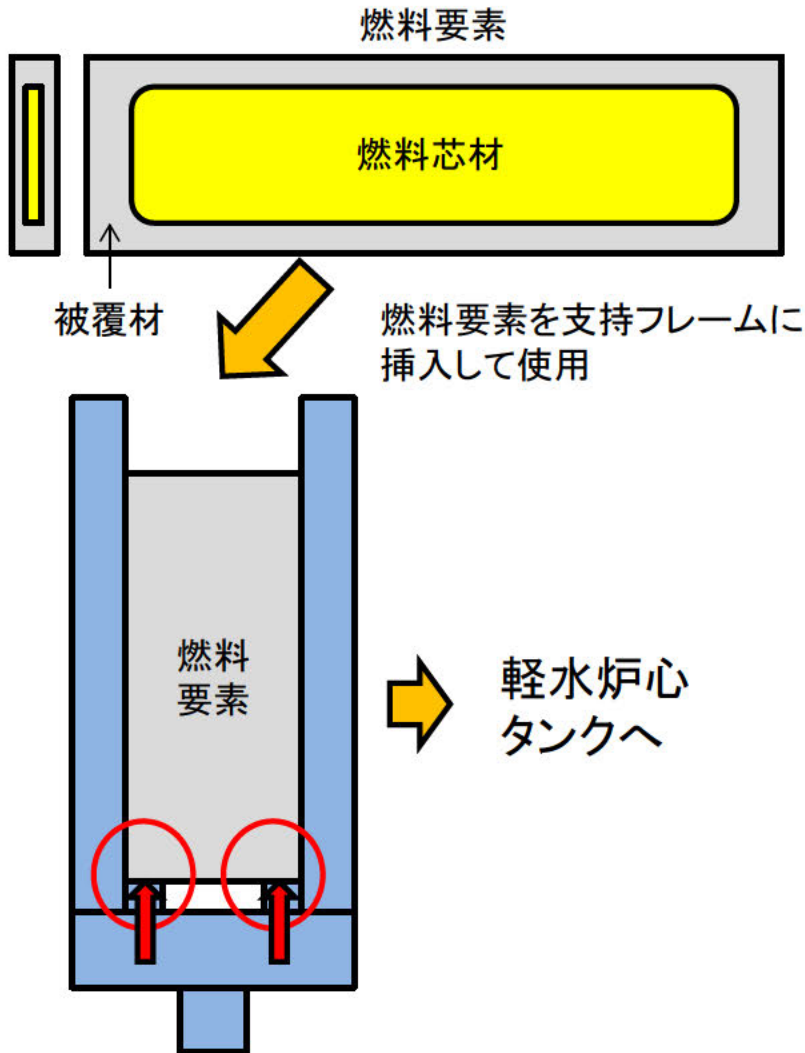
申請書添付の適合性への説明書:第22条の説明を修正した。

なお、第3項の説明は変更なし

### 軽水第1項

軽水減速炉心における最大熱出力は100Wで放射線の影響は低く、また、最高使用圧力は常圧、最高使用温度は90°C(運転時の異常な過渡変化での温度上昇は最大でも約2°C以下)と低い。そのため、評価計算書Aに示したとおり、圧力は常圧で使用し温度上昇が僅かなため影響はない。温度については、初期値25°Cから温度上昇が2°C以下と低いため、異常をもたらすような熱応力、ブリスト(400°Cを超えないことが基準)は発生しない。放射線については、照射によるスウェリングでの体積増加率 $dV/V$ は[REDACTED]と小さく影響はない。なお、使用する被覆材も、これまでKUCAで約45年間使用していたものと同様アルミニウム合金であり、使用条件も変わらないため腐食のおそれはない。以上のことから、運転時においても、物理的および化学的性質を保持できるものである。なお、材料検査、外観検査及び寸法検査を実施し、適切な材料及び構造であることを確認する。

## ②の回答についての説明(軽水)



燃料要素被覆材と燃料フレームが接する箇所(図の赤い部分)に加わる自重と水圧による負荷を考慮する

### 軽水第2項

当該燃料要素は熱間圧延加工によりアルミニウム製板でウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料の燃料芯材を挟み込んだ構造である。当該燃料要素は標準型燃料板支持フレームに収納されて炉心格子板に固定され、常圧の条件下で使用されるため、**燃料芯材の強度は考慮せず、負荷がかかる被覆材への附加荷重及び自重を評価対象とする。**

### 評価計算結果

水圧による附加荷重[N/mm <sup>2</sup> ]	自重による附加荷重[N/mm <sup>2</sup> ]	被覆材の耐力[N/mm <sup>2</sup> ]
$8.8 \times 10^{-3}$		63.7

アルミニウム被覆材の耐力に対して十分に小さく、要求事項に適合する設計

## ②の回答についての説明(固体)

申請書添付の適合性への説明書:第22条の説明を修正した。

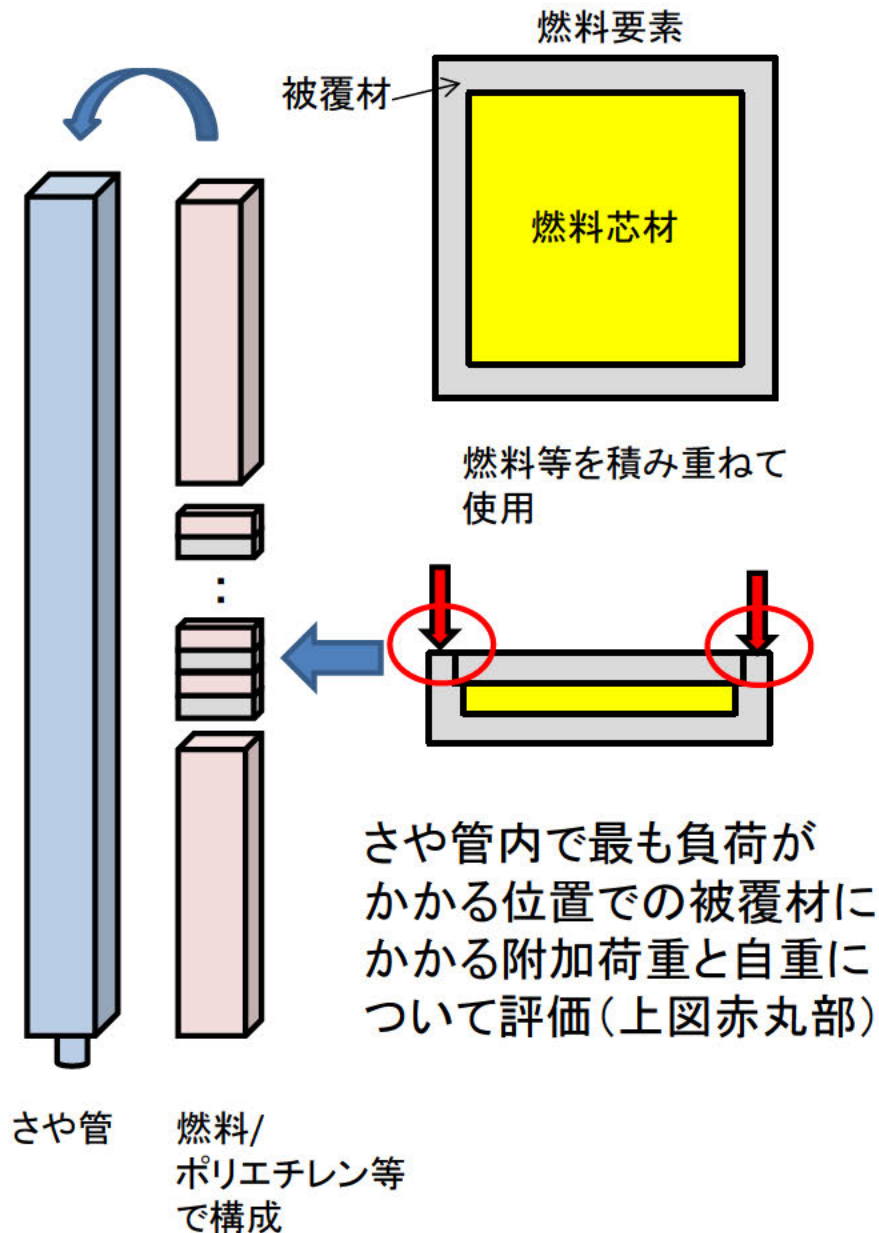
なお、第3項の説明は変更なし

### 固体第1項

固体減速炉心における最大熱出力は100Wで放射線の影響は低く、また、最高使用圧力は常圧、最高使用温度は90°C(運転時の異常な過渡変化での温度上昇は最大でも49.3°C)と低い。そのため、評価計算書Cに示したとおり、圧力は常圧で使用し温度上昇が僅かなため影響はない。温度については、初期値25°Cから温度上昇が最大49.3°Cと低いため、異常をもたらすような被覆材への影響、ブリスタ(400°Cを超えないことが基準以下)は発生しないため、影響はなし。放射線については、照射によるスウェリングでの体積増加率 $dV/V$ は[REDACTED]と小さく、影響はない。なお、使用する被覆材も、これまでKUCAで約45年間使用していたものとほぼ同じアルミニウム合金であり、使用条件も変わらないため腐食のおそれはない。以上のことから、運転時においても、物理的および化学的性質を保持できるものである。

なお、材料検査、外観検査及び寸法検査を実施し、適切な材料及び構造であることを確認する。

## ②の回答についての説明(固体)



### 固体第2項

燃料要素はアルミニウム製の額縁の内部にウランモリブデン・アルミニウム分散型燃料のコンパクト(圧縮して成型したもの)を入れ、その上にアルミニウム製の板を置いて周囲を溶接している構造である。燃料要素は燃料さや管に収納されて炉心格子板に固定し、常圧の条件下で使用されるため、**燃料芯材の強度は考慮せず、負荷がかかる被覆材への追加荷重及び自重を評価の対象とする。**

### 評価計算結果

追加荷重 [N/mm <sup>2</sup> ]	被覆材の耐力 [N/mm <sup>2</sup> ]
	63.7

アルミニウム被覆材の耐力に対して十分に小さく、要求事項に適合する設計

## 質問③とその回答

第21条(安全設備)第3項(想定される全ての環境条件における機能の発揮)については、補正申請において説明を追加すること。

回答:補正申請において第21条の説明を追加する

第21条(安全設備)

3 安全設備は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。

**適合性の説明:** 低濃縮燃料要素を用いた炉心の通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、影響を与えると想定される環境条件としては、当該燃料要素の温度上昇がある。当該燃料要素における初期値25°Cからの温度上昇の最大値は、軽水減速炉心も含めて、固体減速炉心での運転時の異常な過渡変化における49.3°C(最大値74.3°C)であり、温度上昇の影響を受けることはない。

(評価計算書F参照)

## 質問④とその回答

運転するために最低限必要な燃料枚数について、設置変更承認申請書に記載の代表炉心を組める適切な製作枚数となっているかの観点から、どの程度になるか説明すること。

回答：以下のとおり説明する。

軽水減速炉心については燃料製造後に[ ]を輸送することを予定している。設置変更承認での代表炉心の内、燃料最小枚数炉心は[ ](※)であるため、1回目の輸送後であっても臨界炉心の構成が可能である。

固体減速炉心については燃料製造後に[ ]を輸送することを予定している。設置変更承認での代表炉心の内、燃料最小枚数炉心[ ](※)であるため、1回目の輸送後であっても臨界炉心の構成が可能である

※U235量は公差を考慮した最小値とし、設置変更で示した臨界量に関する誤差を考慮

設置変更承認申請の添付八の記載にあるとおり、それぞれ1回目の輸送完了後に、炉心に関する設工認の使用前確認ができる状態と考えられることから、燃料製作と炉心に関する一部使用承認を受け、それぞれの炉心の運転を再開する。

低濃縮炉心の設工認における代表炉心については、到着後の燃料枚数により、炉心サイズ等を考慮した代表性のあるものを選定して、一部使用承認を受ける。  
(低濃縮炉心の設工認にて、選定予定)

## 質問⑤とその回答

輸送時において燃料要素が変形あるいは破損する可能性などが考えられるが、事業所到着後に検査項目がない理由について説明すること。



回答: 前々回審査会合では、自主検査を計画している旨を説明したが、その後の京大内での議論の結果、使用事業者検査に到着後の外観検査を含めることとする。



軽水、固体ともに、設工認申請書に下記文章を追加した。  
(併せて申請書図-2もそれぞれ変更)

### 4.2.1.3 燃料要素検査

#### 外観検査2

燃料要素に有害な傷、異物及び著しい汚れがないことを目視により確認する。

## 2. 補正申請での変更点



## 補正の内容(軽水・固体共通)

- ・分割申請(工事の全体の概要と一時に申請できない理由)
- ・製作枚数の記載の変更
- ・工事の方法および手順の記載の適正化
- ・検査項目の追加
- ・技術基準規則への適合性の説明条項の追加と削除

# KUCA低濃縮化に向けた全体計画の概要

KUCAの設置変更承認申請にて承認された低濃縮炉心での運転に向けて、

低濃縮燃料の製作を行い、それを用いた炉心が設置許可に記載された内容と整合しているかどうかを確認するため、低濃縮燃料炉心に対する確認を行う必要がある。



そのため今回の申請である低濃縮燃料の製作に加えて、低濃縮燃料炉心に関する設工認も行う必要がある。

燃料の製作には、軽水減速炉心用と固体減速炉心用の2種類の燃料要素を製作する。そのため、低濃縮炉心に関する設工認についても2種類の炉心に対して申請を行う予定である。



低濃縮燃料の製作(今回:第1分割申請):軽水減速炉心+固体減速炉心  
低濃縮燃料炉心(次回:第2分割申請):軽水減速炉心+固体減速炉心

KUCA低濃縮炉心への運転に向け、設置変更承認申請における記載と整合しているかどうかを確認するとともに、許可基準規則への適合性の確認を行った項目について、設工認申請において技術基準規則と適合しているかどうかを確認する。

# KUCA低濃縮化に向けた設工認の分割申請

## 試験炉規則第3条第3項

設計及び工事の計画の全部につき一時に法第二十七条第一項の規定による認可を申請することができないときは、分割して認可を申請することができる。この場合において、申請書に当該申請に係る部分以外の設計及び工事の計画の概要並びに設計及び工事の計画の全部につき一時に申請することができない理由を記載した書類を添付しなければならない。

## 当該申請に係る部分以外の設計及び工事の計画の概要

	第1分割申請(本申請)(2本)	+	第2分割申請分(2本)
軽水 :	燃料製作に関する設工認 [REDACTED]		炉心に関する設工認
固体 :	燃料製作に関する設工認 [REDACTED]		炉心に関する設工認

# 炉心性能にかかる設置承認内容と設工認申請の概要

## 設置変更承認申請書での記載例

### 5. ハ(1) (iii)

#### ・主な核的制限値

過剰反応度

: 固体 0.35% $\Delta k/k$ 以下

: 軽水 0.5% $\Delta k/k$ 以下

反応度温度係数

: 固体・軽水  $2 \times 10^{-4} \Delta k/k/^\circ C$ 以下

減速材対燃料の割合

: 固体・軽水 H/U-235の原子数比  $4.0 \times 10^2$ 以下

### 5. ハ(1) (iv)

#### ・主な熱的制限値

使用温度

減速材及び反射材

: 軽水 80 $^\circ C$ 以下

その他、制御棒(添加率含む)、中心架台、ダンプ弁に関する反応度制御能力、および炉心構成に関する制限



炉心の設工認申請においては、工事を実施しない。

検査においては、適切な代表的炉心を選定し、上記の設計条件を満たすことを性能検査等において確認する。

## 一時に申請することができない理由

燃料の製作からそれを輸送し保管するまでを本分割申請の範囲とする。  
本燃料要素の製作は海外にて行う予定であり、製造会社の工程スケジュールや、輸送に係るコスト、また、国際情勢などによる輸送の不確実性を最小化するために、出来る限り早くに製作に取り掛かり、その輸送準備を行う必要がある。  
そのため、燃料の製作に係る部分のみを先に分割申請する。

第1分割申請  
軽水減速炉心用低濃縮燃料の製作  
の変更箇所

## 設計条件(申請書記載内容)

### ~~3.1.1 炉心に関する制限~~

#### ~~(1)炉心への最大挿入量~~

~~濃縮ウラン(濃縮度 [REDACTED]) [REDACTED] (U-235量)~~

分割申請後半(炉心性能)にて確認する事項のため

### 3.1.2 燃料要素

#### (1)燃料材の種類

ウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料

(ウランシリサイドの主成分は $U_3Si_2$ とし、ウランを [REDACTED] の割合でアルミニウム中に分散させたものとする)

濃縮度 [REDACTED]

#### (2)被覆材の種類

耐食性アルミニウム

#### (3)燃料要素の構造

[REDACTED] (被覆を含む)

(この内に含まれるU-235量は [REDACTED] である。)

上記燃料要素を外形寸法が [REDACTED] の標準型燃料板支持フレームの溝にはめ込む。

# 設計仕様(申請書記載内容)

## 燃料要素の仕様

### (2) ウラン密度

■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■

正確な燃料製作数を記載  
するため

### (3) 数量

製作数■■■■ (ただしU-235量は■■■■以下)

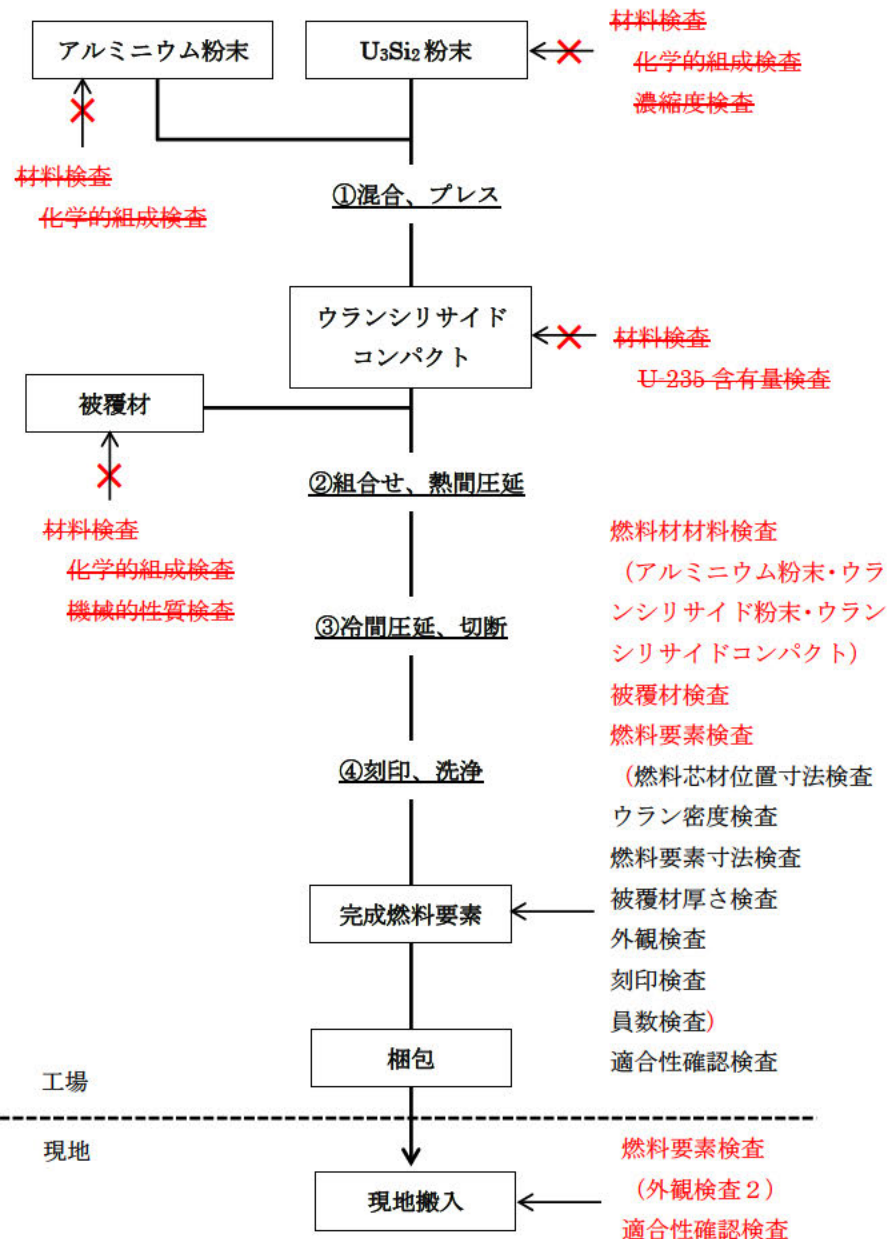
### ・その他

燃料要素1枚毎にID刻印を行う。  
刻印の位置は燃料芯材部以外とする。



# 工事の方法及び手順

品質マネジメントシステム検査\*



1. 各材料を混ぜ合わせる際に示していた検査のタイミングを、燃料要素完成時に全て行うよう検査のタイミングを修正した。

2. 輸送による損傷がないかどうかを到着後に確認するため、外観検査2を追加した。

今回の申請では、燃料の製作から保管までとし、炉心に関する設工認については次の申請において議論する。

外観検査2の追加に伴い、燃料を受け入れ、保管を行う必要がある。そのため、今回の申請の範囲は製作から保管までとした。保管に伴い、貯蔵設備\*に関する技術基準規則第26条との整合性について説明する。

\* 貯蔵設備に関する説明は、当初、後半の炉心の設工認に入れる予定であった。

# 試験・検査項目（申請書記載内容）

## 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査

### 3. 燃料要素検査

#### (1) 燃料芯材位置寸法検査

加工メーカーのX線透過試験結果記録等に基づき、燃料芯材の位置と寸法が所定の範囲であることを確認する。

#### (2) ウラン密度検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、燃料要素中のウラン密度が所定の範囲であることを確認する。

#### (3) 燃料要素寸法検査

燃料要素の寸法が所定の範囲であることを確認する。

#### (4) 被覆材厚さ検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、製造バッチ毎に1枚の燃料要素を選び、破壊検査によって、被覆材の厚さが所定の範囲であることを確認する。

#### (5) 外観検査

燃料要素に有害な傷、異物及び著しい汚れがないことを目視により確認する。

#### (6) 刻印検査

刻印が所定の位置にあることを確認する。

#### (7) 員数検査

製作された燃料要素が、XXXXXXXXXXであることとU-235量の合計がXXXX以下であることを確認する。

輸送毎の正確な燃料製作数を記載するため

#### (8) 外観検査2

燃料要素に有害な傷、異物及び著しい汚れがないことを目視により確認する。

到着後に損傷等がないことを確認するため

# 試験・検査項目（申請書記載内容）

## 機能及び性能の確認に関する検査

該当なし

本申請に係る工事が本申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査

1. 設計変更の生じた構築物等に対する適合性確認結果の検査（適合性確認検査）  
設計変更の生じた構築物について、本申請書の「設計及び工事の方法」に従って行われ、下記の技術基準規則への適合性が確認されていることを、記録等により確認する。

~~地震による損傷の防止（第6条）~~

既承認の設工認にて適合

~~外部からの衝撃による損傷の防止（第8条）~~

既承認の設工認にて適合

機能の確認等（第11条）

~~安全設備（第21条）~~

全ての環境条件において機能を発揮する必要があるため

~~炉心等（第22条）~~

~~核燃料物質貯蔵設備（第26条）~~

燃料を貯蔵する必要があるため

2. 品質マネジメントシステムに係る検査（品質マネジメントシステム検査）

本申請書の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載した「品質マネジメント計画書」に従って、工事及び検査に係る保安活動が行われていることを、記録等により確認する。

第1分割申請  
固体減速炉心用低濃縮燃料の製作  
の変更箇所

# 設計条件(申請書記載内容)

## ~~3.1.1 炉心に関する制限~~

### ~~(1)炉心への最大挿入量~~

~~濃縮ウラン(濃縮度 [REDACTED]) [REDACTED] (U-235量)~~

分割申請後半(炉心性能)  
にて確認する事項のため

## 3.1.2燃料要素

### (1)燃料材の種類

ウランモリブデン・アルミニウム分散型燃料(U7Mo-Al)(角板)

(ウランモリブデンの主成分はU7Moとし、ウランを [REDACTED] の割合でアルミニウム中に分散させたものとする。)

濃縮度 [REDACTED]

### (2)被覆材の種類

耐食性アルミニウム

### (3)燃料要素の構造

[REDACTED]  
(この内に含まれるU-235量は [REDACTED] である。)

上記燃料要素を断面 [REDACTED] のさや管の中へ装填する。

# 設計仕様(申請書記載内容)

## 燃料要素の仕様

### (1) 寸法

#### 1) 燃料要素寸法(被覆を含む)

■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■

#### 2) 被覆材厚さ

■■■■■■■■■■

正確な燃料製作数を記載  
するため

### (2) 数量

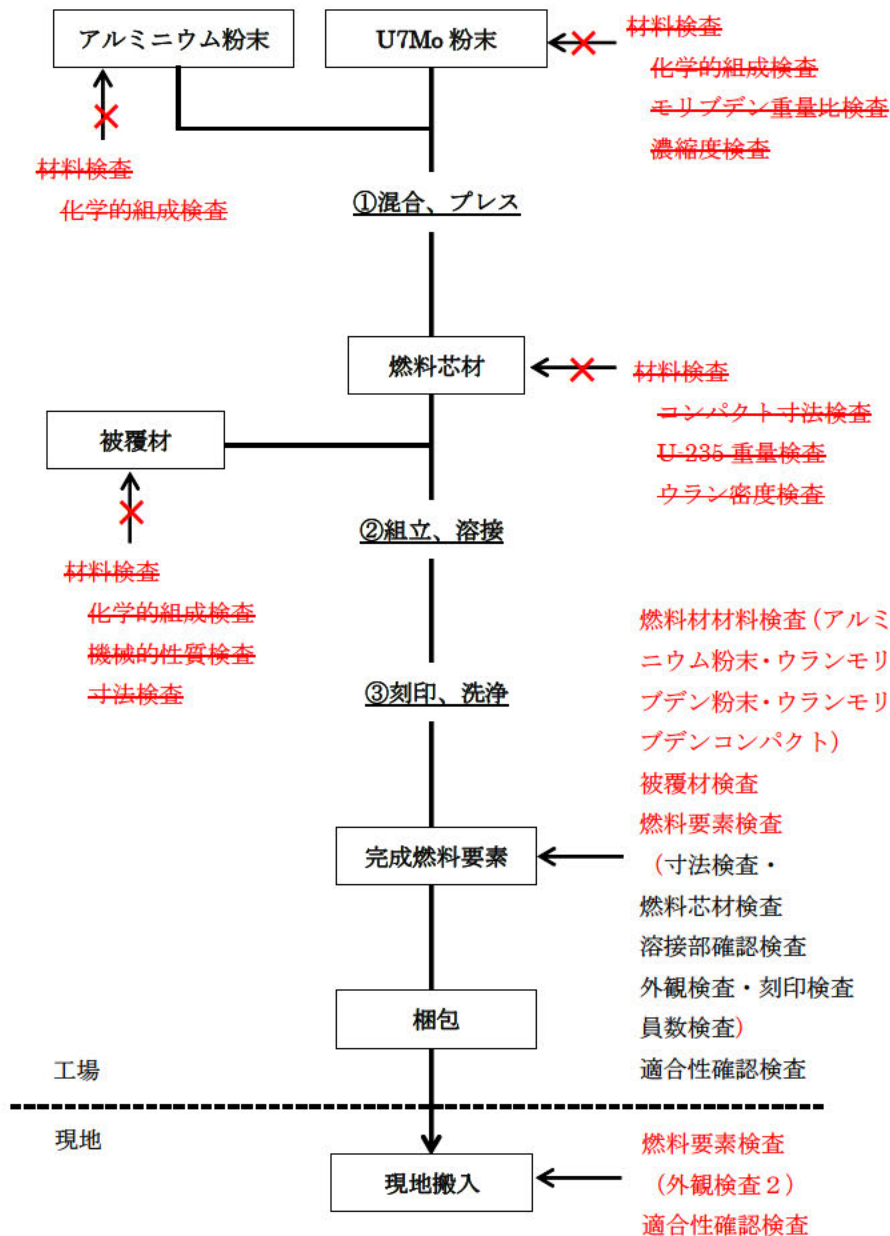
製作数■■■■ (ただしU-235量■■■■以下)

### ・その他

燃料要素1枚毎にID刻印を行う。  
刻印の位置は燃料芯材部以外とする。

# 工事の方法及び手順

品質マネジメントシステム検査※



1. 各材料を混ぜ合わせる際に示していた検査のタイミングを、燃料要素完成時に全て行うよう検査のタイミングを修正した。

2. 輸送による損傷がないかどうかを到着後に確認するため、外観検査2を追加した。

今回の申請では、燃料の製作から保管までとし、炉心に関する設工認については次の申請において議論する。

外観検査2の追加に伴い、燃料を受け入れ、保管を行う必要がある。そのため、今回の申請の範囲は製作から保管までとした。保管に伴い、貯蔵設備※に関する技術基準規則第26条との整合性について説明する。

※ 貯蔵設備に関する説明は、当初、後半の炉心の設工認に入れる予定であった。

## 試験・検査項目（申請書記載内容）

### 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査

#### 3. 燃料要素検査

##### (1) 寸法検査

燃料要素の寸法が所定の範囲であることを確認する。

##### (2) 燃料芯材検査

加工メーカーのX線透過試験結果記録等に基づき、燃料芯材が存在することを確認する。

##### (3) 溶接部確認検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、燃料要素溶接部の溶接深さ、所定の深さを超える傷がないことを確認する。

##### (4) 外観検査

所定の深さを超える傷がないことを確認するとともに、燃料要素に異物及び著しい汚れがないことを目視により確認する。

##### (5) 刻印検査

目視により、所定の位置に刻印があることを確認する。

輸送毎の正確な燃料製作数を記載するため

##### (6) 員数検査

製作された燃料要素が、  
であることとU-235量の合計が以下であることを確認する。

##### (7) 外観検査2

所定の深さを超える傷がないことを確認するとともに、燃料要素に異物及び著しい汚れがないことを目視により確認する。

到着後に損傷等がないことを確認するため



# 試験・検査項目（申請書記載内容）

## 機能及び性能の確認に関する検査

該当なし

本申請に係る工事が本申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査

1. 設計変更の生じた構築物等に対する適合性確認結果の検査（適合性確認検査）  
設計変更の生じた構築物について、本申請書の「設計及び工事の方法」に従って行われ、下記の技術基準規則への適合性が確認されていることを、記録等により確認する。

~~地震による損傷の防止（第6条）~~

既承認の設工認にて適合

~~外部からの衝撃による損傷の防止（第8条）~~

既承認の設工認にて適合

機能の確認等（第11条）

~~安全設備（第21条）~~

全ての環境条件において機能を発揮する必要があるため

~~炉心等（第22条）~~

~~核燃料物質貯蔵設備（第26条）~~

燃料を貯蔵する必要があるため

2. 品質マネジメントシステムに係る検査（品質マネジメントシステム検査）

本申請書の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載した「品質マネジメント計画書」に従って、工事及び検査に係る保安活動が行われていることを、記録等により確認する。

### 3. 新しく追加した技術基準規則への 適合性についての説明

核燃料物質貯蔵設備(第26条)

# 核燃料物質貯蔵設備（設置変更承認申請書の記載（一部）） 許可との整合性

## 8-3 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の構造及び設備

臨界集合体棟の浸水のおそれのない2階に[ ] [ ]を設け、その中に核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設を設置する。



臨界集合体棟2階の既設の貯蔵設備を使用する

## 8-3-2 核燃料物質貯蔵施設の構造及び貯蔵能力

[ ] [ ]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。固体減速炉心用のウランの燃料要素（角板）は、[ ] [ ]の [ ] [ ]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、[ ] [ ]で、U-235量にして [ ]以下を入れる。



既設の燃料貯蔵棚とバードケージが使用可能である。



詳細は技術基準規則第26条第2項の整合性に関する説明

# 核燃料物質貯蔵設備（設置変更承認申請書の記載（一部）） 許可との整合性

## 8-3-2 核燃料物質貯蔵施設の構造及び貯蔵能力

バードケージは、物理的に収納可能な最大枚数までウランの燃料要素を収納し、かつ、その状態のバードケージが完全に水没した状態で無限に隣接、又はトリウム貯蔵庫に隣接しても臨界に達するおそれはない構造とする。

ウランの燃料要素は、バードケージに収納して保管する。バードケージは、燃料要素収納部の周りに枠が取り付けられており、バードケージ同士を隣接させた場合であっても、燃料要素収納部間に十分な隔離距離がとれる構造となっている。バードケージには、ウランの燃料要素の種類毎に収納可能な枚数を定め、かつ、反射材、減速材及びトリウム貯蔵庫と隔離して貯蔵することで、実効増倍率 $k_{eff} = 0.95$ 未満の未臨界を確実に担保するものとする。また、バードケージを納める燃料棚は、バードケージ毎に十分な隔離距離を設け、臨界に達するおそれのない配置とする。

既設の燃料貯蔵棚は、保管できるバードケージが有限で、  
浸水のおそれのない██████にある。



臨界計算では、設置変更承認申請書に記載されているように、  
より保守的に、バードケージが水没した状態で無限に隣接した条件で評価を実施  
(乾燥系空気的水分含有率の条件として0.1～2%程度の範囲では影響は小さい)



詳細は技術基準規則第26条第1項の整合性に関する説明

# 技術基準規則との適合性について(第二十六条)

(核燃料物質貯蔵設備)

第二十六条 核燃料物質貯蔵設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。
- 二 燃料体等を貯蔵することができる容量を有すること。
- 三 次に掲げるところにより燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を備えるものであること。
- イ 燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。
- ロ 崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。

## 燃料要素の貯蔵方法について

燃料要素は、バードケージに収納して、浸水のおそれのない臨界集合体棟の2階に設けられた[REDACTED]に設置された燃料貯蔵棚で貯蔵する。燃料棚の諸元は以下のとおり。

(詳細は評価計算書Eのとおり)

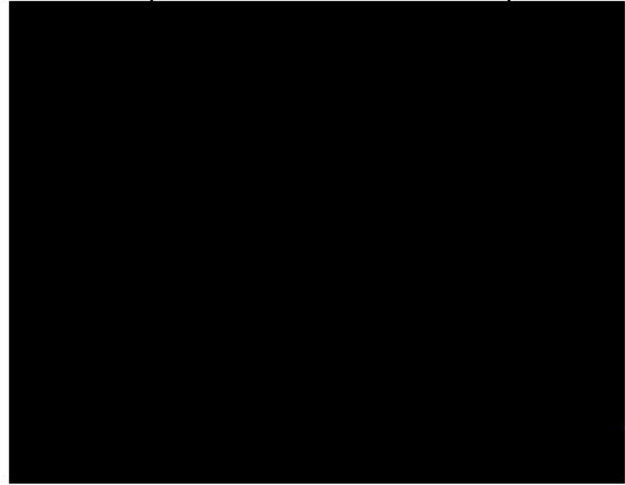
燃料貯蔵棚の概略図



固体用バードケージ



軽水用バードケージ




# 技術基準規則との適合性について(第二十六条)続き

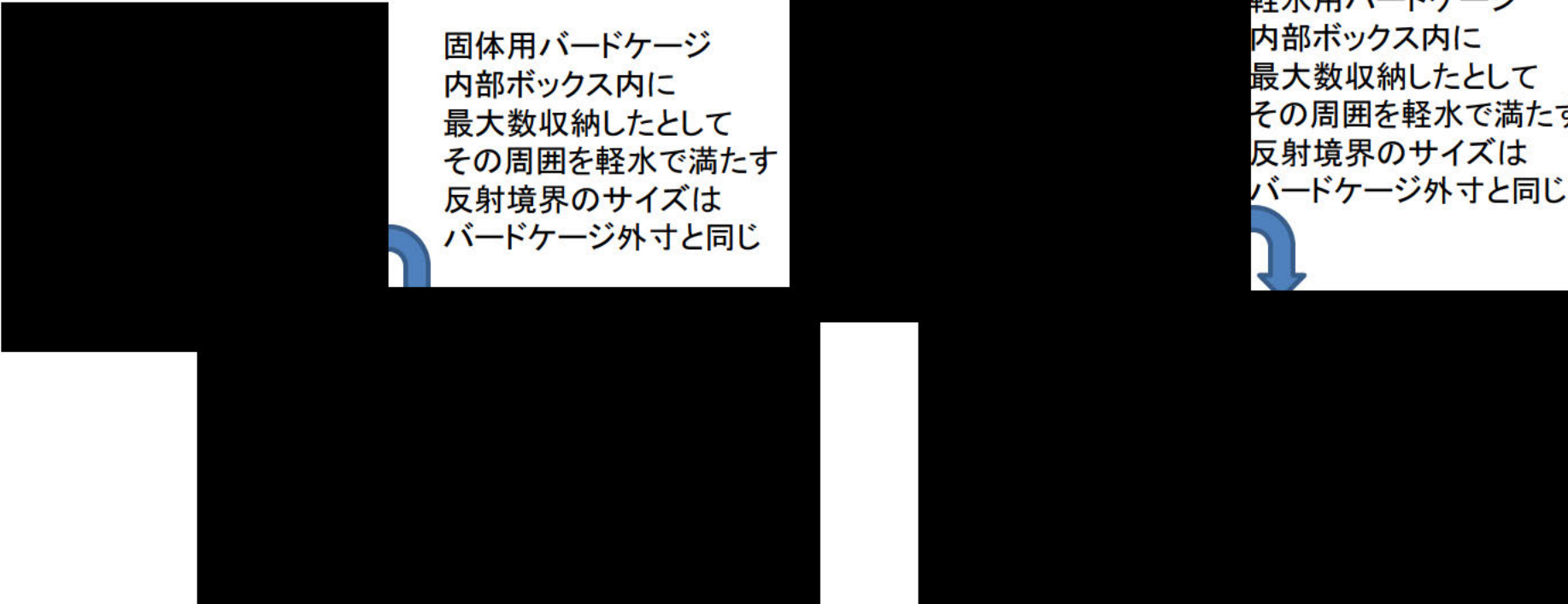
## 第1項第1号について

### (1) 基本方針

バードケージを収納する燃料棚は、バードケージ毎に十分な隔離距離を設け、臨界に達するおそれのない配置となっている。また、バードケージは、燃料要素を物理的に収納可能な最大枚数まで燃料板を収納し、かつ、その状態のバードケージが完全に水没した状態で三次元的に無限に隣接した場合であっても、臨界に達するおそれはない設計となっている。

計算では、作られたバードケージ内部ボックスに該当燃料を最大数収納したとして、その内部ボックスの周囲を軽水で満たす。バードケージが隣接されたものとして反射境界を置き、実効増倍率をMCNP6 (version 1.0) + JENDL-4.0により計算した。

### (2) 計算モデル



固体用バードケージ  
内部ボックス内に  
最大数収納したとして  
その周囲を軽水で満たす  
反射境界のサイズは  
バードケージ外寸と同じ

軽水用バードケージ  
内部ボックス内に  
最大数収納したとして  
その周囲を軽水で満たす。  
反射境界のサイズは  
バードケージ外寸と同じ

# 技術基準規則との適合性について(第二十六条)続き

## (3) 計算結果

その結果は、以下のとおりである。

固体減速炉心用燃料要素:  $0.46645 \pm 0.00034$

軽水減速炉心用燃料要素:  $0.52072 \pm 0.00036$

実効増倍率は、0.95より十分に小さな値となっており、本バードケージ及びそれを収納する燃料棚は、臨界に達するおそれのない設計となっている。

# 技術基準規則との適合性について(第二十六条)続き

(核燃料物質貯蔵設備)

第二十六条 核燃料物質貯蔵設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。
- 二 燃料体等を貯蔵することができる容量を有すること。
- 三 次に掲げるところにより燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を備えるものであること。
- イ 燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。
- ロ 崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。

## 第1項第2号について

今回製作する固体減速炉心用燃料要素は、U235量[ ]以下である。バードケージ当たりのU235最大収納量は[ ]であるので、[ ]が必要となる。

一方、軽水減速炉心用燃料要素は、U235量で[ ]以下である。バードケージ当たりのU235最大収納量[ ]であるので、[ ]が必要となる。

現在、固体減速炉心用のバードケージは、[ ]所有している。一方、軽水減速炉心用のバードケージは、[ ]所有している。そのため不足はない。(現状貯蔵している燃料はなし)

また、これらバードケージを収納する燃料棚枠数は、固体減速炉心用バードケージ用の棚枠数として[ ]、軽水減速炉心用バードケージ用の棚枠数として[ ]存在する。そのため、燃料棚としても十分な収納能力がある。

固体：必要バードケージ数[ ] 所有バードケージ数[ ] < 燃料棚バードケージ収納可能数[ ]  
軽水：必要バードケージ数[ ] 所有バードケージ数[ ] = 燃料棚バードケージ収納可能数[ ]

核燃料物質貯蔵設備は、燃料要素を貯蔵することができる容量を有している



## 4. 技術基準規則との対応表について

技術基準規則の条項		項・号	適合性確認の要否	適合性の確認が不要の理由
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤		—	—
第6条	地震による損傷の防止	第1項	×	高濃縮ウラン炉心において燃料集合体を構成するに当たっては、高濃縮ウラン燃料要素をさや管（昭和48年4月3日付け48原第2167号をもって承認）または燃料支持フレーム（昭和48年8月1日付け48原第6659号をもって承認）に装填していたため、耐震性については燃料要素ではなく、さや管または燃料支持フレームで担保されていた。低濃縮ウラン炉心においても、高濃縮ウラン燃料要素で使用したさや管および支持フレームを使用し、その耐震性についても同様にさや管または燃料支持フレームで担保する。当該低濃縮燃料要素は、高濃縮燃料要素に比べて1枚当たりの重量は増えるが、既承認の設工認申請書において想定した重量を下回っており、低濃縮化による燃料さや管、燃料支持フレームの耐震安全性への影響はない。なお、本内容に関連して、設置変更承認申請書の添付8の8-1-14 第4条に「燃料要素の追加に伴い、固体減速炉心では燃料要素が挿入されるさや管、軽水減速炉心では燃料要素が挿入される標準型燃料板支持フレームの耐震性について検討した結果、適合性が確認できるものである。」との記載があり、さらに、設置変更承認申請の審査に係るまとめ資料に「燃料要素自体はさや管や支持フレームに挿入されるもので、耐震部材ではなく、燃料要素に作用する地震力はさや管や支持フレームが負担することになる。従って、燃料要素の重量を考慮した上でさや管や支持フレームの耐震強度を評価することによって燃料要素自体の耐震安全性も確保できる。」と記載しており、燃料要素の耐震性は、さや管または燃料支持フレームで担保されることを説明している。
		第2項 第項	×	燃料要素は、耐震重要度施設ではないため
第7条	津波による損傷の防止		×	津波対策については、設置変更承認申請書において、遡上波が到達しない標高に設置されているため不要とされているため
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	第1項 第2項	×	燃料要素が影響を受けると想定される自然現象（地震及び津波を除く）のうち、風、竜巻については、原子炉建屋（設工認申請書は、平成29年4月25日付け原規規発第1704255号をもって承認）で防護している。また、落雷については、避雷設備（設工認申請書は、平成29年4月25日付け原規規発第1704255号をもって承認）で防護している。さらに、森林火災については、延焼防止エリアを設けることで隔離距離を持たせ、散水栓（設工認申請書（平成29年2月15日付け原規規発第17021510号をもって承認）を設置し、延焼防止エリアに予防散水活動を行うことで、KUCA施設への延焼を防止する管理を行っている。その他の自然現象（洪水、凍結、降水、積雪、地滑り、火山の影響）及び周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合において、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）は、原子炉建屋で防護することを、設置変更承認申請書の審査において説明している。なお、上記自然現象等における評価条件については、各申請の承認以降、評価値の変更はない。
		第3項	—	—
		第4項	×	航空機落下については、設置変更承認申請書において、落下確率の評価を実施した結果により防護措置の対象外となっているため
第9条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		—	—
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び貯蔵までであり、本項の適合性は、炉心性能に関する設工認申請において確認するため
		第2項	—	—
第11条	機能の確認等	第1項	○	
第12条	材料及び構造	第1項	—	—
		第2項	×	常温、常圧にて使用するため、外圧による影響はない。内圧については、アルファ崩壊、FPIによる内圧上昇も僅かであるため、内圧による影響もない。
		第3項	—	—

技術基準規則の条項		項・号	適合性確認の 要否	適合性の確認が 不要の理由
第13条	安全弁等		—	—
第14条	逆止め弁		—	—
第15条	放射性物質による汚染の防止	第1～4項	—	—
第16条	遮蔽等	第1項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び貯蔵までであり、本項の適合性は、炉心性能に関する設工認申請において確認するため
		第2項	×	今回申請の低濃縮ウラン燃料の線量は、高濃縮ウラン燃料に比べて同程度であり、既存設備に影響はない。
第17条	換気設備		—	—
第18条	適用		—	—
第19条	溢水による損傷の防止	第1項	×	燃料を保管する貯蔵棚は、浸水の恐れのない臨界集合体2階に設けられており、さらに、同室内に水源は存在しないため。
		第2項	—	—
第20条	安全避難通路等		—	—
第21条	安全設備	第1項第1号 第2号	×	第1・2号：第2条第2項第28号口に掲げる安全設備ではないため
		第1項第3号	○	
		第1項第4号	×	燃料を収納するバードケージは、鋼材により製作されており、防火性能を有するものであるため。
		第1項第5号	—	—
		第1項第6号	×	設置変更承認申請書において、大規模で高速回転するタービンはなく、配管等の損壊に伴う内部飛散物により、安全施設の安全性が損なわれるおそれはないとしているため
第22条	炉心等	第1項 第2項	○	
		第3項	×	炉室内には、冷却材を循環させるポンプ類はない。その他振動を発生させる可能性のあるものとしては、油圧ポンプ、コンプレッサーがあるが、強固に固定されており、炉机架台支持構造物を通じて炉心に影響を及ぼすことはない。
第23条	熱遮蔽材		—	—
第24条	一次冷却材		—	—
第25条	核燃料物質取扱設備	第1項 第1号～第8号	×	第1号：燃料の取り扱いは手作業であり、設備で扱うものではないため 第2号：設置変更承認申請書においては、臨界防止に対し、作業機で扱う燃料要素及び燃料集合体を保安規定において制限することで担保するため。 第3号：設置変更承認申請書においては、燃料の燃焼及び核分裂生成物の蓄積は無視しうるほど小さいため、崩壊熱の除去及び燃料の冷却は考慮しないとしているため 第4号：設置変更承認申請書においては、燃料体の組立及び解体は、全て作業員の手作業で行い、確実に把持して燃料体の落下を防止するものとしているため 第5,6号：燃料要素は、さや管、燃料フレーム、バードケージ以外に挿入または収納することはなく、封入する容器はないため 第7号：燃料の取り扱いは手作業であり、燃料体等の取扱中に燃料体等を取り扱うための動力はないため 第8号：燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる既設の設備が引き続き利用できるため
第26条	核燃料物質貯蔵設備	第1項第1号、 2号	○	
		第1項第3号	×	燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる既設の設備が引き続き利用できるため
		第2項	×	燃料の燃焼及び核分裂生成物の蓄積は無視しうるほど小さく、高放射性の燃料体ではないため

技術基準規則の条項		項・号	適合性確認の 要否	適合性の確認が 不要の理由
第 27 条	一次冷却材処理装置		—	—
第 28 条	冷却設備等	第 1 項～第 3 項	—	—
第 29 条	液位の保持等	第 1 項 第 2 項	—	—
第 30 条	計測設備	第 1 項 第 2 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び貯蔵までであり、本条の適合性は、炉心性能に関する設工認申請において確認するため
第 31 条	放射線管理施設		—	—
第 32 条	安全保護回路	第 1 項第 1 号	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び貯蔵までであり、本条の適合性は、炉心性能に関する設工認申請において確認するため
		第 1 項第 2～8 号	—	—
第 33 条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第 1 項～第 3 項, 第 6 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び貯蔵までであり、本条の適合性は、炉心性能に関する設工認申請において確認するため
		第 4 ～ 5 項	—	—
第 34 条	原子炉制御室等	第 1 項～第 5 項	—	—
第 35 条	廃棄物処理設備	第 1 項 第 2 項	—	—
第 36 条	保管廃棄設備	第 1 項～第 3 項	—	—
第 37 条	原子炉格納施設	第 1 項, 第 2 項第 1 号	—	—
		第 2 項第 2 号		今回の申請は、燃料要素の製作及び貯蔵までであり、本条の適合性は、炉心性能に関する設工認申請において確認するため
第 38 条	実験設備等	第 1 項第 2 号	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び貯蔵までであり、本条の適合性は、炉心性能に関する設工認申請において確認するため
		第 1 項第 1 号, 第 3～5 号	—	—
第 39 条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	—
第 40 条	保安電源設備	第 1 項～第 3 項	—	—
第 41 条	警報装置		—	—
第 42 条	通信連絡設備等	第 1 項 第 2 項	—	—

- 凡例：  
○：適合性の確認が必要  
×：本申請に関係があるが、適合性の確認が不要なもの（適合性の確認が不要な理由を示すもの）  
—：本申請に関係がないため、適合性の確認が不要なもの