

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2月6日

## 資料の内容

1. 本設工認補正申請について
2. 前々回の審査会合での質問に関する回答
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
4. 技術基準規則との対応表について

## 補正の内容(軽水・固体共通)

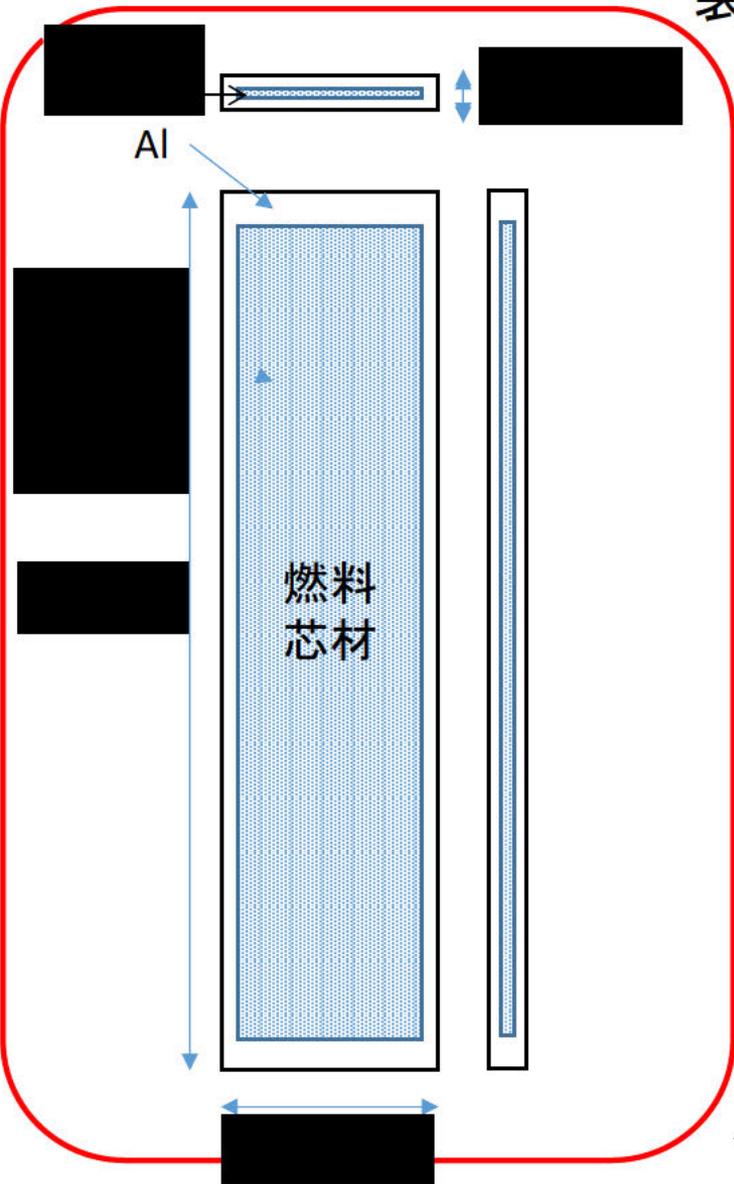
- ・分割申請(工事の全体の概要と一時に申請できない理由)
- ・製作枚数の記載の変更
- ・工事の方法および手順の記載の適正化
- ・検査項目の追加
- ・技術基準規則への適合性の説明条項の追加と削除



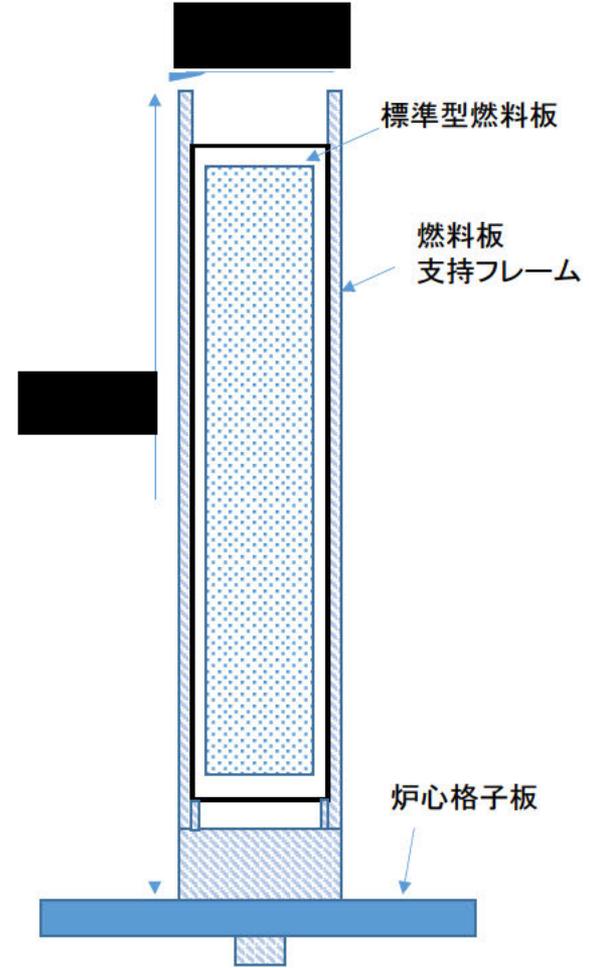
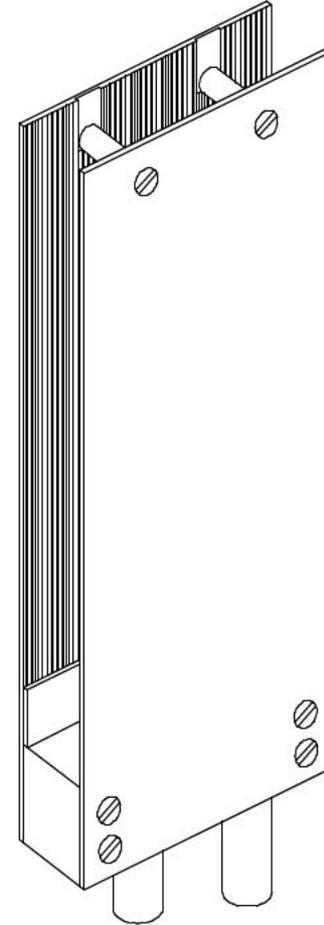
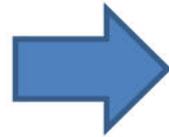
変更箇所を赤字で記載

第1分割申請  
軽水減速炉心用低濃縮燃料の製作

# 製作する燃料要素



燃料要素の概略図



今回の設工認で製作する燃料要素  
これを右図のフレームに挿入して使用する

# 製作する燃料要素の図面

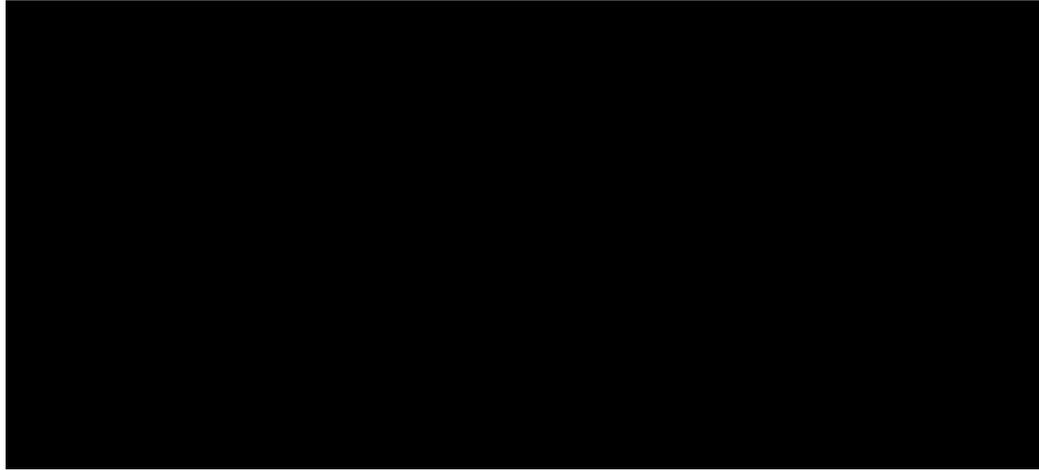


## 製作する燃料要素の図面

燃料芯材の両端からの長さX1とX2:

最小長 ■■■■■となる両端を①と②とし、そこから最大で ■■■■■ を考え、燃料芯材の端からその線までをZone2と定義(両端とも)。両端のZone2に挟まれた部分をZone1とする。

# 製作する燃料要素の図面



圧延で延ばされた燃料芯材の端: Zone2では、  
ドッグボーンの影響により

被覆材の局所的な厚みは [redacted]  
Zone1の局所的な厚みは [redacted]

とする。

ドッグボーン: 圧延で延ばされた燃料芯材の端  
(犬の骨のような形状になるため)



# 原子炉設置変更承認申請における 軽水減速炉心用低濃縮ウラン燃料要素の記載

本文

5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

ハ.原子炉本体の構造及び設備

(2)燃料体

( i )燃料材の種類

軽水減速炉心用

ウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料(標準型燃料板)

(ウランシリサイドの主成分は $U_3Si_2$ とし、ウランを約 [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 約 [redacted]

( ii )被覆材の種類

軽水減速炉心用

ウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料材については耐食性アルミニウム

( iii )燃料要素の構造

軽水減速炉心用

低濃縮ウラン

a.標準型燃料板

[redacted] 被覆を含む)(この内に含まれるU-235量 [redacted] ある。)

設工認申請書での記載項目

3.1.2 燃料要素

(1) 燃料材の種類

3.2.1 燃料材の仕様

(1) アルミニウム粉末

(2)ウランシリサイド粉末

(3) ウランシリサイドコンパクト

3.2.3 燃料要素の仕様

(2) ウラン密度

3.1.2 燃料要素

(2) 被覆材の種類

3.2.2 被覆材の仕様

3.1.2 燃料要素

(3) 燃料要素の構造

3.2.3 燃料要素の仕様

1) 寸法

1) 燃料要素寸法(被覆を含む)

# 原子炉設置変更承認申請における 軽水減速炉心用低濃縮ウラン燃料要素の記載

添付書類八

8-2 原子炉本体の構造及び設備

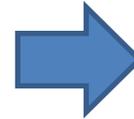
8-2-1 炉心

8-2-1-2 燃料体の最大挿入量

8-2-1-2-2 低濃縮ウラン炉心

(2) 軽水減速炉心

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



3.1.1 炉心に関する制限

(1) 炉心への最大挿入量

3.2.3 燃料要素の仕様

(3) 数量

8-2-2 燃料体

8-2-2-1 燃料材の種類

8-2-2-1-2 低濃縮ウラン炉心

軽水減速炉心用

ウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料材 ( $U_3Si_2$ -Al)

(標準型燃料板)

(ウランシリサイドの主成分は $U_3Si_2$ とし、ウランを約

[REDACTED] 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]



3.1.2 燃料要素

(1) 燃料材の種類

3.2.1 燃料材の仕様

(1) アルミニウム粉末

(2) ウランシリサイド粉末

(3) ウランシリサイドコンパクト

3.2.3 燃料要素の仕様

(2) ウラン密度

# 原子炉設置変更承認申請における 軽水減速炉心用低濃縮ウラン燃料要素の記載

## 8-2-2-2被覆材の種類

### 8-2-2-2-2低濃縮ウラン炉心

#### 軽水減速炉心用

濃縮度 [redacted] 耐食性アルミニウム(厚さ約 [redacted])



3.2.2 被覆材の仕様

3.2.3. 燃料要素の仕様

(1)寸法

3) 被覆材厚さ

## 8-2-2-3 燃料要素の構造

### 8-2-2-3-2低濃縮ウラン炉心

#### (2)軽水減速炉心用

[redacted]濃縮ウラン燃料(標準型燃料板)

燃料要素の芯材は、ウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料で、被覆材は耐食性アルミニウムであり、十分な機械的強度を有するとともに、核分裂生成物の封じ込めにも十分な能力を有している。



3.2.1 燃料材の仕様

(3) ウランシリサイドコンパクト

3.2.3 燃料要素の仕様

(2) ウラン密度

3.1.2. 燃料要素

(2) 被覆材の種類

3.2.2 被覆材の仕様

## 標準型燃料板

[redacted]これは被覆を含む大きさで、

芯材部の寸法は [redacted] がある。

この内に含まれるU-235量は [redacted] である。)



3.2.1 燃料要素の仕様

(3) ウランシリサイドコンパクト

3.2.3 燃料要素の仕様

(1)寸法

1)燃料要素寸法(被覆を含む)

2)燃料芯材

## 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(濃縮度約 [REDACTED] [REDACTED] U-235量)

### 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、ウランを約 [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)

## 燃料材の仕様

- (1) アルミニウム粉末  
アルミニウム合金 ■■■■
- (2) ウランシリサイド粉末  
濃縮度は■■■■  
Si濃度は7.5 +0.4/-0.1 wt%
- (3) ウランシリサイドコンパクト  
U-235量は■■■■

## 被覆材の仕様

アルミニウム合金 ■■■■

# 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)

[Redacted]

#### 2) 燃料芯材

[Redacted]

#### 3) 被覆材厚さ

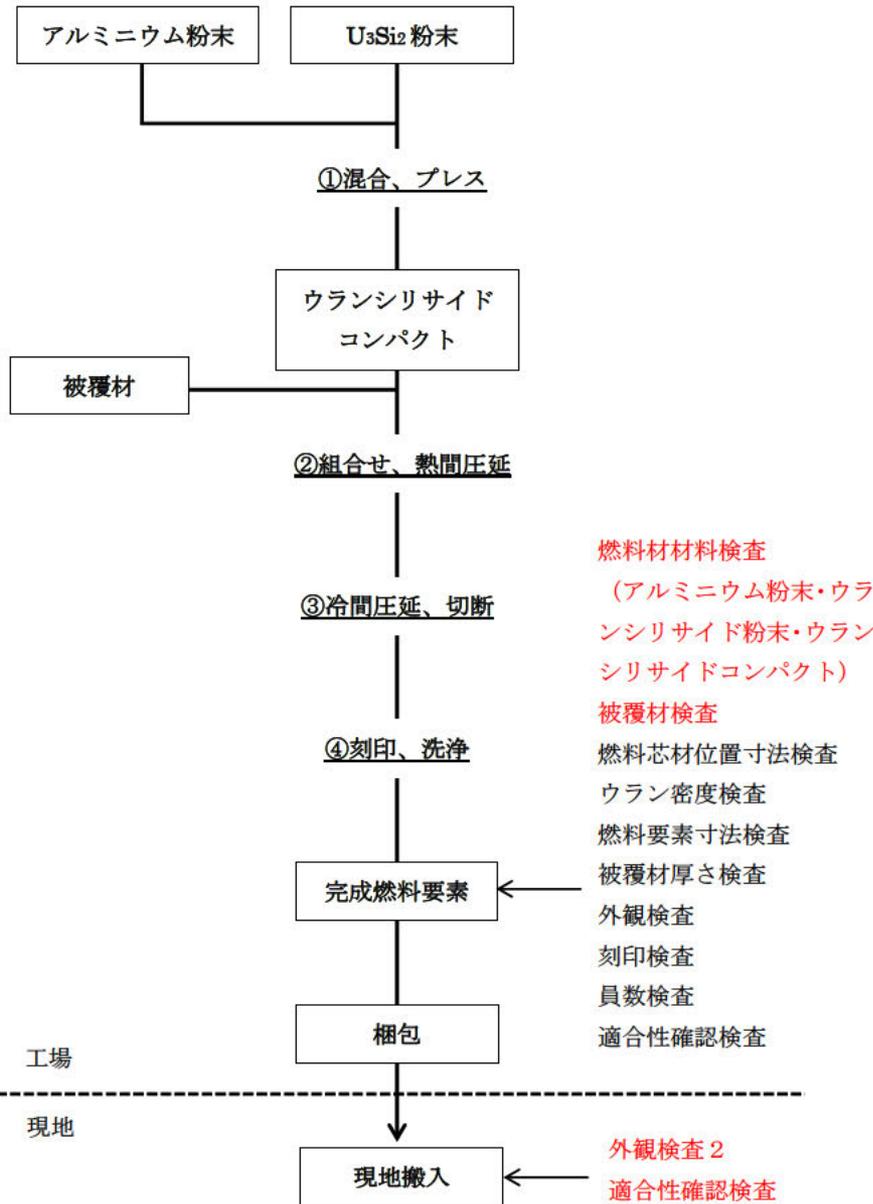
製造バッチ毎に燃料要素1枚を任意に選び、その燃料要素から下図に示すように、3つの試験片を切り出す。3つの試験片の平均被覆材厚さは [Redacted] とする。局所的最小厚さは試験片1と3で [Redacted]、試験片2で [Redacted] とする。

Zone2から試験片1、3を採取  
Zone1から試験片2を採取



# 工事の方法及び手順

品質マネジメントシステム検査\*



製作に際し、製作工場の状況や輸送に係るPP上の区分の関係から、燃料要素は、2回の輸送により本邦に到着する。



本工事では、上記の状況を踏まえ、申請書図-2(左図)の方法及び手順を2回実施することとする。



製作が完了したもののから、使用前事業者検査を実施し、一部使用承認を受けたい。

今回の申請では、燃料の製作までとし、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。

# 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

### 1. 燃料材材料検査

#### (1) アルミニウム粉末

##### 1) 化学的組成検査

材料メーカーのミルシート等に基づき、燃料材アルミニウムの化学的組成が所定の範囲であることを確認する。

#### (2) ウランシリサイド粉末

##### 1) 化学的組成検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、ウランシリサイド粉末の化学的組成が所定の範囲であることを確認する。

##### 2) 濃縮度検査

ウラン供給者のミルシート等に基づき、燃料材ウランのウラン濃縮度が所定の範囲であることを確認する。

#### (3) ウランシリサイドコンパクト

##### 1) U-235含有量検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、ウランシリサイドコンパクト中のU-235含有量が所定の範囲であることを確認する。

# 試験・検査項目（申請書記載内容）

## 2. 被覆材検査

### (1) 化学的組成検査

材料メーカーのミルシート等に基づき、被覆材アルミニウムの化学的組成が所定の範囲であることを確認する。

### (2) 機械的性質検査

材料メーカーのミルシート等に基づき、被覆材アルミニウムの機械的性質が所定の範囲であることを確認する。

# 試験・検査項目（申請書記載内容）

## 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■■■■以下であることとU-235量の合計が■■■■以下であることを確認する。製作2回目の検査では、1回目で製作した燃料要素枚数と合わせ■■■■以下であることとU-235量の合計が■■■■以下であることを確認する。

### (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。

# 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）

外部からの衝撃による損傷の防止（第8条）：設置変更承認の審査で説明済

機能の確認等（第11条）

安全設備（第21条）

炉心等（第22条）

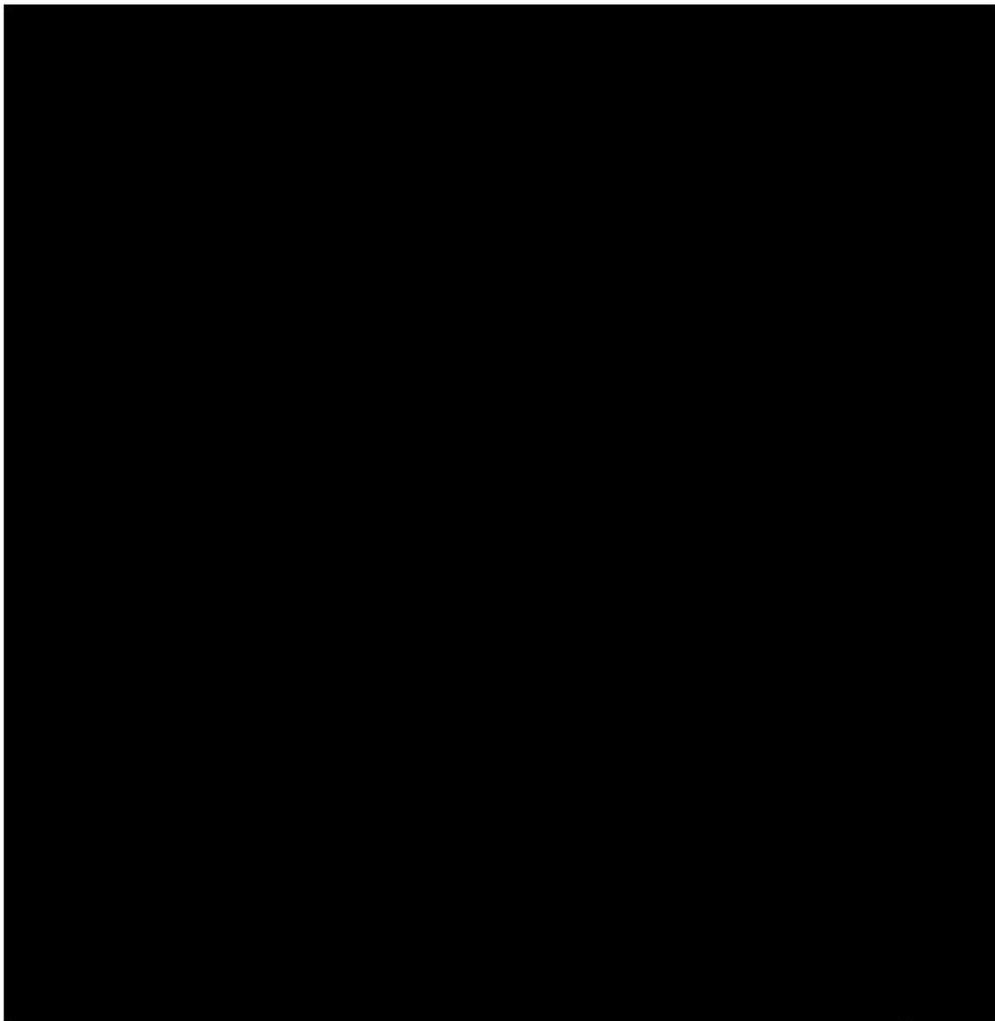
核燃料物質貯蔵設備（第26条）：製造会社からの輸送後の外観検査2の追加に伴い、受入時に貯蔵の必要が生じたため

### 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）

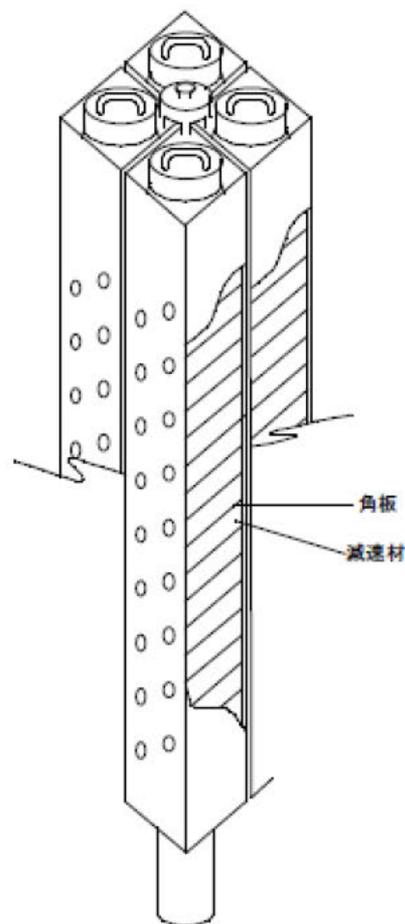
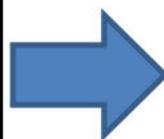
本申請書の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載した「品質マネジメント計画書」に従って、工事及び検査に係る保安活動が行われていることを、記録等により確認する。

第1分割申請  
固体減速炉心用低濃縮燃料の製作

# 製作する燃料要素

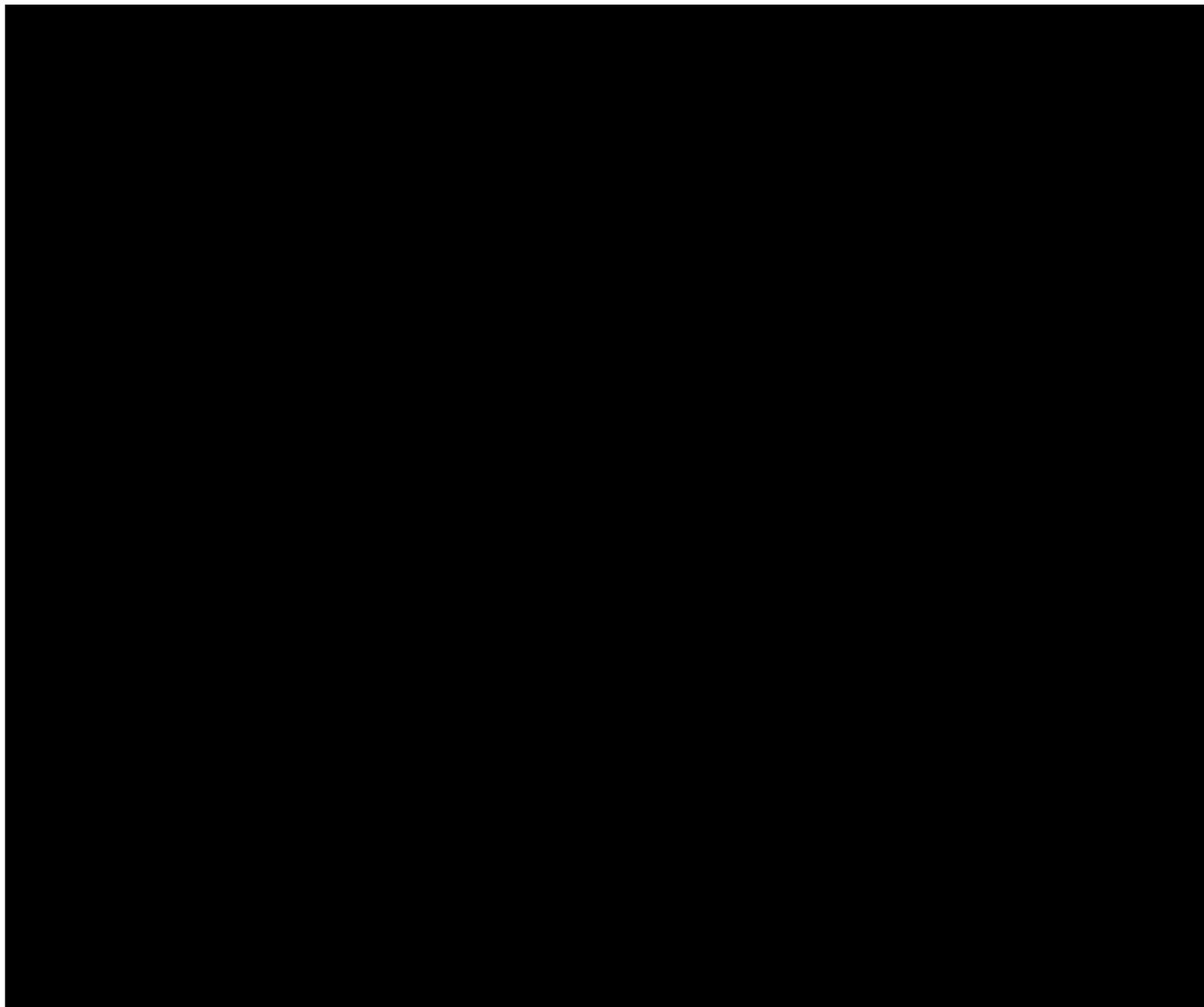


燃料要素の概略図

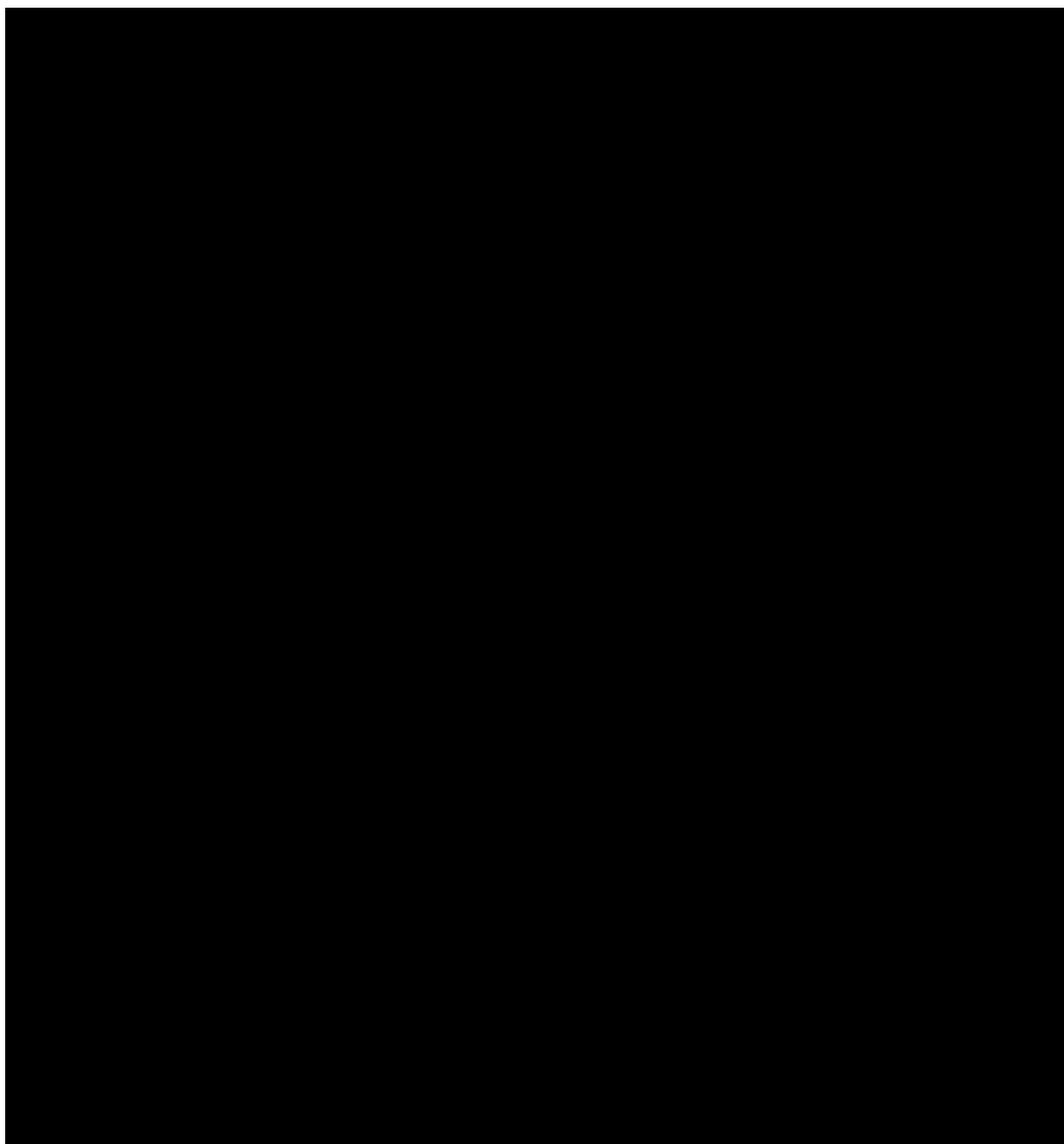


今回の設工認で製作する燃料要素  
これを右図のさや管に挿入して使用する

# 製作する燃料要素の図面



# 製作する燃料要素の図面



寸法は前頁  
参照

アルミニウム製の被覆材の形状

# 原子炉設置変更承認申請における 固体減速炉心用低濃縮ウラン燃料要素の記載

本文

5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

ハ.原子炉本体の構造及び設備

(2)燃料体

( i )燃料材の種類

固体減速炉心用

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、ウランを約  
[ ]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 約 [ ]

( ii )被覆材の種類

固体減速炉心用

濃縮度約 [ ]

耐食性アルミニウム

( iii )燃料要素の構造

固体減速炉心用

低濃縮ウラン

[ ] (この内に含まれるU-235量は [ ]である。)

設工認申請書での記載項目

3.1.2 燃料要素

(1) 燃料材の種類

3.2.1 燃料材の仕様

(1) アルミニウム粉末

(2)ウランモリブデン粉末

(3) モリブデンコンパクト

3.1.2 燃料要素

(2) 被覆材の種類

3.2.2 被覆材の仕様

3.1.2 燃料要素

(3) 燃料要素の構造

3.2.1 燃料材の仕様

(3) ウランモリブデンコンパクト

3.2.3 燃料要素の仕様

(1) 寸法

1)燃料要素寸法(被覆を含む)

# 原子炉設置変更承認申請における 固体減速炉心用低濃縮ウラン燃料要素の記載

添付書類八

8-2 原子炉本体の構造及び設備

8-2-1 炉心

8-2-1-2 燃料体の最大挿入量

8-2-1-2-2低濃縮ウラン炉心

(1)固体減速炉心

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



3.1.1 炉心に関する制限

(1) 炉心への最大挿入量

3.2.3 燃料要素の仕様

(2) 数量

8-2-2燃料体

8-2-2-1 燃料材の種類

8-2-2-1-2低濃縮ウラン炉心

固体減速炉心用

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、ウランを約

[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]



3.1.2 燃料要素

(1) 燃料材の種類

3.2.1 燃料材の仕様

(1) アルミニウム粉末

(2)ウランモリブデン粉末

(3) ウランモリブデンコンパクト

# 原子炉設置変更承認申請における 固体減速炉心用低濃縮ウラン燃料要素の記載

8-2-2-2被覆材の種類  
8-2-2-2-2低濃縮ウラン炉心  
固体減速炉心用  
濃縮度約 [REDACTED] 耐食性アルミニウム(厚さ [REDACTED])



3.1.2 燃料要素  
(2) 被覆材の種類  
  
3.2.2 被覆材の仕様  
  
3.2.3. 燃料要素の仕様  
(1) 寸法  
2) 被覆材厚さ

8-2-2-3 燃料要素の構造  
8-2-2-3-2低濃縮ウラン炉心  
(1)固体減速炉心用  
約 [REDACTED] 濃縮ウラン燃料  
燃料要素(角板)は、ウランモリブデン・アルミニウム分散型燃料材(U7Mo)をアルミニウムで被覆したもので、大きさは [REDACTED] で、ウラン芯材の大きさは [REDACTED] で、その内に含まれるU-235量は [REDACTED] である。U7Moは核分裂生成物の封じ込めにも十分な能力を有している。



3.2.1 燃料材の仕様  
(3) ウランモリブデンコンパクト  
  
3.2.3 燃料要素の仕様  
(1) 寸法  
3.1.2. 燃料要素  
1) 燃料要素寸法(被覆を含む)

## 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(濃縮度約 [REDACTED]) [REDACTED] (U-235量)

### 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 約 [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)

## 燃料材の仕様

(1) アルミニウム粉末  
アルミニウム合金 [REDACTED]

(2) ウランモリブデン粉末  
濃縮度は [REDACTED]  
モリブデン重量比: 7.0 +0.5/-0.5 wt%

(3) ウランモリブデンコンパクト  
U-235量は [REDACTED]  
ウラン密度 [REDACTED]  
寸法は [REDACTED]

## 被覆材の仕様

アルミニウム合金 [REDACTED]

# 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

■■■■■■■■■■

### (2) 数量

製作数■■■■■(ただしU-235量■■■■■以下)

#### ・その他

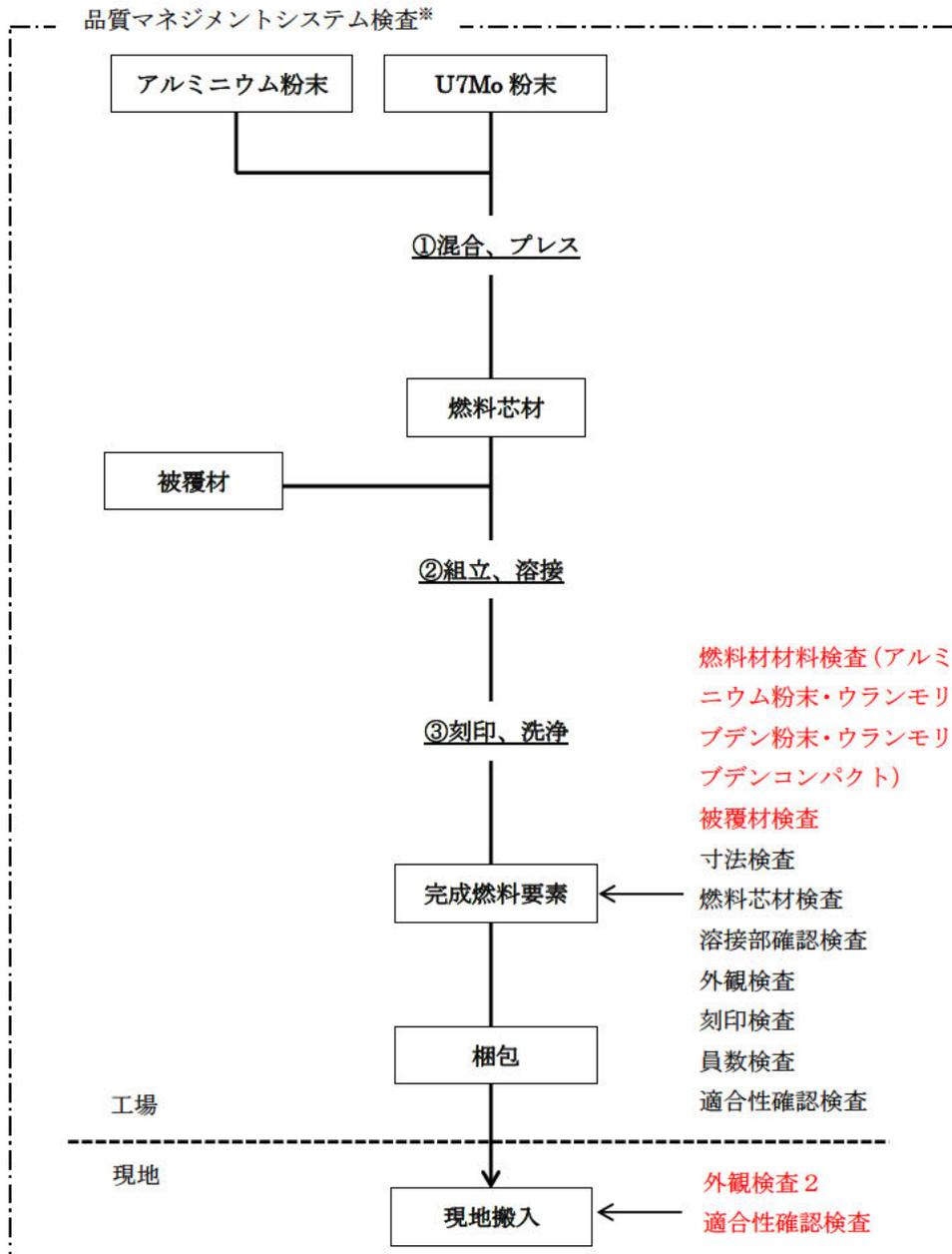
燃料要素1枚毎にID刻印を行う。

刻印の位置は燃料芯材部以外とする。



以上の設計仕様は、設工認申請書の添付書類「原子炉設置変更承認申請書」との整合性に関する説明書において、整合性を確認している

# 工事の方法及び手順



製作に際し、製作工場の状況や輸送に係るPP上の区分の関係から、燃料要素は、2回ないしは3回の輸送により本邦に到着する。



本工事では、上記の状況を踏まえ、申請書図-2(左図)の方法及び手順を2回ないしは3回実施することとする。



製作が完了したもののから、使用前事業者検査を実施し、一部使用承認を受けたい。

今回の申請では、燃料の製作までとし、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。

# 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

### 1. 燃料材材料検査

#### (1) アルミニウム粉末

##### 1) 化学的組成検査

材料メーカーのミルシート等に基づき、燃料材アルミニウム粉末の化学的組成が所定の範囲であることを確認する。

#### (2) ウランモリブデン粉末

##### 1) 化学的組成検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、ウランモリブデン粉末の化学的組成が所定の範囲であることを確認する。

##### 2)モリブデン重量比検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、ウランモリブデン粉末のモリブデン重量比が所定の範囲であることを確認する。

##### 3) 濃縮度検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、ウランモリブデン粉末のウラン濃縮度が所定の範囲であることを確認する。

## 試験・検査項目（申請書記載内容）

### (3)ウランモリブデンコンパクト（燃料芯材）

#### 1)コンパクト寸法検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、ウランモリブデンコンパクトの寸法が所定の範囲であることを確認する。

#### 2) U-235重量検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、ウランモリブデンコンパクトのU-235重量が所定の範囲であることを確認する。

#### 3) 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、ウランモリブデンコンパクトのウラン密度が所定の範囲であることを確認する。

## 2. 被覆材検査

### (1) 化学的組成検査

材料メーカーのミルシート等に基づき、被覆材アルミニウムの化学的組成が所定の範囲であることを確認する。

### (2) 機械的性質検査

材料メーカーのミルシート等に基づき、被覆材アルミニウムの機械的性質が所定の範囲であることを確認する。

### (3) 寸法検査

加工メーカーの試験結果記録等に基づき、被覆材アルミニウムの寸法が所定の範囲であることを確認する。

## 試験・検査項目（申請書記載内容）

### 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。

#### (6) 員数検査

製作された燃料要素が、          以下であることとU-235量の合計が          以下であることを確認する。製作2回目以降の検査では、それ以前に製作した燃料要素枚数と合わせて          以下であることと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。

# 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）
  - 外部からの衝撃による損傷の防止（第8条）：設置変更承認の審査で説明済機能の確認等（第11条）
  - 安全設備（第21条）
  - 炉心等（第22条）
  - 核燃料物質貯蔵設備（第26条）：製造会社からの輸送後の外観検査2の追加に伴い、受入時に貯蔵の必要が生じたため
- 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。

# 前々回の審査会合での ご質問に関する回答

# 審査会合での質問 質問①とその回答

今後の許認可申請全体を把握する観点から、低濃縮燃料の製作に加えて、低濃縮燃料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

現在申請中

軽水減速炉心用低濃縮燃料の製作  
固体減速炉心用低濃縮燃料の製作

今後申請予定の設工認申請

軽水減速低濃縮炉心への変更に係る設工認申請  
固体減速低濃縮炉心への変更に係る設工認申請

トリウム貯蔵庫に関する設工認申請

保安規定変更承認申請

低濃縮炉心に関する保安規定の改定

スケジュールについては、次ページのとおり



## 質問②とその回答

技術基準規則第22条の第1項、第2項に関連して、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。適合性への審査においては、これらの説明が必要と考えている。

申請書本文に最高使用圧力、最高使用温度を記載する。

### 補正方針

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：減速材及び反射材：90℃

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℃

(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

軽水、固体ともに、評価計算書(参考資料:軽水減速炉心用燃料要素計算書、固体減速炉心用燃料要素計算書)に、燃料要素に関する照射特性、強度、腐食、ブリスト、負荷荷重の影響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。



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。

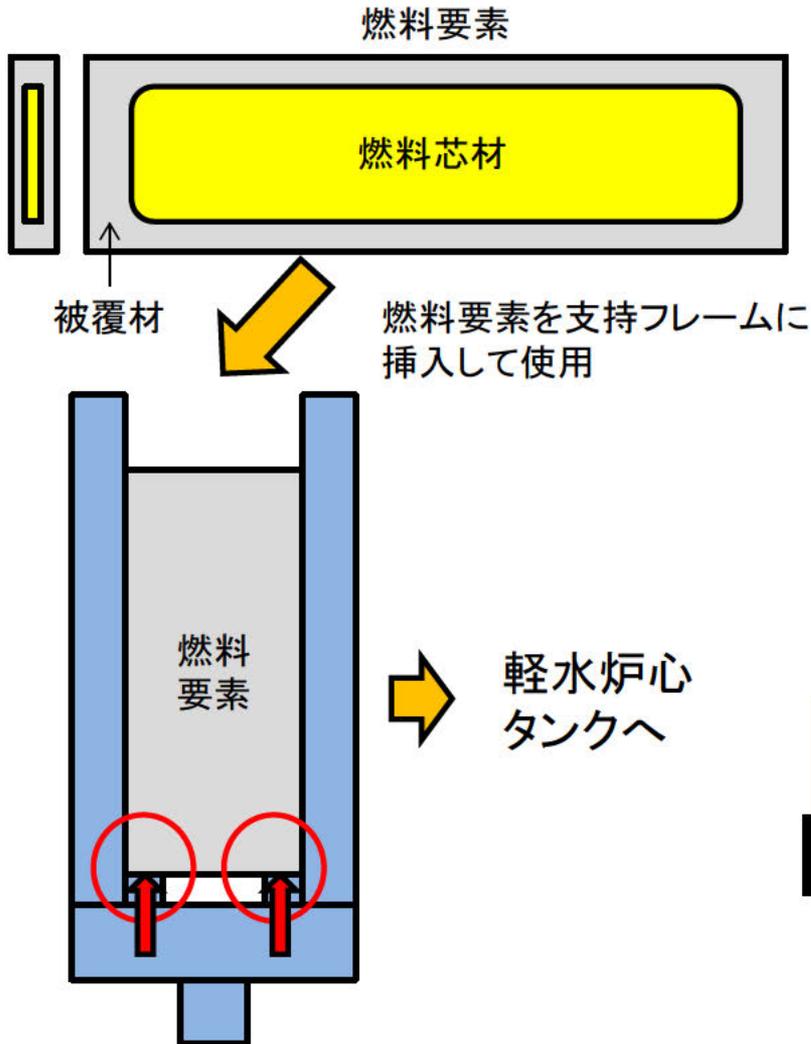
## ②の回答についての説明(軽水)

申請書添付の適合性への説明書:第22条の説明を修正する。(赤字修正部分)  
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)と低いため、燃料芯材及び被覆材による有意な相互作用はない。また、評価計算書Aに示したとおり、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、また、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。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。また、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

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。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> ]
		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)

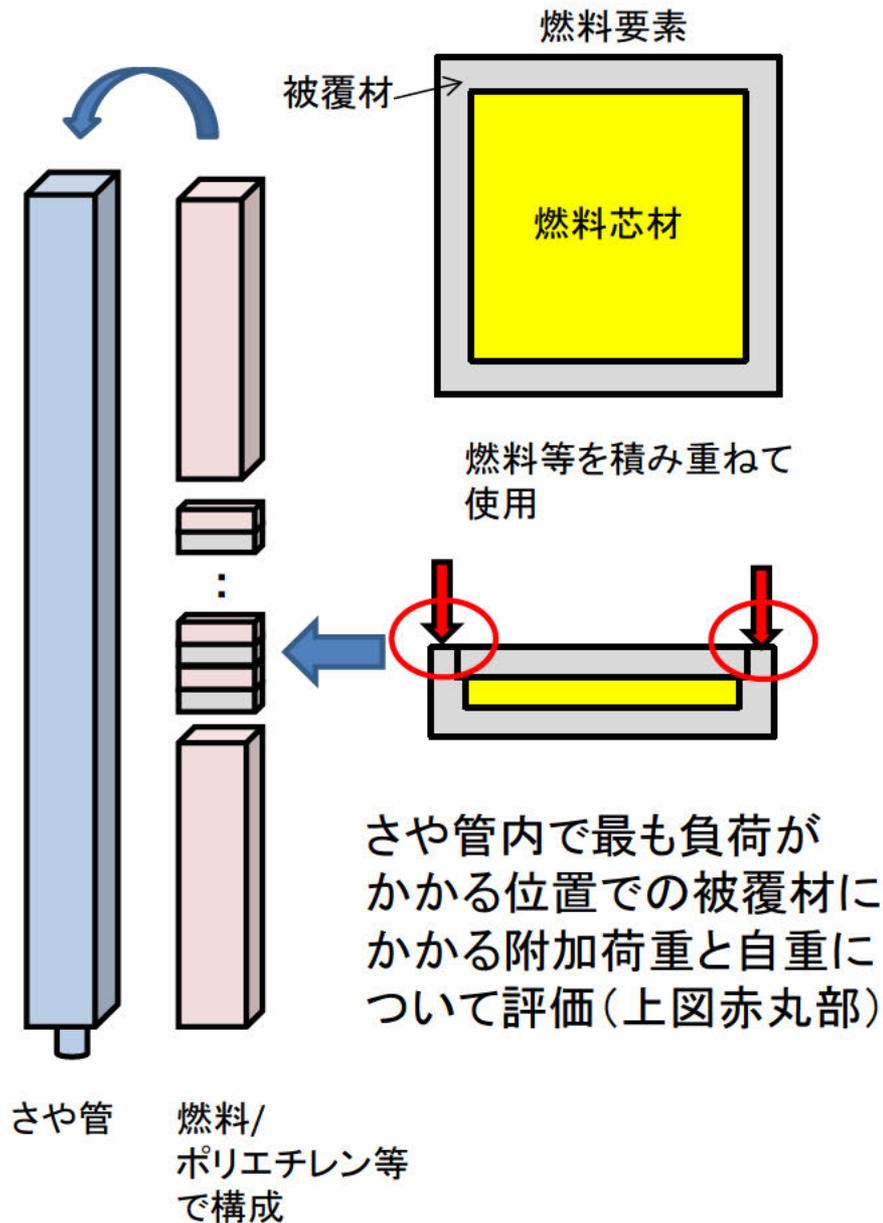
申請書添付の適合性への説明書:第22条の説明を修正する。(赤字修正部分)  
なお、第3項の説明は変更なし

### 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)と低いため、燃料芯材及び被覆材による有意な相互作用はない。また、評価計算書Aに示したとおり、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、また、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。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。

また、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条第3項について、補正申請において説明を追加すること



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。

回答: 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℃であり、温度上昇の影響を受けることはない。

## 質問④とその回答

分割申請の方針と、運転するために最低限必要な燃料枚数について、代表的なものとしてどの程度になるか。

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。第1回目の輸送後であっても、一部の代表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。第1回目の輸送後であっても、一部の代表炉心の構成が可能である。



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。2回目以降についても、その代表性を考慮しながら、使用前確認を受ける予定である。

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のはなぜか。



前回審査会合では、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する。  
(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。

# 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):  
製造会社からの輸送後の外観検査2の追加に伴い、  
受入時に貯蔵の必要が生じたため

# 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。
- 2 使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する核燃料物質貯蔵設備は、前項に定めるところによるほか、次に掲げるところにより設置されていなければならない。
- 一 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆が著しく腐食することを防止し得るものであること。
  - 二 使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものであること。
  - 三 使用済燃料その他高放射性の燃料体の崩壊熱を安全に除去し得るものであること。
  - 四 使用済燃料その他高放射性の燃料体を液体中で貯蔵する場合は、前号に掲げるところによるほか、次に掲げるところによること。
  - イ 液体があふれ、又は漏えいするおそれがないものであること。
  - ロ 液位を測定でき、かつ、液体の漏えいその他の異常を適切に検知し得るものであること。

## 第1項第1号について

本設工認申請よって製作する燃料要素は、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]の棚をもつ貯蔵棚[REDACTED]まで拡張することが可能)にバードケージに収納して貯蔵する。燃料棚は、KUCA建設時に製作されたもので、昭和48年9月の設工認申請書に、

[REDACTED]

と記載されている。

## 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。
- 2 使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する核燃料物質貯蔵設備は、前項に定めるところによるほか、次に掲げるところにより設置されていなければならない。
- 一 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆が著しく腐食することを防止し得るものであること。
  - 二 使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものであること。
  - 三 使用済燃料その他高放射性の燃料体の崩壊熱を安全に除去し得るものであること。
  - 四 使用済燃料その他高放射性の燃料体を液体中で貯蔵する場合は、前号に掲げるところによるほか、次に掲げるところによること。
  - イ 液体があふれ、又は漏えいするおそれがないものであること。
  - ロ 液位を測定でき、かつ、液体の漏えいその他の異常を適切に検知し得るものであること。

### 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量で██████である。ユニット当たりの最大量は██████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██████である。従って、██████のバードケージが必要となる。以上より、すべての燃料要素を収納するためには、合計で██████が必要であるが、燃料室に既設の貯蔵棚は██████あるため、十分な貯蔵容量を有する。

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

# 技術基準規則との対応表について

技術基準規則との適合性対応表

技術基準規則の条項		項・号	適合性の要否	適合性が不要の理由
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、地盤に係る申請ではないため
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	
		第2項 第3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	×	設置変更承認申請書の審査において説明済
		第3項	×	本項の対象は、船舶であるため
		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		×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止に係る申請ではないため
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保管であり、原子炉の制御や機能に係る申請ではないため
		第2項	×	本項の対象は、船舶であるため
第11条	機能の確認等	第1項	○	
第12条	材料及び構造	第1項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、第12条で定義されている「容器等」に係る申請ではないため
		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、FP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	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、容器に係る申請ではないため
第13条	安全弁等		×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、安全弁等に係る申請ではないため
第14条	逆止め弁		×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、逆止め弁に係る申請ではないため
第15条	放射性物質による汚染の防止	第1項～第4項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、放射性物質を含む流体に係るものではなく、かつ、管理区域や建屋に係るものではないため
第16条	遮蔽等	第1項～第2項	×	第1項：設置変更承認において、通常運転時において当該試験研究用等原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回ることを説明済であるため
				第2項：今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、工場等（原子力船を含む。）内における外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所に係る申請ではないため
第17条	換気設備	第1項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、換気設備に係るものではないため
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。

技術基準規則の条項		項・号	適合性の要否	適合性が不要の理由
第 21 条	安全設備	第 1 項第 1 号 ～第 2 号、第 3 号 ～第 6 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 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 5 号：今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、消火設備に係る申請ではないため 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 1 項第 3 号	○	
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、炉心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 1 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、原子炉容器に係るものではないため
第 24 条	一次冷却材		×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、一次冷却材に係るものではないため
第 25 条	核燃料物質取扱設備	第 1 項 第 1 号～第 8 号	×	第 1 号：燃料の取り扱いが手作業であり、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：今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、燃料を取扱場所について変更はないため
第 26 条	核燃料物質貯蔵設備	第 1 項第 1 号、 2 号	○	
第 27 条	一次冷却材処理装置		×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、一次冷却材処理装置に係るものではないため
第 28 条	冷却設備等	第 1 項～第 3 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、冷却設備等に係るものではないため
第 29 条	液位の保持等	第 1 項 第 2 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、液位の保持等に係るものではないため
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保管であり、計測設備に係るものではないため
第 31 条	放射線管理施設	第 1 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、放射線管理施設に係るものではないため

技術基準規則の条項		項・号	適合性の要否	適合性が不要の理由
第 34 条	原子炉制御室等	第 1 項～ 第 5 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、原子炉制御室等に係るものではないため
第 35 条	廃棄物処理設備	第1項 第2項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、廃棄物処理設備に係るものではないため
第 36 条	保管廃棄設備	第 1 項～ 第 3 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、保管廃棄設備に係るものではないため
第 37 条	原子炉格納施設	第1項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、原子炉格納施設に係るものではないため
第 38 条	実験設備等	第1項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、実験設備等に係るものではないため
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		×	KUCAは、熱出力100Wであり低出力試験研究炉に該当することから、B-DBAは求められていないため
第 40 条	保安電源設備	第 1 項～ 第 3 項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、保安電源設備に係るものではないため
第 41 条	警報装置		×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、警報装置に係るものではないため
第 42 条	通信連絡設備等	第1項 第2項	×	今回の申請は、燃料要素の製作及び保管であり、通信連絡設備等に係るものではないため