

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

2022年8月3日

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

次ページスケジュール表に今後の各申請等の全体計画を示す

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。

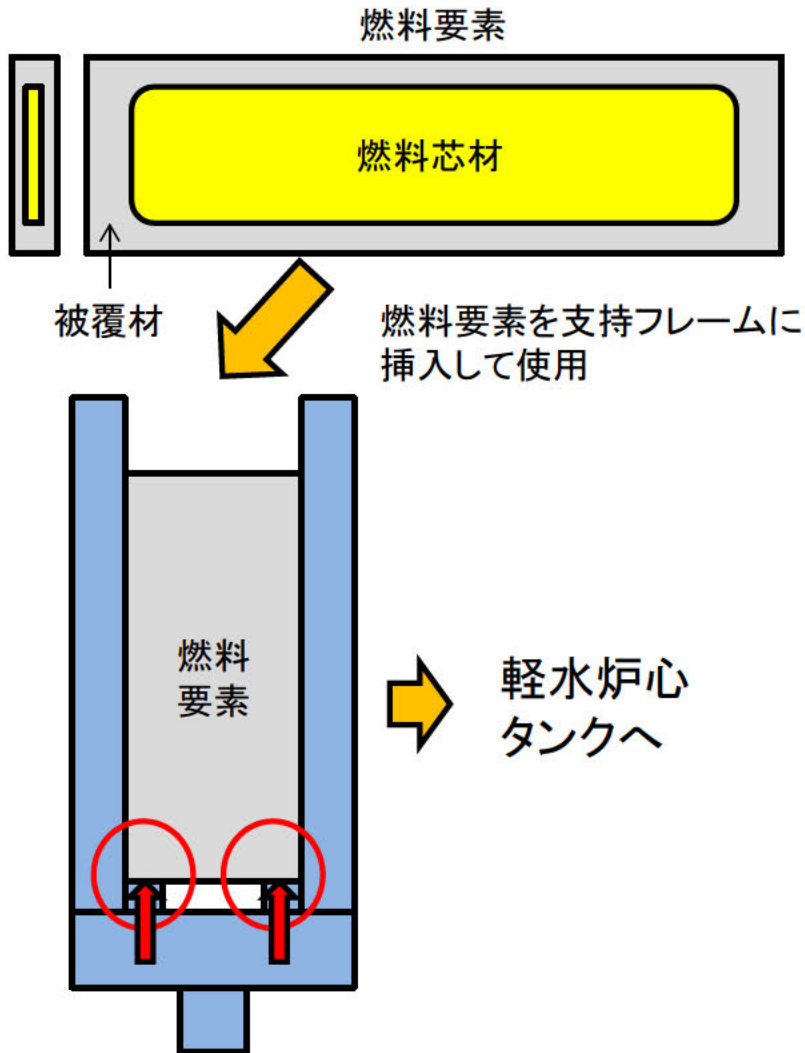
②の回答についての説明(軽水)

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じ材料であり、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 ²]	自重による附加荷重[N/mm ²]	被覆材の耐力[N/mm ²]
■	■	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)

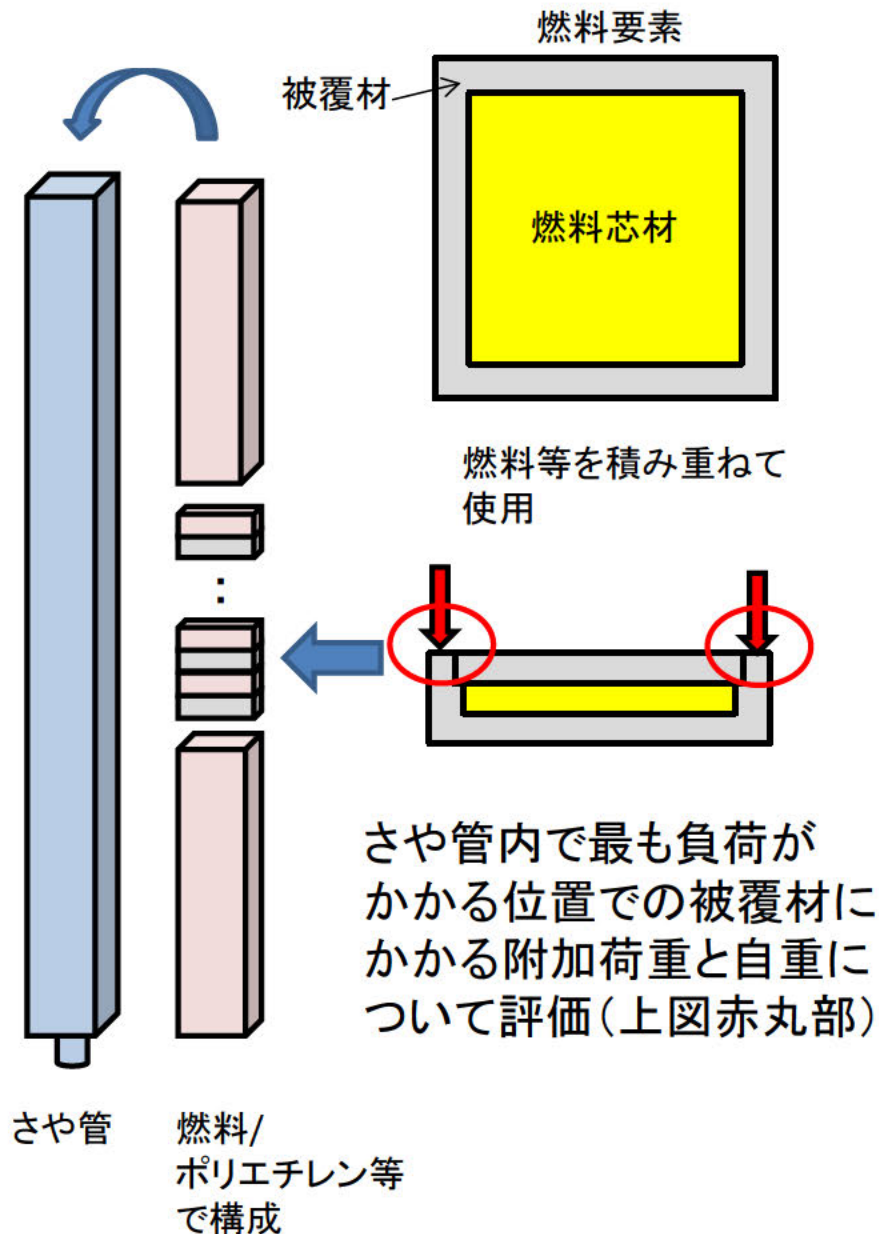
申請書添付の適合性への説明書: 第22条の説明を修正する。(赤字修正部分)
なお、第3項の説明は変更なし

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じ材料であり、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 ²]	被覆材の耐力 [N/mm ²]
■	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。



分割申請の方針

低濃縮燃料の製作と低濃縮燃料炉心に関する設工認を分割申請とする

本申請(2本)

次回申請(2本)

軽水 : 燃料製作に関する設工認 (製造は2回に分けて実施) + 炉心に関する設工認

固体 : 燃料製作に関する設工認 (製造は3回に分けて実施) + 炉心に関する設工認

質問④回答(続き)

軽水減速炉心については燃料製造後に[REDACTED]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[REDACTED]
[REDACTED]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。



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なることから、燃料製作と炉心に関する使用前確認を受け、それぞれの炉心の運転を再開する。

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。

技術基準規則との適合性について(燃料製作と低濃縮炉心)

技術基準規則の条項		燃料製作		低濃縮炉心	
		説明の必要の有無		説明の必要の有無	
		有・無	項・号	有・無	項・号
第1、2条	適用範囲、定義				
第3条	特殊な設計による試験研究炉用原子炉施設	該当無	—	該当無	—
第4条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	該当無	—	該当無	—
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	—	無	—
第6条	地震による損傷の防止	有	第1項	無	—
		無	第2項 第3項		
第7条	津波による損傷の防止	無	—	無	—
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	有	第1項 第2項	無	—
		無	第3項 第4項		
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	無	—	無	—
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	—	有	第1項
				無	第2項
第11条	機能の確認等	有	第1項	無	—
第12条	材料及び構造	無	—	無	—
第13条	安全弁等	無	—	無	—
第14条	逆止め弁	無	—	無	—
第15条	放射性物質による汚染の防止	無	—	無	—
第16条	遮蔽等	無	—	有	第1項
				無	第2項
第17条	換気設備	無	—	無	—
第18条	適用				
第19条	溢(いつ)水による損傷の防止	無	—	無	—
第20条	安全避難通路等	無	—	無	—
第21条	安全設備	有	第3項	無	—

技術基準規則の条項		燃料製作		低濃縮炉心	
		説明の必要の有無		説明の必要の有無	
		有・無	項・号	有・無	有・無
第22条	炉心等	有	第1項 第2項	無	—
第23条	熱遮蔽材	無	第3項	無	—
第24条	一次冷却材	無	—	無	—
第25条	核燃料物質取扱設備	無	—	有	第1項 第2号
				有	第1項 第3号
				有	第1項 第6号
				無	上記以外
第26条	核燃料物質貯蔵設備	無	—	有	第1項 第6号
				有	第1項 第2号
				無	上記以外
第27条	一次冷却材処理装置	無	—	無	—
第28条	冷却設備等	無	—	無	—
第29条	液位の保持等	無	—	無	—
第30条	計測設備	無	—	有	第1項
				有	第2項
第31条	放射線管理施設	無	—	無	—
第32条	安全保護回路	無	—	有	第1項 第1号
				無	上記以外
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	無	—	有	第1項
				有	第2項
				有	第3項
				有	第6項
				無	上記以外

技術基準規則の条項		燃料製作		低濃縮炉心	
		説明の必要の有無		説明の必要の有無	
		有・無	項・号	有・無	項・号
第34条	原子炉制御室等	無	—	無	—
第35条	廃棄物処理設備	無	—	無	—
第36条	保管廃棄設備	無	—	無	—
第37条	原子炉格納施設	無	—	有	第2項 第2号
				無	上記以外
第38条	実験設備等	無	—	有	第1項 第2号
				無	上記以外
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	無	—	無	—
第40条	保安電源設備	無	—	無	—
第41条	警報装置	無	—	無	—
第42条	通信連絡設備等	無	—	無	—
第43条～第52条	第三章研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無	—	該当無	—
第53条～第59条	第四章ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無	—	該当無	—
第60条～第69条	第五章ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	該当無	—	該当無	—

分割申請として行う低濃縮燃料炉心に関する設工認申請では、
 上に示した技術基準規則との適合性について、説明を行う予定である。
 (軽水減速炉心低濃縮燃料要素、固体減速炉心低濃縮燃料要素共通)