

国立大学法人京都大学臨界実験装置（KUCA）の設置変更承認 申請書添付書類の評価における想定の誤りについて

令和2年12月9日
原子力規制庁

1. 経緯

国立大学法人京都大学（以下「京都大学」という。）から平成26年9月30日に申請のあった、高濃縮ウランを使用した臨界実験装置（KUCA）^{※1}に関する設置変更承認申請については、平成28年5月11日に承認している。

京都大学から原子力規制庁に対し、令和2年11月25日に、申請書の添付書類10の「実験物の異常等による反応度の付加」について、以下のとおり、評価における想定
の誤りがあるとの報告を受けた^{※2}。

2. 申請書の評価における想定の誤りについての内容

- ①試験炉許可基準規則^{※3}第20条（原子炉停止系統）第1項第3号は、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、原子炉の反応度制御に制御棒を用いる場合にあっては、反応度価値の最も大きな制御棒1本が固着した場合においても、未臨界に移行することができることを要求している。
- ②京都大学は、申請書本文において、炉心装荷物のうちの照射試料は、絶対値として $0.5\% \Delta k/k$ 以下とし、添付書類10において、実験物（照射試料）の異常等による反応度の付加を想定した解析^{※4}を行っている。この評価において、制御棒の全反応度のうち、過剰反応度相当の制御棒が既に炉心に挿入されていることを見落とし、原子炉スクラム時に印加される制御棒反応度を過大に想定していたため、軽水減速炉心が未臨界に移行できない場合があることが判明したとしている。なお、固体減速炉心では、未臨界に移行できるとしている。
- ③なお、京都大学は、これまでに行ってきた照射試料を用いた実験における、実験物（照射試料）の異常等による反応度の付加については、最も大きな照射試料の反応度でも $0.32\% \Delta k/k$ であり、仮に当該照射試料が落下したとしても、軽水減速炉心は未臨界状態に移行でき、安全性に問題がない状態であったことを確認したとしている。

3. 京都大学の今後の対応^{※5}

京都大学は、今後、評価における想定誤りを修正するための設置変更承認及び原子炉施設保安規定の変更申請を行い、「承認されるまではKUCAの運転は行わないものとする」としている。なお、京都大学は、高濃縮ウランを使用した炉心において、今後照射試料を用いた実験は行わないこととしている。

4. 原子力規制庁の対応

原子力規制庁は、京都大学に対して、今回の評価における想定誤りの要因を分析するとともに、再発防止策について検討するように指示したところ。

また、現在、KUCAにおいて運転を停止していることについては、原子力運転検査官が確認している。

※1：KUCAは、高濃縮ウランを用いた最大熱出力100Wの臨界実験装置であり、固体減速炉心と軽水減速炉心の2つの炉心から構成されている。

※2：原子力規制委員会HPにおいて、ヒアリング概要・資料を公表済み。（令和2年11月25日）

※3：試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則

※4：原子炉スクラム時に反応度値の最も大きな制御棒1本の固着を仮定

※5：原子力規制委員会HPにおいて、ヒアリング概要・資料を公表済み。（令和2年12月4日）
（添付資料参照）

1. 件名：京都大学臨界実験装置(KUCA)の設置変更承認申請に関する
国立大学法人京都大学複合原子力科学研究所とのヒアリング
2. 日時：令和2年12月4日(金) 8時55分～9時10分
3. 場所：原子力規制庁 10階南会議室
※本ヒアリングは、テレビ会議にて実施
4. 出席者
 - (1) 原子力規制庁原子力規制部研究炉等審査部門
戸ヶ崎安全規制調整官、片野安全審査官
 - (2) 国立大学法人京都大学複合原子力科学研究所
教授 他3名
5. 議事要旨
 - (1) 国立大学法人京都大学複合原子力科学研究所(以下「京都大学」という。)から、令和2年11月25日に報告を受けた京都大学臨界実験装置(KUCA)の設置変更承認申請書添付書類の評価における想定の誤りに関して、配付資料に基づき、京都大学としての今後の対応について、以下のとおり説明があった。
 - ・誤りを修正した原子炉設置変更承認申請を行うこと
 - ・当該承認申請に関連した保安規定の変更申請を行うこと
 - ・これらの承認が得られるまではKUCAの運転を行わないこと
 - ・今後、高濃縮ウランを使用した炉心において、照射試料を用いた実験は行わないこと
 - (2) 原子力規制庁から、上記(1)対して、本解析誤りが発生した原因を分析するとともに、再発防止策を検討するように伝えた。
 - (3) 京都大学から、上記(2)について了解した旨の回答があった。
6. 配付資料
京都大学からの配付資料
資料1 KUCA設置変更承認申請について

2020 年 12 月 3 日
京都大学複合原子力科学研究所

KUCA 設置変更承認申請について

1. 経緯

京都大学複合原子力科学研究所の臨界実験装置（KUCA）で使用する燃料を追加するための原子炉設置変更承認申請書（令和元年 5 月 31 日付、19 京大施環化第 47 号）を原子力規制委員会に提出し、その後、核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合およびヒアリングを通じて審査が行われてきた。

その審査の中で、申請書の添付 10 に記載した「運転時の異常な過渡変化の解析」の「実験物の異常等による反応度の付加」の解析内容を見直していたところ、現行の原子炉設置変更承認申請書（平成 28 年 5 月 11 日付承認、原規規発第 16051111 号）に記載した「実験物の異常等による反応度の付加」の解析内容に誤りがあることが判った。

2. 誤記載の内容

「実験物の異常等による反応度の付加」の解析では、実験物として照射試料が炉心から落下することにより急激な反応度印加が発生した場合の影響の評価を行っているが、スクラム発生時に制御棒挿入により印加される反応度の値に誤りがあり、そのため解析結果の燃料温度上昇量の評価結果の誤り、およびこの事象により原子炉を確実に未臨界状態とすることができない場合があることが判った。

3. 今後の対応

① 原子炉設置変更承認申請書の誤りを修正するために変更申請を行う。変更内容は以下の通りである。

- (a) 実験物の異常等による反応度印加が生じないように、実験物である照射試料（燃料体に貼り付ける照射物）の使用を禁止する。
- (b) 炉心装荷物の挿入管について、従来は「軽水減速炉心用については、管の内部に水が流入した場合であっても炉心に加わる反応度が+0.5% $\Delta k/k$ 以下となる場所」に設置すると記載していたが、「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」に設置するように変更する。
- (c) 主要な実験設備として記載しているパイルオシレータについて、実験物の異常等による反応度印加が生じないように「使用中に実験物が装置から外れないような構造

「グレーのマスキング範囲は不開示情報」

とする。」ことを追記する。(パイルオシレータは未設置のため、実際の構造については今後製作時の設工認にて対応する)

② 原子炉施設保安規定における上記①の設置申請書の変更に係る記載を修正または追記するために、原子炉施設保安規定の変更申請を行う。

③ 設置申請書および原子炉施設保安規定が承認されるまでは KUCA の運転は行わないものとする。

(以上)

補足

現在の KUCA 設置変更申請書（平成 28 年 5 月 11 日付け承認）を以下のように変更する予定である。（下線部が変更箇所）

【本文】

現行の申請書

ヌ. その他原子炉の附属施設の構造及び設備

(2) 主要な実験設備の構造

(ii) パイルオシレータ

ドップラ係数等の測定に利用するパイルオシレータを設ける。炉心に出し入れする試料の温度は必要に応じて変えられるものになっている。挿入する実験物の反応度は絶対値として $0.1\% \Delta k/k$ 以下に制限する。

(3) その他

炉心装荷物

炉心の中性子束の測定等のために、実験計画に応じて照射試料又は挿入管若しくはその両方を炉心に装荷する。

(i) 照射試料

| | |
|--------|--|
| 種類 | 金、カドミウム等で燃料体に貼り付ける照射物 |
| 形状 | 板状、線状等 |
| 反応度の添加 | 絶対値として $0.5\% \Delta k/k$ 以下 ただし、運転中は反応度の有意な変動がない様にテープ等で固定する。 |

(ii) 挿入管

| | |
|------|--|
| 種類 | 検出器又は照射試料を挿入するためのアルミニウム等の円管または角管（固体減速炉心用、軽水減速炉心用） |
| 構造 | 軽水減速炉心用挿入管は管の下部が密封されて水が内部に入らない構造 |
| 設置場所 | 軽水減速炉心用については、管の内部に水が流入した場合であっても炉心に加わる反応度が $+0.5\% \Delta k/k$ 以下となる場所 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ないように固定する |

変更案

ヌ. その他原子炉の附属施設の構造及び設備

(2) 主要な実験設備の構造

(ii) パイルオシレータ

ドップラ係数等の測定に利用するパイルオシレータを設ける。炉心に出し入れする試料の温度は必要に応じて変えられるものになっている。挿入する実験物の反応度は絶対値として $0.1\% \Delta k/k$ 以下に制限する。使用中に実験物が装置から外れないような構造とする。

(3) その他

炉心装荷物

炉心の中性子束の測定等のために、実験計画に応じて挿入管を炉心に装荷する。燃料体に貼り付ける照射物は使用しない。

(i) 挿入管

種類 検出器を挿入するためのアルミニウム等の円管または角管（固体減速炉心用、軽水減速炉心用）

設置場所 軽水減速炉心用については、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
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ないように固定する

【添付 8】

現行の申請書

8-9 その他試験研究用原子炉の附属施設

8-9-4 実験設備等

8-9-4-1 主要な実験設備の構造

(2) パイルオシレータ

反応度測定、ドップラ係数の測定等のために実験物を炉心内に出し入れするものである。実験物の温度は -270°C ～ 1000°C の間で可変であり、周辺の炉心部へ伝わり難いよう断熱構造になっている。なお、挿入する実験物の反応度は絶対値として $0.1\% \Delta k/k$ 以下に制限する。

8-9-5 炉心装荷物

炉心の中性子束の測定等のために、実験計画に応じて照射試料又は挿入管若しくはその両方を炉心に装荷する。

8-9-5-1 照射試料

| | |
|--------|--|
| 種類 | 金、カドミウム等で燃料体に貼り付ける照射物 |
| 形状 | 板状、線状等 |
| 反応度の添加 | 絶対値として $0.5\% \Delta k/k$ 以下 ただし、運転中は反応度の有意な変動がない様にテープ等で固定する。 |

8-9-5-2 挿入管

| | |
|------|--|
| 種類 | 検出器又は照射試料を挿入するためのアルミニウム等の円管または角管（固体減速炉心用、軽水減速炉心用） |
| 構造 | 軽水減速炉心用挿入管は管の下部が密封されて水が内部に入らない構造 |
| 設置場所 | 軽水減速炉心用については、管の内部に水が流入した場合であっても炉心に加わる反応度が $+0.5\% \Delta k/k$ 以下となる場所 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ないように固定する |

変更案

8-9 その他試験研究用原子炉の附属施設

8-9-4 実験設備等

8-9-4-1 主要な実験設備の構造

(2) パイロシレータ

反応度測定、ドップラ係数の測定等のために実験物を炉心内に出し入れするものである。実験物の温度は -270°C ～ 1000°C の間で可変であり、周辺の炉心部へ伝わり難いよう断熱構造になっている。なお、挿入する実験物の反応度は絶対値として $0.1\% \Delta k/k$ 以下に制限する。使用中に実験物が装置から外れないような構造とする。

8-9-5 炉心装荷物

炉心の中性子束の測定等のために、実験計画に応じて挿入管を炉心に装荷する。
燃料体に貼り付ける照射物は使用しない。軽水減速炉心では挿入管は使用しない。

8-9-5-1 挿入管

| | |
|------|--|
| 種類 | <u>検出器を挿入するためのアルミニウム等の円管または角管</u> （固体減速炉心用、軽水減速炉心用） |
| 構造 | 軽水減速炉心用挿入管は管の下部が密封されて水が内部に入らない構造 |
| 設置場所 | 軽水減速炉心用については、管の内部に水が流入した場合であっても <u>炉心に反応度が加わらない場所</u> 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ないように固定する |

【添付 10】

現行の申請書

「10-2-4 実験物の異常等による反応度の付加」の節
(節の内容省略)

変更案

- ・「10-2-4 実験物の異常等による反応度の付加」の節の文章、表 10-2-5、表 10-2-6、図 10-2-3 を全て削除する
- ・10-2-4 節の削除、および図と表の削除に伴い、この節以降の節番号、表番号、図番号を繰り上げる

(以上)