

2021年1月18日

第391回 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合
京都大学複合原子力科学研究所

KUCA の設置変更承認申請添付書類 10 の評価における想定の誤り
－発生原因と再発防止の取り組みについて－

1. 発生原因

1.1 体制について

2013年12月に研究炉を含む核燃料施設等に対する新規制基準が施行され、直後から KUR と KUCA の設置変更承認申請書（以下、「申請書」と言う。）の作成に向けた準備を開始した。KUCA の申請書については、放射線管理施設に関する項目（添付書類 9 を含む）については放射線管理部が、放射性廃棄物の廃棄施設に関する項目については放射性廃棄物処理部が、その他の項目については臨界装置部が中心となって作成することになり、必要に応じて所内の他部室の職員にその専門性を考慮し、作成を依頼することになった。その際、所としての正式な組織の設置や人員配置は行われていなかったが、当時の安全管理担当副所長（専門は地震工学）が地震・津波審査対応を行うとともに、KUCA や KUR の他の項目に対しても可能な範囲でヒアリングや審査会合に同席し、所としての対外的な対応や所内の取りまとめ役を担った。

当時の臨界装置部には教員 7 名、技術職員 4 名が所属していたが、KUR の申請書の作成に関わる者や別業務のため参加できない者もあり、教員 2 名(A、B)、技術職員 2 名(C、D) が申請書作成を担当することとなった(途中から技術職員 1 名(E)が参加)。その後の作成作業は KUR や他事業所の新規制基準への対応状況を参考にしながら KUCA の申請書作成、審査に向けた説明資料作成、ヒアリング、及び審査会合（KUCA の場合は基本的にはヒアリングによる審査で、審査会合は 2 回）への対応を行ってきた。作業については A と B が申請書の内容の主な方針策定や解析などを行い、C、D、E が情報を共有しながら協力して資料を作成するという体制で実施した [REDACTED] 他
[REDACTED] 他の項目についてもそれぞれの担当部室内などで同様な作業が行われ、所の原子炉安全委員会（原子炉施設の運転、利用、定期的な評価、その他の保安活動及び品質保証に関する事項を審議するための委員会）で審議を行った後、最初の申請書を原子力規制委員会に提出した（2014年9月30日提出）。

1. 2 想定の誤りについて

新規制基準以前の申請書の添付書類 10 の過渡解析においては、運転時の制御棒の異常な引抜きについてのみの解析が行われており、最も厳しい場合として最大過剰反応度を持つ炉心について最大反応度印加率で反応度が加わり、核計装のスクラム回路がすべて作動せず、全制御棒が **stuck** したため手動スクラムにより中心架台を落下させて原子炉を停止させるという内容であった。炉心に使用する実験物の反応度の制限値や実験物の落下に伴う過渡解析については要求されておらず、申請書への記載はなかった。そのため新規制対応の申請書作成においては「運転時の異常な過渡変化」のすべての項目について解析条件を新たに検討することになった。

「運転中の異常な出力変化」の解析では、まず上述した以前の申請書に記載された過渡解析の項目を参考にしながら「原子炉起動時における制御棒の異常な引抜き」について検討した。シナリオとしては、最大過剰反応度を持つ炉心について最大反応度印加率で全制御棒が上限まで引き抜かれ、その結果出力が上昇して線型出力計の指示値が設定値を超えてスクラムし、**one-rod-stuck** を考慮した上で制御棒が落下する（固体減速炉心では中心架台は落下しない、軽水炉心ではタンク水はダンプしない）ことで原子炉が停止するとして解析を行った。

引き続き、実験物の落下（実験物の異常等による反応度の付加）についての検討を行った。最初の申請書の作成時には軽水減速炉心の C35G0(5 列)炉心についてのみを対象とし、実験物が臨界状態の炉心から落下することにより $+0.5\% \Delta k/k$ の反応度が加わり、出力が上昇し線型出力計の指示値が 120%を超えてスクラムするとした。そのシナリオ作成時に、事象が発生する前の実験物装荷時には臨界状態であったため制御棒の一部が挿入されており、スクラム時に印加することができる制御棒の反応度が少なくなるということを見逃してしまい、スクラム時には前述の制御棒引抜きの過渡解析と同じ量の反応度が印加されるってしまった。

軽水減速炉心において「原子炉起動時における制御棒の異常な引抜き」により臨界状態から制御棒引抜きにより最大過剰反応度である $+0.5\% \Delta k/k$ が炉心に加えられてスクラムするということと、臨界状態から実験物落下により $+0.5\% \Delta k/k$ の反応度が加えられてスクラムするということと同質な事象であると思いついてしまったためと考えられる。

申請書の提出前には所の原子炉安全委員会で審議を行ったが、以前の申請書からの変更箇所が多岐にわたったため、今回誤りが発生した解析のための想定にまでレビューが行き届かなかった。

その後のヒアリングで実験物の落下の解析について他炉心での解析結果を問われたため、同様の解析をすべての代表炉心について行ったが、炉心パラメータ（実効遅発中性子割合、

中性子平均寿命、燃料装荷量)のみを変更して解析を行ったため、シナリオそのものの想定
の誤りに気づくことができなかった。

2018年より低濃縮ウランを用いるための申請書の準備を始めたが、添付書類10の過渡
解析については従前の申請書と同じ手法で求めた低濃縮ウラン燃料の解析結果を追記した
ものとして作成した。申請書が準備できた段階で検討ワーキンググループ(メンバーは臨
界装置部で本申請書の作成に携わった者に加えて作成に関与していない者が2名、研究
炉部2名、および放射線管理部2名)を設置して内容の確認を行った。ワーキンググル
ープは会議及びメールを通じて申請書の内容についてのレビューを行ったが、実験物の
落下に関する解析シナリオについては従前の申請書からのシナリオの変更は無いとい
うことで確認は十分に行っておらず、またその後の原子炉安全委員会での審議の際
にも同様の理由から確認が不十分であったため想定の誤りに気づくことができな
かった。

1.3 過渡解析の他の解析について

今回の想定誤りが判ってから「運転時の異常な過渡変化」の他の解析項目のシナ
リオと解析方法について確認したが、実験物の落下以外の項目については問題は
なかった。

2. 今後の対応

2. 1 不適合処理

今回の KUCA 申請書の添付書類 10 における想定の誤りについては、現時点で運用されている保安規定や品質保証計画書の下部規定である「不適合管理・是正処置・予防処置に関する手順書」に従い一連の不適合処理を行う。

2. 2 申請書の作成及び審査体制の見直し

- ・これまでの申請書の作成は担当部室長のもとで担当部室が中心となっていくということが了解されていたが明文化されていなかった。今後は原子炉安全委員会の下に所長が任命した委員からなる「設置申請小委員会（仮称）」をおき、その小委員会が担当する。ただし、小委員会が正式に発足するまでは、低濃縮ウラン追加の設置申請書をレビューした際のワーキンググループ（必要に応じてメンバーは変更または追加）が担当する。
- ・同小委員会の構成員には担当部室以外の専門家も加え、申請書の内容について検討を行う。
- ・同小委員会の設置については「京都大学複合原子力科学研究所 原子炉安全委員会内規」に定める。
- ・同小委員会での承認の後に、従来通り原子炉安全委員会において最終審査を行う。なお、この原子炉安全委員会には研究所外の専門家も委員として加わっていただいている。
- ・規制庁での審査への対応はこの小委員会が責任をもって行うものとする。
- ・設置変更申請の補正申請書に対しても同様な対応を行う。

2. 3 品質マネジメント文書の管理の現状と今後について

(1) 現状での品質マネジメント文書の管理について

品質マネジメント文書の管理体系は以下のように各階層の文書の中で規定されている。

一次文書 保安規定 第 166 条（文書及び記録の管理）において規定

二次文書 品質保証計画書 第 6 条（文書の管理）において規定

三次文書 品質マネジメント文書・記録管理の手順書、
及び文書記録管理台帳において規定

品質マネジメント文書および関連する記録の体系を図 1 に示す。

「グレーのマスクング範囲は不開示情報」

- ・「品質マネジメント文書・記録管理の手順書」には、文書発行や更新時の承認者やレビューの会議体についての定めはあるが、原子力規制委員会に申請が必要な文書の改定作業に関する詳細な手順は定められていない。
- ・具体的には、申請書及び保安規定の改定に関しては、レビューの会議体は原子力規制委員会（原子力規制庁を含む）が主催する会議体と定めているが、所内のレビューの体制や方法等は手順書に定められていない。
- ・これまで申請書及び保安規定の改定に関しては、改定の担当部室が起案及びレビューを行い、原子炉主任技術者等の専門家が出席する原子炉安全委員会の審議に諮り、所長の承認及び学長の決裁を経て申請を行ってきた。本件の不適合は、担当部室に任されていたレビューの体制や方法が不十分であったことにより発生したと考えられる。
- ・KUCAの低濃縮化の設置変更承認申請（2019年5月31日申請）の際には、前述したように、申請書の提出前に検討ワーキンググループを設置して内容の確認を行ったが、具体的な確認方法(手順)が定められてない状況で行ったため、今回の想定の誤りを発見することができなかった。新規制基準対応として行った高濃縮ウラン燃料を用いた種々の解析に同じ手法で行った低濃縮ウラン燃料の結果を追記するだけの申請ということで、今回誤りが発生した解析のための想定にまでレビューが行き届かなかった(レビューが不十分であった)。

(2) 原子力規制委員会に申請が必要な文書の改定手続きに関する今後の方針

- ・研究所においては、品質管理基準規則（「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」）を踏まえ、保安規定の改定及び品質マネジメント計画書の新規策定の作業が現在進行中である。
- ・同規則の第二十三条～第四十三条には、個別業務に関する計画の策定及び個別業務の実施に関する規定がある。
- ・旧品質管理技術基準規則（「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」）のもとで制定していた所内の品質保証計画書においては、その規則の法的な位置づけにより、個別業務は設工認に関する業務に限定解釈し、下部規定として、「原子炉等の設計及び工事の計画と実施に関する手順書」を制定していた。従って、現行の品質管理基準規則に則ると、申請書の改定作業も個別業務に相当するとして位置づけることになる。
- ・今後新たに、個別業務としての申請書の改定作業を行うために、三次文書として一次文書（設置変更申請書、保安規定等）の改定に際しての手順を定める「品質マネジメント文書の変更申請に関する手順書（仮称）」を策定することとする。また、品質マネジメントシステムに係る記録としてこの手順書に係る記録を新たに整備する。（図1の下線をつけた箇所）

「グレーのマスクング範囲は不開示情報」

- ・この新たに作成する手順書は既存の「原子炉等の設計及び工事の計画と実施に関する手順書」に記載の個別業務の実施フローチャートに準じて策定する予定である。(図2は新規策定予定の手順書における業務フローの概略案)

(以上)

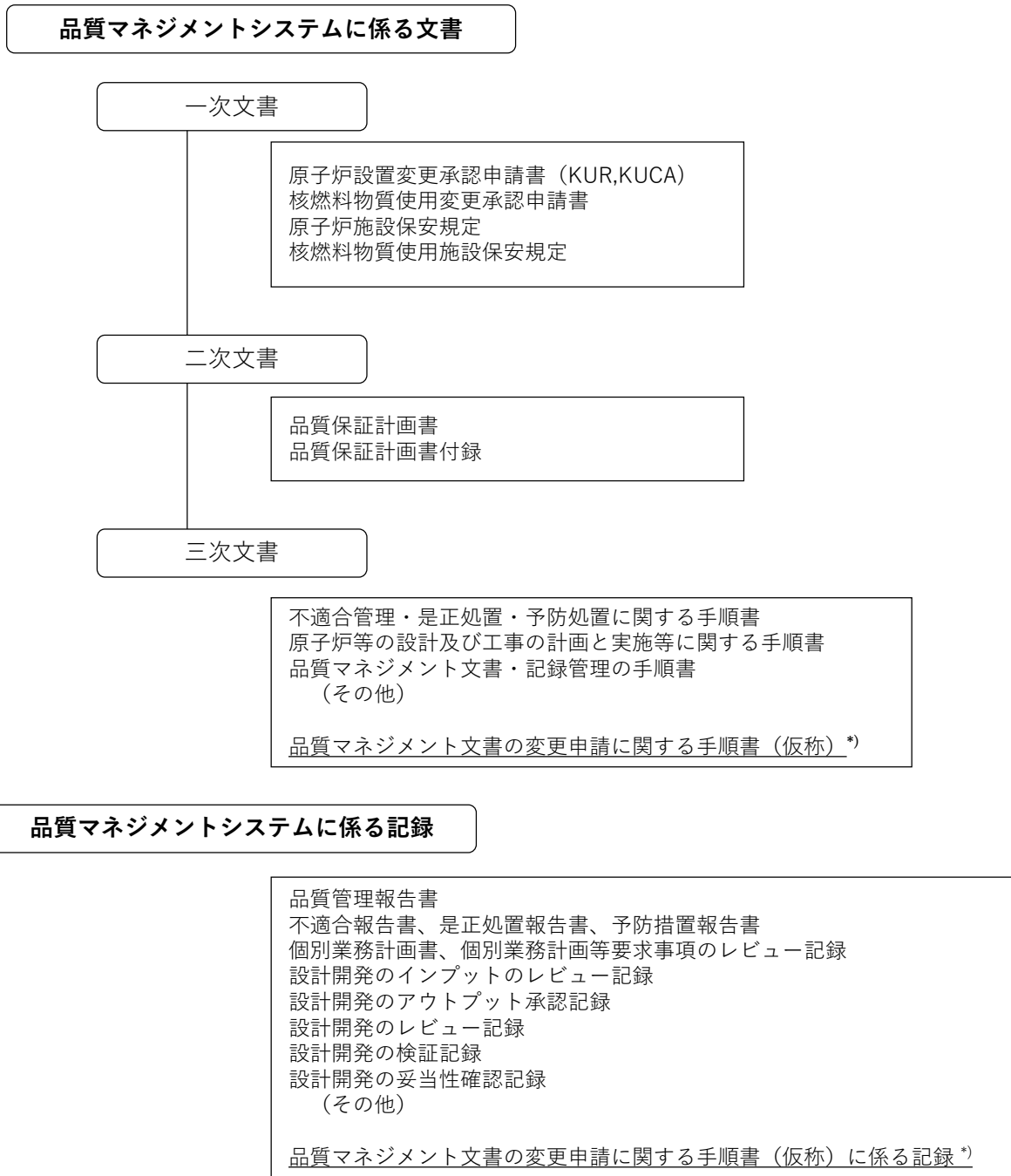


図1 品質マネジメント文書および関連する記録の体系

(* 下線は追加予定の文書等)

「グレーのマスキング範囲は不開示情報」

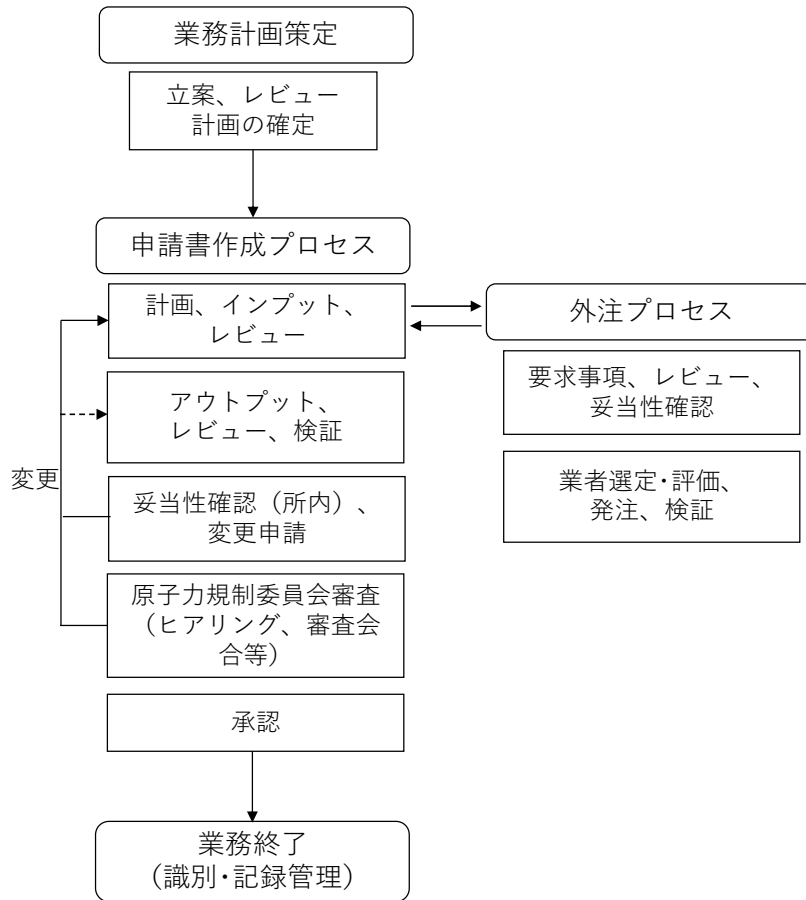


図2 「品質マネジメント文書の変更申請に関する手順書（仮称）」
の実施フローチャートの概略（案）