

2023年9月27日

九州電力株式会社

玄海原子力発電所第3号機

設計及び工事計画認可申請書

【ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料体】

補足説明資料

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

目 次

補足説明資料 1	設計及び工事計画認可申請における適用条文等の整理について
補足説明資料 2	設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について
補足説明資料 3	工事の方法に関する補足説明資料
補足説明資料 4	基本設計方針の確認方法に関する補足説明資料
補足説明資料 5	輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画認可申請書の記載に関する補足説明資料
補足説明資料 6	A型MOX燃料体の変更点に係る補足説明資料
補足説明資料 7	設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する補足説明資料
補足説明資料 8	仏国の MOX 燃料における INES Level 1 事象に係る補足説明資料

補足説明資料 1

設計及び工事計画認可申請書における
適用条文等の整理について

1. 概要

当社では、玄海原子力発電所第 3 号機のウラン・プルトニウム混合酸化物燃料体の加工を計画している。

燃料体に係る設計及び工事の計画については、令和 2 年 4 月の「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律」及び関連規則等（以下「改正法等」という。）の施行を踏まえ、改正法等の内容反映が必要となったことから、今回燃料体に係る設計及び工事の計画に係る手続きを実施する。

本資料は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画認可申請を行うにあたり、申請対象が適用を受ける「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の条文について整理するとともに、適合性の確認が必要となる条文を明確にするものである。

今回の手続きは、今後新たに加工するウラン・プルトニウム混合酸化物燃料について申請するものである。したがって、本設計及び工事計画認可申請における適用条文の整理にあたっては、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料を要目表対象設備として位置付けたうえで（改正法等施行前は要目表対象外）、今回の申請において適合性の確認が必要な条文を整理する。

2. 設計及び工事計画認可申請における適用条文の整理結果

本設計及び工事計画認可申請における適用条文の整理結果は、下表に示すとおり。

【申請対象】

- ・原子炉本体 燃料体

【凡例】

「適用」欄

- ：適用を受ける条文
- ×：適用を受けない条文

「申請」欄

- ：今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
- ×：今回の申請では適合性確認が不要な条文（適用を受けない条文、又は適用を受ける条文ではあるが、既に適合性が確認されている条文、若しくは設計及び工事の計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文）

技術基準規則	適用可否判断		理由
	適用	申請	
設計基準対象施設			
第4条 設計基準対象施設の地盤	○	×	地盤については、平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可の工事計画（以下「既工事計画」という。）にて適合性が確認されており、今回の設計及び工事の計画（以下「設工認」という。）は、新たに加工する燃料体に対する申請であり、変更後において地盤の評価に影響を与えるものではないことから申請対象外とする。
第5条 地震による損傷の防止	○	○	地震による損傷の防止については、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体の適合性を確認することから対象とする。
第6条 津波による損傷の防止	○	○	津波による損傷の防止については、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体の適合性を確認することから対象とする。
第7条 外部からの衝撃による損傷の防止	○	○	外部からの衝撃による損傷の防止については、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体の適合性を確認することから対象とする。
第8条 立ち入りの防止	○	×	立ち入りの防止については、申請範囲が発電用原子炉施設に該当するため本条文を適用するが、今回の設工認は、新たに加工する燃料体に対する申請であり、既工事計画にて適合性が確認された本条文に係る設計に影響を与えるものではないため、申請対象外とする。
第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止については、申請範囲が発電用原子炉施設に該当するため本条文を適用するが、今回の設工認は、新たに加工する燃料体に対する申請であり、既工事計画にて適合性が確認された本条文に係る設計に影響を与えるものではないため、申請対象外とする。
第10条 急傾斜地の崩壊の防止	○	×	急傾斜地の崩壊の防止については、申請範囲が急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域に施設していないことを確認するため本条文を適用するが、玄海原子力発電所は急傾斜地崩壊区域に指定された箇所がなく、本工事は既工事計画にて適合性が確認された本条文に係る設計に影響を与えるものではないため、申請対象外とする。

技術基準規則	適用可否判断		理由
	適用	申請	
第 11 条 火災による損傷の防止	○	○	火災による損傷の防止については、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体は、防護対象施設に該当しないものの、燃料体が発火源等となる可能性の観点において、火災の発生防止対策に対する適合性を確認する必要があることから対象とする。
第 12 条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	○	×	発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止については、申請範囲が発電用原子炉施設に該当するため本条文を適用するが、申請対象の燃料体は防護対象設備に該当せず、既工事計画にて適合性が確認された本条文に係る設計に影響を与えるものではないため、申請対象外とする。
第 13 条 安全避難通路等	○	×	安全避難通路等については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更は無く、安全避難通路等に係る設計は工事の内容（本申請内容）に関係しないため、申請対象外とする。
第 14 条 安全設備	○	○	安全設備については、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体について、第 2 項への適合性を確認する必要があることから対象とする。 なお、第 1 項の適用を受けるものではない。
第 15 条 設計基準対象施設の機能	○	○	設計基準対象施設の機能については、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体について、第 1 項及び第 2 項への適合性を確認する必要があることから対象とする。 第 4 項については、申請対象の燃料体は防護対象設備に該当せず、既工事計画にて適合性が確認された本条文に係る設計に影響を与えるものではない。 また、第 3 項、第 5 項及び第 6 項の適用を受けるものではない。
第 16 条 全交流動力電源喪失対策設備	×	×	申請範囲には、全交流動力電源喪失時に対処するために必要な電源設備がないことから対象外とする。
第 17 条 材料及び構造	×	×	申請範囲には、設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等がないことから対象外とする。
第 18 条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	×	申請範囲には、クラス機器等がないことから対象外とする。

技術基準規則	適用可否判断		理由
	適用	申請	
第 19 条 流体振動等による損傷の防止	○	○	流体振動等による損傷の防止については、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体の適合性を確認する必要があることから対象とする。
第 20 条 安全弁等	×	×	申請範囲には、安全弁等の設置について規定されている加圧器等がないことから対象外とする。
第 21 条 耐圧試験等	×	×	申請範囲には、クラス機器等がないことから対象外とする。
第 22 条 監視試験片	×	×	申請範囲には、監視試験片の設置について規定されている設計基準対象施設に属する容器がないことから対象外とする。
第 23 条 炉心等	○	○	改正された「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に対して、新たに要目表対象設備とする申請対象の燃料体の適合性を確認する必要があることから対象とする。
第 24 条 熱遮蔽材	×	×	申請範囲には、熱遮蔽材について規定されている原子炉容器がないことから対象外とする。
第 25 条 一次冷却材	×	×	申請範囲には、一次冷却材がないことから対象外とする。
第 26 条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	×	×	申請範囲には、燃料体等を取り扱う設備又は燃料体等を貯蔵する設備がないことから対象外とする。
第 27 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	×	申請範囲には、原子炉冷却材圧力バウンダリがないことから対象外とする。
第 28 条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等	×	×	申請範囲には、原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉冷却材の流出を制限する隔離装置等がないことから対象外とする。
第 29 条 一次冷却材処理装置	×	×	申請範囲には、放射性物質を含む一次冷却材を処理する装置がないことから対象外とする。
第 30 条 逆止め弁	×	×	申請範囲には、逆止め弁がないことから対象外とする。
第 31 条 蒸気タービン	×	×	申請範囲には、蒸気タービン（附属施設含む）がないことから対象外とする。
第 32 条 非常用炉心冷却設備	×	×	申請範囲には、非常用炉心冷却設備がないことから対象外とする。
第 33 条 循環設備等	×	×	申請範囲には、一次冷却材を循環させる循環設備等がないことから対象外とする。

技術基準規則	適用可否判断		理由
	適用	申請	
第 34 条 計測装置	×	×	申請範囲には、計測装置がないことから対象外とする。
第 35 条 安全保護装置	×	×	申請範囲には、安全保護装置がないことから対象外とする。
第 36 条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	申請範囲には、反応度制御系統及び原子炉停止系統がないことから対象外とする。
第 37 条 制御材駆動装置	×	×	申請範囲には、制御材駆動装置がないことから対象外とする。
第 38 条 原子炉制御室等	×	×	申請範囲には、原子炉制御室等がないことから対象外とする。
第 39 条 廃棄物処理設備等	×	×	申請範囲には、放射性廃棄物进行处理する設備等がないことから対象外とする。
第 40 条 廃棄物貯蔵設備等	×	×	申請範囲には、放射性廃棄物を貯蔵する設備等がないことから対象外とする。
第 41 条 放射性物質による汚染の防止	×	×	申請範囲には、放射性物質による汚染を防止する設備等がないことから対象外とする。
第 42 条 生体遮蔽等	×	×	申請範囲には、生体遮蔽装置等がないことから対象外とする。
第 43 条 換気設備	×	×	申請範囲には、換気設備がないことから対象外とする。
第 44 条 原子炉格納施設	×	×	申請範囲には、原子炉格納施設がないことから対象外とする。
第 45 条 保安電源設備	×	×	申請範囲には、保安電源装置がないことから対象外とする。
第 46 条 緊急時対策所	×	×	申請範囲には、緊急時対策所がないことから対象外とする。
第 47 条 警報装置等	×	×	申請範囲には警報装置等がないことから対象外とする。
第 48 条 準用	×	×	申請範囲には、技術基準規則第 17 条第 15 号、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令又は原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令の規定を準用する補助ボイラー、ガスタービン、内燃機関、電気設備がないため対象外とする。

技術基準規則	適用要否判断		理由
	適用	申請	
重大事故等対処施設			
第 49 条 重大事故等対処施設の地盤	×	×	本申請対象は重大事故等対処施設に該当しないため、今回の申請では対象外とする。
第 50 条 地震による損傷の防止			
第 51 条 津波による損傷の防止			
第 52 条 火災による損傷の防止			
第 53 条 特定重大事故等対処施設			
第 54 条 重大事故等対処設備	×	×	本申請対象は重大事故等対処施設に該当しないため、今回の申請では対象外とする。
第 55 条 材料及び構造			
第 56 条 使用中の亀裂等による破壊の防止			
第 57 条 安全弁等			
第 58 条 耐圧試験等			
第 59 条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備			
第 60 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備			
第 61 条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備			
第 62 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備			
第 63 条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備			
第 64 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備			
第 65 条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備			
第 66 条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備			
第 67 条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備			
第 68 条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備			
第 69 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備			
第 70 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備			
第 71 条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備			
第 72 条 電源設備			
第 73 条 計装設備			
第 74 条 原子炉制御室			
第 75 条 監視測定設備			
第 76 条 緊急時対策所			
第 77 条 通信連絡を行うために必要な設備			
第 78 条 準用			

補足説明資料 2

設計及び工事計画認可申請書に
添付する書類の整理について

1. 概要

当社では、玄海原子力発電所第3号機のウラン・プルトニウム混合酸化物燃料体の加工を計画している。

燃料体に係る設計及び工事の計画については、令和2年4月の「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律」及び関連規則等（以下「改正法等」という。）の施行を踏まえ、改正法等の内容反映が必要となったことから、今回燃料体に係る設計及び工事の計画に係る手続きを実施する。

本資料は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該設計及び工事計画の手続きを行うにあたり、設計及び工事計画認可申請書に添付する書類について整理する。

2. 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

設計及び工事計画認可申請書に添付すべき書類は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（以下「実用炉規則」という。）第9条第3項に基づき、当該申請に係る発電用原子炉施設の属する別表第二の上欄に記載される種類に応じて同表の下欄に掲げる書類並びに設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書類である。このうち別表第二に掲げる書類について、「申請に係る工事の内容に関係あるものに限る。」との規定があるため、本申請範囲である「原子炉本体」に要求される添付書類の要否の検討を行った。検討結果を表1に示す。

3. 「電気事業法」に基づく工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

「電気事業法」に基づく工事計画の手続き対象となる工事については、「原子力発電工作物の保安に関する命令」（以下「保安命令」という。）の別表第一及び別表第三に規定されているが、今回の工事は、保安命令別表第一及び別表第三に該当規定された工事に該当しないため、電気事業法第47条に基づく工事の計画の認可申請は不要である。

表1 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画認可申請において要求される添付書類及び本申請における添付の要否の検討結果

(1/3)

実用炉規則 第9条第3項に規定される添付書類名（略称含む）	添付要否（○・×）	理 由
別表第二（各発電用原子炉施設に共通）		
送電関係一覧図	×	本申請内容は、送電設備に影響を与えないため添付不要。
急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地の崩壊の防止措置に関する説明書	×	玄海原子力発電所において、急傾斜地崩壊危険区域の設定はないため添付不要。
工場又は事業所の概要を明示した地形図	×	本申請内容は、地形図に影響を与えないため添付不要。
主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図	×	本申請内容は、主要設備の配置に影響を与えないため添付不要。
単線結線図	×	本申請内容は、単線結線図に影響を与えないため添付不要。
新技術の内容を十分に説明した書類	×	本申請内容は、新技術に該当しないため添付不要。
発電用原子炉施設の熱精算図	×	本申請内容は、発電用原子炉施設の熱精算図に影響を与えないため添付不要。
熱出力計算書	○	原子炉熱出力等に関する評価について、技術基準規則第15条及び第23条への適合性を示すために説明書を添付する。
発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	○	設置許可との整合性を示す必要があるため添付する。
排気中及び排水中の放射性物質の濃度に関する説明書	×	本申請内容は、排気中及び排水中の放射性物質の濃度に影響を与えないため添付不要。
人が常時勤務し、又は頻繁に出入する工場又は事業所内の場所における線量に関する説明書	×	本申請内容は、事業所内の場所における線量に影響を与えないため添付不要。
発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	○	申請対象の燃料体の自然現象等による損傷の防止について、技術基準規則第6条及び第7条への適合性を示すために説明書を添付する。

実用炉規則 第9条第3項に規定される添付書類名（略称含む）	添付可否 (○・×)	理 由
排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の配置の概要を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
取水口及び放水口に関する説明書	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	×	本申請内容は、設定根拠を示す事項に該当しないため添付不要。
環境測定装置の構造図及び取付箇所を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
クラス1 機器及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	○	申請対象の燃料体を使用される条件の下における健全性について、技術基準規則第14条及び第15条への適合性を示すために説明書を添付する。
発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	○	申請対象の燃料体の火災防護について、技術基準規則第11条への適合性を示すために説明書を添付する。
発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	×	溢水防護については、申請対象の燃料体は防護対象施設に該当しないことから、既設工認にて確認された防護設計に影響を与えないため添付不要。
発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書	×	申請対象の燃料体の飛散物による損傷防護について、申請対象の燃料体は従来から設計変更はなく、既設工認にて確認されたタービンミサイル評価に影響を与えないことから、既設工認にて確認された防護設計に影響を与えないため添付不要。
通信連絡設備に関する説明書及び取付箇所を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
安全避難通路に関する説明書及び安全避難通路を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。

実用炉規則 第9条第3項に規定される添付書類名 (略称含む)	添付要否 (○・×)	理 由
非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
別表第二 (原子炉本体)		
耐震性に関する説明書	○	申請対象の燃料体の耐震性について、技術基準規則第5条への適合性を示すために説明書を添付する。
強度に関する説明書	○	申請対象の燃料体の強度について、技術基準規則第23条への適合性を示すために説明書を添付する。
構造図	○	申請対象の燃料体の構造図を添付する。
燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐食性その他の性能に関する説明書	○	申請対象の燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐食性その他の性能について、技術基準規則第23条への適合性を示すために説明書を添付する。
原子炉本体の基礎に関する説明書及びその基礎の状況を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
監視試験片の取付箇所を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
原子炉 (圧力) 容器の脆性破壊防止に関する説明書	×	本申請では該当する設備はないため添付不要。
設計及び工事に係る品質マネジメントシステム		
設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	○	本申請に係る設計及び工事に係る品質マネジメントシステムを説明する必要があることから添付する。

補足説明資料 3

工事の方法に関する補足説明資料

1. 概 要

工事の方法として、工事手順、使用前事業者検査の方法、工事上の留意事項を、それぞれ施設、主要な耐圧部の溶接部、燃料体に区分し定めており、これら工事手順及び使用前事業者検査の方法は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に定めたプロセス等に基づいたものとしている。

また、工事の方法は、すべての施設を網羅するものとして作成しており、それを原子炉本体に記載し、その他の施設については該当箇所を呼び込むことにしている。

本資料では、工事の方法のうち当該工事に該当する箇所を明示するものである。

なお、今回申請する玄海原子力発電所第3号機のウラン・プルトニウム混合酸化物燃料体の加工においては、供給者を三菱重工業株式会社、加工事業者をオラノ社とすることを予定しており、海外での加工を含むものであるが、国内で加工するウラン燃料体と同様に、本資料に示す「工事の方法」に基づき工事及び使用前事業者検査を実施する。

2. 当該工事に該当する箇所

工事の方法のうち、当該工事に該当する箇所を示す。

凡例

(黄色ハッチング)：本設計及び工事の計画に該当する箇所

9 原子炉本体に係る工事の方法

変更前	変更後
<p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事並びに主要な耐圧部の溶接部における工事の方法として、原子炉設置(変更)許可を受けた事項、及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」(以下「技術基準」という。)の要求事項に適合するための設計(基本設計方針及び要目表)に従い実施する工事の手順と、それら設計や工事の手順に従い工事が行われたことを確認する使用前事業者検査の方法を以下に示す。</p> <p>これらの工事の手順及び使用前事業者検査の方法は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に定めたプロセス等に基づいたものとする。</p> <p>1. 工事の手順</p> <p>1.1 工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事における工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図1に示す。</p> <p>1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図2に示す。</p> <p>1.3 燃料体に係る工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>燃料体に係る工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図3に示す。</p> <p>2. 使用前事業者検査の方法</p> <p>構造、強度及び漏えいを確認するために十分な方法、機能及び性能を確認するために十分な方法、その他設置又は変更の工事がその設計及び工事の計画に従って行われたものであることを確認するために十分な方法により、使用前事業者検査を図1、図2及び図3のフローに基づき実施する。使用前事業者検査は「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、抽出されたものの検査を実施する。</p> <p>また、使用前事業者検査は、検査の時期、対象、方法、検査体制に加えて、検査の内容と重要度に応じて、立会、抜取り立会、記録確認のいずれかとするを要領書等で定め実施する。</p>	<p>変更なし</p>

変更前		変更後																					
<p>2.1 構造、強度又は漏えいに係る検査</p> <p>2.1.1 構造、強度又は漏えいに係る検査</p> <p>構造、強度又は漏えいに係る検査ができるようになったとき、表1に示す検査を実施する。</p> <p>表1 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体を除く。）^(注1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検査項目</th> <th colspan="2">検査方法</th> <th>判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5"> 「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、当該工事における構造、強度又は漏えいに係る確認事項として次に掲げる項目の中から抽出されたもの。 ・材料検査 ・寸法検査 ・外観検査 ・組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査） ・状態確認検査 ・耐圧検査 ・漏えい検査 ・原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査 ・建物・構築物の構造を確認する検査 </td> <td>材料検査</td> <td>使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。</td> <td>設工認のとおりであること、技術基準に適合するものであること。</td> </tr> <tr> <td>寸法検査</td> <td>主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。</td> <td>設工認に記載されている主要寸法の計測値が、許容寸法を満足すること。</td> </tr> <tr> <td>外観検査</td> <td>有害な欠陥がないことを確認する。</td> <td>健全性に影響を及ぼす有害な欠陥がないこと。</td> </tr> <tr> <td>組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査）</td> <td>組立て状態並びに据付け位置及び状態が工事計画のとおりであることを確認する。</td> <td>設工認のとおりに組立て、据付けされていること。</td> </tr> <tr> <td>状態確認検査</td> <td>評価条件、手順等が工事計画のとおりであることを確認する。</td> <td>設工認のとおりであること。</td> </tr> </tbody> </table>		検査項目	検査方法		判定基準	「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、当該工事における構造、強度又は漏えいに係る確認事項として次に掲げる項目の中から抽出されたもの。 ・材料検査 ・寸法検査 ・外観検査 ・組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査） ・状態確認検査 ・耐圧検査 ・漏えい検査 ・原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査 ・建物・構築物の構造を確認する検査	材料検査	使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりであること、技術基準に適合するものであること。	寸法検査	主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。	設工認に記載されている主要寸法の計測値が、許容寸法を満足すること。	外観検査	有害な欠陥がないことを確認する。	健全性に影響を及ぼす有害な欠陥がないこと。	組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査）	組立て状態並びに据付け位置及び状態が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりに組立て、据付けされていること。	状態確認検査	評価条件、手順等が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりであること。	変更なし	
検査項目	検査方法		判定基準																				
「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、当該工事における構造、強度又は漏えいに係る確認事項として次に掲げる項目の中から抽出されたもの。 ・材料検査 ・寸法検査 ・外観検査 ・組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査） ・状態確認検査 ・耐圧検査 ・漏えい検査 ・原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査 ・建物・構築物の構造を確認する検査	材料検査	使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりであること、技術基準に適合するものであること。																				
	寸法検査	主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。	設工認に記載されている主要寸法の計測値が、許容寸法を満足すること。																				
	外観検査	有害な欠陥がないことを確認する。	健全性に影響を及ぼす有害な欠陥がないこと。																				
	組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査）	組立て状態並びに据付け位置及び状態が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりに組立て、据付けされていること。																				
	状態確認検査	評価条件、手順等が工事計画のとおりであることを確認する。	設工認のとおりであること。																				

変更前			変更後
表 1 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体を除く。） ^(注1)			
検査項目	検査方法		判定基準
	^(注2) 耐圧検査	技術基準の規定に基づく検査圧力で所定時間保持し、検査圧力に耐え、異常のないことを確認する。耐圧検査が構造上困難な部位については、技術基準の規定に基づく非破壊検査等により確認する。	検査圧力に耐え、かつ、異常のないこと。
	^(注2) 漏えい検査	耐圧検査終了後、技術基準の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を確認する。なお、漏えい検査が構造上困難な部位については、技術基準の規定に基づく非破壊検査等により確認する。	著しい漏えいのないこと。
	原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査	地盤の地質状況が、原子炉格納施設の基盤として十分な強度を有することを確認する。	設工認のとおりであること。
	建物・構築物の構造を確認する検査	主要寸法、組立方法、据付位置及び据付状態等が工事計画のとおり製作され、組み立てられていることを確認する。	設工認のとおりであること。
			変更なし
<p>(注 1) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。</p> <p>(注 2) 耐圧検査及び漏えい検査の方法について、表 1 によらない場合は、基本設計方針の共通項目として定めた「耐圧試験等」の方針によるものとする。</p>			

変更前	変更後
<p>2.1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る検査</p> <p>主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査は、技術基準第 17 条第 15 号、第 31 条、第 48 条第 1 項及び第 55 条第 7 号、並びに実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（以下「技術基準解釈」という。）に適合するよう、以下の(1)及び(2)の工程ごとに検査を実施する。</p> <p>(1) あらかじめ確認する事項</p> <p>次の①及び②については、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に、「日本機械学会 発電用原子力設備規格 溶接規格(JSME S NB1-2007)又は(JSME S NB1-2012/2013)」(以下「溶接規格」という。)第 2 部 溶接施工法認証標準及び第 3 部 溶接士技能認証標準に従い、表 2-1、表 2-2 に示す検査を行う。その際、以下のいずれかに該当する特殊な溶接方法は、その確認事項の条件及び方法の範囲内で①溶接施工法に関することを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 12 年 6 月以前に旧電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和 45 年通商産業省令第 81 号）第 2 条に基づき、通商産業大臣の認可を受けた特殊な溶接方法 ・平成 12 年 7 月以降に、一般社団法人日本溶接協会又は一般財団法人発電設備技術検査協会による確性試験により適合性確認を受けた特殊な溶接方法 <p>① 溶接施工法に関すること</p> <p>② 溶接士の技能に関すること</p> <p>なお、①又は②について、既に、以下のいずれかにより適合性が確認されているものは、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に表 2-1、表 2-2 に示す検査は要さないものとする。</p> <p>① 溶接施工法に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 12 年 6 月 30 日以前に電気事業法（昭和 39 年法律第 170 号）に基づき国の認可証又は合格証を取得した溶接施工法 ・平成 12 年 7 月 1 日から平成 25 年 7 月 7 日に、電気事業法に基づく溶接事業者検査において、各設置者が技術基準への適合性を確認した 	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>溶接施工法</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成 25 年 7 月 8 日以降、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）に基づき、各設置者が技術基準への適合性を確認した溶接施工法 前述と同等の溶接施工法として、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）における他の施設にて、認可を受けたもの、溶接安全管理検査、使用前事業者検査等で溶接施工法の確認を受けたもの又は客観性を有する方法により確認試験が行われ判定基準に適合しているもの。ここで、他の施設とは、加工施設、試験研究用等原子炉施設、使用済燃料貯蔵施設、再処理施設、特定第一種廃棄物埋設施設、特定廃棄物管理施設をいう。 <p>② 溶接士の技能に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> 溶接規格第 3 部 溶接士技能認証標準によって認定されたものと同等と認められるものとして、技術基準解釈別記-5 に示されている溶接士が溶接を行う場合 溶接規格第 3 部 溶接士技能認証標準に適合する溶接士が、技術基準解釈別記-5 の有効期間内に溶接を行う場合 	<p>変更なし</p>

変更前		変更後
表 2-1 あらかじめ確認すべき事項（溶接施工法）		
検査項目	検査方法及び判定基準	
溶接施工法の内容確認	計画している溶接施工法の内容が、技術基準に適合する方法であることを確認する。	
材料確認	試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。	
開先確認	試験をする上で、健全な溶接が施工できることを確認する。	
溶接作業中確認	溶接施工法及び溶接設備等が計画どおりのものであり、溶接条件等が溶接検査計画書のとおり実施されることを確認する。	
外観確認	試験材について、目視により外観が良好であることを確認する。	
溶接後熱処理確認	溶接後熱処理の方法等が技術基準に基づき計画した内容に適合していることを確認する。	変更なし
浸透探傷試験確認	技術基準に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い、表面における開口した欠陥の有無を確認する。	
機械試験確認	溶接部の強度、延性及び靱性等の機械的性質を確認するため、継手引張試験、曲げ試験及び衝撃試験により溶接部の健全性を確認する。	
断面検査確認	管と管板の取付け溶接部の断面について、技術基準に適合する方法により目視検査及びのど厚測定により確認する。	
(判定) ^(注)	以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接施工法は技術基準に適合するものとする。	
(注) () 内は検査項目ではない。		

変更前		変更後
表 2-2 あらかじめ確認すべき事項（溶接士）		
検査項目	検査方法及び判定基準	
溶接士の試験内容の確認	検査を受けようとする溶接士の氏名、溶接訓練歴等、及びその者が行う溶接施工法の範囲を確認する。	
材料確認	試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。	
開先確認	試験をする上で、健全な溶接が施工できることを確認する。	
溶接作業中確認	溶接士及びその溶接士が行う溶接作業が溶接検査計画書のとおりであり、溶接条件が溶接検査計画書のとおり実施されることを確認する。	
外観確認	目視により外観が良好であることを確認する。	
浸透探傷試験確認	技術基準に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い、表面に開口した欠陥の有無を確認する。	変更なし
機械試験確認	曲げ試験を行い、欠陥の有無を確認する。	
断面検査確認	管と管板の取付け溶接部の断面について、技術基準に適合する方法により目視検査及びのど厚測定により確認する。	
(判定) ^(注)	以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接士は技術基準に適合する技能を持った者とする。	
(注) () 内は検査項目ではない。		

変更前	変更後
<p>(2) 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項</p> <p>発電用原子炉施設のうち技術基準第 17 条第 15 号、第 31 条、第 48 条第 1 項及び第 55 条第 7 号の主要な耐圧部の溶接部について、表 3-1 に示す検査を行う。</p> <p>また、以下の①又は②に限り、原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器に対してテンパービード溶接を適用することができ、この場合、テンパービード溶接方法を含む溶接施工法の溶接部については、表 3-1 に加えて表 3-2 に示す検査を実施する。</p> <p>① 平成 19 年 12 月 5 日以前に電気事業法に基づき実施された検査において溶接後熱処理が不要として適合性が確認された溶接施工法</p> <p>② 以下の規定に基づく溶接施工法確認試験において、溶接後熱処理が不要として適合性が確認された溶接施工法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 12 年 6 月以前に旧電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和 45 年通商産業省令第 81 号）第 2 条に基づき、通商産業大臣の許可を受けた特殊な溶接方法 ・平成 12 年 7 月以降に、一般社団法人日本溶接協会又は一般財団法人発電設備技術検査協会による確性試験による適合性確認を受けた特殊な溶接方法 	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前		変更後
表 3-1 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項		
検査項目	検査方法及び判定基準	
適用する溶接施工法、溶接士の確認	適用する溶接施工法、溶接士について、表 2-1 及び表 2-2 に示す適合確認がなされていることを確認する。	
材料検査	溶接に使用する材料が技術基準に適合するものであることを確認する。	
開先検査	開先形状、開先面の清浄及び継手面の食違い等が技術基準に適合するものであることを確認する。	
溶接作業検査	あらかじめの確認において、技術基準に適合していることが確認された溶接施工法及び溶接士により溶接施工しているかを確認する。	
熱処理検査	溶接後熱処理の方法、熱処理設備の種類及び容量が、技術基準に適合するものであること、また、あらかじめの確認において技術基準に適合していることを確認した溶接施工法の範囲により実施しているかを確認する。	
非破壊検査	溶接部について非破壊試験を行い、その試験方法及び結果が技術基準に適合するものであることを確認する。	変更なし
機械検査	溶接部について機械試験を行い、当該溶接部の機械的性質が技術基準に適合するものであることを確認する。	
耐圧検査 ^(注1)	規定圧力で耐圧試験を行い、これに耐え、かつ、漏えいがないことを確認する。規定圧力で行うことが著しく困難な場合は、可能な限り高い圧力で試験を実施し、耐圧試験の代替として非破壊試験を実施する。 (外観の状況確認) 溶接部の形状、外観及び寸法が技術基準に適合することを確認する。	
(適合確認) ^(注2)	以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接部は技術基準に適合するものとする。	
<p>(注 1) 耐圧検査の方法について、表 3-1 によらない場合は、基本設計方針の共通項目として定めた「材料及び構造等」の方針によるものとする。</p> <p>(注 2) () 内は検査項目ではない。</p>		

変更前						変更後
<p align="center">表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)</p>						
検査項目	検査方法及び判定基準	同種材の溶接	クラッド材の溶接	異種材の溶接	バタリング材の溶接	
材料検査	1. 中性子照射 10 ¹⁹ nvt 以上受ける設備を溶接する場合に使用する溶接材料の銅含有量は、0.10%以下であることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	2. 溶接材料の表面は、錆、油脂付着及び汚れ等がないことを確認する。	適用	適用	適用	適用	
開先検査	1. 当該施工部位は、溶接規格に規定する溶接後熱処理が困難な部位であることを図面等で確認する。	適用	適用	適用	適用	
	2. 当該施工部位は、過去に当該溶接施工法と同一又は類似の溶接後熱処理が不要な溶接方法を適用した経歴を有していないことを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	3. 溶接を行う機器の面は、浸透探傷試験又は磁粉探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	4. 溶接深さは、母材の厚さの2分の1以下であること。	適用	—	適用	—	
	5. 個々の溶接部の面積は650cm ² 以下であることを確認する。	適用	—	適用	—	
	6. 適用する溶接施工法に、クラッド材の溶接開先底部とフェライト系母材との距離が規定されている場合は、その寸法が規定を満足していることを確認する。	—	適用	—	—	
	7. 適用する溶接施工法に、溶接開先部がフェライト系母材側へまたがって設けられ、そのまたがりの距離が規定されている場合は、その寸法が規定を満足していることを確認する。	—	—	適用	—	
						変更なし

変更前						変更後
<p align="center">表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)</p>						
検査項目	検査方法及び判定基準	同種材の溶接	クラッド材の溶接	異種材の溶接	バタリング材の溶接	
溶接作業検査	自動ティグ溶接を適用する場合は、次によることを確認する。					
	1. 自動ティグ溶接は、溶加材を通電加熱しない方法であることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	2. 溶接は、適用する溶接施工法に規定された方法に適合することを確認する。					
	①各層の溶接入熱が当該施工法に規定する範囲内で施工されていることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	②2層目端部の溶接は、1層目溶接端の母材熱影響部(1層目溶接による粗粒化域)が適切なテンパー効果を受けるよう、1層目溶接端と2層目溶接端の距離が1mmから5mmの範囲であることを確認する。	適用	—	適用	—	
	③予熱を行う溶接施工法の場合は、当該施工法に規定された予熱範囲及び予熱温度を満足していることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	④当該施工法にパス間温度が規定されている場合は、温度制限を満足していることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
⑤当該施工法に、溶接を中断する場合及び溶接終了時の温度保持範囲と保持時間が規定されている場合は、その規定を満足していることを確認する。	適用	適用	適用	適用		
⑥余盛り溶接は、1層以上行われていることを確認する。	適用	—	適用	—		
⑦溶接後の温度保持終了後、最終層ビードの除去及び溶接部が平滑となるよう仕上げ加工されていることを確認する。	適用	—	適用	—		
						変更なし

変更前						変更後
表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)						
検査項目	検査方法及び判定基準	同種材の溶接	クラッド材の溶接	異種材の溶接	バタリング材の溶接	
非破壊検査	溶接部の非破壊検査は、次によることを確認する。					
	1. 1層目の溶接終了後、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	-	-	-	
	2. 溶接終了後の試験は、次によることを確認する。					
	①溶接終了後の非破壊試験は、室温状態で48時間以上経過した後に実施していることを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	②予熱を行った場合はその領域を含み、溶接部は磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	適用	適用	適用	
	③超音波探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	-	適用	適用	-	
④超音波探傷試験又は2層目以降の各層の磁粉探傷試験若しくは浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	適用	-	-	-		
⑤放射線透過試験又は超音波探傷試験を行い、これに合格することを確認する。	-	-	-	適用		
3. 温度管理のために取り付けた熱電対がある場合は、機械的方法で除去し、除去した面に欠陥がないことを確認する。	適用	適用	適用	適用		
						変更なし

変更前	変更後
<p>2.1.3 燃料体に係る検査</p> <p>燃料体については、以下(1)～(3)の加工の工程ごとに表 4 に示す検査を実施する。なお、燃料体を発電用原子炉に受け入れた後は、原子炉本体として機能又は性能に係る検査を実施する。</p> <p>(1) 燃料材、燃料被覆材その他の部品については、組成、構造又は強度に係る試験をすることができる状態になった時</p> <p>(2) 燃料要素の加工が完了した時</p> <p>(3) 加工が完了した時</p> <p>また、燃料体については構造、強度又は漏えいに係る検査を実施することにより、技術基準への適合性が確認できることから、構造、強度又は漏えいに係る検査の実施をもって工事の完了とする。</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前

変更後

表 4 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体）^(注1)

検査項目	検査方法	判定基準
(1) 燃料材、燃料被覆材その他の部品の化学成分の分析結果の確認その他これらの部品の組成、構造又は強度に係る検査	^(注2) 材料検査	使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。
	寸法検査	主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。
(2) 燃料要素に係る次の検査 一 寸法検査 二 外観検査 三 表面汚染密度検査 四 溶接部の非破壊検査 五 圧力検査 六 漏えい検査（この表の(3)三に掲げる検査が行われる場合を除く。）	外観検査	有害な欠陥等がないことを確認する。
	表面汚染密度検査	表面に付着している核燃料物質の量が技術基準の規定を満足することを確認する。
	溶接部の非破壊検査	溶接部の健全性を非破壊検査等により確認する。
	漏えい検査	漏えい試験における漏えい量が、技術基準の規定を満足することを確認する。
	圧力検査	初期圧力が工事計画のとおりであり、許容値内であることを確認する。
	質量検査	燃料集合体の総質量が工事計画のとおりであり、許容値内であることを確認する。
(3) 組み立てられた燃料体に係る次の検査 一 寸法検査 二 外観検査 三 漏えい検査（この表の(2)六に掲げる検査が行われる場合を除く。） 四 質量検査	寸法検査	
	外観検査	
	漏えい検査（この表の(2)六に掲げる検査が行われる場合を除く。）	
	質量検査	

変更なし

(注1) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

(注2) ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料^(※1)における実際の製造段階で確定するプルトニウム含有率の燃料体平均、プルトニウム含有率及び核分裂性プルトニウム富化度^(※2)のペレット最大並びにウラン 235 濃度の設計値と許容範囲は使用前事業者検査要領書に記載し、要目表に記載した条件に合致していることを確認する。

変更前	変更後						
<p>2.2 機能又は性能に係る検査</p> <p>機能又は性能を確認するため、以下のとおり検査を行う。</p> <p>但し、表 1 の表中に示す検査により機能又は性能を確認できる場合は、表 5、表 6 又は表 7 の表中に示す検査を表 1 の表中に示す検査に替えて実施する。</p> <p>また、改造、修理又は取替の工事であって、燃料体を挿入できる段階又は臨界反応操作を開始できる段階と工事完了時が同じ時期の場合、工事完了時として実施することができる。</p> <p>構造、強度又は漏えいを確認する検査と機能又は性能を確認する検査の内容が同じ場合は、構造、強度又は漏えいを確認する検査の記録確認をもって、機能又は性能を確認する検査とすることができる。</p> <p>2.2.1 燃料体を挿入できる段階の検査</p> <p>発電用原子炉に燃料体を挿入することができる状態になったとき表 5 に示す検査を実施する。</p> <p style="text-align: center;">表 5 燃料体を挿入できる段階の検査^(注)</p> <table border="1" data-bbox="281 1052 1460 1551"> <thead> <tr> <th>検査項目</th> <th>検査方法</th> <th>判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉に燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査</td> <td>発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る機能又は性能を試運転等により確認するほか、発電用原子炉施設の安全性確保の観点から、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要な工学的安全施設、安全設備等の機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。</td> <td>原子炉に燃料体を挿入するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。</p>	検査項目	検査方法	判定基準	発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉に燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査	発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る機能又は性能を試運転等により確認するほか、発電用原子炉施設の安全性確保の観点から、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要な工学的安全施設、安全設備等の機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。	原子炉に燃料体を挿入するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。	<p style="text-align: center;">変更なし</p>
検査項目	検査方法	判定基準					
発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉に燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査	発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る機能又は性能を試運転等により確認するほか、発電用原子炉施設の安全性確保の観点から、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要な工学的安全施設、安全設備等の機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。	原子炉に燃料体を挿入するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。					

変更前	変更後												
<p>2.2.2 臨界反応操作を開始できる段階の検査</p> <p>発電用原子炉の臨界反応操作を開始することができる状態になったとき、表 6 に示す検査を実施する。</p> <p>表 6 臨界反応操作を開始できる段階の検査^(注)</p> <table border="1" data-bbox="284 512 1460 974"> <thead> <tr> <th>検査項目</th> <th>検査方法</th> <th>判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>発電用原子炉が臨界に達する時に必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ実施できない検査</td> <td>発電用原子炉の出力を上げるにあたり、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態での確認項目として、燃料体の炉内配置及び原子炉の核的特性等を確認する。また、工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ機能又は性能を確認できない設備について、機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。</td> <td>原子炉の臨界反応操作を開始するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。</p> <p>2.2.3 工事完了時の検査</p> <p>全ての工事が完了したとき、表 7 に示す検査を実施する。</p> <p>表 7 工事完了時の検査^(注)</p> <table border="1" data-bbox="284 1268 1460 1772"> <thead> <tr> <th>検査項目</th> <th>検査方法</th> <th>判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>発電用原子炉の出力運転時における発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する検査、その他工事の完了を確認するために必要な検査</td> <td>工事の完了を確認するために、発電用原子炉で発生した蒸気を用いる施設の試運転等により、当該各系統の機能又は性能の最終的な確認を行う。発電用原子炉の出力を上げた状態における確認項目として、プラント全体での最終的な試運転により発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する。</td> <td>当該原子炉施設の供用を開始するにあたり、原子炉施設の安全性を確保するために必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。</p>	検査項目	検査方法	判定基準	発電用原子炉が臨界に達する時に必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ実施できない検査	発電用原子炉の出力を上げるにあたり、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態での確認項目として、燃料体の炉内配置及び原子炉の核的特性等を確認する。また、工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ機能又は性能を確認できない設備について、機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。	原子炉の臨界反応操作を開始するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。	検査項目	検査方法	判定基準	発電用原子炉の出力運転時における発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する検査、その他工事の完了を確認するために必要な検査	工事の完了を確認するために、発電用原子炉で発生した蒸気を用いる施設の試運転等により、当該各系統の機能又は性能の最終的な確認を行う。発電用原子炉の出力を上げた状態における確認項目として、プラント全体での最終的な試運転により発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する。	当該原子炉施設の供用を開始するにあたり、原子炉施設の安全性を確保するために必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。	<p>変更なし</p>
検査項目	検査方法	判定基準											
発電用原子炉が臨界に達する時に必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ実施できない検査	発電用原子炉の出力を上げるにあたり、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態での確認項目として、燃料体の炉内配置及び原子炉の核的特性等を確認する。また、工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ機能又は性能を確認できない設備について、機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。	原子炉の臨界反応操作を開始するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。											
検査項目	検査方法	判定基準											
発電用原子炉の出力運転時における発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する検査、その他工事の完了を確認するために必要な検査	工事の完了を確認するために、発電用原子炉で発生した蒸気を用いる施設の試運転等により、当該各系統の機能又は性能の最終的な確認を行う。発電用原子炉の出力を上げた状態における確認項目として、プラント全体での最終的な試運転により発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する。	当該原子炉施設の供用を開始するにあたり、原子炉施設の安全性を確保するために必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合すること。											

変更前

変更後

2.3 基本設計方針検査

基本設計方針のうち「構造、強度又は漏えいに係る検査」及び「機能又は性能に係る検査」では確認できない事項について、表 8 に示す検査を実施する。

表 8 基本設計方針検査

検査項目	検査方法	判定基準
基本設計方針検査	基本設計方針のうち表 1、表 4、表 5、表 6、表 7 では確認できない事項について、基本設計方針に従い工事が実施されたことを工事中又は工事完了時における適切な段階で確認する。	「基本設計方針」のとおりであること。

2.4 品質マネジメントシステムに係る検査

実施した工事が、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセス、「1. 工事の手順」並びに「2. 使用前事業者検査の方法」のとおり行われていることの実施状況を確認するとともに、使用前事業者検査で記録確認の対象となる工事の段階で作成される製造メーカ等の記録の信頼性を確保するため、表 9 に示す検査を実施する。

表 9 品質マネジメントシステムに係る検査

検査項目	検査方法	判定基準
品質マネジメントシステムに係る検査	工事が設工認の「工事の方法」及び「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に示すプロセスのとおり実施していることを品質記録や聞取り等により確認する。この確認には、検査における記録の信頼性確認として、基となる記録採取の管理方法の確認やその管理方法の遵守状況の確認を含む。	設工認で示す「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」及び「工事の方法」のとおりにより工事管理が行われていること。

変更なし

変更前	変更後
<p>3. 工事上の留意事項</p> <p>3.1 設置又は変更の工事に係る工事上の留意事項</p> <p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事並びに主要な耐圧部の溶接部における工事の実施にあたっては、発電用原子炉施設保安規定を遵守するとともに、従事者及び公衆の安全確保や既設の安全上重要な機器等への悪影響防止等の観点から、以下に留意し工事を進める。なお、工事の手順と使用前事業者検査との関係については、図 1、図 2 及び図 3 に示す。</p> <p>a. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、周辺資機材、他の発電用原子炉施設及び環境条件からの悪影響や劣化等を受けないよう、隔離、作業環境維持、異物侵入防止対策等の必要な措置を講じる。</p> <p>b. 工事にあたっては、既設の安全上重要な機器等へ悪影響を与えないよう、現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、作業に潜在する危険性又は有害性や工事用資機材から想定される影響を確認するとともに、隔離、火災防護、溢水防護、異物侵入防止対策、作業管理等の必要な措置を講じる。</p> <p>c. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。</p> <p>d. プラントの状況に応じて、検査・試験、試運転等の各段階における工程を管理する。</p> <p>e. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう製造から供用開始までの間、管理する。</p> <p>f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。</p> <p>g. 現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、放射線業務従事者に対して防護具の着用や作業時間管理等適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。また、公衆の放射線防護のため、気体及び液体廃棄物の放出管理については、周辺監視区域外の空気中・水中の放射性物質濃度が「核原料物質又は核燃料物質の精錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定める値を超えないようにするとともに、放出管理目標値を超えないように努める。</p> <p>h. 修理の方法は、基本的に「図 1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体を除く。）」の手順により行うこととし、機器等の全部又は一部に</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p>

変更前	変更後
<p>ついて、撤去、切断、切削又は取外しを行い、据付、溶接又は取付け、若しくは同等の方法により、同等仕様又は性能・強度が改善されたものに取り替を行う等、機器等の機能維持又は回復を行う。また、機器等の一部撤去、一部撤去の既設端部について閉止板の取付け、蒸気発生器、熱交換器又は冷却器の伝熱管への閉止栓取付け若しくは同等の方法により適切な処置を実施する。</p> <p>i. 特別な工法を採用する場合の施工方法は、技術基準に適合するよう、安全性及び信頼性について必要に応じ検証等により十分確認された方法により実施する。</p> <p>3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項</p> <p>燃料体の加工に係る工事の実施にあたっては、以下に留意し工事を進める。</p> <p>a. 工事対象設備について、周辺資機材、他の加工施設及び環境条件から波及的影響を受けないよう、隔離等の必要な措置を講じる。</p> <p>b. 工事を行うことにより、他の供用中の加工施設が有する安全機能に影響を与えないよう、隔離等の必要な措置を講じる。</p> <p>c. 工事対象設備について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。</p> <p>d. 加工施設の状況に応じて、検査・試験等の各段階における工程を管理する。</p> <p>e. 工事対象設備について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう維持する。</p> <p>f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。</p> <p>g. 放射線業務従事者に対する適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。</p>	<p>変更なし</p>

変更前

変更後

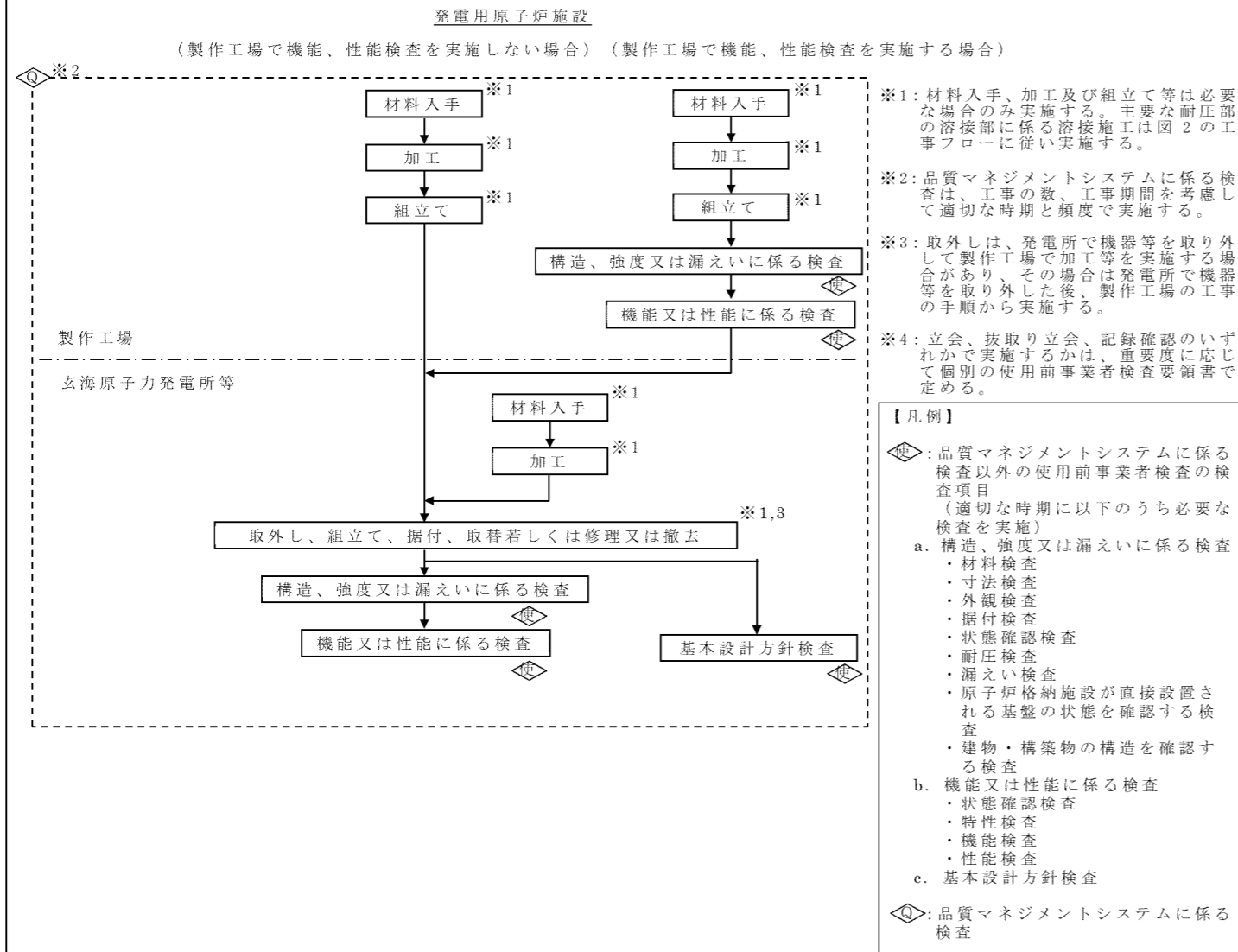


図1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー (燃料体を除く。)

変更なし

変更前

変更後

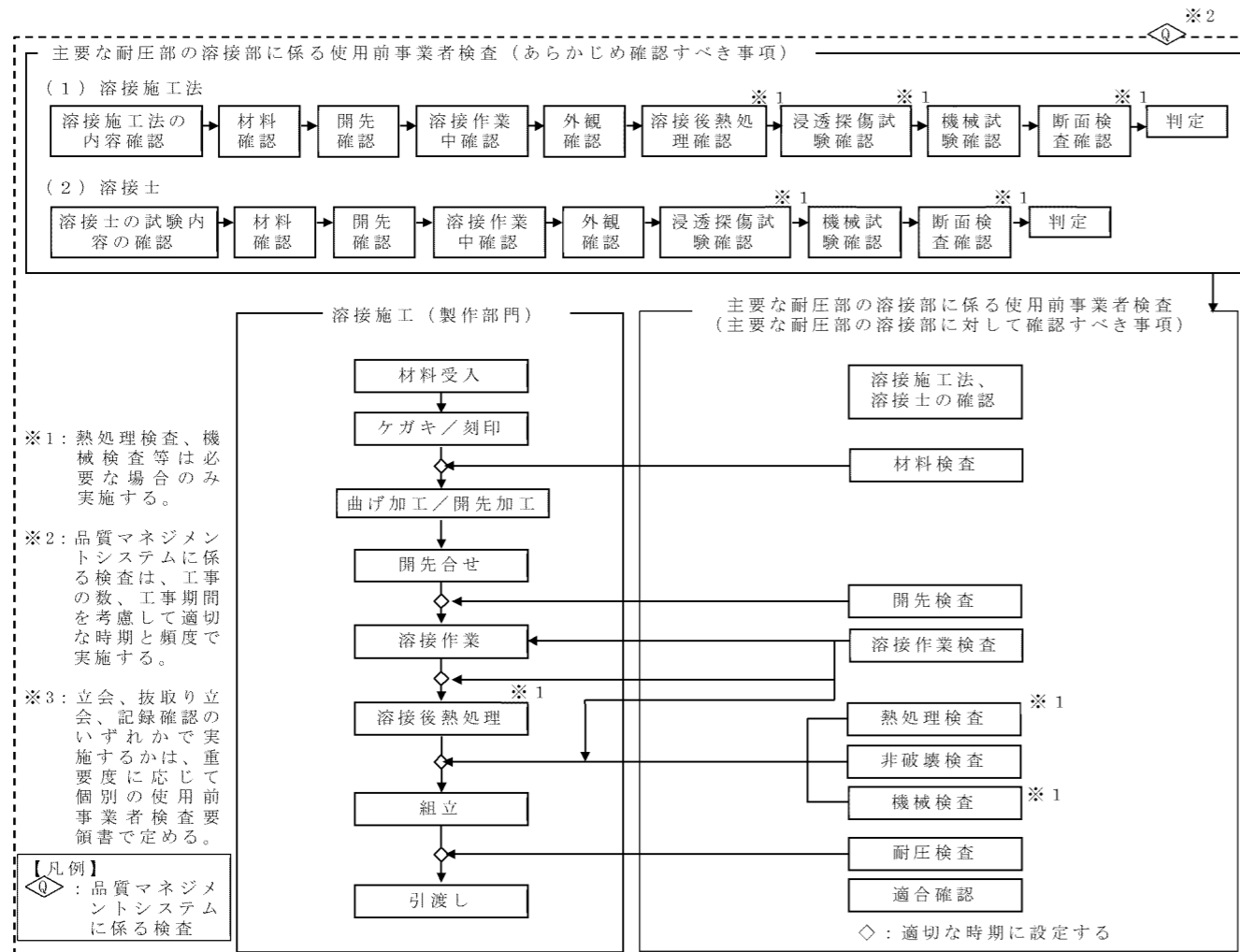


図2 主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順と使用前事業者検査のフロー

変更なし

変更前

変更後

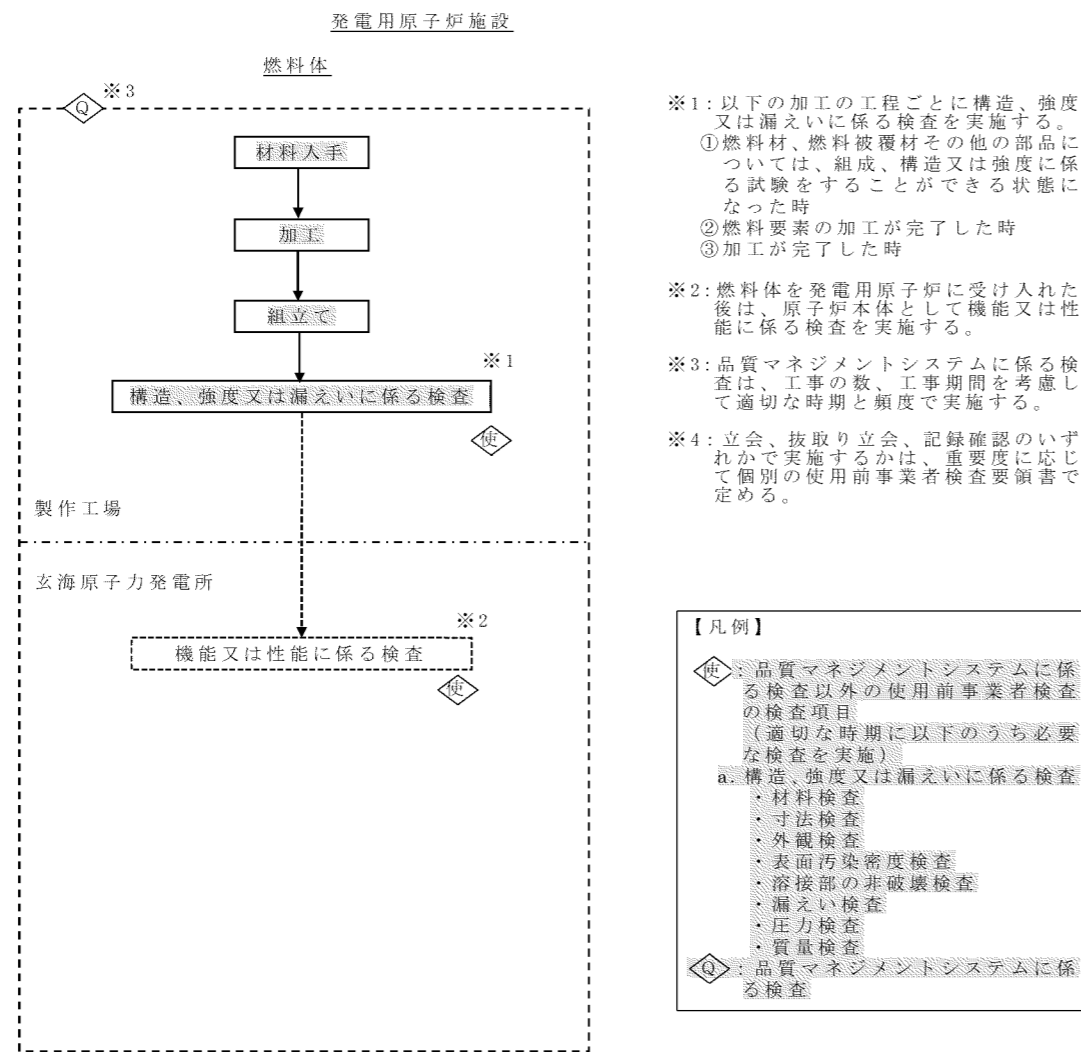


図3 工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体）

変更なし

- (※1) 記載の適正化を行う。既工事計画には「MOX燃料」と記載。
- (※2) 記載の適正化を行う。既工事計画には「核分裂プルトニウム富化度」と記載。

補足説明資料 4

基本設計方針の確認方法に関する補足説明資料

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 基本設計方針における燃料体に関する要求事項の確認方法の整理結果	1

1. 概 要

当社では、玄海原子力発電所第3号機のウラン・プルトニウム混合酸化物燃料体の加工を計画している。

燃料体に係る設計及び工事の計画については、令和2年4月の「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律」及び関連規則等（以下「改正法等」という。）の施行を踏まえ、改正法等の内容反映が必要となったことから、今回燃料体に係る設計及び工事の計画に係る手続きを実施する。

本資料は、基本設計方針のうち、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」における「燃料体に関する要求事項（別記-10）」の確認方法を明確にするものである。

2. 基本設計方針における燃料体に関する要求事項の確認方法の整理結果

基本設計方針における燃料体に関する要求事項の確認方法の整理結果を下表に示す。

基本設計方針	別記-10	確認方法								
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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「 <u>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈</u> 」における「 <u>燃料体に関する要求事項(別記-10)</u> 」に基づき設計する。	技術基準規則第23条第1項の規定に対応する燃料体に関する要求事項については、以下のとおりとする。この場合において、以下の規定は、法第43条の3の11第2項に定める使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。	-								
	1. 二酸化ウラン燃料材 二酸化ウラン燃料材は、次の(1)～(5)のいずれにも適合すること。	申請対象外								
	(1) 次の表の左欄に掲げる元素を含有する場合における当該元素の含有量のウランの含有量に対する百分率の値は、それぞれ同表の右欄に掲げる値であること。 <table border="1" data-bbox="596 792 976 936"> <tbody> <tr> <td>炭素</td> <td>0.010 以下</td> </tr> <tr> <td>ふっ素</td> <td>0.0015 以下</td> </tr> <tr> <td>水素</td> <td>0.0002 以下</td> </tr> <tr> <td>窒素</td> <td>0.0075 以下</td> </tr> </tbody> </table>		炭素	0.010 以下	ふっ素	0.0015 以下	水素	0.0002 以下	窒素	0.0075 以下
	炭素		0.010 以下							
	ふっ素		0.0015 以下							
水素	0.0002 以下									
窒素	0.0075 以下									
(2) ウラン 235 の含有量のウランの含有量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。										
(3) ペレット型燃料材にあつては、ペレットが次に適合すること。 ①各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。 ②密度の偏差は、著しく大きくないこと。 ③表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。 ④表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。										
(4) ガドリニウムを添加していないものにあつては、次に適合すること。 ①ウランの含有量の全重量に対する百分率の値は、87.7 以上であること。 ②酸素の原子数のウランの原子数に対する比率の値は、1.99 以上 2.02 以下であること。										
(5) ガドリニウムを添加したものにあつては、次に適合すること。 ①ウランの含有量の全重量に対する百分率の値は、実用上差し支えがないものであること。 ②酸素の原子数のウランの原子数に対する比率の値は、実用上差し支えがないものであること。 ③ガドリニウムの含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。 ④ガドリニウムの均一度は、実用上差し支えがないものであること。										

基本設計方針	別記-10	確認方法
<p>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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」における「燃料体に関する要求事項(別記-10)」に基づき設計する。</p>	<p>2. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材 ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材は、次の(1)～(5)のいずれにも適合すること。</p>	<p>—</p>
	<p>(1)各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。</p>	<p>申請書 ・要目表 ・添付資料 8 ・添付図面 検査</p>
	<p>(2)酸素の原子数のウラン及びプルトニウムの原子数の合計に対する比率の値は、実用上差し支えがないものであること。</p>	<p>申請書 ・要目表 ・添付資料 8 ・添付図面 検査</p>
	<p>(3)ウラン 235、プルトニウム 239 及びプルトニウム 241 の含有量の合計のウラン及びプルトニウムの含有量の合計に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。</p>	<p>申請書 ・要目表 ・添付図面 検査</p>
	<p>(4) プルトニウムの均一度は、実用上差し支えがないものであること。</p>	<p>申請書 ・添付図面 ・添付資料 8 検査</p>
<p>(5) ペレット型燃料材にあつては、ペレットが次に適合すること。 ①各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。 ②密度の偏差は、著しく大きくないこと。 ③表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。 ④表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p>	<p>申請書 ・要目表 ・添付図面 検査</p>	

基本設計方針	別記-10	確認方法
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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「 <u>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈</u> 」における「 <u>燃料体に関する要求事項(別記-10)</u> 」に基づき設計する。	3. ジルコニウム合金燃料被覆材 ジルコニウム合金燃料被覆材は、次の(1)～(11)のいずれにも適合すること。	—
	(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。	申請書 ・要目表 ・添付図面 検査
	(2) 被覆材の軸は、著しく湾曲していないこと。	申請書 ・添付図面 検査
	(3) 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値は、日本産業規格 H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「4 品質」の表 2 及び表 3 に規定する値であること。	申請書 ・要目表 ・添付資料 8 ・添付図面 検査
	(4) 日本産業規格 H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書 C 水素化物方位試験方法」又はこれと同等の方法によって水素化物方位試験を行ったとき、水素化物方向性係数が 0.45 を超えないこと。	申請書 ・添付図面 検査
	(5) 日本産業規格 H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書 D 超音波探傷試験方法」又はこれと同等の方法によって超音波探傷試験を行ったとき、対比試験片の人工傷からの欠陥信号と同等以上の欠陥信号がないこと。	検査
	(6) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。	検査
	(7) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。	検査
	(8) 表面の粗さの程度は、実用上差し支えがないものであること。	検査
(9) 日本産業規格 H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書 B 腐食試験方法」又はこれと同等の方法によって腐食試験を行ったとき、表面に著しい白色又は褐色の酸化物が付着せず、かつ、腐食質量増加が 3 日間で 22 ミリグラム毎平方デシメートル以下又は 14 日間で 38 ミリグラム毎平方デシメートル以下であること。	申請書 ・添付資料 8 検査	

基本設計方針	別記-10	確認方法
<p>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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「<u>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈</u>」における「<u>燃料体に関する要求事項(別記-10)</u>」に基づき設計する。</p>	<p>(10)再結晶焼きなましを行ったものにあつては、次に適合すること。</p> <p>①日本産業規格 H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書 A 結晶粒度試験方法」又はこれと同等の方法によって結晶粒度試験を行ったとき、結晶粒度が結晶粒度番号7と同等又はこれより細かいこと。</p> <p>②日本産業規格 Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが日本産業規格 H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「4 品質」の表 4 に規定する値であること。</p>	申請対象外
	<p>(11)応力除去焼きなましを行ったものにあつては、日本産業規格 Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p>	<p>申請書 ・添付資料 8 検査</p>

基本設計方針	別記-10	確認方法																				
<p>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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」における「燃料体に関する要求事項(別記-10)」に基づき設計する。</p>	<p>4. ジルコニウム合金端栓</p>	<p>—</p>																				
	<p>(1)再結晶焼きなましを行ったジルコニウム合金端栓は、日本産業規格 Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」、ASTM International 規格 ASTM B 351 「Standard Specification for Hot-Rolled and Cold-Finished Zirconium and Zirconium Alloy Bars, Rod, and Wire for Nuclear Application」又はこれと同等の方法によって次の表の上欄に掲げるいずれかの試験温度において引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが同欄に掲げる試験温度の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値であること。端栓とは、燃料被覆材の両端を密封するために成形された金属部品をいう。</p> <table border="1" data-bbox="571 862 1192 1189"> <thead> <tr> <th data-bbox="571 862 687 900">温度</th> <th colspan="3" data-bbox="691 862 1192 900">引張試験</th> </tr> <tr> <td data-bbox="571 904 687 965"></td> <th data-bbox="691 904 858 965">引張強さ</th> <th data-bbox="861 904 1029 965">耐力</th> <th data-bbox="1032 904 1192 965">伸び</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="571 969 687 1115"></td> <td data-bbox="691 969 858 1115">ニュートン 毎平方 ミリメー トル</td> <td data-bbox="861 969 1029 1115">ニュートン 毎平方 ミリメー トル</td> <td data-bbox="1032 969 1192 1115">パーセン ト</td> </tr> <tr> <td data-bbox="571 1120 687 1158">室温</td> <td data-bbox="691 1120 858 1158">415 以上</td> <td data-bbox="861 1120 1029 1158">240 以上</td> <td data-bbox="1032 1120 1192 1158">14 以上</td> </tr> <tr> <td data-bbox="571 1162 687 1200">316 度</td> <td data-bbox="691 1162 858 1200">215 以上</td> <td data-bbox="861 1162 1029 1200">105 以上</td> <td data-bbox="1032 1162 1192 1200">24 以上</td> </tr> </tbody> </table>	温度	引張試験				引張強さ	耐力	伸び		ニュートン 毎平方 ミリメー トル	ニュートン 毎平方 ミリメー トル	パーセン ト	室温	415 以上	240 以上	14 以上	316 度	215 以上	105 以上	24 以上	<p>申請書 ・添付資料 8</p> <p>検査</p>
	温度	引張試験																				
	引張強さ	耐力	伸び																			
	ニュートン 毎平方 ミリメー トル	ニュートン 毎平方 ミリメー トル	パーセン ト																			
室温	415 以上	240 以上	14 以上																			
316 度	215 以上	105 以上	24 以上																			
<p>(2)応力除去焼きなましを行ったジルコニウム合金端栓は、日本産業規格 Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p>	<p>申請対象外</p>																					
<p>(3)前記「3. ジルコニウム合金燃料被覆材」(2)、(4)、(5)、(8)、(10)及び(11)を除く。)の規定は、ジルコニウム合金端栓に準用する。ただし、(3)の日本産業規格 H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「4 品質」の表 3 に掲げるニオブ及びカルシウムを除く。</p>	<p>申請書 ・要目表 ・添付資料 8 ・添付図面</p> <p>検査</p>																					

基本設計方針	別記-10	確認方法
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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「 <u>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈</u> 」における「 <u>燃料体に関する要求事項(別記-10)</u> 」に基づき設計する。	5. その他の部品 燃料材、燃料被覆材及び端栓以外の燃料体の部品は、次の(1)～(4)のいずれにも適合すること。	—
	(1)各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。	申請書 ・要目表 ・添付図面 検査
	(2)表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。	検査
	(3)表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。	検査
	(4)支持格子、上部支持板、下部支持板、ウォータロッド、制御棒案内シンプルにあつては、次に適合すること。 ①各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。 ②日本産業規格 Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。	申請書 ・要目表 ・添付資料 8 ・添付図面 検査

基本設計方針	別記-10	確認方法
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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「 <u>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈</u> 」における「 <u>燃料体に関する要求事項(別記-10)</u> 」に基づき設計する。	6. 燃料要素 燃料要素は、次の(1)～(8)のいずれにも適合すること。	—
	(1)各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。	申請書 ・要目表 ・添付図面 検査
	(2)燃料要素の軸は、著しく湾曲していないこと。	申請書 ・添付図面 検査
	(3)表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。	検査
	(4)表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。	検査
	(5)日本産業規格 Z4504 (2008)「放射線表面汚染の測定方法—β線放出核種(最大エネルギー0.15MeV以上)及びα線放出核種」における間接測定法又はこれと同等の方法によって測定したとき、表面に付着している核燃料物質の量が0.00004ベクレル毎平方ミリメートルを超えないこと。	申請書 ・添付図面 検査
	(6)ヘリウム漏えい試験を行ったとき、漏えい量が1億分の304メガパスカル立方ミリメートル毎秒を超えないこと。	申請書 ・添付図面 検査
	(7)溶接部にブローホール、アンダーカット等で有害なものがないこと。	検査
(8)部品の欠如がないこと。	検査	

基本設計方針	別記-10	確認方法
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、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組合せのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質等のうち必要な物理的性質並びに耐食性、化学的安定性等のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、具体的には「 <u>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈</u> 」における「 <u>燃料体に関する要求事項(別記-10)</u> 」に基づき設計する。	7. 燃料体 燃料体は、次の(1)～(4)のいずれにも適合すること。	—
	(1)各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。	申請書 ・要目表 ・添付図面 検査
	(2)表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。	検査
	(3)表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。	検査
	(4)部品の欠如がないこと。	検査

補足説明資料 5

輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画認可申請書の
記載に関する補足説明資料

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 整理結果	1

1. 概要

当社では、玄海原子力発電所第3号機のウラン・プルトニウム混合酸化物燃料体の加工を計画している。

燃料体に係る設計及び工事の計画については、令和2年4月の「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律」及び関連規則等（以下「改正法等」という。）の施行を踏まえ、改正法等の内容反映が必要となったことから、今回燃料体に係る設計及び工事の計画に係る手続きを実施する。

本資料は、輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画認可申請書（以下「設工認申請書」という。）の記載事項の関連（輸入燃料体検査申請書の記載項目の設工認申請書における取扱い）を整理したものである。

2. 整理結果

(1) 輸入燃料体検査申請書と設工認申請書の記載事項の関連について

輸入燃料体検査申請書と設工認申請書の本文及び添付書類の関連は、下表のとおりである。

(本文)

輸入燃料体検査申請書	設工認申請書	記載事項の差
一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名	一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名	なし
二 核燃料物質の種類、初期濃縮度及び燃焼率 三 燃料材及び燃料被覆材の種類、組成及び組織並びに燃料材及び燃料被覆材以外の部品の種類及び組成 四 燃料体の構造及び重量	二 工事計画 ・要目表（燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料）	整理した結果、以下の事項に差がある。 ・初期濃縮度及び燃焼率 ・燃料体の構造及び重量等 (添付1参照)
—	・基本設計方針、 適用基準及び適用規格 ・工事の方法	(改正法による追加)
五 燃料体の数 六 燃料体の製造者の名称並びに製造工場の名称及び所在地 七 燃料体を使用する発電用原子炉を設置した工場又は事業所の名称及び所在地 八 燃料体を使用する発電用原子炉に係る発電用原子炉施設の概要 九 検査を受けようとする期日及び場所	—	使用前確認申請書において記載する事項
—	三 工事工程表 四 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム 五 変更の工事又は設計及び工事の変更の場合にあっては、変更の理由	(改正法による追加)

(添付書類)

輸入燃料体検査申請書	設工認申請書	記載事項の差
一 燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐腐食性その他の性能に関する説明書	八 燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐食性その他の性能に関する説明書	なし
二 燃料体の強度計算書	七 強度に関する説明書	なし
三 燃料体の構造図	添付図面	なし
四 加工のフローシート	本文 (二 工事計画「工事の方法」)	なし
五 燃料材、燃料被覆材その他の部品の組成、構造、強度等に関する試験の結果に関する資料	—	使用前事業者検査において確認される (使用前確認)
六 品質保証に関する説明書	九 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	輸入燃料体検査申請書では品質保証活動の評価及び結果を記載するが、設工認申請書では品質マネジメントシステムの計画を記載し、結果は使用前事業者検査において確認される (使用前確認)
—	一 熱出力計算書	(改正法による追加)
—	二 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	(改正法による追加)
—	三 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	(改正法による追加)
—	四 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	(改正法による追加)
—	五 発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	(改正法による追加)
—	六 耐震性に関する説明書	(改正法による追加)

(2) 輸入燃料体検査申請書と設工認申請書の本文記載事項の差について

輸入燃料体検査申請書と設工認申請書の本文記載事項の比較を添付 1 に整理し、輸入燃料体検査申請書本文記載事項であるが設工認申請書本文に記載しない事項については添付 2 に整理した。

設工認申請書においては、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第九条に基づき、別表第二中欄に掲げる「設備別記載事項」における「燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料」に該当する事項を本文に記載している。なお、輸入燃料体検査申請書本文記載事項で別表第二の要求に該当しない事項のうち、燃料体の設計上考慮すべき事項に影響するものは、添付書類に記載している。

以上

輸入燃料体検査申請書と設工認可申請書の本文記載事項の比較

(1/3)

輸入燃料体検査申請書		設工認 本文	備 考			
名称	—	○	既工認より引用。			
種類	ウラン・プルトニウム混合酸化物	○	—			
初期濃縮度	燃料体平均	—	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)			
	核分裂物質質量	—				
	プルトニウム含有率	—				
	核分裂性プルトニウム富化度	—				
	ウラン235濃度	—				
	約4.1wt%濃度ウラン相当の燃料体平均プルトニウム含有率	—				
	プルトニウム含有率 高/中/低プルトニウム	—				
	核分裂物質質量	○				
	プルトニウム含有率	○				
	核分裂性プルトニウム富化度	○				
燃焼率	ウラン235濃度	○	—			
	燃料体最高	—	添付資料7に記載。(詳細は添付2参照)			
	燃料要素最高	—				
ペレット最高	—					
燃料材の種類、 組成及び組織	燃料材	ウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレット	—			
		(種類)ウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレット	—			
		密度	○	—		
		(組成)	—	—		
		酸素対ウラン比	—	—		
		ウラン・プルトニウム	○			
		炭素	—			
		ふっ素	—			
		水素	—			
		窒素	—			
(組織)	—	—				
焼結により作られた単一相から成る二酸化ウラン-二酸化プルトニウム固溶体多結晶組織	—	添付資料8に記載。(詳細は添付2参照)				
燃料被覆材の種類、 組成及び組織	燃料被覆管	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金	—			
		(組成)	—			
		すず	—	設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。		
		鉄	—			
		クロム	—			
		鉄+クロム	—			
		酸素	—			
		ジルコニウム	—			
		(組織)	—			
		冷間加工応力除去焼鈍組織	○		—	
燃料被覆材 端栓	燃料被覆材 端栓	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金	—			
		(組成)	—			
		燃料被覆管の組成と同じ。	○	設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。		
		(組織)	—			
		再結晶組織	○	—		
		燃料材及び燃料 被覆材以外の部 品の種類及び組 成	上部ノズル及び 下部ノズル	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼	—	
				(組成)	—	
				クロム	—	設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
				ニッケル	—	
				炭素	—	
(種類)析出硬化型ニッケル基合金	—					
(組成)	—					
上部ノズル押え ばね	上部ノズル押え ばね	ニッケル	—			
		クロム	—			
		ニオブ+タンタル	—			
		モリブデン	—			
		チタン	—			
		アルミニウム	—			
		鉄	○	設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。		

輸入燃料体検査申請書と設工認可申請書の本文記載事項の比較

(2 / 3)

輸入燃料体検査申請書		設工認 本文	備 考
燃料材及び燃料 被覆材以外の部 品の種類及び組 成	スプリングスク リュウ	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼 (組成) クロム ニッケル 炭素	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
	制御棒案内シ ンプル	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金 (組成) 燃料被覆管の組成と同じ。	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
	制御棒案内シ ンプル端栓	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金 (組成) 燃料被覆管の組成と同じ。	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
	炉内計装用案内 シンプル	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金 (組成) 燃料被覆管の組成と同じ。	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
	スリーブ	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼 (組成) クロム ニッケル 炭素	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
	インサート管	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼 (組成) クロム ニッケル 炭素	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
	インサート端栓	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼 (組成) クロム ニッケル 炭素	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。
シンプルスク リュウ	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼 (組成) スプリングスクリュウの組成と同じ。	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。	
支持格子	(種類)析出硬化型ニッケル基合金 (組成) 上部ノズル押えばねの組成と同じ。	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。	
コイルばね(ベ レット押えばね)	(種類)オーステナイト系ばね用ステンレス鋼 (組成) クロム ニッケル 炭素	○ 設工認の本文で材料の規格を記載し、添付資料8で組成を記載。	

輸入燃料体検査申請書と設工認可申請書の本文記載事項の比較

(3/3)

輸入燃料体検査申請書		設工認 本文	備 考	
燃料体の構造及 び質量	燃料体	1構造の概要		
		文章	-	添付資料7に記載。(詳細は添付2参照)
		2燃料体の質量及び寸法		
		(1)質量		
		総質量	-	添付図面に記載。(詳細は添付2参照)
		燃料材質量	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)
		(2)寸法		
		全長(下部ノズル下端より上部ノズルプレート 上面まで)	○	-
		断面寸法(最大の断面寸法)	○	-
		燃料要素配列	○	-
		燃料要素ピッチ	○	-
		下部ノズル上面と燃料要素下端の間隔	○	-
	燃料体直角度	-	添付図面に記載。(詳細は添付2参照)	
	(3)燃料要素の配置			
	燃料体における燃料要素の配置(高/中/低 プルトニウム含有率燃料要素)	-	添付図面に記載。(詳細は添付2参照)	
	MOX燃料要素	3各部品の質量、寸法、数量等		
		3.1ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料要素		
		(1)質量		
		総質量	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)
		燃料材質量	-	
		(2)寸法		
		全長(端栓とも)	○	-
		上部端栓頭部長さ	-	
		通常端栓	-	添付図面に記載。(詳細は添付2参照)
		リペア用長尺端栓	-	
		下部端栓頭部長さ	-	
		有効長さ	○	-
		ベレット直径	○	-
		ベレット長さ	○	-
		被覆材外径	○	-
被覆材内径		○	-	
被覆材肉厚		○	-	
偏肉率		-	添付図面に記載。(詳細は添付2参照)	
プレナム体積	-	添付図面に記載。(詳細は添付2参照)		
初期ヘリウム圧力	○	設工認本文の要目表の注釈に記載。		
(3)数量(燃料体当たり)				
燃料体における燃料要素タイプごとの数量 (高/中/低プルトニウム含有率燃料要素)	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)		
上部ノズル(組 立)及び下部 ノズル	3.2上部ノズル(組立)及び下部ノズル			
	(1)質量			
	上部ノズル/下部ノズル	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)	
	(2)寸法			
	上部ノズル: 外寸法	○	-	
	上部ノズル: 高さ(下面からパッド上端まで)	○	-	
	下部ノズル: 外寸法	○	-	
	下部ノズル: 高さ	○	-	
	(3)数量			
	上部ノズル: 燃料体当たり	○	設工認本文の要目表の注釈に記載。	
下部ノズル: 燃料体当たり	○			
制御棒案内シ ンプル(組立)	3.3制御棒案内シンプル(組立)			
	(1)質量	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)	
	(2)寸法			
	外径(大径部/細径部)	○	-	
肉厚(大径部/細径部)	○	-		
(3)数量(燃料体当たり)	○	設工認本文の要目表の注釈に記載。		
炉内計装用案内 シンプル	3.4炉内計装用案内シンプル			
	(1)質量	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)	
	(2)寸法			
	外径	○	-	
肉厚	○	-		
(3)数量(燃料体当たり)	○	設工認本文の要目表の注釈に記載。		
支持格子(組立 体)	3.5支持格子(組立)			
	(1)質量			
	上部支持格子/中間部支持格子/下部支持格子	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)	
	(2)寸法			
	外寸法	○	-	
高さ	○	-		
(3)数量(燃料体当たり)	○	設工認本文の要目表の注釈に記載。		
コイルばね(ベ レット押えばね)	3.6コイルばね(ベレット押えばね)			
	(1)質量	-	設工認申請書に記載していない。(詳細は添付2参照)	
	(2)寸法等			
	コイル外径	○	-	
ばね定数	○	-		
(3)数量(燃料体当たり)	○	設工認本文の要目表の注釈に記載。		

輸入燃料体検査申請書と設工認申請書の本文記載事項の差に係る記載の整理

輸入燃料体検査申請書 (設工認申請書本文に記載しない項目に限る)		別表第二 ^{※1} に該当	設工認申請書 記載箇所	設工認申請書における 記載の考え方
初期濃縮度 (燃料体平均)	核分裂物質	○	—	<ul style="list-style-type: none"> 輸入燃料体検査申請書では実際の組成における初期濃縮度(燃料体平均を含む)を本文に記載していたが、設工認申請書においては、設置許可を受けた許容範囲及び代表組成における設計値を初期濃縮度として要目表に記載している。 また、製造段階で確定する実際の組成については、使用前事業者検査にて確認することとしている。 このため、代表組成における初期濃縮度(燃料体平均)は設工認申請書に記載していない。
	プルトニウム含有率	○	—	
	核分裂性 プルトニウム富化度	○	—	
	ウラン 235 濃度	○	—	
燃焼率	燃料体最高	×	添付資料 7	<ul style="list-style-type: none"> 別表第二中欄に掲げる「設備別記載事項」の「炉心に係る事項」に該当するが、既工認^{※2}にて要目表に記載済み。
	燃料要素最高	×	添付資料 7	<ul style="list-style-type: none"> 改正法施行後における「炉心に係る事項」の要目表記載事項であり、今回の申請範囲外であることから、「炉心に係る事項」の要目表変更時に記載の適正化を行う。
	ペレット最高	×	添付資料 7	
燃料材	組織	×	添付資料 8	<ul style="list-style-type: none"> 結晶組織の概要説明であり、別表第二の「材料」には該当しない。
燃料体の構造		×	添付資料 7	<ul style="list-style-type: none"> 構造の概要説明であり、別表第二の「主要寸法」には該当しない。
質量	燃料体総質量	×	添付図面	<ul style="list-style-type: none"> 質量は別表第二には該当しない。 また、燃料体総質量は燃料体強度評価の入力となっているため添付図面に記載し、その他の質量については設工認申請書に記載していない。
	燃料材質量	×	—	
	主要部品	×	—	
寸法	燃料体の直角度	×	添付図面	<ul style="list-style-type: none"> 燃料体の直角度は寸法(長さ)を表す値ではないため、別表第二の「主要寸法」には該当しない。
	燃料要素の上下部端栓頭部長さ	×	添付図面	<ul style="list-style-type: none"> 燃料要素全長に上下部端栓頭部長さは含まれていることから、上下部端栓頭部長さは別表第二の「主要寸法」には該当しない。
	被覆材の偏肉率	×	添付図面	<ul style="list-style-type: none"> 被覆材の偏肉率は寸法(長さ)を表す値ではないため、別表第二の「主要寸法」には該当しない。
	プレナム体積	×	添付図面	<ul style="list-style-type: none"> プレナム体積は寸法(長さ)を表す値ではないため、別表第二の「主要寸法」には該当しない。
その他	燃料要素の配置	×	添付図面	<ul style="list-style-type: none"> 各燃料要素タイプの配置は別表第二には該当しない。
	燃料体における燃料要素タイプごとの数量 (高/中/低プルトニウム含有率燃料要素)	×	—	<ul style="list-style-type: none"> 燃料要素タイプごとの数量は別表第二には該当しない。各燃料要素タイプの配置を添付図面に記載しており、燃料要素タイプごとの数量は必然的に決まるため、設工認申請書に記載していない。

※1：別表第二中欄に掲げる「設備別記載事項」における「燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料」

※2：平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された工事計画

(参考資料)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二の記載事項の既工認及び設工認における記載の整理状況について以下に示す。

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」 別表第二と既工認及び設工認における記載の整理

	原子炉本体	既工認 ^{※1} 及び設工認における記載
2 炉心に係る次の事項	(1)炉心形状、燃料集合体数、炉心有効高さ及び炉心等価直径	既工認①、2 炉心に係る次の事項(1)に記載
	(2)燃料材の種類、燃料材の濃縮度又は富化度（初装荷及び取替の別に記載すること。）、燃料集合体最高燃焼度（初装荷及び取替の別に記載すること。）及び核燃料物質の最大装荷量	既工認①、2 炉心に係る次の事項(2)に記載（燃料集合体最高燃焼度は「ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料」として記載 ^{※2} ）
	(3)燃料材の最高温度	既工認②、2 炉心に係る次の事項(3)に「ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料」として記載
	(4)核的・熱的制限値（制御棒クラスタ落下時の制御棒価値及び核的エンタルピー上昇熱水路係数、制御棒クラスタ飛び出し時の制御棒価値及び熱流束熱水路係数、最大線出力密度、水平方向ピーキング係数、最大反応度添加率並びに通常運転時の最小限界熱流束比）	既工認②、2 炉心に係る次の事項(4)に記載
3 燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料（初装荷及び取替えの別に記載すること。）	令和5年1月13日付け原発本第151号にて申請した設工認に記載	

※1：既工認とは、玄海原子力発電所第3号機における以下の工事計画認可を指す。

既工認①：平成29年8月25日付け原規規発第1708253号にて認可された工事計画

既工認②：平成21年7月15日付け平成21・04・21原第6号にて認可された工事計画

※2：燃料集合体の最高燃焼度を記載しており、燃料材及び燃料要素については炉心側の申請時に記載の適正化を行う。

補足説明資料 6

A型MOX燃料体の変更点に係る補足説明資料

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 変更内容と影響評価	1

1. 概 要

本資料は、今回申請した燃料体（17行17列A型燃料集合体（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料））（以下、「A型MOX燃料体」という）の、輸入燃料体検査申請^{※1}時からの変更点を示すとともに、燃料健全性等に影響を与えるものではないことを示すものである。

※1：平成20年9月9日付け原発本第221号、平成21年12月24日付け原発本第279号申請

2. 変更内容と影響評価

2.1 変更の概要

(1) A型MOX燃料体の設計の変更概要は以下のとおり。

- ・下部端栓の形状の変更（大テーパ化）

(2) A型MOX燃料体の規定値の変更概要は以下のとおり。

- ・ウラン・プルトニウム混合酸化物（以下、「MOX」という）燃料材の組成のうち、水素含有量規定値（上限値）の緩和
- ・MOX燃料材の不純物のうち、
の不純物含有量規定値（上限値）の緩和

2.2 下部端栓の形状の変更（大テーパ化）

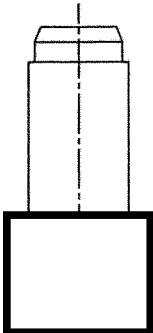
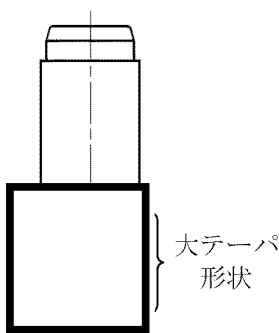
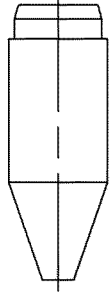
(1) 背景


17行17列A型55GWd/tウラン燃料集合体（以下「55GWd/tウラン燃料体」という）において、最下部支持格子内における燃料棒の微小な振動によるフレット磨耗を原因とした漏えい燃料の発生が頻発¹したことから、55GWd/tウラン燃料体に設計変更（下部端栓の大テーパ化等）を採用している。

これを踏まえフレット磨耗低減を目的として、17行17列A型48GWd/tウラン燃料集合体（以下「48GWd/tウラン燃料体」という）についても、大テーパ化した下部端栓（以下「改良48GWd/tウラン燃料体」という）を採用し、2020年から使用している。

A型MOX燃料体についても同様に、大テーパ化した下部端栓を採用する。

(2) 変更内容

	変更前	変更後 ^{※2}	参考 (改良48GWd/t ウラン燃料体)
下部端栓			

※2:メロックス工場では、燃料棒を集合体内に引き込む方式で燃料集合体を組み立てるため、を設ける必要がある。

なお、燃料被覆材と下部端栓の溶接工法、下部端栓の材料及び寸法については、変更はない。

(3) 影響評価

実機の流速を模擬した流水試験により、燃料棒の振動及び冷却材の流況に関連

¹ NUCIA の情報に基づく、漏えい実績は以下のとおり。なお、() 内は事象発生日を示す。

- ・関西電力株式会社 大飯2号機 (2009年 8月31日)
- ・四国電力株式会社 伊方3号機 (2009年11月19日)
- ・関西電力株式会社 大飯1号機 (2010年 2月 1日)

するパラメータとして励振力^{※3}及び圧力損失係数を測定した。

a. 励振力測定結果

A 型 MOX 燃料体と 48GWd/t ウラン燃料体及び改良 48GWd/t ウラン燃料体の励振力測定結果を図 1 に示す。

同図では

図 1 より、A 型 MOX 燃料体における燃料棒下端の励振力は改良 48GWd/t ウラン燃料体と同等以下である。このことから、フレット磨耗抑制効果が得られている。

※3：48GWd/t ウラン燃料体及び改良 48GWd/t ウラン燃料体においては、励振力の他に振動速度も測定しているが、励振力と振動速度は次式のように相関関係があるため、今回は励振力のみを測定した。

$ma+kx=f$ (m：質量、a：振動加速度、k：ばね定数、x：変位、f：励振力)

励振力 (f) が同等であれば、振動速度 (v) (振動加速度 (a) の時間積分値) は同等となる。

※4：

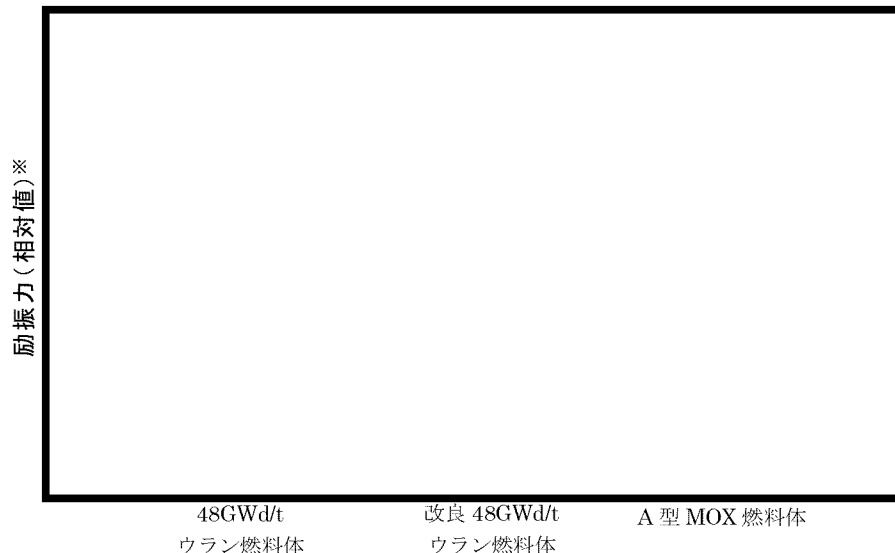


図 1 励振力測定結果

(※48GWd/t ウラン燃料体の 5-5 位置の燃料棒に加わる励振力を 1.0 としたときの相対値)

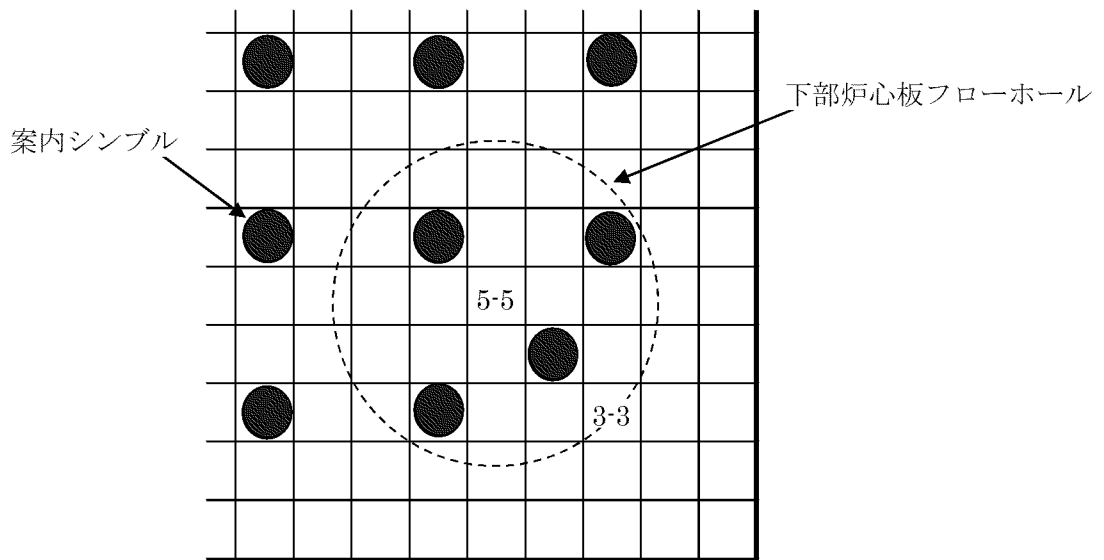


図 2 励振力測定位置と下部炉心板フローホールの関係

b. 圧力損失係数測定結果

A 型 MOX 燃料体と 48GWd/t ウラン燃料体及び改良 48GWd/t ウラン燃料体の圧力損失係数測定結果を図 3 に示す。

図 3 に示すとおり、A 型 MOX 燃料体の圧力損失係数及びそのレイノルズ数依存性は改良 48GWd/t ウラン燃料体と同等である。

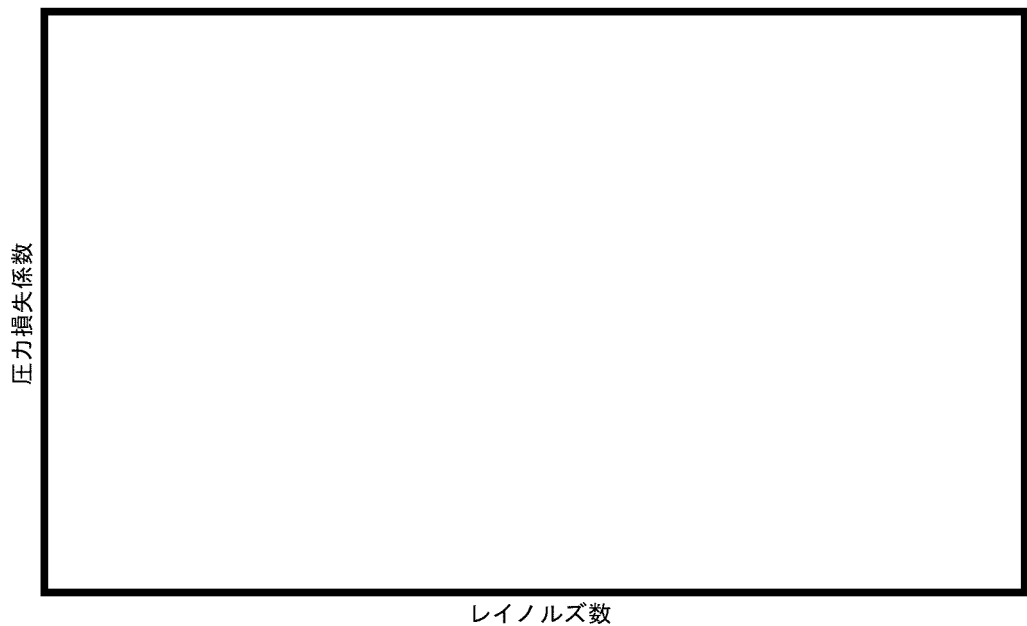


図 3 圧力損失係数測定結果

c. まとめ

流水試験により圧力損失係数や燃料棒の励振力について、改良 48GWd/t ウラン燃料体と同等であることを確認した。また、燃料体の質量が減少するが、その量は燃料体の総質量（ kg）の 0.1%未満とわずかであり、評価に用いるインプットの有効桁数未満であるため、評価に用いるインプットに変更がないことを確認した。

なお、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における燃料健全性等への影響評価については、添付 1 に整理した。

下部端栓の形状の変更により、端栓の全長や太径部の直径に変更はなく、燃料有効長や支持格子などの燃料体構造に変更はないことから、燃料体の健全性への影響を及ぼすものではない。

2.3 MOX 燃料材の水素含有量

(1) 背景

メロックス工場で用いる

及び国内ウランペレットの規定値 (\leq ppm) を踏まえて、被覆管内面の水素脆化に関連する水素含有量規定値を緩和した。

(2) 変更内容

	変更前	変更後
水 素	\leq ppm	\leq ppm

(3) 影響評価

技術基準においては、ウランペレットのペレット内の水素含有量の具体的な基準が ≤ 2 ppm (ウランの含有量に対する百分率の値) に制限されており、MOX ペレットについては「各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。」と定められている。

図 4 に示すとおり、被覆管内面の水素脆化による破損は被覆管内面平均温度によらず、水分含有量 \leq ppm (水素含有量 \leq ppm) にて水分管理を行えば水素含有量に起因した破損には至らない。そのため、ウランペレットでは水素含有量を \leq ppm としている。

MOX 燃料体においても被覆管内面平均温度はウラン燃料体と同等であり、また、被覆材はウラン燃料体と MOX 燃料体で同一であることから、MOX ペレットにおいても水素含有量を \leq ppm とすることによる、燃料健全性 (被覆管の機械特性) への影響はない。

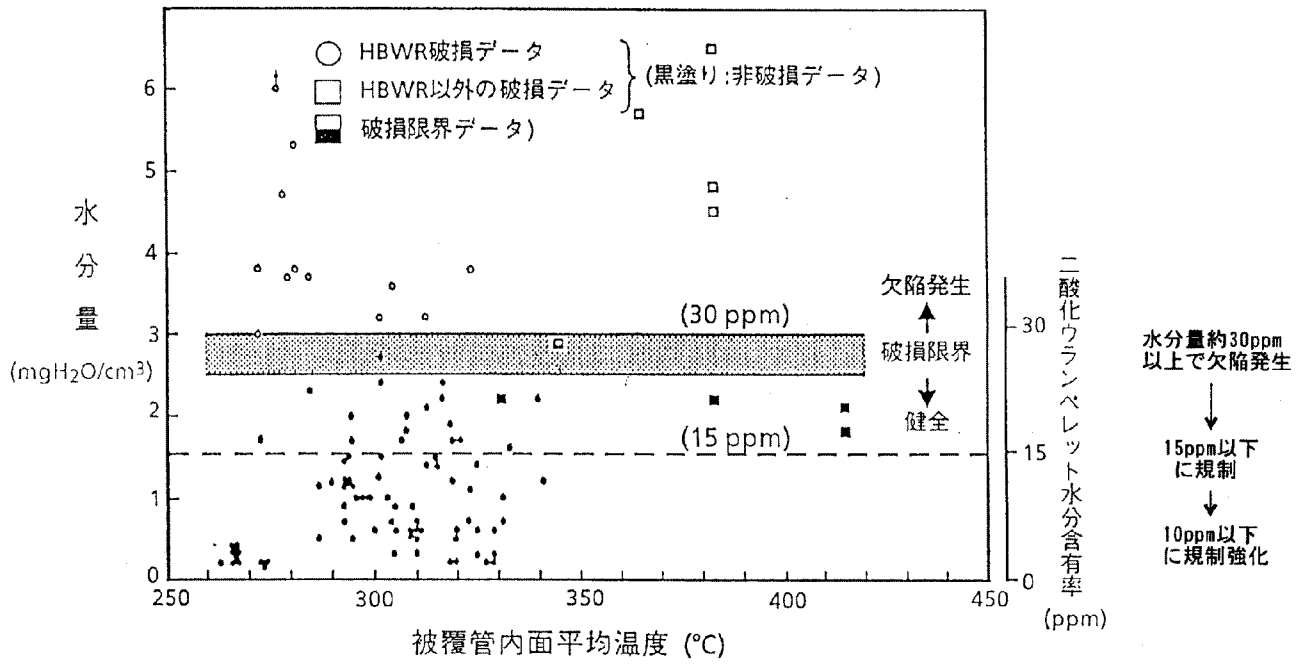


図4 PWR燃料不具合対策（初期水分濃度と水素脆化欠陥発生の限界）
 （出典：（財）原子力安全研究協会“軽水炉燃料のふるまい 実務テキストシリーズ No.3”（平成25年3月））

2.4 MOX 燃料材の不純物 ([]) 含有量

(1) 背景

メロックス工場で MOX 燃料製造に用いる [] を踏まえて中性子経済に関連する不純物 ([]) 含有量規定値を緩和した。

(2) 変更内容

	変更前	変更後
[]		≦ [] ppm
[]		≦ [] ppm
[]	≦ [] ppm(合計)	≦ [] ppm
[]		≦ [] ppm

(3) 影響評価

①中性子経済への影響確認

[] は、熱中性子の吸収断面積が大きく、中性子経済に影響する可能性があるが、その影響はその他の不純物による影響も含めて別途ボロン当量として管理しており、ボロン当量は従来仕様 (≦ [] ppm) から変更しないことから中性子経済に影響はない。

[]

②寸法安定性への影響確認

不純物が MOX ペレット中に存在することで、その不純物が溶融し寸法安定性に影響する可能性はあるが、[] は希土類元素であり、4 元素合計で最大でも [] ppm と微量であることから、 UO_2 にほぼ全て固溶する*5。従って当該元素は金属や酸化物としてではなく、原子が UO_2 の結晶の中に溶け込んで安定して存在する。

なお、当該元素の固体から液体への相転移に伴う体積変化は 1 割程度であることから、仮に当該元素のごくわずかに固溶しきれない一部が金属形態でペレット中に存在し、融点よりも高温になり溶融したとしても、寸法安定性に影響するものではない。

*5：(財) 原子力安全研究協会“軽水炉燃料のふるまい 実務テキストシリーズ No.3” (平成 25 年 3 月) には「核分裂によって生成される数%の希土類元素は、そのほとんどが UO_2 に固溶する」とあり、これは UO_2 のウラン原子と希土類元素の原子半径が同程度であることによるものであることから、製造段階の不純物希土類元素も ppm オーダーであれば同様にそのほとんどが UO_2 に固溶する。

当該4元素合計の含有量は、最大でも ppm と微量であり、当該元素が仮に金属形態でペレット中に存在した場合でも、ペレット体積に占める割合は0.001%にも満たない。これはペレット直径が最大公差となる場合の体積変化(0.3%程度)と比較しても十分小さい。

従って、当該元素が融点よりも高温になり溶融したとしても、その影響は無視できるほど小さい。

なお、参考にペレットの中心最高温度と不純物の当該元素が金属形態の場合の融点を以下に示す。

- ・不純物 () の融点

元素記号	融点 ^{※6} (金属)
<input type="text"/>	C
<input type="text"/>	℃
<input type="text"/>	C
<input type="text"/>	C

※6：出典：セラミック工学ハンドブック

【第2版】 社団法人 日本セラミックス協会編

- ・MOXペレット中心最高温度(運転時の異常な過渡変化時)：約 2,240 °C

下部端柱の形状の変更(大テーパ化)に伴う影響評価
(燃料集合体)

評価結果	
流水振動	下部端柱の形状の変更(大テーパ化)により動振力が改良48Gnd/tウラン燃料と同等であり、流水振動の低減が図れていることを確認した。
フレティング摩耗	下部端柱の形状の変更(大テーパ化)により動振力が改良48Gnd/tウラン燃料と同等であり、フレティング摩耗の抑制が図れていることを確認した。
構造的共存性	本設計変更では、評価モデルは変わらないため影響はない。 また、支持椅子位置の変更はなく、隣接する支持椅子同士は半面接触が確保できており、燃料集合体の耐震性への影響はない。
上部ノズル押えばね機能	本設計変更では、燃料集合体圧損は改良48Gnd/tウラン燃料と同等であり、また燃料集合体の質量変更は0.1%未満と軽微なので、上部ノズル押えばねの燃料集合体押え力への影響はない。
スクラム時の健全性	本設計変更では、燃料集合体圧損は改良48Gnd/tウラン燃料と同等であり、スクラム特性への影響はない。
燃料棒曲がり	本設計変更では、燃料集合体の構造及び材質に変更はないため、燃料棒曲がりへの影響はない。
燃料集合体伸び	本設計変更では、燃料集合体の構造及び材質に変更はないため、燃料集合体伸びへの影響はない。
トータルギャップ	本設計変更では、下部端柱全長は変更していないことから、トータルギャップ(ギャップ閉塞)への影響はない。
圧力損失・DNB特性	本設計変更では、燃料集合体圧損は改良48Gnd/tウラン燃料と同等であり、熱水力特性への影響はない。
核特性(核的共存性含む)	本設計変更では、燃料有効部の仕様に変更はないため、核設計への影響はない。
輸送及び取扱い時荷重(4G荷重)	本設計変更では、燃料集合体質量の変更は0.1%未満と軽微であることから、輸送時及び取扱い時の燃料の健全性への影響はない。
DNB特性	本設計変更では、燃料集合体圧損は改良48Gnd/tウラン燃料と同等であり、DNB評価に影響はない。
水力振動特性	本設計変更では、燃料集合体圧損は改良48Gnd/tウラン燃料及び改良48Gnd/tウラン燃料と同等であるため、燃料集合体の隣接による水力振動特性への影響はない。
熱水力的共存性	本設計変更では、外形及び寸寸等の仕様に変更はなく、燃料集合体質量の変更は0.1%未満と軽微であることから、プラント機器とのインターフェイスへの影響はない。
プラント機器とのインターフェイス	本設計変更では、外形及び寸寸等の仕様に変更はなく、燃料集合体質量の変更は0.1%未満と軽微であることから、プラント機器とのインターフェイスへの影響はない。
通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における燃料の健全性確保	下部端柱の形状の変更(大テーパ化)
輸送時及び取扱い時の燃料の健全性確保	下部端柱の形状の変更(大テーパ化)
共存性	下部端柱の形状の変更(大テーパ化)

下部端栓の形状の変更（大テーパー化）に伴う影響評価
 （燃料棒）

		評 価 結 果
下部端栓の形状の変更（大テーパー化）	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における燃料の健全性確保	
	燃料中心温度はMAX燃料の融点未満であること	燃料健全性評価のインプットに変更はないため、燃料健全性に影響はない。
	燃料棒内圧はサーマルフィードバックを起こす圧力を超えないこと	燃料健全性評価のインプットに変更はないため、燃料健全性に影響はない。
	被覆管養生応力は被覆管の耐力以下であること	燃料健全性評価のインプットに変更はないため、燃料健全性に影響はない。
	被覆管円周方向引張歪の変化量は各過渡変化に対して1%以内であること	燃料健全性評価のインプットに変更はないため、燃料健全性に影響はない。
	被覆管の全累積疲労損傷係数は1.0未満であること	燃料健全性評価のインプットに変更はないため、燃料健全性に影響はない。
	被覆管の腐食による減肉量は健全性確保の観点から肉厚の10%以下を目安とする	燃料健全性評価のインプットに変更はないため、燃料健全性に影響はない。
	被覆管水素吸収量は延性確保の観点から800ppmを目安とする	燃料健全性評価のインプットに変更はないため、燃料健全性に影響はない。
	炉心内の出力変化がPCI破壊限界を超えないこと	炉心内の出力変化に影響はないため、PCI破壊限界に影響はない。
	被覆管がクリーブコロブスしないこと	クリーブコロブスに影響のあるパラメータに変更はないため、燃料健全性に影響はない。

補足説明資料 7

設計及び工事に係る品質マネジメントシステム
に関する補足説明資料

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 品管説明書と具体的な管理の方法の対比	1
3. 輸入燃料体検査申請時からの変更点の反映について	13
4. A 型 MOX 燃料体と A 型ウラン燃料体の加工方法及び工事の方法の違いについて	15

1. 概 要

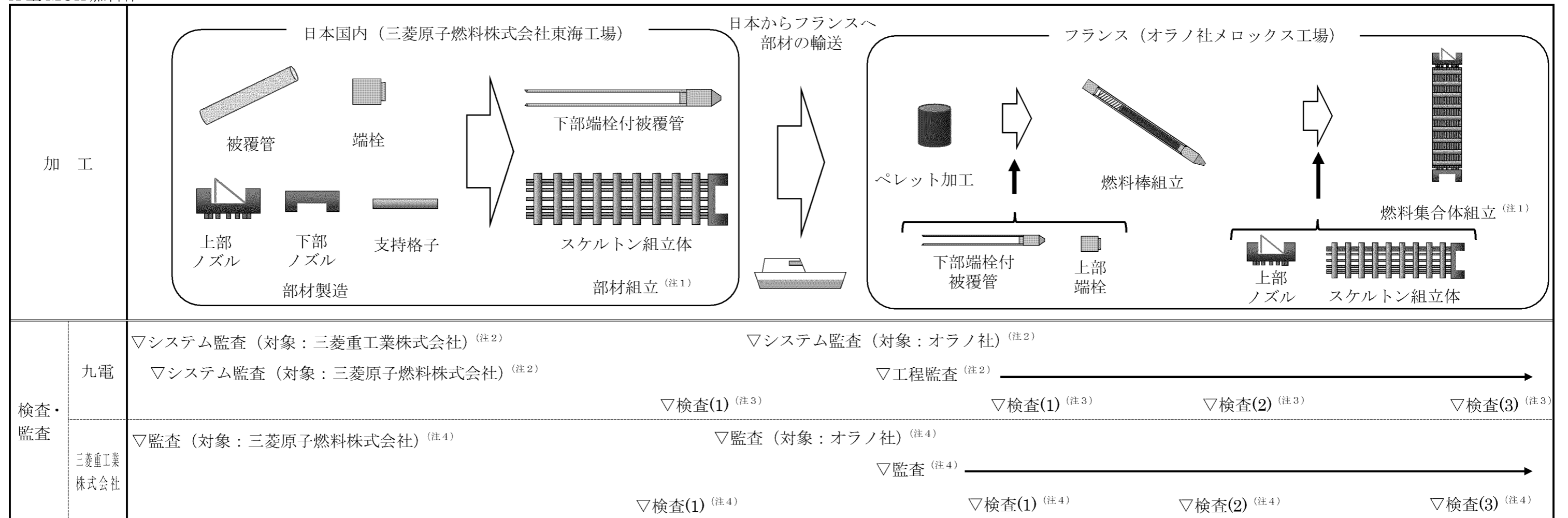
燃料体の設計及び工事に当たっては、国産燃料のみならず、海外で成型加工工事を実施する A 型 MOX 燃料体も「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」（以下、「品管説明書」という）に基づき実施することとなる。

本資料は、A 型 MOX 燃料体に係る設計及び工事について、品管説明書における「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の部門間の相互関係及び情報伝達を含む。）」～「3.8 不適合管理」の主要なプロセスの具体的な管理の方法を説明するものである。

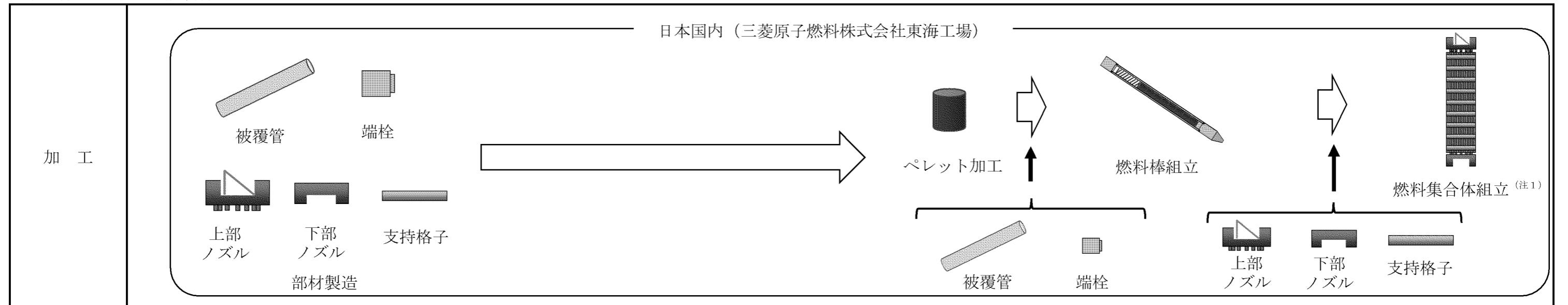
2. 品管説明書と具体的な管理の方法の対比

A 型 MOX 燃料体の加工の流れ及び検査・監査時期（予定）を図 1 に、A 型 MOX 燃料体の製造体制（予定）を図 2 に示し、品管説明書の「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の部門間の相互関係及び情報伝達を含む。）」～「3.8 不適合管理」の主要なプロセスに対応する A 型 MOX 燃料体における具体的な管理の方法について、表 1 に示す。

A型MOX燃料体

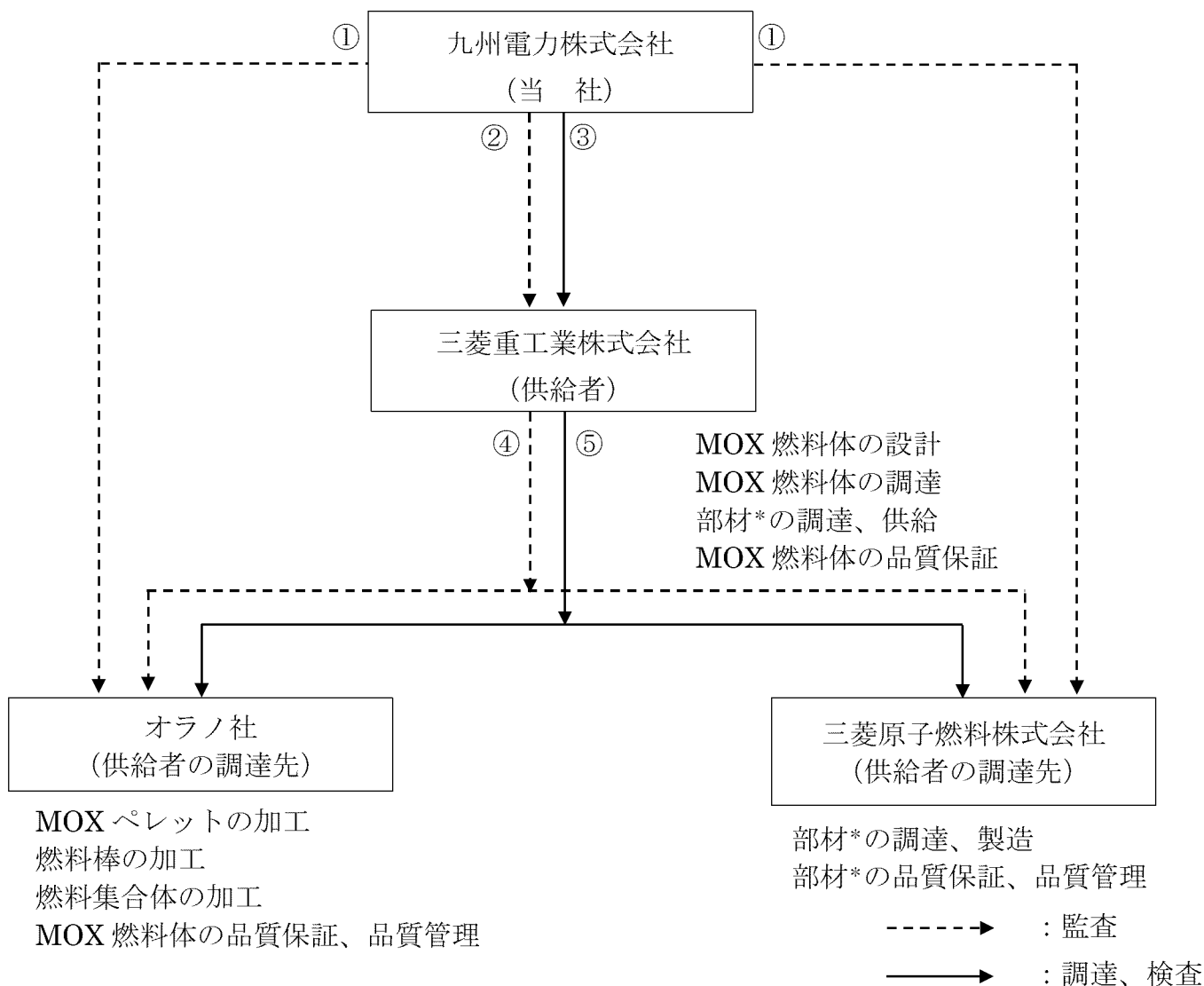


(参考) A型ウラン燃料体



- * 検査(1)：燃料材、燃料被覆材その他の部品については、組成、構造又は強度に係る試験をすることができる状態になった時に実施する検査
- 検査(2)：燃料要素の加工が完了した時に実施する検査
- 検査(3)：加工が完了した時に実施する検査
- システム監査：品質保証体制が適切に構築されていることを確認する監査
- 工程監査：ペレット、燃料棒及び燃料集合体の工程ごとに、製造に関する品質保証活動状況について確認する監査
- (注1)：A型MOX燃料体とA型ウラン燃料体との加工方法の違いについては、「4. A型MOX燃料体とA型ウラン燃料体の加工方法及び工事の方法の違いについて」にて説明
- (注2)：品管説明書「3.6.4 受注者品質保証監査」に基づく対応
- (注3)：品管説明書「3.6.3 調達製品の調達管理 (3) 調達製品の検証」に基づく対応
- (注4)：品管説明書「3.6.3 調達製品の調達管理 (1) 調達仕様書の作成」で、三菱重工業株式会社が調達先に検査・監査を実施することを「調達仕様書」で明確にしている

図1 A型MOX燃料体の加工の流れ及び検査・監査時期(予定)



- ①、②：品管説明書 「3.6.4 受注者品質保証監査」に基づく対応
 ③：品管説明書 「3.6.3 調達製品の調達管理 (3)調達製品の検証」に基づく対応
 ④、⑤：品管説明書 「3.6.3 調達製品の調達管理 (1)調達仕様書の作成」に基づき、三菱重工業株式会社に対する「調達仕様書」により、「三菱重工業株式会社が調達先に検査・監査を実施すること」を要求する予定である
 *：被覆管、端栓、上下部ノズル、支持格子等

図2 A型MOX燃料体の製造体制（予定）

表1 品管説明書とA型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比（1／9）

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書（品管説明書）	A型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備考
<p>3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の部門間の相互関係及び情報伝達を含む。） 設工認に基づく設計、工事及び検査は、品質マネジメントシステム計画の「5.5.1 責任及び権限」に従い、本店組織及び発電所組織に係る体制で実施する。 設計（「3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画」、工事（「3.4 工事に係る品質管理の方法」、検査（「3.5 使用前事業者検査」）並びに調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」）の各プロセスにおける主管組織を第3.1-1表に示す。 （以下略）</p>	<p>燃料体に関する設計、工事、検査並びに調達に関する具体的な組織は以下のとおりである。 ・設計：原子力技術部門 原子燃料技術グループ ・工事：原子力技術部門 原子燃料技術グループ ・検査：玄海原子力発電所 ・調達：原子力技術部門 原子燃料技術グループ</p>	
<p>3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用（略） この設計は、設工認品管計画「3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用」に示すグレード（添付-2「当社におけるグレード分けの考え方」第1表参照）に従い、「設計・調達管理基準」に基づき管理する。</p>	<p>品管説明書 添付-2「当社におけるグレード分けの考え方」に従い、グレード1と整理している。</p>	
<p>3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査（略） 品質マネジメントシステム計画「7.3.4 設計開発レビュー」に基づき設計の結果が要求事項を満たせるかどうかを評価し、問題を明確にし、必要な処置を提案する設計の各段階におけるレビューは、適切な段階において設計を主管する組織が実施するとともに、「保安活動に関する文書及び記録の管理基準」に基づき記録を管理する。設計におけるレビューの対象となる段階を第3.2-1表に「※」で示す。</p>	<p>設計に関しては、品管説明書 第3.2-1表のとおり実施し、記録を管理している。 工事及び検査に関しては、品管説明書 第3.2-1表のとおり実施し、記録を管理する予定である。</p>	

表1 品管説明書とA型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比(2/9)

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書(品管説明書)	A型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備考
<p>3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査(続き)</p> <p>このレビューについては、第3.1-1表に示す設計又は工事を主管する組織で当該設備の設計に関する力量を有する専門家を含めて実施する。</p> <p>(以下略)</p>		
<p>3.3 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績に係る計画</p> <p>設計を主管する組織の長は、設工認における技術基準規則等への適合性を確保するための設計を、「設計・調達管理基準」に基づき、要求事項の明確化、適合性確認対象設備の選定、基本設計方針の作成及び適合性を確保するための設計の段階を設計開発計画に明確化し、この計画に従い実施する。</p> <p>(3.3.1、3.3.2 略)</p>	<p>設計を主管する原子力技術部門 原子燃料技術グループは、3.3.1、3.3.2に基づき、「適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」、「各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定」を行い、3.3.3に基づき、「基本設計方針の作成」及び「適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計」を実施した。その結果を基に、設工認の要目表、基本設計方針、添付資料、図面等を取りまとめた。</p>	<p>設工認に必要な要求事項は、品管説明書3.3.1項に示す「設置変更許可申請書」、「技術基準規則」等で明確にしている。</p> <p>各条文の対応に必要な適合性確認対象設備については、品管説明書3.3.2項に基づき抽出し、「様式-2」において整理している。</p>
<p>3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証</p> <p>適合性確認対象設備の技術基準規則等への適合性を確保するために、「設計1」、「設計2」を以下のとおり実施する。</p> <p>(1)基本設計方針の作成(設計1)</p> <p>様式-2で整理した適合性確認対象設備の要求事項に対する適合性確保に必要な詳細設計を「設計2」で実施するに先立ち、適合性確認対象設備に必要な要求事項のうち、設置変更許可申請書及び技術基準規則に対する設計を漏れなく実施するために、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基</p>		

表 1 品管説明書と A 型 MOX 燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比 (3 / 9)

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書 (品管説明書)	A 型 MOX 燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備 考
<p>3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証 (続き) 準規則の条項号を明確にするとともに、技術基準規則の条文ごとに関連する要求事項を含めて設計すべき事項を明確にした基本設計方針を作成する。 (以下略)</p> <p>(2)適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計 (設計 2) 様式-2 で整理した適合性確認対象設備に対し、今回新たに設計が必要な基本設計方針への適合性を確保するための詳細設計を、「設計 1」の結果を用いて実施する。 (以下略)</p> <p>(3)詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動となる、「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、信頼性を確保するため以下の管理を実施する。 (以下略)</p>		

表1 品管説明書とA型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比（4／9）

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書（品管説明書）	A型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備考
<p>3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証 （続き）</p> <p>(4)設計開発の結果に係る情報に対する検証 「3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証」の設計1及び設計2で取りまとめた様式-3～7及び適合性確認対象設備を技術基準規則に適合させるための必要となる詳細設計の結果について、当該業務を直接実施した原設計者以外の者に検証を実施させる。</p> <p>(5)設工認申請（届出）書の作成 様式-2に取りまとめた適合性確認対象設備について、設工認の設計として実施した「3.3.3 設工認における設計及び設計開発の結果に係る情報に対する検証」の(1)～(4)からの結果を基に、「工事計画業務要領」に従って、設工認に必要な書類等を以下のとおり取りまとめる。 （以下略）</p> <p>(6)設工認申請（届出）書の承認 「(4) 設計開発の結果に係る情報に対する検証」及び「(5) d. 設工認申請（届出）書案のチェック」が終了した後、設工認申請（届出）書を原子力発電安全委員会へ付議し、審議・了承を得た後、原子力建設部長の承認を得る。 （以下略）</p>		

表1 品管説明書とA型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比（5／9）

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書（品管説明書）	A型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備考
<p>3.4 工事に係る品質管理の方法 工事を主管する組織の長は、第3.2-1表及び第3.2-1図に示す工事段階において、設工認に基づく設備の具体的な設計（設計3）を「設計・調達管理基準」、その結果を反映した設備を導入するために必要な工事を「保修基準」、「土木建築基準」及び「設計・調達管理基準」に基づき実施する。 （以下略）</p>	<p>設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）について、原子力技術部門 原子燃料技術グループは3.4.1の(2)「設計3を本店組織の設計を主管する組織の長が調達管理として管理する場合」に従い、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。また、原子力技術部門 原子燃料技術グループは、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する予定である。</p>	
<p>3.5 使用前事業者検査 検査を主管する組織の長は、適合性確認対象設備が設工認のとおりに行われていること、技術基準規則に適合していることを確認するため、設計を主管する組織の長及び工事を主管する組織の長とともに保安規定に基づく使用前事業者検査を計画し、「試験・検査基準」に従い、工事を主管する組織のうち、「3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施」を実施する組織からの独立性を確保した検査体制のもと実施する。 （以下略）</p>	<p>今後、使用前事業者検査を計画し、工事实施箇所（原子力技術部門 原子燃料技術グループ）からの独立性を確保した検査体制で使用前事業者検査を実施する予定である。</p>	
<p>3.6 設工認における調達管理の方法 設工認に係る業務を調達する、設計を主管する組織の長、工事を主管する組織の長及び検査を主管する組織の長（以下「調達を担当する組織の長」という。）は、調達管理を「設計・調達管理基準」に基づき以下のとおり実施する。</p>	<p>A型MOX燃料体に係る調達プロセスは、当社の社内規定である「設計・調達管理基準」に定めており、同基準に基づき実施している。</p>	<p>品管説明書3.6.5項は調達管理の特例に関する事項であることから、本対比表では省略する。</p>

表1 品管説明書とA型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比（6／9）

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書（品管説明書）	A型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備考
<p>3.6.1 供給者の技術的評価 供給者が当社の要求事項に従って調達製品を供給する技術的な能力を判断の根拠として、「供給者評価チェックシート」を用いて、以下の項目について供給者の技術的評価を実施する。 （以下略）</p>	<p>技術的能力及び製造能力、これまでの納入・使用実績及び品質保証に関する能力の評価により、三菱重工業株式会社が、調達文書の要求事項に適合する製品を供給する総合的な能力を有していることを確認している。</p>	
<p>3.6.2 供給者の選定 設工認に必要な調達を行う場合、原子力安全に対する影響や供給者の実績等を考慮し、業務の重要度に応じた業務の区分（添付-2「当社におけるグレード分けの考え方」（以下「添付-2」という。）第5表参照）を明確にした上で、調達に必要な要求事項を明確にし、資材調達部門へ供給者の選定を依頼する。 資材調達部門は、「3.6.1 供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者の中から供給者を選定する。</p>	<p>A型MOX燃料体は、品管説明書 添付-2「当社におけるグレード分けの考え方」に従い、業務の区分Aと整理している。 供給者の選定に当たっては、調達に必要な要求事項を社内規定で明確にする等、品管説明書に記載のとおり供給者を選定している。</p>	
<p>3.6.3 調達製品の調達管理 調達の実施に際し、原子力安全に及ぼす影響に応じたグレードを適用する。 調達に関する品質保証活動を行うに当たっては、原子力安全に対する影響や供給者の実績等を考慮し、業務の区分（添付-2 第5表参照）を明確にした上で、以下の調達管理を実施する。</p>		
<p>また、一般産業工業品については、調達に先立ち、あらかじめ採用しようとする一般産業工業品について、原子炉施設の安全機能に係る機器等として使用するための技術的な評価を行う。</p>	<p>（対象外）</p>	<p>A型MOX燃料体は、一般産業工業品ではない。</p>

表1 品管説明書とA型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比（7／9）

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書（品管説明書）	A型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備考
<p>(1)調達仕様書の作成 業務の内容に応じ、以下のa.～m.を記載した調達仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理する。（「(2) 調達製品の管理」参照） （以下略）</p>	<p>A型MOX燃料体の調達に係る要求事項を「調達仕様書」で明確にしている。 また、規制当局の立ち入りについては、必要に応じて規制当局が加工施設等に立ち入り、当社の品質保証活動の妥当性について調査を行うことができることを契約書に定める予定である。</p>	
<p>(2)調達製品の管理 調達仕様書で要求した製品が確実に納品されるよう調達製品が納入されるまでの間、「設計・調達管理基準」、「保修基準」及び「土木建築基準」に基づき、業務の実施に当たって必要な図書（品質保証計画書（業務の区分A,B）、作業要領書等）を供給者に提出させ、それを審査、確認する等の製品に応じた必要な管理を実施する。</p>	<p>三菱重工業株式会社に対する「調達仕様書」により、「三菱重工業株式会社が調達先に検査・監査を実施すること」を要求する予定である。</p> <p>契約に基づき提出される書類の審査及び監査を通じて、当社の調達要求事項に基づきA型MOX燃料体の製造に係る品質保証活動が適切に実施されていることを確認する予定である。</p>	
<p>(3)調達製品の検証 調達製品が調達要求事項を満たしていることを確実にするために、業務の区分、調達数量・調達内容等を考慮した調達製品の検証を行う。 供給先で検証を実施する場合、あらかじめ調達文書で検証の要領及び調達製品のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。 調達製品が調達要求事項を満たしていることを確認するために実施する検証は、以下のいずれかの方法により実施する。</p>		

表1 品管説明書と A 型 MOX 燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比 (8 / 9)

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書 (品管説明書)	A 型 MOX 燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備 考
<p>a.検査 「試験・検査基準」に基づき、工場あるいは発電所で設計の妥当性確認を含む検査を実施する。検査の実施に当たっては、検証に関する管理要領を検討する。当社が立会い又は記録確認を行う検査に関しては、供給者に以下の項目のうち必要な項目を含む検査要領書を作成させ、当社が事前に審査、確認した上で、検査要領書に基づき実施する。</p>	<p>当社が事前に審査し、承認した「検査要領書」に基づき、加工施設にて、調達製品の検証に係る検査を実施する予定である。</p>	
<p>e.作業中のコミュニケーション等 調達した役務の実施中に、適宜コミュニケーションを実施すること及び立会い等を実施することにより検証を行う。</p>	<p>社員を現地工場（三菱原子燃料株式会社東海工場及びオラノ社メロックス工場）に派遣し、A 型 MOX 燃料体の加工の工程ごとに、検査計画に従い適切なタイミング (・燃料材、燃料被覆材その他の部品については、組成、構造又は強度に係る試験をすることができる状態になった時 ・燃料要素の加工が完了した時 ・加工が完了した時) で検査を実施し、三菱原子燃料株式会社及びオラノ社の製品の品質が適正に確保されていることを確認する予定である。</p>	
	<p>以下の連絡体制を構築する予定である。 オラノ社は、当社 A 型 MOX 燃料体の品質保証に係る不適合が発生した場合には、定められた方法及び体制に従って三菱重工業株式会社へ連絡することとする。また、三菱重工業株式会社は、品質保証に係る通常の不適合を超える異常な事態の発生について連絡を受けた場合には、定められた方法及び体制に従って当社へ連絡することとする。</p>	

表1 品管説明書とA型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法の対比（9／9）

設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書（品管説明書）	A型MOX燃料体の設計、工事に係る具体的な管理の方法	備考
e.作業中のコミュニケーション等 （続き）	（続き） さらに、当社は、品質保証に係る通常の不適合を超える異常な事態の発生について連絡を受けた場合に規制当局へ連絡する方法及び体制について定める。	
f.受注者品質保証監査（「3.6.4 受注者品質保証監査」参照）	（具体的な管理の方法は、3.6.4に記載）	
3.6.4 受注者品質保証監査 供給者の品質保証活動及び健全な安全文化を育成し維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、受注者品質保証監査を実施する。 （略）	三菱重工業株式会社を対象にして、当社が直接受注者品質保証監査を実施する予定である。	
供給者の発注先（安全上重要な機能に係る主要業務を行う企業）（以下「外注先」という。）について、下記に該当する場合は、直接外注先に監査を行う。 （以下略）	三菱原子燃料株式会社及びオラノ社を対象にして、当社が直接受注者品質保証監査を実施する予定である。	
3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ （略）	品管説明書に従い、当社の社内規定である「保安活動に関する文書及び記録の管理基準」に基づき、文書及び記録の管理を実施する予定である。	
3.8 不適合管理 設計を主管する組織の長、工事を主管する組織の長及び検査を主管する組織の長は、設工認に係る設計、工事及び検査において発生した不適合については、「不適合管理基準」及び「改善措置活動管理基準」に基づき管理を行う。	不適合が発生した場合は、品管説明書に従い、当社の社内規定である「不適合管理基準」及び「改善措置活動管理基準」に基づき、処置を行う予定である。	

3. 輸入燃料体検査申請時からの変更点の反映について

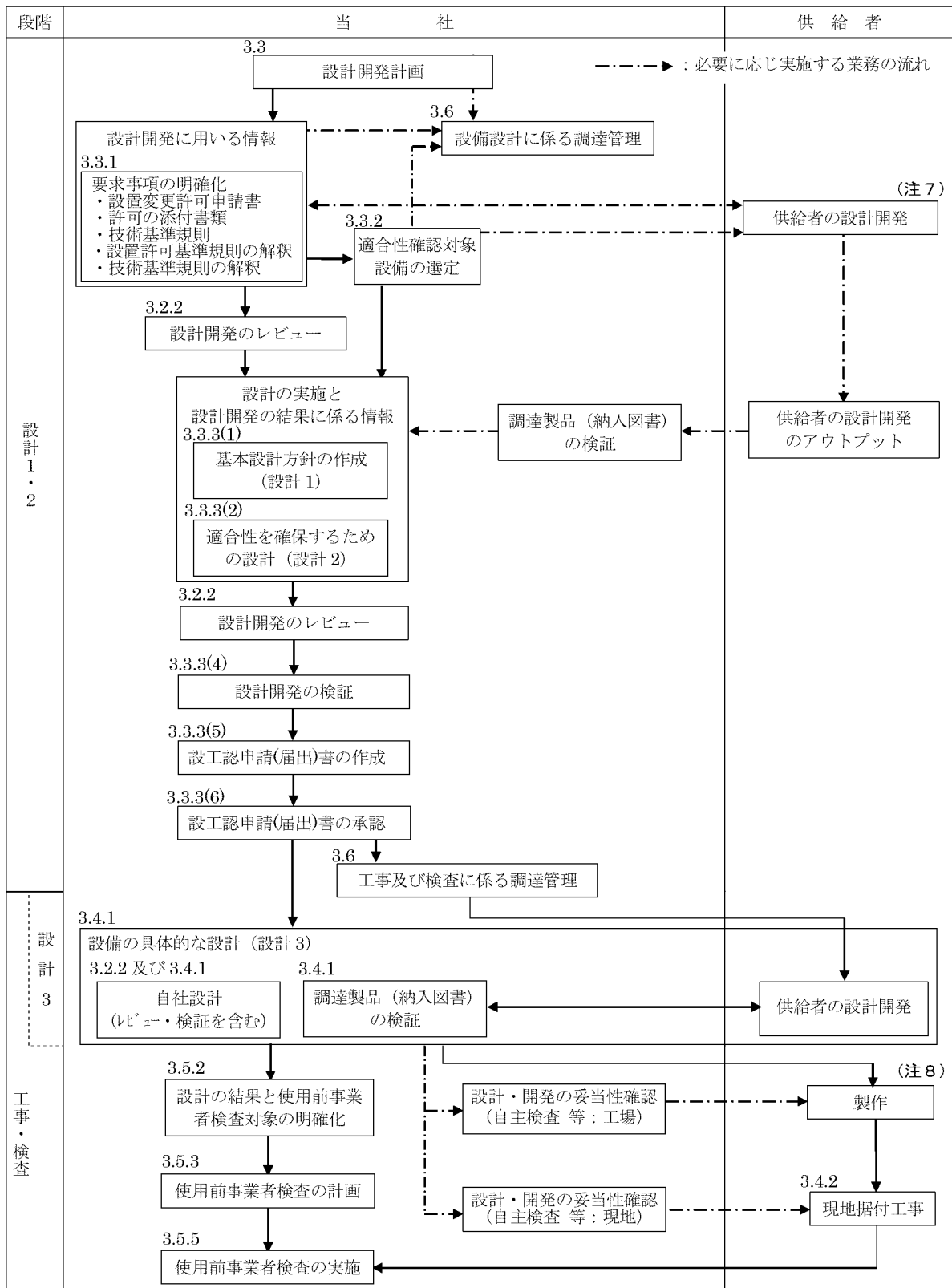
今回申請した A 型 MOX 燃料体の輸入燃料体検査申請^(注5)時からの変更点のうち、下部端栓の形状の変更（大テーパ化）については三菱重工業株式会社（以下、「供給者」という）提案の設計であり、水素含有量規定値（上限値）及び不純物含有量規定値（上限値）の緩和はオラノ社提案の設計である。

いずれの設計も、供給者の設計開発のアウトプットとして整理し、A 型 MOX 燃料体の設計に反映した。

設計への反映のフローを図 3^(注6)に示す。

(注 5)：平成 20 年 9 月 9 日付け原発本第 221 号、平成 21 年 12 月 24 日付け
原発本第 279 号申請

(注 6)：設計及び工事計画認可申請書(令和 5 年 1 月 13 日付け原発本第 151 号)
9(3)-1-10 頁より引用



*1: バックフィットにおける「設計」は、要求事項を満足した設備とするための基本設計方針を作成(設計1)し、その結果を要求事項として、既に設置されている適合性確認対象設備の現状を念頭に置きながら各要求事項に適合させるための詳細設計(設計2)を行う行為をいう。

(注7) オラノ社からの設計変更提案を含む。

(注8) 三菱原子燃料株式会社が MOX ペレット以外の部材(被覆管、端栓、上下部ノズル、支持格子等)の製造を行い、オラノ社が MOX ペレット、燃料棒及び燃料集合体の加工を行う予定である。

図3 適合性を確保するために必要な当社の活動(基本フロー)

4. A型MOX燃料体とA型ウラン燃料体の加工方法及び工事の方法の違いについて
 A型MOX燃料体とA型ウラン燃料体の加工方法には違いがある。

例えば、A型MOX燃料体はペレット以外の部材（被覆管、端栓、上下部ノズル、支持格子等）を国内で組み立てた上で海外へ輸送し、加工する。

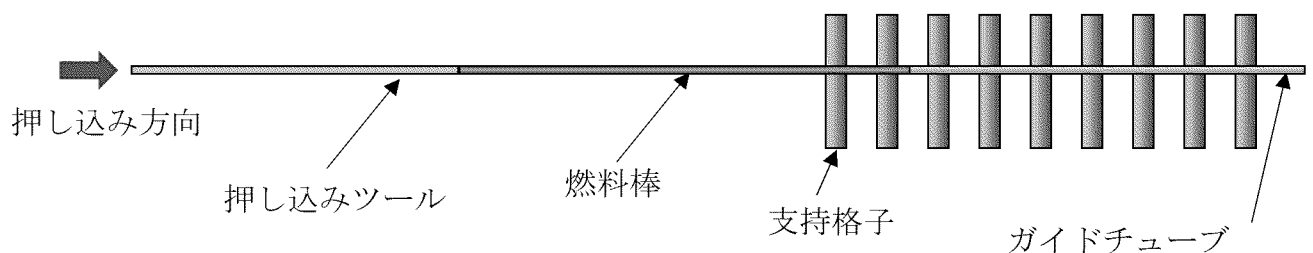
また、燃料体の組立においては、A型ウラン燃料体では、燃料棒を支持格子に押し込む方式を採用しているが、A型MOX燃料体では、メロックス工場の設備に合わせ、引き込み方式を採用している。図4に組立方式の違いを示す。

上記の例のように、A型MOX燃料体とA型ウラン燃料体の加工方法には違いがあるものの、A型MOX燃料体の工事の方法はA型ウラン燃料体における工事の方法から変更はなく、設工認に定める工事の方法については、同様の方法で使用前事業者検査を実施する。

〈国内〉

・A型ウラン燃料体の組立（押し込み方式）

上部ノズル側から燃料棒を押し込み、挿入する



〈海外〉

・A型MOX燃料体の組立（引き込み方式）

燃料棒下部をグリッパでつかみ、下部ノズル側から燃料棒を引き込み、挿入する

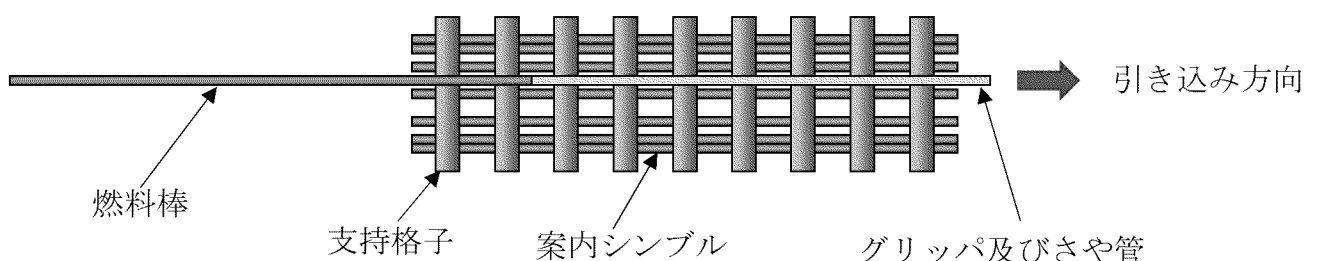


図4 組立方式の違い

補足説明資料 8

仏国の MOX 燃料における INES Level 1 事象に係る

補足説明資料

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 仏国での事象の原因及び対策	1
3. 今回申請した A 型 MOX 燃料体への影響	2
4. まとめ	2

1. 概 要

仏国における MOX 燃料体の製造・運用において発生した以下の 2 事象は、2017 年に INES Level 0 事象に分類されていたが、2019 年に以下の 2 事象が重畳した場合の安全評価への影響（リスク）を考慮し INES Level 1 事象に再分類された。

- ① MOX 燃料体のペレットに、より径の大きいプルトニウムスポットが含まれる事象
- ② MOX 燃料体の上下部でエンドピーク^{※1}が顕著となる事象

本資料は、仏国において INES Level 1 事象となっている、より径の大きいプルトニウムスポットとエンドピークの重畳に関して、今回申請した燃料体（17 行 17 列 A 型燃料集合体（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料））（以下、「A 型 MOX 燃料体」という）に影響がない事象であることを示すものである。

※1: 燃料体の上下部で水等により中性子が反射され、燃料有効長の上下端部で中性子束が上昇する（出力ピークが見られる）事象。

本事象は一般的な知見として知られており、照射成長による燃料有効長の位置ずれ等により、燃焼が進むにつれて顕著となる可能性がある。
なお、エンドピークは、出力ピークの大小によるものではない。

2. 仏国での事象の原因及び対策

2.1 原 因

(1) プルトニウムスポット

メロックス工場では従来、湿式の劣化ウラン粉末をプルトニウム粉末と混合していたが、2013 年以降、乾式の劣化ウラン粉末を導入した。粉末の [] が変化したことで、より径の大きいプルトニウムスポットが発生しやすい状況となった。

(2) エンドピーク

仏国向けの MOX 燃料体では、 []

[] 燃料体下部の中性子束が上昇した。

また、燃料体上部の中性子束の上昇も確認された。

2.2 対 策

(1) プルトニウムスポット

① []

② [Redacted]

③ 湿式の劣化ウラン粉末へ変更

(2) エンドピーク

2024年以降、燃料棒の上下端にハフニウムを挿入したものを導入予定。

3. 今回申請した A 型 MOX 燃料体への影響

3.1 プルトニウムスポット

当社が今後加工を予定している、今回申請した A 型 MOX 燃料体については、以下の理由から、より径の大きいプルトニウムスポットの発生を防止でき、エンドピークと重畳しないため、影響はない。

① メロックス工場では今回の顛末も踏まえ、湿式の劣化ウラン粉末の使用に回帰しており、当社が今後加工を予定している今回申請した A 型 MOX 燃料体については、湿式の劣化ウラン粉末が適用される。

② MOX ペレット内のプルトニウムスポットの最大径が規定値以下であることの検査を実施する。

3.2 エンドピーク

A 型 MOX 燃料体の設計は、仏国向けの MOX 燃料体とは異なり、[Redacted]

[Redacted] ことから、[Redacted]

[Redacted] 下部のエンドピークは小さいといえる。

燃料棒上部の設計は、[Redacted]

であるが、これまでの当社のプルサーマル運転において、炉心の出力分布に異常がないことを確認してきており、過大なエンドピークは発生していない。

また、当社発電所では、軸方向の出力分布をアキシャルオフセット一定制御運転（CAOC 運転）により適性に保っており、結果として、過大なエンドピークの抑制に繋がっている。

4. まとめ

今回申請した A 型 MOX 燃料体については、「3. 今回申請した A 型 MOX 燃料体への影響」に記載のとおり、より径の大きいプルトニウムスポットの発生を防止しており、より径の大きいプルトニウムスポットとエンドピークは重畳せず、また、過大なエンドピークも抑制されており、影響はない。

なお、当社で既に使用している A 型 MOX 燃料体については、2007 年～2009 年

に湿式の劣化ウラン粉末を使用し製造されたものであり、メロックス工場での製造段階において、検査により MOX ペレット内のプルトニウムスポットの最大径が規定値以下であることを確認しているため、影響はない。