

2023 年 3 月 20 日

九州電力株式会社

玄海原子力発電所 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 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）、当該設備として適用を受ける条文を今回の申請において適合性の確認が必要な条文として整理する。

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	×	×	申請範囲には、安全避難通路等がないことから対象外とする。
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。
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。

技術基準規則	適用可否判断		理由
	適用	申請	
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。
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。

技術基準規則	適用可否判断		理由
	適用	申請	
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、放射性廃棄物処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熔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 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、本文記載事項の差を添付 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。		
	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	○			
燃焼率	燃料体最高	—	添付資料7に記載。		
	燃料要素最高	—			
	ペレット最高	—			
	燃料体最高	—			
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。		
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	—		
		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。	○		
		(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	—
				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。		
上部ノズル押え ばね	上部ノズル押え ばね	(種類)析出硬化型ニッケル基合金	—		
		(組成)	—		
		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。
		2.燃料体の質量及び寸法		
		(1)質量		
		総質量	—	添付図面に記載。
		燃料材質量	—	設工認申請書に記載していない。
		(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。	
	(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。	
	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。
		燃料材質量	—	設工認申請書に記載していない。
		(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。
		リペア用長尺端栓	—	—
		下部端栓頭部長さ	—	—
		有効長さ	○	—
		ペレット直径	○	—
		ペレット長さ	○	—
		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。
プレナム体積		—	添付図面に記載。	
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。		
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。	
	(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。	
	(2)寸法			
	外径(太径部/細径部)	○	—	
肉厚(太径部/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。	
	(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。	
	(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。	
	(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、今回申請する燃料体（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) 今回申請する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) 今回申請する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、水素の規定値（上限値）の変更
- ・MOX燃料材の不純物のうち、
の規定値（上限値）の変更

2.2 下部端栓の形状の変更（大テーパ化）

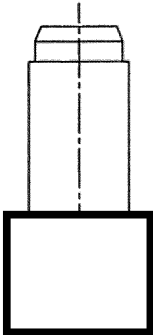
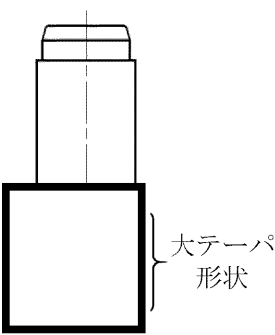
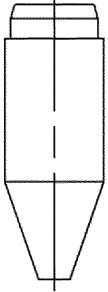
(1) 背景


A 型 MOX 燃料体の仕様は、国内で豊富な照射実績を有する 17×17A 型 48GWd/t ウラン燃料（以下「48GWd/t ウラン燃料」という）の設計仕様をベースとしている。

輸入燃料体検査申請当時以降、48GWd/t ウラン燃料について、燃料棒の振動抑制（フレットング摩耗低減）を図った下部端栓形状変更（大テーパ化）を施した 48GWd/t ウラン燃料（以下「改良 48GWd/t ウラン燃料」という）を適用し、使用している。

今回、48GWd/t ウラン燃料設計仕様をベースとしている 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適用している。

(2) 変更内容

	変更前	変更後 ^{※2}	参考 (改良 48GWd/t ウラン燃料)
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) 評価への影響

下部端栓の形状変更に伴う、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がないことについて確認し、添付 1 に整理した。なお、本設計変更の影響については、設工認認可を取得済みの改良 48GWd/t ウラン燃料と比較することで確認した。

2.3 MOX 燃料材の組成（水素）

(1) 背景

メロックス工場で [] 及び [] 国内ウランペレットの規定値（ \leq [] ppm）を踏まえて水素の規定値を変更した。

(2) 変更内容

	変更前	変更後
水 素	\leq [] ppm	\leq [] ppm

(3) 評価への影響

燃料健全性（被覆管の機械特性）に影響を与えるものではないことを確認した。

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 1 に示すとおり、被覆管の水素脆化による破損は被覆管内面温度すなわち出力によらず、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率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 ペレットはウランペレットに比べて熱伝導率が低いことから、ペレット温度が高くなるため、水素が放出されやすい傾向にある。しかしながら、被覆管の水素脆化による破損は出力によらないこと、すなわち水素放出のし易さによらないこと、また、被覆管の材料はウラン燃料と MOX 燃料で変わらないことから、MOX ペレットにウランペレットの仕様を適用しても問題ない。

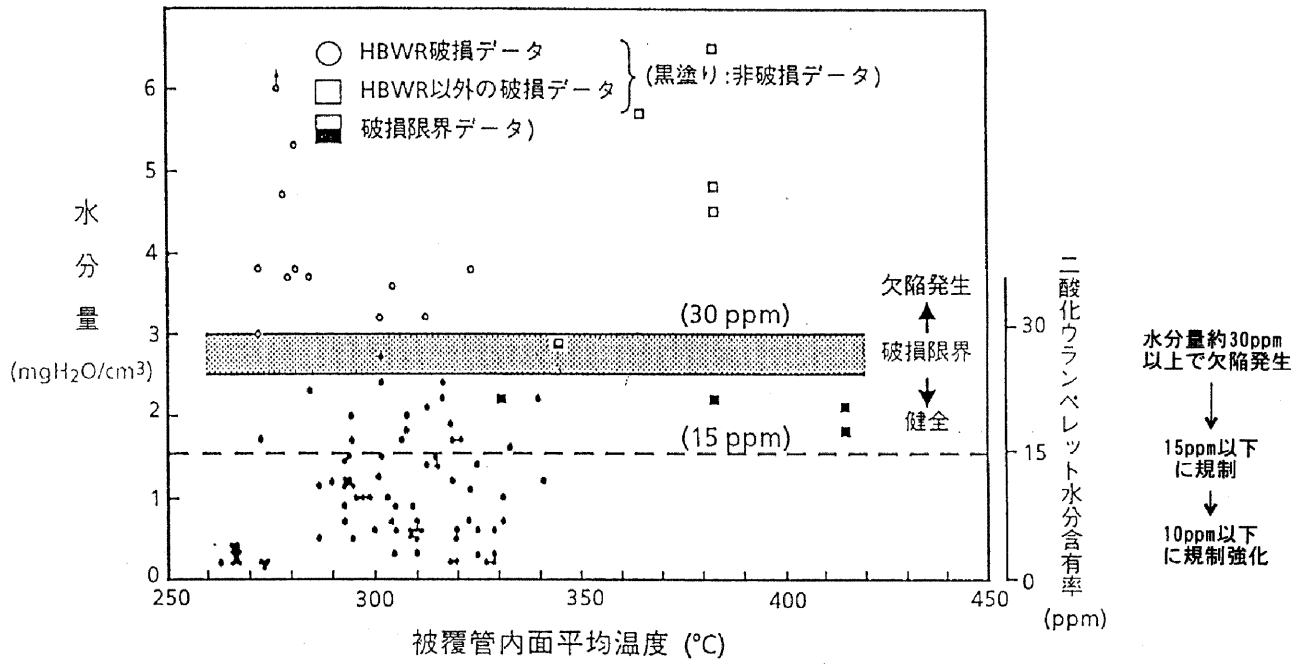


図1 PWR燃料不具合対策（初期水分濃度と水素脆化欠陥発生の限界）
 （出典：（財）原子力安全研究協会“軽水炉燃料のふるまい 実務テキストシリーズ No.3”，平成25年3月）

2.4 MOX 燃料材の不純物 ([])

(1) 背景

メロックス工場で []

[] を踏まえて不純物 ([]) の規定値を変更した。

(2) 変更内容

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

(3) 評価への影響

核特性に影響を与えるものではないことを確認した。

[] は、熱中性子の吸収断面積が大きく、核特性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) から変更しないため、問題ない。

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)により励振力が改良480Wd/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)により励振力が改良480Wd/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480Wd/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伸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480Wd/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。
トータルギヤップ	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、トータルギヤップ(ギヤップ閉塞)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480Wd/tウラン燃料と同等であり、熱水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480Wd/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480Wd/tウラン燃料及び改良480Wd/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。
プラント機器とのインターフェイス	本設計変更では、外形及び寸法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。
下部端柱の形状の変更(大テーパ化)	
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	機械的特性への影響がないこと
輸送時及び取扱い時の燃料の健全性確保	熱水力特性への影響がないこと 核設計への影響がないこと
共存性	熱力学的共存性 熱水力振動特性 プラント機器とのインターフェイス

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)

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
燃料中心温度はMOX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通過変化に対して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。
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。
下部端栓の形状の変更（大テーパー化）		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。
被覆管がクリープコラプスしないこと		クリープコラプ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。