

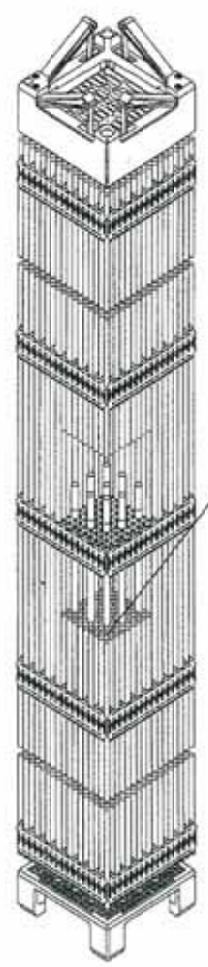
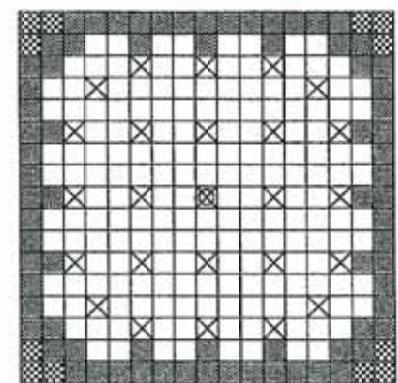
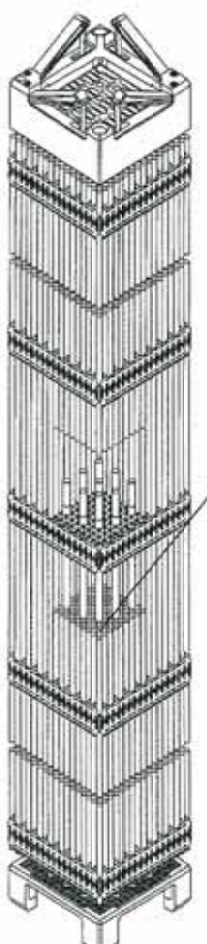
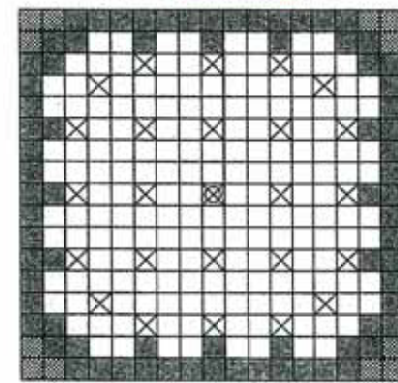
変更前・後比較表

変 更 前	変 更 後	備 考																																										
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">別 紙</div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">玄海原子力発電所3号機における ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用計画の概要</p> <p>1. プルサーマルの必要性 長期にわたりエネルギーを安定して確保する観点から、ウラン資源の有効利用を図るため、使用済燃料を再処理し回収するプルトニウムを、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料（以下「MOX燃料」）とし、再び原子力発電所の燃料として使用するプルサーマルの実施は必要なものである。 また、既に、当社の原子力発電所で発生した使用済燃料を再処理し回収したプルトニウムを保有しており、核不拡散の観点から、プルサーマルを着実に実施し、平和利用する必要がある。</p> <p>2. 変更の目的 プルサーマルの必要性を踏まえ、玄海原子力発電所3号機において、MOX燃料を取替燃料の一部として、ウラン燃料と併せて使用する。</p> <p>3. 変更の概要 [添付-1, 2] 燃料集合体193体のうち、MOX燃料集合体を最大48体装荷する。これに伴い、燃料取替用水タンクのほう素濃度を変更する。</p> <p>(1) 燃料の主な変更点</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">項 目</th> <th style="width: 30%;">ウラン燃料（現行燃料）</th> <th style="width: 55%;">MOX 燃料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ペレット</td> <td>二酸化ウラン 焼結ペレット</td> <td>ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット</td> </tr> <tr> <td>ウラン235濃度</td> <td>約4.1wt%</td> <td>約0.2wt%～約0.4wt%</td> </tr> <tr> <td><u>プルトニウム富化度</u></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>・集合体平均</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>約4.1wt%濃縮ウラン相当以下</td> </tr> <tr> <td>・ペレット最大</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>13wt%以下 (核分裂性プルトニウム8wt%以下)</td> </tr> <tr> <td>燃料集合体最高燃焼度</td> <td>48,000 MWd/t</td> <td>45,000 MWd/t*</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">*ウラン燃料と同等の特性とするため、MOX燃料の燃焼度制限値を変更した。</p>	項 目	ウラン燃料（現行燃料）	MOX 燃料	ペレット	二酸化ウラン 焼結ペレット	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット	ウラン235濃度	約4.1wt%	約0.2wt%～約0.4wt%	<u>プルトニウム富化度</u>			・集合体平均	-	約4.1wt%濃縮ウラン相当以下	・ペレット最大	-	13wt%以下 (核分裂性プルトニウム8wt%以下)	燃料集合体最高燃焼度	48,000 MWd/t	45,000 MWd/t*	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">添 付</div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">玄海原子力発電所3号機における ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用計画の概要</p> <p>1. プルサーマルの必要性 長期にわたりエネルギーを安定して確保する観点から、ウラン資源の有効利用を図るため、使用済燃料を再処理し回収するプルトニウムを、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料（以下「MOX燃料」）とし、再び原子力発電所の燃料として使用するプルサーマルの実施は必要なものである。 また、既に、当社の原子力発電所で発生した使用済燃料を再処理し回収したプルトニウムを保有しており、核不拡散の観点から、プルサーマルを着実に実施し、平和利用する必要がある。</p> <p>2. 変更の目的 プルサーマルの必要性を踏まえ、玄海原子力発電所3号機において、MOX燃料を取替燃料の一部として、ウラン燃料と併せて使用する。</p> <p>3. 変更の概要 [添付-1, 2] 燃料集合体193体のうち、MOX燃料集合体を最大48体装荷する。これに伴い、燃料取替用水タンクのほう素濃度を変更する。</p> <p>(1) 燃料の主な変更点</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">項 目</th> <th style="width: 30%;">ウラン燃料（現行燃料）</th> <th style="width: 55%;">MOX 燃料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ペレット</td> <td>二酸化ウラン 焼結ペレット</td> <td>ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット</td> </tr> <tr> <td>ウラン235濃度</td> <td>約4.1wt%</td> <td>約0.2wt%～約0.4wt%</td> </tr> <tr> <td><u>プルトニウム含有率</u></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>・集合体平均</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>約4.1wt%濃縮ウラン相当以下</td> </tr> <tr> <td>・ペレット最大</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>13wt%以下 (核分裂性プルトニウム富化度8wt%以下)</td> </tr> <tr> <td>燃料集合体最高燃焼度</td> <td>48,000 MWd/t</td> <td>45,000 MWd/t*</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">*ウラン燃料と同等の特性とするため、MOX燃料の燃焼度制限値を変更した。</p>	項 目	ウラン燃料（現行燃料）	MOX 燃料	ペレット	二酸化ウラン 焼結ペレット	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット	ウラン235濃度	約4.1wt%	約0.2wt%～約0.4wt%	<u>プルトニウム含有率</u>			・集合体平均	-	約4.1wt%濃縮ウラン相当以下	・ペレット最大	-	13wt%以下 (核分裂性プルトニウム富化度8wt%以下)	燃料集合体最高燃焼度	48,000 MWd/t	45,000 MWd/t*	
項 目	ウラン燃料（現行燃料）	MOX 燃料																																										
ペレット	二酸化ウラン 焼結ペレット	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット																																										
ウラン235濃度	約4.1wt%	約0.2wt%～約0.4wt%																																										
<u>プルトニウム富化度</u>																																												
・集合体平均	-	約4.1wt%濃縮ウラン相当以下																																										
・ペレット最大	-	13wt%以下 (核分裂性プルトニウム8wt%以下)																																										
燃料集合体最高燃焼度	48,000 MWd/t	45,000 MWd/t*																																										
項 目	ウラン燃料（現行燃料）	MOX 燃料																																										
ペレット	二酸化ウラン 焼結ペレット	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット																																										
ウラン235濃度	約4.1wt%	約0.2wt%～約0.4wt%																																										
<u>プルトニウム含有率</u>																																												
・集合体平均	-	約4.1wt%濃縮ウラン相当以下																																										
・ペレット最大	-	13wt%以下 (核分裂性プルトニウム富化度8wt%以下)																																										
燃料集合体最高燃焼度	48,000 MWd/t	45,000 MWd/t*																																										

変更前・後比較表

変更前	変更後	備考																																																																																																																								
<p style="text-align: right;">添付-1</p> <p style="text-align: center;">ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料集合体基本仕様</p> <table border="1" data-bbox="290 611 1181 1707"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>ウラン燃料</th> <th>MOX燃料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 燃料材</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペレット</td> <td>二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)</td> <td>ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット</td> </tr> <tr> <td>ウラン 235 濃度</td> <td>約 4.1wt%～約 3.4wt% (ガドリニア入り燃料については 約 2.6wt%～約 1.9wt%、 ガドリニア濃度約 6wt%)</td> <td>約 0.2wt%～約 0.4wt%</td> </tr> <tr> <td><u>プルトニウム富化度</u> 集合体平均</td> <td>—</td> <td>約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 (約 11wt%以下)</td> </tr> <tr> <td>ペレット最大 (核分裂性プルトニウム)</td> <td>—</td> <td>13wt%以下 (8wt%以下)</td> </tr> <tr> <td>プルトニウム組成比</td> <td>—</td> <td>原子炉級</td> </tr> <tr> <td>ペレット初期密度</td> <td>理論密度の約 95%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>2 燃料棒</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>被覆材</td> <td>ジルカロイ-4</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒外径</td> <td>約 9.5mm</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>被覆管厚さ</td> <td>約 0.6 mm</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒有効長さ</td> <td>約 3.7m</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>3 燃料集合体</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>燃料棒配列</td> <td>17×17</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒ピッチ</td> <td>約 13mm</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒本数</td> <td>264</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>制御棒案内シンプル本数</td> <td>24</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>炉内計装用案内シンプル本数</td> <td>1</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>集合体最高燃焼度</td> <td>48,000MWd/t</td> <td>45,000MWd/t</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) プルトニウムと混合するウランの反応度寄与も含む。</p>	項目	ウラン燃料	MOX燃料	1 燃料材			ペレット	二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット	ウラン 235 濃度	約 4.1wt%～約 3.4wt% (ガドリニア入り燃料については 約 2.6wt%～約 1.9wt%、 ガドリニア濃度約 6wt%)	約 0.2wt%～約 0.4wt%	<u>プルトニウム富化度</u> 集合体平均	—	約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 (約 11wt%以下)	ペレット最大 (核分裂性プルトニウム)	—	13wt%以下 (8wt%以下)	プルトニウム組成比	—	原子炉級	ペレット初期密度	理論密度の約 95%	同 左	2 燃料棒			被覆材	ジルカロイ-4	同 左	燃料棒外径	約 9.5mm	同 左	被覆管厚さ	約 0.6 mm	同 左	燃料棒有効長さ	約 3.7m	同 左	3 燃料集合体			燃料棒配列	17×17	同 左	燃料棒ピッチ	約 13mm	同 左	燃料棒本数	264	同 左	制御棒案内シンプル本数	24	同 左	炉内計装用案内シンプル本数	1	同 左	集合体最高燃焼度	48,000MWd/t	45,000MWd/t	<p style="text-align: right;">添付-1</p> <p style="text-align: center;">ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料集合体基本仕様</p> <table border="1" data-bbox="1335 617 2214 1713"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>ウラン燃料</th> <th>MOX燃料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 燃料材</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペレット</td> <td>二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)</td> <td>ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット</td> </tr> <tr> <td>ウラン 235 濃度</td> <td>約 4.1wt%～約 3.4wt% (ガドリニア入り燃料については 約 2.6wt%～約 1.9wt%、 ガドリニア濃度約 6wt%)</td> <td>約 0.2wt%～約 0.4wt%</td> </tr> <tr> <td><u>プルトニウム含有率</u> 集合体平均</td> <td>—</td> <td>約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 (約 11wt%以下)</td> </tr> <tr> <td>ペレット最大 (核分裂性プルトニウム富化度)</td> <td>—</td> <td>13wt%以下 (8wt%以下)</td> </tr> <tr> <td>プルトニウム組成比</td> <td>—</td> <td>原子炉級</td> </tr> <tr> <td>ペレット初期密度</td> <td>理論密度の約 95%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>2 燃料棒</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>被覆材</td> <td>ジルカロイ-4</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒外径</td> <td>約 9.5mm</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>被覆管厚さ</td> <td>約 0.6mm</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒有効長さ</td> <td>約 3.7m</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>3 燃料集合体</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>燃料棒配列</td> <td>17×17</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒ピッチ</td> <td>約 13mm</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>燃料棒本数</td> <td>264</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>制御棒案内シンプル本数</td> <td>24</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>炉内計装用案内シンプル本数</td> <td>1</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>集合体最高燃焼度</td> <td>48,000MWd/t</td> <td>45,000MWd/t</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) プルトニウムと混合するウランの反応度寄与も含む。</p>	項目	ウラン燃料	MOX燃料	1 燃料材			ペレット	二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット	ウラン 235 濃度	約 4.1wt%～約 3.4wt% (ガドリニア入り燃料については 約 2.6wt%～約 1.9wt%、 ガドリニア濃度約 6wt%)	約 0.2wt%～約 0.4wt%	<u>プルトニウム含有率</u> 集合体平均	—	約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 (約 11wt%以下)	ペレット最大 (核分裂性プルトニウム富化度)	—	13wt%以下 (8wt%以下)	プルトニウム組成比	—	原子炉級	ペレット初期密度	理論密度の約 95%	同 左	2 燃料棒			被覆材	ジルカロイ-4	同 左	燃料棒外径	約 9.5mm	同 左	被覆管厚さ	約 0.6mm	同 左	燃料棒有効長さ	約 3.7m	同 左	3 燃料集合体			燃料棒配列	17×17	同 左	燃料棒ピッチ	約 13mm	同 左	燃料棒本数	264	同 左	制御棒案内シンプル本数	24	同 左	炉内計装用案内シンプル本数	1	同 左	集合体最高燃焼度	48,000MWd/t	45,000MWd/t	
項目	ウラン燃料	MOX燃料																																																																																																																								
1 燃料材																																																																																																																										
ペレット	二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット																																																																																																																								
ウラン 235 濃度	約 4.1wt%～約 3.4wt% (ガドリニア入り燃料については 約 2.6wt%～約 1.9wt%、 ガドリニア濃度約 6wt%)	約 0.2wt%～約 0.4wt%																																																																																																																								
<u>プルトニウム富化度</u> 集合体平均	—	約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 (約 11wt%以下)																																																																																																																								
ペレット最大 (核分裂性プルトニウム)	—	13wt%以下 (8wt%以下)																																																																																																																								
プルトニウム組成比	—	原子炉級																																																																																																																								
ペレット初期密度	理論密度の約 95%	同 左																																																																																																																								
2 燃料棒																																																																																																																										
被覆材	ジルカロイ-4	同 左																																																																																																																								
燃料棒外径	約 9.5mm	同 左																																																																																																																								
被覆管厚さ	約 0.6 mm	同 左																																																																																																																								
燃料棒有効長さ	約 3.7m	同 左																																																																																																																								
3 燃料集合体																																																																																																																										
燃料棒配列	17×17	同 左																																																																																																																								
燃料棒ピッチ	約 13mm	同 左																																																																																																																								
燃料棒本数	264	同 左																																																																																																																								
制御棒案内シンプル本数	24	同 左																																																																																																																								
炉内計装用案内シンプル本数	1	同 左																																																																																																																								
集合体最高燃焼度	48,000MWd/t	45,000MWd/t																																																																																																																								
項目	ウラン燃料	MOX燃料																																																																																																																								
1 燃料材																																																																																																																										
ペレット	二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)	ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット																																																																																																																								
ウラン 235 濃度	約 4.1wt%～約 3.4wt% (ガドリニア入り燃料については 約 2.6wt%～約 1.9wt%、 ガドリニア濃度約 6wt%)	約 0.2wt%～約 0.4wt%																																																																																																																								
<u>プルトニウム含有率</u> 集合体平均	—	約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 (約 11wt%以下)																																																																																																																								
ペレット最大 (核分裂性プルトニウム富化度)	—	13wt%以下 (8wt%以下)																																																																																																																								
プルトニウム組成比	—	原子炉級																																																																																																																								
ペレット初期密度	理論密度の約 95%	同 左																																																																																																																								
2 燃料棒																																																																																																																										
被覆材	ジルカロイ-4	同 左																																																																																																																								
燃料棒外径	約 9.5mm	同 左																																																																																																																								
被覆管厚さ	約 0.6mm	同 左																																																																																																																								
燃料棒有効長さ	約 3.7m	同 左																																																																																																																								
3 燃料集合体																																																																																																																										
燃料棒配列	17×17	同 左																																																																																																																								
燃料棒ピッチ	約 13mm	同 左																																																																																																																								
燃料棒本数	264	同 左																																																																																																																								
制御棒案内シンプル本数	24	同 左																																																																																																																								
炉内計装用案内シンプル本数	1	同 左																																																																																																																								
集合体最高燃焼度	48,000MWd/t	45,000MWd/t																																																																																																																								

変更前・後比較表

変更前	変更後	備考																														
<p style="text-align: right;">添付-2</p>  <div data-bbox="623 546 1068 1018" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>二酸化ウラン焼結ペレット (ウラン 235 (²³⁵U) 濃度約 4.1wt%)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット</p> <p><u>プルトニウム (Pu) 富化度</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・集合体平均 約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 ・ペレット最大 13wt%以下 (<u>核分裂性 Pu</u> 8wt%以下) </div> <p style="text-align: center;">集合体内 <u>Pu 富化度</u> 分布</p>  <div data-bbox="667 1480 1009 1690" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table border="0"> <tr> <td>□</td> <td>高 Pu 富化度棒</td> <td>約 10.6wt%Pu</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>中 Pu 富化度棒</td> <td>約 6.2wt%Pu</td> </tr> <tr> <td>▨</td> <td>低 Pu 富化度棒</td> <td>約 4.5wt%Pu</td> </tr> <tr> <td>⊗</td> <td>制御棒案内 サンプル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>⊗</td> <td>炉内計装用案内 サンプル</td> <td></td> </tr> </table> <p>核分裂性 Pu 割合約 68wt% 母材 ²³⁵U 濃度 0.2wt% の場合</p> </div> <p style="text-align: center;">燃料集合体概要図</p>	□	高 Pu 富化度棒	約 10.6wt%Pu	■	中 Pu 富化度棒	約 6.2wt%Pu	▨	低 Pu 富化度棒	約 4.5wt%Pu	⊗	制御棒案内 サンプル		⊗	炉内計装用案内 サンプル		<p style="text-align: right;">添付-2</p>  <div data-bbox="1602 567 2122 1039" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>二酸化ウラン焼結ペレット (ウラン 235 (²³⁵U) 濃度約 4.1wt%)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>ウラン・プルトニウム 混合酸化物焼結ペレット</p> <p><u>プルトニウム (Pu) 含有率</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・集合体平均 約 4.1wt%濃縮ウラン相当以下 ・ペレット最大 13wt%以下 (<u>核分裂性 Pu 富化度</u> 8wt%以下) </div> <p style="text-align: center;">集合体内 <u>Pu 含有率</u> 分布</p>  <div data-bbox="1691 1501 2033 1711" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table border="0"> <tr> <td>□</td> <td>高 Pu 含有率棒</td> <td>約 10.6wt%Pu</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>中 Pu 含有率棒</td> <td>約 6.2wt%Pu</td> </tr> <tr> <td>▨</td> <td>低 Pu 含有率棒</td> <td>約 4.5wt%Pu</td> </tr> <tr> <td>⊗</td> <td>制御棒案内 サンプル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>⊗</td> <td>炉内計装用案内 サンプル</td> <td></td> </tr> </table> <p>核分裂性 Pu 割合約 68wt% 母材 ²³⁵U 濃度 0.2wt% の場合</p> </div> <p style="text-align: center;">燃料集合体概要図</p>	□	高 Pu 含有率棒	約 10.6wt%Pu	■	中 Pu 含有率棒	約 6.2wt%Pu	▨	低 Pu 含有率棒	約 4.5wt%Pu	⊗	制御棒案内 サンプル		⊗	炉内計装用案内 サンプル		
□	高 Pu 富化度棒	約 10.6wt%Pu																														
■	中 Pu 富化度棒	約 6.2wt%Pu																														
▨	低 Pu 富化度棒	約 4.5wt%Pu																														
⊗	制御棒案内 サンプル																															
⊗	炉内計装用案内 サンプル																															
□	高 Pu 含有率棒	約 10.6wt%Pu																														
■	中 Pu 含有率棒	約 6.2wt%Pu																														
▨	低 Pu 含有率棒	約 4.5wt%Pu																														
⊗	制御棒案内 サンプル																															
⊗	炉内計装用案内 サンプル																															

変更前・後比較表

変更前		変更後		備考	
ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用に伴う設計概要		ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用に伴う設計概要			
(結果欄の単位は判断基準に示したものと同一。)		(結果欄の単位は判断基準に示したものと同一。)			
添付-3		添付-3			
機 械 設 計	燃料中心最高温度 燃料棒内圧 被覆管応力 被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量 被覆管の累積疲労サイクル	判断基準 溶融点未満 被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力(内圧基準値)以下 被覆材の耐力以下 1%以下 設計疲労寿命以下	結果 現行 溶融点未満 内圧基準値以下 耐力以下 1以下 設計疲労寿命以下	今回 溶融点未満 内圧基準値以下 耐力以下 1以下 設計疲労寿命以下	
核設計	反応度停止余裕 最大熱出力密度 燃料集合体最高燃焼度 水平方向ビーキング係数 減速材温度係数 ドブラ係数 制御棒落下時の落下制御棒係数及び核的エンタルピ上昇熱水路係数 制御棒飛出し時熱流束熱水路係数 飛出し制御棒係数 最大反応度増加率	判断基準 1.6% ΔK/K 以上 41.5kW/m 以下 ウラン燃料 48,000MWd/t MOX燃料 45,000MWd/t 1.48 以下 -94~+8 (単位: ×10 ⁻⁴ ΔK/K/°C) -5.2~-1.8 (単位: ×10 ⁻⁴ ΔK/K/°C) 落下制御棒係数 0.25% ΔK/K 以下 核的エンタルピ上昇熱水路係数 1.87 以下 BOC HZP 15 以下 HFP 7.0 以下 EOC HZP 25 以下 HFP 6.8 以下 BOC HZP 0.66% ΔK/K 以下 HFP 0.12% ΔK/K 以下 EOC HZP 0.87% ΔK/K 以下 HFP 0.18% ΔK/K 以下 75 以下 (単位: ×10 ⁻⁴ (ΔK/K)/s)	結果 1.89 36.2 47,300 1.41 -66~-3.7 -3.8~-2.8 0.13 1.68 7.73 4.23 20.8 3.47 0.26 0.08 0.49 0.09 40	今回 1.76 34.6 45,500 1.43 -72~-13.4 -3.6~-2.6 0.16 1.66 7.9 2.1 19.7 2.2 0.45 0.02 0.82 0.03 40	
熱水力設計	最小限界熱流束比 燃料中心最高温度	判断基準 1.17 以上 溶融点未満	結果 約 1.29 *1 溶融点未満	今回 約 1.29 *1 溶融点未満	
動特性		判断基準 設計負荷変化に対して、原子炉系の応答が安定で、原子炉出力、原子炉圧力、1次冷却材平均温度等のパラメータが十分に制御されること。	結果 判断基準を満足	今回 判断基準を満足	
使用済燃料ピット	冷却能力(ピット水平平均温度) 未臨界性	判断基準 ポンプ2台運転時 ≤52°C ポンプ1台運転時 ≤65°C 実効増倍率 ≤0.98	結果 基準温度以下*2 基準温度以下*2 0.98 以下	今回 基準温度以下*2 基準温度以下*2 0.98 以下	
(BOC: サイクル初期, EOC: サイクル末期, HZP: 高温零出力, HFP: 高温全出力)					
*1: 運転時の異常な過渡変化のうち最も厳しいもの					
*2: 通常運転(2台)と単一故障(1台)のそれぞれについて、基準温度以下であることを確認した。					

項 目	判断基準	結 果		備 考	
		現 行	今 回		
機 械 設 計	燃料中心最高温度 燃料棒内圧 被覆管応力 被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量 被覆管の累積疲労サイクル	溶融点未満 被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力(内圧基準値)以下 被覆材の耐力以下 1%以下 設計疲労寿命以下	溶融点未満 内圧基準値以下 耐力以下 1以下 設計疲労寿命以下	溶融点未満 内圧基準値以下 耐力以下 1以下 設計疲労寿命以下	- - - - -
核設計	反応度停止余裕 最大熱出力密度 燃料集合体最高燃焼度 水平方向ビーキング係数 減速材温度係数 ドブラ係数 制御棒落下時の落下制御棒係数及び核的エンタルピ上昇熱水路係数 制御棒飛出し時熱流束熱水路係数 飛出し制御棒係数 最大反応度増加率 最小限界熱流束比 燃料中心最高温度	判断基準 1.6% ΔK/K 以上 41.5kW/m 以下 ウラン燃料 48,000MWd/t MOX燃料 45,000MWd/t 1.48 以下 -94~+8 (単位: ×10 ⁻⁴ ΔK/K/°C) -5.2~-1.8 (単位: ×10 ⁻⁴ ΔK/K/°C) 落下制御棒係数 0.25% ΔK/K 以下 核的エンタルピ上昇熱水路係数 1.87 以下 BOC HZP 15 以下 HFP 7.0 以下 EOC HZP 25 以下 HFP 6.8 以下 BOC HZP 0.66% ΔK/K 以下 HFP 0.12% ΔK/K 以下 EOC HZP 0.87% ΔK/K 以下 HFP 0.18% ΔK/K 以下 75 以下 (単位: ×10 ⁻⁴ (ΔK/K)/s) 1.17 以上 溶融点未満	結果 1.89 36.2 47,300 1.41 -66~-3.7 -3.8~-2.8 0.13 1.68 7.73 4.23 20.8 3.47 0.26 0.08 0.49 0.09 40 約 1.29 *1 溶融点未満	今回 1.76 34.6 45,500 1.43 -72~-13.4 -3.6~-2.6 0.16 1.66 7.9 2.1 19.7 2.2 0.45 0.02 0.82 0.03 40 約 1.29 *1 溶融点未満	213 36.0 47,200 1.40 -68~-3.2 -3.5~-2.4 0.15 1.66 7.7 2.1 20.7 2.2 0.31 0.02 0.56 0.03 41 -
動特性		判断基準 設計負荷変化に対して、原子炉系の応答が安定で、原子炉出力、原子炉圧力、1次冷却材平均温度等のパラメータが十分に制御されること。	結果 判断基準を満足	今回 判断基準を満足	-
使用済燃料ピット	冷却能力(ピット水平平均温度) 未臨界性	判断基準 ポンプ2台運転時 ≤52°C ポンプ1台運転時 ≤65°C 実効増倍率 ≤0.98	結果 基準温度以下*2 基準温度以下*2 0.98 以下	今回 基準温度以下*2 基準温度以下*2 0.98 以下	- - -

(BOC: サイクル初期, EOC: サイクル末期, HZP: 高温零出力, HFP: 高温全出力)	
*1: 運転時の異常な過渡変化のうち最も厳しいもの	
*2: 通常運転(2台)と単一故障(1台)のそれぞれについて、基準温度以下であることを確認した。	
*3: 現行はウラン燃料燃焼炉心の核設計評価を1、2次元手法で実施	
*4: 備考にウラン燃料燃焼炉心の核設計評価を3次元手法で実施した結果を記載	

変更前・後比較表

変更前	変更後	備考
<p style="text-align: center;">MOX 燃料使用に伴う安全設計(核特性)</p> <p>ウラン燃料との相違 MOX 燃料の熱中性子吸収断面積大 MOX 燃料の熱中性子共鳴吸収大 核分裂性プルトニウムの親物質増加 プルトニウム中の遅発中性子割合小</p> <p>具体的な現象 中性子スベクトル硬化 制御棒クランプの反応度制御能力低下 反応度係数(減速材温度係数、ドプラー係数等)が負側に移行 中性子スベクトル効果低下 燃焼に伴う反応度低下 即発中性子寿命低下</p> <p>影響内容 制御棒クランプの反応度制御能力低下 反応度係数(減速材温度係数、ドプラー係数等)が負側に移行 出力分布の変化 出力の時間変化大</p> <p>評価内容 通常運転時の制御能力及び反応度停止余裕の評価 原子炉停止に必要な濃度評価 出力分布及び燃料集合体最高燃焼度の評価 動特性の評価</p> <p>対応策 MOX 燃料の適切な炉心配置 燃料取替用水濃度上昇 燃料棒富化度分布の設定 燃料集合体最高燃焼度制限値の低減 原子炉出力等を十分制御できることを確認</p> <p style="text-align: right;">添付-4</p>	<p style="text-align: center;">MOX 燃料使用に伴う安全設計(核特性)</p> <p>ウラン燃料との相違 MOX 燃料の熱中性子吸収断面積大 MOX 燃料の熱中性子共鳴吸収大 核分裂性プルトニウムの親物質増加 プルトニウム中の遅発中性子割合小</p> <p>具体的な現象 中性子スベクトル硬化 制御棒クランプの反応度制御能力低下 反応度係数(減速材温度係数、ドプラー係数等)が負側に移行 中性子スベクトル効果低下 燃焼に伴う反応度低下 即発中性子寿命低下</p> <p>影響内容 制御棒クランプの反応度制御能力低下 反応度係数(減速材温度係数、ドプラー係数等)が負側に移行 出力分布の変化 出力の時間変化大</p> <p>評価内容 通常運転時の制御能力及び反応度停止余裕の評価 原子炉停止に必要な濃度評価 出力分布及び燃料集合体最高燃焼度の評価 動特性の評価</p> <p>対応策 MOX 燃料の適切な炉心配置 燃料取替用水濃度上昇 燃料棒富化度分布の設定 燃料集合体最高燃焼度制限値の低減 原子炉出力等を十分制御できることを確認</p> <p style="text-align: right;">添付-4</p>	<p>備考</p>

変更前・後比較表

変更前	変更後	備考
<p>ITDP 統計的熱設計手法のこと。燃料と原子炉冷却材との熱伝達の観点から、燃料の健全性を評価する統計的な熱設計手法で、炉心の安全性に関する熱的余裕を評価できる。(Improved Thermal Design Procedureの略)</p> <p>アクチニド核種 原子番号90のトリウムから103のローレンシウムまでの元素の総称のこと。</p> <p>α崩壊 原子核の放射性崩壊の一種で、α粒子(ヘリウム原子核)が放出される崩壊のこと。</p> <p>運転時の異常な過渡変化 燃料のふるまいを評価するために、安全評価に際して想定する実際に起こりうるとされる、機器の故障などによる異常事象のこと。 (例：原子炉冷却材流量の部分喪失)</p> <p>FPガス 核分裂生成物のうち気体状のものをいう。代表的にはクリプトン、キセノンおよびヨウ素がある。</p> <p>核的エンタルピ上昇熱水路係数 最大燃料棒出力と炉心平均燃料棒出力との比のこと。</p> <p>格納容器バウンダリ 原子炉冷却材喪失事故に対して圧力障壁となり、かつ、放射性物質の放散に対する障壁を形成するよう設計された範囲の施設のこと。</p> <p>核分裂収率 特定の核分裂生成物を生ずる核分裂の全核分裂に対する比のこと。</p> <p>核分裂性プルトニウムの親物質 中性子を捕獲することにより、核分裂性プルトニウム(プルトニウム239及び241)に変化する物質で、プルトニウム238や240のこと。</p> <p>仮想事故 重大事故を超えるような技術的見地からは起こることは考えられない事故で、重大事故を想定する際に効果を期待した安全防護施設のうちのいくつかが作動しないと、放射性物質の放出量を想定する事故のこと。 重大事故と同様、「原子炉冷却材喪失」及び「蒸気発生器伝熱管破損」を想定し、敷地周辺における一般公衆の被ばく評価を行う。</p>	<p>ITDP 統計的熱設計手法のこと。燃料と原子炉冷却材との熱伝達の観点から、燃料の健全性を評価する統計的な熱設計手法で、炉心の安全性に関する熱的余裕を評価できる。(Improved Thermal Design Procedureの略)</p> <p>アクチニド核種 原子番号90のトリウムから103のローレンシウムまでの元素の総称のこと。</p> <p>α崩壊 原子核の放射性崩壊の一種で、α粒子(ヘリウム原子核)が放出される崩壊のこと。</p> <p>運転時の異常な過渡変化 燃料のふるまいを評価するために、安全評価に際して想定する実際に起こりうるとされる、機器の故障などによる異常事象のこと。 (例：原子炉冷却材流量の部分喪失)</p> <p>FPガス 核分裂生成物のうち気体状のものをいう。代表的にはクリプトン、キセノンおよびヨウ素がある。</p> <p>核的エンタルピ上昇熱水路係数 最大燃料棒出力と炉心平均燃料棒出力との比のこと。</p> <p>格納容器バウンダリ 原子炉冷却材喪失事故に対して圧力障壁となり、かつ、放射性物質の放散に対する障壁を形成するよう設計された範囲の施設のこと。</p> <p>核分裂収率 特定の核分裂生成物を生ずる核分裂の全核分裂に対する比のこと。</p> <p>核分裂性プルトニウムの親物質 中性子を捕獲することにより、核分裂性プルトニウム(プルトニウム239及び241)に変化する物質で、プルトニウム238や240のこと。</p> <p>核分裂性プルトニウム富化度 <u>MOX燃料中に含まれる核分裂性プルトニウム(プルトニウム239及び241)の割合のこと。</u> $\text{核分裂性プルトニウム富化度} = \frac{\text{プルトニウム239重量} + \text{プルトニウム241重量}}{\text{プルトニウム重量} + \text{ウラン重量}}$</p>	

変更前・後比較表

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>中性子スペクトル干渉効果 MOX燃料では熱中性子が少ないため、MOX燃料に隣接した熱中性子の多いウラン燃料からMOX燃料へ熱中性子が流入し、MOX燃料集合体の外周部における熱中性子束が内部のものに比べて高くなること。</p> <p>中性子スペクトル硬化 中性子スペクトルは原子炉内での中性子のエネルギー分布で、硬化とはエネルギーの高い中性子の数がエネルギーの低い中性子の数に比べて相対的に増えること。</p> <p>ΔK/K 反応度のこと。臨界（実効増倍率K=1のとき）からのずれを表わす。 (負：未臨界、0：臨界、正：超臨界)</p> <p>ドブラ係数 燃料ペレットの温度変化による反応度の変化の割合を示す係数のこと。燃料温度が上昇すると、ウラン238等の共鳴吸収の増加（ドブラ効果）により熱中性子まで減速される中性子数が減少するため、炉心の実効増倍率は下がる。</p> <p>熱流束熱水路係数 局所最大熱流束（線出力密度）と炉心平均熱流束（平均線出力密度）との比のこと。</p> <p>反応度停止余裕 原子炉を高温全出力から高温停止にする際に、出力の低下による冷却材の温度低下等により原子炉には正の反応度が添加される。制御棒によりこれらの正の反応度を打ち消し、更に余裕を持って未臨界状態にすることができるよう設計する。このときの余裕の大きさを反応度停止余裕という。</p> <p>被覆管の累積疲労サイクル 発電所の起動・停止等により、燃料寿命中に被覆管に生じる応力の繰返しのこと。</p> <p>プルトニウム富化度 MOX燃料中に含まれるプルトニウムの割合のこと。 $\text{プルトニウム富化度} = \frac{\text{プルトニウム重量}}{(\text{プルトニウム重量} + \text{ウラン重量})}$</p> <p>理論密度 その物質の取り得る最大密度で、原子間隔等の測定値をもとに算出した計算値のこと。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	<p>遅発中性子割合 核分裂の際に生まれる中性子のうち、遅発中性子の占める割合のこと。</p> <p>中性子スペクトル干渉効果 MOX燃料では熱中性子が少ないため、MOX燃料に隣接した熱中性子の多いウラン燃料からMOX燃料へ熱中性子が流入し、MOX燃料集合体の外周部における熱中性子束が内部のものに比べて高くなること。</p> <p>中性子スペクトル硬化 中性子スペクトルは原子炉内での中性子のエネルギー分布で、硬化とはエネルギーの高い中性子の数がエネルギーの低い中性子の数に比べて相対的に増えること。</p> <p>ΔK/K 反応度のこと。臨界（実効増倍率K=1のとき）からのずれを表わす。 (負：未臨界、0：臨界、正：超臨界)</p> <p>ドブラ係数 燃料ペレットの温度変化による反応度の変化の割合を示す係数のこと。燃料温度が上昇すると、ウラン238等の共鳴吸収の増加（ドブラ効果）により熱中性子まで減速される中性子数が減少するため、炉心の実効増倍率は下がる。</p> <p>熱流束熱水路係数 局所最大熱流束（線出力密度）と炉心平均熱流束（平均線出力密度）との比のこと。</p> <p>反応度停止余裕 原子炉を高温全出力から高温停止にする際に、出力の低下による冷却材の温度低下等により原子炉には正の反応度が添加される。制御棒によりこれらの正の反応度を打ち消し、更に余裕を持って未臨界状態にすることができるよう設計する。このときの余裕の大きさを反応度停止余裕という。</p> <p>被覆管の累積疲労サイクル 発電所の起動・停止等により、燃料寿命中に被覆管に生じる応力の繰返しのこと。</p> <p>プルトニウム含有率 MOX燃料中に含まれるプルトニウムの割合のこと。 $\text{プルトニウム含有率} = \frac{\text{プルトニウム重量}}{(\text{プルトニウム重量} + \text{ウラン重量})}$</p> <p>理論密度 その物質の取り得る最大密度で、原子間隔等の測定値をもとに算出した計算値のこと。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	