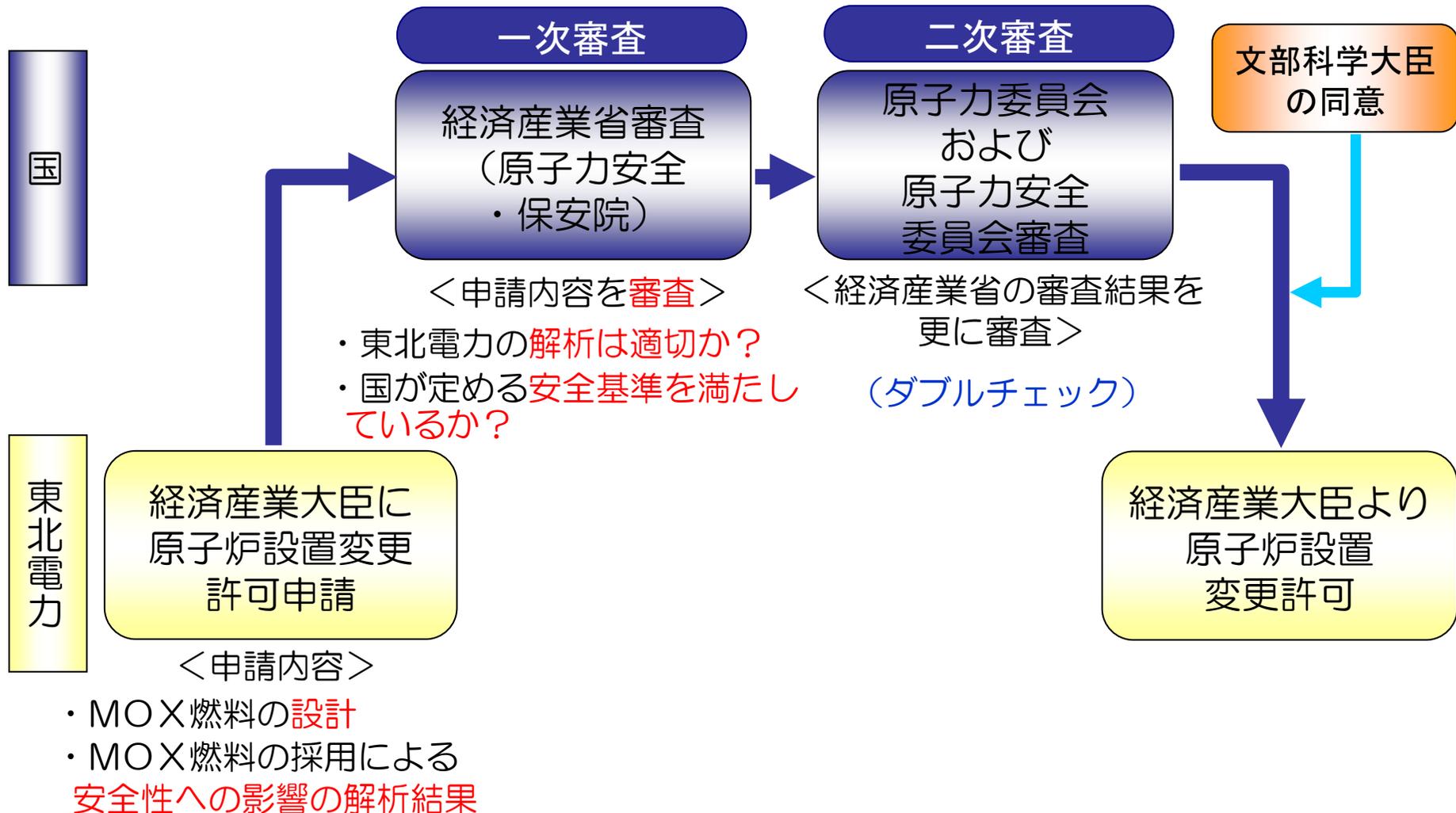


女川原子力発電所3号機におけるMOX燃料採用に伴う 原子炉設置変更許可申請の概要について

平成21年2月20日
東北電力株式会社

安全審査の流れ

当社は、平成20年11月6日に原子炉設置変更許可申請を行い、
国による安全審査を受けているところです。



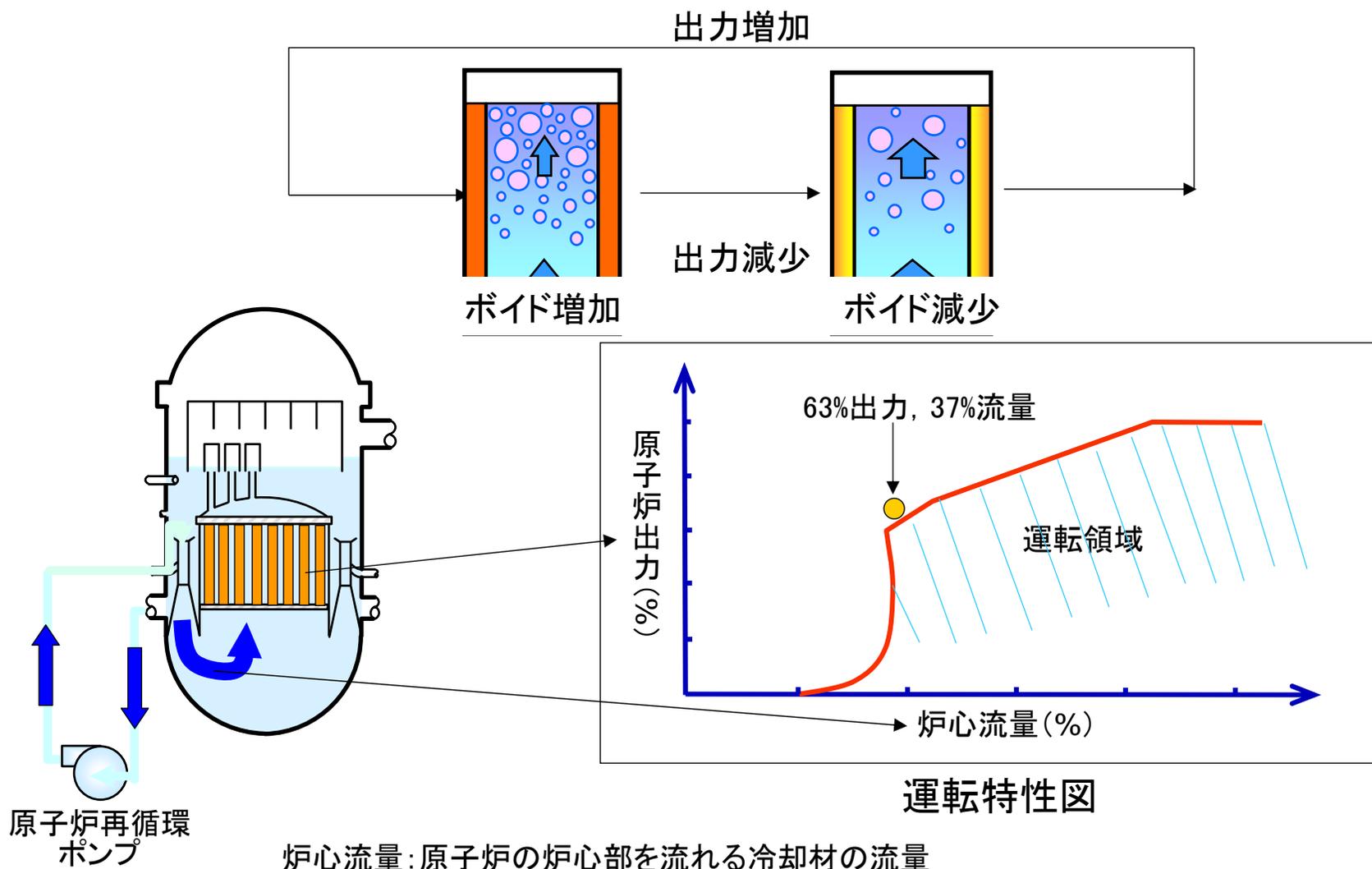
安全審査のポイント

安全審査では、国が定めた各種の指針類等への適合性について以下の観点から確認を受けます。

安全審査のポイント	具体的な確認項目	備考
1.燃料棒は運転中に健全性を確保できるか？	燃料棒内圧, 温度	前回 ご報告済 (省略)
2.各々の燃料の出力が出すぎたり冷却不足にならないか？	熱的制限値	
3.制御棒の原子炉を止める能力は十分か？	スクラム反応度, 停止余裕	
4.出力が急激に変動したときうまく元に戻ろうとするか？	炉心安定性	
5.MOX燃料の貯蔵や取り扱いが安全に行えるか？	燃料プール水温等	
6.異常が発生した場合に安全は保てるのか？	燃料, 原子炉の健全性	
7.事故を想定した場合にも発電所の健全性は確保できるか？	燃料, 原子炉の健全性	
8.通常運転時, 事故時の発電所周辺へ放射線影響は無いのか？	被ばく線量	

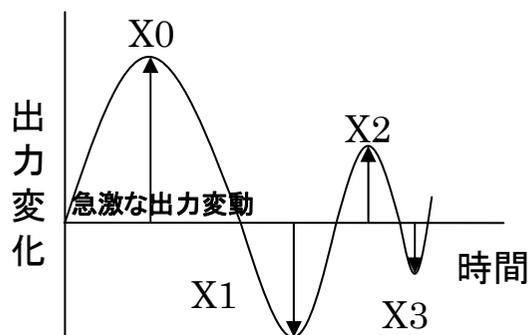
「4.出力が急激に変動したときうまく元に戻ろうとするか？」の確認 「炉心安定性」とは？

制御棒の操作や再循環流量の変化等で原子炉に外乱が生じた場合、原子炉を安定に制御できることを、全ての運転範囲で確認します。



「4.出力が急激に変動したときうまく元に戻ろうとするか？」の確認 「炉心安定性」の確認結果

判断基準：出力振幅の変化割合が1を超えないこと



「出力が元に戻るかどうか」の指標

出力振幅の変化割合(減幅比)

$$= \frac{X2}{X0}$$

		9×9燃料 (A型)	MOX燃料 + 9×9燃料(A型)	判断 基準	結果
炉心 安定性	(最低ポンプ速度 最大出力運転時: 63%出力, 37%流量)	0.60	0.75	1未満	良

確認結果:判断基準を満足する。

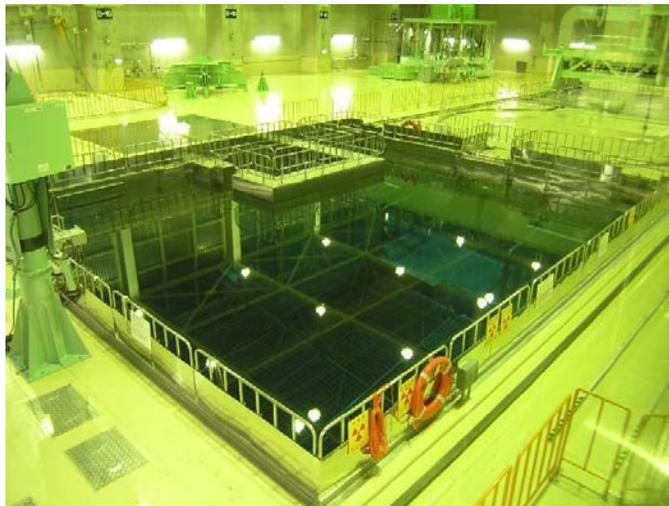
「5.MOX燃料の貯蔵や取り扱いが安全に行えるか？」の確認 「燃料プール水温」の確認結果

p5

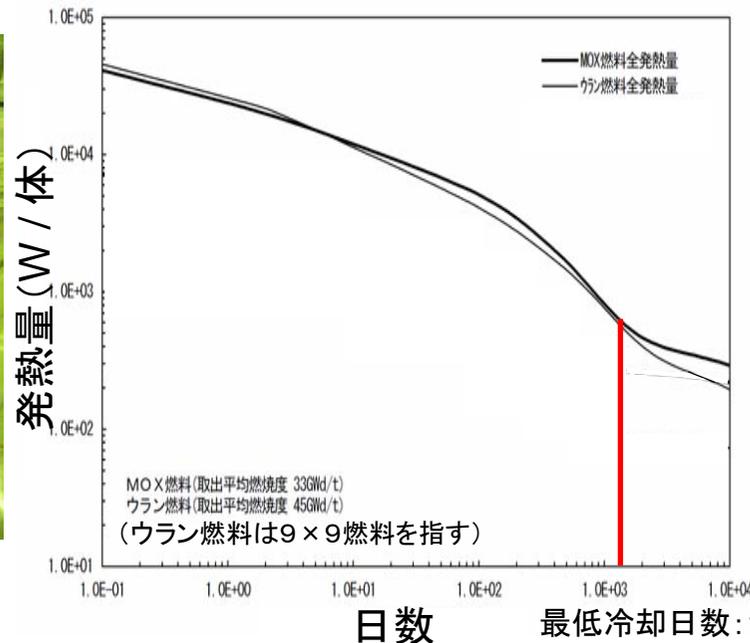
現行の設備でMOX燃料を使用済み燃料プールに安全に貯蔵できることを確認します。

判断基準【使用済み燃料プール水温】

- : 燃料プール内のみの使用済み燃料を冷却する場合 52℃を超えない
- : 原子炉および燃料プール内の使用済み燃料を冷却する場合 65℃を超えない



使用済み燃料プール
(女川3号機)



(参考)

・現在、燃料は、原子炉から取り出し後、最低1320日(約3.6年)プールにて冷却したのち、専用の輸送容器に入れて再処理工場に搬出しています。

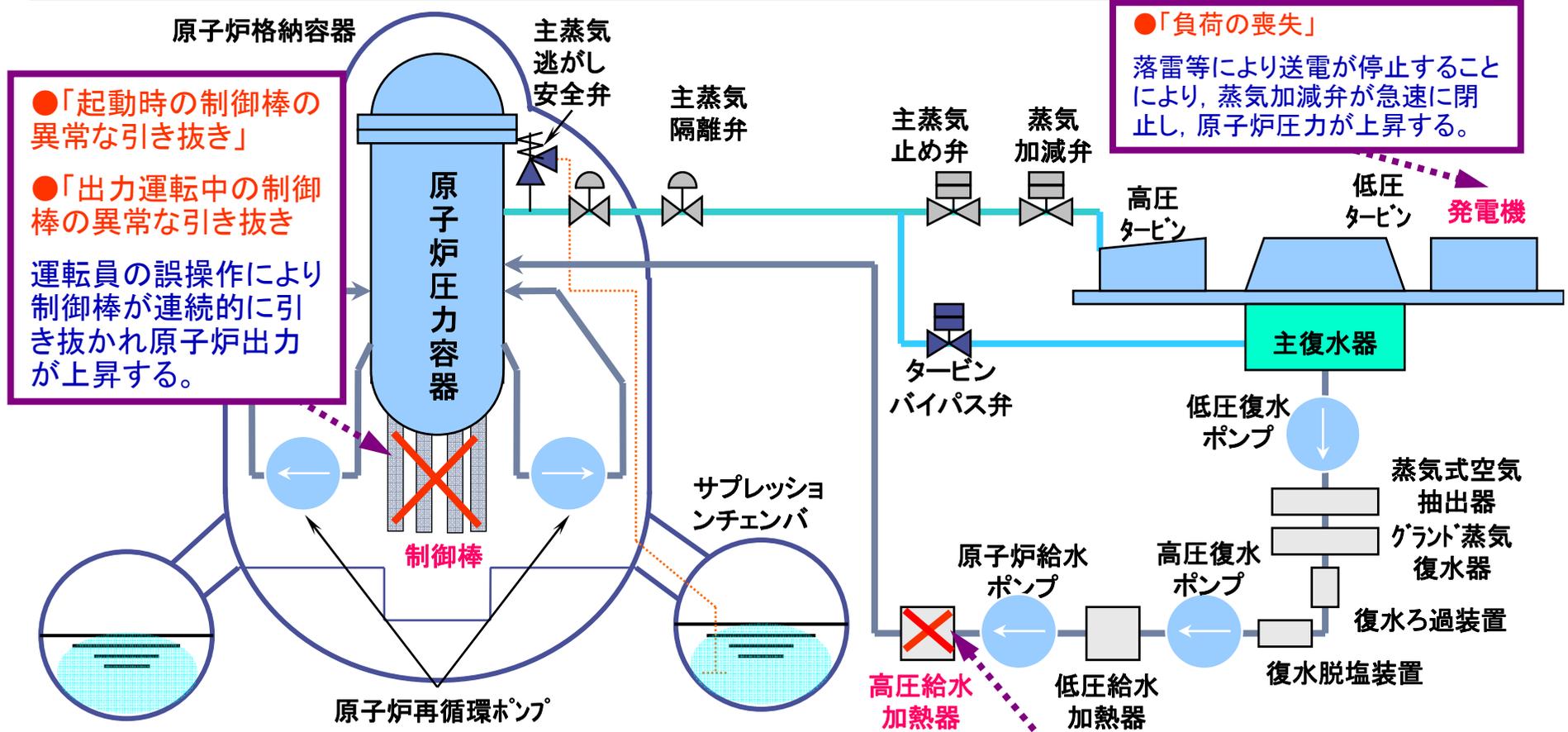
グラフ:「沸騰水型原子力発電所 MOX燃料の貯蔵について」
(株式会社東芝 TLR-068改訂1 平成11年2月)より抜粋

確認結果: MOX燃料とウラン燃料における崩壊熱の差はわずかであることから、現在の冷却設備で十分冷却可能であり、判断基準を満足する。

「6.異常が発生した場合に安全は保てるのか？」の確認

「運転時の異常な過渡変化」:

原子炉の運転中に一つの機器の故障や誤動作などにより発生すると予想される事象
(合計12事象)



●「起動時の制御棒の異常な引き抜き」
●「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」
運転員の誤操作により制御棒が連続的に引き抜かれ原子炉出力が上昇する。

●「負荷の喪失」
落雷等により送電が停止することにより、蒸気加減弁が急速に閉止し、原子炉圧力が上昇する。

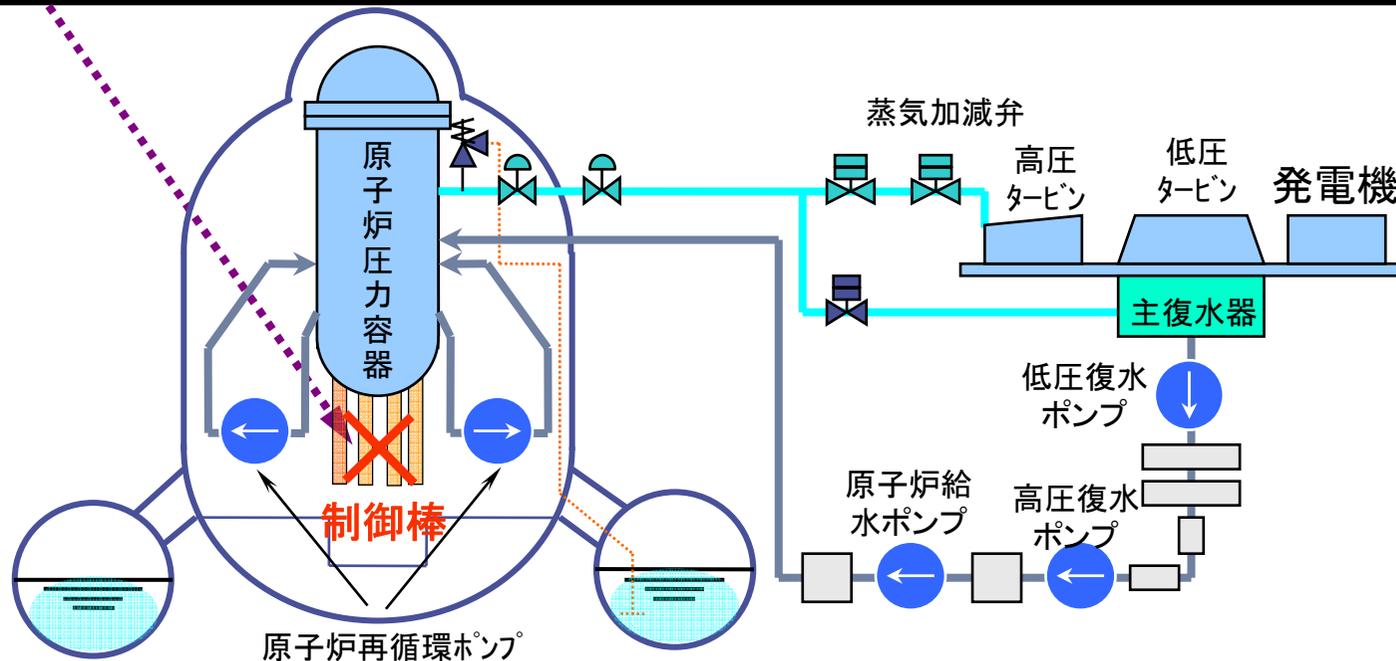
●「給水加熱喪失」
原子炉の出力運転中に、給水加熱器への蒸気流量が喪失して、給水温度が徐々に低下して、原子炉出力が上昇する。

「6.異常が発生した場合に安全は保てるのか？」の確認

「制御棒の異常な引き抜き」の確認結果

●「起動時, 出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」

運転員の誤操作により制御棒が連続的に引き抜かれ原子炉出力が上昇する事象



事象	評価項目	解析結果	判断基準	結果
起動時の制御棒の異常な引き抜き	燃料エンタルピ(熱量)の最大値	約92kJ/kg (22cal/g)	272kJ/kg (65cal/g) 以下	良
出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	局所的に発生する単位面積当たりの熱量	約121%	165 %以下	良

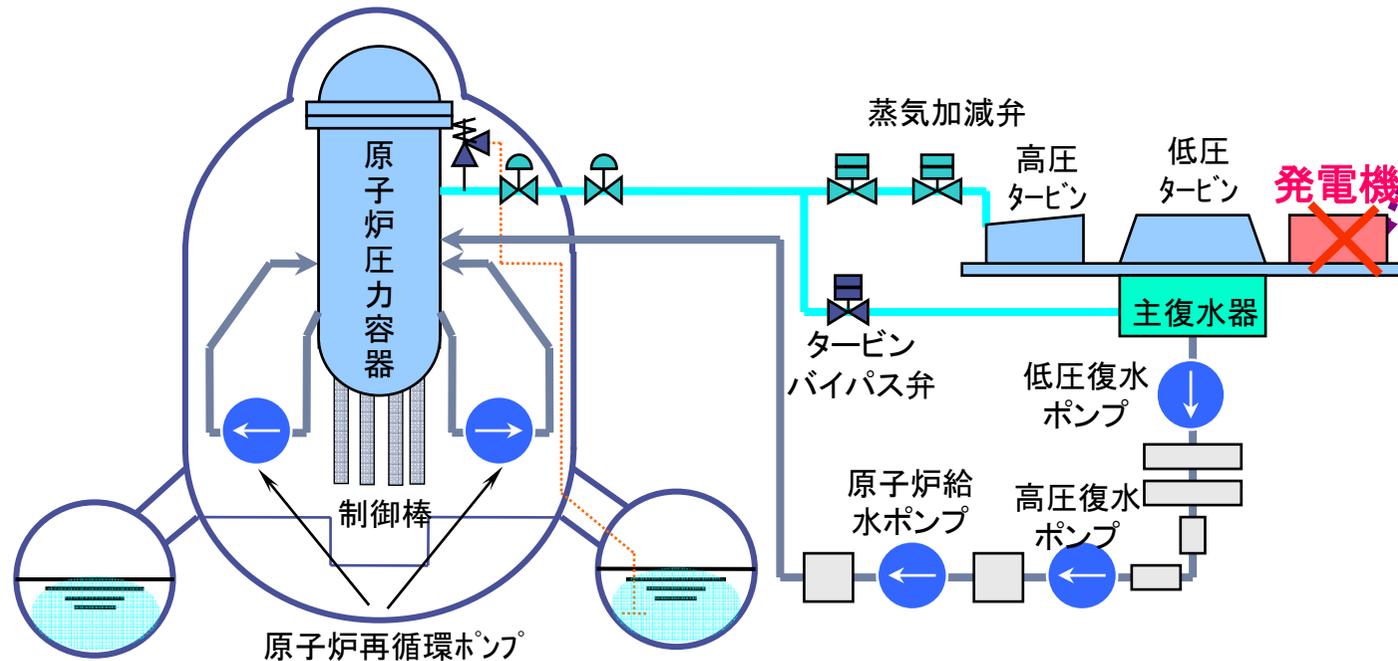
確認結果: 判断基準を満足する。

「6.異常が発生した場合に安全は保てるのか？」の確認

「負荷の喪失」の確認結果

●「負荷の喪失」

落雷等により送電が停止することにより、蒸気加減弁が急速に閉止し、原子炉圧力が上昇することにより炉内のボイドが減少して原子炉出力が上昇する事象



事象	評価項目	解析結果	判断基準	結果
負荷の喪失	原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力の最大値	約8.25 MPa[gage]	9.48MPa[gage] 以下	良

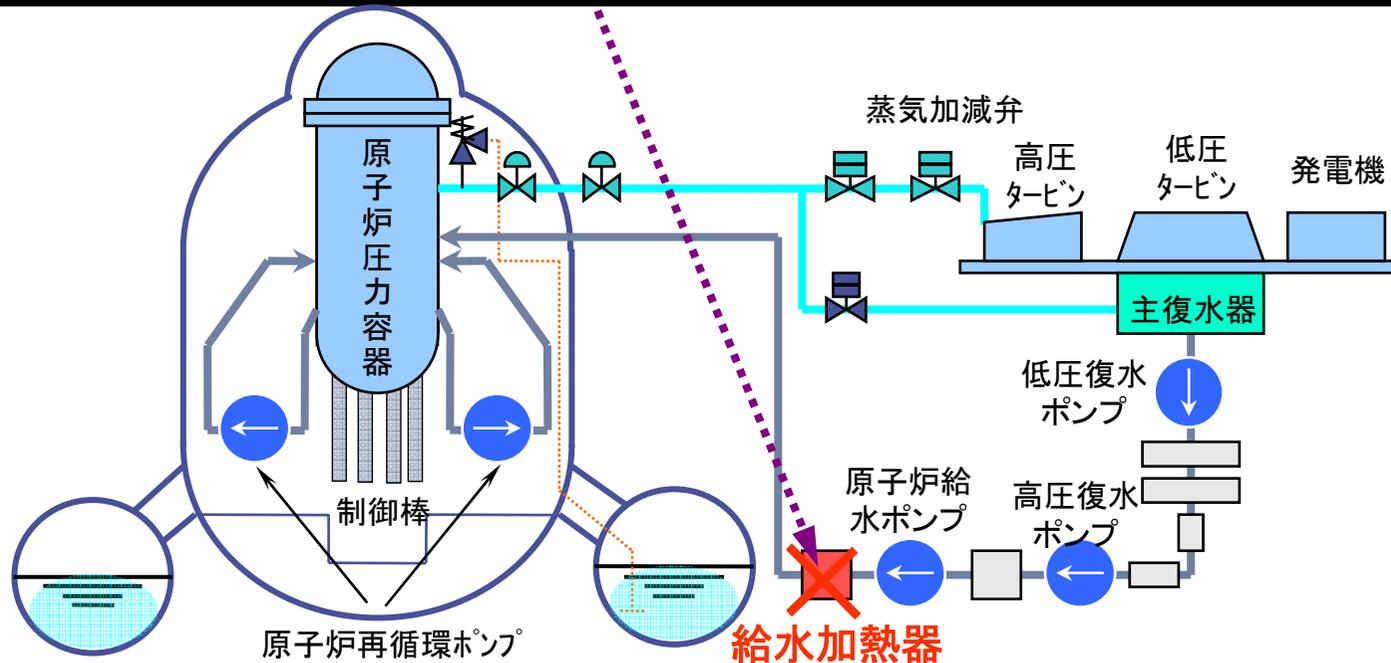
確認結果: 判断基準を満足する。

「6.異常が発生した場合に安全は保てるのか？」の確認

「給水加熱喪失」の確認結果

●「給水加熱喪失」

原子炉の出力運転中に、給水加熱器への蒸気流量が喪失して、給水温度が徐々に低下して、炉内のボイドが減少して原子炉出力が上昇する事象



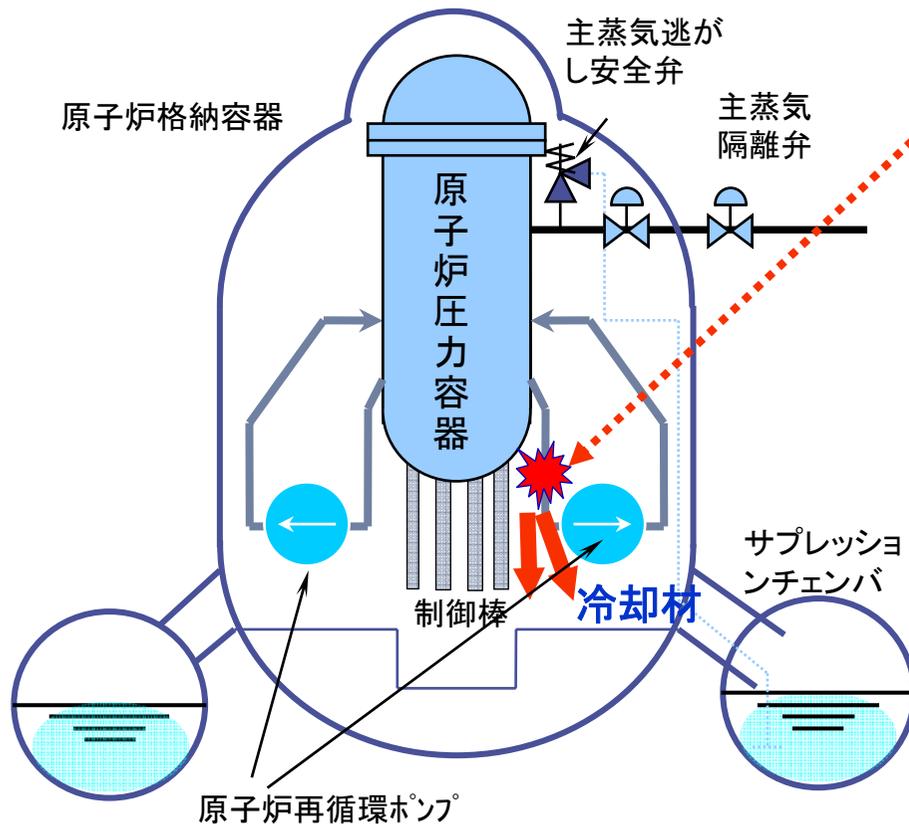
事象	評価項目	解析結果	判断基準	結果
給水加熱喪失	燃料が冷却不足で過熱状態になる出力 運転中の出力 (最小限界出力比)	M O X 燃料 : 1.27 ($\Delta=0.18$)	この解析結果を用いて運転時の制限値を設定	—

確認結果: 判断基準を満足する。

「7.事故を想定した場合にも発電所の健全性は確保できるか？」の確認 「事故」の確認結果

「事故」:

発生する頻度は稀であるが、発生した場合は原子炉施設からの放射性物質の放出の可能性がある事象



(一例)原子炉冷却材喪失

再循環配管が破断し、冷却材が格納容器内に放出され、燃料温度が冷却不足により上昇する事象

評価項目	9×9燃料 (A型)	MOX燃料	判断基準	結果
燃料被覆管最高温度 (°C)	約625	約564	1,200以下	良

MOX燃料は9×9燃料に比べて燃料棒径が太いことから、燃料被覆管の熱容量(温度上昇に必要となる熱量)が大きいため、温度上昇率が小さくなる。

確認結果:判断基準を満足する。

「8.通常運転時，事故時の発電所周辺へ放射線影響は無いか？」の確認 「通常運転時，事故時における被ばく線量」の確認結果

【放射性物質の放出量は従来と変わりません】

・ MOX燃料の場合，核分裂により発生する放射性物質の割合（核分裂収率）はウラン燃料と異なりますが，その差は小さく評価手法の保守性の範囲内にあることが指針※¹に示されております。

【ICRPの90年勧告の取り入れ】

・ 今回は，よう素を摂取した場合の実効線量への換算係数等の見直しを踏まえた評価を行っております。（実効線量への係数は2倍程度）

	従来指針による 評価結果 (9×9燃料)	ICRP90年勧告取り込み後 の評価結果		判断 基準	結果
		9×9 燃料	MOX 燃料		
(通常運転時)評価結果の合計 (1年間あたり)	約0.013 mSv	約0.013 mSv	約0.013 mSv	0.05 mSv 以下	良
(事故時)評価結果の合計 (主蒸気管破断※ ²) (1事象あたり)	約0.031 mSv	約0.09 mSv	約0.09 mSv	5 mSv 以下	良

※1: 発電用軽水型原子炉施設に用いられる混合酸化物燃料について(平成7年6月:原子力安全委員会了承)

※2: **主蒸気管破断**: 原子炉格納容器外で主蒸気管が1本瞬時に破断し，原子炉冷却材が流出して，放射性物質が環境に放出される評価事象。9×9燃料とMOX燃料は形がほぼ同じであり，事故時の水や蒸気の流出量に差は無いことから放射線量も同じ。

当社は、女川原子力発電所3号炉にMOX燃料を採用しても、国の定める安全基準を満足することを確認しております。

女川原子力発電所3号炉におけるMOX燃料の採用については平成20年11月6日、経済産業大臣へ「原子炉設置変更許可申請」を行い、現在国の厳正な安全審査を受けております。

今後、関係自治体のご指導をいただきますとともに、地域の皆様には十分なお説明を行い、ご理解をいただけるよう誠心誠意努めてまいります。