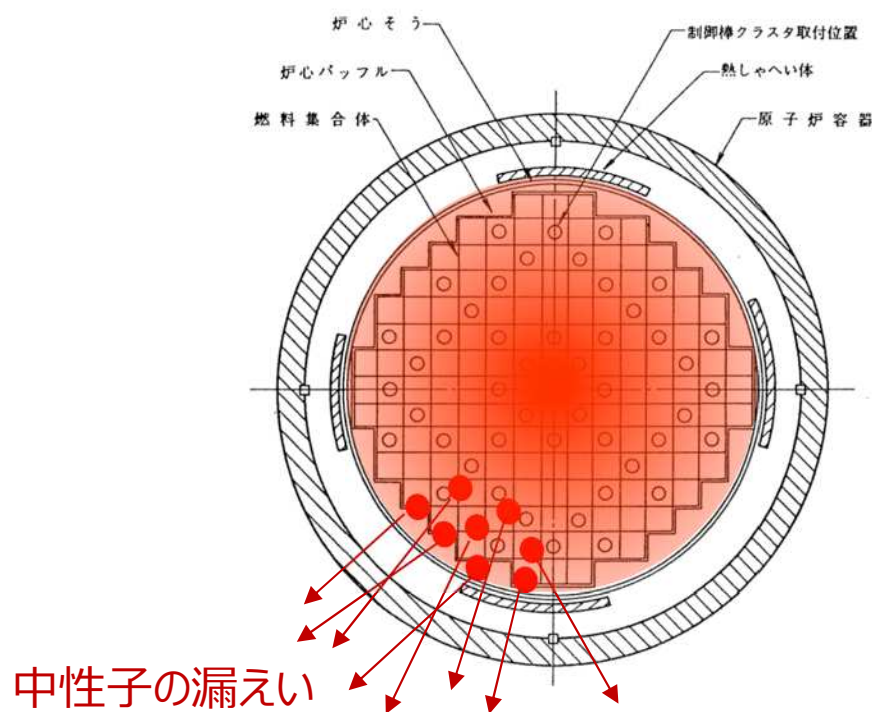


ウラン資源有効活用に向けた 炉心燃料配置の柔軟性向上について

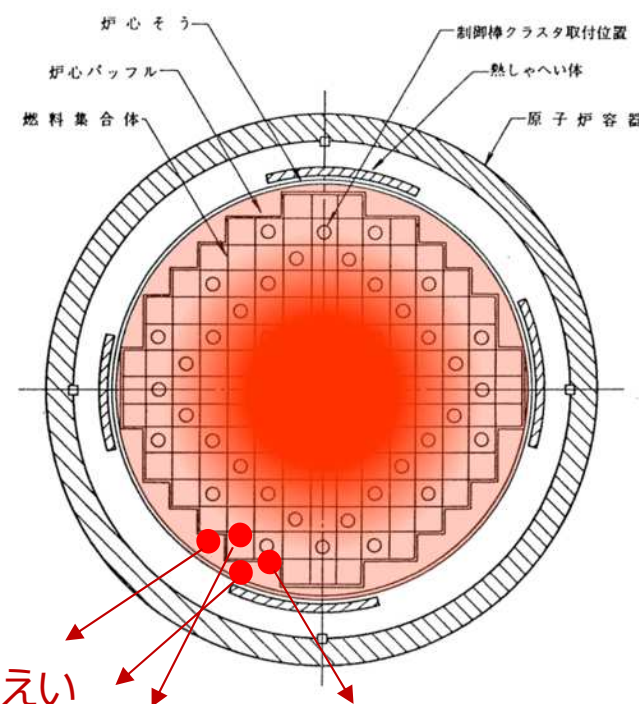
2026.10.14



- 海外の原子力発電所においては、炉心の燃料配置を工夫し、炉心の最外周に反応度の低い燃料をより多く配置することで、炉外への中性子漏えいを可能な限り低減するような燃料装荷パターン（L3P：Low Leakage Loading Pattern）が広く導入。
- 当社としても、**ウラン資源の有効活用を目的に、燃料配置の柔軟性向上に取り組むことを志向。**



炉外への中性子の漏えいが多い



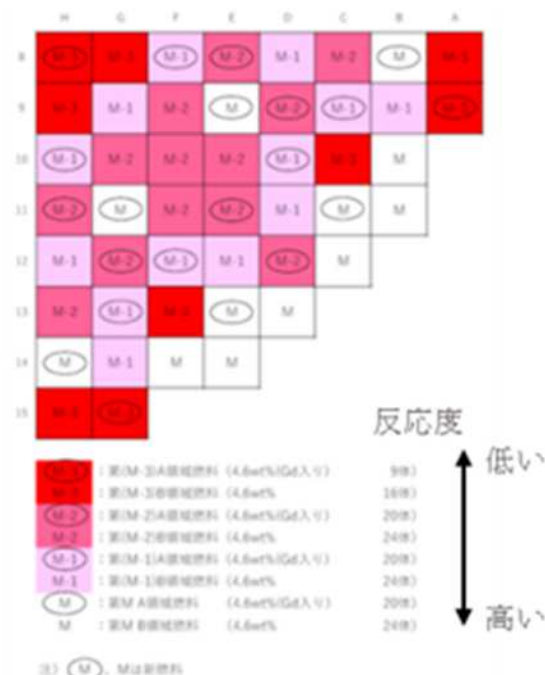
炉外への中性子の漏えいが少ない

燃料配置の柔軟性向上（イメージ）

- 具体的には、美浜3号炉及び高浜1, 2号炉を対象とし、**反応度の低い燃焼の進んだ燃料を最外周の一部に配置**（原子炉容器の中心に対し、0°, 90°, 180°, 270°方向に配置）し、新燃料を内側に配置。
- この炉心設計による効果は、**数サイクルで4体程度の新燃料を削減**。
- 同時に使用済燃料の体数低減にも寄与し、また、結果として、原子炉容器が受ける中性子照射量も低減可能。



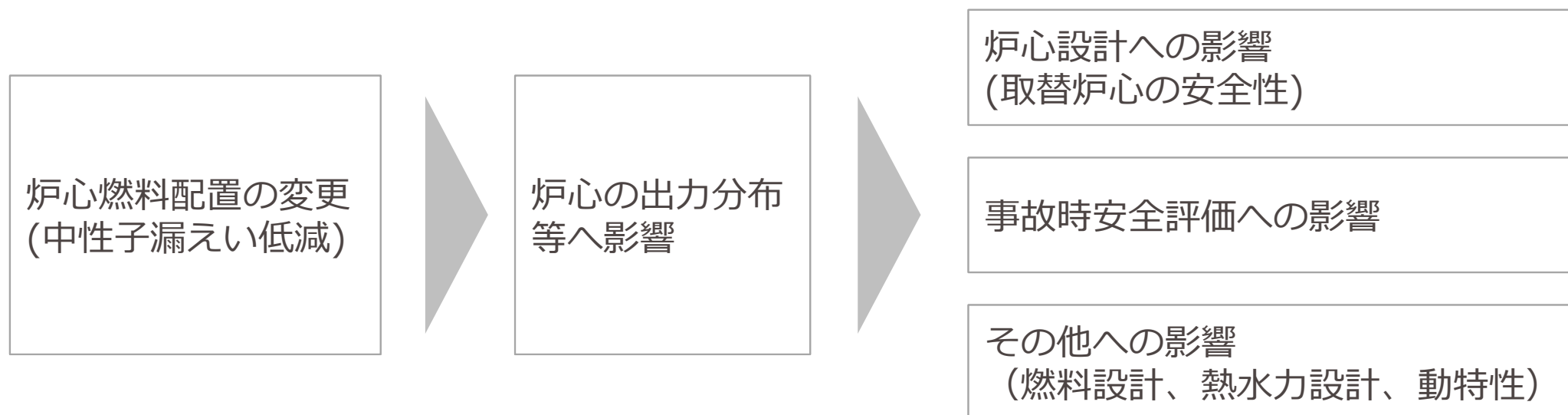
従来炉心



燃料配置の柔軟性を向上させた炉心

燃料配置の例 (1/4炉心図)

- 炉心燃料配置の変更により炉心の出力分布等へ影響するため、炉心設計や事故時安全評価への影響確認を実施。
- いずれも影響は軽微であり、従来の制限値を満足することを確認。
- なお、燃料設計等その他への影響はなく、安全性確保にかかる制限値はいずれも変更不要。



- 炉心燃料配置の変更による発電所の安全性への影響を確認。
- 炉心設計は、取替炉心ごとに燃料の配置を工夫し、複数のパラメータが、制限値の範囲内であることを確認するもの。
- 3 ページに示した炉心を対象として、**「取替炉心の安全性確認項目」を評価し、制限値を満足することを確認。**

炉心の安全性確認項目の評価結果

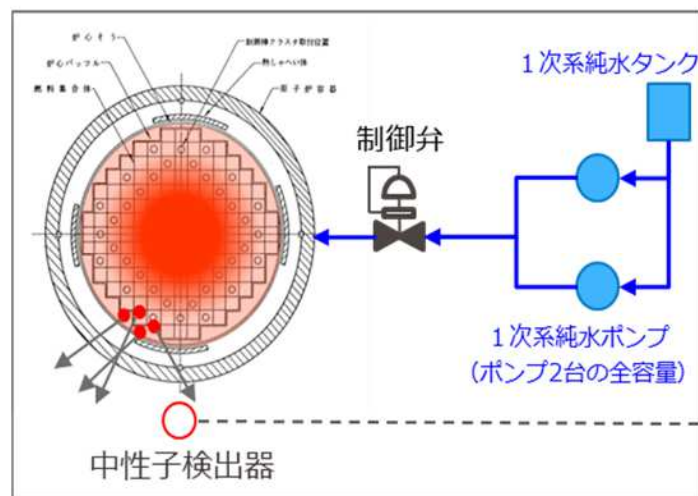
項目		単位	制限値	従来の炉心	柔軟性向上炉心
反応度停止余裕	EOC	% $\Delta k/k$	≥ 1.77	2.21	2.63
最高線出力密度		kW/m	≤ 45.7	41.8	41.6
燃料集合体最高燃焼度		MWd/t	$\leq 55,000$	54,400	54,100
$F\Delta H^N$		—	≤ 1.48	1.46	1.46
減速材温度係数		pcm/°C	-81~0	-64~-3.0	-63~-4.1
ドップラ係数		pcm/°C	-4.8~-1.7	-3.2~-2.3	-3.3~-2.3
落下制御棒価値		% $\Delta k/k$	≤ 0.25	0.17	0.18
制御棒落下時 $F\Delta H^N$		—	≤ 1.80	1.71	1.75
制御棒飛び出し時 FQ	BOC HZP	—	≤ 14	5.2	5.3
	BOC HFP	—	≤ 5.0	2.3	2.2
	EOC HZP	—	≤ 25	16.6	11.9
	EOC HFP	—	≤ 5.0	2.5	2.2
飛び出し制御棒価値	BOC HZP	% $\Delta k/k$	≤ 0.75	0.29	0.19
	BOC HFP	% $\Delta k/k$	≤ 0.15	0.03	0.03
	EOC HZP	% $\Delta k/k$	≤ 1.0	0.82	0.43
	EOC HFP	% $\Delta k/k$	≤ 0.15	0.04	0.04
最大反応度添加率		pcm/sec	≤ 86	62	54

- 安全解析は、プラントの安全設計の妥当性を確認するため、異常な過渡変化や設計基準事故などを対象に評価を行い、これらに対する判断基準を満足することを確認するもの。
- 取替炉心毎の安全性確認として安全解析使用値を満足することを確認すること等から解析条件に変更はなく、安全解析への影響はないことを確認。
- ただし、プラント起動時における「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」事象※については若干の影響が生じるため、詳細な評価を実施（次ページ参照）。

※：「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」の想定

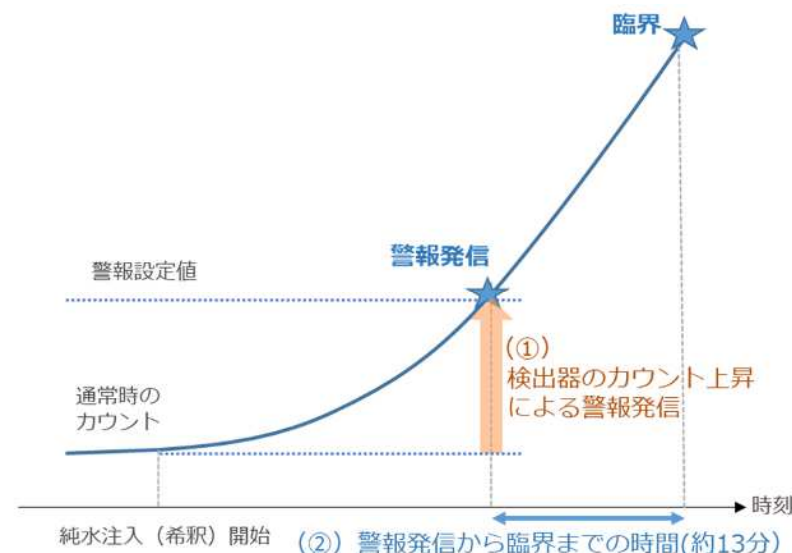
意図せず炉心に純水が注入（＝希釈）され、炉心の反応度が上昇することを想定している。

現行評価では、炉外への中性子漏えいによる検出器のカウント上昇による警報発信（①）から、臨界に至るまでの時間（②）を評価して、運転員の希釈停止操作（③）の時間（約10分）が確保されていれば、臨界に至ることがないため、各判断基準を満足するものとしている。



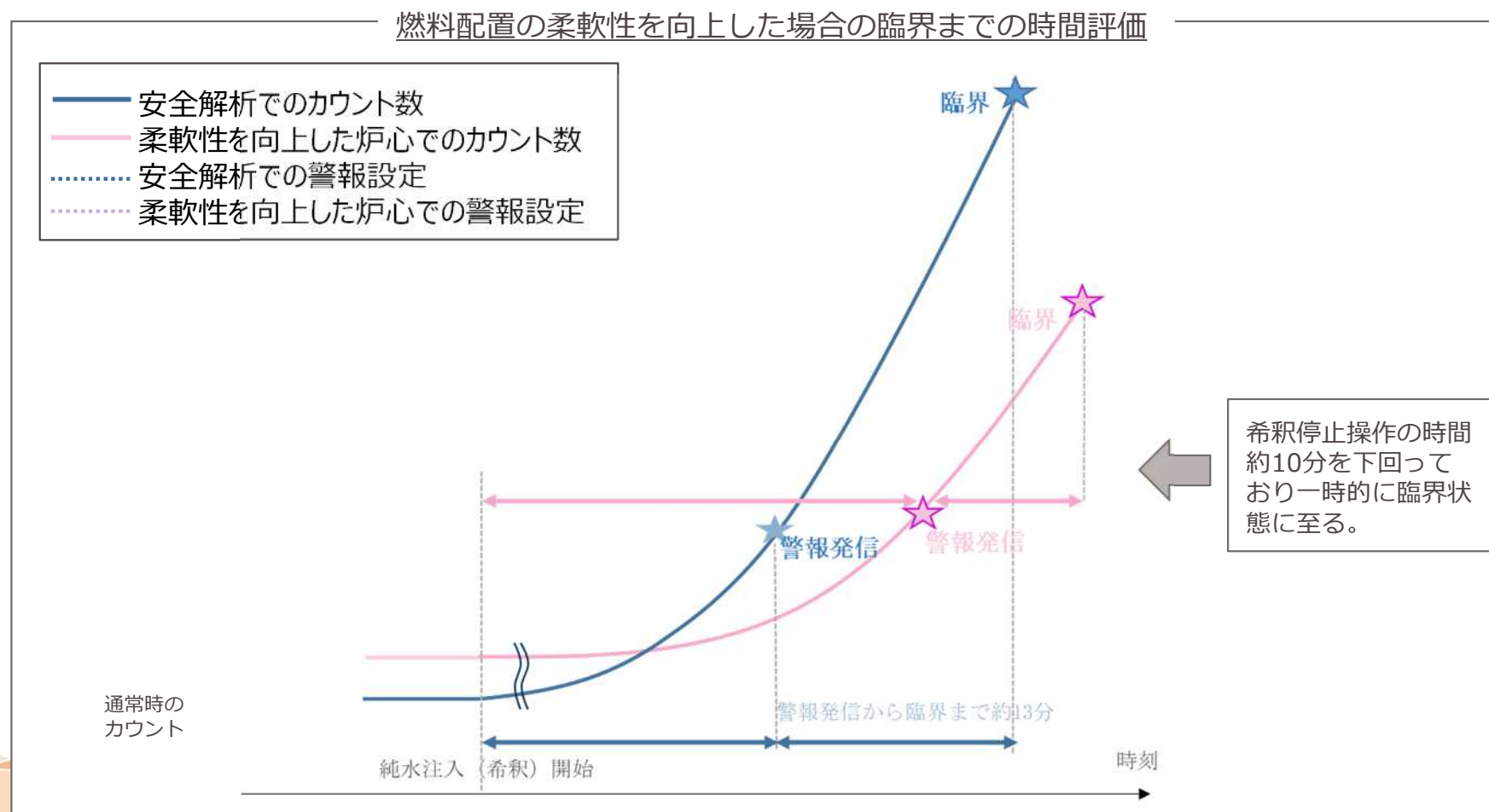
(③) 希釈停止操作
(中央制御盤の
スイッチ操作)

(①) 検出器のカウント
上昇による警報発信

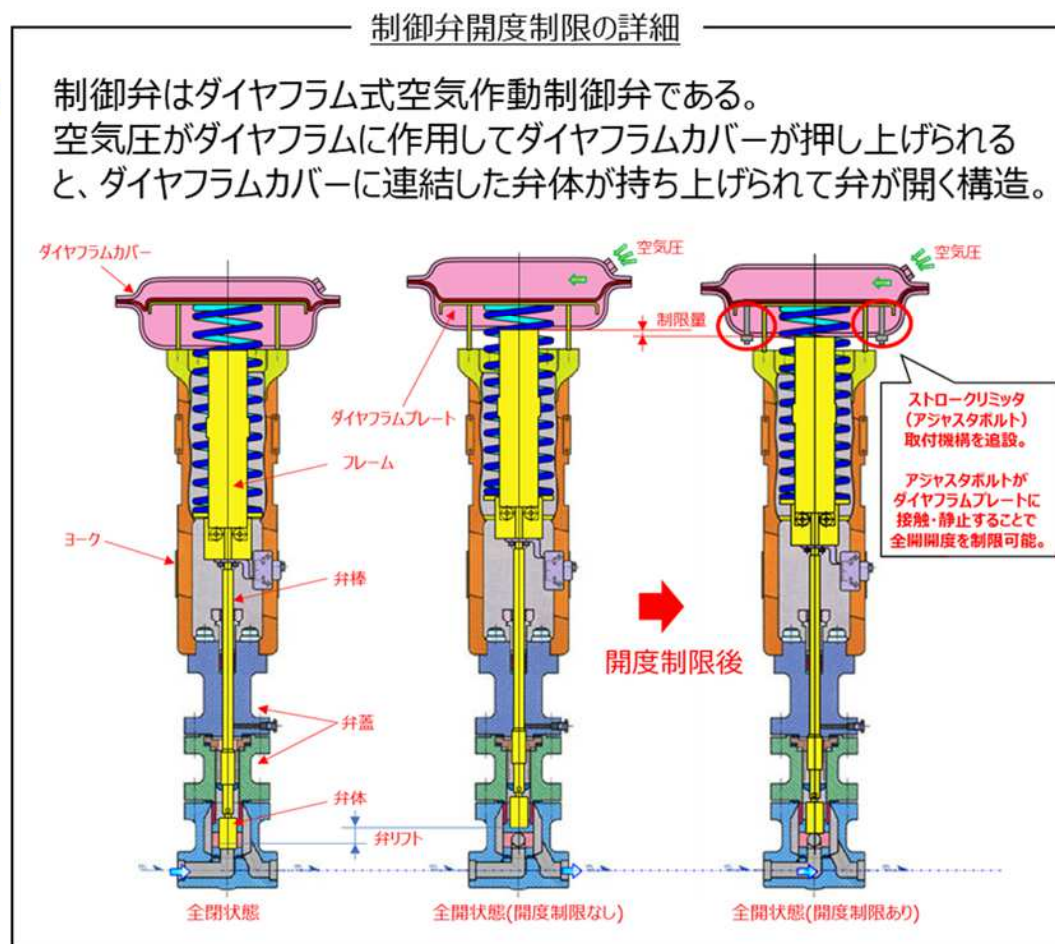
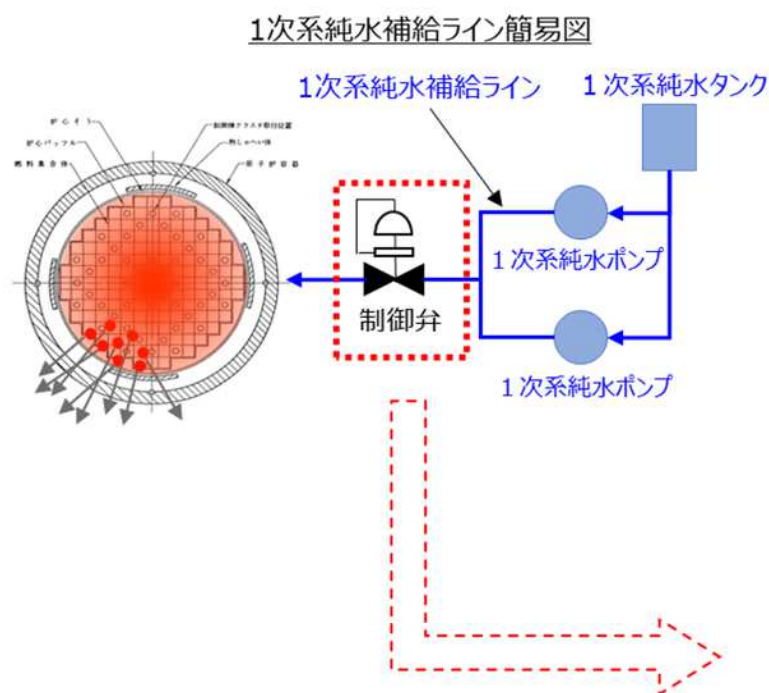


- 燃料配置の柔軟性を向上した炉心の場合、中性子束変化に対する検出性が低下し、**解析上は、警報発信から臨界到達までの時間が短くなる**といった影響が発生。
- これにより、一時的に臨界状態に至ることとなるが、臨界到達後の希釈継続は数分程度に留まり、その間の出力上昇は限定的であることから、**判断基準※を満足することに変更はないことを確認**。

※：燃料中心温度、原子炉圧力等

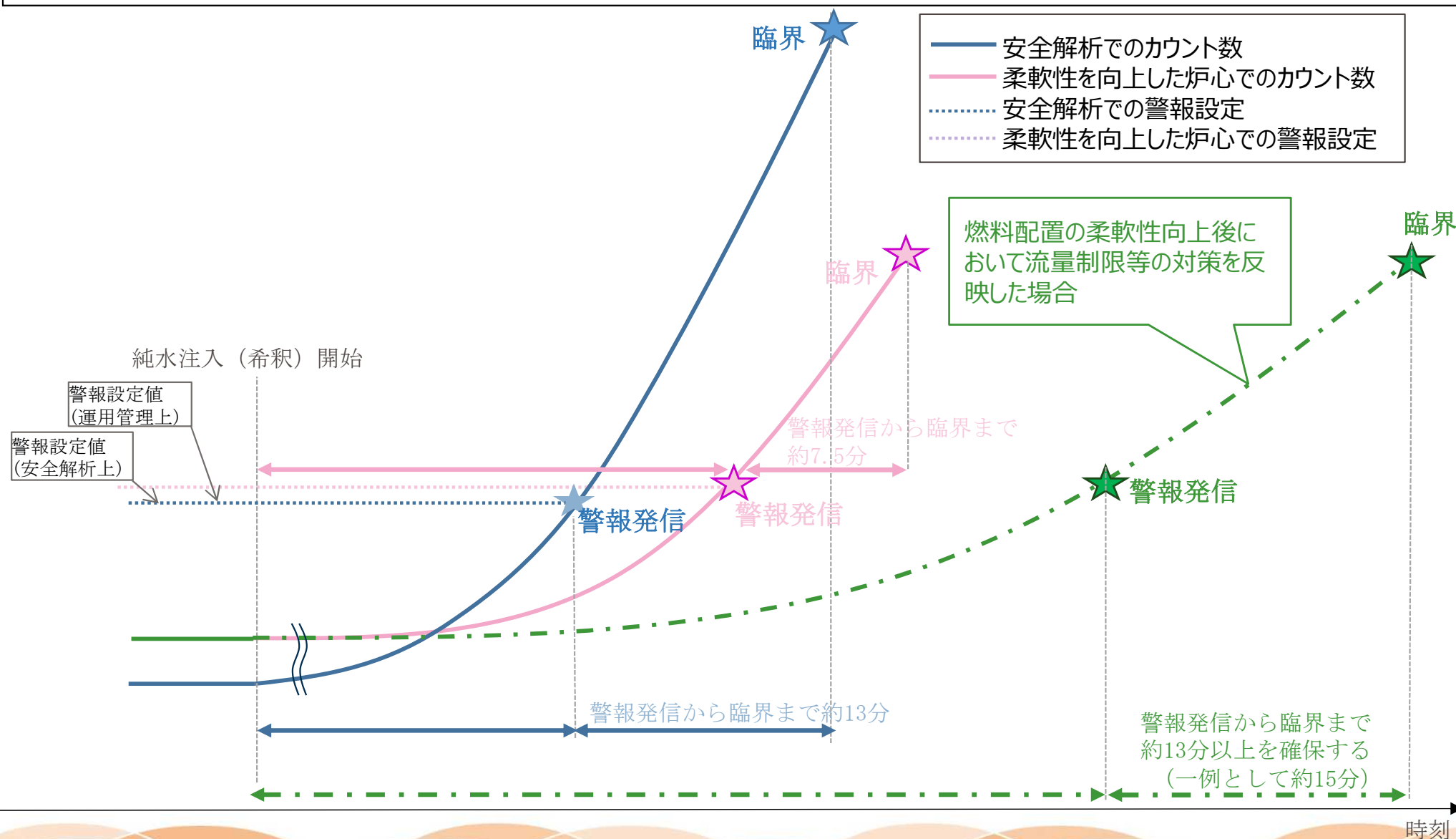


○安全解析では2台の1次系純水ポンプによる希釈を想定しているが、希釈事象への対応時間余裕を確保し、運転上の信頼性を向上させる観点から、ポンプの1台運転制限や系統上の**弁の開度制限による流量制限を実施**する方針。



図：弁開度制限の概要

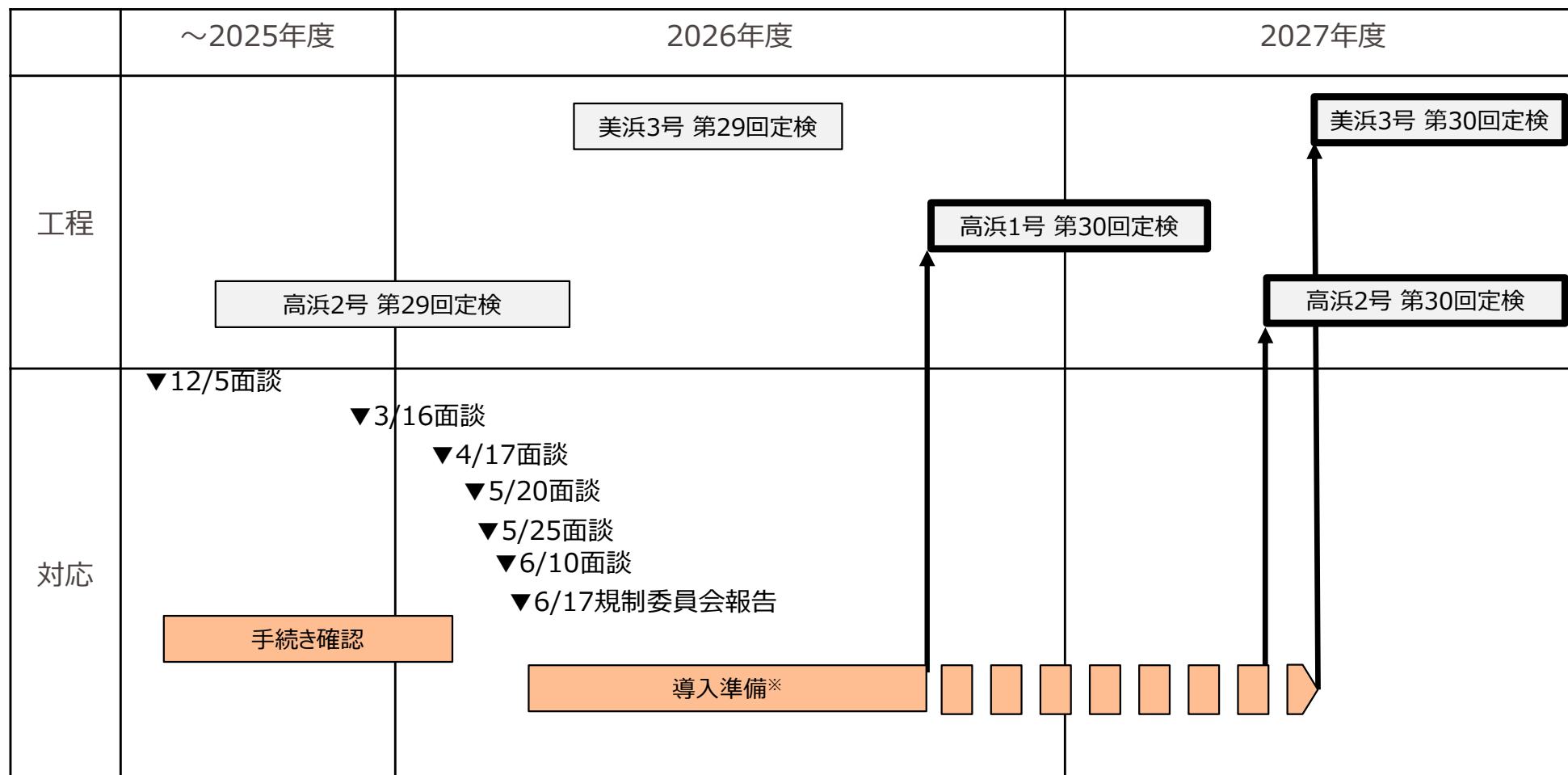
○燃料配置の柔軟性を向上した炉心の場合においても、希釈流量を制限することにより、**警報から臨界までの時間を確保可能**。



- これまでに規制側から得ている許認可（設置許可、設計及び工事の計画、保安規定、長期施設管理計画）への影響を整理して原子力規制庁に行政相談を実施。
(令和7年12月5日から合計6回)
- その結果、6月17日の原子力規制委員会で報告され、**許認可手続き不要の判断**。

	対象	概要
設置許可	炉心	現行の設計の範囲内で実施し、本文記載が影響を受けないことから、許可の変更は 不要 である。
	安全解析	本文記載が影響を受けないことから、許可の変更は 不要 である。
設計及び工事の計画	炉心	現行の設計の範囲内で実施することから、要目表及び基本設計方針の変更は 不要 である。
	1次系純水ポンプ	当該ポンプと制御弁は申請対象外であることから、手続きは 不要 である。
保安規定	取替炉心	燃料の取替等の運用に変更はないことから、手続きは 不要 である。
長期施設管理計画	原子炉容器	原子炉容器の中性子照射量を保守的に設定しており、評価の妥当性に影響がないため、変更は 不要 である。

○今年12月の高浜1号第30回定期検査から導入することを予定しており、高浜2号、美浜3号にも展開予定。

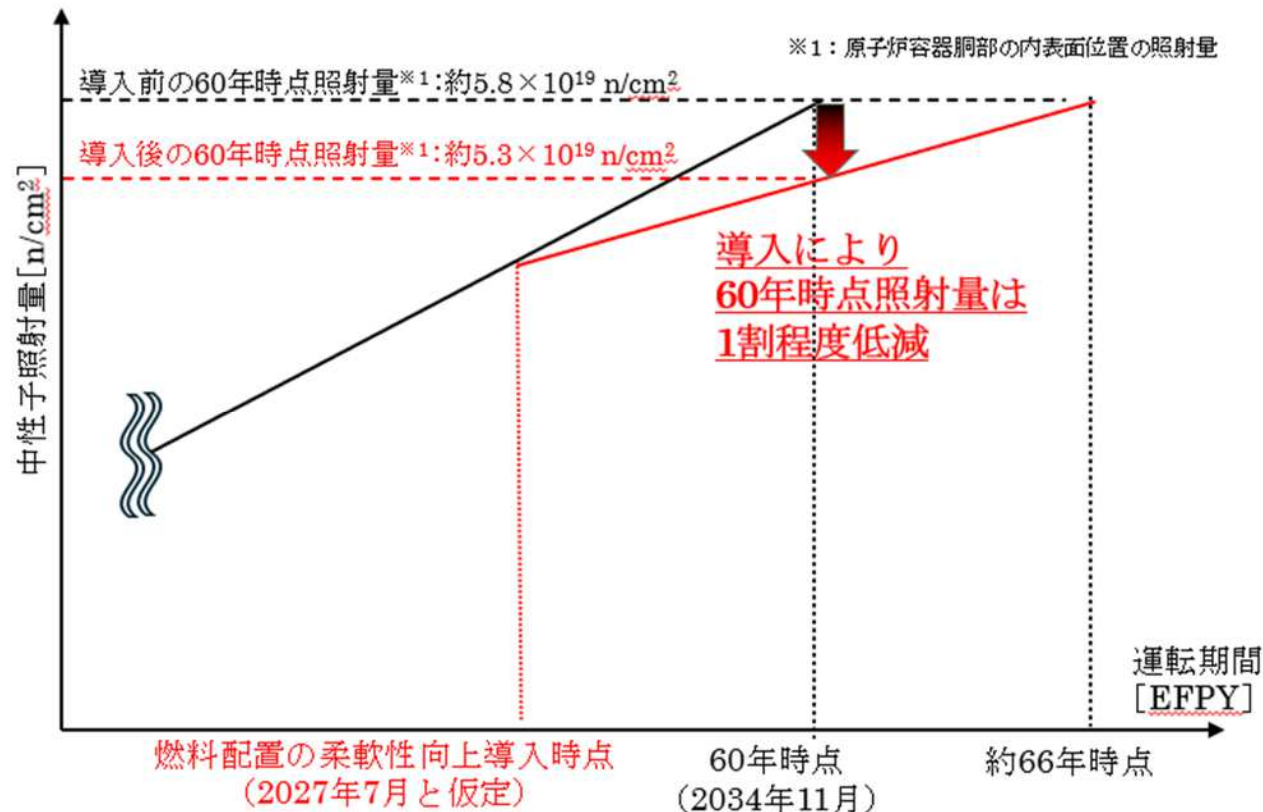


※導入準備として、以下に示すような項目を実施する。

- ・燃料配置の柔軟性向上を踏まえた炉心設計
- ・社内標準の整備（運転操作所則や点検項目等への反映）
- ・制御弁への開度制限措置

など

- 燃料配置の柔軟性向上を踏まえて実施した試算では、原子炉容器が受ける中性子束が最大で5割程度低減できる結果。その時々炉心設計によりその効果は変動するため、平均としては**原子炉容器が受ける中性子束は数割程度低減できる見込み**。
- 高浜1号炉について、2027年7月より燃料配置の柔軟性向上の取組みを導入した場合（第30回定期検査時に導入と想定）の試算を以下に示す。



- 当社は、ウラン資源の有効活用を目的に、燃料配置の柔軟性向上に取り組むことを志向し、今年12月の高浜1号第30回定期検査から順次導入予定。
- 炉心の最外周に反応度の低い燃料をより多く配置することで、新燃料の利用体数の低減に寄与。
- 燃料集合体などの設備変更は不要であり、安全確保のための制限値変更も不要。
- 炉心設計及び事故時安全評価への影響がないことを確認。
- 加えて、更なる安全確保の観点から、希釈事象への対応時間余裕を確保するための措置も講じていく方針。
- 当社は、引き続き原子力発電所の安全確保に努めつつ、ウラン資源の有効活用および原子力の最大限活用に取り組んでいく。