



PWRプラントの過渡・事故解析の概要 (設計基準事象、Non-LOCA解析)

1. 安全設計と安全解析
2. 設計想定事象
3. 安全解析例
 - 3.1 主給水流量喪失
 - 3.2 主蒸気管破断
 - 3.3 制御棒飛び出し

原子炉施設の異常状態における安全設計の果たすべき機能の妥当性を、安全評価（安全解析）によって確認する。

- 運転時の異常な過渡変化

 - 単一の故障・誤操作により生じる恐れのある事象

- 設計基準事故

 - 発生頻度は小さいが放射性物質の放出の可能性が有る事象

■ PWRの設計想定事象(旧原安委 安全評価指針)

運転時の異常な過渡変化

1. 炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化
 - (1) 原子炉起動時における制御棒の異常な引抜き
 - (2) 出力運転中の制御棒の異常な引き抜き
 - (3) 制御棒の落下及び不整合
 - (4) 原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈
2. 炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化
 - (1) 原子炉冷却材流量の部分喪失
 - (2) 原子炉冷却材系の停止ループの誤起動
 - (3) 外部電源喪失
 - (4) 主給水流量喪失
 - (5) 蒸気負荷の異常な増加
 - (6) 2次冷却系の異常な減圧
 - (7) 蒸気発生器への過剰給水
3. 原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化
 - (1) 負荷の喪失
 - (2) 原子炉冷却材系の異常な減圧
 - (3) 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動

設計基準事故

1. 原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化
 - (1) 原子炉冷却材喪失(LOCA)
 - (2) 原子炉冷却材流量の喪失
 - (3) 原子炉冷却材ポンプの軸固着
 - (4) 主給水管破断
 - (5) 主蒸気管破断
2. 反応度の異常な投入又は原子炉出力の急激な変化
 - (1) 制御棒飛び出し
3. 環境への放射性物質の異常な放出
 - (1) 放射性気体廃棄物処理施設の破損
 - (2) 蒸気発生器伝熱管破損
 - (3) 燃料集合体の落下
 - (4) 原子炉冷却材喪失
 - (5) 制御棒飛び出し
4. 原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化
 - (1) 原子炉冷却材喪失
 - (2) 可燃性ガスの発生

■ 主給水流量喪失

- ✓ 主給水ポンプの停止により、蒸気発生器での除熱悪化に伴う1次冷却系の温度、圧力が上昇する事象

⇒ 補助給水ポンプの能力を確認

■ 主蒸気管破断

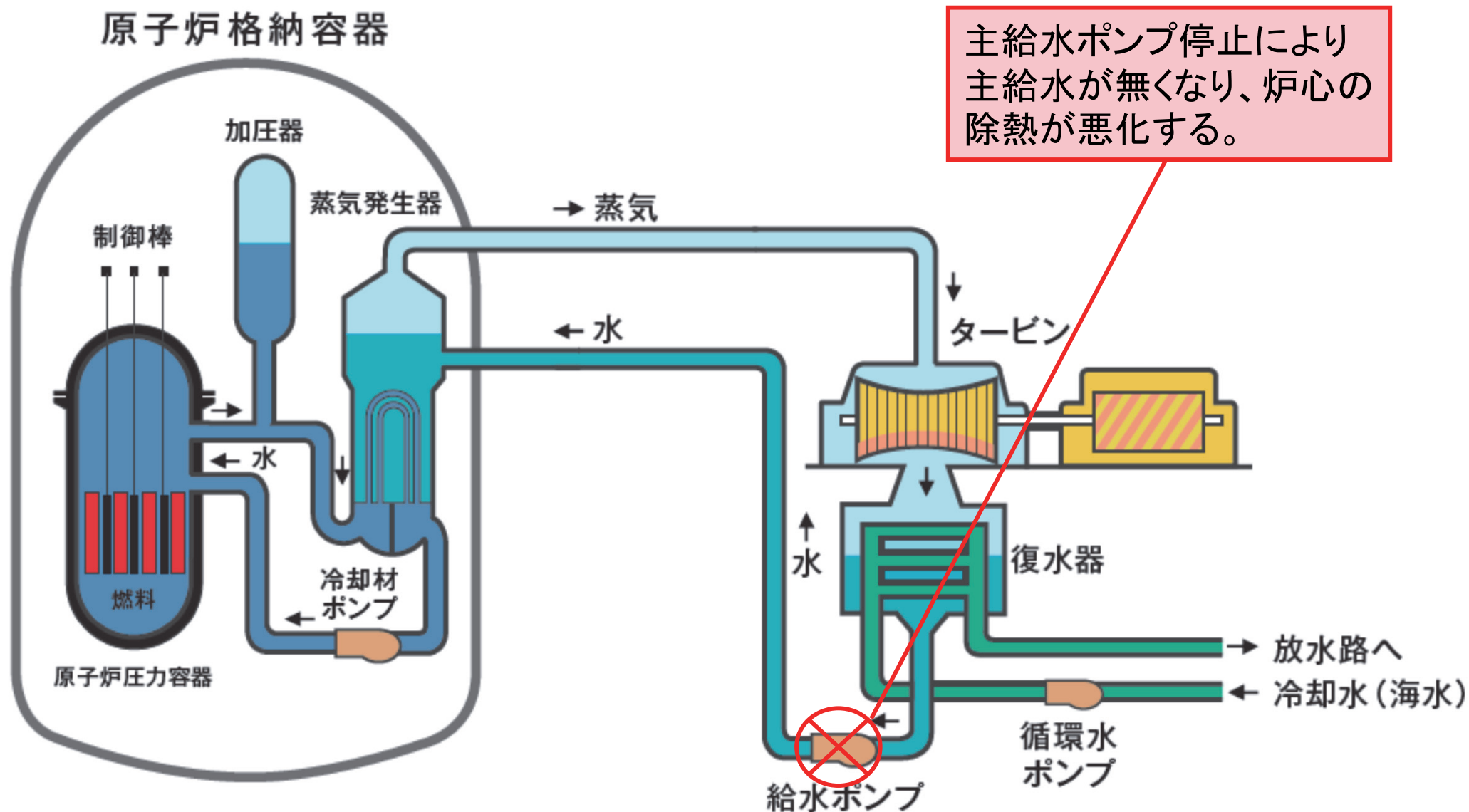
- ✓ 主蒸気管の破断により、蒸気発生器での除熱増加に伴う1次冷却系の温度、圧力が低下する事象

⇒ 高圧注入系(ほう酸添加)の能力を確認

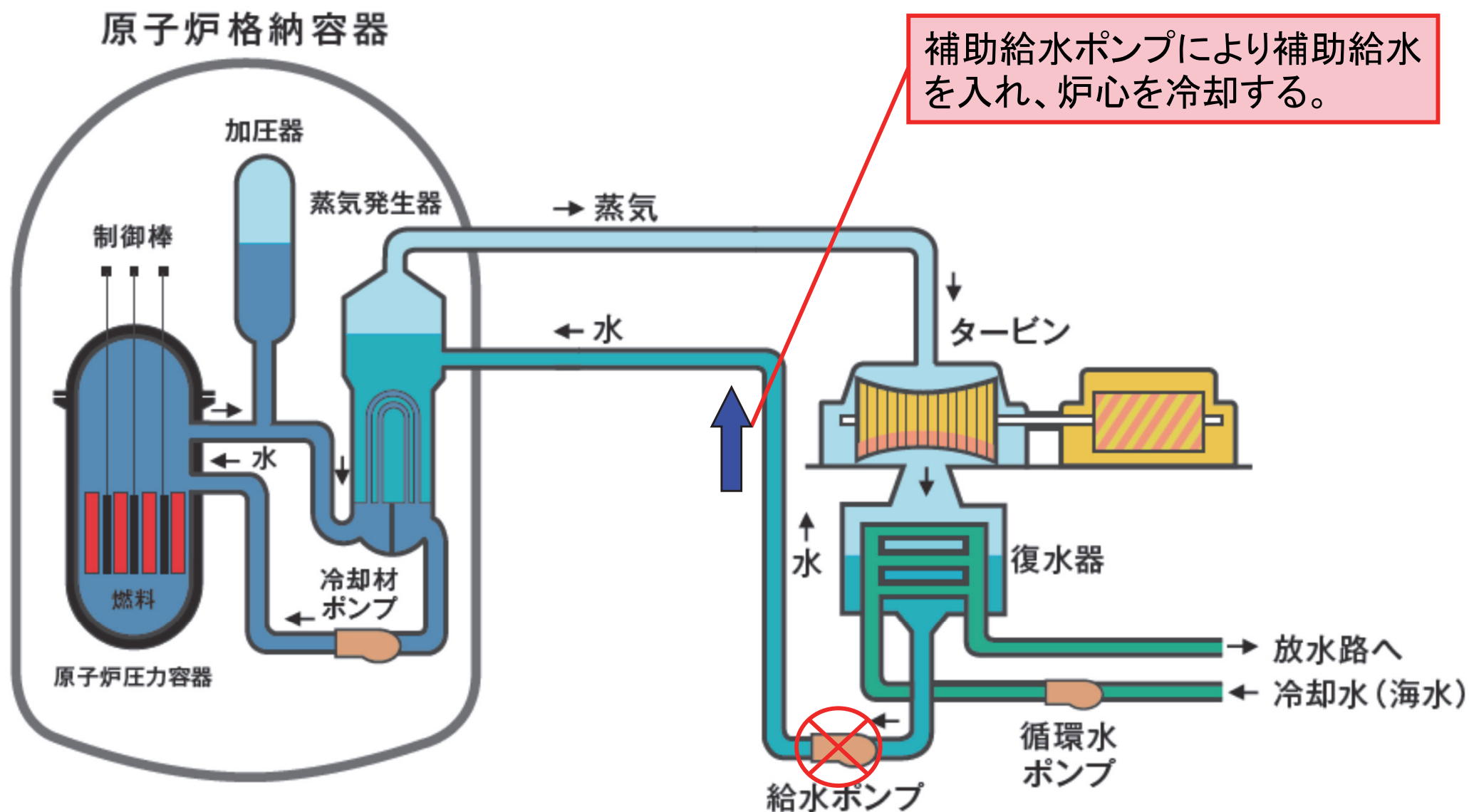
■ 制御棒飛び出し

- ✓ 制御棒駆動装置管台の破損により、原子炉容器内外圧差によって制御棒1体が炉外に飛び出し、反応度が添加され出力分布が歪む事象

⇒ 制御棒の能力を確認



Ref: 一財 日本原子力文化財団 原子力・エネルギー図面集
https://www.jaero.or.jp/data/03syuppan/energy_zumen/energy_zumen.html



Ref: 一財 日本原子力文化財団 原子力・エネルギー図面集
https://www.jaero.or.jp/data/03syuppan/energy_zumen/energy_zumen.html

主給水流量喪失の事象進展

主給水ポンプトリップ

- ・ 主給水ポンプの故障、
- ・ 復水ポンプ電源喪失又は故障



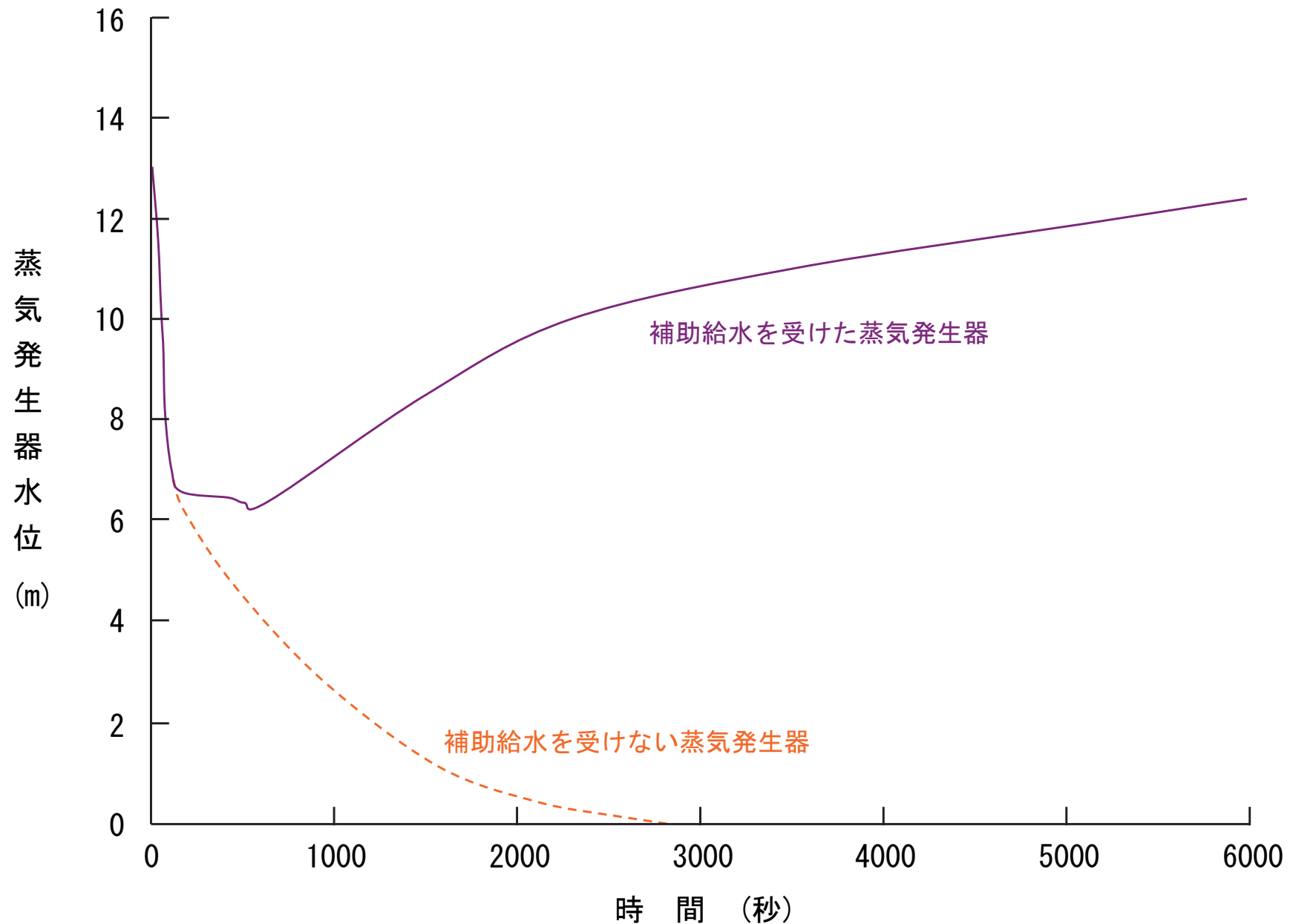
補助給水ポンプ起動



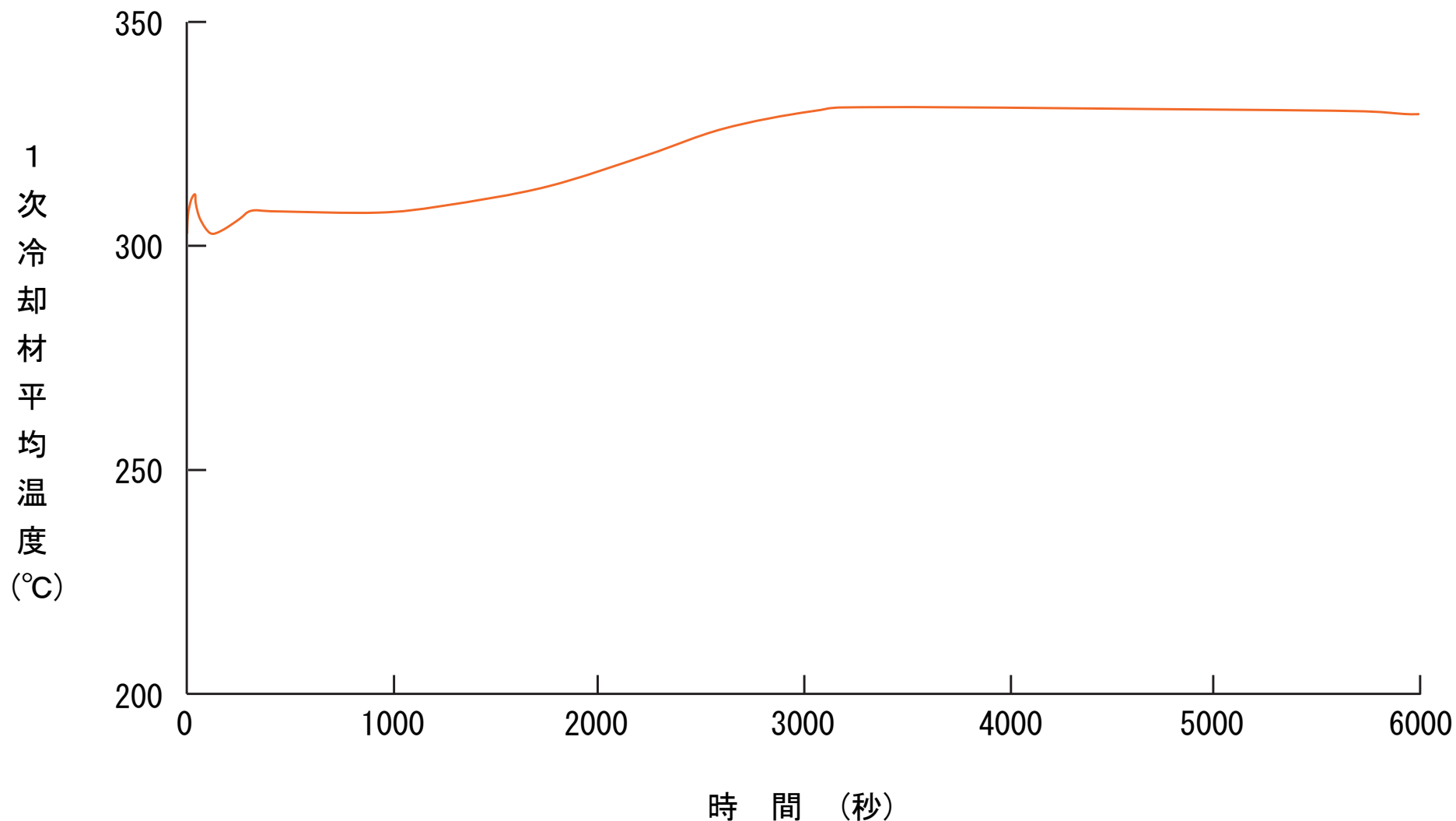
原子炉は適切に冷やされることを確認
(安全評価)

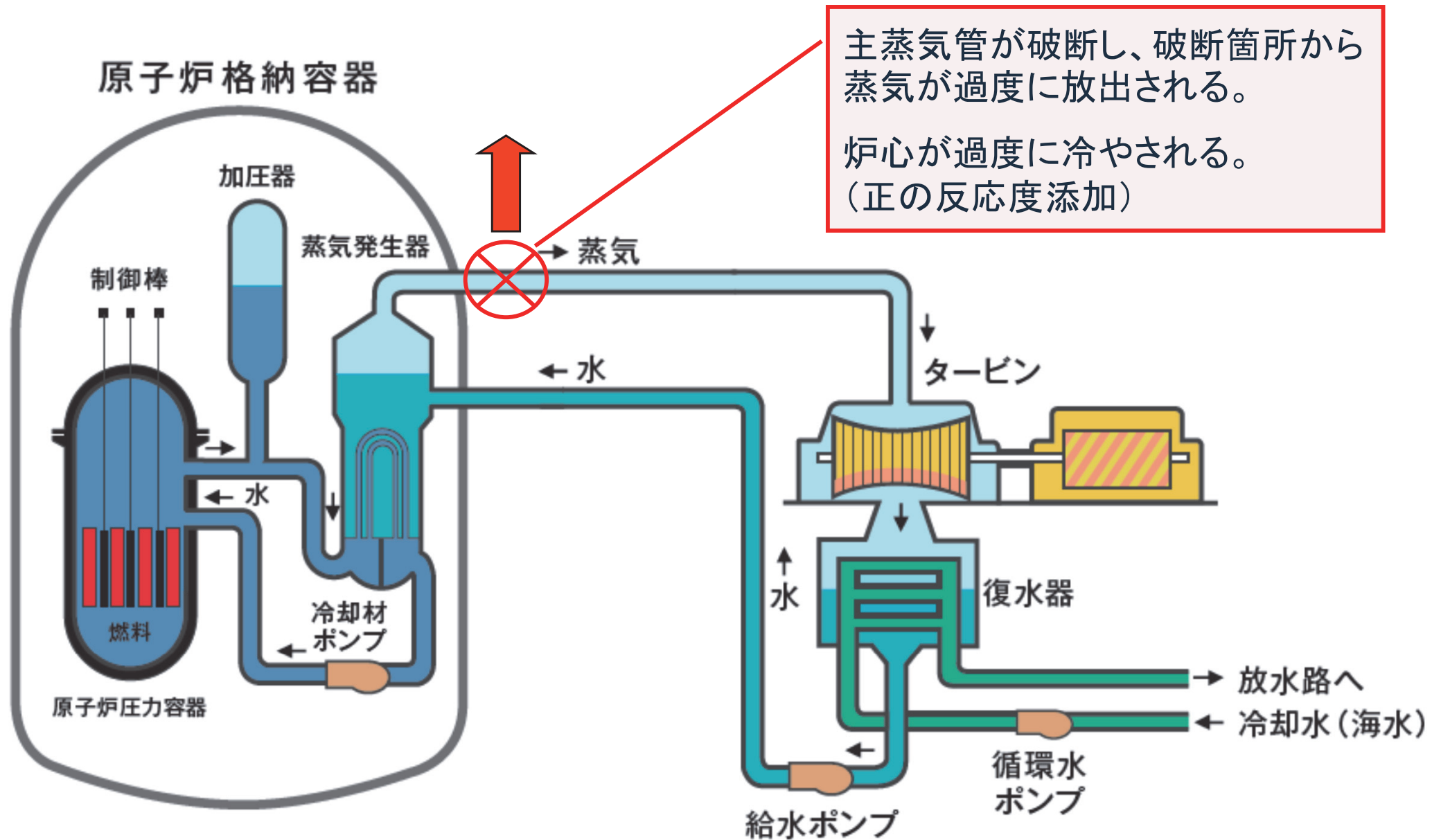
補助給水ポンプの能力を決める(安全設計)

補助給水を受けた蒸気発生器は、蒸気発生器水位が回復。

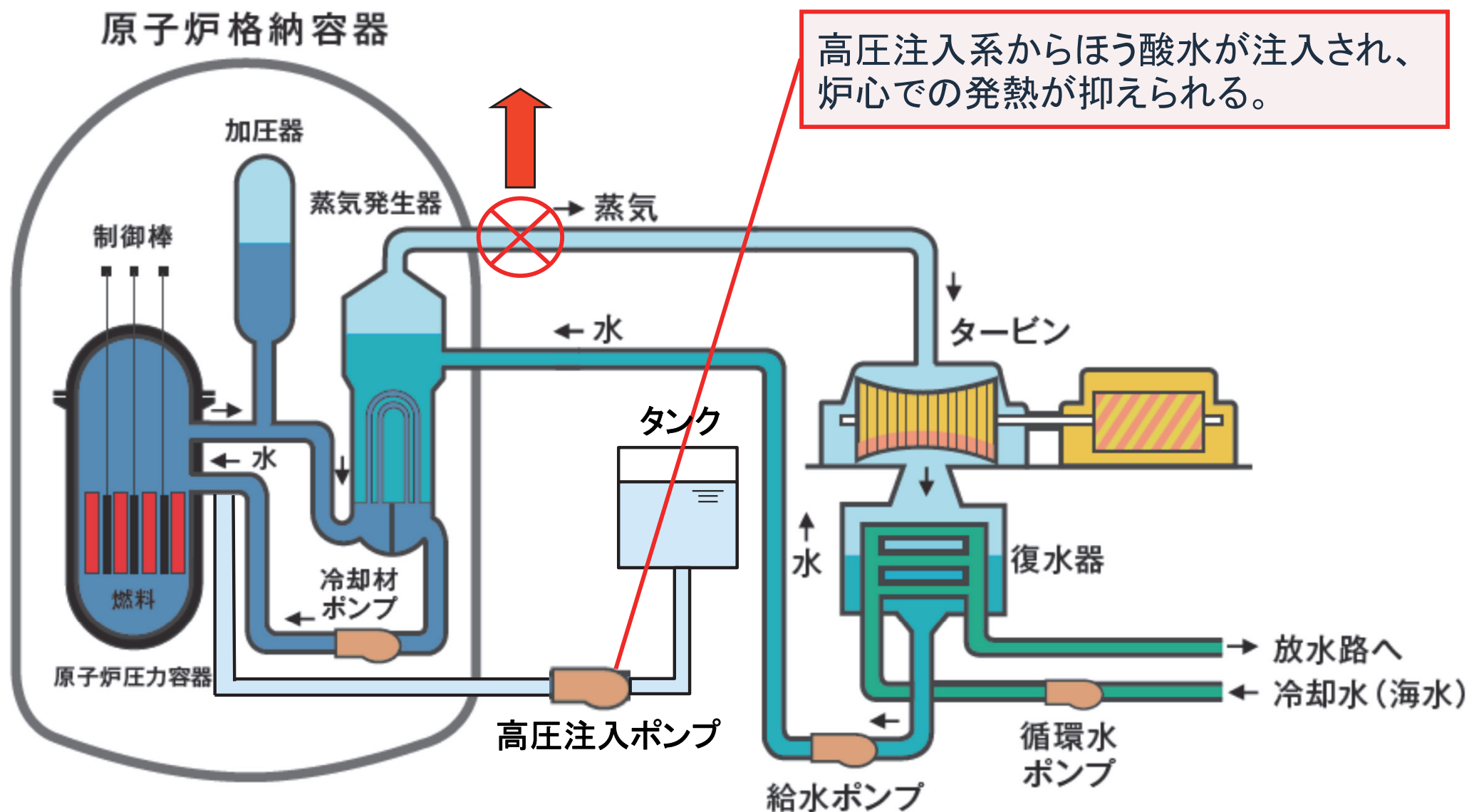


補助給水ポンプを適切な容量に設計することで崩壊熱を十分除熱でき、1次冷却材平均温度は長期的に安定。





Ref: 一財 日本原子力文化財団 原子力・エネルギー図面集
https://www.jaero.or.jp/data/03syuppan/energy_zumen/energy_zumen.html



Ref: 一財 日本原子力文化財団 原子力・エネルギー図面集
https://www.jaero.or.jp/data/03syuppan/energy_zumen/energy_zumen.html

主蒸気管破断の事象進展

主蒸気管が破断する



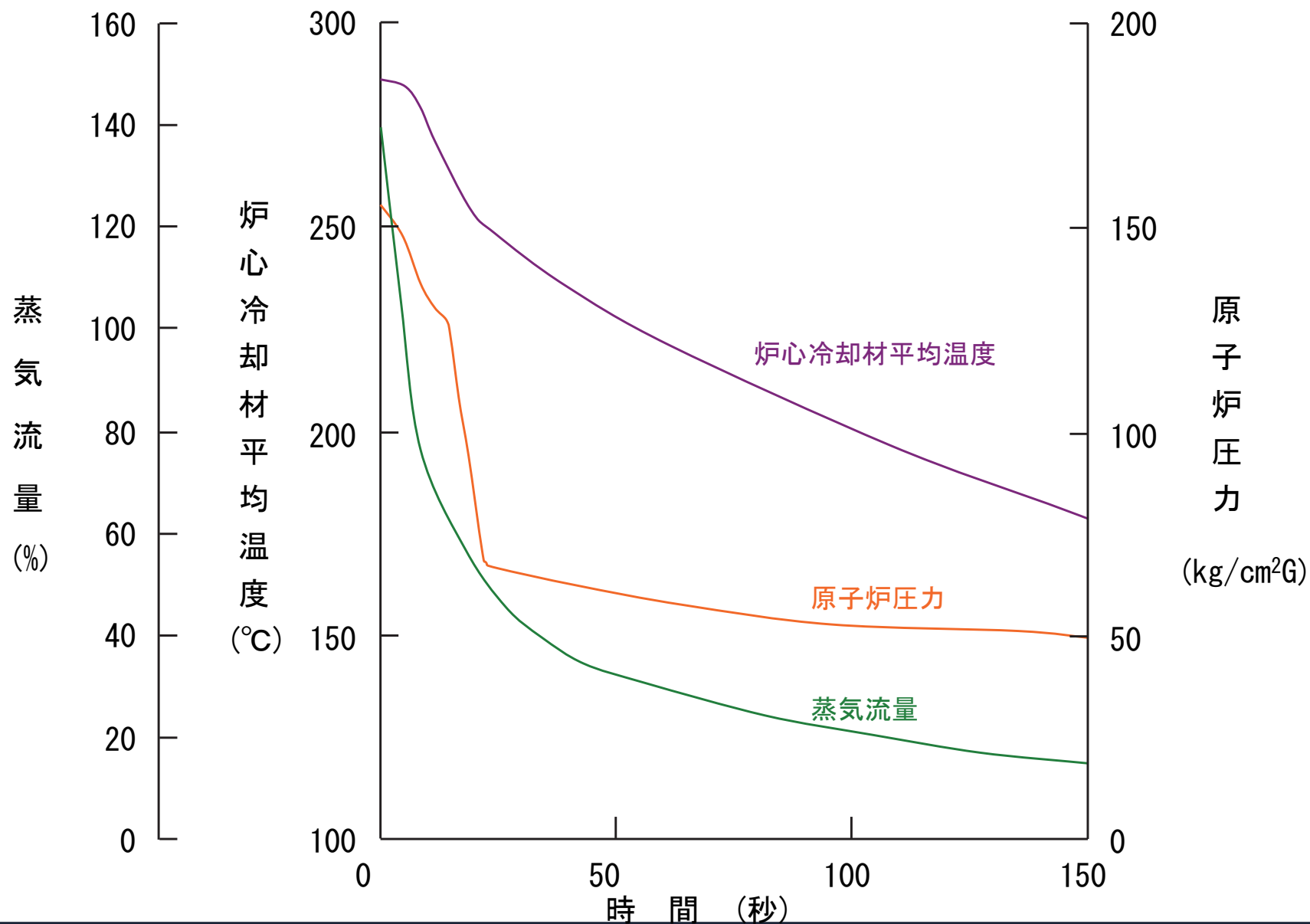
破断箇所から蒸気量が増加
炉心が冷やされる(正の反応度添加)



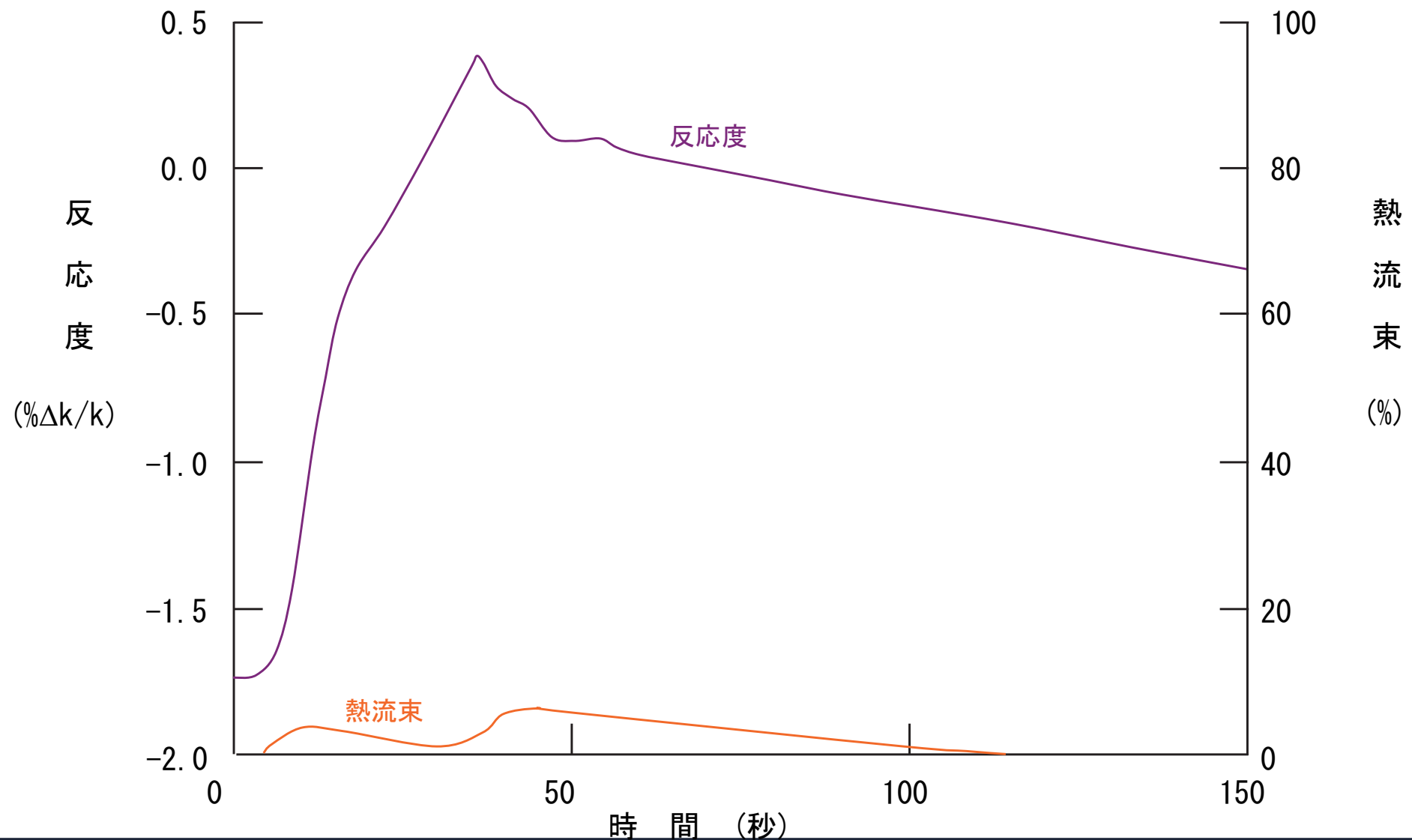
高圧注入系からほう酸水が注入され、
炉心での発熱が抑えられる。(安全評価)

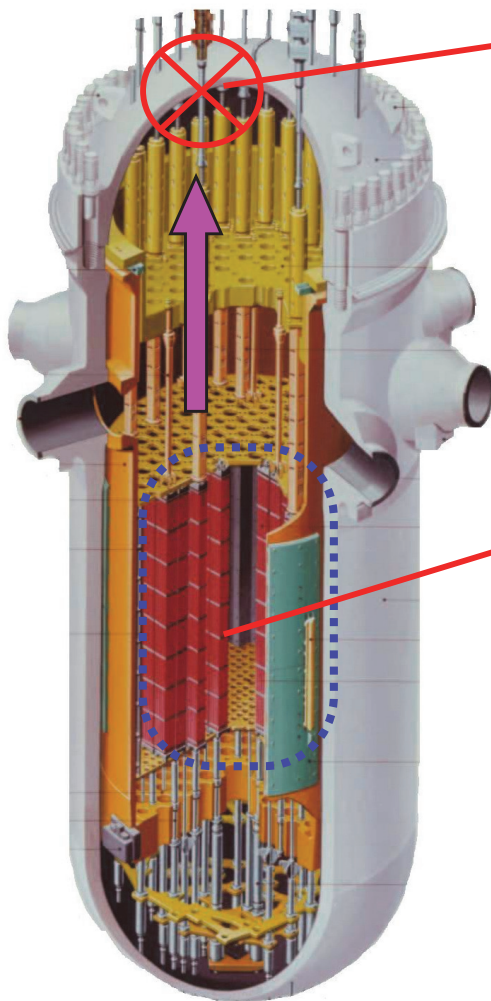
高圧注入系の能力を決める(安全設計)

主蒸気管破断に伴う、2次側蒸気放出により炉心冷却材平均温度、原子炉圧力は低下。



主蒸気管破断に伴い、炉心に正の反応度が添加されるものの、
高圧注入系からのほう酸添加により反応度、熱流束は低下。





制御棒駆動装置管台の破損により、原子炉容器内外圧差によって制御棒1体が炉外に飛び出す。

急激な正の反応度が炉心に添加され、原子炉出力が上昇し、出力分布が歪む。

制御棒飛び出しの事象進展

制御棒 1 本が飛び出す



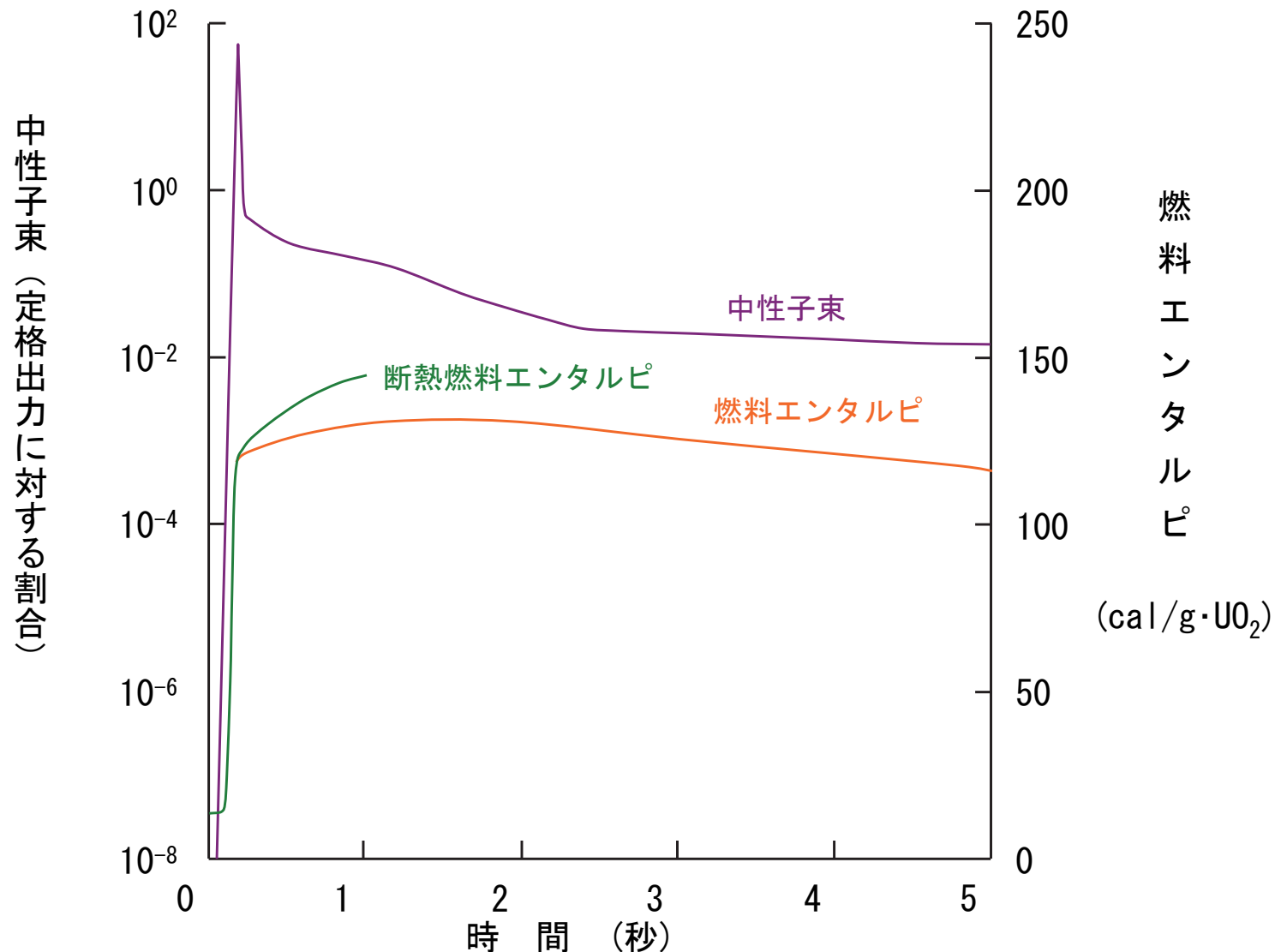
炉心に正の反応度が添加
炉心での発生熱量が急激に増加

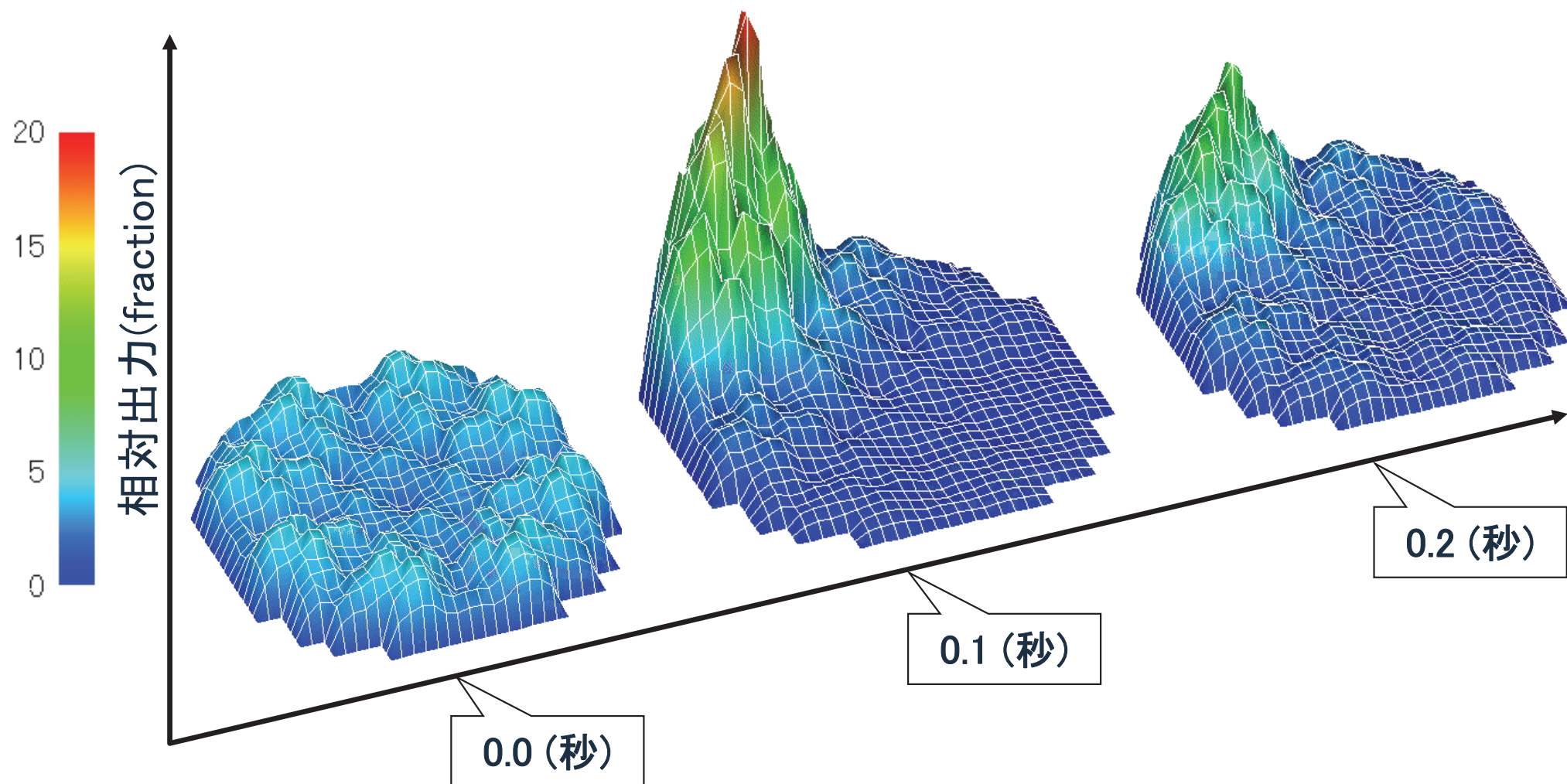


その他の制御棒が原子炉トリップ
により挿入される。(安全評価)

制御棒の能力を決める(安全設計)

適切な制御棒価値に設計することで、制御棒 1 本が飛び出した場合でも原子力プラントは過度に厳しくなることはない。





熱点を含む炉心のXY平面における出力分布の経時変化