

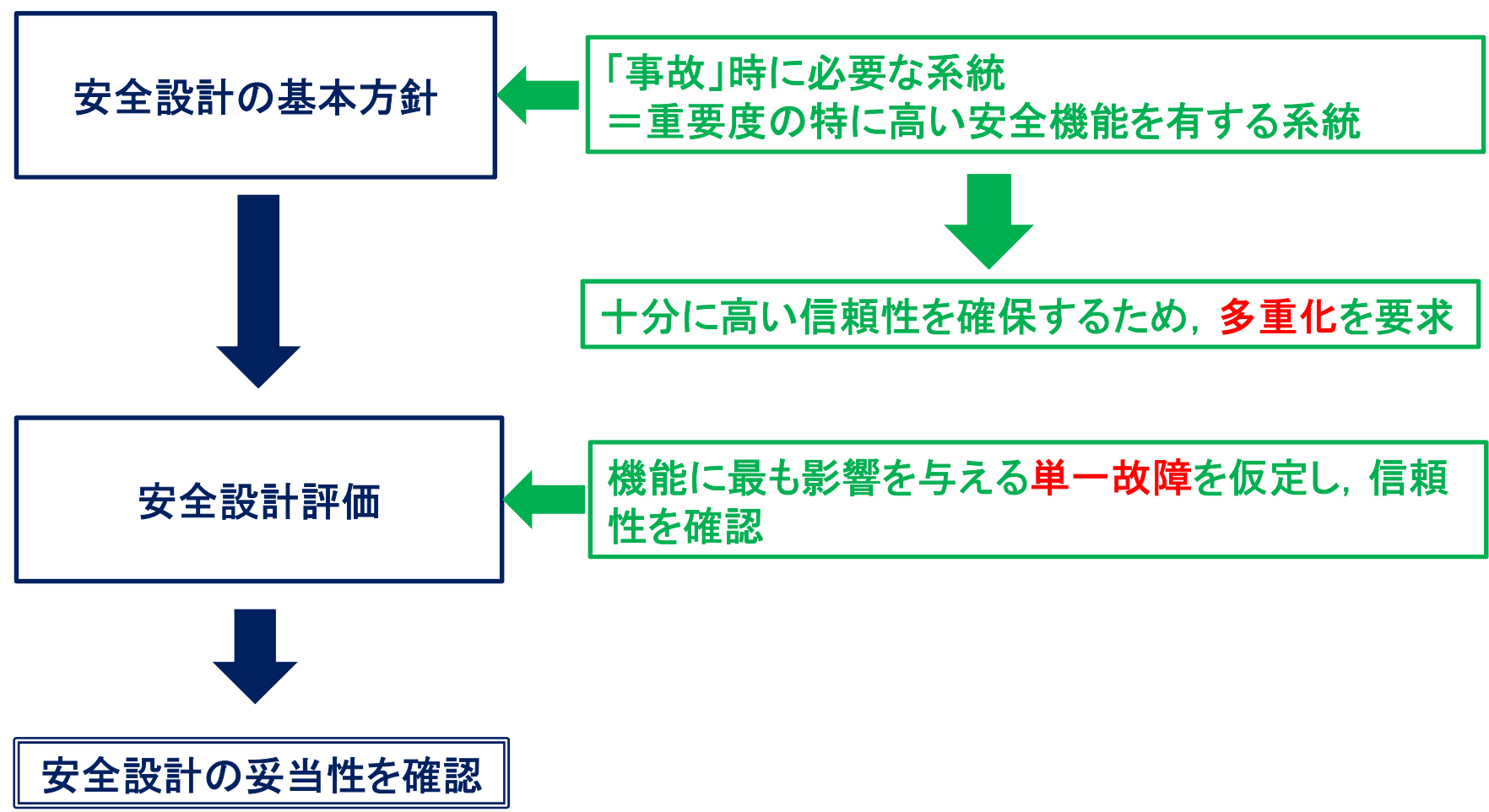
島根原子力発電所2号炉 静的機器の単一故障に係る設計について

平成26年 11月
中国電力株式会社

Energia

1. 安全審査の流れ

設置許可申請に係る安全審査のために国は、原子力施設の「安全設計の基本方針」を定め、安全設計が妥当かどうかを「安全設計評価」で確認する。



2. 安全設計の基本方針(1/2)

国は、安全設計の基本方針において、信頼性に関する設計として以下を要求している。

- ・「重要度の特に高い安全機能を有する系統」※に対して、その信頼性を高めるために多重性を備えた設計とすること。

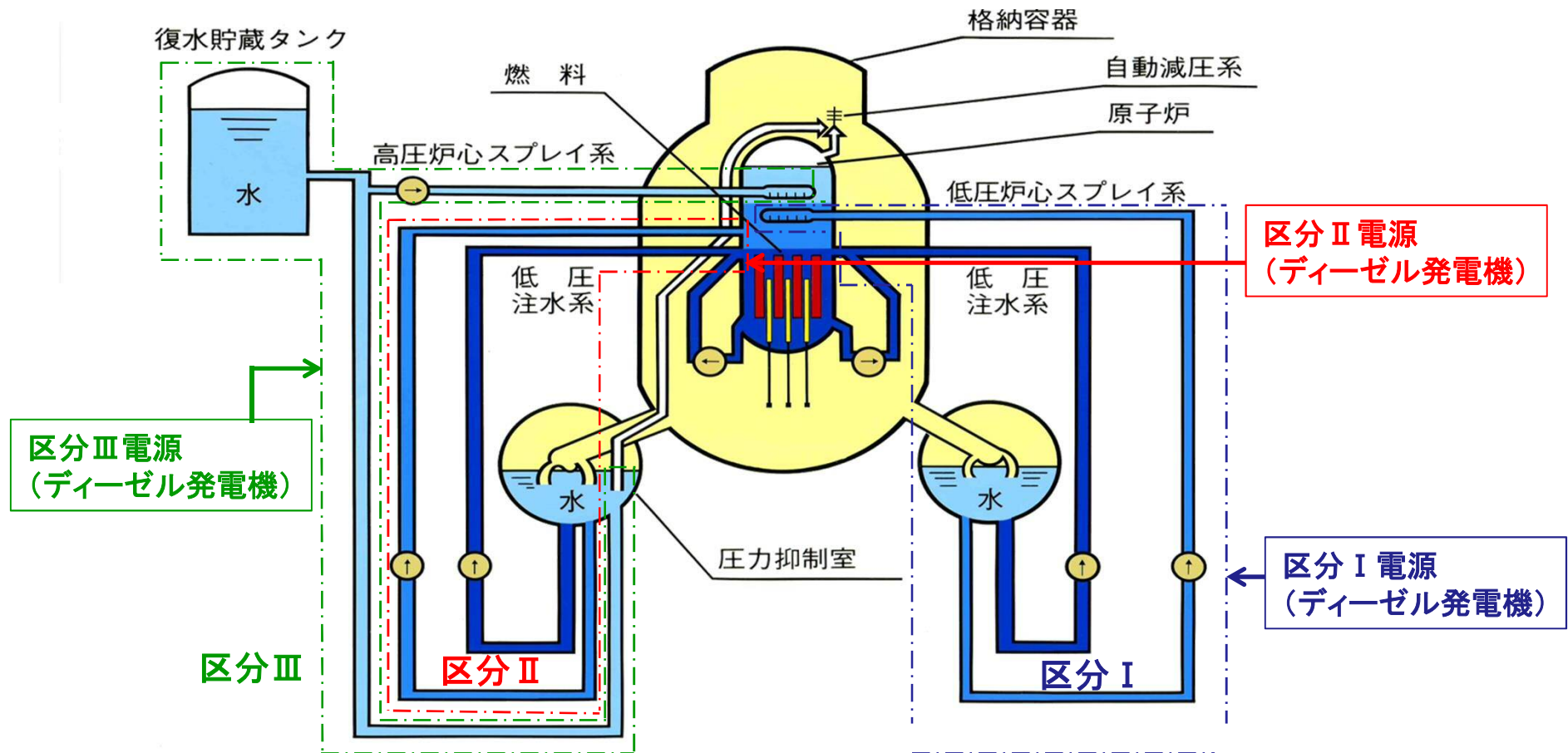
※:原子炉を止める, 冷やす, 放射性物質を閉じ込める系統

例:非常用炉心冷却系

- ・事故時に、炉心に冷却水を注入することで水位を保ち、核燃料を長期にわたって冷却し、燃料棒の損壊を防止する系統。
- ・3区分に系統分離されており、多重性を備えた設計となっている。

2. 安全設計の基本方針(2/2)

非常用炉心冷却系は、電源を含めて3区分に系統分離されており、多重性を備えた設計としている。



非常用炉心冷却系 概要図

3. 安全設計評価(1/2)

【安全設計評価】

- ・事故時に、重要度の特に高い安全機能を有する系統だけで、その安全機能が達成できるかどうかを解析により評価する。
- ・解析にあたっては、設計の基本方針の妥当性を確認する観点から、「**単一故障**」※を仮定する。

「単一故障の仮定」の考え方

重要度の特に高い安全機能を有する系統の機器は、信頼性の高い設計を行い、定期的な点検、保守等適切な管理を行っているため、故障の確率が小さく、信頼性が高いため、「単一故障」だけ考慮すれば十分であるとの考え方。

なお、「**単一故障**」仮定による評価手法は、世界各国で安全上重要な系統の設計及び評価に使われ実績を重ねている有効な手段である。

表 機器の故障率

機器	想定故障の形態	故障の確率
ポンプ	運転継続失敗	1.1E-06/hr

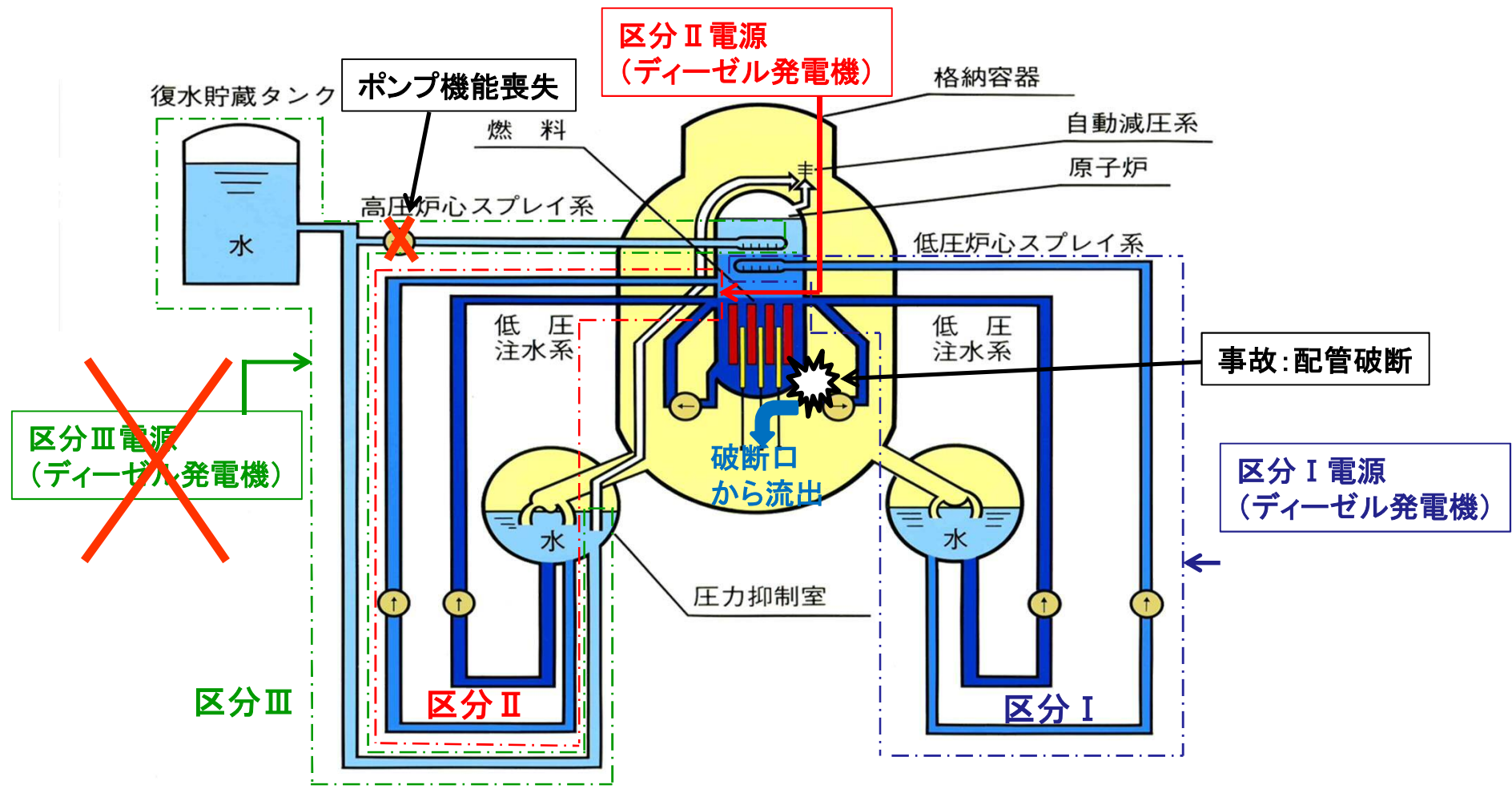
※: 単一故障とは、単一の原因によって機器が所定の安全機能を失うこと。

3. 安全設計評価(2/2)

事故解析例: 原子炉冷却材喪失事故

単一故障箇所: 高圧炉心スプレイ系の故障 ⇒ 判断基準を満足

高圧炉心スプレイ系の単一故障を仮定しても他の区分の系統により原子炉を冷やすことが出来る。



4. 静的機器の単一故障に係る新規制基準

新規制基準の制定に伴い、**多重性の要求を除外できる条件**が明確化された。

【多重性の要求を除外できる条件】

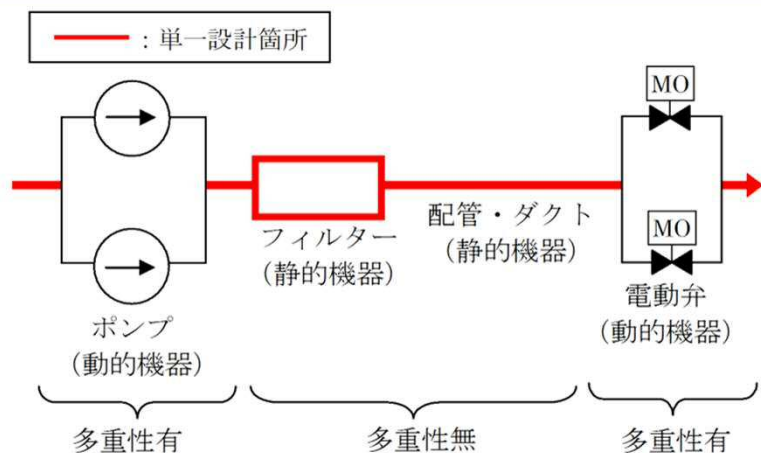
- ① 単一故障が安全上支障のない期間に除去または修復できる場合。
- ② 単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが**合理的に説明**できる場合。
- ③ **単一故障を仮定することで、その機能を代替できることが安全解析等により確認**できる場合。

島根原子力発電所2号炉において、**動的機器**については多重性を備えた設計としているが、**静的機器**の一部については多重性を備えていない設計としているため、**多重性要求の除外条件**に該当するかを確認した。

[参考]静的機器の単一故障に対する考え

機器は、動的機器と静的機器に分類される。

- ・動的機器は、多数の要素が複雑に動作する構造のため、一部の要素が故障すると機器の機能が喪失する可能性があるため、多重化設計としている。
- ・静的機器は、単純な構造であり動作しないため、故障する確率は小さい。



【動的機器】・・・作動要素を含む機器
例：ポンプ，電動弁等

【静的機器】・・・作動要素を含まない機器
例：フィルター，配管・ダクト

【故障確率】

動的機器の故障の確率に比べて、静的機器の故障の確率は十分低い。

表 動的機器と静的機器の故障率

機器		想定故障の形態	故障の確率
動的機器	ポンプ	運転継続失敗	1.1E-06/hr
静的機器	配管	リーク	1.0E-09/hr

5. 島根2号炉の静的機器の単一故障に係る基準適合性

島根2号炉の安全機能の重要度が特に高い安全機能を有する系統のうち、現状、**多重性を備えていない下記3系統の静的機器**は、**多重性要求の除外条件**に該当することから、基準に適合することを確認した。

表 静的機器の基準適合性確認結果

系統	対象機器	適合条件		
		①	②	③
非常用ガス処理系	配管の一部	○	—	—
格納容器冷却系	スプレイヘッド (サプレッション・チェンバ側)	—	—	○
中央制御室空調換気系	非常用再循環処理装置フィルタ, ダクトの一部	○	—	—

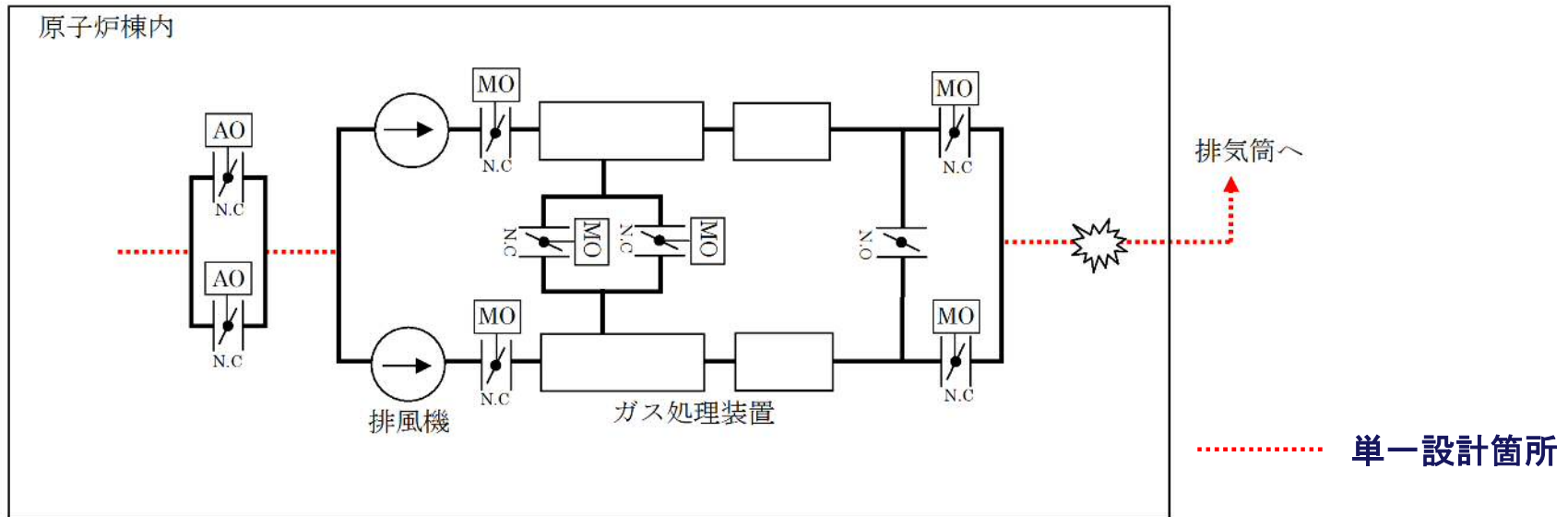
〔凡例〕○: 該当

- ①単一故障が安全上支障のない期間に除去または修復できる場合
- ③単一故障を仮定しても、他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できる場合

5. 非常用ガス処理系(配管の一部)

1. 設備概要

非常用ガス処理系は、事故時に放射性物質をフィルタに通して除去した後、環境へ放出させ、原子炉施設周辺の一般公衆の放射線被ばくを低減させる。



2. 評価

配管が単一故障(全周破断)したと仮定し、敷地境界の被ばく評価を行い、判断基準を満足していることを確認した。

3. 多重性要求の除外理由 : 修復性①

修復資機材を用いて、配管の修復が可能であることを確認した。

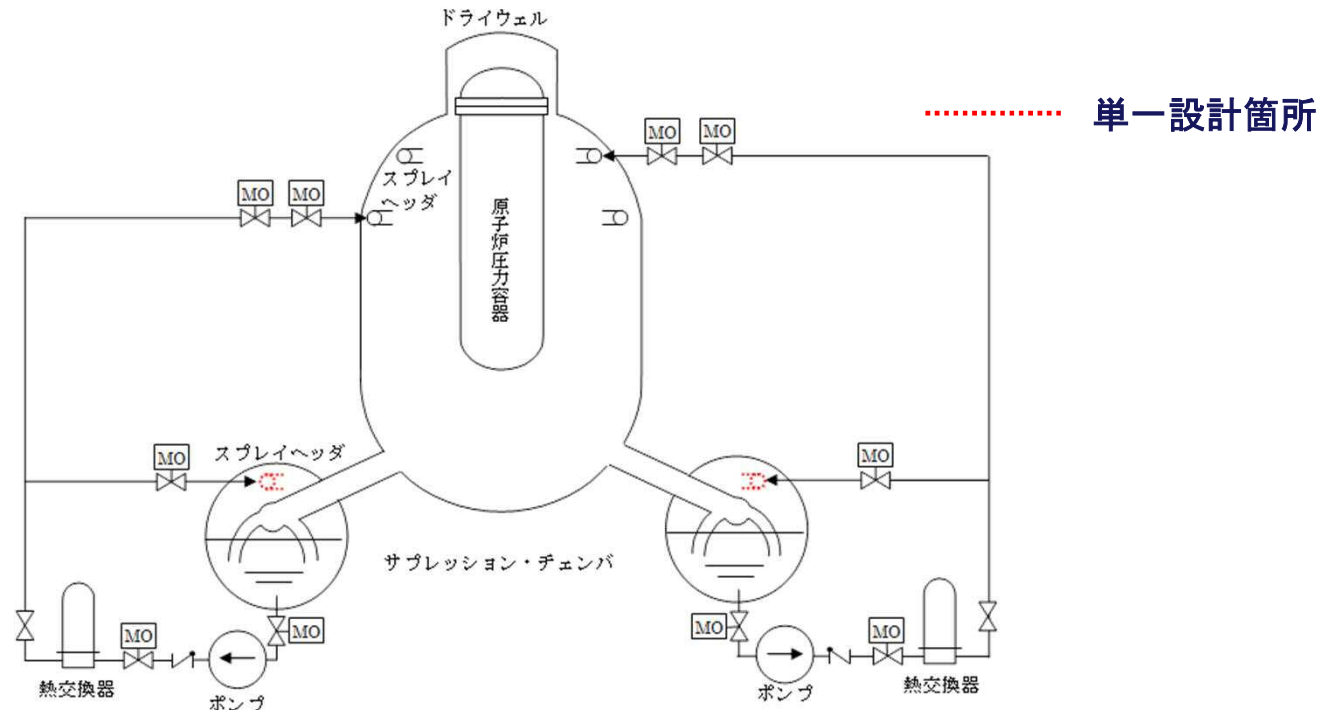
また、修復作業時の作業員の被ばく線量は、判断基準を満足していることを確認した。

5. 格納容器冷却系(サブプレッション・チェンバ側スプレイヘッド)

10

1. 設備概要

残留熱除去系は、設計基準事故(原子炉冷却材喪失)時に原子炉再冠水完了後、低圧注水モードから格納容器冷却モードに切替え、格納容器内の熱を除去する。本系統は、約95%流量をドライウェル内に、残りの約5%をサブプレッション・チェンバ内にスプレイする。



2. 評価

配管が単一故障(全周破断)したと仮定し、格納容器内の温度、圧力を評価し、最高使用温度、最高使用圧力を下回っていることを確認した。

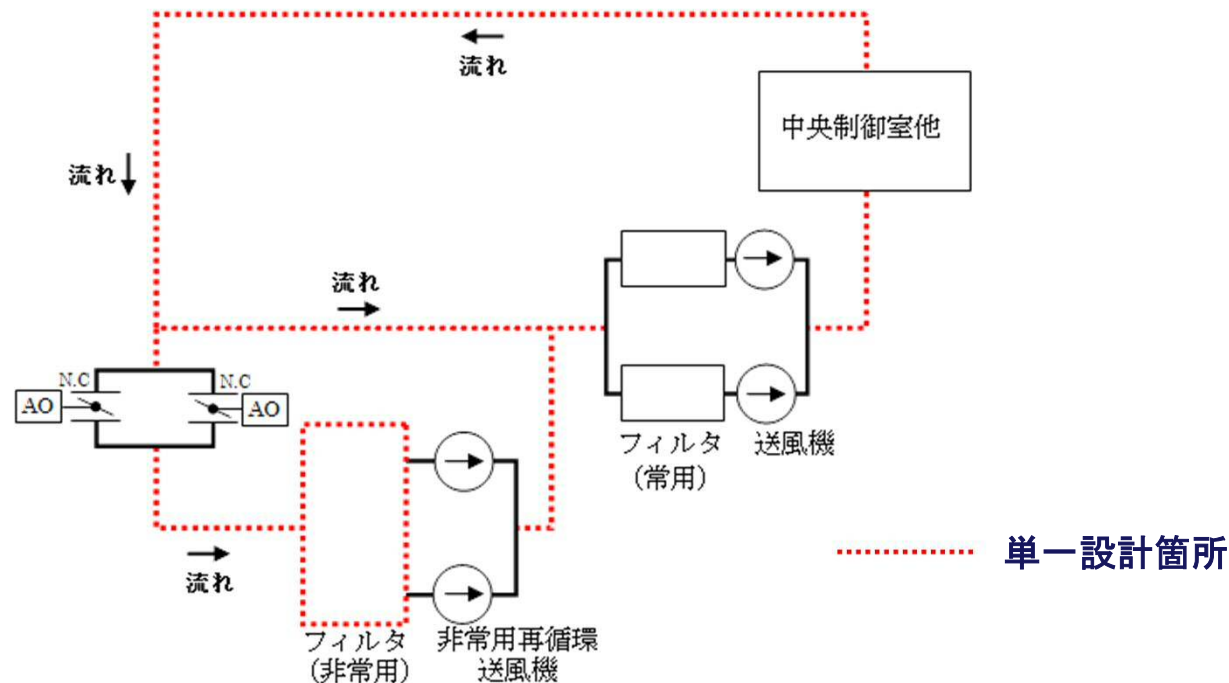
3. 多重性要求の除外理由 : 代替性③

サブプレッション・プール水冷却モードを用いることにより、格納容器の冷却機能を代替することが可能であることを確認した。

5. 中央制御室空調換気系(フィルタ(非常用), ダクトの一部)

1. 設備概要

中央制御室空調換気系は、事故時に中央制御室バウンダリ内の放射性物質をフィルタ(非常用)に通して除去することにより、運転員の被ばくを低減する。



2. 評価

ダクトが単一故障(全周破断), または, フィルタ(非常用)が閉塞したと仮定し, 運転員の被ばく評価を行い, 判断基準を満足していることを確認した。

3. 多重性要求の除外理由 : 修復性①

修復資機材を用いて, フィルタおよびダクトの修復が可能であることを確認した。

また, 修復作業時の作業員の被ばく線量は, 判断基準を満足していることを確認した。