

2025年10月16日

建替原子炉の設計に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会に関する
資料提出時の資料4-1-1から変更なし

論点説明資料

(論点②：特重施設の在り方)

※公開可能な情報のみで作成

2026年1月15日
原子力エネルギー協議会
(ATENA : Atomic Energy Association)

- 本資料では論点②について詳細説明を実施。

○ 規制の予見性が十分でないと考える事項

【論点①】 常設設備を基本とした重大事故等対応

【論点②】 特重施設の在り方

・重大事故等対処設備（4b;格納容器破損防止）と特重施設の機能統合

【論点③】 溶融炉心冷却対策への新技術導入（ドライ型コアキャッチャの導入）

<論点②において予見性が十分でないと考えている点>

- 現状の解釈では、特重施設の機能を有する設備は、DB設備及びSA設備(特重施設を除く)に対して、「可能な限り、多重性又は多様性及び独立性を有し、位置的分散を図る(以下、「独立性等」)」こと、又は、「同等以上の効果を有する措置」を要求されている。
- SRZ-1200では、DB、SA(4a)、SA(4b)の各防護レベルに求められる機能の信頼性を高め、独立性等を確保することにより、共通要因に対して同時喪失を防止した上で、SA(4b)設備と特重施設を統合する設計とするが、解釈通りの独立性等が確保できない。
- 上記を踏まえ、今回の特重施設の設計に関して規制予見性が低いと考えている事項について、本資料6ページにおいて整理。

1. 深層防護の実装（層間の分離、独立性の確保）

8

- 設計基準事象への対策として、**信頼性の強化、多重性の強化・区画分離の徹底等**、異常状態や事故の発生・拡大を防止。
- さらに、重大事故等(SA)をあらかじめ想定。その事故状態を緩和する設備を設置し、**層間の分離、独立性の確保**。
- **常設設備を基本としたSA対応**を採用するとともに、**格納容器破損防止機能を有するSA設備(特重施設以外)**と特重施設の統合を志向。

既設炉		SRZ-1200における深層防護設計方針
第1層 (異常の発生防止)	1系列常用システム	1系列常用システム (信頼性強化)
第2層 (異常の検知・制御)	2系列 安全システム	3系列安全システム (多重性強化・区画分離徹底等)
第3層 (事故の拡大防止)	2系列 安全システム	3系列 安全システム (多重性強化・区画分離徹底等)
第4層 (SA緩和)	4a (炉心損傷防止) 4b (格納容器破損防止)	可搬型設備を基本 【代替炉心注入ポンプ、大容量ポンプ等】 専用特重施設(常設) (離隔または建屋頑健化) 【FVS等】
大規模損壊対応、放射線影響緩和	可搬型設備	可搬型設備



3. 安全系設備の3系列化および区画分離徹底

10

- 新しい安全メカニズムの採用、多重性・多様性の強化により、安全性と信頼性を向上。
- 安全系設備やSA設備の区画分離徹底による共通要因故障（火災、溢水）防止機能の強化。

<設備構成>

安全系設備(炉心冷却/CV閉じ込め)の多重性強化

【既設炉】 2系列

【SRZ-1200】 3系列

安全系設備を系列ごとに徹底した区画分離

- 区画A、B、Cそれぞれに安全設備を分散配置
- 火災等の同一要因による安全系設備全喪失を防止

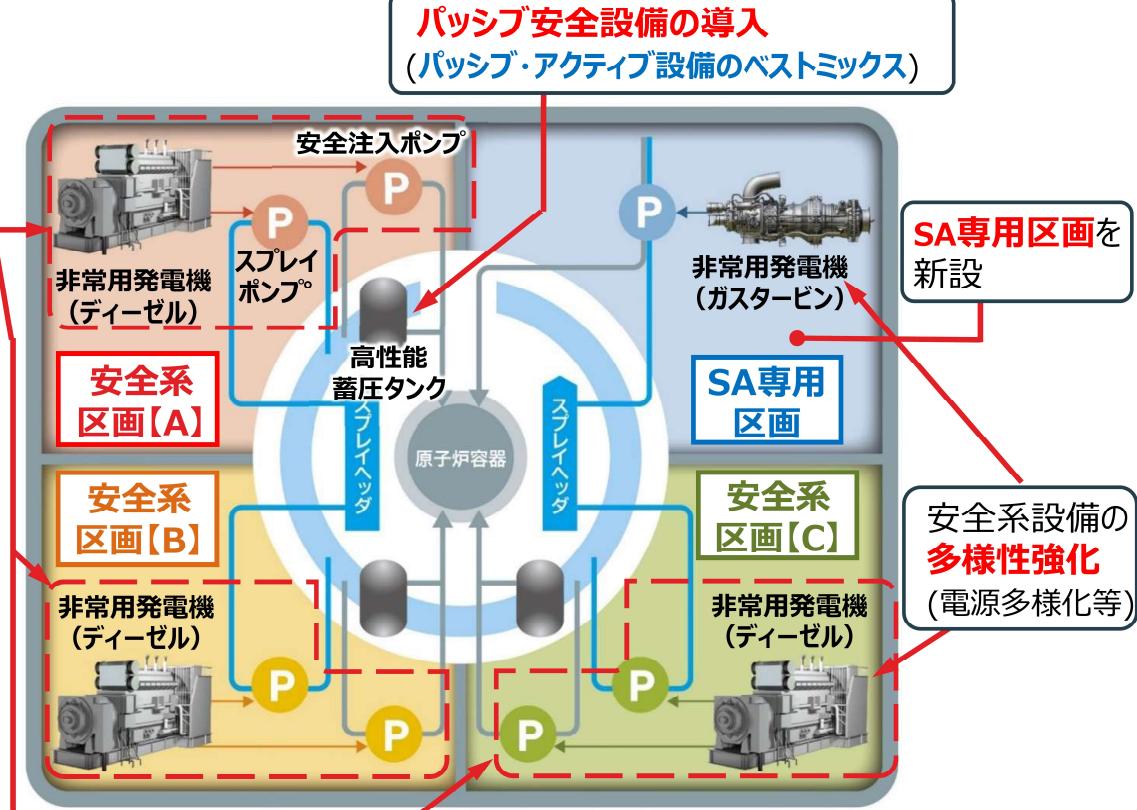
パッシブ安全設備の導入
(パッシブ・アクティブ設備のベストミックス)

SA専用区画を新設

SA専用区画

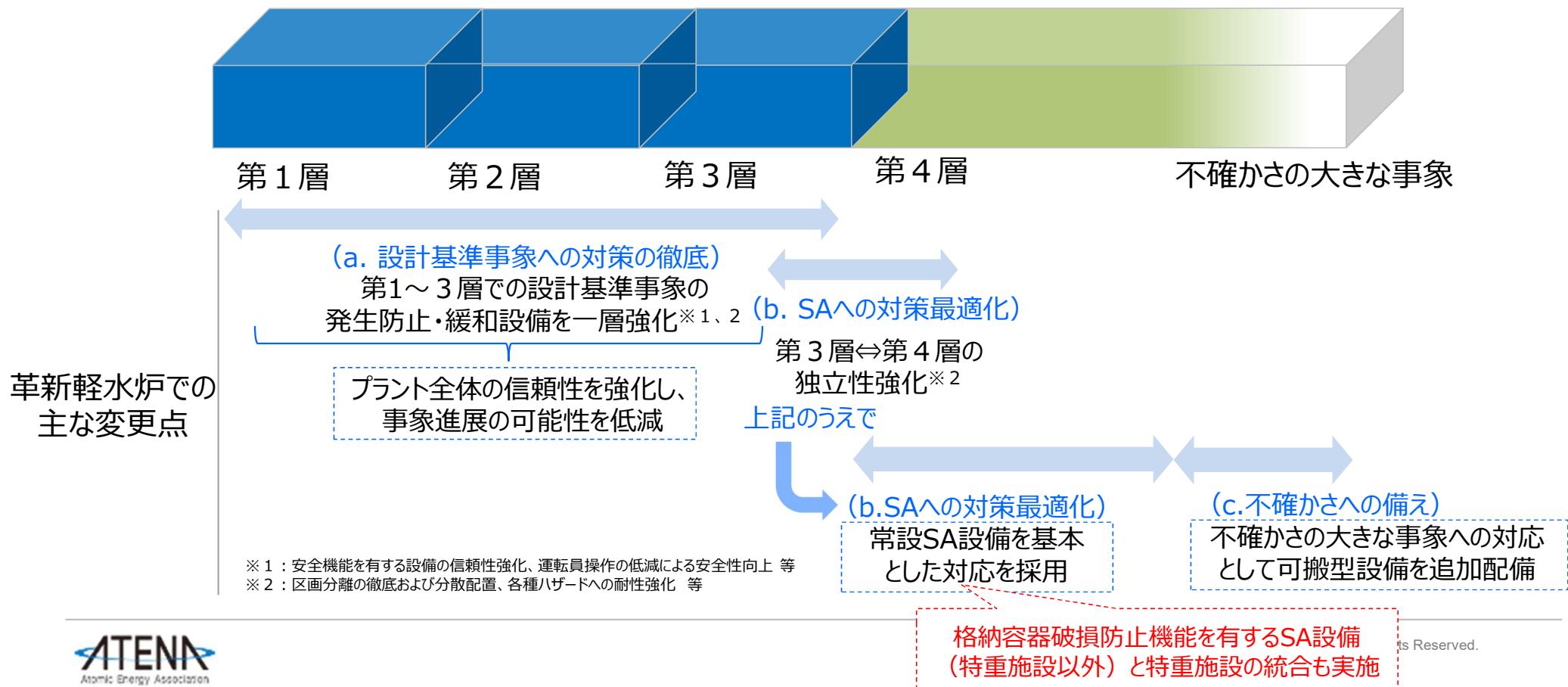
安全系区画【C】

安全系設備の多様性強化
(電源多様化等)



- 革新軽水炉の目指すべき安全設計のコンセプト
 - 事故状態を緩和させ、次の状態への移行を防止する、**深層防護の考え方**を実装
 - 特定の深層防護レベルの対策に過度に依存するのではなく、**バランス良く防護対策を配置**
 - a. 設計基準事象への対策の徹底
 - **トレン数の増加、分散配置、区画分離の徹底**や建屋の頑健化等による**高い堅牢性確保**
 - b. 重大事故等（APCその他テロ事象含む）への対策最適化
 - 多様性及び独立性確保により**共通要因故障を防止**した上での**最適な設備構成**
 - c. 想定事象を超えるような事故進展、対策シナリオの**不確かさへの備え**も確保

注：「第1回建替原子炉の設計に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会」資料から抜粋



- SRZ-1200における特重施設の設置許可基準規則およびその解釈に対する設計の考え方^{※1}は以下の通りであり、予見性が低いと考える項目について、規制当局と意見交換をしたい。

※1：下表の項目以外の第39条、第40条、第42条の規制要求に対しては既設炉と同様の設計を志向

規則条文	規則解釈で求められている事項等	SRZ-1200の設計の考え方(例)	規制予見性	ページ
第42条	1号 解釈1(a) APC耐性	特重施設のAPC耐性を確保する方針。	○	7-9
	【関連】規則 第43条1項1号 特重信頼性	既設炉とは異なる設計でAPCその他テロ事象時のCV破損防止機能の信頼性を確保する方針。	△	10-15
	解釈2 特重施設の施設群の構成	特重施設のうち少なくとも一の施設は、設置許可基準規則第三十八条、第三十九条、第四十条を満たす設計とする方針。	○	—
	2号 解釈3(a) i .RCPB減圧機能	特重施設としてRCPB減圧設備を追設することにより独立性／多様性強化する方針。	○	16-19
	解釈3(a) ii .炉内の溶融炉心冷却機能	既設炉と同様に炉心注水ポンプを設置する方針。	○	—
	解釈3(a) iii .CV下部に落下した溶融炉心冷却機能	CV破損を防止するため、CV下部に落下した溶融炉心を冷却する設備としてコアキヤッチャを採用する方針。（論点③で議論）	▲	—
	解釈3(a) iv .CV内の冷却・減圧・放射性物質低減機能	既設炉と同様にCVスプレイポンプを設置する方針。	○	—
	解釈3(a) v . CV過圧破損防止機能	特重施設として「CV再循環ユニットによる気相部冷却」を採用する方針。 加えて、自主対策設備として特重事象時にも使用可能なFVSを設置する方針。	△	20-24
	解釈3(a) vi .水素爆発によるCV破損防止機能	既設炉と同様に水素濃度制御設備を設置する方針。	○	—
	解釈3(a) vii .サポート機能	既設炉と同様に非常用発電機等を設置する方針。	○	—
	解釈3(b) 緊急時制御室の設置	既設炉と同様に緊急時制御室を設置する方針。	○	25-27
	解釈3(c) DB/SA設備との独立性	SA(4b)/特重統合にAPC耐性を持たせDB、SA(4a)設備に対して独立性等を確保し、DB(第3層以下)を含めてプラント全体の信頼性強化により、事象進展の可能性を低減する方針。	▲	28-34
第39条 1項 4号	解釈4 特重施設の耐震性	各設備の特性を考慮し、合理的に可能な範囲で余裕を有する設計を志向。一部の特重施設は耐震設計以外の安全設計と耐震設計のバランスを考慮した設計も採用する方針。	△	35-37
第40条	解釈2(a) 特重施設の耐津波設計	基準津波に余裕を持った敷地高さへの設備設置を志向するが、サイト条件に依存。	○	38-39

【凡例】

○：既設炉同様の設計等であり、規則等に適合すると考えている事項

▲：「同等以上の効果を有する」と考えているが確認が必要な事項

△：「十分な保安水準の確保が達成できる」と考えているが確認が必要な事項

設置許可基準規則の解釈 第42条 1(a) APC耐性

規制要求（特重施設）

(特定重大事故等対処施設)

第四十二条 工場等には、次に掲げるところにより、特定重大事故等対処施設を設けなければならない。

一 原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。

<解説>

1 第1号に規定する「原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること」とは、以下に掲げる設備又はこれらと同等以上の効果を有する設備とする。

(a) 原子炉建屋及び特定重大事故等対処施設が~~同時に破損することを防ぐために必要な離隔距離（例えば100m以上）を確保すること、又は故意による大型航空機の衝突に対して頑健な建屋に収納すること。~~

2 特定重大事故等対処施設は、第38条第1項第4号、第39条第1項第4号及び第40条並びに第42条各号のそれぞれの要求事項を満たす施設群から成るが、少なくとも第38条第1項第4号、第39条第1項第4号及び第40条の要求事項を満たす施設は一の施設でなければならない。

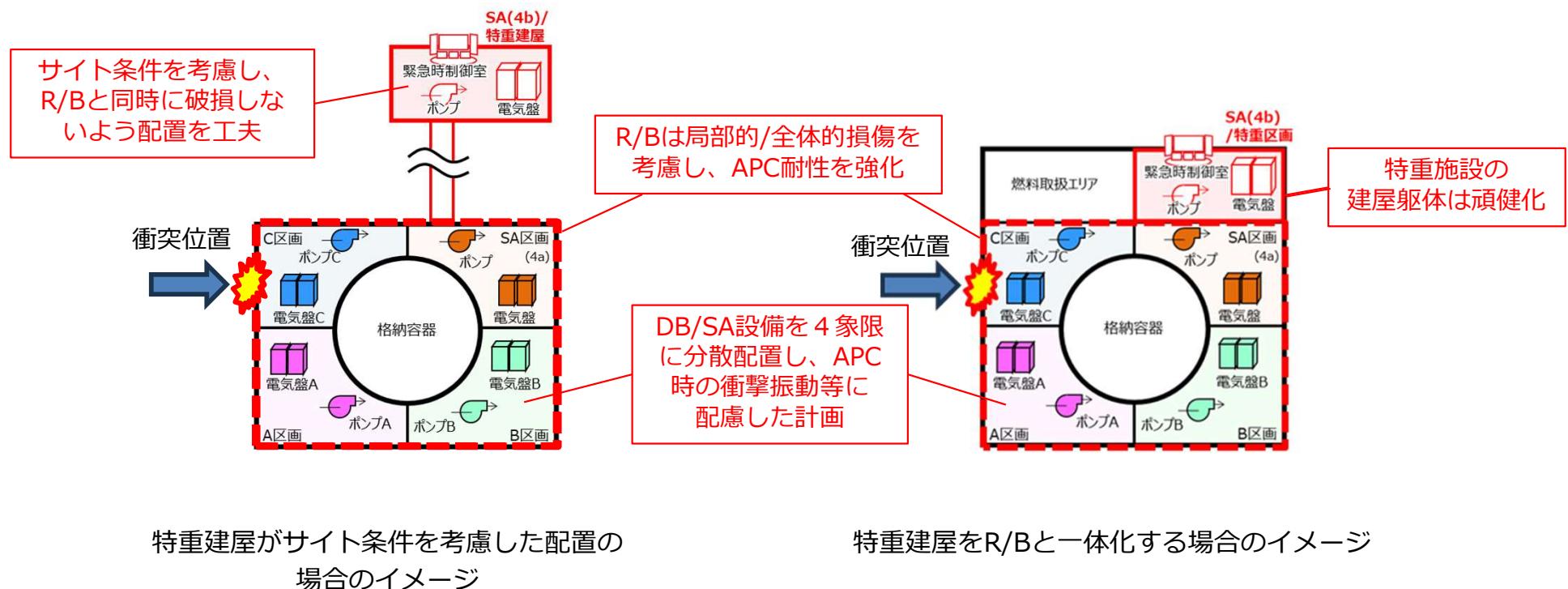
SRZ-1200の基本方針

- 特重建屋に設置する特重施設は、故意による大型航空機の衝突に対して、既設プラントと同様にサイト条件を考慮し必要な離隔距離を確保又は頑健な建屋に収納する。
- 原子炉建屋(R/B)内に設置する特重施設に対しては、R/BのAPC耐性を強化するとともに、APC影響を考慮した設置場所を選定する。なお、R/B内の特重施設のAPC防護基本方針は以下の通り。
 - ✓ R/Bは局部的/全体的損傷を考慮し、APC耐性を強化する(APC耐性の強化範囲はサイト条件も考慮して衝突箇所を選定し、設定する方針)。
 - ✓ R/B内の特重施設は、溢水影響にも配慮した上で、APC影響を考慮し設置場所を選定する。
 - ✓ 一部、開口部等からのAPC影響(燃料火災等)に対して、区画分離等の対策により、特重施設の必要な機能を損傷しない設計とする。

【関連】設置許可基準規則 第43条1項1号 特重信頼性

- DB/SA設備のAPC耐性強化は、APC時に特重施設での対応に加え、自主的に他の選択肢を可能な範囲で残すことで安全性を高めるものであるため、設計確認の位置づけとして評価する方針。
 - ✓ 前述の通り、R/Bは局部的/全体的損傷を考慮し、構造評価の観点でAPC耐性を強化
 - ✓ DB（A,B,Cの3トレーン）及びSA設備は、可能な限り、R/B内の4象限に分散配置し、トレーン間を区画分離することでAPC時の衝撃振動や燃料火災の影響を軽減※

※：評価の項目は特重施設と同様、手法は合理的な評価の適用も視野に入れて検討



- 設置許可基準規則第43条では、SA設備に対し「重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するもの」が求められている。既設炉では、審査での議論等を踏まえた方針により特重施設の信頼性を確保している。
- 一方、SRZ-1200ではSA(4b)設備と特重施設を統合し、既設炉とは異なる設計となるが、下記方針により、概ね既設炉同等の信頼性確保が可能と考える。

<第43条 重大事故等対処設備(抜粋)>

重大事故等対処設備に対して「想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること」が要求されている。

【SRZ-1200での特重施設の信頼性確保の方針】

- SRZ-1200では第1層から第4a層の強化により炉心損傷等の可能性を低減。
- SRZ-1200では既設炉とは異なり、DB・SA(4a)設備の区画分離を徹底し、独立性を強化することに加え、原子炉建屋のAPC耐性を強化することで、DBまたはSA(4a)設備のいずれかを使用できる可能性を高め、前段の第3層、第4層の設備を用いたAPCその他テロ事象時への対応により、事象収束が可能な設計とする方針。
- 上記方針により既設炉での特重施設の信頼性確保と同等の信頼性確保が可能と考える。

特重施設の信頼性確保手段が既設炉の対応から変更となるものの、十分な保安水準の確保が達成できると事業者としては考えているが、規制の予見性の観点で本設計についても議論が必要と考えている。

設置許可基準規則の解釈

第42条 3(a) i .RCPB減圧機能

- SA(4b)/特重用にRCPB減圧設備を追設することで、深層防護レベル間の独立性/多様性の強化を図る。
- これにより、加圧器逃がし弁開に失敗した場合でも、SA(4b)/特重用のRCPB減圧設備による減圧を試みることができ、RCPB減圧機能の信頼性を向上させている。

<RCPB減圧設備の構成比較>

想定事象	既設プラント	SRZ-1200(例)
重大事故に至る おそれのある事象 (SA(4a))	MCRまたは現場から以下の設備を操作。 ・窒素ボンベ（可搬式） ・加圧器逃がし弁（空気作動）	MCRまたは現場から以下の設備を操作。 ・重大事故 制御用窒素ボンベ（常設） ・加圧器逃がし弁（空気作動） ・CV外：独立空気供給配管
重大事故 (SA(4b))		MCRまたは特重施設から以下の設備を操作。 ・RCPB減圧設備
特重事象 (APCその他テロ事象)	特重施設から以下の設備を操作。 ・RCPB減圧設備	

➤ 既設プラントとSRZ-1200のRCPB減圧設備の信頼性を評価し、想定事象における失敗確率を比較

✓ 重大事故に至るおそれのある事象 (SA(4a))

- SRZ-1200はDB設備の強化等により当該機能が必要となる重大事故に至るおそれのある事象の頻度を低減
- 加圧器逃がし弁およびSA(4b)/特重用のRCPB減圧設備に期待できるSRZ-1200の方が失敗確率は小さい

✓ 重大事故 (SA(4b))

- SRZ-1200の失敗確率は既設プラントと同程度なもの、SRZ-1200はDB設備の強化等により当該機能が必要となる重大事故の発生頻度を低減することにより、プラント全体の信頼性を確保
- なお、SA(4b)/特重用のRCPB減圧設備の減圧手段失敗確率を低減する策 (SA(4b)/特重用のRCPB減圧設備の多重化や加圧器逃がし弁の活用等) も考えられるが、RCPBの拡大等安全性を低下させる可能性も考慮し、上記方針を採用

想定事象		既設プラント	SRZ-1200(例)
重大事故に至るおそれのある事象 (SA(4a))	発生頻度 (①) ※2	10 ⁻⁶ 程度	10 ⁻⁷ 程度
	減圧手段※3	加圧器逃がし弁 (制御用空気、電源)	加圧器逃がし弁 (制御用空気、電源) または SA(4b)/特重用のRCPB減圧設備
	減圧手段失敗確率 (②)	10 ⁻² 程度	10 ⁻³ 程度
	減圧手段失敗頻度 (=①×②) ※4	10 ⁻⁷ 程度	10 ⁻⁹ 程度
重大事故 (SA(4b)) ※1	発生頻度※5 (③)	10 ⁻⁶ 程度	10 ⁻⁷ 程度
	減圧手段※3	加圧器逃がし弁 (窒素ボンベ)	SA(4b)/特重用のRCPB減圧設備
	減圧手段失敗確率 (④)	10 ⁻³ 程度	10 ⁻³ 程度
	減圧手段失敗頻度 (=③×④) ※4	10 ⁻⁸ 程度	10 ⁻⁹ 程度

※1：発生頻度を設定できない特重事象は評価対象外とした

※2：起因事象発生時に補助給水系機能が喪失して、フィードアンドブリードに期待する事故シナリオの発生頻度

※3：() 内は減圧手段の駆動源を示す。SA(4a)時は炉心冷却向けの継続的な開放に制御用空気、SA(4b)時は重大事故後の一時的な開放に窒素ボンベを想定。

※4：程度×程度のため繰り上がりを想定し、大き目に1桁切り上げ

※5：炉心損傷後に減圧手段を必要とする事故シナリオの発生頻度（炉心損傷頻度）

- SRZ-1200では、ドライ型コアキャッチャ導入に伴い、既設プラントからCV内構造が変わるため、RV破損時におけるDCH回避のための1次冷却材圧力のクライテリアが見直しとなる見込み。
- そのため、SRZ-1200ではSA(4b)/特重として設置するRCPB減圧設備の必要容量を増加。なお、加圧器逃がし弁はDB・SA(4a)時に必要な容量を確保。

		既設プラント			SRZ-1200(例)			
		DB	SA(4a/4b)	特重	DB	SA(4a)	SA(4b)/特重	
容量設定根拠		① SGTR時 1,2次系均圧 1次冷却材圧力： 主蒸気逃がし弁開 設定圧力	② F&B時 炉心冷却 PCT : 1200℃ 被覆管酸化量： 15%	RV破損時 DCH回避 1次冷却材圧力： 2.0MPa[gage]	RV破損時 DCH回避 可能な 圧力を設定	①と同じ	②と同じ	RV破損時 DCH回避可能な 圧力を設定
1次系 減圧手段	設備	加圧器逃がし弁		特重用の RCPB減圧 設備	加圧器逃がし弁		SA(4b)/特重用の RCPB減圧設備	
	容量	95t/h×2個 (計190t/h)		必要な容量 を確保	95t/h×3個 (計285t/h)		必要な容量を確保	

- SRZ-1200は区画分離を強化した設計を志向し、各加圧器逃がし弁へ制御用空気を供給するラインは独立した設計。
 - 特重事象を想定した場合、以下の状況となる。
 - ・DB設備の機能が1系統使用可能：加圧器逃がし弁は1弁のみ使用可能
 - ・SA(4a)設備の機能が使用可能：加圧器逃がし弁3弁が使用可能
- ⇒加圧器逃がし弁の容量を大きくすることで、RV破損時DCH回避のための容量を確保するする設計も考えられるが、前述の通り、RCPBの拡大等、安全性を低下させる可能性や、減圧手段失敗頻度の低減の状況を踏まえ、上記のRCPB減圧設備の設計を志向。

設置許可基準規則の解釈

第42条 3(a) v.CV過圧破損防止機能

- SRZ-1200では**環境への放射性物質放出を最小化するため、特重施設として「CV再循環ユニットによる気相部冷却」を採用。加えて、自主対策設備として特重事象時にも使用可能なFVSを設置。**
- R2.3.12規制委員会方針（FVS設置に関する考え方）に対するSRZ-1200での適合性は、以下の通りであり、**規制の求める保安水準を達成していると判断**している。

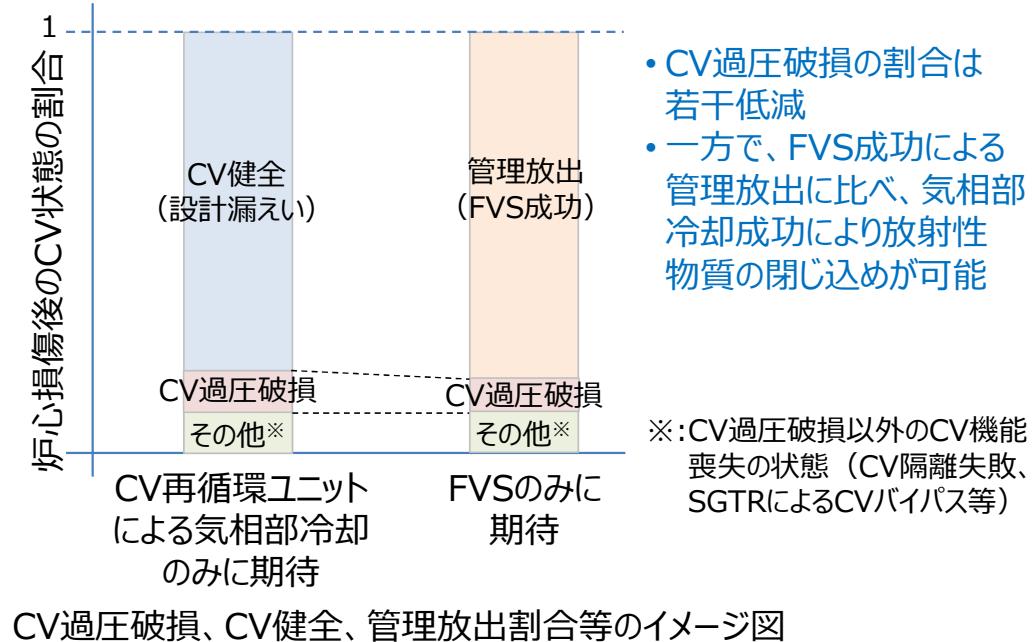
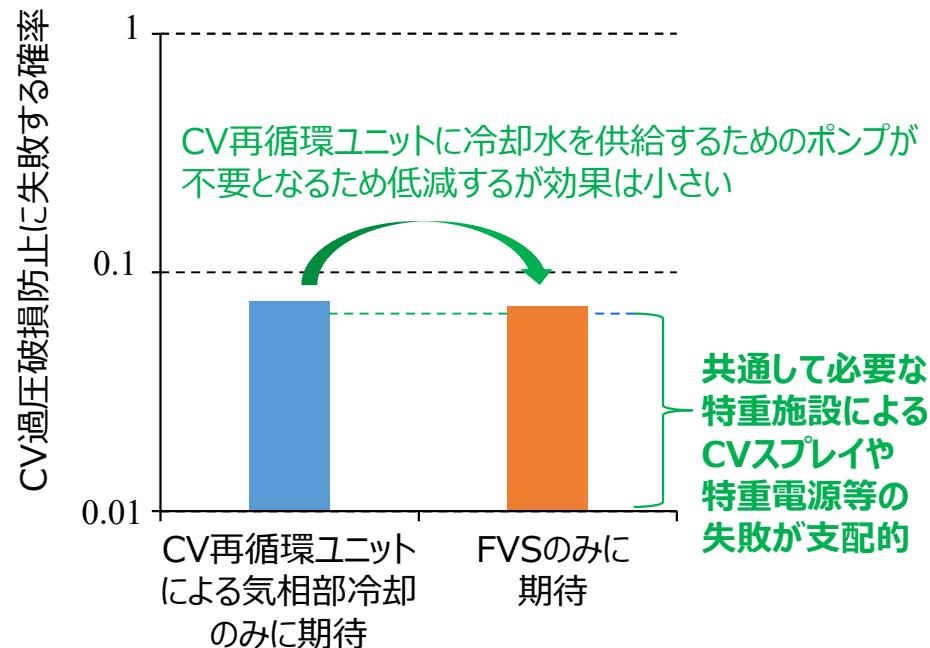
R2.3.12規制委員会方針（2.(1)基本的な要求事項の整理）		SRZ-1200での適合性
① SA	<p>原子炉格納容器の容積が小さいBWRの場合、格納容器過圧破損防止対策として次の2つの設備の設置が必須である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器バウンダリを維持しながら圧力及び温度を低減させる設備 ・圧力を大気中に逃がすための即応性及び高い信頼性を有する設備として、準静的な設備であるフィルタベント 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 左記要求事項はBWRへの要求と認識。 ✓ PWRは原子炉格納容器(CV)容積が大きく、CV破損までの余裕が比較的大きい特徴を踏まえ、CV過圧破損防止対策として「CVバウンダリを維持しながら圧力及び温度を低減させる設備」を設置。 ✓ 「準静的な設備であるフィルタベント(FVS)」はSA設備として設置せずとも規制の求める保安水準を達成していると判断。
② 特重	<p>特重施設は、更なる安全性向上のためのバックアップ対策と位置づけられ、設置許可基準規則解釈においてもSA施設に対し可能な限り多重性又は多様性及び独立性等を有することを要求していることから、格納容器過圧破損防止対策として、①のSA設備に加えて新たな設備の設置（第3の設備）が求められる。従って、SA設備に対して多重性又は多様性及び独立性等が確保された、新たな設備の設置が行われない場合には、本要求事項を満足しないものと考えられる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DB、SA(4a)、SA(4b)の各防護レベルに求められる機能の信頼性を高め、独立性等を確保することにより、共通要因に対して同時に機能が喪失することを防止した上で、SA(4b)と特重施設を統合する設計を志向。 ✓ これにより、SA設備(4a)とは独立性等が確保されたSA(4b)/特重施設となるが、上記PWRの特徴や、層間分離の採用による信頼性向上を踏まえると、SA(4b)に対して独立性等が確保された新たな設備を設置せずとも、「同等以上の効果を有する措置」であると判断。
③ 特重	<p>特重施設による格納容器過圧破損防止対策としては、APCその他テロリズムによる重大事故等への対処における事象進展の不確実性等に鑑み、即応性及び高い信頼性を有する設備が必要である。また、当該設備はAPC等に対して機能を維持するため頑健性を有する必要がある。これらの観点を踏まえれば、準静的な設備であるフィルタベントをAPC耐性を有する形で設置することが求められる。従って、APC時に少なくとも1系統のフィルタベントの機能が維持されない場合には、本要求事項を満足しないものと考えられる。この際のAPC耐性の確保について、単体ではAPC耐性を有さないフィルタベントを複数、位置的分散を考慮して配置することにより、APC時にもいざれか1系統が機能を維持するとの方法は、 （案の1）：認められる。（案の2）：認められない。 ⇒規制委員会において、「案の1：認められる」とされた。 </p>	<p>【即応性の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 再循環ユニットによる気相部冷却について、構成設備（水源・電源等）の常設化により現場対応を不要としており、上記の通り、CVの容積が大きくCV破損までの余裕が比較的大きいPWRの特徴を踏まえると、十分な即応性をもって対処が可能。 ✓ 再循環ユニットの気相部冷却は、早期CV減圧開始が可能。 <p>【信頼性の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 再循環ユニットによる気相部冷却とFVSの過圧破損防止の失敗確率は同程度であり、FVSと同等の高い信頼性有り。 <p>【準静的な設備としての観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 再循環ユニット自身は静的な設備であることを踏まえると、「APC耐性を有する再循環ユニットによる気相部冷却」はFVSと同等の保安水準を達成できるものと判断。

- 再循環ユニットによるCV冷却は構成設備の常設化により、減圧開始タイミング・CV圧力挙動の観点から、フィルタベントと異なる特徴はあるものの、十分な即応性をもった対応が可能と判断。

即応性に 関する ポイント	既設プラント		SRZ-1200(例)	
	CV再循環ユニット 【SA(4a/4b)】	フィルタベント（既設炉） 【特重】	CV再循環ユニット（SRZ） 【SA(4b)/特重】	フィルタベント 【自主対策設備】
減圧開始 タイミング				
	現場対応が必要であり、減圧開始までに時間を要する。	ECRからの操作で実施可能。	早期の減圧が可能。	既設炉と同様
CV圧力 挙動				
	上記の通り、現場対応に時間を要するが、作動後はCV圧力低下が可能。	CV圧力を大気中に逃がすための即応性を有する。	上記の通り、早期の減圧開始により、CV圧力は2Pdよりも十分低い圧力で推移する見込み。	既設炉と同様

即応性 : > >

- CV再循環ユニットによる気相部冷却とFVSによるCV過圧破損防止失敗確率に係る考察は以下の通り。
 - ✓ 必要設備の相違
 - 気相部冷却とフィルタベントで必要となる設備は概ね同一機器を使用することとなるが、気相部冷却の場合、CV再循環ユニットに冷却水を供給するためのポンプが必要となるという観点で必要となる設備が多い。
 - ✓ CV過圧破損防止失敗確率への影響の考察
 - CV再循環ユニットによる気相部冷却からFVSに変更した場合、CV再循環ユニットに冷却水を供給するためのポンプが不要となるため、**CV過圧破損防止に失敗する確率は低減**
 - 一方で、CV再循環ユニットによる気相部冷却、FVSのいずれにおいても**必要な特重施設による代替CVスプレいや特重電源等の失敗が支配的であり、低減効果は小さい**



- CV過圧破損の割合は若干低減
- 一方で、FVS成功による管理放出に比べ、気相部冷却成功により放射性物質の閉じ込めが可能

※:CV過圧破損以外のCV機能喪失の状態（CV隔離失敗、SGTRによるCVバイパス等）

設置許可基準規則の解釈 第42条 3(b)緊急時制御室の設置

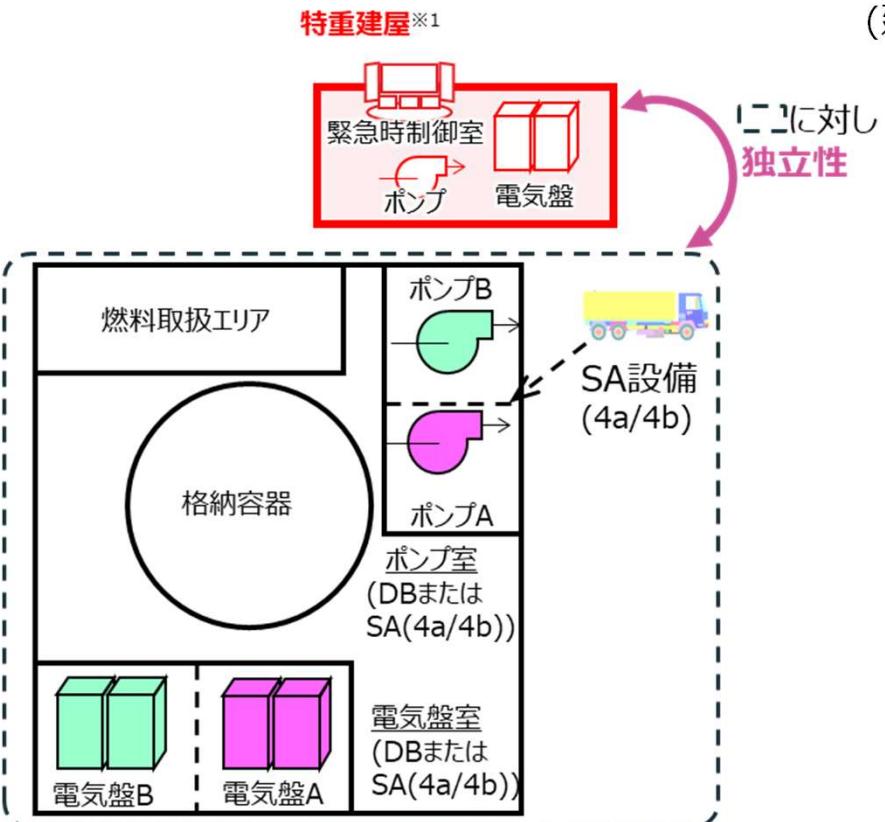
- 原子炉制御室（MCR）は、通常運転、及び異常な過渡変化や設計基準事故の発生・拡大防止に必要なプラント設備の監視操作機能を有する。また、重大事故等に対処するために必要なプラント設備の監視操作機能を有する。
- 中央制御室外原子炉停止盤室（EP盤室）の設計方針は、火災その他の異常な事態によるMCR退避時に原子炉を高温停止移行させ、その後、安全な低温停止の状態に移行、及び低温停止の状態を維持させるために必要なプラント設備の監視操作機能を有するものとしている。
- 緊急時制御室（ECR）は、特重施設の制御機能を有する。
- なお、各制御室の機能・役割分担については既設炉と同様とする方針。

設置許可基準規則の解釈 第42条 3(c) DB/SA設備との独立性

- 既設炉では、DB・SA設備との同時損傷を防ぐため、**特重施設を原子炉建屋から離隔もしくは頑健化。**
- SRZ-1200では、設計段階から**APCその他テロ対策を講じることで、同一機能を有するSA(4b)設備と特重施設を統合することを志向。**

既設炉

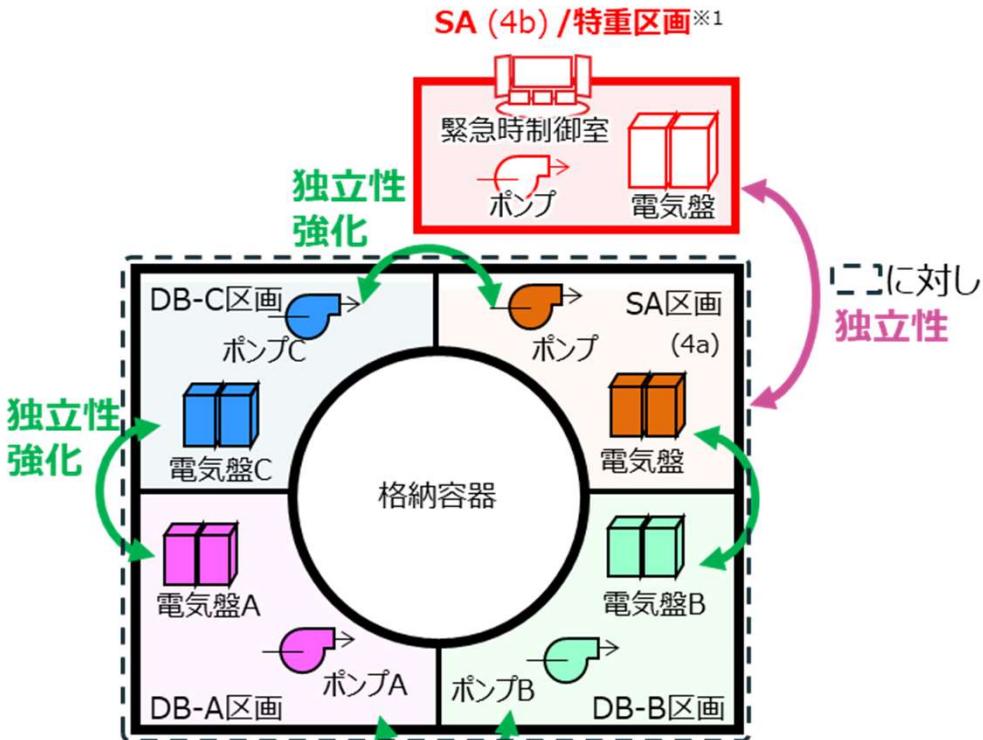
- 原子炉建屋から離隔もしくは頑健化



SRZ-1200

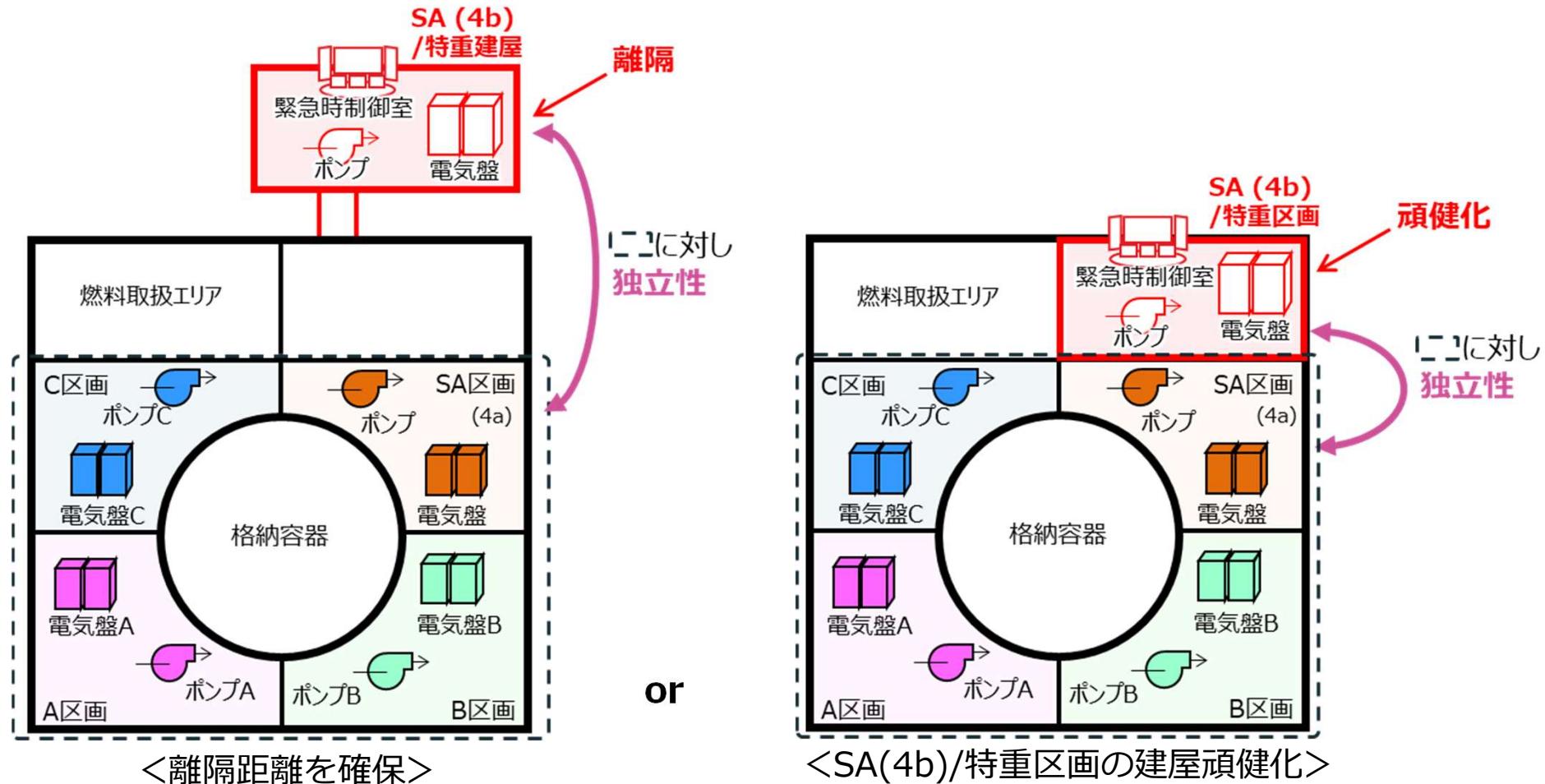
【設計例】

- SA/特重区画(4b)にAPC耐性を持たせる**（離隔もしくは頑健化）
- DBまたはSA(4a)設備のいずれかを使用できる可能性を高める
(建屋頑健化、DB設備3トレーン化、区画分離徹底による独立性強化等)



※1：サイト条件等を考慮し、離隔距離または頑健性（物理障壁）によりAPC・その他テロに対する耐性を確保

- APC耐性はサイト条件等を考慮し、離隔距離または頑健性(物理障壁)により確保。
- 頑健性(物理障壁)により確保する場合でも、SA(4b)/特重統合はDB・SA(4a)と区画分離を徹底することで位置的分散も図ることができる。



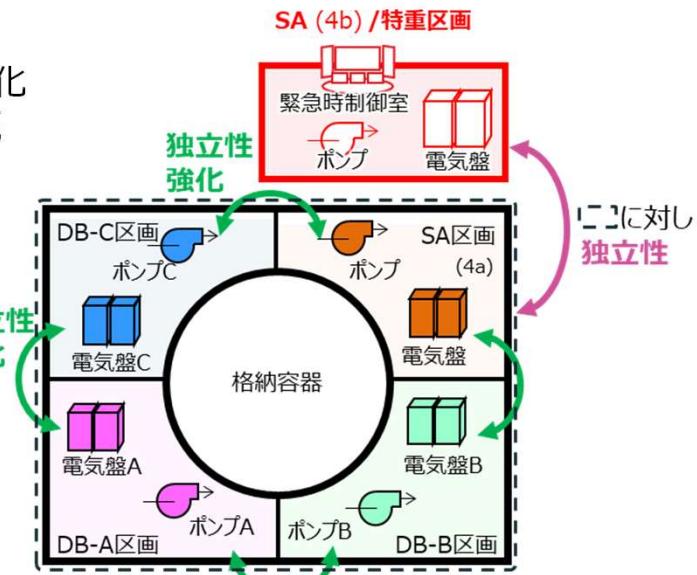
- 既設炉では、**DB・SA(4a/4b)と特重の独立性確保**により、DB・SA(4a/4b)と特重の同時喪失防止。ただし、**既存設備の制約**により、特重施設を別途設置することで達成。
- SRZ-1200では、**DB・SA(4a)とSA(4b)/特重統合の独立性確保**により、4a機能/4b機能間の独立性を高めることで、特重施設をSA(4b)設備と別途設置せずとも、**既設炉以上の独立性**を確保。

▶ なお、DB(第3層以下)を含めて**プラント全体の信頼性を強化し、事象進展の可能性を低減。**
(前述の特重信頼性の議論も含む)

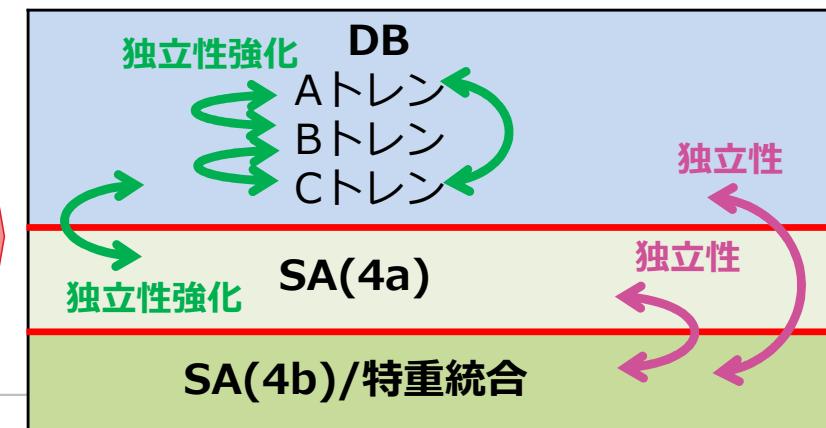
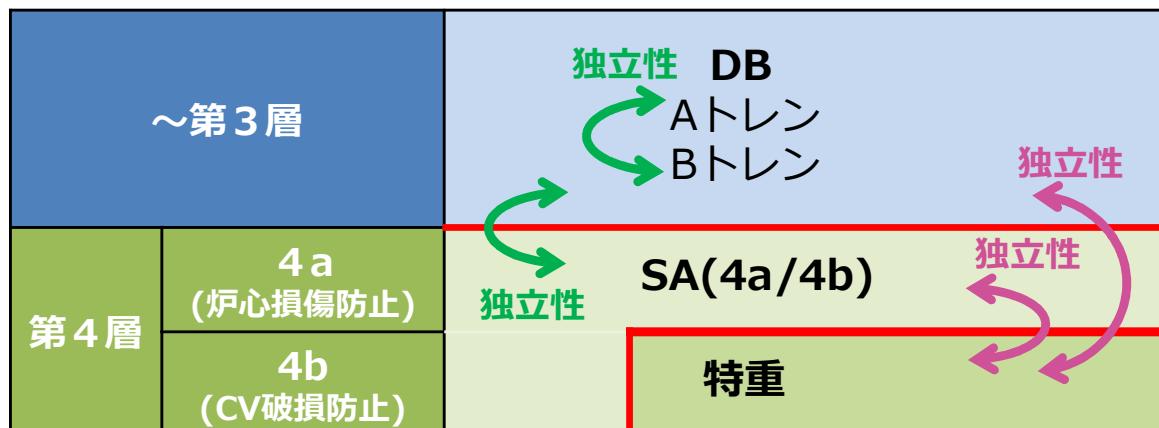
- 建屋頑健化、DB設備3トレン化、区画分離徹底による独立性強化等により、DBまたはSA(4a)設備のいずれかを使用できる可能性を高め、前段の第3層、第4層の設備を用いた対応により、事象収束が可能な設計とする方針。

SRZ-1200

- DB設備3トレン化
- 区画分離徹底



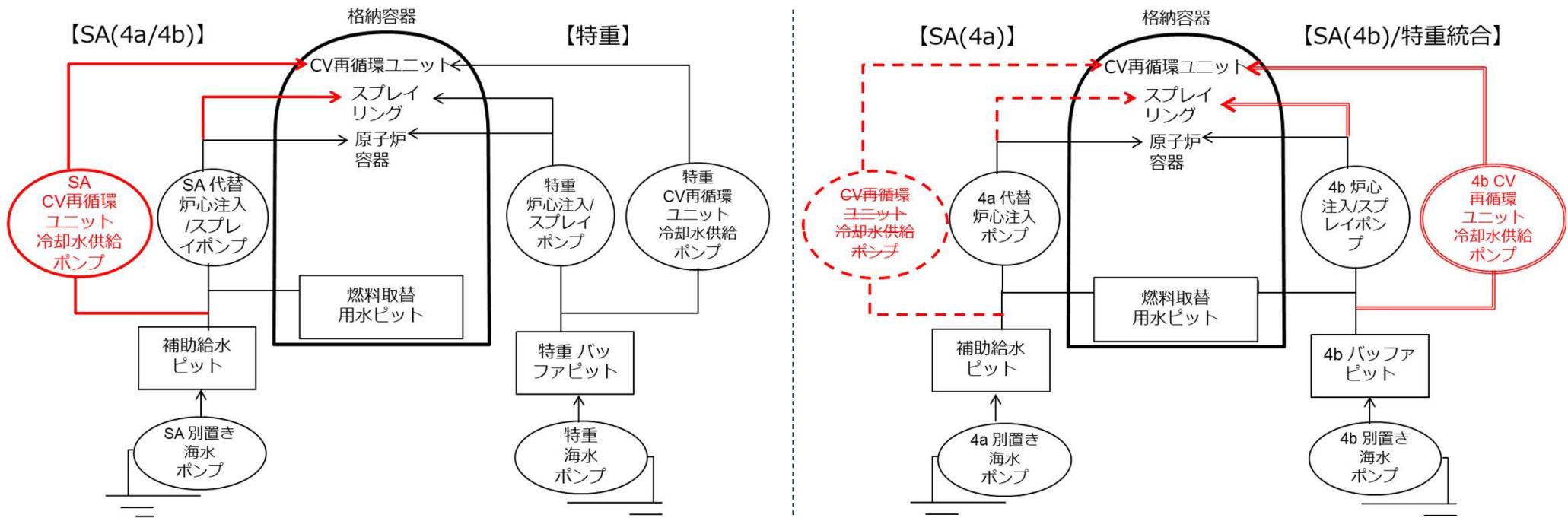
既設炉



➤ 同一機能（格納容器破損防止）を有する設備（スプレイポンプや冷却水供給ポンプ）を統合。

【SRZ-1200設計の統合前後比較(例)】

統合前		統合後		
SA(4a)	SA(4b)	特重	SA(4a)	SA(4b)/特重統合
SA 代替炉心注入/スプレイポンプ (既設炉 代替低圧注水ポンプ等)	-	特重 炉心注入/ スプレイポンプ	4a 代替炉心 注入ポンプ	4b 炉心注入/ スプレイポンプ
-	SA CV再循環ユニット 冷却水供給ポンプ (既設炉：大容量ポンプ等)	特重 CV再循環ユニット 冷却水供給ポンプ	-	4b CV再循環 ユニット 冷却水供給ポンプ



- R2.3.12規制委員会方針のうち、SA設備に加えて新たな設備の設置が求められていることに対するSRZ-1200での適合性は、以下の通りであり、「同等以上の効果を有する措置」であると判断している。

R2.3.12規制委員会方針 (2.(1)基本的な要求事項の整理)		SRZ-1200での適合性
① SA	<p>原子炉格納容器の容積が小さいBWRの場合、格納容器過圧破損防止対策として次の2つの設備の設置が必須である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 格納容器バウンダリを維持しながら圧力及び温度を低減させる設備 ・ 圧力を大気中に逃がすための即応性及び高い信頼性を有する設備として、準静的な設備であるフィルタベント 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 左記要求事項はBWRへの要求と認識。 ✓ PWRは原子炉格納容器(CV)容積が大きく、CV破損までの余裕が比較的大きい特徴を踏まえ、CV過圧破損防止対策として「CVバウンダリを維持しながら圧力及び温度を低減させる設備」を設置。 ✓ 「準静的な設備であるフィルタベント(FVS)」はSA設備として設置せずとも規制の求める保安水準を達成していると判断。
② 特重	<p>特重施設は、更なる安全性向上のためのバックアップ対策と位置づけられ、設置許可基準規則解釈においてもSA施設に対し可能な限り多重性又は多様性及び独立性等を有することを要求していることから、格納容器過圧破損防止対策として、①のSA設備に加えて新たな設備の設置（第3の設備）が求められる。従って、SA設備に対して多重性又は多様性及び独立性等が確保された、新たな設備の設置が行われない場合には、本要求事項を満足しないものと考えられる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DB、SA(4a)、SA(4b)の各防護レベルに求められる機能の信頼性を高め、独立性等を確保することにより、共通要因に対して同時に機能が喪失することを防止した上で、SA(4b)と特重施設を統合する設計を志向。 ✓ これにより、SA設備(4a)とは独立性等が確保されたSA(4b)/特重施設となるが、上記PWRの特徴や、層間分離の採用による信頼性向上を踏まえると、SA(4b)に対して独立性等が確保された新たな設備を設置せずとも、「同等以上の効果を有する措置」であると判断。
③ 特重	<p>特重施設による格納容器過圧破損防止対策としては、APCその他テロリズムによる重大事故等への対処における事象進展の不確実性等に鑑み、即応性及び高い信頼性を有する設備が必要である。また、当該設備はAPC等に対して機能を維持するため頑健性を有する必要がある。これらの観点を踏まえれば、準静的な設備であるフィルタベントをAPC耐性を有する形で設置することが求められる。従って、APC時に少なくとも1系統のフィルタベントの機能が維持されない場合には、本要求事項を満足しないものと考えられる。この際のAPC耐性の確保について、単体ではAPC耐性を有しないフィルタベントを複数、位置的分散を考慮して配置することにより、APC時にもいずれか1系統が機能を維持するとの方法は、 (案の1) :認められる。 (案の2) :認められない。 ⇒規制委員会において、「案の1：認められる」とされた。 </p>	<p>【即応性の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 再循環ユニットによる気相部冷却について、構成設備（水源・電源等）の常設化により現場対応を不要としており、上記の通り、CVの容積が大きくCV破損までの余裕が比較的大きいPWRの特徴を踏まえると、十分な即応性をもって対処が可能。 ✓ 再循環ユニットの気相部冷却は、早期CV減圧開始が可能。 <p>【信頼性の観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 再循環ユニットによる気相部冷却とFVSの過圧破損防止の失敗確率は同程度であり、FVSと同等の高い信頼性有り。 <p>【準静的な設備としての観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 再循環ユニット自身は静的な設備であることを踏まえると、「APC耐性を有する再循環ユニットによる気相部冷却」はFVSと同等の保安水準を達成できるものと判断。

注：P17スライドから表を再掲

- 既設炉の特重は、建設時にAPCを考慮していないDB及びSA(4a/4b)から離隔もしくは頑健化し、独立性等を確保することで同時喪失を防止している。
- 一方、SRZ-1200では、DB(第3層以下)を含めてプラント全体の信頼性を強化し、事象進展の可能性を低減する。SA(4b)/特重統合に、APC耐性を持たせたうえで、DBおよびSA(4a)に対して独立性等を確保する。
- この独立性等により、SA(4b)/特重統合に求められる機能が、APCを含めた共通要因により同時喪失することを防止できる。
- 以上により、解釈に記載の措置を施した既設炉と「同等以上の効果を有する措置」であると考えている。
- なお、建屋頑健化、DB設備3トレン化、区画分離徹底による独立性強化等により、DBまたはSA(4a)設備のいずれかを使用できる可能性を高め、前段の第3層、第4層の設備を用いた対応により、事象収束が可能な設計とする方針。
- また、APC耐性を頑健性(物理障壁)により確保する場合でも、SA(4b)/特重統合はDB・SA(4a)と区画分離を徹底することで位置的分散も図ることができる。

設置許可基準規則の解釈

第39条 4 特重施設の耐震性

- 設置許可基準規則第39条の解釈では、特重施設（間接支持構造物を含む）の耐震設計については、Sクラス施設に適用される地震力に対し、求められる機能を損なわない設計とした上で、基準地震動による地震力が作用した際に各部に生じる応力等が算定される許容限界に相当する応力等に対して余裕を有する設計が求められている。
- SRZ-1200では、同規則第39条の解釈に基づき、特重施設を設計段階から考慮できる革新軽水炉の特徴や、既設炉における特重施設の耐震設計に係る設計方針を踏まえ、各設備の特性を考慮し、合理的に可能な範囲で余裕を有する設計とする方針。

●「各設備の特性を考慮し、合理的に可能な範囲で余裕を有する設計」について

- 一部の特重施設は、運転中の機能から求められる安全性確保のための構造設計と特重事故等時の大規模機能の確保のための耐震設計を両立する、バランスを考慮した設計が必要である。
- しかしながら、これらのバランスを考慮することで、相反する要素が相互に悪影響を及ぼす場合がある。
- そのため、一部の特重施設に対しては、上記の観点を考慮し、設置許可基準規則第39条の解釈に記載の「基準地震動による地震力が作用した際に各部に生じる応力等が算定される許容限界に相当する応力等に対して余裕を有する設計」を満足しつつ、運転中に求められる安全性を維持することを考えている。

設置許可基準規則の解釈

第40条 2(a) 特重施設の耐津波設計

- 特重施設の耐津波設計は、既設炉と同様に、特重施設が設けられる工場等の敷地に津波による浸水が生じた場合においても、特重施設がその重大事故等に対処するために必要な機能を維持する設計方針とする。
- 具体的には、下表の通り、基準津波による入力津波高さ、当該敷地の敷地高さ、特重施設の位置その他の条件を考慮して、津波に対する頑健性を確保する設計とし、サイト条件も踏まえ、基準津波に余裕を持った敷地高さとすること等により耐性強化を図る方針とする。

● SA(4b)設備と特重施設の機能統合について

- 現状の解釈では、特重施設の機能を有する設備については、DB設備及びSA設備に対して、「可能な限り、多重性又は多様性及び独立性を有し、位置的分散を図ること」又は、「同等以上の効果を有する措置」を要求されている。
- DB、SA(4a)、SA(4b)の各防護レベルに求められる機能の信頼性を高め、独立性等を確保することにより、共通要因に対して同時喪失を防止した上で、SA(4b)設備と特重施設を統合する設計においても、特重施設としての機能を維持でき「同等以上の効果を有する」と考えている。

● 特重施設の信頼性確保について

- 現状の設置許可基準規則において、SA設備に対する「重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること」への適合性の観点で、特重施設の信頼性が要求されている。
- APCその他テロ事象時に、DBまたはSA(4a)設備のいずれか及び特重施設で対応できる可能性を高め、既設炉と異なる手段で格納容器破損防止に係る信頼性を確保する設計においても、SA設備に対する「必要な機能を有効に発揮するもの」と考えている。
- 上記を踏まえ、規制者である原子力規制庁として規制上の論点等を整理いただき、本日の説明内容とあわせて、原子力規制委員会に報告し、規制上の取扱いに係る原子力規制委員会の議論を進めていただきたい。

參考資料

【42条：特定重大事故等対処施設】

設置許可基準規則	解釈	SRZ-1200の適合方針
(特定重大事故等対処施設) 第四十二条 工場等には、次に掲げるところにより、特定重大事故等対処施設を設けなければならない。 二 原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有すること。	第42条（特定重大事故等対処施設） 3 第2号に規定する「原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備」とは、以下に掲げる設備又はこれらと同等以上の効果を有する設備をいう。 (a)以下の機能を有すること。 ～（略）～ (c)上記3(a)の機能を有する設備は、設計基準事故対処設備及び 重大事故等対処設備（特定重大事故等対処施設を構成するものを除く。） に対して、可能な限り、多重性又は多様性及び独立性を有し、位置的分散を図ること。	特定重大事故等対処施設は、原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有する設計とする。 特定重大事故等対処施設は、第2号に規定する「原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備」を有する設計とする。 格納容器破損防止機能を有する特定重大事故等対処施設を構成する設備と、格納容器破損防止機能を有する重大事故等対処設備を統合する。

【43条：重大事故等対処設備】

設置許可基準規則	解釈	SRZ-1200の適合方針
(重大事故等対処設備) 第四十三条 重大事故等対処設備は、次に掲げるものでなければならぬ。 — 想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、重大事故等に対処するために必要な機能を有效地に発揮するものであること。	第43条（重大事故等対処設備） (略)	APCその他テロ時に、設計基準対象施設又は重大事故等対処設備のいずれか及び特重施設で対応できる可能性を高め、既設炉と異なる手段で格納容器破損防止に係る信頼性を確保する。

- 海外基準を調査した結果、海外ではシビアアクシデントに対し、特重施設のような専用・独立した施設をSA設備とは別で追加設置させる要求は無い。
- フランスのハードドコアは、設計想定以上の自然現象等が生じた場合でも、炉心損傷防止や放射性物質放出抑制等が達成できるよう頑健な設備を設置するものであるが、専用・独立した施設を追加設置させるものではない。

基準文書	分類	調査結果
10CFR50.155	米国規制	
SSR2_1	IAEA安全基準	
TECDOC-1791	IAEA技術文書	
IAEA SSG-68	IAEA安全基準	特重施設相当の施設に関する記載はなく革新軽水炉の方針を否定するものではない。
Regulatory Guides on nuclear safety (YVL)	フィンランド規制	
ASN Decree	仏国規制	

- 海外基準を調査した結果、海外ではシビアアクシデントに対し、特重施設のような専用・独立した施設をSA設備とは別で追加設置させることや特重施設のみの信頼性を向上させる要求はない。
- なお、WENRAでは、SA設備に対し、果たすべき機能に見合った信頼性を備えるための手段が例示されている。

基準文書	分類	調査結果
10CFR50.155	米国規制	
SSR2_1	IAEA安全基準	
TECDOC-1791	IAEA技術文書	
IAEA SSG-68	IAEA安全基準	特重施設相当の施設に関する記載はなし。
Regulatory Guides on nuclear safety (YVL)	フィンランド規制	
WENRA	欧州レポート	