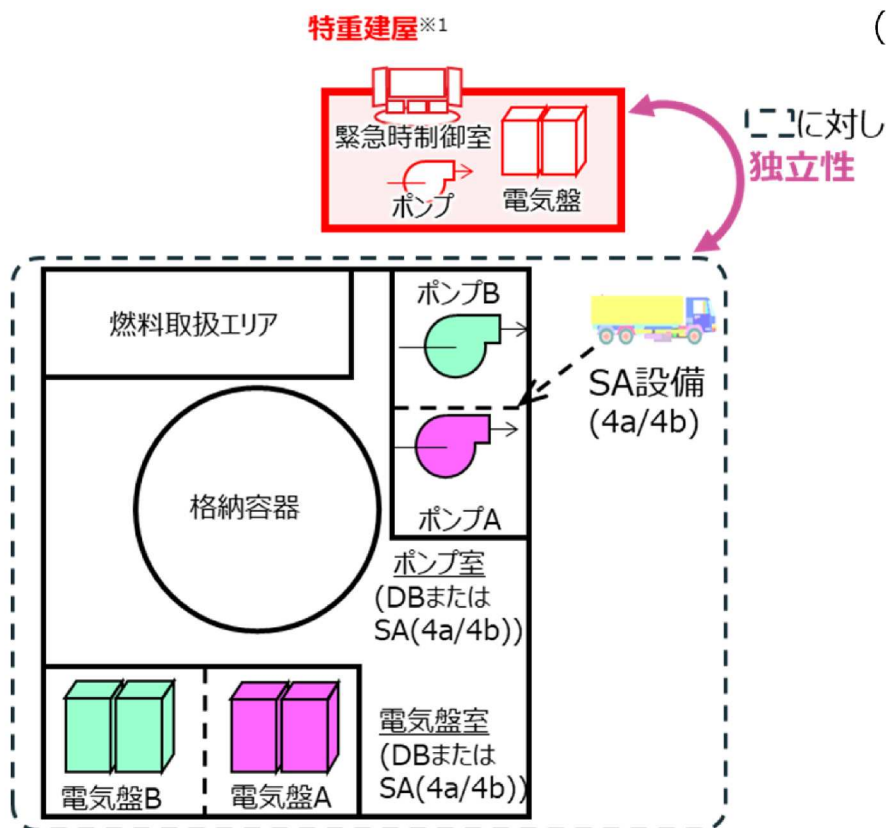


設置許可基準規則の解釈 第42条 3(c) DB/SA設備との独立性

- 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

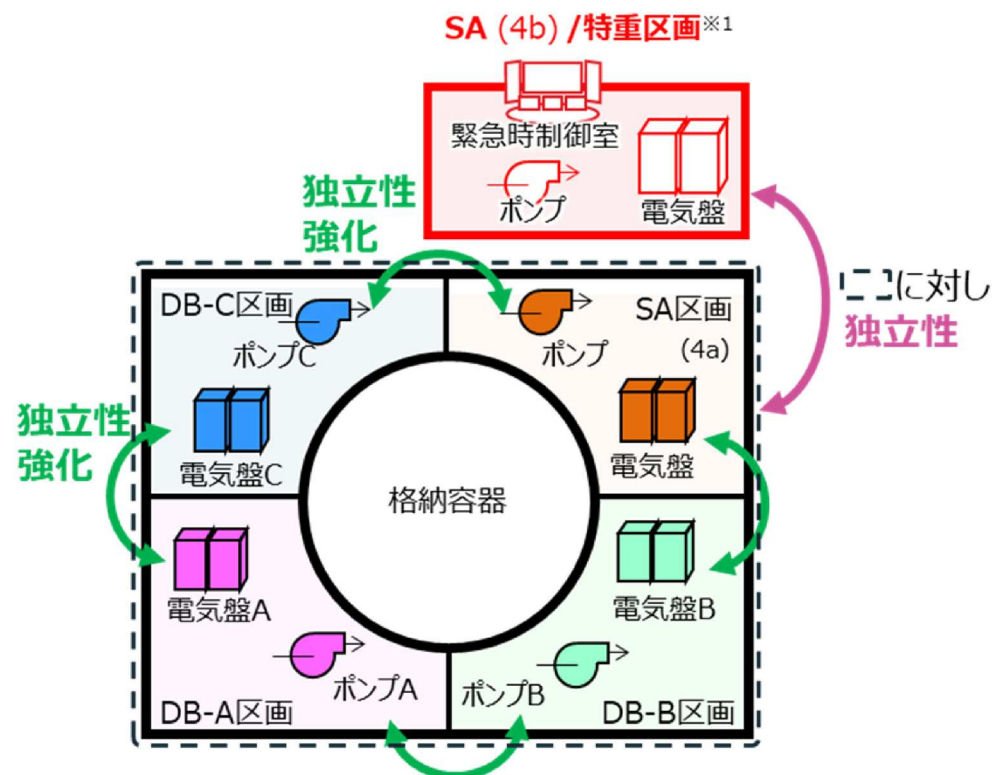
- 原子炉建屋から離隔もしくは頑健化



SRZ-1200

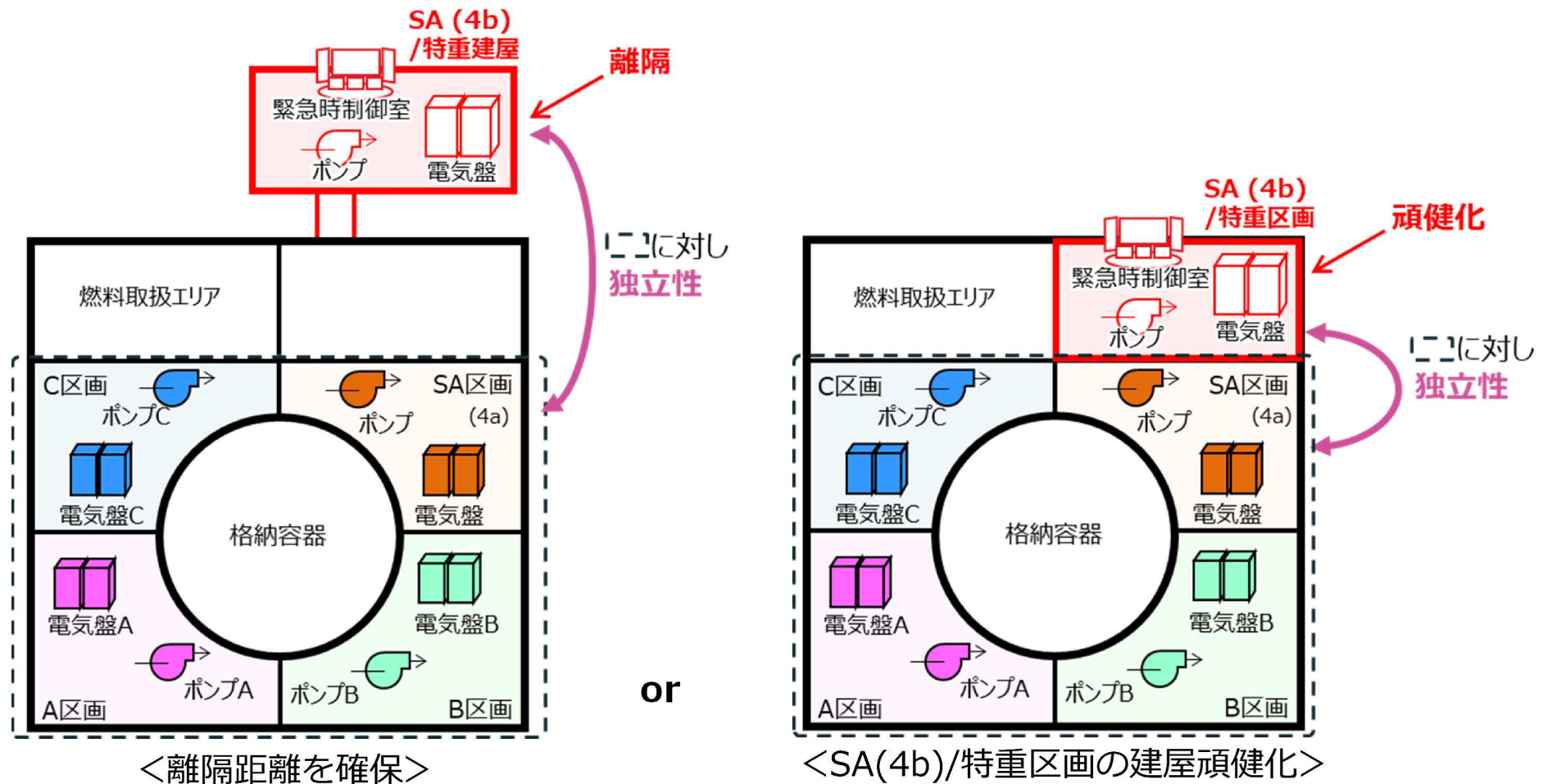
【設計例】

- **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。

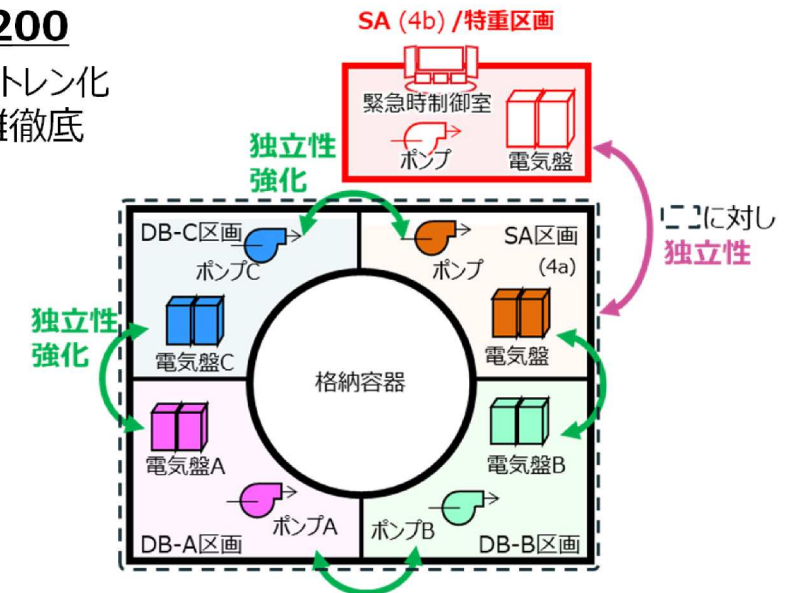
- なお、DB(第3層以下)を含めて**プラント全体の信頼性を強化し、事象進展の可能性を低減。**

(前述の特重信頼性の議論も含む)

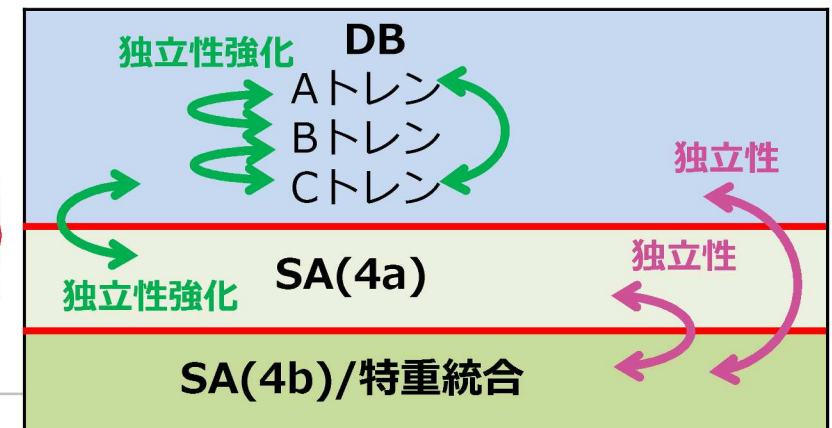
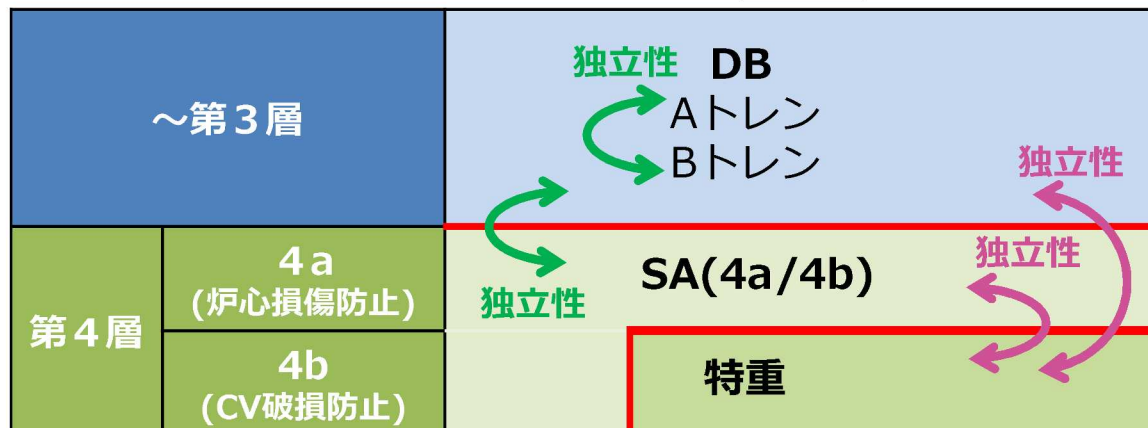
- ✓ 建屋頑健化、DB設備3トレン化、区画分離徹底による独立性強化等により、DBまたはSA(4a)設備のいずれかを使用できる可能性を高め、前段の第3層、第4層の設備を用いた対応により、事象収束が可能な設計とする方針。

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。

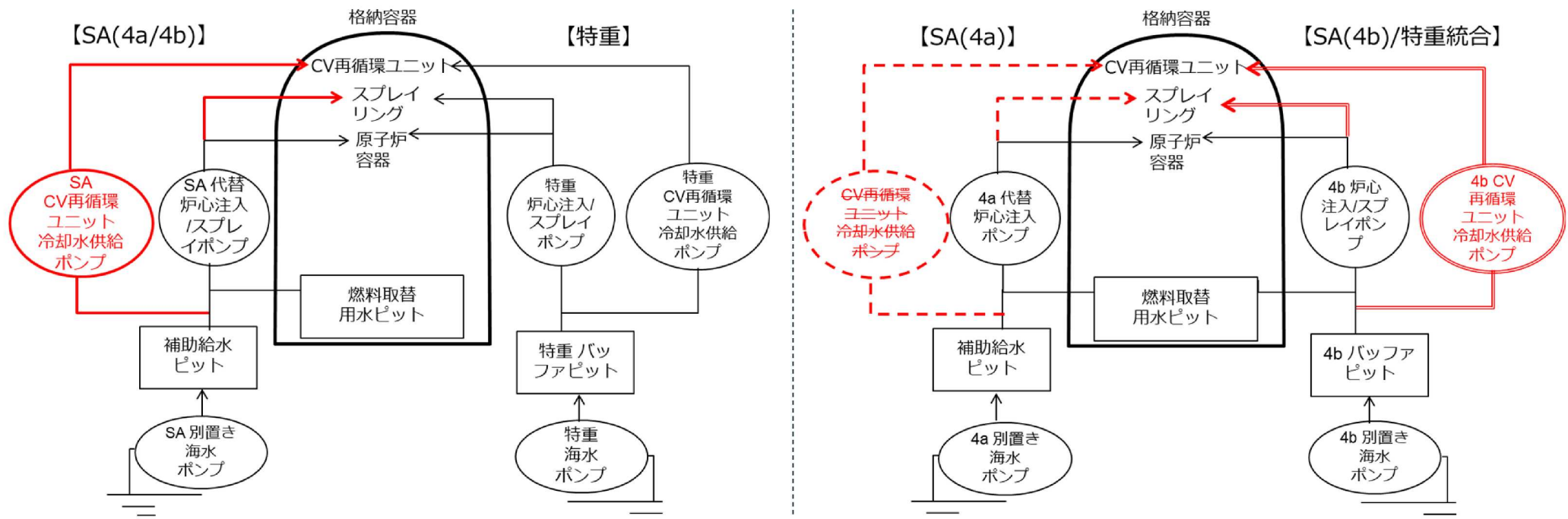
【SRZ-1200設計の統合前後比較(例)】

統合前

SA(4a)	SA(4b)	特重
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
—	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

統合後

SA(4a)	SA(4b)/特重統合
4a 代替炉心注入ポンプ	4b 炉心注入/ スプレイポンプ
—	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 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。 - 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	- 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 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。	- 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 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。	【即応性の観点】 - 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。 【信頼性の観点】 - 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。 【準静的な設備としての観点】 - 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：P22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

- 【参考】既設炉における耐震設計方針

	地震力		
	基準地震動 S_s による地震力	弾性設計用地震動 S_d による地震力	静的地震力 (地震層せん断力係数 C_i)

- 「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



は、運転中の機能から求められる安全性（熱変化による伸縮等に対する健全性）確保のための構造設計と特重事故等時の安全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、とする設計として、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、 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ものであること。	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効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、 信頼性を確保する。

- 統合前は、SA(4a)、SA(4b)、特重施設が独立した構成。
- 統合前は、既設炉同様、は信頼性向上の観点からの措置を志向。

※ 1 : 一部の機器について、DB・SA(4a)・SA(4b)/特重施設で兼用する設備はあるが、前段の層で代表した分類としている。

※ 2 : フィルタバントは自主対策設備で配備することを検討しているが、それに関連する設備も灰色で示している。

- 統合後は、独立したSA(4b)の専用設置はなく、**SA(4b) と特重施設を統合**した構成。
- SA(4b)と特重施設の統合に伴い、SA(4b)/特重施設の とする方針。

※ 1 : 一部の機器について、DB・SA(4a)・SA(4b)/特重で兼用する設備はあるが、前段の層で代表した分類としている。

※ 2 : フィルタベントは自主対策設備で配備することを検討しているが、それに関連する設備も灰色で示している。

➤ SA/特重施設の主要構成の統合前後の設備比較は、以下の通り。

SA(4b)／特重 統合前		SA(4b)／特重 統合後	
【炉心注水・CV破損防止系統設備 主要構成(例)】			
SA (4a/4b)	重大事故 溶融炉心冷却／格納容器スプレイポンプ	SA (4a)	代替炉心注入ポンプ
	重大事故 CV再循環ユニット冷却水供給ポンプ		
	重大事故 海水ポンプ		レベル4a 別置海水ポンプ
	重大事故 溶融炉心冷却水冷却器		
【電源設備 主要構成(例)】			
SA (4a/4b)	レベル4a/4b 発電機	SA (4a)	レベル4a 発電機
	レベル4a/4b メタクラ		レベル4a メタクラ
	レベル4a/4b 蓄電池		レベル4a 蓄電池
	レベル4a/4b 計装用電源		レベル4a 計装用電源

- 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。
- フランスのハードンドコアは、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	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。
SSR2_1	IAEA安全基準	
TECDOC-1791	IAEA技術文書	
IAEA SSG-68	IAEA安全基準	
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ため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として、が例示されている。

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