

保安規定変更に係る基本方針(BWR)について (審査会合における指摘事項に対する回答)

2023年11月1日

東北電力株式会社
東京電力ホールディングス株式会社
中部電力株式会社
北陸電力株式会社
中国電力株式会社
日本原子力発電株式会社
電源開発株式会社

はじめに

1. 経緯

- 新規制基準の施行に対応した、各電力会社の保安規定の変更在先立ち、新たに追加となった要求事項を保安規定へ反映する基本方針について「保安規定変更に係る基本方針」(以下、「基本方針」という。)として取りまとめている。
- BWR基本方針については2022年に改訂を実施しているが、その後2023年9月26日の日本原子力発電株式会社における原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合(以下、「審査会合」という。)において、基本方針の考え方についてご指摘をいただいた。
- そのため、審査会合における指摘事項への回答として、BWR電力で基本方針の考え方を整理したことから、その内容についてご説明する。

2. 今回のご説明内容

- 審査会合でいただいた指摘事項に対し回答する(次スライド)

審査会合における指摘事項

No	審査会合 実施日	指摘事項	回答	資料
1	2023/9/26	耐性を有しない自主対策設備の活用によりAOT10日間延長を行う方針について、BWR全体で整理し、説明すること。	自主対策設備について、その設置理由・扱いや耐性、プラント状況によっては事故対応に有効な設備であることを踏まえ、それらを活用し、AOTを10日間と設定した考え方について次頁以降のとおり整理した。	スライド P4-15

審査会合における指摘事項No.1

耐性を有しない自主対策設備の活用によりAOT10日間延長を行う方針について、BWR全体で整理し、説明すること。

指摘事項への回答

自主対策設備について、その設置理由・扱いや耐性、プラント状況によっては事故対応に有効な設備であることを踏まえ、それらを活用し、AOTを10日間と設定した考え方について以下のとおり整理した。なお、本整理はBWRとPWRで相違があるものではない。

【自主対策設備の設置理由について】

- 自主対策設備は重大事故等対処設備（以下、「SA設備」という。）と比べ、様々な特徴を有しており、それらの設置により以下の効果が期待される。

自主対策設備の特徴	自主対策設備の設置により期待される効果
<ul style="list-style-type: none">発電所の既往設備や可搬型設備を事故対処手段として柔軟に組み入れることが可能許認可性や基準適合性の実証が十分でない技術も含めた多様な技術の取り入れが可能	<ul style="list-style-type: none">SA設備に対する安全機能の多重性の強化SA設備に対する安全機能の多様性、独立性の確保（常設／可搬、位置的分散、異なる動作原理等）設計基準事故より不確かさの大きい重大事故等に対し、柔軟な対応を可能にすることで、想定しきれていない可能性のあるシナリオも含め、様々なシナリオに対応できる

指摘事項への回答(続き)

【自主対策設備の扱いについて】

- 保安規定でLCOに設定されているSA設備については、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合において、炉心、使用済燃料プール内の燃料体等及び運転停止中における発電用原子炉内の燃料体の著しい損傷を防止するために、また、重大事故が発生した場合においても、原子炉格納容器の破損及び発電所外への放射性物質の異常な放出を防止するために設置されている。なお、上記に至る事故としては、地震等に限らず複数のシーケンスを想定しているものである。
- そのため、SA設備と同等の耐性を持たない設備においても、プラント状況においては有効であることから、以下設置変更許可申請書において自主対策設備は「プラント状況によっては事故対応に有効な設備」として整理されている。

(柏崎刈羽原子力発電所の例)

追補1 「5. 重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力」の追補(抜粋)

重大事故等対処設備のほかに、設計基準事故対処設備による対応手段並びに柔軟な事故対応を行うための対応手段及び自主対策設備※1を選定する。

※1 自主対策設備: 技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備。

指摘事項への回答(続き)

【自主対策設備の扱いについて(続き)】

- 前頁のとおり、自主対策設備はSA設備に要求される全ての耐性を有しているわけではないが、以下の項目が確認できる設備については、重大事故等発生時において事故対処の観点でSA設備と同等の機能を発揮できると考えられる。

項目	確認事項
事故対処の観点でSA設備と同等な性能を有すること	SA設備の有する設備仕様(事故発生時に必要となるポンプ揚程・容量、電源容量等)と同等もしくは事故対処上必要な性能を有していることの確認
準備時間短縮等の補完措置	「配置変更」、「事前接続」、「要員追加」等により、SA設備において期待されるSA事象に係る有効性評価の制限時間を満足できることの確認

- そのため、SA設備のみでなく、LCO逸脱時においてこれらの設備が動作可能であることを確認し、多様な設備を複数維持することにより柔軟に事故対応することができる。

指摘事項への回答(続き)

【自主対策設備の耐性について】

- また, 自主対策設備については, 設計・配置等の考慮によって一定程度の耐性を有していることから, より多くの場面においてSA設備と同等の機能を発揮できると考えられる。

自主対策設備の例	設計・配置等の考慮による耐性の確保の例
可搬型車両	<ul style="list-style-type: none">—他のSA設備と同様に頑健な地盤の上に設置しており, 一部の設備については耐震性を確認していることから, 地震に対し一定程度耐性を有している—他のSA設備と同様に高台に設置していることから津波発生時においても遡上による影響がなく, 津波に対し一定程度耐性を有している—他のSA設備と同様に高台に設置していることから, 原子炉建屋内に設置されている設計基準事故対処設備(以下, 「DBA設備」という。)と位置的分散が図られており, その他事象の発生時に対し一定程度耐性を有している
注水ポンプ	<ul style="list-style-type: none">—システムを構成する一部の設備について耐震性を確認しており, 地震に対し一定程度耐性を有している—他のSA設備と同等の敷地に設置していることから津波発生時においても遡上による影響がなく, 津波に対し一定程度耐性を有している—原子炉建屋外にポンプが設置されていることから, 当該建屋内に設置されているDBA設備と位置的分散が図られており, その他事象の発生時に対し一定程度耐性を有している

指摘事項への回答(続き)

【自主対策設備の耐性について(続き)】

<例示: SA設備と同様に高台に設置している例(柏崎刈羽原子力発電所の例)>

(2) その他設備 (自主的に所有している設備)

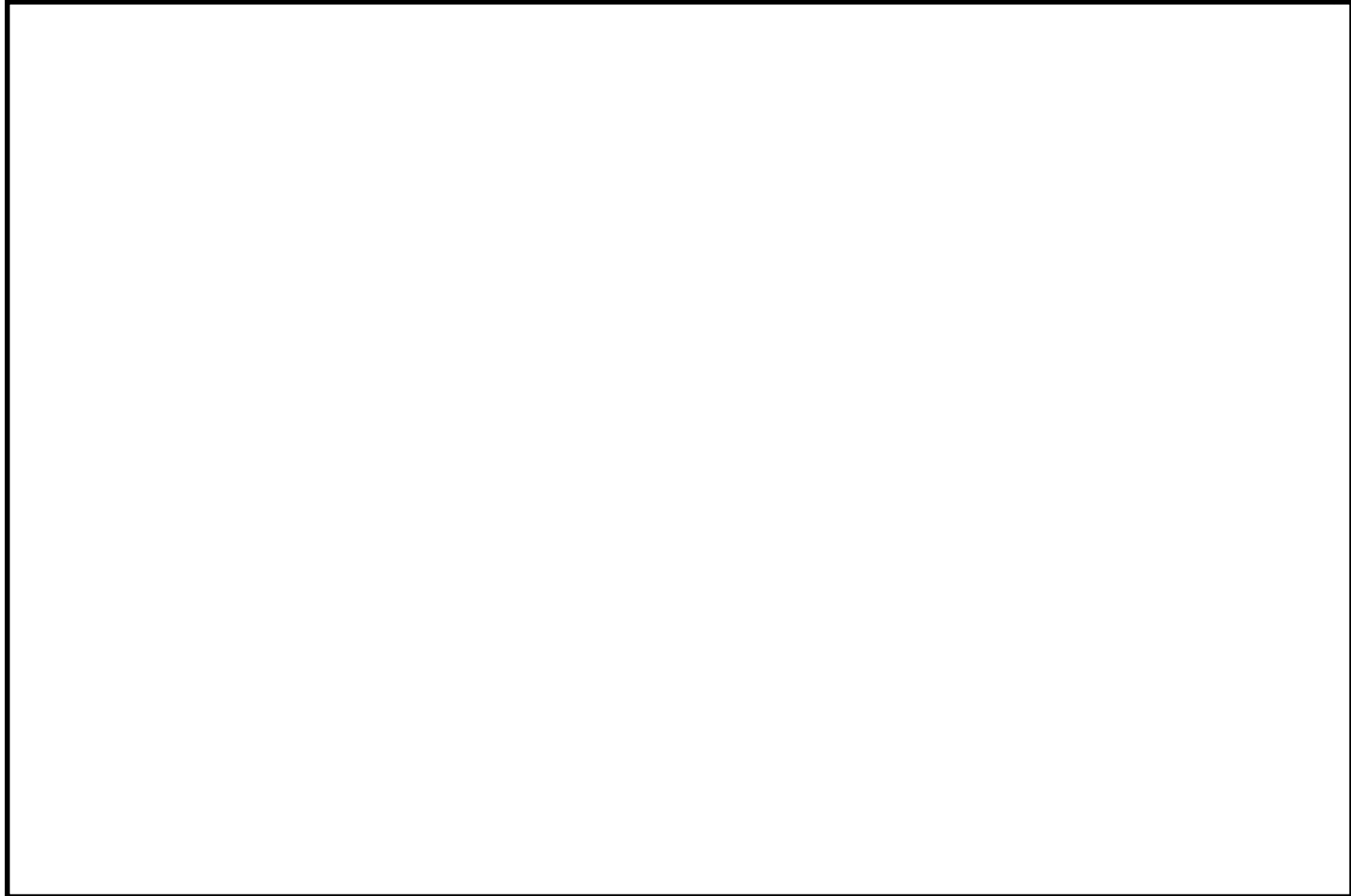
設備名	配備数	保管場所	備考
化学消防自動車 (火災対応用)	2台	荒浜側高台保管場所 及び自衛消防隊詰め所	各々1台配備
消防車 (火災対応用)	2台	荒浜側高台保管場所 及び自衛消防隊詰め所	各々1台配備
大型化学高所放水車	2台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	各々1台配備
ホース展張車 (原子炉建屋放水設備用)	5台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	荒浜側: 2台配備 大湊側: 3台配備
放射能観測車 (モニタリングカー)	1台	荒浜側高台保管場所	-
クレーン付トラック	7台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	荒浜側: 3台配備 大湊側: 4台配備
衛星通信車	1台	構内保管場所	-
コンクリートポンプ車	1台	構内保管場所	-
原子炉補機冷却海水ポンプ電動機 (6号炉用) (7号炉用)	各々1台	大湊側高台保管場所	予備品
原子炉補機冷却水ポンプ電動機 (6号炉用) (7号炉用)	各々1台	大湊側高台保管場所	予備品
可搬型照明設備	19台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	発電機付照明 荒浜側: 10台配備 大湊側: 9台配備
直流給電車	4台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	荒浜側: 1式配備 大湊側: 3式配備
カードル式空気ポンプユニット	5台	荒浜側高台保管場所	-
ホース展張車	7台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	荒浜側: 5台配備 大湊側: 2台配備
可搬型大容量窒素供給装置	9台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	荒浜側: 5台配備 大湊側: 4台配備
代替補機冷却海水ポンプ	3台	大湊側高台保管場所	-
ショベルカー	2台	荒浜側高台保管場所 及び大湊側高台保管場所	荒浜側: 1台配備 大湊側: 1台配備
ブルドーザー	1台	荒浜側高台保管場所	-

※ 各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

指摘事項への回答(続き)

【自主対策設備の耐性について(続き)】

<例示:SA設備を用いて自主対策を行う例(柏崎刈羽原子力発電所の例)>



指摘事項への回答(続き)

【設計基準事故対処設備とのAOTの比較について】

- 前頁までの整理を踏まえ、自主対策設備によるAOT延長を考えるうえで、元々定められているDBA設備のAOTとの比較を行う。
- SA設備のAOTについて、現時点でBWRプラントにおけるSA設備の運用実績がなく、重大事故等がDBA設備の機能喪失を前提としていることを踏まえてDBA設備のAOTを参考としている。
- そのうえで、原則、SA設備がLCO逸脱した場合には対応するDBA設備が動作可能であることの確認を行うこととしている。

BWR基本方針(抜粋)

(2) AOT 設定の考え方

重大事故等対処設備のAOTについては、設計基準事故対処設備の機能喪失を前提に規制上の要求があることを踏まえて設計基準事故対処設備のAOTを参考として設定することとする。

(中略)

a. 参考とする設計基準事故対処設備のAOT

重大事故防止設備が参考とする設計基準事故対処設備のAOTは、平成12年に米国STSを参考に、日本の運転経験に基づき合理的と判断された値として設定したものであり、その後13年間に亘る運転経験においてLCO逸脱時におけるAOTの長さに係る不具合等は発生していない実績のある値である。

(中略)

なお、参考とする設計基準事故対処設備のAOTを重大事故等対処設備のAOTに採用することについては、重大事故等は設計基準事故よりも起こりにくいことを考慮すると安全側な値となるため妥当なものである。

ただし、重大事故等対処設備のLCO逸脱時には、原則、LCO逸脱と判断した当該重大事故等対処設備に対応する設計基準事故対処設備が動作可能であることの確認^{※4}を行うこととする。

指摘事項への回答(続き)

【設計基準事故対処設備とのAOTの比較について(続き)】

- DBA設備においては、ECCS 機器のAOTを確認すると「10日間」が多く設定され、一部(事故時計装等)について「30日間」があり、この「30日間」が最長のAOTとして設定されていることから、SA設備においても、対応するDBA設備の動作確認、自主対策設備の有無、同等の機能をもつSA設備の有無により、「3日間」、「10日間」、「30日間」の各以下のフローに従いAOTを設定している。

(2N要求以外のSA設備)

2N要求以外の重大事故等対処設備

A : LCO 対象 SA 設備

B : Aの機能全てを満足する SA 設備 (基準要求を維持できる場合に限り)

C : Aの機能全てを満足^{※1}する SA 設備 (基準要求を維持できない場合)

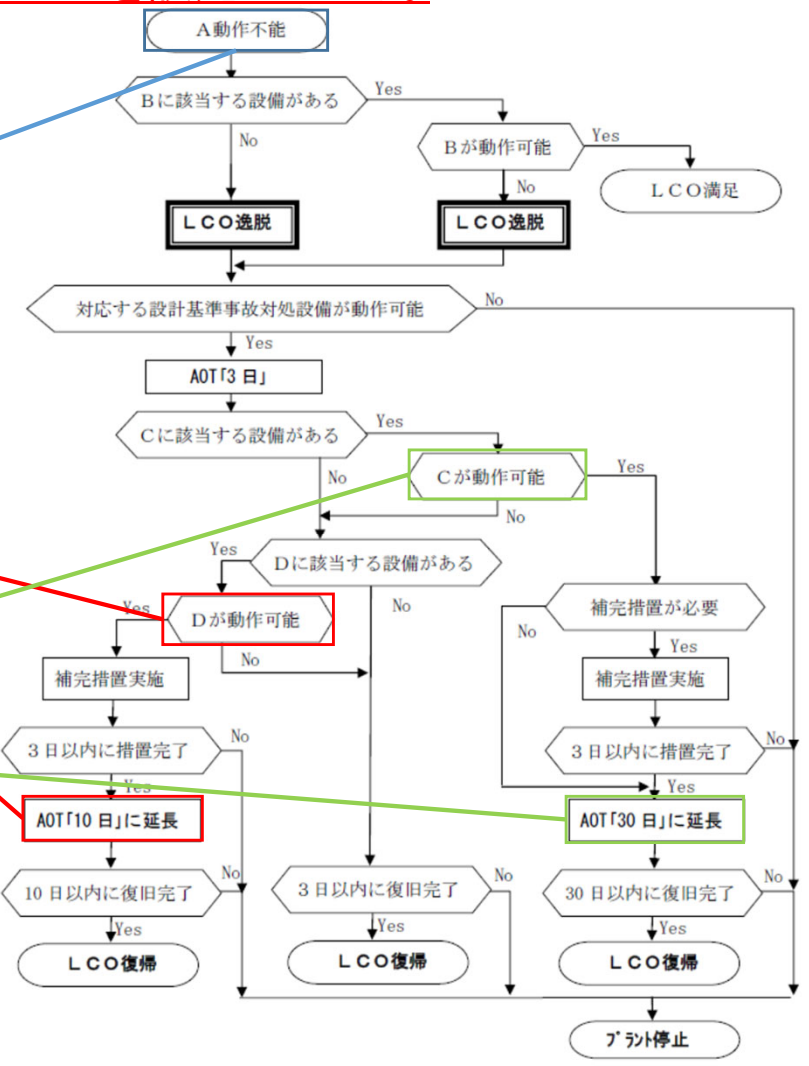
※1 : 準備時間短縮等の補完措置の実施により満足する場合も含む

D : Aの機能に対する自主対策設備または代替措置

a. 適用される原子炉の状態が運転、起動、高温停止の設備の例

機能	原子炉の状態	条件	要求される措置	完了時間
〇〇〇	運転、起動、高温停止	A. 〇〇〇が動作不能の場合	A.1 〇〇〇が動作可能であることを確認 ^{※1} する。 及び A.2.1.1 当該機能を代替する自主対策設備 ^{※2} が動作可能であることを確認 ^{※3} する。 又は A.2.1.2 代替措置 ^{※4} を検討し、原子炉主任技術者の確認を得て実施する。 及び A.2.2 当該機能を動作可能な状態に復旧する。 又は A.3.1 当該機能と同等の機能を持つ重大事故等対処設備 ^{※5} が動作可能であることを確認 ^{※3} する。 及び A.3.2 当該機能を動作可能な状態に復旧する。	速やかに 3日間 3日間 10日間 3日間 30日間
		B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	B.1 高温停止にする。 及び B.2 冷温停止にする。	24時間 36時間

※1 : 残りの〇〇〇1台及び〇〇については、管理的手段により動作可能であることを確認する。
 ※2 : △△△をいう。
 ※3 : 「動作可能であること」とは、当該系統に要求される性能および準備時間を満足させるために行う補完措置が完了していることを含む。
 ※4 : 外部からの代替品の配備等。
 ※5 : ×××をいう。



指摘事項への回答(続き)

【設計基準事故対処設備とのAOTの比較について(続き)】

- これらを踏まえ、改めてDBA設備とSA設備のAOT等について比較を行った。(2N要求以外のSA設備)

低圧代替注水系(柏崎刈羽原子力発電所の例)

ECCS機器(ポンプ・ファン)他

条件	要求される措置	完了時間
A. 1系列が動作不能の場合	A1. 当該系列を動作可能な状態に復旧する。 及び A2. 他の1系列について動作可能であることを確認する。	10日間 速やかに
B. 条件Aで要求される措置を完了時間内に達成できない場合	B1. 高温停止にする。 及び B2. 冷温停止にする。	24時間 36時間

条件	要求される措置	完了時間
A. 低圧代替注水系(可搬型)が動作不能の場合	A1. 1. 当直長は、低圧注水系1系列を起動し、動作可能であることを確認する※9とともに、その他設備※10が動作可能であることを確認する。 及び A1. 2. 当直長は、当該機能と同等な機能を持つ重大事故等対処設備※11が動作可能であることを確認する。 及び A1. 3. 当直長は、当該システムを動作可能な状態に復旧する。 又は A2. 1. 当直長は、低圧注水系1系列を起動し、動作可能であることを確認する※9とともに、その他設備※10が動作可能であることを確認する。 及び A2. 2. 当直長は、当該機能を補完する自主対策設備※12が動作可能であることを確認する。 及び A2. 3. 当直長は、当該システムを動作可能な状態に復旧する。	速やかに ② 3日間 30日間 速やかに ③ 3日間 10日間

- DBA設備は単一故障が発生しても機能が維持できるように、各機能について多重性や多様性を持たせた設計としており、特に重要な安全機能に係る設備については、1/2 故障時のLCO逸脱時においても安全機能が確保されているため、その他の系列が動作可能であることを確認することで、復旧に対する10日のAOTを許容している。(上記①)
- 一方でSA設備については、機能を代替することができるSA設備でAOTの延長を行う場合には上限のAOT 30日間まで延長できることとしている。(上記②)
- これらを参考に、自主対策設備でのAOTの延長を行う場合には、重大事故等が設計基準事故に比べて起こりにくいこと、自主対策設備については一定程度の耐性があり、事故対処上必要な機能を有していることを勘案すると、DBA設備と同様に10日のAOTを設定することは妥当であると考えられる。(上記③)
- なお、このSA設備と自主対策設備を活用したAOT設定の差は、それぞれの耐性、機能等の充足度の相違によるものであり、AOT設定の考え方として妥当と考える。
- また、自主対策設備は、設置変更許可申請書追補にて、その有用性を記載、保安規定にて、施設管理の対象として規定している。よって、本設備の性格上、軽重はあるものの、規制上も担保されている位置づけにあると考える。

指摘事項への回答(続き)

【同等な措置との整合性について】

- SA設備をLCOに設定するに当たっては、自主対策設備によるAOT延長と同等の措置として、代替措置による代替品の補充等を実施している。

BWR基本方針(抜粋)

③自主対策設備を確保(補完措置^{※7}含む)又は当該機能を補完する代替措置^{※8}をあらかじめ定め、原子炉主任技術者の確認の上実施することで、その機能を一部補完することができる。

- 上記代替措置の内容については、個別の審査においてその内容を説明しており、SA設備相当の耐性は要求しておらず、必要な事項としては当該SA設備の保管場所の条件を可能な限り考慮することから、自主対策設備に対する耐性とも整合した考え方である。

<例示>

2. 柏崎刈羽原子力発電所7号炉における代替措置(代替品の補充等)の考え方

基本方針に基づき、「代替品の補充等」の内容は「当該機能を補完する代替措置」であることから、保安規定の「代替品の補充等」は、以下のすべてを満足する代替品を準備できる場合に限ることとする。

●LCOを逸脱した重大事故等対処設備が、重大事故等に対処するために期待されている性能(容量, 流量, 圧力等, 安全解析の前提条件となっている性能)を満足する代替品を, AOT内に配備すること。ただし, 代替品の必要性能としては, 設計及び工事計画認可申請書における「設備別記載事項の設定根拠に関する説明書」等に記載されている設計の機能(必要な容量, 揚程, 圧力等)を満足できるものとする。(以下, 「SA設備と同程度以上」という。)

●代替品の信頼性を確保するため, 必要な社内検査を実施すること。

●代替品により重大事故等に対処する際, 有効性評価における制限時間を満足すること。(待機要員の拡充による対応を含む。)

●代替品については, 可能な限り代替する重大事故等対処設備の保管場所の条件を考慮し保管する。

(参考1)設置変更許可申請書上の自主対策設備の理由

<設置変更許可申請書 追補1(柏崎刈羽原子力発電所の例)>

記載箇所	記載内容
1.3 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための手順等	<ul style="list-style-type: none">・高圧窒素ガス供給系(代替逃がし安全弁駆動装置) 現状の設備では系統構成(フランジ取外し, ホース取付け)を原子炉建屋原子炉区域で実施しなければならず, 事象の進展によってはアクセス困難となる可能性があるが, 逃がし安全弁を作動させる手段として有効である。
1.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	<ul style="list-style-type: none">・ディーゼル駆動消火ポンプ, ろ過水タンク, 消火系配管・弁 耐震性は確保されていないが, 復水移送ポンプ及び可搬型代替注水ポンプ(A-2級)と同等の機能(流量)を有することから, 重大事故等へ対処するために消火系による消火が必要な火災が発生していない場合において, 発電用原子炉を冷却する手段として有効である。
1.5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等	<ul style="list-style-type: none">・大容量送水車(熱交換器ユニット用)又は代替原子炉補機冷却海水ポンプ(移動式変圧器を含む) 原子炉補機冷却系の淡水側に直接海水を送水することから, 熱交換器の破損や配管の腐食が発生する可能性があるが, 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード, サプレッション・チェンバ・プール水冷却モード及び格納容器スプレイ冷却モード)と併せて使用することで最終ヒートシンク(海)へ熱を輸送する手段として有効である。

(参考2)原子炉施設保安規定上の自主保安設備の施設管理に係る記載

<原子炉施設保安規定（柏崎刈羽原子力発電所の例）>

記載箇所	記載内容
第8章 施設管理 第107条 施設管理計画	<p>4. 保全対象範囲の策定</p> <p>組織は、原子炉施設の中から、各号炉毎に保全を行うべき対象範囲として次の各項の設備を選定する。</p> <p>(1) 重要度分類指針において、一般の産業施設よりも更に高度な信頼性の確保及び維持が要求される機能を有する設備</p> <p>(2) 重要度分類指針において、一般の産業施設と同等以上の信頼性の確保及び維持が要求される機能を有する設備</p> <p>(3) 原子炉設置(変更)許可申請書及び設計及び工事計画(変更)認可申請書で保管又は設置要求があり、許可又は認可を得た設備</p> <p>(4) <u>自主対策設備</u>※1(7号炉)</p> <p>(5) 炉心損傷又は格納容器機能喪失を防止するために必要な機能を有する設備</p> <p>(6) その他自ら定める設備</p> <p><u>※1: 自主対策設備とは、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備をいう。</u></p>