

2023年11月13日
日本原燃株式会社

再処理施設の蒸発乾固に係る EAL の見直しの進め方について

本日のご説明資料は以下の通り。

- 資料1 再処理施設（蒸発乾固）の緊急時活動レベル（EAL）の見直しの進め方について
- 資料2 再処理施設の蒸発乾固に係る EAL の経緯について
- 資料3 蒸発乾固の EAL（EAL 29）の変更案について^{注1}

注1：蒸発乾固の EAL（EAL 29）の変更に関連し、セルの閉じ込め機能に係る EAL（EAL 42）についても整理が必要と考える。本件については後日ご説明を予定。

以上

再処理施設（蒸発乾固）の緊急時活動レベル（EAL）の見直しの進め方について

令和2年9月1日に開催された「第7回緊急時活動レベルの見直し等への対応に係る会合」において、EAL等に関する課題の整理が行われている。（以下、「中長期的な課題」という。）

中長期的な課題のうち、No.4「日本原燃株式会社再処理施設の審査を踏まえた再処理施設の蒸発乾固に係るEALの見直し」について課題となっていることから早期に対応を目指してまいりたい。

1. 検討方針

(1) 検討対象

- 蒸発乾固に係る新規制基準に適合した再処理施設について重大事故等対応設備等を考慮したEALの見直しを検討する。
- EALの見直しについては、以下を考慮する。
 - ・事象の進展が比較的緩やかな再処理施設の特徴を踏まえ、事故進展を整理する。
 - ・事象の深刻度を考慮する。
 - ・新規制基準に適合した重大事故等の対策の内容、対策の成否を考慮する。

2. 検討のステップ

検討は、以下に示す検討1～3の3ステップで進める。検討1及び検討2は、初回の会合でまとめて実施することで効率化を図りたいと考えている。それぞれの検討ステップにおいて、事業者側から次の資料を準備する。

【検討1】事故進展について整理

蒸発乾固の事故進展、事故時の対応手順について、過去のEAL会合資料、安全審査内容等を整理する。

蒸発乾固の代表機器を選定し、冷却機能の喪失から蒸発乾固に至るまでの事故進展に応じたプラントの状態進展時間を整理する。

【検討2】事故時の観測可能なパラメータの整理

新規制基準に適合した重大事故等の対策の実施によるプラントの状態、観測可能なパラメータを整理する。

【検討3】EAL判断基準の検討

上記検討1、検討2の結果より、EAL判断基準を整理する。整理にあたっては、現行の原子力災害対策指針及び原子力災害対策指針の緊急事態区分を判断する基準等の解説で求められている考え方を基に原子力災害対策指針等の記載の見直しが必要と考えられる場合は、その内容を提示する。

以上

再処理施設の蒸発乾固に係るEALの経緯について

2023年11月13日
日本原燃株式会社

1. 現在の再処理施設に係るEALの検討経緯について

- 現在の再処理施設のEALは、平成29年3月～4月に開催された第1～3回緊急時活動レベルの見直し等への対応に係る会合(以下、「EAL会合」という。)の結果から、平成29年7月5日付けで改正された原子力災害対策指針に基づき、原子力事業者防災業務計画で具体化されている。
- 第3回EAL会合で確認された再処理施設のEALの骨子は以下の通り。

(平成29年4月25日 第3回EAL会合 資料1 抜粋) (※重要箇所を強調)

3. 再処理施設

再処理施設は、貯槽等又はセル内で重大事故等が発生したとしても、基本的には短時間で放射性物質が異常に放出されるような事態には至らず時間的余裕があることから、重大事故の発生を捉えて警戒事態(AL)とすることが適当である。重大事故等が発生した後、セル内での事故収束や閉じ込めが成功せず、セルから建屋内に放射性物質が漏えいした場合を施設敷地緊急事態(SE)とし、さらに建屋内に放射性物質が異常に漏えいした場合を全面緊急事態(GE)とすることが考えられる。

他方、重大事故等の中でも臨界事故及び蒸発乾固については、重大事故が発生したことにより、新たに生成された放射性の希ガス又は揮発性の放射性物質が外部に放出される可能性があるため、他の重大事故等とは区別し、臨界事故及び揮発性の放射性物質の発生を捉えてSE又はGEを発動することが適当と考えられる。

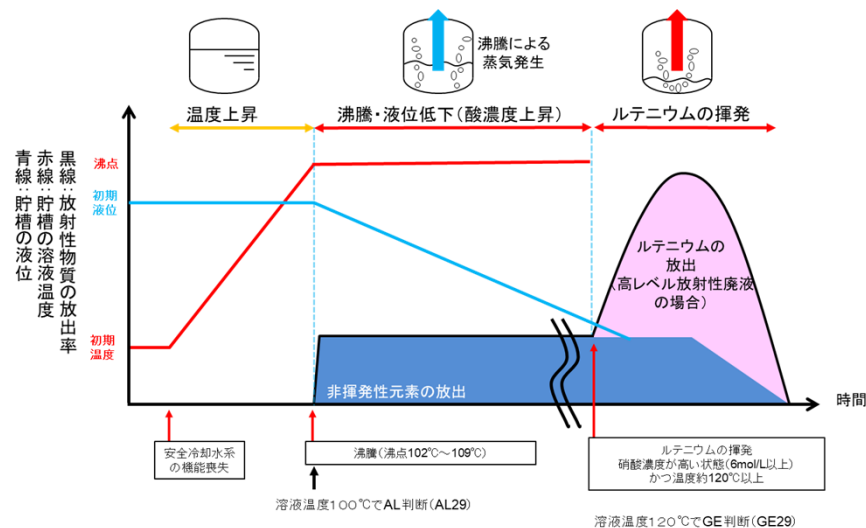
- なお、平成29年当時は、再処理施設は新規制基準に基づく安全審査中であり、当時最新の審査内容に基づいてEALが決定された。
- 本資料では、第7回EAL会合にて中期的な課題となっている、再処理施設の蒸発乾固について説明する。

2. 再処理施設における蒸発乾固の事象説明(1/2)

- 再処理施設の蒸発乾固は、以下の段階で事象が進展する。
 - ①冷却機能の喪失により、液温が上昇し沸騰に至る。
 - ②放射性エアロゾルが発生し、大気中への放出量が増加する。
 - ③ルテニウムを含む高レベル廃液等においては、沸騰の継続により硝酸濃度が上昇(約6規定以上)し、かつ、温度が120℃以上に至ると、揮発性のルテニウムが大量に発生し、大気中への放出量がさらに増加する。
 - ④高レベル廃液等の沸騰が継続した場合には、やがて乾燥・固化し、温度上昇により貯槽等の損傷に至る可能性がある。

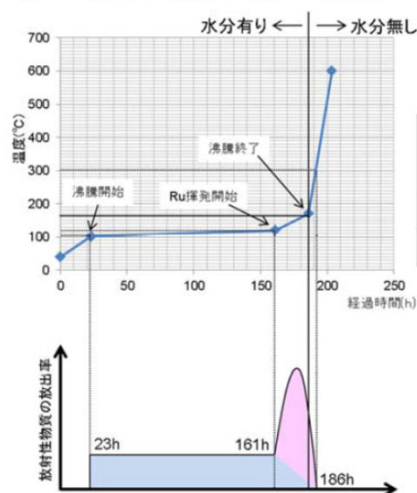
- 現在の蒸発乾固に係るEAL(EAL29)は、前述したEALの骨子から、上記③の事象(揮発性ルテニウムの発生)を捉えて、貯槽の溶液温度120℃でGEを判断することとしている。

【冷却機能喪失による蒸発乾固の事象進展のイメージ図】



2. 再処理施設における蒸発乾固の事象説明(2/2)

- 現在の蒸発乾固に係るEAL(EAL29)は、前述したEALの骨子から、揮発性ルテニウムの発生を捉えて、貯槽の溶液温度120°CでGEを判断することとしている。(全貯槽共通)
- 蒸発乾固の発生を想定する機器には、内包溶液に揮発性ルテニウムを含むもの(高レベル濃縮廃液等)と、揮発性ルテニウムを含まないもの(プルトニウム濃縮液等)がある。後者は、溶液温度が上昇したとしても、揮発性ルテニウムの放出はない。

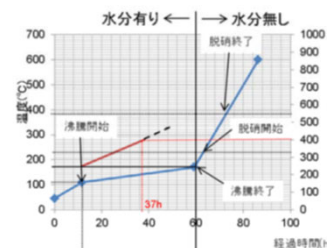


状態	発生可能性がある事象			
	揮発	臨界	爆発	貯槽損傷
水分有り	○※1	—	—※3	—
水分無し	○※2	—	—※3	○※4

- ※1 高濃度の硝酸が有する酸化力に因る揮発性Ru化学種の生成。
- ※2 Ru硝酸塩の熱分解に因る揮発性Ru化学種の生成。また、乾固物の温度上昇に伴い、Csの揮発が発生する。
- ※3 有機物等を有しないため爆発の可能性なし。
- ※4 乾固物の温度上昇に伴う貯槽損傷の可能性あり。

■ : 非揮発性元素の放出を示す。
 ■ : 揮発性元素(ルテニウム)の放出を示す。

内包溶液に揮発性元素を含むもの(高レベル濃縮廃液)の事象進展の例



■ : 非揮発性元素の放出を示す。

内包溶液に揮発性元素を含まないもの(プルトニウム濃縮液)の事象進展の例

状態	発生可能性がある事象			
	揮発	臨界	爆発	貯槽損傷
水分有り	—※1	—	—※2	—
水分無し	—※1	—	—※2	○※3

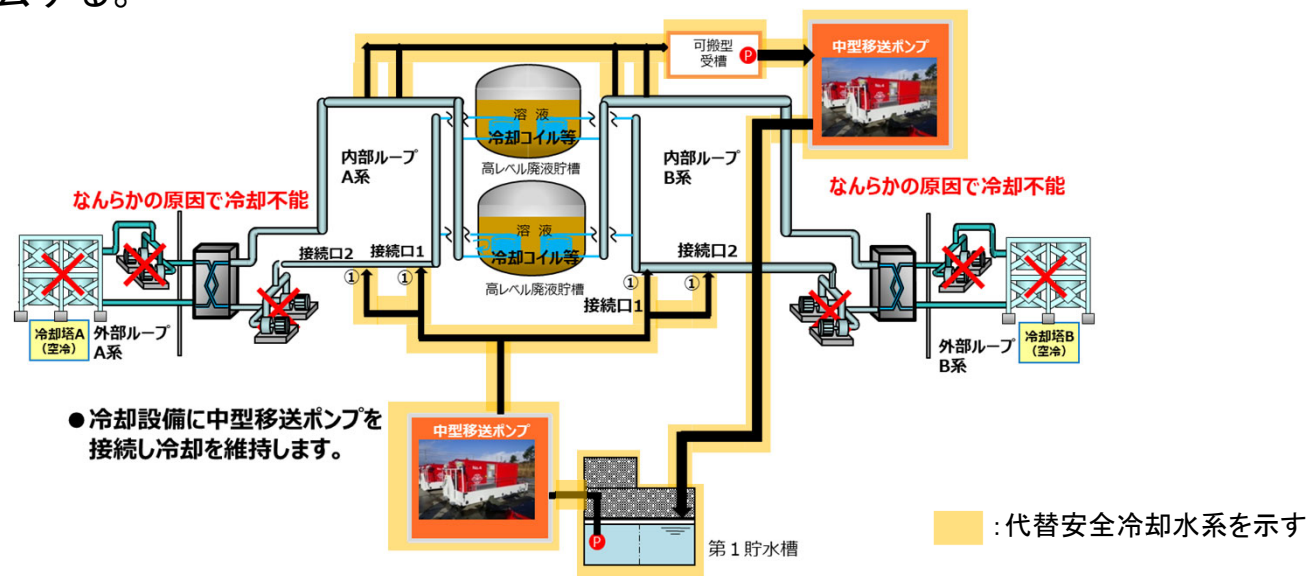
- ※1 極微量のRuの揮発の発生が想定される。
- ※2 有機物等を有しないため爆発の可能性なし。
- ※3 乾固物の温度上昇に伴う貯槽損傷の可能性あり。

3. 蒸発乾固の対策の概要(1/3)

- 再処理施設の蒸発乾固は、重大事故対策として、発生防止対策、拡大防止対策を実施することで収束を図る。

(1) 発生防止対策

- 喪失した冷却機能を代替する設備(代替安全冷却水系)により、通常時に貯槽を冷却している安全冷却水系の内部ループ(建屋内の安全冷却水の循環ライン)へ通水し、崩壊熱を除去する。



発生防止対策(内部ループへの通水) 概要図

上記の発生防止対策が機能しない場合は、拡大防止対策に切り替える。

3. 蒸発乾固の対策の概要(2/3)

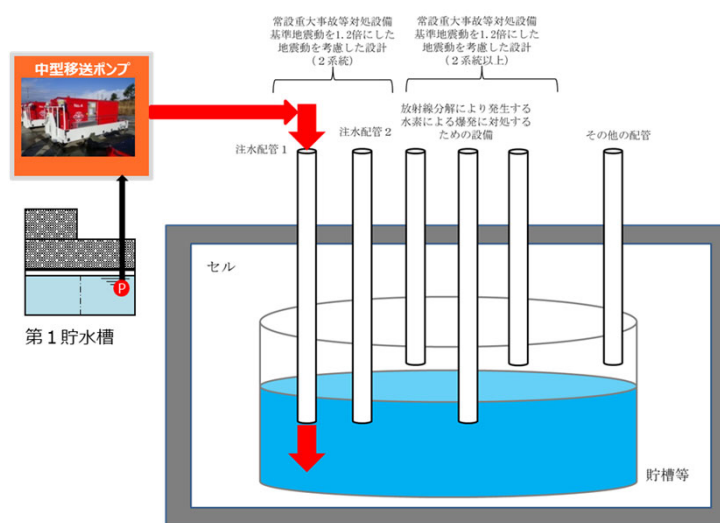
(2) 拡大防止対策(貯槽等注水、冷却コイル等への通水)

a. 貯槽等に直接注水し、蒸発による液位の低下等の進行を防止する。

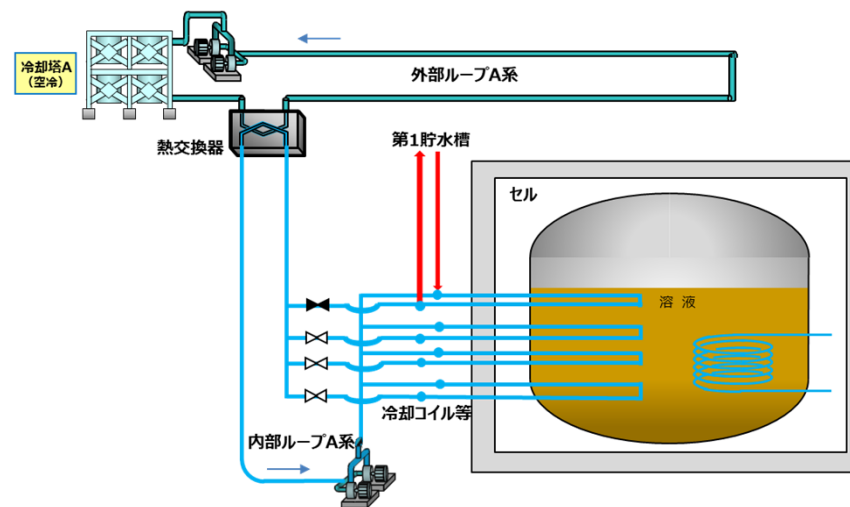
貯槽等に貯水槽の水を直接注水することで、高レベル廃液等の硝酸濃度の上昇を抑えて揮発性のルテニウムの発生を防止し、また液位を維持して乾燥・固化に至ることを防止する。

b. 代替安全冷却水系により冷却コイル等に通水し、崩壊熱を除去する。

高レベル廃液等の沸騰開始後の事態収束として、冷却コイル等への通水を実施し、高レベル廃液等を冷却することで未沸騰状態に導く。



拡大防止対策(貯槽等注水) 概要図



拡大防止対策(冷却コイル等への通水) 概要図

3. 蒸発乾固の対策の概要(3/3)

(2) 拡大防止対策(セルへの導出等)

a. 放射性物質の放出量を低減するため、セルに導出する。

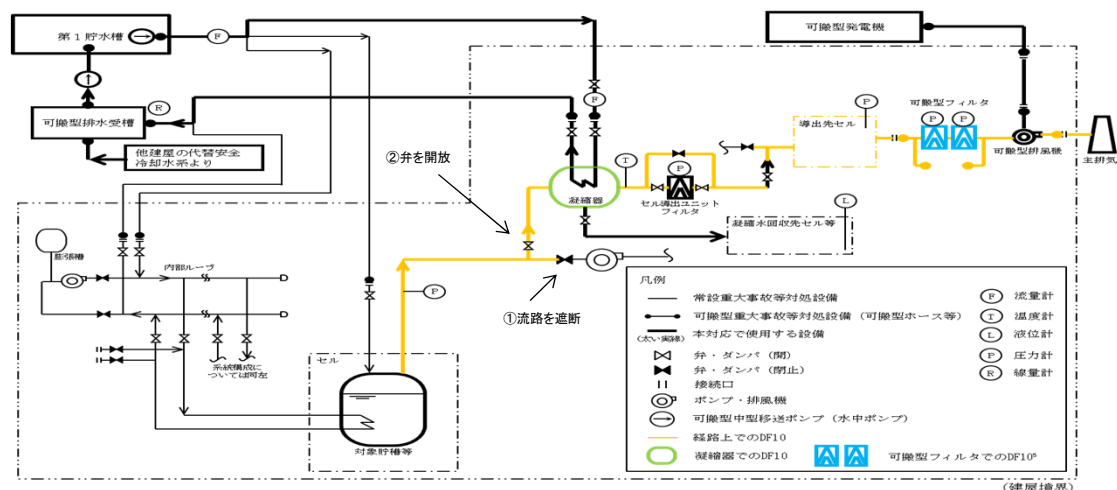
①廃ガス処理設備の配管の流路を遮断し、②セルに導出するユニットに繋がる弁を開放することで、放射性物質をセルに導出する。

b. 排気中の蒸気を凝縮し、放射性エアロゾルを低減する。

高レベル廃液等の沸騰に伴い発生した蒸気及び放射性物質を、凝縮器により凝縮させ、蒸気に含まれる放射性物質を凝縮水として回収する。

c. 喪失したセル排気機能を代替する設備(代替セル排気系)により放出量を低減する。

平常運転時の排気経路以外からの環境への放射性物質の放出を防止するため、可搬型排風機を運転し、可搬型フィルタにより放射性エアロゾルを除去することで放出される放射性物質量を低減し、平常運転時の排気経路である主排気筒を介して、管理しながら放出する。



拡大防止対策(セル等への導出) 概要図

4. 安全審査における蒸発乾固に関する検討内容

- 蒸発乾固の発生を想定する機器は、安全冷却水系(再処理設備本体用)の機能喪失により、崩壊熱除去機能が喪失する59基の機器のうち、事故に至るまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能な6機器を除いた53基の機器を対象としている。対象貯槽一覧を次頁に示す。
- 上記の選定された53貯槽は、①高レベル濃縮廃液、②溶解液、③抽出廃液、④高レベル混合廃液、⑤プルトニウム濃縮缶において濃縮されたプルトニウム濃縮液、⑥濃縮される前のプルトニウム溶液の6種類(以下、「高レベル廃液等」という)を内包する。
- 高レベル廃液等のうち、①～④については、硝酸濃度が約6規定以上及び温度が約120℃以上に至った場合は、内包するルテニウムが揮発性の化学形態となり、大量に気相中に移行するとしている。
- 一方、高レベル廃液等のうち、⑤～⑥については、揮発性ルテニウムの放出は無い(極微量)としている。

5. 再処理施設の蒸発乾固の対象貯槽



建屋	機器グループ	機器	内包溶液	
前処理建屋	前処理建屋内部ループ1	中継槽A	溶解液	
		中継槽B	溶解液	
		リサイクル槽A	溶解液	
		リサイクル槽B	溶解液	
	前処理建屋内部ループ2	中間ポットA	溶解液	
		中間ポットB	溶解液	
		計量前中間貯槽A	溶解液	
		計量前中間貯槽B	溶解液	
		計量後中間貯槽	溶解液	
		計量・調整槽	溶解液	
		計量補助槽	溶解液	
		分離建屋	分離建屋内部ループ1	高レベル廃液濃縮缶 ^{※1}
	分離建屋内部ループ2	高レベル廃液供給槽 ^{※1}	高レベル混合廃液	
第6一時貯留処理槽		抽出廃液		
分離建屋内部ループ3	溶解液中間貯槽	溶解液		
	溶解液供給槽	溶解液		
	抽出廃液受槽	抽出廃液		
	抽出廃液中間貯槽	抽出廃液		
	抽出廃液供給槽A	抽出廃液		
	抽出廃液供給槽B	抽出廃液		
	第1一時貯留処理槽	抽出廃液		
	第8一時貯留処理槽	抽出廃液		
	第7一時貯留処理槽	抽出廃液		
	第3一時貯留処理槽	抽出廃液		
第4一時貯留処理槽	抽出廃液			

※1 長期予備は除く

※2 平常時は他の貯槽等の内包液を受け入れることができるよう、空き容量を確保している。

建屋	機器グループ	機器	内包溶液
精製建屋	精製建屋内部ループ1	プルトニウム濃縮液受槽	プルトニウム濃縮液
		リサイクル槽	プルトニウム濃縮液
		希釈槽	プルトニウム濃縮液
		プルトニウム濃縮液一時貯槽	プルトニウム濃縮液
		プルトニウム濃縮液計量槽	プルトニウム濃縮液
		プルトニウム濃縮液中間貯槽	プルトニウム濃縮液
	精製建屋内部ループ2	プルトニウム溶液受槽	プルトニウム溶液
		油水分離槽	プルトニウム溶液
		プルトニウム濃縮缶供給槽	プルトニウム溶液
		プルトニウム溶液一時貯槽	プルトニウム溶液
		第1一時貯留処理槽	プルトニウム溶液
		第2一時貯留処理槽	プルトニウム溶液
		第3一時貯留処理槽	プルトニウム溶液
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋内部ループ	硝酸プルトニウム貯槽	プルトニウム濃縮液
		混合槽A	プルトニウム濃縮液
		混合槽B	プルトニウム濃縮液
		一時貯槽 ^{※2}	プルトニウム濃縮液
高レベル廃液ガラス固化建屋	高レベル廃液ガラス固化建屋内部ループ1	高レベル廃液混合槽A	高レベル混合廃液
		高レベル廃液混合槽B	高レベル混合廃液
		供給液槽A	高レベル混合廃液
		供給液槽B	高レベル混合廃液
		供給槽A	高レベル混合廃液
		供給槽B	高レベル混合廃液
	高レベル廃液ガラス固化建屋内部ループ2	第1高レベル濃縮廃液貯槽	高レベル濃縮廃液
		高レベル廃液ガラス固化建屋内部ループ3	第2高レベル濃縮廃液貯槽
	高レベル廃液ガラス固化建屋内部ループ4	第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	高レベル濃縮廃液
		第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	高レベル濃縮廃液
	高レベル廃液ガラス固化建屋内部ループ5	高レベル廃液共用貯槽 ^{※2}	高レベル濃縮廃液

6. 蒸発乾固のEAL(EAL 29)の課題

- 前述のとおり、再処理施設のEALの骨子が決定された第1回～第3回EAL会合は、平成29年(2017年)3～4月に開催されており、令和2年(2020年)に許可を得た事業指定申請書変更許可に示されている蒸発乾固の有効性評価に用いる諸条件は、特に考慮せず蒸発乾固のEALの検討が行われた。
 - (例)
 - ・蒸発乾固の発生を仮定する高レベル廃液等の種類
 - ・高レベル廃液等の沸点
 - ・各対策の評価結果(各対策開始時の温度等) 等

- 現行の蒸発乾固のEAL(EAL29)の判断条件については、下記の課題があると考えており、事業指定申請書変更許可により確定した諸条件を反映し、再検討が必要と考える。
 - ・揮発性ルテニウムを放出する恐れのない貯槽についても、揮発性ルテニウムを放出する恐れのある貯槽の基準に基づくGEの判断基準で、一律に設定されている。
 - ・EALの判断基準として、施設敷地緊急事態(SE)の設定がないため、警戒体制(AL)から次段階で全面緊急事態(GE)となっている。
 - ・一部の対象貯槽については、発生防止対策の開始温度が、AL29の判断基準である溶液温度100℃を超えるものがある。(発生防止対策が成功しても、警戒事態(AL)となる可能性がある。)

7. まとめ



- 現在の再処理施設のEALは、安全審査中であった平成29年4月当時のEAL会合結果に基づき設定されている。
- 当時のEAL会合では、蒸発乾固については、「揮発性の放射性物質の発生を捉えてSE又はGEを発動することが適当」とし、安全審査中であったことから、蒸発乾固の有効性評価に用いる諸条件は考慮せず、揮発性のルテニウムが大量に発生する温度(120°C)で、蒸発乾固の対象貯槽53貯槽を一律にGE(GE29)を判断する基準を設定した。
- その後、安全審査が完了し、蒸発乾固の有効性評価に用いる諸条件が確定したことから、これを考慮して、揮発性ルテニウムの放出の恐れのない貯槽のGE判断基準について、見直しが必要である。
- また、施設敷地緊急事態(SE)の設定がないことや、発生防止対策の開始時点でAL29の判断基準である100°Cを超える貯槽等が一部あることから、蒸発乾固のEALについて、見直しが必要である。

蒸発乾固に関するEALの変更案

2023年11月13日
日本原燃株式会社

1. 蒸発乾固に関するEALの修正方針

- 現在の再処理施設の蒸発乾固のEALについては、貯槽の内包溶液(高レベル廃液等)の種類、重大事故対策の成否に係らず、一律、以下の条件で設定されている。
 - ・AL(AL29):貯槽の高レベル廃液等の温度が100°Cに到達。
 - ・SE:設定なし
 - ・GE(GE29):貯槽の高レベル廃液等の温度が120°Cに到達。

- 現行の蒸発乾固に係るEALについて、以下の課題があるものと認識。
 - ①揮発性ルテニウムを放出する恐れのない貯槽についても、揮発性ルテニウムを放出する恐れのある貯槽の基準に基づくGEの判断基準で、一律に設定されている。

【修正案】

 - ・揮発性ルテニウムを放出しない貯槽(硝酸プルトニウム溶液)については、貯槽温度120°Cで判断するGE29を削除する。

※揮発性ルテニウムが放出する恐れのない貯槽のGE判断の扱いについては、別途整理する。
 - ②EALの判断基準として、施設敷地緊急事態(SE)の設定がないため、警戒体制(AL)から次段階で全面緊急事態(GE)となっている。
 - ③一部の対象貯槽については、発生防止対策の開始温度が、AL29の判断基準である溶液温度100°Cを超えるものがある。(発生防止対策に成功しても、警戒事態(AL)となる可能性がある。)

【修正案】

 - ・蒸発乾固のEALに重大事故対策の成否を判断基準とした、SE(SE29)を新たに設定するとともに、AL(AL29)の設定を見直す。

2. まとめ



- 蒸発乾固のEALについて、修正方針は以下の通り。
 - ・AL29は、重大事故対策の発生防止対策の失敗を判断基準とする。
 - ・SE29を新たに設定し、重大事故対策の拡大防止対策(コイル等への通水、貯槽注水)の双方に失敗した場合を判断基準とする。
 - ・GE29については、揮発性ルテニウムの放出する恐れのある貯槽について、貯槽温度120°C以上を判断基準とする。
揮発性ルテニウムの放出する恐れのない貯槽について、GE29の対象外とする。

- EALの定義に対する整理表を添付資料1、事象進展の概要図を添付資料2に示す。

以上

EALの定義 (原子力災害対策指 針本文抜粋)	左記に該当する 蒸発乾固の事象進展	左記の事象進展を判 断する方法	判断の流れ	判断に使用する パラメータ	メリット、デメリット	EAL判断方法とし ての妥当性	本EAL判断基準へ採用 するにあたっての他EAL への影響
警戒事態 (AL) 警戒事態は、その時点では公衆への放射線による影響やそのおそれが緊急のものではないが、原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれがあるため、情報収集や、緊急時モニタリングの準備、施設敷地緊急事態要避難者を対象とした避難等の予防的防護措置の準備を開始する必要がある段階。	【事象進展】 発生防止対策の失敗。 【説明】 蒸発乾固は発生防止対策が計画通りに成功した場合は、高レベル廃液等の沸騰（沸点到達）に至ることは無い。 このため、発生防止対策が失敗または実行不能となった場合に原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれが生じるものとする。	(1) 実施責任者による発生防止対策の失敗または実行不能の判断	統括当直長（重大事故対策の実施責任者）により発生防止対策の失敗または実行不能の判断を行う。 この判断結果を原子力防災管理者に伝達し、原子力防災管理者によりEAL (AL29) を判断する。	なし	メリット ・計器、監視機能に依存しない判断が可能（アクセスルート確認時の実行不能判断等） デメリット ・人間（実施責任者）の状況判断に依存するため、判断結果、タイミングにバラつきが生じる可能性がある。 ・実施責任者（統括当直長）の判断結果を原子力防災管理者へ伝達する必要があるため、タイムラグが生じる。	○ (実行不能判断)	特になし
		(2) 安全審査で評価された発生防止対策（内部ループ通水）の開始時間を超過	事業指定申請書に記載された「内部ループへの通水開始時間」までに当該対策を完了を確認し、時間超過で原子力防災管理者によりEAL (AL29) を判断する。 事業指定申請書の添付書類8（第7.2-11表～第7.2-22表）に記載された「内部ループへの通水開始時間」は、安全審査で評価された最も厳しい条件での対策の開始時間であるため、この時間を超過する＝当該対策の失敗として取り扱う。	時間	メリット ・対策の成否判断として最も保守的な条件。 ・人間の状況判断に依存しない。 ・計器に依存しない。（時間計測のみ） デメリット ・実発災時の貯槽の状況によっては、対策の開始時間を超過しても安全上の問題が生じない可能性があり、この場合、過剰に保守的な判断条件となる。（例：実発災時の対象貯槽の溶液が、冷却機能を喪失しても沸騰しない場合等）	×	-
		(3) 安全審査で評価された発生防止対策（内部ループ通水）の開始時間に基づき算出された開始温度を超過	事業指定申請書に記載された「内部ループへの通水開始温度」までに対策を完了できない場合、原子力防災管理者によりEAL (AL29) を判断する。 事業指定申請書の添付書類8（第7.2-11表～第7.2-22表）に記載された「内部ループへの通水開始温度」は、安全審査で評価された当該対策の開始時間から算出された温度である。 安全審査の評価は、溶液の性状が最も厳しい条件で評価されており、当該対策が計画通りに進行した場合、当該温度を超過することは無いことから、開始温度の超過＝発生防止対策の失敗として取り扱う。	貯槽温度	メリット ・対策の成否判断として単純。（事業指定申請書の通り） ・人間の状況判断に依存しない。 デメリット ・貯槽毎に判断基準が異なる。（予め整理要） ・可搬型貯槽温度計が設置完了するまでは判断は不可。（アクセスルート確認時など）	○ (失敗判断)	特になし
		(4) 発生防止対策（内部ループへの通水）の効果なし	内部ループへの通水開始後、貯槽温度の低下傾向を確認できない場合、原子力防災管理者によりEAL (AL29) を判断する。	貯槽温度	メリット ・対策の成否判断として単純。 ・人間の状況判断に依存しない。 デメリット ・可搬型貯槽温度計が設置完了するまでは判断は不可。（アクセスルート確認時など）	○ (対策実施後の失敗判断)	特になし

EALの定義 (原子力災害対策指 針本文抜粋)	左記に該当する 蒸発乾固の事象進展	左記の事象進展を判 断する方法	判断の流れ	判断に使用する パラメータ	メリット、デメリット	EAL判断方法とし ての妥当性	本EAL判断基準へ採用 するにあたっての他EAL への影響
施設敷地緊急事態 (SE) 施設敷地緊急事態 は、原子力施設にお いて公衆に放射線に よる影響をもたらす 可能性のある事象が 生じたため、原子力 施設周辺において緊 急時に備えた避難等 の予防的防護措置の 準備を開始する必要 がある段階。	【事象進展】 発生防止対策、拡大 防止対策の失敗。 【説明】 発生防止対策が失敗 した場合の次の対策 である拡大防止対策 (貯槽等への注水、 冷却コイル等への通 水による冷却)が成 功した場合は、高レ ベル廃液等の蒸発乾 固に至ることはな い。 このため、発生防止 対策、拡大防止対策 (貯槽等への注水、 冷却コイル等への通 水による冷却)が失 敗または実行不能と なった場合、原子力 施設において公衆に 放射線による影響を もたらす可能性のあ る事象が生じるもの と考える。	(1) 実施責任者に よる拡大防止対策 (貯槽等への注水、 冷却コイル等への通 水による冷却)の失 敗または実行不能の 判断	統括当直長(重大事故対策の実施責任者)により拡大防止対策 (貯槽等への注水および冷却コイル等への通水による冷却)の失 敗または実行不能の判断を行う。 この判断結果を原子力防災管理者に伝達し、原子力防災管理者に よりEAL(SE29)を判断する。	なし	メリット ・計器、監視機能に依存しない判断が可能(アクセスルート確認 時の実行不能判断等) デメリット ・人間(実施責任者)の状況判断に依存するため、判断結果、タ イミングにバラつきが生じる可能性がある。 ・実施責任者(統括当直長)の判断結果を原子力防災管理者へ伝 達する必要があるため、タイムラグが生じる。	○ (実行不能判断)	特にない
		(2) 安全審査で評 価された拡大防止対 策(貯槽等への注水 および冷却コイル等 への通水)の開始時 間を超過	事業指定申請書に記載された「貯槽等への注水開始時間」および 「冷却コイル等への通水開始時間」までに当該対策の完了を確認 し、時間超過で原子力防災管理者によりEAL(SE29)を判 断する。 事業指定申請書 添付書類8(第7.2-11表~第7.2-22表)に記載さ れた「貯槽等への注水開始時間」および「冷却コイル等への通水 開始時間」は、安全審査で評価された最も厳しい条件での対策の 開始時間であるため、この時間を超過する=当該対策の失敗とし て取り扱う。	時間	メリット ・対策の成否判断として最も保守的な条件。 ・人間の状況判断に依存しない。 ・計器に依存しない。(時間計測のみ) デメリット ・実発災時の貯槽の状況によっては、対策の開始時間を超過して も安全上の問題が生じない可能性があり、この場合、過剰に保守 的な判断条件となる。(例:実発災時の対象貯槽の溶液が、冷却 機能を喪失しても沸騰しない場合等)	×	-
		(3) 安全審査で評 価された拡大防止対 策(貯槽等への注 水)の開始液位まで に注水不能および拡 大防止対策(冷却コ イル等への通水)の 開始時間に基づき算 出された開始温度を 超過	事業指定申請書に記載された貯槽等への注水の開始液位(初期液 量の70%の液量)までに当該対策を完了できない場合、および 事業指定申請書に記載された「冷却コイル等への通水開始時温 度」までに当該対策を完了できない場合、原子力防災管理者によ りEAL(SE29)を判断する。 事業指定申請書 添付書類8(7.2.2.1.1 貯槽等への注水及び冷却 コイル等への通水)において、貯槽等への注水は、「初期液量の 70%に至る前までに貯槽等への注水を開始する。」としているた め、初期液量の70%到達までに注水開始不能=当該対策の失敗 として取り扱う。 また、事業指定申請書 添付書類8(第7.2-11表~第7.2-22表)に 記載された「冷却コイル等への通水開始時温度」は、安全審査で 評価された当該対策の開始時間から算出された温度である。安全 審査の評価は、溶液の性状が最も厳しい条件で評価されており、 当該対策が計画通りに進行した場合、当該温度を超過することは 無い。従って、開始温度の超過=対策の失敗として取り扱う。	貯槽液位、貯槽温 度	メリット ・対策の成否判断として単純。(事業指定申請書記載の通り) ・人間の状況判断に依存しない。 デメリット ・貯槽毎に判断基準が異なる。(予め整理要) ・可搬型貯槽液位計、可搬型貯槽温度計が設置完了するまでは判 断は不可。(アクセスルート確認時など)	○ (失敗判断)	特にない
		(4) 拡大防止対策 (貯槽等への注水お よび冷却コイル等へ の通水)の効果な し。	貯槽等への注水の開始後、貯槽液位の上昇傾向を確認できない場 合、および冷却コイル等への通水開始後、貯槽温度の低下傾向を 確認できない場合、原子力防災管理者によりEAL(SE29) を判断する。	貯槽液位、貯槽温 度	メリット ・対策の成否判断として単純。 ・人間の状況判断に依存しない。 デメリット ・可搬型貯槽温度計が設置完了するまでは判断は不可。(アクセ スルート確認時など)	○ (対策実施後の 失敗判断)	特にない

EALの定義 (原子力災害対策指 針本文抜粋)	左記に該当する 蒸発乾固の事象進展	左記の事象進展を判 断する方法	判断の流れ	判断に使用する パラメータ	メリット、デメリット	EAL判断方法とし ての妥当性	本EAL判断基準へ採用 するにあたっての他EAL への影響
<p>全面緊急事態 (GE) 全面緊急事態は、原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたため、重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置を実施する必要がある段階である。</p>	<p>【事象進展】 貯槽温度が120°Cに到達。(揮発性ルテニウムの放出の恐れのある貯槽)</p> <p>【説明】 揮発性ルテニウムの放出の恐れのある貯槽については、貯槽等への注水がなされない状態で貯槽温度が120°Cに達した場合、揮発性のルテニウムが放出される可能性があり、公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたものとする。</p> <p>揮発性ルテニウムの放出の恐れのない貯槽については、貯槽温度が120°Cに到達しても、公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象には至らない。</p>	<p>(1) 貯槽温度が120°Cを超過</p>	<p>蒸発乾固の対象貯槽のうち、揮発性のルテニウムの放出の恐れがある高レベル濃縮廃液、溶解液、抽出廃液、高レベル混合廃液の貯槽について、貯槽等への注水が行われず、貯槽温度が120°C以上であることを確認し、原子力防災管理者によりEAL (GE29) を判断する。</p> <p>事業指定申請書 補足説明資料 第28条 補足説明資料7-1 (2. 蒸発乾固の進展により発生する可能性のある事象の検討) では、沸騰が継続することで、硝酸濃度が約6規定以上及び高レベル濃縮廃液、溶解液及び抽出廃液の温度約120°C以上に至った場合、高レベル濃縮廃液、溶解液及び抽出廃液のルテニウムが揮発性の化学形態となり、ルテニウムが大量に気相中に移行することから、これに該当する対象貯槽については、120°Cを揮発性ルテニウムの放出の可能性が高い事象 (公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象) と判断とする。</p> <p><u>従って、揮発性ルテニウムの放出の恐れのある貯槽は硝酸プルトリウム溶液以外の貯槽となる。</u></p>	<p>貯槽温度</p>	<p>メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対策の成否判断として単純。 ・人間の状況判断に依存しない。 <p>デメリット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象貯槽が、揮発性のルテニウムの放出の恐れがある溶解液、抽出廃液、高レベル濃縮廃液の貯槽となるため予め整理要。 	<p>○</p>	<p>特にな (従来から変更なし)</p>

EALの判断基準の整理(まとめ)

EALの定義 (原子力災害対策指針 本文抜粋)	左記に該当する 蒸発乾固の事象進展	事象進展の判断の考え方
<p>警戒事態 (AL)</p> <p>警戒事態は、その時点では公衆への放射線による影響やそのおそれが緊急のものではないが、原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれがあるため、情報収集や、緊急時モニタリングの準備、施設敷地緊急事態要避難者を対象とした避難等の予防的防護措置の準備を開始する必要がある段階。</p>	<p>【事象進展】</p> <p>発生防止対策の失敗。</p> <p>【説明】</p> <p>蒸発乾固は発生防止対策が計画通りに成功した場合は、高レベル廃液等の沸騰（沸点到達）に至ることは無い。</p> <p>このため、発生防止対策が失敗または実行不能となった場合に原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれが生じるものと考えられる。</p>	<p>【判断】</p> <p>①発生防止対策（内部ループ通水）が実施できない場合。</p> <p>②安全審査で評価された発生防止対策（内部ループ通水）の開始時間から算出された温度に到達した場合。</p> <p>③発生防止対策（内部ループ通水）を開始しても効果が確認できない場合。</p> <p>【説明】</p> <p>事業指定申請書 添付書類8（第7.2-11表～第7.2-22表）に記載された「内部ループへの通水開始時温度」は、安全審査で評価された発生防止対策（内部ループ通水）の開始時間から算出された温度となっている。</p> <p>安全審査の評価は、溶液の性状が最も厳しい条件で評価されており、当該対策が計画通りに進行した場合、当該温度を超過することは無い。従って開始温度の超過＝発生防止対策の失敗として取り扱うことは妥当である。</p> <p>（安全審査で評価された対策の開始時間で対策の成否を判断する方法もあるが、実際の貯槽のインベントリ量によっては、必ずしも時間内に作業完了できない場合でも安全上の問題が生じない可能性があることから、EALの判断基準としては妥当ではないと考える。）</p>
<p>施設敷地緊急事態 (SE)</p> <p>施設敷地緊急事態は、原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じたため、原子力施設周辺において緊急時に備えた避難等の予防的防護措置の準備を開始する必要がある段階。</p>	<p>【事象進展】</p> <p>発生防止対策、拡大防止対策の失敗。</p> <p>【説明】</p> <p>発生防止対策が失敗した場合の次の対策である拡大防止対策（貯槽等への注水、冷却コイル等への通水による冷却）が成功した場合は、高レベル廃液等の蒸発乾固に至ることはない。</p> <p>このため、発生防止対策、拡大防止対策(貯槽等への注水、冷却コイル等への通水による冷却)が失敗または実行不能となった場合、原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じるものと考えられる。</p>	<p>【判断】</p> <p>①AL29が条件成立した状態で、下記の対策を実施できない場合。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・拡大防止対策（貯槽等への注水） ・拡大防止対策（冷却コイル等への通水による冷却） <p>②AL29が条件成立した状態で、下記の状態となった場合。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全審査で評価された拡大防止対策（貯槽等への注水）の開始液位までに注水を実施できない場合。 ・安全審査で評価された拡大防止対策（冷却コイル等への通水による冷却）の開始時間から算出された温度に到達した場合。 <p>③AL29が条件成立した状態で、上記①の対策を実施しても双方とも効果も確認できない場合。</p> <p>【説明】</p> <p>貯槽等への注水は、当該貯槽の初期液位の70%になるまでに注水することが安全審査で評価されているため、当該液位での注水が不可＝対策の失敗と扱うことは妥当である。</p> <p>また、「冷却コイル等への通水開始時温度」を判断基準とする考え方は、上記AL29の「内部ループへの通水開始時温度」と同様であり、当該対策が計画通りに進行した場合、当該温度を超過することは無いことから、開始温度の超過＝発生防止対策の失敗として取り扱うことは妥当である。</p> <p><u>なお、拡大防止対策のうち「セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応」については、当該対策の目的が貯槽等が沸騰した場合の大気中への放射性物質の異常放出に至る可能性のある事態を防止するものであり、貯槽等の蒸発乾固自体を抑制するものではないから、当該対策の成否はEALの判断基準としない。</u></p> <p><u>また、このSE29が条件成立した状態で、蒸発乾固の事象がさらに進展すると、貯槽等は最終的に乾燥、固化後の状態となり、乾固物の崩壊熱により貯槽が損傷する恐れがある。この場合、貯槽等を設置するセルの閉じ込め機能に影響を及ぼす可能性があることから、セルの閉じ込め機能に係るEAL（SE42、GE42）を判断する。</u></p>
<p>全面緊急事態 (GE)</p> <p>全面緊急事態は、原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたため、重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置を実施する必要がある段階である。</p>	<p>【事象進展】</p> <p>貯槽等への注水が行われず、120°Cに到達。 (硝酸Pu溶液の貯槽以外)</p> <p>【説明】</p> <p>揮発性ルテニウムの放出の恐れのある貯槽については、貯槽等への注水がなされない状態で貯槽温度が120°Cに達した場合、揮発性のルテニウムが放出される可能性があり、公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたものと考えられる。</p> <p>揮発性ルテニウムの放出の恐れのない貯槽については、貯槽温度が120°Cに到達しても、公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象には至らない。</p>	<p>【判断】</p> <p>○揮発性ルテニウムの放出の恐れのある貯槽について、SE29が条件成立した状態で、溶液の温度を計測し120°C以上となった場合。</p> <p>○揮発性ルテニウムの放出の恐れのない貯槽 設定なし。</p> <p>【説明】</p> <p>揮発性ルテニウムの放出の恐れのある貯槽で、SE29に該当する場合、貯槽等への注水が実施できない状態であることから、酸濃度が6規定以上となった可能性がある。この状態で溶液の温度を計測し120°C以上となった場合、揮発性のルテニウムが大量の気相中に放出される可能性が高い状態となることから、GE29の判断基準として妥当である。</p> <p>揮発性ルテニウムの放出の恐れのない貯槽については、120°Cの温度パラメータでGEの判断は不要。</p>

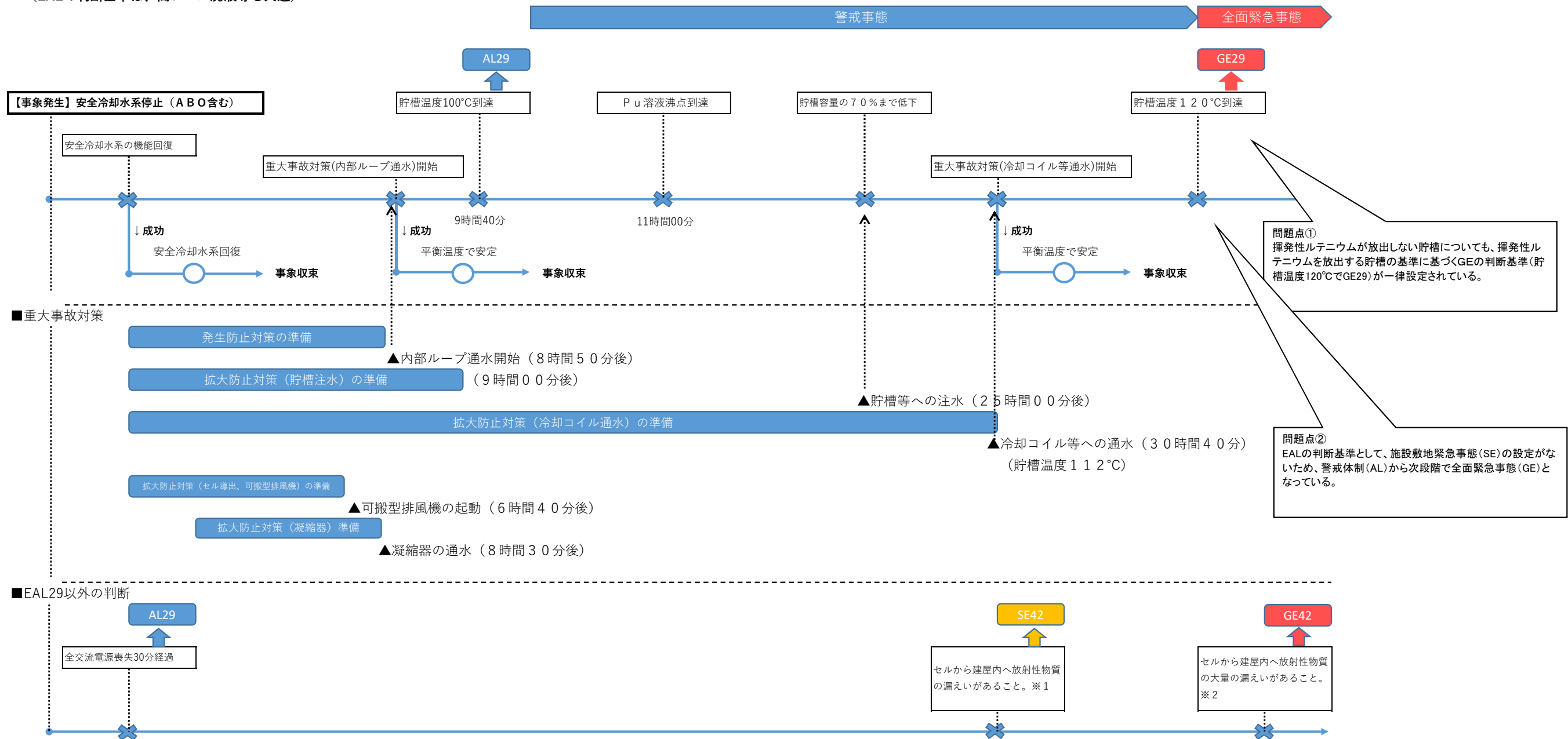


EAL判断基準の具体的な修正案 (防災業務計画への記載案)
<p>(再)</p> <p>蒸発乾固の対象貯槽において、重大事故対策の発生防止対策（内部ループへの通水による冷却）を失敗または実行不能であること。</p> <p>「失敗」の条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当該貯槽の温度が、事業指定申請書に記載された「内部ループへの通水開始時温度」を超えた場合。 ・発生防止対策（内部ループ通水）を実施後、効果（貯槽の温度低下）を確認できない場合。 <p>「実効不能」の条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重大事故対策の実施責任者が、当該対策を計画された手順通りに実施できないと判断した場合。（SE29も同じ）
<p>(再)</p> <p>蒸発乾固の対象貯槽において、拡大防止対策（貯槽等への注水、冷却コイル等への通水による冷却）の双方を失敗または実行不能であること。</p> <p>「失敗」の条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当該貯槽の初期液位の70%になるまでに貯槽等への注水を実施できない場合。 ・当該貯槽の事業指定申請書に記載された「冷却コイル等への通水開始時温度」までに拡大防止対策（冷却コイル等への通水による冷却）を実施できない場合。 ・拡大防止対策（貯槽等への注水、冷却コイル等への通水による冷却）を実施した結果、効果（貯槽の液位上昇および冷却コイル等への通水）を確認できない場合。
<p>(再)</p> <p>揮発性ルテニウムの放出の恐れのある貯槽について、蒸発乾固にかかる施設緊急事態（SE29）に該当する場合において、溶液の温度を計測し120°C以上であること。</p>

(1) 蒸発乾固に係るEAL 事象進展概要図 (現状)

EAL29 (蒸発乾固) : AL29 / (再) 蒸発乾固のおそれ (溶液の沸騰)、GE29 / (再) 蒸発乾固の発生

■ 重大事故対策を考慮した事故進展のイメージ (代表例: 精製建屋 プルトニウム濃縮液一時貯槽 ())
 (EALの判断基準は、高レベル廃液等も共通)



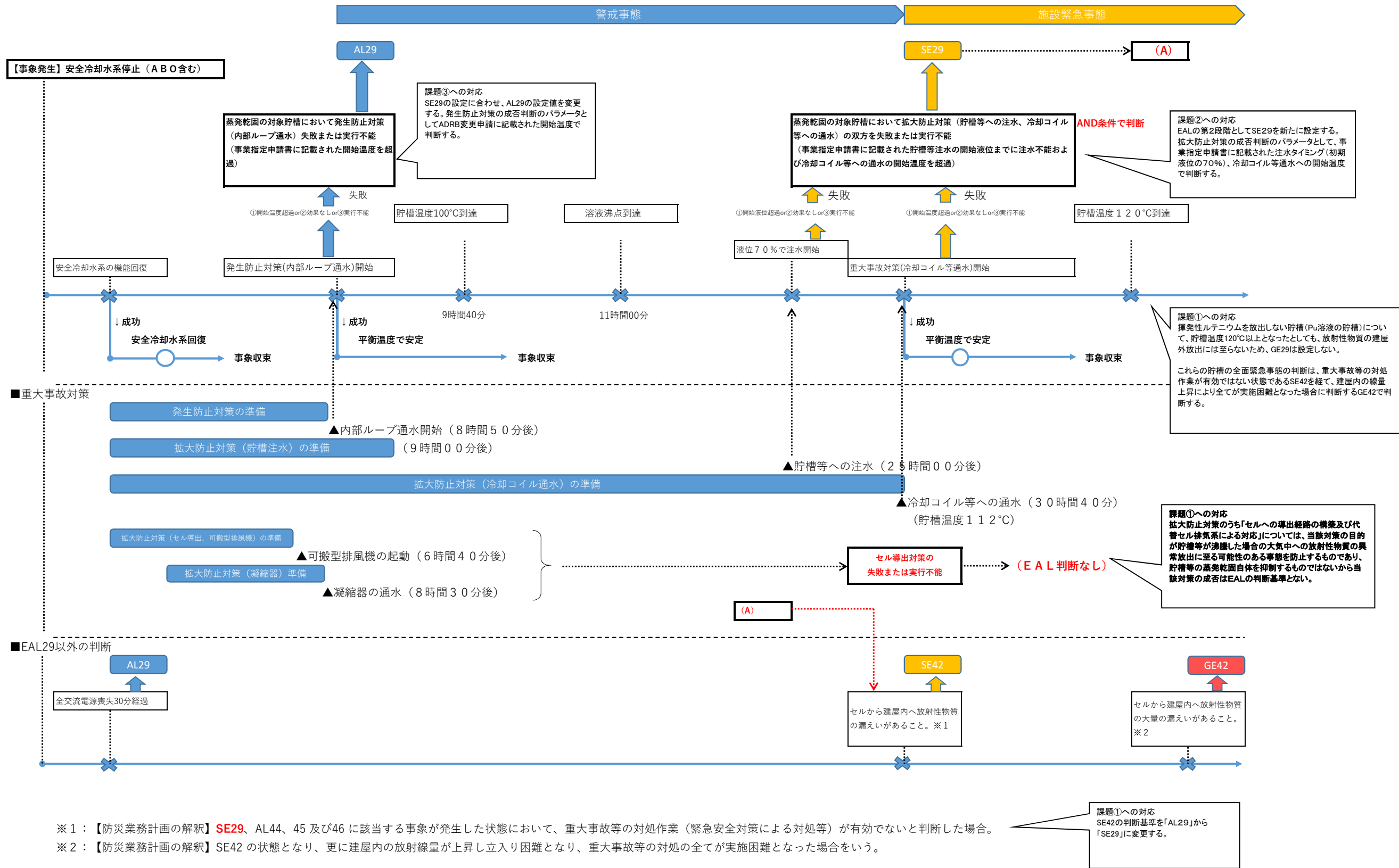
※1 : 【防災業務計画の解釈】 AL29、44、45 及び46 に該当する事象が発生した状態において、重大事故等の対処作業 (緊急安全対策による対処等) が有効でないと判断した場合。

※2 : 【防災業務計画の解釈】 SE42 の状態となり、更に建屋内の放射線量が上昇し立入り困難となり、重大事故等の対処の全てが実施困難となった場合をいう。

(2) 蒸発乾固に係るEAL修正案 (揮発性Ruを放出する恐れのない貯槽) 事象進展概要図

EAL29 (蒸発乾固) : AL29 / (再) 蒸発乾固のおそれ (溶液の沸騰)、GE29 / (再) 蒸発乾固の発生

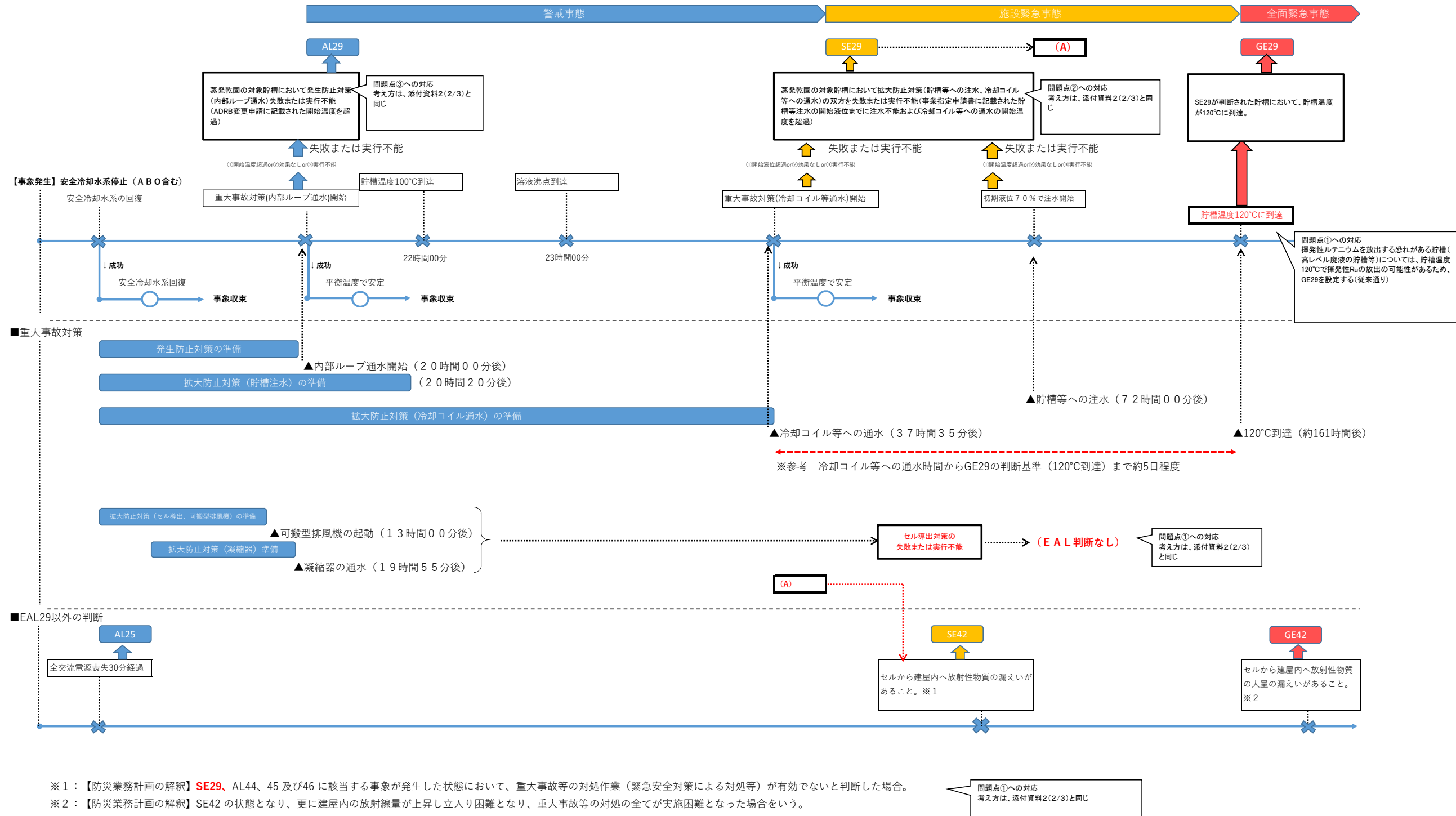
■ 重大事故対策を考慮した事故進展のイメージ (代表例: 精製建屋 プルトニウム濃縮液一時貯槽 ())



(3) 蒸発乾固に係るEAL修正案 (揮発性Ruを放出する恐れのある貯槽) 事象進展概要図

EAL29 (蒸発乾固) : AL29 / (再) 蒸発乾固のおそれ (溶液の沸騰)、GE29 / (再) 蒸発乾固の発生

■重大事故対策を考慮した事故進展のイメージ (代表例: 高レベル廃液ガラス固化建屋 第1高レベル濃縮廃液一時貯槽 ())



再処理施設（蒸発乾固） E A L 検討スケジュール（想定）

- 安全審査の動向を踏まえ、事業者資料は事前に準備しておく。
 - 検討 1・2 を合わせて公開会合に臨む。
- ➡ 上記対応を実施することを前提に、以下のスケジュールを想定

