

難易度の高いシナリオへの取り組み（案）

2022年〇月〇日

北陸電力株式会社

1. 訓練内容

概要

2022年1月21日に実施した志賀原子力発電所の事業者防災訓練において、内部火災が複数箇所が発生し、炉心損傷に至るとともに、最終的に格納容器ベント準備実施に至る複合的なシナリオに取り組んだ。

難易度を高めるための工夫

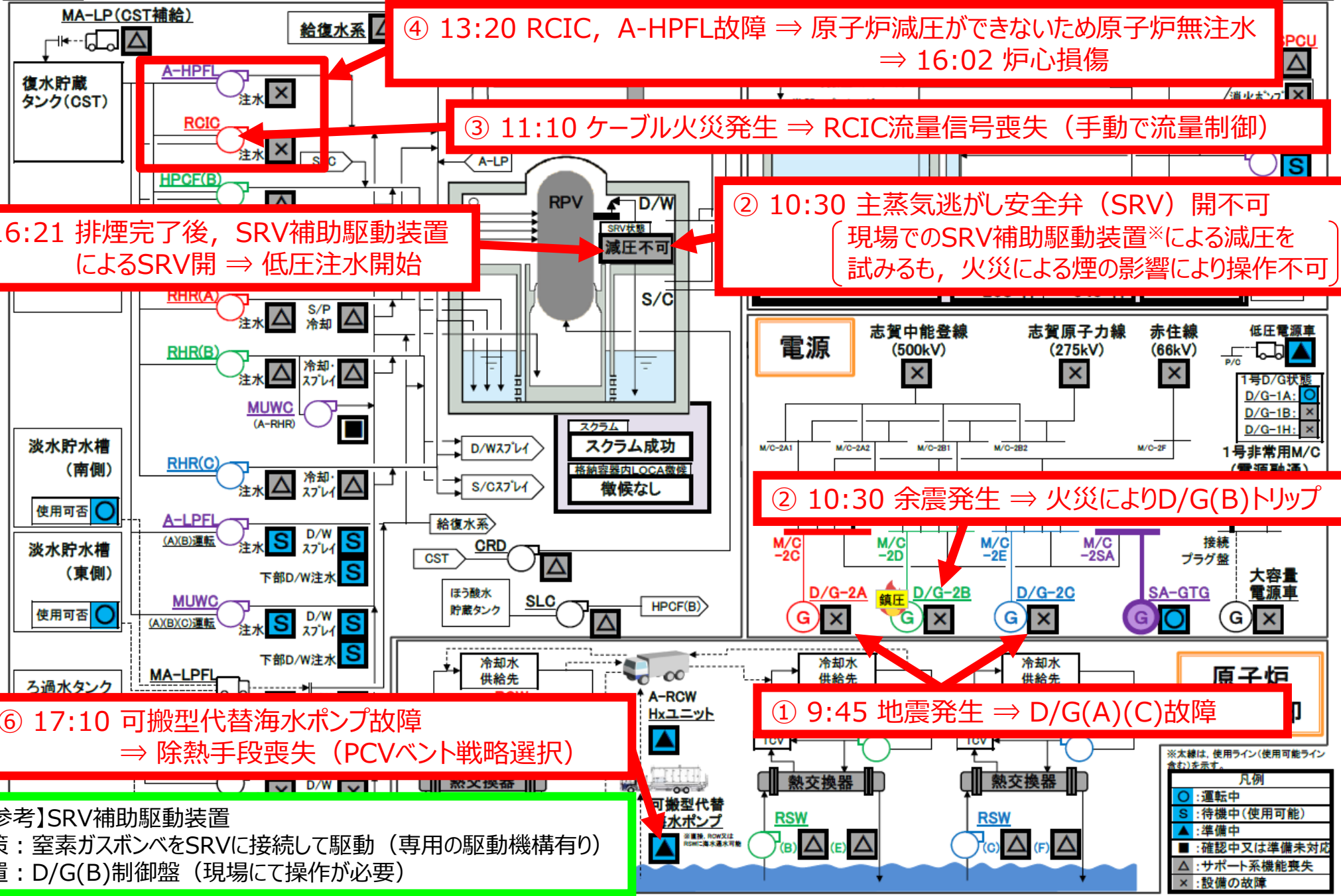
内部火災対応を実動で実施する上で、以下のマルファンクションを設定し、高い難易度のシナリオとすることで、現場実動や対応戦略検討の能力向上を図った。

	マルファンクション	主なねらい
①	現場対応者から複数の負傷者が発生	柔軟な体制変更の検討能力向上
②	自動消火設備不動作により煙が充満し現場作業を阻害 (消火作業及び炉心損傷防止のための操作阻害)	困難な状況下における消火対応能力向上
③	ケーブル火災による計器故障 (一部パラメータの監視不能)	機器の使用継続可否判断能力向上

2. 訓練シナリオ（2号機の主な故障想定）

①～⑥：時系列

訓練 志賀原子力発電所2号機 DEC管理表(2u-COP①) 更新日時 2022年01月21日 13時35分 現在



④ 13:20 RCIC, A-HPFL故障 ⇒ 原子炉減圧ができないため原子炉無注水 ⇒ 16:02 炉心損傷

③ 11:10 ケーブル火災発生 ⇒ RCIC流量信号喪失（手動で流量制御）

② 10:30 主蒸気逃がし安全弁（SRV）開不可
 現場でのSRV補助駆動装置※による減圧を試みるも、火災による煙の影響により操作不可

⑤ 16:21 排煙完了後、SRV補助駆動装置によるSRV開 ⇒ 低圧注水開始

② 10:30 余震発生 ⇒ 火災によりD/G(B)トリップ

⑥ 17:10 可搬型代替海水ポンプ故障 ⇒ 除熱手段喪失（PCVベント戦略選択）

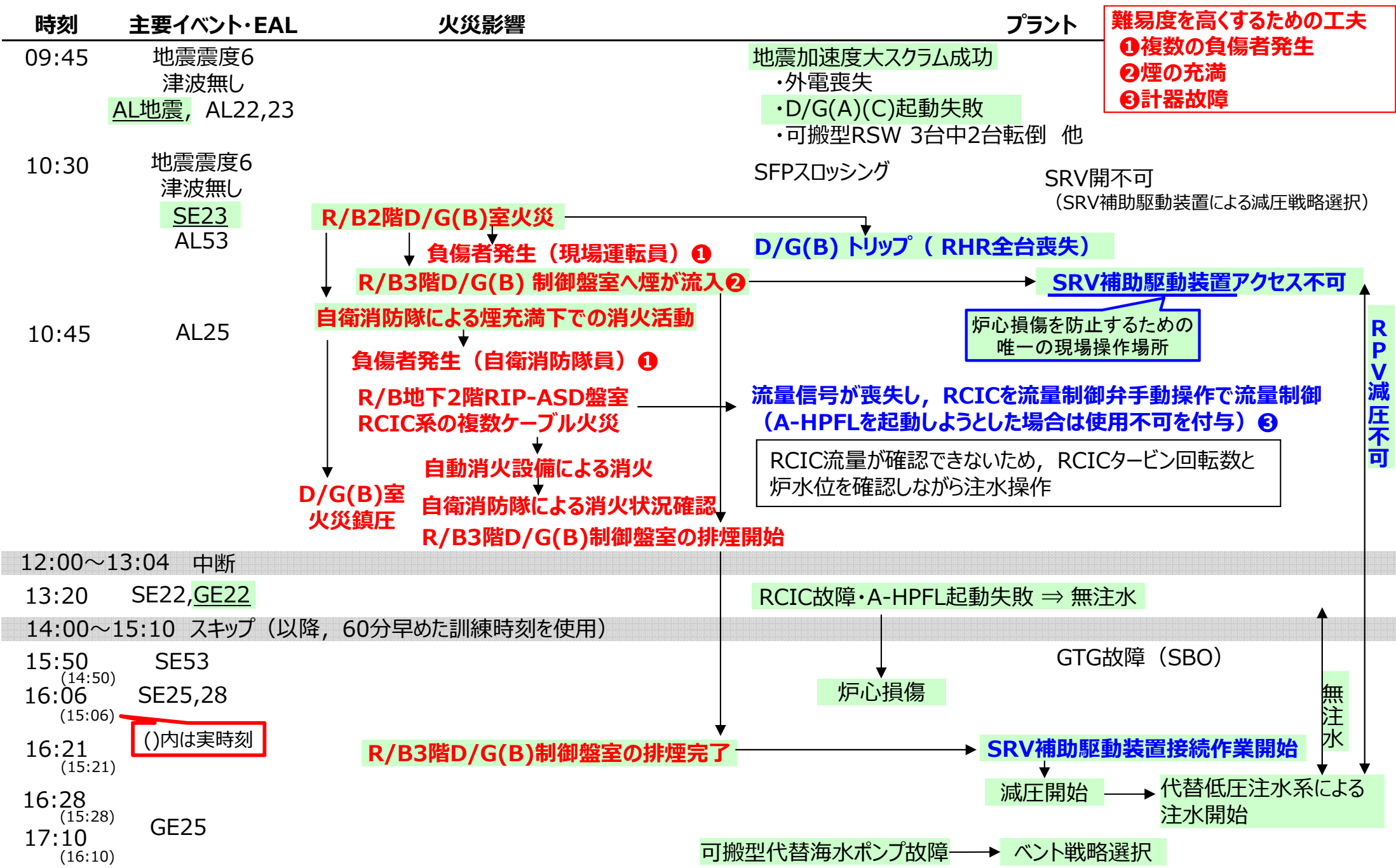
① 9:45 地震発生 ⇒ D/G(A)(C)故障

※【参考】SRV補助駆動装置
 施策：窒素ガスポンペをSRVに接続して駆動（専用の駆動機構有り）
 配置：D/G(B)制御盤（現場にて操作が必要）

凡例

○	運転中
□	待機中(使用可能)
▲	準備中
■	確認中又は準備未対応
△	サポート系機能喪失
×	設備の故障

2. 訓練シナリオ（2号機の時系列）



難易度を高くするための工夫
 ①複数の負傷者発生
 ②煙の充満
 ③計器故障

RPV減圧不可

<凡例> ■ : 主要イベント 赤字: 火災直接影響・対応 青字: 火災波及影響 下線: 初発のEAL

3. マルフアクションの設定

① 現場対応者から複数の負傷者が発生

中央制御室より火災状況の確認に向かった**運転員 1 名**が転倒により負傷
(運転員減少による**プラント**操作及び火災状況確認の体制検討が必要な状況)

ねらい	結果
要員が減少した状態における役割分担変更	<ul style="list-style-type: none"> 当直長は、火災状況の確認による中央制御室の要員減を踏まえ、発電所本部のプラント班に応援を要請 運転員は、要員減の状態でプラント運転操作を継続
想定外の要員減少に対する対応検討	当直長は、負傷者発生による想定外の要員減を踏まえ、迅速に火災状況を確認するため、 他号機の運転員に火災状況確認の応援を要請
活動への影響確認	<ul style="list-style-type: none"> 当直長は、安全確保の観点から火災状況の確認を一時中断し、負傷者を退避 その後、当直長は速やかに体制を再構築し、火災対応を再開

消火活動中の**自衛消防隊員 1 名**が転倒により負傷
(自衛消防隊員減少による**消火対応戦略**の検討が必要な状況)

ねらい	結果
想定外の要員減少に対する対応検討	自衛消防隊長は、 安全確保を最優先 とし、負傷した隊員を避難させた後、 速やかに残りの要員で役割分担を再編し 、 体制を確立 して消火活動を再開
活動への影響確認	自衛消防隊員は、体制を確立後速やかに消火活動を再開し、 当初の消火戦略を変更することなく活動を実施

3. マルフアンクションの設定

② 自動消火設備不動作による煙の充満

- ・D/G(B)室にて火災が発生するが、自動消火設備が動作せず煙が充満
- ・D/G(B)室のケーブルトレイ（損傷部）を通じ、上階のSRV補助駆動装置が設置されているD/G(B)制御盤室に煙が充満
- ・SRVが開不可のためSRV補助駆動装置の操作を試みるも、煙の影響により現場（D/G(B)制御盤室）へアクセス不可（原子炉減圧不可）
- ・排煙作業により、徐々に煙が薄まる状況を付与（SRV補助駆動装置による減圧可能）

ねらい

結果

適切なEAL判断

発電所本部長（発電所長）は、SRV補助駆動装置へのアクセス不可を以て保守的に減圧不可と考え、低圧注水の手段が残っていても、GE22（原子炉注水機能の喪失）を判断

排煙方法の検討

自衛消防隊員は、局所排風機及び屋内から屋外への放水（エゼクター効果）による排煙作業を実施

作業安全への配慮

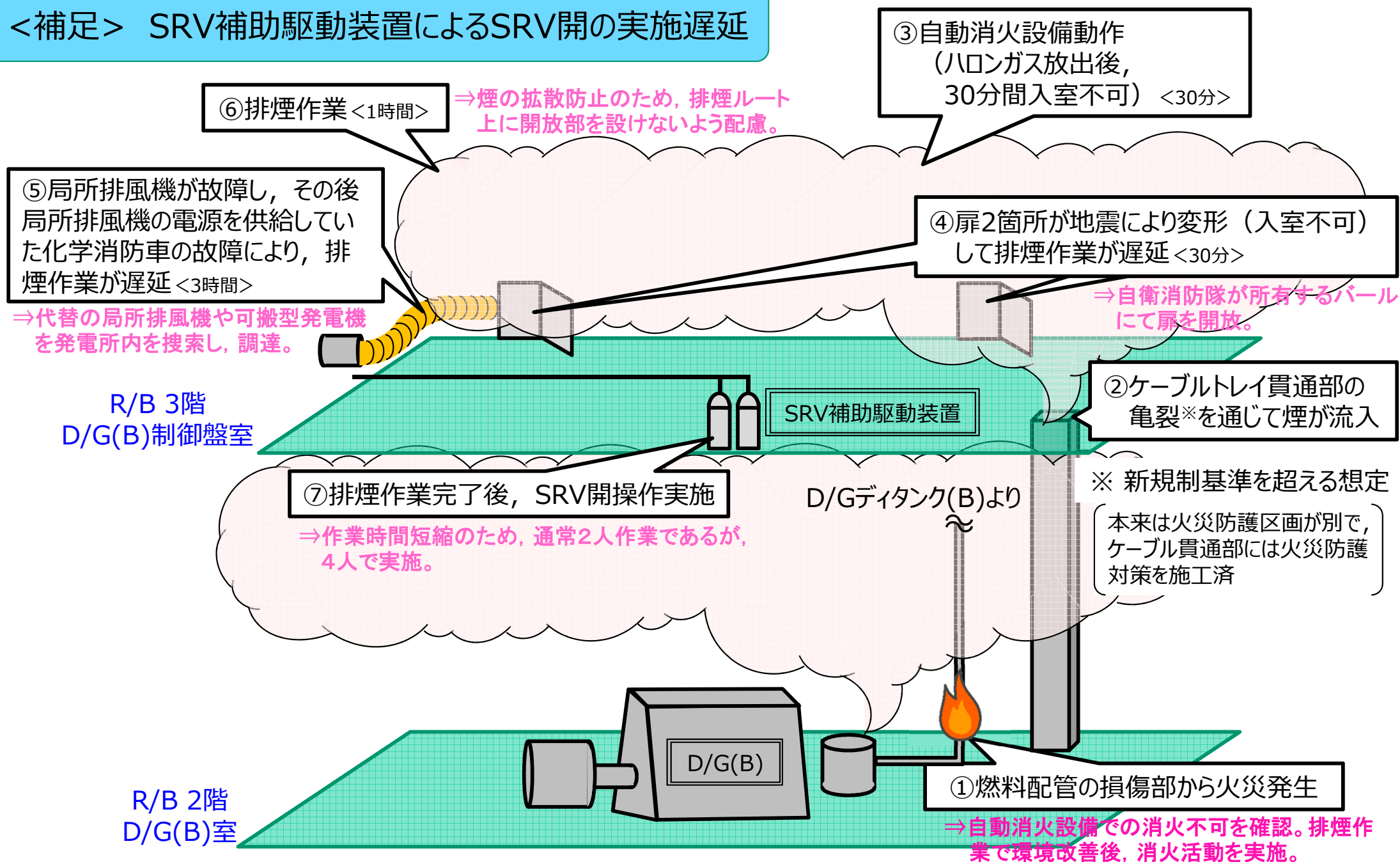
自衛消防隊員は、扉温度を触診にて確認し、通信連絡手段を確保した上で、2名体制で低姿勢にて消火活動を実施

現場作業可否判断

発電所本部の緊急時即応班は、視界、酸素濃度及び有毒ガス有無を確認した上で、2名体制で現場作業可と判断

3. マルファンクションの設定

<補足> SRV補助駆動装置によるSRV開の実施遅延



3. マルファンクションの設定

③ ケーブル火災による計器故障（一部パラメータの監視不能）

D/G(B)室火災対応中，RCIC系の複数のケーブル火災が発生（自動消火設備により鎮圧）し，RCICの系統流量の確認不可



ねらい	結果
RCIC使用可否判断	当直長は，原子炉水位変動，RCICタービンの回転数及び吐出圧力からRCICを継続使用可と判断し，流量制御弁の手動操作により流量調整を実施
消火対応の優先順位や体制の検討	<p>発電所本部の緊急時即応班は，火災規模，自動消火設備起動状況，プラントへの悪影響，被害の拡大有無等を考慮した活動の優先順位付けと活動体制の検討を実施</p> <p>（RCICのケーブル火災は，自動消火設備が動作していることから，現場周辺を実際に確認し，被害拡大がないことを確認</p> <p>⇒・D/G(B)室は自動消火設備が動作せず，煙の拡散等の火災の影響拡大の恐れがあるため，最優先で消火活動を実施</p> <p>・D/G(B)制御盤室はSRV補助駆動装置による原子炉減圧が最優先戦略であったため，D/G(B)室と並行して排煙活動を実施</p>

4. 訓練実施状況(内部火災)

志賀原子力発電所



屋外作業 (消防車配備)



現場指揮所



屋内作業 (消火・排煙)



緊急時対策所

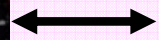
↔ : 情報の流れ

ERC
(緊急時対応センター)
原子力規制庁

原子力本部



即応センター



4. 訓練実施状況(戦略検討)

13:20の原子炉注水機能喪失を受けて、炉心損傷をただ待つのではなく、ぎりぎりまで炉心損傷回避のための戦略を立案

訓練	2u-COP⑤(戦略検討) 抜粋							更新日時	2022年01月21日	13:40	現在
戦 略											
目的	燃料露出の阻止(炉心の冠水維持)									崩壊熱相当注水流量	52 m ³ /h
達成目標	燃料露出までに減圧機能の確保及び予備の低圧注水機能の確保										
	主要機器	台数	位置づけ	完了予想着手時間	目標達成可否	準備	電源	ヒートシンク	水源/吸込	注水ライン	注水能力
①	SRV補助作動装置	2	原子炉減圧	調整中 10:52	—	仮設配管取付/ 配管充圧 30min	— —	— —	—	—	m ³ /h
②	RHR(A)	1	RPV注水	14:50 —	—	— —	1号 D/G(A) [電源融通] 電源①	RCW/RSW —	S/P	RHR(A)ライン	954 m ³ /h
③	MA-LPFL	2	RPV注水	17:00 15:30	—	東ルート (北側接続口) 1h30min	— —	— —	淡水貯水槽 (東側)	給水ライン	240 m ³ /h
説明	<ul style="list-style-type: none"> ■ D/G(B)制御盤室の扉は開放完了。(11:40) 室内は煙により入出不可のため排煙作業を開始したが、局所排風機の故障により排煙作業中断。(12:00) ■ 原子炉水位低下抑制対応として予定しているCUW再生Hxバイパス運転を実施。(14:50運転見込み) ■ SRV補助作動装置以外での減圧手段として、HPCF系⇒S/Pラインを使用した減圧操作を実施。電源は、SA-GTG⇒P/C-2D,2Eに給電。(14:40準備完了見込み) ■ CRD(A),SLC(A)(B)による原子炉注水を実施。電源は、1号電源融通及びSA-GTG⇒P/C-2C,2Dからの給電。(CRD:14:50,SLC:14:30準備完了見込み) 										

SRV補助駆動装置へのアクセスができない状況 (煙充満のため) において、考えられ得る注水・減圧手段を検討

5. 各拠点での工夫と気づき

各拠点での工夫

<発電所>

- 現場では、**発電所本部と共通の図面、トランシーバー及びヘッドマウントディスプレイ（リアルタイムに現場映像を発電所本部へ伝送）**を活用し、迅速かつ詳細に発電所本部と情報共有した。
- 発電所本部では、現場からの情報に基づいて、**内部火災対応フローやチェックシート**を活用して必要な戦略検討を行い、現場への指示や関係箇所との情報共有をした。

<即応センター>

- 即応センターでは、発電所からの情報に加え、**備付資料（火災区画図や消火設備概要図等）**を活用して火災の状況をわかりやすくERCに説明した。

気づき

- 訓練では実際の炎や煙を使えず、炎や煙のイメージを持ちながら活動を行ったが、**実際に火災が発生した場合には炎や煙の挙動がどのようになるのかイメージが持ちにくい。**
⇒ これまで実施していた煙中訓練に加え、炎や煙の挙動を理解するため、**火災VRや動画教材**を活用するなど、今後教育方法を検討

6. シナリオ作成上での工夫点

- より緊迫感のある訓練を実施するため、**火災による単一故障ではなく、火災特有の現場状況を一因として炉心損傷に至るシナリオ**を作成した。
- これまでは、発電所及び本店の原子力防災担当箇所が主体となってシナリオ作成をしていたが、**火災防護に係る審査準備箇所や自衛消防隊の管理箇所を事務局に加えて密に連携**することで、火災防護に係る新規制基準の内容や消火対応の詳細をシナリオに取り込んだ。その結果、より難易度の高い実効的な訓練となった。

7. 今後に向けて

今後も、このような多様なシナリオに取り組むことにより、実動能力、意思決定及び情報共有の習熟を図っていく。

また、技術伝承による要員の養成、他社の良好事例の取り入れ及び訓練を通じた日々の改善を継続的に行い、より一層の緊急時対応能力の向上を図っていく。

以上

8. 補足

略称

分類	略称	名称
高压注水設備	HPCF	高压炉心注水系
	RCIC	原子炉隔離時冷却系
	A-HPFL	代替高压注水系（蒸気駆動）
低压注水設備	RHR	残留熱除去系
	A-LPFL	常設代替低压注水系
	MA-LPFL	可搬型代替低压注水系
代替注水設備	MUWC	復水補給水系
補助注水設備	CRD	制御棒駆動機構
原子炉減圧	SRV	主蒸気逃がし安全弁
その他	CUW	原子炉冷却材浄化系
	SLC	ほう酸水注入系
	RIP-ASD	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置