

敦賀廃止措置実証部門における リスクマネジメントについて

2018年4月20日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

■原子炉を廃止措置する、とはどういうことか？

施設内に残存している放射性物質による周辺公衆への放射線被ばくのリスクを安全で合理的なレベルまで低減すること

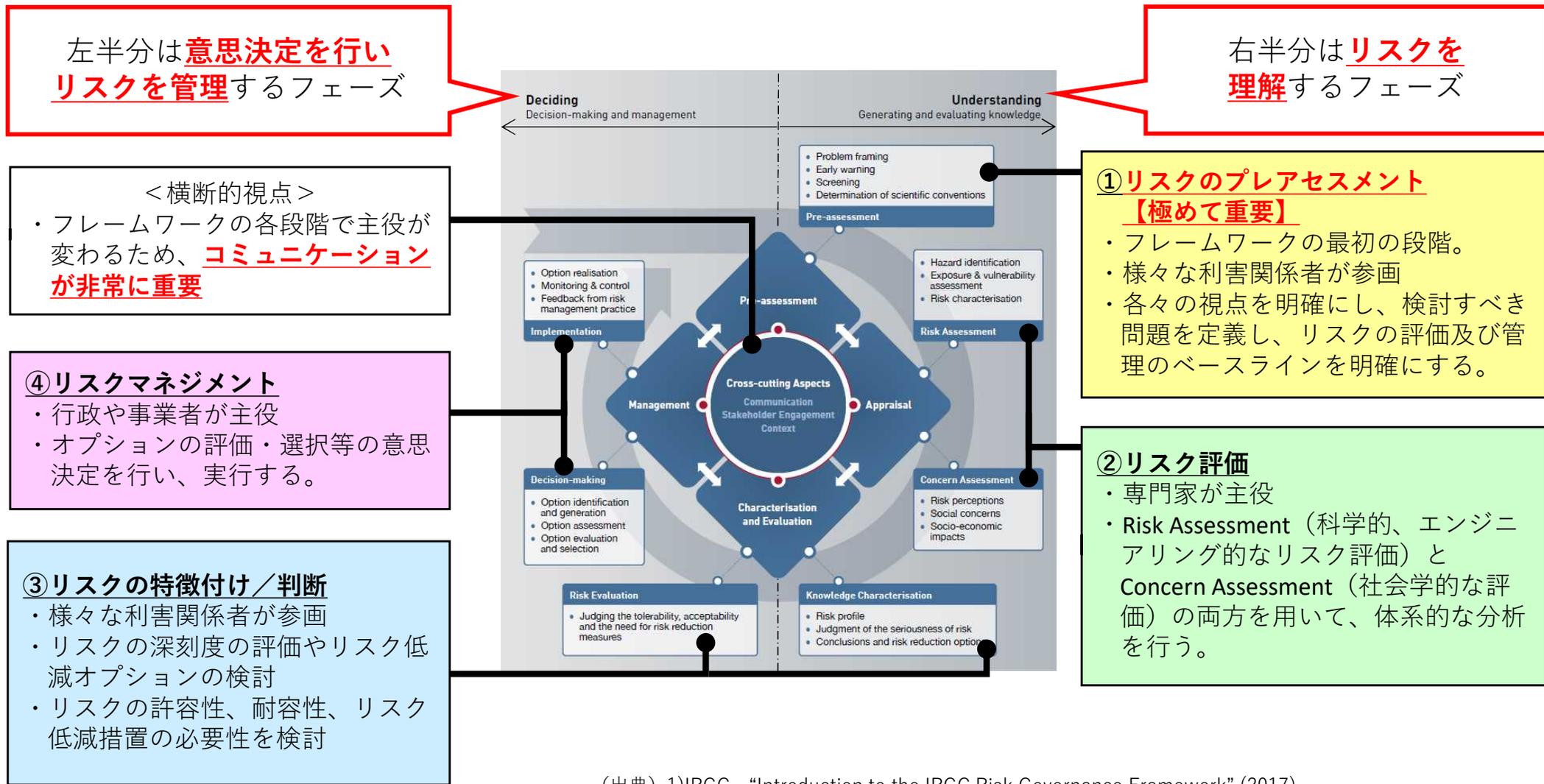
■廃止措置とする高速増殖原型炉「もんじゅ」の特徴とは？

- ナトリウム冷却高速炉の国内初の廃止措置であること
- 原子炉容器内に燃料体が残存した状態で廃止措置に移行すること
- 原子炉の運転が限られたため、崩壊熱及び放射能は低い状態にあること
- 地元住民及び国民の信頼を損なった原子力機構が、事業主体として廃止措置を進めること
- 地元企業の参入促進、雇用拡大への努力など、地元経済への貢献に努めること

これまで専門家会合からは「リスクマネジメント」の概念及びプロセスについて以下の提言を頂いている。

第1回：2017年5月30日(火) 原子力機構が廃止措置計画の策定及び廃止措置の実施に当たり留意すべき事項	第3回：2018年1月25日(木)	分類	
<p>「もんじゅ」の廃止措置は、我が国初のナトリウム冷却高速炉の廃止措置であり、また長期にわたる大規模なプロジェクトであることから、<u>適切に目標やマイルストーンを設定</u>するとともに、<u>様々な要求事項がある中でその優先順位を明確にし</u>、取り組んでいくことが重要である。</p>	<p>リスクマネジメントとして、<u>何をリスクとして捉え、どのレベルのリスクを管理するかよく考えるべき。</u></p>	<p>リスクマネジメントの概念</p>	
<p>安全性の確認に係る検討を行うに当たっては、<u>まず廃止措置全体を十分に俯瞰し、その上で個別事項</u>の検討を行うことが適当である。</p>	<p>リスクへの対応というのは、いろいろな人の意見を取り入れると、どんどん膨張していくので、どこまでやるのか<u>ゴールを明確にして取り組んだ方がよい。</u></p>		
<p><u>グレーデッドアプローチ（リスクの程度に応じた安全対策の実施）のコンセプトの適用</u>を検討し、プラント状態やリスクを踏まえ、合理的、効率的な計画の策定及び廃止措置作業の実施に努めることが望まれる。</p>	<p>国際リスクカウンスル（IRGC）の<u>リスクガバナンスフレームワークなどを参考</u>にしてはどうか。</p>		
<p>原子力機構は、電力やメーカー等の<u>外部からの協力を得て、十分な体制</u>で廃止措置に臨むとともに、協力を得るに当たっては、<u>協力を得る者にどのような役割を期待</u>するのか、あらかじめ明らかにすることが望まれる。</p>	<p>廃止措置段階に移行する「もんじゅ」の場合、<u>原子力安全に係るリスクより社会的信頼性リスクの方が大きい。</u></p>	<p>リスクアセスメント</p>	
<p>廃止措置は通常運転に比べリスクは低減されるものの、留意すべき観点が異なると考えられることから、<u>廃止措置に適したリスク評価</u>が望ましい。また、その評価に当たっては、その<u>前提条件を明確</u>にしたうえで、実施することが重要である。</p>			
<p>国内外のナトリウム施設の解体や、海外におけるナトリウム冷却型高速炉の廃止措置に係る<u>経験者からの意見聴取等</u>を通じて、<u>知見を収集</u>し、廃止措置の中で最大限活用することが重要である。</p>	<p>トラブルの未然防止と発生時の対応について検討するのに、過去の事例に基づいての検討は再発防止策であり、<u>経験したことのないリスクにどのように備えるかというのも重要</u>である。</p>	<p>リスク対応計画</p>	
<p>廃止措置においては、<u>計画通りに作業を進めにくくなる事態</u>が生じることもありうるが、作業現場との密接なコミュニケーション等を通じて、あらかじめそのような事態を抽出し、<u>これに備えて対応方策</u>を検討することが重要である。</p> <p>廃止措置の作業を進めていく上で必要となる教育訓練について検討し、<u>廃止措置作業に係る人材の育成</u>に反映することが重要である。</p>			

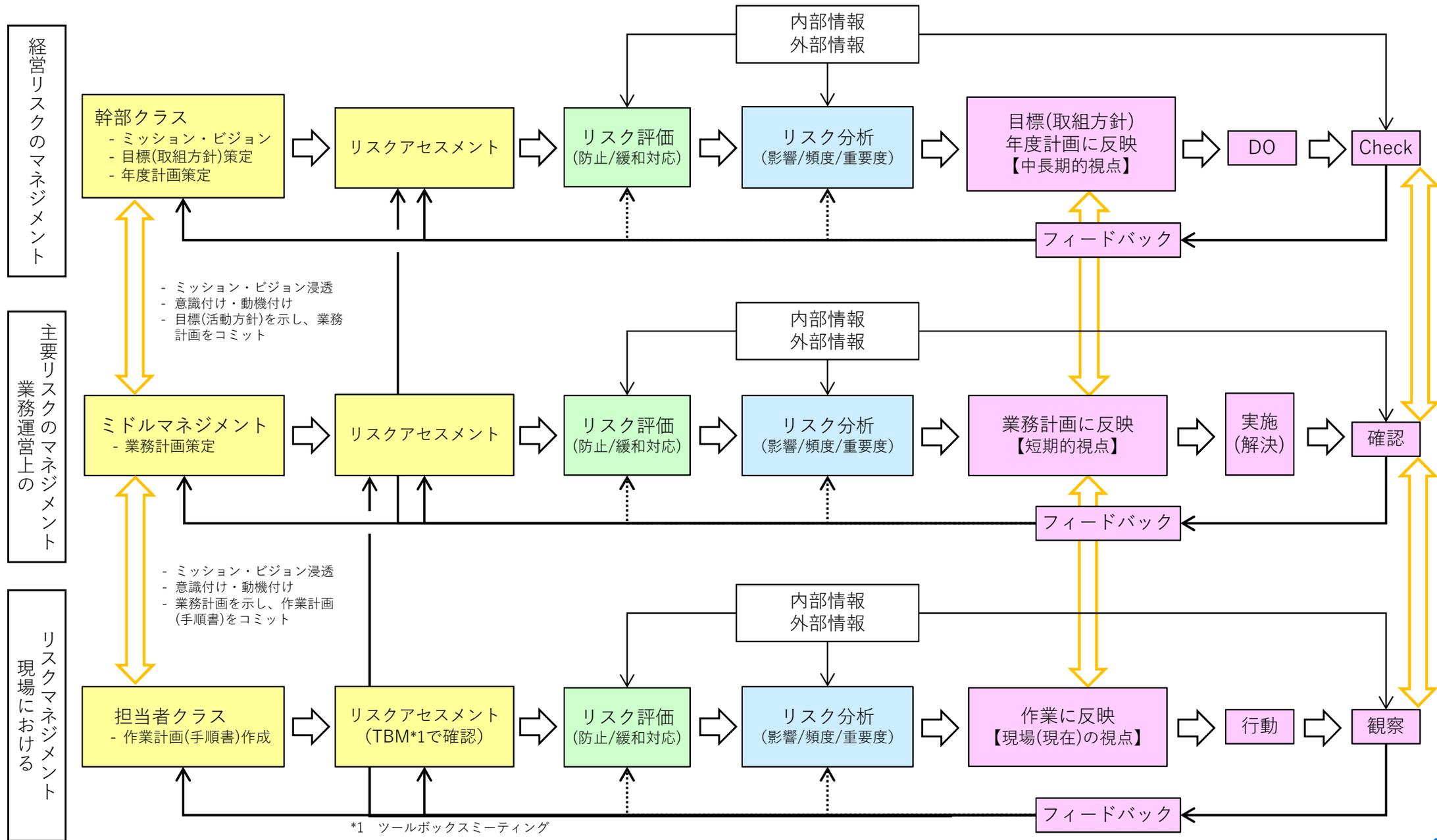
■ IRGC (International Risk Governance Council)の提唱するフレームワーク



(出典) 1)IRGC、“Introduction to the IRGC Risk Governance Framework”,(2017)
2)谷口、“リスクガバナンスの欠陥”、#4原子力の自主的安全性向上に関するWG、(2013)を用いて作成

各階層におけるリスクマネジメント

各層においてリスクマネジメントを展開し、俯瞰的にリスク対応をそれぞれの業務計画に反映



リスクの抽出、共存、分析等の高度化ツールとしてMVST-Communication活動を活用

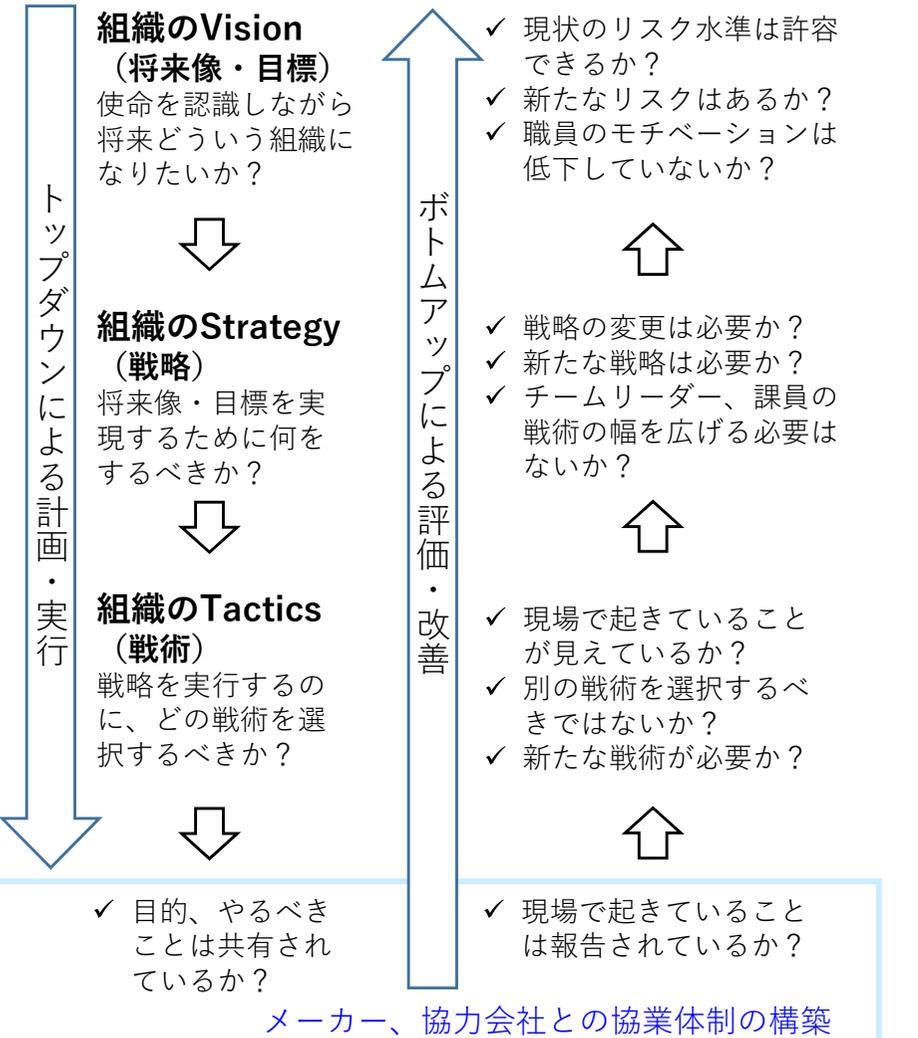
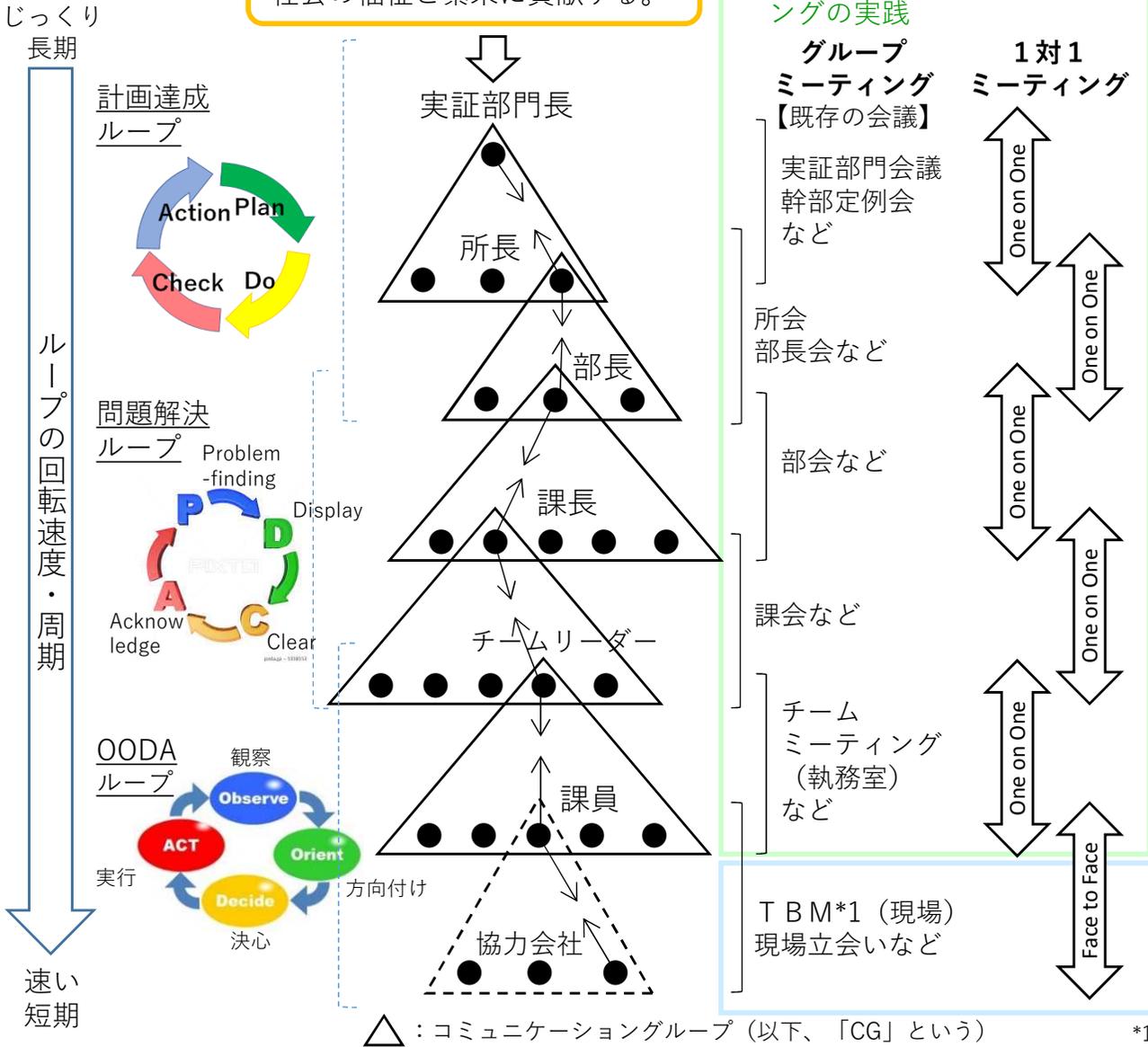
組織のMission（使命）

原子力の未来を切り拓き、人類社会の福祉と繁栄に貢献する。

コミュニケーション実施方法

実効性を重視したミーティングの実践

● 組織のMission（使命）、Vision（将来像）をコミュニケーショングループを通じて各層に浸透させ、トップから現場第一線までベクトルの合ったStrategy（戦略：マスター工程、年度計画など）を定めた上で、実行し、評価・改善する活動



*1 TBMとは、ツールボックスミーティングのこと

■日本原子力研究開発機構の使命（ミッション）

原子力の未来を切り拓き、人類社会の福祉と繁栄に貢献する。

◆敦賀廃止措置実証部門の将来像・目標（ビジョン）

地元をはじめ国民が安心して任せることのできる事業主体として、原子力機構が国内外の英知を結集して、安全最優先に「もんじゅ」「ふげん」の廃止措置を完遂させる。

■基本的な考え方

- 「もんじゅ」の廃止措置のゴールを定義し、そこに至るまでのマイルストーン及び適切な目標を設定し、それを達成するための必要条件を明らかにした上で、リスクアセスメントを実施
- リスクアセスメントとして、リスクを抽出する視点は、次の通り
 - 技術要素 (Technical elements)
 - 管理要素 (Management elements)
 - 社会的要素 (Social elements)
- リスクアセスメントにより特徴付けしたリスクの程度に応じて、対策の要否や内容を検討し、リスク対応計画を策定するとのグレーデッドアプローチを適用
- MVST-Communication活動によるコミュニケーションを中心としたリスクマネジメントに係る業務プロセスの構築及び実践

■技術要素

- 廃止措置に係る技術的課題の解決策が見通せない状況
- 廃止措置の進め方の不備による安全性の低下
- 設備事故、労働災害、被ばく事故などトラブルへの対応が不十分

■管理要素

- 廃止措置に必要なマンパワー不足
- 要員の力量不足
- 廃止措置に必要な予算が確保できない
- 廃止措置を完遂する計画が見通せない状況
- 廃止措置作業の停滞

■社会的要素

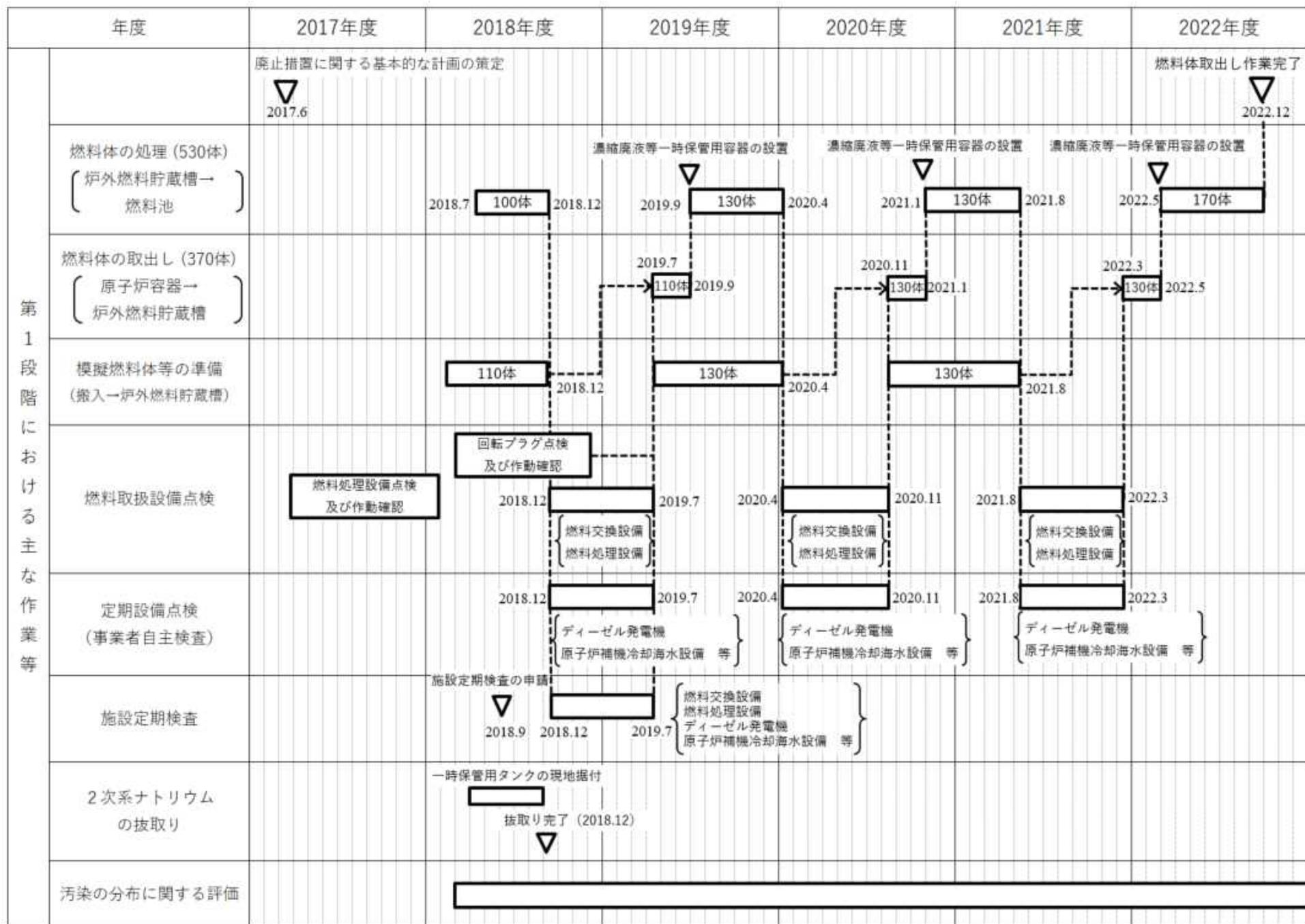
- 地元はじめ国民からの信頼の低下及び失墜

「もんじゅ」廃止措置完了までのマイルストーン

【戦略】 目標 : 廃止措置作業は、4段階に分け、概ね30年で完了することを目指す。

区分	第1段階 燃料体取出し期間	第2段階 解体準備期間	第3段階 廃止措置期間 I	第4段階 廃止措置期間 II
年度	2018 ~ 2022	2023 ~	~	2047
目標	<ul style="list-style-type: none"> ●燃料体すべてが燃料池に保管完了 ●2次系ナトリウムドレン完了 	(引き続き今後検討) <ul style="list-style-type: none"> ●ナトリウム機器の解体準備完了 ●汚染の分布に関する評価完了 等	(引き続き今後検討) <ul style="list-style-type: none"> ●放射線管理区域の解除準備完了 (建物等の除染除く) ●ナトリウム機器の解体撤去完了 ●水・蒸気系等発電設備の解体撤去完了 等	<ul style="list-style-type: none"> ●解体完了 (周辺公衆への放射線被ばくのリスクを安全で合理的なレベルまで低減)
計画作成	<ul style="list-style-type: none"> ・第2段階着手時の具体的な計画 ・燃料取出・処理、2次系ナトリウムドレン計画 (各作業実施前に作成) 	(引き続き今後検討) <ul style="list-style-type: none"> ・ナトリウム機器の具体的な解体計画 ・汚染分布評価計画 等	(引き続き今後検討)	(引き続き今後検討)
主な実施事項	燃料体の取出し			
		ナトリウム機器の解体準備		
			ナトリウム機器の解体撤去	
		汚染の分布に関する評価		
			水・蒸気系等発電設備の解体撤去	
				建物等解体撤去
		放射性固体廃棄物の処理・処分		

廃止措置作業（第1段階）の業務計画



- ◆ 5.5年の燃料取出し計画については、しっかりと一定期間を確保して作業計画の具体化、作業要員の教育・訓練を慎重に進めることが重要である。「工程優先ではなく、安全優先で進める」こと。

- ◆ 再発しているヒューマンエラー対策について、もんじゅの取組みに対して具体的に何が抜けているのか、足りないのかを明確にし、対策を講じること。
 - 環境管理棟環境分析室ゴミ箱からの出火 (2016.9.6)
 - ナトリウム漏えい検出器警報動作不能によるLCO逸脱及び逸脱からの復帰 (2016.9.10)
 - 補助冷却設備空気冷却器出口止め弁バイパス弁260B・CV02操作における操作対象の誤り (2016.9.10発生、2016.9.12認識)
 - 「1次系Na漏えい検出設備故障」警報の発報 (2016.9.13)
 - 気体廃棄物処理系格納容器内側外側隔離弁の閉止 (2017.11.13)
 - 1次系ナトリウム漏えい検出器ご停止によるLCO逸脱 (2018.1.11)
 - 格外コンファイメント形成警報の発報 (2018.1.13)
 - 「ANN盤軽故障」警報発報 (2018.3.6)

- ◆ 廃止措置を安全かつ確実に進めていくための保守管理体制の継続的改善を行っていくための基盤は整ったが、廃止措置段階の進展に応じた保守管理、品質保証の見直しについて、自らの戦力をじっくり再確認し、安全優先で取り組むこと。

■2017年度理事長マネジメントレビュー改善指示事項

- ◆ 5.5年の燃料取出し計画については、しっかりと一定期間を確保して作業計画の具体化、作業要員の教育・訓練を慎重に進めることが重要である。「工程優先ではなく、安全優先で進める」こと。

年度計画（抜粋）	実施項目（抜粋）	概略工程
燃料体を炉外燃料貯蔵槽から取出して燃料池に移送する作業を実施する。また、燃料体の原子炉容器からの取出しに向けて、燃料取扱設備の点検などを実施	燃料体を炉外燃料貯蔵槽から取出して燃料池に移送 【燃料環境課】	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">体制整備</div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;">燃料池 配置換</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;">燃料処理作業（炉外燃料貯蔵槽→燃料池）</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">訓練</div> </div>
	模擬燃料集合体の製作及び搬入 【安全管理課】	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">模擬燃料体（搬入→炉外燃料貯蔵槽）</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">模擬燃料体製作</div>
	燃料取出しに係る設備及び燃料池への燃料処理・移送に係る設備点検を実施 【燃料環境課】	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">しゃへいプラグ設備点検（回転プラグ用気密パッキン交換等）</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">燃料交換設備点検</div>
2次系ナトリウムの抜取りを完了する。	廃止措置に向けて必要となる2次系ナトリウム抜取り用容器を設置 【機械保全課】	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">2次系ナトリウム抜取り用容器設置</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">全抜取り</div>

■2017年度理事長マネジメントレビュー改善指示事項

- ◆ 再発しているヒューマンエラー対策について、もんじゅの取組みに対して具体的に何が抜けているのか、足りないのかを明確にし、対策を講じること。
- ◆ 廃止措置を安全かつ確実に進めていくための保守管理体制の継続的改善を行っていくための基盤は整ったが、廃止措置段階の進展に応じた保守管理、品質保証の見直しについて、自らの戦力をじっくり再確認し、安全優先で取り組むこと。

2018年度敦賀廃止措置実証部門スローガン : 『変革元年』 | | | | | | | | | |
目標（取組方針） : 廃止措置への円滑な移行

2018年度もんじゅ業務管理方針 : もんじゅの組織力アップ

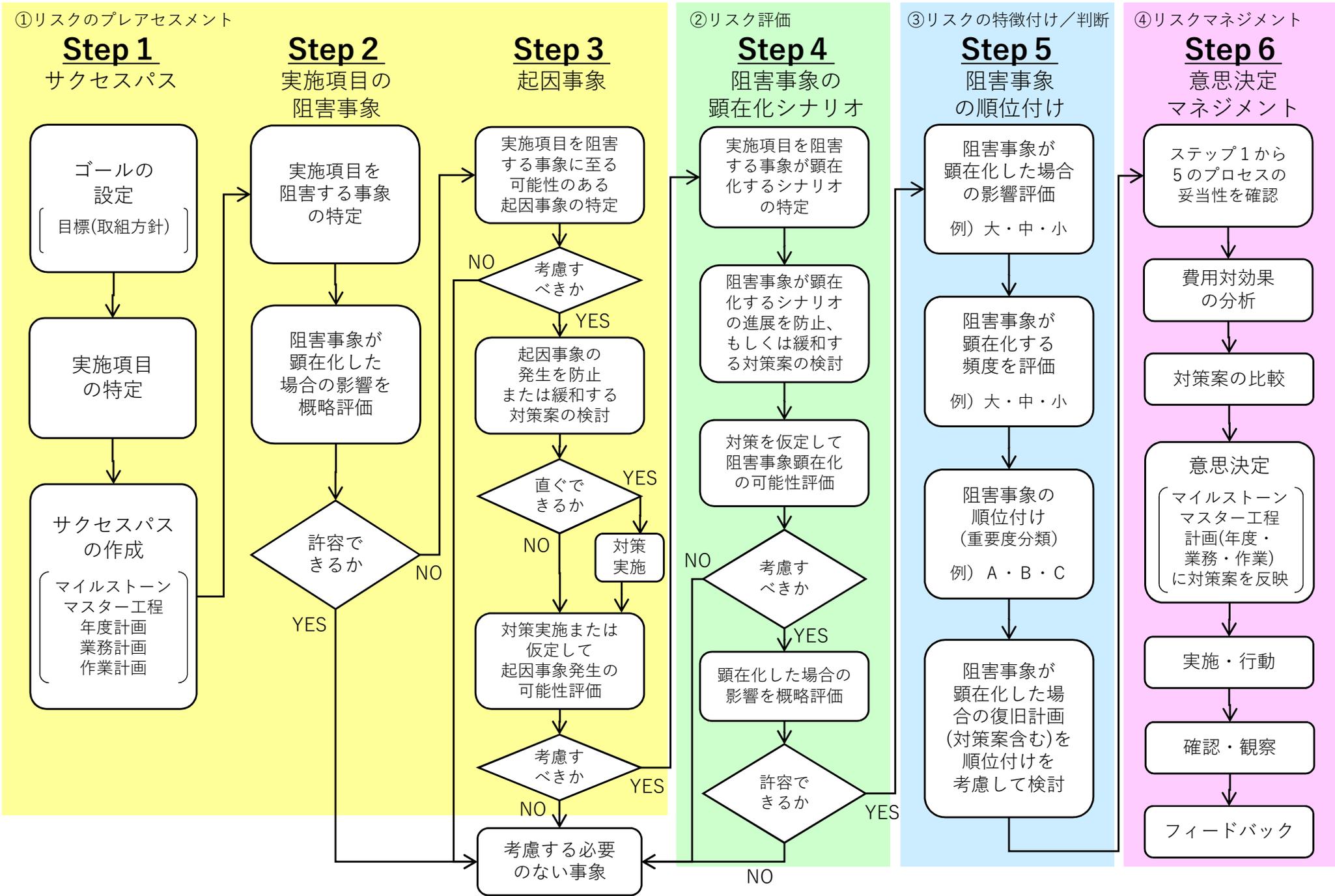
- ヒューマンエラー対策の実施と実効性の継続的な確認
- MVST-Communication活動、K P I、業務管理表を軸に本部～現場までの意識、目標を共有し、進捗管理、課題解決を適確、迅速に行うとともに、組織内で業務を最適化
- 情報マネジメント、業務サイクル加速等により、本来業務に集中
- Q M S を含む業務方法を見直し、成果と技術力向上を両立させる業務の計画、方法

燃料処理作業のサクセスパスを阻害する主な事象を特定（主要リスク）

実施項目			1. 燃料取扱実施訓練	2. 燃料処理作業
ホールドポイント (終了条件)			制御棒10体の処理・貯蔵（洗浄缶詰処理・燃料池貯蔵）及び模擬体10体のEVST移送完了	燃料100体の処理・貯蔵（洗浄缶詰処理・燃料池貯蔵）及び模擬体93体のEVST移送の完了
作業着手前のリスク	技術	設備	燃料取扱設備の点検未了 模擬体10体の新燃料ラック搬入未了 缶詰缶の準備未了 ユーティリティ設備の点検未了	燃料取扱設備の点検未了 ドリップパン必要数使用可能ではない 缶詰缶の準備未了 ユーティリティ設備の点検未了
		管理	人的要因	操作チーム机上教育完了遅延 設備チーム体制決定遅延
	手順書		運転手順書の未改定	運転手順書の未改定
	外部要因		工程調整未了 燃料池配置替え・回転プラグ点検未了	工程調整未了
	予算		設備チーム参加メーカーとの契約未了	設備チーム参加メーカーとの契約未了
	社会的要素		－	－
作業中におけるリスク	技術	設備	燃料取扱設備の故障、想定外の異常兆候 自動運転の渋滞、制御ソフトのバグ ユーティリティ設備の故障	燃料取扱い設備の故障、想定外の異常兆候 自動運転の渋滞、制御ソフトのバグ ユーティリティ設備の故障
		自然災害	地震	地震
	管理	人的要因	チーム員の欠員（病気・けが等） ヒューマンエラー	チーム員の欠員（病気・けが等） ヒューマンエラー
		手順書	運転手順書の誤り	運転手順書の誤り
		外部要因	メンテナンス台車と燃料出入機の工程干涉	メンテナンス台車と燃料出入機の工程干涉 模擬体の製作遅延
		予算	－	－
社会的要素		－	－	

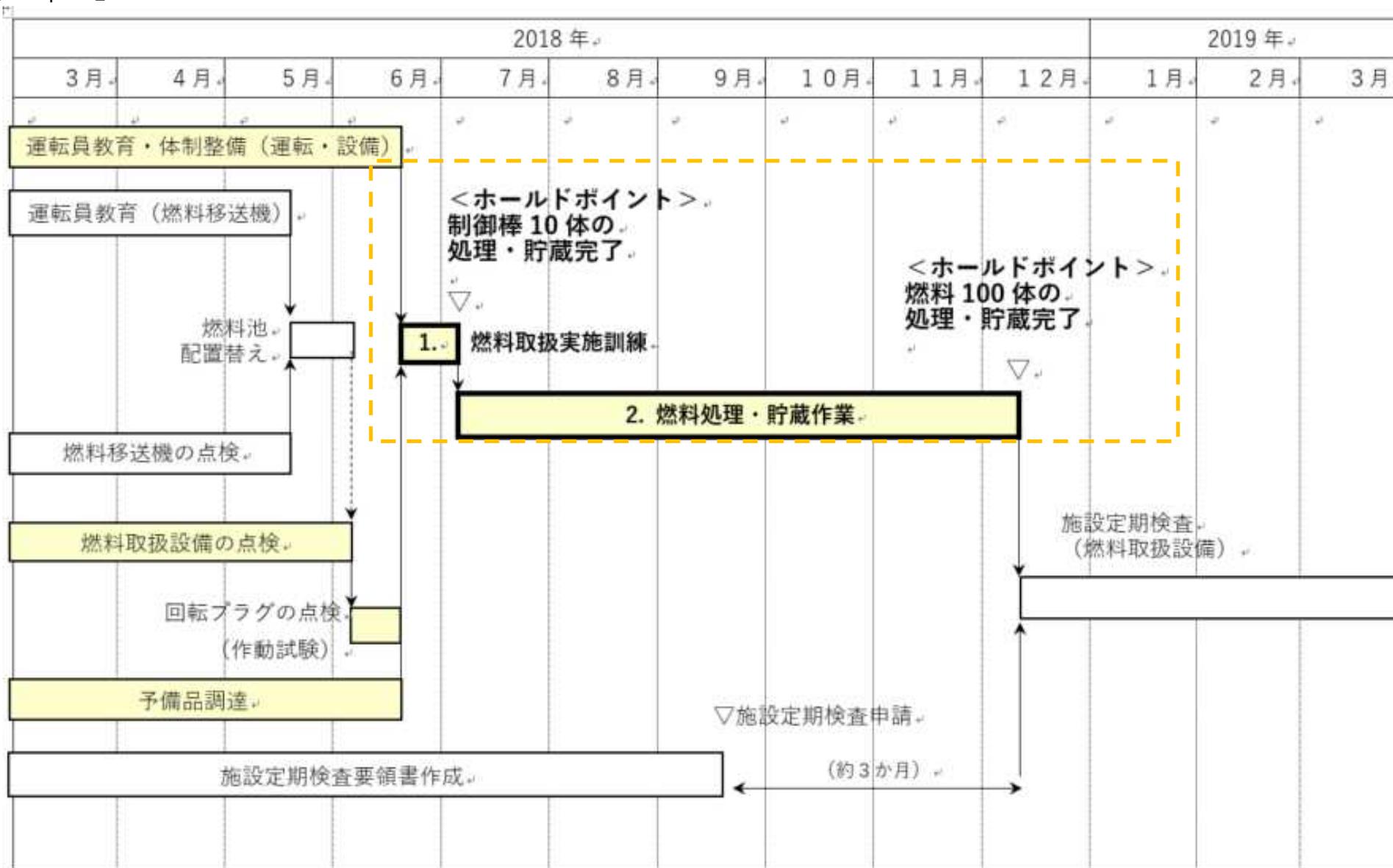
※ 敦賀廃止措置実証本部廃止措置推進室技術グループ、燃料環境課、施設管理課、メーカーなど燃料処理作業の関係者を集めて、繰り返し、協議を重ねリスクアセスメントを実施しているところ

- ◆ 「もんじゅ」の廃止措置を安全最優先で進めるため、「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合の委員のご意見を踏まえ、リスクマネジメントを実施する。
- ◆ グレーデッド・アプローチの概念を適用し、リスクマネジメントを展開し、俯瞰的にリスク対応を業務計画に反映していく。



ゴールの設定 : 燃料体を炉外燃料貯蔵槽から取出して燃料池に移送

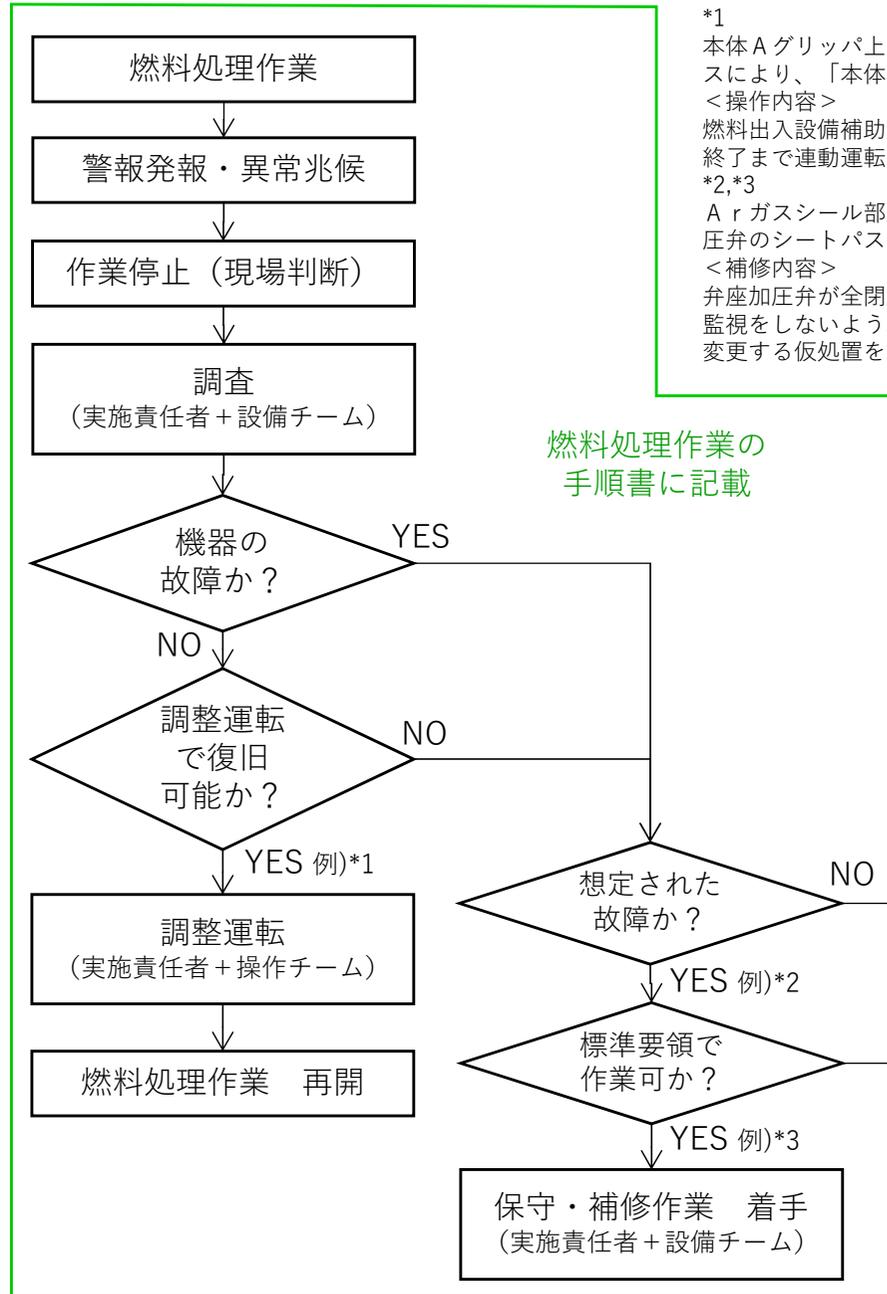
【Step 1】サクセスパス



【Step 3】 起回事象
【Step 4】 阻害事象の顕在化シナリオ

起回事象及び阻害事象顕在化シナリオ	結果
燃料昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に勘合していない状態で、振動等により爪が外れる	燃料落下
燃料昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に勘合していない状態で、誤操作により爪を閉じてしまう	
燃料昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪が勘合しているハンドリングヘッド部（3か所）が同時にすべて破損する	
意図せず、グリッパが燃料を吊り上げてしまい、ナトリウムによりグリッパと燃料が固着し、その後のナトリウム溶融または振動により落下する	
燃料昇降中に誤操作により燃料出入機ドアバルブ又は床ドアバルブを閉じてしまい燃料を破損する	燃料破損（ギロチン破断）
燃料昇降中に誤操作により走行台車を走行させてしまい燃料を破損する	
直接冷却系系統流路閉塞、流路からの漏えい及び直接冷却系ブロワの異常により本体入口流量低が発生	直接冷却系異常警報発報
グリッパ昇降範囲内でグリッパ又は取扱対象物がスティック	グリッパ昇降異常警報発報
グリッパテープへのNa異常付着等でテープストロークにアンバランスが発生	
燃料取出設備補助盤から操作する機器のモータ短絡等の異常及びモータ過負荷異常判定	故障警報発報

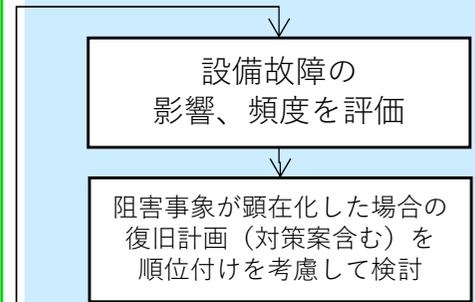
主要リスク「燃料取扱設備の故障、想定外の異常兆候」に係るリスクマネジメントを例示



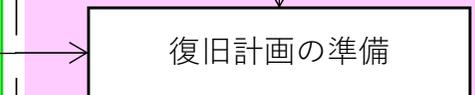
*1
 本体Aグリッパ上昇中、グリッパ駆動テープにかかる荷重のアンバランスにより、「本体Aグリッパ昇降トルク高(1/4体分)」が発生
 <操作内容>
 燃料出入設備補助盤の操作により、「テープ調整」実施後、SBP2014の終了まで連動運転を行い、自動運転への復帰操作を行う。

*2,*3
 Arガスシール部加圧系シール漏れ発生し、EVST床ドアバルブ弁座加圧弁のシートパスが原因と判断
 <補修内容>
 弁座加圧弁が全閉となっている間（EVST床ドアバルブ全開時）は流量監視をしないよう、タイマー（FW283T01）の設定値を2秒から10分に変更する仮処置を実施し、弁座加圧弁の分解点検を実施する。

【Step 5】 リスク分析



【Step 6】 リスク対策



- 対応方針（作業概要）の検討
 - 復旧計画のリスクアセスメント（Na水反応及びNa火災）
- 予備品の準備
 - 燃料移送機グリッパ昇降モータ
 - 燃料取扱機器洗浄槽床ドアバルブ弁体用車輪ブッシュ など
- 想定外の故障への対応検討
 - 想定外故障への対応体制の整備 など

1 プロジェクト・事業推進等の進捗

- ①「要員不足による事業者自主検査ガイドラインの作成や検査者の力量評価の遅延等に伴う事業者自主検査／施設定期検査の遅延」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒「2 経営リソース（予算・人員）」の①及び②、並びに、業務管理表によるスケジュール管理の徹底。
- ②「法令報告事象の頻発による工程遅延」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒廃止措置の各段階への移行において、故障すると法令報告の対象となる設備を再整理し、規制当局と合意しておく。
- ③「要領類の検証不足・教育訓練の不足による大規模損壊への対応整備の大幅な遅延」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒個別訓練・要素訓練を実施して体制・要領類を検証し、必要に応じて体制・要領類を改善。
- ④「廃止措置の各段階への移行のための段階的な保全計画の改正等による未点検機器の発生」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒保全計画の改正案のダブルチェック・計算機による確認、保全計画（改正案を含む）と点検契約の内容との照合・再確認。
- ⑤「廃止措置手続きの不調」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒廃止措置の各作業について、廃止措置計画変更や保安規定変更の認可の要否を確認しておき、変更認可変更認可が必要な作業については認可後に実施。
- ⑥「廃止措置に係るクリティカル工程作業（特に、燃料処理の準備・実施）の遅延」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒適度な裕度を持った燃料処理体数の設定および燃料処理作業の日程としており、その裕度の中でのこまめな日程調整。
- ⑦「廃止措置段階の設備点検の遅延」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒廃止措置段階への移行に伴って非常用ディーゼル発電機の必要台数を3台から2台に減少し、それを反映した点検の日割り工程の早期作成等。

- ⑧「模擬燃料体の製作の遅延」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒スケジュール管理、不良品発生を防止するための品質保証システムの確認。

（2）経営リソース（予算・人員）

以下の事由により、廃止措置体制整備や危機管理体制強化が不十分となる。

- ①「職員の経験者の異動・リタイヤ・長期休業」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒職員の確保、所内職員の最適配置、業務の平坦化、業務に関する情報・意識の共有、一体感醸成活動及びきめ細やかなメンタルケア（長時間勤務者への面談の促進、復職者への所属長・健康管理スタッフの継続的な面談の実施等）
⇒教育訓練計画の着実な実施。
⇒人事部門（労務課）に対するキャリア採用活動の依頼及び新卒採用活動への協力。
- ②「廃止措置教育訓練計画の着実な実施。業務に必要な予算の不足」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒必要額や緊急性の再精査、所内予算調整、中長期的な業務最適化に向けたメーカーとの調整、それでも不足する場合には追加予算措置要請。
- ③「慢性的な業務過多、将来展望が見えないこと等による士気の低下」が発生する場合に対するマネジメント策
⇒職員の確保、所内職員の最適配置、業務の平坦化、業務に関する情報・意識の共有、一体感醸成活動及びきめ細やかなメンタルケア（長時間勤務者への面談の促進、復職者への所属長・健康管理スタッフの継続的な面談の実施等）
⇒業務実施状況、面談状況を踏まえた速やかな対応（業務分担変更、計画見直し等）

（3）安全確保

① 「ヒューマンエラーの再発」が発生する場合に対するマネジメント策

⇒過去のヒューマンエラー事象に対する再発防止対策（是正処置等）の早期実施、及び、それらを包括的に管理する「ヒューマンエラー再発防止に係る対応計画（新対応計画）」に基づく活動の確実な実施。

⇒ヒューマンエラーが再発した場合には、詳細な要因分析に基づく再発防止対策を立案する以前から、早急に当面の対応を立案して実施。

② 「現場作業における人身事故発生」が発生する場合に対するマネジメント策

⇒特に人身事故発生の可能性が高い「排気筒制振オイルダンパ交換工事」等の施設保全課の業務において、管理者・監督者による現場の安全確認、リスクアセスメントの実施及びその対策実施状況の確認、請負業者との保護具の着用や基本動作の実施等の安全確保に係るコミュニケーションの強化。

③ 「校正設備の高経年化に起因する校正作業停止」が発生する場合に対するマネジメント策

⇒予算確保・契約請求の確実な実施、工事計画の進捗管理・確認、更新スケジュールの業務管理表による管理。

（4）社会からの信頼

① 「保守管理等のQMS不履行による保安規定違反発生」が発生する場合に対するマネジメント策

⇒廃止措置段階のQMS体系の整備（平成30年3月）及び見直し（平成31年3月）、それらに関する教育による理解徹底。

② 「施設定期検査（「1 プロジェクト・事業計画等の進捗」の再掲）、保安検査における不備発生」が発生する場合に対するマネジメント策

⇒日常からの業務の確実な履行。

③ 「ヒューマンエラーの再発（「3 安全確保」の再掲）」が発生する場合に対するマネジメント策

⇒「3 安全確保」の①を参照。

④ 「廃止措置に係る対外約束の不履行（「1 プロジェクト・事業計画等の進捗」の再掲）」が発生する場合に対するマネジメント策

⇒「1 プロジェクト・事業計画等の進捗」を参照。