

日本原燃(株)六ヶ所再処理工場の現状

2013年10月8日



日本原燃株式会社

目次



1. ガラス固化設備に係るアクティブ試験と取組み
2. 安全性向上へのこれまでの取組みと新規制基準への対応
3. 操業へ向けた取組み

1. ガラス固化設備に係るアクティブ試験と取組み

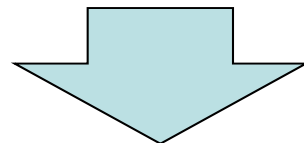
1-1 ガラス固化試験の主な経緯



■ 当初の試験状況

2007年11～12月 ガラス溶融炉底部に白金族元素が堆積し、流下性低下により試験を中断

2008年10～12月 試験再開後、安定運転を継続していたが、**不溶解残渣を含む廃液を投入後、流下性低下により試験を中断**
(その後、天井レンガの脱落や震災の影響により長期中断)



流下性低下事象を受け、安定運転に必要な運転管理方法の確立のための検証をKMOCにおいて実施

■ 実規模モックアップ試験施設(KMOC)による原因究明・対策の構築 (オールジャパン体制による取組み)

2009年11月～2010年3月 原因究明

2010年7～10月 KMOCと実機の比較評価

11月 安定運転条件の検討結果を国に報告、了承

2011年2月 アクティブ試験条件の確認

⇒ **運転方法の改善、設備改善(温度計の追加設置等)を実施**

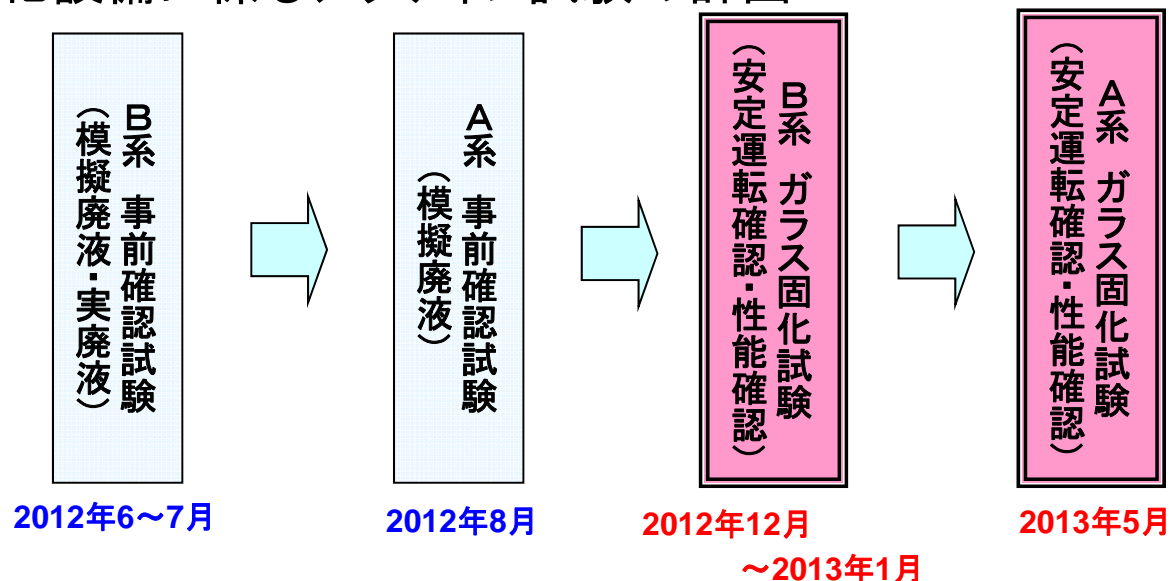
■ 改善後の試験状況

2012年6～8月 事前確認試験 計画どおり終了

2012年12月～2013年5月 **ガラス固化試験(安定運転確認、性能確認)**
計画どおり終了

1-2 ガラス固化試験のまとめ

■ ガラス固化設備に係るアクティブ試験の計画



■ まとめ

- ・ガラス固化試験において数々のトラブルを経験したものの、**KMOC試験による運転方法の確立、設備改造等により、技術課題を克服。**
- ・本年5月までに社内試験を終了。**残すは、国による使用前検査のみ。**

■ 使用前検査について

- ・**ガラス固化設備の使用前検査**は、施工に係る検査と性能に係る検査。施工に係る検査は終了しており、残るは安全に直接関係のない**処理能力に関する性能確認のみ。**
- ・当社としては使用前検査を受検できると判断しているが、原子力規制委員会は新規制基準施行後に使用前検査の実施を判断。

1-3 ガラス溶融炉の安定運転に向けた取組み



■ 運転管理手法の把握

(これまでの反省) 処理する**廃液の性状を十分に把握できていなかった**、安定運転に必要な**運転管理範囲の設定が十分ではなかった**。

(反省を踏まえた対応) KMOC試験の結果を踏まえ、**安定運転に必要な**管理項目として、炉内温度管理と白金族管理に対する**運転管理範囲を設定し**、アクティブ試験において、操業運転時に**想定される最も厳しい廃液条件で安定して管理できることを確認**。

■ 想定事象に対する対応及びリスク管理

(これまでの反省) 想定される事象への手順、予備品等の準備が十分ではなかった。

(反省を踏まえた対応) ① 先行施設、化学試験、アクティブ試験、KMOC試験における**過去の発生事象や想定事象に対する対応マニュアルの改良、改善を実施**。

② 過去のトラブル事象を踏まえて、**作動確認及び対策の実施内容・タイミングを見直す**とともに、**予備品を準備することで、想定事象の発生を未然に防ぐ**。

■ 運転体制の確立

(これまでの反省) ガラス溶融炉の運転状態の変化に柔軟に対応する運転技術が十分備わっていないかった。

(反省を踏まえた対応) ガラス固化設備の運転員等を**KMOC試験の運転に参画させ運転技能の維持・向上を図った**。

(今後の課題) 安定運転を確実にするために、処理廃液の条件(燃烧度の違い、廃液の組合せ)の拡充を図る、段階的な処理量の増加による着実な運転技術の定着を図ること






2. 安全性向上へのこれまでの取り組み



2-1 これまでの取り組み

- 再処理工場の設計・建設を通じて、安全性向上に向けた様々な取り組みを実施
 - ・国内外の事故・トラブル事例の調査と設計、運転手順への反映(約900件)
- 中越沖地震(2007年)を踏まえた対策
 - ・構内道路の地盤改良
 - ・免震構造の緊急時対策所の新設(2011年12月より運用開始)
 - ・電源車の配備(1台)
 - ・不整地走行用消防車の配備(1台)
- 福島第一原子力発電所事故を受けて、「起こると考え、その時どう対応するか」、「地域の皆さまに絶対迷惑をおかけしない」という考えのもと、安全対策を総点検するとともに全交流電源喪失を想定し、「緊急安全対策」を実施。
(緊急安全対策)
 - ・電源車の増配備(2台) ……電源の確保
 - ・可搬式ポンプの配備 ……プール水位の維持
 - ・エンジン付コンプレッサの配備 ……水素掃気のための圧縮空気の確保
- 夜間・厳冬期を含め、訓練を継続的に実施。
- 新規制基準にも速やかに、かつ的確に対応するとともに、今後も規制の枠にとらわれず、安全性向上に不断の努力を傾注する。(別紙)

2-2 緊急安全対策での対応例

全交流電源供給機能喪失の対応		
電源の確保	プール水位の維持	水素掃気のための 圧縮空気確保
 <p>電源車</p>	 <p>消防車 (不整地走行用消防車)</p>	 <p>エンジン付コンプレッサ</p>
 <p>ガスタービン発電機車</p>	 <p>可搬式ポンプ</p>	

2-3 緊急安全対策の訓練【代替水源からの取水訓練(厳冬期)】



再処理施設までの標高差55m
を揚水可能なことを確認

尾駁沼

標高 55m

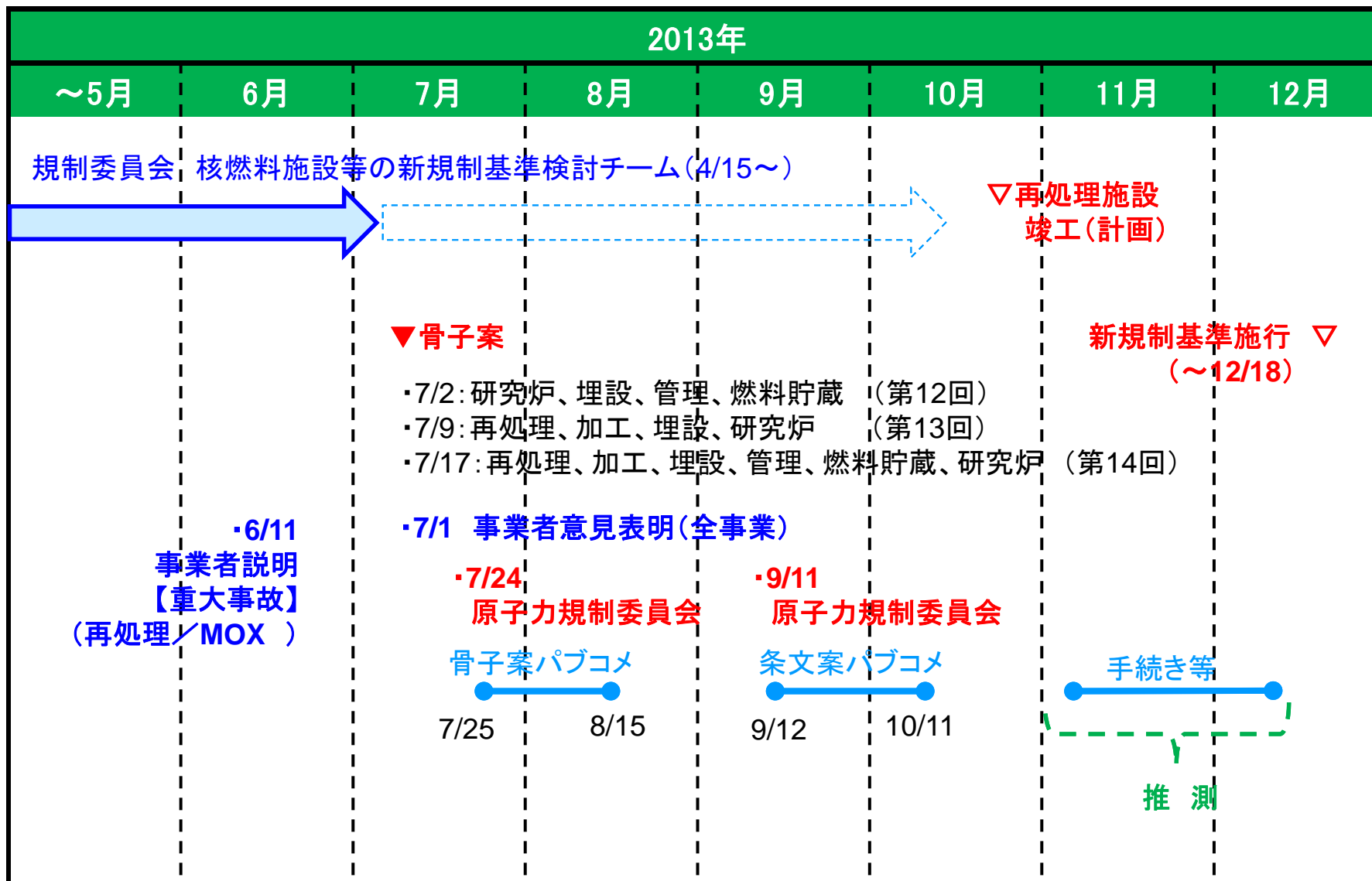
A ホース

貯水槽まで約1.5km

尾駁沼(施設周辺)からの取水

The composite image is divided into three main sections. The top-left section is a photograph of a snowy field with a green hose being laid out, and a white box with the letter 'A' is overlaid. The top-right section is a schematic diagram showing a blue line representing a hose route from a reservoir labeled '尾駎沼' (Oshibayashi) down a slope to a storage tank. A vertical double-headed arrow indicates a height difference of '標高 55m'. A red truck is shown at the reservoir, and a white box with 'A' and 'ホース' (hose) is placed on the slope. Below the diagram, it says '貯水槽まで約1.5km'. The bottom-right section is a photograph of a red truck at the reservoir, with a white box containing the text '尾駎沼(施設周辺)からの取水' (Water intake from the reservoir (around the facility)).

2-4 新規制基準への対応スケジュール



2-5 新規制基準(案)に対する当社の考え



- 規制庁が示した新規制基準骨子(案)は、核燃料施設と発電炉の違いを考慮し、例えば、重大事故対策では、事故への進展までの時間的余裕を踏まえ、サイクル施設には、恒久設備ではなく可搬式設備で対応することを基本とするなど、概ね安全性への影響の程度に応じた要求内容・レベル(Graded approach)となっていると認識。
- なお、対象としている施設が、発電用原子炉と異なり施設ごとの違いが大きいことから、詳細については、個別安全審査に委ねられており、具体的な審査内容、審査の効率化など注視が必要。
- 新規制基準骨子(案)のパブリックコメントが開始(7月25日から8月15日)され、当社としても8月15日にパブリックコメントを実施。また、新規制基準(案)についてもパブリックコメントが開始(9月12日から10月11日)され、当社としてもコメントする予定。
- 新規制基準(案)については、内容を踏まえて対応可能なものについては12月を待たずに準備を進めるなど、しっかりと対応していく所存。

2-6 新規制基準対応に係る検討項目



■新規制基準を踏まえた基準地震動の評価・検討

- ・下北半島の太平洋側に位置する大陸棚外縁の断層の海上音波探査、敷地周辺の出戸西方断層や七戸西方断層に関する調査、敷地内におけるトレンチ調査などを実施 による更なるデータ拡充

■新規制基準における新たな機能要求への対応

- ・内部溢水、内部飛来物に対する対応
 - ⇒設計検討を開始、防水板や堰の設置など必要な対策実施を検討
- ・自然現象として竜巻・火山に対する対応
 - ⇒自然現象の変動事象として新たに要求される竜巻・火山に対して、発電炉の審査状況も踏まえつつ、評価を行い、必要な対策の計画を検討

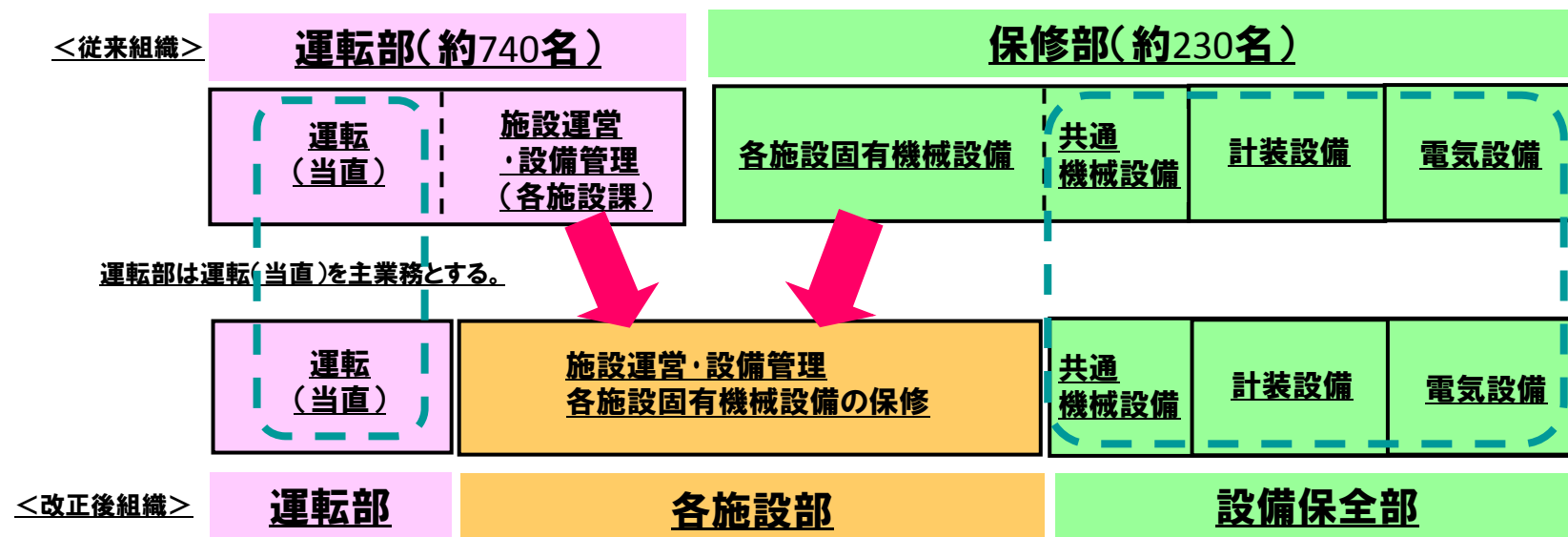
3. 操業へ向けた取組み

3-1 組織改正について(1/3)



再処理施設の処理工程毎に**運転部門日勤(施設課)**と**機械保守部門**を統合した組織を設置し、**施設管理部署が自ら設備保全作業を実施**できるようにすることで、**通常運転時と非定常時の要員の柔軟な運用**、**多様な技術力を有する人材の育成**を図る。(2011年10月実施)

<運転部門日勤と機械保守部門の機能統合>

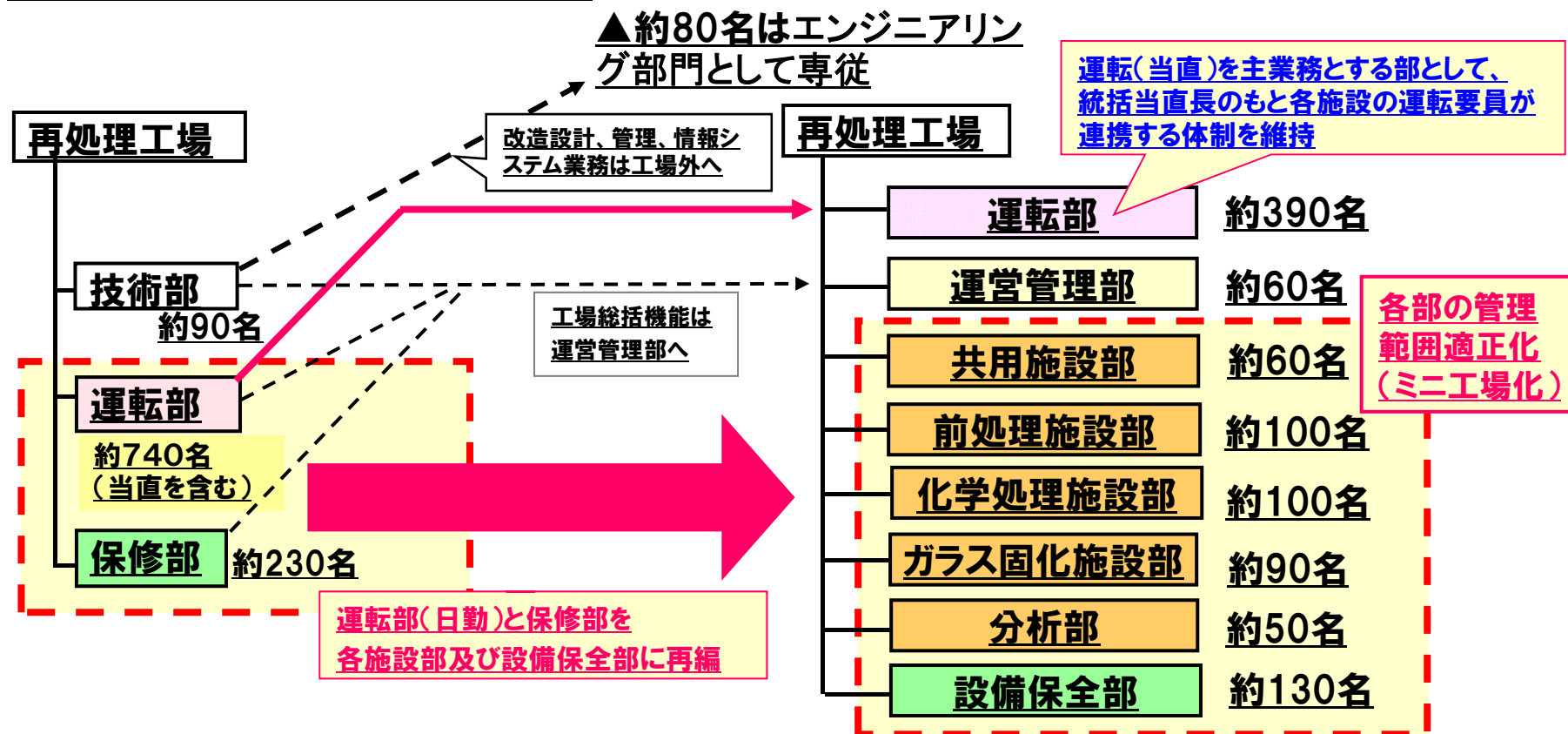


[次頁へ](#)

3-1 組織改正について(2/3)

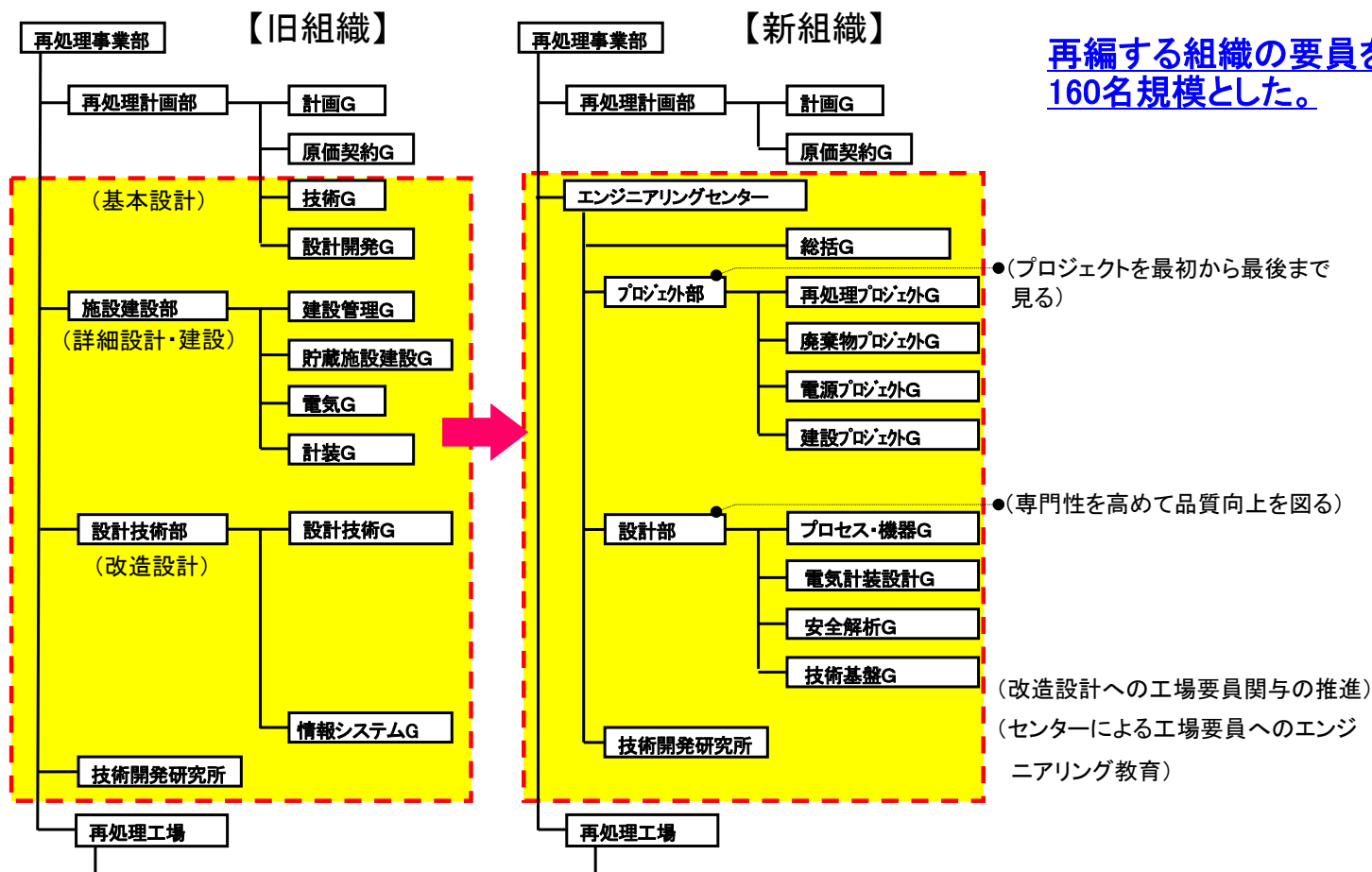
運転部門日勤(施設課)と機械保守部門の統合に伴い、組織が過大な規模となることを回避し、各部が自主的な創意工夫により効率的に工場を運営管理していく観点から、関連性の深い施設で工場の単位を分割して部を設置する。
(2011年10月実施)

<各組織の管理範囲の適正化>



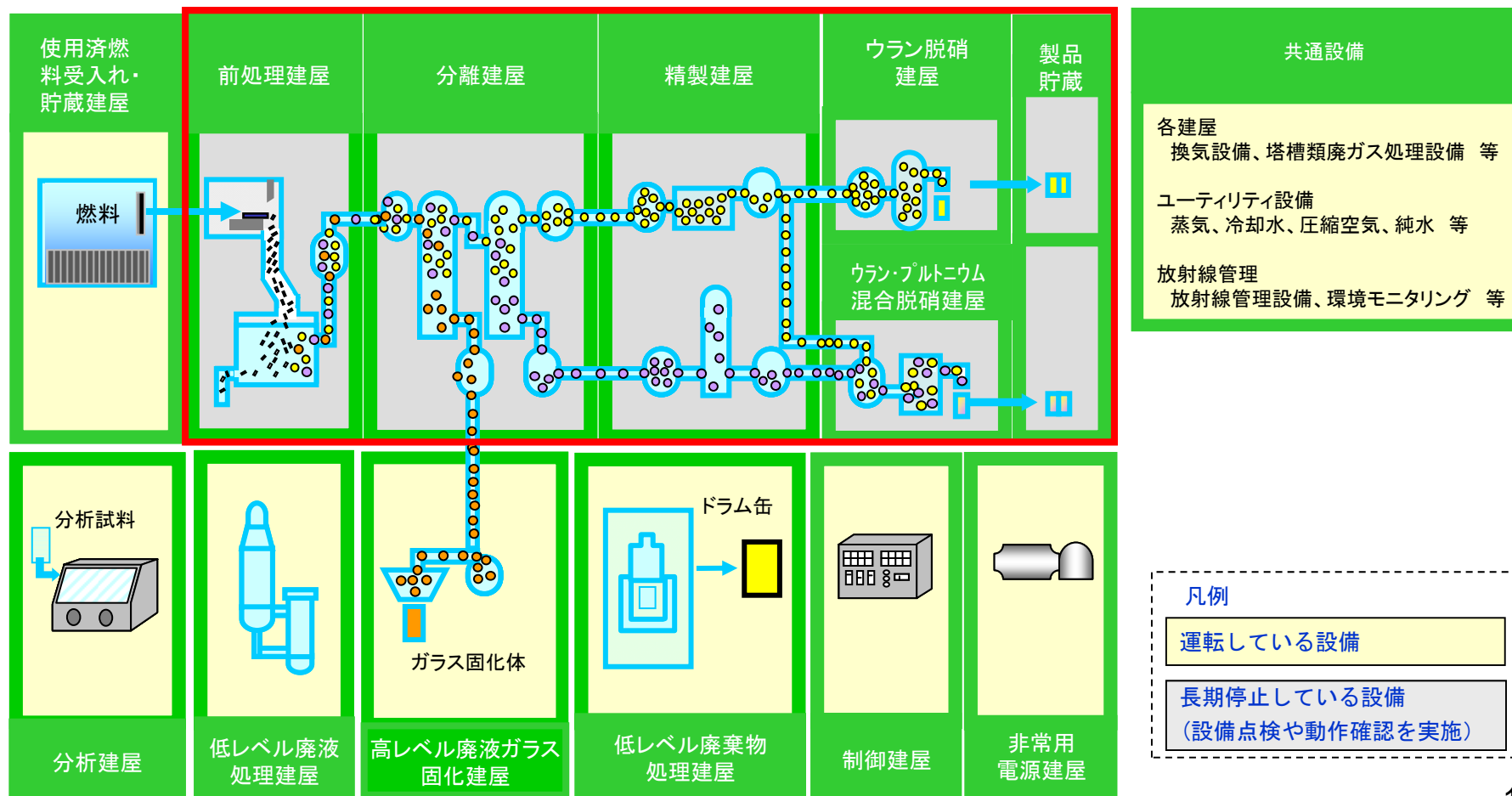
3-1 組織改正について(3/3)

エンジニアリング機能の更なる強化及び、専門性の高い技術者を継続的に育成・確保し、再処理事業部全体の技術力を向上を図る観点から、**エンジニアリングセンターを設置**。また、再処理事業部内の技術部門を再編し、プロジェクト部と設計部等を新たに設置。(2012年12月実施)



3-2 長期停止している設備の維持(1/3)

再処理工場の主工程(せん断・溶解、分離、精製、脱硝設備)は2008年10月以降、使用済燃料を用いた運転を行っておらず、長期間停止している。このため、設備や運転性能の維持に努めている。



3-2 長期停止している設備の維持(2/3)

(1) 定期的な法定検査

① 再処理規則に基づく定期的な検査

- ・ 非常用動力装置(ディーゼル発電機、蓄電池など)
- ・ 警報装置(高レベル廃液の漏えい検知装置、水素掃気用空気貯槽の圧力低警報など)
- ・ 安全上重要な施設の性能など(安全冷却水流量、抽出塔への溶解液流量高による供給停止インターロックなど)

② 労働安全衛生法に基づくクレーン・ボイラ・圧力容器等の定期的な検査

③ その他消防法等(火災警報装置点検など)

(2) 自主的な保守・点検

機械設備	計装設備	電気設備
<ul style="list-style-type: none"> ・ 手入れ前の状態確認 ・ 分解点検手入れ、外部塗装の点検・補修 ・ 潤滑油、グリースの交換 ・ 構成部品の寸法計測 ・ 消耗品の交換 ・ 構成部品の非破壊試験 ・ 絶縁抵抗測定 ・ 運転確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外観目視点検 ・ 点検前の指示値等の確認 ・ ループ確認 ・ 単体確認 ・ 部品交換 ・ 据付外観確認 ・ 警報、インターロック試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般点検(端子部の緩み等) ・ 外観点検(絶縁物、フレームカバー等の変形) ・ 各種電気設備の点検(M/C、UPS、DG等) ・ モータ点検

3-2 長期停止している設備の維持(3/3)

(3) 動作確認

長期停止している再処理工場の主工程設備については、再稼動に向けて、次のような**動作確認を行うとともに、その運転操作を通して運転員の技能維持を図っている。**

a. 前処理施設、脱硝設備の機械設備

せん断機の油圧ユニット、溶解槽の駆動装置、ウラン酸化物貯蔵容器の取扱設備などの定期的な作動確認、運転状態の確認を実施している。また、前処理施設の機械設備の実機の制御システムには、一連の動作確認ができる運転訓練モードを追加。

対象機器	実施内容	確認ポイント
燃料横転クレーン	動作確認として手動運転(中央/現場)	燃料横転クレーンの機能・動作範囲・作動状況並びに運転手順の理解
せん断機	燃料せん断サイクル運転手順確認モードを用いた運転手順	せん断機の機能・動作範囲・作動状況並びに運転手順の理解
溶解槽	・動作確認として手動運転(中央/現場) ・ホイール手回し運転	溶解槽の機能・動作範囲・作動状況並びに運転手順の理解。また、異常時を想定したホイールの手回し運転を行う。

b. 分離・精製施設の化学処理設備

ウラン精製の溶媒抽出工程の酸・溶媒平衡運転、ウラン濃縮缶の水運転、パルセーション動作確認、ミキサセトラ内溶液の内部循環、溶媒蒸留工程の全環流運転などを行って、系統・設備の動作確認と運転操作技能の維持を図っている。

3-3 運転技能の維持(1/3)

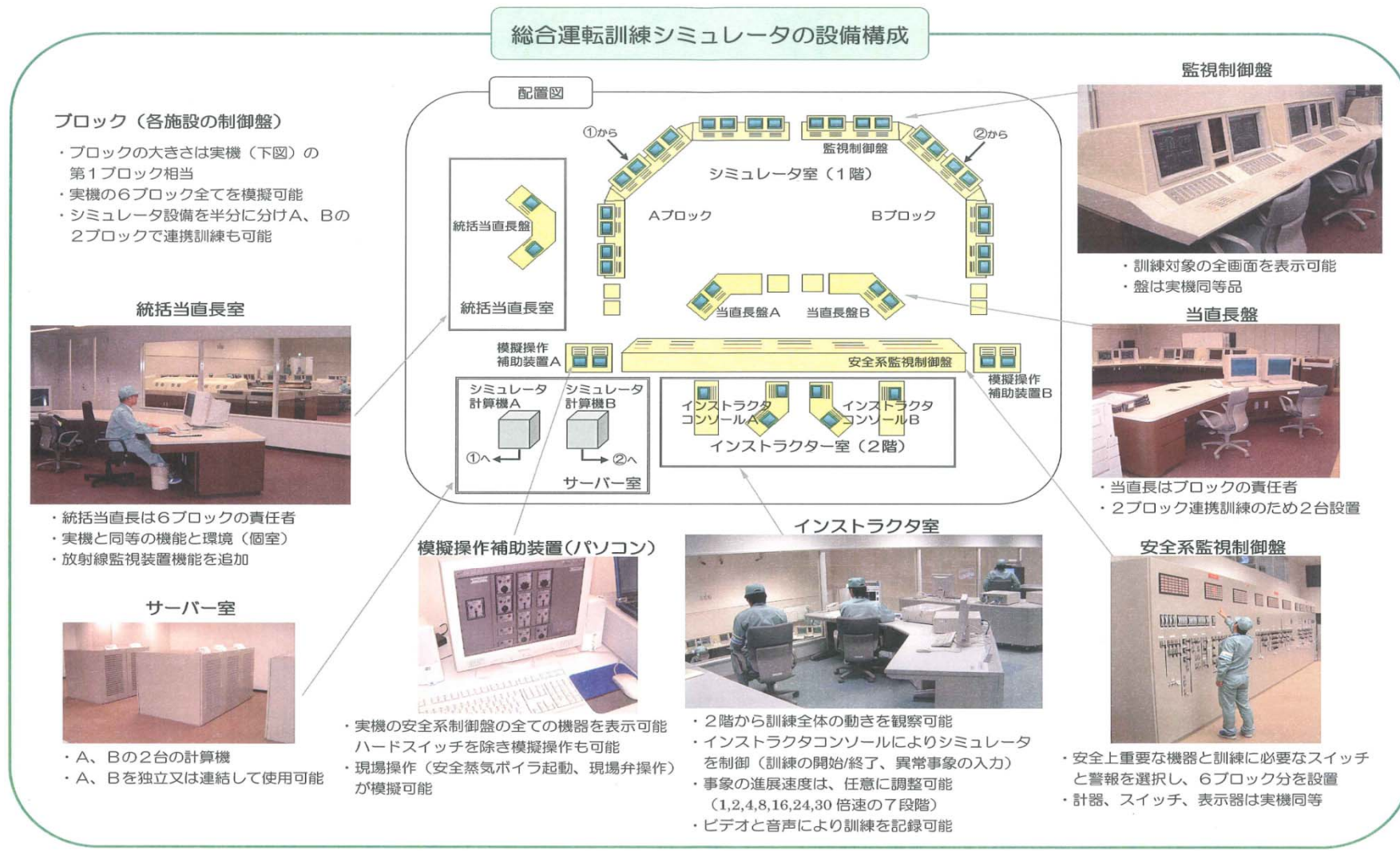
次に示す**運転訓練の習得により必要な運転技能の確保**に努め再稼動時の工場の操業運転に備えている。

(1) 総合訓練シミュレータ

2011年度から本格的な訓練を開始、下表の5訓練コースを設定

	訓練コース	目的・内容
①	導入訓練	新入社員、転入社員等の新規運転員を対象に運転員の基本動作、各施設(工程)の基本的な運転操作習得、主な事故時のプラント挙動の把握およびインターロックの習得を目的とする。
②	通常運転訓練	通常運転操作(起動・停止・処理量変更等)の習得を目的とするとともに手順、役割の確認、指揮命令系の確認、コミュニケーション能力の向上、チームワークの醸成を目的とする。
③	異常事象対応訓練	様々な故障や異常な過渡変化、異常な過渡変化を超える事象や設計想定外事象発生時の対応操作を習得するとともに指揮命令系の確認、通報連絡訓練、コミュニケーション能力の向上、チームワークの醸成を目的とする。
④	自主訓練	個々の習得したい事項や確認したい事象、その他様々な要望により自主的な訓練を行い、個人の習熟度および技術レベルの向上を目的とする。
⑤	基本動作訓練	OISやハードスイッチについての基本的な操作方法や運転操作における基本動作の習得を目的とする。

3-3 運転技能の維持(2/3)



3-3 運転技能の維持(3/3)

(2)故障対応訓練

運転技能の維持を目的として、運転故障模擬の訓練を行い、**アクティブ試験で経験した様々なトラブルを思い出し、実運転中の対応を机上経験**する。訓練事象は下記に示すような事例について、運転員、日勤技術員から状況報告させQAでの即答を求める。

- ・圧縮空気の供給停止:運転中の工程の停止状態、廃ガス処理系の圧力変動など
- ・分析不可:必要分析件数の集計、優先分析の選定、工程停止の判断など
- ・東日本大震災 外電喪失時:警報確認、DGピックアップ状態、各設備の状態確認など

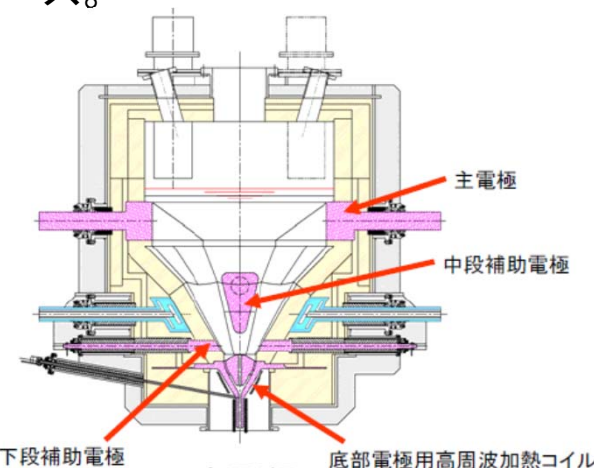
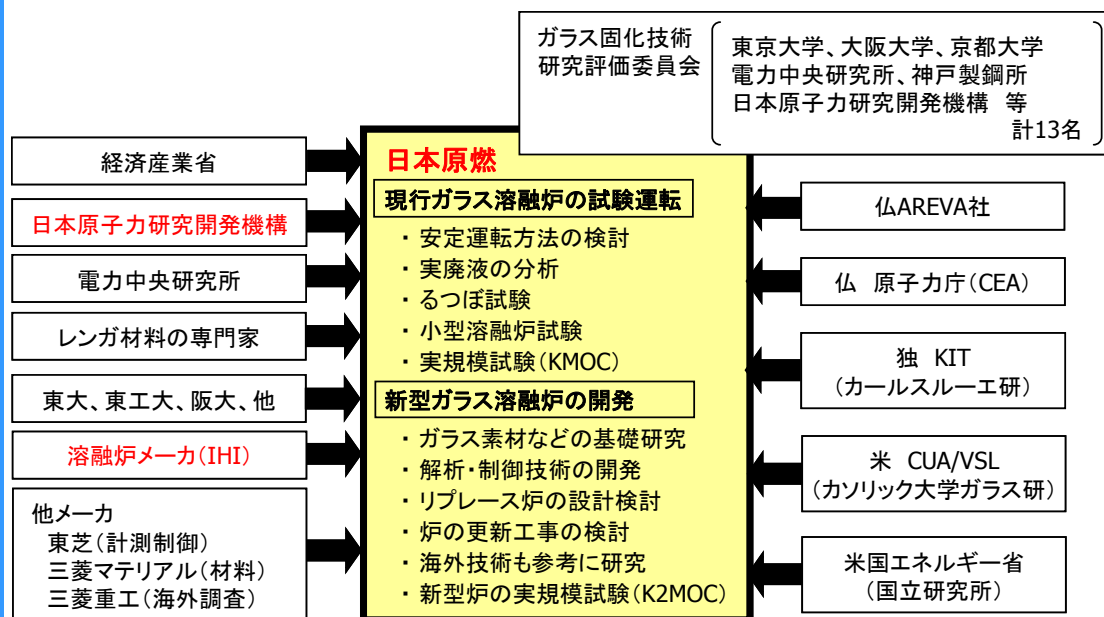
(今後の課題)

○運転できる設備については運転を行い設備の機能維持、運転員についてもシミュレータや故障対応訓練などを通して必要な技術・技能の維持に努めているが、施設全体の運転確認は実施できていない状況。

○施設全体の運転確認を行うことが設備の機能維持や運転員の技術維持にもっとも効果的。

3-4 新型ガラス溶融炉の開発

- 2009年より、オールジャパン体制でガラス溶融炉高度化研究を開始。
- 2013年度下期よりガラス固化技術開発施設で実施する実規模モックアップ試験にて、最終的な性能確認を実施予定。
- 上記の試験や知見などを踏まえ、新型ガラス溶融炉へリプレース。



ガラス固化技術開発施設

まとめ

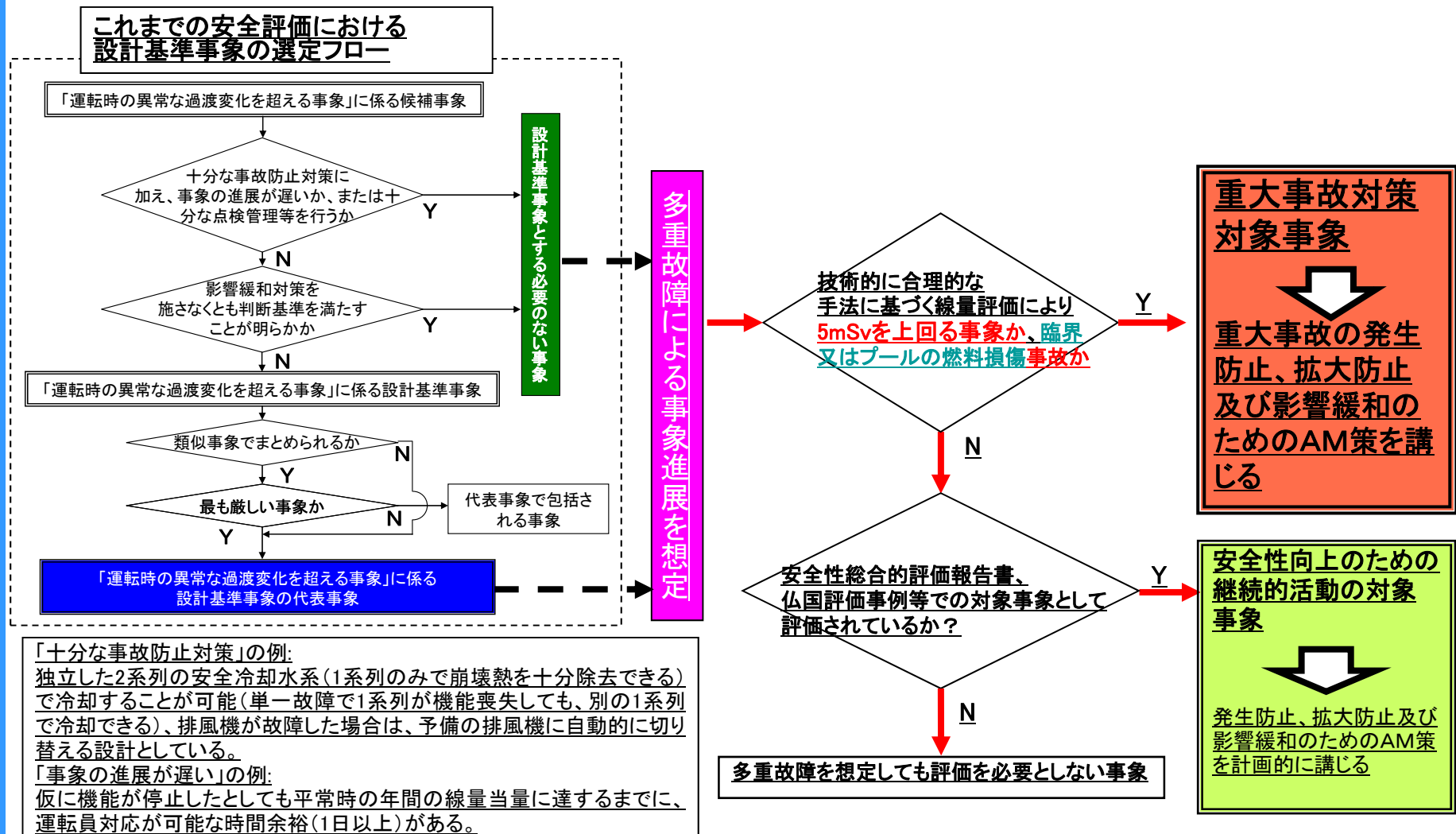


- ガラス固化設備において、数々のトラブルを経験したものの、KMOC試験による運転方法の確立、設備改造等により課題を克服。本年5月までに社内試験を終了し、残すは国による使用前検査（性能係る検査）の受検のみとなった。
- 再処理工場では、幾度の工程変更や様々なトラブル等が発生したが、設備の改造や運転管理の方法の見直し、更には事業体制の見直しなどを行い、操業に向けた取組みができていると判断している。
- 今後これらの経験および新規制基準の対応を踏まえ、「**世界一の施設を作る**」との気概をもって安全性向上、現場の技術力向上等に不断の努力を傾注し、本格操業を目指す。

別紙 安全性向上に係る継続的取組み(1/3)



福島第一原子力発電所事故直後から、再処理事業者として自主的に目指すべきゴールを安全対策方針として策定し、重大事故に対する対策の構築などさまざまな活動を実施してきた。



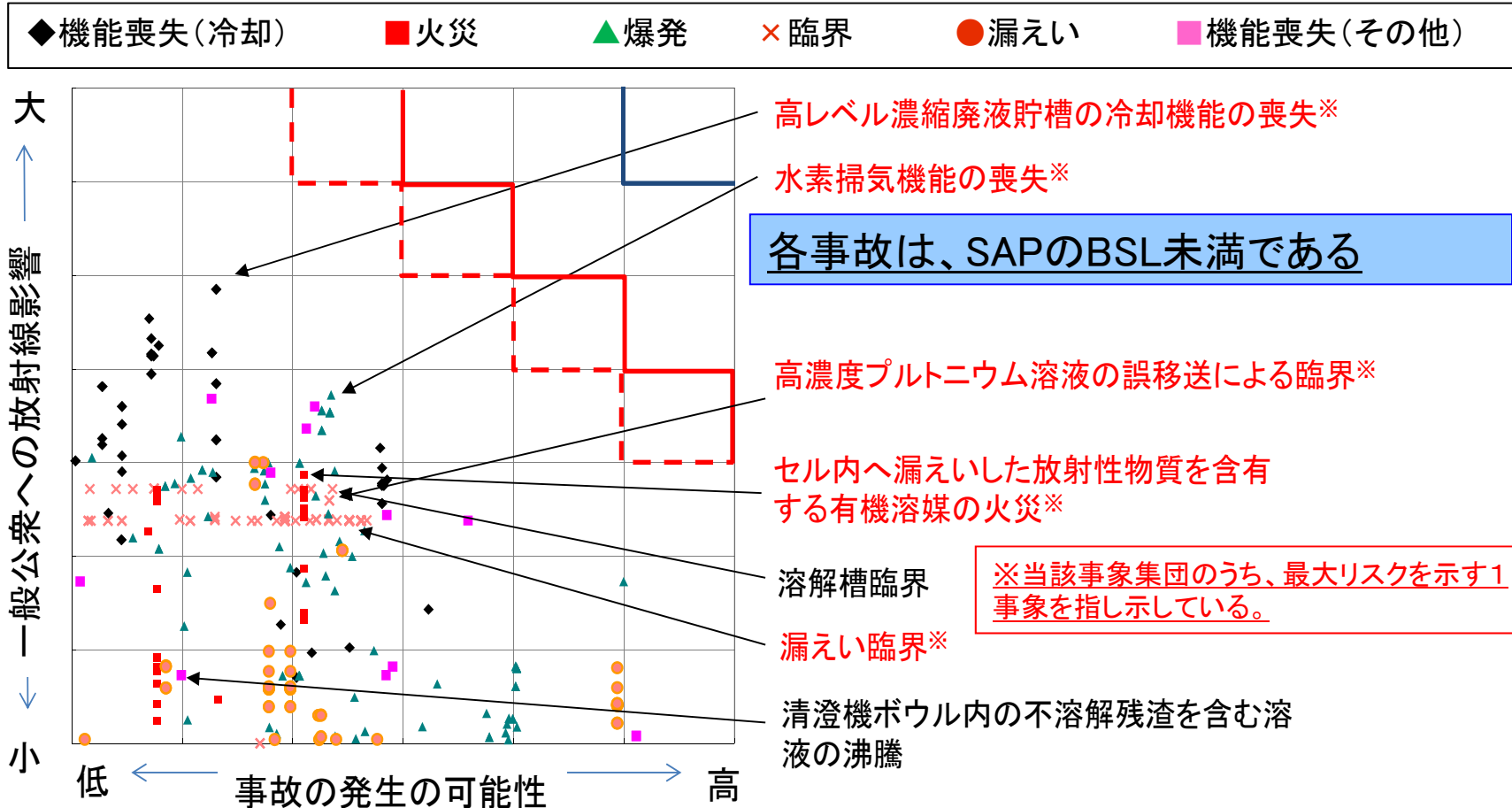
安全性向上に係る継続的取組み(2/3)



深層防護レベル 事象項目		レベル3-2	レベル4	
		重大事故の発生防止	重大事故の拡大防止	重大事故の影響緩和 (発生した放射性物質をセル内に導く手段を含む)
重大事故対策対象事象	(a) 冷却機能の喪失による蒸発乾固(主に2系列の安全冷却水で崩壊熱除去する機器)	・消防ポンプ等による冷却コイルへの直接注水	・シヨ糖水の注入によるルテニウムの大量移行防止	<ul style="list-style-type: none"> ・塔槽類廃ガス処理系の水封等からセル内への放出 ・セル及び建屋内での沸騰蒸気凝縮による放射性物質の放出抑制 ・セル換気設備復旧又は代替換気設備による放出経路確保 ・大量泡放水砲による放水
	(b) 漏えい液の蒸発乾固(高レベル濃縮廃液貯槽等)	・貯槽の冷却ジャケットを用いた漏えい液の冷却	・シヨ糖水の注入によるルテニウムの大量移行防止	<ul style="list-style-type: none"> ・セル及び建屋内での沸騰蒸気凝縮による放射性物質の放出抑制 ・セル換気設備復旧又は代替換気設備による放出経路確保 ・大量泡放水砲による放水
	(c) 溶解液における臨界	—	・硝酸ガドリニウム溶液の供給	<ul style="list-style-type: none"> ・溶解廃ガス処理系の水封等からセル内への放出 ・セル換気設備の閉じ込めモード又は全停止による短半減期核種の減衰と閉じ込め
	(d) プルトニウムを含む溶液の誤移送による臨界	—	・硝酸ガドリニウム溶液の供給	<ul style="list-style-type: none"> ・塔槽類廃ガス処理系の水封等からセル内への放出 ・セル換気設備の閉じ込めモード又は全停止による短半減期核種の減衰と閉じ込め
	(e) 使用済燃料貯蔵プールにおける燃料損傷	・消防ポンプ等によるプールへの直接注水	<ul style="list-style-type: none"> ・可搬式スプレイ設備 ・大量泡放水砲による放水冷却 	

安全性向上に係る継続的取組み(3/3)

【再処理施設の潜在的リスク評価(内的事象リスクプロファイル)】



- SAP BSL(全事象)
- - - SAP BSO(全事象)
- SAP BSO(1事象)

SAP (Safety Assessment Principle) : 英国において再処理施設を含む原子力施設に対する安全評価原則として設定した目安レベル

BSL (Basic Safety Level) : 基本安全レベル⇒ 許認可で満足すべき基準

BSO (Basic Safety Objective) : 基本安全目標⇒これ以上リスク低減を要求しない基準