JNC TN8440 99-002

東海再処理施設の安全性確認に関する報告書

(業務報告)

1999年2月

核燃料サイクル開発機構
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。
〒319-1194　茨城県那珂郡東海村大字村松4−33
核燃料サイクル開発機構　東海事業所
運営管理部　技術情報室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Information Section,
Administation Division,
Tokai Works,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-33 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1194
Japan

© 核燃料サイクル開発機構（Japan Nuclear Cycle Development Institute）
1999

東海再処理施設の安全性確認に関する報告書
(業務報告)

山内孝道[*1]、槙　彰[*1]、野尻一郎[*1]、中村博文[*1]
藤田秀人[*1]、大森栄一[*1]、須藤俊幸[*1]、清水武彦[*1]
小坂一郎[*1]、駿河谷直樹[*1]、清水義雄[*1]、佐野雄一[*1]
小山　暁[*9]、久江　正[*1]、高江秋義[*1]、宮本正紀[*1]
金森　定[*1]、田中　等[*1]、佐々木博文[*1]、角洋貴[*1]
白水秀知[*1]、石田倫彦[*1]、石山港一[*1]、中島正義[*1]
高谷暁和[*1]、鈴木智大[*2]、川辺秀二[*3]、金谷尚志[*4]
原田明彦[*5]、久保田浩[*6]、渡辺貴郎[*6]、大沼秀行[*7]
伊藤佳明[*8]、佐藤宗一[*9]

要旨

東海再処理施設では、施設及び各工程に安全設計、安全対策を施すと共に、各工程毎に運転要領書等を定め、安全に十分留意して運転を実施してきたが、平成９年３月に東海再処理施設の一つであるアスファルト固化処理施設において火災爆発事故が発生した。

この事故の反省から自主保安の一環として最新の知見やこれまでの運転経験等を取り入れて東海再処理施設の安全性を再度確認することとした。

確認作業に当たっては、(1)施設、設備及び運転体制の確認、(2)運転実績、放射線管理実績や保守、改造実績の調査、(3)過去の事故や故障の施設への反映状況調査等を行なうとともに、(4)事故の発生防止策の検討、(5)事故時の拡大防止策及び影響緩和策の検討を実施した。

本資料は、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故で得られた教訓を風化させることなく、技術の伝承・共有化に資するために、東海再処理施設安全性確認として実施した上述の調査結果及び検討結果についてまとめたものである。

---

*1：再処理施設安全対策班、*2：再処理センター技術部管理課、
*3：再処理センター処理部前処理課、*4：再処理センター処理部化学処理第１課、
*5：再処理センター処理部化学処理第２課、*6：再処理センター処理部化学処理第３課、
*7：再処理センター処理部転換技術課、*8：再処理センター環境保全部処理第１課
*9：再処理センター施設管理部分析第１課

Safety Evaluation of Tokai Reprocessing Plant (TRP)

- Report of safety evaluation of Tokai Reprocessing Plant -

The fire and explosion incident of the bituminization facility happened in March 1997 although JNC had taken enough care of the safety of TRP.

JNC reflected on it and decided to evaluate the safety of TRP voluntarily.

This evaluation has included five activities , that is,(1) confirmation of the structure and organization of TRP,(2) research of the data for operation, radiation and maintenance of TRP,(3) research of reflection of the accidents and troubles which have happened at the past,(4) evaluation on the prevention system, (5) evaluation on the mitigation system.

We publish this report to contribute to inheritance of accumulated knowledge and techniques from generation to generation, and remind us of lesson from the fire and explosion incident of the bituminization.

東海再処理施設の安全性確認に関する報告書

目　次

1. はじめに

2. 東海再処理施設の概要
2.1 再処理施設の経緯 2.1-1
2.2 再処理施設に係る組織 2.2-1
2.3 再処理施設の設備概要 2.3-1
2.3.1 施設の配置 2.3-2
2.3.2 施設の構造及び設備 2.3-3
2.3.2.1 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設 2.3-3
2.3.2.2 せん断処理施設 2.3-3
2.3.2.3 溶解施設 2.3-3
2.3.2.4 分離施設 2.3-4
2.3.2.5 精製施設 2.3-4
2.3.2.6 脱硝施設 2.3-5
2.3.2.7 酸及び溶媒の回収施設 2.3-5
2.3.2.8 製品貯蔵施設 2.3-5
2.3.2.9 放射性廃棄物の廃棄施設 2.3-5
2.3.2.10 放射線管理施設 2.3-6
2.3.2.11 計測制御系統施設 2.3-7
2.3.2.12 その他再処理設備の附属施設 2.3-8
2.3.2.13 主要な試験施設 2.3-10

3. 東海再処理施設の運転実績及び運転管理
3.1 使用済燃料の処理実績 3.1-1
3.1.1 ホット試験 3.1-2
3.1.2 使用前検査 3.1-2
3.1.3 本格操業開始から安定運転へ 3.1-3
3.1.4 処理日数の増加 3.1-4
3.1.5 稼働率の向上 3.1-4

3.1.6 計画停止の導入 3.1-5
3.1.7 近年における運転実績 3.1-6
3.1.8 試験施設の運転実績 3.1-6
3.2 運転管理 3.2-1
3.2.1 運転に係る組織 3.2-1
3.2.2 運転員の勤務体制 3.2-3
3.2.3 運転員の業務と運転要領書 3.2-4
3.2.4 運転員の教育・訓練 3.2-7
3.2.5 保守管理 3.2-7
3.2.6 分析 3.2-12
3.3 放射線管理 3.3-1
3.4 放射性廃棄物管理 3.4-1
3.4.1 放射性気体廃棄物 3.4-1
3.4.2 放射性液体廃棄物 3.4-3
3.4.3 放射性固体廃棄物 3.4-6
3.5 環境放射線監視 3.5-1
3.5.1 環境モニタリング計画 3.5-1
3.5.2 環境モニタリング結果 3.5-1
3.5.3 環境モニタリング技術の開発 3.5-2
3.6 品質保証活動 3.6-1
3.6.1 品質保証活動の経緯 3.6-1
3.6.2 品質保証活動の現状 3.6-4
3.7 緊急時の措置 3.7-1
3.7.1 緊急時の対応体制 3.7-1
3.7.2 通報連絡 3.7-2
3.7.3 避難誘導 3.7-3
3.7.4 汚染拡大の防止 3.7-4
3.7.5 事故時の運転状況監視と放射線及び環境監視 3.7-4
3.7.6 教育訓練 3.7-4
3.8 事故・故障等の経験反映状況 3.8-1
3.8.1 事故・故障等の経験反映のしくみ 3.8-1
3.8.2 事故・故障等から得られた経験の反映状況 3.8-1

4. 最新の技術的知見等の反映状況
4.1 立地条件 4.1-1
4.2 平常時の線量当量 4.2-1
4.3 閉じ込めの機能 4.3-1
4.4 放射線遮蔽 4.4-1
4.4.1 遮蔽設計の基本データの確認 4.4-1
4.5 放射線被ばく管理 4.5-1
4.6 放射性物質の放出管理 4.6-1
4.7 貯蔵等に対する考慮 4.7-1
4.8 放射線監視 4.8-1
4.9 臨界安全 4.9-1
4.9.1 臨界安全設計の基本データの確認 4.9-1
4.10 地震に対する考慮 4.10-1
4.11 火災・爆発に対する考慮 4.11-1
4.12 電源喪失に対する考慮 4.12-1
4.13 放射性物質の移動に対する考慮 4.13-1
4.14 事故時に対する考慮 4.14-1
4.15 準拠規格及び基準 4.15-1
4.16 検査、修理等に対する考慮 4.16-1

5. 東海再処理施設の安全性評価
5.1 事故の想定される工程 5.1-1
5.2 事故の発生防止策の検討 5.2-1
5.2.1 異常事象及びその原因の摘出 5.2-1
5.2.2 事象進展の検討 5.2-1
5.2.3 評価結果 5.2-4
5.2.4 まとめ 5.2-10
5.3 事故時の拡大防止策及び影響緩和策の検討 5.3-1
5.3.1 想定事象 5.3-1
5.3.2 検討手順及び結果 5.3-3
5.3.3 まとめ 5.3-7
5.4 災害評価 5.4-1
5.4.1 評価方法 5.4-1

5.4.2 評価結果 5.4-1
5.4.3 まとめ 5.4-1

1．はじめに

東海再処理施設は、我が国初の再処理工場として、フランスの技術を導入し、使用済燃料を1日当たり0.7トン（金属ウラン換算）処理できる規模で茨城県東海村に建設され、昭和52年に初めて日本原子力研究所の動力試験炉（JPDR）の使用済燃料のせん断を開始し、現在までに約940トンの使用済燃料を再処理し、再処理技術の実証と国内定着を図ってきた。これは、軽水型原子炉の使用済燃料の再処理量としては、フランス、イギリスに次ぐ第三位の実績である。一方、ホット試験開始以来、大型機器の腐食によるトラブルに遭遇したが、材料開発、施工技術開発等により一つ一つ克服し、近年においては、稼働率を向上させるとともに安定運転を維持すべく、予防保全の観点から計画停止期間を設けて大型機器の改良・更新等を一括して実施してきた。

また、東海再処理施設では、建設当初より放出放射能低減化のための技術開発に取り組み、種々の低放射性廃液処理設備を付加するとともに、廃棄物の処理技術開発のための施設やマイクロ波によるウラン・プルトニウム混合溶液の転換技術の開発等を実施してきた。

平成9年3月11日に、アスファルト固化処理施設において火災爆発事故が発生し、現場復旧活動や原因究明活動と並行して、放射性物質及び化学物質を取扱う施設の安全点検や火災・爆発の可能性のある全施設の安全点検等を実施し、さらにこのアスファルト固化処理施設における火災爆発事故に鑑み、最新の知見を取り入れて火災・爆発等に対する安全性を確保すべきとの観点から、自主保安活動の一環として東海再処理施設について最新の知見や運転経験等を基に、施設の安全性を確認した。

運転員及び施設管理者等が東海再処理施設の安全設計について更に認識を深め、安全に関する技術や思想の伝承と共有化に資するため、本作業を核燃料サイクル開発機構の内部実施体制で行うこととした。

確認作業に当たっては施設、設備及び運転体制の確認、運転実績、放射線管理実績や保守、改造実績の調査、過去の事故や故障の施設への反映状況調査等を行うとともに、以下に示す防止策の妥当性の検討を行った。

(1) 事故の発生防止策の検討
(2) 万一、事故が発生した場合に事故を拡大させないための対策、ある

いは、環境への影響を緩和させるための対策の検討

本報告書は、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故で得られた教訓を風化させることなく、技術の伝承・共有化に資するために、東海再処理施設の安全性確認として実施した事故の発生防止策、拡大防止策及び影響緩和策の検討結果や実績調査と最新の技術的知見の反映状況についてまとめたものである。

2章以降の構成は、以下のとおりである。

2章（東海再処理施設の概要）には、施設の経緯、設置承認申請等の許認可の経緯等、再処理施設の組織体制、施設の設備概要についてまとめた。

3章（施設の運転実績）には、運転開始から平成10年12月までの使用済燃料の処理実績や稼働率向上への取組状況、運転体制や組織、保安規定を頂点とした各種規定基準類の体系と改訂の経緯、放射線管理状況、放射性廃棄物の処理実績、緊急時の措置、事故・故障の反映状況について記載した。

4章（最新の技術的知見の反映）では、東海再処理施設の安全性を確保する上で重要な技術や設備に、当初からの設計の考慮に加えて最新の技術的知見が適切に反映され、安全性の向上が図られているかについて再処理施設安全審査指針を参考に調査し、まとめた。

5章（再処理施設の安全評価）では、内蔵放射能、工程で扱う可燃性物質及び臨界安全の観点で洗い出した各工程が有する事故の発生防止策、拡大防止策及び影響緩和対策の妥当性の検討結果、仮想的事故を再処理施設安全審査指針の立地評価事故で用いる手法で再評価した結果をまとめた。

2．東海再処理施設の概要

2.1　再処理施設の経緯

昭和37年の原子力委員会再処理専門部会の決定を受け、昭和38年から海外技術導入による再処理施設の設計を開始した。昭和43年8月に「再処理施設の安全性に関する書類」を内閣総理大臣に提出し、原子力委員会再処理施設安全審査専門部会による安全審査が開始され、昭和45年1月安全上支障がないことが認められた。

昭和46年4月に最初の「再処理施設の設計及び工事の方法」の申請を行い、施設の建設を昭和46年6月に開始した。建設した施設は、分離精製工場、廃棄物処理場、分析所、ウラン貯蔵所、スラッジ貯蔵場、高放射性固体廃棄物貯蔵庫、低放射性固体廃棄物貯蔵場、油脂庫、車庫等の付属施設である。

その後、昭和48年2月から通水作動試験、化学試験の一連のコールド試験を経て、昭和50年9月から昭和52年3月の間、ウラン試験を行い、結果は核燃料安全専門審査会再処理部会に報告された。

ホット試験は昭和52年9月に開始し、JPDR試験、BWR試験、PWR試験、BWR総合試験、PWR総合試験の一連の試験を昭和55年2月まで行い、結果は核燃料安全専門審査会再処理部会に報告された。なお、ホット試験期間中に、以下の施設を設置し運転を開始した。

○　海洋への放出放射能の低減化の技術開発のため低放射性廃液蒸発処理技術開発施設及び極低放射性廃液蒸発処理技術開発施設をそれぞれ建設し、それぞれ昭和50年7月及び昭和54年1月施設検査に合格した。

○　貯蔵施設の貯蔵能力増量のため第二ウラン貯蔵所及び第二低放射性固体廃棄物貯蔵場を建設し、昭和54年3月及び昭和54年6月それぞれ施設検査に合格した。

○　水質汚濁防止法及び茨城県公害防止条例の変更に伴う海洋放出廃液中の油分の低減化のため放出廃液油分除去施設を建設し、昭和54年10月施設検査に合格した。

一方、昭和54年12月の原子炉等規制法の改正に伴い、昭和55年2月に再処理施設の設置承認申請書を提出し、昭和55年4月に開始したC-1キャン

ペーン及び昭和55年9月に開始したC-2キャンペーンを通じて使用前検査を受検し、昭和55年12月に合格した。なお、低放射性廃液蒸発処理技術開発施設及び極低放射性廃液蒸発処理技術開発施設は、それまでのホット試験の結果を踏まえ、この時に技術開発施設から放射性廃棄物の廃棄施設へ組み込み、第二低放射性廃液蒸発処理施設及び第三低放射性廃液蒸発処理施設にそれぞれ施設名称を変更した。

以上の経緯を経て、昭和56年1月から本格操業運転を開始し、以降、操業運転を継続するとともに、各種試験施設、貯蔵施設等を設置してきた。

本格操業運転以降、設置した主要な施設を以下に示す。

○ スラッジ、廃溶媒等の貯蔵能力増量のため第二スラッジ貯蔵場及び廃溶媒貯蔵場を建設し、昭和56年12月使用前検査に合格した。
○ 低放射性固体廃棄物の貯蔵能力増量のため第二低放射性固体廃棄物貯蔵場を建設し、昭和58年4月使用前検査に合格した。
○ 低放射性廃液のアスファルト固化に関する技術開発を行うためアスファルト固化技術開発施設（アスファルト固化処理施設、アスファルト固化体貯蔵施設）を建設し、昭和57年10月からホットでの試験運転を行い、昭和60年5月使用前検査に合格した。
○ 低放射性固体廃棄物の貯蔵能力増量のため、第一低放射性固体廃棄物貯蔵場を建設し、昭和60年7月使用前検査に合格した。
○ 脱硝工程の運転上の裕度を確保するためウラン脱硝施設を建設し、昭和61年3月使用前検査に合格した。
○ 回収したプルトニウム溶液のMOX粉末への転換に関する技術開発を行うためプルトニウム転換技術開発施設を建設し、昭和58年10月からホットでの試験運転を行い、昭和61年8月使用前検査に合格した。
○ 高放射性液体廃棄物の貯蔵能力増量のため高放射性廃液貯蔵場を建設し、昭和61年10月使用前検査に合格した。
○ 廃溶媒や廃希釈剤のプラスチック固化処理に関する技術開発を行うため廃溶媒処理技術開発施設を建設し、昭和61年2月からホットでの試験運転を行い、昭和62年3月使用前検査に合格した。
○ アスファルト固化体の貯蔵能力増量のため第二アスファルト固化体貯蔵施設を建設し、平成元年3月使用前検査に合格した。
○ 気体廃棄物中のクリプトンの回収に関する技術開発を行うためク

リプトン回収技術開発施設を建設し、昭和63年3月からホットでの試験運転を行い、平成2年12月使用前検査に合格した。

○　高放射性固体廃棄物の貯蔵能力増量のため第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設を建設し、平成2年12月使用前検査に合格した。

○　ウラン製品の貯蔵能力増量のため第三ウラン貯蔵所を建設し、平成3年6月使用前検査に合格した。

○　廃棄物処理場の焼却炉の経年劣化に伴い新たに焼却施設を建設し、平成3年10月使用前検査に合格した。

○　高放射性廃液のガラス固化処理に関する技術開発を行うためガラス固化技術開発施設を建設し、平成6年9月からホットでの試験運転を行い、平成7年12月使用前検査に合格した。

これまでの 再処理施設の安全性に関する書類及び設置変更承認の経緯を資料2.1-1に示す。

資料2.1-1 安全性に関する書類／設置承認申請書の変更経緯

（1／2）

設置変更承認年月	変更内容
昭和４５年　１月	・初回申請
昭和４６年　４月	・使用済燃料の取出し方式及び切断処理方式、酸回収蒸発缶の型式及び中間貯槽等の一部変更
昭和４８年１０月	・溶解工程（清澄系）の固液分離方式の一部変更
昭和４９年　５月	・海中放出設備の仕様の一部変更
昭和４９年　６月	・液体廃棄物（廃希釈剤・廃溶媒）の貯蔵方式及びウラン製品貯蔵施設の一部変更
昭和５０年　２月	・天然ウラン燃料処理関係施設、濃縮ウラン溶解槽、低放射性濃縮廃液貯槽及び燃料検査台の一部変更
	・ユーティリティ設備、酸回収中間貯槽の容量及び敷地内の建家の配置等の一部変更
昭和５０年　４月	・その他の附属設備、小型試験装置関係設備及び低放射性固体廃棄物貯蔵場の一部変更
昭和５１年　１月	・放出廃液貯槽の仕様及び環境放射能関係設備の一部変更
昭和５１年　５月	・低放射性の液体廃棄物の処理系、その他の附属設備、高放射性固体廃棄物貯蔵庫、受入れ貯蔵施設の一部変更
昭和５１年　７月	・脱硝工程及び中放射性の液体廃棄物の処理系の一部変更
昭和５２年　２月	・製品貯蔵施設及び廃ガス貯蔵系の一部変更
昭和５２年　７月	・脱硝系及び低放射性の液体廃棄物系の一部変更
昭和５２年　９月	・低放射性の液体廃棄物の処理系及び製品貯蔵設備の一部変更
昭和５３年　３月	・低放射性の固体廃棄物の貯蔵能力の変更
	・高レベル放射性物質研究施設からの放出廃液の受入れ
昭和５３年　９月	・アスファルト固化技術開発施設の設置
昭和５４年　８月	・クリプトン回収技術開発施設の設置
昭和５４年１２月	・プルトニウム転換技術開発施設の設置
昭和５５年　２月	・再処理施設設置承認申請書の提出
昭和５５年　４月	・第二スラッジ貯蔵場、廃溶媒貯蔵場の新設
昭和５５年　８月	・低放射性廃液蒸発処理開発施設及び極低放射性廃液蒸発処理開発施設を放射性廃棄物の廃棄施設にする
昭和５６年　７月	・使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設の変更
	・廃溶媒処理技術開発施設の新設

資料2.1-1 安全性に関する書類／設置承認申請書の変更経緯

（2／2）

設置変更承認年月	変 更 内 容
昭和５７年　８月	・高放射性廃液貯蔵場、ウラン脱硝施設及び第二中間開閉所の新設並びに第二低放射性固体廃棄物貯蔵場の増設
昭和５７年１２月	・溶解槽1基を溶解施設から附属施設へ区分変更
昭和５８年　８月	・濃縮ウラン溶解セルへの濃縮ウラン溶解槽設置、現在ある濃縮ウラン溶解槽の遠隔補修技術開発設備への変更
	・第一低放射性固体廃棄物貯蔵場及び資材庫の新設
昭和６０年　７月	・新型転換炉使用済燃料の再処理の実施
	・使用済燃料の貯蔵施設の貯蔵能力の増大
	・照射後試験に供した使用済燃料のうち試験燃料片の再処理の実施
	・廃溶媒処理技術開発施設における廃溶媒のエポキシ固化の技術開発の実施
	・アスファルト固化体などの貯蔵能力の増大
	・プルトニウム転換技術開発施設における濃縮度20%未満の濃縮ウランを用いた技術開発の実施
	・小型試験設備におけるパルスカラムを用いた溶媒抽出工程の試験の実施
昭和６１年　９月	・第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設の新設
	・高レベル放射性物質研究施設から発生する低放射性の固体廃棄物の受入れ
昭和６２年　４月	・パルスフィルタの追加設置
	・プルトニウム溶液蒸発缶の塔部及び酸回収蒸発缶の材料変更
	・プルトニウム転換技術開発施設における脱硝ボート材料の変更
昭和６３年　２月	・ガラス固化技術開発施設の新設
昭和６３年１２月	・焼却炉の更新,硝酸ウラニル溶液の受入機能の追加
平成　元年　４月	・第三ウラン貯蔵所の新設
平成　２年１２月	・海洋放出口の移設
平成　５年　８月	・リサイクル機器試験施設の新設
平成　７年　２月	・クリプトン固定化試験設備の設置
平成　９年　７月	・ユーティリティ設備の更新
平成　９年１０月	・アスファルト固化処理施設の区分の変更
平成１０年　６月	・スラッジ貯槽の転用及び第二アスファルト固化体貯蔵施設における低放射性固体廃棄物の保管

2.2 再処理施設に係る組織

アスファルト固化処理施設の火災爆発事故を踏まえ、これまで分割していた再処理施設に係る保安管理体制、運転管理体制及び放射線管理体制を一元的に管理するために、平成10年10月1日の新法人への移行に合わせて再処理施設のセンター化及び放射線管理部門の統合を行った（資料2.2-1参照）。

再処理施設に係る組織の業務を以下に示す（資料2.2-2参照）。

事業所長は、再処理施設に係る保安を総括する。

再処理センター長は、事業所長の委任を受け、再処理施設に係る保安（安全管理部長、建設工務管理部長及び運営管理部長の業務を除く。）を統括する。

当直長は、休日及び夜間の直業務に係る保安を統括する。

技術部は、再処理施設の保安庶務、計量管理、記録の保管、再処理施設の技術開発等に係る業務を行う。

処理部は、使用済燃料の再処理、高放射性廃液の貯蔵、ウラン・プルトニウム転換技術の開発、クリプトン回収技術の開発等の主要工程に係る業務を行う。

施設管理部は、ユーティリティ設備の運用管理、電気設備の運用管理、構築物管理、分析等の業務を行う。

環境保全部は、廃棄物の処理、貯蔵、ガラス固化技術開発等の業務を行う。

安全管理部は、再処理施設に係る放射線管理関係の業務を行う。

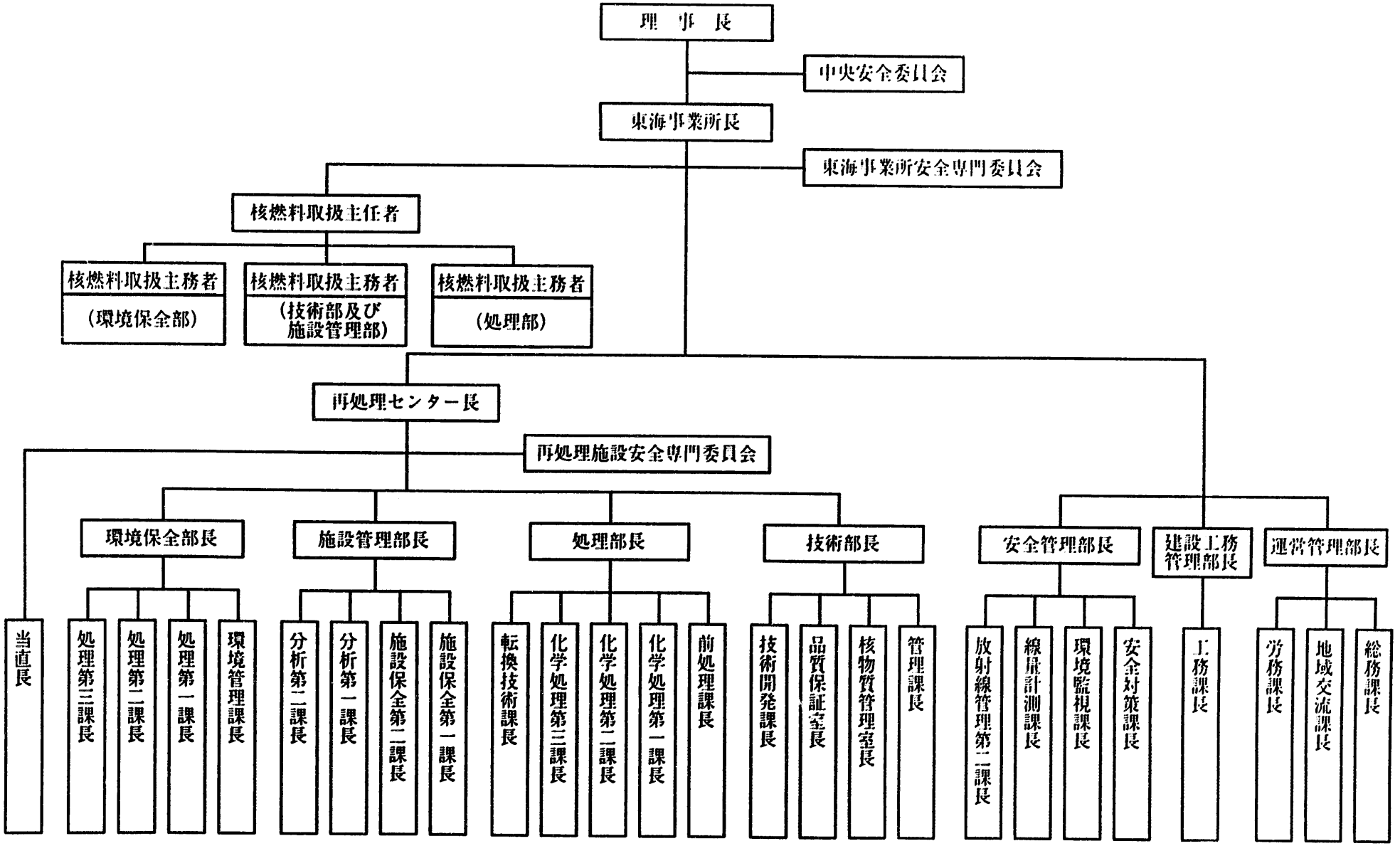
建設工務管理部は、再処理施設への高圧電源供給、水・蒸気の供給に係る業務を行う。

運営管理部は、周辺監視区域の管理、トラブル時の対外対応等の業務を行う。

また、施設に精通した核燃料取扱主任者を配置し、再処理施設に係る保安の監督を行わせるとともに、各部に核燃料取扱主務者を配置し、核燃料取扱主任者を補佐し、センター内各部に係る保安の監督を行わせている。核燃料取扱主務者についても、施設に精通した者の専任を行うべく準備を進めている。

なお、核燃料サイクル開発機構の安全管理に関して、理事長の諮問事項を審議検討するために中央安全委員会、東海事業所の保安に関して事業所長の諮問事項を審議検討するための東海事業所安全専門委員会、再

処理施設の保安に関してセンター長の諮問事項を審議するための再処理施設安全専門委員会を設けている。この再処理施設安全専門委員会では、今回のアスファルト固化処理施設の火災爆発事故に鑑み、従来の審議事項に加えて、通常の運転条件と異なる運転を計画する場合には、その安全性について審議することとした。



資料2.2-1　再処理施設に係る組織図

資料2.2-2　再処理施設に係る組織の業務概要

組織名	主な業務
東海事業所長	再処理施設に係る保安の総括
再処理センター長	再処理施設に係る保安（安全管理部長、建設工務管理部長及び運営管理部長の業務を除く）の統括
当直長	夜間及び休日の直業務に係る保安の統括
技術部長	技術部内各課長の業務の統括
管理課長	再処理施設の保安に係る庶務（安全管理部長、建設工務管理部長及び運営管理部長の業務を除く）、運転計画
核物質管理室長	計量管理、保全区域の警備及び設備の維持
品質保証室長	記録の保管、保安教育訓練、許認可の調整
技術開発課長	小型試験施設の各種試験、再処理施設の技術開発
処理部長	処理部内各課長の業務の統括
前処理課長	処理部の保安に係る庶務、処理部の工程管理、許認可に係る業務、使用済燃料の受入れ・貯蔵・せん断
化学処理第一課長	使用済燃料の溶解、放射性気体廃棄物の処理及び放出、クリプトン回収技術の開発
化学処理第二課長	使用済燃料の分離・精製、プルトニウムの処理・貯蔵
化学処理第三課長	ウランの処理・貯蔵、高放射性液体廃棄物の処理・貯蔵、酸の回収
転換技術課長	プルトニウム転換技術の開発、酸化物粉末の貯蔵・払出し
施設管理部長	施設管理部内各課長の業務の統括
施設保全第一課長	施設管理部の保安に係る庶務、許認可に係る業務、再処理施設のユーティリティ設備に係る業務、再処理施設の構築物の管理、保全区域の管理
施設保全第二課長	再処理施設の施設及び設備の保守、再処理施設の電気設備及び無停電電源装置に係る業務、除染場における除染
分析第一課長	再処理施設に関する試料の分析
分析第二課長	計量管理に関する試料の分析、プルトニウム転換技術開発施設に関する試料の分析、ガラス固化技術開発施設に関する試料の分析
環境保全部長	環境保全部内各課長の業務の統括
環境管理課長	環境保全部の保安に係る庶務、環境保全部の工程管理、許認可に係る業務、低放射性固体廃棄物の処理、放射性固体廃棄物の貯蔵
処理第一課長	低放射性液体廃棄物の処理・貯蔵、廃溶媒及び廃希釈剤の貯蔵、処理済み廃液の放出
処理第二課長	アスファルト固化技術の開発、廃溶媒及び廃希釈剤の処理技術の開発
処理第三課長	ガラス固化技術の開発
安全管理部長	再処理施設に係る安全管理部内各課長の業務の統括
安全対策課長	放射線安全上の計画・実施の調整、安全管理部の許認可に係る業務
環境監視課長	周辺環境の空間ガンマ線及び放射性物質の濃度の測定・監視、気象観測、排水中の放射性物質の濃度の測定・監視、周辺公衆の線量当量の評価
線量計測課長	従業員の線量当量の測定・評価・記録管理、放射線管理用機器の保守
放射線管理第二課長	再処理施設建家内の放射線作業環境の監視、排気中の放射性物質の濃度の測定・監視
建設工務管理部長	再処理施設に係る工務課長の業務の統括、再処理施設に係る新規施設の設計・建設工事、許認可に係る業務
工務課長	蒸気設備、受変電設備、非常用発電機及び給排水設備の運転・保守
運営管理部長	再処理施設に係る運営管理部内各課長の業務の統括
総務課長	周辺監視区域の警備、設備の維持、、防護活動に係る本部業務
地域交流課長	機構外関係機関との渉外
労務課長	特殊健康診断、救護措置に係る業務、従業員の健康管理
核燃料取扱主任者	再処理施設の保安の監督
核燃料取扱主務者	核燃料取扱主任者の補佐、センター内各部に係る保安の監督
中央安全委員会	機構の安全管理に関する理事長の諮問事項の審議
東海事業所安全専門委員会	東海事業所の保安に関する所長の諮問事項の審議
再処理施設安全専門委員会	再処理施設の保安に関するセンター長の諮問事項の審議

2.3 再処理施設の設備概要

東海再処理施設は、軽水型原子炉（PWR、BWR）及び新型転換炉原型炉（ATR）の使用済燃料を対象として再処理し、プルトニウムとウランを回収し、核分裂生成物を処理する施設である。

原子力発電所からの使用済燃料は、輸送容器から取り出し、一定期間貯蔵プールで貯蔵冷却後、数センチの長さにせん断し、硝酸溶液で溶解する。溶解液は、溶媒抽出法（溶媒として30%TBP-70%nドデカンを使用）によりウランとプルトニウムを含む溶液と核分裂生成物を含む溶液に分離し、このうち核分裂生成物を含む溶液は廃棄物として処理する。ウランとプルトニウムを含む溶液は、さらに、ウラン溶液とプルトニウム溶液に分離した後、それぞれ蒸発濃縮及び加熱により硝酸及び水分を除去し、粉末（ウランは三酸化ウラン、プルトニウムはウランと1:1に混合した二酸化物）として回収する。

軽水型原子炉使用済燃料は低濃縮ウラン燃料であり、初期ウラン濃縮度最高4%、燃料集合体1体当たりの燃焼度最高35,000MWD/t以下、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度28,000MWD/t以下のものである。なお、使用済燃料の比出力と必要冷却期間は次のとおりである。

・比出力35MW/t以下　　；180日
・比出力36～40MW/t以下；182日
・比出力41～45MW/t以下；183日

新型転換炉原型炉使用済燃料のうち低濃縮ウラン燃料は、燃料集合体1体当たりの初期濃縮度最高2.3w/o、燃料集合体1体当たりの燃焼度最高30,000MWD/t以下、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度約17,000MWD/t以下、比出力20MW/t以下、必要冷却日数2年以上のものである。また、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料は、燃料集合体1体当たりの燃焼度最高20,000MWD/t、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度タイプA燃料約12,000MWD/t、タイプB燃料約17,000MWD/t以下、比出力20MW/t以下、必要冷却日数2年以上のものである。

処理能力としては、軽水型原子炉及び新型転換炉原型炉使用済燃料の低濃縮ウラン燃料は、1日当たり最大0.7トン（金属ウラン換算）、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料は、タイプA燃料が1日当たり最大0.7トン（金属ウラン・プルトニウム換算）、タイプB燃料が1日当たり最大

0.43トン（金属ウラン・プルトニウム換算）である。

なお、高速増殖原型炉もんじゅの使用済炉心燃料及び使用済ブランケット燃料並びに高速実験炉の使用済ブランケット燃料を用いた高速炉燃料再処理技術開発を行うリサイクル機器試験施設を建設中である。

再処理工程の概要を資料2.3-1に示す。

2.3.1 施設の配置

東海事業所は、茨城県那珂郡東海村の南東端の平坦地に位置し、東側は太平洋に面しており、その敷地面積は約110万m²である。再処理施設は、東海事業所の北東部に位置し、その敷地面積は約15万m²である。再処理施設の配置を資料2.3-2に示す。

再処理施設の各建家は、分離精製工場（除染場を含む）と廃棄物処理場を分析所にそれぞれ通路で接続し、これら建家の北部にスラッジ貯蔵場、第二スラッジ貯蔵場、廃溶媒貯蔵場、廃溶媒処理技術開発施設及び焼却施設を、南東部に高放射性固体廃棄物貯蔵庫、第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設、第一低放射性固体廃棄物貯蔵場及び第二低放射性固体廃棄物貯蔵場が設置されている。また、低放射性の固体廃棄物の貯蔵施設の南側には、アスファルト固化技術開発施設のうち、アスファルト固化体貯蔵施設及び第二アスファルト固化体貯蔵施設が設置されている。分離精製工場の南西部には主排気筒を配し、分離精製工場とは排気ダクトで接続している。分離精製工場の西側にはクリプトン回収技術開発施設が、南側に隣接してプルトニウム転換技術開発施設及び高放射性廃液貯蔵場が、東側にウラン脱硝施設が設置されている。また、高放射性廃液貯蔵場の西側にガラス固化技術開発施設のガラス固化技術開発棟、ガラス固化技術管理棟及び付属排気筒（第２付属排気筒）が設置されている。廃棄物処理場の東側に隣接して第二低放射性廃液蒸発処理施設及び第三低放射性廃液蒸発処理施設が設置されており、これらの施設の南側にはアスファルト固化処理施設が設置されており、これらは順次通路で接続している。また、これら施設の北側に道路をへだてて、ウラン貯蔵所、第二ウラン貯蔵所、第三ウラン貯蔵所、中間開閉所及び第二中間開閉所が設置されており、第二ウラン貯蔵所の東側に浄水貯槽とポンプを備えた資材庫が設置されている。さらに、主要な施設の東側に道路をへだてて、放出廃液油分除去施設及びアスファルト固化技術開発施設の付属排気筒（第１付属排気筒）が設置されている。

なお、敷地境界から約10mのところを流れる新川をはさんで北方に日本原子力研究所、さらにその北方には日本原子力発電株式会社などの原子力施設があり、主排気筒から西約500mに国立青嵐荘病院がある。

敷地周辺の主要な都市として南西8km付近にひたちなか市、西南西14km付近に水戸市、北方18km付近に日立市がある。施設周辺の鉄道としては、JR常磐線が、主要な道路としては、国道6号線、国道245号線、常磐自動車道がある。

2.3.2 施設の構造及び設備

2.3.2.1 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設

受け入れる使用済燃料の種類は、軽水型原子炉使用済燃料及び新型転換炉原型炉使用済燃料であり、受入れ施設の主要な機器である天井クレーン設備、燃料取出し設備、燃料移動設備等は使用済燃料受入場（トラックエアロック、クレーンホールを含む）、燃料取出しプール及びカスク除染室に設置されている。貯蔵施設の主要な機器である燃料取扱操作設備、燃料貯蔵設備及び燃料移動設備は、貯蔵プール及び濃縮ウラン移動プールに設置されている。また、これらの付属設備として、プール水処理設備を設置している。使用済燃料の最大貯蔵能力は、金属ウラン換算で軽水炉燃料で140トン、新型転換炉原型炉燃料で80トン、双方合わせた場合は140トンである。

2.3.2.2 せん断処理施設

せん断処理施設の主要な機器であるせん断装置、燃料移動設備、分配器、天井クレーン、マニプレータ類等は、濃縮ウラン機械処理セル、濃縮ウラン溶解槽装荷セル、除染保守セル等に設置されている。なお、本施設において1回当たり取り扱う使用済燃料は1集合体とし、その種類及び最大処理能力は、軽水炉燃料にあっては金属ウラン換算で1日当たり1トン、新型転換炉原型炉燃料では金属ウラン換算又は金属ウラン・プルトニウム換算で1日当たり1トンである。

2.3.2.3 溶解施設

溶解施設の主要な機器である濃縮ウラン溶解槽、調整槽、給液槽、パルスフィルタ等は、濃縮ウラン溶解セル、給液調整セル、放射性配管分岐室及び分離第1セルに設置されている。濃縮ウラン溶解槽は、平板状の

貯液部（スラブ部）の両側に円筒状の溶解部（バレル部）があり、その間を連通管で結んだ構造になっている。濃縮ウラン溶解槽1基当たり1日の最大処理量は金属ウラン換算で0.4トンである。濃縮ウラン溶解槽は、当初2基であったが、その後発生した溶解槽の故障のため、昭和59年11月に1基を追加設置し、現在は3基を回分式で運転している。なお、故障を起こした2基は、濃縮ウラン溶解槽の遠隔補修技術開発設備として使用されている。

パルスフィルタは溶解溶液中に含まれる不溶解残渣を除去するろ過装置であり、ろ材にステンレス焼結材が使われている。従来は1基であったが、抽出工程以降の安定運転と稼働率の向上を図るため、昭和63年の第1回計画停止時にもう1基を追加設置した。

2.3.2.4　分離施設

分離施設の主要な機器である抽出器は、分離第1セル、分離第2セル及び分離第3セルに設置されている。抽出器は、インペラを用いたミキサ部と上流に堰をもつセトラ部からなっており、ミキサ部では溶媒（30%TBP-70%nドデカン）と硝酸溶液（溶解液）を撹拌混合し、セトラ部ではこの両者を分離する。これを何段も組み合わせ、溶媒と硝酸溶液とを向流接触させることにより、硝酸ウラニル、硝酸プルトニウム及び核分裂生成物とを相互に分離する。本施設の最大処理量は、金属ウラン換算で1日当たり0.7トンである。

2.3.2.5　精製施設

精製施設はウラン精製系及びプルトニウム精製系から成り、主要な機器である抽出器及び蒸発缶は、分離精製工場のウラン精製セル、プルトニウム精製セル、プルトニウム濃縮セル及びウラン濃縮脱硝室並びにウラン脱硝施設の濃縮脱硝室に配置されている。プルトニウム溶液蒸発缶は、円筒型のカラム部（1本）及びボイラ部（2本）の自然循環式である。一方、ウラン溶液蒸発缶は第1段目の蒸発缶と第2段目の蒸発缶があり、第1段目の蒸発缶は円筒形カラム部及びボイラ部からなり、第2段目の蒸発缶は加熱コイルを有する円筒状のものである。なお、プルトニウム精製系での1日当たりの最大処理量は金属プルトニウム換算で7.6kg、ウラン精製系で1日当たり金属ウラン換算で0.7トンである。

2.3.2.6　脱硝施設

脱硝施設の主要な機器である脱硝塔は、分離精製工場のウラン濃縮脱硝室に1基、ウラン脱硝施設の濃縮脱硝室に2基設置されている。分離精製工場の脱硝塔は、濃縮度4%以下のウランを処理対象としており、1日当たりの最大処理量は金属ウラン換算で0.7トンである。一方、ウラン脱硝施設の脱硝塔は、濃縮度1.6%以下のウランを処理対象としており、施設の最大処理量は1日当たり金属ウラン換算で1トンである。

2.3.2.7　酸及び溶媒の回収施設

酸回収施設の主要な機器である酸回収蒸発缶及び酸回収精留塔は、酸回収セル及び酸回収室に配置されており、分離工程、精製工程、高放射性廃液濃縮工程等で発生する廃液から硝酸を回収するものであり、1日50m³以上の処理能力を有している。一方、溶媒回収施設の主要な機器である溶媒洗浄器及び希釈剤洗浄器は、分離第2セル及び分離第3セル並びにウラン精製セルの分離工程及び精製工程用抽出器の後流に配置されており、これらの工程から発生する溶媒を洗浄回収する。

2.3.2.8　製品貯蔵施設

プルトニウム製品は、プルトニウム製品貯蔵セルに中空円筒状槽（アニュラタンク：0.5m³×4基、0.7m³×3基）を製品貯槽として配置し、硝酸プルトニウム溶液の状態で貯蔵する。ウラン製品は、ウラン貯蔵所、第二ウラン貯蔵所及び第三ウラン貯蔵所に専用の三酸化ウラン容器に粉末の状態で収納して貯蔵する。ウラン貯蔵所においては濃縮度4%以下のウラン製品を貯蔵し、第二ウラン貯蔵所及び第三ウラン貯蔵所においては濃縮度1.6%以下の製品を貯蔵する。三酸化ウラン容器は、ウラン貯蔵所、第二ウラン貯蔵所にはバードケージに収納し、第三ウラン貯蔵所には貯蔵ピット内に貯蔵する。

2.3.2.9　放射性廃棄物の廃棄施設

(1)　気体廃棄物の廃棄施設

気体廃棄物の廃棄施設の主要な機器である酸吸収塔、洗浄塔、フィルタ、廃ガス貯槽等は、溶解オフガス処理セル、濃縮ウラン溶解槽装荷セル、高放射性廃液オフガスセル、ウラン濃縮脱硝室、槽類換気系室、排気フィルタ室、廃ガス貯蔵室、高放射性廃液貯蔵場等に配置さ

れる。気体廃棄物は1時間当たり約40万㎥の排気量で、主排気筒から排気する。

(2) 液体廃棄物の廃棄施設

高放射性液体廃棄物の廃棄施設の主要な機器である高放射性廃液蒸発缶及び高放射性廃液貯槽は、分離精製工場の高放射性廃液濃縮セル及び高放射性廃液貯蔵セル並びに高放射性廃液貯蔵場の高放射性廃液貯蔵セルに設置されている。高放射性廃液蒸発缶の容量は約3㎥で1日当たりの処理量5㎥以上である。高放射性廃液貯槽は分離精製工場に容量約90㎥を4基、高放射性廃液貯蔵場には容量約120㎥を6基配置しているが、いずれもそのうちの1基は予備である。

低放射性液体廃棄物の廃棄施設の主要な機器のうち、低放射性廃液第一蒸発缶（処理量50㎥/日以上）は廃棄物処理場の低放射性廃液蒸発セルに、低放射性廃液第二蒸発缶（処理量90㎥/日以上）及び低放射性廃液第三蒸発缶（処理量210㎥/日以上）はそれぞれ第二低放射性廃液蒸発処理施設及び第三低放射性廃液蒸発処理施設の蒸発缶セルに設置されている。海中放出設備に接続される放出廃液油分除去施設（C施設）にはサンドフィルタ、活性炭吸着塔、放出廃液貯槽等が設置されている。海中放出管はC施設から陸域部を経て再処理施設敷地東側の汀線から沖合約3.7㎞の放出口（水深約24m）までの海底に埋設されている。

(3) 固体廃棄物の廃棄施設

高放射性固体廃棄物の廃棄施設である高放射性固体廃棄物貯蔵庫及び第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設にはハル貯蔵庫、汚染機器類貯蔵庫、湿式貯蔵セル、乾式貯蔵セルなどが設けられている。低放射性固体廃棄物は可燃性及び不燃性とに仕分けし、不燃性の固体廃棄物は、第一低放射性固体廃棄物貯蔵場及び第二低放射性固体廃棄物貯蔵場に貯蔵する。一方、可燃性の固体廃棄物は焼却施設の焼却炉（処理量400kg/日以上）及び小型焼却炉（処理量20kg/日以上）で焼却する。

2.3.2.10 放射線管理施設

放射線管理用機器は、①線量当量率、空気中放射性物質濃度、表面密度及び放射性気体廃棄物放出量の測定に使用するエリアモニタ、ダスト

モニタ、排気モニタ、臨界警報装置等の固定式の放射線モニタ（定置式モニタ）とこれらを補完するための測定に使用するサーベイメータ類、②放射能測定装置類並びに出入管理のモニタリングにおいて使用する出入管理装置の個別的放射線管理用機器、③被ばく管理を行う個人被ばく管理用機器に分類される。

定置式モニタ設備は、管理区域内の主要な場所に検出器を設置し、これらの作業環境における放射線状況の変化を連続測定するものである。検出器からの測定信号は施設の位置及び現場の処理工程系統別等によって区分けし、各施設の安全管理室の放射線監視パネルに集中して連続指示・記録することにより連続監視する。定置式モニタは連続監視を行う中で測定値があらかじめ定められた警報設定レベルを超えた場合には必要な場所へ警報を発する。

臨界警報装置は、万一、臨界事故が発生した場合に直ちにこれを検知し、警報を発する。

環境放射能関係設備としては、クリプトン、ヨウ素及びダストを測定する排気モニタリング設備、排水モニタリング設備、気象観測設備、東海事業所内のモニタリングステーション、東海事業所外のモニタリングポイント、モニタリングカー及びモニタリング船を配置して監視している。

2.3.2.11　計測制御系統施設

(1)　核計装設備の種類

核計装設備にはα線モニタ及び中性子線モニタがあり、分離精製工場の抽出器などの必要箇所に検出器を設置し、プロセスでのプルトニウムの挙動を監視する。測定信号は中央制御室の制御盤に伝送する。制御盤には、指示計、記録計、警報装置等が設置されている。

(2)　主要な安全保護回路の種類

濃縮ウラン溶解槽及び高放射性廃液蒸発缶には、圧力上限緊急操作が設けられている。圧力上限緊急操作は、それぞれの缶内等での異常反応を検知し、給液の停止及び加熱から強制冷却への切替操作等を自動的に行うものである。ウラン溶液蒸発缶（第１段）には、温度上限緊急操作及び液面上限緊急操作が、プルトニウム溶液蒸発缶には、圧力上限緊急操作及び温度上限緊急操作が設けられている。液面上限緊

急操作は、液面上昇による汚染の二重防止機構検知器であり、給液及び加熱の停止を自動的に行う。温度上限緊急操作はTBPの混入に伴う異常反応を防止するための検知機構として設置してあり、加熱停止を自動的に行う。脱硝塔には、温度下限緊急操作及び液面上限緊急操作が設けられている。温度下限緊急操作は、流動層の作動を良好に保つため、温度の低下を検知し、給液と流動用空気の供給を自動的に停止する。液面上限緊急操作は、流動層の高さが所定の限度を超えると、給液及び流動用空気の供給を自動的に停止する。なお、これらのほかにも分離工程、精製工程及び溶媒回収工程の給液系及び試薬の供給系には、給液の低下を検知し、抽出器の運転を停止する流量下限緊急操作等が設置されている。

(3) 主要な工程計装設備の種類

計装設備は、検出部、伝送部及び受信部あるいは操作部からなる。検出部からの測定信号は空気式計装又は電気式計装により制御室に伝送し、指示又は記録する。また、必要なものについては警報あるいは制御操作ができるようにしてある。測定対象としては液面、界面、圧力、温度、密度、流量、電導度等である。

2.3.2.12 その他再処理設備の附属施設

(1) 動力装置及び非常用動力装置

① 電源装置

再処理施設で使用する電気は、東京電力から154kV 2回線(1回線は予備)により東海事業所の特高変電所で受電し6.6kVに降圧して、動力用変圧器及び照明用変圧器を有する分離精製工場及びその他の変電室に送電し、所要の電圧に降圧して配電する。建家内配電系の各配電盤及び分電盤は2系統の給電線により給電され、万一、一方の給電線が故障してもこれらの盤から給電する負荷のうち重要なものについて、もう一方の健全な給電線に自動的に切り替わり給電できるようになっている。

②非常用電源設備

臨界モニタ等の安全管理計器及び非常灯等の給電の中断が許されないものについては無停電電源装置から、また、短時間の給電中断

が許されるものについては非常用発電機から給電できるようになっている。無停電電源装置については、分析所、ウラン脱硝施設、高放射性廃液貯蔵場等に設置し、非常用発電機は分離精製工場、中間開閉所、第二中間開閉所及びガラス固化技術管理棟に設置している。

非常用発電機は、商用電源の停電後瞬時に起動し、20秒以内に電圧・周波数を確立して給電可能となる。分離精製工場及び中間開閉所の非常用発電機は、万一2基のうち1基しか起動しない場合でも照明、排風機、一部の計装及び放射線計器等の最重要負荷に給電する。

また、第二中間開閉所の2基のうち1基及びガラス固化技術管理棟の1基の非常用発電機は、照明、排風機、一部の計装及び放射線計器等の最重要負荷に給電し、万一いずれかの1基が起動しない場合には、第二中間開閉所の他の1基から最重要負荷に給電する。

(2) 圧縮空気設備

圧縮空気設備には、計装用圧縮空気と工程用圧縮空気とを製造する空気圧縮機がある。空気圧縮機は分析所、ウラン脱硝施設、高放射性廃液貯蔵場、第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設、焼却施設、アスファルト固化技術開発施設、クリプトン回収技術開発施設、プルトニウム転換技術開発施設、廃溶媒処理技術開発施設及びガラス固化技術開発施設に設置している。

(3) 給水施設及び蒸気供給施設

再処理施設に必要な浄水は、東海事業所浄水場の浄水装置で製造し、再処理施設内の浄水貯槽を経て給水される。さらに、プロセス系や冷却系などの水はイオン交換装置で処理したものを使用する。

蒸気は、東海事業所内に設置した再処理施設専用のボイラで製造し、各工程に必要な加熱源及び建家の暖房用熱源として供給されている。

なお、再処理施設に設置している冷却水設備及び圧縮空気設備の一部、分離精製工場の第1変電所に設置している受変電設備及び非常用発電設備並びに除染場の第2変電所に設置している受変電設備について、経年変化対応として再処理施設ユーティリティ施設を新たに建設するために準備を進めている。

2.3.2.13　主要な試験施設

(1)　小型試験設備

小型試験設備は、溶解試験、溶媒抽出試験、その他の工程等の試験を行うため、溶解、分離、ウラン及びプルトニウム精製等の工程及び試験装置、グローブボックス等を備えている。

(2)　クリプトン回収技術開発施設

クリプトン回収技術開発施設は、分離精製工場のせん断装置及び濃縮ウラン溶解槽からの廃気中のクリプトンの回収試験を行うため、原料ガス中間貯槽、反応器、クリプトン貯蔵シリンダ、キセノン貯蔵シリンダ等を原料ガス受入セル、前処理セル、クリプトン貯蔵セル、キセノン貯蔵セル等に配置している。クリプトン及びキセノンの最大保管廃棄能力は、貯蔵シリンダ（48ℓ）を用いてクリプトンは72基、キセノンは30基である。

(3)　プルトニウム転換技術開発施設

プルトニウム転換技術開発施設は、硝酸プルトニウム溶液及び硝酸ウラニル溶液の転換試験を行うために、脱硝加熱器、焙焼還元炉、粉砕機、混合機等は主工程室に、また、硝酸プルトニウム受入計量槽、硝酸プルトニウム貯槽、混合液貯槽等は、それぞれ受入セル、貯蔵セル、混合セル等に配置している。1日当たりの最大転換能力は、プルトニウム・ウランの混合転換の場合、金属換算で10kg（うちプルトニウムは5kg）である。また、プルトニウム単体転換の場合は、金属換算で5kgである。

(4)　廃溶媒処理技術開発施設

廃溶媒処理技術開発施設は、廃溶媒、廃希釈剤の処理試験を行うために、抽出槽、シリカゲル吸着塔、蒸発缶、固化処理のための充填・撹拌装置等は、希釈剤分離セル、シリカゲル吸着塔室、廃液蒸発セル、固化処理室等に配置している。

(5)　ガラス固化技術開発施設

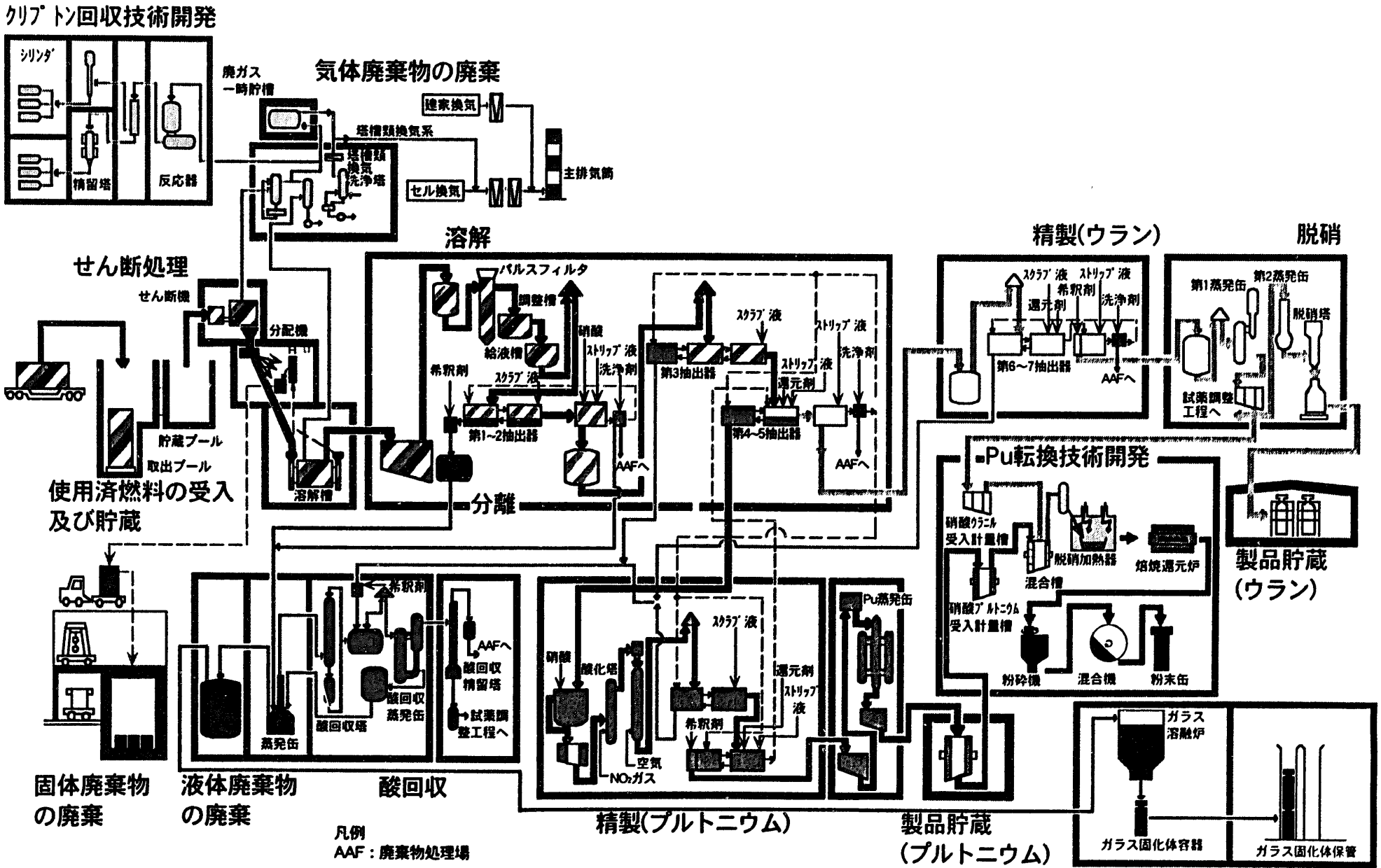
ガラス固化技術開発施設は、高放射性廃液のガラス固化試験を行うための施設であり、受入槽、濃縮器、溶融炉、溶接装置、クレーン設

備等を配置する固化セル、搬送セル、保管セル等を有するガラス固化技術開発棟、非常用発電機を有するガラス固化技術管理棟及び付属排気筒（第2付属排気筒）からなる。保管セルの保管能力は、ガラス固化体420本である。

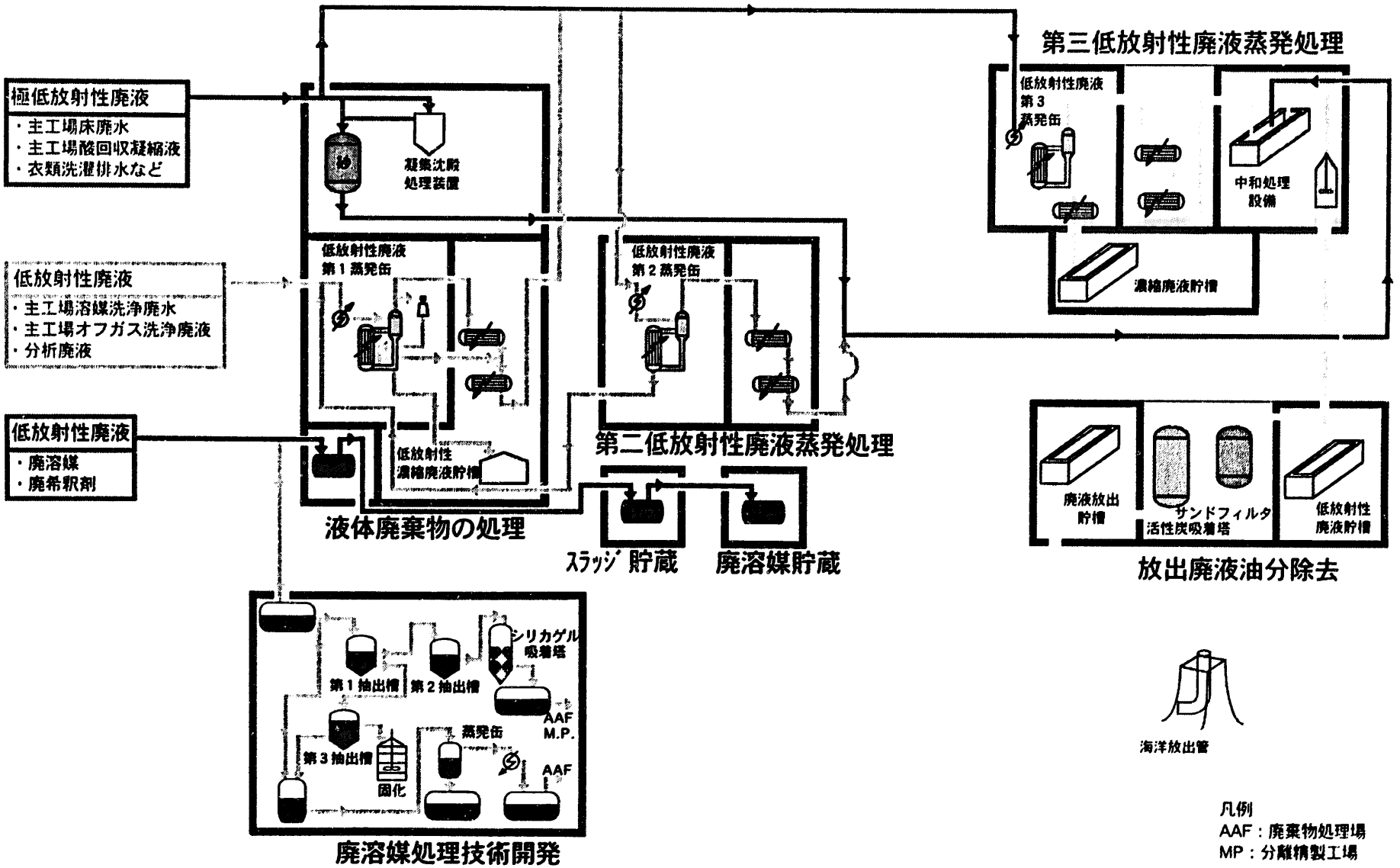
(6) アスファルト固化技術開発施設

アスファルト固化技術開発施設は、低放射性廃液等のアスファルト固化試験を行うための施設であり、エクストルーダ、アスファルト充填設備、廃液受入貯槽、反応槽等を有するアスファルト固化処理施設、固化処理したアスファルト固化体を貯蔵するアスファルト固化体貯蔵施設及び第二アスファルト固化体貯蔵施設並びに付属排気筒（第1付属排気筒）から構成される。

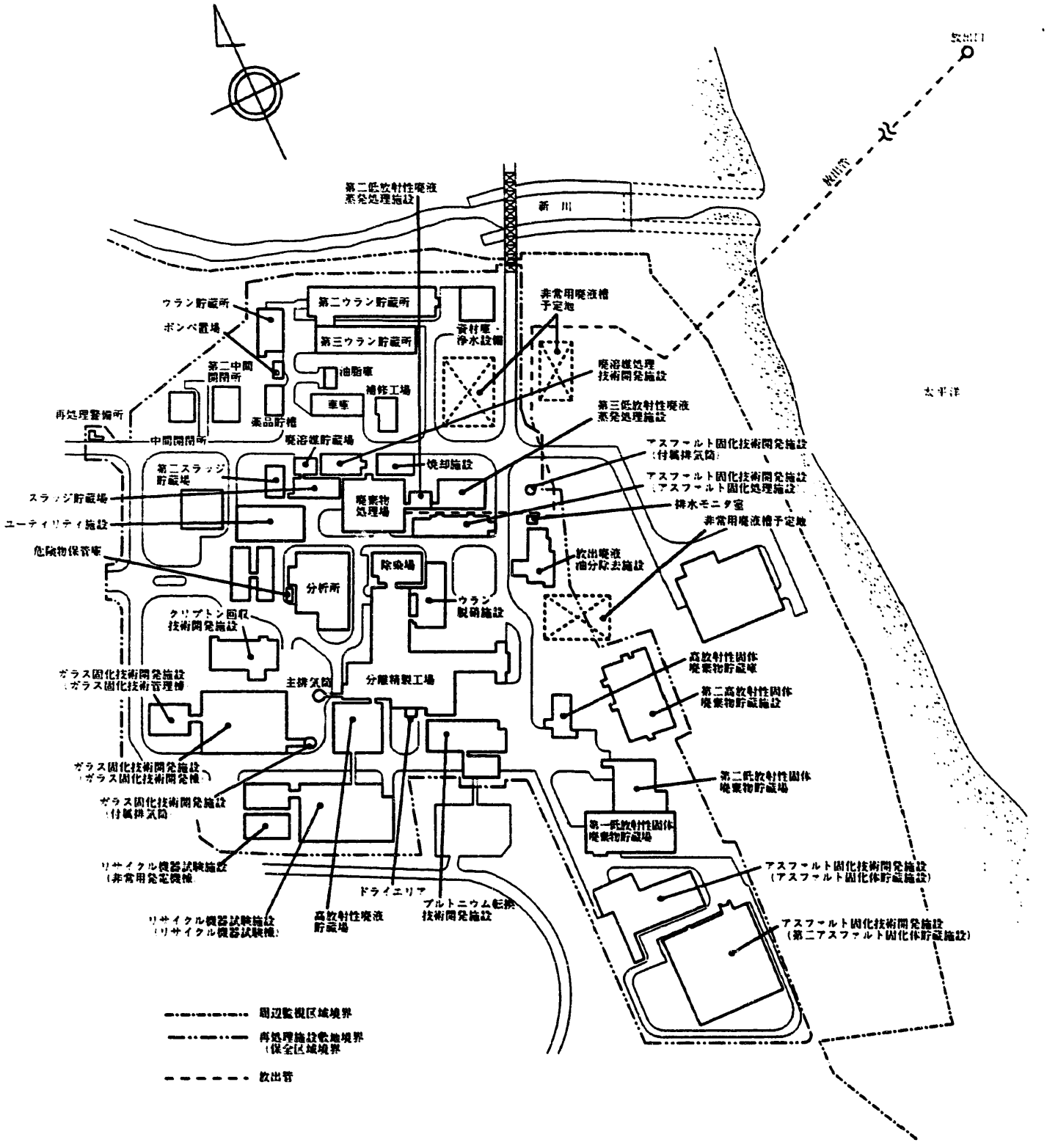
これらの施設のうちアスファルト固化処理施設については、平成9年3月に火災爆発事故が発生したことから、本施設を用いた固化処理試験は行わないこととした。



資料2.3-1 東海再処理施設工程図 (1/2)



資料2.3-1　東海再処理施設工程図（2/2）



資料2.3-2　再処理施設の配置図

3. 東海再処理施設の運転実績及び運転管理

3.1 使用済燃料の処理実績

東海再処理施設は、我が国初の再処理工場として建設され、昭和52年9月にホット試験を開始し、さらに昭和56年1月からは本格操業として運転を継続してきた。平成9年3月のアスファルト固化処理施設の火災爆発事故が起こるまでの約20年間に処理した使用済燃料は、日本原子力研究所の動力試験炉（JPDR）、国内の沸騰水型原子炉（BWR）及び加圧水型原子炉（PWR）並びに核燃料サイクル開発機構（旧動燃）の新型転換原型炉（ATR、MOX燃料を含む）のものを合せて約936トン（金属ウラン換算）に達している。

昭和52年9月のホット試験開始以降、現在（平成10年12月末）までの運転実績は以下のとおりである。

- ○ 使用済燃料の受入量 ：約1,032トン（4,821体）
- ○ 使用済燃料の処理量 ：約936トン（4,428体）
- ○ 回収ウラン量 ：約888トン
- ○ 回収プルトニウム量 ：約6トン
- ○ 混合転換プルトニウム量 ：約5トン
- ○ 高放射性廃液の貯蔵量 ：461 ㎥
- ○ ガラス固化体数 ：62 本
- ○ アスファルト固化体数 ：29,967 本
- ○ プラスチック固化体数 ：1,656 本
- ○ 高放射性固体廃棄物貯蔵量
  - ・せん断被覆片（ハル）等（350ℓ缶） ：1,504 缶
  - ・清澄系使用済フィルタ等 ：135個
  - ・試料ビン等（20ℓ缶） ：4,208本
- ○ 低放射性固体廃棄物貯蔵量
  - ・ドラム缶（200ℓドラム） ：28,088本
  - ・その他の種類の廃棄物（200ℓドラム換算） ：7,003本

資料3.1-1に使用済燃料の再処理実績を示す。また、資料3.1-2に処理した使用済燃料の一覧を示す。

以下にホット試験開始から現在までの運転実績を概説する。

3.1.1 ホット試験

ホット試験の目的は、使用済燃料を使用して再処理施設の操作性、安全性及び性能を確認し、あわせて教育訓練を行うことであり、比較的燃焼度の低い使用済燃料から順次、燃焼度の高い燃料を使用して行うこととした。ホット試験の開始に先立ち、昭和52年7月より使用済燃料の受入れを開始した。

初めての使用済燃料のせん断はJPDR燃料を用いて（JPDR試験）、昭和52年9月22日に開始した。せん断の途中、チャンネルボックスが燃料分配器に詰まるトラブルに遭遇したが、遠隔操作によりこれを除去した。運転当初にこのようなトラブルに対して遠隔的に処置できたことは、その後のホットメンテナンス技術の確立の基盤造りとして大きく役立ち、現在に至っている。

昭和53年2月から3月にかけて行ったBWR試験の使用済燃料平均燃焼度は約9,400MWD/tと低く、東京電力福島第一発電所1号機の使用済燃料受入れ及びサンプリング操作における局所的な線量率の上昇以外は運転上特に問題となるところはなかった。

昭和53年5月から6月にかけて行ったPWR試験では平均燃焼度も約14,800MWD/tと高く、分離第1サイクル工程ではCs-137、Ce-144、Ru-106、Total-γの除染係数が、分離第2サイクル工程ではRu-106の除染係数が、設計値を十分上回る結果を得た。

昭和53年8月から総合試験を開始した。総合試験の目的は、BWR及びPWRそれぞれ24体の使用済燃料を使用して、各機器の操作性及び安全性の確認並びに、性能保証項目を実証することであった。ホット試験は酸回収蒸発缶の故障により一時中断したが、酸回収蒸発缶交換工事の終了を待って、昭和54年11月に総合試験を再開し、まず、酸回収蒸発缶及びヨウ素除去装置の試験並びに手直し改造の確認、運転員の訓練、各種装置の慣らし運転を目的とした予備試験から開始した。次いで、昭和55年1月から2月にかけて総合試験を行った。

3.1.2 使用前検査

使用前検査は、昭和55年4月から2つのキャンペーン（C-1、C-2）を実施した。まず、C-1キャンペーンは、東京電力福島第一発電所1号機などBWR型の使用済燃料を使用して、せん断・溶解時間約1,580時間、抽出工程へのアクティブフィード時間約1,460時間、脱硝塔の運転約960時間と、

いずれも初めての長時間運転を経験した。また、C-2キャンペーンは、九州電力玄海1号機などPWR型の使用済燃料を使用し実施した。この時期、スチームジェットの作動不良や抽出工程の撹拌機の故障、パルスフィルタのろ過性能の低下、機械処理設備の不具合などの事象も新たに生じたが、その都度設備の改造・改良等の実施等によりトラブル事象を克服し、運転を維持した。これらの経験は現在の装置類や技術の改良に繋がるものである。なお、前述したホット試験の結果は、核燃料安全専門審査会再処理部会においてホット試験の初期の目的を達成したものと昭和55年12月2日に認められた。また、これまでの建設中における検査も含め、再処理施設が総理府令で定める技術上の基準に適合しているものとして昭和55年12月25日科学技術庁長官より使用前検査合格証が交付された。

3.1.3 本格操業開始から安定運転へ

再処理施設の使用前検査合格証の受領によりホット試験が終了し、昭和56年1月から本格操業運転を迎えることとなった。

本格操業初のせん断は昭和56年1月17日に開始となった。ホット試験開始から371体目のせん断である。この81-1Aキャンペーンは同年6月末まで運転する計画で開始したが、運転開始から19日目の2月4日に酸回収精留塔の故障が発生したため運転を中止することとなった。酸回収精留塔の修復完了後、5月7日より運転を再開し（81-1Bキャンペーン）6月24日まで処理運転を継続した。

81-1Bキャンペーン終了後、8月6日より原子炉等規制法に基づく第1回定期検査を受検し、11月6日に定期検査合格証の交付を受けた。定期検査受検中の運転（81-2Aキャンペーン）では使用済燃料約5.6トンを処理し、製品の回収率等の検査を受検した。

昭和57年の運転は、1月28日から3月25日までの82-1Aキャンペーンに続き、4月8日から82-1Bキャンペーンを開始したが、4月11日に濃縮ウラン溶解槽2基のうち1基（242R11）に故障が発生したため、以降は残る1基（242R10）のみによる運転となった。故障した溶解槽については、溶解施設から試験施設へ区分変更して遠隔補修技術開発を行って補修することとし、9月7日から開始された第2回定期検査に対応した。

しかし、第2回定期検査の終了を間近に控えた昭和58年2月18日、残る溶解槽（242R10）も故障し、さらに翌日には酸回収蒸発缶が故障したため、同日、第2回定期検査を中断することとなった。故障した溶解槽につ

いては遠隔補修を行うとともに、昭和59年には新型溶解槽（242R12）を設置した。また、酸回収蒸発缶は昭和58年に更新工事を終了した。

2度にわたり中断していた第2回定期検査は昭和59年11月5日に再開し、昭和60年4月4日に合格証の交付を受けた。

昭和60年は機器の故障等のトラブルもなく順調に運転を続けることができ、再処理施設はようやく安定運転の時代を迎えることとなった。

3.1.4 処理日数の増加

再処理施設の運転は、年2回の核物質実在庫調査（PIT）をはさんで年間2回のキャンペーンを組んで行ってきた。キャンペーンの合間の期間をインターキャンペーンと称し、この期間にPITのほか、設備・機器の点検、定期検査の受検等を行っている。

このため、年間の処理運転日数としては約170日程度となり年間処理量も約70トン程度であった。

定期検査は、警報装置の作動試験等の運転停止中に行ういわゆる「停止中の検査」と、製品（ウラン及びプルトニウム）の回収率の測定等の運転中に行ういわゆる「運転中の検査」にわけて実施している。停止中の検査は多岐にわたっており、約3か月程度の期間を短縮するには限度があった。一方、運転中の検査については、第3回定期検査までは1年の後半のキャンペーンを2回に分けて、その前半のキャンペーンを定期検査のために充てていた。すなわち、ある一定量（約5トン）の使用済燃料を処理して運転中の検査を受検し、その後、定期検査合格証の交付を待って後半の処理運転を再開するようにしていた。このため、キャンペーン期間中に最終の運転中の検査を受検し、定期検査合格証の交付を受けるまでの1か月程度、使用済燃料を処理できない時間があった。

この期間を短縮するために、最終の運転中の検査を受検後、定期検査合格証の即日交付を受けることとした。

これにより、再処理施設の年間運転日数が約1か月増加し、年間約200日の運転が可能となった（資料3.1-3の年間運転モード参照）。

3.1.5 稼働率の向上

再処理施設の年間処理量をさらに増加させるためには、年間の運転日数の増加のほかに運転中の稼働率を向上させることが必要である。

従来のキャンペーン平均稼働率は57%程度であり、稼働率低下の要因

は主に機械処理工程にあった。機械処理工程は、プールから移送した使用済燃料をせん断装置で4cm程度の小片に切断する工程で、せん断装置のほかセル内クレーンやパワーマニプレータ等の装置がある。これらの装置は機械的な可動部分を多く有しているため、化学プロセスの機器に比べて故障等が発生しやすく、また、予備機がないため故障により施設の運転に直接影響を与えやすい。特にせん断装置は、燃料送り出し機構や燃料押さえ機構に燃料のせん断片やグリッドの小片が詰ることが多く、また、300トン余りせん断するとせん断装置の構造部品のガタが大きくなり、いわゆるキレ味が悪くなる症状が現われてくる。

これらの問題を解決するためには、せん断装置のかなりの部品について更新あるいは改良をまとめて行う必要があったが、遠隔操作で行うためかなりの作業期間が必要であった。このため、昭和63年から平成元年にかけて計画停止（第一回計画停止）を設け、この期間中にせん断装置の更新工事を行うとともに、酸回収蒸発缶の交換工事、プルトニウム溶液蒸発缶の塔部交換工事、パルスフィルタの追加設置工事、酸回収精留塔の加熱部改良工事等の大型工事を集中的に実施することとした。

これらの工事により再処理施設全体の稼働率が64%程度に向上し、年間処理量を90トン程度まで増加させることが可能となった。

3.1.6 計画停止の導入

再処理施設の保全は、従来から日常保全と定期的予防保全を主に採用してきた。日常保全には定期自主検査に代表される予防保全と、工程運転担当課からの依頼を受けて行う保全（主に事後保全）とがある。定期的予防保全は主にインターキャンペーンごとに行う設備の点検補修や改造工事等である。

再処理施設のインターキャンペーンは、通常、夏3か月、冬1か月の期間であるが、それ以上の期間を要する工事は容易に実施し難い面があった。せん断装置の部品更新工事等は数年に1度の頻度で実施すればよいものであり、また、大型工事はまとめて実施した方が効率的であることは明らかである。

再処理施設では、昭和63年6月から平成元年8月に第一回計画停止を行ったが、その後も3～4年ごとに計画停止を設け、予防保全の観点から設備・機器の集中的保全を実施して施設の維持と運転の安定化を継続してゆくこととし、平成4年12月から平成5年8月には第二回計画停止を設けて各種

大型工事を実施してきた。第三回計画停止はアスファルト固化処理施設火災爆発事故の影響により遅れたが、平成9年11月より開始している。各々の計画停止期間中の主要な工事項目を資料3.1-4に示す。

3.1.7 近年における運転実績

計画停止を導入して以降の運転実績についてみると、第一回計画停止以降これまでに15のキャンペーンを実施しているが、各キャンペーンの稼働率は26～78%程度であり、平均稼働率は62%程度である。このうち、高放射性廃液蒸発缶の故障・切り替えを行ったため稼働率が26%程度となった95-2キャンペーン、技術開発を加味したデータ採取運転を行ったため稼働率が56～57%程度となった96-1キャンペーン及び96-2キャンペーンを除くと、残り13のキャンペーンの平均稼働率は66%程度である。

このように従来の平均稼働率が57%程度であったのに対し、計画停止導入後では平均稼働率が5～10%程度向上しており、その効果が着実に現れているものと考えられる。

なお、現在はアスファルト固化処理施設の火災爆発事故により再処理施設の運転は停止している。

3.1.8 試験施設の運転実績

再処理施設のうち、主要な試験施設の運転実績について概説する。

(1) クリプトン回収技術開発施設

クリプトン回収技術開発施設は、放射性クリプトンの放出低減化技術開発を目的とした施設であり、昭和58年9月に建設、試運転を終了し、同年10月からコールド試験、昭和63年から再処理オフガスによるホット試験を行い、平成2年12月に使用前検査合格証を取得した。平成3年2月から平成8年11月にかけて8回の開発運転を行い、再処理オフガスからのクリプトンの分離性能及び分離プロセスの安全性等について確認している。

回収したクリプトンの貯蔵保管は高圧シリンダを用いているが、長期にわたる安定な貯蔵技術として、イオン注入法による固定化技術の開発を進めている。

(2) プルトニウム転換技術開発施設

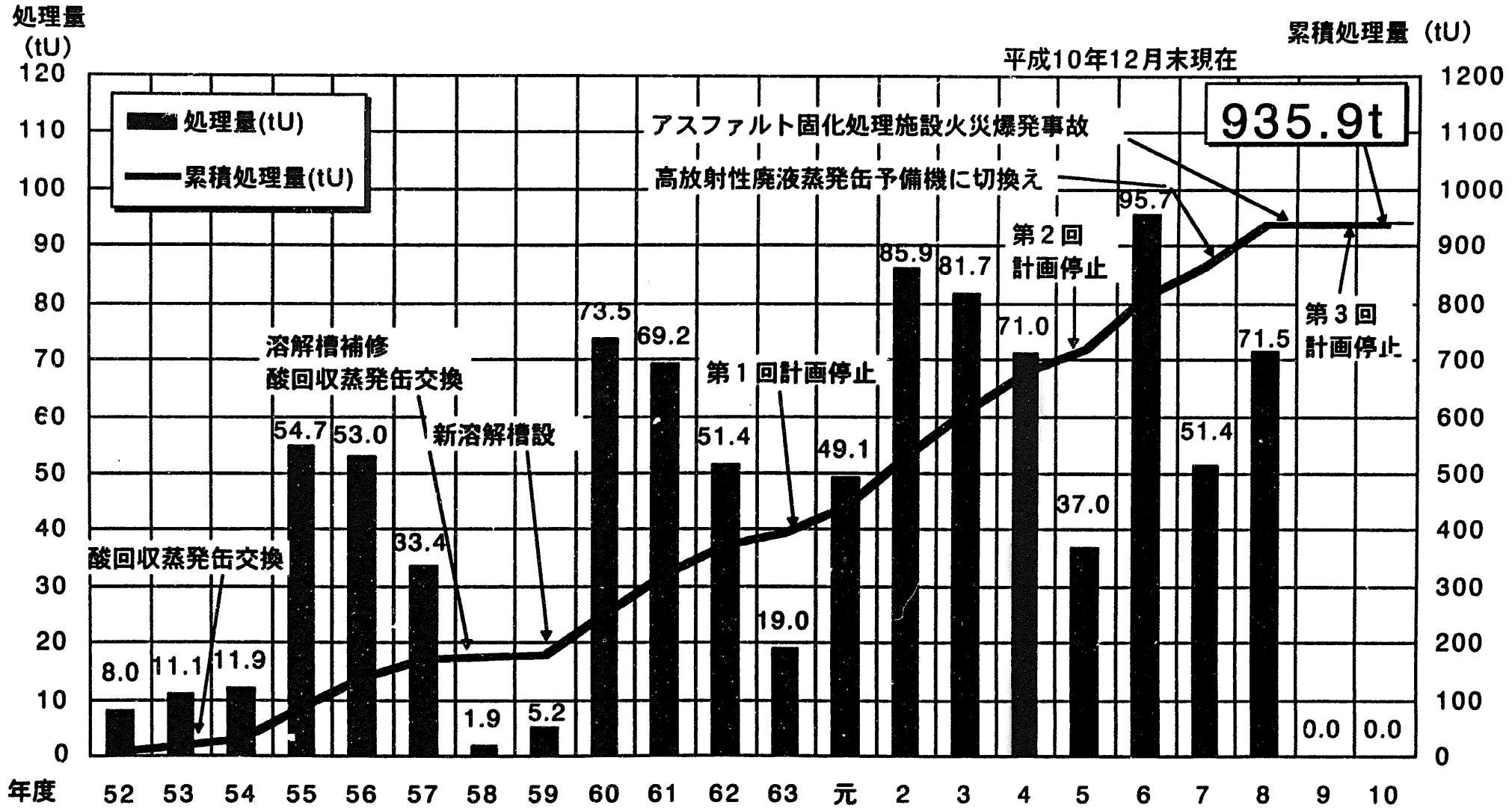
プルトニウム転換技術開発施設は、マイクロ波加熱法によるウラン・プルトニウムの混合転換技術の実証を目的に、昭和58年2月に建設を終了し、ウラン試験、プルトニウム試験を経て、昭和61年8月に使用前検査合格証を取得し開発運転を開始した。

プルトニウム転換技術開発施設では、「ふげん」、「常陽」、「もんじゅ」用の燃料粉末の製造を行っており、現在までの製造量の合計は5,125kg-Pu（12,452kg-MOX）である（資料3.1-5の混合転換量参照）。

(3) ガラス固化技術開発施設

ガラス固化技術開発施設は、高放射性廃液のガラス固化技術の実証を目的に、平成4年4月に建設を終了し、コールド試験を経て平成7年1月からホット試験を開始した。ホット試験中に溶融ガラス流下停止が発生し、結合装置等の改造を行い、平成7年12月に使用前検査合格証を取得し開発運転を開始した。

ガラス固化技術開発施設では、ホット試験から開発運転を通じて、現在までに高放射性廃液約52m³を処理しガラス固化体62本を製造している。



資料3.1-1　使用済燃料の再処理実績

資料3.1-2　東海再処理施設の運転実績

平成10年12月末現在　(1/3)

キャンペーン		原子炉名	燃焼度 (MWD/T)	集合体数 (体)	燃料重量 (MTU)	処理期間	処理量 (MTU)
ホット試験	ＪＰＤＲ試験	原研動力試験炉 (JP)	100 ～ 5,600 (Av. 3,900)	57	3.3	52.09.22-52.12.13	3.3
	ＢＷＲ試験	東京福島第一・１号機 (B)	6,600 ～ 10,200 (Av. 9,400)	24	4.7	53.02.14-53.03.25	4.7
	ＰＷＲ試験	関西美浜２号機 (P)	10,800 ～ 19,500 (Av. 14,800)	16	6.4	53.05.09-53.06.09	6.4
	ＢＷＲ総合試験	東京福島第一・１号機 (B)	10,200 ～ 11,900 (Av. 10,800)	24	4.7	53.08.07-53.10.07	4.7
	予備運転(ＢＷＲ)	東京福島第一・１号機 (B)	10,200 ～ 11,900 (Av. 10,800)	12	2.3	54.11.19-54.12.17	5.1
	予備運転(ＰＷＲ)	関西美浜２号機 (P)	19,400 ～ 28,000 (Av. 21,100)	7	2.8		
	ＰＷＲ総合試験	関西美浜２号機 (P)	19,600 ～ 29,800 (Av. 21,500)	17	6.8	55.01.19-55.02.10	6.8
使用前検査	Ｃ－１	原研動力試験炉 (JP)	3,200 ～ 5,400 (Av. 4,600)	14	0.8	55.04.17-55.07.02	28.6
		東京福島第一・１号機 (B)	6,300 ～ 19,700 (Av. 10,800)	60	11.6		
		中国島根１号機 (B)	11,400 ～ 16,000 (Av. 14,800)	68	13.3		
		中部浜岡１号機 (B)	7,900 ～ 8,300 (Av. 8,100)	15	2.8		
	Ｃ－２	九州玄海１号機 (P)	26,300 ～ 28,700 (Av. 27,400)	14	5.6	55.09.05-55.11.29	19.5
		関西美浜１号機 (P)	12,200 ～ 16,800 (Av. 14,500)	42	13.9		
操業運転	８１－１Ａ	東京福島第一・１号機 (B)	13,100 ～ 19,700 (Av. 18,200)	24	4.7	56.01.17-56.03.13	6.6
		中部浜岡１号機 (B)	7,700 ～ 8,100 (Av. 8,000)	10	1.9		
	８１－１Ｂ	中部浜岡１号機 (B)	7,700 ～ 15,500 (Av. 12,500)	77	14.5	56.05.07-56.06.24	20.2
		東京福島第一・２号機 (B)	12,900 ～ 24,100 (Av. 17,200)	30	5.7		
	８１－２Ａ	九州玄海１号機 (P)	26,400 ～ 28,100 (Av. 27,400)	14	5.6	56.09.07-56.10.13	5.6
	８１－２Ｂ	中国島根１号機 (B)	11,000 ～ 11,900 (Av. 11,500)	43	8.4	56.11.06-56.12.05	8.4
	８２－１Ａ	中国島根１号機 (B)	11,000 ～ 18,900 (Av. 11,800)	76	14.8	57.01.28-57.03.25	18.8
		四国伊方１号機 (P)	18,500 ～ 19,100 (Av. 18,800)	10	4.0		
	８２－１Ｂ	原電東海第二 (B)	9,200 ～ 9,500 (Av. 9,300)	22	4.1	57.04.08-57.04.29	4.1
	８２－１Ｃ	四国伊方１号機 (P)	18,700 ～ 27,500 (Av. 24,700)	18	7.2	57.05.27-57.06.29	8.0
		関西美浜２号機 (P)	22,200 ～ 24,400 (Av. 23,300)	2	0.8		
	８２－２	原電東海第二 (B)	14,500 ～ 15,100 (Av. 14,800)	18	3.4	57.09.18-57.12.03	20.0
		関西美浜２号機 (P)	20,500 ～ 32,600 (Av. 25,800)	22	8.7		
		九州玄海１号機 (P)	16,800 ～ 34,500 (Av. 25,800)	15	6.0		
		中国島根１号機 (B)	13,600 ～ 19,600 (Av. 18,200)	10	2.0		
	８３－１	九州玄海１号機 (P)	27,400 ～ 27,600 (Av. 27,500)	3	1.2	58.02.15-58.03.01	1.2
	８３－２	原電東海第二 (B)	9,200 ～ 9,500 (Av. 9,300)	10	1.9	58.12.03-58.12.16	1.9
	８５－１Ａ	九州玄海１号機 (P)	25,600 ～ 27,600 (Av. 27,100)	13	5.2	60.02.18-60.03.12	5.2
	８５－１Ｂ	中国島根１号機 (B)	11,000 ～ 19,600 (Av. 14,300)	41	8.0	60.04.05-60.05.31	22.9
		原電東海第二 (B)	14,600 ～ 15,100 (Av. 14,800)	41	7.6		
		四国伊方１号機 (P)	10,100 ～ 18,400 (Av. 17,200)	14	5.6		
		関西美浜１号機 (P)	25,400 ～ 27,600 (Av. 26,500)	5	1.6		
	８５－１Ｃ	関西美浜１号機 (P)	16,200 ～ 27,600 (Av. 25,300)	22	7.1	60.06.15-60.08.04	21.1
		原電東海第二 (B)	9,200 ～ 15,100 (Av. 11,100)	28	5.2		
		東京福島第一・２号機 (B)	12,900 ～ 27,400 (Av. 22,000)	46	8.8		
	８５－２	東京福島第一・２号機 (B)	24,000 ～ 27,300 (Av. 25,700)	6	1.1	60.09.12-60.11.27	29.5
		中部浜岡１号機 (B)	18,400 ～ 28,200 (Av. 21,900)	68	12.8		
		東京福島第一・１号機 (B)	11,900 ～ 21,100 (Av. 19,700)	34	6.4		
		九州玄海１号機 (P)	17,000 ～ 33,200 (Av. 26,100)	23	9.2		
	８６－１	四国伊方１号機 (P)	22,900 ～ 25,100 (Av. 24,000)	13	5.2	61.07.04-61.07.19	5.2
	８６－２	関西美浜１号機 (P)	16,500 ～ 25,600 (Av. 21,700)	23	7.6	61.08.30-61.12.05	40.3
		東京福島第一・１号機 (B)	13,800 ～ 23,700 (Av. 19,300)	80	14.9		
		東京福島第一・２号機 (B)	24,400 ～ 26,400 (Av. 25,400)	34	6.3		
		中部浜岡１号機 (B)	19,700 ～ 27,300 (Av. 24,500)	34	6.3		
		動燃ふげん発電所 (A)	9,100 ～ 13,500 (Av. 9,800)	34	5.2		
	８７－１	四国伊方１号機 (P)	22,800 ～ 26,600 (Av. 25,300)	12	4.7	62.01.16-62.05.26	48.7
		中国島根１号機 (B)	12,200 ～ 21,900 (Av. 18,700)	34	6.6		
		原電東海第二 (B)	19,700 ～ 25,000 (Av. 22,700)	119	22.2		
		中部浜岡１号機 (B)	19,400 ～ 29,200 (Av. 23,800)	34	6.3		
		東京福島第一・１号機 (B)	14,800 ～ 29,400 (Av. 20,700)	48	8.8		
	８７－２	四国伊方１号機 (P)	25,200 ～ 27,400 (Av. 26,400)	3	1.2	62.09.16-62.09.24	1.2

資料3.1-2　東海再処理施設の運転実績

平成10年12月末現在　(2/3)

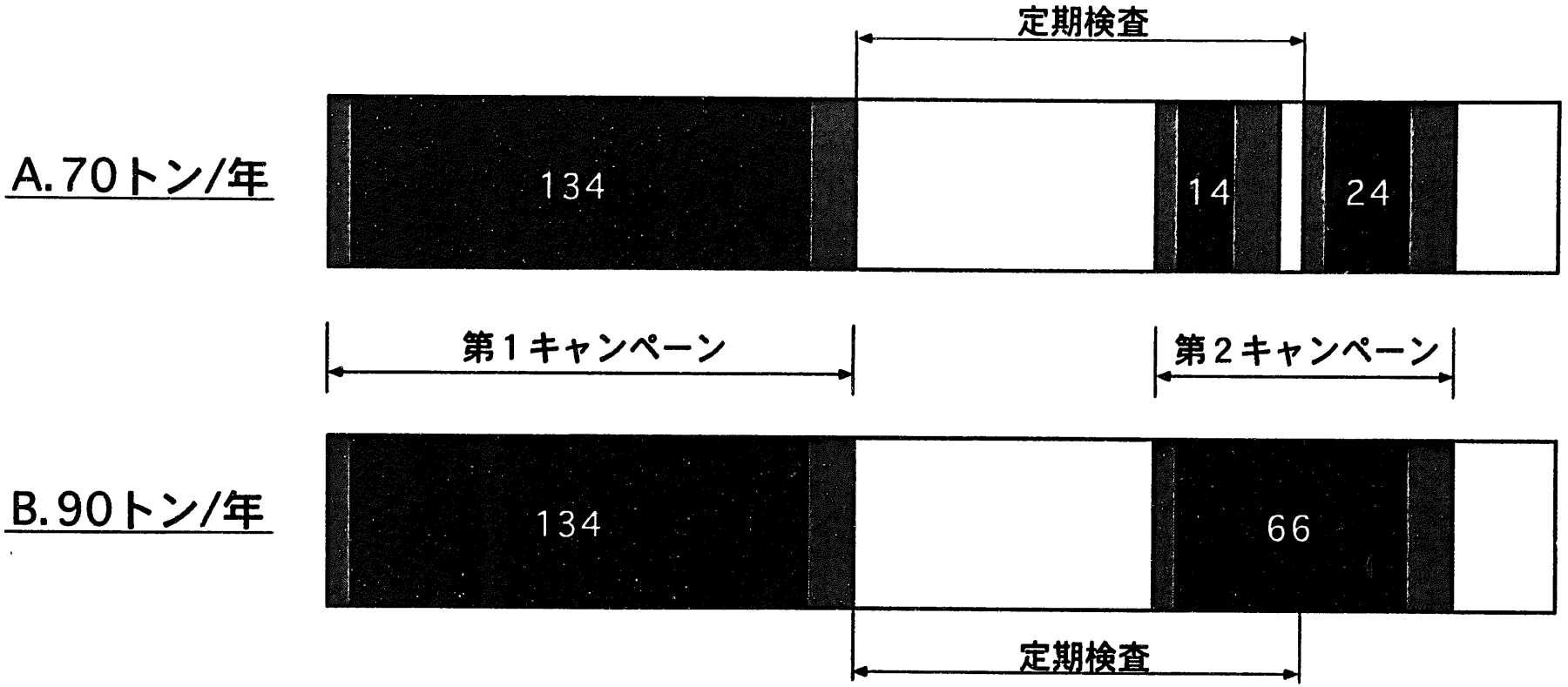
	キャンペーン	原子炉名	燃焼度 (MWD/T)	集合体数 (体)	燃料重量 (MTU)	処理期間	処理量 (MTU)
操業運転	88－1	四国伊方1号機 (P)	23,700 ～ 28,000 (Av. 27,000)	14	5.6	63.01.27-63.06.02	44.2
		関西美浜1号機 (P)	13,800 ～ 26,500 (Av. 18,200)	28	9.4		
		東京福島第一・2号機 (B)	24,900 ～ 25,800 (Av. 25,300)	34	6.3		
		中国島根1号機 (B)	13,400 ～ 21,600 (Av. 15,800)	34	6.7		
		東京福島第一・1号機 (B)	14,800 ～ 29,000 (Av. 17,900)	8	1.5		
		東京福島第一・3号機 (B)	24,300 ～ 26,100 (Av. 25,000)	34	6.3		
		原電東海第二 (B)	18,300 ～ 25,000 (Av. 22,200)	20	3.7		
		原研動力試験炉 (JP)	400 ～ 5,600 (Av. 1,200)	90	4.8		
	89－2	東京福島第一・2号機 (B)	26,000 ～ 26,300 (Av. 26,200)	28	5.2	01.09.27-01.12.04	17.9
		関西美浜1号機 (P)	16,700 ～ 22,800 (Av. 20,400)	18	6.0		
		原電東海第二 (B)	24,000 ～ 29,700 (Av. 26,800)	36	6.7		
	90－1	東京福島第一・1号機 (B)	26,000 ～ 28,500 (Av. 26,300)	34	6.3	02.01.17-02.06.20	65.2
		東京福島第一・5号機 (B)	24,400 ～ 27,800 (Av. 25,600)	62	11.4		
		九州玄海1号機 (P)	14,800 ～ 32,600 (Av. 24,200)	16	6.4		
		四国伊方1号機 (P)	23,500 ～ 30,200 (Av. 27,700)	14	5.5		
		関西美浜1号機 (P)	14,500 ～ 27,200 (Av. 21,200)	55	18.2		
		東北女川1号機 (B)	17,300 ～ 19,600 (Av. 18,300)	34	6.3		
		中部浜岡2号機 (B)	14,900 ～ 29,800 (Av. 21,500)	60	11.1		
	90－2	原電東海第二 (B)	18,300 ～ 29,600 (Av. 24,300)	80	14.9	02.09.19-02.12.01	33.9
		中部浜岡2号機 (B)	18,100 ～ 25,100 (Av. 21,300)	8	1.5		
		東京福島第一・5号機 (B)	25,400 ～ 27,600 (Av. 26,100)	6	1.1		
		東京福島第一・2号機 (B)	26,100 ～ 26,300 (Av. 26,100)	6	1.1		
		関西美浜1号機 (P)	2,000 ～ 33,000 (Av. 18,400)	47	15.3		
	91－1	九州玄海1号機 (P)	15,800 ～ 31,500 (Av. 21,500)	28	11.2	03.01.31-03.06.22	56.5
		四国伊方1号機 (P)	24,100 ～ 29,600 (Av. 26,700)	14	5.6		
		関西美浜1号機 (P)	14,400 ～ 33,100 (Av. 23,100)	36	11.9		
		中国島根1号機 (B)	27,100 ～ 27,700 (Av. 27,500)	34	6.3		
		東北女川1号機 (B)	13,800 ～ 19,200 (Av. 17,600)	34	6.3		
		原電東海第二 (B)	26,000 ～ 28,800 (Av. 27,500)	82	15.3		
	91－2	原電東海第二 (B)	22,200 ～ 29,500 (Av. 27,400)	20	3.7	03.11.07-03.12.06	11.0
		東京福島第一・2号機 (B)	26,600 ～ 30,000 (Av. 27,900)	34	5.9		
		東京福島第一・5号機 (B)	27,300 ～ 27,800 (Av. 27,500)	8	1.4		
	92－1	動燃ふげん発電所 (A)	8,200 ～ 19,400 (Av. 12,800)	136	20.8	04.01.23-04.05.29	52.8
		四国伊方2号機 (P)	24,600 ～ 30,600 (Av. 28,000)	14	5.6		
		東北女川1号機 (B)	16,000 ～ 21,400 (Av. 18,300)	34	6.3		
		中国島根1号機 (B)	12,200 ～ 30,600 (Av. 26,900)	34	6.0		
		東京福島第一・5号機 (B)	27,100 ～ 27,800 (Av. 27,400)	26	4.5		
		東京福島第一・1号機 (B)	20,500 ～ 31,300 (Av. 26,700)	32	5.7		
		関西美浜1号機 (P)	18,400 ～ 26,600 (Av. 24,400)	12	4.0		
	92－2	中部浜岡1号機 (B)	18,200 ～ 28,700 (Av. 23,400)	34	5.9	04.08.26-04.12.04	50.5
		原電東海第二 (B)	19,000 ～ 29,900 (Av. 27,400)	102	19.0		
		中国島根1号機 (B)	26,400 ～ 29,500 (Av. 28,000)	34	6.1		
		東北女川1号機 (B)	18,300 ～ 22,500 (Av. 19,400)	34	6.3		
		関西美浜2号機 (P)	10,300 ～ 32,200 (Av. 24,500)	5	1.9		
		四国伊方2号機 (P)	25,000 ～ 30,500 (Av. 28,000)	14	5.6		
		九州玄海1号機 (P)	14,500 ～ 27,400 (Av. 21,800)	14	5.6		
	93－2	東京福島第一・3号機 (B)	25,400 ～ 32,000 (Av. 27,400)	34	5.9	05.09.20-05.12.04	36.7
		東京福島第一・4号機 (B)	26,200 ～ 27,900 (Av. 27,100)	34	5.8		
		原電東海第二 (B)	19,000 ～ 30,500 (Av. 28,000)	68	12.6		
		中部浜岡1号機 (B)	19,700 ～ 32,900 (Av. 26,300)	34	5.9		
		東京福島第一・1号機 (B)	20,800 ～ 30,100 (Av. 25,500)	2	0.4		
		東京福島第一・3号機 (B)	5,800 ～ 34,960 (Av. 18,900)	8	1.4		
		原電敦賀第一 (B)	21,300 ～ 22,000 (Av. 21,600)	2	0.4		
		中国島根1号機 (B)	30,000 ～ 30,000 (Av. 30,000)	2	0.3		
		関西美浜1号機 (P)	15,200 ～ 18,800 (Av. 17,700)	12	4.0		

資料3.1-2　東海再処理施設の運転実績

平成10年12月末現在　　(3/3)

	キャンペーン	原子炉名	燃焼度 (MWD/T)	集合体数 (体)	燃料重量 (MTU)	処理期間	処理量 (MTU)
操業運転	94－1	関西美浜1号機 (P)	14,300 ～ 33,700 (Av. 25,700)	50	16.8	06.03.31-06.06.29	38.7
		四国伊方1号機 (P)	26,700 ～ 28,800 (Av. 27,900)	14	5.6		
		九州玄海1号機 (P)	22,400 ～ 29,300 (Av. 27,400)	14	5.6		
		中部浜岡2号機 (B)	18,300 ～ 29,500 (Av. 23,400)	34	6.3		
		東京福島第一・3号機 (B)	25,200 ～ 32,000 (Av. 27,200)	26	4.5		
	94－2	東京福島第一・5号機 (B)	21,500 ～ 28,700 (Av. 23,400)	34	6.3	06.09.21-06.12.05	31.8
		東京福島第一・1号機 (B)	20,400 ～ 34,600 (Av. 27,800)	34	6.0		
		東京福島第一・3号機 (B)	15,100 ～ 31,600 (Av. 25,700)	10	1.7		
		原電東海第二 (B)	22,400 ～ 30,500 (Av. 28,000)	34	6.1		
		中国島根1号機 (B)	16,300 ～ 30,900 (Av. 28,000)	16	2.8		
		関西美浜3号機(大型) (P)	17,600 ～ 30,400 (Av. 24,000)	2	0.9		
		九州川内1号機(大型) (P)	27,000 ～ 28,700 (Av. 27,400)	14	6.4		
		関西美浜1号機 (P)	17,700 ～ 30,500 (Av. 24,700)	5	1.7		
	95－1	中部浜岡1号機 (B)	19,700 ～ 32,900 (Av. 25,600)	34	5.9	07.01.30-07.06.18	61.0
		中国島根1号機 (B)	16,200 ～ 30,800 (Av. 28,000)	18	3.1		
		東京福島第一・4号機 (B)	26,200 ～ 26,900 (Av. 26,600)	26	4.5		
		動燃ふげん発電所 (A)	5,500 ～ 18,900 (Av. 10,900)	135	20.7		
		四国伊方1号機 (P)	23,200 ～ 29,900 (Av. 28,000)	14	5.6		
		関西美浜2号機 (P)	10,900 ～ 32,400 (Av. 25,300)	26	10.2		
		東京福島第一・4号機 (B)	26,200 ～ 26,900 (Av. 26,600)	8	1.4		
		東北女川1号機 (B)	13,100 ～ 27,800 (Av. 18,300)	53	9.6		
	95－2	東京福島第一・5号機 (B)	22,800 ～ 30,700 (Av. 27,500)	34	5.9	07.09.25-07.12.25	16.0
		東京福島第一・4号機 (B)	25,500 ～ 27,400 (Av. 26,800)	34	5.9		
		中国島根1号機 (B)	19,300 ～ 30,900 (Av. 27,900)	24	4.2		
	96－1	動燃ふげん発電所 (A)	6,600 ～ 17,400 (Av. 10,300)	34	5.2	08.04.01-08.06.22	28.2
		中国島根1号機 (B)	17,500 ～ 30,900 (Av. 28,000)	44	7.7		
		原電東海第二 (B)	22,600 ～ 30,500 (Av. 27,800)	54	9.7		
		関西美浜2号機 (P)	13,700 ～ 17,700 (Av. 15,100)	14	5.6		
	96－2	原電東海第二 (B)	22,500 ～ 30,500 (Av. 28,000)	114	20.2	08.09.25-08.12.6	25.0
		九州玄海1号機 (P)	21,900 ～ 22,400 (Av. 22,200)	7	2.8		
		関西美浜2号機 (P)	21,700 ～ 22,300 (Av. 22,000)	5	2.0		
	97－1	東北女川1号機 (B)	13,000 ～ 27,800 (Av. 18,800)	14	2.5	09.02.4-.9.3.31	18.3
		東京福島第一・4号機 (B)	23,700 ～ 29,200 (Av. 25,700)	34	6.1		
		原電東海第二 (B)	22,900 ～ 29,400 (Av. 28,000)	36	6.3		
		東京福島第一・1号機 (B)	20,300 ～ 29,600 (Av. 26,600)	19	3.3		
	合計			4,428	935.9		

①処理期間とは、使用済燃料のせん断開始から、FP、Puフラッシュアウトまでをいう。
②端数処理のため、燃料重量の和と、処理量及び合計は異なることがある。

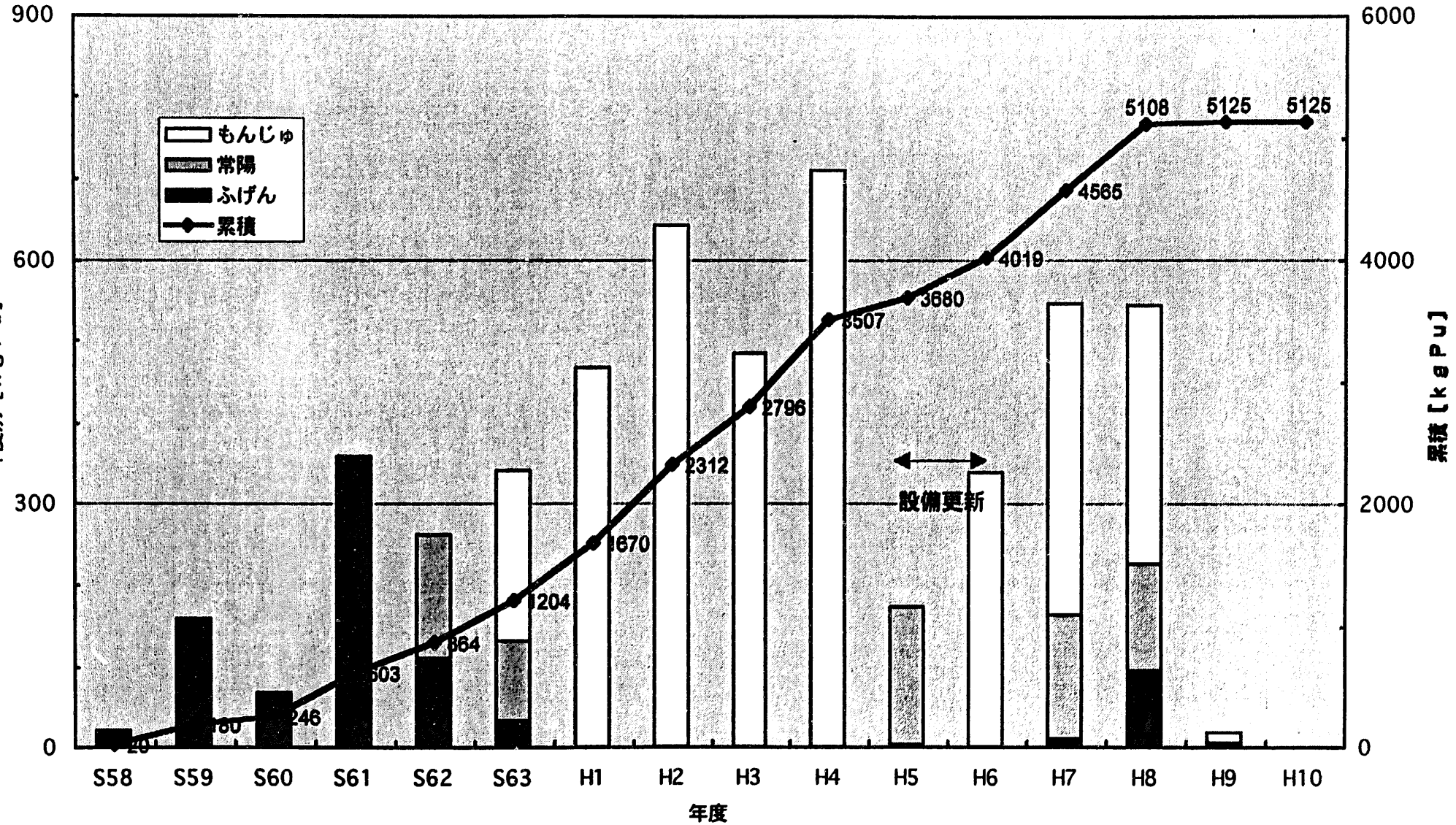


	運転モード別日数			稼働率	年間処理量
	インターキャンペーン	運転準備等	処理運転日数		
A	１３０日	６３日	１７２日	５８％	７０トン
B	１２３日	４２日	２００日	６４％	９０トン

資料3.1-3　年間運転モード

資料3.1-4　計画停止期間中の主要な工事項目

計画停止	計画停止期間中の主要な工事
第一回 （昭和63年6月～ 平成元年8月）	①酸回収蒸発缶の更新工事 ②プルトニウム溶液蒸発缶塔部更新工事 ③酸回収精留塔加熱部の改造工事 ④せん断装置の部品更新工事 ⑤パルスフィルタの追加設置工事
第二回 （平成4年12月～ 平成5年8月）	①ユーティリティ供給配管の更新工事 ②せん断装置の部品更新工事 ③溶解液系ジェットポンプの更新工事 ④パルスフィルタ給液槽の改造工事
第三回 （平成9年11月～）	①ユーティリティ配管の更新工事 ②中央制御盤の更新工事 ③送排風機の更新工事 ④せん断処理設備の点検整備



資料3.1-5　プルトニウム転換技術開発施設における混合転換Pu量

3.2 運転管理

3.2.1 運転に係る組織

(1) 現状

再処理施設は、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故まで再処理工場、プルトニウム燃料工場、環境施設部及び環境技術開発部が分担して所掌していたが、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故の反省を踏まえて、再処理施設の各施設の運転を一括し、再処理センターとして一元的に管理することとし、現状の4部17課体制となった。

現在の運転に係る組織は、再処理センター長の下に各部長を配置し、その下に各工程の運転に係る業務を実施する各課長を配置している。運転員は、各課長の下で、直業務又は日勤業務で運転を実施することとしている。

当直長は、センター長の命を受けて、直業務に係る保安上の業務を実施するとともに、休日及び夜間の直業務に係る保安を統括し、異常が認められた場合には応急の措置を講じ、必要と認められた場合にはセンター長に通報し、保安の業務を引き継ぐこととしている。当直長は、再処理施設に関する十分な知識と経験を有する者であり、理事長が任命することとしている。

(2) 経緯

再処理施設の運転組織に関しては、まず運転要員の訓練を目的として日本原子力研究所東海研究所再処理特研に要員を派遣し、再処理技術の習得から開始した。その後、これらの要員を核として昭和47年11月再処理建設部に運転準備班を設け、通水作動試験の準備を開始した。翌昭和48年4月には10数名の運転準備班に約30名の新卒者などが配属され、同年6月から本格的な通水作動試験を開始し、再処理技術の習得に当たった。

昭和49年3月には、再処理工程の運転を担当する処理部、機器据付、ユーティリティ及び分析などを担当する工務部、施設建設を担当する建設室及び管理課からなる再処理建設所に改組し、通水作動試験及び化学試験に対応した。また、ウラン試験が開始される昭和50年頃からプルトニウム燃料部（現在のプルトニウム燃料センター）を中心とした核燃料部門から、プルトニウムなどの核燃料物質の取扱いに熟知した中堅職員が投入され、これらを核とした運転体制（運転主任者-班長

-運転員）が確立した。

ホット試験開始に当たっては、すでに試行していた上述の運転ラインを更に強化する観点から、休日及び夜間時に処理部長の指示により運転業務を管理する運転責任者を配置し、運転状況の把握、確認及び必要な措置等を行うとともに、異常事象の発生時に際しては緊急連絡を行い、担当部課長が来るまでの間、先任指揮をとりその応急措置に当たることとした。

昭和55年2月にホット試験を終了し、最終使用前検査の合格証を取得、昭和56年1月から本格操業に入ることになり、これを機に再処理建設所の名称を再処理工場に変更した。また、工場長の命を受け、休日及び夜間の運転直業務に係る保安の統括、異常時の応急の措置に当たらせるために運転責任者の代わりに当直長を配置した。

昭和58年11月には、再処理工場の長期的な安定運転を確保し再処理技術の実証を図ること、故障した機器等に対して技術開発を伴った抜本的な対策を講ずること等を目的として、再処理工場に技術課、試験運転第一課（クリプトン回収技術開発施設所掌）、試験運転第二課（アスファルト固化処理施設所掌）及び建設室から成る技術開発部を設置した。

プルトニウム転換技術開発施設は、プルトニウム燃料開発の一環としてプルトニウム燃料部が所掌してきた。

昭和61年度には本社核燃料部門の再編成に際し、東海事業所においても従来の技術部及び再処理工場技術開発部を改組し、技術開発部及び環境工学開発部（平成元年には環境技術開発部と環境施設部に分離）を設置した。この組織改正により再処理工場は2部7課体制となった。また、再処理施設の運転は、再処理工場（分離精製工場等所掌）、プルトニウム燃料部（プルトニウム転換技術開発施設所掌）、環境施設部（環境関連施設所掌）及び環境技術開発部（クリプトン回収技術開発施設所掌）の1工場3部が分担することとなった。

平成11年10月の核燃料サイクル開発機構発足時に、それまで再処理工場、プルトニウム燃料工場、環境施設部及び環境技術開発部が分担して所掌していた再処理施設の各施設の運転を一括し、再処理センターとして一元的に管理することとし、現状の4部17課体制となった。また、これを機に保安体制をさらに充実することとし、当直長が再処理施設全般について、運転直業務だけでなく停止期間中の直業務についても

交替勤務体制で休日・夜間の保安の統括に当たることとした。

3.2.2 運転員の勤務体制

(1) 交替勤務体制

使用済燃料の受入れ・貯蔵、せん断、溶解、分離・精製、濃縮・脱硝の各工程の運転は昼夜連続で行うため、運転員の勤務形態は3交替勤務としている。これらの工程の運転を支援する換気・ユーティリティの運転、分析、試薬調整・試料採取の各業務も3交替勤務で行っている。また、低放射性廃液処理及び低放射性可燃性固体廃棄物焼却の各工程の運転も3交替勤務で行っている。

これらの工程の3交替勤務は平成4年4月まで4班3交替体制で実施してきたが、教育・訓練を円滑に実施することを目的として、平成4年5月から4班3交替1日勤体制に変更した。なお、低放射性可燃性固体廃棄物焼却施設の運転体制は平成10年5月から4班3交替1日勤体制に変更した。4班3交替1日勤体制とは、5つの班を設け、そのうち4班が3交替勤務に従事し、1班は通常の日勤体制下で業務に従事するもので、1つの班は日勤業務2日、1直2日、2直2日、3直2日、休日2日で1サイクルを終え、再び次のサイクルに入るものである。

廃棄物の貯蔵施設及びウラン製品の貯蔵施設では日勤体制で受入れ・貯蔵の業務を行っている。

開発施設については、運転直業務の期間が上述の各工程の運転直業務期間と比較して短いことからガラス固化技術開発施設及びクリプトン回収技術開発施設は4班3交替体制で運転を行っている。また、プルトニウム転換技術開発施設及び廃溶媒処理技術開発施設は日勤体制で運転を行っている。プルトニウム転換技術開発施設及び廃溶媒処理技術開発施設の換気・ユーティリティについては、昼夜連続で運転するため交替勤務体制をとっている。

運転停止期間中は、運転期間中と同様に交替勤務で保安体制をとっている。休日・夜間においても運転期間中と同様に当直長が保安を統括している。

昼夜連続運転を行う工程の交替勤務体制を資料3.2-1に示す。なお、現在は低放射性廃棄物の処理を行う工程及び換気ユーティリティ設備を除き全て停止しており、運転停止期間中の体制をとっている。

(2) 引き継ぎ

当直長は、その業務の引き継ぎにおいては、所定の鍵、運転日誌及び運転記録を確実に引き渡すとともに、運転状況を的確に申し送ることにしている。

また、各担当ごとの引き継ぎの終了後には、運転直の運転主任者、班長等と運転状況及び業務予定について打合せを行い、再処理施設の運転監視・操作が終日確実に実施できるようにしている。

3.2.3 運転員の業務と運転要領書

(1) 運転員の業務と運転要領書の構成

原子炉等規制法に基づき再処理施設に係る災害の防止を図ることを目的として保安規定が定められ、またこれに基づき再処理施設の運転、保守等に係る作業における保安を確保する目的で安全作業基準が定められている。運転員を含む従業員はこの安全作業基準の目的を遂行するため、関連する基準類（放射線管理基準、臨界管理基準等）、運転要領書等の要領書、手順書を遵守し、作業の安全確保に努めている。

運転要領書は、工程の運転に関する要領書、異常時の措置に関する要領書及び非定常作業に関する要領書から構成されている。規定・基準類及び運転要領書の体系を資料3.2-2に示す。

運転員の業務は、工程の起動･停止業務、運転状態を把握するための運転監視業務及び異常時の対応業務に大別される。

1) 通常運転時

① 操作業務

運転操作に当たっては、運転要領書に基づいて実施し、工程の処理量、加熱用蒸気温度、圧力、溶液中のU、Pu濃度、密度、大気及び海洋への放出放射能等の制限を遵守している。

また、当直長、運転主任者の指示により確実に操作を行い、操作の開始･終了、操作内容、確認状況等を当直長へ報告している。

② 監視業務

監視業務は、異常の早期発見や事故･故障の未然防止等を目的としており、パラメータ監視、巡視点検等から成り、運転要領書、巡視点検マニュアルに基づいて実施している。

ア．パラメータ監視

運転中又は運転操作時に化学処理工程等の主要パラメータを各種指示計、記録計を読み確認するとともに、データを記録して設備の状況に異常のないことを確認している。

イ．巡視点検

再処理施設の処理設備、電気、蒸気、圧空、冷却水等のユーティリティ設備等について毎日1回以上巡視･点検を行い、前直からの引き継ぎ事項等を把握した上で、異音、異臭、振動、漏えい等の異常の有無を確認し、異常の早期発見、事故・故障の未然防止に努めている。

機器の異常を認めた場合には、直ちに班長等に報告するとともに必要に応じて保修担当課へ保修を依頼している。

2) 異常時

再処理施設の機器･設備の故障、異常漏えい等の異常時には異常の状況や機器の動作状態等を把握し、拡大防止のための必要な措置を講ずるとともに、原因の究明を行う。原因が特定できれば、通常運転状態への復帰に努めるが、復帰できない場合は、安全停止状態への移行操作を行う。

運転員が操作を確実に実施するために、設備に合わせ具体的に操作方法、操作条件、注意事項、確認すべきパラメータ等を記載した運転マニュアルを整備している。

(2) 運転要領書等の改訂状況

運転要領書は必要に応じて随時改訂してきた。トラブル等が発生した場合は水平展開を図り、当該部分だけでなく類似の部分についても改訂を行ってきた。また、運転停止期間中は計画的に要領書を改訂する機会とし、運転期間中に摘出された課題を検討し次の運転開始までに改訂してきた。

トラブルの教訓等によって改善してきた例を以下に示す。

1) 平成5年12月に発生した再処理施設における作業員の被ばく事故

① 放射性物質を非密封状態で取扱う作業の方法を、密封交換方

式、排気カート方式等へ変更した。

② 保安上の措置、異常時の措置及び作業分担の明確化、各作業段階での表面密度、線量当量のチェック等のチェックポイントを設け、作業に伴う放射線管理上の潜在的危険性を確認できるようにした。

③ 管理区域内で放射線作業を実施するに当たっての現場責任者等の保安体制上の責任と役割、作業中のサーベイ、固体廃棄物の取扱い方法、防護具着用時の注意事項、異常時の行動等について安全作業基準の中に明記した。

④ 汚染物品を保管する際の措置を保安規定に明記するとともに、その移動及び保管方法を安全作業基準の中に明記した。

⑤ 作業を計画する段階での放射線作業の潜在的危険性の摘出を的確に行うなどの事前評価の充実、チェック機能の強化を図るため放射線管理第二課長の権限強化に関し、保安規定を改訂した。

2) 平成6年4月に発生したプルトニウム転換技術開発施設における作業員の被ばく

① 一般作業という名称のため管理区域での作業に係らず汚染の可能性のない作業という誤解を生みやすく、さらに一般作業計画書の中で汚染確認項目がなかったため十分な作業環境の把握が行なわれなかったことに鑑み、管理区域内の作業については放射線作業であることを明確にするために特殊放射線作業とその他の放射線作業にわけ、それぞれ作業計画の立案、承認等について放射線管理基準に明記した。

3) 平成7年12月に発生した「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故

① 再処理工場の保安管理体制をより一層明確にするため、再処理工場の平日日勤時の運転直業務に係る当直長の職務及び異常が認められた場合の当直長の行う応急の措置を保安規定に明記した。

② 非常事態等における事業団内外関係機関等への通報に係る体制を整備し保安規定に明記した。

今後は、この安全性確認の結果を踏まえて、運転要領書等の改訂を行い、さらに充実を図っていくこととしている。また、運転方法や運転要領書が適切に改善されていることを定期的に監視することができるよう、品質保証の観点からチェックシステムを整備していくこととしている。

3.2.4 運転員の教育・訓練

再処理施設は発電炉のように通年運転するものではなく、設備の保全などのために数か月の停止期間を年に2回設けてきた。この期間は、施設の保全作業を行うためだけでなく、運転要領書の整備や運転員の教育・訓練を計画的に行う期間として活用してきた。

運転員に対する教育・訓練については、各課長が運転員の経験等に応じた階層ごとの教育・訓練計画を年度ごとに立案し、運転、設備管理及び保安に係る教育・訓練を実施してきた。

現在もこの計画に基づく教育・訓練を継続しており、これにはアスファルト固化処理施設の火災爆発事故後に改訂した火災発生時の対応要領の実地訓練も含まれている。また、対処方法・通報連絡等の習得を目的として、再処理施設内での火災や人身事故等を想定した訓練を継続して行っていくこととしている。

日常的には、ヒヤリハット事例の活用、現場作業前の危険予知、ツールボックスミーティング等により、事故の発生の未然防止に現場レベルで努めている。

サイクル機構内の他の施設での事故・故障等については、安全管理部から随時情報が提供され、各部・各課のミーティング等の場において、類似事故・故障の発生防止のため原因及び対策についての検討を行い、必要な対策・措置等を講じている。

今後は安全性確認作業の結果、明らかになった重要な検知手段や運転操作を運転要領書に反映し、改訂した要領書を基に教育・訓練を計画的に繰り返し実施することにより、運転員に対して施設の本質的な安全性を理解させ、安全性に対する意識を高めるとともに、技術の継承と情報の共有化を図っていく。

3.2.5 保守管理

設備、機器等の保全は、当初、事後保全が主体であったが、主要な機器の故障、それに伴う大掛かりな修復工事の経験等を経て、年間2回のイ

ンターキャンペーン及び約4年ごと（約300トン処理ごと）の計画停止による予防保全と、機器の故障等が発生した場合の事後保全になっている。

予防保全は各種法令に定められた定期検査、定期自主検査、日常巡視点検等の他、運転経験から得られた知見により自主的な点検・検査・整備を行っている。事後保全は酸回収蒸発缶の故障に伴う交換等の大規模なものから、工業用水弁の漏れ補修等の小規模なものまで多種にわたっている。

(1) 保全実績

保全の結果（履歴）は予防保全、事後保全及び規模の大小に関係なく、計画の段階から実施結果まで「保全作業伝票」に記録することになっており、この記録は一括して保全管理支援コンピュータシステム（TORMASS）に入力しており、保全の実績把握、保全計画立案等に活用できるようにしている。

これまでにTORMASSに登録された保全履歴は19万件以上に及ぶ。そのうち事後保全率は約15%であり、計画停止における集中的改良更新工事、インターキャンペーンにおける点検・検査、整備等の予防保全が設備の信頼性の確保に効果を表していると言える。対象設備別に見ると、機械設備（換気・ユーティリティ設備を含む）に関する保全が12万3千件と最も多く、ついで計装設備の6万件、電気設備の8千件となっている。TORMASSによる保全履歴の管理は、従来、旧再処理工場の所掌する設備を対象としていたが、今後は再処理施設全域に拡大していく。

(2) 主要機器の故障と修復

これまでの再処理施設の長期にわたる運転停止は、腐食による機器の故障が主な原因であった。これらは材料、施工法、品質管理の改善により、根本的な解決が図られてきた。

① 酸回収蒸発缶

酸回収蒸発缶に腐食による故障が発生し、2度にわたる交換工事を実施した。1度目は、酸回収蒸発缶の加熱部にある187本の伝熱管のうち5本に貫通欠陥が生じたため、交換工事を実施した。

2度目は、195本の伝熱管のうち2本に貫通欠陥が生じたため、あらかじめ予備品として製作していた加熱部の交換工事を実施した。

その後、昭和63年からの第一回計画停止において、従来酸回収蒸

発缶はステンレス鋼製であったが、予防保全の観点からより優れた耐食性を有するチタン合金で製作した酸回収蒸発缶に交換した。

② 濃縮ウラン溶解槽

濃縮ウラン溶解槽は建設時には2基（242R10、R11）が設置され、3基目については予備溶解槽セルが用意されていた。このうち、溶解槽（242R11）は片方の下部加熱ジャケットに覆われた溶解部の溶接線にピンホールが発生した。また、溶解槽（242R10）についても同様の欠陥が生じた。

これらの補修方法に当たっては、溶解槽が設置されているセルの空間線量率が高いため直接保守が困難であること等から、遠隔補修技術を開発した。

遠隔補修装置の開発と並行して、新溶解槽の設置のための設計が開始され、故障発生の要因解析から、全体的に溶接線を減らした新溶解槽（242R12）を、SUS310Nbで製作設置した。

③ 酸回収精留塔

酸回収精留塔の3系統ある加熱コイルのうち2系統の溶接部3箇所に貫通欠陥が発生した。このため、加熱コイル貫通欠陥部の撤去及び新規配管の接続並びに検査により発見された未貫通欠陥の保守を実施した。

昭和63年からの第一回計画停止において、加熱コイルの点検等が容易に行えるよう加熱部の改造を行った。

④ プルトニウム溶液蒸発缶

プルトニウム溶液蒸発缶はチタン製の缶部とステンレス製の塔部とから構成されているが、塔部の下部ノズルにピンホールが発生し、硝酸プルトニウム溶液が漏えいしていることが発見され、補修を実施した。

その後、予防保全の観点から、気相部の腐食代の増加や溶接線の減少、ノズル位置の変更等の改良が行われた予備品を製作し、交換を実施した。

さらに、昭和63年からの第一回計画停止において、ステンレス製

の塔部について、より優れた耐食性を有するチタン合金製のものに交換した。

⑤ 海中放出管

定期自主検査の1つとして海中放出管の漏えい試験を実施したところ、漏えい箇所があることが確認され、自走式ITV監視装置を用い調査した結果、直径2cmの丸い穴が認められた。その後漏洩箇所までを小径管によりバイパスするとともに、常陸那珂港建設のために移設中の新放出管への切替工事を実施した。

(4) 計画停止

計画停止は、大規模な改造工事あるいは経年変化対策としての集中的な補修・更新工事等を行うことを目的として、昭和63年に始めて実施した。その後ほぼ4年ごと（約300トン処理ごと）に、通常のインターキャンペーンでは行えない大規模工事を計画停止期間中に実施してきた。

① 第一回計画停止（昭和63年～平成元年）
- 清澄装置の2系統化
- 酸回収蒸発缶の交換（チタン合金の採用）
- プルトニウム溶液蒸発缶塔部の交換（チタン合金の採用）
- 酸回収精留塔加熱部の改良
- せん断装置の部品更新
- 低放射性廃液貯槽等の設置

② 第二回計画停止（平成4年～平成5年）
- ユーティリティ供給配管の更新工事
- せん断装置の部品更新工事
- 溶解液系ジェットポンプの更新工事
- パルスフィルタ給液槽の改造工事

③ 第三回計画停止（平成9年～平成11年）
- 分離精製工場中央制御盤の更新
- 分離精製工場建家換気系送排風機の更新
- 廃棄物処理場換気系送風機の更新
- ユーティリティ供給配管の更新

(5) ユーティリティに関する設備更新

ユーティリティ設備は再処理施設の運転状態に関係なく、常時運転しており、経年変化も著しい。このため、通常の次のような設備更新を計画的に実施し、健全性を確保している。

① ボイラの更新

再処理施設等に蒸気を供給しているボイラを、平成7年に経年変化により更新した。

② ユーティリティ供給配管の更新

再処理施設内のユーティリティ供給配管を、経年変化により随時更新している。

③ 再処理ユーティリティ施設の建設

経年変化が著しい再処理施設のユーティリティ設備を更新するため、免震構造を採用したユーティリティ施設の建設を計画している。

本施設には、冷却水設備、工程用・計装用の圧縮空気を製造供給する圧縮空気設備、外部電力及び非常用電源供給のための電源設備等を設置する。

(6) 定期検査、定期自主検査及び供用期間中検査（ISI）

再処理施設の設備の性能等を確認するための法定検査として、定期検査及び定期自主検査が実施されている。定期検査は原子炉等規制法で毎年1回実施が規定されており、対象とする施設、適合の基準等は同施行令、再処理事業規則等で規定されている。定期検査項目を資料3.2-3に示す。

定期自主検査は原子炉等規制法に再処理施設の保全として講ずることを規定されている。検査の対象範囲は広く、また頻度も1回/月及び1回/年となっているため、年間保全件数に占める定期自主検査の割合は大きなものとなっている。定期自主検査の項目を資料3.2-4に示す。

供用期間中検査（ISI）は再処理事業者として計画的な設備保全管理を実施し、定期検査時にその記録を確認するとの国（科学技術庁）の指導により、第二回定期検査時より実施している。供用期間中検査項目を資料3.2-5に示す。

3.2.6 分析

再処理施設における分析は、主に再処理施設建設当初から設置されている分析所で行っている。また、プルトニウム転換技術開発施設、ガラス固化技術開発施設などの後発の施設においても、それぞれの施設内に分析設備を設け、個別に分析業務を行っている。

これらの分析業務は、アスファルト固化処理施設における火災爆発事故以前はそれぞれの施設を所掌する工場あるいは部がそれぞれ実施していたが、平成10年10月以降は再処理センターとして一元的に実施することとした。

(1) 概要

再処理施設における分析は、工程管理分析及び計量管理分析に大別される。

工程管理分析は各施設の運転状況把握に必要な分析データを提供することが主目的であり、正確かつ迅速な対応が求められる。

計量管理分析は、核物質の計量管理を目的とし、入量計量及び製品中のU、Pu濃度等が対象となることから、より正確な分析が要求される。また、国および国際原子力機関（IAEA）による査察検認として再処理施設の入量計量槽、製品計量槽等の測定が実施されるが、査察測定に係る支援作業及び保障措置技術開発も計量管理分析の一環として行っている。

上記の分析の目的に応じて十分な精度を得ている。

分析所の分析設備は、取り扱う分析試料の放射能レベルにより高放射性試料分析室、中放射性試料分析室及び低放射性試料分析室に配置されている。

さらに特殊な試料及び成分を分析する特殊分析室、質量分析室、発光分光分析室、$\alpha\gamma$スペクトル測定室、蛍光X線分析室及び機器分析前処理室が備えられている。

各工程から分析所へ送られる試料は、その試料の放射能レベルに応じ分析所分配ボックスに気送管設備にて搬送された後、分析要求に従い各分析作業用グローブボックス等に分配される。

(2) 分析技術開発

① 分析機器の開発・改良

これまでに、常により良質なデータを提供するために分析精度や信頼性の向上、作業の省力化及び迅速化を目指し、分析機器の開発・改良を実施している。代表的な分析機器では、自動連続滴定装置、吸光光度計、原子吸光分析装置、放射能測定装置等を改良してきた。

これらは酸性雰囲気下で放射性物質を取り扱う特殊性、すなわち遠隔操作を必要とすることから、市販品をそのまま使用することは極めて少なく、耐腐食性材料の使用や操作・メンテナンス性の向上等の改良及び改造を施す必要があった。改良及び改造においては以下の点に考慮した。

・構造の改良・簡略化による保守性の向上
・機器の小型化によるセル、グローブボックス内への設置
・測定部と操作部の分離による作業性の向上
・遮蔽体の組み込みによる被ばくの低減化
・分析装置とコンピュータを接続しての分析操作とデータ解析の自動化およびホストコンピュータへの接続による分析データの集中管理化

② 分析設備の開発・改良

インナーボックス及びグローブボックスについては、これまでの塩化ビニル樹脂製のものから、耐腐食性に優れたSUS製のものへと順次更新作業を進めている。

また、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故に鑑み、分析設備においてもグローブボックスやセルラインに消火設備を導入・設置して事故発生時の迅速な初期対応を可能にした。さらに、グローブボックス及びセルラインの温度・負圧集中監視システムや監視カメラを導入した。

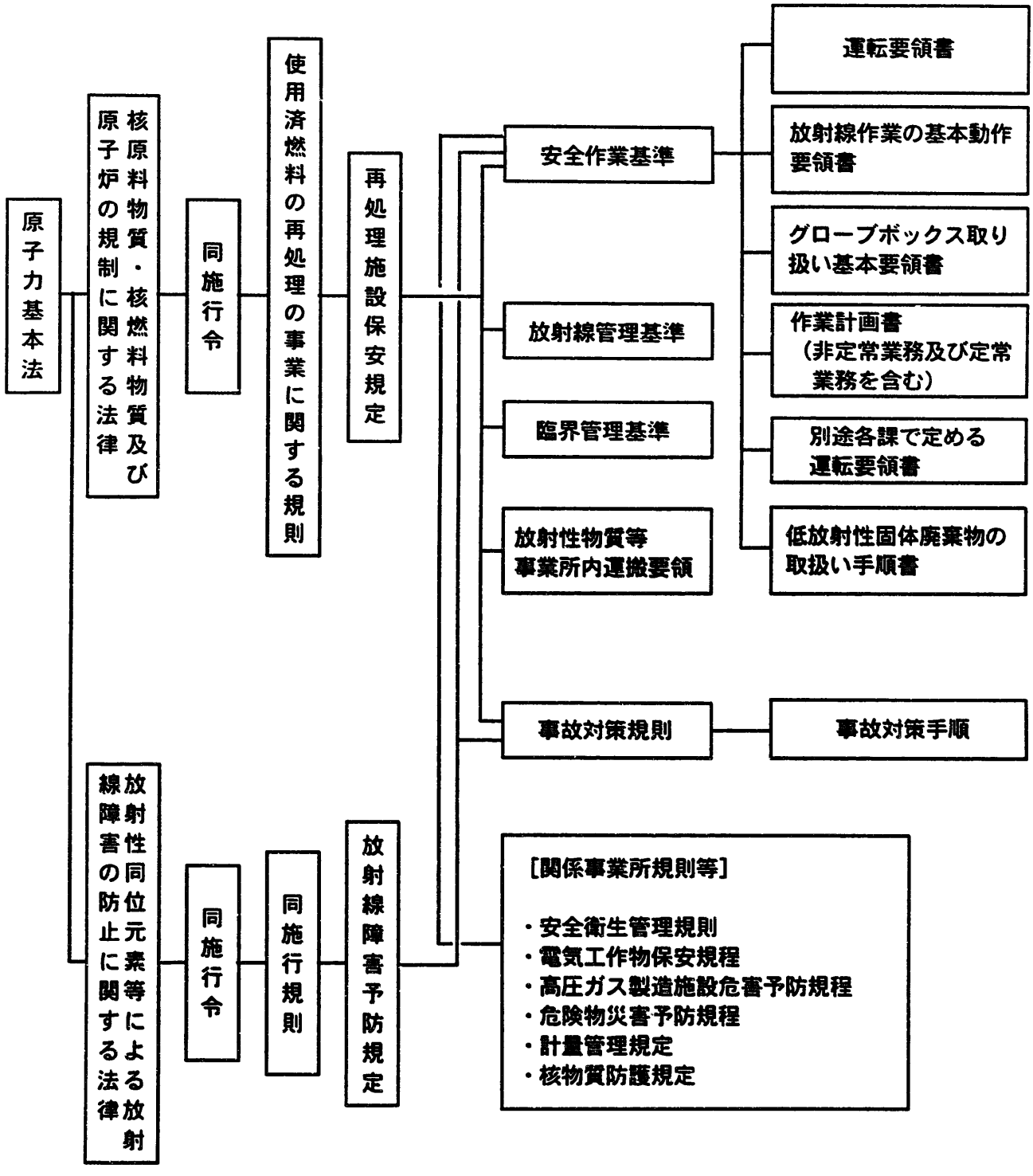
③ 分析方法の開発・検討

分析方法については、各種センサー等の高度化に伴い、信頼性の高い分析計装に関する製品が市販されるようになった。また、ロボットや制御機器の進歩による全自動化も進められている。このような情勢から、分析所での分析においては、新分析技術を導入し、安全性を損なうことなく分析作業の省力化、迅速化、被ばく低減化を図ること及びプラントの核種挙動を把握する上で必要とされる分析項

目に対応できるよう、分析方法の開発・検討に積極的に取り組んでいる。

資料3.2-1　昼夜連続運転を行う工程の交替勤務体制

工程		勤務形態	体制		備考
			運転中 (H9年3月現在)	停止中 (H10年12月現在)	
受入・貯蔵		4班3交替1日勤	4人/班×5班	3人/班×5班	
せん断		4班3交替1日勤	4人/班×5班		
溶解		4班3交替1日勤	4人/班×5班	6人/班×5班	
分離・精製		4班3交替1日勤	6人/班×5班		
濃縮・脱硝		4班3交替1日勤	9人/班×5班		
試薬調整・試料採取		4班3交替1日勤	5人/班×5班		
分析（工程分析）		4班3交替1日勤	9人/班×5班	2人/班×5班	
低放射性廃液処理		4班3交替1日勤	10人/班×5班	3人/班×5班	
低放射性可燃性廃棄物焼却		4班3交替1日勤	4人/班×5班		H10年4月までは4班3交替（4人/班×4班）
換気・ユーティリティ		4班3交替1日勤	4人/班×5班	3人/班×5班	
開発施設	ガラス固化処理	4班3交替	10人/班×4班	3人/班×4班	
	クリプトン回収	4班3交替	6人/班×4班	2人/班×4班	
	プルトニウム転換（換気系）	4班2交替	2人/班×4班	2人/班×4班	転換工程の運転は日勤体制
	廃溶媒処理（換気系）	4班3交替	1人/班×4班	3人/班×5班*	廃溶媒処理工程の運転は日勤体制 *ｱｽﾌｧﾙﾄ固化処理施設の監視とあわせて4班3交替1日勤で対応



資料3.2-2　規定・基準類及び運転要領書の体系

資料3.2-3　定期検査項目

定期検査項目の概要
①　警報装置、非常用動力装置その他の非常用装置、安全保護回路及び連動装置の作動
②　放射性廃棄物の廃棄施設の処理能力
③　主要な放射線管理施設の性能
④　放射線管理を必要とする場所における線量当量率及び空気中の放射性物質の濃度
⑤　核物質が臨界に達することを防ぐ能力及び使用済燃料等を限定された区域に閉じ込る能力
⑥　製品中の原子核分裂生成物の含有率
⑦　製品の回収率
⑧　火災及び爆発を防止する能力その他の性能

資料3.2-4　定期自主検査項目（1/7）

〔保安上特に管理を必要とする設備（1回/年：性能検査）〕

対象機器	点検項目
燃料受入系扉	(1) エアロックシャッタ（211-6,7）とトラップ扉（211-8,9）のインターロック
	(2) トラップ扉（211-2）とトラップ扉（211-8,9）のインターロック
	(3) トラップ扉（211-8,9）とエアロックシャッター（211-6,7）、トラップ扉（211-2）のインターロック
燃料カスククレーン	定格荷重試験 巻過防止装置 ブレーキ装置 制御装置 ワイヤ、フック等
燃料取出しプールクレーン	
燃料貯蔵プールクレーン	
燃料移動プールクレーン	
セル内クレーン	天井クレーンとトラップ扉のインターロック
せん断機	せん断機と分配器のインターロック
廃ガス貯槽	気密
	安全弁
溶融炉	台車（G51M118）と結合装置（G21M11）のインターロック
建家及びセル換気系	通常時の送・排風機の起動順序
	非常電源時の送・排風機の起動順序
	排風機故障時の予備機自動切替
海中放出設備	放出配管系
	浮標

資料3.2-4　定期自主検査項目（2/7）

〔安全保護回路、警報装置及び非常用動力装置等（1回/年：総合検査）〕（1/2）

対象機器	対象装置
溶解槽	圧力上限緊急操作装置〔Ⅰ〕
	圧力上限緊急操作装置〔Ⅱ〕
溶解槽溶液受槽	密度制御操作装置
プルトニウム溶液蒸発缶	圧力上限緊急操作装置
	温度上限緊急操作装置
	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
	加熱蒸気凝縮水放射性物質検知装置
ウラン溶液蒸発缶（第1段）	液面上限緊急操作装置〔Ⅰ〕
	液面上限緊急操作装置〔Ⅱ〕
	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
	温度上限緊急操作装置
脱硝塔（分離精製工場）	ウラン粉末上昇検知装置
	温度下限緊急操作装置
	塔内差圧上限緊急操作装置
UNH受槽	ウラン濃縮度記録上限操作装置
脱硝塔（ウラン脱硝施設）	温度下限緊急操作装置
	圧力上限緊急操作装置
酸回収蒸発缶	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
	缶内圧力上限緊急操作装置
高放射性廃液蒸発缶	圧力上限緊急操作装置〔Ⅰ〕
	圧力上限緊急操作装置〔Ⅱ〕
	圧力上昇警報装置
	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
高放射性廃液貯槽	温度上昇警報装置
	槽内圧力上昇警報装置
プルトニウム製品貯槽	液位上昇警報装置

資料3.2-4　定期自主検査項目（3/7）

〔安全保護回路、警報装置及び非常用動力装置等（1回/年：総合検査）〕（2/2）

対象機器	対象装置
蒸気凝縮水系 (分離精製工場)	放射性物質検知装置
廃ガス貯槽	槽内圧力上昇警報装置
建家及び セル換気系	負圧警報装置
セル	温度警報装置
	漏洩検知装置
抽出器	流量低下緊急操作装置
非常用電源	非常用発電機
	無停電電源装置
非常用冷却水	非常用空冷塔
加熱装置 (廃溶媒処理技術開発施設)	温度上限緊急操作装置
固化セル (ガラス固化技術開発施設)	圧力上限緊急操作装置
焙焼還元炉 (プルトニウム転換技術開発施設)	温度上限緊急操作装置 流量下限緊急操作装置
窒素水素混合ガス供給系 (プルトニウム転換技術開発施設)	水素濃度上限緊急操作装置
廃液蒸発缶 (プルトニウム転換技術開発施設)	温度上限緊急操作装置
	圧力上限緊急操作装置
反応器 (クリプトン回収技術開発施設)	酸素濃度上下限緊急操作装置
その他の主要な設備	臨界警報装置

資料3.2-4　定期自主検査項目（4/7）

〔警報装置及び非常用動力装置等（1回/月：性能検査）〕（1/2）

対象機器	対象装置
溶解槽	圧力上限緊急操作装置〔Ⅰ〕
	圧力上限緊急操作装置〔Ⅱ〕
溶解槽溶液受槽	密度制御操作装置
プルトニウム溶液蒸発缶	圧力上限緊急操作装置
	温度上限緊急操作装置
	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
ウラン溶液蒸発缶（第1段）	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
	温度上限緊急操作装置
脱硝塔（分離精製工場）	温度下限緊急操作装置
	塔内差圧上限緊急操作装置
UNH受槽	ウラン濃縮度記録上限操作装置
脱硝塔（ウラン脱硝施設）	温度下限緊急操作装置
	圧力上限緊急操作装置
酸回収蒸発缶	缶内圧力上限緊急操作装置
	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
高放射性廃液蒸発缶	圧力上限緊急操作装置〔Ⅰ〕
	圧力上限緊急操作装置〔Ⅱ〕
	蒸発缶加熱蒸気温度警報装置
	圧力上昇警報装置
高放射性廃液貯槽	温度上昇警報装置
	槽内圧力上昇警報装置
廃ガス貯槽	圧力上昇警報装置
反応器（クリプトン回収技術開発施設）	酸素濃度上下限緊急操作装置
焙焼還元炉（プルトニウム転換技術開発施設）	温度上限緊急操作装置
	流量下限緊急操作装置

資料3.2-4　定期自主検査項目（5/7）

〔警報装置及び非常用動力装置等（1回/月：性能検査）〕 (2/2)

対象機器	対象装置
窒素水素混合ガス供給系(プルトニウム転換技術開発施設)	水素濃度上限緊急操作装置
廃液蒸発缶(プルトニウム転換技術開発施設)	温度上限緊急操作装置
	圧力上限緊急操作装置
建家及びセル換気系	負圧警報装置
セル	温度警報装置
非常用電源	非常用発電機
	無停電電源装置
非常用冷却水	非常用空冷塔
その他の主要な設備	臨界警報装置

資料3.2-4　定期自主検査項目（6/7）

〔計器校正（1回/年：校正）〕（1/2）

対象機器	対象装置
溶解槽	温度計
	圧力計
溶解槽溶液受槽	密度計
抽出器	流量計
プルトニウム溶液蒸発缶	温度計
	圧力計
ウラン溶液蒸発缶（第1段）	温度計
	圧力計
	流量計
脱硝塔	温度計
	圧力計
脱硝塔（ウラン脱硝施設）	温度計
	圧力計
	密度計
溶解液受槽	密度計
酸回収蒸発缶	温度計
	圧力計
高放射性廃液蒸発缶	温度計
	圧力計
高放射性廃液貯槽	温度計
	圧力計
廃ガス貯槽	圧力計
海中放出設備	流量計
主排気筒	流量計
建家及びセル換気系	圧力計
溶解施設給液槽	流量計

資料3.2-4　定期自主検査項目（7/7）

〔計器校正（1回/年：校正）〕（2/2）

対象機器	対象装置
焙焼還元炉	温度計
	流量計
窒素水素混合ガス供給系（プルトニウム転換技術開発施設）	水素濃度計
第1付属排気筒＊1	流量計
第2付属排気筒＊2	流量計
セル（高放射性固体廃棄物貯蔵庫、第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設）	温度計

＊1：アスファルト固化技術開発施設付属排気筒

＊2：ガラス固化技術開発施設付属排気筒

資料3.2-5　供用期間中検査（ISI）項目

対象機器	検査項目
①塔槽類	・セル外塔槽類
	・セル内塔槽類
②ポンプ等の回転機器	・ポンプ
	・排風機等
③その他	・アスファルト固化体貯蔵施設及び第二アスファルト固化体貯蔵施設の貯蔵セル
	・クリプトン回収技術開発施設の貯蔵セル及びコンテナ
	・ガラス固化技術開発施設の保管セル等
	・建家
	・グローブボックス
	・脱硝施設の脱硝塔等

3.3 放射線管理

放射線管理の基本方針は法令等で定められている基準を遵守することはもちろんのこと、「合理的に実行可能な限り低く（ALARA：As Low As Resonably Achievable）」の精神を尊重し、放射線業務従事者の無用な被ばくを避けることである。ここでは、再処理施設の放射線管理として実施してきた放射線を伴う環境で働く作業員の安全確保のための施設内の放射線状況の確認、作業員の被ばく管理及び被ばく低減等に係る対応状況の概要とその管理実績について述べる。

(1) 放射線管理の概要

① 管理区域の管理

再処理施設では、設置当初から合理的な放射線管理を実施するために建屋内をホワイト区域（非管理区域）と管理区域に区分し、さらに管理区域を線量当量率、汚染発生の可能性等に応じてグリーン区域、アンバー区域、レッド区域に区分し各々の区域に応じた管理を行っている。区域区分の基準は資料3.3-1に示すとおりであり、グリーン区域は操作区域など平常では汚染のない区域、アンバー区域は保守操作や一部工程を含む区域で若干の汚染の可能性がある区域、レッド区域はセル内で通常運転時には立ち入りがない区域である。

通常人の立ち入る区域（グリーン区域及びアンバー区域）については、放射線レベルが低い状態を基本として管理しているが、放射線レベルが通常の管理のレベルを超えた場合は、保安規定で定める立入規制区域、立入制限区域及び立入禁止区域を放射線レベルに応じ設定し、放射線防護上の措置をとることとしている。資料3.3-2に立入規制等の設定の基準を示す。

② 施設の放射線監視

施設内の放射線監視の手法として、定置式モニタによる連続監視及び放射線管理担当者によるサーベイがある。

定置式モニタは施設内の放射線状況（線量当量率、空気中放射性物質濃度）を連続監視するため、資料3.3-3に示す構成の機器を現場に多数配置している。定置式モニタは各主要現場の定点に工程内容に応じたモニタの検出部を配置し、その測定信号を放射線監視パネル上で集中表示・記録するとともに、放射線管理担当者が監視を行っ

ている。なお、一定以上の放射線レベルの上昇を検出した際には、放射線監視パネル上、制御室及び現場に警報が発報する。

一方、放射線管理担当者によるサーベイは定置式モニタによる監視を補完する為に実施し、施設内の代表的なポイントにおいて定期的にサーベイメータによる線量当量率測定、スミヤによる表面密度測定、空気ろ紙による空気中放射性物質濃度測定を実施している。

③ 作業の放射線管理

再処理施設で実施する放射線作業は作業の管理を最適に実施するため、汚染の可能性や被ばくの観点から特殊放射線作業とその他の放射線作業に区分している。放射線作業の区分を資料3.3-4に示す。

放射線レベルが高い環境中での作業や定型化されていない作業の放射線管理においては、作業計画段階で作業者の被ばく低減化を検討している。さらに、作業実施段階で作業者の線量当量を常時把握し、放射線作業が計画通り遂行しているか確認するとともに、作業者へ放射線防護上必要な助言指導を実施している。

④ 放射線業務従事者の線量当量管理

再処理施設における放射線業務従事者の線量当量管理に関しては、作業員の線量当量が法令等で定める線量当量限度を十分下回るようにするために、資料3.3-5に示す管理レベルを設けている。特に、原因調査レベルを超える特殊放射線作業については、東海事業所安全専門委員会及び再処理施設安全専門部会で審議している。

作業員の線量当量の評価としては外部被ばくと内部被ばくに関するものがある。前者については通常熱ルミネセンス線量計で評価しているが、作業に応じ指リング線量計、警報付個人線量計等を追加装備して評価する。後者については通常は作業環境の放射性物質濃度と全身カウンタで評価し、さらに、プルトニウム等を取り扱う特定の作業員に対して肺モニタ、バイオアッセイで評価する。

(2) 被ばく管理実績

再処理施設では、通常人が立ち入る作業区域は低い放射線レベルに管理しており、施設の運転や点検等の作業においては、通常大きな被ばくを受けることは少ない。しかしながら、施設の修復作業や設備の

改造等、高線量箇所であるセル内での大型工事が実施される場合には線量が高くなる。資料3.3-6に、再処理工場がホット運転を開始した昭和52年度から平成9年度までの集団線量の推移を示す。50～100トン（金属ウラン換算）の使用済燃料の処理運転を行った年度においては集団線量は0.5man・Sv前後を推移しているのに対し、資料3.3-7に示す処理運転を停止して大型工事を実施した年度（昭和58、59、63、平成元年度、5年度）においては集団線量の増加が顕著であり、2～4man・Sv程度である。一方、個人の年間の実効線量当量では、平成5年度の「真空フィルタ交換作業」実施中に作業員が内部被ばくした際の年間の実効線量当量90mSvが最大であり（法令報告）、次いで平成元年度の26.9mSv（清澄装置の二系列化工事）、昭和58年度の16.9mSv（酸回収蒸発缶交換工事）となっている。なお、個人の平均の年間実効線量当量は現在では0.1mSvを下回っている。

(3) 被ばく低減化対策

被ばく低減化対策としては、遮蔽、遠隔操作、モックアップ訓練等個別に様々な被ばく低減化対策を図っている。

以下に被ばく低減のために実施してきた除染方法、特殊放射線作業の管理、作業区域の放射線レベルの監視等の改善について述べる。

① 除染方法の改善

再処理施設の運転開始以来、最初の大規模なセル内工事となった昭和54年の酸回収蒸発缶の更新工事においては、セル内の線量当量率を低減するために除染剤によるセル内機器の除染を行った。除染剤は除染効果、安全性、廃液処理、腐食性等について問題がないことを試験等により確認して採用した。この除染により、セル内の線量当量率を作業が十分安全に行うことができるレベルまで低減することができた。この除染技術は、酸回収蒸発缶の更新工事だけでなく、その後のセル内作業を伴う他の工事においても採用してきた。

また、昭和58年から59年にかけて実施した新溶解槽の設置工事においては、セル内の線量当量率を低減させるためにセル内のライニング表面の除染を実施した。この作業では電解研磨による除染を採用し、ブラッシング等の機械剥離法では除去できなかった汚染を除去することができた。

さらに、最近では、第三回計画停止中作業の一つである前処理系設備の点検整備において、セル内のライニング表面を除染するため、二次廃棄物の発生量が極めて少ないドライアイスブラスト除染を採用した。この方法では、拭き取りでは困難な段差や隙間等についても効率よく除染することができた。

これらの工事においては遠隔操作除染により作業場所の線量当量率を下げるだけでなく、実際の作業に要する時間を短縮するために、事前に、放射線を伴わない環境でモックアップによる作業の検討及び訓練を行ってきた。

② 放射線作業管理の改善

再処理施設における放射線作業の区分は、昭和50年の保安規定制定時から、被ばく管理上の強化が必要な放射線作業を「特殊放射線作業」に位置づけ、作業ごとの放射線状況に応じた管理を行うとともに、トラブルの反省等を踏まえて管理方法の改善を実施してきた。主な項目としては、放射線作業区分の細密化、平成元年度の法令改正を受けた単位・濃度限度の変更、平成5年12月に発生した分離精製工場の真空フィルタ交換作業中の法令値を超える作業者の内部被ばく事故を受けての「放射線安全チェックリスト」及び「一般安全チェックリスト」の追加並びにトラブル発生時の初期対応の明確化がある。

③ 放射線管理情報集中監視システムによる監視

放射線管理設備のうち定置式モニタ設備は、新規施設の稼働に伴い台数が増加したため、定置式モニタ設備の更新に併せて各施設に分散している放射線管理情報の全てを中央安全管理室に集約し、放射線管理業務の効率化並びに管理向上を目的とした放射線管理情報集中監視システムの導入を平成元年度から開始した。このシステムは、計算機を非管理区域に設置し、各安全管理室等に配置する端末装置と専用のネットワークを介して対話方式で個々の機能処理を行うことができる。資料3.3-8に放射線管理情報集中監視システムを示す。

④ 被ばく管理システムの構築

個人被ばく管理システムは、昭和58年度の「溶解槽の補修工事」

に従事する多数の放射線業務従事者の被ばく管理を円滑に行うために入退域被ばく管理システムと高線量エリアにおける作業員の被ばく線量を無線により監視可能な遠隔被ばく管理システムが導入されたのが最初であり、その後、機器の小型化、被ばく解析ソフトの充実、大型計算機による処理能力の迅速化が図られ、平成5年度の放射線作業管理システムの構築に伴い、平成8年度から警報付きポケット線量計（以下、APDという）自動読み取り装置による被ばく管理を導入した。

現在では、このAPDを用いた被ばく管理システムは確立し、特殊放射線作業実施時における作業者の線量当量を放射線管理情報集中監視システムでリアルタイムで処理することが可能となった他、被ばく低減の観点から作業区分に応じたAPD警報の自動設定及び入退域が行えるようになった。APDシステム構成を資料3.3-9に示す。

⑤　その他の被ばく低減化策

上記以外の被ばく低減化策としては、グローブボックス作業等で問題となる手部被ばくに対応した警報付き手部用アラームメータの導入、被ばく線量を無線にてセル外で監視できる遠隔型個人被ばく線量当量監視装置の導入、防護性能の向上及び廃棄物としての便宜を図った防護具の改良、着脱装手順の見直し等がある。

資料3.3-1　区域区分の基準

区　域　名	線量当量率 (μSv/h)	表面密度	空気中の放射性物質濃度
グリーン区域	≦12.5	法令に定められた表面密度以下	3か月間についての平均濃度が法令に定められた濃度限度以下
アンバー区域※	≦500	法令に定められた表面密度を超えるおそれのある区域	3か月間についての平均濃度が法令に定められた濃度限度を超えるおそれのある区域
レッド区域	＞500	法令に定められた表面密度を超えるおそれのある区域	3か月間についての平均濃度が法令に定められた濃度限度を超えるおそれのある区域

※線量当量率は作業の種類・内容によって設定する。例えば、作業頻度の比較的高い所では25μSv/hにおさえ、一方、立ち入る可能性の少ない所に対しては500μSv/h以下におさえる。

資料3.3-2　立入規制等の設定基準

区　分	設定基準値		
	線量当量率	表面密度	放射性物質濃度
立入規制区　域	・グリーン区域については12.5μSv/hを超え、25μSv/hを超えない場所 ・アンバー区域については25μSv/hを超え50μSv/h（作業頻度の比較的高い所）又は200μSv/h（立ち入る可能性の少ない所）を超えない場所	・α線を放出する放射性物質について 4×10^{-2}Bq/cm²を超える場所 ・α線を放出しない放射性物質について 4×10^{-1}Bq/cm²を超える場所	空気中の放射性物質濃度が1週間平均で線量当量告示20号に定める空気中濃度限度の10分の3の5分の1を超える場所
立入制限区　域	・グリーン区域については、25μSv/hを超える場所 ・アンバー区域については50μSv/h（作業頻度の比較的高い所）又は200μSv/h（立ち入る可能性の少ない所）を超える場所	・α線を放出する放射性物質について 4×10^{-1}Bq/cm²を超える場所 ・α線を放出しない放射性物質について 4Bq/cm²を超える場所	空気中の放射性物質濃度が1週間平均で線量当量告示20号に定める空気中濃度限度の10分の3を超える場所
立入禁止区　域	500μSv/hを超える場所	・α線を放出する放射性物質について 4Bq/cm²を超える場所 ・α線を放出しない放射性物質について 40Bq/cm²を超える場所	空気中の放射性物質濃度が1週間平均で線量当量告示20号に定める空気中濃度限度の10分の3の10倍を超える場所

資料3.3-3　放射線管理用定置式モニタ設備（平成10年度12月現在）

測定項目	モニタ名称	設置場所	設置台数
外部放射線量率のモニタリング	γ線エリアモニタ	管理区域内ほぼ全域	192台
	中性子エリアモニタ	分離精製工場のPu取扱区域とPu転換施設の主工程区域	7台
空気中放射性物質濃度のモニタリング	β(γ)線ダストモニタ	保守・作業区域	83台
	Puダストモニタ	分離精製工場のPu取扱区域とPu転換施設の主工程区域等	30台
臨界事象の検知	臨界警報装置	分離精製工場の濃縮U又はPuを多量に取扱う区域とPu転換施設の主工程区域	12体 (検出器3台で1体)

資料3.3-4 管理区域内放射線作業区分

<table>
<tr><th colspan="3">区　分</th><th colspan="2">定　　義</th></tr>
<tr><td rowspan="3">特殊放射線作業</td><td rowspan="2">S作業</td><td>S1</td><td colspan="2">S2作業の定義に該当し、さらに下記の原因調査レベルを超え又は超えるおそれがある作業を行うとき
実効線量当量　：3.7mSv/3か月（ただし、不均等被ばくを除いた場合は、3.0mSv/3か月）
組織線量当量（皮膚）：8.0mSv/3か月
組織線量当量（手部）：20mSv/3か月
この作業を行う場合には、事前に原因調査レベルの変更が必要である。
※原因調査レベルとは、東海事業所安全専門委員会専門部会及び再処理施設安全専門部会それぞれの細則に定められた上記の値をいう。</td></tr>
<tr><td>S2</td><td colspan="2">①実効線量当量が1mSv/週を超え、又は超えるおそれのあるとき
②組織線量当量（眼の水晶体及び女子の腹部を除く）が10mSv/週を超え、又は超えるおそれのあるとき
③レッド区域に立ち入るとき
④組織線量当量が次のいずれかに該当するとき
ⅰ）γ線、n線による線量当量率が0.5mSv/hを超え、又は超えるおそれのあるとき
ⅱ）β線による線量当量率が3mSv/hを超え、又は超えるおそれのあるとき
⑤空気中放射性物質濃度が空気中濃度限度×3/10を超え、又は超えるおそれのあるとき
⑥表面密度が次のいずれかに該当するとき
ⅰ）α線を放出する放射性物質の表面密度が0.4Bq/cm²を超え、又は超えるおそれのあるとき
ⅱ）β線を放出する放射性物質の表面密度が4Bq/cm²を超え、又は超えるおそれのあるとき
⑦その他、安全を確保する上で再処理施設内各課長、放射線管理第二課長が必要と認めた場合</td></tr>
<tr><td rowspan="2">A作業</td><td>A1</td><td rowspan="2">アンバー区域内の作業</td><td>・アンバー区域内において管理目標値を超える場所で実施する放射線作業又は定型化されていない放射線作業
(A2作業計画に記載のない作業を行う場合)</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>・管理目標値以下に管理されているアンバー区域内で実施する定型化された作業</td></tr>
<tr><td>その他の放射線の作業</td><td>G作業</td><td colspan="2">グリーン区域内で実施される特殊放射線作業以外の作業</td></tr>
</table>

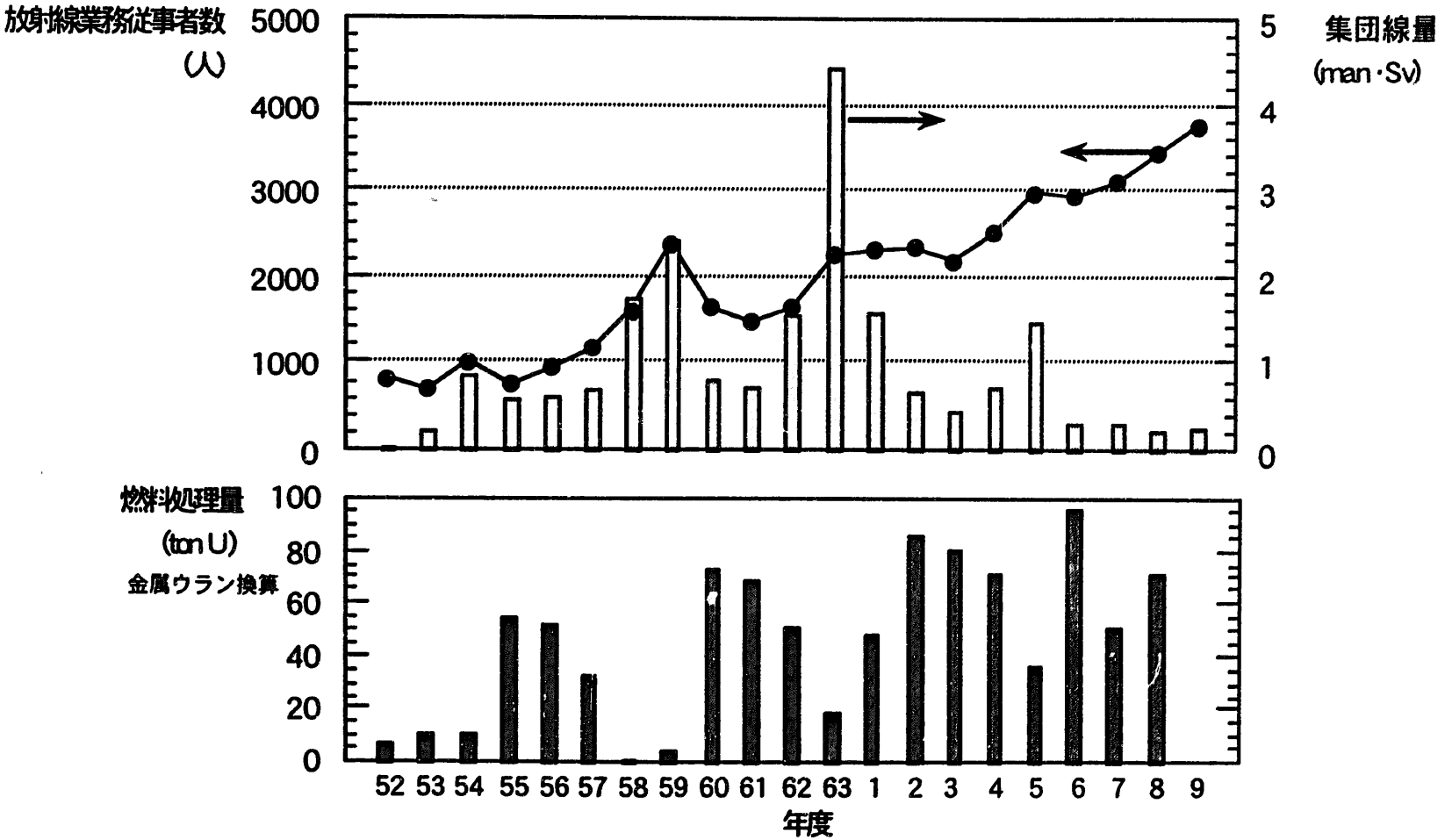
資料3.3-5　放射線業務従事者に対する原因調査レベル及び勧告レベルに関する線量当量（注1）

項目＼レベル	原因調査レベル（注2）	要警戒の勧告レベル	作業制限の勧告レベル
実効線量当量	3.7mSv/3か月	13mSv/3か月	50mSv/年
組織線量当量（注3）	37mSv/3か月	130mSv/3か月	500mSv/年

（注1）線量当量は、外部被ばくと内部被ばくによる線量当量の合計について定められたものである。

（注2）原因調査レベルについては、保安規定第114条第2項の規定により、この欄の数値を変更して設定することができる。

（注3）眼の水晶体及び女子の腹部を除く。

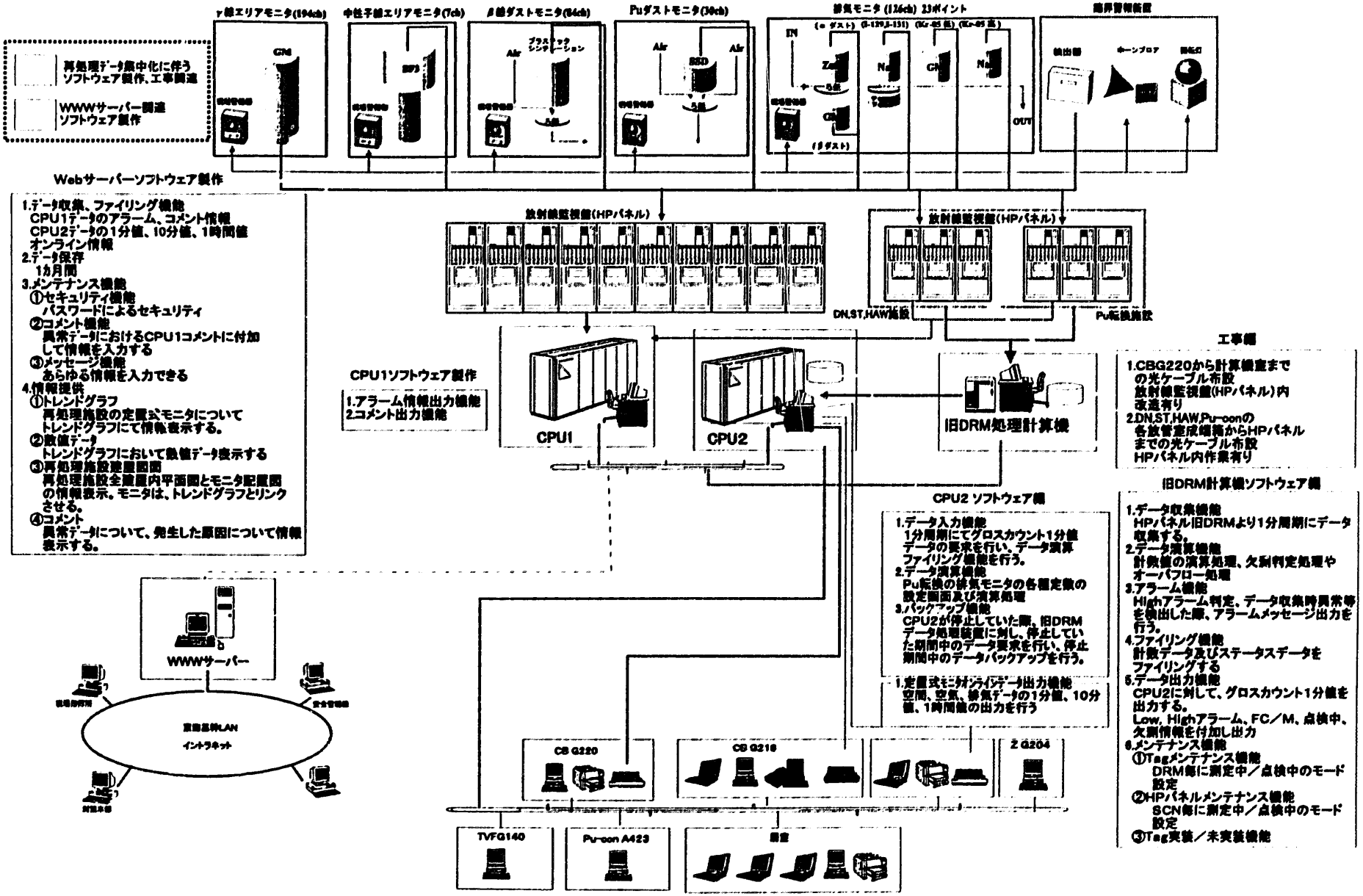


資料3.3-6　再処理工場の集団線量推移

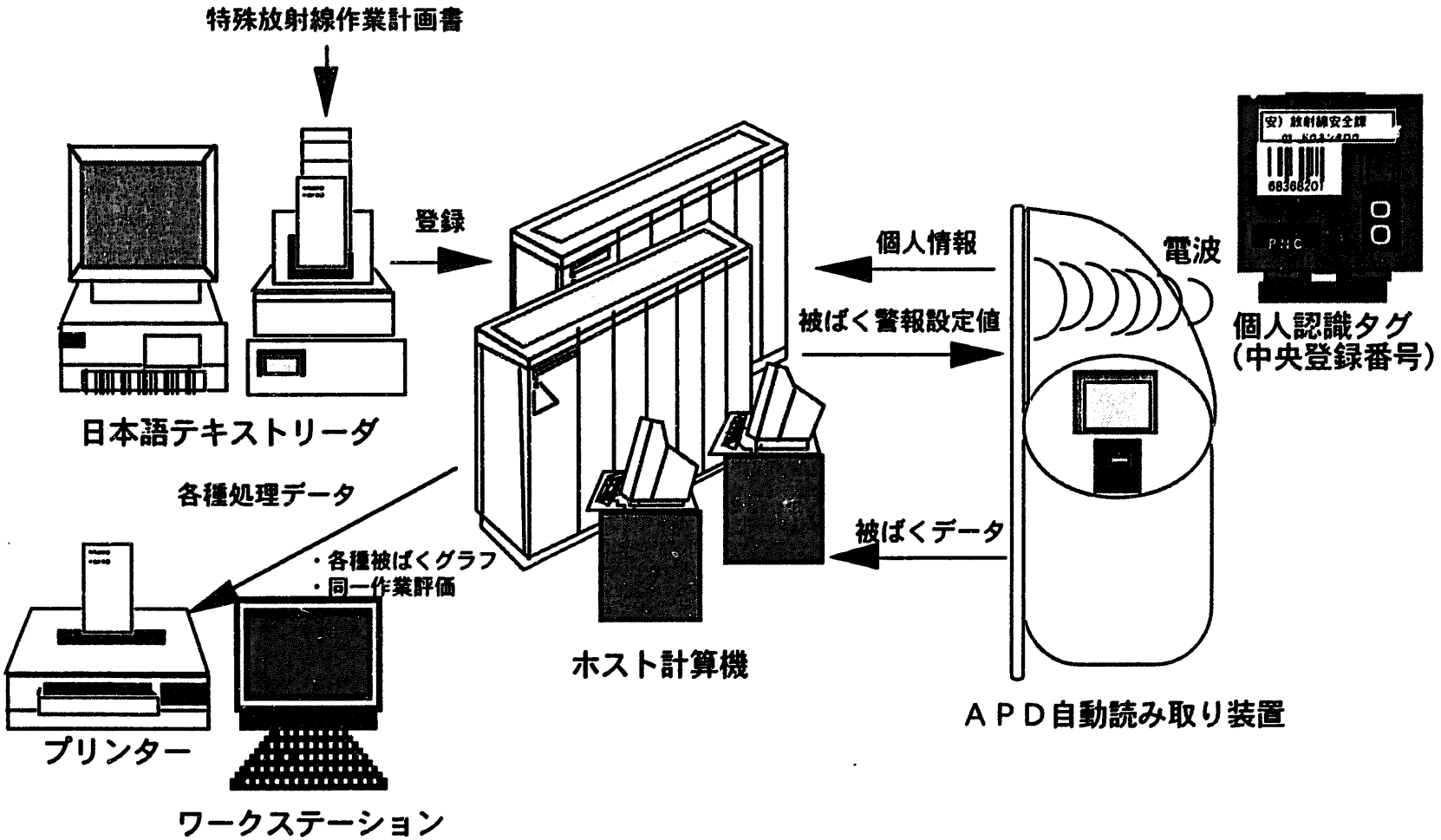
資料3.3-7　処理運転を停止して実施した大型工事

件名	作業概要	期間	作業員数（人）	集団線量(注) man・Sv
酸回収蒸発缶交換工事	酸回収蒸発缶加熱部の伝熱管部分に欠陥が発生したため、蒸発缶加熱部を予備品に交換した。	昭和58年5月～10月	319	1.24
新溶解槽据え付け工事	二基の既存溶解槽にピンホールが生じたため、これらの補修を行う一方で新たに新溶解槽を設置した。	昭和59年7月～11月	335	1.34
清澄装置の二系列化工事	再処理工場の運転効率の向上のため、パルスフィルタを一基追加し並列化を図った。	昭和63年6月～平成元年9月	537	3.95
酸回収蒸発缶交換工事	耐食性能の改善のため、酸回収蒸発缶の加熱部、蒸発缶部及び連絡管等の配管材料を高クロムニッケル鋼からチタン合金に変更した。	昭和63年9月～平成元年3月	324	0.44
Pu蒸発缶塔部交換工事	プルトニウム濃縮セル内に設置してあるプルトニウム蒸発缶の塔部をステンレス鋼から耐食性の優れたチタン合金製のものへ交換した。	昭和63年9月～11月	76	0.01
酸回収セル内工事	酸回収蒸発缶の腐食状況の検査及び高放射性廃液蒸発缶オフガス系サンプリングラインの設置工事を実施した。	平成5年1月～4月	270	1.3
パルスフィルタ給液槽改造工事	パルスフィルタ給液槽の改造工事	平成5年5月～9月	8287	0.53
スチームジェット更新工事	再処理工場の分離精製工場内給液調整セルバルジ内に設置してあるスチームジェットを更新した。	平成5年6月～9月	153	0.07

(注)工事期間中の集団線量



資料3.3-8 再処理施設放射線監視測定データの情報提供システムの製作



資料3.3-9　APDシステム構成

3.4 放射性廃棄物管理

3.4.1 放射性気体廃棄物

(1) 放射性気体廃棄物の放出実績

① Kr-85

再処理施設保安規定に定められているKr-85の年間放出基準は89,000TBqであり、実際の放出量は資料3.4-1に示すように最大で18,000TBqである。また、燃料処理量との関係を見るため、資料3.4-2に燃料処理量当たりの放出量を示す。

② H-3

再処理施設保安規定に定められているH-3の年間放出基準は560TBqであり、実際の放出量は資料3.4-1に示すように最大で5.4TBqである。また、燃料処理量との関係を見るため、資料3.4-2に燃料処理量当たりの放出量を示す。

③ C-14

再処理施設保安規定に定められているC-14の年間放出基準は9.7TBqであり、実際の放出量は資料3.4-1に示すように最大で0.8TBqである。また、燃料処理量との関係を見るため、資料3.4-2に燃料処理量当たりの放出量を示す。

④ I-129

再処理施設保安規定に定められているI-129の年間放出基準は、1.7GBqであり実際の放出量は、資料3.4-1に示すように、最大1.0GBqである。また、燃料処理量との関係を見るため、資料3.4-2及び資料3.4-3に燃料処理量当たりの放出量を示す。資料3.4-4に商業再処理工場との放出量の比較結果を示す。

また、第1付属排気筒については、アスファルト固化処理施設においてヨウ素を含む廃液処理方法の改善により、昭和63年以降実質的な放出はなくなった（資料3.4-5参照）。

(2) 放出低減対策

① ヨウ素放出量の低減

再処理施設では昭和52年のホット運転開始以来継続的にヨウ素放

出量低減化に努めてきた。当初は廃棄物処理場のオフガス系に活性炭フィルタを設置し、試験を開始したが、必ずしも十分な性能が得られなかった。その後、ヨウ素の工程内での挙動調査結果に基づき、昭和54年に銀系吸着材を用いたヨウ素フィルタを、廃棄物処理場の槽類換気系、分離精製工場の各槽類換気系の合流点及び第三低放射性廃液蒸発処理施設の槽類換気系に設置した。昭和55年には、廃棄物処理場のセル換気系にヨウ素フィルタを追加設置した。昭和59年には、分離精製工場の槽類換気系の内ヨウ素放出への寄与が大きい系統にヨウ素フィルタを追加設置した。

この間、ヨウ素を含む溶液のバルブ継手からの漏えいにより、気化したヨウ素がセル換気系を経由して放出される等のトラブルが発生したが、その都度、点検・処置マニュアルの整備・改善、定期点検の強化等の対策を講じてきた。

これらにより、施設全体のヨウ素に対する除染係数（使用済燃料中のヨウ素量／大気に放出されたヨウ素量）は当初10程度であったものが着実に向上し、昭和59年以降はほぼ200以上の値を確保することができている。またアスファルト固化処理施設においては、廃液のpHの調整法の改善によりヨウ素の放出低減を図った。

② クリプトン回収技術の開発

再処理施設から大気中に放出する放射性クリプトンについては、ALARAの考え方に基づいて放出低減化技術の研究開発を続けてきた。回収方法として液化蒸留プロセスを採用したクリプトン回収技術開発施設を建設し、昭和63年からホット試験を開始し、回収技術の実証を目的とした試験を継続してきた。さらに、回収したクリプトンを安定に貯蔵する技術として、ゼオライト封入法、イオン注入法についての試験を継続している。イオン注入法については、実用規模を想定したコールド試験を実施するとともに、回収したクリプトンを使用した小型ホット試験の計画も進めている。

(3) 放射性気体廃棄物の管理状況

再処理施設における放射性気体廃棄物に係る運用管理については、資料3.4-6に示すように、放出前段階、放出段階及び評価段階の各段階を通じて、放出条件の確認、放出放射能の評価を適切に実施している。

3.4.2 放射性液体廃棄物

(1) 放射性液体廃棄物の放出実績

① H-3

再処理施設保安規定に定められているH-3の年間放出基準は1,900TBqである。これに対して放出量は資料3.4-7に示すように最大で380TBqである。

② Cs-137

再処理施設保安規定に定められているCs-137の年間放出基準は55GBqである。これに対して放出量は資料3.4-7に示すように最大で0.17GBqである。

③ Pu（α）

再処理施設保安規定に定められているPu（α）の年間放出基準は2.3GBqである。これに対して放出量は資料3.4-7に示すように最大で0.012GBqである。

(2) 放出低減化対策

再処理施設では、環境へ放出する放射能を低減するとの考え方に基づき、昭和46年頃から研究開発を始め、昭和49年低放射性廃液蒸発処理技術開発施設（現在の第二低放射性廃液蒸発処理施設：E施設、資料3.4-8参照）、また昭和52年に極低放射性廃液蒸発処理技術開発施設（現在の第三低放射性廃液蒸発処理施設：Z施設、資料3.4-9参照）の建設を開始し、再処理施設の試験運転期間中に両施設において低減化試験を実施した。

その結果、環境へ放出する放射能を低減できる見通しが得られたことから昭和55年に両施設を再処理施設の本施設（放射性廃棄物の廃棄施設）に組み込む（資料3.4-10参照）とともに、廃液を海洋放出する際の放出放射能の基準値をそれまでの10分の1（0.07Ci／日、26Ci／年、資料3.4-11参照）とした。

また、海洋放出に伴う廃液中の油分については、水質汚濁防止法及び茨城県公害防止条例に規定されているが、昭和51年に茨城県公害防止条例が改正され油分の規制が強化されたことから、放出廃液中の油分除去の研究開発を行い、活性炭を用いた吸着塔方式を採用した放出

廃液油分除去施設（C施設、資料3.4-12参照）を昭和54年に建設し、本施設（放射性廃棄物の廃棄施設）に組み込んだ。

これらの施設の設置により、資料3.4-13に示すようにH-3を除く各核種が低減されている。特にCs-137、Pu等については、他の商業用再処理工場に比べ低い放出を実現している（資料3.4-14、資料3.4-15）。

(3) 放射性液体廃棄物の発生量

① 高放射性廃液

分離第1サイクル工程から発生する廃液、溶媒洗浄系の廃液、酸回収蒸発缶の濃縮廃液等の高放射性廃液は、高放射性廃液蒸発缶で蒸発濃縮し、その容量を減容したのち高放射性廃液貯槽に貯蔵している。高放射性廃液貯槽については、昭和52年度の運転開始以降、分離精製工場内の4基の貯槽（90m³／基でうち1基予備）を用いてきたが、昭和61年度より新たに増設した高放射性廃液貯蔵場内の6基の貯槽（120m³／基でうち1基予備）にも受入れを開始した。

現在、これらの貯槽に合計で約460m³（平成10年12月末現在）の高放射性廃液を貯蔵している（資料3.4-16）。

なお、貯蔵した高放射性廃液の一部は、ガラス固化処理技術開発施設へ送り、ガラス固化体にして保管している。

② 低放射性廃液

再処理施設において発生する低放射性液体廃棄物は、主にオフガス洗浄廃液、溶媒洗浄廃液、酸回収精留塔凝縮液等があり、放射能濃度に応じて一時貯蔵される。これらの廃液は蒸発濃縮処理、化学処理、中和処理、油分除去処理等適切な処理を行い、放射性物質の量を測定し、放射性物質の量が基準値以下であることを確認したのち、海中へ放出している。蒸発濃縮処理に伴い発生する蒸発缶残液は濃縮液として、化学処理に伴い発生する沈殿物はスラッジとして貯蔵している。

分離精製工場より発生する廃溶媒は、廃溶媒処理技術開発施設で処理している。

なお、低放射性廃液の濃縮液、スラッジ及び廃溶媒の発生量及び貯蔵量を資料3.4-17～資料3.4-19に示す。

(4) 安定化処理技術開発

再処理施設より発生する放射性液体廃棄物のうち、高放射性の濃縮廃液、低放射性の濃縮廃液及び廃溶媒・廃希釈剤については、それぞれ各貯槽にて安全に貯蔵するとともに、それぞれをより安定な固化体とするための処理技術開発を実施している。

① アスファルト固化処理技術開発

低放射性廃液の処理技術を開発するため、アスファルト固化技術開発施設（アスファルト固化処理施設及びアスファルト固化体貯蔵施設）の建設を昭和54年に開始し、昭和57年に竣工、ホット試験を行った後、昭和60年に開発運転を開始した。

アスファルト固化処理施設では国内最初のエクストルーダ固化処理方式を用いた低放射性廃液のアスファルト固化処理の実証試験を行ってきた（資料3.4-20参照）。

平成9年3月までに、低放射性の濃縮廃液約6,400m³を固化処理し、アスファルト固化体約30,000本を製造した。固化体はアスファルト固化体貯蔵施設及び昭和63年に建設した第二アスファルト固化体貯蔵施設に貯蔵・保管している（資料3.4-21参照）。

しかしながら、平成9年3月に本施設にて火災爆発事故が発生し、以後本施設を使用した固化処理試験は行わないこととした。この火災爆発事故については徹底した原因究明を行うとともに、これを契機として再処理施設の安全性確認を実施した。

② 廃溶媒処理技術開発

廃溶媒の処理技術を開発するため、廃溶媒処理技術開発施設の建設を昭和57年に開始し、昭和59年に竣工、ホット試験を行った後、昭和62年に開発運転を開始した。

本施設では、旧西独のカールスルーエ原子力研究センター（KfK）で開発されたリン酸によるTBP（リン酸トリブチル）の抽出分離法を導入し、廃溶媒からTBPとドデカンの分離・回収、回収されたTBPのプラスチック固化技術の実証試験を行っている（資料3.4-22参照）。

これまでに、廃溶媒約422m³を固化処理し、プラスチック固化体約1,700本を製造した。また、これらの廃溶媒からドデカンを約240m³回収した。回収したドデカンは再利用または焼却処理した。

③ ガラス固化処理技術開発

高放射性廃液をガラス固化する技術を開発するため、ガラス固化処理技術開発施設の建設を昭和63年に開始し、平成4年に竣工、ホット試験を行ったのち、平成7年12月に開発運転を開始した。

本施設では、ホウケイ酸ガラスを用いたLFCM法（液体供給式直接通電型セラミックメルタ）によるガラス固化技術のプラント規模での実証を行うとともに両腕型サーボマニプレータ（BSM）等を用いた全遠隔保守方式の実証等に関する試験を行っている。（資料3.4-23参照）

これまでに、高放射性廃液約52m³を固化処理し、ガラス固化体62本を製造した。また、製造したガラス固化体は、施設内の保管セルのピットにて保管している。

(5) 放射性液体廃棄物の放出管理状況

再処理施設における放射性液体廃棄物に係る放出管理については、資料3.4-24に示すように、放出前段階、放出段階及び評価段階の各段階を通じて、放出条件の確認、放出中におけるモニタの連続監視、放出放射能の評価を行うことによって、放出放射能量低減化対策を着実に実施している。

3.4.3 放射性固体廃棄物

(1) 低放射性固体廃棄物の発生量

低放射性固体廃棄物は、施設や工程別によって区別され、プルトニウムに汚染された廃棄物、$\beta\gamma$核種に汚染された廃棄物、ウランに汚染された廃棄物とに分けられる。また、それぞれの廃棄物は、大別すると可燃性、難燃性、不燃性の固体廃棄物に分けられる。

これら低放射性固体廃棄物は、それぞれの種類ごとにドラム缶、保管容器等に封入し、第一低放射性固体廃棄物貯蔵場及び第二低放射性固体廃棄物貯蔵場に貯蔵している。

平成10年12月までに、約35,000本（200ℓドラム換算）の低放射性固体廃棄物を受入れ、貯蔵している（資料3.4-25参照）。

(2) 低放射性固体廃棄物の処理

低放射性固体廃棄物のうち、βγ系及びウラン系の可燃性の固体廃棄物は、昭和52年度から平成3年度までは廃棄物処理場に設置された焼却炉により焼却処理を行っていたが、施設の経年変化のために平成4年度以降は新たに建設された焼却施設（資料3.4-26参照）において焼却処理を行い、発生した焼却灰はドラム缶に封入し、第一低放射性固体廃棄物貯蔵場及び第二低放射性固体廃棄物貯蔵場にて貯蔵している。

平成10年12月までに約1,000トンのβγ系の低放射性固体可燃物を焼却処理している。

(3) 高放射性固体廃棄物の発生量

高放射性固体廃棄物には、使用済燃料の処理に伴い発生するハル（せん断被覆片）やエンドピース、分析用の廃ジャグ（試料ビン）、溶解液等のろ過フィルタ類など高放射性の固体廃棄物がある。

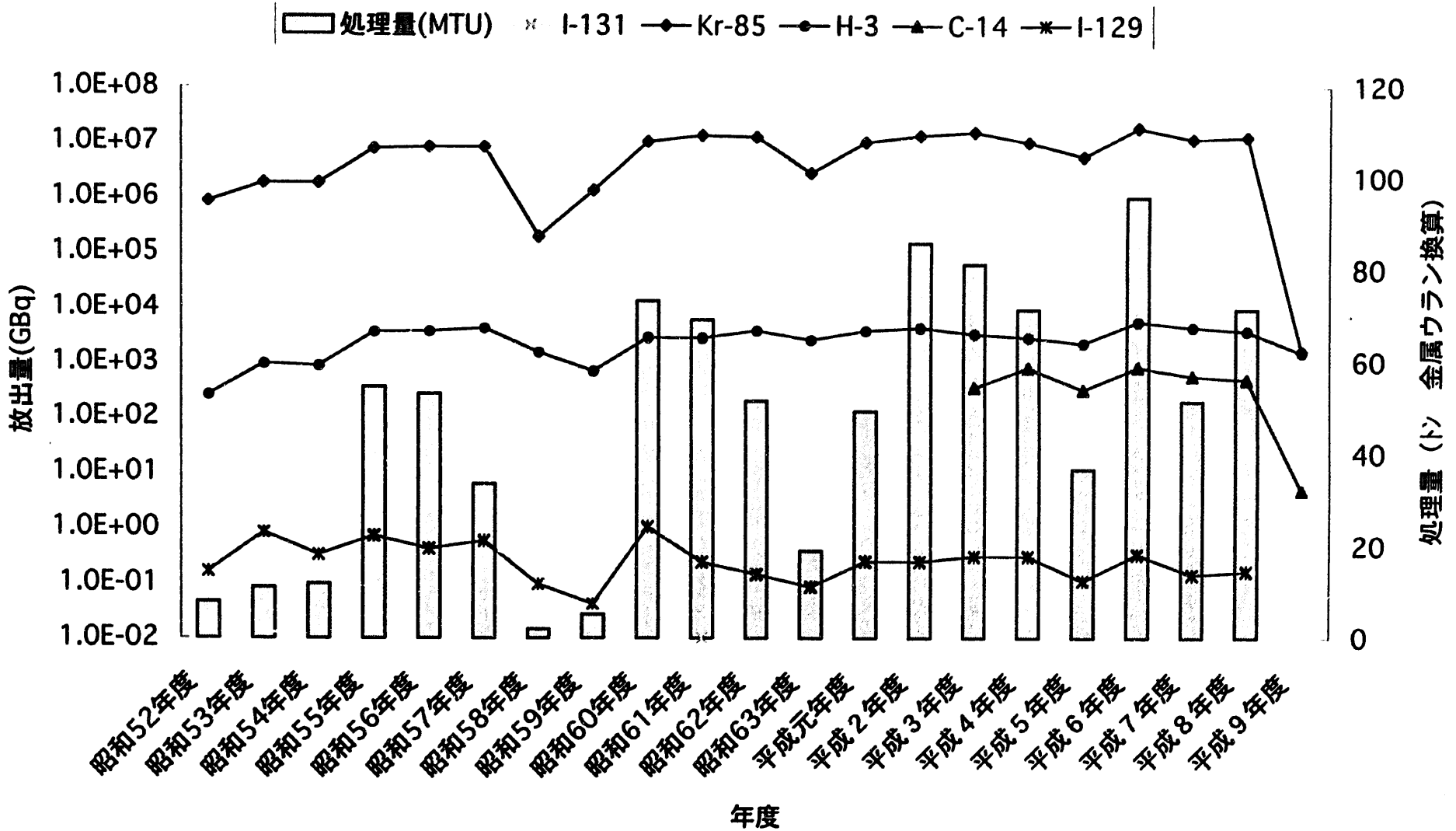
これら高放射性固体廃棄物のうち、ハルやエンドピースは標準ドラムまたはハル缶に封入し、高放射性固体廃棄物貯蔵庫及び第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設の湿式セルにて貯蔵している。溶解液等のろ過フィルタ類は高放射性固体廃棄物貯蔵庫の湿式セルに直接貯蔵するか、第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設にて専用の容器に封入後、湿式または乾式セルに貯蔵している。廃ジャグは、高放射性固体廃棄物貯蔵庫及び第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設の乾式セルに貯蔵している。

なお、第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設のセルは、将来廃棄物の取り出しが容易に行えるようラック方式としている。

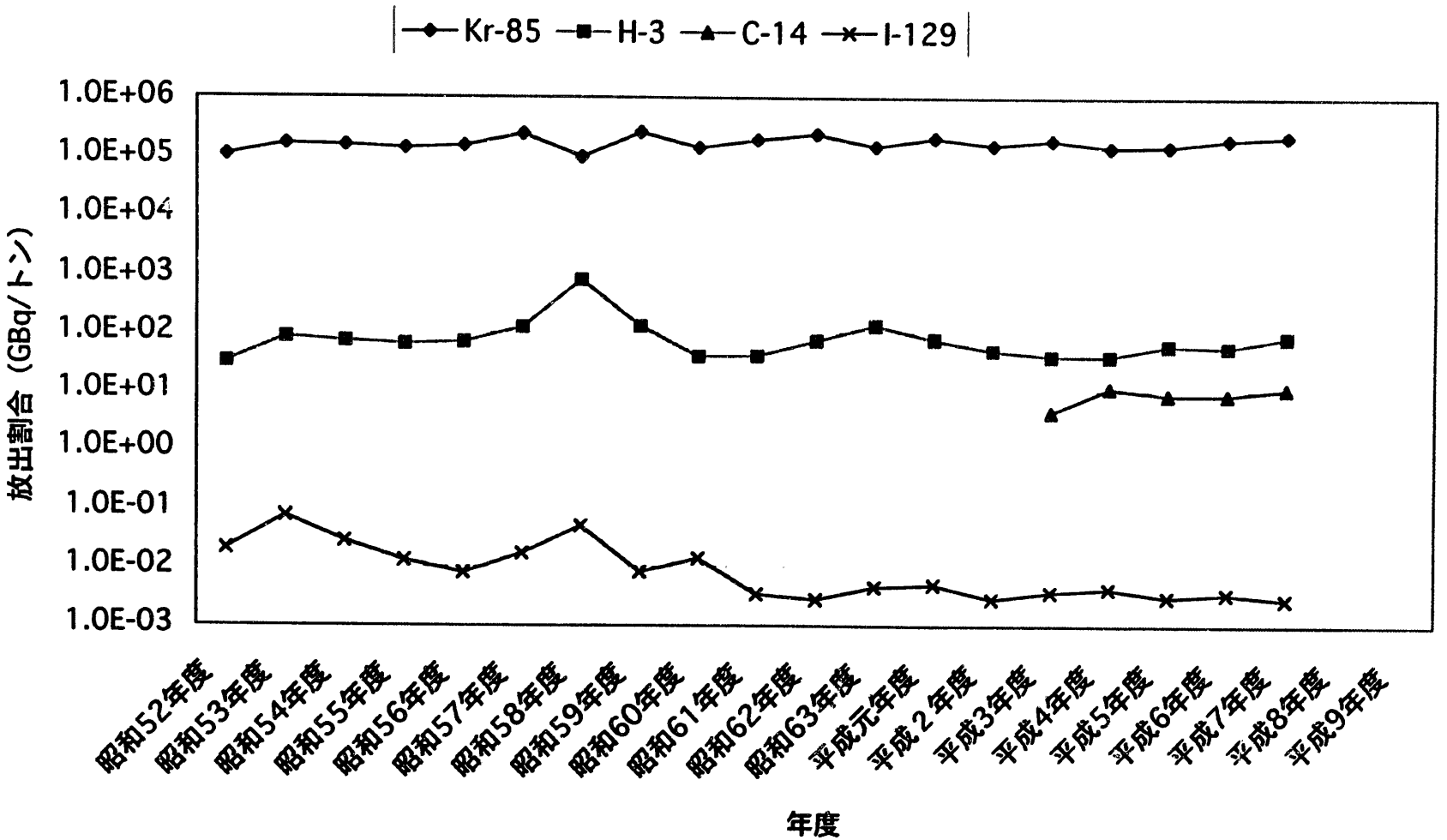
これまでに、高放射性の固体廃棄物を約1,100m³（m³換算）受入れ、貯蔵している（資料3.4-27参照）。

(4) 放射性固体廃棄物管理の状況

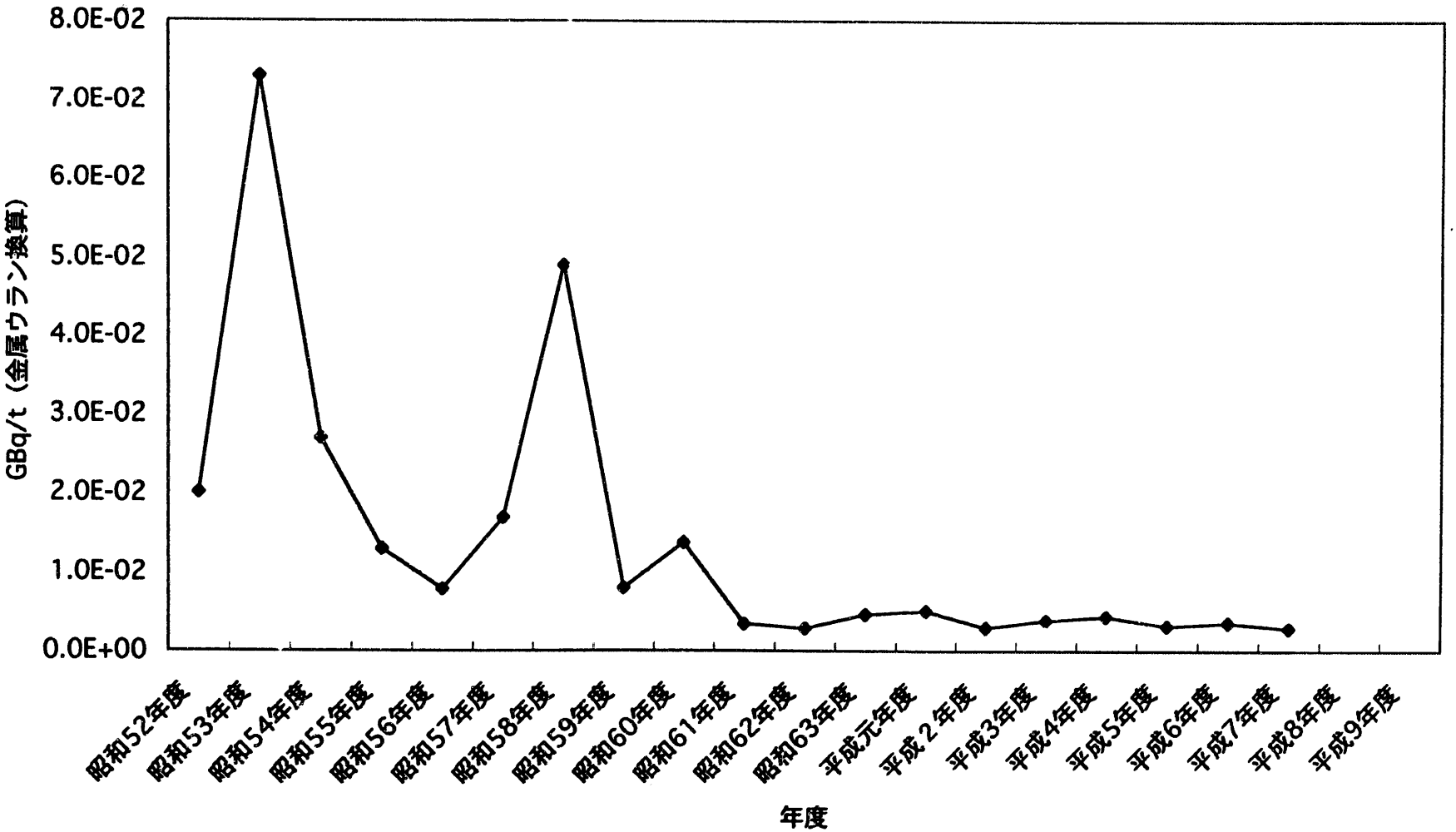
東海再処理施設における放射性固体廃棄物に係る運用管理については、資料3.4-28に示すように発生段階・処理段階及び評価段階の各段階を通じて、種類に応じた処理や保管量の推移評価等の管理を行っている。



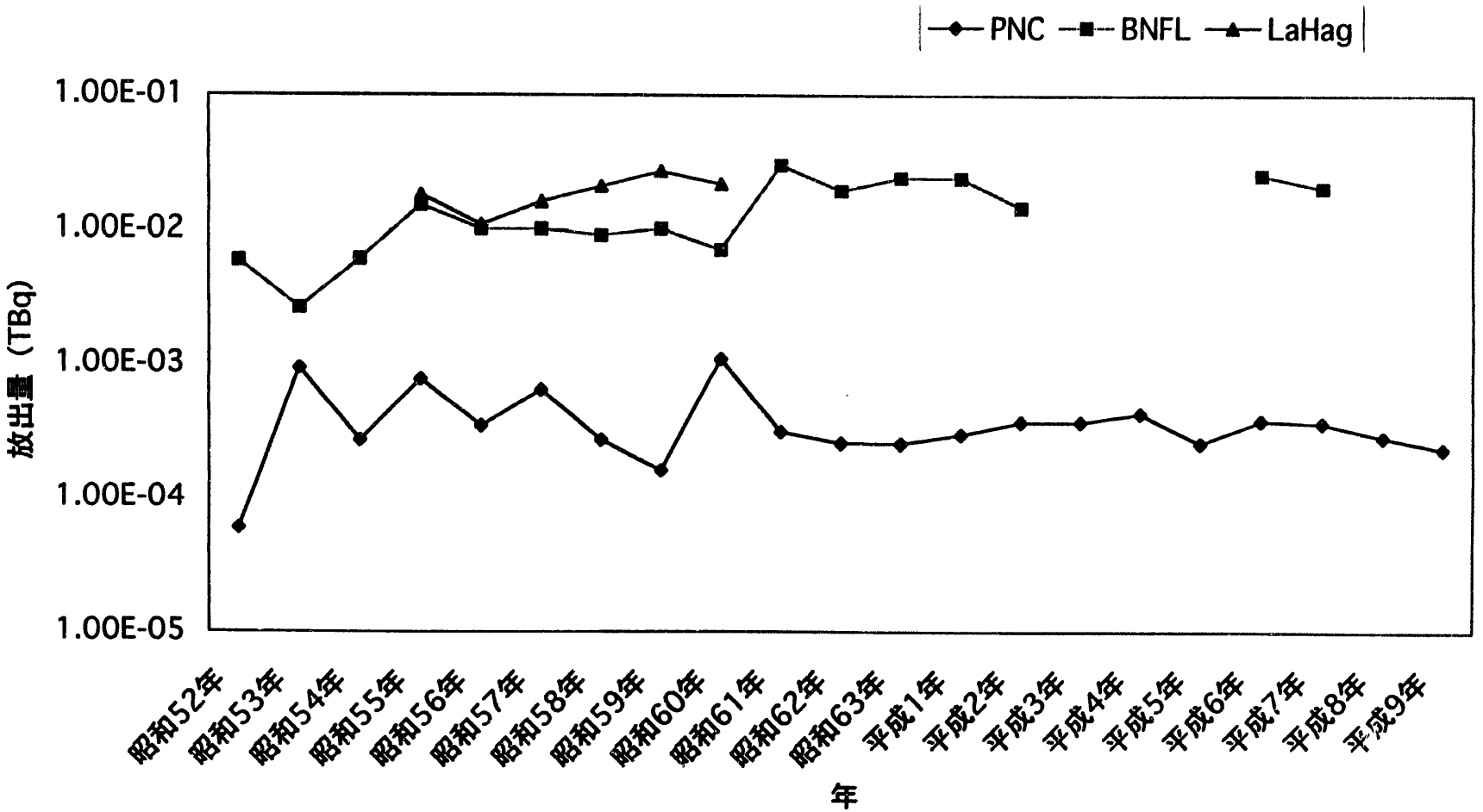
資料3.4-1　使用済燃料の処理量及び放射性気体廃棄物の放出量



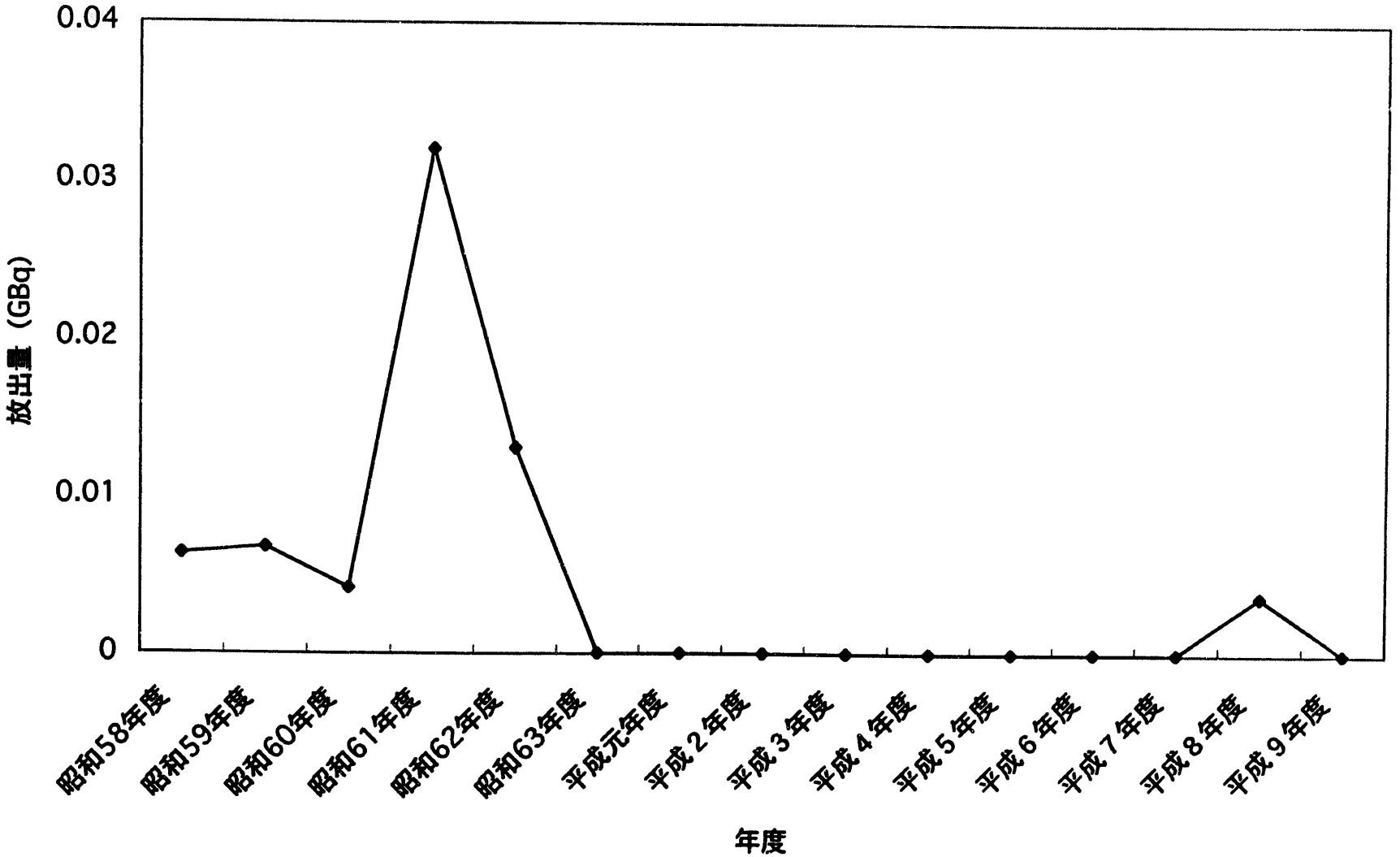
資料3.4-2　処理トン数当たりの放射性気体廃棄物の放出量



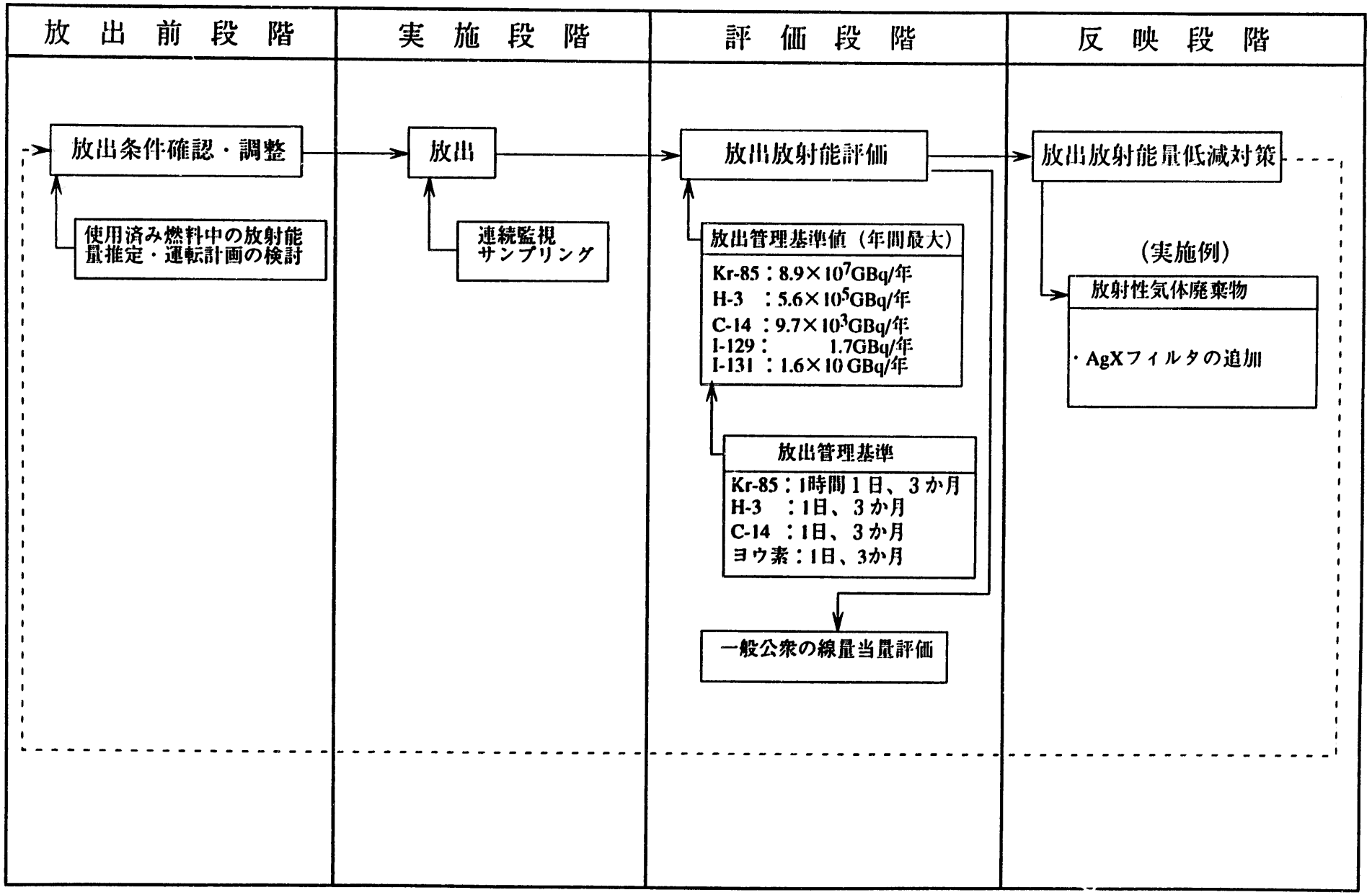
資料3.4-3　処理トン数当たりのI-129の放出量



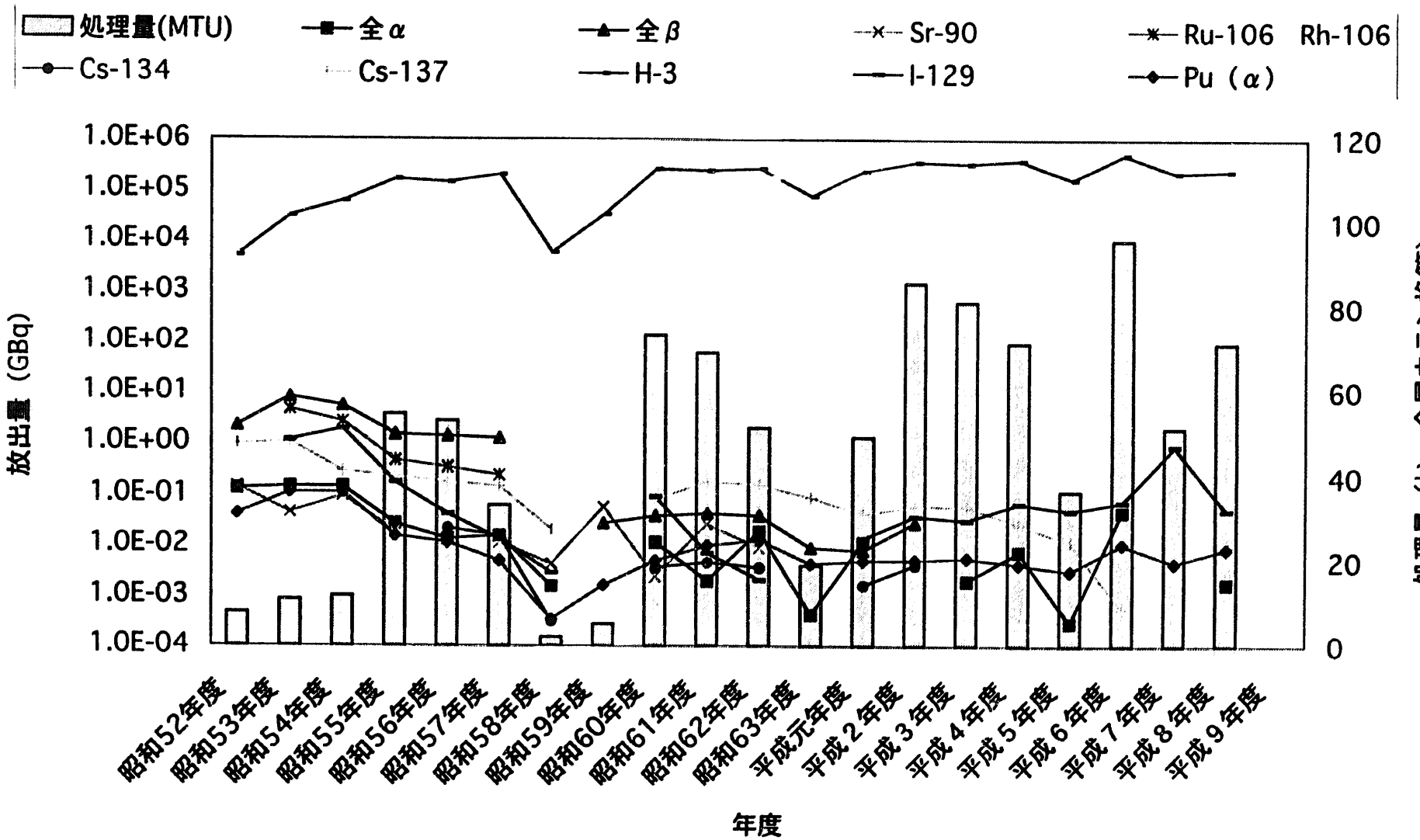
資料3.4-4　再処理施設から大気中への^{129}I放出量



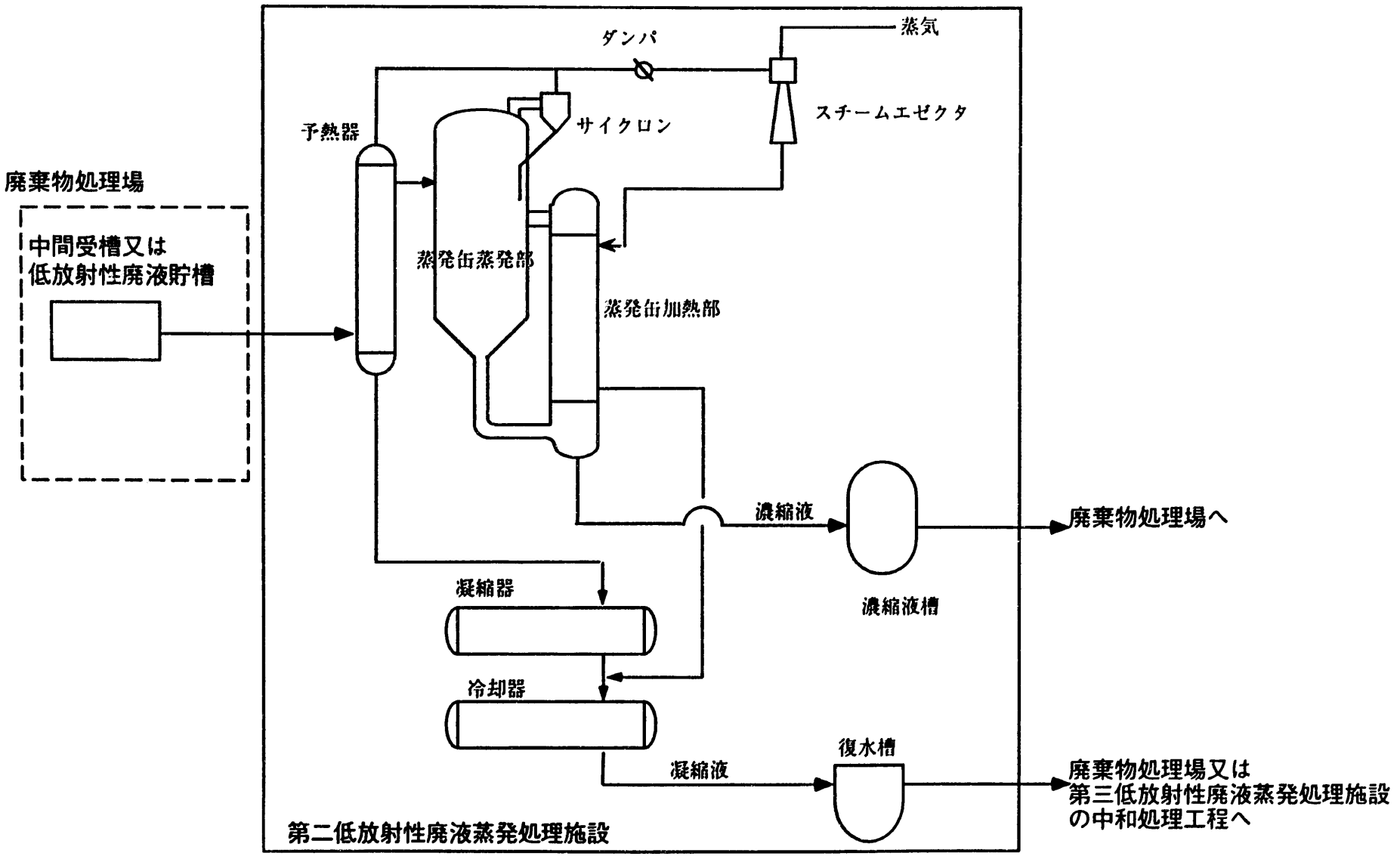
資料3.4-5　第１付属排気筒からのI-129の放出量



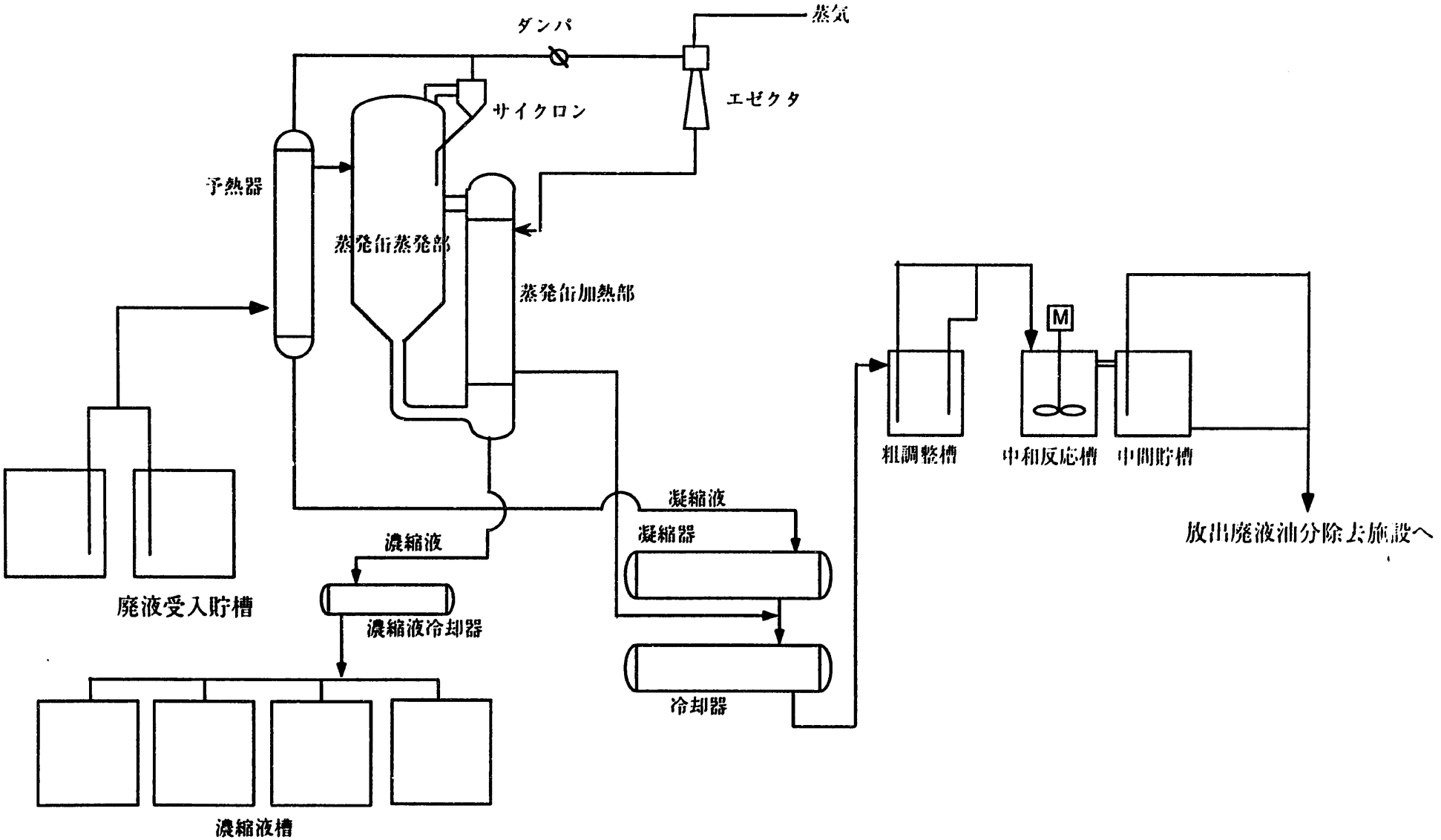
資料3.4-6　放射性気体廃棄物に係る運用管理フロー



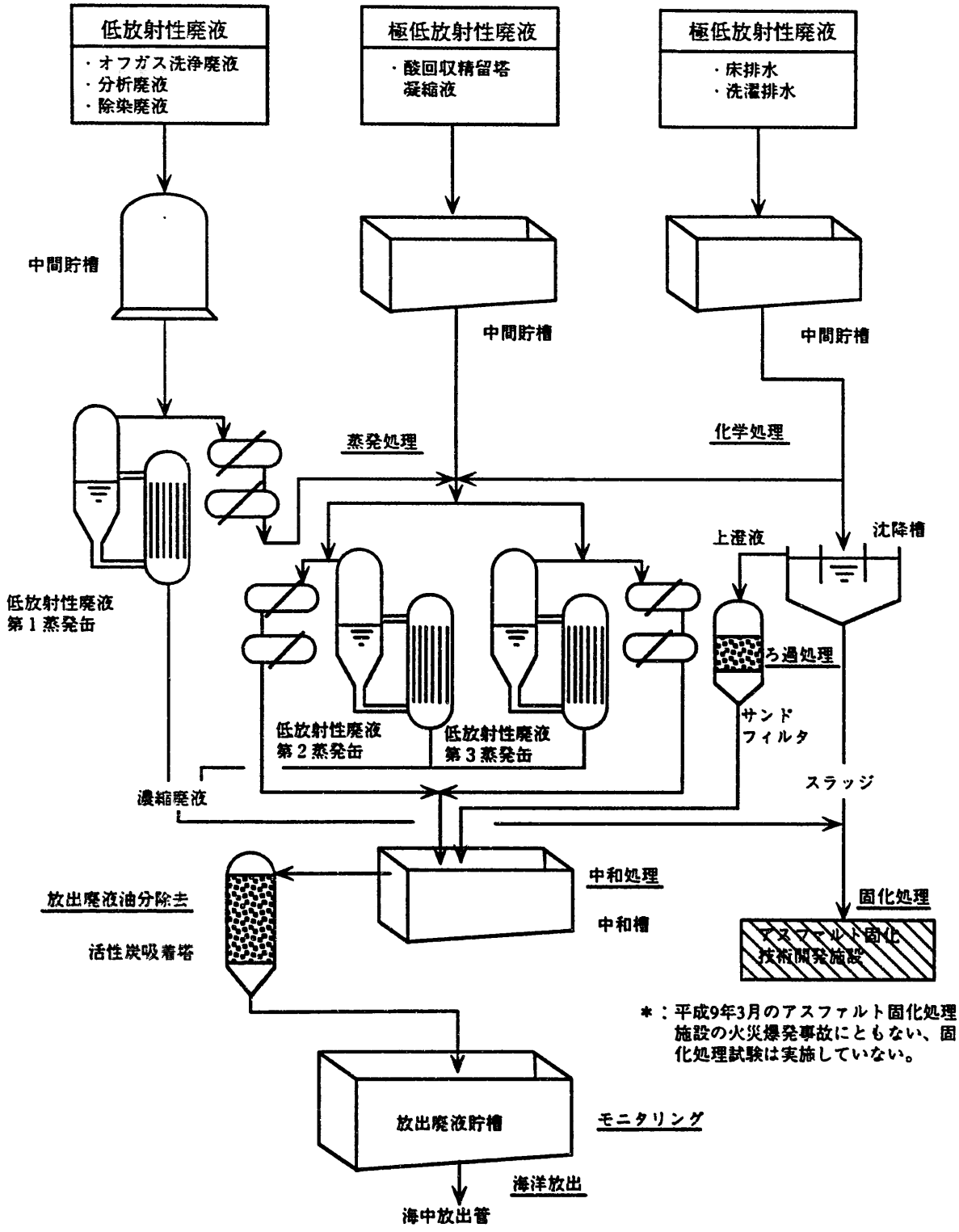
資料3.4-7　使用済燃料の処理量及び放射性液体廃棄物の放出量



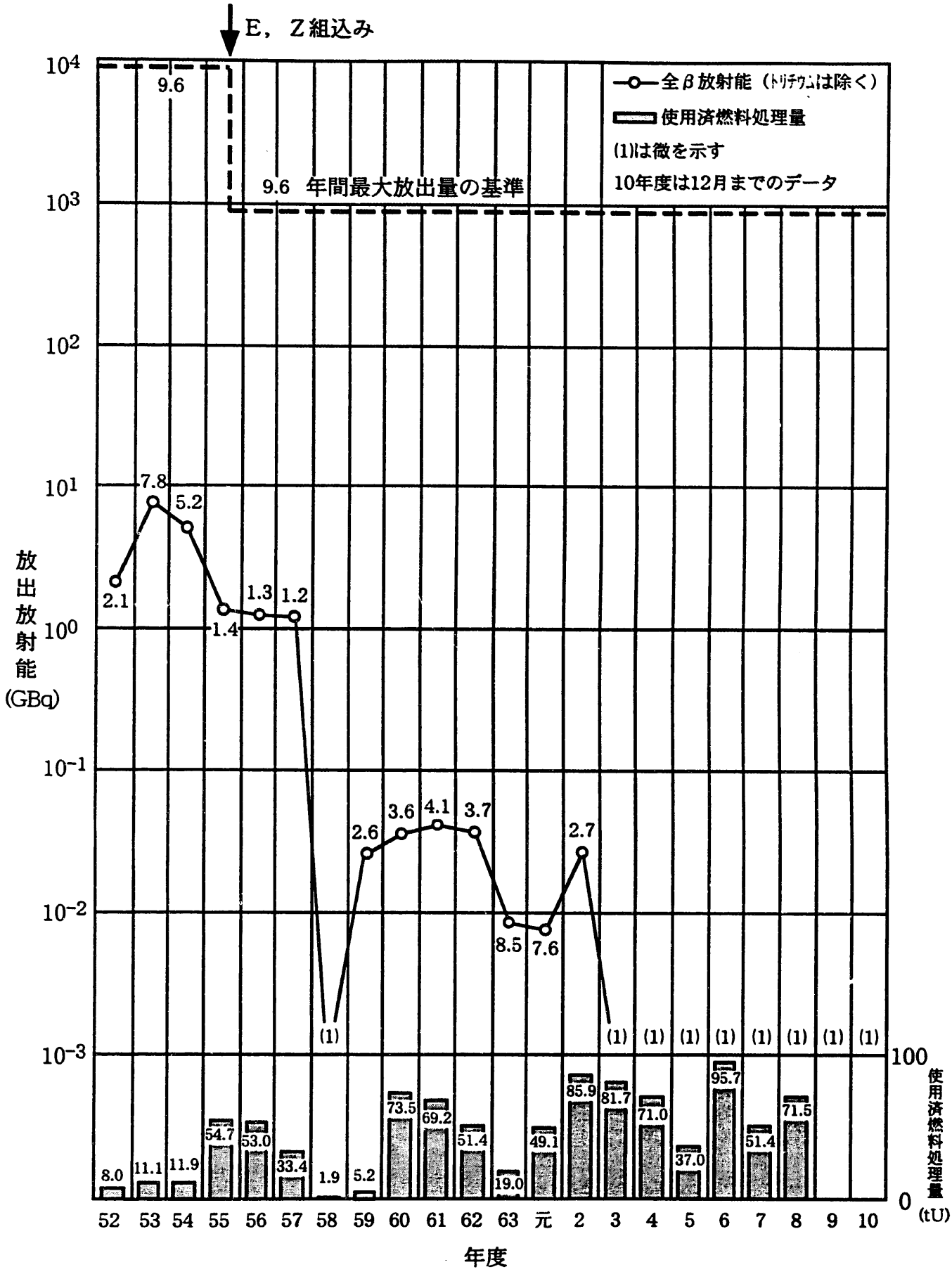
資料3.4-8　第二低放射性廃液蒸発処理施設の工程概略図



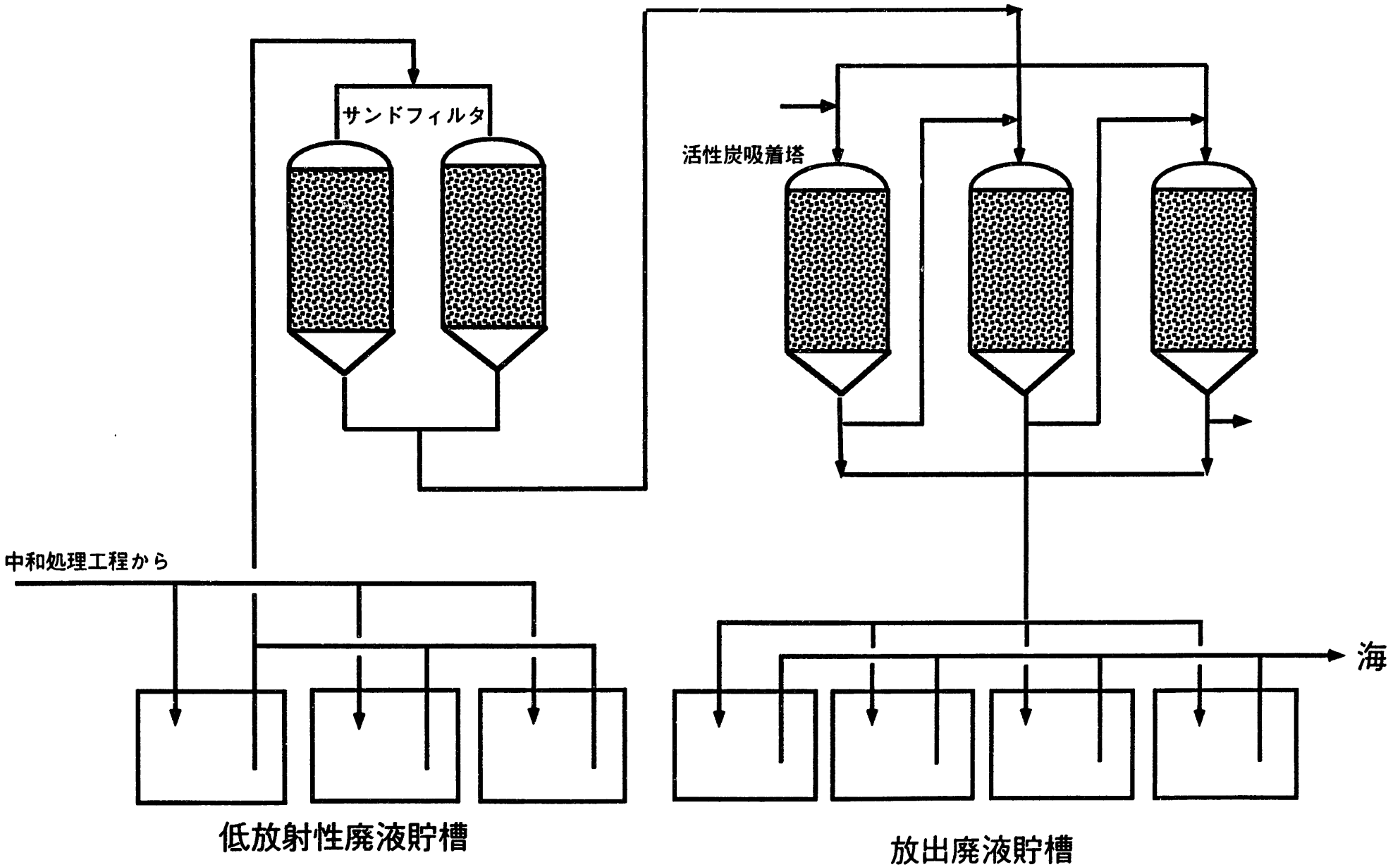
資料3.4-9　第三低放射性廃液蒸発処理施設の工程概略図



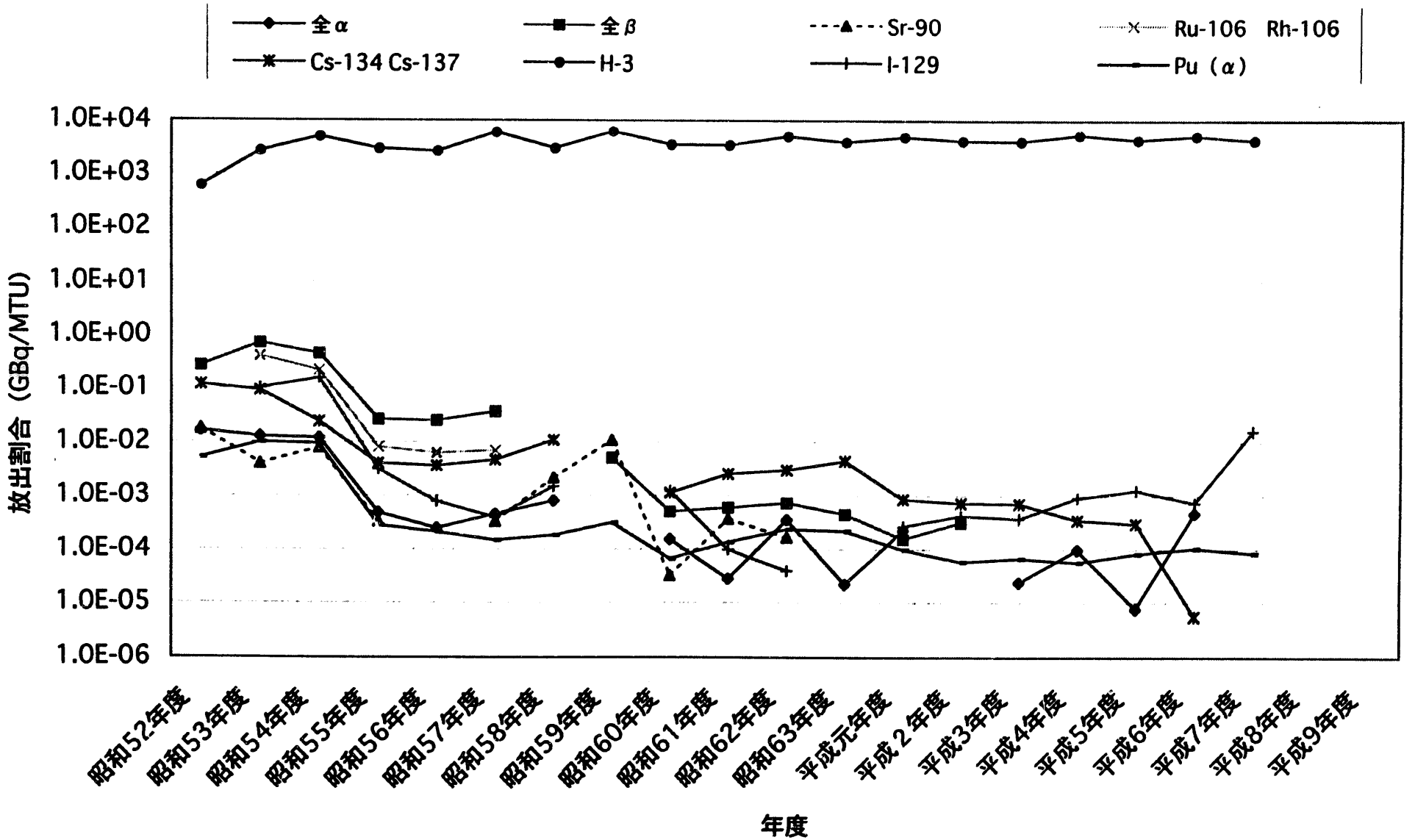
資料3.4-10　低放射性廃液の処理工程概略図



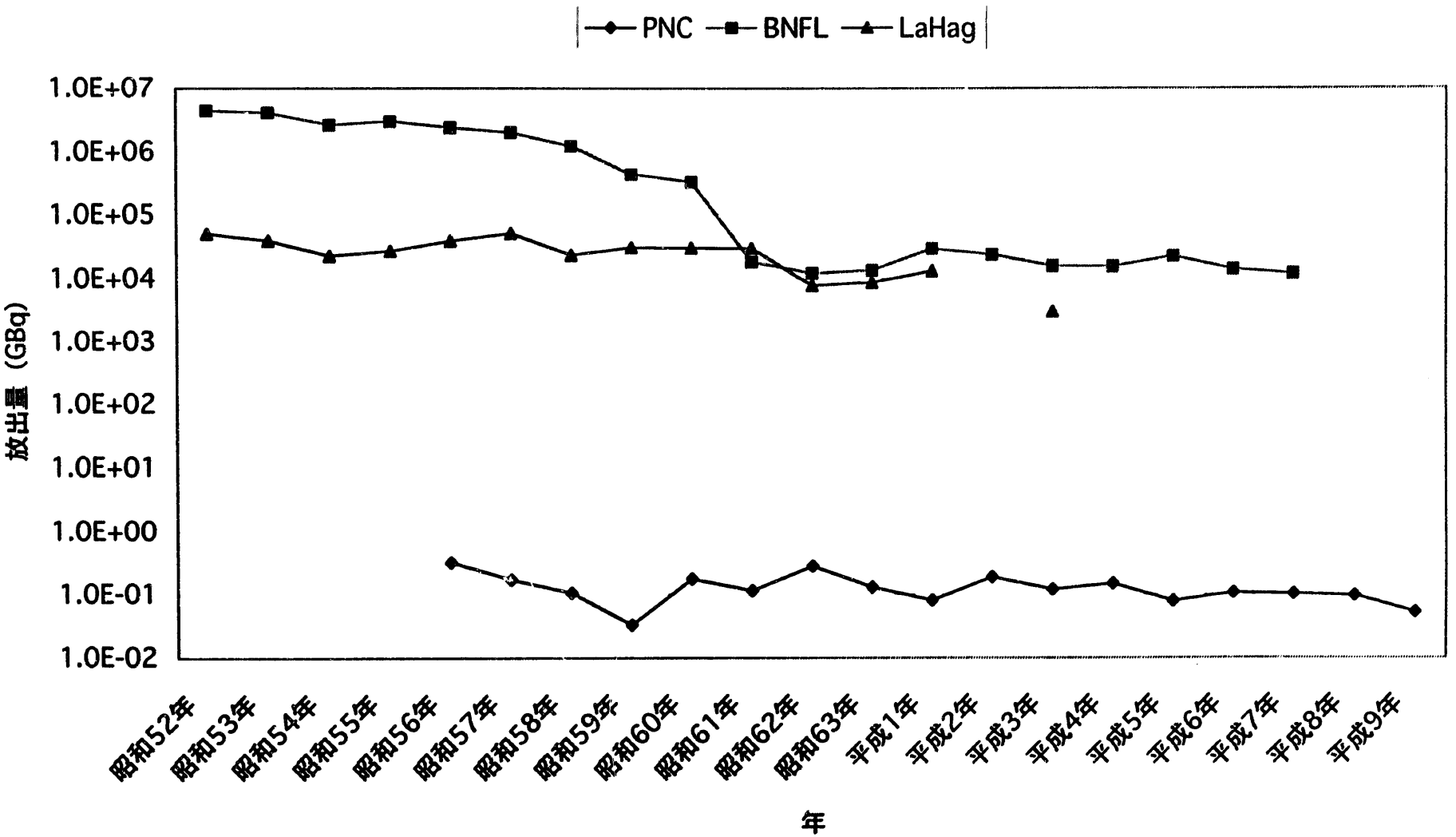
資料3.4-11　再処理施設における海洋放出放射能



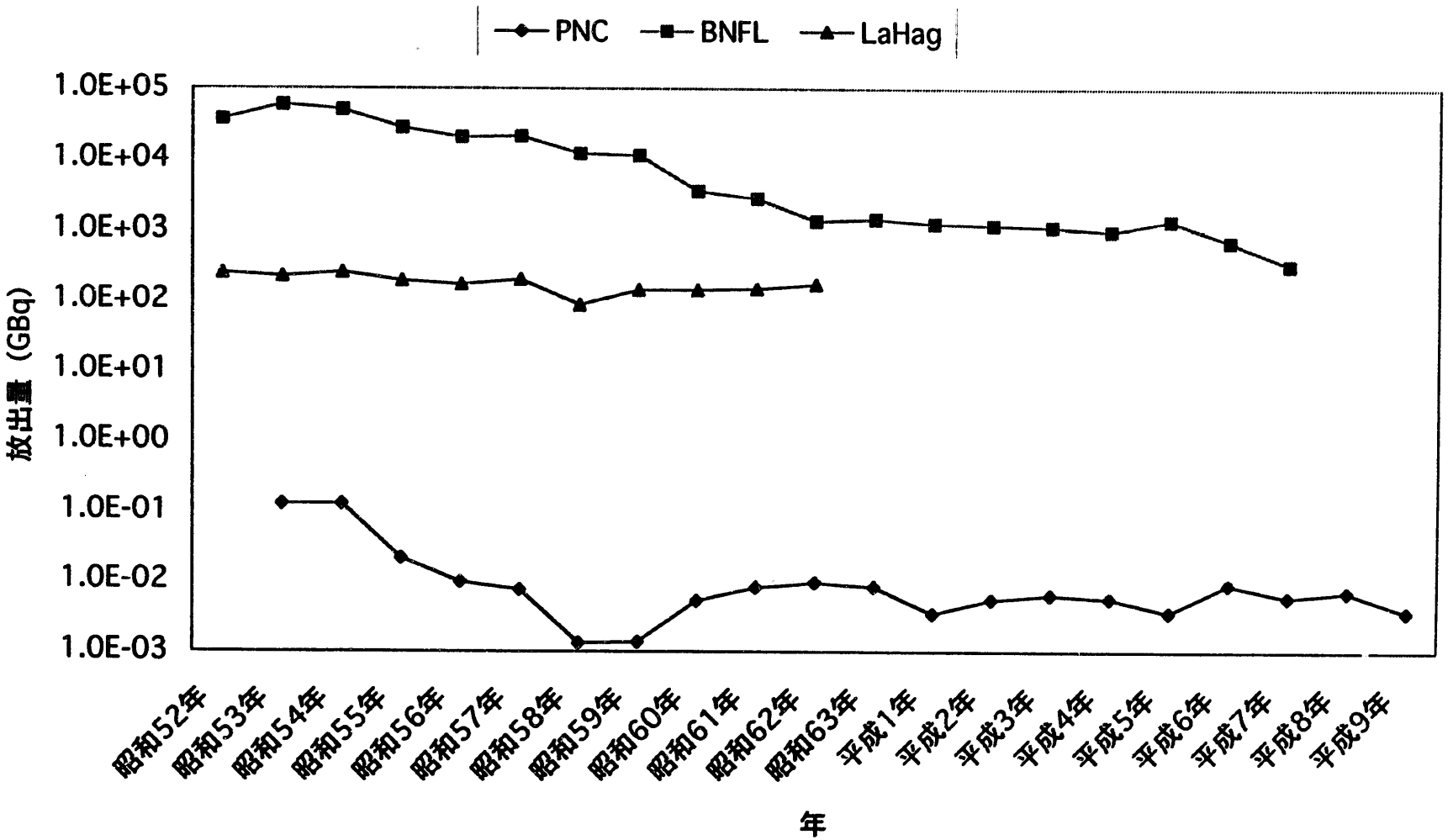
資料3.4-12　放出廃液油分除去処理施設の工程概略図



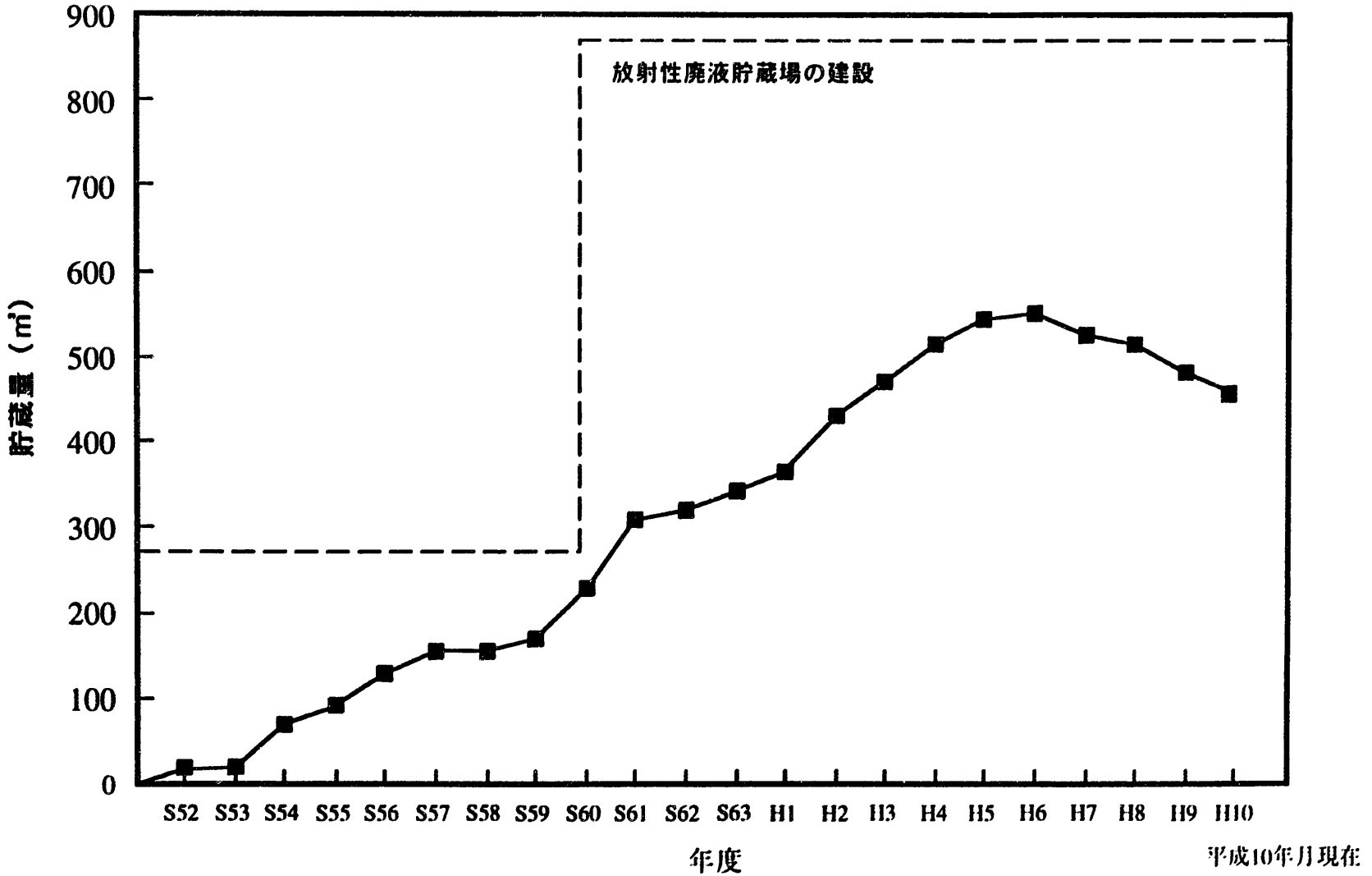
資料3.4-13　処理量当りの放射性液体廃棄物の放出割合



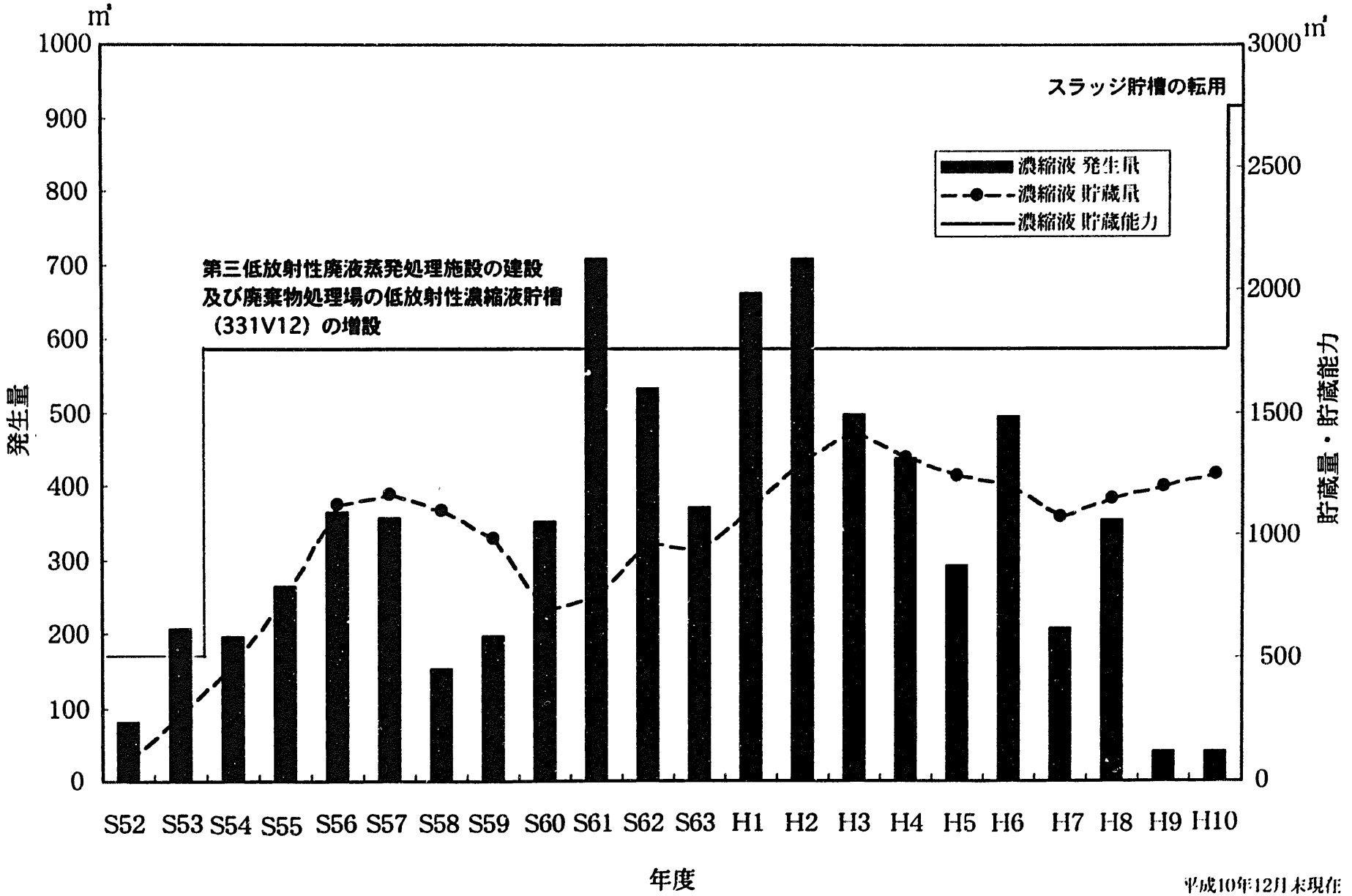
資料3.4-14　再処理施設から海洋へのCs-137放出量



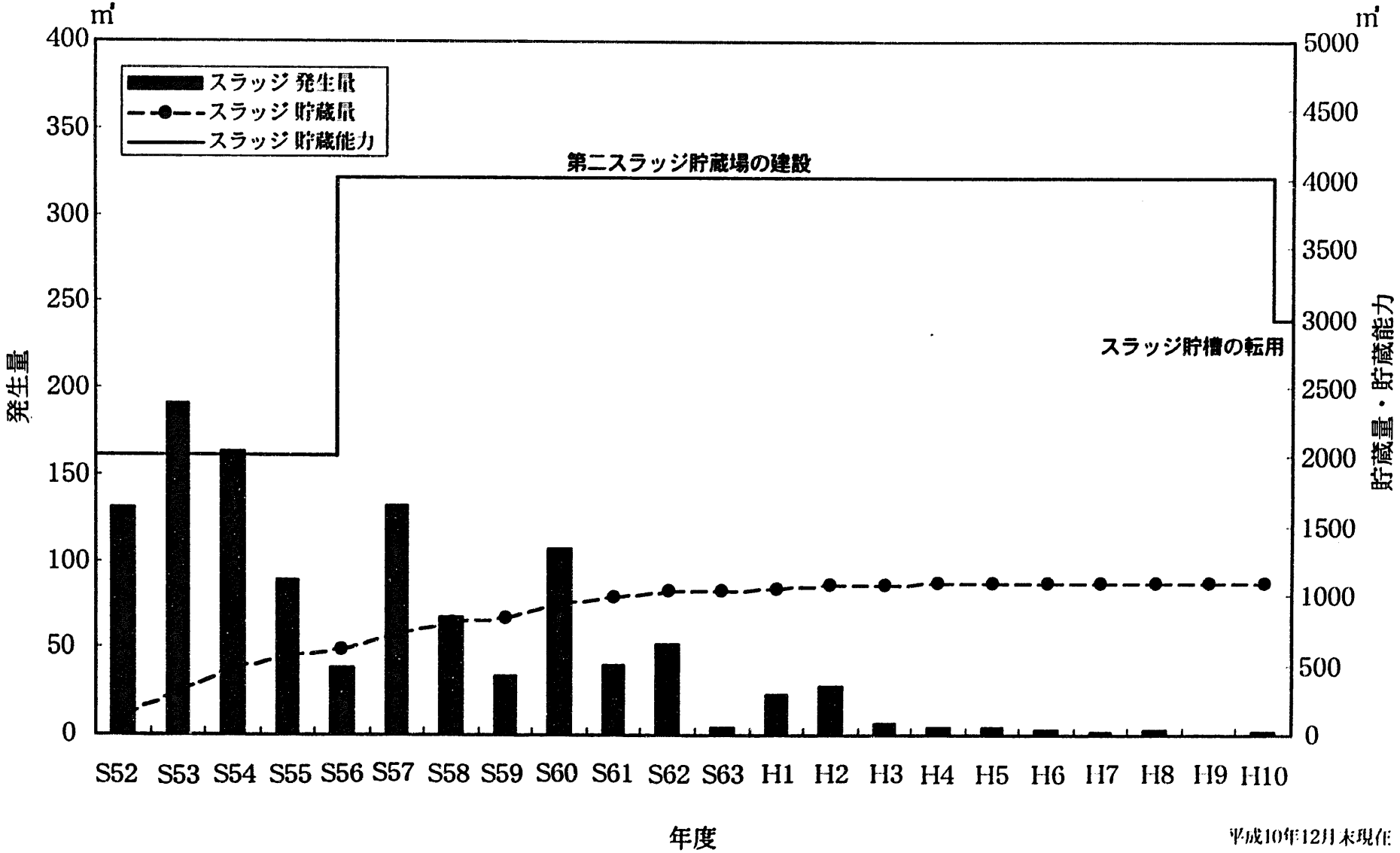
資料3.4-15　再処理施設から海洋へのPu(α)放出量



資料3.4-16　高放射性濃縮廃液の貯蔵量

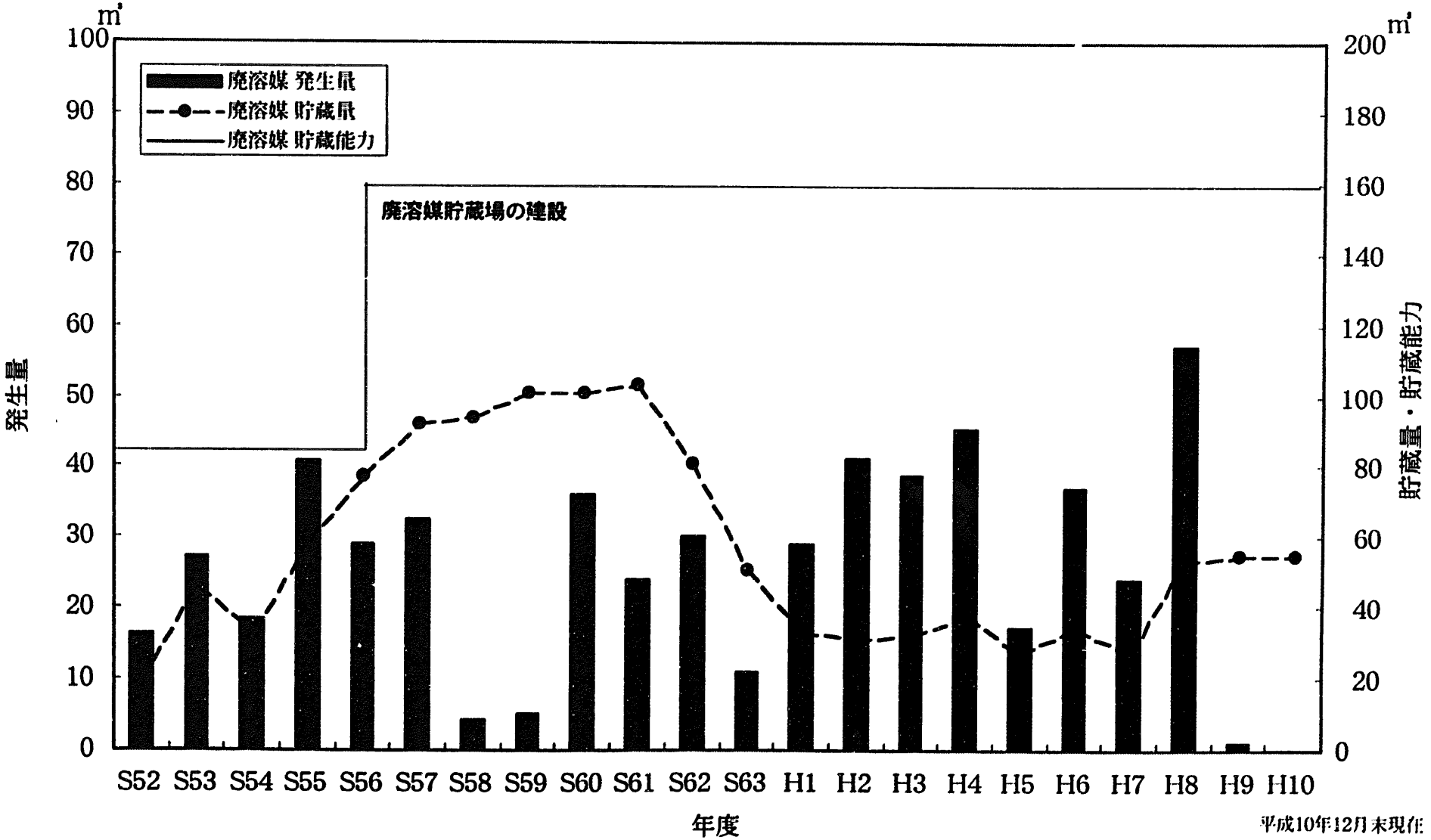


資料3.4-17　低放射性廃液濃縮液の発生量及び貯蔵量

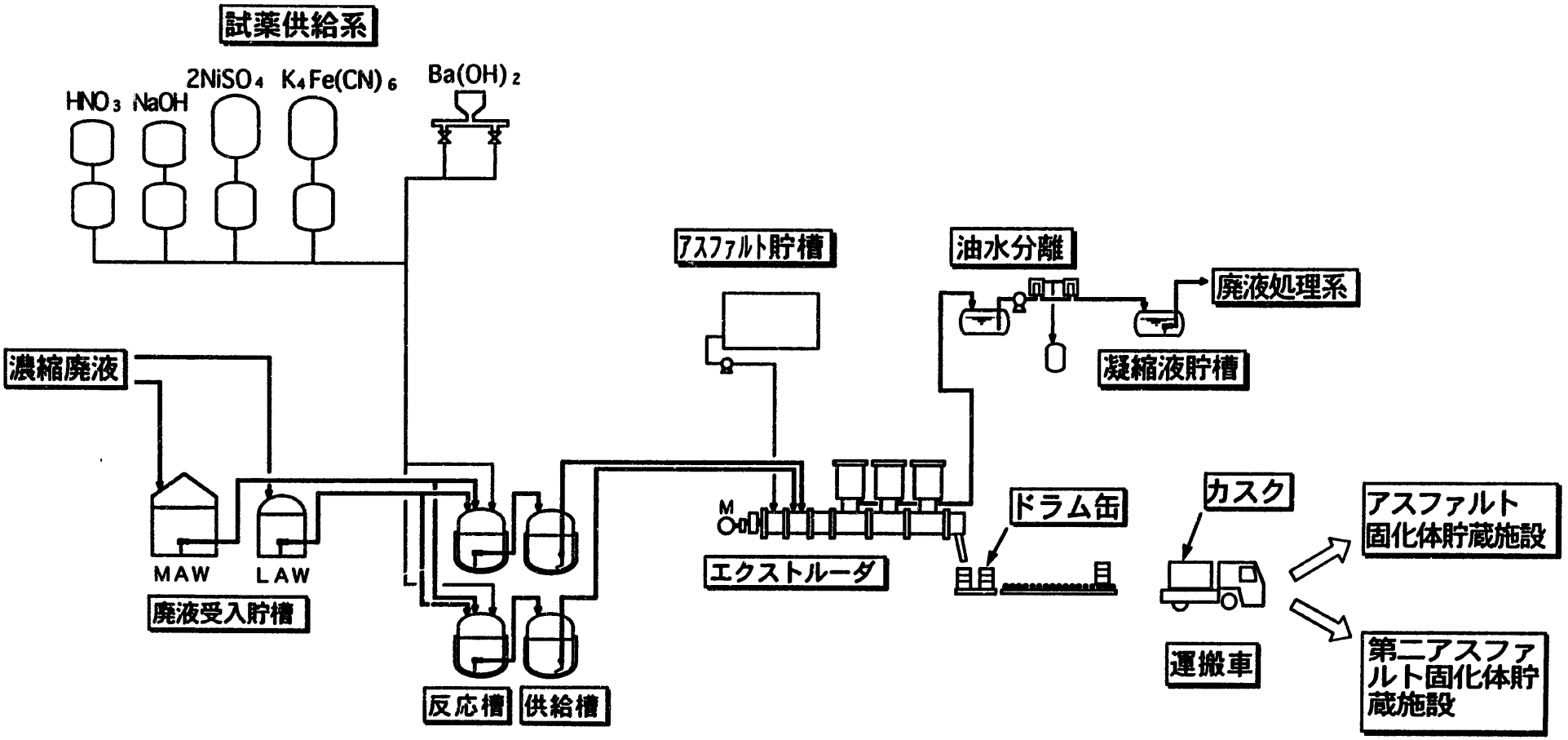


平成10年12月末現在

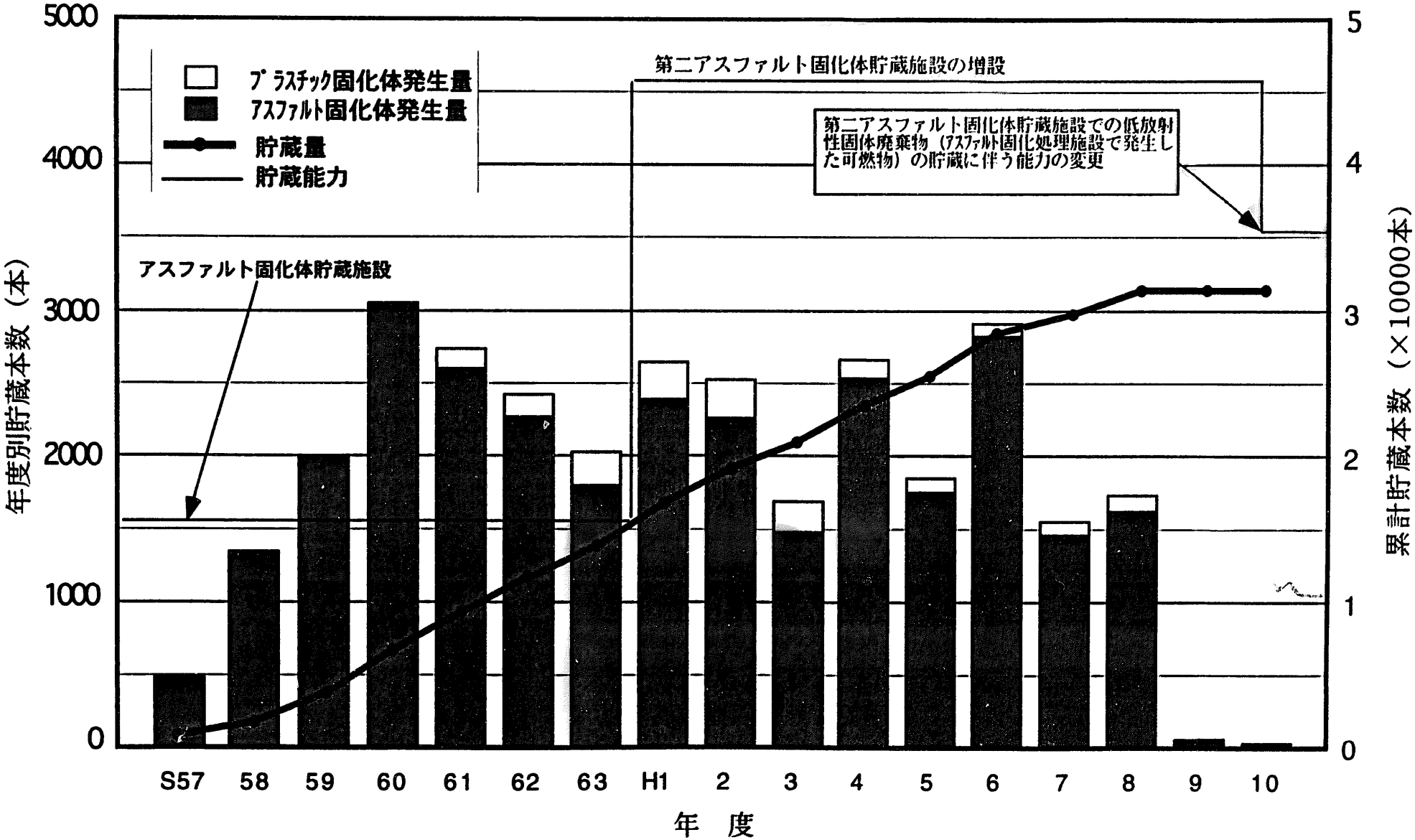
資料3.4-18　スラッジの発生量及び貯蔵量



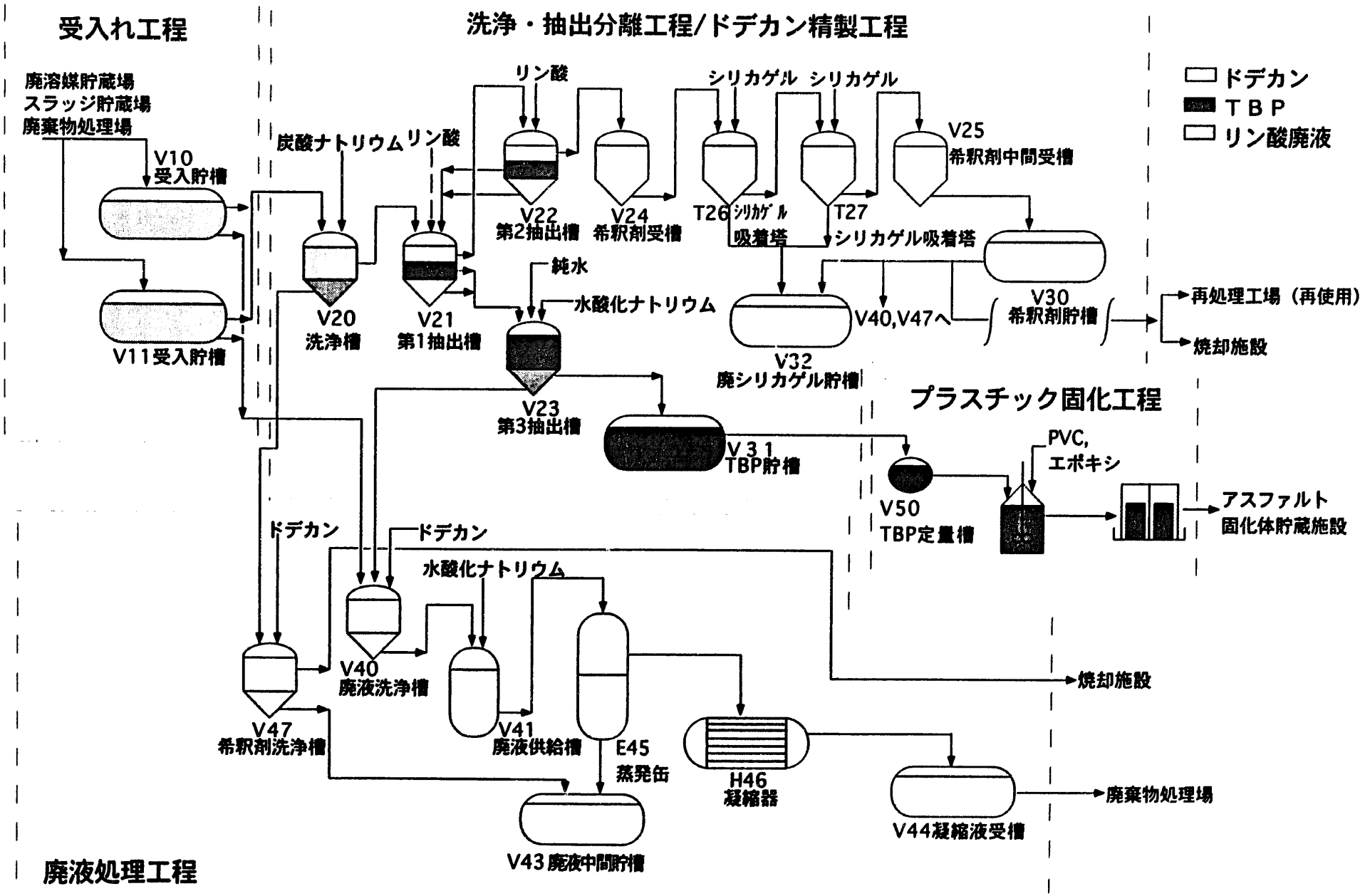
資料3.4.19　廃溶媒の発生量及び貯蔵量



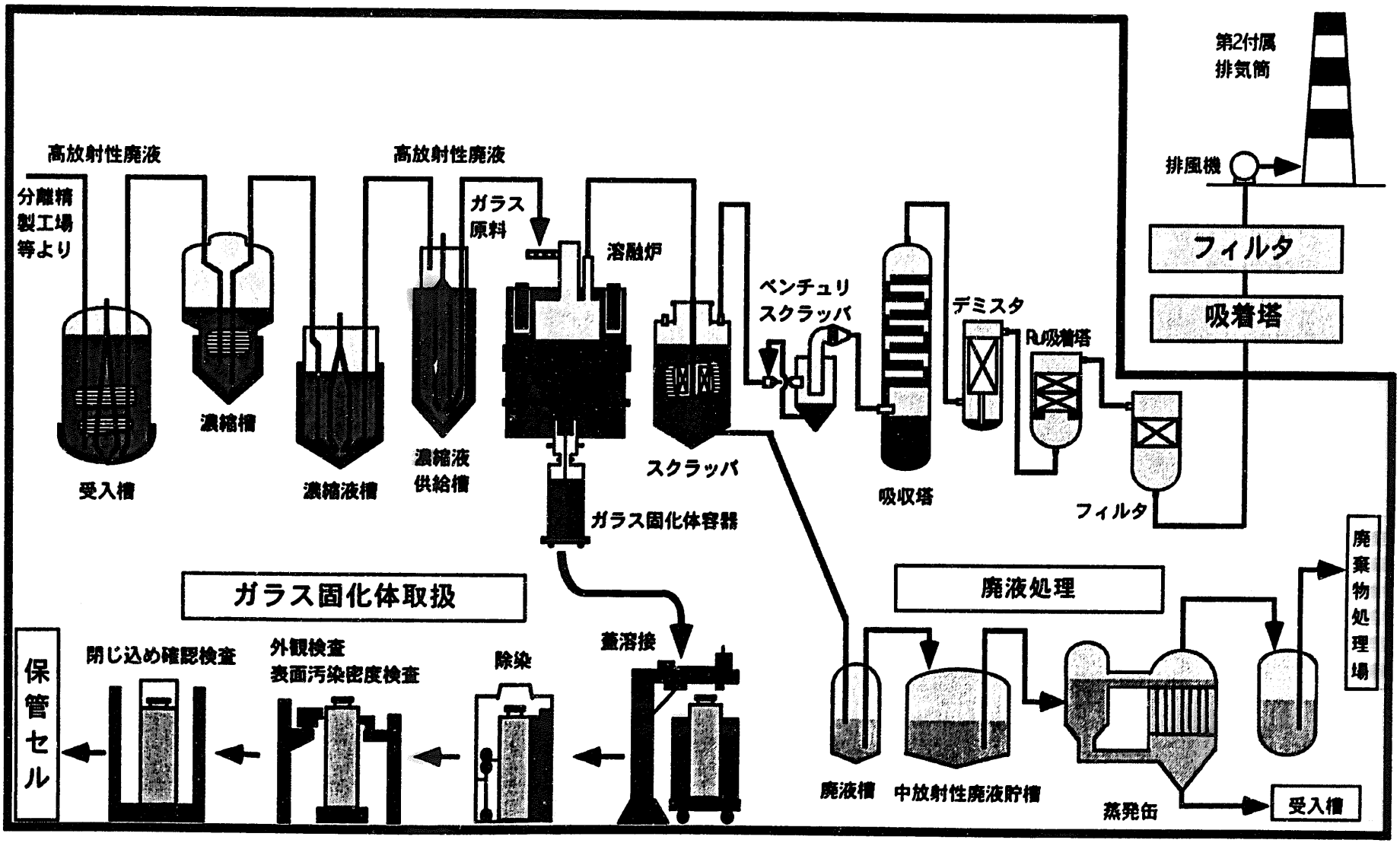
資料3.4-20　アスファルト固化技術開発施設の工程概略図



資料3.4-21　アスファルト固化体及びプラスチック固化体の貯蔵実績と発生量

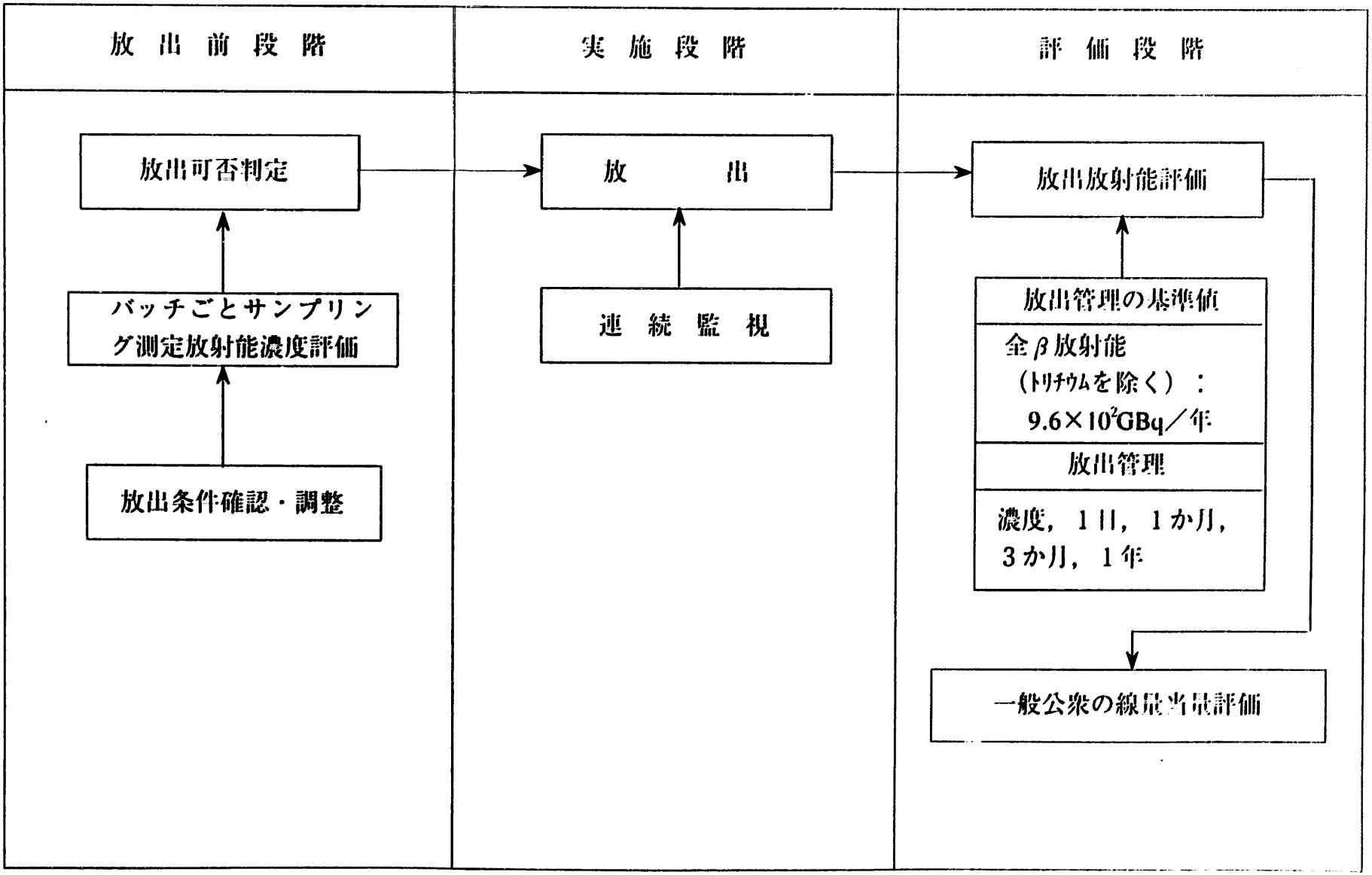


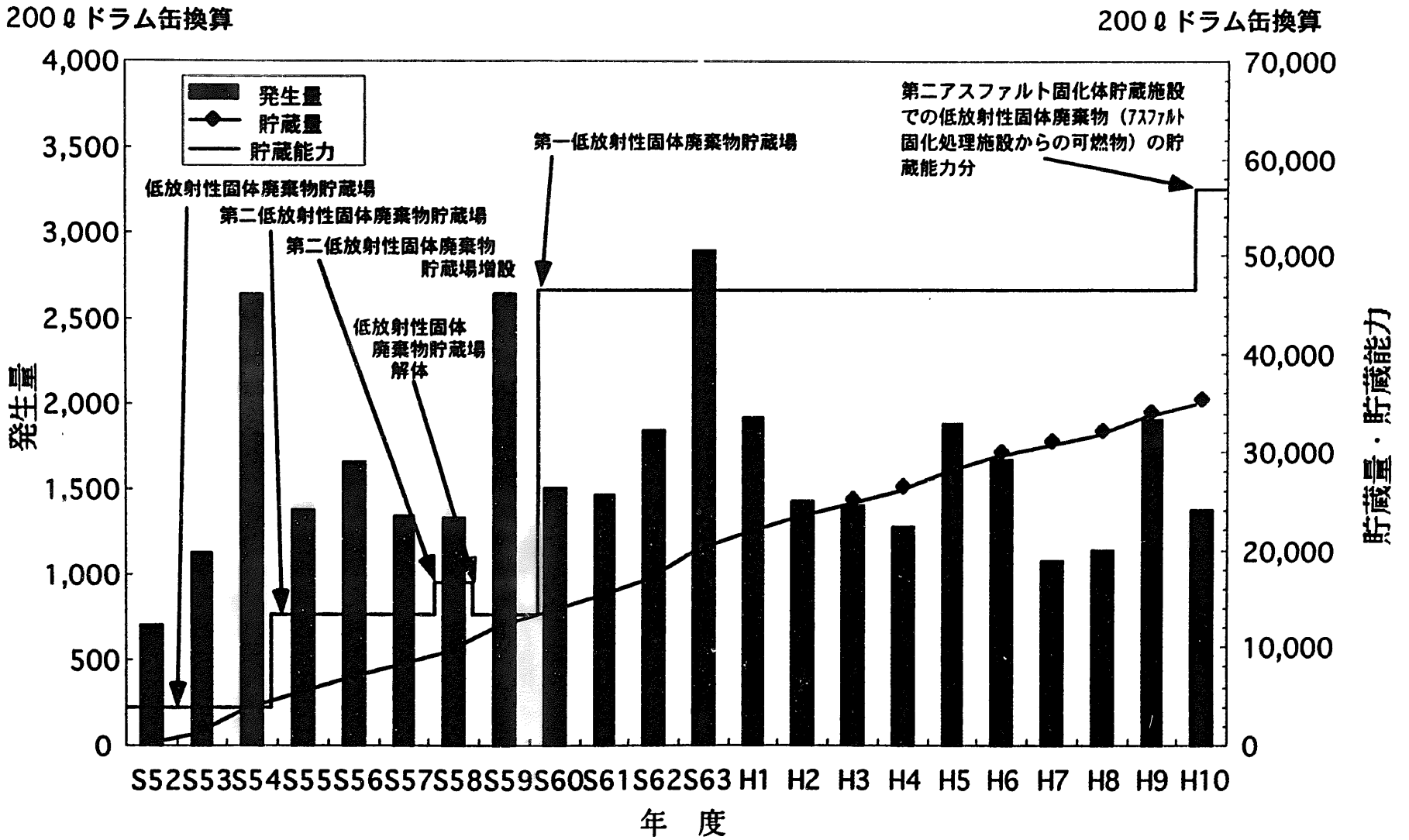
資料3.4-22　廃溶媒処理技術開発施設の工程概略図



資料3.4-23　ガラス固化技術開発施設の工程概略図

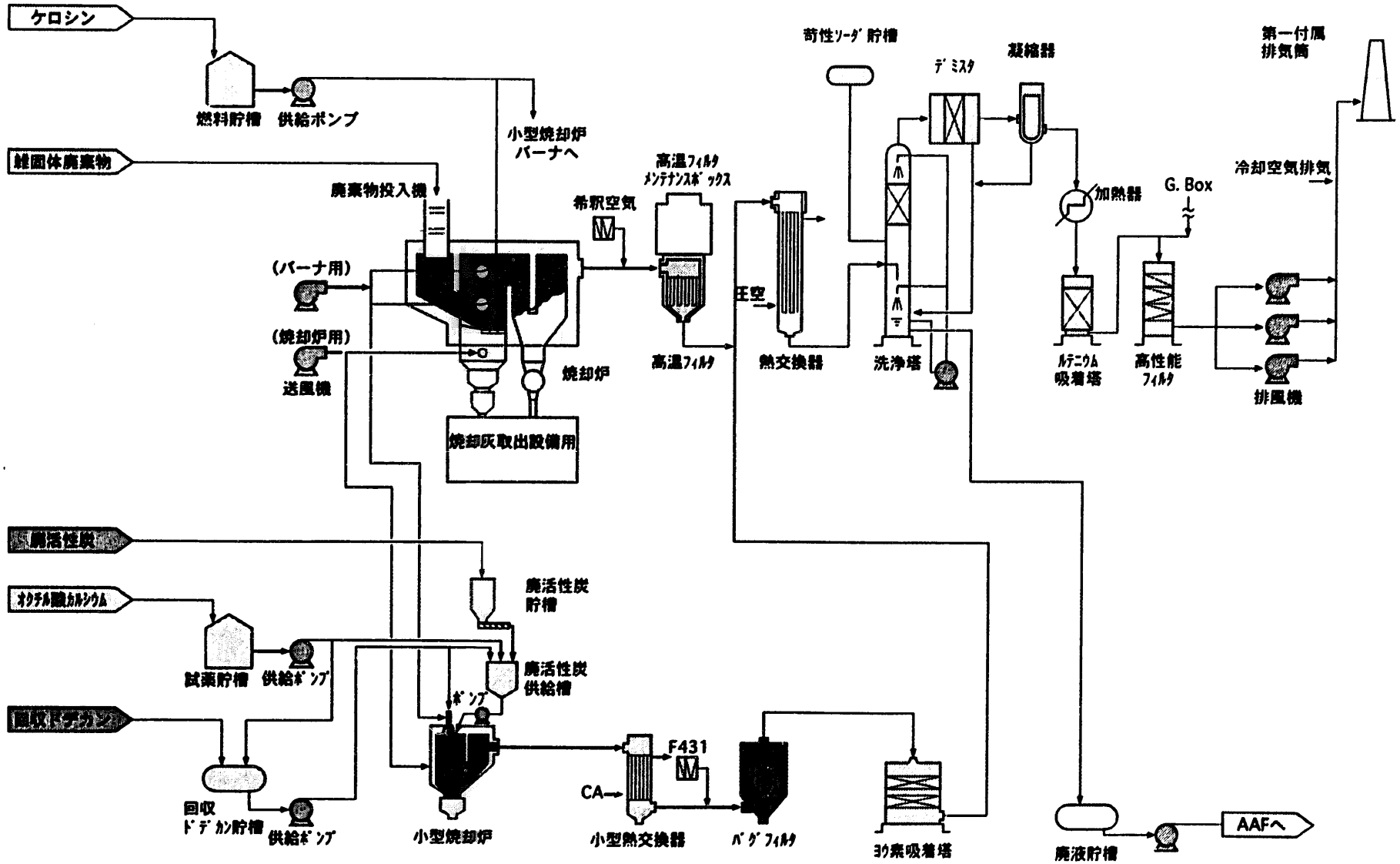
資料3.4-24　放射性液体廃棄物に係る運用管理フロー



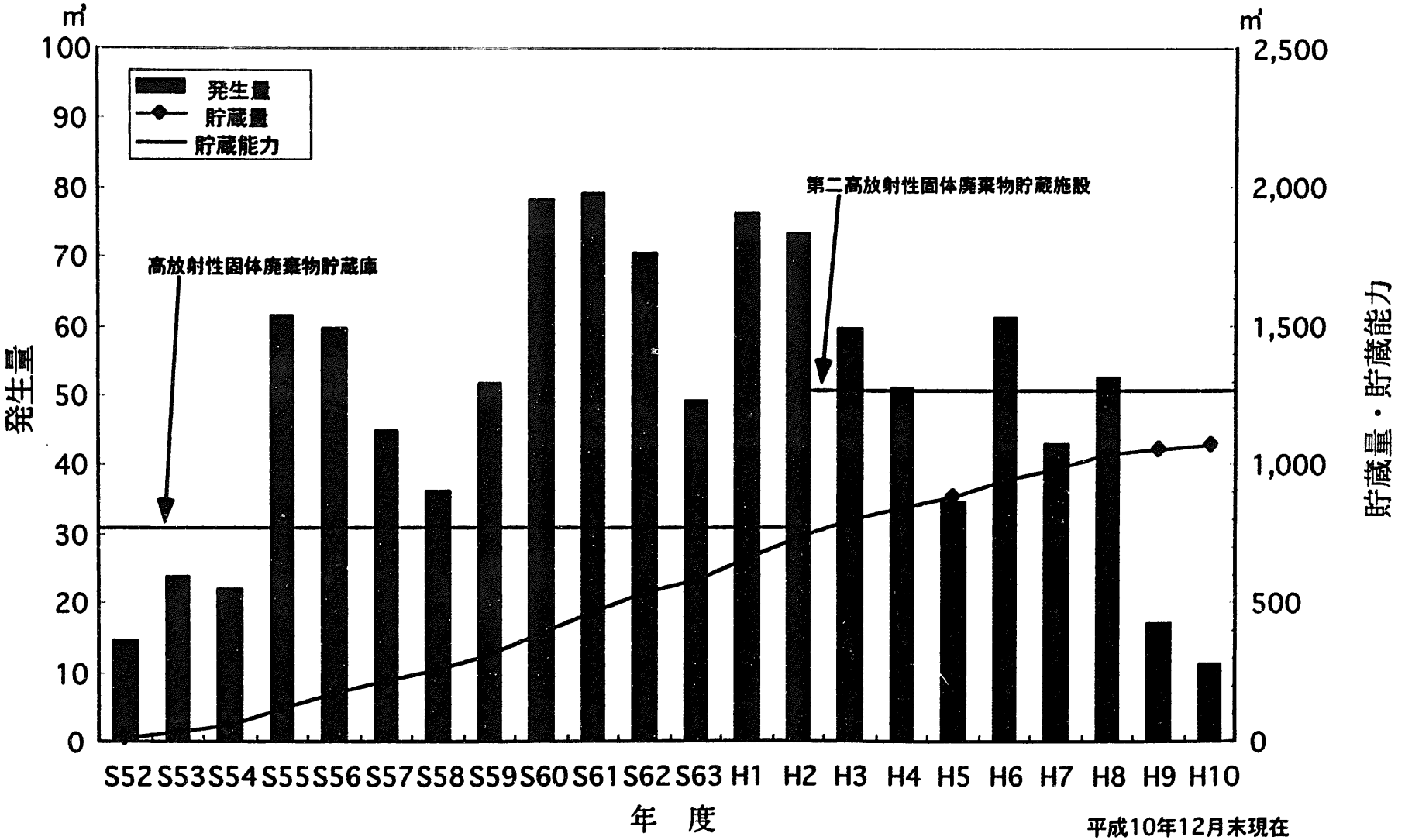


平成10年12月末現在

資料3.4-25　低放射性固体廃棄物の貯蔵実績と発生量

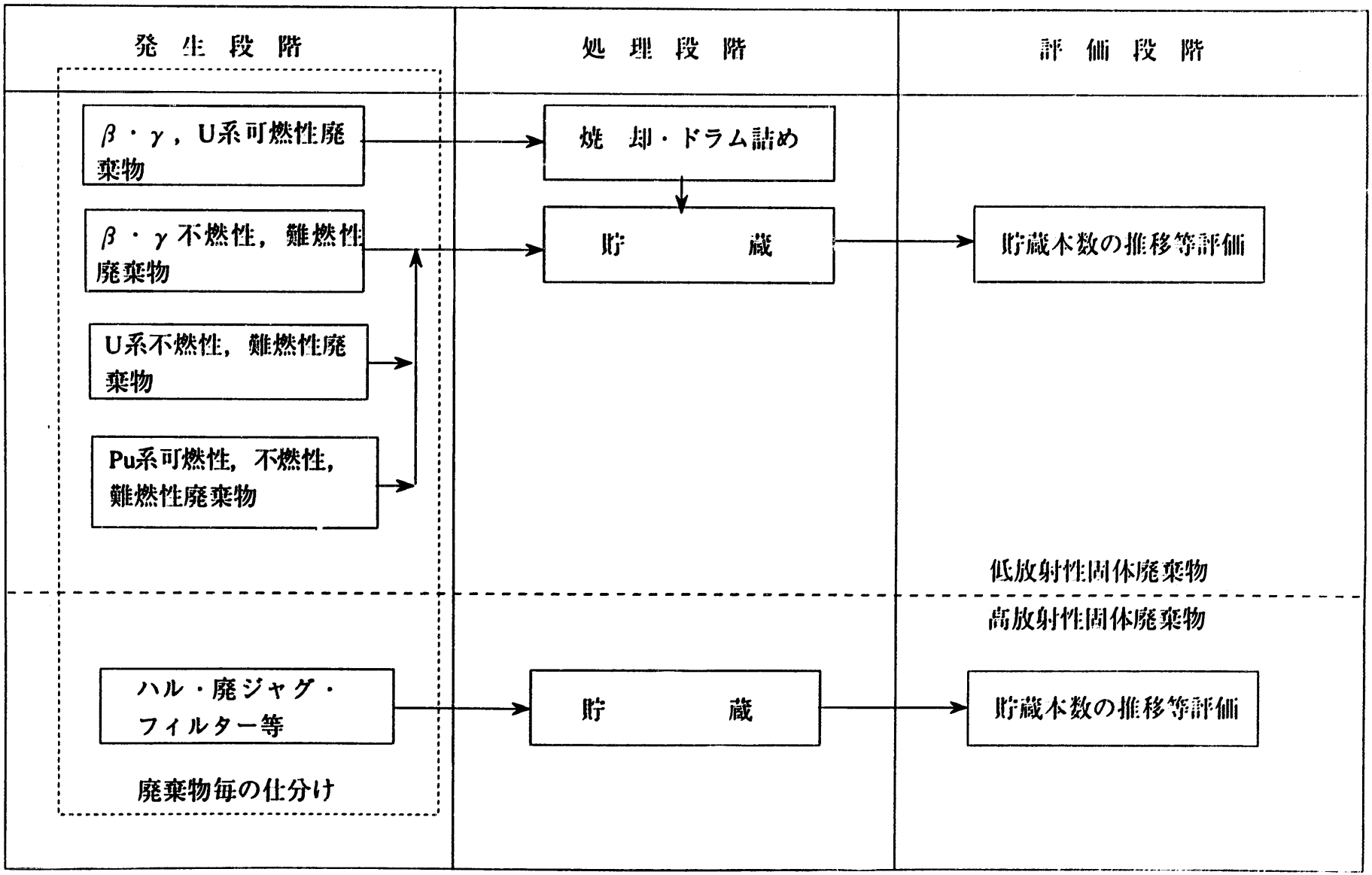


資料3.4-26　焼却施設概略工程系統図



資料3.4-27　高放射性固体廃棄物の貯蔵実績と発生量

資料3.4-28　放射性固体廃棄物に係る運用管理フロー



3.5 環境放射線監視

3.5.1 環境モニタリング計画

再処理施設においては、施設から放出される気体及び液体廃棄物の公衆へ与える影響を評価するために、法律に基づき、陸上及び海洋環境のモニタリングを定期的に実施している。

これらの環境モニタリングは、一般公衆の受ける被ばく線量当量を評価すること、また、放射性物質の蓄積状況の把握、原子力施設から予期しない放射性物質の放出による周辺環境への影響評価に資することを目的として、対象項目、対象核種等が計画に定められている。環境モニタリング計画の立案・見直しに際しては、原子力安全委員会の専門部会である「環境放射線モニタリング中央評価専門部会」（以下「中評部会」という）において、その妥当性が審議されている。

これまで、環境モニタリング計画は、社会情勢等に応じた数度の見直しがなされている。その経緯を以下に示す。

○ 当初計画の策定（昭和50年5月）

昭和52年にホット試験が開始されることに伴うもので、定常監視項目に加え、定常項目を補う検討項目として、補足的調査項目が盛り込まれた。

○ 第1回計画の見直し（昭和57年12月）

当初計画に盛り込まれた「本格操業後の1年を経過した時点での見直し」を受けたもの。

○ 第2回計画の見直し（平成3年7月）

常陸那珂港湾計画に伴う海中放出管の移設計画を受けて見直しを実施した。また、昭和61年に決定された再処理施設安全審査指針（平成元年3月一部改訂）に示される環境監視に係る項目について適合を図った。

なお、これらの見直しにおいては、放出源における諸条件（核種組成等）の変化、社会環境の変化、さらに、モニタリング技術の向上等が反映されている。

現在の環境モニタリング計画を資料3.5-1～資料3.5-8に示す。

3.5.2 環境モニタリング結果

環境監視結果は、四半期ごとに科学技術庁長官への報告が法律で義務づけられている。また、中評部会において、一般公衆の線量当量評価結

果も含めた年間の監視結果の全てが審議されている。これらの監視結果は、モニタリング手法及び技術水準と照らして妥当であるかを踏まえて審議されてきており、これまで、海水中トリチウムを除いて過去の核実験等の影響として検出されるレベルであり、施設から放出された廃棄物の影響は見られていない。海水中トリチウムについては、液体廃棄物の放出時に採取するよう計画にあったことから、放出直後の影響を受けたものである。この施設からの放出として検出されたトリチウムについても問題の無いレベルであることが中評部会でも確認されている。

これまでの環境監視結果の例として、平成8年度の監視結果を資料3.5-9～資料3.5-10に示す。資料に示すように過去のモニタリング結果より平常の変動範囲を定め、これらと比較し、範囲から外れたものについては施設からの寄与の有無等を詳細に検討し、一般公衆に対して影響のないことを確認している。

これまでの公衆の線量評価結果を資料3.5-11に示す。いずれも公衆の線量当量限度1mSv/年に対し、1/1000オーダで推移しており、十分に下回っていることを確認してきている。

これらの結果は、中評部会で客観的評価が加えられ、原子力安全委員会月報で一般に公開されている。

3.5.3 環境モニタリング技術の開発

環境モニタリング計画（再処理施設保安規定）に定められている定常監視項目に加え、種々の環境モニタリング技術の開発を行ってきており、常に最新知見の取り入れに努めてきた。

(1) 補足的調査項目

中評部会によるモニタリング計画策定時に定常監視項目以外に補足的調査項目が義務づけられた。調査概要を資料3.5-12に示す。

(2) モニタリング技術の開発

再処理施設安全審査指針の適合や中評部会からの要求に対処するために、種々のモニタリング技術の開発を行ってきた。資料3.5-13に分析法等の開発について示す。

3.5　環境放射線監視

3.5.1　環境モニタリング計画

再処理施設においては、施設から放出される気体及び液体廃棄物の公衆へ与える影響を評価するために、法律に基づき、陸上及び海洋環境のモニタリングを定期的に実施している。

これらの環境モニタリングは、一般公衆の受ける被ばく線量当量を評価すること、また、放射性物質の蓄積状況の把握、原子力施設から予期しない放射性物質の放出による周辺環境への影響評価に資することを目的として、対象項目、対象核種等が計画に定められている。環境モニタリング計画の立案・見直しに際しては、原子力安全委員会の専門部会である「環境放射線モニタリング中央評価専門部会」（以下「中評部会」という）において、その妥当性が審議されている。

これまで、環境モニタリング計画は、社会情勢等に応じた数度の見直しがなされている。その経緯を以下に示す。

○　当初計画の策定（昭和50年5月）

昭和52年にホット試験が開始されることに伴うもので、定常監視項目に加え、定常項目を補う検討項目として、補足的調査項目が盛り込まれた。

○　第1回計画の見直し（昭和57年12月）

当初計画に盛り込まれた「本格操業後の1年を経過した時点での見直し」を受けたもの。

○　第2回計画の見直し（平成3年7月）

常陸那珂港湾計画に伴う海中放出管の移設計画を受けて見直しを実施した。また、昭和61年に決定された再処理施設安全審査指針（平成元年3月一部改訂）に示される環境監視に係る項目について適合を図った。

なお、これらの見直しにおいては、放出源における諸条件（核種組成等）の変化、社会環境の変化、さらに、モニタリング技術の向上等が反映されている。

現在の環境モニタリング計画を資料3.5-1～資料3.5-8に示す。

3.5.2　環境モニタリング結果

環境監視結果は、四半期ごとに科学技術庁長官への報告が法律で義務づけられている。また、中評部会において、一般公衆の線量当量評価結

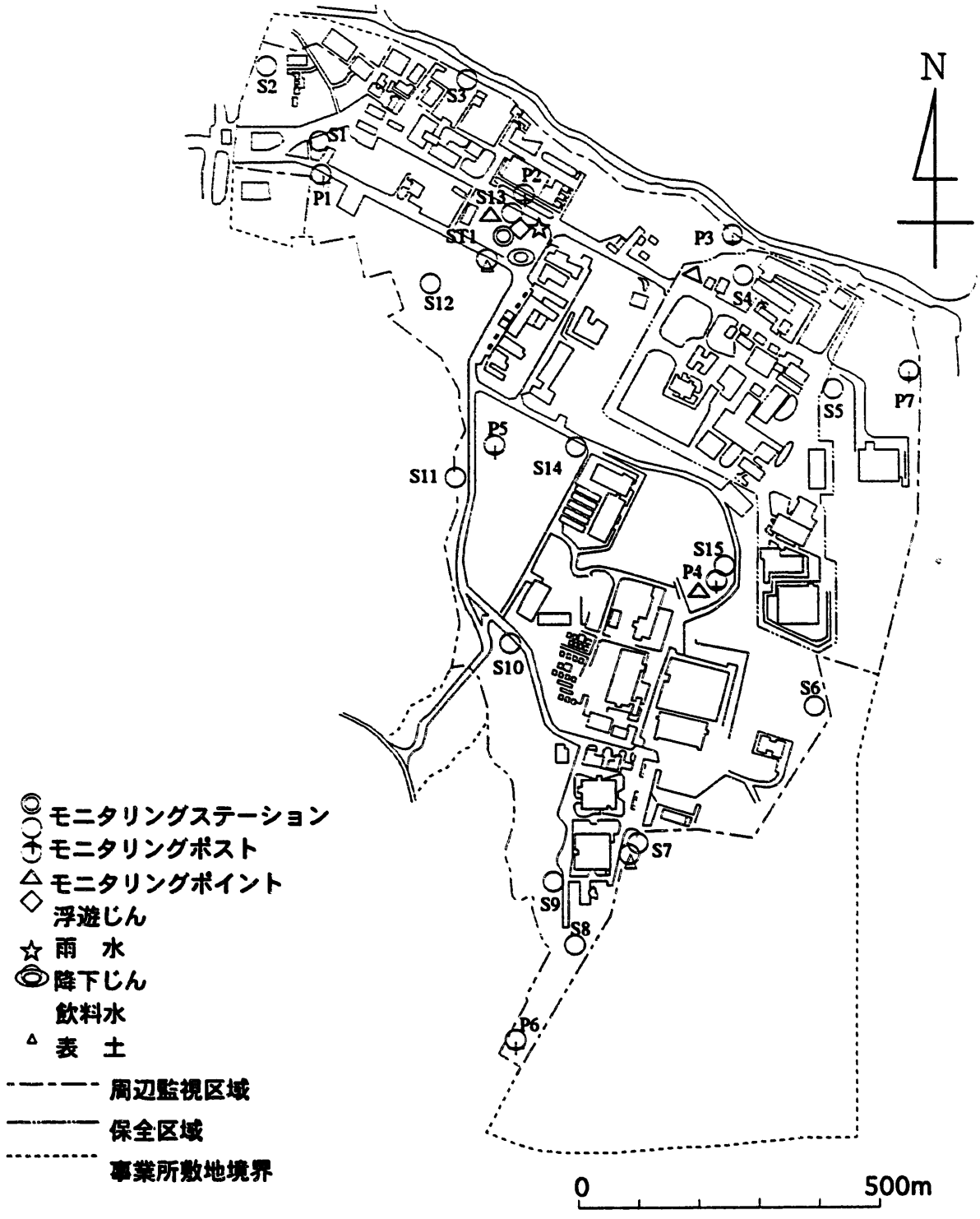
資料3.5-1　陸上環境放射能監視計画の測定対象、測定項目等

測定対象		採取		測定		備考
		採取点	頻度	項目	頻度	
空間γ線	線量率	周辺監視区域内8点 周辺監視区域外3点	連続	γ線	連続	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞﾎﾟｽﾄ7基 ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞｽﾃｰｼｮﾝ4基
	積算線量	周辺監視区域内15点 周辺監視区域外25点	連続	γ線	1回/3か月	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞﾎﾟｲﾝﾄ (TLD使用)
空気	浮遊じん	周辺監視区域内3点 周辺監視区域外4点	連続	全α放射能 全β放射能	1回/週	
				^{90}Sr、^{137}Cs、^{239}Pu	1回/3か月	測定試料は採取地点別混合
	ヨウ素	周辺監視区域内1点 周辺監視区域外3点	連続	^{131}I	1回/週	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞｽﾃｰｼｮﾝ
	気体状β放射能濃度	周辺監視区域内1点 周辺監視区域外3点	連続	^{85}Kr	連続	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞｽﾃｰｼｮﾝ
	水分	周辺監視区域外2点	1回/月	^{3}H	1回/月	ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞｽﾃｰｼｮﾝ (ひたちなか市長砂公民館、高野小学校)
雨水		周辺監視区域内1点	連続	^{3}H	1回/月	安全管理棟屋上
降下じん		周辺監視区域内1点	連続	全β放射能	1回/月	安全管理棟屋上
飲料水		周辺監視区域内1点 周辺監視区域外3点	1回/3か月	全β放射能 ^{3}H	1回/3か月	周辺監視区域外3点： 東海村照沼、ひたちなか市長砂、西約10km点
葉菜		周辺監視区域外3点	1回/3か月	^{131}I	1回/3か月	周辺監視区域外3点： 東海村照沼、ひたちなか市長砂、西約10km点 採取不能の場合はこの限りではない
				^{90}Sr、^{137}Cs、^{239}Pu	1回/年	
精米		周辺監視区域外3点	1回/年	^{14}C、^{90}Sr	1回/年	周辺監視区域外3点： 東海村照沼、ひたちなか市長砂、西約10km点 採取不能の場合はこの限りではない
牛乳		周辺監視区域外3点	1回/3か月	^{131}I	1回/3か月	周辺監視区域外3点： 東海村船場、ひたちなか市長砂、西約10km点 採取不能の場合はこの限りではない
				^{90}Sr	1回/年	
表土		周辺監視区域内2点 周辺監視区域外3点	1回/年	^{90}Sr、^{137}Cs、^{239}Pu	1回/年	
河川水		新川　3点 久慈川上流　1点	1回/6か月	全β放射能 ^{3}H	1回/6か月	
河底土		新川　3点 久慈川上流　1点	1回/6か月	全β放射能	1回/6か月	

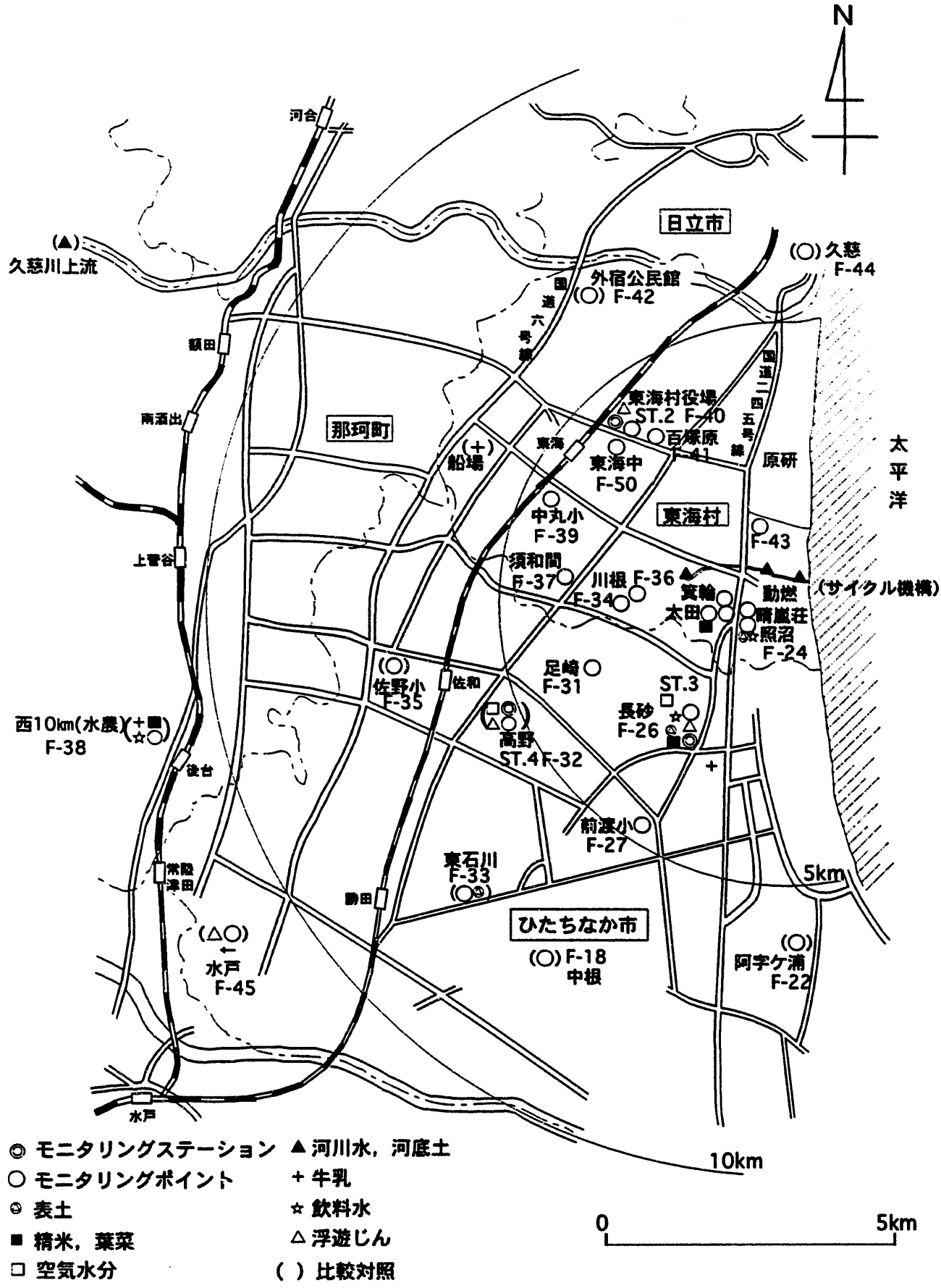
資料3.5-2　海洋環境放射能監視計画の測定対象、測定項目等

測定対象		採取		測定		備考
		採取点	頻度	項目	頻度	
海水		放出口付近5点	1回/3か月	全β放射能、^{3}H	1回/3か月	5点混合試料について測定
				核種分析	1回/年	
		久慈沖及び磯崎沖2点	1回/6か月	全β放射能、^{3}H	1回/6か月	
		北約20km点　1点	1回/年	全β放射能、^{3}H 核種分析	1回/年	
海底土		放出口付近5点	1回/6か月	核種分析	1回/6か月	5点混合試料について測定
		久慈沖及び磯崎沖2点	1回/6か月	核種分析	1回/6か月	
		北約20km点　1点	1回/6か月	核種分析	1回/6か月	
海岸水		久慈浜海岸　1点 阿字ケ浦海岸　1点 南北約20km点各1点	1回/6か月	全β放射能、^{3}H	1回/6か月	
				核種分析	1回/年	
海岸砂		久慈浜海岸　1点 阿字ケ浦海岸　1点 南北約20km点各1点	1回/3か月	表面線量	1回/3か月	
海産生物	シラス	東海村地先　1点 約10km以遠　1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月	採取不能の場合はこの限りでない
	カレイ又はヒラメ	東海村地先　1点 約10km以遠　1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月	採取不能の場合はこの限りでない
	貝類	久慈浜地先　1点 約10km以遠　1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月	採取不能の場合はこの限りでない
	ワカメ又はヒジキ	久慈浜地先　1点 磯崎地先　1点 約10km以遠　1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月	採取不能の場合はこの限りでない
漁網		東海村地先に於いて「せいかい」曳航の漁網	1回/3か月	表面線量	1回/3か月	
船体		「せいかい」甲板	1回/3か月	表面線量	1回/3か月	

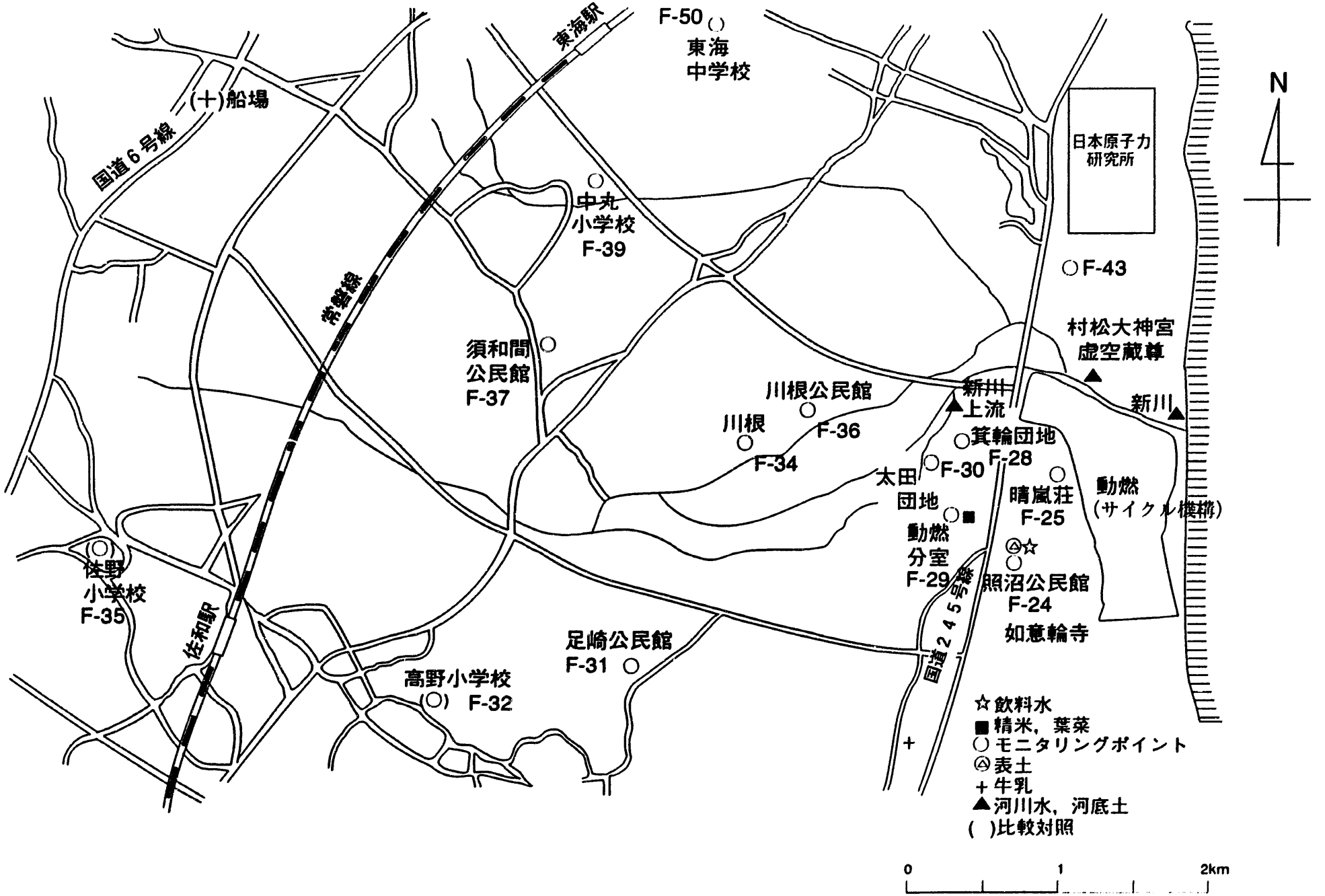
（注）　核種分析の対象核種は、^{90}Sr、^{106}Ru、^{134}Cs、^{137}Cs、^{144}Ce及び^{239}Puとする。



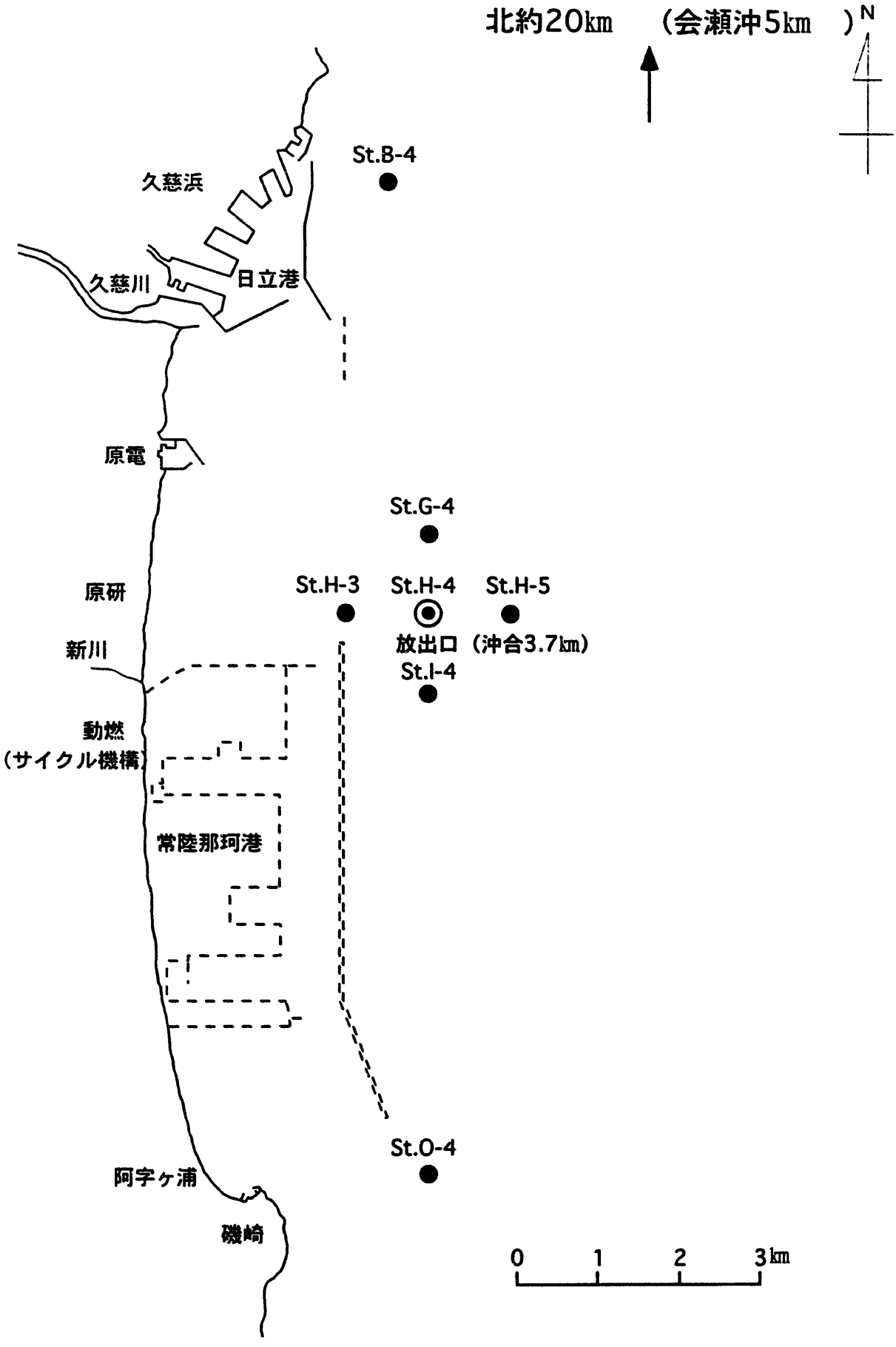
資料3.5-3　環境試料等の採取または測定場所（周辺監視区域内）



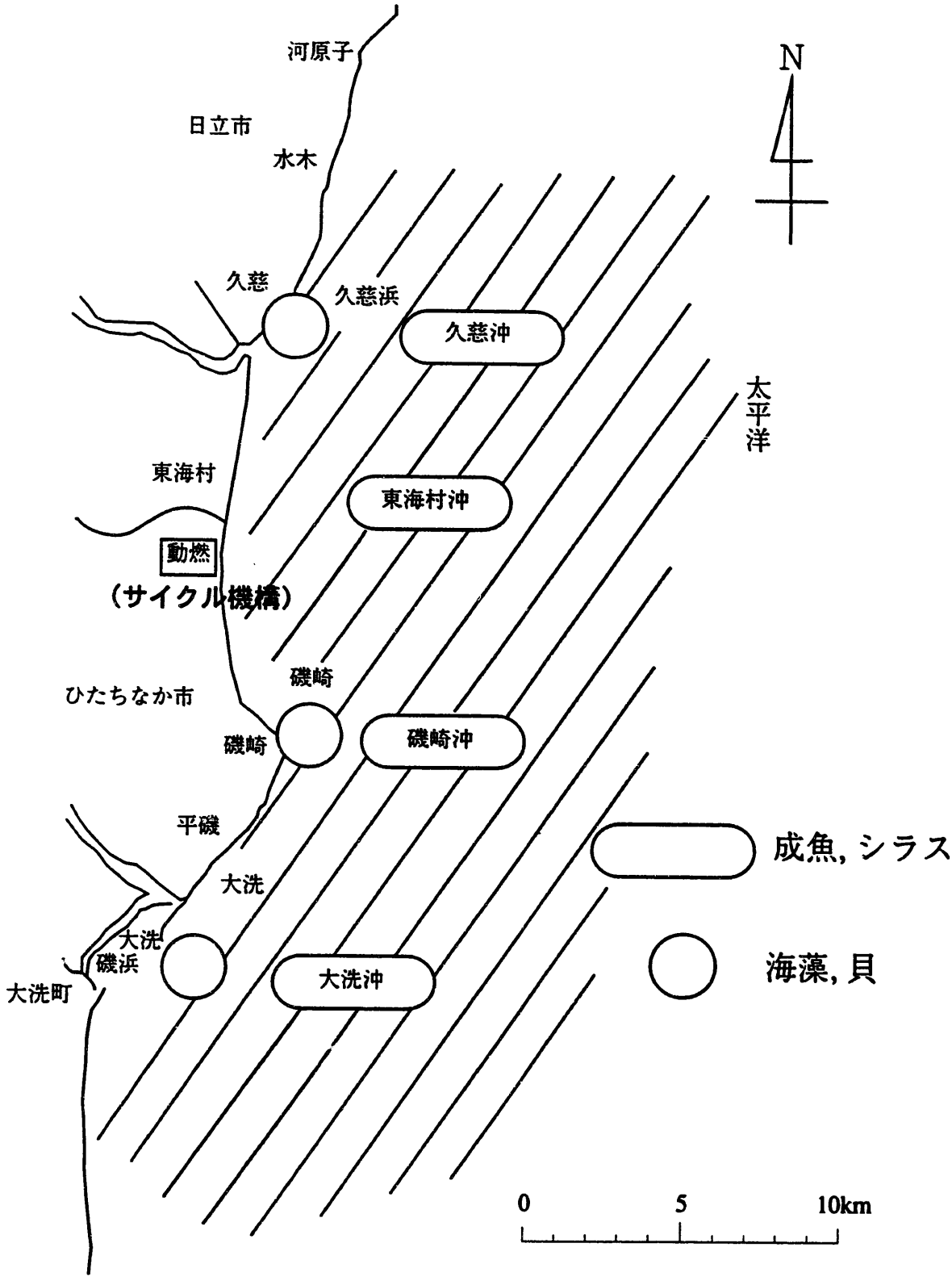
資料3.5-4　環境試料等の採取または測定場所（周辺監視区域外その１）



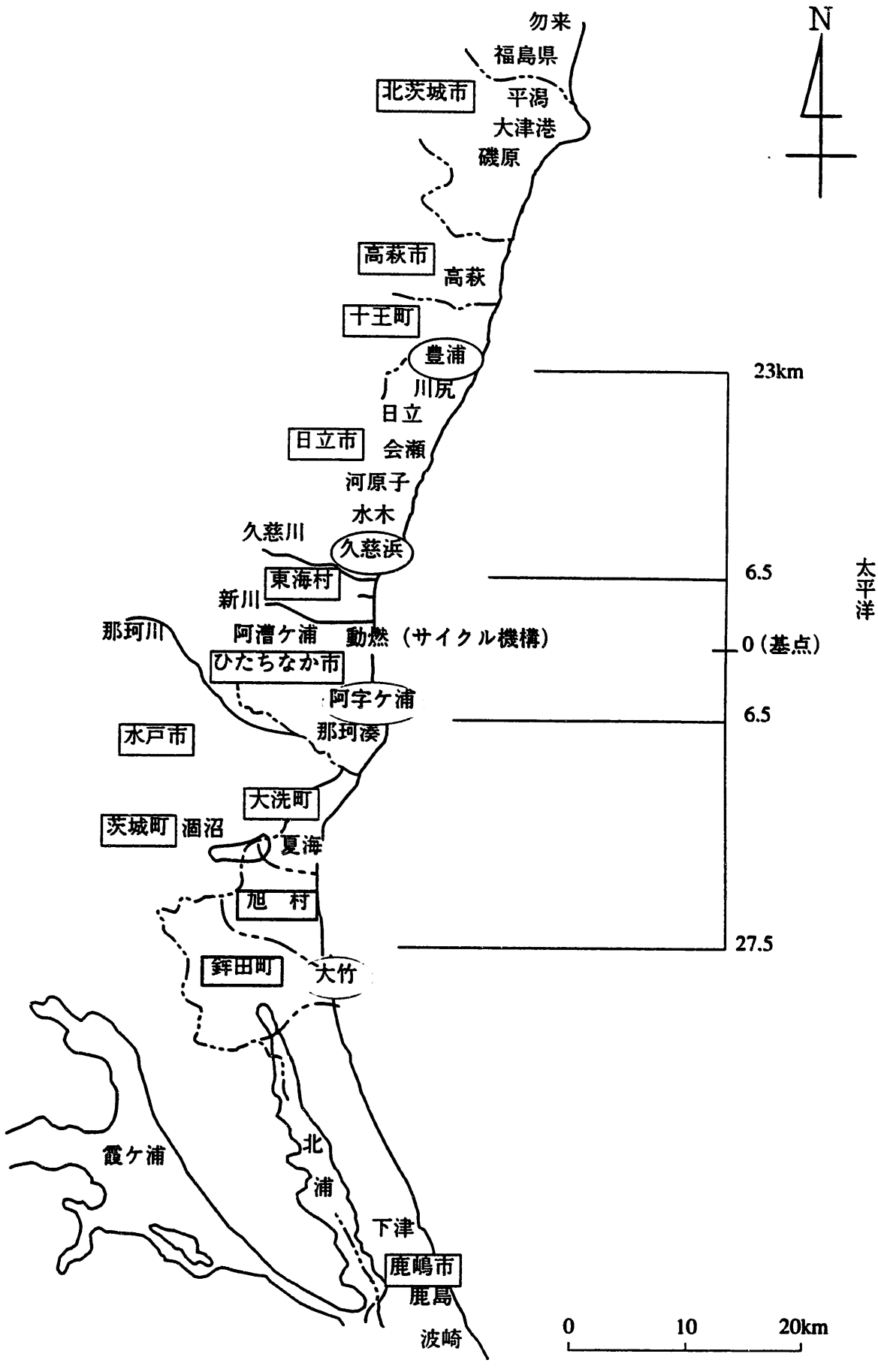
資料3.5-5　環境試料等の採取または測定場所（周辺監視区域外その２）



資料3.5-6　海底土・海水採取場所



資料3.5-7　海産生物採取場所



資料3.5-8　海岸水採取場所及び海岸砂表面線量測定場所

資料３．５－９ 平成８年度陸上環境監視測定結果と平常の変動範囲等との比較

測定対象		採取		測定		測定値（平成８年度）			過去10年間のモニタリング結果に基づく平常の変動範囲（注１）		事前調査結果（注２）
		採取点	頻度	項目	頻度	項目	最小～最大（注３）	単位	最小～最大（平均±３σ）（注４）	データ数	平均＋３σ
空間γ線	線量率	周辺監視区域内８点	連続	γ線	連続	γ線 モニタリングポスト	3.0～4.6	$\times10^{-2}$ μGy/h	2.8～4.5 (3.9±1.3)	252	8.1
		周辺監視区域外３点				γ線 モニタリングステーション	3.1～3.6		2.9～3.5 (3.3±0.5)	144	5.0
	積算線量	周辺監視区域内15点 周辺監視区域外25点	連続	γ線	１回／３ヵ月	γ線	5～11	$\times10$ μGy/3月	5～11 (8±4)	478	13
空気	浮遊じん（注５）	周辺監視区域内３点 周辺監視区域外４点	連続	全α放射能	１回／週	全α放射能	0.020～0.087	mBq/m³	D.L.～0.095	756	0.35
				全β放射能		全β放射能	D.L.～0.97 (5.2)		D.L.～0.83	756	16
				^{90}Sr	１回／３ヵ月	^{90}Sr	D.L.		D.L.	252	0.067
				^{137}Cs		^{137}Cs	D.L. (1.7)		D.L.	252	0.067
				^{239}Pu		^{239}Pu	D.L. (0.00033)		D.L.	252	8.5×10^{-4}
	ヨウ素	周辺監視区域内１点 周辺監視区域外３点	連続	^{131}I	１回／週	^{131}I	D.L.	mBq/m³	D.L.	432	—
	気体状β放射能濃度	周辺監視区域内１点 周辺監視区域外３点	連続	^{85}Kr	連続	^{85}Kr	D.L.	kBq/m³	D.L.	432	—
	水分	周辺監視区域外２点	１週間連続	^{3}H	１回／月	^{3}H	D.L.～4.9	Bq/l	D.L.～9.6	216	—
雨水		周辺監視区域内１点	連続	^{3}H	１回／月	^{3}H	D.L.	Bq/l	D.L.～11	108	15
降下じん		周辺監視区域内１点	連続	全β放射能	１回／月	全β放射能	D.L.～17	Bq/m²	D.L.～24	108	520
飲料水		周辺監視区域内１点 周辺監視区域外３点	１回／３ヵ月	全β放射能	１回／３ヵ月	全β放射能	0.048～0.081	Bq/l	D.L.～0.085	144	1.6
				^{3}H		^{3}H	D.L.		D.L.～4.3	144	15
葉菜		周辺監視区域外３点	１回／３ヵ月	^{131}I	１回／３ヵ月	^{131}I	D.L.	Bq/kg・生	D.L.	108	—
				^{90}Sr	１回／年	^{90}Sr	0.10～0.11		0.071～0.35	27	2.2
				^{137}Cs		^{137}Cs	D.L.		D.L.	27	0.48
				^{239}Pu		^{239}Pu	D.L.		D.L.	27	4.1×10^{-3}
精米		周辺監視区域外３点	１回／年	^{14}C	１回／年	^{14}C	0.26～0.27	Bq/g・炭素	0.25～0.29	27	—
				^{90}Sr		^{90}Sr	D.L.	Bq/kg・生	D.L.	27	0.59
牛乳		周辺監視区域外３点	１回／３ヵ月	^{131}I	１回／３ヵ月	^{131}I	D.L.	Bq/l・生	D.L.	108	—
				^{90}Sr	１回／年	^{90}Sr	0.033		D.L.～0.10	27	0.44
表土		周辺監視区域内２点 周辺監視区域外３点	１回／年	^{90}Sr	１回／年	^{90}Sr	0.11～7.2	Bq/kg・乾	D.L.～13	45	44
				^{137}Cs		^{137}Cs	7.5～27		2.0～59	45	85
				^{239}Pu		^{239}Pu	0.052～0.69		D.L.～1.3	45	1.9
河川水		新川 ３点 久慈川上流 １点	１回／６ヵ月	全β放射能	１回／６ヵ月	全β放射能	D.L.～0.16	Bq/l	D.L.～0.26	72	0.48
				^{3}H		^{3}H	D.L.		D.L.～4.6	72	15
河底土		新川 ３点 久慈川上流 １点	１回／６ヵ月	全β放射能	１回／６ヵ月	全β放射能	450～710	Bq/kg・乾	440～740	72	930

D.L.：検出下限値未満

（注１）平常の変動範囲の調査期間は、空間γ線については平成５年度～平成７年度、その他の測定対象については昭和61年度～平成７年度（昭和61年度を除く）である。

（注２）事前調査結果は、昭和52年３月以前（昭和46年以降であるが、試料により開始期間は若干異なる。）の調査結果に基づくものである。

（注３）過去10年間のモニタリング結果に基づく平常の変動範囲を外れた測定値を下線で示す。

（注４）空間γ線については、上段の数値は最小～最大を、下段の数値は平均±３σを表す。また、その他の測定対象については最小～最大を表す。
空気水分中 ^{3}Hについては、昭和61年度～平成２年度（昭和61年度を除く）に補足的調査として実施した測定データ及び平成３年度～平成７年度のモニタリング結果に基づき記載した。
精米中^{14}Cについては、昭和61年度～平成２年度（昭和61年度を除く）の保存試料について動燃事業団が自主的に測定した結果及び平成３年度～平成７年度のモニタリング結果に基づき記載した。

（注５）空気浮遊じんの測定値については、平成９年３月11日のアスファルト固化処理施設の火災・爆発事故に伴い検出された測定値を下段に括弧書きで記載した。

資料3．5 －10 平成８年度海洋環境監視測定結果と平常の変動範囲等との比較（１／２）

測定対象	採取		測定		測定値（平成8年度）			過去10年間のモニタリング結果に基づく平常の変動範囲（注1）		事前調査結果（注2）
	採取点	頻度	項目	頻度	項目	最小～最大	単位	最小～最大	データ数	平均＋3σ
海水	放出口付近 5点（5点混合試料について測定）	1回／3ヵ月	全β放射能	1回／3ヵ月	全β放射能	D.L.	Bq/l	D.L.～0.056	99	0.11
			^{3}H	1回／3ヵ月	^{3}H	D.L.		D.L.～93	99	11
			核種分析	1回／年	^{90}Sr	D.L.		D.L.～0.0033	23	0.033
	久慈沖及び磯崎沖 2点	1回／6ヵ月	全β放射能	1回／6ヵ月	^{106}Ru	D.L.		D.L.	23	0.0074
			^{3}H	1回／6ヵ月	^{134}Cs	D.L.		D.L.	23	——
	北約20km地点 1点	1回／年	全β放射能	1回／年	^{137}Cs	D.L.		D.L.～0.0074	23	0.030
			^{3}H		^{144}Ce	D.L.		D.L.	23	0.0074
			核種分析		^{239}Pu	D.L.		D.L.	23	0.000067
海底土	放出口付近 5点（5点混合試料について測定）	1回／6ヵ月	核種分析	1回／6ヵ月	^{90}Sr	D.L.	Bq/kg・乾	D.L.～0.17	72	0.56
					^{106}Ru	D.L.		D.L.	72	4.4
					^{134}Cs	D.L.		D.L.	72	——
	久慈沖及び磯崎沖 2点	1回／6ヵ月	核種分析	1回／6ヵ月	^{137}Cs	D.L.～1.2		D.L.～1.7	72	2.6
					^{144}Ce	D.L.		D.L.	72	16
	北約20km地点 1点	1回／6ヵ月	核種分析	1回／6ヵ月	^{239}Pu	0.18～0.82		0.18～1.0	72	1.6
海岸水	久慈沖海岸 1点 阿字ヶ浦海岸 1点 南北約20km地点 各1点	1回／6ヵ月	全β放射能	1回／6ヵ月	全β放射能	D.L.	Bq/l	D.L.～0.074	81	0.14
					^{3}H	D.L.～6.5		D.L.～11	81	11
			^{3}H	1回／6ヵ月	^{90}Sr	D.L.		D.L.～0.0044	40	0.022
					^{106}Ru	D.L.		D.L.	40	0.0037
			核種分析	1回／年	^{134}Cs	D.L.		D.L.	40	——
					^{137}Cs	D.L.		D.L.～0.0058	40	0.011
					^{144}Ce	D.L.		D.L.	40	0.0074
					^{239}Pu	D.L.～0.000032		D.L.～0.00012	40	0.00044
海岸砂	久慈浜海岸 1点 阿字ヶ浦海岸 1点 南北約20km地点 各1点	1回／3ヵ月	表面線量	1回／3ヵ月	γ線	2.9～4.8	$\times 10^{-2}$ μGy/h	1.9～10	144	6.5
					β線	61～77	cpm	49～85	144	130

D.L. ：検出下限値未満

（注１）平常の変動範囲の調査期間は、昭和61年度～平成７年度（昭和61年度を除く）である。

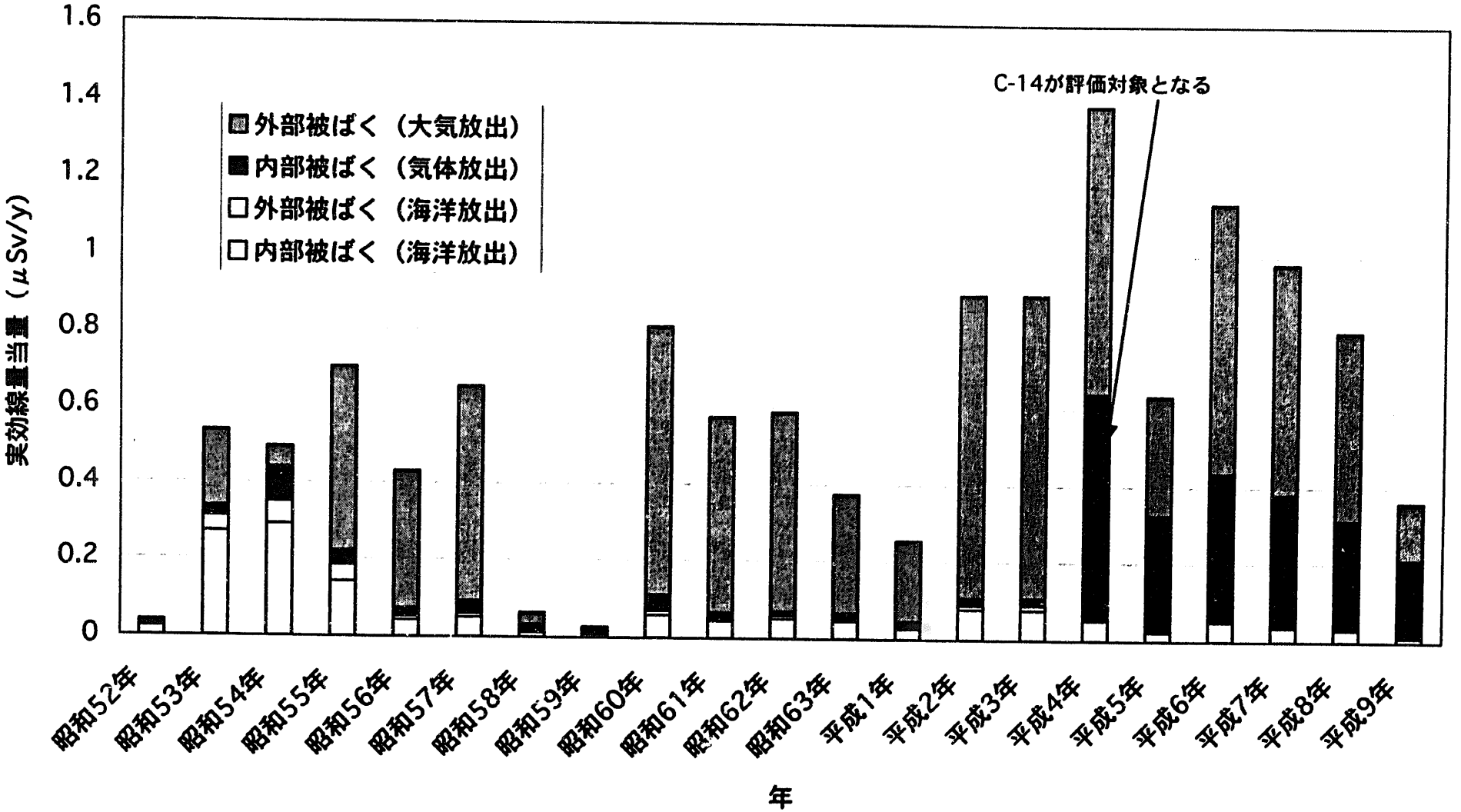
（注２）事前調査結果は、昭和52年３月以前（昭和46年以降であるが、試料により開始期間は若干異なる。）の調査結果に基づくものである。

資料3．5 －10 平成８年度海洋環境監視測定結果と平常の変動範囲等との比較（2 ／2）

測定対象		採取		測定		測定値（平成8年度）			過去10年間のモニタリング結果に基づく平常の変動範囲（注1）		事前調査結果（注2）
		採取点	頻度	項目	頻度	項目	最小～最大（注3）	単位	最小～最大（注4）	データ数	平均＋3σ
海産生物	シラス	東海村地先 1点 約10km以遠 1点	1回／3ヵ月	核種分析	1回／3ヵ月	^{90}Sr	D.L.	Bq/kg・生	D.L.	62	0.16
						^{106}Ru	D.L.		D.L.	62	0.19
						^{134}Cs	D.L.		D.L.	62	——
						^{137}Cs	0.061～0.15		0.075～0.18	62	0.41
						^{144}Ce	D.L.		D.L.	62	0.23
						^{239}Pu	D.L.		D.L.	62	——
	カレイまたはヒラメ	東海村地先 1点 約10km以遠 1点	1回／3ヵ月	核種分析	1回／3ヵ月	^{90}Sr	D.L.	Bq/kg・生	D.L.	71	0.089
						^{106}Ru	D.L.		D.L.	71	0.070
						^{134}Cs	D.L.		D.L.	71	——
						^{137}Cs	0.089～0.14		0.085～0.23	71	0.56
						^{144}Ce	D.L.		D.L.	71	0.056
						^{239}Pu	D.L.		D.L.	71	——
	貝類	久慈浜地先 1点 約10km以遠 1点	1回／3ヵ月	核種分析	1回／3ヵ月	^{90}Sr	D.L.	Bq/kg・生	D.L.	72	0.20
						^{106}Ru	D.L.		D.L.～0.059	72	2.9
						^{134}Cs	D.L.		D.L.	72	——
						^{137}Cs	D.L.		D.L.～0.062	72	0.23
						^{144}Ce	D.L.		D.L.	72	1.0
						^{239}Pu	D.L.		D.L.～0.0035	72	——
	ワカメまたはヒジキ	久慈浜地先 1点 磯崎地先 1点 約10km以遠 1点	1回／3ヵ月	核種分析	1回／3ヵ月	^{90}Sr	0.036～0.077	Bq/kg・生	D.L.～0.097	107	0.35
						^{106}Ru	D.L.		D.L.	107	7.0
						^{134}Cs	D.L.		D.L.	107	——
						^{137}Cs	D.L.～0.095		D.L.～0.19	107	0.67
						^{144}Ce	D.L.		D.L.	107	0.44
						^{239}Pu	D.L.～0.0073		D.L.～0.0081	107	——
漁網		東海村地先において「せいかい」曳航の漁網	1回／3ヵ月	表面線量	1回／3ヵ月	γ線	5.0～6.2	$\times10^{-2}$ μGy/h	4.5～7.6	36	9.6
						β線	61～68	cpm	55～76	36	120
船体		「せいかい」甲板	1回／3ヵ月	表面線量	1回／3ヵ月	γ線	4.9～5.7	$\times10^{-2}$ μGy/h	3.8～7.4	36	9.6
						β線	62～70	cpm	61～76	36	94

D.L. ：検出下限値未満

（注1）平常の変動範囲の調査期間は、昭和61年度～平成7年度（昭和61年度を除く）である。
（注2）事前調査結果は、昭和52年3月以前（昭和46年以降であるが、試料により開始期間は若干異なる。）の調査結果に基づくものである。
（注3）過去10年間のモニタリング結果に基づく平常の変動範囲を外れた測定値を下線で示す。
（注4）海産生物中の ^{239}Puについては、昭和61年度～平成2年度（昭和61年度を除く）に事業団が自主的に実施してきた測定結果及び平成3年度～平成7年度のモニタリング結果に基づき記載した。



資料3.5-11　年毎の経路別の実効線量当量

資料3.5-12　補足的調査項目

調　査　項　目	概　　要	成　果　又　は　審　議　結　果　の　概　要
大気拡散調査	大気拡散式の検証及び現状調査 （エアートレーサを用いた拡散調査等）	一連の調査により、大気拡散式の検証及び現実の拡散状況の把握について目的が達成されたことから、昭和55年に本調査を終了した。
大気中H-3調査	大気中H-3の水準調査	大気中H-3レベルは、定常モニタリング計画内で把握できることから平成2年に本調査を終了した。
I-129の蓄積に関する調査	蓄積傾向の把握、分析法開発、移行調査	I-129の各種環境試料中中性子放射化分析法開発及び移行調査については初期の目的が達成されたことから、平成6年に終了した。なお、蓄積傾向の把握について長期的観点から引き続き継続すると共に、新たに定常モニタリングに適用できる分析法の開発が指示された。
海洋拡散調査	海洋放出排水の希釈拡散状況の把握	当海域H-3レベルは、定常モニタリング計画内で把握できることから昭和55年に本調査を終了した。
海底土調査	海底土の蓄積傾向の把握のため、調査	ホット試験以降の調査の結果、海底土の蓄積傾向は見られなかった。このことから定常モニタリング計画内で把握できることから平成2年、本調査を終了した。
漁網等調査	核種分析とサーベイメータによる測定方の相関性の検討	サーベイメータによる定常監視で把握できることから昭和55年に本調査を終了した。
事前バックグラウンド調査	ホット試験開始前のバックグラウンドの把握	ホット試験の開始前まで（昭和46年～昭和52年3月）に実施した調査結果を昭和55年に総合的に整理しバックグラウンド調査を終了した。

資料3.5-13　分析法等の開発

分　析　法	概　　要	成　　果
Pu分析法	核燃料施設の環境モニタリング対象核種として重要な種々の環境試料中Pu分析法の開発	海産物分析法は、平成3年7月の見直しに定常モニタリング分析法として採用 昭和54年科学技術庁放射能測定シリーズに標準分析法として採用
Am分析法	環境試料中Am分析法の開発	平成2年科学技術庁放射能測定シリーズに標準分析法として採用
C-14分析法	再処理施設安全審査指針（昭和61年2月20日）により、C-14が評価対象となったことから、これに対応するための環境試料分析法を開発した。	開発された分析法は、平成3年7月の見直しに定常モニタリング分析法として採用 平成5年科学技術庁放射能測定シリーズに標準分析法として採用
I-129中性子放射化分析法	環境試料中に極低レベル含まれるI-129の高感度分析方法の開発	平成8年科学技術庁放射能測定シリーズに標準分析法として採用
I-129MIP質量分析法	定常環境モニタリングのための分析方法の開発	中評部会補足的調査項目として開発中
ICP-質量分析法	長半減期核種の測定が、迅速に測定できることから、新しい機器分析法として導入し、Pu、Tc、Npの分析法を開発した。	分析法の確立
線量評価計算コードの開発	再処理施設特有の長半減期核種を考慮した線量評価計算コード開発	陸上環境線量評価コードORIONの開発 海洋環境線量評価コードCORALの開発

3.6 品質保証活動

再処理センターを構成する組織は、旧動燃の再処理工場、環境施設部、環境技術開発部、転換技術開発部である。

再処理工場においては以下に記述するとおり、昭和59年から品質管理要綱を定めて、主として運転及び保守の管理を主体とした品質保証活動を行ってきたが、昭和61年11月に再処理施設品質保証計画書の制定以後は、同計画書に則り品質保証活動を行ってきている。

また、再処理施設の増設等による新規施設の建設に関する品質保証は、建設工務管理室において施設建設に関する品質保証計画書を策定し、これに基づいて行ってきている。

3.6.1 品質保証活動の経緯

(1) 再処理工場の品質保証活動の経緯

① 品質保証活動推進の背景

再処理工場では昭和58年に濃縮ウラン溶解槽の故障、酸回収蒸発缶の故障等が発生したこと等から、昭和58年3月18日、科学技術庁から保安の措置改善を求めた「核燃料関係施設における保安のための措置改善について」（原子力安全局長通達）が出された。

再処理工場ではこれらの故障に鑑み、自ら設備保全体制の整備を進めるところであったが、通達で再処理工場の設備保全体制の整備について指摘があったため、以下の措置を行った。

イ．品質管理推進班を設置して品質保証管理規程等を制定し、保安管理等の強化を図る。

ロ．設備の故障原因の究明とその研究開発強化のため、昭和58年11月より再処理工場に技術開発部を発足させる。

ハ．イ．の策定にあたって、学識経験者からなる再処理工場設備保全検討委員会を設置して活用する。

これを機に再処理工場における品質保証活動が開始され、事業団では昭和58年12月に品質保証準備委員会の第1回会議が開催され、従来原子炉を対象としてきた品質保証活動が全社的な品質保証活動となった。

② 推進の経緯

イ．品質管理推進班の設置と活動

品質管理推進班（以下「推進班」という）は副工場長を班長、推進班員として課室長3名、選任班員2名で発足し、昭和58年5月2日から昭和61年3月末まで活動を行った。

推進班は、品質管理に関する調査から開始し、以下の推進活動を行った。

・品質保証活動に関する規程の策定
・規程に基づく活動の推進
・設備管理の体系化促進

また、これらの活動を円滑に進め、かつ各課に広めるため、各課1名の担当者からなる品質管理担当者会議を設置して進めた。

規程等の策定にあたっては、電気技術指針JEAG4101「原子力発電所の品質保証指針」及び旧動燃内の設備・機器に関する品質保証活動に係る資料、規程類を調査・検討し、下記規程類を策定し、試行した。

・「再処理工場品質保証管理規程」（昭和58年10月27日発行．後に要綱となる）
・「再処理工場品質管理要綱」（昭和59年7月10日試行開始）
・「再処理工場品質保証基本計画書」（昭和60年7月試行開始）
・「再処理工場品質保証計画書」（昭和61年1月試行開始）

これらの規程類は昭和61年4月より試行の後、その結果を昭和61年11月に施行された再処理施設品質保証計画書（第Ⅰ編再処理工場）に反映し廃止した。

なお、推進班は過渡的組織であったため、昭和59年7月に工場長の諮問機関として「品質管理委員会」を発足させ、班の解散後は品質保証活動を品質保証委員会を中心とした通常のラインに移行した。

ロ．再処理工場・技術開発部の発足

再処理工場・技術開発部を昭和58年11月1日付で発足させ、酸回収蒸発缶の新材料開発、RP-400のプラントの設計、再処理工場統合エンジニアリングシステムの開発等の業務を進めた。昭和63年に行った計画停止期間中の集中的設備改良更新工事では、酸回収蒸発缶を新材料（チタン合金）で製作したものと交換する等、大型機器故障防止のための開発を進めた。

ハ．品質保証基本要領書の策定

品質保証計画書の下部規定として、より具体的な品質保証活動の方法を明確にした要領書を作成すべく工場内に10の分科会を設置し、昭和59年8月から昭和61年3月までの期間をかけて策定した。

分科会は広く関係者を集めることによって、品質保証活動に対する理解と啓蒙も促すことを考慮した。

作成した要領書案は、設備保全検討委員会（外部の有識者により構成され、昭和59年2月から昭和61年6月まで活動）及び品質管理委員会に諮り制定した。

ニ．品質管理委員会を中心とした活動の遂行

「再処理工場品質管理要綱（試用期間）」第13条の規程に基づき、工務部長を委員長として各課の課長代理等により構成される品質管理委員会を昭和59年7月18日に発足させ、年度を単位とした再処理工場の品質保証活動基本計画等の策定・遂行、品質保証自主監査、事業団監査の対応、不適合の再発防止に関する検討等を行った。

その後、品質管理委員会を品質保証委員会に改め、活動を行ってきており、ISO9000's規格の導入準備に伴い、各課にISO委員会を、品質保証委員会の下にISO担当者会議を設け、充実を図ってきた。

ホ．設備保全管理体制の整備

推進班は、品質管理の規程類の検討と並行し、核物質を扱うプラントである再処理工場としての設備保全管理のあり方を検討するため、民間の化学プラント等の出向者からの知見の吸収、民間プラントの実地調査及び再処理工場に適合する「設備保全管理システム・モデル」の委託検討等を行った。

そしてこれらの結果を反映し、機種別に13の様式からなる「設備保全管理台帳」を検討・策定し、従来各部署で各々作成していた台帳をまとめ、一元的な作成を行った。

さらに再処理工場の設備保全管理を情報面（保全計画立案の支

援、機器仕様、保全履歴情報等）で支援するシステムとして保全管理支援コンピュータシステム（TORMASS）の開発を昭和61年から開始した。

(2) 再処理工場以外の品質保証活動の経緯

再処理工場以外の品質保証活動についても、再処理工場より若干遅れはあったものの同様な経緯を経て活動を行ってきている。

環境施設部及び環境技術開発部は、所掌するアスファルト固化技術開発施設、廃溶媒処理技術開発施設及びクリプトン回収技術開発施設が昭和60年度までは再処理工場の所属であったため、前述の再処理工場における推進活動に含まれる。

その後、昭和61年4月の組織変更により、環境施設部及び環境技術開発部の前身の組織である環境工学開発部が設立され、昭和61年4月より品質保証体制の整備を開始し、昭和61年11月に施設品質保証計画書を制定した。また昭和61年9月から品質保証要領書の作成・制定を進めた。品質保証組織としては、部長の下に品質保証推進委員会を設置し、さらに各課に品質保証担当者を置き、制定した計画書及び要領書に基づいて活動を行ってきた。

また、平成元年4月の組織変更により環境工学開発部が改編され、環境施設部及び環境技術開発部が発足し、施設品質保証計画書及び品質保証要領書の改訂を行う等の整備を図り、活動を行ってきた。

転換技術開発部では、昭和61年4月より品質保証体制の整備を開始し、昭和61年11月に施設品質保証計画書を制定し、昭和63年3月に品質保証要領書を制定した。その後、平成元年4月の組織変更に伴い、プルトニウム燃料工場に組み入れられたため、施設品質保証計画書及び品質保証要領書の改訂を行った。

品質保証組織としては当初、品質保証推進委員会を設置し、制定した計画書及び要領書に基づいて活動を行ってきたが、平成元年4月の組織変更に伴って品質保証組織はプルトニウム燃料工場の体制に編入し活動を行ってきた。

3.6.2 品質保証活動の現状

(1) 品質保証活動組織

平成10年10月の核燃料サイクル開発機構発足に伴い、再処理センター

長を品質保証統括推進者とした新しい品質保証組織を設定した（資料3.6-1参照）。

統括推進者の下にはラインとしての体制の他に、センター長が指名する業務品質保証推進スタッフ、品質保証委員会、品質保証推進委員会がある。また品質保証の専門的部門として設けた品質保証室長の下に品質担当者会議がある。

業務品質保証推進スタッフは、業務品質保証活動推進上の管理責任者として、活動の実施状況の確認及び経営者による見直しのための報告書の作成等を行い、センター長を補佐することとしている。

品質保証委員会はセンター長の諮問を受け、品質保証活動全般に関する審議・答申を行う。また、品質保証推進委員会は業務品質保証推進スタッフが開催し、品質保証活動の推進と調整を行う。さらに同様の目的で、各課1名からなる品質担当者会議は品質保証室長が開催し、具体的な活動を展開することとしている。

(2) 活動の現状

① 業務品質保証

施設品質保証及び製品品質保証を含む、全ての業務に対する要求品質10項目を改善していくべく、業務品質改善実施計画（展開シート）を毎年度当初に作成し、改善活動を進めている。

【要求品質10項目】

1. 事故・故障の未然防止、拡大防止
2. 実戦的な危機管理体制の確保
3. 安全かつ効率的な設備の維持管理
4. 信頼される職員の姿勢
5. 信頼感を与える組織・管理体制
6. 社外への円滑な情報発信
7. 地元の声を吸い上げるサイクル機構
8. 社内での情報の共有化、円滑な部門間連携
9. 自己実現意欲を高める組織
10. マーケットニーズに即した開発及び技術移転

この業務品質改善活動に関する経営層からの指導を目的として、理事長による診断会及び部門長（部長、センター長、所長）による診断会を行っている。

また、平成10年度から事業所の重点課題の解決に当たり改善テーマを絞って外部専門家を招いての指導会を行っている。

これらの改善活動計画については、毎年度末において改善実績を評価し翌年度の改善へ反映して改善を確実なものとしていくよう進めている。

② 施設品質保証

電気技術指針JEAG4101「原子力発電所の品質保証指針」を基本として、「業務品質管理規程」の下に「原子力施設等に係る品質保証基本計画書」及び「再処理センター施設品質保証計画書」、さらに品質保証基本要領書を策定して、再処理センターにおける運転及び保全の業務における施設の安全性の向上と安定運転の確保を目的として活動を進めている。

施設品質保証の活動は、施設、設備、系統等の補修工事、改造工事等の設計から製作・据付けに至るまでの保全業務において、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故を踏まえ、前述の計画書や要領書に基づき確実に進めることや、施設の運転において、燃料管理、放射性廃棄物管理、放射線管理を含む運転管理を確実に行うことを中心とするほか、年度を単位として品質意識の啓蒙や、品質保証基本要領書等の見直し・改訂等、活動の改善を図る活動を進めている。

これらの活動の結果は、年度末の実績評価の他、全社レベル及び事業所レベルでの監査によっても評価を受け、活動の改善に役立てている。

また、原子力発電所における使用済燃料輸送容器のデータ問題に関連し、施設品質保証計画書に基づく受注者管理の内容を検討し問題のないことを確認した。今後も受注者監査の強化等についてより一層の充実に向けた検討を行っていく。

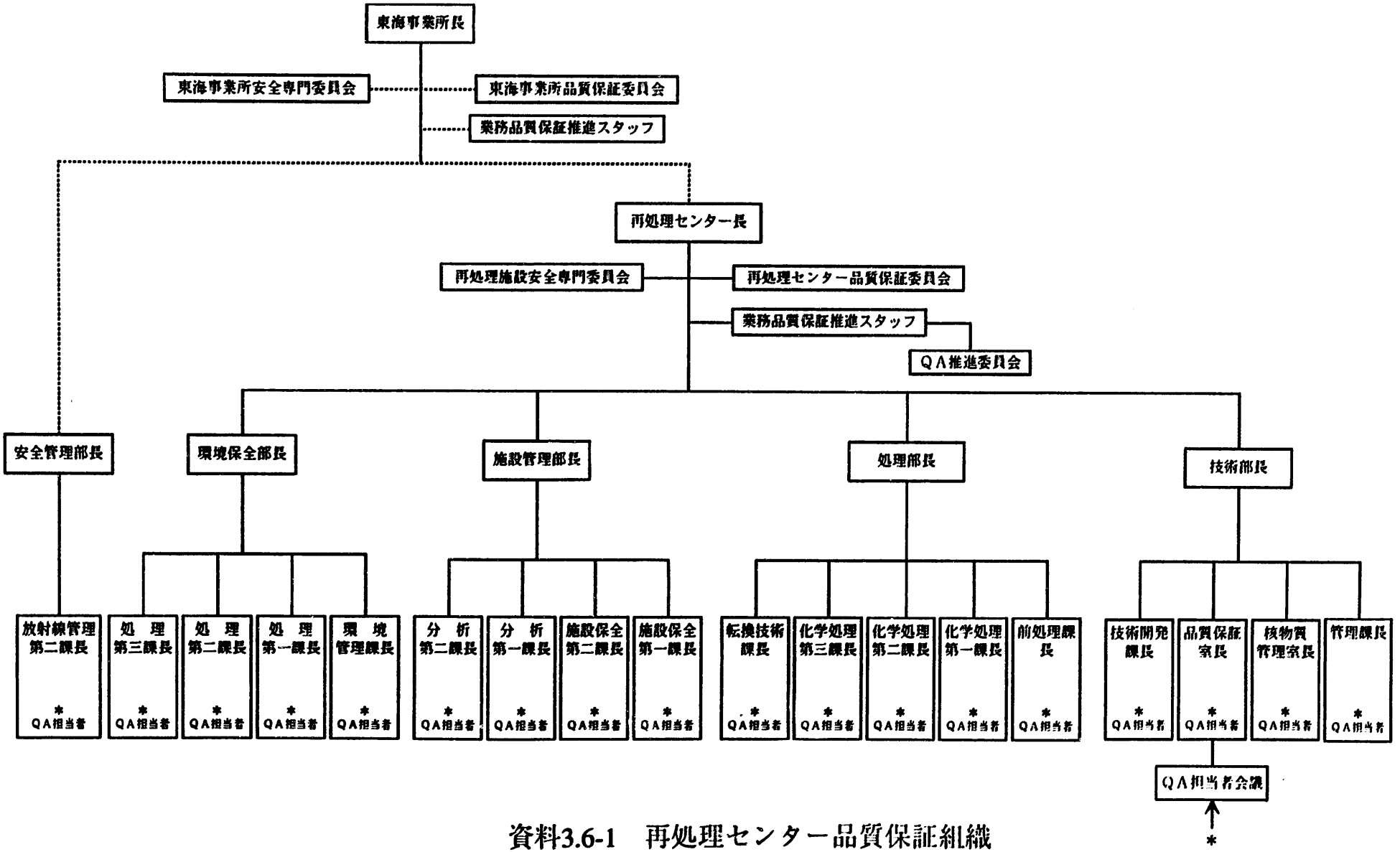
一方、再処理センターにおいては、もんじゅ事故後の平成8年度頃より、ISO9000's規格の本格的な資料調査及び、幹部・管理職層の勉強会等を進め、平成9年11月よりISO9000's規格認証取得のための準備活動を開始した。

ISO9000's規格の導入にあたっては、まず規格の理解を進めるため、導入教育の実施、内部監査員及び審査員の養成を行った。また、現

状の業務実態を把握するため、業務分析、関連規程類の調査及びギャップ分析等を行った。

これらの結果を踏まえ、平成10年11月より本格的な導入活動を開始した。

今後は、品質マニュアルをはじめとした規則類の策定を進め、平成11年度末の認証取得を目指している。



資料3.6-1　再処理センター品質保証組織

3.7　緊急時の措置

3.7.1　緊急時の対応体制

アスファルト固化処理施設の火災爆発事故の対応において、的確且つ迅速な状況把握及び情報伝達ができなかったこと、事故時対応体制が事故時に本来発揮すべき機能となっていなかったことから、退避指示の不徹底等を生じ、作業員の内部被ばくを起こしたことに加え、地域住民の安全確保に不可欠な外部関係機関への情報伝達に混乱を生じてしまった。

これらの反省を踏まえて、事故発生以降、事故発生現場、現場指揮所及び事業所対策会議間の情報伝達手段の改善、現場指揮所の支援のための事業所対策会議の体制の見直し、情報伝達ルートの簡素化等種々の対応を行ってきたが、これらの改善策とこれまで実施した訓練結果等も考慮して平成10年10月の核燃料サイクル開発機構への改組に合わせて規定基準類の改訂を行い、緊急時の対応体制を明確にした。

(1)　事業所対策本部

事業所対策本部については、従来の防護活動措置規則を見直し、事故対策規則としての改訂を行い、体制を明確にした。

主要な内容を以下に示す。

① 外部機関への情報発信を迅速に行えるように、事業所対策本部が判断し連絡することとし、本社は支援体制とした。

② 本社、外部機関及び報道機関への対応窓口、事業所対策会議における情報の集約、整理等の任務に当っていた総務課長の役割を分割し、地域対応班、中央官庁対応班、広報班、情報専任者、情報班、総務班に分割した。なお、情報専任者については、各センターでは現場を熟知した副センター長が当たり、現場からの情報のチェック機能強化と外部からの現場に関する問い合わせに対応できるようにした。

③ 担当課や現場指揮所が、各種Q&A対応に追われることなく、現場の情報収集や復旧対応を重点的に行えるように、Q&A班の設置を規定した。

アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前と現在の事故対策本部作業班の関連図を資料3.7-1及び資料3.7-2に、各班の任務を資料3.7-3に示す。

なお、本事故対策規定については、実施する訓練の結果を踏まえて適

宜改訂していくこととしている。

さらに、事故情報の共有化の観点から、本社、事業所対策本部、再処理センターの現場指揮所及び水戸連絡事務所間にテレビ会議システムを導入した。

(2) 現場指揮所

現場指揮所については、事故対策規則の下部規定である事故対策手順において定められている。

アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前の事故対策手順では、事故の規模に応じ事業所に設置される事業所対策会議等の下に、事故発生現場を所掌する部署に現場指揮所（資料3.7-4参照）を設置することになっていた。なお、現場指揮所は再処理施設を所掌する4部署ごとに設置することになっていたが、各現場指揮所間の連携・協力については特に規定されていなかった。現在は、事故発生時には事業所に設置される事故対策本部を構成する一つの対応班として、事故現場を所掌するセンター等に現場対応班（資料3.7-5参照）を設置することになっており、再処理センターに複数の現場対応班が設置されることはない。

また、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前の事故対策手順では現場指揮所の設置場所については明記されていなかったが、現在の事故対策手順では設置場所を原則として技術管理棟2階とする（ただし必要に応じて他の場所に移動可）ことを明記してあり、あわせて現場指揮所の通信、情報処理設備の改善を図った。

また、再処理施設の運転情報及び放射線管理情報の一元的な管理が行えるように、再処理施設のセンター化に伴って、旧放射線安全課と放射線管理第二課の統合を図った。

3.7.2 通報連絡

平日の通報連絡については、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前及び現在の事故対策手順とも、現場先任者→担当課長→通報連絡責任者→事業所連絡責任者→事業所外の関係機関としている。

休日夜間の通報連絡は、当直長の所掌業務の変更に合わせ見直されている。即ち、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前は当直長の所掌業務が「休日夜間における再処理工場に係る運転直業務の保安統括」であり、現場先任者から当直長への通報が、一部の部署及び期間のみ

（再処理工場のみ通報先が当直長。ただし、運転期間のみ。他の部署及び再処理工場にあっても運転期間以外は自宅の担当課長）であったが、現在は当直長の所掌業務が「休日夜間における再処理施設に係る直業務の保安統括」に見直されており、すべての部署、期間を通じ当直長に通報するようにしている。

緊急時の対応体制が休日夜間においても早期に確立できるように、事業所における管理職による休日夜間の当直体制、事故対策本部や現場指揮所の構成員の迅速な招集のための一斉通報装置の設置及びPHSや携帯電話の配布、外部機関への迅速な情報発信のための一斉ファクシミリ装置の設置等を行った。

また、再処理センターにおいては、休日夜間における緊急招集についてアスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前の事故対策手順では特に明記されていなかったが、現在は火災が発生した場合、臨界警報が吹鳴した場合、その他当直長が必要と認めた場合、再処理センターの管理職を招集することが明記されており、一斉通報装置を設置している。

正確な情報の把握の観点からは、担当課長等による現場確認の周知徹底、現場指揮所と事故対策本部間の相互要員派遣等を行うとともに、的確な放射線管理情報を迅速に現場指揮所に上げられるように必要項目を帳票化した。

3.7.3 避難誘導

臨界警報吹鳴時の退避ルート、退避先については、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前及び現在の事故対策手順ともに明記されている。

避難誘導等が必要になり得る下記の場合の一斉放送による周知については、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前は事故対策手順に明記されていなかったか又は所掌施設のみであったが、現在は直ちに再処理施設全域に対して一斉放送を行うよう見直されている。

・火災警報吹鳴時及び火災発見時
・地震発生時
・不測停電発生時
・排気筒排気モニタ、局所排気モニタ及びダストモニタの警報吹鳴時

また、火災等に伴い建家内の従業員の退避が必要となった場合の一斉放送についても、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前は明記

されていなかったか又は所掌施設のみであったが、現在は再処理施設の全域に対して一斉放送を行うよう見直されている。

3.7.4 汚染拡大の防止

ダストモニタが吹鳴した場合における周知の一斉放送については、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前の事故対策手順では明記されていなかったか又は所掌施設のみであったが、現在は再処理施設の全域に対して一斉放送を行うよう見直した。

また、現在は、事故対策手順に管理区域内では半面マスクを常時携帯することを明記しており、地震発生、不測停電発生、火災警報吹鳴等の汚染及び被ばくの可能性がある事象が発生した場合、直ちに半面マスクを着用できるようにした。

3.7.5 事故時の運転状況監視と放射線及び環境監視

各制御室において運転情報が監視できるとともに、分離精製工場や廃棄物処理場、ガラス固化技術開発施設等の主要な工程や換気・ユーティリテリィの運転状態の監視機能として工程管理システムが導入されており、各設備の担当課居室において確認できる。放射線管理情報についても、分析所の安全管理室で集中監視できるとともに、放射線管理情報集中監視システムにより放射線管理第二課居室においても確認できる。さらに、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故の反省からモニタの指示値変動状況等による異常の早期発見、その状況に応じた対応を的確に実施するために、放射線監視支援システムの構築に取り組んでいる。

事故発生時の周辺環境への影響を把握するための設備として、気象観測設備、モニタリングポストやモニタリングステーション等があり、これらの情報も集中監視システムにより環境監視課居室において確認できるとともに、環境モニタリングカー等が配置されている。

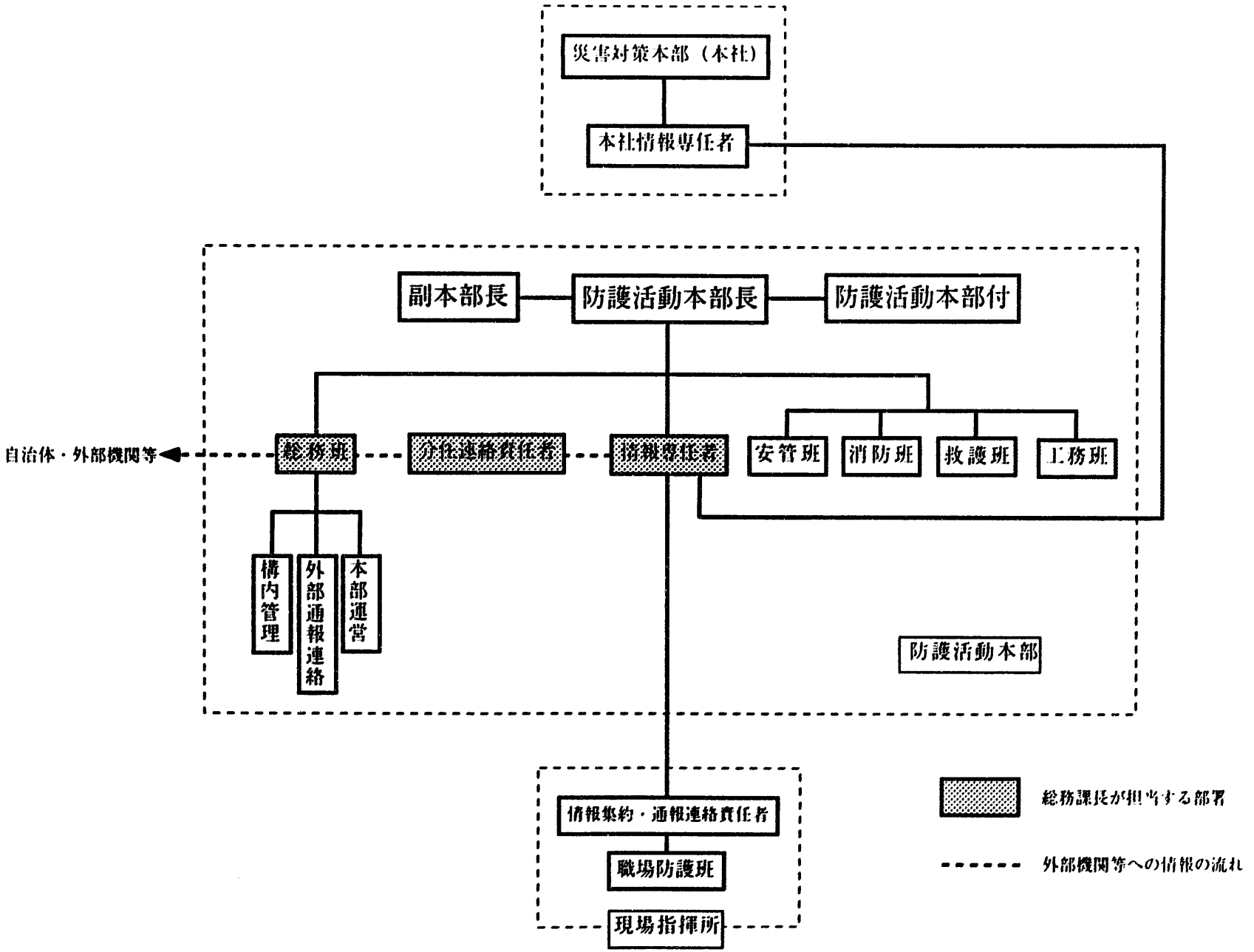
3.7.6 教育訓練

アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前は、部署ごとに事故対応訓練を行うことになっていたが、現在は再処理センターとして一体化して行うよう事故対策手順を見直した。

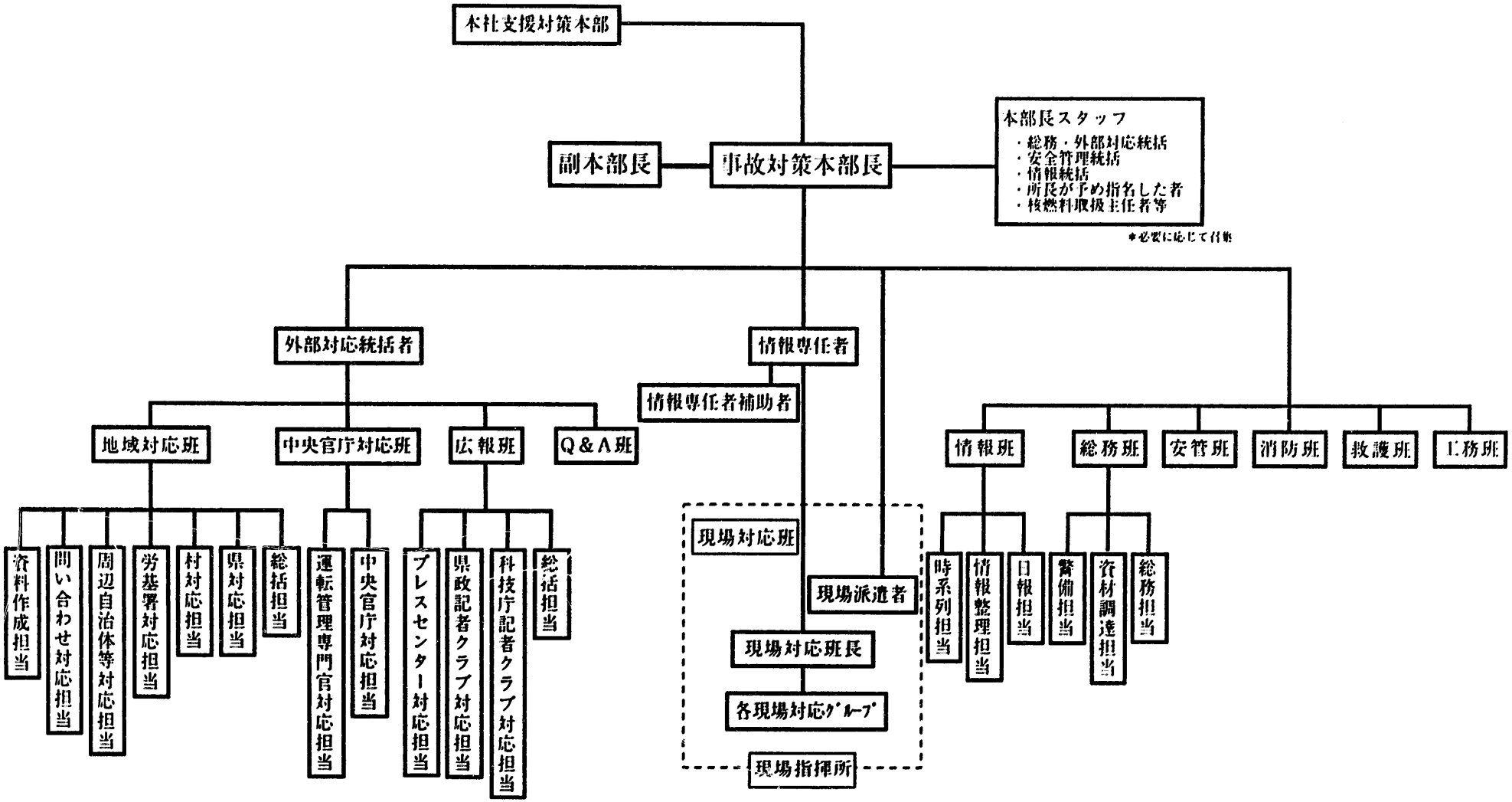
協力会社員については、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故以前は教育訓練の対象者として明確になっていなかったが、現在は協力会

社員に対しても従業員と同様教育訓練対象としている。また安全上重要な技術上の注意事項及び過去の事故事例に係る講義学習を教育項目として追加した。

緊急招集訓練や事故対応訓練については、課ごと、再処理センター及び事業所全体として、過去の事故例を参考にした、より実践的な訓練を行っている。



資料3.7-1　東海事業所事故対策本部組織（旧規則に基づく）



資料3.7-2　東海事業所事故対策本部組織

資料3.7-3　東海事業所事故対策本部の構成及び任務

構　成	職　　名	任　　務
本部長	所長	・　事故対応の総括
副本部長	副所長	・　本部長の補佐 ・　事故対策本部会議の運営総括
	事故発生箇所以外のセンター長	・　本部長に支障がある場合の職務の代理
本部長スタッフ		・　本部長の補佐
総務・外部対応総括	運営管理部長	・　外部対応の責任者 ・　運営管理に関する専門家としての進言
安全管理総括	安全管理部長	・　安全管理に関する専門家としての進言
情報総括	開発調整室長	・　事故対応情報に関する統括者
現場派遣者	所長が予め指名した者	・　現場対応状況の把握
法定主任者	核燃料取扱主任者等	・　法定主任者としての進言
情報専任者	所長が予め指名した者	・　事故情報全般の集約
情報専任者補助者	所長が予め指名した者	・　情報専任者の補佐 ・　Q&Aの送受信
総務班		
班長	総務課長	・　総務班の総括
総務担当	総務課員	・　事故対策本部の運営 ・　事故対策本部要員の招集等 ・　事業所従業員等の人員点呼の集計 ・　入構者の人員点呼及び点呼結果の集計 ・　見学者、訪問者等の避難誘導と説明 ・　視察者用資料の作成 ・　事故情報の所内周知 ・　視察者の調整、対応 ・　食料、被服の調達及び宿泊等の手配 ・　その他必要な事項
資材調達担当	労務課員、経理課員及び調達課員	・　支援要員、資機材の受入、提供 ・　事故対応に必要な資機材等の調達等
警備担当	総務課員及び守衛所警備員	・　構内への入構規制等 ・　救急車の運転 ・　緊急車両及び本部員等の誘導、案内
情報班		
班長	危機管理整備室長（代理）	・　情報班の総括
情報整理担当	危機管理整備室員 技術情報室員	・　事故対策本部の事故情報の集約・整理 ・　事故対策本部内への周知、支援対策本部への情報伝達 ・　事故対策本部の受発信資料の管理 ・　関係機関通報連絡用資料の作成（続報）

資料3.7-3　東海事業所事故対策本部の構成及び任務

(2／5)

構　成	職　　名	任　　務
時系列担当	危機管理整備室員	・　その他必要な事項 ・　事故対策本部の時系列の整理
＊日報担当 （事故の規模により本部長の指示で招集）	環境保全・研究開発センター、再処理センター及びプルトニウム燃料センター長が予め指名した者	・　関係機関及びプレス用日報等の作成
安管班		
班長	安全管理部長（次長）	・　安管班の総括
	安全管理部員	・　放射線情報の把握 ・　環境放射線状況の把握 ・　被ばく情報の把握 ・　現場対応の支援 ・　その他必要な事項
外部対応統括者	運営管理部長	・外部対応の統括
広報班		
班長	所長が予め指名した者 （運営管理部担当役）	・　広報班の総括 ・　情報公開用資料の作成の総括
総括担当	運営管理部員及び地域交流課員	・　プレス発表分の作成 ・　プレスへの提供資料等の作成 ・　各報道機関からの問い合わせ対応 ・　取材申込調整及び対応 ・　広報班使用資料の整理、保管 ・　その他必要な事項
科技庁記者クラブ担当	所長及びセンター長等が予め指名した者	・　科技庁記者クラブでのプレス発表
県政記者クラブ担当	運営管理部員、地域交流課員、所長及びセンター長等が予め指名した者	・　茨城県とのプレス発表の調整等 ・　県政記者クラブとのプレス発表の調整等 ・　県政記者クラブでのプレス発表 ・　プレス発表議事録の作成
＊プレスセンター担当 （事故の規模により本部長の指示で設置）	所長及びセンター長等が予め指名した者	・　プレスセンターの開設 ・　プレスセンターでの各報道機関からの問い合わせ対応 ・　プレスセンターでの取材申込調整及び対応 ・　プレスセンターでのプレス発表 ・　プレスへの資料映像等の提供 ・　プレス発表議事録の作成

資料3.7-3　東海事業所事故対策本部の構成及び任務

(3／5)

構　成	職　　名	任　　務
中央官庁対応班		
班長	安全対策課長	・　中央官庁対応班の総括・対応窓口
中央官庁対応担当	センター長等が予め指名した者	・　中央官庁（科技庁も含む）への通報連絡説明及び情報提供
運転管理専門官対応担当	センター長等が予め指名した者	・　運転管理専門官への通報連絡、説明及び情報提供
地域対応班		
班長	地域交流課長	・　地域対応班の総括
総括担当	地域交流課員	・　関係機関への情報発信、対応の総括 ・　外部対応者への連絡、情報提供 ・　地域対応班説明資料等の整理、保管 ・　その他必要な事項
県対応担当	地域交流課員及びセンター長等が予め指名した者	・　茨城県への通報連絡、説明及び情報提供 ・　議事録の作成
村対応担当	地域交流課員及びセンター長等が予め指名した者	・　東海村への通報連絡、説明及び情報提供 ・　議事録の作成
周辺自治体等対応担当	地域交流課員及びセンター長等が予め指名し者	・　茨城県、東海村、科技庁を除く関係機関及び地元住民等への通報連絡、説明及び情報提供
労基署対応担当	安全管理部長が予め指名した者	・　労基署への説明及び情報提供 ・　議事録の作成
問い合わせ対応担当	運営管理部長が予め指名した者	・　問い合わせ窓口の開設 ・　外部からの問い合わせ対応 ・　議事録の作成
資料作成担当	再処理センター長及びプルトニウム燃料センター長が予め指名した者	・　地域住民等への広報素材の作成
Q＆A班		
班長	環境保全・研究開発センター長、プルトニウム燃料センター長が予め指名した者	・　Q＆A班の総括
	環境保全・研究開発センター員、プルトニウム燃料センター員及び事故発生センター等員	・　各種Q＆A資料作成及び調整 ・　各種Q＆A資料の整理 ・　社内のQ＆Aに関する問い合わせ対応 ・　その他必要な事項

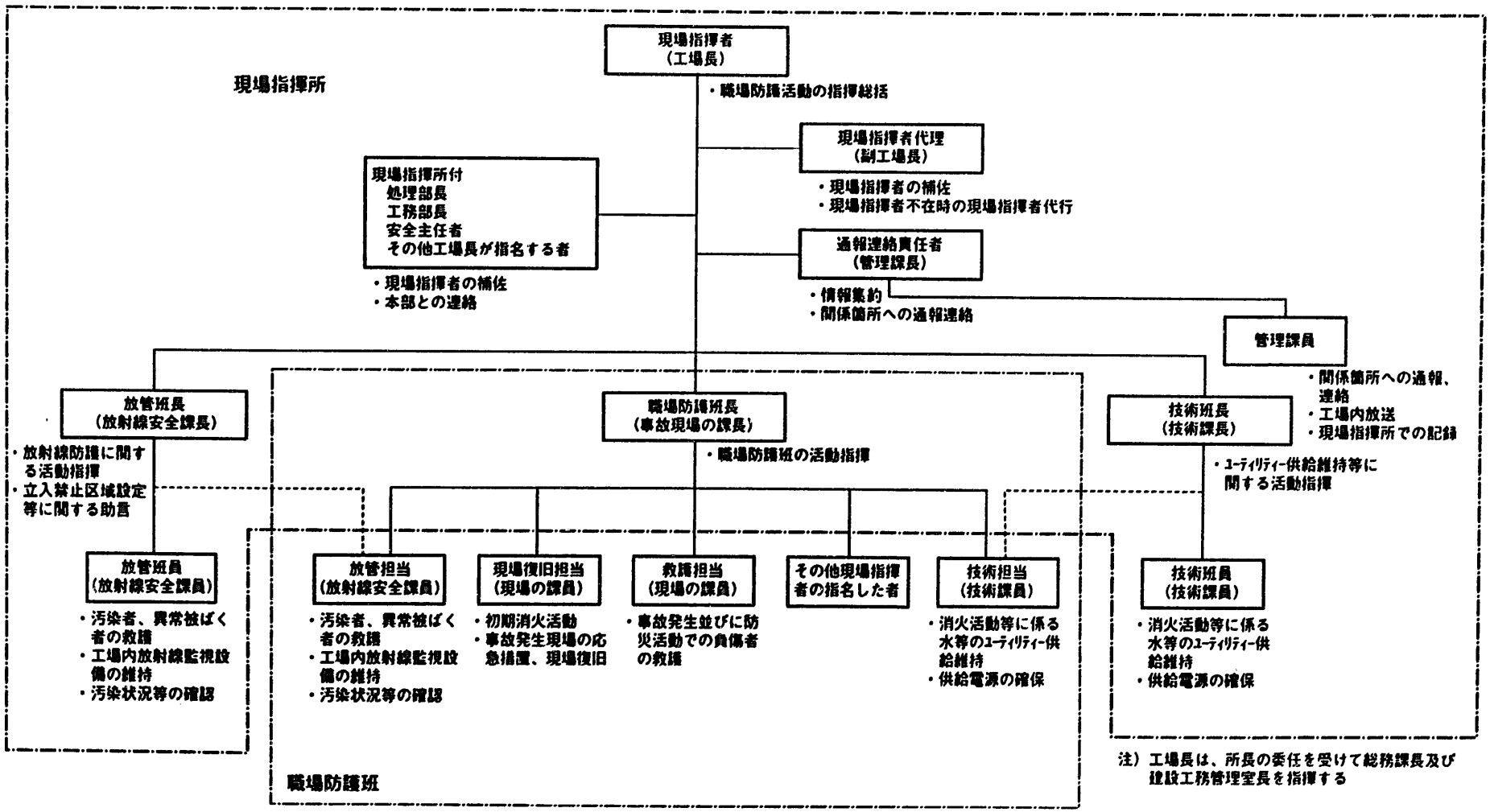
資料3.7-3　東海事業所事故対策本部の構成及び任務

構　成	職　　名	任　　務
工務班		
班長	建設工務管理部長	・　工務班の総括
	建設工務管理部員	・　ユーティリティーの確保 ・　応急措置工事に係る支援業務 ・　その他必要な事項
救護班		
班長	労務課長	・　救護班の総括
	労務課員 線量計測課員	・　緊急医療棟の運営 ・　負傷者、被ばく者及び汚染者の救護 ・　負傷者の治療、除染等の緊急医療の措置 ・　地域医療機関への移送 ・　その他必要な事項
消防班		
班長	所長が別に定めた者	・　事業所内の消火活動の指揮 ・　現場対応班への状況報告
	所長が別に定めた者	・　事業所内の消火活動 ・　消防署の消火活動への協力 ・　その他必要な事項
現場対応班		
班長	事故発生センター長等	・　現場対応班の総括
	事故発生箇所員	・　応急措置状況の確認と継続 ・　人員点呼状況に関すること ・　発生場所、被害の範囲・程度の状況に関すること ・　施設や設備（工程）の運転状況に関すること ・　原因と思われる事象、事態の推移、とりつつある措置の状況に関すること ・　負傷者や作業者の汚染の有無と、負傷や汚染などの状況に関すること ・　漏えい箇所の封じ込めや運転制限等の拡大防止措置の実施に関すること

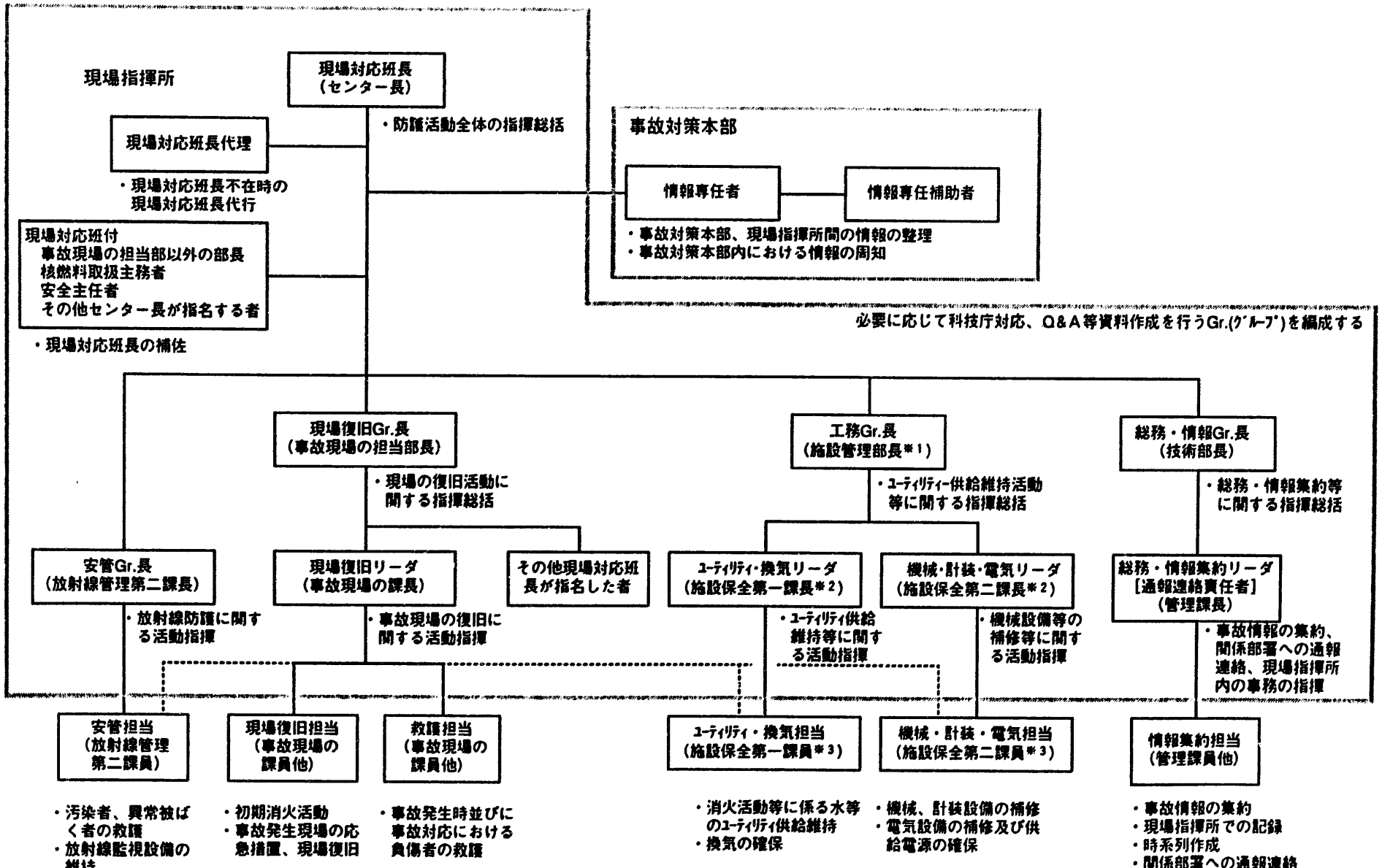
資料3.7-3　東海事業所事故対策本部の構成及び任務

(5／5)

構　成	職　　名	任　　務
		・　運転パラメータによる施設や設備の健全性等の状態把握に関すること ・　閉じ込め機能喪失や原子炉燃料破損等の施設の故障の程度やその可能性の評価に関すること ・　放射性物質等の汚染分布等の放射線状況や影響範囲の把握に関すること ・　事故の原因調査や現場復旧にあたっての二次的被害防止措置の実施に関すること ・　施設や設備の故障や事態の拡大の程度の定量的な推定に関すること ・　施設外へ放出される放射能の予測に関すること ・　危険物や毒劇物漏えいによる影響の調査に関すること ・　現場の片づけや除染等の事故処理に関すること ・　原因の除去や拡大防止等の応急措置の改修等の現場復旧に関すること ・　現場の復旧計画の作成と実施に関すること ・　要因の分析整理や発生過程の特定等の原因調査に関すること ・　対応上の知見の整理に関すること ・　再発防止対策の立案と実施に関すること ・　法令や協定に定める報告の作成に関すること ・　関係機関への説明資料の作成 ・　その他必要な事項に関すること



資料3.7-4　アスファルト固化処理施設火災爆発事故以前の事故対応組織（例：再処理工場）



資料3.7-5　事故対応組織

3.8 事故・故障等の経験反映状況

3.8.1 事故・故障等の経験反映のしくみ

国内外の関連施設で発生した事故・故障等についての情報は、従来から安全推進本部（旧動燃では安全部）が中心となって収集し、その発生状況、原因、対策等をデータベース化するとともに、必要に応じて関係箇所への周知、水平展開の指示等を行ってきた。また、海外の情報については、国際部を通じてパリ事務所、ワシントン事務所等からも収集しており、必要に応じ、これら海外事務所を通じてさらに詳細な情報を得ていた。

アスファルト固化処理施設の火災爆発事故では、化学プラント等他産業における安全分野の進歩を積極的に学ばなかったことが、事故を発生させた潜在的な要因の１つであった。このため、施設の安全確保の機能強化の１つとして、化学プラントの事故・故障等の情報収集を開始するとともに、一般防災及び安全評価等に関する専門家を非常勤嘱託として招聘した。

上記のとおり、関連する国内外の施設（原子力施設に加えて、化学プラントも対象）における安全性に関する情報の収集、事故事例の収集・評価を体系的かつ継続的に実施し、さらに、これらの情報を入手した時点で評価・検討を行い、類似の事故の発生を防止するための改善を行う等の水平展開を系統的に実施することとした。

収集した事故情報の継承と共有化を適切に行うため、データベース化した「事故・トラブル情報」、「海外原子力施設事故情報」及び「化学工場事故情報」を社内基幹LANを通じて誰もが入手できるようにした。また、研究開発成果についてはその目録をサイクル機構のホームページに掲載し、図書・所蔵文献については事業所イントラネットにでも検索できるようにすることとした。

収集した事故情報に基づき施設の安全対策等を変更する場合は、その変更の妥当性について再処理施設安全専門委員会にて審議することとした。さらに、安全に関する情報や事故事例等の情報から運転条件や操作手段等の変更を必要とするものについては、運転要領書、教育訓練等に反映させていくようにした。

3.8.2 事故・故障等から得られた経験の反映状況

(1) 東海再処理施設で発生した事故・故障等から得られた経験の反映

昭和52年のホット試験開始から平成10年12月末までに、東海再処理施設において発生した事故・故障等は法律に基づく報告件数で21件である。これらの事故・故障等に対しては、資料3.8-1に示すようにそれぞれの事象に応じた再発防止対策を行ってきた。

(2) 海外プラントの事故・故障等から得られた経験の反映状況

海外の再処理施設の事故については、得られた事故情報について調査し、必要に応じて改善を実施してきた。主なものを以下に示す。なお、海外の再処理施設における主要な事故・トラブルを資料3.8-2に示す。

1) ラ・アーグ再処理工場における火災（昭和55年4月）

ラ・アーグ再処理工場の変電所で発生した火災により工場への給電が停止した事象に鑑み、昭和56年には重要な負荷に対して万一の停電時に給電できるようにするために移動用発電機を配置するとともに、ケーブル火災の延焼防止対策が施されていない建家の主幹ケーブル及び主要負荷設備に対して延焼防止剤を塗布する等の工事を以下に示すように順次実施した。

昭和57年：分離精製工場、分析所、廃棄物処理場、第二変電所
昭和61年：共同溝（資材庫からウラン脱硝施設までの区間）
昭和63年：第二低放射性廃液蒸発処理施設、第三低放射性廃液蒸発処理施設
平成元年：放出廃液油分除去施設
平成9年：除染場、第二ウラン貯蔵所

その他の施設については、建設時点でケーブルに延焼防止剤を塗布するか、あるいは、難燃性ケーブルを使用する等の対策を施した。

2) セラフィールド再処理施設におけるプルトニウム溶液蒸発缶からの漏えい（平成4年9月）

セラフィールド再処理工場において発生したプルトニウム溶液蒸発缶からの溶液の漏えいは、チタン製の蒸発缶に接続されているステンレス鋼（18Cr-8Ni-Ti安定化鋼）製の圧力測定用配管においてTi安定化鋼特有のナイフラインコロージョンが発生したことによるとされている。このため、東海再処理施設のプルトニウム溶液蒸発缶での類似事象の発生の可能性の検討及び万一発生した場合の検知方

法についての確認を行った。

その結果、セラフィールドでの事故発生当時の東海再処理施設のプルトニウム溶液蒸発缶は、加熱部はチタン製でありセラフィールド再処理施設のものと同様であったが、塔部はSUS304Lが使用されており類似事象の発生の可能性は考えにくく、また、万一の発生に対しては、以下の方法により検知が可能であることがわかった。

なお、現在は塔部に、より耐食性に優れたTi-5Taを使用している。

・ ドリップトレの集液部の漏えい検知器
・ 液位計の指示値等によるプロセスパラメータの変動の検知
・ セル内監視用カメラによる定期的な確認

3) トムスク再処理施設における爆発（平成5年4月）

トムスク再処理施設における爆発は、抽出精製工程へ供給する前に、温度、組成、放射能濃度等を調整するために使用している貯槽において発生した。このため、抽出工程間の調整槽とリワーク工程内貯槽等の安全対策を確認するとともに、発熱反応が問題となる溶媒の低分子劣化物であるブタノール及び硝酸ブチルの工程内挙動調査を行った。

その結果、抽出工程の逆抽出段の有機相においてブタノールは検出されず、TBPの主たる低分子化学劣化生成物である硝酸ブチルの濃度が低いこと、リワーク工程内の溶媒貯槽でもブタノールは検出されず、硝酸ブチルの濃度も低いことが確認された。また、水相貯槽ではブタノール、硝酸ブチルとも検出されなかった。このことから、東海再処理施設においてはトムスク再処理施設における爆発と類似の事象の発生の可能性は考えにくいことがわかった。

この結果については、「科学技術庁ロシア原子力問題安全対策会議　ロシア再処理施設事故調査ワーキンググループ」に報告した。

4) ベルギーのアスファルト固化処理施設における火災（昭和51年12月）

ベルギーのユーロビチュームのフィリングステーション内で発生した火災の情報を受けて、当時ホット試験中だったアスファルト固化処理施設の火災対策として、実規模ドラムの燃焼状態の確認、水噴霧消火設備の性能確認、炭酸ガス消火設備の性能確認を目的とし

た実規模ドラムによる燃焼試験及び示差熱分析計の導入とそれを用いた廃液中の発熱物質の特性評価を実施した。これらの結果から、アスファルト充てん室に水噴霧ノズルの追加設置及び放水区画の設定を行うとともに、処理対象廃液の分析に示差熱分析計を導入し運用することとした。このように、運転開始当初においては海外の事故・トラブル経験が反映されたにもかかわらず、情報の伝承と共有化がなされず、東海再処理施設のアスファルト固化処理施設の火災爆発事故をもたらした。

資料3.8-1　東海再処理施設の事故・故障等の経験反映状況

(1/4)

No.	発生年月日	事故・故障	概要	再発防止対策の実施状況
1	S53.11.30	分離精製工場酸回収セル内で凍結用二酸化炭素による酸欠及び身体汚染	昭和53年8月24日に故障を起こした分離・精製工場酸回収蒸発缶の検査のためのセル内作業中に酸欠事故が発生	ガス使用時の作業環境の改善、環境測定（酸素濃度）の実施。作業管理体制の明確化。セル内立ち入り管理の実施（許可制）。作業計画書の検討・修正。酸欠を中心とした一般安全教育の実施。
2	S54.2.15	廃棄物処理場の低レベル廃液漏えいによる地下浸透水への放射性物質混入と環境流出	廃棄物処理場の地下に設けられている低レベル廃液貯槽から放射性物質が漏えいし、一般排水溝を通して敷地外に排出されていたことを確認	該当セル内閉じ込め構造の変更。少量漏えい検知機能追加。地下浸透水の海洋放出手順の変更。
3	S54.10.1	分離精製工場プルトニウム操作区域の空気汚染	分離精製工場内において微量のプルトニウムによる空気汚染が生じ、警報（プルトニウムダストモニタ）が作動したが、室内の空気汚染は約20分で消滅した。	運転要領書の見直し、遵守の徹底。設備の改良。定期点検の実施（６か月毎）。
4	S56.2.4	分離精製工場プルトニウム溶液蒸発缶から凝縮液への溶液移行による酸回収蒸発缶へのプルトニウム誤移送	分離精製工場のプルトニウム溶液蒸発缶を運転中、蒸発缶内溶液の一部が、凝縮液受槽に移行し凝縮液中に混入した。凝縮液の分析結果が不明のままに送液したために、酸回収工程にプルトニウムが混入した。	運転条件の変更及びそれに伴う運転要領書の改訂。安全作業基準等の遵守も含めた教育訓練の実施。
5	S56.2.6	分離精製工場酸回収精留塔加熱用蒸気凝縮水系配管の異常	分離精製工場の酸回収精留塔加熱用蒸気に硝酸が混入し、調査したところ、加熱用蒸気配管3系統のうち2系統に異常があった。	塔内加熱用蒸気配管の異常検知のための放射能濃度及び酸度の連続測定装置の設置。塔内異常の早期発見のための定期的な点検の実施（年2回）。
6	S56.4.15	廃棄物処理場の浄水配管バルブ交換作業時の浄水系への放射性物質混入	廃棄物処理場の工業用水系の配管交換作業時に、工業用水に微量の放射性物質が混入し、一般排水路を経由して事業所外に排出された。	配管水抜き操作時の開閉操作の影響検討の実施及び作業手順書の作成。廃液移送用ポンプのインターキャンペーン時の点検の実施。
7	S57.4.11	分離精製工場濃縮ウラン溶解槽（R11）の蒸気凝縮水の放射能濃度上昇	分離精製工場で濃縮ウラン溶解槽2基のうち1基（242R11）の内部の洗浄を行っていたところ加熱蒸気凝縮水系に付設してあるγモニタが発報し、溶解槽から加熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏えいを検知した。	遠隔操作による肉盛溶接の実施。定期的な外観試験及び漏えい試験の実施。
8	S58.2.18	分離精製工場濃縮ウラン溶解槽（R10）の蒸気凝縮水の放射能濃度上昇	分離精製工場で濃縮ウラン溶液槽（242R10）の内部の洗浄を行っていたところ加熱蒸気凝縮水系に付設してあるγモニタが発報し、溶液槽から加熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏えいを検知した。	貫通部補修溶接実施。溶解槽バレル取出し操作の変更。溶解槽-セル取り合い部に防水カバー取りつけ。定期的な外観試験及び漏えい試験の実施。

資料3.8-1　東海再処理施設の事故・故障等の経験反映状況

(2/4)

No.	発生年月日	事故・故障	概要	再発防止対策の実施状況
9	S58.2.19	分離精製工場酸回収蒸発缶加熱用蒸気凝縮水の放射能濃度上昇	分離精製工場で酸回収蒸発缶の運転を行っていたところ加熱蒸気凝縮水系に付設してあるγモニタが発報し、酸回収蒸発缶から加熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏えいを検知した。	故障部の切り離し・撤去、予備品の据付。破壊試験による腐食原因の究明。
10	S62.1.26	分離精製工場せん断機マニプレータによる運転停止	分離精製工場の濃縮ウラン機械処理セル内において、せん断機の点検に使用していたパワーマニプレータが故障した。	故障部を予備品と交換。
11	S62.9.17	分離精製工場燃料導入コンベア駆動用チェーンの絡みによる運転停止	再処理工場内の分離精製工場の濃縮ウランコンベアセル内において、使用済燃料の移送に使用していた燃料導入コンベアが故障した。	磨耗・損傷部を新規に製作し交換。台車止めの改良・交換。台車停止時の検知及び駆動モータ自動停止のための装置の取り付け。計画的な点検の実施。
12	H1.10.4	分離精製工場弁操作セル内の弁継手部からの溶液漏出による主排気筒からのヨウ素放出	分離精製工場の弁操作セル内に設置した弁の継手部に不具合が生じ、溶解オフガスを洗浄処理した溶液がセル内に漏えいした。これに伴い、主排気筒から微量の放射性ヨウ素が放出された。	当該セル及び類似の継手部を使用しているセル内の弁に対して、定期的な漏えい検査を行うことを点検手順書に明記。排気モニタ異常検知時に対する事項の点検・処置マニュアルへの追記。ヨウ素連続モニタリングのための装置の追加及び当該セルへの漏えい検知装置の設置。
13	H3.2.13	第二中間開閉所での工事請負作業員の感電事故（再処理施設の一部が停電）	第二中間開閉所において、ガラス固化技術開発施設（建設中）用の高圧分岐盤設置作業中の作業員（1名）が感電し、死亡した。そのため、再処理施設の一部が、約1時間半の間停電したが、放射性物質による周辺環境及び従事者への影響はなかった。	感電防止のため表示板の設置及び安全作業基準・安全管理計画書の遵守の徹底。停電時の電源確保のための所要の対策の実施。
14	H3.3.8	分離精製工場濃縮ウラン溶解槽の内圧上昇に伴う運転停止	濃縮ウラン溶解槽（R12）で使用済燃料の溶解中に、溶解槽内の圧力が一時的に上昇したため、溶解運転が自動的に停止した。これに伴う放射性物質による周辺環境及び従事者への影響はなかった。	運転条件・運転手順の変更。

資料3.8-1　東海再処理施設の事故・故障等の経験反映状況

(3/4)

No.	発生年月日	事故・故障	概要	再発防止対策の実施状況
15	H3.8.27	海中放出管からの漏えい	定期自主検査の一環として、海中放出管の漏えい試験を行ったところ、管外部からの局所的な腐食が原因と見られる貫通孔による漏えいが確認された。放射性物質による周辺環境及び従事者への影響はなかった。	漏えい原因の検討結果をもとに新放出管の設計等を検討し、新放出管については問題のないことを確認。
16	H4.5.19	分離精製工場ハル取出しコンベアの作動不調（手動駆動機構の軸受けの損耗）	分離精製工場においてハル取り出しコンベアを上昇させていたところ、駆動チェーンのうち1本が正常に巻き取られなかったため、コンベア作動を停止した。放射性物質による周辺環境及び従事者への影響はなかった。原因は摩耗紛により駆動チェーンの屈曲が悪くなり、正常に巻き取られなかったことによる。	チェーンの交換。テレビカメラによる定期的な点検の実施。巻き込み防止ガイドの新設。
17	H5.12.27	分離精製工場真空分配室での真空フィルタ交換作業における内部被ばく（線量限度超）	分離精製工場において、真空フィルタの交換作業を実施した際に、当該フィルタから放射性物質が飛散し、作業員4名が被ばくした。放射性物質による周辺環境への影響はなかった。原因は、外したフィルタを、ビニールシートを用いて梱包したこと等作業が不適切であったためである。	当該作業の操作方式の変更。作業マニュアルの改訂。現場の実作業条件下での教育の実施。類似事象発生防止のためのマニュアル類の見直し。作業の事前評価の充実のためのチェックリストの追加作成。保安規定遵守の徹底。
18	H6.4.20	プルトニウム転換技術開発施設でのグローブボックス接続準備作業中の内部被ばく	プルトニウム転換技術開発施設において、不純物前処理用グローブボックスの更新作業のためにグローブボックスの据付作業を行っていた。作業終了後、身体サーベイの結果、作業員2名の手部に汚染が、うち1名には、鼻腔にも汚染が認められた。放射性物質による周辺環境への影響はなかった。原因はグローブボックス撤去のために使用した多量の除染用の水等が、箱型高性能フィルタ接続部のビニールバッグに溜まり、これがもれ出て乾固し、その一部が設置された新グローブボックス上部表面に落下したことによるものである。また、作業を行うにあたっての作業計画の不備、汚染確認の不徹底があったため、汚染を事前に察知できなかった。	類似作業時の除湿装置の仮設、水分の漏れ防止のための設備の改良。アンバー区域内作業時の作業計画策定方法の見直し。作業環境サーベイの充実及び汚染レベルの把握とそれに応じた適切な措置の実施。ビニールバッグの点検の義務化。

資料3.8-1　東海再処理施設の事故・故障等の経験反映状況

(4/4)

No.	発生年月日	事故・故障	概要	再発防止対策の実施状況
19	H7.3.3	廃棄物処理場での廃溶媒移送作業における内部被ばく	廃棄物処理場において、3名の作業員が廃溶媒の移送のために、ホースの取り付けやバルブの開閉の作業を行っていた。作業終了後、放射性物質による汚染の調査を行ったところ、作業衣及び身体に汚染が認められ、また、鼻腔内にも汚染が認められた。放射性物質による周辺環境への影響はなかった。原因は、スチームジェット側バルブを閉じる前にフレキシブルホースを取外したことによるものであるが、同ホースのクイックコネクトにオープンタイプを使用していたために放射性物質の漏えいを防げなかったこと及び作業要領書に作業中断時の措置が明記されていなかったこと等の要因が重なったものである。	当該作業に係る作業要領書の改訂及びその改訂内容の周知教育の実施。
20	H7.10.19	分離精製工場高放射性蒸発缶加熱蒸気凝縮系の放射性物質検知装置の作動	第11回定期検査のための運転中、蒸気凝縮水系放射性物質検査装置（282γRP+60.2）が作動した。本件において、放射性物質による周辺環境及び従事者への影響はなかった。原因は高放射性廃液蒸発缶は昭和49年11月からトラブル発生時に至るまで21年間、厳しい腐食環境下で長時間運転したために同蒸発缶の加熱用蒸気配管の一部に欠陥が生じ、ここから加熱蒸気凝縮水に放射性物質が漏えいしたことによる。	高放射性廃液蒸発缶は建設当初から予備機を設置しており、この予備機について健全性を確認した上で切り替えて運転を再開。
21	H9.3.11	アスファルト固化処理施設における火災爆発事故	アスファルト固化処理施設において、アスファルトと再処理工程から生ずる放射性廃液を脱水・混合処理し、その混合物をドラム缶に充てんする作業を実施していたところ、火災の発生を確認した。また、その約10時間後、同施設において爆発が発生し、建屋の窓、扉等が破損した。この事故では、作業者の体内に放射性物質の取り込み、放射性物質の環境への放出があった。	アスファルト固化処理の中止。事故対策の抜本的な見直し。東海再処理施設の安全性確認の実施。

資料 3.8-2　海外の再処理施設における主要な事故・トラブル

(1/4)

事故の年月日 国·施設名称	事故の内容	事故の影響
1953 年 1 月 12 日 米国サウスカロライナ州 サバンナリバー工場	硝酸ウラニルと有機溶媒による TNX 濃縮缶での化学爆発	濃縮缶は 6 個の大きな破片に裂けた。 建屋の屋根と壁の損傷大。 2 名負傷（被ばくの報告なし）。
1957 年 9 月 29 日 旧ソ連 キシュティム再処理施設	高レベル放射性廃液貯槽の冷却系及び温度センサーの故障により、溶液が蒸発し廃液に含まれていた硝酸ソーダと酢酸ソーダの乾燥塩ができ爆発	爆発後、全ての換気系が故障 貯槽中にあった核分裂生成核種 7.4×10^{18}Bq のうち 1 割が環境に放出され、幅 30～50km、長さ 300km にわたって 3.7～74GBq/km^2 の汚染が発生 線量率は高いところで、6mGy/時 23 村の約 1 万人が避難
1958 年 6 月 16 日 米国テネシー州 オークリッジ Y-12 工場	配管弁の故障で硝酸ウラニル溶液が非安全形状ドラム缶に流入し臨界	2.8 分間に 1.3×10^{18} の核分裂。 5 人がかなりの被ばく。 （461rem～298rem） 3 人が軽度の被ばく。 （86.5rem～28.8rem）
1958 年 12 月 30 日 米国ニューメキシコ州 ロスアラモス国立研究所	インベントリ調査作業のための溶液洗浄時、電動攪拌機を回したところ臨界超過	1 回 1.5×10^{17} の核分裂。 36 時間後に作業員 1 名死亡。 救助員 2 名被ばく（1.3Gy, 0.35Gy）。 装置の破損、汚染なし。
1959 年 10 月 16 日 米国アイダホ州 アイダホ化学処理工場 (ICPP)	抽出工程で硝酸ウラニル廃液貯槽に高濃縮ウランが流入し臨界	20 分間に 4×10^{19} の核分裂。 核分裂生成物の作業区域への流入により作業員 2 名が被ばく（0.5Gy、0.32Gy）。 機器の損傷なし。
1959 年 11 月 20 日 米国テネシー州 オークリッジ国立研究所	除染剤と硝酸のニトロ化反応爆発によるプルトニウムの放出	プルトニウムの放出。 セル内　約 150g 排気系　約 1.5g 屋外　600mg 屋内　700mg 約 4 エーカーの面積の地面が汚染。 負傷者、重大な被ばくなし。 コンクリート・ブロック壁崩壊。
1961 年 1 月 25 日 米国アイダホ州 アイダホ化学処理工場 (ICPP)	高濃縮ウラン－アルミニウム燃料の処理中に、蒸発缶内で硝酸ウラニル溶液が非安全形状部へ吹き上げられ臨界超過	6×10^{17} の核分裂。 物理的損傷なし。 従業員の被ばくなし。 核分裂生成物の放出防止。

資料 3.8-2　海外の再処理施設における主要な事故・トラブル

(2/4)

事故の年月日 国・施設名称	事故の内容	事故の影響
1962 年 4 月 7 日 米国ワシントン州 ハンフォード プルトニウム廃棄物回収施設「リカプレックス」	多目的回収装置の洗浄作業時、誤って Pu を含むサンプ廃液が吸引され臨界超過	37 時間で 8.2×10^{17} の核分裂。 初めの 30 分で約 20%のエネルギーが放出。 物理的損傷及び汚染なし。 3 名の操作員が被ばく。 110rem、43rem、19rem
1963 年 11 月 6 日 米国ワシントン州 ハンフォード Redox 工場のプルトニウム精製工程	Pu 精製用陰イオン樹脂塔で陰イオン交換樹脂の化学的劣化及び酸化により内圧が上昇し、ガスケット部が破損。グローブボックス内に飛散した樹脂が発火	初期発生から 30 分後に放管員が火災を認識。 乾式化学消火剤により約 1.5 時間かけて消火。 火災により建屋と機器が損傷。 建屋全体が α 汚染。
1964 年 7 月 24 日 米国ロード・アイランド州 ウッド・リバー・ジャンクション工場 U235 回収施設	ウラン濃縮蒸発缶からの高濃度ウラン溶液を操作員が誤って非安全形状の溶媒タンクに流し臨界	1 回目 1×10^{17} 核分裂の単一パルス。 2 回目小規模な臨界反応（2 時間後）。 1 回目の核分裂で操作員 1 名 49 時間後に死亡。 骨盤：46000rad、頭：14000rad 2 回目の核分裂で操作員 2 名被ばく。 60~100rad 推定
1970 年 8 月 24 日 英国 ウインズケール（セラフィールド） プルトニウム回収工程	溶媒抽出工程の上流部において流出元不明の溶媒が貯槽へ入り、水溶液中のプルトニウムを抽出し臨界	10^{15} 程度の核分裂。 作業員 2 名が被ばく。 2rad、1rad 以下
1973 年 9 月 26 日 英国 ウインズケール（セラフィールド） 前処理工程	定量供給装置内に存在する大量の Ru106 や Zr 微粉、その他の固形物を含む不溶解残さと移送された酸性プテックスが発熱反応を起こし発火。	排気筒から 370GBq の Ru106 が放出。 事故時に前処理建屋内にいた 35 名が皮膚及び肺汚染。 1 名は推定 1.5MBq、50 年預託線量 10Sv 7 階の床面で最も高い表面汚染 敷地内の空気中放射能はバックグラウンド以下。
1975 年 2 月 12 日 米国サウスカロライナ州 サバンナリバー工場	約 190kg の TBP-硝酸ウラニル錯体が高温状態の脱硝器に送り込まれ爆発	建物の支持構造物への影響なし。 2 名の作業員が軽傷。 内部被ばくなし。

資料 3.8-2　海外の再処理施設における主要な事故・トラブル

(3/4)

事故の年月日 国・施設名称	事故の内容	事故の影響
1976年8月30日 米国ワシントン州 ハンフォード プルトニウム処理施設の アメリシウム回収工程	グローブボックス内に設置されたステンレス製貯槽内のイオン交換樹脂と硝酸の反応による爆発事故	グローブボックス前にいた操作員が負傷及びアメリシウムによる身体汚染。 外部被ばく量：約500rem 救助にあたった操作員も身体汚染。
1978年10月17日 米国アイダホ州 アイダホ化学処理工場	高濃縮ウラン回収工程の抽出カラム内の臨界事故	2.74×10^{18}の核分裂。 セル内で起こったため、負傷、放射性物質の放出、機器の破損なし。
1980年4月15日 フランス ラ・アーグ再処理工場	外部電力の主受電設備の変電所の90/15kV 変圧器の 2 次側の短絡により火災発生 この火がケーブルを伝わって階上の制御盤に延焼、受電制御系、非常用発電機制御系、15kV 所内配電制御系が全滅	工場内は全停電 移動式発電機で重要な設備に約 30 分間の給電 運転員も保守作業員とも負傷者なし 1 建屋の 1 部屋の若干の空気汚染を除いて全体的な空気汚染はなし
1981年1月6日 フランス ラ・アーグ再処理工場	自然発火による黒鉛被覆とマグネシウム片貯蔵庫での火災	Cs137 推定放出量：0.6Ci 以下 降雨により若干の地表面汚染。(約$10000m^2$の区域) 5名の作業員が外部被ばく。 1名 5～7rem その他 200～400mrem 除染作業により 35 名が若干の被ばく。
1981年12月15日 ベルギー ユーロケミック再処理施設	アスファルト固化プラント（ユーロビチウムプラント）にて中レベル放射性廃液固化の際、ドラム缶注入後8時間後に3本が自然発火	火災は水スプレー等により消火 事故時の負傷者、内部被ばく者はなし 事故時のフィルター交換作業で 2 名が 0.6mSv の外部被ばく 環境への放出量は、2.85×10^{6}Bq（$\beta\gamma$）
1983年11月10日 英国 セラフィールド再処理工場	工場の運転停止中の定常保守作業時に放射能濃度の高いクラッドを含む溶液を誤って海洋放出貯槽からアイリッシュ海に流出	1214Ci の Ru106 を含む 1600Ci の放射能が海洋放出。 一時的に海岸への接近を禁止。
1992年9月8日 英国 セラフィールド再処理工場	配管の腐食部から硝酸プルトニウムが漏洩し、固体として析出	操作区域や環境への放出はなし その時の装置では十分な監視はできなかった。

資料 3.8-2　海外の再処理施設における主要な事故・トラブル

(4/4)

事故の年月日 国・施設名称	事故の内容	事故の影響
1993年4月6日 ロシア トムスク7再処理施設	多量の有機物が混入したウラン廃液貯蔵タンクに濃硝酸を注入したことから、有機物の希釈剤に含まれる芳香族炭化水素やTBPの劣化生成物と硝酸が反応し、タンク内の温度と圧力が上昇してタンクが破裂し、さらに発生した可燃性ガスが爆発	ガスの爆発により、セルの天井破壊、壁とガラス窓が損壊 敷地外への放出量 Pu　37Bq程度 FP　1.5×10^{12}Bq（$\beta\gamma$）程度 0.15mSv/時以上の線量率になる地域が123 km^2
1997年5月14日 米国ワシントン州 ハンフォード プルトニウム処理施設の プルトニウム回収施設	プルトニウム還元剤としての硝酸ヒドロキシルアミン(HAN)／希硝酸が貯留されていた試薬の貯槽で爆発	貯槽の蓋を吹き飛ばし、ドアと屋根の一部を損傷 負傷者はなく、放射性物質の環境への放出もなし

"Significant incidents in nuclear fuel cycle facilities",IAEA-TECDOC-867(1996)，
"ATOMICATIONNEWSLETTER"より

4．最新の技術的知見等の反映状況

本章では、東海再処理施設における最新の技術的知見等の反映状況を再処理施設安全審査指針を参考に調査し、その結果を以下に記載した。なお、安全評価については5章の東海再処理施設の安全性評価で述べる。

4.1 立地条件

(1) 東海再処理施設では、事故の誘因を排除し、火災の拡大を防止する観点から、施設を設置する際に、立地地点及びその周辺における自然環境、社会環境を調査・検討し、安全確保上支障がないことを確認している。

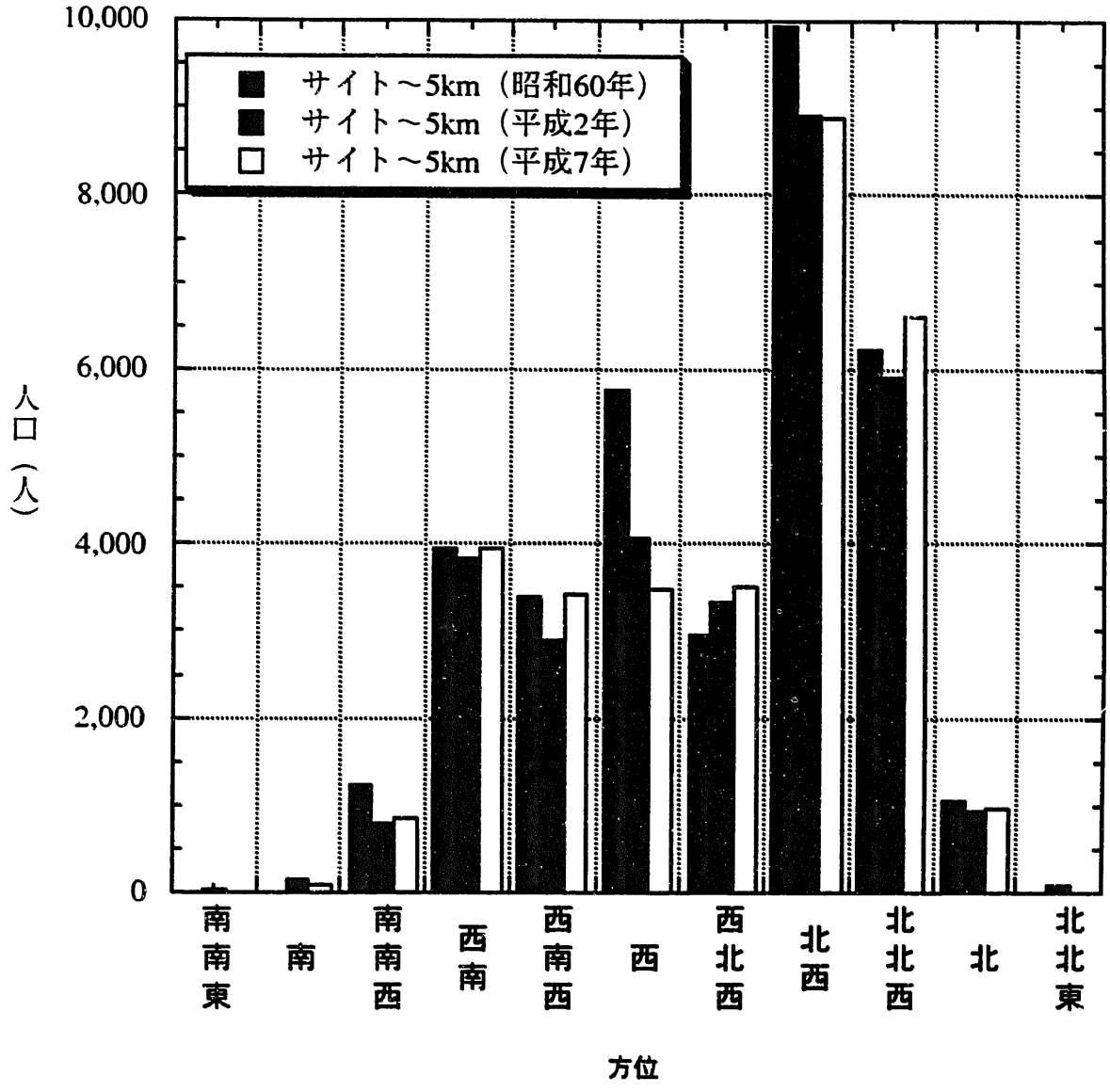
(2) これらの自然環境、社会環境については、常陸那珂港の開発に伴い、海洋放出口の設置位置を移設することが必要となった。このため、海洋放出口の移設（平成2年12月設置変更承認）の際に、海象については潮流のデータを昭和62年から63年の沖合い約4kmのものに更新し海底地形図を放出管移設地点を含む広域図に変更し、潮位についても最新の公的データに更新するとともに、大気については、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（平成元年3月改訂）」を反映させ気象データのうち日射量、放射収支量の単位の変更を行い、さらに、大気安定度を再分類し、データを統計整理した。

同じく、敷地概況については「茨城農林水産統計年報（茨城農林水産統計協会発行）」を基に見直しを行い、社会環境については昭和60年の国勢調査データを採用して人口分布を更新した。その他、主要産業に係わるデータ等を最新の公的データに更新した。その後の自然現象ではこれらを上回るような事象が発生していないことを「茨城の気象百年（日本気象協会水戸支部発行）」を基に確認している。

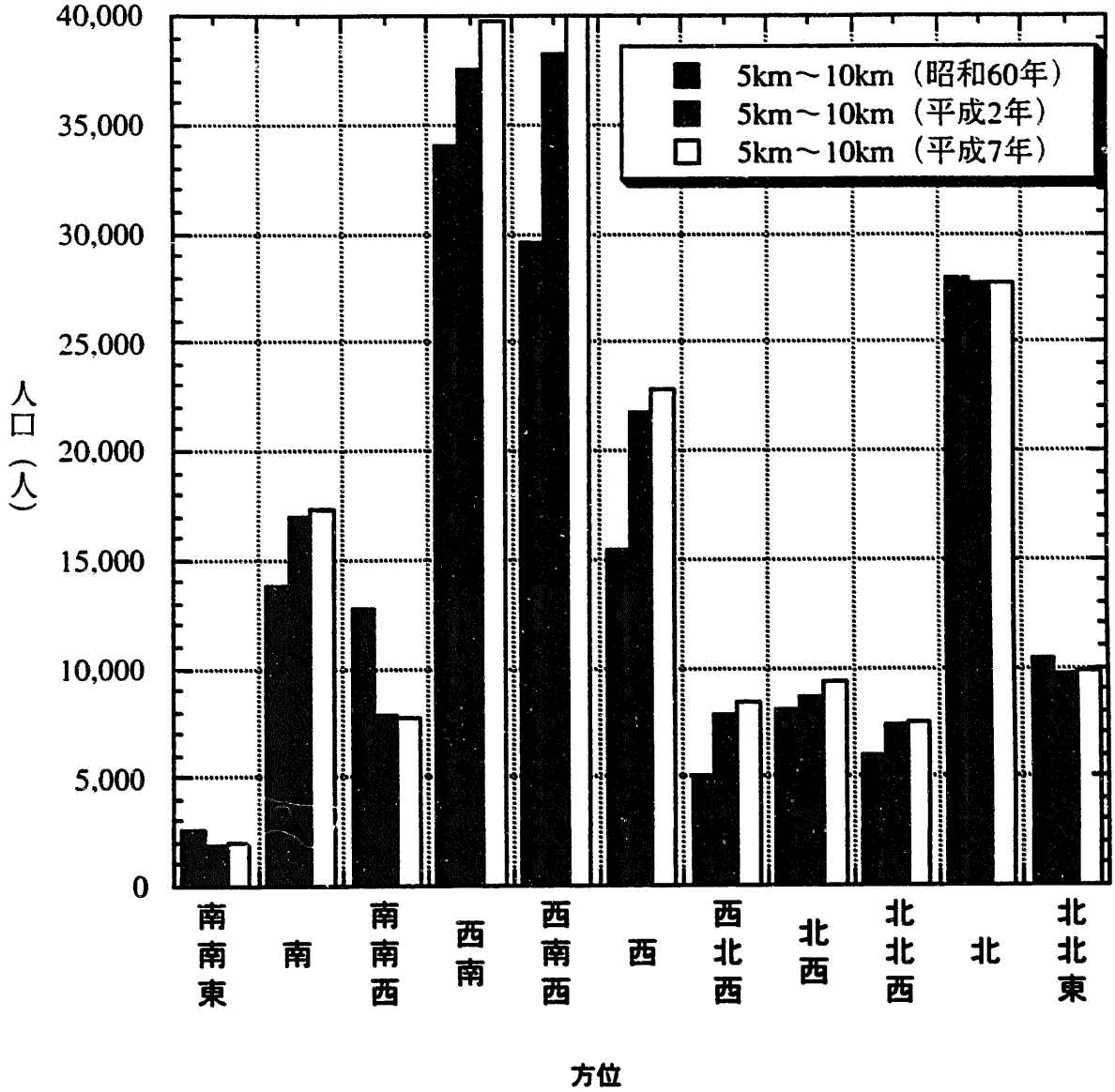
また、行政境界の変更（ひたちなか市の設立）が行われているが、平成2年度及び平成7年度の国勢調査の結果から人口分布に大きな変化はないことを確認した。

東海事業所周辺における人口分布及び耕地面積、米収穫量、漁獲量などの経年変化を資料4.1-1～資料4.1-13に示す。

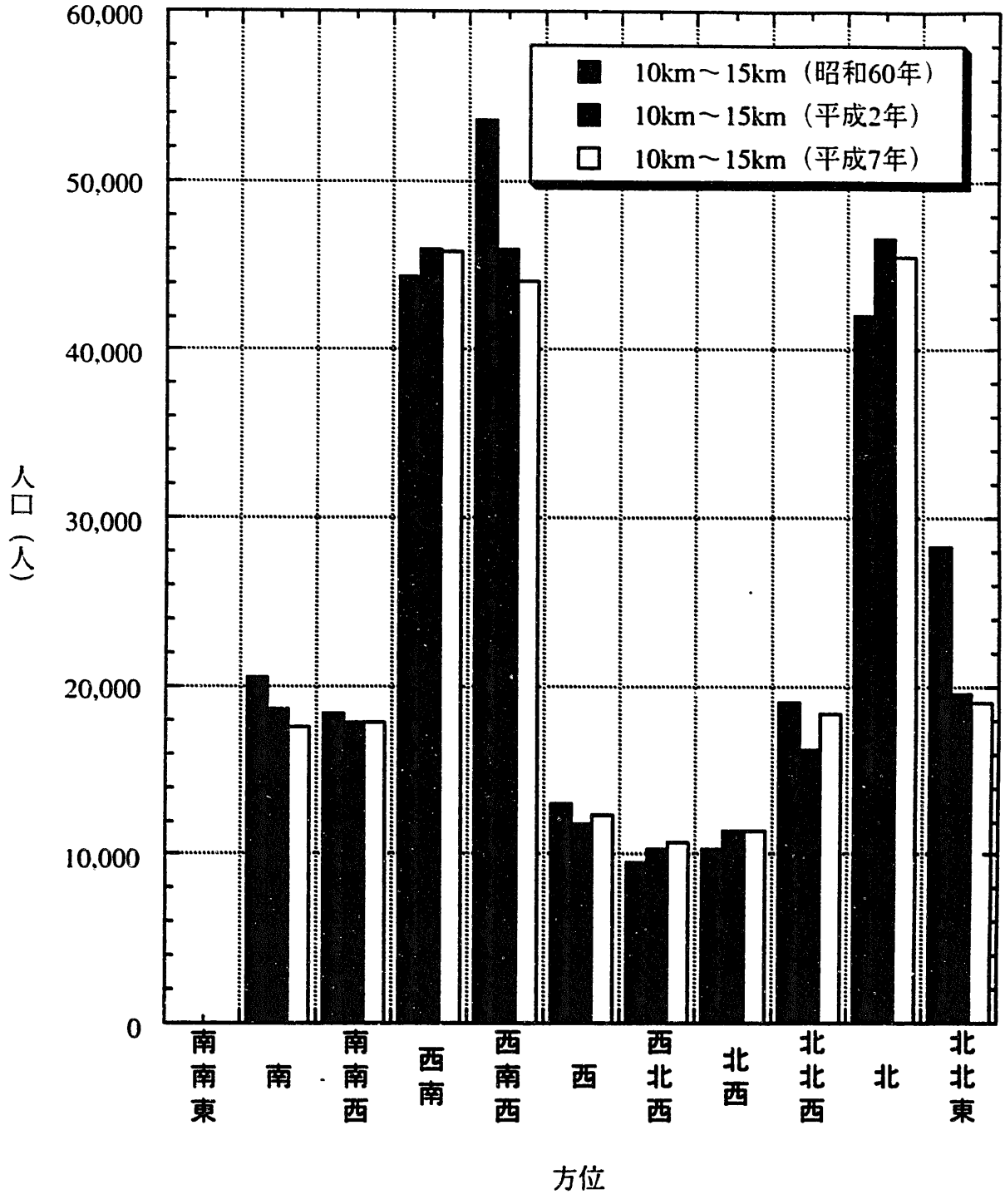
(3) 一方、東海再処理施設は、建設後20数年を経過しており、人口分布等周辺状況は変化してきていることから、現在でも再処理施設と一般公衆との離隔距離が適切に確保されているかを平成10年12月に実施した安全性確認作業において確認した。その結果、万一事故が発生した場合の一般公衆への影響は、「再処理施設安全審査指針（昭和61年2月決定、平成元年一部改訂）」に定められている核燃料施設の立地評価上必要なプルトニウムに関するめやす線量を下回っていることを確認した（5.4章参照）。



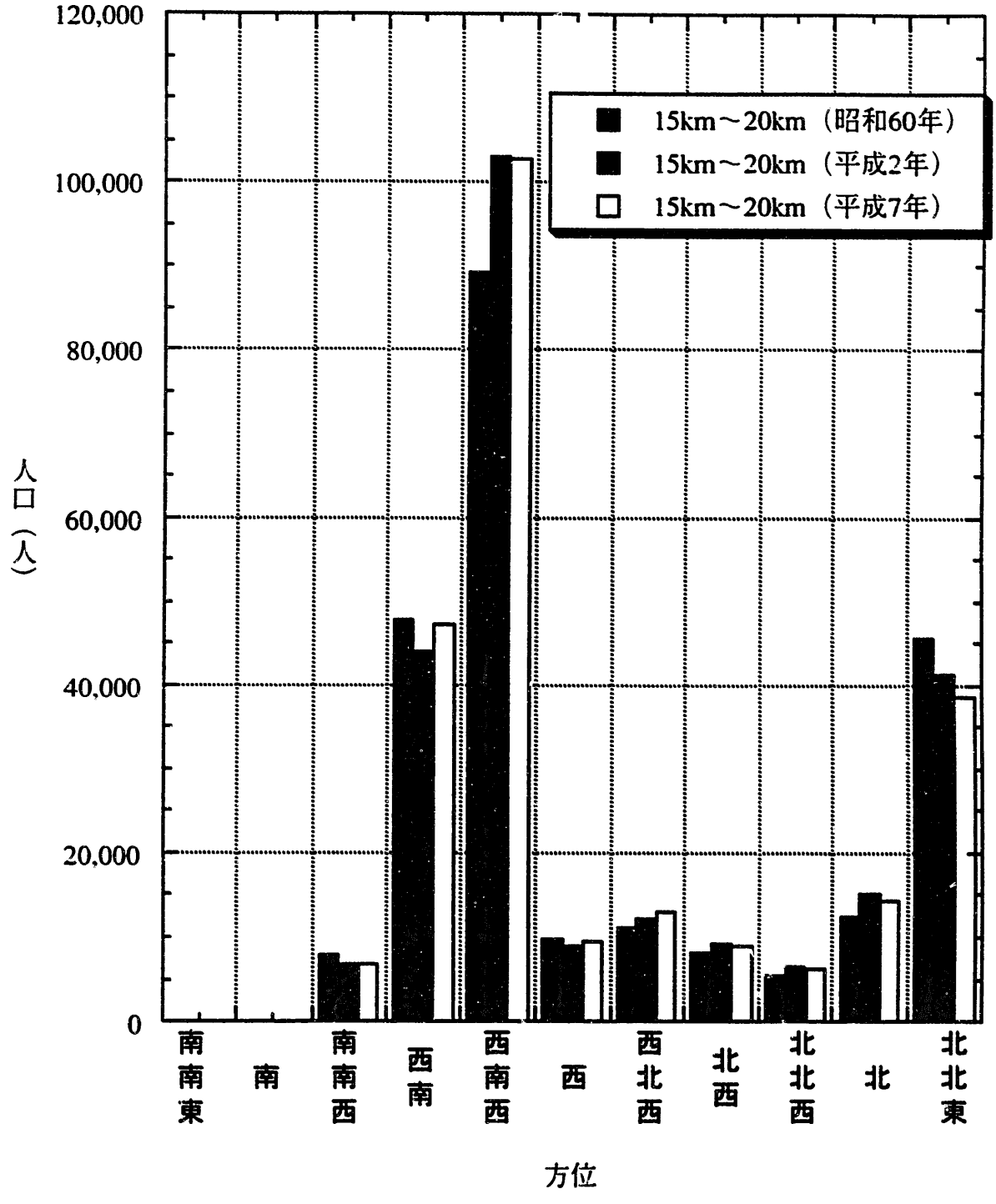
資料4.1-1　人口分布（サイト～5km）



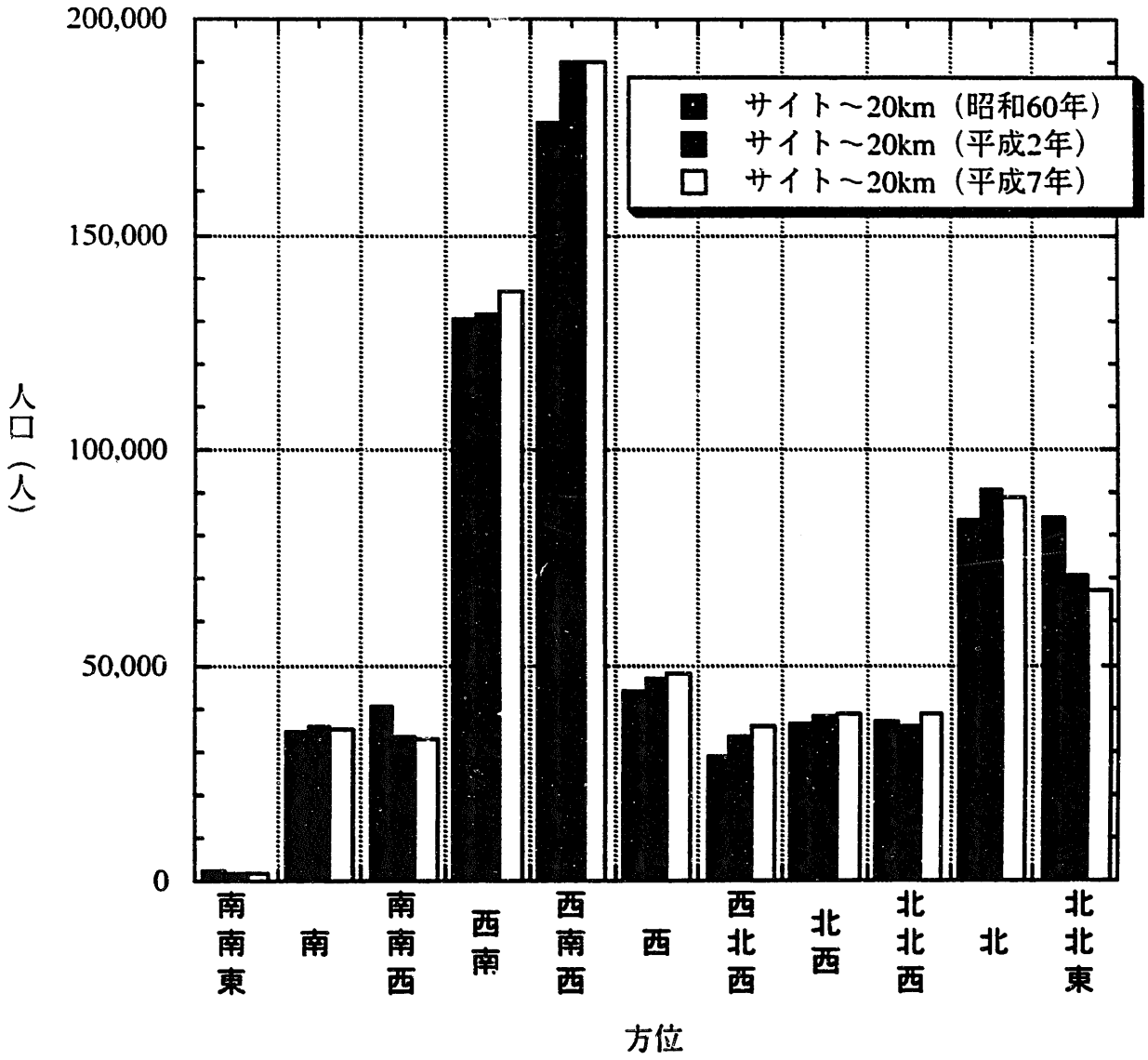
資料4.1-2　人口分布（5～10km）



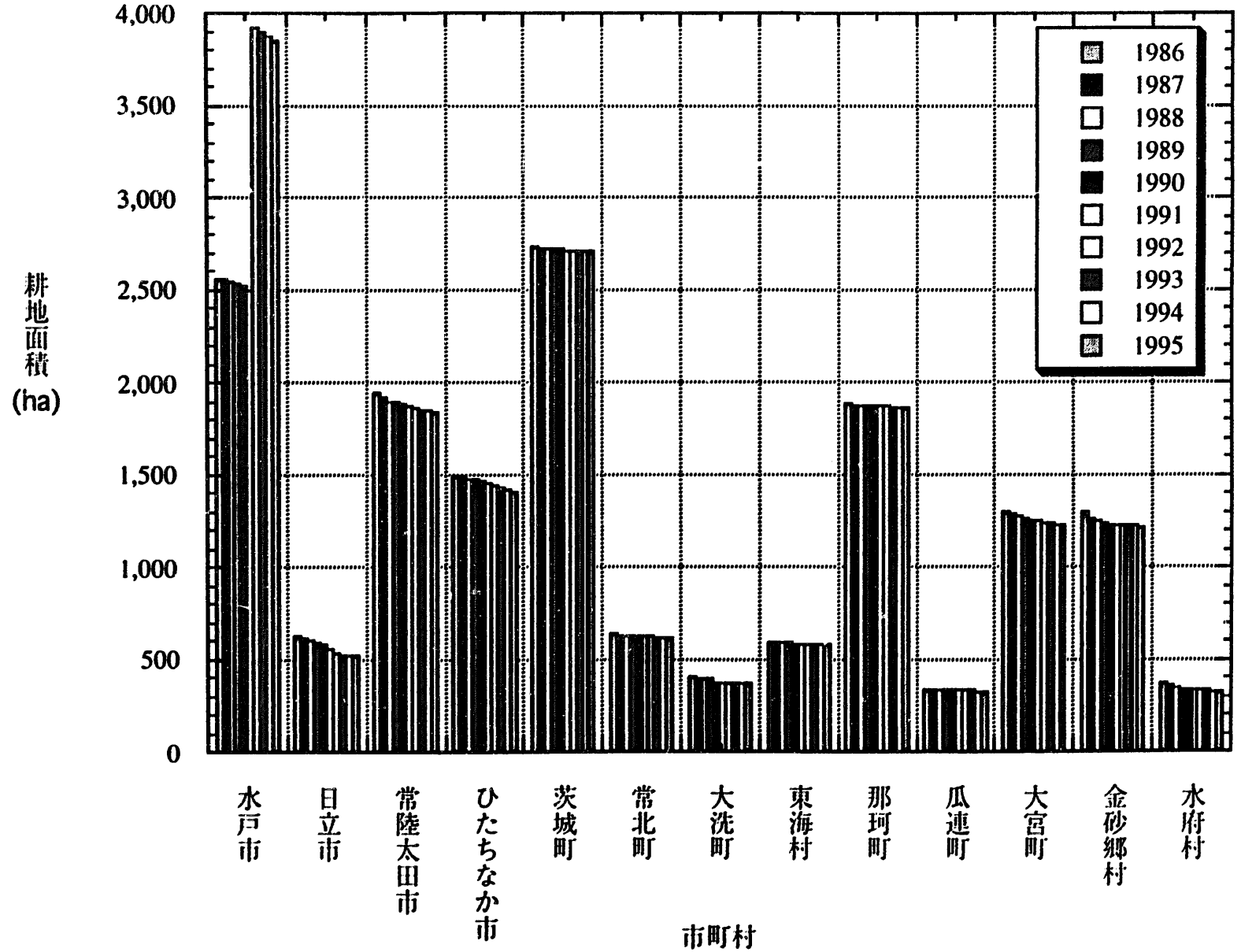
資料4.1-3　人口分布（10～15km）



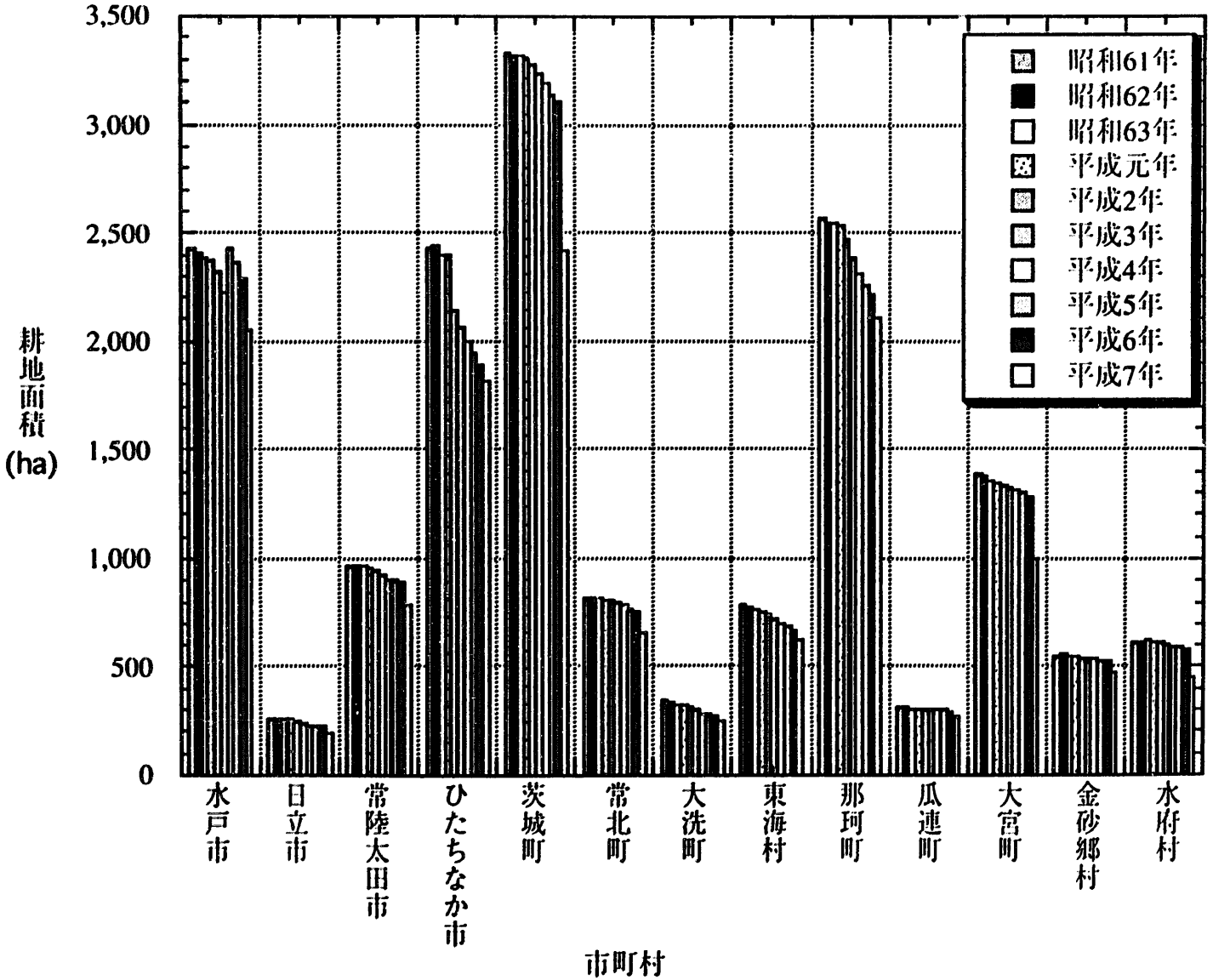
資料4.1-4　人口分布（15～20km）



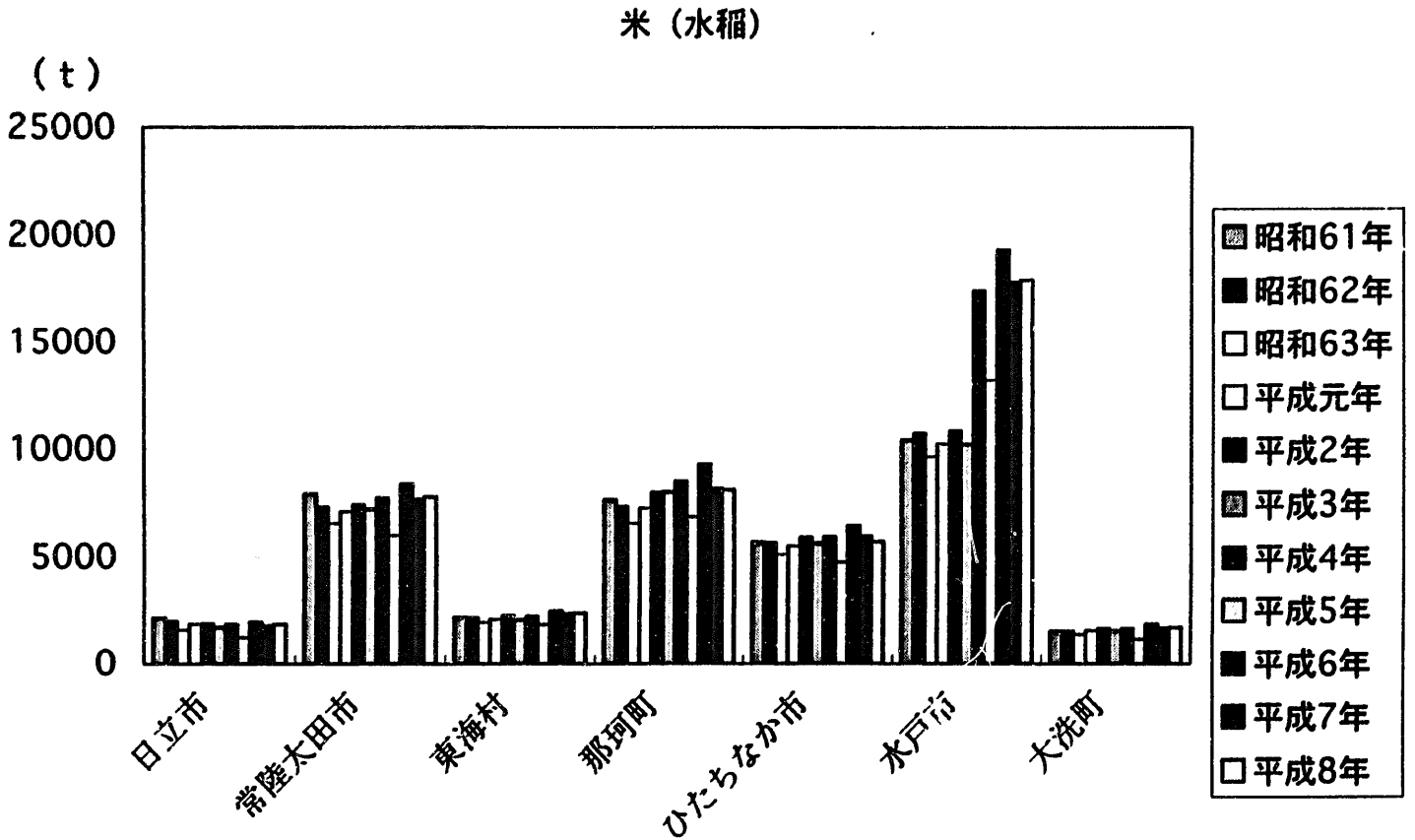
資料4.1-5　人口分布（サイト～20km）



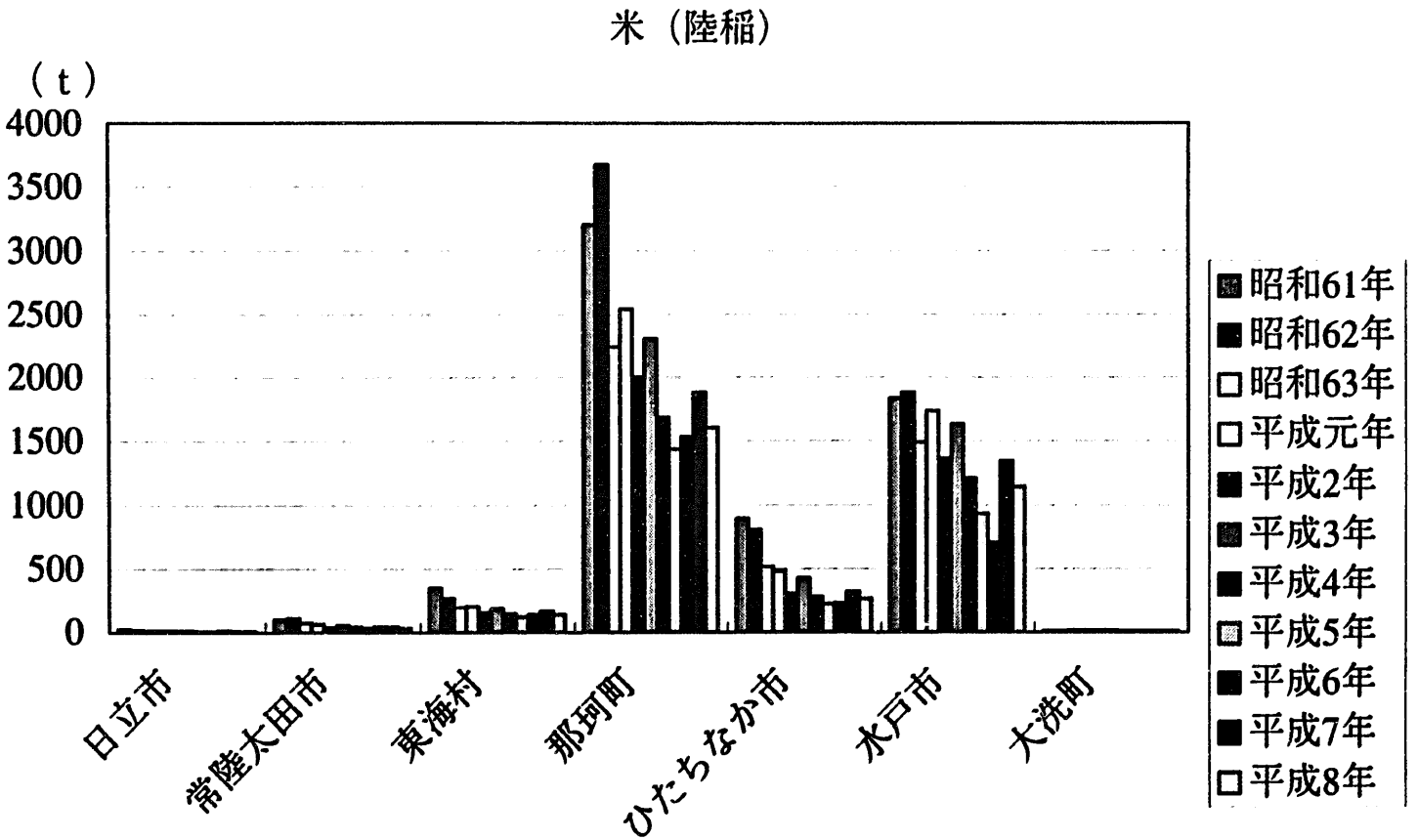
資料4.1-6　耕地面積（田）の経年変化



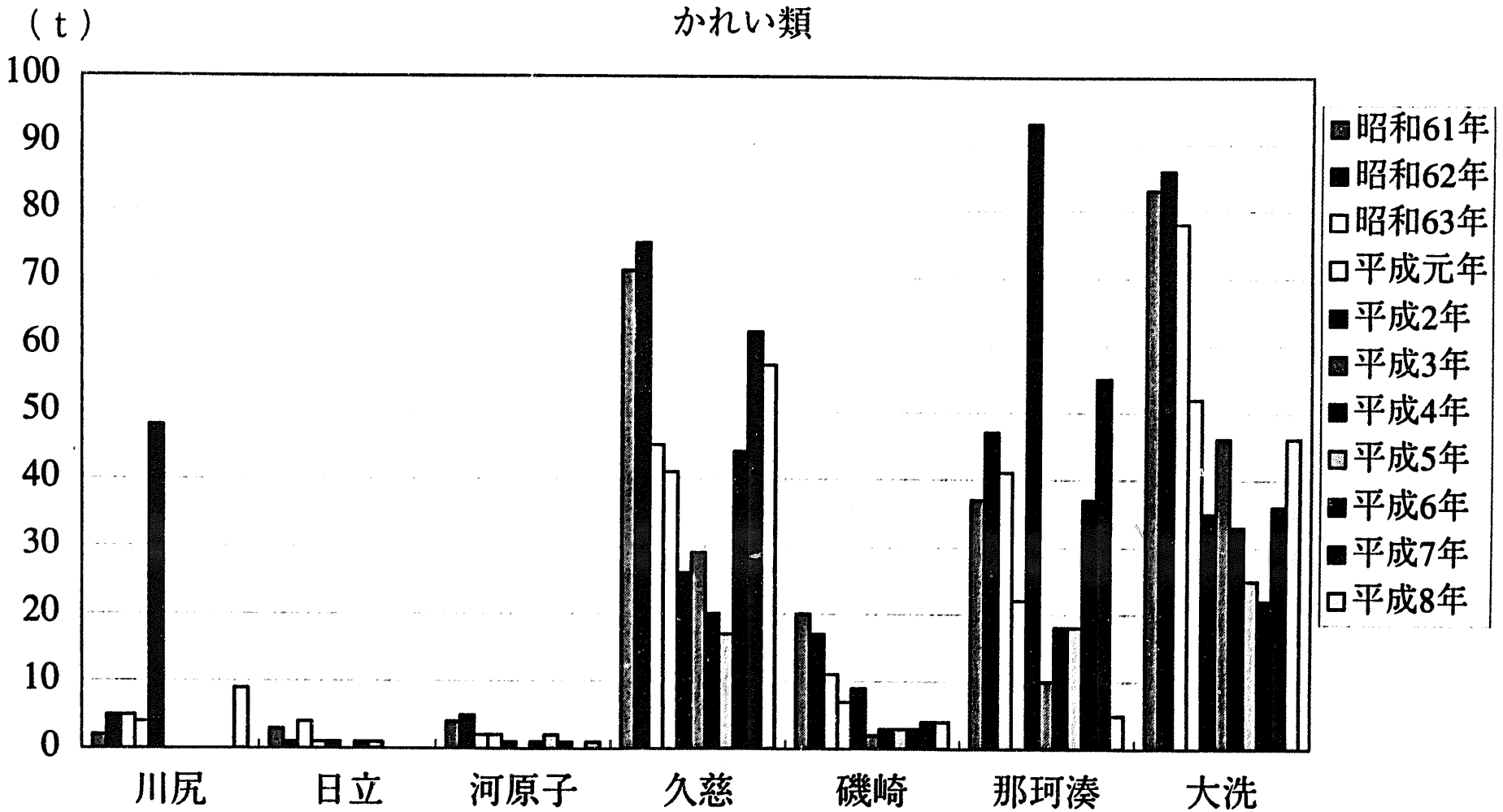
資料4.1-7　耕地面積（畑）の経年変化



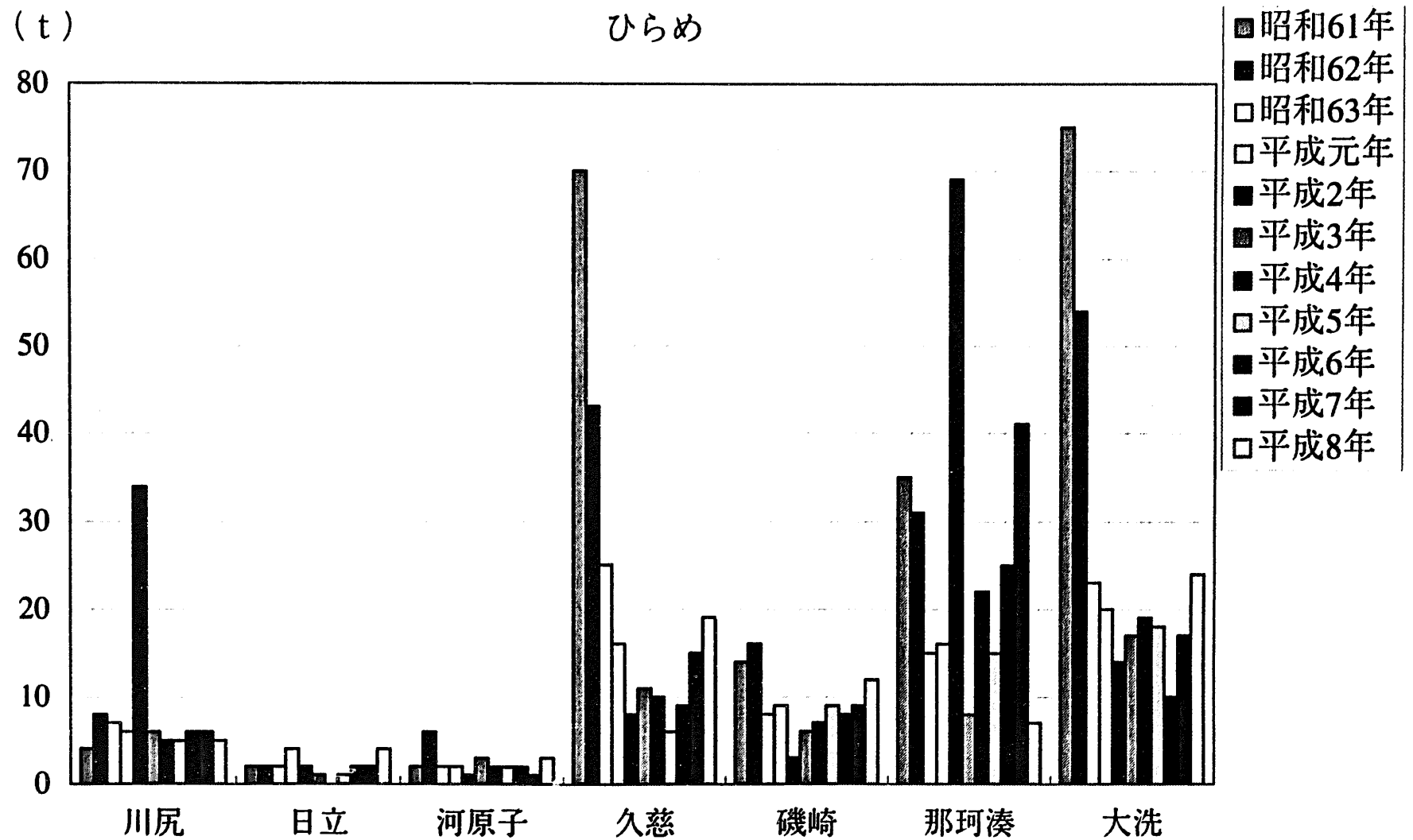
資料4.1-8　米収穫量経年変化



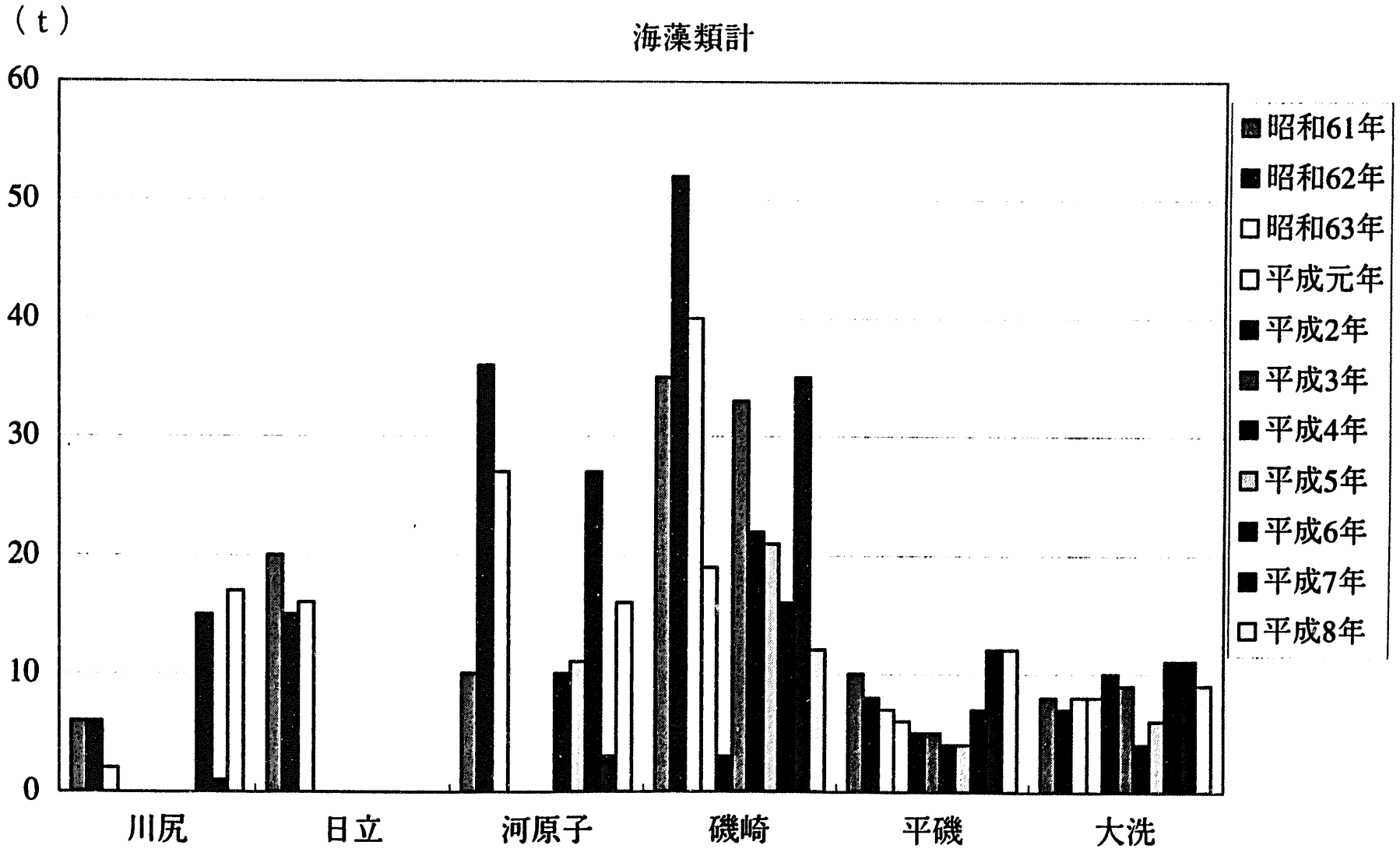
資料4.1-9　米収穫量経年変化



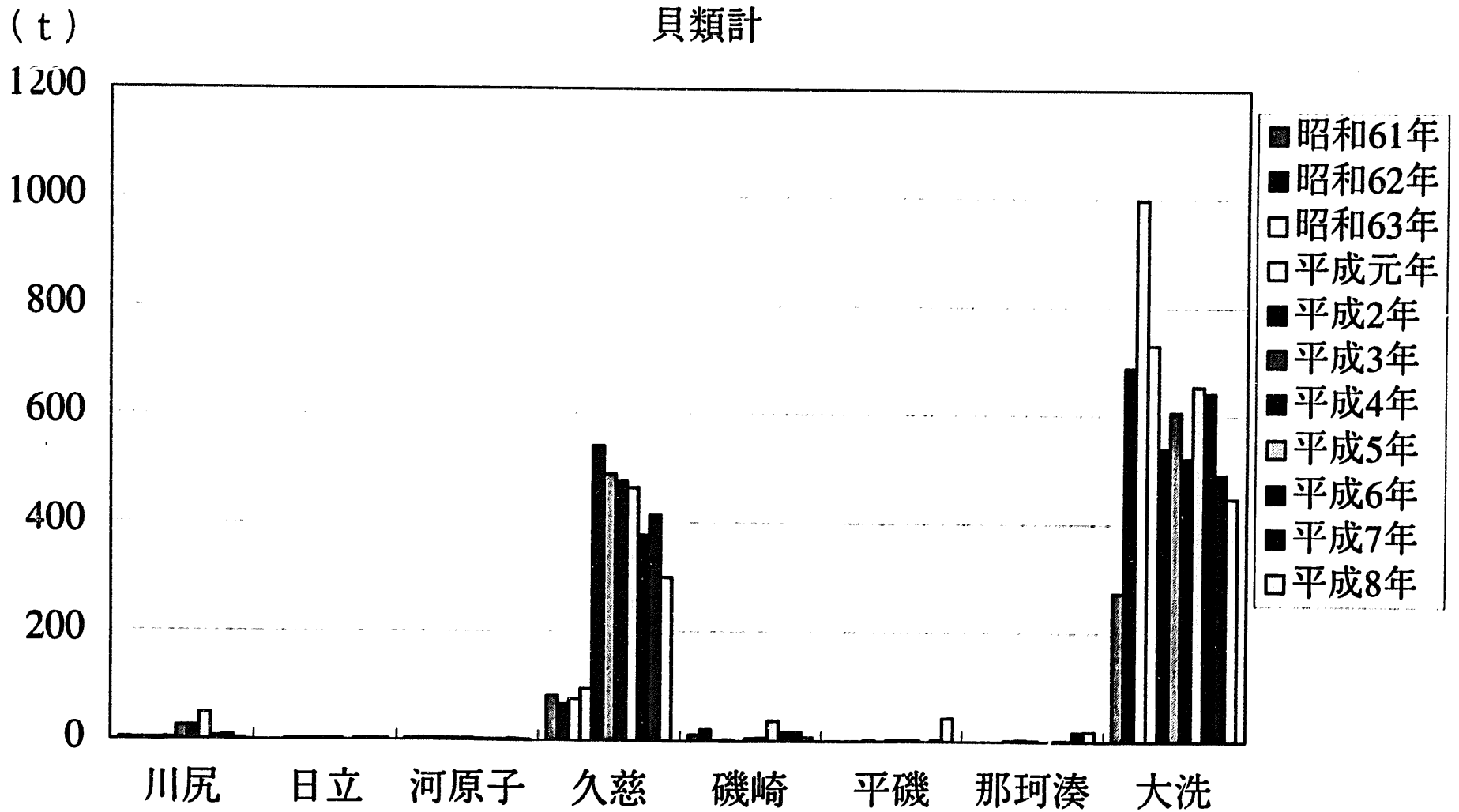
資料4.1-10　漁獲量経年変化



資料4.1-11　漁獲量経年変化



資料4.1-12　収穫量経年変化



資料4.1-13　収穫量経年変化

4.2 平常時の線量当量

(1) 平常時における東海再処理施設から環境への放射性物質の放出に伴う一般公衆の線量当量については、設置承認申請書に記載している基準燃料及び最大処理量を基に、排気及び排水に含まれて放出する放射性物質の組成及びそれぞれの年間放出量並びに放射性廃棄物の貯蔵量を設定し、かつ、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」を適用し、「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」を参考とするとともに、適切な解析モデル及びパラメータの値を用いて評価し、法令に定める線量当量限度を十分に下回ることを確認している。

(2) 再処理施設の設置当初は、再処理施設安全審査指針が制定されていなかったが、海洋放出口の移設（平成 2 年 12 月設置変更承認）の際に、再処理施設安全審査指針に具体的に示された評価手法に基づき、最新の自然環境、社会環境データを取り入れて、上記の線量当量限度の評価を実施し合理的に達成できる限り低いことを確認している（資料 4.2-1 参照）。

資料4.2-1　平常時における環境への放射性物質の放出に伴う線量当量の評価結果

1．実効線量当量の計算結果

経路		実効線量当量（mSv／y）
気体廃棄物	放射性雲からの外部被ばく	約4.8×10^{-3}
	地表沈着による外部被ばく	約9.0×10^{-4}
	呼吸摂取による内部被ばく	約3.6×10^{-4}
	農・畜産物摂取による内部被ばく	約7.8×10^{-3}
	計	約1.4×10^{-2}
液体廃棄物	海産物摂取による内部被ばく	約5.3×10^{-3}
	外部被ばく	約1.8×10^{-3}
	計	約7.1×10^{-3}
合計		約2.1×10^{-2}

2．皮膚の組織線量当量の計算結果

経路		皮膚の組織線量当量（mSv／y）
気体廃棄物	放射性雲からの外部被ばく	約1.4×10^{-1}
	地表沈着による外部被ばく	約9.2×10^{-2}
	計	約2.3×10^{-1}
液体廃棄物	外部被ばく	約9.1×10^{-3}
合計		約2.4×10^{-1}

4.3　閉じ込めの機能

東海再処理施設では、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるため、以下に示す対策を施している。

(1) 放射性物質は、原則として容器、コンクリートセル及び建家により 3 重の閉じ込めとなっており、放射性物質を収納する系統及び機器は、溶接構造を採用しており、外観検査、耐圧試験、漏洩検査等の検査を実施している。

また、内包する流体に応じて低炭素含有のステンレス鋼やチタン等の材料を使用している。

さらに、腐食により貫通孔が生じた酸回収蒸発缶については、昭和 54 年 10 月と昭和 58 年 10 月の二度にわたる交換工事を行い、さらに、平成元年 4 月には、運転経験から得られた腐食環境に関する知見を踏まえ、より耐食性の優れた材料を用いた蒸発缶に交換した。また、濃縮ウラン溶解槽についても、腐食による貫通孔が生じたため、遠隔補修技術の開発を行うとともに、昭和 59 年 4 月には新たに加熱ジャケット部の溶接線を少なくした新型溶解槽を設置した。プルトニウム溶液蒸発缶についても昭和 59 年 11 月に、腐食代を増加しかつ溶接線を少なくした塔部を製作し交換工事を行った。さらに、昭和 63 年 9 月には、より耐食性の優れた材料を使用した塔部を製作し交換工事を行った（3.2 章参照）。

(2) プルトニウム粉末は、原則として容器、グローブボックス及び建家により 3 重の閉じ込めとなっている。ウラン及びその他の粉末状固体は、原則として容器及び建家による閉じ込めとなっている。

プルトニウムを含む溶液、粉末及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器を収納するセル又はグローブボックスには、漏えい検知器を設置しセル等に漏えいした液は回収し処理するために送液装置を設けている。これらについては定期検査において、その健全性が確認されている。

また、セラフィールド再処理工場におけるプルトニウム蒸発缶からの漏えい（平成 4 年 9 月）を踏まえ、東海再処理工場におけるプルトニウム蒸発缶からの類似事象の発生の可能性や発生した場合の

検知方法を調査した結果、グローブボックス内に収納されている一部の配管については、フランジ部からの漏えいを考慮しITVにより監視することとした（3.8章、5.3章参照）。

(3) プルトニウムを含む溶液、粉末及び高放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器を収納するセル等の換気系統は、常時負圧に維持し、それぞれの気圧を、構築物、セル等、系統及び機器の順に低くしている上、セル換気ダクトには逆流防止ダンパを設置し、かつ、換気系送排風機の起動順序を定めることにより漏えいし難く、かつ逆流し難い構造としている。また、換気系送排風機の必要台数は、非常用電源を確保している。これらについては、定期検査において適切に機能していることが確認されている。

また、これらの換気系統には、フィルタ、洗浄塔等の系統及び機器を設けて放射性物質を除去し、設定された放出基準値を下回るようにしている。

排気系に設置されているフィルタについては、1つのフィルタグループを置換できる能力をもつ予備フィルタを設置しており、さらに、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故の反省から、予備のフィルタをフィルタ室に保管し事故などによりフィルタが目詰まりした場合には迅速に交換できるようにした。

(4) その他、平成5年12月に発生した分離精製工場真空分配室における作業員の汚染トラブルの反省から、平成9年5月には真空フィルタや電磁弁等の交換作業における汚染を防止するために、交換用ビニールバッグの設置や作業方法の改善を行った。

4.4 放射線遮蔽

再処理施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による被ばく線量については、海洋放出口の移設（平成2年12月設置変更承認）の際に、各施設からの線量を評価し、一般公衆の被ばく線量が十分低いことを確認している。

施設内の放射線遮蔽に関しては、施設内をホワイト、グリーン、アンバー、レッドの区域に区分して基準となる線量当量率を定め、各区域の線量当量率を十分下回るように遮蔽設計を行っている。主要な区域の線量当量率については、定期検査において、定められた線量当量率を十分下回っていることが確認されている。

一方、東海再処理施設のうちで昭和40年代に設計された分離精製工場等は、現在では使用されていない計算コードや、簡易的な手法を用いた遮蔽設計が行われている。このため、平成10年12月に再処理施設の安全性確認作業の一環として、これらの施設の遮蔽設計の基本となるデータの妥当性の確認を行った[1)]。

4.4.1 遮蔽設計の基本データの確認

初期の遮蔽設計で基本データとして用いられた「遮蔽厚－許容線源強度関係」について、最近の評価手法にならったγ線エネルギースペクトル計算、遮蔽計算を行い、その妥当性を確認した。

(1) 対象施設

遮蔽設計の基本データを確認する施設は、現在では使用されていない計算コードや簡易的な手法を用いて遮蔽設計が行われた分離精製工場、分析所、廃棄物処理場、高放射性固体廃棄物貯蔵庫、ウラン貯蔵所、第二ウラン貯蔵所、スラッジ貯蔵場、第二低放射性廃液蒸発処理施設、第三低放射性廃液蒸発処理施設である。

(2) 初期の設計手法

初期の遮蔽設計では、Reactor Shielding Design Manual[2)] に基づき、線源形状を点線源、無限線線源、無限体積線源の3つに分類し、これらの遮蔽計算式を用いて、線源からの距離2mで照射線量率2.5 mR/hとなる「遮蔽厚－許容線源強度関係」のグラフ（以下、基本グラフ）を作成している。このグラフを用いて形状、距離等の補正を行い、目標とする線量率以下にするために必要な個々のセル、部屋等の遮蔽厚を評価

している。

(3) 今回用いた計算手法

基本グラフの妥当性を確認するために、以下の計算を実施した。

① 最新データとして、質量減衰係数及び照射線量率換算係数にANSI/ANS 6.4.3[3]、ビルドアップ係数にGP法[4]を用いて初期の設計と同じ式による計算

② 初期設計と同じ5群γ線エネルギースペクトルを用いた、遮蔽計算コードQAD-CGGP2[5]（以下、QAD）による計算

③ 燃焼計算コードORIGEN2.1[6]（以下、ORIGEN）により計算した18群γ線エネルギースペクトルを用いたQADによる計算

(4) 初期設計と今回の計算の比較

線源形状として点線源、無限線線源、無限体積線源の３種類、遮蔽体として初期の設計に用いられた鉛、普通コンクリート、鉄、水の4種類の合計12の組合せに対して計算した。

設計値と今回の計算値とを比較すると、全体的に良く一致しているが、いくつかの基本グラフで差異が見られる部分がある。その中で設計値の方が非安全側となっているものについて以下に述べる。

1) 点線源－普通コンクリートの組合せで、設計と最新パラメータを用いた計算との差異

点線源－普通コンクリートの基本グラフ（資料4.4-1）では、遮蔽体が薄い領域で設計値の方が、許容線源強度を大きく計算する傾向がある。

2) 5群と18群γ線エネルギースペクトルの計算の差異

全ての基本グラフの遮蔽体が薄い領域で、QADで5群γ線エネルギースペクトルを用いた結果が、18群を用いた結果より許容線源強度を大きく計算する傾向がある（例として資料4.4-2参照）。

ORIGENでは各群のエネルギー範囲の中央値をその群の代表エネルギーとしており、実際の各核種からのγ線放出量とそのγ線エネルギーを考慮したものではない。そこで、ORIGENにより算出した核種の放射能量に基づき各群のγ線平均エネルギーを算出し、これを用いて遮蔽計算した結果を資料4.4-3に示す。なお、計算では、設

計に用いた使用済燃料中の放射能量（1500γ Ci/kgU）とORIGENで計算した放射能量（1340γ Ci/kgU）との比も考慮した。

QADによる計算で、資料4.4-2ではγ線エネルギースペクトルの違いにより最大で約2倍の差が生じていたが、平均エネルギーを用いるとほとんど一致する。つまり、ORIGENの代表エネルギーを用いることが過大な評価となることが分かる。

3)　無限体積線源の最新のパラメータを用いた計算とQAD計算との差異

無限体積線源の場合の遮蔽体が薄い領域でQAD(5群)による許容線源強度が最新のパラメータを用いた計算値より小さくなる（例として資料4.4-4参照）。線線源の場合でも同様の傾向が見られるがその差はわずかである。

設計で用いた無限体積線源の計算式では、遮蔽厚さに対応する固定したビルドアップ係数を用いている。一方、QADによる体積線源の計算では、線源からγ線が遮蔽体を斜めに通って評価点に達する場合に通過距離が長くなることによるビルドアップ係数の増加が考慮されるため、QADの方が許容線源強度が小さくなる。

(5)　設計値が非安全側となる場合に対する検討

設計に用いた基本グラフを確認した結果、設計が過小評価をしている恐れがあるものは、遮蔽体が薄いときの次の2つの場合であり、今回の計算による許容線源強度が最大で2倍弱ほど小さくなる場合があった。

①　無限体積線源－普通コンクリート及び鉄遮蔽体の場合

②　点線源－普通コンクリート遮蔽体の場合

上記①②に該当する箇所について、各部屋の計算条件、実際の遮蔽体の施工厚並びに遮蔽設計で線量率がそれ以下になるように遮蔽厚を定めた目標線量率について個別に確認を行った。その結果、以下のことがわかった。

イ．①に該当する箇所では、実際には有限体積であることを考慮してQADで計算すると設計値の方が安全側となる。

ロ．設計の必要遮蔽厚に対し、建物の強度や隣の壁厚とのバランス等を考慮して施工厚を大きくしている場合には、十分な遮蔽厚となる。

ハ．②に該当する区域はアンバー区域であり、この区域の放射線管理上の線量率の基準は500又は25μSv/h以下である。遮蔽設計に用いた目標線量率が放射線管理上の線量率の基準の半分以下に設定されている場合には十分な遮蔽厚となる。

ニ．分離精製工程の遮蔽設計では、線源強度を安全側に設定するため、分離第1サイクル工程での放射能の除去効果をプロセス設計の場合に対し1/3に低下させて設計しているため、線源強度に3倍の安全余裕をもたせている。

上記イ～ニに該当しない箇所は、小型試験設備（OTL）のレッド区域（試験セル(R145B)）に面したグリーン区域である。ここでの遮蔽設計では、試験セル内の線源強度を約2×10^{12} Bqとしているが、試験を行う際には取り扱う放射能量を1×10^{12}Bq以下とすることを運転要領書に明記し、線量率が基準を超えることがないよう管理することとした。

また、現実には日常の放射線管理で放射線モニタ、サーベイメータ等により各区域の線量率が基準値以下であることを確認している。

参考文献

1) 「東海再処理施設の臨界安全、遮蔽設計基本データの確認」、JNC TN8440 99-003(1999)

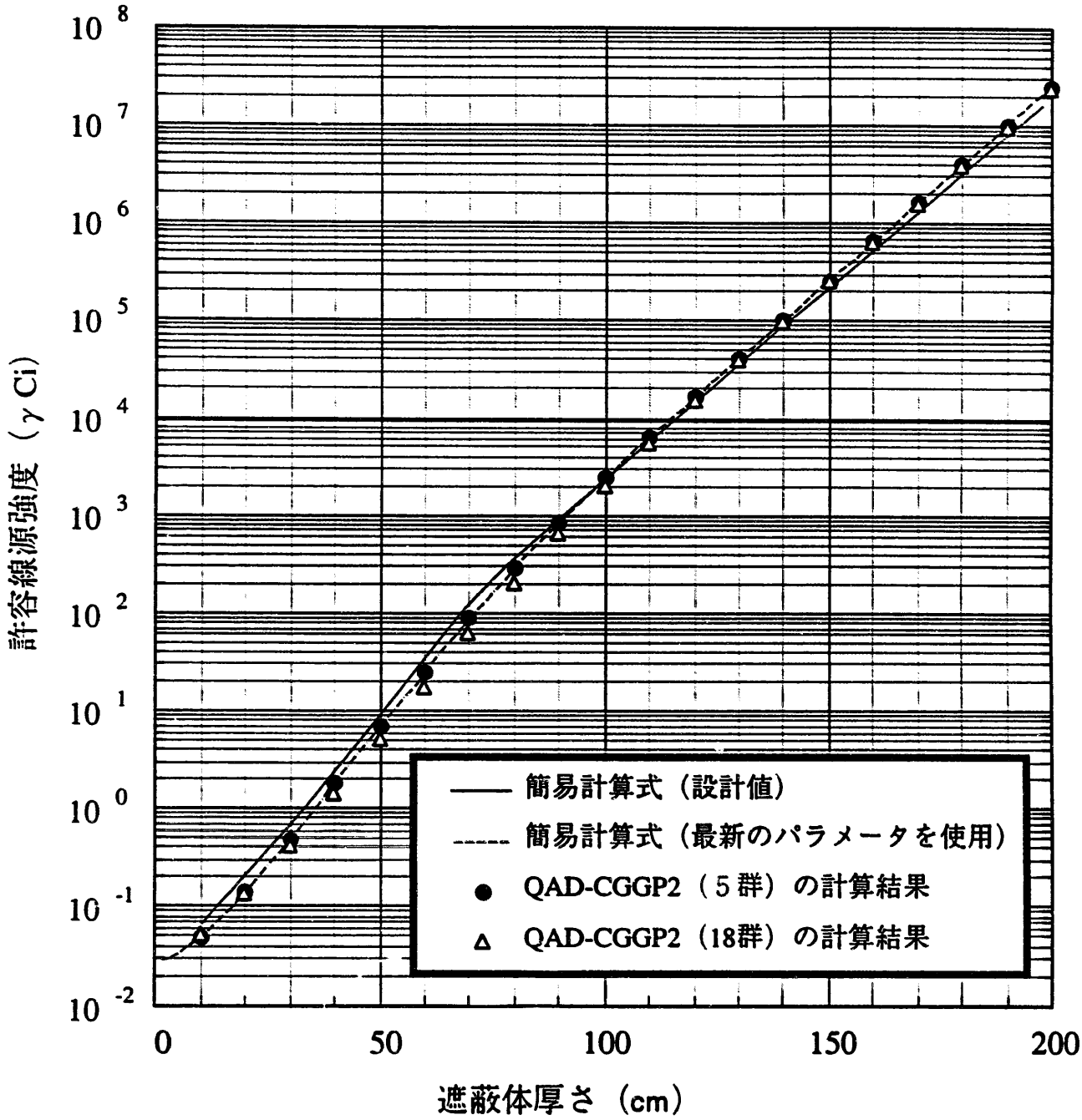
2) T.Rockwell, "Reactor Shielding Design Manual", D.Van Nostrand Company, Inc., 1956

3) "Gamma-Ray Attenuation Coefficients and Buildup Factors for Engineering Materials", ANSI/ANS-6.4.3-1991

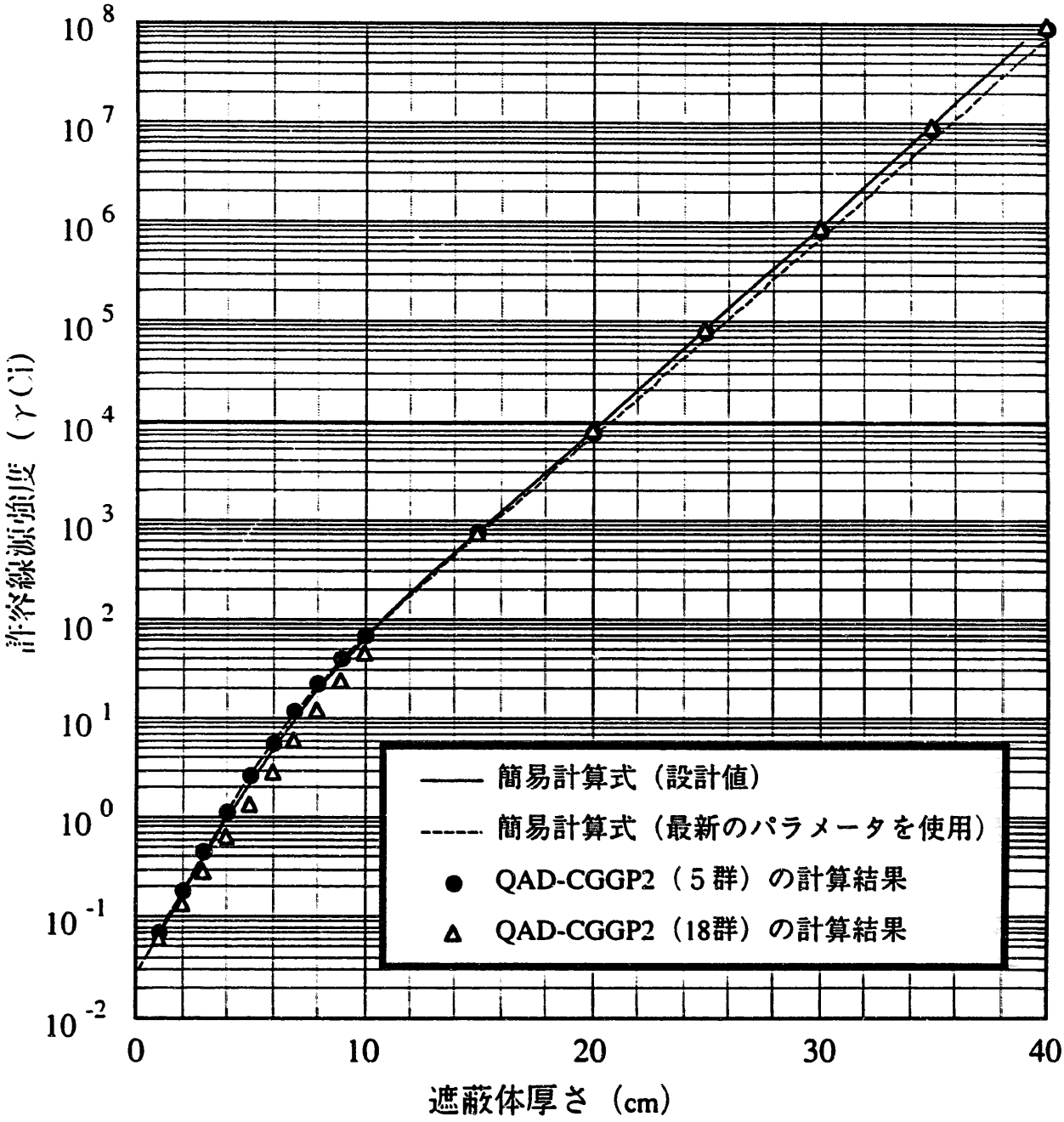
4) Harima, Y., et al., "Validity of the Geometric Progression Formula in Approximation Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng. Vol.94, No.24, 1986

5) Y. Sakamoto, S. Tanaka, "QAD-CGGP2 and G33-GP2 : Revised Versions of QAD-CGGP and G33-GP Code with Conversion Factors from Exposure to Ambient and Maximun Dose Equivalents", JAERI-M 90-110, 1990

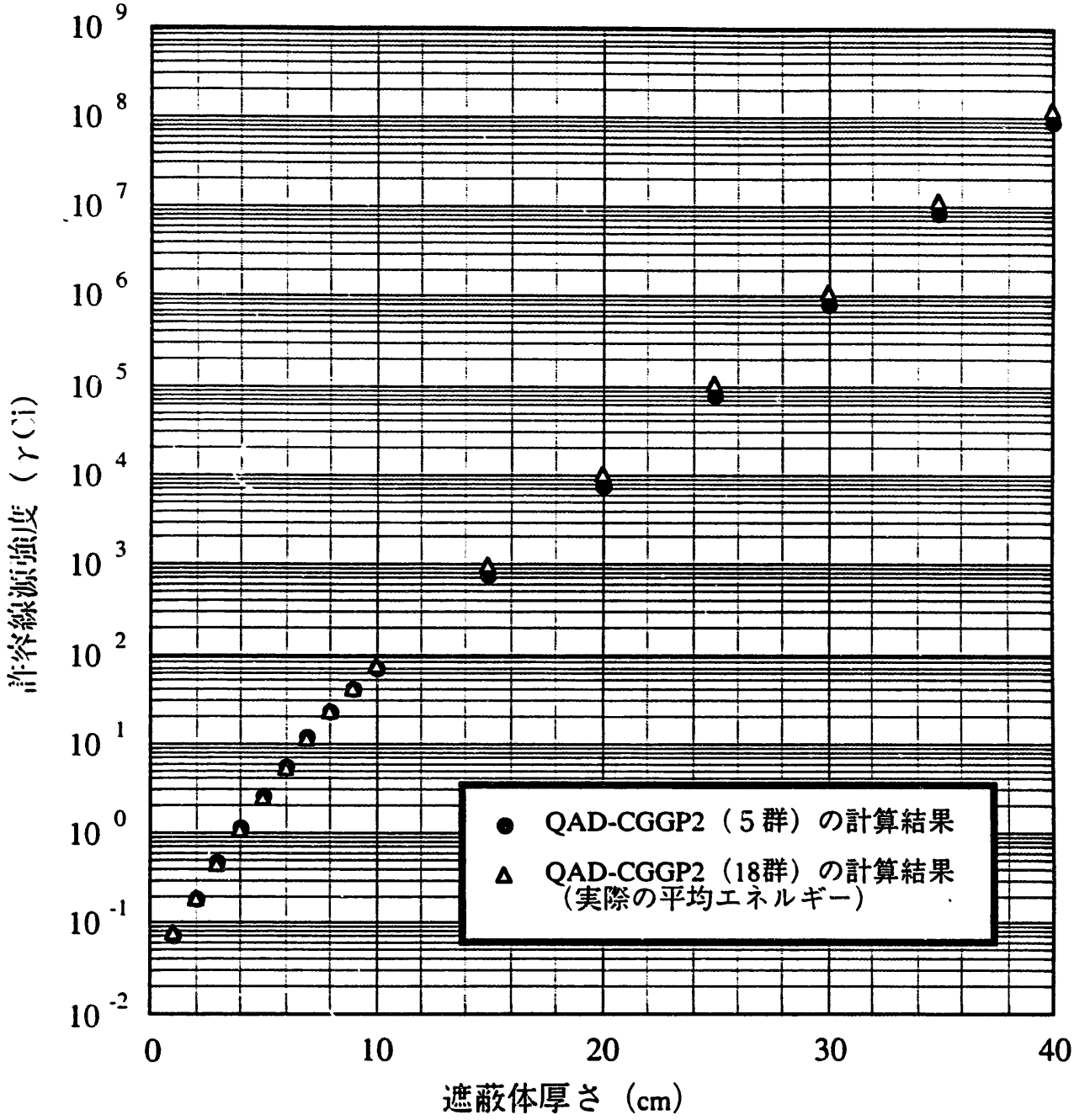
6) "ORIGEN 2.1 Isotope Generation and Depletion Code, Matrix Exponential Method", Radiation Shielding Information Center CCC-371, 1991



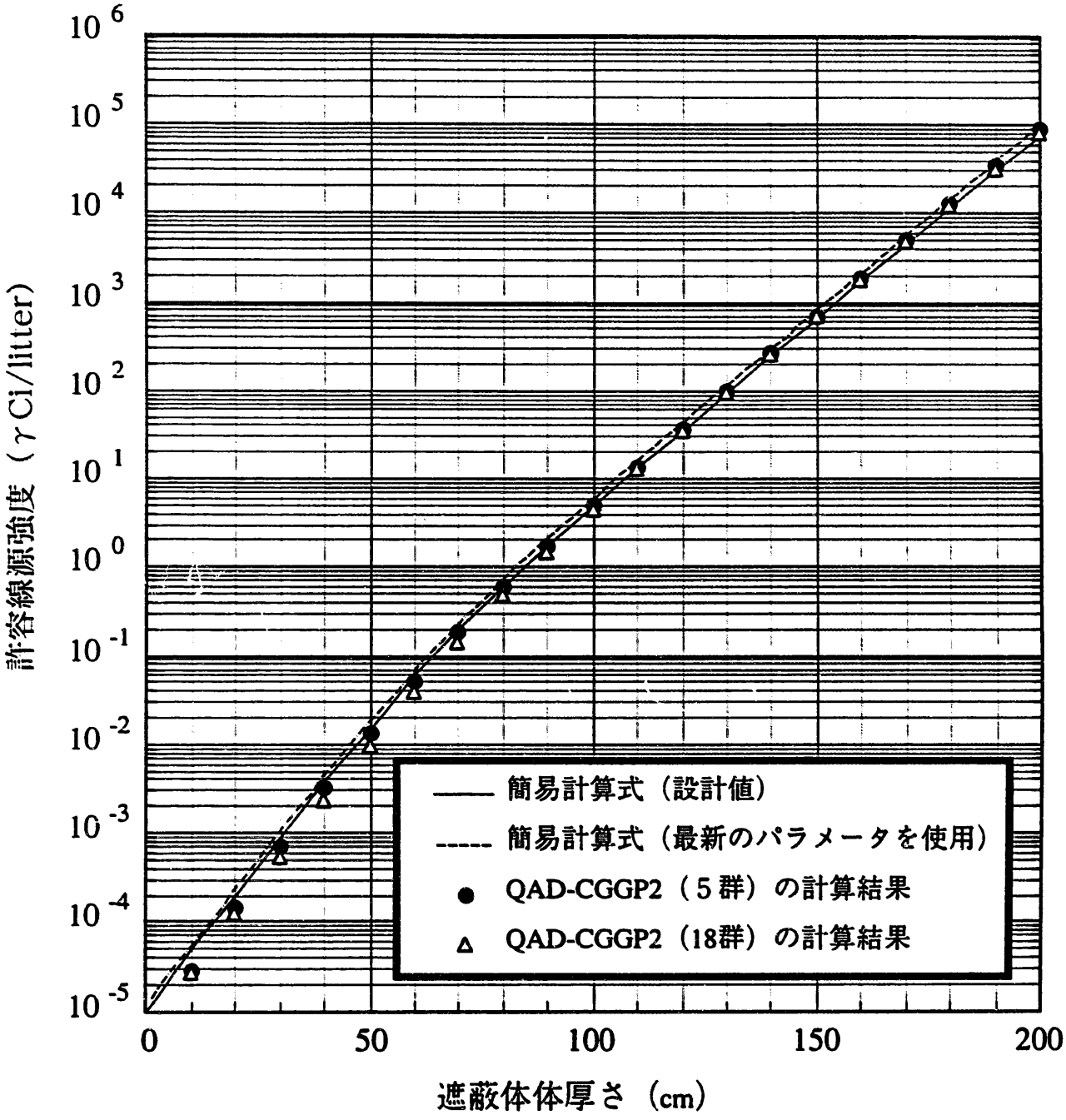
資料4.4-1　点線源-普通ｺﾝｸﾘｰﾄ（2.5 mR/h, 2m）



資料4.4-2　点線源-鉛（2.5mR/h,2m）



資料4.4-3　点線源-鉛（2.5mR/h,2m）
－18群の平均エネルギーを考慮－



資料4.4-4　無限体積線源-普通ｺﾝｸﾘｰﾄ　(2.5mR/h,2m)

4.5 放射線被ばく管理

(1) 東海再処理施設では、施設内をホワイト、グリーン、アンバー、レッドの区域に区分し、各々の区域に応じた管理を行っている。施設内には固定式及び半固定式の放射線監視装置（エリアモニタ類）を設置し、外部放射線に係る線量当量率及び空気中放射性物質濃度を分析所の安全管理室等において測定監視している。外部放射線に係る線量当量率及び空気中放射性物質濃度は、法令等に定められる基準を確実に遵守するために、法令等に定められる基準値を下回る管理目標値を設定している。放射線業務従事者の内部被ばく評価については、定期的にバイオアッセイ等による測定を実施している（3.3 章参照）。

また、昭和 63 年 7 月に原子炉等規制法が改正され、規則、告示への ICRP Pub26 勧告の取り入れに伴って、保安規定並びに放射線管理基準等の下部規定の用語、単位等を変更するとともに、周辺監視区域外の線量当量率や管理区域内の線量当量率、空気中の放射性物質濃度が改正法令の線量当量限度や放射性物質の濃度限度に適合していることを確認した。

なお、主要な放射線管理施設の性能や主要な区域の線量当量率及び空気中放射性物質濃度の測定結果については定期検査において確認されている。

(2) これらの放射線監視装置は、昭和 48 年に分離精製工場、廃棄物処理場等の主要な施設に配置され、それ以降、昭和 59 年度から老朽化が激しいものから随時更新を行ってきている。更新に際しては、これまで蓄積してきた経験をもとに、最適と考えられるシステム管理方式を採用し、最新の知見を取り入れて小型化、高密度化を図っており、昭和 60 年 5 月には連続測定できる $\beta\gamma$ 線ダストモニタを採用し、平成 8 年 10 月には、新型の定置式モニタを採用し検出器と指示記録部間を外来ノイズを受けないように光伝送方式に変更することにより、検出器等現場の機器の状態や設定値等を常時チェックし瞬時に異常表示できるように改造した。

また、警報付きポケット線量計の自動読み取り装置の開発を行

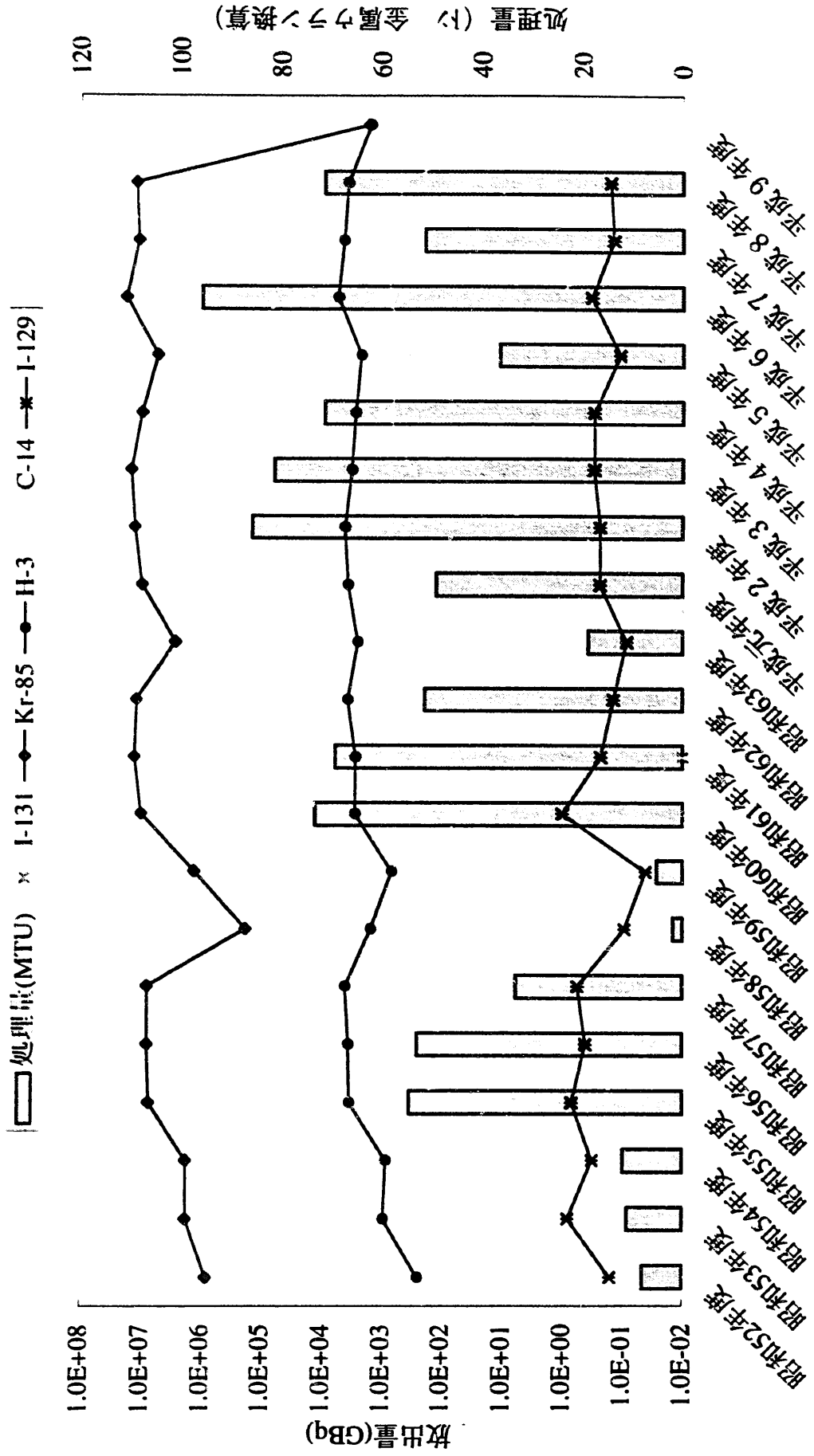
い、平成９年５月には放射線作業終了時の被ばく線量の集計処理を自動化し被ばく線量値、入域回数、作業時間等の管理が容易にできるように改善している（3.3 章参照）。

4.6 放射性物質の放出管理

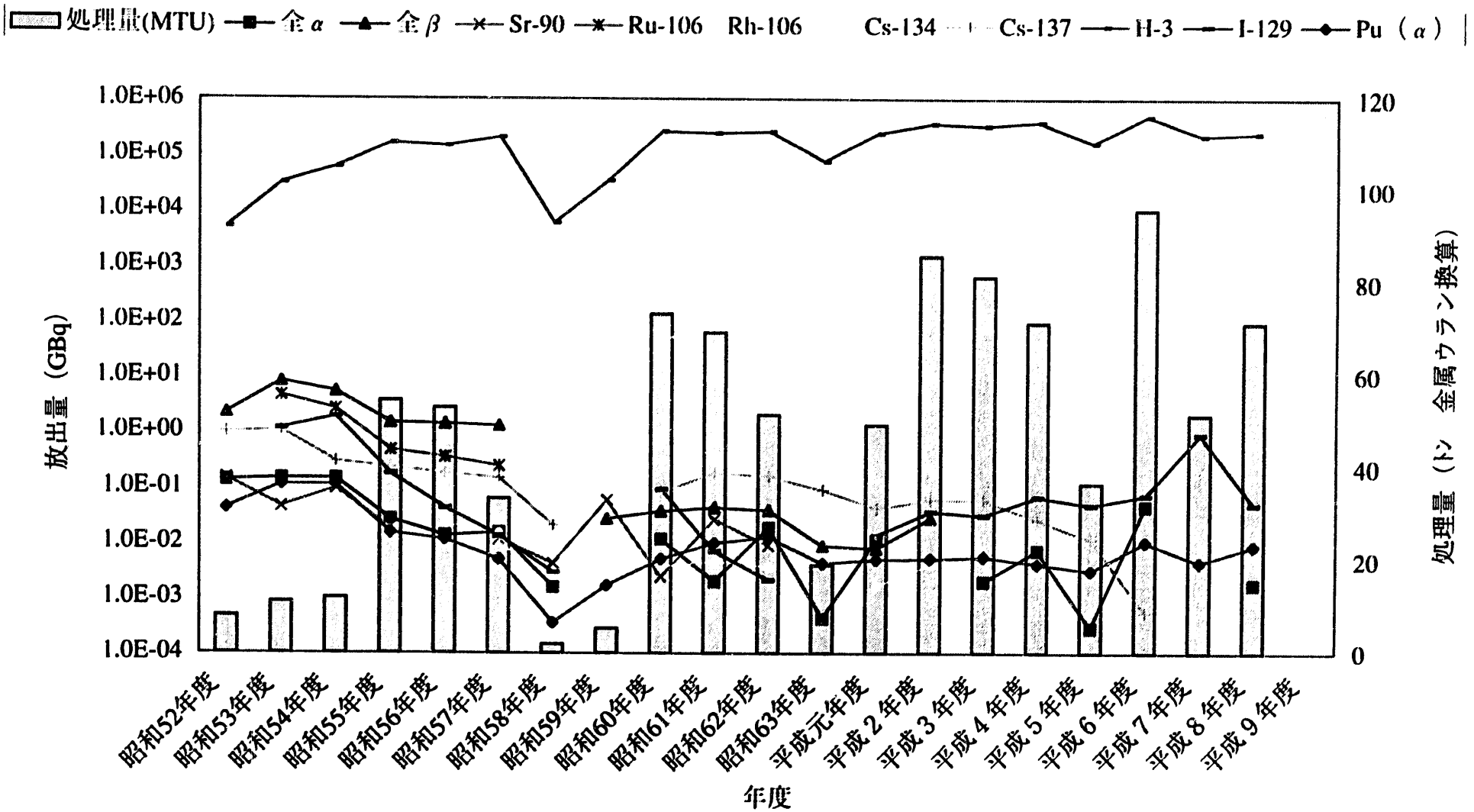
(1) 放射性気体廃棄物は、必要に応じて洗浄、ろ過等の処理を行った後、主排気筒、第 1 付属排気筒又は第 2 付属排気筒から放出しており、これまでにもヨウ素フィルタを換気系に追加設置するなどの放出低減化対策を実施している（3.4 章参照)。

(2) 放射性液体廃棄物は、必要に応じてろ過、蒸発、凝集沈殿等の処理を行った後、海洋放出口を通じて放出しており、これまでにも昭和 55 年 8 月には、第二低放射性廃液蒸発処理施設、第三低放射性廃液蒸発処理施設を増設する等の放出低減化対策を実施している（3.4 章参照)。

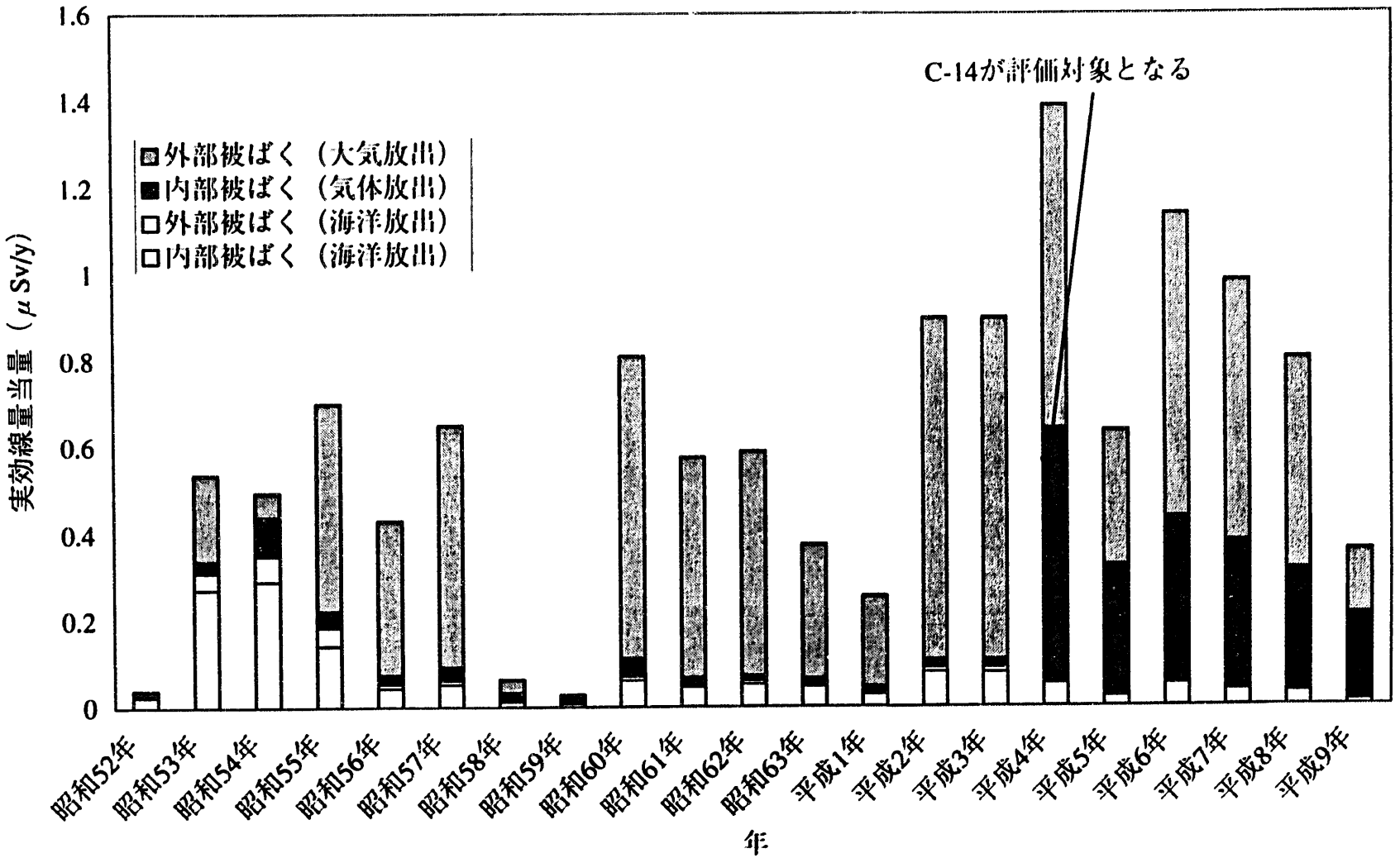
(3) これら施設から大気又は海洋に放出する放射性廃棄物については、排気モニタリング設備及び排水モニタリング設備により常時監視しており（資料 4.6-1～資料 4.6-3 参照)、モニタリング結果については定期検査及び原子力安全委員会環境放射線モニタリング中央評価部会において合理的に達成できる限り低いことが確認されている（3.5 章参照)。



資料4.6-1　使用済燃料の処理量及び放射性気体廃棄物の放出量



資料4.6-2　使用済み燃料の処理量及び放射性液体廃棄物の放出量



資料4.6-3　年毎の経路別の実効線量当量

4.7 貯蔵等に対する考慮

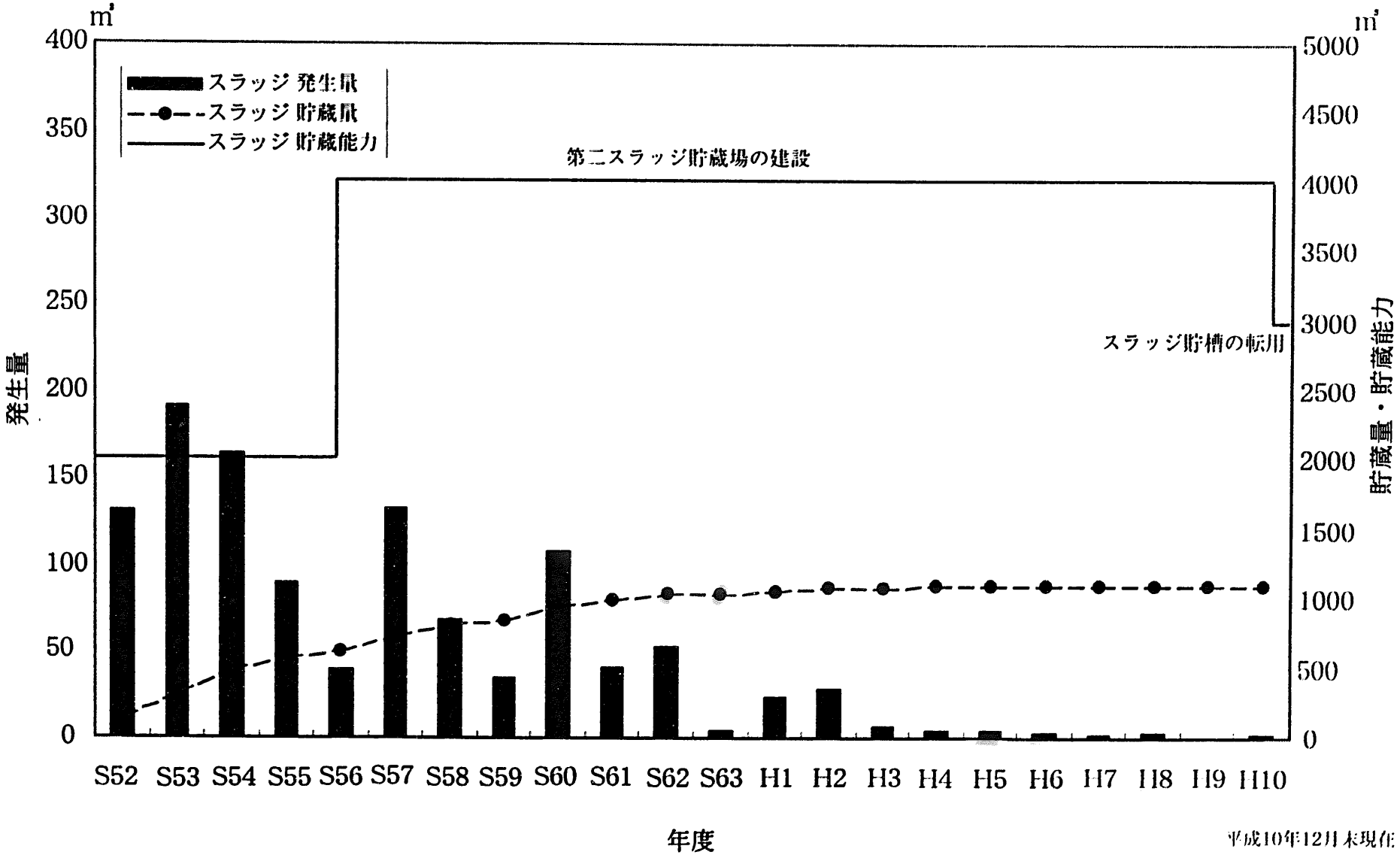
再処理施設における放射性物質の貯蔵については、設置承認申請書に記載した基準燃料及び処理能力を基に発生量を予測し、必要な貯蔵容量や冷却機能を持つ貯蔵施設を増設（第二スラッジ貯蔵場（昭和55年4月設置変更承認）、高放射性廃液貯蔵場（昭和57年8月設置変更承認）、第一低放射性固体廃棄物貯蔵場（昭和58年8月設置変更承認）、第二アスファルト固化体貯蔵施設（昭和60年7月設置変更承認）等）するなどの対応を図ってきた（資料4.7-1～資料4.7-7参照）。

これらの放射性廃棄物の貯蔵施設については、定期検査において適切な貯蔵容量や冷却機能を有していることが確認されている。

さらに、廃棄物の発生量を低減するために、平成7年5月には高放射性廃液蒸発缶の運転方法を改善することによる高放射性廃液の高濃縮化や洗濯設備からのすすぎ水などをリサイクルすることによる洗濯排水の低減化を図り、平成7年10月にはプルトニウム精製工程の酸化ガスの製造方法の変更による硝酸ナトリウムを含む低放射性廃液の低減化を図る等、放射性廃液の低減化に関する改善を行ってきた。

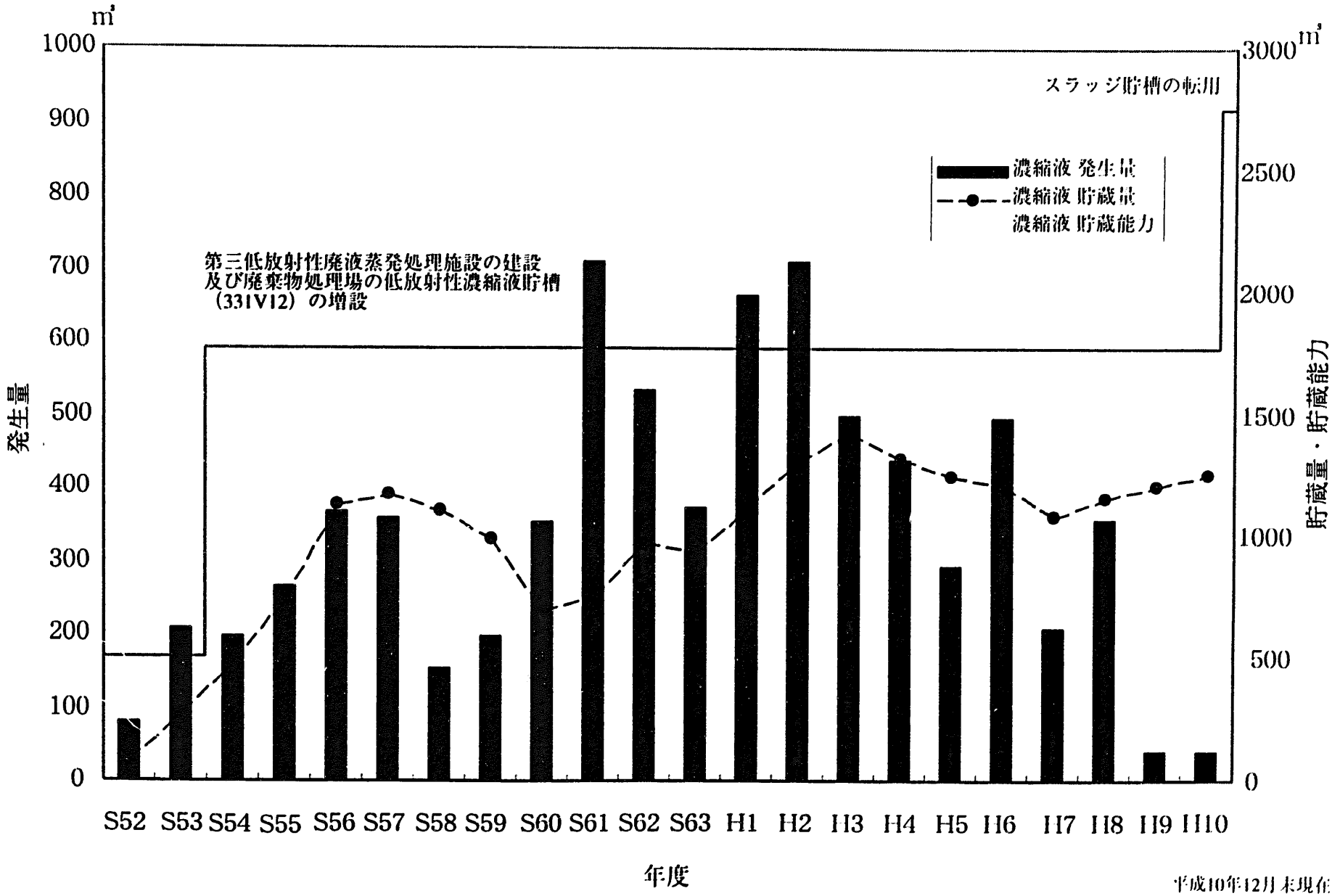
資料4.7-1 主な放射性物質の貯蔵施設等の設置変更経緯

設置変更承認年月	変 更 内 容
昭和４９年　６月	・ウラン貯蔵所の設置
昭和５２年　９月	・第二ウラン貯蔵所の設置
昭和５３年　３月	・第二低放射性固体廃棄物貯蔵場の設置
昭和５３年　９月	・アスファルト固化体貯蔵施設の設置
昭和５５年　４月	・第二スラッジ貯蔵場、廃溶媒貯蔵場の設置
昭和５６年　７月	・使用済燃料の受入及び貯蔵施設の変更
昭和５７年　８月	・高放射性廃液貯蔵場の設置、第二低放射性固体廃棄物貯蔵場の増設
昭和５８年　８月	・第一低放射性固体廃棄物貯蔵場の設置
昭和６０年　７月	・使用済燃料の貯蔵施設の貯蔵能力の増大
	・アスファルト固化体などの貯蔵能力の増大
昭和６１年　９月	・第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設の新設
昭和６３年１２月	・焼却炉の更新,硝酸ウラニル溶液の受入機能の追加
平成　元年　４月	・第三ウラン貯蔵所の新設
平成１０年　６月	・スラッジ貯槽の転用及び第二アスファルト固化体貯蔵施設における低放射性固体廃棄物の保管

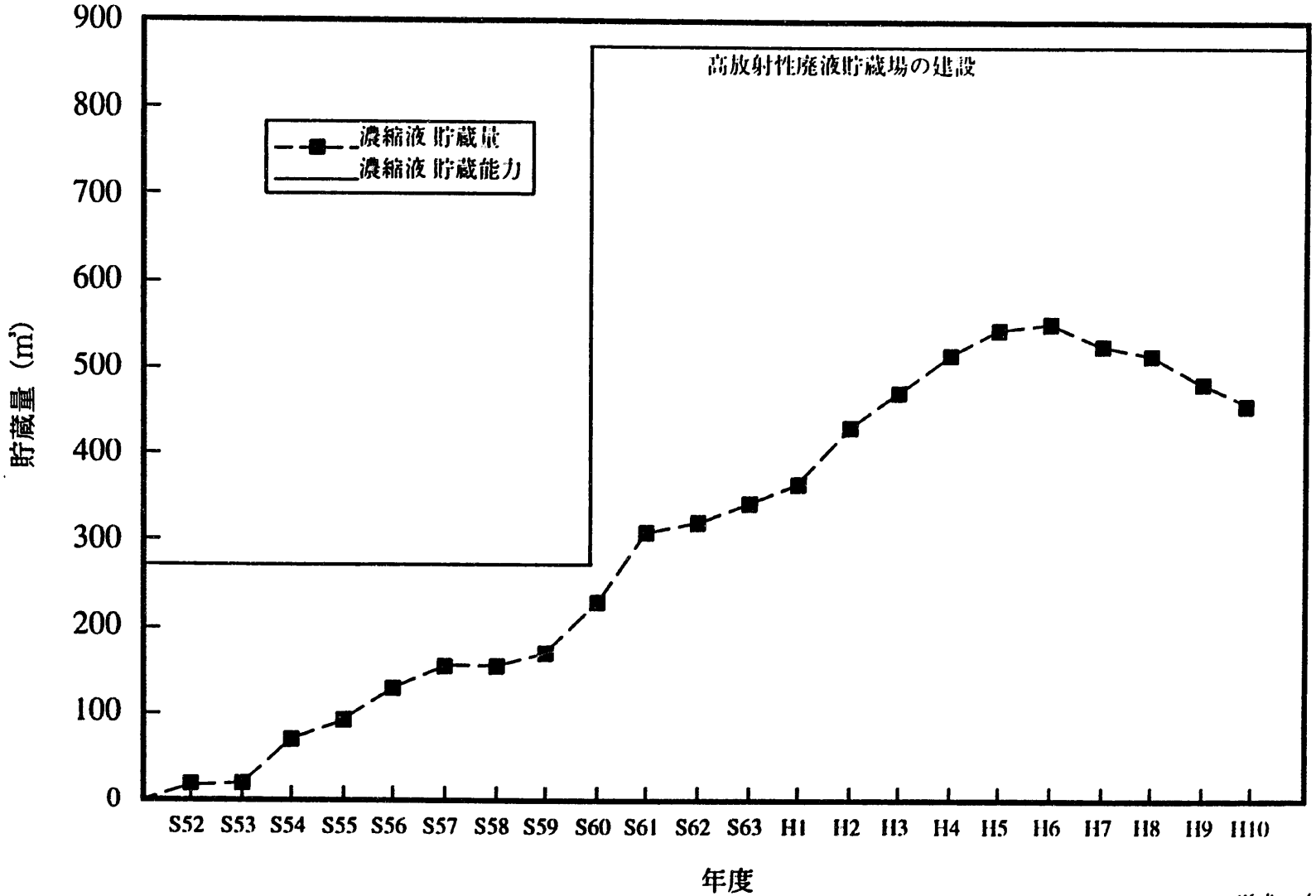


平成10年12月末現在

資料4.7-2　スラッジ貯蔵量の推移

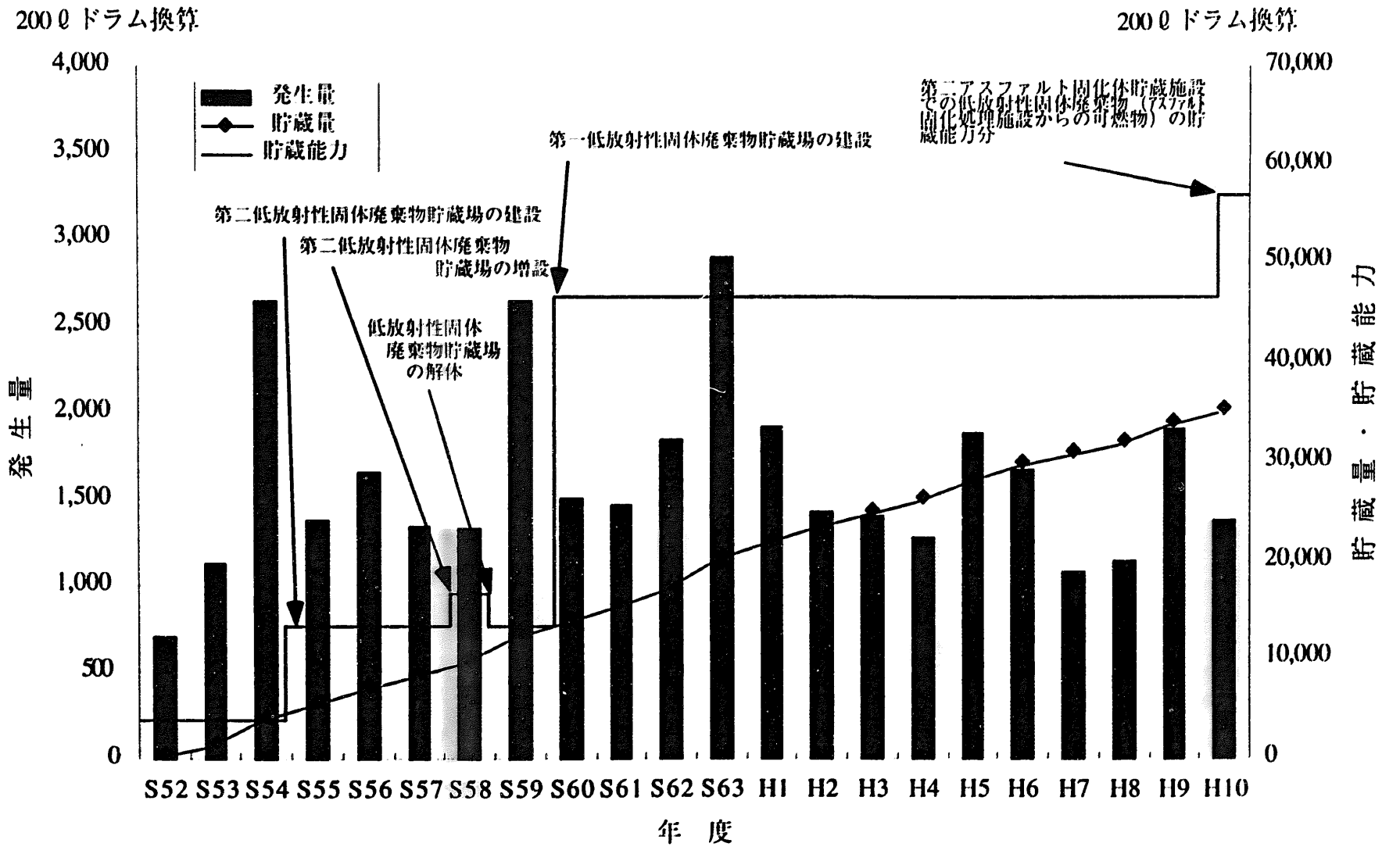


資料4.7-3　低放射性濃縮液貯蔵量の推移



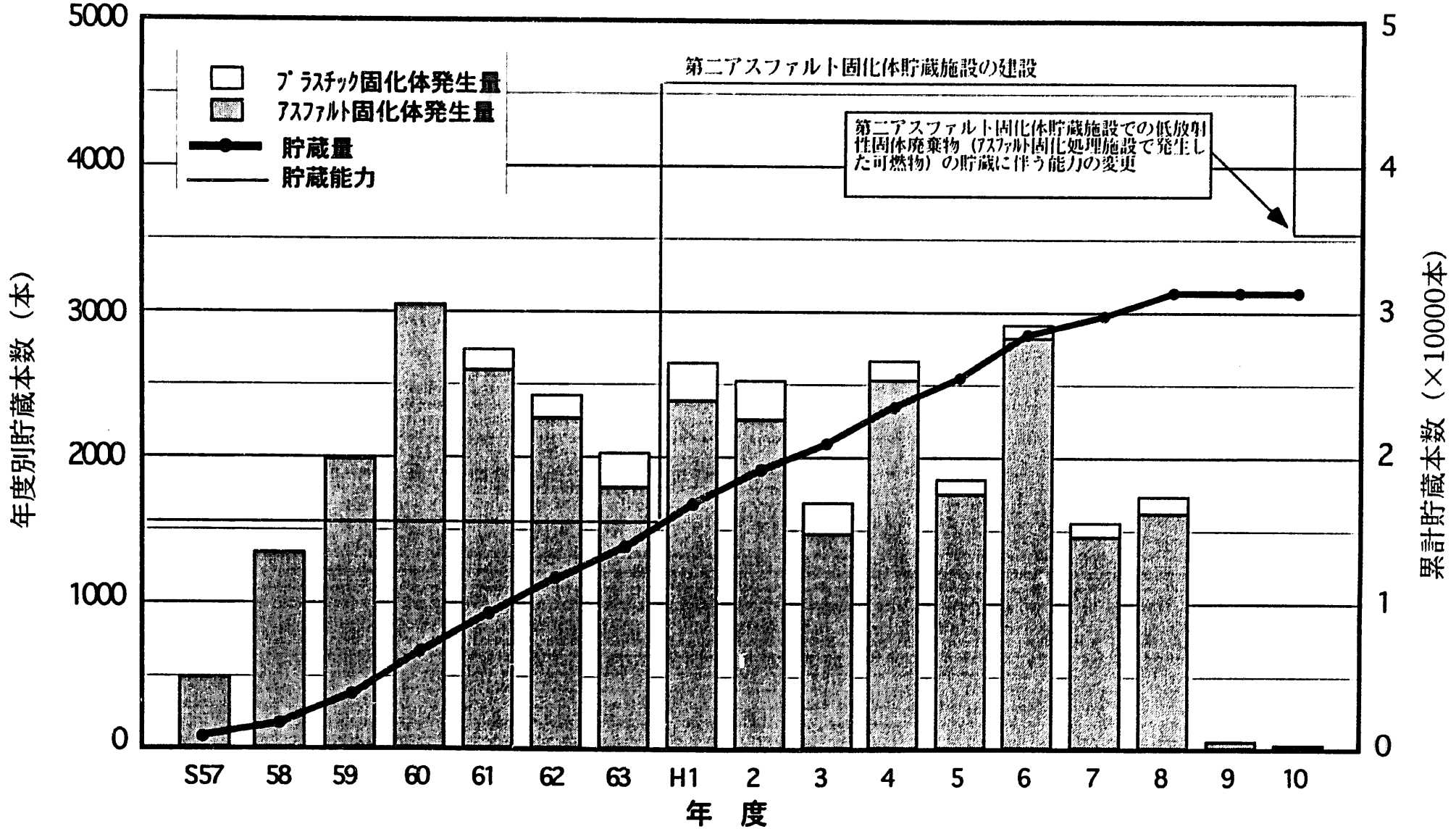
平成10年12月現在

資料4.7-4　高放射性濃縮廃液貯蔵量の推移

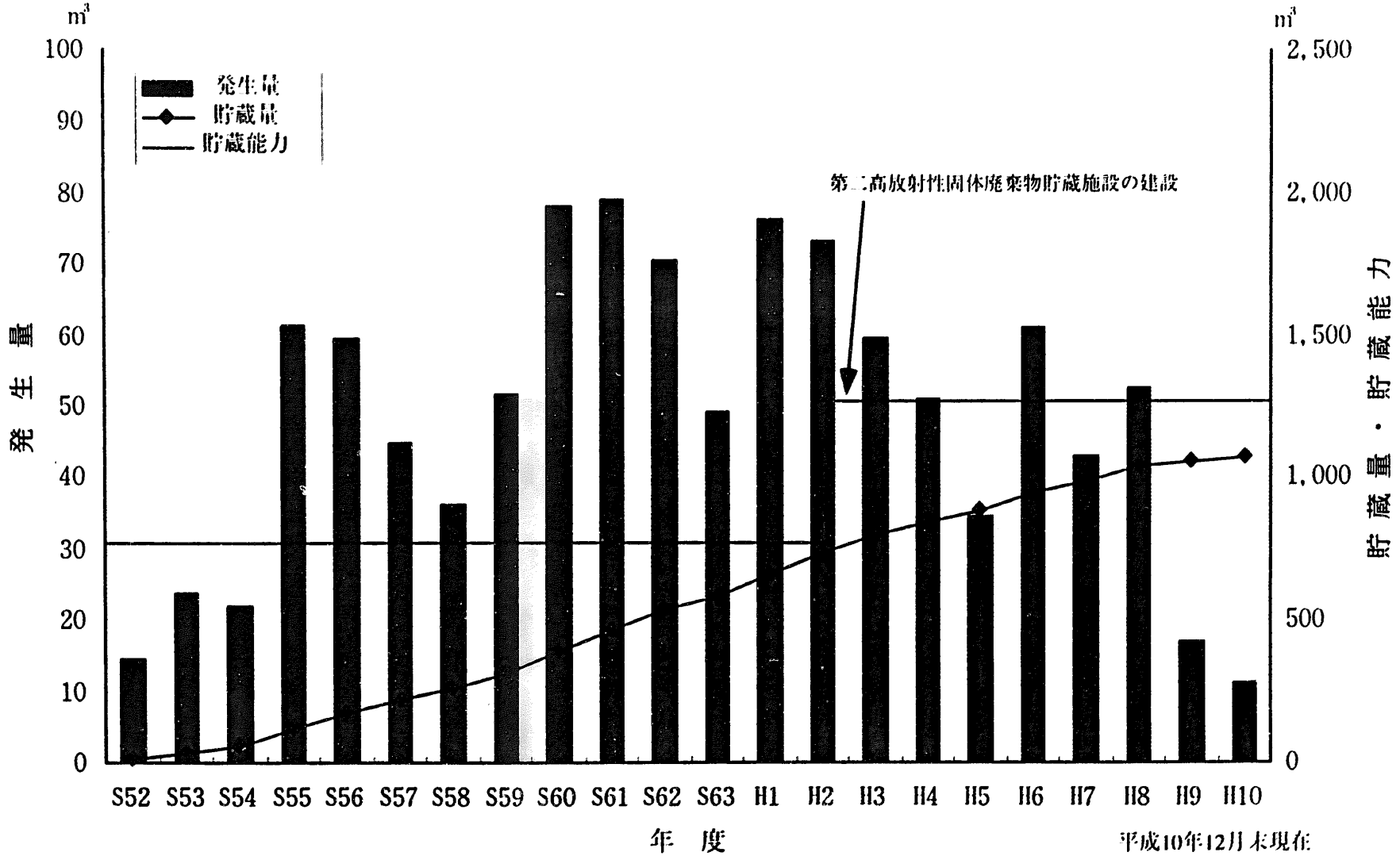


平成10年12月末現在

資料4.7-5　低放射性固体廃棄物貯蔵量の推移



資料4.7-6　アスファルト固化体及びプラスチック固化体貯蔵量の推移



資料4.7-7　高放射性固体廃棄物貯蔵量の推移

4.8 放射線監視

(1) 再処理施設内には、固定式及び半固定式の放射線監視装置（エリアモニタ類）を設置し、外部放射線に係わる線量当量率及び空気中放射性物質濃度を分析所の安全管理室等において測定監視している。

再処理施設から放出する放射性の気体及び液体廃棄物については、測定対象核種、計測頻度、計測方法等を放射線管理基準や保安規定に定め、モニタリング設備において測定監視している。

これらのモニタリング設備については、昭和 62 年 1 月にモニタ点検時の欠測時間の短縮化のために排気モニタの検出部を並列化している。さらに、平成 3 年 9 月には排気中に含まれる C-14 のモニタリング手法を開発した（3.5 章参照）。

(2) 環境モニタリングについては、事業所内外にモニタリングポストやモニタリングステーションを設置し空間の放射線量及び空気中の放射性物質濃度を測定監視している（3.5 章参照）。

(3) 環境監視データについては、平成 10 年 10 月に関連部署にリアルタイムに環境監視データを提供するために社内基幹 LAN 上にデータベース化を図りインターネットを利用してモニタリングステーションからの空間の放射線量や気象観測塔の風向、風速、気温などの気象データの情報伝達ができるように改善を実施した。

なお、主要な区域の線量当量率及び空気中の放射性物質濃度の測定結果や環境モニタリング結果については定期検査や原子力安全委員会環境放射線モニタリング中央評価専門部会において確認されている（3.5 章参照）。

(4) 各種環境試料の分析手法に関しては、原子力安全委員会環境放射線モニタリング中央評価専門部会から、環境中 I-129 に係る分析方法の開発、蓄積傾向の把握及び環境移行に関する調査の必要性を指摘され、これらに対応するため、各種環境試料中の I-129 中性子放射化分析法の開発を実施してきた。開発した分析法は、平成 8 年に科学技術庁放射能測定法シリーズに反映した。

その他、Pu、Tc、Np の分析手法として ICP－質量分析計を用いた機器分析法の開発や線量評価計算コードの開発を実施している（3.5 章参照）。

4.9 臨界安全

再処理施設の臨界事故防止は、取り扱う核燃料物質の物理的・化学的性状並びに中性子の吸収効果、減速条件及び反射条件を考慮して、形状寸法制限、濃度制限、質量制限、中性子毒の使用及び以上の組み合わせによって行っている。

また、必要に応じてインターロックや安全錠を設けることにより機器の単一故障や運転員の単一誤操作等を想定しても臨界にならないように設計している。

さらに、臨界事故が発生した場合に、直ちにこれを検知するために、臨界警報装置を設置しており、これらの臨界警報装置の性能については定期検査において確認されている。

なお、臨界警報装置については、昭和59年2月には誤警報に対する信頼性を向上させるために、判別部に2 out of 3論理をとりいれた新型臨界警報装置を開発した。

一方、東海再処理施設のうちで昭和40年代に設計された分離精製工場等は、現在では使用されていない計算コードや簡易的な手法を用いた臨界設計が行われている。このため、平成10年12月に再処理施設の安全性確認作業の一環として、これらの施設の臨界設計の基本となるデータの妥当性の確認を行った[1)]。

4.9.1 臨界安全設計の基本データの確認

(1) 対象施設

臨界安全設計の基本データを確認する施設は、臨界管理対象施設のうち、分離精製工場、ウラン貯蔵所及び分析所の小型試験設備である。

(2) 臨界安全ハンドブックとの比較

設計に使用したU、Pu濃度や機器寸法に関する基本的な制限値を、現在の臨界安全ハンドブック等と比較した結果、すべて臨界安全ハンドブックの値と同じかそれ以下になっており、妥当な設定であることを確認した。設計に採用した各種の制限値並びに最近の臨界安全ハンドブックの対応する値を資料4.9-1に示す。

なお、初期の設計当時はU、Puの硝酸溶液（$UO_2(NO_3)_2$、$Pu(NO_3)_4$）

の臨界データがなく、化学形態としてフッ化物（UO_2F_2、PuO_2F_2）のデータを用いて設計しているが、窒素に比べてフッ素の中性子吸収効果が小さいため安全側の設計となる。これらについては臨界安全ハンドブックの硝酸溶液のデータと比較した。

(3) 計算による確認

中空円筒の液厚及び中性子吸収材としてボロン入りラシヒリングを充てんした場合の臨界データについては、臨界安全ハンドブック等では比較するデータがないため、最近の計算コード（SCALE4.2[2]、MCNP4B2[3]）を用いた計算を行い妥当であることを確認した。

1) 中空円筒機器の臨界安全評価

中空円筒機器の臨界計算結果を資料4.9-2に示す。制限濃度で管理している機器については、運転時の通常濃度及び濃度制限値に対して、計算による未臨界濃度（keff+3σ ≦0.95を満たす濃度）が十分高く、十分な臨界安全余裕を有している。さらに、プルトニウム製品貯槽については設計で用いたPuO_2F_2溶液に対しては制限濃度安全形状寸法であるが、$Pu(NO_3)_4$溶液に対しては、全濃度安全形状となることを確認した。

2) ボロン入りラシヒリング充てん機器の臨界安全評価

ボロン入りラシヒリングは、ウラン溶液蒸発缶、プルトニウム溶液蒸発缶の凝縮液受槽のように通常では有意なU、Puが流入してくることのない機器や、ウラン溶液を濃縮度に応じて希釈して受け入れる貯槽に充てんしている。これらの機器ではボロンがない状態で臨界にならないような濃度で管理を行っているが、万一の事象に備えてボロンを充てんしているものである。

これらの機器でボロンの存在を考慮した場合の未臨界濃度を確認するために行った臨界計算の結果を資料4.9-3に示す。濃縮度4%の$UO_2(NO_3)_2$溶液では、ボロンがある状態では臨界になり得ないことが分かる。プルトニウム溶液蒸発缶の凝縮液受槽では、仮に、蒸発缶からプルトニウム溶液（Pu濃度＜250gPu/ℓ）が流入しても臨界には至らない。Pu系のオフガス洗浄廃液の受槽では十分な臨界安全余裕を有している。

(4) プルトニウム製品貯槽の複数ユニットの計算

複数ユニットによる臨界を考慮すべき箇所については、当時の設計の中でモンテカルロ計算コード等を用いて臨界安全であることを評価している。ここでは複数ユニットに対する臨界安全性の確認のために、代表としてプルトニウム製品貯槽を複数設置してあるプルトニウム製品貯蔵セルの臨界計算を実施した。

プルトニウム製品貯槽は、3基（267V10～12）がプルトニウム製品貯蔵セル（R023）に、4基（267V13～16）がプルトニウム製品貯蔵セル（R041）に設置されている。計算の結果、keff+3 σ はR023, R041でそれぞれ0.855、0.864と十分に臨界安全と言える。

設計当時の評価は、R023でプルトニウム製品貯槽の臨界濃度を約420gPu/ℓ、R041でプルトニウム製品貯槽の濃度420gPu/ℓのときにkeff=0.87と計算している。これらの評価はPuO_2F_2溶液に対するもので、現実的に$Pu(NO_3)_4$溶液を用いた前述の計算結果に比べてかなり保守的な結果となっている。

参考文献

1) 「東海再処理施設の臨界安全、遮蔽設計基本データの確認」、JNC TN 8440 99-003(1999)

2) "SCALE: A Modular Code System for Performing Standardized Computer Analysis for Licensing Evaluation", Radiation Shielding Information Center, CCC-545, 1993

3) "MCNP4B2 Monte Carlo N-Particle Transport Code System", Radiation Safety Information Computational Center, CCC-660, 1997

資料4.9-1　設計上の制限値と臨界安全ハンドブック等の記載値（1/2）

項目		制限値				主要な適用機器	制限値未満の機器
		設計上の制限値	臨界安全ﾊﾝﾄﾞﾌﾞｯｸ(1988) 推定臨界下限値*1 (1)	LA-12808 (1996) 未臨界制限値*1 (2)	西独 (1985) 安全値*1 (3)		
4%濃縮U系	質量 (kgU)						
	UO_2-H_2O非均質系	20		39.75	25.1	小型試験設備(OTL)	
	容積 (_)						
	UO_2F_2-H_2O均質系		(124)		(110)		小容量機器
	無限円筒直径 (cm)						
	UO_2F_2-H_2O均質系	30	(43.6)		(38.6)	U溶液蒸発缶(第1段)(263E11),凝縮器(263H13), U溶液蒸発缶(第2段)(263E20), 濃縮液受槽(264V10),ｻｰｼﾞﾎﾟｯﾄ(276V16)	ﾊﾟﾙｽﾌｨﾙﾀ(243F16), 凝縮器(263H132), 凝縮器(263H21)
	UO_2-H_2O非均質系	22	約25.5	24.5		溶解槽(ﾊﾞｽｹｯﾄ部)(242R10～12),脱硝塔(264R11)	
	無限平板厚 (cm)						
	UO_2F_2-H_2O均質系	14	(23.4)		(21.3)	ｽﾜｰﾌﾟﾀﾝｸ(242V20),受槽(276V10), 溢流受槽(276V30)	
	UO_2-H_2O均質系	12.5	12.7	12.6	12.3	溶解槽(ｽﾗﾌﾞ部)(242R10～12)	
	中空円筒の液厚 (cm)						
	UO_2F_2-H_2O均質系	14				洗浄液受槽(242V13),溶解槽溶液受槽(243V10), 濃縮液受槽(263V17),希釈槽(263V18), 給液槽(263V19),中間貯槽(276V12,15)	
	濃度 (gU/_)						
	UO_2F_2-H_2O均質系	240	(394)		(約395*(k=0.98))	調整槽(251V10),給液槽(251V11)	一時貯槽(263V51-58), U調整槽(201V70), ｳﾗﾅｽ調整槽(201V74), ｳﾗﾅｽ中間貯槽(201V741), 貯槽(201V77-79)
	無限円筒直径38cmφの時	400	(無制限)			凝縮器(244H10) 分離工程抽出器(252R11,253R10,255R14～16), U精製工程抽出器(261R13,15), 希釈剤洗浄器(252R10,261R14), 溶媒洗浄器(256R10～13, 262R10～11) 電解槽(201X71,72)	酸吸収塔(244T11) 希釈剤洗浄器 (254R101, 256R101)
	無限平板厚30cmの時	180	(約650*)				
	〃 40cm 〃	300					
	〃 40.3cm 〃	200					
1.60%濃縮U系	無限円筒直径 (cm)						
	UO_2-H_2O均質系	40				1.6%濃縮ｳﾗﾝ用UO_3容器	
	濃度 (gU/_)						
	UO_2F_2-H_2O均質系	450				一時貯槽(263V51-58),貯槽(201V77)	

資料4.9-1　設計上の制限値と臨界安全ハンドブック等の記載値（2/2）

項目		制限値				主要な適用機器	制限値未満の機器
		設計上の制限値	臨界安全ﾊﾝﾄﾞﾌﾞｯｸ(1988) 推定臨界下限値*1 (1)	LA-12808 (1996) 未臨界制限値*1 (2)	西独 (1985) 安全値*1 (3)		
Pu溶液系 (^{239}Pu)	質量 (gPu) PuO_2F_2-H_2O均質系	220		(570)*2	(240)	小型試験設備(OTL)	
	容積 (_) PuO_2F_2-H_2O均質系		(7.31)	(10.0)*2	(6.2)		小容量機器
	無限円筒直径 (cm) PuO_2F_2-H_2O均質系	12.5	(15.5)	(17.4)*2	(14.0)	酸化塔(265T14),空気吹込塔(265T15,16), Pu溶液蒸発缶(266E20,T21),凝縮器(266H22)	ﾄﾞﾚﾝ受槽(266V40,41), 洗浄塔(267T18), ｻｰｼﾞﾎﾟｯﾄ(276V206,V215)
	無限平板厚 (cm) PuO_2F_2-H_2O均質系	4	(5.49)	(6.7)*2	(5.0)	Pu濃縮液受槽(266V23),循環槽(266V24), Pu溶液受槽(276V20),溢流溶媒受槽(276V21)	
	中空円筒液厚 (cm) PuO_2F_2-H_2O均質系	4				希釈槽(266V13)	
	濃度 (gPu/_) PuO_2F_2-H_2O均質系		(7.0)	(7.8)*2	(3.8)		
	無限平板厚8cmの時	22 gPu/l	(約49.2*)			Pu精製工程抽出器(265R20,22), 希釈剤洗浄器(265R21)	
	中空円筒液厚15cmの時	2.8				中間貯槽(265V12)	
	Pu製品貯槽の濃度制限(gPu/_) PuO_2F_2-H_2O均質系	420				Pu製品貯槽(267V10～12 (a4.5) , V13～16(a5.5))	

* 約～の表現は，グラフより読み取ったもの
*1 ( )内は硝酸溶液系の値
*2 ≧5wt%^{240}Pu, ≦1wt%^{241}Pu

文献
(1) 科学技術庁原子力安全局核燃料規制課編, "臨界安全ハンドブック", 1988
及び "臨界安全ハンドブック改訂準備資料", JAERI-Tech 95-048, 1995
(2) "Nuclear Criticality Safety Guide", LA-12808, 1996
(3) Gesellscahft fur Reaktorsicherheit (GRS) mbH, "Handbuch zur Kritikalitat", 1985

資料 4.9-2　中空円筒機器の臨界計算結果

計算コード：SCALE4.2

	中空円筒機器	計算結果				
硝酸U溶液系	・全濃度安全形状寸法機器 溶解工程 洗浄液受槽(242V13) 溶解槽溶液受槽(243V10) ウラン精製工程 濃縮液受槽(263V17) 希釈槽(263V18) 給液槽(263V19) リワーク工程 U系中間貯槽(276V12,V15)	keff+3σの最大値 0.835				
硝酸Pu溶液系		未臨界濃度	keff+3σ	濃度制限値	工程管理目標値	通常濃度
	・制限濃度安全形状寸法機器 Pu精製工程					
	中間貯槽(265V12)	14 gPu/l	≦0.95	2.8gPu/l	2.3gPu/l	約 2gPu/l
	溶媒貯槽(265V24)	23 gPu/l	≦0.95	22gPu/l*	18gPu/l*	微
				* 溶媒流入元のPu精製工程抽出器(265R22)の値		
	製品貯蔵工程					
	Pu製品貯槽(267V10～12)	--	最大 0.886	250gPu/l	245gPu/l	230gPu/l
	Pu製品貯槽(267V13～16)	--	最大 0.848		同上	
	・全濃度安全形状寸法機器 Pu溶液濃縮工程					
	希釈槽(266V13)	--	最大 0.888	--	--	--

資料 4.9-3　ボロン入りラシヒリング充填機器の臨界計算結果

計算コード：MCNP4B2

	ボロン入りラシヒリング充填機器	計算結果	
硝酸U溶液系	U 溶液蒸発缶の凝縮液受槽 受槽(263V14,15) 蒸発缶凝縮液中間貯槽 (263V37,38) ウラン溶液の貯槽 一時貯槽(263V51～58) 貯槽(201V77～79)	濃縮度 4%U 硝酸溶液 ラシヒリング充填率 すべて 15vol% 全濃度範囲で $k_\infty < 0.4$	
硝酸Pu溶液系	Pu 系のオフガス洗浄廃液の受槽 受槽(267V19,21) Pu 溶液蒸発缶の凝縮液受槽 受槽(266V30,31)	^{239}P 硝酸溶液 ラシヒリング充填率 15vol% 34vol%	$k_\infty+3\sigma=0.95$ となる Pu 濃度 94 g/l 298 g/l

4.10 地震に対する考慮

再処理施設の建家及び構築物並びに機器配管は原則として剛構造とし、建家は基盤で直接支持させている。また、建家及び構築物並びに機器配管は、その重要度に応じてＡ類、Ｂ類、Ｃ類に分類し、それぞれ重要度に応じた耐震設計を実施している。

昭和 56 年 7 月には建築基準法の改正に伴い、設計用地震力の算出方法の見直しを行い、その後の耐震設計に用いている。

さらに、平成 7 年 9 月には、兵庫県南部地震を契機に設計用最強地震動及び設計用限界地震動を用いて分離精製工場、高放射性廃液貯蔵場の安全性を確認し、科学技術庁から原子力安全委員会へ報告されている（資料 4.10-1 参照）。

さらに、新規に設置するユーティリティ施設建家は、最新の技術を取り入れた免震構造を採用して設計している（平成 9 年 7 月設置変更承認）。

資料4.10-1　東海再処理施設耐震安全性確認結果概要

主な項目				内容
確認用基準地震動に考慮した地震	過去の地震			1896年1月9日茨城県沖（M7.5Δ35Km）
	活断層		S1対象	関谷断層（M7.5Δ86.5Km）
			S2対象	関谷断層（M7.5Δ86.5Km）
	地震地体構造			茨城県沖の位置にM7.75、Δ35kmの地震を考慮
	直下地震			M6.5、X10km
基準地震動の最大値	最大速度振幅		S1地震動	9.4Kine
			S2地震動	16.1Kine（地体波）、13.8Kine（直下波）
	最大加速度振幅		S1地震動	146.1gal
			S2地震動	270.0gal（地体波）、370.0gal（直下波）
評価結果（S2地震動）	濃縮ウラン溶解槽		応答値	9.9 kg/mm²
			許容値	24.5 kg/mm²
	抽出器		応答値	0.5 kg/mm²
			許容値	27.6 kg/mm²
	プルトニウム製品貯槽		応答値	6.3 kg/mm²
			許容値	40.2 kg/mm²
	高放射性廃液蒸発缶		応答値	14.6 kg/mm²
			許容値	36.8 kg/mm²
	高放射性廃液貯槽		応答値	8.7 kg/mm²
			許容値	41.5 kg/mm²
	分離精製工場建家	燃料貯蔵プール	応答値	0.3×10^{-3} rad 注1）、注4）
			許容値	2.0×10^{-3} rad
		高放射性廃液貯蔵セル	応答値	0.3×10^{-3} rad 注2）
			許容値	2.0×10^{-3} rad
	高放射性廃液貯蔵場建家	高放射性廃液貯蔵セル	応答値	0.4×10^{-3} rad 注3）
			許容値	2.0×10^{-3} rad

注1）：燃料貯蔵プールを含む地階層の耐震壁の応答値を示す。

注2）：高放射性廃液貯蔵セルを含む地階から2階層の耐震壁の応答値を示す。

注3）：高放射性廃液貯蔵セルを含む地階から2階層の耐震壁の応答値を示す。

注4）：燃料貯蔵プール内に設置された燃料貯蔵設備については、想定される地震力及び流体による効果を考慮して解析し、燃料貯蔵架が過大な変形や破損等を起こすことなく、燃料貯蔵バスケットの指示機能を維持できることを確認した。

4.11　火災・爆発に対する考慮

東海再処理施設では、消防法、建築基準法等に基づき、必要な防火対策、消火対策を施すとともに、各工程内で取り扱う可燃性物質又は熱的不安定物質を考慮して工程固有の火災に対しても安全対策を施している。

アスファルト固化処理施設での火災爆発事故の反省から、放射性物質及び化学物質を取り扱う全施設・設備（危険物、高圧ガス含む）の安全性一斉点検等を行うとともに、可燃性物質又は熱的不安定物質を取り扱う工程の安全対策が十分か調査し必要な改善を施すこととした。さらに、可燃性物質又は熱的不安定物質を取り扱う工程において、機器の故障や運転員の誤操作によって火災や爆発などの事故に至る可能性がないか確認し、必要な対策を施すこととした。

以下に東海再処理施設における火災・爆発対策を記載する。

(1)　東海再処理施設の各工程内で取り扱う可燃性物質又は熱的不安定物質として、

- 抽出工程等で使用する有機溶媒
- 抽出工程等で使用するヒドラジン
- 高放射性廃液蒸発缶で使用するホルマリン
- プルトニウム混合転換で使用する水素
- 低放射性廃液濃縮工程（低放射性廃液第１蒸発缶）で使用する消泡剤
- 廃溶媒から分離したTBPを固化するために使用するエポキシ樹脂、硬化剤
- アスファルト固化体
- 放射線分解により発生する水素

が有る。

東海再処理施設では、取り扱うこれらの可燃性物質又は熱的不安定物質に関して以下に示すような安全対策を施している。

1)　有機溶媒に対する考慮

有機溶媒を扱うセル等では電気機器の使用をなるべくさけ、使用す

る場合は配線にステンレス管被覆等を施して機器類は接地している。

通常、有機溶媒を取り扱う工程は常温であるが、工程上加温する場合には、有機溶媒の温度がｎドデカンの引火点である74℃を下回る温度となるよう制御している。万一制御できない場合には加熱媒体の温度や流量の異常を検知して加熱を停止する等の対策を施している。

また、硝酸とTBP等が高温で分解反応を起こす可能性のある各蒸発缶では、機器にTBP等が混入しないように液の洗浄や貯槽での溢流操作、底抜き等の対策を施すとともに、機器を加熱する蒸気等の圧力、流量を制御し、万一制御できない場合には蒸気や液の温度等の異常を検知して加熱を停止する等の対策を施している。

この他、分離精製工場内で危険物第4類の指定数量以上の有機溶媒等を取り扱うセルでは、水噴霧設備を設置しており、セル内火災温度検知器（以降FDT）等による火災検知の後、運転員が水噴霧設備の操作弁を操作する。

廃棄物処理場、廃溶媒貯蔵場、スラッジ貯蔵場、廃溶媒処理技術開発施設のセル内の廃溶媒や廃希釈剤等を貯蔵する貯槽は、貯槽の温度計にて温度上昇を検知し貯槽内に炭酸ガスを自動放出する。さらに、FDTにより運転員が火災検知した場合、水噴霧設備を手動で操作し、セル内へ水を噴霧することができる。

2)　ヒドラジンに対する考慮

プルトニウム精製工程等で取り扱うヒドラジンは危険物第4類に当たる。

プルトニウム精製工程でプルトニウム（3価）の安定剤として添加したヒドラジンがプルトニウム溶液と共に供給されるプルトニウム溶液蒸発缶や除染性能を向上させるためにヒドラジンを投入している酸回収蒸発缶では、ヒドラジンの蓄積による急激な分解反応を防止するために初期硝酸の供給やヒドラジンの供給量を管理している。万一これらに失敗しても缶内の密度、液位、温度等の異常を検知して蒸発運転開始前に初期硝酸の供給や蒸発缶温度等を再度確認する等の対策を施している。

3) ホルマリンに対する考慮

高放射性廃液濃縮工程で硝酸を分解するために取り扱うホルマリンは特定化学物質第3類に当たる。

ホルマリンを投入する高放射性廃液蒸発缶においては、蒸発缶内にホルマリンが蓄積することを防ぐために亜硝酸ナトリウム溶液を供給して制御している。万一制御できない場合には、亜硝酸ナトリウム供給ポットの液位や電導度の異常を検知してホルマリンの供給を停止する等の対策を施している。

4) 水素に対する考慮

プルトニウム混合転換工程では、流量を制御して水素濃度5%の窒素・水素混合ガスを製造し、プルトニウム・ウラン粉末の還元用として使用している。万一制御できない場合には、水素濃度の異常を検知し、ガスの供給を停止する等の対策を施している。

また、溶解液、高放射性廃液及び高濃度のプルトニウム溶液を内包する機器内で放射線分解によって水素が発生するが、これについては、専用の水素掃気用空気や液面計等の計装空気等を用いて貯槽内を十分に水素掃気することによって、機器内の水素濃度を爆発下限界である4%以下に管理している。

5) 消泡剤に対する考慮

低放射性廃液第1蒸発缶で発泡現象を抑制するために消泡剤として使用する脂肪酸エステル系界面活性剤は危険物第4類に当たるが、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故の原因究明の一環として、消泡剤単体及び消泡剤と硝酸ナトリウム、亜硝酸ナトリウムの混合物に対してDSC（示差走査熱量）測定を行った結果、低放射性廃液第1蒸発缶の運転温度（約100℃）では問題となる発熱のないことを確認している。

6) エポキシ樹脂、硬化剤に対する考慮

廃溶媒固化処理工程で廃溶媒から分離したTBPを固化するために

使用するエポキシ樹脂、硬化剤は危険物第4類に当たる。

固化処理を行う廃溶媒処理技術開発施設の固化処理室内の機器は防爆構造として着火源を無くして火災の可能性を排除している。また、万一を想定して固化処理室には炭酸ガス消火設備が設置されており、制御室にてFDT及びセル内監視用ITVにより火災を確認しボタン操作による消火作業が実施できる。

7) アスファルト固化体に対する考慮

アスファルト固化体貯蔵施設及び第二アスファルト固化体貯蔵施設ではアスファルト固化体を常温で貯蔵し、セル内に加熱源となるものは設置されていない。また、万一を想定して貯蔵セル内には火災感知器を、セル換気用の排気ダクトにはFDT、煙火災検知器を設置して火災を検知すると共に、これらの検知器の検知により自動で作動する水噴霧消火設備を設置している。

(2) 上述の各可燃性物質等の他にも一般的な可燃物として、機械等の作動油、ギアオイル、グリス類、分析などで使用するメチルアルコール、キシレンや可燃性の放射性固体廃棄物等を取り扱っている。

東海再処理施設では、危険物取扱者免許取得者の中から選任した危険物保安監督者や危険物取扱者が作業基準等に従って危険物等の取り扱い作業を実施し、保管に関しては貯槽や保管棚などに適切に保管している。

また、施設には消防法に従って自動火災報知設備及び消火器、消火栓を設置している。

(3) また、これまでにも、火災・爆発に対する安全性を高めるため、以下の改善等を行ってきた。

① ラ・アーグ再処理工場のケーブル火災（昭和55年4月）を反映し、低圧側の電源ケーブルについては可能な限り延焼防止剤を塗布し、高圧側ケーブルについてはケーブルを更新する際に難燃ケーブルを採用している。

② トムスク再処理施設の爆発（平成5年4月）を踏まえ東海再処

理施設における類似工程の安全対策の確認や発熱反応が問題となる溶媒の劣化物の工程内挙動調査を実施し、TBP の主たる低分子化学劣化生成物の濃度は十分低く問題のないことを確認している。

③ その他、平成 9 年 10 月には、セル扉等を駆動させるためのセル内油圧装置に使用している鉱物性作動油を難燃性作動液に変更する等の火災に対する安全性を向上させるための改善を実施している。

(4) さらに、今回のアスファルト固化処理施設の火災爆発事故を踏まえて、

① 放射性物質及び化学物質を取り扱う全施設・設備（危険物、高圧ガス含む）の安全性一斉点検、

② 県の要請による原子力施設の安全性点検、

③ 法令等への適合性や施設の経年変化の観点からの安全総点検

等種々の点検を実施し、消防法の規定のもとで、火災報知設備、屋内消火栓等必要な設備を備える等の設備対応や一般火災を想定した事故対応訓練等を行ってきた。

これらの安全点検のなかでは、上述した安全対策はもとより、手順書、保安体制の確認や、危険物の保管・点検状況、火災検知器の配置・点検状況、消火器・消火栓の配置・点検状況、安全弁の点検状況等の確認を行った。

その結果、以下に示すような火災・爆発に対する更なる安全対策の向上を図った。

1) 工程監視設備

① 工程設備での温度、濃度等を監視するための工程監視設備を設けており、制御室あるいは居室等で監視している。運転員が常駐していないスラッジ貯蔵場及び廃溶媒貯蔵場では、セル内火災温度検知器(FDT)を廃棄物処理場の制御室で監視できるように監視用の ITV を設置した。

② 各種の試薬を取り扱う分析所のグローブボックス及び分析セルの温度を制御室にて集中管理するためのシステムを設置した。

③ 各種の試薬を取り扱う分析所のグローブボックス設置区域には監視用のITVを設置した。
④ プルトニウム転換技術開発施設では、窒素・水素混合ガスを取り扱う工程室に水素ガス漏洩検知器を追加設置した。
⑤ 運転要領書の記載に不備が見られた低放射性廃液の濃縮処理工程における加熱温度の管理の目的や廃溶媒の貯蔵における警報発報時の対応等を運転要領書に明記した。

さらに、 今後、以下のような改善を行う。
① 分離精製工程、プルトニウム精製工程、廃溶媒貯蔵工程では、これまで現場でしか確認できなかったFDTの指示値を制御室で記録・確認できるように変更する（平成11年6月完了予定）。
② 第二アスファルト固化体貯蔵施設の固化体評価試験セルに、新たにFDTを設置する（平成11年度末完了予定）。
③ 有機溶媒を取り扱うセルについては、万一の火災発生時に可燃性ガスが漏えいしていないか確認できるように、可搬式のガス検知器を配備する（平成11年3月完了予定）。
④ 可燃性の熱媒を取り扱うウラン濃縮脱硝室では、熱媒の漏えいを早期に検知するために監視用のITVを設置する（平成11年3月完了予定）。
⑤ 有機溶媒などの可燃性試薬を取り扱う分離精製工場の試薬調整工程に監視用のITVを設置する（平成11年3月完了予定）。

2) 消火設備
① 各種の試薬を取り扱う分析所のグローブボックスには散水設備を、分析セルにはイナージェンシィーガス供給設備を設置した。
② 消火方法については、これまで、各課ごとに定めていた火災対応要領を集大成し、消火方法、消火確認方法等を明記した。

さらに、 火災に対する安全性を向上させるために、 以下のような改善を行う。

① 有機溶媒等の可燃性物質を多量に取り扱う分離精製工場等のセルについては、水噴霧消火設備等の必要な消火設備を設置しているが、この操作を制御室から迅速に行えるように給水弁を遠隔操作弁に変更する。(平成 11 年 6 月完了予定)(資料 4.11-1～資料 4.11-2 参照)。

② 水噴霧消火設備配管の経年変化を考慮して、配管の材質を炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼に変更する(平成 11 年 6 月完了予定)。

③ 有機溶媒などの可燃性試薬を取り扱う分離精製工場の試薬調整工程に固定式粉末消火設備を設置する(平成 11 年 5 月完了予定)。

④ アスファルト固化体の物性測定試験を行う第二アスファルト固化体貯蔵施設の固化体評価試験セルの水噴霧消火設備の操作弁を試験セル操作区域から操作できるように、遠隔操作弁にする(平成 11 年度末完了予定)。

3) 換気操作

① 排気フィルタの除染機能低下が考えられる廃溶媒貯蔵場については、予備系統のフィルタへの切り替えを迅速に行えるように遠隔操作化する(平成 11 年 6 月完了予定)。

② 交換用の予備のフィルタを各フィルタ室に配備する(平成 11 年 3 月完了予定)。

③ 火災発生時の換気系の対応マニュアルを運転要領書に明記する(平成 11 年 3 月完了予定)。

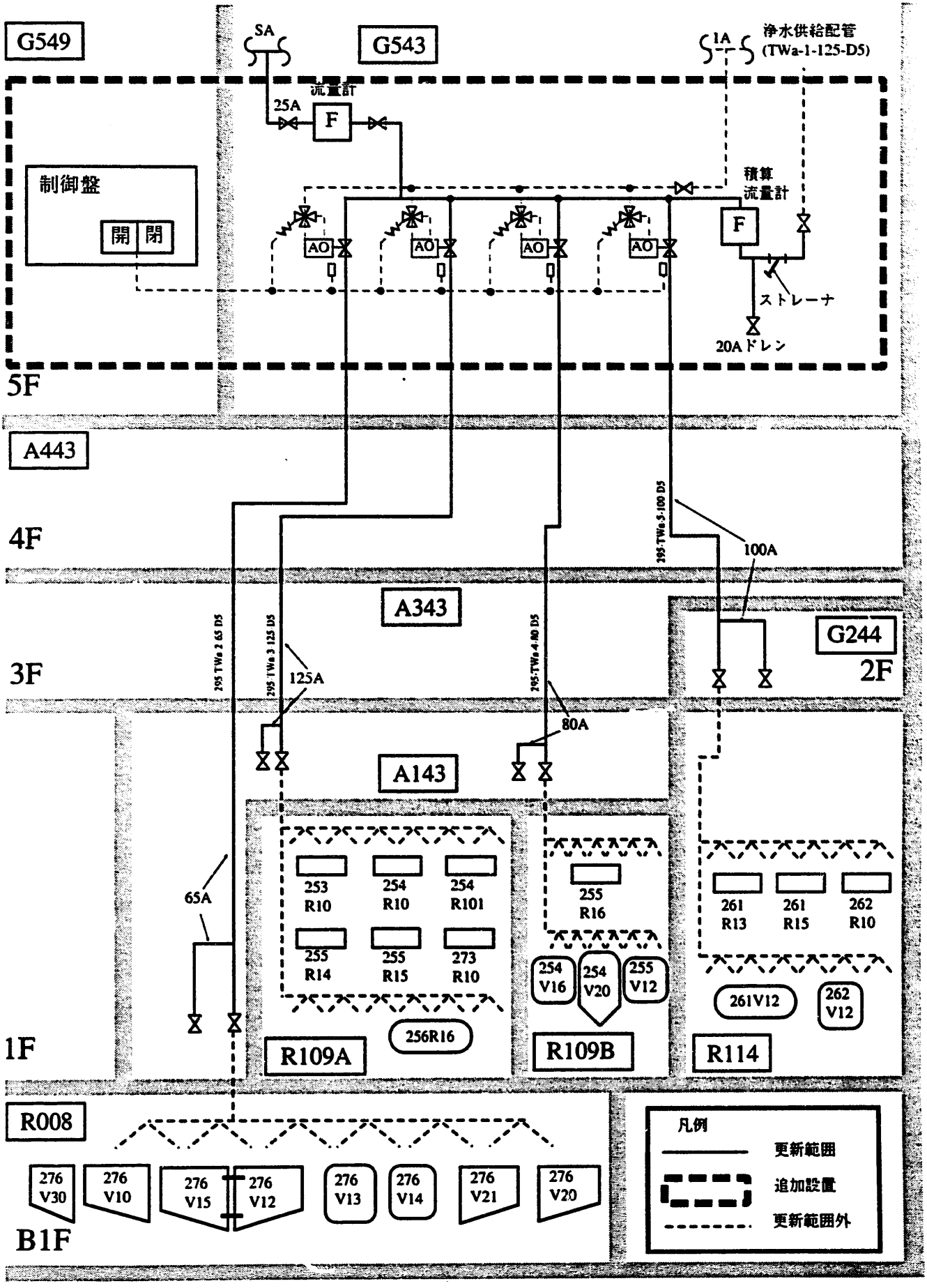
④ フィルタ交換時に、予備系統のフィルタへの切り替え操作訓練を実施している。

上記の他、一般火災に対する安全性を高めるために、

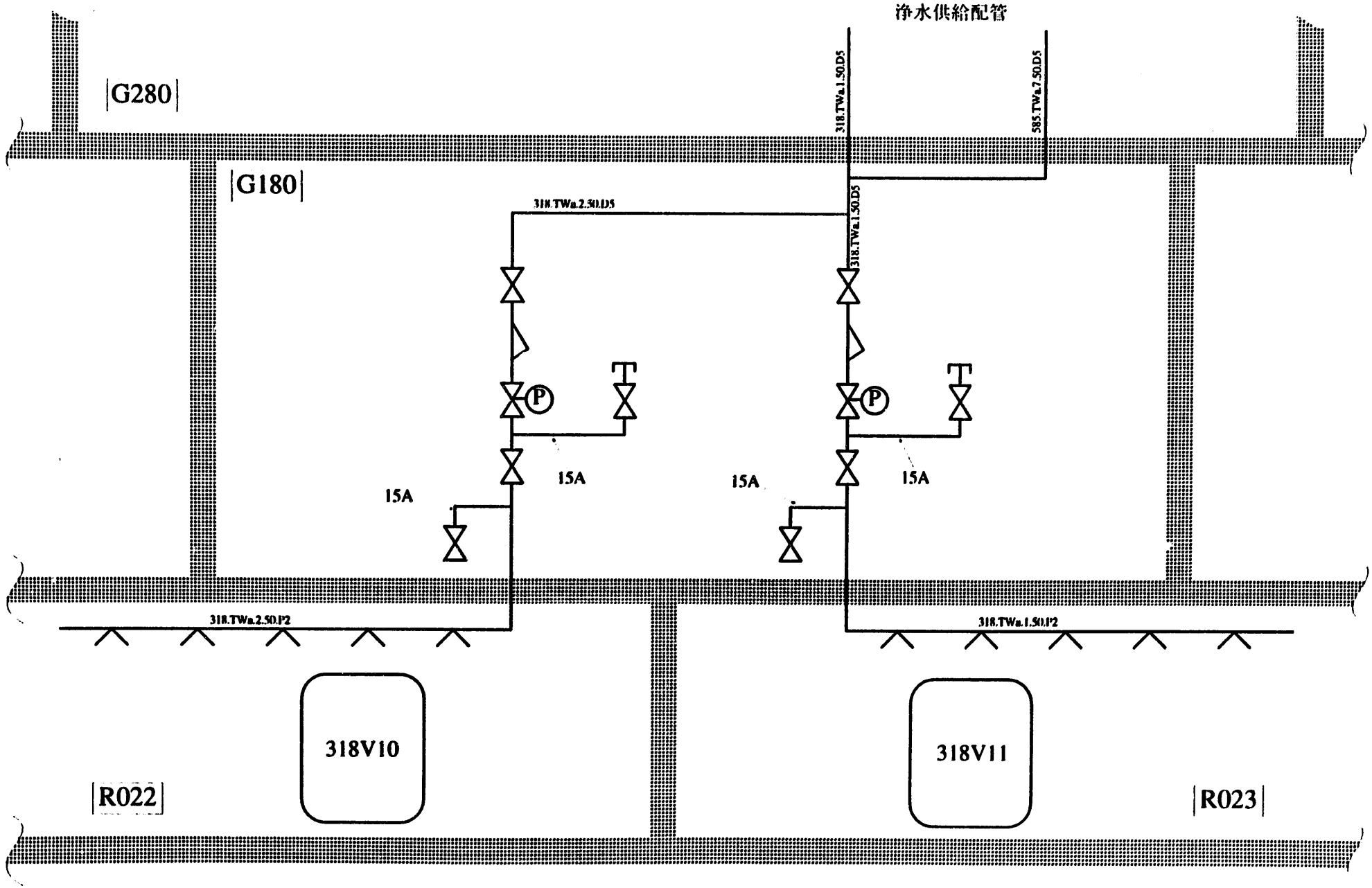
① ラ・アーグ再処理工場でのケーブル火災を反映して、電気ケーブルの延焼防止措置を施してきたが、これまでに延焼防止剤の塗布が実施されていなかった除染場や第二ウラン貯蔵所の主幹ケーブルについても、延焼防止剤の塗布を行った。

② 施設内の消火設備の強化として通常の消火器・消火栓に加え、有機溶媒等を取り扱う分離精製工場の試薬調整工程区域等に粉末消火設備を、廃棄物処理場の可燃性の固体廃棄物を大量に保管している区域に水噴霧設備を設置する（平成11年6月完了予定）。

③ もんじゅのナトリウム火災事故に鑑み、再処理施設内各建家の火災信号を集中監視している管理事務棟核物質防護管理室及び分析所の安全管理室に設置している自動火災報知器の集中監視盤に再鳴動機能を追加設置した。各建家については、各建家の安全管理分室等にある主受信機を、最新の電送方式を採用し、再鳴動機能を有したものに順次更新していく。



資料4.11-1　水噴霧消火設備の系統図（分離精製工場）



資料4.11-2　水噴霧消火設備の系統図（廃棄物処理場）

4.12　電源喪失に対する考慮

再処理施設では、外部電源系統と非常用電源系統を有しており、2 回線の送電線により給電し、再処理施設の安全性を確保する上で十分な容量を有している。非常用電源の機能については、定期検査及び電気工作物保安規程に基づく自主検査により正常に作動することが確認されている。

また、平成 10 年 12 月に実施した再処理施設の安全性確認作業では、機器の故障や運転員の誤操作によって短時間の全動力電源喪失が発生したとしても事故に至らないことを確認した（5.3 章参照）。

4.13 放射性物質の移動に対する考慮

東海再処理施設においては、液体状の放射性物質を移送する配管は溶接構造を採用し、原則としてセル内に設置しており、必要に応じて鉛や鉄などの補助遮蔽体を設けている。建家間を移送する配管を収納するトレンチには、必要に応じてドリップトレやライニングを設置している。

また、建家間を移送する配管は、必要に応じて二重管構造とし、漏洩した液を回収できるようにしている。漏洩した液を回収するための設備の健全性については定期検査において確認されている。

さらに、平成10年12月に実施した再処理施設の安全性確認作業では、機器の故障や運転員の誤操作によって放射性物質の誤移送の可能性を検討した結果、安全上問題がないことを確認した（5章参照）。

4.14 事故時に対する考慮

東海再処理施設においては、従事者による適切な事故対策が可能となるよう、制御室には、主要な警報系統を含む計測系統及び通信系統を設けており運転情報を監視するとともに、サーベイメータなどの放射線計測器や全面マスクなどの放射線防護具を常備している。

分離精製工場や廃棄物処理場、ガラス固化技術開発施設等の主要な工程や換気・ユーティリテリィの運転状態の監視機能として工程管理システムを導入しており、各設備の担当課居室において確認することができる。

放射線管理情報についても、分析所の安全管理室において集中監視しており、さらに、放射線管理情報集中監視システムにより放射線管理第二課居室においても確認することができる。

再処理施設の照明は、外部電源喪失時においても、その機能を失うことがないように必要に応じ非常用電源系統から給電している。

また、事故発生時に、従事者が速やかに退避できるように非常口を設けるとともに、誘導灯や退避ルートを示す標識を設けている。

緊急時には、制御室以外の場所に現場指揮所を設け、必要な対策を講ずることができるようにしている。

事故発生時の周辺環境への影響を把握するための設備としては、気象観測設備、モニタリングポストやモニタリングステーション、環境モニタリングカー等があり、これらの情報も集中監視システムにより環境監視課居室において確認することができる。

さらに、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故を契機に、緊急時対応体制を見直すとともに、放射線管理情報を現場指揮所などで確認できるように安全管理情報遠隔集中監視システムを平成 10 年度末までに整備する。さらに、放射線モニタの指示値の変動状況等によって異常を早期に発見し的確に対応するために、放射線監視支援システムの構築に取り組んでいる。

その他、管理区域における半面マスクの常時携帯を運転員に義務づけるとともに、事故時の迅速な対応が行えるようにするために、

① 事故時の退避指示等の一斉放送を的確に行うために、一斉放送すべき事象を定めた。

② 事故発見者による非常用電話を用いた連絡を周知徹底した。また、夜間休日においても、速やかに第一報が外部関係機関へ発信できるように専従を含む管理職による24時間当直体制を実施している。

③ 事故対策本部や現場指揮所の構成員の招集のために、一斉通報装置を設置するとともに、リアルタイムな情報交換ができるようにPHSや携帯電話を配備している。

④ 火災発生現場への入域を考慮して、放射線防護に加えて耐熱性に優れた防護服を配備する（平成11年7月完了予定）。

4.15 準拠規格及び基準

東海再処理施設では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」、「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」、「建築基準法」、「消防法」、「高圧ガス保安法」、「電気事業法」、「労働基準法」、「労働安全衛生法」、「公害対策基本法」、「水質汚濁防止法」、「大気汚染防止法」等の日本国内法令に準拠するとともに、フランスのサンゴバン社の技術仕様を基に設計・建設され、これまでに、一部、酸回収蒸発缶や濃縮ウラン溶解槽など腐食環境の厳しい機器に腐食が発生したものの、昭和52年に運転開始以来20数年ほぼ順調に稼動してきた。

東海再処理施設の分離精製工場等の建設後、新規施設の設計・建設に際しては、分離精製工場等の建設の際、技術基準として使用されたフランスのサンゴバン社の技術仕様に、分離精製工場等の設計・建設で得られた知識・経験や国内規格等を取り入れて施設建設部門の自主的な基準として「施設建設技術標準（CTS)」として整備することにより技術の伝承を図ってきている。

さらに、今後の施設の設計・建設並びに改造工事における設備の設計、製作及び検査に活かすために、再処理施設の設計・建設の経験を有するメーカの協力を得て「施設建設技術標準（CTS)」の見直しを進めている。

4.16 検査、修理等に対する考慮

東海再処理施設では、昭和55年に使用前検査の合格証の交付を受け、これまでに、原子炉等規制法に定められる定期検査を 12 回受検し、定期検査合格証の交付を受けている。

また、保安規定に基づき、定期自主検査として、保安上特に管理を必要とする設備は 1 年ごとに、安全保護回路、警報装置及び非常用動力装置等は 1 月ごとに性能検査を実施し、主要な計装計器、放射線管理機器については1年ごとに校正を実施している（3.2 章参照)。

さらに、アスファルト固化処理施設の火災爆発事故を契機に、東海再処理施設の安全性の確認を行い、その中で、事故発生を防止するための重要な検知手段を洗い出し、定期的な検査、試験、保守を行うこととした（5 章参照)。

5. 東海再処理施設の安全性評価

アスファルト固化処理施設における火災爆発事故の反省から自主保安の一環として最新の知見やこれまでの運転経験を取り入れて東海再処理施設の安全性を再度確認することとした。

確認作業に当たっては、事故の発生の可能性や環境への潜在的影響を考慮して洗い出した工程、設備が有する事故の発生防止策及び拡大防止策並びに影響緩和策に対してその妥当性を評価し、その結果、通常時及び異常時の安全上重要と判断される検知手段や運転操作等を明らかにした。この評価に際し、再処理施設安全審査指針の安全評価の考え方（運転時の異常な過渡変化、運転時の異常な過渡変化を超える事象及びその評価手法等）を参考にした。また、本作業で使用する放射能収支等は運転実績等を考慮して設定した。

本作業で明らかにする重要な検知手段や運転操作等を実効有るものとするために、それぞれ運転要領書や教育・訓練等への反映、設備改造の有効性等の検討を行った。

さらに、安全性確認作業を通じて施設の運転員及び管理者等が東海再処理施設の安全設計について認識を深め、安全に係わる技術や思想の伝承と共有化に資することとした。

5.1 事故の想定される工程

再処理施設では、放射性物質が分散して存在し、工程ごとにその存在量が異なっている。また、有機溶媒、ヒドラジン、水素等の可燃性物質及び熱的不安定物質を取り扱う工程やプルトニウム等の核分裂性物質を多量に取り扱う工程があるが、事故事象の評価においては、工程や設備ごとに取り扱う物質とその量を考慮して、多くの事象を想定することになるため、効率的かつ効果的に作業を行う必要がある。そこで、環境への影響、可燃性物質等の有無、臨界管理の観点から事故の想定される工程を選定した。この選定に当たっては、最新の知見の反映という観点からORIGEN2.1を用いた燃料中の内蔵放射能量の算出、運転実績から得られた除染係数等を用いた工程内の放射能収支及び機器内インベントリの見直し等の検討を実施した[1)]。

その結果、事故を想定する工程として受入・貯蔵工程、溶解工程、分離第1サイクル工程、分離第2サイクル工程、プルトニウム精製工程、ウラン精製工程、プルトニウム濃縮工程、ウラン溶液濃縮工程、ウラン脱硝工程、

高放射性廃液濃縮工程、高放射性廃液貯蔵工程、酸回収工程、プルトニウム混合転換工程、低放射性廃液濃縮工程、焼却処理工程、廃溶媒固化処理工程、クリプトン回収工程及びユーティリティ設備（冷却設備、圧縮空気設備、電源設備）を選定し、事故の発生防止策の検討を行うこととした。さらに、これらの工程の中から再処理施設安全審査指針に記載される検討すべき事故事象や過去の事故例を参考にして事故の拡大防止策及び影響緩和策の検討を実施した。

なお、火災、爆発の観点からせん断工程でせん断時に発生するジルカロイ粉末の挙動について検討した結果、せん断装置内において発生して自然発火する可能性のあるジルカロイ粉末は極僅かであり、せん断の瞬間に発火したとしてもせん断装置内は金属製の機器で構成され、可燃性物質もないことから延焼に至る火災の可能性がないことを確認した[2)]。また、同じく火災、爆発の観点から分離第2サイクル工程及びプルトニウム精製工程で添加されるヒドラジンの分解により生成されるアジ化水素の挙動について検討した結果、工程の実測値及びヒドラジンの分解量から求めた計算値から推定した水相及び有機相中のアジ化水素濃度が爆発下限値である50mMを下回ることから、アジ化水素による爆発の発生の可能性はないことを確認した[2)]。

参考文献

1) 「東海再処理施設の安全性確認に係る基本データの確認」、JNC TN8410 99-002(1999)

2) 「東海再処理施設の事故の発生防止策の検討」、JNC TN8410 99-004(1999)

5.2 事故の発生防止策の検討

事故の想定される工程に対して一般産業界で用いられる安全評価手法を使い潜在的な危険性を摘出し、事故に至る可能性の検討を以下に示す手順で実施した[1)]。（資料5.2-1参照）

5.2.1 異常事象及びその原因の摘出

各工程の事故発生防止策の検討に当たっては、溶解工程以降の化学処理工程については、化学プラントの潜在的な危険性を明らかにするための手法であるHAZOP（Hazard and Operability Study）を用いて異常事象とその考えられる原因の摘出を実施した。

具体的には、工程ごとに評価すべき機器あるいはシステムに対する液や気体等の供給系統にノードを定め、そこでの流体等のパラメータ（流量、温度、圧力等）に対して流量低下等の通常運転条件からの”ずれ”を想定した上で評価すべき機器あるいはシステムでの異常事象の発生の有無及びその”ずれ”の発生原因を洗い出した。この際、異常事象が最終的に至るであろう事故として火災、爆発、臨界、冷却機能喪失、過加熱、放射性物質の計画外経路への移行、放射性物質のオフガス系への過度の移行、放射性物質の洗浄機能低下を考えた。

さらに、空気、冷却水、電気を供給していることから、その変動により各工程に影響を及ぼす恐れのあるユーティリティ設備及び受入・貯蔵工程については、機器類に対して考えられる故障によるシステムへの潜在的な影響等を評価するFMEA（Failure Mode and Effect Analysis）を用いて異常事象とその考えられる原因の摘出を実施した。

具体的には、工程又は設備ごとに評価すべき機器あるいはシステムを構成部品レベルに機能分類した上で、これらの構成部品に潜在的に発生すると予想される故障モードを考え、この故障が発生した場合に機器あるいはシステムが受ける影響を洗い出した。

5.2.2 事象進展の検討

再処理施設では、各施設及び各工程に安全設計、安全対策を施すと共に各工程毎に運転要領書等を定めて安全に十分留意して運転を実施しているが、ここでは事象進展の検討を行うために事象進展フローを作成し、既に設けている各防止対策の有効性を確認した上で、その事象の重要性を判断するために事象の進展を防止する対策（発生防止策）が全て機能しないと

して最終的に至る事象進展の結果を推定した。

以下に、この事象進展に対する基本的な考え方を述べる。

(1) 事象進展フローの作成

HAZOP又はFMEAを用いて摘出した異常事象全てに対して、それらの原因による起因事象を出発とし、そこから時間の経過に伴う事象の進展について運転員の対応操作や関連計装を考慮して検討を進めた。事象進展フローの一例を資料5.2-2に示す。

(2) 運転員の対応時間

事象の進展を検討する際に、事象進展の速度を考慮した上で運転員の対応を期待する場合には、運転員の対応時間を以下のように考えた。

① 制御室や操作室のような検知、監視と対応操作が同じ場所であり、あらかじめ定められた対応を行う場合には、運転員が検知から操作までに要する対応時間として15分以上を考える。

ここで、「定められた対応」とは評価した異常事象が発生した場合の対応方法を運転要領書等に定められていることをいう。

② 制御室で監視し、異常を検知したらあらかじめ定められた対応を別の離れた場所にて行う場合には、運転員が検知から操作までに要する対応時間として30分以上を考える。

③ 対応操作に複数の運転員の操作等を期待する場合には、運転員が検知から操作までに要する対応時間として1時間以上を考える。

(3) 事象進展フローの分類

HAZOP又はFMEAでは定性的に異常事象を摘出するため、摘出した異常事象中には発生防止策の機能が全て喪失した場合に最終的に事故に至るものから結果的には安全上問題にならないものまで含まれる。

そこで、事象進展フローを以下に示す3つのレベルに分類した。

① レベルA

事象の進展を防止する対策が全て機能しない場合に至る結果として火災、爆発及び臨界の可能性がある事象、又は一般公衆に過度の被ばく（5mSvを超える）を及ぼす多量の放射性物質の放出を伴う事象

② レベルB

レベルA以外の事象で、環境への放射性物質の放出等を伴う事象

③ レベルC

レベルA、B以外の安全上問題とならない事象

なお、事象の進展が非常に緩やかで推定臨界下限値等の制限値や平常時の被ばく線量評価で設定された年間の放出量を上回るのに1日以上かかる事象については、通常の運転管理（運転記録等）により確実に確認、検知等の対応ができることから事故に至る事象（レベルA）にはならないと判断した。

また、事象の分類をするために、排気筒等から大気への放射性物質の放出量を評価する際には、防止策が全て機能しないことを想定した。このため事象が長時間継続する可能性のあるものについては、放出が24時間を目安に継続したとして放出量を算定した。また、放出がある時間内で収束する場合には、その間に放出される全量を放出量とした。

(4) 発生防止策の確認

上述のとおり各事象進展フローに対して発生防止策が全て機能しない場合に最終的に至る結果についても検討し、その結果の重要性によって事象をレベルA、B、Cに分類した。その中でレベルAの事象については発生防止策に機器の単一故障や運転員の単一誤操作等を考慮しても事故等に至らないよう、2つ以上の発生防止策を施しているかを確認し、現状で防止策が1つ以下の場合には、必要に応じて運転要領書等への対応操作の明記や計装機器等の設置の防止策を施すこととした。

なお、レベルBについても自主保安の観点からレベルAと同様に2つ以上の発生防止策を施しているかを確認し、現状で防止策が1つ以下の場合には、必要に応じて運転要領書等への対応操作の明記や計装機器等の設置の防止策を施すこととした。

(5) 事故の発生防止策の機能維持

レベルAの事象進展の中で発生防止策としてその機能を期待する2つの検知、操作手段を「重要な検知、操作手段」と定義し、その機能を維持するために以下に示す対応が図られることを確認した。

① 定期的な検査、試験、保守を実施する。

② 商用電源停電時に「重要な検知、操作手段」の機能を期待する場合には非常用電源から給電できることを確認する。

5.2.3　評価結果

上記作業手順に従って評価した結果、4442件の異常状態を検討し、その中から異常事象に発展する可能性のある事象進展を670件摘出した。その内訳は、レベルAの事象が101件、レベルBの事象304件、レベルCの事象が265件であった。

なお、レベルBの環境への放射性物質の放出を伴う全ての事象は、放射性物質の放出量が東海再処理施設の平常時の被ばく線量評価の際に設定した年間の放出量を十分に下回ることを確認した。

資料5.2-3に評価した事象進展等の件数を、資料5.2-4にレベルA及びレベルBの評価結果のまとめを示す。

上記レベルAの事象については、その殆どが既存の設備で事故の発生防止の為の十分な対応が取れていることを確認し、さらに、幾つかの工程については安全性を高めるために運転要領書等の改訂が27件、設備の改善が36件摘出された。

レベルAの事象について工程ごとに整理して以下に示す。

(1)　分離第1サイクル工程（希釈剤洗浄器、分離第1,2抽出器、第1溶媒洗浄器）

有機溶媒を用いた抽出操作により核燃料物質を取り扱い、工程の変動による臨界及び火災の可能性のある分離第1サイクル工程を評価した結果、レベルAの事象として17件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

①　異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、
　○　スクラブ液調整毎の分析による酸濃度確認
　○　給液槽の液位及び密度の変動時の具体的な対応策

②　既存設備に付加する改善として、
　○　5個の抽出器内洗浄用スチームジェットの蒸気供給系手動弁への施錠
　○　溶媒供給系の2個の流量計にそれぞれ流量高の警報の追加設置

③　新たに計装設備を設置する改善として、
　○　ストリップ液調整系に温度計を2個設置し、それぞれ温度高での警報とそれによる遮断弁の自動作動

○　温水供給系に温度計を2個設置し、それぞれ温度高での警報とそれによる温水供給の自動停止

○　ウランストリップ液供給系に電導度計を2個設置し、それぞれ電導度高での警報とそれによる遮断弁の自動作動

を実施することとした。

(2)　分離第2サイクル工程（分離第3,4,5抽出器、第2溶媒洗浄器）

有機溶媒を用いた抽出操作により核燃料物質を取り扱い、工程の変動による臨界及び火災の可能性のある分離第2サイクル工程を評価した結果、レベルAの事象として16件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

①　異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、

○　ストリップ液調整ごとの分析による酸濃度確認

②　既存設備に付加する改善として、

○　7個の抽出器内洗浄用スチームジェットの蒸気供給系手動弁への施錠

○　溶媒供給系の2個の流量計にそれぞれ流量高の警報の追加設置

を実施することとした。

(3)　プルトニウム精製工程（プルトニウム精製第1,2抽出器、希釈剤洗浄器）

有機溶媒を用いた抽出操作により核燃料物質を取り扱い、工程の変動による臨界及び火災の可能性のあるプルトニウム精製工程を評価した結果、レベルAの事象として3件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

①　異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、

○　スクラブ液調整ごとの分析による酸濃度確認

○　ストリップ液調整ごとの分析による酸濃度確認

②　既存設備に付加する改善として、

○　ストッピングエア供給系手動弁への施錠

を実施することとした。

(4) ウラン精製工程（ウラン精製第1,2抽出器、希釈剤洗浄器、第3溶媒洗浄器）

有機溶媒を用いた抽出操作により核燃料物質を取り扱い、工程の変動による臨界及び火災の可能性のあるウラン精製工程を評価した結果、レベルAの事象として5件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

① 既存設備に付加する改善として、

○ 3個の抽出器内洗浄用スチームジェットの蒸気供給系手動弁への施錠

を実施することとした。

(5) プルトニウム濃縮工程（プルトニウム溶液蒸発缶）

内蔵放射能量が大きく、工程の変動による硝酸とTBP等の分解反応等による爆発の可能性のあるプルトニウム濃縮工程を評価した結果、レベルAの事象として1件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れていることを確認した。

(6) プルトニウム混合転換工程（脱硝加熱器、焙焼還元炉）

プルトニウムを取り扱い、焙焼還元のために水素を使用することから工程の変動による臨界及び爆発の可能性のあるプルトニウム混合転換工程を評価した結果、レベルAの事象として3件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

① 異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、

○ 脱硝皿が定位置に装填されていない場合の対応策

② 既存設備に付加する改善として、

○ 水素ガス濃度計に濃度高による窒素・水素混合ガスの自動供給停止

③ 新たに設備を設置する改善として、

○　中間槽と凝縮液中間槽の間のバイパス配管への手動弁の追加設置

を実施することとした。

(7)　ウラン溶液濃縮工程（ウラン溶液蒸発缶（第1段））

内蔵放射能量は小さく環境への影響も小さいが、工程の変動により硝酸とTBP等の分解反応による爆発の可能性のあるウラン溶液濃縮工程を評価した結果、レベルAの事象として1件であった。

この事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

①　新たに計装設備を設置する改善として、

○　ウラン溶液蒸発缶（第1段）の加熱蒸気供給系に圧力計を設置し、圧力高での注意報とそれによる遮断弁の自動作動

を実施することとした。

(8)　高放射性廃液濃縮工程（高放射性廃液蒸発缶）

内蔵放射能量が大きく、工程の変動による硝酸とTBP等の分解反応等による爆発の可能性のある高放射性廃液濃縮工程を評価した結果、レベルAの事象として5件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

①　異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、

○　亜硝酸ナトリウム溶液供給時のポットの液位低下確認

○　亜硝酸ナトリウム溶液供給時の電導度計の指示値確認

②　既存設備に付加する改善として、

○　蒸発缶内の温度計に温度高での注意報とそれによる蒸気供給系の遮断弁の自動作動

③　新たに計装設備を設置する改善として、

○　加熱蒸気供給系に圧力計を設置し、圧力高での注意報とそれによる蒸気供給系の遮断弁の自動作動

を実施することとした。

(9) 低放射性廃液濃縮工程（低放射性廃液第1,2,3蒸発缶）

内蔵放射能量は小さく環境への影響も小さいが、工程の変動により硝酸とTBP等の分解反応等による爆発の可能性のある低放射性廃液濃縮工程を評価した結果、レベルAの事象として28件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

① 既存設備に付加する改善として、

○ 低放射性廃液第2蒸発缶の加熱用蒸気系のバイパス弁への施錠

○ 低放射性廃液第1蒸発缶の加熱用蒸気系の圧力計と遮断弁に、圧力高による自動作動

○ 低放射性廃液第2蒸発缶の加熱用蒸気系の2個の圧力計と遮断弁に、それぞれ圧力高による自動作動

② 新たに計装設備を設置する改善として、

○ 低放射性廃液第1蒸発缶加熱用蒸気系に圧力計を設置し、圧力高による警報とそれによる遮断弁の自動作動

を実施することとした。

(10) クリプトン回収工程（反応器）

工程の変動により爆発の可能性のあるクリプトン回収工程を評価した結果、レベルAの事象として4件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

① 異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、

○ 反応器の温度計及び酸素濃度計の発報時における具体的な対応策

○ 反応器出口の酸素濃度計の発報時、サンプリングによる酸素濃度上昇時における具体的な対応策

を実施することとした。

(11) 廃溶媒固化処理工程（100ℓドラム缶）

内蔵放射能量は小さく環境への影響も小さいが、工程の変動により火災の可能性の考えられる廃溶媒固化処理工程を評価した結果、レベルAの事象として2件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応

が取れているものの他に、

① 異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、

○ 固化時における加熱温度の確認

○ 固化時における加熱器の電流及び電圧の確認

を実施することとした。

(12) 焼却処理工程（焼却炉）

内蔵放射能量は小さく環境への影響も小さいが、工程の変動により火災の可能性のある焼却処理工程を評価した結果、レベルAの事象として2件であった。

これらの事故の発生防止策として既存の設備及び運転要領書等で対応が取れているものの他に、

① 異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として、

○ 炭化珪素（SiC）抜き出し時の温度計による確認

を実施することとした。

(13) 圧縮空気設備（圧縮空気設備、高放射性廃液貯蔵場圧縮空気設備）

圧縮空気の供給の停止により、高放射性廃液貯槽等での水素濃度の上昇の可能性のある圧縮空気設備を評価した結果、レベルAの事象として2件であった。

① これらの異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として

○ 圧縮空気設備での2個の圧力計による圧力低による警報発報時の具体的な対応策

○ 高放射性廃液貯蔵工程の圧縮空気設備での圧力計による圧力低による警報発報時の具体的な対応策

を実施することとした。

(14) 電源設備（中間開閉所、第一変電所、第二中間開閉所）

電源の供給の停止により、高放射性廃液貯槽等での水素濃度の上昇や崩壊熱による廃液の温度上昇の可能性のある電源設備を評価した結果、レベルAの事象として12件であった。

① これらの異常時の運転員の対応を明確にするために運転要領書等に異常発生時の対応を追記する改善として

○ 電源設備（中間開閉所、第一変電所、第二中間開閉所）での片系外部電源の停電、過電流、地絡時の手動による系統切替

○ 電源設備（中間開閉所、第一変電所、第二中間開閉所）での地絡時の手動による非常用発電機の起動

を実施することとした。

この他、レベルBの事象についてもその殆どが既存の設備で事故の発生防止の為の十分な対応が取れていることを確認し、さらに、幾つかの工程については安全性を高めるために運転要領書等の改訂が116件、設備の改善が37件摘出された。

以上のレベルA、Bの事象に対する改善項目に対して運転要領書等の整備及び新規設置する設備の詳細な設計、設備改良を実施する。

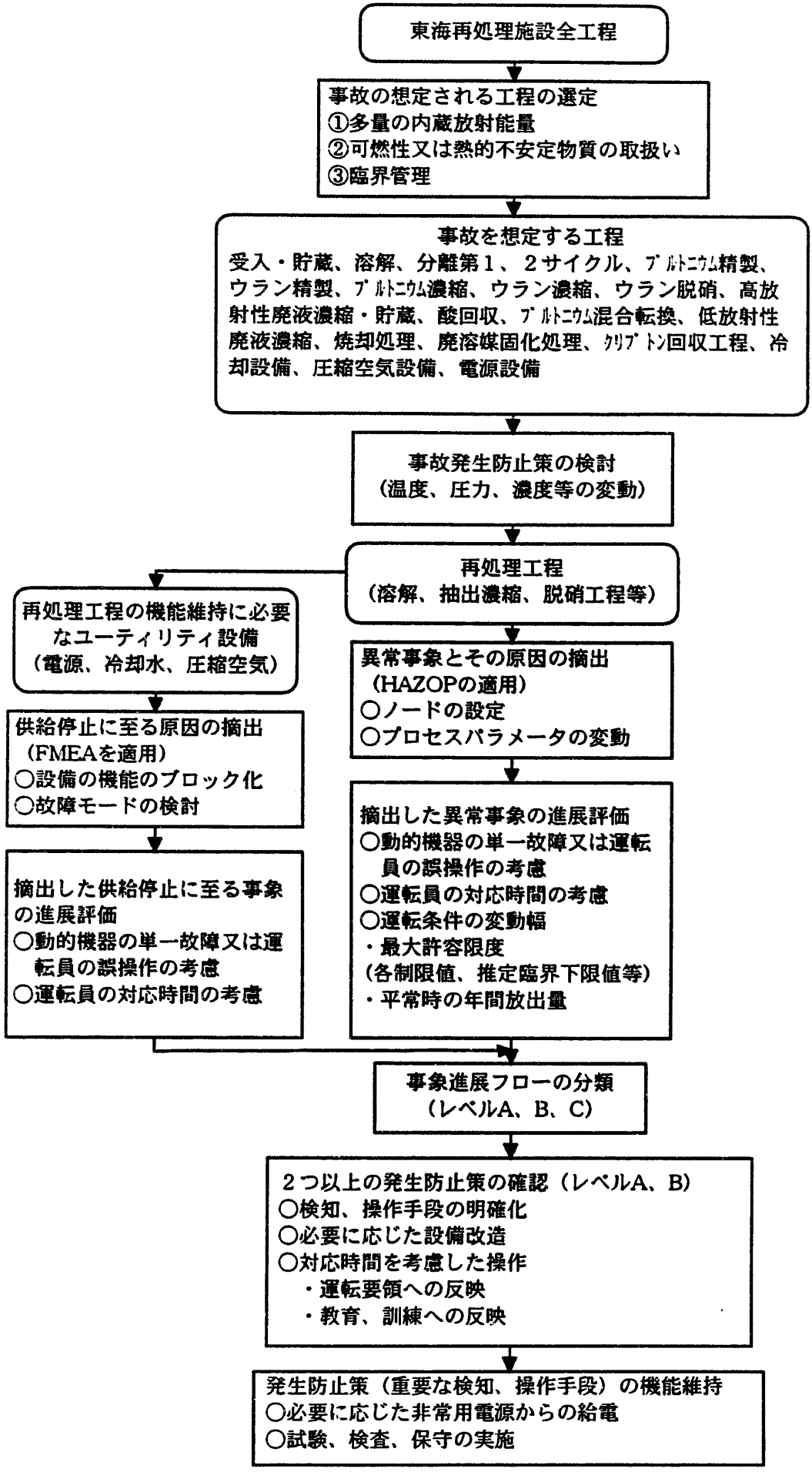
なお、消防法に従って自動火災検知設備及び消火器、消火栓を設置していることを確認するとともに、今回のアスファルト固化処理施設火災爆発事故を踏まえて、保安体制の確認、危険物の保管状況及び火災検知器の点検状況等の確認を行い、要領書等の改訂を行ったほか、有機溶媒等を取り扱う分離精製工場の試薬調整工程区域に粉末消火設備を設けること等から、一般火災が工程へ影響を及ぼすおそれがないことを確認した。（4.11参照）

5.2.4 まとめ

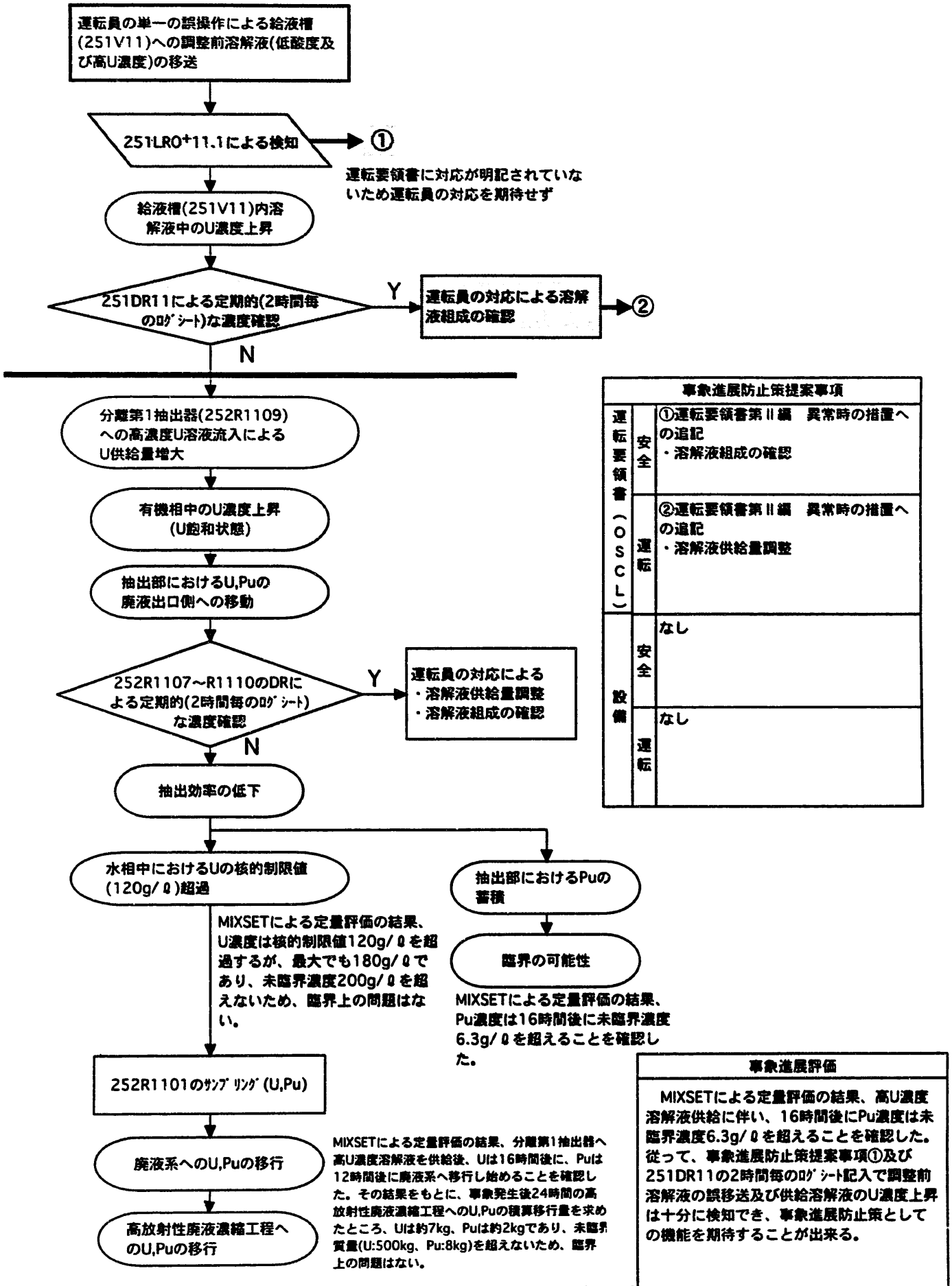
東海再処理施設の各工程の事故の発生防止策について検討を進め、各工程の変動や故障等により起こりうる異常事象を整理できた。この中でも、レベルA及びレベルBの事象については、東海再処理施設で考慮すべき事象として本作業で作成した事象進展フロー等を基に今後運転員の教育や訓練等に反映し、運転員等の習熟や事故時の対応の整備を図っていく。

参考文献

1) 「東海再処理施設の事故の発生防止策の検討」、JNC TN8410 99-004(1999)

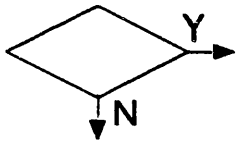
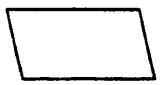
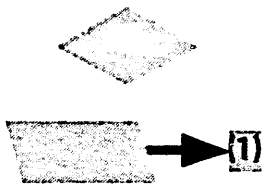


資料5.2-1　安全評価の手順



資料 5.2-2 事象進展フロー図例 (1/2)
(U供給量増大に伴うPuの蓄積による臨界の可能性など)

資料 5.2-2　事象進展フロー図例(2/2)
（事象進展ﾌﾛｰ図に用いる記号）

記号	意味	
	起因事象	もうこれ以上展開を必要としない基本的な過失（例：単一の故障、単一の誤操作）
	対応操作	運転要領書等に明記されている人（運転員）の操作・監視・確認事項または計装による自動調節
	事象進展防止策	緊急操作(P)、警報(A,W)及び時間的な余裕がある場合には定期的な記録計(R)の読み取り等
	事象進展	事象の進展に伴い発生する化学的、物理的な現象（例：蓄積、反応、圧力上昇）
	関連計装	防止策としては期待できない関連計装 ※期待できない理由を右脇に明記する。 例) ・運転員による定期的な確認はあるが、本事象進展では期待しない。 ・急激な～を想定し、運転員の対応を期待せず。
	提案	事象進展防止に新たに必要な運転要領書等への対応の明記及び計装機器等の設置等
	重要な事象進展防止策	事故に至るような事象の進展の防止策のうち最終的な歯止めとなる防止策 事故に至る必要条件がそろわないようにするための防止策
	事象進展の流れ	2つめの重要な事象進展防止策で事象が収束するまでの事象進展の流れ
	事象進展の流れ	2つめの重要な事象進展防止策から最終的な進展事象にいたるまでの事象進展の流れ
	境界線	事象進展において2つめの重要な事象進展防止策で設ける境界線 (境界線より上流側は、複数の事象進展防止策により事象が収束することを示し、下流側は、全ての防止策がない場合の最終的な進展事象を示す。)

資料5.2-3 評価した事象進展等の件数

工程名	異常状態検討項目数	事象進展総数（件）	レベル別事象進展件数						レベルAの改善項目数								レベルBの改善項目数	
			レベルA				レベルB	レベルC	設備				運転要領書等				設備	運転要領書等
			火災	爆発	臨界	供給停止			火災	爆発	臨界	供給停止	火災	爆発	臨界	供給停止		
溶解工程	842	60					45	15										15
分離第1サイクル工程	259	68	7		10		20	31	4(5)*1		4				2		1	9
分離第2サイクル工程	302	72	9		7		23	33	0*2(7)*1		2				1		1(1)*1	10
プルトニウム精製工程	214	79			3		39	37			(1)*1				2		2(1)*1	9
ウラン精製工程	166	43	5				24	14	0*2(3)*1								3	5
プルトニウム濃縮工程	112	18		1			7	10									(1)*1	8
プルトニウム混合転換工程	91	20		1	2		10	7		1	1				1		1(1)*1	16
ウラン溶液濃縮工程	272	27		1			9	17		1							4(3)*1	3
ウラン脱硝工程	168	27					5	22									1	2
高放射性廃液濃縮工程	184	32		5			24	3		2				2			3(1)*1	2
高放射性廃液貯蔵工程	216	23					17	6									1	7
酸回収工程	102	12					6	6									1	4
低放射性廃液濃縮工程	276	79		28			8	43		4(1)*1							(5)*1	
クリプトン回収工程	209	4		4										2				
廃溶媒固化処理工程	86	15	2				6	7					2					10
焼却処理工程	136	43	2				27	14					1				(3)*1	8
受入・貯蔵工程	109	27					27										3	1
圧縮空気設備	69	2				2										2		
冷却設備	111	7					7											7
電源設備	518	12				12										12		
小計	-	-	25	40	22	14	-	-	4(15)	8(1)	7(1)	-	3	4	6	14	-	-
総計	4442	670	101				304	265	36				27				37	116

*1：表中の括弧付きは、手動弁の施錠管理による対応の数　　*2：分離第1サイクル工程での提案項目に含まれる

注）溶解、高放射性廃液貯蔵及び低放射性廃液濃縮工程の類似機器に関する追加評価及び件数の見直し等の結果，H10.12.25のフォローアップチーム第4回全体会合提出資料4-2-1の表-1の件数から一部変更となった。

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/12）

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溶液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	濃縮ウラン溶解槽の負圧維持機能低下による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による溶解オフガスの処理能力低下	・溶解オフガス切替弁駆動装置の作動不良(244W105) ・溶解オフガス切替弁の誤操作 ・溶解オフガス仕切弁の誤操作 (244W104)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系フィルタの切替手動弁の誤操作 (244F161,162)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系の排風機の停止(244K163,164) ・溶解オフガス系の排風機切替弁の誤操作 ・溶解オフガス系逆止弁の作動不良(244C10,11)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系アルカリ洗浄塔内多孔板の閉塞(244T14) ・溶解オフガス系アルカリ洗浄塔頂部のフラッディング	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-

【凡例】 ◎：重要な検知、操作手段（レベルA） ○：左記以外の検知、操作手段（レベルB） 下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段 -：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果 (2/12)

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溶液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	濃縮ウラン溶解槽の負圧維持機能低下による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による溶解オフガス系凝縮器の凝縮能力低下	・冷却水系手動弁の誤操作 ・冷却水系流量計の誤操作(244FI10.3) ・冷却水系ラインの堆積物による閉塞 ・冷却水系ストレーナの閉塞	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
		溶解操作に伴う急激な溶解反応による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱蒸気供給系の蒸気流量増大	・加熱蒸気流量記録調節計の誤操作又は作動不良(FRC12.4,12.10) ・加熱蒸気供給系バイパス弁の開	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による蒸気供給系の蒸気圧力増大	・蒸気圧力指示調節計の誤操作又は作動不良(282PIC30) ・蒸気供給系バイパス弁の開	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による濃縮ウラン溶解槽への試薬供給量増大	・硝酸供給系積算流量記録調節上限操作の誤操作又は作動不良(FRCSO+12.6) ・溶解データ確認ミスによる供給操作	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溢液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	溶解操作に伴う急激な溶解反応による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による濃縮ウラン溶解槽への酸素供給停止	・槽内堆積物による酸素供給系ラインの閉塞 ・酸素供給系ストレーナの閉塞 ・溶解槽溶液の比重上昇 ・酸素供給流量計の作動不良又は誤操作(FI12.1,12.2) ・酸素供給系手動弁の誤操作	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
			敷設計装配管の単一の故障による溶液組成変動	・槽内混入した異物が計装配管に付着(閉塞)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
		溶解槽の異常増液	運転員の単一の誤操作による洗浄液等の供給	・バスケット洗浄液供給系手動弁の誤操作 ・除染液供給系ラインの誤操作 ・洗浄液移送スチームジェットの誤操作	○濃縮ウラン溶解槽の液位記録計(LR12.1)，密度記録計(DR12)，温度記録計(TR12.2)の確認 ○濃縮ウラン溶解槽の液位上限警報(LA+12.2)，液位記録上限注意(LRW+12.2)による運転員の対応	濃縮ウラン溶解槽の液位記録計，密度記録計，温度記録計の確認又は液位上限警報の発報，液位記録上限注意指示値の確認後，15分で濃縮ウラン溶解槽への洗浄液等の供給を停止することができる	・濃縮ウラン溶解槽の液位記録計，密度記録計，温度記録計の確認による対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する ・濃縮ウラン溶解槽の液位上限警報の発報，液位記録上限注意の指示値確認による対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			敷設計装配管の単一の故障による圧力上限緊急操作の誤作動	・槽内混入した異物が計装配管に付着(閉塞)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+12.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-41　溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果（4/12）

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	未処理の溶解オフガス排気	セル換気系への溶解オフガスの流出	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるせん断オフガス系への溶解オフガス流入	・せん断オフガス切替弁駆動装置の作動不良(244W109) ・せん断オフガス切替弁の内通又は外通	○定期的(1時間毎の連絡)な主排気筒放出量の確認 ○定期的(1時間毎)なせん断オフガス系γ線記録計(244γR22)の確認	主排気筒放出量変動の確認又はせん断オフガス系γ線記録計の確認後，1時間で工程を停止し，オフガスの放出を停止することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	主排気筒排出モニタ又はせん断オフガス系γ線記録計の変動時の具体的な対応策を記載する	-	-
				・プラグの破損 ・プラグガスケットの破損 ・プラグ接触面の異常 ・異物の噛込み ・プラグの誤操作	○濃縮ウラン溶解槽プラグセット時の負圧記録計(PR12)の確認 ○濃縮ウラン溶解槽プラグセット時の溶解オフガス系凝縮器差圧指示調節(244dPIC10)の確認	溶解操作前の槽内負圧計又は溶解オフガス系の凝縮器差圧指示制御の指示値確認で溶解槽負圧維持機能の健全性が確認しなければ溶解操作しないため該当せず	濃縮ウラン溶解槽の負圧計及び溶解オフガス系の凝縮器差圧制御の指示値変動時の具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作による槽内の残留酸濃度上昇	・希釈操作の未実施 ・希釈量算出ミス	○定期的(1時間毎の連絡)な主排気筒放出量の確認 ○定期的(1時間毎)なせん断オフガス系γ線記録計(244γR22)の確認	主排気筒放出量変動の確認又はせん断オフガス系γ線記録計の確認後，1時間で工程を停止し，オフガスの放出を停止することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	主排気筒排出モニタ又はせん断オフガス系γ線記録計指示値の変動時の具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果 (5/12)

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R10)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溶液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	濃縮ウラン溶解槽の負圧維持機能低下による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による溶解オフガスの処理能力低下	・溶解オフガス切替弁駆動装置の作動不良(244W106) ・溶解オフガス切替弁の誤操作 ・溶解オフガス仕切弁の誤操作 (244W104)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系フィルタの切替手動弁の誤操作 (244F161,162)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系の排風機の停止(244K163,164) ・溶解オフガス系の排風機切替弁の誤操作 ・溶解オフガス系逆止弁の作動不良(244C10,11)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系アルカリ洗浄塔内多孔板の閉塞(244T14) ・溶解オフガス系アルカリ洗浄塔頂部のフラッディング	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果 (6/12)

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R10)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の増液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	濃縮ウラン溶解槽の負圧維持機能低下による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による溶解オフガス系凝縮器の凝縮能力低下	・冷却水系手動弁の誤操作 ・冷却水系流量計の誤操作(244FI10.3) ・冷却水系ラインの堆積物による閉塞 ・冷却水系ストレーナの閉塞	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
		溶解操作に伴う急激な溶解反応による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱蒸気供給系の蒸気流量増大	・加熱蒸気流量記録調節計の誤操作又は作動不良(FRC10.4,10.10) ・加熱蒸気供給系バイパス弁の開	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による蒸気供給系の蒸気圧力増大	・蒸気圧力指示調節計の誤操作又は作動不良(282PIC30) ・蒸気供給系バイパス弁の開	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による濃縮ウラン溶解槽への試薬供給量増大	・硝酸供給系積算流量記録調節上限操作の誤操作又は作動不良(FRCSO+10.6) ・溶解データ確認ミスによる供給操作	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果 (7/12)

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R10)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溶液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	溶解操作に伴う急激な溶解反応による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による濃縮ウラン溶解槽への酸素供給停止	・槽内堆積物による酸素供給系ラインの閉塞 ・酸素供給系ストレーナの閉塞(F14,15) ・溶解槽溶液の比重上昇 ・酸素供給流量計の作動不良又は誤操作(FI10.1,10.2) ・酸素供給系手動弁の誤操作	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			敷設計装配管の単一の故障による溶液組成変動	・槽内混入した異物が計装配管に付着(閉塞)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
		溶解槽の異常増液	運転員の単一の誤操作による洗浄液等の供給	・バスケット洗浄液供給系手動弁の誤操作 ・除染液供給系ラインの誤操作 ・洗浄液移送スチームジェットの誤操作	○濃縮ウラン溶解槽の液位記録上限注意(LRW+10.1)，密度記録計(DR10)，温度記録計(TR10.2)の確認 ○濃縮ウラン溶解槽の液位上限警報(LA+10.2)，液位記録上限注意(LRW+10.1)による運転員の対応	濃縮ウラン溶解槽の液位記録計，密度記録計，温度記録計の確認又は液位上限警報の発報，液位記録上限注意指示値の確認後，15分で濃縮ウラン溶解槽への洗浄液等の供給を停止することができる	濃縮ウラン溶解槽の液位記録上限注意指示値，密度記録計，温度記録計の確認による対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する ・濃縮ウラン溶解槽の液位上限警報の発報，液位記録上限注意の指示値確認による対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			敷設計装配管の単一の故障による圧力上限緊急操作の誤作動	・槽内混入した異物が計装配管に付着(閉塞)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果 (8/12)

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R10)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	未処理の溶解オフガス排気	セル換気系への溶解オフガスの流出	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるせん断オフガス系への溶解オフガス流入	・せん断オフガス切替弁駆動装置の作動不良(244W111) ・せん断オフガス切替弁の内通又は外通	○定期的(1時間毎の連絡)な主排気筒放出量の確認 ○定期的(1時間毎)なせん断オフガス系γ線記録計(244γR22)の確認	主排気筒放出量変動の確認又はせん断オフガス系γ線記録計の確認後，1時間で工程を停止し，オフガスの放出を停止することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	主排気筒排出モニタ又はせん断オフガス系γ線記録計の変動時の具体的な対応策を記載する	-	-
				・ブラグの破損 ・ブラグガスケットの破損 ・ブラグ接触面の異常 ・異物の噛込み ・ブラグの誤操作	○濃縮ウラン溶解槽ブラグセット時の負圧記録計(PR10)の確認 ○濃縮ウラン溶解槽ブラグセット時の溶解オフガス系凝縮器差圧指示調節(244dPIC10)の確認	溶解操作前の槽内負圧計又は溶解オフガス系の凝縮器差圧指示制御の指示値確認で溶解槽負圧維持機能の健全性が確認しなければ溶解操作しないため該当せず	濃縮ウラン溶解槽の負圧計及び溶解オフガス系の凝縮器差圧制御の指示値変動時の具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作による槽内の残留酸濃度上昇	・希釈操作の未実施 ・希釈量算出ミス	○定期的(1時間毎の連絡)な主排気筒放出量の確認 ○定期的(1時間毎)なせん断オフガス系γ線記録計(244γR22)の確認	主排気筒放出量変動の確認又はせん断オフガス系γ線記録計の確認後，1時間で工程を停止し，オフガスの放出を停止することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	主排気筒排出モニタ又はせん断オフガス系γ線記録計指示値の変動時の具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果 (9/12)

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溶液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	濃縮ウラン溶解槽の負圧維持機能低下による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による溶解オフガスの処理能力低下	・溶解オフガス切替弁駆動装置の作動不良(244W107) ・溶解オフガス切替弁の誤操作 ・溶解オフガス仕切弁の誤操作(244W104)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.3)による自動操作	・濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系フィルタの切替手動弁の誤操作(244F161,162)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.3)による自動操作	・濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系の排風機の停止(244K163,164) ・溶解オフガス系の排風機切替弁の誤操作 ・溶解オフガス系逆止弁の作動不良(244C10,11)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.3)による自動操作	・濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-
				・溶解オフガス系アルカリ洗浄塔内多孔板の閉塞(244T14) ・溶解オフガス系アルカリ洗浄塔頂部のフラッディング	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP'11.3)による自動操作	・濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが、更に具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果（10/12）

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溶液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	濃縮ウラン溶解槽の負圧維持機能低下による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による溶解オフガス系凝縮器の凝縮能力低下	・冷却水系手動弁の誤操作 ・冷却水系流量計の誤操作(244FI10.3) ・冷却水系ラインの堆積物による閉塞 ・冷却水系ストレーナの閉塞	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
		溶解操作に伴う急激な溶解反応による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱蒸気供給系の蒸気流量増大	・加熱蒸気流量記録調節計の誤操作又は作動不良(FRC11.4,11.10) ・加熱蒸気供給系バイパス弁の開	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による蒸気供給系の蒸気圧力増大	・蒸気圧力指示調節計の誤操作又は作動不良(282PIC30) ・蒸気供給系バイパス弁の開	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による濃縮ウラン溶解槽への試薬供給量増大	・硝酸供給系積算流量記録調節上限操作の誤操作又は作動不良(FRCSO+11.6) ・溶解データ確認ミスによる供給操作	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果（11/12）

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	濃縮ウラン溶解槽の溶液による洗浄液受槽、スワーフタンク、溶解槽溶液受槽、低放射性廃液中間貯槽への溶液の流出	溶解操作に伴う急激な溶解反応による内圧上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による濃縮ウラン溶解槽への酸素供給停止	・槽内堆積物による酸素供給系ラインの閉塞 ・酸素供給系ストレーナの閉塞 ・溶解槽溶液の比重上昇 ・酸素供給流量計の作動不良又は誤操作(FI11.1,11.2) ・酸素供給系手動弁の誤操作	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			敷設計装配管の単一の故障による溶液組成変動	・槽内混入した異物が計装配管に付着(閉塞)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
		溶解槽の異常増液	運転員の単一の誤操作による洗浄液等の供給	・バスケット洗浄液供給系手動弁の誤操作 ・除染液供給系ラインの誤操作 ・洗浄液移送スチームジェットの誤操作	○濃縮ウラン溶解槽の液位記録上限注意(LRW+11.1)，密度記録計(DR11)，温度記録計(TR11.2)の確認 ○濃縮ウラン溶解槽の液位上限警報(LA+11.2)，液位記録上限注意(LRW+11.1)による運転員の対応	濃縮ウラン溶解槽の液位記録計、密度記録計、温度記録計の確認又は液位上限警報の発報、液位記録上限注意指示値の確認後、15分で濃縮ウラン溶解槽への洗浄液等の供給を停止することができる	・濃縮ウラン溶解槽の液位記録上限注意指示値、密度記録計、温度記録計の確認による対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する ・濃縮ウラン溶解槽の液位上限警報の発報，液位記録上限注意の指示値確認による対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-
			敷設計装配管の単一の故障による圧力上限緊急操作の誤作動	・槽内混入した異物が計装配管に付着(閉塞)	○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.2)による自動操作 ○濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作(PP+11.3)による自動操作	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	濃縮ウラン溶解槽の圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(1) 溶解工程に関する事故発生防止策の評価結果 (12/12)

機器名：濃縮ウラン溶解槽(242R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	未処理の溶解オフガス排気	セル換気系への溶解オフガスの流出	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるせん断オフガス系への溶解オフガス流入	・せん断オフガス切替弁駆動装置の作動不良(244W110) ・せん断オフガス切替弁の内通又は外通	○定期的(1時間毎の連絡)な主排気筒放出風の確認 ○定期的(1時間毎)なせん断オフガス系γ線記録計(244γR22)の確認	主排気筒放出風変動の確認又はせん断オフガス系γ線記録計の確認後，1時間で工程を停止し，オフガスの放出を停止することができる 尚，評価において放射性物質の放出風は被ばく評価上の年間放出風を十分に下回る	主排気筒排出モニタ又はせん断オフガス系γ線記録計の変動時の具体的な対応策を記載する	-	-
				・ブラグの破損 ・ブラグガスケットの破損 ・ブラグ接触面の異常 ・異物の噛込み ・ブラグの誤操作	○濃縮ウラン溶解槽ブラグセット時の負圧記録計(PR11)の確認 ○濃縮ウラン溶解槽ブラグセット時の溶解オフガス系凝縮器差圧指示調節(244dPIC10)の確認	溶解操作前の槽内負圧計又は溶解オフガス系の凝縮器差圧指示制御の指示値確認で溶解槽負圧維持機能の健全性が確認しなければ溶解操作しないため該当せず	濃縮ウラン溶解槽の負圧計及び溶解オフガス系の凝縮器差圧制御の指示値変動時の具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作による槽内の残留酸濃度上昇	・希釈操作の未実施 ・希釈量算出ミス	○定期的(1時間毎の連絡)な主排気筒放出風の確認 ○定期的(1時間毎)なせん断オフガス系γ線記録計(244γR22)の確認	主排気筒放出風変動の確認又はせん断オフガス系γ線記録計の確認後，1時間で工程を停止し，オフガスの放出を停止することができる 尚，評価において放射性物質の放出風は被ばく評価上の年間放出風を十分に下回る	主排気筒排出モニタ又はせん断オフガス系γ線記録計指示値の変動時の具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(2) 分離第1サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (1/8)

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)，分離第1抽出器(252R11)，分離第2抽出器(253R10)，第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
火災の可能性	有機溶媒の温度上昇	分離第2抽出器(253R10)へ供給するUストリップ液の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による第1ストリップ調整槽(201V19)への蒸気供給量増大	・温度指示調節計(201TIC19.1)の故障 ・201TIC19.1の誤設定 ・201TIC19.1のバイパス弁の手動開	◎201V19内への温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅰ)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ◎201V19内への温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅱ)及び遮断弁の追加設置による自動操作	温度上限警報上限操作により蒸気供給系の遮断弁を自動閉とする	温度上限警報上限操作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
		第1溶媒洗浄器(254R10～R13)へ供給する温水の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による温水器(282H50)への蒸気供給量増大	・圧力指示調節計(282PIC50)の故障 ・282PIC50の誤設定 ・282PIC50のバイパス弁の手動開 ・圧力検出系手動弁の閉 ・温度指示調節計(282TIC50)の故障 ・282TIC50の誤設定 ・282TIC50のバイパス弁の手動開	◎温水供給系への温度計及び温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅰ)の追加設置による自動操作 ◎温水供給系への温度計及び温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅱ)の追加設置による自動操作	温度上限警報上限操作により温水供給系のポンプを自動停止とする	温度上限警報上限操作動時の具体的な対応策を記載する	温水供給系のポンプは非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定する
		分離第1サイクル工程の各抽出器(252R10,R11,253R10,254R11~R13)内への生蒸気混入	運転員の単一の誤操作による抽出器内洗浄用スチームジェット(252J105,J112,J113,253J1021,254J131)の作動	・蒸気供給系手動弁の開	◎スチームジェットの蒸気供給系手動弁への施錠(追加設置)	施錠管理となる為，該当せず	施錠管理について具体的に記載する	施錠管理となる為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

【凡例】 ◎：重要な検知，操作手段（レベルA） ○：左記以外の検知，操作手段（レベルB） 下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段 －：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(2) 分離第1サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (2/8)

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)、分離第1抽出器(252R11)、分離第2抽出器(253R10)、第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
臨界の可能性	第1溶媒洗浄器(254R10～R13)へのU,Puの移行	分離第1、第2抽出器(252R11,253R10)での抽出及び逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)への溶媒供給量増大	・溶媒流量記録調節計(254FRC18.1)の故障 ・254FRC18.1の誤設定 ・254FRC18.1のコントロール弁の手動開 ・リワーク工程溶媒受槽(276V13)からのリサイクル時における溶媒供給流量調整未実施 ・溶媒フィルタ(254F17)バイパス弁の開	◎溶媒供給系の溶媒流量記録計(254FR18.5)への流量上限警報(FA+)の追加設置 ◎溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(254FP18.2)への流量上限警報(FA+)の追加設置	溶媒流量計の流量上限警報の確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において2時間から4時間の間にU,Puの未臨界質量を超える	流量上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	計装用電源は非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定する
		分離第2抽出器(253R10)での逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるによる分離第2抽出器(253R10)へ供給するUストリップ液の酸濃度上昇	・電導度指示記録調節上限下限注意(201CIRCW±19)の故障 ・201CIRCW±19の誤設定 ・13.5N硝酸供給系バイパス弁の開	◎Uストリップ液供給系に電導度指示上限警報上限操作(CIA+O+Ⅰ)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ◎Uストリップ液供給系に電導度指示上限警報上限操作(CIA+O+Ⅱ)及び遮断弁の追加設置による自動操作	Uストリップ液供給系の電導度指示上限警報上限操作によりUストリップ液供給系の遮断弁を自動閉とする	電導度指示上限警報上限操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い試薬供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
	分離第2抽出器のPuの蓄積及び第1溶媒洗浄器へのU,Puの移行	分離第2抽出器(253R10)での逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は単一の故障による分離第2抽出器へのUストリップ液供給量減少(供給停止)	・流量指示調節計(253FIC10.5)の故障 ・253FIC10.5の誤設定 ・235FIC10.5のコントロール弁の手動閉 ・Uストリップ液供給系手動弁の閉	◎Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(253FIP-10.3)による自動操作 ◎抽出器流量低下緊急操作(253FIP-10.4)による自動操作	Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い試薬供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	・定期的な点検，検査の実施を規定している ・法令に基づく定期検査の対象となっている

資料5.2-4(2)　分離第1サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果（3/8）

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)，分離第1抽出器(252R11)，分離第2抽出器(253R10)，第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
臨界の可能性	抽出器におけるPuの蓄積	抽出効率低下によるPuの蓄積	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)へ供給するスクラブ液の酸濃度低下	・試薬流量積算上限操作(201FSO+13.1,13.2)の故障 ・201FSO+13.1,13.2の誤設定 ・純水供給系バイパス弁の開	◎第1スクラブ調整槽(201V13)内の密度指示記録上限下限操作(201DIRO±13)による自動操作 ◎201V13でのスクラブ液調整毎の分析による酸濃度確認	密度指示記録上限下限操作又は調整毎のスクラブ液の酸濃度確認により酸濃度の低いスクラブ液が供給されない為，該当せず	・密度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応を記載している ・第1スクラブ調整槽の分析による酸濃度確認をスクラブ液調整毎に実施する	外部電源の喪失に伴い試薬供給系からの給液が停止する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定している
		分離第1抽出器(252R11)での抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作による分離第1抽出器(252R11)へのU供給量増大	・調整槽(251V10)から給液槽(251V11)への調整前溶解液(低酸濃度及び高濃度U)の移送	◎定期的(2時間毎のログシート)な251V11の液位記録上限操作(251LRO+11.1)の確認 ◎定期的(2時間毎のログシート)な251V11の密度記録計(251DR11)の確認	251V11内の液位及び密度の変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において調整前溶解液供給16時間後にPuの未臨界濃度を超える	・液位変動確認時の対応策を記載しているが更に具体的に記載する ・密度管理値及び密度変動確認等の具体的な対応策を記載している	計装用電源は非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定している
	Puポリマーの生成	抽出器内溶液の酸濃度低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)へ供給するスクラブ液の酸濃度低下	・試薬流量積算上限操作(201FSO+13.1,13.2)の故障 ・201FSO+13.1,13.2の誤設定 ・純水供給系バイパス弁の開	◎第1スクラブ調整槽(201V13)内の密度指示記録上限下限操作(201DIRO±13)による自動操作 ◎201V13でのスクラブ液調整毎の分析による酸濃度確認	密度指示記録上限下限操作又は調整毎のスクラブ液の酸濃度確認により酸濃度の低いスクラブ液が供給されない為，該当せず	・密度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応を記載している ・第1スクラブ調整槽の分析による酸濃度確認をスクラブ液調整毎に実施する	外部電源の喪失に伴い試薬供給系からの給液が停止する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定している
			運転員の単一の誤操作による抽出器内洗浄用スチームジェット(253J1021)の作動に伴う分離第2抽出器(253R10)内への生蒸気混入	・蒸気供給系手動弁の開	◎スチームジェット蒸気系手動弁への施錠(追加設置)	施錠弁管理となる為，該当せず	施錠管理について具体的に記載する	施錠管理となる為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)、分離第1抽出器(252R11)、分離第2抽出器(253R10)、第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	高放射性廃液系へのU,Puの移行	分離第1抽出器(252R11)での抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)への溶解液供給量増大	・ダイヤフラム流量記録調節計(251FRC119/121)の故障 ・251FRC119/121の誤設定 ・251FRC119/121のコントロール弁の手動開 ・計装配管の閉塞による指示値異常(真値に比べ指示値が低い)	○定期的(1時間毎のログシート)な給液槽(251V11)内の液位記録上限操作(251LRO+11.1)による供給量の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1107~DR1110)の確認	251V11内の液位又は252R11内の密度の変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は，高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る	・溶解液供給量変動時の具体的な対応策を記載する ・密度管理値及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－
			運転員の単一の誤操作による分離第1抽出器(252R11)へのU供給量増大	・試薬調整工程(U201)から呼水槽(251V120)への硝酸ウラニル溶液供給停止忘れ	○定期的(2時間毎のログシート)な硝酸ウラニル溶液供給系の流量指示調節計(251FIC762)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1107~DR1110)の確認	硝酸ウラニル溶液の供給停止忘れ又は252R11内の密度の変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は，高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る	・硝酸ウラニル溶液供給流量のログシートの記入欄を処理運転中も2時間毎の確認に変更する ・密度変動確認時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する	－	－
				・エアリフト（276A131）の圧空流量誤調整 ・276A131の誤起動 ・252R11への溶解液供給量調整未実施	○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1108.2,DR1109.2)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1107~DR1109)の確認	252R11内の密度の変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系にU,Puは移行しない	密度管理値及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)への溶媒供給量減少	・溶媒ポンプ(254P161,P162)の故障 ・溶媒供給系手動弁の閉 ・溶媒リサイクル系手動弁の開 ・溶媒流量記録調節計(254FRC18.1)の故障 ・254FRC18.1の誤設定 ・254FRC18.1のコントロール弁の手動閉 ・溶媒フィルタ(254F17)の閉塞 ・254F17液抜きラインの手動弁の開	○定期的(2時間毎のログシート)な溶媒供給系の流量記録計(254FR18.5)の確認 ○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(254FP-18.2)による自動操作	・溶媒供給流量の変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は，高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る ・抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	溶媒流量変動確認時及び抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	－	－

資料5.2-4(2)　分離第1サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果（5/8）

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)、分離第1抽出器(252R11)、分離第2抽出器(253R10)、第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	高放射性廃液系へのU,Puの移行	分離第1抽出器（252R11）での抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)へ供給する溶媒の温度上昇	・手動弁の閉による冷却水供給停止 ・ストレーナの閉塞による冷却水供給停止	○定期的(2時間毎のログシート)な溶媒貯槽(254V16)内の温度指示計(254TI16.1)の確認 ○溶媒供給系の温度指示調節計(254TIC18.1)による自動操作	・溶媒貯槽内の温度変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系にU,Puは移行しない ・温度調節計による溶媒温度の自動操作	温度管理値及び温度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－
				・手動弁の閉による冷水供給停止 ・ストレーナ,オリフィスの閉塞による冷水供給停止 ・温度指示調節計(254TIC18.1)の故障による冷水供給停止 ・254TIC18.1の誤設定による冷水供給停止 ・254TIC18.1のコントロール弁の手動閉による冷水供給停止	○定期的(2時間毎のログシート)な溶媒供給系の温度指示調節計(254TIC18.1)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の温度指示計(252TI1101,TI1106,TI1109)の確認	供給溶媒の温度又は252R11内の温度の変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系にU,Puは移行しない	・温度管理値及び温度変動確認時の具体的な対応策を記載している ・温度変動確認時の具体的な対応策を記載する	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)へのスクラブ液供給量増大	・流量指示調節計(252FIC11.3)の故障 ・252FIC11.3の誤設定 ・252FIC11.3のコントロール弁の手動開 ・252FIC11.3のバイパス弁の手動開	○定期的(2時間毎のログシート)なスクラブ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(252FIP-11.1,FIP-11.2)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1107~DR1110)の確認	スクラブ液の流量又は252R11内の密度の変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系にU,Puは移行しない	流量及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)へ供給するスクラブ液の酸濃度上昇	・試薬流量積算上限操作(201FSO+13.1,13.2)の故障 ・201FSO+13.1,13.2の誤設定 ・硝酸供給系バイパス弁の開	○第1スクラブ調整槽(201V13)内の密度指示記録上限下限操作(201DIRO±13)による自動操作 ○201V13でのスクラブ液調整毎の分析による酸濃度確認	密度指示記録上限下限操作又は調整毎のスクラブ液の酸濃度確認により、酸濃度の高いスクラブ液が供給されないため、該当せず	・密度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第1スクラブ液調整槽の分析による酸濃度確認をスクラブ液調整毎に実施する	－	－

資料5.2-4(2) 分離第1サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (6/8)

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)、分離第1抽出器(252R11)、分離第2抽出器(253R10)、第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	高放射性廃液系へのU,Puの移行	分離第1抽出器(252R11)での抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるリワーク工程溶媒貯槽(276V13)から分離第1抽出器(252R1107)への溶媒リサイクル量減少	・エアリフト(276A131)圧空系手動弁の閉 ・ストレーナの閉塞 ・真空フィルタ(276F1321)の目詰まり ・真空系オリフィスの閉塞 ・VCVバルブの故障	○定期的(2時間毎のログシート)な276V13内の液位記録計(276LR13.1)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1107~DR1110)の確認	276V13内の液位又は252R11内の密度の変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系にU,Puは移行しない	液位及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)への冷水供給停止(減少)	・手動弁の閉 ・ストレーナ、オリフィスの閉塞 ・冷水系から冷却水系への切替え	○定期的(2時間毎のログシート)な冷水供給系の温度指示計(252TI111)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の温度指示計(252TI1101,TI1106,TI1109)の確認	冷水の温度又は252R11内の温度の変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系にU,Puは移行しない	温度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)への溶媒供給停止	・溶媒ポンプ(254P161,P162)の故障 ・254P161,P162のコンセントの切り離し ・溶媒供給系手動弁の閉 ・溶媒リサイクル系手動弁の閉 ・溶媒流量記録調節計(254FRC18.1)の故障 ・254FRC18.1の誤設定 ・254FRC18.1のコントロール弁の手動閉 ・254FRC18.1検出部の閉塞 ・溶媒フィルタ(254F17)液抜きラインの手動弁の開 ・溶媒貯槽(254V16)液抜きスチームジェット(254J163)の停止忘れ又は誤作動	○溶媒供給系の流量記録計(FR18.5)への流量下限警報(FA-)の追加設置 ○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(254FP-18.2)による自動操作	・流量下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのU,Puの移行量は、高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る ・抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	・流量下限警報発報時の具体的な対応策を記載する ・抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	－	－

資料5.2-4(2) 分離第1サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (7/8)

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)、分離第1抽出器(252R11)、分離第2抽出器(253R10)、第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	高放射性廃液系へのU,Puの移行	分離第1抽出器(252R11)での抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作による分離第1抽出器(252R1101)への硝酸流入	・溶媒フィルタ(254F17)逆洗時におけるプロセス側手動弁の開	○プロセス側手動弁の表示灯の確認 ○252R11内の界面指示灯(252LISI1101)の確認	界面の変動検知後、15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は、高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る	操作に用いる運転要領書(OSCI)に具体的な対応策を記載する	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第1抽出器(252R11)内における溶液の滞留	・抽出器流量調節器(252FC1109.2)の故障 ・252FC1109.2の誤調整	○252R11内の液位上限警報(252LA+1101) ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1107~DR1109)の確認	密度の変動確認後、又は液位上限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は、高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る	・液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している ・密度変動確認時の具体的な対応策を記載する	－	－
				・252R11内スターラ(R1110)の故障	○スターラの過電流に伴う工程停止回路作動による自動操作 ○252R11内の液位上限警報(252LA+1101)	・工程停止回路作動による自動操作により工程を自動停止する ・液位上限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は、高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る	工程停止回路作動時及び液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	－	－
				・252R1110スターラコンセントの切り離し ・252R1110スターラインペラの空回り ・抽出器流量調節器(252FC1111)の故障 ・252FC1111の誤調整 ・抽出器内の閉塞	○252R11内の液位上限警報(252LA+1101) ○252R11内の液位上限警報(252LA+1117)	液位上限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は、高放射性廃液濃縮工程における未臨界質量を下回る	液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	－	－

資料5.2-4(2)　分離第1サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (8/8)

機器名：希釈剤洗浄器(252R10)，分離第1抽出器(252R11)，分離第2抽出器(253R10)，第1溶媒洗浄器(254R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	第1溶媒洗浄器(254R10～R13)へのU,Puの移行	分離第1・第2抽出器(252R11,253R10)での抽出及び逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作によるリリーク工程溶媒貯槽(276V13)から分離第1抽出器(252R1107)への溶媒リサイクル量増大	・エアリフト(276A131)の圧空流量誤調整 ・276A131の誤起動	○定期的(2時間毎のログシート)な276V13内の液位記録計(276LR13.1)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な252R11内の密度記録計(252DR1107~DR1110)の確認	276V13内の液位又は252R11内の密度の変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において溶媒洗浄系へのU,Puの移行量は，第1溶媒洗浄器における未臨界質量を下回る	・液位変動確認時の具体的な対応策を記載する ・密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－
		分離第2抽出器(253R10)での逆抽出機能の喪失	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第2抽出器(253R10)内における溶液の滞留	・抽出器流量調節器(253FC1001)の故障 ・253FC1001の誤調整 ・抽出器内の閉塞	○定期的(1時間毎のログシート)な中間貯槽(255V12)内の液位記録上限下限注意(255LRW±12.1)の確認 ○253R10内の液位上限警報(253LA+1012)	255V12内の液位変動確認後，又は液位上限警報発報後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において溶媒洗浄系へのU,Puの移行量は，第1溶媒洗浄器における未臨界質量を下回る	・液位変動確認時の具体的な対応策を記載する ・液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	－	－

資料5.2-4(3) 分離第2サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/7）

機器名：分離第3抽出器(255R14)，分離第4抽出器(255R15)，分離第5抽出器(255R16)，第2溶媒洗浄器(256R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
火災の可能性	有機溶媒の温度上昇	分離第5抽出器(255R16)へ供給するUストリップ液の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による第1ストリップ液調整槽(201V19)への蒸気供給量増大	・温度指示調節計(201TIC19.1)の故障 ・201TIC19.1の誤設定 ・201TIC19.1のバイパス弁の手動開	◎201V19内への温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅰ)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ◎201V19内への温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅱ)及び遮断弁の追加設置による自動操作	温度上限警報上限操作により蒸気供給系の遮断弁を自動閉とする	温度上限警報上限操作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
		第2溶媒洗浄器(256R10～R13)へ供給する温水の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による温水器(282H50)への蒸気供給量増大	・圧力指示調節計(282PIC50)の故障 ・282PIC50の誤設定 ・282PIC50のバイパス弁の手動開 ・圧力検出系手動弁の閉 ・温度指示調節計(282TIC50)の故障 ・282TIC50の誤設定 ・282TIC50のバイパス弁の手動開	◎温水供給系への温度計及び温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅰ)の追加設置による自動操作 ◎温水供給系への温度計及び温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅱ)の追加設置による自動操作	温度上限警報上限操作により温水供給系のポンプを自動停止とする	温度上限警報上限操作動時の具体的な対応策を記載する	温水供給系のポンプは非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定する
		分離第2サイクル工程の各抽出器(255R14～R16,256R10～R13)内への生蒸気混入	運転員の単一の誤操作による抽出器内洗浄用スチームジェット(255J1433,J1434,J1435,J1523,J1602,256J104,J131)の作動	・蒸気供給系手動弁の開	◎スチームジェットの蒸気供給系手動弁への施錠(追加設置)	施錠管理となる為，該当せず	施錠管理について具体的に記載する	施錠管理となる為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

【凡例】 ◎：重要な検知，操作手段（レベルA） ○：左記以外の検知，操作手段（レベルB） 下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段 －：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(3) 分離第2サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (2/7)

機器名：分離第3抽出器(255R14)、分離第4抽出器(255R15)、分離第5抽出器(255R16)、第2溶媒洗浄器(256R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
臨界の可能性	第2溶媒洗浄器(256R10～R13)へのUの移行	分離第5抽出器(255R16)での逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第3抽出器(255R14)への溶媒供給量増大	・溶媒流量記録調節計(256FRC18.1)の故障 ・256FRC18.1の誤設定 ・256FRC18.1のコントロール弁の手動開 ・リワーク工程溶媒受槽(276V13)からのリサイクル時における溶媒供給流量調整未実施 ・溶媒フィルタ(256F17)バイパス弁の開	○溶媒供給系の溶媒流量記録計(256FR18.11)への流量上限警報(FA+)の追加設置 ○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(256FP-18.2)への流量上限警報(FA+)の追加設置	溶媒供給系の流量上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚，評価において12時間から16時間の間にUの未臨界質量を超える	流量上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	計装用電源は非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第5抽出器(255R16)へのUストリップ液供給量減少(供給停止)	・流量指示調節計(255FIC16.3)の故障 ・255FIC16.3の誤設定 ・255FIC16.3のコントロール弁の手動閉 ・Uストリップ液供給系手動弁の閉	○Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(255FIP-16.1)による自動操作 ○Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(255FIP-16.2)による自動操作	Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	抽出器流量低下緊急操作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い試薬供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	・定期的な点検，検査の実施を規定している ・法令に基づく定期検査の対象となっている
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第5抽出器(255R16)への供給するUストリップ液の酸濃度上昇	・電導度指示記録調節上限下限注意(201CIRCW±19)の故障 ・201CIRCW±19の誤設定 ・13.5N硝酸供給系バイパス弁の開	○Uストリップ液供給系への電導度指示上限警報上限操作(CIA+O+Ⅰ)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ○Uストリップ液供給系への電導度指示上限警報上限操作(CIA+O+Ⅱ)及び遮断弁の追加設置による自動操作	Uストリップ液供給系の電導度指示上限警報上限操作作動によりUストリップ液供給系の遮断弁を自動閉とする	電導度指示上限警報上限操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い試薬供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

資料5.2-4(3) 分離第2サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (3/7)

機器名：分離第3抽出器(255R14)、分離第4抽出器(255R15)、分離第5抽出器(255R16)、第2溶媒洗浄器(256R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
臨界の可能性	Puポリマーの生成	抽出器内溶液の酸濃度低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第3抽出器(255R14)へ供給するスクラブ液の酸濃度低下	・試薬流量積算上限操作(201FSO+13.1,13.2)の故障 ・201FSO+13.1,13.2の誤設定 ・純水供給系バイパス弁の開	◎第1スクラブ調整槽(201V13)内の密度指示記録上限下限操作(201DIRO±13)による自動操作 ◎201V13でのスクラブ液調整毎の分析による酸濃度確認	密度指示記録上限下限操作又は調整毎のスクラブ液の酸濃度確認により，酸濃度の低いスクラブ液が分離第3抽出器へ供給されない為，該当せず	・密度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第1スクラブ液調整槽の分析による酸濃度確認をスクラブ液調整毎に実施する	・外部電源の喪失に伴い，試薬供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			プ運転員の単一の誤操作による分離第4抽出器(255R15)へ供給するストリップ液の酸濃度低下	・ヒドラジンの供給過多	◎第3ストリップ調整槽(201V21)内の電導度指示記録上限下限操作(201CIRO±21)による自動操作 ◎201V21でのストリップ液調整毎の分析による酸濃度確認	電導度指示記録上限下限操作又は調整毎のストリップ液の分析による酸濃度確認により，酸濃度の低いストリップ液が分離第4抽出器へ供給されない為，該当せず	・電導度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第3ストリップ調整槽での分析による酸濃度確認をストリップ液調整毎に実施する	・外部電源の喪失に伴い，試薬供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのU,Puの移行	分離第3抽出器(255R14)での抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第3抽出器(255R14)への給液供給量増大	・ダネード流量記録調節計(255FRC125,126)の故障 ・255FRC125,126の誤設定 ・255FRC125,126のコントロール弁の手動開	○定期的(2時間毎のログシート)な中間貯槽(255V12)内の液位記録上限下限注意(255LRW±12.1)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な255R14内の密度記録計(255DR1414,DR1415)の確認	255V12内の液位変動確認又は255R14内の密度変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は，酸回収工程における未臨界質量を下回る	液位変動及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第3抽出器(254R14)へ供給する給液の酸濃度低下	・流量指示調節計(255FIC11.1)の故障 ・255FIC11.1の誤設定 ・調整酸供給系手動弁の閉 ・回収酸分配槽(201V17)での調整酸準備未実施(空) ・調整酸循環ポンプ(201P031,P032)の故障又は手動停止	○定期的(2時間毎のログシート)な中間貯槽(255V12)内の液位記録上限下限注意(255LRW±12.1)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な255V12内の密度記録計(255DR12)の確認	255V12内の液位変動又は密度変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのU,Puの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る	液位変動及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-4(3) 分離第2サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (4/7)

機器名：分離第3抽出器(255R14)，分離第4抽出器(255R15)，分離第5抽出器(255R16)，第2溶媒洗浄器(256R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのU,Puの移行	分離第3抽出器(255R14)での抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第3抽出器(255R14)への溶媒供給停止(減少)	・溶媒ポンプ(256P161,P162)の故障 ・256P161,P162のコンセントの切り離し ・溶媒供給系手動弁の閉 ・溶媒リサイクル系手動弁の閉 ・溶媒流量記録調節計(256FRC18.1)の故障 ・256FRC18.1の誤設定 ・256FRC18.1のコントロール弁の手動閉 ・256FRC18.1の検出部の閉塞 ・溶媒フィルタ(256F17)液抜きラインの手動弁の開 ・256F17の閉塞 ・溶媒貯槽(256V16)液抜きスチームジェット(256J163)の停止忘れ又は誤起動 ・溶媒貯槽(254V16)への溶媒移送用手動弁の開	○溶媒供給系の流量記録計(256FR18.11)への流量下限警報(FA-)の追加設置 ○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(256FP-18.2)による自動操作	・溶媒供給系の流量下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのU,Puの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る ・抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	・流量下限警報発報の具体的な対応策を記載する ・抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
		分離第2サイクル工程内の各抽出器(255R14～R16)での抽出・逆抽出機能喪失	運転員の単一の誤操作による分離第3抽出器(255R14)、分離第4抽出器(255R15)への硝酸流入	・溶媒フィルタ(256F17)逆洗時におけるプロセス側手動弁の開	○プロセス側手動弁の表示灯の確認 ○255R14内の界面指示灯(255LISI1401)の確認	界面の変動検知後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのU,Puの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	操作に用いる運転要領書(OSCL)に具体的な対応策を記載する	-	-
	U精製工程へのPuの移行	分離第4抽出器(255R15)での逆抽出効率低下	運転員の単一の誤操作による分離第4抽出器(255R15)へ供給する還元剤のウラナス濃度低下	・硝酸ウラニル溶液の供給未実施又は不十分	○ウラン調整槽(201V70)での調整毎の分析によるウラン濃度確認 ○電解槽(201X71,72)の電解還元運転後の分析によるウラナス濃度確認	ウラン調整槽での調整毎の分析によるウラン濃度確認又は電解槽での電解還元後の分析によるウラナス濃度確認により、ウラナス濃度の低い還元剤が分離第4抽出器へ供給されない為、該当せず	・操作に用いる運転要領書(OSCL)にウラン調整時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する ・電解槽でのウラナス濃度変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-4(3) 分離第2サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (5/7)

機器名：分離第3抽出器(255R14)，分離第4抽出器(255R15)，分離第5抽出器(255R16)，第2溶媒洗浄器(256R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	U精製工程へのPuの移行	分離第4抽出器(255R15)での逆抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第4抽出器(255R1505,1507,1508)への還元剤供給量減少	・ウラナス中間貯槽(201V741)の液切れ ・還元剤供給系手動弁の閉 ・ポンプ(201P7431，P7432,P7433)の故障 ・還元剤供給系圧空弁の故障 ・還元剤流量指示調節計(255FIC1505.3,FIC1507.2,FIC1508.2)の故障 ・255FIC1505.3，FIC1507.2,FIC1508.2の誤設定 ・還元剤循環系手動弁の閉	○硝酸ウラナス溶液供給系のウラナス流量下限警報(255FA-15.3) ○定期的(2時間毎のログシート)な255R15内のn線記録計(255nR1501～1509)の確認	ウラナス流量下限警報発報又はn線の指示値変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において分離第4抽出器内におけるPu濃度は未臨界濃度を下回る	ウラナス流量下限警報発報時及びn線指示値変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第4抽出器(255R15)へ供給する還元剤のウラナス濃度低下	・電極の破損 ・電解時間の不足 ・供給電流量の不足	○電解槽(201X71,72)の電解還元運転後の分析によるウラナス濃度確認 ○ウラナス調整槽(201V74)での還元剤受入毎の分析によるウラナス濃度確認	電解槽での電解還元後の分析によるウラナス濃度確認又はウラナス調整槽での分析によるウラナス濃度確認により，ウラナス濃度の低い還元剤が分離第4抽出器へ供給されないため，該当せず	・電解槽でのウラナス濃度変動確認時の具体的な対応策を記載している ・ウラナス調整槽において還元剤受入毎に分析によるウラナス濃度確認を実施する	-	-
			運転員の単一の誤操作及び機器の単一の故障による分離第4抽出器(255R15)へのPuストリップ液供給量減少(停止)	・第3ストリップ中間貯槽(201V212)の液切れ ・ストリップ液供給系手動弁の閉 ・試薬供給ポンプ(201P213)ストロークの誤調整	○Puストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(255FIP-15.5)による自動操作 ○定期的(2時間毎のログシート)な255FIP-15.5の流量計の確認	・抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する ・流量変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において分離第4抽出器内におけるPu濃度は未臨界濃度を下回る	抽出器流量低下緊急操作作動時及び流量変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-4(3) 分離第2サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (6/7)

機器名：分離第3抽出器(255R14)、分離第4抽出器(255R15)、分離第5抽出器(255R16)、第2溶媒洗浄器(256R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	U精製工程へのPuの移行	分離第4抽出器(255R15)での逆抽出効率低下	運転員の単一の誤操作及び機器の単一の故障による分離第4抽出器(255R15)へのPuストリップ液供給量減少(停止)	・試薬供給ポンプ(201P213)の故障	○Puストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(255FP-15.4)による自動操作 ○Puストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(255FIP-15.5)による自動操作	抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第4抽出器(255R15)へ供給するPuストリップ液の酸濃度上昇	・試薬流量積算上限操作(201FSO＋21.1,21.2)の故障 ・201FSO＋21.1,21.2の誤設定 ・手動操作時における調整酸の供給過多 ・手動操作時における純水の供給不足	○第3ストリップ調整槽(201V21)内の電導度指示記録上限下限操作(201CIRO±21)による自動操作 ○201V21での調整毎の分析による酸濃度確認	電導度指示記録上限下限操作又は第3ストリップ調整槽での調整毎の分析による酸濃度確認により酸濃度の高いストリップ液が分離第4抽出器へ供給されないため、該当せず	・電導度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第3ストリップ調整槽での分析による酸濃度確認をストリップ液調整毎に実施する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第4抽出器(255R15)内における溶液滞留	・抽出器流量調節器(255FC1505)の故障 ・255FC1505の誤設定 ・抽出器内の閉塞 ・スターラコンセントの切り離し ・スターラインペラの空回り	○255R15内の液位上限警報(255LA+1505) ○定期的(30分毎)な255R15内界面指示灯(255LSI1505~1511)の確認	液位上限警報発報又は界面変動確認後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において分離第4抽出器内におけるPu濃度は未臨界濃度を下回る	・液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している ・界面指示灯確認に対するログシートへの記入欄を設ける	-	-
				・255R1506~1511内スターラの故障	○スターラの過電流に伴う工程停止回路作動による自動操作 ○255R15内の液位上限警報(255LA+1505)	・工程停止回路作動により工程を自動停止する ・液位上限警報発報後、30分で運転員により対応することができる。尚、評価において分離第4抽出器内におけるPu濃度は未臨界濃度を下回る	工程停止回路作動時及び液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
				・ストッピングエア供給系手動弁の開	○ストッピングエア供給系手動弁への施錠(追加設置)	施錠管理の為、該当せず	施錠管理について具体的に記載する	-	-

資料5.2-4(3) 分離第2サイクル工程に関する事故発生防止策の評価結果 (7/7)

機器名：分離第3抽出器(255R14)、分離第4抽出器(255R15)、分離第5抽出器(255R16)、第2溶媒洗浄器(256R10~R13)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	第2溶媒洗浄器(256R10～13)へのUの移行	分離第5抽出器(255R16)での逆抽出効率低下	運転員の単一の誤操作による分離第4抽出器(255R1505)への溶媒供給量増大	・圧空流量指示下限注意(265FIW-241)調整弁の全開 ・265FIW-241バイパス弁の手動開	○定期的(2時間毎のログシート)な圧空流量指示下限注意(265FIW-241)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な溶媒貯槽(266V24)内の液位記録上限下限注意(265LRW±24.1)の確認	エアリフトの圧空流量変動又は溶媒貯槽の液位変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において第2溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は未臨界質量を下回る	エアリフトの圧空流量変動及び溶媒貯槽の液位変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるリワーク工程溶媒受槽(276V13)から分離第3抽出器(255R1412)への溶媒リサイクル流量増大	・エアリフト(276A137)の圧空流量誤調整 ・276A137の誤起動	○定期的(2時間毎のログシート)なリワーク工程からのリサイクル処理の有無の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な255R14内の密度記録計(255DR1414,1415)の確認	リワーク工程からのリサイクル処理の有無確認又は分離第3抽出器内の密度変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において第2溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は未臨界質量を下回る	・リワーク工程からのリサイクル処理の有無確認に対するログシートへの記入欄を設ける ・密度変動確認時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作によるリワーク工程溶媒受槽(276V13)から分離第3抽出器(255R1412)へのU,Puを含む溶液のリサイクル量増大	・エアリフト(276A137)の圧空流量誤調整 ・276A137の誤起動 ・分離第3抽出器(255R14)へのU供給量調整未実施	○定期的(2時間毎のログシート)な255R14内の密度記録計(255DR1414,1415)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な255R14内のn線記録計(255nR1408,1412～1415,1417,1421)の確認	分離第3抽出器内の密度変動又はn線の指示値変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価においては第2溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は未臨界質量を下回る	密度変動及びn線指示値変動確認時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による分離第4抽出器(255R1501)への溶媒供給量増大	・溶媒流量記録調節計(256FRC18.3)の故障 ・256FRC18.3の誤設定 ・256FRC18.3のコントロール弁の手動開 ・溶媒フィルタ(256F17)バイパス弁の開	○定期的(2時間毎のログシート)な溶媒供給系の流量記録計(256FR18.12)の確認 ○定期的(2回/1日)な分離第5抽出器溶媒出口段(255R169)での分析によるU濃度確認	溶媒供給系の流量変動又は分離第5抽出器の溶媒出口段での分析によるU濃度確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価においては第2溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は未臨界質量を下回る	・流量変動確認時の具体的な対応策を記載している ・溶媒出口段での分析によるU濃度確認を1日に2回実施する	-	-

資料5.2-4(4)　プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/11）

機器名：プルトニウム精製第１抽出器(265R20)，プルトニウム精製第２抽出器(265R22)，希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
臨界の可能性	Pu濃度の上昇	Puの蓄積	運転員の単一の誤操作によるプルトニウム精製第２抽出器(265R22)内におけるPu溶液の滞留	・ストッピングエア供給系手動弁の開	◎ストッピングエア供給系手動弁への施錠(追加設置)	施錠管理の為，該当せず	施錠管理について具体的に記載する	施錠管理となる為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
	Puポリマー生成	抽出器内溶液の酸濃度の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第１抽出器(265R20)へ供給するスクラブ液の酸濃度低下	・試薬流量積算上限操作(201FSO+16.1,16.2)の故障 ・201FSO+16.1,16.2の誤設定 ・純水供給系バイパス弁の開	◎第３スクラブ調整槽(201V16)内の電導度指示記録上限下限操作 (201CIRO±16)による自動操作 ◎201V16での調整毎の分析による酸濃度確認	電導度指示記録上限下限操作又は第３スクラブ調整槽での調整毎の分析による酸濃度確認により，酸濃度の低いスクラブ液がプルトニウム精製第１抽出器(265R20)へ供給されない為，該当せず	・電導度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第３スクラブ調整槽での分析による酸濃度確認をスクラブ液調整毎に実施する	外部電源の喪失に伴い，試薬供給系の圧空弁が作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			プルトニウム精製第２抽出器(265R2213)へ供給するストリップ液の酸濃度低下	・ヒドラジンの供給過多	◎第２ストリップ調整槽(201V20)内の電導度指示記録上限下限操作 (201CIRO±20)による自動操作 ◎201V20での調整毎の分析による酸濃度確認	電導度指示記録上限下限操作又は第２ストリップ調整槽での調整毎の分析による酸濃度確認により，酸濃度の低いストリップ液がプルトニウム精製第２抽出器へ供給されない為，該当せず	・電導度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第２ストリップ調整槽での分析による酸濃度確認をストリップ液調整毎に実施する	外部電源の喪失に伴い，試薬供給系の圧空弁が作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

【凡例】　◎：重要な検知，操作手段（レベルA）　○：左記以外の検知，操作手段（レベルB）　下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(4)　プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（2/11）

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	プルトニウム濃縮工程(U266)へのヒドラジンの移行量増大	プルトニウム溶液中間貯槽(266V12)へのヒドラジンの移行量増大	運転員の単一の誤操作によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)へのヒドラジン供給量増大	・ヒドラジン計量槽(201V702)におけるヒドラジン計量ミス	○ウラン調整槽(201V70)での調整毎の分析によるヒドラジン濃度確認 ○電解槽(201X71,X72)の電解還元後の分析によるヒドラジン濃度確認	ウラン調整槽での調整毎の分析によるヒドラジン濃度確認又は電解槽の電解還元後の分析によるヒドラジン濃度確認により、ヒドラジン濃度の高い還元剤が、プルトニウム精製第2抽出器へ供給されない為、該当せず	・操作に用いる運転要領書(OSCL)にヒドラジン濃度調整時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する ・電解槽でのウラニス濃度変動確認後の具体的な対応策を記載している	—	—
				・第2ストリップ調整槽(201V20)へのヒドラジン供給過多	○201V20内の電導度指示記録上限下限操作(201CIRO±20)による自動操作 ○201V20での調整毎の分析によるヒドラジン濃度確認	電導度指示記録上限下限操作又は第2ストリップ調整槽での調整毎のヒドラジン濃度確認により、ヒドラジン濃度の高いストリップ液がプルトニウム精製第2抽出器へ供給されない為、該当せず	・電導度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第2ストリップ調整槽での分析によるヒドラジン濃度確認をストリップ液調整毎に実施する	—	—
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのPuの移行	Puの抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による酸化塔(265T14)へのNO_2ガス供給量減少(供給停止)	1. NO_2ガス供給系 ・NO_2ガス供給配管系手動弁の閉 ・温度調節計(TC40.7)の故障によるNO_2ガスの凝縮に伴うガスラインの閉塞 ・TC40.7の誤設定によるNO_2ガスの凝縮に伴うガスラインの閉塞 ・配管ヒータの故障によるNO_2ガスの凝縮に伴うガスラインの閉塞 ・NO_2ガス圧力指示調節計(PIC40.6)の故障 ・PIC40.6の誤設定	○NO_2ガス供給系のNO_2ガス流量指示下限操作下限警報(FIO-A-10.7.2) ○NO_2ガス供給系のNO_2ガス流量緊急操作(FP-10.3)による自動操作	・NO_2ガス流量指示下限操作下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる尚、評価において廃液系へのU,Puの移行量は、酸回収工程における臨界質量を下回る ・NO_2ガス流量緊急操作により工程を自動停止する	NO_2ガス流量指示下限操作下限警報発報時及びNO_2ガス流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—

資料5.2-4(4) プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (3/11)

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器 265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのPuの移行	Puの抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による酸化塔(265T14)へのNO_2ガス供給量減少(供給停止)	2 N_2ガス供給系(液化NO_2押出し系も含む) ・N_2ガス供給系手動弁の閉 ・N_2ガス流量指示調節計(FIC10.8)の故障 ・FIC10.8の誤設定 ・N_2ガス圧力調節計(PC10.10)の故障 ・PC10.10の誤設定 ・FIC10.8のバイパス弁の手動開 3 気化器(H40)(液位低下) ・純水供給用フロート弁の故障 ・気化器のフランジパッキン部、バルブからの漏洩 ・純水供給系手動弁の閉 ・気化器ドレン抜き手動弁の開 4 気化器(H40)(液位上昇) ・フロート弁の故障 ・手動弁の閉め忘れ 5 気化器(H40)ヒータ系 ・気化器(H40)ヒータの故障 ・H40ヒータの電源供給停止 ・温度指示調節計(TIC40.3)の故障 ・TIC40.3の誤設定	○NO_2ガス供給系のNO_2ガス流量指示下限操作下限警報(FIO-A-10.7.2) ○NO_2ガス供給系のNO_2ガス流量緊急操作(FP-10.3)による自動操作	・NO_2ガス流量指示下限操作下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのU,Puの移行量は、酸回収工程における臨界質量を下回る ・NO_2ガス流量緊急操作により工程を自動停止する	NO_2ガス流量指示下限操作下限警報発報時及びNO_2ガス流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—

資料5.2-4(4)　プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（4/11）

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのPuの移行	Puの抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による酸化塔(265T14)へのNO_2ガス供給量減少(供給停止)	6. 液化NO_2供給系 ・液化NO_2流量指示調節計(FIC40.1)の故障 ・FIC40.1の誤設定 ・液化NO_2供給系手動弁の閉 ・液化NO_2供給系ストレーナの閉塞 ・液化NO_2容器交換未実施 ・液化NO_2容器切替え圧空弁の故障 ・液化NO_2容器切替え系手動弁の閉 ・液化NO_2容器供給系逆止弁の作動不良 7. NO_2ガス供給設備 ・NO_2ガス供給設備のバルブ、フランジ等のパッキン部からのNO_2ガス等の漏洩	○NO_2ガス供給系のNO_2ガス流量指示下限操作下限警報(FIO-A-10.7.2) ○NO_2ガス供給系のNO_2ガス流量緊急操作(FP-10.3)による自動操作	・NO_2ガス流量指示下限操作下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのU,Puの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る ・NO_2ガス流量緊急操作により工程を自動停止する	NO_2ガス流量指示下限操作下限警報発報時及びNO_2ガス流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—
			・硝酸分配槽(201V18)での硝酸準備未実施(空) ・手動弁又は遮断弁の閉		○定期的(2時間毎のログシート)な硝酸供給系の流量指示計(FI10.1,FI10.2)の確認 ○NO_2ガス流量緊急操作(FP-10.3)による自動操作	・硝酸供給系の流量変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのPuの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る ・NO_2ガス流量緊急操作により工程を自動停止する	流量変動確認時及びNO_2ガス流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—

資料5.2-4(4) プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (5/11)

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのPuの移行	Puの抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による酸化塔(265T14)へのNO_2ガス供給量減少(供給停止)	・手動弁の閉 ・ストレーナの閉塞	○定期的(2時間毎のログシート)なN_2ガス供給系の流量指示計(FI10.4)の確認 ○NO_2ガス流量緊急操作(FP-10.3)による自動操作	・N_2ガス供給系の流量変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのPuの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る ・NO_2ガス流量緊急操作により工程を自動停止する	流量変動確認時及びNO_2ガス流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—
				・亜硝酸ナトリウム調整槽(201V60)での亜硝酸ナトリウム溶液調整未実施 ・試薬供給ポンプ(201P602)の故障 ・201P602のストローク調整ミス ・201P602の手動停止 ・ストレーナの閉塞 ・手動弁又は遮断弁の閉	○定期的(2時間毎のログシート)な亜硝酸ナトリウム供給系の流量指示計(FI10.5)の確認 ○NO_2ガス流量緊急操作(FP-10.3)による自動操作	・亜硝酸ナトリウム供給系の流量変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのPuの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る ・NO_2ガス流量緊急操作により工程を自動停止する	流量変動確認時及びNO_2ガス流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—
				・亜硝酸ナトリウム調整槽(201V60)への亜硝酸ナトリウム(粉体)の投入量減少	○201V60での調整毎の分析による亜硝酸ナトリウム濃度の確認 ○NO_2ガス流量緊急操作(FP-10.3)による自動操作	・調整毎の亜硝酸ナトリウム溶液の濃度確認により、濃度の低い亜硝酸ナトリウム溶液が供給されない為、該当せず ・NO_2ガス流量緊急操作により工程を自動停止する	・亜硝酸ナトリウム調整槽の分析による濃度確認を亜硝酸ナトリウム溶液調整毎に実施する ・NO_2ガス流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—
				・亜硝酸ガス発生塔(T10)の廃液移送系手動弁の閉	○廃液移送系手動弁への施錠（追加設置）	施錠管理となる為，該当せず	施錠管理について具体的に記載する	--	--

資料5.2-4(4) プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (6/11)

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのPu,Uの移行	Pu,Uの抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第1抽出器(265R20)へ供給するPu溶液の酸濃度低下	・調整酸供給ライン手動弁の閉 ・電導度指示記録調節計(CIRC11.1)の故障 ・CIRC11.1の誤設定 ・硝酸分配槽(201V18)での調整酸準備未実施(空) ・回収酸分配槽(201V17)での調整酸準備未実施(空) ・調整酸循環系ポンプ(201P061,062,P031,032)の故障又は手動停止 ・CIRC11.1センサ部故障による指示値異常(真値に比べ指示値が高い)	○定期的(1時間毎のログシート)な調整酸供給系の流量指示計(FI11)の確認 ○定期的(1時間毎のログシート)な中間貯槽(V12)内の密度記録計(DR12)の確認	調整酸供給系の流量又はV12内の密度の変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのPu,Uの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る	・調整酸供給流量及びV12内の密度変動確認時の具体的な対応策を記載している ・調整酸供給流量及びV12内の密度確認のログシートへの記入欄を1時間毎に変更する	—	—
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第1抽出器(265R20)の溶媒供給停止(減少)	・溶媒ポンプ(256P161,P162)の故障 ・256P161,P162コンセントの切り離し ・溶媒供給系手動弁の閉 ・溶媒リサイクル系手動弁の閉 ・溶媒流量記録調節計(256FRC18.5)の故障 ・256FRC18.5の誤設定 ・256FRC18.5のコントロール弁の手動弁閉 ・溶媒フィルタ(256F17)液抜きラインの手動弁の閉 ・溶媒貯槽(256V16)液抜きスチームジェット(256J163)の停止忘れ又は誤作動 ・溶媒貯槽(254V16)への溶媒移送用手動弁の閉	○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(256FP-18.6)による自動操作 ○265R20内のn線記録計(265nR2005)への上限警報(A+)を追加設置	・抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する ・n線記録上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのPu,Uの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る	・抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・n線記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	—	—

資料5.2-4(4) プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (7/11)

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)，プルトニウム精製第2抽出器(265R22)，希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのPuの移行	Pu,Uの抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第1抽出器(265R20)の溶媒供給停止(減少)	・溶媒流量記録調節計(256FRC18.5)のオリフィスの閉塞	○溶媒供給系の流量上限警報(256FA+18.6) ○265R20内のn線記録計(265nR2005)への上限警報(A+)の追加設置	溶媒流量上限警報発報又はn線記録上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのPu,Uの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る	・溶媒流量上限警報発報時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する ・n線記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	—	—
				・溶媒フィルタ(256F17)の閉塞	○256F17の差圧上限警報(256dPA+17.2) ○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(256FP-18.6)による自動操作	・差圧上限警報発報後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのPu,Uの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る ・抽出器流量低下緊急操作により工程が自動停止する	差圧上限警報発報時及び抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策が記載されている	—	—
			運転員の単一の誤操作によるプルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)への硝酸流入	・溶媒フィルタ(256F17)逆洗時におけるプロセス側手動弁の開	○プロセス側手動弁の表示灯の確認 ○分離第3抽出器(255R14)内の界面指示灯(255LSI1401)の確認	界面の変動検知後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのPu,Uの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る	操作に用いる運転要領書(OSC1.)に具体的な対応策を記載する	—	—

資料5.2-4(4) プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (8/11)

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)，プルトニウム精製第2抽出器(265R22)，希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのPu,Uの移行	Pu,Uの抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作によるプルトニウム精製第1抽出器(265R20)へのスクラブ液供給量増大	・スクラブ液供給用ポンプ(201P163)のストローク調整ミス	○抽出器流量緊急操作(265FP+20.1)による自動操作 ○定期的(2時間毎のログシート)な265R20内のn線記録計(nR2001,2003,2005,2008～2010,2012～2015)の確認	・抽出器流量緊急操作により工程を自動停止する ・n線記録計の指示値変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのPu,Uの移行量は酸回収工程における未臨界質量を下回る	・抽出器流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・n線指示値変動確認時の具体的な対応策を記載している	—	—
	分離第2サイクル工程へのPuの移行	Puの逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第1抽出器(265R20)へのPu溶液供給量増大	・ダネード流量記録調節計(265FRC164)の故障 ・265FRC164の誤設定 ・265FRC164のコントロール弁の手動開	○定期的(2時間毎のログシート)な265R20内のn線記録計(nR2001,2003,2005,2008,2009)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な265R20内のn線記録計(nR2001,2003,2005,2008～2010,2012～2015)の確認	n線記録計の指示値変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において，分離第2サイクル工程におけるPu濃度は，未臨界濃度を下回る	n線指示値変動確認時の具体的な対応策を記載している	—	—
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第1抽出器(265R2015)へのスクラブ液供給量減少	・第3スクラブ調整槽(201V16)でのスクラブ液調整未実施 ・スクラブ液供給用ポンプ(201P163)の故障 ・201P163のストローク調整ミス ・スクラブ液供給系手動弁の閉	○スクラブ液供給系の抽出器流量緊急操作(265FP-20.1)による自動操作 ○定期的(2時間毎のログシート)なプルトニウム精製第2抽出器(265R22)内のn線記録計(nR2201 ～ 2203,2205 ～ 2208,2211,2213)の確認	・抽出器流量緊急操作作動により工程を自動停止する ・n線記録計の指示値変動確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において，分離第2サイクル工程におけるPu濃度は，未臨界濃度を下回る	・抽出器流量緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・n線指示値変動確認時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する	—	—

資料5.2-4(4) プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (9/11)

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	分離第2サイクル工程へのPuの移行	Puの逆抽出効率の低下(喪失)	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第1抽出器(265R20)へ供給するスクラブ液の酸濃度上昇	・試薬流量積算上限操作(201FSO'16.1,16.2)の故障 ・201FSO'16.1,16.2の誤設定	○第3スクラブ調整槽(201V16)内の電導度指示記録上限下限操作(201CIRO±16)による自動操作 ○201V16での調整毎の分析による酸濃度の確認	電導度指示記録上限下限操作又は第3スクラブ調整槽での調整毎の分析による酸濃度の確認により，酸濃度の高いスクラブ液がプルトニウム精製第1抽出器へ供給されない為，該当せず	・電導度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第3スクラブ調整槽の分析による酸濃度確認をスクラブ液調整毎に実施する	—	—
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)への還元剤供給量減少	・ウラナス中間貯槽(201V741)の液切れ ・還元剤供給系手動弁の閉 ・ポンプ(201P7441又はP7443)の故障 ・還元剤供給系圧空弁の故障 ・還元剤流量指示調節計(265FIC2207又はFIC2211)の故障 ・265FIC2207又はFIC2211の誤設定 ・還元剤循環系手動弁の開	○硝酸ウラナス溶液供給系の流量下限警報(265FA-22.2) ○265R22内のn線記録計(nR2213)への上限警報(A+)の追加設置	流量下限警報又はn線記録上限警報発報後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において，分離第2サイクル工程におけるPu濃度は，未臨界濃度を下回る	・流量下限警報発報時の具体的な対応策を記載している ・n線記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	—	—
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)へ供給する還元剤のウラナス濃度低下	・硝酸ウラニル溶液供給未実施又は不十分	○ウラン調整槽(201V70)での調整毎の分析によるウラン濃度確認 ○電解槽(201X71,X72)での電解還元運転後の分析によるウラナス濃度確認	ウラン調整槽での調整毎の分析によるウラン濃度確認又は電解槽での電解還元運転後の分析によるウラナス濃度確認により，ウラナス濃度の低い還元剤がプルトニウム精製第2抽出器へ供給されない為，該当せず	・操作に用いる運転要領書(OSCL)にウラン調整時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する ・電解槽でのウラナス濃度変動確認時の具体的な対応策を記載している	—	—

資料5.2-4(4)　プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（10/11）

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	分離第2サイクル工程へのPuの移行	Puの逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)へ供給する還元剤のウラナス濃度低下	・電極の破損 ・電解時間の不足 ・供給電流量の不足	○電解槽(201X71,X72)での電解還元運転後の分析によるウラナス濃度確認 ○ウラナス調整槽(201V74)での還元剤受入毎の分析によるウラナス濃度確認	電解槽での電解還元運転後の分析によるウラナス濃度確認又はウラナス調整槽での分析によるウラナス濃度確認により、ウラナス濃度の低い還元剤がプルトニウム精製第2抽出器へ供給されない為、該当せず	・電解槽でのウラナス濃度変動確認時の具体的な対応策を記載している ・ウラナス調整槽において還元剤受入毎に分析によるウラナス濃度確認を実施する	—	—
			運転員の単一の誤操作によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)へ供給する還元剤の酸濃度上昇	・硝酸計量槽(201V701)における計量ミス	○ウラン調整槽(201V70)での調整毎の分析による酸濃度確認 ○電解槽(201X71,X72)での電解還元運転後の分析による酸濃度確認	ウラン調整槽での調整毎の分析による酸濃度確認又は電解槽での電解還元運転後の分析による酸濃度確認により、酸濃度の低い還元剤がプルトニウム精製第2抽出器へ供給されない為、該当せず	・操作に用いる運転要領書(OSC1.)に酸調整時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する ・電解槽での酸濃度変動確認時の具体的な対応策を記載している	—	—
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)へのストリップ液供給量減少(停止)	・試薬供給ポンプ(201P203)の故障	○ストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(265FP-22.4)による自動操作 ○ストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(265FP-22.3)による自動操作	抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—
				・第2ストリップ中間貯槽(201V202)の液切れ ・ストリップ液供給系手動弁の閉 ・201P203のストローク調整ミス	○ストリップ液供給系の流量下限警報(265FA-22.3) ○ストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(265FP-22.3)による自動操作	・流量下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる。尚、評価において分離第2サイクル工程におけるPu濃度は未臨界濃度を下回る ・抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	・流量下限警報発報時の具体的な対応策を記載する ・抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	—	—

資料5.2-4(4) プルトニウム精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（11/11）

機器名：プルトニウム精製第1抽出器(265R20)、プルトニウム精製第2抽出器(265R22)、希釈剤洗浄器(265R21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	分離第2サイクル工程へのPuの移行	Puの逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)へ供給するストリップ液の酸濃度上昇	・試薬流量積算上限操作(201FSO+20.1,20.2)の故障 ・201FSO+20.1,20.2の誤設定 ・手動操作時における調整酸の供給過多 ・手動操作時における純水の供給不足	○第2ストリップ調整槽(201V20)内の電導度指示記録上限下限操作(201CIRO±20)による自動操作 ○201V20での調整毎の分析による酸濃度確認	電導度指示記録上限下限操作又は第2ストリップ調整槽での調整毎の分析による酸濃度確認により酸濃度の高いストリップ液がプルトニウム精製第2抽出器へ供給されない為，該当せず	・電導度指示記録上限下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・第2ストリップ調整槽での分析による酸濃度確認をストリップ液調整毎に実施する	—	—
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム精製第2抽出器(265R22)内における溶液の滞留	・スターラの故障	○スターラ過電流に伴う工程停止回路作動による自動操作 ○定期的(1回/直)なR2207~R2213の電流計(EI)によるスターラの電流値確認	・工程停止回路作動により工程を自動停止する ・スターラの電流値異常を確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において分離第2サイクル工程におけるPu濃度は未臨界濃度を下回る	・工程停止回路作動時の具体的な対応策を記載している ・定期的(1回/直)なスターラの電流値確認を実施する	—	—
				・スターラコンセントの切り離し ・スターラインペラの空回り	○定期的(1回/直)なR2207~R2213の電流計(EI)によるスターラの電流値確認 ○265R22内のn線記録計(nR2213)への上限警報(A+)の追加設置	スターラの電流値異常の確認又はn線記録上限警報発報後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において分離第2サイクル工程におけるPu濃度は，未臨界濃度を下回る	・定期的(1回/直)なスターラの電流値確認を実施する ・n線記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	—	—

資料5.2-4(5) ウラン精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/7）

機器名：ウラン精製第1抽出器(261R13)，ウラン精製第2抽出器(261R15)，希釈剤洗浄器(261R14)，第3溶媒洗浄器(262R10,R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
火災の可能性	有機溶媒の温度上昇	ウラン精製第2抽出器(261R15)へ供給するUストリップ液の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による第1ストリップ液調整槽(201V19)への蒸気供給量増大	・温度指示調節計(201TIC19.1）の故障 ・201TIC19.1の誤設定 ・201TIC19.1のバイパス弁の手動開	◎201V19内への温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅰ)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ◎201V19内への温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅱ)及び遮断弁の追加設置による自動操作	温度上限警報上限操作により蒸気供給系の遮断弁を自動閉とする	温度上限警報上限操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系のJE空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
		第3溶媒洗浄器(262R10,R11)へ供給する温水の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による温水器(282H50)への蒸気供給量増大	・圧力指示調節計(282PIC50)の故障 ・282PIC50の誤設定 ・282PIC50のバイパス弁の手動開 ・圧力検出系手動弁の閉 ・温度指示調節計(282TIC50)の故障 ・282TIC50の誤設定 ・282TIC50のバイパス弁の手動開	◎温水供給系への温度計及び温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅰ)の追加設置による自動操作 ◎温水供給系への温度計及び温度上限警報上限操作(TA+O+Ⅱ)の追加設置による自動操作	温度上限警報上限操作により温水供給系のポンプを自動停止とする	温度上限警報上限操作作動時の具体的な対応策を記載する	温水供給系のポンプは非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定する
		ウラン精製工程の各抽出器(261R13 ～R15,262R10,R11)内への生蒸気混入	運転員の単一の誤操作による抽出器内洗浄用スチームジェット(261J1320,J144,262J111)の作動	・蒸気供給系手動弁の開	◎スチームジェットの蒸気供給系手動弁への施錠(追加設置)	施錠管理となる為，該当せず	施錠管理について具体的に記載する	施錠管理となる為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

【凡例】 ◎：重要な検知，操作手段（レベルA） ○：左記以外の検知，操作手段（レベルB） 下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段 －：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(5) ウラン精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (2/7)

機器名：ウラン精製第１抽出器(261R13)、ウラン精製第２抽出器(261R15)、希釈剤洗浄器(261R14)、第３溶媒洗浄器(262R10,R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのUの移行	ウラン精製第１抽出器(261R13)での抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第１抽出器(261R13)へ供給するウラン溶液供給量増大	・ダネード流量記録調節計(261FRC124)の故障 ・261FRC124の誤設定 ・261FRC124のコントロール弁の手動開	○定期的(2時間毎のログシート)な中間貯槽(261V12)内の液位記録上限下限注意(261LRW±12.1)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な261R13内の密度記録計(261DR1306,DR1307)の確認	中間貯槽内の液位変動、又はウラン精製第１抽出器内の密度変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	液位変動及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第１抽出器(261R13)へ供給するウラン溶液の酸濃度低下	・流量指示調節計(261FIC11.1)の故障 ・261FIC11.1の誤設定 ・調整酸供給系手動弁の閉 ・回収酸分配槽(201V17)での調整酸準備未実施(空) ・調整酸循環ポンプ(201P031,P032)の故障又は手動停止	○定期的(2時間毎のログシート)な中間貯槽(261V12)内の液位記録上限下限注意(261LRW±12.1)の確認 ○定期的(2時間毎のログシート)な261V12内の密度記録計(261DR12)の確認	中間貯槽内の液位変動、又は密度変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	液位変動及び密度変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第１抽出器(261R13)へ供給するウラン溶液の温度上昇	・冷水供給配管系手動弁の閉 ・冷水供給配管系ストレーナの閉塞	○定期的(2時間毎のログシート)な中間貯槽(261V12)内の温度指示計(261TI12.1)の確認 ○定期的(2回/1日)な261R13の廃液出口段(261R1301)での分析によるU濃度確認	中間貯槽内の温度変動又はウラン精製第１抽出器の廃液出口段での分析によるU濃度確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	・温度変動確認時の具体的な対応策を記載している ・廃液出口段での分析によるU濃度確認を1日に2回実施する	-	-

資料5.2-4(5)　ウラン精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（3/7）

機器名：ウラン精製第1抽出器(261R13)、ウラン精製第2抽出器(261R15)、希釈剤洗浄器(261R14)、第3溶媒洗浄器(262R10,R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのUの移行	ウラン精製第1抽出器(261R13)での抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)への溶媒供給停止(減少)	・溶媒ポンプ(262P121,P122)の故障 ・262P121,P122のコンセントの切り離し ・溶媒供給系手動弁の閉 ・溶媒流量記録調節計(262FRC14.2)の故障 ・262FRC14.2の誤設定 ・262FRC14.2のコントロール弁の手動閉 ・262FRC14.2の検出部の閉塞 ・溶媒フィルタ(262F13)液抜きラインの手動弁の開 ・溶媒貯槽(262V12)液抜きスチームジェット(262J123)の停止忘れ又は誤作動 ・溶媒貯槽(256V16)への溶媒移送用手動弁の開 ・溶媒フィルタ(262F13)の閉塞	○溶媒供給系の流量記録計(262FR14.4)への流量下限警報(FA-)の追加設置 ○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(262FP-14.3)による自動操作	・溶媒供給系の流量下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る ・抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	・流量下限警報発報時の具体的な対応策を記載する ・抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)へ供給する溶媒の温度上昇	・冷却水供給系手動弁の閉 ・冷却水供給系ストレーナの閉塞	○定期的(2時間毎のログシート)な溶媒貯槽(262V12)内の温度指示計(262TI12.1)の確認 ○溶媒供給系の温度指示調節計(262TIC14.1)による自動操作	・溶媒貯槽内の温度確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る ・温度指示調節計による溶媒温度の自動操作	温度管理値及び温度変動確認時の具体的な対応策を記載している	－	－

資料5.2-4(5)　ウラン精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（4/7）

機器名：ウラン精製第１抽出器(261R13)、ウラン精製第２抽出器(261R15)、希釈剤洗浄器(261R14)、第３溶媒洗浄器(262R10,R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのUの移行	ウラン精製第１抽出器(261R13)での抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第１抽出器(261R13)へ供給する溶媒の温度上昇	・冷水供給系手動弁の閉 ・冷水供給系ストレーナ、オリフィスの閉塞 ・温度指示調節計(262TIC14.1)の故障 ・262TIC14.1の誤設定 ・262TIC14.1のコントロール弁の手動閉	○定期的(2時間毎のログシート)な溶媒供給系の温度指示調節計(262TIC14.1)の確認 ○定期的(2回/1日)な261R13の廃液出口段(261R1301)での分析によるU濃度確認	溶媒供給系の温度変動，又はウラン精製第１抽出器の廃液出口段での分析によるU濃度確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのUの移行量は，酸回収工程における未臨界質量を下回る	・温度変動確認時の具体的な対応策を記載している ・廃液出口段での分析によるU濃度確認を1日に2回実施する	－	－
		ウラン精製工程内の各抽出器(261R13～R15)での抽出・逆抽出機能喪失	運転員の単一の誤操作によるウラン精製第１抽出器(261R13)への硝酸流入	・溶媒フィルタ(262F13)逆洗時におけるプロセス側手動弁の開	○プロセス側手動弁の表示灯の確認 ○261R13内の界面指示灯(261LSI1301)の確認	界面の変動検知後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのUの移行量は，酸回収工程における未臨界質量を下回る	操作に用いる運転要領書(OSCL)に具体的な対応策を記載する	－	－
		ウラン精製第１抽出器(261R13)での抽出効率低下	・運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第１抽出器(261R13)へのスクラブ液供給量増大	・流量指示調節計(261FIC13.4)の故障 ・261FIC13.4の誤設定 ・261FIC13.4のコントロール弁の手動開 ・261FIC13.4のバイパス弁の手動開	○定期的(2時間毎のログシート)なスクラブ液供給系の流量指示計(261FIP-13.1)の確認 ○定期的(2回/1日)な261R13の廃液出口段(261R1301)での分析によるU濃度確認	スクラブ液供給系の流量変動確認，又はウラン精製第１抽出器の廃液出口段での分析によるU濃度確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において廃液系へのUの移行量は，酸回収工程における未臨界質量を下回る	・流量変動確認時の具体的な対応策を記載している ・廃液出口段での分析によるU濃度確認を1日に2回実施する	－	－

資料5.2-4(5) ウラン精製工程に関する事故発生防止策の評価結果 (5/7)

機器名：ウラン精製第1抽出器(261R13)、ウラン精製第2抽出器(261R15)、希釈剤洗浄器(261R14)、第3溶媒洗浄器(262R10,R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのUの移行	ウラン精製第1抽出器(261R13)での抽出効率低下	・運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)へのダブルスクラブ液供給停止	・ダブルスクラブ液供給系手動弁の閉 ・硝酸循環ポンプ(201P061,P062)の故障又は手動停止 ・硝酸受槽(201V06)での硝酸準備未実施(空)	○ダブルスクラブ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(261FIP-13.3)による自動操作 ○定期的(2時間毎のログシート)なダブルスクラブ液供給系の流量指示計(261FIP-13.3)の確認	・ダブルスクラブ液供給系の抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する ・ダブルスクラブ液の流量変動確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	抽出流量低下緊急操作作動時及び流量変動確認時の具体的な対応策を記載している	-	-
			機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)内における溶液滞留	・261R1301～R1306内スターラの故障	○スターラの過電流に伴う工程停止回路作動による自動操作 ○261R13内の液位上限警報(261LA+1301)	・工程停止回路作動により工程を自動停止する ・液位上限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	工程停止回路作動時及び液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)内における溶液滞留	・スターラコンセントの切り離し ・スターラインペラの空回り	○261R13内の液位上限警報(261LA+1301) ○定期的(2回/1日)な261R13の廃液出口段(261R1301)での分析によるU濃度確認	液位上限警報発報後又はウラン精製第1抽出器の廃液出口段での分析によるU濃度確認後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	・液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している ・廃液出口段での分析によるU濃度確認を1日に2回実施する	-	-
			機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)内における溶液滞留	・261R1307内スターラの故障	○スターラの過電流に伴う工程停止回路作動による自動操作 ○261R13内の液位上限警報(261LA+1307)	・工程停止回路作動により工程を自動停止する ・液位上限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	工程停止回路作動時及び液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-4(5)　ウラン精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（6/7）

機器名：ウラン精製第1抽出器(261R13)，ウラン精製第2抽出器(261R15)，希釈剤洗浄器(261R14)，第3溶媒洗浄器(262R10,R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	酸回収工程へのUの移行	ウラン精製第1抽出器(261R13)での抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)内における溶液滞留	・抽出器流量調節器(261FC1307)の故障 ・261FC1307の誤設定 ・抽出器内の閉塞 ・スターラコンセントの切り離し ・スターラインペラの空回り	○261R13内の液位上限警報(261LA+1307) ○261R13内の液位上限警報(261LA+1301)	液位上限警報発報確認後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において廃液系へのUの移行量は、酸回収工程における未臨界質量を下回る	液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
	第3溶媒洗浄器(262R10,R11)へのUの移行	ウラン精製第2抽出器(261R15)での逆抽出効率の低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第1抽出器(261R13)への溶媒供給量増大	・溶媒流量記録調節計(262FRC14.2)の故障 ・262FRC14.2の誤設定 ・262FRC14.2のコントロール弁の手動開 ・溶媒フィルタ(262F13)バイパス弁の開	○溶媒供給系の溶媒流量記録計(262FR14.4)への流量上限警報(FA+)の追加設置 ○溶媒供給系の抽出器流量低下緊急操作(262FP-14.3)への流量上限警報(FA+)の追加設置	溶媒供給系の流量上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において第3溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は、未臨界質量を下回る	流量上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第2抽出器(261R15)へのUストリップ液供給停止(減少)	・流量指示調節計(261FIC15.4)の故障 ・261FIC15.4の誤設定 ・261FIC15.4のコントロール弁の手動閉 ・Uストリップ液供給系手動弁の閉	○Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(261FIP-15.1)による自動操作 ○Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作(261FIP-15.2)による自動操作	Uストリップ液供給系の抽出器流量低下緊急操作により工程を自動停止する	抽出器流量低下緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第2抽出器(261R15)へ供給するUストリップ液の酸濃度上昇	・電導度指示記録調節上限下限注意(201CIRCW±19)の故障 ・201CIRCW±19の誤設定 ・13.5N硝酸供給系バイパス弁の開	○Uストリップ液供給系への電導度指示上限警報上限操作(CIA+O+Ⅰ)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ○Uストリップ液供給系への電導度指示上限警報上限操作(CIA+O+Ⅱ)及び遮断弁の追加設置による自動操作	Uストリップ液供給系の電導度指示上限警報上限操作によりUストリップ液供給系の遮断弁を自動閉とする	電導度指示上限警報上限操作作動時の具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(5)　ウラン精製工程に関する事故発生防止策の評価結果（7/7）

機器名：ウラン精製第１抽出器(261R13)，ウラン精製第２抽出器(261R15)，希釈剤洗浄器(261R14)，第３溶媒洗浄器(262R10,R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	第３溶媒洗浄器(262R10,11)へのUの移行	ウラン精製第２抽出器(261R15)での逆抽出効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第２抽出器(261R15)内における溶液滞留	・スターラコンセントの切り離し ・スターラインペラの空回り	○261R15内の液位上限警報(261LA+157) ○定期的(2回/1日)な261R15の溶媒出口段(261R157)での分析によるU濃度確認	液位上限警報発報，又はウラン精製第２抽出器の溶媒出口段での分析によるU濃度確認後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において第３溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は，未臨界質量を下回る	・液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している ・溶媒出口段での分析によるU濃度確認を1日に2回実施する	－	－
			機器の単一の故障によるウラン精製第２抽出器(261R15)内における溶液滞留	・261R152～R157内スターラの故障	○スターラの過電流に伴う工程停止回路作動による自動操作 ○261R15内の液位上限警報(261LA+157)	・工程停止回路作動により工程を自動停止する ・液位上限警報発報後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において第３溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は，未臨界質量を下回る	工程停止回路作動時及び液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	－	－
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるウラン精製第２抽出器(261R15)内における溶液滞留	・抽出器流量調節器(261FC151)の故障 ・261FC151の誤設定 ・抽出器内の閉塞	○261R15内の液位上限警報(261LA+157) ○定期的(2時間毎のログシート)な中間貯槽(263V10)内の液位記録上限下限注意(263LRW±10.1)の確認	液位上限警報発報，又は中間貯槽内の液位変動確認後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において第３溶媒洗浄器におけるUの蓄積量は，未臨界質量を下回る	・液位上限警報発報時の具体的対応策を記載している ・中間貯槽の液位確認に対するログシートへの記入欄を設ける	－	－

資料5.2-4(6) プルトニウム濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果 (1/2)

機器名：プルトニウム溶液蒸発缶(266E20,T21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内溶液温度上昇	加熱蒸気温度の上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱蒸気圧力の上昇	・圧力指示調節計(PIC20.2)の故障 ・PIC20.2の誤設定 ・PICV20.2バイパス系手動弁の開 ・PIC20.2検出系手動弁の閉	◎加熱蒸気の温度記録上限警報(TRA+20.1) ◎蒸発缶内の温度記録上限緊急操作(TRP+20.4)による自動操作	・温度記録上限警報発報後，15分で運転員により工程を停止することができる ・温度記録上限緊急操作により工程を自動停止する	温度記録上限警報発報時及び温度記録上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，以下の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない ・加熱蒸気供給系の圧空弁閉 ・給液系の圧空弁閉	・定期的な点検，検査の実施を規定している ・法令に基づく定期検査の対象となっている
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増大	ヒドラジンの蓄積による缶内での急激な反応/缶内圧力上昇	運転員の単一の誤操作による初期硝酸の誤調整	・誤調整による酸濃度低下	○初期硝酸調整時における純水及び硝酸の供給量の確認 ○運転開始前の蒸発缶内の密度記録計(DR20.1)の確認	純水及び硝酸の供給量確認又は蒸発缶内の密度確認により，蒸発缶の運転が開始されない為，該当せず	・操作に用いる運転要領書(OSCL)に初期硝酸調整時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する ・操作に用いる運転要領書(OSCL)に運転開始前の蒸発缶内の密度管理について具体的な対応策を記載する	－	－
			運転員の単一の誤操作による初期硝酸の供給量減少	・初期硝酸の調整未実施 ・初期硝酸供給系手動弁の閉 ・他貯槽への誤移送 ・初期硝酸の調整量不足 ・初期硝酸供給系手動弁の早期閉	○運転開始前の蒸発缶内の液位記録調節計(LRC20.1)の確認 ○運転開始前の蒸発缶内の密度記録計(DR20.1)の確認	蒸発缶内の液位確認又は密度確認により，蒸発缶の運転が開始されない為，該当せず	・操作に用いる運転要領書(OSCL)に運転開始前の蒸発缶内の液位管理に対する具体的な対応策を記載している ・操作に用いる運転要領書(OSCL)に運転開始前の蒸発缶内の密度管理について具体的な対応策を記載する	－	－
			運転員の単一の誤操作による蒸発缶内溶液の沸騰未確認		○Pu溶液供給開始前の蒸発缶内の温度記録計(TR20.2,TR20.3)の確認 ○Pu溶液供給開始前の蒸発缶内の液位記録調節計(LRC20.1)の確認	蒸発缶内溶液の温度確認又は液位確認により，蒸発缶でのPu溶液の濃縮運転が開始されない為，該当せず	・操作に用いる運転要領書(OSCL)にPu溶液供給開始前の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する ・操作に用いる運転要領書(OSCL)に運転開始前の蒸発缶内の液位管理について具体的な対応策を記載する	－	－

【凡例】 ◎：重要な検知，操作手段（レベルA） ○：左記以外の検知，操作手段（レベルB） 下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段 －：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(6)　プルトニウム濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（2/2）

機器名：プルトニウム溶液蒸発缶(266E20,T21)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増大	蒸発缶塔部の洗浄効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による蒸発缶塔部へのスクラブ液供給流量の減少	・試薬供給ポンプ(201P125)の故障又は手動停止 ・スクラブ液供給系手動弁の閉 ・201P125ストロークの誤調整 ・スクラブ液の調整未実施	○定期的(2時間毎のログシート)な試薬貯槽容量の確認 ○定期的(8時間毎のログシート)なスクラブ液流量の確認	試薬貯槽の容量確認後，又はスクラブ液の流量低下確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	試薬貯槽容量及びスクラブ液流量確認に対するログシートへの記入欄を設ける	－	－
			運転員の単一の誤操作による蒸発缶塔部へのプルトニウムを含む洗浄液の誤供給	・洗浄液移送ポンプ(267P214)の誤起動	○洗浄液移送ポンプ駆動用圧空系手動弁への施錠(追加設置)	施錠管理となる為，該当せず	施錠管理について具体的に記載する	－	－
		蒸発缶塔部の液浸による洗浄効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるプルトニウム溶液供給用のエアリフトへの圧空供給流量の増大	・液位記録調節計(LRC20.1)の誤設定 ・LRC20:1の故障によるコントロール弁の開 ・LRC20.1のコントロール弁の手動開	○定期的(30分毎のログシート)な温度記録計(TR20.2，TR20.3)及び密度記録計(DR20.1)の確認 ○蒸発缶内の液位上限警報(LA+20.2)	蒸発缶内の温度低下及び密度低下確認後，又は液位上限警報発報後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・蒸発缶内の温度及び密度確認のログシートへの記入欄を30分毎に変更する ・液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	－	－
				・計装配管異材フランジ部からの漏洩による指示値異常（真値に比べて指示値が低い） ・計装配管の閉塞による指示値異常（真値に比べて指示値が低い）	○定期的(30分毎のログシート)な温度記録計(TR20.2，TR20.3)及び密度記録計(DR20.1)の確認 ○定期的(30分毎のログシート)な圧力記録調節計(PRC20.4)及び温度記録上限緊急操作(TRP+20.4)の確認	蒸発缶内の温度低下，密度低下又は圧力低下確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	蒸発缶内の温度，密度及び圧力確認のログシートへの記入欄を30分毎に変更する	－	－

資料5.2-4(7)　プルトニウム混合転換工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/5）

機器名：脱硝加熱器(X12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
臨界の可能性	廃液蒸発缶給液槽(P71V21)におけるPu+U濃度の上昇	混合溶液を凝縮液として廃液処理工程へ送液	運転員の単一の誤操作による脱硝加熱器への混合溶液の送液量が無し、又は減少	・手動弁(W512)の開	○中間槽から凝縮液中間槽までの配管への手動弁の追加設置 ○廃液受入槽(P71V11,12)内溶液のサンプリングによるPu+U濃度の確認	廃液受入槽から廃液蒸発缶給液槽への送液は濃度確認後のバッチ操作であるため、該当せず	・増設する手動弁の操作に関する具体的な対応策を記載する ・Pu+U濃度増大時の具体的な対応策を記載している	・手動弁は手動操作によって開閉を行うため、非常用電源からの給電を要する検知・操作手段には該当せず ・停電時にはサンプリングが不可能となるが、槽内溶液の送液はサンプリングによる濃度確認後にバッチ操作によって行われるため、非常用電源からの給電の必要はない	・手動弁の開閉は手動操作であるため、試験・検査を要する検知・操作手段には該当せず ・サンプリングは運転員による手動操作であるため、試験・検査を要する検知・操作手段には該当せず
			機器の単一の故障による定位置外への脱硝皿の装填	・リミットスイッチの故障による機器の誤操作	○空の脱硝皿装填時に脱硝皿が定位置に装填されていることを確認する ○給液前に脱硝皿が定位置に装填されていることを確認する	混合溶液の給液操作は、脱硝皿の状態確認後のバッチ操作であるため、該当せず	脱硝皿が定位置に装填されていない場合について、対応策を記載する	脱硝皿の装填位置の確認は運転員による目視確認であるため、非常用電源からの給電を要する検知・操作手段には該当せず	脱硝皿の装填位置の確認は運転員による目視確認であるため、試験・検査を要する検知・操作手段には該当せず

（脱硝加熱器は並列に2基(X12,X32)設置されており、X32についてもX12と同様に改善を行うこととする）

【凡例】　○：重要な検知、操作手段（Aレベル）　○：左記以外の検知、操作手段（Bレベル）　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

表5.2-4(7) プルトニウム混合転換工程に関する事故発生防止策の評価結果 (2/5)

機器名：脱硝加熱器(X12,X32)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路性への漏洩	凝縮液系への混合溶液の移行	溢流した混合溶液を凝縮液として廃液処理工程へ送液	運転員の単一の誤操作による中間槽(V1201)内液量の増大	・中間槽(V1201)への溶液のダブルバッチ ・手動弁(W413)の開	○中間槽への送液前に液位及び手動弁の閉を確認 ○中間槽内液位指示(LI12-2)及び脱硝皿の監視により給液量を調整	中間槽への送液操作はバッチ操作であるため、該当せず	・液位及び手動弁の確認時の具体的な対応策を記載する ・1バッチ量を超える混合溶液を受け入れた際の具体的な対応策を記載する	－	－
	凝縮液トレイから脱硝グローブボックスへの凝縮液の溢流	P13X12脱硝加熱器内にオフガスが充満し凝縮液が増大	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるP13X12脱硝加熱器オフガス系の流量なし、及び流量低下	・流量調整弁(P31FIC11-1)の故障 ・流量調整弁(P31FIC11-1)の誤操作 ・手動弁(W561)の誤操作による閉	○流量調整弁(P31FIC11-1)の開度制限器によるオフガス流量減少の防止 ○手動弁(W561)への施錠(追加設置)	・起因事象そのものに対する発生防止対策であるため、該当せず	・開度制限器調整時の具体的な対応策を記載する ・施錠管理について具体的に記載する	－	－
		凝縮液が送液されないことによる中継槽内での液量の増大	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱器内凝縮液の送液不可	・自動－手動切換スイッチの誤操作 ・凝縮液フィルタ(P13F1211)の閉塞 ・真空度の低下 ・電磁弁(W123A,W123B)の故障	○凝縮液中継槽内の液位記録上限下限操作上限注意(LRO±W+12-1) ○凝縮液トレイ内の液位上限警報(LA+12-6)	・液位記録上限下限操作により凝縮液を自動送液 ・脱硝は1バッチごとのバッチ運転であり、液位上限警報発報後に凝縮液トレイからの溢流に至るまでには脱硝2バッチ分の凝縮液量を要するため、凝縮液の送液には十分な時間的余裕がある	液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－

表5.2-4(7) プルトニウム混合転換工程に関する事故発生防止策の評価結果 (3/5)

機器名：脱硝加熱器(X12,X32)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路性への漏洩	脱硝GBへの放射性物質（オフガス）の移行	脱硝加熱器(X12)内にオフガスが充満し加熱器外にオフガスが流出し、グローブボックス内の負圧低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による脱硝加熱器オフガス系の流量なし、及び流量低下	・流量調整弁(P31FIC11-1)の故障 ・流量調整弁(P31FIC11-1)の誤操作 ・手動弁(W561)の誤操作による閉	○流量調整弁(P31FIC11-1)の開度制限器によるオフガス流量減少の防止 ○手動弁(W561)への施錠（追加設置）	・起因事象そのものに対する発生防止対策であるため、該当せず	・開度制限器調整時の具体的な対応策を記載する ・施錠管理について具体的に記載する	－	－
			機器の単一の故障による脱硝加熱器オフガス系の流量なし、及び流量低下	・排気ブロア(P32K24)の故障	○差圧指示下限操作(dPIO-24-1)による予備用ブロアへの自動切換 ○廃気系流量喪失時操作によるマイクロ波発振機の自動停止	・差圧指示下限操作により予備用ブロアへ自動切換 ・廃気系流量喪失時操作によりマイクロ波発振機の自動停止	差圧指示下限操作及び廃気系流量喪失時操作作動時の具体的な対応策を記載する	－	－
	グローブの熱的損傷による工程室への放射性物質の移行	脱硝加熱器(X12)外の周辺機器及びグローブ等が高温まで加熱	運転員の単一の誤操作によるターンテーブルの上昇途中での停止	・リミットスイッチの故障 ・脱硝加熱器ターンテーブル上昇時の誤操作により、ターンテーブルが上昇端に至らない	○混合溶液給液前に、脱硝皿の上昇位置を確認する ○混合溶液給液後に、脱硝皿の上昇位置を確認する	脱硝は1バッチごとのバッチ運転であり、脱硝皿の位置の確認後に脱硝を開始するため、該当せず	脱硝皿の上昇位置の確認についての具体的な対応策を記載する	－	－
			運転員の単一の誤操作による脱硝加熱器扉の開	・脱硝加熱器扉の開	○脱硝開始前に加熱器扉が閉であることを確認する ○脱硝加熱器扉開でのマイクロ波発振の不可（リレー回路による）	脱硝は1バッチごとのバッチ運転であり、加熱器扉の閉の確認後に脱硝を開始するため、該当せず	脱硝加熱器扉が開である場合の具体的な対応策を記載する		

機器名：脱硝加熱器(X12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	P31廃気処理系への放射性物質の移行量増大	凝縮器(H61)での凝縮機能低下によるオフガス量の増大	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による一次冷却水の流量なし、又は流量減少	・一次冷却水循環ポンプ(P31P1302)の故障 ・一次冷却水流量調整弁(P13W312)の閉 ・一次冷却水系弁(P13W612)の閉 ・P31冷却水系手動弁の閉	○凝縮器内の温度指示上限警報(P13TIA+61-1) ○脱硝運転開始前に流量指示計(FI61-1)による一次冷却水流量の確認	温度指示上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	FI61-1での冷却水量の確認、及び温度指示上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－

（脱硝加熱器は並列に2基(X12,X32)設置されており、X32についてもX12と同様に改善を行うこととする）

機器名：焙焼還元炉（X14）

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	高濃度の水素を含む、NH混合ガスが空気と混合	水素濃度が6.4%を超えるNH混合ガスの供給	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による水素ガス供給量の増大	・流量調節弁(P86W101)の故障 ・積算流量指示計(P86FICS41-1,FIS32-1)の故障 ・流量比率設定ダイヤルの誤調整	○NHガス中間槽(P86X43)内の水素ガス濃度上限緊急操作(H_2P+43-1)による自動操作 ○NHガス中間槽(P86X43)内の水素ガス濃度記録上限警報(H_2RA+43-2)に水素ガス濃度上限操作(H_2O+)の追加設置による自動操作	水素ガス濃度上限緊急操作、及び水素ガス濃度上限操作により水素ガスの供給及びNHガスの供給を自動停止	・水素ガス濃度上限緊急操作作動時の具体的な対応策が記載されている ・水素ガス濃度上限操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い、水素供給系の圧空弁、及びNHガス供給系の圧空弁、電磁弁が安全側に作動するため、非常用電源からの給電は必要ない	・法令に基づく定期検査の対象となっている ・定期的な点検、検査の実施を規定する

機器名：焙焼還元炉（X14）

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への漏洩	A126工程室内への放射性物質の移行	焙焼還元炉(X14)への高圧ガスの流入による炉内圧力の上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による焙焼還元炉への供給ガスの圧力上昇	・減圧弁(W901,W904,W906)の故障 ・減圧弁(W902,W907)の故障 ・手動弁(W331,W334,W336)の開 ・手動弁(W332,W337)の開	○焙焼還元炉B01側に設置されているラプチャディスクの破裂 ○焙焼還元炉B02側に設置されているラプチャディスクの破裂 （炉内圧力の上昇はガス流量上限警報FA+14-13及び圧力上限警報PA+14-2にて検知可能）	・ラプチャディスクの破裂により、炉内圧力は低下 ・ラプチャディスクの破裂後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	流量上限警報及び圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
		焙焼還元炉(X14)の炉端での温度上昇によるシール部の熱的損傷	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による焙焼還元炉の温度上昇	・温度記録調節計(TRC14-4,14-5,14-6)のうちの一つの故障又は誤設定 ・温度計(P14TP+14-1,14-2,14-3)のうちの一つの故障（劣化）	○温度上限緊急操作(TP+14-1,14-2,14-3)のうちの1つによる自動制御 ○温度上限緊急操作(TP+14-1,14-2,14-3)のうちの1つによる自動制御	温度上限緊急操作により焙焼還元炉加熱ヒータを自動停止	温度上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	－	－

資料5.2-4(8) ウラン溶液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/4）

機器名：ウラン溶液蒸発缶（第1段）(E11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	缶内UNH1の液温上昇	蒸発缶内UNHの過剰濃縮	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱用蒸気圧力の上昇	・圧力指示調節計（PIC11）の誤設定又は故障 ・バイパス手動弁の開 ・PIC11検出系手動弁の閉	◎加熱蒸気供給系への圧力上限操作上限注意(PO+W+)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ◎蒸発缶内の温度上限緊急操作(TIRP+12.1)による自動操作	圧力上限操作上限注意及び温度上限緊急操作により加熱蒸気供給系の圧空弁を自動閉とする	・圧力上限操作上限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・温度上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い、蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為、非常用電源からの給電は必要ない	・圧力上限操作上限注意作動の定期的な点検、検査の実施を規定する ・温度上限緊急操作は定期的な点検、検査の実施を規定している。又、法令に基づく定期検査の対象となっている
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	T12泡鐘段の洗浄効率低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による蒸発缶カラム部(T12)へのスクラブ水（純水）供給量減少	・スクラブ水（純水）供給系手動弁の閉 ・スクラブ水（純水）供給系圧空弁の故障 ・スクラブ水（純水）供給系パネルスイッチ「切」	○スクラブ水（純水）供給系の流量指示計(FI12)への下限警報(A-)の追加設置 ○定期的な（2時間毎のログシート）E11缶内の圧力指示計(PI12.1)の確認	流量指示下限警報発報後、又は缶内の確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	流量指示下限警報発報時の具体的な対応策を記載する	-	-
		蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による凝縮器(H13,H132)への冷却水供給量減少	・冷却水供給系手動弁の閉 ・冷却水供給系ストレーナの閉塞	○冷却水供給系への流量下限警報(FA-)の追加設置 ○蒸発缶への圧力上限警報(PA+)の追加設置	流量下限警報発報後、又は圧力上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	流量下限警報発報時、及び圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	-	-

【凡例】 ◎：重要な検知、操作手段（レベルA） ○：左記以外の検知、操作手段（レベルB） 下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段 -：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(8)　ウラン溶液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（2/4）

機器名：ウラン溶液蒸発缶（第1段）(E11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	蒸発缶内の液位上昇に伴う試薬調整工程へのUNH混入凝縮液の移行	蒸発缶内の液位上昇	運転員の単一の誤操作によるウラン溶液蒸発缶(E11)のカラム部(T12)へのスクラブ水（純水）供給量増加	・スクラブ水（純水）供給系(F12)手動弁の開けすぎ ・F12バイパス手動弁の開	○蒸発缶内の液位上限緊急操作(LP+12.2)による自動操作 ○蒸発缶内の液位上限緊急操作(LP+12.3)による自動操作	蒸発缶内の液位上限緊急操作により給液を自動停止する	液位上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	－	－

資料5.2-4(8)　ウラン溶液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（3/4）

機器名：ウラン溶液蒸発缶（第2段）(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	蒸発缶内の蒸気発生量増加	運転員の単一の誤操作または機器の単一の故障による熱媒油流量増加	・流量調節弁(FIC20.3)の開けすぎ ・FI20.3の故障	○E20缶内の密度上限警報(DA+20.2) ○濃縮液受槽(264V10)内の密度上限警報(DA+10.2)	密度上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	密度上限警報発報時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作による熱媒油温度上昇	・温度指示調節計(TIC201)の誤設定 ・TIC201バイパス手動弁の開	○E20缶内の密度上限警報(DA+20.2) ○濃縮液受槽(264V10)内の密度上限警報(DA+10.2)	密度上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	密度上限警報発報時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する	-	-
		蒸発缶オフガス系へのミスト移行量増加	運転員の単一の誤操作による蒸発缶への撹拌空気供給量増加	・圧力指示調節計(PIC20.2)の誤設定 ・圧空供給系手動弁の開けすぎ ・FI20バイパス手動弁の開	○撹拌空気供給系手動弁への施錠（追加設置） ○E20オフガス系の圧力指示上限注意(PIW+20.1)	圧力指示上限注意点灯後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・施錠管理について具体的に記載する ・圧力指示上限注意点灯時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する	-	-
		蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による凝縮器(H21)への冷却水供給量減少	・冷却水系手動弁の閉 ・冷却水系ストレーナの閉塞 ・冷却水系オリフィスの閉塞	○冷却水系への流量指示下限警報(FIA-)の追加設置 ○E20オフガス系の圧力指示上限注意(PIW+20.1)	流量指示下限警報発報後、又は圧力指示上限注意点灯後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・流量指示下限警報発報時の具体的な対応操作を記載する ・圧力指示上限注意点灯時の対応策を記載しているが、更に具体的に記載する	-	-

資料5.2-4(8)　ウラン溶液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（4/4）

機器名：蒸発缶(E35)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	蒸発缶オフガス系へのミスト移行量増加	運転員の単一の誤操作による蒸発缶への攪拌用空気供給量増加	・圧空供給系(FI351)手動弁の開けすぎ ・FI351バイパス手動弁の開	○攪拌空気供給系手動弁への施錠（追加設置） ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+35.2)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により濃縮運転を自動停止する	・施錠管理について具体的に記載する ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
		蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作による蒸発缶凝縮器(H36)への冷却水供給量減少	・冷却水系手動弁の閉	○冷却水系手動弁への施錠（追加設置） ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+35.2)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により濃縮運転を自動停止する	・施錠管理について具体的に記載する ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-4(9)　脱硝工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/2）

機器名：脱硝塔(R11)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	建家及びセル換気工程への微粉UO3の移行	脱硝塔内のPF力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・排風機(K123)の吸込側手動弁の閉 ・K123の故障 ・K123のバイパス手動弁の開	○酸吸収塔(T12)上部のPF力指示上限注意(PIW+12.2) ○脱硝塔(R11)上部の破裂板(X11,X12)作動	PF力指示上限注意点灯後、又は破裂板作動後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において放出放射能の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	破裂板作動時の具体的な対応策の記載が必要	-	-
			運転員の単一の誤操作によるオフガス流量減少	・フィルタ(F121)の手動弁の閉	○脱硝塔(R11)内部のPF力指示記録計(PIR11.7)に上限警報(A+)追加設置 ○脱硝塔(R11)上部の破裂板(X11,X12)作動	PF力指示記録上限警報発報後、又は破裂板作動後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において放出放射能の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	PF力指示記録上限警報発報時、及び破裂板作動時の具体的な対応策の記載が必要	-	-
			運転員の単一の誤操作によるフィルタの閉塞	・キャンドルフィルタの取付け失敗	○脱硝塔(R11)内部のPF力指示記録計(PIR11.7)に上限警報(A+)追加設置 ○脱硝塔(R11)上部の破裂板(X11,X12)作動	PF力指示記録上限警報発報後、又は破裂板作動後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において放出放射能の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	PF力指示記録上限警報発報時、及び破裂板作動時の具体的な対応策の記載が必要	-	-

【凡例】　◎：重要な検知、操作手段（レベルA）　○：左記以外の検知、操作手段（レベルB）　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　-：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(9)　脱硝工程に関する事故発生防止策の評価結果（2/2）

機器名：脱硝塔(R42)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	建家及びフード換気系への微粉UO3の移行	脱硝塔内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・排風機の吸込側手動弁の閉 ・排風機の故障	○予備排風機の自動起動 ○脱硝塔(R42)内の圧力上限緊急操作(PP+42.2.2)による自動操作	・予備排風機の自動起動による脱硝塔内の負圧維持 ・脱硝塔内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	排風機故障及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるオフガス流量減少	・オフガス系フィルタの手動弁の閉	○脱硝塔(R42)内の圧力上限緊急操作(PP+42.2.2)による自動操作 ○脱硝塔(R42)上部の破裂板(X4202)作動	・脱硝塔内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する ・破裂板作動後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において放出放射能の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	破裂板作動時の具体的な対応策の記載が必要	-	-

ウラン脱硝施設において脱硝塔は、２基(R42,R43)設置されている。
これらは設備・構造共に同一である事から、代表機器としてR42を選定し事故発生防止策の評価を実施した。

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内廃液の液温上昇	蒸発缶内廃液の過剰濃縮	運転員の単一の誤操作または機器の単一の故障によるE20加熱蒸気圧力の上昇	・圧力指示調節計(PIC10.5)の誤設定 ・PIC10.5の故障 ・PICV10.5バイパス手動弁の開 ・PIC10.5検出系手動弁の閉	○加熱蒸気供給系への圧力上限操作上限注意(PO+W+)及び遮断弁の追加設置による自動操作 ○蒸発缶内の温度記録計(TR20.2-1)に上限操作上限注意(O+W+)及び遮断弁の追加設置による自動操作	圧力上限操作上限注意及び温度記録上限操作上限注意により加熱蒸気供給系の圧空弁を自動閉とする	圧力上限操作上限注意及び温度記録上限操作上限注意作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い、蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動するため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検,検査の実施を規定する
	ホルムアルデヒドガスの発生	蒸発缶内の液量減少	運転員の単一の誤操作またはエアリフト圧空供給系の単一の故障による高放射性廃液供給用エアリフト(A206～A209)への圧空供給流量減少	・流量記録調節計(FRC106)の誤設定 ・エアリフト圧空供給系手動弁の閉 ・エアリフト圧空供給系圧空弁の手動閉 ・圧空弁の故障 ・ストレーナの閉塞	○定期的な（2時間毎のログシート）E20缶内の液位記録調節計(LRC20.1)、密度記録計(DR20)の確認、及び供給槽の液位確認 ○E20缶内の液位下限警報(LA-20.2)	・E20缶内の確認後、15分で液処理を停止して全還流運転にすることができる 尚、評価において液位下限警報発報迄には事象発生後4時間を要す ・液位下限警報発報後、15分で工程を停止することができる 尚、この時点においても缶内には十分な液量が保有されている	液位変動確認時及び液位下限警報発報時の具体的な対応策を記載している	・計装用圧空の空気圧縮機は非常用発電機から給電される ・外部電源の喪失に伴い、蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動するため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検,検査の実施を規定している
			運転員の単一の誤操作による高放射性廃液供給用エアリフト(A206～A209)への圧空供給流量過剰	・FRC106のバイパス手動弁の開	○定期的な（2時間毎のログシート）E20缶内の液位記録調節計(LRC20.1)、密度記録計(DR20)の確認、及び供給槽の液位確認 ○E20缶内の液位下限警報(LA-20.2)	・E20缶内の確認後、15分で液処理を停止して全還流運転にすることができる 尚、評価において液位下限警報発報迄には事象発生後4時間を要す ・液位下限警報発報後、15分で工程を停止することができる 尚、この時点においても缶内には十分な液量が保有されている	液位変動確認時及び液位下限警報発報時の具体的な対応策を記載している	・計装用圧空の空気圧縮機は非常用発電機から給電される ・外部電源の喪失に伴い、蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動するため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検,検査の実施を規定している
			処理対象廃液供給系の単一の故障による高放射性廃液流入量減少	・高放射性廃液供給配管の閉塞	○定期的な（2時間毎のログシート）E20缶内の液位記録調節計(LRC20.1)、密度記録計(DR20)の確認、及び供給槽の液位確認 ○E20缶内の液位下限警報(LA-20.2)	・E20缶内の確認後、15分で液処理を停止して全還流運転にすることができる 尚、評価において液位下限警報発報迄には事象発生後4時間を要す ・液位下限警報発報後、15分で工程を停止することができる 尚、この時点においても缶内には十分な液量が保有されている	液位変動確認時及び液位下限警報発報時の具体的な対応策を記載している	・計装用圧空の空気圧縮機は非常用発電機から給電される ・外部電源の喪失に伴い、蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動するため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検,検査の実施を規定している

【凡例】　○：重要な検知、操作手段（レベルA）　　○：左記以外の検知、操作手段（レベルB）　　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（2/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内の急激な圧力上昇	蒸発缶内でのホルムアルデヒドの蓄積	運転員の単一の誤操作による亜硝酸ナトリウム溶液供給量不足	・亜硝酸ナトリウム溶液供給系手動弁閉	◎亜硝酸ナトリウム溶液供給時のポットの液位低下確認 ◎亜硝酸ナトリウム溶液供給時の電導度記録計(CR12)の指示値確認	亜硝酸ナトリウム溶液供給不足確認後、15分でホルマリンの供給を停止することができる	亜硝酸ナトリウム溶液供給時の具体的な対応策を記載する	・附装用電源は非常用発電機から給電される ・外部電源の喪失に伴い、蒸気供給系及びホルマリン供給系の圧空弁が安全側に作動する為、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検,検査の実施を規定している

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（3/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	建家及びセル換気工程への放射性物質の移行	蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作または機器の単一の故障による凝縮器(H21)への冷却水供給減少	・冷却水供給系手動弁閉 ・ストレーナの閉塞	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるオフガス廃気減少	・凝縮器(H21)出口側オフガス配管の手動弁閉	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるE20加熱蒸気流量の増加	・液位記録調節計(LRC20.1)の誤設定 ・LRCV20.1の開けすぎ ・LRCV20.1バイパス手動弁の開	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			計装系の単一の故障によるE20加熱蒸気流量の増加	・液位記録調節計(LRC20.1)計測用パージ管(高)の詰りによるLRCV20.1の開けすぎ	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	建家及びセル換気工程への放射性物質の移行	蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作によるE20缶内の亜硝酸ナトリウム過剰	・亜硝酸ナトリウム溶液の供給過剰	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作による短時間での亜硝酸ナトリウムの供給	・亜硝酸ナトリウム溶液供給系手動弁の開け過ぎ（供給流量増加）	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作による高濃度亜硝酸ナトリウムの流入	・亜硝酸ナトリウム溶液の調整失敗	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるE20運転時の亜硝酸ナトリウム溶液の供給	・亜硝酸ナトリウム溶液供給系の手動弁開	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるホルマリン溶液の供給量増加	・ホルマリン溶液供給系手動弁の開けすぎ ・ホルマリン溶液供給系バイパス手動弁開	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（5/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	建家及びセル換気工程への放射性物質の移行	蒸発缶内の圧力上昇	運転時の運転員の単一の誤操作によるE20缶内液の撹拌	・撹拌用スチームジェットU203)の蒸気供給系手動弁開	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転時の運転員の単一の誤操作によるE20缶内でのパフ゜リング発生	・J203への圧空供給系手動弁開	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			酸度が低下した酸回収蒸発缶濃縮液(273V50)の流入	・酸回収蒸発缶(273E30)の運転管理失敗による273E30缶内酸度低下	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			E20への溶媒劣化生成物の流入量増加	・高放射性廃液中間貯槽(252V13,V14)からのDBP,MBPが混入した高放射性廃液の流入	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（6/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	加熱蒸気凝縮液の放射性物質濃度上昇	加熱蒸気凝縮液への放射性物質の流入	E20加熱部の腐食		○E20蒸気凝縮系への放射性物質記録上限警報（γRA+）の追加設置 ○蒸気凝縮系の放射性物質検知装置(282γRP+60.2)による自動操作	放射性物質検知装置作動後、15分で工程を停止することができる	放射性物質記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	-	-
	冷却水の放射性物質濃度上昇	冷却水への放射性物質の流入	E20加熱部の腐食		○E20加熱部の冷却水系への放射性物質上限警報（γA+）の追加設置 ○冷却水系の放射性物質上限注意(283γW+12)	放射性物質上限警報発報後、又は放射性物質上限注意確認後、15分でE20加熱部への冷却水を停止することができる	放射性物質上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	-	-
	建家及びセル換気工程への放射性物質の移行	蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作による酸吸収塔(T30)への空気吹込量の増加	・空気吹込塔(273T15)への圧空供給系手動弁の開け過ぎ	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるオフガス系への空気流入量の増加	・圧力記録調節計（PRC20.1）の誤設定 ・PRC20.1の手動による開	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・排風機の単一の故障	○予備排風機の自動起動 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作	・予備排風機の自動起動による蒸発缶内の負圧維持 ・蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	排風機故障及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（7/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	建家及びセル換気工程への放射性物質の移行	蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作による排風機の負圧供給量減少	・排風機吸込配管の手動弁閉	○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.3)による自動操作 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+20.4)による自動操作	蒸発缶内の圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-400　高放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果（8/8）

機器名：高放射性廃液蒸発缶(E20)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	蒸発缶内泡鐘段の洗浄効率低下	全還流運転時に機器の単一の故障によりX121内の負圧が浅くなる	・電導度記録計(CR12)Oリング破損による電導度計ポット(X121)への空気流入	○全還流運転移行時の積算流量指示計(FIS12.1)の監視 ○溢流槽(V22)への放射性物質記録上限警報(γRA+)の追加設置	積算流量指示計の指示値低下確認後、又は放射性物質記録上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・全還流運転移行時に積算流量指示計を監視する旨を記載する ・放射性物質記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
			運転員の単一の誤操作による還流系の凝縮液流量なし（残存ホルマリン分解運転時）	・凝縮液還流系の圧空弁閉（手動閉） ・凝縮液還流系の手動弁閉	○全還流運転移行時の積算流量指示計(FIS12.1)の監視 ○溢流槽(V22)への放射性物質記録上限警報(γRA+)の追加設置	積算流量指示計の指示値低下確認後、又は放射性物質記録上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年	・全還流運転移行時に積算流量指示計を監視する旨を記載する ・放射性物質記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
			運転員の単一の誤操作によるE20塔頂部へのスクラブ水（純水）流入量減少	・流量記録調節計(FRC10.4)の誤設定 ・スクラブ水(純水)供給系手動弁の閉 ・FRC10.4の手動閉	○定期的な（2時間毎のログシート）スクラブ水(純水)の流量記録調節計(FRC10.4)の確認 ○溢流槽(V22)への放射性物質記録上限警報(γRA+)の追加設置	スクラブ水(純水）流量の減少確認後、又は放射性物質記録上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・スクラブ水(純水）流量のログシートへの記入欄を2時間毎に変更する ・放射性物質記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
		凝縮液の放射性物質濃度上昇	処理対象廃液供給系の単一の故障によるベント配管への処理対象廃液(252V13,V14,273V50,272V20)の流入	・E20缶内での処理対象廃液(252V13,V14,273V50)供給配管液浸部の閉塞 ・E20缶内での処理対象廃液(272V20)供給配管液浸部の閉塞	○定期的な（2時間毎のログシート）E20缶内の液位記録調節計(LRC20.1)、密度記録計(DR20)等の確認 ○溢流槽(V22)への放射性物質記録上限警報(γRA+)の追加設置	E20缶内の確認後、又は放射性物質記録上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・蒸発缶内の変動検知後の具体的な対応策を記載している ・放射性物質記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
		蒸発缶内放射性物質濃度上昇	運転員の単一の誤操作による放射性物質濃度が上昇した処理対象廃液(252V13)の流入	・高放射性廃液貯槽(272V12)から高放射性廃液中間貯槽(252V13)への高放射性未濃縮廃液の誤移送	○スチームジェットの蒸気供給手動元弁への施錠（追加設置） ○溢流槽(V22)への放射性物質記録上限警報(γRA+)の追加設置	放射性物質記録上限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・施錠管理について具体的に記載する ・放射性物質記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－

資料5.2-401　高放射性廃液貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/4）

機器名：高放射性廃液貯槽(V12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	貯槽内の温度上昇	機器の単一の故障による液移送量減少	・スチームジェット(J122，J123，J124，J125)内の不溶解残渣流入による閉塞	○運転要領書(OSCL)に基づく送液側，受入側の各運転員による液位変動の検知 ○貯槽内の温度記録上限警報(TRA+12.1)	液位変動確認後，又は温度記録上限警報発報後，1時間で複数の運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・送液操作における具体的な対応策を記載している ・温度記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による冷却水の流量減少	・冷却水供給系手動弁閉 ・流量計の破損 ・ストレーナの閉塞 ・オリフィスの閉塞	○定期的な(2時間毎のログシート)貯槽内の温度記録上限警報(TRA+12.1)，温度記録計(TR12.2)等の確認 ○貯槽内の温度記録上限警報(TRA+12.1)	貯槽内の確認後，又は温度記録上限警報発報後，1時間で複数の運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	温度変動確認時及び温度記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
		貯槽内のバブリング	運転員の単一の誤操作による攪拌空気貯槽(V127)への圧空流入量増加	・圧力指示上限下限操作(PIO±127.1)及び圧力上限緊急操作(PP+127.2)の誤設定	○攪拌空気貯槽内の圧力指示上限下限操作(PIO±127.1)の設定値が液量に応じて自動演算出来るようにする ○運転員はPIO±の設定値が液量に対して適正であるか確認し変換する	試運転にて誤設定確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力指示上限下限操作設定変更時の具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作によるバルセータ圧力と液量とのバランスの崩れ	・送液に伴うバルセータ設定圧の変更忘れ	○攪拌空気貯槽内の圧力指示上限下限操作(PIO±127.1)の設定値が液量に応じて自動演算出来るようにする ○運転員は送液側，受入側のPIO±の設定値が液量に対し適正であるか確認し変換する	バルセータ設定圧の変更忘れ確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力指示上限下限操作設定変更時の具体的な対応策を記載する	-	-
			機器の単一の故障による攪拌空気貯槽(V127)への圧空流入量増加	・圧力指示上限操作(PIO+127.1)の故障	○攪拌空気貯槽内の圧力上限緊急操作(PP+127.2)による自動操作 ○他の高放射性廃液貯槽の流量下限警報(FA-147,167,204)	・圧力上限緊急操作により攪拌空気を自動停止する ・流量下限警報発報後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力上限緊急操作作動時及び流量下限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-

【凡例】　◎：重要な検知，操作手段（レベルA）　○：左記以外の検知，操作手段（レベルB）　下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-400　高放射性廃液貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果（2/4）

機器名：高放射性廃液貯槽(V12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	建家及びセル換気工程への放射性物質の移行	貯槽内の圧力上昇	機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・排風機の故障	○予備排風機の自動起動 ○貯槽内の圧力上限警報(PA+12.2)	・予備排風機の自動起動による貯槽内の負圧維持 ・圧力上限警報発報後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	排風機故障及び圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるオフガス流量減少	・排風機の吸込側配管の手動弁閉 ・フィルタ(F261/F262)前後手動弁閉	○貯槽内の圧力上限警報(PA+12.2) ○他の高放射性廃液貯槽内の圧力上限警報(PA+14.2,16.2,18.2)	圧力上限警報発報後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるオフガス流量減少	・脱湿器(H22)入口側のオフガス系手動弁閉	○貯槽内の圧力上限警報(PA+12.2) ○他の高放射性廃液貯槽内の圧力上限警報(PA+14.2,16.2,18.2)	圧力上限警報発報後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力上限警報発報時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・圧力指示調節計(PIC24.2)の開けすぎ ・PIC24.2の故障	○貯槽内の圧力上限警報(PA+12.2) ○他の高放射性廃液貯槽内の圧力上限警報(PA+14.2,16.2,18.2)	圧力上限警報発報後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるスイーピングエア供給過剰	・流量調節失敗	○オフガス系の圧力指示調節計(PIC24.2)による自動制御 ○貯槽内の圧力上限警報(PA+12.2)	・圧力指示調節計による系内圧力の自動制御 ・圧力上限警報発報後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-

分離精製工場内の当該工程においては，高放射性廃液貯槽が４基(V12,V14,V16,V18(予備))設置されている。
これらは設備・構造共に同一である事から，代表機器としてV12を選定し事故発生防止策の評価を実施した。

資料5.2-400　高放射性廃液貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果（3/4）

機器名：高放射性廃液貯槽(V31)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	貯槽内の温度上昇	機器の単一の故障による液移送量減少	・スチームジェット(J312,J313)内の不溶解残渣流入による閉塞	○OSCLに基づく送液側，受入側の各運転員による液位変動の検知 ○貯槽内の温度記録上限警報(TRA'31.1,TRA'31.2,TRA'31.3)	液位変動確認後，又は温度記録上限警報発報後，1時間で複数の運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・送液操作において具体的な対応策を記載している ・温度記録上限警報発報時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する	-	-
		貯槽内の圧力上昇	機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・排風機の故障	○予備排風機の自動起動 ○貯槽内の圧力上限警報(PA'31.2)	・予備排風機の自動起動による貯槽内の負圧維持 ・圧力上限警報発報後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	排風機故障及び圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるオフガス流量減少	・排風機の吸込側配管の手動弁閉 ・オフガス系フィルタ前後手動弁閉	○貯槽内の圧力上限警報(PA'31.2) ○他の高放射性廃液貯槽内の圧力上限警報(PA'32.2,PA'33.2,PA'34.2,PA'35.2,PA'36.2)	圧力上限警報発報後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作または機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・圧力記録調節計(PRC44.1)の開けすぎ ・PRC44.1の故障	○貯槽内の圧力上限警報(PA'31.2) ○他の高放射性廃液貯槽内の圧力上限警報(PA'32.2,PA'33.2,PA'34.2,PA'35.2,PA'36.2)	圧力上限警報発報後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	圧力上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-

高放射性廃液貯蔵場内には高放射性廃液貯槽が6基(V31,V32,V33,V34,V35,V36(予備))設置されている。
これらは設備・構造共に同一である事から代表機器として高放射性廃液貯槽(V31)を選定した。

資料5.2-40(4) 高放射性廃液貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果 (4/4)

機器名：高放射性廃液貯槽(V31)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	貯槽内の温度上昇	運転員の単一の誤操作または機器の単一の故障による冷却水の流量減少	・冷却水供給系手動弁閉 ・オリフィスの閉塞 ・ドレン抜き手動弁閉	○冷却水供給系の流量記録下限警報(FRA 3161) ○定期的な(2時間毎のログシート)貯槽内の温度記録上限警報(TRA 31.1,TRA 31.2)等の確認	流量記録下限警報後，又は貯槽内の温度等の確認後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	流量記録下限警報時の具体的な対応策を記載している	-	-
		貯槽内のバブリング	機器の単一の故障による攪拌空気貯槽(V317)への圧空流入量増加	・圧力指示上限操作(PIO+317.1)故障	○攪拌空気貯槽内の圧力上限操作上限警報(PO+A+317.2)による自動操作 ○洗浄塔(T44)循環液の放射性物質記録上限警報(γRA+45)	・圧力上限操作上限警報により攪拌空気を自動停止する ・放射性物質記録上限警報発報後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	・圧力上限操作上限警報発報時の具体的な対応策を記載している ・放射性物質記録上限警報発報時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する	-	-
				・液位記録計(LR31.1.1)及び密度記録計(DR31)共用の計測用パージ管(高)の詰まりによる圧力指示上限下限操作(PIO±317.1)及び圧力上限操作上限警報(PO+A+317.2)の自動変換の誤設定	○貯槽内の圧力指示上限下限操作(PIO±317.1)の偏差異常警報 ○定期的な(2時間毎のログシート)貯槽内の液位記録計(LR31.1.1)，密度記録計(DR31)等の確認	偏差異常警報発報後，又は貯槽内の温度等の確認後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	偏差異常警報発報時の具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-402　酸回収工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/2）

機器名：酸回収蒸発缶（E30）

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	放射性物質の移行量増加	蓄積したヒドラジンの急激な分解反応に伴う蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作による蒸発缶停止時のヒドラジン供給継続	・ヒドラジン供給停止忘れ	○ヒドラジン供給停止の確認及び班長への報告 ○定期的な（2時間毎のログシート）ヒドラジン供給ポットの液位確認	ヒドラジン供給停止忘れ確認後、又はヒドラジン供給ポットの液位低下確認(2時間)後、15分で運転員により対応することができる 尚、この間の最大供給量は30程度であり急激な反応に至ることはない	ヒドラジンの供給停止時及び定期的な液位確認に関する具体的な対応策を記載する	-	-
		蒸発缶内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による凝縮器(H42)への冷却水供給量減少	・冷却水供給系手動弁の閉 ・ストレーナの閉塞	○冷却水供給系の流量指示計(FI42)への下限警報(A-)の追加設置 ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+30.1)による自動操作	・流量指示下限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る ・圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	流量指示下限警報発報時の具体的な対応策を記載する	-	-
		蒸発缶内の放射性物質濃度上昇	運転員の単一の誤操作による蒸発缶内濃縮液の抜き出し量減少	・温度指示調節計(TIC30.1)の誤設定 ・エアリフト(A34/A35)圧空供給系手動弁の閉	○蒸発缶内の液位記録調節計(LRC30.1)によるダネード(Z294)の自動制御 ○蒸発缶内の液位上限警報(LA+30.2)	・液位記録調節計及びダネードによる給液量の自動調節 ・液位上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-
			機器の単一の故障による蒸発缶内濃縮液の抜き出し量減少	・温度指示調節計(TIC30.1)の故障 ・圧空供給系ストレーナの閉塞 ・圧空供給系流量計の破損 ・腐食生成物による蒸発缶抜出し配管の閉塞	○蒸発缶内の液位記録調節計(LRC30.1)によるダネード(Z294)の自動制御 ○蒸発缶内の液位上限警報(LA+30.2)	・液位記録調節計及びダネードによる給液量の自動調節 ・液位上限警報発報後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る	液位上限警報発報時の具体的な対応策を記載している	-	-

【凡例】　◎：重要な検知、操作手段（レベルA）　○：左記以外の検知、操作手段（レベルB）　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　-：レベルBのため評価対象外

資料5.2-402　酸回収工程に関する事故発生防止策の評価結果（2/2）

機器名：酸回収蒸発缶（E30）

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知,操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知,操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	蒸発缶ベント系への濃度が低下した硝酸流入	蒸発缶内液位上昇	運転員の単一の誤操作による蒸発缶メッシュデミスタへのスクラブ水(純水)供給量増加	・スクラブ水(純水)の調整失敗 ・バイパス手動弁開	○蒸発缶内の液位上限警報(LA+30.2) ○蒸発缶内の圧力上限緊急操作(PP+30.1)による自動操作	・液位上限警報発報後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間の放出量を十分に下回る ・圧力上限緊急操作により工程を自動停止する	液位上限警報発報時及び圧力上限緊急操作作動時の対応策を記載しているが，更に具体的に記載する	－	－
	加熱蒸気凝縮液の放射性物質濃度上昇	加熱蒸気凝縮液への放射性物質の流入	蒸発缶加熱部の腐食		○蒸発缶蒸気凝縮系の放射性物質記録上限警報(γRA+30) ○蒸気凝縮系の放射性物質検知装置(282 γRP+60.2)による自動操作	放射性物質記録上限警報発報後，又は放射性物質検知装置作動後15分で工程を停止することができる	放射性物質記録上限警報発報後，又は放射性物質検知装置作動時の具体的な対応策を記載している	－	－

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(1／10)

機器名：低放射性廃液第1蒸発缶(V11-E12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	機器の単一の故障による蒸発缶内への処理対象液流入なし	・廃液供給ポンプの故障	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作による蒸発缶内への処理対象液流入なし	・廃液供給系の手動弁閉 ・廃液供給系の他貯槽(枯渇状態)の手動弁開等による供給ポンプの揚水停止(空気吸い込みによるポンプ無負荷運転)	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を手動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
				・廃液供給槽の枯渇	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作による蒸発缶内への処理対象液流入量減少	・廃液供給系LRC11の閉操作(LRC11 MANUAL時) ・廃液供給系LRC11誤設定による閉(LRC11 AUTO時) ・廃液供給系LRC11故障による閉(LRC11 MANUAL時及びAUTO時共通)	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

【凡例】　◎：重要な検知，操作手段（レベルA）　○：左記以外の検知，操作手段（レベルB）　下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-1(3)　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(2／10)

機器名：低放射性廃液第1蒸発缶(V11-E12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	機器の単一の故障による蒸発缶への処理対象液流入量減少	・LRC11とDR11が共有する計測用パージ管（高）の詰まりによる閉(LRC11 AUTO時)	◎加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			機器の単一の故障による蒸発缶内液位及び密度の計測不能	・LRC11とDR11が共有する計測用パージ管（高）の詰まり(LRC11 MANUAL時)	◎加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作によるエゼクタ(J13)の蒸発蒸気吸引量増加	・ダンパ(X7)の開け過ぎ	◎加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			機器の単一の故障による加熱用蒸気供給量増加	・加熱用蒸気系FH13.1の故障による開	◎加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)への作動機器追加(既設圧空弁)による自動操作 ◎加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(3／10)

機器名：低放射性廃液第1蒸発缶(V11-E12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱用蒸気供給量増加	・加熱用蒸気系PIC13.1の故障による開 ・加熱用蒸気系FIC13.1の誤設定による開 ・加熱蒸気系のPIC13.1圧力検知用計装配管の手動弁閉によるPIC13.1の自動開 ・加熱用蒸気系PIC13.1のバイパス手動弁開 ・加熱用蒸気系FIC13.1の誤設定による開	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作による加熱部(E12)から凝縮器(E130)への蒸気流入なし	・加熱用蒸気出口系の手動弁閉	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系への圧力上限緊急操作(PP+)の追加設置による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(4／10)

機器名：低放射性廃液第1蒸発缶(V11-E12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	ベント系への放射性ヨウ素の移行量増加	蒸発缶内液から気相への放射性ヨウ素の移行	運転員の単一の誤操作による蒸発缶への液性の異なる廃液供給	・廃液供給系に接続する他貯槽（異なる液性）の手動弁開 ・供給槽の切り替え時に液性の異なる供給槽への切り換え	○廃液供給系に接続する他貯槽の手動弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	手動弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-
	ベント系への放射性物質移行量増加	ベント系への蒸発蒸気の移行	運転員の単一の誤操作による凝縮器(H30)への冷却水流入なし	・冷却水供給系の手動弁閉	○蒸発缶の圧力指示上限緊急操作(PIP+11)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作	圧力指示上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作による凝縮器(H30)への蒸発蒸気流入なし	・加熱部(E12)蒸気出口系三方弁のベント系への切り換え	○加熱用蒸気出口系三方弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	三方弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(5／10)

機器名：低放射性廃液第2蒸発缶(V11-E12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	機器の単一の故障による蒸発缶内への処理対象液流入なし	・廃液供給ポンプ(P101)の故障 ・廃液供給ポンプ(P101)の停止(濃縮液抜き出し系圧空弁開によるインターロック作動)	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作による蒸発缶内への処理対象液流入なし	・廃液供給系の手動弁閉 ・廃液供給系の他貯槽(枯渇状態)の手動弁開等による供給ポンプの揚水停止(空気吸い込みによるポンプ無負荷運転)	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
				・廃液供給系LRC11誤設定による閉 ・廃液供給系LRC11故障による閉	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による蒸発缶内への処理対象液流入量減少	・廃液供給系LRC11誤設定による閉 ・廃液供給系LRC11故障による閉	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果 (6／10)

機器名：低放射性廃液第2蒸発缶(V11-E12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	機器の単一の故障による蒸発缶への処理対象液流入量減少	・LRC11とDR11が共有する計測用パージ管（高）の詰まりによる閉	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			機器の単一の故障による加熱用蒸気供給量増加	・加熱用蒸気系FH13.1故障による開	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)への作動機器追加(既設圧空弁)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一のによる加熱用蒸気供給量増加	・加熱用蒸気系PIC13.1故障による開	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)への作動機器追加(既設圧空弁)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	・圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している ・圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載する	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一のによる加熱用蒸気供給量増加	・加熱用蒸気系PIC13.1の誤設定による開 ・加熱蒸気系のPIC13.1圧力検知用計装配管の手動弁閉によるPIC13.1の自動開 ・加熱用蒸気系FH13.1誤設定による開	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(7／10)

機器名：低放射性廃液第2蒸発缶(V11-E12)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故による加熱用蒸気供給量増加	・加熱用蒸気系PIC13.1,FIII3.1共有のバイパス手動弁開	○バイパス弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	バイパス弁の施錠管理について具体的に記載する	施錠管理する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作による加熱部(E12)から凝縮器(H30)への蒸気流入なし	・加熱用蒸気出口系の手動弁閉	○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+12.1)による自動操作	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作及び圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
過度の放射性物質の放出	ベント系への放射性ヨウ素の移行量増加	蒸発缶内液から気相への放射性ヨウ素の移行	運転員の単一の誤操作による蒸発缶への液性の異なる廃液供給	・廃液供給系に接続する他貯槽(異なる液性)の手動弁開 ・供給槽の切り替え時に液性の異なる供給槽への切り換え	○廃液供給系に接続する他貯槽の手動弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	手動弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-
	ベント系への放射性物質移行量増加	ベント系への蒸発蒸気の移行	運転員の単一の誤操作による凝縮器(H30)への冷却水流入なし	・冷却水供給配管の手動弁閉	○蒸発缶の圧力指示上限緊急操作(PIP+11)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力指示上限緊急操作(PIP+12)による自動操作	圧力指示上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力指示上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作による凝縮器(H30)への蒸気流入なし	・加熱部(E12)蒸気出口系三方弁のベント系への切り換え	○加熱用蒸気出口系三方弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	三方弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(8／10)

機器名：低放射性廃液第3蒸発缶(V11-E10)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	機器の単一の故障による蒸発缶への処理対象液流入なし	・廃液供給ポンプの故障	◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作による蒸発缶への処理対象液流入なし	・廃液供給系の手動弁閉 ・廃液供給系の他貯槽(枯渇状態)の手動弁開等による供給ポンプの揚水停止(空気吸い込みによるポンプ無負荷運転)	◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
				・廃液供給槽の枯渇	◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による蒸発缶への処理対象液流入量減少	・廃液供給系のLRC11誤設定による閉 ・廃液供給系のLRC11故障による閉	◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(9／10)

機器名：低放射性廃液第3蒸発缶(V11-E10)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	機器の単一の故障による処理対象液流入量減少	・LRC11とDR11が共有する計測用パージ管（高）の詰まりによる閉	○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作によるエゼクタ(U10)の蒸発蒸気吸引量増加	・ダンパ(PH10.1)の開け過ぎ	○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱用蒸気供給量増加	・加熱用蒸気系PIC12の故障による開 ・加熱用蒸気系PIC12の誤設定による開 ・加熱蒸気系のPIC12圧力検知用計装配管の手動弁閉によるPIC12の自動開 ・加熱用蒸気系PIC12のバイパス手動弁開	○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

資料5.2-403　低放射性廃液濃縮工程に関する事故発生防止策の評価結果(10／10)

機器名：低放射性廃液第3蒸発缶(V11-E10)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	蒸発缶内液の温度上昇	蒸発缶内の液位低下による過濃縮および加熱用蒸気の温度上昇	運転員の単一の誤操作による加熱部(E10)から凝縮器(H13)への蒸気流入なし	・加熱用蒸気出口系の手動弁閉	◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作 ◎加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.4)による自動操作	・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする ・圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の三方弁を大気側に切り替える	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い，蒸気供給系の圧空弁が安全側に作動する為，非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
過度の放射性物質の放出	ベント系への放射性物質移行量増加	ベント系への蒸発蒸気の移行	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による凝縮器(H13)への冷却水流入なし	・冷却水供給系の手動弁閉 ・冷却水系PC60故障による開 ・冷却水系PC60誤設定による開 ・冷却水系PC60のバイパス弁開	○蒸発缶の圧力上限緊急操作(PP+11.1)による自動操作 ○加熱用蒸気系の圧力上限緊急操作(PP+10.3)による自動操作	圧力上限緊急操作により加熱用蒸気系の圧空弁を自動閉とする	圧力上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作による凝縮器(H13)への蒸気流入なし	・加熱部(E10)蒸気出口系三方弁のベント系への切り換え	○加熱用蒸気出口系三方弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	三方弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-

資料5.2-4(4)　クリプトン回収工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/1）

機器名：反応器(R15)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
爆発の可能性	反応器における水素爆発	反応器入口の酸素濃度増大	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による反応器(R15)入口のオフガス流量増大	・反応器入口オフガス流量記録調節弁(FRCV15.3)の誤操作 ・反応器入口オフガス流量記録調節弁の故障	◎反応器入口の酸素濃度上限緊急操作(AP+15.7)による自動操作 ◎反応器入口の酸素濃度上限緊急操作(AP+15.10)による自動操作	反応器入口の酸素濃度上限緊急操作により工程を自動停止する	反応器入口の酸素濃度上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い圧縮機が停止し、オフガスの流れが止まるため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定している
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による反応器(R15)入口のリサイクルガス流量減少	・リサイクルガス流量指示調節弁(FICV15.2)の誤操作 ・リサイクルガス流量指示調節弁の故障 ・リサイクルガス圧力指示調節弁(PICV17.3)の誤操作 ・リサイクルガス圧力指示調節弁の故障	◎反応器入口の酸素濃度上限緊急操作(AP+15.7)による自動操作 ◎反応器入口の酸素濃度上限緊急操作(AP+15.10)による自動操作	反応器入口の酸素濃度上限緊急操作により工程を自動停止する	反応器入口の酸素濃度上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い圧縮機が停止し、オフガスの流れが止まるため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定している
	クリプトン精留系におけるオゾン爆発	クリプトン精留系における酸素濃度増大	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による反応器(R15)入口のガス温度低下	・予熱器(H14)加熱用蒸気系スチームトラップの故障 ・予熱器加熱用蒸気系逆止弁の故障 ・予熱器加熱用蒸気系温度記録調節弁(TRCV14.1)の閉	◎反応器の温度記録調節上限下限警報(TRCA±15.1) ◎反応器出口の酸素濃度記録上限警報(ARA+15.3)	温度記録調節上限下限警報又は酸素濃度記録上限警報の確認後、15分で反応器系の運転を停止することができる尚、評価においてクリプトン精留系に酸素が移行するには約3時間を要する	反応器出口の温度記録上限下限警報又は酸素濃度記録上限警報発報時の対応策を記載しているが、<u>更に具体的な対応策を記載する</u>	外部電源の喪失に伴い圧縮機が停止し、オフガスの流れが止まるため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
			反応器(R15)の単一の故障による反応器出口のガス中酸素濃度増大	・反応器内の触媒の劣化	◎反応器出口の酸素濃度記録上限警報(ARA+15.3) ◎循環槽(V47)のサンプリング(A147.1)の確認	酸素濃度記録上限警報又は循環槽のサンプリング結果の確認後、15分で反応器系の運転を停止することができる尚、評価においてクリプトン精留系に酸素が移行するには約3時間を要する	反応器出口の酸素濃度記録上限警報発報又は循環槽の酸素濃度上昇時の対応策を記載しているが、<u>更に具体的な対応策を記載する</u>	外部電源の喪失に伴い圧縮機が停止し、オフガスの流れが止まるため、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する

【凡例】　◎：重要な検知、操作手段（レベルA）　○：左記以外の検知、操作手段（レベルB）　<u>下線</u>：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-405　廃溶媒固化処理工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/3）

機器名：100ℓドラム缶

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
火災の可能性	ドラム缶内の温度上昇	加熱器による異常な加熱	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による加熱温度の上昇	・加熱温度の誤設定 ・加熱モードの切替失敗（手動⇒自動） ・TRCの故障 ・サイリスタの故障	○加熱器の温度上限緊急操作(TP+552.3)による自動操作 ○加熱器の温度上限緊急操作(TP+552.4)による自動操作	加熱器の温度上限緊急操作により工程を自動停止する	加熱器の温度上限緊急操作作動時の具体的な対応策を記載している	計装用電源は非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定している
			機器の単一の故障による加熱温度の上昇	・温度センサーの接触不良	○加熱器(M552)の温度記録調節計(TRC552.1)の確認 ○加熱器(M552)の電流計及び電圧計の確認	温度記録調節計による温度指示値の確認後，及び電流計・電圧計の確認後，15分で運転員により加熱器を停止することができる	定期的な加熱温度指示値の確認及び指示値異常時の具体的な対応策を記載する	計装用電源は非常用電源から給電される	定期的な点検，検査の実施を規定する

【凡例】　○：重要な検知，操作手段（レベルA）　　○：左記以外の検知，操作手段（レベルB）　　下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段　　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4(5) 廃溶媒固化処理工程に関する事故発生防止策の評価結果 (2/3)

機器名：100ℓドラム缶

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	TBPのセル内漏洩	TBPをドラム缶へ供給時に漏洩	機器の単一の故障による設備の位置不良	・ドラム缶設置位置のずれ ・スプラッシュガードの降下不足	○インターロック(ドラム缶位置ずれ,スプラッシュガード降下不足,クランプ閉)による自動操作 ○ドラム缶及びスプラッシュガードの位置等の確認	・インターロックによりTBPの供給操作はできない ・ドラム缶及びスプラッシュガードの位置等の確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分下回る	TBP供給前にドラム缶及びスプラッシュガードの位置等を確認する旨を記載する	-	-
		ドラム缶からTBPが溢流	運転員の単一の誤操作によるTBPの二重装荷	・TBP供給操作の繰返し	○運転再開時のシーケンスの確認 ○ドラム缶へのTBP供給時のTBP投入完了表示(ランプ)の確認	シーケンス及びTBP投入完了表示確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分下回る	運転再開時及びドラム缶へのTBP供給開始時の具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-405　廃溶媒固化処理工程に関する事故発生防止策の評価結果（3/3）

機器名：1000ドラム缶

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	TBPのセル内漏洩	ドラム缶からTBPが溢流	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるエポキシ樹脂の供給量増大	・積算流量指示上限操作の誤設定(FISO'68.1) ・積算流量指示上限操作の故障	○積算流量指示上限操作の指示値確認 ○エポキシ樹脂供給時のセル内監視	流量積算指示上限操作の指示値確認及びセル内監視後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分下回る	ドラム缶へのエポキシ樹脂供給時における具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による硬化剤の供給量増大	・積算流量指示上限操作の誤設定(FISO'69) ・積算流量指示上限操作の故障	○積算流量指示上限操作の指示値確認 ○硬化剤供給時のセル内監視	流量積算指示上限操作の指示値確認及びセル内監視後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分下回る	ドラム缶への硬化剤供給時における具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による添加剤の供給量増大	・重量指示上限下限操作(WIO±67)の誤設定 ・重量指示上限下限操作の故障	○重量指示上限下限操作の指示値確認 ○添加剤供給時のセル内監視	重量指示上限下限操作の指示値確認及びセル内監視後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分下回る	ドラム缶への添加剤供給時における具体的な対応策を記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるPVCの供給量増大	・重量指示上限下限操作(WIO±67)の誤設定 ・重量指示上限下限操作の故障	○重量指示上限下限操作の指示値確認 ○PVC供給時のセル内監視	重量指示上限下限操作の指示値確認及びセル内監視後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分下回る	ドラム缶へのPVC供給時における具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-4(6)　焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(1／8)

機器名：焼却炉(In31)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
火災の可能性	高温の焼却灰によるビニールバッグの燃焼	高温焼却灰のビニールバッグへの抜き出し	運転員の単一の誤操作による高温の焼却灰抜き出し作業	・焼却灰の冷却不足状態での抜き出し操作(ダンパ開)	○焼却灰受槽(V33)の温度指示上限操作(TIO+33.1)による自動操作 ○焼却灰貯槽(V34)の温度計(TX)による確認	・温度上限操作により抜き出し用のダンパは作動しない ・焼却灰抜き出し前の対応策のため該当せず	・温度上限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・温度計指示値が高いときの具体的な対応策を記載している	外部電源の喪失に伴い、抜き出し用ダンパ等は開操作不可となる為、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
	高温SiCによる専用容器の燃焼	高温SiCの専用容器への抜き出し	運転員の単一の誤操作による高温のSiC抜き出し作業	・SiCの冷却不足状態での抜き出し作業開始	○焼却炉内の温度記録調節計(TRC31.3)による確認 ○オンガス処理系内の温度記録調節上限注意(TRCW+32.1)による確認	SiC抜き出し前の対応策のため該当せず	・温度記録計指示値が高いときの具体的な対応策を記載している ・温度記録計での温度確認要領を具体的に記載する	外部電源の喪失に伴い、抜き出し用ダンパ等は開操作不可となる為、非常用電源からの給電は必要ない	定期的な点検，検査の実施を規定する
放射性物質の計画外経路への移行	焼却炉内ガスの炉外への漏洩	焼却炉内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による高温フィルタ入口部のオフガス流量増加	・オフガス処理系入気用のTRCW+32.1故障による開 ・オフガス処理系入気用のTRCW+32.1誤設定による開	○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±31.1) ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+31.2)による自動操作	・圧力上限注意の確認後、15分で運転員により対応することができる 尚、評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る ・圧力上限操作により送風機(K271, K272, K281, K282)及びバーナを自動停止する	・圧力上限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・オフガス処理系排風機(K591, K592またはK593)の故障(通常2基運転,1基予備)	○オフガス処理系排風機のインターロックによる自動操作 ○オフガス処理系排風機の差圧下限操作(dPO-591.2, dPO-592.2またはdPO-593.2)による自動操作	・インターロック作動により予備機を自動起動し、送風機(K271, K272, K281, K282)及びバーナを自動停止する ・差圧下限操作により予備機を自動起動する	インターロック及び差圧下限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

【凡例】　●：重要な検知、操作手段（レベルA）　○：左記以外の検知、操作手段（レベルB）　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　-：レベル3のため評価対象外

資料5.2-406　焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(2／8)

機器名：焼却炉(In31)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	焼却炉内ガスの炉外への漏洩	焼却炉内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による焼却炉出口部のオフガス流量減少	・オフガス処理系の手動弁閉 ・排風機(K591，K592，K593)戻りラインのバイパス手動弁開 ・オフガス処理系のPICW±31.1故障による閉 ・排風機(K591，K592，K593)戻りラインのPICW+51.1故障による開 ・オフガス処理系入気用のPICW±58故障による開 ・オフガス処理系入気用のPICW±58誤設定による開 ・オフガス処理系入気用のTRO±43.1故障による開 ・オフガス処理系入気用のTRO±43.1誤設定による開	○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±31.1) ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+31.2)による自動操作	・圧力上限注意の確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る ・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する	・圧力上限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による凝縮器(H55)への冷却水流入なし	・凝縮器の冷却水系の手動弁閉 ・凝縮器の冷却水系のTRC55.1の故障による閉 ・凝縮器の冷却水系のTRC55.1の誤設定による閉	○オフガス処理系の圧力指示調節上限注意(PICW＋51.1)による自動制御 ○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±31.1)による自動制御	各圧力調節計によりオフガス処理系の圧空弁を自動調節する	各圧力調節計作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-406　焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(3／8)

機器名：焼却炉(In31)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	焼却炉内ガスの炉外への漏洩	焼却炉内の圧力上昇	機器の単一の故障による熱交換器への冷却用空気流量減少	・熱交換器用送風機(K981，K982またはK983)の故障（通常2基運転，1基予備）	○熱交換器用送風機のインターロックによる自動操作 ○熱交換器用送風機系の差圧下限操作(dPO-981.2，dPO-982.2またはdPO-983.2)による自動操作	・インターロック作動によりバーナを自動停止する ・差圧下限操作により予備機を自動起動する	インターロック及び差圧下限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による熱交換器(H51)への冷却用空気流量減少	・熱交換器用送風系(K981，K982またはK983系)の手動弁閉 ・PICW-981の誤設定による閉 ・PICW-981故障による閉 ・PICW-981バイパス弁開	○オフガス処理系の温度上限操作上限警報(TO+A+51.3)による自動操作 ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+31.2)による自動操作	・温度上限操作によりバーナを自動停止する ・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する	温度上限操作及び圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作によるフィルタ(F58)への高温のオフガス流入	・オフガス処理系の熱交換器(H51)手前のバイパス弁開	○バイパス弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	バイパス弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による熱交換器(H51)への冷却用空気流入なし	・TRCW+51.2故障による閉 ・TRCW+51.2の誤設定による閉 ・冷却用空気系の熱交換器入口側手動弁閉 ・フィルタ(F971，F972)の手動弁閉	○オフガス処理系の温度上限操作上限警報(TO+A+51.3)による自動操作 ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+31.2)による自動操作	・温度上限操作によりバーナを自動停止する ・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する	温度上限操作及び圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-4(6)　焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(4／8)

機器名：焼却炉(In31)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	焼却炉内ガスの炉外への漏洩	焼却炉内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による焼却炉への空気流量増加	・焼却炉用空気送風系FIC31.1の故障による開 ・焼却炉用空気送風系FIC31.1の誤設定による開	○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±31.1) ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+31.2)による自動操作	・圧力上限注意の確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る ・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する	・圧力上限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による焼却炉への空気流量増加	・焼却炉空気送風系FIC41の故障による閉 ・焼却炉用空気送風系FIC41の誤設定による閉	○送風系の流量指示調節計(FIC31.1)による自動制御 ○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±31.1)による自動制御	・流量調節計により送風系の圧空弁を自動調節する ・圧力調節計によりオフガス処理系の圧空弁を自動調節する	流量調節計及び圧力調節計作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
	焼却炉内ガスの炉外への漏洩	可燃性の高圧ガスの放出および急激な燃焼	運転員の単一の誤操作によるスプレー缶等が混入した低放射性可燃性固体廃棄物発生	・再処理施設での低放射性可燃性固体廃棄物へのスプレー缶等の混入	○「低放射性廃棄物取扱い手順書」による廃棄物処分要領の規定 ○金属探知器の警報(廃棄物受入時)	廃棄物投入前の対応策のため該当せず	・「低放射性廃棄物取扱い手順書」にスプレー缶等の廃棄に関する具体的な要領を記載する ・低放射性可燃性固体廃棄物受入時の具体的な対応策を記載している	-	-
過度の放射性物質の放出	第一付属排気筒からのルテニウム放出量増加	洗浄塔(T52)のルテニウム洗浄機能喪失	機器の単一の故障による洗浄塔試薬循環系の試薬循環流量減少	・洗浄塔試薬循環ポンプ(P521またはP522)の故障	○試薬循環ポンプのインターロックによる自動操作 ○洗浄塔試薬循環系の流量指示下限注意(FIW-52)	・インターロック作動によりバーナを自動停止する ・流量下限注意の確認後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	・インターロック作動時の具体的な対応策が記載されている ・流量下限注意の具体的な対応策を記載している	-	-
		洗浄塔(T52)のルテニウム洗浄機能低下	運転員の単一の誤操作による洗浄塔試薬循環系の試薬循環流量減少	・洗浄塔循環系手動弁閉	○洗浄塔循環系手動弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	手動弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-

資料5.2-406　焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(5／8)

機器名：焼却炉(In31)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	第一付属排気筒からのルテニウム放出量増加	洗浄塔(T52)のルテニウム洗浄機能低下	運転員の単一の誤操作による洗浄塔試薬循環系の試薬循環流量減少	・洗浄塔の上段または中段の洗浄塔試薬循環系手動弁の閉	○洗浄塔の上段または中段の洗浄塔循環系手動弁を施錠管理する	施錠管理となるため該当せず	手動弁の施錠管理について具体的に記載する	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による洗浄塔試薬循環系への苛性ソーダ供給なし	・pHIO±W-52のO-の誤設定 ・pHIO±W-52のO-不作動	○洗浄塔試薬循環系のpH値指示上限下限操作下限注意(pHIO±W-52) ○定期的な(4時間毎のログシート)洗浄塔試薬循環系のpH値指示上限下限操作下限注意(pHIO±W-52)の確認	pH値下限注意またはpH値指示計の確認後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	・pH値下限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・pH値指示計指示値低下時の具体的な対応策を記載する	-	-
		湿分によるルテニウム吸着塔(F57)の吸着効率低下	機器の単一の故障によるオフガスの温度低下	・加熱器(H56)の故障	○加熱器の運転異常表示 ○オフガス処理系の温度記録上限下限注意(TRW±56)	運転異常表示及び温度下限注意の確認後，30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	・運転異常表示作動時の具体的な対応策を記載する ・温度注意作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
	第一付属排気筒からの放射性物質放出量増加	オフガス処理系への放射性物質の移行量増加	運転員の単一の誤操作による低放射性可燃性固体廃棄物への線量の高い廃棄物の混入	・再処理施設での線量の高い廃棄物混入	○低放射性可燃性固体廃棄物の梱包時の線量測定による確認(払出し側) ○低放射性可燃性固体廃棄物の受入時の線量測定による確認(受入側)	廃棄物投入前の対応策のため該当せず	・「低放射性固体廃棄物の取扱い手順書」に廃棄物梱包時の具体的な対応策を記載している ・低放射性可燃性固体廃棄物受入時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-406　焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(6／8)

機器名：小型焼却炉(In41)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	小型焼却炉内ガスの炉外への漏洩	小型焼却炉内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による焼却炉出口部のオフガス流量減少	・オフガス処理系の手動弁閉 ・排風機(K591，K592，K593)戻りラインのバイパス手動弁開 ・オフガス処理系のPICW±41.1の故障による閉 ・排風機(K591，K592，K593)戻りラインのPICW+51.1の故障による開 ・オフガス処理系入気用のPICW±58の故障による開 ・オフガス処理系入気用のPICW±58誤設定による開 ・オフガス処理系入気用のTRO±43.1故障による開 ・オフガス処理系入気用のTRO±43.1誤設定による開	○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±41.1) ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+41.2)による自動操作	・圧力上限注意の確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る ・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する	・圧力上限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			機器の単一の故障によるオフガス流量減少	・オフガス処理系排風機(K591，K592またはK593)の故障(通常2基運転，1基予備)	○オフガス処理系排風機のインターロックによる自動操作 ○オフガス処理系排風機の差圧下限操作(dPO-591.2，dPO-592.2またはdPO-593.2)による自動操作	・インターロック作動により予備機を自動起動し，送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する ・差圧下限操作により予備機を自動起動する	インターロック及び差圧下限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-406 焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(7／8)

機器名：小型焼却炉(In41)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	小型焼却炉内ガスの炉外への漏洩	小型焼却炉内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による小型熱交換器(H42)への冷却用空気流量減少	・熱交換器用送風系(K981，K981またはK983系)の手動弁閉 ・PICW-981誤設定による閉 ・PICW-981の故障による閉 ・PICW-981バイパス弁開	○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+41.2)による自動操作 ○オフガス処理系の温度上限操作上限警報(TO+A+43.2)による自動操作	・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する ・温度上限操作によりバーナを自動停止する	圧力上限操作及び温度上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			機器の単一の故障による熱交換器への冷却用空気流量減少	・熱交換器用送風機(K981，K982またはK983)の故障（通常2基運転，1基予備）	○送風機のインターロックによる自動操作 ○送風機系の差圧下限操作(dPO-981.2，dPO-982.2またはdPO-983.2)による自動操作	・インターロック作動によりバーナの自動停止及び予備機を自動起動する ・差圧下限操作により予備機を自動起動する	インターロック及び差圧下限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による小型熱交換器(H42)への冷却用空気流入なし	・TRC42.2の故障による閉 ・TRC42.2の誤設定による閉 ・冷却用空気系の熱交換器入口側手動弁閉 ・フィルタ(F971，F972)の手動弁閉	○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+41.2)による自動操作 ○オフガス処理系の温度上限操作上限警報(TO+A+43.2)による自動操作	・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する ・温度上限操作によりバーナを自動停止する	圧力上限操作及び温度上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるバグフィルタ入口部のオフガス流量増加	・オフガス処理系入気用のTRO±43.1故障による閉 ・オフガス処理系入気用のTRO±43.1誤設定による閉	○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±41.1) ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+41.2)による自動操作	・圧力上限注意の確認後，15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る ・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する	・圧力上限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-

資料5.2-406　焼却処理工程に関する事故発生防止策の評価結果(8／8)

機器名：小型焼却炉(In41)

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
放射性物質の計画外経路への移行	小型焼却炉内ガスの炉外への漏洩	小型焼却炉内の圧力上昇	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による小型焼却炉への送風流量増加	・送風系FIC41の故障による開 ・送風系FIC41の誤設定による開	○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±41.1) ○焼却炉内の圧力上限操作上限警報(PO+A+41.2)による自動操作	・圧力上限注意の確認後、15分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る ・圧力上限操作により送風機(K271，K272，K281，K282)及びバーナを自動停止する	・圧力上限注意作動時の具体的な対応策を記載する ・圧力上限操作作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
			運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障による小型焼却炉への送風流量増加	・送風系FIC 31.1の故障による閉 ・送風系FIC 31.1の誤設定による閉	○送風系の流量指示調節計(FIC41)による自動制御 ○焼却炉内の圧力指示調節上限下限注意(PICW±41.1)による自動制御	・流量調節計により送風系の圧空弁を自動調節する ・圧力調節計によりオフガス系の圧空弁を自動調節する	流量調節計及び圧力調節計作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
過度の放射性物質の放出	第一付属排気筒からルテニウムの放出量増加	ルテニウム吸着塔(F57)の吸着効率低下	機器の単一の故障によるオフガスの温度低下	・加熱器(H56)の故障	○加熱器の運転異常表示 ○オフガス処理系の温度記録上限下限注意(TRW±56)	運転異常表示及び温度下限注意の確認後、30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	・運転異常表示作動時の具体的な対応策を記載する ・温度下限注意作動時の具体的な対応策を記載している	-	-
	第一付属排気筒から放射性ヨウ素の放出量増加	ヨウ素吸着塔(F481，482)の機能低下	運転員の単一の誤操作又は機器の単一の故障によるオフガスの温度低下	・TRC42.2故障による開 ・TRC42.2誤設定による開	○オフガス処理系の温度指示下限操作(TIO-48)による自動操作 ○定期的な(4時間毎のログシート)オフガス処理系の温度記録上限下限操作(TRO±43.1)による確認	・温度下限操作により燃料供給(ケロシン，回収ドデカン)及び廃活性炭供給を自動停止する ・温度記録計で指示値低下を確認後、30分で運転員により対応することができる 尚，評価において放射性物質の放出量は被ばく評価上の年間放出量を十分に下回る	・温度下限操作作動時の具体的な対応策を記載している ・温度記録計指示値低下時の具体的な対応策を記載する	-	-

資料5.2-407　受入・貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果（1/5）

機器名：燃料ｶｽｸｸﾚｰﾝ

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	燃料集合体等の落下	ﾌﾞﾚｰｷの制動距離が長くなる	昇降操作において電磁ﾌﾞﾚｰｷの効きが悪い	・ﾌﾞﾚｰｷﾄﾞﾗﾑへの異物の付着 ・制動ﾊﾞﾈの緩み	○始業前点検の実施 ○複数の運転員による目視確認	対応手段が点検等であるため該当せず	運転要領書に始業前点検の実施及び人員配置を記載している	－	－
		ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの切断	ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの変形等	・ｷﾝｸ ・つぶれ ・傷 ・より戻り ・機体との接触	○月例及び年次点検の実施 ○受入前点検の実施	対応手段が点検であるため該当せず	・ｸﾚｰﾝ則に基づき月例及び年次点検を実施している ・運転要領書に受入前点検の実施を記載する	－	－
		過荷重	ｶｽｸ吊上げ操作時の運転員の誤操作(過巻位置までの上昇)	・運転員の停止位置未確認	○過巻防止ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動による吊上げ停止 ○過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動による吊上げ停止	過巻防止ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ又は過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動よりｶｽｸの吊上げを自動停止する	装置による対応のため該当せず	－	－

【凡例】　◎：重要な検知、操作手段（レベルA）　　○：左記以外の検知、操作手段（レベルB）　　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-407　受入・貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果 (2/5)

機器名：燃料取出しﾌﾟｰﾙｸﾚｰﾝ

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	燃料集合体等の落下	燃料つかみ具のﾌﾞﾚｰｷの制動距離が長くなる	昇降操作において電磁ﾌﾞﾚｰｷの効きが悪い	・ﾌﾞﾚｰｷﾄﾞﾗﾑへの異物の付着 ・制動ﾊﾞﾈの緩み	○始業前点検の実施 ○複数の運転員による目視確認	対応手段が点検等であるため該当せず	運転要領書に始業前点検の実施及び人員配置を記載している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具のﾌﾞﾚｰｷの制動距離が長くなる	昇降操作において電磁ﾌﾞﾚｰｷの効きが悪い	・ﾌﾞﾚｰｷﾄﾞﾗﾑへの異物の付着 ・制動ﾊﾞﾈの緩み	○始業前点検の実施 ○複数の運転員による目視確認	対応手段が点検等であるため該当せず	運転要領書に始業前点検の実施及び人員配置を記載している	-	-
		燃料つかみ具ﾁｪｰﾝの切断	ﾁｪｰﾝの変形等	・腐食 ・変形 ・ねじれ ・機体との接触	○月例及び年次点検の実施 ○月例自主点検の実施	対応手段が点検であるため該当せず	・ｸﾚｰﾝ則に基づき月例及び年次点検を実施している ・定期検査・定期自主検査等機器ﾘｽﾄに基づき月例自主点検を実施している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの切断	ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの変形等	・ｷﾝｸ ・つぶれ ・傷 ・より戻り ・機体との接触	○月例及び年次点検の実施 ○月例自主点検の実施	対応手段が点検であるため該当せず	・ｸﾚｰﾝ則に基づき月例及び年次点検を実施している ・定期検査・定期自主検査等機器ﾘｽﾄに基づき月例自主点検を実施している	-	-
		燃料つかみ具の開放	燃料つかみ具の開操作	・運転員の押釦誤操作	○ｽﾘｯﾌﾟｸﾗｯﾁ作動による開動作遮断 ○燃料つかみ具開操作釦の二重化	ｽﾘｯﾌﾟｸﾗｯﾁが作動し開動作が遮断する	装置による対応のため該当せず	-	-
		燃料つかみ具ﾁｪｰﾝ過荷重	燃料吊上げ操作時の運転員の誤操作(過巻位置までの上昇)	・運転員の燃料つかみ具停止位置未確認	○燃料つかみ具過巻防止ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動による吊上げ停止 ○過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動による吊上げ停止	過巻防止ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ又は過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動により燃料の吊上げを自動停止する	装置による対応のため該当せず	-	-
		過荷重又はﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの緩み	昇降筒の動作不良	・昇降筒内のﾛｰﾗ回転不良，ﾛｰﾗとﾚｰﾙの取合い不良によるかじり	○始業前点検の実施 ○過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動による吊上げ停止	過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動によりﾊﾞｽｹｯﾄの吊上げを自動停止する	運転要領書に始業前点検の実施を記載している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具の過上昇	上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁの故障（作動せず）	・ﾊﾞﾈの劣化 ・ｶﾑの変形 ・端子の緩み	○始業前点検の実施 ○空上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動による吊上げ停止	空上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動によりﾊﾞｽｹｯﾄの吊上げを自動停止する	運転要領書に始業前点検の実施を記載している	-	-

資料5.2-407　受入・貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果（3/5）

機器名：燃料貯蔵ﾌﾟｰﾙｸﾚｰﾝ

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	燃料集合体等の落下	ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具のﾌﾞﾚｰｷの制動距離が長くなる	昇降操作において電磁ﾌﾞﾚｰｷの効きが悪い	・ﾌﾞﾚｰｷﾄﾞﾗﾑへの異物の付着 ・制動ﾊﾞﾈの緩み	○始業前点検の実施 ○複数の運転員による目視確認	対応手段が点検等であるため該当せず	運転要領書に始業前点検の実施及び人員配置を記載している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの切断	ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの変形等	・ｷﾝｸ ・つぶれ ・傷 ・より戻り ・機体との接触	○月例及び年次点検の実施 ○月例自主点検の実施	対応手段が点検であるため該当せず	・ｸﾚｰﾝ則に基づき月例及び年次点検を実施している ・定期検査・定期自主検査等機器ﾘｽﾄに基づき月例自主点検を実施している	-	-
		過荷重又はﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの緩み	昇降筒の動作不良	・昇降筒内のﾛｰﾗ回転不良，ﾛｰﾗとﾚｰﾙの取合い不良によるかじり	○始業前点検の実施 ○過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動による吊上げ停止	過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動によりﾊﾞｽｹｯﾄの吊上げが自動停止する	運転要領書に始業前点検の実施を記載している	-	-
		機器との干渉	中央位置合わせ不良	・中央位置ﾏｰｷﾝｸﾞ未確認	○燃料貯蔵ﾌﾟｰﾙｸﾚｰﾝの中央位置ﾗﾝﾌﾟ点灯確認 ○中央位置と走行とのｲﾝﾀｰﾛｯｸ	対応手段がﾗﾝﾌﾟ点灯確認及びｲﾝﾀｰﾛｯｸであるため該当せず	運転要領書に燃料貯蔵ﾌﾟｰﾙｸﾚｰﾝの中央位置ﾗﾝﾌﾟ点灯確認を記載している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具の過上昇	上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁの故障（作動せず）	・ﾊﾞﾈの劣化 ・ｶﾑの変形 ・端子の緩み	○始業前点検の実施 ○非常上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動による吊上げ停止	非常上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動によりﾊﾞｽｹｯﾄの吊上げが自動停止する	運転要領書に始業前点検の実施を記載している	-	-

資料5.2-407　受入・貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果（4/5）

機器名：燃料移動ﾌﾟｰﾙｸﾚｰﾝ

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	燃料集合体等の落下	燃料つかみ具のﾌﾞﾚｰｷの制動距離が長くなる	昇降操作において電磁ﾌﾞﾚｰｷの効きが悪い	・ﾌﾞﾚｰｷﾄﾞﾗﾑへの異物の付着 ・制動ﾊﾞﾈの緩み	○始業前点検の実施 ○複数の運転員による目視確認	対応手段が点検等であるため該当せず	運転要領書に始業前点検の実施及び人員配置を記載している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具のﾌﾞﾚｰｷの制動距離が長くなる	昇降操作において電磁ﾌﾞﾚｰｷの効きが悪い	・ﾌﾞﾚｰｷﾄﾞﾗﾑへの異物の付着 ・制動ﾊﾞﾈの緩み	○始業前点検の実施 ○複数の運転員による目視確認	対応手段が点検等であるため該当せず	運転要領書に始業前点検の実施及び人員配置を記載している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの切断	ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの変形等	・ｷﾝｸ ・つぶれ ・傷 ・より戻り ・機体との接触	○月例及び年次点検の実施 ○月例自主点検の実施	対応手段が点検であるため該当せず	・ｸﾚｰﾝ則に基づき月例及び年次点検を実施している ・定期検査・定期自主検査等機器ﾘｽﾄに基づき月例自主点検を実施している	-	-
		燃料つかみ具ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの切断	ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの変形等	・ｷﾝｸ ・つぶれ ・傷 ・より戻り ・機体との接触	○月例及び年次点検の実施 ○月例自主点検の実施	対応手段が点検であるため該当せず	・ｸﾚｰﾝ則に基づき月例及び年次点検を実施している ・定期検査・定期自主検査等機器ﾘｽﾄに基づき月例自主点検を実施している	-	-
		燃料つかみ具の開放	燃料つかみ具の開操作	・運転員の押釦誤操作	○ｽﾘｯﾌﾟｸﾗｯﾁ作動による開動作遮断 ○燃料つかみ具開操作前の二重化	ｽﾘｯﾌﾟｸﾗｯﾁが作動し開動作が遮断する	・ 装置による対応のため該当せず	-	-
		燃料つかみ具の過上昇	燃料吊上げ操作時の運転員の誤操作(過巻位置までの上昇)	・運転員の燃料つかみ具停止位置未確認	○始業前点検の実施 ○空上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動による吊上げ停止	空上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動により燃料の吊上げが自動停止する	運転要領書に始業前点検の実施を記載している	-	-
		過荷重又はﾜｲﾔﾛｰﾌﾟの緩み	昇降筒の動作不良	・昇降筒内のﾛｰﾗ回転不良、ﾛｰﾗとﾚｰﾙの取合い不良によるかじり	○始業前点検の実施 ○過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動による吊上げ停止	過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動によりﾊﾞｽｹｯﾄの吊上げを自動停止する	運転要領書に始業前点検の実施を記載している	-	-
		ﾊﾞｽｹｯﾄつかみ具の過上昇	上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁの故障（作動せず）	・ﾊﾞﾈの劣化 ・ｶﾑの変形 ・端子の緩み	○始業前点検の実施 ○空上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動による吊上げ停止	空上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ作動によりﾊﾞｽｹｯﾄの吊上げを自動停止する	運転要領書に始業前点検の実施を記載している	-	-

資料5.2-407　受入・貯蔵工程に関する事故発生防止策の評価結果（5/5）

機器名：水中揺れ腕

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	燃料集合体等の落下	ｱｰﾑの開	運転員の誤操作によるｱｰﾑの開操作		○ｱｰﾑ開とﾌﾚｰﾑ下限位置(ｺﾝﾍﾞｱｾｯﾄ位置)とのｲﾝﾀｰﾛｯｸ(ﾌﾚｰﾑ下限位置でなければｱｰﾑは開しない) ○ｱｰﾑ開とﾌﾚｰﾑ上限位置とのｲﾝﾀｰﾛｯｸ(ﾌﾚｰﾑ上限位置ではｱｰﾑが開しない)	対応手段がｲﾝﾀｰﾛｯｸであるため該当せず	装置による対応のため該当せず	-	-

機器名：燃料導入ｺﾝﾍﾞｱ

想定される異常事象		事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
			起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
過度の放射性物質の放出	燃料集合体等の落下	駆動軸接続部の抜け出し	駆動軸ﾛｯｸ機構の緩み	・異常振動 ・芯ずれ	○操作前のｾﾙ内ｶﾒﾗによる駆動軸接続部の点検 ○操作中のｾﾙ内ｶﾒﾗによる駆動軸接続部の監視	対応手段が点検及び監視であるため該当せず	運転要領書に操作前のｾﾙ内ｶﾒﾗによる駆動軸接続部の点検及び操作中のｾﾙ内ｶﾒﾗによる駆動軸接続部の監視を記載している	-	-
		過荷重	燃料導入ｺﾝﾍﾞｱ上昇操作時における上限ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁの故障（作動せず）	・ﾊﾞﾈの劣化 ・ｶﾑの変形 ・端子のゆるみ	○過電流検知(ｼｮｯｸﾘﾚｰ)作動による上昇停止 ○過電流検知(ｻｰﾏﾙ)作動による上昇停止	過電流検知(ｼｮｯｸﾘﾚｰ又はｻｰﾏﾙ)作動によりｺﾝﾍﾞｱの上昇が自動停止する	装置による対応のため該当せず	-	-

資料5.2-408　圧縮空気設備に関する事故発生防止策の評価結果(1/1)

機器名：圧縮空気設備

想定される異常事象	事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
		起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
圧空による水素掃気機能の喪失	圧縮空気の供給停止	空気圧縮機の故障・停止	・冷却水断水 ・吐出温度上昇 ・潤滑油圧力低下 ・潤滑油温度上昇 ・主電動機過負荷 ・アフタークーラー断水	○圧空貯槽圧力下限警報(186PA-10) ○圧空貯槽圧力下限警報(186PA-11)	圧力下限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において圧空の供給停止により最も早く水素濃度が4%になるまで約2時間を要する	圧力下限警報発報時の具体的な対応策を記載する	非常用電源は非常用電源から給電される	定期的な点検検査の実施を規定する

機器名：高放射性廃液貯蔵場圧縮空気設備

想定される異常事象	事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
		起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
圧空による水素掃気機能の喪失	圧縮空気の供給停止	空気圧縮機の故障・停止	・冷却水断水 ・潤滑油圧力低下 ・主電動機過負荷	○圧縮機異常警報発報及び圧縮機の自動切替 ○圧空貯槽圧力下限警報(272PA-603.2)	・圧縮機異常により自動的に予備機に切替わる ・圧力下限警報発報後、30分で運転員により対応することができる 尚、評価において圧空の供給停止により最も早く水素濃度が4%になるまで約2時間を要する	圧力下限警報発報時の具体的な対応策を記載する	圧縮機及び非常用電源は非常用電源から給電される	定期的な点検検査の実施を規定する

【凡例】◎：重要な検知、操作手段(レベルA)　○：左記以外の検知、操作手段(レベルB)　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-4009　冷却設備に関する事故発生防止策の評価結果(1/2)

機器名：冷却設備

想定される異常事象	事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
		起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
冷却水の熱交換停止	冷却水の温度上昇	・重要系一次冷却水循環ポンプの故障	・電動機過負荷 ・断線 ・絶縁不良	○一次冷却水の圧力上限警報(283PA-33.2) ○一次冷却水の温度指示上限警報(283T1A+33.1)	圧力上限警報又は温度上限警報発報後、1時間で運転員により対応することができる。尚、評価において冷却水の温度上昇によりプロセス液が最も早く沸騰するまで1日以上を要する	圧力上限警報及び温度上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
		・空冷塔ファン(電動機)の故障	・電動機過負荷 ・断線 ・絶縁不良	○一次冷却水の温度指示上限注意(283T1W+12.1) ○一次冷却水の温度指示上限警報(283T1A+33.1)	温度上限注意又は温度上限警報発報後、1時間で運転員により対応することができる。尚、評価において冷却水の温度上昇によりプロセス液が最も早く沸騰するまで1日以上を要する	温度上限注意灯及び温度上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
		・空冷塔循環ポンプの故障	・電動機過負荷 ・断線 ・絶縁不良	○一次冷却水の温度指示上限注意(283T1W+12.1) ○一次冷却水の温度指示上限警報(283T1A+33.1)	温度上限注意又は温度上限警報発報後、1時間で運転員により対応することができる。尚、評価において冷却水の温度上昇によりプロセス液が最も早く沸騰するまで1日以上を要する	温度上限注意灯及び温度上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
		・空冷塔自動発停用温度コントローラー故障	・断線 ・短絡	○一次冷却水の温度指示上限注意(283T1W+12.1) ○一次冷却水の温度指示上限警報(283T1A+33.1)	温度上限注意又は温度上限警報発報後、1時間で運転員により対応することができる。尚、評価において冷却水の温度上昇によりプロセス液が最も早く沸騰するまで1日以上を要する	温度上限注意灯及び温度上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－
		・プロセス系循環ポンプ故障	・電動機過負荷 ・断線 ・絶縁不良	○一次冷却水の流量下限警報(283FA-30.2) ○一次冷却水の流量下限警報(283FA-31.2)	流量下限警報発報後、1時間で運転員により対応することができる。尚、評価において冷却水の温度上昇によりプロセス液が最も早く沸騰するまで1日以上を要する	流量上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	－	－

【凡例】◎：重要な検知、操作手段(レベルA)　○：左記以外の検知、操作手段(レベルB)　下線：今回の評価の結果、新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-409　冷却設備に関する事故発生防止策の評価結果(2/2)

機器名：高放射性廃液貯蔵場冷却設備

想定される異常事象	事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
		起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
冷却水の熱交換停止	冷却水の温度上昇	冷却水循環ポンプの故障	・電動機過負荷 ・断線 ・絶縁不良	○二次冷却水の圧力下限警報(272PA-802.2) ○二次冷却水の温度記録上限警報(272TRA+8162)	圧力下限警報又は温度記録上限警報発報後、1時間で運転員により対応することができる 尚、評価において冷却水の温度上昇によりプロセス液が最も早く沸騰するまで1日以上を要する	圧力下限警報及び温度記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	—	—
		冷却塔ファンモータ自動制御回路の故障	・断線 ・短絡	○二次冷却水の温度記録上限警報(272TRA+8162) ○二次冷却水の温度記録上限警報(272TRA+31.1,32.1,33.1,34.1,35.1,36.1)	温度記録上限警報発報後、1時間で運転員により対応することができる 尚、評価において冷却水の温度上昇によりプロセス液が最も早く沸騰するまで1日以上を要する	温度記録上限警報発報時の具体的な対応策を記載する	—	—

資料5.2-429　電源設備に関する事故発生防止策の評価結果(1/2)

機器名：高圧受配電盤(中間開閉所，第1変電所，第二中間開閉所)

想定される異常事象	事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知，操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知，操作手段の機能維持	
		起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
施設の全停電	遮断器故障による外部電源の停電及び非常用発電機の不起動	片系外部電源(商用)の停電		◎受電遮断器の自動切替及び不足電圧警報，重故障警報，遮断器状態表示灯で確認 ○手動により待機側遮断器を投入	警報発報後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において圧空の供給停止により最も早く水素濃度が4%になるまで約2時間を要す	重故障警報発報時の具体的対応策を記載する	遮断器の制御電源及び重故障警報等の監視電源は無停電直流電源装置から供給している	定期的な点検検査の実施を規定している
		過電流	・系統の短絡	◎受電遮断器の自動切替及び過電流警報，重故障警報，遮断器状態表示灯で確認 ○手動により待機側遮断器を投入	警報発報後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において圧空の供給停止により最も早く水素濃度が4%になるまで約2時間を要す	重故障警報発報時の具体的対応策を記載する	遮断器の制御電源及び重故障警報等の監視電源は無停電直流電源装置から供給している	定期的な点検検査の実施を規定している
		地絡	・系統の地絡	◎受電遮断器の自動切替及び地絡警報，重故障警報，遮断器状態表示灯で確認 ○手動により待機側遮断器を投入	警報発報後，1時間で運転員により対応することができる 尚，評価において圧空の供給停止により最も早く水素濃度が4%になるまで約2時間を要す	重故障警報発報時の具体的対応策を記載する	遮断器の制御電源及び重故障警報等の監視電源は無停電直流電源装置から供給している	定期的な点検検査の実施を規定している

【凡例】◎：重要な検知，操作手段(レベルA)　○：左記以外の検知，操作手段(レベルB)　下線：今回の評価の結果，新たに設ける対応手段　－：レベルBのため評価対象外

資料5.2-400　電源設備に関する事故発生防止策の評価結果(2/2)

機器名：高圧受配電盤(中間開閉所、第1変電所、第二中間開閉所)

想定される異常事象	事象の進展	異常事象の発生原因		対応すべき検知、操作手段	対応時間	運転要領書等	重要な検知、操作手段の機能維持	
		起因事象	起因事象の原因				非常用電源	試験・検査
施設の全停電	地絡リレー故障による外部電源の停電及び非常用発電機の不起動	地絡	・系統の地絡	❶受電遮断器の自動切替及び地絡警報、盤故障警報、遮断器状態表示灯で確認 ❷手動により非常用発電機を起動	警報発報後、1時間で運転員により対応することができる 尚、評価において圧空の供給停止により最も早く水素濃度が4%になるまで約2時間を要す	盤故障警報発報時の具体的対応策を記載する	遮断器の制御電源及び盤故障警報等の監視電源は無停電直流電源装置から供給している	定期的な点検検査の実施を規定している

5.3 事故時の拡大防止策及び影響緩和策の検討

東海再処理施設では放射性液体を容器、セル及び建家により3重に閉じ込めており、セルの床及び壁の必要な部分にはステンレス鋼製のドリップトレ及び監視設備を設け、さらに、容器、セル及び建家にはそれぞれフィルタ等の除染機能を有する機器を含む換気系を設けて事故の拡大防止や影響緩和を図っている。これらの拡大防止策や影響緩和策の妥当性を評価するために、再処理施設安全審査指針や過去の事故例を参考として事故を想定し、フィルタ等を含む換気系やセル及びドリップトレ等の拡大防止策や影響緩和策を最新のデータや手法を取り入れて検討した[1)]。

5.3.1 想定事象

事故の発生防止策については十分に施されていることを確認しているが[2)]、事故の拡大防止策及び影響緩和策の妥当性を確認するため、再処理施設安全審査指針で示される例示及び過去の事故事例（資料5.3-1参照）等を参考として事故の発生を想定した。

以下に再処理施設安全審査指針に示される例示を示す。

① 被覆材等の金属微粒子、有機溶媒等による火災・爆発
② 核燃料物質による臨界
③ 各種機器、配管等の破損、故障等による漏洩及び機能喪失
④ 使用済燃料集合体等の取扱いに伴う破損等
⑤ 短時間の全動力電源の喪失

上記の例示を考慮し、以下のように検討した。

(1) 被覆材等の金属微粒子、有機溶媒等による火災

アスファルト固化処理施設の火災爆発事故において、火災時のフィルタの詰まりが爆発へ拡大する要因となったことから、有機溶媒を多量に取り扱う工程において火災が発生した場合を想定し、セル換気系フィルタへの火災による影響を検討した（5.3.2項参照）。また機器内火災については、燃焼に必要な酸素が少ないことや洗浄塔による煤煙除去が期待でき、事故時の放出放射能による環境への影響がセル内火災より小さいことを確認した。

なお、せん断装置内でのジルカロイ粉末による火災の発生の可能性はないと考えられるが、仮に発生を想定してもせん断装置は破損しないことを確認した[2)]（資料5.3-2参照）ことから、一般公衆への放射線の影響

はない。

(2) 有機溶媒等による爆発

海外での爆発による閉じ込め機能の喪失事例を踏まえ、工程で使われている化学物質の急激な反応によるフィルタへの影響を検討した。急激な反応を起こしうる化学物質としてTBP、ヒドラジン、ホルマリンが挙げられる。TBPとホルマリンについては物理的な発生防止機構や幾重にもわたる発生防止策が施されており発生の可能性が極めて低いことを確認したため、ヒドラジンの分解を行う蒸発缶を対象に、ヒドラジンの急激な分解反応を想定し槽類換気系フィルタに対する影響を検討した（5.3.2項参照）。

(3) 核燃料物質による臨界

臨界については、技術的に見て想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計がなされており発生の可能性が極めて低いと考えられるが[2)]、仮に発生を想定しても一般公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認した（資料5.3-3参照）。

(4) 各種機器、配管等の破損、故障等による漏えい及び機能喪失

海外の事例で漏えいによる臨界への拡大の可能性があったことから、機器、配管等での放射性物質の漏えいを想定し、漏えいに伴うグローブボックストレやドリップトレでの臨界、沸騰への拡大防止策について評価した（5.3.2項参照）。

(5) 使用済燃料集合体等の取扱いに伴う破損等

使用済燃料集合体等の落下については、十分な落下防止策が施されており発生の可能性が極めて低いと考えられるが、仮に発生を想定しても一般公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認した[2)]（資料5.3-4参照）。

(6) 短時間の全動力電源の喪失

ラ・アーグ再処理工場での事故例、東海再処理施設のこれまでの運転経験等を踏まえ、短時間の全動力電源喪失時の水素爆発や沸騰への拡大防止策について評価した（5.3.2項参照）。

5.3.2　検討手順及び結果

各想定事象の検討に当たっては、

○　事象の評価に当たっては動的機器の単一故障

○　運転員の手動操作時の時間的裕度

○　想定した事象による周辺公衆の実効線量当量

を考慮した。

実効線量当量の評価については気象指針[3]等に基づき以下に示す方法によった。

① 放射性物質の吸入による内部被ばくによる実効線量当量

$D = R \cdot (\chi/Q) \cdot \Sigma (H_{50})i \cdot Qi$

D　：内部被ばくによる実効線量当量 (Sv)

R　：呼吸率(1.2m³/h, ヨウ素による実効線量当量の評価値は小児の呼吸率として0.5m³/hを用いる)[4]

(χ/Q)：単位放出量の放射性物質の被ばく地点における大気中濃度（相対濃度；1.3×10^{-9}h/m³）*

Qi　：放射性物質iの大気放出量（Bq）

$(H_{50})i$：吸入による預託線量当量換算係数(Sv/Bq)[5]

（ヨウ素については、小児への年齢補正を行う[4]）

②放射性雲からのγ線による外部被ばくによる実効線量当量

$D\gamma = K \cdot (D/Q) \cdot Q\gamma$

Dγ：外部被ばくによる実効線量当量(Sv)

(D/Q)：単位放出量の放射性物質の被ばく地点における外部被ばく線量（相対線量；1.9×10^{-19}Gy/Bq）*

K：空気吸収線量から実効線量当量への換算係数（＝1 Sv/Gy）[4]

Qγ：希ガス、ヨウ素の大気放出量（Bq）

（γ線実効エネルギー0.5MeV換算値）

* 過去（1977～1997年）の気象観測データについて検討し、1993～1997年（最新5年間）気象観測データを用いて評価した相対濃度、相対線量の最大値（1996年）を用いた。

③実効放出継続時間

実効放出継続時間が長くなると、風向が評価方位以外の方向に向く確

率が高くなり、相対濃度及び相対線量は低くなる傾向にある。本評価では、事故事象毎の予測される実効放出継続時間が長い場合でも保守側に評価する観点から、すべて1時間として取扱った。

前述の事項を考慮した各想定事象の検討手順及び結果を以下に示す。

(1) 有機溶媒火災

有機溶媒を扱う施設（分離精製工場、廃棄物処理場、スラッジ貯蔵場、廃溶媒貯蔵場、廃溶媒処理技術開発施設）を対象とし、機器内に内包される有機溶媒が機器の破損によりセル内のドリップトレ上に漏えいし、スチームジェットによる回収後の残留溶媒が何らかの原因により加熱・着火して火災に進展し、消火設備等の機能を期待せず全量燃焼するものと想定した。燃焼に伴う煤煙の発生や温度に対するセル換気系フィルタの健全性を評価した。

その結果、分離精製工場、廃棄物処理場、スラッジ貯蔵場、廃溶媒処理技術開発施設については煤煙によるセル換気系フィルタの目詰まりによる差圧は約30～60mmH_2Oとなりフィルタ許容差圧（400mmH_2O）を下回った。また、温度についても約60～110℃となりフィルタ許容温度（200℃）を下回った。これらのことから、セル換気系フィルタは健全性を保つことを確認した。廃溶媒貯蔵場はセル換気系フィルタの設置台数が他施設より少なく、セル換気系フィルタの差圧は約620mmH_2Oとなることが分かった。これはフィルタの目詰まりにより換気風量が低下するとともにフィルタにリークが発生する可能性があるが、フィルタの完全閉塞による換気不能に至るような目詰まりではないことを確認した。また、温度は約160℃となりフィルタ許容温度を下回った。

以上のことから、セル換気系フィルタはセル内火災を想定しても完全閉塞することはなく爆発等の事故の拡大を防止できることを確認した。なお、火災に伴う放射性物質の放出による周辺公衆の実効線量当量は、フィルタにリークの発生する可能性のある廃溶媒貯蔵場が最大となり、9.7×10^{-3}mSvとなったことから、一般公衆への過度の放射線被ばく（実効線量当量として5mSv）を与えないことを確認した。

(2) ヒドラジンの急激な分解反応

ヒドラジンの分解反応を行っているプルトニウム溶液蒸発缶、酸回収

蒸発缶のうち、内蔵放射能の大きいプルトニウム溶液蒸発缶について評価を行った。プルトニウム溶液蒸発缶において、蒸発缶内の硝酸濃度が低い状態でヒドラジンを含む硝酸プルトニウム溶液を供給し加熱すると、ヒドラジンが缶内に蓄積し、溶液の酸濃度上昇に伴いヒドラジンの急激な分解反応を起こす恐れがある。このためヒドラジンの急激な分解反応が生じた場合の槽類換気系における圧力、温度を換気系爆発解析コード（EVENT84[6]）を用いて計算し、槽類換気系フィルタの健全性を評価した。

その結果、ヒドラジンの急激な分解反応によるオフガス風量の増加に伴う槽類換気系フィルタにかかる差圧は約30mmH_2Oであり、フィルタ許容差圧を下回った。温度についても約35℃でありフィルタ許容温度を下回った。

以上のことから、槽類換気系フィルタはヒドラジンの急激な分解反応を想定してもその機能を失うことはなく放射性物質の除染機能を維持できることを確認した。なお、ヒドラジンの急激な分解反応に伴う放射性物質の放出による周辺公衆の実効線量当量は2.3×10^{-8}mSvとなったことから、一般公衆への過度の放射線被ばく（実効線量当量として5mSv）を与えないことを確認した。

(3) 放射性物質の漏えい

東海再処理施設で過去に生じた漏えい事故及び海外の再処理施設での漏えい事故を参考とし、加熱機器（濃縮ウラン溶解槽、高放射性廃液蒸発缶）及びフランジ等配管からの漏えいを想定し、漏えいに伴う臨界、沸騰への進展の有無を評価した。

その結果、加熱機器からの漏えいについては、漏えい液はセル内のドリップトレに保持できること、セル内ドリップトレに設置している液位計などによって検知ができるとともに、臨界や沸騰に至ることはないことを確認した。また仮に濃縮ウラン溶解槽からの微少な漏えい液の蒸発乾固を想定しても臨界に至る以前にセル内点検によって検知、対応が可能であることを確認した。

フランジ等配管からの漏えいについては、

① 分離精製工場の弁操作室内グローブボックス1箇所については、漏えいしたプルトニウム溶液の移送配管が移送先の槽内で液浸となっているため、グローブボックスから重力流では移送できずにグロー

ブボックス内に液が滞留することにより臨界の発生の可能性があるため、グローブボックスから重力流で移送できるよう移送配管の改造を行うこととした。

② 高放射性廃液貯蔵場の高放射性廃液貯槽間の液移送時の漏えいに伴う高放射性廃液のドリップトレでの沸騰を防止するため、液移送時間を制限することにより漏えい液が沸騰に至らない量となる措置を講じることとした。

これらの改善を行うことにより、漏えい液はセル内のドリップトレやグローブボックスに安全に受けられ、液位計等による検知ができること、重力流による移送等によって臨界、沸騰に至ることがないことを確認した。

なお、漏えいに伴う放射性物質の放出による周辺公衆の実効線量当量は分離精製工場プルトニウム操作区域のグローブボックスにおけるプルトニウム溶液の漏えいの場合が最大となり、1.3×10^{-4}mSvとなったことから、一般公衆への過度の放射線被ばく（実効線量当量として5mSv）を与えないことを確認した。

(4) 短時間の全動力電源の喪失

短時間の全動力電源の喪失を想定し、各工程の状態推移について検討した上で、最も影響が大きいと考えられる水の放射線分解により発生する水素の圧縮空気供給停止に伴う濃度上昇及び冷却水供給停止に伴う崩壊熱による温度上昇について評価した。

その結果、各工程の状態推移については、蒸発濃縮は加熱蒸気が自動停止し、溶媒抽出は液移送ポンプが自動停止するなどによって工程運転は停止状態になることを確認した。槽内水素濃度については、爆発下限界である4%に達するのに最短で約2時間を要することが分かった。また、蒸発缶などの加熱機器を除く槽類の溶液温度上昇については、沸点に至るまで最短で約3時間を要することが分かった。なお、水素濃度の検討の結果、必要な箇所については水素希釈のための空気流量を十分に確保するために計装空気流量等の変更を行うこととした。一方、電源設備に関する事故の発生防止策の検討結果から全動力電源の喪失時間は1時間と想定でき、その後の水素掃気及び冷却の機能回復までの時間を考慮しても水素爆発や沸騰に拡大することはないことを確認した。

なお、換気系は送排風機の停止により施設内の負圧が低下し、洗浄塔

などのオフガス処理機器の除染機能が失われるが、蒸発缶などの沸騰継続を仮定して求めた放射性物質の放出に伴う周辺公衆に対する実効線量当量は1.2×10^{-3}mSvとなったことから、一般公衆への過度の放射線被ばく（実効線量当量として5mSv）を与えるものではないことを確認した。

5.3.3　まとめ

東海再処理施設の事故の拡大防止策及び影響緩和策について検討を行い、火災、爆発に対するフィルタの有効性や漏えいに対する回収系等の有効性等を確認し、一部、漏えい及び電源喪失に伴う事故拡大防止に係る改善として以下の項目が挙げられ、設備改善や運転要領書の改訂など今後速やかに対応することとした。

① 漏えいに伴う臨界への拡大防止のために、分離精製工場の弁操作室内の1か所のグローブボックストレの移送配管を改造し、重力流による移送が行えるようにする。

② 漏えいに伴う沸騰への拡大防止のために、高放射性廃液貯蔵場の高放射性廃液貯槽間の1回の送液を6時間に制限すると共に、送液後の送液元・送液先の液量を確認することとした。

③ 電源喪失に伴う水素爆発への拡大防止のために、必要な箇所については計装空気流量等を変更することとした。

検討作業の中で想定した事象は、東海再処理施設で考慮すべき事故として運転員の教育や訓練等に反映し、事故時の対応の整備を図ることとする。

参考文献

1) 「東海再処理施設の事故の拡大防止策及び影響緩和策の検討」、JNC TN8410 99-005(1999)

2) 「東海再処理施設の事故の発生防止策の検討」、JNC TN8410 99-004 (1999)

3) 原子力安全委員会「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」

4) 原子力安全委員会「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」

5) ICRP Publication 30, Publication 48

6) P.K.Tang,"A New Numerical Method for the Transient Gasdynamic Code EVENT", LA-9594-MS(1982)

資料 5.3-1　過去に再処理施設で発生した事故（1／2）

	事故	施設	発生日
1	TNX 蒸発缶での化学爆発	米国、サウスカロライナ州、サバンナリバー再処理工場	1953 年 1 月 12 日
2	土壌汚染	米国、ワシントン州、リッチランド、ハンフォード、Z-9 トレンチ	1955 年 9 月～1962 年 6 月
3	プルトニウム金属の火災	米国、コロラド州、ロッキーフラッツゴールデン	1957 年 9 月 11 日
4	臨界	米国、テネシー州、オークリッジ Y-12 工場	1958 月 6 年 16 日
5	臨界	米国、ニューメキシコ州、ロスアラモス科学研究所	1958 年 12 月 30 日
6	臨界	米国、アイダホ州、アイダホフォール、アイダホ再処理工場	1959 年 10 月 16 日
7	プルトニウム蒸発缶での化学爆発	米国、テネシー州、オークリッジ、ソレックスパイロットプラント	1959 年 11 月 20 日
8	溶液のオーバーフロー	米国、アイダホ州、アイダホフォール、アイダホ再処理工場	1961 年 1 月 25 日
9	臨界	米国、ワシントン州、リッチランド、プルトニウム回収施設	1962 年 4 月 7 日
10	発熱反応と火災	米国、ワシントン州、リッチランド、ハンフォード、プルトニウム処理施設	1963 年 11 月 6 日
11	臨界	米国、ロードアイランド州、ウッドリバージャンクション	1964 年 7 月 24 日
12	臨界	英国、ウインズケール	1970 年 8 月 24 日
13	溶液の地下漏洩	米国、ハンフォード	1973 年 4 月 6 日
14	放射性エアロゾルの放出	英国、ウインズケール	1973 年 9 月 26 日
15	爆発と火災	米国、サバンナリバー	1975 年 2 月 12 日
16	爆発	米国、ハンフォード	1976 年 8 月 30 日
17	トリチウムの地中での検出	英国、ウインズケール	1976 年 10 月 10 日
18	溶液のオーバーフロー	仏国、ラ・アーグ貯蔵ポンド水処理施設	1977 年 9 月 2 日
19	空気汚染	仏国、ラ・アーグプルトニウム調整貯蔵施設	1977 年 11 月 26 日
20	オフガス系の汚染	仏国、ラ・アーグ HAO 施設	1978 年 2 月 3 日
21	放射性物質の漏洩	仏国、ラ・アーグ HAO 施設	1978 年 5 月 10 日

資料 5.3-1　過去に再処理施設で発生した事故（2／2）

	事故	施設	発生日
22	臨界	米国、アイダホ州、アイダホフォール、アイダホ再処理工場	1978年10月17日
23	廃液の漏洩	日本、東海再処理工場	1979年2月9日
24	放射性物質を含む溶液の漏洩	英国、セラフィールド	1979年3月15日
25	電源供給の喪失	仏国、ラ・アーグ	1980年4月15日
26	自然発火による火災	仏国、ラ・アーグ	1981年1月6日
27	プルトニウムの誤移送	日本、東海再処理工場	1981年2月4日
28	放射性物質を含む溶液の漏洩	英国、セラフィールド	1983年11月10日
29	アイリッシュ海へのウラン440kgの海洋放出	英国、セラフィールド	1986年1月23日
30	プルトニウム（ミスト）の漏洩	英国、セラフィールド	1986年2月5日
31	臨界の可能性	米国、ハンフォード	1986年9月26日
32	汚染	英国、セラフィールド	1987年1月19日
33	爆発の可能性	米国、ハンフォード	1990年
34	硝酸プルトニウムの漏洩	英国、セラフィールド	1992年9月8日
35	爆発	露国、トムスク-7	1993年4月6日
36	作業員の放射線被ばく	日本、東海再処理工場	1993年12月27日
37	使用済燃料要素の破損と火災	露国、RT-1再処理工場	1994年8月31日

"Significant incidents in nuclear fuel cycle facilities", IAEA-TECDOC-867 (1996)より

資料5.3-2

ジルカロイ火災について

1. ジルカロイ火災の可能性について

軽水炉(BWR, PWR)燃料の被覆管はジルコニウム合金（ジルカロイ-2、ジルカロイ-4）であり、これらジルコニウムは活性な金属で、特にその粉末（微粉）は燃えやすい性質をもっている。

東海再処理施設のせん断装置では、軽水炉燃料のせん断中にジルカロイの粉末が発生することから、ジルコニウム（ジルカロイ）の発火性を調査し、当該せん断装置における火災等の発生の可能性[1)]について以下のように検討した。

使用済燃料せん断時に発生するジルカロイの粉末の内、「粒径が3μm以下の粉末は自然発火する[2)]」と言われている。しかし、せん断装置での実際の発生量は極僅か（設計当時、1カット当たり1g以下と評価）であり、せん断の瞬間に発火したとしても、せん断機内は金属製の機器で構成され、可燃物は存在しないので火災の可能性はない。

なお、東海再処理施設における長期間（約8年間：約2500体処理）のテレビカメラによる観察でも、せん断中閃光程度の火花が発生するが瞬時に消滅することが確認されている。

また、「粒径が18μm程度の粉末（純度の高いジルコニウム粉末）は、空気中0.045g/Lの濃度（温度300℃）で爆発の可能性がある[2)]」が、1カット当たりのせん断で発生するジルカロイ粉末（粒径32μm以下）は、約6.5g程度（サイクル機構実施のせん断粉の粒度別重量測定結果などより算出）で、かつせん断中一定風量で換気がなされていることなどから、0.045g/L以上の濃度とはならない。

さらに、イギリスで行われた試験結果では、「せん断時に発生するジルカロイ粉末は不活性なUO_2粉末の存在により10倍から100倍に希釈される[3)]」と報告されており、UO_2粉末による希釈効果を十分期待できるため火災等の発生はないと考えられる。

2. ジルカロイ火災事故評価

前項で述べたように、ジルカロイ粉末による火災等の可能性はないと考えられるが、仮にジルカロイの急激な燃焼を想定してもせん断機ハウジングの破損はしないことを確認した。

2.1　せん断機底部の耐圧評価

ジルカロイ粉末が急激に燃焼した場合のせん断機ハウジングへの影響を検討するため、ハウジングを構成する部材の中で最も耐圧強度が小さいハウジング底部について、「ボイラ・圧力容器構造規格」[2] に記載の評価式を用いて耐圧評価を行った。

せん断機ハウジング底部は、ステンレスライニングが施されており、その上部に底板が重ねられているが、圧力は底板のみで受けると考え、せん断機底部が耐えうる圧力は、6.6(kgf/cm²) と評価された。

2.2　ジルカロイ燃焼時に発生する圧力の評価

ジルカロイ燃焼時に発生する圧力は、「無機化学ハンドブック」[3] に記載のジルコニウムの発熱量を用いて評価を行った。

せん断機内においてジルカロイ粉末が燃焼することによるせん断機内圧力上昇は、せん断機内で燃焼するジルカロイを1せん断分の6.5(g)、受熱する空気はせん断機ハウジング内及びマガジン内空間部の空気で理想気体とし、また、せん断機内は密封され、断熱されていると仮定すると、（実際のせん断時は、溶解槽と内通された状態となっている。）圧力上昇は0.96(kgf/cm²)と評価された。

上記の評価により、せん断機底部が耐えうる圧力はジルカロイの急激な燃焼に伴う圧力上昇分を十分上回り、せん断機ハウジング底部は破損しないと考えられる。

1)「東海再処理施設の事故の発生防止策の検討」JNC TN8410 99-004(1999)
2)Management of Waste Cladding Hulls, ANL-77-63: B. J. Kullen, N. M. Levitz, and M. J. Steindlere (USA)
3)PYROPHORIC PROPERTIES OF RADIOACTIVE ZIRCALOY FINES, RECOD87: R.Wurtz, T.Bereznai, R.Kroebel, H.Andriessen, H.Munzel, (West Germany) 1987
4)ボイラ・圧力容器構造規格の解説：　労働省安全衛生部安全課編
社団法人　日本ボイラ協会
5)無機化学ハンドブック：　無機化学ハンドブック編集委員会　技報堂

資料 5.3-3

核燃料物質による臨界について

1． 発生防止策

事故の発生防止策の検討[1)]では、発生防止策がすべて機能しないとした場合の最終的に至る事象進展の結果として臨界の可能性がある事象に対して、機器の単一故障や運転員の単一誤操作を考慮しても事故等に至らないよう、２つ以上の発生防止策が施されているかを確認し、現状で防止策がさらに必要な場合には、要領書等への対応操作の明記や計装機器等の設置の防止策を施すこととした。したがって、臨界事故の起こる可能性は極めて低いと考えられる。

一方、上記検討の中で発生防止策がすべて機能しないと仮定した場合に臨界の可能性がある事象として、以下のものが摘出された。

① ウラン精製工程を除く抽出工程での Pu の蓄積
② ウラン精製工程を除く抽出工程で Pu ポリマー生成
③ 分離第１，２サイクル工程から溶媒洗浄工程への U、Pu の移行・沈殿
④ プルトニウム混合転換工程での U、Pu 混合溶液の廃液処理工程への送液

①～③の事象に対する起因事象は、抽出工程では運転員の単一誤操作又は機器の単一故障による抽出器へ供給する液の流量変動あるいは組成変化等である。これらの事象に対しては２つ以上の発生防止策により供給液の流量変動あるいは組成変化が早期に検知･確認される。万一、これらの発生防止策が機能しないことを想定しても、さらに、抽出器の密度計、中性子モニタ、αモニタ、サンプリング分析の複数の組合せにより、U、Pu の異常な濃度変動を検知･確認することにより臨界は防止される。

また、④の事象は、弁の誤操作あるいは脱硝工程での脱硝加熱器への脱硝皿装填不良を起因事象とした全濃度安全形状の廃液受入槽から廃液処理工程の非安全形状機器への送液であるが、これらに対しても、２つ以上の発生防止策により送液が防止される。万一、発生防止策が機能しないことを想定しても、U、Pu 混合溶液が廃液受入槽へ送液されてくる経路の途中にある機器の複数の液位計の警報や確認行為により、廃液処理工程への送液は防止される。

このように、技術的にみて想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計となっている。

2. 臨界事故評価

前項で述べたように臨界事故の発生の可能性は極めて低いと考えられるが、仮に臨界事故の発生を想定しても周辺公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認した。以下にその評価について述べる。

2．1 臨界事故の規模

核燃料取扱施設での臨界事故については、これまで英国1件、米国8件、旧ソ連12件の計21件が報告[2)3)]されており、このうち1件は金属Puの臨界事故で、残り２０件はすべて溶液系での事故である。

前述した1.項の①～③の事象は抽出工程においてU又はPuが徐々に蓄積あるいは沈殿していく事象であり、④は非安全形状機器(容量 100L)へのU、Puの送液というバッチ操作の事象である。溶液系の臨界事故のうち①～④の類似性から選定した１６件の臨界事故の最大核分裂数は2.7×10^{18}である。したがって、評価する臨界事故の規模として10^{19}の核分裂数を想定した。

臨界事故の発生を検知した場合には、運転員による工程運転の停止や臨界事故を起こした機器からの核燃料物質を含む溶液の臨界上安全な機器への移動等の対応がなされることが考えられるが、対応が行われる前の短時間の内に上記の核分裂の規模に達するという保守的な状況を想定し、事故評価上は、運転員の対応による臨界事故の規模に関する拡大防止については考慮しないこととした。

なお今後、事故時の対応の整備を図ることとした。具体的には、事故発生後の適切な安全確保と迅速な措置対応を行うという観点から、事故発生の検知手順や退避場所の検討、液移送等の拡大防止措置の検討、事故対策手順の改訂を行い、事故対応訓練を実施する予定である。

2．2 臨界事故の想定箇所

周辺公衆の実効線量当量に影響するのは臨界事故の規模（核分裂数）と機器の放射性物質の内蔵量である。機器内の放射性物質としては核分裂生成物(FP)とPuが重要な核種となる。したがって、前述 1.項の①～④の事象のうち、FPとPuを多く内蔵する分離第1サイクル工程の第1抽出器でのPuの蓄積又はPuポリマー生成による臨界事故を想定した。

2．3　放射性物質の移行経路

臨界事故により抽出器から発生した放射性物質を含む廃気は、槽類換気系を通った後、セル換気系に合流して主排気筒から放出される。事故評価上は槽類換気系による影響緩和機能を無視し、セル換気系及び主排気筒を影響緩和機能として考慮した。

2．4　放射性物質の放出量

希ガスの核分裂収率の大きい ^{235}U の核分裂による放射性物質の生成量と第1抽出器の放射性物質の保有量を評価し、事故により抽出器から出る廃気中に含まれる放射性物質の割合は次のように仮定した。

希ガス(Kr、Xe)、ヨウ素(I)	抽出器の保有量及び生成量の 100％
ルテニウム(Ru)	抽出器の保有量及び生成量の 0.1％[4]
トリチウム(H-3)	核分裂エネルギーによる水の蒸発量*に相当する液量中の保有量の 100％
その他	核分裂エネルギーによる水の蒸発量*に相当する液量中の保有量の 0.05％[4]

＊ 核分裂数10^{19}の核分裂エネルギーがすべて水の蒸発で消費されるとした場合の蒸発量は$0.14m^3$とした。

放射性物質を含む廃気は、分離第1セルからセル換気系の 2 段の高性能エアフィルタ(HEPA フィルタ)を通って放射性物質を除去された後、主排気筒から放出される。ここでの除染係数(DF:除去前後の放射性物質量の比)は 10^5 とした[5]。ただし、希ガス、ヨウ素、トリチウムに対する DF は 1 とした。

2．5　線量当量の評価

被ばく経路として、放射性物質の吸入による内部被ばく及び放射性雲による外部被ばくについて評価した。

その結果、臨界事故を想定した場合の周辺公衆の実効線量当量は約 2mSv となり、著しい放射線被ばくを与えるものではないことを確認した。なお、核分裂に伴い放射される放射線による線量当量は 0.001mSv 未満で無視できる程度であった。

参考文献

1) 「東海再処理施設の事故の発生防止策の検討」 JNC TN8410 99-004 (1999).
2) 館森勝一, 桜井聡 : "核燃料取扱い施設における臨界事故例の解析", JAERI-M 84-155, (1984).
3) V.V.Frolov et al. : "A Review of Criticality Accidents Which Occurred in the Russian Industry", Proceedings of the Fifth International Conference on Nuclear Criticality Safety (ICNC'95), (1995).
4) "Regulatory Guide 3.33 : Assumptions used for evaluating the potential radiological consequences of accidental nuclear criticality in a fuel reprocessing plant"(for comment), U.S. Nuclear regulatory Commission, 1977.
5) 野村 他 : "再処理施設安全評価用基礎データ", JAERI-M 90-127, 1990.

資料 5.3-4

使用済燃料集合体等の取扱いについて

1. 発生防止策

使用済燃料集合体等（使用済燃料集合体を収納した輸送容器及び燃料貯蔵バスケットを含む）の取扱いに対して機器の故障及び運転員の誤操作、全電源喪失の観点で以下に示す安全対策が施されている。

① 機器の故障及び運転員の誤操作
- ・点検、運転員の目視
- ・リミットスイッチ、インターロック
- ・過電流検知装置、トルクリミッタ

② 全電源喪失
- ・停電及び復電時に燃料を保持すべき機能が担保される構造を有する

これらの使用済燃料集合体等の取扱いについて事故の発生防止策の評価を行った結果、使用済燃料集合体等の落下に対して現在十分な安全対策が施されていることを確認した。さらに一層の安全性向上のために以下に示す安全対策を施すこととした[1)]。

① 燃料つかみ具開の押し釦の二重化を行う（燃料取出しプールクレーン及び燃料移動プールクレーン）。

② 燃料集合体を台車（燃料導入コンベア）上に設置するまでは、移動装置（水中揺れ腕）が燃料を確実に保持するようインターロックを追加設置する。

③ カスクの受入れ前点検を実施することを運転要領書に明記する（燃料カスククレーン）。

2. 落下事故評価

前項で述べたように、落下事故の発生の可能性は極めて低いと考えられるが、仮に落下事故の発生を想定しても周辺公衆に対して著しい被ばくのリスクを与えないことを確認した。

2.1 落下事故の規模

東海再処理施設の燃料取出しプールにおいて、カスクから使用済燃料集合体の取出し操作中、プールクレーンの故障等によりプール最深部の床（落下高さ約 7m）に落下したことを想定し、これにより、使用済燃料

集合体が破損（ここでは、破損の程度を最大限に見込み、使用済燃料集合体1体分に相当する燃料棒被覆管が全て破損したことを想定する）し、燃料棒のギャップ内核分裂生成物の全量が水中に放出されることを仮定して評価した。なお、評価対象燃料は内蔵放射能が多いPWR燃料を用いた。

2.2 放射性物質の移行経路

放出される希ガスは、全量が水中から燃料受入・貯蔵施設（クレーンホール）の空気中に放出されるものとした。

水中より放出されたよう素及び希ガスは、建家換気系をへて主排気筒より放出されるものとしている。事故評価上は建家換気系の影響緩和機能は無視し、主排気筒の影響緩和機能を考慮した。

2.3 放射性物質の放出量

燃料棒内の核分裂生成物の量は、初期濃縮度4wt%、燃焼度35,000MWD/t、比出力35MW/t、冷却日数180日を基にORIGEN-2.1にて算出した。

破損した燃料棒のギャップ内核分裂生成物の存在量については、破損した燃料棒内の全蓄積量に対して希ガス30%(Kr-85)、よう素30%(I-129及びI-131)[2]とした。

水中に放出されるよう素の水中（プール内）での除染係数は100[2]とした。

2.4 線量当量の評価

被ばく経路として、希ガスについてはガンマ線による外部被ばくを、よう素についてはベータ線による内部被ばくを評価した[3]。その結果、使用済燃料集合体の落下を想定した場合の周辺公衆の実効線量当量は 4.8×10^{-5} mSvとなり、著しい放射線被ばくを与えるものではないことを確認した。

1)「東海再処理施設の事故の発生防止策の検討」JNC TN8410 99-004(1999)
2)「再処理施設安全評価用基礎データ」JAERI-M 90-127(1990)
3)「東海再処理施設の安全性確認に係る基本データの確認」JNC TN8410 99-002(1999)

5.4 災害評価

今回安全性確認で行った事故の発生防止策、拡大防止策及び影響緩和策の検討により、各種の改善等による安全性の向上を含め、事故に対する安全性が確認された。一方、東海再処理施設は建設に当たり一般公衆との離隔が適切に確保されていることを仮想的事故の災害評価を行うことにより確認しているが、建設後20数年を経過し人口分布等周辺状況も変化していることから、東海再処理施設と一般公衆との離隔が適切に確保されていることを再評価した[1)]。

5.4.1 評価方法

これまで東海再処理施設では万一事故が発生した場合の一般公衆への影響を評価するために仮想的事故として濃縮ウラン溶解槽での臨界事故及び分離第1抽出器での有機溶媒の火災事故を想定して、その災害評価を行っている。今回の確認作業では、これらの仮想的事故を再処理施設安全審査指針の立地評価事故で用いる手法や最新のデータを使用し、一般公衆との離隔距離の妥当性を評価した。

5.4.2 評価結果

(1) 濃縮ウラン溶解槽での臨界事故

濃縮ウラン溶解槽での臨界事故の規模は全核分裂数10^{20}を想定した。放射性物質の溶解槽からの廃気への移行割合を希ガス、ヨウ素は100%、ルテニウムは1%、その他の核種は0.5%とし、フィルタは1段分の除染効果（除染前後の放射性物質量の比：10^3）のみ期待して放出量を求めた。線量当量の評価結果（資料5.4-1参照）はめやす線量[2), 3)]を下回った。

(2) 分離第１抽出器での有機溶媒の火災事故

分離第1抽出器を対象とし機器内の有機溶媒の火災を想定した。放射性物質の火災による廃気への移行割合をヨウ素、ルテニウムは100%、その他は20%とし、フィルタは1段分の除染効果（除染前後の放射性物質量の比：10^3）のみ期待して放出量を求めた。線量当量の評価結果（資料5.4-1参照）はめやす線量[2), 3)]を下回った。

5.4.3 まとめ

仮想的事故について最新のデータや手法を取り入れて評価した結果、東

海再処理施設は現在も一般公衆との離隔が適切に確保されていることを再確認した。

参考文献

1) 「東海再処理施設の事故の拡大防止策及び影響緩和策の検討」、JNC TN8410 99-005(1999)

2) 原子力安全委員会「核燃料施設の立地評価上必要なプルトニウムに関するめやす線量について」

3) 原子力安全委員会「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」

資料5.4-1　仮想的事故の線量当量評価結果

評価対象	線量当量 (Sv)		めやす線量* (Sv)
	溶解槽の臨界事故	抽出器の溶媒火災	
骨の組織線量当量	1.0×10^{-3}	5.2×10^{-3}	2.4
肺の組織線量当量	2.4×10^{-4}	1.3×10^{-3}	3.0
肝の組織線量当量	1.9×10^{-4}	9.7×10^{-4}	5.0
小児甲状腺の組織線量当量	2.0×10^{-2}	4.3×10^{-9}	1.5
全身線量（実効線量当量）	2.0×10^{-2}	9.3×10^{-4}	0.25
全身線量（実効線量当量）の人口積算値	0.82万人・Sv	0.14万人・Sv	2万人・Sv

*「核燃料施設の立地評価上必要なプルトニウムに関するめやす線量について」及び「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」