

動力炉・核燃料開発事業団

研究開発課題評価委員会

平成10年度

—新規研究開発課題評価用資料Ⅱ—

技術資料		
開示区分	レポート No.	受領日
T	N1000 98-004	1998.8.13
この資料は技術管理室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団 技術協力部技術管理室		

平成10年7月

動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107-8445 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Technical Evaluation and Patent Office, Technology Management Division, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 9-13, 1-chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-8445, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1998

もくじ

1. 再処理

高燃焼度燃料再処理等に関するフィールド試験
(核燃料施設計画部) (東海再処理工場)

研究概要

1. 研究開発分野

再処理

2. 評価対象

軽水炉再処理

3. 新規研究開発課題

高燃焼度燃料再処理等に関するフィールド試験

4. 研究の必要性

東海再処理工場は、これまでの約20年間の操業運転及び関連する研究開発により、軽水炉燃料再処理が安定して行えることを国内において実証してきたところであるが、東海再処理工場を今後とも研究開発の場として活用してゆくことは、ホットフィールドの有効利用の観点で重要である。

○高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験

原子力発電所においては燃料の高燃焼度化、高富化度化（MOX、FBR燃料）の方向にあり、したがって、これらの燃料の再処理研究に重点を移してゆくことが今後の東海再処理工場の重要な使命となる。このため東海再処理工場本体を用いた本技術開発を、小型試験設備における補完データ採取と併せて実施してゆく。

当面の課題としては、これらの燃料のひとつの方向である高燃焼度化に対する再処理工程への影響調査を行っていく。

○運転保守技術改良に関するフィールド試験

従来東海再処理工場の安定運転を主たる目的として実施してきた運転・保守技術の効率化については、将来の高燃焼度、高富化度燃料の再処理が行われる再処理工場においても重要なテーマである。このため、これらの運転・保守技術に関して、高燃焼度燃料再処理研究に移行する東海再処理工場において、さらなる改良項目の抽出あるいは解決を行っていく。

5. 研究の目的・内容

高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験は、燃料の高燃焼度化に伴う再処理工程に与える影響を評価し、高富化度燃料に関する再処理研究にも役立てるものである。また並行して運転・保守技術の有効性の確認あるいは改良を加えることが、運転保守技術改良に関するフィールド試験の目的である。

○高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験

再処理対象燃料の高燃焼度化の代表的な影響としては、不溶解残渣の増加による再処理機器への影響、放射能の増加による溶媒抽出工程での溶媒の劣化、製品中への不純物量の増加、放射能増加に伴う環境放出放射能の増加などであり、これらの影響に関して、東海再処理工場でプラント規模のデータを採取するとともに、小型試験設備でのデータで補完することにより評価していく。

なお、本研究では、当面の3年間、約32GWD/Tの燃料を数トン規模で再処理しながら、以下のような項目に関してデータを採取する。

- ・不溶解残渣の粒径・組成、ろ過特性に関する調査
- ・溶媒劣化度及びそれが抽出工程の放射能収支等に与える影響調査
- ・放出放射能収支に関する調査
- ・溶解液組成の調査による燃焼計算コードの検証

○運転保守技術改良に関するフィールド試験

本研究では、従来開発を進めてきた運転保守技術に係る装置類をプラントに適用し、燃焼度上昇の影響をも踏まえつつ、操作性、耐久性等に関する改良を加えていく。

6. 予想される成果と反映

○高燃焼度燃料、高富化燃料再処理に係るデータの整備

高燃焼度燃料、高富化燃料の再処理データが整備され、安全規制のバックデータ、海外データの国内での検証、設計裕度の確認等につながる。

○運転保守技術に係る有効性の確認

高燃焼度再処理の環境下での適用性の確認により、改良点の見出し・解決を図り、将来の再処理工場にも直接あるいは間接的に適用できる技術の確保につながる。

○六ヶ所再処理工場の運転支援

上記の高燃焼度燃料再処理のデータあるいは運転保守技術情報を六ヶ所再処理工場に提供し、その円滑な運転立ち上げを支援できる。

7. 研究開発期間

平成11年4月～平成14年3月（3年計画）

総予算：1870百万円

8. 実施担当部署

東海事業所再処理センター（新法人組織）

研究内容

1. 研究開発分野 再処理
2. 評価対象 軽水炉再処理
3. 研究開発課題 高燃焼度燃料再処理等に関するフィールド試験
4. 実施担当部署 核燃料施設計画部
東海再処理工場

5. 再処理技術開発の概要

東海再処理工場は、国内初の再処理施設として昭和52年9月22日に使用済燃料のせん断を開始して以来、軽水炉（BWR、PWR）のみならず新型転換炉「ふげん」のMOX燃料を含め、平成9年3月末までに約940tの使用済燃料を処理してきた（図-1参照）。この間にプラントレベルでのU、Puの抽出効率のデータを得るとともに、FP核種、超U元素（Am、Np、Cm）の工程内挙動のデータを蓄積してきた。また、種々の機器の故障を経験したが、安全安定運転のため、その復旧を通してハード技術開発を実証してきた。例えば、腐食トラブルに対しては新材料開発や遠隔補修技術開発を行い、対策の有効性を実証してきた。また、定期検査の効率化や予防保全の導入など、運転保守技術の向上に努めてきた。これらの処理運転における経験と技術開発の結果、燃焼度28GWD/t程度の軽水炉使用済燃料の再処理を安定的に継続できることを実証してきた。

また、これらの知見は、日本原燃(株)と技術協力基本協定を締結し、設計等のコンサルティング、技術情報の提供、技術者の派遣、共同研究、受託研究等の技術協力を通じて、六ヶ所再処理工場に反映されている。

6. 研究開発課題の設定

6.1 課題設定の考え方

六ヶ所民間再処理施設の建設が進展し、操業計画が明確化しつつある今日においては、東海再処理工場で国内再処理需要の一部を賄うという目的は次第に薄れ、特に研究開発を主体に行う新法人発足を機に、国内初の再処理施設として東海再処理

工場を再処理技術の発展のために活用してゆくことが重要となってきた。

一方、国内での原子力発電では高燃焼度化、高富化度化（MOX、FBR燃料）といった方向に計画が進展しており、これらの燃料の再処理技術を開発して行く上では、実験室規模でのデータだけでなく、

- ・実験室規模では確認のできない燃料集合体単位でのデータ採取
- ・再処理システムとしてのデータの確認

といった点で実プラントを利用した工学規模でのデータ取得も重要である。これらの工学規模のデータについては主に海外でのデータにより一応の技術的目処が立っているものの、国内にて確認、補完できるデータを取得しておくことが再処理技術を国内に根付かせる上で重要である。また、再処理過程で発生する廃棄物を減らしていくことは、環境保全の観点からも必要なものとなっており、こうした動向を踏まえ、従来廃棄物として扱われてきた核種の再処理プロセス内での挙動を工学規模で把握しておくことも重要である。

こうした状況から、東海再処理工場においてこれら高燃焼度、高富化度燃料の再処理技術の実証を行うことを最終的な目標として、当面は電力会社との契約に基づく通常の燃料処理を継続する過程で実施できる、燃焼度の増加による再処理への影響把握を課題として、高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験を設定した。

また、20年間に及ぶ東海再処理工場の運転経験から、再処理施設の運転管理や放射線環境下での設備保守の効率化が、再処理プラントの円滑な運転のために極めて重要であることが認識されている。これらの運転保守技術は、高燃焼度、高富化度燃料の再処理プラントの運転においても共通のテーマであり、開発技術の実プラントでの実証、適用性評価が重要な課題となることから、運転保守技術改良に関するフィールド試験を設定した。

6.1.1 高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験

東海再処理工場で処理できる使用済燃料の燃焼度は集合体当たり35GWD/tまでと定められている。今日までに処理してきた燃料の燃焼度は図-2に示すとおりである。

一方、発電用原子炉ではコストの低減化を目的として燃料の高燃焼度化が進め

られており、段階的に55 GWD/tまで引き上げられる計画である(図-3参照)。その結果、我が国の発電用原子炉から排出される使用済燃料の平均燃焼度は2000年頃には約40 GWD/tになると予想される(図-4参照)。

燃料の高燃焼度化に伴い、使用済燃料中の核分裂生成物やTRU元素が増加するなど再処理の条件が変化してくる。例えば不溶解残渣の増加に伴う配管閉塞、核分裂生成物及び比 α 放射能の増加に伴う溶媒劣化の加速、Np、Am、Cm等のマイナーアクチニド(MA)核種の増加に伴う製品の比放射能の増加等の影響が現れてくる(表-1参照)。

東海再処理工場ではこれまで役務処理運転の中で可能な範囲でデータを採取・評価してきたが、燃焼度の影響を平滑化するため燃焼度の異なる燃料を交互に処理するなどの混合処理をしてきたため、燃焼度と対応する系統的なデータは十分得られていない。そこで、フィールド試験ではできるだけ燃焼度をそろえた燃料を数トン連続処理し、燃焼度と対応するデータを得ていく。

当初3年間は、既存の許認可範囲で32 GWD/t程度までの燃焼度の上昇に伴う再処理各工程への影響を各工程からのデータ収集及び小型試験設備(OTL)によるラボ試験により把握していく。この結果も踏まえ、次のステップである45 GWD/t程度までの燃料を処理する上での安全性の評価、必要な補強(改造)の設計等を行い、許認可の準備を進める。

その後は、燃焼度上昇のための許認可を得て、平成18年度までの間に45 GWD/t程度までの燃焼度に対する系統的データを得ていく(図-5参照)。

6.1.2 運転保守技術改良に関するフィールド試験

運転及び保守技術については、従来、東海再処理工場の安定運転の確保を主たる目的として開発してきた。これらの技術開発のうち、再処理施設の運転管理や放射線環境下での設備保守に関する効率化等については、高燃焼度燃料や高富化度燃料を処理する再処理工場で採用される機器が、東海再処理工場と異なったものとなったとしても、再処理プラントの円滑な運転のために一般に共通するテーマである。この観点から、東海再処理工場が高燃焼度燃料再処理技術開発の場に移行した後も、その適用性を実証していくことが重要であるため、運転保守技術の改良の複数の課題をそれぞれの進捗に応じて、高燃焼度燃料再処理技術開発と

並行して進めていく（図-5参照）。

6.2 開発展開の位置付け

6.2.1 事業団が継続してきた技術開発との関係

これまでも最高35 GWD/tの高燃焼度燃料の再処理を行ってきた経験はあるが（図-2）、操業運転が目的であったことから低燃焼度燃料との組み合わせにより燃焼度の影響を緩和した処理を行ったため、燃焼度に対応するデータは得られていない。

今回のフィールド試験では、平成11～13年度に約32 GWD/tの燃焼度の燃料などを数トンづつ処理し、各種データ採取・評価を行うとともに、その後の高燃焼度化の検討を進めていく。

運転及び保守技術に関しては、従来東海再処理工場の安定運転の確保を主たる目的として開発してきたものをベースとして、燃焼度上昇などの影響も考慮しつつ、より効率的なものに改良していく。

6.2.2 海外技術の方向性との比較

英仏両国において運転されている商用プラントにおいては、最高燃焼度は37～43 GWD/tに設定されており、高燃焼度化が進んでいる。一方、処理対象燃料の高燃焼度化に伴う再処理工程に与える影響については、実績に基づいた系統的データは商業機密でもあり公開される見込みはない。また、運転保守技術開発についても同様である。

従って、再処理技術への理解を広めるためにも、東海再処理工場でデータを取得し、これを公開していくことが必要である。

6.2.3 他分野の技術成果の活用

研究開発の方向性として、他分野の技術成果も積極的に取り入れていくことは、技術開発に係るコスト低減の観点から有効である。特に、運転保守技術開発においては、一般工業で用いられている各種要素技術を積極的に取り入れ、効率的に技術開発を進めていく。

7. 研究開発の内容

7.1 研究開発の目標

7.1.1 到達目標

本研究開発の到達目標は、東海再処理工場でのフィールド試験を通じ、上述の燃焼度増加に伴う再処理工程への影響を、プラント規模で定量的に把握すること及び許認可や設計に反映できる形で整理することである。

また、運転保守に係る技術開発は、長年にわたる東海再処理工場の運転・保守経験から抽出された課題を実フィールドで解決しつつ高燃焼度燃料処理に係る課題を明確化していくことである。

7.2 具体的な研究開発内容

7.2.1 高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験

東海再処理工場に受け入れた燃料を利用し、燃焼度の影響が明確になるよう、燃焼度、初期ウラン濃縮度、冷却期間を揃え、工程内を定常状態とするため数トンの燃料群を選定する。

その再処理にあたっては試験対象外の燃料との混合を避けるため、工程内のFPやPuの押し出しなど、従来の処理運転と異なるフィールド試験期間を設け、以下のデータを取得する（図-6参照）。

(1) 不溶解残渣

溶解槽内のスワーフバスケットに捕集された不溶解残渣や清澄工程を経て高放射性廃液蒸発缶へ移行した不溶解残渣を採取し、粒度測定や組成分析を行う。不溶解残渣の特性については実験室規模の試験結果は多く報告されているが、ジルカロイチップなどを含む工学規模でのデータは限られている。東海再処理工場でも過去（昭和56年）に工学規模での調査が行われたが、今回は燃焼度との相関性を確認するものである。

またパルスフィルタの流量特性に関するデータも併せて取得する。

(2) 溶媒劣化

溶媒劣化については、昭和55年に、小型ホット試験設備を用いて、劣化生成物であるDBP添加による抽出工程への影響を確認する基礎試験を行った。実

機では、ホット試験開始以来、運転管理用に何点かのデータを採取したが、処理対象燃料の燃焼度と生成量との相関や溶媒再生系を含んだ設備間での収支等を得るまでには至っていない。このため、今回は処理燃料の燃焼度に対応する劣化物の生成量及び溶媒洗浄性能を把握するとともに、下記放射能収支のデータと併せて溶媒劣化による工程への影響を確認する。

① 溶媒劣化度確認

燃焼度の違いにより溶媒の劣化がどのように変化するかを確認する。各抽出工程（分離第一、分離第二、プルトニウム精製）の溶媒貯槽、装荷溶媒、溶媒出口等でのDBP濃度を測定する。

② 溶媒洗浄工程能力調査

溶媒洗浄工程のDBP等の収支を確認するため、DBP及びγスペクトル分析を行う。

(3) 放射能収支

① オフガス系

せん断オフガス処理系、溶解オフガス処理系の各装置での除染性能を確認するため、洗浄塔洗浄液の分析を行う他、オフガスのサンプリング装置を設置しガスサンプリング、分析を行う。

オフガス系の除染係数については、東海再処理工場ホット試験の初期の段階で一部の洗浄塔廃液中のデータから除染係数を評価している。今回は燃料の高燃焼度化により内蔵放射能が増え、分析の検出下限との関係から、より精度の高い除染係数の取得が期待される。なお、今回は過去にデータの取得ができなかったガス中の放射能測定も一部行い、従来のデータをさらに信頼あるものとする。

② 液系

抽出工程での放射能収支は昭和52年及び昭和53年に小型ホット試験設備を用いた確証試験を行った。実機ではホット試験開始段階で代表的な核種に係わる抽出工程での除染係数評価を行い、さらには昭和61年にZr、Ru及びNpに関する再調査を実施した。さらに平成4年にはTcの挙動に関する調査を実機で行ったが、燃焼度との相関を系統的に把握したものはなかった。こうしたことから、分離第一、分離第二、プルトニウム精製、ウ

ラン精製の各抽出工程の供給液、抽出残液、製品出口、溶媒出口において γ スペクトル、Np-237、Tc-99、Sr-90の分析を行う。またU製品、Pu製品中の不純物測定も行う。

(4) 放出放射能

① オフガス系

気体系はせん断オフガス(SOG)、溶解オフガス(DOG)、槽類換気系(VOG)に分かれる。燃焼度の高い燃料処理中にこれらの各系統の寄与を評価した例はなく、このため、せん断あるいは溶解運転のみ行う期間と、全工程運転を行う期間を区切り、主排気筒への各系統の寄与を評価する。

② 液体系

液体系は分離精製工場(MP)から廃棄物処理場(AAF)へ移送される廃液中の放射能を廃液の種類毎に測定する。また、廃液蒸発缶の濃縮液中に含まれる放射能を測定する。

液系放出放射能として重要な上記のデータは分離精製工場全体の総括除染係数を導出できるものであり、処理燃料の燃焼度に応じたプラント規模での実データとして整理されることとなる。

(5) 溶解液組成

使用済燃料の集合体単位での燃焼計算コードの評価のため、溶解液を採取し、U濃度、U同位体組成、Pu濃度、Pu同位体組成、 γ スペクトル、Np-237、Tc-99、Sr-90の各分析を行う。

本調査は、操業運転を通じてU、Puを中心にしたデータ収集が行われてきているが、これらのデータは、異なる照射履歴をもつ燃料集合体の溶解液が混合してしまう影響を受けたデータとなっている。このため、データの精度を上げるため、燃焼度別にほぼ一定の照射履歴をもつ燃料を連続して処理した場合のデータを収集する。

また、処理対象燃料の燃焼度を引き上げるための安全評価、設計については、臨界、遮蔽、放出放射能、崩壊熱除去などについて現行施設の安全評価を行い、中性子遮蔽補強など改造の必要な部分について改造設計を行う。

7.2.2 運転保守技術改良に関するフィールド試験

本フィールド試験は、再処理工程運転管理技術開発、設備保守技術開発、供用期間中検査技術開発に大別される。再処理工程運転管理技術開発では、運転中の管理効率の向上、被ばく低減化に関し、技術的見通しを得る。設備保守技術開発では、計装用導圧管及びプロセス配管等に詰まりが発生した際に、それが除去できる見通しを得る。供用期間中検査技術開発では、接近が困難または不可能な設備に対する健全性確認及び異常の検知を行う技術的見通しを得る（表－2参照）。

8. 研究開発の進め方

8.1 研究開発体制

本フィールド試験は、新法人として新しくスタートする再処理センターを中心として一元的に進める。

具体的には、本フィールド試験の総責任者を再処理センター長とし、その下に処理部、施設管理部、環境保全部、技術開発課等の関係各課で実施する。図－7に実施体制を示す。

また、メーカーの設計能力や製作能力の向上及び民間事業主体へのスムーズな技術移転にも配慮する。

8.2 研究開発の進め方

本フィールド試験は、図－5に示すように高燃焼度燃料再処理に関する次のステップに移行するための許認可準備が完了する平成13年度末に評価ポイントを定めてチェック&レビューを行い、段階を踏まえて実施していく。

8.3 今後3年間の詳細工程と研究開発内容

8.3.1 高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験

32 GWD/tの燃料を対象にしたフィールド試験を平成11年度に行う。

平成12～13年度についてはこれを補完するフィールド試験を行う。

これらにより、不溶解残渣の特性、燃焼計算の精度、各工程除染係数、溶媒劣化度について燃焼度による影響を評価する。

また、並行して処理対象燃料の燃焼度を引き上げるための安全評価、設備改造設

計を平成13年度まで行う。

8.3.2 運転保守技術改良に関するフィールド試験

再処理工程運転管理技術開発、設備保守技術開発、供用期間中検査技術開発の各項目については、装置開発及び改良、実機適用を段階的に進める（表-2参照）。

8.4 開かれた研究開発体制への取り組み

事業団では、従来より新たな研究開発成果について、日本原子力学会、海外の学会への発表、国内関係誌への投稿や関係者への積極的な施設公開に努めてきた。

本フィールド試験を進めるにあたっては、再処理センター内の幹部会にて技術開発の達成度や進め方について見直しを行い、適宜、成果報告会、学会発表等により実施結果を広く公開していく。

9. 投入資源の活用計画

これらの研究開発は工場の運転を通じて行われるものであり、工場の運転に必要な資金及び人員をベースとしこれを活用するものである（東海再処理工場の操業費は年間約60億円）。しかし、工場の運転経費及び運転要員は本評価の対象ではないため、ここでは工場の運転に必要な資金及び人員以外の本研究開発のために必要となる資金及び人員について述べる（図-8参照）。

9.1 開発資金計画

高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験に係わる開発資金は、小型試験設備における試験費、工場本体での核種挙動調査費及び設計・解析費であり平成11年度は年間約1億円である。以降の年度については、高燃焼度燃料の再処理のために必要な遮蔽設備増強等の改造設計費の増加を若干見込んでいる。

運転保守技術改良に関するフィールド試験に関しては、7章に示す3つの項目毎に平成11年度は各項目に1ないし1.5億円程度を割り当てる。なお、供用期間中検査技術開発に関しては、槽内点検装置の開発の進展に応じて、今後約1億円程度の増額を想定している。

本開発資金の平成11年度の合計は約5.2億円であり、その後の計画の進展に応

じて各項目毎に若干の変動はあるものの、年度毎の合計額としては平成13年度までは5～7億円程度の規模の資金を充てていく。

9.2 開発人員計画

高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験に係わる必要な人員のうち上記開発資金で賄う人員については、小型試験設備での試験要員4名、試料の分析等に4名合計で8名を充てる。その後については、設計のピーク時に若干の増加を予想している。

運転保守技術の改良に関するフィールド試験のうち開発資金で賄う人員については、運転技術開発に関しては1名、設備保守技術開発に関しては4名、供用期間中検査技術開発に関しては2名である。

10. 管理体制

本フィールド試験における保安は、新法人の保安規定に定める組織に基づいて確保する。特に、放射線安全に関する管理は、図-7に示すように放射線管理第二課と連携して行う。また、試験に使用する核物質の管理については、計量管理規定、核物質防護規定に定められた管理体制により実施する。

研究開発の開始にあたっては、事前に試験計画及び保安体制を計画書として再処理センター長に提出し、保安規定に定める審議手続きを経てセンター長の承認を受け開始するものとする。なお、試験条件等に変更がある場合についても、必要に応じて同様の手続きを経てセンター長の承認を受けるものとする。さらに、試験・評価の進捗については、適宜、センターの幹部会において進捗状況及び作業内容等の確認を行うとともに、年度毎の総括を行う。

11. 期待される開発成果

11.1 将来の再処理に有効な基礎データの取得

高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験では、放射能収支、各工程の除染係数、溶媒劣化、不溶解残渣の特性等のデータを燃焼度毎に収集、解析するため、従来にない工場規模の実運転での系統的なデータベースが整備されることとなる。

高富化度燃料再処理では特に比 α 放射能が高いPuによる溶媒劣化やアクチニド

の工程内挙動等の影響がより顕著になるが、これらの課題は高燃焼度燃料再処理時の影響と定性的には同様であり、将来的な高富化度燃料再処理の影響把握の観点から、

- ・安全規制に係るバックデータの提供
- ・海外データの国内での検証
- ・設計の安全裕度の確認

といった点で、本フィールド試験で得られたデータが有効に活用できる。

特に当面の3年間の成果に関しては、45 GWD/t燃料再処理の研究を行うための許認可取得に反映され、さらに上記の高燃焼度燃料、高富化度燃料の再処理研究の第一ステップとなる。

また、運転保守技術についても再処理工場一般において、プロセス情報の的確な把握や異常の早期発見、高放射線下の作業に伴う被ばく低減、保守作業時間の短縮など運転管理や保守の効率化に寄与することが可能となる。

11.2 六ヶ所再処理工場への運転支援効果

六ヶ所再処理工場と東海再処理工場とでは、ピューレックス法を用いた基本的な処理方式は同じであり、東海再処理工場で処理技術全般の工場規模での確認を行うことにより、六ヶ所再処理工場の運転の円滑な立ち上げに協力していくことが可能である。

六ヶ所再処理工場で処理する使用済燃料の燃焼度は、一日当たり平均で45 GWD/tの計画であるが、操業開始当初は、燃焼度の増加に伴う溶媒劣化や不溶解残渣の増加等が工場の稼働率に与える影響等を確認しつつ、徐々に燃焼度上げた運転を実施していくものと予想される。

これに対して、東海再処理工場では平成11年度までに32 GWD/tまでの燃焼度の実データを採取し、さらに平成16年度以降は45 GWD/t程度までの段階的実データの取得を行う。これらを通して、平成14年度末に予定されている六ヶ所再処理工場の操業開始から平成19年度初め頃の安定的な操業運転移行までの間における運転管理上の重点項目の明確化、運転管理方法の合理化などを通じて円滑な立ち上げに寄与していくことができる。

また、運転保守技術の改良に関しても、これらの知見、技術を速やかに反映する

ことにより、六ヶ所再処理工場での運転管理や保守の効率化が図れ、結果として同工場の安定操業に寄与していくことができる。

11.3 他産業への効果

運転保守技術改良に関するフィールド試験で開発しようとしている槽内点検装置や加熱用蒸気配管腐食状況点検装置は、小口径で曲り部が多数存在するものや狭隘な部分へのアクセスが可能なものである。類似の点検装置としては、上下水道・ガス等の輸送管、ボイラのチューブ、化学プラントの配管・槽類などの内部洗浄、点検用として使用されているものがあるが、これらは比較的口径の大きなものや大型の設備を対象としているものが多い。本フィールド試験を通じて開発した技術は、上記の分野でこれまで適用が困難であった小口径、狭隘部への適用の可能性が期待できる。

12. 開発終了後の設備活用

高燃焼度燃料再処理に関するフィールド試験は、基本的に既存の工場設備の運転を通して行うものであり、平成13年度までの試験終了後も段階的に燃焼度を上げた試験を東海再処理工場を利用して継続する。

運転保守技術の改良で開発した装置等は、順次、東海再処理工場の設備に組み込みフィールド試験を実施していく。フィールド試験は平成18年頃まで継続し、開発した装置等の適用性評価及び必要な改良を加えながら工場設備の一部として活用する。

表-1 高燃焼度化に伴う使用済燃料組成の主な変化と
再処理工程に与える主な影響

(28GWD/tに対する45GWD/tの倍率)

	PWR	BWR	再処理工程に与える影響
計算前提			
U-235初期濃縮度	4.5%	4.0%	
平均燃焼度 (GWD/t)	45	45	
比出力 (MW/t)	38	26	
冷却期間	4年	4年	
計算結果			
放射能			<ul style="list-style-type: none"> ・放射能の増加に伴う溶媒劣化の加速 (特にαの寄与) ・γ、n放射能増加に伴う遮蔽能力の増強 ・H-3、I-129、C-14等の増加と工程内挙動
Total- α (Ci)	3.7	5.3	
Pu- α	3.1	3.9	
Pu- α 比放射能	2.0	2.5	
Total- β (Ci)	1.5	1.4	
H-3	1.6	1.6	
C-14	1.5	1.7	
Kr-85	1.2	1.1	
I-129	1.7	1.7	
Total- γ (photon)	1.7	1.6	
Total-n	9.2	17.1	
重量			<ul style="list-style-type: none"> ・Np等のU、Pu製品への移行 ・不溶性FP増加に伴う配管閉塞
Pu	1.5	1.5	
MA(Am,Cm,Np)	2.3	2.6	
不溶性FP(Mo,Tc,Ru,Rh,Pd)	1.7	1.7	
発熱量			
Total	1.8	1.8	
Pu	3.1	3.9	
FP	1.7	1.6	

基準とした燃焼度28GWD/tの燃焼計算は以下の前提で実施した

U-235初期濃縮度：4.0%

比出力：35MW/t

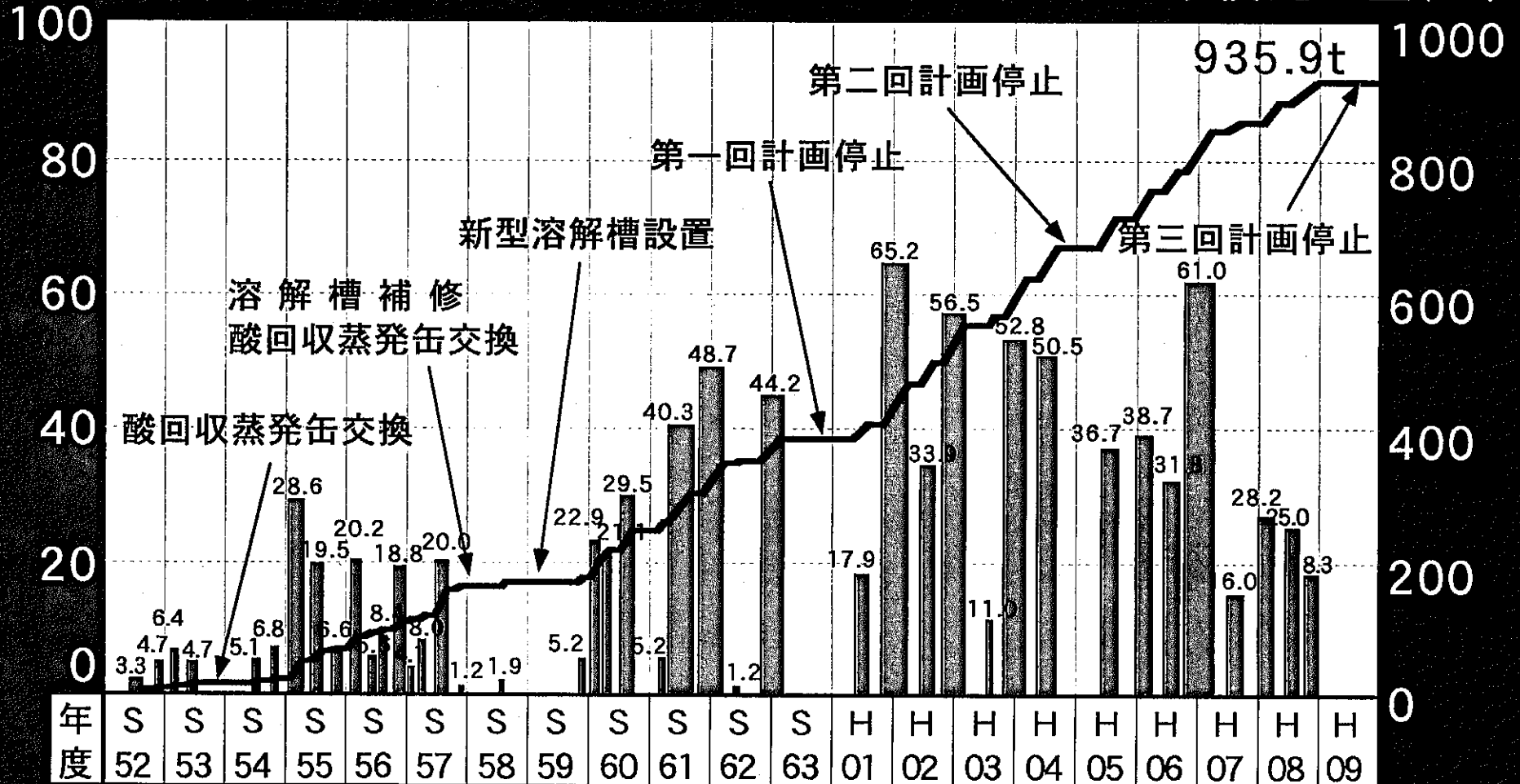
冷却期間：4年

図一 東海再処理工場の運転実績

処理量(t)

平成10年3月31日 現在

累積処理量(t)



-15-
処理量
(トン)

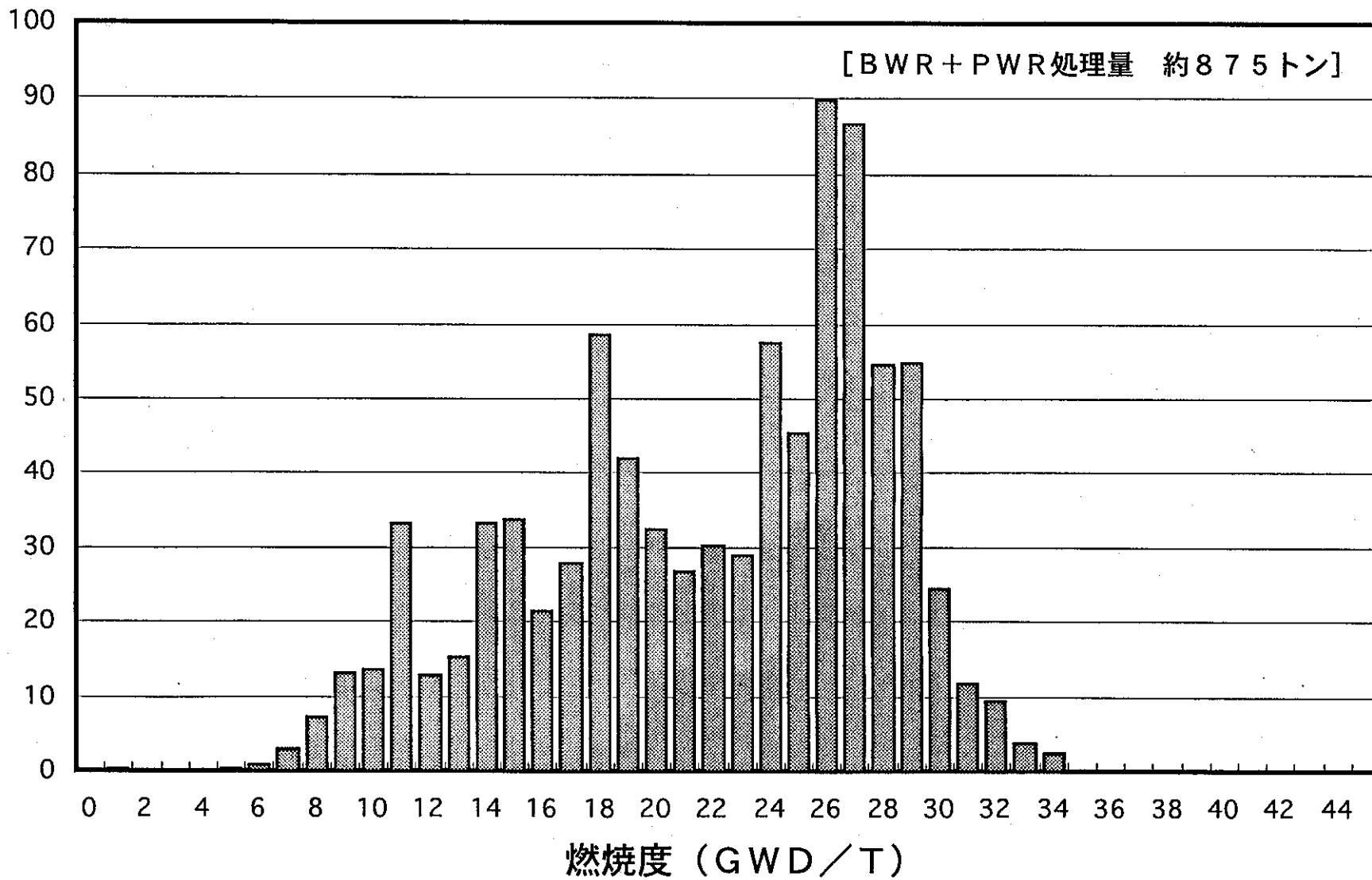


図-2 東海再処理工場における燃烧度別の燃料処理実績(BWR+PWR)

図-3 軽水炉燃料の高燃焼度化計画

(出典：「次世代燃料」研究専門委員会”軽水炉燃料開発の新しい展開”

日本原子力学会誌 Vol.37, No10(1995))

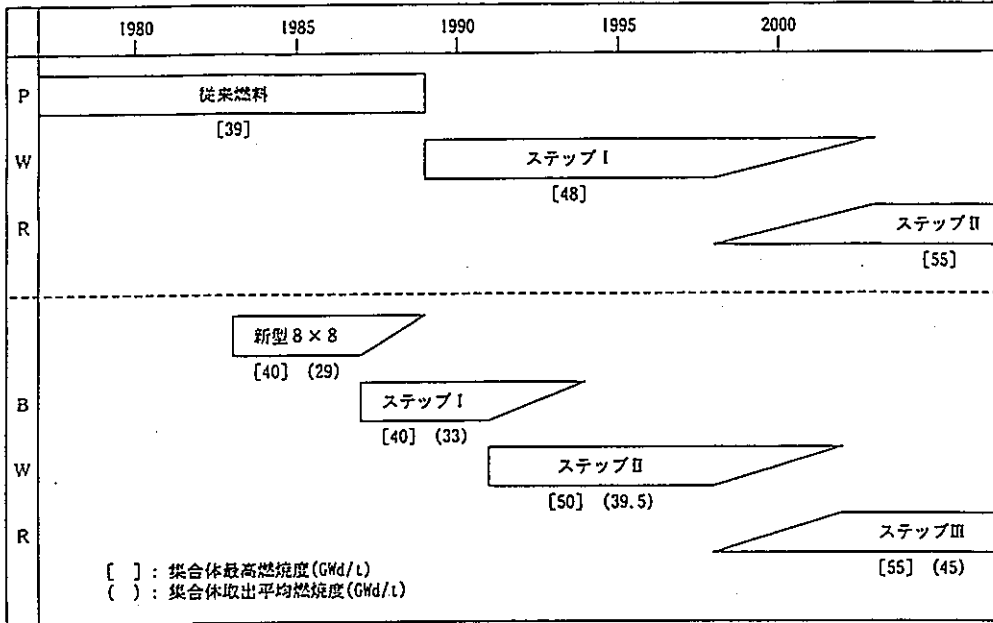
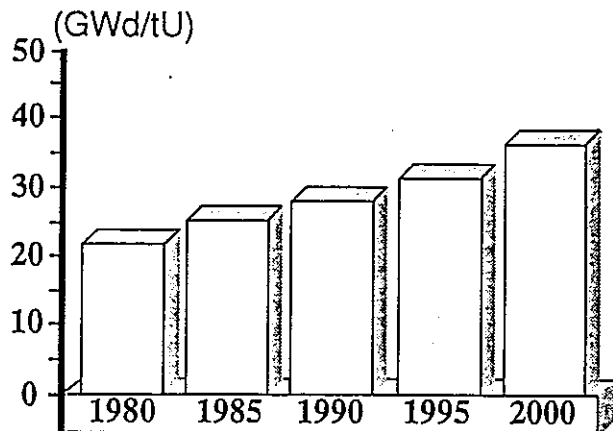
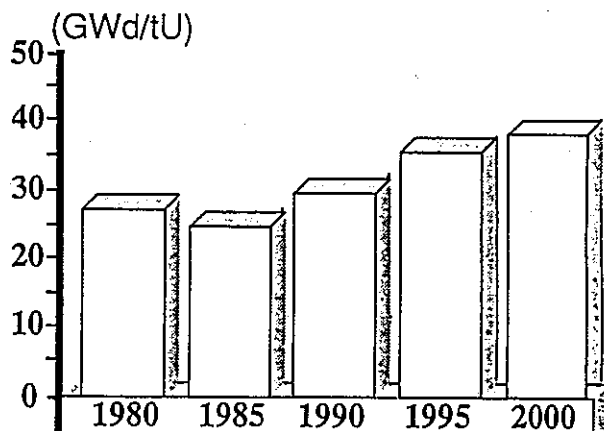


図-4 軽水炉から排出される使用済燃料の平均燃焼度

Average discharge burnups for Japanese BWRs



Average discharge burnups for Japanese PWRs



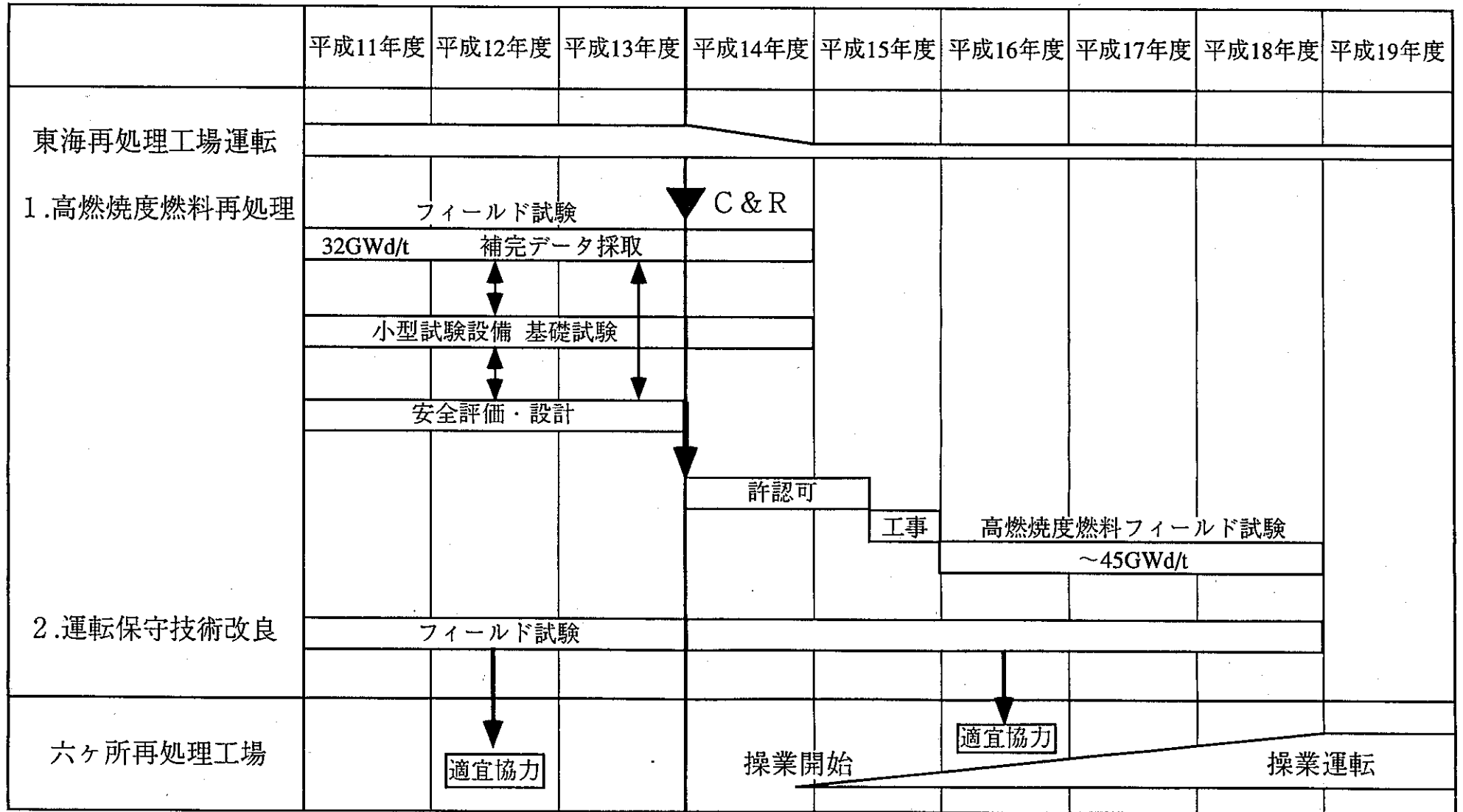


図-5 高燃焼度燃料再処理等に関するフィールド試験計画

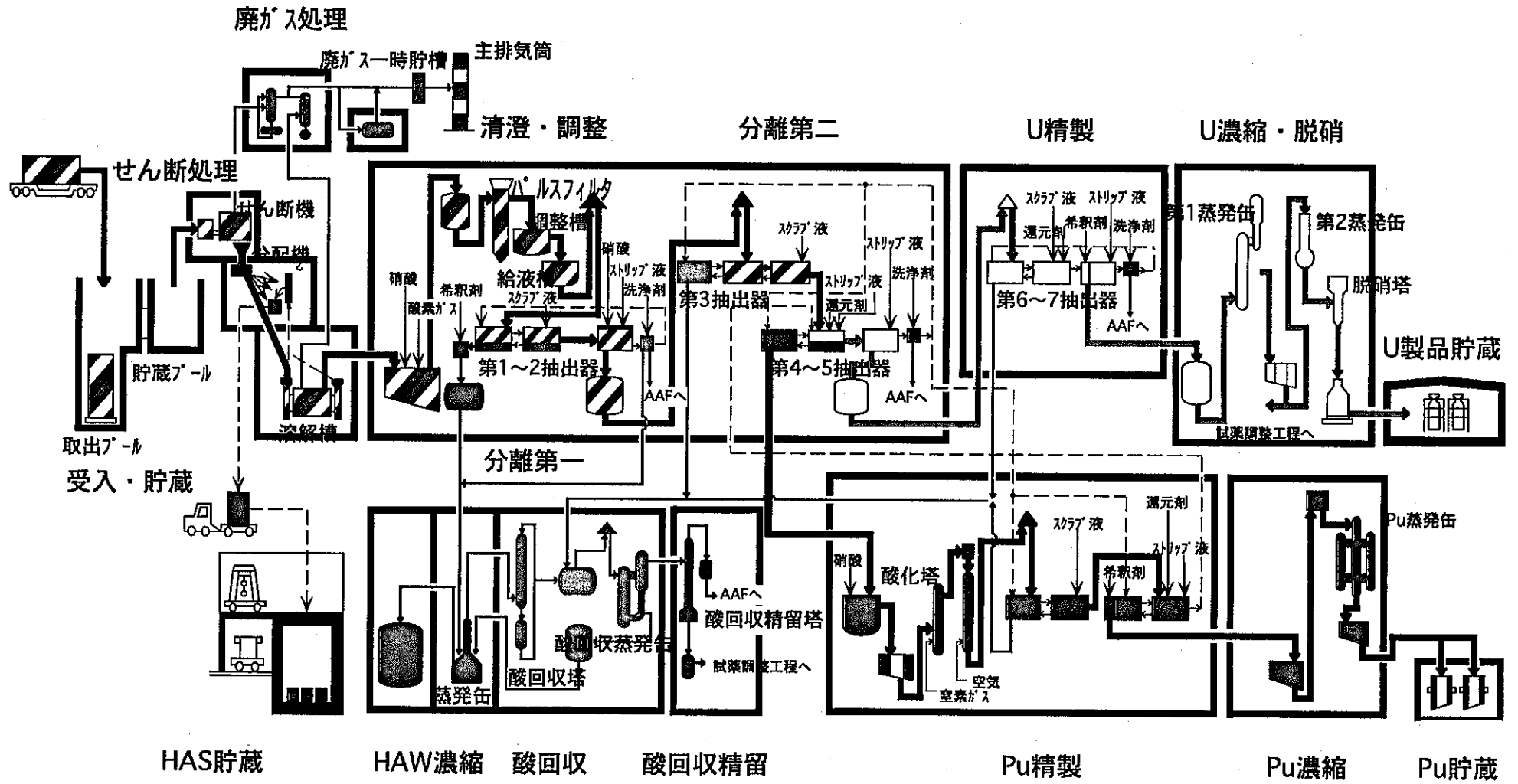
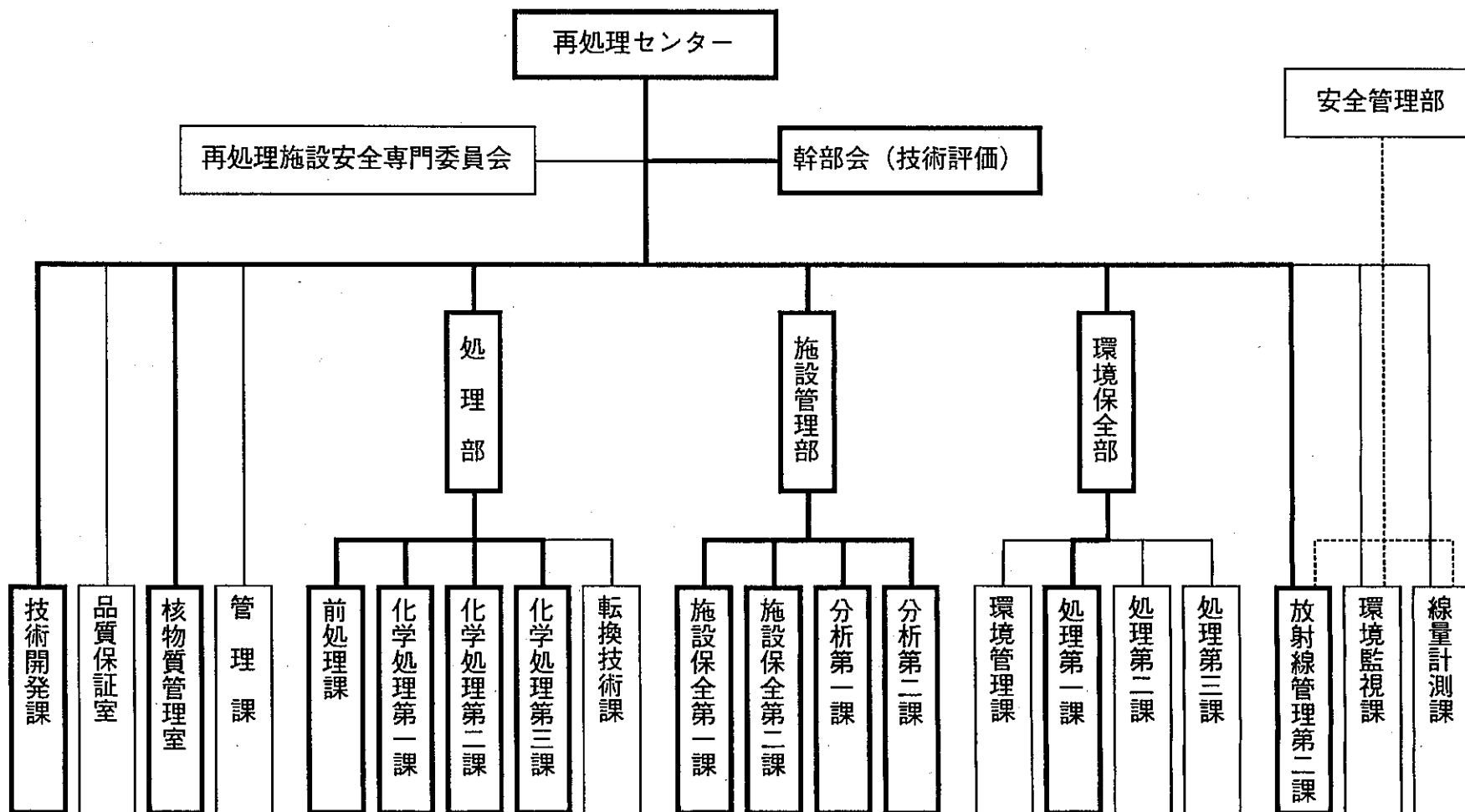


図-6 再処理工程図

表-2 運転保守技術改良に関するフィールド試験計画

項目	内容	スケジュール		
		11年度	12年度	13年度
(1)再処理工程運転管理技術開発				
①インストラクションシステムの開発	プロセッサから異常を早期検知しガスを出す計算機システム。	工事	工事	試験
②超音波式界面計の開発	電極式に代わる界面不整の高性能検知装置。	U試験	ホット試験	ホット試験
③よう素吸着材開発試験	使用済フィルムのよう素保持性能を確認する試験。	コールド試験	ホット試験	ホット試験
④多成分自動分析装置の開発	被ばく低減、省力化のための7-μホットを使う自動分析装置。	工事	ホット試験	ホット試験
(2)設備保守技術開発				
①計装用配管詰まり予知・除去装置の開発	空気式計装配管の詰まりを早期に検知し、除去する装置。	装置開発	装置開発	試験
②配管詰まり除去技術の開発	小径配管の不溶解残渣による詰まりを遠隔で除去する装置。	装置開発	ホット試験	ホット試験
③機器保全データのデータベース化	再処理工場の保全データを格納するデータベースシステムの活用。	データ登録・活用	データ登録・活用	データ登録・活用
(3)供用期間中検査技術開発				
①槽内点検装置の開発				
・平板型貯槽点検装置の開発	溶解槽平板底部の不溶解残渣を遠隔観察・除去する装置。	ホット試験	ホット試験	ホット試験
・円環型貯槽点検装置の開発	円環型貯槽底部の不溶解残渣を遠隔観察する装置。	ホット試験	ホット試験	ホット試験
・貯槽内狭隙部点検装置の開発	溶解槽連通配管内面を遠隔観察・肉厚測定する装置。	装置開発	装置開発	装置開発
②加熱用蒸気配管腐食状況点検装置の開発	小径・屈曲・長配管の遠隔全面肉厚測定、欠陥部調査装置。	ホット試験	ホット試験	ホット試験



図一七 高燃焼度燃料再処理等に関するフィールド試験実施体制

	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度
東海再処理工場運転									
1.高燃焼度燃料再処理	1.3	(2)	(2)	C & R ▽					
	データ採取、ラボ試験、設計			許認可	工事	高燃焼度燃料再処理データ採取			
2.運転保守技術改良	1.1	(1)	(1)	C & R ▽					
					フィールド試験				
(2) 設備保守技術	1.3	(1.5)	(1.5)						
					フィールド試験				
(3) 供用期間中 検査技術	1.5	(2)	(2.5)						
					フィールド試験				

図一 8 高燃焼度燃料再処理等に関するフィールド試験における資金計画