

ふげん廃止措置技術専門委員会
第3回委員会資料集

2001年4月

核燃料サイクル開発機構

敦賀本部 新型転換炉ふげん発電所

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。

〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地

核燃料サイクル開発機構

新型転換炉ふげん発電所

技術課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Section,

Fugen Nuclear Power Station

Japan Nuclear Cycle Development Institute

3 Myoujin-cho, Tsuruga-shi, Fukui-ken 914-8510, Japan

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

2001年

ふげん廃止措置技術専門委員会 第3回委員会資料集

澁谷 進、田尻 剛司、佐野 一哉
北山 尚樹、兼平 宣紀

要旨

新型転換炉ふげん発電所は核燃料サイクル開発機構法にもとづき、平成15年度までに運転を停止することになっており、現在、廃止にともなう措置に関する技術の開発及びこれに必要な研究(以下「廃止措置技術開発」という)を実施している。

この廃止措置技術開発を計画・実施するにあたり、「ふげん」を国内外に開かれた技術開発の場として十分に活用するとともに、当該技術開発で得られる成果を有効に活用することを目的として、サイクル機構外の有識者で構成される「ふげん廃止措置技術専門委員会」を平成11年12月に設置し、平成11年12月14日に第1回委員会が開催された。平成12年度も引き続き設置され、平成13年3月27日に第3回委員会が開催された。

本書は、第3回ふげん廃止措置技術専門委員会において配布された資料集であり、「ふげん」廃止措置基本計画の概要、「ふげん」廃止措置フロー、運転終了後の設備維持管理、廃棄物処理設備の検討状況、「ふげん」へのCOSMARD適用状況についてまとめたものである。

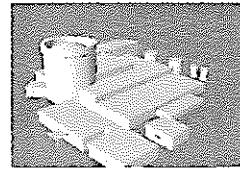
目次

1. 「ふげん」廃止措置基本計画の概要	1
2. 「ふげん」廃止措置フロー（検討案）	7
3. 運転終了後の設備維持管理	12
4. 廃棄物処理設備の検討状況	18
5. 「ふげん」への COSMARD 適用状況	24

1. 「ふげん」廃止措置基本計画の概要



「ふげん」廃止措置基本計画の概要



資料 1-1



「ふげん」廃止措置基本計画

- I. 「ふげん」廃止措置の基本的進め方
 1. 基本工程
 2. 準備工程
- II. 技術開発・実証業務
- III. 技術成果の体系化・共有化
- IV. 運転終了後の設備維持管理
- V. 今後の諸手続き

資料 1-2



「ふげん」廃止措置の基本的進め方

【基本工程】

- ◆ 運転終了後の炉心燃料取り出しと早期の燃料搬出
- ◆ 炉心部の安全貯蔵と解体に必要な安全措置
- ◆ 技術開発等を行う適切な準備期間の後、速やかに本格解体

資料 1-3



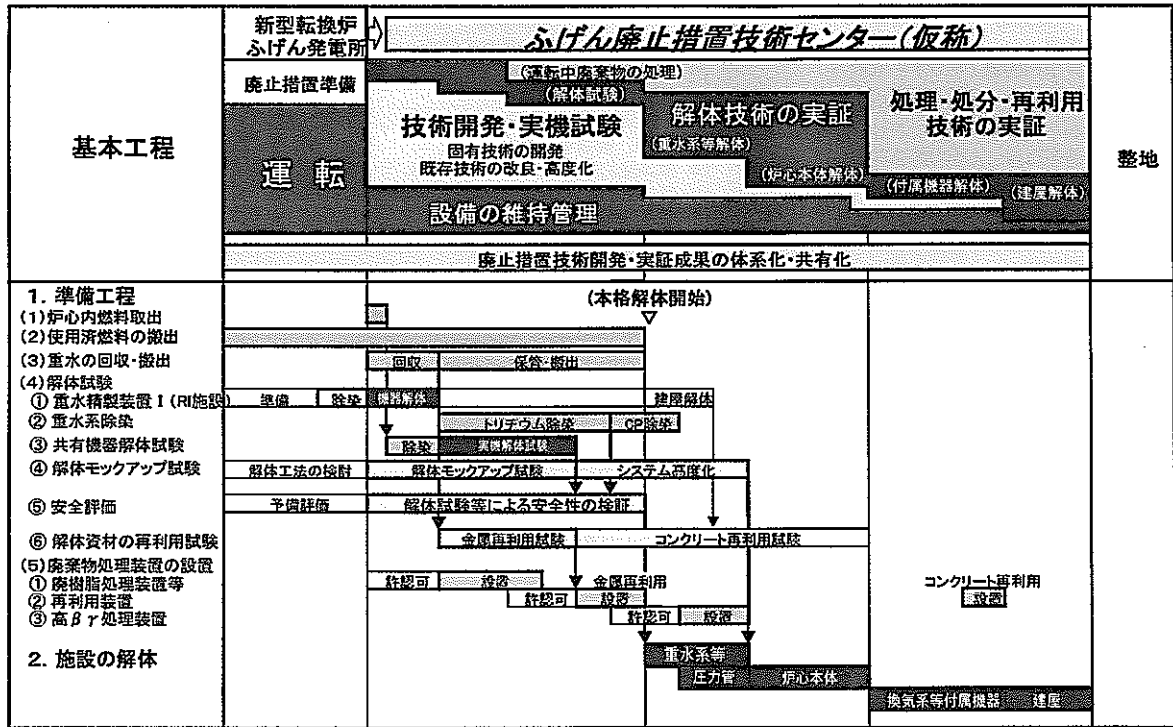
「ふげん」廃止措置の基本的進め方

【準備工程】

- ◆ 運転終了後の炉心燃料取り出し
 - 設備の安全確保、プラント管理の効率化
- ◆ 燃料の早期搬出、重水の搬出
 - 本格解体着手
- ◆ 実機解体試験(重水精製装置、一部の原子炉施設)とモックアップ
 - 固有設備の解体技術開発
 - 安全評価データの取得
 - 解体資材の再利用試験
- ◆ 廃棄物処理設備の導入
 - 運転中廃棄物の合理的な処理
- ◆ 適切な設備維持管理
 - 安全確保を前提とした合理化

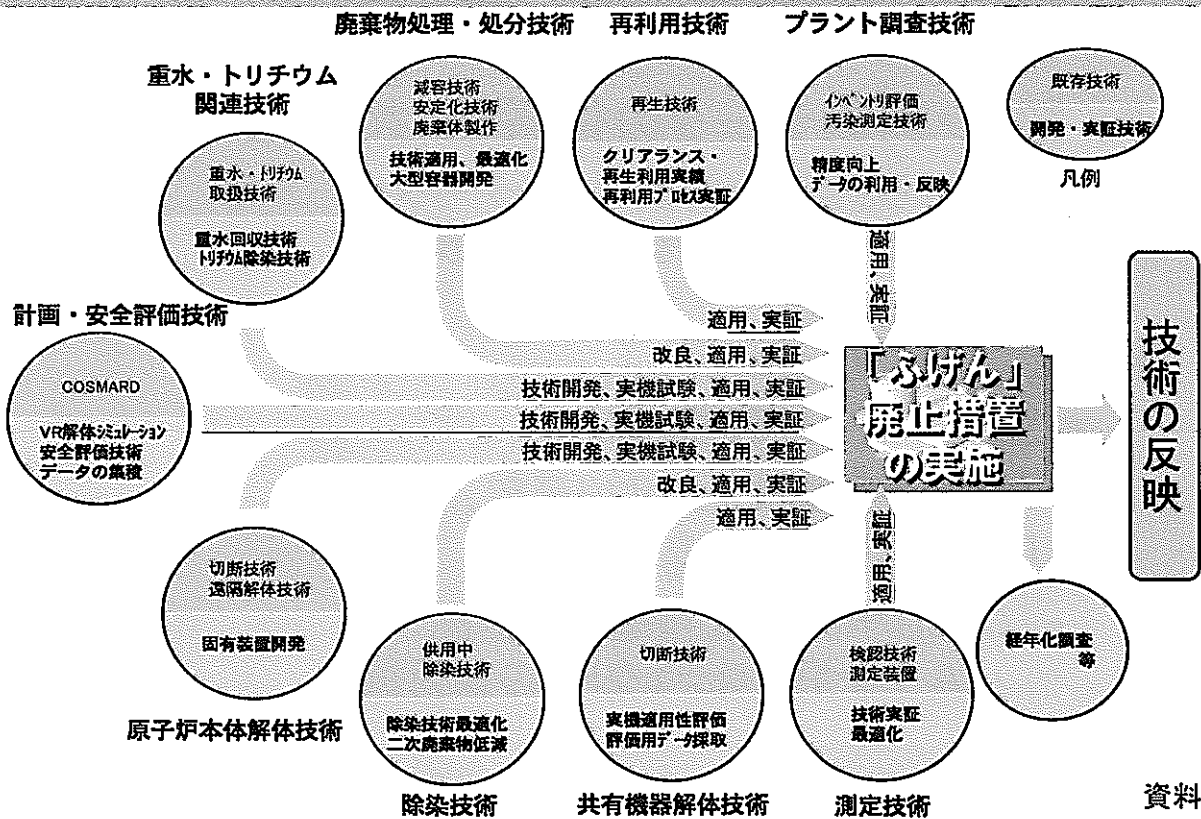
資料 1-4

「ふげん」廃止措置の基本的進め方



資料 1-5

技術開発・実証



資料 1-6



技術開発・実証

	技術分野	技術分野の概要	技術課題・目標	開発のポイント
固有技術の開発	重水・トリチウム関連技術	重水の系統抜出し トリチウム除染 重水機器の解体技術	<ul style="list-style-type: none"> 安全かつ合理的な重水の回収 トリチウム除染技術の確立による防護の軽減化、除染期間の短縮 	重水精製装置の実機試験によるデータ採取、解体実証
	原子炉本体解体技術	カランドリアタンク、圧力管等の解体技術	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔解体装置の開発、工法の最適化による工期の短縮、被ばく低減 解体時の安全評価データの取得、データベース化 	モックアップ試験の反映
	固有設備解体等の計画・安全評価技術	システムエンジニアリング 解体手順・経済性・安全性評価 解体後のデータ評価等	<ul style="list-style-type: none"> 最新計算機技術による支援システムの確立と合理的な解体計画の立案 安全評価、被ばく評価に基づく安全な工程・手法の確立 	VR-解体シミュレーションシステムの利用・反映
既存技術の改良・高度化	プラント調査技術	汚染、放射化放射能インベントリ及び物量の評価	<ul style="list-style-type: none"> 実測と解析によるインベントリ評価、精度向上 除染方法や解体計画への反映、手法の合理化 	評価技術の合理化
	除染技術	解体前除染、解体後除染 コンクリートの除染	<ul style="list-style-type: none"> コスト、被ばく、廃棄物量等の最適化 解体後除染システムの最適化による放射性廃棄物の低減 	「ふげん」軽水炉の除染実績の反映、改良 二次廃棄物の最小限化
	軽水炉共有機器解体技術	切断技術、遠隔解体技術	<ul style="list-style-type: none"> 最新解体技術の総合的な適用性の確証（コスト低減、作業効率向上、廃棄物低減） 二次廃棄物の低減 	軽水炉技術の適切な反映
	廃棄物処理・処分技術	廃棄物の減容、安定化、溶融 廃棄物の製作等の技術	<ul style="list-style-type: none"> 合理的な処理プロセスのため技術の最適化 炉心解体物用廃棄物容器の開発 金属の溶融技術の実証 	廃樹脂等運転中廃棄物の減容・安定化 解体資材の再利用
	再利用技術	金属、コンクリートの再利用 汚染金属の限定再利用技術	<ul style="list-style-type: none"> クリアランス技術の実証 金属の再利用技術の実証 解体コンクリートの再利用技術の実証 	試験設備による、金属及びコンクリートの再利用の実証と再利用の具体化
測定技術	クリアランス測定技術 建屋開放のための測定技術	<ul style="list-style-type: none"> 国内外の技術の適切な反映 合理的な検認技術確立、測定時間の短縮 	実証設備の運用及び改良・高度化	
その他	経年評価等	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉本体、設備の経年評価に活用できるデータの取得 	固有機器、一般機器の寿命評価	

資料 1-7



技術成果の体系化・共有化

◆ 知見・実績データの体系化・共有化

- 体系的な集積と評価によるデータベース化
- 基準化、規格化、指針類への反映

◆ 技術協力

● 国内機関との協力

- 関係研究機関との共同研究、情報交換

● 国外機関との協力

- OECD/NEA廃止措置協力計画
- ハルデン炉プロジェクトとの技術協力

資料 1-8



今後の諸手続き

原子炉等規制法、電気事業法、放射線障害防止法、
地元安全協定など

◆ 運転終了時

- 保安規定、定期検査計画の改定

◆ 準備期間中

- 重水精製装置(RI施設内の装置)の解体に係る諸手続き
- 本格解体前の実機試験に係る諸手続き
- 廃棄物処理設備の導入に係る諸手続き

◆ 解体着手前

- 解体届(時期と記載内容)
- 安全協定上の廃止措置開始手続き

資料 1-9

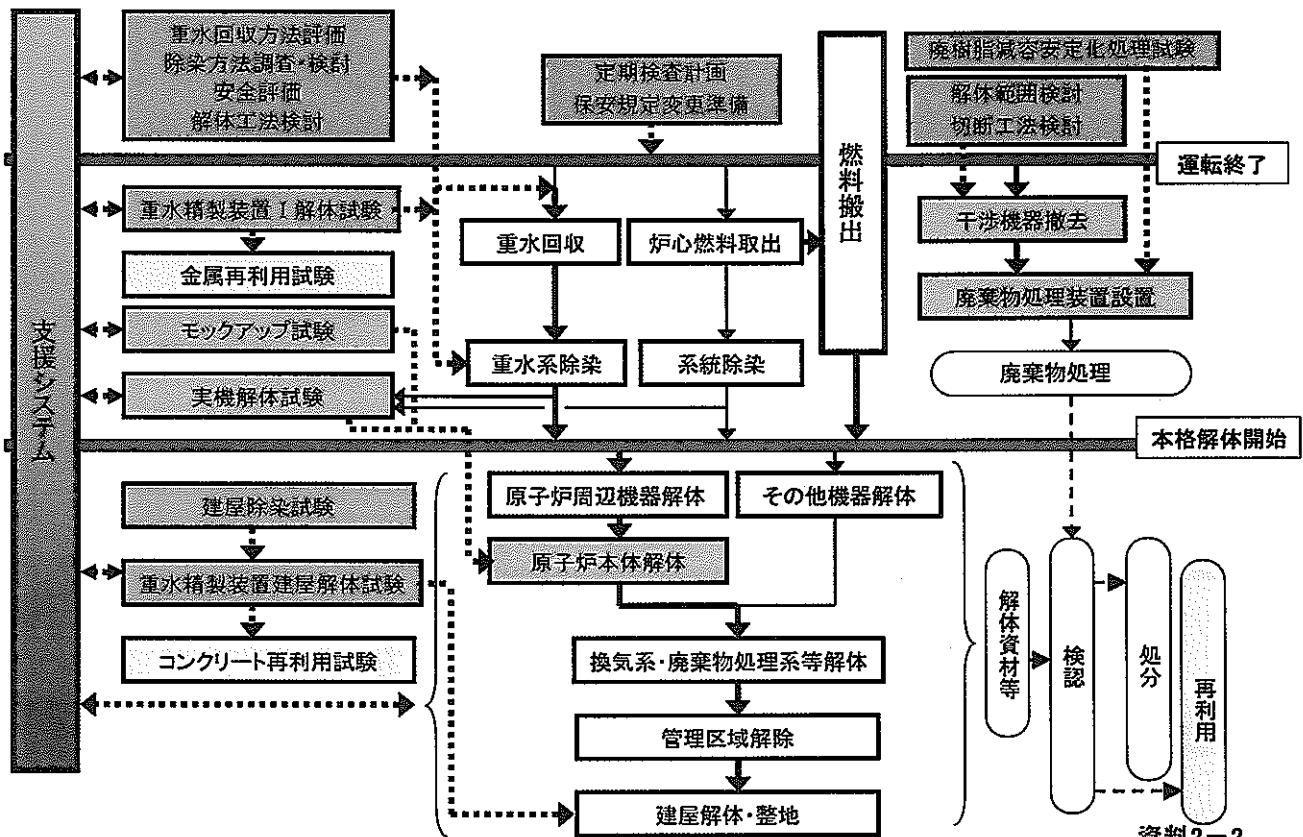
2. 「ふげん」廃止措置フロー (検討案)

「ふげん」廃止措置フロー (検討案)

1. 廃止措置フロー(全体概要)
2. 重水系機器解体フロー
3. 原子炉本体解体フロー
4. 廃止措置エンジニアリングフロー
5. 廃棄物処理設備導入フロー
6. 解体資材の再利用フロー

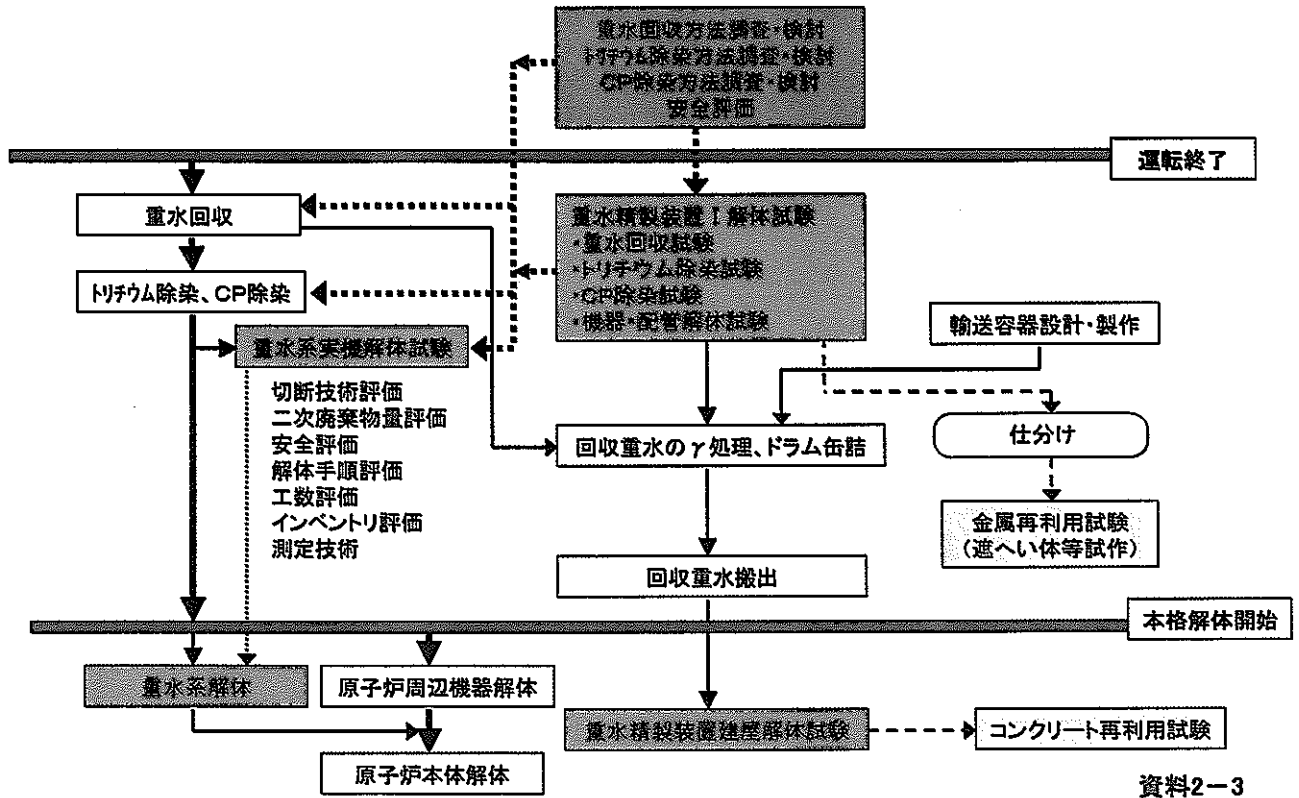
資料2-1

廃止措置フロー(全体概要)

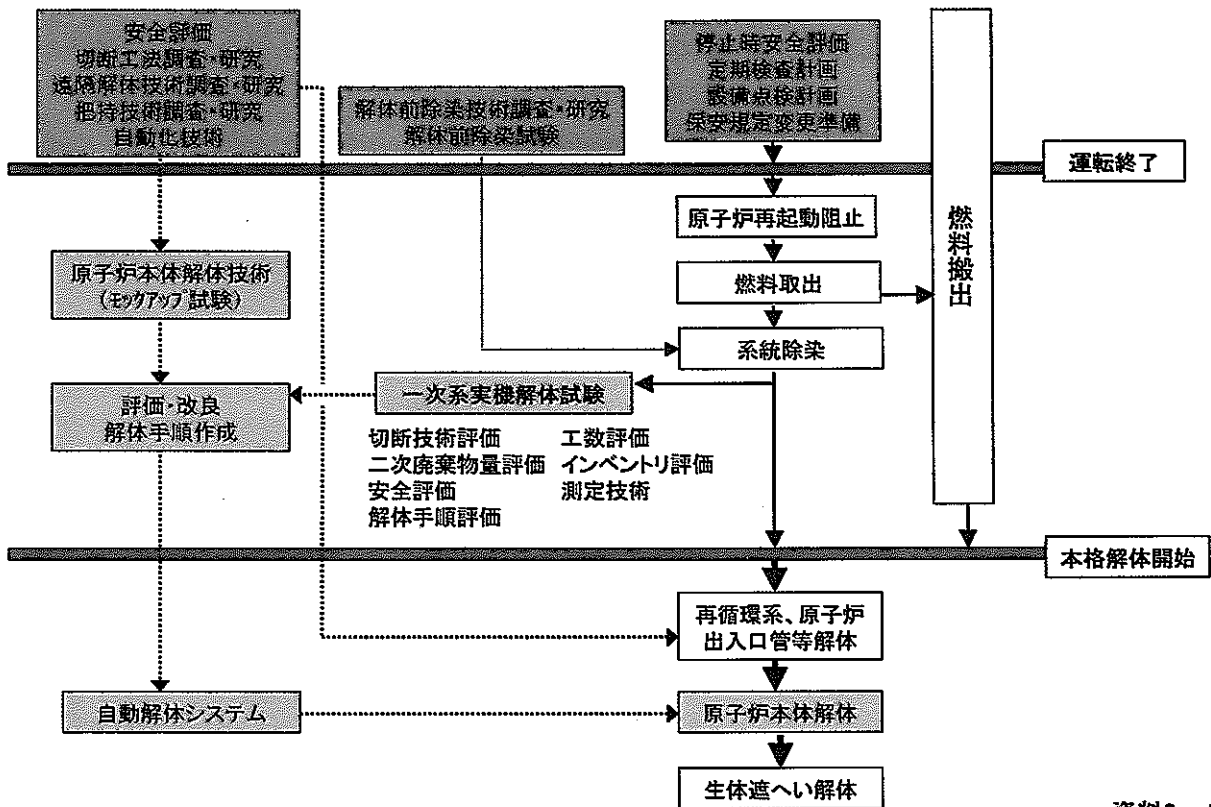


資料2-2

重水系機器解体フロー

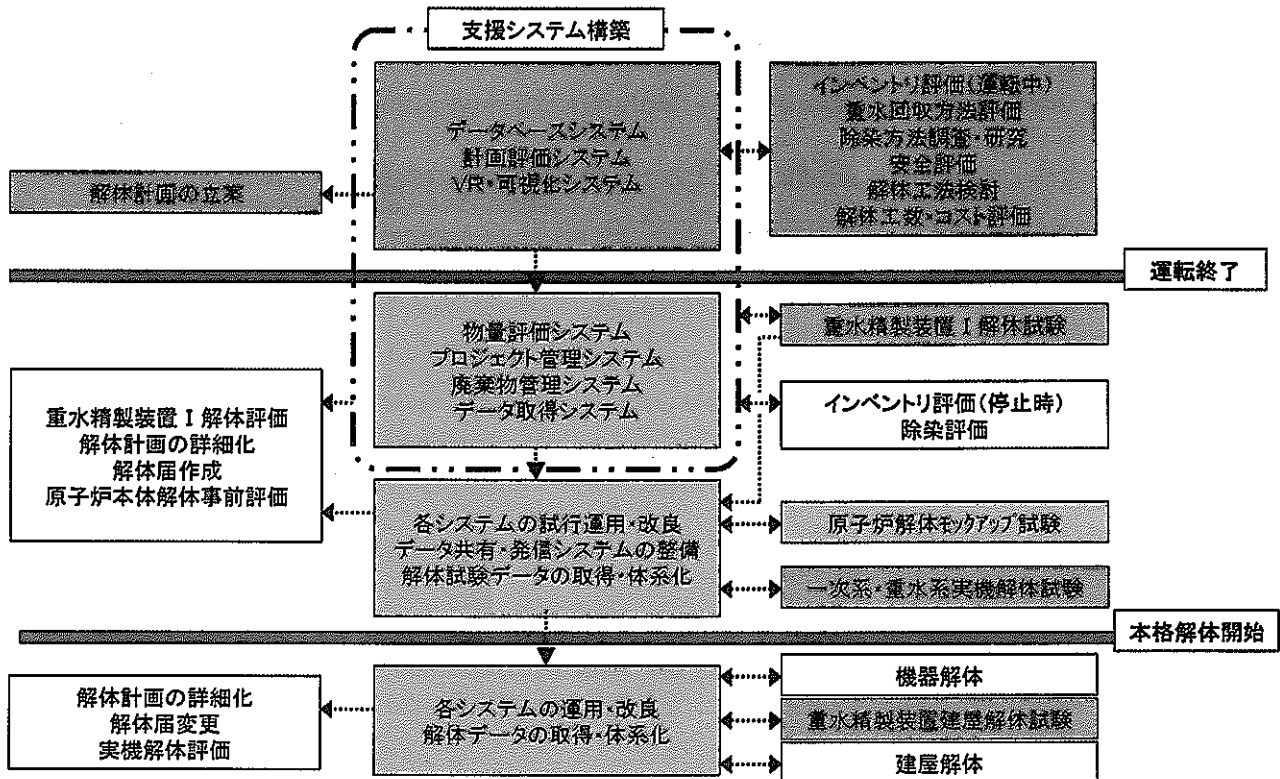


原子炉本体解体フロー





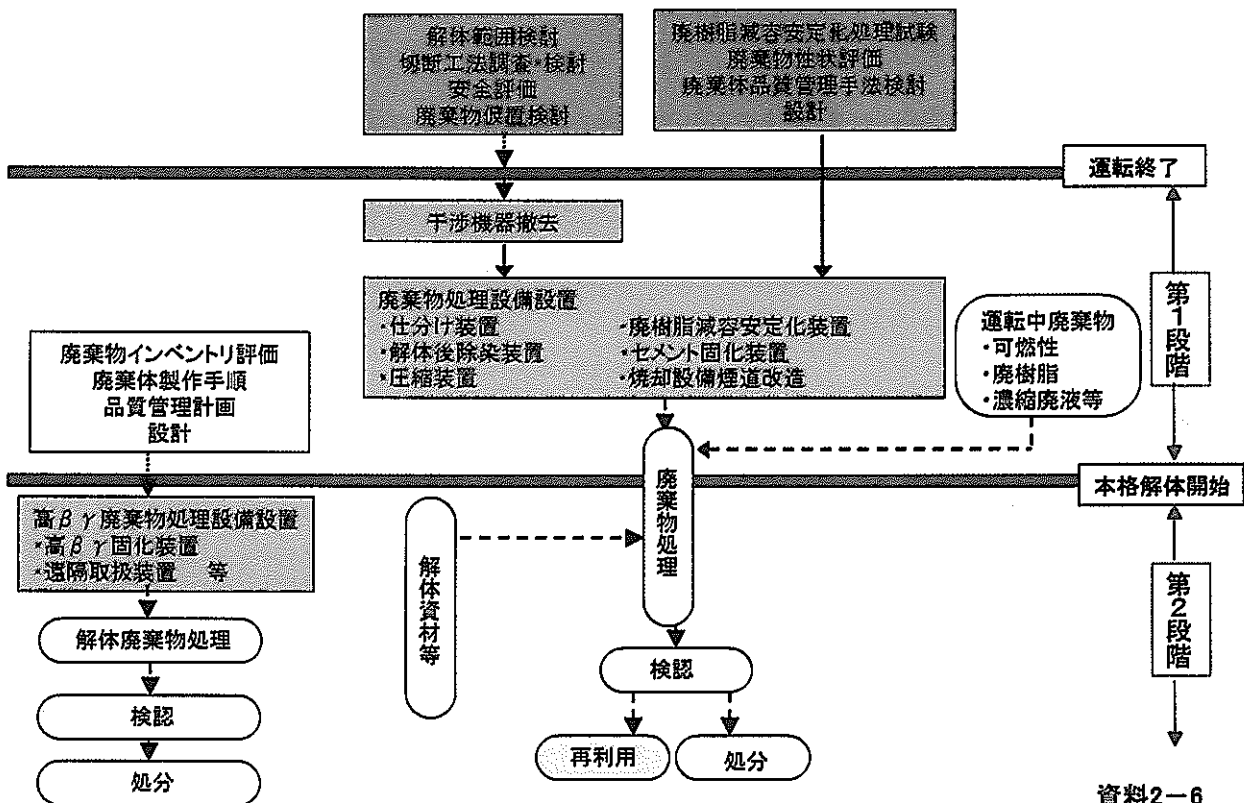
廃止措置エンジニアリングフロー



資料2-5

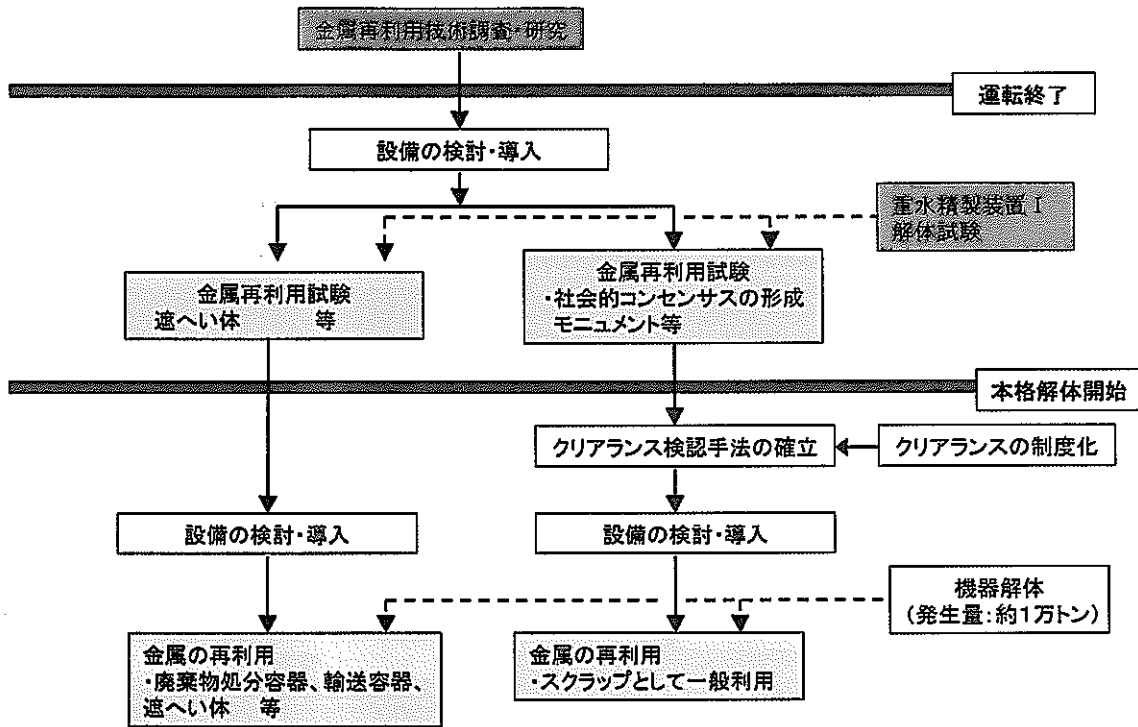


廃棄物処理設備導入フロー



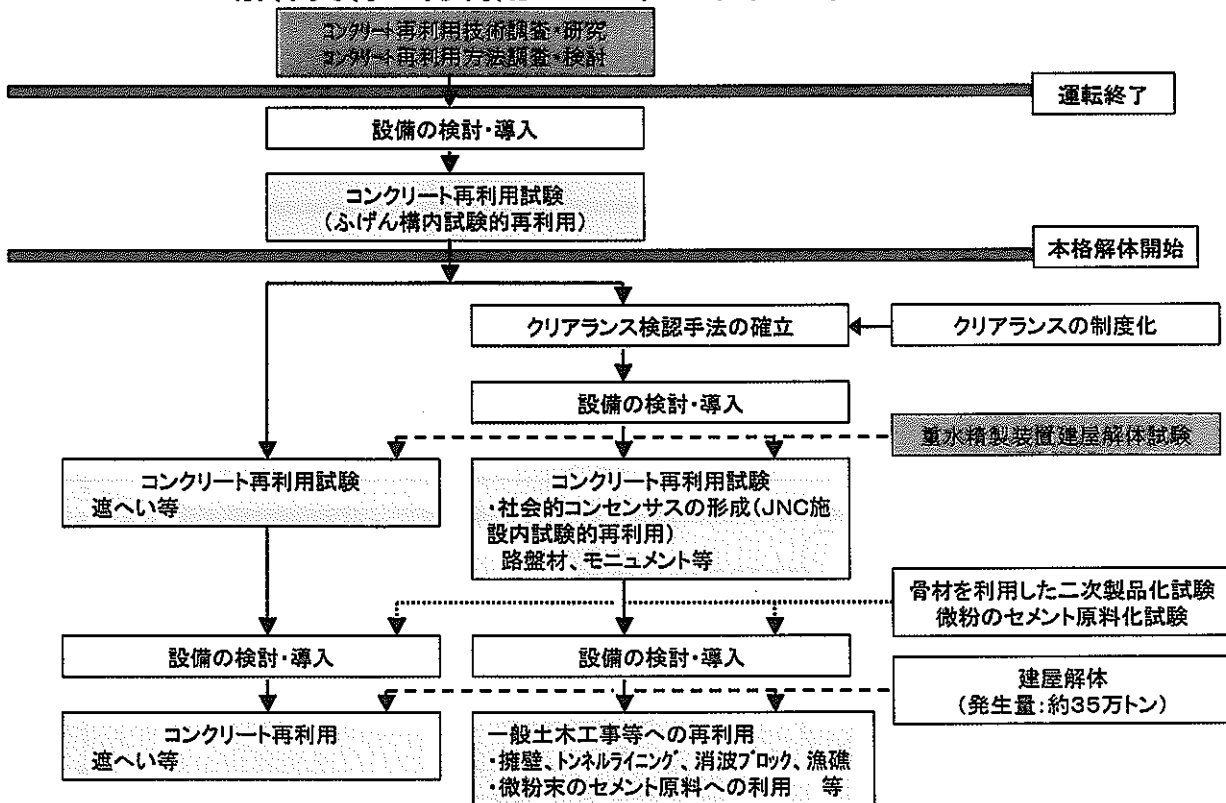
資料2-6

解体資材の再利用フロー(金属)



資料2-7

解体資材の再利用フロー(コンクリート)

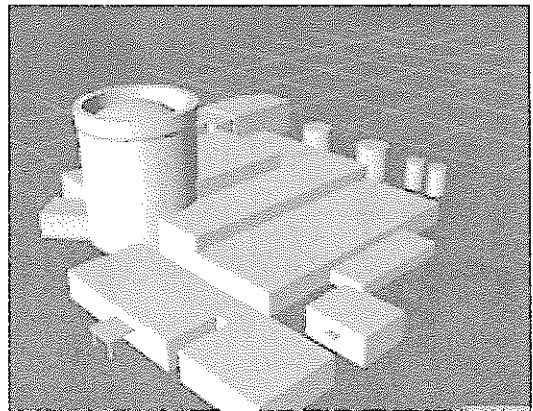


資料2-8

3. 運転終了後の設備維持管理

運転終了後の設備維持管理

1. 運転終了後の設備維持管理方針
2. 運転終了後の設備維持管理区分
3. 各期間毎の設備維持イメージ図
4. 運転終了後の設備合理化検討例
5. 今後の取り組み



資料 3-1

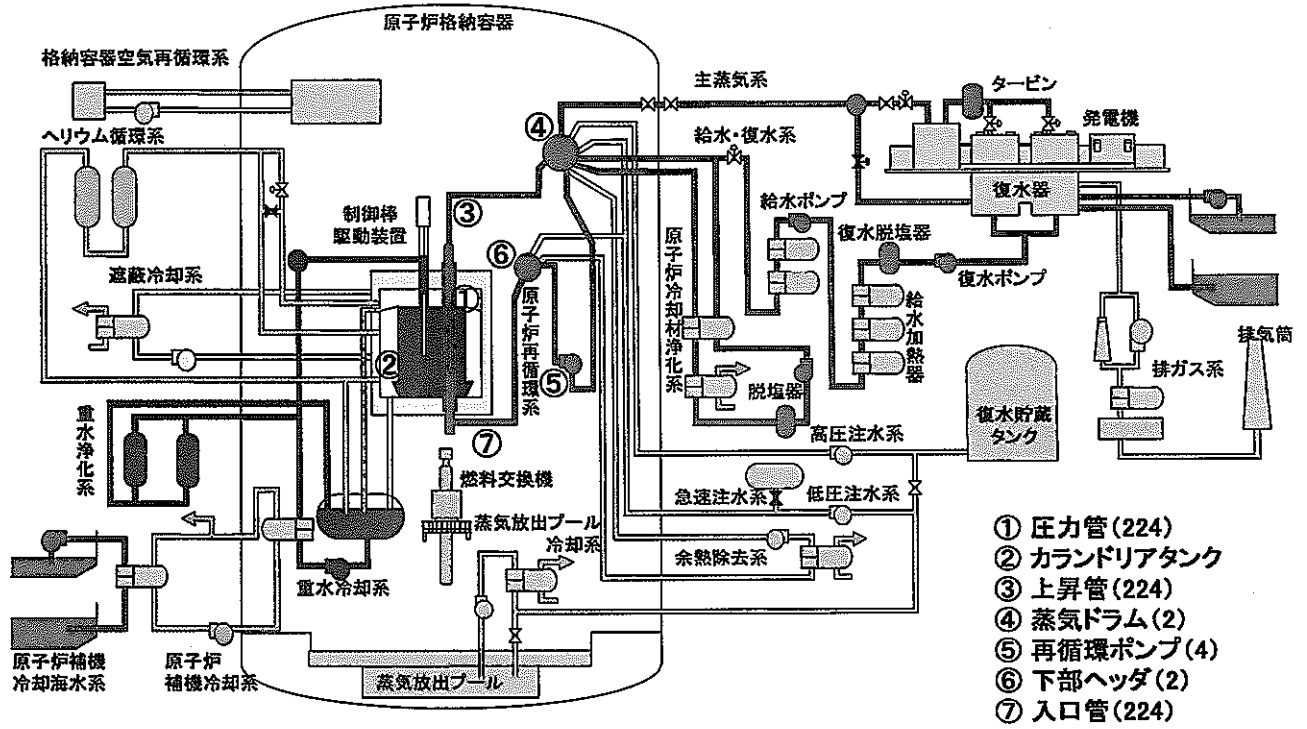
運転終了後の設備維持管理方針

- 廃止措置の各段階に応じて維持管理対象設備を縮小して安全を確保しつつ維持管理費を節減
- 廃止措置の各段階ごとの保安管理に必要なとなる設備を、保安規定と定期検査で適切に管理
- 運転終了後の負荷減少等を考慮して設備の合理化を行い、維持管理費を節減

資料 3-2



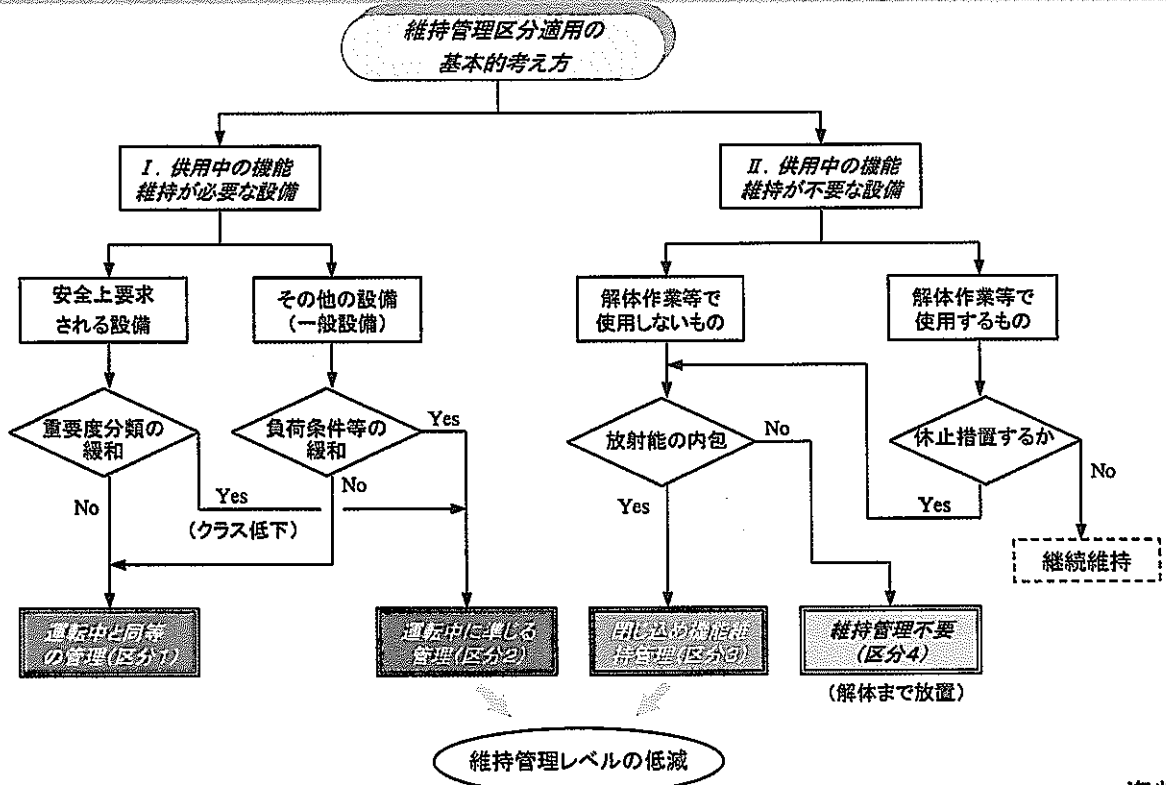
「ふげん」の概略系統図



資料 3-3



運転終了後の設備維持管理区分



資料 3-4



運転終了後の設備維持管理区分と主要維持機能(検討例)

設備区分	主要系統名称	廃止措置段階				主要な維持管理機能
		燃料取出	燃料搬出	機器解体	建屋解体	
原子炉本体設備	圧力管集合体	■	■	■	■	炉心形状の維持機能 原子炉冷却材を内蔵する機能 放射性物質の貯蔵機能
原子炉補助設備	重水冷却系	■	■	■	■	構造材の冷却機能 放射性物質の貯蔵機能
原子炉格納設備	格納容器空気再循環系	■	■	■	■	放射性物質放出防止機能
燃料取扱・貯蔵設備	使用済燃料貯蔵系	■	■	■	■	燃料を安全に取り扱う機能 放射性物質の貯蔵機能
廃棄物処理設備	液体廃棄物処理系	■	■	■	■	放射性物質の貯蔵機能 放射性液体の安全処理
工学的安全防護	余熱除去系	■	■	■	■	原子炉停止後の除熱機能 原子炉冷却材を内蔵する機能
タービン設備	主蒸気系	■	■	■	■	原子炉冷却材を内蔵する機能
電気設備	ディーゼル発電機	■	■	■	■	安全上重要な関連機能
計測制御設備	放射線監視装置	■	■	■	■	異常状態の把握機能

■ 運転中と同等の管理(区分1)

■ 運転中に準ずる管理(区分2)

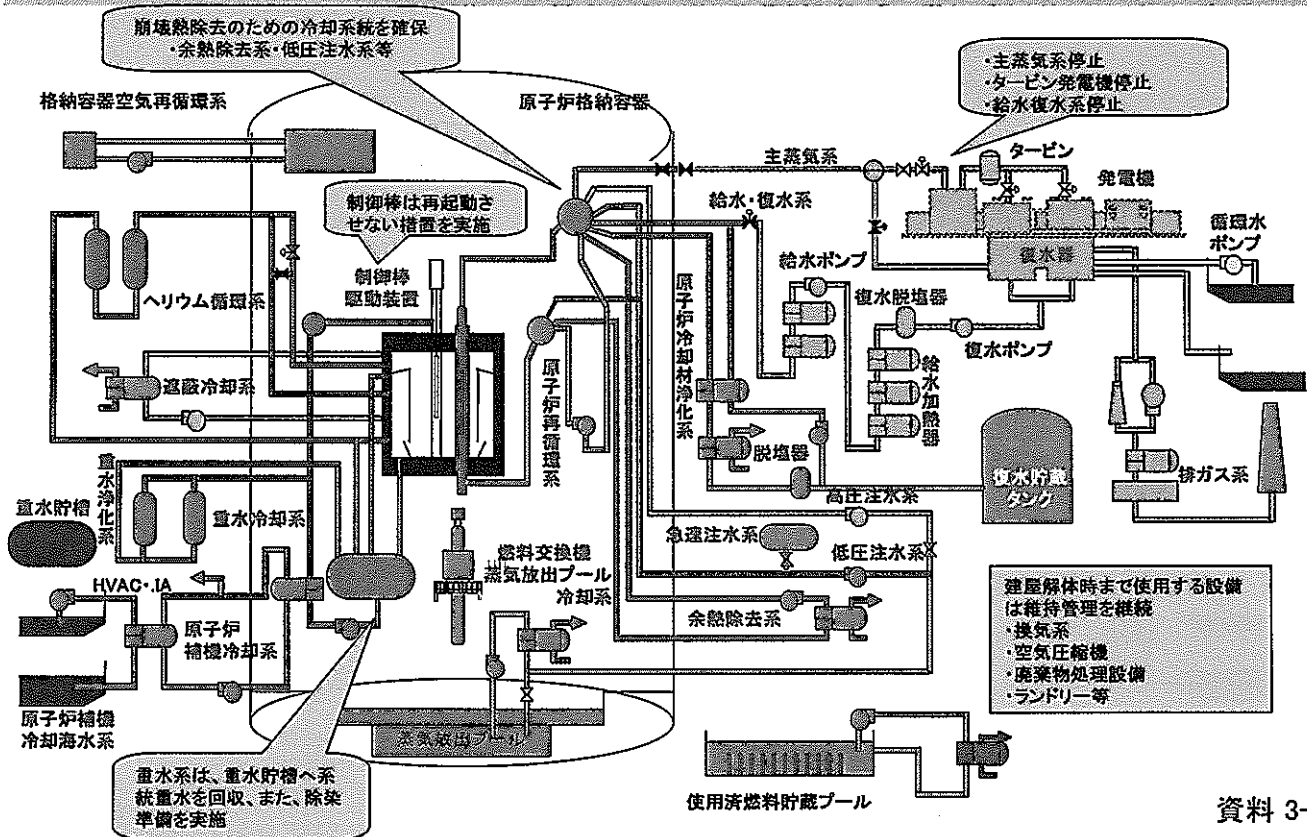
■ 閉じ込め機能維持管理(区分3)

■ 維持管理不要(区分4)

資料 3-5



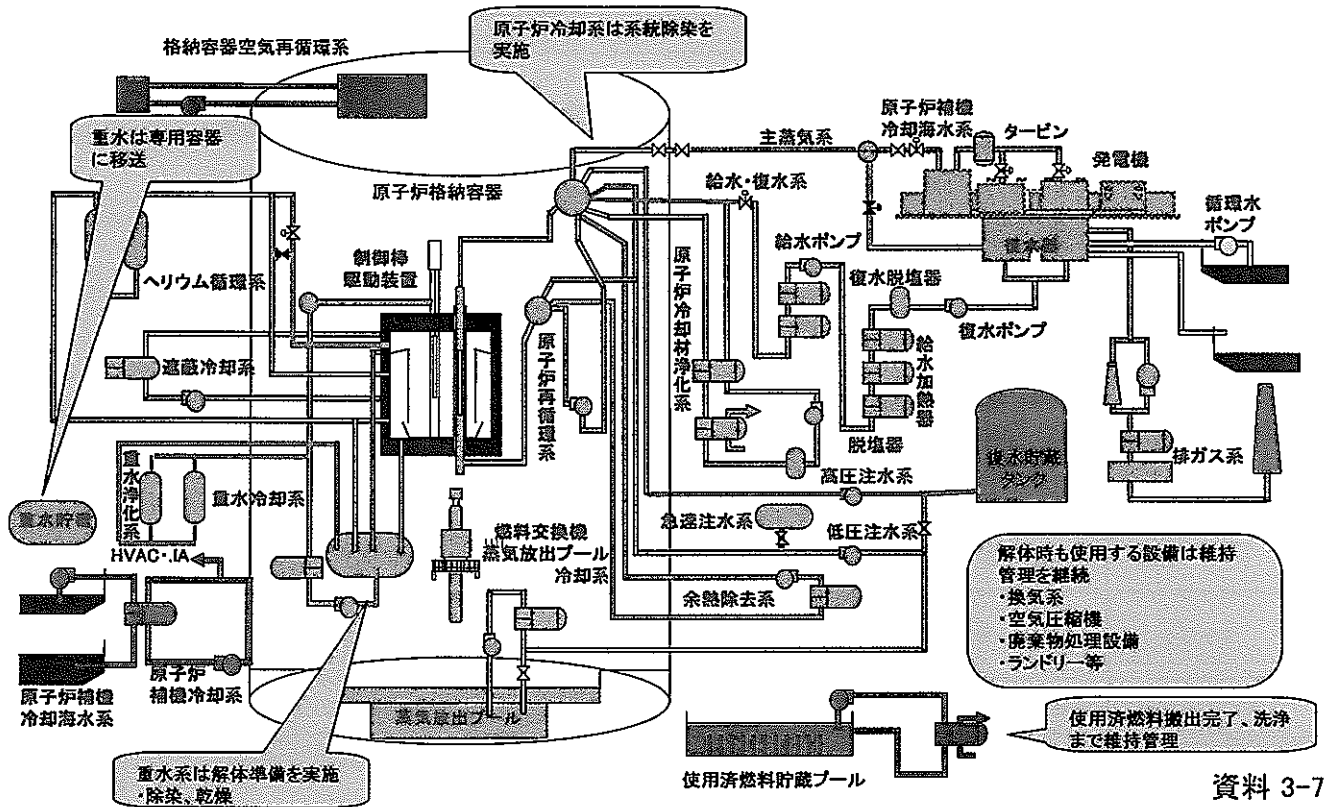
炉心燃料取出期間の維持管理



資料 3-6



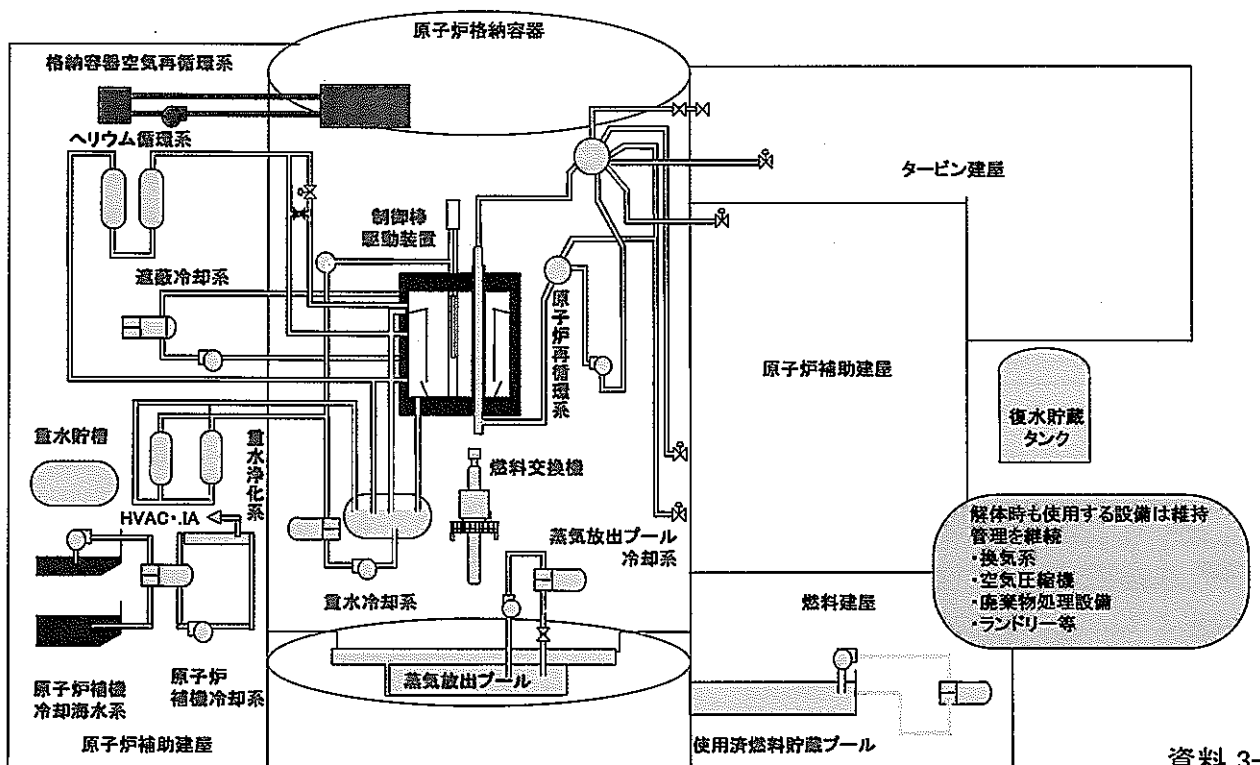
燃料搬出期間の維持管理



資料 3-7



機器解体撤去期間の維持管理



資料 3-8



運転終了後の設備合理化(検討例)

① 設備の共有化

- ・格納容器内(原子炉建屋)専用冷凍機による他建屋及び機器冷却

燃料取出完了後に運用

② 負荷減少を考慮した設備変更

- ・原子炉補機冷却系設備の小型化
- ・補助ボイラの小型化

燃料搬出完了後に運用

③ 設備の運用変更

- ・受電箇所変更(275kV開閉所⇒77kV開閉所)
- ・ディーゼル発電機台数変更(2台⇒1台)
- ・原子炉補機冷却海水系ポンプ台数変更(4台⇒1台)

資料 3-9



今後の取り組み

1) 保安規定の改正

- ・放出管理目標値の設定
- ・不要設備等の記載内容

2) 定期検査計画の見直し

- ・点検期間、方法、内容

3) 設備改造の詳細検討

- ・安全面、費用、機能

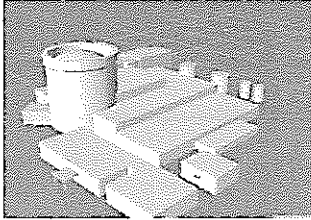
4) 不要設備の隔離方法と先行解体試験着手の手続き

資料 3-10

4. 廃止物処理設備の検討状況



廃棄物処理設備の検討状況



1. 廃棄物処理の基本的考え方
2. 廃棄物処理設備の検討
3. 廃棄物処理の進め方
4. 今後の主な取り組み

資料 4-1



1. 廃棄物処理の基本的考え方

「ふげん」廃止措置の基本方針

- 既存技術の徹底活用による
合理的な廃止措置
- 解体資材の再利用による
環境への負荷軽減



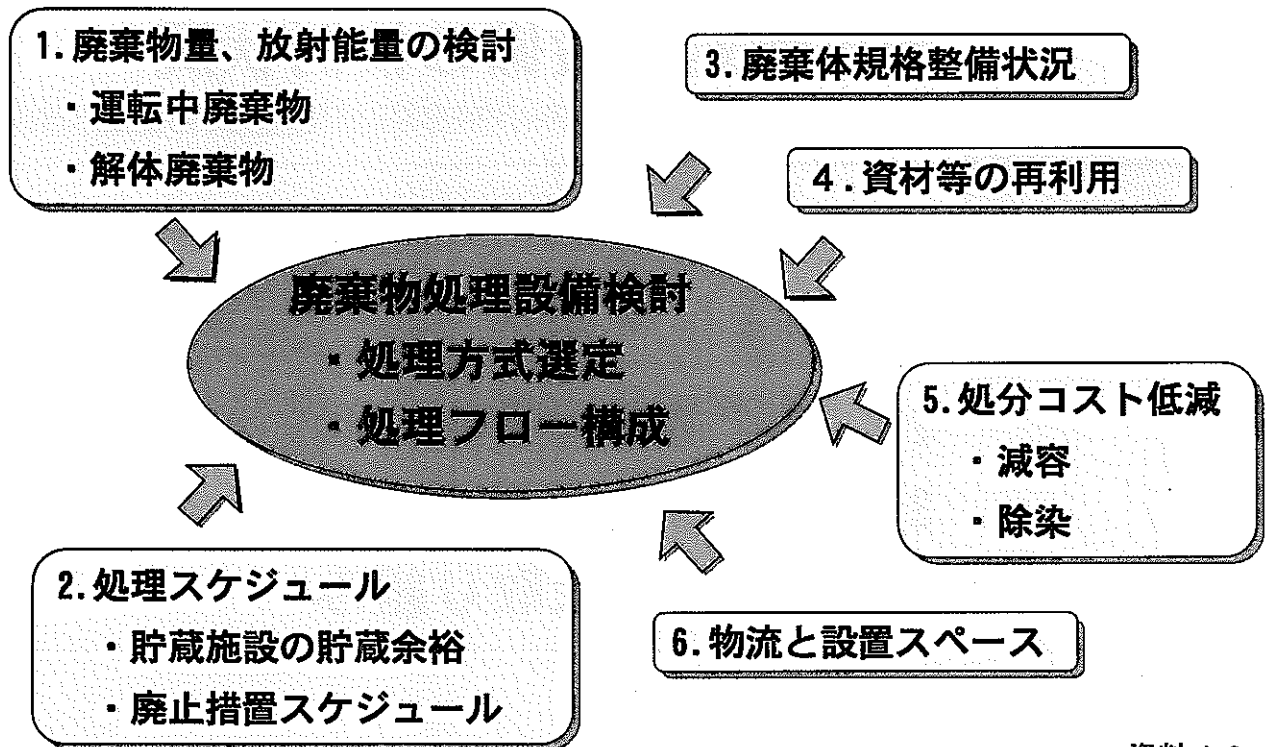
廃棄物処理の基本的考え方

放射性廃棄物の減容処理と解体資材等の再利用を積極的に進め、廃棄物量及び処分コストを低減

資料 4-2



2. 廃棄物処理設備の検討

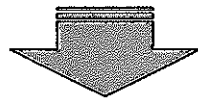


資料 4-3



3. 廃棄物処理の進め方

- 安全・確実な処理方式の選定
- 商業炉での実績を基にした低コスト処理方式の選定
- 既設建屋や貯蔵設備の有効活用
- 再利用可能な解体資材等の利用の推進



- ① 廃棄体規格の整備状況を考慮し廃棄物処理設備を導入
- ② 各廃棄物の固化処理は固体廃棄物貯蔵庫の貯蔵量の推移を勘案し計画的に実施

資料 4-4



本格解体までの期間（第1段階）

- ① 可燃性廃棄物は、焼却処理にて減溶処理を継続
- ② 濃縮廃液は、現在のアスファルト固化処理からセメント混練固化処理に変更して処理
- ③ フィルタスラッジは、セメント混練固化処理
- ④ イオン交換樹脂は、減容安定化及び焼却処理にて減溶処理
- ⑤ 運転中の不燃性廃棄物は、仕分け等を行い、再利用の可能性の無い廃棄物は圧縮処理を行い、セメント充填固化処理
- ⑥ 再利用の可能性のある金属は、材質ごとに回収し、除染処理を行い、再利用できる状態で保管

資料 4-5

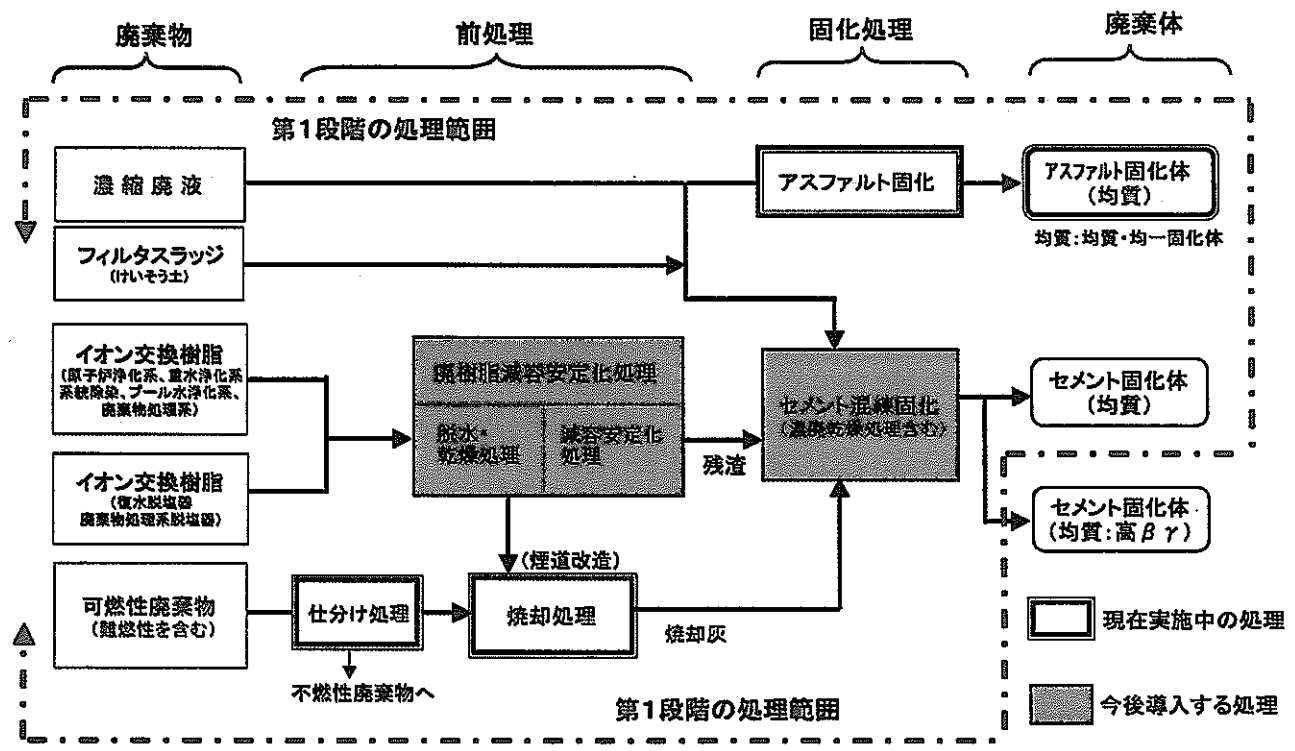


本格解体の期間（第2段階）

- ① 解体中の不燃性廃棄物で再利用の可能性の無い廃棄物は、運転中廃棄物と同様に処理
- ② 汚染金属及びコンクリートは、放射能濃度や再利用用途に応じて前処理を行い、今後の再利用技術の動向を踏まえ処理
- ③ 高 β γ 廃棄物は、廃棄体規格に合わせて処理

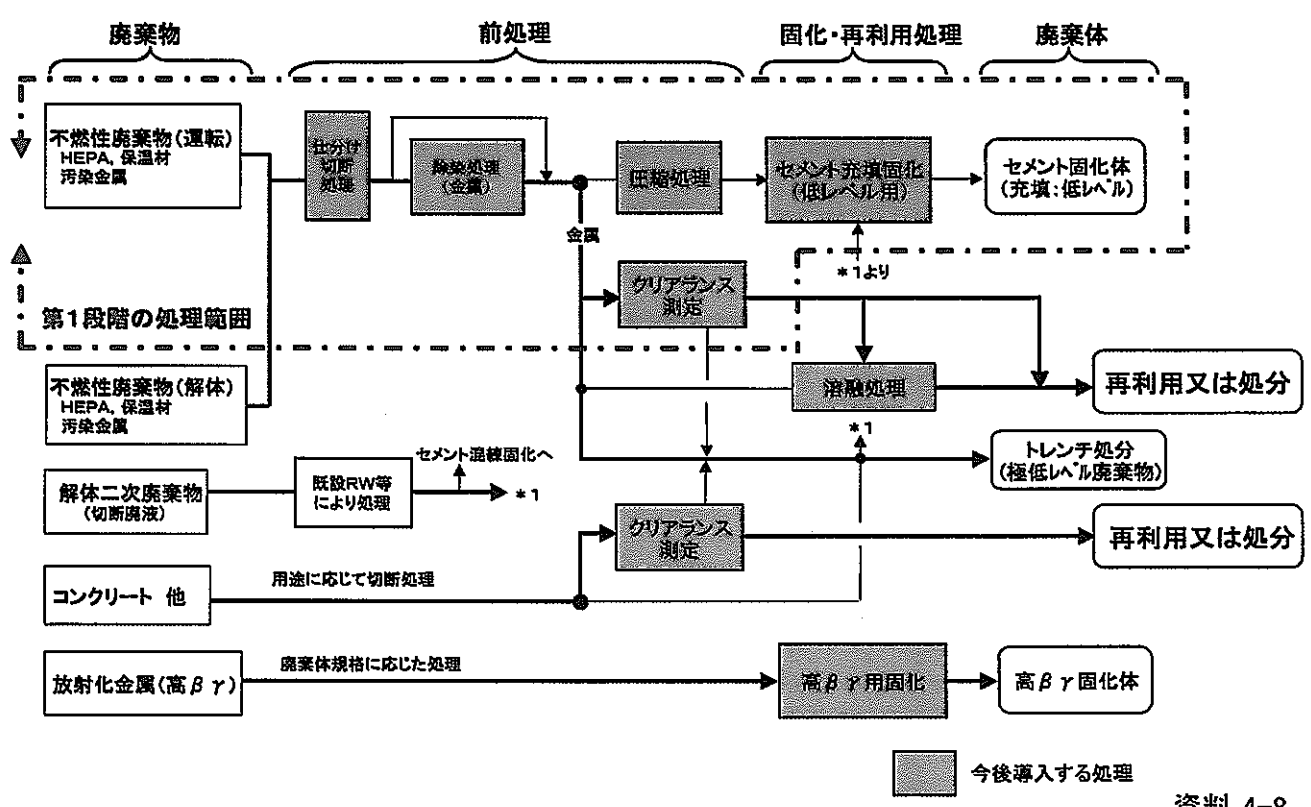
資料 4-6

3-1. 廃棄物処理フロー（濃縮廃液、廃樹脂、可燃性等）



資料 4-7

3-2. 廃棄物処理フロー（不燃性、コンクリート等）



資料 4-8



4. 今後の主な取り組み

処理設備

- 運転中廃棄物、解体廃棄物データベースの詳細化
- 合理的な処理方法の選定
- 物流を考慮した効率的な設備配置の検討

廃棄体

- 廃棄体品質管理手法の検討
- 放射能濃度評価手法の検討

再利用・処分

- クリアランス検認手法の検討
- 解体資材等の限定再利用・再利用技術の検討

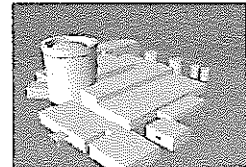
資料 4-9

5. 「ふげん」への COSMARD 適用状況



「ふげん」へのCOSMARDの適用状況

- はじめに
- COSMARDの概要
- ふげんへのCOSMARD適用状況
 - ・適用方針
 - ・適用状況
- まとめと今後の予定



資料 5-1



ふげんへのCOSMARD適用の目的、期待される成果

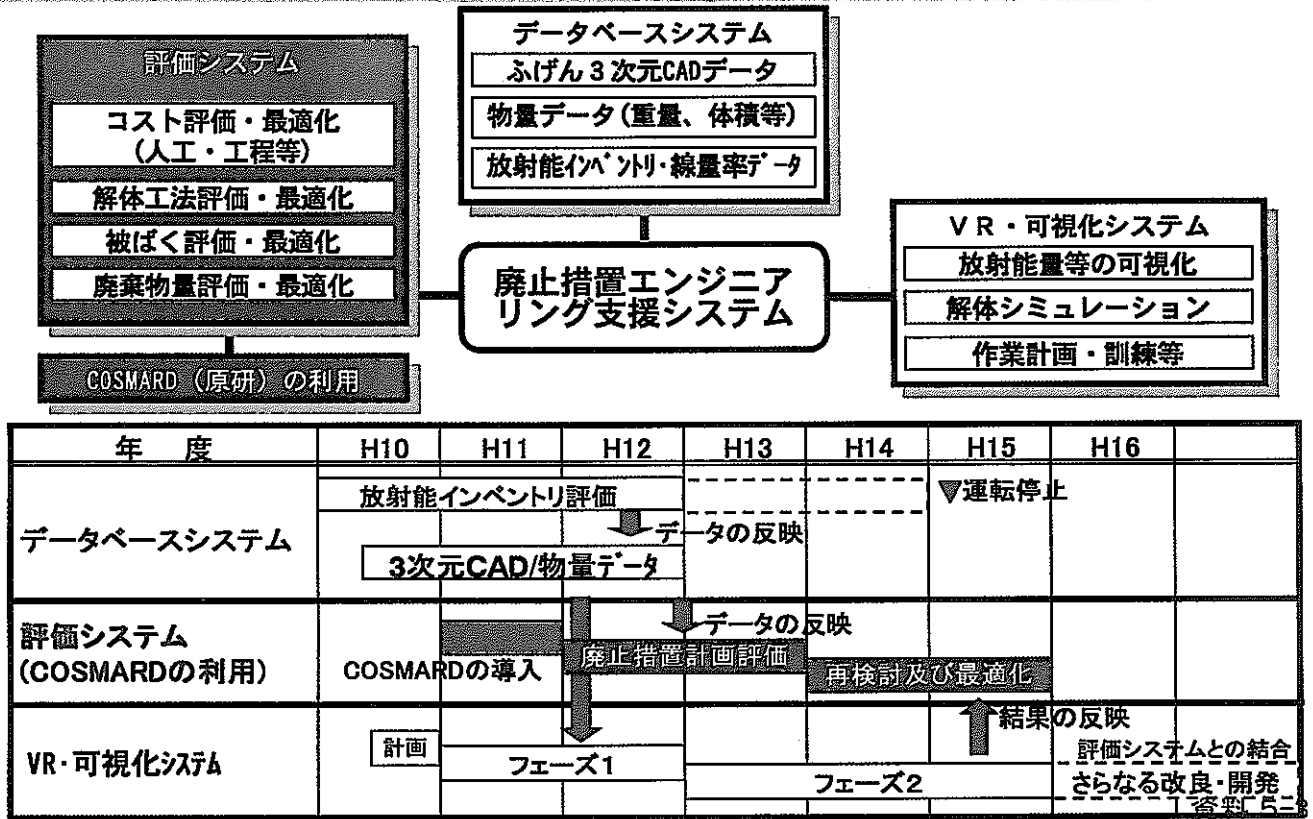
- 目的
合理的な廃止措置計画を立案するため、COSMARDを原研殿との共研でふげんに適用

- 期待される成果
 - ・作業工数、被ばく量、廃棄物発生量等を考慮した、合理的な手順や工法等の計画立案
 - ・ふげん用にCOSMARDを改良することにより、大型炉の廃止措置に反映可能な知見・実績の体系化・共有化

資料 5-2



廃止措置エンジニアリング支援システム



COSMARDの概要



入力データ(メイン画面)
作業内容/構成

物量データベース
機器の重量、放射線量等の物量

作業環境
作業場所の線量

作業モデル

被ばく量

人工山積

工程表

: ふげん用に新規作成
 : JPDR実績を使用



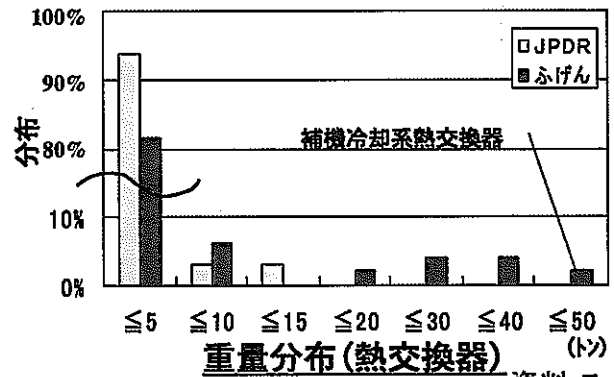
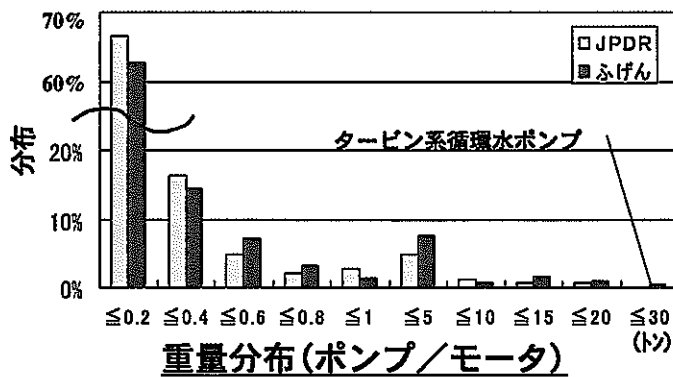
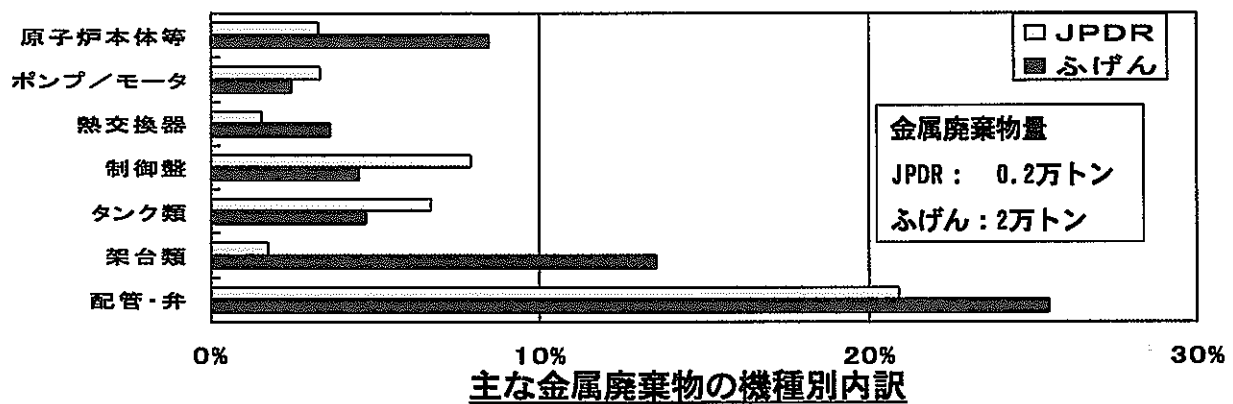
COSMARDの概要(作業モデル)

作業分離		単位作業係数		備考
準備	グリーンハウス設置	10~91	人・時間/規模別回数	
	放射線測定	0.55×面積+10	人・時間	
	収納容器搬入	0.4~16	人・時間/容器別個数	
	切断収納準備	32	人・時間/回数	
	その他	3~90	人・時間	
切断収納	ポンプ	11	人・時間/台数	0.5トン未満 0.5トン以上
	配管	13.2	人・時間/トン	
	タンク	38.9	人・時間/トン	
	熱交換器	19.1(粗断)、27.3(細断収納)	人・時間/トン	
	ダクト	26.3	人・時間/トン	
	空調機	62.7	人・時間/トン	
	その他	26.9	人・時間/トン	
後処理	その他	3.2~319	人・時間/トン	機器種類別
後処理	グリーンハウス撤去	6~36	人・時間/規模別回数	
	資材機器搬出	5~70	人・時間/規模別回数	
	片付け整理	10~124	人・時間/規模別回数	
	その他	4~124	人・時間	

資料 5-5



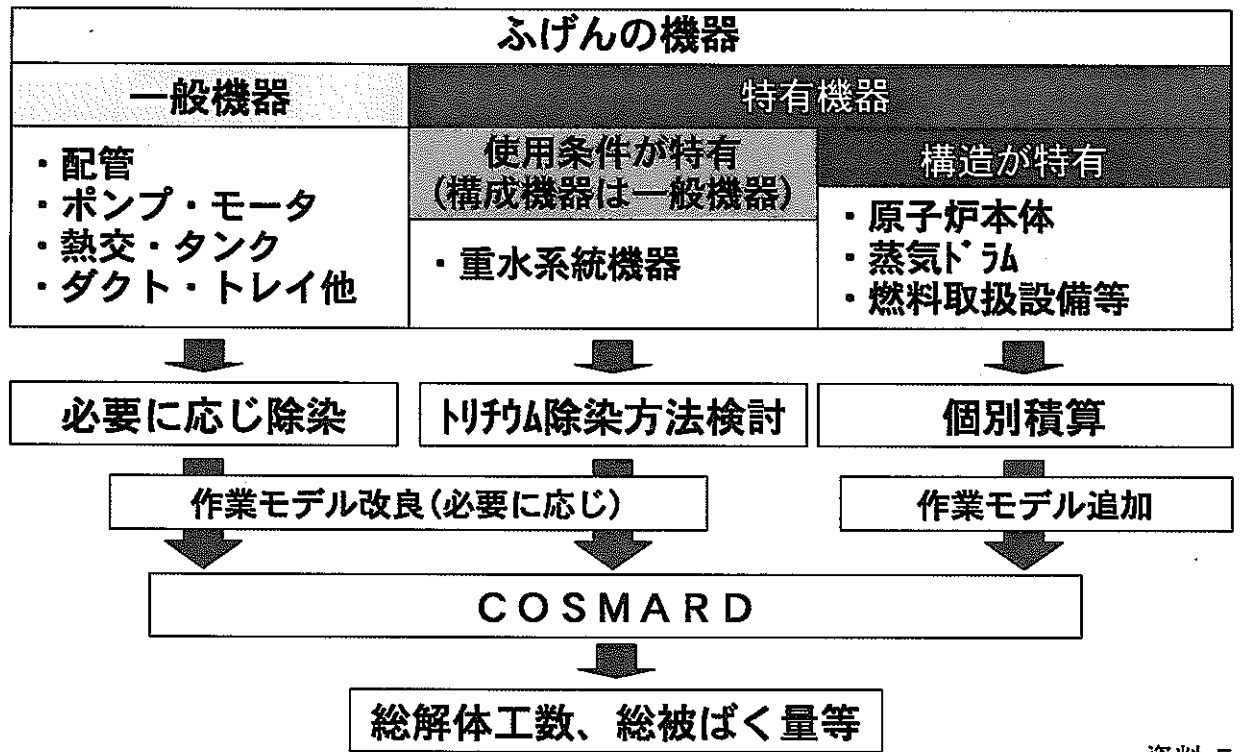
ふげんとJPDRの物量比較



資料 5-6



ふげんへのCOSMARD適用方針



資料 5-7



ふげんへのCOSMARD適用状況

項目	適用方法	適用状況
作業内容／構成	<ul style="list-style-type: none"> ●解体の作業性、作業環境等を考慮して作業領域を設定 ●各々の領域について作業内容／構成を作成 	<ul style="list-style-type: none"> ●ふげんを約350領域に分割し、領域個別のデータ作成済み(解体手順等反映要)
作業環境	<ul style="list-style-type: none"> ●定検時の実測線量をベースに、作業領域毎に作成 	<ul style="list-style-type: none"> ●データ作成済み(系統除染による環境改善効果反映要)
物量	<ul style="list-style-type: none"> ●3D-CAD、放射能インベントリ評価結果等を用いて作成 	<ul style="list-style-type: none"> ●約90%入力完了 ●中間集計結果 総物量: 約37万ト レポート数: 約65,000

資料 5-8



まとめと今後の予定

まとめ

- ふげんにCOSMARDを適用するために必要な、解体の作業内容／構成、物量等各種データの作成をほぼ完了した。
- 一般機器について、ふげんとJPDRの物量を比較した結果、両者の重量分布は似通っており、COSMARDをふげんに適用することの妥当性が確認できた。

今後の予定

- 物量データベースの精度向上
- 設備維持基準等を加味した、解体手順及び解体人工等の検討及び適正化
- 系統除染による作業環境改善効果の反映
- 特有機器、大型機器解体手法等、開発成果のCOSMARDへの反映等

資料 5-9