

- ▶H25年度に実施してきた各研究開発プロジェクトのうち成果が取り纏まりつつあるものについて、H26.2末時点における進捗状況及び次期計画の方向性について報告。(年度末に向けて、全プロジェクトの状況を取り纏めたくうえで、別途報告を予定。)
- ▶各プロジェクトにおいては、概ね計画通りの成果を得られる見込み。新たに判明した課題等については、次期計画への反映を検討。
- ▶該当する各プロジェクトのポイントは、以下のとおり。

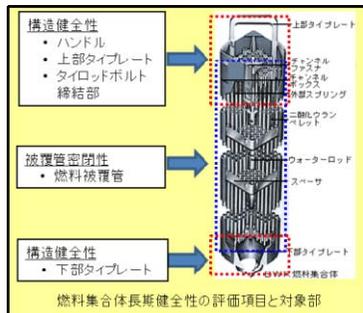
## 使用済燃料プールから取り出した燃料等に係る研究開発

### ○使用済燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価

- (H25進捗状況)
  - プール内保管時の健全性を評価するための試験(非照射材腐食試験、水質評価試験、共用プール保管燃料調査)を実施。
  - SFP取出し燃料乾式保管に向けた海外保管事例や文献調査等を実施。
  - 共用プールでの燃料保管の妥当性を評価するための知見を取得。また、乾式保管時に向けた課題・試験計画を整理。
- (次期計画の方向性)
  - 乾式保管の実現性を評価するため、瓦礫等の影響評価を実施。
  - 燃料集合体等が発する放射線影響と海水や瓦礫影響の重畳を考慮した腐食試験を実施。
  - 共用プールへ移送した1F-4取出し燃料の健全性調査を実施。

### ○使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討

- (H25進捗状況)
  - 国内外における損傷燃料等に関する事例、取り扱い要件・判断基準、再処理施設における取り扱い方法・事例の調査を実施し、再処理に向けた技術的課題を整理。
  - 損傷燃料等の再処理可能性の検討に有用な情報を取得。
- (次期計画の方向性)
  - 損傷燃料等の化学処理工程等への影響評価として、不純物による再処理機器への腐食影響評価、不純物の工程内挙動評価、不純物の廃棄体への影響評価に関する試験を開始。また、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、整理する。



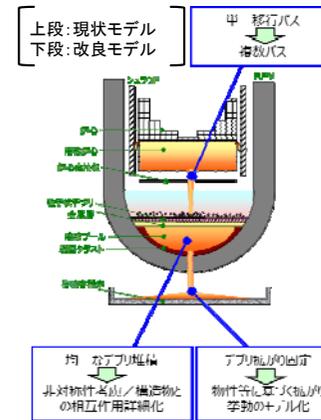
共用プール保管燃料調査状況 (8×8燃料の燃料集合体ロックナット部の外観)

隙間腐食が懸念される締結部において外観上異常な腐食がないことを確認。

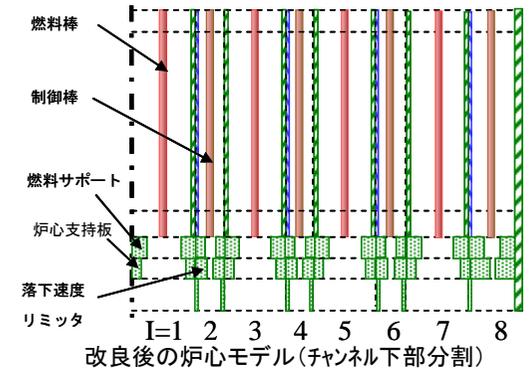
## 燃料デブリ取出し準備に係る研究開発

### ○事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握

- (H25進捗状況)
  - 炉内状況把握のための検討として、以下の①～③を実施。
    - ①解析コード(MAAP、SAMPSON)高度化のための改良。
    - ②改良した解析コードによる1～3号機の事故進展/炉内状況把握に関する解析。
    - ③国際ベンチマーク(OECD/NEA BSAFプロジェクト)の共通解析条件を策定。
  - 現時点で得られている情報をもとに実施した解析結果は、今後の廃炉作業を進めていく上で重要であり、当初計画通りに事業が進捗。
- (次期計画の方向性)
  - 事故進展解析技術高度化の成果、現場オペレーションから得られる情報、海外の知見等を活用し、炉内状況の推定精度を向上。



改良モデルイメージ図



炉心から下部プレナムへの燃料デブリの移行挙動に関する知見を取得。

## ○模擬デブリを用いた特性の把握

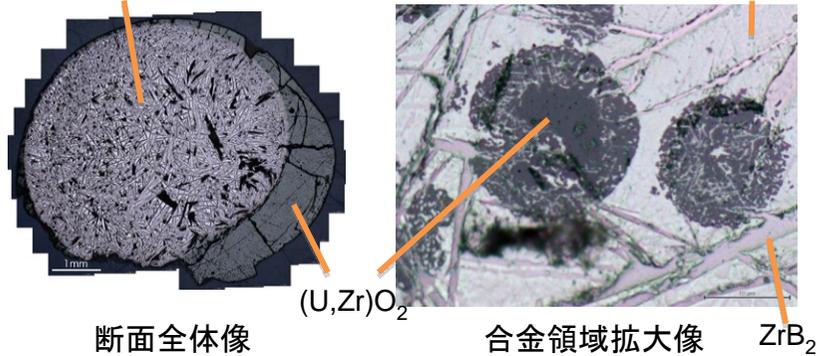
- (H25進捗状況)
  - 燃料デブリ取出しに向け、炉内材料（燃料、被覆管、構造材、中性子吸収材）の高温反応生成物の性状と基礎物性の相関データを取得。代表的なセラミック質のデブリについて、燃料デブリの掘削性に影響するパラメータと考えられる機械的特性データを取得。
  - 当初計画通りに進捗し、燃料デブリの取出し装置開発へのデータの反映を主目的に研究開発を実施。
- (次期計画の方向性)
  - H25年度に得られた成果を活用し、取出し装置開発、臨界・計量管理等と連携し、ニーズに合った燃料デブリ物性把握、評価を実施する。MCCI生成物の特性や、TMI事故で生成したデブリの特性把握について、国際協力による叡智も活用。

## ○デブリ処置技術の開発

- (H25進捗状況)
  - 取出した燃料デブリの貯蔵・処理・処分に係るシナリオについて、各選択肢の得失を比較。分析技術及び既存処理技術の適用性評価のため、模擬デブリを用いて化学的反応性等のデータを取得。
  - 当初計画通りに進捗し、燃料デブリ処理に係わる既存技術の適用性基礎データを取得。
- (次期計画の方向性)
  - 炉内燃料デブリ収納・保管・移送技術開発PJと連携し、ニーズに合致した「収納・保管」に関する研究開発を実施。

合金領域にホウ化物が析出

Fe-Cr-Ni-Zr-U合金+(Fe,Cr)<sub>2</sub>B



断面全体像

合金領域拡大像

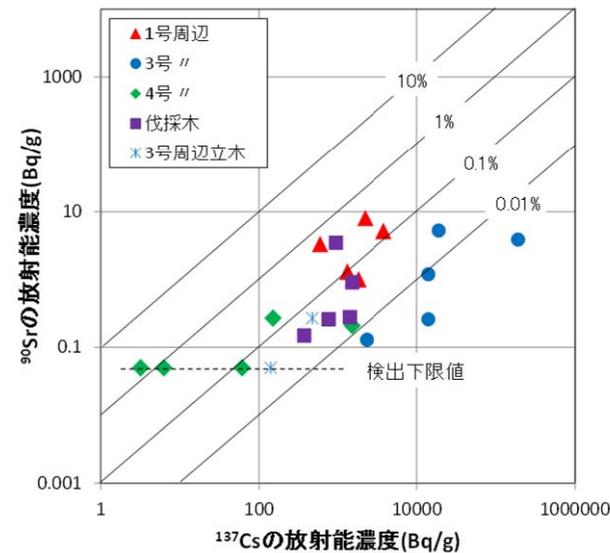
ZrB<sub>2</sub>

B<sub>4</sub>C制御棒と燃料の模擬溶融固化物の組織観察

条件により非常に硬い析出物(ホウ化物)が生じることを確認。

## 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発

- (H25進捗状況)
  - 汚染水処理二次廃棄物、ガレキ、伐採木の放射性核種組成を評価するために、分析及びデータの取得を実施。セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器について長期保管の評価を実施。廃ゼオライト及びスラッジの廃棄体化に係る基礎試験を実施するとともに、適用可能な廃棄体化技術を提案。適用可能な処分概念及び安全評価手法等の調査と適用性を検討。
  - 概ね目的を達成し、得られた分析結果等は廃炉・汚染水対策チーム会合事務局会議にて報告、公表。
- (次期計画の方向性)
  - H25年度に得られた成果を活用し、性状把握、廃棄体化に係る基礎データの取得、処分概念や安全評価手法の適用範囲・適用条件等に関する評価を実施。
  - 現場ニーズを踏まえ、多核種除去設備から発生するスラリーの安定化技術を検討。



ガレキ試料の例

ガレキ・伐採木の<sup>137</sup>Cs濃度と<sup>90</sup>Sr濃度の間には、比例関係の傾向が見られる一方で、採取場所や試料で傾向が異なる。データの蓄積を継続して2者の相関を確認する。

ガレキ等における<sup>137</sup>Csと<sup>90</sup>Sr放射能濃度の関係

# (1-1) 使用済燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価 ——(H26.2末現在における進捗状況)——

湿式保管時のSFP燃料健全性評価対象箇所(図1)を考慮して使用済燃料及び模擬燃料部材を用いた腐食試験等を行い、健全性評価に資する知見を得るとともに、乾式保管に関しては国内外の技術調査を行い、課題の抽出、試験計画の立案を実施した。

## 実施内容

1. 長期健全性評価のための試験条件検討  
4号機新燃料調査時に採取した瓦礫を用いた溶出試験を実施し、瓦礫から溶出する海水成分等が水質に与える影響を評価した。
2. 共用プールでの燃料集合体材料の長期健全性評価  
燃料部材を模擬した試験片を用いて、瓦礫や応力等の腐食への影響を評価するための腐食試験を実施した(図2)。
3. 共用プール保管燃料の状態調査  
共用プールに貯蔵中の使用済燃料の外観観察(図3)及び酸化膜厚測定を実施し、今後のSFP取出し燃料調査のための比較データを採取した。
4. 乾式保管等に関する調査及び試験計画立案  
国内外の乾式保管に関する規制、事例及び試験データを調査して当該燃料を乾式保管を実施する場合の課題等を抽出し、来年度以降の試験計画を立案した。
5. 損傷燃料からの核分裂生成物(FP)等溶出評価  
瓦礫落下による燃料棒破損を想定して使用済み燃料による溶出試験を行い、FPの溶出挙動を評価した。
6. 長期健全性評価に係る基礎試験  
使用済被覆管を用いたシルカロイの腐食に及ぼす海水成分影響等の調査(図4)及び4号機新燃料部材の表面分析等を行った。

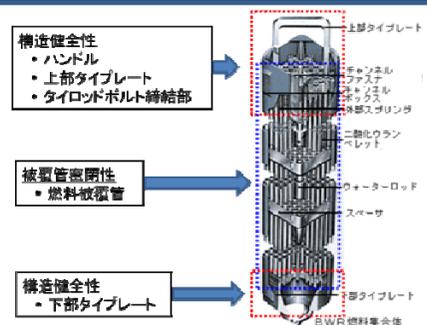


図1 1FSFP取出し燃料集合体の湿式保管時の長期健全性評価項目

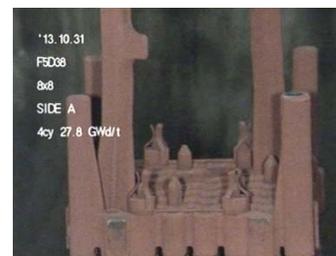


図3 上部タイプレート締結部の外観



浸漬後(B型上部ロックナット、①条件) 浸漬後(B型下部タイププレート、①条件)

図2 腐食試験後のロックナット外観

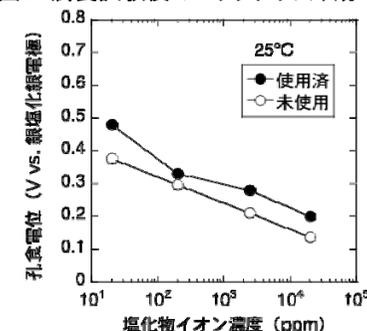


図4 未使用及び使用済被覆管の希釈人工海水での孔食電位

## 課題及び次期計画方向性

燃料集合体取出し工程や照射後試験施設への輸送状況等を試験計画に反映し、引き続き湿式保管及び缶保管における健全性評価を実施する。

## 人材育成、国際連携、等

223rd ECS Meeting 等、国際会議での成果発表を行った。また、東大、大阪府立大及びNIMSと連携して長期健全性評価に係る試験を実施した。

## (1-2) 使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討 (H26.2末現在における進捗状況)

不純物の付着、損傷、漏えいの可能性のある原子炉建屋プール内使用済燃料の再処理の技術的成立性を判断するため、損傷燃料等の取扱いに係る国内外の事例調査を実施した。当初計画通りに進捗し、再処理可能性の検討に有用な情報が得られている。

### 実施内容

#### 1. 国内外における損傷燃料等に関する事例調査

国内事例については、原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA)に登録された燃料損傷の事例について、法令報告書等から当該事例における損傷燃料の取り扱い方法を調査した。国外事例については、IAEA等の文献や国際原子力情報システム(INIS)に登録された文献等から損傷燃料の事例及び当該事例における損傷燃料の取り扱い方法を調査した。

#### 2. 諸外国における損傷燃料等の取り扱い要件・判断基準等の調査

諸外国における燃料の損傷状態を分別するための確認項目、判断基準、燃料の検査方法等について、IAEAの損傷燃料に関する文献、米国の指針・規格等の調査を行った。

#### 3. 再処理施設における損傷燃料等の取り扱い方法、事例の調査

再処理事業指定申請書における使用済燃料の取り扱いについての記載内容の整理を行った。また、東海再処理施設におけるピンホール燃料及び再組立燃料の処理実績を調査し、その取り扱い方法について健全な使用済燃料との相違点等についてとりまとめた。さらに、海外の再処理施設における損傷燃料の取り扱い事例について公開資料・文献の調査等を行った。



図1 東海再処理施設においてピンホール燃料等に使用する容器(燃料取り出し後)

図2 海外再処理施設において損傷燃料の取り扱いに使用する容器\*

\*A.H.C.Callaghan, P.N.Standring, J.Prestwood, D.G.Makin, "The Management of Non-standard, Failed and Damaged Oxide Fuels At Sellafield", (2005)

#### 4. 再処理に向けた判断指標及び技術的課題の整理

上記の調査結果を踏まえ、再処理の実施可否にかかる判断指標の整備に必要な情報、損傷燃料等の取り扱いに係る技術的課題、それらへの対応策等について整理した。

### H26年度計画の方向性

H26年度は損傷燃料等の化学処理工程等への影響評価として、不純物による再処理機器への腐食影響評価、不純物の工程内挙動評価、不純物の廃棄体への影響評価に関する試験等を開始する。また、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、整理する。

### 国際協力

海外の再処理施設における損傷燃料の取り扱い事例の調査において、英仏の再処理事業者を訪問、情報収集を行っている。

# (2-2-1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握 (H26.2末現在における進捗状況)

炉内状況把握のためシビアアクシデント解析コードの改良とそれに基づく事故進展解析を実施。当初計画通りに事業を進捗。現時点で得られている情報をもとに実施した解析結果は今後の廃炉作業を進めていく上で重要な情報。

## 実施内容

### (1) PIRTの妥当性確認

・H24年度に完成したPIRTに対し、その重要度ランクを改めて感度解析にて確認し、改定した。

### (2) MAAPコードの改良及び解析

#### ① MAAPコードの改良と検証

・抽出された改良項目(右図等)及びその高度化仕様に基づいたコード改良を、米国EPRIに委託して実施。  
・個別物理現象モデル: 要素試験等により検証。  
・プラント全体挙動: 実機過渡試験等により検証。

#### ② 改良版MAAPコードによる事故進展解析

・1~3号機の事故進展解析を改良コードで実施し、炉内状況の推定・把握を行う。

### (3) SAMPSONの改良及び解析

#### ① SAMPSONコードの改良と検証

・抽出された項目(以下等)のモデル改良を実施。

(a) 格納容器の圧力抑制プールの温度成層化現象のモデル化

(b) 下部プレナムへの燃料移行モデルの改良

- XR2-1実験等を踏まえ改良(右図(a))
- デブリ落下量は各チャンネルで均一化した(右図(b))

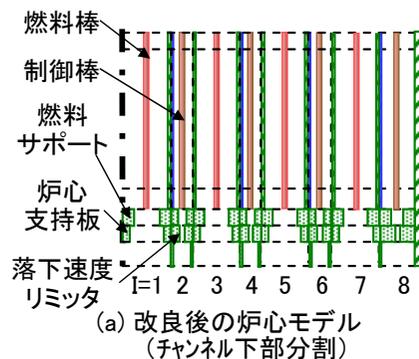
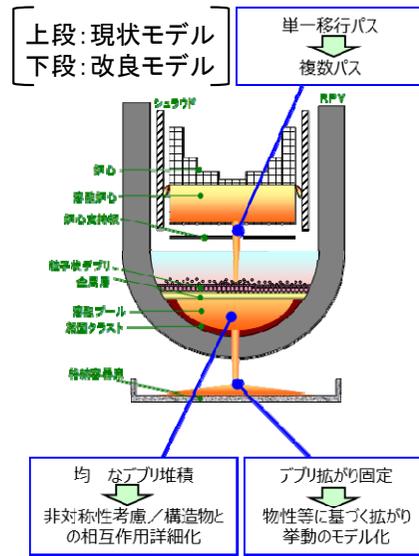
(c) 溶融物と構造材/冷却材との相互作用モデル

(d) 高温条件における共晶反応及び酸化反応モデルの改良

(e) 計算時間短縮のためのコード改良

#### ② 改良版SAMPSONコードによる事故進展解析

・1~3号機の事故進展解析を改良コードで実施し、炉内状況の推定・把握を行う。



チャンネル	1	3	5	7
落下量 (wt%)	21.6	23.1	30.1	14.9

(b) 燃料チャンネルのデブリ落下量

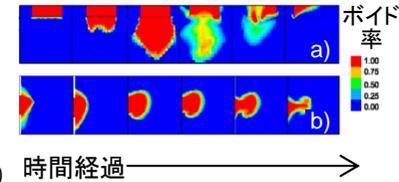
### (4) 炉内及び格納容器内の状況に関する分析・評価

#### ① 格納容器床上におけるデブリ拡がり挙動

・溶融デブリ落下量をベースに格納容器床上でのデブリ拡がり・凝固挙動を評価中。

#### ② SP内温度成層化及び蒸気不完全凝縮現象の評価

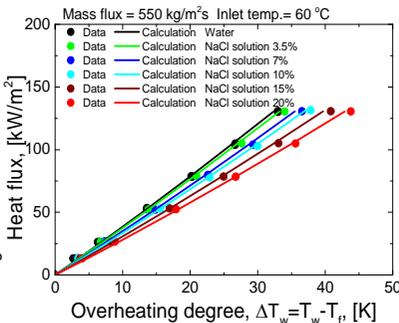
・1F2: サブクール水中でのチャギングを再現(右図a))  
・1F3: 排気管(多孔管)の上部で主に凝縮が発生(右図b))



### (5) シビアアクシデント進展の詳細分析に資する模擬試験等

#### ① 海水による熱伝達の評価試験

・健全炉心を対象に、海水熱伝達等の基礎データを取得。  
・沸騰の無い条件では、濃度により変化する物性値を与える事で、既存の予測式で評価可能(右図)。



#### ② 模擬溶融燃料を用いた落下挙動評価試験

・BWR下部プレナムを簡易に模擬した体系で溶融燃料分散挙動に関するデータを取得し構造物の影響を検討。  
・溶融燃料の挙動を模擬する解析手法の開発を実施。

### (6) 炉内状況把握に関する国際連携

・福島第一原子力発電所事故に関する国際ベンチマーク解析プロジェクト(OECD/NEA BSAFプロジェクト)を、H24年度から継続して実施。共通解析条件を策定。  
・国際プロジェクト会議及びWEBサイトを通じた情報の共有を推進。

### 他プロジェクトとの連携

#### ① 他プロジェクトからのインプット

・他プロジェクトや、廃炉作業にて得られる情報の多くを有カインプットとして活用した。

#### ② 他プロジェクトへのアウトプット

・今年度末の解析結果を取り纏め、他プロジェクトへ情報を発信する予定。  
(燃料デブリの炉内における分散状況、炉内破損状況、デブリ成分の予測など)

### 人材育成及び国内外観智活用に対する取り組み

・人材育成: 委託、学会活動を通じて大学・研究機関の若手人材を活用し、育成に努めた。  
・国内外観智活用: BSAFプロジェクトでの協働、日本原子力学会との連携などを実施

# (2-③-1、3) 模擬デブリを用いた特性の把握、デブリ処置技術の開発 (H26.2末現在における進捗状況)

燃料デブリ取出し技術の検討に向けて、実際のデブリの性状を推定するため、それを模擬した材料（模擬デブリ）を作製して硬さ等のデータを取得した。また、燃料デブリ取り出し後の処置シナリオを検討するため、既存の燃料処理技術の適用性や技術課題を抽出し、取りうる選択肢を比較評価して、優位性を判断した。本研究は、当初計画通りに進捗し、燃料デブリ取出等のプロジェクトと連携し、そのニーズを反映して実施中。

## 実施内容

### デブリ特性の把握 (2-③-1)

#### ① 燃料デブリの取出し技術開発に必要な物性値の検討

- ・種々の模擬材について、切削性への硬さ等の影響度を把握した。
- ・炉内の金属部材の混入を想定し、高Zr領域の(U,Zr)O<sub>2</sub>や、Fe含有模擬デブリの機械的特性を評価した。

#### ② 1F事故に特有な反応の把握

- ・制御材との反応で、合金相やホウ化物が生成する可能性を確認した。また、コンクリートとの反応(MCCI)で、酸化物(ガラス質)と合金層が分離する傾向を確認。最も硬い物質はホウ化物と推定された。
- ・一部の燃料に含まれていたGdの、融点、熱物性への影響を評価した。

#### ③ 実デブリ特性の推定

- ・上記の結果から、デブリの特性リスト(暫定版)を作成した。

### デブリ処置技術の開発 (2-③-3)

#### ① 燃料デブリ処置シナリオ検討に向けた技術的要件の整理

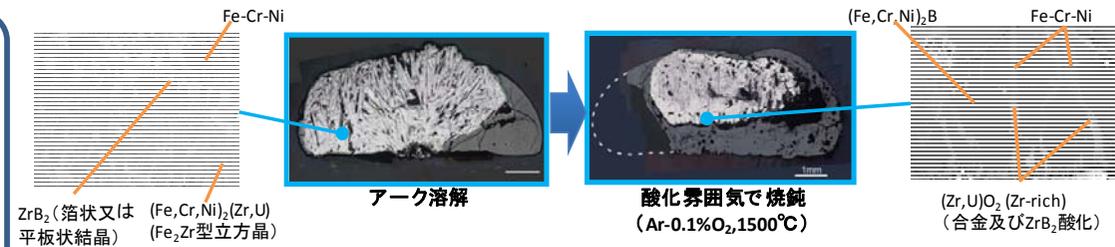
- ・取出し後の燃料デブリの処置シナリオについて、各選択肢を比較し、優位性を判断した。
- ・既存の使用済燃料輸送容器の適用性を評価した。また、保管に影響する燃料デブリの含水性等の重要度が高いと判断した。

#### ② デブリの分析に係る要素技術検討

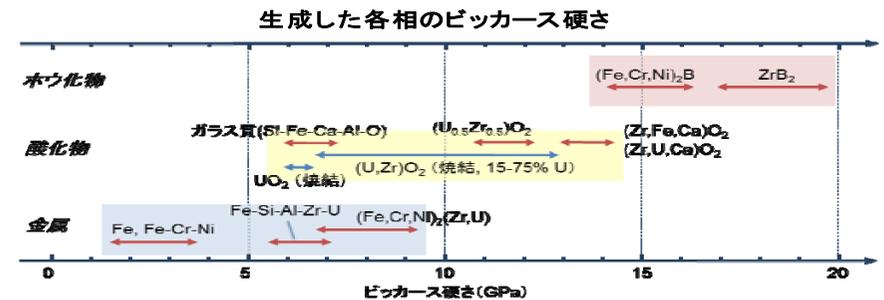
- ・MCCI生成物を含む各種模擬デブリについて、分析の前処理技術である融解プロセスの基礎データを取得した。

#### ③ 既存燃料処理技術の適用性検討

- ・模擬デブリの、湿式及び乾式処理への適合性について、基礎データを取得した。



制御材(B<sub>4</sub>C+SUS)との反応(溶融固化物断面観察像の例)  
(制御棒と燃料が溶融した場合にできる固化物の組織等に係る知見を取得)



(デブリの化学系(ホウ化物、酸化物、金属)毎に硬度の分布を推定)

## H26年度計画

模擬デブリを用いた硬さ等の物性把握、圧力容器内外の材料との反応性の評価、MCCI生成物の特性評価等を実施する。2-③-3では、分析要素技術開発を継続するとともに、保管技術に影響する燃料デブリの含水率等の検討・評価を行う。

## 国際協力

MCCI生成物の特性評価や、TMI-2事故で生成したデブリの特性把握について、共同研究や情報交換を通じて、海外研究機関の叢智を活用している。

## (3) 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発 (H26.2末現在における進捗状況)

・汚染水処理に伴う二次廃棄物及びガレキ等の放射性廃棄物について、性状把握のために必要となるデータの取得、廃棄体化技術に関する調査、処分概念や安全評価手法等について研究開発を実施。セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器について長期保管の評価を実施。

### 実施内容

#### 1. 性状把握

・ガレキ、伐採木の放射能分析を実施した。 $^{137}\text{Cs}$ 濃度と $^{90}\text{Sr}$ 濃度の間には、比例関係の傾向が見られる一方で、採取場所や試料で傾向が異なる(図1)。

#### 2. 廃棄物の処理に関する検討

・処理技術に関する調査として国内のみならず海外情報を含めて調査し、取りまとめた。

・廃ゼオライト、スラッジの廃棄体化に係る基礎試験を種々の技術(セメント、ジオポリマー等)について実施した。

#### 3. 廃棄物の処分に係る検討

・インベントリ評価の一例として、実測した表面線量率と放射能濃度の相関等に基づき、ガレキの $^{137}\text{Cs}$ 濃度を推定した(図2)。

・既存の処分概念及び安全評価手法を調査した。

・インベントリ情報に基づいて、評価対象核種の検討と既存の処分概念の適用性について概括的な評価を行った。

#### 4. 長期保管方策の検討

・セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器での水素生成、材料の腐食について評価を行った。

#### 5. データベースの開発

・分析結果/処理・処分/事故廃棄物情報の3つのデータベースを計画し、その整備を進めた。

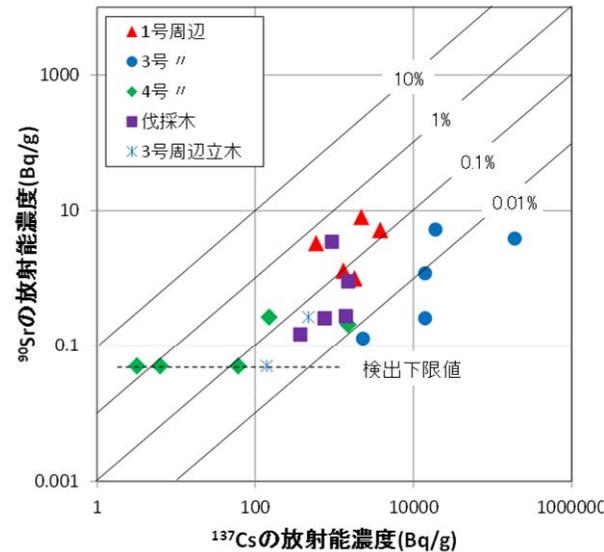


図1  $^{137}\text{Cs}$ と $^{90}\text{Sr}$ 放射能濃度の関係

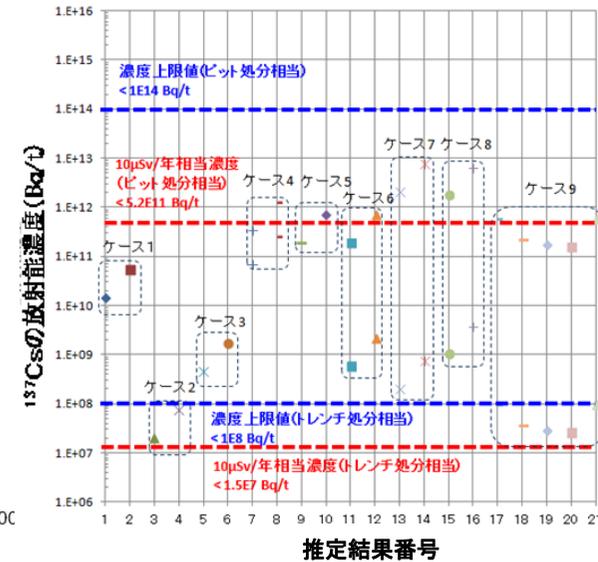


図2 分析データに基づくガレキの $^{137}\text{Cs}$ 濃度推定の例

### 次計画に向けた課題

・現場ニーズを反映し、多核種除去設備から発生するスラリーの安定化技術を検討する。

### 人材育成、国際連携等

・大学との共同研究及び大学での集中講義を実施した。  
・海外の大学との共同研究及び二機関協定に基づく情報交換等を実施し、海外の知見を活用した。

# (1-1) 使用済燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価(平成26年度計画(案))

## 平成26年度の主要目標

1F港湾の復旧遅れ等により当初検討していた照射後試験施設への燃料集合体輸送が困難となったことから、集合体輸送を伴わない試験計画・条件を新たに立案する。非照射燃料部材模擬体の腐食試験、強度試験を行い、長期健全性に及ぼす水質影響評価技術を確認する。SFPから共用プールに移送された燃料集合体の外観観察および酸化膜厚さを測定する。乾式保管時の燃料健全性評価を行う。また、健全燃料の使用済燃料被覆管を用いた加速腐食試験などの基礎試験を行う。

## 平成26年度の実施内容

### 1. 燃料集合体の長期健全性評価のための技術開発

#### (1) 長期健全性評価のための試験条件検討

① 1F港湾の復旧遅れ等により当初検討していた照射後試験施設への燃料集合体輸送が困難となったことから、燃料集合体を輸送せずに長期健全性評価ができる研究計画および試験条件を策定する。

#### (2) 燃料構造材の長期健全性評価技術開発

① 長期健全性評価技術開発: 燃料の構造等を模擬した未照射試験片による腐食試験及び強度試験を実施し、共用プールに持ち込まれる瓦礫等が腐食に及ぼす影響や、被覆管部の損傷による腐食影響を評価する手法を確認する。

② 1FSFPから取出し使用済燃料プールに保管している使用済燃料の外観観察および酸化膜厚さ測定を行うとともに、共用プール内での燃料調査手法を検討する。

③ 1FSFPから取出した使用済燃料の乾式貯蔵を想定し、瓦礫落下による傷等や隙間部に入り込んだ瓦礫が含む水分の影響評価試験を実施する。

### 2. 長期健全性に係る基礎試験

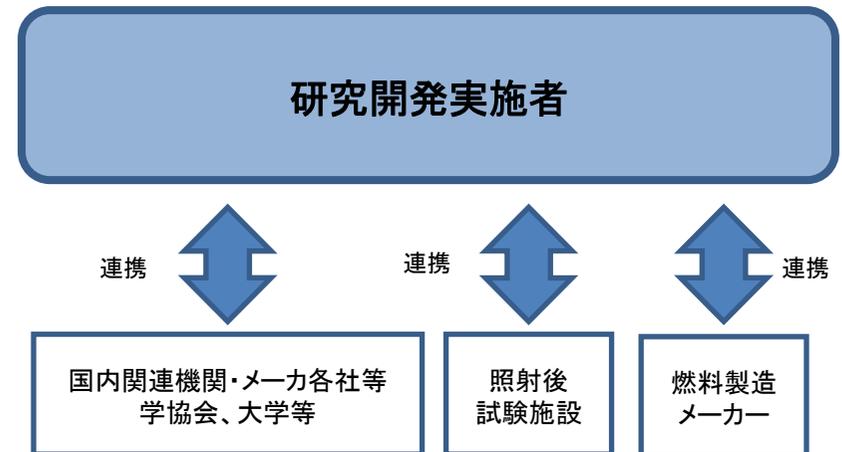
① 使用済燃料の表面クラッドにおける海水成分取込みを想定し、模擬クラッド等を使って塩化物イオンの移行挙動評価試験を行う。

② ガンマ線照射下で未照射および使用済燃料部材の腐食試験を行い、水の放射線分解による局所的な水質変化の腐食への影響を評価する。

## 実施工程

事項/H26 期	1/4	2/4	3/4	4/4
1 燃料集合体の長期健全性評価技術開発	試験計画及び試験条件策定			
	共用プール模擬環境下での未照射材腐食試験、強度試験			
	共用プールでの取出し燃料集合体調査			
	乾式貯蔵評価試験			
2 長期健全性に係る基礎試験	海水成分クラッド移行試験			
	ガンマ線照射下腐食試験			

## 実施体制



# (1-1) 使用済燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価

## 必要性

使用済燃料プールの燃料は、海水注入、瓦礫コンクリートの混入などによる塩化物イオンや高pHの環境に晒されており、通常の使用済燃料とは異なる保管履歴を経験している。また、落下瓦礫により一部の被覆管が破損している可能性もある。これらの燃料を共用プールで長期保管する場合や乾式保管する場合、瓦礫や塩化物イオンなどによる水質変化、照射などの要因が重畳し、燃料集合体の強度劣化が加速する可能性も考えられる。

共用プールでの長期保管や乾式保管に関する技術を確認し、使用済燃料の今後の最適な保管方法を確立するため、また、将来の再移送時の取り扱い時健全性を確保するため、実機燃料部材の調査／試験結果を基に長期にわたる燃料健全性を適切に推定できる評価手法を開発する必要がある。

## 実施内容

### 1. 燃料集合体の長期健全性評価技術開発

#### (1) 長期健全性評価のための試験条件検討

使用済燃料プールおよび共用プールの水分析や瓦礫浸漬後の水質分析を基に、長期健全性評価のための試験条件を策定する。

#### (2) 燃料構造材の長期健全性評価技術開発

- ① 使用済燃料集合体の調査：共用プールに移送後の使用済燃料部材を照射後試験施設に輸送し、非破壊検査、マイクロ分析による付着物性状調査、異種金属接触部、すき間部位、溶接部の腐食状況調査および強度試験を行い、事故後の水質環境に晒された使用済燃料の状態を把握する。
- ② 長期健全性評価手法の確立：輸送した使用済燃料部材の異種金属接触部、すき間部位などから試験片を採取し、共用プールの水質を模擬した条件下および加速条件下で浸漬試験を実施し、腐食挙動を調べるとともに強度試験を実施し、腐食の影響評価手法を確立する。また、燃料の構造等を模擬した未照射試験腐食試験及び強度試験を実施し、共用プールに持ち込まれる瓦礫等が腐食に及ぼす影響や、瓦礫による損傷が腐食に及ぼす影響を評価する手法を確立する。
- ③ 共用プール保管燃料の健全性確認手法の確立：共用プールにおける使用済燃料集合体の外観観察、酸化膜厚さ測定、すき間部の外観観察などの測定技術を開発し、共用プールに移送した事故を経験した燃料の健全性を確認する手法を確立する。
- ④ 長期健全性維持のための対策技術開発：腐食試験の結果を踏まえ、必要に応じて使用済燃料の長期保管を実現するための腐食抑制対策を検討・開発するとともに、効果の確認試験、評価を行う。
- ⑤ 使用済燃料プールに保管されている使用済燃料の乾式貯蔵に必要な調査・技術開発を行う。

### 2. 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発

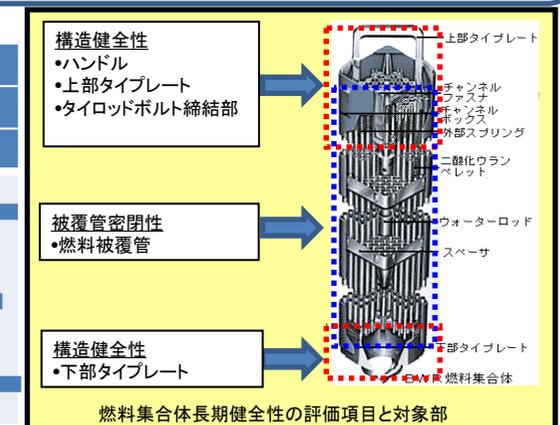
- (1) 燃料からの溶出評価：照射後試験施設に輸送した燃料部材や瓦礫を純水に浸漬し、定期的に水質分析を行うことによって溶出挙動を調べる。
- (2) 破損燃料からのFP等溶出評価：破損した燃料を共用プールに運び込んだ場合、被覆管内部の燃料ペレットから腐食性FPが溶出する可能性がある。これによる長期保管時の影響評価手法を開発するため、既に照射後試験施設に保管してある健全燃料から取り出した照射済ペレットを共用プール模擬水などに浸漬し、FP等の溶出挙動を調べる。

### 3. 長期健全性に係る基礎試験

事故後の特殊環境を経験した燃料被覆管の調査結果及び試験結果を健全燃料と比較して評価するため、使用済燃料被覆管等を用い、加速試験として温度や塩化物イオン濃度、pH等の環境を幅広く変えた条件での電気化学試験、強度試験、腐食試験、試験後の腐食形態等の詳細観察を行う。

## 実施工程

事項／年度	第1期			第2期			
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1. 燃料集合体他の長期健全性評価技術開発							
2. 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発							
3. 長期健全性評価に係る基礎試験							



# (1-2)使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討(平成26年度計画(案))

## 平成26年度主要目標

- (1)高レベル廃液濃縮缶及び高レベル廃液貯槽を対象とした腐食試験を実施し、不純物成分の腐食影響を評価する。
- (2)FP及び不純物共存条件での抽出試験を実施し、不純物のU・Pu製品系への移行、陰イオンのU・Pu抽出への影響の確認を行う。
- (3)不純物を考慮したガラス試験片を作製し、ガラス物性値を取得する。
- (4)再処理施設における損傷燃料等の処理時の影響を網羅的に抽出し、整理する。

## 平成26年度の実施内容

### 2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討

#### (1)不純物による再処理機器への腐食影響評価

使用済燃料に同伴した不純物成分(海水成分、コンクリート成分)の多くは抽出廃液として高レベル廃液に移行すると考えられ、また、高レベル廃液は、濃縮操作により、他のプロセス溶液よりも不純物濃度が高く、不純物による腐食影響を受けやすいと考えられる。このため、本試験では、高レベル廃液を取り扱う代表的な機器として、高レベル廃液濃縮缶及び高レベル廃液貯槽を対象とし、FP成分を考慮した模擬液を用いた腐食試験(浸漬試験・電気化学試験)を実施し、不純物成分の腐食影響を評価する。

#### (2)不純物の工程内挙動評価

不純物の抽出工程への影響として、不純物のU・Pu製品系への移行及び不純物によるU・Pu抽出の阻害が考えられる。

FPが共存しない条件で不純物はU・Pu製品系へ有意に移行しないことが確認されており、本試験では、FP共存条件で不純物の抽出操作を行い、不純物のU・Pu製品系への移行の確認を行う。

また、陰イオン共存条件でU・Puの抽出操作を行い、不純物によるU・Pu抽出への影響の確認を行う。

#### (3)不純物の廃棄体への影響評価

不純物成分の多くは高レベル廃液に移行すると考えられる。そこで不純物によるガラス固化体への影響を評価するため、本試験では高レベル廃液の組成に基づく粉末試料を用いてガラス試験片を作製し、密度、ガラス転移温度、熱膨張係数等のガラス物性値を取得する。

#### (4)その他の影響の抽出及び整理(項目を追加)

損傷燃料等の再処理において、施設に共通する影響の他に、施設固有の設備に依存する影響が考えられる。このため、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、必要な研究要素の有無等を整理する。

## 実施体制

研究開発実施者



他のプロジェクトとの連携・調整

(1-1)使用済燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価

## 目標工程

事項/年度	2014年度	
	上半期	下半期
2.損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討		
(1)不純物による再処理機器への腐食影響評価		
(2)不純物の工程内挙動評価		
(3)不純物の廃棄体への影響評価		
(4)その他の影響の抽出及び整理		

# (1-2) 使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討

## 目的

原子炉建屋プールの燃料には海水による塩分の付着が考えられ、一部の燃料は落下したコンクリート片などにより損傷、漏えいしている可能性もある。よって、これらの燃料については、再処理における技術的課題の調査・検討を行うとともに、再処理が可能か否かを判断するための指標を整備するための検討を行う。

## 実施内容

### 1. 損傷燃料に関する事例調査

・国内外における損傷燃料の取扱い実績について調査する。

### 2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討

#### (1) 不純物による再処理機器への腐食影響評価

燃料に付着した塩分や燃料に同伴したコンクリート片等の不純物の硝酸への溶解を考慮し、模擬溶液を用いた再処理機器材料の腐食試験を行い、腐食影響を評価する。

#### (2) 不純物の工程内挙動評価

燃料溶解液への不純物の移行を考慮し、模擬溶液を用いた抽出特性試験等を行い、不純物の化学処理工程内の挙動を評価する。

#### (3) 不純物の廃棄体への影響評価

不純物の廃液への移行を考慮し、模擬溶液を用いた試験等を行い、不純物のガラス固化体等の廃棄体の性状への影響を評価する。

### 3. 損傷燃料等のハンドリングに係る検討

#### (1) 受入・貯蔵設備におけるハンドリング方法の検討

現在の再処理施設ではハンドリングが困難な損傷燃料に対する、受入・貯蔵設備におけるハンドリング方法を検討する。

#### (2) 燃料のせん断に係る評価

容器からの燃料取り出しや、チャンネルボックスの取り外しが困難な場合を考慮し、容器やチャンネルボックスとともに燃料をせん断することの可否や処理に及ぼす影響について、模擬燃料を用いた試験等により評価する。

### 4. 損傷燃料等の分別指標の検討

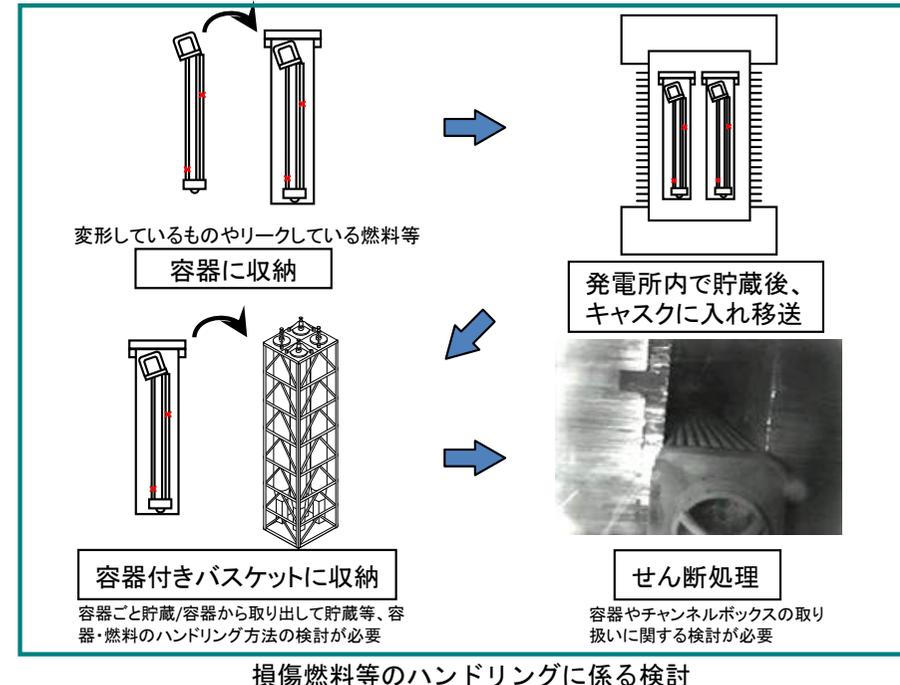
・上記の検討結果を整理し、再処理が可能か否かを判断するための指標を整備する。

## 目標工程

事項/年度	第1期		第2期		
	2013	2014 (前)	2015	2016	2017 (中)
1. 損傷燃料等に関する事例調査	■				
2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討		■	■	■	■
3. 損傷燃料等のハンドリングに係る検討			■	■	■
4. 損傷燃料等の分別指標の検討			■	■	■

## 候補となる技術例

要素技術	適用例
損傷燃料等の化学処理等	—
損傷燃料のハンドリング	ピンホール燃料の処理



# (2-2-1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握 (平成26年度計画(案))

## H26年度主要目標

海外機関との協力等により国内外の叡智を結集し、燃料デブリの位置等の炉内状況を推察するための事故進展解析技術の高度化を実現する。高度化した事故進展解析技術の成果を活用し、現場のオペレーションから得られる新たな情報も踏まえながら、炉内状況を把握するための検討を実施する。これらを通じ、燃料デブリ取り出し作業に資する炉内状況に関する情報の精度向上を図る。

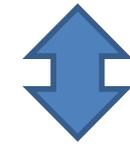
## H26年度の実施内容

	目標	得られる成果
①	原子力学会との連携によるシビアアクシデントコードの開発にかかるPIRT (Phenomena Identification and Ranking Table)のブラッシュアップ	解析コードの高度化に資する検討、実験等の優先順位
②	抽出した解析コードの改善点、サイトのオペレーションから得られる情報、既存の模擬試験の結果、最新知見等に基づき解析コード(MAAP、SAMPSON)を改良	高度化した解析コード
③-1	【MAAP】H25年度にブラッシュアップしたPIRTに基づき更なる改良項目の抽出を行うとともに、現状最新版であるMAAP5を用いて、構築したデータベースに基づき1～3号機の事故進展/炉内状況の把握に関する解析を継続する。	既存の解析結果の改善と精度向上に向けた課題の抽出
③-2	【SAMPSON】一部改良した解析コードを用いて、構築したデータベースに基づき1～3号機の事故進展/炉内状況の把握に関する解析	既存の解析結果の改善と精度向上に向けた課題の抽出
④	シビアアクシデント事象進展の詳細分析に資する模擬試験等(海水熱伝達試験、溶融燃料落下挙動試験)の実施	解析コードの改良に資する実験データと知見
⑤	国際ベンチマークOECD-NEA BSAFプロジェクトの実施(情報基盤・国際協力に係わる取り組み)	海外知見 解析用データベース
⑥	現場のオペレーションから得られる情報およびシビアアクシデント解析コード以外の計算コード等を用い、多角的なアプローチにより炉内状況把握のための継続的な検討	炉内状況に係わる情報

## 実施体制

### 研究開発実施者

- 解析コード改良と実機事故解析
  - ・MAAP改良
  - ・SAMPSON改良
- 熱流動解析等による個別事象評価
- 模擬試験
- 国際協力:OECD/NEAベンチマーク解析(BSAF) 等



連携

原子力学会  
シビアアクシデント評価研究専門委員会

## 工程表

事項/年度	上半期	下半期
① PIRTブラッシュアップ (原子力学会と連携)		
② 解析コードの更なる改良・検証		
③-1 改良版MAAPコードによる解析		
③-2 改良版SAMPSONIによる解析		
④ 模擬試験等の実施		
⑤ 国際ベンチマークの実施		
⑥ 炉内状況分析		

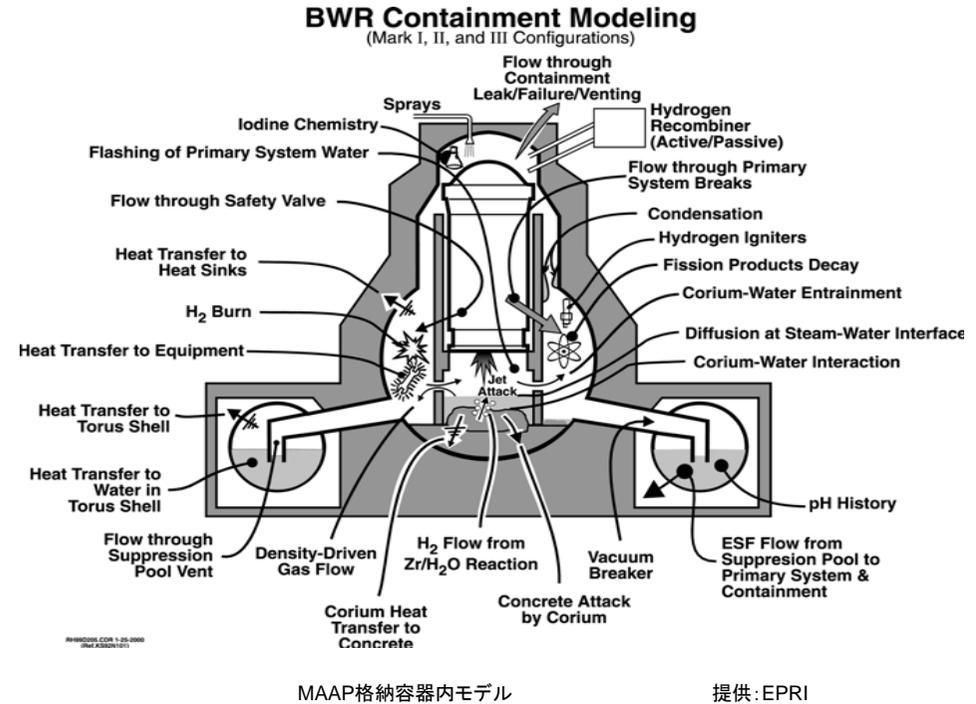
# (2-②-1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握

## 目的

燃料デブリの取り出しにかかる中長期的な対策の立案及び安全対策の策定に向けては、炉内状況を推定・把握することが不可欠であるが、現状、高線量下にある損傷炉心の直接的な観察は困難である。一方、その代替として期待される事故進展解析技術に関しては、事故進展の概要把握は可能であるものの、得られる結果に不確実性が大きく、それだけで燃料デブリの存在場所・形態、圧力容器の損傷程度等を推定するのは困難である。したがって、サイトのオペレーションから得られる情報とともに、これと並行して進められる事故進展解析技術の高度化による成果を用いて、炉内状況の推定・把握に対する取組みを継続的に実施する。

## 実施内容

- 事故時プラント挙動の分析
  - 電源喪失から炉心溶融、水素爆発に至るまでの事象進展に関して、事故時プラントの運転操作情報及び実機計測データ等に基づき、プラント挙動の分析を行う。
- シビアアクシデント解析コード高度化
  - 整理した既存のシビアアクシデント解析コードの特徴及び炉内状況把握に係る各コードの適用性の評価をもとに、シビアアクシデント解析コードの高度化を図る。
  - 事故時プラント挙動の分析結果や模擬試験等による評価結果及び炉内の調査結果等を踏まえ、シビアアクシデント解析コードの高度化(炉心の下部構造を考慮した燃料デブリの移行に関するモデル追加等)を図る。
- シビアアクシデント進展の詳細分析に資する模擬試験等
  - 事故時の炉内熱水力条件、燃料集合体における溶融進展、溶融物が落下した圧力容器下部ヘッドの変形及び破損等を評価するための要素試験、模擬試験及び解析モデルの開発等を行う。
- 炉内状況の推定・把握
  - 1～3の成果、現場のオペレーションから得られる情報およびシビアアクシデント解析コード以外の計算コード等を用い、多角的なアプローチにより炉内状況の推定・把握に対する取組みを継続的に実施する。



## 目標工程

事項/年度	第1期間			第2期間						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
				(前)			(中)			(後)
1. 事故時プラント挙動の分析		プラント挙動分析								
2. シビアアクシデント解析コード高度化		適用性評価	▽1 ▽2							
3. 模擬試験等による評価										
4. 炉内状況推定・把握										

▽1(2013上): MAAP 及びSAMPSON のモデルの追加・改良  
 ▽2(2013下): 改良を反映したMAAP 及びSAMPSON による炉内状況の評価  
 ▽3(2016下): 原子炉格納容器内部調査の開始

# (2-③-1, 3) 模擬デブリを用いた特性の把握、燃料デブリ処置技術の開発 (平成26年度計画(案))

## 平成26年度主要目標

- ・模擬デブリを用いた特性の把握: **燃料デブリ**取出し**装置開発**等の検討に向けて、**酸化物系デブリ及び金属系デブリの機械的性質データを取得し**、また、福島事故特有の反応としてGd等による影響評価およびMCCI(溶融炉心-コンクリート反応)**物性データの採取、評価を実施する。**
- ・燃料デブリ処置技術の開発: **実デブリ分析に必要な要素技術の開発を行う。**また、燃料デブリの安定的な保管の検討に向けて、必要なデブリ**物性値**を検討し、**データを取得する。**

## 実施内容

1. 模擬デブリを用いた特性の把握  
デブリの特性データを把握するためのリストの拡充のため、以下を実施。
  - ① 模擬デブリの特性評価(模擬燃料デブリの作製条件の検討を含む)
    - ・特性が異なる複数のコールド材料の穿孔試験を行い、各特性と穿孔性能の相関性を評価する。
    - ・正方晶、単斜晶の(U,Zr)O<sub>2</sub>および主要な金属デブリとなり得るFe<sub>2</sub>(Zr,U)を作製し、その機械的性質データを取得する。また、酸化物についてはジルコニアの安定化機構の影響を検討する。
    - ・福島特有事象であるコンクリートとの反応、さらにGd含有燃料からの生成デブリを想定した系や構造材(Fe)との複合系での特性を把握し、実デブリ物性への影響を評価する。
    - ・MCCI反応生成物の化学形態の推定、及び過去のMCCI試験の生成物に対する物性測定**を実施**する。(CEAとの国際協力)
  - ② TMI-2デブリとの比較
    - ・JAEA内保管のTMI-2デブリを用いた試験を**実施し、模擬デブリデータと比較検討**する。
  - ③ 国際協力(共同研究)の検討
    - ・海外の研究機関と情報交換を継続し、国際協力を推進。

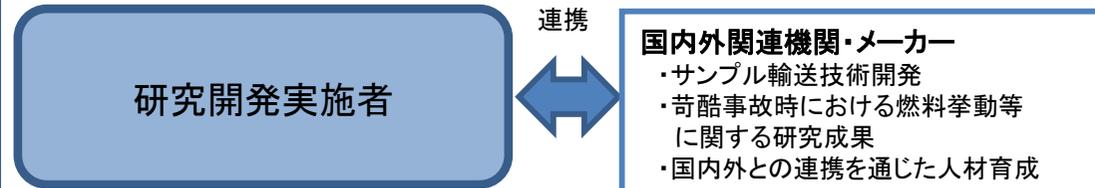
## 2. 燃料デブリ処置技術の開発

- ① 実デブリ分析要素技術**開発**
  - ・実デブリの分析に必要な各要素技術**開発を進める。**
- ② 保管に係るデブリ基礎特性の評価
  - ・保管に大きく影響する含水特性や変性挙動について検討・評価する。

## 中長期的な人材育成

- ・国際協力相手機関への人材派遣など研究開発を通じ、**国際的な視野を備えた人材を育成**する。また、関係組織が協力し、若手技術者の能力向上・知見拡大に努め、デブリ関連研究を確実に実施するために必要な人材の確保をはかる。

## 実施体制



他のプロジェクトとの連携・調整

- (2-①-4/5) 原子炉格納容器/圧力容器内部調査技術の開発
- (2-①-6) 燃料デブリ・炉内構造物取出し工法・装置開発
- (2-①-7) 炉内燃料デブリ収納・移送・保管技術開発
- (2-①-8) 原子炉圧力容器/格納容器の健全性評価技術の開発
- (2-①-9) 燃料デブリの臨界管理技術の開発
- (2-②-1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握
- (2-③-4) 燃料デブリに係る計量管理方策の構築
- (3) 固体廃棄物の処理・処分技術の開発

## 実施工程

事項/年度	2013	2014		2015
		(前)	(後)	
1. 模擬デブリを用いた特性の把握	模擬デブリの機械物性評価(酸化物系)			
① 模擬デブリの特性評価(模擬燃料デブリの作製条件の検討を含む)	模擬デブリの機械物性評価(金属系) 1F特有の反応による生成物評価(コンクリート、Gd等) MCCIに係る研究			
② TMI-2デブリとの比較	準備	TMI-2デブリを用いた試験(機械的性質評価、分析試験)		
③ 国際協力(共同研究)の検討	国際協力の実施			
2. 燃料デブリ処置技術の開発	分析要素技術の検証			
① 実デブリ分析要素技術の検証	要素技術の検証			
② 保管前処理に係るデブリ基礎特性の評価	含水特性、変性挙動等			

CEA: フランス原子力・代替エネルギー庁

## (2-③-1, 2, 3) 模擬デブリを用いた特性の把握、実デブリの性状分析、燃料デブリ処置技術の開発

### 目的

福島第一原子力発電所の事故は、溶融継続時間、炉心構成及び海水注入などがTMI-2の事故と異なるため、炉心内部で生成された燃料デブリも異なることが推定される。よって、燃料デブリ取り出し時には、燃料デブリの特性を把握した上で安全性を確保し、その特性に応じた取り出し治具や収納容器等を準備しておく必要がある。また、燃料取り出し後の処理処分の検討を行う場合には、燃料デブリ処置(保管・処理・処分)方策の全体シナリオを検討するとともに溶解性や化学的安定性等の化学的特性の把握と模擬デブリや実デブリを用いた処理に係る試験を実施し、燃料取り出し後の長期保管及び処理処分の見通しを得ておく必要がある。

### 実施内容

#### 1. 燃料デブリ特性の把握

##### ① 模擬デブリ作製条件の検討

- TMI-2等を参考に福島第一原子力発電所の事故事象進展を考慮して炉内デブリ作製条件を検討する。

##### ② 模擬デブリの特性評価

- 福島第一原子力発電所復旧に係るニーズを踏まえて、作製した模擬デブリを用いた基礎物性の測定・評価、化学的特性及び物理的特性の評価・試験を実施する。

##### ③ TMI-2デブリとの比較

- TMI-2デブリ特性を実測し模擬デブリで得たデータとの比較を行い、福島第一原子力発電所からの燃料取り出しへの反映事項を整理する。

#### 2. 実デブリの性状分析

- 燃料デブリの回収技術の確立や取り出し燃料の処理処分の検討に資するため、回収された実燃料デブリの性状分析を行う。

#### 3. 燃料デブリ処置技術の開発

##### ① 処置シナリオの検討

- 固体廃棄物の処理・処分技術開発と連携して、炉内取出し後の燃料デブリ処置(保管・処理・処分)方策のシナリオを検討する。

##### ② 燃料デブリ処置技術の適用可能性検討

- 塩分を含有、燃料や炉内構造物が溶融した燃料デブリに対する既存処理技術(湿式法、乾式法等)の適用可能性について検討する。

### 中長期的視点での人材育成

若手技術者の能力向上・知見拡大に努め、長期にわたる燃料デブリ関連研究を確実に実施するために必要な人材の確保をはかる。

### 国内外の叡智の活用

プロジェクトの実施に当たっては、シビアアクシデント研究において燃料デブリ等に関する情報の蓄積のある海外機関との協力・連携を図り、その知見を反映する。

### 目標工程

事項／年度	第1期			第2期						
	2011	2012	2013	2014 (前)	2015	2016 (中)	2017	2018	2019	2020 (後)
1. デブリ特性の把握	▽1 (▽2)									
(1) 模擬デブリ作製条件の検討	[Progress bar from 2011 to 2015]									
(2) 模擬デブリの特性評価	[Progress bar from 2011 to 2015]									
(3) TMI-2デブリとの比較	[Progress bar from 2012 to 2015]									
2. 実デブリの性状分析	▽3 (▽4) (▽5)									
	ペンディング(実デブリサンプリング計画の具体化に合わせて開始)									
3. 燃料デブリ処置技術の開発	[Progress bar from 2011 to 2020]									

▽1(2015下): 模擬デブリ性状データ取り纏め  
 (▽2(2016上): 燃料デブリ取り出し工法・装置開発の本格化)  
 ▽3(2016上): 実デブリサンプルを用いた性状把握に向けた計画策定開始  
 (▽4(2017下): 放射性物質・分析研究施設の運用開始)  
 (▽5(2019下): 実デブリサンプルの性状データの燃料デブリ処理・処分に  
 に向けた研究開発等への反映開始)  
 ▽6(第3期): 燃料デブリの処理・処分方法の決定

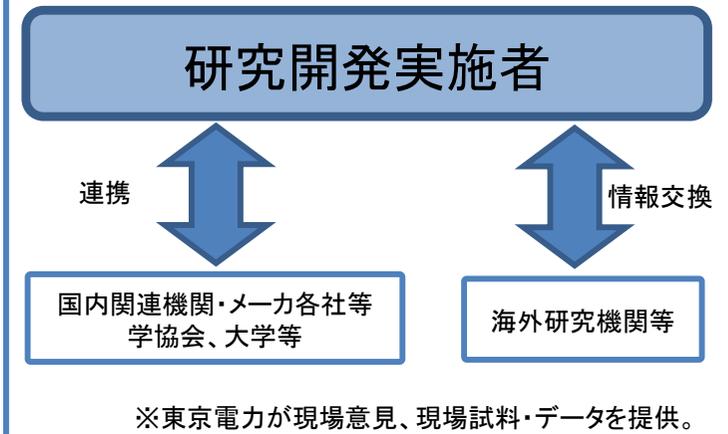
~▽6

# (3) 固体廃棄物の処理・処分にに関する研究開発計画(平成26年度計画(案))

## 平成26年度主要目標

1. 性状把握
  - 分析計画を明確化し、得られた分析結果を踏まえて適宜更新を行う。
  - 各工程からの処理水の分析結果や解析的な手法を用いて二次廃棄物のインベントリ評価を進める。
2. 長期保管方策の検討
  - 多核種除去設備のスラリーの安定化技術の調査・試験を行う。
3. 廃棄物の処理に関する検討
  - 多核種除去設備等二次廃棄物の処理・廃棄体化に関するデータを取得する。既存技術の適用性が困難な可能性の高い廃棄物に対する処理技術の開発を進める
4. 廃棄物の処分にに関する検討
  - 既存の処分概念や安全評価手法(シナリオ、モデル、データ)の適用範囲・適用条件等に関する評価を行う。
  - 性状把握や処理技術の開発の促進に資するよう分析試料や核種の優先順位、廃棄物処理要件を提示する。
5. 研究開発を進めるための検討
  - 廃棄物の発生、保管から処理・処分まで一連の廃棄物の取扱い(廃棄物ストリーム)を策定に必要な検討を実施する。

## 実施体制



## 平成26年度の実施内容

1. 性状把握
  - 核種分析を着実に進めるため、分析計画を明確にし、その計画を分析結果を踏まえて適宜更新する。その上で、ガレキ、伐採木等の核種分析を継続し、場所や線量に対する核種組成の特徴を検討する。試料の分析は、汚染水試料と合わせて50サンプル程度を実施し、対象核種は、H25年度に実施した暫定評価対象核種の見直しの試行による。
  - 汚染水及び処理水中の難分析核種等の分析結果および解析的な手法に基づき二次廃棄物のインベントリ評価を進める。特に、<sup>137</sup>Cs以外の核種のインベントリ評価手法を検討する。
  - 第二セシウム吸着装置、多核種除去設備から発生する二次廃棄物に関するデータの収集を継続する。さらに、多核種除去設備から発生する二次廃棄物の採取分析に着手する。
  - 難測定核種(<sup>93</sup>Mo、<sup>126</sup>Snなど)の分析フローを構築する。また、キャピラリー電気泳動法及びレーザー共鳴電離質量分析を用いた簡易な分析システムの開発を実施する。
2. 長期保管方策の検討
  - 漏えいリスクを低減させた状態で保管するため、多核種除去設備から発生する炭酸塩および水酸化鉄スラリーを安定化する技術の導入に向け、安定化技術の調査および試験を行う。
  - 第二セシウム吸着装置について、吸着塔容器材料の局部腐食発生の有無を評価する。また、現行の水素安全対策について確認する。
3. 廃棄物の処理に関する検討
  - 多核種除去設備等から発生する二次廃棄物を中心に、種々の模擬廃棄体を作製する基礎試験を実施し、固化特性や閉じ込め性及びガス発生等に関するデータを取得する。
  - H25年度の調査により選定した処理・廃棄体化技術に対し、処理量、減容及び安定化の効果、作製される廃棄体の特性、二次廃棄物の種類と発生量等についてより詳細に調査する。
  - 廃ゼオライト吸着塔の処分を見据えた処理に関する検討として、塔内残留水の蒸発の評価等を実施する。
4. 廃棄物の処分にに関する検討
  - 既存の処分概念や安全評価手法(シナリオ、モデル、データ)の適用範囲・適用条件等に関する評価を行う。また、既存の処分概念や安全評価手法の改良や高度化の必要性とその範囲及び実施に向けての課題と対策を整理する。
  - インベントリ推定に関する検討の進展を踏まえた事故廃棄物の評価対象核種の見直し、廃棄物処理要件の提示を行う。
5. 研究開発を進めるための検討
  - 廃棄物の発生、保管から処理・処分まで一連の廃棄物の取扱い(廃棄物ストリーム)を廃止措置シナリオの検討と連携して検討していく。
  - H25年度に試運用を開始した水分析結果のデータベースについて水分析結果以外の分析データについて設計・製作を行う。また、H25年度に作成した事故廃棄物情報を更新する。

## 中長期的視点での人材育成

中長期的に必要な人材を育成する観点から、大学・研究機関等との共同研究を実施するなど、連携の強化に取り組む。

# (3) 固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発計画(平成26年度計画(案))

## 工程

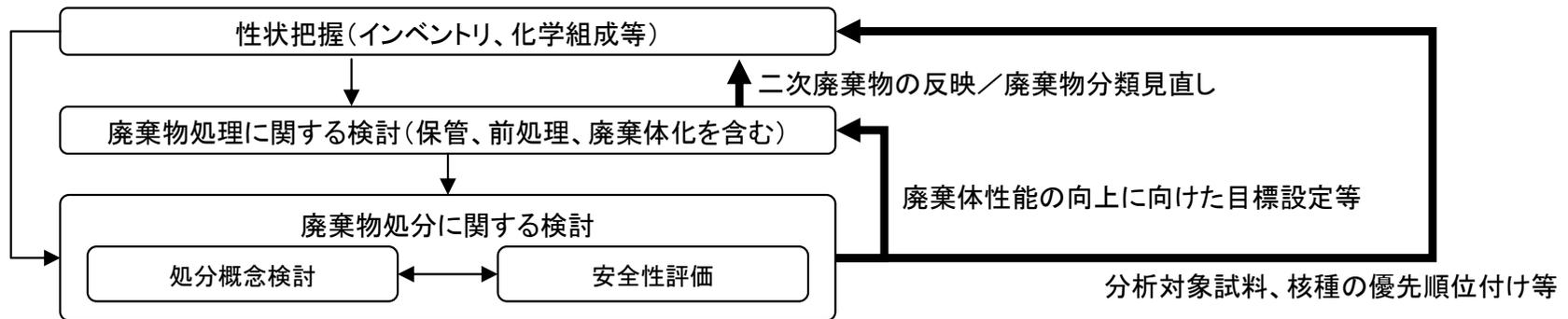
事項/月	2014											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 性状把握等	水処理二次廃棄物(スラッジ等)											
	インベントリ評価											
	第二セシウム吸着装置、多核種除去設備の二次廃棄物の性状把握											
	多核種除去設備から発生する二次廃棄物の採取分析											
	ガレキ、伐採木等											
	サンプリング、核種分析											
2. 長期保管方策の検討	分析技術開発試験											
	多核種除去設備二次廃棄物の安定化技術の検討											
	使用済み汚染水貯留タンクの除染技術の検討											
	第二セシウム吸着装置の吸着塔残留塩分洗浄試験及び水素発生に関する照射試験									腐食・水素対策評価		
3. 廃棄物の処理に関する検討	水処理二次廃棄物(スラッジ等)											
	スラッジ等の廃棄体化基礎試験											
	セシウム吸着塔内の在留水の蒸発の評価等											
	ガレキ、伐採木等											
	処理・廃棄体化技術調査											
4. 廃棄物の処分に関する検討	Sr汚染土壌の除染、固定化の検討											
	処分概念や安全評価手法に関する調査									適用範囲・適用条件等の評価		
	評価対象核種の見直し、廃棄物処理要件の提示											
5. 研究開発を進めるための検討	廃棄物ストリームの検討											
	分析結果のデータベースについて改良											
	事故廃棄物情報の更新											

# (3) 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発計画

## 目的

廃止措置に向けた取組を円滑に進めるためには、放射性核種で汚染された物質を適切に管理するとともに、処理・処分を進めていく必要がある。  
事故により発生した、放射性核種により汚染された物質は、破損した燃料に由来した放射性核種を含んでいること、津波や事故直後の炉心冷却に起因する海水成分を含む可能性があること、高線量であり処理・処分の実績が無いゼオライトやスラッジを含むこと、汚染のレベルが多岐にわたりその物量も大きいこと等、従来の原子力発電所で発生する放射性廃棄物と異なる特徴がある。これらの放射性核種で汚染された物質の処理・処分に関する安全性の見通しを得る上では、従来の放射性廃棄物とは異なる点を把握したうえで、研究開発を実施する。

## 検討の進め方



※ 日本原子力学会「福島第一原子力発電所事故により発生する放射性廃棄物の処理・処分」特別専門委員会 報告書 2013年3月 を参考に作成

## 実施内容

水処理二次廃棄物、瓦礫／伐採木等、燃料デブリ／解体廃棄物に関して、性状把握、廃棄物処理方法検討、廃棄物処分に関する検討、水処理二次廃棄物の保管検討等を行う。検討に際しては、それぞれで得られた情報を他の検討に反映させる。このために必要な情報をデータベース化して管理する。なお、燃料デブリの性状把握は「2-③-1, 2模擬デブリを用いた特性、実デブリの性状分析」にて実施し、その結果をインプットとして燃料デブリの処分に関する検討を実施する。

### 1. 性状把握

- 水処理二次廃棄物である廃吸着材・スラッジ等に関し、長期保管可能な方策検討や処理・処分技術の開発に必要な廃棄物の性状を把握する。
- 瓦礫、伐採木、土壌、解体工事に伴い発生する解体廃棄物等について、処理・処分技術開発に必要な放射性物質の付着状況等の性状を把握する。
- 分析方法が確立されていない処理・処分技術の検討に必要な難測定核種の分析技術の開発ならびにインベントリの評価手法を開発する。

### 2. 長期保管方策の検討

- 水処理二次廃棄物は、処理・処分技術の確立まで安定に保管する必要があるため、水素発生、発熱及び腐食等、長期保管に向けた対策を検討する。

### 3. 廃棄物の処理に関する検討

- 水処理二次廃棄物の長期保管方策の検討において、十分な保管性能が担保されないケースに対応し、廃棄体化に係る処理技術の基礎的検討を実施する。
- 既存の処理技術(廃棄体化技術)を調査し、その結果を基に廃棄体化のための技術開発を行い、廃棄体性能を評価する。

### 4. 廃棄物の処分に関する検討

- 1. 及び3. の成果を基に、既存の処分概念及び安全評価手法の適用性を確認し、処理・処分に必要な課題の抽出及び課題の解決策を検討する。
- 既存の処分概念や安全評価手法の適用が困難な廃棄物について、新たな処理・処分技術を検討する。

### 5. データベースの開発

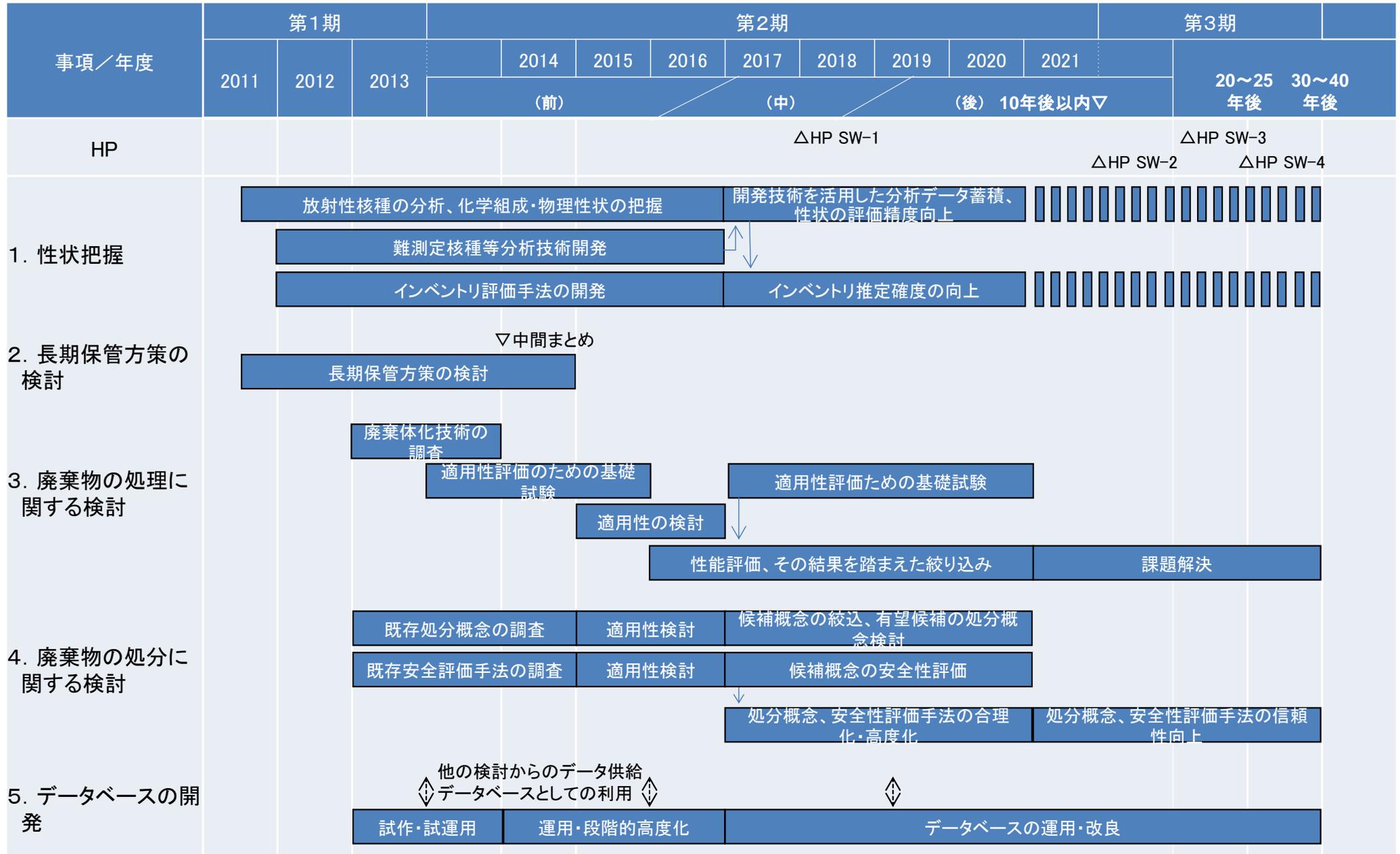
- 研究開発成果や情報を整理するためのデータベースを開発する。

## 中長期視点での人材育成

中長期的に必要となる人材を育成する観点から、大学・研究機関等との共同研究を実施するなど、連携の強化に取り組む。

# (3) 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発計画

## 目標工程



HP SW-1: 固体廃棄物の処理・処分に係る基本的な考え方の取りまとめ  
 HP SW-2: 固体廃棄物の処理・処分における安全性の見直し確認  
 HP SW-3: 廃棄体仕様・製造方法の確定  
 HP SW-4: 廃棄体製造設備の設置及び処分の見直し