

平成25年度実績概要

格納容器内部調査技術の開発

平成26年7月31日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

無断複製・転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

1. 全体計画

1

1.1 目的及び目標

【PCV内部調査の目的】

燃料デブリの取出しに先立ち、PCV内の状況を把握することが重要であり、PCV内の状況を把握するための調査技術の開発を目的とする。

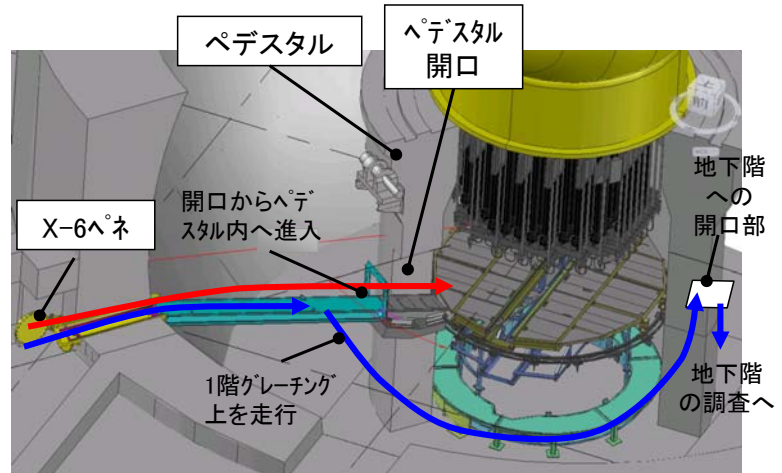
【PCV内部調査の目標】

燃料デブリは、RPVを経由してPCV内に存在すると推定されており、PCV内部映像を取得する計測器、デブリの可能性ある溶融物を検知する計測器、および、調査対象部位へアクセスする装置の開発を目標とする。



以下の実施を開発の最終ゴールと位置づける。

- ①溶融物 計測装置の開発
- ②アクセス装置(ペDESTAL内)の開発
- ③アクセス装置(ペDESTAL外)の開発
- ④上記装置の実証試験



ペDESTAL内のアクセス: →

ペDESTAL外のアクセス: →

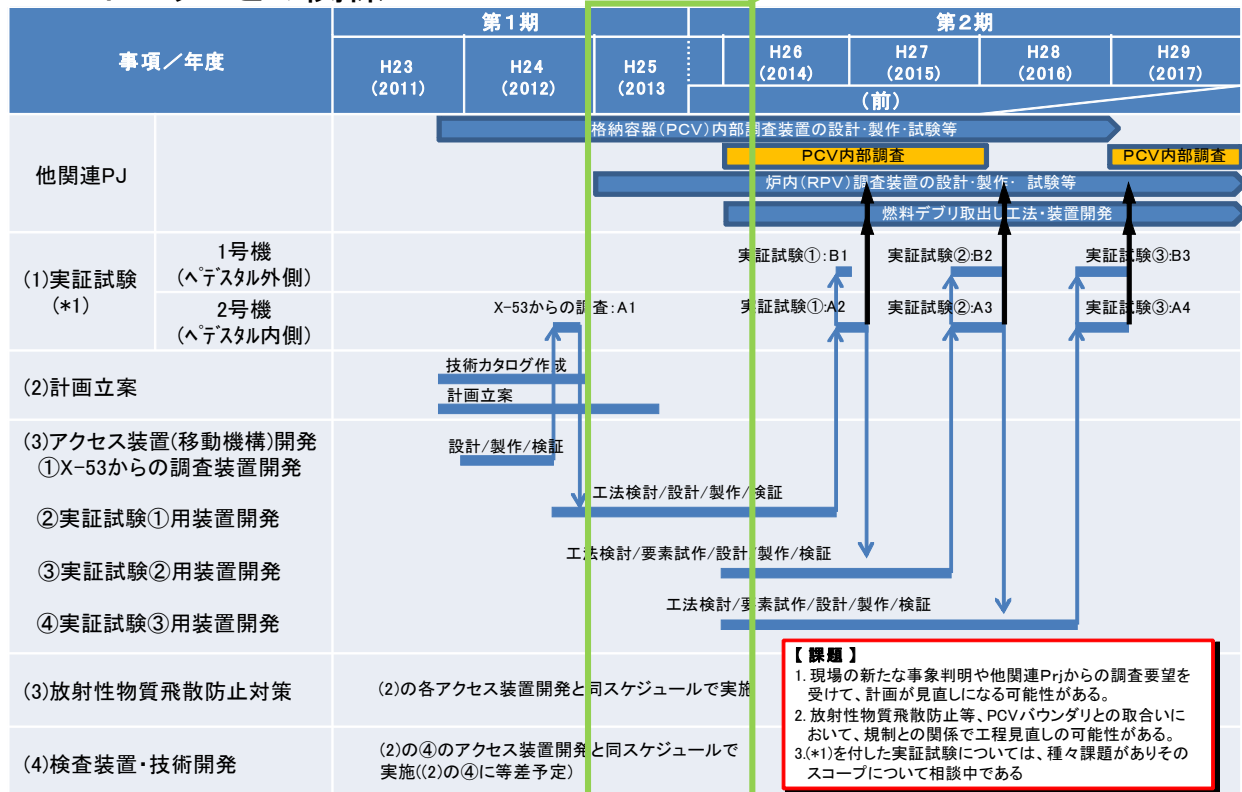
調査のアクセスイメージ:*1

*1: 本アクセスルートは、今後の検討により変更の可能性あり

1. 全体計画

1.2 ロードマップとの関係

H25年度の実施範囲(～2014/7月)



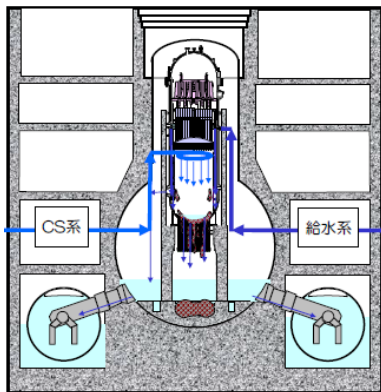
燃料デブリ・炉内構造物取出しの装置開発(平成26年度から開始計画)および他関連PJのニーズを踏まえ格納容器内部調査技術の装置開発を進める。



1. 全体計画

1.3 各号機の開発方針: 1~3号機の炉心・PCVの状況推定(*1)より、開発方針を設定

【1号機】

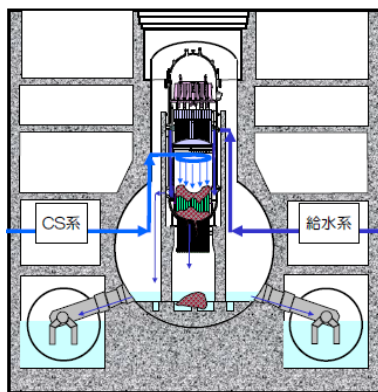


・溶融した燃料は、ほぼ全量がRPV下部プレナムへ落下しており、元々の炉心部にはほとんど燃料が存在していない

⇓ 開発方針

・燃料デブリがペDESTル外側まで広がっている可能性があり、ペDESTル外側の調査を優先して開発を推進する

【2号機】



・溶融した燃料のうち、一部はRPV下部プレナムまたはPCVペDESTルへ落下し、燃料の一部は元々の炉心部に残存していると考えられる
 ・尚、3号機では従来の予測よりも多くの燃料がPCV内に落下していると推定。

⇓ 開発方針

・1号機と比べると、燃料デブリがペDESTル外側まで広がっている可能性は低く、ペDESTル内側の調査を優先して開発を推進する
 ・尚、3号機はPCV内の水位が高く、1・2号機で使用予定のペネが水没している可能性があり、別方式を検討する必要がある。

*1:【出展元】東京電力殿ホームページ(平成25年12月13日)「福島第一原子力発電所1~3号機の炉心・格納容器の状況の推定と未解明問題に関する検討第1回進捗報告」より抜粋



2. H25年度の実施内容

4

2.1 H25年度実施項目と範囲

| No. | 調査対象 | 開発する調査装置 | 実証号機 | H25年度の実施範囲 | 報告の項番 |
|-----|-----------------------|--|-------|----------------|------------------|
| 1 | ペデスタル内 状況 | ・ペデスタル内部プラットフォーム状況調査装置 (A2) ・遮蔽ブロック取外し装置 (A2) ・CRD下部及びプラットフォーム状況調査装置 (A3) ・ペデスタル内 地下階状況調査装置 (A4) | 2号機 | 装置の設計/製作及び検証試験 | 2. 2項及び 2. 3項 |
| 2 | プラットフォーム 状況 | | | | |
| 3 | プラットフォーム 損傷状況 (開口部含む) | | | | |
| 4 | CRD下部 損傷状況 | | | | |
| 5 | プラットフォーム下 (地下階床面) | | | | |
| 6 | 1階グレーチング上 状況 | ・ペデスタル1階グレーチング上調査装置 (B1) ・ペデスタル外 地下階状況調査装置 (B2) ・地下階及び作業員アクセス口調査装置 (B3) (B2装置は映像機器のみ搭載, B3装置はデブリ形状計測装置を搭載) | 1号機 | 装置の設計/製作及び検証試験 | 2. 5項 |
| 7 | CRDレール 状況 | | | | |
| 8 | 地下階 状況 | | | | |
| 9 | 地下階 作業員アクセス口 | | | | |
| 10 | 共通 | 燃料デブリ形状計測装置 | 1/2号機 | 基本設計/要素試験 | 2. 7項 |

2. H25年度の実施内容

5

2.2 ペデスタル内部プラットフォームの状況調査装置

(1) 開発概要

X-6ペネに穴(内径約Φ115mm)をあけて、穴からPCGV内に進入して以下の調査を行うための装置を開発する。

- ・プラットフォーム上の干渉物及びグレーチングの状態を確認
- ・プラットフォーム上部空間の状況を確認(CRD下部, ICM, ケーブル等の状況)

(2) 調査ルートおよび装置のイメージと開発課題

試験模擬体 概略イメージ

隔離弁 X-6ペネ 足場 CRDレール 吊具

ペネ内レール

課題: レール上の堆積物の回避

CRDプラットフォーム

課題: レール～プラットフォーム間乗り越え

課題: CRDプラットフォームのグレーチング上走行

自作装置走行ルート案

※) ルートのイメージを記載したものであり、調査経路及び範囲は現場状況による。

自作装置 概要

ガイドパイプ内走行

約70mm

約200mm

調査時

【後方カメラ&照明】

【前方カメラ&照明】

※) 開発の進捗により構造を変更する可能性あり。

(3) 開発実績

- ・装置の単体試験および試験模擬体を用いた組合せ試験を実施し、実機への適用性を確認。
- ・H26年度は、実機実証に向けて装置の改良を計画。

2. H25年度の実施内容

6

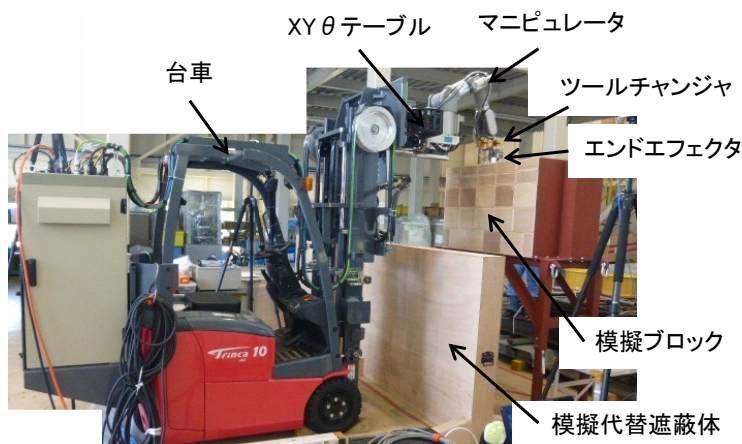
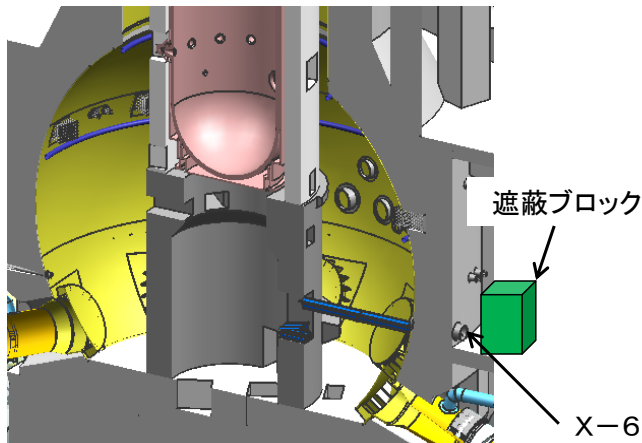
2.3 遮へいブロック取外し装置

(1) 装置概要

X-6ペネの前に設置されている遮蔽ブロックを遠隔操作で取外す装置

当該エリアの線量は、現状10mSv/h程度と人が短時間で入域できるレベルであるが、遮蔽ブロックの取外しにより線量が増加することも予想され、作業員の被ばく低減を目的とした装置

(2) 遮蔽ブロック位置及び装置イメージ



被ばくリスク低減の観点から代替遮蔽体を設置した上で、ブロック取外し作業を実施する

(3) 開発実績

装置の製作/組立を完了。モックアップ機材を用いた工場検証試験を行い、装置システム構成、ブロックへのアクセス性について問題ないことを確認した。

IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

2. H25年度の実施内容

7

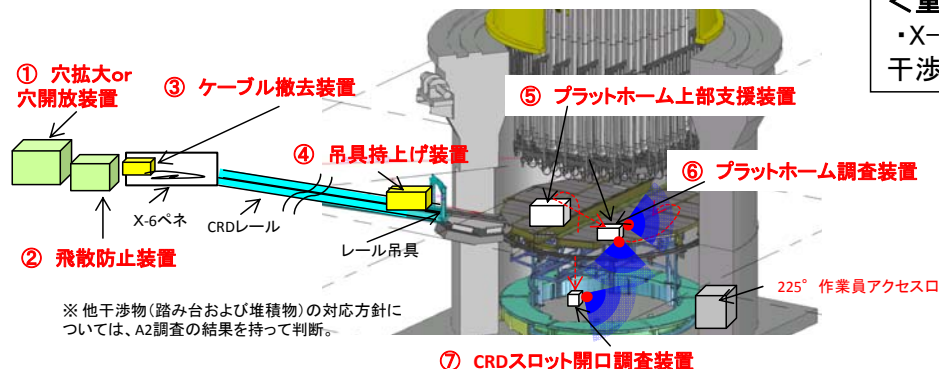
2.4 CRD下部及びプラットフォームの状況調査装置

(1) H25年度の開発概要

CRD下部及びプラットフォームの状況調査の工法を検討するとともに、抽出された課題に対して解決策の検討および要素試作を行う。

(2) アクセスルートと装置構成の(案)

X-6ペネ進入/CRD交換用レール上移動→ペDESTAL開口からペDESTAL内に進入→プラットフォーム開口部よりペDESTAL底部進入。



<重要課題>

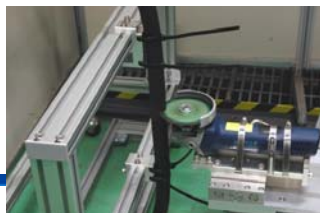
・X-6ペネ～CRDレール～ペDESTAL間で干渉物を撤去する必要がある。

【凡例】

- 調査装置
- 干渉物撤去装置
- 付帯装置

(3) 開発実績

明らかになっている課題に対して、優先的に要素試作・試験を実施。試験の結果、実機設計に向けた基礎データを取得した。



IRID

onal R

ケーブル切断機構

CRDレール吊具持上げ機構

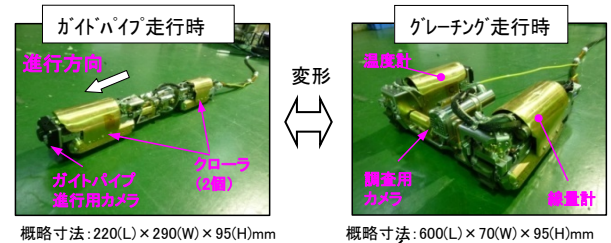
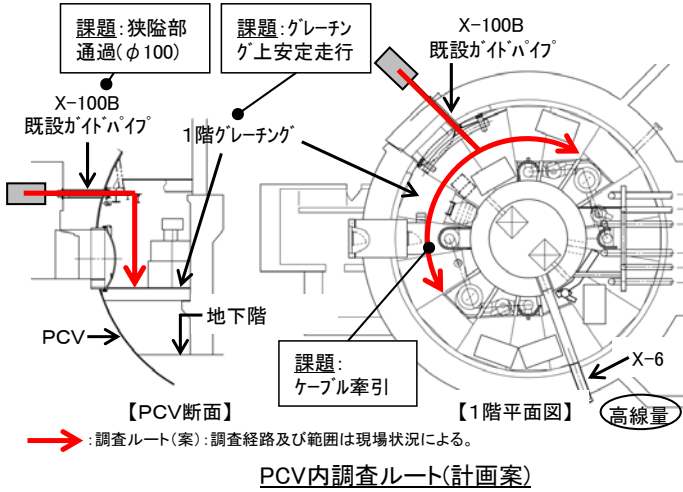
2. H25年度の実施内容

2.5 ペデスタル外 1階グレーチング上調査装置

(1) 装置概要

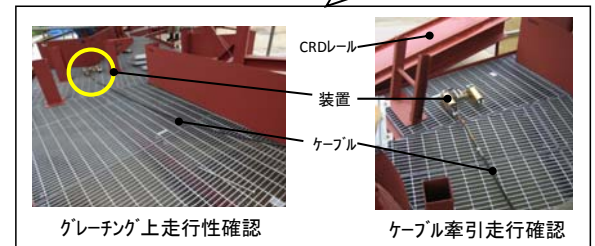
狭隘なアクセス口(X-100Bペネ貫通口:内径φ100mm)からPCV内へ進入し、グレーチング上を安定走行可能な、**形状変形機構を有するクローラ型装置**

(2) 調査ルート及び装置のイメージと開発課題



装置の外観

走行試験状況



(3) 開発実績

装置の開発と実機大模擬体の設計/製作を実施。これにより、装置の機能と操作性の検証を行い、合せて実証試験での作業手順を確立した。

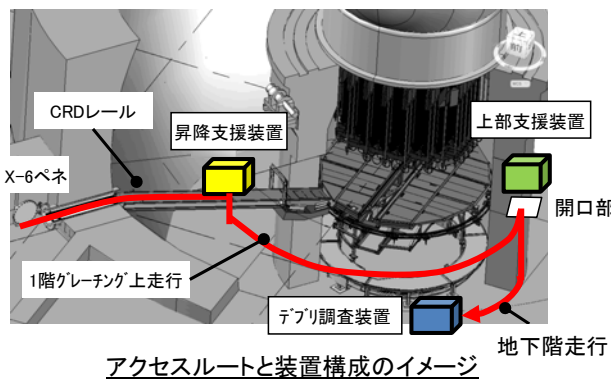
2. H25年度の実施内容

2.6 ペデスタル外 地下階及び作業員アクセス口調査装置

(1) H25年度の開発概要

全年度の検討結果を受け、ペデスタル外の地下階へアクセスする工法の検討を実施するとともに、明らかになった課題に対して要素試作及び評価を実施する。

(2) アクセスルートと装置構成の(案)



<重要課題>

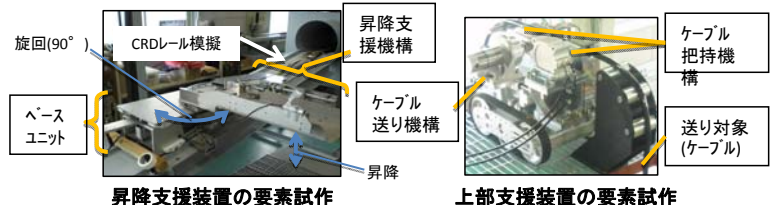
・X-6ペネ～1階グレーチング～地下階 と、複数の階層を長距離移動する必要がある。

<アクセスルートと階層間の支援>

- ① X-6ペネ進入
- ② CRDレール上走行
- ③ 1階グレーチングへ降下
⇒別装置による降下支援: 昇降支援装置
- ④ 1階グレーチング上走行
- ⑤ 開口部進入/地下階へ降下
⇒別装置による降下支援: 上部支援装置
- ⑥ 地下階走行/燃料デブリ調査へ

(3) 開発実績

開発の優先度を考慮して要素試作対象を選定。要素試験の結果、機構の成立性と実機設計に向けた基礎データを取得した。



2. H25年度の実施内容

10

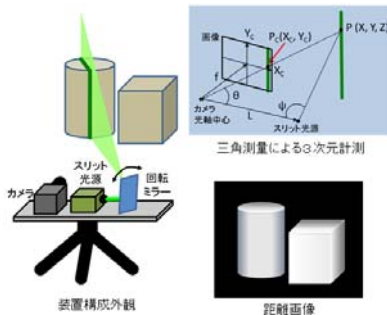
2.7 燃料デブリ計測装置

(1)開発目標

燃料デブリと推定される溶融物の位置と分布を把握する計測装置を開発する。

(2)実施内容

- ・H24年度に選定した光切断方式をもとに装置基本設計を実施する。
- ・要素試験により適用条件下による性能を確認し、基本設計の妥当性を評価する。
- ・また、光切断方式以外の計測手法(成分計測等)について追加調査を行い、その計測手法を用いた装置の成立性を評価する。



光切断方式計測原理



入力画像例

シート光画像
・暗環境下でシート光を掃引しながら連続画像を取得

処理結果1

反射率画像
・シート光掃引中の画像(数百枚)から作成
・画素値はシート光反射率を反映
・霧や水中でも鮮明な画像を取得可能

処理結果2

距離画像
・画素値は奥行き距離を反映(濃:遠い、淡:近い)
・3D点群データで距離情報を取得しているため、形状識別が可能

光切断方式による計測画像例

| No. | 分類 | 計測手法 |
|-----|--------------|-------------------|
| 1 | 温度分布計測 | プローブ型温度計 |
| 2 | | 放射温度計 |
| 3 | 放射線計測 | 線量計 |
| 4 | | ガンマ線検出器 |
| 5 | | コンプトンカメラ |
| 6 | 成分計測(直接計測) | レーザ誘起蛍光法 |
| 7 | | レーザ誘起ブレイクダウン発光分光法 |
| 8 | 成分計測(サンプリング) | 気体サンプリング |
| 9 | | 固体サンプリング |

外観・形状計測以外の計測手法整理

(3)開発実績

デブリ計測装置のシステム構成案を策定した。また、霧環境や水中での視認困難な透過率条件下においても、光切断方式であれば計測可能であることを要素試験で確認した。

IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

3. まとめ

11

(1)燃料デブリ取出しに先立ちPCV内の燃料デブリ分布状況を把握することを目的に、これまでにペデスタル内外を調査対象とした装置の開発を進めてきた。

(2)今後も関連する他プロジェクトとの整合をはかりながら、『燃料デブリ・炉内構造物の取出技術の開発』等に資する現場情報を取得できるよう、開発を進めていく。

IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning