

第10回原子力経済性等検証専門部会
平成27年度第3回原子力分科会
合同会議

浜岡原子力発電所 1, 2号機 廃止措置の状況および 廃止措置プラントを活用した国の補助事業採択研究について

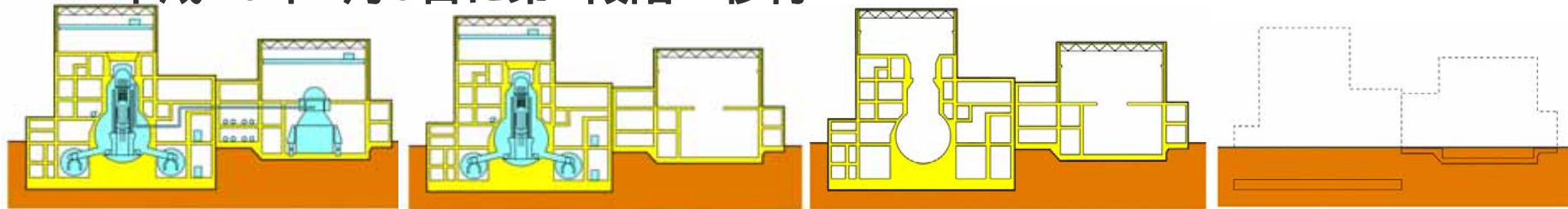
平成28年3月30日



浜岡原子力発電所 1, 2号機 廃止措置の状況について

廃止措置工程

平成28年2月3日に第2段階へ移行



汚染状況調査、除染等

周辺領域の解体

原子炉領域の解体

建屋等の解体

平成21～27年度	平成27～34年度	平成35～41年度	平成42～48年度
第1段階 解体工事準備期間	第2段階 原子炉領域周辺設備 解体撤去期間	第3段階 原子炉領域 解体撤去期間	第4段階 建屋等解体撤去期間
使用済燃料搬出完了(1号機より206体、2号機より1164体) (平成26年2月) 新燃料搬出完了(2号機燃料プールより148体) (平成27年2月)			
燃料搬出			
汚染状況の調査・検討			
系統除染			
放射線管理区域外の設備・機器の解体撤去			
	原子炉領域周辺設備解体撤去		
		原子炉領域解体撤去	建屋等解体撤去
放射性廃棄物の処理処分(運転中廃棄物又は解体廃棄物)			
ゲートモニタ運用開始 (平成26年8月)	第2段階変更認可申請(平成27年3月) 第2段階変更認可申請 認可(平成28年2月3日)		

< 背景 >

廃止措置を進めるうえで、まず、対象機器・建屋の放射能濃度や物量を把握することが重要。以下の調査を実施してデータベースを構築することで、解体、廃棄物対策、被ばく対策等の検討が可能となる。

浜岡での取り組み

物量データ：設計情報に基づき集計

原子炉周辺設備：代表点サンプリング測定等による放射能特性評価

原子炉本体部分：

- ・「原子炉容器」「原子炉構造物」「格納容器コンクリート構造物」を対象にサンプリング
- ・放射能濃度と親元素の元素組成分析を浜岡で実施
- ・計算値との比較検証を行い、計算精度の向上に取り組む。

実機材料での検証事例は国際的にも少ないことから、米国電力研究所（EPRI: Electric Power Research Institute）と共同で取組んでいる。

汚染状況調査 (2)

< 1号機 压力容器内 >

採取箇所：25箇所

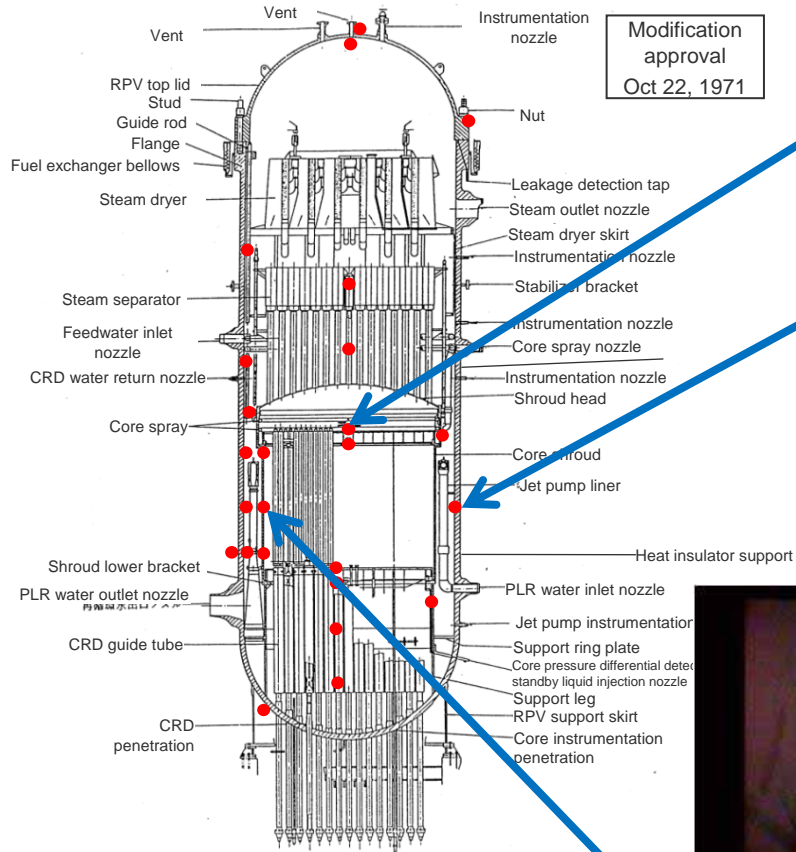


Figure 31-1 Reactor internal structure schematic diagram

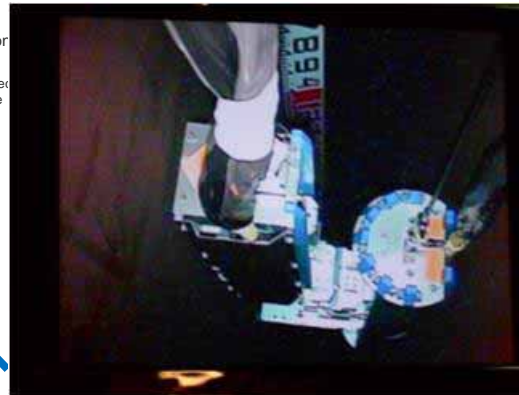
上部格子板
33 X 9mm, 60g
表面線量率：
70 Sv/h (水中)



原子炉压力容器 (RPV)
63 x 27mm (base)
厚さ：15mm, 210g
表面線量率：2 mSv/h (水中)



シュラウド
32 X 38mm, 240g
表面線量率：26 Sv/h (水中)



1号原子炉压力容器内のサンプル採取中の写真

汚染状況調査（3）

< 1号機 格納容器コンクリート >

採取箇所：65箇所

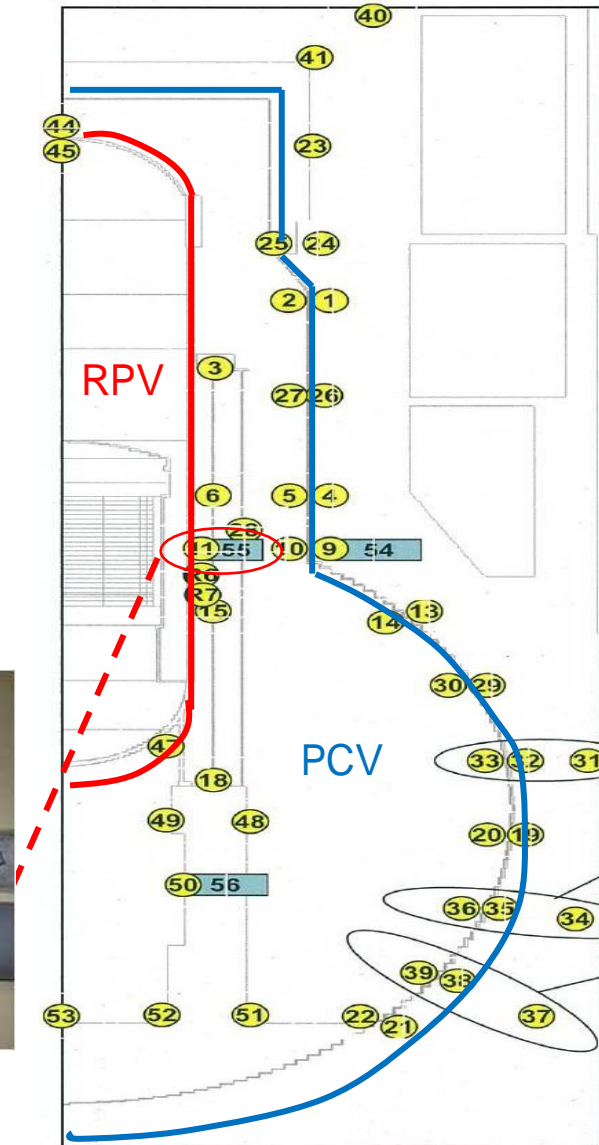
試料形状：円柱、削りくず等

採取方法：コア抜き・はつり等

< 熱遮へい壁のサンプリング状況 >



40mm×670mm, 0.6kg
表面線量率：20 μ Sv/h



第2段階での解体撤去工事

原子炉領域周辺設備である排気筒や建屋内のタービン設備等の解体撤去に着手



排気筒



(2号機の例)

主蒸気配管



(2号機の例)

給水加熱器



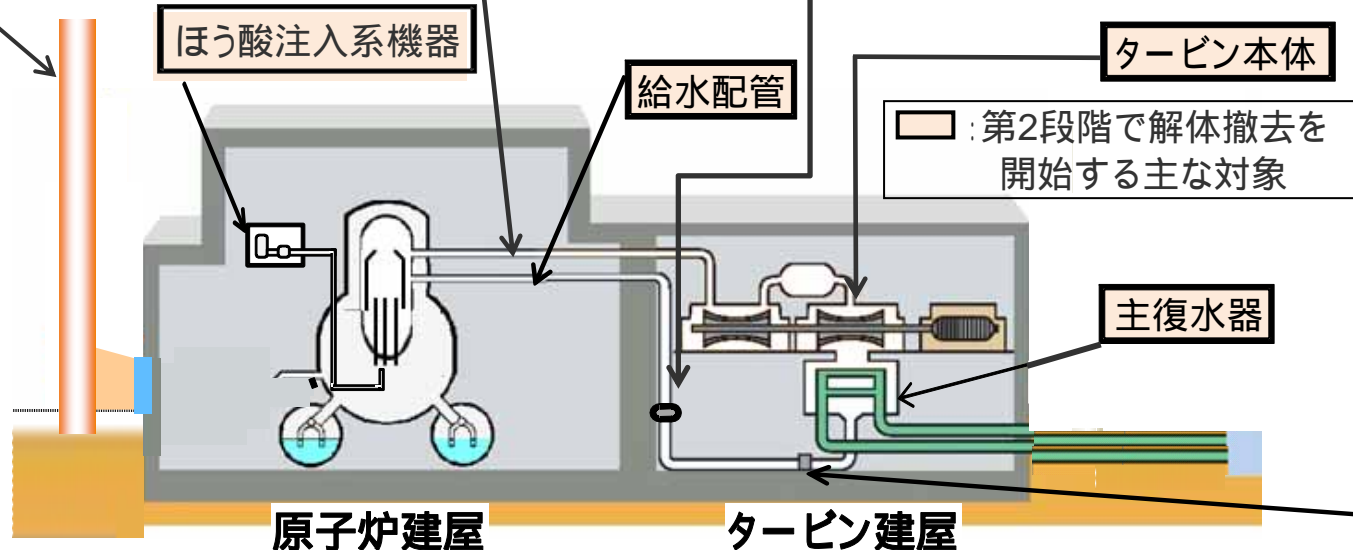
タービン本体

(1号機の例)



(2号機の例)

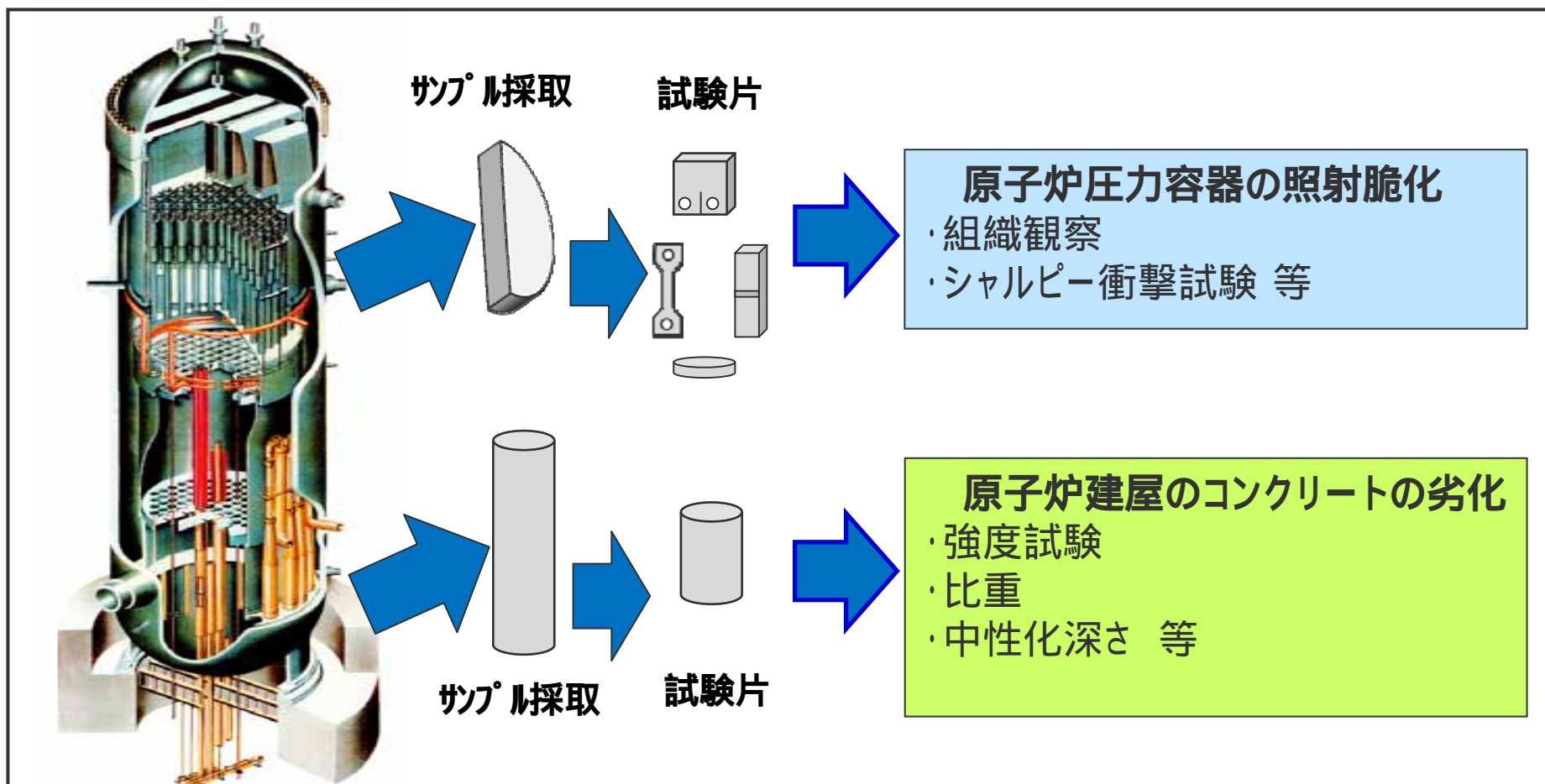
復水ポンプ



廃止措置プラントを活用した 国の補助事業採択研究について

浜岡1号機の廃材を活用した調査・研究

浜岡1号機の原子炉本体部分から構造物の一部を採取し、原子炉の運転による構造物の材料特性変化や放射能状況を調査・研究する。



本研究内容の一部が資源エネルギー庁の平成27年度補助事業に採択

原子炉圧力容器の照射脆化

実機原子炉の調査は実施例が少なく貴重な機会であり、
現行管理方法の妥当性確認を実施する。

- ・照射脆化に関する現行管理の確認

原子炉建屋コンクリートの劣化

これまでは少量のコア採取があるのみであり、膨大な量のコア採取により
データベースを構築し、信頼性の高い検証や新たな健全性評価
法を構築する。

- ・非破壊検査方法や数値解析による方法の実機検証
- ・コア採取を最小限に抑えた新たな健全性評価手法の構築

照射脆化に関する現行管理の確認

原子炉压力容器は運転開始後に中性子照射を受けて脆くなり、破壊に対する抵抗力が小さくなることが知られている。

この脆化現象は炉内に予め装荷された試験片を破壊試験して監視されている（監視試験）。

- ・実機を用いた破壊試験で監視試験の妥当性を確認
- ・実機の実力を把握して現行管理が有する裕度を確認
- ・実機マイクロ組織変化が想定範囲内であることを確認

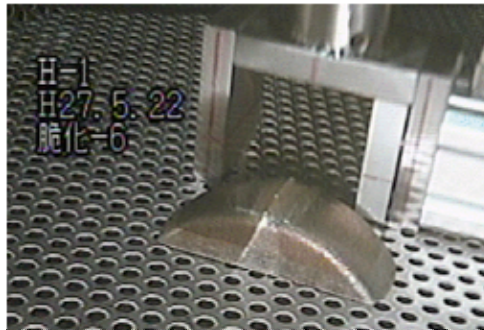
発電所の心臓部である原子炉の脆化管理方法を再確認

原子炉压力容器：調査内容

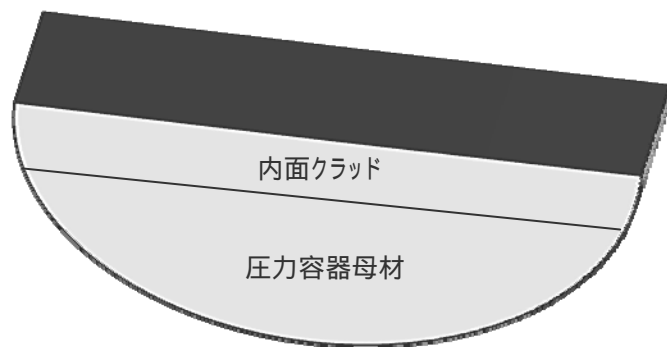
目的：まず基礎調査として実機サンプルの組織や硬さを確認する。

内容：・マクロ組織観察、硬さ分布測定

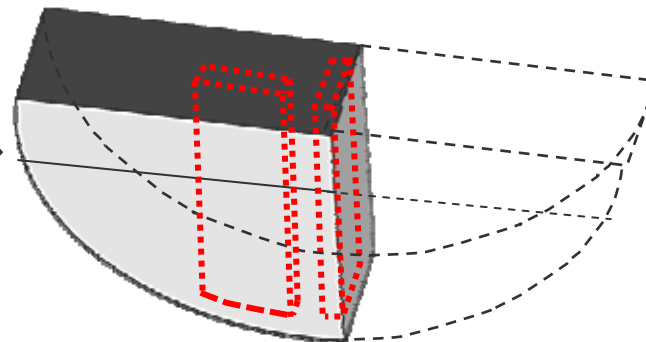
・サンプル採取時の入熱影響範囲を組織観察から判断



採取済み
実機サンプル



採取済み実機サンプル

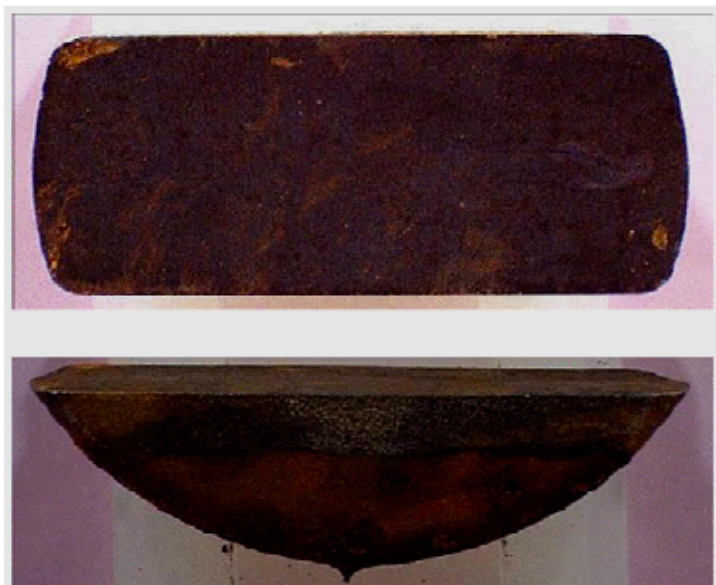


切断・研磨

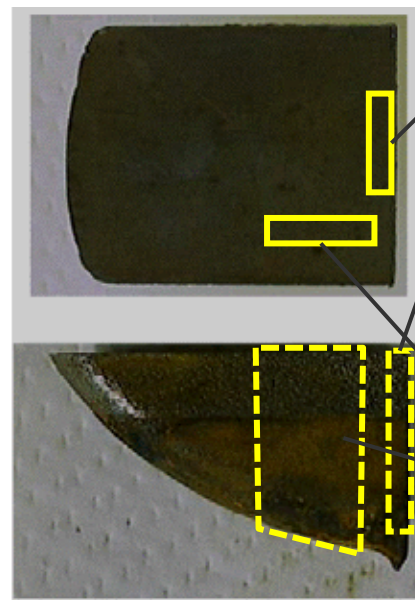
組織観察
硬さ分布

原子炉压力容器：調査実施状況

結果：実機サンプルの切断・表面研磨を実施
現在、軸・周方向断面試料を作製し、各試料の中央部を
対象に硬さ分布測定・マクロ組織観察を実施中。



実機サンプル



軸方向断面試料

周方向断面試料



組織観察
硬さ分布
(実施中)

切断
(完了)

【現状】

原子炉建屋の健全性は、抜き取ったコアの強度に基づき評価する。特別点検では、原子炉建屋から多くのコア採取を必要とするが、コア採取による建屋への影響を少なくするため、コア採取数を最小限に抑えた、合理的な健全性評価が望まれている。

非破壊検査方法の実機検証

コア採取によりコンクリート強度を調べなくても、非破壊検査方法で代用できないか、その適用性について検討を行う。

数値解析による評価法の実機検証

コア採取によりコンクリート強度を調べなくても、データベースに基づいた数値解析による手法で代用できないか、その適用性について検討を行う。

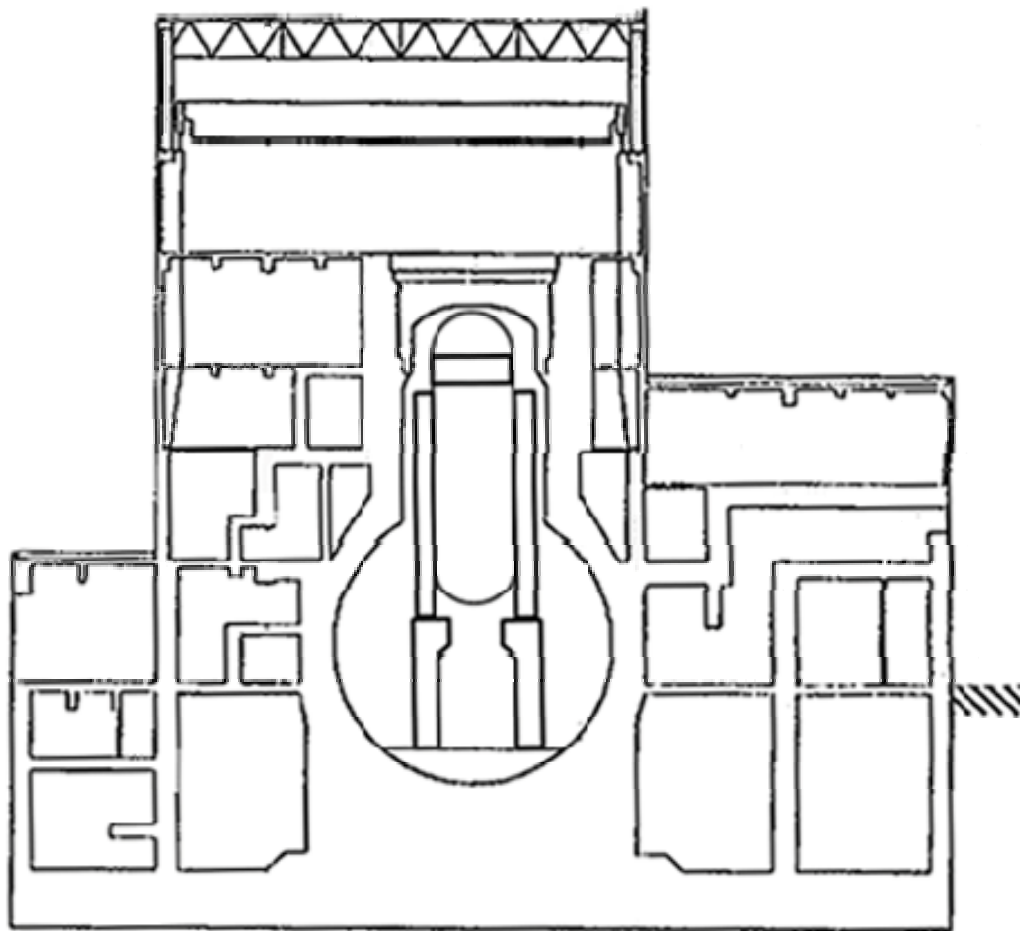


コンクリート構造物について新たな健全性評価法の構築

非破壊検査手法や数値解析手法を組み合わせ、コア採取を最小限に抑えた合理的な健全性評価法を構築する。

コンクリート：調査内容（1/3）

浜岡 1 号機の原子炉建屋主要構造部（40カ所以上）より、
コンクリートコアを採取



【コア採取予定部位】

- | |
|--------------|
| 格納容器外側壁 |
| R P VペDESTAL |
| M Sトンネル |
| 使用済燃料プール |
| 原子炉建屋内部壁 |
| 原子炉建屋外部壁 |
| 基礎マット |
| 原子炉ウェル部 |
| 床スラブ |
| 建屋内壁 1 面 |
| 建屋内壁打継部等 |

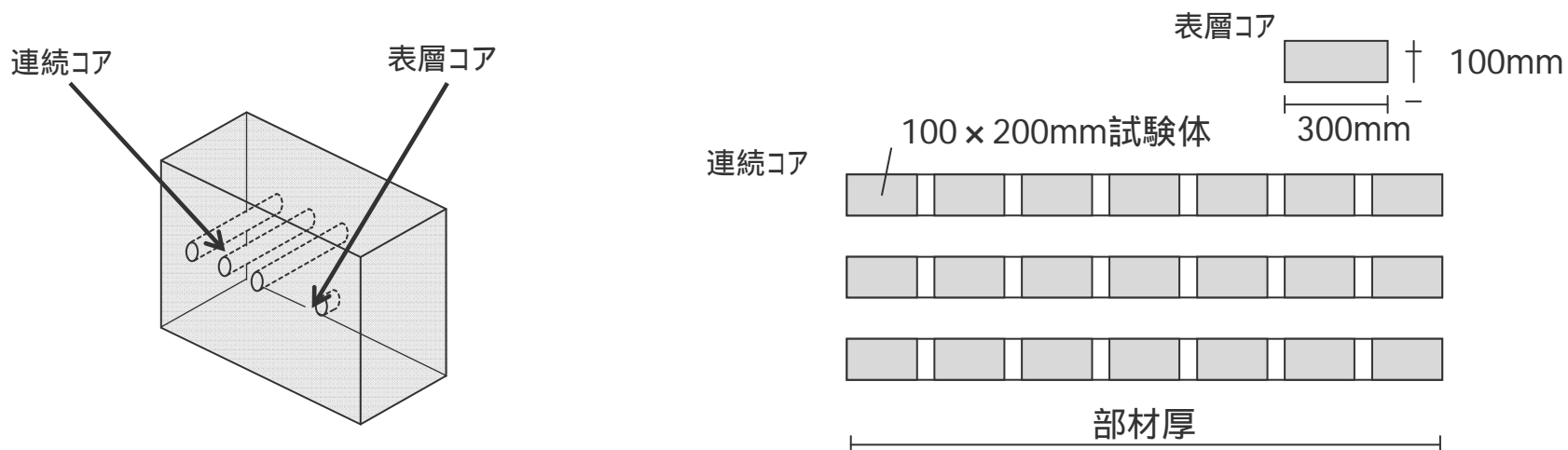
放射線照射
影響が考
えられる部位

H27年度一部実施

○コア採取予定部位（例示）

コンクリート：調査内容（2/3）

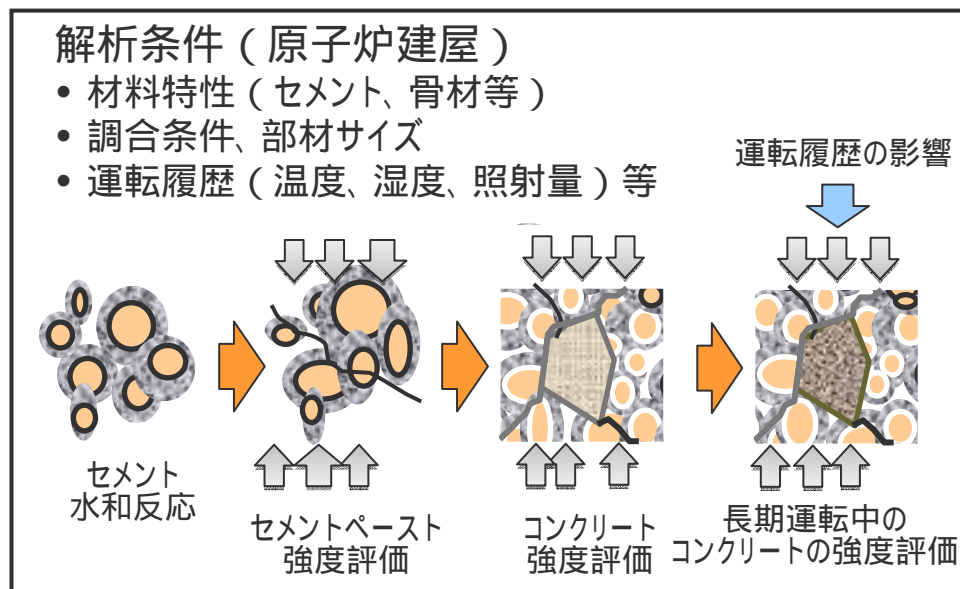
浜岡 1 号機の原子炉建屋主要構造部より採取したコンクリートコアから、試験体を切り出し整形（供試体数：1000体以上）
各種試験を実施し、高経年化コンクリートのデータベースを構築



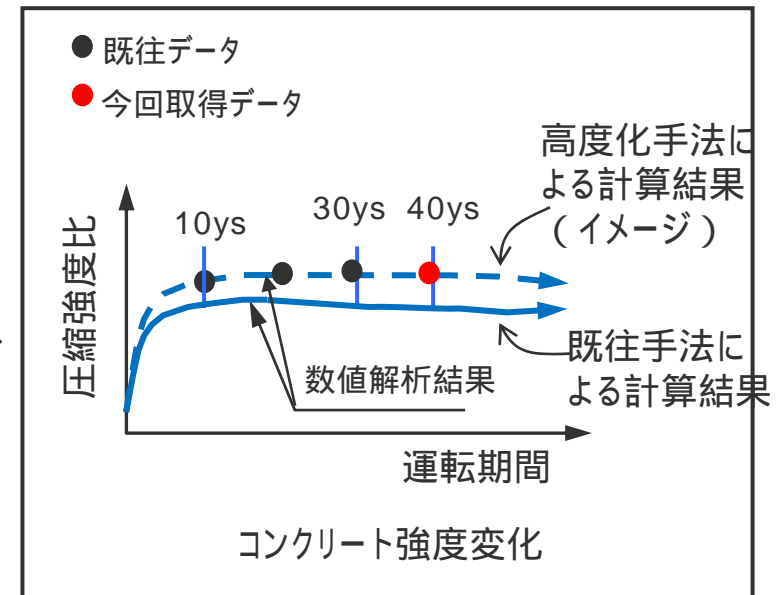
部材厚 (mm)	コア種類	コア長 (mm)	強度 剛性	比重	自由 水量	化学的 結合 水量	塩分 量	細孔径 分布	XRD	中性化 深さ	アルカリ骨材反応対策		
											JCI- DD2	骨材偏光 顕微鏡	SEM -EDS
1500 ~ 2200	連続コア #1	1500 ~ 2200	7	7	7	7							
	連続コア #2		7	7			3	7	7				
	連続コア #3		7	7									
	表層コア	300								1	1	1	1

コンクリート：調査内容（3/3）

解析条件となる劣化度評価指標を組み込んだ解析による長期予測とコンクリートデータベースとの比較検証
最終的に、高経年化コンクリートの健全性評価技術を確立



比較検討



コンクリート：実施状況

浜岡 1 号機の原子炉建屋内部壁 4 カ所から計 1 2 本のコアを採取
8 4 体の供試体を切り出し整形し各種試験を実施



コア採取状況



採取コアの一例

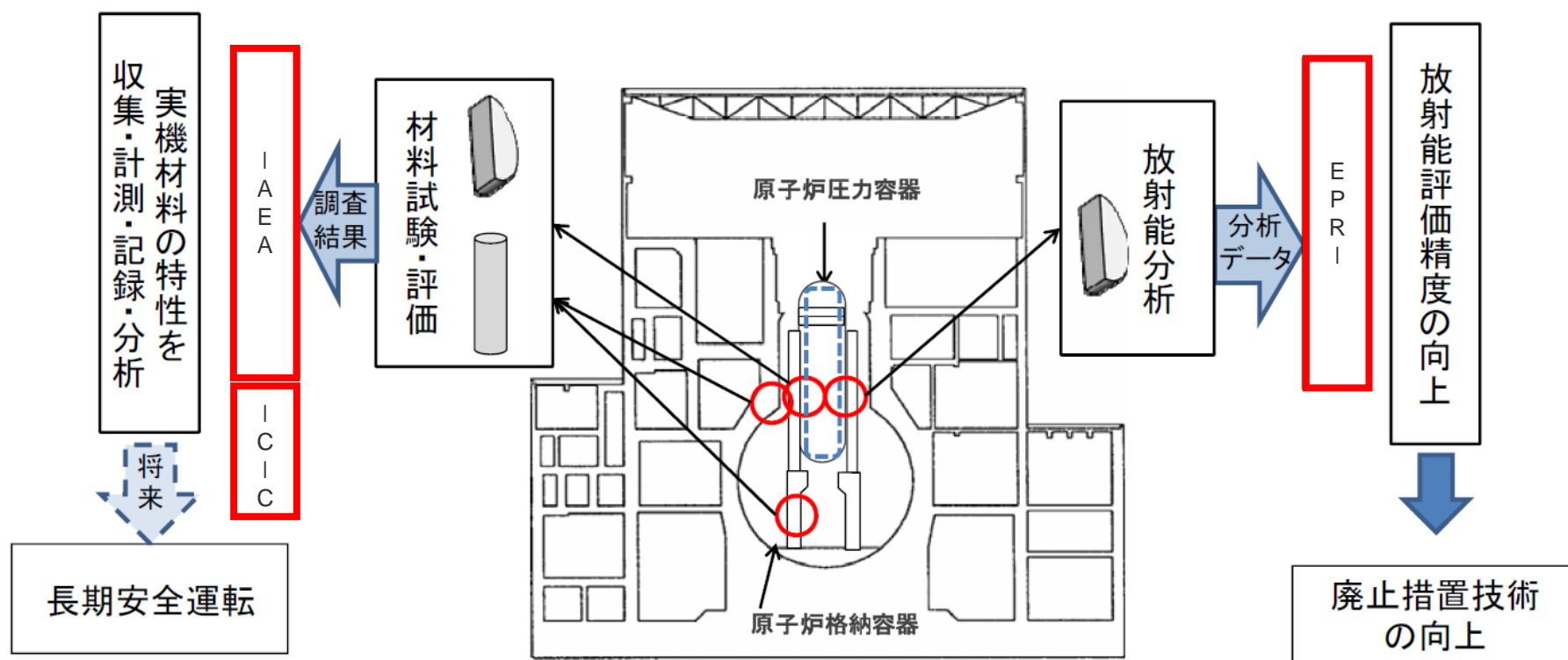
研究の全体スケジュール

項目	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
材料特性調査 原子炉 圧力容器	<input type="checkbox"/> サンプル採取	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;">試験 / 評価</div>		
コンクリート	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;">コアサンプル採取 / 非破壊検査</div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;">強度・中性化・アルカリ骨材等試験、組成分析</div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;">コンクリートデータベース構築 / 健全性評価</div>			

国際協力の全体像

「材料特性の変化」についての調査研究

「放射能状況」についての調査研究



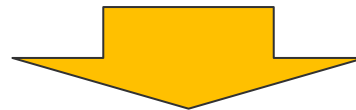
海外機関と連携した国際貢献(2/3)

< IAEA共同研究プロジェクトへの参画 >

世界各国で、原子力発電所の廃止措置が進められていることを背景に、IAEAは、廃止措置中の発電所を活用した、原子炉材料の健全性を評価するための国際プロジェクトを計画中。

原子炉圧力容器や炉内構造物等の材料特性が、運転によってどのように変化したかを把握する技術の向上を目的として、**安全な運転継続のための貴重な知見を得ることを期待。**

各国の廃止措置が進んでいるプラントから採取する構造材の調査から得られるデータを収集し、『材料特性の変化』に関する知見を得る。



浜岡1号機を含む廃炉材研究の成果をIAEAが発行する技術文書としてまとめ、世界の原子力発電所の運転保守管理技術の向上に貢献

国際原子力機関 (IAEA) = International Atomic Energy Agency

国際連合傘下の国際機関で、原子力の平和利用を促進し、軍事転用されないための保障措置等を行っている。

IAEAがとりまとめた原子力安全に関する安全基準やガイドラインは、各国の法令等に取り入れられている。

放射線照射コンクリートに関する国際会議（ICIC）

コンクリートの放射線影響は、長期安全運転に向けての各国共通の課題であり、当社は、第1回ICIC総会(2015年11月)に参加し、浜岡における原子炉建屋コンクリートの健全性評価に関する研究について紹介

第2回総会は名古屋市での開催が決定（議長：名古屋大・丸山准教授）

今後も研究の進捗を報告し、国際貢献していく。

放射線照射コンクリートに関する国際会議（ICIC: International Committee on Irradiated Concrete）

ICICはコンクリートの放射線照射に関する国際会議であり、2014年11月に米国オークリッジ国立研究所が中心となり設立。参加各国が進めている研究の報告及び意見交換を行っている。

第1回総会は、米国テネシー州ノックスビルにて開催。

第1回参加国：アメリカ、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、フランス、イタリア、スペイン、ポーランド、チェコ、日本 の10ヵ国

おわりに

当社としましては、
原子力安全に係る取り組みを継続して実施することで
地元や社会の皆さまの安心につなげ、地域社会のさら
なる発展に貢献できるよう、全力で取り組んでまいりま
す。

