

## 関係機関における研究開発等の取組について

廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議

報告

NDF廃炉研究開発連携会議

産業界の取組(研究開発、技術開発、エンジニアリング等)

<実施機関>  
東京電力  
メーカー等

METI廃炉・汚染水対策事業(燃料デブリ取り出し、廃棄物対策、汚染水対策)

<実施機関>  
**IRID等研究実施機関**  
(一部は、研究機関等への外注)

基金設置団体／同事務局

METI、MEXT研究拠点施設整備

<実施機関>  
**JAEA**

JAEA交付金研究(基礎基盤研究等)

(廃炉国際共同研究センター、  
福島研究基盤創生センター等)

MEXT基盤研究・人材育成事業

<実施機関>  
国内外の研究機関・大学等  
現在の拠点大学  
・東京工業大学  
・東北大学  
・東京大学

事務局／運営のためのPD/PO会議等

※上記事業・組織間の連携強化に加え、研究者・エンジニア間の連携強化を図ることが重要

個々の研究者・研究機関、大学・学会等による情報共有

# 国が支援する福島第一廃炉・汚染水研究開発プロジェクトの全体構成

(事業名の下に記載されている金額は、2014年度・2015年度において交付決定済みの補助金額)

## 使用済燃料

1 使用済燃料の  
長期健全性評価  
(~2017年度)  
【10.3億円】

2-① 遠隔除染装置開発  
(~2015年度)  
【8.9億円】

2-②-1 格納容器止水技術  
(~2017年度)  
【21.3億円】

2-②-2 止水技術実規模試験  
(~2016年度)  
【40.0億円】

連携



楢葉遠隔技術開発センター  
(モックアップラボ)

### 格納容器 止水・補修

2-④-1 燃料デブリ・  
炉内構造物取出基盤  
技術(~2019年度)

2-④-2 燃料デブリ・炉内  
構造物取出工法・システ  
ム高度化(~2019年度)

【10.6億円(注1)】

### 燃料デブリ 取出

2-④-3 デブリ収納・移送・  
保管(~2019年度)  
【3.4億円】

<デブリ取出RFP(注3)>  
- 視覚・計測技術  
- 切削技術 - 工法

### 除染・ 線量低減

2-③-1 格納容器内部  
調査技術(~2016年度)  
【13.2億円】

2-③-2 圧力容器内部  
調査技術(~2019年度)  
【1.1億円(注2)】

2-③-3 事故進展解析による  
炉内把握(~2017年度)  
【18.1億円】

### <直接> 炉内調査 ・分析

<間接>

2-③-4 原子炉内燃料デブリ  
検知技術(~2016年度)  
【3.2億円】

2-③-5 燃料デブリ  
性状把握  
(~2019年度)  
【27.2億円】

連携



大熊分析・研究センター(オンサイトホットラボ)

### 廃棄物処理・処分

3 廃棄物処理・処分  
【28.9億円】

連携

<汚染水対策RFP(注3)>  
- 海水浄化 - 土壌中放射性物質捕集  
- 汚染水貯蔵タンク除染  
- トリチウム分離 - 無人ボーリング

(注1) 現在公募中の2015年度補助事業(基盤技術開発:上限額40億円+5億円×数テーマ、工法・システム高度化:上限額15億円+5億円×数テーマ)を含まない。

(注2) 現在公募中の2015年度補助事業(上限額5億円+1.5億円×数テーマ)を含まない。(注3) "RFP"(Request for Proposal)とは、国内外の英知を結集するための国際提案公募事業。

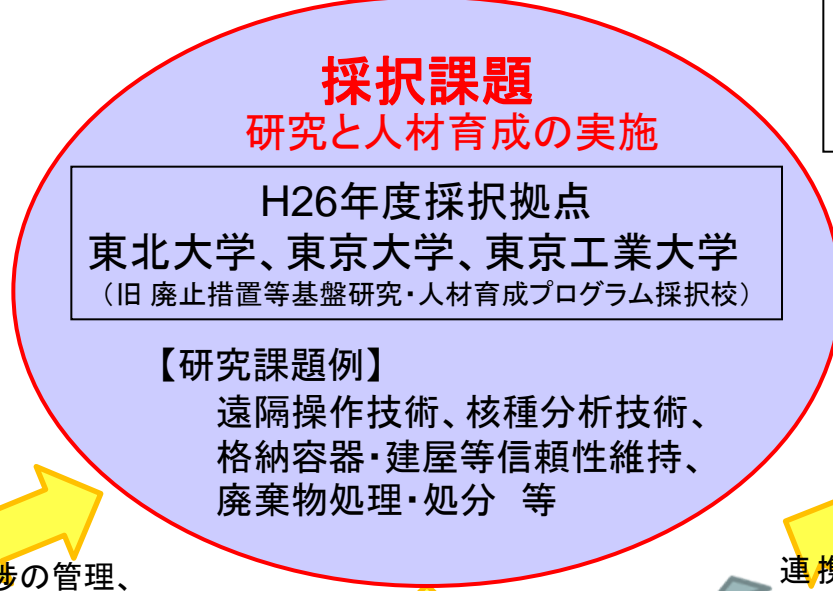
# 廃炉・汚染水対策予算の推移

	平成23年度 補正	平成24年度 当初	平成24年度 補正	平成25年度 当初	平成25年度 予備費	平成25年度 補正	平成26年度 補正	計
廃炉・汚染水 研究開発	20億円	20億円		87億円		215億円	198.5億円	540億円
モックアップ 試験施設 分析・研究 施設			850億円				6.6億円	857億円
凍土壁					136億円	183億円	26億円	345億円
国ALPS					70億円	81億円		150億円
計	20億円	20億円	850億円	87億円	206億円	479億円	231億円	1892億円

# 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 - 廃止措置研究・人材育成等強化プログラム -

国内の大学、高専等の研究機関が拠点を形成して連携し、日本原子力研究開発機構(JAEA)等の施設も活用しつつ、東京電力や原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)、国際廃炉研究開発機構(IRID)等との連携により廃止措置の現場ニーズや将来性の把握を踏まえた、中長期的な廃炉を見据えた**基礎基盤研究と人材育成を実施**。

平成27年度公募  
 公募期間:6月22日～7月30日  
 採択件数:2～5拠点程度(予定)  
 経費:1課題あたり3,000～6,000万円



- 【研究・人材育成の基本的な考え方】
- ・廃止措置現場の技術開発との分担、連携に留意した**中長期的な研究**
  - ・国内外の大学や企業との**産学連携講座の設置**
  - ・放射分析化学の研究に関する教育
  - ・遠隔操作機器の開発に関する教育
  - ・成果の移転や**育成した人材のキャリアパスにも配慮**

**支援業務受託機関**  
**PD・PO**

- ・公募、審査にかかる事務
- ・WSやセミナーの開催

進捗の管理、  
 WSや勉強会  
 の開催協力

**施設の活用  
 連携・協力**  
**JAEA**

連携・協力  
 方策の提案

現場ニーズや  
 研究課題例の  
 フィードバック

現場ニーズや研究課題例の  
 フィードバック

**NDF**

- ・技術戦略プランの策定
- ・廃炉研究開発連携会議の開催

廃炉研究  
 開発連携  
 会議への  
 参画

**東京電力** **IRID**

廃止措置等の実施主体との  
 連携・協力、技術成果の移転

**JAEAが福島県内に整備する施設**

**遠隔機器・装置の  
 開発・実証施設  
 (平成27年度～)**

遠隔操作機器の開発・  
 実証(除染、観察、補  
 修)等を実施

**廃炉国際共同研究センター  
 国際共同研究棟  
 (平成28年度～)**

国内外の英知を結集し、研究  
 開発と人材育成を一体的に  
 進める拠点

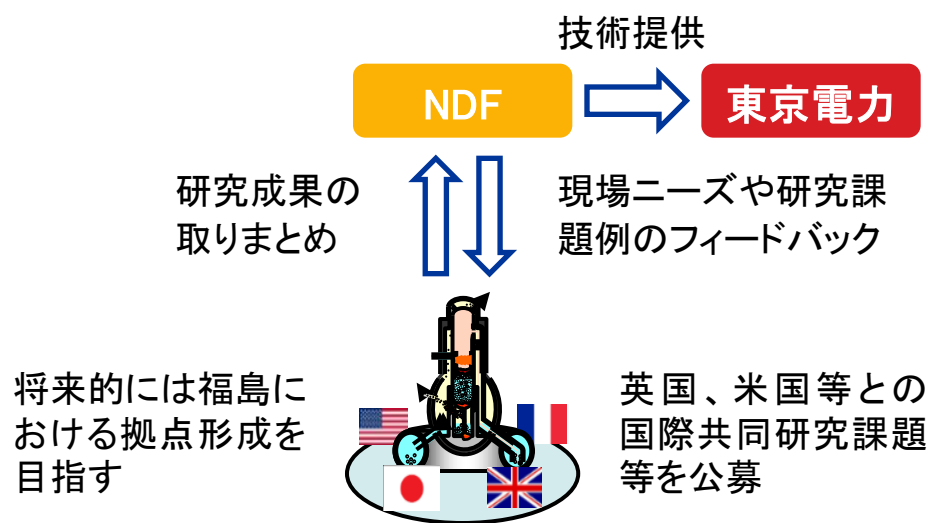
**放射性物質分析・研究施設  
 (平成29年度～)**

難測定核種の分析、モ  
 ニタリング手法の開発  
 等を実施



# 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 - 廃炉加速化研究プログラム -

「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等研究開発の加速プラン」等を踏まえ、早急な対応が求められる廃炉等の課題に正面から向き合い、課題解決に資する。国内の原子力分野における知見や経験のみならず、国内外の英知を結集し、国際共同研究を含め様々な分野間の研究者が、従前の機関や分野の壁を越えて緊密に融合・連携することを通じて、原子力の課題解決に資する基礎的・基盤的研究活動を推進する。**国内研究**及び**国際共同研究**について公募を実施。



## 国内研究

日本国内の大学、高専等の研究機関が連携し、研究課題テーマに基づき基礎的・基盤的な研究を実施。革新性や独創性に富んだ先端的研究、他の技術分野への波及効果の高い研究を実施。

公募期間: 6月12日～7月30日  
採択件数: 4件程度(予定)  
経費: 1課題あたり3,000万円以内

## 平成27年度 研究課題(共通)

- 【テーマ1】燃料デブリ取出しに関する研究  
世界でも例のない事故炉からの燃料デブリの安全かつ円滑な取出しに貢献する研究を推進
- 【テーマ2】廃棄物を含めた環境対策に関する研究  
福島第一原子力発電所で発生している事故廃棄物の安全な貯蔵・処理・処分等に貢献する研究を推進

## 国際共同研究

英国、米国等と国際共同研究を実施。

### 【日英原子力共同研究】

EPSRC(英国工学・物理学研究会)との共同ファンドにより公募を実施。

公募期間: 5月8日～7月7日  
採択件数: 4件程度(予定)  
経費: 1課題あたり3,000万円以内

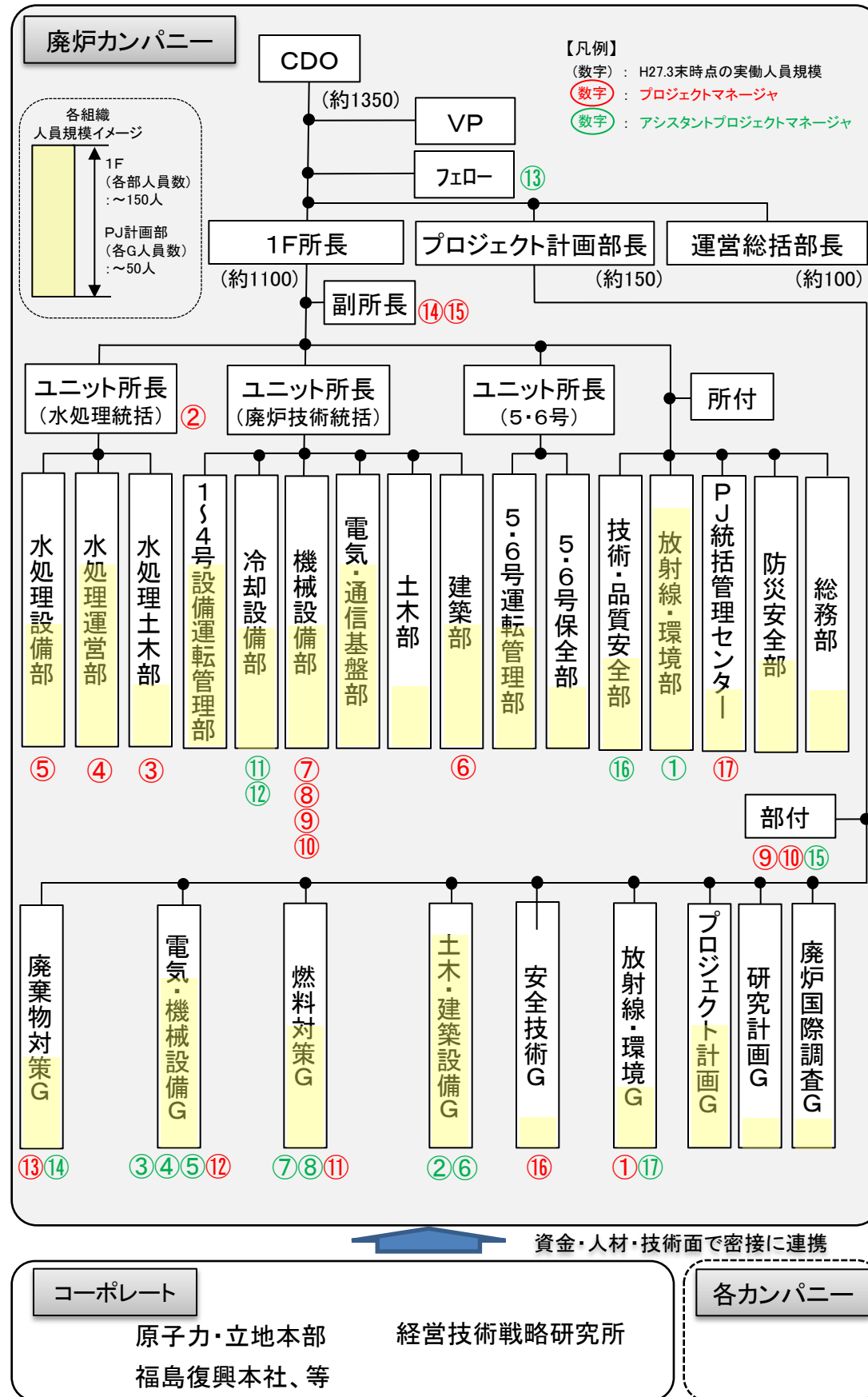
### 【日米原子力共同研究】(調整中)

DOEとの共同ファンドによる公募を実施予定。

## 東京電力における福島第一廃炉・汚染水対策に係るPJ (H27.6末時点のPJ概要を記載)

PJ名	主な目的 主な実施内容	プロジェクトマネージャ(PM)
<b>汚染水対策</b>		
① 汚染状況調査PJ	・汚染水状況・挙動を把握するシステムの構築 ・モニタリング、サンプリング、解析、等	PJ計画部 放射線・環境GM
② 汚染水抜本対策PJ	・汚染水発生の抑制 ・陸側/海側遮水壁、サブドレン、トレンチ止水、等	1F ユニット所長
③ タンク対策・タンク建設PJ	・貯留に不足しないだけのタンクの準備 ・増設、リプレース、水バランスシミュレーション、等	1F 水処理土木部長
④ タンク対策・運用設備建設PJ	・タンク及び付帯設備からの漏えい・拡大の監視・防止 ・堰の信頼性向上、雨水対策、漏えい監視強化、等	1F 水処理運営部 部付
⑤ 汚染水浄化PJ	・敷地境界へ及ぼすタンクからの線量影響の低減 ・多核種除去設備、サブドレン浄化設備、等	1F 水処理設備部 部付
⑥ 建屋止水PJ	・建屋止水による地下水流入の低減 ・HTI建屋等の止水対策、等	1F 建築部 部付
<b>プール燃料取り出し</b>		
⑦ 4号機プール燃料取り出しPJ	・プール内燃料の取り出し、安全な状態での保管 (完了)	(完了)
⑧ 3号機プール燃料取り出しPJ	・プール内燃料の取り出し、安全な状態での保管 ・ガレキ撤去、除染、カバー・燃料取扱設備設置、等	1F 機械設備部 部付
⑨ 2号機プール燃料取り出しPJ	・プール内燃料の取り出し、安全な状態での保管 ・コンテナ・燃料取扱設備設置又は復旧・補強工事、等	PJ計画部 部付
⑩ 1号機プール燃料取り出しPJ	・プール内燃料の取り出し、安全な状態での保管 ・建屋カバー解体、ガレキ撤去、除染、燃料取扱設備設置、等	PJ計画部 部付
<b>冷却・デブリ取り出し</b>		
⑪ デブリ取り出しPJ	・デブリ取り出しを開始できるプラント状態の達成 ・全体コンセプト確立、PCV内部調査、取り出し技術、等	PJ計画部 燃料対策GM
⑫ 冷却PJ	・デブリの冷却、冷却水による汚染水低減 ・小循環構築、建屋内除染、建屋水位制御、空冷検討、等	PJ計画部 電気・機械設備GM
<b>廃棄物対策</b>		
⑬ 廃棄物対策全体コンセプト検討PJ	・固体廃棄物の長期的戦略の検討、コンセプト構築 ・保管の中長期計画、廃棄物長期戦略、デブリ保管、等	PJ計画部 廃棄物対策GM
⑭ 廃棄物対策実施PJ	・固体廃棄物の安全な減容・保管の実施 ・変圧器撤去、廃棄物保管庫、雑固体廃棄物焼却設備、等	1F 副所長
<b>その他</b>		
⑮ インフラ整備PJ	・構内各エリアの環境改善、インフラ整備 ・構内除染・ガレキ撤去、道路・照明整備、港湾施設、等	1F 副所長
⑯ 新規性基準対応検討PJ	・特定原子力施設としての対応方針の検討・決定 ・地震動・津波、自然災害等に対する検討、等	PJ計画部 安全技術GM
⑰ 敷地利用・インフラ最適化PJ	・戦略的な敷地利用計画と運用管理の実現 ・レイアウト計画、労働環境インフラ整備、等	1F プロジェクト統括管理C 部付

## 組織・体制

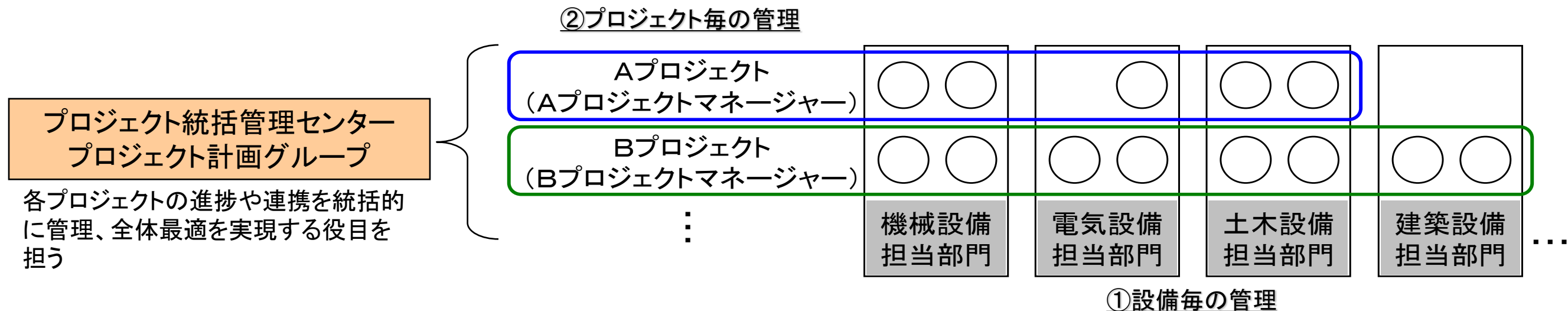


※多種多様な課題への対応としてPJ体制で取組み、廃止措置の課題や状況に応じて見直しながら進めていく。

# 【参考】プロジェクトマネジメント体制

## ■プロジェクト体制の構築

- きめ細やかな体制で着実に業務を遂行するため、従来の設備毎の管理<sup>①</sup>に、プロジェクト毎の管理<sup>②</sup>を組み合わせ、マトリックス型プロジェクト体制を構築。
- 原子力プラントメーカー（三菱重工業、東芝、日立GEニュークリア・エナジー）から招聘したバイスプレジデントが豊富な専門的知識と経験を活かし、プロジェクトの管理状況を担当区分毎に総括。
- プロジェクト管理部門として、プロジェクト統括管理センター（発電所）及びプロジェクト計画グループ（本店）を設置。各プロジェクトの進捗や連携を統括的に管理するとともに、全体最適を実施。



プロジェクトマネジメント体制（マトリックス型）イメージ

# 福島第一原子力発電所の 廃止措置等に向けた現状の取組み

2015年7月6日

東京電力株式会社



東京電力

---

# 目次

1. 廃止措置等に向けたロードマップ全体イメージ
2. 使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み
3. 1～3号機燃料デブリ取り出しに向けた取組み
4. 汚染水対策
5. 労働環境改善の取組み





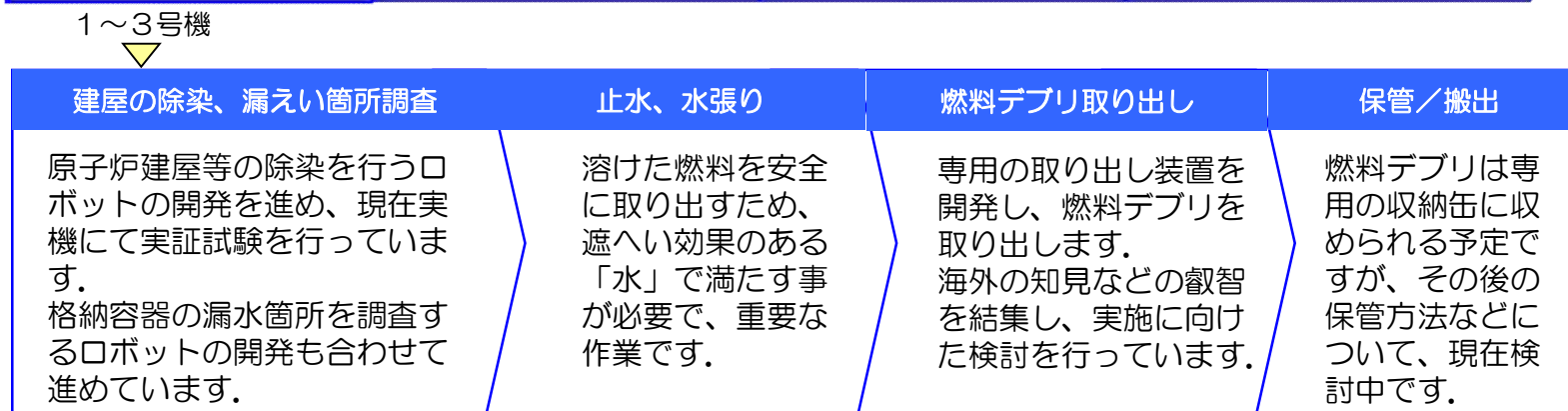
# 1. 廃止措置等に向けたロードマップ全体イメージ

- 4号機では、2014年12月22日に使用済燃料プールからの燃料取り出しを全て完了。  
4号機の作業が大きなトラブルもなく完了できたことは、福島第一の廃炉を進める上で大変大きな一歩となった。
- また、1～3号機の使用済燃料プール内の燃料および燃料デブリ取り出しに向けて、建屋の除染や格納容器の漏えい箇所の調査を順次進めている。

使用済燃料プール  
からの燃料取り出し



燃料デブリ  
(溶融燃料)取り出し



(原子炉施設の解体等)

シナリオ  
・技術の検討

設備の設計  
・製作

解体等

## 2. 【1号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 建屋カバー内の原子炉建屋上部（オペフロ）には、今もガレキが堆積しており、使用済燃料プール（燃料プール）からの燃料取り出しに向け、オペフロのガレキ撤去が必要。
- その第一歩となる建屋カバー解体に向けた準備作業・調査を、2014年10月22日～12月4日に実施。また、2015年3月16日より、カバー解体の準備工事に着手した。



撮影：2011年6月

建屋カバー設置前の状況



撮影：2011年10月

建屋カバーの設置状況

1号機のこれまでの  
作業状況

### 主な作業の進捗

- 2014.10.22 飛散防止剤散布開始
- 2014.10.31 1枚目屋根パネル取り外し
- 2014.11.10 2枚目屋根パネル取り外し
- 2014.11.20～12.3  
原子炉上部の放射性物質濃度調査、ガレキ調査、線量測定、赤外線サーモグラフィ調査等
- 2014.12.4 屋根パネル戻し
- 2015.3.16 カバー解体準備工事着手



撮影：2014年10月

屋根パネルの取り外し



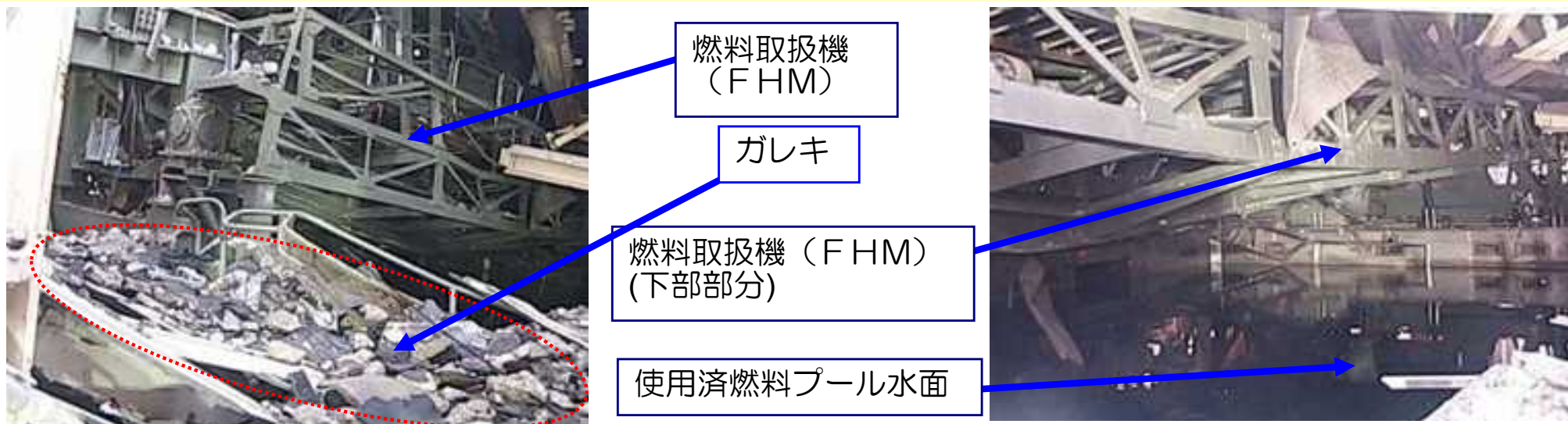
撮影：2014年12月

屋根パネルの戻し



## 2. 【1号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 2014年10月22日～12月4日に実施した，建屋カバー解体に向けた準備作業・調査にて，カメラ等を利用し，現在のオペフロ上の状態を確認することができた。
- 結果，ダスト飛散や使用済燃料プール内燃料に直ちに損傷を与えるような状況は確認されなかった。



## 2. 【2号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 燃料プールからの燃料取り出しプランについては、2016年度頃まで継続検討していく。
- 今まで、オペレーティングフロア（オペフロ）の調査等を実施している。



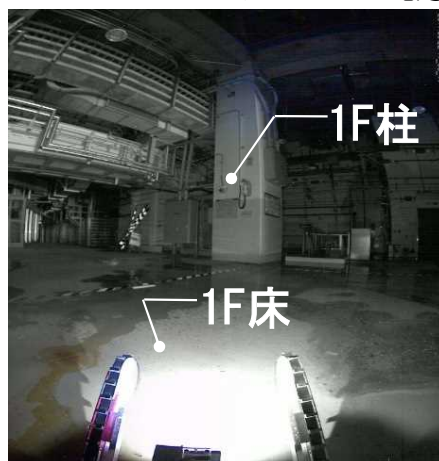
撮影：2011年9月



オペフロ調査状況



1Fシェル壁



1F柱

1F床

原子炉建屋躯体調査状況

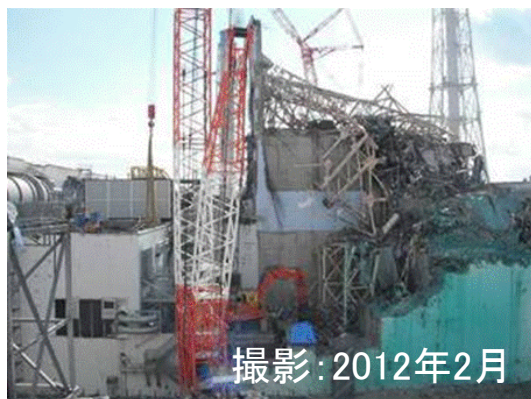
### 主な作業と進捗

- ロボットによる建屋除染を継続実施中。
- 燃料取り出し方法の検討を継続。



## 2. 【3号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

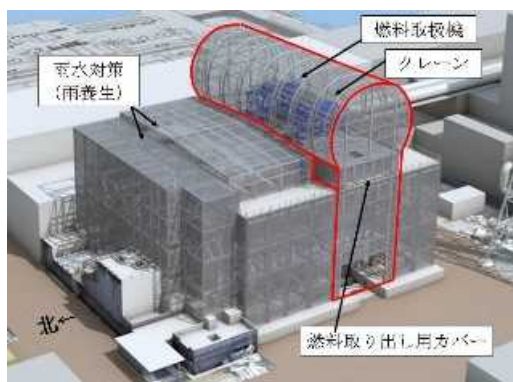
- 2013年12月17日より、使用済燃料プール内のガレキ撤去を開始。
- 2014年8月29日に作業中にプール内にガレキを落下させるトラブルが発生。これにより作業を中断し、再発防止対策を検討し実施した。
- 作業再開へ向けての準備が整ったことから、2014年12月17日よりガレキ撤去作業を再開。慎重に作業を進めており、燃料交換機本体の撤去作業に向けて詳細検討中。



ガレキ撤去前



ガレキ撤去後



燃料取り出し用カバーイメージ



建屋カバーの製作状況（小名浜）

### 主な作業と進捗

2014.8.29 ガレキ撤去作業中の落下トラブルのため同日より作業を中止。

2014.12.17 使用済燃料プールからのガレキ撤去を再開。

2014.12.19 8.29に落下させたガレキ（操作卓）の撤去を完了。

- 現在、燃料が保管されているラックの上部に養生版を追加設置し、燃料交換機本体の撤去へ向けた作業・手順確認を実施中。

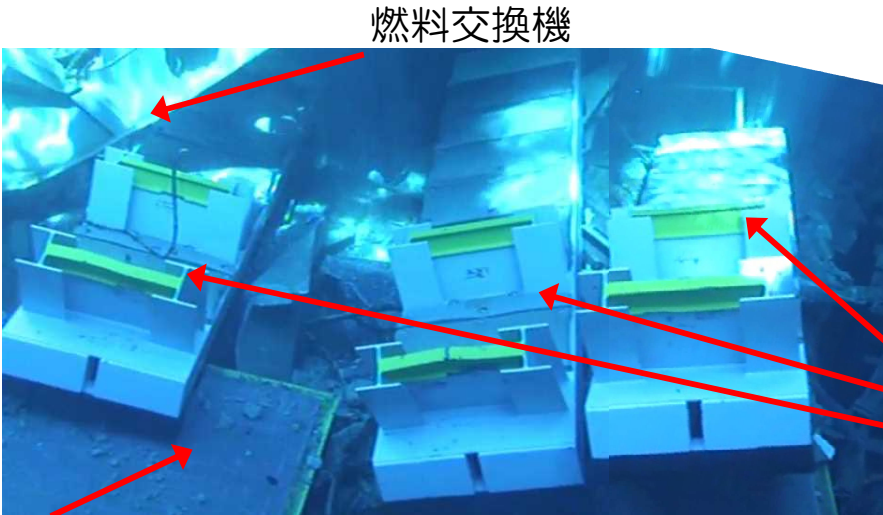


# 2. 【3号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 2014年8月29日にガレキを落下させた対応策として、万が一ガレキを落下させても燃料に影響がおよばないように、ラック養生板の追加設置を行った。
- 現在、大型のガレキである燃料交換機本体の撤去作業へ向けた作業と作業手順の確認などを実施している。



燃料交換機西側フレーム撤去作業状況  
2015.3.6



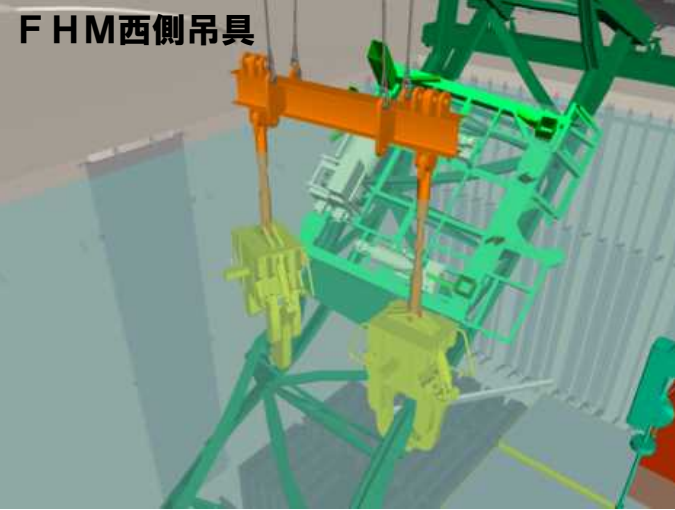
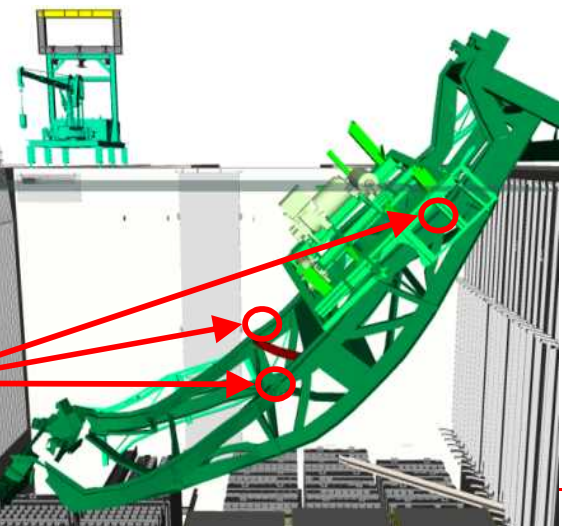
燃料交換機

ラック養生板

既設養生板      ラック養生板敷設の様子

燃料交換機本体  
撤去作業イメージ

掴み・挿入位置



FHM西側吊具

## 2. 【4号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み

- 2013年11月18日より、使用済燃料プールからの燃料取り出し作業を開始し、目標どおり2015年12月22日に全ての燃料の取り出しが完了。
- これにより4号機における燃料によるリスクは無くなった。  
また、今後1～3号機の燃料取り出しを行っていく上での大きな自信につながる実績をあげることができた。
- なお、使用済燃料プールには制御棒や原子炉内の構造物の一部が保管してあり、線量低減のため、水位・水質の確保を継続する。



ガレキ撤去前  
(撮影日：2011年9月22日)



圧力容器上蓋の撤去  
(撮影日：2012年9月13日)



第一節 鉄骨建方完了  
(撮影日：2013年1月14日)

### 主な作業と進捗

2013.11.18 使用済燃料プールからの取り出し開始

2014.12.22 使用済燃料プールに保管していた、全ての燃料の取り出しを完了。



## 2. 【4号機】使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取組み



鉄骨建方完了  
(撮影日：2013年5月29日)



クレーン部材吊り上げ  
(撮影日：2013年6月7日)



大型ガレキの撤去  
(撮影日：2013年10月2日)



燃料ラック上部ガレキ吸引作業  
(撮影日：2013年10月11日)



燃料取り出し作業  
(撮影日：2013年11月18日)



トレーラーへの積み込み  
(撮影日：2013年11月21日)



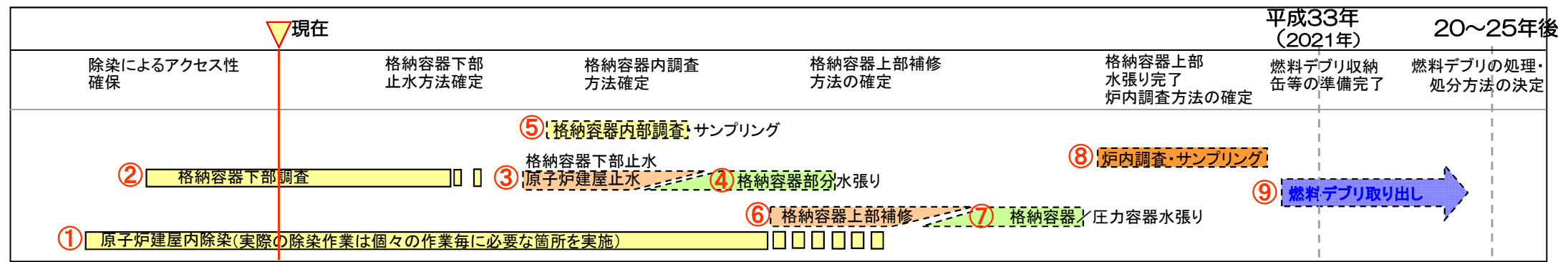
共用プールへの格納(変形燃料)  
(2013年11月4日撮影)

### 3. 1～3号機燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

- 1～3号機では、燃料が溶け落ち「燃料デブリ」として固まっており、福島第一をより安全な状態にするためには、燃料デブリを取り出す必要がある。
- 燃料デブリの取り出しの作業には多くの課題があり、建屋の調査や新しい技術の開発等を行いながら、安全最優先で進めていく。

#### 燃料デブリ取り出しに係る作業ステップ

■ 燃料デブリの取り出しは、米国スリーマイル島原子力発電所（TMI）での経験を基にした水中取り出しの場合は、次のようなステップで作業を進めていく計画である。上部までの冠水が困難になることを想定して、気中工法などの検討も併せて進めている。



### 3. 1～3号機燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

- 1号機原子炉内の燃料デブリの状況を調査するため、宇宙線由来のミュオン（素粒子の一種）を用いた燃料デブリ位置測定を平成2015年2月12日より実施している。
- 2方向から測定した結果を3次元的に評価し、炉心位置に大きな燃料の塊がないことを確認した。今後もデータ蓄積を継続していく。

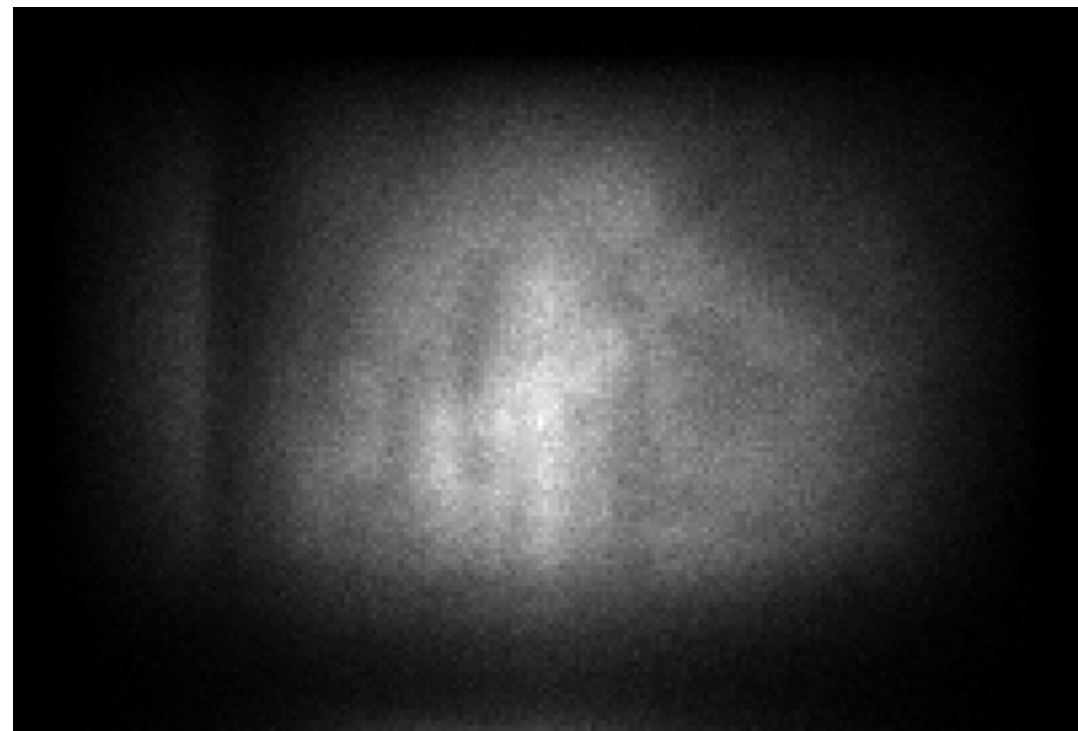


図2 測定器1(北西側)からの測定画像

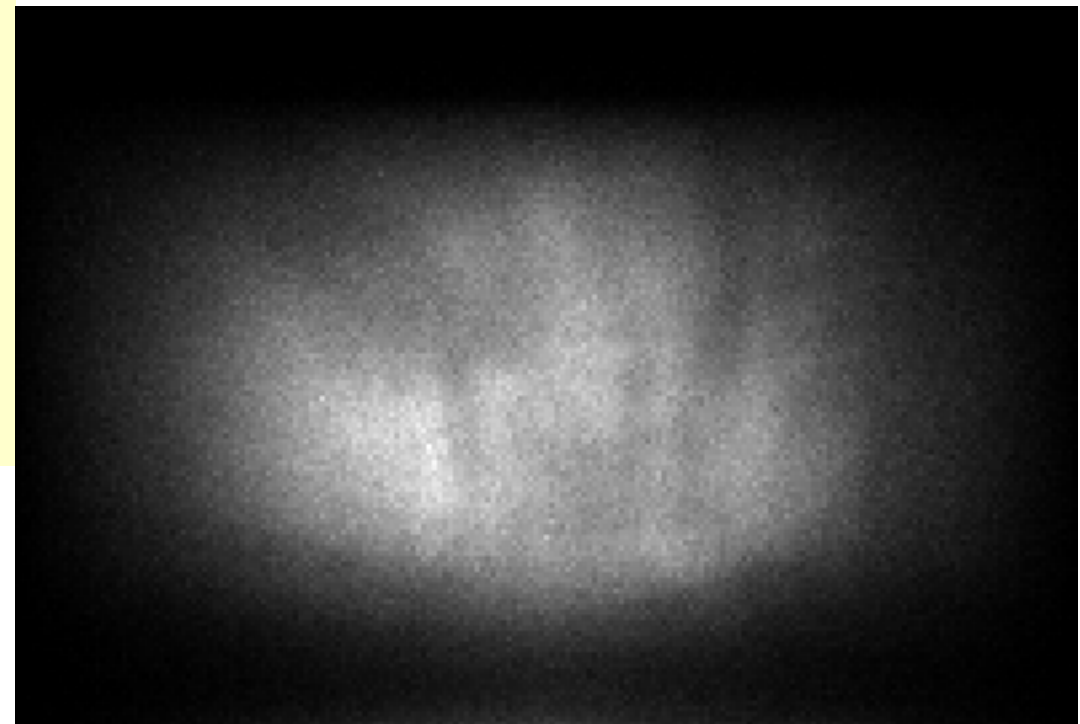
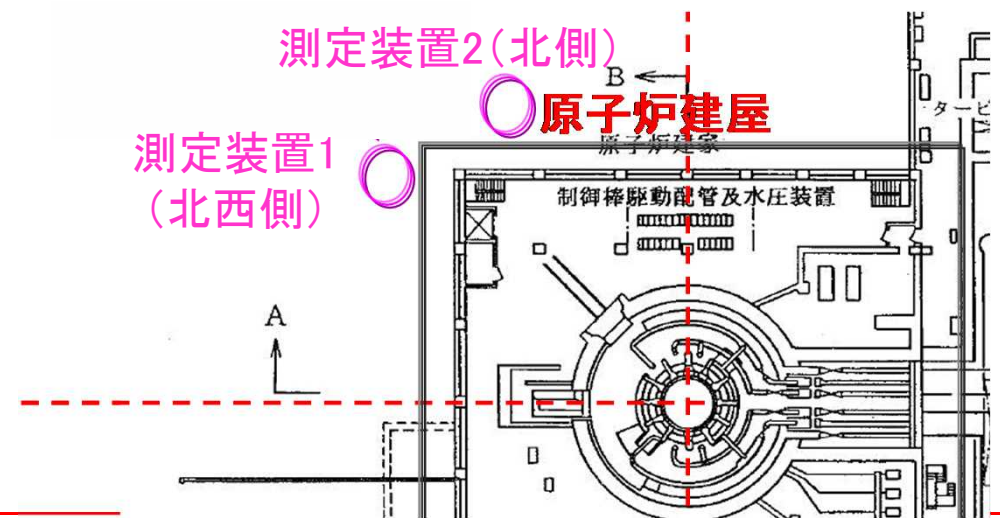


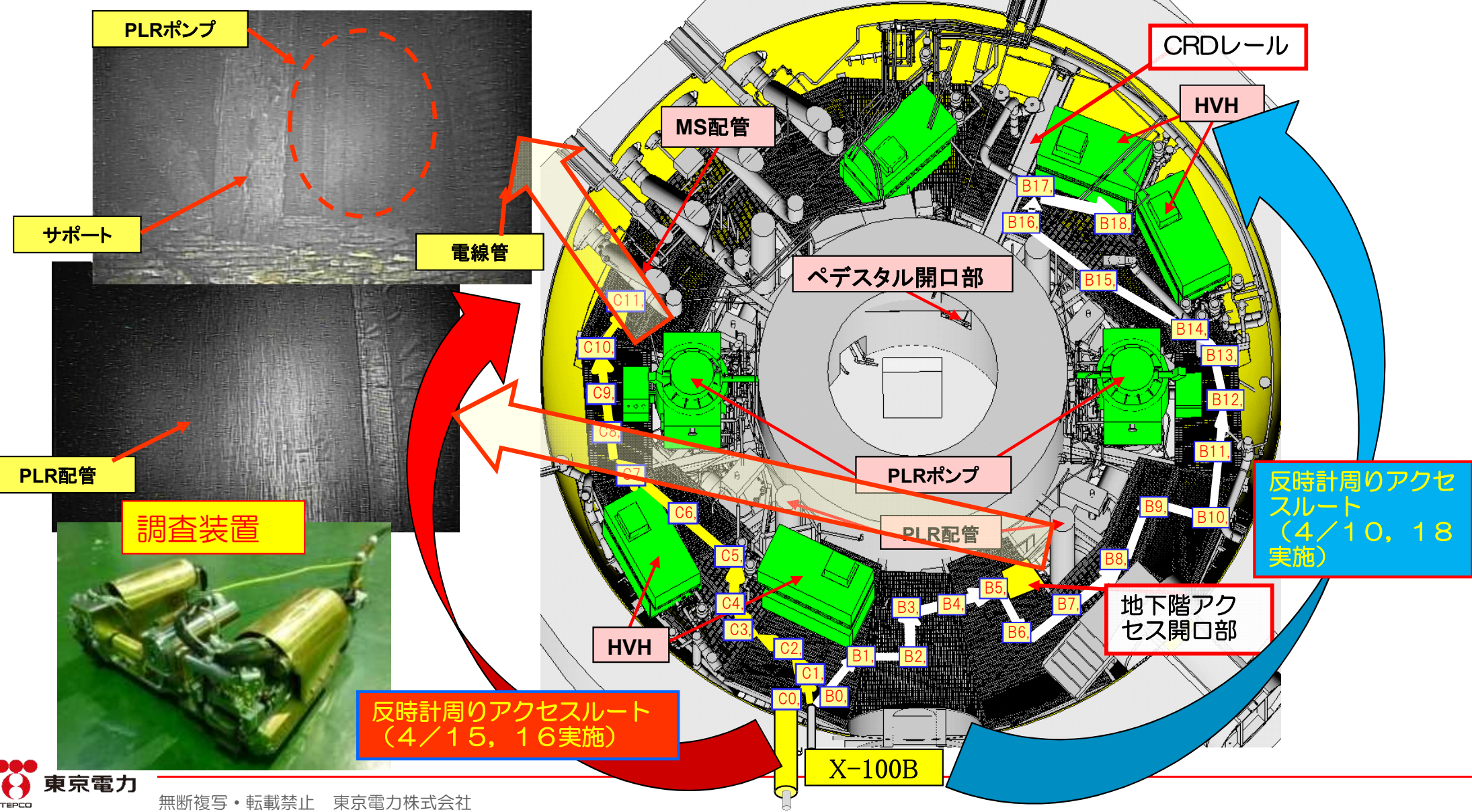
図1 測定器2(北側)からの測定画像





### 3. 1～3号機燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

- 1号機について、2015年4月に、X-100Bペネより調査装置を投入し、『原子炉格納容器内の1階グレーチング上』の情報取得を目的とした調査を実施。
- 結果、多くの映像や、線量、温度データを取得することができた。



# 4. 汚染水対策（3つの基本方針と対策）

■ 福島第一では1日あたり約300トン※1の地下水が建屋に流入し、汚染水となっている。下記の3つの基本方針に基づき、港湾内への汚染水流出やタンクからの汚染水漏れい問題に対し対策を進めている。  
 ※1：当初、約400トンの地下水が流入していたが、地下水バイパス等の効果により約100トン減少

## 方針1. 汚染源を取り除く

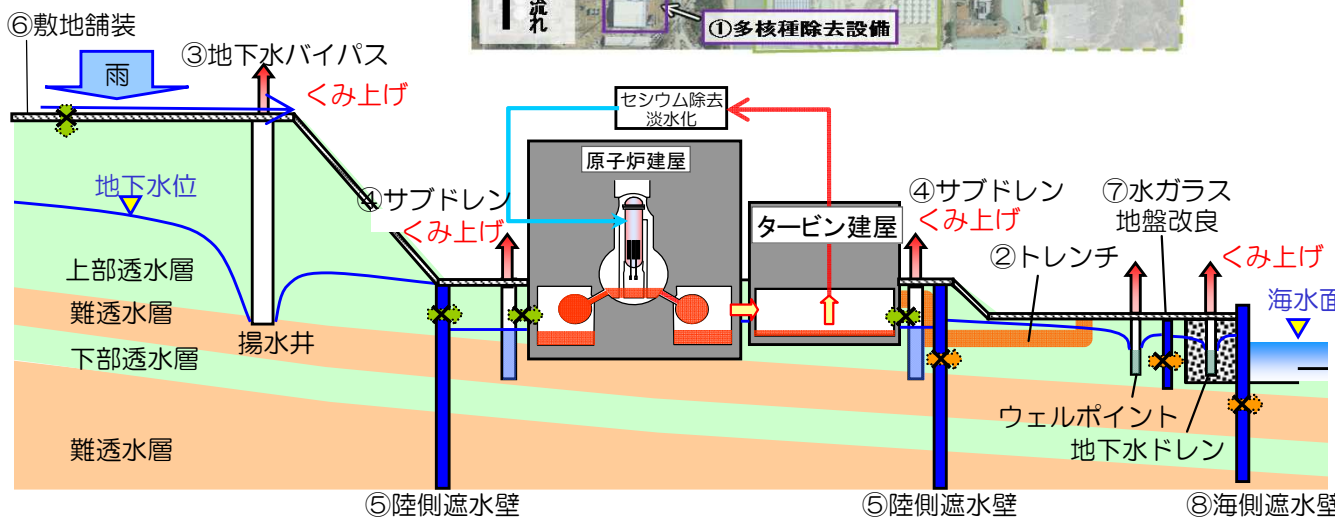
- ①多核種除去設備による汚染水浄化
- ②トレンチ(※2)内の汚染水除去  
 (※2) 配管などが入った地下トンネル。

## 方針2. 汚染源に水を近づけない

- ③地下水バイパスによる地下水くみ上げ
- ④建屋近傍の井戸での地下水くみ上げ
- ⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装

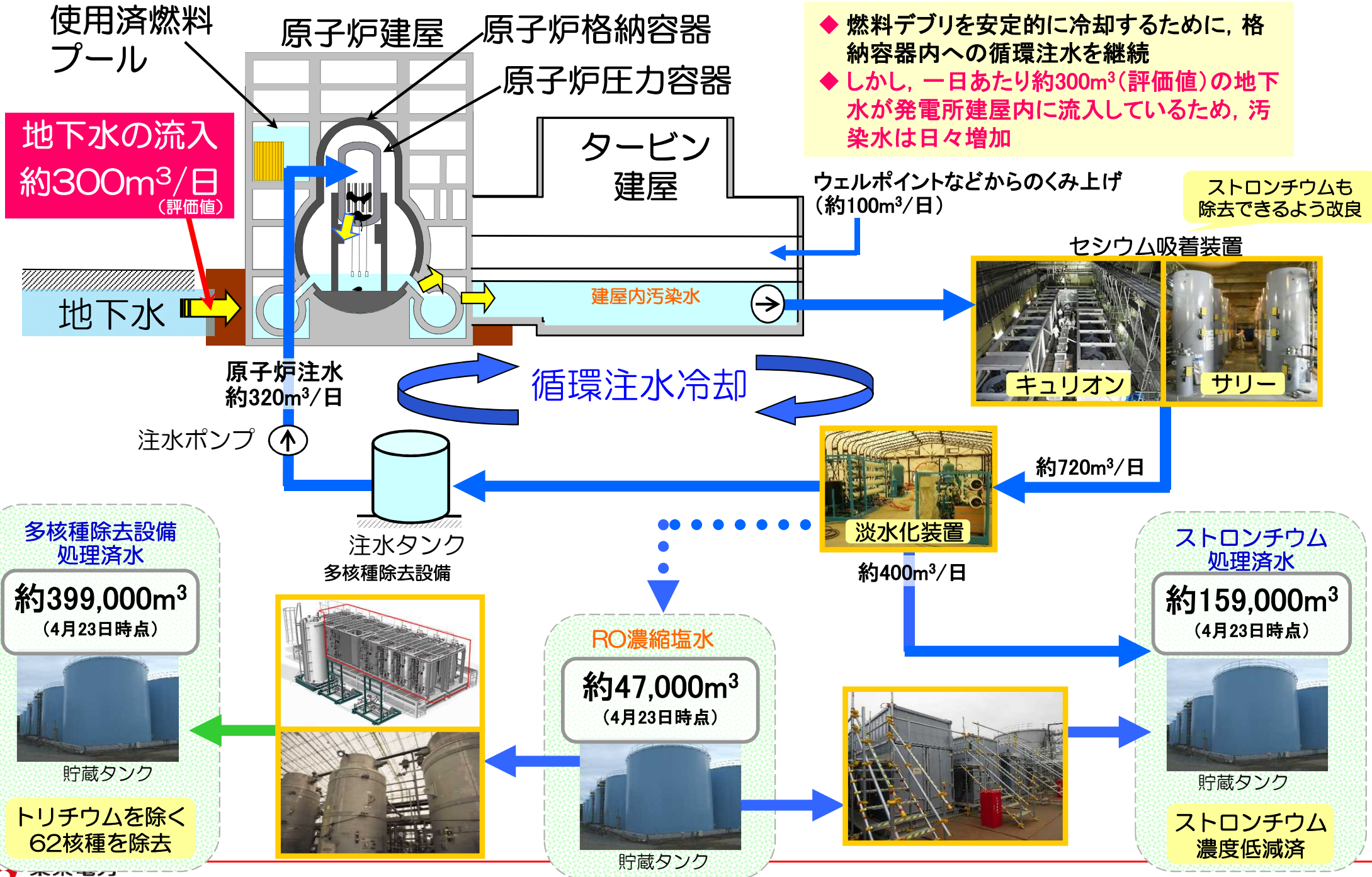
## 方針3. 汚染水を漏らさない

- ⑦水ガラスによる地盤改良
- ⑧海側遮水壁の設置
- ⑨タンクの増設（溶接型へのリプレース等）





# 4. 汚染水対策（冷却水の循環）

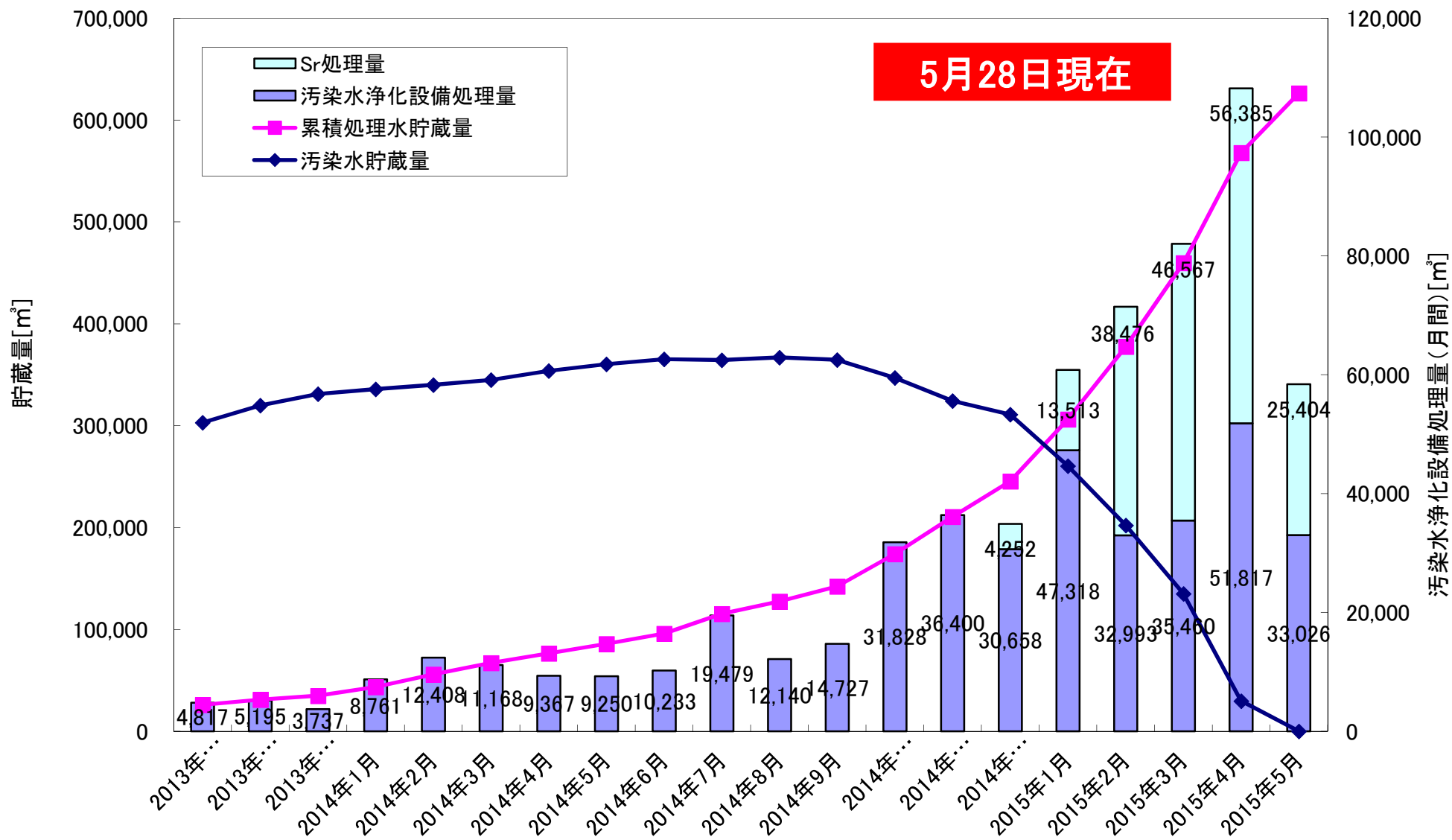


- ◆ 燃料デブリを安定的に冷却するために、格納容器内への循環注水を継続
- ◆ しかし、一日あたり約300m<sup>3</sup>(評価値)の地下水が発電所建屋内に流入しているため、汚染水は日々増加

ストロンチウムも除去できるよう改良

# 4. 汚染水対策（汚染源を取り除く）

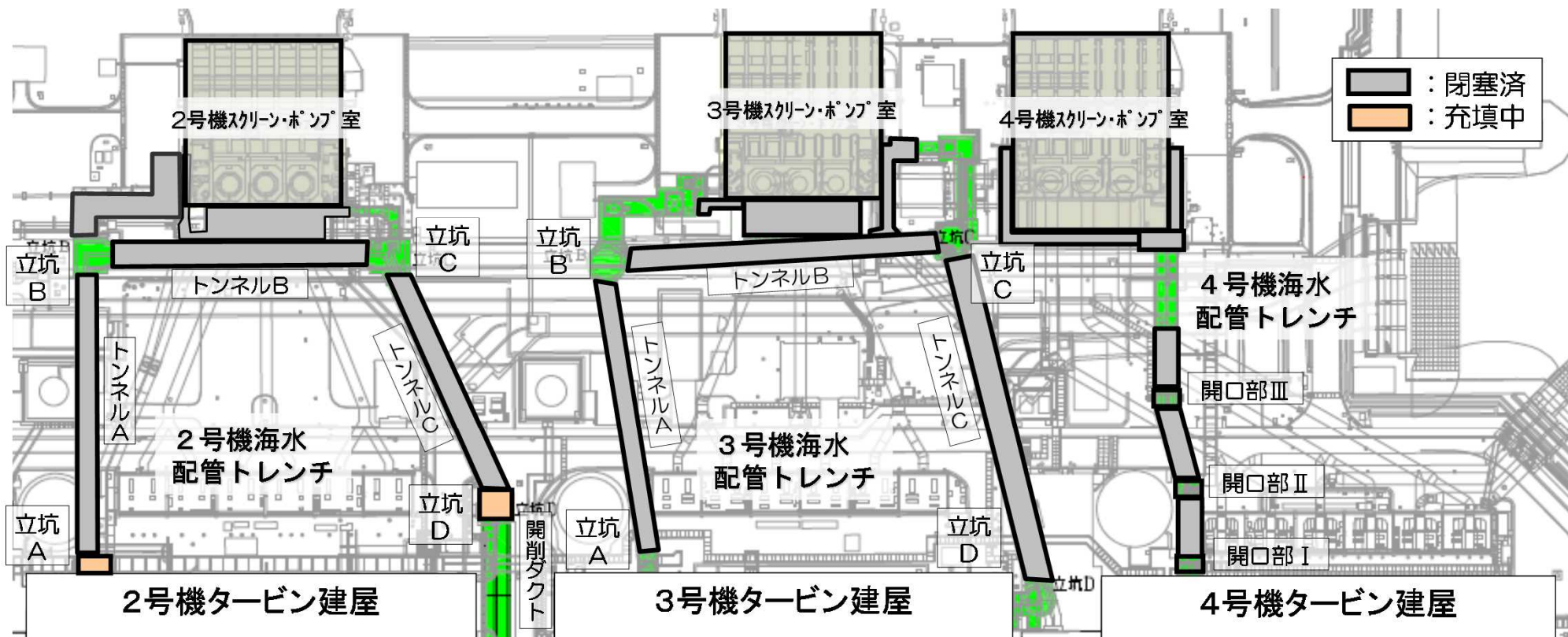
■ これまで貯留してきたすべての汚染水（タンク底部を除く。）について2015年5月27日に処理を完了



汚染水浄化設備による汚染水処理量の推移状況

# 4. 汚染水対策（汚染源を取り除く）

■ 外的要因（津波等）により高濃度汚染水が流出するリスクを低減するため、2～4号機の海水配管トレンチ内に滞留している汚染水を除去すると共に、地下水などの流入による再滞留を防止するため、トンネル内部を充填する作業を開始している。



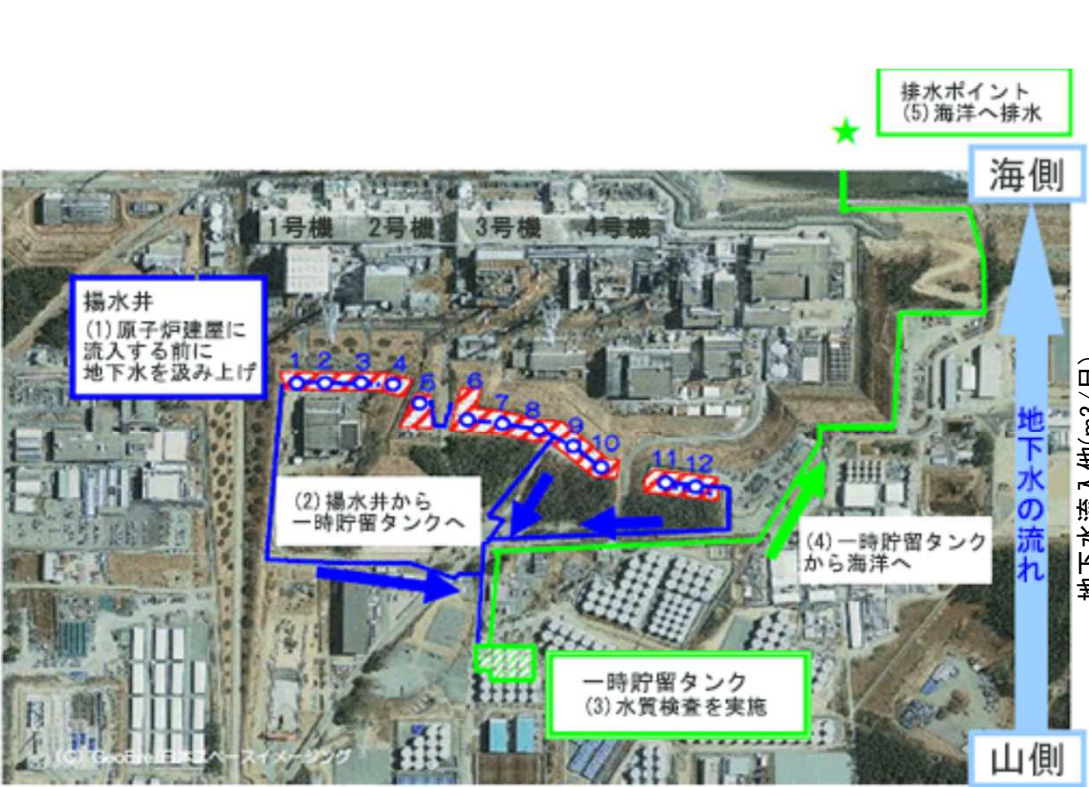
充填作業進捗状況

号機	2号機	3号機	4号機
状況	・トンネル部充填: 12/18完了 ・立坑充填: 2/24開始	・トンネル部充填: 4/8完了	・トンネル部(開口部 I ~ III間)充填: 3/21完了
残滞留水量	約1,860m <sup>3</sup>	約2,663m <sup>3</sup>	約440m <sup>3</sup>
充填量	約2,640m <sup>3</sup>	約3,137m <sup>3</sup>	約460m <sup>3</sup>

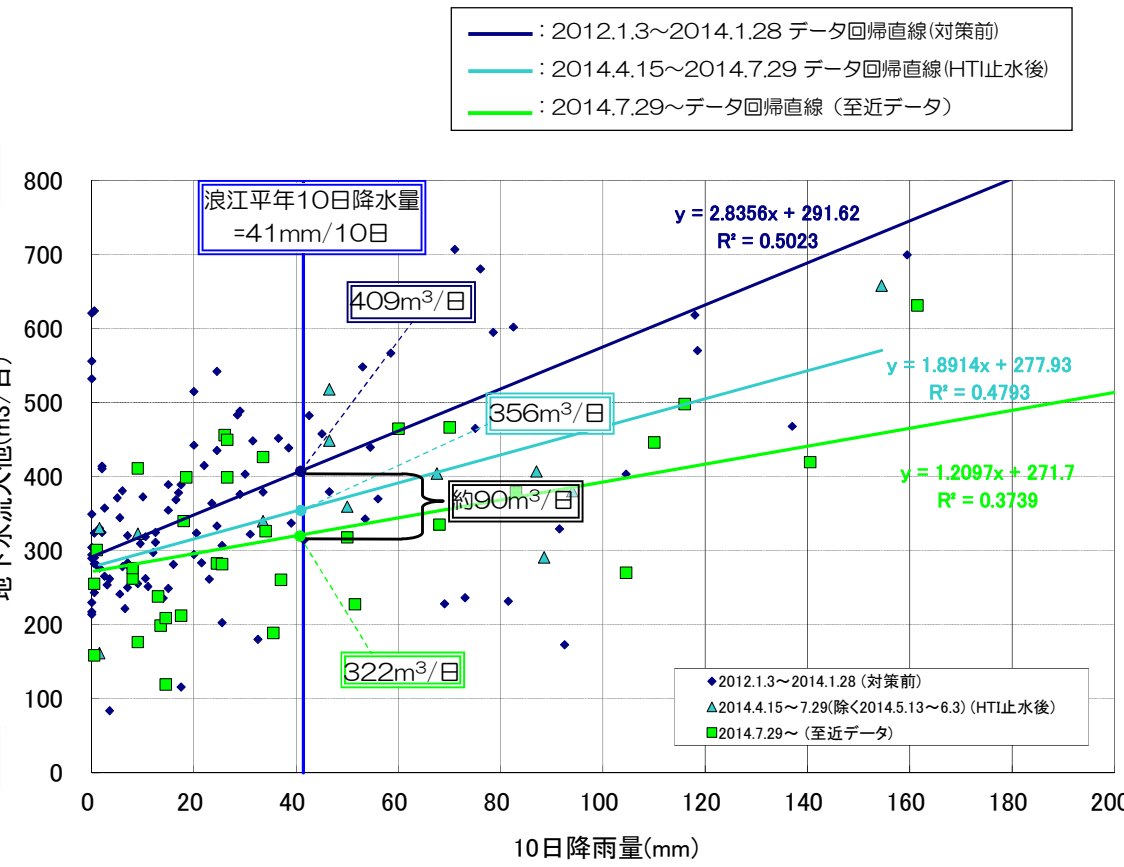


# 4. 汚染水対策（汚染源に水を近づけない）

■ 現在、地下水バイパスは一日あたり300~350 m<sup>3</sup>の地下水を汲み上げており、運用開始後、2~3か月程度で観測孔の水位低下（約15~20 cm）が確認されたとともに、建屋への地下水流入量を評価すると、従前より1日あたり100 m<sup>3</sup>程度減少している。



地下水バイパス運用の流れ



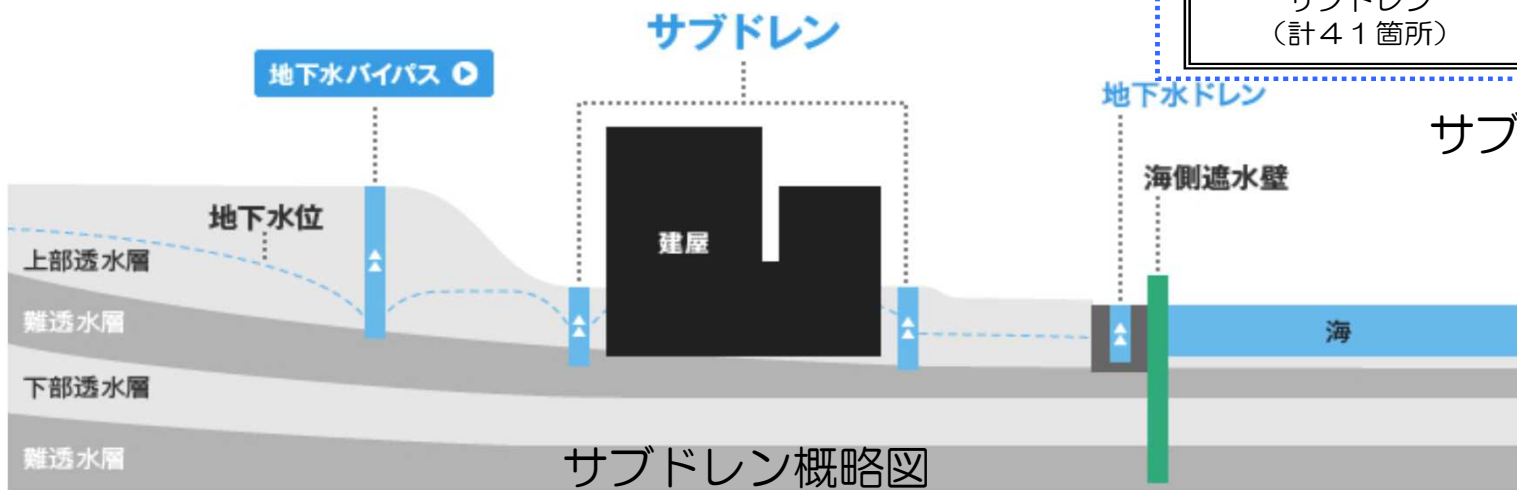
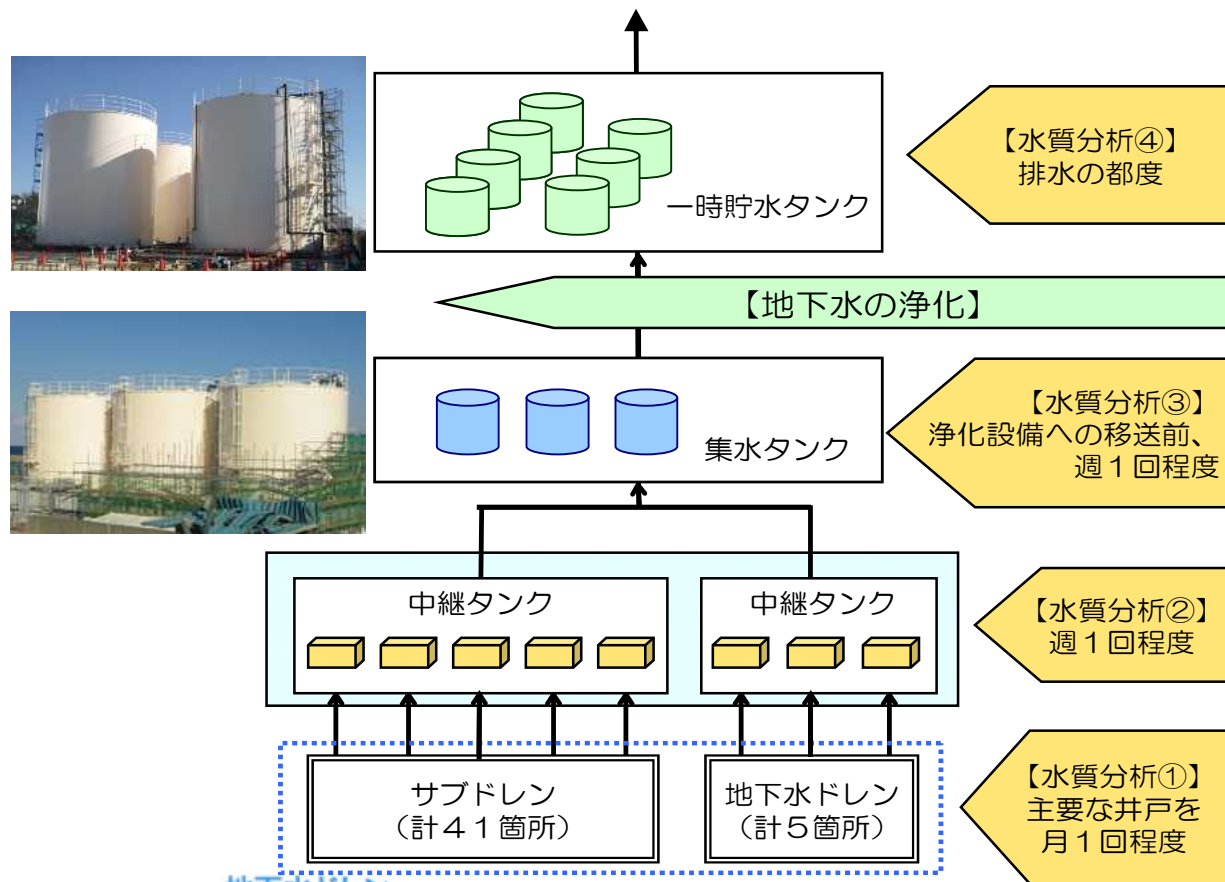
建屋流入量評価結果（2015年4月2日現在）



# 4. 汚染水対策（汚染源に水を近づけない）

- サブドレンからの地下水は、事故の影響により汚染された地表面のガレキ等に触れた雨水が混合し、放射性物質を含んでいるため、専用の浄化設備を設置して、放射性物質濃度を1/1,000~1/10,000程度まで低減させる。
- 浄化設備で処理した地下水は、設定した水質基準を満たすことを確認し、港湾内に排水することを計画しているが、排水にあたっては、関係省庁や漁業関係者等のご理解を得たうえで実施する予定である。

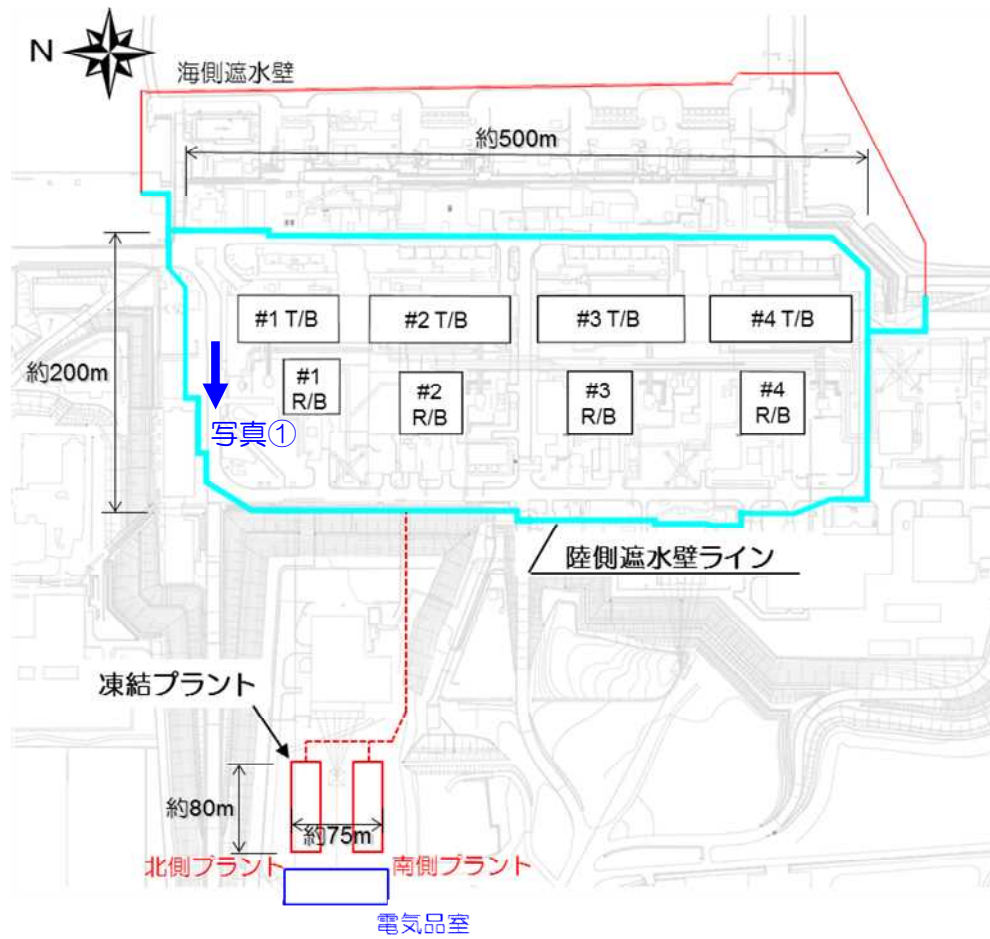
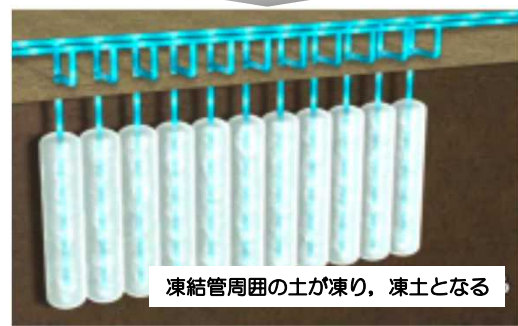
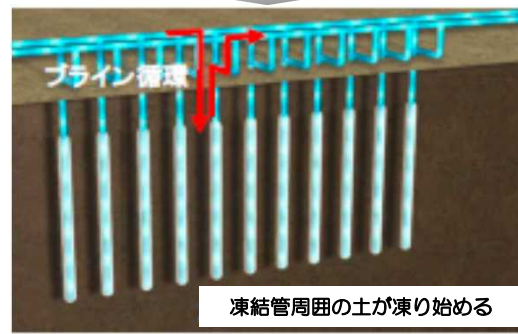
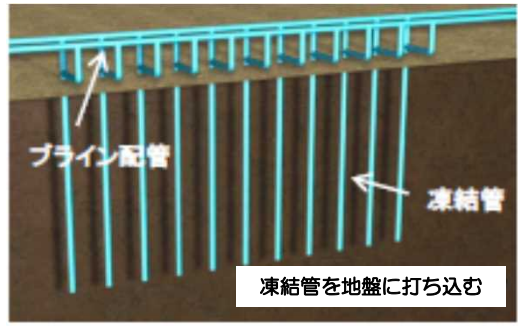
運用目標を満たしていることを確認して排水



サブドレン運用案

# 4. 汚染水対策（汚染源に水を近づけない）

■ 凍土方式の遮水壁は、1～4号機の原子炉およびタービン建屋周囲を取り囲むように約1 m 間隔で凍結管（深さ約30 m）を設置し、地下水を凍らせることで遮水壁を構築し、建屋への地下水の流入を防ぐものである。2014年3月14日から実証試験（凍結試験）を開始し、順調に凍結することを確認している。4月30日より試験凍結を開始。



試験凍結管着氷状況

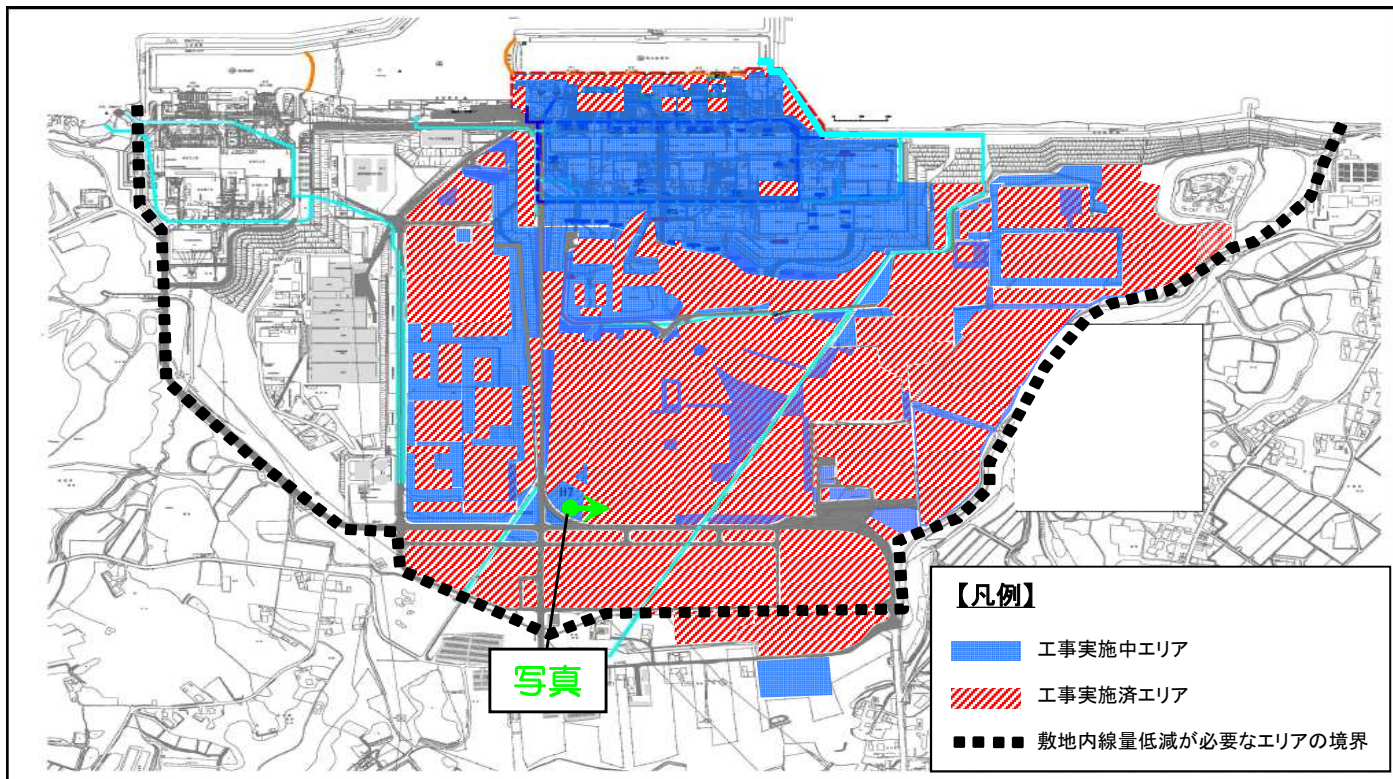


凍土方式の遮水壁施工概要



# 4. 汚染水対策（汚染源に水を近づけない）

■ 発電所敷地内に降り注ぐ雨は、地下に浸透し、建屋内に流入するため汚染水増加の一因となっている。そのため、敷地内の地表面をアスファルト等で覆うことで雨水の土壌への浸透抑制を図っている。建屋へ流入している地下水が160 m<sup>3</sup>/日まで低減することを見込んでいる。



【写真】Hタンクエリア：舗装施工前



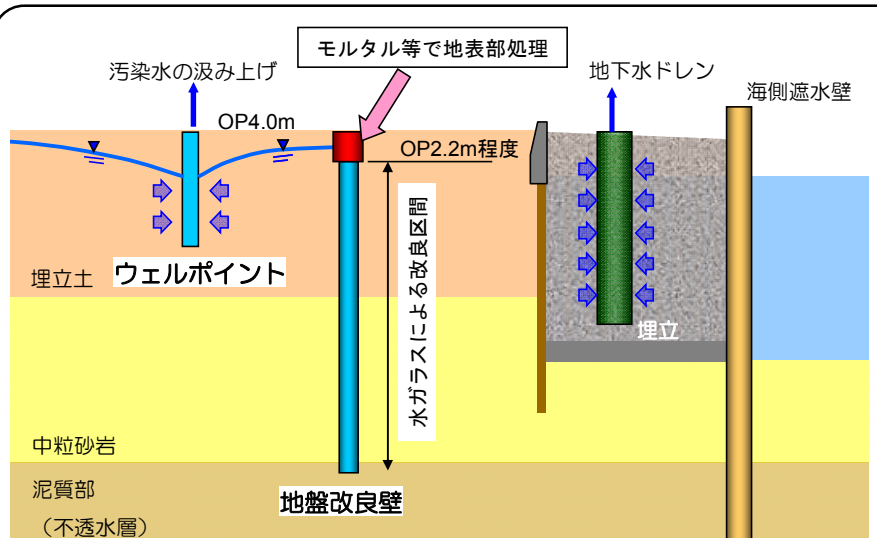
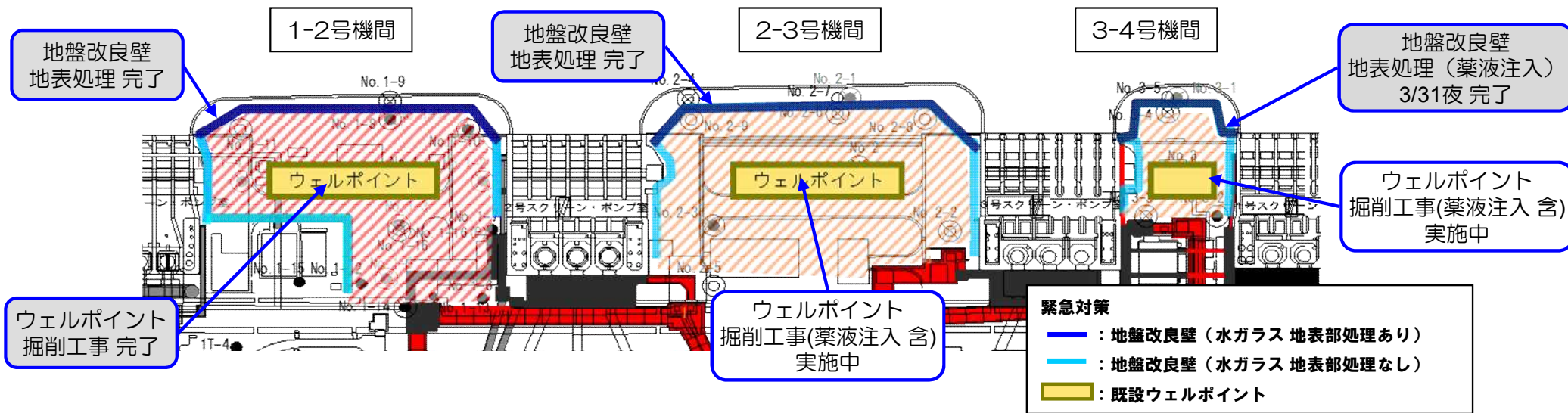
【写真】Hタンクエリア：舗装施工後

フェーシング全体進捗状況（2015年4月）



# 4. 汚染水対策（汚染水を漏らさない）

■ 護岸エリアは、地下水に汚染が確認されている。この地下水による海洋への汚染を抑制するため、汚染が確認されたエリアを囲い込み、汚染水流出のリスク低減を図る。敷地舗装の実施により、地下水が2～3年かけて徐々に低下すると評価しており、建屋へ流入している地下水が160 m<sup>3</sup>/日まで低減することを見込んでいる。



エリア	地盤改良壁 地表処理	ウェルポイント 設備変更
1-2号機間	OP+4.0mまでモルタル置換 (2014/1完了)	掘削工事(2014/10完了)
2-3号機間	OP+4.0mまでモルタル置換 (2015/2完了)	2015/3上より一部薬液注入を実施し、掘削工事は2015/5完了予定。
3-4号機間	OP+3.5m*注まで薬液注入改良 (2015/3/19～3/31完了)	2015/4上より薬液注入を実施し、掘削工事は2015/5完了予定。

\*注：OP+3.5～4.0mの地表改良が必要と考えられる場合は、コンクリートフェーシング実施時に合わせて置換

## 各エリアの工事状況

# 4. 汚染水対策（汚染水を漏らさない）

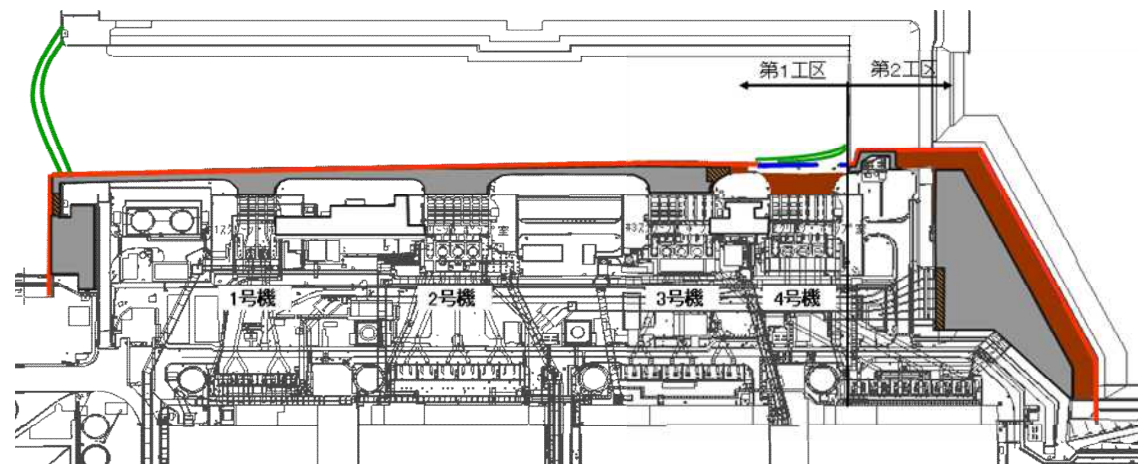
- 1～4号機の4m盤の前面に遮水壁を設置し，海洋汚染の拡大防止を図る，4号機取水口前を除いて鋼管矢板の設置を完了している。
- 現在，港湾へと流出していた地下水（地下水ドレン）を遮水壁の内側でくみ上げ，建屋近傍の井戸水（サブドレン）と共に，安定的に浄化・移送できることを確認した後，海側遮水壁を閉合する計画である。



〓 :シルトフェンス  
 〓 :鋼管矢板打設完了  
 〓 :継手処理完了  
 (1月29日時点)

	施工中	施工済
埋立 水中コン		
埋立 割栗石		
舗装		

(1月29日時点)

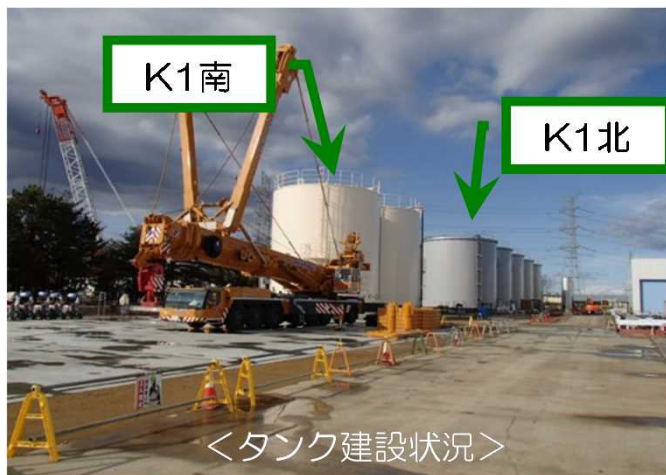


海側遮水壁の設置状況

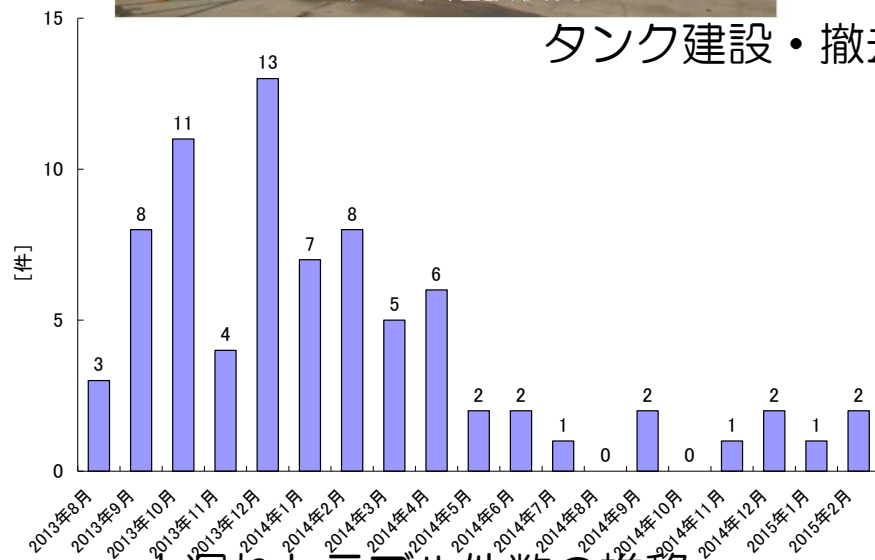


# 4. 汚染水対策（汚染水を漏らさない）

- 汚染水の受入容量が不足しないよう、計画に余裕をもって鋼製円筒型タンクの建設を順次実施している。タンクの信頼性向上のため、フランジ型タンクから溶接型タンクへのリプレース（撤去および設置）を実施している。
- 台風等の降雨量が多い場合、堰から雨水が溢水する可能性があるため、雨樋、堰カバー等の雨水抑制対策を実施している。



タンク建設・撤去進捗状況



水漏れトラブル件数の推移



タンク堰内雨水への対応状況



## 5. 労働環境改善の取り組み

- 作業環境の改善・充実のため、大熊町大川原地区に福島給食センターが完成。  
(2015年3月31日)
- 6月8日より、新事務棟で食事の提供を開始。

### ○温かい食事の提供による福島第一の作業環境改善

- ・福島第一で働く約7,000人の作業員は、個別に弁当や購入したものを持参している状況
- ・温かい食事が提供でき、**労働環境が抜本的に改善**する

**約 3,000 食**

一回に約3000食の提供が可能

**給食センター方式**

集中調理施設で調理後、食事が冷めないうちに現場にお届け

### ○福島給食センターの建設・運営に伴う雇用の創出

- ・運営に伴い、福島県内出身者を中心に**95人の雇用**を創出
- ・**地域の方が安心して働ける場**を提供（風評被害の払拭に繋がることを期待）

**約 21,500 人** ～ 給食センターの整備工事に携わった方の延べ人数



双葉郡大熊町大字大川原字南平

### ○福島県産食材の使用による風評被害の払拭

- ・原則、**福島県産の食材を使用**
- ・福島県産食材を使った食事の安全性が国内外へ伝わることで、風評被害の払拭に繋がることを期待

**5種類** ～ メニューは、定食、丼、麺類など5種類の提供を計画。多種多様な調理が可能

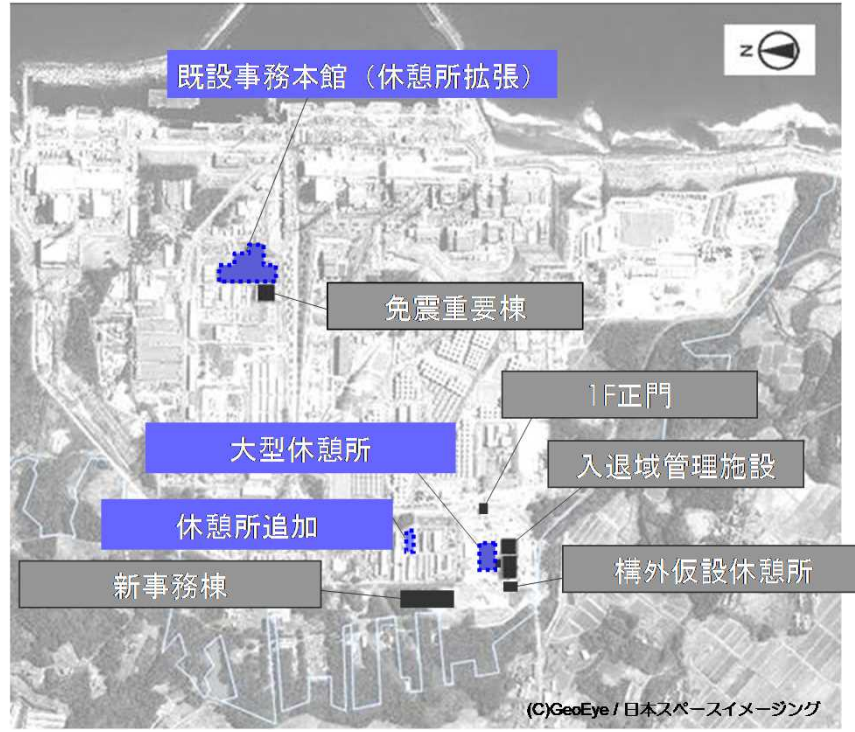


食事イメージ

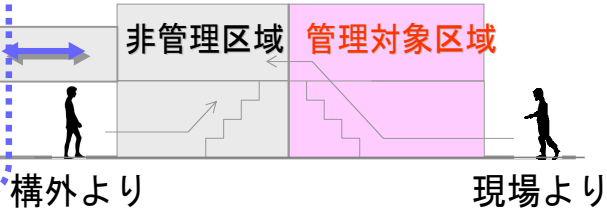
# 5. 労働環境改善の取り組み

- 発電所構内で働く作業員のために、収容人数約1200人の大型休憩所を5月31日より運用開始。
- 前記の福島給食センターからの食事の提供についても合わせて開始。

<断面図>



<配置図>

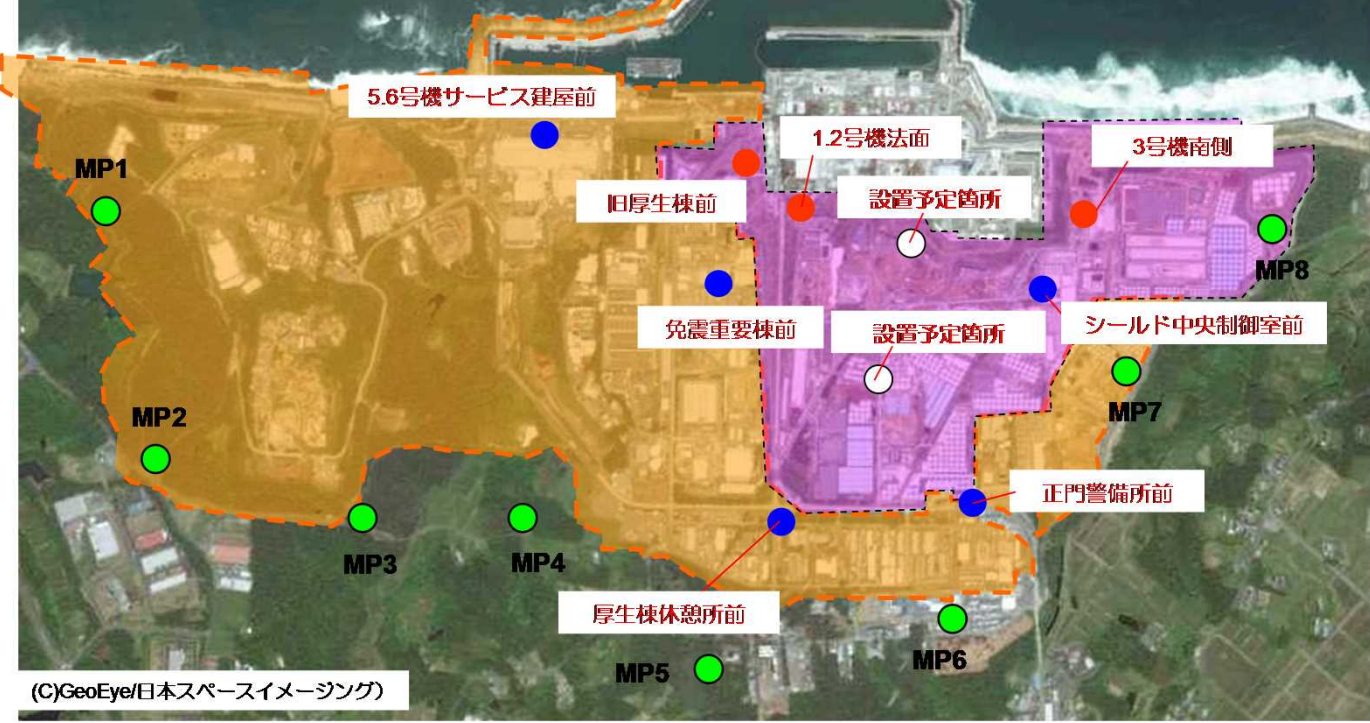


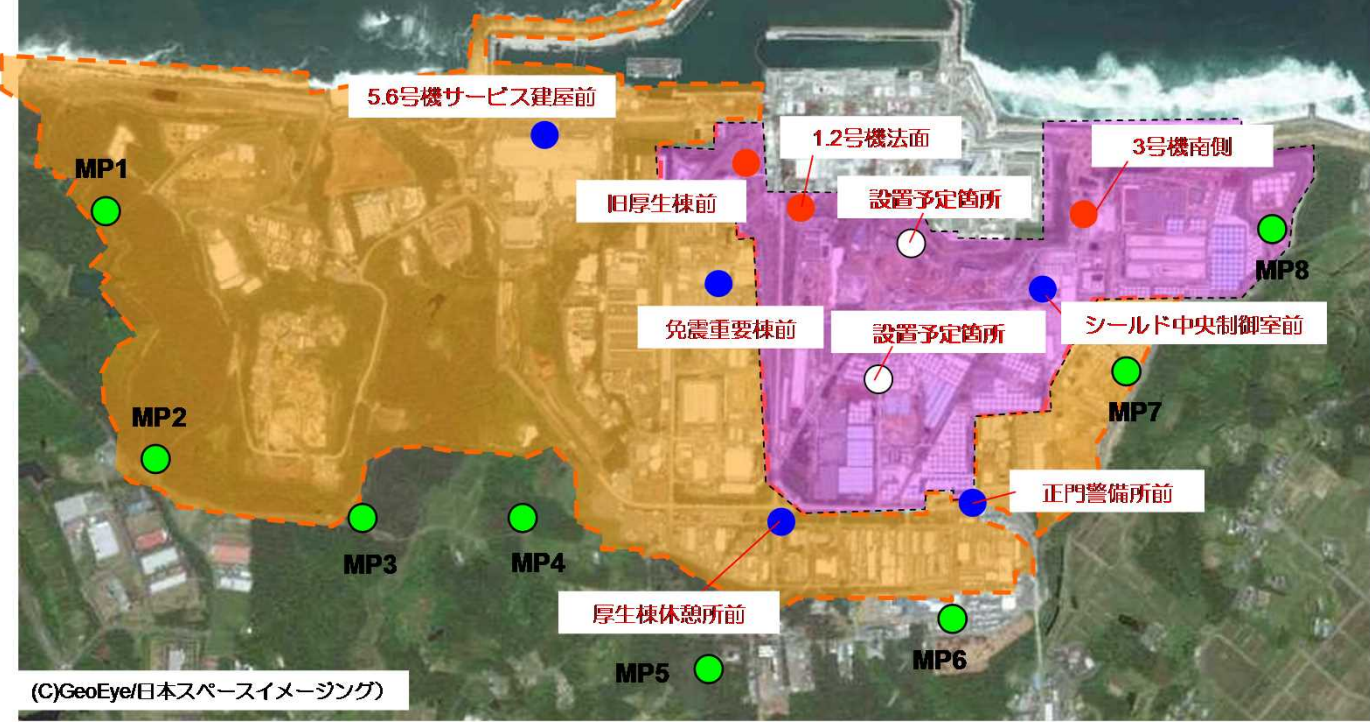
〔 大型休憩所 〕





# 5. 労働環境改善の取り組み

- 発電所構内で働く作業員の作業負担の軽減のため、作業環境の改善を進めている。
- 全面マスクの不要エリアも順次拡大している。

- ① 下図（) のエリアが全面マスク着用を不要とするエリアに設定できるように、1～4号機を中心とした方向性を考慮して、連続ダストモニタを配置し、データ伝送して免震重要棟でダスト濃度を監視できるようにする。
- ② ダスト濃度を確認した上で、関係省庁の了解を得る。
- ③ 全面マスク着用を不要とするエリアとして運用開始 **【2015年5月29日※】**



※タンクエリア等は、ダスト濃度の他に、濃縮塩水（高Sr汚染水）の摂取リスクを考慮する必要があり、全面マスク着用

-  全面マスク着用を不要とするエリア
-  5月29日から、全面マスク着用を不要としたエリア

- 全面マスク着用を不要とするエリア監視用（5箇所）
- 1～4号周辺監視用（3箇所）
- 2015年4月末に追加設置（2箇所）

計10箇所によるエリア監視を実施



## 研究開発等内容

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(担当: 岩波 勝)  
 実施期間: 平成27年4月1日～平成29年3月31日  
 概要: 燃料集合体の長期健全性評価のための技術開発や基礎試験を実施。

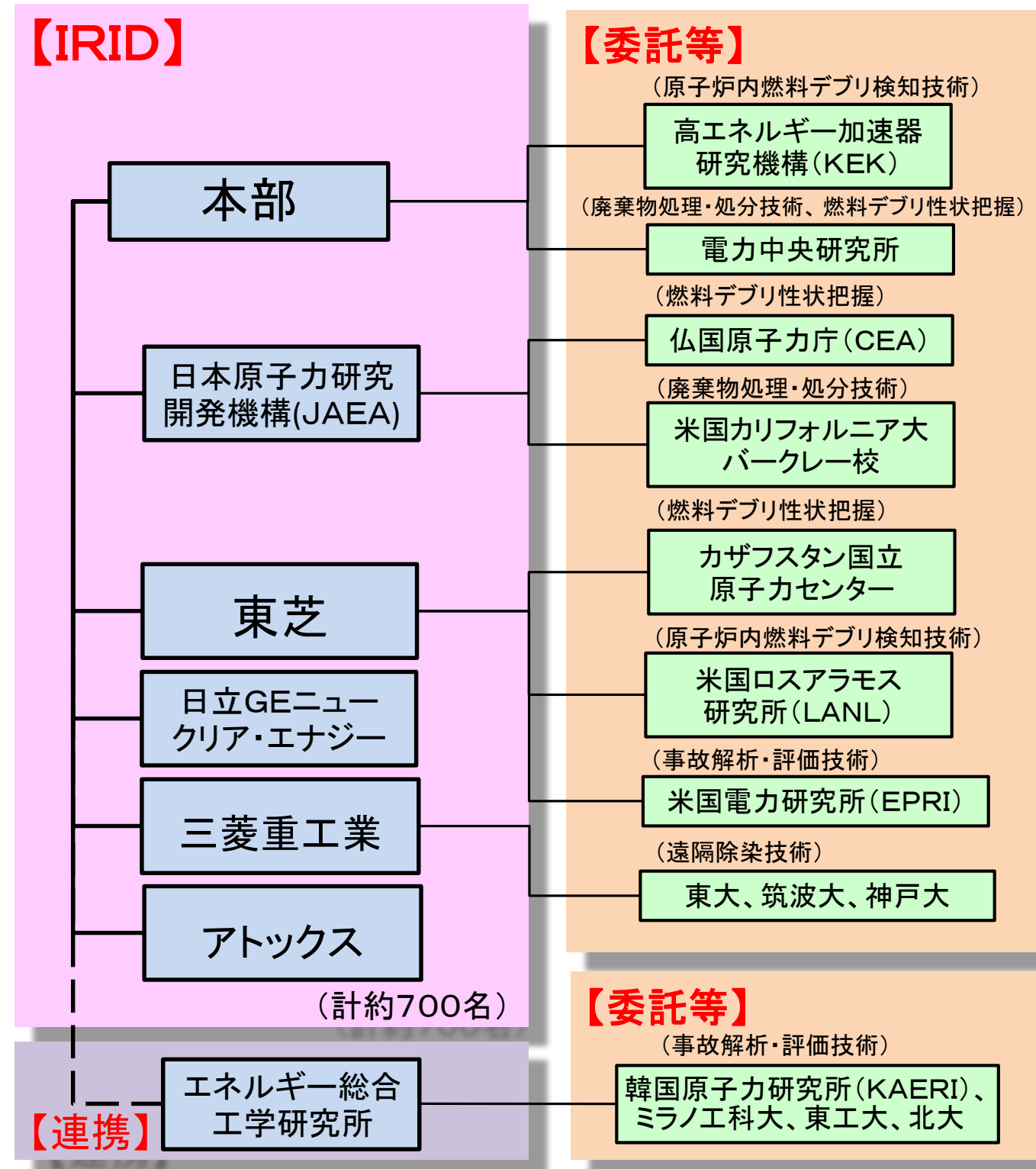
原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発(担当: 鬼塚 博徳)  
 実施期間: 平成26年10月17日～平成28年3月31日  
 概要: 原子炉建屋1階の高所部分や2階以上の遠隔除染をするための装置の開発等を実施。遠隔操作技術について東大、筑波大、神戸大に委託。

原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の開発(担当: 肱岡 康雄)  
 実施期間: 平成26年7月23日～平成28年3月31日  
 概要: 高線量や狭隘等のため人が近づけない格納容器の各部位を補修・止水する遠隔操作装置を開発。

原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の実規模試験(担当: 鈴木 宏幸)  
 実施期間: 平成26年7月23日～平成28年3月31日  
 概要: JAEAモックアップ試験施設において、格納容器下部の補修・止水のための機器・装置等の実規模試験等を実施。JAEAと共同実施。

原子炉格納容器内部調査技術の開発(担当: 高橋 良知)  
 実施期間: 平成26年10月15日～平成28年3月31日  
 概要: 原子炉格納容器内のデブリの位置や状況等を調査・確認する遠隔操作装置の開発等を実施。

## 組織・体制



### 現状での他セクターとの連携状況

補助事業毎の技術課題に応じて、委託研究等により、大学や研究機関に依頼し、得られた成果を活用して装置開発やデータ解析・評価に展開中。

## 研究開発等内容

### 原子炉圧力容器内部調査技術の開発(担当: 鈴木 淳)

実施期間: 平成26年7月25日～平成27年3月31日

概要: 原子炉圧力容器内の燃料デブリ分布、線量、機器の損傷状況等を調査する機器・装置の開発等を実施。

### 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発(担当: 松岡 寿浩)

実施期間: 平成27年4月1日～平成29年3月31日

概要: 取出し後の燃料デブリを収納・移送・保管するため、収納缶の開発等を実施

### 事故進展解析及び実機データ等による炉内状況把握の高度化(担当: 狩野 喜二)

実施期間: 平成27年4月10日～平成28年3月31日

概要: 廃炉作業で得られた情報と高度化する事故進展解析技術を踏まえ、炉内状況の推定・把握を実施。米国電力研究所 (EPRI) に一部検討を委託。エネ総工研と共同実施。

### 圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発

(担当: 田中 徳彦)

実施期間: 平成26年7月25日～平成28年3月31日

概要: 圧力容器／格納容器の耐震安全性を踏まえた冠水工法の成立性評価等を実施。

### 原子炉内燃料デブリ検知技術の開発(担当: 泉 幹雄)

実施期間: 平成26年6月20日～平成27年12月31日

概要: 圧力容器内の燃料デブリの位置等を非破壊で検出する宇宙線ミュオンを利用した観測技術の開発を実施。透過法 (KEK) 及び散乱法 (米国 LANL) の検討を委託。

### 燃料デブリ臨界管理技術の開発(担当: 中野 誠)

実施期間: 平成27年4月1日～平成28年3月31日

概要: デブリ取出し作業に伴う再臨界防止のため、臨界評価や臨界検知技術、臨界防止技術の開発を実施。

### 燃料デブリの性状把握(担当: 荻野 英樹)

実施期間: 平成27年4月1日～平成29年3月31日

概要: 燃料デブリの取出し・収納・保管等の検討のため、模擬デブリ等を用いた燃料デブリの性状推定を実施。電中研、仏国 CEA やカザフスタン国立原子力センターに一部検討を委託。

### 固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発(担当: 芦田 敬)

実施期間: 平成27年4月1日～平成29年3月31日

概要: 破損燃料由来の放射性核種や海水成分を含む廃棄物を処理処分するための研究開発を実施。電中研や米国カリフォルニア大バークレー校に一部検討を委託。

### 燃料デブリ・炉内構造物の取出し技術の開発(担当: 守中 廉)

実施期間: 平成26年7月15日～平成27年3月31日

概要: 燃料デブリの取出し工法決定のための条件・計画や関連する技術や装置の開発計画等を策定。

計 14件

# 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 における廃炉研究開発の取組みについて

平成27年7月6日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

理事長 劔田 裕史



# 国際廃炉研究開発機構の概要

- **使命** 将来の廃炉技術の基盤強化を視野に、当面の緊急課題である福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術の研究開発に全力を尽くす
- **名称** 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (略称：IRID「アイリッド」)  
(International Research Institute for Nuclear Decommissioning)
- **設立** 2013年8月1日 (認可)
- **事業**
  - ・廃止措置に関する研究開発
  - ・廃止措置に関する国際、国内関係機関との協力の推進
  - ・研究開発に関する人材育成
- **組合本部** 〒105-0003 東京都港区西新橋2-23-1 3東洋海事ビル5F  
(電話番号) 03-6435-8601 (代表)  
(ホームページアドレス) <http://www.iris.or.jp>
- **組合員**
  - ・国立研究開発法人  
(国) 日本原子力研究開発機構 (JAEA)、(国) 産業技術総合研究所 (AIST)
  - ・メーカー  
(株) 東芝、日立GE ニュークリア・エナジー (株)、三菱重工業 (株)、(株) アトックス
  - ・電力会社等  
北海道電力 (株)、東北電力 (株)、東京電力 (株)、中部電力 (株)、  
北陸電力 (株)、関西電力 (株)、中国電力 (株)、四国電力 (株)、  
九州電力 (株)、日本原子力発電 (株)、電源開発 (株)、日本原燃 (株)

# 国際廃炉研究開発機構の役割

- 福島第一原子力発電所廃炉の加速化、安全確保、環境保全
- 福島の早期復興と国民の安心

廃炉・汚染水対策チーム会合  
 (チーム長：経済産業大臣) [全体の司令塔機能]  
 (事務局長：経済産業副大臣)

- 将来の廃炉や安全高度化への対応
- 関連技術の涵養・蓄積と高度化

電力会社各社、プラント・メーカー等

中長期ロードマップの提示・報告

研究開発計画の提示・報告

将来の廃炉計画への反映

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

組合事務局 (R&Dマネジメント)

R&D実施機関

東京電力

福島第一廃炉  
推進カンパニー

福島第一原子力発電所  
(廃炉現場)

廃炉技術開発に関する一元的マネジメント

現場ニーズの抽出

開発成果の実用化

計画・戦略の提案

- 技術の現場ニーズ・シーズ分析と調整 (最適化/整合)
- 個別技術開発の調整・指示
- 国際・国内助言の取組み
- ポテンシャル技術の開拓
- 人材育成や大学等の連携強化

合理的開発の  
主導

協働・協力の  
主導

開発成果の  
共有

プラント・メーカー等

日本原子力研究開発機構

産業技術総合研究所

電力会社各社

その他研究機関

技術やマネジメント面の助言

共同研究、R&Dへの参画等

国内・海外関係機関からの助言

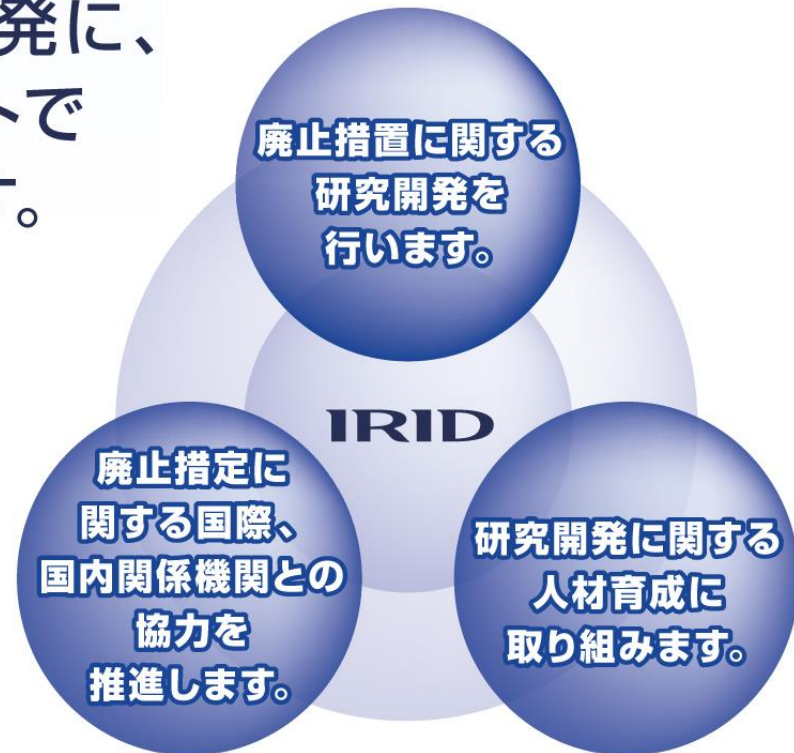
共同研究実施機関

# IRIDの事業内容

国内外の叡智を結集し、  
廃炉のための研究開発に、  
一元的なマネジメントで  
取り組んでまいります。

## 研究内容

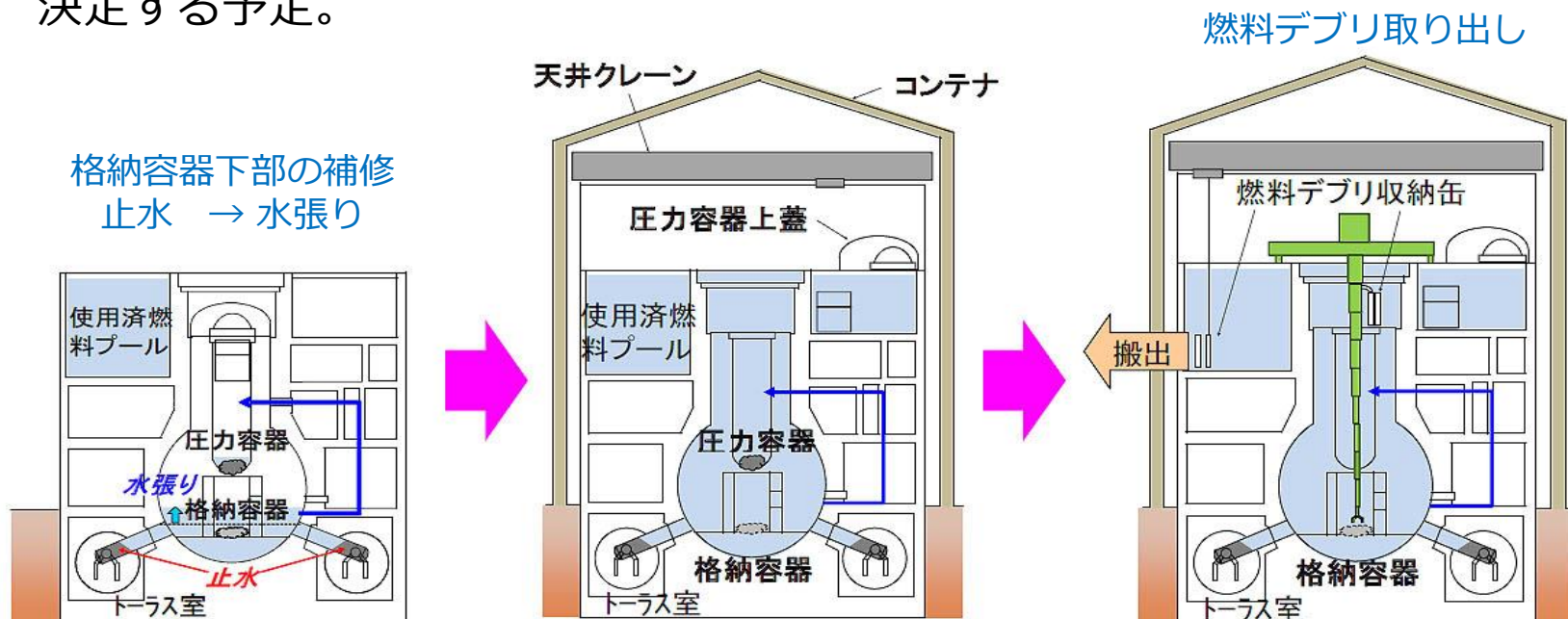
- 使用済燃料プールの燃料  
取り出しに係る研究開発
- 燃料デブリ取り出し準備に  
係る研究開発
- 放射性廃棄物の処理・処分に  
係る研究開発





# 燃料デブリ取出しの作業イメージ

- 燃料デブリを冠水させた状態で取り出す方法が、作業者被ばく低減の観点から最も有望
- 格納容器の水張りに向けた調査・補修技術を研究中
- 更に、燃料デブリ取り出し・収納・保管に必要な研究開発を推進中
- 燃料デブリ取り出し工法は、候補となる工法（冠水工法、冠水させずに上部または横から取り出す気中取り出し工法など）の中から2018年中に決定する予定。



# IRIDの廃炉研究開発プロジェクト

使用済燃料の  
長期健全性評価  
(～2017年度)

## 除染・線量低減

遠隔除染  
装置開発  
(～2015年度)

## 格納容器止水・補修

格納容器  
止水技術  
(～2017年度)

同実規模  
試験  
(～2016年度)

## デブリ取出

格納容器/  
圧力容器  
健全性評価  
(～2016年度)

燃料デブリ・  
炉内構造物  
取出技術  
(～2019年度)

デブリ  
臨界管理  
(～2019年度)

デブリ収納・  
移送・保管  
(～2019年度)

## 炉内調査・分析

原子炉内燃料  
デブリ検知技術  
(～2016年度)

事故進展解析  
による炉内把握  
(～2017年度)

## 調査

圧力容器  
内部調査技術  
(～2019年度)

## 性状把握

格納容器内部  
調査技術  
(～2016年度)

燃料デブリ  
性状把握  
(～2019年度)

## 廃棄物処理・処分

固体廃棄物  
処理・処分技術

# 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## 研究開発等内容

FP核種等の化学挙動解明に向けた研究(逢坂正彦GL)  
炉内における、Csの分布及び吸着性状・脱着挙動等を予測・評価し、炉内線源分布評価に資する

炉心物質の移行挙動解明に向けた研究(中桐俊男GL)  
燃料集合体の溶落に係る重要な要素過程を予測・評価し、デブリ分布、構造物の残留状況評価に資する

燃料デブリ分析(若井田育夫GL)  
レーザーや高輝度なX線源を用いた迅速な元素・同位体分析、状態分析手法を確立する

燃料デブリ取出し時の線量評価(奥村啓介SGL)  
燃料デブリ、Cs表面汚染等、精緻な線源モデル開発と輸送計算によるデブリ取り出し工程における線量評価手法を確立する

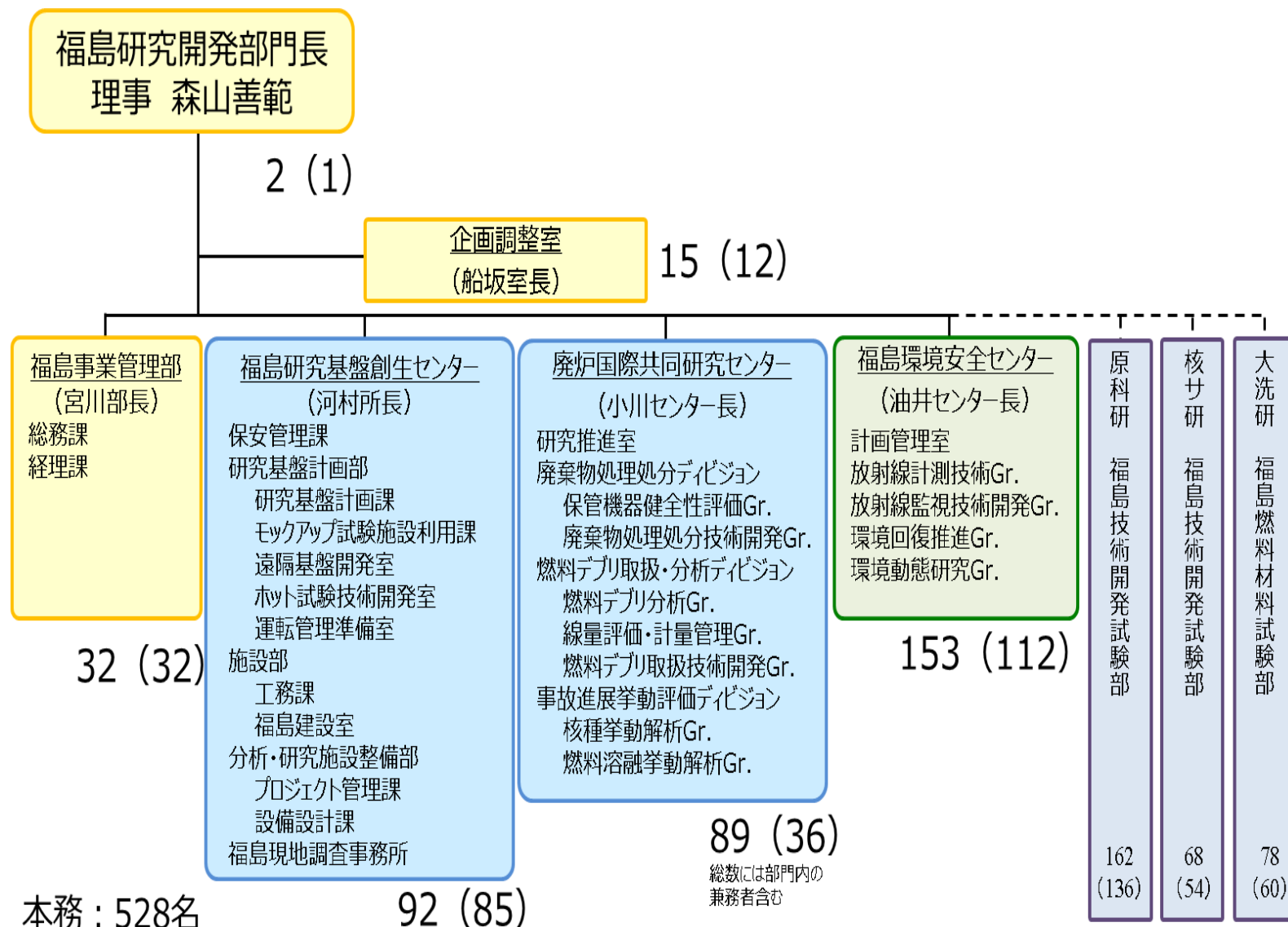
廃棄物処分の安全評価の信頼性向上にかかる開発(芦田敬GL)  
安全評価解析コードの開発、安全評価インプットデータの整備・拡充により安全評価の信頼を向上

人工バリア材の高度化開発(芦田敬GL)  
核種閉じ込め・収着性能向上バリア材、超長寿命処分容器の開発により処分技術を高度化

廃棄体性能の高度化開発(芦田敬GL)  
放射性核種及び有害物質等を廃棄体内に閉じ込める、あるいは固化体からの溶出を遅延させるための固化技術を開発

分析・測定技術の高度化開発(芦田敬GL)  
事故廃棄物の核種分析に必要となる分析手法の標準化、また、コンパクト化、自動化した分析技術を開発

## 組織・体制



1F廃炉対策タスクフォース (議長：森山理事)  
汚染水問題などの喫緊の課題に対し、機構全体として組織横断的かつ速やかに対応するため、理事長達により設置

各組織の数値は、職員その他、技術開発協力員、嘱託、任期付職員等の人員数。( )内は本務。

**遠隔技術研究(川妻伸二次長)**  
ロボットの標準試験法、バーチャルリアリティ技術による1Fの環境を模擬したシミュレータや先進的な計測技術を開発

Gr:グループ、  
GL:グループリーダー、  
SGL:サブグループリーダー

**現状での他セクターとの連携状況**  
IRIDの構成員として廃炉・汚染水対策事業「燃料デブリの性状把握」、「固体廃棄物の処理処分技術の開発」等で中心的な役割を担うとともに、国内外の大学、研究機関と連携した先端的技術開発を実施。基礎基盤的研究から応用研究までを包括的に実施、人材育成を行う組織体制を構築。





# 廃炉に係る研究開発の概要

平成27年7月6日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

福島研究開発部門

**福島研究開発部門長**  
理事 森山善範

福島第一原子力発電所（1F）事故への対応の基本的考え方（平成26年8月：グランドデザイン策定）

- 総力を挙げて取り組むことが、我が国唯一の総合的原子力研究開発機関としての最優先事項
- 廃止措置と環境回復に一体的かつ総合的に取り組む
- 国内外の関係機関との連携を図り、世界の英知を集めて研究開発に取り組む
- 研究開発によって得られた成果を含め、事故の教訓・知見を次世代に継承する

2 (1)

**企画調整室**  
(船坂室長)

15 (12)

**福島事業管理部**  
(宮川部長)

総務課  
経理課

32 (32)

**福島研究基盤創生センター**  
(河村所長)

保安全管理課  
研究基盤計画部  
研究基盤計画課  
モックアップ試験施設利用課  
遠隔基盤開発室  
ホット試験技術開発室  
運転管理準備室  
施設部  
工務課  
福島建設室  
分析・研究施設整備部  
プロジェクト管理課  
設備設計課  
福島現地調査事務所

92 (85)

**廃炉国際共同研究センター**  
(小川センター長)

研究推進室  
廃棄物処理処分ディビジョン  
保管機器健全性評価Gr.  
廃棄物処理処分技術開発Gr.  
燃料デブリ取扱・分析ディビジョン  
燃料デブリ分析Gr.  
線量評価・計量管理Gr.  
燃料デブリ取扱技術開発Gr.  
事故進展挙動評価ディビジョン  
核種挙動解析Gr.  
燃料溶融挙動解析Gr.

89 (36)

総数には部門内の  
兼務者含む

**福島環境安全センター**  
(油井センター長)

計画管理室  
放射線計測技術Gr.  
放射線監視技術開発Gr.  
環境回復推進Gr.  
環境動態研究Gr.

153 (112)

原  
料  
研

福島技術開発試験部

162  
(136)

核  
サ  
研

福島技術開発試験部

68  
(54)

大  
洗  
研

福島燃料材料試験部

78  
(60)

本務：528名  
兼務：142名  
総数：670名

**1F廃炉対策タスクフォース**（議長：森山理事）  
汚染水問題などの喫緊の課題に対し、機構全体として組織横断的かつ速やかに対応するため、理事長達により設置

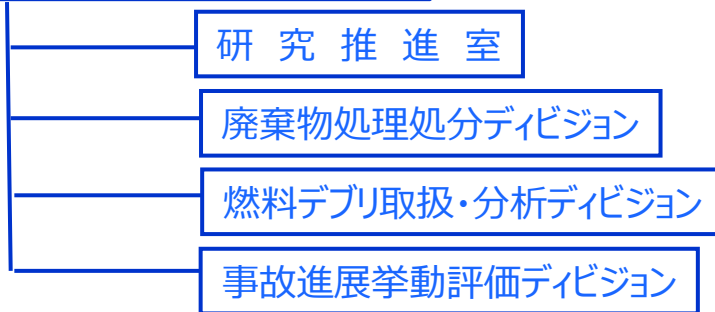
各組織の数値は、職員その他、技術開発協力員、嘱託、任期付職員等の人員数。( )内は本務。



## (I) 国内外の英知を結集する場の整備

- 平成27年4月組織設置：茨城県東海村

### 廃炉国際共同研究センター



平成28年度～  
国際共同研究棟  
：福島県に構築



楢葉町、大熊町に整備中の研究拠点を活用して研究開発を実施

## (III) 中長期的な人材育成機能の強化

- 文部科学省「廃止措置基盤研究・人材育成プログラム」等での採択機関とともに、連携講座を開設し、異分野分析技術の統合、人材育成に取り組む。

- 多様な人材を集めるためにクロスアポイント制度等を導入



## (II) 国内外との廃炉共同研究の強化

- 副センター長：Carlo Vitanza氏 招聘  
※OECDハルデン計画全体の責任者の経験
- シニアアドバイザー：米国DOEより 招聘予定
- 海外からの研究者の招聘
- 海外の研究機関等との共同研究
- 文部科学省「原子力システム研究開発事業」、「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」等での採択機関や、国際廃炉研究開発機構（IRID）、東京電力等と協力
- 廃炉基盤研究プラットフォーム（仮称）を設置、大学、研究機関、企業等と連携
- 廃炉の基盤的な研究開発のハブとしての取組を検討中

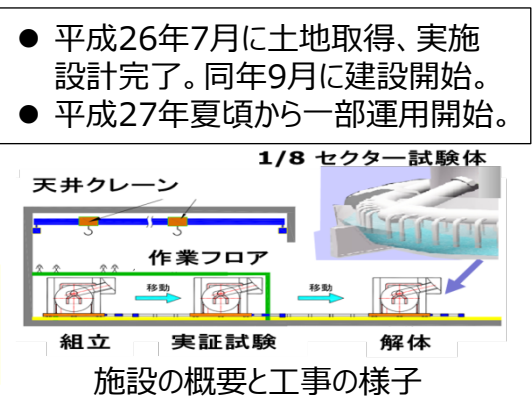
## (IV) 情報発信機能の整備

- 国立国会図書館と連携し、国、東京電力、が発信するインターネット情報をIAEAの原子力事故情報分類に従って整理し、「JAEAアーカイブ（福島原子力事故関連情報アーカイブ）」として発信。

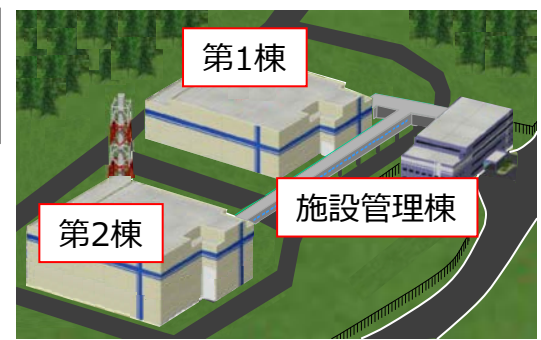


● 1F廃炉加速に必要な不可欠な遠隔操作機器や放射性物質の分析・研究等に関する技術基盤を確立するため、福島県内に研究拠点を整備。

①遠隔操作機器・装置の開発実証試験施設（楡葉遠隔技術開発センター）



②放射性物質の分析・研究施設（大熊分析・研究センター）



- 平成26年6月、立地候補地決定
- 平成26年度から、詳細設計開始。
- 平成29年度内の運用開始を念頭に整備。

分析・研究施設のイメージ図

③遠隔技術研究

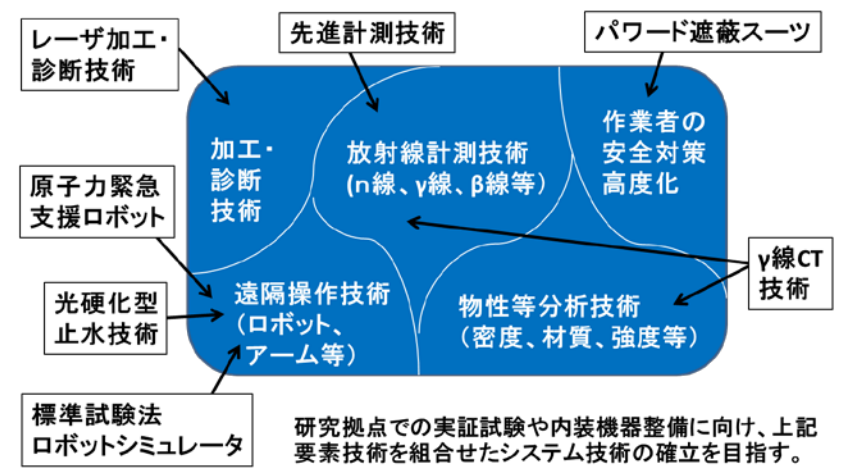
## 遠隔技術に係る研究開発

楡葉遠隔技術開発センターの利用を念頭に実施。

番号	研究大テーマ	研究小テーマ	廃炉関連作業		
			①	②	③
1	ロボット技術開発	標準試験法の開発	○	○	○
2		ロボットシミュレータの開発	○	○	○
3		パワード遮蔽スーツの開発	○	○	○
4		原子力緊急支援ロボットの開発・整備	○	-	-
5	ホット試験技術開発	レーザー加工技術の開発	-	○	○
6		レーザー診断技術の開発	○	-	○
7		γ線CT技術の開発	-	-	○
8		先進計測システムの開発	○	-	○
9		光硬化型止水技術の開発	-	○	-

(注) 廃炉関連作業 ① 建屋内における調査・作業(モックアップ試験施設利用の高度化)  
 ② 燃料デブリの取出し(モックアップ試験施設利用の高度化)  
 ③ 放射性廃棄物の処理・処分(分析・研究施設利用の高度化)

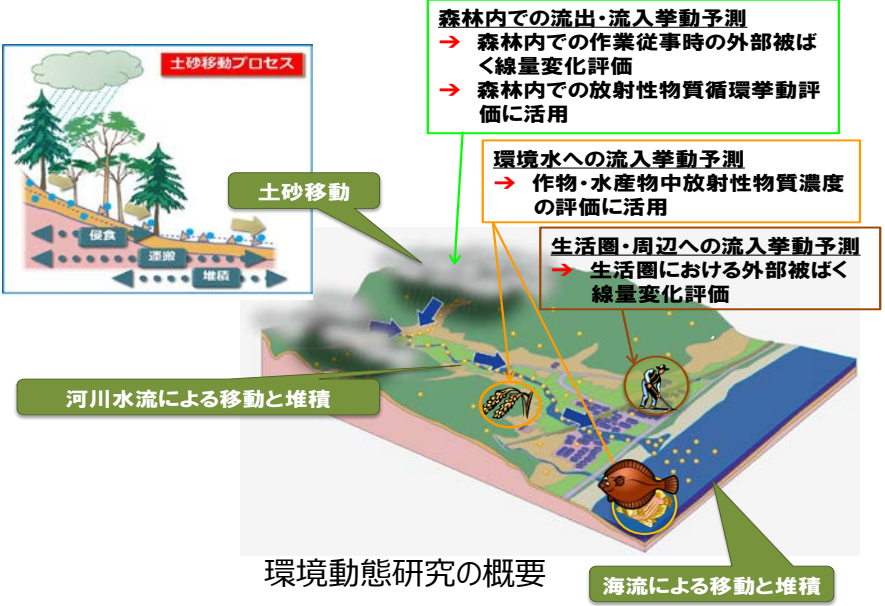
## 研究テーマの位置付け



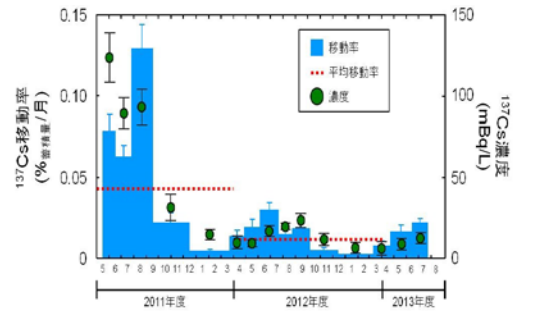
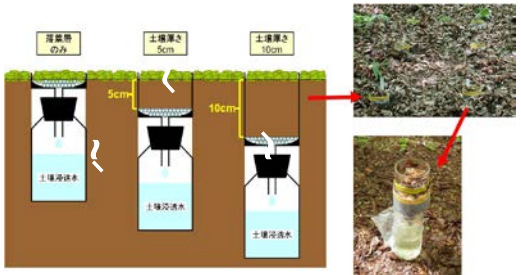
廃炉に係る遠隔技術開発マップ

● 「環境の汚染への対処に関する特別措置法」と「福島復興再生特別措置法」に基づき、関係機関と連携しつつ、環境モニタリング・マッピング技術開発、環境動態研究、除染・減容技術開発、専門家派遣による自治体等への直接的支援活動、福島県が進める環境創造センター計画へ参画。

【主な環境動態研究の例】



① 森林土壌からのセシウム移行調査



土壌中のセシウムの移動率調査

土壌中のセシウムの移動率の時間変化

- 放射性セシウムの大部分は、森林内に留まっている（森林内から林外への年平均セシウム流出率は、0.2%程度）
- 放射性セシウムの大部分は土壌の表層付近に分布（地表から5 cm以内に90%以上の放射性セシウムが留まっている）

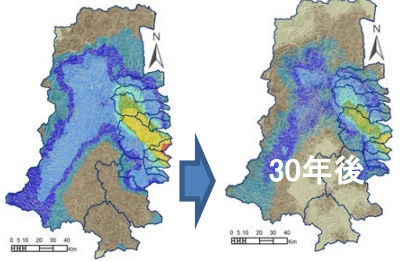
② ため池（農業用水）、ダム（飲料水）への移行調査



ダム・ため池  
堆積物試料採取

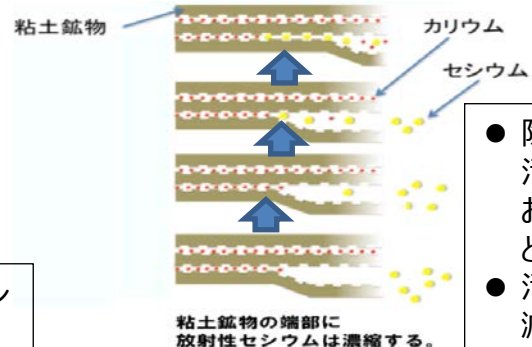
- ダム湖底堆積物の深さ方向における放射性セシウムの分布を調査
- 水溶性のセシウムは少なく、大部分のセシウムは湖底の粘土層に含まれる

③ 山間部のセシウム分布を解析により予測



- 調査結果をパラメータとし、セシウム分布の経年変化を解析

④ セシウムの粘土鉱物への吸脱着機構の解明



- 除染により発生した汚染土壌の保管における安全対策などに活用可能
- 汚染土壌の大幅な減容化の期待





## 廃炉研究開発連携会議

廃炉プロジェクトの統合、  
適時な課題の明確化、  
研究開発の時間軸設定



廃炉国際共同研究センター

人事  
交流

廃炉人材育成拠点、  
JST採択事業

## 廃炉基盤研究プラットフォーム

バザールのアプローチ:

- 多様なプレイヤー(大学、研究機関、企業、事業者)が専門知識、技術、アイデアを持寄り、連携し、競い合う。成果物をタイムリーにプロジェクトに届ける。
- 福島県内にJAEAが設置する研究開発拠点の整備・有効活用への積極的な参画。
- 見えていない課題の掘り起しによる長期的なリスク管理。
- 幅広い基盤の形成・維持 → 不測の事態への機敏な対応。
- 時々の課題に応じてWG設置。

国際  
連携

# 参 考 資 料

年	月	取組
平成23年	3月	東日本大震災発生 東京電力株式会社福島第一原子力発電所(1F)事故発生
	12月	1～4号機で冷温停止達成 廃炉に向けた工程(中長期ロードマップ)公表
平成24年	4月	福島技術開発特別チームを設置
	7月	中長期ロードマップ改定
	9月	原子力規制委員会が発足
平成25年	4月	福島廃炉技術安全研究所(平成27年4月:福島研究基盤創生センターに名称変更)を設置
	6月	中長期ロードマップ改定
	8月	技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)設立、JAEAも参画
平成26年	4月	福島研究開発部門を設置(原子力機構改革計画に基づく組織再編)
	8月	原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)設立
	11月	4号機使用済燃料プールからの使用済燃料の取り出し完了
平成27年	4月	廃炉国際共同研究センターを設置



## 東京電力（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等研究開発の加速プラン〈概要〉 ～世界の英知を結集した研究開発・人材育成拠点の構築～ 文部科学省 平成26年6月20日 公表

※文部科学省公開資料より抜粋。

●東京電力福島第一原子力発電所の安全な廃止措置等を推進するため、国内外の英知を結集し、安全かつ確実に廃止措置等を実施するための先端的技術研究開発と人材育成を加速する。

○平成27年4月に日本原子力研究開発機構内に廃炉国際共同研究センターを設置。**平成28年度より本格運用。**

### (I) 国内外の英知を結集する場の整備

#### ○廃炉国際共同研究センターの整備

- 多様な分野の国内外の大学、研究機関、企業等が集結する場を東電福島第一原子力発電所近傍に構築。
- **100名から150名規模の研究者等の参画による本格運用**を目指す。
- なお、拠点の整備までは、原子力機構の既存施設等を活用し、研究開発を実施。

### (II) 国内外との廃炉共同研究の強化

#### ○国内外の英知を結集するため

##### の研究開発の実施

- 燃料デブリの取扱いや廃棄物処理処分、環境安全等について、**国内外の大学・研究機関等**が、拠点を中心として行う**国際共同研究活動等**を支援。

#### ○原子力機構自ら行う研究開発の強化

- 廃炉等に係る**優れた研究者の招へい**や**国際協力**等による、国内外の英知を結集した新たな研究体制の下で、炉内状況把握手法の開発やデブリ性状評価等の廃炉研究を加速。

### (III) 中長期的な人材育成機能の強化

#### ○廃止措置に関する人材育成プログラムの強化

- 東電福島第一原発の廃炉安全かつ着実に廃炉を進めていく上で必要となる人材育成を加速。
- **国内外の大学や民間企業の連携による国際的な産学連携講座**を福島県内に設置。

### (IV) 情報発信機能の整備

#### ○東京電力福島第一原子力発電所の廃炉

##### に関する情報発信機能の整備

- センター内で得られた廃炉の加速に資する研究開発でデータ等の整備・公開に係る基盤の整備（システム検討）

## 廃炉国際共同研究センター

国内外の研究者等 100人～150人規模の参画を想定

東海・大洗等の施設を活用した事業  
(平成27年4月～)

### 【廃炉等に関する研究開発の加速】

- ・核燃料取扱、分析、モニタリング技術
- ・デブリ取り出し、廃炉工法
- ・放射性廃棄物の取扱い、保管・管理など

### 【JAEA特有の試験施設群の活用】

- ・核燃料、放射性物質の使用施設
- ・高エネルギー量子照射施設 など

### 国際共同研究棟：福島県内（平成28年度～）

### 【幅広い分野の研究開発】

- ・廃炉等の研究開発及び人材育成の拠点
- ・福島第一近郊
- ・延床面積約2,500m<sup>2</sup>
- ・国内外の大学、研究機関等が廃炉研究のために共同利用できる施設として整備。



イメージ図

### 楢葉遠隔技術開発センター (平成27年度～)

- 【廃炉に係る研究開発】
- ・遠隔操作機器・装置の開発等



### 大熊分析・研究センター (平成29年度～)

- 【廃炉に係る研究開発】
- ・難測定核種の分析手法の開発
  - ・燃料デブリの性状把握等



東京電力、IRID、NDF

東京電力、国際廃炉研究開発機構（IRID）、原子力損害賠償・廃炉等支援機構（NDF）、との連携、協力

連携・協力

福島県、環境省

### 環境創造センター (平成27年4月～)

- ・環境モニタリング、環境回復研究

### 福島県ハイテックプラザ

- ・産学連携
- ・地域産業との協力

連携・協力

活用

目標：日本原子力研究開発機構（JAEA）を中核とした国際的な研究開発拠点を構築し、国内外の大学、研究機関、産業界等の人材が交流するネットワークを形成、産学官による研究開発と人材育成を一体的に進める体制を構築する。

### 【今後の取組】

- 平成27年4月に、JAEA内に「廃炉国際共同研究センター」を設置。当面は、東海、大洗地区の既存の施設を活用。
- 福島での研究開発拠点としてJAEAが整備予定の「楢葉遠隔技術開発センター（平成27年度～）」、「大熊分析・研究センター（平成29年度～）」を活用した共同研究事業を順次開始。
- 多様な分野の基盤的な研究開発に関し、外部の研究者が自由に共用できる研究開発拠点として「国際共同研究棟」を整備。（平成28年度～）
- 基盤的な研究開発と現場での技術の連携を図り、大学等の参画により人材育成の場として活用。

## (1) FP核種等の化学挙動解明に向けた研究

【ねらい】

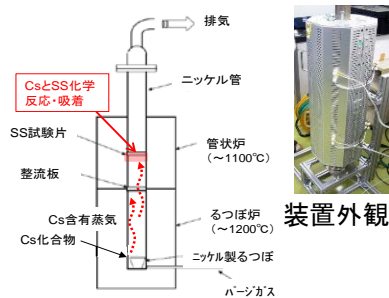
- ・BWR特有の条件を考慮し、核分裂生成物（FP）、ホウ素等、炉内核種の放出/移行/吸着を決定づける化学挙動を解明
- ・ホウ素の化学的影響⇒Cs, I, Pu等の化学挙動変化、等

【主要な研究テーマ】

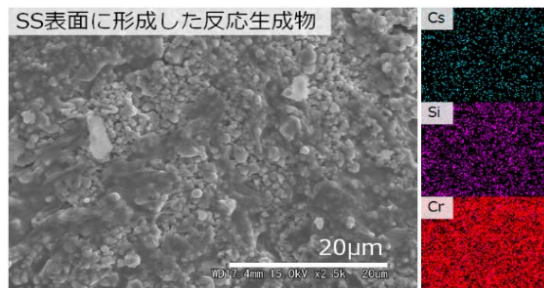
福島第一原発（1F）炉内における、Csの分布及び吸着性状・脱着挙動、ならびにホウ素の化学的影響を予測・評価  
⇒ 炉内線源分布評価に資する

原子力基礎工学研究センター・軽水炉基盤技術開発ディビジョンと一体的に研究を推進

### Cs化学吸着・反応挙動評価



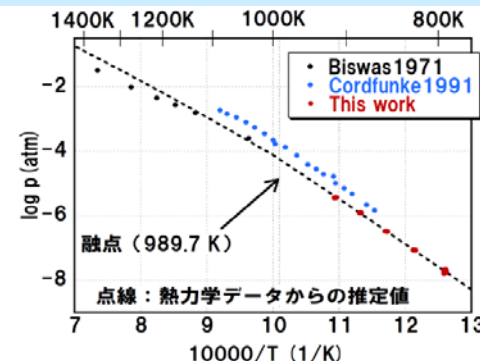
Cs化学吸着試験装置



Cs化学吸着形成物の性状評価

知見反映

### Cs-B-O系化合物の熱力学特性評価



Cs-B-O系化合物調製及び平衡蒸気圧測定

CsのSS中不純物Siとの化学反応により非水溶性の安定な化合物が形成

知見反映  
モデル検証

複雑な相状態である  
Cs-B-O系化合物の高精度な蒸気圧データを取得

ポスドク受入れ（申請中）

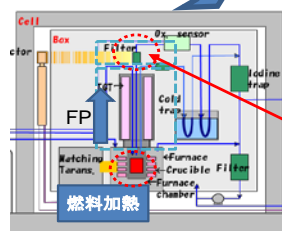
フィンランド  
VTT

他に事象進展解析に関する協力を検討中

国内外大学  
研究機関

協力を模索中

知見・モデルの検証



照射済燃料を用いた試験装置



協力協定締結  
留学生派遣

フランス  
CEA

FP放出・移行を再現する装置により、知見・モデルを検証

研究生受入れ  
FP放出挙動評価

福井大学

FP化学挙動解明  
軽水炉安全基盤強化にも貢献

### FP放出移行挙動再現実験／FP化学挙動（形）分析



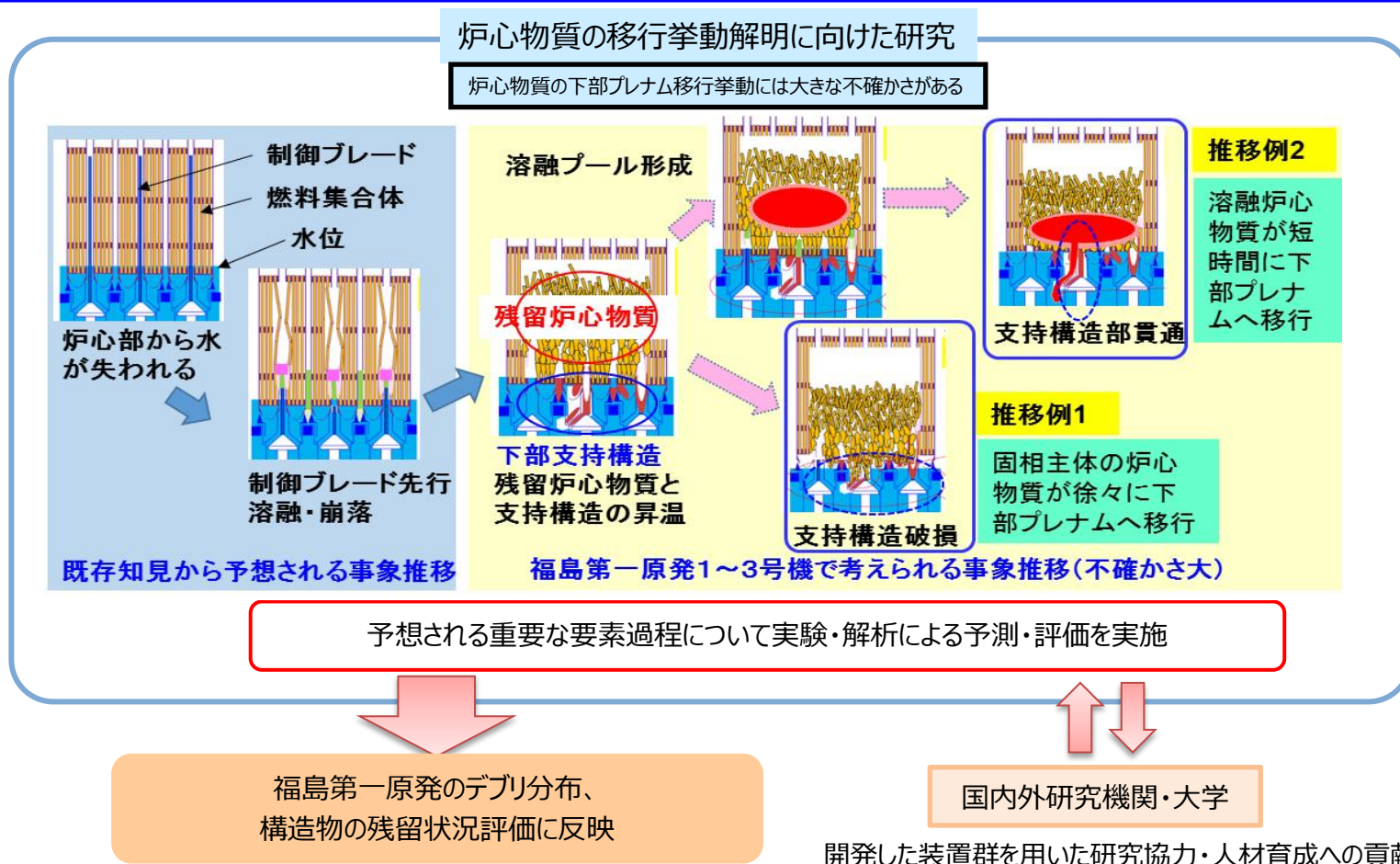
## (2) 炉心物質の移行挙動解明に向けた研究

【ねらい】・福島第一原発（1F）での炉内状況調査を反映しつつ、燃料デブリや炉内構造物の最終形態（分布、化学状態等）に影響する燃料集合体の溶落挙動を解明

・非均質な炉心溶融の進展⇒例：制御ブレード先行溶融・崩落、等

【主要な研究テーマ】

炉心破損にともなう、炉内物質の移行挙動の重要な要素過程（燃料集合体の溶落/炉心支持板の破損/下部プレナムの破損/MCCI等）を予測・評価 ⇒ デブリ分布、構造物の残留状況評価に資する

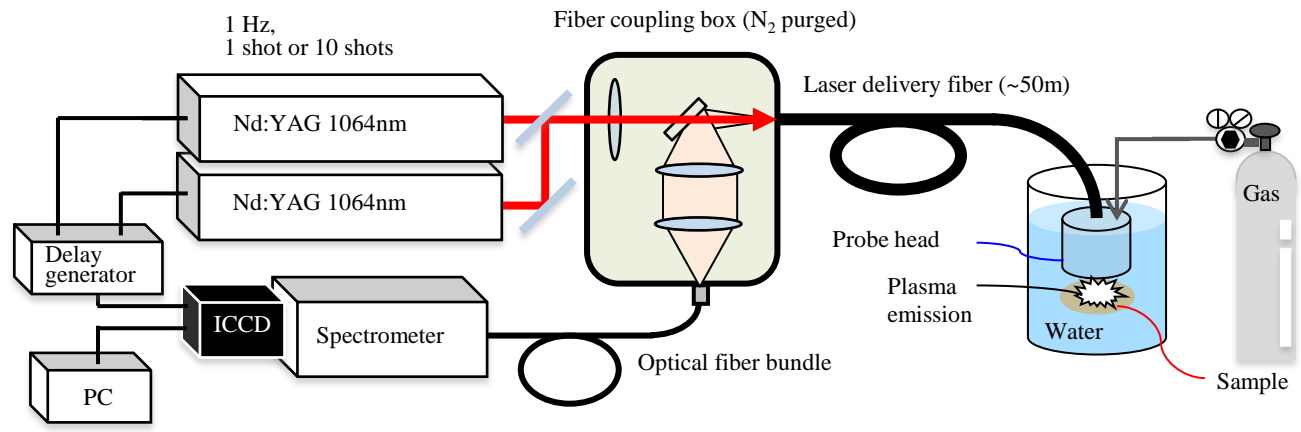


レーザーや高輝度なX線源を用いた迅速な核燃料物質、アクチノイド等の元素・同位体分析、状態分析手法を確立し、廃炉に向けた種々の分析技術開発に貢献する。

- ◆ **耐放射線光ファイバーを用いた炉内その場分析プローブの開発**  
⇒ルビーシンチレーターと耐放射線性光ファイバーを用いた放射線分布計測、レーザー誘起発光分光法 (LIBS) による遠隔元素分析を目指す。
- ◆ **元素・同位体定量分析レーザー遠隔分光分析技術開発**  
⇒LIBSの高度化技術、レーザーアブレーション共鳴分光法の確立を目指す。
- ◆ **X線表面分析技術開発**  
⇒ 小型加速器を用いた迅速分析を目指す。



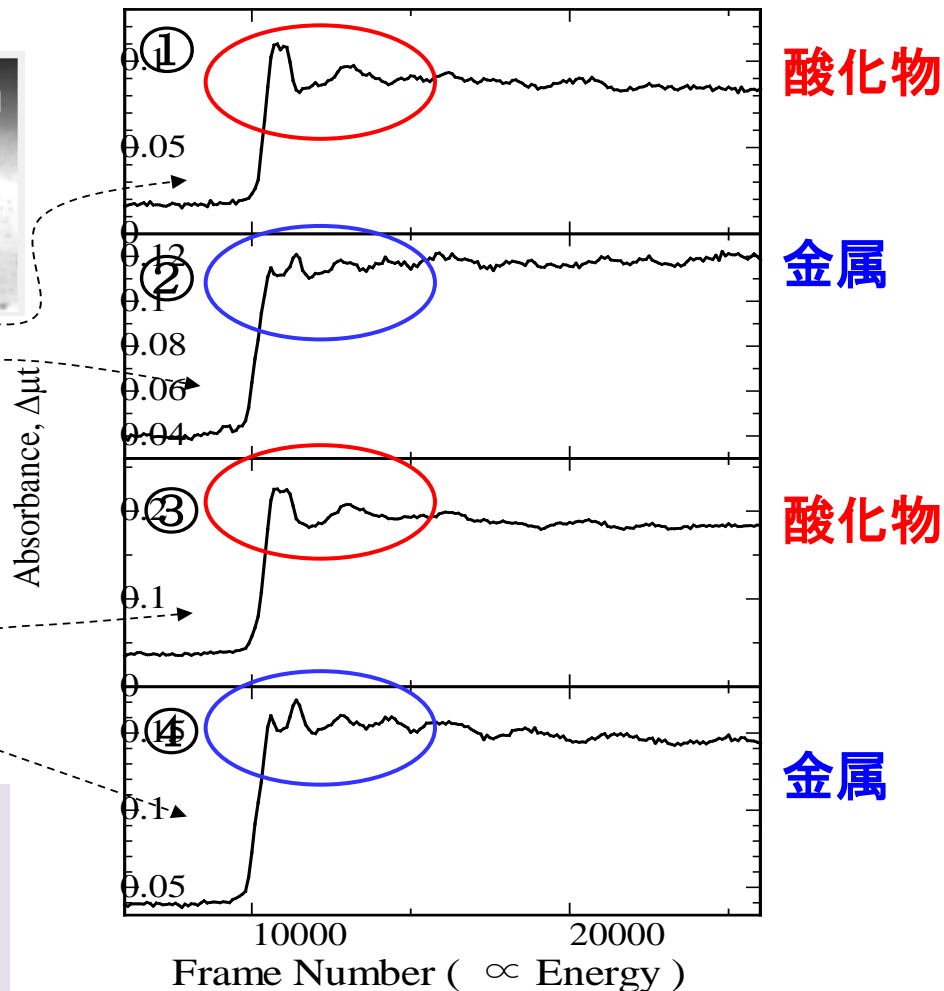
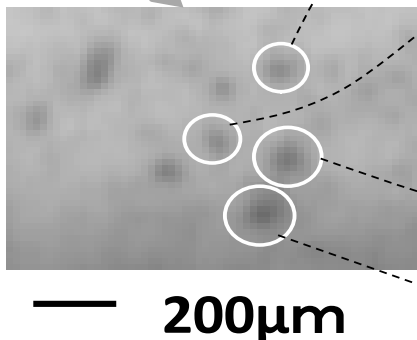
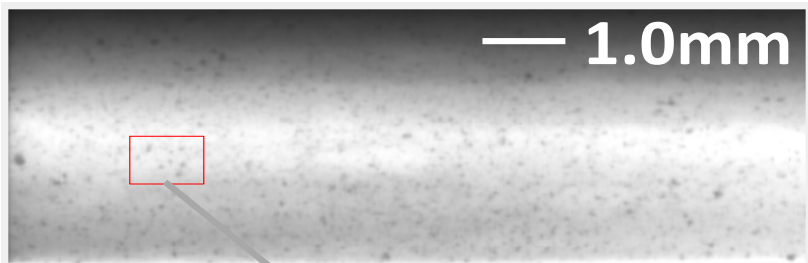
可搬型水中伝送LIBS装置 (試作)



ガスフロー水中集光ヘッドを用いたLIBS装置 (概要)

# 局所的な化学状態・性状をプローブする (イメージングXAFS分析法によるルテニウムの分布と化学形判別例)

Imaging XAFS of Ru K-edge : Mixture of Ru metal and RuO<sub>2</sub> powders



微小領域に乱雑に分布するルテニウムの化学形を分離して明らかに出来る！

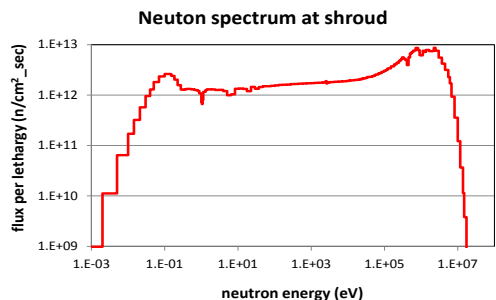


○ 事故解析・試験・実測等の情報からプラント内線源分布を推定する手法を確立し、**線量分布評価に貢献する。**

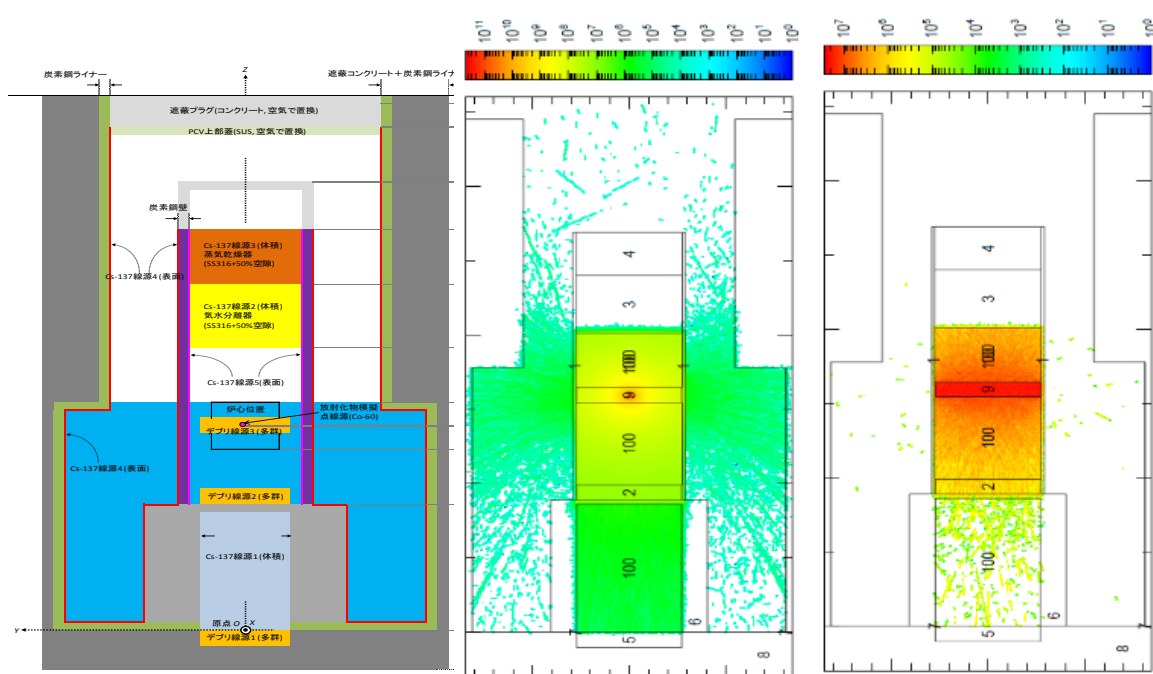
◆ 炉内における線量分布評価技術開発

⇒燃料デブリ、Cs表面汚染、放射化物等による1Fプラント内の精緻な線源モデルの開発と放射線輸送計算によるデブリ取り出し工程における線量評価手法の確立。

14	6	6	6	6	6									
13	5	5	5	5	6	6	6							
12	3	4	4	3	5	5	6	6	6	6				
11	4	1	2	3	4	4	5	5	5	6	6			
10	2	3	1	2	3	1	2	3	2	5	6			
9	4	2	3	1	2	3	1	4	4	5	6	6		
8	4	1	2	4	1	2	3	4	4	3	5	6		
7	1	3	1	2	3	1	3	3	1	2	5	6	6	
6	3	2	3	1	2	4	1	2	3	1	4	5	6	
5	4	1	2	4	4	2	3	1	2	3	4	5	6	6
4	4	3	1	4	4	1	2	4	1	2	3	3	5	6
3	2	1	3	1	2	3	1	2	3	1	2	4	5	6
2	1	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	4	5	6
1	4	2	1	4	4	1	2	4	4	2	4	3	5	6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14



中性子スペクトル評価



炉内の線量分布 (試算)

## 安全評価解析コードの開発

- 多様な廃棄体の特性，廃棄体特性に対応した処分概念および設計オプション，地質環境の不均一性や空間的な広がり等の性能評価上の差異を表現できる評価体系および評価モデルを検討し，これらの取り扱いを可能とする解析コードを整備する（図1）。

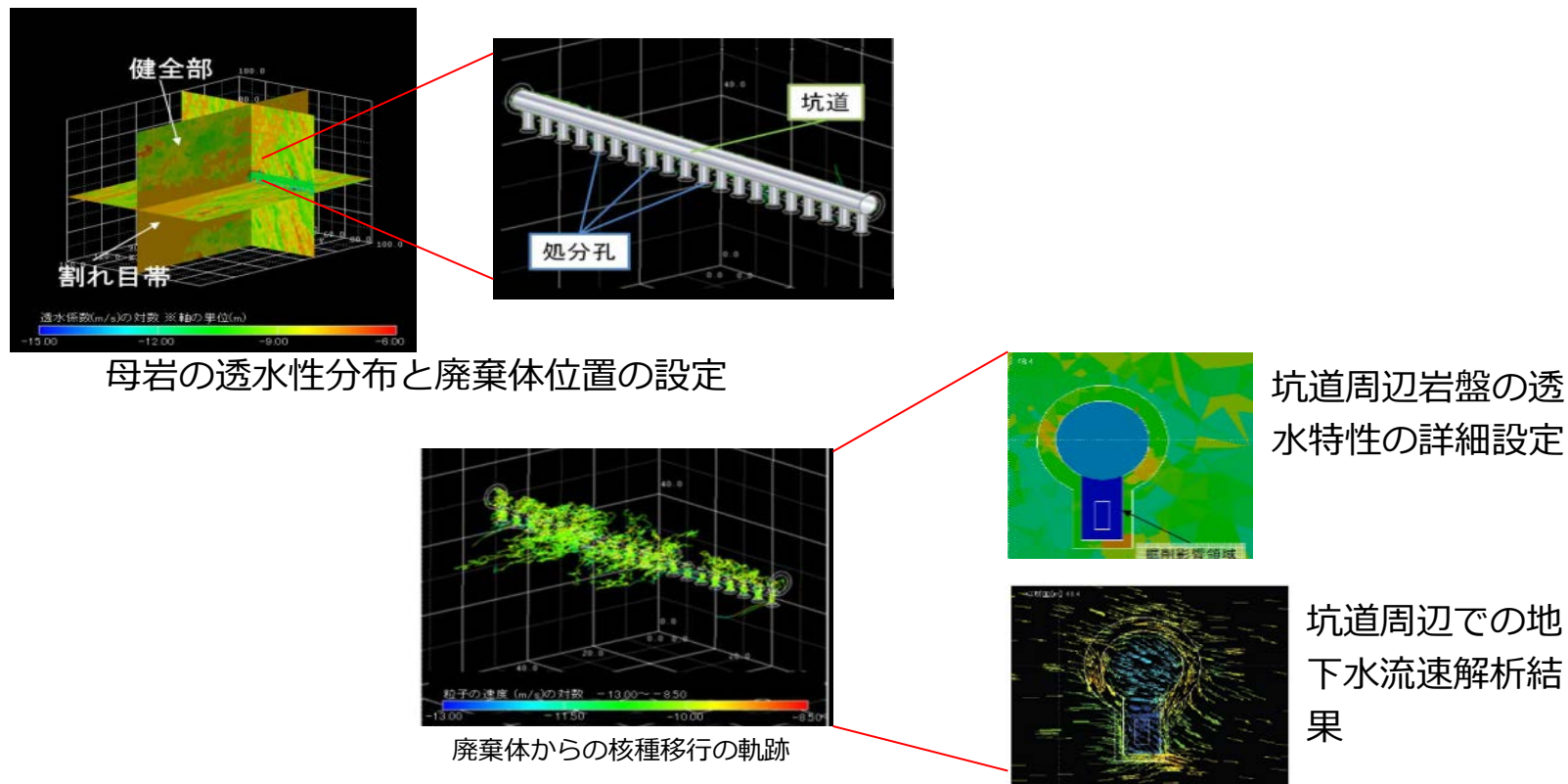


図1 坑道周辺の工学的対策や岩盤の不均質性を考慮した複数廃棄体からの核種移行評価の例

## 安全評価インプットデータの 整備・拡充

### 核種移行現象評価モデルの開発

- 多様な事故廃棄物が有する廃棄体特性、共存物質、バリア材料の組合せにおいて、知見が不足し、かつ共通性が高い重要課題について核種移行メカニズムの理解と評価モデルの開発を進める（図1）。

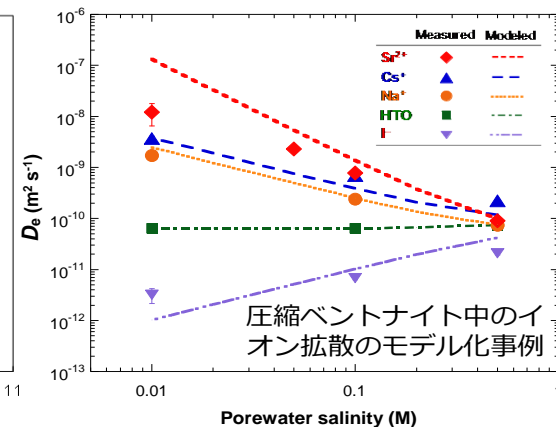
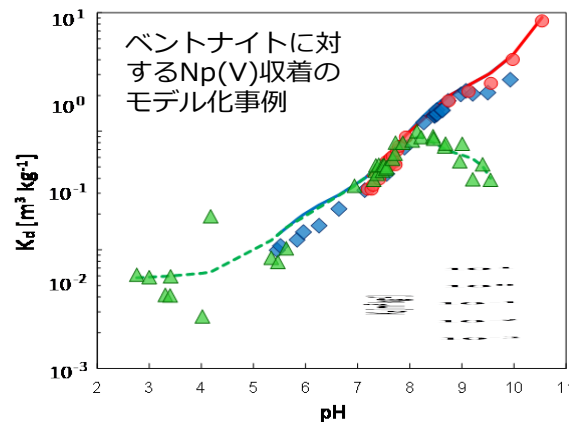


図1 ベントナイト中の収着・拡散モデル評価の例

### 金属腐食速度・水素ガス発生データ取得

- 損傷した原子炉格納容器等に使用されると考えられる金属（ステンレス鋼、ニッケル合金等）などについて、地層処分後のガス発生影響を評価するための腐食速度及びガス発生速度を取得する（図2）。

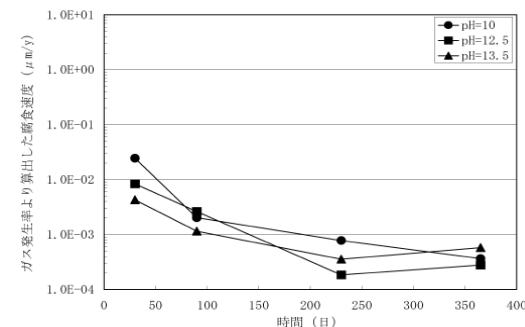


図2 ガス発生試験のイメージと金属腐食速度の例



## 核種閉じ込め・収着性能向上バリア材の開発

- 放射性セシウム(Cs)を多量に含む、多様な共存物質を含む等の事故廃棄物の特徴を考慮したバリア材の高度化開発を行う。
- Csの収着性の高い材料を開発し、Csのバッチ式の収着試験や拡散試験(図1)等を実施し、Csの遅延性能を評価する。

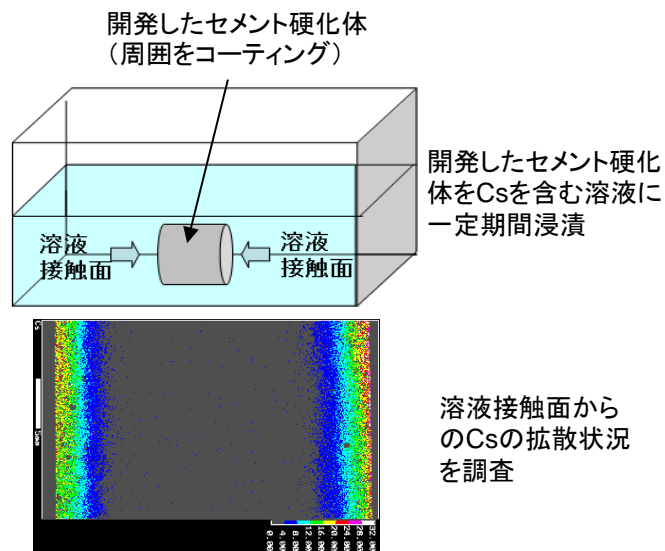


図1 セメント系材料に対するCsの拡散試験の一例  
(上図：浸漬試験、下図：EPMAによるセメント硬化体中のCsの分析)

## 超長寿命処分容器の開発

- 東電福島第一原子力発電所から発生する燃料デブリを対象に超長期の寿命を達成可能な廃棄物処分容器を開発する(図2)。
- 容器の耐食性を担う部材として、酸素濃度の低い深部地下環境において高い耐食性が期待される銅を主要な検討対象とする。

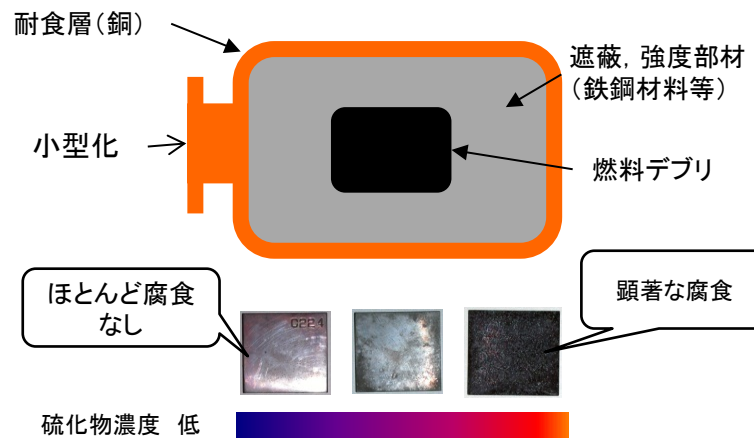


図2 超長寿命処分容器のイメージ(上図)と純銅の腐食試験結果例(下図)

- 放射性廃棄物に含まれる放射性核種及び有害物質等を、放射性廃棄物の固化体内に閉じ込めるあるいは固化体からの溶出を遅延させるための固化技術の開発を進める。
- 様々な固型化材を用いてCs、Sr、Pu及びAm等のFP元素やアクチノイド、及びPb等の重金属を含む模擬廃棄物の固化試験を実施し、作製した固化体の構造分析、含有元素の浸出試験を実施する（図1）。それぞれの固型化材において金属を固化体中に閉じ込める機構を明らかにするとともに、閉じ込め性能を向上させるための固型化材開発に関する知見を取得する。

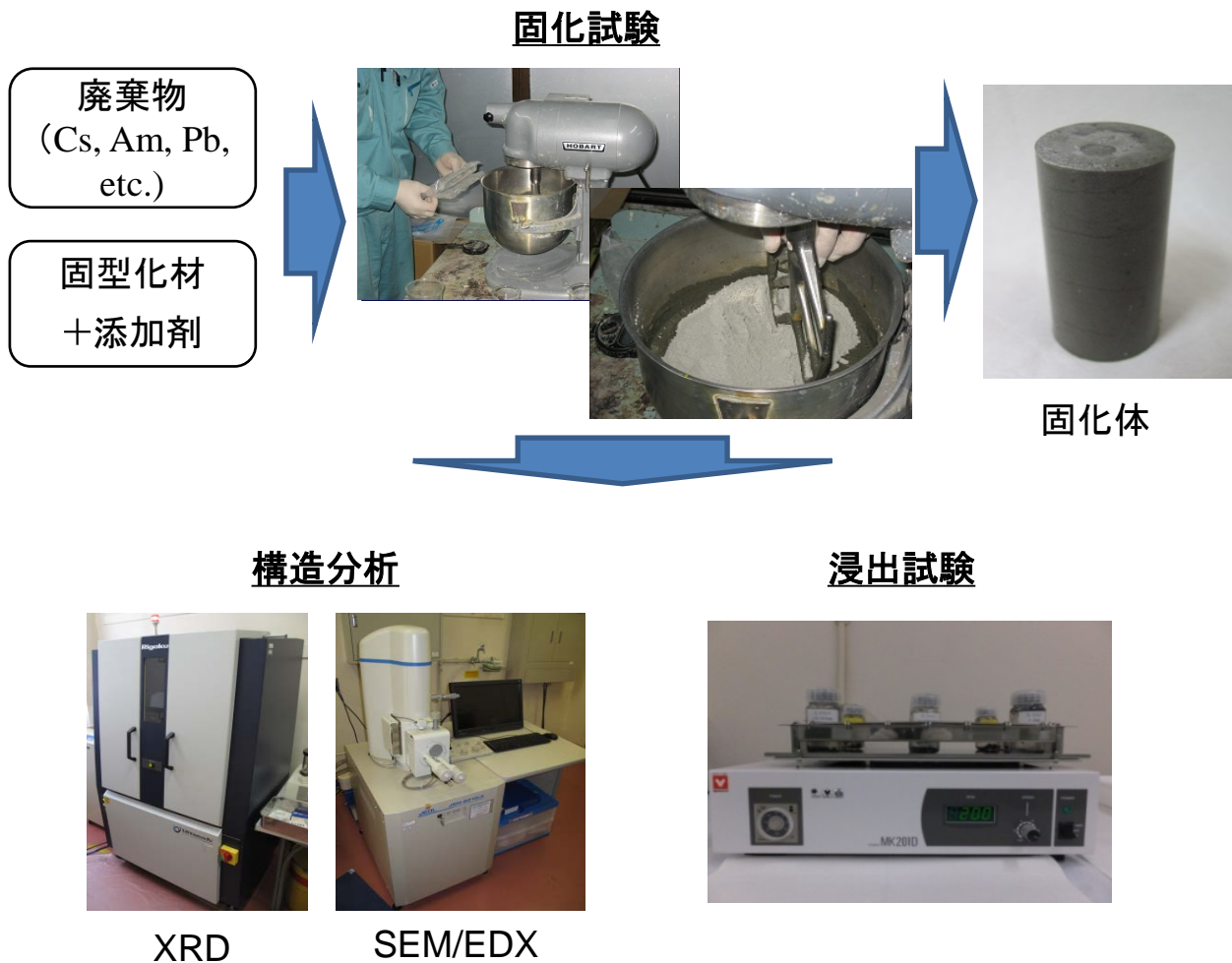
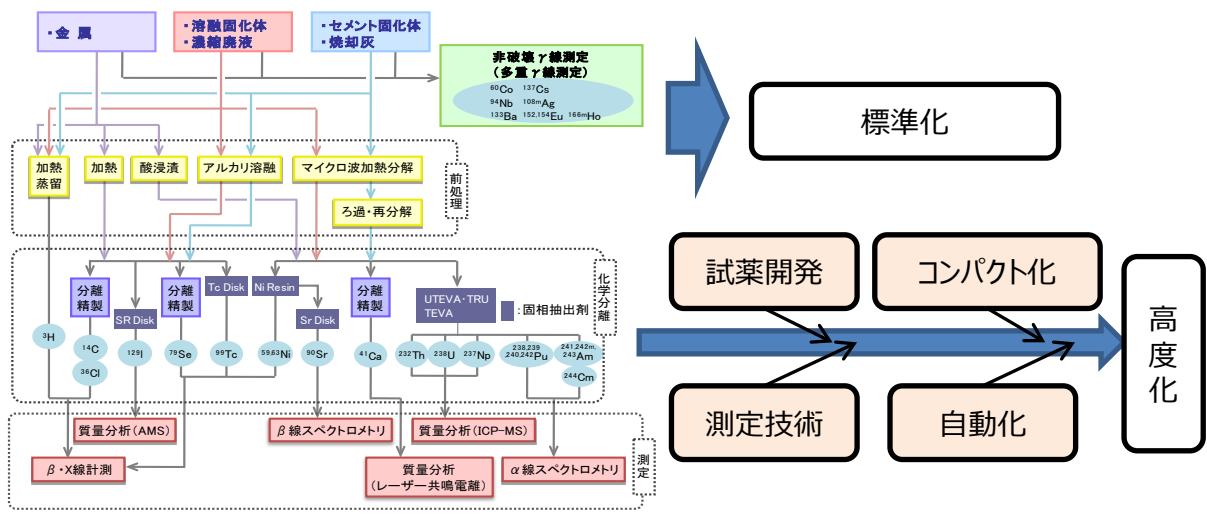


図1 廃棄体性能高度化研究のイメージと測定装置

- 放射能インベントリを確定に必要な分析手法の高度化のための基盤技術の開発を進める。また、既存の分析法の品質保証のため、標準化を行う。
- 核種毎の分析マニュアルを作成する。特に品質保証の観点から、使用する器具、測定装置等への要求事項、トレーサビリティの確認方法を規定する。
- 湿式分析：従来の方法をさらに簡易、迅速化するためのコンパクト化や自動化を進める。そのために必要な分離試薬や分析試薬及び測定技術を開発する。
- 非破壊分析：非破壊で廃棄物中の核燃料物質や重金属等の量を測定する技術の開発を進める（図1）。



高速中性子直接問い合わせ法による非破壊測定装置

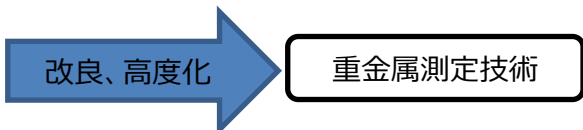
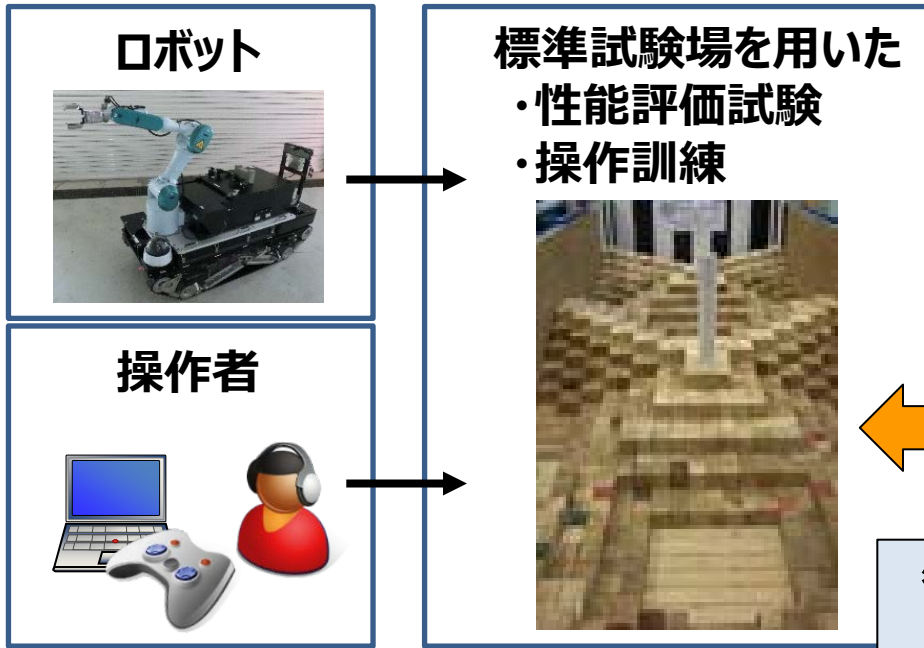


図1 分析技術高度化開発のイメージ



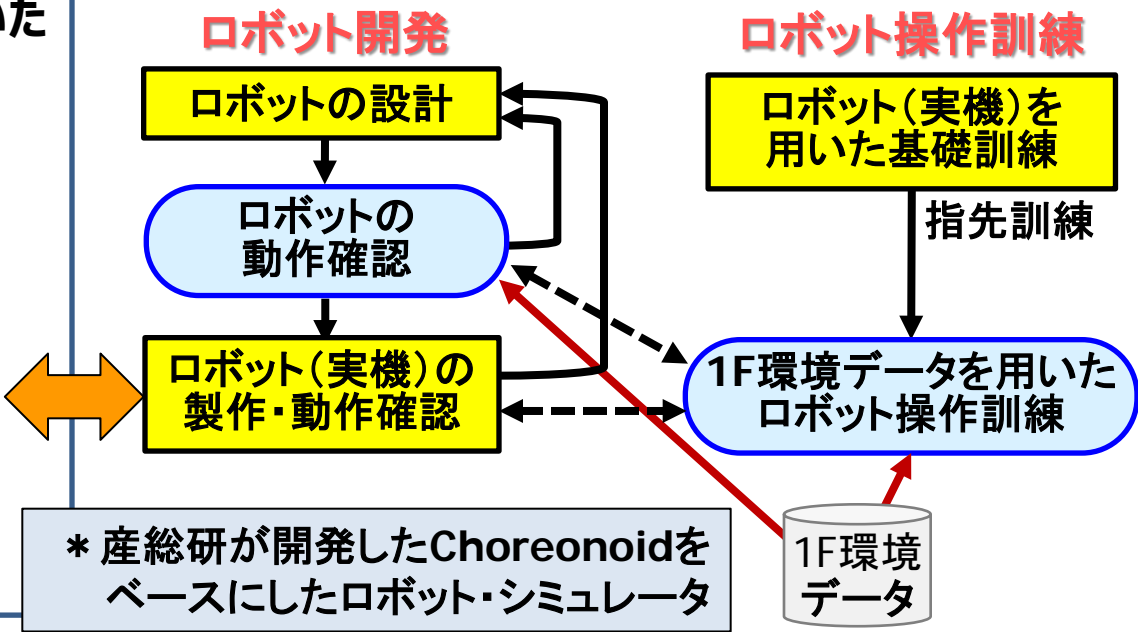
## 原子力災害対応ロボットの標準試験法

- 共通基盤的なタスク遂行能力を定量的に評価する試験法を開発し、ロボットの要求水準やオペレータの技能達成水準を明示。



## 1F廃炉ロボットのシミュレータ

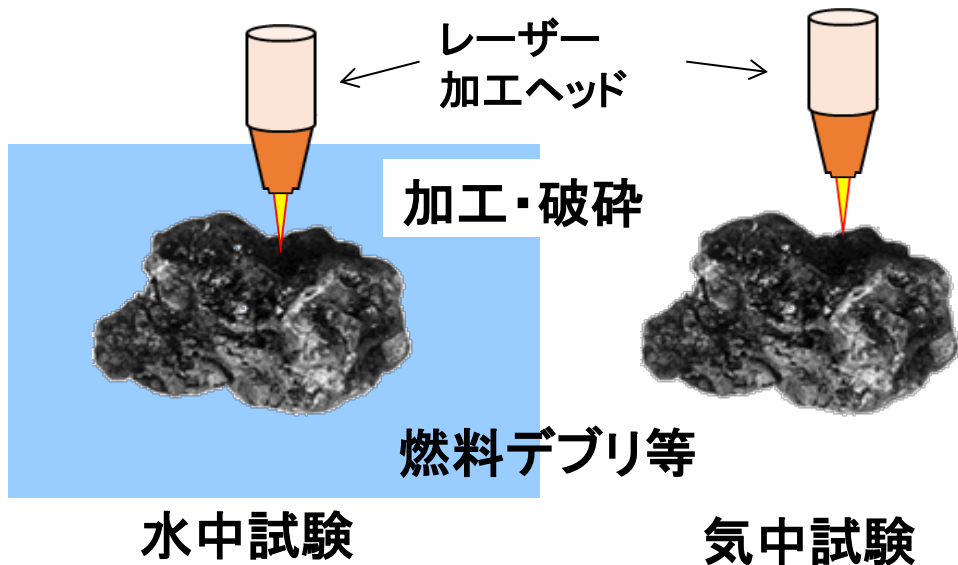
- 変化する作業現場等の環境データをコンピュータに取り込み、ロボット開発の合理化等を目指したシミュレータ\*を開発。



## レーザ加工技術の開発例

- 対象物の形状測定や放射線計測等が同時に行える、燃料デブリ等の加工・破砕のためのシステム要素技術を開発。
- 多様な燃料デブリ取り出し工法への適用を目指した加工・破砕性能のデータベース化。

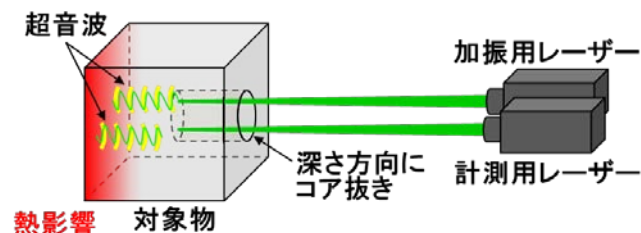
(注)加工とは、制御された形状にすること、破砕とは細かい塊に砕くこと



課題:アシストガスの低減  
熱発生を抑制した加工・破砕法  
粉塵発生特性評価と低減法

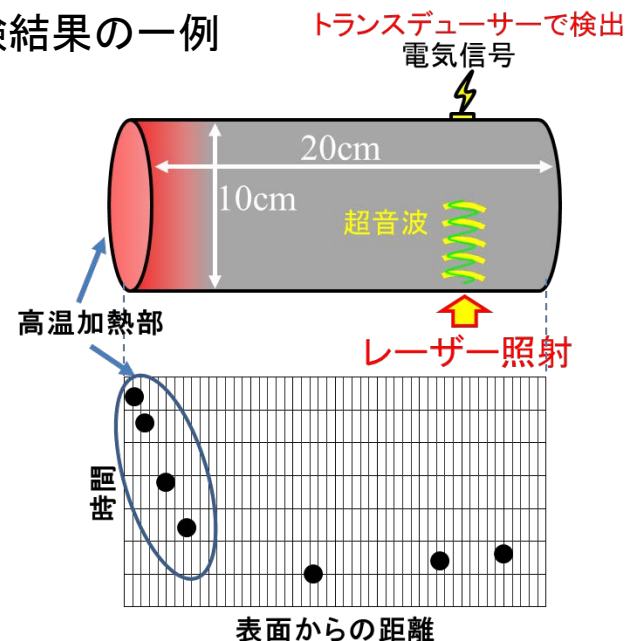
## レーザ診断技術の開発例

- 最大2m程度の厚さまでの対象物に対して、熱影響による機械特性変化等を評価。



### <放射化試料の診断イメージ>

予備的試験結果の一例



## パワード遮蔽スーツの開発のための検討

### <基本的な考え方>

- 2～10mSv/hで0.5～1時間程度の作業を可能にする。
- $\gamma$ 線遮蔽機能を具備することによる被ばく線量低減効果と作業時間増加の関係等を考慮し、機能評価を行う。
- 作業者の安全対策高度化の観点から被ばく線量監視システム(生体情報を含む)等を装備する。

### ○以下について検討を行い、成立性を評価中。

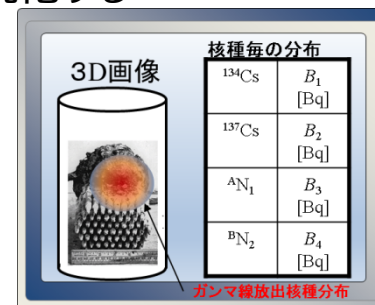
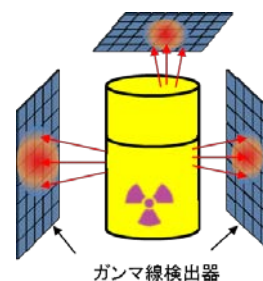
- ✓ 大きさ(屋内出入口への対応)
- ✓ 重量(階段などの耐荷重制限)
- ✓ メンテナンス性(補修時の対応)
- ✓ 稼働時間(作業時間の確保)
- ✓ 遮へい能力(各種部位毎の被ばく制御)
- ✓ 除染性(入退域の管理) 等

## ガンマ線CT技術の開発例

- 放射性物質を分析する技術として、自らが発するガンマ線を利用した試料のイメージングシステムを構築。
- 医療分野のポジトロン断層法PETや宇宙ガンマ線探査で用いられるコンプトンガンマテレスコープの技術を応用
- 高線量率環境下で $\gamma$ 線分布を測定

### 《課題》

- 高線量率環境下で核種分布を測定する
- エネルギーと位置を高分解能で測定する
- 3次元で放射能分布を可視化する



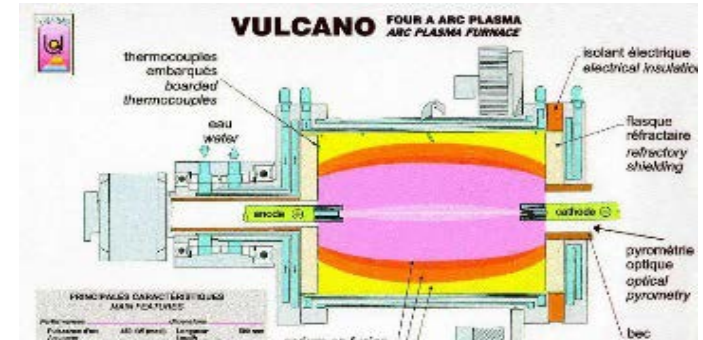
### 自ら発するガンマ線利用イメージング

検出器信号処理及び画像再構成に係る技術について  
東京大学と共同研究計画中



## ● 海外と積極的に協力を実施

IAEA、米国（DOE、ANL、INL、LANL、LBNL、ORNL、NRC）、英国（NNL）、仏国（CEA）、独国（KIT）、フィンランド（VTT）他との共同研究、情報交換等を実施中。



仏国CEAとのMCCIに関する共同研究

## ● 国内の大学企業等との連携・協力

- ・東大、名大 “レーザー共鳴電離質量分析法”
- ・京大 “レーザー誘起発光分光法（LIBS）による溶液分光”
- ・徳島大 “LIBS基礎特性、共鳴吸収分光法”
- ・国内LIBS研究グループ “先端計測技術、過酷環境計測技術”
- ・民間企業 “マイクロ波支援レーザー発光分光法”、他



炉心材料とコンクリートの溶融反応

# 文部科学省廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム 「廃止措置工学高度人材育成と基盤研究の深化」

## 研究開発等内容

小原 徹 教授(東京工業大学原子炉工学研究所)  
課題全体のとりまとめ メルトダウン炉心の臨界事故解析と対策の検討  
＜全体のとりまとめ、デブリ除去時の安全確保＞

岩附信行 教授(東京工業大学理工学研究科機械系専攻)  
シビアアクシデント後の遠隔計測技術(ロボット搬送)  
＜遠隔計測技術＞

矢野豊彦 教授(東京工業大学原子炉工学研究所)  
デブリ材料工学に関する人材育成 ゲル薄膜塗布技術及び天然鉱物を利用したCs、Sr同時回収・固定化技術(天然鉱物) ＜人材育成、回収固定化技術＞

川嶋健嗣 教授(東京医科歯科大学学生体材料工学研究所)  
シビアアクシデント後の遠隔計測技術(多関節アーム)  
＜遠隔計測技術＞

竹下健二 教授(東京工業大学原子炉工学研究所)  
水熱分解法による汚染土壌・焼却灰処理技術 フェリシアン系吸着剤によるCs回収技術開発 ゲル薄膜塗布技術及び天然鉱物を利用したCs、Sr同時回収・固定化技術(ゲル薄膜塗布) ＜除染・回収固定化技術開発＞

高木直行 教授(東京都市大学大学院共同原子力専攻)  
デブリ取出時の未臨界確保方策  
＜デブリ除去時の安全確保＞

加藤之貴 教授(東京工業大学原子炉工学研究所)  
廃止措置の最新技術と基礎に関する人材育成  
＜人材育成＞

浅沼徳子 准教授(東海大学工学部原子力工学科)  
セルロース分解性イオン液体を用いた汚染木材等の除染法の開発  
＜除染技術＞

塚原剛彦 准教授(東京工業大学原子炉工学研究所)  
デブリ化学に関する人材育成 難分析核種用マイクロ分析システムの構築 セルロース分解性イオン液体を用いた汚染木材等の除染法の開発＜人材育成、分析技術、除染技術＞

新井 剛 准教授(芝浦工業大学工学部材料工学科)  
ゲル薄膜塗布技術及び天然鉱物を利用したCs、Sr同時回収・固定化技術(廃棄ゼオライト固形化)  
＜回収固定化技術＞

木倉宏成 准教授(東京工業大学原子炉工学研究所)  
シビアアクシデント後の遠隔計測技術に関する人材育成  
シビアアクシデント後の遠隔計測技術(超音波計測)  
＜人材育成、遠隔計測技術＞

赤塚 洋 准教授(東京工業大学原子炉工学研究所)  
キャリアパス形成活動  
＜人材育成＞

連携体制:  
東京医科歯科大学、東京都市大学、東海大学、芝浦工業大学と人材育成、基盤的研究で連携して活動。また、廃止措置実施機関とも連携。

# 廃止措置工学高度人材育成と基盤研究の深化（東京工業大学）

廃止措置に関する新たな技術知見の創出

廃止措置を担う人材の継続的な育成

## 研究活動

東工大原子炉工学研究所（担当教員11名）、東工大機械系（3名）  
 連携大学：東京医科歯科大（2名）、東京都市大（1名）、  
 芝浦工大（1名）、東海大（1名）

## 人材育成活動

**「廃止措置工学特別コース」**  
 東工大原子炉工学研究所（担当教員11名）

【東海大学】  
 ハロゲン化物系イオン液体を用いたセルロース溶解に基づく汚染木材等の除染法の開発

【芝浦工業大学】  
 廃液組成をマトリックスとしたホウ酸塩ガラスによる放射性核種を吸着した廃ゼオライトの固定化に関する研究

【東工大：理工学研究科機械系】  
 移動プラットフォームの設計とロボット搬送計測システムの統合開発

【東京医科歯科大学】  
 高強度化学合成繊維を用いた計量超冗長多関節アームの設計開発

分析

1. 難分析核種用マイクロ分析システムの構築

除染

2. セルロース分解性イオン液体を用いた汚染木材等の除染法の開発

3. 水熱分解法による汚染土壌・焼却灰処理技術

回収・固化

4. フェリ・フェロシアン系吸着剤によるCs高選択回収技術

5. クラウンエーテル含有ゲルと天然鉱物を利用したCs、Sr同時回収・固定化技術

遠隔計測

6. シビアアクシデント後の遠隔計測技術

臨界安全

【東京都市大学】  
 7. デブリ取出時の未臨界確保方策

8. メルトダウン炉心の臨界事故解析と対策の検討

9. 廃止措置技術・人材育成フォーラム

成果の反映

1. デブリ材料工学に関する人材育成  
**「廃止措置・材料工学実験」**  
 （ホットラボ実験）

2. デブリ化学に関する人材育成  
**「核燃料・デブリバックエンド工学実験」**  
 （ホットラボ実験）

3. シビアアクシデント後の遠隔計測技術に関する人材育成  
**「シビアアクシデント工学実験」**  
 （モックアップ施設実験）

4. 廃止措置の最新技術と基礎に関する人材育成  
**「原子炉廃止措置特別講義」**  
**「原子炉廃止措置工学」**  
 （最新知見と基礎の体系的講義）

5. キャリアパス形成活動  
**「原子炉廃止措置インターンシップ」**  
**「原子炉廃止措置セミナー」**  
 （モチベーションの向上）

東京工業大学・連携大学

学生の参加  
 （約40名/年）

参加・情報交換

参加・情報交換

インターンシップ  
 受入れ・連携

講師派遣・連携

連携

連携機関  
 廃止措置実施機関



# 【デブリ化学に関する人材育成】

使用可能核種(手続き中含む):  $^{79}\text{Se}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{93}\text{Mo}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$

## 化学操作

### 液液分離

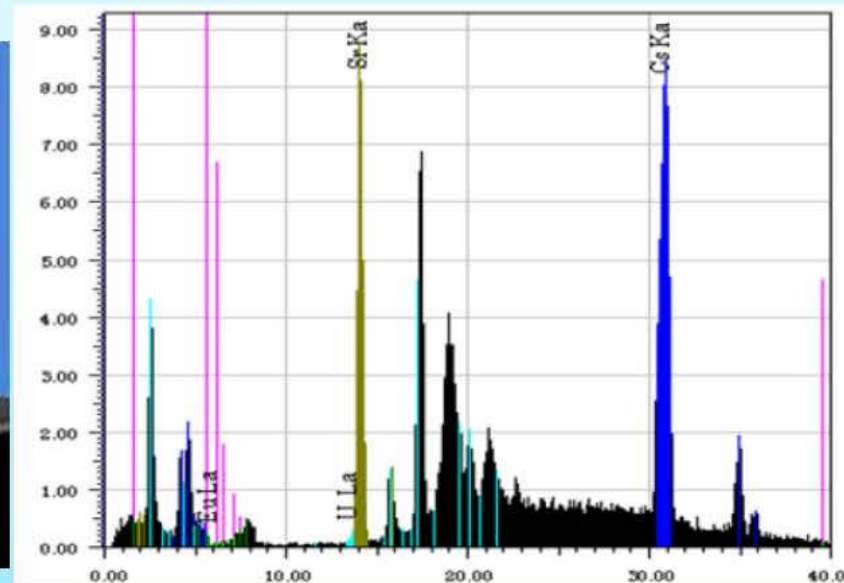
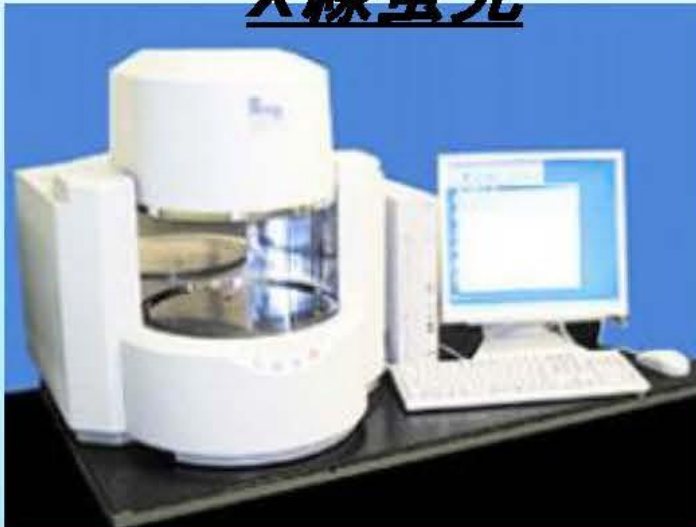


### 固液分離



## 分光分析

### X線蛍光



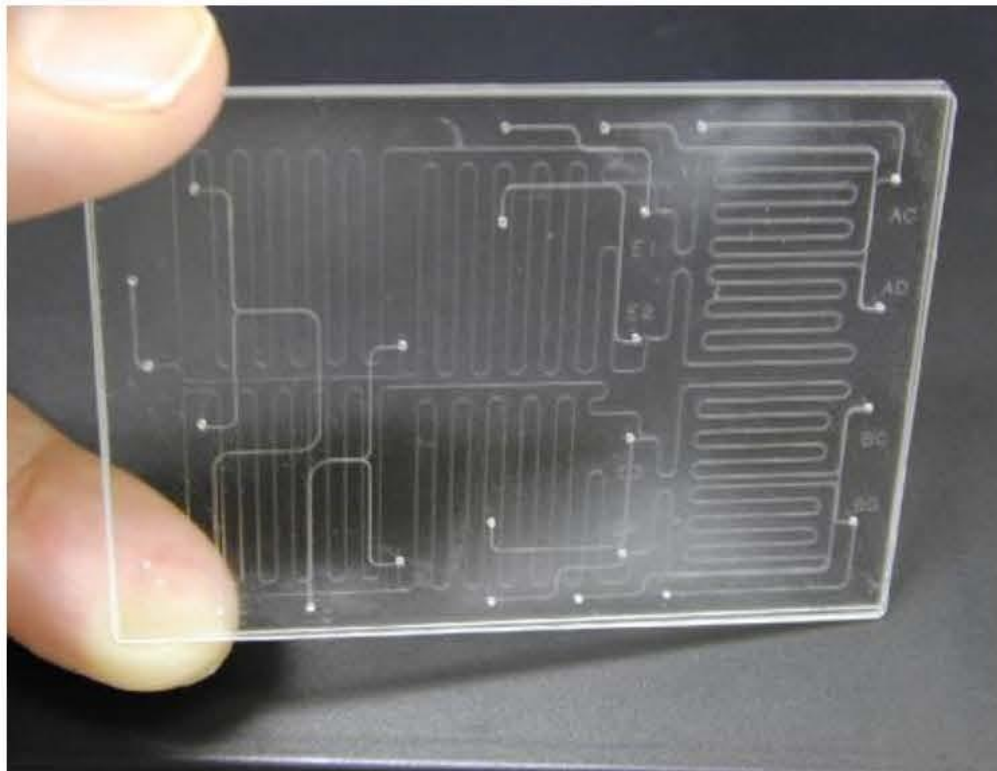
## α、β、γ線計測

### スペクトロメーター



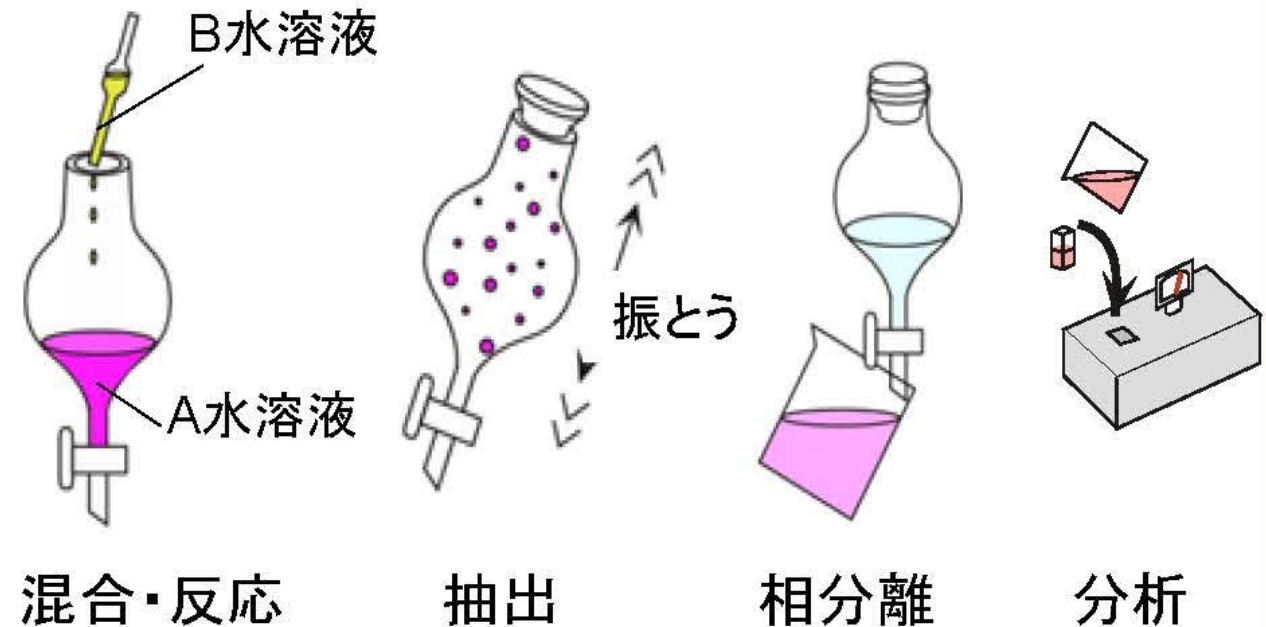


# 【マイクロ化学チップの特徴】

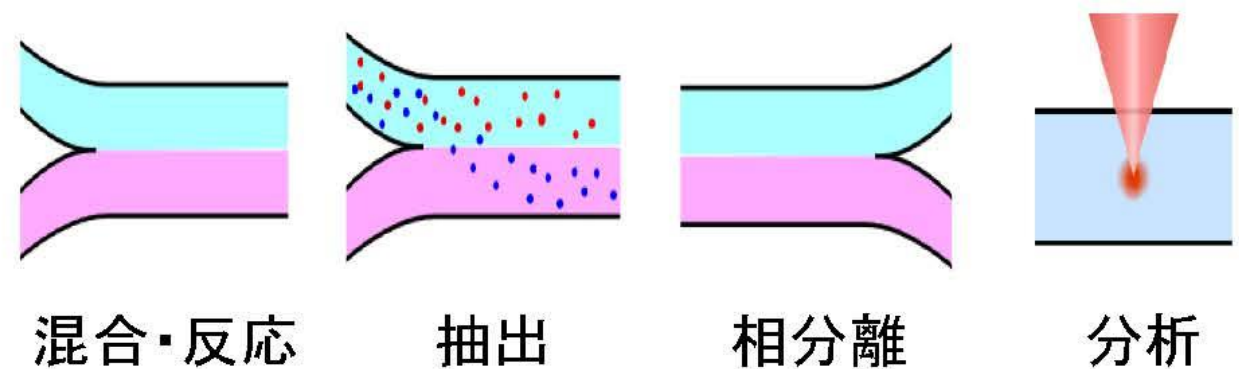


- ▶ 短い分子拡散距離
- ▶ 大きな比界面積  
(単位体積あたりの表面積)
- ▶ 重力よりも界面張力支配
- ▶ 流れが層流
- ▶ 極微量 ( $pL = 10^{-12}L$ ) 分析可能\*

## マクロ単位操作



## マイクロ単位操作



\*[10 $\mu$ m立方空間の容積]

# 課題目標

- 廃止措置工学の最新技術を習得した人材の継続的育成
- 廃止措置工学の基盤的研究の推進
- 廃措置機関等と連携した人材育成・研究の推進



# 研究効果、人材育成効果、発展性

- 現場で効果的に適用できる実用的な技術の開発
  - 現場で必要とされる課題についての研究者の知見の深化及びこれまで関与できなかった研究者の新たな貢献をもたらすワークショップ活動
- 現場で実際にものを触れることの出来る技術者・研究者の育成
  - 放射性物質及び核燃料物質を用いた実験
  - 現場に近い状況でのロボットによる遠隔計測技術の実験
- 廃止措置事業に高いモチベーションをもつ人材の育成
  - キャリアパス形成活動
- 研究成果の他分野への適用
  - 環境汚染分析、食品・医薬品分析、天災時や種々の化学プラント事故時、深海探査・宇宙探査等への応用

# 活動の特徴

- 人材育成活動・研究活動とも東工大の核燃料・RIホットラボを活用して実験を実施。
  - 特に人材育成では実験カリキュラムの充実に注力。
- ロボット技術開発は、東工大機械系専攻、東京医科歯科大学と連携して実施し原子力以外の分野の技術を融合。
  - 東工大機械系専攻で開発が行われている移動装置
  - 医科歯科大で開発されている医療用精密作業ロボット技術

# 平成26年度の活動

- 廃止措置工学の最新技術を習得した人材の継続的育成のためカリキュラムの作成、実験機器の整備等を行った。
- 廃止措置工学の基盤的研究の推進のための予備的検討・実験・解析等を行った。
- 廃止措置技術・人材育成フォーラムを開催し関係機関との情報交換を図った。
- 平成27年度以降の活動に向けた準備・整備・予備的検討がなされた。



研究開発等内容

格納容器・注水配管など鋼構造物の防食と長期寿命予測技術（渡邊豊教授他）  
 <格納容器・冷却系配管等の長期寿命予測と防食のための基盤構築>

コンクリート構造物の長期性能評価技術開発（前田匡樹教授他）  
 <廃炉完了までのコンクリート構造物の要求機能維持に対する評価と対策の基盤構築>

遠隔操作に対応可能な非破壊検査技術開発（高木敏行教授他）  
 <格納容器・冷却系配管等重要機器の長期健全性保証のための非破壊検査技術の開発（EMAT, 電磁アレイ, テラヘルツ波）>

遠隔操作に対応可能な構造物補修技術開発（小川和洋教授他）  
 <格納容器等重要機器の遠隔化可能補修技術の開発（欠陥補修・補強、被覆、遮蔽）（コールドスプレイ, 摩擦攪拌接合）>

燃料デブリーコンクリート系の相関係と放射性核種溶出挙動把握（佐藤修彰教授他）  
 <燃料デブリーの相関係の評価、放射性核種溶出挙動把握>

セメント系材料によるウラン化学種閉じ込め効果の評価と処分システムの提示（新堀雄一教授他）  
 <冠水環境におけるセメント系材料とウランとの相互作用評価に基づいた処分システム安全性評価>

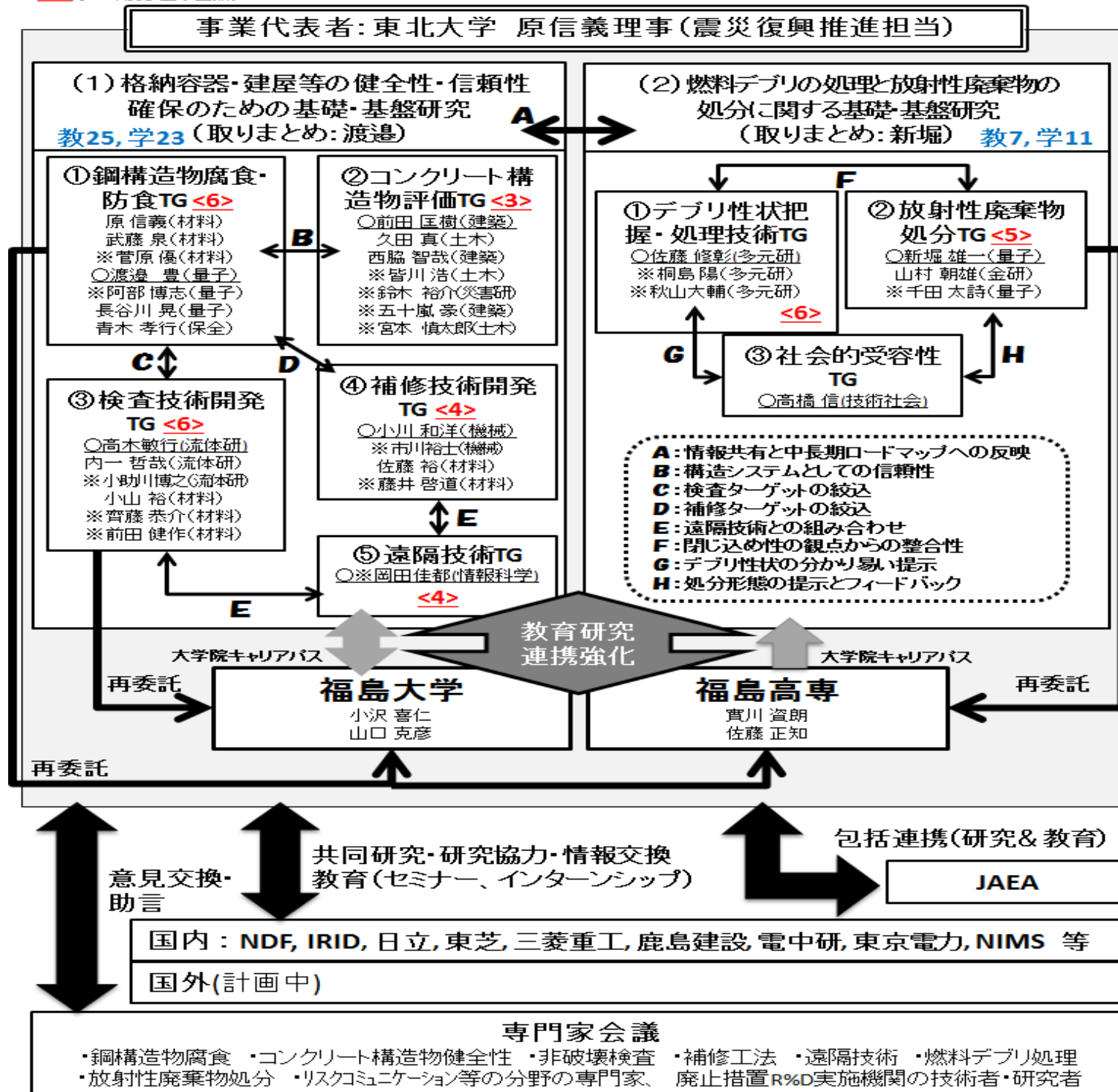
市民との対話に基づく社会的受容性醸成の実践（高橋信教授他）  
 <市民との対話に基づく社会的受容性醸成を目的とした、時間をかけた対話の環境作りと実践>

教育プログラムの構築（渡邊豊教授他）  
 <大学院修士・博士での原子炉廃止措置工学プログラムの構築と修生の輩出>

産官学連携推進（青木孝行特任教授他）  
 <専門家会議ならびにそれを端緒とした産官学連携の推進。研究と教育の両面。>

組織・体制

・研究実施体制。分野・TG間の連携(～)の必要性は図中に箇条書きした。○下線は、TG代表者。  
 ・※を付けた分担研究者は事業開始時点で40歳未満の若手教員である。廃止措置が長期にわたること、新規分野が必要になることを念頭におき、多数の若手教員の広範な分野からの参画により、研究・人材育成の長期継続を可能とする。  
 ・<>は27年度参画学生数。



現状での他セクターとの連携状況

・JAEAとは福島第一の廃止措置を主題とした包括連携を締結(H26.3)し、連携講座を設置(H27.4)、一部共同研究も実施。・廃止措置関連企業によるインターンシップ受け入れ予定(今夏、今冬)。・専門家会議での意見交換等を契機として個別の産学連携が生まれつつある。

# 東北拠点における基盤研究と人材育成

【基盤研究】 *現場ニーズが高く、かつ本学の研究ポテンシャルが高い分野*

(1) 格納容器・建屋等の健全性・信頼性確保のための基礎・基盤研究  
→『放射性物質閉じ込め機能』と『安定冷却』の維持

(2) 燃料デブリの処理と放射性廃棄物の処分に関する基礎・基盤研究  
→科学的・合理的な処理・処分方法の策定

- 基盤研究への主体的参加
- 専門家との議論

【人材育成】

「原子炉廃止措置工学プログラムの設置」

- ① 原理・原則に立ち戻って課題解決を図る能力
- ② 課題の本質(幹と枝葉)を的確に見分ける能力
- ③ 異分野専門家との高度コミュニケーション・協働能力

合理的な道筋は？  
クリティカルパスは？



専門的カリキュラムによる教育

状況が変化する廃止措置工程への的確かつ重層的対応能力を持つ中核人材



# 教育プログラムの構築

## 恒常的な教育プログラムとして「学生便覧」内に位置付け

### 19 原子炉廃止措置工学プログラム

工学研究科, 情報科学研究科

### 原子炉廃止措置工学プログラム

原子炉廃止措置工学プログラム（以下、本プログラムとする。）は、本学が国家課題対応型研究開発推進事業「廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム委託費」（文部科学省）により採択された「廃止措置のための格納容器・建屋等信頼性維持と廃棄物処理・処分に関する基盤研究および中核人材育成プログラム」を実施するための教育プログラムです。本プログラムは、東京電力福島第一原子力発電所の安全な廃止措置をリードできる中核人材の育成を図ることを目的としています。前期課程においては、廃止措置に関するコア領域の知識を修得すると共に、廃止措置に係わる広範な工学分野の知識を得ることとします。さらに、基盤研究への主体的参画、廃止措置を担う企業等における R&D インターンシップ等を通じて、中核人材に求められる専門力を涵養します。後期課程においては、専門性をより深めるとともにリーダーとしての素養を高めます。本プログラム修了者には、修了証を授与します。

#### 修了要件

各研究科の規程による。

修了するために必要な単位は、所属する専攻で定められている修了要件に従って修得しなければならない。

（例：工学研究科 1～18 の専攻）

前期課程を修了するためには、同課程に2年以上在学し、所属専攻の専門基盤科目、専門科目及び関連科目の単位数を合わせて、30 単位以上修得し、かつ、必要な研究指導を受け、本研究科委員会が別に定めるところにより修士論文又は特定の課題についての研究成果（以下「修士論文等」という。）の審査及び最終試験に合格しなければならない。ただし、在学期間に関しては、優れた研究業績を上げた者と本研究科委員会において認めた場合には、1年以上在学すれば足りるものとする。

後期課程を修了するためには、同課程に3年以上在学し、所属専攻の学際基盤科目及び関連科目の単位数を合わせて、16 単位以上修得し、かつ、必要な研究指導を受け、博士論文の審査及び最終試験に合格しなければならない。ただし、在学期間に関しては、優れた研究業績を上げた者と本研究科委員会において認めた場合には、1年以上在学すれば足りるものとする。

なお、本プログラム修了のためには、所属研究科・専攻における所定の講義及び研修の単位取得と並行して、以下に示す本プログラムの科目を履修し合格する必要がある。

#### 〔修士〕

- (1) 廃止措置工学基幹科目から必修2 単位を含む8 単位以上を修得すること。
- (2) 廃止措置 R&D インターンシップ研修1 単位以上を修得すること。

#### 〔博士〕

- (1) 廃止措置工学基幹科目から4 単位以上を修得すること。

博士課程前期（修士） 科目表

区分	授業科目	単位と履修方法		備考
		必修	選択必修	
廃止措置工学 基幹科目	原子炉廃止措置工学概論	2		左記授業科目から必修2 単位を含めて8 単位以上 選択履修すること
	原子炉廃止措置工学 I：鋼構造物保全分野		2	
	原子炉廃止措置工学 II：鉄鋼材料分野		2	
	原子炉廃止措置工学 III：腐食防食分野		2	
	原子炉廃止措置工学 IV：環境強度分野		2	
	原子炉廃止措置工学 V：非破壊検査分野		2	
	原子炉廃止措置工学 VI：補修・接合分野		2	
	原子炉廃止措置工学 VII：コンクリート構造物保全分野		2	
	原子炉廃止措置工学 VIII：建設材料分野		2	
	原子炉廃止措置工学 IX：耐震設計分野		2	
	原子炉廃止措置工学 X：耐震性評価分野		2	
	原子炉廃止措置工学 XI：建築物寿命評価分野		2	
	原子炉廃止措置工学 XII：建築物信頼性分野		2	
	原子炉廃止措置工学 XIII：燃料デブリ処理分野		2	
	原子炉廃止措置工学 XIV：臨界反応制御分野		2	
	原子炉廃止措置工学 XV：放射線防護分野		2	
	原子炉廃止措置工学 XVI：地層処分分野		2	
原子炉廃止措置工学 XVII：リスク・コミュニケーション分野		2		
原子炉廃止措置工学 XXIII：人間-ロボット・インターフェース分野		2		
原子炉廃止措置工学 XIX：行動分析分野		2		
原子炉廃止措置工学特別講義 A		2		
学外実習	廃止措置 R&D インターンシップ研修	2		
	国際インターシップ研修		1～2	

博士課程後期（博士） 科目表

区分	授業科目	単位と履修方法		備考
		必修	選択必修	
廃止措置工学 基幹科目	原子炉廃止措置工学特論 I：概論		2	左記授業科目から4 単位 以上選択履修すること
	原子炉廃止措置工学特論 II：腐食防食分野		2	
	原子炉廃止措置工学特論 III：検査技術分野		2	
	原子炉廃止措置工学特論 IV：燃料デブリ処理分野		2	
	原子炉廃止措置工学特論 V：リスク・コミュニケーション分野		2	
	リーダー論		1	
	トップリーダー特別講義		1	
原子炉廃止措置工学特別講義 B		2		

人材育成委員会を  
設置して運営



# 「原子炉廃止措置工学概論」の状況(1/2)

日時：平成26年12月18日(木)～20日(土)

場所：東北大学 青葉山キャンパス

青葉記念館4階大研修室(18日、19日)

工学研究科量子エネルギー工学専攻大講義室(20日)

出席者：学生27名、講師16名(外部講師10名、東北大6名)

**集中講義**

平成26年度『原子核システム安全工学特論』プログラム  
(『原子炉廃止措置工学概論』集中講義)

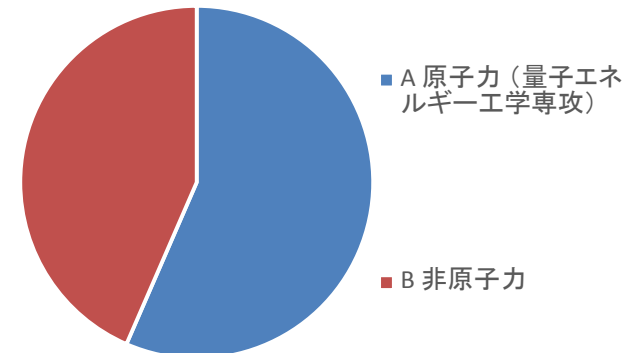
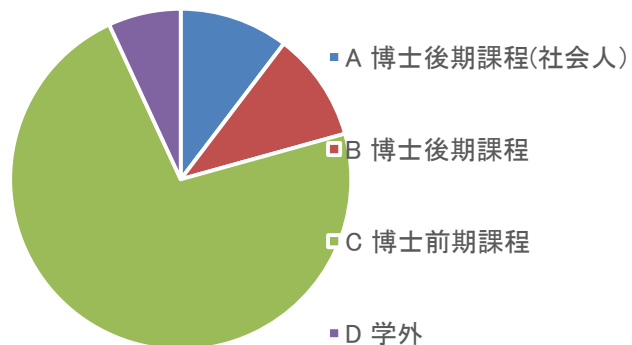
	12月18日(木)	12月19日(金)	12月20日(土)
1限 (8:50-10:20)	10:20-10:30 開講趣旨説明 渡邊 豊(東北大学)	廃止措置時の鋼構造物健全性確保における腐食劣化評価の重要性と考え方 (東北大学：渡邊 豊)	リスク・コミュニケーションの基礎 (東北大学：高橋 信)
2限 (10:30-12:00)	福島第一原子力発電所の現状と今後の展望 (東京電力：山下理道)	技術開発課題に対する取り組み	燃料の固体化学と燃料デブリの基礎 (東北大学：佐藤修彰)
3限 (13:00-14:30)	TMIおよびチェルノブイリの経験から学ぶもの、福島へ反映できるもの (東北大学名誉教授：若林利男)	(①鹿島建設：紺谷 修) (②日立 GE：木下博文) (③東芝：田中重彰)	燃料デブリの処理 (JAEA：鍛冶直也)
4限 (14:40-16:10)	BWRシステム、安全設計 (東芝：濱崎亮一) 原子力発電所の安全管理、設備管理の考え方 (東北大学：青木孝行)	(④MHI：原田康弘、鬼塚博徳) (⑤JAEA：山本正弘)	放射性廃棄物の処分 (東北大学：新堀雄一)
5限 (16:20-17:50)	福島第一廃炉研究の現状と課題 (IRID：鈴木俊一)	-	-



# 「原子炉廃止措置工学概論」の状況(2/2)

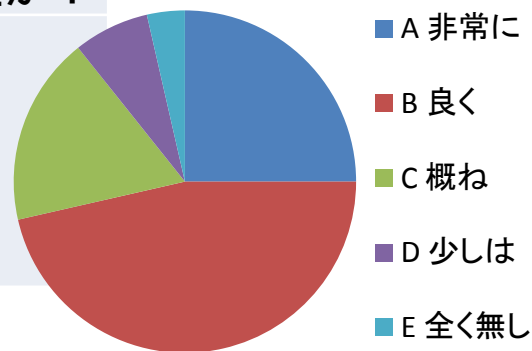
## 1. あなたはいずれに該当しますか？

A	博士後期課程(社会人)	3
B	博士後期課程	3
C	博士前期課程	21
D	学外	2



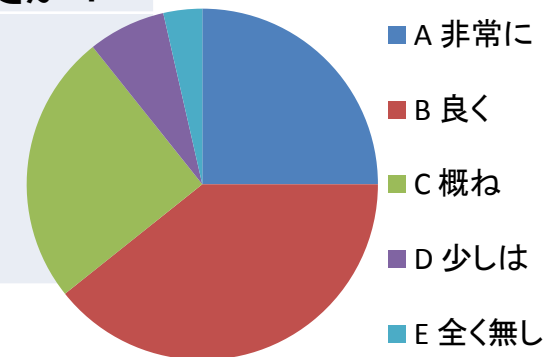
## 2. 福島第一原子力発電所の現状についての理解は深まりましたか？

A	非常に	7
B	良く	13
C	概ね	5
D	少しは	2
E	全く無し	1



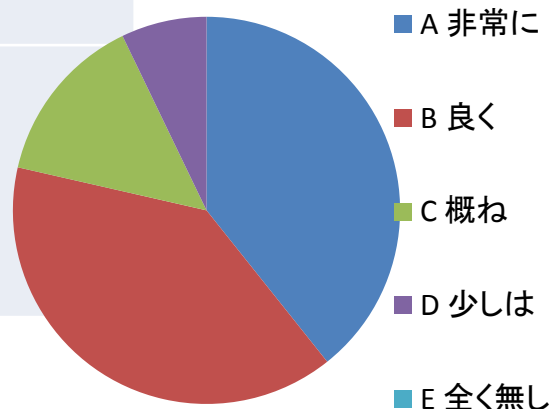
## 3. 原子炉廃止措置の工程と技術課題に関する理解は深まりましたか？

A	非常に	7
B	良く	11
C	概ね	7
D	少しは	2
E	全く無し	1



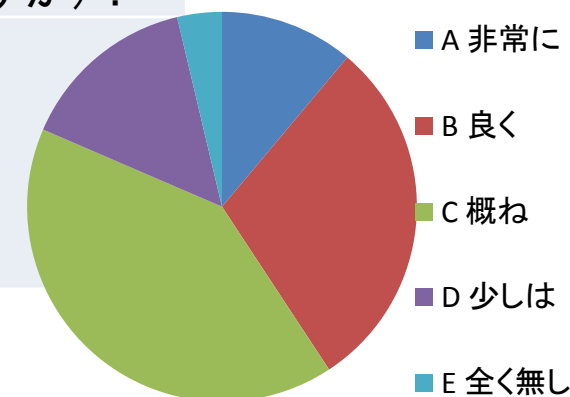
## 4. 事故炉廃止措置への関心は高まりましたか？

A	非常に	11
B	良く	11
C	概ね	4
D	少しは	2
E	全く無し	0



## 5. 自分の研究課題との関連を見出せましたか(見いだせそうですか)？

A	非常に	3
B	良く	8
C	概ね	11
D	少しは	4
E	全く無し	1



# 「施設現地調査」の状況(1/2)

実施日時：平成27年3月11日(水)、12日(木)

訪問先：①(独)日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所  
②東京電力(株) 福島第二原子力発電所

参加者：38名(学生28、若手教員7、引率3)

目的：安全な廃止措置をリードできる中核人材を育成するために現地調査を実施。

「施設」「物」の全体システム、スケール感、実環境を直接体感することにより、机上の知識との差を認識する。

調査内容：

①原子力科学研究所

TMIデブリとデブリ試験計画/結果(ホットセル)

J-PARC、JRR-3

②福島第二原子力発電所

原子炉建屋内、PCV内、PRVペデスタル内、取水口設備など

SA対策設備、津波跡(電源盤、建屋外壁、瓦礫)

全電源喪失シミュレータ訓練(ビデオ)



# 「施設現地調査」の状況(2/2)



原子炉建屋内(RHRポンプ)

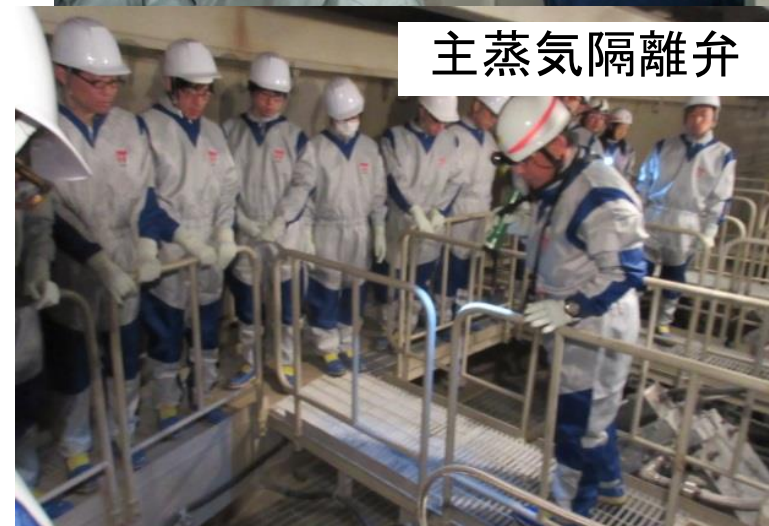


ガスタービン発電機

原子炉建屋内(オペフロ)



海水熱交換器室(津波跡)



主蒸気隔離弁

原子炉格納容器内



原子炉格納容器内  
(制御棒駆動水圧系配管)



原子炉圧力容器  
ペDESTル内



# 「第2回専門家会議」の開催状況(1/2)

日時：平成27年6月17日(水)13:00～17:30

場所：東北大学 工学研究科(青葉山キャンパス)

出席者：産側8名、官側6名、学外専門家11名、  
東北大学教員30名、大学院生34名





# 「第2回専門家会議」の開催状況(2/2)

東北大学「原子炉廃止措置事業」  
H27年度第1回専門家会議の実施内容と方法(案)

(敬称略)

		全体会議 (場所: 量子エネルギー工学専攻 講義棟 大講義室)	
I (13:00~15:00)	◆ ごあいさつ(東北大学代表 原理事)(5分) ◆ 会議の進め方等の確認(5分) ◆ H26年度成果報告とH27年度計画説明(東北大 渡邊)、その後、質疑応答(20分) ◆ 福島第一原子力発電所の廃止措置事業の進捗状況 (1)「福島第一原子力発電所廃炉のための技術戦略プラン2015」の概要について説明(NDF 福田)、その後、質疑応答(30分) (2)「福島第一原子力発電所の現状と課題」の説明(東電 山下)、その後、質疑応答(30分) (3)「福島第一原子力発電所廃炉関連研究の状況と課題」の説明(IRID 及川)、その後、質疑応答(30分) ◆ 参加者: 全員(専門家及び関係者、東北大学、福島大学、福島高専、学生)		
	研究課題(1)関連の会議		研究課題(2)関連の会議
II (15:10~ )	建物評価 TG 会議 (場所: 量子エネルギー工学専攻 講義棟 量子第1講義室)	検査技術 TG/補修技術 TG/遠隔技術 TG/腐食防食 TG 合同会議 (場所: 量子エネルギー工学専攻 講義棟 大講義室)	
	◆ コンクリート建物評価 ● 東北大が現在考えている研究対象、方法、課題等を説明、その後、参加者で意見交換、議論 ● 大学側が想定している建物の主要な損傷懸念箇所、当該箇所の環境、スペースアクセス性等について確認 ● これまで国プロ等で既に実施されたことの主要事項を確認(検討評価、現場調査、解析等) ◆ 参加者 専門家: 井上、瀧口、三橋、紺谷 ニーズ側: (東電) 中村、(NDF) 水野 シーズ側: (東北大) 前田、久田、西脇、皆川、鈴木、五十嵐、宮本、学生	◆ 鋼構造物の評価、検査、補修 ● 東北大が現在考えている研究対象、方法、課題等を説明、その後、参加者で意見交換、議論 ● 大学側が想定している主要な鋼構造物の腐食・損傷懸念箇所、当該箇所の環境、スペース、アクセス性等について確認 ● これまで国プロ等で既に実施されたことの主要事項を確認(検討評価、現場調査、解析等) ◆ 参加者 専門家: 稲田、大浦、(黒田)、古村、柴田、(田所)、田中、藤森、(山本) ニーズ側: (東電) 山下、熊谷、深谷、(IRID) 及川、(NDF) 津田、影山 シーズ側: (東北大) 武藤、菅原、渡邊、阿部、青木、高木、内一、小助川、小山、齊藤、前田、小川、市川、佐藤、藤井、学生 (福島大) 小沢、山口 (福島高専) 實川	
III ( ~17:30)	◆ 内容 ● 特定のテーマについて、さらに詳細について意見交換 ◆ 参加者 専門家: 井上、瀧口、三橋、紺谷 ニーズ側: (東電) 中村、(NDF) 水野 シーズ側: (東北大) 前田、学生 久田、皆川、宮本、学生 西脇、五十嵐、学生 鈴木	◆ 内容 ● 特定のテーマについて、さらに詳細について意見交換 ◆ 参加者 専門家: 稲田、大浦、(黒田)、古村、柴田、(田所)、田中、藤森、(山本) ニーズ側: (東電) 山下、熊谷、深谷 (NDF) 津田、影山、(IRID) 及川 シーズ側: (東北大) 武藤、菅原、学生 渡邊、阿部、学生 高木、内一、小助川、学生 小山、齊藤、前田、学生 (小川)、市川、学生 佐藤、藤井、学生 岡田、学生 青木 (福島大) 小沢、山口 (福島高専) 實川	◆ 燃料デブリ処理、廃棄物処分、社会的受容性 ● 東北大が現在考えている研究対象、方法、課題等を説明 ● 参加者で意見交換、議論 ◆ 参加者 専門家: 杉山、吉田、(八木) ニーズ側: (IRID/JAEA) 萩野、矢野、(NDF) 加藤 シーズ側: (東北大) (佐藤)、桐島、新堀、(山村)、千田、(高橋)、学生 (福島高専) 佐藤
		◆ 学生発表 ● 学生から研究テーマと研究状況を説明 ● 専門家からご意見をいただく ◆ 参加者 専門家: 杉山、吉田、(八木) ニーズ側: (NDF) 加藤、(IRID/JAEA) 萩野、矢野 シーズ側: (東北大) (佐藤)、桐島、学生 新堀、山村、千田、学生 (高橋) (福島高専) 佐藤	

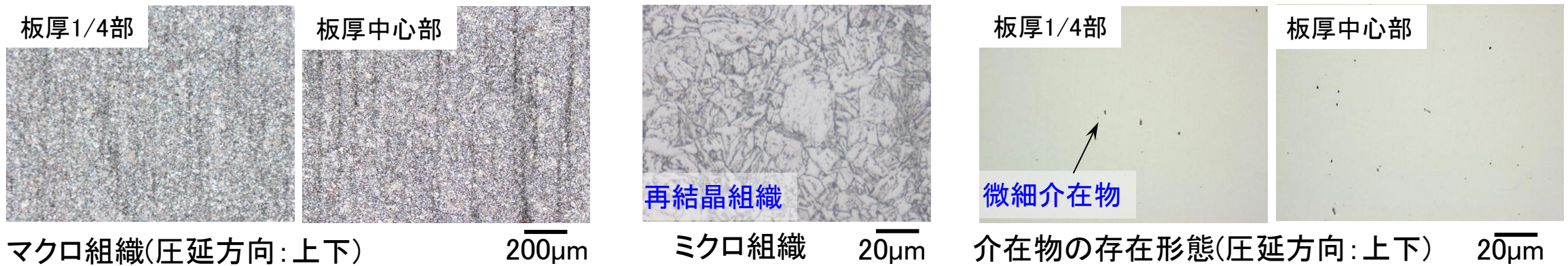
専門家会議全般への参加: (NDF) 福田、宮地



### 1. 実機格納容器用鋼材SA738Bの金属組織調査

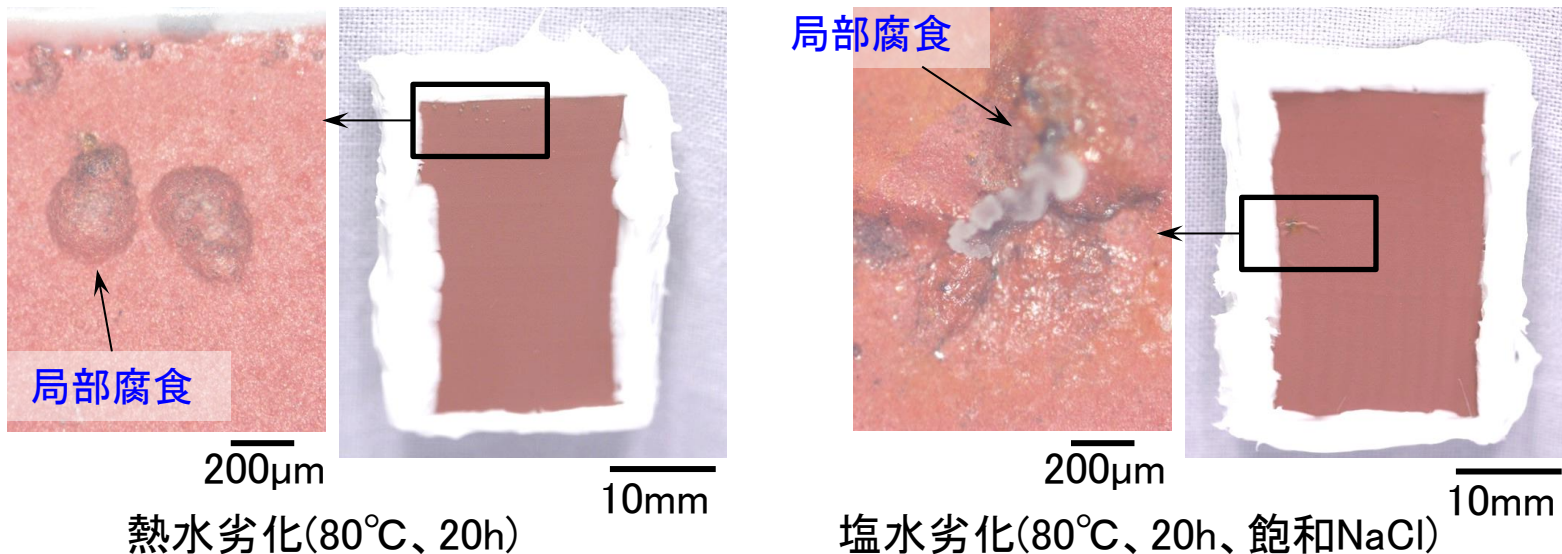
**成果** 鋳造組織の残存や粗大介在物など、実機材には局部腐食を引き起こす材料要因は存在しないことを確認

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Nb	(mass%)
SA738B	0.09	0.20	1.45	0.005	0.001	0.28	0.55	0.04	0.23	0.040	0.020	



### 2. 劣化塗膜付き試験片の作製方法の開発

**成果** 普通鋼に局部腐食が生じる劣化塗膜試験片の作製に成功 → 次年度以降に実施する、「局部腐食の成長と停止条件の把握」につなげる



試験片のポイント:

- ① 基材: 実機と同じSA738B鋼
- ② 塗料: 変成エポキシ樹脂(汎用さび止め塗料)
- ③ 膜厚: キャスティング(Casting)による厚さが均一な塗膜作製(60µm)

### 3. 塗膜劣化度の評価手法の検討

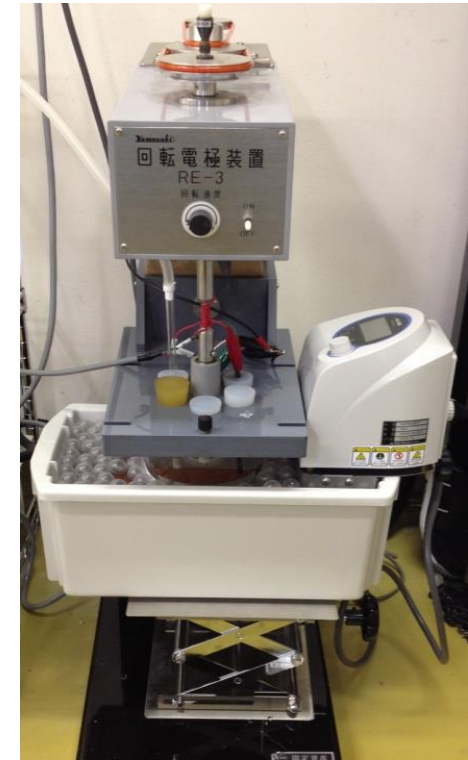
### <目的>

1. 比較的腐食余裕の低い(と考えられる)配管系を対象として、腐食速度・腐食モード(局部/均一)に及ぼす流動の影響を明らかにする。
2. 流動下(拡散律速を制限した条件)において、腐食抑制剤の効果を定量評価し、適用性を評価する。

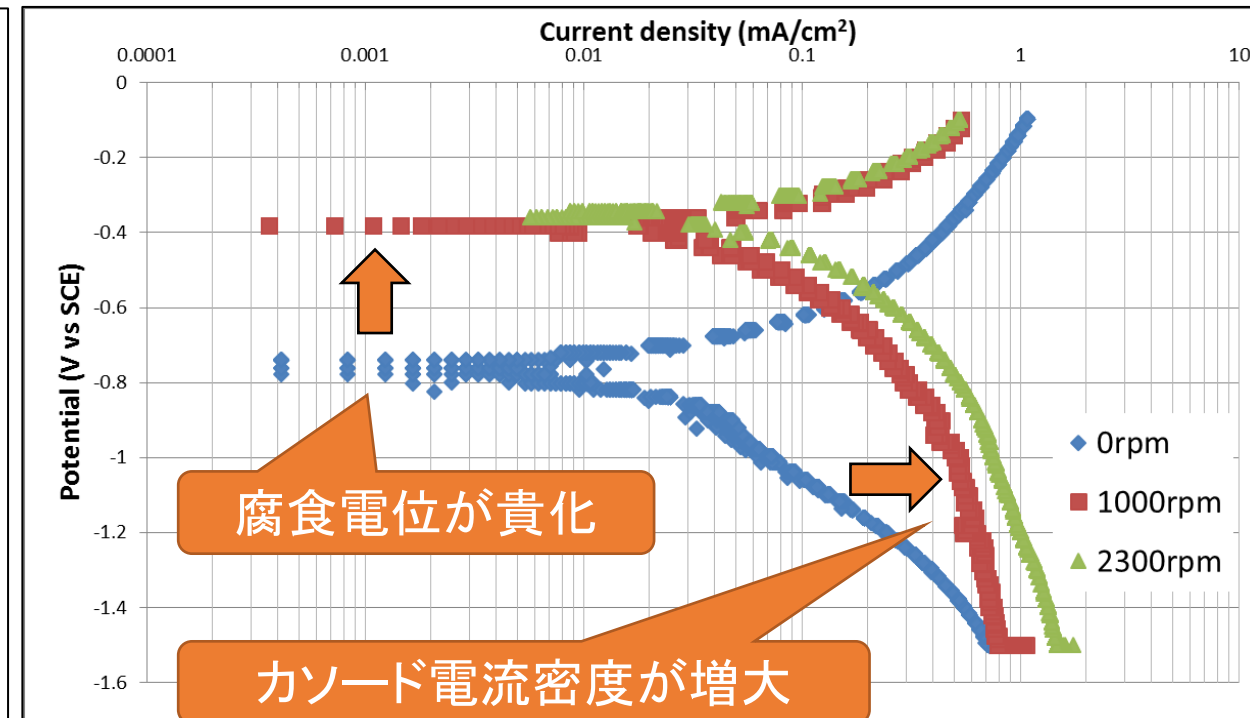
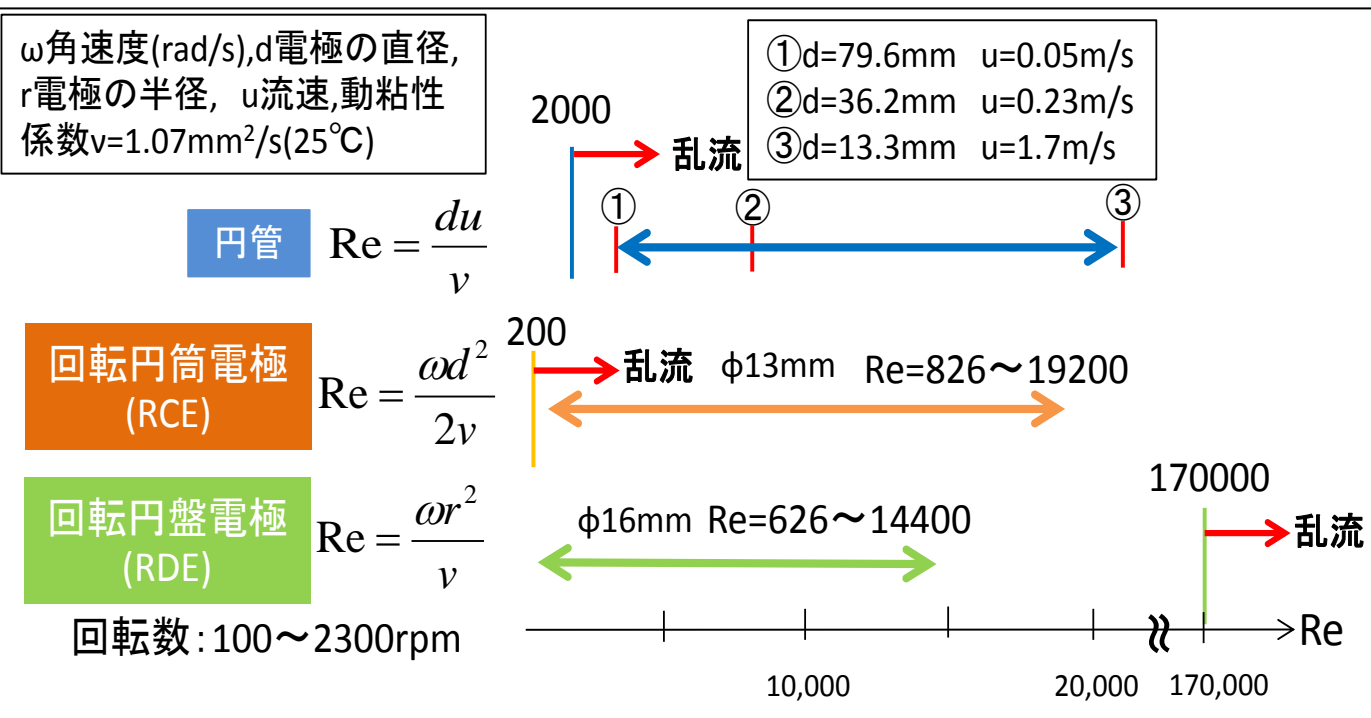
### <H26年度実施内容>

#### 「流動下での腐食挙動評価技術の体制整備」

→回転電極方式を選択し、流動下での分極測定により炭素鋼の腐食速度に及ぼす流動の影響を調査するとともに、妥当性を検証した。



回転電極試験装置



【各種流動下腐食試験における流動条件カバー領域の整理】

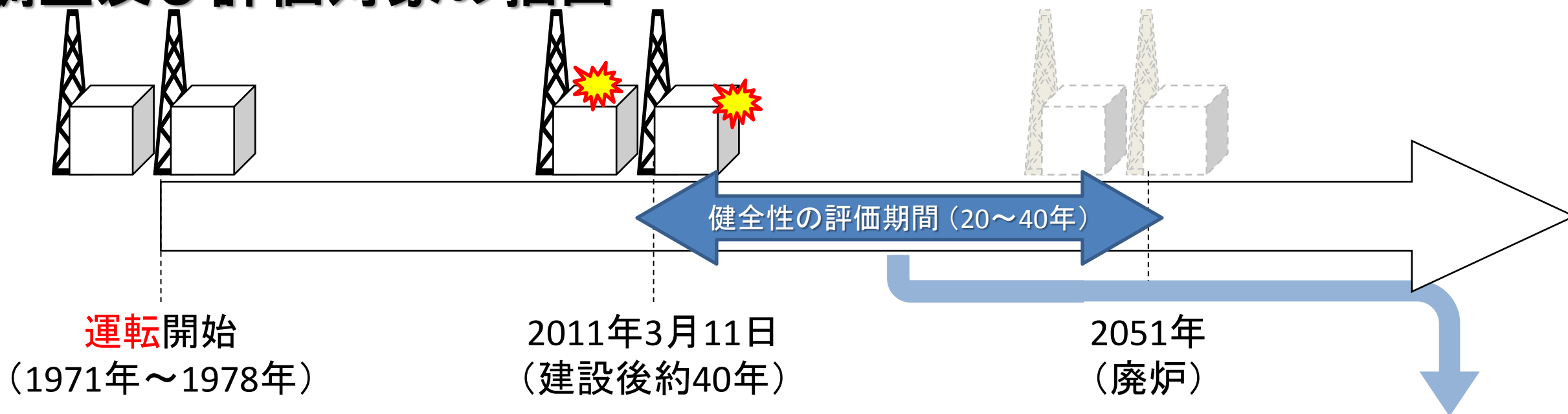
【回転電極装置による分極測定結果(曝気)】





# コンクリート構造物の長期性能評価技術

## ①調査及び評価対象の抽出



	建設時	3.11震災前	3.11震災後	将来(廃炉まで)
地震動	設計用地震動と応答	中小地震の記録 ひび割れ・損傷	本震・余震の記録 ひび割れ・損傷	想定する地震動のレベル
爆発	なし	なし	衝撃荷重の大きさ・影響範囲、ひび割れ・損傷	....
放射線	なし	通常運転時の低レベル放射線	炉心溶融による高放射線	....
熱	水和熱	通常運転時の熱	炉心溶融による高温注水による急速な冷却	....
塩分	なし	飛来塩分	海水(津波/冷却時)	飛来塩分・腐食の予測

➡ 各時期における、外乱(履歴, レベル, 作用時間及び範囲)分析と建屋性能評価が必要



## ②RC造建屋耐震性能評価の現状と課題

- ・構造部材：研究資料豊富、弾性設計により建設  
→ **【課題】弾性範囲を超えた応答・損傷評価が必要**
- ・非構造部材：研究例は少ない、弾性設計（さらに厳しい？）  
→ **【課題】応答・損傷による機器の支持機能、遮蔽の劣化や限界状態のクライテリアの明確化が必要**

→ **地震力以外を考慮した複合外力に対しては未検討**

		主要構造部(建屋の耐震要素)の耐震性	非構造部材(機器の支持機能・遮蔽性)
地震力		○ 弾性 △ 塑性化領域(損傷)	○? 弾性 △~× 塑性化領域
複合要因	爆発	× ほぼ研究資料なし	
	放射線	△ 低放射線はあり	
	熱	△ 一部あり	
	塩分	△ 鉄筋腐食による劣化	

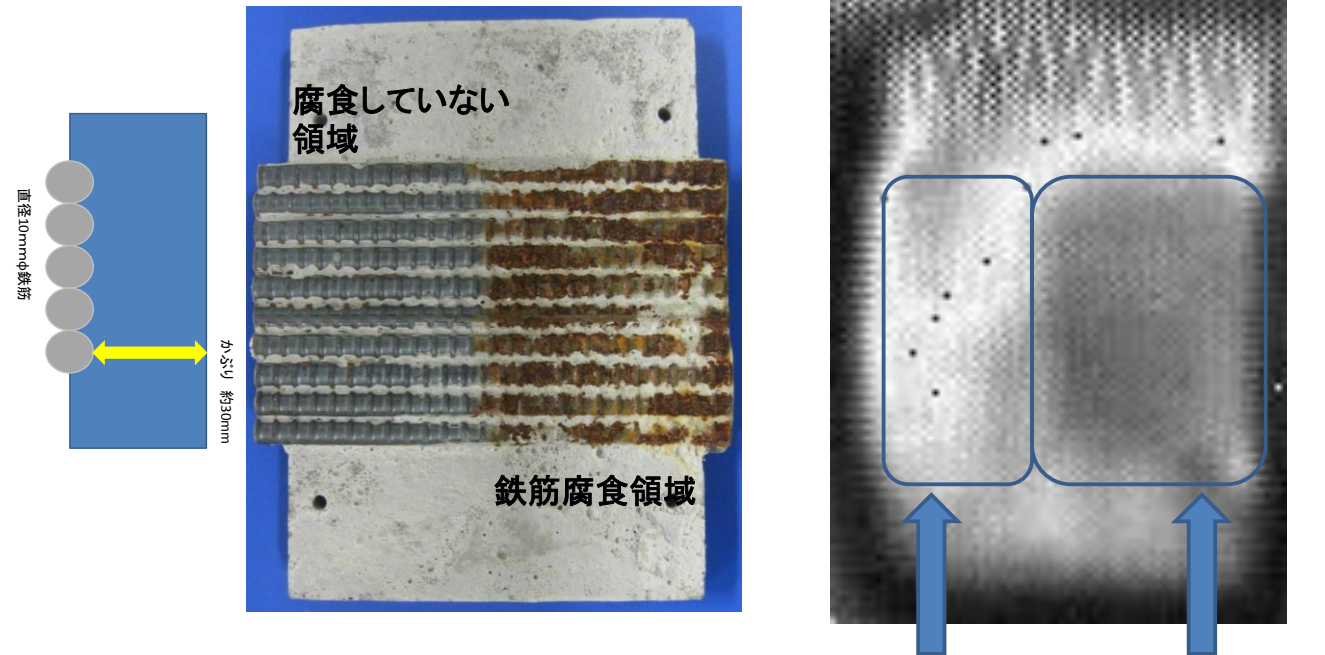
### 【検討課題】

熱、放射線、塩害(及び複合)により、材料性能が**低下**した時の**部材／建物性能の劣化モデル** → 部材実験／FEM解析

### テラヘルツイメージング波を用いた非破壊検査

かぶり約20mm超のコンクリート埋設部分腐食鉄筋 腐食領域把握

- ✓ 超高周波電磁波  
携帯電話(1 GHz)の1000倍の周波数
- ✓ 金属に対する高い反射特性  
→ 金属表面状態(腐食等)の診断
- ✓ 発振器・検出器ともに小型  
→ ロボット等への搭載、遠隔操作



コンクリートに埋設された鉄筋の腐蝕状態を、領域的に可視化することが出来た。  
かぶり~20mm  
かぶりの増大・水の存在により識別は困難になる。

腐食していない領域      鉄筋腐食領域  
\* 黒いドットはノイズによる

### 課題と解決方法



鋼構造物腐食・防食TG  
／コンクリート構造物評価TGとの連携

### 適用例

- 格納容器鉄筋コンクリートの構造健全性評価

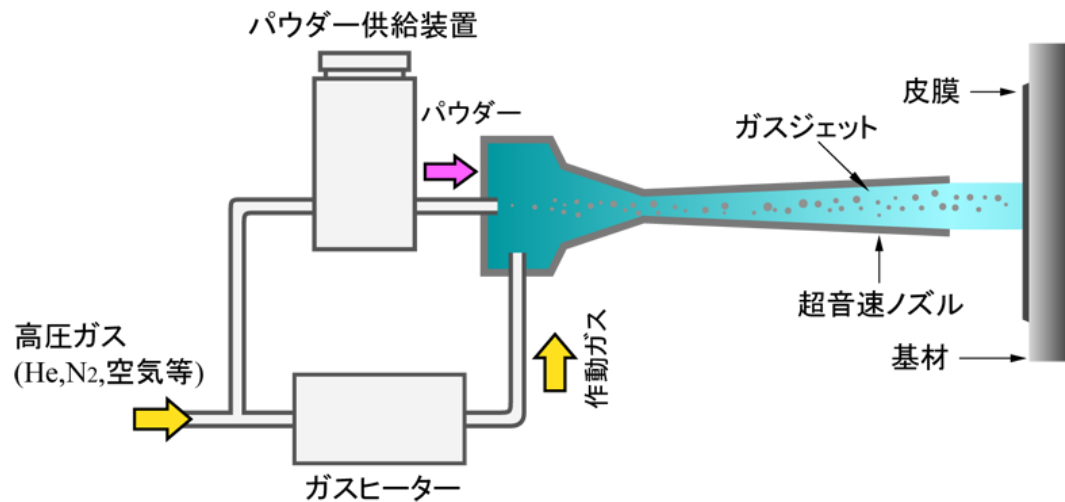
# 遠隔操作に対応可能な構造物補修技術

## (a) 炭素鋼に対するコールドスプレー成膜技術に関する基礎的開発と評価

廃炉までの間、腐食による損傷を生じさせないための耐腐食皮膜(予防保全)技術、劣化・損傷した格納容器・建屋等の補修・補強技術、穴あき部の封止技術の確立

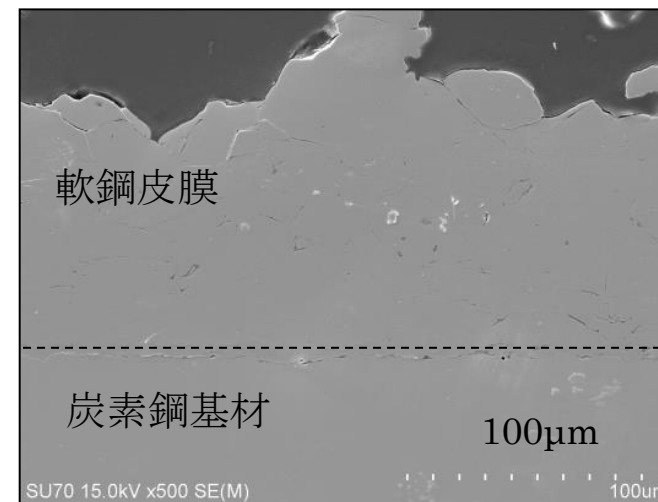
### 平成26年度の達成目標

炭素鋼に対し、同材あるいはSUS材等による耐食コーティングの成膜技術を開発。

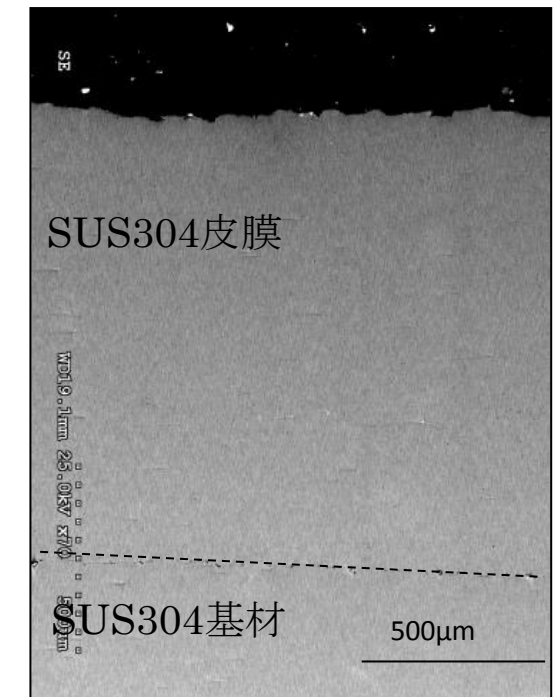


### 粒子を固相のまま成膜・補修が可能な コールドスプレー(CS)法の応用

スプレー条件の最適化により、炭素鋼あるいはSUS基材上に軟鋼およびSUS皮膜を成膜することに成功。さらに2mm程度の厚膜化にも成功し、劣化・損傷部補修の可能性を示すことができた。



炭素鋼上へ成膜した軟鋼皮膜の断面SEM観察例



SUS304鋼上へ成膜したSUS304皮膜の断面SEM観察例

課題: 成膜可能なスプレー条件がガス圧力3MPa, ガス温度600°Cと高く, 格納容器, 建屋内での成膜には, より低い圧力・温度での成膜が必要。

低温プラズマ処理装置を用いた表面活性化による低エネルギー化を検討中。



# 遠隔操作に対応可能な構造物補修技術

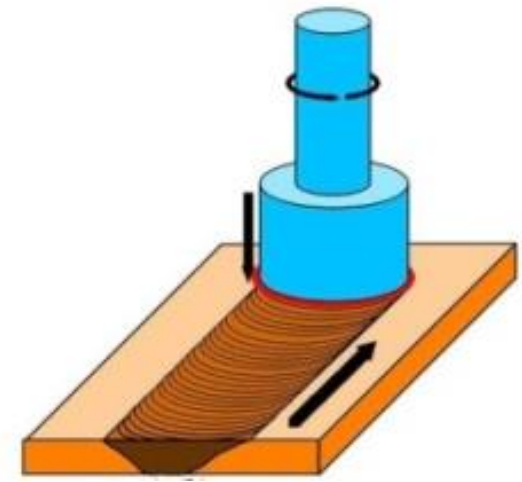
## (b) 鋼に対する摩擦攪拌接合 (FSW) ツール材に関する基礎的開発と評価

### 鋼に対する摩擦攪拌接合 (FSW) ツール材に関する基礎的開発と評価

格納容器・建屋等の補修溶接技術としてFSWを利用

#### 平成26年度の開発内容

- ✓ 鋼に対して十分な接合深さ、接合長のFSWを可能とする接合ツール材の開発に関する基礎的検討と特性評価



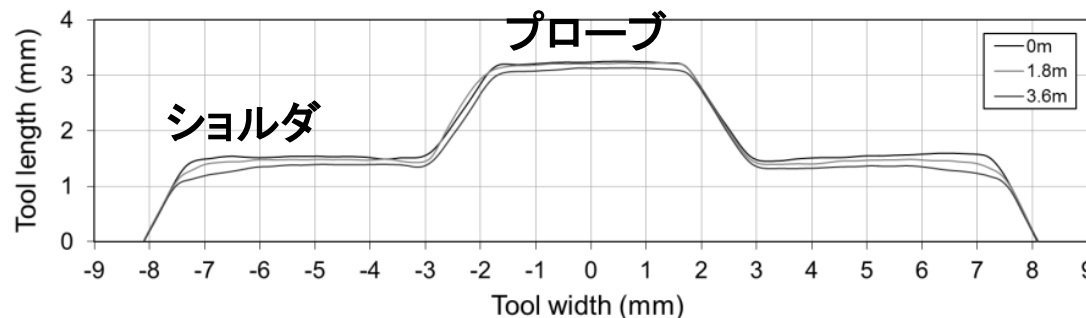
FSWの模式図

### Co基合金製FSWツール素材の選定 (合金組成の最適化)

- 種々の合金組成を有するCo基合金を設計 → 接合深さ2mmでのツール性能を評価



2mm用ツール外観



鉄鋼 (S45C) のFSWに伴う形状変化

ショルダ部の摩耗体積をショルダの摺動距離で割った値、**ショルダ摩耗率**で定量化

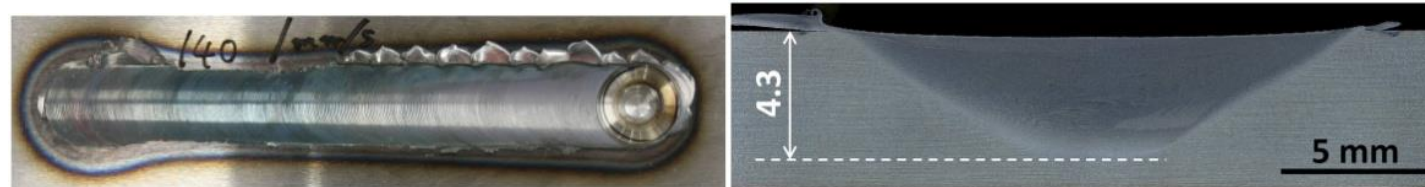
Co-2.8Al-33.68W (wt%)を基本組成とするCo基合金でショルダ摩耗率が最小

### 十分な接合深さ(4mm以上)、接合長のFSWを可能とするCo基合金ツールの評価

- ショルダ摩耗率が最小の素材で接合深さ4mm用ツールを外注 → 性能評価



4mm用ツール外観



S45C接合部の外観と断面マクロ  
(ツール回転速度:140rpm、接合速度:1mm/s)

激しいツール摩耗なく4mm厚以上の接合可能

＜現在＞  
長い接合長での  
ツール摩耗を評価中



## (a) ウラン-ジルコニウム-コンクリート系の相関係の把握

酸化雰囲気(10Torr Air)における $UO_2$ - $ZrO_2$ 系模擬燃料デブリの相関係を解析

- 酸化雰囲気では $(U,Zr)O_2$ から $U_3O_8$ へ酸化後、 $UO_{2+x}$ へ分解
- U/Zr比の影響や酸化雰囲気における $UO_2$ - $ZrO_2$ 相関係の評価

## (b) U-Zr-コンクリート系からの放射性核種の溶出評価に必要なとなる実験系の提示

酸化雰囲気における $UO_2$ とセメント成分との高温反応挙動を調査

- 酸化雰囲気においては $UO_2$ の酸化と $CaUO_4$ の生成
- $SiO_2$ 存在下では、 $CaUO_4$ を生成し、 $SiO_2$ と共存

**(a) 処分環境に留意したウラン化学種の整理による相図:**

- 従来知見と矛盾なく、最新データベースによる制限固相を確認(処分環境ではCSHと $U(OH)_4$ あるいは $USiO_4$ との共存(固溶)系に)。今後の実験条件の基礎となるとともに、現在の循環冷却水へのU(VI)の微量で継続的な浸出を説明する根拠ともなる。

**(b) セメント系材料の安定性把握によるセメント系材料の安定性:**

- セメント系材料の高pH環境での安定性とその多価陽イオンの収着性を確認。

**(c) 相図の評価と必要な実験系の提示:**

- (a)および(b)の結果とこれまでの知見との整合性を検討・確認。【福島高専が担当】

**(d) セメント系材料-ウラン相互作用把握のために必要な実験系提示:**

- (c)を基にしてセメント系材料とウランとの相互作用を把握するために必要となる実験系を検討→冠水環境、高pH環境、還元雰囲気、地温、地下水の塩分濃度を考慮要。
- 第一段階の実験系 → 乾燥過程を経ないセメント系材料とU(VI)との接触(冠水環境、高アルカリ環境、窒素雰囲気)。





# 市民との対話に基づく社会的受容性醸成の実践

## 実施項目1: 国民の廃炉への意識把握のためのWebアンケート調査

◆調査票プレビュー

### Webアンケート画面

東日本大震災と原子力政策に関するアンケート

■■■ アンケートについて ■■■

このたびは、アンケートページへアクセスいただき、ありがとうございます。  
質問文をよくお読みいただき、お間違えのないようにご協力をお願いいたします。

皆様からのご回答および個人情報、暗号化通信により安全に送信され、かつ調査結果として統計的に処理する以外の目的では使用されませんのでご安心ください。

また、ご回答に際し知りえた情報について、一切口外されませんようお願いいたします。

以下の『回答する』ボタンを押して、アンケート回答画面へ進んでください。

---

改 ペ ー ジ

**調査目的**  
本調査は、東日本大震災と原子力政策に関わる話題について、モニターの方々の関心や意見の概要を把握することを目的としております。  
質問は最大9問まであります。お忙しい中、大変恐縮ではありますが、何卒ご協力いただければ幸いです。

**調査実施者と調査データの取り扱い等について**  
本調査は、東北大学・高橋信研究室により行われます。得られた調査データは、学術的な分析と発表目的に使用されます。また、公表するデータは集計値のみに限られます。そのため、個人が特定されることはありません。

---

改 ペ ー ジ

Q1 以下のトピックスの興味・関心の度合いについて、お答えください。  
(チェックは横方向にそれぞれ1つずつ)

	とても 関心がある	関心がある	まあまあ 関心がある	あまり 関心がない	関心がない	まったく 関心がない
アベノミクスの日本経済への効果	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TPP交渉をめぐる今後	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
憲法改正について	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
東京オリンピック開催について	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
再生医療・iPS細胞研究について	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
地震・津波の被害状況	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

実施目標: 対話の対象となるコアグループ形成について複数の地域を対象にして検討し、その可能性をあきらかにする。

- 国民の原子力及び廃炉に対する意識が、地域によってどのように異なっているかを把握
- 全国規模でのWebアンケート調査を実施することにより、地域毎の意識の違いをあきらかにして、コアグループ形成にあたっての地域選定の方針を明確化

実施状況:

- ・2月19日から調査を開始
- ・右のサンプル数に達するまで継続
- ・サンプルが集まった後に分析を実施予定

地域	目標サンプル数
岩手	50
宮城	55
福島	55
茨城	60
東京	140
大阪	100
福井	40

## 実施項目2: 廃棄物処分地選定に関する先進地域スウェーデンにおける意識調査

- 日程: 平成26年1月11日～16日(ヒアリングは12, 13, 14日に実施)
- ヒアリング対象者: 一般市民、大学関係者、原子力業界関係者: 計7名に対して実施

# 東京大学(研究代表者・岡本孝司)

## 研究開発等内容

**俯瞰的廃止措置人材育成(岡本孝司教授)**  
 廃止措置における俯瞰的なリスク把握をベースとしたマネジメントによる安全な廃止措置の遂行と人材育成  
 シビアアクシデント実験と解析による炉内状況推定

**高所狭隘部遠隔操作に関する研究(浅間一教授)**  
 高所狭隘部にアクセス可能なロボット及び遠隔操作インターフェース設計を進め、現場での適用可能なシステム構築を目指す

**遠隔水中機器開発(福島大・高橋隆行教授)**  
 水中で活動するロボットシステムの開発を目的とし、把持システム、制御システム、遮へい構造材などの基礎研究を統合して、現場で適用可能なシステム構築を目指す

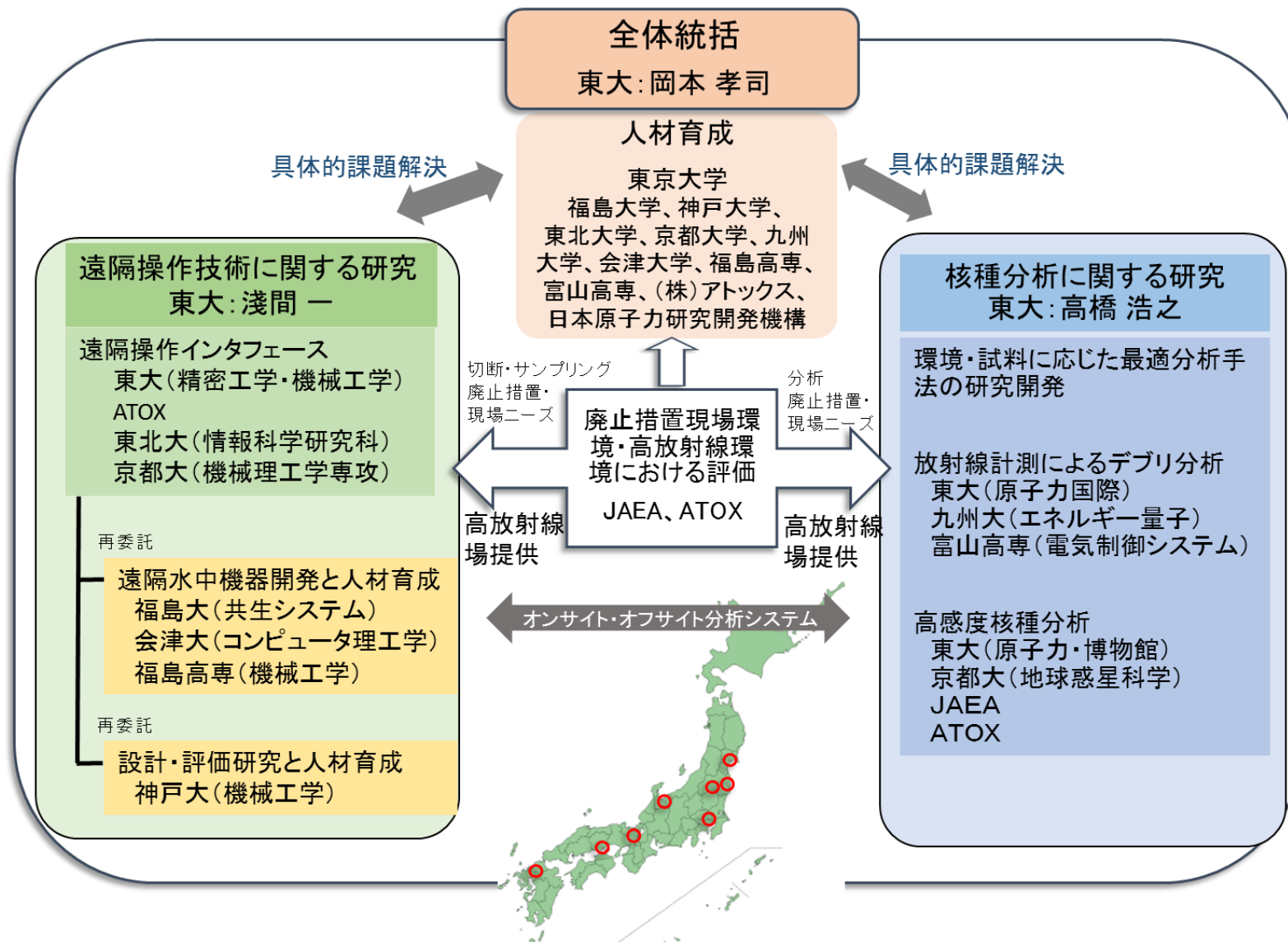
**遠隔操作システム設計・評価研究(神戸大・横小路泰義教授)**  
 遠隔マニピュレーションシステムの基礎検討を進め、操作性を重視したシステム設計を行う。開発したシステムを具体的なロボットシステムに適用し活用する事を目指す

**ガンマ線CTシステムに関する研究(高橋浩之教授)**  
 高性能な位置分解能をもつガンマ線CTシステムを開発し、ロボットに搭載する事で、現場における放射性物質の分布評価を進める事を目指す。

**高感度核種分析技術開発(長谷川秀一教授)**  
 加速器質量分析(AMS)やレーザー分光分析システム開発を進める。現場から微量サンプリングされた試料の分析を行う事を目指す。

**廃止措置マネジメント(鈴木俊一特任教授)**  
 廃止措置における総合的なリスクを低減するため、様々な同時進行するプロジェクトのマネジメントを構築する。この成果を廃止措置の安全な遂行と人材育成に生かす

## 組織・体制



人員概数:東京大学工学系研究科 原子力国際専攻・精密工学専攻・機械工学専攻等(約40名)  
 再委託先:福島大学・会津大学・福島高専(約30名)、神戸大学(約10名)  
 連携機関:東北大学・京都大学・九州大学・富山高専・ATOX・JAEA(約30名)

### 現状での他セクターとの連携状況

特任教授として、IRIDの鈴木俊一氏を、特任准教授として中央大学の田村雄介氏を本プロジェクトで採用した。

なお、上記のように、東京大学が中核機関となり、各地の連携機関と連携して本プロジェクトを推進している。

文部科学省日英共同研究(インペリアルカレッジロンドン)を遂行中

日本原子力研究開発機構廃炉国際研究センターと東京大学原子力専攻で連携重点研究を推進中

# 本事業で目指す「T型」人材

- 様々な課題に対する**専門家教育**
  - 工学博士・工学修士の育成
  - 福島第一で必須の遠隔操作技術／核種分析技術を主な対象
- 廃止措置に関する**俯瞰的リスク把握**
  - 東京大学大学院講義「廃止措置特論E」(2015年度より開始)
  - セミナー、サマースクールなど
- 現場を含めた経験
  - インターンシップ、楢葉などの設備利用
- 日本全国の連携
  - 東京大学を拠点とし、ネットワーク化を推進

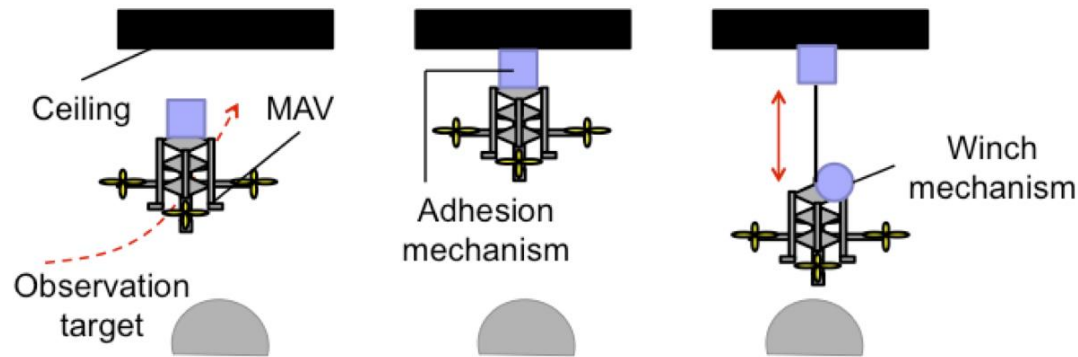
工学博士  
工学修士

最先端研究経験、マネジメント能力  
課題解決能力、国際経験など

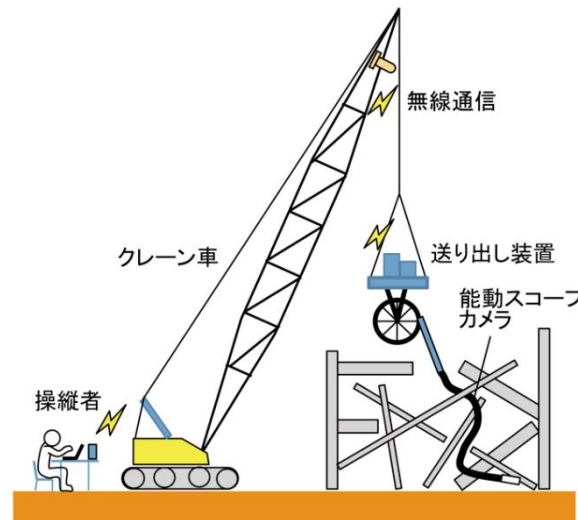


# 遠隔操作技術開発(1/2)

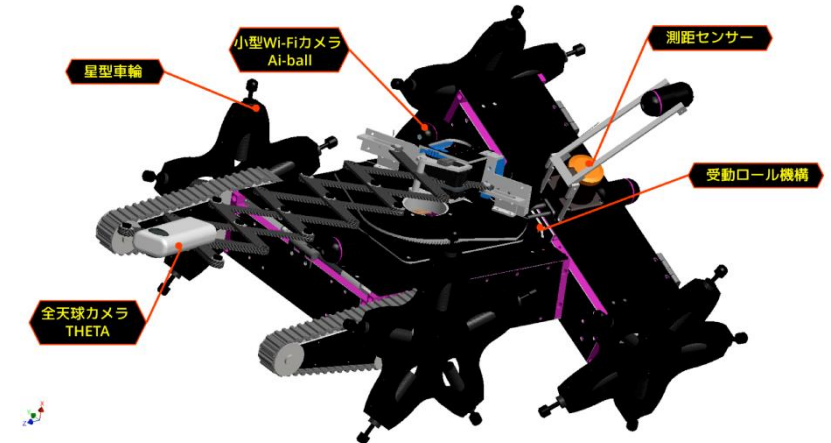
## 高所・狭隘部アクセスとそれらの遠隔操作インターフェースの開発



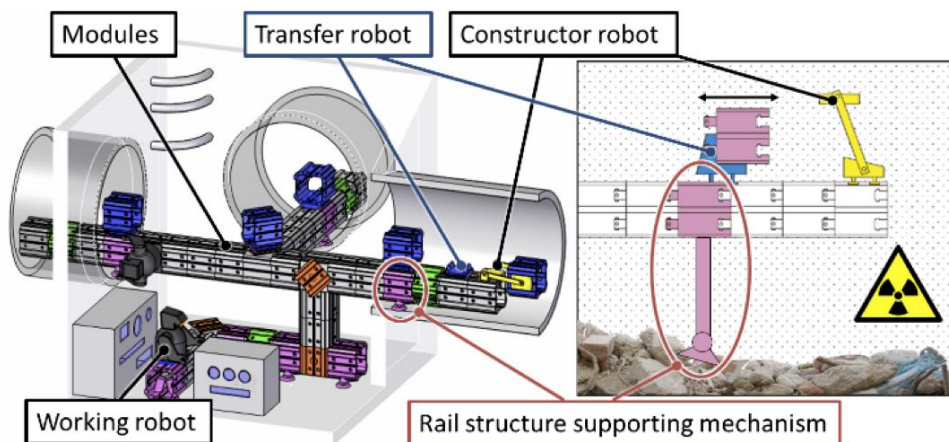
吸着・巻き取り機構を有する飛行ロボット



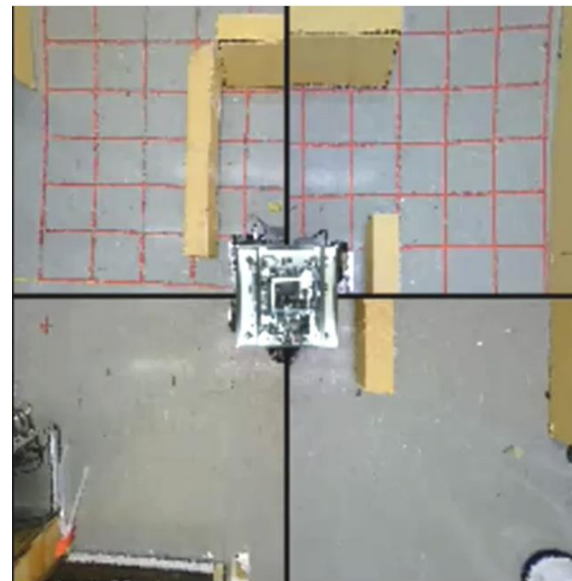
クレーン懸架による能動スコープカメラ



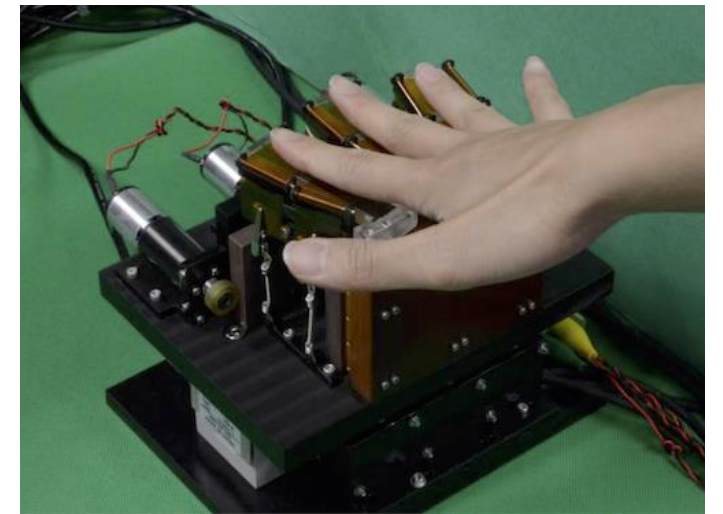
星型タイヤを搭載した移動ロボット



作業ロボットの足場を無人施工する軌道構造体構築システム



遠隔操作のための俯瞰映像提示技術



遠隔操作のための触覚（硬軟感）提示技術

# 遠隔操作技術開発(2/2)

## 福島大学

### 把持システム・制御システム(福島大学・高橋隆行)

小型軽量な作業用エンドエフェクタならびにマニピュレータを開発する。また、高いロバスト性を有する拡張状態オブザーバを使った制御システムを開発する。

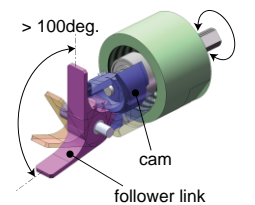
### 画像インタフェース(会津大学・成瀬継太郎)

複数のカメラからの画像群から、視点変換技術と三次元復元技術を用いて、遠隔ロボットを俯瞰する画像を生成し操作者に提示するインタフェースを開発する。

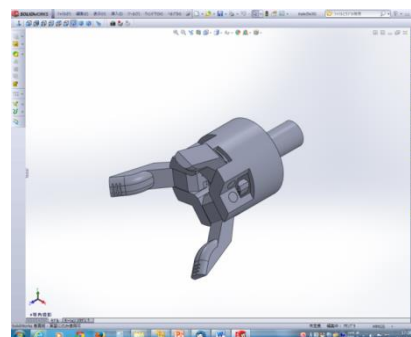
### 遮蔽構造材(福島工業高等専門学校・鈴木茂和)

高い放射線遮へい能力を有し、軽量で高強度な複合材料を開発する。

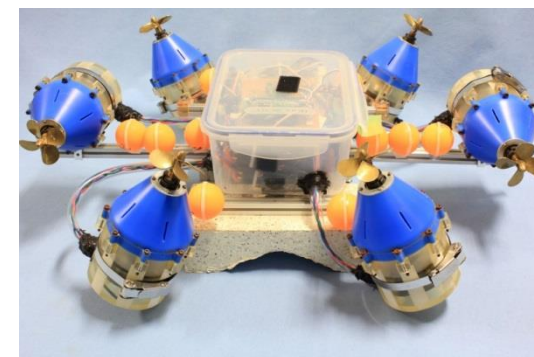
- 小型軽量な作業用エンドエフェクタならびにマニピュレータ
- 高いロバスト性を有する遠隔水中機器のための拡張状態オブザーバを用いた制御システム



高精度立体カム機構



試設計を行った3爪ピンチングデバイス

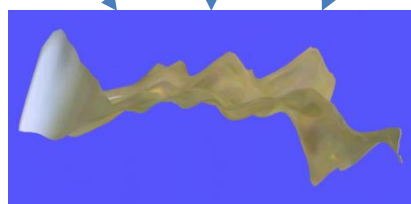


試作した水中移動ロボット

- 独自技術である高精度立体カムを用いた作業用3爪小型ハンドの試設計
- 今後の研究プラットフォームとなる水中移動ロボットの試作
- 改良試作と制御系設計

## 会津大学

- 遠隔ロボットを俯瞰する画像を生成し操作者に提示するインタフェース

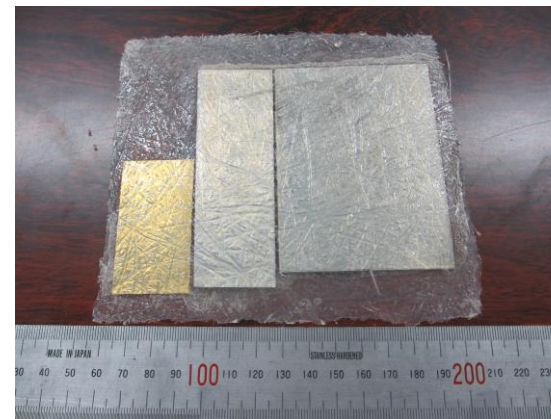


静止実画像より強調された奥行き知覚

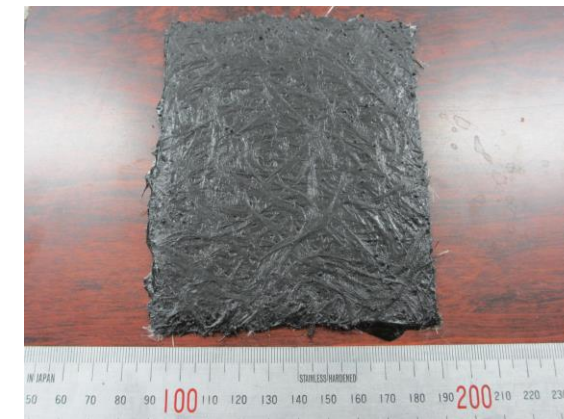
- 二次元連続動的計画法(2DCDP)を用いた奥行き画像生成の適用可能性の調査
- 奥行き精度の定量的評価
- マッチングアルゴリズムの改善

## 福島高専

- 高い耐放射線能力と軽量で高強度な複合材料



FRPと金属の積層



エポキシ樹脂に金属を添加

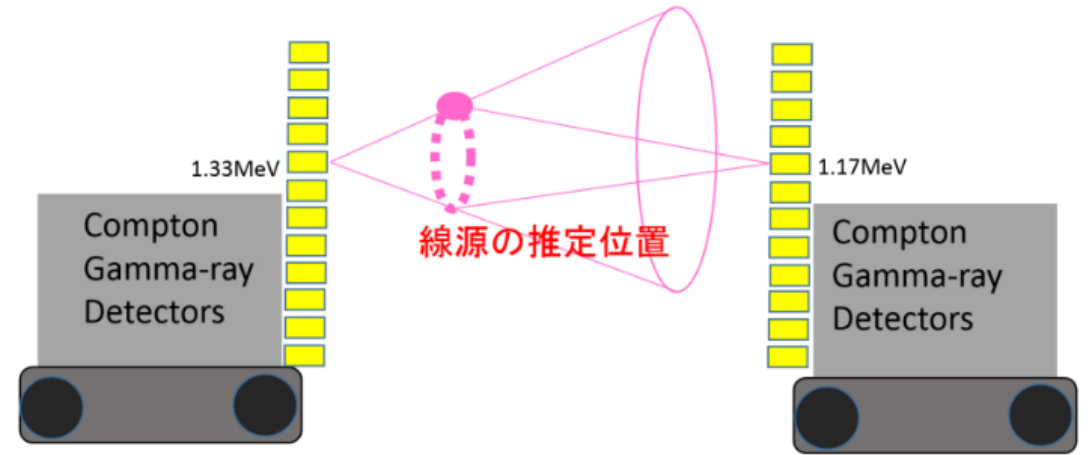
- 添加金属の検討(種類, 重量), 積層数の検討
- 機械的性質(引張, 曲げ)評価, 組織, 断面観察
- 放射線透過率計測



# 核種分析技術開発

## 放射線計測

- ガンマ線CTに必要な検出器の概念設計  
半導体検出器が好ましいことを実験により確認

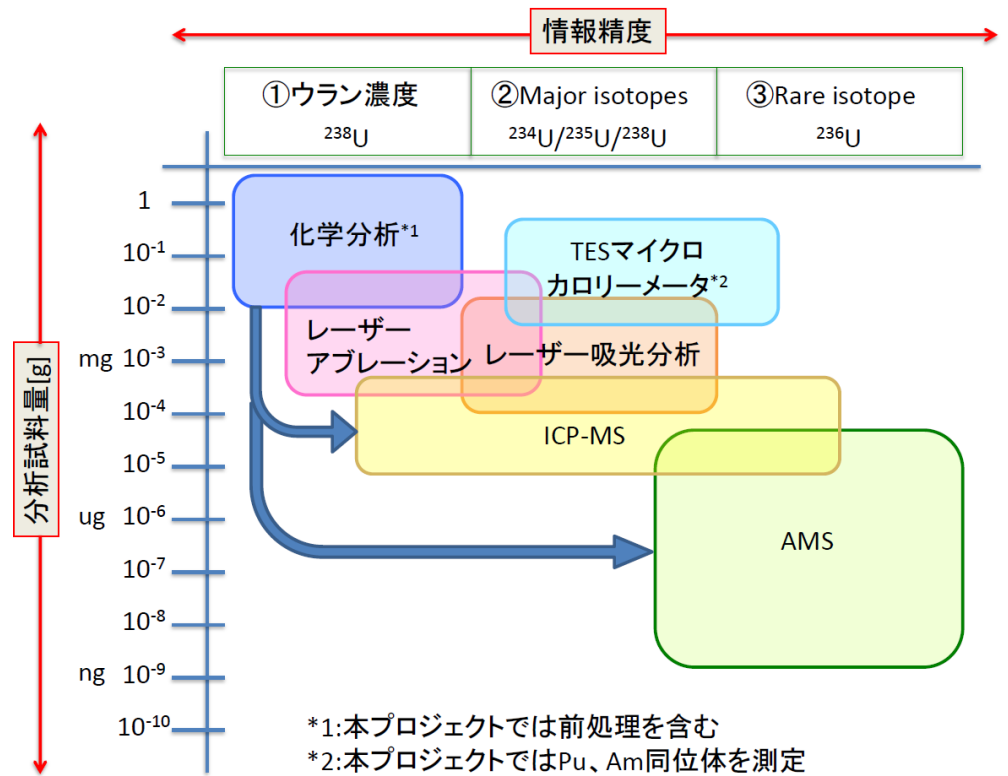


オンサイトガンマ線CT概念図

## 微量同位体分析

分析プロトコルの検討を行った

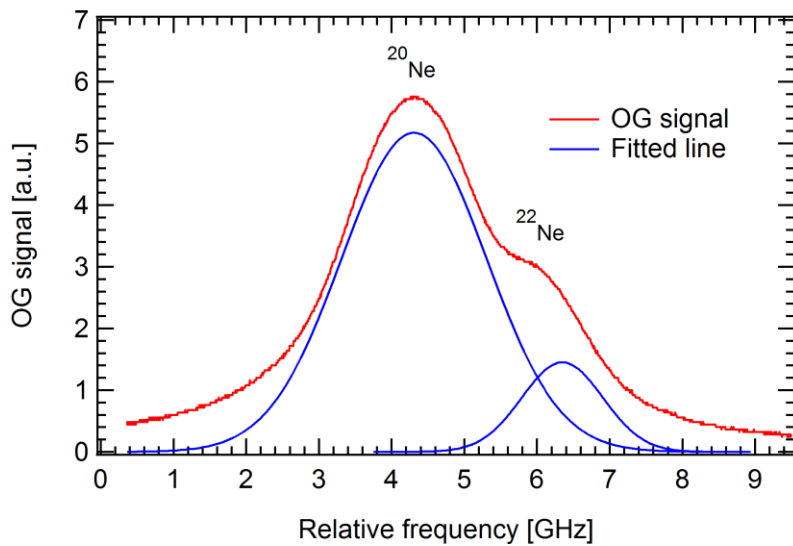
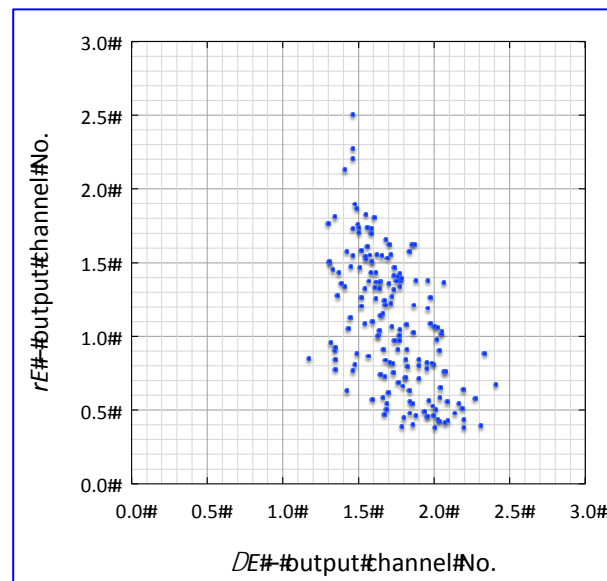
- レーザー分光分析  
レーザープラズマ分光によりNeプラズマの同位体シフトを確認した
- 加速器質量分析  
同位体比 $10^{-9}$ 程度の $^{236}\text{U}$ の検出に成功した



同位体分析プロトコル

\*1:本プロジェクトでは前処理を含む  
\*2:本プロジェクトではPu、Am同位体を測定

$^{236}\text{U}$ の検出



Ne同位体シフト



# 国際サマースクール

**開催日程** 2015年6月14日～20日

**開催場所** スウェーデン

**参加者** 教員 + 学生11名

## 訪問先

**SKB** (Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.)

Clab (使用済み核燃料の中間貯蔵施設)

Äspö Hard Rock Laboratory (地層処分研究施設)

Canister Laboratory (使用済み核燃料貯蔵容器研究所)

**KTH** (Royal Institute of Technology)

シビアアクシデントに関するセミナー

**Studsvik AB**

Incineration

Hot Cell Laboratory

Melting Facility

**Uppsala University**

分析に関するセミナー

## 参加学生からの感想

- 日本では見ることのできない施設見学等ができ、廃止措置を考える上で非常に参考になった。
- スウェーデンと日本における廃止措置に関する取り組みや設備などの違いを感じた。



## 日本原子力学会 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会（廃炉委）の取り組み

2015年7月6日 委員長 宮野 廣

## 1. 学会の活動 経緯

- ・2012年6月、「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会」（学会事故調）を設置し、2014年3月に最終報告書を発刊。事故の背景と根本原因を明らかにし提言。
- ・福島第一の廃炉に向けての活動は長期に渡ることから7000人を擁する学会の貢献に期待。
- ・2014年6月理事会に付属して「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会(廃炉委)」を設置。

(参考) 日本原子力学会の定款

第4条2 ・・特に東京電力福島第一原子力発電所事故にかかわる環境修復、地域住民の支援および事故を起こした原子炉の廃止措置支援等の活動を積極的におこなう。

## 2. 目的と活動方針

- 1)福島第一の廃炉について、課題の抽出と対応策の検討など”学術”としての専門性を活かし支援を行う。併せて、情報の共有、活用に学会の活動を集約する。
- 2)事故から得られた教訓(Lessons Learned) のフォロー。

活動方針

- ・新たな知見を効果的に活用すべく、学会等での規格基準化、標準化。
- ・福島第一の廃炉に関する俯瞰的な視点での検討を独自に行い、成果を提言。
- ・特定の技術課題について掘り下げた検討が必要なものについて、部会・連絡会との連携、分科会を設置し検討。
- ・毎年の活動は、学術会議で公開、討論。年報を発刊、公表。

## 3. 活動の状況

分科会を設置し、具体的活動を展開。

## (1) 事故提言・課題フォロー分科会 [学会22の部会・連絡会、他の組織の協力]

**活動方針**：学会事故調の「提言」や「事故進展において調査や検討が必要な課題」について、取り組み状況を整理し、実現を推進する。学会事故調の提言の実施状況を整理し、今年度末に結果を公開する。他の事故調(政府事故調、国会事故調等)の提言も整理。研究開発の必要な課題を整理し提言を行う。

## (2) ロボット分科会 [日本ロボット学会と連携。他の関係学会とも協力]

**活動方針**：廃炉のロボット技術への原子力としての俯瞰的支援と社会に受容される技術の確立に貢献する。

## (3) 建屋の構造性能検討分科会 [日本建築学会等の関係組織との協働]

**活動方針**：福島第一の建屋、構造物の健全性について、特に格納容器冠水時の耐震性も考慮して、原子力、劣化に着目し信頼性の検証や課題の整理を行う。

## (4) リスク評価分科会 [規制機関を含めて広く協働]

**活動方針**：福島第一のリスク評価(リスクの源)、総合的なリスク評価法について学会の持つ広い原子力分野の視点から提言する。

## 4. 今後の取り組み

## (1) 「学」としての広い分野の活用

- ・原子力学会での 炉物理、から 流動、材料、安全と広い技術分野に対応した22部門の部会・連絡会の活用
- ・広く学会の連携と融合した活動

## (2) 30年を超える長期にわたる活動を視野に入れた体制

- ・シニアと若手の混合による知見、活動の次世代への継承 (人材育成)
- ・国際社会との連携による知見の収集と集約 (情報基盤の整備)

## (3) 自由な場を提供

- ・自由な意見と発想
- ・廃炉の技術分野の活性化

以上

Rev.3

# 日本原子力学会 廃炉検討委員会の取り組み

2015年7月

一般社団法人日本原子力学会  
廃炉検討委員会  
委員長 宮野 廣



# 学会事故調から廃炉検討委員会へ

- ・日本原子力学会は、2012年6月、「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会」(学会事故調)を設置して検討を開始し、2014年3月に最終報告書を発刊した。
  - 事故の背景と根本原因を明らかに
  - 提言をまとめる
- ・福島第一の廃炉に向けての活動
  - 極めて長期、世界が関心と懸念
  - 学会の貢献が求められている。
  - 学会の定款変更(事故炉の支援活動は主要な柱の一つ)
- ・廃炉検討委員会(廃炉委)を設置
  - :2014年6月理事会で承認
  - :理事会直結の組織

# 一般社団法人日本原子力学会 定款

## 第4条2

事業において、特に東京電力福島第一原子力発電所事故にかかわる環境修復、地域住民の支援および事故を起こした原子炉の廃止措置支援等の活動を積極的におこなう。

—参考—

第3条 本会は、公衆の安全をすべてに優先させて、原子力および放射線の平和利用に関する学術および技術の進歩をはかり、その成果の活用と普及を進め、もって環境の保全と社会の発展に寄与することを目的とする。

第4条 本会は、前条の目的を達成するため、次の事業をおこなう。

- (1) 会員の研究活動の促進と会員相互の情報交換
- (2) 会員組織による学術および技術の調査・研究
- (3) 国内外の関連学術団体等との連携
- (4) 規格・規準(標準)の制定および改廃
- (5) 学術および技術の継承・発展、教育、人材育成のための活動
- (6) 年会、大会、シンポジウム、講演会などの開催
- (7) 会誌、研究・技術論文および資料、その他の出版物の刊行
- (8) 社会とのコミュニケーション
- (9) 活動成果の公開と社会への還元
- (10) 研究の奨励および研究業績の表彰
- (11) その他この法人の目的を達成するために必要な事業

# 日本原子力学会の組織体制

総会

理事会

監事  
選挙管理委員会

理事会運営ボード  
役員候補選考委員会  
表彰・推薦小委員会  
フェロー推薦委員会  
経営改善特別小委員会

## 部会・連絡会

炉物理  
核融合工学  
核燃料  
バックエンド  
熱流動  
放射線工学  
ヒューマン・マシン・システム研究  
加速器・ビーム  
社会・環境  
保健物理・環境科学  
核データ  
材料  
原子力発電  
再処理・リサイクル  
計算科学技術  
水化学  
原子力安全  
新型炉

## 各支部

北海道  
東北  
北関東  
関東・甲信越  
中部  
関西  
中国・四国  
九州

企画委員会

提言検討小委員会

総務財務委員会

フェロー企画運営小委員会  
情報化推進WG

部会等運営委員会  
支部協議委員会  
編集委員会  
広報情報委員会  
教育委員会  
**標準委員会**  
倫理委員会  
男女共同参画委員会  
会員サービス委員会  
標準活動運営委員会

常置委員会: 13委員会

## 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会(廃炉委)

福島特別プロジェクト

組織横断活動

専門委員会

部会・連絡会

海外情報、学生、原子力青年ネットワーク、シニアネットワーク、  
核不拡散・保障措置・核セキュリティ



# 廃炉委の目的と活動方針

## ○目的

- (1)福島第一の廃炉について、課題の抽出と対応策の検討など”学術”としての専門性を活かし支援を行う。併せて、情報を共有し、活用に学会内の活動を集約する。
- (2)事故から得られた教訓(Lessons Learned) のフォロー。

## ○活動方針

- ・新たな知見を効果的に活用すべく、学会等での規格基準化、標準化を図る。
- ・福島第一の廃炉に関する俯瞰的な視点での検討を独自に行い、成果を提言する。
- ・特定の技術課題について掘り下げた検討が必要なものについて、部会・連絡会との連携、分科会等を設置して検討する。
- ・毎年の活動は、学会会議で公開報告、討論する。毎年、報告書(年報)を発刊公表する。

## 分科会の設置と活動(1/2)

分科会等を設置し、具体的活動を展開する。

### ○事故提言・課題フォロー分科会 (主査:山本章夫(名大))

学会内の18の研究部会や他の組織の協力を得て取りまとめた。

- ・活動方針:学会事故調の「提言」や「事故進展において調査や検討が必要な課題」について、取り組み状況を整理し、実現のための方策を提言する。
- ・状況:
  - a)学会事故調の提言の実施状況を整理し、今年度末に結果を公開する。毎年報告して実現を図りたい。
  - b)他の事故調(政府事故調、国会事故調等)の提言についても取り組み状況を整理する。
  - c)研究開発の必要な課題を整理し、調査、研究の提言を行う。

# 学会事故調提言項目整理表

	項目	内容	実施主体 関係機関	状況（取り組み状況、出典）
提言 I	－原子力安全の基本的な事項－			
(1)	原子力安全の目標の明確化と体系化への取り組み			
①	安全目標の 合意形成	<p>・定量性をもった安全目標は、リスクがどの程度であれば社会に受け入れられるかを示すものであり、社会との共有に向けて、対話の努力を継続的に行うべきである。</p>	原子力関係者	<p><b>【取り組み状況】</b>            資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会では、「自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ」を設置し、事業者を含めた産業界が行う自主的安全性向上に係る役割分担を決定し、効果的な研究開発を推進するためのロードマップを取りまとめるため、平成 26 年 9 月に「軽水炉安全技術・人材ロードマップ策定の基本方針（案）」を示した[1]。日本原子力学会では、「安全対策高度化技術検討」特別専門委員会を検討の場として当ワーキンググループから示された基本方針に基づきロードマップの策定作業を進めている[2]。</p> <p>日本原子力学会標準委員会では、原子力安全検討会にリスク情報活用推進分科会（仮称）を設置し、原子力施設の設計、運転管理、規制、防災、リスク・コミュニケーション等の分野におけるリスク情報の活用のあり方に関する調査・検討並びに検討成果の普及活動等を開始している[3]。</p> <p><b>【出典】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ, 第 1 回会合資料 8 「軽水炉安全技術・人材ロードマップ策定の基本方針（案）」, 平成 26 年 9 月 24 日</li> <li>2. 同上, 第 4 回会合資料 5 「軽水炉安全技術・人材ロードマップ中間報告」, 平成 27 年 1 月 8 日</li> <li>3. 〔非公開資料〕「リスク活用分科会の設置について（案）」, 平成 27 年 3 月 9 日</li> </ol>

DRAFT



## 分科会の設置と活動(2/2)

### ○ロボット分科会 (主査:大道武生(名城大))

- ・日本ロボット学会と日本原子力学会が連携し、他の関係学会とも協力して進める。
- ・活動方針: 廃炉のロボット技術への原子力としての俯瞰的支援と社会に受容される技術の確立に貢献する。

### ○建屋の構造性能検討分科会

(主査: 瀧口克己(東工大名誉教授))

- ・日本建築学会等の協力を得て立ち上げた。
- ・活動方針: 福島第一の建屋、構造物の健全性について、特に格納容器冠水時の耐震性も考慮して、原子力、劣化に着目し信頼性の検証や課題の整理を行う。

### ○リスク評価分科会 (主査:山口 彰(東大))

- ・広い組織の人材の参加を得て、幅広の検討を行う。
- ・活動方針: 福島第一のリスク評価(リスクの源)、総合的なリスク評価法について学会の持つ広い原子力分野の視点から提言する。

# 秋の大会の廃炉委セッション

9月11日(金) 9:30~16:30 座長 (廃炉委委員長、法政大) 宮野 廣

○全体セッション (9:30~11:25) 座長 (廃炉委副委員長、東大) 関村直人

- (1) 冒頭挨拶 (廃炉委委員長、法政大) 宮野 廣
- (2) 福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策の現状と中長期的取組方針  
(資工庁) 土井良治
- (3) 福島第一原子力発電所の状況 (東京電力) 増田尚宏
- (4) 福島第一原子力発電所廃炉の技術戦略とリスク低減 (NDF) 福田俊彦
- (5) IRIDの研究開発の状況 (IRID) 菅沼希一

○個別セッションA 放射性廃棄物(11:25~12:05)

座長 (廃炉委、JAEA) 森山善範

- (1) 発生放射性廃棄物の保管 (東京電力) 石川真澄
- (2) 福島第一原発事故廃棄物の処理・処分研究開発 (JAEA/IRID) 宮本泰明

○個別セッションB 燃料デブリ／炉内状況(13:00~14:10)

座長 (事故提言・課題フォロー分科会主査、名大) 山本章夫

- (1) 原子炉格納容器調査による炉内状況の推定 (東京電力) 滝沢 慎
- (2) SAMPSON コードによる事故事象進展の解析 (エネ総研) 内藤正則
- (3) 燃料デブリの性状把握 (JAEA/IRID) 鷲谷忠博

○個別セッションC 構造健全性(14:10~15:20)

座長 (建屋の構造性能検討分科会主査、東工大名誉教授) 瀧口克己

- (1) 原子炉圧力容器／格納容器の構造健全性 (東大/IRID) 鈴木俊一
- (2) コンクリート建造物の健全性 (東北大) 前田匡樹

○個別セッションD 遠隔基盤技術(15:20~16:30)

座長 (ロボット分科会主査、名城大) 大道武生

- (1) 廃炉遠隔基盤技術 (東大) 浅間 一
- (2) 廃炉関連ロボットの開発 (IRID) 神徳徹雄

# 今後の取り組み

- 「学」としての広い分野の活用
  - 原子力学会での 炉物理、から 流動、材料、安全と広い技術分野に対応した22部門の部会・連絡会の活用
  - 広く他学会との連携と融合した活動
  
- 30年を超える長期にわたる活動を視野に入れた体制
  - シニアと若手の混合による知見、活動の次世代への継承（人材育成）
  - 国際社会との連携による知見の収集と集約（情報基盤の整備）
  
- 自由な場を提供
  - 自由な意見と発想
  - 廃炉の技術分野の活性化