

日本原子力学会 シンポジウム

「VISION2050－事故を振り返り未来を見据える」－東京電力福島第一原子力発電所事故から10年を迎えて－  
プログラム1:事故を振り返る @2021年3月11日 13:00～18:00 (online)

[2] 廃炉検討委員会の報告

## [2] 廃炉検討委員会の報告

日本原子力学会

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会



日本原子力学会 シンポジウム

「VISION2050－事故を振り返り未来を見据える」－東京電力福島第一原子力発電所事故から10年を迎えて－  
プログラム1:事故を振り返る @2021年3月11日 13:00～18:00 (online)

[2] 廃炉検討委員会の報告

[2] 廃炉検討委員会の報告

# 廃炉の10年と廃炉委の役割

日本原子力学会

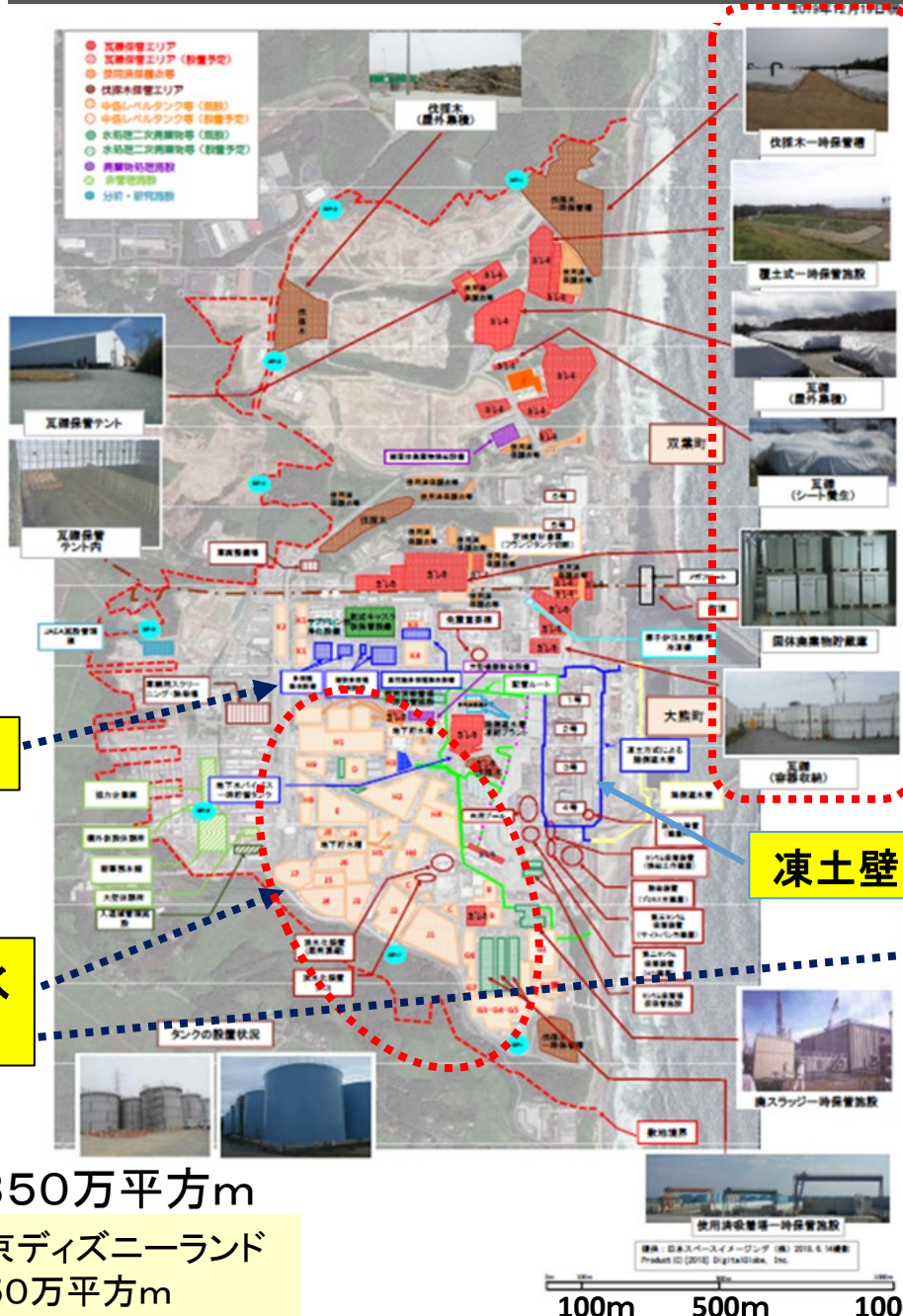
廃炉検討委員会 委員長

宮野 廣

# 目次

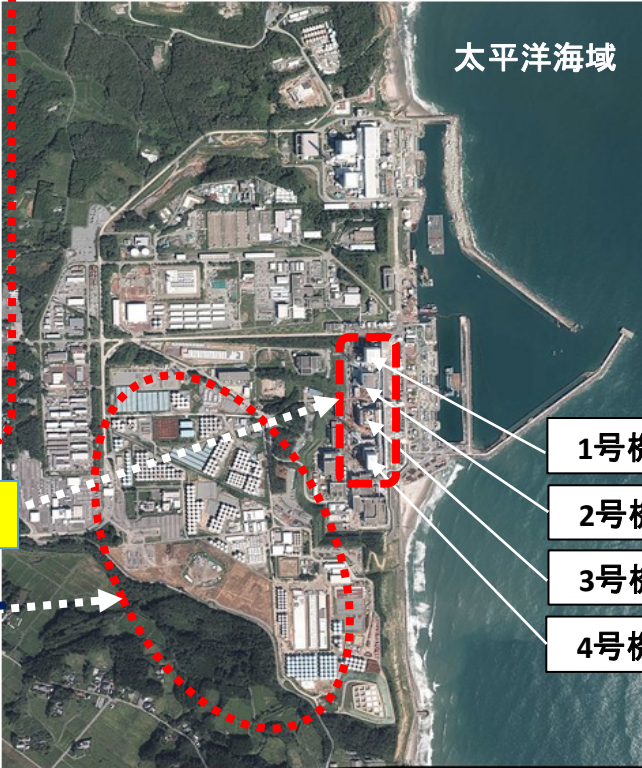
- ① 1F廃炉の事故後と現在の状況
- ② 廃炉に向けた取り組みの全体像
- ③ 学会の役割
- ④ 学会事故調で提示された廃炉の課題と廃炉委での検討
- ⑤ 成果のまとめ
- ⑥ 今後の取り組み(廃炉作業・学会・国として)

# 福島第一の廃炉 1Fの敷地全体像(現在)



**がれき**

47万立方m(2020年3月)



福島第一発電所地区の空撮写真

広さ:350万平方m

東京ディズニーランド  
約50万平方m

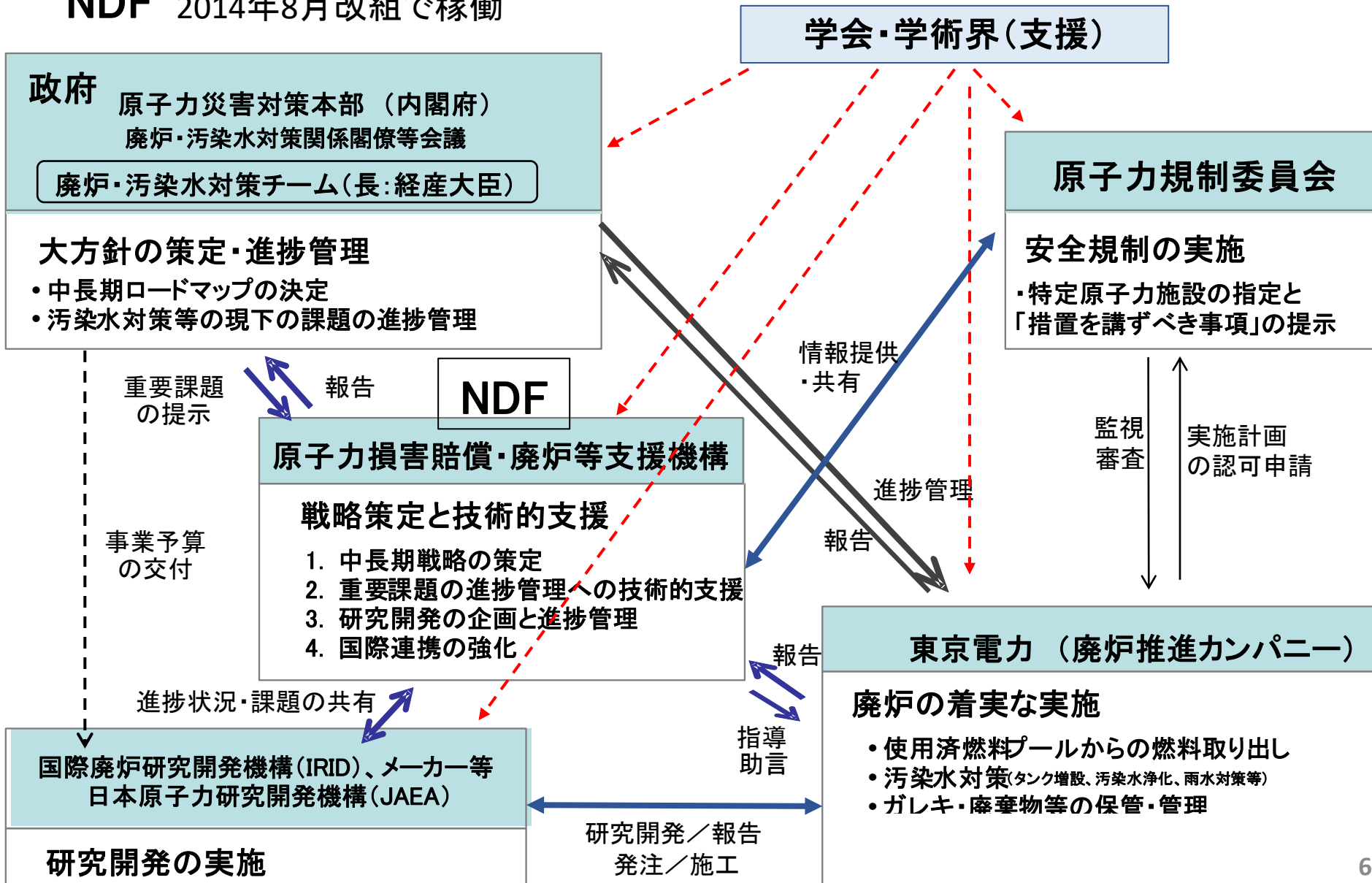
## ○ 福島第一原子力発電所の現状（現状と課題）（出典：東京電力HP／経済産業省HP資料を基に作成）

1号機	<p><b>現状</b></p> <p>水素爆発した原子炉建屋にカバーを設置(2011年10月) 使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた建屋カバー撤去 ガレキ除去中</p> <p><b>課題</b></p> <p>原子炉建屋上部及びプール内ガレキ状況の把握 建屋カバー撤去期間中の放射性物質の飛散防止</p>	 <p>2011年3月12日撮影 → 2014年12月撮影 → 2020年12月</p>
2号機	<p><b>現状</b></p> <p>ブローアウトパネルを閉止し、放射性物質の飛散を抑制</p> <p><b>課題</b></p> <p>原子炉建屋内の線量低減対策 使用済燃料取り出しに向けた準備</p>	 <p>2011年4月10日撮影 → 2012年8月撮影 → 2020年12月</p>
3号機	<p><b>現状</b></p> <p>原子炉建屋上部のガレキ撤去が完了(2013年10月) 使用済燃料プール内ガレキ撤去作業終了し、燃料取り出し作業実施 2021年2月完了</p> <p><b>課題</b></p> <p>線量が高いため、線量低減対策を遠隔操作重機で安全かつ着実に実施</p>	 <p>2012年2月12日撮影 → 2013年10月11日撮影 → 2021年2月完了</p> <p>燃料取り出し用カバー</p>
4号機	<p><b>現状</b></p> <p>使用済燃料プールからの燃料取り出し完了(2014年12月22日完了)</p> <p><b>課題</b></p> <p>建屋解体を含む本格的な廃炉作業の検討中</p>	 <p>2011年9月22日撮影 → カバー工事完了 → 2014年12月22日 燃料取り出し完了 → 2020年12月</p>

<事故後の取組みの進展が非常にわかりやすく説明されている最新版ビデオ(エネ庁作成、下記参照)>

[http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo\\_osensui/index.html#movie](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/index.html#movie)

NDF 2014年8月改組で稼働



# 福島第一廃炉の中長期ロードマップ (2019年12月改定より)

堅持(コロナの影響あり)

2021年12月

堅持

冷温停止から  
30~40年後

2011年12月冷温停止

2013年11月

現在

(使用済)燃料の取り出し完了  
2031年末

第1期

第2期

第3-①期

第3期

安定化に向け  
取組

使用済燃料取り出し開始までの期間(2年以内)

燃料デブリ取り出しが開始されるまでの期間(10年以内)

廃止措置終了までの期間(30~40年後)

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

2014年8月

(出典:経済産業省資料を元に作成)

NDF改組

日本原子力学会

2012年6月発足

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(略称:学会事故調)

「その全貌と明日に向けた提言」発行

2014年6月発足

東京電力福島第一原子力発電所廃炉検討委員会(略称:廃炉委)

## 1. リスク低減の重視

スピード重視

汚染水、プール内燃料  
燃料デブリ  
固体廃棄物、水処理二次廃棄物

リスク低減重視

（スピードだけでなく、長期的にリスクが確実に下がるよう、優先順位を付けて対応）

学会も協力（報告書）  
社会の理解が課題

可及的速やかに対処

周到的準備の上、安全・確実・慎重に対処

長期的に対処

## 2. 目標工程（マイルストーン）の明確化

地元の声に応え、今後数年間の目標を具体化

長中期ロードマップの発行  
社会の理解が課題

## 3. 徹底した情報公開を通じた地元との信頼関係の強化等

福島評議会の設置（昨年2月）

コミュニケーションの更なる充実

（廃炉に係る国際フォーラム等）

地元との対話は十分か？

## 4. 作業員の被ばく線量の更なる低減・労働安全衛生管理体制の強化

進んでいる部分もあるが、更なる努力要

## 5. 原子力損害賠償・廃炉等支援機構（廃炉技術戦略の司令塔）の強化

原賠・廃炉機構の発足（昨年8月）

研究開発の一元的管理・国内外の叡智結集

（出典：中長期ロードマップ改定について（平成27年6月12日、内閣府廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議決定））



—2014年6月 「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」を設置—

## ○福島第一の廃炉に向けての背景

- 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)

## ○役割

- (1) 安全かつ円滑な廃炉に貢献する。
- (2) 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。
- (3) 事故から得られた教訓・提言(Lessons Learned)および未解明事項のフォロー。

## ○廃炉委の活動方針

- ・ 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、学術会議(シンポジウムおよび学会年会等)で公開報告、討論する。報告書(年報)を発刊公表する。

# 日本原子力学会の組織体制

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

## 学協会の協働

- |              |             |
|--------------|-------------|
| エネルギー・資源学会、  | 日本技術士会、     |
| 化学工学会、       | 日本高圧力技術協会、  |
| 火力原子力発電技術協会、 | 日本セラミックス協会  |
| 計測自動制御学会、    | 日本地震学会      |
| 原子力安全研究協会、   | 日本地震工学会、    |
| 資源・素材学会、     | 日本応用地質学会、   |
| 土木学会、        | 日本電気協会、     |
| 日本アイトープ協会、   | 日本海水学会、     |
| 日本農芸化学会、     | 日本海洋学会、     |
| 日本機械学会、      | 日本放射化学会、    |
| 地盤工学会        | 日本放射線影響学会、  |
| 環境放射能除染学会    | 日本気象学会、     |
| 日本航空宇宙学会     | プラズマ・核融合学会、 |
| 日本コンクリート学会   | 防食腐食学会      |
| 日本混相流学会      | レーザー学会      |
| 日本水産学会       | 日本ロボット学会    |
| 日本土壌肥料学会     |             |
| 日本物理学会       |             |
| 日本保全学会       |             |

## 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

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  
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
- 国際活動委員会
- 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

標準委員会など

常置委員会: 13委員会

## 分科会

- ・事故提言・課題  
フォロー分科会
- ・ロボット分科会
- ・建屋構造健全性能  
検討分科会
- ・リスク評価分科会

## ワークショップ

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会  
福島特別プロジェクト

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

## 日本原子力学会

福島第一原子力発電所

## 廃炉検討委員会

- ロボット分科会  
ロボット学会との連携
- 建屋の構造性能検討分科会  
建築・土木分野との連携
- リスク評価分科会  
規制、事業者、メーカーほか関連機関の集合
- 強度基準検討分科会  
機械学会ほか構造の専門家と連携
- 廃棄物検討分科会  
化学工学会ほかとの連携
- 事故調提言フォロー分科会  
・提言フォローの継続・見直し  
・未解明事象の検討

## NDF

## ＜廃炉研究開発連携会議＞

(2015年7月発足)

- 実用化研究・応用に加え、基盤・基礎研究の重要性が一層高まるとの認識のもと設立  
(NDFが議長、事務局)
- ニーズ・シーズのマッチング、一層の情報共有に向けた取組みに着手(JAEAによる「研究拠点施設」、「廃炉基盤研究プラットフォーム」構想と密接に連携)
- 日本原子力学会としても連携・協力を図る。

## JAEA

## ＜大規模拠点・国際連携拠点の整備＞



モックアップ試験施設  
(樹業遠隔技術開発センター)  
遠隔操作機器の開発・実証(除染、観察、補修)等を実施



分析研究施設  
難測定核種の分析、モニタリング手法の開発等を実施



廃炉国際共同研究センター  
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

- 学会は常時連携・協力していく。

# 学会事故調報告での廃炉にかかわる課題と提案

2014年の学会事故調報告では、以下の項目を提案していた

(1) 燃料デブリ冷却系は、**小さい循環系**とする。

ALPS等で実施

(2) **汚染水**は、環境への漏えいを抑制し、**浄化する**。汚染水の排出を抑える。

(3) **トリチウム**を主とする**処理水**は、**適切な濃度で海洋に放出**が適切。

学会の提案

(A)

(4) 燃料デブリの分析・解析は、**国内外の機関と連系を綿密**に行う。

国際会議を主催

(B)

(5) 燃料デブリの**収納、移送、保管**は、**慎重**に進める。

シナリオの提案  
学会報告書(2020年)

(C)

(6) **エンドステート**は、**柔軟に考える**。現実的なシナリオを選択する。

(7) 放射性物質の**特性分析**は**重要**であり、長期保管を含めて**学会標準**を定める。

(8) **分析設備の整備**を早急に行う。

分析センター設置(JAEA)

(9) **放射性物質の長期保管**に関して、分別、ガス発生、腐食**特性**を**把握**する。

(10) **リスク低減の観点**が**重要**である。

管理目標の提案  
リスク評価法の提案  
学会報告書(2019年)

(D)

(11) 各号機施設の**耐震性**を**十分に評価**する。

学会報告書(2020年)

(12) **適切なマネジメント**による**全体最適**と**柔軟な対応**を行うべき。

・廃炉の展開に際して実施すること

未解明技術課題の抽出

(E)

・廃炉作業を進める鍵となる技術

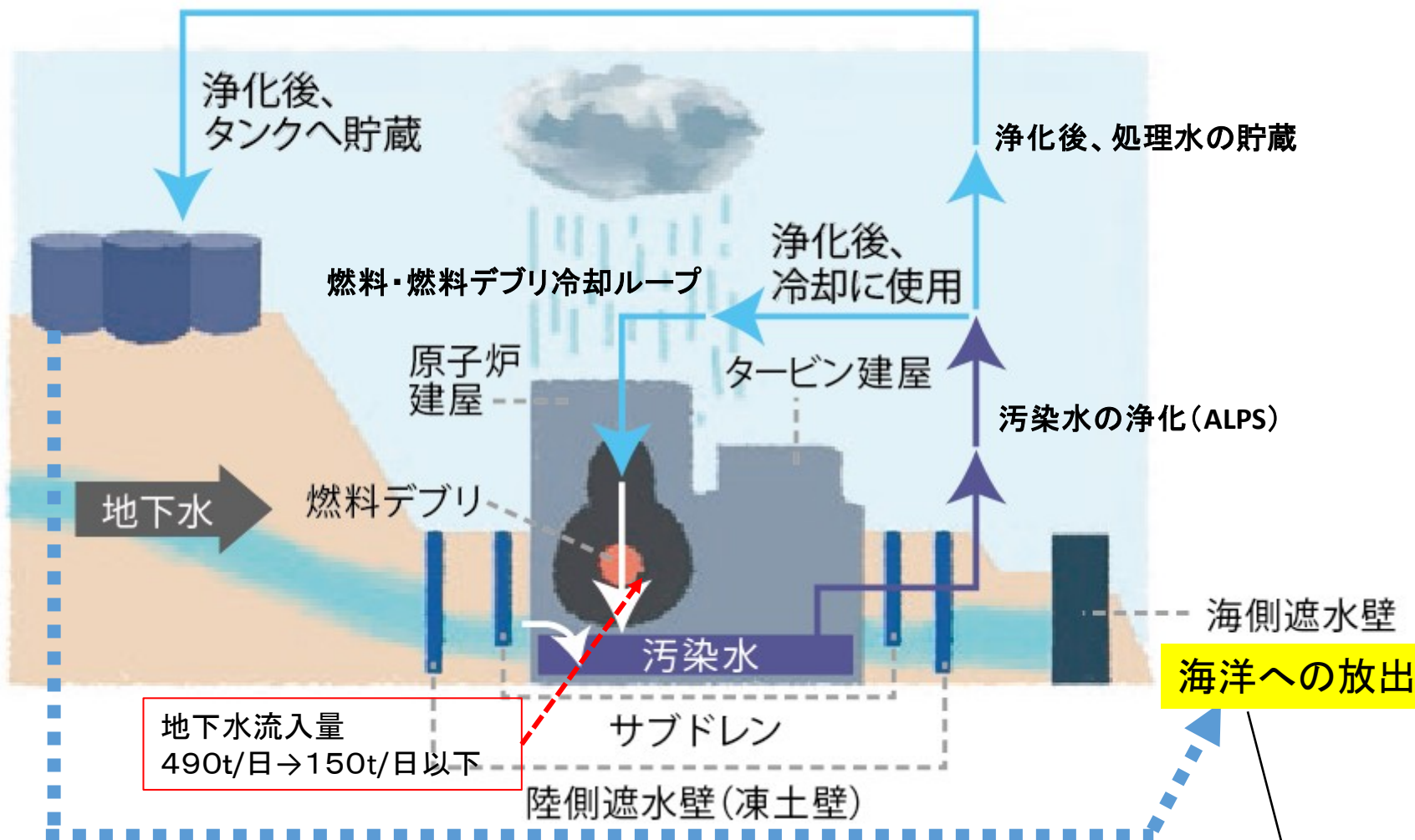
ロボット技術への支援

学会報告書(2018年)

# 福島第一の汚染水への対応

A

— 汚染物を漏らさない様々な工夫と処理水の処分 —



⇒ 貯蔵処理水の低減へ

世界で実施している方法  
IAEAも推奨

学会として、社会の  
理解への支援も必要

# 廃炉国際会議 FDR2019 開催と国際協力

B

FDR2019 [International Topical Workshop on Fukushima Decommissioning Research]

May24-26, 2019, J-Village, Naraha, Fukushima, JAPAN

- ・福島第一原子力発電所の廃炉に係る国際研究者会議FDR2019を2019年5月24-26日@Jビレッジを開催した。
- ・40年にも及ぶとされる東京電力福島第一原子力発電所の廃炉について、国内外の技術者や研究者が最新の研究成果などを報告する国際会議である。
- ・この会議は、**日本機械学会(JSME)**と**日本原子力学会(AESJ)**が**共同開催**の初めての国際会議である。
- ・次回は、**2022年**を予定している。



国際社会は大きな  
関心を持っている

国際会議を開催、  
参加するだけでは  
情報の活用はでき  
ない

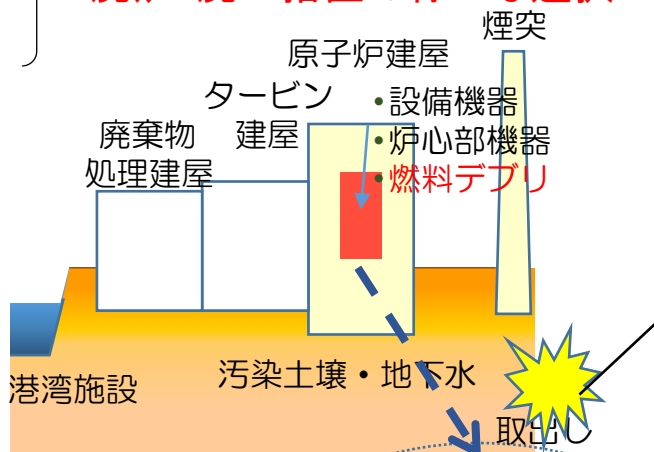


国際社会との協働  
を目指した仕組み  
が必要

## 1F 廃炉(解体・撤去)のシナリオの論点

## - 廃炉・廃止措置の様々な選択 -

C



燃料・燃料デブリ  
(炉心部機器)

【廃炉】機器・構造物の全量を撤去。

【サイト修復】敷地内全域の汚染土壌を撤去。

## 全て撤去

いま、ようやくこの段階

土壌入れ替え

港湾施設

廃棄物管理  
(貯蔵・処理・処分)



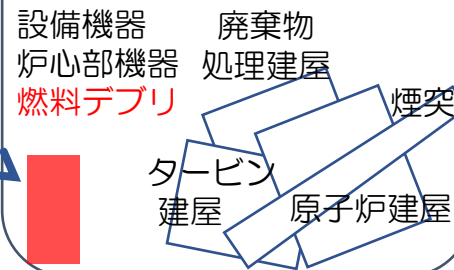
## 地上部のみ撤去

覆土

港湾施設

汚染土壌・地下水

廃棄物管理  
(貯蔵・処理・処分)



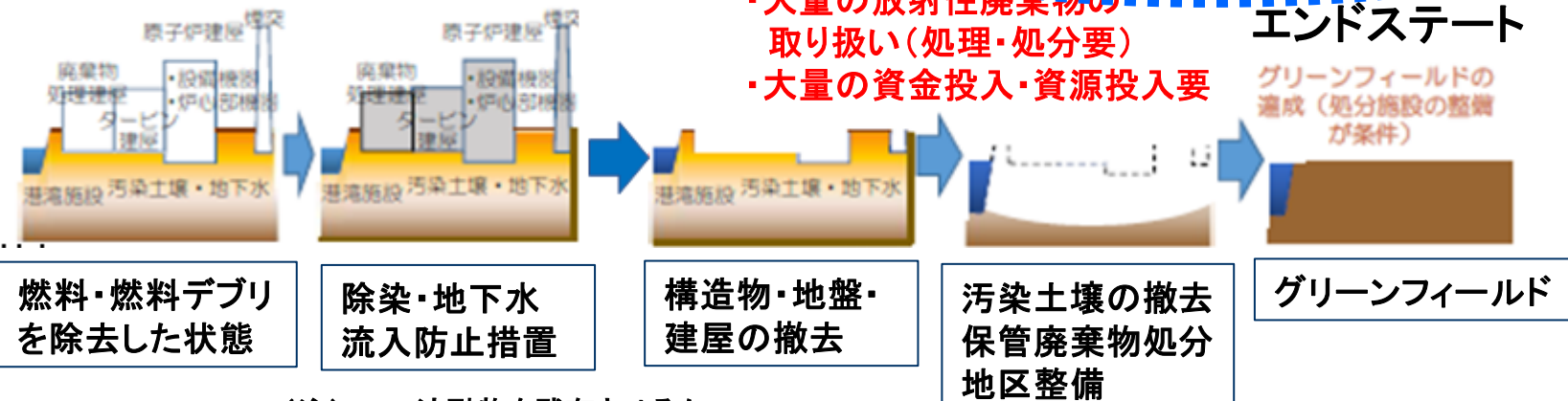
汚染拡大防止

# 廃炉のシナリオ例でエンドステートを考える

C

「いつ、何を選擇するか」

シナリオ1:  
施設全体を解体撤去

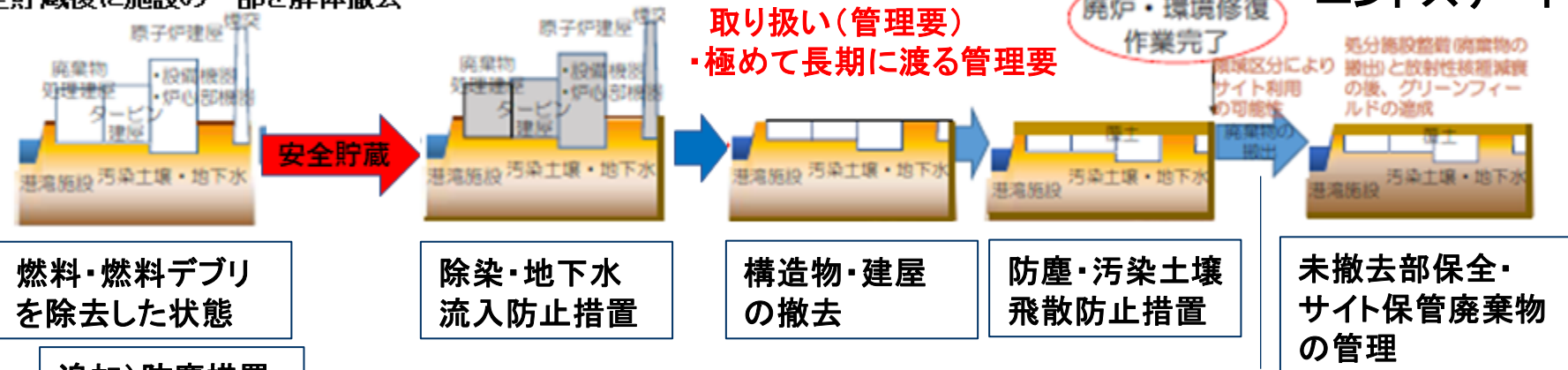


(注)MCCI溶融物を残存させるか

(課題) 廃棄物量約100万トン 約300年  
 ・大量の放射性廃棄物の取り扱い(管理要)  
 ・極めて長期に渡る管理要

エンドステート  
 廃炉・環境修復作業完了  
 処分施設整備(廃棄物の搬出)と放射性核種減衰の後、グリーンフィールドの達成  
 領域区分によりサイト利用の可能性

シナリオ4:  
安全貯蔵後に施設の一部分を解体撤去



学会として、議論をリードする

放射線影響減少  
 待ち管理期間



# 1Fの廃炉作業におけるリスクとその低減策

—リスクに基づく運用のために、管理目標の設定とリスク評価法の提案—

D

安全の管理目標の検討

廃炉におけるリスク評価法の提案と低減策の検討

➔ ① リスクマップの策定

② 影響度

- 閉じ込め機能を失うと、放射線影響（被ばく、環境汚染）が生じる。

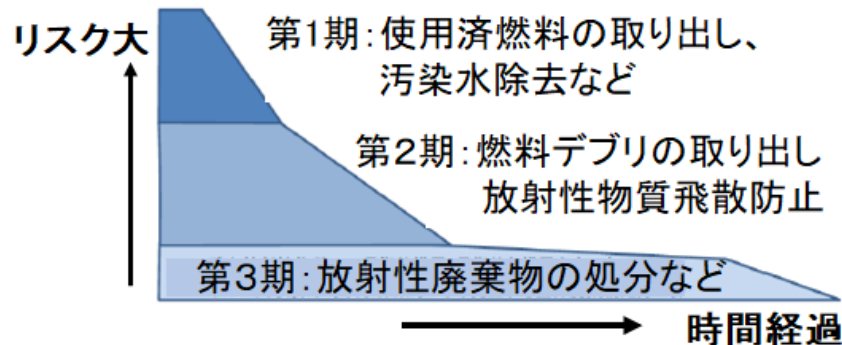
➤ 影響度は、放射エネルギーと性状（固体・液体・気体）で決まる。

③ 起こりやすさ

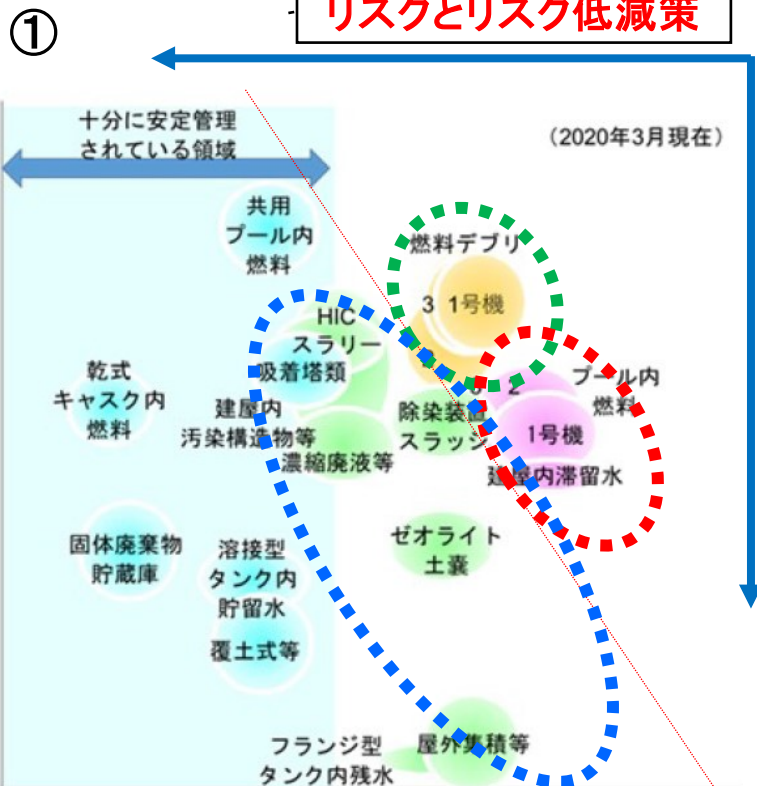
- 閉じ込め機能を失わせる要因として、自然現象、故障、誤操作等がある。
- 上記要因が発生したときの施設の脆弱性を考慮する必要がある。

➤ 起こりやすさは、要因発生の可能性と施設の脆弱性で決まる。

④ 低減策



リスクとリスク低減策



③ 起こりやすさの指標

リスク評価による作業管理に

影響の度合いの指標

②

—原子力の安全に必要なデータの世界との共有—

廃炉の過程で  
明らかにする  
必要がある。

## E 調査の文献

- 52編の国内の報告書類
  - 17編の国外の報告書
- (例)
- 各種事故調報告書
  - 原子力規制庁事故分析
  - 経産省技術ワークショップ
  - NDF/IRID廃炉関係報告書
  - 東電未解明問題検討進捗レポート
  - 安全部会セミナーレポート
  - 新潟県技術委員会資料
  - その他

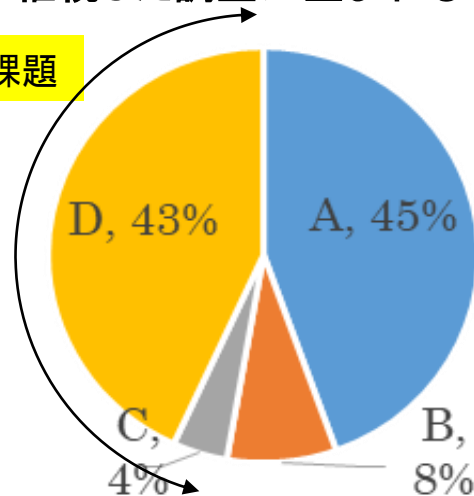
## 73項目を抽出

- 圧力容器内/格納容器内の詳細な事故進展に関しては、全貌は明らかとなっていない
- ラプチャーディスクの状態や、ICの格納容器内側隔離弁の状態など、確定的な情報は得られていない
- 現場から得られる機器の作動状況に関する情報は、シビアアクシデントの進展の観点から重要な情報であると考えられ、廃炉作業の進展に併せて、継続した調査が望まれる

## 未解明事項 調査結果

約半数が重要な技術課題

- A: 合理的な説明がなされていると判断されるもの  
 B: 既存発電所の安全対策高度化や廃炉作業の進捗の観点から重要でないと考えられるもの  
 C: 重要度は高いが、現時点では、これ以上の調査が困難であると考えられるもの  
 D: 重要であり、今後も継続した検討が望まれるもの



学会として、解明の役割を果たす

—ネックとなるロボット開発 更なる支援が必要—

放射能レベルが高く、建屋内へのアクセスが困難である中、作業には下記が「鍵」

- 遠隔機器(ロボット技術)の活用
- 除染・線量低減策

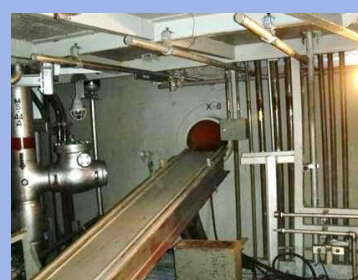
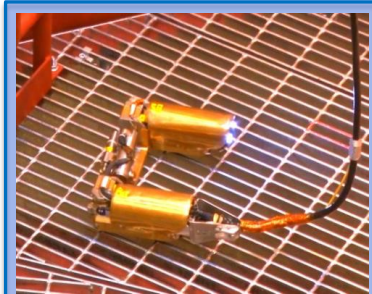
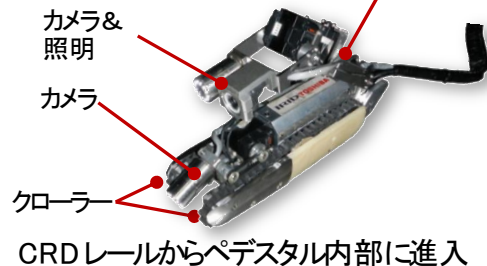
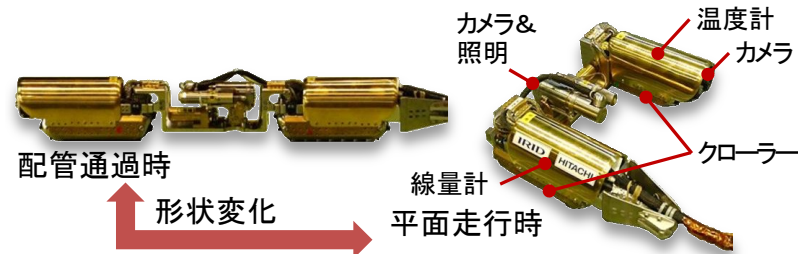
- 圧力容器内を見る方法(ロボットの開発)等多様なロボットの開発・研究を支援する
- ロボットの信頼性の確保と不具合対応

### PCV内部調査ロボットの開発

#### 形状変化型ロボット(1号機)

#### クローラ型遠隔操作ロボット(2号機)

#### 水中遊泳ロボット(3号機)



ロボット学会と協働し  
役立つロボットを提供

(出典: IRID資料)

## 公開の成果

原子力学会廃炉委員会 HPに公開 ([https://www.aesj.net/aesj\\_fukushima/fukushima-decommissioning](https://www.aesj.net/aesj_fukushima/fukushima-decommissioning))

## 公開報告書

- 2016年「学会事故調最終報告書における提言への取り組み状況(第1回調査報告書)」
- 2018年「福島第一原子力発電所事故－未解明事項の調査と評価」
- 2018年「福島第一原子力発電所の廃炉作業に関わる管理目標の考え方について」
- 2019年「廃炉リスク評価分科会報告書(燃料デブリの現状及びその取り出しにおける定量的リスク評価手法の検討)」
- 2020年「燃料取り出し開始までを対象とした原子炉建屋の耐震安全性について－建屋構造性能検討分科会報告」
- 2020年「国際標準からみた廃棄物管理－廃棄物検討分科会中間報告」

## 一般公開シンポジウム (毎年開催へ)

- 2016年「東電福島第一原子力発電所廃炉への取り組み－過去・現在・未来－」
- 2017年「東電福島第一原子力発電所の廃炉について－廃炉の状況と課題、その対応策－」
- 2018年「東電福島第一原子力発電所の廃炉について－廃炉の論点と展望－」
- 2019年「確実な廃炉のために今すべきこと」
- 2020年「原子力を見る－社会の目」(新型コロナウイルス感染症蔓延対応のため中止とした)

## 廃炉委の各活動の状況

廃炉委で以下のテーマで「ワークショップ」を開催し、深い議論を行い課題への対応の提案に反映した。

- 第1回 1F廃炉－廃炉の論点と対応
- 第2回 廃止措置(1Fは“廃炉”という)と管理目標
- 第3回 廃炉での“廃棄物の取り扱い”について
- 第4回 事故炉の廃炉における放射性廃棄物・放射線の閉じ込めのためのバウンダリの考え方について
- 第5回 廃炉での“廃棄物の取り扱い”について(その2)
- 第6回 外部ハザードにどこまで対応すべきか
- 第7回 ロボットの信頼性をどのように考えるか
- 第8回 IAEAの活動と汚染処理水対応
- 第9回 燃料デブリに関連する保障措置
- 第10回 クリアランスレベルの考え方

2014年の学会事故調報告では、以下の項目を提案していた

- (1) 燃料デブリ冷却系は、**小さい循環系**(○)とする。
- (2) **汚染水**は、環境への漏えいを抑制し、**浄化する**(◎)。汚染水の排出を抑える。
- (3) **トリチウム**を主とする**処理水**は、**適切な濃度で海洋に放出**(△)が適切。
- (4) 燃料デブリの分析・解析は、**国内外の機関と連系を綿密に行う**(△)。
- (5) 燃料デブリの**収納、移送、保管**は、**慎重に**(○)進める。
- (6) **エンドステート**は、**柔軟に考える**(○)。現実的なシナリオを選択する(△)。
- (7) 放射性物質の**特性分析は重要**(○)であり、長期保管を含めて**学会標準**(△)を定める。
- (8) **分析設備の整備**(◎)を早急に行う。
- (9) **放射性物質の長期保管**に関して、分別、ガス発生、腐食**特性を把握**(○)する。
- (10) **リスク低減の観点**が重要である(○)。
- (11) 各号機施設の**耐震性を十分に評価**(○)する。
- (12) **適切なマネジメント**による**全体最適と柔軟な対応**(○)を行うべき。

どれくらい実行されているか（提言のフォロー評価）

(◎) 対応済 (○) 取組実施中・計画 (△) 取組予定

# 「学」の取り組み-学会の役割

—立場にとらわれることなく、社会にとって本来あるべき姿や進め方を指し示すこと—

大きな反省： 地元、社会との対話が足りなかった

## ○ 「学」としての広い分野の活用

- ・原子力学会での“炉物理”、から“熱流動”、“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

- ・**社会への説明責任と積極的なコミュニケーションを主導**
- ・自由な意見と発想
- ・廃炉の技術分野、**原子力分野の活性化**に役立てる

多くの方々のご協力を得て、この国家プロジェクトを支援して行く。

引き続き、ご清聴をお願いいたします。



日本原子力学会 シンポジウム

「VISION2050－事故を振り返り未来を見据える」－東京電力福島第一原子力発電所事故から10年を迎えて－  
プログラム1:事故を振り返る @2021年3月11日 13:00～18:00 (online)

[2] 廃炉検討委員会の報告

[2] 廃炉検討委員会の報告

## 学術の視点からの 1F廃炉の課題と対応

日本原子力学会  
廃炉検討委員会 副委員長  
岡本孝司  
(東京大学・JAEA/CLAD)



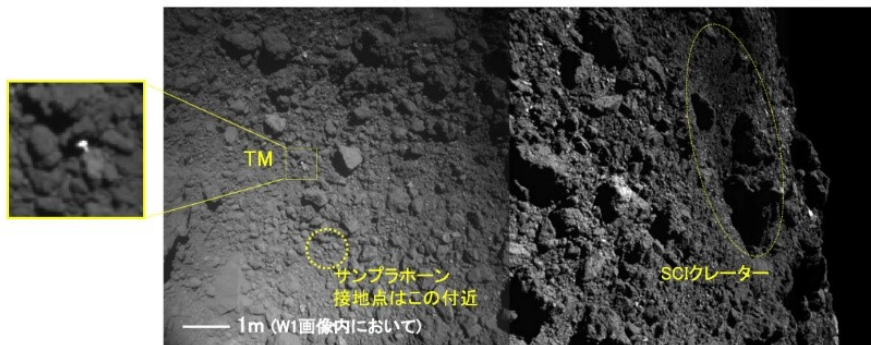
# Fukushima Challenge

- 福島第一を安全に片付ける事
  - 現在の福島第一は放射性廃棄物の塊
  - 福島第一内部に存在するリスクの高いデブリを取り出して、安全に管理する
  - 大量の放射性廃棄物を処理し安全に管理する

## はやぶさ2／リュウグウ調査

ONC-W1による撮影

ONC-W2による撮影



## 福島第一／2号機格納容器内調査

ペDESTラル下部

ロボットによる堆積物接触



[http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20190726\\_TD2\\_images/](http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20190726_TD2_images/)

JAXA、千葉工大、東京大、高知大、立教大、名古屋大、明治大、会津大、産総研

<https://photo.tepco.co.jp/cat2/03-j.html> 東京電力ホールディングス

# 燃料損傷事故を起こした炉の廃止措置

- TMI-2
  - 燃料取り出しに10年以上
  - 現在は燃料が取り出され、格納容器や建屋による密封管理状態でリスクは十分に低い
  - 即時解体を進める可能性が高い
- チェルノブイリ
  - 燃料は空冷
  - 新ドーム(閉じ込め)による安定保管で、リスクは低減された状態
  - 具体的な解体は将来検討

# 福島第一原子力発電所の現状

- 燃料の状況

- 止める、冷やす、水素を管理

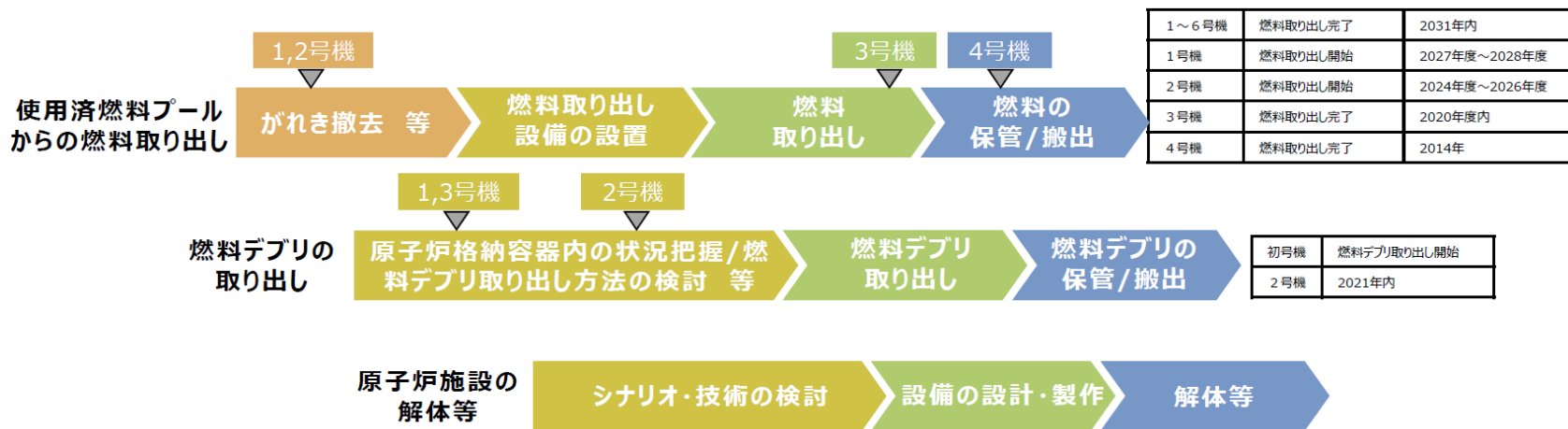
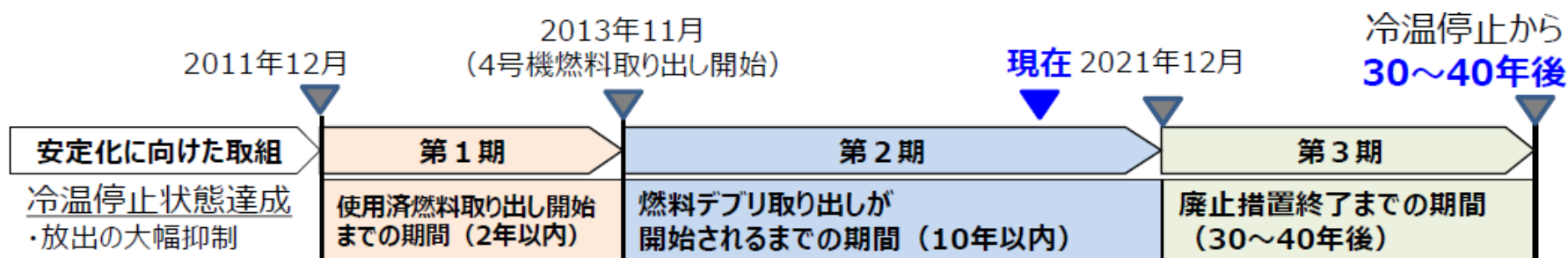
- ガスサンプリングによる核分裂監視と必要に応じホウ酸水注入
    - 循環注水により崩壊熱除去と温度計による監視
    - 窒素注入により水素濃度低減と濃度監視

- 閉じ込めの状況

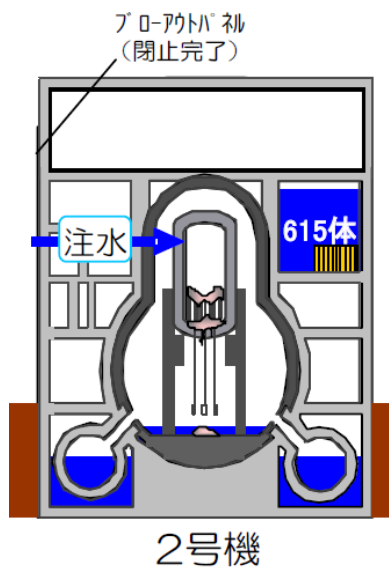
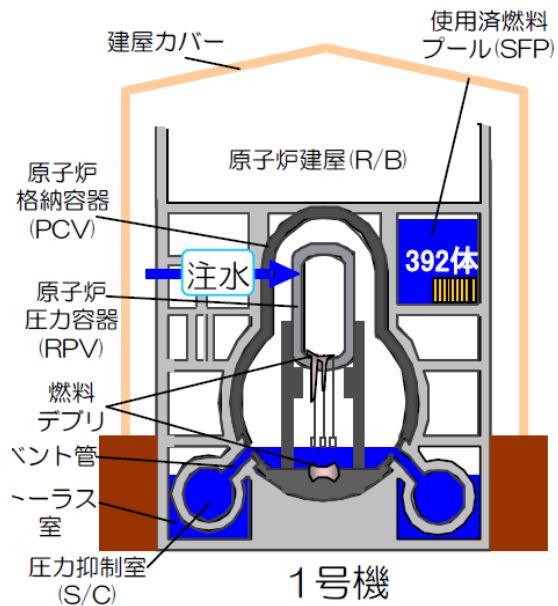
- 1号機: 格納容器、がれき除去、使用済燃料取り出し準備
  - 2号機: 格納容器、原子炉建屋、使用済燃料オペフロ経由
  - 3号機: 格納容器、使用済燃料取出ほぼ終了
  - 4号機: 使用済燃料排出済 / 通常炉廃止措置に近い状況
  - 汚染水: 封止 (モニタリングで確認)
  - 固体廃棄物: 敷地内仮保管 (がれき、樹木、汚染水フィルタ含)

# 廃炉ロードマップ

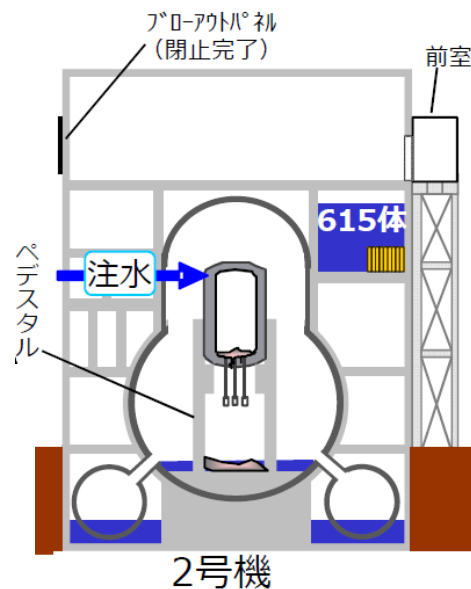
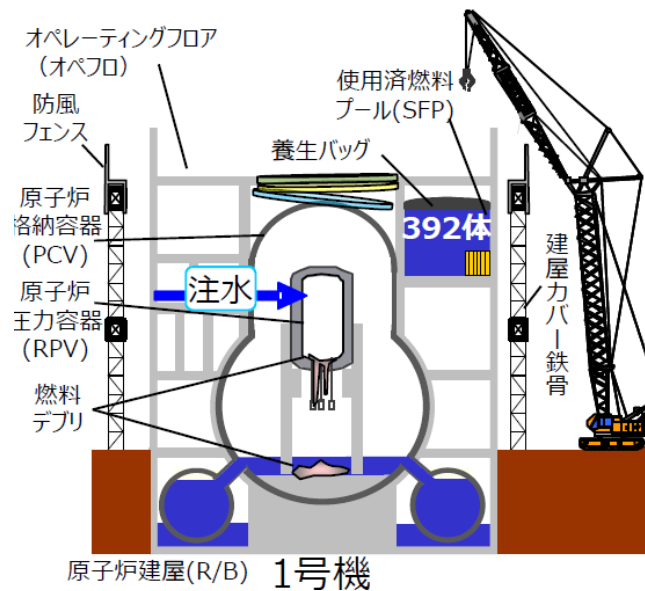
- プラントの安定状態維持・継続
- 使用済燃料プールからの燃料取り出し
- 燃料デブリ取り出し
- 原子炉施設の解体、放射性廃棄物処理・処分
  - 第3期(10～40年後)に実施



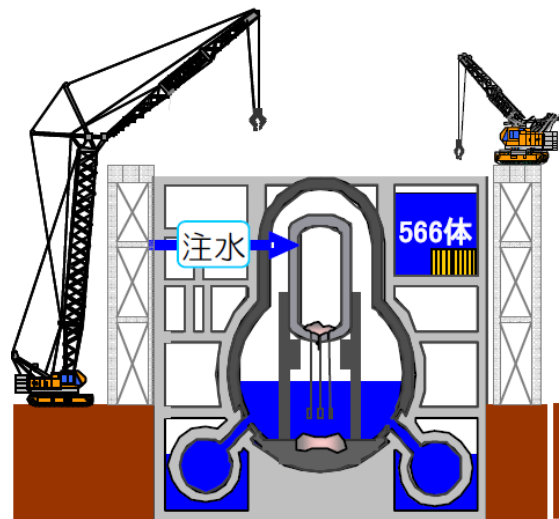
## 第14回 (2015年1月29日)



## 第86回 (2021年1月28日)

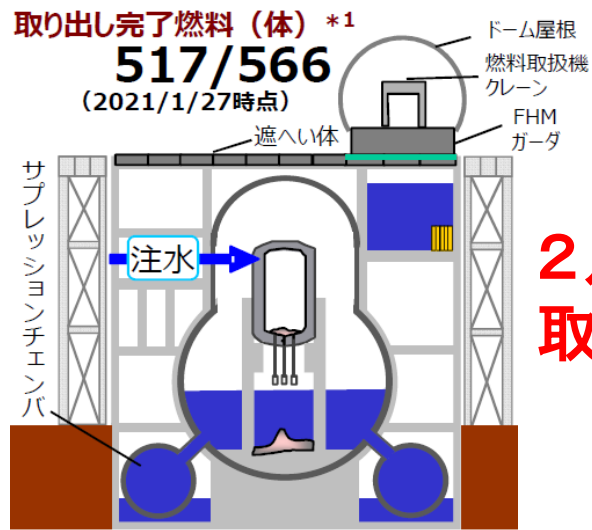


## 第14回 (2015年1月29日)



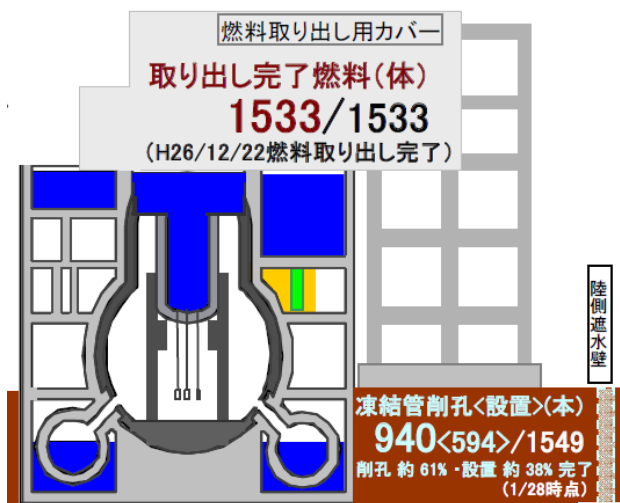
3号機

## 第86回 (2021年1月28日)

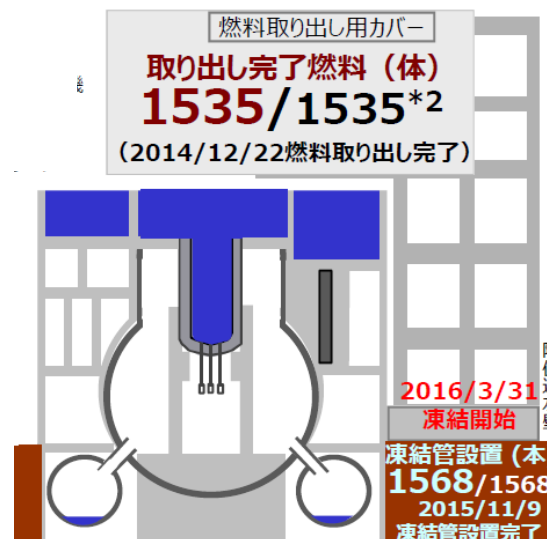


3号機 \*1: 共用プールのラックに貯蔵した燃料

**2月28日  
取出完了**



4号機



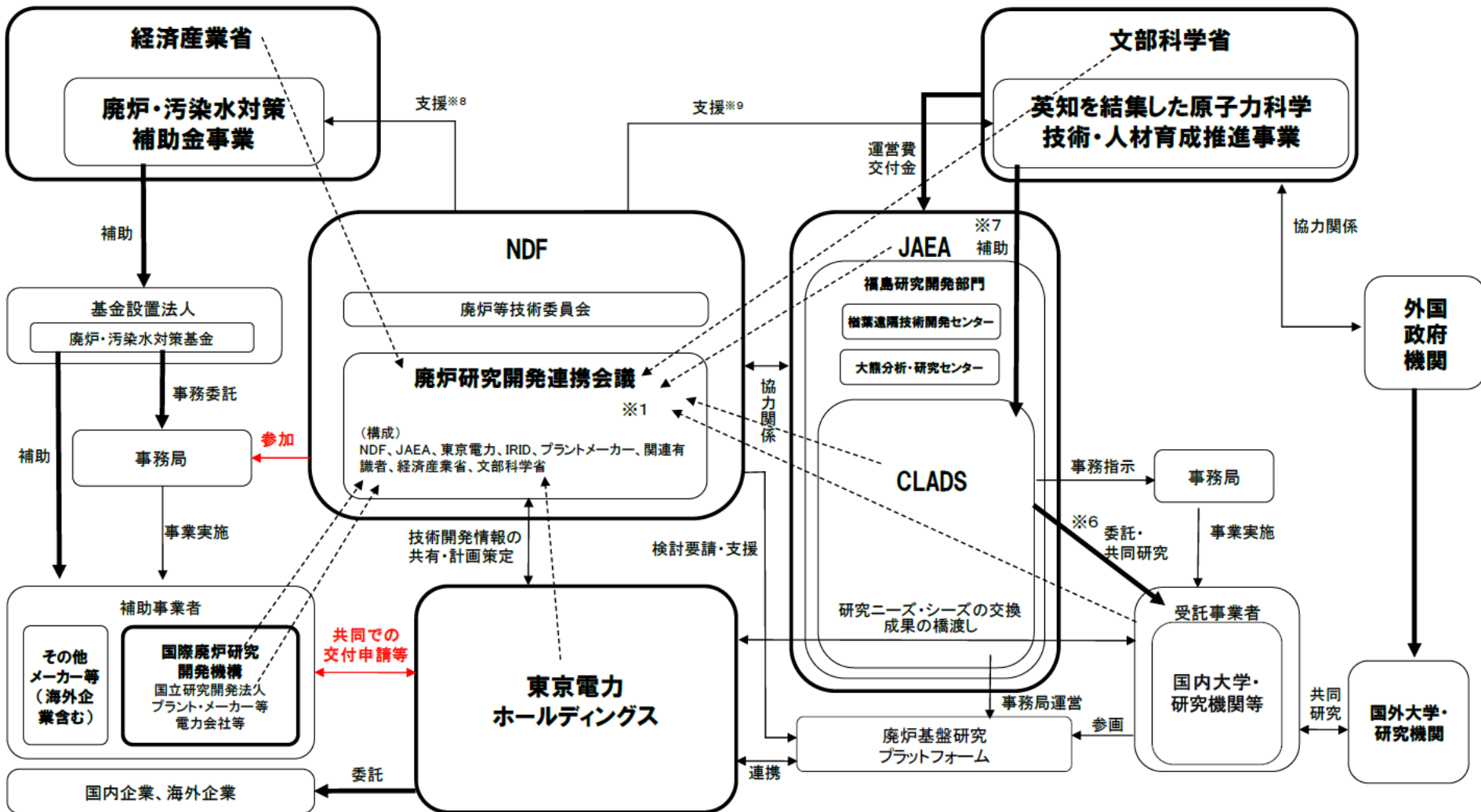
4号機

\*2: 2012年に先行して取り出した新燃料2体を含む

# 福島第一廃炉における リスク管理の特徴

- 通常の原子炉と同様のマネジメントでは危険
  - 例えば、リスクのわずかな増大も許さない工事を行うと、結果的にリスクの大きな増大を招く。また、時間的な先送りがリスク増大につながる。
- 現場を中心とし、時間・空間・対象（放射性物質）を考慮した、**俯瞰的なリスク管理**を実施する必要
  - 数多くの作業が相互に関連している。
- 5年、10年と長期に掛かる廃炉を見越し、俯瞰的な管理のできる人材を戦略的に養成

# 福島第一廃炉に係る研究実施体制

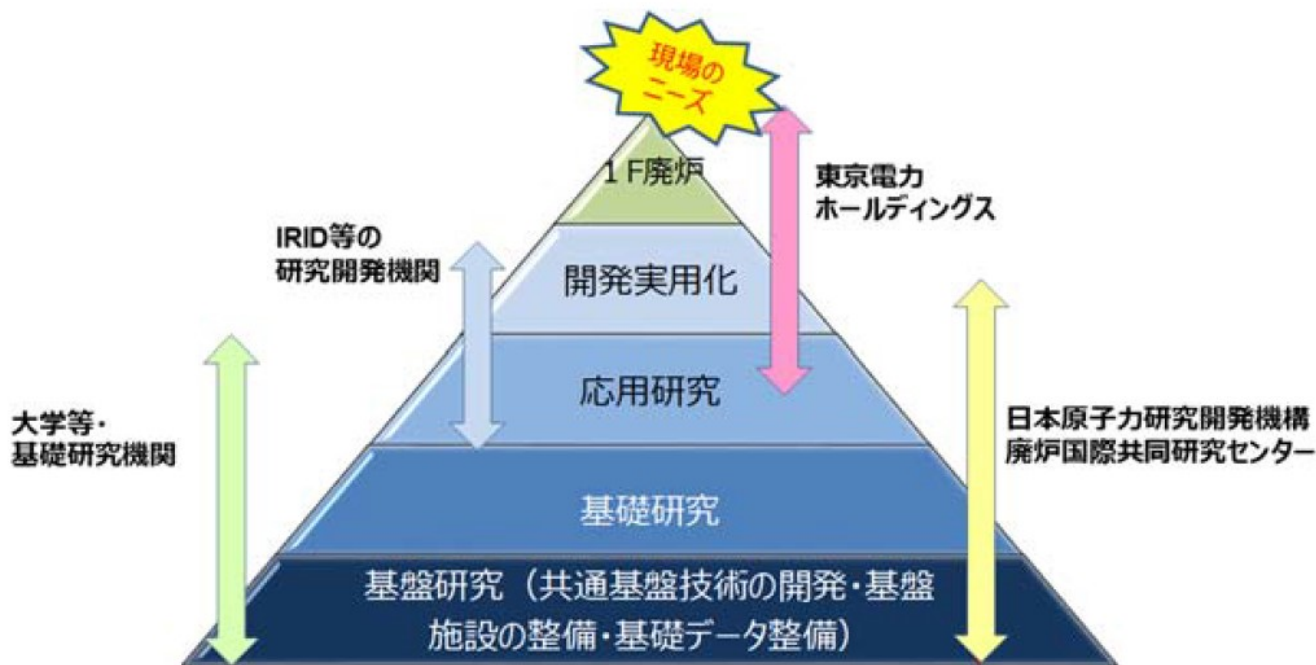


東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2020, NDF, 65ページ



# NDF 廃炉研究開発連携会議

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策に係る各機関で進められている様々な研究開発を、実際の廃炉作業に効果的に結び付けていくこと



経済産業省  
文部科学省  
NDF  
東京電力  
IRID  
メーカー  
JAEA  
大学  
学会など

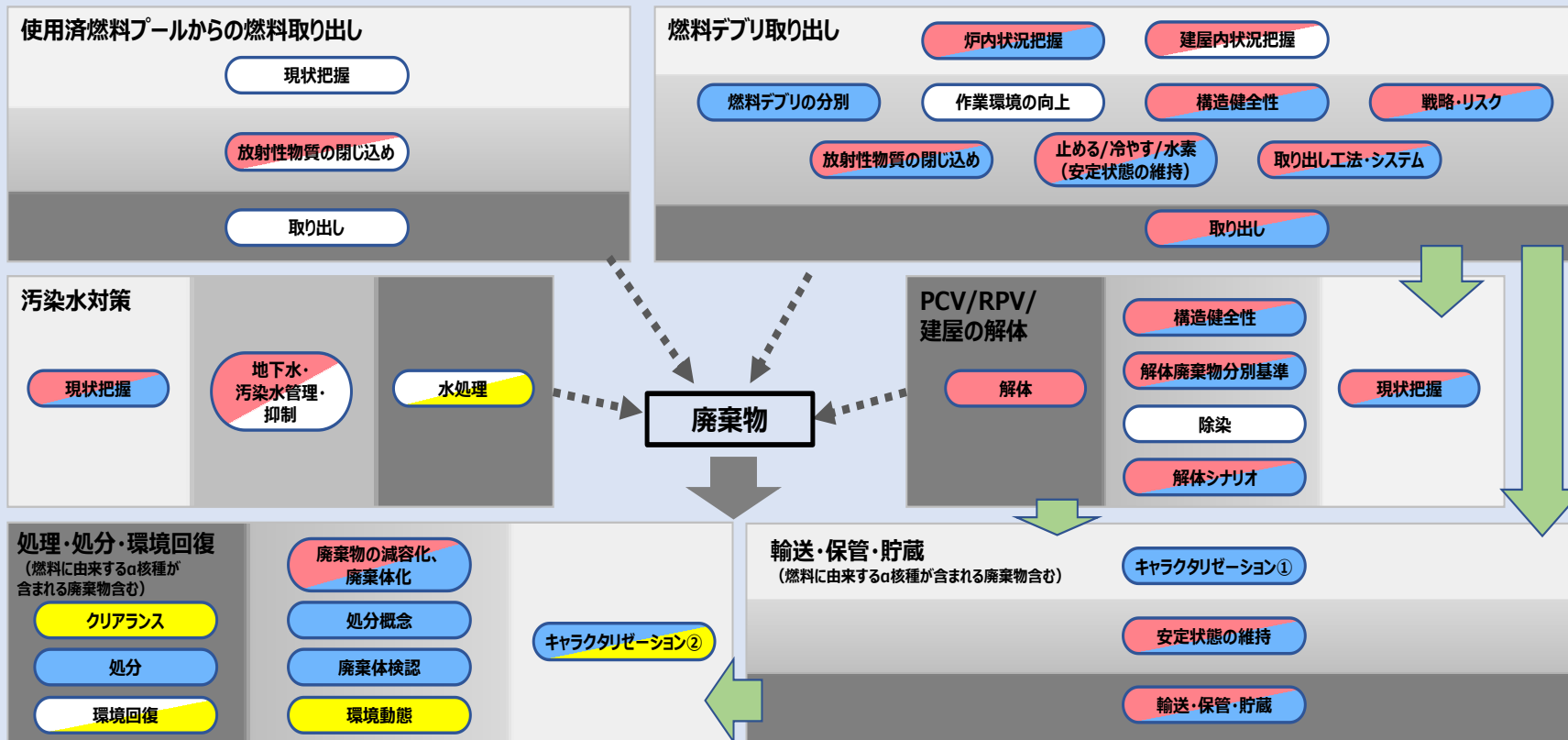
東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2019, NDF, 78ページ

# 基礎・基盤研究の全体マップ(2020年版)

## JAEA/CLADS



廃炉を合理的に進めるための全体戦略（プロセスの全体最適、リスク管理、経済合理性）



技術基盤研究



社会的基盤研究

- 法整備
- 人材育成
- 地域共生
- 情報発信
- 持続可能性の確保
- 労働環境管理

<https://clads.jaea.go.jp/jp/rd/map/map.html>

# 重要度評価による研究資源配分の目安

課題：基礎・基盤・応用研究と現場プロジェクトの距離

⇒ 全体を俯瞰しつつ現場に必要なニーズの提示、現場適用への助言が重要

⇒ 基礎・基盤研究の全体マップの一件一葉の活用により連携

1F廃止措置へのインパクト

応用・実用研究開発により  
課題解決につながる

事業者・IRID(メーカ)・JAEA

基礎基盤研究の追求により  
課題解決につながる

JAEA・アカデミア

基礎基盤研究により将来的に  
知見が得られる可能性がある

アカデミア

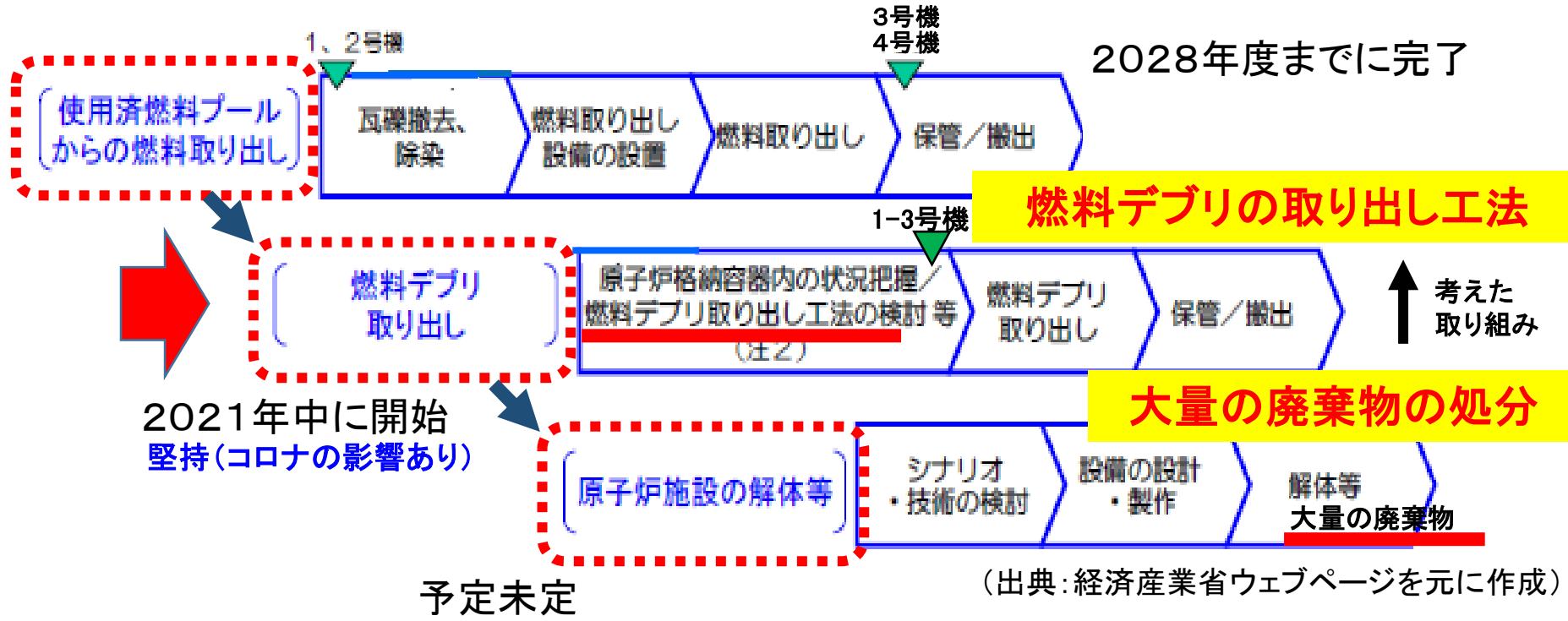
基礎基盤研究により知見が  
蓄積される

JAEA・アカデミア

より基礎的・原理的な研究が求められるか否か

重要度は、CLADSディヴィジョン長、外部専門家により評価

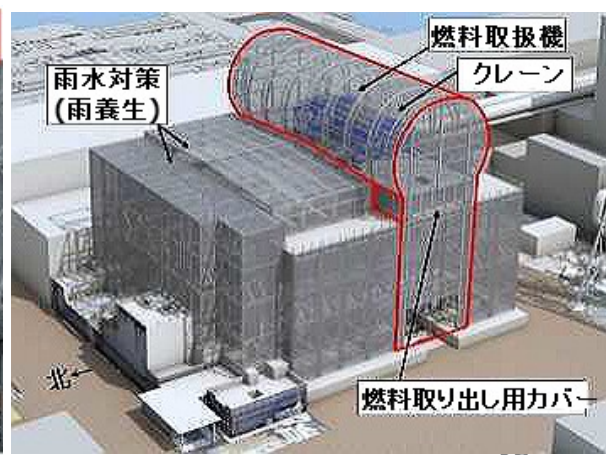
# 廃炉の手順と直面する課題



## 使用済燃料プールからの燃料取り出し



燃料取出し完了



3号機燃料取り出し用カバー設置・取出し完了

## 燃料デブリ取り出し



# 「学」の取り組み-学会の役割

—立場にとらわれることなく、社会にとって本来あるべき姿や進め方を指し示すこと—

大きな反省： 地元、社会との対話が足りなかった

## ○ 「学」としての広い分野の活用

- ・原子力学会での“炉物理”、から“熱流動”、“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

- ・**社会への説明責任と積極的なコミュニケーションを主導**
- ・自由な意見と発想
- ・廃炉の技術分野、**原子力分野の活性化**に役立てる

多くの方々のご協力を得て、この国家プロジェクトを支援して行く。

# 国のプロジェクトとして更なる叡智の結集

## 人類史上例のない厳しい取組（“ナショナル・チャレンジ”）

世界の原子力発電所の安全運用に有用なデータが得られる。世界への貢献が期待されている。

- 地域や作業員にとっての安全確保を前提とし、
- 未来を担う世代に負の遺産を残さぬよう、
- 迅速に、合理的に、戦略的に「1F廃炉」を進めていく。
- ◆ リスク認識を共有し、政府/規制/事業者に加え、地域のステークホルダーとの間で優先事項を共有し、**協働する仕組みの構築**
- ◆ 原子力以外の**広範な技術分野**の知見・経験の活用
- ◆ **長期的な課題**も視野に入れた学際的な研究開発体制

**廃炉への挑戦は、次なるイノベーションの始まりでもある。**

「福島浜通りを原子力安全研究の拠点として位置づけ、福島第一の廃炉を活用する」ことで国際社会での責務を果たす

# Fukushima Challenge (with AESJ)

- 廃炉に関する基礎基盤研究の拡充
  - 放射線や核燃料に関連する基礎基盤研究
  - 放射線を束縛条件とする、工学の基礎基盤研究
  - プランB、プランCを見据えた基盤研究
  - 過酷事故研究
- 社会科学的視点の研究
  - 風評被害のメカニズム
  - 合意形成とリスク認知
  - 情報学的アプローチ
- 人材育成は曲がり角に来ている。
  - 今年の大学新入生は、事故当時小学2年生
  - 福島を知らない学生が増えている。



日本原子力学会 シンポジウム

「VISION2050－事故を振り返り未来を見据える」－東京電力福島第一原子力発電所事故から10年を迎えて－  
プログラム1:事故を振り返る @2021年3月11日 13:00～18:00 (online)

[2] 廃炉検討委員会の報告

講演 廃炉検討委員会の報告

**ご静聴いただきありがとうございました。**