

平成 29 年度
福島第一原子力発電所廃炉検討委員会
期 末 報 告 書



2018 年 7 月

一 般 社 団 法 人 日 本 原 子 力 学 会
福島第一原子力発電所廃炉検討委員会

1. はじめに	4
2. 廃炉委員会の概況	4
3. 廃炉委員会の体制と委員構成	4
(1) 体制	
(2) 委員構成	
4. 廃炉委員会の活動状況	
(1) 廃炉委員会の開催	7
(2) 分科会の活動	8
(3) 本年度にまとめた成果報告書	9
(4) 情報発信・コミュニケーション	10
1) 秋の大会廃炉検討委員会企画セッション（北海道大学、2017/9 /15）	
春の年会 〃 〃 （大阪大学、2018/3/28）	
2) 春のシンポジウム（大手町サンケイプラザ、2018/3/18）	
(5) 廃炉関連施設の視察（福島第一サイト・JAEA 楡葉、2017/12/5）	11
(6) 部会、連絡会等との連携	11
水化学部会・燃料デブリ専門委員会、	
福島復興・廃炉推進学協会連絡会（ANFURD）	
(7) 外部機関の研究成果等の聴取と意見交換	11
NDF、IRID、JAEA、東京電力	
5. 次年度への課題、注力事項	12
(1) 廃炉委員会	
1) 廃炉委員会の開催	
2) 学会（秋の大会、春の年会）での企画セッション	
3) シンポジウム等の開催	
4) 廃炉関連施設視察	
5) 廃炉国際会議の開催準備	
6) 新しいリスク評価分科会の立ち上げ	
7) 廃炉ワークショップ	
(2) 分科会	

<u>添付資料</u>	<u>頁</u>
1 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会 委員リスト	13
2 同分科会・WG 委員リスト	15
3 秋の大会・春の年会企画セッション、春の一般向けシンポジウム報告	
-1 秋の大会企画セッション(北海道大学、2017/9 /15)	19
-2 春の年会企画セッション(大阪大学、2018/3/28)	21
-3 春の一般向けシンポジウム(大手町サンケイプラザ、2018/3/18)	23
4 廃炉関連施設視察委報告(福島第一サイト・JAEA 檜葉、2017/12/5)	35
5 本年度にまとめた成果報告書	41
事故進展に関する未解明事項フォローWG	
「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 1 月)」抜粋	
6 2018 年度 廃炉委員会スケジュール	52

1. はじめに

福島第一原子力発電所の廃炉は、かつて経験のない技術的な挑戦を伴いつつ、極めて長期にわたり継続される事業である。日本原子力学会としてこの問題に長期に取り組み事故炉の廃炉が安全かつ円滑に進むよう技術的・専門的な貢献を行うとともに学会事故調の提言・課題をフォローするため、平成 26 年度に「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」（以下 廃炉委員会）を設置し、活動を進めている。本報告書は、廃炉委員会の平成 29 年度(2017 年度)の活動についてまとめたものである。

2. 廃炉委員会の概況

4 年目となった平成 29 年度は、個別検討課題に取り組む分科会の活動が次の通り進展した。

- ・ 事故課題フォロー分科会は学会事故調の提言・課題に関する最新知見を整理した成果報告書を 2017 年 9 月にとりまとめ 2018 年 3 月に公開し活動を終了。
- ・ リスク評価分科会は 3 号機使用済み燃料取り出しを例に廃炉作業のリスク評価手法を検討した成果報告書を取りまとめた。廃炉作業のリスク評価については、NDF からの依頼もあり、新たに分科会を設けて検討を進める。
- ・ 建屋の構造性能検討分科会は 3 号機原子炉建屋の耐震性を評価した中間報告書を取りまとめている。今後、長期に渡る使用での構造の劣化について検討を進める。
- ・ ロボット分科会は廃炉に貢献できるロボット技術開発のあり方を検討した中間報告書を準備中。新たに、圧力容器内の状況把握へのロボットのチャレンジに取り組む。
- ・ 廃棄物検討分科会は廃棄物処分の最終的なプラント・サイトの状況（エンドステート）を見据えた検討を進めている。

また、廃炉委員会の情報発信、コミュニケーションのための活動も拡がっており、秋の大会、春の年会、春の一般向けシンポジウムにおいて活動報告を行うとともに、日本機械学会動エネ部門および NDF と連携して 2019 年 5 月に廃炉国際シンポジウムを開催する準備を進めている。

3. 廃炉委員会の体制と委員の構成

(1) 廃炉委員会の体制

廃炉委員会の運営を円滑に進めるため、運営タスクチームを 2017 年 1 月に設けており、各分科会からの協力者も加わって活動している。

分科会については、現在次の 5 分科会、1 WG の構成で進めている。

- ・ リスク評価分科会
- ・ 事故課題フォロー分科会
 - ・ 事故進展に関する未解明事項フォローWG
- ・ 建屋の構造性能検討分科会
- ・ ロボット分科会
- ・ 廃棄物検討分科会

福島第一での廃炉作業が本格化して行き、学会が取り組み支援を進める中で、新たな検討グループを設定し、多くの学会員の協働をいただき、支援を強化していかなければならない。

図 1 に、現在の廃炉委員会の体制と、検討して行くべき課題を示す。

(2) 委員の構成

2017 年度末の廃炉委員会委員リストを添付資料 1 に、分科会・WG の委員リストを添付資料 2 に示す。
なお廃炉委員会では、本年度に次の異動があった。

・委員：

〔-ロボット関連：田所 諭氏から大隅 久氏に交代（2017/3/22）〕

-FP・廃棄物処理・汚染水対策関連：高木 純一氏が就任（2017/9/6）

-阿部 弘亨委員を幹事（燃料デブリ）へ、山中 伸介幹事は退任（2017/12/20）

〔-塚田 隆 氏から加治芳行氏に委員（材料・構造）交代(2018/5/16) 〕

・オブザーバー：

-JAEA：森山善範氏から野田 耕一氏に交代（2017/4/13）

-IRID：桑原 浩久氏から清浦 英 氏に交代（2017/9/7）

-資源エネルギー庁：湯本 啓市氏から比良井 慎司氏に交代（2017/12/20）

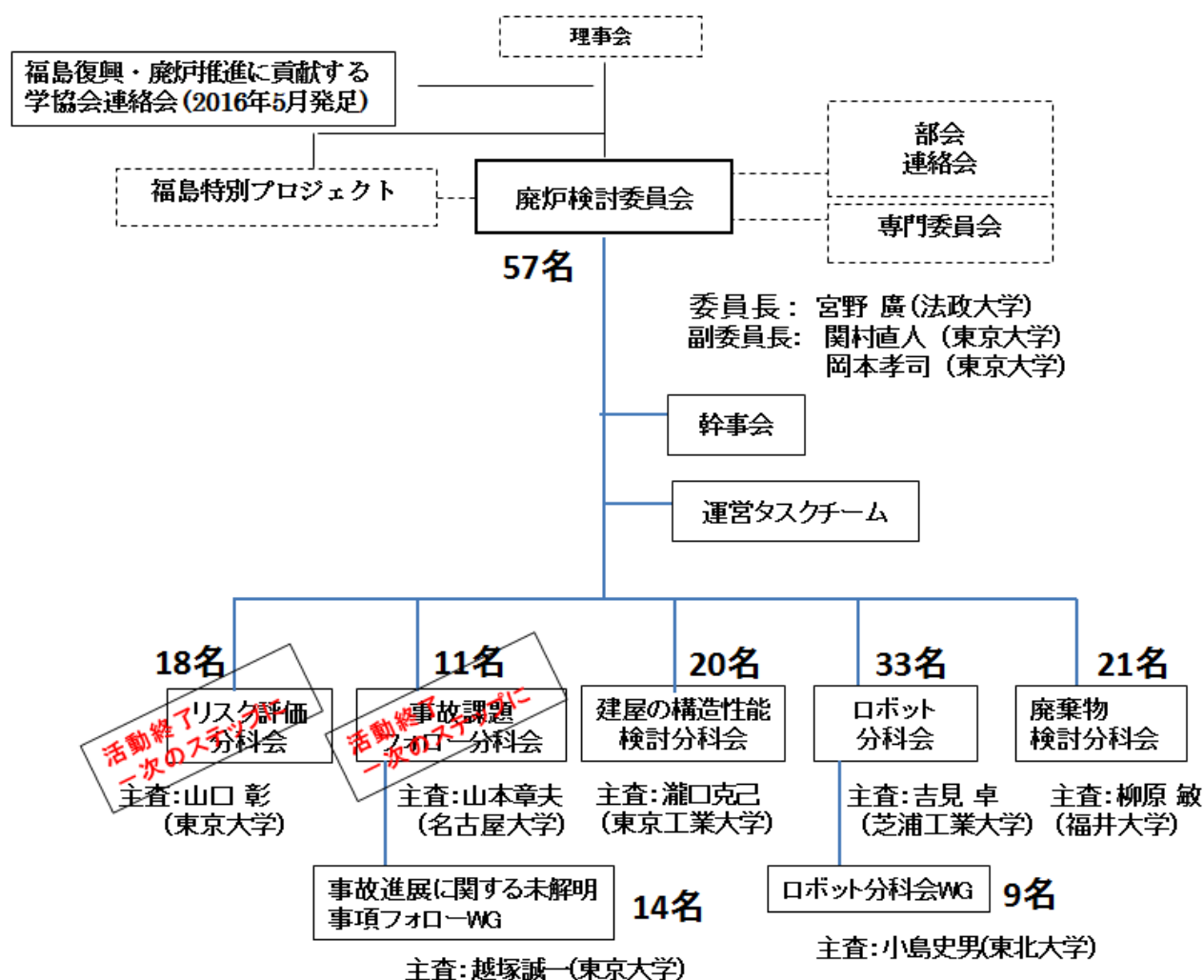
〔舟橋卓也 氏をオブザーバー登録(2018/5/16) 〕

-原子力学会：

田中 隆則幹事がオブザーバーに異動（2017/6/22）、

駒野 康男氏を登録（2017/9/7）

図1 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会
体制と取り組むべき課題



取り組みが必要な課題

- ・廃炉作業安全目標の検討
- ・廃炉作業のリスク分析評価
- ・建屋の構造性能での「構造物」の評価
- ・現場に適用するロボット技術

4. 廃炉委員会の活動状況

本年度の廃炉委員会及び分科会の活動状況は以下の通りである。

(1) 廃炉委員会

本年度4回開催され、議事の概要を下表1にまとめる。詳細については議事録にまとめられている。

表1 廃炉委員会の開催状況と主な議事内容

回	開催日	主な議事内容
第14回	2017/5/24	・秋の大会企画セッション計画 ・春の年会企画セッション(3/28)報告 ・NDF第2回福島第一廃炉国際フォーラムへの取り組み(7/3いわき市) ・平成28年度活動報告書 案 ・分科会の活動状況 ・関係組織の活動状況 -IRID:格納容器内部調査状況 -JAEA:廃止措置に係る研究開発の現状
第15回	2017/9/6	・秋の大会企画セッション(9/14)準備 ・廃炉関連施設視察(12/6 1Fサイト・JAEA 檜葉)計画 ・分科会の活動状況 -事故進展に関する未解明事項フォローWG報告書(案) ・関係組織の活動状況 -NDF 1F 廃炉戦略プラン2017 要旨 及び戦略ワークショッププログラム -「シビアアクシデント時の核分裂生成物挙動」研究専門委員会報告 -福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会 (ANFURD) 9/4 ワークショップ速報
第16回	2017/12/20	・秋の大会企画セッション報告 ・分科会の活動状況 ・次年度予算構成 案 ・廃炉関連施設視察(12/5 1Fサイト・JAEA 檜葉)報告 ・分科会の活動状況 ・春の年会企画セッション計画 ・春のシンポジウム計画 ・廃炉国際会議の提案
第17回	2018/3/22	・廃炉委の今後の展開案 ・春のシンポジウム(3/18)報告 ・春の年会企画セッション(3/28) 準備 ・分科会の活動状況 -リスク評価分科会活動報告書(案) -建屋構造分科会中間報告書(案) ・関係組織の活動状況 -FP 挙動専門委員会の活動現況 -陸側遮水壁の現況と効果について(東電) -大熊分析・研究センターの現在の整備状況と今後の計画(JAEA)
(第18回 参考)	2018/5/16	・平成29年度活動報告 案 ・平成30年度年間スケジュール案 ・春のシンポジウム(3/18)報告 #2 アンケート結果 ・春の年会企画セッション(3/28)報告 ・分科会の活動状況 ・廃炉関係施設視察計画 ・関係機関から話題提供

(2) 分科会

5 分科会と事故進展に関する未解明事項フォローWG のそれぞれについて、活動方針、本年度の活動状況と成果等を下表にまとめる。

1) リスク評価分科会（主査：山口彰(東京大学)）

活動方針	福島第一の廃炉において、安全性（放射線に係る安全と労働安全）、環境の保全、およびプロジェクトの管理（廃炉プロセスの滞りなく進捗に係る課題の解決）に資するため定量的リスク評価とリスクマネジメントに関する提言を行う。
活動状況	第 13 回 2017/4/11、14 回 5/19、15 回 7/4
今年度の成果	本分科会は、福島第一原子力発電所における燃料取り出しやデブリ取り出しのように、設計や運用の情報が確定しない状態での定量的リスク評価を行う場合にも適用できる方法を調査し、Dr. Garrick の Quantitative Risk Assessment の方法を参考とすることとした。本分科会の対象として、デブリ取り出し、SFP からの燃料取り出し、地下水などを比較分析し、比較的执行可能で、既存炉でも行ってきたことが部分的に活用できる「SFP からの燃料取り出し」を対象に、その考え方を検討してきた。評価方法における判定基準などの考え方もほぼまとめ、報告書にまとめている。 しかしこの方法をすぐにデブリ取出しに応用することは難しいので、体制も含め、委員会で考えてほしい。新しい体制の中で具体的なリスク評価アプローチを提案していくことは、デブリ取り出しの意思決定者が考えるべきことであると考え。デブリ取り出しの各ステップの技術面のリスク評価だけでなく、全体(社会影響)をみた方法と指標が要る。次のフェーズに行くには現実的な問題として捉え、プロジェクトを立ち上げるべき。

2) 事故課題フォロー分科会（主査：山本章夫(名古屋大学)）

活動方針	・事故進展に関する未解明事項フォローWG にて、事故進展に関する未解明点及び課題について検討を行う。
活動状況	分科会の開催なし。事故進展に関する未解明事項フォローWG の活動を実施。
今年度の成果	事故進展に関する未解明事項フォローWG の成果を参照。
その他	2017 年 9 月末に事故進展に関する未解明事項フォローWG で報告書を取りまとめ、分科会を解散した。

3) 事故進展に関する未解明事項フォローWG（主査：越塚誠一(東京大学)）

活動方針	・学会事故調報告書における第 6 章付録の「今後より詳細な調査と検討を要する事項」および関連事項について、取り組み状況を整理し、取りまとめるとともに、今後、廃炉作業において必要となる作業について提言を行う。 ・フォローすべき課題(未解明点)を確認する。学会事故調報告書第 6 章添付の未解明点リストを中心に、東電未解明レポートその他の研究などで指摘されている課題を整理。 ・整理された課題について、東電未解明進捗レポート、規制委員会事故調査検討チーム報告書、学会での発表などの最新の知見を確認し、事実関係を取りまとめる。 ・未解明点の調査・検討に際して生じると考えられる課題を整理する(例：廃炉作業時のデータ取得に関する留意事項など) ・企画セッションや、シンポジウムを通じて情報発信を行う。
活動状況	第 4 回 2017/4/7、5 回 6/21、6 回 8/21
今年度の成果	・2017/9 月末に報告書をまとめ、2018 年 3 月廃炉委 HP にて公開した（添付 5）。 ・これにより未解明事項フォローWG、事故課題フォロー分科会の活動を終了。

4) 建屋の構造的な性能検討分科会（主査：瀧口克己(東京工業大学名誉教授)）

活動方針	福島第一の建屋の健全性について、信頼性の検証や課題の整理を行うと共に、社会にわかりやすく情報を発信していく。
活動状況	第9回 2017/4/12、10回 7/12、11回 10/12、12回 2018/01/12
今年度の成果	・3号機原子炉建屋の耐震性を評価した2017年度中間報告書（案）をまとめ、2018/03/22 廃炉委員会で説明し、現在、廃炉委のコメント対応中。

5) ロボット分科会（主査：吉見卓(芝浦工業大学)）

活動方針	福島第一の廃炉にかかわる遠隔操作ロボットに関し、ロボット技術からの俯瞰的支援と社会に受け入れられるロボット技術貢献の在り方を提言する。
活動状況	・第10回 2017/5/11 ・オープンフォーラム 9/11：第35回日本ロボット学会学術講演会会場（東洋大川越キャンパス）にて、オープンフォーラム「廃炉に向けた日本原子力学会との連携と課題3」を開催 ・エネ庁説明 11/7：廃炉のためのロボット技術コンペの結果
今年度の成果	昨年度実施した「廃炉のためのロボット技術コンペ」の成果を今後どのように生かしていくかを含め、本分科会の福島廃炉プロジェクトへの支援体制・内容を明確にし、それに向けた活動を進めた。
その他	9月11日(月)～14日の第35回日本ロボット学会学術講演会にて、オープンフォーラム「廃炉に向けた日本原子力学会との連携と課題3」と題した、ロボット学会員への情報発信を目的としたフォーラムを開催した。廃炉技術に関するロボット分野、ロボット学会への期待について、IRID 新井副理事長と廃炉検討委員会宮野委員長にお話しし、吉見主査が、廃炉のためのロボット技術コンペの結果を中心とした活動報告を行った。また、技術コンペ受賞者より技術提案内容を紹介し、その成果の活用についてパネルディスカッションで議論を深めた。次年度は、この活動を更に進めて行く。

6) 廃棄物検討分科会（主査：柳原敏(福井大学)）

活動方針	・放射性廃棄物管理シナリオの分析 ・事故炉の放射性廃棄物対策に係るレビュー
活動状況	・第4回 2017/5/31、5回 10/12、6回 2018/1/29 ・11/27 原子力学会主催 EAFORM2017（6th East Asia Forum on Radwaste Management Conference）で廃棄物検討分科会の活動状況を紹介。
今年度の成果	・福島廃炉のエンドステートに係る検討。 ・スチュワードシップを含むサイト全体の修復に係る検討。 ・エンドステートに応じた放射性廃棄物発生量の定性的な評価 ・放射性廃棄物管理シナリオの作成に向けた準備。 ・中間報告の作成に向けた取組

(3) 本年度にまとめた成果報告書

本年度にまとめた成果報告書は次の通りである。

- ・ 事故進展に関する未解明事項フォローWG
「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1月
(下記廃炉委員会サイトで公開済、抜粋：添付 5)

www.aesj.net/activity/activity_for_fukushima/public

(4) 情報発信・コミュニケーション

廃炉委員会の外部への情報発信の場として、秋の大会、春の年会に加え、原子力学会を軸に 2016 年 5 月に設立された「福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会(ANFURD)」を情報発信・コミュニケーションの場として活用している。なお；

- ・ 秋の大会では 福島第一の廃炉に関連する各組織の研究成果報告と意見交換
- ・ 春の年会では 廃炉委員会の活動状況・成果報告および検討の方向性に関する議論

を主に行うこととしている。

廃炉委員会としての社会への発信は、毎年春にシンポジウムを開催して、その時の最もホットな話題を取り上げ議論いただくようにしている。なお、これらの発表・講演資料は廃炉委員会の公開用サイトで公開している。

1) 秋の大会、春の年会

- ・ 秋の大会(北海道大学)中の 2017 年 9 月 15 日午後、廃炉検討委員会セッション
「-福島第一原子力発電所廃炉検討委員会 現状および活動報告-」 を実施した(添付 3-1 参照)。

プログラム	
・ 挨拶 (宮野委員長)	
・ 発表-1 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会の活動について：宮野 廣 (廃炉委員会委員長、法政大)	
-2 福島第一原子力発電所廃炉の進捗状況と戦略プラン：	福田 俊彦 (NDF)
-3 福島第一原子力発電所廃炉の現状：	齊藤 慎二 (東京電力 HD)
-4 福島第一原子力発電所廃炉に向けた IRID による技術開発の現状：	奥住 直明 (IRID)
-5 建屋の構造性能検討分科会からの報告：	瀧口 克己 (建屋構造分科会主査、東工大)
-6 廃棄物検討分科会からの報告：	柳原 敏 (廃棄物分科会主査、福井大)
・ 全体討論	

- ・ 春の年会(大阪大学)中の 2018 年 3 月 28 日午後、廃炉検討委員会セッション
「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会－現状および活動報告－」を実施した(添付 3-2 参照)。
なお、浅沼幹事からの発表(添付 3-2-1)は、廃炉の全体概要と課題、廃炉委員会の役割と活動のポイントをこの時点で要約している。

プログラム	
・ 挨拶 (宮野委員長)	
・ 発表-1 福島第一の廃炉の概況と課題全般：	浅沼 徳子 (廃炉委員会幹事、東海大、添付 3-2-1)
-2 福島第一原子力発電所事故における 未解明事項の調査と評価：	山本 章夫 (事故課題フォロー分科会主査、名大)
-3 建屋の耐震安全性評価の現状と課題：	糸井 達哉 (建屋構造分科会幹事、東大)
-4 ロボット分科会からの報告：	吉見 卓 (ロボット分科会主査、芝浦工大)
-5 廃炉と廃棄物管理シナリオに関する検討：	川崎 大介 (廃棄物分科会幹事、福井大)
・ 全体討論	

2)春のシンポジウム

福島第一事故後7年が経過した3月18日に、ANFURDと共催で大手町サンケイプラザにて、一般向けのシンポジウムを次の通り開催した(添付3-3参照)。

「東京電力福島第一原子力発電所の廃炉 ― 廃炉の論点と展望 ―」

プログラム	
・座長：関村直人（東京大学）	・開会挨拶：上坂 充（日本原子力学会会長、東大）
・講演1 福島第一廃炉の論点と展望：	宮野 廣（廃炉委員会委員長、法政大）
2 福島第一廃炉作業時の管理目標値について：	山本章夫（事故課題フォロー分科会主査、名大）
3 より一層の安全確保に向けたリスク評価への取り組み：	高田 孝（JAEA）
4 ロボット技術への期待：	新井民夫（IRID）
5 建屋構造物の要求性能と課題	高田毅士（建屋構造分科会、東大）
6 廃棄物はどのように取り扱うのか	柳原 敏（福井大学）

(5) 廃炉関連施設の視察

廃炉関連施設として、福島第一サイトおよびJAEA 櫛葉遠隔技術開発センターを12月5日に視察した。視察内容を添付4にまとめている。

(6) 部会、連絡会等との連携

福島第一廃炉に関連する部会、連絡会等の研究成果の聴取と意見交換が、廃炉委員会で下表の通り行われた。

回	開催日	内容
14回	2017/5/24	-福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会（ANFURD）： 「第3回 ANFURD 全体会議議状況」
15回	2017/9/6	-水化学部会・FP 挙動専門委員会報告 - ANFURD：9/4 ワークショップ速報
17回	2018/3/22	-水化学部会・FP 挙動専門委員会の活動現況

(7) 外部機関の研究成果等の聴取と意見交換

福島第一の廃炉に関連する外部機関の研究成果等の聴取と意見交換は、廃炉委員会で行うとともに、秋の大会の場を活用した。

・廃炉委で行われた項目を下表に示す。

回	開催日	内容
14回	2017/5/24	-IRID：格納容器内部調査状況 -JAEA：廃止措置に係る研究開発の現状
15回	9/6	-NDF：1F 廃炉戦略プラン2017 要旨
17回	2018/3/22	-東電：陸側遮水壁の現況と効果について -JAEA：大熊分析・研究センターの現在の整備状況と今後の計画

・秋の大会では、9月15日に行われた廃炉委員会セッションで、(4)1項の表にある通り、NDFから「福島第一原子力発電所廃炉の進捗状況と戦略プラン」が、IRIDから「IRIDの技術開発の現状」が紹介され意見交換が行われた。
これに引き続き行われた(エネ庁)／NDF主催の「戦略ワークショップ」では、燃料デブリや核分裂生成物の状況把握、および燃料デブリ取出し工法に関して研究成果等の聴取と意見交換が行われた。

5. 次年度の課題、注力事項

2018 年度への課題と注力事項は以下と考えられる。

なお、廃炉委員会の 2018 年度年間スケジュールを第 18 回廃炉委員会で添付 6 の通り設定している。

(1) 廃炉委員会

- 1) 廃炉委員会の開催
 - ・ 1 回/2-3 カ月で継続する。
- 2) 学会（秋の大会、春の年会）での企画セッションによる学会員への情報伝達と意見交換
 - ・ 秋の大会 2018 年 9 月 岡山大学
 - ・ 春の年会 2019 年 3 月 つくば大学
- 3) シンポジウム等の開催
 - ・ 一般向けの廃炉シンポジウムを 2019 年 3 月に開催する。
- 4) 廃炉関連施設の視察
 - ・ 1F サイト等、廃炉関連施設を視察する。
- 5) 国際会議での廃炉委の活動紹介と意見交換
 - ・ 日本機械学会と連携して、廃炉国際会議の 2019 年 5 月開催に向け準備を進めるとともに、7 月の NDF 第 3 回福島第一廃炉国際フォーラムに協力する。
- 6) 新しいリスク評価分科会の立ち上げ
 - ・ 現リスク評価分科会は成果報告書をまとめて活動を終了しており、燃料デブリ取り出しのリスク評価に着目した新しいリスク評価分科会を立ち上げる。
- 7) ワークショップの開催
 - ・ 廃炉委として、全体をカバーする課題（廃炉のロードマップ、廃炉の安全に関わる管理目標など）について議論する場を設定することを目的に、ワークショップ開催を検討している。

(2) 分科会

各分科会の評価・検討結果を中期的に報告書・提言にまとめていく。

- 1) リスク評価分科会
 - 次の内容でまとめ第 17 回廃炉委員会で審議済で、発刊に向け準備中。
「廃炉の過程におけるリスクの評価とマネジメント」
- 2) 建屋の構造性能検討分科会
 - 次の内容でまとめ第 17 回廃炉委員会で審議済で、発刊に向け準備中。
「3 号機原子炉建屋の、使用済み燃料取り出しまでの耐震安全性」
- 3) ロボット分科会
 - 内容案：「福島第一原子力発電所の廃炉にかかわるロボットアイデアへの提言」
- 4) 廃棄物検討分科会
 - 内容案：「福島第一原子力発電所の廃止措置等で発生する放射性廃棄物の管理シナリオに係る検討」

以 上

日本原子力学会「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」

委員リスト (2018.5.16)

委員長		宮野 廣	法政大学 大学院デザイン工学研究科
副委員長		関村 直人	東京大学 大学院工学系研究科原子力国際専攻
		岡本 孝司	東京大学 大学院工学系研究科原子力専攻
幹事	FP・廃棄物処理・汚染水対策	浅沼 徳子	東海大学 工学部原子力工学科
	燃料デブリ	阿部 弘 亨	東京大学 大学院工学系研究科原子力専攻
	福島特別プロジェクト代表	井上 正	(一財) 電力中央研究所 原子力技術研究所
	分科会主査	瀧口 克己	東京工業大学名誉教授
	福島第一廃炉	早瀬 佑一	エネルギー・環境研究会
	分科会主査	山口 彰	東京大学 大学院工学系研究科原子力専攻
	分科会主査	山本 章夫	名古屋大学 大学院工学研究科総合エネルギー工学専攻
	分科会主査	吉見 卓	芝浦工業大学 工学部電気電子学群電気工学科
	分科会主査	柳原 敏	福井大学 学術研究院工学系部門 (兼) 附属国際原子力工学研究所
委員	福島第一廃炉	三倉 通孝	(株) 東芝 電力・社会システム技術開発センター原子力技術研究所
		林道 寛	(一財) エネルギー総合工学研究所
	廃炉シフト／除染	山内 豊明	日本原子力発電 (株) 廃止措置プロジェクト推進室
	燃料デブリ	安部田 貞 昭	元三菱重工業
	FP・廃棄物処理・汚染水対策	出光 一哉	九州大学 大学院工学研究院エネルギー量子工学部門
		内田 俊介	(国研) 日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門
		可児 祐子	(株) 日立製作所 研究開発グループ 原子力システム研究部
		小西 哲之	京都大学 大学院エネルギー理工学研究所/エネルギー科学研究科
		高木 純一	(株) 東芝 原子力機械システム設計部
		蛭沢 重信	内閣府 原子力政策担当室
	ロボット	大隅 久	中央大学 理工学部精密機械工学科
	材料・構造 (特に耐震構造)	安部 浩	(一社) 日本原子力学会
		加治 芳行	(国研) 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門
		鈴木 俊一	東京大学 大学院工学系研究科原子力国際専攻
		高田 毅士	東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻
		渡邊 豊	東北大学 大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻
	放射線影響	服部 隆利	(一財) 電力中央研究所 原子力技術研究所
	(旧) 事故調	越塚 誠一	東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻
		奈良林 直	東京工業大学 科学技術創成研究院先端原子力研究所

運営タスクチーム	安部 浩	(一社) 日本原子力学会
	浅沼 徳子	東海大学 工学部原子力工学科
	可児 祐子	(株) 日立製作所 研究開発グループ 原子力システム研究部
	三倉 通孝	(株) 東芝 電力・社会システム技術開発センター原子力技術研究所
	成宮 祥介*	【リスク評価分科会】(一社)原子力安全推進協会
	笹沼 美和*	【建屋の構造性能検討分科会】東京電力ホールディングス(株) 福島第一廃炉推進カンパニープロジェクト計画部
	芦澤 怜史*	【ロボット分科会】名城大学 理工学部メカトロニクス工学科
	川崎 大介*	【廃棄物検討分科会】福井大学 学術研究院工学系部門原子力・エネルギー安全工学専攻

*：分科会からの協力者

アドバイザー (顧問)	近藤 駿介	原子力発電整備機構
	石樽 顕吉	埼玉工業大学
	石川 迪夫	原子力デコミッションング研究会

オブザーバー	青木 常吉	資源エネルギー庁原子力政策課
	比良井 慎司	資源エネルギー庁原子力政策課 (原子力発電所事故収束対応室長)
	舟橋 卓也	資源エネルギー庁原子力政策課 (原子力発電所事故収束対応室課長補佐)
	福田 俊彦	原子力損害賠償・廃炉等支援機構 (NDF)
	野田 耕一	日本原子力研究開発機構
	今村 功	技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID)
	清浦 英明	技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID)
	長谷部 伸治	化学工学会副会長 (兼 福島原発事故対策検討委員長、京都大学)
		東京電力 廃炉推進カンパニー
		原子力規制委員会
	上坂 充	学会会長 (東京大学)
	駒野 康男	学会副会長 (MHIニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング (株))
	宮原 要	学会理事 (日本原子力研究開発機構)
	上塚 寛	学会前会長 (放射線計測協会)
	藤田 玲子	学会元会長 (科学技術振興機構)
	堀池 寛	学会元会長 (大阪大学)
	田中 隆則	学会元理事 (原子力環境整備促進・資金管理センター)

【事務局】	富田 靖	(一社) 日本原子力学会
-------	------	--------------

日本原子力学会「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」

分科会委員リスト (2018.5.16)

(1) 「リスク評価分科会」委員リスト

主査	山口 彰	東京大学 大学院工学系研究科原子力専攻
幹事	成宮 祥介	(一社)原子力安全推進協会
委員 (五十音順)	岡本 孝司	東京大学 大学院工学系研究科原子力専攻
	倉本 孝弘	(株)原子力エンジニアリング 解析サービス本部
	喜多 利亘	東京電力ホールディングス(株) 原子力設備管理部
	鈴木 俊一	東京大学 大学院工学系研究科原子力国際専攻
	曾根田秀夫	日立 GE ニュークリア・エナジー(株) 原子力計画部
	高橋 浩道	三菱重工業(株) 原子力事業部炉心・安全技術部
	竹内 裕行	(株)東芝 電力システム社原子力安全システム設計部
	橋本 和典	(一財)電力中央研究所 原子力技術研究所原子力リスク研究センター
	肥田 和毅	原子力損害賠償・廃炉等支援機構 技術グループ
	松本 和之	中部電力(株) 原子力本部原子力部
	丸山 結	(国研)日本原子力研究開発機構 安全研究センター
	山下 正弘	元 電力中央研究所
	山本 章夫	名古屋大学 大学院工学研究科総合エネルギー工学専攻
オブザーバー	安部 浩	(一社)日本原子力学会
	伊東智道	原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ
【事務局】	富田 靖	(一社)日本原子力学会

(2) 「事故課題フォロー分科会」委員リスト

主査	山本 章夫	名古屋大学 大学院工学研究科 総合エネルギー工学専攻
幹事		
委員 (五十音順)	宇井 淳	(一財)電力中央研究所 原子力技術研究所原子炉システム安全領域
	植田 拓郎	原子力損害賠償・廃炉等支援機構 技術グループ
	宇埜 正美	福井大学 国際原子力工学研究所
	越塚 誠一	東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻
	三倉 通孝	(株)東芝 電力・社会システム技術開発センター原子力技術研究所
	服部 隆利	(一財)電力中央研究所 原子力技術研究所放射線安全研究センター
	守田 幸路	九州大学 大学院工学研究院エネルギー量子工学部門
	山野 秀将	(国研)日本原子力研究開発機構 高速炉研究開発部門次世代高速炉サイクル研究開発センター
	渡邊 豊	東北大学 大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻
【事務局】	富田 靖	(一社)日本原子力学会

(3)「事故進展に関する未解明事項フォローWG」委員リスト

主査	越塚 誠一	東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻
幹事	山本 章夫	名古屋大学 大学院工学研究科総合エネルギー工学専攻
	井上 英彦	中部電力(株) 原子力本部原子力部運営グループ
委員 (五十音順)	宇井 淳	(一財)電力中央研究所 原子力技術研究所熱流動システム領域
	植田 拓郎	原子力損害賠償・廃炉等支援機構 技術グループ
	黒崎 健	大阪大学 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻
	近藤 雅裕	東京大学 大学院工学系研究科原子力専攻
	杉本 純	東京工業大学 グローバル原子力安全・セキュリティ・エージェンツ教育院
	鈴木 博之	(一財)エネルギー総合工学研究所 原子力工学センター
	成川 隆文	日本原子力研究開発機構 安全研究センター燃料安全研究グループ
	溝上 伸也	東京電力HD(株) 福島第一廃炉推進カンパニー プロジェクト計画部
	山野 秀将	日本原子力研究開発機構 次世代高速炉サイクル研究開発センター

事務局	佐合 優一	中部電力(株) 原子力本部原子力部運営グループ
	望月 和博	中部電力(株) 原子力本部原子力部運営グループ

(4)「建屋の構造的な性能検討分科会」委員リスト

主査	瀧口 克己	東京工業大学 名誉教授
幹事	糸井 達哉	東京大学 大学院工学系研究科原子力国際専攻
委員 (五十音順)	今本 啓一	東京理科大学 工学部建築学科
	兼近 稔	鹿島建設(株) 原子力部
	倉員 宗一	(株)東芝 原子力プラント設計部
	黒澤 到	清水建設(株) 原子力・火力本部
	佐藤 芳幸	東京電力HD(株) 福島第一廃炉推進カンパニープロジェクト計画部
	鈴木 俊一	東京大学 大学院工学系研究科原子力国際専攻
	高田 毅士	東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻
	土居 真	技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)
	中村 隆夫	大阪大学 大学院工学研究科
	富士 直己	日立GEニュークリア・エナジー(株) 原子力計画部
	前田 匡樹	東北大学 大学院工学研究科 都市・建築学専攻
	水野 淳	原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF) 技術グループ
	村上 健太	長岡技術科学大学 技術学研究院
オブザーバー (五十音順)	安部 浩	(一社)日本原子力学会
	小林 博栄	原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF) 技術グループ
	笹沼 美和	東京電力HD(株) 福島第一廃炉推進カンパニープロジェクト計画部
	平間 敏彦	アイディールブレイン(株)
【事務局】	富田 靖	(一社)日本原子力学会

(5)「ロボット分科会」委員リスト

主査	吉見 卓	芝浦工業大学 工学部電気電子学群電気工学科
副主査	大西 献	三菱重工業(株) エネルギー・環境トータル原子力事業部機器設計部
	梅田 和昇	中央大学 理工学部精密機械工学科
幹事	芦澤 怜史	名城大学 理工学部メカトロニクス工学科
委員 (五十音順)	浅間 一	東京大学 工学系研究科精密工学専攻
	安達 弘典	技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)
	上野 陽平	日立 GE ニュークリア・エナジー (株) 原子力設計部
	大須賀 公一	大阪大学
	大隅 久	中央大学 理工学部精密機械工学科
	大道 武生	名城大学 理工学部メカトロニクス工学科
	岡田 聡	(株)日立製作所 日立研究所
	川妻 伸二	(国研) 日本原子力研究開発機構
	川端 邦明	(国研) 日本原子力研究開発機構
	神徳 徹雄	(国研) 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域
	小島 史男	神戸大学 大学院システム情報学研究科
	阪上 知己	東京電力ホールディングス(株) 経営技術戦略研究所
	佐藤 知正	東京大学
	田所 諭	東北大学 大学院情報科学研究科応用情報科学専攻
	中村 仁彦	東京大学
	中山 良一	工学院大学 先進工学部機械理工学科
	引田 直人	原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF) 技術グループ
	平井 成興	千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター
	藤江 正克	早稲田大学 理工学術院次世代ロボット研究機構
	細田 祐司	(一社)日本ロボット学会
	松日楽 信人	芝浦工業大学
	間野 隆久	(一財)製造科学技術センター
	湯口 康弘	(株)東芝 原子力福島復旧・サイクル技術部
	油田 信一	芝浦工業大学 SIT 総合研究所
	横井 一仁	(国研) 産業技術総合技術研究所
	横小路 泰義	神戸大学
	吉灘 裕	大阪大学
オブザーバー	堀内 敏光	原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF) 技術グループ
【事務局】	富田 靖	(一社)日本原子力学会

「ロボット分科会WG」委員リスト

主査	小島 史男	神戸大学 大学院自然科学研究科
委員	吉見 卓	芝浦工業大学 工学部電気電子学群電気工学科
	大隅 久	中央大学
	神徳 徹雄	(国研) 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域
	阪上 知己	東京電力HD(株) 経営技術戦略研究所
	湯口 康弘	(株)東芝原子力福島復旧・サイクル技術部
	上野 陽平	日立 GE ニュークリア・エナジー (株) 原子力設計部
オブザーバー	宮野 廣	法政大学客員教授・日本原子力学会廃炉検討委員会委員長
【事務局】	富田 靖	(一社)日本原子力学会

(6)「廃棄物検討分科会」委員リスト

主査	柳原 敏	福井大学 附属国際原子力工学研究所
副主査	新堀 雄一	東北大学 大学院工学研究科・工学部量子エネルギー工学専攻原子核システム安全工学講座原子力地質工学分野
幹事	川崎 大介	福井大学 学術研究院工学系部門原子力・エネルギー安全工学専攻
	岸本 克己	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所バックエンド技術部高減容処理技術課
	渡辺 将久	日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門企画調整室
委員 (五十音順)	浅沼 徳子	東海大学 工学部原子力工学科
	出光 一哉	九州大学 大学院工学研究院エネルギー量子工学部門
	大井 貴夫	日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門廃炉国際共同研究センター廃棄物処理処分技術開発グループ
	金子 昌章	(株)東芝 エネルギーシステムソリューション社 電力・社会システム技術開発センター原子力化学・サイクル技術開発部
	紺谷 修	鹿島建設(株) 原子力部原子力設計室
	鈴木 俊一	東京大学 大学院工学系研究科原子力国際専攻
	中澤 俊之	三菱マテリアル(株) エネルギー事業センター 地下環境システム部
	野下 健司	日立GEニュークリア・エナジー(株)
	蛭沢 重信	内閣府 原子力政策担当室
	前田 一人	三菱重工業(株) 新型炉・原燃サイクル技術部原子力中長期措置対策
	宮本 泰明	日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門廃炉国際共同研究センター研究推進室
	山内 豊明	日本原子力発電(株) 廃止措置プロジェクト推進室
	渡辺 直子	北海道大学 大学院工学研究院エネルギー環境システム部門エネルギー生産・環境システム分野原子力環境材料学研究室
オブザーバー	安部 浩	日本原子力学会
	加藤 和之	原子力損害賠償・廃炉等支援機構
	早瀬 佑一	エネルギー・環境研究会

2017/12/20
運営タスクチーム

日本原子力学会 2017 年秋の大会 企画セッション 報告

—「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」現状及び活動報告—

◇2017 年 9 月 15 日 13:00-14:30

◇北海道大学 C 会場

◇座長：関村 直人（廃炉検討委員会副委員長、東大）

- プログラム -

1. 座長挨拶

2. 講演

- 1 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会の活動について：宮野 廣（廃炉検討委員会委員長、法政大）
- 2 福島第一原子力発電所廃炉 今後の計画：福田 俊彦（NDF）
- 3 福島第一原子力発電所廃炉の現状：齊藤 慎二（東京電力 HD）
- 4 福島第一原子力発電所廃炉に向けた IRID による技術開発の現状：奥住 直明（IRID）
- 5 建屋の構造性能検討分科会からの報告：瀧口 克己（同分科会主査、東京工業大学）
- 6 廃棄物検討分科会からの報告：柳原 敏（同分科会主査、福井大）

3. 全体討論・意見交換

- 議事メモ -

1. 座長挨拶（東大・関村教授）

- ・このセッションは、学会の専門家向けに 1 F 廃炉の現況と関連研究の状況を共有することを目的にしており、6 件の講演に対し、活発な議論をお願いしたい。

2. 講演

- (1) 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会の活動について：宮野廃炉検討委員会委員長
 - ・福島第一廃炉に取り組む組織と廃炉委の役割・体制、廃炉の中長期ロードマップ概要と論点を紹介
 - ・「学」の貢献には原子力学会の枠を超えた学際的な取り組みが必要で、34 団体が協働できる場（ANFURD）を昨年 5 月に設定し第 1 回 WS を 9 月 4 日に開催、リスク評価・廃炉作業の最適化・人材育成につき議論した
 - ・廃炉委の各分科会で検討中の課題は次の通り；
 - ーリスク分科会：全体リスクの低減 →シナリオの見えない事象のリスク評価の在り方
 - ー建屋構造分科会：長期健全性→大きく損傷した構造物の評価の在り方
 - ーロボット分科会：燃料デブリ取り出しでの遠隔操作技術
 - ー廃棄物分科会：汚染水対策・廃棄物処理処分の課題→エンドステートの議論
 - ー事故課題フォロー分科会：事故事象の未解明な課題の抽出
 - 建屋構造分科会と廃棄物分科会については引き続き分科会主査から説明がある
- (2) 福島第一原子力発電所廃炉 今後の計画：福田氏（NDF）
 - ・NDF 戦略プラン 2017 の全体像につき、戦略プラン 2015,16 を経た 2017 版の要点は；
 - ー号機ごとの燃料デブリ取り出し方針の決定
 - 各状況に応じた工法の実現性を、RPV 内部・PCV 底部の燃料デブリにつき気中で上・横アクセスにつき検討
 - ー廃棄物処理・処分の基本的考え方とりまとめ
 - ICRP や IAEA の考え方を整理し、今後の固体廃棄物対策への対応方針を検討

- (3) 福島第一原子力発電所廃炉の現状： 齊藤氏（東京電力）
- ・廃炉の作業項目と各号機現況、汚染水対策の状況、使用済燃料取り出し状況、燃料デブリ取り出しに向けた調査状況、固体廃棄物管理の状況を説明
- (4) 福島第一原子力発電所廃炉に向けた IRID による技術開発の現状： 奥住氏（IRID）
- ・燃料デブリ取り出しに向け、号機ごとのアクセスルート、取り出し・収納・移送法を検討
 - ・各号機 RPV 内調査結果： 1, 2U は燃料デブリが固まったまま、3U は小石状になり沸騰水中を遊動
 - ・燃料デブリ取り出しに向けたロボット開発状況： 柔構造アーム（筋肉ロボット）など
- (5) 建屋の構造性能検討分科会からの報告： 瀧口主査
- ・3U R/B の健全性評価を実施し、壁の許容変形量 γ の目安値を検討中
- (6) 廃棄物検討分科会からの報告： 柳原主査
- ・放射性廃棄物管理シナリオの分析、エンドステートの想定のため IAEA、OECD/NEA 等の報告書をレビュー
 - 事故廃棄物、廃止措置廃棄物、環境修復廃棄物の対策検討に長期的展望が重要

3. 全体討論・意見交換

(1) 意見交換

- ・戦略プラン 2015 では、燃料デブリ取り出し工法につきロボットの耐放射線性が重要な検討項目の一つであった。今回、気中取り出しの方針が出されたが耐放射線性はクリアできたのか
- 耐放射線性の最も低いカメラは頻繁に交換、構造物も順次交換して対応する
- ・1U RCV 内コンクリートは、高温のため鉄筋がかなり傷んでいよう、燃料デブリ取り出しのアクセスルート検討にあたり十分配慮する必要がある
- 慎重に検討を進めている
- ・先ず使用済み燃料を取り出してからが廃炉の実質的なスタートとなる

(2) 宮野委員長まとめ

- ・リスク評価分科会は3U 燃料取り出しを例にした報告書を取りまとめ中
- ・ロボットは未だ課題が多く、検討の輪を多くの領域に広げていきたい
- ・廃炉全般に未解決の課題が多い。他の専門部会、他分野の専門家との協働が重要で、来春のシンポジウムでも配慮したい

4. その他

翌16日、NDF 主催の第3回廃炉ワークショップが北大学術交流会館で行われ、原子力学会からも学会長、廃炉委員会関係者を含め多数が参加した。

以 上

2018/5/16

運営タスクチーム

2018 年春の年会 企画セッション 報告

「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」現状及び活動報告

3/28(水) 13:00~14:30 J 会場

議事内容

・開会の辞 関村副委員長

廃炉検討委員会の 5 つの分科会のうち、リスク評価分科会を除く 4 つから活動状況を報告する

・講演

1. 福島第一原子力発電所の廃炉の概要と課題 浅沼幹事

廃炉検討委員会の活動の全体概要について説明。2014年に設置した5つの分科会で活動しており、本日はリスク関連の分科会を除く4つの分科会の成果と活動状況を報告する。本活動は、NDFや東電、IRID等の関係機関との連携を図るために、宮野委員長を中心に情報を発信している。3月には一般向けにも情報を発信する機会を持った。今回は、学会員との深い議論を持つために企画した。秋にも学会員との議論の機会を持つようにする。なお、長い期間にわたる取り組みとなるから、本日は比較的若い先生に登壇頂く。短い時間ではあるけれども、Q&Aや議論をしたい。

2. 福島第一原子力発電諸事故における未解明事項の調査と評価 山本主査（未解明事項フォローWG）

本分科会では、わかっている事項とわかっていない事項を整理することも目的としつつ、事故調査委員会の報告書に加えて調査している。また、成果を報告書として発信するよう努めている。本日は、報告書の構成と事故進展に関する未解明事項の調査状況を報告する。現在までの検討により多くの事項が概ね明らかになりつつある。とはいえ、わかっていない事項もあり、報告書では、事項を4つに分類した。4つのうち、情報が不足して検討が進めにくいと分類した事項には、主にはPCV内部調査の進展が必要。現状調査が実施されていないPCV、RV内の事項に関する多くは引き続きの検討が必要である。

事故進展は、概ね説明できるようになっているが、まだわからないことは多い。今後の廃炉作業の過程において解明されていくものと期待される。

-質疑-

・事項の調査整理表の中から、今後に反映できる事項はないのか？

→本整理表を公開し、事業者を含む実務者等に見てもらうことで、今後に反映可能、反映すべき内容の気づきにつながれば良いと考える

・活動内容について第三者による外部評価をされているか？原子力学会のシニア会員の方などに見てもらうのはどうか？

→現状、分科会、廃炉検討委員会内での評価であり第三者評価は受けていない。資料公開することで意見をもらえるのではないかと。また、シニアの方には調査の過程で意見を仰いでいる。

3. 建屋の耐震安全性評価の現状と課題 糸井幹事（建屋の構造性能検討分科会）

-本分科会での検討の背景と今後の課題について報告-

建屋に対する要求性能は、廃炉の段階によって変化していくため、各段階に応じて整理が必要。現状では、使用済み燃料プール内燃料取り出し前までの期間を対象として検討。今後は燃料取り出し中及びそれ以降の期間についての検討が必要。特に燃料デブリ取り出し段階以降については、課題がある。

-質疑-

・RPV ペDESTALの健全性は、評価結果により今後の作業に大きくかわると考えられ、非常に重要である。

→この様に広くコメント・意見を頂けるとありがたい。

- ・これからの原子炉建屋設計への反映を考えているか？

→事故後の廃炉まで考慮した設計という観点で、本知見を反映して頂けると良いと考える。

4. ロボット分科会からの報告 吉見主査（ロボット分科会）

-これまでの活動状況と、今後のあり方について報告-

本分科会は、日本原子力学会と日本ロボット学会とで共同設置。現場を知らなければ、アイデアを出しても役に立つものとならない。

原子力側からは現場状況に基づきロボット技術に対する課題や要求を発信、それを受けてロボット側が技術提案するという形を継続的に行う必要がある。その様な場の提供と仕組づくりを本分科会は担っていく所存である。

2017年には、コンペを企画して、大学や福島県の企業から16件のアイデアが集まった。これらは最終的にエネ庁にも説明した。このような動きを実機につなげていくように取り組んでいく。

-質疑-

- ・廃炉作業に限定したロボットでなくても良いのではないか。より広いニーズに対応できるロボットが廃炉にも使える、という発想で間口を広げてはどうか。

→ロボット開発では使用目的が明確でないものが多々ある。ロボット開発側は、廃炉に使えることに気づかない。そこを現場のニーズを発信して結びつけるのが本分科会の役割と考える。

- ・高線量に対してはどう考えるのか？

→高放射線場に電子機器はなるべく入れないことが望ましく、そのため水圧、空気圧駆動などのアイデアが出てきている。

5. 廃炉と廃棄物管理シナリオに関する検討 川崎幹事（廃棄物検討分科会）

-検討のアプローチ等について報告-

廃棄物管理シナリオの検討にあたっては、エンドステートの設定、作業シナリオ、発生する廃棄物の発生量および特性の評価が重要である。廃棄物管理シナリオの検討・評価、廃炉・環境修復作業への要件の抽出を進める。

特にエンドステートは廃炉作業に影響が大きい。例えば、1Fではサイト内全域に汚染を残さないことにすると廃棄物量が550万m³となるとの試算がある。仮にサイト全域を管理区域とするならば、廃棄物量は30～40%程度となる。それに応じて整備する施設も変わることになる。

-質疑-

- ・エンドステートを定める時期についてどう考えているか？

→最終的な敷地全体のエンドステートについての決定時期はまだ未定であるが、各作業段階における中間的なエンドステートの設定は必要。2021年からデブリ取り出しが開始されたら、プラント廃炉に関するエンドステートを考え出しても良いのではないかと考える。

- ・エンドステートの、汚染を残さない領域のしきい値を300μSv/yrとしているがその数値の根拠は？

→IAEAでは10~300μSv/yrの範囲、ドイツは10μSv/yr、アメリカDOEは250μSv/yrなどがサイト開放基準とされている。これらを参考とした。

- ・総合討論

エンドステートの前の中間ステートをもっときめ細かく考えるべきでは、燃料成分の溶解処理などの観点から再処理施設の廃棄物処理の考え方を1Fにも活用できるのではないかと、等の議論がなされた。

- ・閉会の辞 宮野委員長

より多くのコメントを頂きながら、これからも活動を推進していく

以 上

2018/3/22

運営タスクチーム

日本原子力学会 シンポジウム
「東京電力福島第一原子力発電所の廃炉 — 廃炉の論点と展望 —」
開催報告

福島第一原子力発電所の廃炉にかかわる課題をわかりやすく解説し、取り組みに対する理解を得るとともに、広く情報を発信する場として一般向けのシンポジウムを毎年 3 月に開催している。第 3 回となる今年は、「廃炉の論点と展望」をテーマとし 6 件の講演を行った。以下に開催結果をまとめる。講演資料は学会サイトで公開しているが、現時点の廃炉の論点と展望をまとめている廃炉委員会宮野委員長の講演資料を 21~31 頁に示す。

(1)日時と場所等

日 時：2018 年 3 月 18 日(日) 13:30~17:00

場 所：大手町サンケイプラザ 301-302 号室（東京都千代田区大手町 1-7-2）

主 催：一般社団法人 日本原子力学会

共 催：福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会

協 賛：一般社団法人 日本ロボット学会、公益社団法人 日本地震工学会

(2)シンポジウムの趣旨

日本原子力学会は、東京電力福島第一原子力発電所の事故からの復興と廃炉を支援すべく、多くの学協会と共に積極的に取り組んできた。特に、2021 年から燃料デブリ取り出しの準備を始める段階となり、様々な課題をもたらしている。学会の役割の一つとして、国民にこの問題を解説し、理解を得て行く責務がある。事故以来 7 年が経過した今、廃炉における課題を解説し、問題点を共有するとともに、広く課題解決に向けた取り組みについての意見を募り、今後の活動、廃炉事業に役立てるための機会を得るものである。

(3)プログラム（敬称略）

座 長：関村直人（東京大学）

開会の挨拶：上坂 充（日本原子力学会会長、東京大学）

講演 1：福島第一廃炉の論点と展望

宮野 廣（法政大学）

講演 2：福島第一廃炉作業時の管理目標値について

山本章夫（名古屋大学）

講演 3：より一層の安全確保に向けたリスク評価への取り組み

高田 孝（日本原子力研究開発機構）

講演 4：ロボット技術への期待

新井民夫（技術研究組合国際廃炉研究開発機構）

講演 5：建屋構造物の要求性能と課題

高田毅士（東京大学）

講演 6：廃棄物はどのように取り扱うのか

柳原 敏（福井大学）

質疑対応と閉会の挨拶（座長）

(4)参加者 81 名（うち、報道関係者 7 名）**(5)質疑及びアンケート結果**

各講演に対し、多くの意見や議論がなされた。また、最後に総合討論の時間を設け、講演者からも改めて意見やコメントを出し、討論を行った。

アンケートは 55 名から回答があった。原子力学会員からは「分かりやすい」という意見が多く、学会員以外の方々からは「難易度が高い」「専門的すぎる」等の記述が目立った。また、「抽象的な説明が多い」「具体性に欠けている」指摘もあった。多くは今後もこのようなシンポジウムを続けて欲しいとの意見であった。

以上

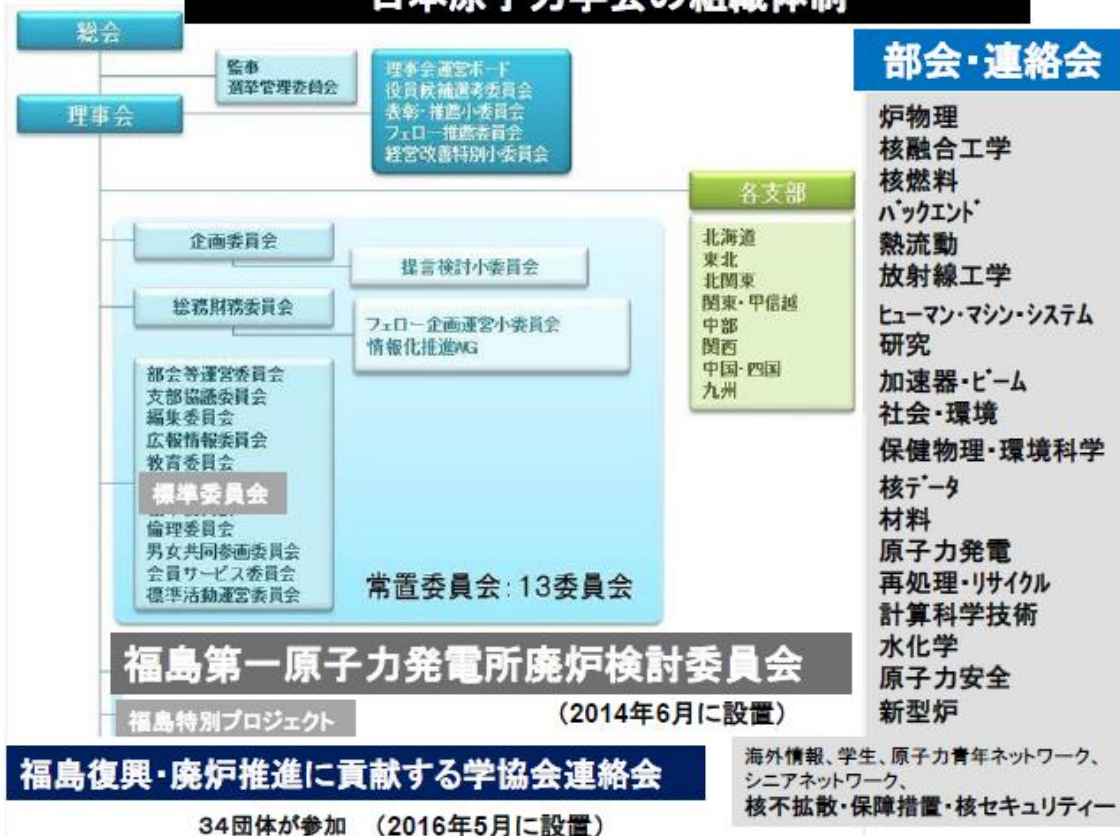
福島第一廃炉の課題



法政大学 デザイン工学研究科 客員教授
日本原子力学会東京電力福島第一原子力発電所廃炉検討委員会委員長
宮野 廣

AESJ 日本原子力学会
Atomic Energy Society of Japan

日本原子力学会の組織体制



福島第一廃炉の課題

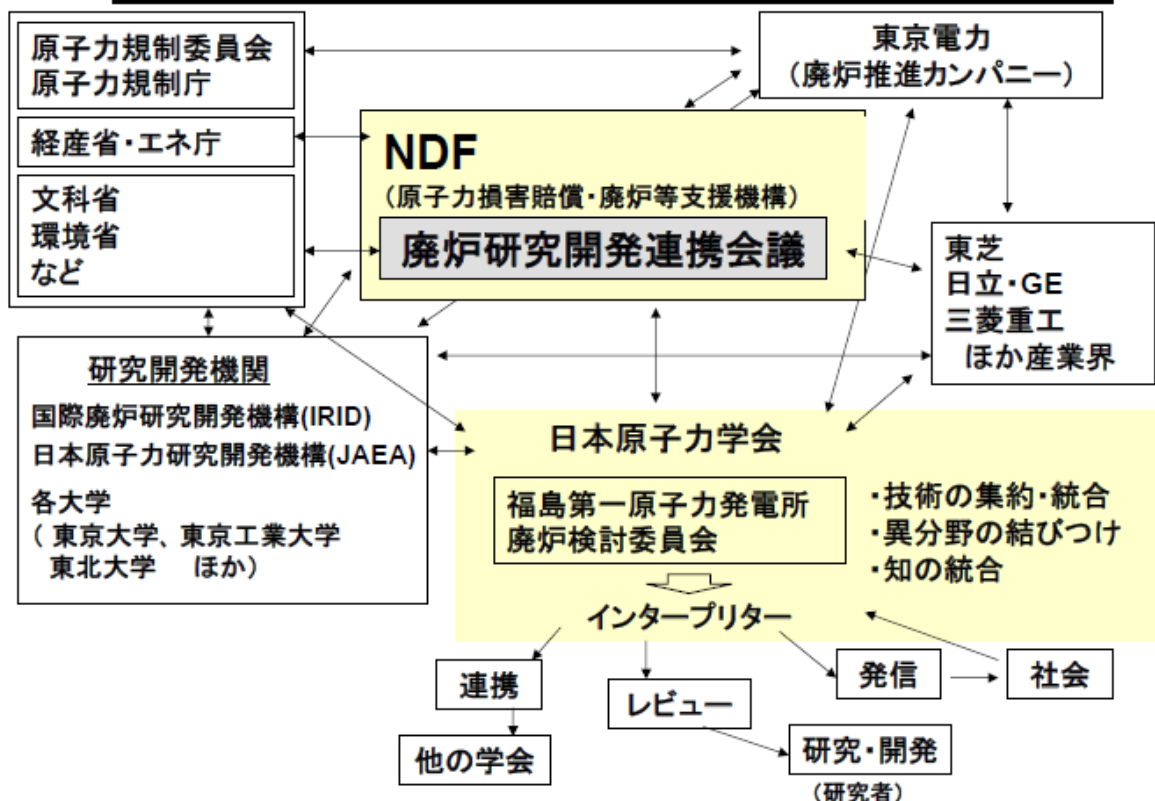
項目

- 1 背景(学会の体制、廃炉各組織の役割)
- 2 福島第一廃炉のロードマップ
- 3 福島第一廃炉の現状
ー廃炉の作業ー
- 4 福島第一廃炉の論点
- 5 福島第一廃炉の手順
- 6 福島第一廃炉の技術課題
- 7 まとめ

2

1 背景

福島第一の廃炉に取り組む組織と廃炉委の役割



福島第一廃炉の課題（体制と役割）

廃炉の体制と役割分担

○ 取り組み体制の課題

- ・責任を持つ体制
体制の一貫性と明確な責任の所在
- ・R&Dの目標と成果の見える化

○ 仕組みの課題（経営判断、PJ判断は誰が）

- ・ロードマップによる管理
効果的な運営管理の構築
研究開発の成果の反映
- ・海外からのR&D、技術提供を受け付ける仕組み
- ・国際社会と連携した知見の集約の仕組み（データベース化）

4

2 ロードマップ

福島第一廃炉の論点

ロードマップ とマイルストーン 2017年度版



- 3 -

福島第一廃炉の課題（ロードマップ）

ロードマップの活用

○ 福島第一原子力発電所の廃炉のロードマップ

・ その概要と課題

- －全体の工程を示す
- －マイルストーンの明示と実行の責任を明確にする
- －最新のデイリー管理とフォロー・対策の仕組みを作る
- －データの集約と管理、活用

○ 本来のあるべきロードマップとは

細部から全体まで「見える化」する。

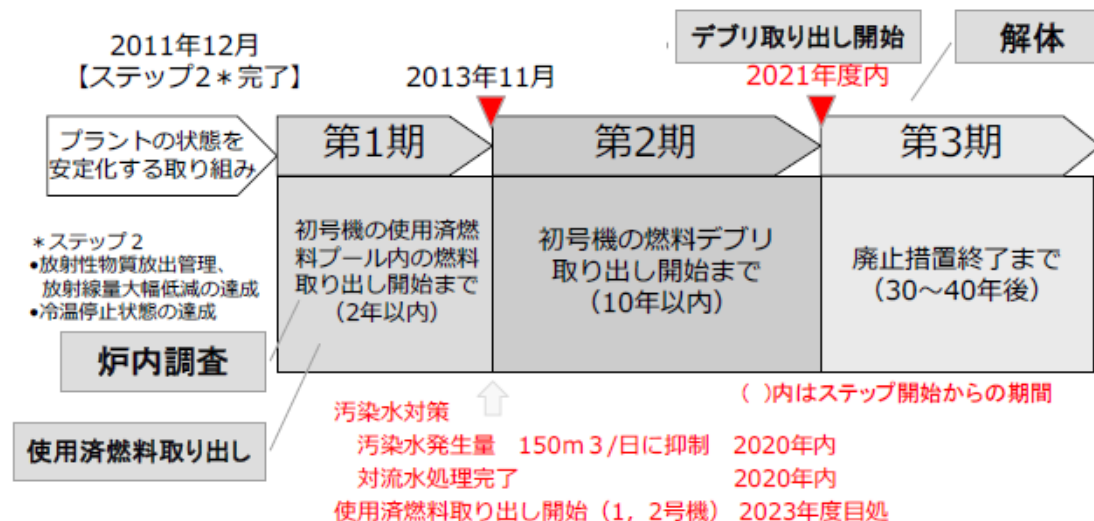
専任の管理者・組織を置き、日管理、月管理、年管理を行う。

ロードマップによるプロジェクト全体の目標・成果管理を行う。

6

廃炉の進捗概要

（中長期ロードマップの概要）



○中長期ロードマップは、平成29（2017）年9月26日に改訂された。

○目標工程（マイルストーン）の明確化

【燃料デブリ取り出し】

- ・号機毎の燃料デブリ取り出し方針の決定 2017年夏頃目処（済）
- ・初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定 2019年度
- ・初号機の燃料デブリ取り出しの開始 2021年内

3 現状

環境汚染と汚染水

対策の基本方針

方針1. 汚染源を取り除く

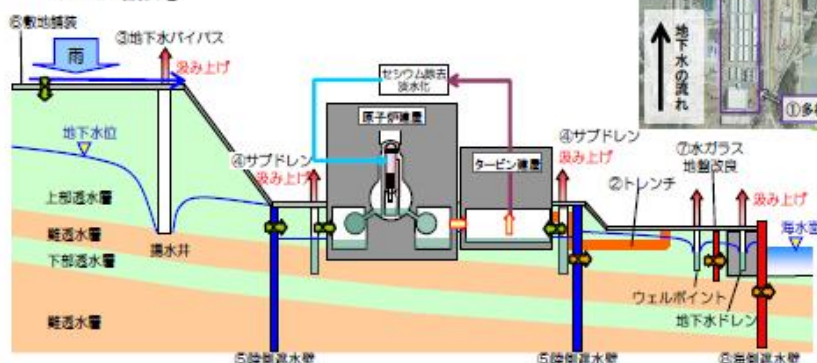
- ・多核種除去設備等による汚染水浄化①
- ・トレンチ内の汚染水除去②

方針2. 汚染源に水を近づけない

- ・地下水バイパス③、建屋近傍井戸④
- ・凍土方式凍結0℃完成(2016年10月)⑤
- ・敷地舗装⑥

方針3. 汚染水を漏らさない

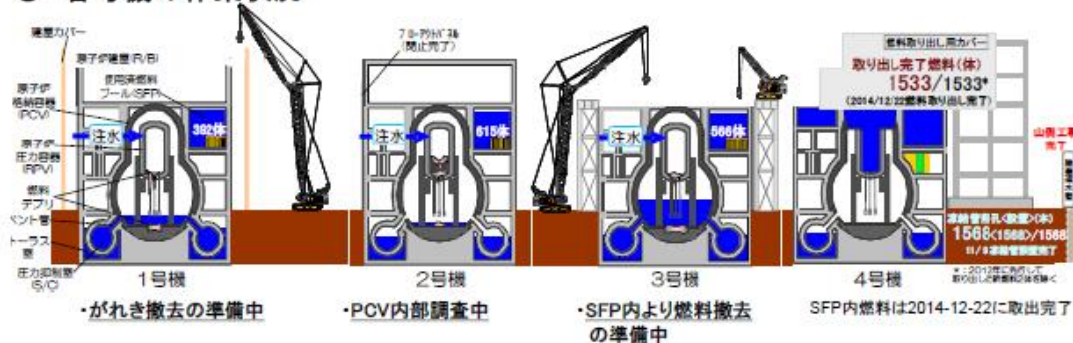
- ・水ガラスによる地盤改良⑦、海側遮水壁⑧
- ・タンク増設⑨



出典: 経産省資源エネルギー庁資料より

原子炉、建屋の現状

○ 各号機の作業状況



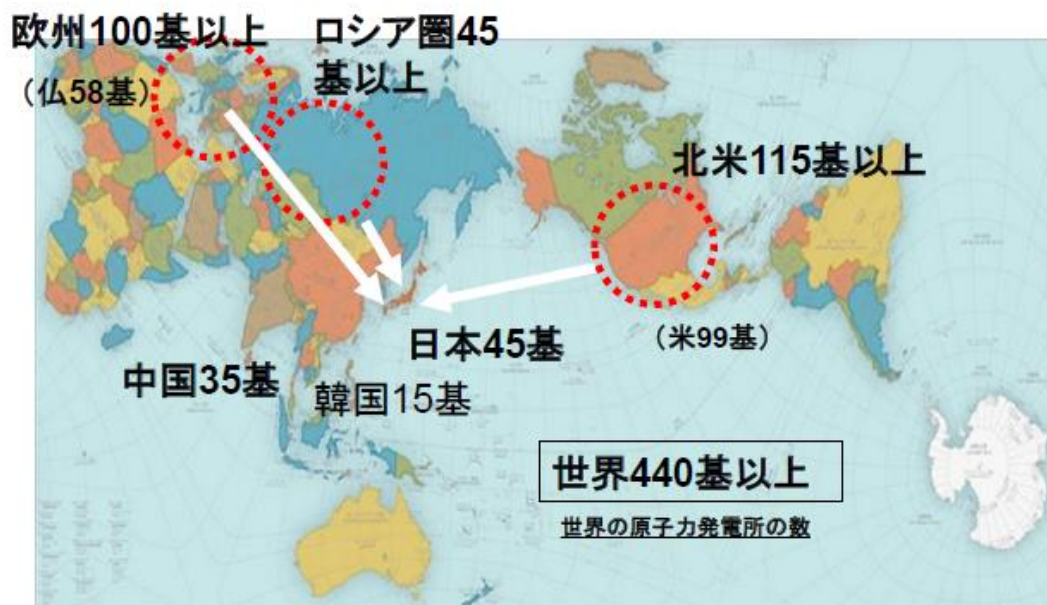
○ 各号機ともに冷温停止状態を継続

圧力容器底部温度		格納容器内温度		燃料プール温度		原子炉注水量	
1号機	14℃	1号機	14℃	1号機	26℃	1号機	注水量: 2.9m ³ /h
2号機	19℃	2号機	20℃	2号機	29℃	2号機	注水量: 2.9m ³ /h
3号機	18℃	3号機	18℃	3号機	28℃	3号機	注水量: 2.8m ³ /h

2018年2月13日 現在

出典: 東京電力ホールディングスHPよりのデータを使用

福島第一廃炉に適用する研究開発等の拠点(福島県内)



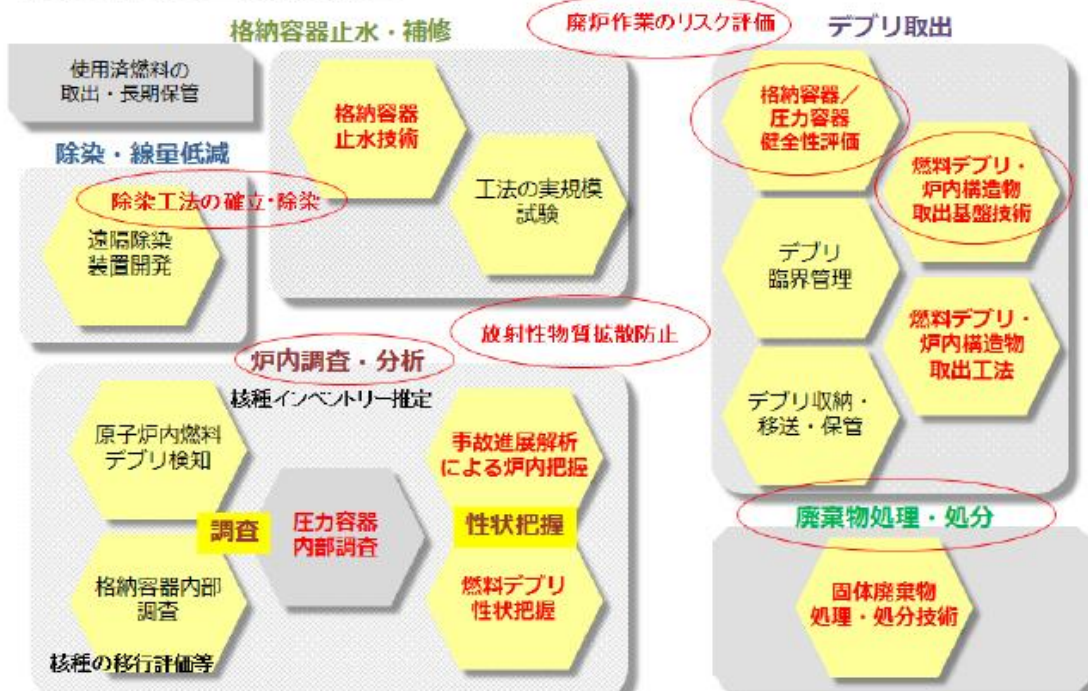
世界から、技術を日本、福島に結集する必要がある

10

福島第一廃炉に求められる技術開発 (PJテーマ)

技術分野と重要な課題

以下は現在取り組まれている国の研究開発の分野を示す。



(注)ここには、除染・設備(機器・配管)撤去工法の開発はない。

福島第一廃炉の現状と課題

○ 現在の開発・技術の状況

- ・ 周辺の状況：汚染の低下
- ・ 冷却循環水の処理：順調な汚染水処理。
地下水の流入回避したが、いくつかの課題もある。
閉冷却水循環は未完成であり、大量の処理水が溜まる問題が残っている。
- ・ SFPから燃料の取出し移動保管：4号機完了。3号機に着手。
- ・ PCV内燃料デブリ調査ほか：1, 2, 3号機それぞれに実施。
見えてきた格納容器内のデブリの状況、だが詳細な情報はこれから。
- ・ リスクに基づく運用からは遠い状況

○ 国プロにおける研究開発では、現場に適用する具体的成果はまだ不十分。

長期間の成果・知見の蓄積と活用法の仕組みが必要

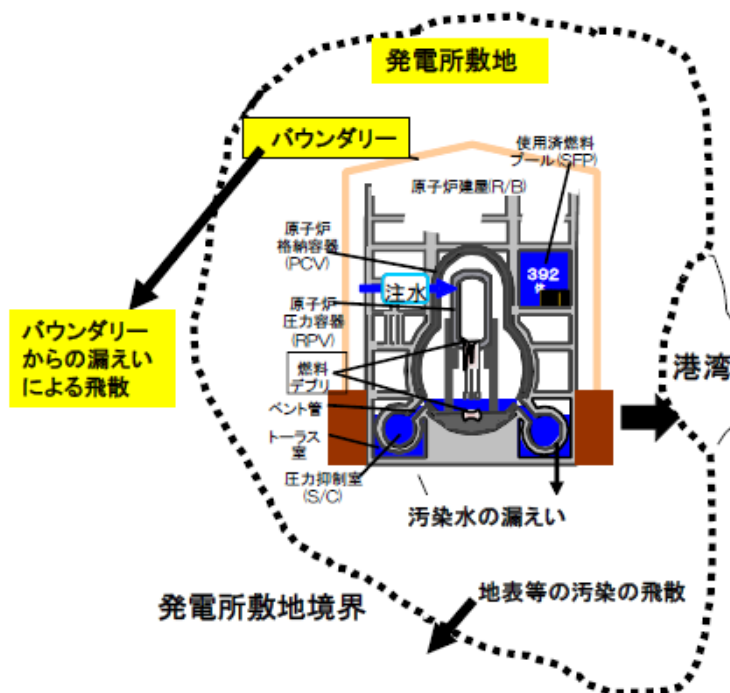
12

福島第一廃炉の作業を考える

13

4 論点

福島第一の廃炉の論点



- 論点1: バウンダリーがない**
 - 新たにバウンダリーを設置する
 - 何を基準とするか
- 論点2: 高い放射線、汚染が強い**
 - 作業員の被ばくが大きい
 - 除染か、ロボットか
- 論点3: 格納容器内の汚染が大きい**
 - 閉空間で見えない
 - 破損で障害物が分からない
 - 遠隔技術か、ロボットか
- 論点4: 開放型の冷却システム**
 - 地下水の流入が大きい
 - 閉ループの冷却システムを構築
- 論点5: 溶融燃料、デブリの状態がわからない**
 - 溶融物の把握(場所、物理特性)
 - サンプルの採取
 - 把握の後、取り出し技術・方法を開発

14

福島第一の廃炉の論点（号機の差異）

事故炉の状況は、大きな差異はない。
燃料溶融が起き、炉内、炉外あらゆるところに溶融燃料や燃料と金属、コンクリートが融合したものが大きな塊、小さな塊、粒子状、構造物に付着の様々な形態で存在している。

福島第一の廃炉の論点（工法）

溶融燃料が大きな塊であるとすれば、それをどのように取りだすか、工法には3つの方法が考えられる。

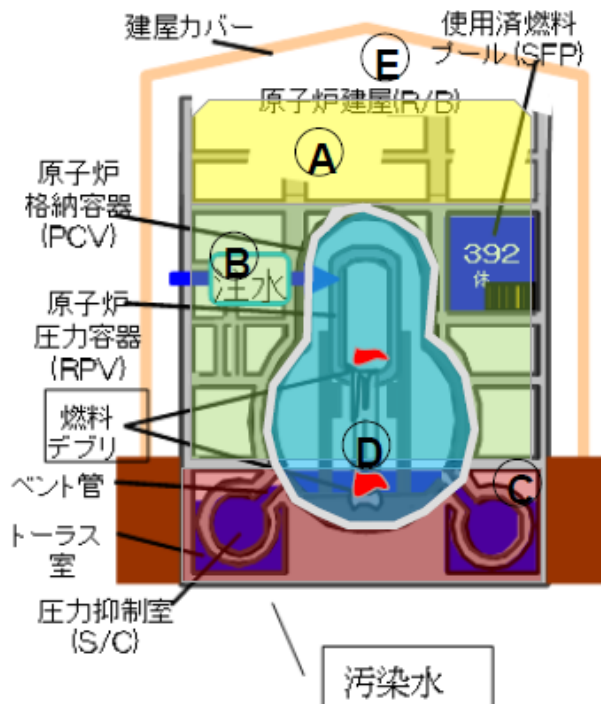
- ① 同じ工法が全ての炉に適用できるか。妥当か。
- ② 溶融燃料の状況で、工法を適用すべきではないか。
- ③ 選択の判断基準、判断理由が得られるか。

15

5 手順

福島第一廃炉の手順（作業対象区域）

領域を下図のように分類する。

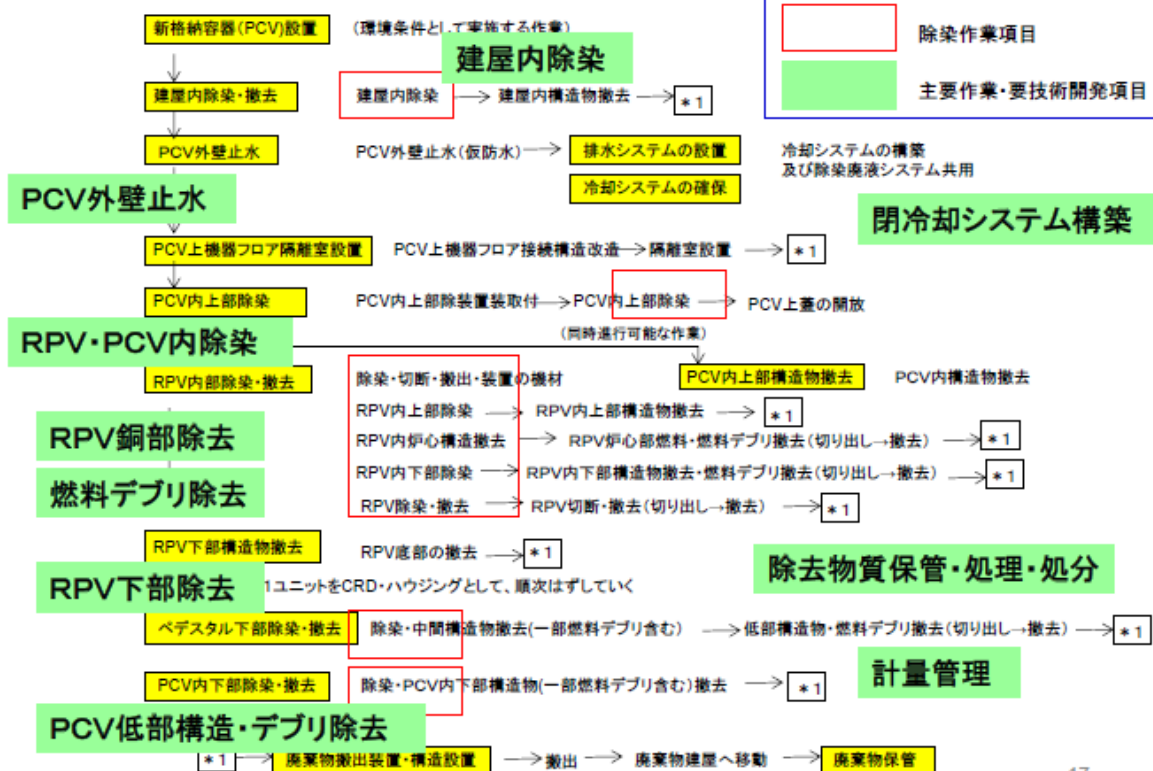


基本的な考え方

- ① 建屋カバーは、二次バウンダリを形成するものとして構築する。この領域を(E)とする。
 - ② 建屋内の機器フロア一部を(A)
 - ③ その下、建屋内1階フロア以上を(B)
 - ④ トーラス室内(C)
 - ⑤ 一次バウンダリとしてのPCV内を一括して(D)とする。
- として、区分除染。廃棄する。

RPV: 原子炉圧力容器
PCV: 原子炉格納容器

福島第一廃炉の手順（例：上部水中取り出しを中心に）



17

福島第一廃炉での技術開発

○ 廃炉では、どんな技術が必要とされるのか(例示)

- (1) リスク低減
 - ・福島第一の廃炉作業における「安全目標」は、なにか、どこにあるのか。
 - ・「リスク」で作業管理…具体的に何をやるのか。
- (2) 建屋の長期健全性
 - ・建屋だけではない、構造全体の健全性はどこまで求めるのか。
 - ・健全性の判断基準はなにか。
 - ・長期(30年?)これまでの使用期間を超えて運用する健全性の評価の在り方は。
- (3) 除染・設備撤去および燃料デブリ取り出しでの遠隔操作技術の開発
 - ・設計基準を明確にする必要がある。
 - ・どんな「ロボット技術」が求められるのか
 - ・実証試験などを、現場と一体となった組み込み、高放射線下、遠隔での「原子力安全」の確保を前提とした工法の検証に取り組むべき。
- (4) 汚染水対策、廃棄物処理処分
 - ・廃棄物の管理を含めた、安全確保の基準を明確にした取り組みが必要。
 - ・エンドステートをにらんだ工法の開発が必要。

18

福島第一の廃炉の課題と学会・廃炉委の役割

(1) 放射性物質のリスク評価法(作業員含む)

→ シナリオの見えない事象のリスク評価の在り方

(リスク管理による工程管理をどのように行えるか)



安全目標とリスク評価
監視方法の開発・提言

(2) 建屋・構造の長期健全性

→ 大きく損傷した構造物の健全性評価の在り方

(40年を超す構造物の長期健全性評価をどのようにおこなうか)



構造物全体は
どこまで耐えるか

(3) 燃料デブリ取出工法での遠隔操作技術

→ 高放射線場での作業ロボット・システムの開発

(高度なロボット技術だけではなく人との協働も視野に入れたシステム化を考えなければならない)



ロボット技術
アイデア貢献

(4) 汚染水対策、廃棄物処理処分

→ 長期間、場所の制限などの課題

(どこまで取り壊すべきか、廃棄物の処分をどのようにすべきか、コンセンサスの形成が必要)



廃棄物の観点より
廃炉工法への提言

(5) 学として技術課題

→ 事故事象の未解明問題への対応

(全ての成果、データを構成に残し役立てることが学の重要な役割の一つである)



新発見への対応

まとめ－福島第一の廃炉の論点

基本的には福島第一の廃炉技術の研究開発にどのように取り組むか
これは、わが国として、**国として取り組むべき国家プロジェクト**である。

- 福島第一の廃炉は国としてのプロジェクトである。このプロジェクトを動かす**全体の責任は誰が持っているのか**。責任ある体制を明確に作るべきであろう。**“リーダーシップ”を持った責任者を置くことが必要**。
- 特別の**廃炉の「安全目標」を明確にすることが必要**である。
放射線リスク、発生費用、工期、設計基準を明確にしなければならない。
- **エンドステートを見据えた廃炉のシナリオが必要**であり、総合的な放射性廃棄物の取り扱いを考えて進めなければならない。
- **実効性のあるロードマップによるプロジェクト管理が必要**である。
- 技術課題
 - ・シナリオの見えない事象のリスク評価の在り方
 - ・大きく損傷した構造物の健全性評価の在り方
 - ・高放射線場での作業ロボット・システムの開発
 - ・廃棄物保管の長期、場所の制限を考えた総合的な廃炉作業

20

日本原子力学会 福島第一の廃炉に関わるシンポジウム 第4回
会 期 2018年3月18日(日)
会 場 東京大手町 サンケイプラザ

「東京電力福島第一原子力発電所の廃炉－ 廃炉の論点と展望」
福島第一廃炉の課題

ご静聴ありがとうございました。
本日は、よろしくお願いいたします。

関連ポータルサイト

経産省 資源エネルギー庁 HP
原子力賠償・廃炉等支援機構 (NDF)
国際廃炉研究開発機構 (IRID)
日本原子力研究開発機構 (JAEA)
東京電力ホールディングス (TEPCO)
「CUUSOO」

法政大学 デザイン工学研究科 客員教授

日本原子力学会東京電力福島第一原子力発電所廃炉検討委員会委員長 宮野 廣

21

2017/12/20
運営タスクチーム

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会

- ・福島第一サイト
- ・日本原子力研究開発機構 櫛葉遠隔技術開発センター視察報告

宮野委員長、原子力学会駒野副会長他 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会関係者が
2017年12月5日午前に東電福島第一サイトを、午後に JAEA 櫛葉遠隔技術開発センターを視察した。
要旨を以下の通り報告する*。

*視察スケジュールを添付-1、参加者リストと参加しての意見を添付-2に示す

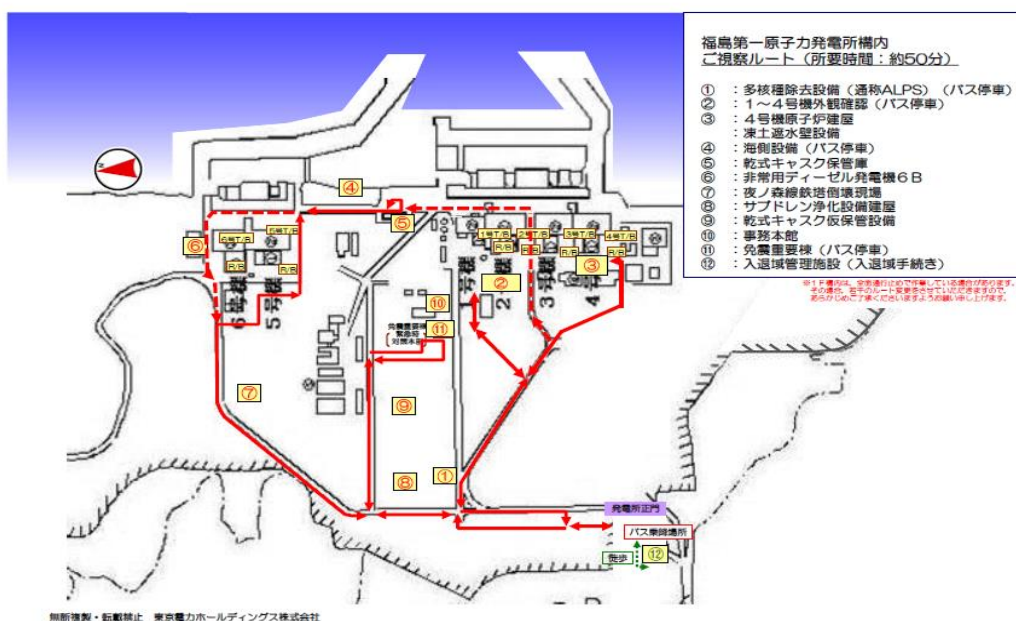
I 視察内容

1. 東電福島第一原子力発電所サイト

(応対者：東電 1F 廃炉推進カンパニー視察 G 塩澤氏 他)

(1) 視察設備・ルート

東電旧エネルギー館(富岡)で福島第一(1F)の現況説明があった後 1F サイトに移動、
管理区域内に立ち入り、1～4号機外観、凍土壁設備、処理済水タンクヤード、
多核種除去設備 ALPS、免震重要棟他を、構内バスで約1時間視察。



(2) 主な説明内容

- ・1～4号機現況：
 - 放射能飛散防止のためのフェーシング(構内の表土を約10cm 削りグラウトでカバー)がほぼ終了し、構内の95%が一般作業エリアになっている
 - サイト周辺は中間貯蔵エリアとして整備中
 - 3号機は燃料取り出し用カバーを設置中
- ・凍土壁(陸側遮水壁)：8月下旬から凍結開始、地中は0℃以下になっており、内部水位を外部水位より1m程度低く保つべく、ポンプでコントロール中
- ・処理済水タンク：事故直後の応急タンク(船、輸入タンク)・フランジタンクから溶接タンクに切り替え中。タンクスペースだけでなく、廃材の処理法も課題。

(3) 主な質疑 (A*は東電本社からの回答)

Q1 なぜ建屋に汚染水が流入するのか？

A*溶けた核燃料を冷却するために注水し、建屋地下から汚染水をくみ上げて処理し、また注水に用いるという循環注水を行っているが、建屋に地下水が流入すると、滞留している汚染水と混ざることによって新たに汚染水として発生する。

地下水流入を抑制するため、サブドレンや陸側遮水壁等によって地下水位を下げる対策をおこなっている。なお、建屋滞留水が漏れいしないように建屋水位よりも地下水位が高くなるように、サブドレンによって地下水位を制御している。

流入経路としては、建屋間には多数の配管等の貫通部があり、その隙間から流入しているものが多いと考えている。

Q2:凍土壁内水位をより緻密に制御することにより、建屋内への流入水量を減らせないのか。

A:建屋内滞留水の水位が正確に測定できず、難しい。

Q3 凍土壁設備、水位制御用ポンプなどの所要電力は？

A* 陸側遮水壁： 約 13,000kVA ※冷却設備等

いったん凍結すれば、その維持の電力は半分程度

サブドレン： 約 1,000kVA ※ポンプ、浄化設備等

Q4 その供給ラインが地震などで切れる可能性があるろう。事故後に整備された電源車などでバックアップされているか？

A* 建屋に滞留する汚染水を系外へ漏らさないための設備である建屋の滞留水移送装置(建屋滞留水水位をコントロールするためのポンプ等)は、異なる2系統の電源から電源供給できる構成となっていることに加え、バックアップ電源として非常用ディーゼル発電機からも電源供給できる構成となっている。

また、凍土壁の冷凍維持設備は、電源も含め2系統分離を図っており1系統停止時にも冷却を維持できる構成としている。

Q5 凍土壁内水位コントロールのため注水が必要な場合もあるろう

A まだ使ったことは無いが、注水ポンプを置いている

C6 汚染水のサンプリングが、核種の推移把握等のため極めて重要

A まだ十分なサンプリングができていない。2019 までに(手法・体制を)整備したい

Q7 サイトとしての当面の課題は？

A 木材、金属廃材の減容・廃棄処理

Q8 構内の作業車の廃棄は？

A できるだけ再利用している

C 今後、廃材処理作業のベースとなる何らかの基準づくりが必要であろう

(4) 最後に宮野委員長より応対いただいた皆様に謝意を述べ、原子力学会としても

1F 廃炉が円滑に進むよう貢献して行きたい旨挨拶。

2. JAEA 櫛葉遠隔技術開発センター

(応対者：石原センター長、中山福島拠点長、同拠点総務課木村様他)

1F から双葉郡櫛葉町の同センターに移動、約 1 時間視察。

(1) 視察した設備・試験体

1) 試験棟

①実規模実証試験エリア

-BWR サプレッションチャンバー 実機大 1/8 部分試験体：止水試験中

②要素試験エリア

-ロボット試験水槽：4.5mφ、5m 水深

-モックアップ階段：1F 施設内の階段を模擬、ロボット試験用

-モーションキャプチャー：飛行ロボット等の動きを高速度カメラで把握

計測範囲 10m W×10m D ×2m H

2) 研究管理棟

①没入型バーチャルリアリティ（作業者訓練用、3次元映像内で寸法計測も可）：

1F のオペフロ、サブチャン周りのレーザービーム実測データにより構築されたバーチャルリアリティ空間で、サブチャンの中に入るような感覚を体験

(2) 主な説明内容

- ・1F 廃炉に必要なロボット等の遠隔技術の開発のため設置、2016.4 から運用開始
- ・METI 主導の福島イノベーション・コースト構想に沿い、大熊分析・研究センター、富岡の廃炉国際共同研究センター、櫛葉の本センターに加え、浪江に福島ロボットテストフィールドを新たに計画中
- ・自主研究とともに、IRID 等に試験設備を提供している

(3) 主な質疑

Q1 自主研究・外部利用の比率は？

A 3：7 程度で、昨年度は外部からの利用が 38 件あった。

主なところでは；

1F サブチャン止水試験（IRID）、東大サマースクール、
福島高専廃炉ロボコン、廃炉技術展示会

(4) 最後に宮野委員長より応対いただいた皆様に謝意を述べ、原子力学会としても

1F 廃炉に向けた技術開発を支援して行きたい旨挨拶。

II まとめ

1 日で 2 か所の駆け足の視察であったが、1F サイトでは現況と課題、JAEA 櫛葉では廃炉技術開発に向けた意欲的な取り組みを実感することができた。1F 廃炉委関係者にとり貴重な体験が得られる場であり、参加者の意見を反映し、次年度以降も継続して実施したい。

添付-1 視察スケジュール

■視察日 2017年12月5日(火)

時間	場所	備考
8:00	集合：いわき駅南口	
～9:30	移動：いわき駅 →東電旧エネルギー館(富岡)	
9:30～12:40	福島第一原子力発電所視察	発電所内視察行程は下表1
12:40～14:30	移動：東電旧エネルギー館 →昼食(富岡)→JAEA 櫛葉センター	センター内 〃 下表2
14:30～15:30	日本原子力研究開発機構 櫛葉遠隔技術開発センター見学	
～16:30	移動：JAEA→いわき駅	

表1 福島第一原子力発電所(1F)内 視察スケジュール

時間	内容	場所
9:30	旧エネルギー館 着	
9:30-10:20 (50分)	本人確認, 服装確認, ビデオ視聴(概要説明)	旧エネルギー館 会議室
10:20-10:40 (20分)	移動：旧エネルギー館 ～ 1F入退域管理棟 [東電1F移動用バス]	旧エネルギー館
10:40-11:00 (20分)	一時立入者カード貸与 APD貸与	入退域管理棟
11:00-11:50 (50分)	1F 現場視察 [東電1F構内用バス]	1F構内
11:50-12:10 (20分)	身体スクリーニング, APD返却 一時立入者カード返却	入退域管理棟
12:10-12:30 (20分)	移動：福島第一 1F入退域管理棟) ～旧エネルギー館 [東電1F移動用バス]	
12:30-12:40 (10分)	質疑応答, アンケート	旧エネルギー館 会議室

表2 櫛葉遠隔技術開発センター視察スケジュール

時間	場所	事項
14:30	研究管理棟着	
14:30 - 14:40	10 展示室	施設の概要説明
14:40 - 15:00	20 VR室	VR体験
15:00 - 15:20	20 試験棟	内部設備視察
15:20 - 15:30	10 展示室	質疑応答

添付-2 参加者 および参加しての意見

	氏名・所属 (敬称略、申込み順)	所属
1	宮野 廣	法政大学 (1F 廃炉委員会委員長)
2	奈良林 直	北海道大学
3	安部田 貞昭	元三菱重工
4	駒野 康男	MHI NS エンジニアリング (日本原子力学会副会長)
5	安部 浩	日本原子力学会
6	長谷部伸治	京都大学
7	阿部弘亨	東京大学
8	鈴木嘉章	原子力安全推進協会
9	大隅 久	中央大学

1F サイト



JAEA 櫛葉



参加しての感想、今後に向けた意見（注）

- ・ 1F は、2 年前に見学させていただいた時と比べ、所内もかなり整理され、廃炉に向けての作業が進んでいると感じた。ただ、現場を見ると気づくことも多々ある。今後もより多様な専門家による視察を実施し、廃炉作業に異なった分野の専門家の意見を反映できるようにしていく必要があると感じた。
- ・ はじめての福島第一原発への訪問で、どの程度復興が進んでいるのか大変興味があった。
- ・ 原子炉建屋周辺以外は思った以上に環境整備が進んでいた。
- ・ 3 号機プールからの燃料取り出し用クレーン、タンク搬送のスーパーキャリア等、実物を見ることでサイズを実感でき、今後の議論に向けて大変有意義な見学会であった。
- ・ 事故後半年の時も訪れ、久しぶりの訪問でしたが、スーツ姿のまま、あの場所まで見学できるようになったことは海外の人も含め多くの人にみてもらうことは重要と感じました。
- ・ 1 日で 2 か所の駆け足の視察、また、早朝集合で前泊を要した。

他の参加者のご意見を反映し、次回以降の計画に反映したい。

注) 宮野委員長の感想は次ページの通り

福島第一を訪問して

2017 年 12 月 5 日 法政大学 宮野廣

事故後のことを思えば、富岡の街を始め、周辺地域の復興は目に見えて進んだように感じた。一方、近接する地区では、未だにがれき状態の廃屋が放置されており、処置できないものかと思う。

帰還可能となっても、いまだに多くの方が帰らない状況が続くが、それも理解できる気がする。多くの避難者は既にこの地区よりも、豊かで、あらゆるものが進んだ地域に避難されている状況であろうと推察するが、今さらこのような荒れ地に戻るべきか、大いに悩むところであろう。町にはスーパーができたとは言え、にぎやかさには程遠い。地域全体で、いかに活性化を図るか、が大きな課題と思う。

以下に、福島第一の廃止作業の視察の感想をまとめる。案内いただいた特に営業の方の説明は文系とは思えないくらい、明確でよくわかるものであった。理系の我々も説明とはどういうものか、考えて社会に向き合う必要があろう。参考となった。

- サイト内への訪問はバスでの視察の手順がしっかりできており、全体を見るには十分な対応である。しかし、一方、内容は豊富で、説明が一般には難しく十分に理解ができるか弱冠疑問であった。特別に私達への配慮で多くを見せていただけたのであればよいが、ゆっくりと分かりやすい簡単な説明が必要に思える。
- 本来は広い敷地だが、多くの廃棄物、最も多いのが水だが、水槽などが雑然と多く、加えて使用後の機材も多く借り置きされている。所狭しの感がある。
- 原子力発電所の廃止工事という性格上、わずかでも汚染されている廃棄物が多く、直ぐにどこかへ搬出もできずテンポラリーにならざるを得ないのかもしれないが、30 年の長期を考えると、もっと整然とした設備計画の下での廃止工事を進めてもよいように思う。
- 廃棄物が、放射性廃棄物、レベルの高いもの、低いもの、非放射性廃棄物など、どこにどのように借り置きして、次に廃棄をどのように進めるか、決まっていはいないが、あくまでもテンポラリーと言う現在の状況をみると、どこかで全体を指揮して、きれいに整備することまで考えて取り組ませる仕組みが必要に思う。
- 一方、4 号機での使用済燃料の取り出しを終え、3 号機での取り出しへの準備と進んでいる状況はよく理解できるが、各号機の現在、何を作業しているのか、工事現場での作業表示のように張り出して、特にこの現場では放射線はどの程度あるのか、など大きく表示して全員が、環境の状況の把握と、工事がどこで何をしているのか、分かるようにすることも必要に思う。
- 必死に取り組んでいる様は見えるが、長い廃止工事の期間を考え、あわてずもっと余裕をもった取り組みとしないと、これからの厳しい作業に余裕をもった取り組みができないように思う。余裕を持つことが安全につながると考える。

福島第一原子力発電所事故：
未解明事項の調査と評価
-抜粋-

2018 年 1 月



一般社団法人 日本原子力学会
福島第一原子力発電所廃炉検討委員会

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会

事故提言・課題フォロー分科会 調査報告書の公開にあたって

福島第一原子力発電所の廃止措置は、かつて経験のない技術的な挑戦を伴いつつ、極めて長期にわたり継続される事業です。このため、日本原子力学会としてこの問題に長期に取り組み、福島第一の廃炉作業が安全かつ円滑に進むよう技術的・専門的な貢献を行うとともに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）の提言・課題をフォローするため、2014 年度に「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」を設置し、廃炉作業全体を俯瞰し学会としてふさわしい様々な課題に取り組む活動を行っています。

現在、学会事故調の提言及び事故進展の更なる解明のための課題のフォロー、廃炉作業に求められるロボット技術開発の掘り下げ、福島第一設備、特に建屋の構造の性能の学会としての確認、廃炉作業に伴う「リスク」についての検討、及び廃炉作業で発生する放射性廃棄物を含む廃棄物の扱いの検討などについて、分科会を設置して課題の掘り下げを進めています。

事故提言・課題フォロー分科会では、学会事故調が 2014 年 3 月の最終報告書で指摘した「事故進展に関し今後より詳細な調査と検討を要する事項」に加え、その後に得た知見により、さらに検討を要する事項を調査・評価してきました。その結果がまとまりましたので、ここに報告いたします。これを日本原子力学会ホームページに公開して、広く共有するものです。

この事故の未解明事項の現況に対する皆様のご理解の一助となれば幸いです。

今後も 各分科会の報告・提言がまとまり次第 逐次、報告、公開して行く予定です。

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会

委員長 宮野 廣

2018 年 3 月

1. はじめに

日本原子力学会は、2011 年(平成 23 年)3 月 11 日の東日本大震災に伴い発生した福島第一原子力発電所事故に対して「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」(以下、「学会事故調」という。)を設置し、原子力分野の専門家による審議を重ね、その審議結果を 2014 年 3 月に「福島第一原子力発電所事故 その全貌と明日に向けた提言: 学会事故調 最終報告書」(以下、「学会事故調報告書」という。)として出版した。学会事故調報告書の第 6 章付録においては、「事故進展に関し今後より詳細な調査と検討を要する事項」が取りまとめられている。

2017 年 9 月で福島第一原子力発電所事故が発生してから 6 年半が経過し、学会事故調報告書で取りまとめられた「事故進展に関し今後より詳細な調査と検討を要する事項」に関して多くの知見が得られてきた。そこで福島第一原子力発電所廃炉検討委員会傘下の事故・課題提言フォロー分科会に「事故進展に関する未解明事項フォローWG」(以下、「WG」と言う。)を発足し、2014 年 3 月に出版された学会事故調報告書の「事故進展に関し今後より詳細な調査と検討を要する事項」に加えて、事故進展に関しさらに検討すべき事項を改めて公開文献により幅広く調査した上で、これらの検討すべき事項(以下、「未解明事項」と言う。)に関して、これまでに得られた新たな知見及びこれらに基づく検討状況を整理表として取りまとめた。これにより、現時点における未解明事項の検討状況及び残された未解明事項を明らかにすることを目的としている。

未解明事項の調査・評価は、福島第一原子力発電所事故の教訓をくみ取る観点から重要である。今後進むと考えられる廃炉作業に伴い、残された未解明事項の検討に必要な情報が得られると考えられることから、整理表には廃炉作業時に確認が必要と考えられる項目を示した。

なお、事故進展に関する未解明事項の解明には、長い時間を要するものも含まれていることから、未解明事項の調査・評価の進展に応じて、その結果を取りまとめていくことが望まれる。

WG の委員等及び開催実績を以下に示す。

(主査) 越塚 誠一 東京大学大学院

(幹事) 山本 章夫 名古屋大学大学院

井上 英彦 中部電力株式会社

(委員) 宇井 淳 一般財団法人 電力中央研究所

植田 拓郎 原子力損害賠償・廃炉等支援機構

黒崎 健 大阪大学大学院

近藤 雅裕 東京大学大学院

杉本 純 東京工業大学

鈴木 博之 一般財団法人 エネルギー総合工学研究所

成川 隆文 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

溝上 伸也 東京電力ホールディングス

山野 秀将 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

永瀬 文久 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 (平成 28 年度迄)

古谷 正裕 一般財団法人 電力中央研究所 (平成 28 年度迄)

・第 1 回 WG 平成 28 年 10 月 5 日

- ・第2回 WG 平成 28 年 12 月 16 日
- ・第3回 WG 平成 29 年 2 月 9 日
- ・第4回 WG 平成 29 年 4 月 7 日
- ・第5回 WG 平成 29 年 6 月 21 日
- ・第6回 WG 平成 29 年 8 月 21 日

2. 調査対象とした報告書類

事故進展に関する新たな知見の抽出及び未解明事項の検討状況の参考として用いた公開の報告書類を添付 1 の「調査報告書一覧」に示す。52 編の国内の報告書類（学会事故調報告書第 6 章付録に記載している 14 編の参考文献を含む）及び 17 編の国外の報告書を対象として調査を実施した。調査は、これら全ての報告書類について行ったが、未解明事項に関連する新たな知見や検討状況についての記載が存在しない文献もあった。従って、整理表において、調査対象とした全ての報告書類が引用されていない。

3. 福島第一原子力発電所事故未解明事項およびその検討状況に係る整理表

調査対象とした報告書類から抽出された未解明事項について、文献の記載事項を「調査結果」、この調査結果に基づく検討状況に関する評価を「評価結果」として取りまとめた。評価を実施するにあたっては、添付 2 に示す未解明事項検討状況確認フローを用いた。これらの「調査結果」及び「評価結果」を取りまとめたものを「福島第一原子力発電所事故未解明事項およびその検討状況に係る整理表」として添付 3 に示す。本整理表は以下のように記述されている。

左から 2 欄目「対象号機」欄：未解明事項が該当する号機を記載。

左から 3 欄目「日時」欄：未解明事項に関連する事象が発生した日時を記載。

左から 4 欄目「分類」欄：未解明事項について「地震」、「津波」、「電源」、「冷却」、「計装」、「炉心損傷」、「閉じ込め」、「放射性物質の移行」、「水素爆発」、「使用済み燃料プール」、「その他」から該当する分類を記載。

左から 5 欄目「対象物」欄：未解明事項に関連する建屋や設備等の対象物を記載。

左から 6 欄目「未解明事項」欄：学会事故調報告書第 6 章付録または文献調査により抽出された未解明事項を記載。

左から 7 欄目「内容」欄：未解明事項が記載されている報告書番号、報告書名、および「未解明事項」欄の詳細な内容を記載。なお、報告書番号は、添付 1 の調査対象報告書一覧に示されているものである。

左から 8 欄目「調査資料」欄：未解明事項の解明状況の調査に用いた報告書番号を記載。

左から 9 欄目「調査結果」欄：「調査資料」欄の報告書類に記載されている未解明事項に関する新たな知見、検討、解明状況を記載。

左から 9 欄目「評価結果」欄：調査結果に基づき添付 2 の「未解明事項検討状況確認フロー」に従い(A)～(D)に分類した結果およびその判断理由を記載。また、廃炉作業時に未解明事項に関する新たな知見が得られる可能性があり、その観点から留意すべきものは「廃炉確認」と記載。

※整理表は「対象号機」→「日時」→「分類」の並び順としている。

4. 調査及び評価結果の概要

文献調査の結果、抽出された 73 項目の課題について、これまでに得られた知見と評価結果を整理表に取りまとめた。各課題の現状は未解明検討状況確認フローに従い、以下のように分類されている。

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

なお、項目によっては、A/B、A/C、A/D のように複数の評価結果が与えられているものがあるが、これは、当該の未解明事項が複数の内容を含んでおり、これら複数の内容に対する評価が異なることを示している。

73 項目の課題に対する評価結果の割合は、以下のようにまとめられる。

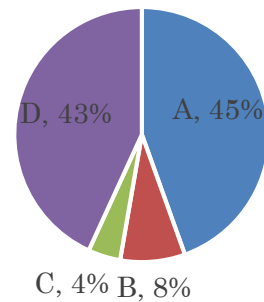
A：45%

B：8%

C：4%

D：43%

(複数の評価結果を含む項目については、それぞれの評価結果に対して等分の割合とした。)



この 6 年半に得られた知見や検討・考察により、A の「合理的な説明がなされている」と判断される課題が相当数に上る。1 号機 DG の停止原因については、新たに過渡現象記録装置のデータや現地調査などにより、津波によるものと考えることが最も合理的であることが明らかになっている(整理表番号 1)。また、地震動が安全上重要な機能に深刻な影響を与えておらず、冷却材圧力バウンダリに深刻な影響を及ぼしていないことが明らかになっている(整理表番号 4)。事故時の放射性物質の放出に関しては、モニタリングポストなどで観測された放射線量のピークと、そのピークを発生させた原因の関係が説明されている(整理表番号 22)。1 号機については、原子炉建屋内の水素爆発シミュレーションが実施され、原子炉建屋の現状と整合的な結果が得られており、水素爆発時の様相についての理解が深まっている(整理表番号 23)。事故当時、原子炉水位計が適切な表示を示していなかったが、この誤表示のメカニズムが明らかになっている(整理表番号 27)。事故時、直流電源が失われた状態で 2 号機の RCIC が長時間駆動したメカニズムについては、主蒸気管から流出した気液二相流により、RCIC の蒸気タービンが長時間駆動されたためと推定されている(整理表番号 47)。事故進展解析の再現解析において、実測データの時間変化を再現できなかったいくつかの点について、そのメカニズムが推定され、解析による再現度が向上し、事故進展に関する理解が深まっている(整理表番号 49, 50, 62, 65, 66 など)。

一方、D の継続して検討が必要な課題は、現時点においても、かなりの数に上る。特に、圧力容器内/格納容器内の詳細な事故進展に関しては、部分的な格納容器内の調査が実施されているものの、得られている情報は限定的であり、その全貌は明らかとなっていない(整理表番号 7, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 38, 51, 66 など)。また、2 号機の格納容器ベントの成否にかかわるラプチャーディスクの状態や、1 号機の

IC の格納容器内側隔離弁の状態なども、機器設計や測定データ等からその作動状況については推定がなされているものの、現地調査が行われておらず、確定的な情報は得られていない(整理表番号 33, 60 など)。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。

5. おわりに

事故後 6 年半の検討により、事故進展の概要に関する主要な未解明事項は、おおむね明らかになりつつあるものと考えられる。一方、圧力容器内/格納容器内の溶融燃料の挙動など、事故進展の詳細に関する未解明事項については、まだ今後の検討を要するものが多い。今後、廃炉作業を進めることにより、格納容器内及び圧力容器内の状態が徐々に明らかになり、その過程で解明されていくものと期待される。

圧力容器/格納容器内の情報は、事故進展の理解という観点から極めて重要であると考えられる。整理表において、今後の廃炉作業時に確認が必要な項目については、評価結果の欄に「廃炉確認」とのキーワードを記載しており、廃炉作業の計画立案及び実施にあたって、留意すべき点であると考えている。ただし、評価結果が A で合理的な説明がなされていると評価されていても、廃炉時に確認することでさらにその説明が補強されと考えられる場合には、「廃炉確認」の記述を加えている。「廃炉確認」が必要とされている項目は、73 課題中 39 課題となっており、廃炉作業時に広範な知見が得られることが期待され、これらの知見を未解明事項の検討に活用することが重要となる。

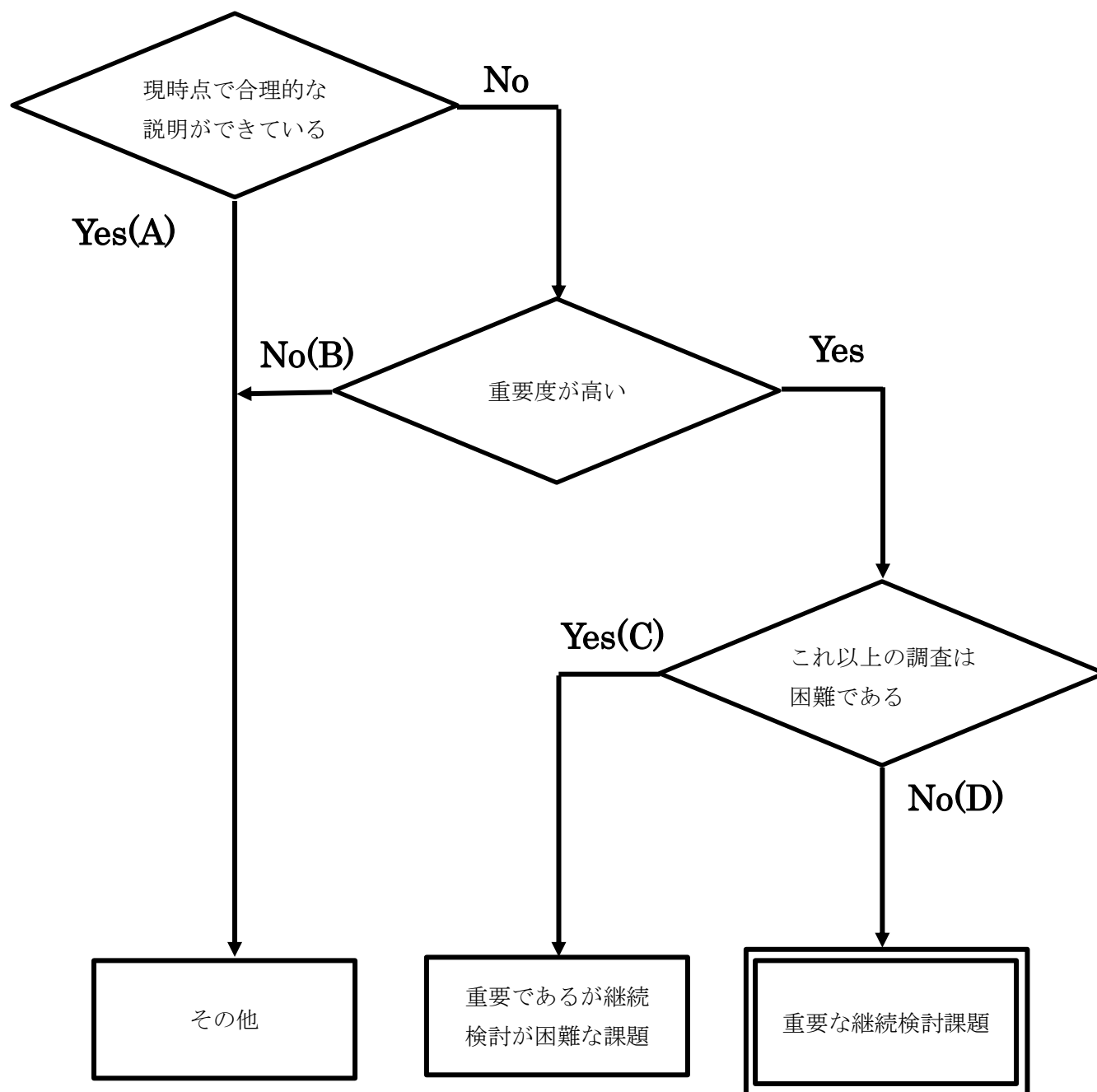
「事故進展に関する未解明事項フォローWG」において調査した報告書一覧

学会事故調査最終報告書 6章付録」の参考文献

組織名	No.	報告書名	発行年月
政府	1	原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について【IAEA報告書】	2011年6月
	2	原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について(第2報)【IAEA追加報告書】	2011年9月
	3	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会中間報告書【政府事故調査中間報告】	2011年12月
	4	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会中間報告書【政府事故調査最終報告】	2012年7月
国会	5	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書【国会事故調査】	2012年7月
	6	東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について(中間とりまとめ)	2012年2月
原子力規制庁 (旧原子力保安院)	7	東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について	2012年3月
	8	東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会(第1回～第6回)	2013年5月～2014年7月
	9	東京電力福島第一原子力発電所 事故の分析 中間報告書	2014年7月
	10	東京電力福島第一原子力発電所1-3号機の炉心損傷状況の推定に関する技術ワークショップ	2011年11月
経済産業省	10	東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に関する技術ワークショップ	2012年7月
	11	総合的な炉内状況把握の高度化報告書(IRID及びエネルギー総合工学研究所)	2012年～
経済産業省 高炉・汚染水対策事業	12	燃料デブリ性状把握報告書(IRID)	2012年～
	13	原子炉格納容器内部調査報告書(IRID)	2012年～
	14	原子炉圧力容器内部調査報告書(IRID)	2014年～
	15	燃料デブリ検知技術(ミュオン)活用報告書(IRID)	2014年～
原子力損害賠償・高炉等支援機構	16	東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2016	2016年7月
	17	福島第一原子力発電所事故における放射性物質の大気中への放出量の推定について【東電放出量推定】	2012年5月
東京電力	18	福島原子力事故調査報告書(中間報告)	2011年12月
	19	福島原子力事故調査報告書(最終報告)	2012年7月
	20	福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状況の推定と未解明問題に関する検討	第1回:2013年12月 第2回:2014年8月 第3回:2015年5月 第4回:2015年12月
	21	福島第一原子力発電所3号機原子炉建屋1階シールドプラグが移動している要因の推定について【調査結果】	2015年3月
	22	MAAPコードによる炉心・格納容器の状況の推定	2012年3月
	23	国産「原子炉建屋内の遠隔検査技術の開発」1号機原子炉建屋1階階層の汚染状況調査結果について	2014年1月
	24	福島第一原子力発電所1/2号機炉心廃止に関する調査結果について	2016年10月
	25	2号機PCV内部調査について～自定式調査装置による調査～	2017年2月
	26	1号機PCV内部調査について	2017年3月
	27	3号機原子炉格納容器内部調査について(速報まとめ)	2017年7月
学会	28	福島第一原子力発電所事故からの教訓	2011年5月
	29	何が起きたのか、今後何をすべきか【福島第一原子力発電所事故に関するセミナー報告書】	2013年3月
	30	福島第一原子力発電所事故 その全貌と明日に向けた提言【学会事故調査最終報告書】	2014年3月
	31	福島第一原子力発電所2号機の原子炉格納容器減圧を遅らせた格納容器の事故時耐圧強化と格納容器ベントの運用について	2016年3月
日本保安学会	32	東日本大震災による津波を模擬した福島第一原子力発電所1号機タービン建屋の浸水解析【2015年春の年会】	2015年3月
	33	福島第一原子力発電所 事故原因の検証(保安セミナー) 森島先生PPT	2016年2月
日本原子力学会	34	「東京電力福島第一原子力発電所事故によって環境中に放出された放射性物質の輸送状況推定に関するモデル計算結果の比較」報告	2014年9月
	35	東京電力福島第一原子力発電所において発生した事故事象の検証(分科会記録)	2014年9月 2016年6月
原子力技術協会	36	東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故の検証と対策の提言【原技協報告書】	2011年10月
	37	新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会	2011～2016年
新潟県 技術委員会	38	福島事故検証経験別ディスカッション資料	2013～2016年
民間	39	福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書【民間事故調査】	2011年12月
	40	福島第一原子力発電所事故から何を学ぶか、最終報告	2011年12月
JAEA	41	検証 福島原子力事故 炉心溶融・水素爆発はどう起こったか	2014年3月
	42	福島第一原子力発電所1号機において地震に起因する冷却材漏れが事故の原因となった可能性のあるという指摘について	2014年11月
エネルギー総合工学研究所	43	福島第一原子力発電所事故に関する5つの事故調査報告書のレビューと技術的課題の分析 事故の進展と原因に焦点を当てて	2013年5月
	44	Evaluation of Accumulated Fission Products in the Contaminated Water at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant	2014年12月
電力中央研究所	45	Temperature dependent fission product removal efficiency due to pool scrubbing	2016年5月
	46	Suppression pool testing at the SLET laboratory: experimental investigation of critical phenomena expected in the Fukushima Daiichi suppression chamber	2016年2月
丸善出版株式会社	47	東日本大震災災害調査報告書 原子力編	2014年
	48	Study on the radioactive wastewater treatment system for Fukushima Daiichi nuclear power station (I) Cs adsorption characteristics on zeolite	2014年
	49	Study on the radioactive wastewater treatment system for Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (II) Sr adsorption characteristics on zeolite	2014年
	50	福島第一原子力発電所事故で発生した廃棄物のインベントリ評価に関する考察	2013年
	51	軽水炉の炉心損傷に関する研究の現状	2013年11月
	52	福島第一原子力発電所から漏洩した137Csの海洋拡散シミュレーション	2011年11月

国外	IAEA		A	International Experts Meeting on Reactor and Spent Fuel Safety in the Light of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (原子炉と使用済み核燃料の安全性に関する報告書)	2012年3月
			B	The Fukushima Daiichi Accident Report by the Director General(福島第一原子力発電所 事務局長報告書)	2013年4月
			C	Mission Report IAEA International Peer Review Mission on Mid-and-Long-Term Roadmap Towards Decommissioning of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Units 1-4(東京電力(株)福島第一原子力発電所1~4号機の廃炉に向けた取組に関する報告書)	第1回:2013年3月 第2回:2014年2月 第3回:2015年3月
	OECD/NEA		D	2013 NEA report The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: OECD/NEA Nuclear Safety Response and Lessons Learnt	2013年9月
			E	NEA/CNRA/WGOE, Report on Fukushima Daiichi NPP Precursor Events	2014年1月
			F	Benchmark Study of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (BSAF Project)	2015年3月
			G	Five Years after the Fukushima Daiichi Accident: Nuclear Safety Improvements and Lessons Learnt(福島原子力発電所事故後の5年:原子力安全の改善と教訓)	2016年2月
	米国	NRC (米国原子力規制委員会)	H	Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21st Century: The Near-Term Task Force Review of Insights from the Fukushima Daiichi Accident	2011年7月
			I	The United States of America National Report for the 2012 Convention on Nuclear Safety Extraordinary Meeting	2012年7月
		ANS(米国原子力学会)	J	Fukushima Daiichi: ANS Committee Report	2012年3月
		EPRI(米国電力研究所)	K	Fukushima Daiichi Accident - Technical Causal Factor Analysis	2012年3月
		ASME(米国機械工学会)	L	Forging a New Nuclear Safety Construct	2012年1月
		INPO (米国原子力発電運転協会)	M	Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station	2011年11月
			N	Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station(福島第一原子力発電所における原子力事故から得た教訓)	2012年8月
	英国	HSE(英国安全衛生庁)	O	Japanese earthquake and tsunami Implications for the UK Nuclear Industry Interim Report	2011年5月
	韓国	韓国政府	P	Policy Issue 0 Report of the Korean Government Response to the Fukushima Daiichi Nuclear Accident	不明
	カナダ	CNSC(カナダ原子力安全委員会)	Q	CNSC Fukushima Task Force Report	2011年10月

未解明事項検討状況確認フロー



※整理表の各項目を A,B,C,D と分けて整理する。

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

福島第一原子力発電所事故未解明事項およびその検討状況に係る整理表

※1 各報告書は「事故進展に関する未解明事項フォローWGJ」において調査した報告書一覧』に記載。

番号	対象号機	日時	分類	対象物	未解明事項	内容	調査資料	調査結果／評価結果
1	共通	津波襲来時	津波	原子炉建屋、コントロール建屋、タービン建屋、タービン建屋、タービン建屋	津波の進入経路と、原子炉建屋、コントロール建屋、タービン建屋の各部屋(区画)の海水開始時刻、最大海水深、海水深の時間変化、1号機06の機能喪失要因	30. 学会事故調査最終報告書(第6巻付録) となえば、2号機のR01室については、3月12日午前2時頃までに原子炉建屋内への水の侵入があったことが報告されている。一方、「政府事故調査報告書」では、4号機原子炉建屋の海水状況から2号機原子炉建屋の海水の確認をすることは困難であるとしている。また、「国会事故調査報告書」では、津波襲来前に非常用06が停止した可能性が指摘されている。海水経路とその時間変化に関する情報は、原子炉建屋の低い位置に設置されている各種機器・電源の機能喪失を時系列で詳細に確認する際に必要である。	9(8)、35、20、37、38	【調査結果】 9(8). 規制庁行計画：13ページ～、1号機 06(a)が津波により機能喪失したこと及びその原因を、現地調査、通達記録記録装置の計測データ、東電による津波到達時間評価結果等から分析。 35. 日本学術会議総合工学委員会原子力事故対応委員会分科会の報告書(6.16)。 1号機への津波到達時刻は15時36分47秒前後と推定されている。 20. 東電52項目：添付資料 地震津波-1。 津波が東電所内に到達した際の津波の高さを、時系列に整理、津波の発生地への到達時刻、海水ポンプ等の機能喪失時刻を分析。津波への津波到達時間は15時36分47秒であること、06の運転記録および非常用電源装置の電圧の分析結果から津波が原因で06が機能喪失したと示している。 20. 東電52項目：添付資料 1-3。 1号機 06(a)が津波により機能喪失したことを、通達記録記録装置の計測データから分析。 20. 東電52項目：添付資料 2-2。 2号機格納容器熱圧力の上昇が、解析で想定されるより小さい原因を分析している。一つの仮説として、タービン室へ流入した海水がヒートシンクとなった可能性を検討、このシナリオにより、格納容器熱圧力上昇の傾向が説明できていることを示した。 37. 新浜崎原子力発電所の安全管理に関する格納容器委員会 平成28年度第2回委員会資料3。(委員等の意見) 38. 福島事故検証調査特別ディスカッション【地震動による重要機器の影響】第8回資料2。非常用電源装置への津波侵入の経路長が長いほど機能喪失時刻が遅い傾向が確認できている。非常用交流電源は津波により機能喪失したと推定される。 【評価結果】 A 属性確認 ・ 格納容器の圧力及び06の機能喪失時に余震が発生していたことなどを合わせて考えると、06の機能喪失に至った要因は、海水であると考えることが最も合理的である。 ・ 各建屋への海水のプロセスは、津波侵入の経路長と機能喪失時刻との相関が確認されているなど、船体については把握できていると考えられる。ただし、津波侵入プロセスについては、高精度津波シミュレーションや船体作業にありて新たに得られる知見を活用して、より詳細なシミュレーションを検討する余地がある。
	共通	津波襲来時	冷却	注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))の機能喪失状況、注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))	津波による注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))の機能喪失状況、注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))	30. 学会事故調査最終報告書(第6巻付録) 津波による注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))の機能喪失したもの、本体の排水・放水で機能喪失したもの、分岐が必要とされているが、「技術的知見」の表 IV-2-1 に状況がまとめられている。 「政府事故調査報告書」によると、たとえば、1号機の地下1階は水没していたとされており、電源が失われた場合、地下階に設置されていた機器などが使用できなくなることが確認できない。交流電源が失われていなければ使用できたものと、交流電源が失われていなくても使用できなかったものの分岐が事故対応に関する検討をさらに進めるうえで必要と考えられる。	35	【調査結果】 35. 日本学術会議総合工学委員会原子力事故対応委員会分科会の報告書(6.2.3.8)。 3号機の HPCI に關して、津波襲来後12日11時38分にR01が停止。その後12時35分にHPCIが起動に成功。ただし、HPCIによる冷却は原子炉圧力が低下した12日17時30分以降は有効に働いていなかったと考えられる。13日2時42分頃、手動で停止される。 【評価結果】 C。 ・ 船体作業において現場確認は可能であると考えられるが、現場確認の結果から事故当時の機能喪失状況を検討することは困難であると考えられる。
	共通	津波襲来時	冷却	注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))の機能喪失状況、注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))	津波による注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))の機能喪失状況、注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))	30. 学会事故調査最終報告書(第6巻付録) 津波による注水ポンプ (HPCI, CS, CCS, M/MW, CRD, SLC, RHR(S))の機能喪失したもの、本体の排水・放水で機能喪失したもの、分岐が必要とされているが、「技術的知見」の表 IV-2-1 に状況がまとめられている。 「政府事故調査報告書」によると、たとえば、1号機の地下1階は水没していたとされており、電源が失われた場合、地下階に設置されていた機器などが使用できなくなることが確認できない。交流電源が失われていなければ使用できたものと、交流電源が失われていなくても使用できなかったものの分岐が事故対応に関する検討をさらに進めるうえで必要と考えられる。	35	【調査結果】 35. 日本学術会議総合工学委員会原子力事故対応委員会分科会の報告書(6.2.3.8)。 3号機の HPCI に關して、津波襲来後12日11時38分にR01が停止。その後12時35分にHPCIが起動に成功。ただし、HPCIによる冷却は原子炉圧力が低下した12日17時30分以降は有効に働いていなかったと考えられる。13日2時42分頃、手動で停止される。 【評価結果】 C。 ・ 船体作業において現場確認は可能であると考えられるが、現場確認の結果から事故当時の機能喪失状況を検討することは困難であると考えられる。

共通	代 替 注 水 開始時	冷却	消防車	消防車による代 替 注 水 開始 直後における注水量の時間 変化	30. 安全事故調査最終報告書（表 6 参照注） 注水量は吐出圧力、炉心圧力、代 替 注 水 ラ イ ン の 漏 え い 量 との兼ね合いで決まるため、代 替 注 水 開始時に炉心に注水 されていた量は明確ではない。また、注水がバイパスラ イ ン に 分 流 し て い た 可 能 性 も 指 摘 さ れ て い る。代 替 注 水 量 は 炉心損傷の進展を正確に解析するために重要である。	11. 総合的な炉内状況把握の高度化報告書 1 号機：MAP コードで消防車からの注水がある場合の感度解析を実施した。注水ありのケースでは、 注水操作のタイミングでドラウエリが変動するが、実測値では圧力はほぼ線形に変化していた。したがって、事 故初期には R P V は冷却水は殆ど漏れていない可能性が高い。 2 号機：MAP コードで R P V 圧がバイパス発生後の消防車注水量について感度解析を実施した。消防車注水量のわずか な差が R P V 破損有無に影響し、また、破損位置に応じてデブリ落下量が異なることを確認した。 42. 福島第一に関する 5 つの事故調査報告書のレビュー技術的課題の分析 炉心停止から 19,000 秒（約 3.6 時間）以内に原子炉の減圧と代 替 注 水 を行っていたれば、2 号機の炉心損傷を回避できた 可能性が高いことが示されており、ある程度の時間的余裕があったのではないかと考えられる。 38. 福島事故検証証調特別ディスプレイカッショ ン 福島事故検証証調特別ディスプレイカッショ ンの設置と議論の整理（平成 27 年 5 月 27 日現在） 仮に、消防車による代 替 注 水 が全て炉心に注水されれば、燃料は冠水し十分な冷却がなされることになったと考ええる。 実際には事故の進展を止めることはできなかったことから、燃料を冠水させるほど流量は確 保できる、思いがあつたと考える。 MAP による事故進展解析においては、計測された格納容器圧力等を再現できるように調整 している。その結果、号機により異なるが、消防車の吐出量の 1～4 割程度の流量としている。 F. Benchmark Study of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. < 1 号機 > R.28. ・質量流量とタイミ ングに不確かさがある。 < 2 号機 > R.33. ・質量流量とタイミ ングに不確かさがある。 < 3 号機 > R.36. 各号機結果は R P V の再循環ラ イ ン に効果的に注入された冷却材流量の不確かさを示している。解析から、RCS/R P V に到 達した水量は 50%～10%程度であったと推定されている。 20. 東電 52 項目：添付資料 1-4、1-5、添付資料 3。 消防車から R P V への注水ラ イ ン については、DSI、復水器などへのバイパスラ イ ン が存在しており、1 号機の場合、 注水量の 20%～50%が R P V に注水されたとの評価になっている。なお、この注水量は、MAP での事故進展解析に用いて いる注水量より多く、MAP の解析は保守側になっている。2、3 号機に対する同様の評価を今後実施予定。 20. 東電 52 項目：添付資料 1-4。 代 替 注 水 の 一 部 が 原 子 炉 以 外 へ 通 ず る 配 管 へ 流 れ 込 ん で い た 可 能 性 が あ る た め、時系列情報およびプラントパラメー タから原子炉へ漏れた注水量について検討を行った。 1 号機：注水開始／停止時のプラント挙動のうち、注水開始、停止との明確な因果関係が確認できるものは無い。 2 号機：14 日 18 時 02 分の S R V 強制閉鎖、原子炉が減圧されると原子炉へ注水が漏れたと推察されるが、どの程度漏 れたかは不明である。 3 号機：注水の開始（漏洩）／停止に対して、プラントパラメータが明確な応答を示してい ないケースが多くあり、消防ポンプがはき出した水量が原子炉へ注水されていた可能性は低いものと考えられる。 【評価結果】 0 漏 炉 確 認 ・代 替 注 水 時 の バ イ パ ス ラ イ ン に 関 す る 知 見 な ど が 得 ら れ て い る が、現時点でも代 替 注 水 量 についてはかなりの不確か さが存在する状況である。 ・また、代 替 注 水 量 は、事故進展過程に対して非常に大きな影響を及ぼす。 ・廃炉作業に伴って得られる炉内状況などの情報、炉内状況解析の高精度化などを活用して代 替 注 水 量 の 不 確 か さ を 低減する検討を行うことが可能であると考えられる。
----	----------------	----	-----	--	---	---

廃研委 18-2-3

2018.5.16 廃研委 運営タスク

廃研委員会 2018 年度年間スケジュール 案

I 主な行事

	2017 年度	2018 年度	2019 年度
1 廃研委	#17 3/22	#18 5/16	#21 3/1
1) シンポジウム、企画セッション	春のシンポジウム 春の年会企画 セッション 3/28	秋の大会企画セッション (9/5,6,7) NDF 戦略 WS (9/8)	春のシンポジウム 春の年会企画 セッション 3/E
2) 国際会議	IF サイト JAEA 構築 12/4		
3) 施設視察			
2 関係組織			
1) NDF	7/2-3 #2 福島県国際フォーラム	5/8,15 △ 船越委1 橋本く他、#2 トリナム水、 #3 デブリ取り出しの進捗課題	廃研国際会議 5月: ICON27 との関連で 日程検討される
2) ANFURD			

II 委員会の主なテーマ・審議対象

	#17 2018.3.22	#18 5.16	#19 8.末	#20 12.下旬	#21 2019.3.1	#22 5.中旬
1 本委員会	・廃研委の今後の展開 ・2018 年度活動スケジュール ・春のシンポジウム ・春の企画セッション準備	・体制/委員構成 ・2017 年度報告書案 ・秋の企画セッション計画 ・施設視察計画 ・NDF 国際フォーラム対応	・秋の企画セッション 準備状況	・2019 年度予算案 ・春のシンポジウム ・春の企画セッション計画	・2019 年度活動スケジュール ・春のシンポジウム準備状況 ・春の企画セッション計画 準備状況	・委員構成 ・2018 年度報告書案 ・秋の企画セッション計画
2 分科会/WG から						
・建屋構造分科会	・2017 年度中間報告書案 (IF3U RB 構造健全性)	・最終報告書案 (廃研過程でのリスク評価・・・)	・最終報告書案			
・リスク評価分科会						
・ロボット分科会	・報告書骨子					
・廃棄物分科会	・海外発表状況					

3. 関係組織、関連部会・専門委員会から () : 想定されるもの

	#12 (2016.12.27)	#13 (2017.3.22)	#14 (5.24)	#15 (9.6)	#16 (12.20)	#17 (2018.3.22)	#18 (5.16)	#19 (8.末)	#20 (12/F)	#21 (2019.3/1)	#22 (5/14)
関係組織											
-IR											
-NDF											
-IRID											
-JAEA											
-東電											
-ANFURD											
部会/専門委員会											
-燃料デブリ専門委											
-SA 時の FP 挙動											
専門委・水化学部会											

