

東京電力（株）福島第一原子力発電所における  
中長期措置に関する第一次検討結果  
(案)

平成23年 月

原子力委員会  
東京電力(株)福島第一発電所  
中長期的措置検討専門部会

## 目 次

	頁
1. はじめに	3
2. 福島第一原子力発電所における中長期の取組のあり方	
2-1. 中長期の取組への基本的考え方	5
2-2. 米国 TMI-2 事故における「クリーンアップ活動」	6
2-3. 中長期措置における時間的目標と取組の設定	8
2-4. 使用済燃料プール並びにデブリ取出し作業の分析	11
3. 福島第一原子力発電所における中長期の取組に効果的な研究関連課題	
3-1. 研究開発課題の抽出・整理	17
3-2. 研究開発に関する中長期ロードマップ	17
3-3. 研究開発の実施に際しての基本姿勢	18
4. 研究開発の実施体制	
4-1. 基本的考え方	19
4-2. 研究開発実施体制	19
5. 国際協力のあり方	22
6. おわりに	23
(付録 1) 東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討 専門部会の設置について	
(付録 2) 東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討 専門部会開催実績	

## 1. はじめに

東京電力（株）福島第一原子力発電所の 1, 2, 3, 4 号機は、本年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う大規模な津波に端を発し、大規模な炉心損傷や原子炉建屋の破損を生じる事態に至った。炉心内の一部の放射性物質が環境中に放散された結果、発電所周辺地域だけでなく、福島県を中心として広範囲にわたる放射性物質による汚染を生じるに至った。この事故により、災害対策本部の指示によって、放射線障害を避けるために、多くの周辺住民が避難し、未だに不便かつ不安な生活を強いられているという事態に至っている。また、放射性物質による汚染の影響は、更に広域においても顕在化しており、多くの国民が、社会的、経済的、精神的な影響を受けている。さらに、この軽水炉として未曾有の事故は、原子力利用に関して国際的な影響を与えている。この現状において、当専門部会は、被害及び影響を受けられた方々に対しての心からのお見舞いを表すとともに、この事故の結果に対する適切な「修復措置」を、関係者が総力を挙げて進める事の重要性を、強く認識している。

政府及び東京電力（株）からなる政府・東京電力統合対策室は、本年 4 月に「東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋 当面の取組のロードマップ」（以下、「事故収束ロードマップ」という。）をとりまとめ、以降、これに基づいて、安定した炉心冷却システムを構築し安全な停止状態を継続するなど、事故を早期に収束させるための取組を計画的に進めてきた。これまでに、このロードマップにおけるステップ 1 の目標である「放射線量が着実に減少傾向にある」状況が本年 7 月に達成され、ステップ 2 の目標である「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」状況についても、本年中の達成を目指しての取組が行われている。ステップ 2 の目標が達成されれば、原子炉施設（プラント）は一定の安定な制御下に置かれ、当該プラントが敷地外に与える放射線影響は十分小さく抑えられることが期待されている。

一方、ステップ 2 完了以降、破損の大きな 1, 2, 3, 4 号機の状態を確実に安定に維持する方策を講じるとともに、破損した建屋の状況を改善させる措置、建屋に保管されている使用済燃料の安全な場所への移送、炉心内の損傷した燃料の取り出しとその処置をはじめとする、中期から長期に亘る修復措置を遅滞なく進める必要がある。さらに、長期的には、これらのユニットを廃止する事を想定する必要がある。この中期から長期措置への取り組みを適切に設定し、この措置を着実に進める事が、地域住民の不安を解消する事に繋がり、また、日本の原子力利用に対する信頼の回復にも繋がると考える。

この取り組みについては、東京電力が責任を持って進めて行くべき事業であるものの、過去のスリーマイルアイランド 2 号機（以下「TMI-2」という。）事故後の回復措置の実績を

参考にすると、この取組は相当の長期間を要すると予想され、また、世界的に初めてとも言えるような高度な技術を適用する必要性も予想されることから、国の総力を挙げての取り組みが強く期待される。事故収束に関わる国益の存在に鑑み、原子力委員会は、東京電力による取組の着実な進展を促し、これらの中期的措置が可及的速やかに実施される事を支援するために、国とが東京電力がこの中長期的取組のロードマップを共有した上で、その実現に向けて効果的と考えられる技術開発課題を早急に取りまとめるべきと判断した。これにより、政府、産業界、研究機関等が内外の知見と技術を結集して原子力の安全基盤の強化につながる研究開発をタイムリーに行うことや諸外国との連携・共同研究の開始に向けて準備を行うことが可能になるからである。この判断に基づき、原子力委員会は本年 7 月 21 日に、「東京電力(株)福島第一原子力発電所中長期措置検討専門部会」を設置し、この取組のロードマップを取りまとめ、その実現に向けて分担するべき研究開発や、実現に向け必要となる制度の整備等の取組を関係者に提言していくこととした。

この報告書は、この中長期措置に関する検討結果を取りまとめたもので、以下、まず、第 2 章では、福島第一原子力発電所における中長期の取組のあり方を TMI-2 号機における修復措置の実績を参考として、複数プラントが大きく破損し高いレベルの放射能に汚染されているなど、TMI-2 号機より厳しい状況にある福島第一原子力発電所における中長期対策について現時点で考え得る計画の概要を明らかにしている。第 3 章では、これらの作業を行うために解決すべき技術課題を特定し、それぞれの課題の解決に向けて効果的と考えられる研究開発項目を抽出した。第 4 章では中長期措置に関わる研究開発の進め方について述べている。第 5 章は結論である。

この報告書が、東京電力がこのような困難で長期にわたる作業を的確に推進することを確かにするために、政府、産業界、研究機関等が内外の知見と技術を結集して、将来の原子力の安全基盤の強化にもつながるこれらの研究開発をタイムリーに行うことや諸外国との連携・共同研究の開始に向けて、速やかに準備を進めることに役立つことを期待する。

## 2. 福島第一原子力発電所における中長期の取組のあり方

### 2-1. 中長期の取組への基本的考え方

ステップ2終了後の福島第一原子力発電所は、その安定性が一定の制御下にあるものの、本来の原子炉施設の設備や建物の多くが大きな損傷を受けており、プラントとして、極めて特殊な状態にある。特に、1、2、3号機では、炉心溶融によって、核燃料と炉内構造物の一部が溶融した上で再度固化した状態（以下「デブリ」という。）となって、原子炉圧力容器（以下「RPVという。」）内に存在し、その一部はRPVから原子炉格納容器（以下「PCV」という。）内にも存在している可能性がある。また、1、2、3、4号機の使用済燃料プール内には多数の使用済燃料や新燃料が残されている。放射性物質の大半が含まれているこれらの使用済燃料やデブリを、可及的速やかに原子炉本体から取出して安全な場所に移すことで、プラントを安全な状態におくことが、中長期の取組における主たる目的となる。

使用済燃料プールからの燃料取出しやデブリを取出す作業が急がれるが、水素爆発により原子炉建屋が大きく損傷している、建屋内外に高線量のガレキが散乱している、建屋内が放射性物質の飛散により高線量下にある、地下には高線量の汚染水が滞留している、等により、人が容易には近づけない状況にある。このような環境下で上記作業を実施するには遠隔で難易度の高い技術が必要であり、作業に相当な時間を要することが想定され、公衆安全や作業安全に影響を与えるリスクもあることから、慎重に計画を立てる必要がある。

一方、TMI-2では、福島第一原子力発電所と同様に炉心が損傷し、デブリとなってRPV内に留まっていたが、これを、約10年をかけて取り出した実績を有している。TMI-2においても、原子炉建屋内に放射性物質が飛散し、建屋内は高線量下となり、さらには地下には高線量の汚染水が滞留し、人が容易に近づけない状況であった。TMI-2ではこの事態に対処するために、国が主体的に事故収束への取組に参画すると共に、関係組織が連携し、国内外の叡智を結集することで、比較的短期間でのデブリの取出しを成功させている。福島第一原子力発電所では、TMI-2よりも建屋や設備の損傷が大きいものの、損傷炉心についてはTMI-2と類似しており、福島第一原子力発電所の中長期の取組を検討する上で、TMI-2での取組事例を参考とすることが、このプロジェクトを安全かつ確実に迅速に成功させる上で極めて重要であると考ええる。そこで、まずは、2.2節において、TMI-2の取組についてのレビューを行い、2.3節において、このレビュー結果をもとに福島第一原子力発電所で中長期に実施すべき取組をまとめ、2.4節では、この取り組みのた

めに解決すべき技術的課題を抽出して、まとめた。

## 2-2. 米国TMI-2事故における「クリーンアップ活動」

### (1) TMI-2事故における「クリーンアップ活動」の概要

1979年3月に発生したTMI-2事故は、一次冷却水の喪失によって炉心燃料が溶融し、炉心全体にわたり燃料溶融や損傷が発生したものであった。但し、圧力容器や格納容器の重大な損傷や施設設備の損傷もなかったため、建屋外への放射性物質による汚染が発生していない。

TMI-2事故における一連のクリーンアップ活動についてはEPRI報告書<sup>1</sup>等にまとめられており、これらの文献をもとに活動内容を調査した。

TMI-2事故後、廃止措置に向けた取り組みとして「クリーンアップ活動（Clean-up Program）」が行われた。この「クリーンアップ活動」は、「安定化（Stabilization）：炉心のコントロール、格納容器へのアクセス、水処理など」、「燃料取り出し（Fuel Removal）：従事者の被ばく線量低減、炉心解体、廃棄物管理など」、「除染（Decontamination）：除染、廃棄物処理など」の3つのフェーズからなっている。

プラントの状況としては、原子炉建屋内は、事故時に漏えいした一次冷却材により、建屋内の機器・内床、壁表面は高汚染、高線量となり、特に地下階は汚染水の存在により高線量となった。このため、一連の作業の前段階として遠隔装置を使用した建屋内の除染を実施している。RPVやPCVは健全であり、デブリの大半はRPV内に留まっていたため、RPVに水を張り、上蓋を開放してデブリ取出し作業が行われた。

デブリ取出しに至る作業要素としては、①建屋内除染、②ファイバースコープ等を用いた炉内の調査、③RPV上蓋開放、④デブリのサンプリング、⑤RPV底部の調査、⑦炉心構造物取出し、⑧デブリ取出し、で構成され、作業は1979年に開始され、約3.5年後に炉内の調査、約5.5年後にRPV上蓋の開放、約6.5年後にデブリの取出しを開始し、約10年後の1990年にデブリの取出しを終了した。取り出したデブリについては、アイダホ国立研究所に輸送され、現在も、そこに保管されている。「クリーンアップ活動」終了後のTMI-2は、その後直ちに廃炉措置は実施せず、現在まで監視保管が継続されている。

「クリーンアップ活動」の実施体制については、1980年3月にGPUN（TMI-2を所有する電力会社）、DOE（米エネルギー省）、NRC（米原子力規制委員会）、EPRI（米電力中央研究所）、の4つの組織がGEND（合同実施体制）による協力合意を締結してい

---

<sup>1</sup>EPRI “The Cleanup of Three Mile Island Unit 2 – A Technical History: 1979 to1990”

る。各組織の分担としては、クリーンアッププログラムの策定、現場復旧作業、データ収集、システム・機器開発及び関連エンジニアリングはGPUNが担当した。NRCはGPUNから提出された**Technical Evaluation Report**（技術評価報告書）や**Safety Evaluation Report**（安全評価報告書）のレビュー、**Final safety analysis Report**（安全解析報告書）への影響などの査定を担当し、サイトに事務所を構えスタッフが常駐して対応している。また、地元市民や政治家などの不安を解消する目的として**Advisory Panel**（諮問委員会）を開催し、市民や技術者、政治家などが参加して意見交換を行っている。EPRIは、除染技術、遠隔技術、事故原因の究明のための解析評価などの研究開発プロジェクトをサポートし、その成果を産業界へ反映させるための働きかけをしている。DOEは高レベル放射性廃棄物の処理処分、炉内へのアクセス、デブリ取出し、事故進展の解明等を中心とした必要な研究開発を実施しており、研究開発を承認した重要な観点は、ユーティリティへの財政支援ではなく、国益のためであるとされている。また、炉心から取り出されたデブリや民間放射性廃棄物最終処分場の受入基準を満たさない特定の放射性廃棄物の引き取りも実施しており、クリーンアッププロジェクトを円滑に進める上で中心的な役割を果たしたとされている。GPUNの実施体制は事故発生当初からデブリ取出しまで状況に応じて変化している。特徴的な点としては、主に第三者で構成された、技術的なレビュー・サポートする会議体（**Technical Assistance and Advisory Group**）や健康や安全に関するレビューを行う会議体（**Safety Advisory Board**）を設置していることである。

また、「クリーンアップ活動」に要した費用は9.73億ドルとされている。出資の内訳は、GPUNが3.67億ドル、産業界が1.71億ドル、州政府が0.42億ドル、保険が3.06億ドル、DOEが0.76億ドルとなっている。日本は、この「クリーンアップ活動」に対して、電力会社、プラントメーカーが中心となって日米WR研究委員会を発足し、DOEと契約を締結した上で、要員派遣や参加費用負担（0.18億ドル）を行っている。

なお、TMI-2原子炉建屋の廃止措置は、TMI-2に隣接し現在運転中であるTMI-1号機と合わせて実施する計画である。TMI-2の廃止措置費用の評価額は、本年5月、NRCより約8.37億ドルと報告されている（約6.6億円/万kWe）<sup>2</sup>。

## (2) 福島第一原子力発電所における中長期措置への反映

福島第一原子力発電所事故は、1号機から3号機までの3基において炉心が損傷しており、また、1号機、3号機、4号機において水素爆発が原因と考えられる原子炉建屋や格

<sup>2</sup> <http://www.nrc.gov/info-finder/decommissioning/power-reactor/three-mile-island-unit-2.html>（為替76円/\$にて換算）

納容器の損傷なども発生していることから、TMI-2事故に比べて極めて厳しい状況にある。但し、原子炉建屋内が高線量下であり、地下階にも汚染水があることや炉心が大きく損傷してデブリの状態となっていることなどについては、TMI-2も福島第一原子力発電所も同様であり、TMI-2で取られた技術が参考となると考えられる。また体制や費用、地元との関係等の、取り組み全体についても、参考にすべきことが多い。中長期措置への反映すべき項目について整理し、以下にとりまとめた。

- ・ 事業者だけでなく、国（DOE）による積極的な主導の下で、関係組織が連携してクリーンアップに向けて取組んだこと。
- ・ 遠隔での除染技術、デブリの取出し技術等の、TMI-2において使われた特殊技術。
- ・ 研究開発について、今後の国益となるものについては、国が費用を負担していること。
- ・ 第三者によるサポートやレビューを実施する会議体を設置していること。
- ・ 国が意見交換の場を設け、地元（州政府）の意見を取り込み、地元市民等の不安を解消するよう努めていること。

### 2-3. 中長期措置における時間的目標と取組の設定

TMI-2の実績を参考とするものの、福島第一原子力発電所のプラントでは、TMI-2とは異なり、1号機と3号機、4号機は水素爆発により原子炉建屋や建屋内の設備が破損している。また、2号機については、格納容器が破損していると考えられている。また、1号機から3号機はタービン建屋に高濃度の汚染水が確認されており、燃料を冷却した循環冷却水は、RPVから漏えいし、PCVを経由して原子炉建屋底部、更にはタービン建屋に漏えいしていると推測されている。

このため、TMI-2で実施されたのと同様のデブリの取出しを進めるとしても、このようなプラントの損傷状況に対処する取組が行われる事が必須の前提となる。これらの一連の作業は、極めて高放射性のものを、特殊かつ過酷な状況下で取り扱う事になるため、不慮の事態の発生等の公衆安全に対するリスクを極小化することが必要であるとともに、作業者の安全を確保する万全の措置が必要となる。

TMI-2「クリーンアップ活動」を参考にするとともに、上記の観点を踏まえた上で、ステップ2の終わりの状態から原子炉の廃止措置（解体）の着手までの間に行うべき取組を検討した結果、以下の、(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の5つの作業を順次、あるいは並行して行う必要のあると判断された。

## (1) 使用済燃料プールからの燃料体取り出し

- ・ 原子炉建屋の最上階に使用済燃料プールが設けられている。1号機から4号機の使用済燃料プールには、現在3,108体の燃料体(うち2,724体が使用済燃料)が保管されている。
- ・ これまで調査結果によると、水素ガス爆発により使用済燃料プールの周りの天井や壁が大きく損傷し、燃料取扱い設備は利用できず、それらがガレキとなっているが(1,3,4号機)、プール水の分析の結果から大部分の燃料体は健全であり、またプールの構造強度も保たれていると評価されている。しかし、使用済燃料プールへの海水注入に伴う燃料体の長期健全性の問題(2,3,4号機)や原子炉建屋の損傷(1,3,4号機)を考慮すると、燃料体を可能な限り早期に取り出す事が重要である。
- ・ 取り出す燃料の搬出先としては、福島第一原子力発電所構内にある使用済燃料共用プール(以下「共用プール」という)内に空きスペースを設け、仮設の燃料取出しのためのインフラ設備を設置した上で燃料体を輸送容器に収納し、共用プールへ搬出する。なお、共用プール内の空きスペースを設けるために、共用プール内に保管されていた健全な燃料体を乾式貯蔵キャスクに収納し、発電所構内で一時的に仮置きする必要がある。
- ・ 使用済燃料プールからの燃料体取出し作業は、①原子炉建屋上部にあるガレキの撤去、②放射性物質の飛散抑制や燃料取出しのためのインフラ整備のためのカバー(又はコンテナ)の設置、③燃料体取出し用の輸送容器、収納缶の製造・調達、④取り出した燃料体を保管するために共用プール内に空きスペースを確保するための改造工事、⑤使用済燃料プール内の燃料体取出し及び保管、の5つの作業要素から構成される。
- ・ 東京電力は、使用済燃料プールからの燃料体の取り出し開始をステップ2終了から3年程度で実現することを目指している。

## (2) デブリの取出し準備及び取出し作業

- ・ 震災時に定検中で全ての炉心燃料を使用済燃料プールに移していた4号機を除く1号機から3号機が対象となる。これら3基に合計1,496体の燃料体が装荷されていたが、いずれの炉も炉心損傷に至っており、炉心の一部は、燃料体と炉内構造物が一体となって熔融し再度固化した状態(デブリ)となって存在していると考えられる。また、熔融物の一部は圧力容器の下部からさらに格納容器内に流れ出てデブリとして存在しているものと推定されている。また溶

融しないまでも、大きく破損している燃料も多く存在すると考えられる。炉内構造物や制御棒等についても、溶融したり大きく破損しているものと推測される。

- ・ デブリ取出しを開始するまでに必要となる作業は、高線量下にある原子炉建屋内での作業となること等から技術的に課題が多く、現時点で具体的な方法を確定的に決めることは困難であるが、TMI-2「クリーンアップ活動」で採用された方法と同様に、放射線遮蔽に優れた水中で炉心燃料を取り出すことがもっとも確実な方法であると考えられる。
- ・ デブリ取出し準備及びデブリ取出し作業は、①原子炉建屋内除染、②格納容器漏えい箇所の調査・格納容器外部からの内部状況調査、③原子炉建屋止水・格納容器下部補修、④格納容器部分水張り、⑤格納容器内部調査・サンプリング、⑥格納容器上部補修、格納容器／圧力容器水張り、⑧炉内調査・サンプリング、⑨炉心燃料取出し、の 9 つの作業要素から構成される。
- ・ TMI-2 事故「クリーンアップ活動」の場合、圧力容器を水で満たすこと（水張り）が支障なく実施できたのに対し、1 号機から 3 号機においては、タービン建屋に高濃度の汚染水が確認されていることから燃料を冷却した水は格納容器から原子炉建屋底部、更にはタービン建屋に漏えいしていると推測されており、水張りには非常な困難が予想される。この漏洩している汚染水の止水や PCV への水張りなどに向けて今後研究開発を進めることとしているが、万一水張りができない場合には、デブリからの非常に強い放射線をどのように制限するかなどの研究開発が必要になる。当初進めている方法で課題解消に至らなかった場合の計画変更の可能性にも十分配慮し、研究開発段階から代替方策についても並行して検討・準備することが重要である。
- ・ TMI-2 においては事故発生から約 6.5 年後にデブリの取り出しを開始し、取り出しの終了が 10 年後であったことを踏まえれば、福島第一原子力発電所事故が TMI-2 事故よりも厳しい状況であることから、炉心燃料の取出しを終えるまでには、更に長期間を要することが予測される。

### (3) 公衆安全に対するリスクマネジメント

- ・ 炉心の安定的な冷却（冷温停止の維持）、汚染水の安定的な処理・滞留水全体量の減少、海洋への汚染拡大防止、大気中への放射性物質の飛散抑制などステップ 2 の取組については中長期にわたって継続的に実施していく必要がある。
- ・ ガレキの撤去により放射性物質が飛散するリスクや、デブリ廻りの冷却水量の

変化が再臨界を招くリスクなど、個々の作業において公衆に与えるリスクを把握しながらこれを低減するための取組が必要である。安全規制当局は、この事業者による取組の妥当性を適宜確認していくことが必要である。

- ・ 圧力容器、格納容器等の健全性の維持、汚染水処理で発生した二次廃棄物の安定保管、処理・処分方法の検討、作業に伴い発生する放射性廃棄物の処理・処分、発電所構内に貯蔵されている放射性廃棄物の処理・処分など、長期的な課題に対する取組も必要となる。その際、放射性廃棄物政策、規制のあり方などにおいて国の関与が極めて重要である。

#### (4) 作業安全に対するリスクマネジメント

- ・ 現状、原子炉建屋内外ともに高線量箇所が多く存在しており、除染や遮へいによる放射線量の低減、ロボットによる遠隔技術の活用等の対策がとられているが、今後中長期措置を実施していくにあたって引き続き高放射線量の厳しい環境下での作業が予想される。
- ・ 中長期措置の取組として、原子炉建屋内除染を実施し、作業環境の改善を行うこととしている。高線量下、高汚染下での作業は、原則遠隔での作業を基本とするが、技術的に困難な作業であることから人による作業が必要となる可能性があり、その場合に作業員を保護するための取組も必要となる。作業員の被ばく低減のため、作業の簡素化や作業時間の短縮を図っていくことが必要である。

#### (5) 事故原因の究明、炉心損傷時の挙動評価等

- ・ 1号機、2号機、3号機において発生したシビアアクシデントの進展過程を解明することは、原子炉内でのデブリの存在状況やその物性を推測する上で、重要な参考となる。このため、燃料取出し等の作業手順をよりの確なものにすることに資すると考えられる。
- ・ なお、本件は、福島事故原因の究明にも資すると共に、今後の国内外における原子力発電の安全性・信頼性向上にも貢献する。

### 2.4 使用済燃料プール並びにデブリ取り出し作業の分析

主要作業となる使用済燃料プール並びに炉心燃料取り出し作業について、現時点において想定し得るところを上で説明したが、この概念（イメージ）と、作業の流れ（作業フロー）、各作業に予想される課題、それを克服するための技術やデータ、安全確保に向けた主な留意点を検討し、その結果を表1及び表2に取りまとめた。

## (1) 使用済燃料プールからの燃料体取出し作業

### ① 原子炉建屋上部ガレキ撤去

1号機、3号機、4号機は水素爆発により原子炉建屋の上部が破損し、燃料取替床<sup>2</sup>上にガレキが散乱し、ガレキの一部は使用済燃料プール内に落下していることが確認されている。このため、燃料取出しに先立ち、ガレキを撤去する。ガレキは主に建屋の屋根や壁を構成していた鉄骨・コンクリート構造物であるため、撤去には重機や大型のクレーンを建屋の外側に設置して建屋上部から吊り上げて撤去する。

ガレキ撤去の際にはガレキに付着していた放射性物質が空気中へ飛散する可能性があるため、飛散防止対策を行うとともに、放射性物質が飛散していないことを監視するためのモニタリングを行う必要がある。ガレキは高線量であることから、作業員の被ばく低減のため、撤去作業の遠隔化や重機の運転席にしゃへい対策を行う等を行う必要がある。

### ② カバー（又はコンテナ）／クレーン等の設置

燃料を取出す作業時の作業環境維持や作業安全のため、風雨等の影響を受けないよう原子炉建屋を覆うカバー（又はコンテナ）の設置が必要となる。また、燃料体を取り扱う燃料取扱機、燃料体を収納する輸送容器を取り扱うクレーンをカバー内に設置する必要がある。燃料取扱機やクレーンは、安全確保のため、落下防止機能を有する設計とすることが必要である。

### ③ 取出し用輸送容器・収納缶の製造・調達

使用済燃料プールから共用プールへ燃料体を移送するため、既存のキャスク委技術を用い、輸送容器・収納缶等を設計・製造することとなる。

### ④ 共用プール内空きスペース確保／改造

取出した燃料を共用プール内に保管するために、共用プール内に保管されていた健全な燃料を乾式キャスクに収納し、発電所構内に仮置きすることで、共用プール内の空きスペースを確保する。取出した燃料は塩分の付着や物理的変形や破損の可能性があることから、これらを共用プール内に保管するにあたっては、健全な燃料や共用プールの設備に悪影響がないような措置や、必要に応じて設備の

---

<sup>2</sup> 燃料取替床；原子炉建屋最上階の作業エリアのことを言う。この階には使用済燃料プール等が存在する。

改造を行うこととなる。

#### ⑤ プール燃料取出し

燃料取扱機及びクレーンを設置することにより、使用済燃料プールからの燃料体を取り出す作業は、通常の原子力発電所（BWR）と同様の作業手順<sup>3</sup>で行うこととなる。なお、燃料体の輸送容器への収納前には外観検査、荷重試験等により燃料体の健全性を確認する必要がある、破損とみなされた燃料は収納缶に収納した上で輸送容器に装荷し、搬出することとなる。

### (2) デブリ取出し準備／デブリ取出し作業

#### ① 原子炉建屋内除染

これまでの原子炉建屋内の調査結果から、原子炉建屋内は数100～1000mSv/hの高線量箇所が存在すること及びガレキが散乱していることが確認されている。デブリ取出しに至るまでの各作業において原子炉建屋内に適宜人が入っての作業が想定され、作業毎に必要な箇所の除染を行う。除染方法は、高圧水やコーティング、表面はつり等部位や汚染の程度に応じて適切な除染方法を選定する。また、比較的放射線量が低い箇所は人が近づいて除染作業を行うが、高線量箇所は遠隔での除染作業が必要となり、散乱したガレキの状況を踏まえた上で、遠隔で除染する技術が必要となる。なお、除染の際には遮へい等を設置して作業員の被ばく低減に努めるとともに、空気中へ放射性物質が飛散する可能性があるため、飛散防止措置を講じた上で実施する必要がある。

#### ② 格納容器漏えい箇所調査/格納容器外部からの内部状況調査

デブリの取り出しは、しゃへいの観点からTMI-2同様に水中で行うことが最も合理的である。RPVの漏えい箇所の特定・止水はRPVに近づけない状態では困難であること、デブリの一部はPCVに存在していると推定されていることから、PCVを補修し、RPVごとPCV内を水で満たし、デブリを取り出す方法が最も有力な方法と考える。PCV下部を推測されている漏えい箇所は高線量下で水没し、かつ狭隘部であると考えられるため、遠隔で当該部にアクセスするための技術や、漏え

<sup>3</sup> 通常の BWR の燃料体の取出し作業手順；

クレーンにより輸送容器を燃料取替床まで吊り上げた後、プール内に吊り下ろし、プール内で燃料取扱機により、燃料体を輸送容器に収納する。その後クレーンにより輸送容器をプールから吊り上げ、地上まで吊り降ろし、原子炉建屋から搬出する。

いを検知するための技術が必要となる。

### ③ 原子炉建屋止水/格納容器下部補修

前作業要素でPCVから原子炉建屋への漏えい箇所及び原子炉建屋からタービン建屋等へ漏えいしている箇所が明らかになった場合、これを止水するためには水中で、かつ流水状態で止水する技術が必要となる。原子炉建屋からの漏えいを止水する前には循環注水冷却の取水源をタービン建屋地下から原子炉建屋地下に切り替える必要がある。また、PCVの漏えい箇所の補修は技術的に困難なこと予想され、場合によっては漏えい箇所近傍を含め原子炉建屋地下の一部を止水材で充てんする等の対応が必要となる。

なお、原子炉建屋やPCVからの漏えいを止水できない場合に備え、代替方策を検討しておくことも必要である。

### ④ 格納容器部分水張り

前作業要素でPCV下部を止水した後、循環注水冷却の取水源を原子炉建屋下部からPCVに切り替え、PCV内の水位をコントロールしながら徐々にPCVの水張りを行う。また、PCVの水張りを行う場合には、PCV内に一部流れ出ていると想定されているデブリの廻りの冷却材流量が変化するため、デブリが臨界となるリスクが高まる可能性があることから、臨界を防止、監視するための技術が必要となる。

### ⑤ 格納容器内部調査・サンプリング

前作業要素でPCVの部分水張りを実施した後、PCV内の調査を行う。PCV内部は高線量で、かつ中の汚染水が濁水であることが想定される。このような状況下においてPCV内部のデブリの分布等を把握するための技術が必要である。また、PCVの外側からPCVに穴をあけてPCV外に中の汚染水が飛散しないよう飛散防止対策を講じながらPCV内の状態、デブリの位置などを調査することとなるため、これを遠隔で実施するための技術が必要となる。

上記調査によってデブリの位置が確認できた場合、デブリの性状調査のためにサンプリングを行うが、調査と同様に遠隔でサンプリングする技術が必要となる。

### ⑥ 格納容器上部補修

デブリ取出しのためにはRPVごとPCVを水で満たすことを想定しており、その

準備として、PCV上部の補修を実施する。PCVの補修箇所は狹隘部であり、高線量下の部位については遠隔で実施する必要があることから、遠隔補修技術が必要となる。また、比較的線量の低い部位については人が近づいての作業も想定され、遮へいの設置等被ばく低減に努める必要がある。

#### ⑦ 格納容器／圧力容器水張り

前作業要素でPCV上部を補修した後、RPV及びPCVの水張りを行う。RPVの水張りを行う場合には、RPV内にあるデブリ廻りの冷却材流量が変化するため、デブリが臨界となるリスクが高まる可能性があることから、臨界を防止、監視するための技術が必要となる。また、水張りはRPV内のデブリによる放射線を十分遮蔽できる水位まで実施し、その後PCV及びRPVの上蓋を開放、気水分離器、湿水分離器の取り外しを行う。上蓋の開放の一連の作業の際は放射性物質が空気中へ飛散しないよう原子炉建屋を覆うカバー（又はコンテナ）が必要となる。

#### ⑧ 炉内調査・サンプリング

前作業要素で、RPVの水張り、RPV上蓋の開放、炉内構造物の取外しを実施した後、燃料取替床に作業台車を設置してRPV内部の調査を行う。RPV内は高線量で、かつ内部に存在する汚染水が濁水であることが想定される。このような状況下において、RPV内部のデブリの分布等を把握するための技術が必要である。また、炉内調査によってデブリの状態を把握した上でデブリの性状を確認するためのサンプリングを行う。サンプリングは燃料取替床に設置した作業台車から遠隔で実施することとなり、遠隔で実施する技術が必要となる。作業台車における作業は、人による作業が想定され、RPV内のデブリ等からの放射線の影響を低減するよう遮へいを設置し、被ばく低減に努める必要がある。

#### ⑨ デブリ取出し

デブリの取出しは、燃料取替床に設置した作業台車から実施し、取出したデブリは専用の収納缶に収納した後、所定の場所に移送することとなる。デブリはTMI-2の実績から性状が固くなっていることが想定され、収納缶に収めるためにドリル等で細断した上で、把持又は吸引する等、様々な作業が想定され、これを遠隔で実施する技術が必要となる。また、デブリの一部はRPV底部下のPCV内に流れ出ている可能性があり、これを回収するための技術が必要となる。なお、デブリの取出しに伴いデブリ廻りの冷却水の流量が変化するため、デブリが臨界と

なるリスクが高まる可能性があることから、臨界を防止、監視するための技術が必要となる。

### 3. 福島第一原子力発電所における中長期の取組に効果的な研究開発課題

#### 3-1. 研究開発課題の抽出・整理

上記「2.4」で実施した使用済燃料プールからの燃料取出し作業及びデブリ取出し準備/デブリ取出し作業の分析結果に基づいて、作業要素毎に課題を抽出した。課題の抽出にあたっては、作業を行う上での障害となる作業環境に関する課題に加え、作業を実施する上で必要なデータ、作業によって引き起こされるリスク、作業には直接は関連しないが長期的には解決すべき課題、核不拡散等の観点から抽出した。中長期措置を実施する間、継続して実施すべき内容については公衆安全に関するリスクマネジメントや作業安全に関するリスクマネジメントとして整理を行った。また事故原因を解明する上での課題も併せて整理した。

抽出された課題について、解決するための必要な技術やデータを整理し、既存技術や既存データの適用性について評価を行い、必要な研究開発項目（以下「研究開発プロジェクト」という。）を表3のとおり取りまとめた。このうち、遠隔技術に関する研究開発プロジェクトについては、専門的で難易度が高く、開発に時間を有する技術であるため、効率的に研究開発を進めるために共通する課題を整理し、表4のとおり取りまとめた。

なお、今後の作業の進展に伴い、新たに必要となる課題の発生や代替方策への移行もあり得ることから、研究開発プロジェクトについては随時見直しをしていく必要がある。

#### 3-2. 研究開発に関する中長期ロードマップ

前項で抽出された研究開発プロジェクトには、その技術的難易度などを踏まえ、早期に着手すべきもの、長期的課題として基礎基盤研究から開始すべきもの、また、先行する研究開発成果を踏まえた上で次の研究開発計画を検討すべきものなどが存在する。また、得られる成果を現場作業に適切に反映する観点から、現場作業と研究開発とのスケジュール管理を相互関係に十分配慮しつつ行う必要がある。

以上を踏まえ、前項で抽出された各研究開発課題について、各々の開始必要時期などを評価し、炉心燃料取り出し開始に至るまでの研究開発に関する中長期ロードマップを策定し、表5の通り取りまとめた。ロードマップではデブリ取出し開始までの期間を10年以内と目標とした。なお、目標通りデブリ取出しが開始されたとしても、1号機から3号機まで号機毎にデブリを取り出し、取出し完了後に廃炉措置を開始した場合、廃炉措置が終了するまでは30年以上の期間を要するものと推定される。

本ロードマップを実行するにあたっては、前述のとおり、炉心燃料取り出しまでには

多くの不確実性が存在するとの認識を関係者が十分に共有し、今後の現場の状況調査結果や研究開発の成果を踏まえて、段階的に進めていくとともに、代替方策を検討・準備し、状況次第では方向性の転換を柔軟に図っていく必要がある。そのため、本ロードマップにおいては、技術的見地から、節目毎にホールドポイントを設定している。今後、現場作業と研究開発の適切な連携を実現し得るプロジェクト管理体制を構築した上で、各ホールドポイントにおいて現場の状況及び技術的見通し等をチェック・アンド・レビューすることにより、研究開発を適確かつ柔軟に実施していくことを期待する。

### 3-3. 研究開発の実施に際しての基本姿勢

前項においてロードマップを作成し、デブリの取出し時期の目標を10年としたが、このロードマップを着実に進めていくために、開発に関わる技術者が意識すべき基本姿勢を以下にまとめた。

#### (1) 効率的に進めること

- ・ 時間と資源の削減を図るため、既存データや知見を最大限利用すること。特にTMI-2等の過去の類似実績の知見を有する海外の技術者の助言を積極的に得ること。
- ・ 国内外の高い技術については、積極的にそれらを獲得し利用すること。
- ・ 現場作業に手戻りが無いよう事前にモックアップ試験等を実施すること。

#### (2) 現場に即したものにすること

- ・ 適用する要素技術については、現場調査の結果を反映しながら、常に最新の判断を行うという、分析+判断の対応を基本とすること。
- ・ 計画した方策がうまくいかない場合は臨機応変に対応できるよう、代替方策については常に準備的考察や、合理的に考えられる範囲での設備対応も考慮すること。

#### (3) 優先順位を意識すること

- ・ 実際の現場作業に必要な研究や開発を優先すること。技術高度化のための研究や開発は、現場作業の開始を確実にした上で、並行して進めること。

#### (4) 技術力及び人材育成に資するようにすること

- ・ 研究開発を通して国内の技術力及び技術者の育成につながるようにすること。

## 4. 研究開発の実施体制

### 4-1. 基本的考え方

3-3で述べた研究開発の実施に係る基本方針に則り、研究開発を推進する上で、実施体制が極めて重要な要素となる。このため研究開発プロジェクトの実施にあたっては、以下の点を留意し、基本的考え方についてとりまとめた。

- ・ 世界初の難しい課題に挑戦することから、国内外の専門家、産業界の叡智を結集し、柔軟かつ機動的な体制とすること(国際協力プログラムの調整を含む)。
- ・ 研究開発全体を着実に進めるために、全体をまとめ、推進する責任を担う組織を設ける必要があること。
- ・ 全体の進捗を踏まえた計画の柔軟な見直し・一部改廃等を含めた研究開発全体のPDCAサイクルを確保できること。
- ・ 福島第一原子力発電所の現場の状況やニーズ、開発した工法等の技術の適用結果を適切かつ速やかにフィードバックし、個別研究開発課題の計画を柔軟に見直す必要がある。この観点から個別研究開発課題の実施体制の中で東京電力の技術者が中心的な役割を担うべきであること。

### 4-2. 研究開発実施体制

前項の考え方に基づき、数多い研究開発課題について、研究開発の進捗状況に応じた計画の見直しや関連する研究開発課題間の調整を柔軟に実施してくために、管理体制を階層構造とし、各層毎に分担して段階的に管理することが合理的である。

この階層構造として、個別の研究開発課題に取り組む体制「チーム」と、相互に影響を及ぼす関連するチームをまとめ、チーム間の調整を行う「プロジェクト」、各プロジェクトをまとめ研究開発全体の管理・推進を行う「研究開発推進本部」の3層構造として整理した。

それぞれの役割について以下に記す。

#### (1) 研究開発推進本部

##### ① 目的・役割

- ・ 個別研究開発課題の改定、改廃を含め、全体計画を策定し、優先順位付け、予算配分を適宜見直して行う。
- ・ 実効性と迅速性を確保するためにプロジェクトを設置する（リーダーの選出等

含む)。

- ・ 海外との協力を効果的に行なうよう国際協力のとりまとめ（共同プロジェクトの管理、海外との窓口）を行なう。

## ② 参加機関

- ・ 政府（経済産業省、文部科学省）、東京電力、JAEA、開発担当メーカー、原子力発電プラントメーカー
- ・ その他必要に応じて、学界及び関係機関の専門家等
- ・ 研究開発推進本部の最高責任者として研究開発推進本部長を国が責任を持って開発を進める観点から、政府から選出すること。ここで研究開発推進本部長は研究開発全体の責任を負うものとする。

## (2) プロジェクト

### ① 目的・役割

- ・ 各チームの相互の関連性によって、「プロジェクト」を設置し、研究開発課題を整理して、研究開発の管理を実施する。
- ・ プロジェクトの役割は定期的に関連するチームの進捗状況を確認し、横断的な調整を行なうとともに、採用技術判断、実機適用評価などホールドポイントでの判断を行なう。
- ・ 研究開発の進捗ならびに実機適用評価を踏まえ、代替方策への切り替えの可否を判断する。
- ・ 遠隔技術の開発など横断的に管理するほうが合理的な場合には、必要に応じサブプロジェクトを設けて管理を行う。

### ② 参加機関

- ・ プロジェクトの性質に応じ適切なメンバーを選出する。
- ・ プロジェクトリーダーはプロジェクト全体の責任を負うものとする。

## (3) 個別研究課題に対する研究実施体制（チーム）

抽出・整理された研究開発課題は目的により実施主体が異なると考えられるため、目的により以下の2つにカテゴリーに分類し、チームの実施体制を検討した。

### A) プラント等実際の作業と密接に関連する研究開発

デブリ取出しに至るまでの各作業要素で必要となる個別の工法・装置開発が本分類に含まれる。本研究開発は現場の情報を踏まえた上で開発を進める必要があるこ

とから、発電所の設置者であり現場作業に責任を有する東京電力と発電所に精通し、高度な技術を有するメーカー（以下「開発担当メーカー」という。）が中心的役割を担う。

#### B) 上記に先立ち実施する基礎基盤的研究

プラント等現場作業と密接に関係する研究開発に先立って行う基礎基盤的な研究開発は、各々の課題解決を図るものために必要で、さらに広く原子力分野に貢献する研究、あるいは、国として政策に反映するために必要なデータを取得するための研究開発などがある。

これらに関しては、専門的知見を持つ技術者、インフラを有する研究開発機関のリソースを活用する。

以上の研究開発推進の実施体制のイメージを図1に示す。

## 5. 国際協力のあり方

前述のとおり、福島第一原子力発電所の中長期措置を効率的・効果的に進めるためには、国内外の叡智を結集して取り組むことが必要である。このため、研究開発においても、国内の広範な分野の技術的知見を得ていくことに加え、国際協力を進めることが重要であり、TMI-2 やチェルノブイリ事故への対応をはじめとする海外の知見・経験を活用していくべきである。

係る観点では、既に汚染水の処理施設において、海外の既存技術を民間商業ベースで導入した実績があるが、このようなケースに加えて、国ベースにおいても国内外に情報を積極的に発信し、より広範な意味での国際協力を得ていくことが重要である。このような活動においては、以下の点に留意しつつ、国が主導的に関与していくことが期待される。

- ・ 世界初の難しい課題への対応も多く、世界の叡智を活用するために、研究開発課題をはじめ中長期措置全体の計画・取組状況についてタイムリーに広く情報を公開・発信していく。
- ・ 諸外国政府機関、国際機関、民間事業者からの情報・助言や具体的な協力の可能性を的確に評価し、効果的・効率的な研究開発を行うための仕組みを構築するとともに、有用なものについて柔軟かつ機動的に研究開発計画に取り入れていく。
- ・ 研究開発成果として蓄積される知見・ノウハウについては、参加する企業・研究機関の技術力向上につながるものであり、福島第一原子力発電所事故への対応のみならず将来的に国内外の原子力安全にも資するものであることを踏まえ、知的財産を含む成果の取扱いに留意すべきである。

## 6. おわりに

福島第一原子力発電所の中長期措置については、地元住民をはじめ国民の安心を早期に得るためにも、国内外の叡智を結集し、安全かつ可能な限り速やかに実現していくことが重要である。

そのため、当専門部会では、炉心燃料の取り出し開始までの時間的目標を10年と設定し、この実現に必要な中長期ロードマップ（研究開発計画）を策定した。

この実現に向け、今後、官民挙げたオールジャパン体制の下、現場作業と研究開発間のインターフェースを適切に図りながら進めていくことを関係者には期待する。

また、研究開発の円滑な実施のみならず、安全規制面等の制度整備のタイムリーな実現や、万一整備が間に合わない場合も想定した国の関与のあり方（特に廃棄物、デブリ燃料の取扱い等のバックエンド関連）についても、関係者間にて検討し、早急に方向性を取りまとめていくべきである。

以 上

表1 使用済燃料プール内の燃料取出し作業の分析結果(1/2)

<作業フロー(イメージ)>

プール燃料  
取出し準備

共用プール  
受入れ準備

①原子炉建屋上部  
ガレキ撤去

②カバー(又はコンテナ)／クレーン等設置

③取出用輸送容器・収納缶の製造・調達

④共用プール内空きスペース確保／改造

⑤

プール燃料取出し※

※炉心燃料取出し前には  
終了する必要

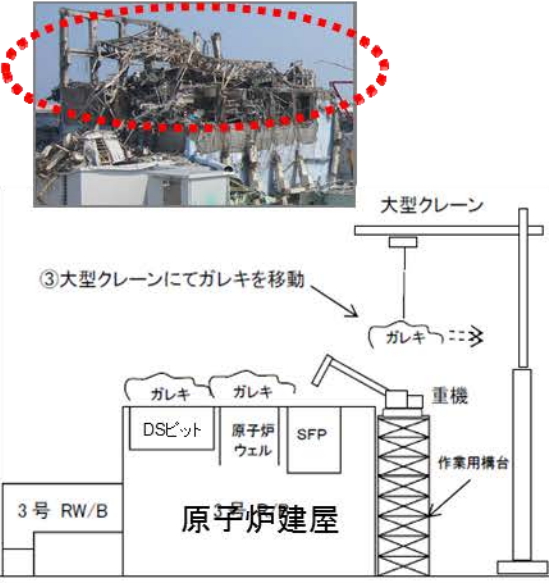
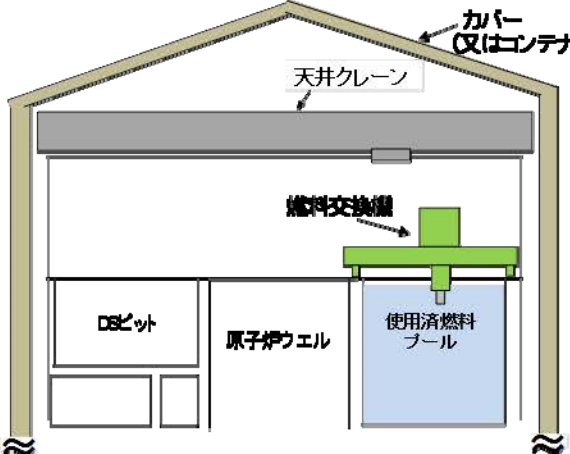

フロー	① 原子炉建屋上部ガレキ撤去	② カバー(又はコンテナ)／クレーン等の設置	③ 取出用輸送容器・収納缶の製造・調達
イメージ	 <p>③大型クレーンにてガレキを移動</p>		<p>&lt;輸送容器の例:NH-25&gt;</p>  <p>1 m</p>
内容	大型クレーンや重機を用いて原子炉建屋上部のガレキを撤去。	原子炉建屋を覆うカバー(又はコンテナ)を設置し、プール燃料取出しに必要な天井クレーン、燃料交換機を設置。	プールから取り出した燃料を共用プールに移送するため、既存のキャスク技術を用い、キャスク・収納缶等を設計・製造。
技術開発における留意点と課題	-	-	-

表1 使用済燃料プール内の燃料取出し作業の分析結果(2/2)

<作業フロー(イメージ)>

プール燃料  
取出し準備

共用プール  
受入れ準備

①原子炉建屋上部  
ガレキ撤去

②カバー(又はコンテナ)/クレーン等設置

③取出用輸送容器・収納缶の製造・調達

④共用プール内空きスペース確保/改造

⑤

プール燃料取出し※

※炉心燃料取出し前には  
終了する必要

フロー	④ 共用プール内空きスペース確保/改造	⑤ プール燃料取出し
イメージ	<p>&lt;現在&gt;</p> <p>○改造工事 ・洗浄・検査設備 ・破損燃料用ラック</p>	
内容	共用プール内に既貯蔵中の燃料を順次搬出し、空きスペースを確保。その上で、受入れに必要な隔壁、洗浄・検査設備、破損燃料用ラック等を設置。	燃料の健全性を確認(外観確認、荷重試験等)し、破損燃料は収納缶に収納した上で輸送容器に装荷し、搬出。
技術開発における留意点と課題	・塩分付着燃料及び漏えい燃料の洗浄/除染/検査方法の検討	-

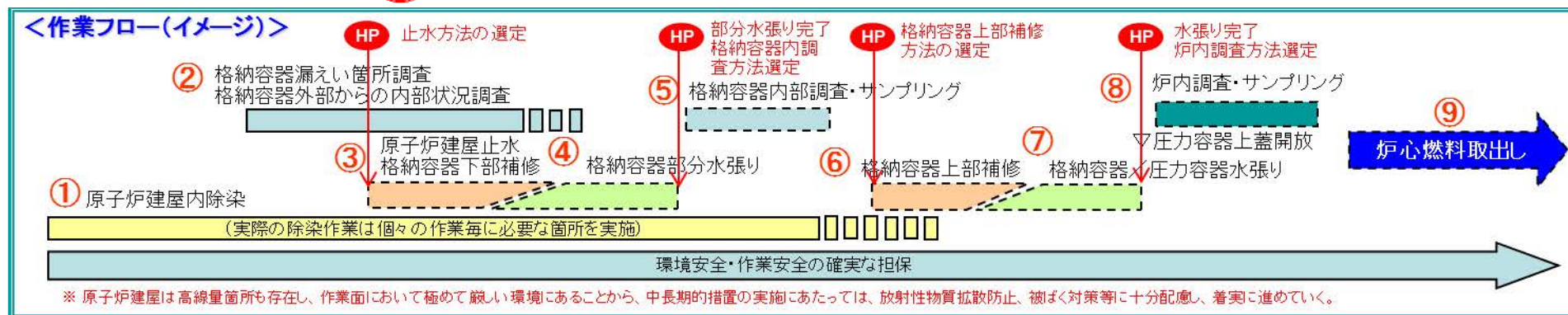
**HP** : 技術的なホールドポイント。現場状況、技術開発成果により、次工程以降を見直していく。



フロー	① 原子炉建屋内除染 (②以降の作業毎に必要な箇所を順次実施する)	② 格納容器漏えい箇所調査 格納容器外部からの内部状況調査	③ 原子炉建屋止水 格納容器下部補修
イメージ			
内容	<p>格納容器へのアクセス性を向上するため、高圧水、コーティング、表面はつり等により、作業エリアを除染。</p>	<p>格納容器及び原子炉建屋の漏えい箇所を、手動または遠隔の線量測定やカメラ等で調査。また、格納容器外部からγ線測定、音響調査等により、格納容器内部の状況を推定調査。</p>	<p>デブリの取出しは、水中で実施することが放射線の遮へいの観点からも有利と考えられることから、格納容器の漏えい箇所を補修・止水、まずは格納容器内調査に向け、下部を優先して実施。</p>
技術開発における留意点と課題	<p>◆高線量箇所(数100～1,000mSv/hレベル)の存在。 ◆建屋内ガレキによるアクセスが制限されていること。 ・上記を踏まえた遠隔除染方法の検討・確立が必要</p>	<p>◆調査対象が高線量エリア、汚染水中、狭設部などにあること。 ・漏えい箇所調査方策・装置の開発 ・格納容器外部からの内部調査方策・装置の開発</p>	<p>◆炉心循環冷却のための注水を継続しながら、高線量下・汚水状態で止水すること。 ・漏えい箇所の補修・止水技術・工法の開発 ・代替方策の検討・開発</p>
安全確保に向けた主な留意点	<p>・炉心安定冷却の維持 ・除染作業に伴う空気中への放射性物質拡散防止 ・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</p>	<p>・炉心安定冷却の維持 ・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</p>	<p>・炉心安定冷却の維持 ・作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</p>

## 表2 デブリ取り出し作業の分析結果(2/3)

HP: 技術的なホールドポイント。現場状況、技術開発成果により、次工程以降を見直していく。



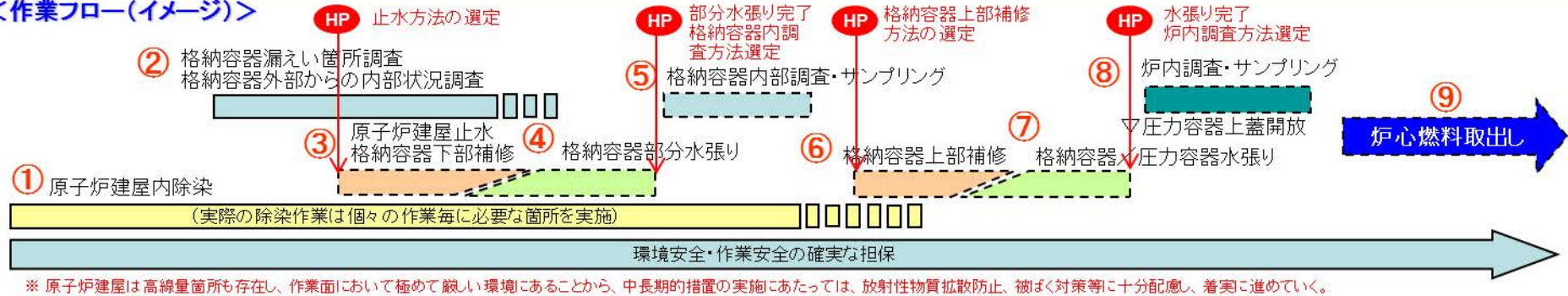
※ 技術開発計画検討のため、TMIと同様に水中での燃料取り出しを想定した場合の一連の作業を記載。今後現場の状況や技術開発成果によって内容を見直していく。

フロー	④ 格納容器部分水張り	⑤ 格納容器内部調査・サンプリング	⑥ 格納容器上部補修
イメージ	<p>格納容器下部のバウンダリ構築が実現すれば、循環注水冷却の取水源をトラス室から格納容器に変更</p>	<p>開込め性の担保が必要</p>	
内容	格納容器内部調査の開始に向け、格納容器下部に部分的な水張りを実施。	格納容器内を調査し、圧力容器から流れ出たと推定されるデブリの分布状況の把握、サンプリング等を実施。	格納容器を満水まで水張りすべく、上部の漏えい箇所を、手動または遠隔にて補修。
技術開発における留意点と課題	<p>◆④と同様</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>格納容器下部のバウンダリ構築(トラス室にグラウト充てんする案も含む)が大前提</li> </ul>	<p>◆高線量によるアクセス性の制約、格納容器内部環境(内部水の濁り、デブリの所在等)が不明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>上記を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発</li> </ul>	<p>◆⑥と同様</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>格納容器漏えい箇所の補修・止水技術・工法の開発(④と同様)</li> </ul>
安全確保に向けた主な留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心安定冷却の維持</li> <li>未境界確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心安定冷却の維持</li> <li>未境界確認</li> <li>格納容器内の放射性物質の拡散防止</li> <li>作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心安定冷却の維持</li> <li>作業員の被ばく低減(遠隔化、遮へい等)</li> </ul>

## 表2 デブリ取出し作業の分析結果(3/3)

HP: 技術的なホールドポイント。現場状況、技術開発成果により、次工程以降を見直ししていく。

### <作業フロー(イメージ)>



※ 技術開発計画検討のため、TMIと同様に水中での燃料取り出しを想定した場合の一連の作業を記載。今後現場の状況や技術開発成果によって内容を見直ししていく。

フロー	⑦ 格納容器/圧力容器水張り ⇒ 圧力容器上蓋開放	⑧ 炉内調査・サンプリング	⑨ 炉心燃料取出し
イメージ			
内容	十分速へいが担保できる水位まで格納容器/圧力容器を水張り後、圧力容器上蓋を取り外し	炉内を調査し、デブリや炉内構造物の状態把握、サンプリング等を実施。	圧力容器/格納容器内のデブリの取り出しを実施。
技術開発における留意点と課題	(⑥により格納容器バウンダリ構築が大前提)	◆高線量によるアクセス性の制約、圧力容器内部環境(内部水の濁り、デブリの所在等)が不明 ・上記を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発	◆デブリの分布状況によっては技術開発範囲が拡大(特に格納容器内の燃料取出しはTMIでも経験なし) ・TMIに比べ、より高度な取り出し技術・工法の開発
安全確保に向けた主な留意点	・炉心安定冷却の維持 ・未臨界確認 ・格納容器内の放射性物質の拡散防止	・炉心安定冷却の維持 ・未臨界確認 ・デブリの収納(閉じ込め等) ・作業員の被ばく低減(遠隔化、速へい等)	・炉心安定冷却の維持 ・未臨界確認 ・デブリの収納(閉じ込め等) ・作業員の被ばく低減(遠隔化、速へい等)

表3 中長期的措置における課題と研究開発項目について（1／5）

項目	作業要素	課題	必要な技術またはデータ	既存技術、データの適用性評価	研究開発項目
I プール内燃料の 取出し	①原子炉建屋上部ガレキ撤去	・原子炉建屋上部のガレキを撤去する際、空气中へ放射性物質が多量に飛散する可能性があること。	・飛散抑制技術 ・モニタリング技術	・飛散抑制技術は既存技術（飛散防止剤）が適用可能。 ・モニタリング技術は既存技術が適用可能。	—
	②カバー（またはコンテナ）／クレーン設置	—	—	—	—
	③取出し用輸送容器・収納缶の製造・調達	—	—	—	—
	④共用プール内空きスペース確保／改造	・燃料は海水に曝されていたため、他の健全燃料に悪影響を与える可能性があり、間仕切りが必要なこと。	・共用プール内の間仕切り技術	・共用プール内の間仕切りは既存技術で適用可能。	—
	⑤プール燃料取出し／保管	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遠隔でプール内の燃料を取出しする際に燃料が落下する可能性があること。</li> <li>・燃料を長期間保管する場合に海水によって長期健全性に影響を及ぼす可能性があること。また長期間の保管や処理する上で必要な措置（洗浄）が未定であること。</li> <li>・プール内燃料が損傷していた場合の損傷燃料の処理・処分方策について未定であること。</li> <li>・プール内燃料が損傷していた場合の損傷燃料（破損粉末含む）の計量管理及び検認の方法が未定であること。</li> </ul>	・落下防止技術	・落下防止技術は既存技術が適用可能	—
			・燃料の長期健全性評価技術	・評価技術は既存技術が適用可能。海水に曝されていた燃料の長期健全性を示す既存データはなし。	・海水に曝されていた燃料の長期健全性評価。
			・燃料の洗浄技術及び長期保管、処理上の洗浄のクライテリア	・洗浄技術は既存技術が適用可能。また、長期保管や再処理工程へ悪影響を与えないクライテリアはなし。	・長期保管、処理する上で遵守する洗浄のクライテリアの策定。
			・損傷燃料の処理・処分方策	・損傷燃料を処理する際のハンドリング技術は損傷状態に応じた技術の開発が必要。 ・化学処理工程の不純物の影響については評価が必要。	・損傷状況に応じたハンドリング技術の開発。 ・化学処理工程への不純物の影響評価。
			・損傷燃料のための核測定技術	・損傷燃料のための核測定技術がない。	・損傷燃料のための核測定技術の開発。

表3 中長期的措置における課題と研究開発項目について（2／5）

項目	作業要素	課題	必要な技術またはデータ	既存技術、データの適用性評価	研究開発項目
Ⅱ デブリの 取出し 準備／ 取出し	①原子炉建屋内の除染作業	・原子炉建屋内は高線量であること。 ・建屋内を除染する際、除染の効果は汚染の程度、部位（材料）に依存するため、適切な除染技術を選定する上で十分なデータが得られていないこと。 ・建屋内にガレキがありアクセス性が悪いこと。	・汚染状況の遠隔調査技術。	・汚染計測技術は既存技術の適用可能。 ・ガレキの散乱など現場に合わせた遠隔移動装置の開発が必要。	・測定装置と遠隔移動装置を組み合わせた建屋内遠隔汚染調査装置の開発。
			・建屋内遠隔除染技術。	・高汚染部位に対する既存除染技術の有効性についての評価と装置開発が必要。（TMIの技術が参考可） ・ガレキの散乱など現場に合わせた遠隔移動装置の開発が必要。	・汚染状況に適した除染技術の選定または開発＆装置開発。 ・上記装置と遠隔移動装置を組み合わせた遠隔除染装置の開発。
			・遮蔽技術。	・遮蔽については既存技術の適用可能。	—
	②原子炉建屋、格納容器（PCV）からの漏えい箇所の調査/PCV 外部からの内部状況調査	・汚染水が漏えいしている箇所は高線量、狭隘、水中環境にあること。 ・PCV 近傍は高線量、狭隘であること。	・高線量、狭隘、水中環境で漏えい箇所の遠隔調査技術。	・漏えい箇所を特定するための既存技術（カメラ、線量測定）の有効性についての評価と装置開発が必要。 ・水中遠隔移動装置は存在するが、狭隘部での調査のために現場に合わせた改良が必要。	・漏えい箇所の特定に適した調査技術の選定または開発＆装置開発。 ・上記装置と遠隔移動装置を組み合わせた漏えい箇所遠隔調査装置の開発。
			・高線量、狭隘で PCV 外部からの遠隔内部調査技術。	・PCV 外部から内部を調査する既存技術（γ線測定、音響測定等）の有効性についての評価と装置開発が必要。 ・調査対象部位に合わせた遠隔移動装置の開発が必要。	・PCV 外部から内部調査技術の選定または開発＆装置開発。 ・上記装置と遠隔移動装置を組み合わせたPCV 外部からの PCV 内部遠隔調査装置の開発。
	③原子炉建屋漏えい箇所止水・PCV 下部補修作業	・原子炉建屋からの汚染水漏えい箇所は高線量、狭隘、水中環境であること。 ・流水状態で止水する必要があること。 ・PCV 近傍は高線量、狭隘であること。	・高線量、狭隘、水中環境・流水状態での遠隔止水技術。	・漏えいが想定される部位に対する既存止水技術（グラウト、シール材）の有効性・長期健全性についての評価と装置開発が必要。	・建屋の漏えい箇所に適した止水技術の選定または開発＆装置開発。
			・高線量、狭隘での遠隔補修技術。	・補修技術は既存技術が適用できるが、装置開発が必要。 ・漏えいが想定される部位に合わせて遠隔移動装置の開発が必要。	・補修装置開発と遠隔移動装置を組み合わせたPCV 遠隔補修装置の開発。
	④PCV 部分水張り	・水張りの際にデブリ廻りの冷却水量が変化する場合に臨界となるリスクが高まる可能性があること。	・デブリの臨界評価技術。	・臨界状態の時間的変化を詳細に評価するには解析技術の開発が必要。	・臨界状態の時間的変化を評価する解析コードの開発。
			・臨界検知技術。	・検出器は既存技術が適用できるが、検出器の設置場所は高線量下であることが想定され、廻りの高い放射線と測定対象の放射線を識別可能な検出器システムの開発が必要。	・廻りの高い放射線と測定対象の放射線を識別可能な検出器システムの開発。
			・臨界防止技術。	・臨界防止技術は既存技術が適用可能。	—
Ⅱ デブリの 取出し 準備／ 取出し	⑤PCV 内部調査・サンプリング	・PCV 内は高線量、狭隘、高温、多湿、水中環境であること。 ・PCV 内部水の濁り、デブリの位置など内部環境が不明であること。特にデブリがペデスタル内にある可能性があり、アクセス性が悪いこと。 ・サンプリングするにあたってデブリの基礎物性が不明であること。 ・サンプリングの際にデブリ廻りの冷却水量が変化する場合、臨界となるリスクが高まる可能性があること。 ・デブリ（サンプリング試料含む）の計量管理及び検認の方法が未定であること。	・高線量、狭隘、高温、多湿、水中環境での遠隔内部調査技術。	・高温、高線量下の既存調査技術（水中カメラ等）の有効性についての評価と装置開発が必要。	・高温、高線量下で観察可能な技術の選定または開発＆装置開発。 ・上記装置と遠隔移動装置を組み合わせたPCV 内遠隔調査装置の開発。
			・高線量、狭隘、水中環境でのデブリの遠隔サンプリング技術。	・TMIの技術が参考になるが、PCV 内からサンプリングする技術は新たな技術開発が必要。 ・デブリをサンプリングする位置・環境に合わせて遠隔移動装置の開発が必要。	・PCV 内デブリのサンプリング技術の開発＆装置開発。 ・上記装置と遠隔移動装置を組み合わせた遠隔サンプリング装置の開発。
			・デブリの炉内分布の予測技術。	・既存の解析コード（MAAP, MELCOR, THALES, SAMPSON）により概略評価は実施できるが、精度を高めるために更なる改良が必要。	苛酷事故解析コードの高度化。
			・デブリの基礎物性データ。	・TMI のデブリのデータが参考となるが、福島事故におけるデブリの生成条件を踏まえたデータも必要。	・事故時の生成条件を模擬したデブリ基礎物性データの取得。
			・デブリのための核測定技術。	・デブリのための核測定技術がない。	・デブリのための核測定技術の開発。

表3 中長期的措置における課題と研究開発項目について（3／5）

項目	作業要素	課題	必要な技術またはデータ	既存技術、データの適用性評価	研究開発項目
	⑥PCV 上部補修	・補修箇所は高線量、狭隘であること。	・高線量、狭隘での遠隔補修技術。	・補修技術は既存技術が適用できるが、装置開発が必要。 ・漏えいが想定される部位に合わせて遠隔移動装置の開発が必要。	・補修技術と遠隔移動装置を組み合わせたPCV 遠隔補修装置。
	⑦PCV/原子炉圧力容器 (RPV) 水張り	・水張りの際にデブリ廻りの冷却水量が変化する臨界となるリスクが増える可能性があること。	・臨界評価、検知、防止技術。	・Ⅱ④と同様	・Ⅱ④と同様。
	⑧炉内調査・サンプリング	・RPV 内は高線量、狭隘、高温、水中環境であること。 ・RPV 内部水の濁り、デブリの位置など内部環境が不明であること。 ・デブリ取出しにあたって、取出ツールやデブリ収納缶の設計に必要な基礎物性が不明であること。 ・サンプリングの際にデブリ廻りの冷却水量が変化する場合、臨界となるリスクが高まる可能性があること。 ・デブリ(サンプリング試料含む)の計量管理及び検認の方法が未定であること。	・高線量、狭隘、高温、水中環境での遠隔内部調査技術。	・高温、高線量下の既存技術(水中カメラ等)の有効性についての評価と装置開発が必要。 ・炉内へのアクセスは既存技術の改良が必要。	・高温、高線量下で観察可能な装置の開発。 ・炉内にアクセスするためのプラットフォーム装置の開発。
			・高線量、狭隘、水中環境でのデブリの遠隔サンプリング技術。	・TMI の技術が参考になるが、燃料取替床からデブリまでの距離が福島のほうが長く、新たに技術開発が必要。	・RPV 内デブリのサンプリング技術の開発 & 装置開発。 ・上記装置と遠隔移動装置を組み合わせた炉内遠隔サンプリング装置の開発
			・デブリの炉内分布の予測技術。	・既存の解析コード(MAAP, MELCOR, THALES, SAMPSON)により概略評価は実施できるが、精度を高めるために更なる改良が必要。	苛酷事故解析コードの高度化。
			・デブリの基礎物性データ。	・Ⅱ⑤と同様。	・Ⅱ⑤と同様。
			・臨界評価、検知、防止技術。	・Ⅱ④と同様。	・Ⅱ④と同様。
			・デブリのための核測定技術。	・デブリのための核測定技術がない。	・デブリのための核測定技術の開発。
			⑨デブリ取出し	・デブリが RPV 外を含め広範囲に分布している可能性があること。 ・デブリ取出しの際にデブリ廻りの冷却水量が変化するため、臨界となるリスクが増える可能性があること。 ・デブリ取出しにあたって模擬デブリの基礎物性ではなく、より正確な基礎物性が必要であること。 ・デブリの収納・保管方法が未定であること。 ・デブリ(サンプリング試料含む)の計量管理及び検認の方法が未定であること。 ・デブリの将来的な扱いについて未定であること。また TMI のデブリも長期保管状態にあり、世界的にも処理・処分技術は確立されていない。 ・水張り困難な場合には、燃料の取出しの目途が得られていないこと。	・広範囲、狭隘、水中環境での遠隔デブリ取出し技術。
	・臨界評価、検知、防止技術。	・Ⅱ④と同様。			・Ⅱ④と同様。
	・実デブリの基礎物性。	・実デブリの分析は既存技術で可能。TMI のデブリのデータが参考となるが、生成条件が異なるため、より正確なデータが必要。			・実デブリ基礎物性データの取得。
	・デブリのための核測定技術。	・デブリのための核測定技術がない。			・デブリのための核測定技術の開発。
	・デブリの収納・保管技術。	・デブリの収納・保管技術は国内にない。TMI の技術が参考となるが、海水に曝された影響を考慮する必要がある。			・海水の影響を考慮したデブリ収納・保管技術の開発。
	・デブリの処理・処分技術。	・既存処理・処分技術の適用性は評価されてない。			・デブリの既存処理・処分技術の検討。
	・水張り困難時の燃料取出し技術。	・水張りなしで燃料を取出す既存技術はない。			・水張りなしの燃料取出し技術の開発。

表3 中長期的措置における課題と研究開発項目について（4／5）

	作業要素	課題	必要な技術またはデータ	既存技術、データの適用性評価	研究開発項目
Ⅲ 公衆安全に対するリスクマネジメント	未臨界維持	・デブリ廻りの冷却水量が変化する場合に臨界になるリスクが増える可能性があること。	・飛散抑制技術。 ・モニタリング技術。	・Ⅰ④と同様	・Ⅰ④と同様
	デブリの安定冷却の維持	・各作業における原子炉の循環冷却注水への影響評価	・各作業におけるリスク評価。	・既存技術(PSA)により評価可能。	—
	環境への放射性物質拡散防止	・原子炉建屋上部のガレキ撤去時の空気中への放射性物質が多量に飛散する可能性があること。	・Ⅰ①と同様。	・Ⅰ①と同様	・Ⅰ①と同様
		・RPV/PCV は海水に長期間曝されていたため、腐食により RPV/PCV の長期健全性に影響を及ぼす可能性があること。 ・高温の海水で長期間曝されていたため、防錆剤が有効に効かない可能性があること。	・海水に曝されていた RPV/PCV 腐食による長期健全性評価データ。 ・高温の海水に曝されていた機器に対する腐食抑制技術。	・海水に長期間さらされていた RPV/PCV の長期健全性評価データはなし。 ・高温の海水に曝されていた場合の既存の腐食抑制剤の有効性については評価されていない。	・海水に長期間さらされていた RPV/PCV の腐食に対する長期健全性評価データの取得 ・高温の海水に曝されていた RPV/PCV に対する腐食抑制剤の選定または開発
		・海水成分を含む汚染水処理により発生する二次廃棄物(廃ゼオライト、廃スラッジ、濃縮廃液等)の処理・処分方法、安定的な長期保管方法について未定であること。	・二次廃棄物の安定的な保管・処理・処分技術。	・長期安定保管する上で二次廃棄物の性状分析、水素ガスや発熱などに関する安全性評価、腐食に対する健全性評価がされていない。 ・廃棄体化は原子炉や再処理等から発生する廃棄物に適用される廃棄体評価が参考となるが、性状により新たな評価が必要。	・二次廃棄物の性状分析、安全性評価、腐食に対する健全性評価 ・廃棄体化検討・処分方法検討
			・モニタリング技術。	・既存技術でモニタリング可能。	—
		・作業で発生した放射性廃棄物の扱いが未定であること。	・放射性廃棄物を分類するための性状分析技術。	・既存の分類をもとに整理が可能。 ・性状分析は廃棄物の性状に応じた分析が必要。	・放射性物質の性状に応じた分析技術
			・放射性廃棄物の処理、処分技術。	・廃棄物の形態により新たな扱いが必要となる可能性がある。	・廃棄物の処理・処分方法の検討
		・原子炉圧力容器上蓋を開放する際、二次格納施設(原子炉建屋)が損傷しているため、放射性物質が環境へ拡散する可能性があること。	・原子炉建屋からの放射性物質拡散防止技術。 ・モニタリング技術。	・カバー(又はコンテナ)による原子炉建屋のカバーが適用可能。 ・既存技術でモニタリング可能。	—
		・海水への放射性物質の拡散を長期的に防止する必要があること。	・海水への拡散防止技術。 ・モニタリング技術。	・立坑からの止水、シルトフェンス設置、海水循環型浄化装置の設置運転、遮水壁の設置より拡散防止可能。 ・既存技術でモニタリング可能。	—
Ⅳ 作業安全に対するリスクマネジメント	作業員の被ばく低減	・各作業は高線量、高汚染・多湿環境下での作業であるため、作業員が多量に被ばくすること。	・除染技術。	・Ⅱ①と同様。	・Ⅱ①と同様。
			・遮蔽技術。	・Ⅱ①と同様。	・Ⅱ①と同様。
			・高線量の放射線保護技術 ・高汚染・多湿環境化における内部被ばく保護技術	・高線量下における作業性を考慮した外部被ばくの保護具はなし。 ・高汚染・多湿環境に対応した内部被ばく保護具はなし。	・作業性を考慮した外部被ばく保護具の開発。 ・高汚染・多湿環境に対応した内部被ばく保護具の開発

表 3 中長期的措置における課題と研究開発項目について（5 / 5）

	作業要素	課題	必要な技術またはデータ	既存技術、データの適用性評価	研究開発項目
V 事故進展の 説明	福島事故における炉心溶融進展挙動、PCV内挙動等の説明	・福島事故の炉心溶融進展挙動や PCV 内の挙動については、電源喪失によりプラントデータが不足しており、詳細な挙動について把握されていない。	・海水注入なども考慮した苛酷事故解析コード ・解析コードの高度化に必要なデータ	・既存の解析コード(MAAP, MELCOR, THALES, SAMPSON)による評価により事象進展の概要の把握は可能であるが、さらに詳細を把握するためには解析コードの高度化開発及びこれに伴うデータの取得が必要である。	・苛酷事故解析コードの高度化

表 4 遠隔技術に係る研究開発項目の課題の整理

	作業要素	研究開発項目	操作範囲	遠隔装置開発に係る課題									
			場所	作業内容(○内は例)							機構	制御	
				計測(画像、形状測定、温度、湿度、放射線等)	除染	サンプリング	遮へい設置	穴開け/切断	止水(含む補修)	移動	狭隘/複雑形状空間での位置決め	マンマシンインターフェース	通信
遠隔操作技術の適用	原子炉建屋内の除染作業	遠隔汚染調査装置の開発	原子炉建屋内床面、壁面、天井、機器配管表面、PCV 外表面	○ (画像、放射線)		○ (吸引、ホーリング)	○ (重量物運搬)			○ (段差、高所)	○ 装置の設置位置及び接近必要範囲に応じた、共用遠隔操作ロボットと各種計測・作業を行う作業ツール(エンドエフェクタ)の組合せの概念設計の集約	○ 装置構成の種類に応じて、ある程度の標準化	○ 操作基地からの遠隔通信は共通インフラの導入。建屋内外での無線の管理
		遠隔除染装置の開発			○ (高圧スプレー、はつり)					○ (段差、高所)			
	原子炉建屋、格納容器からの漏えい箇所の調査/格納容器外部からの内部状況調査	漏えい箇所遠隔調査装置の開発	原子炉建屋(水中含む)、PCV 外表面、サブプレッションチェンバ外表面	○(画像、形状計測、温度、放射線、赤外線、音)		○ (吸引)	○ (重量物運搬)	○ (コンクリート床、壁穴開け)		○ (水中、狭隘部)			
		PCV 外部からの PCV 内部遠隔調査装置の開発		○ (放射線、音)						○ (段差、高所)			
	原子炉建屋漏えい箇所止水・格納容器下部補修作業	PCV 遠隔補修装置の開発	原子炉建屋(水中含む)、PCV 外表面	○ (画像、形状計測)			○ (重量物運搬)	○ (コンクリート床、壁穴開け)	○ (グラウト、溶接)	○ (段差、高所)			
	格納容器内部調査・サンプリング	PCV 内遠隔調査装置の開発	原子炉建屋(水中含む) PCV 内部、PCV 外表面	○ (画像、形状計測、温度、湿度、放射線)			○ (重量物運搬)	○ (金属穴開け、切断)	○ (ハウンドリ形成)	○ (水中、狭隘部)			
		遠隔サンプリング装置の開発	原子炉建屋(水中含む) PCV 内部、PCV 外表面	○ (画像、放射線)		○ (吸引、ホートサンプリング、金属片ハンドリング)				○ (水中、狭隘部)			
	格納容器上部補修	PCV 遠隔補修装置	PCV 外表面	○ (画像、形状計測)			○ (重量物運搬)	○ (穴開け)	○ (グラウト、溶接)	○ (段差、高所)			
	炉内調査・サンプリング	炉内遠隔サンプリング装置の開発	原子炉建屋(燃料取替床)、原子炉压力容器内部	○ (画像、形状計測、放射性)		○(吸引、ホートサンプリング、金属片ハンドリング)	○ (重量物運搬)			○ (水中、狭隘部)			
	デブリ取出し	遠隔デブリ取出し装置の開発。	原子炉建屋(燃料取替床)、原子炉压力容器内部	○ (画像、形状計測)		○(吸引、ホートサンプリング、金属片ハンドリング)	○ (重量物運搬)	○ (金属穴開け、切断)		○ (水中、狭隘部)			

表5 中長期措置ロードマップ(1／2)

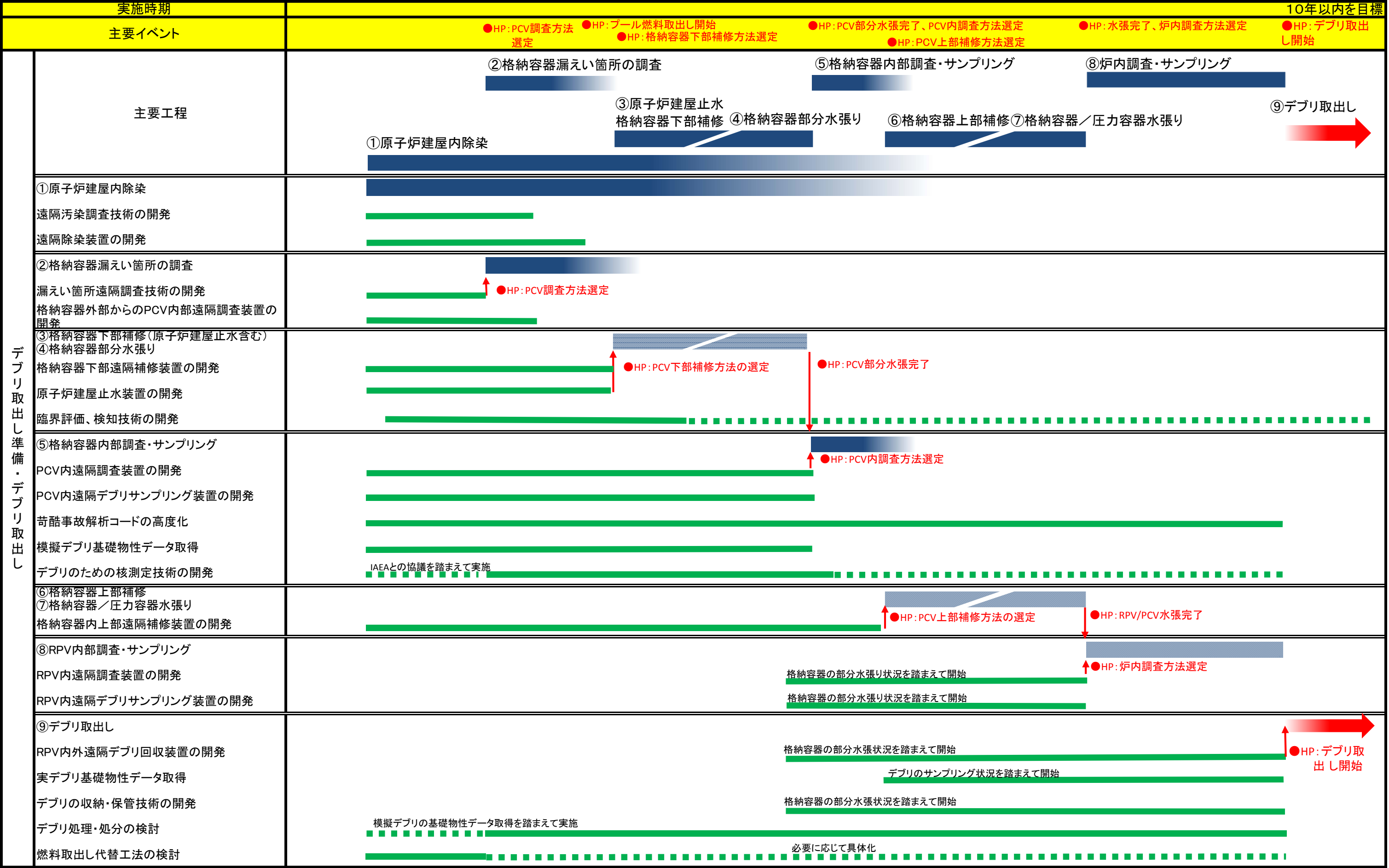


表5 中長期措置ロードマップ(2/2)

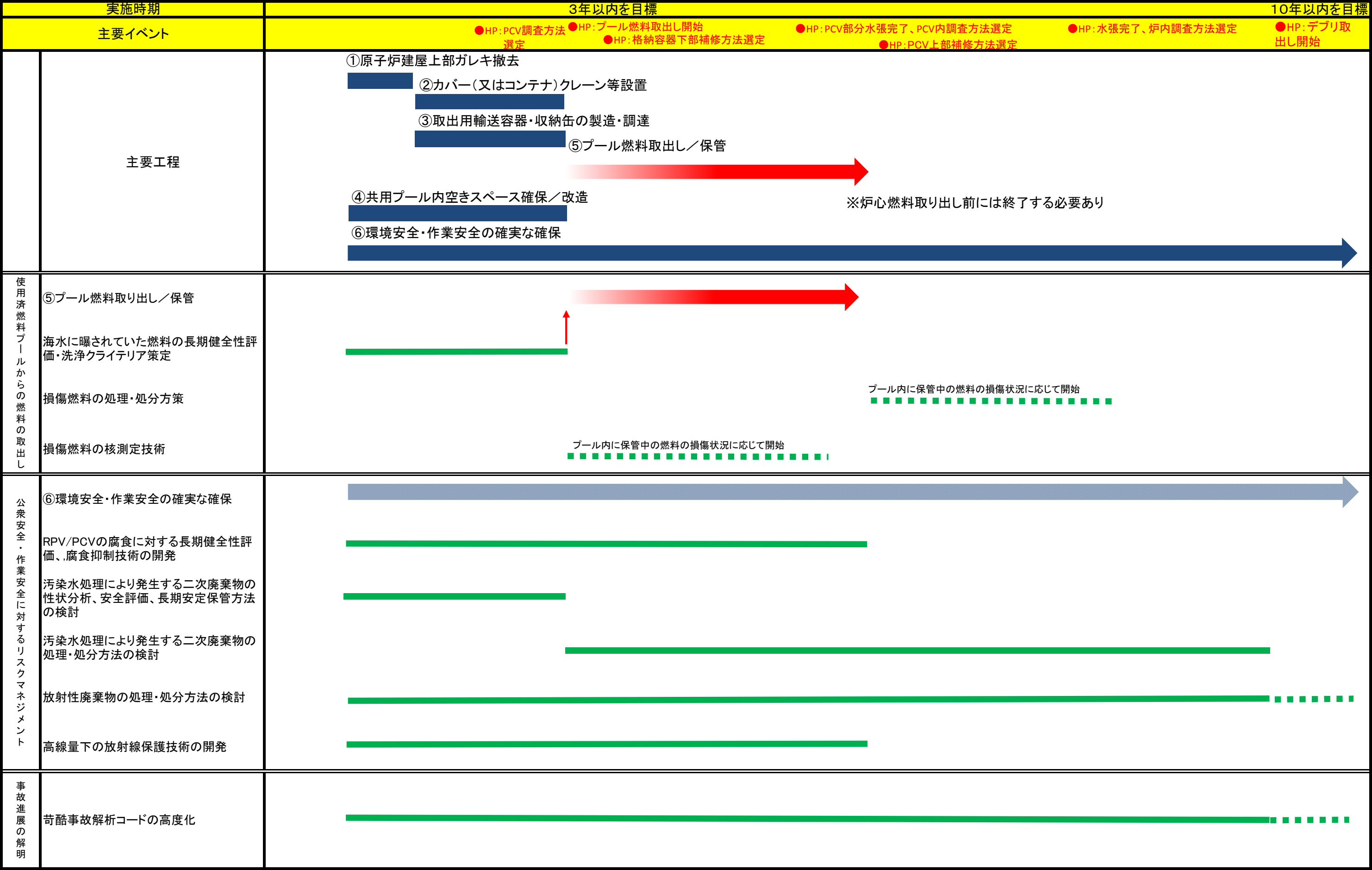
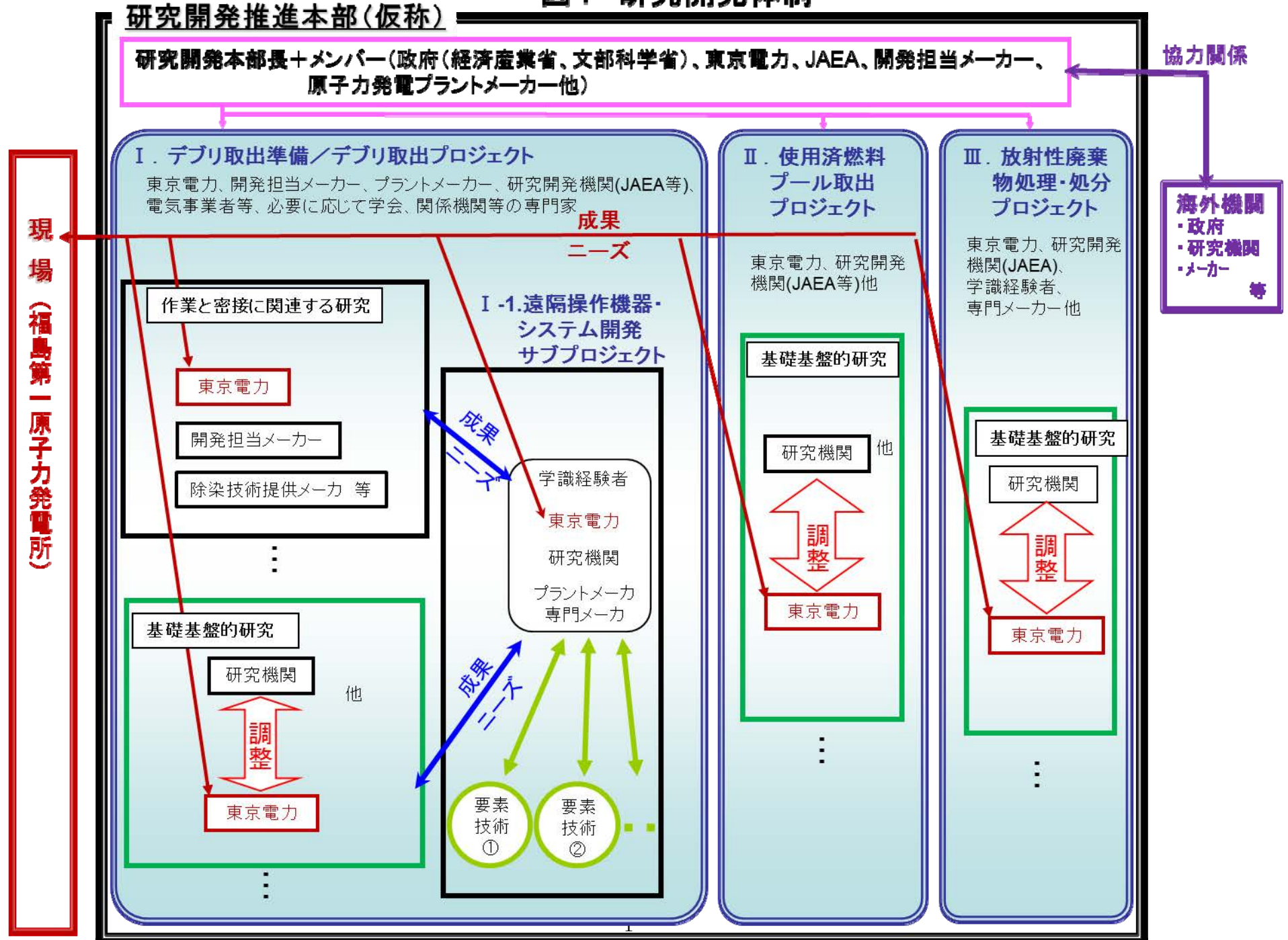


図1 研究開発体制



東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会  
の設置について

平成 23 年 7 月 21 日

原 子 力 委 員 会

1. 目的

本年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた東京電力福島第一原子力発電所事故については、現在、事故を収束させるために、安定した炉心冷却システムを構築し、安全な停止状態を継続できるようにする努力が行われています。

これが達成された後は、使用済燃料を取り出すことに始まり、発生する放射性廃棄物を管理しつつ、廃止措置に終わる取組に着手することが予定されていますが、この取組は、過去の TMI 事故における事例から判断して、相当の長期間を要すると予想されます。国としては、東京電力のこうした取組の着実な進展を促すために、この取組のロードマップとその実現に向けて効果的と考えられる技術開発課題を早急に取りまとめるべきです。これにより、政府、産業界、研究機関等が内外の知見と技術を結集して原子力の安全基盤の強化につながる研究開発をタイムリーに行うことや諸外国との連携・共同研究の開始に向けて準備を行うことが可能になるからです。

そこで、原子力委員会は「東京電力(株)福島第一原子力発電所中長期措置検討専門部会」を設置し、この取組のロードマップを取りまとめ、その実現に向けて分担すべき研究開発や、実現に向け必要となる制度の整備等の取組を関係者に提言していくこととします。

2. 検討内容

- (1) 福島第一原子力発電所における中長期の取組の在り方
- (2) 福島第一原子力発電所における中長期の取組に効果的な技術開発課題
- (3) 福島第一原子力発電所における中長期の取組における国際協力の在り方

3. 構成員

別紙の通りとします。

4. その他

東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会の運営については、原子力委員会専門部会等運営規程を適用します。

以 上

## 東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会 構成員

秋庭 悦子	原子力委員会 委員
浅間 一	東京大学大学院 工学系研究科 教授
井上 正	財団法人電力中央研究所 研究顧問
太田 勝正	名古屋大学 医学部 教授
大庭 三枝	原子力委員会 委員
尾本 彰	原子力委員会 委員
近藤 駿介	原子力委員会 委員長
鈴木 達治郎	原子力委員会 委員長代理
高田 毅士	東京大学大学院 工学系研究科 教授
田中 知	東京大学大学院 工学系研究科 教授
角山 茂章	会津大学 学長
東嶋 和子	ジャーナリスト
豊松 秀己	電気事業連合会 原子力開発対策委員会 委員長 (関西電力株式会社 取締役副社長)
内藤 香	財団法人核物質管理センター 専務理事
野村 茂雄	独立行政法人日本原子力研究開発機構 理事
羽生 正治	一般社団法人日本電機工業会 原子力政策委員会委員長 (株式会社日立製作所 執行役常務)
早瀬 佑一	東京電力株式会社 顧問
松村 一弘	日本原燃株式会社 取締役副社長
部会長* 山名 元	京都大学 原子炉実験所 教授
和気 洋子	慶応義塾大学 商学部 教授

\*：第一回会議で部会長に選任

東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会開催実績

第一回 平成23年8月3日(水)

- 議題(1) 専門部会の運営について
- (2) 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の状況について
- (3) スリーマイル島原子力発電所事故の事例について
- (4) 中長期措置における課題について

第二回 平成23年8月31日(水)

- 議題(1) 中長期措置における技術課題への対応について

第三回 平成23年9月14日(水)

- 議題(1) 中長期措置の実施に係る安全確保の考え方について
- (2) 研究開発と国際協力のあり方について

第四回 平成23年10月4日(火)

- 議題(1) 中長期措置に係る研究開発項目について
- (2) 中長期措置に係る研究開発体制について

第五回 平成23年10月28日(金)

- 議題(1) 中期的な安全確保の考え方について
- (2) 中長期措置に係る研究開発体制について
- (3) 中長期措置に係る研究開発のロードマップについて
- (4) 専門部会報告書(案)について

---

—以下P

第六回

- 議題(1)