

福島第一原子力発電所事故調査 中長期計画の取り組み状況

2025年7月31日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 福島第一原子力発電所（以下、1F）事故の調査・分析は、事故の当事者である当社の責務である。これまでに「社内事故調査報告書」や「原子力安全改革プラン」、「未解明問題検討」において、事故に関する事実関係の整理や原因分析、教訓の抽出等の調査・分析を行い、多くの事項を明らかにし、国会事故調等の指摘事項を含めて、適宜安全対策に反映してきた。二度と同じような事故を起こさないために、**今後も事故の全容解明に資する情報の取得（事故進展の理解深化）や発電用原子炉の更なる安全性向上を目的に**、現場からの情報を取得（事故状況確認）し、活用することで多くの教訓を引き出し、安全対策に反映していく必要がある。
- 他方で、1Fの廃炉作業を着実に進めることも重要である。現場作業に伴って事故の調査・分析に有用な新知見が得られることがあるが、適切にデータが採取されないと現場状況が改変して貴重な情報が失われてしまうおそれがある。事故の調査・分析の項目を整理・共有したうえで、現場作業を進めていく必要がある。
- このような背景から、2021年1月に**当社原子力部門全体で福島第一原子力発電所事故の現場調査・分析に関する協力・連携体制を構築**した。廃炉の工程や事故調査の二ーズを定期的に（毎月）情報交換し、事故の調査・分析の取り組みを進めている。
- 2021年11月、今後の1F事故調査を計画的かつ主体的に進めていくために、1F事故調査の中長期計画を策定・公表した。
- 最新の作業進捗や状況を踏まえて、ここで改訂を行う。

1F事故調査中長期計画は、以下のとおり策定・運用する。

■ 至近(～1年)、短期(～3年)、中期(～10年)、時期未定の**4区分で記載**。

- ✓ 事故調査の実施時期は廃炉作業の進捗等により影響を受けるため、将来のものほど確度が低く、状況次第では延期・中止もありうる。
- ✓ “至近”に計画されているものについては、詳細情報が掲載された「現場作業リスト」に基づき、関係者間の情報共有や対応を行う。

■ エリア毎に事故調査項目を整理して**年表形式で全体の調査計画**を示すとともに、至近に計画されているものについては、**個別スライドにて個々の調査概要を記載**する。

■ 計画策定において重要となる以下の**インプット情報を収集・整理**し、計画に適宜反映。

- ✓ 事故調査に大きく影響する廃炉作業のステップ（関連機器の撤去など）
- ✓ 社内外のニーズ
- ✓ 当社の対外約束事項

■ 重要な調査事項は、関連の廃炉作業の有無に関わらず、**精力的に現場調査を計画**。

■ **廃炉作業の進捗に応じて改訂（年1回、最新状況を反映）**。(合わせて公表実績等の活動成果を集約)

■ なお、本資料にあげた現場調査以外でも、廃炉作業の中で有用な情報が得られる可能性がある。

■ これまでの取り組み（詳細な取り組み状況は、資料3を参照）

- 2024年度に予定していた調査計画については、目的に応じた結果を得ている状況。なお、一部の計画については現在も継続して実施中。
 - ✓ 1,2号機排気筒下部撤去（1,2号機SGTS配管撤去）：**継続実施中**
 - ✓ 1-3号機事故時の滞留ガスに関わる検討・調査：**継続実施中**
 - ✓ 1号機原子炉格納容器内部調査（気中調査）：**継続実施中**
 - ✓ 2号機試験的取り出し・内部調査：**継続実施中**
 - ✓ 3/4号機排気筒調査：**継続実施中**
 - ✓ 3号機原子炉建屋上部階調査：**完了**

■ 今後の取り組み（詳細な取り組み状況は、資料3を参照）

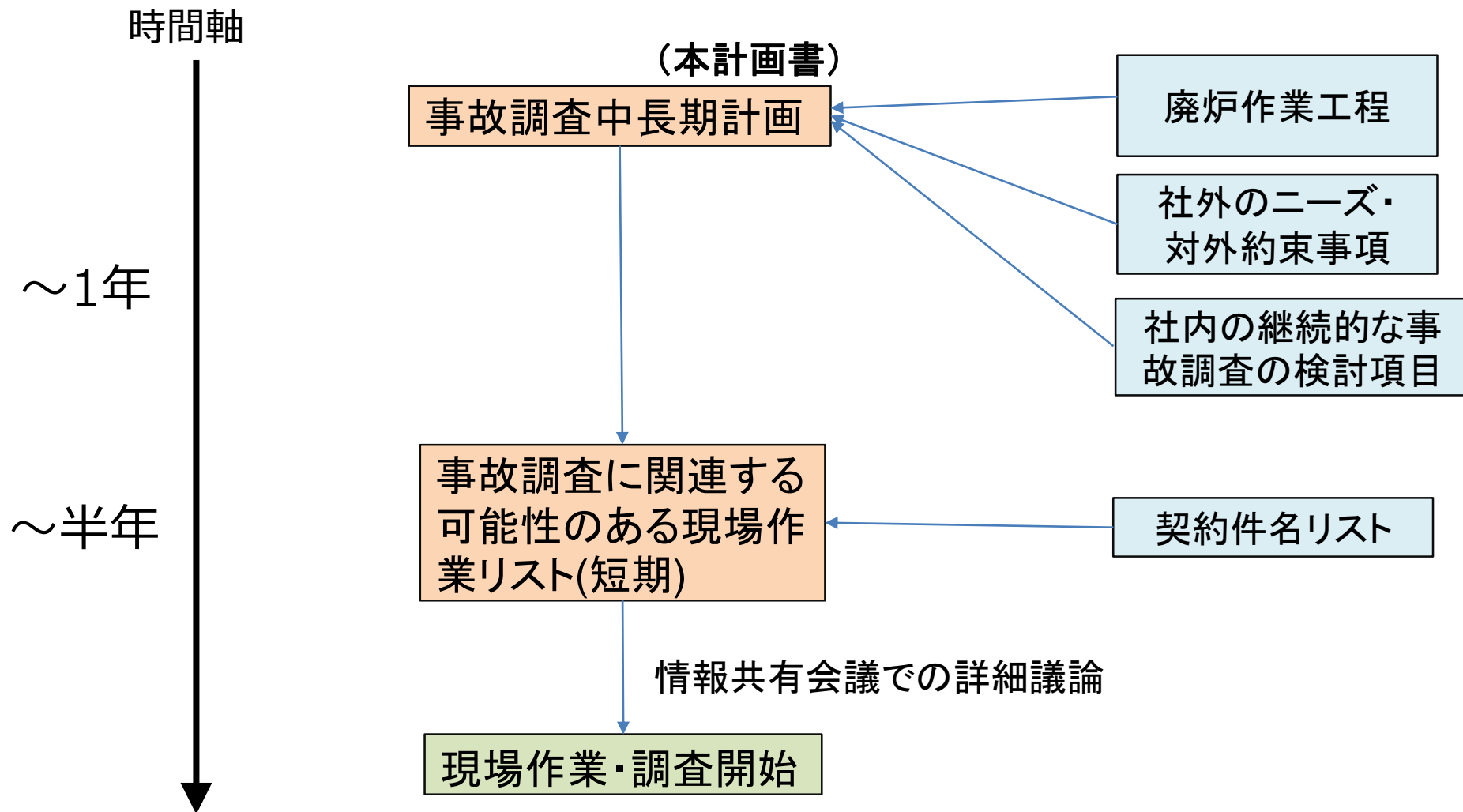
- 2025年度は、現在継続実施をしている調査に加え、以下の調査を計画。
 - ✓ 2号機原子炉压力容器内部調査
 - ✓ 3号機原子炉格納容器内部調査

- 2025年3月に見直しを行った「廃炉中長期実行プラン2025」を調査計画に反映。（資料2を参照）

■ 得られた知見の運転炉への反映

- 水素挙動の不確かさを踏まえ、更なるリスク低減を図るための原子炉建屋水素防護対策について、ATENAと協働しアクションプラン作成し、産業界として対策を検討。原子炉建屋下層階の水素滞留に備えた対応として常用換気空調系を活用できるよう手順書を整備済。また、自主的な追加対策として、局所エリア（機器ハッチ室等）の扉を開放する手順を整備済（柏崎刈羽7号2024年2月、6号2024年11月）（資料4-p51参照）
- 原子炉建屋下層階の水素滞留の可能性のある箇所として天井窪み部を選定し、解析にて水素が滞留せず移行することを確認(資料4-p52参照)
- 1号機原子炉補機冷却系の汚染に係る知見の反映として、格納容器隔離弁の動作確認に係る手順書の改善を実施済。（柏崎刈羽7号2024年2月、6号2024年11月）（資料4-p55参照）
- SA環境において、3号機の自動減圧系のようにインターロック誤動作しないことは確認済であるが、更なる安全性向上のために設計上想定しているSA環境を超える状況において、インターロックが誤動作し原子炉注水等の重要な機能に影響がでないことを現在確認中
- 3号機RHR配管の滞留ガスに関しては、アクシデントマネージメントの手引きに使用後の系統のベント操作を行う場合の水素滞留のリスクについて追記。
- 1号機ペDESTALのコンクリートの喪失事象に関しては、実施済みの安全対策によりペDESTALへの溶融炉心の落下防止及び落下した溶融炉心の冷却に効果が期待できるが、事象の発生メカニズムが未解明であることから、今後新たな知見が得られた場合は安全対策への反映の要否を検討する。
- 今後とも現場状況を注視し、得られた新たな知見を踏まえて設備設計、操作手順等への反映の要否や必要に応じた内容の検討を行う。

【参考】事故の調査・分析の進め方



✓ 現状は「**現場で取れる情報**」ベースで事故調査が行われているが、今後は事故調査中長期計画を整備して、「**事故調査で欲しい情報**」ベースでの現場調査を目指す

重要なインプット情報①

○事故調査に大きく影響する廃炉作業のステップ(1/2)

| No. | 廃炉作業内容 | 開始予定時期 | 対象エリア |
|-----|--------------------------------|-------------|-------------------|
| 1 | 1号機原子炉格納容器内部調査（気中調査） | 継続 （実施中） | PCV 全般 |
| 2 | 1号機 建屋内外環境改善 （線量低減／干渉物撤去 等） | 継続 （実施中） | R/B 建屋全般 屋外 |
| 3 | 1号機ガレキ撤去 （FHM, 天井クレーン含む） | 継続 | R/B オペフロ |
| 4 | 1号機オペフロ除染・遮へい | 短期 | R/B オペフロ |
| 5 | 2号機 建屋内環境改善 （線量低減／干渉物撤去 等） | 短期 | R/B 建屋全般 |
| 6 | 2号機試験的取り出し・内部調査 | 継続 （実施中） | PCV デブリ PCV 全般 |
| 7 | 2号機燃料デブリの性状分析 （試験的取り出し時） | 継続 （実施中） | PCV デブリ |

重要なインプット情報①

○事故調査に大きく影響する廃炉作業のステップ(2/2)

| No. | 廃炉作業内容 | 開始予定時期 | 対象エリア |
|-----|--|-------------|----------------|
| 8 | 2号機燃料デブリ取り出し (段階的な取り出し規模拡大) | 中期 | PCV デブリ |
| 9 | 2号機燃料デブリ性状分析 (段階的な取り出し規模拡大) | 中期 | PCV デブリ |
| 10 | 2号機原子炉圧力容器内部調査 | 至近 | RPV デブリ |
| 11 | 3号機 建屋内外環境改善 (線量低減/干渉物撤去 等) | 継続 (実施中) | R/B 建屋全般 屋外 |
| 12 | 3号機PCV内部調査 | 短期 | PCV 全般 |
| 13 | 1/2号機排気筒下部撤去 | 短期 | 屋外 |
| 14 | 3/4号機排気筒撤去 | 短期 | 屋外 |
| 15 | 1/2/3号機事故時の滞留ガスに関わる検討・調査 (3号機 RHR配管で確認した滞留ガスに関わる対応) | 継続 (実施中) | PCV R/B |

重要なインプット情報②

○社内外のニーズ(1/2)

| No. | 機関 | 現場調査事項 | 実施時期 | 対象エリア |
|-----|--------|---------------------------------------|------|-----------------|
| 1 | 原子力規制庁 | 1/2号機SGTSフィルタトレインの汚染状況調査 | 未定 | R/B 個別機器 ・系統 |
| | | 不活性ガス系の汚染状況調査 | 未定 | |
| 2 | 〃 | SGTS、排気筒等の線量率測定 | 至近 | R/B 個別機器 ・系統 |
| 3 | 〃 | 原子炉建屋内空調ダクト等の汚染分布調査 | (未定) | R/B 建屋全般 |
| 4 | 〃 | 1～3号機シールドプラグ裏面、原子炉ウェル等の汚染状況調査（追加汚染調査） | 短期 | R/B オペフロ |
| 5 | 〃 | 3Dレーザスキャナによる損傷状況調査 | 短期 | R/B 建屋全般 |
| | | | 短期 | |
| 6 | 〃 | 原子炉建屋内の汚染状況調査 | 適宜 | R/B 建屋全般 |
| 7 | 〃 | シールドプラグの形状変形調査 | (未定) | R/B オペフロ |
| 8 | 原子力規制庁 | 1号機RCW熱交換器B系における系統水の分析 | 短期 | R/B 個別機器 ・系統 |

重要なインプット情報②

○社内外のニーズ(2/2)

| No. | 機関 | 現場調査事項 | 実施時期 | 対象エリア |
|-----|----|--|------|-----------------|
| 9 | 社内 | 1号機原子炉建屋2階現場原子炉圧力計の健全性調査 | (未定) | R/B 個別機器 ・系統 |
| 10 | 〃 | 1～3号機 SRV状態確認 | (未定) | R/B 個別機器 ・系統 |
| 11 | 〃 | 1号機タービン建屋地下階の調査 (循環水系、補機冷却系、D/G 冷却系配管などの地震動による損傷の有無は確認) | (未定) | T/B |
| 12 | 〃 | RPVフランジからの漏えいの可能性 | (未定) | PCV RPV本体 |

重要なインプット情報③

○当社の対外約束事項(1/1)

| No. | 相手/場面 | 現場調査事項 | 実施時期 | 対象エリア |
|-----|--------------------------------|--|------|-----------------|
| 1 | 第20回事故分析 検討会 (2020/5/18) | 廃炉作業の進捗に応じ、現場調査等で得られた情報をもとに、水素漏えいの排出経路に関する情報として整理をする等、今後も継続的に知見を拡充 | (未定) | R/B 建屋全般 |
| 2 | 第26回事故分析 検討会 (2021/12/3) | ベントガスの流入経路やメカニズムの拡充に資する可能性のある現場調査としては、以下の項目があるが実現性も含め検討する。 | | |
| | | ・1/2号機排気筒付根付近の高線量箇所における線量 | 中期 | R/B 個別機器 ・系統 |
| | | ・原子炉建屋空調の写真/動画、線量情報 | (未定) | |
| 3 | 第42回事故分析 検討会 (2024/2/16) | 「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H24年5月東京電力株式会社 P11」にて示されている放出量評価について最新の知見を踏まえ見直しを実施すること。 | 短期 | — |
| 4 | 第44回事故分析 検討会 (2024/3/29) | 1号機PCV内部調査（気中調査）におけるドローン調査は今後も継続すること | 継続 | 1号機PCV内 |

※ 事故分析検討会：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
 連絡・調整会議：福島第一原子力発電所廃炉・事故調査に係る連絡・調整会議

【参考】事故調査関連の社外公表実績(過去1年)

| No. | 日付 | 公表場所(会議名等)※ | 件名 | 対象エリア |
|-----|--|---|--|-----------------|
| 1 | 2024.11.14 2025.3.28 | 事故分析検討会(第48回) 事故分析検討会(第50回) | ・1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について | 屋外 |
| 2 | 2024.8.29 2024.10.31 2025.1.30 2025.2.27 2025.3.28 | チーム会合(第129回) チーム会合(第131回) チーム会合(第134回) チーム会合(第135回) 事故分析検討会(第50回) | ・1号機PCV内部調査について | R/B PCV |
| 3 | 2024.7.25 2025.4.16 | チーム会合(第128回) 連絡・調整会議(第14回) | ・1F事故調査の中長期計画について | その他 |
| 4 | 2024.6.27 2024.9.26 2025.1.30 2025.1.31 2025.3.27 | チーム会合(第127回) チーム会合(第130回) チーム会合(第134回) 事故分析検討会(第49回) チーム会合(第136回) | ・1号機RCW熱交換機入口ヘッダ配管で確認された滞留ガスの対応について (内包水サンプリング含む) | R/B 個別機器 ・系統 |
| 5 | 2024.6.27 | チーム会合(第127回) | ・3/4号機排気筒調査 | 屋外 |

※ 会議名の正式名称

・チーム会合：廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合事務局会議 ・監視・評価検討会：特定原子力施設監視・評価検討会

・事故分析検討会：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 ・連絡・調整会議：福島第一原子力発電所廃炉・事故調査に係る連絡・調整会議

【参考】事故調査関連の社外公表実績(過去1年)

| No. | 日付 | 公表場所(会議名等)※ | 件名 | 対象エリア |
|-----------|--------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| 6 | 2024.6.27 | チーム会合(第127回) | ・2号機試験的取り出し・内部調査 | R/B PCV |
| | 2024.7.25 | チーム会合(第128回) | | |
| | 2024.8.29 | チーム会合(第129回) | | |
| | 2024.9.26 | チーム会合(第130回) | | |
| | 2024.10.28 | 監視・評価検討会(第114回) | | |
| | 2024.10.31 | チーム会合(第131回) | | |
| | 2024.11.14 | 事故分析検討会(第48回) | | |
| | 2024.11.28 | チーム会合(第132回) | | |
| | 2024.12.16 | 監視・評価検討会(第115回) | | |
| | 2024.12.26 | チーム会合(第133回) | | |
| | 2025.1.30 | チーム会合(第134回) | | |
| | 2025.2.27 | チーム会合(第135回) | | |
| | 2025.3.27 | チーム会合(第136回) | | |
| | 2025.3.28 | 事故分析検討会(第50回) | | |
| 2025.4.24 | チーム会合(第137回) | | | |
| 7 | 2025.4.24 | チーム会合(第137回) | ・3号機S/C内滞留ガスのパージ作業について | R/B 個別機器 ・系統 |
| 8 | 2024.6.27 | チーム会合(第127回) | ・1号機PCV内部調査(気中調査)について | R/B PCV |
| 9 | 2024.6.27 | チーム会合(第127回) | ・3号機原子炉建屋上部階調査 | R/B 建屋全般 |
| | 2024.7.22 | 事故分析検討会(第47回) | | |
| 10 | 2024.8.29 | チーム会合(第129回) | ・3号機PCV内部調査について | R/B PCV |

※ 会議名の正式名称

- ・チーム会合：廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合事務局会議
- ・監視・評価検討会：特定原子力施設監視・評価検討会
- ・事故分析検討会：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
- ・連絡・調整会議：福島第一原子力発電所廃炉・事故調査に係る連絡・調整会議

【参考】事故調査関連の学会等発表実績(過去1年)

| No. | 日付 | 公表場所(会議名等) | 件名 | 対象エリア |
|-----|--------------|--|---|---------------------------------------|
| 1 | 2024.4.9 | 令和6年第11回原子力委員会定例会議 | 福島第一原子力発電所事故時の各号機の事故進展と原子炉・格納容器・燃料デブリの状態について | R/B 建屋全般 R/B 個別機器・系統 PCV RPV |
| 2 | 2024.7.17 | 日本学術会議 総合工学委員会 原子力安全に関する分科会 原発事故の環境影響に関する検討小委員会 第26期・第2回 | 放射性物質の移動経路、線量とPCV圧力 | PCV RPV その他 |
| 3 | 2024.8.7 | ICONE 31 | Fukushima Daiichi Decommissioning: 13 years on since the accident | PCV |
| 4 | 2024.8.25-28 | NUTHOS 14 | Examination of the reason why hydrogen explosion did not occur at Fukushima Daiichi NPP Unit-2 (1F2) | R/B 建屋全般 |
| 5 | 2024.8.25-28 | NUTHOS 14 | Interpretation from sample analysis results obtained in Fukushima Daiichi NPS to accident progression | その他 |
| 6 | 2024.9.2 | 原子力学会 原子力安全部会 夏季セミナー | 1～3号機の原子炉圧力容器内/格納容器内の状態推定 | PCV RPV |
| 7 | 2024.9.11-13 | 原子力学会 2024年秋の大会 | 2011年3月12日10:20頃の正門付近における線量率上昇要因の検討 | その他 |
| 8 | 2024.9.11-13 | 原子力学会 2024年秋の大会 | GOTHICによる福島第一原子力発電所2号機炉心損傷前後のD/W内FP移行解析 | PCV |

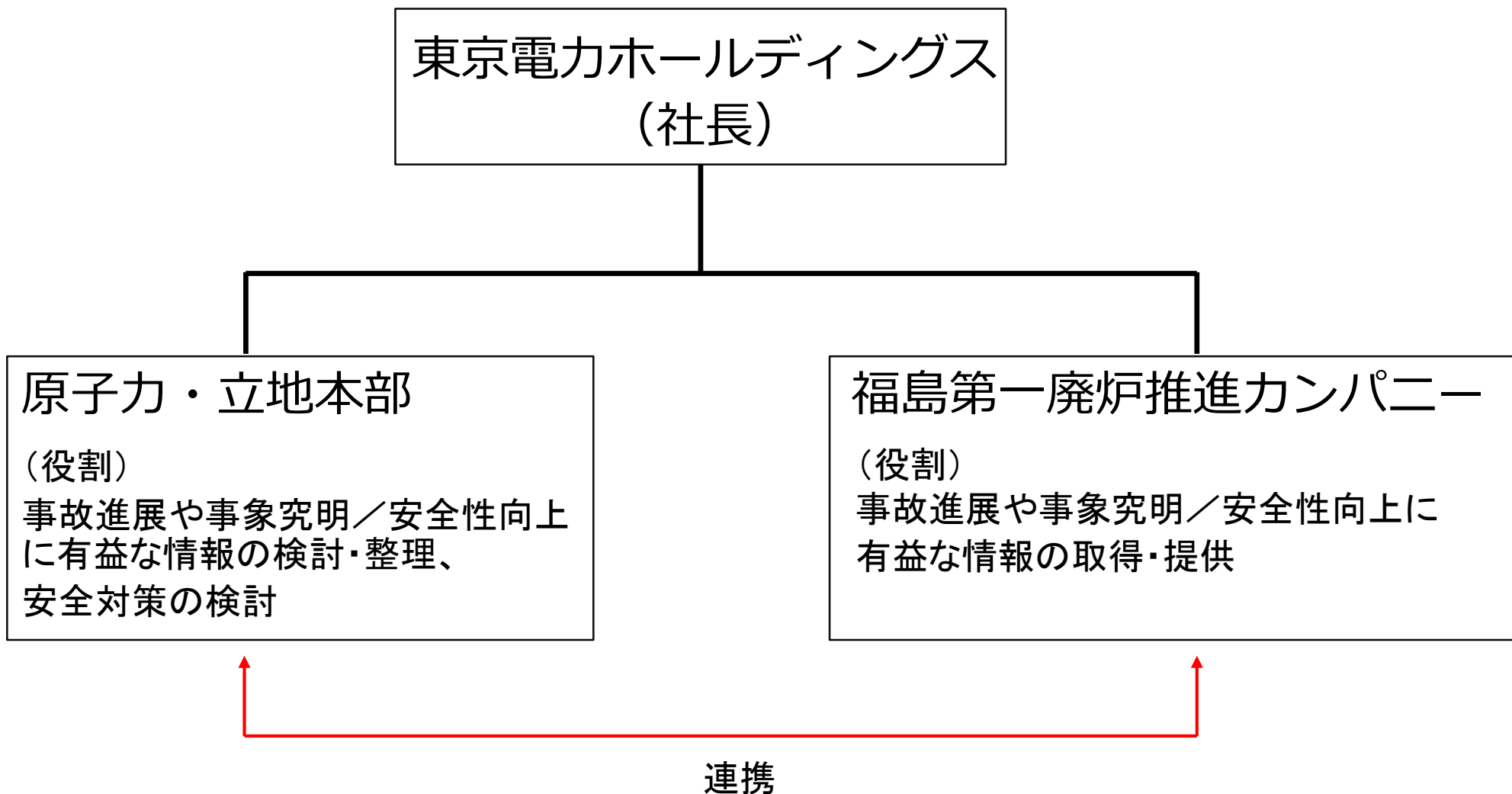
【参考】事故調査関連の学会等発表実績(過去1年)

| No. | 日付 | 公表場所(会議名等) | 件名 | 対象エリア |
|-----|--------------|--|--|-------|
| 9 | 2024.9.11-13 | 原子力学会 2024年秋の大会 | 福島第一原子力発電所 1号機 原子炉格納容器内部調査 (1)ドローンによる映像取得 | PCV |
| 10 | 2024.9.11-13 | 原子力学会 2024年秋の大会 | 福島第一原子力発電所 1号機 原子炉格納容器内部調査 (2)映像処理 | PCV |
| 11 | 2024.9.11-13 | 原子力学会 2024年秋の大会 | ドローンを活用した1号機PCV内部調査について | その他 |
| 12 | 2024.9.11-13 | 原子力学会 2024年秋の大会 | 原子炉格納容器内のケーブル等有機物から発生する可燃性ガスの評価 (その3) | その他 |
| 13 | 2024.9.14 | 福島第一原子力発電所の廃炉に関する技術戦略ワークショップ | PCV内部調査の進捗と結果 | PCV |
| 14 | 2024.9.19-20 | Reactor Safety Technology Expert Panel Forensics Meeting | Status of Efforts to Lower Unit1 Reactor Containment Vessel (PCV) Water Level (Lowering the water level toward hold point No. 4) | PCV |
| 15 | 2024.9.19-20 | Reactor Safety Technology Expert Panel Forensics Meeting | Analysis for deposit in X 6 penetration of Unit 2 | PCV |
| 16 | 2024.9.19-20 | Reactor Safety Technology Expert Panel Forensics Meeting | Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident Analysis Considering the Thermal Stratification and Containment Leakage | PCV |

【参考】事故調査関連の学会等発表実績(過去1年)

| No. | 日付 | 公表場所(会議名等) | 件名 | 対象エリア |
|-----|---------------|--|--|---------------------------------------|
| 17 | 2024.9.19-20 | Reactor Safety Technology Expert Panel Forensics Meeting | Update of Mid-and-Long-Term Plan for the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident Investigation 2024 | R/B 建屋全般 |
| 18 | 2024.9.23-25 | OECD/NEA FACE Project | Unit 1 drone investigation | PCV |
| 19 | 2024.9.23-25 | OECD/NEA FACE Project | Status of Efforts to Lower Unit1 Reactor Containment Vessel (PCV) Water Level (Lowering the water level toward hold point No. 4) | PCV |
| 20 | 2024.9.23-25 | OECD/NEA FACE Project | Analysis for deposit in X 6 penetration of Unit 2 | PCV |
| 21 | 2024.9.23-25 | OECD/NEA FACE Project | Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident Analysis Considering the Thermal Stratification and Containment Leakage | PCV |
| 22 | 2024.9.26-27 | OECD/NEA FRAME Workshop | Insights from Fukushima Daiichi accident - NEA Projects Contributions - | R/B 建屋全般 R/B 個別機器・系統 PCV RPV |
| 23 | 2024.10.10-13 | FDR2024 | Inference of Steam and Hydrogen Release Scenario for Fukushima Daiichi NPP Unit-3 based on Measured Pressure Histories using GOTHIC v8.4 | PCV |
| 24 | 2024.12.19 | 原子力学会 熱流動部会 「原子炉過酷事故に対する機構論的解析技術」研究専門委員会 | 福島第一原子力発電所の原子炉・格納容器の状況把握と廃炉の現状 | PCV RPV |

【参考】1F事故の調査・分析に係る活動体制



資料 1

1F事故調査中長期計画 調査項目一覧

原子炉建屋-1

<凡例>

●取得する情報

● Forensics No. (原子力安全性向上に資する情報として、米国エネルギー省等の海外機関から情報取得を提案されているもの)

● TEPCO No. (事故進展の理解を深める情報として、当社が調査項目に追加したもの)

● 調査を実施し、情報を取得済

〔調査の分類〕 (廃炉作業との関連や調査計画の有無による分類) ※

➢ 情報の利用価値

- 1,3号機の損傷した壁面・構造材の写真/動画 (RB-3a, 3b)〔調査の分類〕 ②①④④'
- 原子炉建屋爆発の形態の解明

- 2号機コンクリートサンプルの核種分析 (RB-7)〔調査の分類〕 ①②
- 放射性物質の建屋残留メカニズムの解明、解析モデルの高度化

- 2号機の壁面 (BOP等)・機器の写真/動画 (RB-4)〔調査の分類〕 ①②④④'
- 水素発生や減圧挙動の原因究明

- 4号機の損傷した壁面・構造材の写真/動画 (RB-3c)〔調査の分類〕 ①
- 原子炉建屋爆発の形態の解明

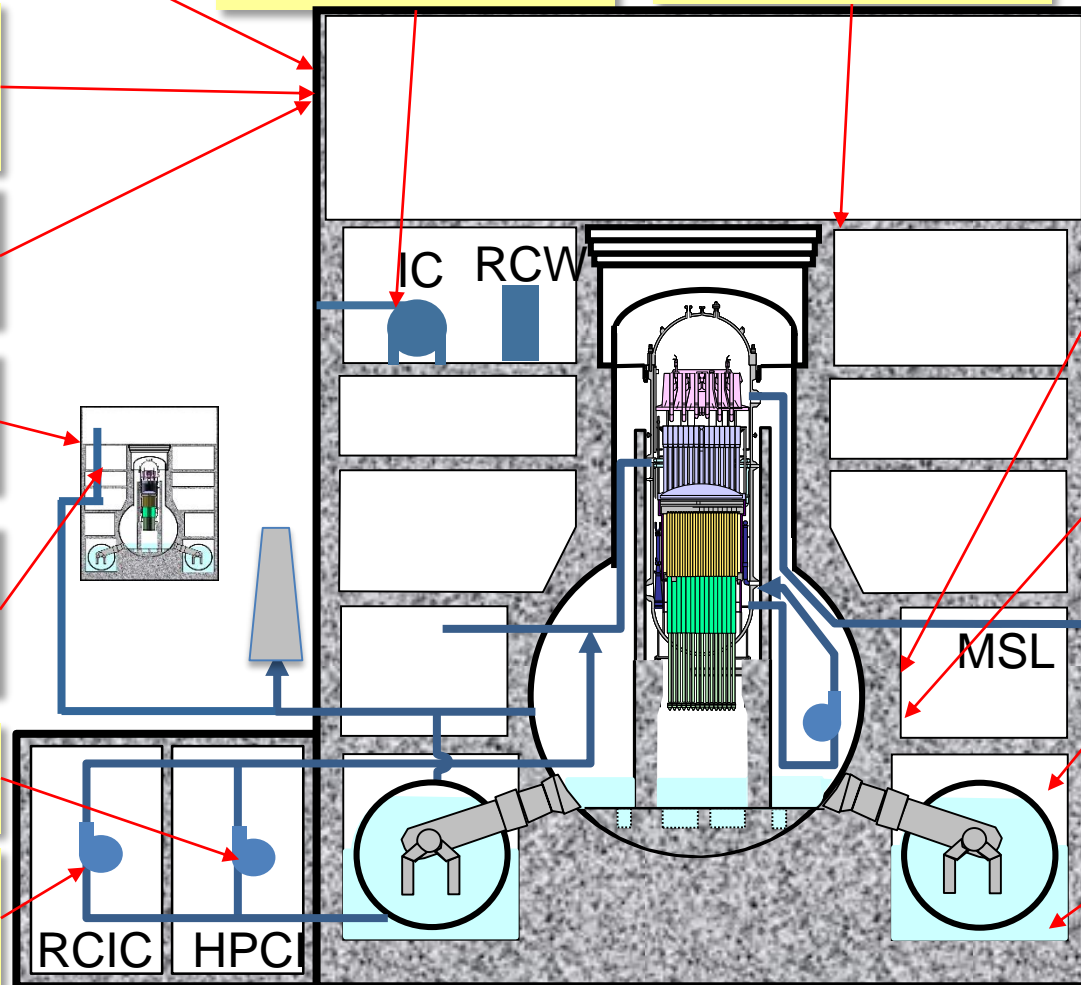
- 4号機空調ダクトサンプルの放射線核種分析 (RB-6)〔調査の分類〕 ①④'
- 4号機原子炉建屋の爆発要因 (水素起源)の解明

- HPCI系の写真/動画 (RB-2)〔調査の分類〕 ④
- 事故時のHPCI作動状況の解明

- RCIC系の写真/動画 (RB-1)〔調査の分類〕 ④
- 事故時のRCIC作動状況や、2号機RCICの停止理由の解明

- 地震の影響を受ける可能性のある場所の写真/動画 (RB-8)〔調査の分類〕 ①②④'
- 地震による構築物、機器等への影響の解明

- 建屋内で採取した試料の核種分析 (RB-5)〔調査の分類〕 ①②④'
- 漏えい経路の特定、線量評価コードのベンチマーク



※調査の分類

| | 廃炉作業上必ず調査 | 直近の計画有り | 拡張して調査 | 長期の計画有り |
|----|------------|---------|--------|---------|
| ① | ○ | ○ | - | - |
| ② | ○ | ○ | ○ | - |
| ③ | × | × | - | × |
| ④ | ○ | × | ○ | ○ |
| ④' | ④から①又は②に変更 | | | |

- D/Wコンクリートの放射性核種分析 (RB-9a)〔調査の分類〕 ④
- FPの格納容器からの漏えい量や漏えい箇所の解明、水素漏えい箇所の解明

- メカニカルシール、ハッチ、電気ベネの写真/動画。線量調査 (RB-9b)〔調査の分類〕 ②①④'
- FPの格納容器からの漏えい量や漏えい箇所の解明、水素漏えい箇所の解明

- 1号機の真空破壊弁、1, 2, 3号機のPCV漏えい箇所 (RB-10)〔調査の分類〕 ①④
- FP、水素の漏えい経路の解明

- 1~3号機の建屋滞留水の分析 (TRB-1)〔調査の分類〕 ①④
- FPの移行経路に関する理解深化

原子炉建屋-2

●1~4号機AC系配管の汚染や錆にかかる調査、線量や写真/動画 (TRB-6)
 [調査の分類] ④④'
 ▶ ベントに伴うFPのふるまい、原子炉建屋への影響に関する理解深化

●2号機耐圧強化ベントラインにおけるラプチャーディスクの破裂有無にかかる調査、写真/動画 (TRB-3)
 [調査の分類] ④'
 ▶ ベントの成否、ベントに伴うFPのふるまいに関する理解深化

●4号機SGTSフィルタの放射性核種分析 (TRB-4)
 [調査の分類] ④'
 ▶ 4号機原子炉建屋の爆発要因 (水素起源) の解明、ベントに伴うFPのふるまいに関する理解深化

●1,2号機排気筒付け根付近、SGTS配管の高線量箇所における線量・放射性核種分析 (TRB-7)
 [調査の分類] ②
 ▶ ベントに伴うFPのふるまいに関する理解深化

●2号機RCIC室上部の壁面における放射性核種分析、写真/動画 (TRB-2)
 [調査の分類] ④
 ▶ FPの漏えい経路の解明

●2号機S/C液相漏えい箇所にかかる調査 (RCIC室等) (TRB-5)
 [調査の分類] ④
 ▶ PCV漏えい箇所の特定

●水素ガス滞留システムから採取されたガスの分析 (TRB-11)
 [調査の分類] ①
 ▶ 事故時に発生するガスのふるまいに関する理解深化

●耐圧強化ベント経路、SGTS、関連する原子建屋空調の写真/動画。線量情報 (RB-11)
 [調査の分類] ①④④'
 ▶ 高温・高放射線環境化におけるシール性能の評価

●海水系配管の健全性に係る情報
 ・機械的な健全性の確認のための外観写真 (TRB-10)
 [調査の分類] ④
 ▶ 建屋や系統への海水流入に対する海水系統の影響確認

●1号機RCWサージタンクの調査、水位や線量の測定 (RB-15)
 [調査の分類] ②④'
 ▶ 1号機の事故進展にRCW系統がもたらした影響の解明

<凡例>
 ●取得する情報
 ■ Forensics No.
 ■ TEPCO No.
 ■ 取得済
 [調査の分類] ※ (P19参照)
 ▶ 情報の利用価値

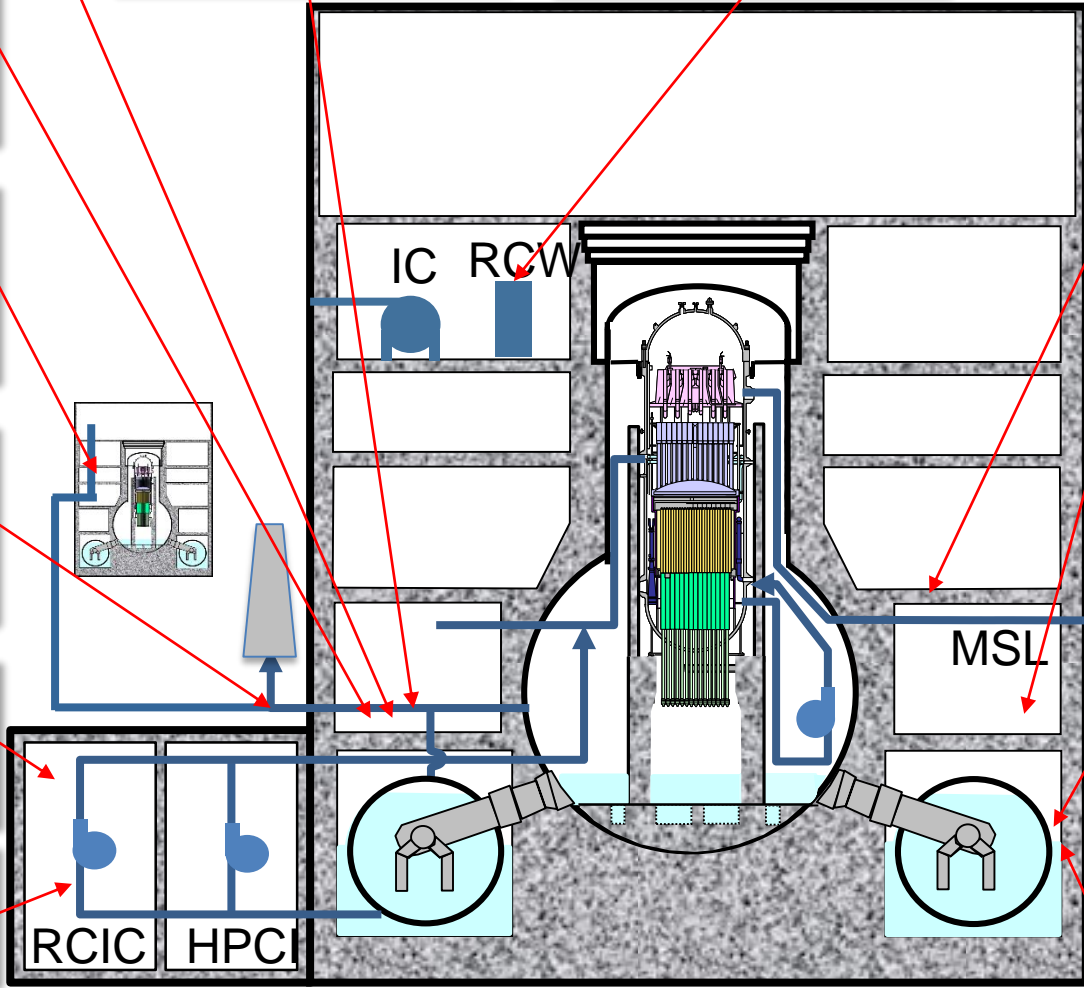
●計器の健全性に係る情報
 ・機械的な健全性の確認のための外観写真
 ・電気的な点検結果 (発災以降の点検記録含む)
 (TRB-9)
 [調査の分類] ①④
 ▶ 事故時のRPV圧力/PCV圧力/RPV水位挙動の理解深化

●PCV外主蒸気配管の写真/動画 (RB-13)
 [調査の分類] ④①
 ▶ PCV破損モードの特定

●原子炉建屋で採取した高線量の堆積物や粉じんの化学分析 (RB-14)
 [調査の分類] ②④①
 ▶ MCCI起因の生成物発見に伴うデブリ位置推定への貢献

●原子炉建屋内の漏えい箇所近傍の写真/動画 (RB-12)
 [調査の分類] ①
 ▶ 原子炉建屋からタービン建屋への漏えいの原因究明 (2号機はPCV漏えい箇所の究明)

●2号機トーラス室の浸水痕 (TRB-8)
 [調査の分類] ④
 ▶ 2号機PCV圧力挙動の理解深化



原子炉格納容器-1

<凡例>

- 取得する情報
- : Forensics No.
- : TEPCO No.
- : 取得済
- 〔調査の分類〕 ※ (P19参照)
- 情報の利用価値

- ICの放射性核種調査/サンプリング、写真/動画 (PC-2)
- 〔調査の分類〕 ①④③
- 地震の影響評価、弁の最終位置の評価、水素輸送にかかる知見の収集

- PCVヘッドフランジの締め付け状態、トルク、ボルト長の記録。PCVヘッドフランジシール部の写真/動画 (PC-1)
- 〔調査の分類〕 ①④
- PCVヘッドフランジの持ち上がり方、ピーク温度、高温に伴う劣化にかかる調査・解明

- RPV外センサーとセンサー支持構造物の試験と健全性評価 (PC-8)
- 〔調査の分類〕 ①②③
- RPV減圧経路の特定、RPV圧力B系の故障原因の解明

- RPV底部、構造物、RPV底部貫通部の写真/動画 (PC-3e)
- 〔調査の分類〕 ①②
- RPV底部周辺の損傷、コリウムの引っ掛かり具合にかかるコード評価、モデル改良

- RPV外調査とRPV内センサー、センサー支持構造物の健全性評価 (RPV底部、2号TIP、SLC) (PC-7)
- 〔調査の分類〕 ①②③
- RPV減圧経路の特定、RPV圧力B系の故障原因の解明

- PCV塗装の写真/動画 (D/W、S/Cの両方が対象) (PC-9)
- 〔調査の分類〕 ①②③④
- 塗装への影響の解明

- MSLや、ADSラインからSRVテールパイプまでのライン、計装ラインの写真/動画 (PC-5)
- 〔調査の分類〕 1号機③、2,3号機のMSL② (ADS・SRV③)
- RPV損傷モードの調査

- 放射性核種調査、ペDESTAL内外の壁と床の写真/動画、サンプリング (PC-3c)
- 〔調査の分類〕 ①②④
- RPV破損箇所、RPV外燃料デブリの形態や組成、MCCIの推定にかかるコード評価のベンチマーク

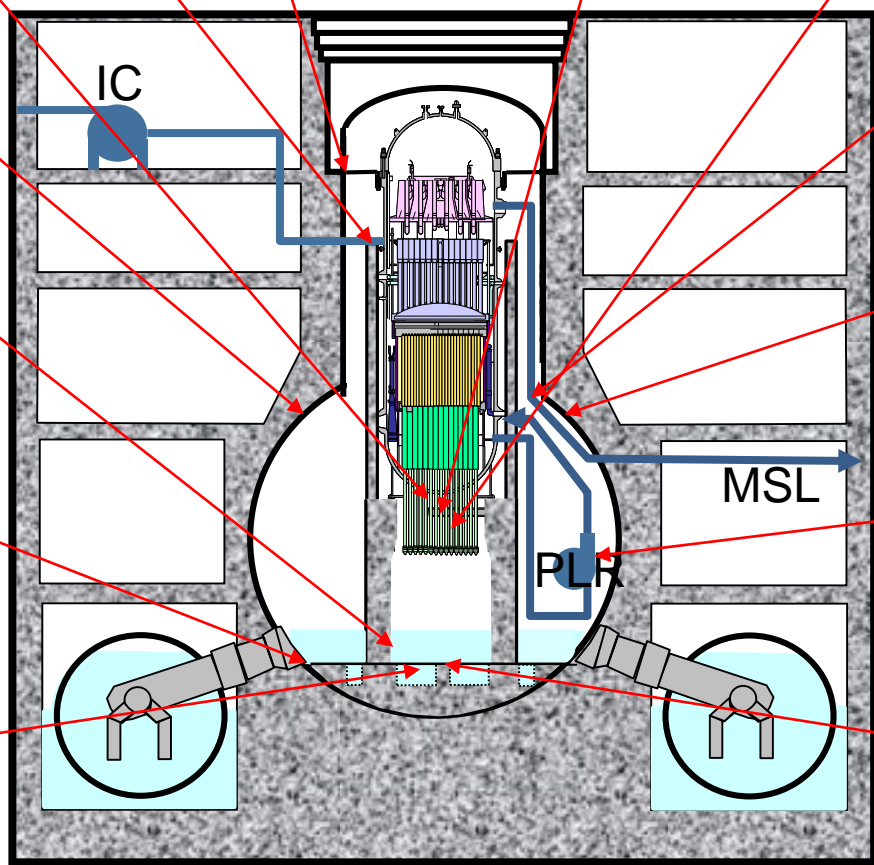
- SRVとMSLの外観検査、弁の内側機構 (PC-6)
- 〔調査の分類〕 1号機③、2,3号機のMSL② (ADS・SRV③)
- SRVと関連する配管の損傷調査

- PCVライナー試験にかかる写真/動画 (デブリ周辺、1号ペDESTAL周辺)、冶金試験 (PC-3b)
- 〔調査の分類〕 ② (冶金試験③)
- ライナー破損とMCCIを予測するモデルの改良

- 再循環ラインとポンプの写真/動画 (溶融燃料がシュラウド外に溜まると再循環ラインに侵入する可能性) (PC-4)
- 〔調査の分類〕 ②③①
- PCVの損傷モードおよび燃料落下経路の特定

- PCVに落下したデブリ、クラストや構造物の写真/動画、採取したデブリ、クラストや構造物のホットセル試験 (PC-3a)
- 〔調査の分類〕 ①②
- 燃料デブリの量、高さ、形態、組成分布、拡がり、飛散性、塩の影響などにかかる知見の入手

- コンクリート腐食のプロファイル。写真/動画、サンプリング、試験 (PC-3d)
- 〔調査の分類〕 ①②③④
- MCCI予測コードのベンチマーク



原子炉格納容器-2

<凡例>

- 取得する情報
- : Forensics No.
- : TEPCO No.
- : 取得済
- [調査の分類] ※ (P19参照)
- 情報の利用価値

● 放射性核種調査に資する電線管ケーブルや塗装のサンプル採取 (PC-14)
 [調査の分類] ③ (2)
 ➢ 線量コード評価、モデル改良

● 2号機CRD交換レール上の黒色物質のサンプル分析結果 (形状、微細組織、化学組成を含む) (PC-19)
 [調査の分類] ①
 ➢ 構造物の最高温度、損傷有無に関する知見の入手。モデル改良

● 溶融した、亜鉛メッキされた、あるいは酸化した構造物の写真/動画 (ペDESTAL内外) (PC-16)
 [調査の分類] ①②③
 ➢ ピーク温度にかかる知見の入手

● 放射性核種調査に資するPCV内包水サンプル採取 (PC-15)
 [調査の分類] ①②
 ➢ 線量コード評価、モデル改良

● 1号機D3位置における構造物上の黒色物質のサンプル分析結果 (形状、微細組織、化学組成を含む) (PC-20)
 [調査の分類] ③ (2)
 ➢ ケイ素やデブリの有無によるMCCI有無の推定。モデル改良

● ペDESTAL外側の堆積物や構造物の写真/動画 (TPC-1)
 [調査の分類] ①②
 ➢ ペDESTAL外へ流出した溶融物の量、高さ、形態、組成、拡がりなどにかかる知見の入手

● RPV周辺の配管や断熱材の写真/動画 (PC-13)
 [調査の分類] ③ (2)
 ➢ 長期的な冷却に伴う断熱材への悪影響の調査

● PCV内の放射性核種調査 (PC-10)
 [調査の分類] ①② (3号機④)
 ➢ 線量コード評価、モデル改良

● 1号機PCV液相漏えい箇所にかかる調査 (PCV鋼板の様子、液体の流れ、水中の気泡の有無等) (TPC-2)
 [調査の分類] ①②
 ➢ PCV漏えい箇所の特定

● RPV外におけるTIP、SRM、IRM配管の写真/動画 (PC-12)
 [調査の分類] ①② (3号機④)
 ➢ 原子炉圧力減圧にかかる損傷に関する調査

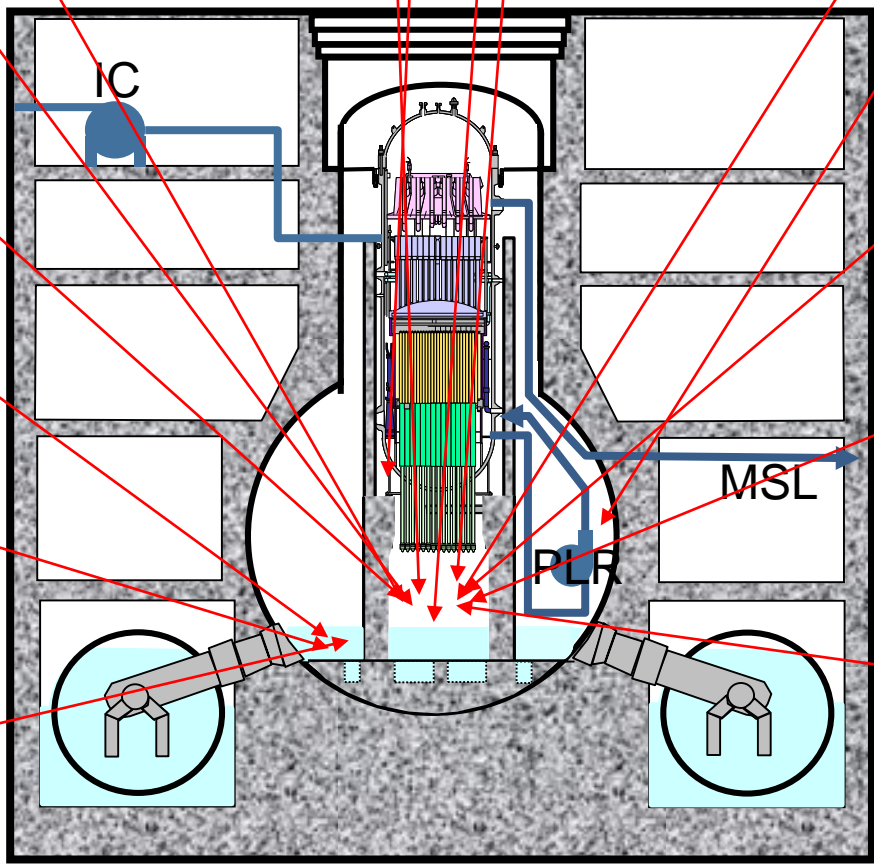
● 3号機PCV内部調査映像 (PC-21)
 [調査の分類] ①②
 ➢ モデル改良

● PLRポンプシール等のRPV漏えい箇所候補の写真/動画 (PC-11)
 [調査の分類] ③
 ➢ 高温・高圧環境化での性能評価

● 1号機D/W床堆積物上層の化学分析、軸方向の組成 (PC-17)
 [調査の分類] ①②
 ➢ コンクリート酸化物の有無によるMCCI有無の推定。モデル改良

● 1号機D/W床堆積物下にある物質の性質 (PC-18)
 [調査の分類] ②③
 ➢ 物質の正体の解明 (上層とは異なる堆積物か、燃料デブリか)。コンクリート酸化物の有無によるMCCI有無の推定。モデル改良

● 異なる軸方向、半径位置でのデブリのサンプル分析結果 (形状、微細組織、化学組成を含む) (PC-22)
 [調査の分類] ② (3)
 ➢ 酸化コンクリート有無によるMCCI有無の推定。物質の溶融落下にかかる知見。燃料の濃縮度にかかる知見。モデル改良。



原子炉压力容器

<凡例>

- 取得する情報
- Forensics No.
- TEPCO No.
- 取得済
- 〔調査の分類〕 ※ (P19参照)
- 情報の利用価値

● 気水分離機の写真/動画、サンプル採取 (RPV-3)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取③)
➢ 健全性あるいは変位計測、ピーク温度評価、冶金学的な試験から得られる知見をもとにしたコード評価とモデル改良

● 給水スパージャノズル、注水ポイントの写真/動画、サンプル採取 (RPV-2b)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取③)
➢ 運転性能の評価、腐食を含む海水注水の影響の評価

● 上部構造物、上部格子板の写真/動画、サンプル採取 (RPV-1c)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取、冶金試験③)
➢ 変形等に関する知見、冶金学的な試験をもとにしたコード評価やピーク温度、変位、溶融の予測にかかるモデル改良

● 炉心スプレインノズル、スパージャ、ノズル接合部の写真/動画、サンプル採取 (RPV-2a)
〔調査の分類〕 ② (CS系シュラウド内②、シュラウド外②、サンプル採取、冶金試験③)
➢ 運転性能の評価、腐食を含む海水注水の影響の評価

● 炉心支持板および関連する構造物の写真/動画 (RPV-4d)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取、冶金試験③)
➢ コード評価とモデル改良

※1：ミュオン測定による燃料デブリ位置を評価
(1号機：2015年2月～5月、2号機：2016年3月～7月、3号機：2017年5月～9月)

● ドライヤの写真/動画、サンプル採取 (RPV-1a)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取③)
➢ 健全性あるいは変位計測、ピーク温度評価、冶金学的な試験から得られる知見をもとにしたコード評価とモデル改良

● 主蒸気配管の写真/動画、配管内のプロープ調査、サンプル採取 (RPV-1b)
〔調査の分類〕 ②④ (サンプル採取、冶金試験③)
➢ 変形等にかかる知見、冶金学的な試験をもとにしたコード評価とモデル改良

● シュラウドヘッドの写真/動画、サンプル採取 (RPV-4b)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取、冶金試験③)
➢ 健全性あるいは変位計測、冶金学的な試験から得られる知見をもとにしたコード評価とモデル改良

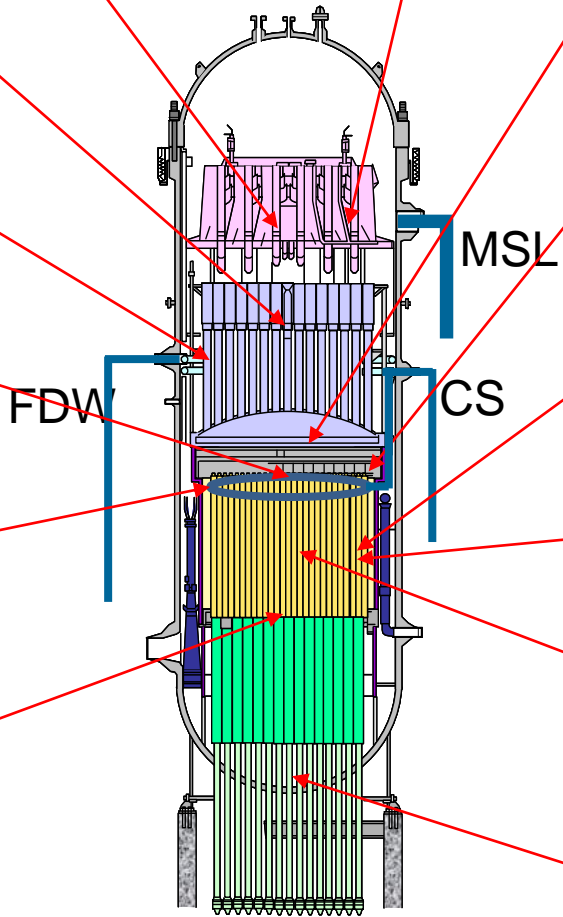
● シュラウド (シュラウドとRPV壁の間) の写真/動画、サンプル採取 (RPV-4a)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取、冶金試験③)
➢ 健全性あるいは変位計測、冶金学的な試験から得られる知見をもとにしたコード評価とモデル改良

● シュラウド (炉心側から) の写真/動画、サンプル採取 (RPV-4c)
〔調査の分類〕 ② (サンプル採取、冶金試験③)
➢ 健全性あるいは変位計測、冶金学的な試験から得られる知見をもとにしたコード評価とモデル改良

● 遠隔測定技術による炉心 (およびRPVとシュラウドの間) の状態把握 (RPV-5a)
〔調査の分類〕 ③※1
➢ コード評価とモデル改良

● 炉心および構造物の最終状態の把握 (RPV-5b)
〔調査の分類〕 ②
➢ コード評価。燃料デブリの組成、重量、形態を予測するモデルの改良

● RPV内の燃料デブリの写真/動画、サンプル採取 (TRPV-1)
〔調査の分類〕 ② (サンプル数の大幅増加③)
➢ 燃料デブリの量、形態、組成分布、拡がりなどにかかる知見の入手、燃料デブリ生成過程の解明



資料 2

1F事故調査中長期計画 年表形式

1号機

▼ : 事故調査に大きく影響する廃炉作業のステップ

★ : 社内外の関係者のニーズ、対外約束事項

| 年度 | | ~2025 | ~2027 | ~2036 | 時期未定 |
|--------|------------|---------------------------------|---------------|-------------------|--|
| R/B | 建屋全般 | 各エリア・機器・建屋の状態確認、線量調査(RB-3a,8) ★ | | 適宜実施 | ▼ 1号機建屋内外環境改善 |
| | | 建屋内試料の核種分析(RB-5,9a,14) | | 適宜実施 | ・PCV漏えい箇所調査(RB-10) |
| | | 電気ペネ等PCV貫通部調査(RB-9b) | | 適宜実施 | |
| | オペフロ★ | ※建屋全般の作業に含まれる | ▼ 1号機ガレキ撤去 | ▼ 1号機オペフロ除染・遮へい | |
| T/B、屋外 | | AC系調査(TRB-6) | 1号機原子炉建屋上部階調査 | | ・HPCI調査(RB-2) ・主蒸気ライン調査(RB-13) ・RCW系調査(RB-15) ・計器健全性調査(TRB-9) ★ |
| | | 事故時の滞留ガスに関わる検討・調査(TRB-11) | | ▼ 水素滞留箇所の調査・検討・対策 | |
| PCV | 全般 | 1号機PCV内部調査(PC-3,9,10,16,TPC-1) | | ▼ 1号機PCV内部調査気中調査 | ・PCVライナ、ベDESTAL等の状態確認、FP核種分析(RB-9b) ・PCV漏えい箇所の特定(TPC-2) |
| | デブリ、堆積物 | 1号機PCV内部調査(PC-3,15) | | ▼ 1号機PCV内部調査気中調査 | ・デブリ、堆積物等の調査(PC-17,18,20,22) |
| R/V | 個別機器・系統 | 1号機PCV内部調査 | | ▼ 1号機PCV内部調査気中調査 | ・IC調査(PC-2) ・再循環系調査(PC-4,11) ・主蒸気ライン、SRV調査(PC-5,6) ★ |
| | | 1号機PCV内部調査 | | ▼ 1号機PCV内部調査気中調査 | ・RPV計装調査(PC-7,8) ・電線管ケーブル・塗装調査(PC-14) |
| | RPV本体、周辺配管 | | | ▼ 1号機PCV内部調査気中調査 | RPV本体、周辺配管の状態確認(PC-3,12,13) ★ |

※年表で記載している内容は、今後の検討状況や調査の進捗により変更となる場合がある。

| | | 年度 | ～2025 | ～2027 | ～2036 | 時期未定 |
|------------|---------|--|----------------------------|--------------------|--|---|
| R/B | 建屋全般 | 各エリア・機器・建屋の状態確認、線量調査(RB-8) ★ | | | ▼ 2号機建屋内環境改善 適宜実施 | |
| | | 建屋内試料の核種分析(RB-5,7,9a,14) | | | 適宜実施 | ・建屋滞留水分析(TRB-1) |
| | | 電気ベネ等PCV貫通部調査(RB-9b) | | | 適宜実施 | |
| | | オベフロ ★ 2号機FHM操作室解体前調査/解体・既設物撤去(RB-4) | | | | |
| R/B | トラス室 | PCV漏えい箇所調査(RB-10)(T.P.約-2,800mmまでに開口部がないことを確認) | | | | |
| | | トラス室調査(TRB-8) | | | | |
| | 個別機器・系統 | RCIC調査(RB-1,TRB-2,TRB-5) | 2号機原子炉建屋地下階調査 | | | ・計器健全性調査(TRB-9)★ ・主蒸気ライン調査(RB-13)★ ・AC系調査(TRB-6) ・HPCI調査(RB-2) |
| | | 事故時の滞留ガスに関わる検討・調査(TRB-11) | | | ▼ 水素滞留箇所の調査・検討・対策 | |
| T/B、屋外 | - | ベントライン、SGTS調査(RB-11) | | | | |
| | | 1/2号排気筒下部、SGTS配管のFP核種分析 ★ | 1/2号SGTS配管撤去 | ▼ 1/2号機排気筒下部撤去 | | ・海水系調査(TRB-10) ★ |
| PCV | 全般 | | ▼ 2号機試験的取り出し/内部調査 | | ▼ 2号機段階的な取り出し規模の拡大 | ・ベDESTALの状態確認、FP核種分析(PC-16) ・PCVライナ等の状態確認、FP核種分析 |
| | | | | | ▼ 2号機デブリ性状分析 | |
| | デブリ、堆積物 | | ▼ 2号機試験的取り出し/内部調査 | | ▼ 2号機段階的な取り出し規模の拡大 | ・デブリ、堆積物等の調査(PC-3,22) ・PCV内包水サンプリング調査(PC-15) |
| | | | | | ▼ 2号機デブリ性状分析 | |
| 個別機器・系統 | | ▼ 2号機試験的取り出し/内部調査 | | ▼ 2号機段階的な取り出し規模の拡大 | ・再循環系調査(PC-4,11)★ ・主蒸気ライン、SRV調査(PC-5,6) ・電線管ケーブル・塗装調査(PC-14) ・RPV計装調査(PC-7,8) | |
| | | | | ▼ 2号機デブリ性状分析 | | |
| RPV本体、周辺配管 | | ▼ 2号機試験的取り出し/内部調査 | | ▼ 2号機段階的な取り出し規模の拡大 | ・RPV本体、周辺配管の状態確認★(PC-3,12,13) | |
| | | | | ▼ 2号機デブリ性状分析 | | |
| RPV | RPV内部 | RPV内部の状態確認(RPV-2b,3,4a,4b) | ▼ 2号機RPV内部調査 2号機RPV内部調査 | | | ・RPV内部調査(RPV-1,2a,3,4c,5) |

※年表で記載している内容は、今後の検討状況や調査の進捗により変更となる場合がある。

| 年度 | | ~2025 | ~2027 | ~2036 | 時期未定 | |
|--------|---------------------------|---------------------------------|--------------|------------------|--|---|
| R/B | 建屋全般 | 各エリア・機器・建屋の状態確認、線量調査(RB-3b,8) ★ | | ▼ 3号機建屋内外環境改善 | | |
| | | 建屋内試料の核種分析(RB-5,9a,14) | | 適宜実施 | | |
| | | 3号機建屋滞留水分析(TRB-1)【完了】 | | | | ・PCV漏えい箇所調査(RB-10) |
| | | 電気ペネ等PCV貫通部調査(RB-9b) | | | 適宜実施 | |
| | オペフロ ★ | ※建屋全般の作業に含まれる | | | | |
| | 事故時の滞留ガスに関する検討・調査(TRB-11) | | | | ・RCIC調査(RB-1) ・HPCI調査(RB-2) ・主蒸気ライン調査(RB-13) ・計器健全性調査(TRB-9) ★ ・AC系調査(TRB-6) | |
| T/B、屋外 | - | 3/4号排気筒下部、SGTS配管のFP核種分析 ★ | ▼ 3/4号機排気筒撤去 | | ・ベントライン、SGTS調査(RB-11) ★ ・海水系調査(TRB-10) ★ | |
| PCV | 全般 | 3号機PCV内部調査(PC-21) | ▼ 3号機PCV内部調査 | ▼ 3号機PCV内部調査気中調査 | 3号機燃料デブリ取り出し | ・PCVトップヘッド周辺調査(PC-1) ・PCVライナ、ベDESTアル等の状態確認、FP核種分(PC-3,9,10,16,RB-9b) |
| | デブリ、堆積物 | 3号機PCV内部調査(PC-21) | ▼ 3号機PCV内部調査 | ▼ 3号機PCV内部調査気中調査 | 3号機燃料デブリ取り出し | ・デブリ、堆積物等の調査(PC-3,15,22) |
| | 個別機器・系統 | 3号機PCV内部調査(PC-21) | ▼ 3号機PCV内部調査 | ▼ 3号機PCV内部調査気中調査 | 3号機燃料デブリ取り出し | ・再循環系調査(PC-4,11) ・主蒸気ライン、SRV調査(PC-5,6) ・RPV計装調査(PC-7,8) ★ ・電線管ケーブル・塗装調査(PC-14) |
| | RPV本体、周辺配管 | 3号機PCV内部調査(PC-21) | ▼ 3号機PCV内部調査 | ▼ 3号機PCV内部調査気中調査 | 3号機燃料デブリ取り出し | RPV本体、周辺配管の状態確認 ★ (PC-3,12,13) |
| RPV | - | ※廃炉作業の進捗を踏まえ、調査内容や調査時期を検討する | | | | |

※年表で記載している内容は、今後の検討状況や調査の進捗により変更となる場合がある。

| 年度 | | ~2025 | ~2027 | ~2036 | 時期未定 |
|------------|---------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------------|
| R/B | 建屋全般 | 建屋内試料の核種分析 (RB-5、6) | | 適宜実施 | 各エリア・機器・建屋の状態確認、線量調査 (RB-3c、8) ★ |
| | 個別機器・系統 | SGTSフィルタの核種分析 (TRB-4) | | | AC系調査 (TRB-6) |
| T/B、 屋外 | - | 3/4号排気筒下部、SGTS配管のFP核種分析 ★ | ▼3/4号機排気筒撤去 | | ベントライン、SGTS調査 (RB-11) ★ |

※年表で記載している内容は、今後の検討状況や調査の進捗により変更となる場合がある。

資料 3

1F事故調査中長期計画 主要な調査の概要

1,2号機排気筒下部撤去（1,2号機SGTS配管撤去）（1/2）TEPCO

■ 目的

- 1,2号機SGTS屋外配管調査は、格納容器ベント後の配管内部状況の把握並びに核分裂生成物(FP)の組成分析を目的に実施するものである。
- FPの組成分析により、格納容器ベントに伴うFPの移行挙動の解明に寄与しうると考えられる。

■ 概要

- 1,2号機SGTS屋外配管のうち1,2号機廃棄物処理建屋上の配管について調査を行う。
- 調査範囲は過去の放射線量率測定結果（汚染評価）及び配管の高低差等の特徴から代表配管を抽出し、配管切断後に低線量エリアに移動させて以下の調査を実施する。
 - ✓ 配管内部の汚染状態を把握するためのγカメラによる測定。
高汚染が確認された部位については、下記の調査を実施。
 - カメラによる内部確認
 - スミア測定
 - 配管サンプル採取
- 調査期間：2021年11月～
なお、採取した配管サンプルのFP分析に関しては、別途調査計画を定め実施する。

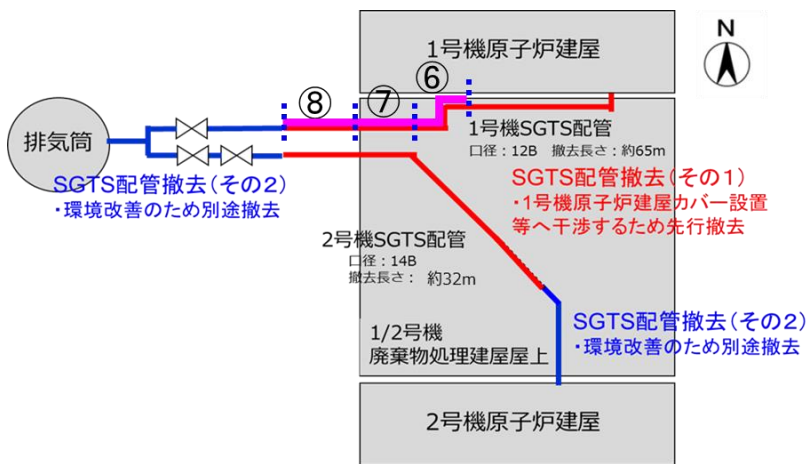
■ 関連する調査項目

- TRB-7

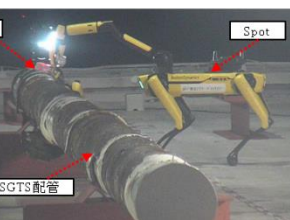
1,2号機排気筒下部撤去 (1,2号機SGTS配管撤去) (2/2) TEPCO

■ 実施状況

- SGTS配管撤去 (その1) において切断撤去した1号機配管⑥～⑧について、配管線量測定への対応者の被ばく低減のため、当初計画していたγカメラ測定に変えて遠隔ロボット (以下、Spot) による線量測定により配管の汚染状態の確認を行った。
- 線量測定の結果、高汚染が確認された部位について、今後内面の映像取得、スミア及び配管サンプルを採取し、分析を行う予定。
- これらの調査により得られた情報から、今後、事故時のプラント状況の分析を行い知見を得る。また、高線量配管調査のノウハウ会得を目指す。



Spotによる配管線量測定イメージ

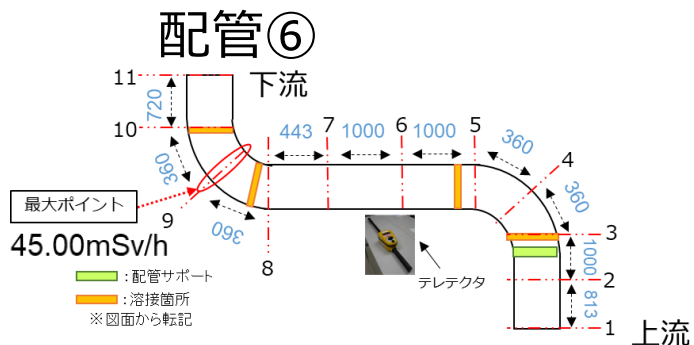


線量計(RadEye)
型式: GF10
メーカー: Thermo Scientific
測定レンジ: 5μSv/h-3Sv/h

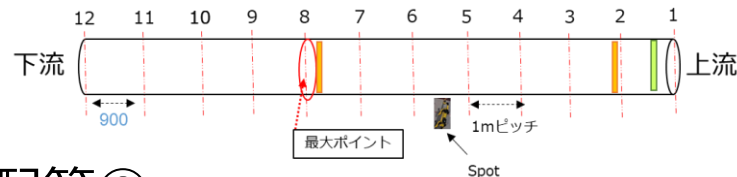


線量計(テレテクタ)
型式: 6112D/H
メーカー: オートメス
測定レンジ: 0.01mSv/h-9999mSv/h

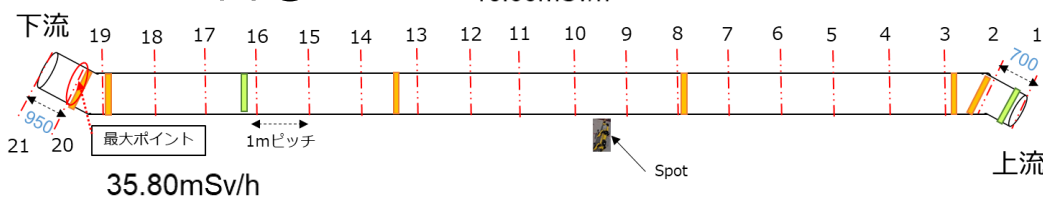
- 線量測定結果 (最大値) : 配管⑥ 45.00mSv/h
配管⑦ 16.00mSv/h
配管⑧ 35.80mSv/h



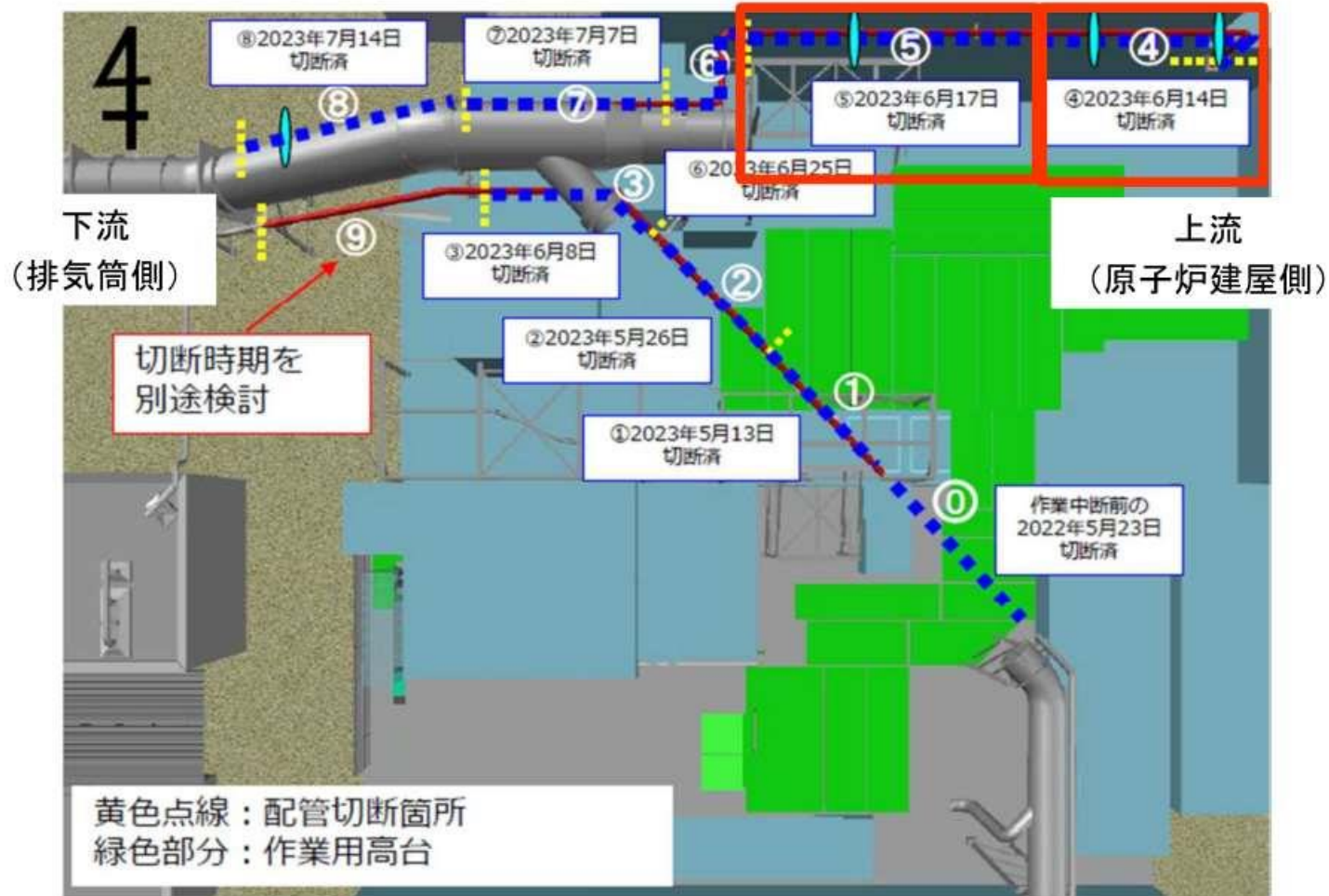
配管⑦



配管⑧

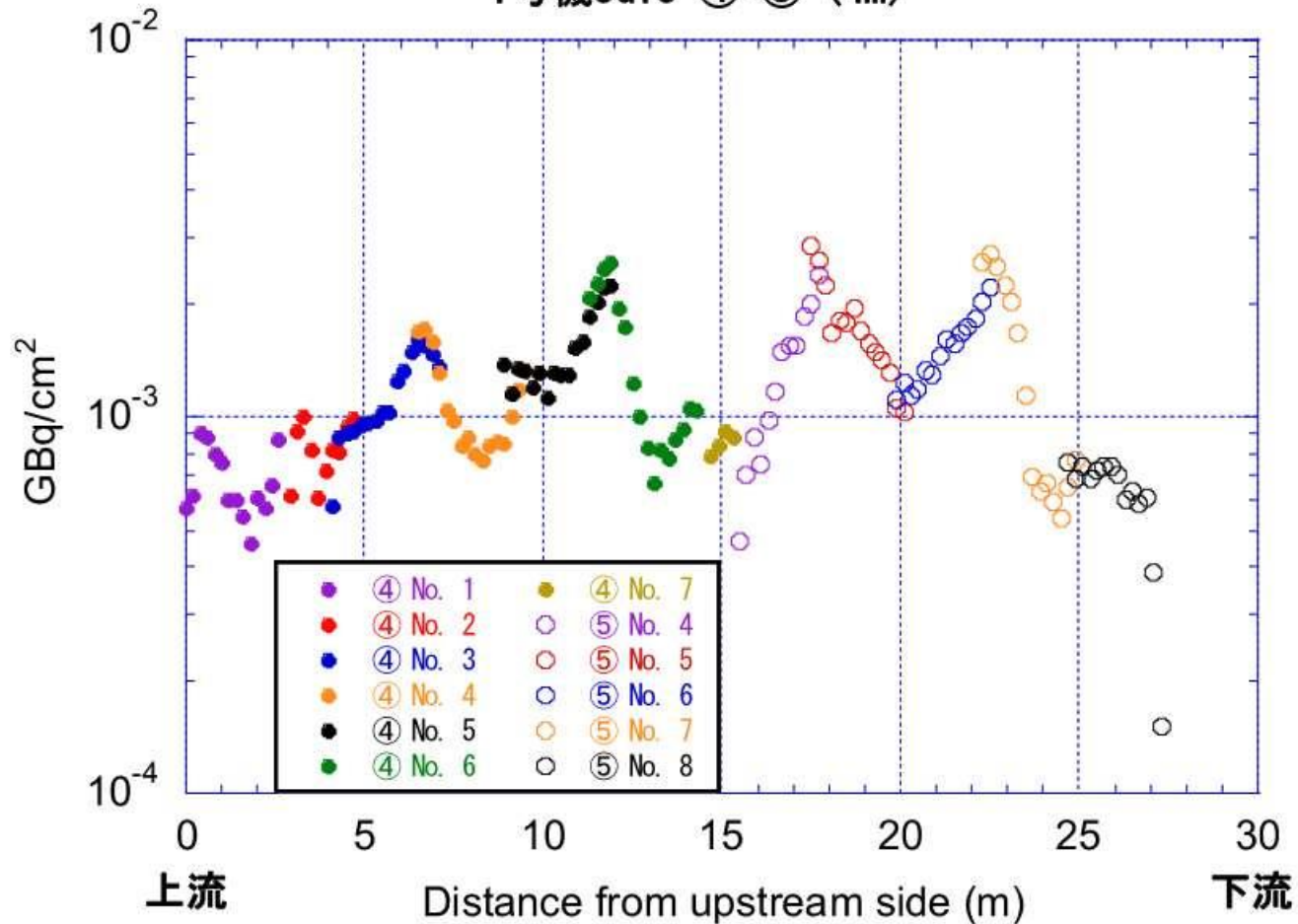


4. 測定対象配管位置



7. ^{137}Cs 汚染密度分布(軸方向) (ガンマカメラ、配管④及び⑤)

1号機SGTS ④+⑤ (4m)



7. ^{137}Cs 汚染密度分布(軸方向)の傾向

- ✓ 約5 mごとに汚染密度のピークが見られる。
(要因として考えられる事項)
 - 配管内側の構造 (溶接部、特異な構造等)
 - 事故時に配管内に流れた流体の流動形式

- ✓ 上流から下流に向かって、緩やかに汚染密度が上昇している。
(要因として考えられる事項)
 - 事故時に配管内に流れた流体の温度変化

■ 目的

- これまで福島第一原子力発電所では、事故時における水素ガス発生対策として、PCV内への窒素ガス封入等を実施してきた。また、これら対策の実施後も水素ガス残留の可能性を考慮し作業計画を立案するなどを実施してきた。
- 2021年12月に3号機RHR配管で系統内に滞留した水素ガスを確認したことを踏まえ、水素ガスが滞留する可能性のある箇所抽出を実施し、今後の廃炉作業計画への影響や対策の要否を検討する。

■ 概要

- 2021年12月、3号機RHR配管で系統内に滞留した水素ガスを確認したことを踏まえ、同様なケース（事故時の弁操作、水封）を中心とした評価を実施し、水素ガスが残留している可能性のある系統の抽出を検討し、以下の系統を抽出。

【水素滞留の可能性のある系統】

- 1号機 IC(A)、RCW系(DHC含む)
- 3号機 RHR(B)系
- 1～3号機 CRD系(HCU)
- 3号機 S/C

【上記以外に水素滞留の可能性のある系統】

- 1号機 CS(A)、S/C・CUW系配管
- 2号機 RHR系、AC系

- 調査期間：継続的に実施

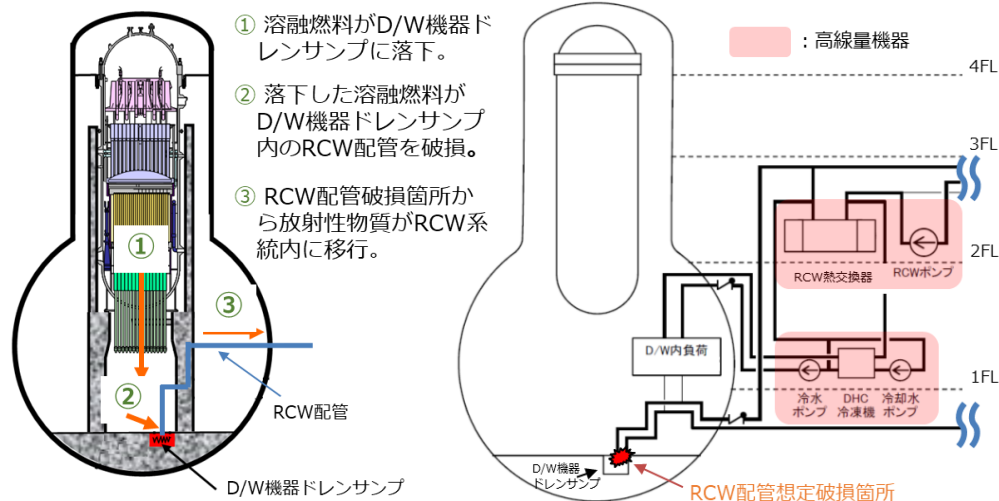
■ 関連する調査項目

- TRB-11

■ 実施状況

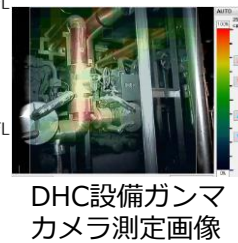
- 2022年度は抽出した系統のうち、1号機RCW系入口ヘッダ配管について、配管内の滞留ガスを確認。
(水素：約72%、酸素：約17.6%、Kr-85：約4Bq/cm³、硫化水素：約27.9ppm (2022年11月測定時) ※1)
- 入口ヘッダ配管へのガス流入、滞留の要因は、①事故時のガス流入、②RCW熱交換機内包水の放射線分解、③海水成分の影響であると推定。
※1：これらの以外のガス約10%分相当は、分析を実施していない
- 2023年度は抽出した系統のうち、1号機S/C・CUW系 (水素：約16%、酸素：約19% (2023年7月測定時))、3号機S/Cについて滞留ガスを確認 (水素：約75%、酸素：約1% (2023年11月測定時))
- 2024年度は抽出した系統のうち、1号機RCW系出口ヘッダ配管について、配管内の滞留ガスを確認。
(水素：約19%、酸素：約13.3%、Kr-85：約8.9Bq/cm³、硫化水素：約13.2ppm (2025年3月測定時) ※2)

※2：これらの以外のガス約70%分相当は、窒素であることを確認



RCW系統が高線量に至った経緯 (推定)

RCW系統概要図



ガス流入、滞留の推定要因

| No. | 要因 | ガス流入・滞留のタイミング | 説明 |
|-----|------------------|---------------|--|
| ① | 事故時のガス流入 | 震災直後 | 事故時、RCW系の破損箇所からPCV内に充満したガス(放射性物質含む)が系統内に流入。 |
| ② | RCW熱交換器内包水の放射線分解 | 震災～現在 | 配管・熱交換器内の放射性物質を含んだ水が、放射線による分解により水素・酸素を発生。 |
| ③ | 海水成分の影響 | 震災～現在 | 事故時にPCVに注入した海水の影響または熱交換器内海水配管の損傷の影響によりガス(硫化水素)が発生。 |

■ 今後の対応

- 対象系統は、現場の線量等を踏まえ、継続的に調査及び作業計画を立案する。
- 調査、検討結果により、滞留ガスの確認ができる系統は、2025年度も継続し実施していく予定。
 - ✓ 1号機RCW系（出口ヘッダ配管）、3号機S/C
- 調査等の実施にあたり線量低減などが必要となるものは2025年度以降も線量低減作業等を進め、その結果を踏まえ、滞留ガス確認の作業計画を立案する。
 - ✓ 1号機IC（A）、3号機RHR（B）系、他

■ 目的

- 今後の燃料デブリ取り出し工法の検討や事故進展解析の検討に資する情報を取得するために、気中の既設構造物（原子炉格納容器貫通部等）やペDESTAL内外の状態を確認する。

■ 概要

- 調査は、X-2 ペネトレーションから、小型ドローンおよび無線中継用ロボット（調査装置という）を原子炉格納容器へ投入し、調査装置に搭載したカメラや計測器等で情報を取得する。
- 調査期間：2024年2月～3月

■ 実施状況

- 小型ドローンおよび無線中継用ロボットを用いて、ペDESTAL外1FL エリアおよび、ペDESTAL内の映像取得（ペDESTAL外：2024年2月、ペDESTAL内：2024年3月）
- ペDESTAL内調査の結果よりCRDハウジングおよび関連機器の変形と脱落、CRDハウジング上部に塊状の物体が堆積物、ケーブル中継箱の変色と変形を確認。
- 2024年2,3月に実施した1号機PCV内部気中部調査（小型ドローン）で得た知見を基に、小型ドローンの改良を計画

■ 関連する調査項目

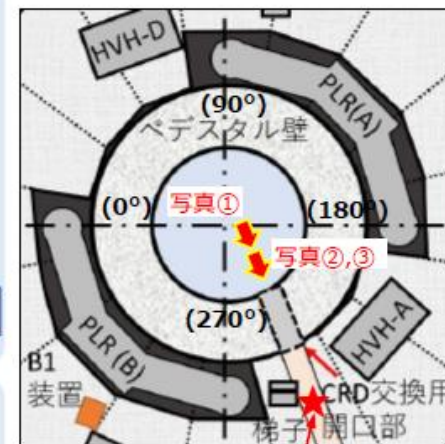
- PC-3a～3e,4,7,8,9,12,13,17（一部完了）
- PC-11,18,20,22,RB-9b（未完了）

1号機原子炉格納容器内部調査（気中調査）（2 / 4）

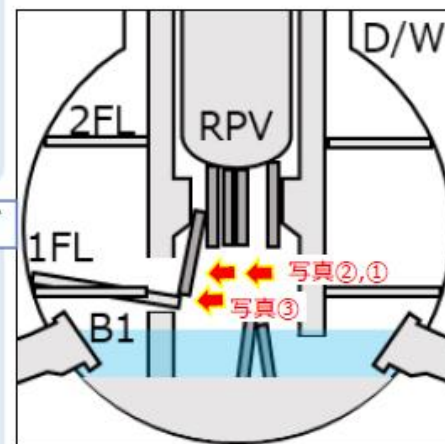
- 写真①：CRD交換用開口部付近をペDESTAL内から撮影した写真。赤点線部が開口部を塞いでいる脱落したCRDハウジングである。

- 写真②：写真①の黄色点線枠の写真。脱落したCRDハウジングは1つではなく、複数のCRD関連機器がまとまって脱落している。

- 写真③：写真②の黄色点線枠の写真。脱落したCRDハウジングの下部はCRD交換用レールの上に落下していると推定。

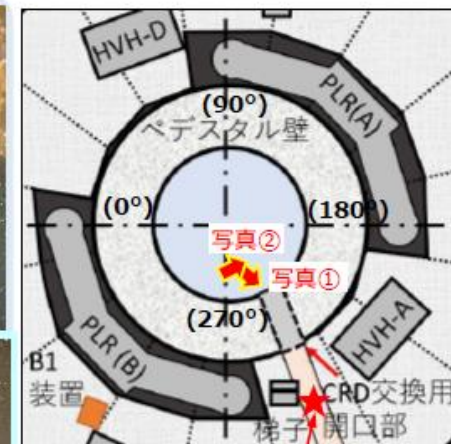
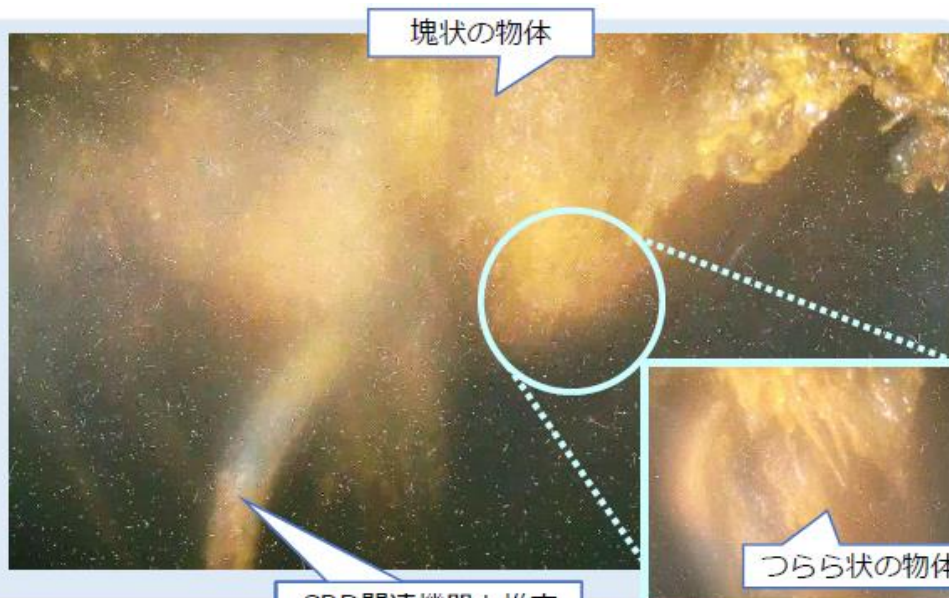


ヘビ型ロボット待機位置
1号機PCV内1FL 拡大図(概略)



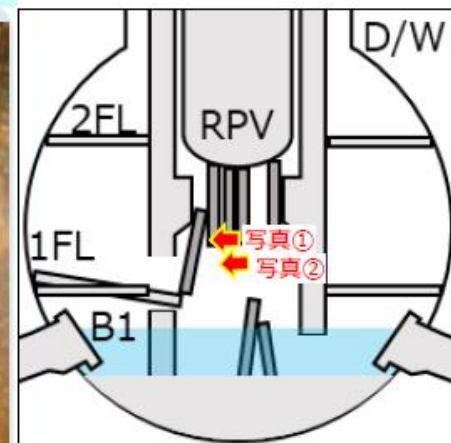
1号機PCV内縦断面図(概略)

- 写真①：CRD交換用開口部付近の脱落しているCRDハウジングの上部の塊状の物体。塊状の物体の中にはつらら状になっている部位がある。上部に集中して固まっていることから、上方より移行してきたものと推定。



ヘビ型ロボット待機位置
1号機PCV内1FL 拡大図(概略)

- 写真②：CRD交換用開口部付近の脱落しているCRDハウジングよりもベデスタル内側にある塊状の物体。CRD関連機器にぶら下がるように固まっている。写真①と同様に、上方より移行してきたものと推定。



1号機PCV内縦断面図(概略)

1号機原子炉格納容器内部調査（気中調査）（4 / 4）

- 2024年2,3月に実施した1号機PCV内部気中部調査で得た知見を基に、**小型ドローンの改良を計画**
- 前回の内部調査で活用した機体をアップデートし、**映像撮影能力および飛行時間を向上**
- 更に上部方向の撮影、ドローン同士の無線中継や、線量計測、堆積物の採取等が可能な機種を検討中
- **RPV底部近傍やベント管内の調査や、堆積物の採取・分析を実施予定**

改良型小型ドローン

- 映像撮影能力の向上
 - ・カメラ感度向上
 - ・照明強化
- 飛行時間の向上
- サイズ、重量に著しい変化は無し

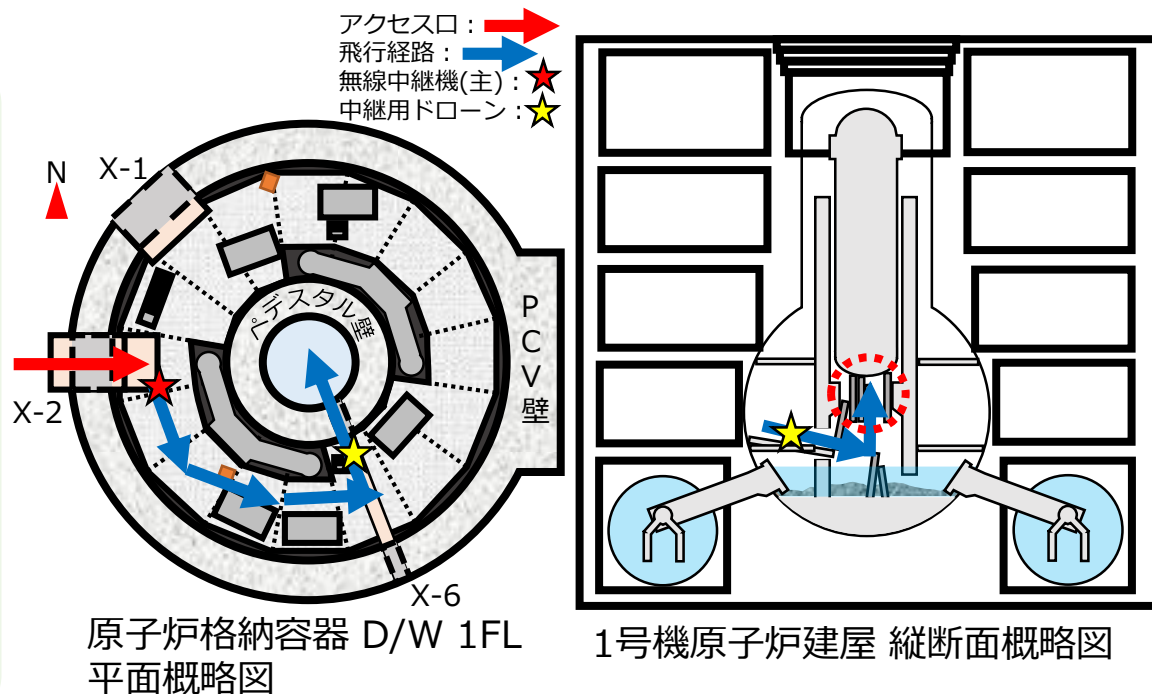
共通

- ドローン同士の無線中継
- 上部方向の撮影
- 線量計測
- サーモカメラ
- 試料採取
- ※一部試験・検討中

追加機種

■ 映像の取得

前回調査で活用した小型ドローン



小型ドローンの改良項目

RPV底部近傍調査のイメージ

■ 目的

- 2号機燃料デブリの段階的な取り出し規模拡大に向けて、燃料デブリの性状把握及び燃料デブリの分布と既設構造物の状態等を把握することを目的に、試験的取り出し及び内部調査を実施する。

■ 概要

- 燃料デブリの性状把握するため、アーム型アクセス・調査装置およびテレスコ式装置を用い、燃料デブリ（1g程度）を数回取り出す計画で、2024年11月及び2025年4月にテレスコ式装置を用いた試験的取り出しを実施。
- 燃料デブリの分布と既設構造物の状態等を把握するため、X-6ペネトレーションからアーム型アクセス・調査装置を投入し、堆積物・既設構造物の3次元形状測定、線量測定を計画。

■ 実施状況

- 2024年11月及び2025年4月に、テレスコ式装置を用いた2号機の燃料デブリ試験的取り出しを実施
- 採取した燃料デブリについては日本原子力研究開発機構（JAEA）大洗原子力工学研究所に輸送後、詳細分析を実施中
- アーム型アクセス・調査装置については、楢葉モックアップ試験にて装置検証作業を実施中

■ 関連する調査項目

- -

2号機試験的取り出し・内部調査（2 / 2）

テレスコ式装置による取り出し作業の状況（2024年11月）

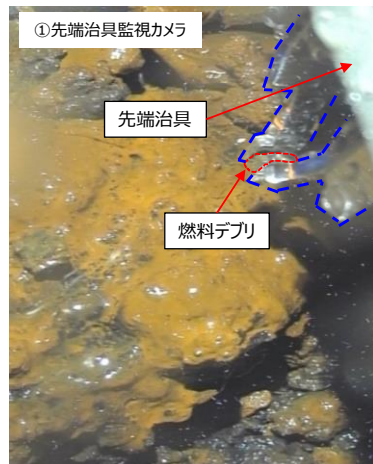


<燃料デブリ把持の様子>

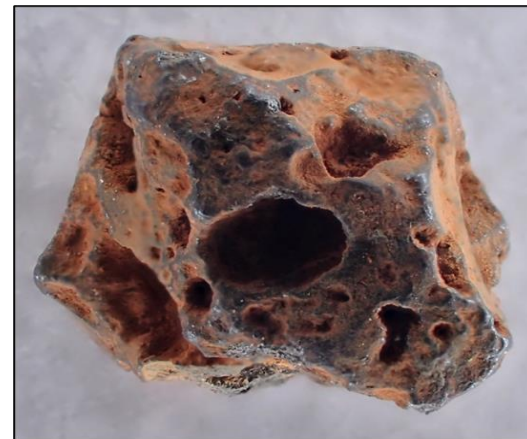


<燃料デブリの外観>

テレスコ式装置による取り出し作業の状況（2025年4月）



<燃料デブリ把持の様子>



<燃料デブリの外観>

■ 目的

- 燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大に向けた、燃料デブリ取出設備等の敷地確保のため、3/4号機排気筒の解体・撤去に向けた調査を実施する。

■ 概要

- 燃料デブリ取出設備等の敷地確保のため、3/4号機排気筒の地上部及び排気筒内部のSGTS配管、3/4号機排気筒から4号機タービン建屋間の主排気ダクト、地上部のSGTS配管を撤去する。
- 撤去作業に先立ち、排気筒及びSGTS配管の内部線量調査を実施する。
- 撤去期間（予定）：2026年度、調査期間：2023年6月～

■ 実施状況

- 2023年6月に排気筒の筒身へ穿孔を行い、内部を確認したところ、筒身内部SGTS配管上部（水平配管）が露出する高さ（水深約1m）までの溜まり水（雨水）を確認した。
- 溜まり水の分析の結果、排気筒ドレンサンプルピットの水準を上回る全β放射能を検出。
- 溜まり水とSGTS配管及び筒身内部から採取したスミヤ試料の分析結果から、Cs-137が支配的であることを確認。
- 筒身内部の状況から、雨水以外の流入はなく、何らかの理由で筒身内に存在した放射性物質が、雨水に交じり筒身底部に溜まったと考えられる。

■ 関連する調査項目

- RB11

■ 目的

- 事故進展の解明に資する情報の取得を目的に、廃炉作業と並行して原子炉建屋内調査を継続的に実施している。
- 2024年度は、今後の原子炉建屋内の調査計画立案に資する情報を取得するため、3号機原子炉建屋内の空間情報（アクセス性等）や線量情報について、可能な範囲で現状を把握する。

■ 概要

- 原子炉建屋内の詳細な空間情報や線量情報を取得するため、測定装置としてγイメージャ及び3次元データ取得装置、線量計等を使用する。また、高線量エリアのため、遠隔操作ロボットを活用して調査を実施する。
- 原子炉建屋南西にある機器ハッチからアクセスし、可能な範囲で2～4階の調査を実施する。
- 調査における着目点：
 - ✓ 調査計画立案に資する情報（各階のアクセス性、ガレキの状況、線量率分布、高線量箇所の状況、3次元データ等）
 - ✓ 事故進展解明に資する情報（建屋の損傷状況、線量率分布、高線量箇所の状況等）
 - ✓ 廃炉作業に資する情報（各階のアクセス性、ガレキの状況、線量率分布、高線量箇所の状況、3次元データ等）
 - ✓ 建屋の健全性確認に資する情報（建屋の損傷状況、3次元データ等）
- 調査期間：2024年4月～6月

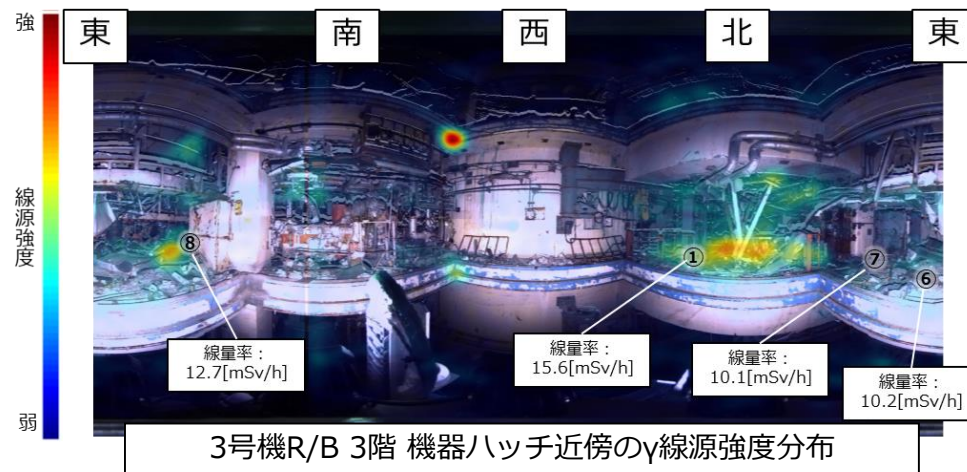
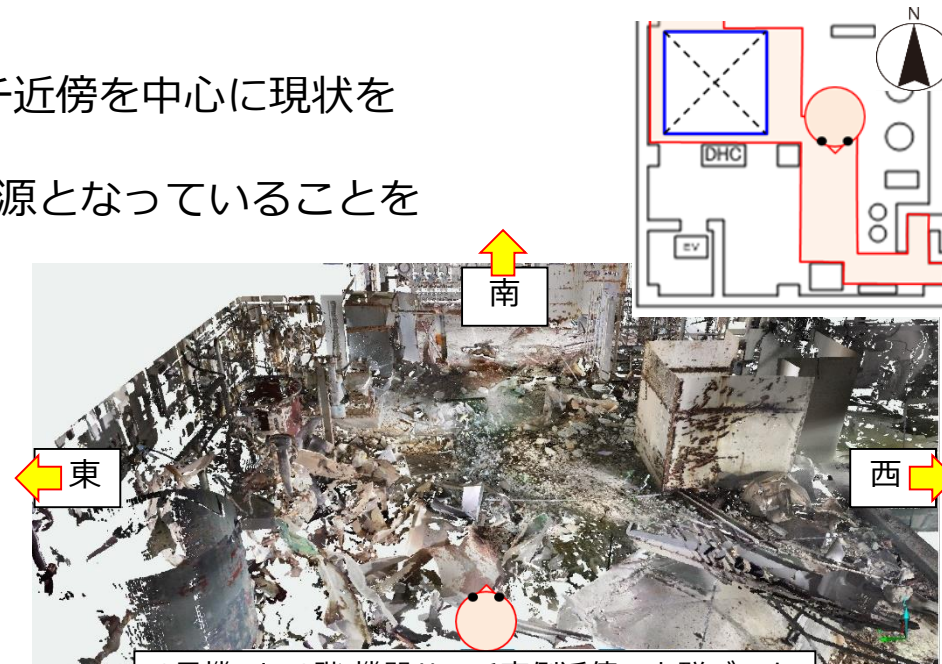
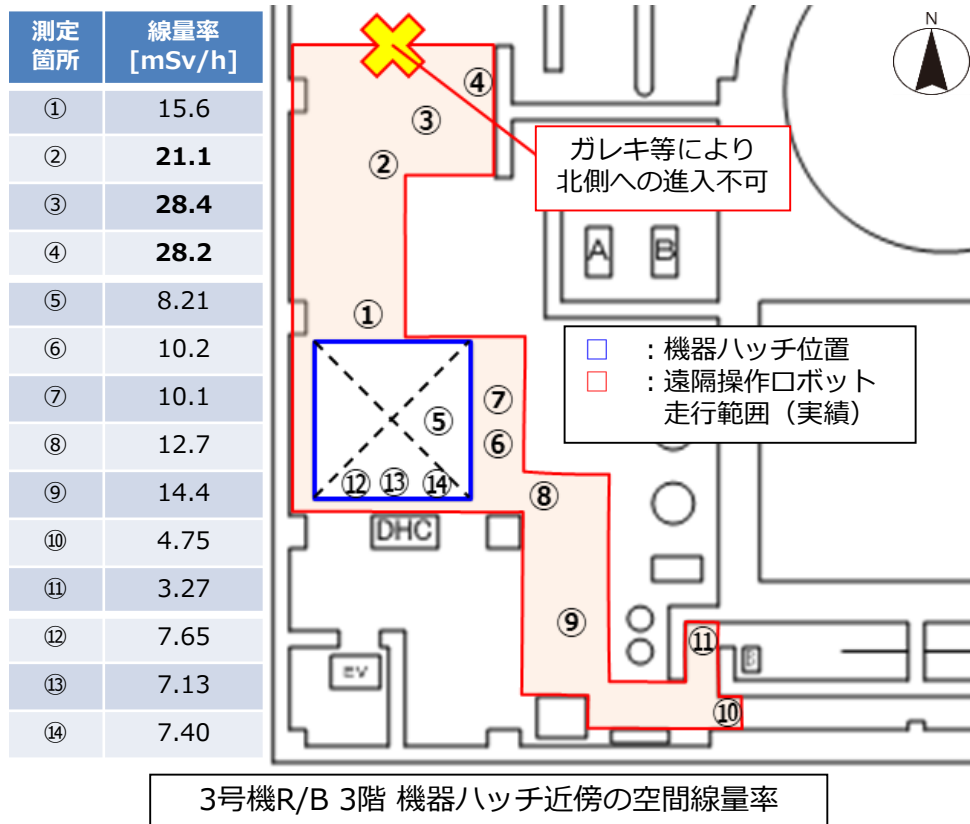
■ 関連する調査項目

- RB-3b,8,9b,TRB-6

3号機原子炉建屋上部階調査（2 / 2）

■ 実施状況

- 3号機R/B内において、2～4階の南西機器ハッチ近傍を中心に現状を確認し、事故の痕跡を留める場所の情報を取得。
- 2～4階において、床付近のガレキ周辺が主な線源となっていることを確認。



※画像内における線源強度の最大値（赤色）を基準とし、最大値の10%（青色）までの強度分布を相対的に表示。

■ 目的

- 2号機原子炉圧力容器内部を早期に確認する目的で、既設計装配管を用いて原子炉圧力容器内部の状態を確認する。

■ 概要

- 既設計装配管を用いた調査を検討中。
- 調査方法として、既設計装配管に耐放性の小型ファイバースコープを挿入し行う計画。
- 調査に使用する既設計装配管として、以下の条件を考慮して、作業の成立性が期待できる原子炉水位計配管を選定。
 - ✓ RPVに接続する配管の内、損傷の可能性が低いと考えられる炉心領域より上部のノズルに繋がるもの。
 - ✓ 調査装置である小型ファイバースコープが配管内の障害(オリフィス・エルボ等)を通過できるもの。
 - ✓ 作業エリアとして、雰囲気線量が比較的低い箇所。
⇒上記の条件を踏まえ、RPVのノズルN16A、N11Bに繋がる原子炉水位計配管を候補に、調査装置や調査方法を開発・検討中。
- 調査期間(予定) : ~2026年3月

■ 実施状況

- 候補となる原子炉水位計配管の線量低減作業を実施。合わせて、水位計配管内包水を採取し、分析を実施。

■ 関連する調査項目

- RPV-2b,3,4a,4b

■ 目的

- ▶ 今後の燃料デブリ取り出し工法の検討や事故進展解析の検討に資する情報を取得するために、既設構造物（原子炉格納容器貫通部等）やペデスタル内外の状態を確認する。

■ 概要

- ▶ 調査は、X-53ペネトレーションから、マイクロドローンを原子炉格納容器へ投入し、搭載したカメラで映像情報を取得する。
- ▶ 調査期間（予定）：2025年度以降

■ 実施状況

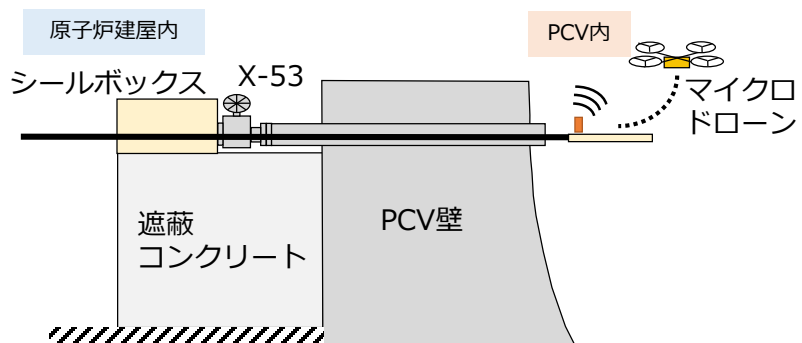
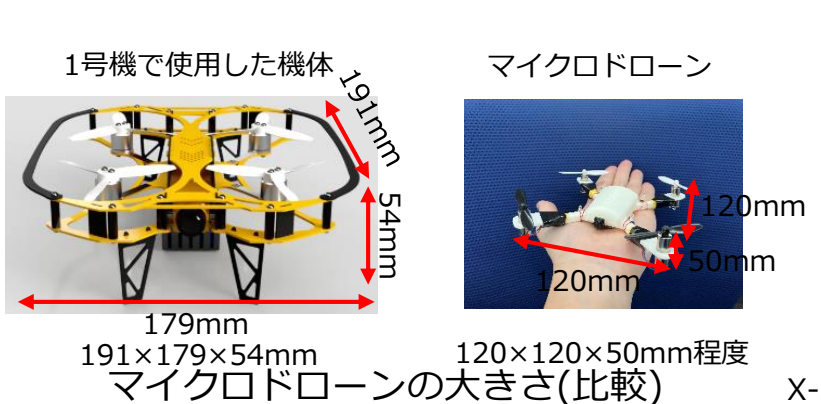
- ▶ 調査に向けた装置の詳細設計ならびに装置製作を実施中

■ 関連する調査項目

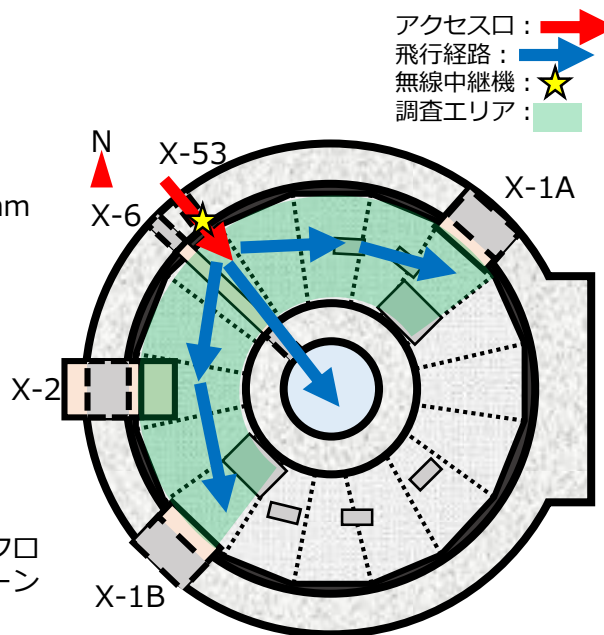
- ▶ PC-3a,3c～3e,4,7,8,9,12,13

3号機原子炉格納容器内部調査 (2/2)

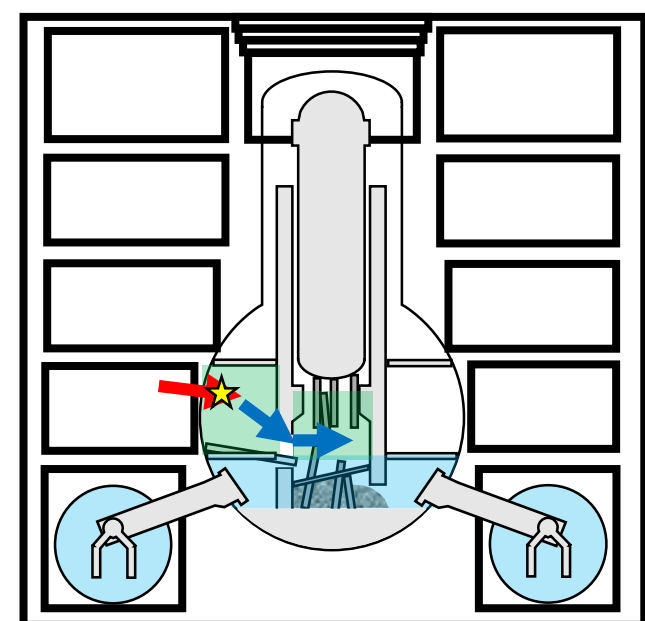
- 3号機は現状、PCV内へのアクセスルートが、小径のX-53(約Φ140mm)ペネトレーションに限られるため、**1号機で活用した小型ドローン**を投入することが不可
- 今後、1号機と同型機を投入できるように、新規アクセスルート構築について検討するが、構築されるまでの間は、**X-53ペネトレーションから、更に小型の“マイクロドローン”**を用いて調査を計画
- 1号機の同型機と比較すると、飛行能力は低下するものの、**映像情報については同じく取得可能**
- **RPV底部付近の情報**や、**ペDESTAL外**の主要ペネトレーション(X-6等)の状態について取得予定



X-53ペネトレーションからの調査イメージ



原子炉格納容器 D/W 1FL 平面概略図



3号機原子炉建屋 縦断面概略図

調査範囲(検討中※)

※調査範囲についてはモックアップ結果を踏まえて決定

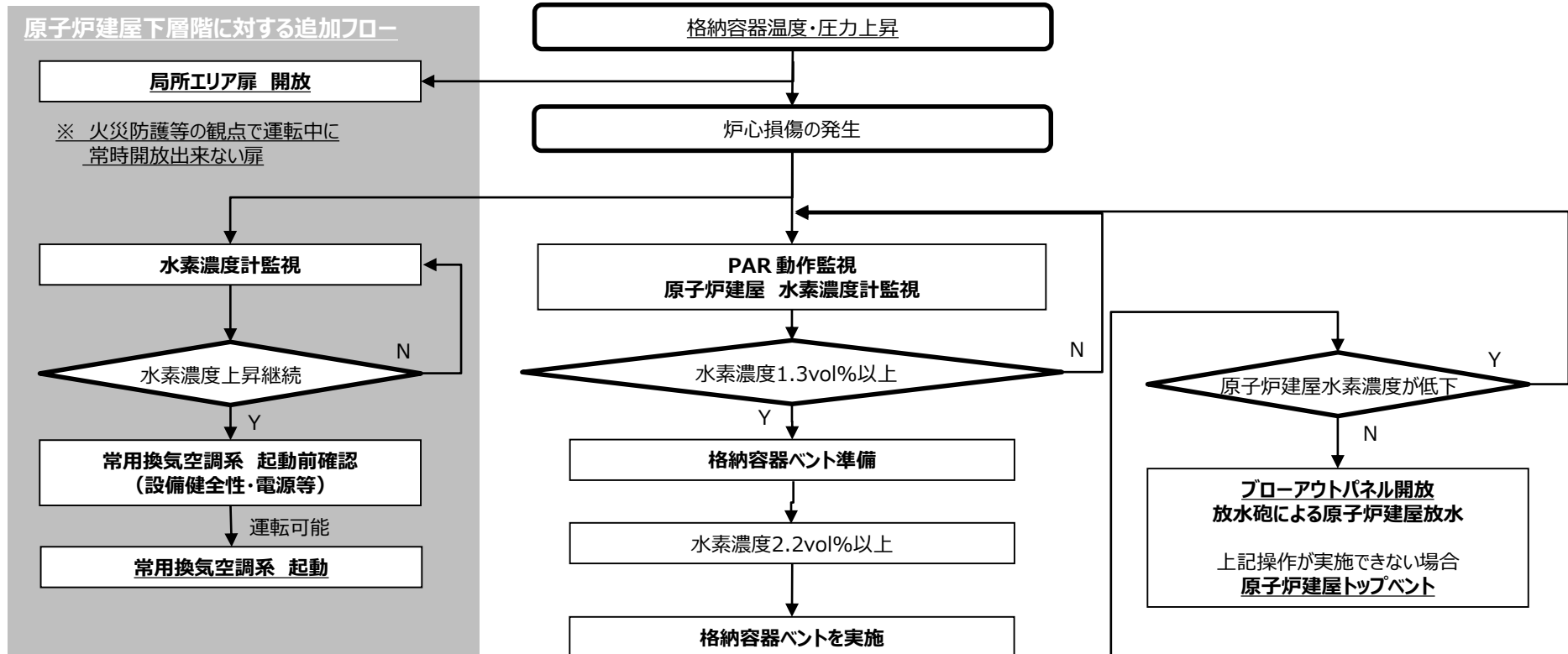
資料 4

得られた知見の運転炉への反映の補足

得られた知見の運転炉への反映の補足

・原子炉建屋下層階の水素滞留に係る知見の反映

- 原子炉建屋下層階の水素滞留に対する事業者の自主的な追加対策として、運転中は局所エリアの扉を常時開放又は開口面積が大きく通気性能が高い扉へ改造し、常時開放出来ない扉については事故時に開放する手順を整備。また、水素濃度の上昇が継続する場合に備え、常用換気空調系を起動し、滞留している水素を排出する手順も整備。

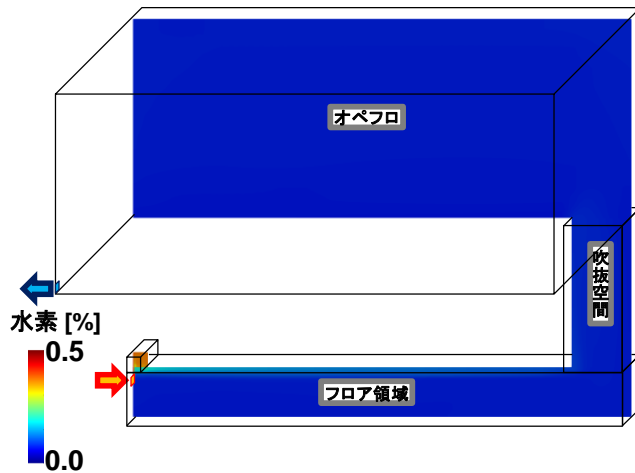


得られた知見の運転炉への反映の補足

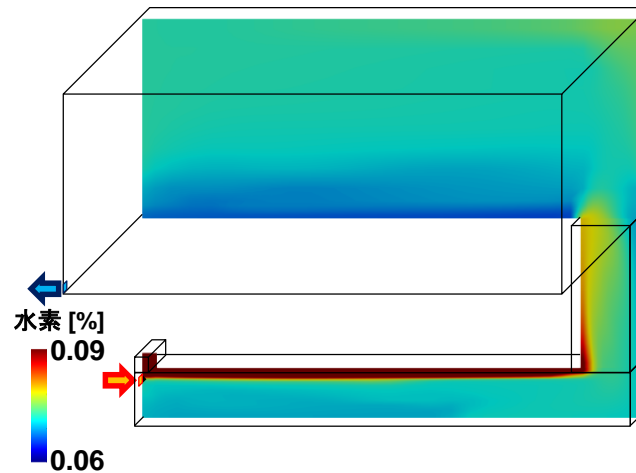
・原子炉建屋下層階の水素滞留に係る知見の反映

➤ GOTHIC解析モデル体系において漏洩した水素の滞留・拡散挙動の傾向を確認

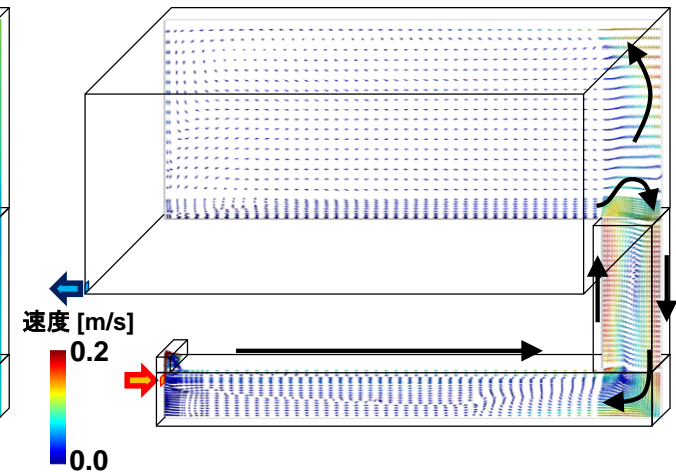
- ✓ 漏洩した水素は浮力により天井窪み内に流入し下層階フロアの天井に沿って吹抜空間へ移行
- ✓ 吹抜空間内において水素を含む低密度気体による自然対流の生成
- ✓ 下層階フロアの水素濃度が建屋内の気体循環により希釈される傾向



(a)水素濃度分布
(カラーコンター範囲：0~0.5%)



(b)水素濃度分布
(カラーコンター範囲：0.06~0.09%)



(c)気体速度分布

得られた知見の運転炉への反映の補足

- ・【参考】 ATENA大での水素防護に係るアクションプラン

沸騰水型原子炉における原子炉建屋の水素防護対策に係る

アクションプラン（改訂2版）（1/2）

2024.6.7

| 実施項目 | 実施主体 | 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 上期 | 2024年度 下期 | 2025年度 | 2026年度 | 2027年度 以降 |
|--|-----------------------|--|-------------------|-------------------------|--|--------|--------|--------------|
| 1. アクションプランの作成 | ATENA-WG | 概要検討 アクションプラン作成（初版） アクションプラン検討 | アクションプラン変更（改訂1） | アクションプラン変更（改訂2版） | 適宜、得られた知見等を反映し アクションプランを見直し | | | |
| 2. AMGの改定 （1）既存設備を 原設計のまま 活用した水素 防護対策の検 討 | ATENA-WG | 建屋漏えい時の簡易評価（FCVS/HVAC/SGTS/BOP/トップベント） 対策の比較検討 （各対策の対応する事故条件、機器の特性の整理） 水素防護対策（FCVS/HVAC/SGTS/BOP/トップベント） の優先順位・導入条件・懸念事項の整理 手順のひな型の作成 | AMG改定ガイドライン策定（初版） | | | | | |
| | 各事業者 | | AMG改定ガイドラインの検討 | AMG改定検討・改定 （プラントによる） | | | | |
| （2）中長期的な 水素防護対策 の検討結果を 踏まえたAMG 改定ガイドの改 定／AMG再 改定の検討・ AMGへ反映 | ATENA-WG ／ 各事業者 | | | | AMG改定ガイドラインの改定／AMG再改定の検討・AMGへ反映 （中長期的検討結果の反映） | | | |

短期的な検討
 中長期的な検討
 緑字記載部 今回の変更箇所

次頁「3. 対策の具体化に向けた検討」の以下の項目
 の検討結果をAMGへ必要に応じて反映
 （3）水素滞留・拡散挙動の評価手法構築・評価
 （4）下層階の防護対策検討
 （5）設備改造を含めた水素防護対策検討

得られた知見の運転炉への反映の補足

・【参考】 ATENA大での水素防護に係るアクションプラン

沸騰水型原子炉における原子炉建屋の水素防護対策に係る

アクションプラン（改訂2版）（2/2）

| 実施項目 | 実施主体 | 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 上期 | 2024年度 下期 | 2025年度 | 2026年度 | 2027年度 以降 |
|--|----------|-------------------------------|---|--------------------|--------------|---------------------------|------------------------------------|--------------|
| 3. 対策の具体化に向けた検討 (1) 原子炉建屋下層階で水素が滞留する可能性の調査・評価 | ATENA-WG | プラントワークダウン手順書検討 ▼手順書（初版）作成 | プラントワークダウン実施 （下層階で水素の滞留が予想される箇所の特定） | | | | | |
| (2) 実機による風速等の測定 | ATENA-WG | HVAC、SGTS運転時の建屋内風速測定 | 風量測定結果 | 建屋開放実験（BOP）等の検討・実施 | | 解析条件検討・解析評価 （電中研研究と連携） | ▼解析結果 | |
| (3) 水素滞留・拡散挙動の評価手法構築・評価 | ATENA-WG | 試験の評価方法の立案検討 | 試験成立性・要否判断 | 評価手法構築（電中研研究と連携） | | 構築した評価手法による評価（各事業者） | 適宜評価結果を反映 | |
| (4) 下層階の防護対策検討 | 各事業者 | | （必要に応じて先行的な対策検討） | | | | 例）水素濃度計の追設検討 PARの追設検討 扉改造の検討 | |
| (5) 設備改造を含めた水素防護対策検討 | ATENA-WG | | 例）着火リスクの低減検討（HVAC、SGTS） HVACの電源等の強化検討 HVACのDBA/SAを通じた運転継続可否検討 | | | | | |

短期的な検討
 中長期的な検討
 緑字記載部 今回の変更箇所

得られた知見の運転炉への反映

・1号機原子炉補機冷却系の汚染に係る知見の反映

■ EOPに1F事故の教訓として記載を充実

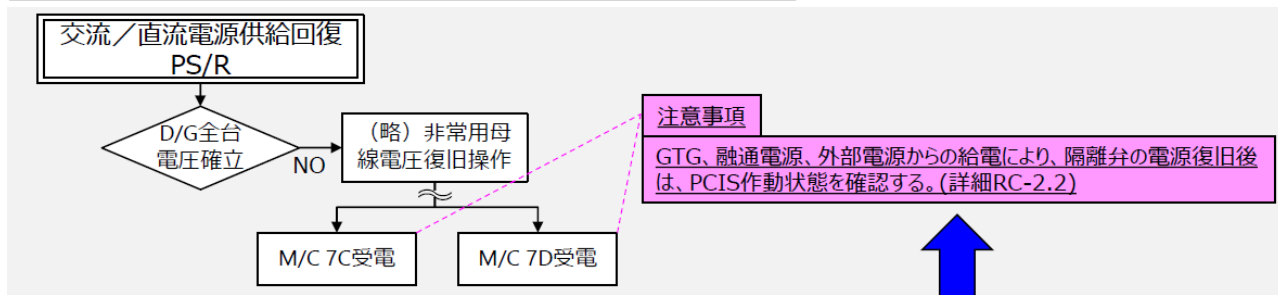
○ 1 F 事故の教訓

1 F 1号炉においてR C W配管やR C Wサージタンクの高線量汚染が確認されており、落下した溶融燃料が格納容器ペDESTAL内にあるR C W配管を損傷し、放射性物質等のリークパスを形成したことが推定されている。

この知見を踏まえ、隔離弁の電源復旧後はペDESTAL配管損傷による放射性物質の系外放出防止のため、R P V破損前までにP C V内側・外側隔離弁（P C I S）の作動状態を確認すること。

■ 個別手順（EOP）のフロー中に電源復旧後に実施すべき事項として注意事項を追加

EOPにおけるPS/R「交流／直流電源供給回復」手順書フロー概要



RC「スクラム」のフローとのリンクをとり、PCISの作動状態の確認を強化する手順とした

■ 隔離弁電源負荷の追加

- 今回の1F1号炉の知見を踏まえ、隔離弁の閉止を確実にするために、受電する負荷の見直しを実施した。見直しの結果、注水を最優先とする観点から負荷を限定する目的で対象外となっていた一部の隔離弁を負荷として追加することとし、全ての隔離弁を受電する手順とした。