

2号機既設原子炉水位計装配管を活用したRPV内部調査の結果について

2026年6月15日



東京電力ホールディングス株式会社

1.概要

- 4/14より、小型線量計内蔵のファイバースコープをN16Aノズルに繋がる原子炉水位計装束管へ挿入し、4/15には、N16Aノズルまで到達した。
- 4/16にファイバースコープをRPV内へ挿入し、RPV内部調査を実施。N16Aノズル正面にあるシュラウドを確認後、炉底部方向に降下する中でジェットポンプを確認し、約6m下※までのRPV内部の線量率や映像を取得。

RPV:原子炉圧力容器
JP:ジェットポンプ

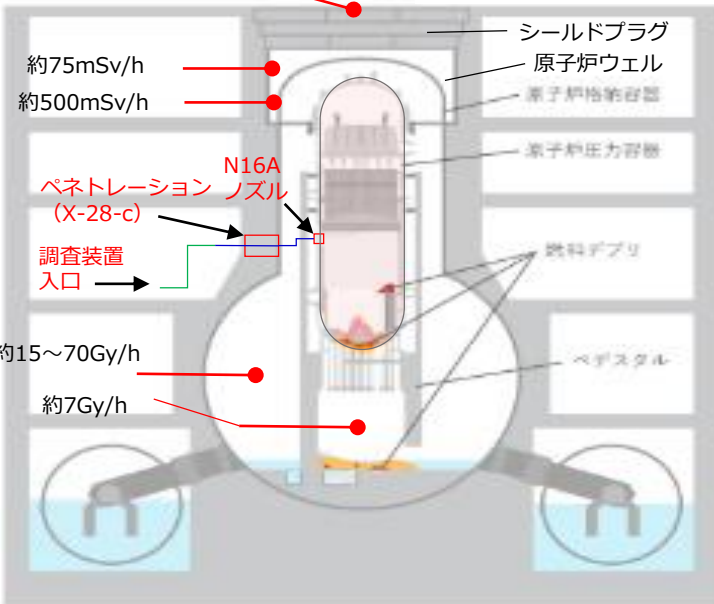
※ N16Aノズルからの距離（降下量）は、ファイバースコープの挿入量からの想定値であり、ファイバースコープの曲げは考慮されていない。

- : 既設原子炉水位計装束管（25A,約8m）
- : 新設配管（恒久,仮設）（25A,約7m）

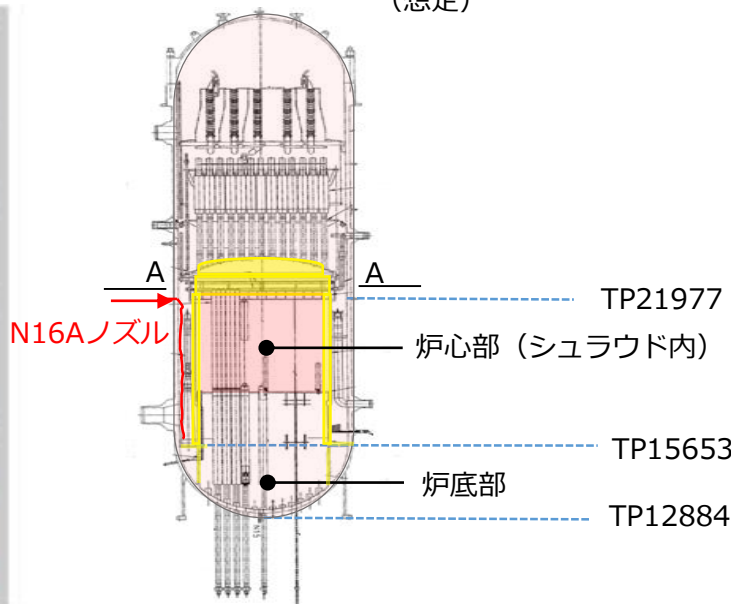
- : RPV
- : シュラウド（ヘッド,胴,サポート含む）
- : 炉心部

— : 調査装置のアクセスルート（想定）

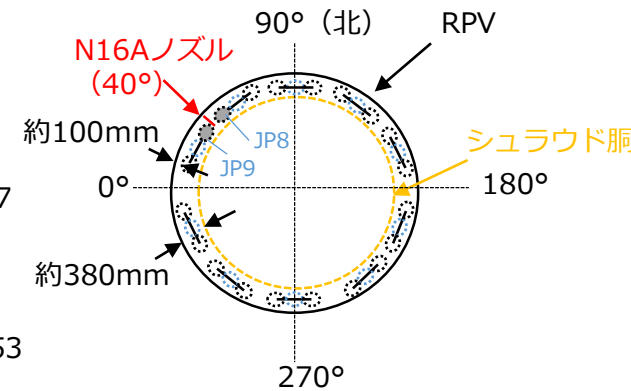
約9mSv/h(遮へい設置後) 原子炉建屋2階の線量当量率:約4mSv/h



2号機原子炉建屋の状況



炉内構造物と調査範囲



視認範囲とA-A断面図

2-1. 調査結果（RPV内線量率データ）

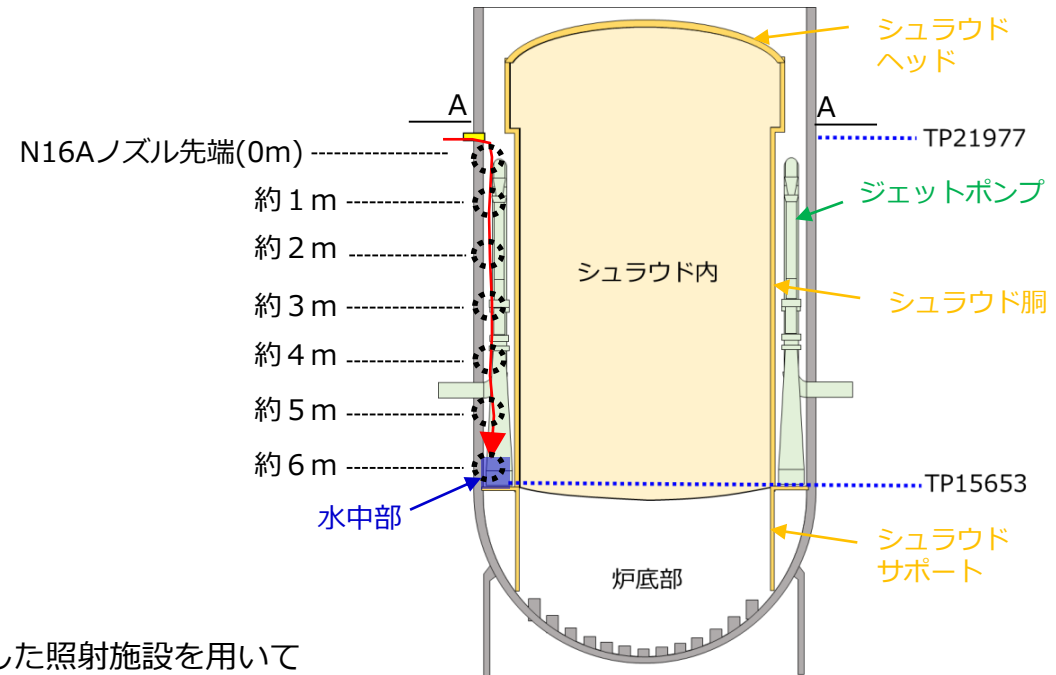
- 線量率はCs-137換算で最大で約4.7Gy/h（参考値※1）。
- N16Aノズルから約4m下まで、線量率は上昇傾向であったが、それ以降は低下傾向となった。
 - ✓ 燃料デブリの位置推定は難しいものの、線量分布の傾向（ピーク位置等）は通常炉とは異なる位置にあることが推測される。

N16Aノズルからの距離※2	RPV内線量率	
	Cs-137換算 (参考値※1)	Co-60換算 (参考値※1)
0m	約0.9Gy/h	約2.2Gy/h
約1m	約2.7Gy/h	約5.7Gy/h
約2m	約3.4Gy/h	約6.8Gy/h
約3m	約3.9Gy/h	約7.7Gy/h
約4m	約4.7Gy/h	約9.1Gy/h
約5m	約2.1Gy/h	約4.6Gy/h
約6m	約0.6Gy/h	約1.5Gy/h

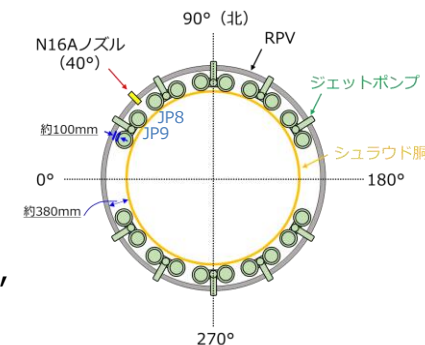
本調査で用いた小型線量計はCs-137およびCo-60線源を有した照射施設を用いて校正を行った。小型線量計から出力される電流と線量率との関係を近似曲線で描き、本来の放射線の強さとの差を計算し、そのズレの大きさを誤差として評価している。誤差は、Cs-137は約17%、Co-60は約39%である。

※1 本調査で用いた小型線量計はスペクトルによって反応の仕方が変わる特性があるため、現場で観測した線源をCs-137またはCo-60と仮定した場合の線量率を参考値として示した。

※2 N16Aノズルからの距離（降下量）は、ファイバースコープの挿入量からの想定値であり、ファイバースコープの曲げは考慮されていない。また、小型線量計のセンサーは、ファイバースコープ先端部から約60mm後方に内蔵。



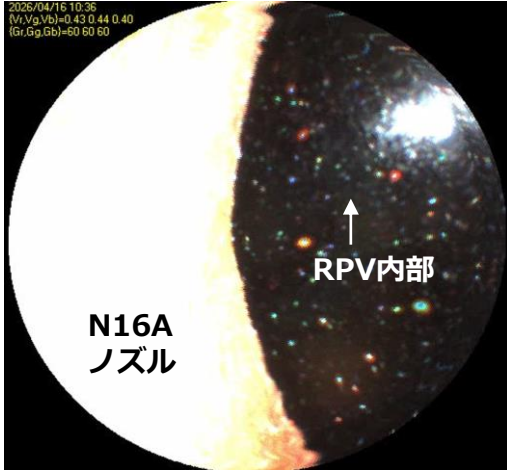
炉内構造物と調査範囲



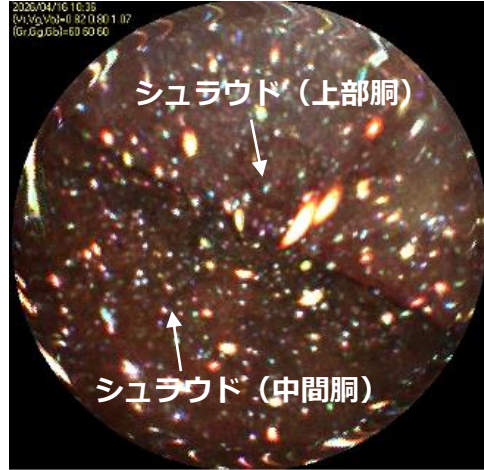
視認範囲とA-A断面図

2-2. 調査結果（RPV内映像 その1）

- 映像ではシュラウドやジェットポンプを確認。調査範囲においてはシュラウド等に有意な変形は確認されなかった。
 - ✓ 取得した映像は、今後画像処理等を実施し、視認した構造物等の特定を行う。



写真① N16Aノズル手前



写真② N16Aノズル先端 (0m)

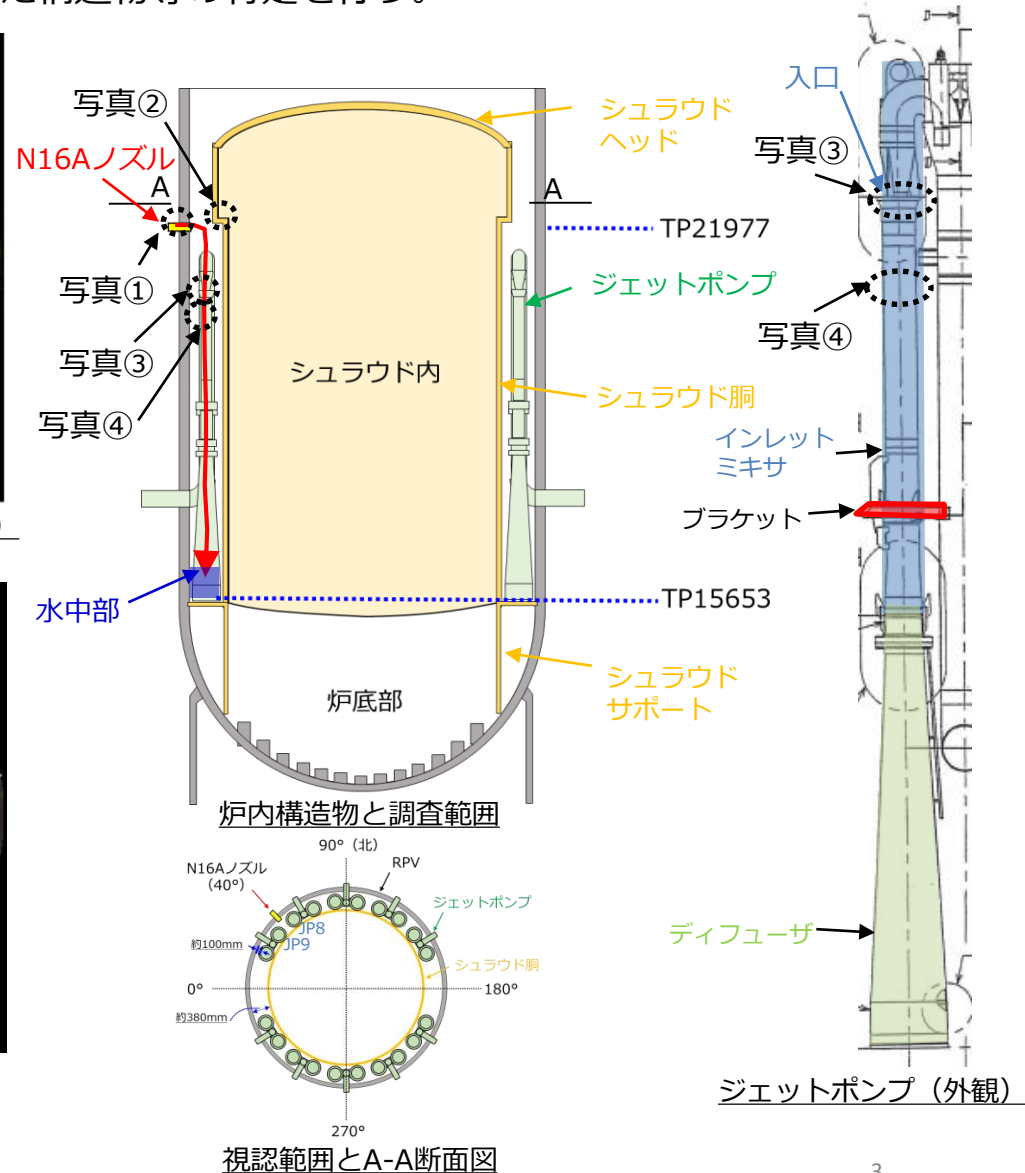


写真③ N16Aノズル約1m下



写真④ N16Aノズル約1.5m下

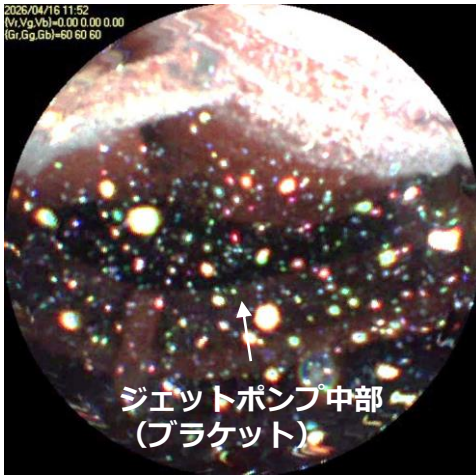
写真中の構造物の名称については現段階の推定となる。



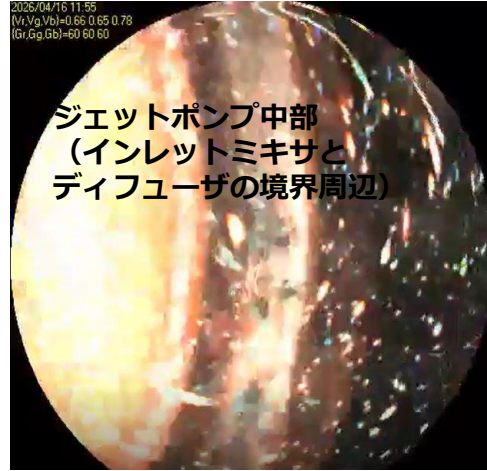
ジェットポンプ（外観）

2-3. 調査結果（RPV内映像 その2）

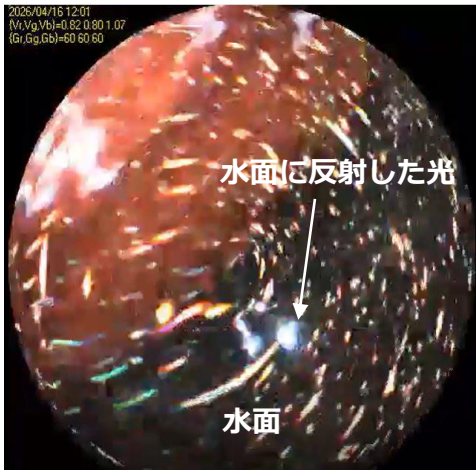
- 映像ではシュラウドやジェットポンプを確認。調査範囲においてはシュラウド等に有意な変形は確認されなかった。
- N16Aノズルから約6m下のシュラウド外周部で気中から水中※に変化したことを確認。
 - ✓ 取得した映像は、今後画像処理等を実施し、視認した構造物等の特定を行う。



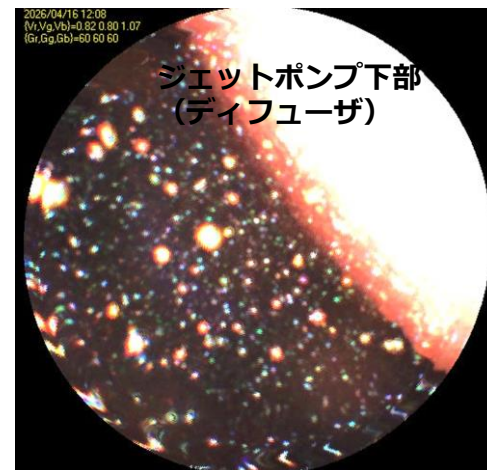
写真⑤ N16Aノズル約3m下



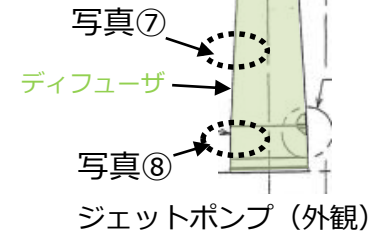
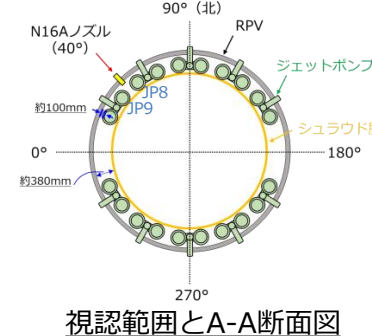
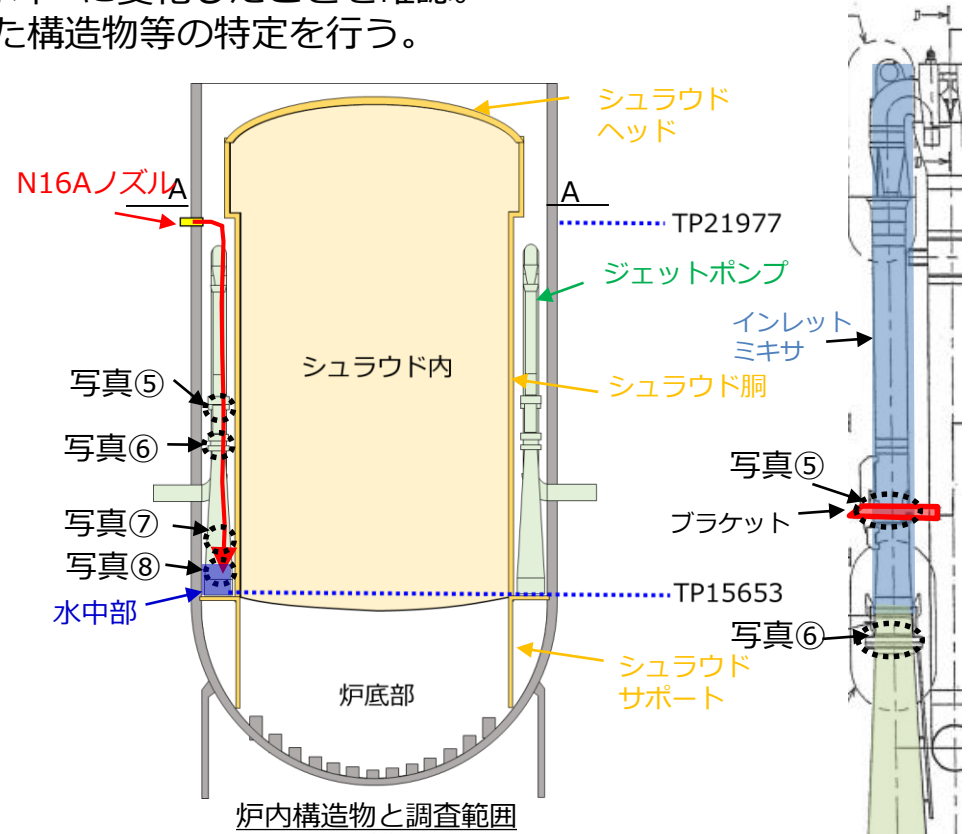
写真⑥ N16Aノズル約4m下



写真⑦ N16Aノズル約5.5m下



写真⑧ N16Aノズル約6m下（水中）



※ 水中に到達すると水面に反射したファイバースコープ先端の白い光がなくなり浮遊物を確認した。
写真中の構造物の名称については現段階の推定となる。

3.まとめ

- 小型線量計内蔵のファイバースコープによりRPV内部調査（線量率や映像の取得）を実施することができた。
- RPVへのアクセス箇所として、既設原子炉水位計装配管が有効であり、バウンダリを考慮するためのストラブカップリングや、水封バウンダリの現場適用性について確認した。
- 調査範囲においてシュラウドやジェットポンプに大きな破損は無いことを確認した。
- 燃料デブリの位置推定は難しいものの、線量分布の傾向（ピーク位置等）は通常炉とは異なる位置にあることが推測される。
- 今回の調査で得られた知見については、更なる調査や他号機への展開などに活用し、廃炉作業を進めていく。

(参考1) 経緯と目的

- RPV内に残存する燃料デブリの取り出しに必要な調査は未実施。
- まずは、早期にアクセス可能な2号機の既設原子炉水位計装配管（N16Aノズル）を活用しRPV内（シュラウド外側）の調査を実施する。
- 調査では、耐放射線性のファイバースコープを用いて、シュラウド外側の状態や線量を確認し、今後の更なる調査に向けて情報を取得することを目的とする。
- 事故時に高温・高圧環境下にあったRPV内の早期状況把握は、廃炉作業の円滑化に重要。



(参考2) 計画の概要

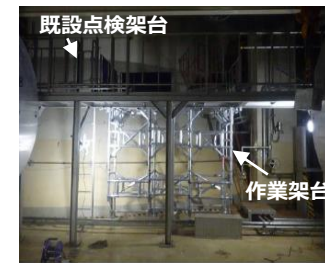
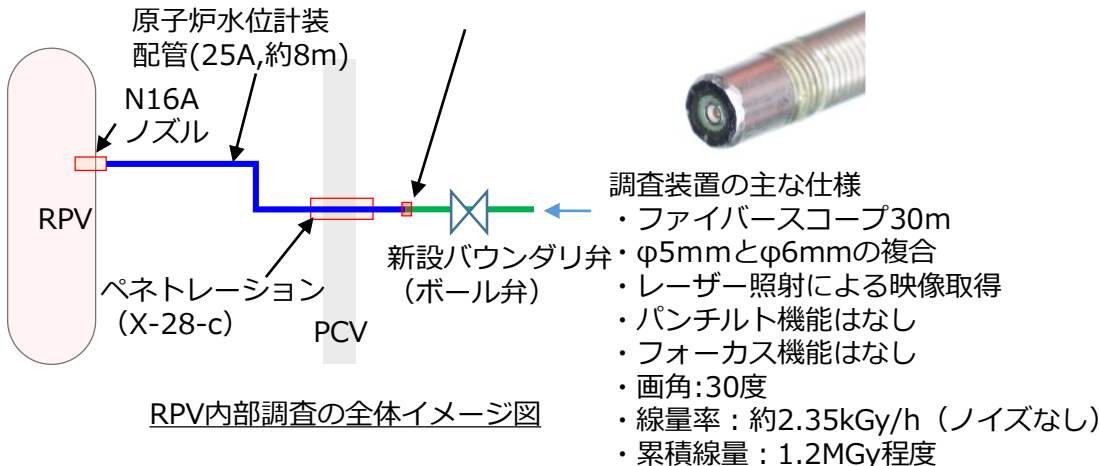
- 現場環境，調査装置のアクセス性，RPVのバウンダリ確保方法，視認対象物を考慮し，調査配管として，N16Aノズルに繋がる原子炉水位計装配管を選定し，人力でファイバースコープを挿入してRPV内の調査を行う。（2026年度上期）
 - ・ 配管内障害物を通過し，RPV内部にアクセス可能な耐放射線性のファイバースコープ※1（小型線量計内蔵）の開発・製作が完了。
 - ・ 作業エリアである原子炉建屋2階北西の環境整備※2を実施し，本調査に影響するような有意な詰まり等はないことを確認済。
- ファイバースコープ挿入のため配管を切断することから，調査後の新たなバウンダリ確保のため，配管にバウンダリ弁を新設し，健全性を確認する。

※1 調査装置の仕様は下記のとおり。

※2 配管内のサンプリング，洗浄作業，作業員の被ばく低減のための遮へい設置

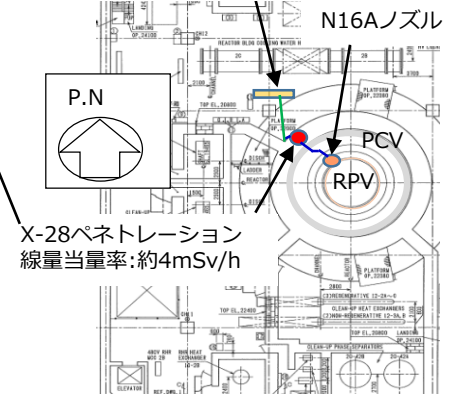


ストラブカップリング



PCV:原子炉格納容器
R/B:原子炉建屋

作業架台(既設点検架台を拡張)
線量当量率:約4mSv/h



(参考3) 得られる成果 (想定)

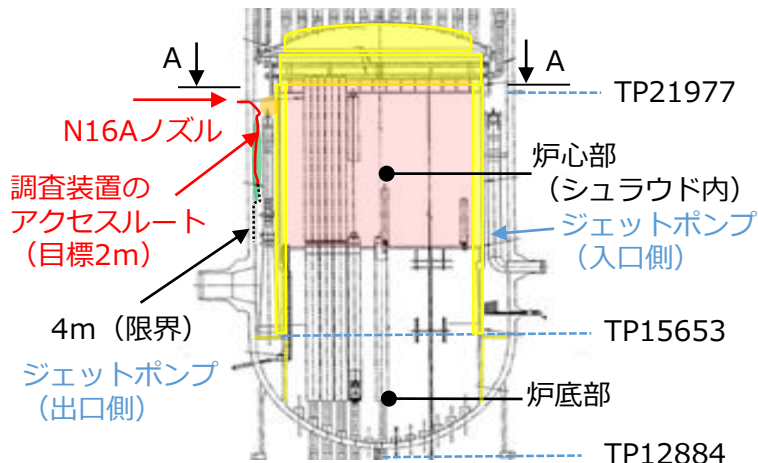
- 得られた成果（映像，線量，調査方法の実現性）については，廃炉計画に反映し着実に廃炉作業を進めていく。

得られる成果 (想定)		廃炉作業への活用方法
映像	<ul style="list-style-type: none"> ・ シュラウド胴等の有意な変形・傾き ・ シュラウド外周部のデブリや水面の有無 ・ 給水系と炉心スプレイ系による原子炉注水の状態 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次の調査や取り出し工法の判断材料 ・ 事故分析の検証（他号機の事故進展の推測も含む） ・ 冷却効果などの検証
線量 (γ線)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 炉内の線量分布（シュラウド上部，中間，下部） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 残存燃料の推定 ・ 調査や取り出し時に使用する機器のスペックに反映
調査方法の実現性	<ul style="list-style-type: none"> ・ ファイバースコープ等の調査装置の現場適用性 ・ ストラブカップリングや水封バウンダリ等のバウンダリ設備の現場適用性 ・ 人力による作業（配管凍結・切断や調査作業等）の現場適用性 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他号機への展開を検討 ・ 他の調査，干渉物撤去および取り出し時の装置等への転用

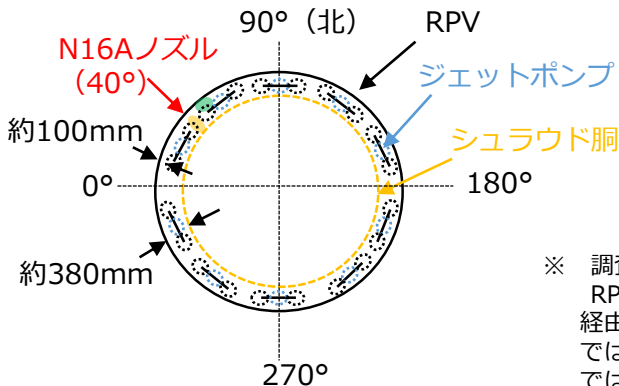
- N16Aノズル付近で炉内の状況を確認し，可能な限り，ファイバースコープを炉底部方向に挿入する計画。

- : 視認範囲（調査装置の先端がN16Aノズル周辺の場合）
- : 視認範囲（調査装置の先端がN16Aノズルより2m下まで到達した場合）

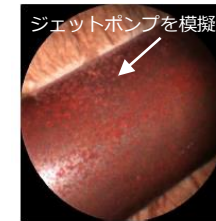
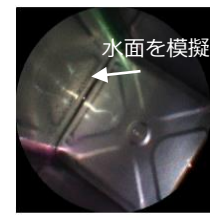
- : シュラウド胴
(サポート含む)
- : 炉心部



調査装置のアクセスルートと視認範囲 (想定)



視認範囲 (想定) とA-A断面図

想定取得映像
(N16Aノズル付近)想定取得映像
(N16Aノズルより4m下)

- ※ 調査装置の視認性確認時の映像。
RPV内部に到達後の調査装置先端の向きは，配管内の障害物を經由する際に調査装置に曲げ癖が付くため，N16Aノズル周辺では垂直方向だが，N16Aノズル2m下まで到達した際は，真下ではなく，N16Aノズルから北方向になる可能性がある。

(参考4-1) 作業内容（調査前の準備作業～調査）

- ファイバースコープ挿入のため配管を切断することから、調査後の新たなバウンダリ確保のため、配管にバウンダリ弁を新設し、健全性を確認する。
- RPV内気体が作業エリアに漏えいするリスクを低減するため、配管凍結・切断、新設バウンダリ弁設置時はPCVを減圧する。

①配管凍結・切断

- ・ 配管内にろ過水を送水し満水にさせる。凍結治具により、完全凍結させ、既設弁をパイプカッターで切断する。
- ・ 調査に影響するような付着物がないか、配管内面の状態を確認する。



②新設バウンダリ弁等（恒久設備）の設置

- ・ 新設バウンダリ弁等をストラブカップリングで接合する。
- ・ 凍結栓がある状態で漏えい確認（気圧）を実施する。



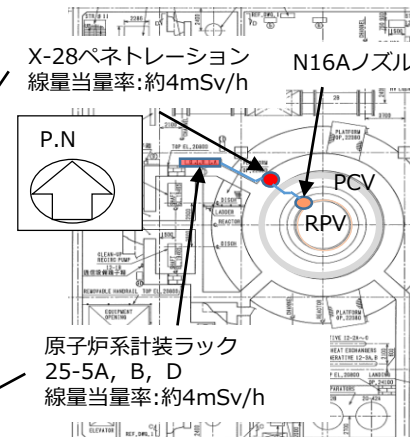
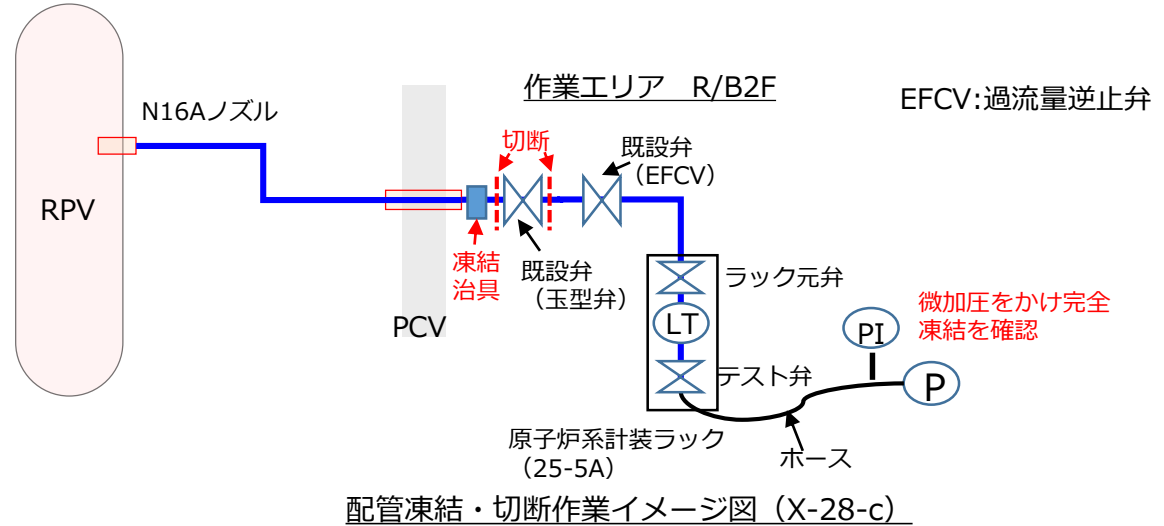
③挿入スプール（仮設）の設置

- ・ 既設配管内の洗浄を実施する。
- ・ 調査中に水封バウンダリを構築するための挿入スプールを設置する。
- ・ 仮設配管の漏えい確認（気圧）を実施する。
- ・ 水封バウンダリを構築する。



④RPV内部調査（挿入・回収）

- ・ 新設バウンダリ弁を開け、水封バウンダリの健全性を確認する。
- ・ 流量制限オリフィスまで調査装置を挿入し、内部の確認を行う。異常がなければN16Aノズルまで装置を挿入する。
- ・ N16Aノズルまで到達したら調査を開始する。
- ・ 調査後、調査装置回収装置内に装置を回収する。



2号機R/B2階



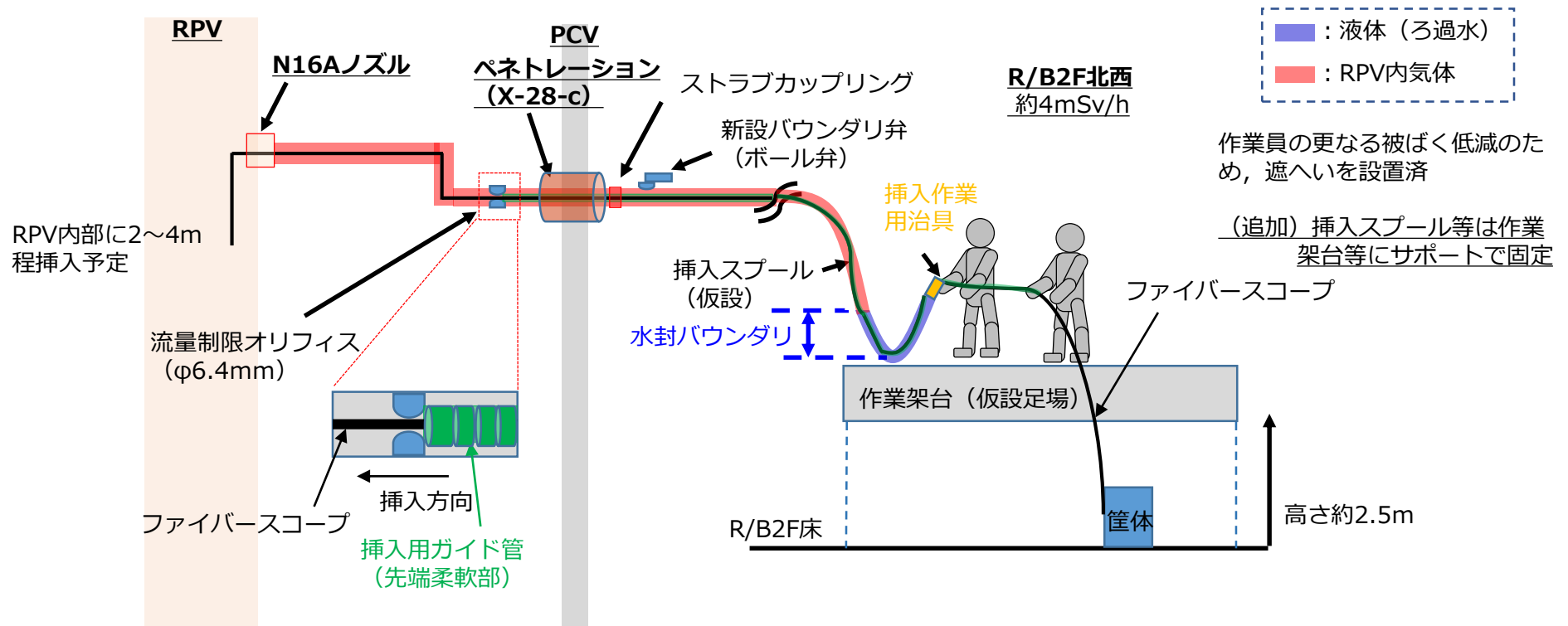
定期的に冷媒（ドライアイス＋アルコール）を交換する



火花が発生しない工具を採用 9

(参考4-2) 作業内容（調査）

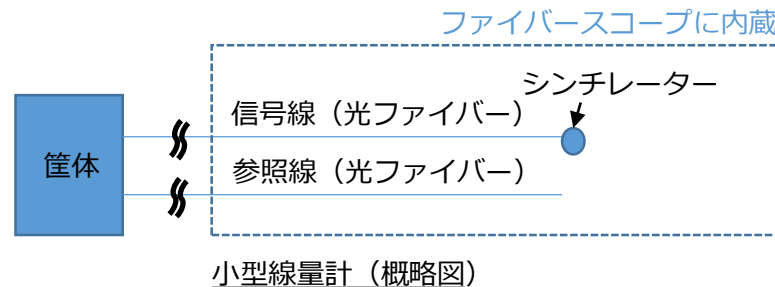
- 調査期間中は，RPV内気体が作業エリアに漏えいしないよう，水封バウンダリを維持するとともにPCVを減圧する。
- 作業架台の上から挿入補助ツールである挿入作業用治具にて人力で挿入用ガイド管（先端柔軟部・コイルバネ）と調査装置を同時に挿入する。（流量制限オリフィス通過後はファイバースコープのみ挿入）
- RPV内部に到達した調査装置は，炉内構造物（ジェットポンプ）に接触し， $\alpha\beta$ 汚染する可能性が高いため，作業員安全の観点から，段階的に回収可能か判断しながら調査装置回収装置内に回収する。



RPV内部調査方法のイメージ

（参考5）小型線量計の概要

- 構造
 - ・ 小型線量計はセンサーとなるシンチレーター付きの光ファイバー（信号線）と光ファイバーのみ（参照線）の二つのセンサーで構成している。
- 測定原理
 - ・ γ 線でシンチレーターを発光させ、小型線量計筐体内にある光電子増倍管で電流に変換する。その電流値（A）を線量率（Gy/h）へ変換する。
 - ・ 信号線出力はシンチレーター発光と光ファイバー自身の発光に相当するため、信号線出力値から参照線出力値（光ファイバー自身の発光に相当。換算値）を減算してシンチレーター発光のネット値を得る仕組みとしている。
- その他
 - ・ γ 線のみ測定可能である。（エネルギースペクトルは測定不可のため、ガンマ線エネルギーから核種同定は不可）
 - ・ RPV内部の核種を考慮し、Cs-137 ,Co-60線源で当該小型線量計を校正している。
- センサー内蔵位置
 - ・ ファイバースコープの先端部約60mm後方に小型線量計のセンサー部であるシンチレーター等を内蔵している。



(参考6) 調査装置の概要

■ 構造

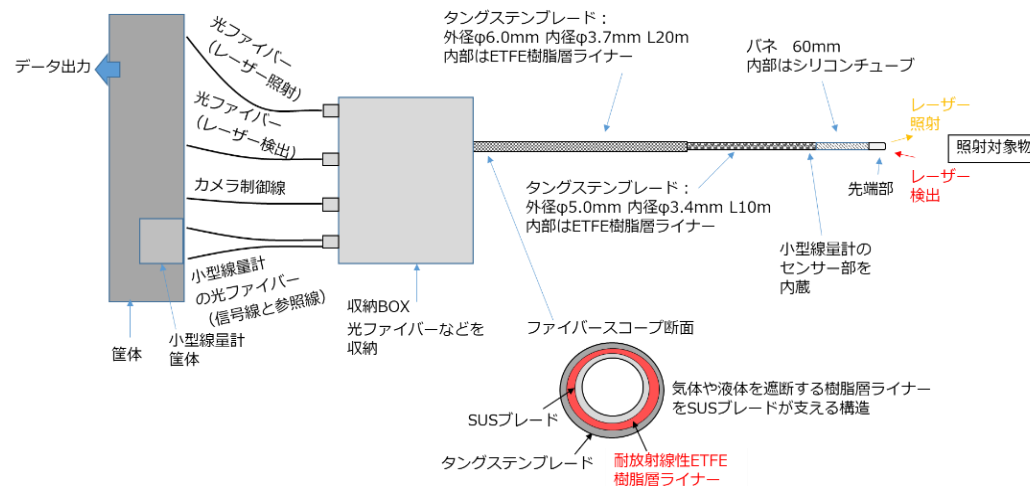
- 調査装置は、ファイバースコープと筐体に大きく分けられる。ファイバースコープは、3層構造になっており内部に撮像機構用の光ファイバーと小型線量計のセンサー部であるシンチレータ等を内蔵している。

■ 撮像原理

- ファイバースコープ先端からレーザーを照射し、照射した対象物から反射して返ってきた光を検出することで映像を取得する。

■ 視認範囲

- 画角：30度，画素数：分解能12万画素，視認距離：2m



調査装置の全体図（概略）

(参考7-1) 安全対策 (その1)

■ 水封バウンダリの健全性

- ・ 調査期間中（3日間）の日中帯および夜間帯のバウンダリは、水封バウンダリを構築。
- ・ RPV内気体の圧力が加わる水封部の高さを大気圧変動などを加味したPCV圧力より常に高くする必要があるため、調査前にPCV圧力を実績のある約2kPaまで減圧するとともに、調査装置の挿入・引抜き作業中は、給水タンクを活用した循環運転とする。

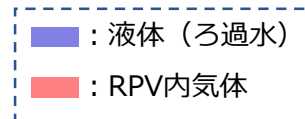
■ 異常の検知・対応

・ 現場や現場本部

連続ダストモニタ及び線量表示器を設置し、指示値に有意な変動がないこと、水封部がオーバーフロー水位付近であり、水封部から漏れがないこと確認。万一、連続ダストモニタ、線量表示器及びPCV圧力の指示値に有意な変動が発生した場合は、調査装置を引抜き、新設バウンダリ弁を閉止する等の封止措置を速やかに実施。

・ 免震重要棟

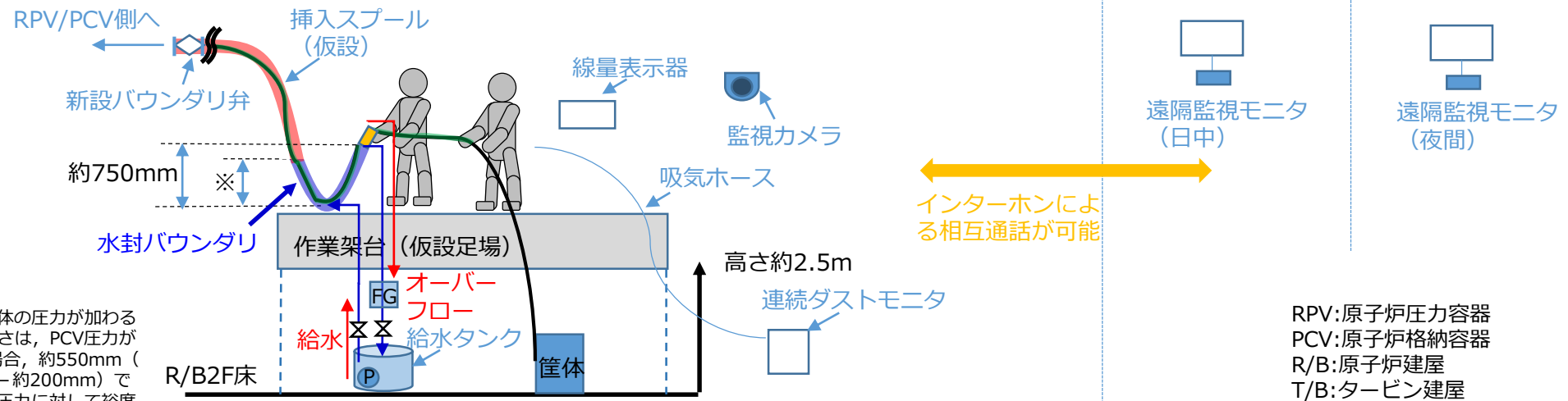
PCV圧力等のパラメータに異常がないことを確認。



R/B2F北西 (現場)
約4mSv/h

T/B 1 F (現場本部)
約0.02mSv/h

免震重要棟



インターホンによる相互通話が可能

RPV:原子炉圧力容器
PCV:原子炉格納容器
R/B:原子炉建屋
T/B:タービン建屋
P:水中ポンプ
FG:フローグラス

※RPV内気体の圧力が加わる水封部の高さは、PCV圧力が約2kPaの場合、約550mm（約750mm－約200mm）であり、PCV圧力に対して裕度がある。

水封バウンダリと監視方法（日中帯・夜間帯）のイメージ

(参考7-2) 安全対策 (その2)

■ 調査期間中のバウンダリの監視方法 (日中帯・夜間帯)

作業エリア	R/B2階 (現場)	T/B1階 (現場本部※)	免震重要棟 (ネットワーク室)	免震重要棟 (1-4号操作室)
役割 (日中帯)	<ul style="list-style-type: none"> 準備作業 (バウンダリ構築等) RPV内部調査 (調査装置の挿入, 引抜作業) 	<ul style="list-style-type: none"> 作業状況の確認 現場指示 バウンダリ監視 (遠隔) 火災検知, 内視鏡の映像確認 (遠隔) 	<ul style="list-style-type: none"> 現場本部との連携 内視鏡の映像確認 (遠隔) 	<ul style="list-style-type: none"> PCVパラメータの監視 (遠隔)
役割 (夜間帯)	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> バウンダリ監視 (遠隔) 火災検知 (遠隔)
バウンダリ 監視方法	<ul style="list-style-type: none"> 現場で直接確認 ①凍結栓の完全凍結 ②水封バウンダリ (挿入スプールのフロー グラス等) ③新設バウンダリ弁の閉 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔で間接的に確認 ①線量表示器 ②連続ダストモニタ ③水封バウンダリ (挿入スプールのフロー グラス等) 	—	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔で間接的に確認 ①PCVパラメータ ②線量表示器 ③連続ダストモニタ ④水封バウンダリ (給水 ユニット付近に漏えいが ないこと)
主な設備	<ul style="list-style-type: none"> 調査装置 バウンダリ設備 監視カメラ インターホン 線量表示器 連続ダストモニタ他 	<ul style="list-style-type: none"> インターホン 遠隔監視モニタ (PC) 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視モニタ (PC) 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視モニタ (PC)

※R/B二重扉 (北東) 付近

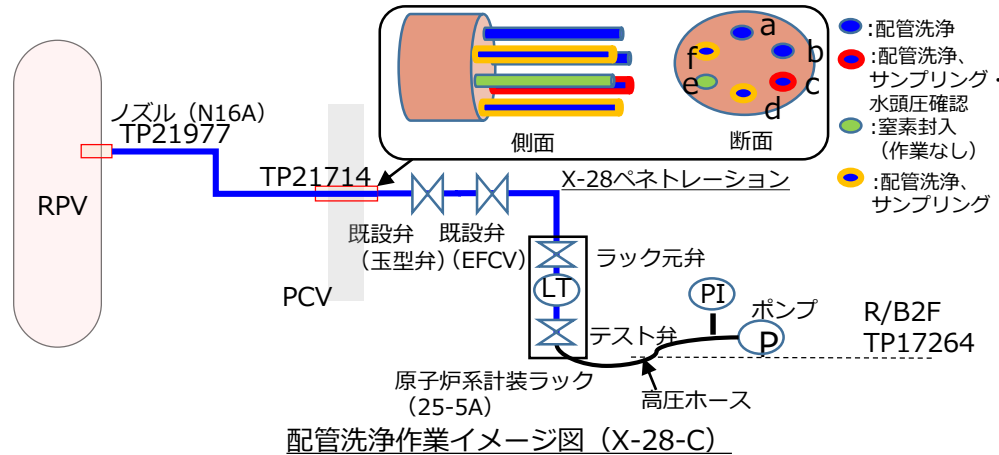
(参考8) 計画線量と実績（総被ばく線量と個人線量）

- 作業員の被ばく抑制の観点から、先行で実施する配管凍結・切断および新設バウンダリ弁等（恒久設備）の設置作業に従事した作業員が後段の挿入スプール（仮設）設置およびRPV内部調査作業に従事しないよう、2チーム体制とした。
- それぞれのチームの中で複数班体制を取り作業を実施。

	計画	実績
総被ばく線量	765mSv	751mSv
個人線量 (最大)	3.0mSv/日	2.2mSv/日
	18mSv/年	13mSv/年
延べ人数	1368人日	2135人日

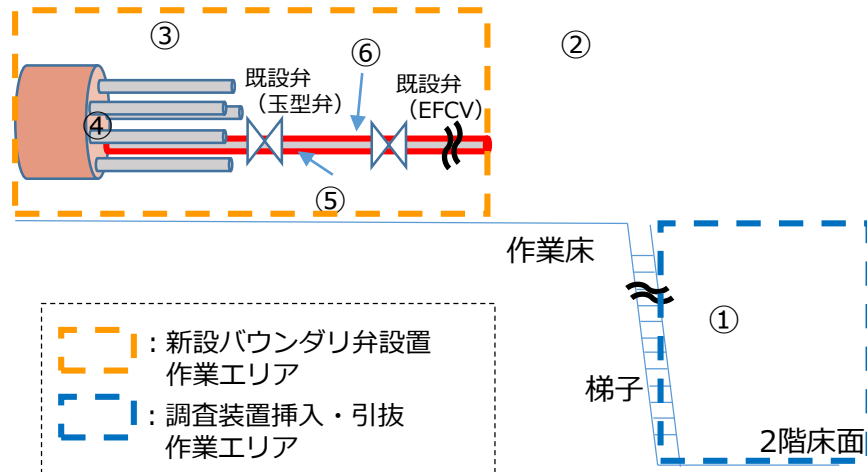
(参考9) 配管洗浄結果 (X-28ペネトレーション)

- 作業エリアの線量低減及び配管内の付着物除去を目的にX-28ペネトレーションに繋がる配管6本のうち5本の配管内の洗浄を実施。
- 配管容積を踏まえ1ヶ所あたり約60L(容積の3倍程度)のろ過水をRPV内部へ送水したが、PCVパラメータに有意な変動は確認されなかった。



■ 配管洗浄結果

- ・ RPV内部調査を行うための新設バウンダリ弁設置作業エリア③～⑥の線量が概ね低減したことを確認。
β線対策として、配管表面に遮へい(ゴムマット)を設置し、作業を実施。



測定ポイント	作業前		作業後		備考
	線量当量率 (mSv/h)				
	2023年8月30日		2023年9月12日		
	γ線	γ+β線	γ線	γ+β線	
①	2.5	8.5	3.0	6.0	床上1.5m
②	4.0	8.5	4.0	6.5	作業床上1.5m
③	5.5	12	4.0	10	作業床上1.5m
④	3.0	>100	3.5	>100	表面
⑤	12	45	5.0	45	表面(下部)
⑥	6.0	50	4.0	45	表面(上部)

ICW:電離箱式サーベイメータ
ICWBL:電離箱式サーベイメータ(低線量)

測定器: ICW、ICWBL