




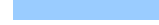



燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		9月				10月				11月				12月		1月		備考
			日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	
建屋内除染	共通	(実績) 【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続) 【研究開発】総合的線量低減計画の策定(継続) (予定) 【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続) 【研究開発】総合的線量低減計画の策定(継続)	検討・設計	【研究開発】建屋内遠隔除染技術の開発																	
		(実績) 【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討(継続) (予定) 【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討(継続)	検討・設計	【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討																	(現状の線量で作業実施) ①PCV下部調査の穿孔作業【北西】: 2014年5月～(現状線量1～4mSv/h) (中以下下の除染・撤去・運へいを実施 (エアラ単位での引渡しを調整中)) ②滞留水移送ポンプ設置【エアラ調整 中】: 2014年12月～ ③PCV内部調査(X-100B)【北西】: 2015年4月～
		(実績) R/B1階除染作業(継続) 【検討】R/B1階高所線量低減・中～低所ホットスポット対策検討(継続) (予定) 【検討】R/B1階高所線量低減・中～低所ホットスポット対策検討(継続)	検討・設計	【検討】R/B1階高所線量低減・中～低所ホットスポット対策検討																	(低所除染まで(現状)で作業可能) ①RPV底部温度計修理:2014年9月 ②PCV下部調査【北東から開始】: 2014年7月～ ③滞留水移送ポンプ設置【エアラ調整 中】: 2014年11月～(準備作業) ④PCV内部調査【北西】: 2015年7月～
		(実績) R/B1階除染作業(継続) R/B1階作業エリア遮へい設計・検討(新規) (予定) R/B1階除染作業(継続) R/B1階作業エリア遮へい設計・検討(継続)	現場作業	R/B1階中/床面除染	追加(10/19日より開始) 遮へい対象作業は以下のとおり。 ・滞留水水位計設置孔穿孔(2015年2月) ・PCV1stエントリ工事(2015年3月)				【検討】R/B1階作業エリア遮へい設計・検討												
燃料デブリ取り出し準備	共通	(実績) 【研究開発】格納容器調査装置の製作(継続) 【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) 【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続) (予定) 【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) 【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続)	検討・設計	【研究開発】格納容器調査装置の製作																	
		(実績)なし (予定)なし 1号機トラス室干渉物調査(レーザスキャン)(新規)	現場作業					追加				1号機トラス室干渉物調査(レーザスキャン)									
		(実績)なし (予定)なし	現場作業																		
		(実績)なし (予定)なし	現場作業																		
燃料デブリ取り出し	共通	(実績) 【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作(継続) 【研究開発】压力容器内部調査技術の開発 【研究開発】燃料デブリ・炉内構造物の取出技術の開発(継続) (予定) 【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作(継続) 【研究開発】压力容器内部調査技術の開発 【研究開発】燃料デブリ・炉内構造物の取出技術の開発(継続)	検討・設計	【研究開発】PCV本格調査装置基本設計・要素試作公募手続き等																	PCV事前調査装置実証試験 :H26年度予定
			現場作業	【研究開発】RPV内部調査技術の開発																	

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定												備考	
			9月			10月			11月			12月				1月
			#	5	#	#	#	2	9	下	上	中	下	前	後	
R P V / P C V 健全性維持		(実 績) 【研究開発】圧力容器 / 格納容器腐食に対する健全性の評価技術の開発 (継続) 腐食抑制対策 ・窒素パブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施 (継続) (予 定) 【研究開発】圧力容器 / 格納容器腐食に対する健全性の評価技術の開発 (継続) 腐食抑制対策 ・窒素パブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施 (継続)	検討・設計	【研究開発】PCV/RPVの耐震健全性を踏まえた冠水工法の成立性評価												
			検討・設計	【研究開発】PCV補修や水位上昇を踏まえた機器の耐震強度の簡易評価												
			検討・設計	【研究開発】腐食抑制策の開発												
			検討・設計	【研究開発】長期の腐食減肉量の予測の高度化												
			検討・設計	【研究開発】ベDESTALの侵食影響評価												
			現場作業	腐食抑制対策 (窒素パブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減)												
炉心状況把握		(実 績) 【炉心状況把握解析】 【研究開発】事故時プラント挙動の分析 事故時プラント挙動の分析 (継続) 【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化 シビアアクシデント解析コード高度化 (継続) 【研究開発】必要遮へい厚さの評価 (継続) (予 定) 【炉心状況把握解析】 【研究開発】事故時プラント挙動の分析 事故時プラント挙動の分析 (継続) 【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化 シビアアクシデント解析コード高度化 (継続) 【研究開発】必要遮へい厚さの評価 (継続)	検討・設計	【炉心状況把握解析】 【研究開発】事故時プラント挙動の分析												
			検討・設計	【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化												
			現場作業	燃料デブリ検知技術の開発 【研究開発】必要遮へい厚さの評価												
燃料デブリ取り出し準備	取出後の燃料デブリ安定保管	(実 績) 【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・模擬デブリ作製条件検討、MCCIデブリ条件・計画検討 (継続) ・機械物性評価 (U-Zr-O) ・福島特有事象の影響評価 (海水塩・B4C等との反応生成物) (継続) 【研究開発】実デブリ性状分析 ・公募手続き等 【研究開発】デブリ処置技術の開発 ・保管に係る基礎特性評価等 (継続) (予 定) 【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・模擬デブリ作製条件検討、MCCIデブリ条件・計画検討 (継続) ・機械物性評価 (U-Zr-O) ・福島特有事象の影響評価 (海水塩・B4C等との反応生成物) (継続) 【研究開発】実デブリ性状分析 ・プロジェクト全体計画検討、分析要素技術開発 (新規) 【研究開発】デブリ処置技術の開発 ・保管に係る基礎特性評価等 (継続)	検討・設計	【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・機械物性評価 (酸化物系、金属系)												
			検討・設計	・福島特有事象の影響評価 (コンクリート、Gd等との反応生成物)												
			現場作業	【研究開発】実デブリ性状分析 ・公募手続き等												
			現場作業	【研究開発】燃料デブリ性状分析、プロジェクト全体計画立案・分析要素技術開発												
燃料デブリ臨界管理技術の開発		(実 績) 【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発 ・臨界評価 (継続) ・炉内の再臨界検知技術の開発 (継続) ・臨界防止技術の開発 (継続) (予 定) 【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発 ・臨界評価 (継続) ・炉内の再臨界検知技術の開発 (継続) ・臨界防止技術の開発 (継続)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発												
			現場作業													
燃料デブリ保管技術の開発		(実 績) 【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発計画立案 (継続) (予 定) 【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発計画立案 (継続)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発												
			現場作業													

凡 例

-  : 検討業務・設計業務・準備作業
-  : 状況変化により、再度検討・再設計等が発生する場合
-  : 現場作業予定
-  : 天候状況及び他工事調整により、工期が左右され完了日が暫定な場合
-  : 機器の運転継続のみで、現場作業 (工事) が無い場合
-  : 2014年9月以降も作業や検討が継続する場合は、端を矢印で記載
-  : 工程調整中のもの

1号機原子炉建屋トールラス室における 3Dレーザスキャン計測の 実施について

2014年10月30日
東京電力株式会社



東京電力

1. 目的及びこれまでの実績

目的

今後計画している1号機原子炉建屋トールス室内での原子炉格納容器止水等の作業を行う上で必要となる干渉物評価に活用するため、トールス室内の3Dデータを取得する。

これまでの実績

1～3号機における3Dデータ取得実績は以下のとおり。

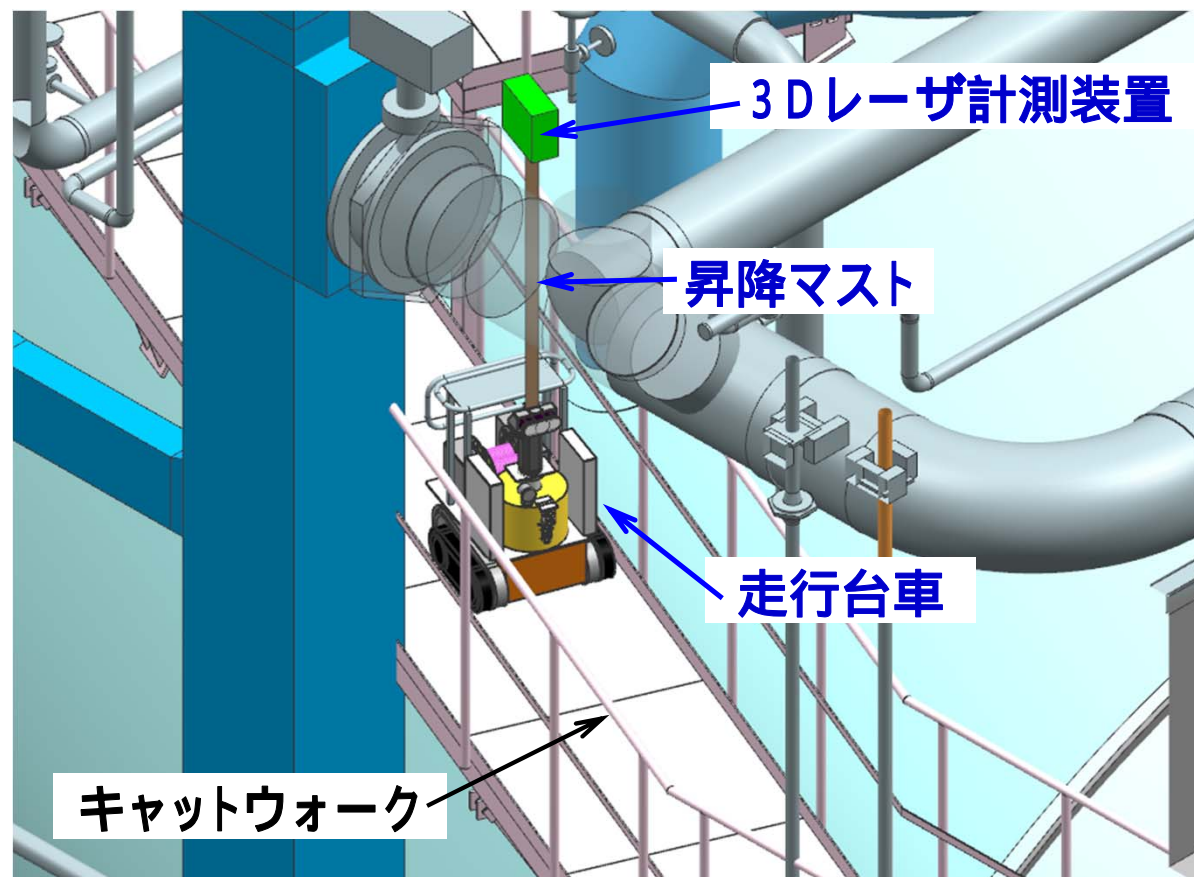
【1号機】原子炉建屋1階

【2号機】原子炉建屋1階およびトールス室（地下階）

【3号機】原子炉建屋1階

2. 計測作業の概要

- 計測装置を搭載した遠隔操作装置を、キャットウォーク上を自走させて、3Dレーザスキャンを行う。
- 遠隔操作装置：研究開発「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術の開発」で開発したS/C上部調査装置の走行台車と同仕様で、本作業のモックアップおよびトレーニング用に製作したものを活用。
- 計測装置：FARO社製3Dレーザ計測装置
 - 3D点群データを取得する。



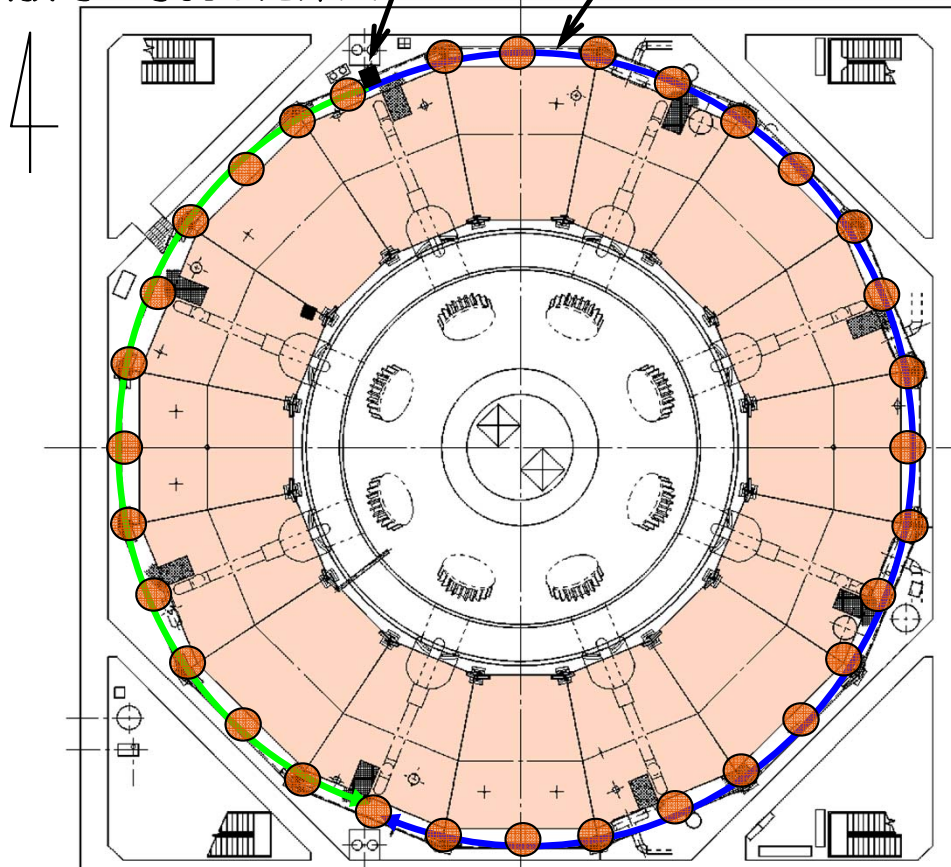
3Dレーザスキャン計測イメージ図

3. 調査対象エリア

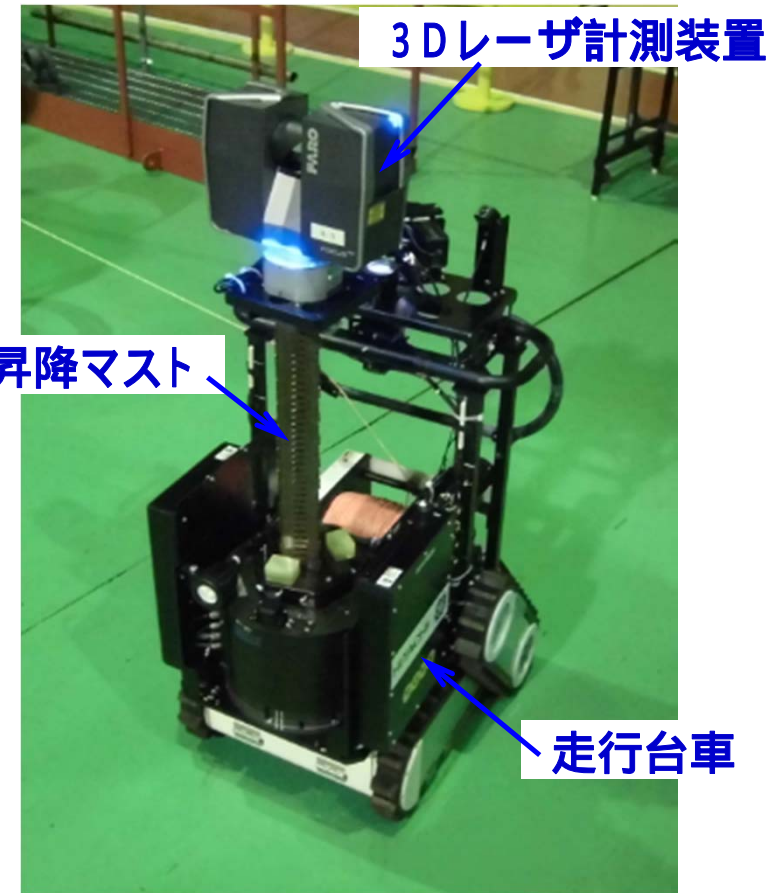
研究開発「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術の開発」におけるS/C上部調査装置の実証試験時に穿孔した北西エリアの床穴より遠隔操作装置をトラス室の外側キャットウォークへ吊り下ろし、キャットウォーク上より計測する。

S/C上部調査装置の実証
試験時に穿孔した床穴

外側キャットウォーク



● : 計測ポイント
(計測ポイントは計画であり、現場状況によって変更する可能性あり。)




1号機原子炉建屋地下階トラス室の計測ポイント

計測装置を搭載した遠隔操作装置の外観

4. 工程案

1号機原子炉建屋トラス室内3Dレーザスキャン計測を以下のスケジュールで実施予定。

	10月	11月
工程	準備 10/13～10/30	3Dレーザスキャン計測 10/31～11/10 予備 11/11・12



平成25年度実績概要
「格納容器漏えい箇所特定技術
・補修技術開発」
(調査の部)

平成26年10月30日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

1. 本研究(PCV調査)の実施内容

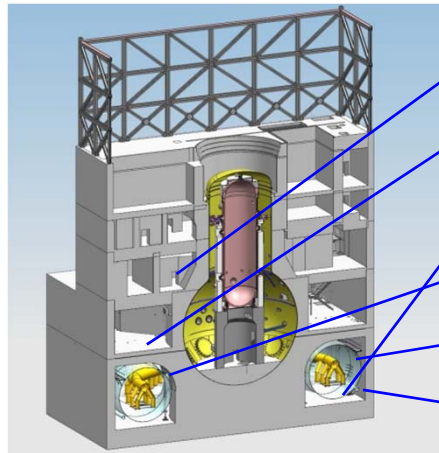
平成25年度の実施内容

○課題

高線量・狭隘・水中環境において、格納容器(PCV)の漏えい箇所調査のための漏えい調査工法と点検調査装置を開発する必要がある。

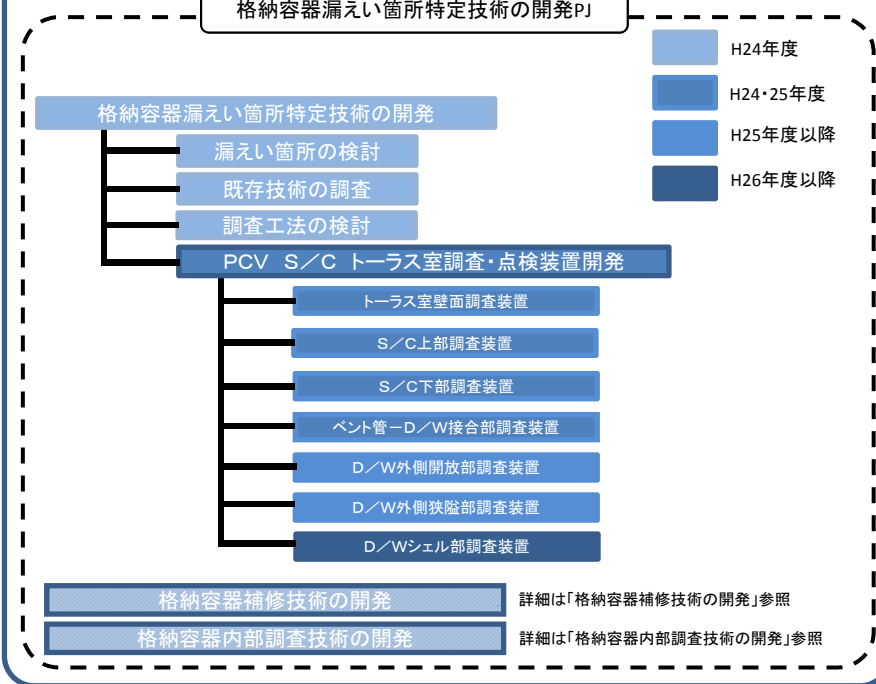
○点検調査装置の開発・改良

- 格納容器や原子炉建屋の漏えい箇所を特定するための**装置の開発**を行う。
(各部位：ドライウエル(D/W)外側狭隘部、D/W外側開放部、サプレッションチェンバ- (S/C)下部外面、ベント管-D/W接合部、トラス室壁面、S/C部)
- 開発した装置の**機能確認及びモックアップ試験**を実施し、装置性能の確認を行う。
- 実機適用性評価(現場実証)**を行い、必要に応じて装置の改良を行う。
(S/C下部外面、ベント管-D/W接合部、トラス室壁面、S/C上部)



【D/W外側狭隘部】 D/W外側狭隘部調査装置 (長尺装置)
【D/W外側開放部】 D/W外側開放部調査装置 (伸張りフタ)
【S/C下部外面】 S/C下部外面調査装置 (磁気クローラ装置)
【ベント管-D/W接合部】 ベント管-D/W接合部調査装置 (磁気クローラ装置)
【S/C上部】 S/C上部調査装置 (キャットウォーク走行装置)
【トラス壁面】 トラス室壁面調査装置 (水中遊泳装置及び床面走行装置)

実施体制



1. 中長期的な人材育成

関連技術の学会や分科会、セミナー等にて、大学、研究機関や関連素材、部品メーカ等企業に所属する若手を対象に実施計画や技術課題を紹介することにより、関心を持ってもらう(啓蒙活動)とともに、大学・研究機関との共同研究等について検討する。また補助事業者所属の若手技術者や研究者には、国内外の関連技術調査、国内外の学会等における評価や成果発表、討議を経験させてスキルアップを図る。

2. 国内外観智の活用

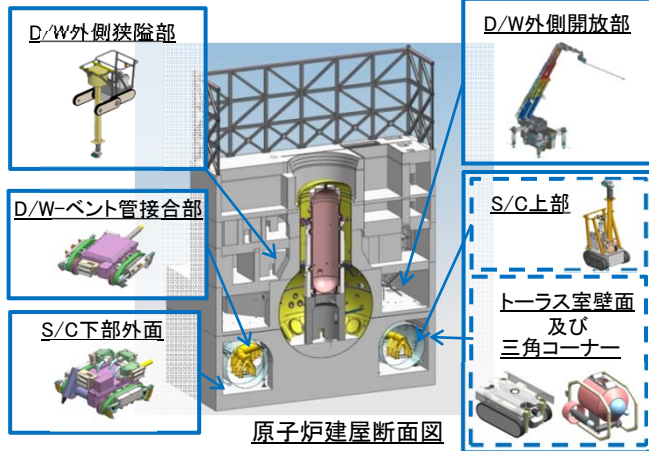
装置開発に必要な技術の一部では、国内外の観智を反映して作成した技術カタログを活用して一般競争入札等を行い、国内外からベンダーを選定する。

工程表

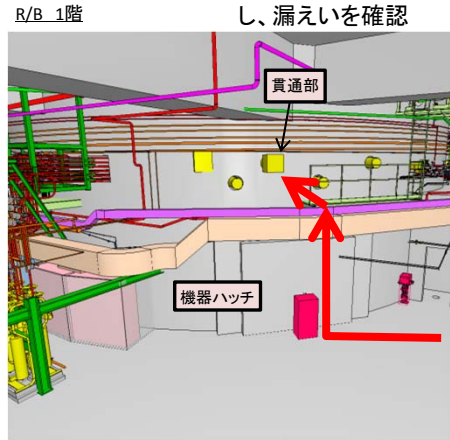
事項/年度	第1期			第2期
	2011	2012	2013	2014 (前)
1. 点検調査工法 検討・装置設計				研究成果は 実機工事へ
2. 点検調査装置 製作・改良 (モックアップ試験、実機適用性 評価を含む)				

2. 点検調査装置の開発

各施工対象部位の詳細

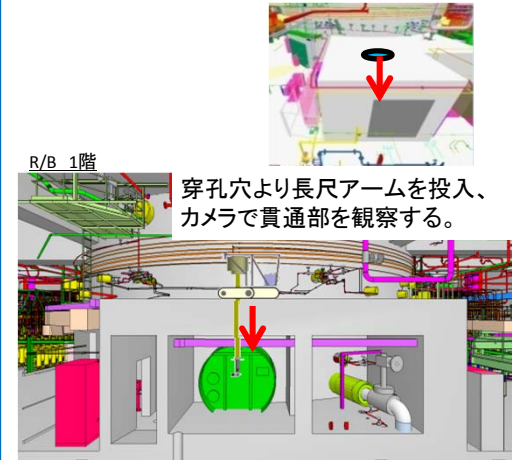


D/W外側開放部



D/W外側狭隘部

小部屋天井に穿孔し、穴から進入して対象貫通部を観察



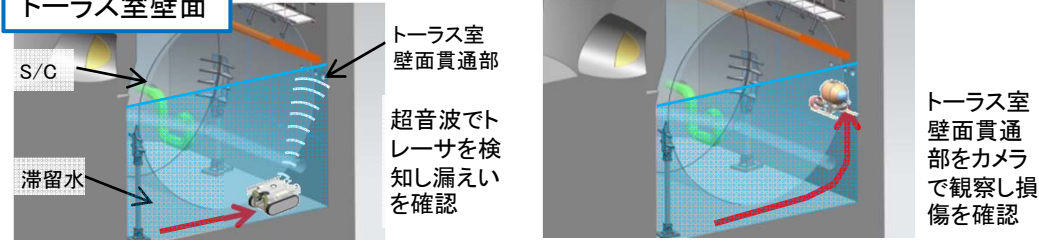
D/W-ベント管接合部

1階床面穴からベント管に吸着して走行し、接合部を確認



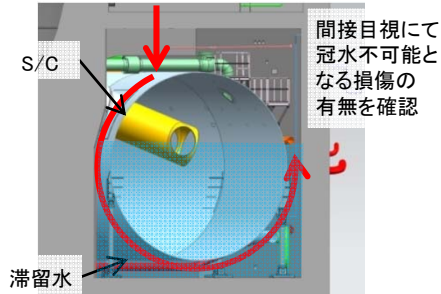
トラス室壁面

水中を移動し、トラス室壁面水中貫通部確認

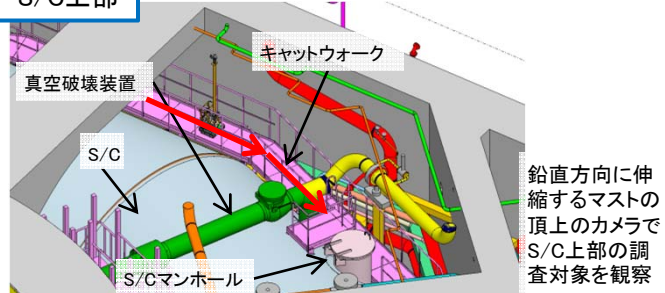


S/C下部外面

シェルに吸着して走行しS/C下部を確認

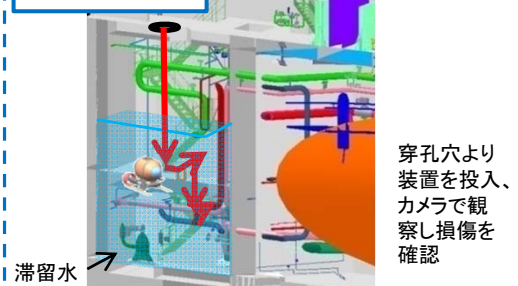


S/C上部



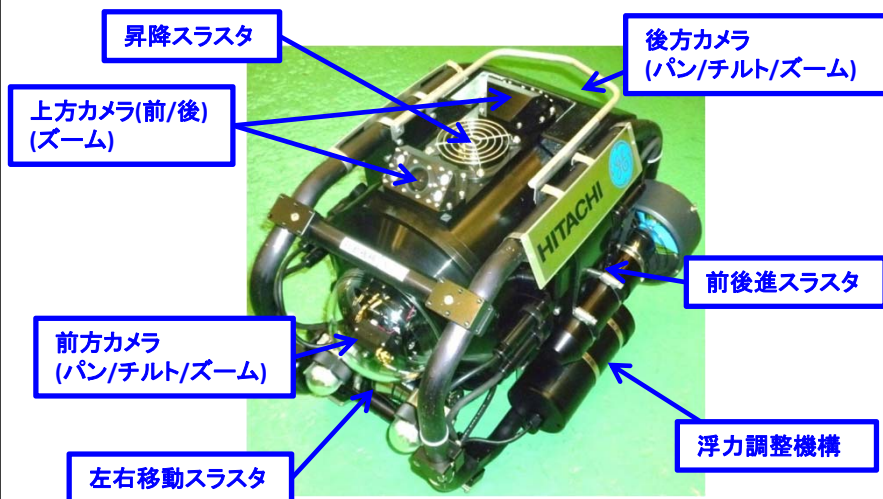
三角コーナー

三角コーナーの漏えい確認



3. (1) 水中遊泳ロボット(げんごROV)及び床面走行ロボット(トライダイバー) 3

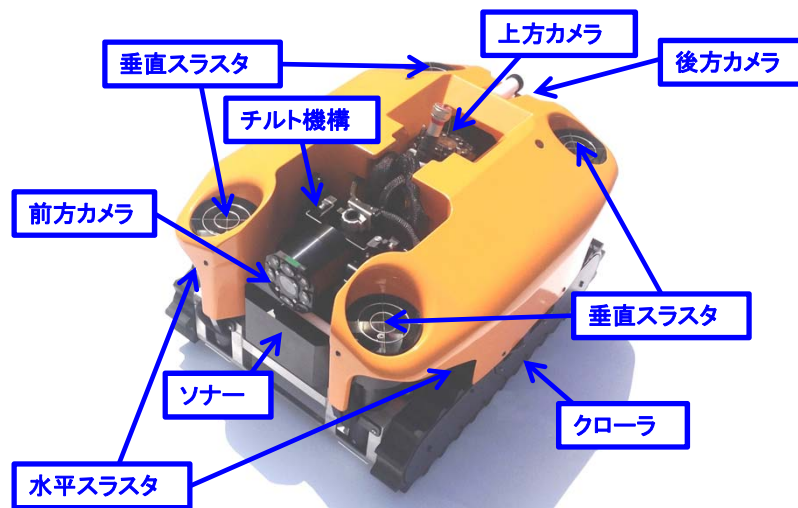
げんごROV : 水中の壁面貫通部を調査する装置



仕様

No.	項目	仕様
1	寸法	W420mm × L480mm × H375mm (600mm、長さ700mm の穴を通過可能)
2	質量	約 2.2 kg
3	スラスト	前後進 : 2基, 昇降 : 1基, 左右移動 : 1基
4	カメラ	前後各 1台 : パン, チルト : ±45° デジタルズーム 上方前後各 1台, デジタルズーム
5	水深計	圧力レンジ : 0 ~ 5kgf/cm ² 表示分解能 : 0.1%

トライダイバー (Tri-Diver) :
濁水中の壁面貫通部の流れを調査する装置

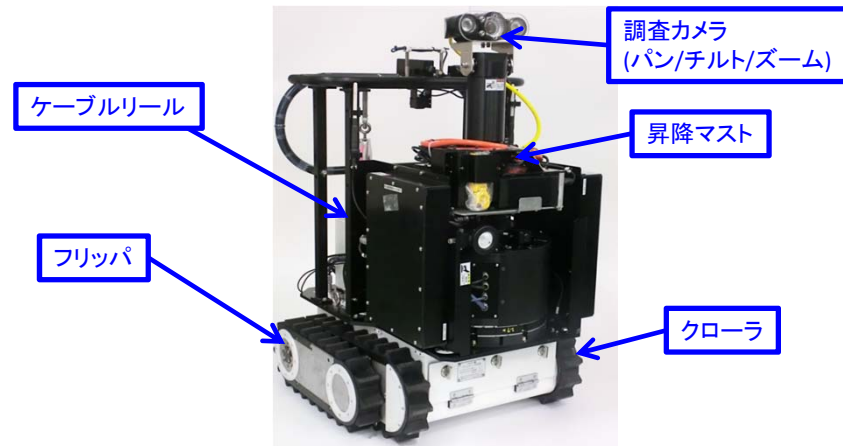


仕様

No.	項目	仕様
1	寸法	W480mm × L650mm × H350mm (600mm、長さ700mm の穴を通過可能)
2	質量	約 4.0 kg (気中), 約 1.5 kg (水中)
3	スラスト	垂直 4基, 水平 2基
4	カメラ	上前後各 1台 (計 3台)
5	チルト機構	ソナーと前方カメラを搭載し、 0 ~ 90° の範囲にて動作
6	超音波ソナー	視野角 : ±15°, 測定レンジ : ~ 5 m
7	水深計	0 ~ 10m, 精度 ±1.0%FS以内

3. (2) S/C上部調査装置 (テレランナー)

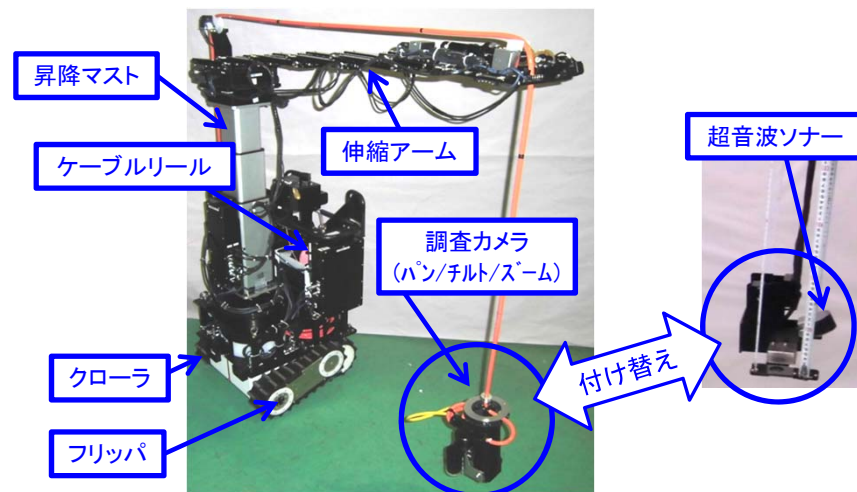
テレランナー (Telescopic Arm Runner) :
 ・キャットウォーク上からS/C上部構造物を調査する装置



仕様

No.	項目	仕様
1	寸法	W509mm × L550mm × H826mm (600mm穴を通過可能な縦横寸法) マスト伸張時の最大高さ3826mm
2	質量	約 7 0 kg
3	走行機能	前後進, 左右旋回・左右超信地旋回 傾斜角39.5°の階段昇降機能あり
4	カメラ	【調査用】× 1 台 (LED照明付) チルト: ± 9 0 ° パン: ± 1 8 0 ° ズーム: 光学 1 0 倍, デジタル 4 倍 【操作用】× 8 台
5	センサ類	線量計, 温湿度計, 超指向性マイク, 傾斜計

・カメラ又はソナーを吊り下げて貫通部の流れを調査する装置

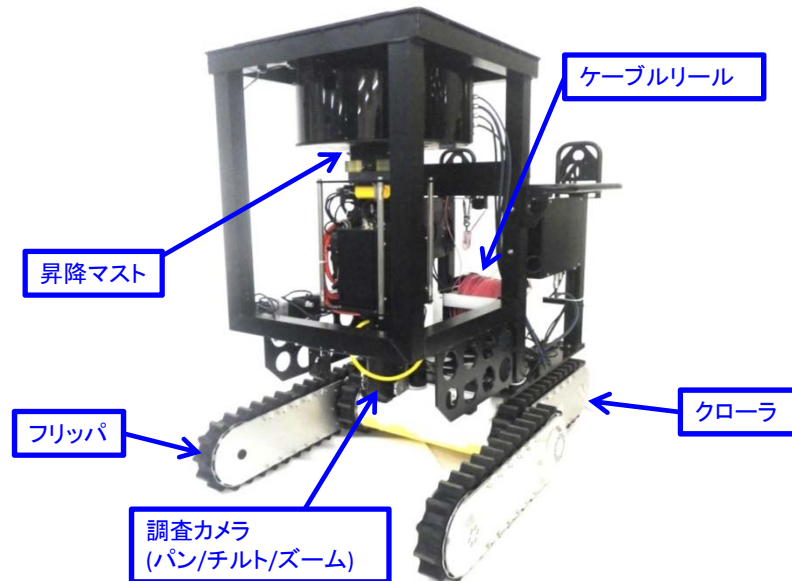


仕様

No.	項目	仕様
1	寸法	W509mm × L550mm × H1161mm (600mm穴を通過可能な縦横寸法) マスト伸張時の最大高さ1461mm
2	質量	約 1 0 0 kg
3	走行機能	前後進, 左右旋回・左右超信地旋回
4	カメラ	【調査用】× 1 台 (LED照明付) チルト: ± 9 0 ° パン: ± 1 8 0 ° ズーム: 光学 1 0 倍, デジタル 4 倍 【操作用】× 1 1 台
5	超音波ソナー	視野角: 1 6 5 °, 測定レンジ: ~ 0 . 5 m
6	センサ類	線量計, 温湿度計, 超指向性マイク, 傾斜計

3. (3) D/W外側狭隘部調査装置 (レイクフィッシャー)

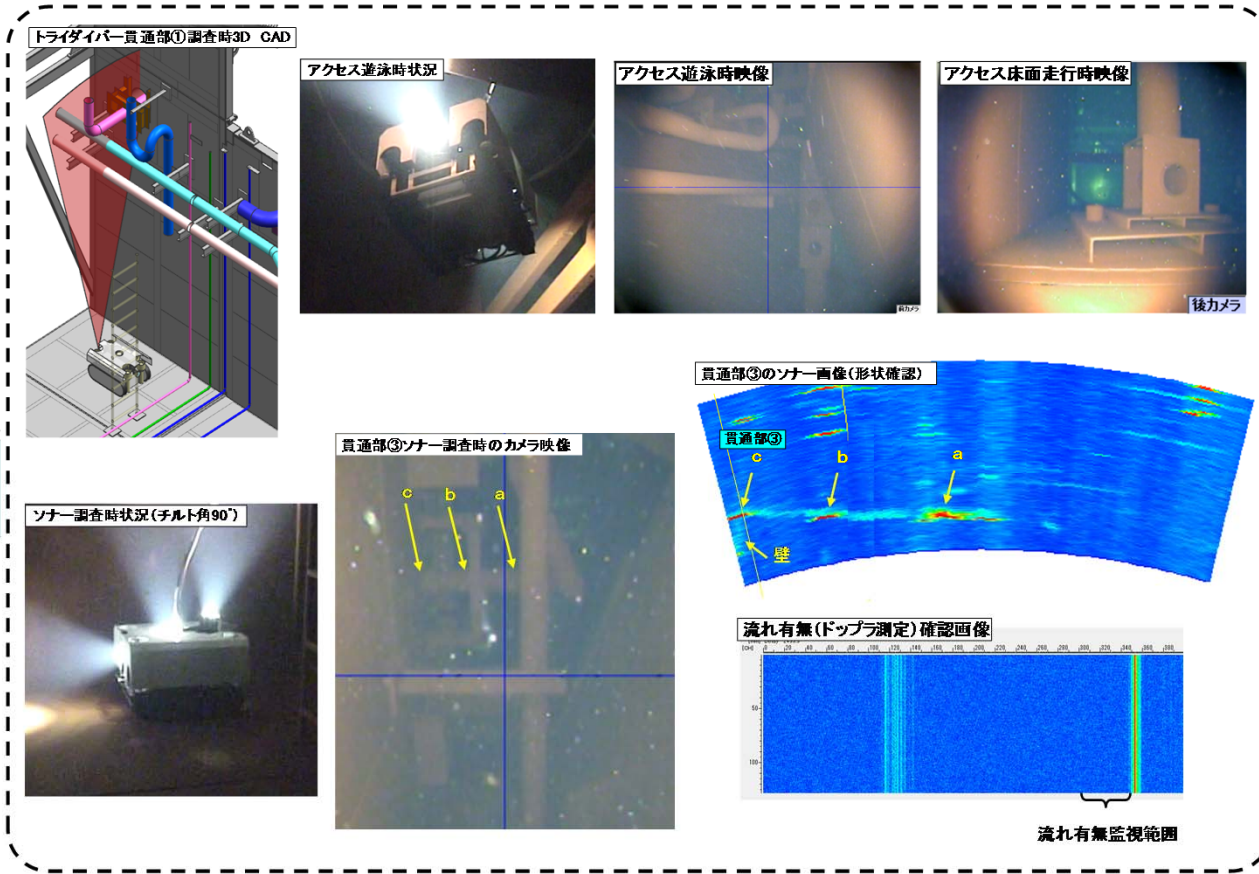
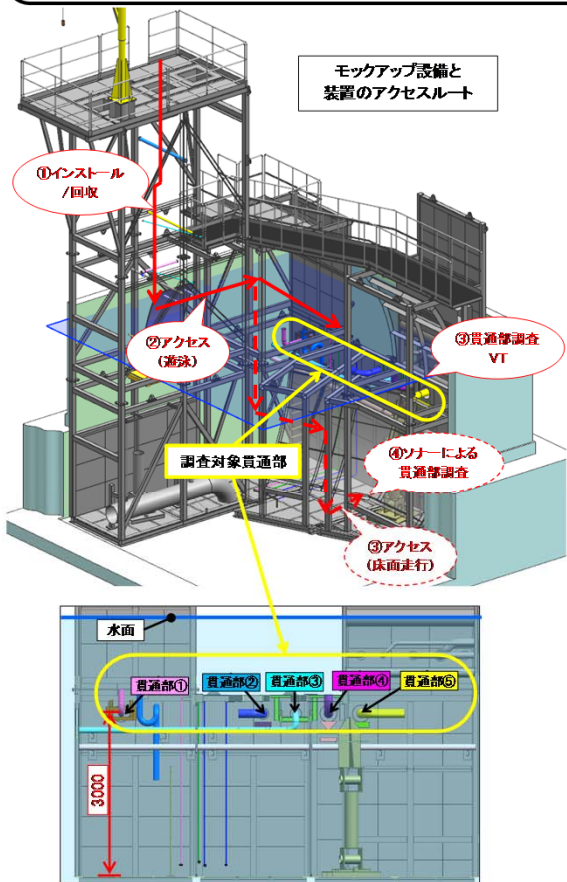
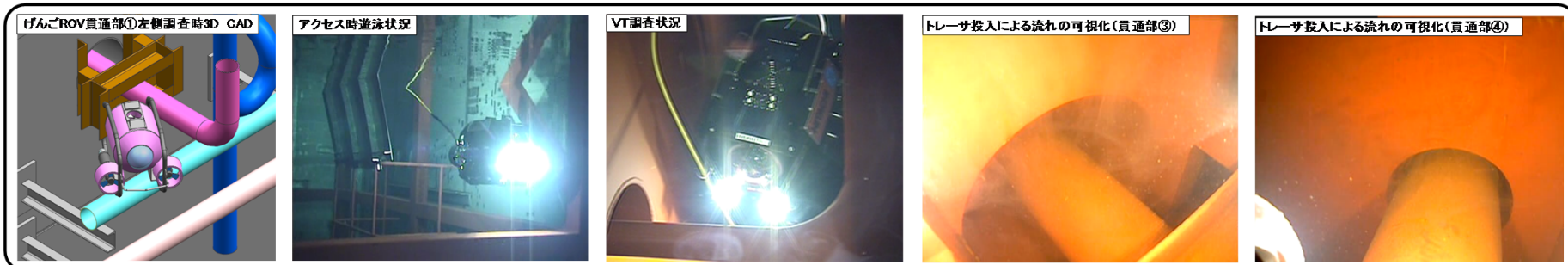
レイクフィッシャー (Lake Fisher) :
 下方に昇降するマスト先端のカメラで小部屋を調査する装置



仕様

No.	項目	仕様
1	寸法	W658mm × L1038mm × H1016mm マストは 300穴を通過可能
2	質量	約 1 8 0 kg
3	走行機能	<ul style="list-style-type: none"> ・前後進, 左右旋回・左右超信地旋回 ・H72mm以下 × W140mm以上の段差乗り越え ・スロープ15°昇降
4	カメラ	【調査用】× 1 台 (LED照明付) チルト: ± 9 0 ° パン: ± 1 8 0 ° ズーム: 光学 1 0 倍, デジタル 4 倍 【操作用】× 6 台
5	センサ類	線量計, 温湿度計, 超指向性マイク, 傾斜計

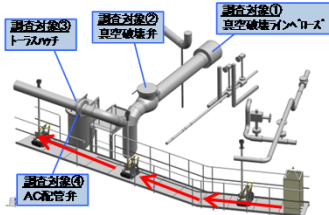
3. (4) モックアップ試験 (げんごROV, トライダイバー)



3. (5) モックアップ試験 (テレランナー, レイクフィッシャー)

S/C上部装置(テレランナー)モックアップ試験

モックアップ設備と装置のアクセスルート



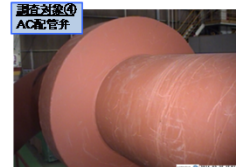
VT調査状況



インストール試験状況

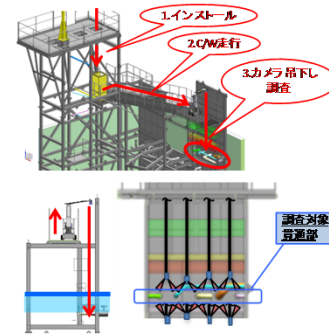


C/W上走行試験状況



S/C上部装置(吊下カメラ)モックアップ試験

モックアップ設備と装置のアクセスルート



調査カメラ吊下し状況

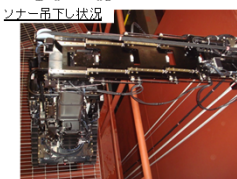
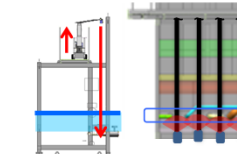
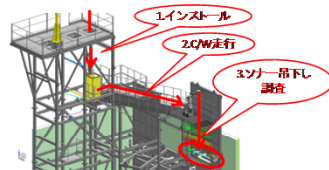


VT調査状況

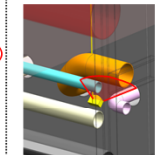


S/C上部装置(吊下ソナー)モックアップ試験

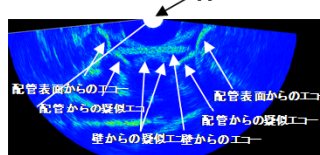
モックアップ設備と装置のアクセスルート



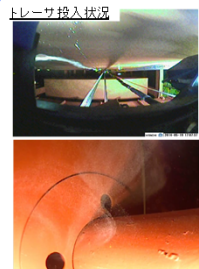
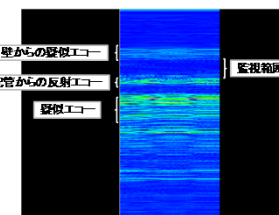
ソナー調査状況



形状確認

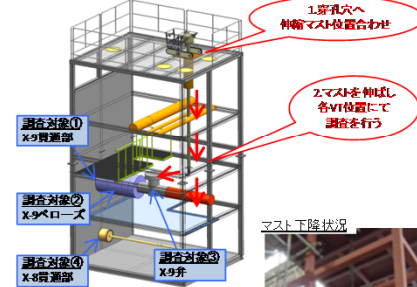


流れの有無確認

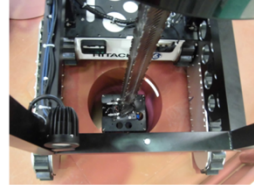


DW外側状設備調査装置(レイクフィッシャー)モックアップ試験

モックアップ設備と装置のアクセスルート



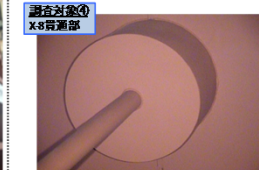
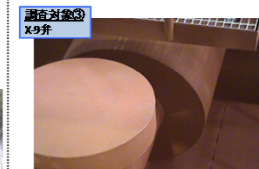
穿孔穴へのカメラ挿入状況



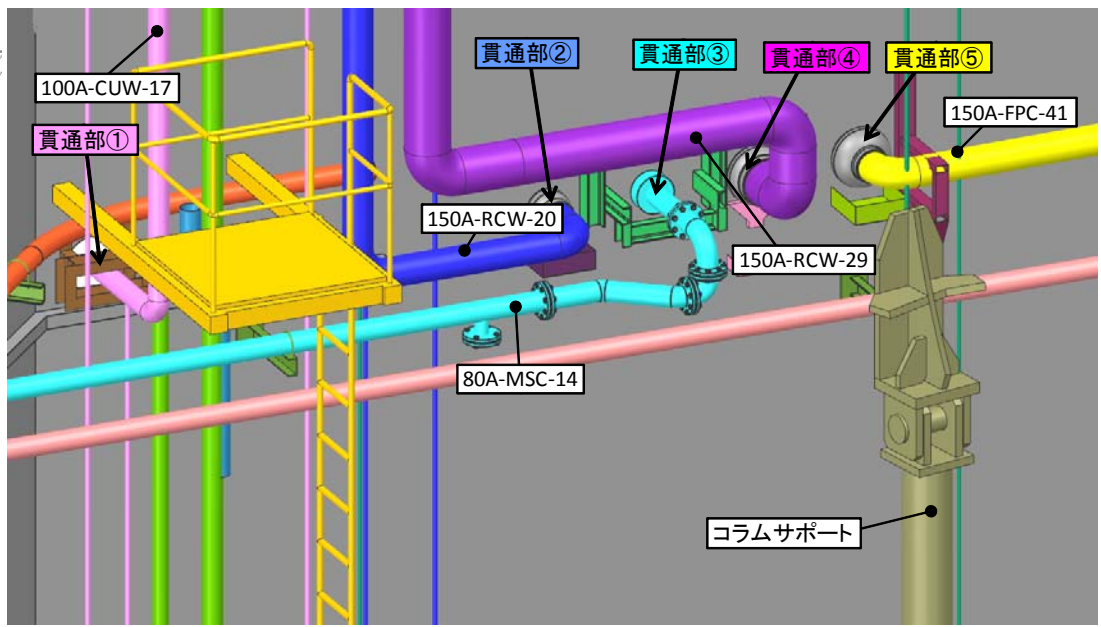
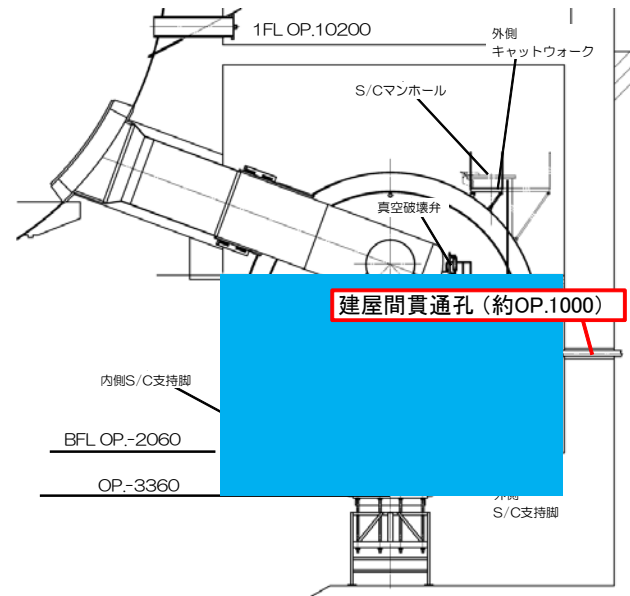
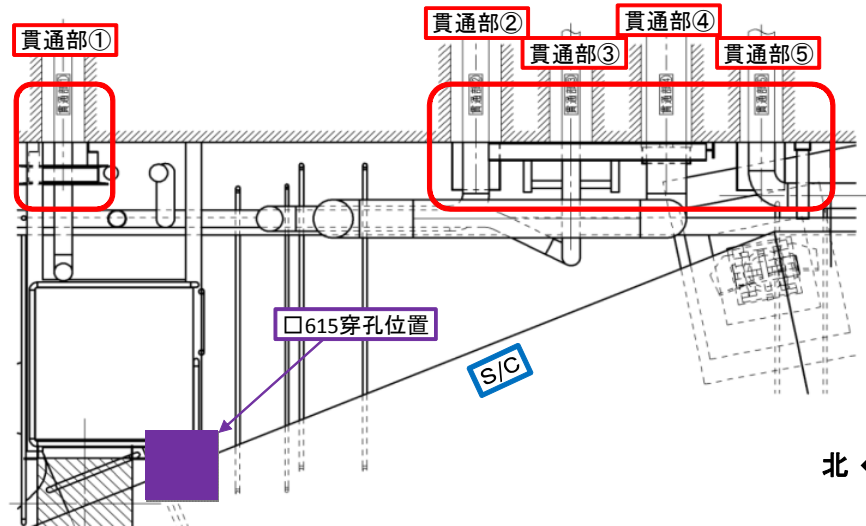
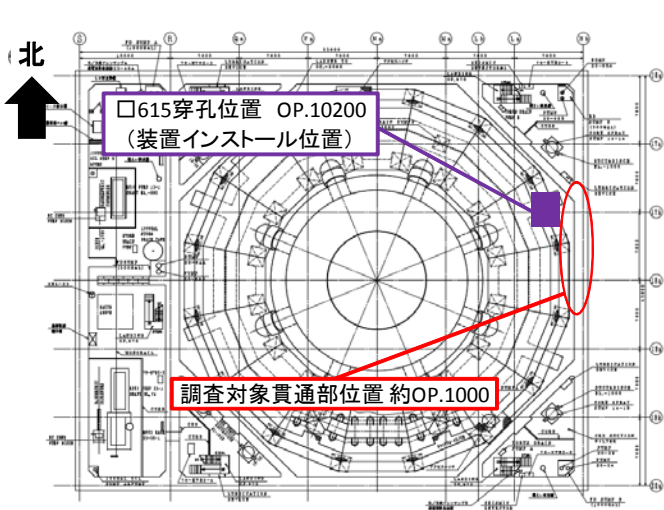
マスト下降状況



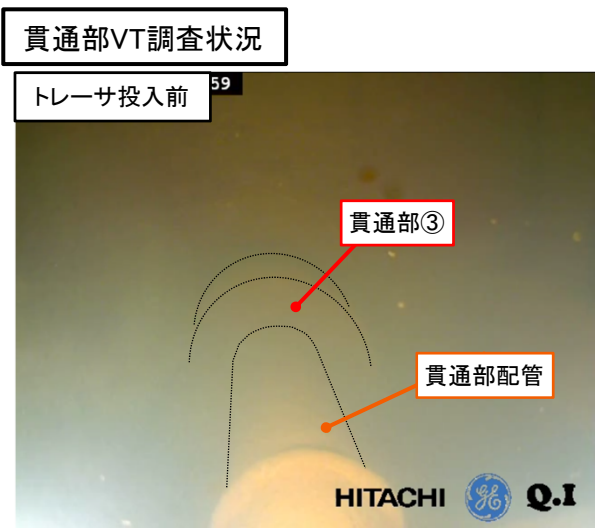
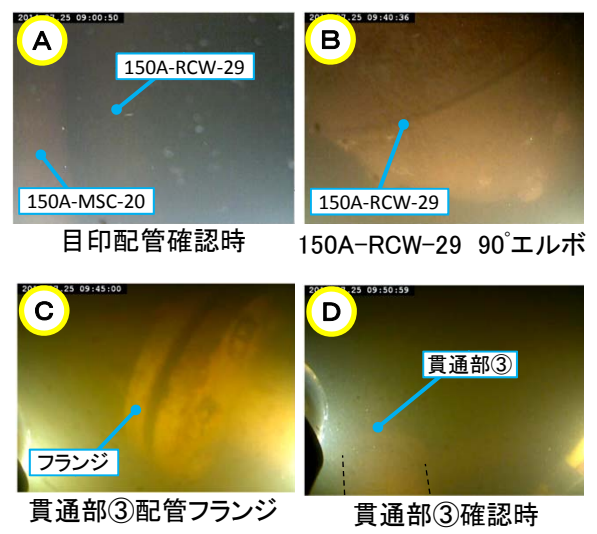
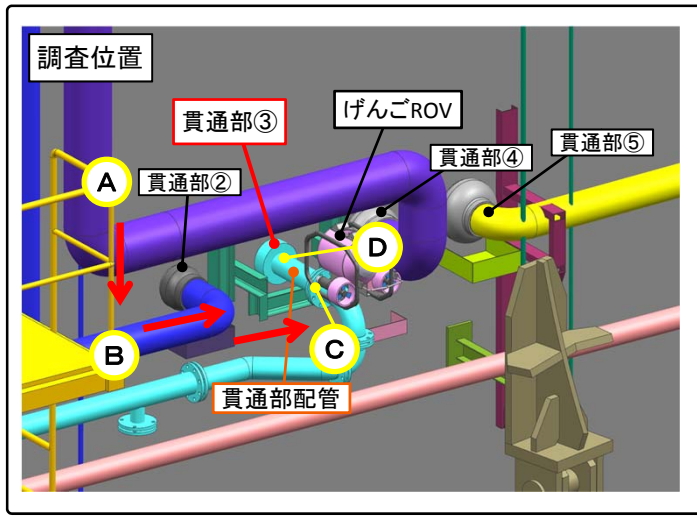
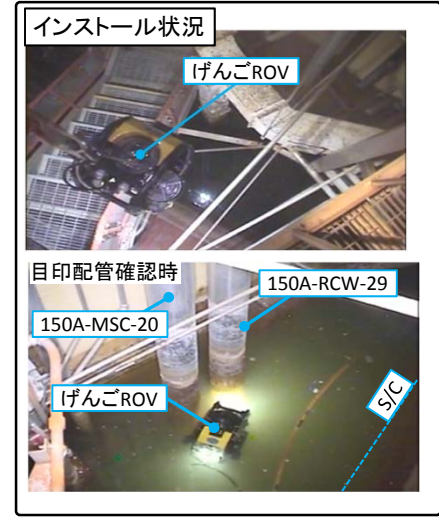
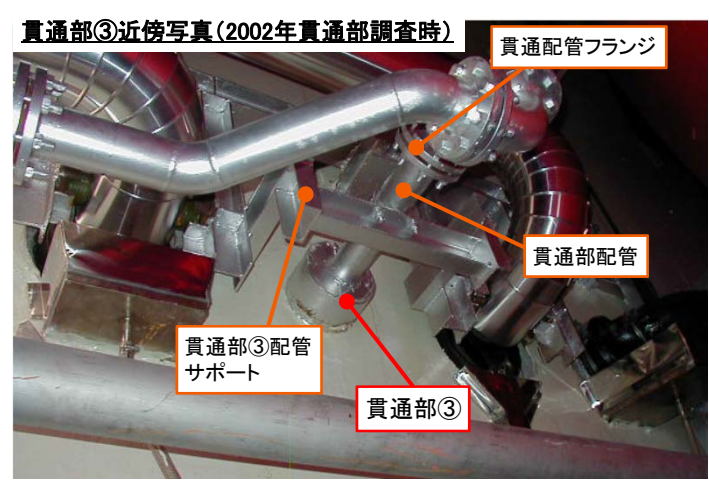
VT調査状況



3. (6) トーラス室壁面調査箇所 (1F-2号機)

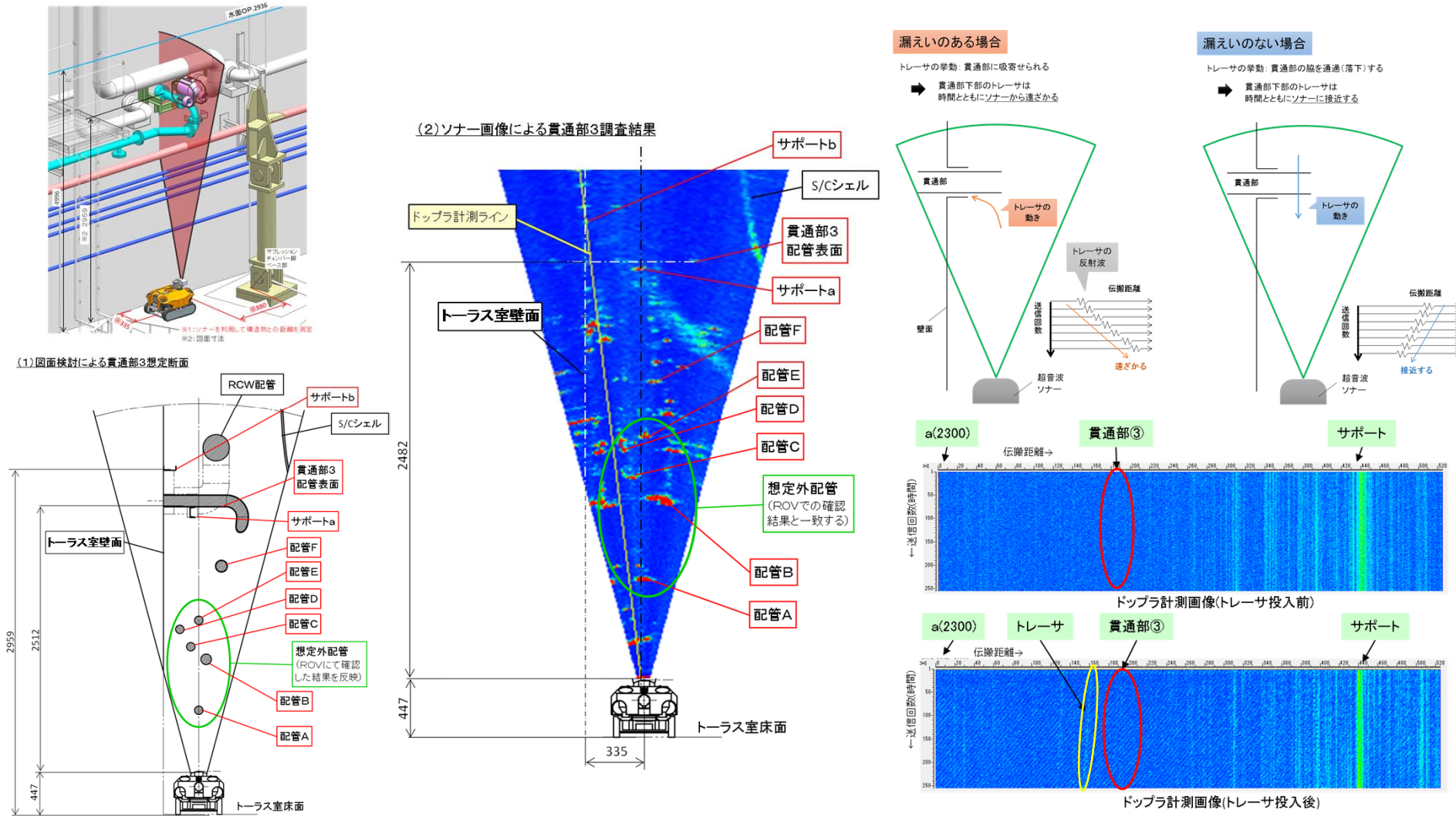


3. (7) げんごROVによるトーラス室壁面調査結果 (1F-2号機)



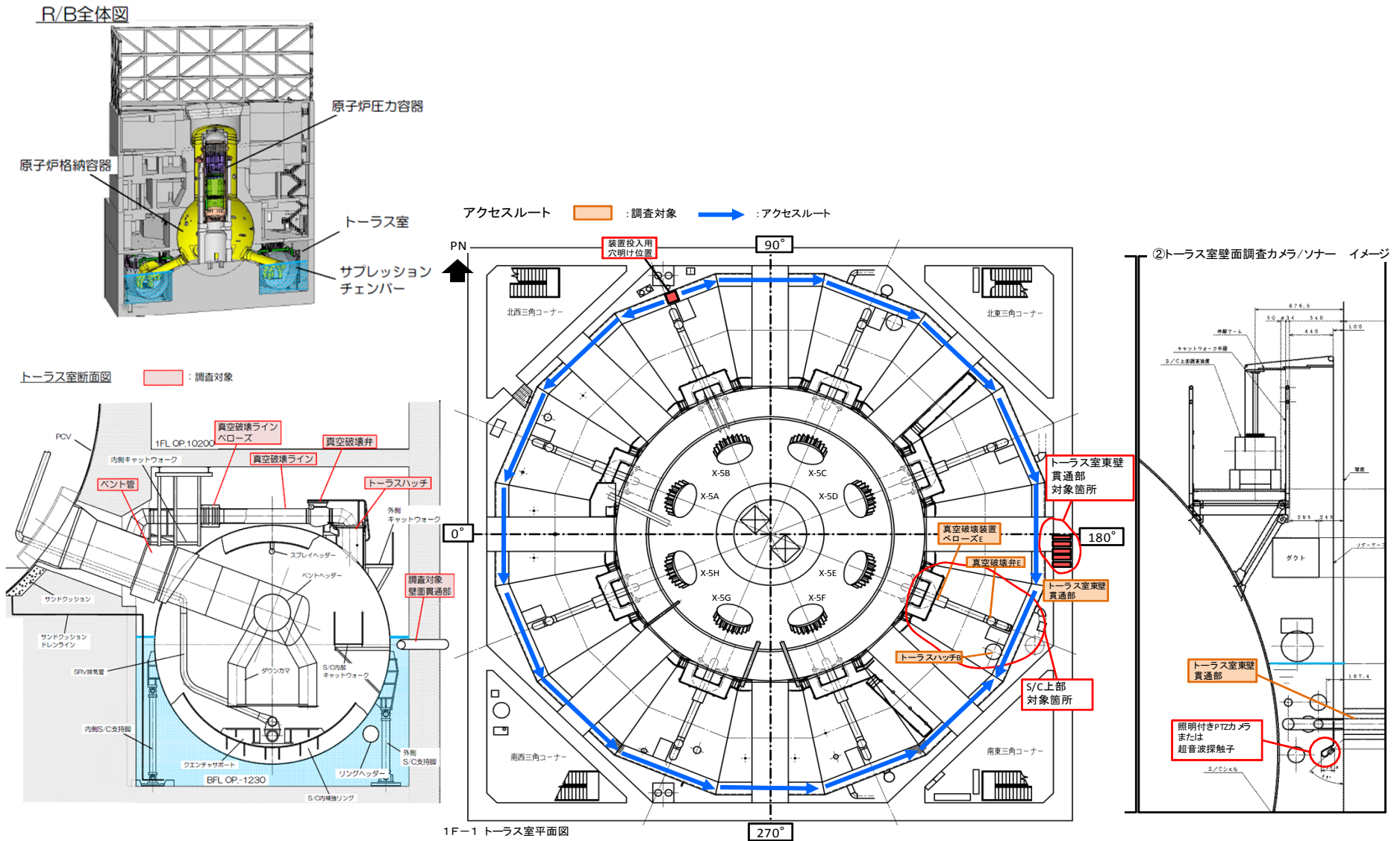
【調査結果】
貫通部からの滞留水の流れ(漏えい)は確認されなかった。

3. (8) トライダイバーによるトラス室壁面調査結果 (1F-2号機)



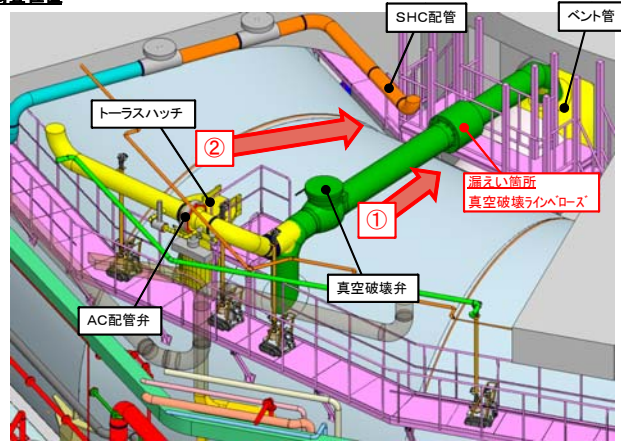
1. 貫通部③のソナー画像を図面検討による想定断面と比較した結果、構造物の配置がほぼ同じであることを確認した。
2. げんごROVで事前確認した想定外配管の存在がソナー画像においても確認できた。
3. トレーサ投入前と投入後の信号を比較した結果、貫通部周辺の吸込まれる流れは確認出来なかった。

3. (9) テレランナー 調査箇所 (1F-1号機)

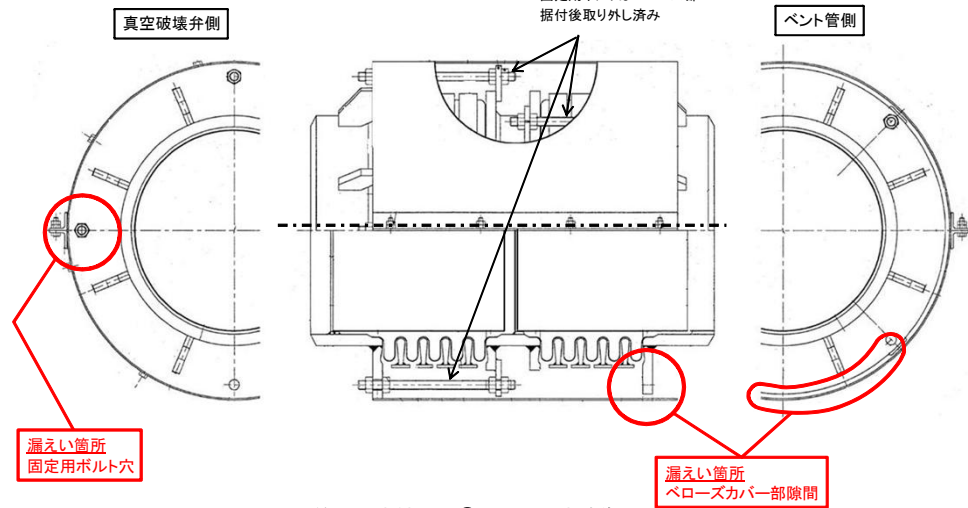


3. (10) テレランナー 調査結果 (1F-1号機 真空破壊ラインからの漏えい) ⑫

調査位置



真空破壊ラインベローズ図



漏えい箇所調査結果 (①からの調査映像)



真空破壊ラインベローズ部の真空破壊弁側 固定ボルト用穴部からの漏えいを確認。

調査映像の画像処理を実施



漏えい箇所調査結果 (②からの調査映像)



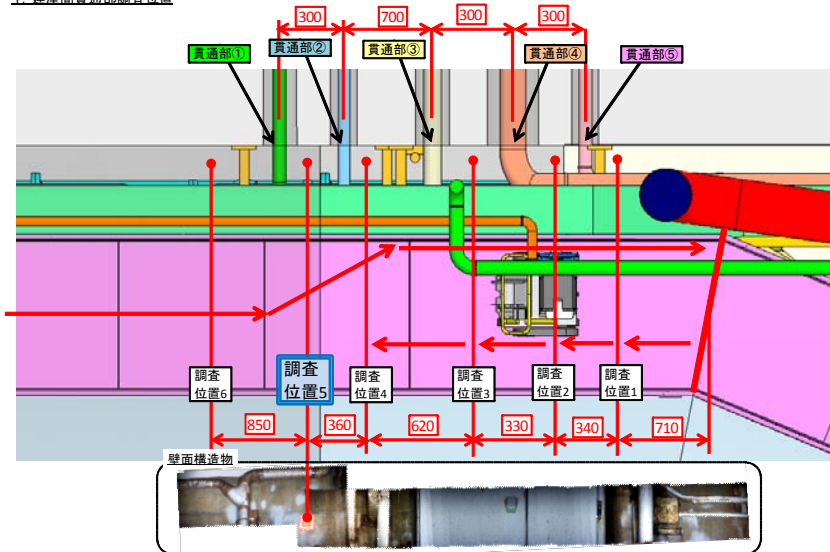
真空破壊ラインベローズ部のベント管側 ベローズカバー部隙間からの漏えいを確認。

調査映像の画像処理を実施

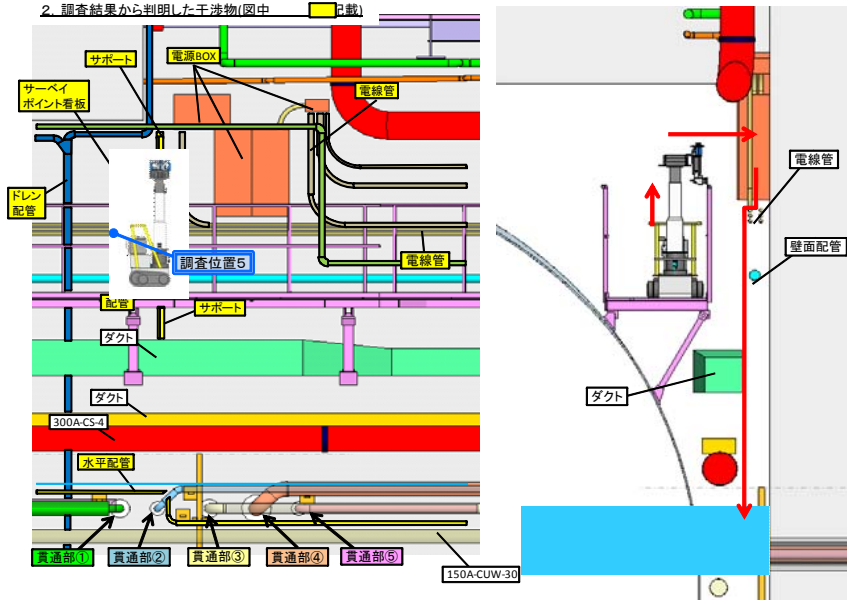


3. (11) テレランナー 調査結果 (1F-1号機 トーラス室壁面貫通部)

1. 建屋間貫通部調査位置



2. 調査結果から判明した干渉物(図中)記載



壁面貫通部調査結果

水中へのカメラ吊り下ろしが不可であったため、水面上部(気中)から可能な範囲で各貫通部の調査を実施した。
滞留水水面の浮遊物等の動きは確認されなかった。また、貫通部の流れの有無は気中からの映像のため確認できなかった。



壁面貫通部調査結果(貫通部①、②)

貫通部①/貫通部②についてトレーサを投入し流れの確認を実施した結果、貫通部周辺の流れは確認されなかった。

〈先端監視カメラ映像〉トレーサ投入状況



〈調査カメラ映像〉貫通部①上部調査



〈調査カメラ映像〉貫通部②上部調査



〈調査カメラ映像〉貫通部①トレーサ投入による流れの確認



〈調査カメラ映像〉貫通部②トレーサ投入による流れの確認

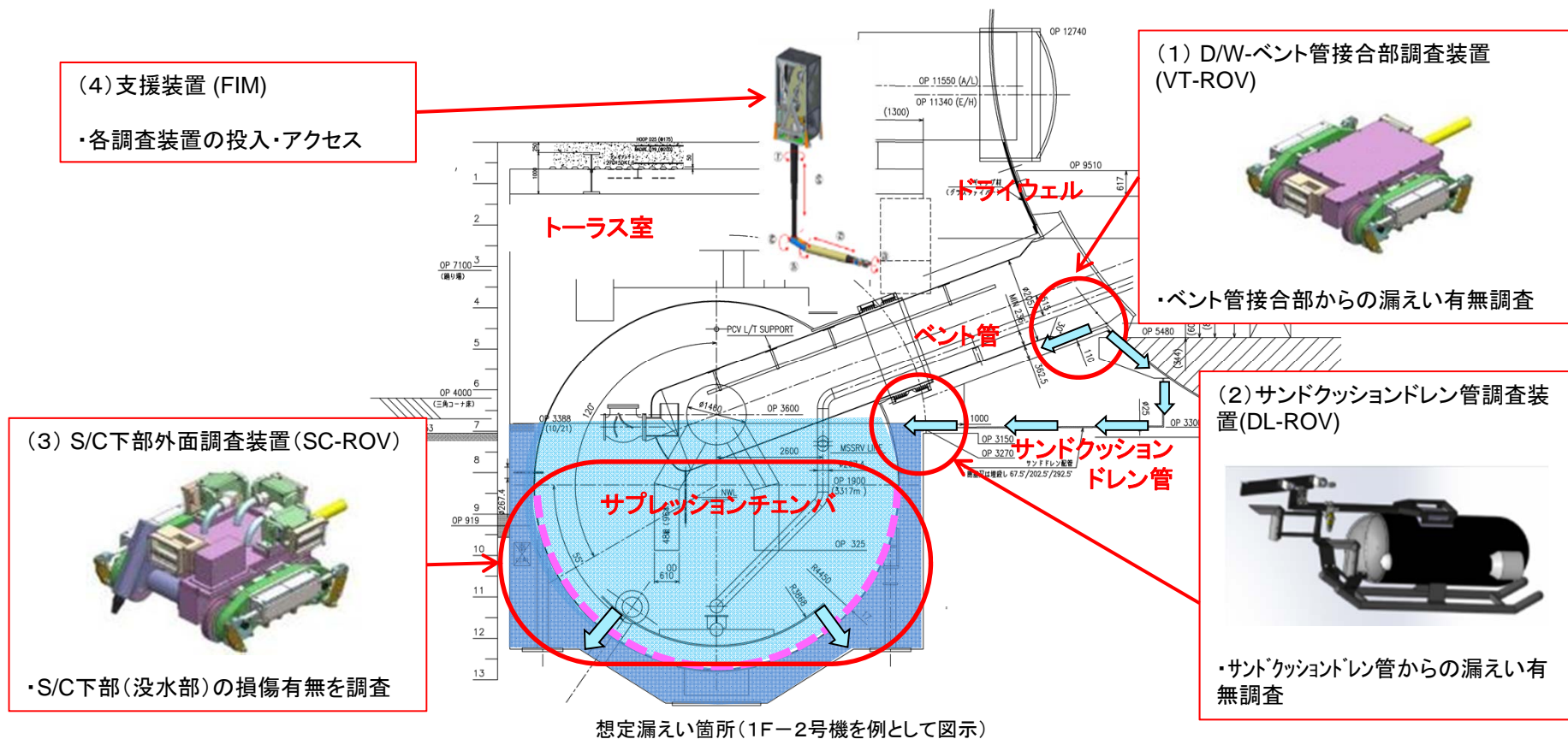


3. (12) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

実施内容

平成24年度国プロ「格納容器漏えい箇所点検技術の開発」の成果に基づき、平成25、26年度は下記を実施した。

- (1) D/Wーベント管接合部調査装置の製作・実機適用性評価
- (2) サンドクッションドレン管調査装置の製作・実機適用性評価
- (3) S/C下部外面調査装置の製作・実機適用性評価
- (4) 支援装置の製作・実機適用性評価



3. (13) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

D/Wーベント管接合部調査装置

【調査装置概略】

D/Wーベント管接合部調査装置は、原子炉建屋に設置されているD/Wシェルとベント管の接合部から生じている可能性のある漏れい水を、トラス室側からアクセスして目視観察するための遠隔装置である。

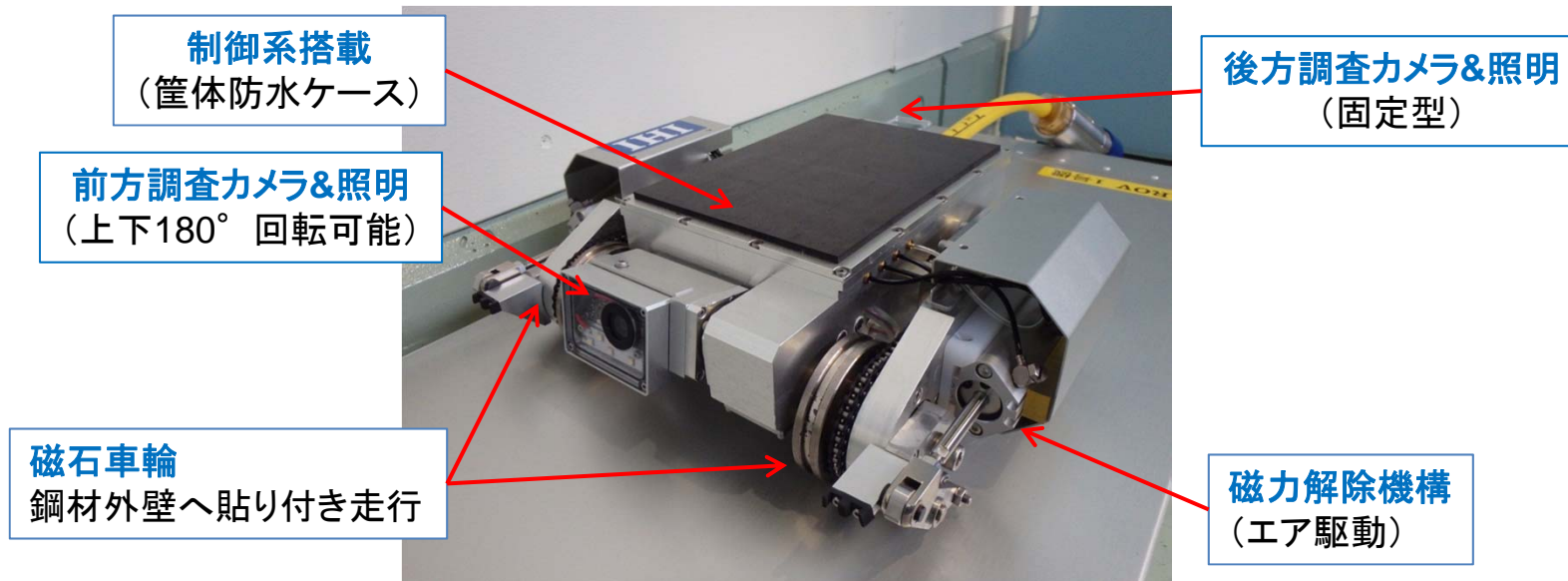
【装置の特徴】

- (1) φ350mmの開口から投入可能
- (2) 水シール構造（水滴や流水を被ることを想定）
- (3) 雰囲気線量約400～500mSv/h、積算200Gyの耐放射線性
- (4) 150m～2km離れた低線量領域で操作可能
- (5) S/Cシェル外面及びベント管へ貼り付き走行が可能
- (6) D/Wーベント管接合部からの漏水を検出可能
- (7) 狭隘部調査のため、小型化（W280mm×D300mm×H90mm）

ベント管スリーブ
(D/W-ベント管接
合部は奥部に位置)



調査対象



D/Wーベント管接合部調査装置

3. (14) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

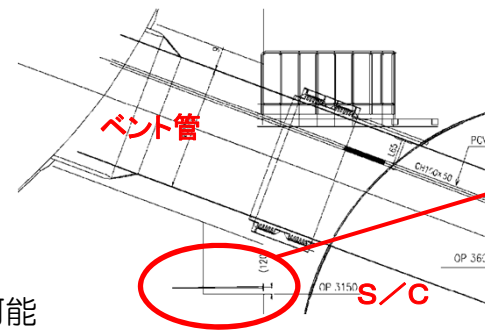
サンドクッションドレン管調査装置

【調査装置概略】

サンドクッションドレン管調査装置は、D/Wからの漏えいが水没した状態のサンドクッションドレン管先端から漏えいすることを想定し、サンドクッションドレン管先端からの漏えい有無を目視観察するための遠隔装置である。

【装置の特徴】

- (1) $\phi 350\text{mm}$ の開口から投入可能
- (2) 防水構造（最大水深10m）
- (3) 雰囲気線量約400～500mSv/h、積算200Gyの耐放射線性
- (4) 150m～2km離れた低線量領域で操作可能
- (5) 推進スラスタ及び上下スラスタにより水中遊泳が可能
- (6) ドレン管先端が水没している状況においてもトレーサにより1L/min以上の漏えいを検出可能



調査対象



トレーサ放出の様子

前方調査カメラ

トレーサ放出装置



スラスタ

照明

サンドクッションドレン管調査装置

3. (15) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

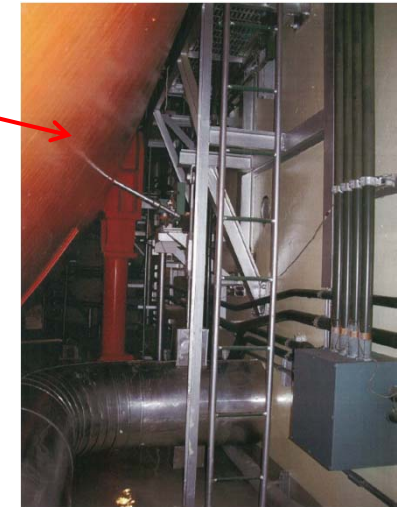
S/C下部外面調査装置

【調査装置概略】

S/C下部外面調査装置は、原子炉建屋に設置されているS/Cから生じた可能性のある漏えいについて、S/Cシェル表面を走査し、 $\phi 30\text{mm}$ 以上の孔の有無を目視観察するための遠隔装置である。

【装置の特徴】

- (1) $\phi 350\text{mm}$ の開口から投入可能
- (2) 防水構造（最大水深6m）
- (3) 雰囲気線量約400～500mSv/h、積算200Gyの耐放射線性
- (4) 150m～2km離れた低線量領域で操作可能
- (5) S/Cシェル外面へ貼り付き、テーパー部の乗り越え、走行が可能
- (6) 光源無し、視認可能距離600mmの濁水中で $\phi 30\text{mm}$ 以上の孔を検出可能
- (7) 広範囲調査のため、自己位置認識補助のマーキング機能、角度計、複数のカメラを搭載

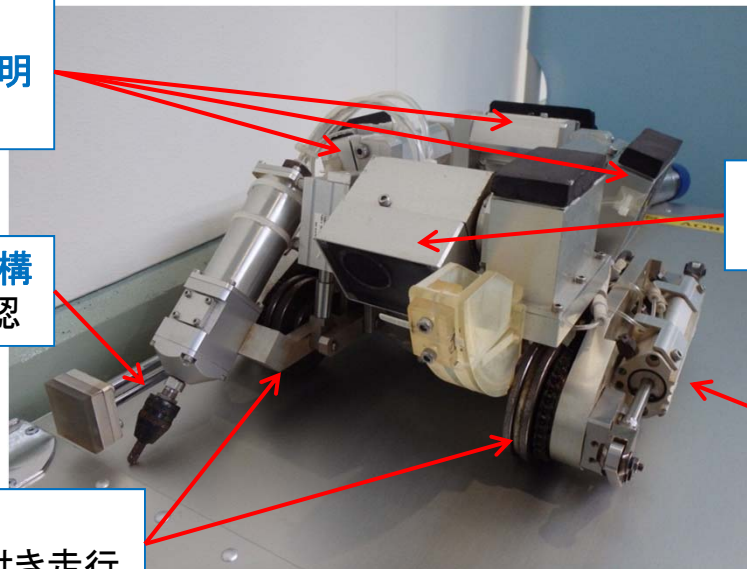


調査対象

後方・側方
調査カメラ&照明
(固定型)

マーキング機構
自分位置確認

磁石車輪
鋼材外壁へ貼り付き走行



S/C下部外面調査装置

S/C下部外面

前方調査カメラ&照明
(上下150° 回転可能)

磁力解除機構
エア駆動

3. (16) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

支援装置

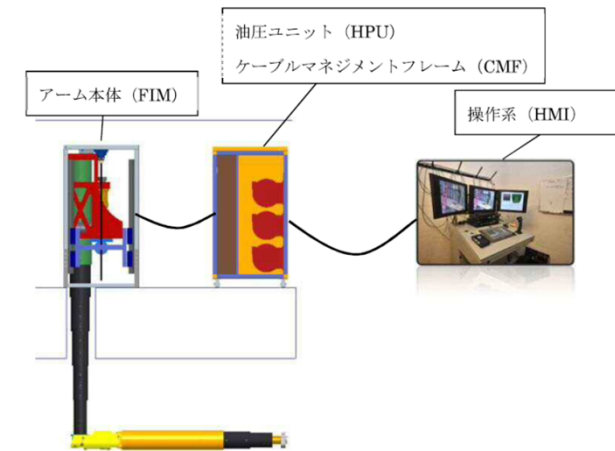
【調査装置概略】

支援装置は、各調査装置を原子炉建屋1階からトラス室内にアクセスさせるための遠隔マニピレータ装置である。原子炉建屋1階床面の開口から調査装置をトラス室内の所定位置に吊り降ろす。アームの操作

- ・ケーブル送りは遠隔操作が可能。

【装置の特徴】

- (1) 原子炉建屋1階通路へ搬入可能な外径寸法
- (2) アームを展開し調査装置を投入位置まで移動可能
(展開長：垂直方向7900mm、水平方向3900mm)
- (3) トラス室内部積算 10^4 Gy、R/B1階部積算200Gyの耐放射線性
- (4) 200m離れた低線量領域にて操作可能
- (5) アーム先端に設置したカメラにより吊り下げ状態を監視可能

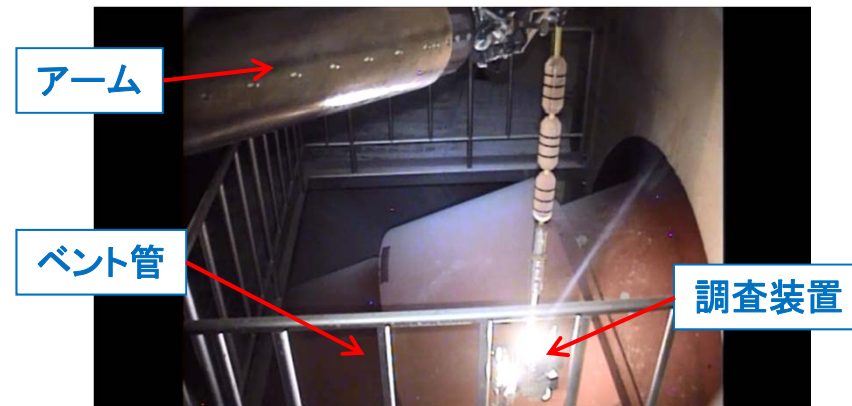


装置構成概要

支援装置本体



支援装置



適用対象

3. (17) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

工場試験

試験目的

- S/C及びベント管の形状を部分的に模擬した試験体を用いて各調査装置に対して下記性能試験を実施し、所定の性能を有することを確認する。
なお、模擬試験体はS/C外面に水槽を設置し、水没した実機の環境を模擬している。
- (1) 調査性能試験
- (2) 走行性能試験
- (3) 支援装置との組合せ試験
- (4) 実機環境模擬トレーニング



S/C実規模試験体

試験結果

- D/Wーベント管調査装置は実機相当模擬体に対し、遠隔操作で調査対象へアクセスし流水有無を確認可能であった。
- サンドクッションドレン管調査装置は実機相当模擬体に対し、遠隔操作で調査対象へアクセスし流水有無を確認可能であった。
- S/C下部外面調査装置は実機相当模擬体に対し、遠隔操作で調査対象へアクセスしφ30mmの孔有無を確認可能であった。
- 1 Fー2号機での実機適用時の装備、配置を模擬した一連作業のトレーニングを行った。



D/Wーベント管接合部調査装置工場試験

模擬サンドクッション
ドレン管設置ステージ

模擬S/Cシェル



サンドクッションドレン管調査装置工場試験



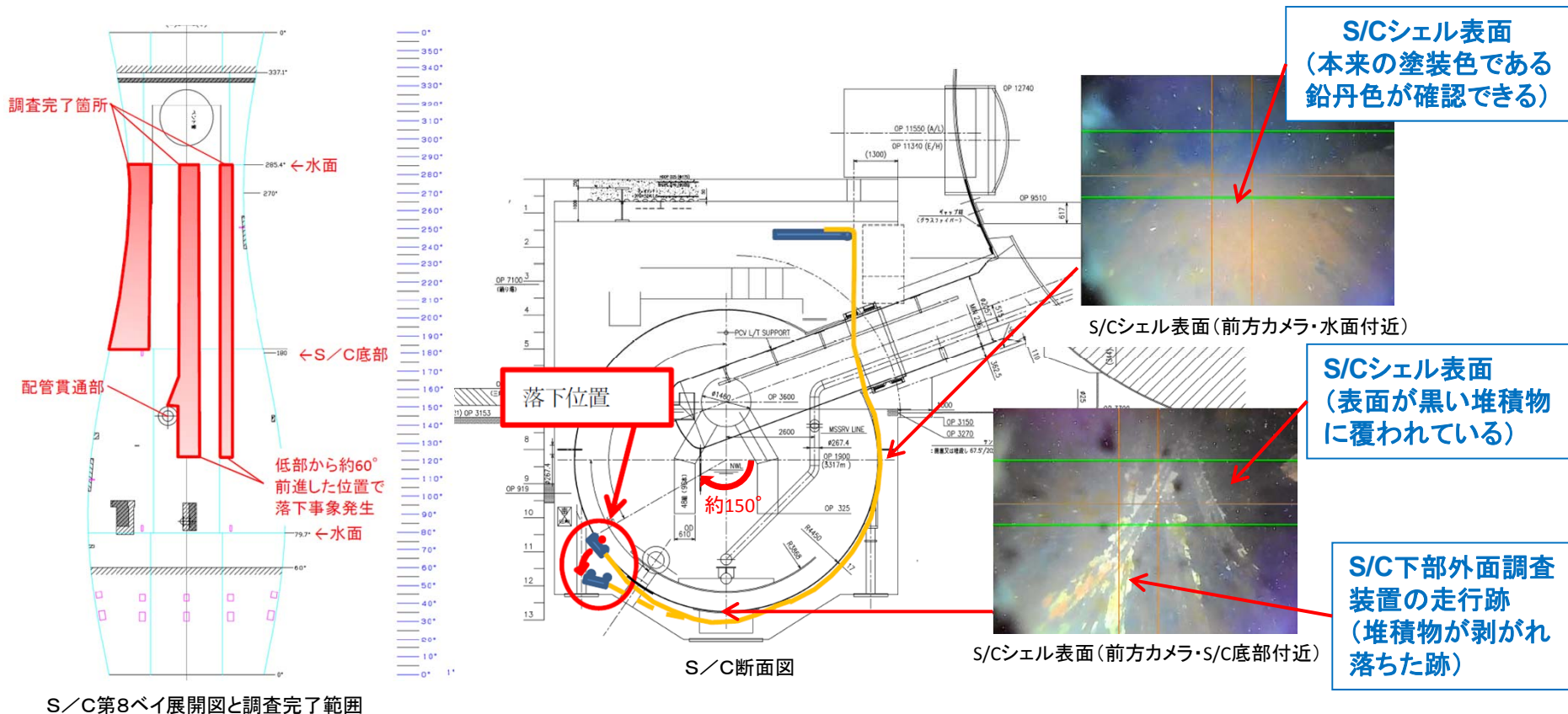
S/C下部外面調査装置工場試験

3. (18) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

実機適用性試験

試験結果

- 支援装置による調査装置投入からS/C底部付近まで遠隔操作で到達、調査可能であることを確認した。
- 1F-2号機はS/Cシェル表面の没水部広範囲に付着物が存在することが判明した。
- S/C下部調査装置がS/Cシェル表面を走行すると付着物が舞い上がり、設計条件よりも視界が悪くなる場合があった。
- 微速前進にてS/C赤道部から約150° 前進したところで前輪2輪が浮き上がり、装置が落下する事象が合計3回発生した。いずれの場合も、落下の際に後方カメラから観察していたケーブルは、過度な引張等が発生した痕跡見られなかった。



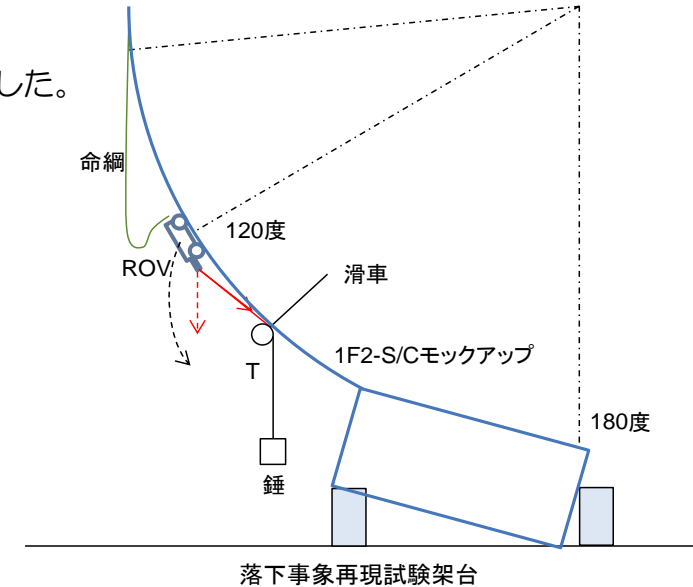
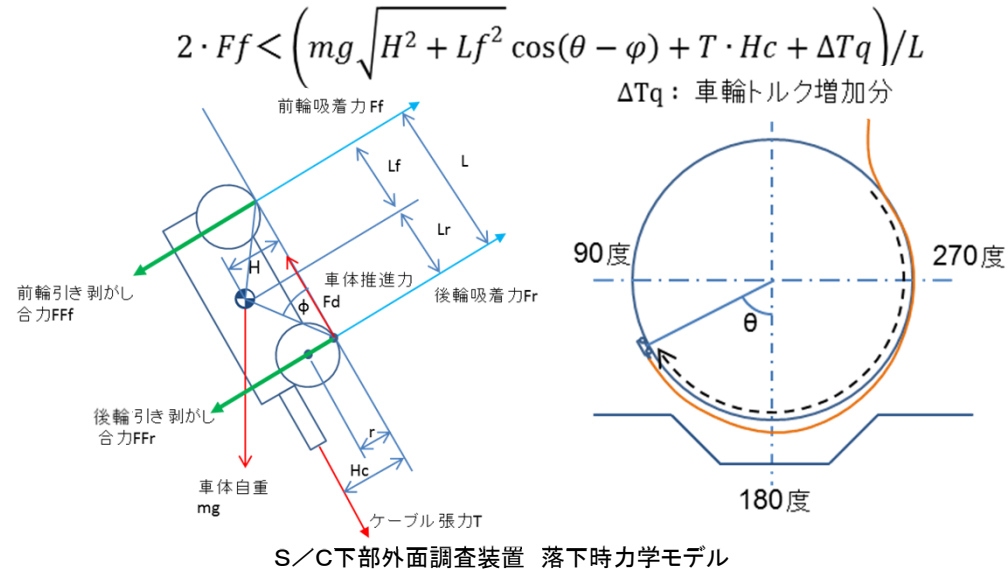
3. (19) S/C下部外面及びD/W-ベント管接合部調査装置

実機適用性試験フィードバック

試験目的

- S/C下部外面調査装置の落下事象について工場における再現試験を行った。
- 落下の推定要因であるケーブル張力と磁石車輪吸着力について落下条件を確認した。

落下条件(車輪接地点まわりのモーメントの釣り合い式より)



試験結果と今後の課題

- 実機で落下が発生した角度においてケーブル張力単体による装置落下は発生しなかった。
- 模擬試験体表面に付着物を設置し、十分なケーブル張力を与えた状態で走行させた結果、S/C赤道部から約150° 前進した位置で落下が発生する場所があることを確認した。

今後の課題

- 試験結果を元に評価すると、実機ではS/C表面付着物により磁石車輪と鋼板の間に厚さ1.4mm以上の隙間が発生し、吸着力が低下したことにより落下に至ったと評価した。
- 上記を踏まえ、付着物の除去又は吸着力強化により脱落事象を抑止できる見込みを得た。



3. (20) S/C下部外面及びD/Wーベント管接合部調査装置

実施結果

実施内容	結果
D/Wーベント管接合部 調査装置 製作	製作完了 工場試験により単体機能が要求仕様を満たすことを確認した。
D/Wーベント管接合部 調査装置 実機適用性評価	実機適用性を備えることを確認 工場にて実規模D/Wーベント管接合部の模擬体に対して、支援装置による装置投入から流水有無調査までの一連作業を実施し、装置が実機適用性を備えることを確認した。
サンドクッションドレン管 調査装置 製作	製作完了 工場試験により単体機能が要求仕様を満たすことを確認した。
サンドクッションドレン管 調査装置 実機適用性評価	実機適用性を備えることを確認 工場にてサンドクッションドレン管の模擬体に対して、支援装置による装置投入から流水有無調査までの一連作業を実施し、装置が実機適用性を備えることを確認した。
S/C下部外面 調査装置 製作	製作完了 工場試験により単体機能が要求仕様を満たすことを確認した。
S/C下部外面 調査装置 実機適用性評価	S/C下部付着物への対策を施すことで実機適用可能となる見込み 1F-2号機S/Cに対して一連作業を実施した。走行中に装置が落下する事象が確認されたが、工場における再現試験により、装置の落下は新たに判明したS/C表面の付着物が影響していることを確認した。付着物に対し対策を施すことで実機適用可能となる見込みを得た。
支援装置 製作	製作完了 工場試験により単体機能が要求仕様を満たすことを確認した。
支援装置 実機適用性評価	実機適用性を備えることを確認 1F-2号機に対して、S/C下部外面調査装置をトラス室内所定位置にアクセスさせ、装置が実機適用性を備えることを確認した。

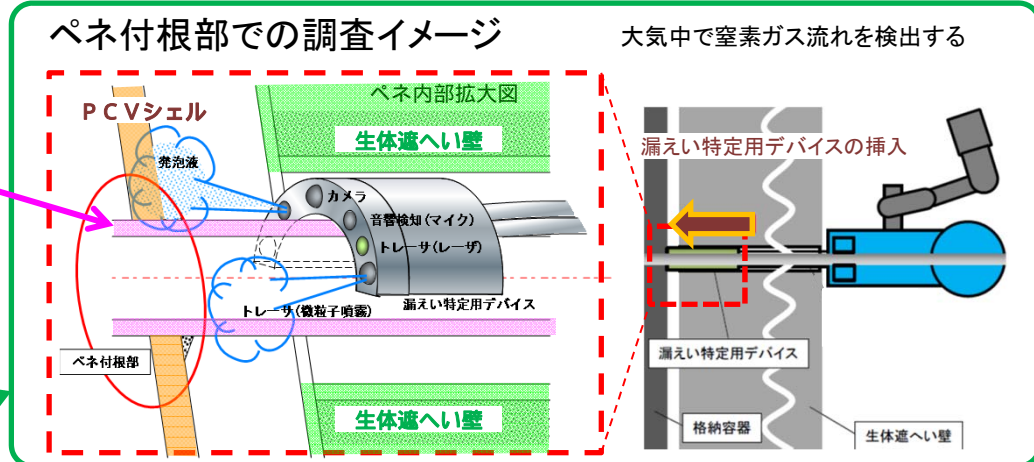
3. (21) D/W外側開放部調査装置

調査対象

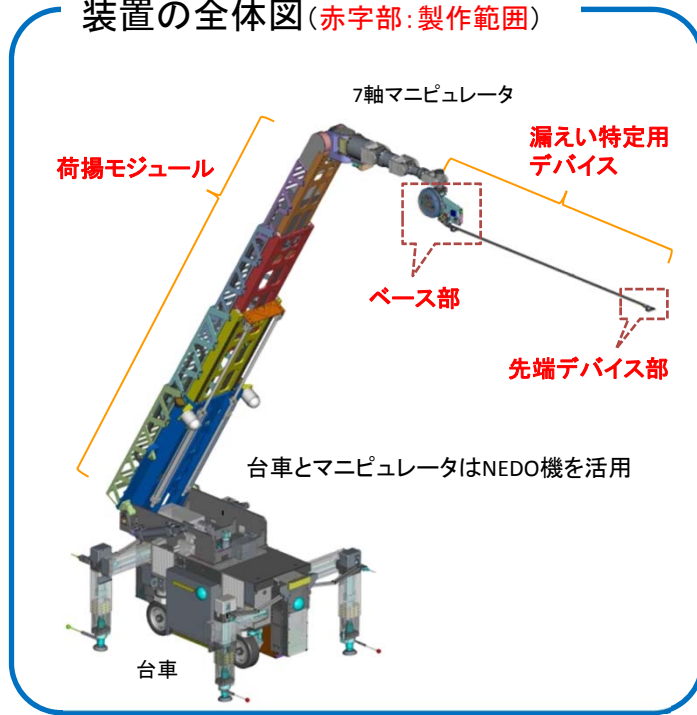
高所(床上5~6m)に位置するPCVの直管ペネ(代表例:CRD系配管)

調査方法

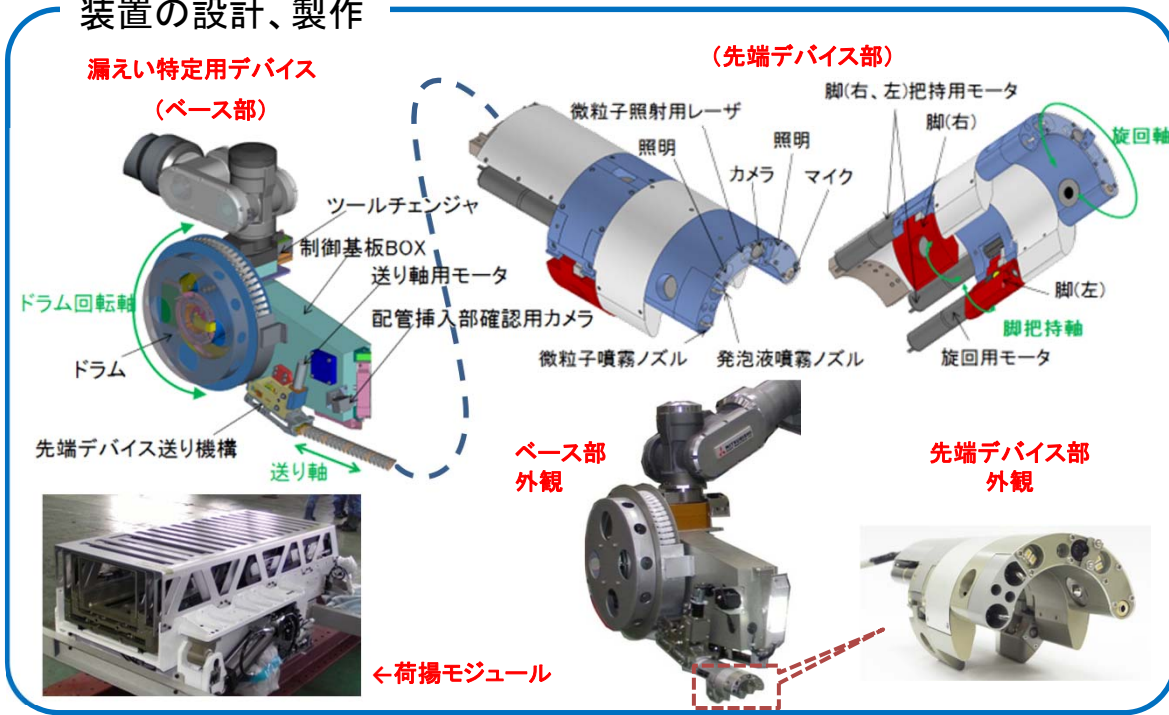
直管ペネにアクセスして漏えいを調査する。具体的には、荷揚モジュールおよび7軸マニピュレータに設置された漏えい特定用デバイスをペネ付根へ挿入する。



装置の全体図(赤字部:製作範囲)



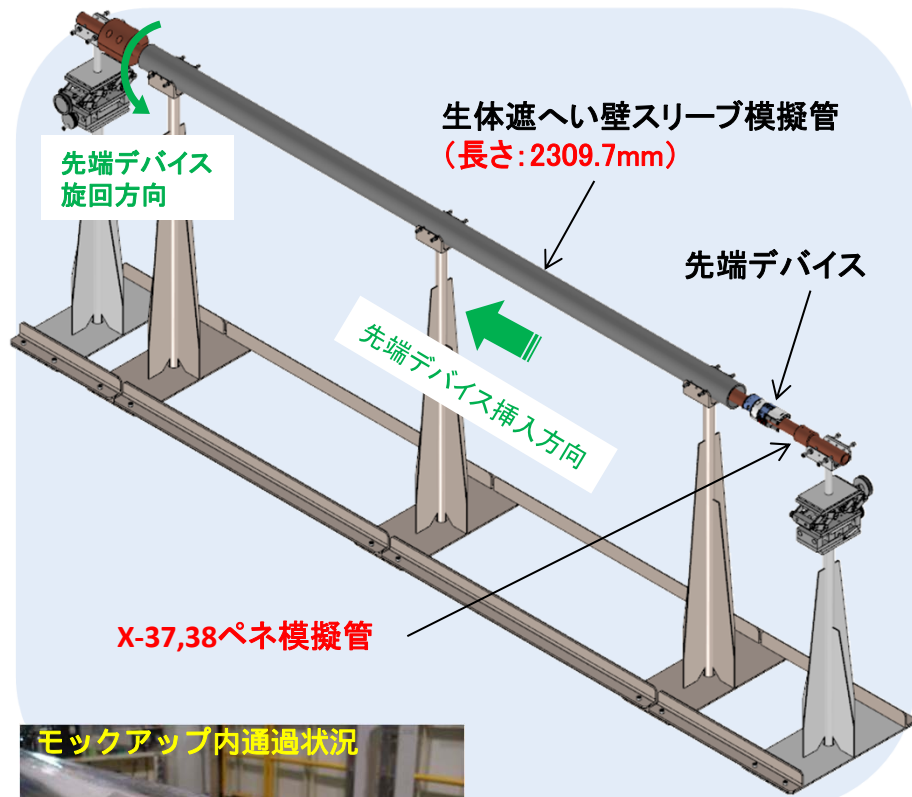
装置の設計、製作



3. (22) D/W外側開放部調査装置

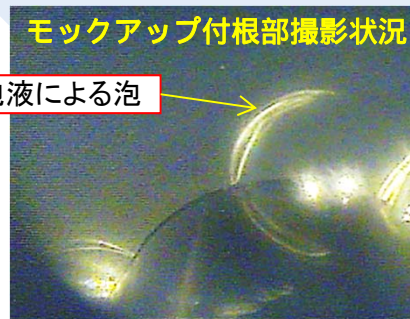
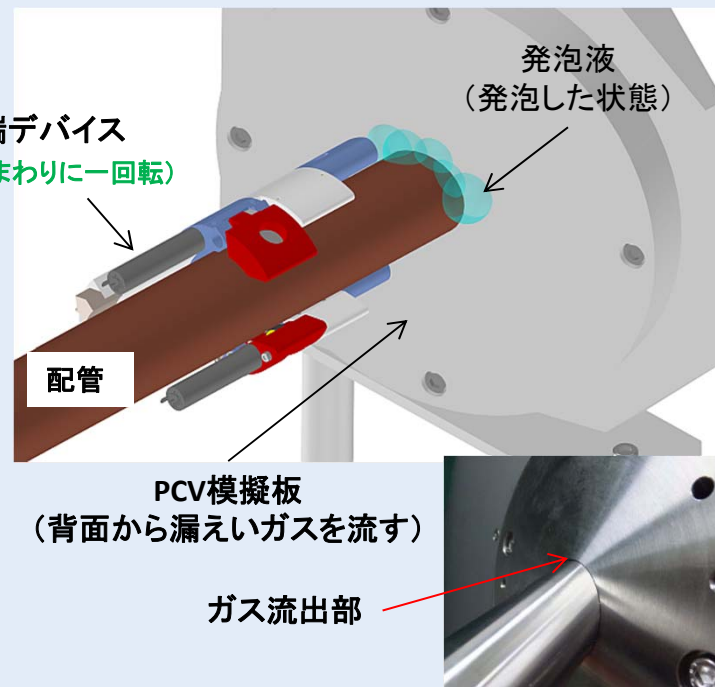
実機模擬試験

挿入性評価試験



上下・水平方向に2mmまでの偏芯に対応可能なことを確認

漏えい検出性評価試験



PCV内圧15kPaで約30ml/minの検出性を確認

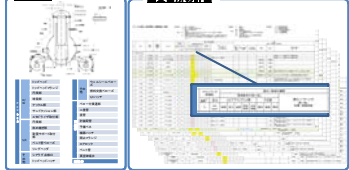
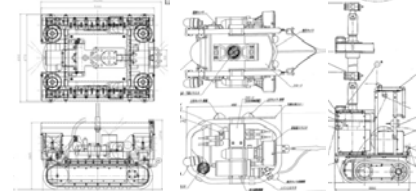


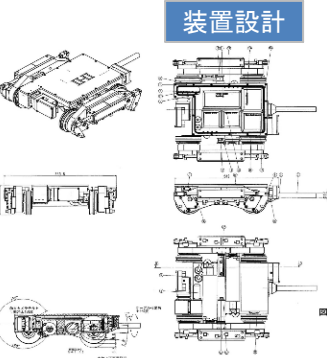


3. (23) D/W外側開放部調査装置

本年度の課題と対応状況

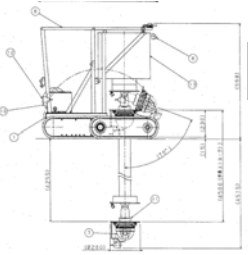
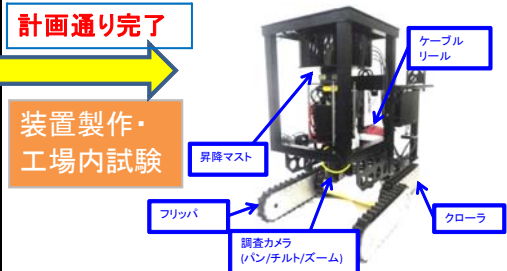
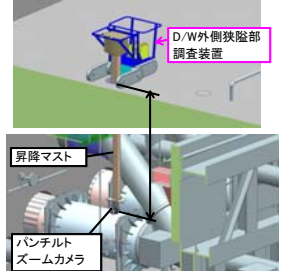
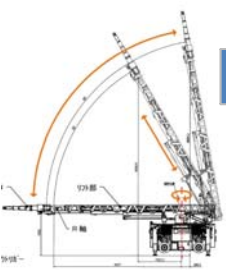

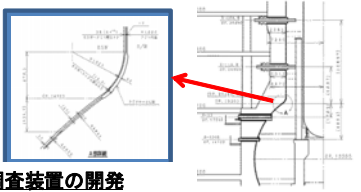
技術課題	対応状況
干渉物	<u>ロボットによる遠隔3Dスキャン調査を1～3号機で実施中（国プロ外）。今後、障害となる干渉物を抽出し、事前撤去のための計画を策定する。（3Dスキャンの結果を待って平成26年度実施予定）</u>
漏えい検知精度	許容される微小漏えい量を踏まえて目標検知精度（100ml/min）を設定。 発泡液、トレーサ法、音響検知を組み合わせで対応できることを検証試験にて確認済。 <u>PCVの加圧が困難な3号機の漏えい調査シナリオを検討中。</u>
多様なペネ寸法	位置や形状寸法の条件が厳しいペネ（CRDMマカロニ配管）を対象に漏えい特定用デバイスを開発中。どこまでの偏芯に対応できるかを検証試験にて確認済。
漏えい特定用デバイスの挿入性	<u>ペネの著しい偏芯や、マカロニ配管中央部などアクセス困難部位に対するデバイス挿入性を確保すべく、国内外メーカーの技術調査を実施。（製作は平成26年度の計画）</u>
NEDO機の活用	NEDOプロジェクトで製作した台車、マニピュレータをPCV漏えい調査と遠隔除染の両プロジェクトで活用する計画だが、先行する遠隔除染プロジェクトの現地実証試験により汚染するため、PCV漏えい調査での対応を検討する必要がある。
全体工程の評価	開始遅れ等による一部作業項目の翌債により、年度内完了予定の作業項目についても、平成26年度作業が10月以降の開始となる。そのため、漏えい調査工事までに予定されている、除染、干渉物撤去などの全体工程を整理し、影響評価を実施中。

本年度実施項目に関わる技術課題については計画通り完了

4. 年度ごとの実施計画(1)

技術開発項目	H24年度実施内容	H25年度実施内容	H26年度以降の実施内容
<p>点検調査工法の開発</p>	 <p>対象箇所 調査箇所の概要</p> <p>・技術カタログの作成 ・漏えい検出方法の検討</p>		
<p>トーラス室壁面調査点検装置の開発</p>	 <p>装置設計</p>	<p>計画通り完了 実証試験</p>  <p>150A-MSC2 150A-RCW-2 トライダイバ 150A-MSC30 150A-RCW20 IF A-C-ROV</p> <p>装置製作</p>  <p>調整カメラ (カメラ付スコープ) フット フック クロー</p>	
<p>S/C下部外面およびD/Wベント管接合部調査点検装置の開発</p>	 <p>装置設計</p>	<p>計画通り完了 実証試験</p>  <p>支保装置 模擬ベント管 D/Wベント管接合部調査装置 サンドクッションドレン管調査装置 模擬サンドクッションドレン管設置ステージ</p>  <p>支保装置 ベント管 S/C下部外面調査装置</p> <p>装置製作</p>	

4. 年度ごとの実施計画(2)

技術開発項目	H24年度実施内容	H25年度実施内容	H26年度以降の実施内容
D/W外側狭隘部 調査点検 装置の開発	 <p>装置設計</p>	<p>計画通り完了</p>  <p>装置製作・工場内試験</p>	<p>適用性等の検討</p> <p>実証試験</p> 
D/W外側開放部 調査点検 装置の開発	 <p>装置設計</p>	<p>計画通り完了</p> <p>装置製作</p> <ul style="list-style-type: none"> 荷揚モジュール 漏えい特定用デバイス <ol style="list-style-type: none"> 基本タイプの小径ペネ向け: 設計、製作 X-37中央部かつ着しい偏芯量のペネ向け: 概念設計のみ 大径ペネ向け: H26年度以降着手 	<p>装置製作</p>  <p>実証試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 漏えい特定用デバイス <ol style="list-style-type: none"> 改良 製作 設計、製作
D/Wシェル 調査装置			<p>装置設計</p> <p>装置製作</p>  <p>D/Wシェル調査装置の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 数センチの隙間に侵入 周方向任意に調査

5. まとめ

点検調査装置の開発

- (1) 格納容器や原子炉建屋の漏えい箇所を特定するための装置の設計を実施し、製作を完了した。
- (2) 開発した装置の機能確認、モックアップ試験を行った。
- (3) げんごROV, トライダイバー, テレランナーおよびS/C下部外面調査装置については、実機適用性評価(現場実証)を実施し、実機適用可能であることを確認した。
- (4) 1F-1号機において、真空破壊ラインベローズ部からの漏えいを確認した。
- (5) デブリ取出しに向けた今後のプロジェクトにおいても、アクセス環境の事前調査と、その結果に基づく干渉物撤去の検討が重要である。