

Message

IRID設立以降、廃炉作業に関わるロボット開発に取り組んで来ているが、開発現状を踏まえて、ロボット開発の第一人者である浅間 一氏からメッセージをいただいた。

東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置では、放射線量が高く、人が近づくことが困難な環境が多々存在し、ロボット技術、遠隔技術の活用が必須となっている。

これまでに、瓦礫除去、内部調査(映像取得、放射線量等の計測など)、除染、サンプリング(ダスト、汚染水、コンクリートコアなど)などにおいて、様々なロボットや遠隔操作機器が投入されている。事故直後は、軍事用ロボット、無人化施工機械などを主として活用したが、事故が発生した原子力発電所という特殊な状況で廃炉作業を具体的に進めるには、用途に応じた特殊な機器開発を新たに行わざるを得ない。

これまでに投入された遠隔操作機器は40台を超えるが、それらの中で、国際廃炉研究開発機構(IRID)は、多くの遠隔操作機器の開発を担ってきた。未知の状況や動作環境で、安定に動作し、目的の調査や作業を達成できるような遠隔操作機器の開発は極めて難しく、それを操作するオペレータにも訓練が必要となる。IRIDは、これまでに様々な機器を開発、投入し、多くのミッションを成功させている。ただし、失敗した事例もある。これらの経験を通して蓄積してきた、遠隔装置開発の様々なノウハウ

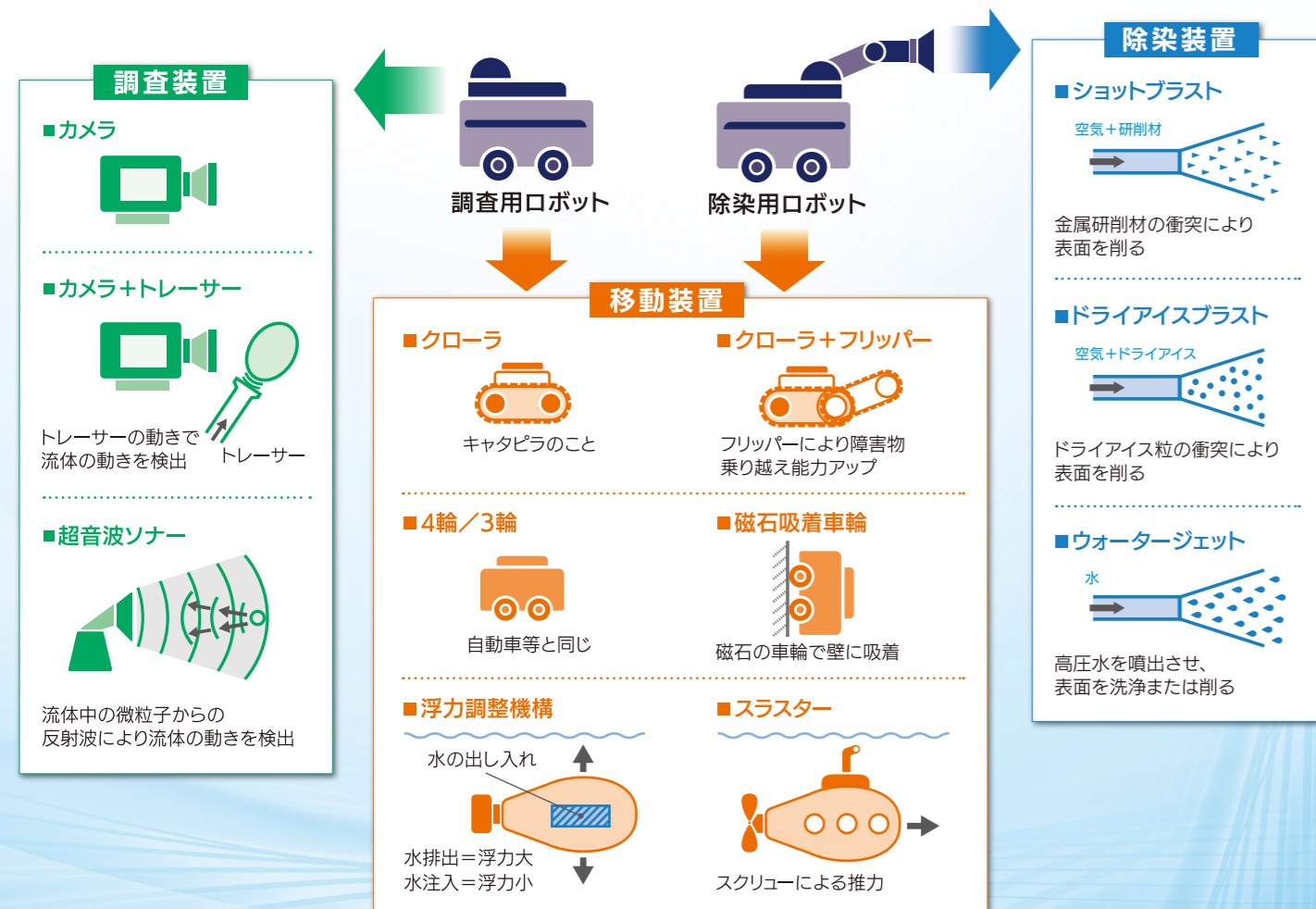
こそ、今後のさらなる機器開発においてきわめて重要となる。

これからは、燃料デブリの取り出しが重要なポイントとなるが、必要なのは燃料デブリの切断、ハンドリングといった燃料デブリ取り出しのための遠隔技術開発だけではない。それに至るプロセス、すなわち、燃料デブリの調査、サンプリングや、それを行うための除染、止水などにおいても、新たな遠隔機器開発も必要となる。また、今後さらに放射線量の高い複雑な環境や水中の環境での調査や作業を行うことができる遠隔操作機器が求められるようになる。この開発も容易ではない。国内外の叡智をより一層結集して、その課題にチャレンジすることが重要である。



東京大学 工学系研究科
精密工学専攻
教授 工学博士
浅間 一

遠隔操作作業ロボットの主な機能と名称



IRID

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

〒105-0003 東京都港区西新橋 2-23-1 3東洋海事ビル5階
TEL 03-6435-8601(代)

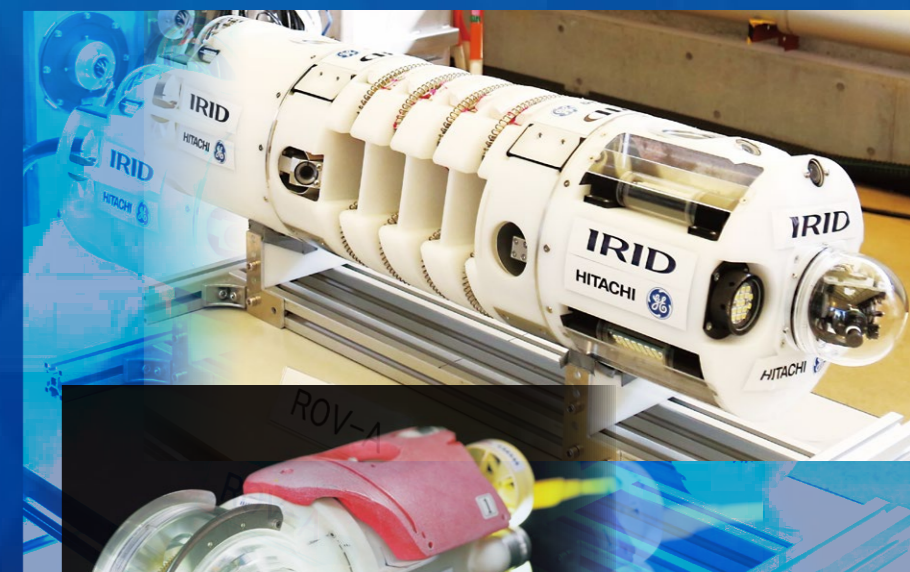
<https://www.irid.or.jp>



この印刷物は再生紙を利用しています。

福島第一原子力発電所の廃炉作業を人にかわって支援する

Robots



IRID

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
International Research Institute for Nuclear Decommissioning

改訂:2022年4月

福島第一原子力発電所の廃炉作業を人にかわって支援するロボットたち

★今回新たに追加されたロボット

作業用ロボット



写真は吸引・プラスト作業タイプ

上部階用除染装置

【作業内容】吸引、プラスト、ドライアイスプラスト、高圧水ジェットの高技術による除染
 【作業場所】1～3号機 原子炉建屋1階の床面及び底部壁面
 【開発担当】三菱重工、日立GE、東芝ESS 【実証時期】平成27年度下期

【備考】

- 移動: クローラ
- 装置: 高所遠隔除染作業台車、支援台車等(低所用のものも利用)
- 寸法: W750mm×L1700mm×H1700mm
- 重量: 約550kg

<搬送/支援台車> ※

- 移動: クローラ
- 寸法: W714mm×L2410mm×H350mm
- 重量: 約750kg

<中継台車> ※

- 移動: クローラ
- 寸法: W1100mm×L2000mm×H500mm
- 重量: 約680kg

※台車部分の寸法・重量、搭載する装置により異なる



写真は吸引・プラスト作業タイプ

吸引・プラスト除染装置 (マイスター)

【作業内容】ショットプラストによる除染
 【作業場所】1～3号機 原子炉建屋1階の床面及び低部壁面
 【開発担当】三菱重工
 【実証時期】平成25年度下期

【備考】

- 移動: クローラ (MHI-MEISTERを転用)
- 装置: アーム+ショットプラスト、空気搬送装置、プラスト回収装置
- 寸法: W700mm×D1250mm×H1300mm
- 重量: 約500kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

ドライアイスプラスト除染装置

【作業内容】ドライアイスプラストによる除染
 【作業場所】1～3号機 原子炉建屋1階の床面及び低部壁面
 【開発担当】東芝ESS
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: クローラ
- 装置: 除染台車、支援台車
- 寸法: W923mm×D1460mm×H1841mm
- 重量: 730kg

写真は吸引・プラスト作業タイプ

高圧水除染装置 (Arounder)

【作業内容】ウォータージェットによる除染
 【作業場所】1～3号機 原子炉建屋1階の床面及び低部壁面
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: クローラ
- 装置: アーム+ウォータージェット、水供給装置、水回収装置
- 寸法: W600mm×D1600mm×H1300mm
- 重量: 約850kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

高所用ドライアイスプラスト除染装置

【作業内容】ドライアイスプラストによる除染
 【作業場所】1～3号機 原子炉建屋1階の5～8m高さの壁面、天井及びダクト、ケーブルトレー等
 【開発担当】東芝ESS
 【実証時期】平成27年度下期

【備考】

- 移動: クローラ
- 装置: 高所遠隔除染作業台車、支援台車等(低所用のものも利用)
- 寸法: W930mm×L2069mm×H1961mm
- 装置最大到達高さ: 8000mm
- 重量: 約1700kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

高所用吸引・プラスト除染装置 (スーパージラフ)

【作業内容】ショットプラストによる除染
 【作業場所】1～3号機 原子炉建屋1階の高所壁面及び構造物
 【開発担当】三菱重工
 【実証時期】平成27年度下期

【備考】

- 移動: 4輪駆動 4輪操縦 (NEDO Super-Giraffeを転用)
- 装置: アーム+ショットプラスト、空気搬送装置、プラスト回収装置
- 寸法: W1300mm×D2350mm×H1700mm
- 装置最大到達高さ: 8000mm
- 重量: 約4000kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

高所用高圧水ジェット除染装置

【作業内容】ウォータージェットによる除染
 【作業場所】1～3号機 原子炉建屋1階の2m以上の高所壁面及び構造物
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】平成27年度下期

【備考】

- 移動: クローラ
- 装置: アーム+ウォータージェット、水供給装置、水回収装置
- 寸法: W760mm×D2098mm×H1555mm
- 装置最大到達高さ: 6105mm(高さ8000mmまで高圧水噴射可能)
- 重量: 約1300kg

写真は吸引・プラスト作業タイプ

遮蔽ブロック&鉄板取り外し装置 (TEMBO)

【作業内容】遮蔽ブロックと鉄板の撤去
 【作業場所】2号機 原子炉建屋1階
 【開発担当】三菱重工
 【実証時期】平成27年度上期

【備考】

- 移動: 3輪
- 装置: マニピュレータ、エンドエフェクタ
- 寸法: W1100mm×D4000mm×H2100mm
- 重量: 約3500kg

調査用ロボット



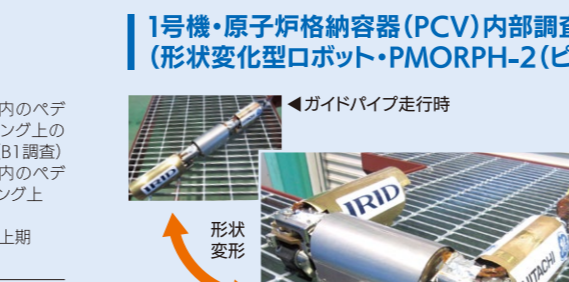
写真は吸引・プラスト作業タイプ

1号機・原子炉格納容器(PCV)内部調査装置 (形状変化型ロボット・PMORPH-1 (ピーモルフ1))

【調査内容】1号機PCV内のベデスタル外側1階グレーティング上の映像、線量、温度を測定 (B1調査)
 【調査場所】1号機PCV内のベデスタル外側1階グレーティング上
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】平成27年度上期

【備考】

- 移動: クローラ
- 調査: カメラ、線量計、温度計
- 寸法: (ガイドパイプ走行時) 約600mm×W70mm×H95mm (グレーティング走行時) 約1220mm×W290mm×H95mm
- 重量: 約10kg (ケーブル重量除く)
- 耐放射線性: 約1000Gy以上



写真は吸引・プラスト作業タイプ

1号機・原子炉格納容器(PCV)内部調査装置 (形状変化型ロボット・PMORPH-2 (ピーモルフ2))

【調査内容】1号機PCV内のベデスタル外地下階の映像、線量を測定 (B2調査)
 【調査場所】1号機PCV内のベデスタル外地下階
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】平成28年度下期

【備考】

- 移動: クローラ
- 調査: カメラ、線量計
- 寸法: (ガイドパイプ走行時) L699mm×W72mm×H93mm (グレーティング走行時) L316mm×W286mm×H93mm
- 重量: 約10kg (ケーブル重量除く)
- 耐放射線性: 約1000Gy以上



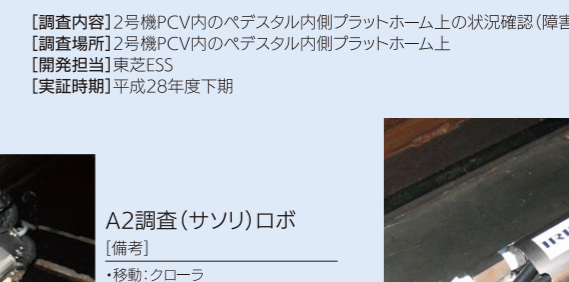
写真は吸引・プラスト作業タイプ

2号機・原子炉格納容器(PCV)内部調査装置

【調査内容】2号機PCV内のベデスタル内側プラットホーム上の状況確認 (障害物有無、損傷状況等)
 【調査場所】2号機PCV内のベデスタル内側プラットホーム上
 【開発担当】東芝ESS
 【実証時期】平成28年度下期

【備考】

- 移動: クローラ
- 調査: カメラ、線量計、温度計
- 寸法: (狭隙部走行時) 約1590mm×W90mm×H90mm (調査時) 約1260mm×W90mm×H220mm
- 重量: 約5kg
- 耐放射線性: 約1000Gy以上



写真は吸引・プラスト作業タイプ

A2調査 (サソリ) ロボット

【備考】

- 移動: クローラ
- 調査: カメラ、線量計、温度計
- 寸法: (狭隙部走行時) 約1590mm×W90mm×H90mm (調査時) 約1260mm×W90mm×H220mm
- 重量: 約5kg
- 耐放射線性: 約1000Gy以上

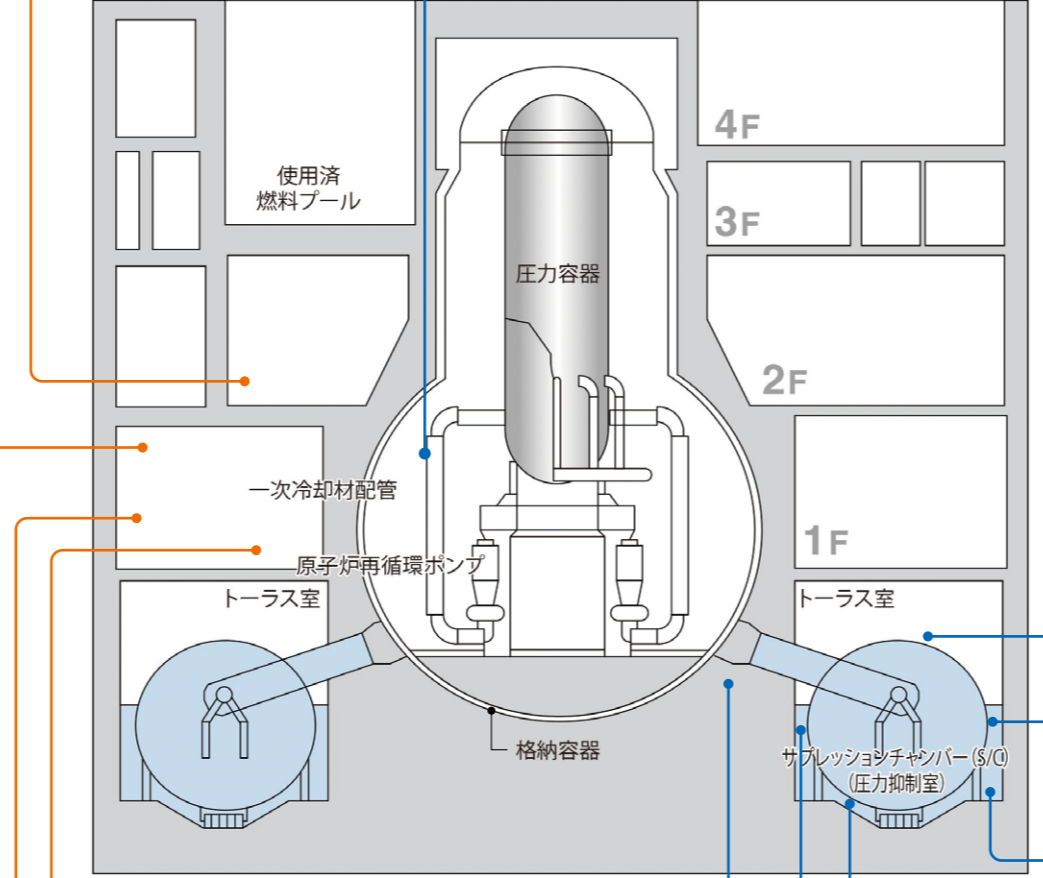


写真は吸引・プラスト作業タイプ

CRD レール走行時

【備考】

- 移動: クローラ
- 目的: レール上の堆積物を水圧で除去し、調査ロボットのルートを確保
- 寸法: 約L300mm×W90mm×H90mm
- 重量: 約3kg
- 耐放射線性: 約1000Gy以上



写真は吸引・プラスト作業タイプ

1号機・原子炉格納容器(PCV)内部詳細調査用潜水機能付ポート型アクセス調査装置 (IRIDOLPHIN)

【調査内容】ベデスタル外周広範囲の構造物の状況や堆積物の分布等の把握とベデスタル開口部の状況の把握
 【調査場所】1号機PCV内のベデスタル外側地下階
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】令和3年度下期

【備考】

- 移動: 潜水機能付ポート型
- 目的: ベデスタル外周の広範囲移動のためのケーブルガイド (ガイドリング) 取り付け
- 寸法: 直径: φ250mm 長さ: 約1100mm
- 重量: 約40kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

2号機・原子炉格納容器(PCV)内部詳細調査アクセス・調査装置ならびに試験的燃料デブリ取り出し装置 (ロボットアーム)

【調査内容】2号機PCV内部のベデスタル内における構造物の状況や堆積物の分布等の把握と試験的燃料デブリ取り出しの実施
 【調査場所】2号機PCV内のベデスタル内側
 【開発担当】三菱重工
 【実証時期】令和4年度下期予定

【備考】

- 移動: 長尺・多関節アーム
- 目的: ベデスタル内調査と試験的燃料デブリ取り出し
- 寸法: 長さ約22m・重量: 約4.6トン



写真は吸引・プラスト作業タイプ

3号機・原子炉格納容器(PCV)内部調査装置

【調査内容】3号機PCV内のベデスタル内の状況確認 (ベデスタル内の損傷状況等)
 【調査場所】3号機PCV内のベデスタル内
 【開発担当】東芝ESS
 【実証時期】平成29年度上期

【備考】

- 移動: 水中遊泳型
- 調査: カメラ
- 寸法: 外径: 約130mm 長さ: 約300mm
- 重量: 約2kg (気中)、中性浮力 (水中)
- ケーブル長: 約60m
- 耐放射線性: 約200Gy以上



写真は吸引・プラスト作業タイプ

1号機・サプレッションチャンバー(S/C)上部調査装置 (テレランナー: S/C上部調査)

【調査内容】C/W上からS/C上部構造物の漏洩の調査
 【調査場所】1号機トラス室S/C上部 (気中部)
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: クローラ、フリッパー
- 調査: カメラ、線量計、湿・温度計、マイク
- 寸法: L1600mm×W500mm×H800mm
- 重量: 約70kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

トラス室壁面調査装置 (トライダイバー: 床面走行ロボット)

【調査内容】濁水中の壁面貫通部の流れの調査
 【調査場所】トラス室とタービン建屋の貫通部 (水中部)
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: クローラ、スラスター
- 調査: カメラ、超音波ソナー、水温計
- 寸法: L600mm×W500mm×H400mm
- 重量: 約40kg (気中)、約1.5kg (水中)
- 耐水圧: 10m



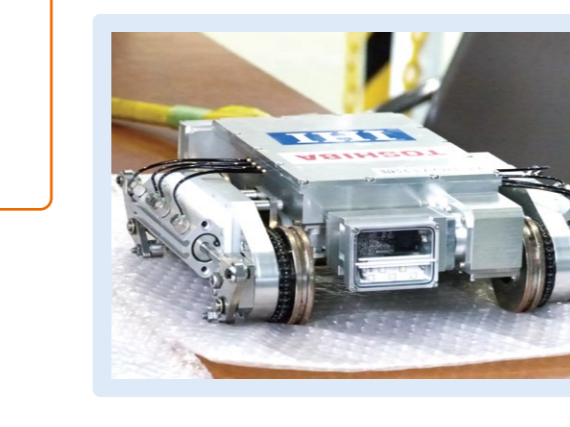
写真は吸引・プラスト作業タイプ

トラス室壁面調査装置 (げんごROV: 水中遊泳ロボット)

【調査内容】水中の壁面貫通部の調査
 【調査場所】トラス室とタービン建屋の貫通部 (水中部)
 【開発担当】日立GE
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: スラスター、浮力調整機構
- 調査: カメラ、水温計
- 寸法: L500mm×W400mm×H400mm
- 重量: 約2kg (気中)、中性浮力 (水中)
- 耐水圧: 10m



写真は吸引・プラスト作業タイプ

ベント管・ドライウェル(D/W)接合部調査装置 (VT-ROV)

【調査内容】ベント管外面に吸着し、ベント管とD/Wシェル接合部点検位置まで自走し、照明とカメラにてベント管とD/Wとの接合部からの漏えい水、及びコンクリート壁開口内下部の流水有無を調査
 【調査場所】トラス室内のベント管とPCVシェル接合部 (気中部)
 【開発担当】東芝ESS
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: 磁石吸着車輪
- 調査: カメラ
- 寸法: L280mm×W280mm×H90mm
- 重量: 10kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

サンドクッションドレン管調査装置 (DL-ROV)

【調査内容】トラス室水中を遊泳して水没したサンドクッションドレン管開口まで移動し、照明とカメラ、トレーサ放出機構にて水没したサンドクッションドレン管開口からのリットル/min以上の漏えいを検出
 【調査場所】トラス室サンドクッションドレン管出口 (水中部)
 【開発担当】東芝ESS
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: スラスター (推進2基、上下1基)
- 調査: カメラ
- 寸法: L530mm×W290mm×H300mm
- 重量: 14kg



写真は吸引・プラスト作業タイプ

サプレッションチャンバー(S/C)下部外面調査装置 (SC-ROV)

【調査内容】S/C外面に吸着し、S/C下部外面調査位置まで自走移動し、照明とカメラ (前後左右に4台) にてS/C下部外面の直径30mmを超える穴の有無を確認
 【調査場所】2号機トラス室S/C外面 (気中及び水中部)
 【開発担当】東芝ESS
 【実証時期】平成26年度上期

【備考】

- 移動: 磁石吸着車輪
- 調査: カメラ
- 寸法: L280mm×W280mm×H140mm
- 重量: 10kg