

ISSN 2185-5420

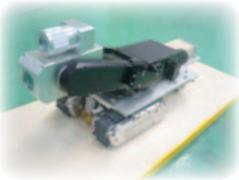
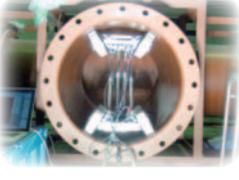
# アトックス技報

ATOX TECHNICAL REPORT

No. 4 2012



**ATOX**

		<b>巻頭言</b>	<i>Preface</i>
	頁/Page		
	1	今こそ、国内外の技術を結集して原子力の信頼回復を	
		<b>研究開発成果</b>	<i>R &amp; D Activities</i>
	2	遠隔ジェット洗浄・回収装置の開発 Development of Equipment for Remote Jet Washing and Liquid Waste Vacuum	
	4	小型自走式点検装置の開発 Development of Small Self-Propelled Inspection Equipment	
	6	可搬型廃液浄化処理装置の開発 Development of Portable Facility for Liquid-Waste Treatment	
	8	被ばく低減用遮へいスーツの開発 Development of Shield Suit for Reduction of Radiation Exposure	
	10	循環水式冷却服「クールザック」の開発 Development of Backpack-Shaped Water-Circulated Personal Cooler	
	12	海水中に含まれるCs、Srのフェノール系陽イオン交換樹脂吸着特性試験 Adsorption Behavior of Cesium Ions and Strontium Ions in Seawater on Phenolic Cation-Exchange Resin	
	14	管内走行装置の開発 Development of Traveling Equipment in Pipes	
	16	燃料体番号確認及び外観検査水中カメラの開発 Development of Underwater Camera for Visual Inspection and Confirmation Number Fuel Assemblies	
	18	PET 治験薬製造に係る先端医療センターとの共同事業の概要 Investigational PET Drug Manufacturing in Collaboration with IBRI	
		<b>トピックス</b>	<i>Topics</i>
	20	福島復興への技術開発センターの最近の取り組み ・放射性滞留水処理装置の運転・保守支援、開発機器による除染ホット試験 ・今後のロボット利用拡大を見越して、米国iRobot社よりロボット取扱い・メンテナンス資格を取得 ・ <sup>60</sup> Co照射施設を活用した遮蔽材の開発試験	
	20	技術開発センターが文科相より科研費の機関指定	
	21	福島第一原発廃止措置に向けた国家プロジェクトに社を挙げて取り組み ・資源エネルギー庁「総合的線量低減計画策定」プロジェクトの補助事業者にて採択 ・遮蔽計算技術を高度化、福島関連の評価に的確に対応 ・フランスAREVA社との技術協力関係を強化	
	21	福島復興に向けて機動性を持った組織体制に一新	
	21	千葉県柏市はじめ自治体等からの放射能測定に協力	
		<b>アトックス情報</b>	<i>ATOX Information</i>
	22	アトックスにおける情報セキュリティの取り組み	
	24	登録特許一覧	
	25	特許の紹介	
	26	アトックスの概要	

## 【表紙の説明】

高線量セル内の撮影などを目的に開発した「小型自走式点検装置」の外観写真を加工しました。開発概要を pp.4-5 で紹介しています(エンジニアリングサービス部 技術サービスGr. 櫻井祥隆 作)。



## 今こそ、国内外の技術を結集して 原子力の信頼回復を

代表取締役社長 矢口 敏和



「アトックス技報」第4号の刊行にあたり、ご挨拶申し上げます。

2011年3月の東日本大震災と福島第一原子力発電所事故から1年8ヵ月が経過した今、廃止措置に向けた様々な課題の克服、周辺地域の一刻も早い除染・環境修復、さらには全国の原子力発電所の再稼動の問題など、原子力業界にとって解決すべき課題が山積しております。

(株)アトックスは、事故以降、福島復興を社の最優先課題と位置づけ、発電所内においては当初から汚染水処理装置の運転や放射線管理業務などに従事し、また周辺地域の除染活動についても、除染試験・実験の段階から精力的に取り組んできております。これからも電力会社、政府・自治体、メーカーを始めとする関係者の皆様と協力して、発電所内外の事態の収束・改善に最大限の努力を傾注してまいります。

とりわけ、福島第一原子力発電所の廃止措置に向けては、これまで世界でも経験したことのない過酷な事故を経た原子炉プラントの作業であり、高放射線、高汚染に対する非常に高度な技術が要求されます。このため、「政府・東京電力中長期対策会議」のもとで、プラントメーカー、ゼネコン等を主体とした国家プロジェクトとして、「燃料デブリ取り出し準備作業」等について様々な技術的検討が行われております。弊社は、このプロジェクト事業である原子炉建屋内の放射線量の測定、除染に係る現場調査及び遠隔技術検討タスクに参画し、除染、放射線管理に係るパイオニア企業として技術貢献に努めているところです。

さらに弊社は、2012年10月、資源エネルギー庁より公募プロジェクト「総合的線量低減計画策定」補助事業の実施事業者に採択されました。本事業は、除染、遮蔽などの線量低減技術を適切に組み合わせ、原子炉建屋内の放射線量を低減し、作業員の被ばくの低減を目指すもので、今後の廃止措置の成否を決する極めて重要な事業であると認識しております。事業の実施においては、国内のプラントメーカー、ゼネコン、電力会社との連携・協力は勿論のこと、海外からの有効な技術も取り入れて、まさに、国内外の叡智を結集し、より安全性・信頼性の高い低減計画を策定したいと考えております。

今、まさに40年に亘る福島第一原子力発電所の廃止措置プロジェクトがスタートしたところです。

弊社は、除染、放射線管理、放射性廃棄物処理等の分野における第一人者として、福島復興と原子力産業の再生が懸かるこのプロジェクトの先頭に立ち、完遂する大きな使命と責任があると自覚しております。これらを通じて、原子力の信頼回復と再生に少しでも貢献できるよう精進してまいります所存でございます。

本技報では、弊社における福島復興に向けた技術開発の状況のほか、神戸の先端医療センター殿との共同事業として行っている治験薬の製造についてもご紹介しております。

本技報を多くの方々にご覧いただき、ご意見、ご批評を賜れば幸いに存じます。

今後とも、皆様のご指導とご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

2012年12月吉日

# 遠隔ジェット洗浄・回収装置の開発

## Development of Equipment for Remote Jet Washing and Liquid Waste Vacuum

福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた取り組みとして、原子炉建屋内での調査・補修作業が計画されており、除染が必要となるが、人手による除染では作業員の総被ばく量が課題となる。そのため、高線量環境の除染を目的として、建屋内床面を遠隔操作でジェット洗浄し、廃液を回収できる装置を開発した。

キーワード：高線量、除染、遠隔操作、廃液回収

As a measure toward the decontamination of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, investigation and repair works in a reactor building are planned. Although decontamination is needed for that purpose, by the decontamination by hands, a worker's total exposure dose serves as a subject. Therefore, a remote jet washing equipment for the purpose of decontamination under high dose environment, with liquid waste vacuum system was developed.

Key Words : High Dose, Decontamination, Remote-Control, Liquid Waste Vacuum

### 1 背景と目的

福島第一原子力発電所の廃止措置に向けて、原子炉建屋内の各種調査や設備の補修作業等のための除染が求められている。しかし、原子炉建屋内は高線量環境であるため、作業員の被ばくや除染装置自体に汚染が蓄積して高線量となる点などが課題となる。そこで、それらの課題を解決するために本装置を開発した。

### 2 開発概要

#### (1) 装置の要件

本装置の開発要件を以下に示す。

- ① 遠隔操作（有線）で床面を洗浄できること
- ② 洗浄後の廃液を回収・移送できること
- ③ メンテナンス時の被ばくを低減させること

#### (2) 装置の概要

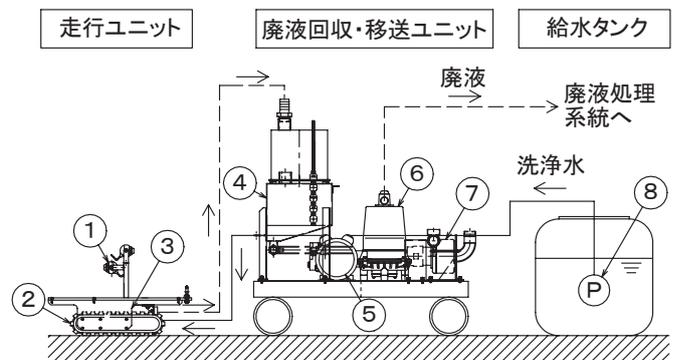
本装置は、カメラや洗浄部を搭載した走行ユニット、タンクやポンプを搭載した廃液回収・移送ユニットから構成される。

給水タンクから供給された洗浄水をジェットポンプにて加圧し、洗浄部内で床面を洗浄する。廃液は洗浄と同時にブロアにより吸引を行い、タンクに一時貯留した後、タンクからポンプを用いて廃液処理系統へ移送する。装置の全体概略を図1に、装置の主な仕様を表1に示す。

各ユニットの概要を以下に示す。

##### 1) 走行ユニット

走行ユニット外観を写真1に、走行ユニット洗浄部を写真2に示す。



No.	品名	No.	品名
①	前方・後方カメラ	⑤	ジェットポンプ
②	クローラ	⑥	排水ポンプ
③	洗浄部	⑦	ブロア
④	廃液一時受けタンク	⑧	給水ポンプ

図1 装置の全体概略

表1 装置の主な仕様

項目	仕様
供給電源	AC100V 50A
外形寸法	走行ユニット： 約 W570×L570×H450 mm
	廃液回収・移送ユニット： 約 W600×L900×H1,200 mm
質量	走行ユニット：約 55 kg
	廃液回収・移送ユニット：約 96 kg

##### ① 走行部

走行ユニットには、走破性が高いクローラ式を採用

用し、搭載したカメラの映像を確認することで遠隔操作が可能である。建屋内の溜まり水箇所でも走行できるよ、及び装置外表面に付着した汚染を水洗にて除去できるように防水仕様とした。

② 洗浄部

走行ユニット洗浄部の噴射ノズルを床面と近接させることで、人手による洗浄よりも高効率で均一な洗浄効果が得られる。

ジェット洗浄単独では、洗浄後の廃液が拡散し、汚染が拡大する可能性がある。本装置では椀型の洗浄部内で同時に廃液を吸引回収するため、汚染拡大防止や効率的な洗浄が可能となる。



写真1 走行ユニット外観

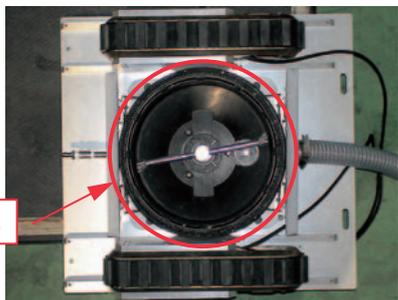


写真2 走行ユニット洗浄部

2) 廃液回収・移送ユニット

廃液回収・移送ユニット外観を写真3に示す。

①廃液移送

走行ユニットで吸引した廃液や細かな砂・汚泥は、廃液回収・移送ユニットのタンクに一時貯留した後、排水ポンプにより廃液処理系統へ移送する。

②メンテナンス

ユニットのメンテナンス時に作業員の被ばく低減を図るため、砂・汚泥が残留しにくいタンク形状や配管の配置とした。

3) 基本性能

実作業での適用可否、及び作業計画を立案するため、基礎試験を実施した。基礎試験にて実測した基本性能を表2に示す。



写真3 廃液回収・移送ユニット外観

表2 基本性能

項目	性能	
走行性能	牽引力	304 N
	走行速度	8.7 m/min
洗浄性能	噴射流量	7.0 L/min
	噴射圧力	4.7 MPa
吸引回収性能	吸引回収流量	55.2 L/min
	吸引回収率	98 %
排水性能	排水流量	15.6 L/min
作業性能	作業速度	120 m <sup>2</sup> /h

3 結 語

今回の装置開発により、遠隔操作による作業員の被ばく低減や、ジェット洗浄と吸引回収を同時に行うことによる除染廃液の飛散防止、及び機器内部へ蓄積する砂・汚泥の排出機構によって、効果的で作業員の被ばくの少ない除染作業を実現した。

平成24年夏に、福島県内で汚染されたコンクリート面やアスファルト面等の除染試験を行った結果、想定していた除染効果が発揮できた。

100m 程度離れた場所からの遠隔操作を目標に開発を行っているが、実作業を考慮した場合、特にホース類の取り回し等が課題となるため、現在検討を進めている。



執筆者／技術開発部  
機器・構造 Gr. 伊藤 俊介



技術開発部  
機器・構造 Gr. 中村 直哉



エンジニアリングサービス部  
エンジニアリング Gr. 加藤 貴志

# 小型自走式点検装置の開発

## Development of Small Self-Propelled Inspection Equipment

放射性物質の保管庫、濃縮液の受水槽セルなど高線量となる場所は人の立ち入りができず、内部点検を行うためのアクセス口は狭あいである。目視点検を行う際、カメラを挿入しても操作治具の可動範囲が限られるため、撮影が困難な場所が存在した。そこで狭あい部から挿入でき、遠隔操作でセル内部を自走して撮影できる装置を開発した。本装置は線量測定や異物回収、スミア採取といった機能を持つユニットを搭載することができ、さらに防水仕様である。

キーワード：高線量、狭あい部、目視点検、遠隔操作、自走式

Persons cannot enter a cell of concentrated liquid tank or a storage room for radioactive material because of high radiation dose. The access ports for inspecting inside the cell are narrow. Since the range of movement of the tools to insert the camera is limited, there are difficult places to take movie for visual inspection. A self-propelled by remote control inspection equipment that can pass through the narrow section and take movie inside the cell has been developed. As additional capabilities, this equipment has a radiation dosimeter, a smear sampling unit and a foreign object retriever. Moreover this equipment is waterproof.

Key Words : High Dose, Narrow Section, Visual Inspection, Remote Control, Self-Propelled

### 1 背景と目的

放射性物質の保管庫、濃縮液の受水槽など高線量となる場所は人の立ち入りができず、内部の観察や点検を行うためのアクセス口は狭あいである。現在セル内を目視点検する際は、小型のカメラを挿入して撮影を行っている。しかしアクセス口が狭あいなため、カメラを操作する治具の可動範囲が限られ、撮影が困難な場所が存在した。そこで狭あいなアクセス口から挿入でき、有線による遠隔操作でセル内を自走して撮影できる装置の開発を行った。また、線量測定、異物回収、スミア採取といった機能を持つユニットを搭載でき、加えて防水仕様とすることで、より多目的、広範囲に適用可能な装置を目指した。

### (2) 装置の概要

要件に従って開発した装置の概要を以下に述べる。主な仕様を表1に、外観を写真1に示す。

表1 装置の主な仕様

項目	仕様
主 素材	SUS304、アルミニウム合金
質 量	約 8 kg (付加装置、ケーブル除く)
外形寸法	約 W170×L390×H165 mm (カメラ部収納時、開発要件①)
走行速度	0~9 m/min (クローラ方式、開発要件②)
防水性能	30 m 防水 (開発要件③)
電 源	AC100V 最大 5A
ケーブル長	30 m

### 2 開発概要

#### (1) 装置の開発要件

装置の開発要件を以下に示す。

- ① 直径 200mm 程度の狭あい部を通過できること
- ② 自走しながら撮影できること
- ③ 防水であること
- ④ カメラの撮影高さ、角度が可変であること
- ⑤ 停電や信号不通となっても、カメラを収納状態に戻し装置を回収できること(フェイルセーフ)
- ⑥ 撮影に必要な照明機能を有すること
- ⑦ 線量測定、異物回収、スミア採取機能を持つユニットを搭載できること

ただし⑦の各ユニットは取り外し可能なものとする。

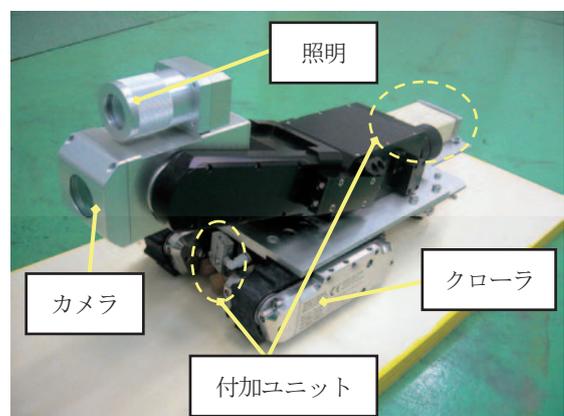


写真1 点検装置外観 (ケーブル未接続)

1) カメラ部詳細

カメラ部の仕様を表2に示す。カメラ部は開発要件④を満たすための昇降機構とチルト機構を有している。開発要件⑤に従ったフェイルセーフ機構として、可動部には設定以上の力がかかると滑る仕組みのクラッチギアを搭載した。これにより停電や信号不通など非常時でも、外力によって強制的に収納状態に戻し、アクセス口を通して装置を回収することができる。

表2 カメラ部仕様

項目	仕様
映像素子	1/4型カラーCCD 有効38万画素
ズーム	光学10倍、デジタル4倍
昇降高さ	収納状態を0mmとして最大95mm上昇
チルト	カメラ光軸水平時を0°として-180°～+90°(収納状態から270°)
その他機能	オートフォーカス(手動切替可) オートアイリス(手動切替可) 照明機能(手動調光可)

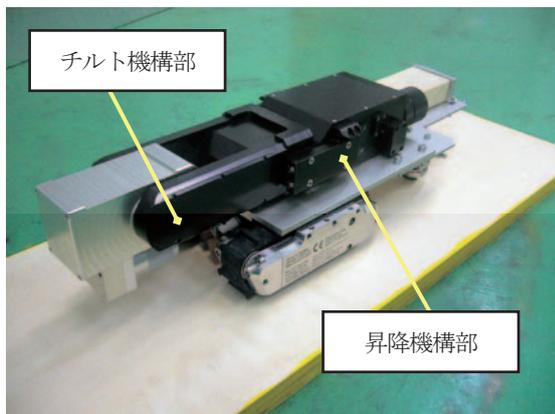


写真2 カメラ部収納状態

2) 照明機能

セル内は窓や照明のない暗室であることが多い。本装置は3Wの白色LED球を搭載し、撮影に必要な照度を自身で供給する。照明の照度測定結果を表3に示す。測定結果は調光で最大照度にしたときの値である。

カメラが撮影可能な最低照度は1.5lxであり、暗室で5m先でも問題なく撮影できることが分かった。このことから開発要件⑥を満たした。

表3 距離対照度の測定結果

距離 (m)	照度 (lx)
1.0	580
3.0	100
5.0	30

3) 付加ユニット

開発要件⑦を満たす付加ユニットは図1のように装置前方下部、後部に取り付ける。

異物回収ユニットは左右クローラの間を設置し、本装置のカメラで対象物を確認しながらエアチャックで把持する。把持可能なものは最大で直径10mm、長さ150mm、質量150g程度である。

スミア採取ユニットはエアシリンダのロッドにウレタン製のヘッドを取り付け、キャップでスミアろ布(ろ紙)を固定したものである。これを床面に押し付けて走行することで表面汚染を採取する。

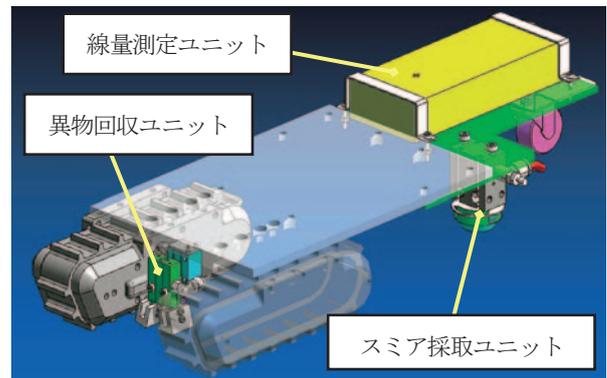


図1 付加ユニットの配置

3 結語

立ち入り困難な高線量エリアを狭いアクセス口を通して観察、撮影できる小型で自走式の点検装置を開発した。

今後の課題として装置のメンテナンス性を向上させることが挙げられる。部品構造を見直し、より実用的な装置とするべく継続して改良を進めている。

本装置は放射性物質を取り扱うセル内の点検用として開発を行ったが、他に防水性能を利用した水中点検装置や、震災により損傷を受けた福島第一原子力発電所における調査機など多方面への導入が期待できる。



執筆者/エンジニアリングサービス部  
エンジニアリング Gr. 河野 秀紀



エンジニアリングサービス部  
エンジニアリング Gr. 松隈 勇



エンジニアリングサービス部  
エンジニアリング Gr. 田中 洋平

# 可搬型廃液浄化処理装置の開発

## Development of Portable Facility for Liquid-Waste Treatment

ウェット除染工法による環境除染の場合、放射性廃液が作業に伴い発生するが、この廃液は基準値以下にまで浄化した後に環境排出することが望ましい。また、現場環境においては現地での作業用水の確保が問題となるとともに、大型設備機器の設置が困難なケースも考えられる。これらの課題を解決するため、回収した作業廃液を浄化し、環境放出基準値以下にまで浄化したうえで除染作業に循環再利用するための、可搬型廃液浄化処理装置を開発した。

キーワード：廃液処理、汚染水、除染、可搬型装置

In an environmental decontamination by wet process, radioactive contaminated liquid-waste is generated, so it is desirable to clean up the liquid-waste below the standard concentration value before discharge. In addition, in on-site environment, the problems are to maintain the water for work and to set up the large-sized equipment. In order to solve these problems, a portable facility for liquid-waste treatment was developed.

Key Words : Liquid-Waste Treatment, Contamination-Liquid, Decontamination, Portable Facility

### 1 背景と目的

環境除染における作業工法の一つとして、壁面や床面を高圧ジェット水で洗浄するウェット除染工法が用いられているが、その際に大量に発生する汚染廃液は、浄化処理を行い排水することが望ましい。

また、大量に水を消費する除染工法の場合、現場における作業用水の確保が問題となる。加えて作業スペースに制約のある現場では、大型設備機器の仮置き設置が困難なため、可搬型とすることが望まれる。

本研究ではこれらの問題を解決するため、作業廃液を回収し環境基準値以下にまで浄化したうえで、作業に循環再利用するための、可搬型除染廃液浄化・再利用処理装置の開発を目的とする。

### 2 開発概要

#### (1) 除染廃液の性質

過去に発表された試験結果報告書<sup>1)</sup>をもとに調査した結果、ウェット除染に伴い発生する除染廃液の性質について以下のことが分かった。

現時点において、廃液中の放射性核種は<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs、<sup>90</sup>Srが主な汚染核種と想定されるが、その多くが廃液中の土壌微粒子に吸着した状態で存在する。土壌微粒子は粘土やシルトと呼ばれる細粒で、特に粒径75 $\mu$ m未満の粒子にセシウムの大半が吸着する。

汚染核種の多くは細粒に吸着した状態だが、廃液に溶解して残る核種もわずかに存在する。それらは、イオン化した状態で液中に留まる。

#### (2) 浄化処理装置の概要

除染廃液の性質を踏まえ、段階的な処理によって廃液を浄化する処理システムを検討した。その結果、初段に凝集・沈殿・分離装置を配して細粒を捕集した後に、後段の各フィルタにて未捕集核種を分離するシステムとした。

浄化装置の概念を図1に示すとともに、各構成装置の役割を次に記す。

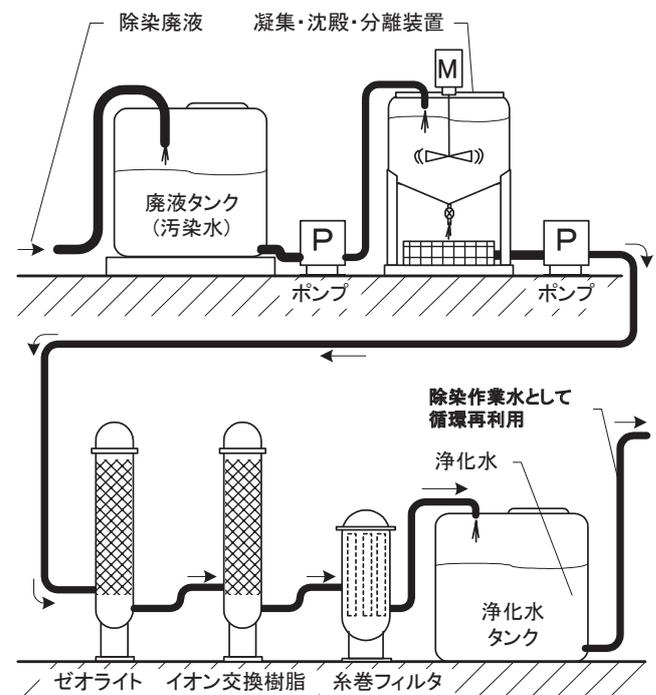


図1 浄化装置の概念

1) 凝集沈殿分離装置

「凝集・沈殿・分離装置」によって廃液中の細粒を分離し、SS濃度（浮遊物質濃度）を低減させるとともに細粒に付着した汚染核種も合わせて分離する。

凝集剤や吸着剤、ろ過材には、将来の廃棄物処理を考慮した材料を用いている。

凝集物の分離は、自然沈殿に任せて上澄みを汲み出す方式が一般的だが、ろ布を用いて強制的に分離することにより、分離処理速度の向上と装置の小型化を可能とした。

2) ゼオライトユニット

凝集沈殿後、ろ過水中に残る残存イオン<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Csの捕集を担うユニットである。ゼオライトの特徴として、セシウムを選択的に吸着する効果は期待できるが、他の放射性核種（<sup>90</sup>Sr）に対する吸着効果は薄い。

3) イオン交換樹脂ユニット

イオン化した汚染核種等（本システムの場合は主に<sup>90</sup>Sr）を捕集する。必要に応じて樹脂の再生を行い、繰り返し使用することも可能である。

4) 糸巻きフィルタユニット

汚染核種を吸着するゼオライトやイオン交換樹脂ユニットだが、継続的な使用に伴いゼオライトや樹脂の破砕粒子が流出するケースがある。それらを捕集するとともに、処理水の透明度を向上させ、処理水の品質を高める役割を担う。

(3) 可搬型装置の開発

1) 装置仕様の検討

廃液浄化処理装置を可搬型とするに当たり、求められる仕様を検討した。装置仕様の検討に際しては、除染を実施する現場の意見を反映した。表1に要求仕様をまとめる。

表1 現場からの要求仕様

項目	要求仕様
外形寸法	小型トラック積載可能サイズ
可搬性	各ユニットを分離式とし、簡易的な設置移動を可能とする。
処理量	800~1,000 L/h 程度の処理能力
浄化性能	DF値100以上。SS濃度を下げる。
操作性	操作性を考慮したうえで手動とする。
ユーティリティ	屋外作業を考慮し、外部電源を必要としない設計とする（発電機内蔵）。

2) 可搬型廃液浄化処理装置の設計

当初の設計では2tトラックサイズとなったが、必要な装備を見直し一部を専用設計とすることにより、軽トラックに積載が可能なサイズにまで小型化を図った。小型化に伴い構成装置の簡素化を実施しているが、

要求仕様はすべて満たしている。

可搬型廃液浄化処理装置の車載イメージを図2、製作した実機を写真1に示す。

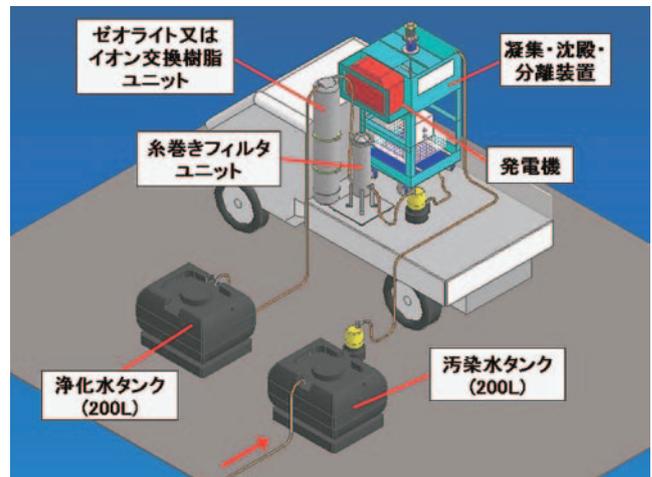


図2 可搬型廃液浄化処理装置の車載イメージ



写真1 可搬型廃液浄化処理装置の実機

3 結語

今回の開発により、汚染廃液処理を現場でスムーズに実施することが可能となった。内蔵発電機により、場所を選ばずに作業が可能である。処理後の浄化水は、除染作業に再利用可能であるため、作業用水の節約に寄与する。現場のニーズを最大限反映したことで、より実用的な製品開発ができたと考えている。

参考文献

1) 独立行政法人日本原子力研究開発機構 福島技術本部、平成23年度「除染技術実証試験事業」概要、No.5 (株)日立プラントテクノロジー、土壌分級及び熱処理による汚染土壌減容化システムと汚染水処理システムの実証、平成24年1月20日(3月9日更新)



執筆者／技術開発部

廃止措置 Gr. 末森 友英



技術開発部

廃止措置 Gr. 熊木 直人

# 被ばく低減用遮へいスーツの開発

## Development of Shield Suit for Reduction of Radiation Exposure

福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた作業においては、高線量下での作業が想定され、作業者の被ばくを可能な限り低減することが重要となる。そのため高線量下作業時に作業者の外部被ばくを低減することを目的として、遮へいスーツの開発を行った。

キーワード：遮へいスーツ、外部被ばく、被ばく低減、遮へいゴム

In work of the decommissioning measure of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, it is important for the work under a high dose condition to reduce a worker's radiation exposure as low as possible. Therefore, a shield suit was developed for the purpose of reducing a worker's external radiation exposure at the time of work under a high dose environment.

Key Words : Shield Suit, External Exposure, Reduction of Radiation Exposure, Shield Rubber

### 1 背景と目的

福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた作業においては、高線量下での作業が想定される。特に作業者の外部被ばくを可能な限り低減することが重要であり、遮へい設備の配備、作業時間の短縮等の対策を講じる必要がある。

その一環として軽作業（ロボット運転、作業監視業務等）を対象とした遮へいスーツの適用が考えられる。しかし、一般に市販されているスーツは高価であるため、多くの作業員に普及するには至っていない。そのため製作コストを重視するとともに、耐久性、運動性、除染性を考慮した遮へいスーツ及びその素材の開発を行った。

### 2 開発概要

#### (1) 遮へいスーツの仕様設定

遮へいスーツの仕様を以下のように設定した

- ① 遮へい効果は鉛板 3mm と同程度とする。  
(透過率 約 89%)
- ② 遮へい素材は環境に配慮し、鉛を使用しないこと
- ③ 遮へい素材の全体質量は 25kg 程度とし、軽作業が行えること
- ④ スーツ表面の除染が可能で、再利用できること
- ⑤ 市販品の遮へいスーツより安価であること

#### (2) 遮へい素材の製作

遮へいスーツの仕様設定を踏まえ、柔軟性の高いゴム素材に、遮へい性能に優れた金属材を練り込ませた遮へい素材（以下、遮へいゴムという）を製作した。

ゴム素材には機械的強度、耐摩耗性、耐候性に優れ、製造コストの安価なウレタンゴムを用い、金属材は安価で入手が容易なステンレスカットワイヤを用いた。ステンレスカットワイヤは工業用ブラスト装置の研削材として用いられ、耐食性に優れた特徴を持っている。厚さ 7mm での屈曲性、柔軟性を確保するため、ウレタンゴム層の間にステンレスカットワイヤ層を挟み込んだ三層構造とした。

遮へいゴムの仕様を表 1 に、外観及び断面を写真 1 に示す。

表 1 遮へいゴムの主な仕様

項目	仕様
ゴム素材	ウレタンゴム（エーテル系）
金属材	ステンレスカットワイヤ φ0.3 mm
混合比（質量）	約 1（ゴム素材）：6（金属材）
比重	約 4.4
厚さ	約 7 mm
硬度	ショア A40 以下



写真 1 遮へいゴムの外観及び断面

(3) 遮へい性能確認

遮へいゴムの遮へい性能を確認するため、技術開発センターの照射施設において  $^{60}\text{Co}$  によるガンマ線照射試験を行った。試験の結果を図1に示す。

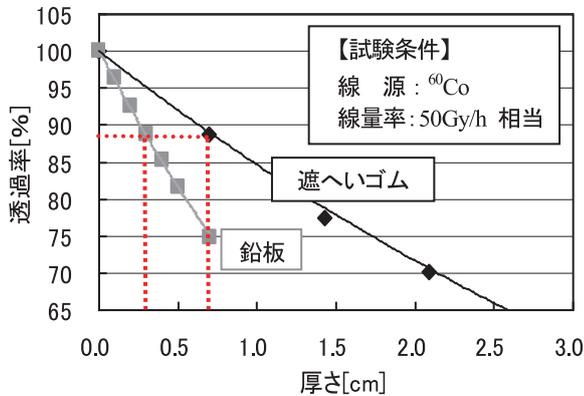


図1 鉛板と比較した遮へいゴムのガンマ線透過特性

図1の試験結果から、厚さ7mmの遮へいゴムは、厚さ3mmの鉛板相当の遮へい能力を有することが分かる ( $^{60}\text{Co}$  ガンマ線透過率が89%)。

(4) 遮へいスーツデザイン

スーツの多様性 (遮へいゴムの交換、別の遮へい素材への転換等)、作業者の運動性を考慮するとともに、密着性を上げ、体表面全体でスーツの荷重を受けるデザインとした。そのため、スーツは複数のピースから構成し、それぞれのピースの内側に遮へいゴムを入れ込む構造とした。また、各種作業にてスーツに汚染物が付着することを想定し、表面が除染しやすい滑性のある材質を選択した。

遮へいスーツの仕様を表2に、遮へいスーツの外観を写真2に示す。

表2 遮へいスーツの主な仕様

項目	仕様
サイズ	フリーサイズ (身長170cm標準体型を想定)
構成等	7ピース構成 ベスト型 (スーツの重さを体全体にて分散させる構造)
表面積	約0.8m <sup>2</sup>
質量	約26kg (スーツ素材:1kg、遮へいゴム:25kg)
表面材質	塩化ビニール



写真2 遮へいスーツの外観

(5) 現場試験

福島第一原子力発電所構内でロボット遠隔操作時に、本遮へいスーツと市販スーツとの着用比較を行った。本スーツは目標の透過率89%程度の効果が得られた。これに対し、市販スーツは質量が8kgと軽量でありながら、本スーツの約2倍の遮へい効果が確認された。この事象は、質量以外にも、遮へい素材の原子番号の違いによる散乱線発生力の強弱に関係すると考えられ、今後検証を進める。また、本スーツは質量が26kgであるため、着用感についても改善が必要という結果となった。

3 結 語

本開発の結果、以下の成果が得られた。

- ① ウレタンゴムにステンレスカットワイヤを混ぜ合わせ、ゴムの柔軟性と金属の遮へい性能を併せ持つ安価な遮へいゴムを新たに開発した。
- ② 多様性、作業者の運動性、除染性を考慮したスーツのデザインを考案した。

今後は現場試験での結果の検証を優先的に行っていく。



執筆者/技術開発部  
機器・構造 Gr. 中村 賢司



技術開発部  
材料・化学 Gr. 鶴巻 麻美



技術開発部  
機器・構造 Gr. 高田 佳忍  
(現:伊達営業所)

# 循環水式冷却服「クールザック」の開発

## Development of Backpack-Shaped Water-Circulated Personal Cooler

暑熱環境下での作業における熱中症防止のため、リュックサック形循環水式冷却服「クールザック」を開発した。独自の熱交換器を搭載する本冷却服は、薄型で作業性が良く、かつ着用者の身体を長時間効果的に冷却することが可能である。本冷却服の着用試験の結果、熱中症抑制効果が認められた。

キーワード：暑熱環境、熱中症、冷却服、クールスーツ、身体冷却、体温

A new personal cooler for heat stroke risk reduction was developed by a water-circulated suit. The new cooler, named “Cool Zak”, has a form similar to a backpack. It has longer duration of body cooling and better workability than conventional products. Results of wearing tests indicated that it has positive effects of the risk reduction.

Key Words : Hot Places, Heat Stroke, Cool Suit, Body Cooling, Body Temperature

### 1 背景と目的

夏期の福島第一原子力発電所の復旧作業や避難指示区域等での復旧・復興作業は、暑熱環境下での長時間作業に加えて透湿性の低い防護服を着用するため、効果的な熱中症の予防措置が求められている。

その対策として、一般的に保冷剤を身体に接触させるベスト式冷却服が用いられる。しかし、ベスト式冷却服は作業現場への移動中に保冷剤が溶けて作業時の冷却時間が短くなる点、冷却部位が局所的な点、時間経過とともに冷却効果が低下する点に課題があった。より効果的な冷却方式として、服に設けた流路に低温の水を循環させる循環水式があり、熱中症抑制効果が報告されている<sup>1)</sup>。しかし、循環水容器に厚みがあり防護服内側への着用が困難な点、冷却時間が短い点、メンテナンス性が悪い点に課題があり普及していない。

そこで、熱中症防止のため循環水式冷却服の課題点を改良した新たな冷却服を開発することにした。

### 2 開発概要

#### (1) 冷却服の要件

福島地区での作業は比較的長時間に及ぶことから、冷却時間を3時間程度と設定した。また、既製品循環水式冷却服を用いた事前試験により、必要な保冷剤量を1.0kgと見積もった。

#### (2) クールザックの概要

本冷却服は熱交換器、ポンプユニット、コントローラ、及び身体と接触する流路面から構成される。図1に示すように、熱交換器とポンプユニットは背面の収納部に取り付けられ、循環水を流路面に送り出す。

胸部にはコントローラがあり、冷却機能のON-OFFを切り替えることが可能である。流路面は長い循環水流路から形成されており冷却面積が広いこと、局所冷却による凍傷や不快感を防止し、冷却効果が高い。

従来の循環水式冷却服は流路を設けた服と収納部が別体構造のため、着脱時に流路を分割する必要があった。本冷却服は流路と収納部を一体化したことにより流路を分割する必要がなく、リュックサックに似た形状から「クールザック」とネーミングした。

また、本冷却服は生地抗菌消臭素材を使用しており、汗等による悪臭の発生を防止できる。

クールザックの最大厚みは約6cm（ポンプユニット）と薄型のため防護服の内側に着用可能である。クールザックの外観を写真1に、主な仕様を表1に示す。

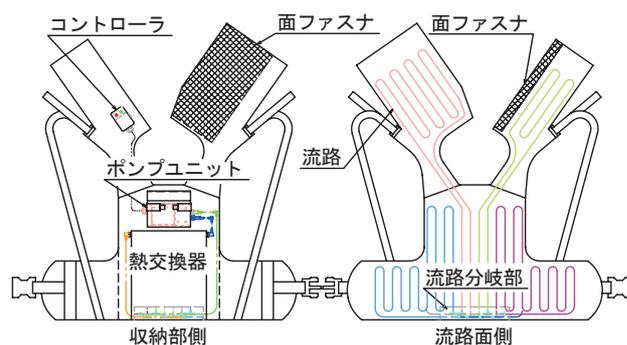


図1 クールザックの構成



写真1 クールザックの外観

表1 クールザックの主な仕様

項目	仕様
標準質量*	2.8 kg
収納部最大厚み	約 6 cm
保冷剤寸法	300 mm×200 mm、1.0 kg
目安除熱量	30 W
標準冷却時間	3 時間
その他	抗菌消臭素材を使用

※ 保冷剤 1.0kg、単 3 形ニッケル水素蓄電池 4 本、循環水 400mL を含む

### (3) 熱交換器の概要

熱交換器は、柔軟なポリウレタン製循環水容器、保冷剤、及びそれらを収納する断熱袋から構成される。

写真2に循環水容器及び使用する保冷剤を示す。循環水は循環水容器隔壁を介して保冷剤と接触し、低温に保たれる。これにより既製品よりも冷却時間が長く、かつ循環水容器の薄型化を実現した。

写真3に保冷剤交換の様子を示す。クールザックでは保冷剤交換時の排水が不要で、保冷剤を入れ替えるだけであるため取り扱いが容易である。



写真2 循環水容器及び保冷剤



写真3 保冷剤交換

### (4) 現場着用試験

管理区域内での作業性の確認と実運用上の課題点の抽出のため、原子力発電所内にてクールザック試作品の着用試験を実施した。そこで得られた知見からクールザック構成部品の配置の見直しと形状の最適化を行い、その後の開発製品に反映した。

### (5) 効果測定試験

クールザック着用による効果の確認のため、試験を実施した。被験者3名についてクールザック着用、未着用の条件ごとに、室温  $31.5 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  の室内でエアロバイクによる 30 分間の下肢運動と 10 分間の休息を 4 回繰り返し実施し、心拍数と鼓膜温を連続的に測定した。試験の様子を写真4に示し、被験者3名の心拍数及び鼓膜温をクールザック着用、未着用の条件ごとに平均化したグラフを図2に示す。効果に個人差はあったが、すべての被験者でクールザック未着用時と比較して着

用時は心拍数、鼓膜温がともに低い値であった。試験結果より、クールザックは熱中症抑制効果があると考えられる。



写真4 効果測定試験

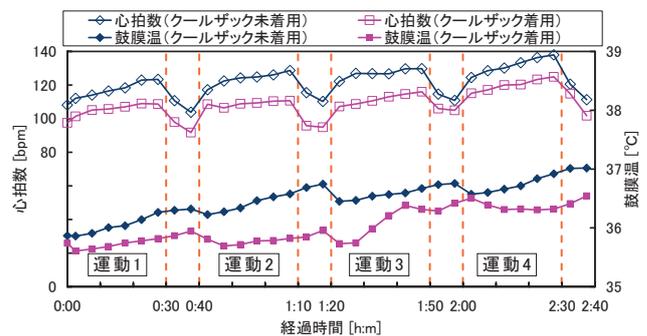


図2 クールザックの着用有無と心拍数、鼓膜温変化の関係

## 3 結 語

熱中症防止のため、以下の機能と効果を持つ循環水式冷却服「クールザック」を開発した。

- ① 冷却面積が広く、冷却効果を3時間持続可能
- ② 冷却機能のON-OFFが可能
- ③ 薄型で防護服内側への着用が可能
- ④ リュックサック形状により着脱性が良好
- ⑤ 保冷剤交換時の排水が不要
- ⑥ クールザック着用により、体温上昇及び心拍数上昇の抑制効果を確認

なお、本発明は現在特許出願中である。

### 参考文献

- 1) 久米雅, 芳田哲也, 常岡秀行, 木村直人, 伊藤孝, 水循環スーツを着用した運動時の体温調節反応と冷却面積、冷却容量との関係, 体力科学, 58, pp.109-122, (2009).



執筆者/技術開発部  
機器・構造 Gr. 中村 直哉



技術開発部  
機器・構造 Gr. 浦 広幸

# 海水中に含まれる Cs、Sr の フェノール系陽イオン交換樹脂吸着特性試験

## Adsorption Behavior of Cesium Ions and Strontium Ions in Seawater on Phenolic Cation-Exchange Resin

放射性物質で汚染された大量の濃縮海水から放射性 Cs、Sr を除去する方法として、耐放射線性が高いフェノール系陽イオン交換樹脂の利用が挙げられる。その適用性を評価するため、市販のフェノール系陽イオン交換樹脂について、模擬試料及び海水試料中の Cs と Sr の吸着特性を調査した。その結果、強酸性イオン交換樹脂を用いて、海水成分から Cs、Sr の分離が期待できることを確認した。

**キーワード**：フェノール系陽イオン交換樹脂、放射性廃棄物処理、セシウム、ストロンチウム、分離

An application of phenolic cation-exchange resin with high resistance to radiation is considered as a method for removing radioactive material from large amounts of concentrated seawater contaminated with it. To evaluate the adaptability of the phenolic cation-exchange resin commercially available, the adsorption properties of Cs and Sr in seawater samples and simulated sample was investigated the results indicated that there is a possibility of separation of Cs and Sr from seawater component by using a strong acidic ion exchange resin.

**Key Words**：Phenolic Cation-Exchange Resin, Radioactive Waste Treatment, Cesium, Strontium, Separation

### 1 背景と目的

福島第一原子力発電所では、海水を循環させて原子炉の冷却を行い、大量の海水を含む放射性物質で汚染された滞留水の処理を実施している。滞留水の処理プロセスは、①油分分離、②除染、③脱塩処理から成り立っている。しかし、脱塩処理後に放射性物質を含む濃縮海水が大量に発生し、保管場所の確保、処理・処分が課題となっている。そのため、海水成分から放射性物質、特に海水中に数 ppm 存在する Sr や残留している Cs を分離する手法を検討する必要がある。

分離方法は様々な手法があるが、ここでは、耐放射線性が高く、複数のイオン成分を分離でき、再利用が期待できるフェノール系陽イオン交換樹脂に着目し、海水処理への適応性を評価することを目的として試験を実施した。本研究は、東京工業大学原子炉工学研究所との共同研究で実施した。

### 2 調査概要

#### (1) 試験方法

試験項目は、模擬試料を用いた破過試験、及び海水試料を用いた破過試験とした。試験装置は、内径 0.8cm、高さ 30cm の耐圧ガラスカラムに表 1 に示すイオン交換樹脂を約 10cm<sup>3</sup> 充填し作製した。試験では、試料を一定流速で通水し、溶出液をフラクションコレクタで

分取した。分取した溶出液について誘導結合プラズマ質量分析計及び原子吸光光度計を用いて金属イオン濃度の測定を行い、測定結果から溶出順を確認した。

表 1 使用したフェノール系イオン交換樹脂

	樹脂タイプ	製品名	イオン交換基
樹脂①	弱酸性 陽イオン交換	Purolite NRW9900 (Purolite)	-COOH
樹脂②	強酸性 陽イオン交換	Duolite ARC9359 (Dow Chemical)	-CH <sub>2</sub> -SO <sub>3</sub> H

#### (2) 試験結果

##### 1) 模擬試料を用いた破過試験

模擬試料は Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba 各 10mmol/dm<sup>3</sup> 水溶液を使用した。樹脂①を用いた破過試験結果を図 1 に示す。図 1 より、アルカリ金属とアルカリ土類金属が分離可能であることを確認した。しかし、樹脂の膨潤収縮が大きいいため、単独での使用は困難であると考えられる。

次に、樹脂②を用いた破過試験結果を図 2 に示す。樹脂②では Cs の溶出が遅く、アルカリ土類金属と同様の挙動を示した。樹脂の選択性は K<Rb<Mg<Ca≦Sr<Cs<Ba で、一般的な強酸性イオン交換樹脂（選択性：K<Rb<Cs<Mg<Ca<Sr<Ba）と比較しても、Cs の選択性が高いと判断できた。以上より、樹脂②は多くの海水成分から Cs、Sr を分離できる可能性があると考えられる。

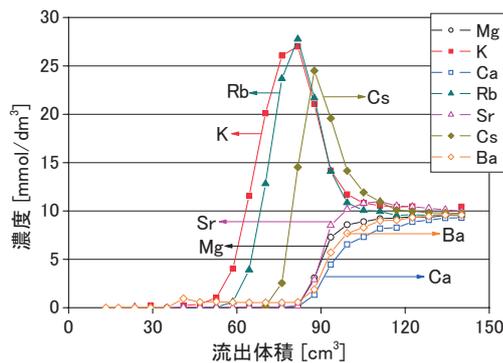


図1 樹脂①の破過試験結果

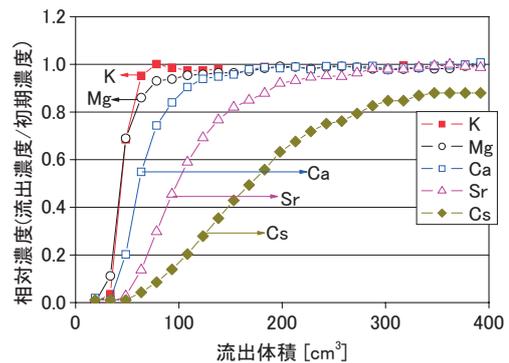


図3 海水試料を用いた破過試験結果

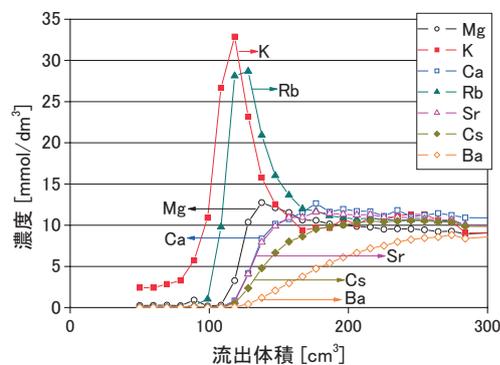


図2 樹脂②の破過試験結果

## 2) 海水試料を用いた破過試験

海水試料は Cs 濃度を  $0.1\text{mg/dm}^3$  に調整した海水を用いた。海水試料の組成を表 2 に示す。破過試験には樹脂②を使用した。海水試料の破過試験結果を図 3 に示す。本試験結果より、Cs や Sr の溶出が他のイオンと比較して遅いこと、選択性は  $\text{K} < \text{Mg} < \text{Ca} < \text{Sr} < \text{Cs}$  となることを確認した。これは、図 2 の結果と異なる挙動である。異なる挙動を示した理由としては、海水試料は Cs より選択性の高い金属イオン (Ba) 濃度が低いためと考えられる。海水成分からの Cs、Sr の除去は図 3 より、通水量  $50\text{cm}^3$  (樹脂体積の 5 倍) で、K、Mg、Ca と Sr、Cs が分離可能であることを確認した。

以上より、海水成分からの Sr、Cs の分離が期待できると考えられる。

表 2 海水試料中の各元素濃度

海水中の元素	各元素の濃度 $C_0$	
	( $\text{mg/dm}^3$ )	( $\text{mmol/dm}^3$ )
Na	10,800	470
K	422	10.8
Mg	1,248	51.4
Ca	305	7.61
Sr	6.72	$7.67 \times 10^{-2}$
Cs	0.093	$7.01 \times 10^{-4}$

## 3 結語

フェノール系陽イオン交換樹脂を用いた海水からの放射性物質除去の適応性評価として、カラムによる破過試験を行った。その結果、樹脂①は Ca の選択性が最も高く、Cs の分離を行う前に 2 価イオンの分離が必要であり、樹脂の膨潤収縮が生じるため使用には工夫が必要であることを確認した。樹脂②について、模擬試料では Cs の選択性が高く、海水試料では Sr、Cs の選択性が高いことが確認できた。これより、海水中の成分から Sr、Cs の分離が期待できることが分かった。

現状の課題としては、通水量 (処理量) を向上させるための検討が必要である。なお、本研究の成果は 2011 年日本イオン交換学会にて発表を行った<sup>1)</sup>。

### 参考文献

- 1) 有馬昌邦 ほか, 海水中に含まれるアルカリ金属およびアルカリ土類金属のフェノール系陽イオン交換樹脂への吸着特性, 2011 年日本イオン交換学会・日本溶媒抽出学会連合年会講演要旨集, p.44 (IO-102), 2011



執筆者/技術開発部

材料・化学 Gr. 有馬 昌邦  
(現: 玄海事業所)



技術開発部

材料・化学 Gr. 岩田 将幸



技術開発部

櫻井 達也



技術開発センター

特別顧問 藤井 靖彦

# 管内走行装置の開発

## Development of Traveling Equipment in Pipes

多くの管内検査装置は、堆積物等によって狭くなっている配管や傾斜管、垂直管内を走行することができない。そのため、多くの現場では作業員による点検が主流である。そこで、従来装置の導入が難しかった管内を走行できる装置を開発した。本装置は、エアシリンダによって駆動ユニットを管内壁に押し付けるという、独自の機構を有している。走行試験を行った結果、この機構が有効であることを確認した。

キーワード：配管、エアシリンダ、堆積物、走行装置

Many of inspection robots can't move in tilted pipes and vertical pipes which are narrow by sediment. Therefore, inspections of it are carried out by workers. So, the traveling equipment which could run in the pipes that difficult for many of inspection robots to run was developed. It has unique mechanism to run while pushing against inside wall of pipe by pneumatic cylinders. Conventional inspection robots don't have mechanism that uses pneumatic cylinders. As a result of traveling tests, the unique mechanism was valid for movement in pipes.

Key Words : Pipe, Pneumatic Cylinders, Sediment, Traveling Equipment

### 1 背景と目的

従来の管内検査装置の多くは、傾斜管内や垂直管内、段差のある管内、堆積物等によって内径が変化する管内の走行ができない。そのため、点検作業の機械化が進んでいない現場がある。管内には残水や堆積物があるため、点検を行う作業員の負担は大きい。そこで、従来装置の導入が難しかった配管の内部を走行できる管内走行装置を開発した。

本研究は千葉工業大学工学部未来ロボティクス学科米田研究室との共同研究で実施した。

### 2 開発概要

#### (1) 管内走行装置の要件

管内走行装置の開発要件を以下に示す。

- ① 内径がφ600mmの水平管、垂直管、エルボ管、T字管を走行できること
- ② 付着物・堆積物により連続して管内径が変化する管内を走行できること（閉塞率30%程度）

#### (2) 管内走行装置の概要

管内走行装置は、4つの駆動ユニットと本体フレーム、4本のエアシリンダから構成されている。表1に走行装置の仕様、図1に装置の構成を示す。

##### 1) 駆動ユニット

駆動ユニットは、付着物・堆積物による凹凸や段差が管内に生じていることを想定し、不整地でも安定した走行が可能であるクローラタイプを採用した。

表1 管内走行装置仕様

項目	仕様
外形寸法	W360×L420×H300~600 mm (高さはシリンダにより上記範囲で可変)
質量	14.0 kg
走行速度	最大 5.0 m/min

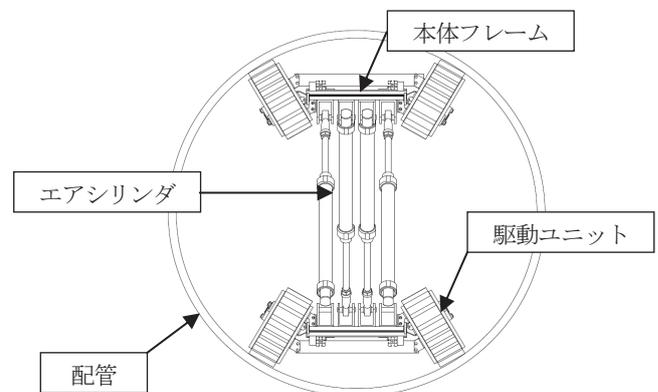


図1 管内走行装置構成図

クローラの接地面積を大きくするため、駆動ユニットに角度を持たせて本体に取り付けた。

##### 2) エアシリンダ

本体中央に配置したエアシリンダを伸ばすことで、駆動ユニットを管内壁に押し付ける。これにより、垂直管や傾斜管の走行が可能となっている。また、付着物・堆積物によって管内径が変化している箇所は、エアシリンダを伸縮させて乗り越えることができる。付着物・堆積物乗り越えのイメージを図2に示す。

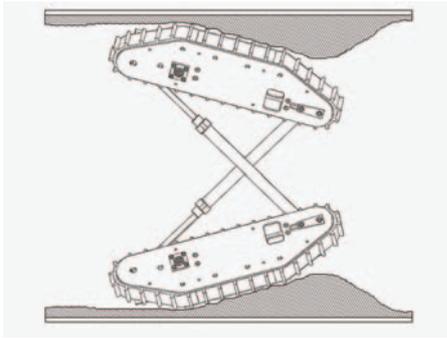


図2 付着物・堆積物乗り越え図

### (3) シリンダ供給圧力制御

エアシリンダによる駆動ユニットの押し付け力は、エアシリンダへの供給圧力によって変化する。垂直エルボ管走行時に装置の滑落を防ぐため、エアシリンダの供給圧力を走行状況に応じて増減させ、装置の姿勢を維持しなければならない。しかし、手動での圧力調整は、装置姿勢が急激に変化した場合、即座に反応することができない。そこで、走行装置の傾き角度から適切な供給圧力を自動で制御する圧力制御プログラムを作成した。圧力制御のイメージを図3に示す。

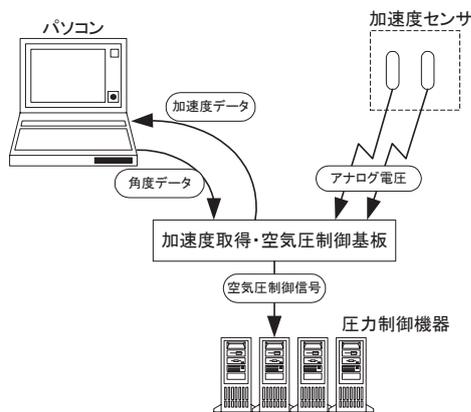


図3 圧力制御イメージ

圧力制御のフローを以下に記述する。

- ① 装置に搭載した加速度センサの値を加速度取得・空気圧制御基板を介して、パソコンに送信する。
- ② パソコン内のプログラムで、受信したセンサの値を元に、装置の傾き角度に換算する。
- ③ 算出した角度データを、パソコンから空気圧制御基板へ送信する。
- ④ 空気圧制御基板が、受信した角度データを元に、圧力制御機器を制御し、シリンダ供給圧力を増減させる。

上記①～④を繰り返し行うことで、わずかな圧力変化や急激な角度変化に素早く対応することが可能となる。

### (4) モックアップ走行試験

内径φ600mmの配管を用いて、走行試験を行った。このとき、様々な形状の管路を想定するため、水平管、垂直管、エルボ管、T字管の4種類を用いた。写真1にT字管内走行の様子を示す。

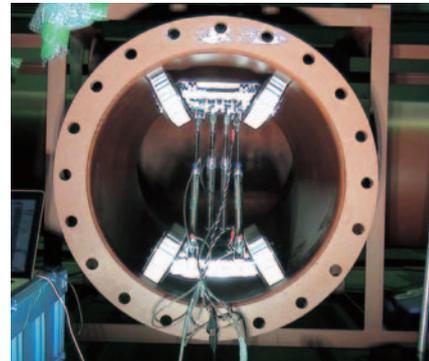


写真1 T字管内走行試験

また、付着物・堆積物の凹凸を模擬するため、水平管内に発泡ウレタンを吹き付けて走行試験を行った。

走行試験の結果、本装置は水平管内・垂直管内・エルボ管内・T字管内・垂直エルボ管内の走行が可能であった。また、堆積物によって管内径が連続的に変化する管内の走行も可能であった。

圧力制御プログラムによって、0.05MPaごとにエアシリンダの供給圧力の加圧・減圧が可能であることを確認した。エアシリンダの供給圧力はパソコンからリアルタイムで確認可能である。

## 3 結語

走行試験の結果、エアシリンダを用いる本装置独自の機構が、傾斜管や垂直管、堆積物の多い管内の走行に有効であることを確認した。今後は実際の現場状況を想定して以下の課題に取り組み、実用性を検討する。

- ① 防水・防じん性能の追加
- ② 遠隔操作性の向上
- ③ 点検・検査ユニットの搭載
- ④ 加速度センサの精度向上

なお、本装置の走行機構は現在特許出願中である。



執筆者／技術開発部  
機器・構造 Gr. 木村 裕姫



技術開発部  
機器・構造 Gr. 小林 峰人

# 燃料体番号確認及び外観検査用水中カメラの開発

## Development of Underwater Camera for Visual Inspection and Confirmation Number Fuel Assemblies

原子力発電所内の定期検査中に実施される燃料集合体の位置確認作業では、迅速化とともに使用カメラの取得・保守費用の低減化が要求される。そのため、市販のハイビジョンカメラを用いて燃料集合体ハンドル部に刻印された燃料集合体固有の番号を同時に2体以上確認できる水中カメラシステムを開発した。開発したシステムを基に、燃料体外観検査における視認性及び作業性の向上を目的として改良を実施した。

キーワード：水中カメラ、ハイビジョン、燃料体、位置確認作業、外観検査、使用済燃料プール

Reduction of the cost of acquisition and maintenance of the camera and to expedition of the positioning of the fuel assembly verification tasks during the periodic inspection of nuclear power plants are required. Therefore, an underwater camera system to identify numbers printed on the handle fuel assembly simultaneously at least two assemblies was developed using a high-definition camera on the market. Based on the developed system, improvements were carried out with the objective of improving the visibility and operability of the nuclear fuel visual inspection.

Key Words : Underwater Camera, High-Definition, Nuclear Fuel, Confirmation Work of the Position, Visual Inspection, Spent Fuel Pool

### 1 背景と目的

原子力発電所の定期検査中に実施される燃料集合体の番号確認作業において、使用するカメラの解像度が低いと1体ずつ検査を行わなくてはならず、作業時間がかかるという課題があった。また、外観検査作業においては、使用するカメラの取得・保守費用が高価となっている。燃料集合体位置確認作業の迅速化、及び使用カメラの取得・保守費用の低減を目的として、市販のハイビジョンカメラを用いた水中カメラシステムの開発を行った。本開発は中部電力株式会社殿からの受託研究にて実施した。



写真1 外観検査の実施状況<sup>1), 2)</sup>

ラの運用面での観点から、開発の目標仕様を以下のとおりとした。

- ① 耐圧性能：3気圧
- ② カメラからモニタまでのケーブル距離(約50m)において信号が減衰しないこと
- ③ モニタ出力までの伝送・処理時間遅れがないこと
- ④ 遠隔からズーム・フォーカス・アイリス・ホワイトバランス調整等のカメラ操作ができること
- ⑤ 画像が鮮明であること
- ⑥ 小型軽量であること
- ⑦ 取得・保守費用が低減できるものであること

なお、カメラの耐放射線性については試験により性能を評価し、使用方法を定めることとした。

### 2) 試作

1)の仕様を基に機器を設計・製作し、模擬環境での動作試験を経て、試作機(試作1:表2)を製作した。なお、市販のハイビジョンカメラの放射線耐久試験(写真2)において、燃料集合体ハンドル部の識別番号を模擬した試験体を撮影した結果、15Gy/h程度まで放射線ノイズの影響が小さく(表1)、集積線量200Gy程度まで使用可能であった。



写真2 放射線耐久試験の様子

### 2 研究概要

#### (1) ハイビジョン水中カメラの開発

##### 1) 仕様の検討

燃料体位置確認作業における使用環境及び水中カメ

3) 中部電力浜岡原子力発電所での性能確認

試作1を用いて浜岡原子力発電所2号機の燃料プールにて燃料集合体番号を撮影した結果、使用済燃料の場合1.5~2mの距離で同時に2~6体程度(写真3)、新燃料の場合5m程度の距離で35体程度を一度に確認できた。

表1 放射線による模擬試験体撮影画像の影響<sup>2)</sup>

放射線量率 (Gy/h)	撮影画像	評価
5		ノイズはほとんど気にならない
15		多少ノイズはあるが、目視可能
50		ノイズが多く実用不可
100		ノイズが多く実用不可

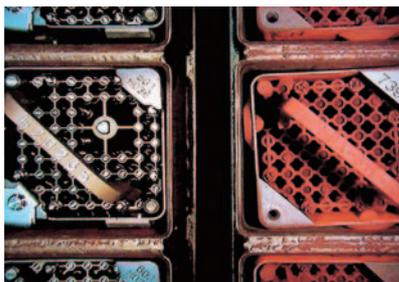


写真3 撮影結果(左:新燃料、右:旧燃料)<sup>2)</sup>

(2) 燃料体外観検査用カメラへの改良

試作1を燃料体外観検査用カメラへ展開するに当たり課題となる点として、放射線による影響の軽減があげられる。そのため、遮へい及び小型軽量化に着目して改良試作機的设计・製作を行った。

遮へいの効果を確認するため、カメラ部に遮へいを施しミラーを介して燃料体を撮影する方法(試作2ミ

ラー型:表2)と、直接燃料体を撮影する方法(試作2直視型:表2)で試作機を製作し、浜岡原子力発電所4号機において使用済燃料を撮影した結果、遮へいなしでも燃料体から1m以上離して撮影することにより、放射線の影響をほとんど受けず、鮮明な画像を得ることができた。

作業性を向上させるために更なる小型化を実施した結果、試作1に比べて質量を半分以下にすることができた(試作3:表2)。

また、模擬燃料を用いて試験を行ったところ、距離1.5m・20倍ズームにてφ0.3mm程度のピンホールまで視認・検出できることが確認できた。

3 結語

高解像度の画像を得られる水中カメラを開発できたことから、燃料集合体の番号確認及び外観検査における、視認性向上による作業性の向上に貢献できるシステムを構築することができた。

参考文献

- 1) 渡邊将人ほか、炉内配置および燃料外観検査用ハイビジョン水中カメラの開発、日本保全学会第7回学術講演会、2010、pp.112-115.
- 2) 辻 建二ほか、ハイビジョンカメラを用いた水中カメラの開発、日本保全学会第9回学術講演会、2012、pp.255-257.



執筆者/技術開発部

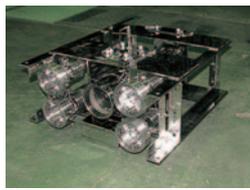
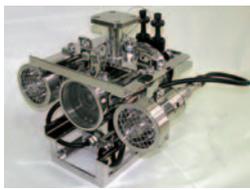
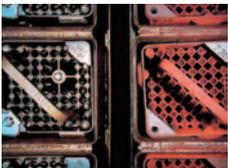
材料・化学 Gr. 河村 真吾



技術開発部

材料・化学 Gr. 田中 寛之  
(現:東海営業所)

表2 試作機一覧<sup>2)</sup>

項目	試作1	試作2 ミラー型	試作2 直視型	試作3
外観				
寸法・質量 (水中投光器含む)	寸法: W458×L167×H980 mm 質量: 46.4 kg	寸法: W500×L260×H860 mm 質量: 95 kg	寸法: W500×L500×H350 mm 質量: 65 kg	寸法: W370×L400×H328 mm 質量: 20.5 kg
画像例			※直視型による撮影	

# PET 治験薬製造に係る先端医療センターとの共同事業の概要

## Investigational PET Drug Manufacturing in Collaboration with IBRI

新規 PET 診断薬の開発及び新薬の承認申請のための PET 治験薬を製造することに特化した PET 治験薬製造施設を、先端医療センターとの共同事業として先端医療センター内に設置して運用を開始した。一般的な PET 施設が治験薬 GMP に対応することはハード、ソフトの両面から非常に困難であるが、PET 治験薬の製造実績のある先端医療センターとの共同事業として、新たに設計した設備を使って PET 治験薬製造の実際の運用を担うものである。2011 年 12 月の竣工後、PET 治験薬製造体制が整い、最初のプロジェクトは製薬企業による査察も終えて 2012 年夏から本格運用を開始している。

キーワード：PET、治験薬 GMP、治験薬、共同事業

New facilities for investigational PET drug manufacturing have been launched since December 2011 in collaboration with Institute of Biomedical Research and Innovation (IBRI). It is difficult for most Japanese PET centers to manufacture investigational PET drugs based on Japanese c-GMP. The new facilities were designed by IBRI, who already has experience of c-GMP. The first project is now in operation after the audit and sign-off by the client pharmaceutical company.

**Key Words** : PET, c-GMP, Investigational Drug, Collaboration

### 1 背景と目的

我が国の PET 施設は近年急速に数が増えサイクロトロンを保有する施設だけでも約 140 施設あり、世界有数の PET 普及国であるが、大半の施設では  $^{18}\text{F}$ -FDG\* のみを製造使用する臨床施設である。近年、医薬品開発分野への PET の応用に製薬企業が注目し始め、PET の応用分野に新たな展開が始まりつつある。

先端医療センター（以下、IBRI という）では、開設当初から PET を用いた診療及び臨床研究が盛んに行われてきたが、数年前に治験薬 GMP\*\*<sup>1,2)</sup> に基づいた PET 治験薬の製造を国内で初めて実施し、数少ない PET 治験薬が製造可能な施設として現在も実績を重ねている<sup>3)</sup>。通常の治験では、治験薬は各製薬企業から提供される。しかし、PET 治験薬は短半減期であることから、製薬企業が直接供給することは困難であり、治験実施機関が院内で製造する必要がある。この PET 治験薬の製造では、短半減期でありながらも市販医薬品とほぼ同等の製造管理と品質管理が要求される。さらに、PET 治験薬は基本的に新規薬剤であることから、製造に際しては合成や分析に関する高度の知識や経験が要求される。

IBRI では、既存設備での治験薬 GMP の運用には限界があることから、PET 治験薬製造に特化した施設を整備するとともに、新たな事業グループとして運用することになった。事業開始に当たって、IBRI が共同事業者の公募を行い、アトックス社が選定された。

### 2 開発概要

#### (1) 施設設計の基本的考え方

PET 治験薬製造施設の設計に当たって、

- ① Global 企業の GMP 査察に対応できる施設とする。
- ② PET 治験薬の製造に最適化したホットセルを設計設置する。
- ③ 複数の製薬企業からの依頼に対応できるように、Security に配慮する。
- ④ 少人数で運用可能な構造にする。
- ⑤ 他施設への出荷を考慮した構造にする。

等の基本的な考えを設定し、海外の施設の調査結果や過去の実績と経験を元に、さらには製薬企業の工場 GMP 担当者の協力を得て施設の設計を行った。

#### (2) 施設の概要

IBRI の既存建物の一部 1 階北西角の旧 3T-MRI 室 約 200m<sup>2</sup> を PET 治験薬製造施設に改修した。施設の概略を図 1 に示す。隣接する既存管理区域内の住友重機械工業製サイクロトロン HM-18 で製造された  $^{18}\text{F}$  及び  $^{11}\text{C}$  は床ピット内を通過して各ホットセルに移送される。製造エリアにはホットラボ室 3 室を設置し、製薬企業 3 社からの依頼に対応可能である。各ホットラボ室内にはホットセル及びクリーンベンチが設置されている。さらに、各プロジェクトで共用使用する品質試験室及び無菌試験室を設置している。各ホットラボ室及び無菌試験室には更衣室を設置し、クラス C 専用着に更衣することで清浄度を維持している。各室は浮遊粒子等の連続モニタリングを行い、施設全体の清浄度の維持

管理を行っている。

その他、製造エリアの北側には搬出室を設け PET 治験薬の他施設への出荷にも対応している。PET 治験薬製造施設の給排気設備は新たに設置し、排水設備は既存 RI 施設のものを共用した。

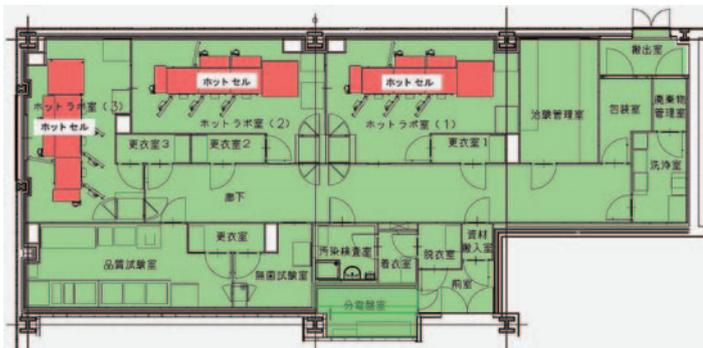


図1 製造施設の平面図

### (3) ホットラボ室

各ホットラボ室には㈱ユニバーサル技研と共同開発したホットセルを設置した。ホットセルの外観を写真1に示す。3連のセルとクリーンベンチで構成され、写真の左からホットセル1, 2, 3とし、ホットセル1, 2はクラスBとして合成及び分離精製用を想定している。ホットセル3及びクリーンベンチはクラスAとしている。ホットセル3は分注用セルとし、電子天秤、キャリブレーション、自動分注装置及びフィルタ完全性試験機が内蔵されており、すべて遠隔操作が可能である。この分注操作部分は製薬企業が最も注目する部分（無菌性の担保）であることから、今回の施設設備の設計でも最も重要視した部分である。



写真1 ホットセルの外観

### (4) 品質試験室

品質試験室には多くの分析機器を設置している。

- ・ Radio HPLC ×2
- ・ GC ×2 (依頼企業持込み分含む)
- ・ Radio TLC
- ・ ドーズキャリブレーション

- ・ pH メータ
- ・ トキシノメータ ×2
- ・ Ge 半導体検出器
- ・ 電子天秤
- ・ 浸透圧計
- ・ クールインキュベータ

等を設置し、依頼企業持込分を除き、各プロジェクトで共用使用している。

### (5) 運用状況

現在の PET 治験薬の製造は、MF (製造) チーム 3 名、QC (品質試験) チーム 3 名の体制で運用している。各企業からの依頼によって PET 治験薬製造を開始するまでには、製造環境、製造体制、製造技術、分析技術等について詳細な確認があり、各企業の基準で審査が行われ、現地査察 (Audit) も行われる。

各企業からの製造承認を得て、現在 2 つのプロジェクトが進行中である。PET 治験薬の供給時間の制限から、早朝 (深夜) から製造業務がスタートする場合もあり、限られた人数での厳しい条件下での運用である。

## 3 結語

PET を用いた治験は、PET 診断薬のみならず、抗がん剤等の治療薬の評価に重要な位置を占めてきている。一方、現在これに対応できる PET 施設は限られていることから、今後も PET 治験薬製造施設の整備需要が増加すると推測される。

### <sup>18</sup>F-FDG \* :

糖代謝を調べる PET 診断薬で、主にがんの診断薬として普及している。半減期が約 2 時間であり、製薬企業から販売されているが、医療機関内で製造・使用もされている。

### GMP\*\* :

Good Manufacturing Practice のこと。薬事法に基づいて国が定めた医薬品の製造・品質管理基準である。

### 参考文献

- 1) 治験薬の製造管理、品質管理等に関する基準 (治験薬 GMP) について、平成 20 年 7 月 9 日付 薬食発 第 0709002 号、厚生労働省医薬食品局長通知
- 2) 治験薬の製造管理、品質管理等に関する基準 (治験薬 GMP) に関する Q&A について、平成 21 年 7 月 2 日付、厚生労働省医薬食品局監視指導・麻薬対策課 発
- 3) 佐々木将博, PET 治験薬製造の実際と臨床試験, PHARM TECH JAPAN, Vol.25 No.2, pp.29-32, (2009)

執筆者/RI 事業部 佐々木 将博

## 【福島復興への技術開発センターの最近の取り組み】

### ☆ 放射性滞留水処理装置の運転・保守支援、開発機器による除染ホット試験

当社福島第一事業所は、震災直後から福島第一原子力発電所の放射性滞留水処理装置の運転・保守管理を実施してきました。2012年夏からは多核種除去設備設置工事が進められており、当社はその運転・保守管理を受注しました。当センターは、同設備の運転・保守に関わる装置の設計・開発などを事業所と協力して実施しています。

また、作業員の被ばく低減を目的として開発した遠隔ジェット洗浄・回収装置と、除染により排出される作業廃液を回収し環境基準値以下にまで浄化したうえで作業に循環再利用するための可搬型除染廃液浄化装置を組み合わせ、事業所の協力のもと除染ホット試験を実施しました。その結果、装置は十分な性能を発揮し、除染廃液浄化装置については、今後、福島県内での環境修復事業での利用をめざしていきます。



遠隔ジェット洗浄・回収装置と  
除染廃液浄化装置の運転状況

### ☆ 今後のロボット利用拡大を見越して、米国 iRobot 社よりロボット取扱い・メンテナンス資格を取得

原子力発電所では過酷事故等への対応用として、今後、様々なロボットが配備される可能性が高まっています。ロボット利用の拡大を見越して、当社は2012年6月に米国のiRobot社と、米国国務省の了解のもと技術援助協定を締結しました。これにより同社の「PackBot」ロボットなどの技術情報供与を受けることが可能となりました。

2012年10月に2週間にわたり、iRobot社（マサチューセッツ州ベッドフォード）で装置運転・メンテナンスの実務訓練が行われ、当センター及び福島第一事業所の2名の社員が参加し、操作認定者～認定メンテナンス者として免状を受領しました。

今回社員が資格を取得したことは、廃炉に向けた長期的取り組み、緊急支援体制の導入の動きに対して、ロボットの取扱い・メンテナンス対応等の新規事業展開に強力な足掛かりとなることが期待されます。



社員2名が iRobot 社より免状を受領

(左：当センター・天内真主任、右：福島第一・吉田康智主任)

### ☆ $^{60}\text{Co}$ 照射施設を活用した遮蔽材の開発試験

技術開発センターが保有している $^{60}\text{Co}$ 照射施設(※)は国内有数の放射線強度を備えていることから、照射利用が増大しています。このところ福島第一原子力発電所事故に関連して、遮蔽材への利用を目的として開発が行われているコンクリート、スラグ、塗料などの遮蔽性能試験や、除染で発生した土砂などを保管するフレコンバッグに使用されるプラスチック材料、機器類の耐放射線試験などが行われています。

2012年12月には、照射施設の $^{60}\text{Co}$ 線源を約1.4 PBqの線源に更新することにしていきます。線源を交換後は、引き続き $10^4\text{Gy/h}$ までの照射が可能のほか、これまでより大線量の照射が可能となります。

## 【技術開発センターが文科相より科研費の機関指定】

技術開発センターの技術開発部は、2012年9月27日付けで文部科学大臣から科学研究費補助金の研究機関に指定されました。この補助金は、人文・社会科学から自然科学までの幅広い分野にわたる基礎から応用までの独創的・先駆的な研究に対して、厳正な審査を経て研究費を助成するという我が国最大の「競争的研究資金」です。

技術開発部は1年の準備期間の後、民間会社の研究機関72機関の一つとして指定を受けました。

(※)「アトックス技報 No.3 2011」の20ページに、照射サービスと施設概要を紹介しています。

## 【福島第一原発廃止措置に向けた国家プロジェクトに社を挙げて取り組み】

### ☆ 資源エネルギー庁「総合的線量低減計画策定」プロジェクトの補助事業者に採択

福島第一原子力発電所の廃止措置のため、現在、中長期ロードマップに従って国家プロジェクトとして様々の技術開発が進められています。

2012年9月に経済産業省は「総合的線量低減計画策定」プロジェクトについて、“平成24年度発電用原子炉等事故対応関連技術開発費補助金に係る補助事業者の公募”を行い、当社はこれに応募し、10月12日付けで同省資源エネルギー庁より補助事業者として採択されました。

このプロジェクトは、福島第一原子力発電所の原子炉建屋内の高線量下におけるこれからの作業を可能な限り被ばくを低減して行えるよう作業環境を整える計画を策定する、極めて重要なプロジェクトです。計画策定に当たっては、国内のプラントメーカー、大手ゼネコンと協力するとともに、本プロジェクトの課題解決に有効な技術を持っている海外機関の叡知を活用することとしています。

### ☆ 遮蔽計算技術を高度化、福島関連の評価に的確に対応

大強度陽子加速器施設（J-PARC）の遮蔽設計用に開発された“粒子・重イオン輸送計算コードPHITS”を導入しており、加速器施設の運転管理、廃止措置等における安全解析で有用な計算ツールとなります。

福島第一原子力発電所の内外では、主として放射性セシウムに対する被ばく評価、遮蔽計算が必要となります。この種の計算のため、ガンマ線の減衰係数とビルドアップ係数を利用する点減衰核積分コードの改良、及び最新のデータを利用することにより、上記プロジェクトにおいて遮蔽評価を効果的に実施し、原子炉建屋内の線量低減計画策定に活用しています。このほか環境修復に関連して、汚染土壌による周辺線量評価なども行っています。

### ☆ フランス AREVA 社との技術協力関係を強化

当社とフランス AREVA 社は、福島第一原子力発電所事故発生以前から技術情報交換等を実施してきましたが、3.11以降は両社が連携して福島復興に貢献することを共通方針に、技術協力関係をより一層強化しています。

現在、高線量下での除染・廃棄物処理技術分野で、特定テーマについて協同で開発、改良、現場導入のための技術的検討を進めており、技術情報交換等も引き続き行っています。

## 【福島復興に向けて機動性を持った組織体制に一新】

2012年度、アトックスは組織体制を一新してスタートしました。お客様からの信頼に「安全」「安心」で応えるため、福島復興など環境変化に全社一丸となって臨機応変に対応できる問題解決型組織運営体制を整えました。

本社各部を本部制（管理本部、事業本部、技術開発センター）に集約し、柔軟に活動できる体制としました。また、福島復興本部を改組し、福島統括事務所が本社出先機関として、福島第一・第二事業所と新設の環境修復事業所を統率し、喫緊の課題に取り組んでいます。

技術開発センターにおいては、2011年5月に技術開発部、エンジニアリングサービス部と計画管理課の2部1課制とし、技術開発の効率化、お客様の利便性の更なる向上を図りました。2012年4月にはセンターの福島支所を開設して活動を開始し、お客様との技術窓口、サイトとの技術情報共有の強化に努めるとともに、センター内にプロジェクトグループを設置し、国家プロジェクトの研究開発案件等に精力的に取り組んでいます。

## 【千葉県柏市はじめ自治体等からの放射能測定に協力】

技術開発センターの施設内では自治体、企業からの依頼で、水や土壌などの環境試料中の放射能測定を、震災以降継続して実施しています。

また、千葉県柏市よりの委託で、柏市産の農産物に含まれる放射性物質測定を2011年夏より、さらに、柏市の食品・井戸水等の放射性物質測定を2012年4月から実施しています。毎日十数サンプルの前処理、測定、測定結果の点検などを行っています。当センターは柏市のアドバイザーとしても協力させていただいています。

# アトックスにおける情報セキュリティの取り組み

当社の事業所の多くは、電力会社殿の原子力発電所内に事務所を構えており、業務の中においてもお客様の設備に関する図面やその他の情報を開示、貸与いただくケースが日常的に発生しています。そのため当社では古くからISO9001及び9002に基づく文書管理を実践し、これらの管理を行ってきました。現在ではこれらの文書のほとんどはお客様からe-mail等の電子的媒体としていただいております。当社ではこれら電子的媒体の利便性を損なわず、情報のセキュリティ管理を向上させていく活動を日々行っています。

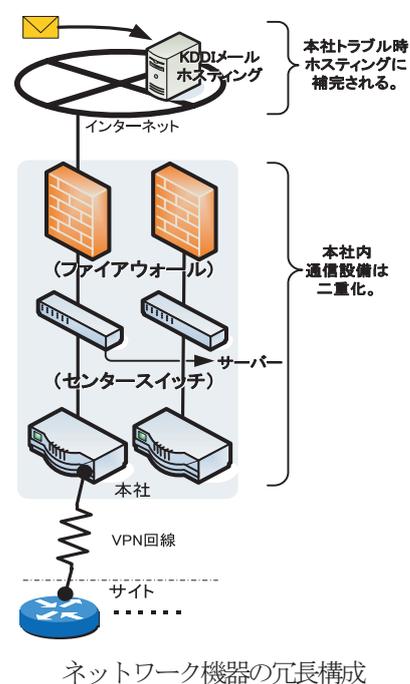
また近年のコンピュータウイルス、スパイウェアの類は“標的型攻撃”と呼ばれる通常の通信を装い直接ユーザーに働きかけるなど、従来型のシステム的なセキュリティ装置では防ぎきれないものが多数報告されています。

当社では情報セキュリティにおける規程類や組織・体制の整備・見直しを進める一方、最新の技術を積極的に導入することにより、包括的にこれらの様々な脅威に対処しています。

## 1 アトックスにおけるコンピュータネットワーキングの歴史

当社におけるコンピュータネットワーキングは、各事営業所内において複数のPCでプリンタを共有するような使用方法から始まりました。特に技術開発センターにおいてその歴史は比較的長く、ネットワーク専用のOSである“Novell Netware”を用いた当時としては本格的なコンピュータネットワークを展開していました。1998年頃より、全社での情報の共有化を目的とし、各事営業所個別で構築していたネットワークを結ぶ広域イーサネット網を用いた全社レベルでのコンピュータネットワークが完成しました。

2004年、情報共有の更なる強化と、管理業務の強化、効率化を目的とし、従来の基幹システムを刷新。統合型ERP(Enterprise Resource Planning)システムを導入しました。それに併せ、全社のネットワークも大幅に改良を実施しました。大幅改良に際し、今まで“繋がる”だけの存在であったネットワークに、ネットワークセキュリティを意識した設計手法を導入し、様々なソリューション・機能を組み込んでいます。またセキュリティだけでなく、システムトラブルにおける業務の停止を極力低減するための措置を随所に施しています。



## 2 情報セキュリティにおける規程の整備、体制の強化による対応

社長が制定する「情報セキュリティ基本方針」に基づきISMS、JIS Q 27001及びQ 27002に準拠した規程文書の制定、及び管理体制を構築し、運用を実施しています。

### (1) 情報セキュリティの管理体制

情報セキュリティ統括管理責任者として担当役員を配置し、各部門の長が各々自部門の情報セキュリティを管理する体制をとっています。

### (2) 情報資産の管理

お客様の情報、及び社内の情報を含めたすべての情報資産において機密区分を設け、取扱い方法、保管方法等を決め、管理しています。

### (3) 人的セキュリティの確保

役員を含む全従業員に対し、就業開始時における情報セキュリティに関する誓約と年1回以上の情報セキュリティに関する教育を実施しています。また特定の業務、プロジェクトごとに情報セキュリティに関するリスクアセスメント活動を行っています。

### (4) 物理的セキュリティの確保

事営業所内において情報セキュリティ境界を設け、その中にPCなどの情報機器を設置し取り扱うことを基本としています。場外（情報セキュリティ境界外）では、専用の設定を施したPCを用います。

### 3 情報セキュリティにおけるシステムの、技術的な対応

当社の情報セキュリティ確保のための技術は、セキュリティ装置・ネットワーク・運用を組み合わせ、トータルとして効率的に機能を発揮するよう設計しています。

#### (1) 情報システム機器の配置

重要なサーバーシステム、データベース等は、立ち入りを管理した本社サーバー室内に集中して配置しています。

当社では“Web型”のERPシステムを採用しており、ユーザーはインターネットエクスペローラを用いてこれらのサーバーシステム、データベースシステムに接続し業務を行っています。

サーバーリソースを本社にまとめることにより、システムの事故の管理監視、不具合対応等の監視を必要とするポイントを集中化、最小化することが実現しました。その結果、管理監視業務の効率化と精度の向上が可能となりました。

#### (2) ネットワークにおけるセキュリティ

ネットワークのセキュリティとして最も重量な要素の一つは、個人のPC等の管理されていない情報システム機器の接続を制御することが挙げられます。特に前述のように重要なサーバーシステム、データベース等を本社に集中して配置している当社の場合、各事業所からやモバイル等様々な経路から接続しているPCを識別し管理することが求められます。

当社では、Windowsドメインシステムをネットワークに適用し、PC等の情報システム機器の管理を行っています。ネットワーク内では、PCはオブジェクトという単位で管理されます。ネットワークに接続するPCは、本社情報システム管理部門で発行されたオブジェクトとシステム的にマッチングさせ“管理されたPC”としてネットワーク内で認識されます。当社のネットワーク内には、この“管理されたPC”であることを識別し判定する仕組みが随所にあり、このことにより不正なPC等の接続を防止しています。

#### (3) エンドポイントセキュリティ

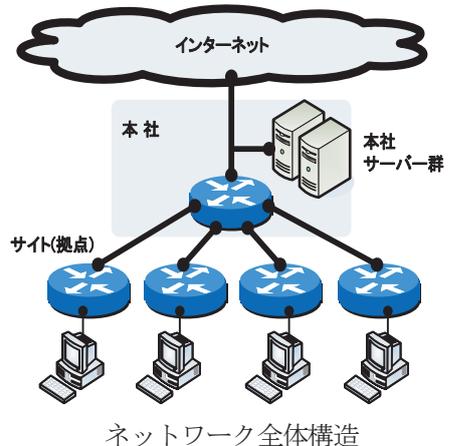
当社で使用するPCは、使用開始時にセキュリティソフトウェアのインストールや、必要なセキュリティ設定が自動的に行われる「検疫ネットワークシステム」を実現しています。セキュリティソフトウェアは、コンピュータウイルスに対処するアンチウイルスソフトはもちろんのこと、メール、USBメモリー等を通じて社外へ出力されるファイルを自動的に暗号化するソフトウェア等の情報漏えいに関する対策も全PCに展開しています。

またこういったシステムの取り組みだけでなく、デバイスのインスタンスID等を管理した「全社共通USBメモリー」を導入し、情報セキュリティにおける現場レベルの運用強化と従業員の意識の向上を図っています。

### 4 耐障害性、事業継続性に対する取り組みと今後

当社では、積極的に先進的な考え方と最新のテクノロジーを採用することにより、情報セキュリティと利便性の向上を実現してきました。現在は新たな取り組みとして、現在本社内に集中して設置している重要なサーバーシステム、データベース等を、外部の専用システムに設置するいわゆる“クラウドシステム”の適用を進めています。クラウドシステムの導入により、サーバーリソースの物理的脅威はほぼなくなるだけでなく、先の震災のような災害等における事業継続性（BCP）の大幅な向上が期待できます。これらの機能を用い、当社はおお客様との安全で迅速な情報のやり取りを目指していきます。

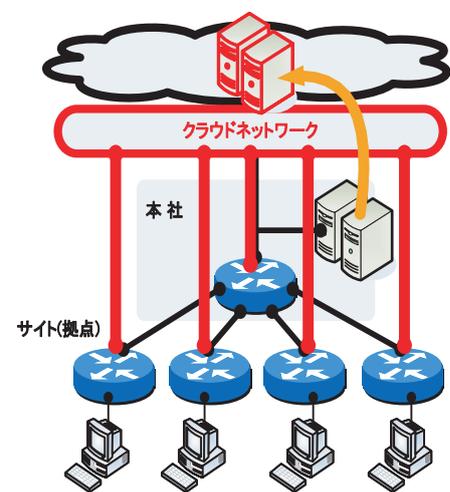
執筆者／企画部 五井 直人



ネットワーク全体構造



全社共通USBメモリー



クラウドネットワークへの移行

◆ 登録特許一覧

2012年10月末 現在

特許番号	登録日	発明の名称	当社発明者	共同権者
2997242	H11.10.29	高周波融着によるシール性を有する放射線作業用シート	伊東 一昭 相馬 光枝	(独)日本原子力研究開発機構
3452138	H15.7.18	配管内足場設置方法及び配管内足場	—	—
3491207	H15.11.14	水中における海生物除去装置	上田 諭、高橋 剛史 忠海 俊也	東電工業(株)
3726922	H17.10.7	原子力発電所で使用する防護マスクの除染・洗浄装置	工藤 一博、秦 和則 石川 俊行、海野 英雄	四国電力(株)
3737380	H17.11.4	原子力施設等で用いる床面除染装置	中西 友和 佐々木 由美子	日本原子力発電(株) 原電事業(株)、アマノ(株)
3740615	H17.11.18	無人潜水機を用いて行う水中清掃用器具及び該器具を使用して行う水中構造物の清掃方法	鈴木 貞一郎、上田 諭 高橋 剛史、菅原 晴夫 五井 直人	—
3748293	H17.12.9	原子炉ウエルのバルクヘッド部に取付ける異物混入防止装置	本間 征八郎、安田 正男 鈴木 貞一郎	—
3782684	H18.3.17	靴	中西 友和、河村 真吾	九州電力(株)
3788827	H18.4.7	原子炉ウエル内のバルクヘッド設置台のカバー	柿崎 傳、高橋 幸 鈴木 貞一郎	—
3824371	H18.7.7	原子炉設備に於ける壁面除染機	堀江 直之、鈴木 貞一郎	—
3836932	H18.8.4	自動除染装置における補助壁面吸着装置	堀江 直之、鈴木 貞一郎	—
3863627	H18.10.6	簡易遮蔽鉛材の小型再溶解装置	青木 義明、上野 正治 鶴田 純規、中家 真一 鈴木 貞一郎	—
3936801	H19.3.30	壁面用粘着テープ貼り機	小松 一、吉村 英夫 岡 由真、大良 秀樹 鈴木 貞一郎	—
3986918	H19.7.20	循環水配管における垂直管部作業用足場	高橋 剛史、柿崎 傳 菅野 隆行	—
4035083	H19.11.2	小口径配管の半割切断機	高橋 幸、飛田 哲史	—
4115708	H20.4.25	BF <sub>3</sub> 計数管内にあるBF <sub>3</sub> ガスの安定化処理方法及びこの方法を実施する装置	櫻井 達也	—
4219026	H20.11.21	水圧差を利用した異物回収装置	山王 敏雅、伊東 一昭 忠海 俊也	中部電力(株)
4223371	H20.11.28	小口径配管の連続除染装置	吉村 英夫、高橋 幸	—
4227713	H20.12.5	大径の円筒部材の切断方法及び装置	堀江 直之	—
4256538	H21.2.6	フードマスク洗浄装置	工藤 一博、榎井 茂 渡辺 一也	—
4256548	H21.2.6	フードマスク用送気管の養生方法及びこの方法を実施する養生器	松本 秀生、高木 宏明	—
4260268	H21.2.20	ゴム靴の除染方法	工藤 一博、石川 俊行	四国電力(株)
4261905	H21.2.20	圧力抑制プールにおけるストレーナ、水没弁の点検方法及びその方法に使用する隔離シート、ストレーナ閉止カバー	忠海 俊也、武田 直樹 渡部 光一、下宮 克徳	—
4303098	H21.5.1	ジェット洗浄及び洗浄水回収装置	吉村 英夫	—
4460267	H22.2.19	ダクトの清掃除染装置	吉村 英夫、上野 和輝 堀井 顕良、田中 寛之	—
4473767	H22.3.12	スプレー式電解研磨除染装置	高橋 幸、馬場 賢哉	—
4509732	H22.5.14	小口径配管の半割方法及び装置	高橋 幸、斉藤 浩 福田 寛	—
4514688	H22.5.21	水中塗膜補修装置	忠海 俊也、武田 直樹	東京電力(株)
4520786	H22.5.28	原子炉格納容器内における圧力抑制室のベント管開口部の養生装置	堀江 直之、渡部 光一 新川 浩幸	—
4560393	H22.7.30	ポケット型外部被ばく計測器を使用した被ばく線量超過警報装置	山王 敏雅、吉村 英夫	—
4604175	H22.10.15	可視光応答型光触媒の製造方法	勝田 博司、伊東 一昭 海野 英雄、相馬 光枝	(独)日本原子力研究開発機構
4627597	H22.11.19	循環水エルボ配管部に設置する作業足場	柿崎 傳、高橋 剛史	—
4639355	H22.12.10	可視光応答型光触媒の製造方法	勝田 博司、伊東 一昭 海野 英雄、相馬 光枝	(独)日本原子力研究開発機構
4806782	H23.8.26	円筒形ストレーナの清掃装置及びこの装置によるストレーナの清掃方法	菅野 隆行、伊藤 俊介 松隈 勇、鈴木 康之	—

◆ 特許の紹介

特許番号：特許第 3740615 号

発明の名称：無人潜水機を用いて行う水中清掃用器具及び該器具を使用して行う水中構造物の清掃方法

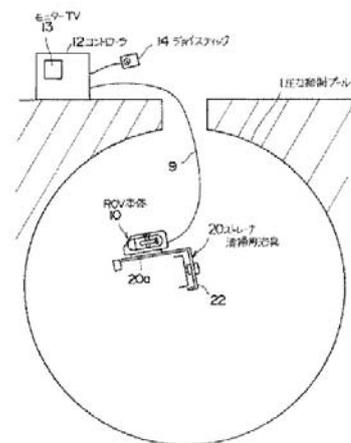
本発明は、無人潜水機（以下 ROV : Remotely Operated Vehicle という）を用いて行う水中構造物の水中清掃方法及びこの方法に用いる水中清掃用器具に関するものである。

【課題】

原子力発電設備の圧力抑制プール等の清掃を、従前は作業員が管内に入り手探りで行っていた。作業員による非能率的な重労働をなくし、ROV を使用して作業できるようにすることを目的とする。作業前後の状況を VTR で確認し、管外からの遠隔操作によって管内のクラッド回収やストレーナ清掃を行うことができるようにし、作業員の安全と労働の軽減化を図るものである。

【解決手段】

ROV 本体 10 と、ストレーナ清掃用治具 20 と、クラッド回収用治具と、バスケット式またはマニピュレータ式異物回収装置とを用いて行う水中構造物の清掃用器具であって、ROV 本体は、前記治具、装置をそれぞれ着脱することができるフレーム 20a で囲まれており、かつビデオカメラ及び水中ライトが装着され、ケーブル 9 を介し圧力抑制プール等の外に配備されたコントローラ 12 と接続されている。作業員が管外からモニター TV 13 を介して遠隔操作により、ストレーナ清掃、クラッド回収、金属片等の異物を回収することができるようにした。



特許番号：特許第 4303098 号

発明の名称：ジェット洗浄及び洗浄水回収装置

本発明は、高圧水洗浄装置のスプレーガンを備えた洗浄ハウジングと、エジェクタを備えた洗浄水回収ハウジングとを取り付け、洗浄ハウジングの洗浄水を回収ハウジング内に通し、回収した洗浄水をバグフィルタで濾過し排出する装置に関するものである。

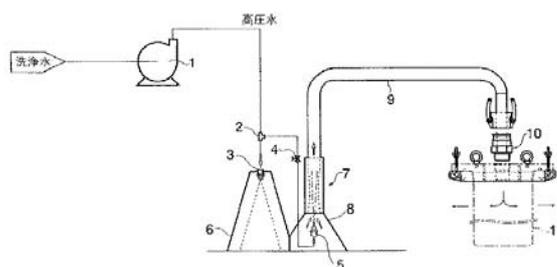
【課題】

ジェット洗浄ハウジングと洗浄水回収ハウジングを組み合わせて接続し、ジェット水で洗浄した洗浄水と、ミストや巻き上げた放射性ダストを吸引回収して作業環境の維持を図ること、そして水中でのスラッジ回収のほか、床面に溜まった残水をも完全に吸引回収できる装置を提供し、従来技術の問題点を改良するものである。

【解決手段】

高圧洗浄機から送られた高圧水の高圧スプレーノズル 3 を頂部に有する被洗浄面に向かって末広がり状の洗浄ハウジング 6 と、洗浄ハウジング内で洗浄した洗浄水を回収排出するエジェクタ機構 7 を備えた洗浄水回収ハウジング 8 を組み合わせた構造であり、両ハウジングは底部で連通し、洗浄ハウジングへの高圧水と洗浄水回収ハウジングへの高圧水は切替弁 4 を切替えて使用可能とし、洗浄ハウジング内でのジェット洗浄時に発生した排水と、ミストを洗浄水回収ハウジングにおいてエジェクタ機構で吸引し排出するようにした。エジェクタ装置からの排水ホース 9 の末端にフィルタハウジングを設け、回収した洗浄水をバグフィルタ 11 で濾過し排出する。

従来のジェット洗浄ではジェット水によりミストを発生し放射性ダストを巻き上げたが、本装置の使用により良好な作業環境を維持できる。



※ 当社保有特許に関するお問い合わせ等は、技術開発センターまでお願いします。

アトックスの概要

商 号	株式会社アトックス	
所 在 地	〒104-0041 東京都中央区新富二丁目3番4号	
資 本 金	1億5000万円	
設立年月日	1980（昭和55）年9月1日	
役 員	代表取締役会長	鈴木 貞一郎
	代表取締役社長	矢口 敏和
	専務取締役	岸本 邦和
	常務取締役	佐藤 明雄
	常務取締役	藤川 正剛
	取 締 役	瀧谷 静雄
	取 締 役	上田 諭
	取 締 役	祝 輝行
	取 締 役	酒井 敏光
	取 締 役	伊東 一昭
	監 査 役	石田 藤照
従業員数	1,604名（2012（平成24）年10月末現在）	
沿 革	1953（昭和28）年10月	株式会社ビル清掃設立
	1964（昭和39）年9月	株式会社ビル代行に商号変更
	1967（昭和42）年4月	本社に原子力部を設置
	1980（昭和55）年9月	株式会社ビル代行原子力部門を分離し、株式会社原子力代行を設立
	1988（昭和63）年8月	千葉県柏市に技術開発センターを開設
	1993（平成5）年6月	株式会社アトックスに商号変更
	2008（平成20）年8月	技術開発センターを拡充し現在地に移転
関連会社	株式会社ビル代行 日本ビルサービス株式会社 株式会社エフ・ティ販売 株式会社青森クリエイト 株式会社福島クリエイト 株式会社西日本クリエイト おおくまホテル株式会社（現在 休業中）	

複写をご希望の方へ

当社は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けてください。ただし、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあつては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先： 一般社団法人学術著作権協会  
〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F  
FAX：03-3475-5619 E-Mail：info@jaacc.jp

「アトックス技報」は、国立国会図書館法（昭和23年法律第5号）により国立国会図書館に創刊号（No.1 2009、平成22年1月発行）より納本しており東京本館及び関西館において利用することができます。

また第3号（No.3 2011、平成23年12月発行）からは、独立行政法人 科学技術振興機構の科学技術情報データベース JDreamII に収録されており、検索・申込みを行うことにより、「アトックス技報」の“技術開発成果”論文を利用することができます。

---

アトックス技報 No.4 2012

平成24年12月1日発行

編集・発行

株式会社アトックス  
技術開発センター

〒277-0861 千葉県柏市高田 1201 番地

TEL 04-7145-3330(代表)

FAX 04-7145-3649

ATOX TECHNICAL REPORT

No.4 December 2012

Published and Edited by

Engineering Research & Development  
Center  
ATOX CO.,LTD.

1201, Takata, Kashiwa-shi, Chiba 277-0861

TEL 04-7145-3330

FAX 04-7145-3649

URL <http://www.atox.co.jp>

---

アトックス技報に関するご意見・ご要望等ございましたら、技術開発センターまでご連絡ください。

株式会社アトックス  
技術開発センター