

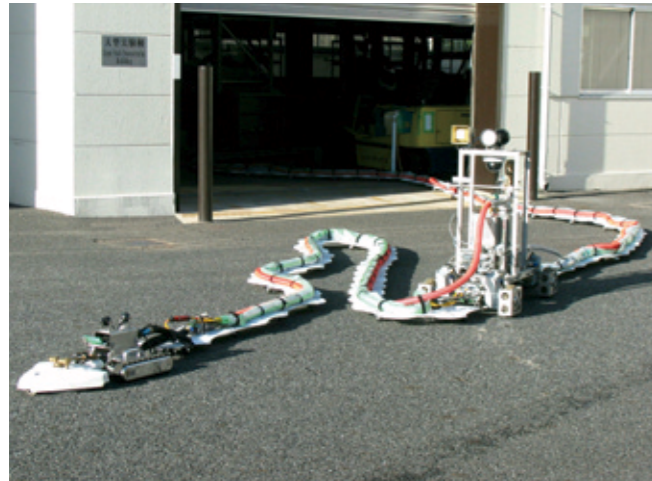


# 原発対応の小型遠隔除染装置「RACCOON (ラクーン)」

株式会社アトックス



## 福島第一原発の円滑な廃炉に貢献する遠隔除染用ロボット



### 受賞担当者のコメント

RACCOONは、事故により高い放射線量となっている福島第一原子力発電所原子炉建屋内の床面除染作業の実施を目的に(株)アトックスが開発したものです。  
事故直後より開発に取り組み、約2年半の開発期間を経て、福島第一2号機原子炉建屋1階の床面除染を実施し、現在RACCOONにより3号機1階の床面を除染中です。  
RACCOONは100m以上離れた場所から遠隔操作が行え、小型、軽量でありながら、ホース・ケーブル類を牽引しながら原子炉建屋内への進入箇所から目的の作業場所まで到達し、床面の除染と除染後の廃液回収移送を実施します。  
導入に当たっては、現場の運用状況や作業員からの取扱いに対する様々な要望や工夫を取り入れるとともに、現場状況を模擬したモックアップトレーニングを十分に行うことで、現場で使いやすいロボットを開発することができたと考えています。

株式会社アトックス 技術開発センター長  
**藤川 正剛氏**  
バックエンド技術部 係長  
**伊藤 俊介氏**  
バックエンド技術部  
**浦 広幸氏**

### 開発背景

東京電力福島第一原子力発電所は、平成23年3月11日の東日本大震災により甚大な被害を受け、現在廃炉に向けた原子炉建屋内の調査や補修などが計画されています。しかし、原子炉建屋内は放射線量が非常に高く、作業員が建屋内に入域し、作業をすることは非常に難しい状況となっています。

そこで、線量の低いエリアから遠隔操作で原子炉建屋内の除染作業を行う装置が求められています。

当社は事故直後より、原子炉建屋内の線量低減に向けて遠隔操作で床面を除染する小型除染装置の開発に取り組んできました。

### 装置の要件

これまでに当社で培ってきた放射能汚染環境下での作業知見や現場作業員の要望などを基に、以下の要件を開発装置に求めることとしました。

- ① 原子炉建屋1階全域の床面除染を可能とするため、100m以上の遠隔操作ができること
- ② 除染廃液を確実に回収し、100m以上離れた場所への移送、排出ができること
- ③ 原子炉建屋内や周辺での人手による装置の搬入出が可能となるように小型、軽量であること
- ④ 現場の汚染状況に合わせた除染ができること
- ⑤ メンテナンス時の作業員の被ばくを低減させるため、装置内への

の汚染の蓄積をできるだけ少なくすること

- ⑥ 原子炉建屋内でホース・ケーブルを円滑に牽引できること

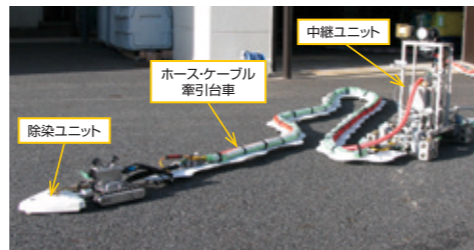
### RACCOONの開発、現場導入

上記の要件を踏まえた装置として、小型遠隔除染装置「RACCOON」を開発しました。本装置は、除染ユニット、中継ユニット、ホース・ケーブル牽引台車から構成されます。

高圧水によって床面を除染し、除染ユニット及び中継ユニットに取り付けたエジェクタによって廃液の回収移送を行います。エジェクタは内部構造がシンプルであり、汚染が蓄積しにくい上、高圧水の供給だけで回収移送を行うことができるため、故障リスクを低減できます。また、本装置は100m以上離れた場所からの遠隔操作が可能です。

さらに、装置の設置、解体、遠隔操作などのトレーニングを重ね、現場での円滑な運用を目指しました。

RACCOONは、2013年11月に福島第一2号機に導入され、原子炉建屋1階の除染を開始しました。本装置は、震災後初めて原子炉建屋内の除染を行った装置となりました。



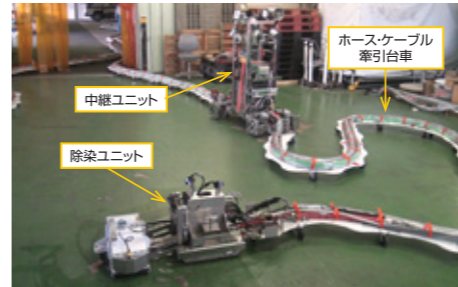
福島第一2号機に導入されたRACCOON

### RACCOONIIの開発、現場導入

RACCOONの除染作業における経験と現場運用のノウハウを反映させて、さらなる改良を加えたRACCOONIIを開発しました。

本装置では、廃液回収移送方式をエジェクタからフロアに変更しました。フロアを使用することで、水の使用量を抑えられる上、フロアを建屋外に設置できるため監視が容易であり、各ユニットのさらなる省スペース化にも繋がりました。また、遠隔操作距離をさらに伸ばすため、LAN回線を利用した遠隔操作を可能とし、操作者の被ばくの低減を図りました。さらに、除染ヘッドに持ち上げ機構を追加し、走破性を向上させました。

RACCOONIIは、2014年8月に福島第一3号機に導入され、原子炉建屋1階の除染を開始いたしました。



福島第一3号機に導入されたRACCOONII

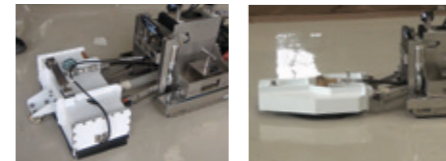
### RACCOONIIの装置詳細

#### 除染ユニット

除染ヘッドは、「ブラシヘッド」、「ジェットヘッド」、「散水・回収ヘッド」、「押しのけヘッド」の4種類とし、床面の放射性物質の汚染状況に応じてヘッドを使い分けれます。高線量下でのヘッド交換を想定し、工具を使わずに容易に交換できる機構としました。

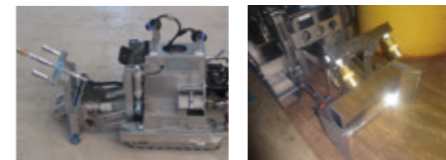
また、装置が小型であるため、配管の下や既設の盤の隙間などの狭隙部の除染も可能です。さらに、軽量であるため作業員2人による運搬が可能であり、緊急時の装置の搬出も容易に行えます。

構成部品はすべて防水のため、除染作業終了後に装置の洗浄や拭き取りによる除染が可能です。



ブラシヘッド  
固着性汚染を除去

ジェットヘッド  
遊離性汚染を除去



散水・回収ヘッド  
中低所(高さ約5m以下)を散水除染し、廃液を回収

押しのけヘッド  
建屋内に散乱した瓦礫などを押し除ける

除染ヘッド

#### 中継ユニット

中継ユニットの役割は除染作業のサポートであり、搭載カメラでの建屋内の周辺監視や、走行部のメカナムホイールの前後左右斜め方向への動きによるホース・ケーブルのコントロールと牽引補助を行います。また、集音マイクとスピーカによって、緊急時に建屋内の作業員へ指示を送ります。

### ホース・ケーブル牽引台車

除染装置には動力ケーブルの他に給水・排水用のホースを接続する必要があります。本装置には長さ約100m、重さ約200kg分のホース・ケーブルを接続するため、湾曲部を持たせたプレートで連結し、床面とはキャストで接する本台車を用いることで、原子炉建屋内のコーナー部や干渉物及び床面との抵抗の低減を図りました。これにより、建屋内をスムーズに走行することが可能となり、作業範囲の拡大とロボットへの駆動負荷の低減に繋がりました。また、ホース・ケーブルを台車に積載することで表面の汚染を防止することができました。

### 装置の操作

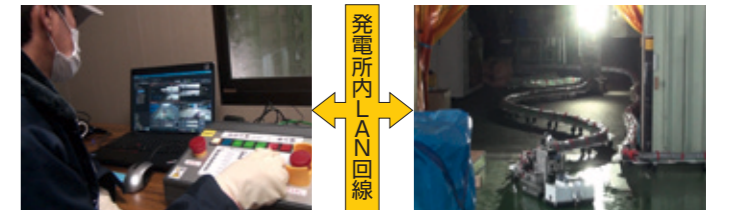
除染ユニットと中継ユニットはそれぞれの操作者がカメラ映像を確認しながらジョイスティックで操作します。操作者同士が緊密に連携して遠隔除染作業を行います。さらに、タッチパネル盤によって水やエアの切り替え操作を行います。



操作の様子

タッチパネル盤

福島第一3号機は2号機と比較して全体の線量が高く、操作者の被ばくが問題となりました。そこで、発電所内のLAN回線を利用し、放射線量が低い免震重要棟からの遠隔操作を可能とすることで、作業員の被ばく低減を図りました。



免震重要棟(イメージ)

原子炉建屋内(イメージ)

LAN回線による遠隔操作

### 今後の展開

RACCOON及びRACCOONIIの現場での作業経験や運用経験を活かし、さらに安定した作業の実施が可能な装置へと改良を進め、福島第一原発の廃炉作業の円滑な実施に貢献できるように努めてまいります。

### おわりに

本装置の開発にあたり、ご協力いただいた製作メーカー、及び千葉工業大学米田研究室へ感謝の意を表します。