

# 廃炉措置におけるロボットを用いた核燃料デブリ取り出し技術の開発

由井秀弥（富山高専） 金子慎一郎（富山高専）

## 1. はじめに

福島第一原子力発電所は、2021 年現在も原子炉建屋の解体が進められているが、メルトダウンした核燃料デブリの回収技術、手法が確立しておらず廃炉作業を行う上での課題となっている。そこで、本研究では原子炉格納容器から核燃料デブリサンプルを回収し今後の廃炉措置に貢献・資するロボット技術の開発について考察、提案する。

## 2. ロボットの概要

### 2.1 状況設定と作業フロー

作業環境は極めて高い放射線量環境にあり、ロボットは有線通信による遠隔操作を行うことを前提として作業フローを想定する。ただし、回収対象は燃料デブリ小破片に限定する。

始めに、ロボットは原子炉建屋内にあるエアロック用の狭い貫通孔を通して格納容器に侵入する (Fig. 1(a))。ロボットに取り付けられた全天球カメラを用いて周囲の状況把握とプラットフォームの欠損箇所を探し出す (Fig. 1(b))。探し出した欠損個所にロボットを近づけ長い竿のようなものをペDESTAL下部に向けて展開する (Fig. 1(c))。そして、竿の先端に取り付けられた燃料デブリ回収装置でサンプルを採取し、貫通孔を通して建屋外に搬出する (Fig. 1(d))。

### 2.2 各部機構

ロボットの設計寸法はエアロック用貫通孔の寸法 (内径 250mm) と貫通孔内移動時のクリアランスを考慮し正面寸法を 150×150mm 以内としている。欠損箇所やがれきが存在する非平坦路面と化したペDESTALプラットフォームを移動するため移動機構をクローラとした。また、貫通孔は傾斜が存在することから、機体を前半と後半に分割し前半部に重量物を配置することで自重モーメントにより傾斜に倣う姿勢をとれるような機構を備えている (Fig. 2)。

ペDESTAL下部へアプローチする方法として軽量のカーボンファイバー製のテレスコピック釣り竿を利用したアームを備えており、アームはスライダクランク機構 (Fig. 3) により立ち上げられる。アーム内部に挿入されたコンベックスをローラで送り出すことでアームを伸縮させ、ペDESTAL下部に回収装置を展開する (Fig. 4)。また、アームには視界確保用に投光器と小型 USB カメラを搭載している。

回収装置は Fig. 5 のような形状をしておりシートの内側に対象物をとらえ、シートをローラで巻き取ることで回収ネット部に押し込みデブリを回収する。

### 2.3 制御システム

ハードウェアはエッジデバイスとして Raspberry Pi を使用し、モータの制御には Arduino を使用した。ソフ

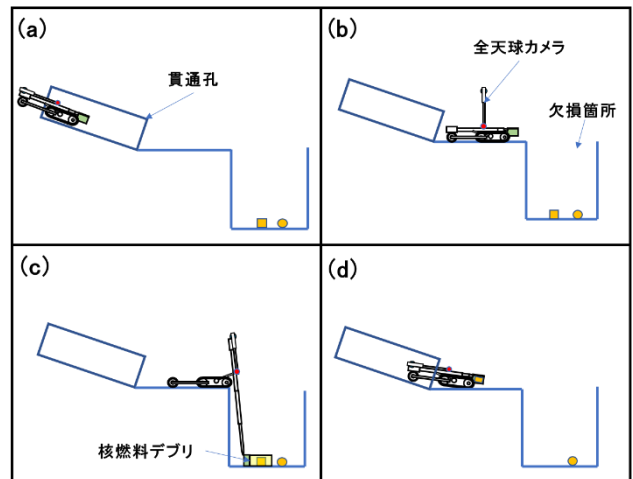


Fig.1 ロボットの作業フロー

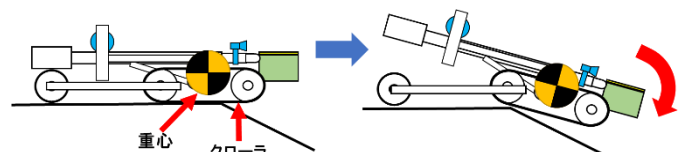


Fig.2 自重モーメントによる姿勢変化

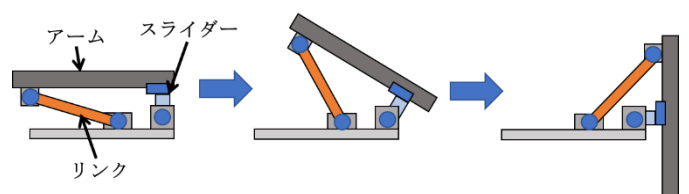


Fig.3 スライダクランク機構

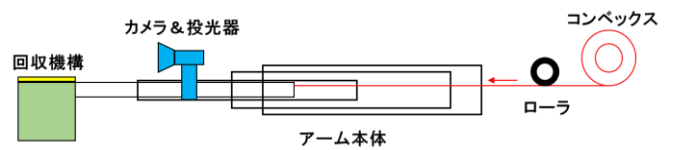


Fig.4 アーム伸縮機構

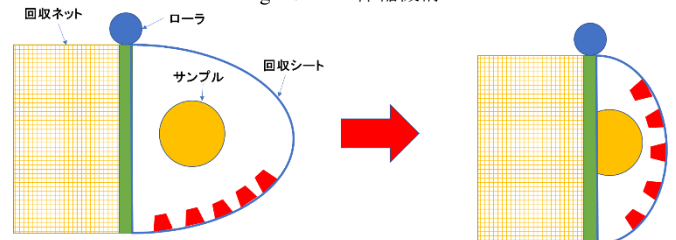


Fig.5 回収装置

トウェアは ROS を使用し、UX 向上のためロボット操作のインターフェースは Unity 上で作成した。

## 3. おわりに

本研究では廃炉措置における核燃料デブリ取り出しロボットについて述べた。今後は模擬フィールド上で試走を行い、各機構の動作について評価を行う予定である。