

福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション

1F 廃炉に貢献するロボット技術開発

Development of robot technology that contributes to the decommissioning of the 1F NPS

(3) JAEA 櫛葉遠隔技術開発センターにおける DX を活用した 1F 廃炉等の

過酷環境ロボット開発環境の整備 (NARREC)

(3) Development of Robotics for Harsh Environments in 1F Decommissioning Utilizing DX at the JAEA Naraha Center for Remote Control Technology Development(NARREC)

*田川 明広¹¹ 日本原子力研究開発機構

1. はじめに

日本原子力研究開発機構（JAEA）では、2011年3月11日に発生した、東日本大震災による原子力災害の対応を震災当日から福島入りして活動を実施してきた。

2011年当時、福島第一原子力発電所（1F）から20km圏内は、警戒区域に設定された（図1）。将来的に、高線量環境下である1F内部での各種作業は、遠隔装置を活用することが想定されることから、人が容易に立ち入ることができる20km境界外に遠隔技術の実規模モックアップや試験等が実施できる櫛葉遠隔技術開発センター（NARREC）を設置することとなった。2015年10月に開所した（図2）。

図2 開所式での安倍総理大臣（当時）のご挨拶²⁾

技術研究組合国際廃炉研究開発機構（IRID）の発足当初（2013年8月）からの組合員でもあったJAEAは、IRIDが実施する1F廃炉の大型装置開発のためのモックアップ試験等を中心に利用されてきた。

2. NARREC の紹介

NARRECには、主に研究管理棟にあるヴァーチャルリアリティ（VR）施設と試験棟にあるモックアップ施設があり、モックアップには水中ロボット用の水槽、傾斜等を変更できる階段、モーションキャプチャなどの機能が備けられている。（図3）

施設使用には利用料金が設定されており、1F廃炉関連、イノベーションコースト構想関連、中小企業の利用等はリーズナブルな料金設定で利用することができる。また、上記に関わらず、一般利用することも可能である。

図1 警戒区域等の設定¹⁾

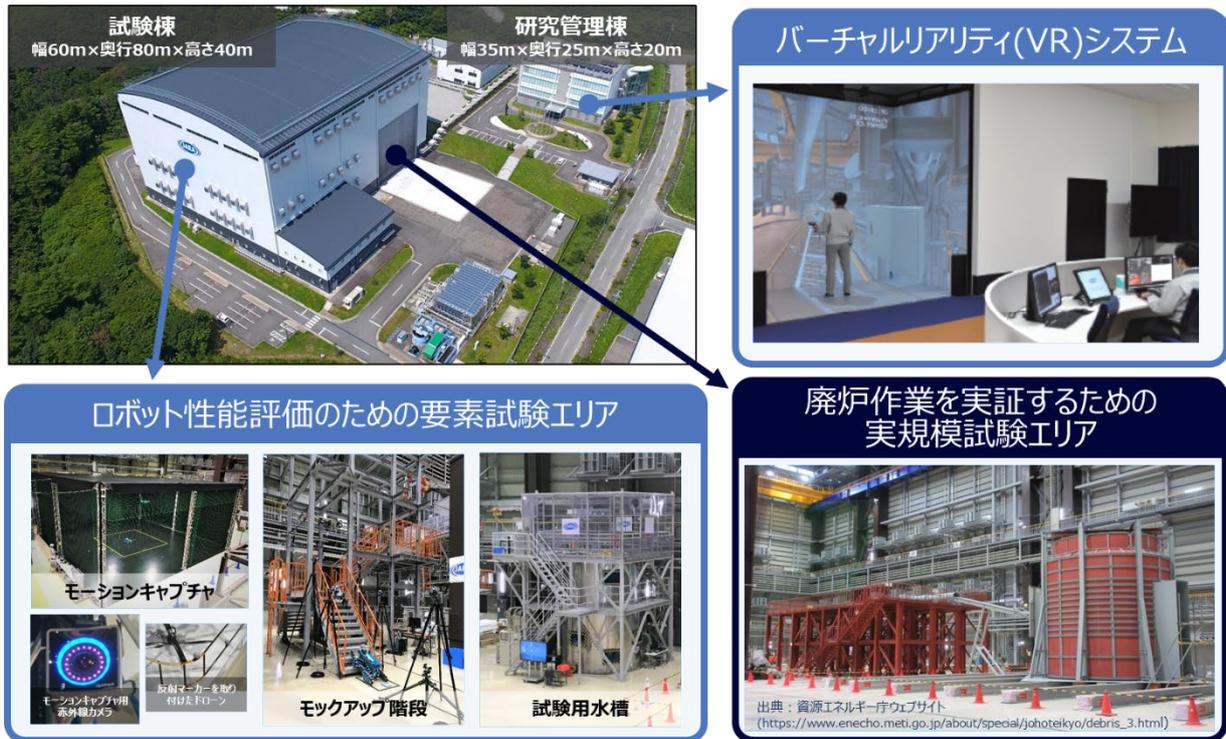


図3 NARRECの主な設備等

3. 施設を活用した研究開発の例

1F 廃炉関連での利用例として、燃料デブリ試験的取出しモックアップ試験、PCV 内部調査の実証試験等の実規模試験として活用されている(図4)。

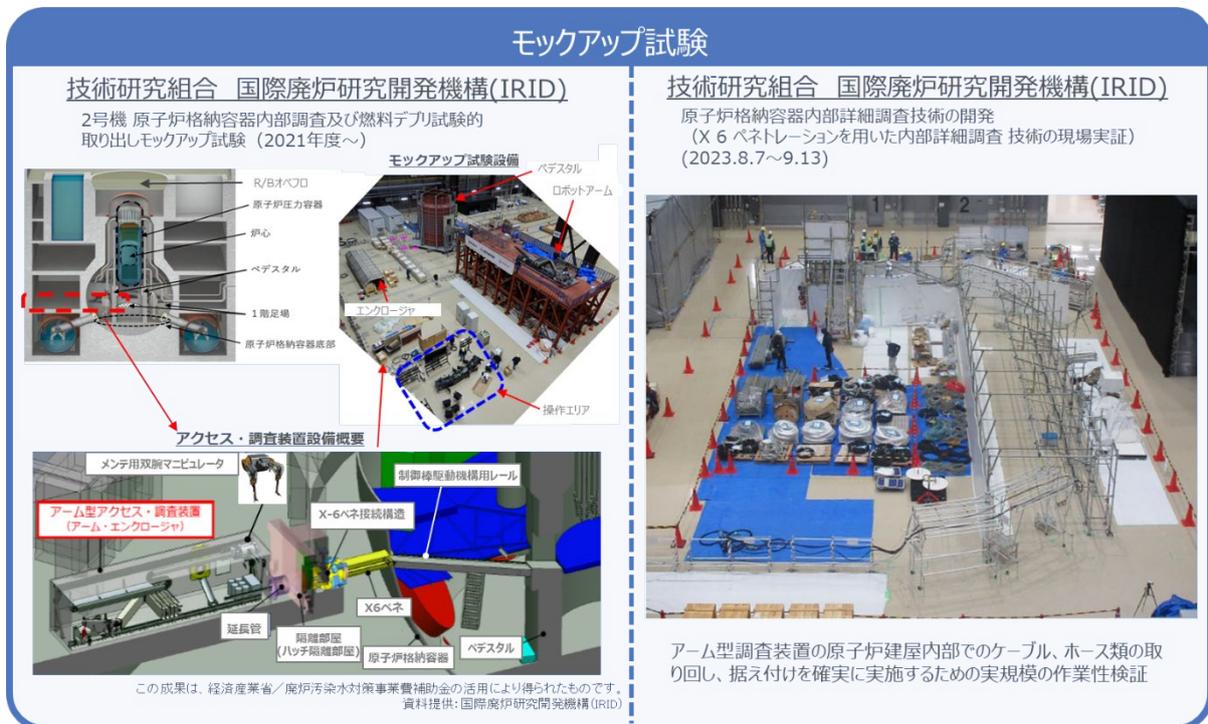
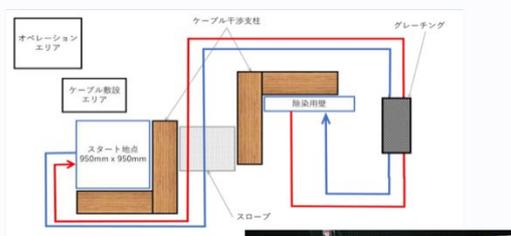


図4 1F 廃炉関連の利用

また、人材育成として、「廃炉創造ロボコン」(図5)も毎年開催され、昨年までに8回開催され、何人もの卒業生がJAEAや東京電力等の1F廃炉関連企業に就職している。

第8回廃炉創造ロボコン (14校・17チーム参加, 2023.12.23)

文部科学省の「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」で開始され、
現在継続して「廃炉研究等推進事業費補助金」(CLADS補助金)に基づき実施



【競技内容】
1F内における高線量エリアの壁の遠隔高所除染を想定壁は非磁性体とし、移動経路にはスロープ、障害物(グレーチング)を設置
今年度は新たに復路を追加

【競技時間】
10分



【課題クリア】
4チーム

【受賞校】

文部科学大臣賞	小山高専 (3年連続)
福島県知事賞	熊本高専
高専機構理事長賞	舞鶴高専
原子力機構理事長賞	一関高専
イノベ機構理事長賞	大阪公立大高専



【競技(除染)状況】

図5 第8回廃炉創造ロボコンの概要

4. DX 利活用環境の整備

NARREC の最大の特徴は、実規模モックアップのスグ傍らに VR 施設を有することで DX 環境が整えられている。しかも、1F から 20km と近い距離にある。JAEA では、用途に応じ、デジタルデータを活用しながら、実際の装置開発が効果的に進む取り組みを行っている。その例を以下に記す。

○デジタル：線源逆推定による 3 次元的汚染分布の把握 (図 6)

1F 内部は全方位で汚染されているため、作業員被ばく低減の観点から汚染状況を表面汚染計などによるサーベイで確認することが困難である。そこで、空間線量率を計測し LASSO 法による逆推定手法により逆問題を解くことで空間線量率を 3 次元表面汚染密度に変換する。これにより、汚染分布が把握でき、効果的な除染や遮へい計画による被ばく低減策を計ることができる。(廃炉・汚染水対策事業費補助金(原子炉建屋内の環境改善のための技術の開発)業務)



図1 システム全体像及びその動作イメージ

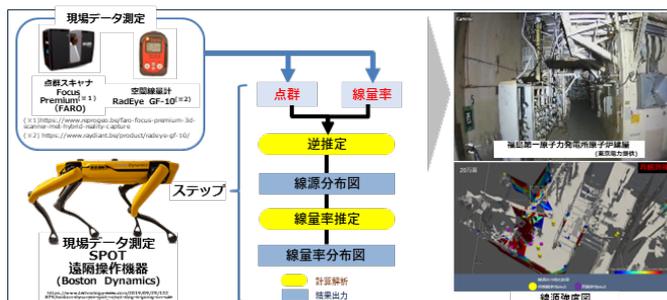


図6 線源逆推定システム

○リアル：性能試験法によるロボット性能評価

ロボットやドローンによる調査を実施したいが、どのロボットを利用すればよいか、どんな評価を実施すれば活用できると判断できるか、1F 内部状況が不透明であるためわからない。そこで、複数異なるロボットであっても性能を比較検討できるようにするために、いくつかの標準的に走行や飛行ができるコースをモックアップに準備し、モーションキャプチャ等と組み合わせて利用できる環境を整えている。これらのコースは、レスキューロボットなどの過酷環境で活躍できるロボットを意識しており、コースの仕様⁴⁾や試験方法はホームページで公開し、ホームセンターで購入できる素材で自作できるようになっている。⁴⁾

5. 地元利用

NARREC は、一般企業への施設貸出も行っている（図7）。この他にも水中ドローンの操作トレーニングや新人潜水士トレーニング等、様々な活用がされている。今後、NARREC を利用した、地元や異分野の活用も模索したい。



図7 地元企業によるロボット性能試験

6. まとめ

NARREC では、1F 廃炉への貢献のみならず、福島復興や新産業創出等の多様な利用を目指して今後も積極的な活用を模索する。原子力学会員の方からの気軽な問合せをお待ちしています。

7. 参考文献

- 1) 環境省 WEB サイト <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h28kisoshiryo/h28qa-09-22.html>
- 2) JAEA WEB サイト <https://fukushima.jaea.go.jp/info/20151022.html>
- 3) 廃炉・汚染水・処理水対策事業事務局 WEB サイト
https://dccc-program.jp/wp-content/uploads/20240126_JAEA.pdf
- 4) NARREC WEB サイト https://naraha.jaea.go.jp/rd/standard_test_methods.html

*Akihiro Tagawa¹

¹Japan Atomic Energy Agency