

【補足説明資料】

1. 契約締結に向けた背景

近年、自動車産業をはじめ多くの産業分野にレーザー加工技術が導入されつつあります。このような産業分野での発展を背景に、1Fの廃炉作業にレーザー技術を導入する機運が高まっています。

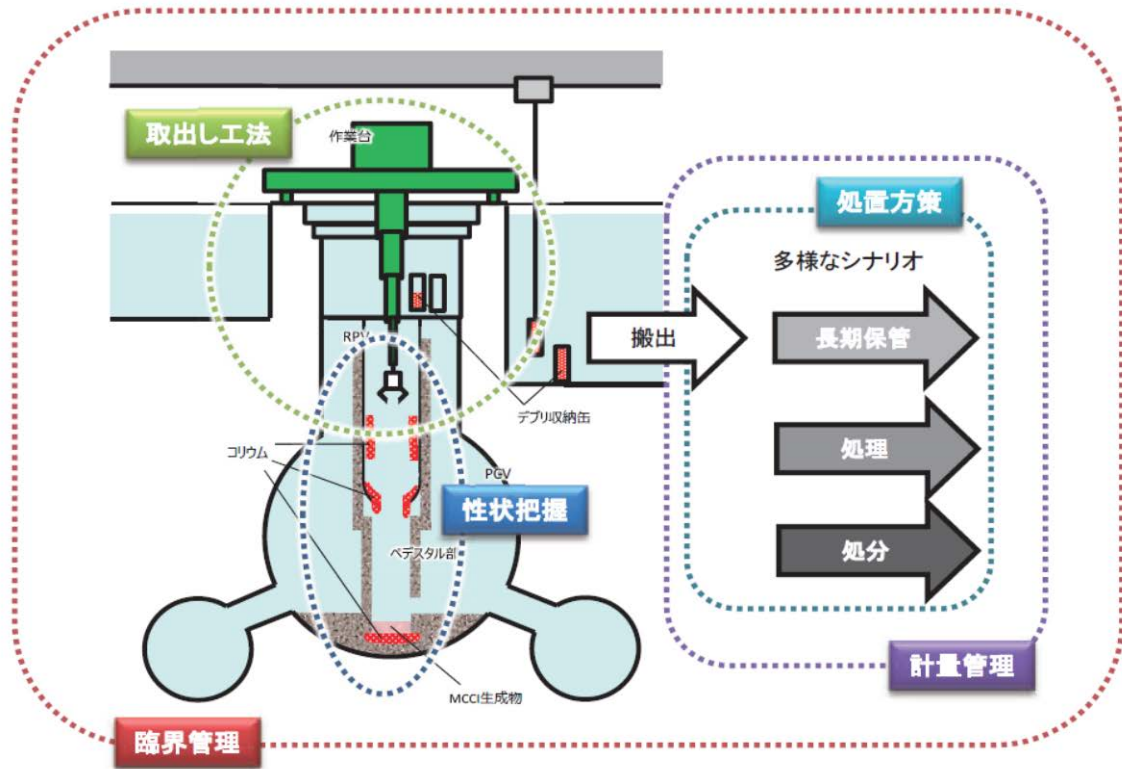


図1 1Fの燃料デブリ取出し等の技術開発

「2014年度版 東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に係る廃止措置及び環境回復への原子力機構の取り組み」より引用

1Fの廃炉作業では、狭隘な箇所に遠隔操作機器・装置を導入し、燃料デブリ等の対象物を安定的に取り出すことが要求されます(図1)。レーザー工法は極小のビームスポットに高密度のエネルギーを投入できるところから、一般的には他の熱的工法と比較して対象物への熱的影響範囲を小さく抑えられることが知られています。また、非接触加工であることから加工時の反力がほとんどなく、機器・装置を小型化できる可能性があります。以上の利点を活用するために、今回、我が国唯一の原子力に関する総合研究開発機関である原子力機構と、原子力発電の総合プラントメーカーである日立GE、水ジェット切断等のトップメーカーであるスギノマシンの3社が協力して、1Fの廃炉作業へのレーザー技術の適用拡大を見据えた基盤研究を行うことで合意しました。

原子力機構では、原子力施設の廃止措置をより安全かつ効率的に行えるよう、二次廃棄物が少なく、遠隔操作及び狭隘部での作業が可能なレーザー切断技術の開発を行ってきました。「ふげん」の炉内構造材では、最大150mmの鋼板を切断する必要があることから、水中環境下における厚板鋼板の切断特性を調べてきました(図2)。それらの成果を踏まえ、1Fの廃止措置に向けて、金属・セラミックスの混合体を燃料デブリの模擬体として使用し、基礎的な溶断・破碎実験を開始しました(図3)。本共同研究においては、これらの知見を活用し、1Fでの廃炉作業への適用を見据えた基盤となる遠隔工法の開発に取り組みます。

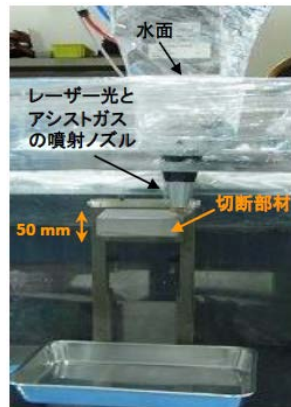


図 2 レーザー光を用いた鋼板の水中切断実験

「レーザー共同研究所パンフレット(改定:2011.7.19)」より引用

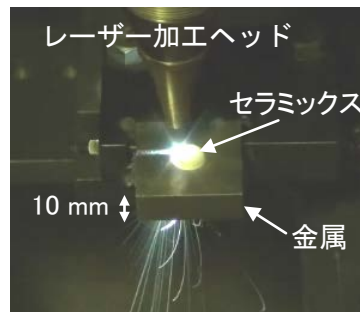


図 3 レーザー光を用いた燃料デブリの模擬体の溶断・破碎実験

2. 各機関の概要

(1) 原子力機構

原子力機構は、我が国唯一の原子力に関する総合研究開発機関として、これまでに原子力・放射線利用に関する研究活動などを行ってきました。2011年3月に発生した1F事故後、事故の対処に関わる活動を経営上の重点実施項目に掲げ、廃止措置、環境回復に関わる活動を実施しています。

廃止措置に関しては、「東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」に基づき、燃料デブリの取り出し準備に係る研究開発や放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発に取り組んでいます。その一環として、レーザー光を用いた金属厚板切断や燃料デブリを模擬したセラミックス破碎に取り組んできました。

このような取り組みの中で、福島研究開発部門福島研究基盤創生センターでは、1Fの廃炉を推進するために必要不可欠な遠隔操作機器の開発実証施設である櫛葉遠隔技術開発センターの建設を進めています(図4)。同センターは、事業管理、会議及びVRシステムを用いた作業員訓練等を行う研究管理棟と原子炉建屋内を模擬した障害物等を設置し、調査、除染、補修、解体等に必要遠隔操作機器の実証試験などを行う試験棟があります。なお、本件共同研究実施にあたっては、本年度の研究成果を踏まえ、同センターでの実証試験の可能性も視野に置きつつ進めます。



図4 原子力機構が整備を進めている遠隔技術開発施設の立地場所

試験棟においては、1F 建屋内の現場状況を模擬した試験環境を整備するため、幅や傾斜を変更できる階段、温度調節機能や塩水利用が可能な水槽など設備を導入します(図5)。

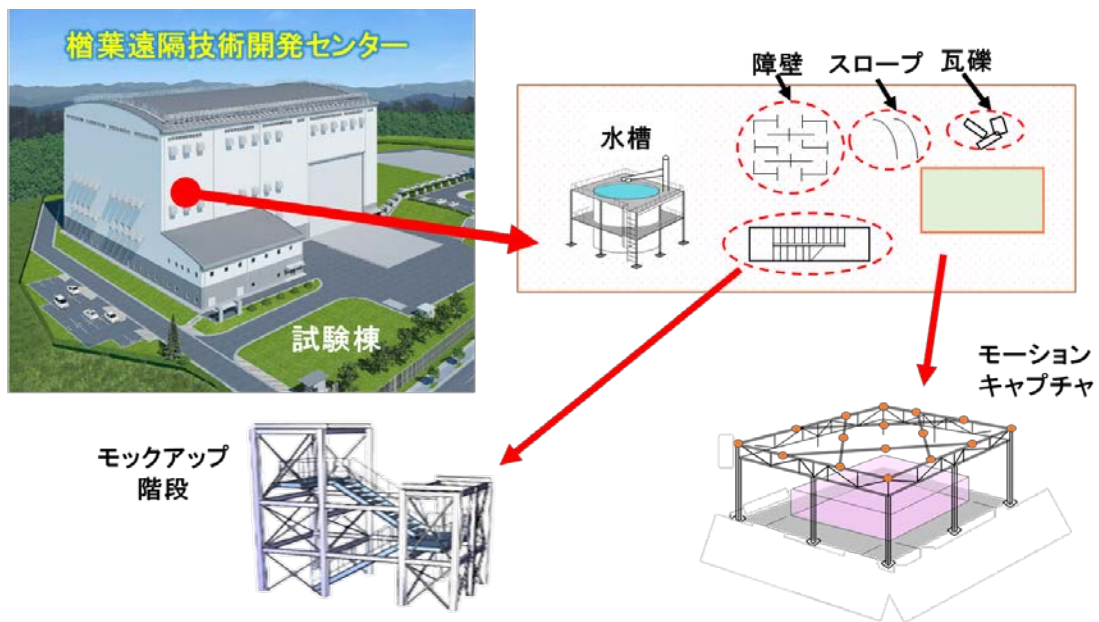


図5 試験棟内部の災害対応ロボット実証試験エリア

また、ロボットシミュレータを利用することにより、想定するミッションに適したロボットの形状や機構の事前検討・検証の実施及び操作者がロボットの基本動作や基本操作の手順を習熟するための施設として活用します(図6)。

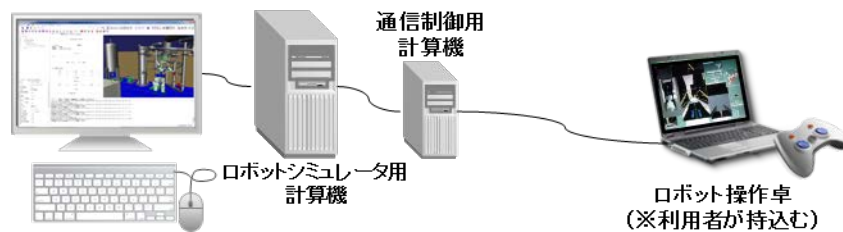


図6 ロボット開発の合理化等を目指したシミュレータの開発

(2) 日立GEニュークリア・エナジー株式会社

日立GEは、日立製作所と米国ゼネラル・エレクトリック社とが経営資源を融合して設立された原子力専門メーカーであり、現在、1F 関連の廃炉・除染に向けた技術開発やサービスを、日立グループの総力を結集して提供するとともに、福島事故を鑑み、原子力発電所の安全性向上に対してもソリューションを提供しています。

日立 GE は過去に旧日本原子力研究所(現原子力機構)の動力試験炉解体実地試験及びシュラウド取替にて炉内構造物切断の実績を持ち、保守保全含めて多数の炉内工事の経験を有します(図7、図8)。1Fの廃炉に関しては、国際廃炉研究開発機構(IRID)の組合員として、これらの経験をもとに必要な研究開発に取り組んでおり、当面の重要課題として、燃料デブリを炉心から回収して安全に保管するための一連の技術開発を進めています。



図7 炉内工事例

「日立評論 2006年1月号 原子炉内の応力腐食割れを予防する画期的な新技術」より引用



図8 動力試験炉の解体実地試験例

「日立評論 1990年1月号 動力試験炉の炉内構造物解体実地試験」より引用

(3) 株式会社スギノマシン

スギノマシンは原子力施設の保守保全を目的とした装置の開発・製造を行なってきました。1F事故後、スギノマシンのコア技術である超高压水を用いた原子炉建屋の遠隔操作型除染装置を製造し、廃止措置に貢献してきました。燃料デブリ取り出しでは、人が近づくことができない環境での遠隔操作機器が必要であり、自社開発した特殊環境向け水中多関節ロボットの操作性をさらに向上させるよう取り組んでいます(図9)。

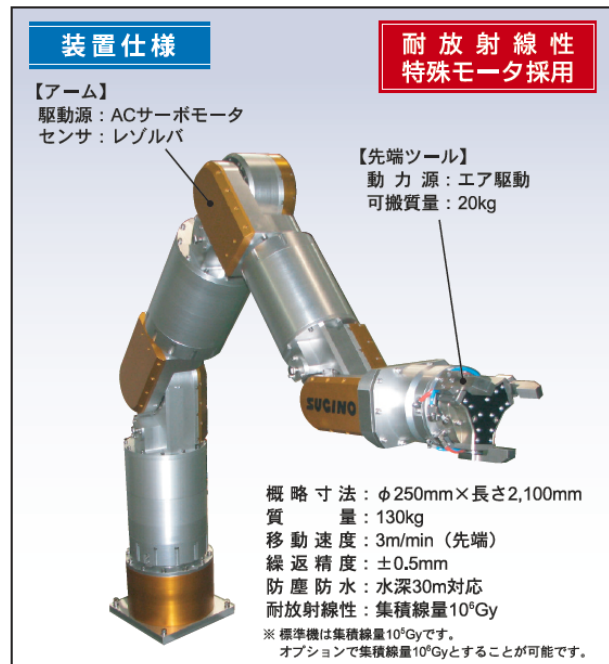


図9 特殊環境向け水中多関節ロボット

3. 用語説明

① 燃料デブリ

原子炉冷却材の喪失等により核燃料が炉内構造物の一部と熔融し、再度凝固したものの。広義には、炉内で熔融した燃料等と格納容器内のコンクリートとの反応による生成物を含む場合もある。性状(硬さ等)が異なる物質の複雑な混合物であり、米国スリーマイルアイランド2号機事故後の対応においても取扱いに困難があったことが知られており、新たな加工法の開発が期待されている。

② ふげん

新型転換炉(重水減速沸騰軽水冷却圧力管型原子炉)の原型炉である。昭和54年3月から運転を開始し、平成15年3月に運転を終了した。平成20年2月には、廃止措置計画が認可され、廃止措置を実施中である。

③ 沸騰水型原子炉(BWR)、改良型沸騰水型軽水炉(ABWR)

沸騰水型原子炉(BWR)は原子炉の中で発生した熱で水(冷却材)を沸騰させ、高温高圧の蒸気にして、そのまま直接、タービン発電機へ送りこむ、日本の代表的な原子炉の一つである。改良型沸騰水型軽水炉(ABWR)は沸騰水型原子炉(BWR)を改良したもので、安全性、信頼性、運転性などの点で大きく向上させた原子炉である。

④ 遠隔操作機器・装置

陸走型ロボットによる調査や建設機械の無人化施工などのように、有線又は無線通信などにより、遠隔地から操作される機器・装置。遠隔操作により、人が容易に立ち入ることができない場所の調査、作業などに用いる。

(ロボットとは)

人に代わって作業を行う装置、機械のこと。

以上