

つるかの四季



水島（敦賀市）

透明度の高い水質と白い砂が自慢の無人島
“北陸のハワイ”と呼ばれています



「もんじゅ」のロゴマーク
智慧の象徴の文殊菩薩が乗って居られる
「獅子」をイメージしたもの

燃料体取出しチーム座談会

昨年度、「もんじゅ」では廃止措置の第1段階として86体の「燃料体の処理作業」を実施しました。今年度は、原子炉容器から炉外燃料貯蔵槽へ燃料体を移送する「燃料体の取出し作業」を行い、その後、「燃料体の処理作業」を行う予定としております。作業は、運転と保守を一体化した体制を構築しており、今回、作業に当たるメンバーに、「燃料体取出し作業」に向けた思いを語っていただきました。



上倉 亮一 (敦賀市出身)

実施責任者：「燃料体取出し作業」は、設備の操作を行う「操作チーム」と設備の保守を行う「設備チーム」を構築しており、両チームを統括する責任者

「燃料体取出し作業」を行うにあたり、どのような思いで取り組んでいますか？

上倉：「もんじゅ」は、直近では平成22年に「燃料体の取出し作業」を行っています。当時の知見も確認しながら進めています。また、昨年の「燃料体の処理作業」で発生した不具合を反映し、設備の改善や手順の見直しも確実に進んでいます。「もんじゅ」の廃止措置は世間からの注目度も高いので、誤操作やヒューマンエラーの要因となる事柄を排除することに気を配り、緊張感を持って指導にあたっています。

戸田：安全に作業を実施するという思いで取り組んでいます。そのために、操作責任者として報・連・相を徹底することで、操作員にミスなく作業にあたってもらえるよう工夫しています。

ます。少しでも想定外のことが起これば操作をストップし、確実に作業が完遂できるよう努めています。

谷口：私はこの春から新入職員として「もんじゅ」で勤務しています。分からないことは分かるまで確認し、一つ一つ確実に進めるよう心がけています。一日でも早く一人前になり、戦力となれるよう日々努力しています。

武田：設備の保守業務は、設備メーカーや協力会社とともに成り立っています。設備メーカー、協力会社の皆様と積極的にコミュニケーションを図り、円滑に業務を進められるよう努めています。

これまで行ってきた仕事や訓練で一番苦労したことは？

武田：今回点検を行った燃料交換設備は、平成9年以前のメンテナンスを行いました。機器を分解し、部品単位で状態を確認するのですが、基本的に消耗品は新品に交換します。ただ、部品の中には手入れ後、再使用できる部品が多々あり、問題なく使用できるかどうかの見極めに技術的な評価が求められたところに難しさを感じました。自分の目で見て納得できるまでチェックする。それを繰り返していき、点検後の作動試験も問題なく終了することができ、メンテナンスの仕上がり具合には自信があります。



戸田 圭哉 (南越前町出身)

操作責任者：「操作チーム」の操作員を指揮、指導するリーダー

ます。

上倉：私は長年発電課（現、施設管理課）に勤務しており、プラントに関しては分かっていますが燃料取扱設備については経験が少ないので、その操作の取得に苦労しました。「燃料取出し作業」については発電課勤務時の経験を生かし、他の経験者の知見も得ながら知識を深め、チーム員に的確な指示が出せるよう努めています。

谷口：燃料体はナトリウムの中に貯蔵されているので、取出し作業は外からは見え、図面からどういった操作をするのか理解する必要があります。それでも実際の設備の大きさなど、現場に行かないとわからないことも多いですね。

戸田：知識は点であり、経験は点を結びつけるための線という意味でこの2つには大きな違いがあります。操



上倉…高速増殖炉の廃止措置作業は日本では初めてとなり、その第一歩となるのが「燃料体取出し作業」です。誰もやったことのない仕事という意味で、やりがいや誇りを感じています。

作は実際に経験して十分に理解していないとできませんから、現場経験は大切です。

上倉…頭の中で今、どういう状態かわからずに操作すると、ヒューマンエラーにつながります。だから机上の知識も現場も両方大切。私自身も現場がわからないと指示が出せないで、時間があれば現場に行くようにしています。

谷口…先輩からも、この操作をしたら何が起るのか、常に想像しながら作業に当たるよう言われています。

「燃料体取出し作業（廃止措置）」に携わるにあたり、どのようなところにやりがいを感じていますか？

戸田…「もんじゅ」の廃止措置は次の実証炉につながるというところにやりがいを感じています。「もんじゅ」で廃止措置を行った実績を残すこととで、実証炉を作るにあたっては終りまでできるということが示せるからです。また、「もんじゅ」は世間からの批判も多いですが、私自身は、「エネルギーを生み出しながら核のゴミ」を減らすことのできる高速増殖炉の革新的な技術は今の日本にとって必要だ」という思いがあるので、世間の見方を少しでも変えられるよう反骨精神をモチベーションに、一技術者としてやるべきことはしっかりとやっていきたいと思っています。

谷口…私は地元が美浜町で、原子力発電所は身近な存在でした。大学で原子力材料の劣化についての研究を行い、原子力にはまだまだのびしろがあると感じ、この仕事を志しました。廃止措置が決まってから入職を決めたのも、廃止措置を安全にできるといことは、次の炉を建てるとき安全に終わらせられるという保証になると思ったからです。その廃止

措置に関われるのがやりがいになっています。

「燃料体取出し作業」に向けた意欲や今後の目標は？

上倉…今年度は燃料体を原子炉容器の中から100体取出し、130体の燃料体を処理し、燃料池に移送する計画です。実施責任者としては無事故無災害でやり遂げたいというのが身近な目標ですね。高速増殖炉の廃止措置は日本初なので、想定外の不具合が起こる可能性はゼロではありません。「もんじゅ」ではそのための研究開発も行っていますし、経験を蓄積して今後の財産につなげていければと思っています。

戸田…安全最優先で取り組んでいきます。また、原子力機構では「あつぷる」という広報チームが原子力に関する講座を行っていきまして、我々も



谷口 啓介 (美浜町出身)

操作員：「操作チーム」として、設備の操作、計器類の監視を行うチーム員



武田 孝一 (小浜市出身)

設備チーム員：「設備チーム」として、設備の保守を担当

技術者として情報を発信していきたいと思っています。その中で地域の皆様に原子力について理解を深めていただけるよう努めていきたいです。

谷口…新人職員の視点だからこそ見えるものもあるので、その部分を生かして頑張っていきたいと思っています。

武田…「燃料体取出し作業」は、ナトリウムが密封された中で行うので中の状態が見えず、設備・機器の精度とパラメータの監視が重要になります。燃料体取出し作業中の設備トラブルは許されませんので、設備や機器が作動するときには現場に立ち会い、動作状況の状態確認を怠らせずに機器と向き合っていきたいですね。

上倉…皆さまに信頼していただけるよう、安全第一で取り組んでいきます。



「ふげん」のロゴマーク
慈悲の象徴の普賢菩薩が乗って居られる
「象」をイメージしたもの

原子炉構造材のサンプル採取技術開発

安全な原子炉解体、適切な廃棄物の処理のために

「ふげん」の原子炉は、25年間の運転を経て放射化し、比較的大きな放射能を持っています。この放射能の種類、強さ等をより正確に把握することは、今後、原子炉を安全に解体し、解体で発生する廃棄物を適切に処理するために重要です。このため「ふげん」では、これまで原子炉内部の構造材から直接サンプルを採取し分析するための技術開発を進めてきました。今回は、2018年度より開始したサンプル採取作業についてご紹介します。

サンプル採取に向けた技術開発

「ふげん」の原子炉は、圧力管^(※1)等の各種構造物が狭い箇所に複雑に配置されており、サンプル採取に係る技術開発が必要なほか、採取作業の際の作業員の被ばく低減が課題となっていました。そこで2015年度までに、サンプル採取箇所の圧力管など、複数の構造材ごとに離れたところから遠隔操作でサンプルを採取する装置を開発、製作しました。

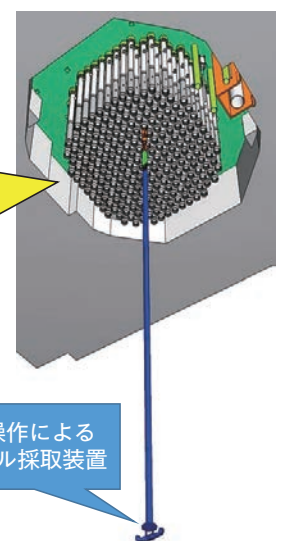
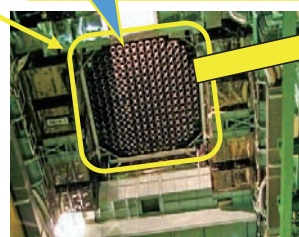
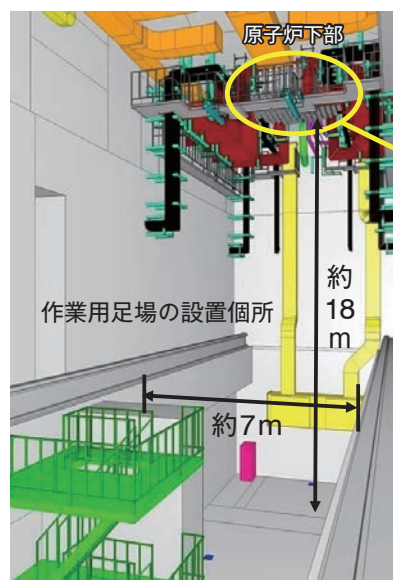
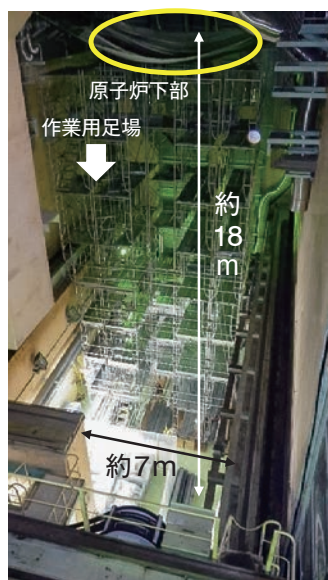
その後「ふげん」の既設建屋内にモックアップ（原子炉本体の構造を一部模擬した仮設構造物）を設置し、製作したサンプル採取装置等を用いて一連の作業を繰り返し実施することで作業員の習熟度向上を図りました。あわせて抽出された課題に対して1つ1つ対策を講じ、安全かつ合理的な作業手順の検証

や作業時間のデータ収集を行い、実際のサンプル採取への準備を着実に進めてきました。

圧力管からのサンプル採取を実証

原子炉構造材からのサンプル採取は、まず原子炉の圧力管からサンプルを採取します。このため2017年度に原子炉下部から圧力管にアクセスするため高さ約18mの作業用足場や装置の設置等の作業準備を行い、2018年度より圧力管からのサンプル採取作業を開始しました。

サンプル採取作業は、モックアップ試験で得られた知見やノウハウを踏まえ、作業用足場に設置したグリーンハウス^(※2)外で装置を遠隔で操作する作業員と、グリーンハウス内で装置の組立て・養生等を行う作業員とに分かれて複数人の体制で実施しました。これにより放射性物質の拡散防止と作業員の安全



原子炉下部からサンプル採取の様子

この研究に携わっている機構職員



そえ じま ご ろう
副 島 吾 郎

新型転換炉原型炉ふげん
廃止措置部
技術実証課所属

入社してから現在までの9年間、廃止措置に係る技術開発業務に従事しています。

今回のサンプル採取の実証に至るまでには、サンプル採取装置を汚染させず、なおかつ装置の動作を阻害しない養生方法の検討等、課題が山積していましたが、従事した職員が一丸となって解決してきました。得られた知見を整理し、今後のサンプル採取に活かすとともに、これらの技術成果を積極的に展開し、国内外の廃止措置に貢献していきたいと思ひます。

確保をしながら、圧力管の複数個所からのサンプル採取に成功しました。

遠隔操作技術と サンプル採取成果の展開

原子力発電所の廃止措置作業では様々な既存技術を組み合わせながら技術開発を行っていきます。遠隔操作によるサンプル採取技術も、その技術を実証することで、サンプル採取のみならず、今後予定されている原子炉本体の解体における遠隔解体装置の設計等への応用も視野に入れた。今回、新たに得られた知見

をこれからの技術開発につなげていくとともに、原子炉構造材のサンプル採取を進め、採取したサンプルを分析することで原子炉構造材の放射能を正確に把握し、原子炉の解体手順や廃棄物の処理に向けた手順に反映してまいります。

※1 圧力管…運転時には核燃料を内包していた構造物。「ふげん」原子炉中心付近にて、224本の圧力管が並立して配置されている

※2 グリーンハウス…放射性物質で汚染したものが外部へ拡散することを防止するために設置する作業用ハウス

廃止措置分野での知識マネジメントの取り組みが 人工知能学会研究会優秀賞を受賞

廃止措置に関連する
最適な情報を得られる仕組み
づくりを研究

近年、原子力発電施設の廃止措置への取り組みが進みつつある中、国内では、まだ廃止措置の実績が少ない状況にあります。また対象となる施設は炉型も異なるなど、今後さらに廃止措置を進める上で必要となる知見等を知識マネジメント^(※3)として、どのように体系的に整理、或いは処理し、継承していくべきかを検討する必要があります。また、退職などにより失われていくベテラン技術者もつ情報や知識を可能な限り収集していくことも必要となります。

このような活動を支援していくために、「ふげん」の廃止措置から得られた成果に注目し、例えば解体工法の特徴や解体対象物などのポイントとなる情報を指定すると、関連する最適な情報が得られるような仕組みづくりを「イーグルサーチ」^(※4)を活用して研究してきました。

この研究論文を「人工知能学会」で発表したところ、今後の廃止措置をより安全に進めるなどの貢献が期待できると評価され、2018年度に研究会優秀賞を受賞しました。今後、実際の解体デー

タを活用し、廃止措置に関する情報収集、共有のためのデータ拡充や整備等を行い、これからの廃止措置につなげていきます。

※3 知識マネジメント…人や組織がもつ知識や経験、ノウハウを共有して新しい知識の創造に結びつけて生産性や競争力、企業価値を高めるための手法

※4 イーグルサーチ…鷹の目のように俯瞰して情報を検索することを目的に作られたアプリケーション(検索エンジン)



左から、計画管理課 香田主査、井口副所長、樽田博士研究員、安全・品質保証部 北村部長、技術実証課 手塚課長

事業
紹介

フランスからの留学生が 敦賀で廃止措置を学ぶ

**福井大学への海外
留学生の実習に協力**

原子力機構では、福井大学との包括的連携協力に基づき、平成23年度より同大学への海外留学生の実習に協力しています。

今年度は、6月10日から8月30日までの間、東京電力福島



写真1 / 「ふげん」の廃止措置について現場で実習している様子

**廃止措置を学ぶと
ともに敦賀の文化も
体験する**

原子力機構では、「ふげん」の廃止措置の状況や、放射性廃棄物の処理・管理方法について実習を行ったほか、「もんじゅ」の廃止措置やレーザー技術の開発動向について

第一原子力発電所の廃棄物管理に係るリスク分析など廃止措置をテーマとした研究を行うため、敦賀市の福井大学附属国際原子力工学研究所の特別研究学生として来日した、フランス国立応用科学院のシモン・カイヤールさんを原子力機構の実習生として受け入れました。



放射性廃棄物管理に係るリスク分析方法を議論(福井大学附属国際原子力工学研究所にて)

の講義などを行いました。(写真1)

期間中、カイヤールさんは敦賀市内に滞在し、寿司などの日本食を堪能したり、「もんじゅ」のある白木地区のお祭り

で神輿を担ぐなど日本の文化に触れ、敦賀の夏を満喫されました。(写真2)



写真2 / 白木地区のお祭りで神輿を担ぐシモン・カイヤールさん

今後国内外の研究生の受け入れなど、原子力人材育成の充実を図り、大学への支援、協力を継続、実施してまいります。

カイヤールさんから、「私は、敦賀滞在中を通して研究テーマの廃止措置のほか様々なことを学ぶことができました。私の実習を支援してくださった皆さんにとっても感謝しています。またいつか敦賀に戻ってきた際は、メルシー・ボクー(大変ありがとうございました)とのメッセージがありました。

夏休み科学実験・工作イベントに
楽しみながら参加する児童たち



液体窒素でバラがこなごなに!



ジャンボ空気砲が高く飛ぶ!



必ず戻ってくるブーメランを作ろう!

地域共生
活動



夏休み科学実験・工作イベントを 開催しました!

原子力機構では、小中学生の理科・科学に対する興味関心の拡大を図るため、若年層を対象とした活動を展開しています。

その活動の一環として、8月6日、アクアトム3階ホール及び交流室において、原子力機構主催、敦賀市教育委員会後援の「夏休み科学実験・工作イベント」を午前と午後それぞれ開催し、敦賀市内の小中学生の児童60名の皆さんに参加いただきました。

イベントでは、普段体験することのできない科学現象を実際に目にしてもらう科学実験ショーと参加者ものづくりを行う工作体験を実施し

ました。科学実験ショーでは液体窒素を使ってバラの花を一瞬で凍らせ、こなごなに作る実験や、バナナを凍らせてくぎを打つ実験を通じ、マイナス196℃の世界を実際に体験しました。また、日常何気なく吸い込んでいる空気中の酸素は、低温にすると青い液体に変化すること、さらに、その青い液体の中に火のついた線香を入れると激しく燃え上がる性質があることを、実験を通して学びました。その他、ジャンボ空気砲の実験では、煙が渦を描いて飛んでいく様子を観察しました。

児童の皆さんは、「初めて、バナナでくぎを打つ実験を見て、とても驚いた」、「大きな空気砲から打ち出される空気の渦がくつきり目と見えて、とても面白かった」など、目を輝かせながら実験を振り返っていました。

工作体験コーナーでは、「必ず戻ってくるブーメラン」と「かさ袋ロケット」作りを行いました。ブーメランもロケットも簡単に作れ、実際にホールで上手に飛ばすことができ、作り甲斐もあつたようです。

今回は夏休み期間を利用したイベントを企画開催しましたが、今後とも小中学生の児童・生徒の皆さんに楽しく勉強してもらえよう活動をより一層充実してまいります。

ご意見箱

本誌に添付したアンケートへの協力、ありがとうございました。お寄せいただいたご意見の一部をご紹介します。

- 前号表紙の洲崎の高灯籠について。あまり、一般市民の通行路ではなく、本誌表紙を飾る写真として見事に写し出されております。(敦賀市・男性)
- 子供がたのしめるイベントをたくさん行なってください。(美浜町・男性)
- 素人にわかりやすい表現に努めてください。研究の意義など。(敦賀市・男性)
- 研究紹介は、本組織の努力的活動の公知として意義がある。今後も期待したい。(群馬県伊勢崎市・男性)
- 燃料体の取出し作業には安全を最優先に考え計画通りに終わることを願っています。研究開発の成果を地元の発展につなげ事業を推進していただきたい。(南越前町・女性)
- 燃料体の取り出し作業についてスピード感をもって処理していただきたい。(美浜町・男性)

ご意見は内部で共有するとともに、今後の業務に活かしてまいります。

日本原子力研究開発機構 敦賀事業本部
TEL 0770 (23) 3021

【訂正】令和元年6月発行「つるほの四季」No.122、表紙の解説記事で「享和2年(1804)」と記載しましたが、「享和2年(1802)」の誤りでした。お詫びして訂正いたします。

旧国鉄
杉津駅

北陸本線屈指の景勝地で
最大級の山越えの難所

国鉄時代の
北陸本線の難所を偲ぶ

杉津駅は、昭和37年まで福井県敦賀市杉津地区に存在した北陸本線旧線の駅です。かつて北陸本線旧線の敦賀〜今庄間は、海拔200メートルを超える山の中を通るルートをとっていました。起伏に富んだ緑の山中から海や棚田を見下ろす眺めの素晴らしさは「北陸本線屈指の車中風景」として知られ、明治42年に東宮（後の大正天皇）が御用列車で当駅を通過の際には、その絶景に見惚れて汽車の発車を遅らせたという逸話が語り継がれています。

その一方で、敦賀〜今庄間は1000メートル進むごとに25メートル高さを増す急勾配があり、北陸本線最大の山越えの難所でもありました。急勾配の線路上で列車が停止すると動き出せないため、高低差を緩和する（※スイッチバックが設けられ、険しい峠を越えて運行していました）。

北陸トンネルの開通で、
役目を終える

昭和20〜30年代の日本は戦後の経済復興が急ピッチで進められており、鉄道の輸送力増強は大きな課題でした。北陸本線最大のネックであった今庄〜敦賀〜木之本間は、緊急対策として、機関車三重連による貨物列車の1000トン牽引を実施するため最新式電気式ディーゼル機関車（DD50型）が配属されました。

現在は北陸自動車道の
パーキングエリアに

ともに新旧本線が切り替えとなり、昭和37年6月9日に旧線は廃止に。杉津駅はその役割を終えました。

昭和35年から2年間で、杉津駅で駅員として勤務していた敦賀市在住の木村さんによると、「敦賀〜今庄間は約26キロあり、その区間に11ものトンネルがありました。蒸気機関車は先頭車両で石炭を燃やしており、上り勾配ではトンネル内に煙が充満するため、トン

※険しい斜面を列車が発坂・降坂するために敷設された折り返し式の鉄道線路

その後、さらなる輸送力増強を図るため、昭和32年より北陸トンネルの建設工事がスタート。昭和37年の完成と

かつて杉津駅のあった場所は、現在は北陸自動車道上り線の杉津パーキングエリアとなっており、鉄道面の面影はありませんが、下り線の杉津パーキングエリアに設けられた「ゆうひのアトリエ」は敦賀湾を望むビュースポットであり、北陸随一と謳われた絶景を今も偲ぶことができます。

2023年の北陸新幹線敦賀開業に向け、新北陸トンネルの工事が進む今、敦賀の鉄道史にも思いを馳せてみてはいかがでしょうか。

参考文献

- ・写真集 国鉄・敦賀〜JR旅たちまでの105年（発行／敦賀駅旅行会）
- ・敦賀長浜鉄道物語（発行／敦賀市立博物館）



旧線で列車を牽引した蒸気機関車D51。電気式ディーゼル機関車DD50と三重連を組んで1000トン輸送を実現（今立 汎氏 撮影）



昭和37年6月、営業廃止寸前の杉津駅全景（今立 汎氏 撮影）



昭和37年6月9日に営業を終え、取り外される杉津駅の名札（今立 汎氏 撮影）



杉津パーキングエリア内には、往年の杉津の風景と蒸気機関車を描いた地元の児童の絵が飾られています