

# Hairo Michi



## 2号機燃料デブリの試験的取り出し ～高線量の環境下での取り組みについて～

P1-3

# 2号機燃料デブリの 試験的取り出し

～高線量の環境下での取り組みについて～

廃炉作業の最大の難関と言われている燃料デブリの取り出しは、昨年11月、初めて試験的に少量(約0.7g)取り出しを完了しました。

燃料デブリは原子炉格納容器内部に堆積しているため、高線量の環境下で人が入ることができないため、遠隔による取り出しを実施しました。

また、取り出し装置の設置作業など原子炉格納容器外部での作業においても高線量の環境下であることから、作業員の安全を最優先に被ばく管理を行い、短時間の作業を交代制で行うなど模擬環境による検証により効率的に実施できるように準備を行ってきました。

今回は、計画から実施までの道のりを3名に伺いました。

三菱重工業株式会社  
原子力セグメント  
建設・保全工事部  
保全技術課

主任  
本田 翔也

東京電力ホールディングス株式会社  
燃料デブリ取り出しプログラム部  
試験的取り出しPJグループ

グループマネージャー  
中川 雄介

チームリーダー  
横川 泰永

## ■ 前例のない作業の構築

**東京電力ホールディングス株式会社 中川雄介グループマネージャー(以下 中川IGM)**:現場での準備作業は2021年の11月から始まっていましたが、当初に計画していたロボットアームが通過するルートに堆積物があり、その除去は時間のかかる作業だと想定されました。そのため、過去の調査での使用実績からテレスコ式装置\*の導入検討を始めました。過去の実績はありましたが今回は、燃料デブリ(以下、デブリ)を調査するだけでなく、デブリを取って戻ってくる作業が加わるため、そこを踏まえしっかり設計する必要がありました。短期間で準備できるように、なるべく構造を単純にするという観点から、どうしても人が介在する作業が必要になります。原子炉建屋内での作業は高線量の環境のため、なるべく遠隔操作でできる部分を増やした装置設計や作業計画が必要でした。

\*伸び縮みする釣り竿のような構造の取り出し装置

**三菱重工業株式会社 本田翔也主任(以下 本田主任)**:テレスコ式装置を実際に扱うオペレーションと、現場に装置を据え付ける作業を結び付けるプロセスを短期間で確立する必要があり、それらを並行して検証を進めました。デブリを取り出すこと、しかも人が介在しての作業は、これまでに例がありませんでしたので、テレスコ式装置等のスペックを決める際にも、人が関わるということを前提に細心の注意を払い設計しました。



建屋への機器搬入

## ■ 高線量による作業制約の壁

**中川IGM**:現場は非常に高線量なエリアのため、作業員は真夏でも全面マスク、ゴム手袋は3重にし、防護服の上から全身を覆うカッパを着用するなどの重装備が必要になります。現場の線量上、一人当たり一日15分から30分と作業時間もかなり限られているため、各作業員が今どの程度被ばくしているのかを遠隔で確認できる仕組みを構築しています。例えば「〇〇さん、被ばくがこれぐらいになったよ」と作業員へ交代タイミングの促しや指示をします。



高線量下での作業

**本田主任**:重装備でのコミュニケーションは、マスクによって顔が見えにくく、フィルターがかかったような状態でのやり取りです。そのため、とにかく指示の復唱や、現場で出た結論や次の対応を漏れなく現場本部に伝達することを徹底し、慎重に作業を進めました。通常のやり取りと比べ、倍以上の時間や労力を費やすのも苦労した点でした。

**東京電力ホールディングス株式会社 横川泰永チームリーダー(以下 横川TL)**:作業員は高線量の場所に入る前には必ずミーティングを行い、疑問点があれば本部に確認し、解消してから作業していました。私も現場確認でその場にいましたが、実際に作業開始の連絡がはいったときでも、現場の作業員から「ミーティングがまだ終わっていない」と声が上がり、手順などを細部まで確認して疑問を解消してから作業に入るという流れを徹底して行っていました。

## ■ 準備作業のパイプの順番誤り

**中川IGM:**8月22日に、これからデブリの取り出し作業を開始というときに、押し込みパイプの順番が違うことがわかりました。まさに挿入するタイミングでしたが、作業員が押し込みパイプの形状の違いに気がつき、そこで立ちどまることができたのは、よかったと思います。ただ一方で、反省点として、装置の搬入や据え付け、またその漏えい確認といった重要なポイントは見ていましたが、そこまでに至る一般的な準備作業の確認が足りていなかった部分もありました。

押し込みパイプを台車に乗せて20~30m運ぶ作業でも、1日では終わらないこともありました。運搬作業ひとつとっても、かなり難しいというのを痛感させられました。そういった環境下で発生したパイプの順番誤りに関しては、高線量で重装備の厳しい環境下を意識した作業工程の構築や訓練が不足していたと原因分析をしています。今後はこれらの経験を活かし確実に作業できるようにしていきたいです。



作業再開へ向けての事前検討会

## ■ 取り出し直前のカメラの故障

**中川IGM:**9月10日から作業を再開して、いよいよ原子炉格納容器底部にアクセスしてデブリをつかみに行くという9月17日の朝、遠隔操作室に行くとテレスコ式装置のアーム先端のカメラが映っていませんでした。正直、なぜだっという感じになりました。

**本田主任:**カメラ交換というイレギュラーな作業になりましたが、交換する部位に到達するまでの手法や、安全上の情報などを整理するなどの検討や検証を行ってからカメラの交換に臨みました。



カメラ交換作業の  
手順確認

## ■ 廃炉に向けた大きな一歩

**中川IGM:**これまでデブリがどういった性状かもわかってない状態でしたので、本格的な取り出しの検討においても、保守的な設計にならざるを得ませんでした。後々にかなり影響しますので、まずは早い段階でデブリを1つ取り出してしっかり分析にかけ、どういった性状かを知ることが必要でした。そういった背景から本取り組みを開始し、無事に完了することができました。私にとっての福島復興とは、廃炉作業を確実に前進させることです。燃料デブリを取り出す作業を、安全最優先で進める、そこに尽きると思います。

## ■ ついにデブリ取り出しへ

**中川IGM:**テレスコ式装置先端のデブリをつかむ部分を大体3mぐらい釣り糸のように垂らして、下の方にあるデブリをカメラで見ながら、微調整し取りたいポイントを見定めて、5mm程度の粒をつかむという本当に大変な作業でした。特にデブリをつかむ時はプレッシャーが高まり、その緊張感の中でオペレーターの方と逡巡し見つめ合うようなタイミングもありました。いろいろありましたが、終わった後は本当にありがとうございましたと声をかけました。

**本田主任:**私は遠隔操作室で最終的にメーカーとして、次の作業を判断するポジションにいました。オペレーターの意見や現場の状況をリアルタイムに確認しながら、中川さん、横川さんに「このあと現場へこういった作業指示をします」とか「一旦、人が入れ替わるので、10分会議した上で再開します」というような全体の舵取り、調整役をやらせていただきました。

**横川TL:**デブリをつかんで、取り出し装置の外に出すまで一週間ほどかかる工程でしたので、つかんでからも気の抜けない状況でした。対策を立て、何度も訓練してきた作業でしたが、デブリが落ちてしまわないか、カメラは止まらないかと、緊張が続く日々でした。

## ■ 一連の作業を終えて

**中川IGM:**準備作業のパイプ順番誤りによる中断を踏まえ、作業工程を見直し、再度、模擬環境での訓練を行い作業員に習熟度を高めてもらいました。それにより、順調に作業を進められたと思います。また、カメラの故障については原因調査と並行して、カメラ交換を実施し、時間はかかりましたが10月30日にデブリをつかむことができ、11月7日に無事に収納容器へ格納し、初めてデブリの試験的取り出しを完了できました。現場で作業する方たちには、何かあったら、一度そこで立ち止まって、指揮者にしっかり報告してくださいと伝えていました。今日の作業が終わらなくても構わないので、安全を最優先に考え慎重に作業していただくことをお願いしていました。

**本田主任:**私も現場で指揮をする立場にありましたので、安全を最優先し時間や成果ありきで作業を求めないことは常に意識していました。



# 燃料デブリ試験的取り出しの 進捗状況

2024年12月26日時点

燃料デブリのサンプル数を増やし、知見を拡充するための2回目の試験的取り出しについて、燃料デブリ採取実績のあるテレスコ式装置を使用する方針とし、今後、装置先端部のカメラ交換や先端治具の改良、習熟訓練等を進め、2025年春頃の着手を検討しています。

## デブリの性状分析

2号機から回収した燃料デブリについて、11月14日に、JAEA\*の大洗原子力工学研究所にて分析を開始し、非破壊分析まで終了しています。

放射能濃度の測定で、核燃料成分が検出され、特殊な電子顕微鏡などの測定では、表面に広くウランや鉄、ジルコニウムなどを含む箇所が確認されており、燃料成分や炉内構造物が含まれていることがわかりました。計画通りに燃料デブリサンプルは破碎、分取できたため、これから半年から1年程度かけて国内の5箇所の分析機関で固体分析や溶液分析などの詳細な分析が行われます。

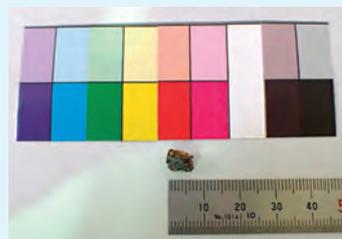
\*日本原子力研究開発機構

### 燃料デブリの外観



(燃料デブリサンプルの外観・拡大写真)

### 色見本との比較

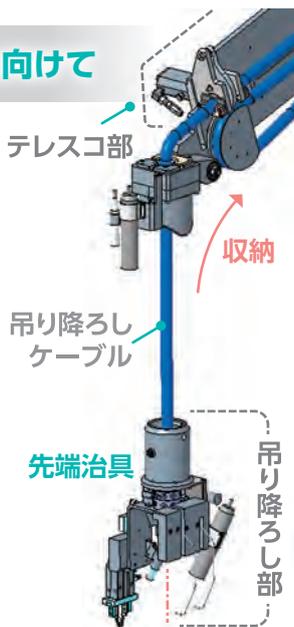


- 燃料デブリサンプルは不定形で、全体的に赤褐色であり、表面の一部に黒色、金属光沢の領域が認められた。
- 大きさは約9mm×約7mm、重量は約0.69g、線量率\* (γ線) 約8mSv/h

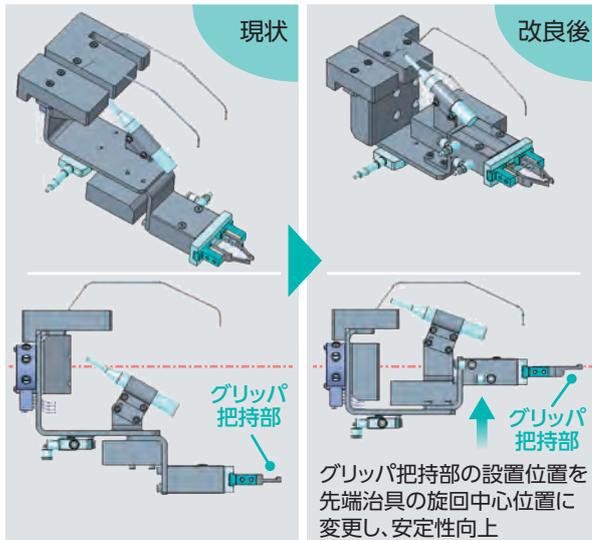
\*電離箱で、試料をポリプロピレン製の容器に収納した状態で計測 (試料から1~2cmの距離)

## 2回目の試験的取り出しに向けて

テレスコ式装置による初回の燃料デブリ採取の際、先端治具の動作時に吊り下ろし部が安定せず、先端治具の操作に時間を要したことから、追加の燃料デブリ採取時には先端治具を右の図にある通り、「グリッパ把持部の位置を先端治具の旋回中心位置に変更し、安定性を向上」させるべく、検討を進めています。

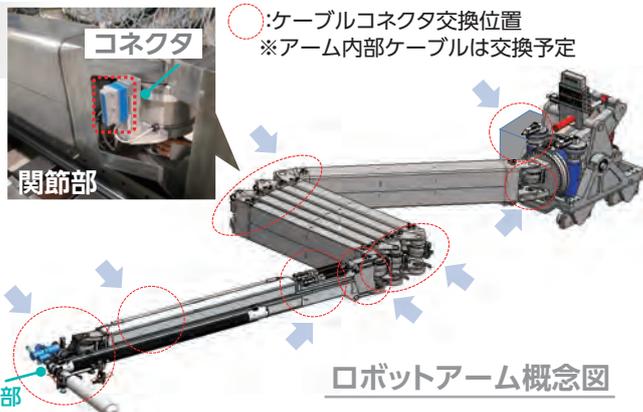


### 先端治具改良のイメージ図



## ロボットアームによる試験的取り出しに向けて

ロボットアームについては、原子炉格納容器の内部の狭隘部へのアクセスを繰り返し行う必要があるため、現場環境を模擬した楡葉遠隔技術開発センターでの試験を通じて把握した情報をもとに、制御プログラム修正等の改良に取り組んでいます。また、試験中にモーターケーブルの経年劣化箇所が確認されたことから、類似箇所の部品交換等を含めて、ロボットアームの全体点検を実施します。



テレスコ式装置での燃料デブリ追加採取及びロボットアームの試験状況をふまえ、安全かつ慎重に試験的取り出しを進めるべく、今後の工程について精査していきます。

## 研究者としての問題の追及

## 発信者としての明快な情報伝達

福島第一原子力発電所  
防災・放射線センター 兼 水処理センター

やま なか かず お

山中 和夫



### もどかしさを抱えながらも徹した広報対応

2011年、私は福島第一原子力発電所で発生した事案を県庁に報告する業務を担当していました。説明には技術的な知識が必要であったため、放射線関連と広報部門での経験が長かった私を含む数名が、担当として福島市の事務所に勤務していました。

3月11日、私用で県外に出ている時に地震に襲われました。どこが震源かもわからず、停電に加えて日暮れも近く移動が困難だったため、夜が明けてから福島へ戻りました。福島へ戻る車内のラジオ以外に情報源はなく、深刻な状況になっていないことを祈りながら福島へ急ぎましたが、1号機が爆発したという報道を聞いたのはその道中でした。12日の夜に福島市の事務所に到着し、前日から作業を続けていた担当者と交代しました。当時は分単位で状況が変わっていましたが、まだ通信手段が復旧しておらず、3時間おきに衛星電話を使用して情報を受け取りました。通話でのやり取りのため、聞いた内容を即座にメモするしかなく、聞き間違いの無いよう細心の注意を払いました。映像もない状況では、情報から現場を想像するしかなかったのですが、放射線量のデータや、3号機が爆発した際に負傷した所員のヘリコプターでの搬送などもあり、現場が一瞬の予断も許されないことは間違いありませんでした。放射線測定の実験者として現場に行き力になりたいと要望をしましたが、広報対応を優先するよう指示を受け、もどかしい気持ちを抱えながら作業に徹しました。その後、注水の情報と圧力が下

がってきた情報が入った時は、本当にほっとしたのを覚えています。

### これまでの経験を活かし、分かりやすく伝える

私の現在の業務は、ALPS処理水放出による風評被害抑制のためにALPS処理水を添加した海水でヒラメとアワビを飼育し、成長率や死亡率などにトリチウムの影響が無いことや、生体内に取り込みはするが濃縮しないことを広くお伝えすることです。科学的な文献はあるのですが、実際に飼育し、その模様を動画配信などを使ってみなさんに分かりやすいように発信しています。

私自身、大学で海の生態系に関する研究をしていたので、当時学んだことを活かしながら進めています。やはり生物は難しいですね。飼育すること自体が難しいのはもちろんですが、例えると機械のように「A」を入力すれば「B」という結果が必ず出る訳ではなく、「B」や「C」も発生するのは、生物特有の性質です。限られた個体数の中で、それらの数値をまとめていく作業は難しい所であり、おもしろいところでもあります。研究者として愚直に問題点を追及しながら、発信者として情報を分かりやすく正直に伝える。これまでの経験があったからこそ務められていると感じます。この取り組みが、安全性の議論がなされる際に、長く活用されていけばいいと思っています。また少しでも漁業関係者の方のお役に立つことを願っております。



海洋生物の  
飼育日誌

福島第一原子力発電所  
建設・運用・保守センター  
電気・計装部電気設備保守グループ

## 佐藤 陸翔

RIKUTO SATO

未来を担っていく若手社員に仕事の想いなどを語ってもらう「ミライ×Michi」。第38回目になる今回は、佐藤陸翔さんです。宮城県名取市出身の佐藤さんは2023年に入社し、電気設備保守グループに所属、電気設備全般の点検と保守業務に従事しています。どのような想いから地元を離れ東京電力で働くことに決めたのか、また業務の中で感じるやりがいや、地域に対する想いを聞きました。



瞬発的な対応力で電気機器の  
速やかな原状復帰を目指しています

### 震災を経験したからこそ惹かれた廃炉の仕事

私は、宮城県名取市の出身で、幼稚園の時に東日本大震災を経験しました。母と一緒に幼稚園から帰宅して家にいた時に大きな揺れに襲われました。こたつの中に隠れ、大きな揺れに只々驚くばかりでしたが、恐怖に怯える母の表情を見て、これはとんでもないことが起きているんだと不安が押し寄せてきたのを覚えています。あの母の表情は忘れられません。電気も止まり、食事のままならない状態で、炊き出しに行ったり、スーパーに並んでカップ麺を買ったりと、今までの日常とはかけ離れた生活でした。一週間ほどして電気が復旧した時には子どもながら感動しました。

工業高校の電気科に進学し、就職先を調べる中で東京電力に目が留まりました。存在は以前から知っていましたが、実際にどのようなことをしているのかまでは詳しく知りませんでした。隣県で名前も知っていたので興味を持ち、そこから調べ始めました。処理水の対策やデブリの取り出しなど、廃炉作業という道のりの長いプロジェクトを進めていることを知り、取り組みの詳細を知るほどに、自分もこの責任ある仕事に携わってみたい気持ちが大きくなっていきました。自分自身も震災で辛い経験をしたことも、復興へ繋がるこの仕事に惹かれた理由の一つでもありました。

### 被害の深刻さと気が引き締まる思い

入社が決まった時は、廃炉に関わる仕事に従事できることを純粋に嬉しく感じていました。ですが入社後に福島第一原子力発電所構内を見た時は、とても衝撃を受けました。施設の海側や建屋など、被害の甚大さがうかがえる場所も多く、調べただけでは知りえなかった被害の深刻さに言葉も出ませんでした。これからこの最前線で仕事をするんだと気が引き締まる思いでしたし、今でも現場に入る時には自分の仕事への決意を新たにしています。

## 機器の早急な運転再開ができるような判断を

私は現在、電気設備保守グループに所属しており、その中で1~4号機担当のチームで業務をしています。主に電気設備全般の点検と保守を行っており、電動機や電源盤類をメインに担当しています。電動機などには点検周期、点検期限が定められているので、機器それぞれの期限内に点検をしていきます。機器の数も膨大ですので、日々点検作業を行っていますが、どうしても不具合が出てきます。どれも重要な機械ですから、どれだけ速やかに原状復帰できるかがこの仕事の難しい部分だと思います。どの部署に相談や協力を仰ぐべきか、または簡易的な是正を行い、急ぎ発注をするべきかなど、瞬発的な対応力が求められます。今のグループに所属して1年4カ月ほどが経ち、まだまだ先輩方に教わることはたくさんありますが、類似機材の選定や発注によって復旧時間の短縮ができたり、何を優先して改善すれば早急な運転再開が可能かを判断できる場面も増え、自分自身の対応力が少しずつ向上していると感じています。



盤内に異常がないか  
目視で確認します



積極的にコミュニケーションを  
とっています!



円滑に業務を進める  
環境づくりを  
心がけています!

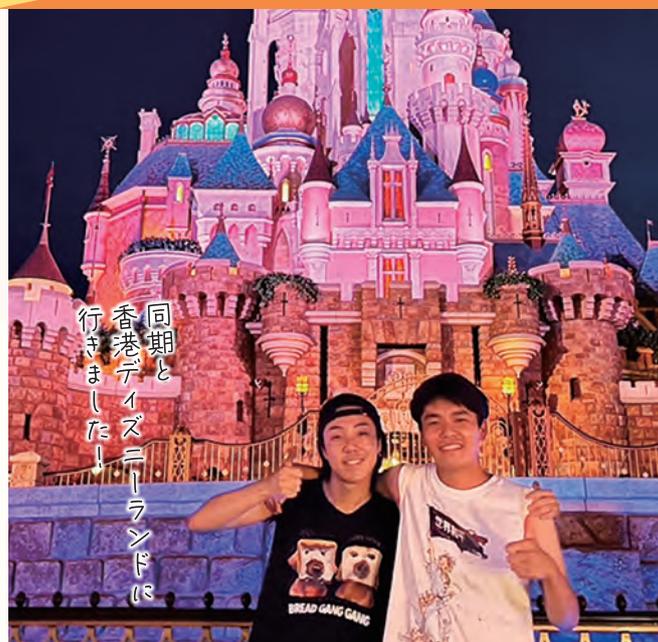
## 廃炉作業の基礎を支える業務

電動機や電源盤はほとんどの設備に設置されており、多方面から修繕依頼が寄せられます。他部署との関わりが非常に多いため、大変に感じることもあります。全体の作業を俯瞰的に把握できるのは、このグループならではの貴重な経験だと感じています。

電気設備を管理することは、設備全体の基盤となる非常に重要な業務です。これからも更なる経験を積み、廃炉作業の基礎を支えられる存在になれるよう、取り組んでいきたいと思っています。

## 地域の皆さんの優しさと 発展への願い

休日は、同期の友人たちと一緒に食事をしたり、遊びに行くことが多く、同期との絆の強さを感じています。食事に行った際にはお店の方がいつも気にかけてくれるなど、地域の皆さんも優しく接して下さるので、県外から来た自分にとってそれが本当に嬉しく、励みになっています。地域の皆さんや地元出身の同期を思うと、復興がさらに進めばと願わずにはいられません。その為に私にできることは、目の前の業務一つ一つに責任を持ち、全力で取り組むことです。その積み重ねが、地域の発展につながると信じて業務に邁進したいと思っています。



同期と  
香港  
ディズニー  
ランドに  
行きました!

福島第一原子力発電所では、地域のイベントなどへ「廃炉の今」をお伝えするブース展示を実施しています。展示ブースでは、2号機原子炉建屋の模型や大型モニターによる動画放映などを使用して、来場者の方々とコミュニケーション活動を展開しています。

「復興なみえ町十日市祭」

2024/11.23(土)・11.24(日)

これまでのブース展示に加え、空気、水やトリチウム水の分子模型の作成体験をしていただく「ボンテンでふわふわ分子模型づくり」を実施しました。

皆さまからお寄せいただいた声

- デブリを0.7g取れたが、全部取り出すのにどれほどかかるのか。
- 模型を見て説明を聞いて、今回の試験のデブリ取り出し作業がとても大変だったんだということが分かった。これからも頑張りたい。
- 試験的取り出しで0.7g採取したとのことだが、880t全て取り切れるのか。全て取らずに埋めてしまっても良いのではないのか。
- そもそもデブリを取り出す必要はないのではないのか。
- 1号機原子炉建屋上部のガレキを早く撤去する方を急ぐべきではないのか。
- 未だ取り出していない使用済燃料が地震等の自然災害で臨界することはないのか。
- 廃棄物の問題を先送りするな。
- 原子力は放射性廃棄物など沢山の廃棄物が発生するからやめるべき。
- 東電はいつもでも謝罪ばかりではなく、取り出したデブリの処理方法など、これからのことについて対話していくべきで、そういった対話の場はあるのか。
- (ボンテン工作)若い世代へのアプローチは良いと思う。



色違いのボンテン(毛玉)を使った分子模型

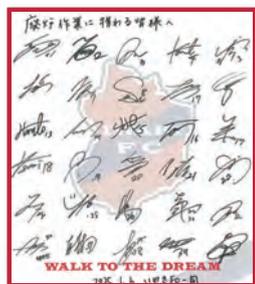
お寄せいただきましたご意見やご質問は、「知りたいことをお伝える」広報のカイゼン活動に活用させていただきます。

いわきFCの皆さまが福島第一原子力発電所を視察しました

2025/1.6(月)

1月6日、サッカーJ2リーグで活躍するいわきFCのトップ選手やスタッフなど53名の皆さまに福島第一原子力発電所を視察いただきました。

福島県内出身の選手は「実際に見るのは初めて、改めて事故の大きさを感じた」とのこと。他の選手からも「最初は放射線区域に入るのが怖かったが、直接見て興味を持った」「事故当時のこと、現状、これからやらなければならないことを知れてよかった」など感想をいただくとともに、発電所で働く全員にエールもいただきました。



©IWAKIFC

現在、県内にお住まいの方、また、弊社、福島第一原子力事故当時に県内にお住まいだった方を対象に廃炉作業の進捗を直接ご覧いただく視察とその後グループに分かれてご質問やご意見などをお伺いする座談会を毎月開催しております。

詳細・お申込はこちら



今回の表紙



1月17日に福島第一原子力発電所にて「安全総決起集会」を開催しました。発電所で働く一同、本年も決意を新たに安全第一で廃炉作業に取り組んでまいります。



この印刷物は、復興支援の一環として、福島県の印刷会社に、デザイン制作および製造を依頼し発行したものです。



「デブリポータルサイト」  
英語でも掲載しております



「処理水ポータルサイト」  
英語、中国語、韓国語でも  
掲載しております



「ALPS処理水を用いた  
海洋生物の飼育日誌」  
飼育状況を公開しております



「はいろみち」  
バックナンバーが  
ご覧いただけます

