

つるかの四季



敦賀港:ダイヤモンド・プリンセス寄港 (写真:敦賀市提供)

「もんじゅ」の廃止措置に向けた検討状況について

「もんじゅ」を含む高速炉は、冷却材に化学的に活性な性質を持つているナトリウムを使用しているなど、電力会社の原子力発電所（軽水炉）とは異なる特徴があります。その廃止措置に当たってはこうした特徴を考慮して施設の解体・撤去を進める必要があります。

イギリスやフランスなど海外では、10基以上の高速炉の廃止措置経験があることから、こうした経験を参考にし、「もんじゅ」廃止措置に関する課題をあらかじめ抽出するとともに技術的な検討を行っているところです。

また、軽水炉の廃止措置は原子炉から燃料を取り出した後から始まるのに対して、「もんじゅ」の場合は燃料を取り出すところから廃止措置作業が始まります。この燃料取出し作業においても、①「もんじゅ」の燃料は不透明なナトリウムの中にあり、目視しながらの交換ができず機械による遠隔操作が必要であること、②炉心から取り出した後の燃料に付着しているナトリウムを、燃料池（水プール）に保管するため洗浄する必要があるなど、軽水炉にはない特徴が多くあります。

「もんじゅ」の現況や廃止措置に向けた原子力機構の取組状況を継続的に確認するなどを目的として原子力規制

委員会に設置された「もんじゅ廃止措置安全監視チーム（監視チーム）」会合で、原子力機構から「もんじゅ」の燃料取出しに向けた諸課題の検討状況を説明するとともに、燃料取出し作業を約5年半で終了するための目標工程案を提示しました（下図参照）。

この他、「もんじゅ」で現在行っている保全計画に基づく燃料取扱設備の点検状況についても説明するなど、安全に廃止措置を実施するために必要な対応等について議論を行っております。これからも、立地地域及び国民の皆様のご理解をいただきながら、安全を

最優先に、我が国で最初のナトリウム冷却高速炉の廃止措置を着実に実施いたします。



保全計画に基づく燃料処理・貯蔵設備の点検作業（炉外燃料貯蔵設備の点検）

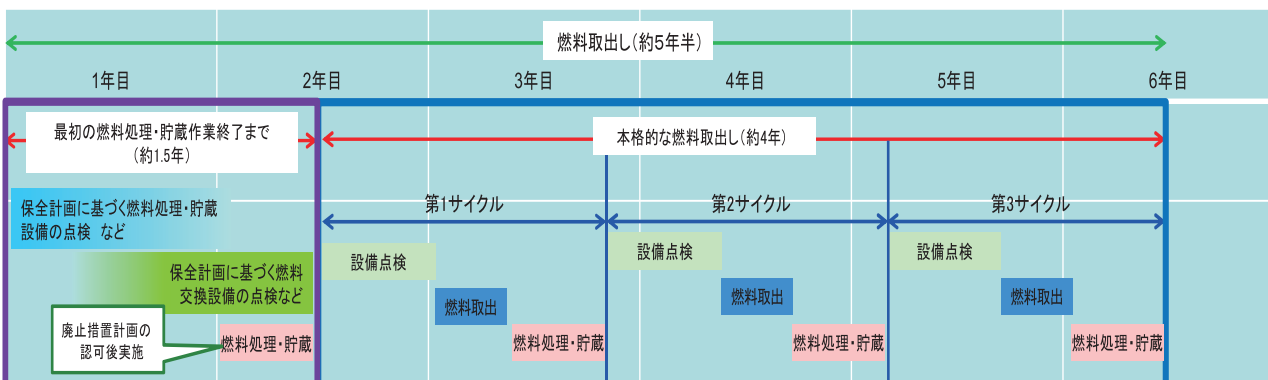
● 燃料取出しの工程 ●

【最初の燃料処理・貯蔵作業終了まで（約1.5年）】

- 燃料処理・貯蔵作業を安全に実施するための設備点検、操作員の訓練などを約1年かけて実施。
- その後、廃止措置計画の認可を受け、約100体程度の燃料処理・貯蔵作業を実施して、手順の確認、作業課題の抽出などを行う予定。

【本格的な燃料取出し（約4年）】

- 最初の燃料処理・貯蔵作業の経験を基に、本格的な燃料取出し作業を実施。
- 設備点検→燃料取出し→燃料処理・貯蔵を1サイクルとして、3サイクル（約4年）で全ての燃料を取出し、燃料処理する予定。



敦賀地区の廃止措置体制を整備するための準備室を設置

「もんじゅ」の廃止措置の安全かつ着実な実施に向け、業務の適切な進捗管理及び新組織の具体化等を行うため、本年7月、敦賀事業本部内に「敦賀廃止措置体制準備室」を設置しました。

原子力機構は、本年6月に「もんじゅ」の廃止措置に関する基本的な計画」を策定しました。その中で、「もんじゅ」の廃止措置は国内外の英知を結集して取り組むべく、電力、メーカー等外部から人的支援や協力を得て新たな体制を構築するとしています。

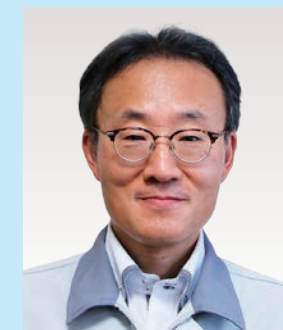
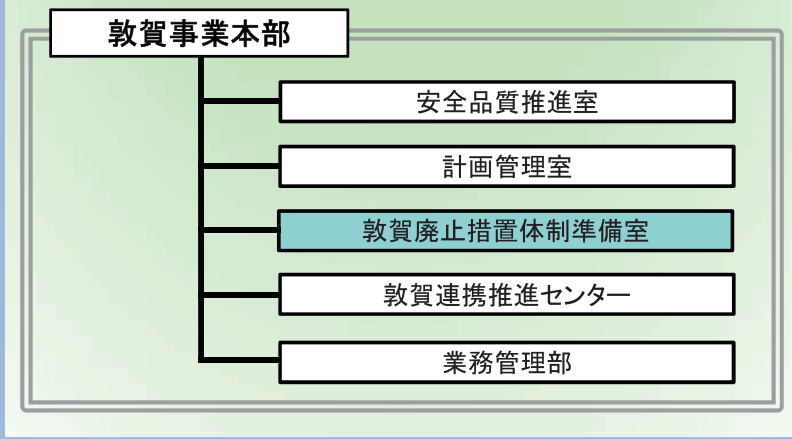
先行する「ふげん」とあわせて「もんじゅ」も廃止措置段階へ移行することから、敦賀地区に両者の廃止措置を実施する「敦賀廃止措置実証部門」（仮称）を新設する予定です。

この部門の長には、原子炉の廃止措置の経験の有する外部人材を廃止措置実証統括として任命し、人員、予算等の権限を集中することで、自主的な運営を可能とする体制を整備します。

また、廃止措置実証統括をトップとしたヘッドクォーター機能を充実させるため、廃止措置推進室、安全・品質保証室、事業管理部等を設け、廃止措置計画の策定や対外調整、廃止措置作業の品質保証等の機能を持たせる予定です。

敦賀廃止措置体制準備室では、新部門の設立準備に関する作業を行うとともに、「もんじゅ」の廃止措置段階移行に向けた業務の進捗管理、対外対応の方針検討、関係機関との調整などの業務を行っています。

敦賀事業本部の体制図 ～「敦賀廃止措置体制準備室」を新設～



敦賀廃止措置体制準備室
室長 荒井 眞伸

日頃から原子力機構の業務に多大なご理解を賜り、誠にありがとうございます。

原子力機構では、本年6月13日に策定した「もんじゅ」の廃止措置に関する基本的な計画」に基づき、「もんじゅ」廃止措置を安全かつ確実に進めるための技術的諸課題の検討を行うとともに、廃止措置計画の策定を進めているところです。

また「基本的な計画」では、国内外の英知を結集して「もんじゅ」の廃止措置に取り組むべく、

外部からの人的支援や協力を得つつ、敦賀地区に廃止措置の実証に特化した部門を新設することとしております。この部門では、「もんじゅ」及び「ふげん」の廃止措置を統括し効率的に業務を進めていく予定です。

これら諸課題の検討及び準備をさらに強力に進めていくため、本年7月、敦賀事業本部に「敦賀廃止措置体制準備室」を発足させ、新部門の検討、敦賀地区における廃止措置に関する対外対応方針の検討、業務の進捗管理などを実施しています。

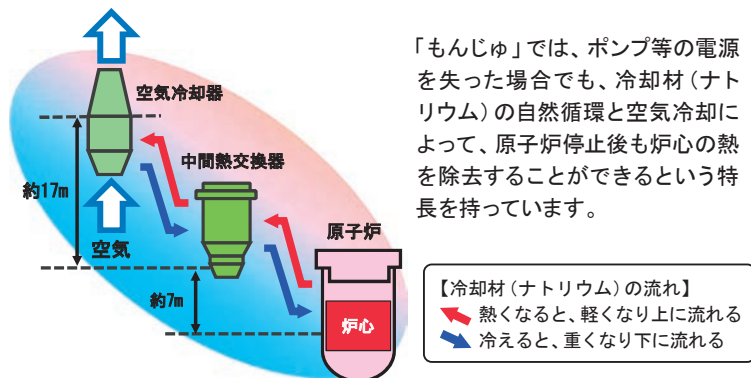
原子力機構が「もんじゅ」及び「ふげん」の廃止措置を安全かつ確実に実施できるということを立地地域及び国民の皆様にご説明し、ご理解を得られるよう取り組んでまいります。どうぞよろしくお願いいたします。



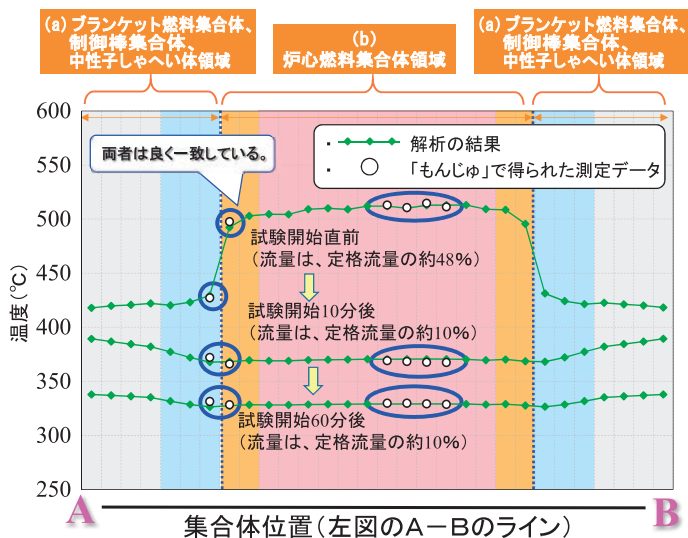
「もんじゅ」のロゴマーク
 智慧の象徴の文殊菩薩が乗って居られる
 「獅子」をイメージしたもの

ナトリウムを使った高速炉の 解析技術の研究開発

炉心部の自然循環による冷却をより正確に評価



【図1】自然循環のしくみ



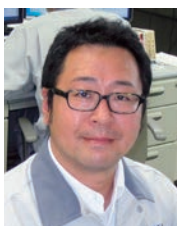
【図2】「もんじゅ」での測定データ*と開発した解析モデルから得た結果の比較 (*※)平成7年に実施した40%出力試験(タービントリップ試験)の測定データ

この研究に携わっている機構職員

もり
森

たけ
健 郎

もんじゅ運営計画・研究
 開発センター
 プラント安全評価部
 プラント安全評価グループ所属

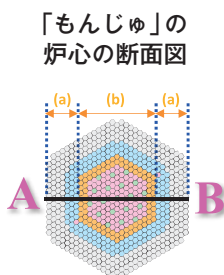


プラント挙動の解析技術の研究開発とプラント挙動の評価に従事しています。この研究開発は、各機器の熱や流動の特性の詳細だけでなく、プラント全体の動きも把握する必要があります。プラント運用や設計技術の評価、さらには高速炉設計に反映できる業務なので、やりがいと誇りを持って仕事に取り組んでいます。今後も高速炉開発が前進するよう、研究開発を進めていきます。

原子力機構が開発を進めるナトリウムを冷却材に用いる高速炉は、冷却材の温度差で生じる比重の差による対流現象(自然循環)を活かし、万が一電源を長い期間失った場合でも原子炉を冷やすことができます(図1)。この自然循環による原子炉の冷却に関する安全性の評価のため、解析技術の研究開発を行っています。今回は炉心部分の解析技術の研究開発について紹介します。

自然循環時の炉心部の冷却材の流量と温度

自然循環時の炉心部に流れる冷却材の流量は、冷却材の循環ポンプ作動時



と比べて少なくなるため、各燃料等を通過する冷却材の流量や温度の分布が、ポンプ作動時と大きく異なるためです。これをシミュレーションするため開発したのが、炉心部の詳細解析モデル(全炉心熱流動解析モデル)です。

「もんじゅ」から得られたデータによる解析モデルの妥当性の確認

全炉心熱流動解析モデルの妥当性を

確認するために、「もんじゅ」の測定データ(平成7年の40%出力試験)と、この解析モデルで解析した結果を比較したところ、良く一致する結果が得られました(図2)。このことからこの解析モデルは、「もんじゅ」の炉心の特徴を適切にシミュレーションし、自然循環冷却時の炉心部の温度を正確に評価できることが確認できました。

この解析モデルを含め、これまでに「もんじゅ」から得た測定データを用いて開発してきた解析モデルを次世代の高速炉の解析技術につなげるとともに、さらなる解析の精度向上に向けて、これからも解析モデルの構築や改良を行います。



「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

合理的な廃止措置作業の 管理に向けて

復水器・湿分分離器の解体から得た切断工具・工法データを蓄積

| 対象機器 | 使用した切断工具 |
|--------------|-----------------------------|
| 復水器の上部・中部胴板 | ガソリン切断機 |
| 海水冷却管 | ダイヤモンドワイヤーソー (乾式)による一括切断 |
| 湿分分離器(内部構造物) | プラズマ切断機 |
| 湿分分離器(本体胴) | ガソリン切断機と アセチレンガス切断機 |

【表1】

性能」等のデータを取得すること、を目的に、表1の通り切断工具を使い分けています。たとえば、湿分分離器(本体胴)は、同じ大きさの2基を解体するため、切断工具の違いによる比較

切断工法を使い分け、解体作業に関する実績データを取得

現在、「ふげん」ではA復水器及び湿分分離器等の解体撤去作業を行っています。7月末までに復水器上部胴、中部胴の解体撤去を完了し、現在は、下部の内部構造物(海水冷却管等)の切断を進めるとともに、湿分分離器の解体撤去作業が大詰めを迎えています。

解体作業は、最適な作業計画に向けたデータ取得も重要な業務となります。そこで今年度は、これまでの解体作業で蓄積した経験や実績を基に、切断工具の違いによる「作業工数」や「作業条件」、解体対象物の材質や構造などの違いによる「切断速度」や「切断

データを得る最適の条件であったことから、異なる方法で切断しています。また、「ふげん」での初の試みとして、ダイヤモンドワイヤーソー(写真1)を用いて束になった復水器海水冷却管を一括して切断しています。この工法特有の切断速度、作業工数、消耗品使用量、切断面の状況等の新たなデータと作業経験を取得することができました。



【写真1】海水冷却管の一括切断(ワイヤーソー)

管理データ評価システムに蓄積、廃止措置分野に貢献

これら解体作業から得られたデータは、解体作業の「管理データ評価システム」に蓄積して、物量評価モデルを検証しシステムの精度向上を図ります。このように、「ふげん」の廃止措置

作業では、多面的な解体データを収集しています。

▽汚染の可能性のある機器、または汚染された機器を一般的な切断工具でどのように効率的に解体するか

▽その解体物の切断面が、除染を妨げないような形状で排出できるか

▽さらに切断作業により発生する二次廃棄物の少ないものはどれか

といったさまざまなデータを収集し、合理的な廃止措置作業管理に寄与していきます。

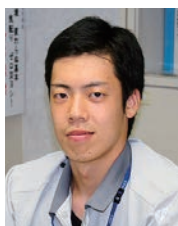
ここから得られた技術成果が、まだ実績の少ない我が国の廃止措置分野に貢献できるよう、積極的に学会等を通じて情報発信していきます。

この研究に携わっている機構職員

この研究に携わっている機構職員

よし だ ゆう と
吉田 勇人

原子炉廃止措置研究開発センター
技術開発部 開発実証課所属



本作業では、これまでの復水器解体撤去工事の実績・経験を踏まえて、新たな切断工具や工法を取り入れています。例えば、これまで人の手で一本ずつ切断していた大量の小口径配管について、本作業ではワイヤーソーによる一括切断工法を採用しました。これにより人災のリスクを減らすだけでなく、作業の効率化・省力化を図りました。今回得られたデータを過去の実績と比較評価し、より最適な作業方法の立案につなげていきます。

レーザー共同研究所が開発した耐熱歪センサを東京ビッグサイトへ出展

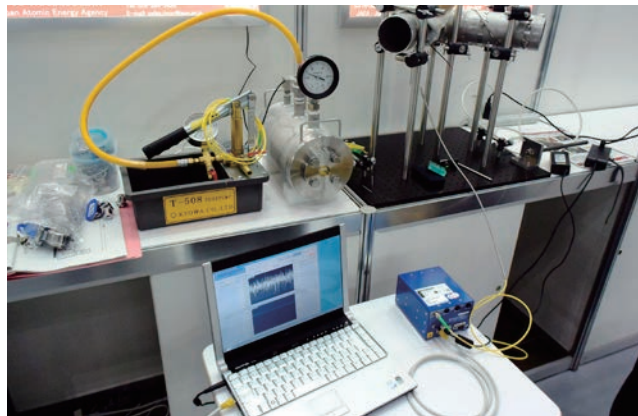
敦賀事業本部レーザー共同研究所（以下、レーザー研）では、レーザー加工技術を活用した耐熱歪（ひずみ）センサを開発しました。このセンサは耐熱性に優れ、原子力施設等の高温環境下でも劣化することなく使用することが可能です。8月31日から2日間にわたり東京ビッグサイトで開催された「イノベーションジャパン2017」に出展し、産業界から大いに注目を集めました。

原子力施設等の高温環境でも使用できる耐熱歪センサを開発

レーザー研では、レーザー加工技術を活用したさまざまな研究開発に取り組んでいます。その一つが、耐熱歪センサの実用化にむけた研究開発です。

「歪み」とは、物体の変形状態を表す尺度で、その単位はマイクロストレイン（百万分の一の変形）で表されます。歪みは一定の範囲内であれば常に存在しており、これを正しく計測・解析することは設備機器やプラントの安全管理につながります。

しかし、一般的な歪みを測定するセンサは耐熱性に乏しく、原子力施設等の高温環境下では使用する事ができません。そこで研究開発が進められてきたのが、高温環境下でも使用可能な耐熱歪センサの実用化です。



ブースに展示した耐熱歪センサのサンプル装置。写真上部に見える配管の歪み測定を体感していただきました。

歪みの計測にはさまざまな方法が用いられており、近年では光ファイバーを使ったFBGセンサが登場しています。これは温度や歪みの変化を光波長の変化として検出するとい

うもので、従来の電氣的センサと比べると電磁ノイズなどの影響を受けにくく、これまで使用が難しかった過酷な環境でも歪みの測定が可能になります。なかでも超短パルスレーザーで加工したFBGセンサは、耐熱性に優れた特性を持つています。レーザー研ではこれを応用した実証実験を進め、耐熱温度が約1000℃の高温環境下で利用できる耐熱歪センサを開発しました。

この耐熱歪センサを原子力施設等の高温の流体・気体が流れる配管へ貼りつけることで、対象物の急激な温度変化や振動の影響による配管の歪みなど、配管損傷に繋がる問題を常時監視する事が可能になります。原子炉などの大型高温プラントの保守保全にも大いに役立ちます。

東京ビッグサイトに出展 産業界からも高い関心

レーザー研では、開発した「耐熱」の機能を備えた歪センサを広く産業界に紹介するために、8月31日から東京ビッグサイトで開催された「イノベーションジャパン2017」に出展し、応用例の展示を行いました。ブースでは、配管の模擬サンプルを



8月31日～9月1日、東京ビッグサイトで行われた「イノベーションジャパン2017」にて。多くの来場者から「耐熱」機能を備えた歪センサに関心が寄せられました。

準備し、来訪者が測定の対象物に力を加え変形させたとき、センサがどう反応するか等を体験してもらいました。会場には火災時の高層ビルの安全管理に携わる企業や、高熱を発生する電気自動車のバッテリー製造関連企業の方々など多数が来訪し、大変高い関心が寄せられました。今後もレーザー研では、原子力の分野で開発した保守保全技術を化学プラントや宇宙産業などの他分野に展開することで、切磋琢磨し技術の成熟を図ります。また、最新の保守保全技術を再び原子力分野に活用し、さらなる安全性の向上につなげていきます。

「敦賀まつり」への参加

9月2日～4日、氣比神宮例祭「敦賀まつり」が開催されました。秋の訪れを告げる祭事に、原子力機構敦賀事業本部も参加致しました。

「敦賀まつり」は北陸地方随一とも言える秋の恒例イベントで、県内はもとより県外からも多くの人々が訪れます。今年も「神輿渡御」や「山車巡行」等の行事が行われた他、氣比神宮境内や商店街には屋台がズラリと並び、大盛況となりました。

9月3日に開催された「カーニバル大行進」では、原子力機構従業員が約50名の踊り子隊を結成し、ダンスを披露しました。この日のために慣れない踊りを克服すべく重ねてき



神輿渡御



約80名の役職員が参加した民謡踊りの夕べ



踊り子隊(原子力機構職員)がダンスを披露



カーニバル大行進

ご意見箱

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

- さいばすに一度は見学へ行き、エネルギーの知識を身に付けたいです。(敦賀市・女性)
- かさねがさね「もんじゅ」の廃止措置は、まことに断腸の思いである。今後は「もんじゅ」で培ったデータをこれからの日本原子力発展のために役立てていただきたい。(敦賀市・男性)
- 慎重に願います。(検査もれ等にはくれぐれも)(敦賀市・男性)
- 「もんじゅ」であらゆる不具合を出しつくす必要があり、そしてそれをベースに次世代「もんじゅ」を設計すべきです。(越前市・男性)
- プラントデータや解体撤去工事の説明を通し、今後の開発や蓄積に生かせるよう前向きな姿勢を貫かれるよう期待しています。(美浜町・女性)
- 子供の将来が安全で命をつないでゆけるものを期待。エネルギー環境教育施設等で人材育成を切に望みます。レーザー共同研究所やプラント技術共同開発センターの支援や開設に希望を託します。(美浜町・女性)

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。

赤崎獅子舞

赤崎地区に江戸時代から
伝わる秋季例祭の獅子舞

敦賀湾東岸にある敦賀市赤崎地区では、八幡神社の秋季例祭で獅子舞が奉納されます。その起源は定かではありませんが、かつて使用されていた獅子頭を納めた獅子宮（神楽）に文久元年（1861）と記されていたことから、江戸時代末期から行われていたと推定されています。毎年9月15日に行われていましたが、祝日法の改正にあわせて、現在では敬老の日の前日（日曜日）に行われています。

獅子舞を奉納するのは、赤崎地区住民による赤崎獅子舞奉賛会です。かつては青年によって奉納されていましたが、少子高齢化の影響で年齢が引き上げられ、現在は20～50代の男性18名が伝統行事を受け継いでおり、今日まで毎年欠かさずことなく続けています。

祭礼当日は、早朝から獅子・飾り等の準備が行われ、集落の家々を回ります。夕刻が近づく、舞手たちは神楽

玉が転がるような流麗な舞、見事な早変わりは圧巻

を担いで八幡神社へと練り歩きます。これを「神楽の渡り」といい、道中は笛や太鼓とともに渡りの音頭が歌わ

江戸時代から伝わる優雅な獅子舞

れます。

八幡神社に到着すると、参拝・挨拶をし、いよいよ舞が奉納されます。赤崎の獅子舞は雌獅子で、玉が転がるような優雅さから玉獅子とも称されています。五穀豊穡・悪疫退散を祈る「鈴の舞」から始まり、獅子が好物の蟹を食べる「蟹拾いの舞」や、獅子が満腹になつて眠っている「寝の舞」などさまざまな舞が披露され、目を覚ました獅子が獅子頭を高く上げて舞い踊る「高山の舞」で最高潮となり、クライマックスを迎えます。

舞い終わるまで1時間半にも及ぶ長丁場ですが、場面ごとに演じ分けられる華麗な舞は見応え満点です。間に休憩を挟むことなく演じられるので、演者は気づかれないように獅子の着物の中にもぐり込むなど見事な早変わりも圧巻です。流麗な舞を踊りこなすには技量が必要で、習得するまでには数年掛かるといわれます。特に獅子舞は2人1組で舞うため、演者同士のパートナーシップも大切になります。奉賛会のメンバーは祭礼が近づく、練習を重ね、呼吸を合わせて本番に臨みます。奉賛会の会長を務める宮下浩一さんは「毎年継続していくことは大変ですが、獅子舞を通じて地区の結束力が生まれています」と話します。奉賛会の東山雅紀さんも「獅子舞が披露され、皆からの拍手をもらうとうれしいですね」と笑顔を見せます。

伝統の祭礼は、地域の有志たちの手でしっかりと受け継がれています。

赤崎獅子舞

開催日時／敬老の前日
開催場所／敦賀市赤崎地区八幡神社



祭礼当日は朝7時から57軒もの集落の家々を回り、舞や笛・太鼓を披露します。



眠っている獅子のまわりで天狗や猿などが踊る「寝の舞」。着物は赤崎地区の女性のみなさんによる手作りです。



クライマックスの「高山の舞」。獅子舞の舞手が2人から3人になり、肩車で獅子頭を高く舞い上げます。



舞い終わるまで約1時間半。夕刻から始まった舞も終盤になると日が落ち、秋の宵に包まれます。

には技量が必要

を踊りこなす

見事な早変

わりも圧巻で

す。流麗な舞

を踊りこなす

には技量が必要

を踊りこなす

には技量が必要