

つるかの四季



外観が完成した北陸新幹線「敦賀駅」

もんじゅ REPORT	P2
ふげん REPORT	P3
つるそうけん NEWS	P4
新試験研究炉トピックス	P6
つるほんだより	P7
趣味とサークル ～長唄「四季の敦賀」を保存・継承～	P8



「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

「もんじゅ」廃止措置第2段階に向けて

準備状況、今後の課題や役割について

2023年4月から「もんじゅ」廃止措置工程の第2段階がスタートします。第2段階に向けたこれまでの準備状況や今後の課題について、「もんじゅ」廃止措置の中心となる廃止措置計画課の職員に話を伺いました。

「もんじゅ」廃止措置工程の第1段階が3月末で終わり、いよいよ第2段階が始まりますが、開始にあたってこれまでどのような検討をしてきましたか？

2021年4月に廃止措置計画課を設置して作業の検討体制を強化し、廃止措置全体を広い視野で見第2段階への移行準備を進めてきました。

「もんじゅ」廃止措置の特徴は、「ナトリウム機器の解体」が工程の中核となっていることであり、廃止措置第2段階はその準備期間となります。安全最優先で、効率的かつ合理的に解体する観点から、「廃止措置計画全体像と第2段階のロードマップ」を定め、第2段階の完了条件をナトリウム搬出を含む4項目とし、完了時期を2031年度としました。また、ナトリウム機器の解体工事の段取りを定めることにより、「もんじゅ」廃止措置

の完遂に向けた見通しを得ることができたことも、大きな収穫であったと感じています。これらの成果により、第2段階前半を対象とした廃止措置計画の変更について、2023年2月に国から認可をいただくことができました。

今後、「もんじゅ」で働くすべての仲間が一体感を持って廃止措置に取り組めるよう進めていきたいと考えております。

第2段階の完了条件

- ① ナトリウムの搬出
- ② ナトリウム設備の解体着手準備完了
- ③ 解体着手前に実施すべき放射性廃棄物等に関する準備完了
- ④ 解体に向けた施設運用の最適化

「もんじゅ」廃止措置の第2段階を進めていく中での課題、果たすべき役割を教えてください。

第2段階においては、ナトリウムを系統から抜き出し、運搬用のタンクに移して搬出します。この抜き出しの際に、機器や配管の底に残るナトリウムについても、可能な限り専用の治具等で吸い出すことを検討しています。このようなナトリウム取扱技術については、今後の高速炉設計に反映すべき重要な視点が含まれていると考えています。

「もんじゅ」廃止措置を通じて得られる経験は、視点を変えることで今後の高速炉開発へ繋げることができ、そのような考え方を各世代で共有し、成果を発信していきたいと思っています。

今後も、謙虚な気持ちで、明るく、前向きに「もんじゅ」廃止措置の完遂に向けて、取り組んでまいりたいと思います。

話を伺った職員



高速増殖原型炉もんじゅ
廃止措置部 廃止措置計画課
課長 城隆久



高速増殖原型炉もんじゅ
廃止措置部 廃止措置計画課
マネージャー 小幡行史



「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

原子炉本体周辺設備の解体撤去作業から得られた知見

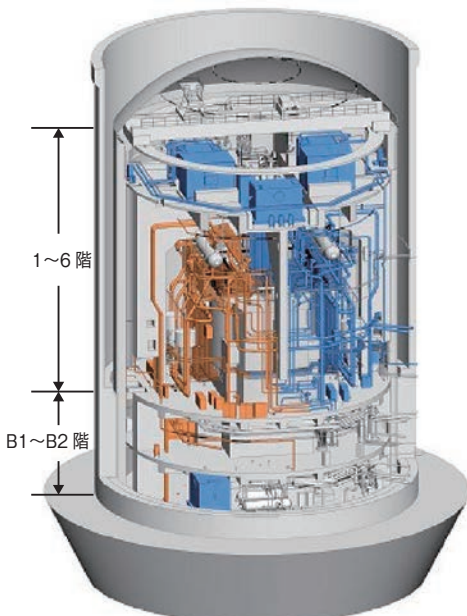
配管の解体工法を確立

「ふげん」では、2019年7月から2022年9月にかけて、原子炉の主要冷却系（Aループ、Bループ）が配置された原子炉本体周辺設備の機器・配管等の解体撤去作業を行いました。

この解体撤去作業にあたっては、作業効率を高めるため、様々な解体工法を検討しました。

複雑な配管の解体撤去作業

「ふげん」の原子炉建屋内には、原子炉を冷却するための多くの配管が密集しており、それらの中には、太く長く各階を貫通して縦に配置されているものもあります。これらの配管の解体撤去作業については、「上部から切断」「下部から切断」等、様々な解体工法が考えられました。



【ふげんの原子炉建屋】

地上6階、地下2階の構造で、全高66m

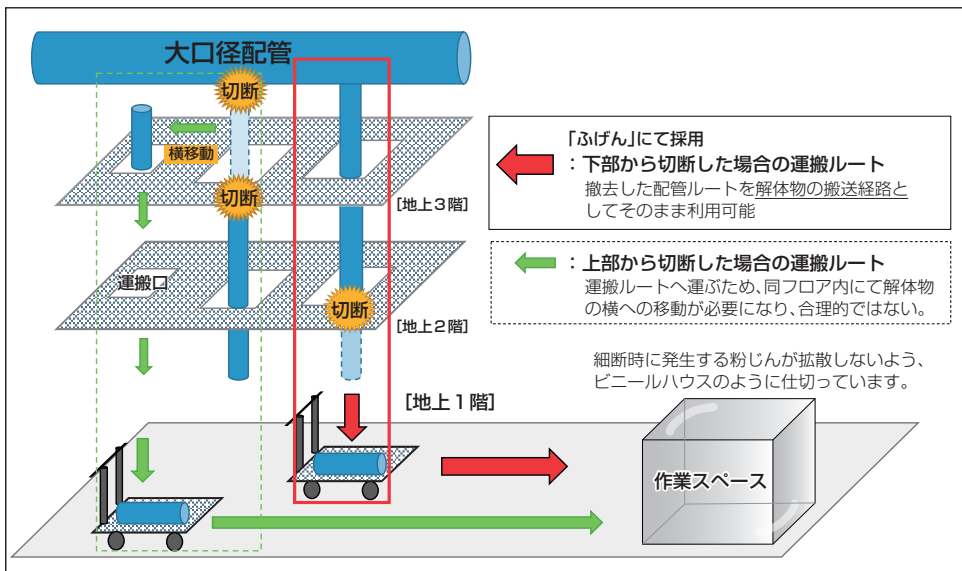
- : Aループ側機器・配管等の解体撤去範囲
- : Bループ側機器・配管等の解体撤去範囲

縦配管に対する下部からの解体工法を実証

「ふげん」では配管の解体撤去作業にあたり、一旦、配管を大きく切断した後、さらに小さく細断するための作業スペースまで運搬し、解体撤去物を収納する専用容器に収められるサイズにします。今回の解体撤去作業では、作業スペースのある地上1階までの運搬経路を考慮し、階層の下部から解体撤去作業を行うこととしました。

下部から上部へ向かって配管を切断していくことで、縦配管の貫通ルートをも、そのまま解体した配管の運搬経路に利用でき、作業時間が短縮され、作業効率の向上につなが

ることができました。作業の効率化による作業員の被ばく低減、負担軽減は作業の安全性をより一層高めることにつながります。このような知見は、軽水炉や「もんじゅ」のように異なるタイプの原子炉を解体する際にも活かすことができます。



原子力機構における次世代革新炉の研究開発

2023年2月10日、政府は「GX^{※1}（グリーン・トランスフォーメーション）実現に向けた基本方針」を閣議決定しました。原子力は「脱炭素のベースロード電源」と位置づけられ、安全性の確保を大前提とした原子力の最大限活用に向けて、原子力発電所の再稼働、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設、運転期間の延長などが示されています。今号では原子力機構が担う次世代革新炉「高速炉」「高温ガス炉」についてご紹介します。

※1 GX（グリーン・トランスフォーメーション）：産業革命以来の化石燃料中心の経済・社会・産業構造をグリーンエネルギー中心に移行させ、経済社会システム全体を変革すること。

高速炉の研究開発

高速炉は、「もんじゅ」のようにナトリウム等の中性子を減速しない冷却材を用いて、高速中性子（エネルギーの高い中性子）を利用する原子炉で、高レベル放射性廃棄物の減容化や有害度の低減、ウラン資源の有効利用を実現できるとして期待されています。また、ナトリウムの自然循環（温度差による対流）により、万一電源が失われても原子炉が自然冷却されるのも特徴のひとつです。

政府は2022年12月23日に開催された原子力関係閣僚会議において、我が国における高速炉の開発方針を示した「戦略ロードマップ」を改定し、新たな開発目標等が具体化され、関係機関の役割がより明確になりました（表1）。

原子力機構は敦賀地区において高速炉の実用化に向けて「もんじゅ」で得られた研究開発成果のとりまとめやナトリウム取扱技術の高度化等の研究開発を進めています。前者については、「もんじゅ」の設計、建設、試運転の過程で作成した研究開発報告書や技術資料、プラントデータ、設備の運転・保守を通じて得られた経験・知見等の膨大な技術情報を若い技術者や研究者が容易に活用できるようにデータベースとして整備しています。その代表的な成果については以下の報告書にまとめ公開しています。

(<https://jopss.jaea.go.jp/search/serivlet/interSearch>)

また、「もんじゅ」に隣接するナトリウム工学研究施設では、ナトリウムと材料の濡れ性（※2）

東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた一層の安全性向上に加え、経済性、放射性廃棄物の減容・有害度削減、エネルギー効率、核不拡散性、資源の有効利用等の観点から優れた技術を取り入れた原子炉のことであり、基本方針においては次世代革新炉として5つの炉型、すなわち、①革新軽水炉、②SMR（小型モジュール炉）、③高速炉、④高温ガス炉、⑤核融合が挙げられています。原子力機構では、このうち③高速炉および④高温ガス炉の研究開発に取り組んでいます。

次世代革新炉とは

革新軽水炉

※現行炉と同じ出力規模



◆三菱重工業

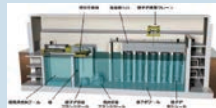
- 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- 受動安全や外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による所外影響の低減

<課題>

- ・初期投資の負担
- ・建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR（小型モジュール炉）

※軽水炉、小出力



◆VOYGR（NuScale社）



◆BWRX-300（日立GE）

- 炉心が小さく自然循環冷却、事故も小規模に
- 工期短縮・初期投資の抑制

<課題>

- ・小規模なため効率低い（規模の経済性小）
- ・安全規制等の整備

高速炉

※冷却材に軽水でなくナトリウムを使用



◆実験炉：常陽（JAEA）

- 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め
- 廃棄物の減容・有害度低減
- 資源の有効利用

<課題>

- ・ナトリウムの安定制御等の技術的課題
- ・免震技術・燃料製造技術等の技術的課題

高温ガス炉

※冷却材にヘリウムガス、減速材に黒鉛を使用



◆試験炉：HTTR（JAEA）

- 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- 高温耐性で炉心溶融なし
- 950℃の熱の利用が可能（水素製造等）

<課題>

- ・エネルギー密度・経済性の向上
- ・安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題

核融合

※水素をヘリウムに融合・メカニズム大きく異なる



◆実験炉：ITER

- 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- 廃棄物が非常に少ない

<課題>

- ・プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間）
- ・エネルギー密度・経済性の向上

「戦略ロードマップ」改訂案の主なポイント

＜高速炉技術の評価＞

- 技術の成熟度、市場性、国際連携等の観点から、複数の高速炉技術を評価。
- その結果、常陽・もんじゅ等を経て民間企業による研究開発が進展し、国際的にも導入が進んでいるナトリウム冷却高速炉が、今後開発を進めるに当たって最有望と評価。

※軽水冷却やトリウム溶融塩冷却は、「燃料技術の実現性、基礎的な研究の継続が引き続き必要」と評価。

＜今後の開発の作業計画＞

- 2023 年夏：炉概念の仕様を選定
- 2024 年度～2028 年度：実証炉の概念設計・研究開発
- 2026 年頃：燃料技術の具体的な検討
- 2028 年頃：実証炉の基本設計・許認可手続きへの移行判断

表1 出典：第10回 原子力関係閣僚会議 資料1-1 戦略ロードマップ改訂案の概要
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/genshiryoku_kakuryo_kaigi/dai10/gijisidai.html

「ナトリウム冷却高速炉技術に関する覚書き」を締結し、協力内容具体化のための枠組みを構築しました。今後はテラパワー社との協力を通じ、日米間の高速炉開発協力を発展させていくとともに、高速炉開発に関する技術力の維持・向上につなげていく考えです。

また、原子力機構は、次世代革新炉開発の一環として、2022年1月26日に米国テラパワー社と「ナトリウム冷却高速炉技術に関する覚書き」を締結し、協力内容具体化のための枠組みを構築しました。今後はテラパワー社との協力を通じ、日米間の高速炉開発協力を発展させていくとともに、高速炉開発に関する技術力の維持・向上につなげていく考えです。

※2 材料の表面でナトリウムが丸まったり広がったりする性質。伝熱性能や可動機器へのナトリウムの付着（固着）に影響する。

※3 不透明なナトリウム中に超音波を送受信して内部の物体を可視化する技術。病院のエコー検査等と同じ原理。

高温ガス炉の研究開発

高温ガス炉は、炉心の主な構成材料に黒鉛を中心としたセラミックス材料を用い、核分裂で生じた熱を外に取り出すための冷却材にヘリウムガスを用いた原子炉です。高温ガス炉では1000℃近い高温の熱が得られ、ヘリウムガスタージンによる高効率な発電（発電効率45%以上）や、発電以外にも水素製造等の多様な熱利用が可能です。

このように、高温ガス炉は、その高い固有の安全性により、炉心溶融が起こらない設計が可能です。

原子炉出力	30MW
原子炉出口温度	950℃（最高）
1次冷却材	ヘリウム
1次冷却材圧力	4.0MPa
出力密度	2.5W/cc
燃料濃縮度	6%（平均）

原子力機構では、大洗研究所に設置された高温工学試験研究炉（HTTR）を用いて、安全性実証試験や熱利用試験等の研究開発を進めるとともに、英国やポーランド等の海外プロジェクトへの協力を通じて、高温ガス炉の技術実証に向けた開発を推進しています。原子力機構における次世代革新炉（高速炉、高温ガス炉）の研究開発については、以下のホームページで詳しく紹介しています。

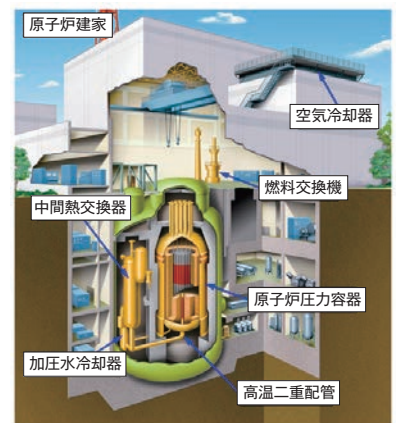
<https://www.jaea.go.jp/04/sefard/>

に関する研究や超音波によるナトリウム中の可視化技術（※3）の開発、「もんじゅ」の廃止措置に関連する試験等を実施しています。さらに、次世代の電池として期待されるナトリウム電池等の分野でも大学等との共同研究に取り組んでいます。

これらの成果を今後の高速炉の開発に活かしていくとともに、「も



ナトリウム工学研究施設外観と試験設備（保全技術開発ループ試験設備）



高温工学試験研究炉（HTTR）

「もんじゅ」敷地内に設置する 新たな試験研究炉について

～詳細設計段階以降の実施主体に選定～

2022年12月、原子力機構

は「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉について、設置許可申請に向けた詳細設計段階以降の計画を進める実施主体として文部科学省より選定を受けました。

文部科学省委託事業である、「もんじゅ」サイトに設置する新

たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」においては、2020年11月、原子力機構が福井大学・京都大学とともに当事業の実施主体となる中核的機関として採択されています。この度の選定を受け、引き続き両大学との連携体制を継続し、学術界、産業界、地元関係機関等から幅広い意見を集約しつつ、立地地域並びに国民の皆様のご理解を得ながら着実に進めてまいります。

試験研究炉に期待される役割

新たな試験研究炉では、中性子を活用したさまざまな基礎的な研究をはじめ、革新的な研究開発、医薬品の開発、原子力の安全性研究といった研究開発や、イノベーション創出への貢献が期待されています。他の試験研究炉での利用例は以下の通りです。

試験研究炉は人材育成の場でもあり、京都大学の研究用原子炉（KUR）の運転終了が2026年5月と見込まれる中、新たな試験研究炉は、西日本の原子力の人材育成拠点として期待されています。

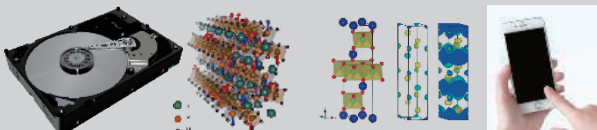
世界に誇れる研究炉を

汎用の試験研究炉は、世界的に見ても数が限られ、「国際公共財」とも言えるものです。原子力機構では、新たな試験研究炉が地域にとっても誇り得る施設となるように設置に向けた検討を着実に進めてまいります。

機能性材料開発

中性子ビーム(※)を利用して物質が持つ性質を解明し、高性能な磁石、半導体、リチウム電池、燃料電池等の新材料開発や、インフラの長寿命化等への貢献

※中性子ビーム：中性子は、原子核を構成する粒子で、電荷をもたない中性の粒子です。レントゲン撮影で使用するX線のような透過性があるため、物質を原子レベルで観察することができます。原子炉や加速器で生成された中性子を任意の方向に取り出すことでビームとして使用します。

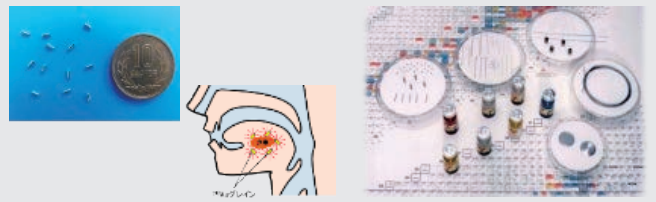


新規磁性材料

燃料電池材料

RI製造

医療用・工業用のラジオアイソトープ (RI) の製造やシリコン半導体製造への利用



Au-198粒を使う小線源治療
— 口の中の癌を切らずに治療 —

医療用RI製造

バイオ・生命

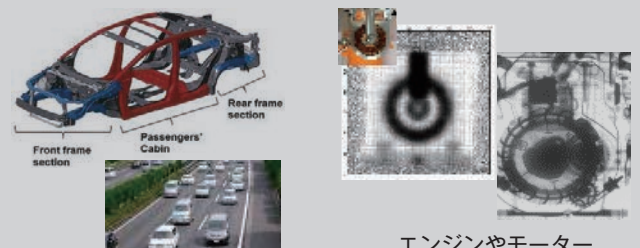
生体の本質である生体分子の構造を調べ、新薬の開発に貢献



ウィルス由来タンパク質の構造解析

分析・イメージング

中性子の透過性を利用し、エンジン内の流体の動きや燃料電池内の水素や水の動き等、従来見えなかったものを可視化



鉄鋼材料の応力分析

エンジンやモーター
内部の可視化

モニター活動

第16次原子力機構モニター・福井「もんじゅ」見学会・意見交換会を開催

モニター活動は、「ふげん」も

んじゅ」の業務等について、福井県内の皆様のご意見を直接拝聴し、コミュニケーションを深め、いただいたご意見を業務運営に反映させることを目的として1996年から実施しています。これまでに延べ1,827名の皆様にご参加いただき、現在は第16次原子力機構モニターとして、2021年4月から2023年3月までの期間で41名の方々にご登録いただいています。



現場見学の様子

す。

コロナ禍により施設見学や集合形式の意見交換会等がなかなかできない状況でしたが、2022年12月5日に「もんじゅ」見学会・意見交換会を開催し、廃止措置の第2段階に向けた準備作業を実施中の「もんじゅ」の現状等をご覧いただきました。見学会では、「もんじゅ」の原子炉格納容器（炉上部）や中央制御室、またナトリウム研修棟でのナトリウムの切断体験や燃



意見交換会の様子

焼実験等をご見学いただきました。

その後の意見交換会においては、「今後も電力確保には原子力が必要だと思う」「現場を見学し、作業を始めるまでの手続きが多く現場も広いので、作業を行う人は大変だと感じた」等、様々なご意見やご感想をいただきました。この見学会をはじめとしたモニター活動において皆様からいただいたご意見等は、今後の業務運営等に活かしてまいります。

今後も引き続きモニター活動を通じて、県民の皆様とのコミュニケーションの場として継続的に活動してまいります。

【お詫びと訂正】2022年12月発行「つるがの四季」No.136の8ページ「ふるさと紀行」の記事で、菅浜炭焼きの会 浜野氏の間合せ先に誤りがありました。お詫び申し上げますとともに、次の通り訂正させていただきます。

（誂）kh-hama1970@klimmet-ainc.jp
（正）kh-hama1970@klimmet-ainc.jp

ご意見箱

本紙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紹介いたします。

- 世界の温暖化対策に原子力発電は不可欠です。（敦賀市・男性）
 - 「ふげん」の原子炉周辺設備の解体撤去作業を安全第一に、一日でも早く進めてください。（敦賀市・女性）
 - 安定した電力供給で消費者への負担を少なくしてください。（敦賀市・男性）
 - 技術や特許等を活かされて地域企業と共同開発されていることを知りました。ミニ鉢植えの実演も良かったです。体験してみたいです。（敦賀市・女性）
 - 敦賀に住んで30年余り。和紙の木を育て、旧校舎で作る話はいい刺激です。（敦賀市・男性）
 - ふるさと紀行がよいと思います。地域のことがよくわかりますので。（美浜町・男性）
 - これからも、県民、国民にいてほしいので、かなりやすい広報をお願いします。（若狭町・男性）
 - 原子力の一般への概要説明は人と人のためであり必要であろう。（群馬県・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。

（機構ホームページアドレス）

https://www.jaea.go.jp/04/
xturuga/shiki/shiki.html



長唄

「四季の敦賀」を保存・継承

敦賀の歴史を題材とし、四季の唄で表現



長唄「四季の敦賀」保存会
演奏の部代表
杵屋勝浩矢さん



長唄「四季の敦賀」保存会
顧問
杵屋浩波美さん

敦賀の文化を象徴する芸能として、保存・継承されているのが、長唄「四季の敦賀」です。昭和7年(1932)、敦賀の実業家で文化人もあった宇野泰三氏が作詞を土岐善麿氏、作曲を町田嘉章氏に依頼して制作。「敦賀の港は海ふかく…」から始まる唄は、春は花換まつり、夏は松原海岸、秋は敦賀まつりと山車、冬は野坂山と水戸烈士を題材に、国際港として栄えた敦賀の歴史的背景を四季ごとに表現しています。夏の唄は、敦賀まつりの「民謡踊りのゆうべ」でも披露されており、聞き覚えがある人も多いのではないのでしょうか。



長唄は歌舞伎の音楽として成立し、主に江戸で発展してきた三味線音楽。その後、歌舞伎から独立し、音楽として独自のジャンルを確立しました。



笛・大鼓・小鼓・太鼓といった鳴り物の演奏も長唄を盛り上げます。

かなければならないという気運が高まり、保存会を再結成。勝浩矢さんや浩波美さんが中心となり、保存活動を再スタートしました。新生保存会での初お披露目は、敦賀市文化協会の60周年記念祝賀会。その後も市民文化祭や文化芸術の広場など、様々な行事で上演を重ねています。

「四季の敦賀は曲が良く、歌詞もきれい。楽曲の素晴らしさを若い人たちに伝えていきたい」と話すのは、長唄「四季の敦賀」保存会で演奏の部代表を務める杵屋勝浩矢(きねやかつひろ)さん。3歳から日本舞踊をたしなみ、西崎流師範として活動する傍ら、長唄三味線 杵屋勝七郎に師事し杵勝会にも所属。同じく杵勝会所属で勝七郎門下の杵屋浩波美(ひろなみ)さんとともに、長唄の指導・普及に取り組んでいます。

何度も途絶えかけながら保存活動を継続

長唄「四季の敦賀」が、制作されたのは昭和7年。翌年には披露演奏会が行われ、NHKのラジオでも全国放送されました。

「当時は敦賀に芸者さんがいた頃で、おもてなしの席でも披露されていたようです」と勝浩矢さん。その後、戦争などで継承者が途絶えてしまいました。昭和30年(1955)代後半に保存・継承の動きが起り、元敦賀芸妓を呼び寄せて譜面を作成。唄や鳴り物だけでなく踊りを主体として上演や祭りへの奉納がされるようになりました。昭和61年(1986)には、長唄「四季の敦賀」が保存会を結成。敦賀市制50周年の祝賀会で披露するなど、盛り上がりを見せたものの、勢いを継続するのは難しく、いつしか活動も停滞していききました。

再び保存の動きが活発化したのは、平成30年(2018)。翌年、敦賀市文化協会が60周年を迎えるのを契機に、敦賀市の伝統文化を保存・継承してい

興味を持った人や子どもたちに伝えていきたい

現在、長唄「四季の敦賀」保存会のメンバーは、演奏の部が12名、踊りの部が12名。毎月第3土曜日に西公民館に集まって活動しています。

「いろいろな場で披露して多くの方を知っていただき、興味をもってくれる人がいたら、伝承していきたいですね。機会があれば子どもたちにも教えていきたいです」と、勝浩矢さん、浩波美さんは活動への思いを膨らませています。

昭和に誕生した敦賀の芸能文化。時を超えて令和の今に受け継がれています。

●この記事に関するお問い合わせ

杵屋勝浩矢さん

0770-2412202



令和3年(2021)に開催された市民文化祭 芸能の祭典でのステージの様子。