

つるかの四季



建設中の北陸新幹線（敦賀駅）

未来へげんき
To the Future / JAEA

No. 132 

原子力機構

もんじゅ REPORT	P2
ふげん REPORT	P4
つるそうけん NEWS	P6
つるほんだより	P7
ふるさと紀行 ～敦賀で最期を遂げた「水戸天狗党」～	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

廃止措置の計画的な推進

燃料体取出し作業 第4キャンペーンに向けて

「もんじゅ」の廃止措置においては、原子炉から燃料池への燃料体取出し作業を進めています。

2021年7月に第3キャンペーンを終了し、原子炉容器や炉外燃料貯蔵槽に保管されていた燃料体530体のうち、406体について燃料池への移送を完了しました。

現在、第4キャンペーンに向け、設備点検を進めています。

最終となる第4キャンペーンは、2022年4月に開始し、同12月までに終了する計画であり、残り124体全てを燃料池へ移送し、すべての燃料体取出し作業が完了することとなります。

第4キャンペーンにおいては、放射性廃棄物の発生を低減する観点から、これまで燃料体を取り出した後に挿入していた模擬燃料体を装荷しない計画です。

もんじゅの燃料体は、六角形で、それぞれが自立し、六面において燃料体が隣り合う構造となっています。模擬燃料体を入れないことにより、三面で隣り合う状態となります(図1)が、万一大きな地震が発生した場合であっても炉心体系が安全に維持できることを予め確認し、原子力規制委員会の審査を受け、承認を得ています。

中性子遮へい体等の取出し、 ナトリウム液の抜き取り等

すべての燃料体取出し作業が完了すると、原子炉容器には、中性子遮へい体や、制御棒、模擬燃料体等が残ります。今後の原子炉容器の解体を安全に進めていくため、まずは中性子遮へい体等を原子炉容器から取り出すことを検討しています。なお、中性子遮へい体等はウランやプルトニウム等はほとんど含まれておらず、万一破損したとしても周辺環境に及ぼす影響はほとんどありません。

また、ナトリウム設備についても解体に向けた検討、準備を進めています。

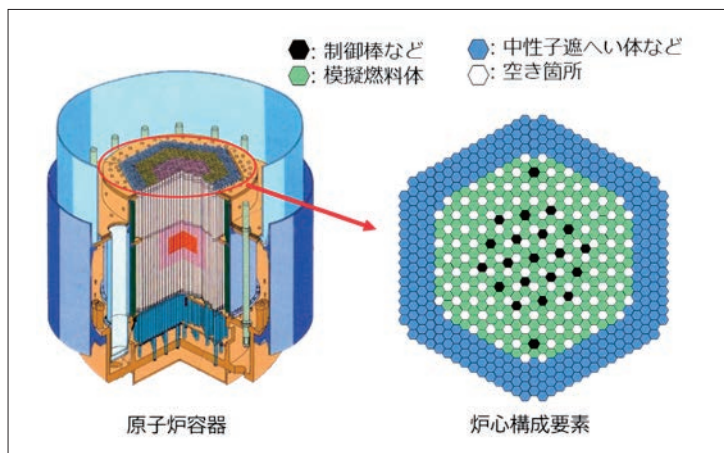


図1 燃料体取出し時点の炉心の状態

年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
燃料体の処理 (530体) 炉外燃料貯蔵槽→燃料池	第1キャンペーン 2018.8 - 2019.1 100体→86体 (済)	第2キャンペーン 2019.11 - 2020.6 174体 (済)	第3キャンペーン 2021.3 - 2021.7 146体 (済)	第4キャンペーン 2022.6 - 2022.12 124体	燃料体取出し作業完了
燃料体の取出し(370体) 原子炉容器→炉外燃料貯蔵槽		2019.9 100体 (済)	2021.1 146体 (済)	現時点 2022.4 124体	模擬燃料体装荷無し
設備点検					

注記:点線は、燃料体取出し作業の流れを示す
なお、燃料体取出し作業に影響を与えない設備の点検については並行して実施

第1段階における燃料体取出し作業工程

す。ナトリウム機器を解体するためには、ナトリウムを系統から抜き取り、機器に付着しているナトリウムの洗浄や処理等の作業ステップが必要となります。

2次系のナトリウムについては、2018年12月にタンクへ抜き取り、安定した固体状態で保管しています。

1次系のナトリウムについては、配管内から抜き取ると、原子炉容器の液位が下がることから、設計・操作両面から液位低下による機器の動作等への影響を考慮し安全に作業を進められるよう検討しています。また、搬出にあたり、ナトリウム火災等のリスク低減に向けた設備の設置等を検討しています。

以上のとおり、燃料体取出し作業以降、①中性子遮へい体等の取出し、②ナトリウムの抜き取り等の作業を進めていく計画について調査、検討しています。

安全最優先の廃止措置の推進

これらの取組を含め、廃止措置プロジェクトを一元的に管理していく上で基本となる廃止措置計画の全体像、それぞれの段階で実施すべき作業範囲や実施事項、手順等について、その技術的課題や具体化に係る検討を進めています。

検討状況等については、原子力規制委員会等の関係機関をはじめ、地域の皆さまへ適宜ご説明してまいります。

今後、安全を最優先に、計画的に廃止措置作業を進めてまいります。

もんじゅ廃止措置におけるDX(デジタルトランスフォーメーション)の推進

「もんじゅ」では、DX(デジタルトランスフォーメーション)を推進し、データやデジタル技術の活用により、様々な業務プロセス等を変革させていく取組を進めています。

「もんじゅ」の廃止措置においては、ナトリウムに関わる多岐にわたる諸作業について、安全を確保し、リスクを低減しながら、確実に進めていく観点から、作業の実施方法や実施手順等の組み合わせを最適化する必要があります。

そこで、もんじゅの現場の設備、機器、配管等について、3次元レーザスキャナーによって点群(点の集まり)データを測定し、空間にある実物情報を仮想空間に忠実に再現する“デジタルツイン”の活用を検討を進めています。

デジタルツインの導入により、机上での図面等による検討や現場での実際の作業の試行を行うのになら、より低リスク・低コストで効率的な検討が可能となり、そうした環境の実現に向

けた開発に取り組んでいます。

また、将来的に、建設業界で既に導入されている3次元モデルを用いた建設生産・管理システムを「もんじゅ」の廃止措置に導入し、「もんじゅ」廃止措置の更なる効率化・高精度化を目指すことが可能となります。

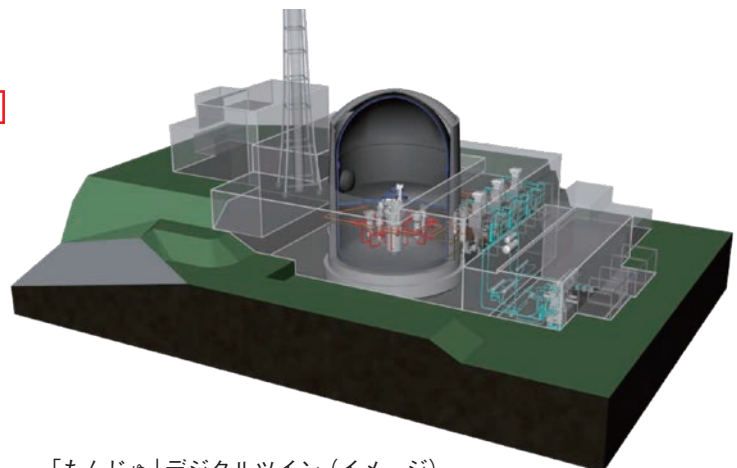
DX(デジタルトランスフォーメーション)とは

2018年12月に経済産業省が公表した「デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン」においては、以下のように定義づけられています。

「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること。」



3次元レーザスキャナーによる点群データ測定の作業風景



「もんじゅ」デジタルツイン(イメージ)



「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

廃棄物の処理に向けた取組

「ふげん」の廃止措置においては、約36万トンの解体撤去物が発生する計画です。

これらのうち、約31万トンは汚染のない一般の産業廃棄物となり、残り5万トンのうち約4万トンについては、国のクリアランス制度^(*)に基づき放射性物質を取り除く除染作業により一般の有用資源又は産業廃棄物等として扱うことが可能となり、低レベル放射性廃棄物として扱う必要があるのは約1万トンと見込まれています。

解体撤去物を分別し、分類に応じて計画的に処理して管理することは、廃止措置を安全、計画的に進めていく上で重要な取組です。

*クリアランス制度とは、原子力発電所の運転や廃止措置に伴って発生する放射性廃棄物のうち、放射性物質の放射能濃度が低く、人体への影響がほとんどないものについて、国の認可・確認を得て、一般の産業廃棄物として再利用又は処分できる制度です。

クリアランス制度による有用資源の 再利用に向けた取組

複雑形状対象物用除染装置の導入

「ふげん」においては、2018年度に、原子力規制委員会から、解体撤去物に関するクリアランス測定及び評価方法について認可を受けました。

これまでに約300トンの解体撤去物について、認可された方法により測定及び評価を行い、それらの結果についても、再度原子力規制委員会の確認を受けました。

これらのクリアランスの対象物は、国のクリアランス制度に基づき、放射性物質の放射能濃度^(*)が低く、人体への影響がほとんどないものです。

*1年間に自然界から受ける平均約2.4ミリシーベルトより低い0.01ミリシーベルト以下の放射能濃度基準値で管理しています。

クリアランスの対象物については、クリアランス制度が社会に定着するまでの当面の期間は、原子力事業者が再利用する、理解促進のための展示物とするといった用途に限定されており、現在「ふげん」の施設内に保管している対象物を今後どのように再利用等していくかの検討を進めています。こうした取組は、福井県が推進している嶺南Eコースト計画にも位置付けられています。

また「ふげん」においては、クリアラン

ス対象物の除染作業の処理能力を向上するため、複雑形状対象物用除染装置を導入し、2021年10月末から運用を開始しました。

これまで異形の切断材、角材、配管などを作業員が一つ一つ手作業で除染していましたが、複雑な形状の解体金属類を一定の単位でまとめ、自動で効率的に除染することができる装置です。

本装置により、クリアランス対象物の除染作業の効率化・迅速化、作業員の負担軽減を図っていきます。

複雑形状対象物用除染装置の主な仕様

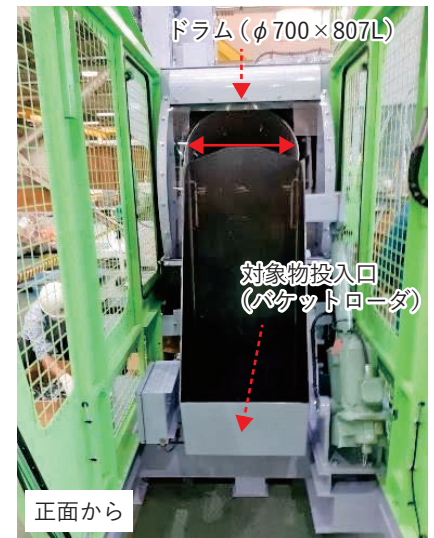
装置	項目	仕様
除染装置	処理能力	2.0トン/日 (最大100kg/バッチ)
	除染性能	1バッチが15分以内で対象物の表面が均一に除染(梨地状)可能
	対象物形状	複雑形状、平板、棒状、円弧板(鏡板等)

前処理（切断）

複雑形状対象物用除染装置（除染）



必要に応じて、除染の前処理として除染対象物を単純形状に加工する切断装置



入り組んだ解体材や処理が困難な配管サポート、小口径の配管を縦割りにした半円形状のものなどを円滑に除染するための自動除染装置

セメント混練固化装置 の設置に向けて

廃止措置計画の変更認可申請

「ふげん」の運転や廃止措置によって発生する放射性廃棄物については、最終的な処分場への搬出に向け、放射性廃棄物の性状により分別し、処分する上で適切な廃棄体として安全に処理する必要があります。

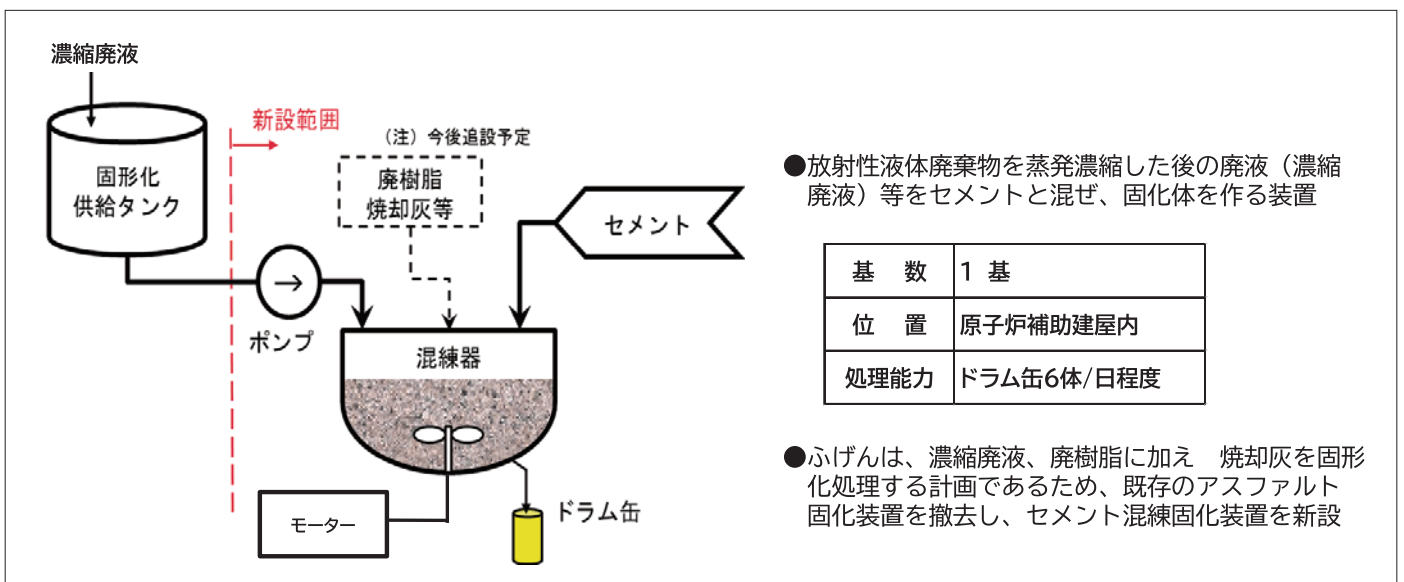
廃棄物処理に必要な設備については、廃止措置作業の進捗により確保した、機器解体後のスペースを有効に活用し、計画的に設置していきます。

2021年9月に、放射性廃棄物の固化材として、入手が容易で経済性に優れ、十分な強度と長期にわたる安定性が高いセメントを用いた固化装置（セメント混練固化装置）を設置する廃止措置計画の変更認可を原子力規制委員会に申請し、設置に向けた計画を進めています。

原子力発電所の廃止措置を安全かつ円滑に進めていくためには、適宜発生する解体撤去物等について、専用設備の設置や作業環境の整備により、計画的に処理する必要があります。廃止措置計画全体を見通し、これらをマネジメントしていくことが重要です。

今後、廃止措置における課題の解決の一つ一つ確実に取り組みながら、安全を第一に、計画的に廃止措置を進めてまいります。

図 セメント混練固化装置



技術発信

「北陸技術交流テクノフェア 2021」へ出展

10月21日～22日、福井県産業会館にて開催された「北陸技術交流テクノフェア2021」に出展しました。原子力機構の技術や特許等を活かして地域企業と共同開発した製品や、地域企業の廃止措置ビジネスへの参入を支援する施設「ふくいスマートでコミッションング技術実証拠点（スマデコ）」を紹介したブースには、約300名の地域企業や学生の皆様が訪れ盛況でした。

原子炉等の廃止措置等の課題に地域企業の技術やアイデアを活用する「技術課題解決促進事業」で開発した製品として、全面マスクの専用遮光パーツ、放射線検出器等を搭載して人の入域・測定が困難な場所でも可能なシステム化を目指している多脚（クモ型）ロボット等を紹介しました。

地域企業と共同開発した製品を紹介するコーナーでは、レーザー照射技術を応用してべっ甲柄に着色したメガネフレーム、放射線照射技術を活用した乾燥苔「ふりこけサッサ」等を紹介しました。

また、原子力機構の取り組みのひとつである



①



②



③



④

①機構の技術や特許等を活かして企業と共同開発した製品の展示 ②商品化された「ふりこけサッサ」を来場者に説明 ③悪路や高線量区域で移動できるロボットに関心を寄せる来場者 ④ふげんの現場を体験できる複合現実感システム(MR: Mixed Reality)を来場者が体感



写真① ナトリウム取扱研修施設におけるナトリウム消火訓練

今後、原子力分野の人材育成に取り組んでまいります。

ナトリウム取扱研修施設でのナトリウム消火訓練(写真①)や、「もんじゅ」用の大型バルブやポンプの分解組立等を通じて、設備の保守・管理について学んでいただきました。また「ふげん」の廃止措置計画の概要を学ぶとともに、スマデコでは、「ふげん」の廃止措置現場を実物大3次元で仮想体験できる複合現実感(MR)システムを用いた現場体験(写真②)も行いました。

原子力機構では、大学や高等専門学校に原子力分野の講義や実習を通じて新型炉研究開発やプラント廃止措置への理解を深めてもらうため、積極的に学生実習を受入れています。

9月6日～8日には、福井工業大学の学生3名を夏期実習として受入れました。実習では、原子力機構の



写真② スマデコ施設における複合現実感(MR)システムの体験

教育支援

福井工業大学 夏期実習生を受入れ

スマデコのコーナーでは、廃止措置工事に参入する地域企業の技術力向上を支援する取組みを紹介し、中でも、バーチャル空間で作業手順等を検討するための複合現実感(MR)

システムは好評でした。今後もこのような機会を通して、地域企業のご支援などに取り組んでまいります。

試験研究炉
トピックス

「もんじゅ」敷地内に設置する
新たな試験研究炉について
第2回コンソーシアム委員会の開催

原子力機構は、「もんじゅ」敷地内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、京都大学、福井大学と共に中核的機関として取り組んでいます。2021年10月22日、地元関係機関、学术界等の委員で構成するコンソーシアム委員会の第2回会合を敦賀市内の福井大学附属国際原子力工学研究所で開催しました。

委員会では、原子力機構、京都大学、福井大学それぞれから次の報告を行いました。

原子力機構

新たな試験研究炉の概念設計の基本方針について

原子力機構の試験研究炉JRR-1^(注1)並みの性能を検討していることを報告しました。また、原子炉の運転管理に必要な人員数として、80〜90人との試算結果も示しました。

京都大学

新たな試験研究炉の利用運営の在り方について

中性子ビーム^(注2)利用を主目的としていかに幅広く利用されるか、いかに研究者が集まる魅力的な施設に

するかが重要であるとの提言がありました。そして、そのためには幅広い多様な専門家の協力が得られる体制づくりが重要であり、京都大学に新型研究炉利用・開発研究センターを設置し対応していることが報告されました。

福井大学

地元関係機関との連携について

試験研究炉セミナー（福井大学学内教育）、新たな試験研究炉がもたらす産業イノベーションについての勉強会（日本原子力学会若手連絡会共催福井県）、福井県による県内70企業へのニーズアンケート調査などが報告されました。

これらの報告に対して、委員から「福井大学の学内教育は、一般にも



公開して欲しい」「中性子利用ができるように人材育成をして欲しい」「原子力立地地域として、産業利用及びその利用のために多くの研究者が地域を訪れるということが地域振興の重要な要素であり、原子力産業のみならず、付加価値を生むような産業が試験研究炉の周辺に立地していくようにして欲しい」など、さまざまな意見が出されました。

原子力機構は、新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討に、引き続き精力的に取り組んでまいります。

詳細は、こちらのQRコードからご覧いただけます。



https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2021/102201/s01.pdf

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。

- 国道番号の標識の愛称を「おにぎり」と呼ぶのは初めて知りました。おもしろい！うまいこと言う！（敦賀市・男性）
- 水島清掃すばらしいです。（敦賀市・男性）
- 研究炉調査内容を詳しくわかりやすく紹介してほしいです。（敦賀市・男性）
- むずかしい原子力の話がわかりやすく書かれているのでよかったです。（越前市・女性）
- ナトリウムの搬出に向けて計画が進められておりますが、検討という中で、今後をしっかり見守りたい。試験研究炉は明るい話題でホッとします。（大野市・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。日本原子力研究開発機構 敦賀事業本部

TEL 0770 (23) 3021

(注1) 原子力機構原子力科学研究所（茨城県東海村）に所在する中性子利用の先端的かつ汎用性を持つ施設で、原子力機構の研究者だけでなく、原子力機構の「施設供用制度」のもとで広く研究課題を募集し、産業利用、人材育成等、外部の多くの方々が利用

(注2) 中性子ビーム：原子炉から取り出される中性子の流れ

敦賀で最期
を遂げた

「水戸天狗党」

尊王攘夷の志を胸に
京都へ向かう道中での悲劇

水戸天狗党は、動乱の幕末期に尊王攘夷を掲げて決起した水戸藩の改革派です。朝廷に志を訴えるため、京都に向かう道中、敦賀の地で悲劇的な最期を遂げました。そのエピソードは、NHK大河ドラマ「青天を衝け」の中でも描かれ、強烈な印象を残しました。幕末の水戸藩では、改革派と反改革派の対立が次第に激化。元治元（1864）年3月に結成された天狗党は、その後11月1日に家老の武田耕雲斎を首領として、朝廷に志を伝えるべく一

橋慶喜（水戸藩9代藩主 斉昭の子で後の15代将軍徳川慶喜）を頼って京都へ向かって西進を開始します。

しかし、皮肉なことに幕府による天狗党追討軍の総大将は、その一橋慶喜でした。当時の慶喜は京都御所を警護する役職にあり、立场上、天狗党を討たざるを得なかったのです。天狗党は敦賀の新保で12月17日やむなく降伏。初めは加賀藩によって3ヶ寺に預けられ、丁重な扱いを受けますが、幕府に引き渡された後は一転して罪人扱いに。主に鯖などを貯蔵する荷蔵に収監され、非人道的な扱いを受けます。その後、武田耕雲斎ら353名が斬罪となり、翌元治2年2月に松原の来迎寺野で処刑されました。

新たに敦賀市の
有形文化財に指定

天狗党の浪士が幽閉されていた16棟の鯖蔵は北前船によって敦賀に運ばれた鯖肥料などの貯蔵庫として使われていたもので、現在の蓬萊町にありました。昭和29（1954）年、敦賀港修築に伴い取り壊す計画でしたが、保存を望む市民の声を受け、1棟が「水戸烈士記念館」として松原神社に移築されま



上／「水戸正士浜荷蔵へ入図」に描かれた当時の鯖蔵（天狗党騒動図より一敦賀市立博物館提供）。
下／「水戸烈士記念館（旧鯖蔵）」は現在、解体工事中。調査によって往時への復元を目指し、「史跡武田耕雲斎等墓」のある松島広場へ移築される予定。



松原神社は明治8（1875）年に武田耕雲斎ら411柱の烈士を祀るために創建。大正4（1915）年、現在地に社殿を移転し、建造物が竣工。毎年10月10日例大祭が行われています。

した（また1棟は水戸市の回天神社に移築）。旧鯖蔵は、江戸時代の敦賀港繁栄を物語る今に残る唯一の倉庫であり、また天狗党の史実を伝える貴重な建物として、令和2（2020）年11月に敦賀市の有形文化財（建造物）の指定を受けました。

史跡を保存、
有効活用する活動も

敦賀では天狗党を慰霊し、悲運の歴史を後世に伝えようとする活動も行わ

彰活動を今も継続的に行っているのは敦賀だけであり、悲運の先人に温かいまなざしを向ける敦賀人の情の厚さが伺えます。

また、天狗党関連の史跡を保存・有効活用するため、敦賀市は「史跡武田耕雲斎等墓保存整備委員会」を立ち上げ、松島広場の史跡公園化などの整備計画が進められています。同委員会の委員長で、敦賀市文化財保護審議会委員長も務める梶谷好晃さんは「文化財は国民共有の財産。史跡の本質的価値を明らかにすることが大事。北陸新幹線敦賀開業を前にして、見学者を受け入れるガイダンス施設などを先行させ、また中・長期的な視点も見据えて逐次整備を行っていききたい」と話します。地域社会に溶け込んだ今後の活動に期待が寄せられています。

●この記事に関するお問い合わせ
気比史学会（会長・梶谷氏）

TEL 090（1634）1226



敦賀には武田耕雲斎をはじめとする水戸烈士の墓が残されており、昭和9年に国の史跡に指定されています。