

つるかの四季



三方五湖の一つ 久々子湖

レーザーコーティング技術を研究開発

材料の付加価値高める装置目指し

原子力機構は、近年の地球資源問題や環境問題の高まりによって幅広い産業分野で要求されている、工業製品の小型・軽量化、省エネ・省資源化といったニーズに応えるために、レーザーを使った新しい加工方法である「レーザーコーティング」技術の研究開発を進めています。例えば、軽量で極薄なのに従来よりも頑丈である、というように元々の材料に新たな価値を加えることができれば、様々な製品への応用が期待されます。

国の技術革新プロジェクトに採択

国は今、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」を進めています。これは、科学技術イノベーション（技術革新）を実現するため創設された国家プロジェクトで、基礎研究から実用化・事業化までを見据え推進されています。事業の期間は平成26年度からの5年度。今年度は2年目です。

国は、プログラムへの研究テーマを募集、原子力機構も応募し採択されました。当機構には、レーザー技術の応用・産業化を目的にしているレーザー共同研究所（敦賀市木崎）があり、「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」を大阪大学とともに

に担当することになりました。

この研究テーマには、機器の設計や製作を担当するメーカーも参加。原子力機構など研究機関の技術的サポートを受けて、レーザーコーティング装置を作ることを目指しています。

困難なコーティングもレーザーで可能に

表面に薄い膜を付着させて覆う（コーティングを施す）ことで材料の元々の性質に加えて、強度を増す、耐磨耗性、耐腐食性を強くするなどの効果が期待されます。しかし、従来の技術では、膜で覆いたい金属（母材）と覆う金属（コーティング材）の組み合わせが限られており、さらにしっかりと密着させ、かつ均一な表面にすることが困難な組み合わせもあります。

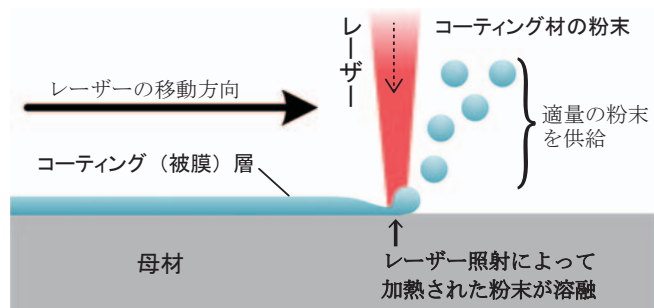
色々な金属同士を容易に密着

できる条件や原理は何か。また、コーティングが困難な金属同士を密着させる条件は何か。こうしたことが解明されれば、産業界、社会への影響は大きなものがあります。

そこで期待されているのが、

人工的に発生させ波長や方向などがそろった光で、優れた特徴を持つているレーザーです。金属を局所的に、かつ精密に時間を制御して加熱することができるといふレーザーの特徴を生かすことによつて、従来技術では困難だった組み合わせの金属同士でもコーティングが可能となります。何と何を、どうコーティングしたいかなど、コーティングを考えているユーザーの要求は様々ですが、それに応えら

れるレーザーコーティングの装置を作るのが研究開発の最終目的です。



【図1】レーザーを使ったコーティングのイメージ

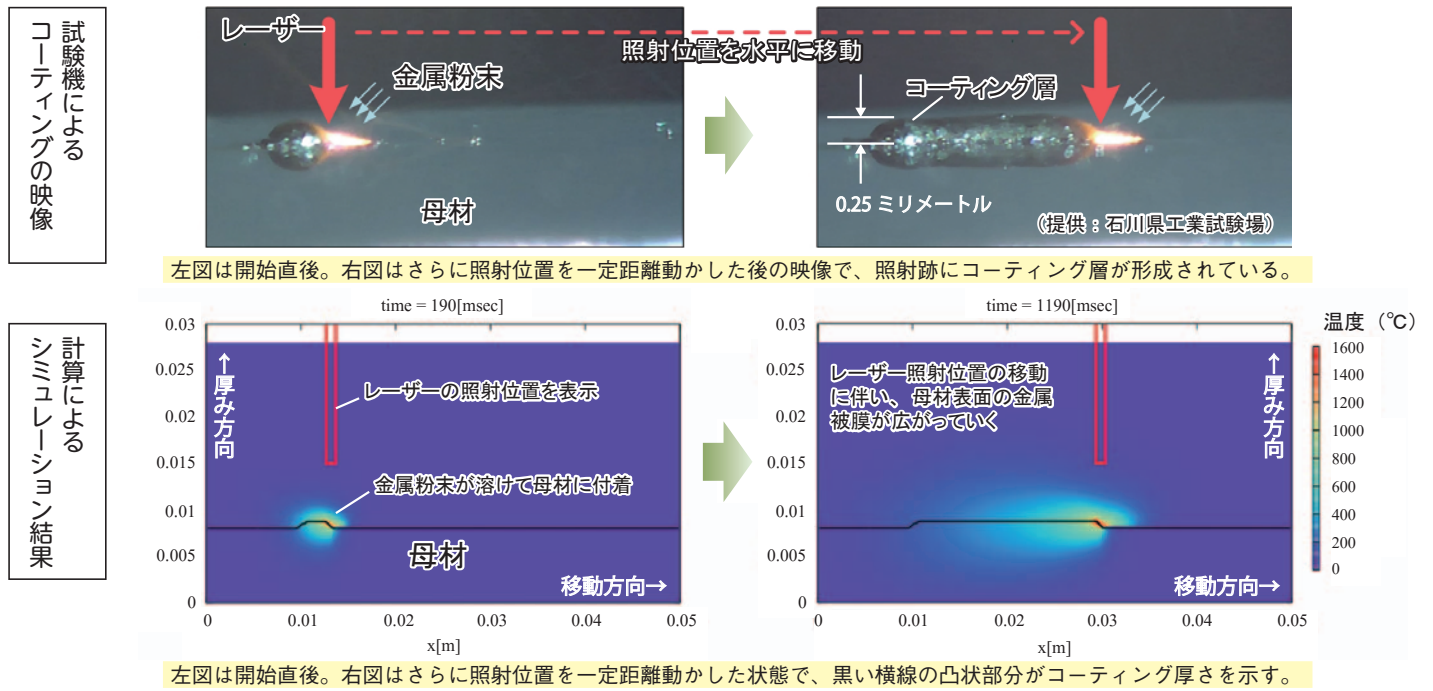
例えば、コーティング時に母材と、コーティング材が熱で溶けて混ざり合い、期待する効果が薄くなることがあります。また、付着させるコーティング材の溶ける温度が母材の溶ける温度より高いと、母材が先に溶けてしまいます。こうした現象が生じなければ、「腐食に強い」などの本来のコーティング効果が発揮できます。

研究テーマの採択を受けて、原子力機構では、コンピュータを使った計算で、コーティング材が熱で溶けて固まるまでの挙動など、レーザーコーティング中の様々な現象の評価を行っています。レーザーを金属に当てると高い熱が生まれ、固体と液体と気体が混在する状態となるので、評価を行うためには複雑で難しい計算が必要とな

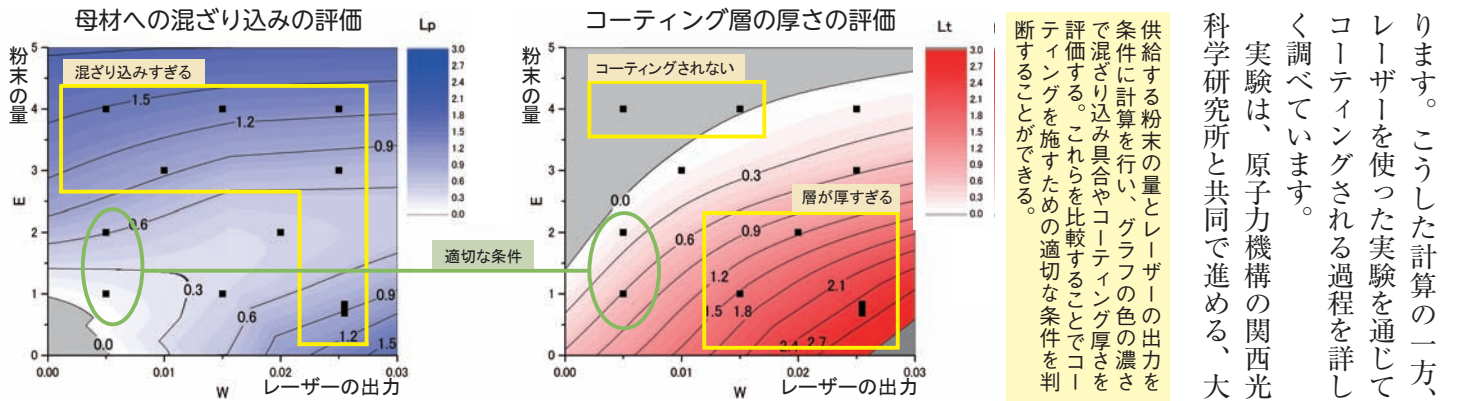
計算と実験で追究

レーザーコーティングには、様々な技術的な課題がありま

【図2】試験機によるコーティングの様子と、計算によるシミュレーション結果の比較



【図3】計算コードを使ったコーティング条件の検討例



ります。こうした計算の一方、レーザーを使った実験を通じてコーティングされる過程を詳しく調べています。

実験は、原子力機構の関西光科学研究所と共同で進める、大型放射光施設 Spring-8 を使ってレーザーを照射した際の金属球の溶け方を観察する実験のような基礎的な試験や、メーカーによる試験機を使った実際のレーザーコーティングに近い条件でのコーティング実験などで、これらの実験結果と計算で得られた結果を比較し、検証を進めながら、レーザーコーティングをする際の課題の解決策を図ります(図2)。

型放射光施設 Spring-8 した条件設定を、容易に計算で出来るようにしたうえで、装置はユーザーの手に渡ることになります。

設定する条件は、粉状にして母材の上に散布するコーティング材の時間当たりの量をはじめ、レーザーの出力、操作スピードなどですが、これらが適切でないと意図したコーティングができません。

このため、原子力機構が開発した独自の計算方法である計算コード(ソフトウェア)を使い、コンピュータ上の計算でユーザーが適切な条件の組み合わせを判断しやすく示すことができ、ユーザーの使いやすさを念頭において装置の開発を進めています(図3)。

研究テーマでは、最終的にコーティング装置の製作を目指していますが、それはユーザーが使いやすいものでなくてはなりません。

実際に装置が使われる場では、コーティング装置に対するユーザーの要求は様々です。母材とコーティング材の組み合わせ、コーティング層の厚さ、あるいは母材の形状など個々の要求に対応して、コーティング装置に設定する条件は複雑。こう

ユーザーが使いやすいコーティング装置に

地域の活性化に成果で貢献したい

村松壽晴主任研究員は、「コーティングにレーザーを使うことで、材料の微細な処理が可能になると期待されています。」

私達のレーザー共同研究所は、原子力プラントや産業分野にレーザーを使えないかということから始まっています。今回の研究開発をはじめ、レーザー技術の成果をフィードバックして、地域産業界の活性化に貢献していきたいと考えています。」と話しています。

高速炉の研究開発 敦賀とともに

原子力機構 大洗研究開発センター（茨城地区）

原子力機構では、敦賀地区、茨城地区を中心に高速炉の研究開発を進めています。今回は、敦賀地区の高速増殖原型炉もんじゅとつながりの深い、茨城県大洗町にある大洗研究開発センターの研究施設をご紹介します。

技術実用化へ様々なアプローチ

大洗研究開発センターでは、様々な研究施設を用いて、ナトリウム冷却高速炉（以下、「高速炉」と略す）の試験を行い、高速炉技術の実用化を目指して研究を進めています。一方で、原型炉「もんじゅ」の役割は、発電設備を備えた高速炉の

実機として、実際に稼働させて、運転経験を積み、今回ご紹介する各研究施設で積み重ねた研究成果の裏付け（実証）を行うことです。次の世代の実証炉の開発のためにも、「もんじゅ」の運転は非常に大きな役割を担っています。そのためにも、一日も早く原子力

規制委員会からの措置命令を解除し、運転再開を目指していきたいと、職員一同が一丸となって取り組んでいます。また今後も、原子力機構における高速炉の研究開発について、地域の皆様に情報を発信してまいります。

約25年間の運転実績

▼常陽（ナトリウム冷却型の高速実験炉施設）

「常陽」は、「もんじゅ」と同様に、ナトリウムを冷却材に用いた高速炉で、昭和52年から約25年間の運転実績を有

しています。ナトリウム冷却系の検証や、燃料の設計技術の確認、燃料の核分裂反応（増殖）の確認を行い、発電設備を除く高速炉の技術的経験を蓄積してきました。現在は、高速炉の照射炉（燃料や材料の照射試験を行う炉）と

して運用を計画しています。高放射線・高温度の環境の中で燃料や材料がどのように変化するかを試験で確認することができ、原子力に携わる民間企業や大学等に対しても幅広く試験設備を提供してきています。



【SWAT-3R】蒸気発生器を部分的に模擬し、ナトリウムと水の化学反応による影響を調べる試験装置



【SWAT-3Rの建屋裏】ナトリウムと水の化学反応で発生する水素を少しずつ燃焼させ、外に逃がす設備



蒸気発生器の安全性を研究

▼SWAT-3Rスワットスリー（蒸気発生器安全性総合試験施設）写真①②

高速炉の蒸気発生器は、原子炉で温められたナトリウム
の熱で水を加熱して蒸気を発生させる装置（ナトリウムと水が熱交換する機器）です。
ナトリウムの熱は蒸気発生器の中にある伝熱管（水が通っている管）へ熱が伝えられ管内の水が加熱され蒸気になります。SWAT-3Rは、伝熱管から水が漏れて、ナトリウムと水との化学反応が起きた場合を模擬し、安全性を確認するための試験を行っている施設です。伝熱管が破損し、実際にナトリウム中に配置した伝熱管から水漏れを

起こす試験を行い、伝熱管周囲の状況を確認し、事故時の評価などを行っています。

炉心部の熱の動きを研究

▼PLANDTLプラントル（プラント過渡応答試験施設）写真③

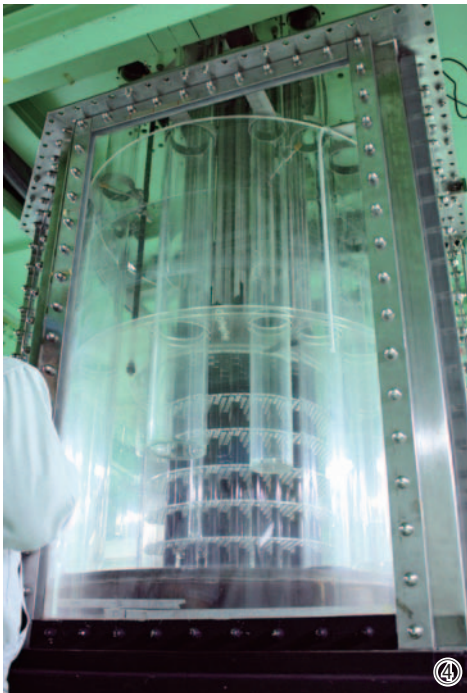
高速炉の冷却システムや炉心部（原子炉の中心部分）のナトリウムの流れや熱の移動を研究するための試験施設です。原子炉が緊急停止した時のナトリウム温度の急激な変化や、ナトリウムの温度差が生じることによって発生する自然循環による原子炉の温度の下がり方を把握するための試験等を実施しています。

不透明なナトリウムを見る

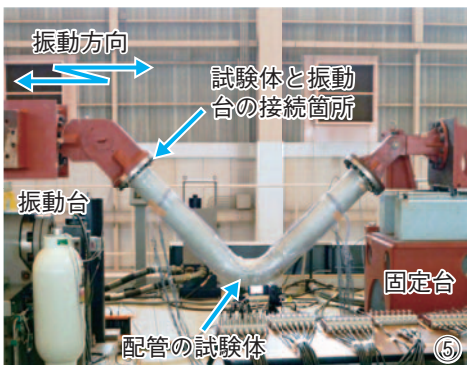
▼HTL（水流動伝熱試験施設）写真④



【PLANDTL】高速炉の炉心部等のナトリウムの流れや熱の移動を研究するための試験施設（高さ約20m）



【HTL】原子炉容器内のナトリウムの動きを模型と水を使って可視化し、シミュレーションを行う試験装置



【耐震試験施設】地震を模擬して配管などの試験体を揺らす振動台

ナトリウムとほぼ同じ質量で似たような挙動をする「水」を使い模擬試験を行う施設です。ナトリウムは銀色で不透明で、流れなどの動きが見えず確認できないこと、また、原子炉容器・機器・配管を通るナトリウムは直接

行っています。

見ることができないため、水を使ってその複雑な流れを可視化し、実機で起こりうるナトリウムの流れを把握する試験を行っています。

ここで得た情報をもとに、様々な解析コード*で炉内のナトリウムの動きをシミュレーションし、今後の炉内構造物の安全設計に反映するなどの研究を進めています。

揺らして調べる耐震性

▼耐震試験施設（写真⑤）

原子力発電所の中にある配管などの設備等構造物が地震時にどれくらい力を受けるのかを調べるための試験施設です。

配管などの試験体を強い力で揺らすことができる振動台と、試験体の強度を調べる装置があります。ここで得られた結果は、さまざまな装置の耐震性向上に反映されています。

機器の大型化に向けて

▼AtHeNaアテナ（冷却系機器開発試験施設）

大型のナトリウム冷却系機器の開発試験等を行うための施設です。AtHeNaは、高速炉の実証技術の確立に向けた機器開発試験とそれらを組み合わせたシステム試験を行い、「もんじゅ」の次の世代の高速炉の設計に反映することを目的として建設が進められています。現在は、東京電力福島第1原子力発電所の事故のようなシビア・アクシデント対策のための実証試験等、国際協力の場として活用する計画も検討されています。

*解析コード 物理現象を数学的に再現できるようにした計算機プログラム。

もんじゅの安全めぐり

「原子力フォーラム」

来場者との意見交換も

北陸技術交流
テクノフェア

10月9日、福井県産業会館で文部科学省主催による『もんじゅ』の安全管理・安全対策への取り組みについて』をテーマにした「原子力フォーラム」が開催され、約80人の来場がありました。この企画は、10月8日、9日に開催された「北陸技術交流テクノフェア2015」の中で実施され、同フォーラムのほか、文部科学省が展示ブースを出展し、原子力機構の業務を紹介したパネル展示や技術展開で実用化した商品展示し、機構職員が来場者からの質問にお答えしました。

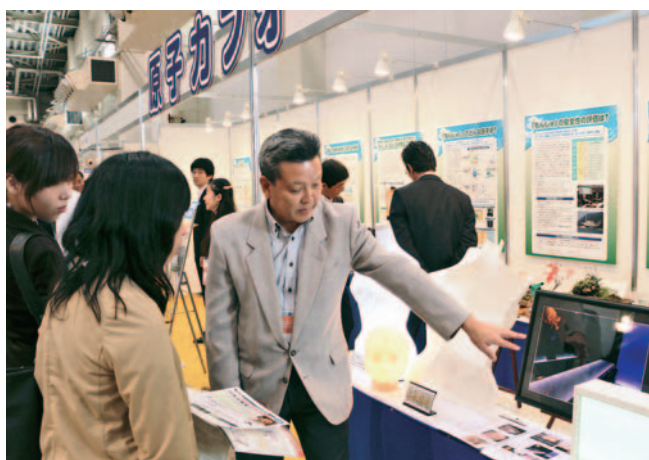
安全対策は？ 保守管理は？ フォーラムで相次ぐご意見

原子力フォーラムでは、もんじゅ運営計画・研究開発センターの家田

センター長から、早期の保安措置命令解除に向けて取り組んでいる「もんじゅ」の現在の状況、東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故を踏まえて実施した「もんじゅ」の安全対



ご質問やご意見にお答えした意見交換会



ブースで来場者に実用化された商品を説明する機構職員



機構の技術相談より展開し実用化した商品展示 (盆栽用粉末苔)

策の内容や、敷地内破砕帯について有識者会合で審議が行われていることなどを報告しました。

また、基調講演では、東北大学の北村正晴名誉教授から「原子力技術と向かい合うために必要な課題」の講演があり、その後、講演された北村名誉教授、文部科学省・加藤改革監、原子力機構・家田センター長がパネリストとなり、来場者の皆様との意見交換が行われました。意見交換では「もんじゅ」の保守管理不備や事故時の安全対策等についての意見・質問があり、家田センター長から品質管理体制のさらなる改善の必要性、「もんじゅ」の施設内の公開におけるナトリウムの自然循環によ

る確実な炉心の冷却等について詳しく説明し、回答しました。

機構と企業の「コラボ」で生まれた製品の紹介も展示ブース

展示ブースでは、同テクノフェア開催期間を通し、国のエネルギー政策の中で定められた「もんじゅ」の役割(必要性)や、「もんじゅ」の特徴・安全対策を紹介するパネル、放射線の性質や人体への影響等を解説するパネル、原子力機構と民間企業の共同開発製品を紹介するパネルを展示しました。

また、原子力機構が持つ特許や研究開発成果を企業に提供し、新製品の開発に役立てていただく制度(成果展開事業)や技術相談で実用化された商品(盆栽用粉末苔、眼鏡用着色レンズ等)を展示しました。その商品の中の一つである「吹付け和紙」の立体成形物へのコーティング技術をブースで実演しました。両日たくさんの方々がブースを訪れ、大変にぎわいました。

今回開催した原子力フォーラムは、今後、敦賀市でも開催する予定です。詳細は、ホームページ等でもご案内いたしますので、皆様のお越しをお待ちしております。

原子力機構は、今後も地域の皆様方の要望を的確にとらえ、より充実した情報発信に努めてまいります。

栗野中学校で「ふるさと教育」

機構職員が講義、生徒ら発電体験

原子力機構
の教育支援

原子力機構敦賀事業本部の敦賀連携推進センターは、9月25日(金)に敦賀市立栗野中学校が開催した「地域指導者教室(ふるさと教育)」で、講義と発電の体験学習の教育支援を実施しました。

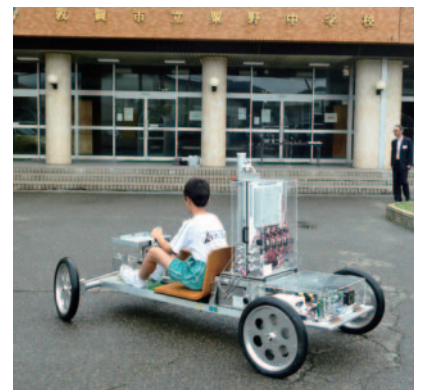
「地域指導者教室(ふるさと教育)」は、「敦賀の地に残る歴史や文化、伝統、工芸、自然に関する講座を開設し、そこにゲストティーチャーを招いて体験をメインとした活動を行うことにより、ふるさと敦賀を愛する心を育てる」ために栗野中学校が

実施しているものです。

同じプログラムを午前1回、午後1回の計2回実施し、それぞれ約40名の生徒が参加しました。

プログラム前半の講義では、「エネルギー・環境・科学技術」と題し、エネルギー消費に伴う環境問題や最新の科学技術の現状を通して、自分達に何ができるのかを考えてもらいました。

プログラム後半は、2班に分かれて発電体験、ハイブリッドカートの試



「動いたっ!!」ハイブリッドカートを試乗体験

乗を交互に体験してもらいました。

発電体験では、自転車のペダルをこいで発電し、モニターに自分の映像を映しだす自転車発電、手回し発電機で発電した電気をコンデンサーのために、ためた電気で車を走らせる

手回し発電、手のひらと保冷材の温度差で発電しプロペラが回ることを確認するペルチェ素子発電の3種類を行い、発電していることを実感してもらいました。

ハイブリッドカートは燃料電池・蓄電池(バッテリー)で走るカートで、玄関前で参加者全員が試乗しハンドルを握ってもらいました。

敦賀連携推進センターでは、「環境・原子力・エネルギー」の教育支援活動を通して、理科や科学技術・エネルギーに興味を持った福井県の児童、生徒がより一層増えていくことを願い、今後も教育支援を実施していきます。

敦賀事業本部の
環境美化活動

皆さまと一緒に清掃奉仕

気比の松原、水島、笹の川…

原子力機構敦賀事業本部では、地域で実施される環境美化活動へ毎年積極的に参加しています。今年も6月に敦賀市が主催する「市民総ぐるみ環境美化運動・クリーンアップふくい大作戦」で気比の松原周辺の環境美化運動に参加し、市民の皆さまとともに清掃活動を行いました。

気比の松原は、三保の松原(静岡県)・虹の松原(佐賀県)と並ぶ日本三大松原の一つで、海とのすばらしい景観を織り成す敦賀市の観光名所のひとつです。毎年、環境月間である6月に実施され、海からのたぐさ

んの漂流物やごみを拾い、海水浴シーズンを直前に控えた松原海岸を一齐に清掃しています。

また、7月は「水島クリーンアップ作戦」で水島の海岸清掃、9月は「笹の川クリーン作戦」で笹の川兩岸の堤防のごみ拾いなどの清掃活動にも参加しました。そのほかにも、定期的に県道清掃、白木海岸清掃等の自主的な清掃活動も行っています。

今後も地域社会の一員として敦賀市の美しい環境を保全すべく、このような環境美化活動へ積極的に参



自転車をこいだら発電できました

加・実施し、地域社会への貢献に努めてまいります。



環境月間に行われた気比の松原周辺の清掃活動



田打ちの踊り



小昼もち



福男の種まき
田植えの踊り



■県の無形民俗文化財
敦賀市野坂にある野坂神社の神事、「だのせ祭り」は旧暦正月に行われてきた伝統芸能です。県の無形民俗文化財に指定されています。

室町時代に始まったと伝えられ、「だのせ」は「田主」や「田之主」が語源とも言われます。かつては旧暦の1月8日に開かれていましたが、現在は旧暦1月8日の直前の日曜または休日にかれます。平成28年は2月14日(日)を予定しています。

日本では稲作などの農耕が国や村を支えてきました。このため、人々は稲など五穀の豊作を氏神や田の神に祈ってきました。「だのせ祭り」もそうした祭りです、新しい年の豊作を祈願

するものです。

■1年間の農作業を演じて

祭りの日、午前中には野坂神社で神事や、頭渡しと呼ばれる儀式などが行われます。このあと午後、だのせの踊りが神社の隣の野坂公会堂で行われます。

だのせの踊りでは、1年間の農作業をあらかじめ演じて見せることで豊作を祈願します。紺色の素襖を着た6人の若衆が田んぼに見立てて床に置いた大太鼓を取り巻き、宮主が巻物を読み上げるのに合わせ太鼓の周りを回ります。かつては米作り以外の養蚕なども含んで長時間にわたったそうですが、現在では「田打ち踊り」と「田植え踊り」の二つが踊られています。最初は「田打ち踊り」。若衆

田植えなどの踊りで豊作願う

野坂神社の「だのせ祭り」

敦賀半島
ふるさと
紀行

は鎌に見立てた2本のチサの木の枝で太鼓をたたいて太鼓の周りを回り、「だのせのせのや」とはやしながら踊ります。踊りの合間に、袴姿で升を抱えた福男が現れると、若衆が「まこ

土をならす柄振りを持った柄振りさしが現れ、田をならすしぐさをします。また、着物を着て妊婦と娘にふんした2人の男性(小昼もち)が、小昼(昼飯)を頭上に載せて若衆の周りを回る場面も差し込まれます。

うや、まこうや。福の種をまあいこの」とはやします。福の種とは白米のことです。これに添えて福男は、「ふくらたね(福の種)をまあこの」と言ってみをまく。そんな場面が挟まれます。

「田打ち踊り」「田植え踊り」

も3回ずつ踊られ、終わると厄年などの果報者らを胴上げして場を盛り上げていきます。

■伝統維持へ子供達も参加

バチ替わりのチサの枝は、突いているとママシにかまれないと伝えられ、持ち帰る人もいます。また、神事で備えたひし餅が来場者に配られています。長く続く「だのせ祭り」ですが、今は伝統維持のため小学生



柄振りさし