

GENKI

未来へげんき

Japan Atomic Energy Agency



地下深部における
坑道維持の低コスト化に
つながる湧水抑制技術

亀裂から湧き出る
地下水量を
少なくするために

檜葉遠隔技術開発センターを利用して
第1回「廃炉創造ロボコン」
が開催されました

「もんじゅ」に関する政府方針と
今後の対応について

シリーズ福島研究開発
廃炉国際共同研究センター



地下深部における
坑道維持の低コスト化に
つながる湧水抑制技術

亀裂から湧き出る 地下水量を 少なくするために

地下鉄、地下街、地下トンネル...

地上だけでなく私たちの生活空間は当たり前のように地下へ広がっています。

しかし「地下」へと続く道を切り開くことはそう簡単ではありません。

日本を代表する地下のインフラである青函トンネルは、

世界にも例を見ない2キロメートル超の水平ボーリング調査を実施し、

岩盤にセメントの注入を行うなど、岩盤から湧き出る地下水(湧水)対策を施し、

地質調査から40年余りを経て完成しました。

まさに「湧水との戦いの歴史」とされています。

原子力機構の瑞浪超深地層研究所(岐阜県瑞浪市)では

世界でも珍しい深度500メートル坑道で地層処分の基盤的な研究開発を行っています。

この場所は、青函トンネルの最も深いところよりも2倍も深く、

水深400メートルに相当する水圧がかかっています。

多量の湧水はくみ上げに多大な時間や費用、労力をかけるだけでなく、

坑道に水が溜まれば作業環境が悪化し、効率的な業務を妨げることもつながりかねません。

瑞浪超深地層研究所では、「グラウチング」という技術を開発させ、

湧水を最大で約100分の1に減少させることに成功しました。

地層処分事業への適用だけでなく、私たちの身近で行われている

地下工事への応用にも期待が高まっています。

COVER COMMENTARY

檜葉遠隔技術開発センターに設置されているバーチャルリアリティ(VR)システムは、実際の現場を再現して作業員の訓練などを行うことができるシステムです。1Fに入る作業員の訓練等にも利用されています。



トキメキサイエンス

Tokimeki SCIENCE



宇宙桜の不思議

桜咲く一心はずむ言葉です。

桜は古くから日本の山野に自生していた植物で、

平安の昔から日本では花といえば桜と言われるように、誰からも親しまれてきました。

そんな桜の種が2008年11月に、宇宙飛行士の若田光一さんとスペースシャトル「エンデバー」で宇宙に打ち上げられ、地球の周りを4100回まわった後、翌年7月に地球に戻ってきました。

これは、国内14か所から集められた異なる種類の桜の種を、宇宙に打ち上げるプロジェクトの一環として行われたものです。

地球に帰還した種のひとつである、山梨県北杜市の国指定天然記念物「山高神代桜」

(エドヒガンザクラ種)の種のうち2粒が約1年で発芽し、2年後には早くも開花しました。

エドヒガンザクラは通常、発芽から開花まで7-8年かかることを奇跡的な早さでした。

ほかの何種類かの宇宙桜も科学的に証明できないほど、早く開花したということで、「宇宙ミステリー」と言われています。

この開花した宇宙桜からさらに種を取って栽培した「宇宙桜2世」の苗木が、

東日本大震災から丸6年を迎える2017年3月11日、福島県檜葉町に植樹されました。

桜は、昔から穀物の神さまの宿る木とされてきました。

神秘のパワーを秘めた「宇宙桜2世」には、

被災地の復興が宇宙桜のような勢いで進むようにと、日本中の願いが込められています。

CONTENTS

01 地下深部における坑道維持の
低コスト化につながる湧水抑制技術
亀裂から湧き出る
地下水量を
少なくするために

04 檜葉遠隔技術開発センター
を利用して
第1回
「廃炉創造ロボコン」
が開催されました

07 「もんじゅ」に関する
政府方針と今後の
対応について

10 シリーズ福島研究開発
廃炉国際共同研究センター

12 PLAZA 原子力機構の動き
読者アンケートはがきなど



亀裂から湧き出る水



深度500m
この奥の坑道に
グラウチングを行った

湧水抑制は、 地下坑道掘削における 重要テーマの1つ

瑞浪超深地層研究所では、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の一環として、地下水の流れ方、水質、微生物の役割、地下深部の岩盤の強さ、坑道を掘削することに伴う周辺環境の変化など様々な研究開発を行っています。掘削時に生じる湧水をどれくらい少なくできるかということも重要なテーマの一つです。

瑞浪超深地層研究所における研究坑道掘削工事では、掘削前に実施した先行ボーリング調査により多量の湧水の発生が予測されました。また、湧水を抑制する一般的な技術として道路トンネル等に用いられている「グラウチング」(*)には地下深部での施工事例が少なく、深部特有の高水圧の地下水に対する湧水抑制技術としては確立していなかったことから、深度200mでの掘削時より、深部の環境に適したグラウチングの方法を検討し、試験的に適用してきました(研究坑道掘削工事施工者 大林・大成・安藤ハザマJV、清水・鹿島・前田JV)。



バックエンド研究開発部門
東濃地科学センター 施設建設課
みかけ しんいちろう
見掛 信一郎
主任研究員

子力機構東濃地科学センターの見掛信一郎主任研究員ら(共同研究者 池田幸喜課長、松井裕哉G1、清水建設株式会社 辻正邦主任)により、目標とする湧水抑制効果を達成するために、岩盤の中を水がどの程度まで通りにくくしなければいかということや、材料を注入する範囲の設定が必要で、材料の使い分けなどについてシンプルな計算式(理論式)を考案し、適用した結果を評価するという方法で、深度200m地点から段階的に行ってきたことが、深度500m地点での今回の成果につながったということです。

見掛 深度500mまで掘る間に、プレグラウチングに用いる材料をいろいろ試してきました。一般的にはセメントが用いられますが、セメントの粒子は、岩盤の割れ目に注入する時に割れ目の幅によっては引っかかって注入が妨げられるので、通常のセメントの約10分の1ほどの粒子が細かい「超微粒子セメント」でもその効果を実証しました。

瑞浪超深地層研究所の研究坑道レイアウト及び グラウチングの実績



プレグラウチングと ポストグラウチング

グラウチングのうち、坑道掘削に先立ち行うものを「プレグラウチング」、掘削後に行うものを「ポストグラウチング」といいます。

深度200m〜500mでの坑道では、掘削を開始する前に、事前調査により湧水の発生を把握していた水の



深度500m坑道 ポストグラウチングの注入孔掘削状況

ポストグラウチングの 効果を高めた 注入材料と注入方法

見掛 一方、深度500mでポストグラウチングの効果を高めたのは、「活性シリカコロイド」(**)という注入材を用いたこと、清水建設株式会社ライト工業株式会社の特許保有技術である「複合動的注入工法」という注入法を適用し、さらにプレグラウチング範囲の外側を注入範囲とした手法によりです。これらは、いずれも一般的なトンネル掘削工事ではあまり用いることがない、今回の研究開発の特徴的な材料と方法です。

活性シリカコロイドの最大粒子の大きさは、超微粒子セメントの約1000分の1と極めて小さく、さらに硬化促進剤の添加量の割合によって固まる時間を調整することができ、これにより岩盤の細かい割れ目の中まで浸透し、湧水抑制の効果が非常に高まりました。

また、注入の方法ですが、今回活用した「複合動的注入工法」とは、波長の長い波と短い波を組み合わせた振動を与えて注入する方法です。たとえば容器に入れた砂をトントンと振動させると、細かい隙間に砂の粒子が入り込むように、振動させることで詰まり始めた材料が分散し、より小さな隙間にも注入材が入っていくというイメージです。

プレグラウチング
・深度191~220m
・深度200mボーリング横坑
・注入材料: 普通セメント

プレグラウチング
・深度300m研究アクセス坑道
・注入材料: 普通セメント

プレグラウチング
・深度417~428m, 442~453m
・注入材料: 超微粒子セメント

プレグラウチング
・深度500m研究アクセス南坑道
・注入材料: 普通セメント
超微粒子セメント

ポストグラウチング
・深度500m研究アクセス北坑道
・注入材料: 超微粒子セメント
活性シリカコロイド

グラウチング実施箇所 先行ボーリング実施箇所

通り道に、セメントや超微粒子セメントなどを注入するプレグラウチングを行いました。(図1)

また、最も水圧条件の厳しい深度500mの水平坑道では、掘削前にプレグラウチング、さらに掘削後にポストグラウチングを行うことにより、グラウチングを実施しない場合に予測される湧水量に対して100分の1まで減らすことに成功しました。

日本と同様に地層処分を計画しているスウェーデンでは、地層処分場の処分坑道における湧水箇所に対して、ポストグラウチングを実施することが示されていますが、今回実施したポストグラウチングも湧水箇所に対する技術として湧水量を低減できることを確認しました。

この技術の研究開発を進めてきた原

図1 プレグラウチングとポストグラウチングの概念図



理論式を用いた 湧水抑制の目標値の設定

見掛 今回のもう一つの特徴として、簡単な計算手法による一連の検討手順を構築したことがあげられます。坑道を掘る作業は日々継続して行われているので、なるべく簡単に迅速な方法で注入範囲や材料を検討する必要があります。このため、コンピュータの解析プログラムを用いたシミュレーションのような大掛かりなものではなく、理論式を用いて目標の湧水抑制効果を達成するために必要な岩盤の透水性の低下割合や、注入範囲を設定しました。使用した理論式は、坑道を掘削した時の湧水量の予測に用いられている算定式を応用してグラウチングの設定条件に応じた湧水抑制効果を考慮した湧水量を算定できるようにしたものです。

同じ場所でもグラウチングの条件を変えてもう一回掘るといったことはできないので、グラウチング効果の実証は、一回勝負です。しかも予測が正確でなければ

一般的な土木工事にも 貢献できる重要な成果

見掛 縦方向に坑道を掘る場合、どうしても湧水を汲み上げなければなりません。湧水量が多ければ多いほど、汲み上げのためのポンプや貯水プールの増設が必要となり、湧水の量を減らすことは坑道維持のコストダウンにつながります。また、施工精度の向上という視点でも、グラウチングによって、場所による湧水量のバラつきをなくし、ある程度均等に仕上げる技術であることが実証されました。また、坑道が出来上がったあともポストグラウチングによって湧水量を抑えることができることも実証されました。

この技術は、地層処分事業において、施工品質やコストの面で大きく貢献できるものであり、それだけでなく、一般的な土木工事にも適用できる汎用性を持った技術と考えています。

深度500m地点の湧水を
1か所に集めた貯水プール。
ここから地上に汲み上げる。

※1 グラウチング
岩盤の亀裂(地下水の通り道)にセメントなどの溶液を注入することで坑道へ流れ込む水を抑制する技術
※2 活性シリカコロイド
最大粒子径が10~20ナノメートル(1ナノメートルは1メートルの10億分の1)と非常に小さい粒径の物質。液状化現象の対策として砂質の地盤へ注入される例もある。

檜葉遠隔技術開発センターを利用して

文部科学省・廃止措置人材育成高専等連携協議会 主催

第1回「廃炉創造ロボコン」が開催されました



廃炉ロボコン会場として使用された試験棟
幅：80m
奥行：60m
高さ：40m

檜葉遠隔技術開発センターは、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)事故の廃止措置のために遠隔操作機器(ロボット等)の開発・実証試験を行う施設です。

2016年12月3日、同センターを会場として、第1回廃炉創造ロボコン(以下「廃炉ロボコン」)が開催されました。

廃炉ロボコンは、主催する文部科学省の「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業「廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」の一環として開催され、北海道から九州までの13の高専専門学校より15チームが参加しました。

文部科学省の人材育成プログラムでは、東北大学・福島大学・東京大学・東京工業大学・福井大学・福島工業高等専門学校(以下「福島高専」)、地盤工学会の7機関がそれぞれ特色ある活動プログラムを展開しています。

このプログラムを活用して、福島高専は1Fの廃炉という課題に取り組み若い人材を養成することを目的に、「廃止措置人材育成高専等連携協議会」を2015年3月に発足させました。

今回の廃炉ロボコンも福島高専が事務局となり、全国の高専生が、廃炉という難しい課題にチャレンジしました。

競技は、檜葉遠隔技術開発センターに設置されている1F建屋内を想定した「モックアップ階段」を登り、荷物を運ぶとともに状況を調査する課題と、凹凸のある「ステップフィールド」を進み、フィールドの奥の状況を調べる課題のどちらかを選びます。いずれもロボットを直視することはできず、ロボットに取り付けられたカメラからの映像をモニターで見ながらの遠隔操作という条件で行われました。また、コンクリートの厚い壁越しを想定した環境のため、電波が届かないことや、建屋内の強い放射線の影響を想定して時間も厳しく制限されました。

ユニークなアイデアが持ち寄せられた大会でしたが、ほとんどのチームが課題をクリアすることはできませんでした。参加者は放射線量が高く、電波も届かず、視界が制限される原子炉建屋内を想定した作業の難しさをあらためて実感していました。



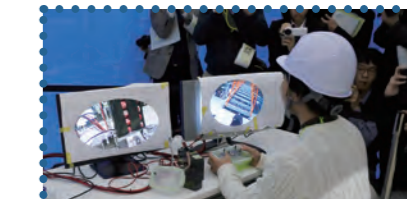
ステップフィールド

コース

- フィールドの形状(面積や凹凸など)を調べる。
- フィールド内に置かれている物を調べる。
なお、場所は不定とする。
- その他、廃炉に関して遂行すべきと考えられる課題。



文部科学大臣賞を受賞した大阪府大高専の「TAPPAR」は2台のロボットがお互いに支えあう仕組み



- 参加者は直接ロボットを見ることはできない
- ロボットに取り付けられたカメラからの映像を見ながら操作する

参加チームは、2つのコースから1つを選んで挑みました。

コース2

モックアップ階段

- 重量5kgの荷物を平坦な1階床面から2階まで運び、荷物を置いて元の場所に戻ってくる。
- 2階の荷物置場に置かれている物を調べる。
なお、場所は不定とする。
- その他、廃炉に関して遂行すべきと考えられる課題。



優秀賞を受賞した奈良高専の「ステップウォーカー」は参加チームの中で一番高いところまでモックアップ階段を上ることができた

舞鶴高専の「福鶴1号」はアイデア賞を受賞

ヘリウムガスを注入した風船の浮力を利用して凹凸のステップフィールドを前進しようという斬新な発想と、ロボットの奇抜な見た目に、観客も参加者も驚かされました。ロボコンは、思いもよらなかった技術と出会う新しい発見の場でもあります。



思わぬトラブルに対応を迫られる場面も...



地元・福島高専は軽量化と放射線の遮蔽技術が評価されました

檜葉遠隔技術開発センター施設利用

檜葉遠隔技術開発センターでは、民間企業や教育機関、研究機関など幅広い方々の遠隔技術開発を支援するため、実規模試験エリアと要素試験エリアの利用促進支援を行っています。



詳細については、HPをご覧ください。
<http://naraha.jaea.go.jp/>





高速増殖原型炉「もんじゅ」

「もんじゅ」に関する政府方針と今後の対応について

「もんじゅ」とは

原子力機構が設置・運営している「もんじゅ」(福井県敦賀市)は、電力会社が運営する原子力発電所(軽水炉)と異なる、高速増殖炉と呼ばれるタイプの原子炉です。高速増殖炉は、消費した以上の燃料を新たに生み出すことができるという特徴を持っており、エネルギー資源に乏しい日本では、長期的にエネルギーを確保していくための有力な方策として開発が進められてきました。また、原子力発電所の使用済燃料に含まれている「マイナーアクチノイド」と呼ばれる長寿命の放射性物質を高速炉*で燃焼することにより、高レベル放射性廃棄物の発生量を少なくし、また、有害度が低くなるまでの期間を大幅に短縮することが可能となります。

「もんじゅ」は、原子炉の冷却材として金属ナトリウムを使っており、その運転や保守作業等を通じて種々のデータを取得することにより、将来における高速増殖炉の大型化に向けて技術的な可能性を確認するための原型炉としての役割を果たすべく、これまで研究開発が進められてきました。

原子力関係閣僚会議における決定

平成28年9月21日に開催された政府の原子力関係閣僚会議において、今後の高速炉開発の進め方について、高速炉開発会議を設置し、審議するとともに、「もんじゅ」については「廃炉を含め抜本的な見直しを行うこと」とし、見直しの検討が行われてきました。その結果、平成28年12月21日、原子力関係閣僚会議が開催され、次ページのとおり「もんじゅ」を含む政府の高速炉開発方針が決定されました。

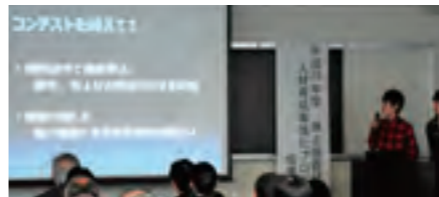
* 高速炉: 高速の中性子を用いて核分裂反応を持続させる原子炉の総称。このうち、運転しながら消費した以上の燃料を新たに生み出すことを主な目的として設計されたものを「高速増殖炉」と呼びます。

廃炉創造ロボコンに参加して

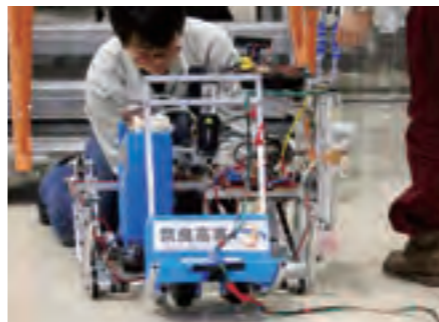
2017年1月28日、文部科学大臣賞・優秀賞を受賞した大阪府大高専の船津達矢さんと村上大介さん、奈良高専の外山仁大さんらは、全国から集まった高専の教授らを前に今回の廃炉ロボコンの成果報告を行いました。

「遮へい体とは何か?」を調べるところからスタートした廃炉ロボコンへの参加

「成果報告会」での発表



船津・村上 僕たちは、もともと人命救助に役立つレスキューロボットの研究をしていたのですが、5月頃に先生から廃炉ロボコンを紹介され、参加することにしました。レスキューロボットコンテスト「ロボカップレスキュー」では、フィールドを走行することができず、「廃炉ロボコン」で、リベンジしたいと思い、ロボットを改良して凹凸のフィールドを走行するということが大きな動機になりました。



文部科学大臣賞 大阪府立大学工業高等専門学校 船津 達矢さん
優秀賞 奈良工業高等専門学校 外山 仁大さん

コンこのルールでは、ロボットに放射線の遮へい効果が施されていると、操作の持ち時間が延長されます。遮へい体とは何か?を調べ、ロボットにどのような工夫をすれば良いか考えるところからスタートしました。

課題を一つ一つクリアすることに集中しながら製作

大会3カ月前、廃炉ロボコンに参加するチームのメンバーが福島に集められ、1Fの現状視察と、競技会場である櫛葉遠隔技術開発センターなどを見学しました。

外山 1F敷地に入ると、コンビももあり、特別な装備もせずに作業員が普通に歩いているので、自分が全く知らないところで、ここまで除染などの作業が進んでいることに本当に驚きました。もつとひどい状況だと思っていたのですが、多くの方が相当な努力をしてくださって環境を回復させたことを実感しました。

船津・村上 1Fには防護服を着ていくものかと思っていました。1F内にある施設もきれいで、環境的にも整っていることにびっくりしました。ただ、作業自体は進んでいると感じましたが、1Fに行くまでの道では、家があっても誰もいないという地域が続いていて、被害の深刻さを実感しました。現状を知って、参加するからには精一杯頑張ろうという気持ちになりました。

外山 私も1Fを見たときは廃炉作業に貢献したいという強い気持ちがわいてきたのですが、奈良に戻ると廃炉のことはめったに話題にのぼらないため、廃止措置が切実な問題だという実感が次第に薄れていくのを感じました。

そこで、まずは高専生として自分の納得するロボットを作ることが大事と考え、取り組むようにしました。

船津・村上 確かに僕たちも関西なので、廃炉への貢献の気持ちを持ち続けることは大変で、課題を一つ一つクリアしようということに集中しながら製作を続けました。

僕たちのロボットは、1台では段差のある床を進むことができないことが、「ロボカップレスキュー」の経験でわかっていたので、2台で協力しながら進むロボットにしました。前のロボットを後ろのロボットが押し上げたり、後ろのロボットが前のロボットをリールで釣り上げて段差を乗り越えるんです。思いがけない失敗に次々に気づかされ、最初は全然ダメでしたが、その都度直して、また試して、を何度も繰り返しました。

外山 僕たちは「モックアップ階段」のコー

スを選択しました。ロボットを直接見て操作できないので、階段をまっすぐ進めず引っかけたり転がり落ちてしまっことを想定し、階段の手すりにつかまるためのアームを取り付ける工夫をしました。しかし、練習で使った学校の階段とモックアップ階段の角度に微妙なずれがあり、本番で登り切ることができず悔しかったです。

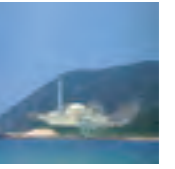
今後の「廃炉ロボコン」に期待する様子

船津・村上 今回は第1回ということもあり、現場視察も大会の3カ月前と製作期間が短く、準備や練習に思うような時間をかけられませんでした。それなりの期間があれば、高専生らしいアイデアがさらに期待できるのではないかと思います。

僕たちは、「廃炉ロボコン」がなかったら廃炉という問題に関心を持たなかったと思います。若者にこうして廃止措置の問題に目を向けさせるにはとても大きな意味があると思いますし、そういうものに取り組みることによって、技術力も養われるので、このコンテストの意義は大きいと思います。

外山 私は、廃炉に関心を持って取り組むというより、自分たちが設計したロボットを作るという行為によって、廃炉という問題におのずと関心を持つようになることに意味があるなと感じました。また、自分たちの研究をこういった場で共有することは、それぞれの刺激になり、新たなアイデアが生まれるきっかけにもなります。

船津・村上 この大会は、是非ずっと続けてほしいと思います。さらに、高専だけでなく大学も参加して、もつとっと大きな大会になってほしいと思います。大会が大きいと、モチベーションも高まり、他のすごいロボットやアイデアを見る楽しみも出てくると思います。高専生のアイデアが、実際の廃炉作業に少しでも役立てばと願っています。



「もんじゅ」の廃止措置に向けた取り組み

Q1

「もんじゅ」を廃止しても高速炉サイクルの研究開発は行えるのですか？

A1

「もんじゅ」ではこれまでに、設計、建設、運転、保守等を通して、実証炉以降の高速炉の開発に資する多くの技術的な知見が得られています。また、国の高速炉開発会議での議論では、「もんじゅ」の運転再開により得られる予定であった知見は、原子力機構の高速実験炉「常陽」(茨城県大洗町)や大型ナトリウム試験施設、フランスが建設を予定している高速炉「ASTRID:アストリッド」等を通じた国際協力の活用等で獲得を図ることとしております。それでも入手できないと見込まれるものについては、実証炉の設計裕度の確保等の方策で対応する方針です。



高速実験炉「常陽」

Q2

「もんじゅ」の廃止措置はどのように進められるのですか？

A2

図1. 高速炉の廃止措置の特徴

1	ナトリウムは不透明で、かつ空気中の酸素、水分等と反応することから、密閉したアルゴン雰囲気中の遠隔操作が必要。
2	ナトリウムは化学的に活性であるため、化学的に安定な形に変えてから、処分を行う必要がある。
3	機器解体の際には、機器の内表面にはナトリウムが残っているため、ナトリウムの安定化処置が必要。
4	純度管理されたナトリウム環境では、燃料被覆管等の劣化や構造物の腐食は殆ど進行しない。
5	海外では10基以上の高速炉の廃止措置の経験があり、概して、燃料取出しに年単位の期間、廃止完了までは30年以上を要している。

図2. 世界の高速炉の廃止措置状況

施設名	運転期間	廃止措置の状況
フランス Superphenix	1986年 ～ 1998年	フランス電力公社 (EDF) プレス資料 1998年 最終停止令 燃料取出し (1999年-2003年) 2006年 解体許可取得・現在は原子炉容器解体中 大型ナトリウム機器解体完 (2009年-2012年) ナトリウム処理完 (2009年-2015年) 2028年 廃止措置完了予定
		解体計画 (2011年) における計画 2015年 最終停止令および解体許可取得 (→2016年取得済) 燃料取出し (2014年～2022年 (予定)) 2045年 廃止措置完了予定
フランス Phenix	1974年 ～ 2010年	

他の廃止措置中の高速炉

フランス	Rapsodie (2030年廃止措置完了予定)	アメリカ	EBR-I (1975年廃止措置完了) EBR-II (2015年グラウトによる封鎖済) Fermi (1984年1次系Na搬出済) FFTF (2009年から監視保管)
イギリス	DFR (2025年廃止措置完了予定) PFR (2026年廃止措置完了予定)		
ドイツ	KNK-II (2021年廃止措置完了予定)	カザフスタン	BN-350 (2075年頃廃止措置完了予定)

高速炉である「もんじゅ」には、冷却材に化学的に活性なナトリウムを使用するなど、他の原子力発電所(軽水炉)とは異なる特徴があり、廃止措置に際してはこれを考慮した手順で施設の解体・撤去を進める必要があります。(図1)

国内では初めて高速炉の廃止措置に取り組むこととなりますが、フランスを始めとする海外では先行例があり、これらの実績・知見を参考にすることができます。(図2)

具体的な進め方については、本年4月を目的に「廃止措置に関する基本的計画」の取りまとめを予定しておりますが、廃止措置の第1段階では、原子炉としての安全上のリスクを考察し、その早期低減を図る一環として、約5年半での原子炉容器から燃料池(水プール)への燃料の取出しの終了を目指しております。その後、燃料取り扱い設備や水・蒸気系設備等から解体準備を行い、施設の解体等へ展開してまいります。

今後の情報については、本誌並びにホームページ等にてご紹介してまいります。
高速増殖原型炉もんじゅ/もんじゅ運営計画・研究開発センターホームページ
https://www.jaea.go.jp/turuga/monju_site/



政府方針

(要約・抜粋)

高速炉開発の方針

世界最高レベルの技術基盤の維持・発展を図りつつ、高い安全性と経済性を同時に達成する高速炉を開発し、将来的な実用化を図り、もって国際標準化に向けたリーダーシップを最大限に発揮することを目指し、4つの原則(国内資産の活用、世界最先端の知見の吸収、コスト効率性の追求、責任体制の確立)に沿って対応していく。今後の実証炉の開発コスト低減に寄与することが期待される知見は、「もんじゅ」再開によらない新たな方策で獲得することとし、今後10年程度の開発作業の具体化に向けて「戦略ロードマップ」を平成30年を目途に策定することを旨とする。

「もんじゅ」の取り扱いに関する方針

これまでの「もんじゅ」の位置づけを見直し、原子炉としての運転再開はせず、今後、廃止措置に移行するが、あわせて今後の高速炉研究開発における新たな役割を担うよう位置付ける。

原子力機構の今後の運営方針と対応 (平成28年12月21日公表)

原子力関係閣僚会議にて決定された政府方針を踏まえ、文部科学大臣より原子力機構理事長に対し、適切に取り組むよう指示がありました。
原子力機構はこれを受けて、次のとおり今後の取り組みの方針を決定し、もんじゅの廃止措置を安全かつ着実に実施するとともに、「高速炉開発の方針」に基づいて新たな拠点化構想への対応を含めた高速炉開発等に向けた取り組みを進め、地元経済等の発展に貢献していく所存です。

「もんじゅ」廃止措置の安全かつ着実な実施

もんじゅ廃止措置を安全かつ着実に実施するために、平成29年4月を目途に廃止措置に関する基本的な計画を策定します。その際、安全上のリスクを低減する観点から、炉内の燃料については、この廃止措置に関する基本的な計画策定から約5年半で取出しを完了することを旨とします。
●この計画の策定と併せて、国内外の英知を結集して廃止措置を進めるための体制・組織を構築し、保安規定改正と合わせた早々の体制整備を旨とします。

新たな拠点化構想への対応

我が国の高速炉サイクル研究開発の中核として、●高速炉サイクル開発に関する戦略ロードマップ作成について、機構が蓄積する技術的知見を基に積極的に貢献します。
●ロードマップ作成作業にあたっては、高速炉研究開発部門の組織の再編を行うとともに、高速実験炉「常陽」(茨城

県大洗町及びブルトニウム燃料第三開発室(茨城県東海村)の早期運転再開を目指します。

●廃止措置へ移行するまで及び廃止措置中における「もんじゅ」の利活用方策及びナトリウム工学研究施設における研究開発計画を検討し、ロードマップに反映します。
●今後の高速炉の研究開発や人材育成を支える基盤となる拠点を茨城及び福井に再構築します。

地元経済等との対応

●地元雇用や経済発展に貢献すべく、「もんじゅ」サイトを活用した新たな原子力研究・人材育成を実施するとともに、廃止措置技術開発等における産学官連携活動を強化します。

地元理解への対応等

●上記を含め今後の取組を進めるにあたっては、原子力規制委員会の適切な規制の下、安全確保を第一とし、地元をはじめとした国民の皆様への理解を得られるよう取り組みます。

国民の皆様へ

「もんじゅ」の廃止措置が決定された事について、地元をはじめとする国民の皆様に対し、心よりお詫び申し上げます。

この決定は、「もんじゅ」における過去のトラブルなどの経緯や、東日本大震災以降の新たな規制対応などの最近の情勢の変化などを総合的に勘案して、国として判断された結果であると承知しています。しかしながら、「もんじゅ」の重要性を訴え、職員一丸となって運転再開を目指して改革活動を進めてきた当機構としては、所期の目標を達成できず、また、地元の期待に添えられず、誠に残念と言わざるを得ません。「もんじゅ」は、今後、国内外の先行知見を有効に活用しながら廃止措置に向けた取り組みを進めて参りますが、これを安全最優先に実施し、皆様へ安心して頂けるよう機構として最大限の努力を致します。また、これまでの研究開発成果を今後の高速炉開発に有効に活用するとともに、定められた「高速炉開発の方針」に従い、当機構の人材・設備等を最大限活かして、我が国における最先端の高速炉の技術開発に貢献して参る所存です。



1F2号機内で撮影された堆積物
写真提供:東京電力ホールディングス

燃料デブリは長時間空気中に置かれて
いると状態が変わっていきます。具体的
には、燃料デブリの酸化が進んだ場合には粉
状になってくる可能性もあります。

01 1Fの中の地下水への汚染物質の移行

現在、原子力損害賠償・廃炉等支援
機構（NDF）などと協力して、戦略的かつ
優先的に取り組むべき基盤研究の選定を
進めています。

02 特殊環境下の腐食現象の解明

現在、原子炉内の構造体が非常に特殊な
環境にあって、しかも線量が高い状態です。
こうした環境下では腐食が進行します。現
在のところ、建屋全体の腐食は安全性確保
の観点から評価されていますが、今後は局
所的にどのような腐食が起こるか研究して
いく必要があります。

03 画期的なアプローチによる放射線計測技術

1F内部は非常に高い放射線環境となっ
ているため、炉内や建屋内部の状況を調査
するには、現行の放射線測定装置では性
能・機能上限界があります。そのため、1Fの
ニーズをふまえた、新たな発想、原理を用い
た放射線計測装置の開発を行う必要があ
ります。

04 廃炉工程で発生する放射性飛散微粒子挙動の解明

燃料デブリを取り出すのは、非常に大変
な作業で、割ったり切ったりするだけでも
微粒子が舞います。燃料デブリの取り出し
によって、微粒子がどのように舞うか、レー
ザーなどで熱的なカッターを行った場合、水
の中でカッターでも微粒子が大気中に出て
くるおそれがあります。その時にどのよう
な粒径で出るのかは予測しておかなければ
なりません。

05 放射性物質による汚染機構の原理的解明

建屋内の線量率を低減するためには、効
果的な除染を行ったり、できるだけ無駄な
廃棄物を出さないことが重要になります。
これに向けて効果的な除染のための汚染メ
カニズムの原理的解明が必要です。

06 廃炉工程で発生する放射性物質の環境中動態評価

放射線物質の環境影響について問題のな
いことを確認するため、地下環境中での地
下水に伴っての放射性物質の移動等の仕
方を解明する必要があります。これも基盤
研究として重要です。

07 廃炉工程で発生する放射性物質の挙動の解明

炉がどのような状態で壊れたのか、模擬
体を使って、温度による炉の壊れ方を直接
観察できる装置を作り、さまざまなケース
を想定して実験しています。（図1）

また、長い間原子力機構で取り組んで
きた研究の一つであるレーザー応用分光
技術を燃料デブリの分析に利用するため
の改良が進められています。これは、
LIBS*と言われる技術で、レーザーを
物質に当てて表面を蒸発させ、それをレー
ザーで解析するという遠隔技術で、まさに
現場で行える分析ツールとして期待され
ています。（図2）

* Laser-Induced Breakdown Spectroscopy



図2 レーザーを用いた炉内
その場分析プローブの開発

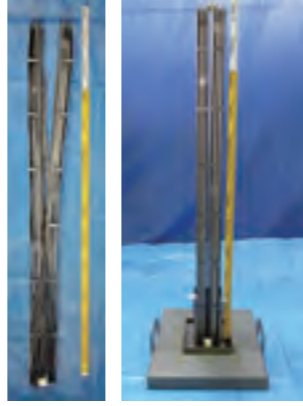


図1 制御棒ブレード破損試験前後の試験体の様子

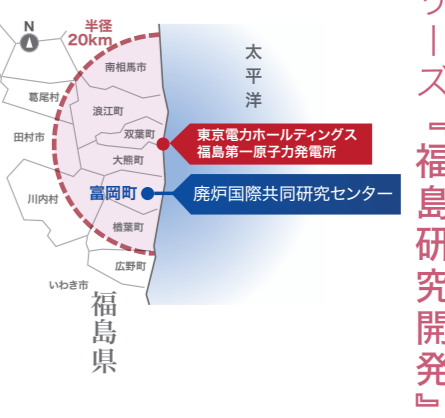


平成28年11月7日開催
事故廃棄物の安全管理に関する研究カンファレンス
(RCWM2016)

これらの目標を達成するための取り組
みの一つとして「廃炉基盤研究プラット
フォーム」の設置、運営があります。
また、「廃炉基盤研究プラットフォーム」
の活動の一つに「福島研究カンファレンス」

廃炉国際共同研究センターは、文部
科学省が平成26年6月20日に公表した
「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃
止措置等研究開発の加速プラン」に基づ
き、世界の英知を結集し、1Fの廃炉に向
けた研究開発及び人材育成に係る取り組
みを加速できるよう設置されました。産学官
との連携・協力で進められるこの取り組
みを束ねるのが原子力機構の役割です。

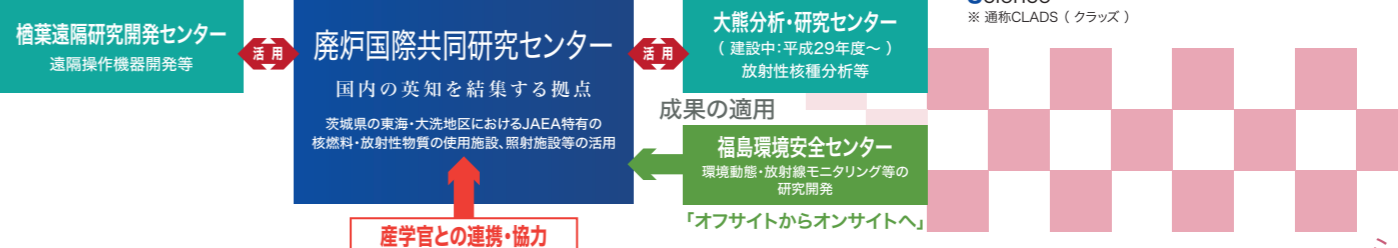
廃炉国際共同研究センターでは、①国内
外の英知を結集する場の整備、②国内外
の廃炉研究の強化、③中長期的な人材育成
機能の強化、④情報発信機能の整備の4つ
を目標として具体的な取り組みを行って
います。



シリーズ『福島研究開発』



福島研究開発部門
廃炉国際共同研究センター
みやもと やすあき
宮本 泰明
研究推進室長



今後何十年も続く廃止措置を
進めていく上では、何か技術的な壁
にぶつかった時にその解決のため
活用できるような知見や技術が非
常に重要になってきます。「廃炉国
際共同研究センター」(福島県富岡
町)は、こうした基礎・基盤研究の
中心となる施設です。また、この施
設は、国内外の英知を結集する拠
点として、楡葉遠隔開発技術セン
ター、大熊分析・研究センター、東
海・大洗地区の研究施設などと密
接に連携を取りながら、東京電力
ホールディングス福島第一原子力発
電所(1F)の廃炉に向け、中心的な
役割を担う施設でもあります。

廃炉国際共同研究センター

Collaborative
Laboratories for
Advanced
Decommissioning
Science
※ 通称CLADS (クラッズ)

皆さまの「声」を ご紹介いたします



アンケートへのご協力ありがとうございます。
皆様からお寄せいただきました
ご意見を一部紹介いたします。

- 再処理施設、燃料製造施設等の今後の方向、実施の状況等について取り上げてください。
(茨城県那珂郡東海村 宮原 様)
- もんじゅ廃炉に伴う将来の高速炉研究の方向性と、研究炉の動向等について記載して頂きたい。
また、廃炉、解体についてもお願いします。(福井県三方郡美浜町 梅津 様)
- 機構の研究は素晴らしいものがありますが、もんじゅの廃炉は全くお粗末そのもの。
廃棄物、供用施設の研究に切り替え出直すべきだ。むしろ水素研究に切り替える努力を求めたい。
(福井県三方郡美浜町 山崎 様)

「未来へげんき」編集部では、皆様からのご意見を編集に反映させてまいります。今後ともよろしく願いたします。
※アンケートに記入いただきます個人情報は、本件以外には使用いたしません。

INFORMATION

- メルマガ** 最新の研究開発成果などをお知らせいたします。メルマガジンの配信を希望される方は、ホームページからお申込みください。
<http://www.jaea.go.jp/mailmagazine/>
- ツイッター** 最新の研究成果などをお知らせいたします。
https://twitter.com/jaea_japan
- JAEAチャンネル** 研究開発成果をわかりやすく紹介する動画「Project JAEA」などを配信しています。
http://www.jaea.go.jp/atomic_portal/jaea_channel/
- Webアンケート** 「未来へげんき」へのご意見・ご感想などをお寄せください。
<https://www.jaea.go.jp/genki/enquete/44/>
- 「未来へげんき」バックナンバー** http://www.jaea.go.jp/study_results/newsletter/

当機構の研究・開発へのご支援をお願いします!

- 寄付金募集** **お問い合わせ先**
- HP http://www.jaea.go.jp/about_JAEA/fdonation/
- 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 財務部寄附金担当
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1
TEL:029-282-1133 (内線40922) E-mail:zaimu-keiri@jaea.go.jp

(キリトリ線)

皆様のお声をお寄せください。今後の編集の参考にさせていただきます。

未来へげんき Japan Atomic Energy Agency 2017 vol.44

1. 本誌「未来へげんき」をどこで入手されましたか。
① 原子力機構施設など ② 公共施設 ③ 郵送 ④ その他 ()

2. 今号の記事・読み物で良かったもの(複数回答可)
① 私たちの研究「亀裂から湧き出る地下水量を少なくするために」
② 第1回「廃炉創造口ポコン」が開催されました
③ 「もんじゅ」に関する政府方針と今後の対応について
④ シリーズ「福島研究開発」「廃炉国際共同研究センター」
⑤ PLAZA 原子力機構の動き
⑥ その他 ()

3. 表紙や紙面のデザイン印象
① 良い ② まあ良い ③ 普通 ④ あまり良くない ⑤ 悪い

4. 「未来へげんき」の冊子配送についてお伺いいたします。
(イベント等で本誌をはじめとする冊子をお読みになった方)
本誌は年4回発行しています。今後の郵送を希望される方は送付先のご記入をお願いします。

【「未来へげんき」の郵送をご希望の場合】

ご住所: □□□□□□□□□□

お名前: □□□□□□□□□□

□ 表面に記載した住所・お名前宛てに送付を希望する

5. 原子力機構および本誌に関するご意見・ご要望をお聞かせください。
また、今後取り上げてほしいテーマなどご自由にご記入ください。
いただいたご意見を、巻末でご紹介させていただいております。ご紹介する際にお住まい(市町村まで)及び苗字を掲載させていただきます。

□ お住まい(市町村まで)及び苗字の紹介を許可しない
ご協力ありがとうございます。

編集後記

新しい春を迎えました。「廃炉創造口ポコン」に参加した高専生たちの多くも、就職や進学でこの春から新たな生活が始まるそうです。

舞台となった橋本遠隔技術開発センターの設備は福島第一原発のなかを再現しているとあって、ほとんどのロボットが苦戦していましたが、会場からは若い力の今後への期待も込めてたくさんエールが送られていました。

「未来へげんき」ではこれからも原子力機構の様々な研究や取り組みをご紹介します。

季刊 未来へげんき Japan Atomic Energy Agency

2017 vol.44 平成29年3月

- 編集・発行
日本原子力研究開発機構
広報部広報課
- 制作
有限会社 オスクリエイティブルーム

PLAZA 原子力機構の動き

トピックス

主なプレスリリース

原子力基礎工学研究センター

原子力基礎工学研究センター
使用済燃料中パラジウム-107の存在量を世界で初めて実測
～ 試料に近づかず高純度パラジウムを分離し正確に測定 ～

J-PARCセンター

- 地球形成期におけるコアの軽元素の謎に迫る
～ 鉄へ溶け込む水素を中性子でその場観察 ～
- タンパク質単結晶の回折斑点強度を高精度に決定する手法
パルス中性子を用いた回折データで世界初の実用化
J-PARC内の茨城県生命物質構造解析装置iBIXにより確立

その他の
プレスリリースはこちら
<http://www.jaea.go.jp/news/press/results.html>

「PLAZA」と「INFORMATION」で紹介している情報の詳細は
原子力機構ホームページでご覧いただけます。
<http://www.jaea.go.jp/>

幌延深地層研究センター

平成29年度も、多くの方々に調査研究を行うための地下施設などを
ご覧いただく施設見学会を4月～
10月の第4日曜日に開催します。皆
様のご参加をお待ちしております。



福島研究開発部門

【広報誌】
「明日へ向けて」第11号
を発行しました。
「失敗を恐れず、みんな
で知恵を出し合い、前
へ。」福島研究開発に携
わる新人職員に話を聞
きました。



J-PARCセンター

毎月1回、東海村で「J-PARC ハローサイ
エンス」を開催しています。
サイエンスについての気軽なトークを、日
ごろなかなか会うことのできない研究者
と一緒に楽しむことができます。

大洗研究開発センター

【広報誌】
「夏海湖の四季」81号を
発行しました。
大洗地区における1～3
月までの事業活動や科
学館イベント情報など
を掲載しています。



東濃地科学センター

【広報誌】
「地層研ニュース」2月号を発行しました。
『き』業展に参加 原子力機構の技術を
地域に発信」ほか。

敦賀事業本部

【広報誌】
「つるがの四季」No.114
を発行しました。
原子力機構が福井県に
整備を計画する「廃止措
置技術実証試験センター」が目指すもの
などを紹介しています。



人形峠環境技術センター

【広報誌】
「にんぎょうとうげ」第
80号を発行しました。
昨年10月に発生した鳥
取県中部地震の経験を
もとに実施した訓練の
様子などを掲載してい
ます。



平成28年度 福島研究開発部門成果報告会を開催しました。

2月14日、いわき産業創造館にて福島研究
開発部門研究成果報告会を開催しました。
東京電力ホールディングス福島第一原子力
発電所の廃止措置研究や福島環境回復
に向けた研究活動報告を行い、約200名
の方にご参加いただきました。





国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

日本原子力研究開発機構は、日本で唯一の原子力に関する総合的研究開発機関として、「原子力の未来を切り拓き、人類社会の福祉に貢献する」をミッションとしています。

主な業務として、東京電力福島第一原子力発電所事故への最優先での対応、原子力の安全性向上のための研究、核燃料サイクルの研究開発、放射性廃棄物処理・処分の技術開発といった分野に重点的に取り組むとともに、これらの研究開発を支え、新たな原子力利用技術を創出する基礎基盤研究と人材育成に取り組んでいます。

料金受取人払郵便

3 1 9 - 1 1 9 0

ひたちなか郵便局承認

174

差出有効期限
平成30年3月
31日まで

切手不要

(受取人)

茨城県那珂郡東海村
大字舟石川1765番地1

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構
広報部「未来へげんき」係 宛



(キリトリ線)

氏名		フリガナ		性別	
				男・女	
住所		〒 □□□□□□		都道 府県	
電話		()		年齢 歳	

Japan Atomic Energy Agency