

2017  
46

国立研究開発法人  
日本原子力研究開発機構

# 未来へげんき GENKI

Japan Atomic Energy Agency

## JAEA × 「見る」

高放射線量の環境下で  
ものを見る  
耐放射線カメラ

「レーザー」×  
「ウォータージェット」で  
「はつる」

— 1F燃料デブリ取り出し技術への適用に期待 —

模擬燃料集合体を使って壊れ方を見る  
1F事故において、  
燃料はどのように溶けたか

「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」  
廃止措置ビジネスを  
リードする企業育成を  
めざして



# 高放射線量の環境下でもものを見る 耐放射線カメラ

人が外界から得る情報のうち、視覚情報は8割以上にも及ぶと言われていました。「見る」ことによって得られる視覚情報は、「百聞は一見にしかず」と言われるように、正確に状況を把握するためには、最も有効な方法です。人間の目の機能を機械的な視覚センサーに置き換えたものがカメラです。カメラは可視光の種類や光源を極めて正確に捉えて、ものを見ることができます。世の中にたくさんあるカメラは、目的によってさまざまな種類や機能があります。今回開発した「耐放射線カメラ」は、人が立ち入れない、放射線量の高い特殊な環境下で、ものを見ることのできるカメラです。



Cover  
commentary

今号のテーマは「見る」です。研究とはものをよく見て調べることです。「見える」ということは、科学の進歩に大きく貢献します。

Tokimeki  
トキメキサイエンス  
SCIENCE



## 秋のミステリー

日本では、春を司る佐保姫、夏の筒姫、秋の龍田姫、冬の白姫と季節ごとに女神が祀られ、四季の美しさを象徴しています。秋の女神の龍田姫が、野山をかけめぐり、木々の葉を染める季節となりました。美しい紅葉の季節の到来です。

春から初秋にかけて、木々の葉は、葉に含まれる葉緑素によって緑色に見えています。気温が下がり始めると、冬を迎える準備として、木は葉に送っていた水などを止めてしまうため、葉緑素がこわれて、もともと葉の中に存在していた黄色い「カロチノイド」が表面に出てきます。これがイチョウなどが黄色くなる「黄葉」です。

一方、モミジの赤は、アントシアンという色素が作り出しています。アントシアンは葉にはもともと存在していません。秋に葉緑素が分解され始めると、同時にアントシアンの合成が始まり、葉を赤く染めていきます。

私たちを楽しませてくれる黄葉・紅葉は、葉緑素が分解されるときに発生する有害物質から、カロチノイドやアントシアンが葉の細胞を守っているのではと言われてはいますが、実は仕組みはわかっても、「それがなぜ起こるのか」はよくわかっていません。

龍田姫の仕業と思うことが許されるほど、自然界にはミステリーがいっぱいです。

## Contents

01 高放射線量の環境下で  
ものを見る  
耐放射線カメラ

04 「レーザー」×  
「ウォータージェット」で  
「はつる」  
— 1F燃料デブリ取り出し技術への適用に期待 —

07 模擬燃料集合体を使って壊れ方を見る  
1F事故において、  
燃料はどのように溶けたか

10 「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」  
廃止措置ビジネスを  
リードする企業育成をめざして

12 PLAZA  
読者アンケートはがきなど

## ハイビジョンカラー撮影で 1000時間使用可能な 耐放射線カメラ

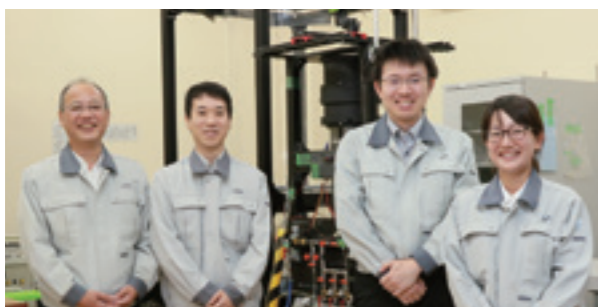
武内 耐放射線カメラは、これが唯一という訳ではなく、これまでに様々なタイプのもが市販されてきました。しかし、解像度が高く、カラー撮影が可能であり、高い耐放射線性能を有するものはありませんでした。

今回開発した耐放射線カメラは、この3つの条件を同時に満たすものです。解像度はハイビジョン相当であり、高画質で対象物の撮影が可能です。また、何よりも一般的なカメラであれば1時間程度で故障するような高い放射線環境下(100 Gy/h)で1000時間使用することができる世界初の耐放射線カメラです。

土谷 この研究開発は、もともとは経済産業省資源エネルギー庁からの受託事業として実施した「発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業 特殊環境下で使用可能な監視システム高度化」の成果です。この耐放射線カメラは、今のところ約20 kgと相当な重さがあります。大きさも決して小さいものではありません。固定して使用する監視カメラとしてはこれで完成型ですが、東京

電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)の廃炉に関連している事業者から、これを小型・軽量化して、1F格納容器内部の観察用ロボットに載せられるようにという要望が来ています。手のひらサイズまで小型化・軽量化すれば、1F格納容器内の高い放射線の環境であっても、原子炉内部、燃料デブリを、より詳細に捉えることが可能になるのではないかと考えて、開発を急いでいます。

チームワークが自慢の研究開発チーム



最も苦労した  
イメージセンサ



今回開発した耐放射線カメラ



プリズム



## 今後は小型化をめざして

高い放射線量の中でも  
ものを見ることが出来る「耐放射線カメラ」

土谷 下の2つの画像を見比べてください。

一般的なカメラは、放射線環境下で使うと、画像に多数の白い点が見えて撮影したい対象を正確に見ることができません。カメラというのは人でいえば目と視神経と脳に相当します。目には、赤色や青色など、光としてとらえた情報を電気信号に変換する機能を持つ網膜がありますが、カメラも同様の機能を持っています。

## 耐放射線 カメラ

高放射線量の環境下でもものを見る

「耐」放射線の難しさ

武内 人の目の網膜にあたる機能がカメラのイメージセンサです。高線量下に置かれると強いエネルギーを受けて壊れてしまったため、まずはじめに、一般的な高解像度カメラが放射線環境でどのように故障するかを調べるためにガンマ線照射試験を行いました。

その結果、開発目標とした耐放射線レベルの千分の一にも満たない照射量でイメージセンサが故障してしまい、撮影ができなくなることが分かりました。これは相当ハードルの高い開発になるなど思い、内心冷や汗をかいたことを覚えています。

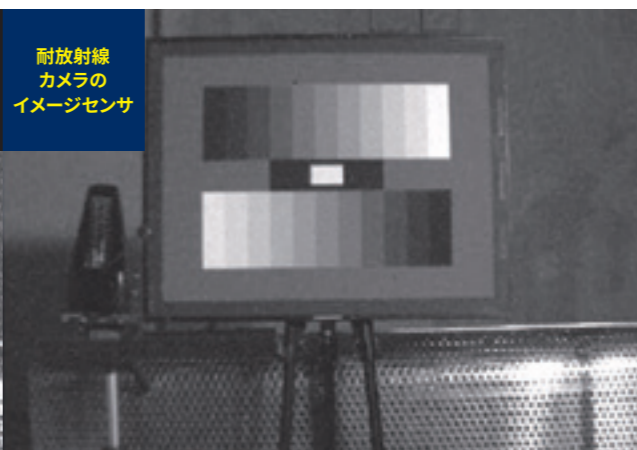
目標とする耐放射線カメラを開発するには、イメージセンサの耐放射線性能を大幅に向上させなければならぬので、根本的な部分から見直す必要があると考えました。

そこで池上通信機株式会社や株式会社ブルックマンテクノロジといったカメラに関する技術力に優れた企業のご協力を仰ぎながら、イメージセンサの内部にあるナノメートルレベルの極めて微細な回路構造から、放射線で発生した不要な電気信号を打ち消すという方法を考え出し、改良を繰り返しました。そしてようやく目標とする耐放射線性イメージセンサに到達することができました。

しかしイメージセンサの耐放射線性が向上すると、今度はイメージセンサ以外の部品のなかに故障してしまうものが出てきました。しかも部品単体で照射試験の目標をクリアしたと思ったら、カメラとして組み上げた照射試験では目標の耐放射線性に達しないということも多々ありました。

この繰り返しで、これには非常に悩まされました。諦めずに根気よく改良を続けて目標の耐放射線性が達成できた時は、それまでの苦労が全て報われた思いがしました。

一般的なカメラの  
イメージセンサ



耐放射線カメラの  
イメージセンサ

しかし放射線環境下では、カメラは対象物の色や形状に関する光の情報だけでなく、放射線によって発生した電気信号も拾ってしまいます。電離作用といって、放射線に物質中で電気を生じさせる作用があるためです。これが画像上の白い点となって現れているわけです。

開発した耐放射線カメラでは、白い点の明るさも数も大幅に減らし、対象物をはっきりと鮮明に捉えることができるようになりました。

原子力科学研究部門  
大洗研究開発センター  
照射試験炉センター  
たけうち ともあき  
武内 伴照  
研究副主幹



## 「一瞬」を見極める実験の繰り返し

羽成 今回開発した技術は、簡単に言えばレーザーによって金属の表面を溶かし、水を噴射して溶融物を流しとばす技術です。  
複数の技術・現象が組み合わさっているため、うまくいかなかった場合も「なぜうまくいかなかったのか」「どこが悪かったのか」を判断するのが大変なんです。目で見て一瞬の出来事ですから、ハイスピードカメラで何度も撮影し、現象を分析、条件を修正するという作業が繰り返されました。

羽成 最初、レーザーとウォータージェットを連続して当てたところ、図2(a)のように、溶



## 未知の物質の取り出し技術に「レーザー」という選択肢を

大道 燃料デブリを取り出すためにはどのような道具を準備しなくてはならないのか。これは、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置を進めるうえでとても重要な問題です。  
カッターなどの刃物で切断するものもひとつの方法ですが、想定よりも実際の物質が硬ければ刃こぼれしてしまうかもしれませんし、逆に柔らかければ刃先がめり込んでしまうかもしれません。そのような事態に備えて、私たちはまず「レーザー」を使用することを考えました。

動機です。  
ウォータージェットは、100気圧以上の、非常に高圧の水で金属などを切断する技術です。水の冷却効果のため対象物への熱の影響を小さくできるほか、水が粉塵を取り込むので放射性ダストの飛散を抑えることができます。(図1)しかし、硬くて粘りのある材料においては水だけでは加工能力が低いため、水と一緒に細かな金属(研磨剤)を吹き出す必要があります。そうすると加工能力は高まるのですが、この細かな金属自体が廃棄物となってしまうので、余分な放射性廃棄物の処理が課題となります。  
放射性ダストの舞い上がりを課題とするレーザーと、研磨剤を使って加工能力を高めなくてはならないウォータージェット。しかし、アシストガスの代わりに水を使えば、放射性ダストの舞い上がりを抑止でき、レーザーの加工能力を最大限に使うことができるのではと気づいたのでした。

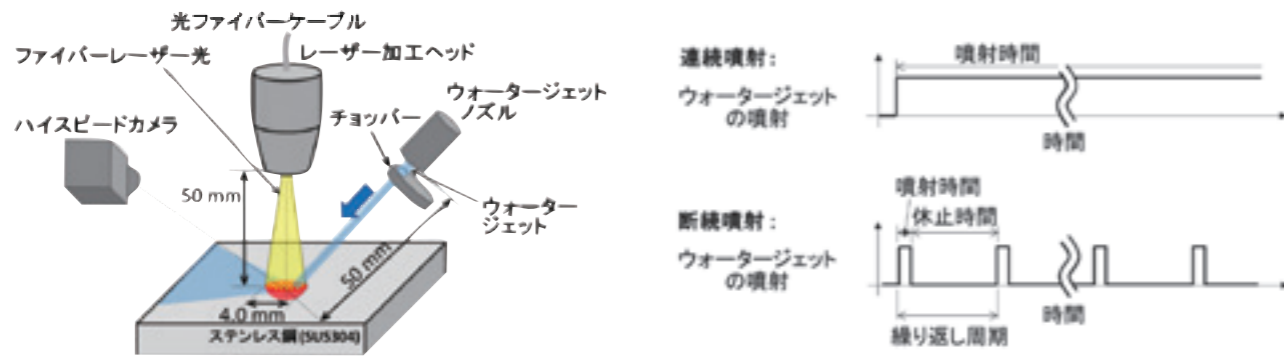
『はつり』ということばを聞いたことがありますか？

建設業界などで使われる技術のひとつで、「はつり除去」とは、カンナをかけるように表面を削ることを指します。

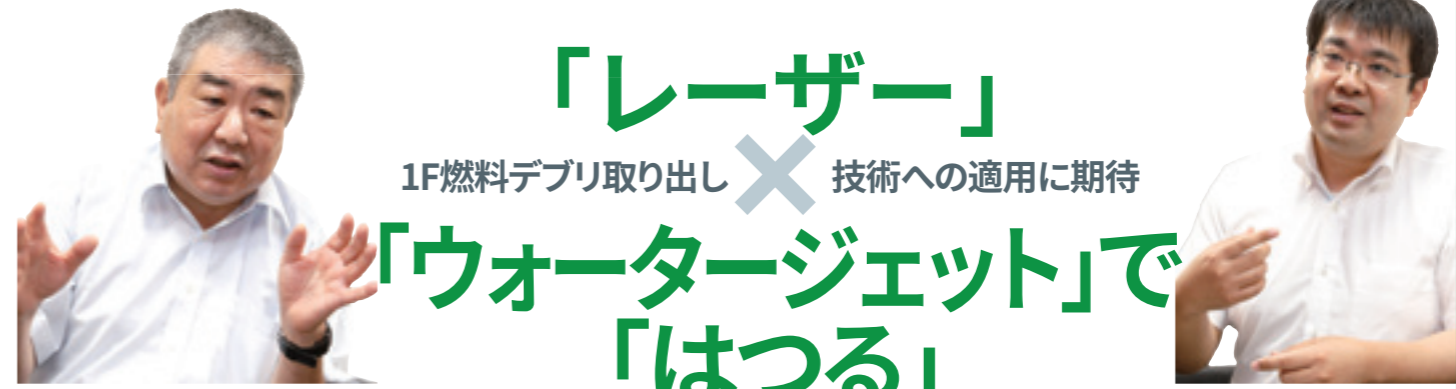
未知の物質にこの「はつり技術」で挑みたいー

原子力機構、日立GEニュークリア・エナジー株式会社、株式会社スギノマシンの共同研究グループは、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)の炉内構造物、燃料デブリ等の取り出し技術のひとつとして、「強いレーザー光」と「断続的ウォータージェット」を組合せた新しい「はつり除去技術」を開発しました。

図1



レーザー照射による穴あけ試験の模式図。試料であるステンレス鋼(SUS304)表面にファイバーレーザー光を照射し、同時に照射位置にウォータージェットを噴射させ、その様子をハイスピードカメラで観察。



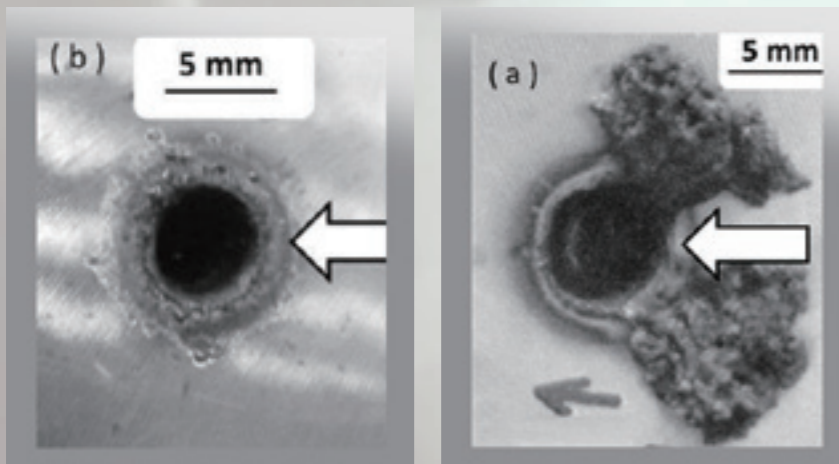
「レーザー」  
1F燃料デブリ取り出し × 技術への適用に期待

「ウォータージェット」で  
「はつる」

福島研究開発部門 福島研究開発拠点 福島遠隔技術開発センター  
だいどう ひろゆき  
大道 博行 上席嘱託

はなり としひで  
羽成 敏秀 研究員  
福島遠隔技術開発センター 遠隔基盤整備室

図2



レーザー照射後の試料の表面の状態。  
(a)ウォータージェットを連続して当てたときの様子と  
(b)ウォータージェットを断続的に当てたときの様子。矢印はウォータージェットが試料にあたる向きを指している。

融物が流れず、ウォータージェットの外側に山になって溜まってしまいました。原因として、水の冷却効果で、溶けたそばから冷やされて固まってしまうことがわかりました。  
それなら、ウォータージェットを断続的(パルス)に当て、溶融物への接触時間を短くすることによって、冷却の効果を抑制してはどうかと考えました。

その結果が図2(b)です。溶融物がウォータージェットで流しとばされ、きれいに加工することができました。

大道 「放射性ダスト問題」を解決するためには、レーザーと別の技術を組み合わせなくてはならない。そこで「ウォータージェット」の存在に目を付けました。これが共同研究実施の主たる

## レーザーの「パートナー」

レーザー切断を燃料デブリなどに使うには、大量のアシストガスにより、気中に大量の放射性ダストを舞い上がらせることになり、その対策が大きな課題となっていました。

しかし、レーザーを使用するには大量のアシストガス(注1)を必要とします。レーザーの熱で溶けた金属が気中に舞ってレーザーの照射口に付着すると、一気に性能が鈍りますから、アシストガスで、溶けた金属を吹き飛ばさなくてはならないのです。  
レーザー切断というのは、溶かして金属を切断する方法です。切り幅も狭く、制御性が高いので、正確に切れることはもちろんですが、接触することなしに、叩いたり、カンナのように削ったり、ひとつのレーザーで、いろいろな使い方ができるので、非常に自由度が高く使い勝手がいいというメリットがあります。

原子力機構では、特にレーザー共同研究所(福井県敦賀市)などにおいて、公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター等とともにレーザーによる厚板切断技術などを開発してきました。

(注1)アシストガス:レーザーで溶かした金属が飛散し、照射口などに付着するのを防ぐために高圧で噴射されるガス。酸素や窒素などが使われる。

## 模擬燃料集合体を使って壊れ方を見る

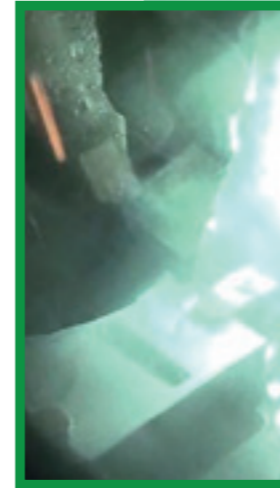
# 1F事故において、 燃料はどのように溶けたか

東京電力福島第一原子力発電所事故の燃料デブリ取り出しに関連して、事故の際に、原子炉内がどのように破損し燃料棒などがどのように溶けていったか、といった知見が求められています。

それを具体的に知るために、福島県富岡町にある原子力機構の「廃炉国際共同研究センター」国際共同研究棟では、模擬燃料の壊れ方を直接「見る」という実験が行われています。



## 「レーザー」 1F燃料デブリ取り出し技術への適用に期待 「ウォータージェット」で 「はつる」



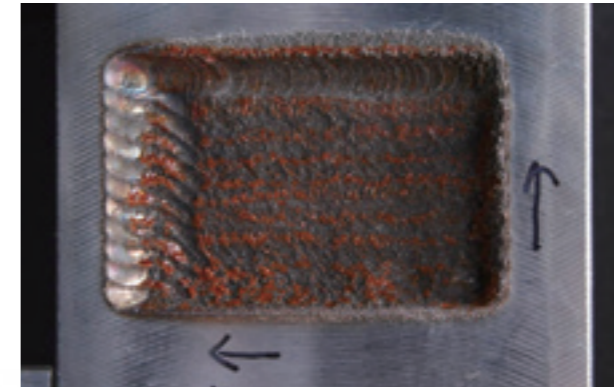
レーザーを往復させながら、面状にはつる

羽成 最初は、暗中模索で始まった実験でしたが、トライ&エラーを繰り返しながら、最適な方法と条件を探すまでに数か月かけ、相当数実験を行ったことが今回の結果につながりました。

大道 こうした実験によって実証されたレーザーと断続的ウォータージェットの組み合わせた技術を使用し、今回、はつりによる面的な除去を実施しました。

まず細かい溝になるようにレーザーとウォータージェットを右から左に動かして、表面を削り取る加工を何度も繰り返しました。

その結果、対象物を表面から広さと深さ方向に削り取ることが可能であることが実証されました。



(図3)

はつり除去加工後の試験体の状態。はつりの深さは3.8mm。左向きの矢印は加工する際の移動方向、上向きの矢印は、右から左へはつりを行った後、次のはつりを行う際の移動方向。

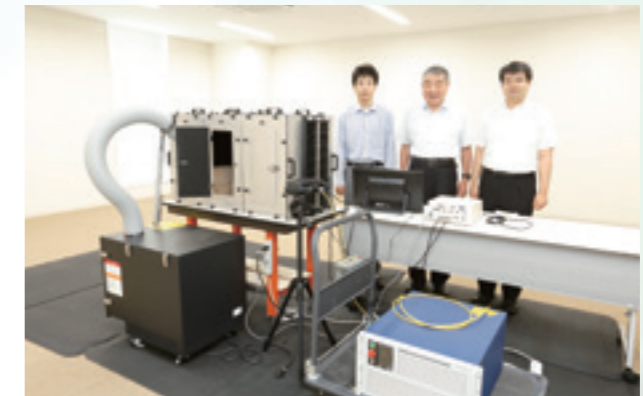
## 今後の展開

大道 燃料デブリは、さらさらだったり、非常に硬かったり様々な形態のものがあると言われていますから、いざ取り出しの場面に遭遇してから「この技術だけでは足りない」とならないよう様々な状況を想定し、いろいろなツールを準備しておく必要があります。

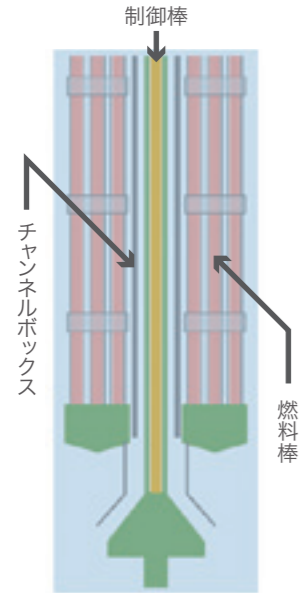
このため、原子力機構では、ファイバーレーザー装置を用いた基礎的照射試験を継続しています。

レーザーとバルスウォータージェットを組み合わせ、表面から削り取っていく除去方法（はつり除去加工）であるこの技術も、今後ツールの二つになることを期待しています。

また、私たちの身の回りでも、水道管や橋といった様々なインフラが更新時期を迎えています。廃棄物を出さず、ダストを飛散させない加工が必要となる場面では、今回開発した技術が貢献できる可能性があるかもしれません。特殊な環境での加工はもちろん、将来、私たちの身近な生活を支えるために役立つていれば嬉しいですね。



原子力機構 檜葉遠隔技術開発センターで整備しているファイバーレーザー装置。今後は、共同研究を含むレーザー技術の開発に利用します。



**永江** この実験では、供給される水蒸気の量によって、模擬燃料の壊れ方が違ってくるのがわかりました。

水蒸気が十分に供給される場合、チャンネルボックス等の表面に厚い酸化膜ができるので、制御棒ブレードとチャンネルボックスが反応しにくく、制御棒ブレードだけが先に溶けて崩落していきます。(図1)

水蒸気が十分に供給されない場合、酸化膜があまり厚くないので、制御棒ブレードとチャンネルボックスが反応して一緒に溶け落ちます。(図2)

この試験では本物の燃料は使っておりませんが、水蒸気が十分供給された場合、溶解物の粘性が高く固まりやすく、制御棒ブレードを差し込んでいる部分が閉塞されやすいことや、水蒸気量が不足するエアロソール(注4)の形成にも影響を与える可能性があることが明らかになりました。

(注4) エアロソール：気体中に浮遊する液体や固体の微小な粒子

## 実験からわかったこと



福島研究開発部門  
福島研究開発拠点

廃炉国際共同研究センター  
事故進展挙動評価ディビジョン

試験技術開発グループ

ながえ 永江 勇二

グループリーダー

装置の裏に覗き穴がついている。ここから模擬体が壊れて溶けていく様子を、直接観察することができる。

## 模擬燃料集合体を使って壊れ方を見る

### 1F事故において、燃料はどのように溶けたか

原子炉内が  
壊れていく様子を  
直接見る装置

**永江** この研究の発端は1Fの原子力事故でした。事故後、原子炉内で燃料棒がどのように壊れて、どのように溶けていくのか、その事象がどのように進んでいくのかといった基礎的な知見が不足していることが顕著になりました。

この試験は、原子力事故などのシビアアクシデント(注1)解析に不可欠となる基本的な現象のモデル化(簡素化)を目的に行っています。

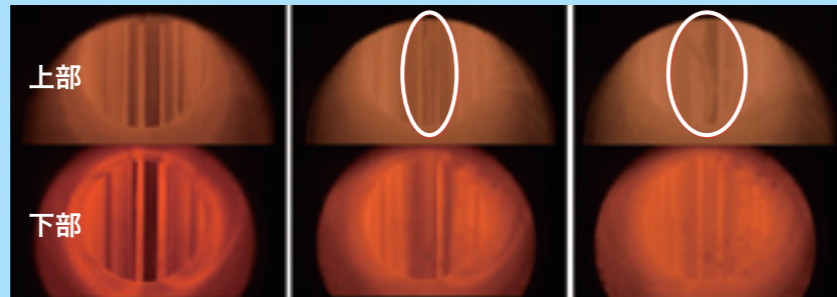
(注1) シビアアクシデント：原子炉において炉心の著しい損傷を伴うような、重大な事故

## 制御棒ブレードとチャンネルボックスが溶けていく様子の違い



溶解物の粘性が高く固まりやすいため試験体上部及び中部に化合物が溶岩状に生成

図1 水蒸気が十分に供給された場合



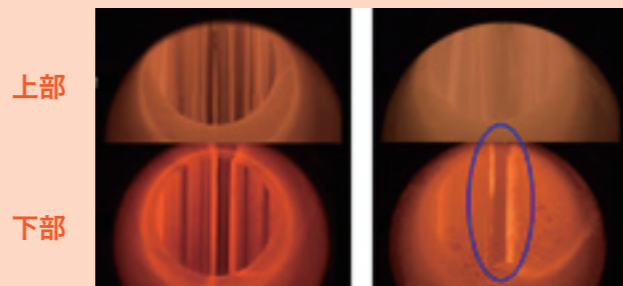
試験体上部において制御棒ブレードのみが破損

時間

図2 水蒸気が十分に供給されない場合

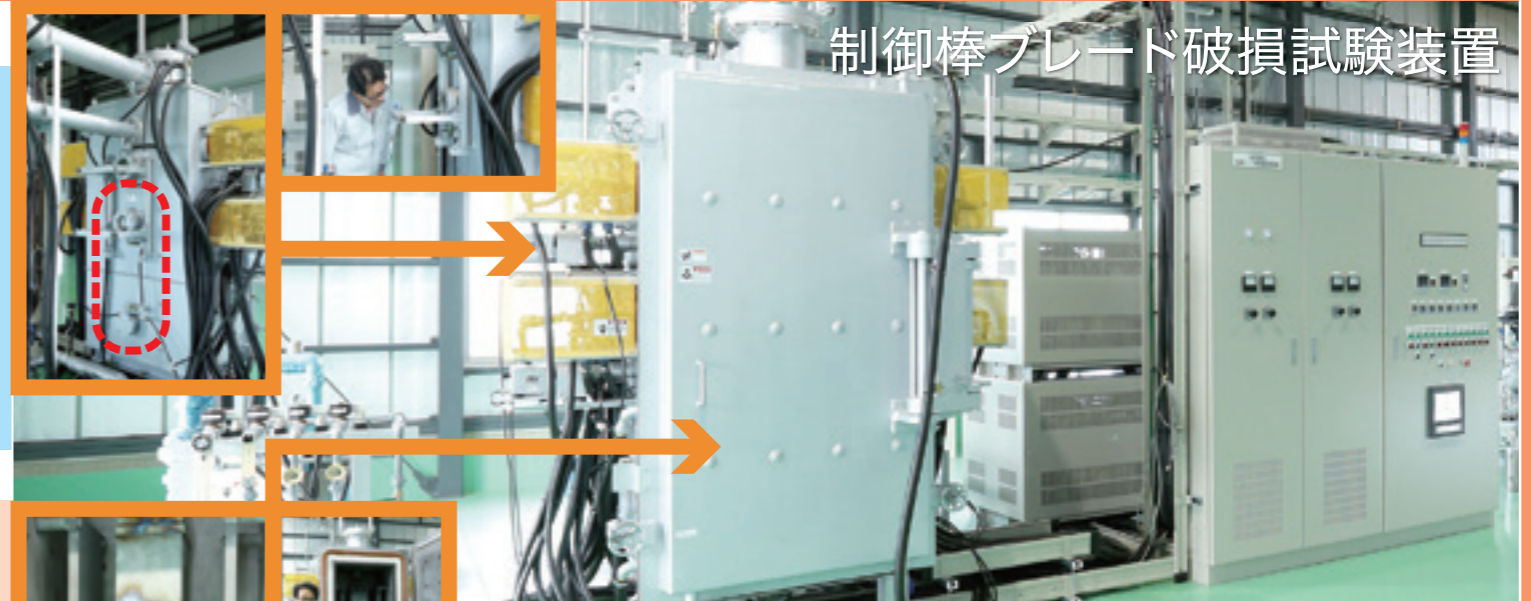


溶解物の粘性が低いため試験体下部に化合物がしずく状に生成



発熱反応がおき、制御棒ブレードとチャンネルボックスが同時に破損し、崩落

## 制御棒ブレード破損試験装置



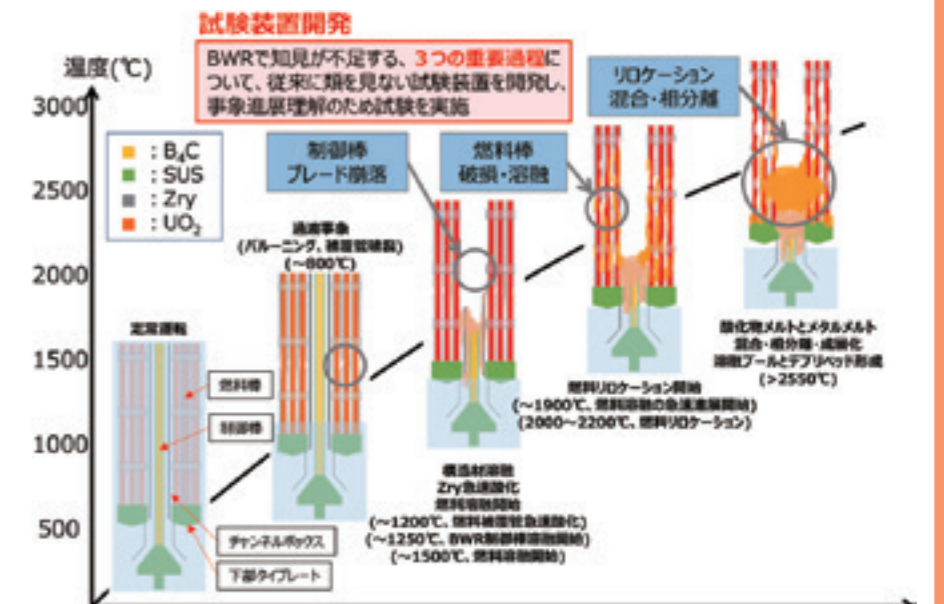
装置の中には制御棒(試験体中央部)(注2)とチャンネルボックス(注3)、模擬燃料棒からなる試験体が設置されている。

**永江** 今回開発した装置では、1600程度程度の温度で制御棒などの原子炉の装置が壊れていく様子を直接見る事ができ、様々な条件下での実験が可能です。また温度だけでなく、水蒸気量なども調整できます。

実験では、模擬燃料集合体の上と下の温度を変えて温度分布をつけ、また水蒸気量も変えながら制御棒ブレードがどのように破損して溶けていくのかを直接観察しました。

(注2) 制御棒：原子炉内で起こっている核分裂反応を制御するための棒状の装置  
(注3) チャンネルボックス：燃料集合体を覆うカバー

## 事故進展挙動を把握するための重要過程



BWRにおけるシビアアクシデント時の燃料集合体の破損進展

## 今後の課題

**永江** この実験で分かったことは、水蒸気量によって原子炉内の壊れ方の違いや、それによってできる生成物や発生するエアロソールの形成に影響をあたえる可能性が違うであろうということです。次の段階では、水蒸気量に関係する違いはどのようなところに現れるのか、細かな条件で、幅広く、事象を調べていくことが必要だと思えます。

今回の試験で得られたデータは、制御棒が溶けて壊れるシビアアクシデントの初期の状態の基礎データです。こうした基礎研究のデータは、そのあとの事故の進行を考察する上でも非常に重要なデータになるので、ひとつひとつ知見を積み重ねて、燃料デブリ取り出しにも貢献したいと思っています。

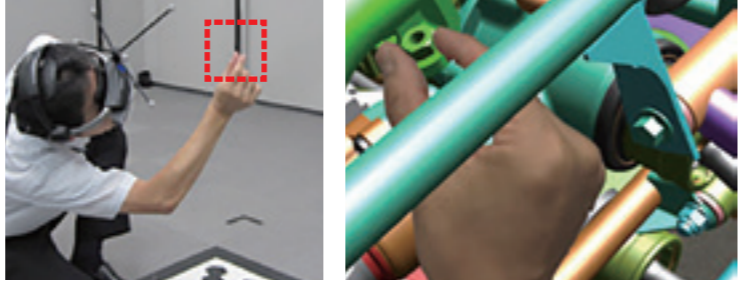
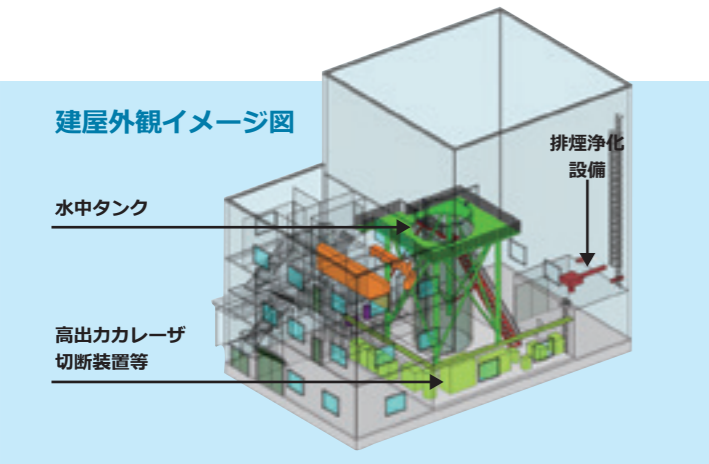


図2 ネジの部分に手を近づけると、ヘッドマウントディスプレイ  
(頭部に装着するディスプレイ装置)の仮想空間に自分の手が現れる

現場を実寸大で仮想体験できる装置となっています。(図1)  
本フィールドにおけるMRシステムは、細部に至るまで精密に復元されていることから、例えば、狭い空間で工具類を使うことが可能かを実際の現場に行かずとも試すことができ、これにより現場における被ばく量低減に向けた作業性の確認を行うことができます。(図2)

**2**つめは、「レーザー加工高度化フィールド」です。  
廃止措置において、レーザー光を熱源として金属などの対象物を溶断する場合、材質に応じてレーザー光の照射条件などを適切な状態に設定する必要があります。このフィールドでは、計算科学・シミュレーションコードを用いたレーザー照射条件評価を行うことが可能であり、試行錯誤によって照射条件を見出す労力を大幅に低減できます。さらにフィールド内のレーザー装置により実証できる



で、効率よくかつ容易にレーザー溶断条件の設定と確認を行うことができます。

**3**つめは、「廃止措置モックアップ試験フィールド」です。  
このフィールドには、「気中技術実証試験エリア」と、高線量下にある原子炉構造材を水中切断する際に使用する「解体プール」を模擬した、高さ約10.5mの水中タンクを有する「水中技術実証試験エリア」があります。これらのエリアを活用することにより地元企業などが独自に開発した工具や装置類の実用性の確認などを行うことができます。

原子力発電所では、放射線環境下にあるといった特殊性から一般産業界以上に安全管理と作業管理が厳しく求められます。したがって、廃止措置ビジネスに参画を考える企業にとっては、こうしたフィールドを利用した技術の検証や確認は大きなメリットになると考えています。

## 今後に向けて

**寺内** 廃止措置ビジネスは、技術ノウハウも含めて知見と経験が重要になります。

原子力機構は、今後、この施設を利用される福井県内を始めとする企業が技術力を向上し、廃止措置ビジネスの市場を日本全国・世界へと展開していけることを目標に計画的に本拠点の整備を進めてまいります。

# 廃止措置ビジネスをリードする企業育成をめざして



敦賀事業本部  
敦賀連携推進センター  
産学連携推進室  
寺内 誠  
マネージャー

原子力発電所は運転期間が定められています。このため今後国内外において、多くの原子力発電所が寿命を迎えることになり、廃止措置ビジネスは大きな事業化が期待できる分野です。  
一方、安全かつ経済的な廃止措置の実施に向けて、さまざまな技術の適用性が検討されていますが、それらの実用化に向けた実証の場は限られている状況にあります。

今号では、文部科学省の「地域科学技術実証拠点整備事業」(注1)に採択された、廃止措置という大きなニーズに地域ぐるみで取り組む場を提供する「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」の整備について紹介します。

## 「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」とは？

**寺内** 福井県には我が国の約1/4に当たる 15基の原子力発電所があり、炉型もさまざまです。このため、福井県ではそれらを支える原子力関連産業も多く、いわば地場産業といえるものになっています。

デコミッションングとは「廃止措置」の意味で、具体的には放射性廃棄物の発生量や、解体作業を行う作業員の被ばく量

を可能な限り抑えつつ、安全に施設・設備の解体を行うことを目指します。  
原子力機構では、新型転換炉「ふげん」の廃止措置を進めており、上記目標の実現に向けて、さまざまな技術開発やノウハウ・データの蓄積が、産学官で行われているという実績があります。  
こうした福井県の強みを活かして、県内の原子力関連産業の技術力強化などにより廃止措置ビジネスをリードする企業群を育成するために本拠点の整備が計画されています。

## 「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」で行われる3つのこと

- 1 実際の原子力発電所の現場を3次元で仮想体験できる複合現実感(MR)システムの構築
- 2 レーザー加工プロセスの知能化を目指したシステムの構築
- 3 原子力発電所で使用した実機材などを用いて解体検証のできる試験フィールドの構築

**寺内** 私たちは本拠点を略して「スマデコ」と呼んでいます。「スマデコ」では、現在3つのフィールドの整備を急ピッチで進めています。

**1**つめは、「複合現実感(Mixed Reality:MR)システム」を利用した「廃止措置解体技術検証フィールド」です。今回整備するMRシステムは、実際の原子力発電所として、「ふげん」の

(注1) 地域科学技術実証拠点整備事業:地域の研究機関などと生まれた研究成果を、事業化につなげ、地域の成長を目指すための施設を整備する事業



図1 「ふげん」の現場を  
実寸大で仮想体験できる  
MRシステム

# 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。

- 現場の声や雰囲気が伝わってきてとても興味深い。(千葉県市川市 片上様)
- 核燃料サイクル。最終処分場について知りたい。(群馬県前橋市 高坂様)
- 今回のようにみかけ少し離れた研究テーマであっても、  
根本的に原子力に関係するような課題を探し出して教えてください。  
(愛知県名古屋 水谷様)

「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。今後ともよろしくお願いたします。  
※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。  
メー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](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/](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/46/>
- 「未来へげんき」バックナンバー**  
[http://www.jaea.go.jp/study\\_results/newsletter/](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！

- 寄附金募集**  
HP [http://www.jaea.go.jp/about\\_JAEA/fdonation/](http://www.jaea.go.jp/about_JAEA/fdonation/)
- お問い合わせ先**  
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:070-1399-5554 (寄附金専用窓口) E-mail:zaimu-keiri@jaea.go.jp

(キリトリ線)

## 編集後記

今号のテーマは「見る」。原子力機構の研究の中でも、特別な環境で何かを見たり、廃止措置の未来を見るために役立つ可能性のある研究をご紹介しました。

今年度の「未来へげんき」は各号ごとにテーマを設けて様々な研究にスポットを当てていきます。次回以降は「はかる」「探る」。身近なテーマを通して、皆様に研究内容をより分かりやすくご紹介できればと思っています。

「未来へげんき」をこれからもよろしくお願いたします。

季刊  
未来へげんき  
Japan Atomic Energy Agency

2017 VOL.46 平成29年9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

トピックス

## 主なプレスリリース

### J-PARCセンター

- 電子：自転がふらつくと、軌道も変わる  
磁性物質における電子スピンのふらつきと電子軌道の結びつきが明らかに
- シリコンを使わない太陽電池の設計に道筋  
有機系半導体の特性を解明、次世代型太陽電池の実用化へ期待
- 世界初！白色中性子線を用いて微量な軽元素を含む物質の超精密原子像取得に成功  
機能性材料の性能向上に貢献

### 先端基礎研究センター

- 99番元素アインスタイニウムを用いた研究の開始について  
日米の協力で実現する世界初の実験
- 音波を用いて銅から磁気の流れを生み出すことに成功  
磁石や貴金属を必要としない磁気デバイス開発へ

### 物質科学研究センター

- 世界初！ショットピーニングを実用レベルで解析可能なシステムを開発  
溶接継手の強度信頼性向上のために

### 東濃地科学センター

- 坑道閉鎖環境において物質の移動を抑制する現象を解明



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

「幌延深地層研究計画 札幌報告会2017」を開催し、ご来場いただいた約70名の皆さまに幌延深地層研究計画の現状について報告しました。



## 青森研究開発センター

むつ科学技術館開館記念イベントを開催しました。今年もむつ市の共催をいただき、たくさんの皆さまにお越しいただきました。



## 福島研究開発部門

廃炉国際共同研究センターでは、富岡町にて国際会議を開催しました。国内外の専門家の講演や大学等の若手研究者が集い、活発な議論が行われました。



## 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。

## 東濃地科学センター

【広報誌】  
「地層研ニュース」8月号を発行しました。東濃地震科学研究所との共催講座を開催などを掲載しています。



## 第12回 原子力機構報告会を開催します。

日時：平成29年11月14日(火) 13:30~17:00(予定)  
場所：有楽町朝日ホール  
東京都千代田区有楽町2-5-1

参加のお申込みや詳細は、ホームページをご覧ください。

お問い合わせ先：広報部広報課  
電話：029-282-0749  
E-mail:jaea-houkokukai-info@jaea.go.jp

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.46

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 高放射線量の環境下での「面放射線カメラ」  
② 「レーザー」x「ウオウ」ジェットの「はつらつ」  
③ 核燃料サイクルを用いた「核融合」  
④ 廃止措置ビジネスをリードする企業育成をめざして  
⑤ PLAZA  
⑥ その他
3. 表紙や紙面のデザインの印象  
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聞かせください。  
(イベント等で本誌をはじめテーマなどご自由にご記入ください)  
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

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、巻末で紹介させていただいております。  
ご届く際には、お住まい(市町村まで)及び苗字を欄外に記入してください。

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。





# 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

319-1190

ひたちなか郵便局承認

174

(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

差出有効期限  
平成30年3月  
31日まで

切手不要



(キリトリ線)

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