



日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門

広報誌

明日へ

Topics from Fukushima

向けて

私たちの取り組み

June 2016

No.9

02 【最前線インタビュー】一人でも多くの人に戻ってきてほしい。
廃炉に向けた研究・技術支援は、そんな思いで取り組んでいます。
— 福島研究基盤創生センター、中山所長に聞く。

- 06 知りたい情報を階層別に整理し、HPで公開 放射性物質は今、どのような状態にあるのか
- 08 1Fの廃止措置に必要な技術を開発 櫛葉遠隔技術開発センターの試験棟が完成
- 10 トピックス&ニュース
- 12 ふくしま散歩みち



3月に完成した櫛葉遠隔技術開発センター試験棟

福島研究基盤創生センター、 中山所長に聞く。

東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置に向けて、日本原子力研究開発機構(以下、原子力機構)では次々と新たな研究開発拠点を創設。この4月には、昨年からの準備を進めていた楡葉遠隔技術開発センターの本格運用もスタートしました。今回はその楡葉町の施設と大熊町に建設予定の分析・研究センターを統括し、廃炉推進の技術開発をサポートする重要な役割を担う福島研究基盤創生センターを率いる中山所長に、現状や展望を聞きました。



Profile

中山 真一 Shinichi NAKAYAMA

福島研究開発部門
福島研究基盤創生センター所長

工学博士。福井県出身。学生時代から20年以上、放射性廃棄物の処分が研究テーマ。福島での経験を原子力機構だけではなく日本、世界で役立せようと、現場でがんばる研究者や技術者にエールを送る。

一人でも多くの人に戻ってきてほしい。
廃炉に向けた研究・技術支援は、そんな思いで取り組んでいます。

2つのセンターで 廃炉に向けた基盤づくりを

——— 福島研究基盤創生センターの
位置づけ、役割は？

中山 福島研究開発部門の役割は2つ。1つは環境の回復への関わり。もう1つが、われわれがオンサイトと呼ぶ1Fの原子炉の廃炉への関わり。環境回復の方は「福島環境安全センター」が、廃炉の方は「福島研究基盤創生センター」と「廃炉国際共同研究センター」が対応します。

——— 福島研究基盤創生センターでは、
楡葉遠隔技術開発センターが
昨年の9月から一部運用を開始し、
この4月から本格運用が始まりましたが？

中山 福島研究基盤創生センター内には、「楡葉遠隔技術開発センター」と「大熊分析・研究センター」の2つのセンターがあります。センターばかりでちょっとややこしいのですが、楡葉遠隔技術開発センターでは、廃炉に必要なロボットなどの遠隔操作機器、また作業員の訓練に必要なバーチャル訓練機器などを備え、活用していくことが役割です。

もう一つのセンター、現在設計段階の大熊分析・研究センターの役割は、サイト内の放射性廃棄物や炉に残っている燃料デブリを分析し、処理や処分の方法を研究することです。こちらは2017年度内の運用開始を目指しています。この施設は1Fサイトに隣接して建てる予定で、この5月から敷地の除染を始めます。

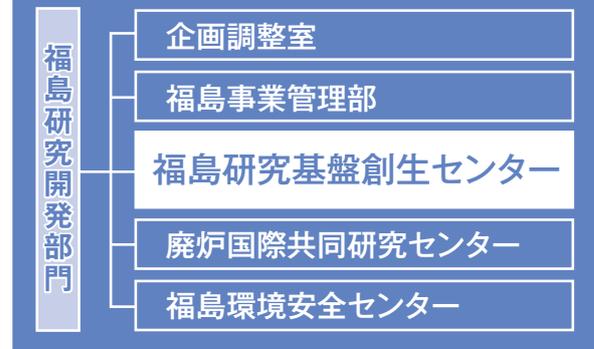
ですから福島研究基盤創生センターは、文字通り、2つのセンターで廃炉に向けた技術基盤づくりを行うのが役割というわけです。

福島発の技術を国内外へ

——— 廃炉国際共同センターを始め、
他の原子力関連機関との連携は？

中山 廃炉国際共同センターは研究者の集まりです。われわれは、わかりやすく言えばツールの開発が主たる役目。この2つの組織が連携して福島研究開発部門として成果

福島研究開発部門の組織図



試験用水槽は水中ロボットの実証試験に必要な環境を模擬している

を上げていきたいと考えています。また、ここで培った知識や技術を原子力機構全体に広めていきたいとも考えています。これまででわかりやすい典型的な事例が航空機を使ったモニタリング技術です。機構内で昔開発され、今回の原発事故後に大いに活用されて技術的に実用化段階まで成熟しました。実用化の部分は安全研究・防災支援部門の原子力緊急時支援・研修センターに、研究要素がある部分は同部門の安全研究センターへと継がれ、全国の原子力施設立地地点に対する原子力規制庁緊急時モニタリングの一つの手段として活用されます。そんな「福島発の技術」が今後も沢山生まれると思います。



バーチャルリアリティシステムを用いて、作業員の訓練を行う

炉内で使うロボットの開発等や バーチャルリアリティ（VR）を 用いた作業者の訓練

——— 梶葉遠隔技術開発センターに関して
もう少し詳しく教えてください

中山 昨年10月、安倍総理もご出席になられ開所式を行いました。また、今年の3月30日には試験棟の完成式が行われました。これでようやく準備が整い、4月からの本格運用となったわけです。

試験棟の大きな特徴は、原子炉格納容器の下の部分をパイのように8等分したモデルで、模型ですが実寸大です。この設備を使い、原子炉格納容器の下部から漏れている冷却水を止める実証試験を行っています。この装置は国際廃炉研究開発機構（IRID）が設置しているもので、試験棟の約半分のスペースを占めています。

残りのスペースでは要素技術の開発を行っています。1つ目は、モックアップ階段を活用した実証実験。原子炉内にはいろいろな寸法の階段や通路があり、そこをロボットがスムーズに動けるかどうかの実験実証を行っています。ただ動けばいいというわけではなく、国際的な基準やがれきの上でも動ける標準を目標に取り組んでいます。

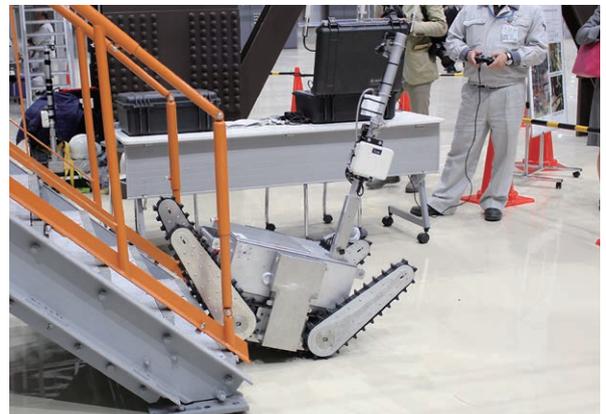
2つ目は、水中作業を想定した水深約5mの水槽です。水中ロボットの実証試験に使用していますし、水中カメラを備え、中からも作業が見えるような工夫もしています。3つ目はモーションキャプチャーと呼ばれる設備です。昔はロボットの動きをカメラやビデオで撮ってその画像を目で見ながら改良していましたが、今は動きをカメラで撮り、定量化したデータに基づいて「速度・加速度がどうか」とか「角度がどうか」とか多角的に精密に分析するのです。そのためカメラが16台設置されており、作業状況を計測しています。精密に分析していかないとロボット技術も進歩していきませんから。10m×10mの計測エリアを持つこの設備は、今のところ国内では最大クラスです。

一方、研究管理棟の方にはバーチャルリアリティ（VR）を用いた作業訓練システムがあります。これは特殊なメガネをかけて、まるで原子炉内に入っているような体験ができる設備です。事故後に炉内（2号炉）にロボットを入れ、そのロボットが採ってきたデータとか、もともとの設計図面

からのデータを入力し、炉内のいろいろな設備の位置関係や、ここから先は水没しているなど今の炉内の状況をできるだけ忠実に再現しています。空間線量率も再現していますので、何分間作業すると、どれくらいのシーベルトを被ばくするかもわかります。

昨年の夏ごろから国内外延べ約2,500名が見学に來られました。

ここまでのツールは揃えましたので、今後は、実際の廃炉での作業に役立つよう、この施設を研究者・技術者・作業者に利用してもらうことが現状の課題ですね。



ロボットがモックアップ階段を昇る様子

課題は施設利活用の促進と 人材の育成

——— 梶葉遠隔技術開発センターを
廃炉に関わる人たちに活用してもらう
ことが現状の課題というわけですね。

中山 はい、ここを活用して廃炉に役立つ技術を開発し、あるいは作業を身につけてもらうこと。そのためにも現場のニーズに合う形に進化、アップグレードしていく必要があると思っています。また、廃止措置等に向けた中長期ロードマップの工程に合わせてもう一つのセンター、つまり大熊分析・研究センターを建設・運開させることも現在の課題です。

先ほど、「福島発の技術」と申しましたが、人材育成の観点からも、ここ福島部門で培った技術や人を原子力機構や日本国内に還元していく役割も担っているのではないかと考えています。

これから建設する大熊分析・研究施設は大型ホット施設です。このような大型ホット施設は長らく原子力機構を初め日本国内で建設されてきませんでした。そのためその建設や運転に通じた専門家は今や原子力機構内でも限られてきています。そのような専門家がここ福島に集まり、大熊の施設を作りながら若い人たちを育てているわけです。つまり大型ホット施設の建設・運転の専門家をここ福島で育成し、専門知識を原子力機構や日本国内に継承するのだと考えています。

さらに、学生たち若い人たちについても積極的です。今冬、福島高専が中心となって全国の高専などに声をかけ、廃炉創造ロボットコンテストが企画されています。また先日、福島高専の情報コミュニケーションを学んでいる学生たちとお会いする機会がありました。彼らは今の福島の状況をあまり知らない人たちに知らせる戦略や実践を普段の授業の課題にしているようで、遠隔技術センターも彼らのコミュニケーション素材に使われています。

こうして、福島の施設には、ハードだけでなくソフトの面でもいろいろな期待をさせていただければと思っています。

我々の役目を全うすることが 福島の復興につながると信じて

——— 中山所長は4月に着任し、新体制になりました。今後、福島研究基盤創生センターが目指していくものとは？



中山 全く個人的な思いですが、福島に人々が戻ってくる、コミュニティが復活することを望んでいます。「福島を復興する」とよく言われますが、人が戻ることだと思っています。そのために何をすればよいのか、今していることが何になっているのか、考えますね。廃炉の技術開発からは飛躍しているかも知れませんが、その役割を全うすることが福島の復興につながるのだと信じ

役目を遂行しています。事故直後から2年ほど環境の除染

に取り組んだときも、ぼんやりですが、そんなことを思っていました。

それから情報発信。われわれが取り組んでいる廃炉や環境回復に向けた研究や技術開発は「世界初」になることも珍しくありません。福島を始め国内はもちろん世界で役立つことを福島から発信し続けたいと思います。とくに若い世代やこれから原子力に取り組もうとする原子力新興国の人たちにとって必須の情報ですよ。

——— 話は変わりますが、
中山所長と福島の関わりは？

中山 3.11のときは東京で勤務していました。事故後の5月に、新設された福島支援本部に異動になり、主に環境支援業務に携わってきました。一番初めに取り組んだのが除染、中でも学校や幼稚園の除染が急務でした。

田畑、山林、住宅を含む多様で広域の除染は未知の領域だったので、有効な除染方法の試験からのスタートでしたが試行錯誤の連続でした。それが当時、内閣府が行っていた除染モデル実証事業という巨大試験でした。そこでいろんな除染方法を試したり、自治体と話し合ったりして得られた知見はその後の環境省主体の除染事業に生きています。今同じ福島研究開発部門に所属している職員の中にはそのときからの仲間というのが大勢いますよ。

——— 最後に廃炉に向けた
今の思いをお聞かせください。

中山 繰り返しになりますが、「事故前に暮らしていた方々の一人でも多くの人に帰ってきてほしい」、単純にそう思います。事故後から2年間ほど、1F周辺の地域を訪れる機会が多かったのですが、建物や道路は徐々に復活しつつあるのに人がいない。この風景は本当に寂しいと感じました。その思いが強く印象に残っており、ここに1日でも早く人が戻ってこられるように、仕事を通して頑張っていきたい、それが原子力に携わってきた自分の責務だと思っています。また、今の福島で働き経験することが、ここで働く仲間ひとりひとりの誇りになるよう願っています。



環境中にある放射性物質を調べる様子

—TOPICS FUKUSHIMA—

放射性物質は今、どのような状態にあるのか。被ばくの影響はどの程度あるのか。 森や川に残る放射性物質はどの程度動いているのか 知りたい情報を階層別に整理し、HPで公開

放射性物質は今、どのような状態なのか、被ばくの影響はどの程度あるのか、森や川に残る放射性物質はどの程度移動しているのか—放射線や放射性物質への不安に答えるために原子力機構はこのほど、福島県をはじめとして一般の人々が知りたい知識を階層別に整理しました。また、それをQ&A形式にまとめた資料をホームページに公開しました。

<http://fukushima.jaea.go.jp/QA/>

福島第一原子力発電所の事故によって環境中に放射性物質が飛散しました。事故から5年たち、除染対策や放射性物質の半減期による減衰、あるいは雨や風の影響によって、生活圏での空間線量は着実に減少しています。国は来年3月までに、帰還困難区域以外のすべての区域の避難指示を解除する方針です。

日本原子力研究開発機構ではこれまで、環境中にある放射性物質や空間線量率がどのような分布状況になっているのか、森や川では放射性物質がどのように移動しているのか、あるいは留まっているのかなどを調べてきました。今も生活圏に残る存在する放射性物質がどの程度の被ばくをもたらす、人体にどの程度の影響を与えるかについての研究にも取り組んできました。

また、帰還に向けた住民の方々への放射線や放射性物質への不安に答えるため、原子力機構ではこれらの取組みによって得られた情報や的確な判断に基づく科学的な知見を整理しました。

これらの知見を一枚の絵にまとめると、(図A)のようになります。

環境動態研究等で得られた知見

帰還に向けた住民の方々への放射線や放射性物質への不安に答えるため、環境動態研究等で得られた科学的知見を階層Q&A形式で整理しました。

放射性物質と
空間線量率

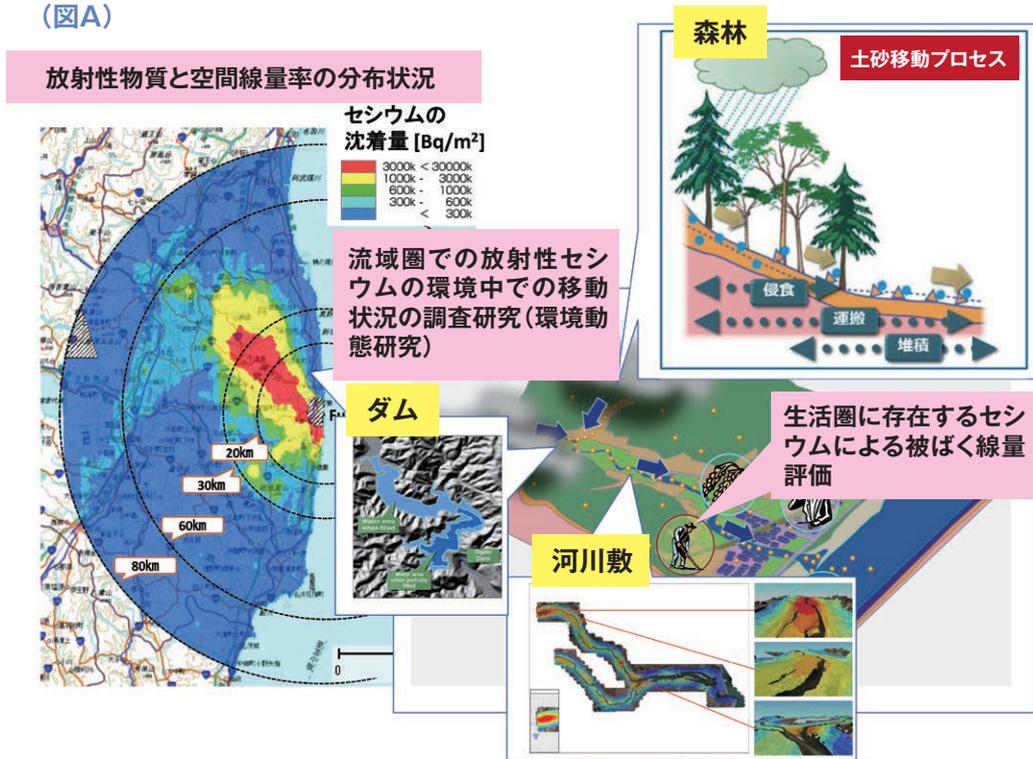
被ばく線量
評価

環境動態
研究

ご覧になりたい情報を選択してください。

〈HPの画面の一例〉

(図A)



なお、私たちはこれらの知見をわかりやすく解説するため、一般の人々からこれまでいただいた質問などをもとに、質問自体をまず下記のように整理しました。

- Q1:放射性物質と空間線量率の分布状況に関する知見
- Q2:被ばく線量評価に関する知見
- Q3:環境動態研究で得られた知見(森林、河川水系)

このうちQ3は、放射性物質はどのように移動しているのか、あるいは留まっているのかの質問をまとめたものです。

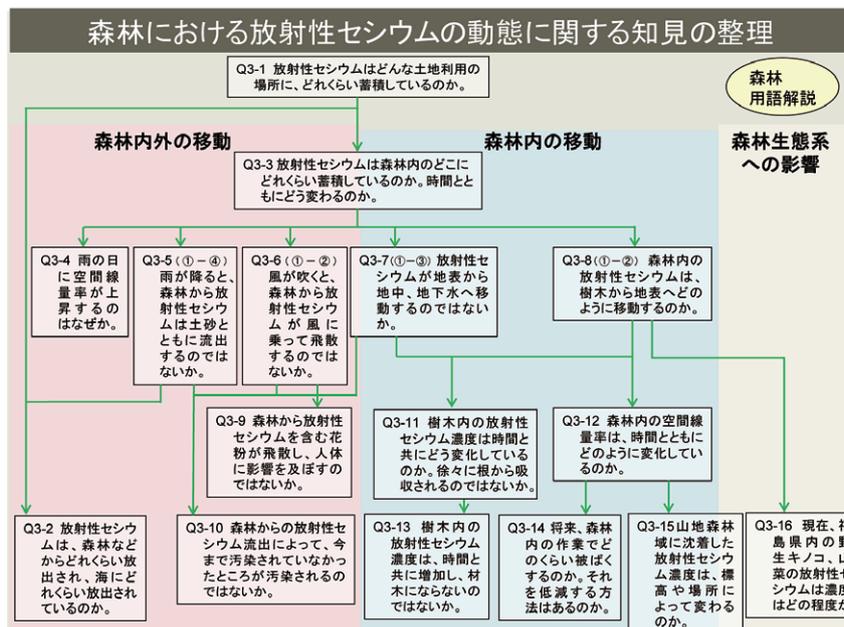
例えば森の中での放射性物質の挙動を知りたいという時には、

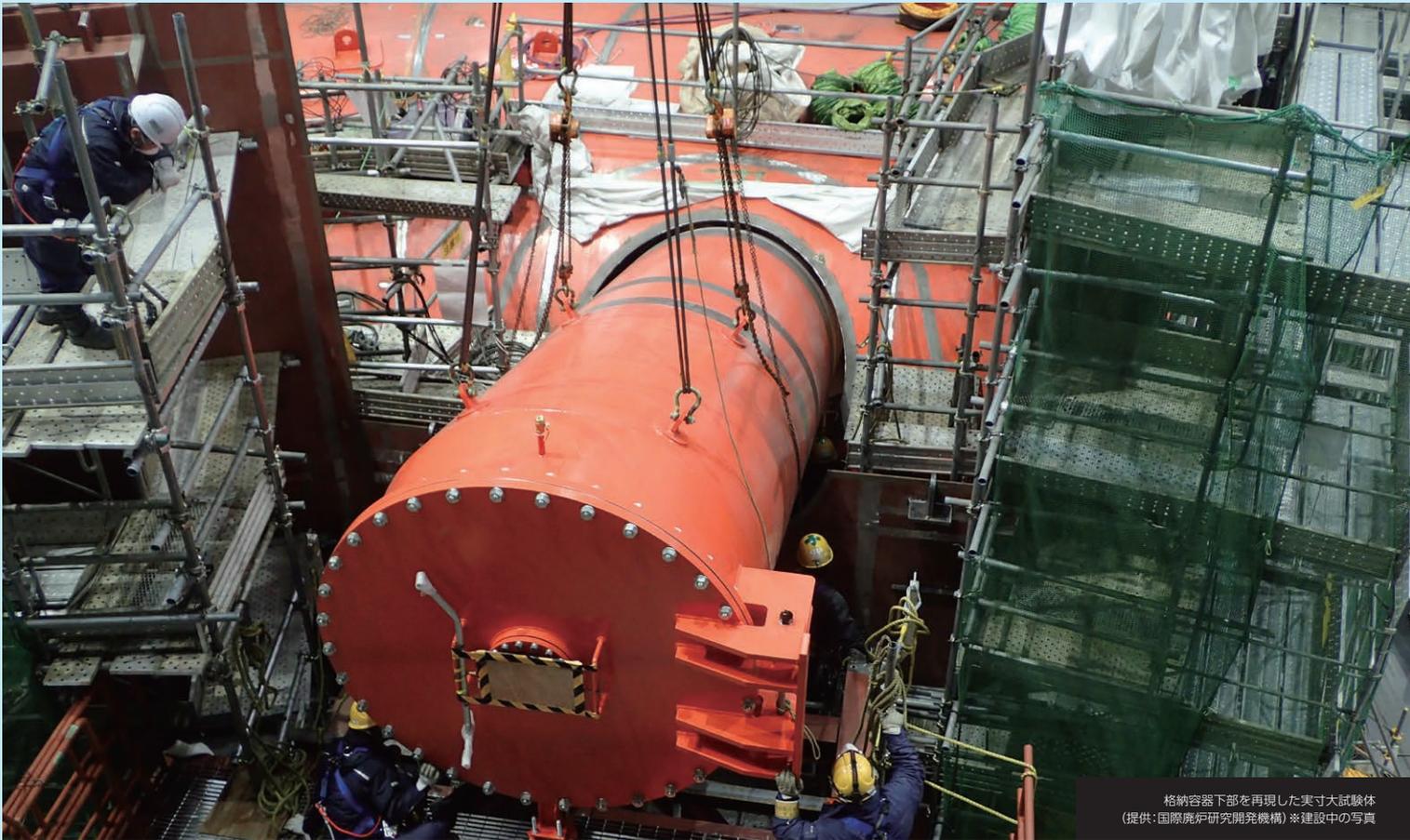
- (1) <http://fukushima.jaea.go.jp/QA/>をクリック
- (2) 「環境動態」をクリック
- (3) 次のページの「森林」をクリック

すると、(図B)のような画面が現れます。

このようにこのHPは、利用者のニーズに応じて知識を階層別にQ&A形式にしています。このHPの内容は今後も改訂を加えて、さらに最新の知見とわかりやすさを追求していく予定です。

(図B)





格納容器下部を再現した実寸大試験体
(提供:国際廃炉研究開発機構) ※建設中の写真

—TOPICS FUKUSHIMA—

楢葉遠隔技術開発センターの試験棟が完成 1Fの廃止措置に必要な技術を開発

日本原子力研究開発機構は3月30日に福島県楢葉町で「楢葉遠隔技術開発センター」の試験棟完成式を行った。楢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)の廃止措置に必要な遠隔操作機器・装置の開発や実証試験を担う研究拠点である。廃止措置が本格化する1Fでこれから大きな課題となるのが、原子炉からの燃料デブリの取出しと、放射性廃棄物の処理・処分だ。原子力機構や国際廃炉研究開発機構(IRID)では今後、楢葉遠隔技術開発センターにある設備を使って、燃料デブリ取出し準備となる格納容器の損傷部の補修工法や1F建屋内に投入する作業用ロボットの開発実証試験などを行う。



理事長より、試験棟建設に携わった企業へ感謝状の贈呈を行った

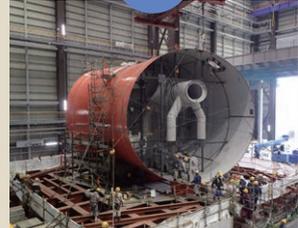
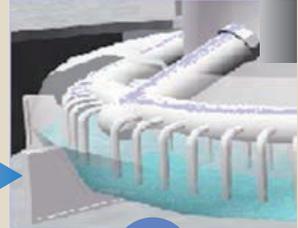


試験棟完成式の様子

楢葉遠隔技術開発センターは研究管理棟と試験棟とからなる。研究管理棟には、遠隔操作機器による作業手順の検討や作業者の訓練を行うために1F建屋内部を再現したバーチャルリアリティシステムを備えている。このほど完成した試験棟は、60m×80m×40mの大きさを持ち、1Fの作業環境を模擬する試験設備がいくつも並んでいる。その中で最も大きな設備が実証試験エリアに置かれた実寸大の格納容器試験体だ(冒頭写真)。原子炉格納容器の下部を再現したもので、このエリアではIRIDが格納容器の漏えい箇所を補修するための実規模試験を行う。



実証試験エリア



格納容器下部の8分の1角
の実寸大試験体
冒頭の写真はこの試験体の
組立設置の様子 ※写真: IRID提供

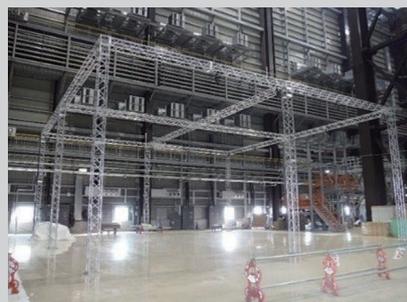
研究活動推進エリア

遠隔操作機器の補修や
改造、実験データの解
析や整理等に活用する
研究室や工作室を完備

要素試験エリア 原子炉建屋内の作業環境を再現



モックアップ階段



モーションキャプチャ



水中ロボット試験水槽

そのほかに、ここには原子炉建屋内の階段を模した実規模
大のモックアップ階段やロボットの動作を精密にとらえるモー
ションキャプチャ、水中での機器の性能を試す深さ5mの水中ロ
ボット試験水槽がある。モックアップ階段は種々の階段を模擬
するために幅や傾斜角を自在に調節することができる。水槽に
は昇温装置や水中カメラを備えた。

本施設は、広く外部利用に供することが特徴でもあり、産・
学・官の機関それぞれが、あるいは協力し、今後ロボットの開発
やそれを使った実証試験などを行う。

3月30日の試験棟完成式では、児玉敏雄理事長が「本セン
ターは国のプロジェクトとして福島第一原子力発電所の20キロ
圏内で初めて整備された施設であり、福島第一原子力発電所
の廃炉を推進するという本センターに課せられた使命を果たす
とともに、福島イノベーション・コースト構想との連携をはかりな
がら、研究開発の加速と成果の発信、国内外の幅広い研究者
が集う魅力ある拠点の実現、地元との共生等を通じて、福島
の復興に貢献できるように、不断の努力をしていく」と、センター開
設の意義を述べた。



今回使用した無人飛行機



測定の様子はモニターに映し出される

無人飛行機の実証試験を南相馬で実施

福島環境安全センターの放射線監視技術開発グループは、平成27年10月に南相馬市に開所した福島県環境創造センター（環境放射線センター）を拠点とし、福島第1原子力発電所周辺の環境回復を目的に新たな放射線計測技術の研究開発を行っています。

その一環として、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と共同開発を行っている放射線測定用無人飛行機（UARMS）の実証試験を平成27年12月に南相馬市小高地区において実施しました。UARMSは、他のドローンや農薬散布用の無人ヘリと比べると燃費が良いことが特徴で、1回に6時間フライトすることができるため、発電所周辺の森林の測定や将来の原子力防災のツールとして開発が進められています。

実証試験は、約1時間のフライトをもって機体の性能を確認するとともに、約1km×1kmの範囲の放射線測定を行いました。今後、安全性の向上や放射線測定のための能力向上のため、更なる研究開発に取り組んでいく予定です。



今後の研究について議論し合う様子



フランス原子力・代替エネルギー庁と共同研究契約を締結

廃炉国際共同研究センターの燃料デブリ取扱技術開発グループでは、フランスの原子力・代替エネルギー庁（CEA）と、平成26年度より燃料デブリに関する共同研究を実施しています。平成27年度には、廃炉国際研究開発機構（IRID）が経済産業省より受託した廃炉・汚染水対策事業の一環として実施するため、福島第一原子力発電所の1～3号機で起きていると考えられる、熔融炉心・コンクリート反応（MCCI）生成物の性状把握のため、CEAが過去に行った大型MCCI試験のサンプルを分析し、MCCI生成物のおおまかな特性に関する情報を得るといった内容で、共同研究契約を締結しました。なお、若手研究員のCEA留学本契約と並行して、若手研究員がCEAに留学して現地での研究も行っており、次年度以降も継続していく予定です。



ロビーでは無人ヘリコプターとドローンを展示



パネルディスカッションの様子

福島研究開発部門 成果報告会を開催

原子力機構の福島研究開発部門では、平成28年1月27日に、いわき市の共催及びいわき商工会議所の後援により、いわき産業創造館（福島県いわき市）にて成果報告会を開催しました。

はじめに、「廃止措置に向けた取り組み」としての招待講演の後、各センターより環境回復、廃止措置等の報告を行いました。さらに、「楡葉遠隔技術開発センターの本格運用に向けて」をテーマに地元自治体、地元企業、商工団体や学校関係者によるパネルディスカッションを行い、産学官それぞれの立場から活発な議論が行われました。

福島研究開発部門では一日も早い復旧・復興に向けて、引き続き廃止措置及び環境回復に向けて取り組むとともに、積極的な情報提供等を行ってまいります。



意見交換会の様子（いわき事務所）



福島事務所においても意見交換会が行われました

第2回 部門長と職員との 意見交換会を開催

福島研究開発部門では、第2回部門長と職員との意見交換会をいわき地区、福島地区、東海・大洗地区でそれぞれ開催し、各センター部課室等から若手を中心に複数の職員が出席しました。意見交換会では、冒頭、森山部門長から部門としての活動の方針を示した総合戦略（グランドデザイン）等についてのご説明があり、参加した職員は熱心に耳を傾けていました。その後、グランドデザインについての意見だけでなく、普段の業務の中で感じていることや、問題点等について職員一人一人が意見や考えを述べ、森山部門長と活発な意見交換が行われました。

出席者からは、このような意見交換会は有意義であり継続して欲しいとの意見が出ており、福島部門では今後も定期的に開催する予定です。

ふくしま散歩みち（塩屋崎灯台）

日本の渚百選にも選ばれた薄磯海岸（いわき市）の断崖には、白亜の塩屋崎灯台が建っている。明治三十二年（八九九年）に開設されて以来、現在に至るまで沖合四十キロの海上まで光を放ち、通行する船の安全を守ってきた。夏には海水浴場となり、マリンスポーツ等にいそむ人々を見守るようそびえ立つ。

古くから一帯は潮の流れが激しく、暗礁も多い海上交通の難所として知られていたため、江戸時代から狼煙台があったとされている。開設当初はレンガ石造であり、昭和初期の地震後に現在の姿となった。平成二十三年（二〇二一年）の東日本大震災で被災し消灯したが、約九か月後に復旧したため、復興のシンボルの一つともされている。

この灯台は参観灯台の一つとして内部が公開されており、上部へ登って眺望を楽しむことができる。



明日へ向けて Topics from Fukushima

2016年6月 No.9



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門

■企画調整室・福島事業管理部

いわき事務所
〒970-8026 福島県いわき市平字大町7-1 平セントラルビル8F
TEL 0246-35-7650 FAX 0246-24-4031

■福島研究基盤創生センター

楡葉遠隔技術開発センター
〒979-0513 福島県双葉郡楡葉町大字山田岡字仲丸1-22
TEL 0240-26-1040 FAX 0240-26-1042

■廃炉国際共同研究センター

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2-4
TEL 029-282-5100 FAX 029-282-6787

■福島環境安全センター

〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10-2
福島県環境創造センター研究棟内
TEL 0247-61-2910 FAX 0247-62-3650
〒975-0036 福島県南相馬市原町区萱浜字巢掛場45-169
福島県環境創造センター環境放射線センター内
TEL 0244-25-2072 FAX 0244-24-2011

■福島事務所

〒960-8031 福島県福島市栄町6-6 ユニックスビル7F
TEL 024-524-1060 FAX 024-524-1069

JAEA福島ホームページ
<http://fukushima.jaea.go.jp/>



2016年6月発行