

明日へ

向けて

私たちの取り組み

February
2019

No. 14

廃炉、そして福島の復興に向け前進し続ける、福島研究開発部門 野田耕一部門長に聞く。

20 ふくしま散歩みち



次世代のチカラとふくしまの復興が、
新しい未来を切り開く。

廃炉、そして福島復興に向け前進し続ける、 福島研究開発部門 野田耕一 部門長に聞く。

2014年4月に設置された「福島研究開発部門」。東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下「1F」)の廃止措置や福島環境回復の着実な実施に向け技術的側面から積極的に関与し、基礎基盤から成果の1F現場への反映に至る幅広い分野の研究開発に取り組んでいます。

2017年4月から福島研究開発部門として陣頭指揮をとる野田部門長に、同施設の役割や取組み、そして未来について聞きました。



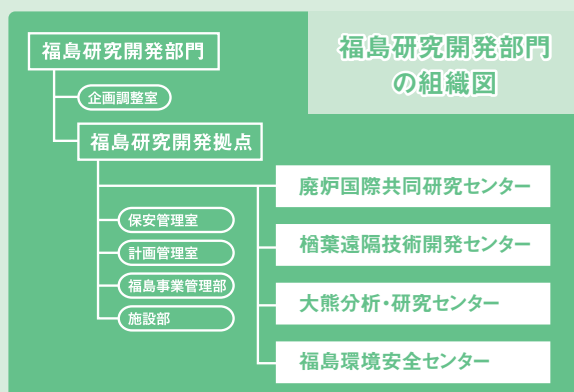
Profile

野田 耕一 Koichi NODA

理事
福島研究開発部門長

1963年生まれ、福岡県出身。
1986年、東京大学工学部原子力工学科卒業。同年通商産業省入省。東北経済産業局などを経て、原発事故以降、資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力政策課原子力発電所事故収束対応室長、原子力立地・核燃料サイクル産業課長などを歴任。2013年、内閣府原子力災害対策本部廃炉・汚染水対策現地事務所長。2015年、独立行政法人製品評価技術基盤機構理事。2017年4月より現職。

福島研究開発部門 の組織図



——— 2011年の1F事故以降「ふくしま」は国内外から注目されてきましたが、類のない状況での業務は大変だったのではないのでしょうか？

野田 事故直後はとても混乱して情報が足りず、先が見えない手探り状態でした。その後『福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ』が策定され、ようやく状況把握と将来的な計画が見えてきました。

また、1F廃止措置の現場では、汚染水問題やタンクからの漏洩など、さまざまなことが発生し、先の見通しに予断を許さない状況で優先順位を付けて工程管理をしっかり行っていく点が非常に困難を伴ったと記憶しています。

——— 難しい状況のなかで福島研究開発部門はどのような役割を果たしているのでしょうか？

野田 福島の研究開発部門は「三つの領域」に分かれています。

一つ目は『廃炉のための研究開発』。

長い道のりの廃炉作業にはいろいろな研究開発が必要です。日本原子力研究開発機構（以下JAEA）は国内唯一の原子力関連の国の総合的な研究機関であり、過去のさまざまな原子力関連の技術的な蓄積を生かした技術開発を行い、廃炉に役立つ研究を進めています。

二つ目は『環境回復の研究』。

JAEAは事故後、現場で環境放射線値の測定や放射性物質に汚染された環境の修復のための実証モデル事業を進めてきました。今も環境モニタリングやモニタリングを効率的に行う研究開発、飛散した放射性物質の将来的な動向を調査する「環境動態調査」などを進めながら、地元の皆さんにわかりやすく伝えるための活動も続けています。

三つ目は『廃炉のための技術開発の基盤整備』。

楢葉町の「楢葉遠隔技術開発センター」、富岡町の「廃炉国際共同研究センター」、大熊町の「大熊分析・研究センター」（現在建設中 ※施設管理棟は運用中）の整備を進めています。

それぞれが役割を担いつつ連携を行っていくもので、例えば大熊分析・研究センターでの、分析や研究で得られたデータは、1Fの廃止措置に向けた放射性廃棄物の確実な処理・処分方策とその安全性に関する研究開発、技術的基盤の確立等に活用されます。

また、これら施設の整備をするだけでなく、廃炉を行う

さまざまな事業者に使ってもらい、運用していくことが重要です。研究開発に関して、今後、とても困難な廃炉作業を行っていくため、これらの施設を中心に日本国内だけでなく海外との共同研究、連携を図っていく計画です。

——— 廃炉までの長い道のりには若い力が必要です。人材育成について具体的な取り組みはありますか？

野田 2011年7月には福島大学、2012年3月には福島工業高等専門学校と福島県、それぞれと連携協力協定を締結しました。廃炉まで30年～40年と長期に渡るプロジェクトですから、若い人材に理解を深めてもらうことが重要なので、例えば、学生の方々には環境回復の現場で試料採取や分析の実体験をしてもらっています。

JAEAの内部でも、若手同士、JAEAの他部署や茨城県や福井県の関連施設と積極的な意見交換をしてもらっています。この交流で縦や横、斜めにつながる可能性があります。例えば環境回復の技術が廃炉にも使える、廃炉の技術が環境回復に使えるかもしれないなど、相乗効果を期待しています。

さらに海外との連携も強化しながら国内の英知を結集し廃炉を進めていく。そのためのJAEAの責任と期待はとても大きいと思っています。

——— 最後に野田部門長の福島への想いをお聞かせください。

野田 この原発事故は世界でも類がないものです。これまで原子力を推進してきた機関として正面から受け止め、分析・研究・技術革新を進めていかなくてはなりません。

この事故によって生まれた分析・研究・技術は、1F廃炉だけのものではなく、世界のために役立ててこそ、本当の成果を得られるのではないのでしょうか。

福島復興に携わることで、新しい未来を切り開く。それが我々の役目であると肝に銘じ、前を向いて取り組んでまいります。



福島研究開発部門では、ホームページを活用した積極的な情報発信のひとつとして、「Topics福島」を定期的にWeb掲載しており、今年度は12月末で9件を紹介しています。今般、「Topics福島2018総集編」と題して、今年度にWeb掲載した情報を「人材の育成」と「研究開発」に分類し、冊子として広報誌「明日へ向けて」第14号に掲載することにしました。

今後とも、より良い情報を発信していきますので、ぜひお読み頂き、私共、福島研究開発部門の廃止措置及び環境回復に向けた取組みへのご理解、ご支援の程よろしくお願いいたします。

【人材の育成】

2018.8.31 No.81

福島高専生が環境動態研究の実習を体験



2018年7月、茹だるような暑さの中、福島工業高等専門学校生が、森の中で放射性物質がどう動くのかを調査する「環境動態研究」の夏期実習に参加しました。これは原子力機構が学生を対象に行っている夏期休暇期間中の体験就業の一環として行われたものです。ここでは、森の中に分け入り、土壌や樹木の試料を採取し、放射線量計測と分析の実習を体験した学生を追いました。

■体験就業を積むことで、学生の世界を広げる

原子力機構は、学生の夏期休暇期間中に機構が掲げたテーマに沿った体験就業をすることにより、我が国の原子力への理解促進や原子力分野への人材育成に資するため、夏期休暇実習生を例年広範なテーマを設けて募集しており、かつ実習生の受入れを通じて、大学や高等専門学校との交流の広がり、相互の連携や協力の強化などが期待されています。



事前準備

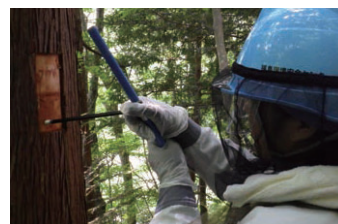
今般、福島環境安全センター環境動態研究グループの「福島地区山地森林における放射性セシウムの環境動態研究」テーマに福島工業高等専門学校生1名が応募し、体験就業を行うことになりました。

■事前準備から、さあ、初めての森林調査へ

実習初日は、環境動態研究の目的やこれまでの研究成果、今回の実習の位置づけ、現地調査の流れ、危険箇所・気を付けるべき事柄等についてのオリエンテーションを実施しました。その後、翌日からの現地調査に向けて、装備の確認、使用機材（事前準備の写真）の使い方の確認等の実習を行いました。翌日フィールドの一つである川内村の森林内において、土壌と樹木（スギ）のサンプリングを行いました。気温が



土壌の採取

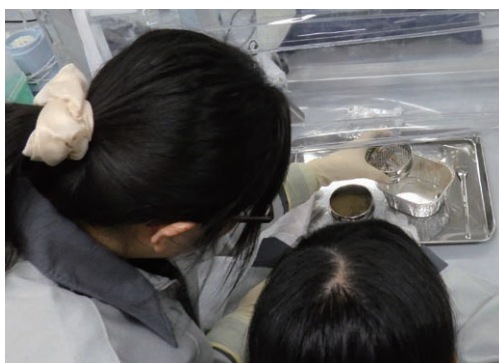


試料の採取

30℃近い中、リター層（落葉落枝）や土壌を採取し、その後、樹皮を剥がして「成長錐」という器具を使用し樹木を円筒状に採取しました。次の日も同じ地点で、サンプリング対象スギの高さや直径を計測し、周囲についての情報収集として、NaIサーベイメーターを用いた周囲の空間線量率の計測やGM計測管式サーベイメーターを用いた土壌や樹皮表面の汚染密度の計測を行いました。

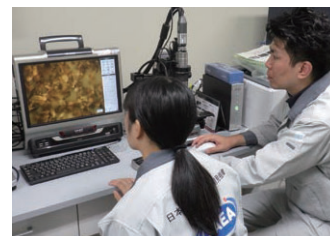
これにより、森林内の空間線量率は、斜面の傾斜や方位、土壌との距離等の要因により変化がみられることが分かりました。その後、試料として高枝切りはさみを使用してサンプリング対象であるスギの枝・葉の採取を行いました。

■最新機器を使い、試料を分析



試料の前処理

森林で採取した試料（土壌、樹木片）を三春の研究棟に持ち帰り、本格的な分析作業に入りました。分析機器にかける前には、乾燥処理・粉碎処理・ふるいかけの「前処理」が必要となり、実習生は根気よくこれらの作業を行いました。前処理が終わると、Ge半導体検出器で、採取した試料に含まれる放射性セシウム（¹³⁷Cs）の放射能濃度を測定しました。その結果に基づき決まった厚さの切り株に換算しデータをまとめ、木材として住居に使用した際の空間線量



土壌粒子の観察

率を求めるなど、データの活用方法についても学びました。また、放射線を可視化できるオートラジオグラフィーを使って樹皮や葉、分画をした土壌などを分析するとともに、結晶構造まで調べられるX線回析装置を用いて森林土壌に含まれる鉱物を特定するといった解析を行いました。

空き時間には、同じ期間に他の実習テーマに参加していた実習生との情報交換を行い、大学生や他の高専生と交流したり、他グループの実習で使用している分析機器を見学したり様々なことに興味を持ち、知識を吸収していました。



他のテーマの実習生と合同での分析機器の見学

■実習を終えて得たものは

2週間余り行ってきた調査や分析結果について、実習の感想と併せて20分程度で発表をして頂きました。『実習を通して、様々な試料を比較することができ、前回の実習（昨年は河川を対象とした実習に参加。）成果と合わせて、より細かく放射性セシウムの環境動態を知ることができました。また、たくさんの職員や他校からの実習生の皆さんの意見や考え方に直接触れることもでき、大変良い経験を積むことができました。また、機会があればぜひ参加させていただきます。』と語り、環境動態研究や原子力機構について、さらに興味を持って頂きました。

2018.10.22 No.84

放射線効果の照射実験を体験



2018年8月、福島工業高等専門学校と長岡技術科学大学の学生が、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下、「1F」と記す)で現在進められている廃炉作業に密接に関連した放射線効果(作用)に関する実験を体験しました。

これは、原子力機構が学生を対象に行う夏期休暇期間の体験就業の一環として行われました。放射線が水や吸着材に与える影響について学びながら、各種の分析装置の使い方を習得して、実際にサンプルをガンマ線で照射する、といった一連の実験を体験した学生の2週間を追いました。

■体験就業を通して、学生を広い世界へ誘う

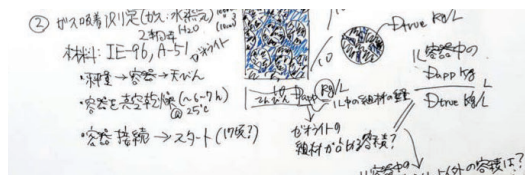
原子力機構は、原子力への理解促進や原子力分野への人材育成に資するため、夏期休暇期間に機構内で行われている活動(業務)を体験就業する、夏期休暇実習生を例年広範囲なテーマを設けて募集しています。また、この受け入れを契機に、大学や高等専門学校との広い交流や強い連携・協力が期待されています。

「1F」での汚染水処理や二次廃棄物の保管方策を中心に研究開発を進めている廃炉国際共同研究センター 保管機器健全性評価グループでは今年、「水の放射線分解」「固体吸着材等の照射効果」という二つの実習テーマを設けて、それぞれに1名の学生が応募して、放射線の研究に関する体験就業を行いました。

■まずは、実習はどのように進められたか

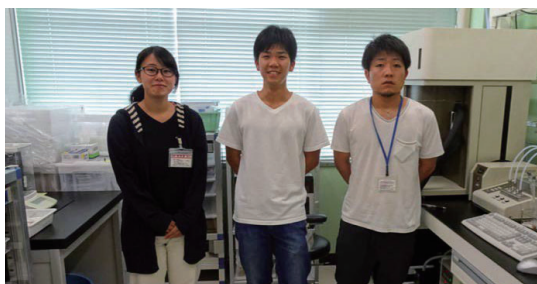
実習生二人は高専4年生と大学院修士1年生の学生で、これまで学校で授業や講義を受けてきたような受動的な立場から、これから指導教官の下で、積極的に研究に関与する、あるいは主体的に研究を進める途上にありました。また、「放射線と物質の相互作用」の触りについては学んでいても、「相互作用後の、放射線エネルギーを吸収した物質中でどんな物理／化学現象が進むのか?」については馴染みがないと思われたので、その点も考慮して実習を進めました。

実習の第1週目は全体の説明(ガイダンス)、実習テーマの学問



ホワイトボードでの説明例

分野である放射線化学の概要紹介、照射実験のデータ評価に必要な机上計算(単位変換、線量評価)【考える時間】から始め、その後、照射実験前のトレーニングとして、分析装置(ガス分析や吸光光度分析)の基本操作、照射実験



分析装置室にて(左2名が実習生)

のサンプル調製、サンプル中の構成材料の物性分析の訓練【覚えて習熟する時間】を行いました。

概要紹介以降、実習生二人は互いに協力して、計算や評価、装置取り扱いやサンプル調製を二人と同世代のグループ協力員の指導の下で進めました。その際、実習テーマの担当者は、年配者として口を出したい、手を出したい気持ちを堪えて「試行錯誤しながら慌てることなく

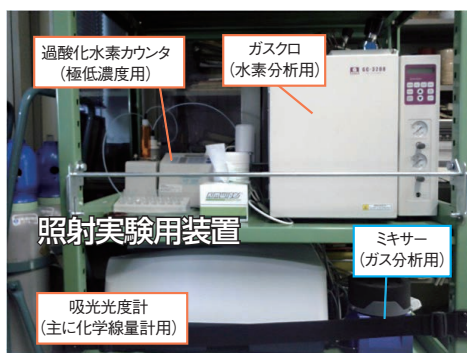
一つ一つ理解して先に進むのも経験」と陰からのフォロー(裏方)に徹しました。

また、照射実験前のトレーニングでは、単に、操作や調製の方法を覚えるだけでは面白みに欠けるので、工夫して照射実験の模擬を取り入れました。



トレーニングの様子

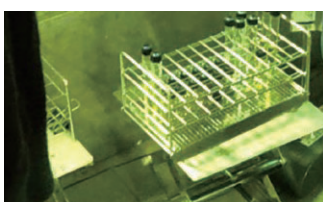
■「現場」で重要なサンプルで放射線照射を体験する



照射実験用装置

実習生OB(現在は機構職員)と交流した楽しい週末も明けて、実習の第2週目は第1週目で学んだ知識やトレーニングの成果を活用して、量研機構 高崎量子応用研究所の施設(以下、「施設」)でコバルト60ガンマ線による照射実験(冒頭写真)に臨み、その後、照射実験のデータを評価して、さらに実習全体のまとめを行いました。

照射実験のサンプルには、事故直後から「1F」内で起こる放射線効果(水素発生や腐食)の中で重要な海水を含めた数種類の水溶液と、2種類のゼオライト吸着材をそれぞれ水に浸した固液混合物を選びました。この吸着材は実際に「1F」の現場で汚染水処理に使っているものと同等のものです。



サンプル設置(照射室内)

そして、サンプル中で起こる放射線効果の観測には、今も「1F」内の至る所で問題となっている水素(H_2)発生を対象に選びました。ここでは、吸着材の損傷も対象にしたかったのですが、長時間照射を要することと、何よりも、サンプルの調製から照射後分析、データ評価までを無理なく体験してもらいたかったので、これを断念して、水素発生だけに絞りました。

照射実験では、途中、施設に設置のガス分析装置(ガスクロ)の不具合というトラブルが発生しましたが、実習生二人のテキパキした動きのいかもあって、それ以外は円滑に運びました。施設から戻った翌日からは、分析データの評価を進めました。分析操作などが評価に大きく影響した反省点はあるものの、水素発生に及ぼす影響を担当者が期待した通りに導き出してくれました(水中の塩濃度や固体共存による促進、サンプル高さによる抑制)。



照射後サンプル分析の様子(手本)

■体験就業を終えて得たものは

実習を終えて、実習生二人は全体の感想として、『実習自体は普段学校で習っていることに通じていると感じましたが、測定結果などの処理には手間取ることが多く、理解が足りていなかったと痛感しました』、『講義や模擬実験、様々な試料の照射実験によって、水素の性質や発生メカニズムなどの理解を深めることができました。今後それらを活かして研究に取り組みたい』と語り、私たちの研究だけでなく原子力機構にも興味を持ってもらえました。

2018.10.31 No.85

原子力の人材育成活動を展開

長岡技術科学大学でのWBC測定実習と市民講座などを実施

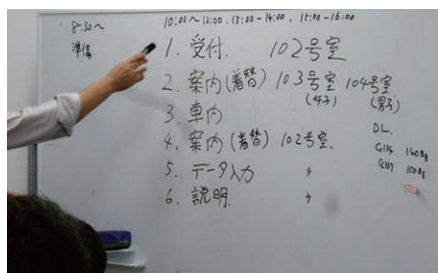


WBC検査実習に臨む長岡技大生の皆さん

新潟県長岡市にある長岡技術科学大学(以下、「長岡技大」)で開催された第38回技大祭(2018年9月15日～16日の2日間)において、在学生に対するWBC(ホールボディカウンター:体内の放射性物質の量を評価する装置)を活用した内部被ばく検査の実習と、技大祭に来訪された方々に対する放射線の基礎知識や「ふくしま」の現状を理解して頂くことを目的とした講演やブース出展等を行いました。

これらは、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所事故後に締結された長岡技大との包括的連携協定に基づく原子力の人材育成活動の一環としても位置付けられており、今年で4回目となります。

■WBC実習の前にどのような講習を行ったか



技大祭の前日(9月14日)に、原子力システム安全工学専攻課程の学生10名を対象に「福島の実況と放射線の身体への影響」と題した講義を行い、放射線による人体への影響に関する基礎知識の解説を行うとともに、実際の測定実習に先立つ、内部被ばくの評価方法についても講義しました。さらに、WBCを用いた内部被ばく検査の模擬実習では、検査を受けに来られた一般の方々に、長岡技大生が自ら受付からWBCが搭載された車輦への案内、WBCでの測定・評価、その結果の説明まで

総括的に行うことで、WBC検査の実施に伴う一連の対応を習得してもらいました(左図)。特に、WBCを用いた模擬実習には、留学生の方も参加されており、説明資料に英訳を記載する等、これまで以上に綿密な対応を図りました。

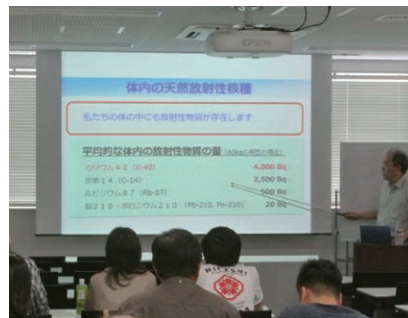
■ 学生による内部被ばく検査の実習状況



WBC検査では両日に亘り、検査希望者が次々と来られ、実習を行った学生も対応に追われていました(左図)。最初是一般の方々への対応が慣れていない部分もありましたが、対応を重ねるうちに「天然核種であるカリウム40が体内に存在している。」など身近に放射線が存在していることについて自信を持って丁寧に説明している姿が見受けられ、実習の成果の一部が垣間見られてきました。また、受付開始前から検査を待つ方も増えたことから、待ち時間に霧箱などの展示を行っているブースで、放射線についての基礎知識を深めて頂くとともに、当機構の福島県内における研究開発の取組状況について説明を行いました。

技大祭でのWBC検査は、毎年検査を受けに来られるという方も含めて2日間で約110名の方々が受診され、内部被ばく検査への興味や関心を持つ方々の多いことに驚かされました。WBC検査を受けられた方々からは、「体の中にも自然の放射性物質があることが実感できた。」等、今回の催しが意義のあるものであったと実感できる意見を多数頂きました。

一方、実習を行った学生からは「一般の方に分かり易い説明をすることの難しさを体験できた。」という意見や、「自然を含めて放射線がどのように人体へ影響を及ぼすかなどをよく理解できた。」という感想が聞かれ、意義のある実習となりました。



両日にかけて「放射線の身体への影響について～現在のふくしまの状況を踏まえて」と題した市民講座を開催し、2回とも15名程度の方々が聴講され、「これまでよく分からなかった放射線の影響が良く理解できた。」「放射線に関する正しい知識や情報を広めるべきでは。」といった感想を述べていました(右上図)。

展示ブースにおいては、特に、霧箱で観察できる放射線の飛跡に興味を持たれる方が多く、「自分で作ってみたい。」と言われる方もおられました。また、福島県内の放射線状況に関する展示物に関心を示される方が多くおられました(左図)。

■ 今回の活動を終えて

今回の活動により、福島県以外の地域でも、実習や展示、講演などを通じて福島における機構の活動や福島県の現状を発信していくことが重要であると再認識しました。

今後とも、学生によるWBC検査の実習などを通じて福島復興に必要な若い人材の確保にも貢献する活動を継続していきます。

(参考) 今回の活動は、長岡技大としては、システム安全と地域連携新潟モデルに基づく原子力規制人材育成(原子力規制人材育成事業)としての取組みであり、HP (<http://sdfrs.nagaokaut.ac.jp/sdfrs/nuclearregulatory/>) に記事が掲載されています。

【研究開発】

2018.9.10 No.82

原子炉建屋内の放射性物質を可視化する技術を開発 1Fの除染や廃炉作業時の被ばく線量低減に効果

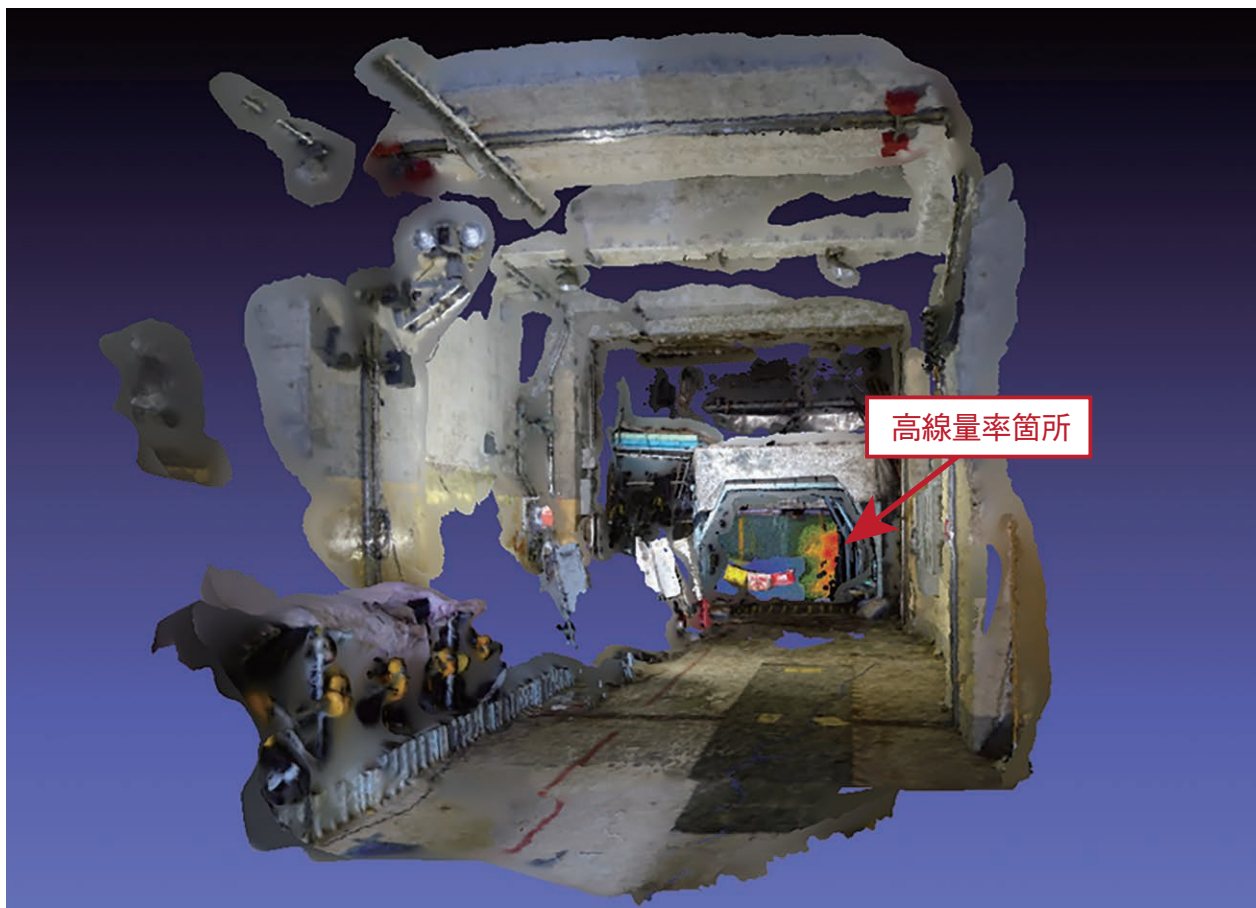


図1. 仮想空間に再現した原子炉建屋にホットスポットのイメージを重ねた。奥の赤い部分がホットスポット。

原子力機構は東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)の原子炉建屋内部に沈着した放射性物質の分布を目で見えるようにする技術を開発しました。この技術を用いて1Fの1号機原子炉建屋内部を測定した結果、放射線量率が局所的に高い箇所(ホットスポットと言う。)を検知することに成功し、さらには仮想空間に再現した原子炉建屋内部の3次元モデル上にてホットスポットを可視化することに成功しました。この成果は今後の作業者の被ばく線量の低減や、効果的な除染計画の立案に貢献が期待できます。

■1F建屋内での作業をはばむホットスポット

廃止措置が進められている1Fでは、作業者の被ばく線量を低く抑えることが大きな課題となっています。とりわけ建屋内では床や壁、天井に加えて、散らばったがれきや機器に放射性物質が付着しているため、汚染が3次的に広がっています。建屋内では、汚染源から直接届く放射線(直達線)だけでなく、それら放射線が反射して届く放射線(散乱線)も飛び交っています。さらに1F原子炉建屋内では放射線量率が高く、今も作業者が容易に近づけないエリアもあり、汚染源の位置を特定することが難しい状況です。

■放射線を可視化して、作業者の被ばくを抑える

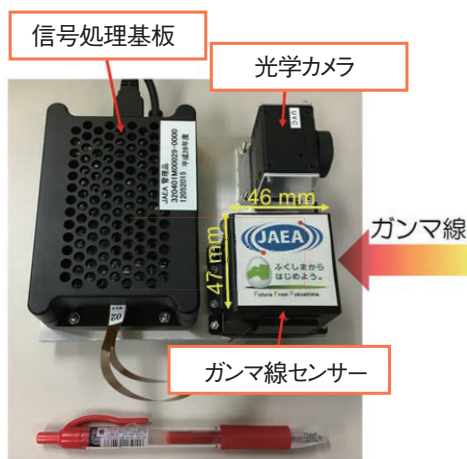


図2. 開発した小型軽量コンプトンカメラ。

原子力機構では、ガンマ線の飛来方向を特定し、放射性物質の分布を目に見える姿にするコンプトンカメラの開発を進め、このほど小型軽量化に成功しました(図2)。また、このカメラを、東京電力HDの地上走行型遠隔ロボットに搭載して、1号機原子炉建屋内の汚染分布を測定しました。その結果、ホットスポットを明らかにすることができました(図3)。加えて、現場で撮影した写真や動画を組み合わせることで、作業現場のどこにホットスポットがあるかが一目でわかる3次元描画にも成功しました(図1)。

描画を組み合わせた地図(汚染分布マップという)は、既存の仮想現実(VR)システムを用いて表示することも可能です。これにより、作業者がホットスポットや汚染源の位置を把握した中で、作業内容を事前にシミュレーションすることが可能で、作業者の被ばく線量を

低減させることにつながります。また、効果的な除染計画の立案にも役立つことが期待されます。



イメージング結果

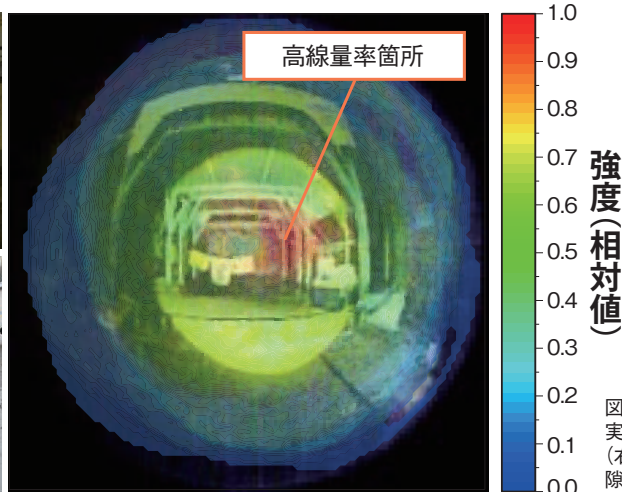


図3. (左) 1F1号機原子炉建屋における実証試験の様子。
(右) 大物搬入口突き当りの遮蔽板右側の隙間にホットスポットを映し出すことに成功。

■研究者より

本研究を行っている廃炉国際共同研究センターの佐藤優樹研究員は、約2年かけて1F原子炉建屋内部での実証試験にこぎ着けたことについて、その苦労を次のように述べています。「作業現場のホットスポットを3次元で表現するシステムは、コンプトンカメラの遠隔ロボットへの搭載や、レーザー距離計やフォトグラメトリⁱによる3次元モデルの再構築といった、異分野技術の融合によって生み出されたもので、それは試行錯誤の連続でした」。

1F原子炉建屋内には、いまだに、ホットスポットの不明な現場が相当箇所残っています。このため原子力機構では東京電力HDと協力し、ホットスポットの特定やモニタリングが安価かつ簡易に行える汎用性の高い測定システムの開発を目指していきます。

i 物体や景色について、複数の観測点から撮影した2次元写真を組み合わせることによって、3次元モデルを構築する技術

本記事は、平成30年8月28日にプレス発表した内容を編集したものです。

2018.11.13 No.86

大空から大地を測る

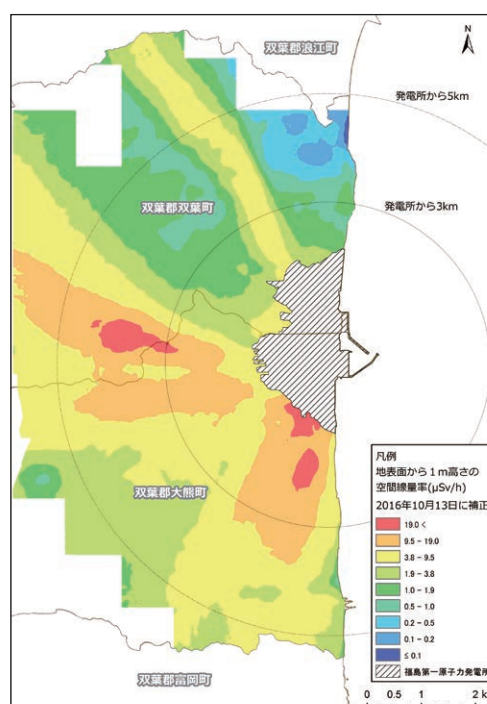
無人ヘリコプターによる放射線測定技術の研究開発



放射線測定というと、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下、「1F」)における事故以前はサーベイメータ等でスポット的な汚染を見つけるというのが主流でした。しかし、今回の1F事故以降、放射能汚染状況を把握するため、面的に広範囲な地域の放射能汚染状況を把握する技術が必要となり、原子力機構では有人ヘリコプターや遠隔操作による無人ヘリコプター等の機器を用いた上空からの放射線測定技術の技術開発に取り組んできました。

放射線を出来るだけ正確に測定し、得られたデータを「汚染マップ(空間線量率マップ)」のような目に見える形で標記するための解析技術を地域のニーズのもとに開発することで、帰還困難区域内の復興拠点整備への支援や規制庁モニタリング、さらには住民の方々の帰還支援などに活用されています。

無人ヘリコプターによる測定で作成された汚染マップの例



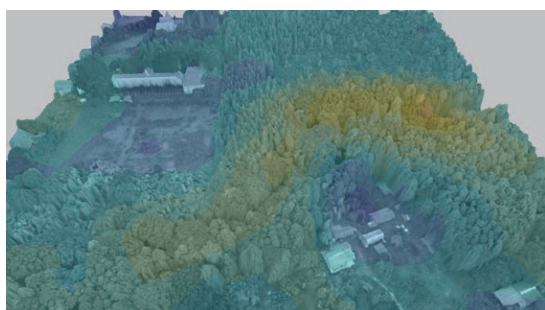
■ 無人ヘリコプターによる放射線測定はどのように実施しているのか。

福島環境安全センター(南相馬市)にある無人ヘリコプター(ヤマハ発動機:FAZER-R)は、最大積載重量が約25kg、2時間程度連続飛行ができ、放射線と地形を計測するための放射線検出器と写真測量用カメラ等を搭載します。無人ヘリコプターはマニュアルフライト及びプログラムによるフライトが可能です。プログラムによるフライトは同じ場所を同じように飛行できるという利点があり、放射線の経年変化等の測定に適しています。フライトの際は基地局を設置し、機体情報の取得やデータのやり取りを行います。また、上空からの測定と併せて地上でも放射線量の測定を行い、それぞれの測定結果から求めた放射線量を比較評価することで、無人ヘリコプターを用いた放射線測定システムの高度化を行っています。



地局の設置風景

■ 目指す!上空からの放射線測定の高度化

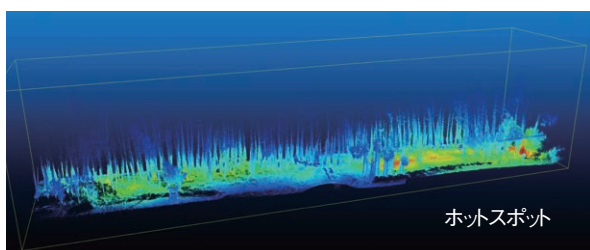
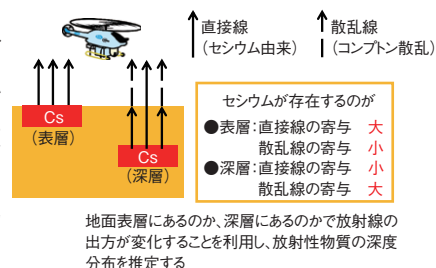


地形情報を用いた換手法で算出した3D放射線マップ。
森林部分が高いことが分かる。

無人ヘリコプターによる上空からの放射線測定は、素早くかつ広域を測定できる利点があります。しかし、地上で測定する場合と比較すると、上空からの測定のため、放射線の測定面との距離があります。その結果、ホットスポット(放射線濃度が高い部分)のような局所的な放射線分布をとらえることが難しい点が上げられます。そこで原子力機構では、上空からの放射線測定情報を下に、地上1mの値に換算する方法の開発を進めています。従来では測定高度のみを用いて地上1mの値に換算していましたが、測定高度の他に周辺の地形情報を用いることで、より地

上で測定した値に近い放射線マップを作成できるようになりました。

また、上空での放射線測定により、土壌にどの程度の深さまで放射性セシウムが潜り込んでいるのかを把握するための技術開発も行っています。従来では土壌サンプルを採取し、サンプル処理をした後、専用の機器での測定をすることで土壌中の放射性物質の深度分布を知ることが出来ました。原子力機構で開発した技術を用いることで、上空からの放射線測定をするだけで従来よりも簡単に、放射性物質のおおよその深度分布の把握を可能としました。また、原子力機構とローレンスバークレー国



レーザー測量と放射線測定を組み合わせ竹林を測定した結果。
ホットスポットの位置が視覚的に把握できる。

立研究所との共同研究により、3次元的に放射線分布を把握できるよう、3Dレーザー測量と放射線測定を組み合わせた検出器を開発しました。将来的にはこれらの技術を組み合わせることで、上空に限らず遠隔での放射線測定において3次元的に周辺の放射線分布を把握できる放射線測定システムを開発する予定です。

■ 研究者より

放射線測定の換算技術開発を行っている福島環境安全センター放射線監視技術開発グループの佐々木美雪研究員は、「これまでの約3年間の開発では、上空からの放射線測定値をどのようにして地上で測定した値により近いものに換算し得るのか、未知な分野でした。そのため、換算を行うための計算プログラムを自ら構築することから始まり、試行錯誤の中で最適なプログラムを開発しました。研究開発の末、放射線測定値と地形情報を用いることで、3次元的にどの部分の放射線が高いかなどを表すことが可能となりました。研究開発を進める際は、私の関わる放射線の測定技術が地域の住民の方々の帰還に少しでもつながることや、地元福島県に役立つことを常に考えています。」と述べています。

2018.11.26 No.87

放射性セシウムの深さ分布を可視化

試料を採取しなくても汚染実態解明

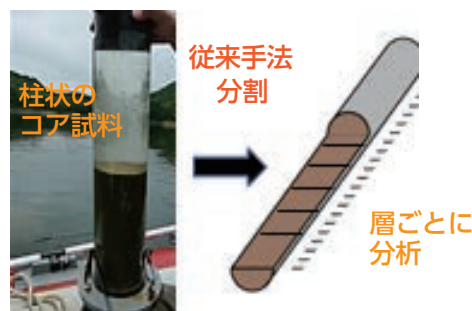


ため池における調査風景(中央部の機器が放射線測定器)

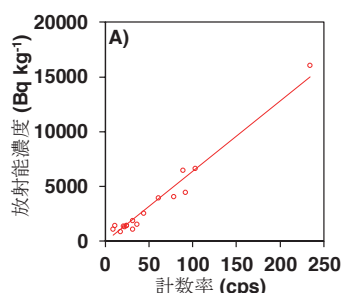
湖沼や河川の水底の放射性セシウムによる汚染実態を調査する上で、底質試料を採取することなく、迅速かつ簡便に底質中の放射性セシウムの深さ分布を評価する手法を開発しました。この手法を用いて実際のため池に適用した結果、ため池全体の深さ分布を推定することができました。本手法を用いることで、湖沼等に蓄積した放射性セシウムのモニタリングの効率化(調査時間の短縮、コストの削減や労力の低減)につながる事が期待されるとともに、帰還困難区域での農業再開に向けた湖沼の中長期的な評価が可能になると考えています。

■湖沼などにおける放射性セシウム分布を知る従来の手法は？

放射性セシウムは表層土壌に吸着し、時間の経過とともに、降雨によって河川に流入し、湖沼に蓄積しています。一般的に、湖沼の水底の放射性セシウムによる汚染実態を調査するには、柱状に採取した底質試料を層ごとに分割した上で、放射能測定をする必要があり煩雑な業務となっていました。



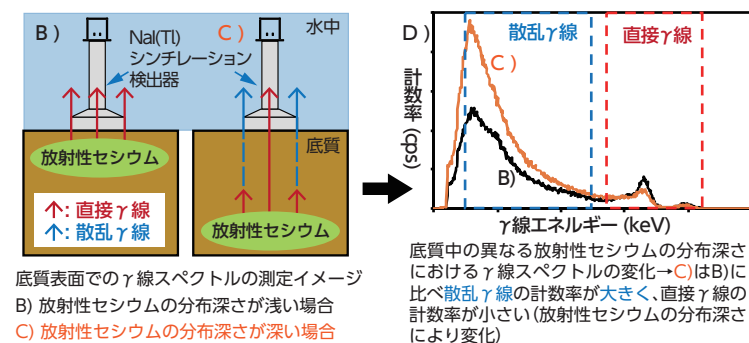
■底質表面における放射線の計数率と放射性セシウム濃度の関係について



これまでの研究で、放射線検出器によって得られる底質表面の計数率と底質試料中の放射性セシウム濃度との間には、一方が増加するともう一方も増加する傾向があることが分かっています(左図A)。この傾向は、福島県内のため池における放射性セシウム濃度のモニタリングに活用されています。

※放射能濃度: 試料1kgあたりに含まれる放射能
計数率: 1秒あたりに放射線検出器に入射・計数される放射線の数

■どのように底質中の放射性セシウムの深さ分布を推定したのか？

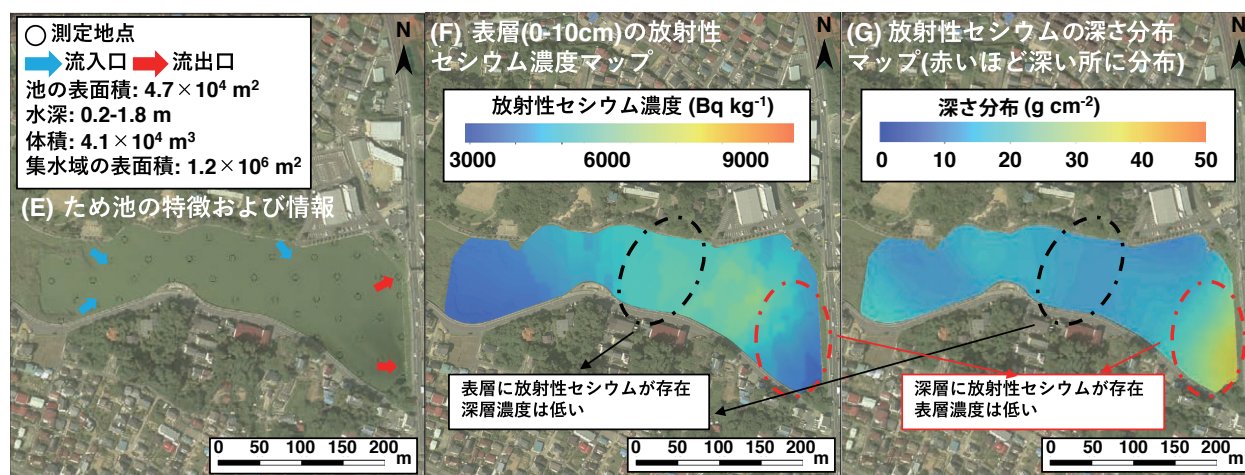


今回開発した手法は、放射線検出器によって検出されるγ線について放射性セシウムが底質の表層にある場合と深い層にある場合で変化する性質に着目しています。例えば、放射性セシウムが底質の表層にある場合、放射性セシウムから放出されるγ線(直接γ線)が多く検出されます(左図B)。一方、放射性セシウムが底質の深い層にある場合、直接γ線は土

壌粒子により遮へい／散乱され少なくなります。反面、散乱することで発生するγ線(散乱γ線)が多く検出されます(上図C)。この直接γ線と散乱γ線の割合により、放射性セシウムの深さを推定します(上図D)。この割合と実際の底質試料中の放射性セシウムの「深さ分布」の関係を統計的に評価しました。その結果、検出器で求められたγ線スペクトルの解析結果を基に、セシウムの深さ分布を精度よく推定できることが分かりました。

本手法の開発により、これまでと同じ測定方法により底質表層の放射性セシウムの濃度に加え、深さ分布まで推定することが新たに可能となり、調査に係る時間の短縮及びコスト削減を図ることが期待されます。

■実際のため池の測定から何が分かるか？



実際にため池を調査し、放射性セシウムの濃度と新手法による深さ分布の評価を行いました(上図E)。その結果、底質表層における放射性セシウムの濃度分布は不均一でした(上図F)。これは、流入口が複数存在しているためだと考えられます。また、流出口付近において比較的深い層に放射性セシウムが分布していることが分かりました(上図G)。これは、放射性セシウムが上流から下流への流水により移動していること、及び流出口付近では底質の攪拌が活発に起こっていることが考えられます。これら底質表層の放射性セシウム濃度(上図F)と、新たな手法で求めた放射性セシウムの深さ分布(上図G)の情報を組み合わせることで、放射性セシウムの三次元的な分布を知ることが可能となりました。

■研究者より

本手法を担当している福島環境安全センター放射線監視技術開発グループの越智康太郎研究員は、本技術の開発にあたって次のように述べています。「γ線スペクトル解析による推定結果の妥当性を評価するために、統計的な評価という今までにない取組みを行いました。その評価手法の原理が難しく、理解するのに時間がかかりましたが、推定結果の精度を具体的に示すことができました。今後、様々な湖沼の解析を進めることで、より詳細な放射性セシウムの移行、拡散過程を解明していきます。」

本記事は、平成30年10月31日にプレス発表した内容を加筆修正の上、編集したものです。

2018.9.27 No.83

大熊分析・研究センターの今

放射性物質分析・研究施設の整備 第1棟の建設進む



第1棟の建設状況(中央奥の建物は施設管理棟)

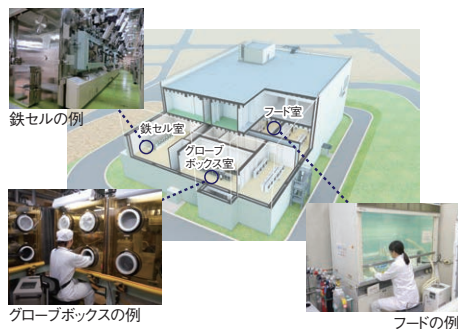
大熊分析・研究センターは、現在、大熊町の東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)に隣接する敷地に「放射性物質分析・研究施設」を整備しています。本施設は、1F事故によって発生した放射性廃棄物や燃料デブリの性状等を把握するための分析や研究を行うことを目的とし、「施設管理棟」、「第1棟」及び「第2棟」から構成されています。なお、施設管理棟は平成30年3月より運用を開始しています。

第1棟は、1Fのガレキ類、伐採木の焼却灰、汚染水処理二次廃棄物や解体廃棄物など低・中レベルの線量を持つ放射性廃棄物の分析を行う施設です。平成29年5月に着工し、本年2月には基礎工事が完了しており、現在は地上1階の工事と並行して、内装設備の製作を進めています。また、内装設備では、扱うものの線量に応じて、放射線の遮蔽・閉じ込め機能を有する鉄セル、グローブボックス、フードを使用します。



大熊分析・研究センター(放射性物質分析・研究施設)の完成イメージ

1Fの廃炉は、一般的な原子力発電所の廃炉と異なり、原子炉の構成部材だけでなく、がれきや建屋内部の機器、さらには木や土、草などにも事故によって飛散した放射性物質が付着し、放射性廃棄物として取り扱っています。こうした大量の放射性廃棄物について、どんな核種がどのくらい含まれているかを調べた上で、処理・処分の仕方を決めていかなければなりません。第1棟で行う分析は、このような放射性廃棄物の処理処分のやり方を決めるためのデータを取得することが目的です。



グローブボックスの例

フードの例

第1棟は、施設完成後は1Fの敷地内に組込まれるので上記の分析サンプルを1F構外に搬出することなく、構内で分析を行うことができ、これが最大のメリットとなります。今年度末までに地上2階床工事まで進捗する見込みで、平成32年度末頃に運用開始の予定です。

2018.12.4 No.88

1F廃止措置におけるロボット等の遠隔操作技術向上へ 楢葉遠隔技術開発センターにおいて国際会議を開催



東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置にあたっては、依然として、人では困難な危険作業があり、これを遂行するためにロボット等の遠隔操作機器が積極的に活用されています。しかし、ロボット等を実際の1F廃止措置の現場で活用するにあたっては、ロボットの機能のみならず、ロボットの搬送や周辺設備の準備等を含めた運用方法、ロボットが作業中に引き起こすリスクに対する安全対策、操縦者の育成など多岐にわたり課題があります。

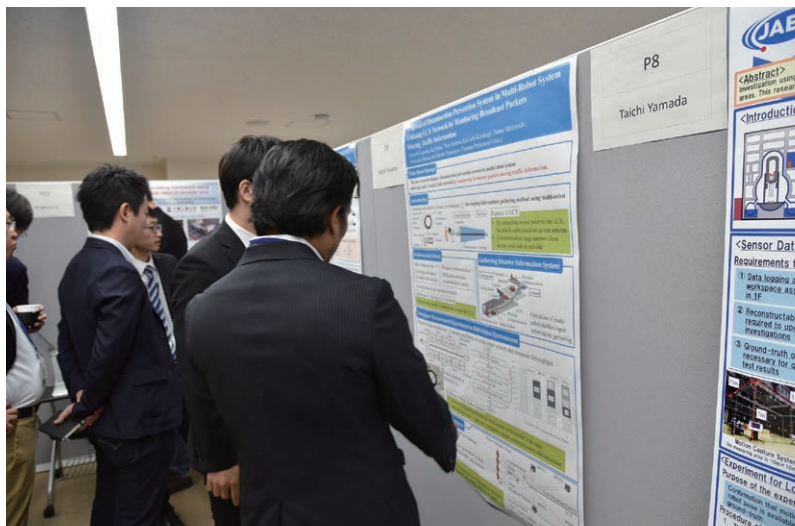
このような背景の中、1Fをはじめとする原子力施設におけるロボット等の遠隔技術について議論するために、楢葉遠隔技術開発センターは、平成30年10月30日、31日にかけて「平成30年度第3回福島リサーチカンファレンス(FRC)」を同センター内で開催し、アメリカ、オーストラリア、韓国、フィリピン及び日本の研究者を含む約50名が参加しました。

■ 1Fでの経験と課題

はじめに、楢葉遠隔技術開発センター長、石原正博から開催にあたり、遠隔操作技術に加えて試験・訓練の方法など、1F廃止措置でロボットが作業するための実質的な技術についての積極的な意見・情報の交換の場とするとの本会議の趣旨について説明がありました。基調講演では、数々の技術委員会委員を歴任され、1F事故当初から調査ロボットに携わる東京大学の浅間一教授(右図)から、これまでの1F廃止措置の実例を交えて、遠隔操作技術に要求される、瓦礫等の除去、除染、計測等の調査、汚染水等の試料の採取などのタスクについて紹介するとともに、今後の課題として、通信技術や操作訓練方法等の研究開発が必要となる旨説明があり、その詳細や研究者間の協力の方法について参加者との間で議論が交わされました。



■ 招待講演／ポスターセッションを通じた国内外の研究者による意見交換



招待講演では、汚染構造物等の危険物の除去・除染について知見を有する計測自動制御学会システムインテグレーション部門安全回復システム部会の依頼により産業技術総合研究所の金子健二氏から、日常だけでなく危険な現場などでも活躍するヒューマノイドロボットを目指した取組みについて講演して頂きました。また、東日本大震災を含め多くの災害現場で活躍しているロボットを開発したテキサスA&M大学のRobin Murphy教授から、災害対応ロボットの事例を参考に1F廃止措置における

ヒューマンロボットインタラクション※の重要性について講演して頂きました。参加者からは、自動化の可能性やAI(人工知能)の適用などについて質問があり、活発な議論が行われました。

ポスターセッションでは、国内外の若手研究者を中心に13件の発表がありました(左上図)。発表のテーマは、遠隔操作のための通信・制御・環境認識技術をはじめ、原子力災害対応ロボット、操作訓練への仮想現実技術の適用やシミュレーション技術の応用など様々な分野に亘り、熱心な意見交換が行われました。

※人とロボットが一体となって作業するための機能

■ 技術デモンストレーションを通じた意見交換

楢葉遠隔技術開発センターの施設見学では、Robin Murphy教授の協力のもと開発しているPerspective Robotics社の小型航空機(UAV)について技術デモンストレーションが行われ、参加者は実際に動いているUAVを前に、細部にわたって議論し、意見交換を行いました。(右図)

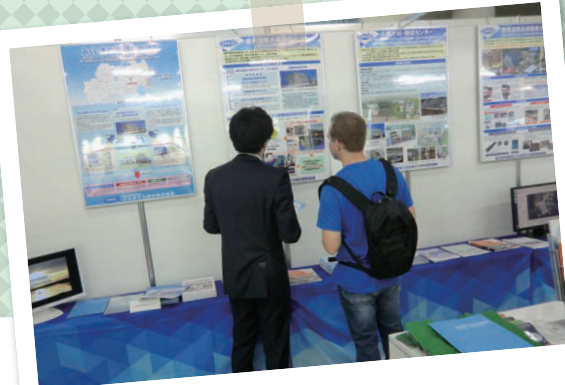
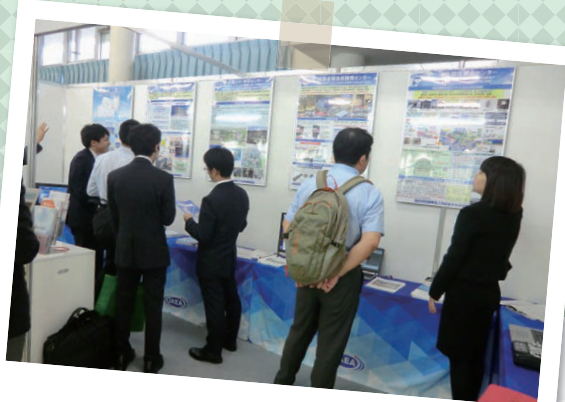
参加者からは、「招待講演やポスター発表ともにより刺激となった。これを機会に情報交換を密にしていきたい」等といった声が多く聞かれました。今後も、このような交流の場を設け、1F廃止措置に向けた最新の知見に関する意見交換を実施したいと考えています。



<略語解説>

*FRC:Fukushima Research Conference

*UAV:Unmanned Aerial Vehicle



若手研究者による積極的な説明を展開

環境放射能対策・廃棄物処理国際展 (RADIEX 2018) へ出展

東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下、「1F」という。)の事故以来、国や関係機関、自治体、事業者などが総力を挙げて、環境再生の推進と廃炉に取り組んでいます。今後は、除染除去土壌などの本格輸送や、中間貯蔵施設の本格建設・稼働が進む一方、「1F」の廃炉や、今後増えていく老朽化した原子力発電所の廃炉を安全かつ円滑に進めていくために、高いレベルの原子力技術を維持・継承していく必要があり、関連する技術の開発や人材の育成への取り組みが求められています。

第7回目を迎える本国際展は、国(環境省)、関係機関(原子力機構やIRID他)、企業などが出展する環境放射能対策・技術に特化した環境新聞社主催の展示会であり、平成30年10月10日から12日までの3日間にかけて東京・北の丸の科学技術館で開催され、当機構からは福島研究開発部門が出展しました。

富岡・楡葉・大熊・三春・南相馬の各拠点の若手研究者は、「1F」の廃止措置と環境回復の推進に果たすべき役割や、これまでの取り組み成果と研究開発等の進捗状況について、パネルやパンフレット、更にパソコンを使用したロボット・航空機のシミュレーター体験などを通して、当部門のブースを訪れて頂いた延べ400名にも亘る方々(来展者)へ積極的に、かつ平易に工夫しながら説明を行いました。来展者の方々は各拠点の説明に熱心に耳を傾けながらも、若手研究者へ時折質問するとともに、意見を交えていました。また、韓国・台湾・米国・欧州など海外の方々にもお越し頂き、若手研究者が外国語で懸命に説明する姿がありました。

このように、普段接することの少ない外部の方々と密に接し、機構や部門の役割などを自信を持って説明することは、若手研究者にとっても貴重な経験であり、また外部の方々の意見も伺える良い機会となりました。

今後とも、福島研究開発部門を積極的に説明する場に参画し、説明を通して福島研究開発部門の諸活動への理解を深めて頂く考えです。

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]** https://www.jaea.go.jp/about_JAEA/fdonation/

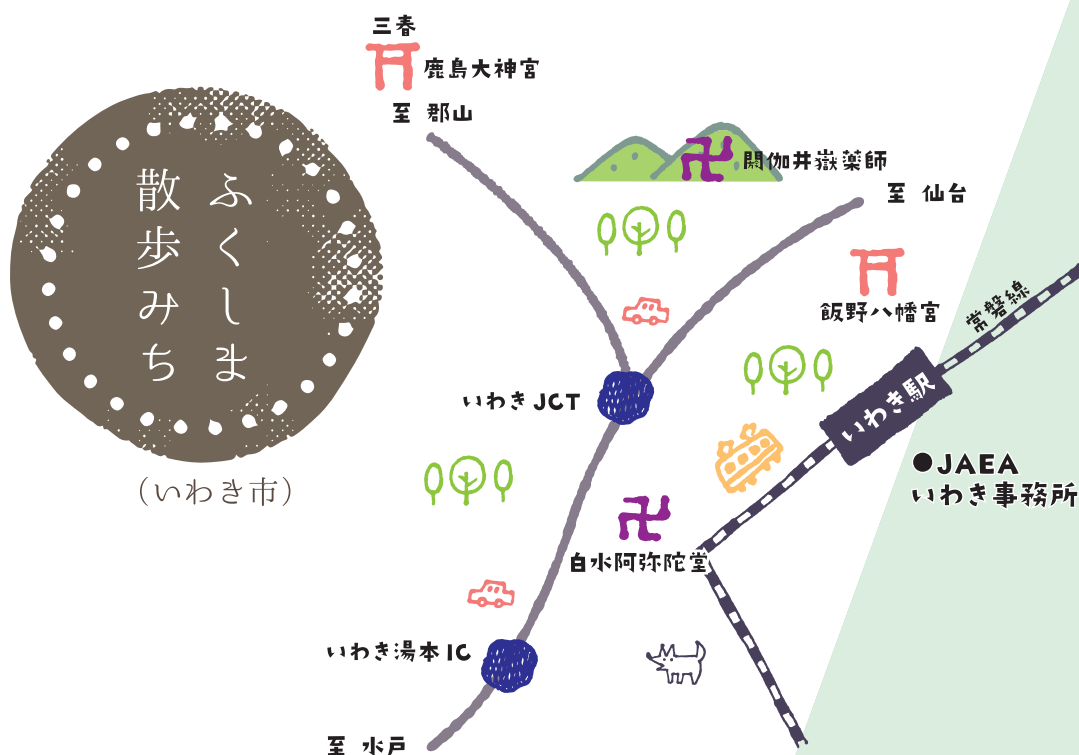
お問い合わせ先

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.029-282-4059 (寄附金専用窓口) E-mail:zaimukikaku@jaea.go.jp





常磐道いわき湯本ICから北東へ20分程度で、「白水阿弥陀堂」に着く。東北地方でも著名な平泉中尊寺にも負けない福島県内唯一の国宝の建築物である。岩城氏の祖 岩城則通に嫁いだ奥州平泉の藤原清衡(奥州藤原氏初代当主)の娘 徳姫が1160年建立したものである。岩城氏は、その土地の中心部を「平」、周辺を「白水(しらみず)」という地名にしているが、「白」+「水」=「泉」であり、「平泉」の影響を強く受けている。これは、白水阿弥陀堂の周囲の浄土式庭園が、平泉の毛越寺によく似ている点にもあり、静かな雰囲気が感じられた。

このほか、いわき駅裏にある「飯野八幡宮」、薬師如来で有名な関伽井岳にある「関伽井嶽薬師」、あかいだけやくしペグマタイト鉱床(主に石英などの塊)で有名な三春の「鹿島大神宮」にも参詣した。



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

■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

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

■廃炉国際共同研究センター

〒979-1151 福島県双葉郡富岡町大字本岡字王塚790-1
TEL 0240-21-3530 FAX 0240-22-0100

■櫛葉遠隔技術開発センター

〒979-0513 福島県双葉郡櫛葉町大字山岡岡字仲丸1-22
TEL 0240-26-1040 FAX 0240-26-1041
<https://naraha.jaea.go.jp/>

■大熊分析・研究センター

TEL 0246-35-7650 (いわき事務所取扱い)

■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



JAEA福島研究開発部門

<https://fukushima.jaea.go.jp/>

2019年2月発行