

明日へ向けて 私たちの取り組み



No.2

2014年9月

日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門

廃止措置を加速し、環境を回復する

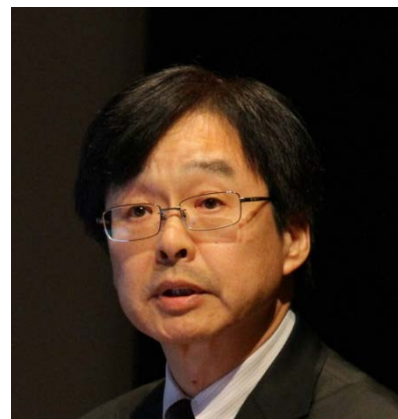
福島研究開発部門 企画調整室 船坂英之室長に聞く

—原子力機構の福島での取り組みの体制と、企画調整室の役割を教えてください。

原子力機構では東京電力福島第一原子力発電所事故に対応する活動は、福島研究開発部門が担っています。この部門は福島事業管理部、福島廃炉技術安全研究所、福島廃止措置技術開発センター、福島環境安全センターと、原子力機構の拠点にある試験部から構成されています。また、私が室長を務める企画調整室は、これらの全体を調整し、今後の企画立案を担当しています。

今後の企画の柱は、福島研究開発部門がこれから何をどう展開・運営していくかというグランドデザインを作ることです。そのデザインは長期的な視点をふまえた上で、原子力機構が福島で何を行おうとしているのか、何を行うべきかという目標設定と、目標達成のための手段を確保することからなります。具体的にはそれらの目標を実現するためには、どれぐらいの人や予算を投入する必要があるのか、そのためにはどのような施設をどのように使うかなどといった検討項目も含まれます。

一方、今年8月には、原子力損害賠償・廃炉等支援機構が発足しました。今後は、ここが福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策について着実に進めるために、日本全体としての取組における司令塔のような役割を果たしていくと思っております。原子力機構も原子力損害賠償・廃炉等支援機構に5名の職員を出向させており、緊密な関係をとっていきます。



廃止措置に向けての研究開発とそれを支える拠点整備に取り組む

—具体的にはどんな取り組みを。

福島での対応は、事故を起こした発電所の廃止措置や汚染水などの対応であるオンサイトと、環境回復に関わるオフサイトに分けられます。このうちオンサイトの業務は、大きく4つあります。

一つは、国が作ったロードマップに沿った研究開発を行うことで、私たちは「中核をなす研究開発」と呼んでいます。昨年8月、国内外の叡智を集めて福島第一原子力発電所の廃止措置に必要な研究開発を進めるために、技術研究組合国際廃炉研究開発機構が設立されました。原子力機構はこれに組合員として参画して、廃止措置の主要課題である燃料デブリの取り出しや放射性廃棄物の処理・処分に関する研究開発などを行っています。

二つ目は、それを支えるための「基礎基盤的な研究開発」です。

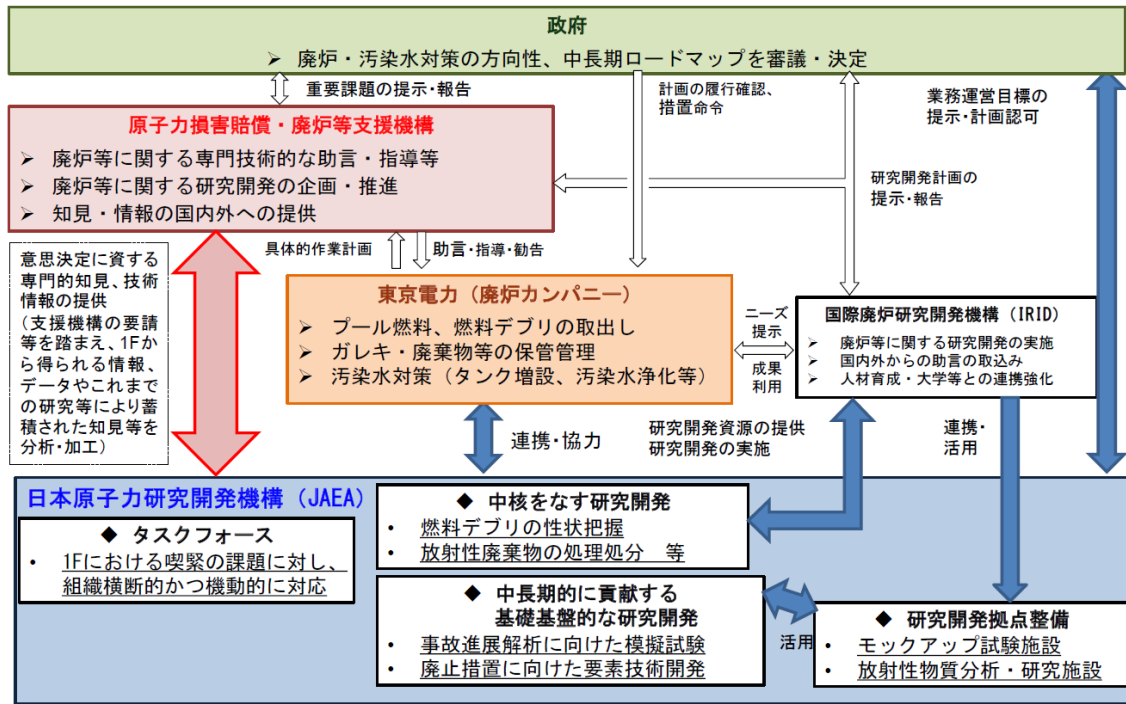
三つ目が、喫緊の重要な課題を解決するために対応した研究開発である「タスクフォース」です。例えば汚染水対応のタスクフォースでは機構内の専門家を動員して、地下水を遮る凍土壁などの対策がどの程度効果があるのか、あるいは国の設置した委員会が行った解析結果が妥当なものであるのかなどを検証しています。

また、原子炉内に放射性セシウムがどのように分布しているのかということも検討しています。炉内に当初あったセシウムの約1/3は、汚染水の中に入り、汚染水を処理した時のゼオライトカラムに吸着されました。しかし3基の炉心内にはまだ、残りの2/3程度のセシウムがあります。それらは原子炉構造物のサプレッションチャンバー内の水の中と、圧力容器や格納容器に付着している可能性が高いと考えています。炉内の線量が高いのはそのためで、だから人間が近づくことができない状況となっていると考えています。

四つ目が「研究開発拠点整備」です。この取組の一つは「モックアップ試験施設」の建設です。この施設は廃炉を円滑に進めるための研究開発を行う施設で、格納容器等の止水試験等の実施が計画されています。この試験は、将来の燃料デブリ取出し等に向けて格納容器を水を満たすため、格納容器からの漏水箇所を閉止する技術を確認する試験です。

もう一つの取組は、「放射性物質・分析試験施設」の建設です。この施設では、汚染水や炉心の中にある燃料デブリなどを対象に、放射性物質の分析や関連研究を行う計画です。

1 F廃止措置推進に向けた研究開発体制



セシウムの挙動を調べ、環境回復をめざす

－オフサイトでの取り組みは。

オフサイトでは、環境回復をめざした研究を中心に行っています。具体的には除染と減容、環境動態研究、モニタリングが柱となっています。

除染事業については、環境省からの委託による除染技術実証事業において、国の技術選定の支援を行うとともに、これまでに得られた除染に関する情報、データを整備し、データベースとして公開しています。

モニタリングでは、文部科学省や原子力規制庁の委託を受け、福島県内を中心とした環境放射線のモニタリングを行い、空間線量率や放射性セシウムの沈着量の状況を把握してきました。これらの調査内容についてもデータベースとして整備し、公開しております。

今後は、環境動態研究がより重要な課題になると思っています。特に森林については、ほとんどの放射性物質が蓄積されたままであり、大雨や洪水が発生しないかぎり簡単には移動しませんが、ごく一部については、大雨の際に土壌などと一緒に川や海へ流れていく。その過程で放射性セシウムが今後の環境にどのような影響を及ぼすのか、どうしたら環境への影響を少なくすることができるのか、それを調べるのが環境動態研究です。

また、福島県の環境創造センターでは、オフサイトの環境回復についての研究開発ロードマップを作るための検討が進められています。このセンターでは、三春町と南相馬市に施設を建設します。このうち三春町の施設では環境動態の研究を、南相馬市の施設では遠隔の計測技術やモニタリング技術の開発を中心に進めることとしており、原子力機構は、このセンターの中で中心的な役割を果たしていきたいと考えています。

これらの事業や研究開発の一方、事故直後から独自に行ってきました「放射線に関するご質問に答える会」等、住民の方の不安・疑問に対するコミュニケーション活動につきましても推進しています。

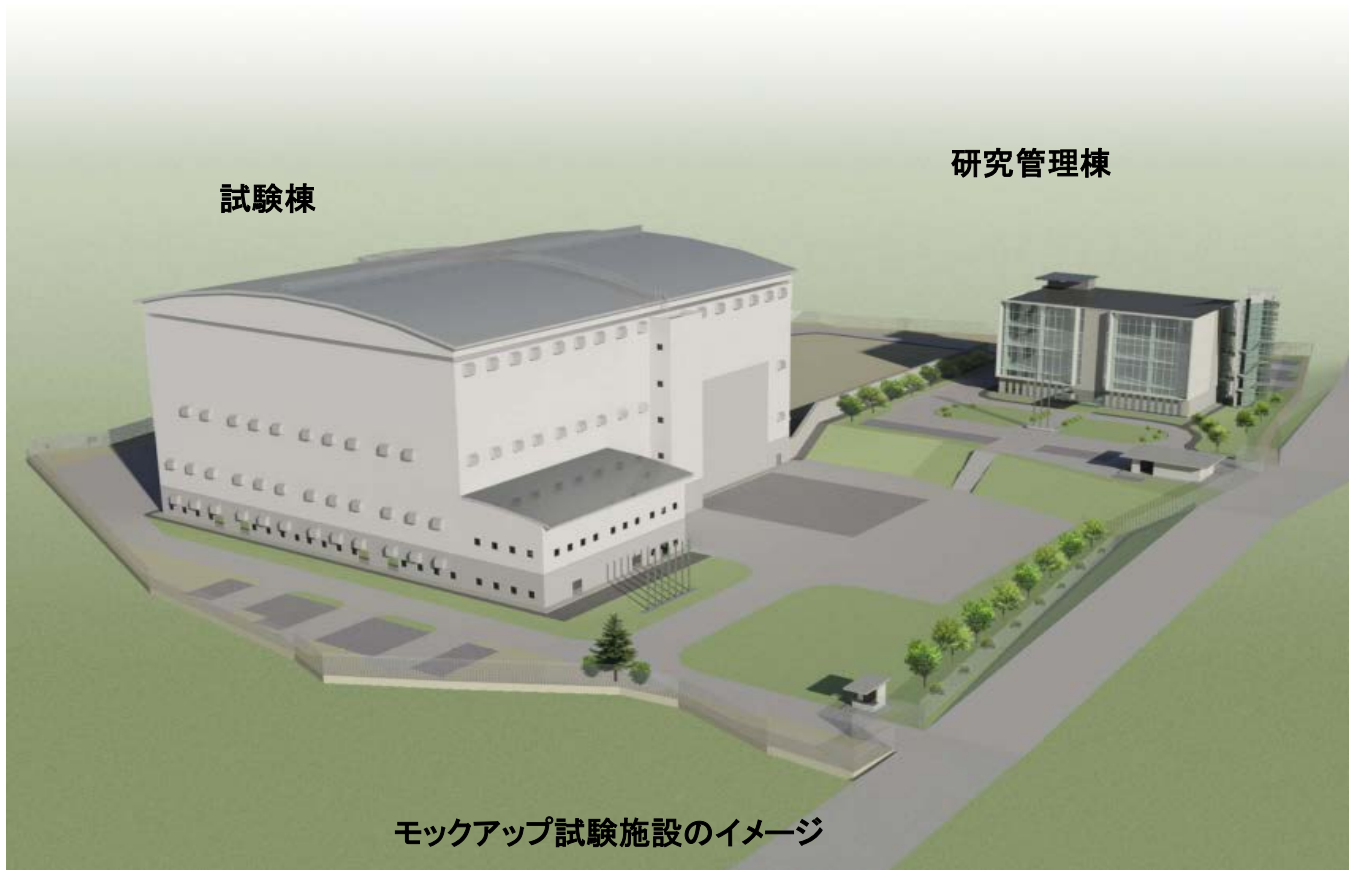
－これらの取り組みの背景には、機構がもつ技術の蓄積があった。

汚染水の問題に取り組んでいるタスクフォースの場合だと、例えば地下水流動については地層処分や安全研究、計算科学の分野の人たちが長い間かけて蓄積してきた技術があるからこそ、短期間で東京電力や国の要望に対応することができています。もう少し詳しく言うと、地層処分の分野ではガラス固化体を置いた時に、その近くにある地下水がガラス固化体にどんな影響を与えるか、あるいはどのような核種が環境にどのような影響を与えながら移行していくのかという研究を長くやってきました。そういう研究が、今回の汚染水の地下水流動の予測解析に応用されています。それから放射性物質が海水中ではどのように流れるかということは、計算科学や安全、海洋研究の分野の方々はずっと取り組んできたテーマです。そういった解析が、計算コードやシミュレーションコードとして役立っています。

そのほかにも、過酷事故対応の研究開発を行ってきた安全研究の分野知見や技術力が非常に役立っています。

私たちはそのような知見や技術力を最大限活用し、事故の収束と福島県環境回復に、全力で取り組んでいきたいと考えています。

廃止措置の加速に向けて 福島廃炉技術安全研究所の取り組み



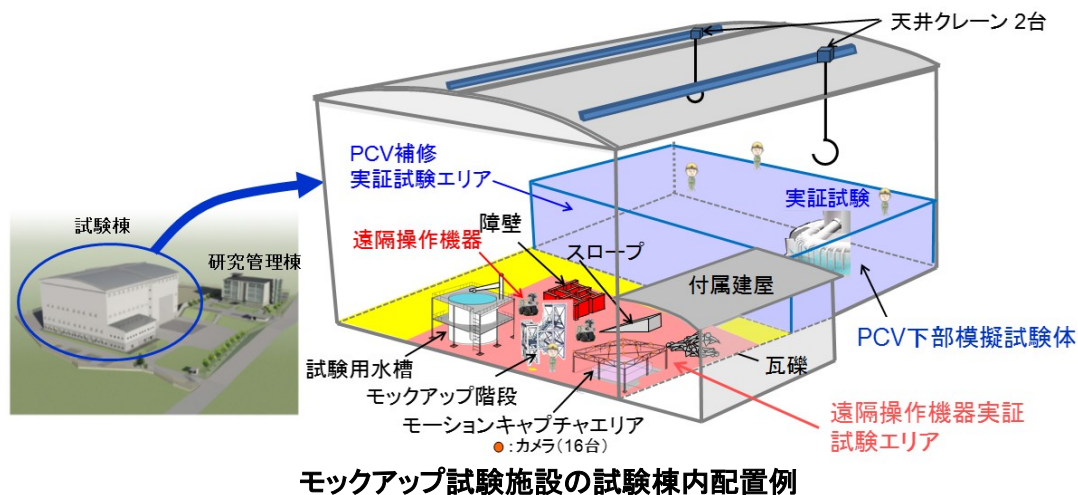
福島廃炉技術安全研究所は、東京電力福島第一原子力発電所（1F）の廃止措置に向けた研究開発を遂行するために昨年4月1日に発足しました。福島廃炉技術安全研究所で取り組む課題は、二つに大別されます。一つが原子炉からの燃料デブリ（原子炉格納容器（PCV）内の燃料集合体が溶けて、他の炉材とともに固まったもの）の取出し準備に係る技術開発です。

燃料デブリの取出し準備に関しては、1) 現場状況の調査、2) 除染及び3) 原子炉格納容器下部の漏洩箇所の止水のために、遠隔操作機器（ロボット）の開発が必要となります。なお、実際の燃料デブリの取出し作業に際しては、作業者が立ち入れない場所もあることから、上記以外の遠隔操作機器の開発も必要となります。

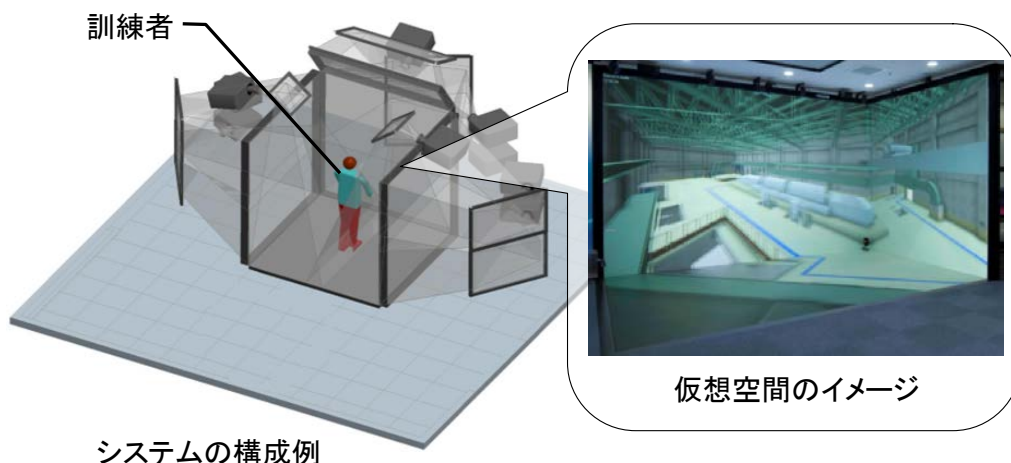
モックアップ試験施設の概要

これらの技術を開発するための施設として「遠隔操作機器・装置の開発・実証試験施設（モックアップ試験施設）」を福島県檜葉町に整備します。この施設は来年度度末までに竣工する予定です。このモックアップ試験施設は、研究管理棟（4階建てで35m×25m×20m）と試験棟（1階建てで60m×80m×40m）から構成されます。

前者には、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の最新のバーチャルリアリティシステムの開発・導入を計画しています。後者には、原子炉格納容器下部の漏洩箇所の補修・止水技術の実証試験、1F建屋内での調査、除染等のために必要な遠隔操作機器の開発実証試験を実施するための各種試験設備が設置されます。加えて、遠隔操作機器の開発にあたり、機器を製作する前に機能を確認し、開発を効率化するロボットシミュレータについても、他の研究機関と協力しながら開発・導入する予定です。その他、1Fの廃止措置に必要な多様な試験に、できる限り柔軟に対応可能な施設を目指していきます。



モックアップ試験施設の試験棟内配置例



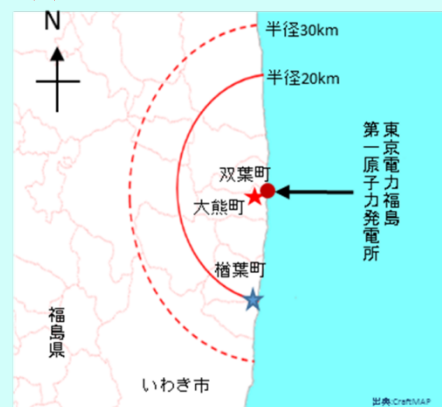
没入型バーチャルリアリティシステムの構成例

放射性物質の分析・研究施設の概要

福島廃炉技術安全研究所で取り組むもう1つの課題が、1Fの廃止措置に伴って発生する放射性廃棄物の処理・処分に必要な技術の開発です。放射性廃棄物の処理・処分に必要なのは、放射性廃棄物の性状（放射性核種の種類や物理特性の評価等）の分析・評価や放射性廃棄物保管中の安全性の評価、放射性廃棄物の廃棄体化のための試験（放射性廃棄物を処分できる形態にするための実証試験）、処分の安全性を評価する技術等が必要となります。福島廃炉技術安全研究所では、これらの技術開発を行うための施設として、大熊町の1F隣接地に「放射性物質の分析・研究施設」の整備を進めています。同施設は、「低放射線量のガレキ類、汚染水二次廃棄物等を扱う第1期整備施設」及び「高放射線量の汚染水二次廃棄物、燃料デブリ等を扱う第2期整備施設」から構成され、各々平成30年度及び平成32年度からの運用開始を目指しています。

これら研究開発施設は、国内外の研究者が利用しやすい施設運営を行い、直接関連する研究者のみならず、幅広い専門分野の研究者が集まり、研究開発が実施できる体制を構築していきます。さらに、原子力施設の廃止措置等に関する研究開発成果の発信基地として、新たな研究課題への挑戦、若手研究者・技術者の育成等を行うとともに、国内外の原子力発電所の安全性向上にも役立つ国際的な研究開発拠点を目指していきます。

★：モックアップ試験施設
★：放射性物質の分析・研究施設



福島廃炉技術安全研究所が整備する研究開発施設とそれらの立地場所

福島県環境創造センターが着工 三春町と南相馬市で起工式



福島県環境創造センターの起工式が5月9日には三春町で、同22日には南相馬市で行われました。同センターは東京電力福島第一原子力発電所事故での放射性物質により汚染された環境の早期回復と、県民が安心して暮らせる環境の創造を目的として、福島県が整備するもの。除染技術や放射性物質の環境動態に関する研究開発、詳細なモニタリング等を実施する中核施設として、同県が進める復興計画の重点プロジェクトとなっています。センターの主要施設は三春町と南相馬市の2か所に建設されます。

三春町で行われた起工式には、佐藤雄平 福島県知事ら関係者約70名が出席。佐藤知事、井上信治 環境副大臣、亀岡偉民 復興大臣政務官、田中正朗 文部科学省大臣官房審議官らが鍬入れし、工事の安全を祈願しました。風が強い薄曇りの中、多くの報道陣に囲まれ、式は厳かに行われました。

参加した佐藤知事は、「美しく豊かな県土を取り戻すため、環境の回復・創造に向けた、調査研究を行う拠点として環境創造センターを三春町と南相馬市に整備する準備を進めてきた。三春町の研究棟に入る日本原子力研究開発機構や国立環境研究所と緊密に連携を図り、除染技術の研究、放射性物質の動態調査などを実施するほか、IAEAとの協力プロジェクトに取り組むなど、世界の英知を結集した調査研究を進めたい。交流棟には、360度の全周映像を体験できるシアターを設置して、福島県の環境について、子供たちが学びながら楽しむ、楽しみながら学ぶ、未来を考える力を育んでいきたい」とあいさつしました。

原子力機構の松浦祥次郎 理事長は、「当機構は震災後の6月末に福島市に福島事務所を開設。ここを拠点として福島県とともに復旧・復興のため、環境モニタリング、ホールボディーカウンターによる測定、生活環境の中での除染のモデル実証事業、公共交通機関を使った車載型空間線量率測定など、さまざまな取り組みを行ってきた。環境動態研究の活動も、最先端の計測技術を用いて測定を続けている。この環境創造センターが世界の最も重要な研究拠点になるものと確信しており、このセンターでの活動に関与することは我々の重要なミッションだと思う。国や県、三春町、田村市と連携・協力して人材育成、情報共有・コミュニケーション活動に努力し、力を注ぎたい。我々の努力が、避難されている方が懸念なく帰還・生活できることに役立つことを切望しています。」と述べました。

一方、南相馬市で開かれた起工式では佐藤知事、井上環境副大臣、亀岡復興大臣政務官、田中文科省官房審議官らが鍬入れを行いました。

佐藤知事は、「震災から4年目となる今年は、新しい福島を明らかに作っていく新生ふくしま改造の年と位置づけ、引き続き皆さんとの連携を密にし、一日も早い環境回復の創造に取り組んでいきたい」とあいさつ。原子力機構の森山善範 理事は、「我が国唯一の原子力に対する総合的な研究開発機関として、環境試料の分析・測定、県民の皆様のホールボディカウンター測定、除染モデル実証事業、放射線のご質問に答えるためのコミュニケーション活動、国や自治体への除染に関する専門家の派遣など、復旧・復興に向けての様々な取り組みをさせていただいている。この南相馬市に設置される環境創造センターを拠点として、特に無人ヘリコプターを用いた遠隔モニタリングに関する研究を精力的に行っていきたい」との決意を述べました。

環境創造センターの三春町施設は4万6千平方メートルの敷地に本館、研究棟、交流棟が建設されます。本館は来年7月に開所する予定。原子力機構が入るのは研究棟で、同じ施設に入居する国立環境研究所と福島県の三者で協力して環境の回復・創造に向けた調査・研究を行います。

一方の南相馬市施設は1万8千平方メートルの敷地に本館と放射線測定器の校正施設が建設されます。開所は来年4月の予定。本館1階部分は福島県の放射線分析監視エリアで、原子力発電所周辺のモニタリング、安全監視を行う。2階が原子力機構の調査研究エリアで、放射線計測技術や環境回復・創造に向けた調査・研究を行う計画である。本館北側には、放射線測定器の校正を行う施設が整備される。同じ敷地内には、浜地域農業再生研究センター（仮称）、福島第一オフサイトセンター（仮称）も建設されます。



南相馬市に建設される研究棟の完成予想図（福島県発表資料より引用）

ため池の底の放射能分布をマップに作成

福島県内には約3,700ヶ所の農業用ため池があります。これらのため池の底の土の中には、放射性物質を含むものがあります。原子力機構ではこれらの放射性物質を効率良く測定し、ため池の底の放射能分布をマップに作成する技術を開発しました。この技術は、放射性物質の状況把握などに適用できるため、原子力機構では、「水土里ネット福島」にこの技術を移転することを進めています。

福島第1原発事故から3年が経過し、被災地の農業を復興する上で、環境中の放射性セシウムの移行が懸念されています。水中での放射性セシウムは、水に溶けているのではなく、ほとんどが水底の泥の中に蓄積していると考えられ、蓄積量やその変化をできるだけ正確に把握することが課題の一つとなっています。

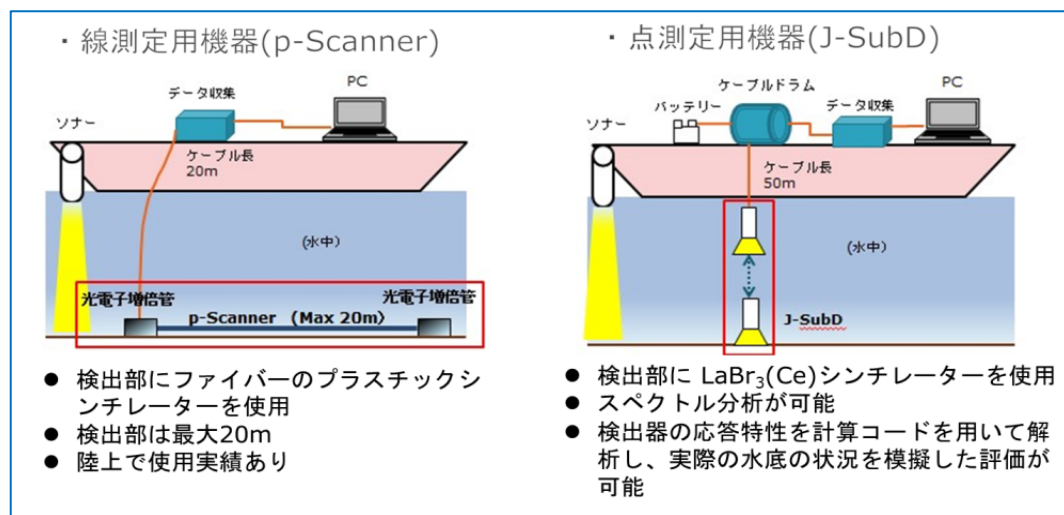
(例えば、福島県農地管理課HP <http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/36045d/noutikannri017.html>)

これまで、ため池底の土壌の放射性セシウム濃度を測定するためには、土壌をサンプリングして実験室で放射能を測定する方法が一般的でした。しかしながらこの方法ではため池全体の分布をみるのが難しいという問題点がありました。なお水中では空気中に比べ、ガンマ線が水によって遮蔽される割合が高くなり、水中の放射性セシウム濃度を正確に測定するためには、検出器を線源に近づける必要がありました。

このため原子力機構では、水中でも放射能を測定することができるp-ScannerとJ-subDを開発し、水底の泥に密着してその放射性セシウム濃度を測定する手法を開発しました。p-Scannerは検出部に、放射線量を線で測定できるプラスチックシンチレーションファイバを備えたもので、これを平行に動かせば面的に測定することもできます。またJ-subDはスペクトル分析ができる検出器を備えたもので、実際の水底の状況を模擬した評価をすることができます。これらを併用することで、ため池の放射能分布のマップを作成することが可能になりました。

詳細は、原子力機構のレポートとしてまとめ、HP上で公開しています。

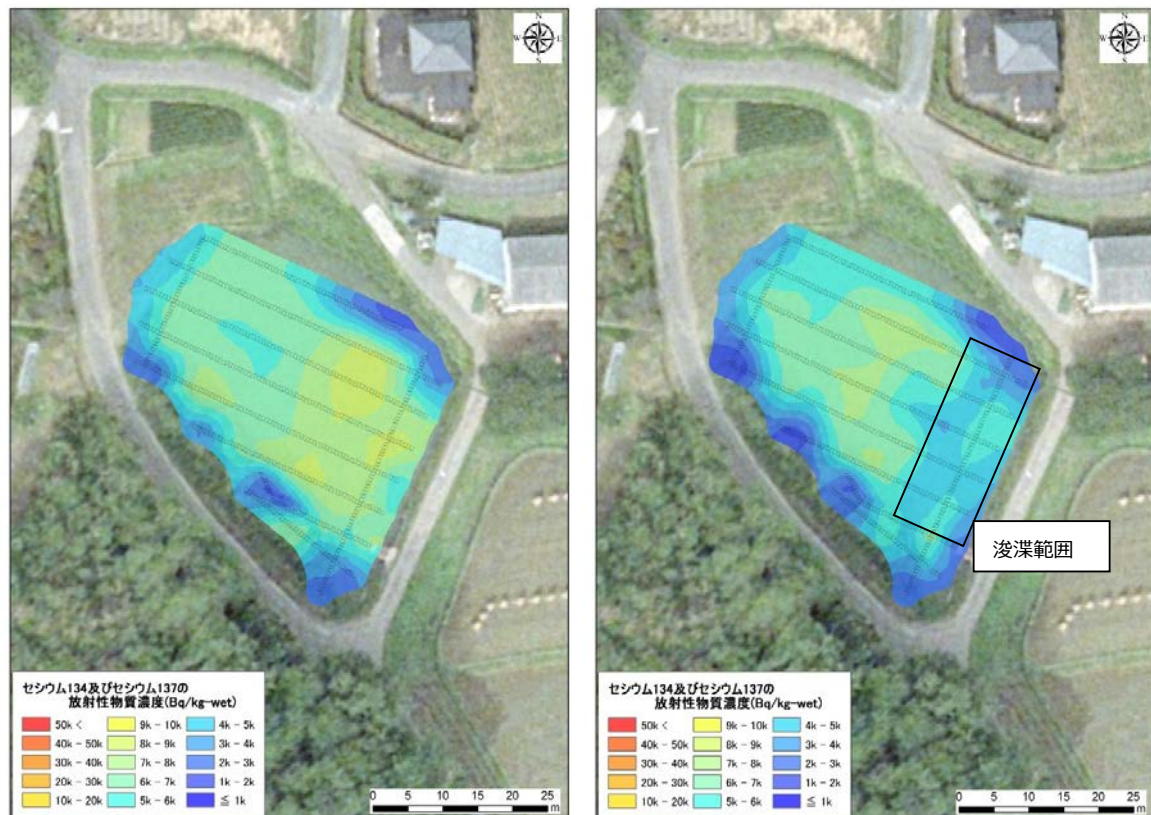
<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Research-2014-005.pdf>



p-ScannerとJ-subDを併用することで、水底の放射性物質濃度のマップ化を実現

これらを使ってため池での浚渫前と後とで放射性セシウム濃度を実際に調べた結果、下図のように浚渫した後の濃度は低くなっていることがわかりました。

今後はこの手法が、福島県内のため池の放射性物質対策に利用されていくために必要な技術開発及びサポートを行っていく予定です。



浚渫前後の測定例: 左が浚渫前、右が浚渫後。p-Scannerにより5 m間隔で測定したデータをもとに、市販のGIS(地理情報システム)ソフトウェアにより測定点間の数値を補間しマップ化した。



プラスチック・シンチレーション・ファイバ (PSF)

放射線量を点ではなく線あるいは面的に測定できる、光ファイバーを利用した測定器。検出部(光ファイバー)の長さは最大20m。直線にした状態で地面と平行に動かすことで面的な測定ができるほか、曲線状の地形での測定や、防水加工が施されていることから水中でも測定が可能。



J-SubD (水中用ガンマ線スペクトロメータ)

検出部にLaBrシンチレーション検出器を採用した水中専用の放射線量測定器。水中300mまでの耐水性をもつ。エネルギースペクトルを精度よく測定できることから、放射性セシウムと他の天然の放射性物質とを区別することができる。



アジアから来た13人が、放射線サーベイを研修

7月としては過去最強クラスといわれた台風8号の影響を考慮し、日程を延期して福島県檜葉町で実施されたサーベイ実習。雲はあるものの30度近い気温。蒸し暑い。しかしアジア諸国の研修生たちは、暑そうなそぶりは一切見せません。

このサーベイ実習は、文部科学省から「放射線利用技術等国際交流（講師育成）」の受託事業として行われている研修の一つ。1996年にインドネシアとタイを対象として始まった。今年はバングラデシュ、インドネシア、カザフスタン、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナム、マレーシアの8か国から来た13名が、サーベイ実習に参加しました。

福島県で実習が行われるのは、2011年から今年で4回目。昨年からは檜葉町役場のご協力により、同町の休耕田で行っています。今年も、去年と同じ休耕田で行われました。

報道陣が見守る中、バスから降りるとすぐに実習の準備。右の写真は、必要な機材を確認し機材を運ぶ研修生たちのようすです。今年は去年参加した研修生が一人アドバイザーとして参加しているので、スムーズに事が運びます。

一昨年8月に警戒区域から避難指示解除準備区域になり、今年(平成26年)の2月には、常磐自動車道（広野IC～常磐富岡IC間）が再開。6月にはJR常磐線広野（広野町）～竜田（檜葉町）間が運転再開され、住民の帰還への準備が一步一步進んでいます。ころなしか周辺を行き交う道路の交通量も、去年より増加しているようです。



今回の研修内容は、「空間線量率の測定」「土壌・草および水の試料採取」「空気サンプルの採取」の3つ。まずは、ダストサンプラーで1時間程度空気を採取。掃除機のような吸引音が鳴り響きます。

続いては、土壌の採取。シャベルで丁寧に土を掘り、容器に天地を変えずに入れます。

各班に分かれた研修生たちは、長期の研修の中でチームワークが培われたのか、非常に和やかな雰囲気で作業をこなしていきます。

バングラデシュ から来た研修生は、「福島に来るまでは、私ばかりでなく、多くの人が福島の放射線レベルは非常に高いものだと思っていた。しかし、福島に来て実際に計ってみると、 $0.2\mu\text{Sv/h}$ とバングラデシュのバックグラウンドとほとんど同じレベルで、全く問題のないことがわかった。このことを母国の人たちにも伝えたい」と福島の現状の率直な感想を、地元記者の取材に熱く伝えていました。マレーシアの女性研修生も同様に答えており、各国の自然放射線の状態も知ることができました。

サーベイ実習の後に立ち寄った、天神岬スポーツ公園の南側から見える景色が、下の写真です。そこにはクレーン車と黒い塊が積み上がっている「仮置き場」、そして「広野火力発電所」の煙突。どちらも大きな施設だからかとても近く見えます。

震災から3年が経過し、マスコミの関心も高まったアジアからの外国人研修。福島での実習体験が、今後、原子力の人材育成に役立つことを祈ります。



contents

- 02 廃止措置を加速し、環境を回復する
- 04 廃止措置の加速に向けて
- 06 福島県環境創造センターが着工
- 08 ため池の底の放射能分布をマップに作成
- 10 アジアから来た13人が、放射線サーベイを研修

明日へ向けて

福島研究開発部門

〒100-8577 東京都千代田区内幸町2-2-2

TEL 03-3592-2111(代表)

福島事業管理部

〒960-8031 福島県福島市栄町6-6 NBFユニックスビル1階

TEL 024-524-1060 FAX 024-524-1073

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

2014年 9月 No.2

JAEA 福島
ホームページ



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

表紙: アジアから来た研修生の実習風景(p. 10)

裏表紙: インターンシップでやってきた学生が放射線サーベイを実習