



福島の環境回復をどう進めていくか

福島技術本部が研究開発成果で報告会

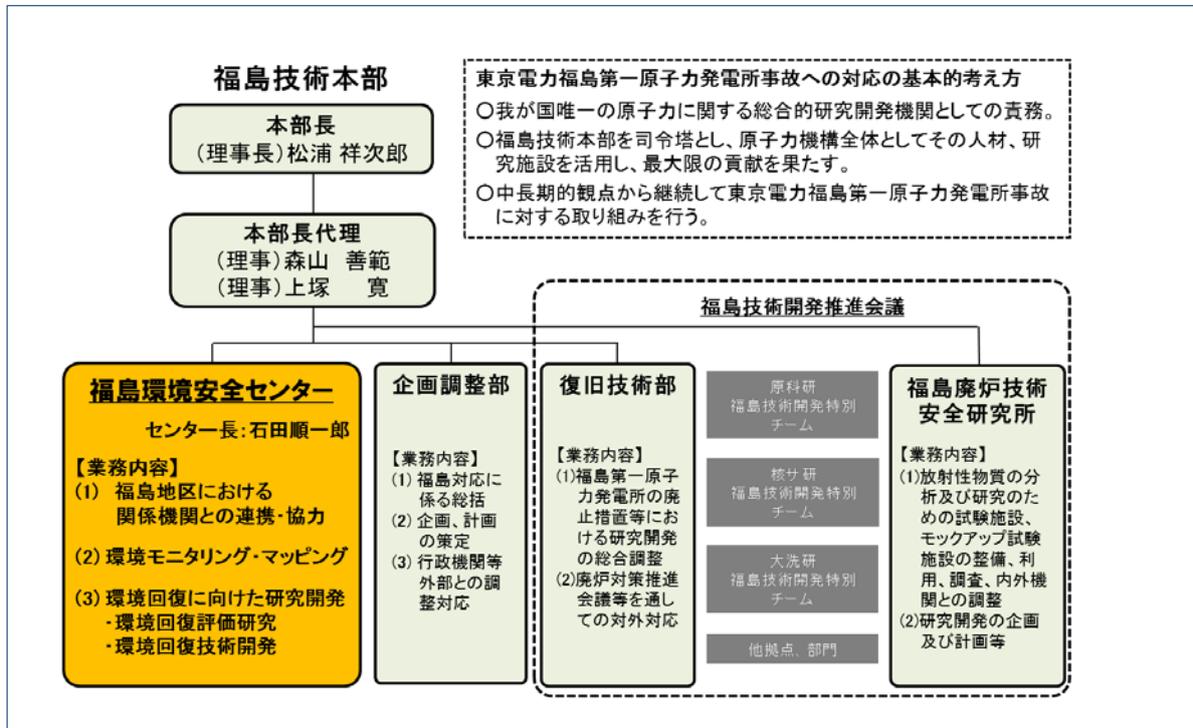
原子力機構の福島技術本部福島環境安全センターは1月21日、福島市内で平成25年度研究開発成果報告会を開いた。この会合は原子力機構が福島の環境回復に向けて取り組んでいる研究成果と、今後の研究活動について紹介するのが目的。昨年にかけて2回目の開催で、当日は約200人が出席した。会合では石田順一郎・福島環境安全センター長がまず、同センターとしての取り組みの概要を紹介。次に川内村の井出寿一・復興対策課長（＝写真）が、東京電力福島第一原子力発電所の事故によって全村避難した経緯やその後の帰村状況、同村がかかえる課題を述べた。続いて5人の研究者が、長期環境動態研究や放射線モニタリング、除染に関わる最新の技術開発の状況を説明した。会合のあらまは次の通り。

（詳細は <http://fukushima.jaea.go.jp/initiatives/cat01/index.html>）

「福島環境安全センターの取り組みについて」

福島技術本部 福島環境安全センター長 石田 順一郎

原子力機構では福島技術本部を司令塔として、東京電力福島第一原子力発電所事故への対応に取り組んでいる。その全体的な取り組み体制は、図の通りである。



原子力機構が取り組んでいる環境回復に向けた研究開発は大きく評価研究と技術開発に分かれる。評価研究では環境モニタリングやマッピング技術を高度化するとともに、放射性セシウムの将来予測モデリングを行うことで、被ばく線量低減化のための対策等を提案していく。

広域の環境モニタリングは有人ヘリコプターによって行うものの、対象エリアがより狭い地域では無人機や無人ヘリを活用するとともに、今後、さらに狭い地域として、1平方キロ未満のエリアにはマイクロヘリを投入する計画だ。

また高分解能のカメラを開発することにより可視化技術を高度化し、ヘリコプターからの



のモニタリングによってホットスポットを可視化していくことにも取り組んでいく。

技術開発では放射性セシウムの吸脱着過程などのメカニズム解明や、除染技術の高度化、除去物や災害廃棄物の減容方法の開発により、安全な生活環境を取り戻すことを目指す。

「川内村の原発事故に伴う避難からの復興に向けて」

福島県川内村 復興対策課長 井出寿一

川内村は福島県の浜通りにあり、福島第一、第二原子力発電所の西に位置する。面積は197 km²。その86%が山林で、5%が農地だ。震災直後の3月12日には富岡町の人たち約8千人が川内村に避難してこられたが、その後に原発で爆発事故が起きたために、16日には富岡町の人を含め川内村の全町村民が郡山市などに集団避難した。

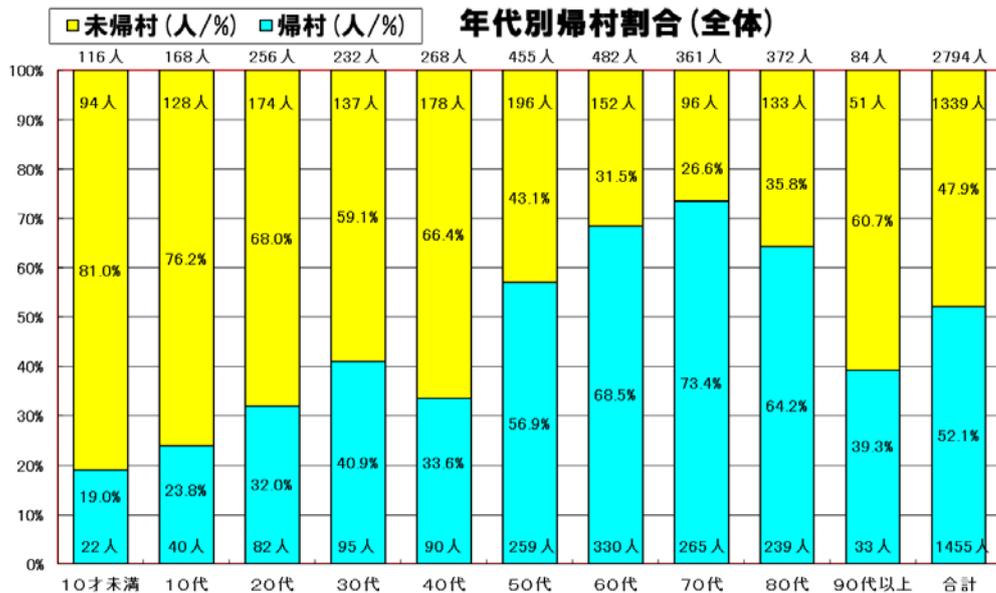
今の川内村は、放射線量に応じて居住制限区域、避難指示解除準備地域に分かれている。



3月12日には8千人の富岡町民が、川内村に避難した

震災前に3,028人いた村民のうち、今も村に住むのは535人、週4日以上滞在者は920人で、その合計は1,455人だ。帰村者は増えつつある。しかし、40代以下の若い世代の帰村率は、今も4割以下にとどまっている。若い人たちの帰村を、どうやって促すかが今後の課題だ。

現在の帰村者の状況 (平成25年10月1日現在 1,455人)



帰村しない人たちに、その理由を聞いてみると、「放射線による被害が怖い」が最も多くて、全体の19%を占めた。以下は「医療環境に不安がある」「生活環境(商店や福祉など)に不安がある」「家に戻っても仕事がない」「子供が、避難先で通学している」「農作物などが栽培できない」「警戒区域となっている」「仕事が避難先で見つかった」と続く。震災から2年8ヶ月が過ぎ、村に「戻る」と「戻らない」という二極化が鮮明になりつつある。

村の復興へ向けての最大の課題は、除染の実施と雇用の場の確保である。このために①雇用確保と企業誘致、②住宅不足と定住構想、③生活道路の確保、④川内高原農産物栽培工場、⑤利便性の向上(商業施設整備、葬祭センター整備、宿泊施設の増設)、⑥再生可能なエネルギー導入、⑦健康・医療・福祉の充実(放射線対策と特養ホームの建設、診療所充実等)、⑧教育環境の充実—などに取り組んでいる。これによって10~20年先の人口を3千~5千人にすることを目標としている。

「福島長期環境動態研究—調査」

福島技術本部 福島環境安全センター 飯島和毅



福島長期環境動態研究(F-TRACE)プロジェクトは、放射性セシウムの中で環境中の挙動を調べ、移動予測モデルを開発すること、その移動による被ばく線量の変化を推定すること、そして被ばく線量低減に資する対策を提案することが目的である。ここではそのうち、放射性物質の移動挙動の調査について述べる。

この調査では、対象を浜通り側の6つの河川流域の森林、河川、ダム、河口域とした。このうち森林内では、地表にある放射性セシウムが土中深くに浸透することはほとんどなく、その多くが地表か地下数センチ以内にとどまっていることがわかった。川内村のスギ林で行った調査では、地表にある放射性セシウムが流出する割合は1年間で0.5%にとどまっていることがわかった。

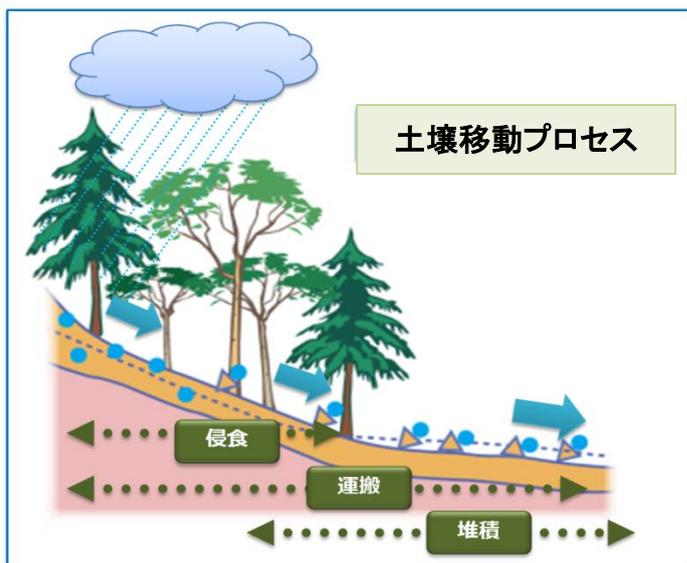
また、荻野沢水系にある荻ダムの水底では、場所によっては数十cm前後の厚さで放射性セシウムが堆積していることが明らかになった。ただし、湖水に含まれる放射性セシウム濃度は検出限界以下だった。このことからするとセシウムは堆積物、とりわけ粒径が小さい粘土に強く吸着されていると推定される。

請戸川の河川敷で調べた結果では、上流域の空間線量率の減衰は放射性セシウムの物理減衰より遅く、河川周辺からの放射性セシウムの流れ込みや蓄積の影響があると推測される。逆に下流域の空間線量率の減衰は物理減衰より速く、平均すると蓄積量より浸食量の方が多いと考えられる。なお河川敷の中では、河底に堆積した放射性セシウムは浸食されやすく、通常は乾燥していて、洪水時だけ冠水する場所では放射性セシウムが比較的蓄積しやすいことがわかった。

また、ダム、河川および溜め池で、水中および底土等の固体中に存在する放射性セシウムの量の割合を比較したところ、溜め池は水中に比較的多くのセシウムが存在する傾向が見られたことから、有機物の影響が疑われた。しかし、いずれの場所でも底土等に非常に多くの放射性セシウムが存在しており、底土等に強く吸着されていると考えられる。

「福島長期環境動態研究—解析」

福島技術本部 福島環境安全センター 北村哲浩



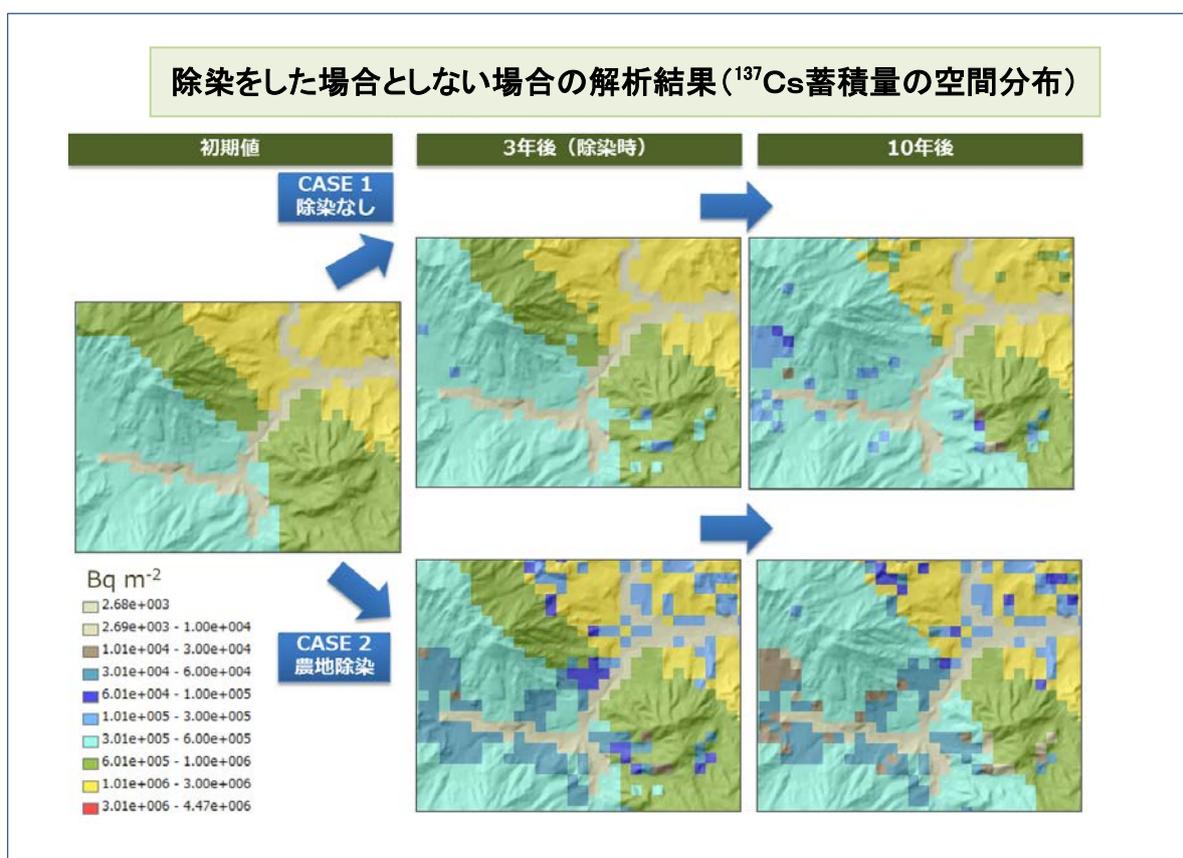
ここでは福島長期環境動態研究（F-TRACE）プロジェクトのうち、放射性セシウムの移動予測モデルの開発について述べる。私たちは複数の解析モデルの開発を進めており、将来の空間線量の変化を推定し、被ばく線量低減に有効な移動抑制等の対策を提案することをめざしている。

地表に降下した放射性セシウムは、土壌流亡や表流水に伴って移動すると考えられる。そこで土壌

流亡予測式という評価式と簡易な水理公式を組み合わせた解析モデルを開発し、福島県浜通り側の領域を対象に土壌と放射性セシウムの移動量を概算した。その結果、地表に沈着した放射性セシウムの約1%にあたる量が、最初の一年で流出したと試算された。また森林は対象領域の64%を占めるが、そこからの流出は少ないことが示された。一方、シミュレーション結果から、河川に流入した放射性セシウムはそのほとんどが海に到達し、一部がその途中にあるものと試算された。さらに、除染や移行対策のケーススタディを幾つか進めており、その効果を事前検討することも始めている。

その他にも、河川解析コードを用いた計算では、調査で得られた河川敷での植生の状態を入力情報とすることにより、ある河川敷で放射線線量が高くなる事例を再現することができた。さらに河口域解析コードを用いた計算では、河川水が河口域に流入する際の塩濃度の分布状況が実測と同程度であることが確認された。

今後はこれらの解析モデルの信頼性を向上するために、他の解析モデルの計算結果と比較するとともに現在進めている現地調査のデータを反映することにより改良を進め、特定の場所での移行評価など、より個別的・具体的な課題に取り組んでいく。



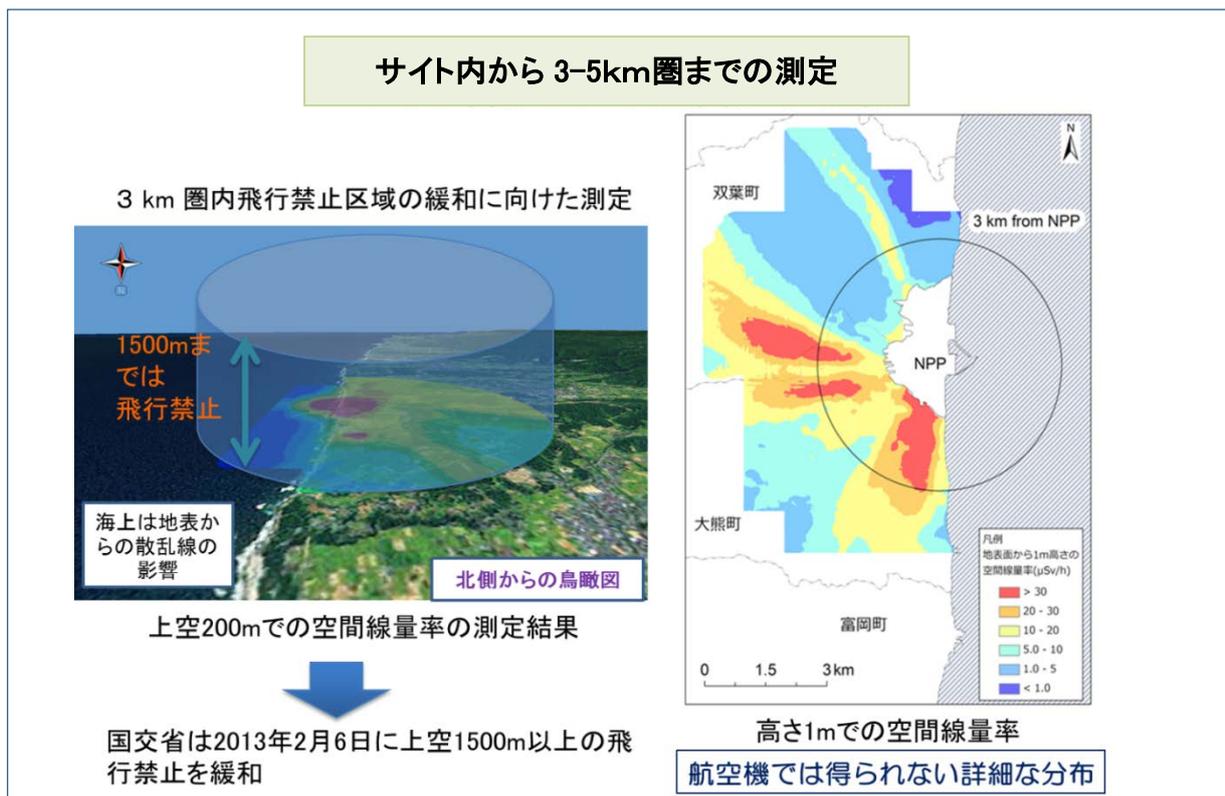
「放射線分布測定技術の高度化」

福島技術本部 福島環境安全センター 鳥居建男

東京電力福島第一原子力発電所の事故では、放射性物質が広い範囲に拡散した。その分布状況を迅速に把握するために開発してきた手法について説明する。

ヨウ素 131 は半減期が短いため、短期間で減衰することから、沈着量の詳細な分布は分からなかった。しかし、米国DOEは事故発生からまもない3月17日から4月5日にかけて航空機モニタリングを実施していた。その測定結果からヨウ素 131 成分を抽出して地表面沈着量を解析する手法を日米共同で開発し、ヨウ素 131 の沈着量の面的な分布状況を明らかにすることができた。なお、この結果は事故から3か月後に地上で測定した結果を減衰補正した結果とも、ほぼ一致したものとなった。

(詳細は <http://fukushima.jaea.go.jp/magazine/pdf/topics-fukushima026.pdf>)



一方、無人ヘリは、人が簡単に近づくことができない高線量率の場所や森林などでも、測定することができる利点をもつ。福島第一原子力発電所の低い高度の上空は今も、飛行することができないが、この無人ヘリは飛行することができるため、これによって詳細なデータを得ることができた。その結果が、上図である。

また、無人ヘリに搭載したカメラの分解能を向上させるとともに広角にし、異なった地点から撮影したデータをオルソ画像解析と呼ばれる補正を行うことで、放射性物質の沈着

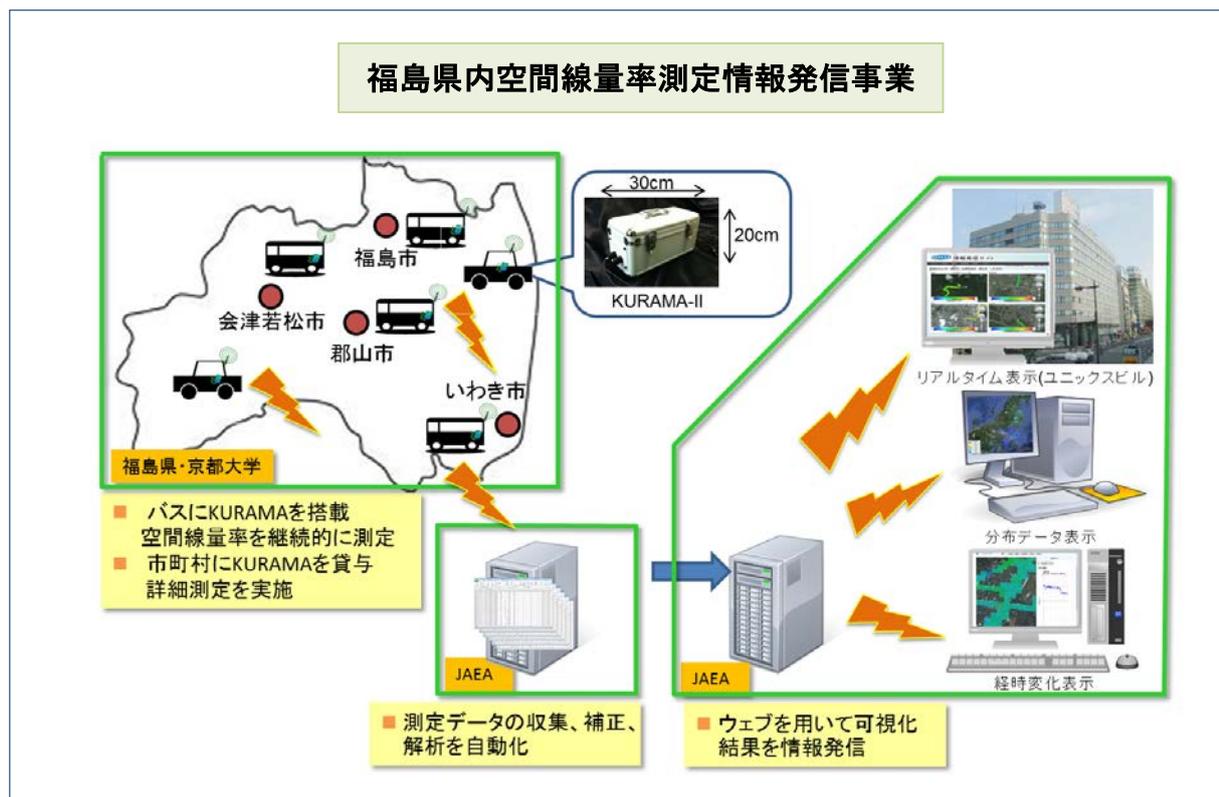
場所を3次元で示すことが可能になった。

更に、広域を迅速に測定する技術として、無人航空機モニタリングシステム（UARM S）の開発を宇宙航空研究開発機構（JAXA）と共同で行っている。

ため池では、ファイバー検出器（PSF）を水中でも測定できるように改造した。水底に着地させて底の部分の放射能を測定できる水中ガンマ線スペクトロメータとPSFを組み合わせることで、池内の状況を詳細に調べることができるようになった。この結果をもとに池底を浚渫し、放射性物質を有効に取り除くことができた。

今後は無人ヘリ、ファイバー検出器の民間への技術移転を促進するとともに、PSF検出器を使った新たな測定手法の開発を行っていく。

福島県内空間線量率 情報発信システムの構築 システム計算科学センター 武宮 博



原子力機構は、福島県内の住民の方々に対し、生活エリアの空間線量率分布情報を提供することを目的として、路線バスなど公共交通機関や輸送機関に車載型空間線量率測定装置（KURAMA-I I）を搭載、自動測定し、その結果を可視化、公開する事業を、福島県および京都大学と協力して進めている。公共交通機関や輸送機関を活用することで、生活エリアの空間線量率分布を広範囲かつ高頻度で継続的に測定することができる。

福島県内空間線量率情報発信システムは、本事業の一環として開発されたもので、計算科学技術を活用し、測定データの収集、補正、解析から結果の可視化、発信に係る作業を自動化することで、空間線量率分布情報をタイムリーに提供することを可能とした。

昨年1月より、県内4市の路線バスにKURAMA-I Iを搭載し、測定実証試験を開始するとともに、8月からは福島県内空間線量率情報発信システムを用いた可視化結果の発信を行っている。現在、観測結果を即時に補正、可視化し、福島駅前のユニックスビル内に設置された大型ディスプレイを通じて発信しているほか、WEBを使って空間線量率の経時変化や最新の分布状況に関する情報を公開している。また、1年以上に及ぶ継続測定の結果を分析し、除染後の道路で線量率が大きく減少する様子を検出、見える化することで、地域住民の方々が除染効果を確認できるようにした。

今後は、KURAMA-I Iの導入台数を増大し、浜通り北部や中通南部などに測定範囲を拡大するとともに、情報発信対象を除染事業やマップ事業、長期動態研究等、原子力機構が進めている福島復興支援事業の成果に拡大し、福島復興に役立つ様々な情報を公開していく。

除染活動システムRESETの開発・実証

福島技術本部 福島環境安全センター 山下卓哉

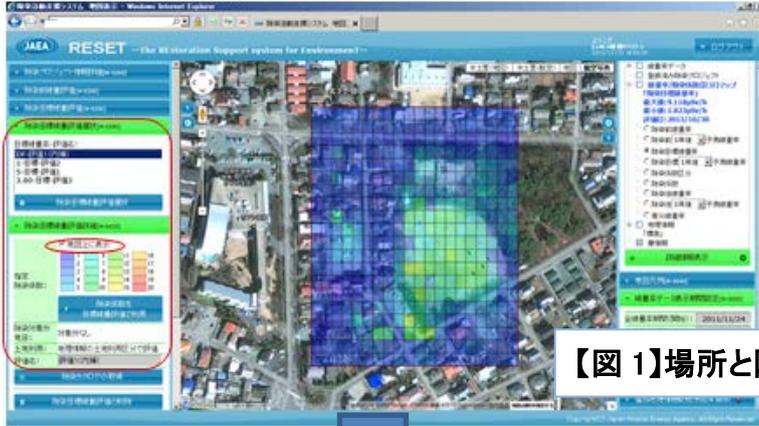
原子力機構は除染の前後で空間線量率がどの程度下がったかを短時間で計算して可視化できるシステムを開発した。RESETと呼ばれるこのシステムは、除染特別地域や汚染状況重点調査地域の市町村で除染計画を進めている担当者に利用してもらうことを目的としたもので、除染効果の予測や除染工法の選定、除染費用の概算をすることができる。RESETは、除染活動支援システム(The Restoration Support System for Environment)の略称。

このシステムではクラウドコンピュータの利用により、通常のパソコンで品質の高い計算環境を提供できるようにした。また、簡単にデータ入力ができるようにシステムを工夫。担当者がこれから行おうとする除染範囲を地図上で指定し、除染手法を指定すると、除染前の線量率データや除染後の線量率予測データ、除染費用の見積もりが表示されるようにした。なお、このシステムには、さまざまなモニタリングによる測定結果や除染方法、除染係数などの知見がデータベースとして内蔵されており、担当者が簡単なデータを入力するだけで、結果を得ることができる。

今後は除染現場での利用実績を蓄積し、操作性とのバランスに配慮しながら実用性のある精度向上を図る。また、農地や森林の除染に対する評価精度の向上、一戸建住宅等の小規模の除染評価に対応できるようシステムの高度化を図っていく。

除染目標空間線量評価 (除染係数指定)

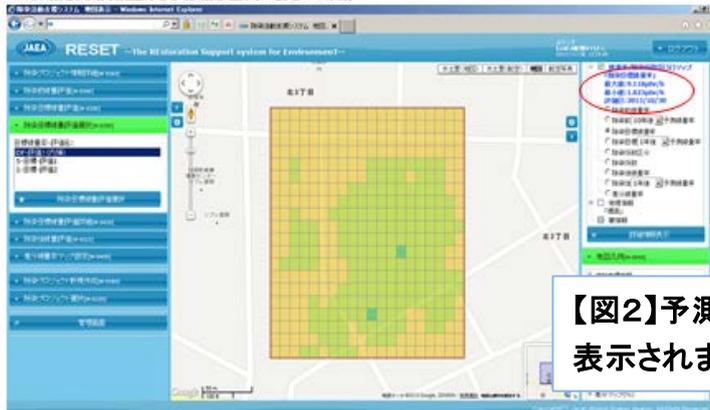
■ 指定した除染係数の表示画面



【図1】場所と除染手法を入力します

除染後予測線量マップ表示 (除染係数指定)

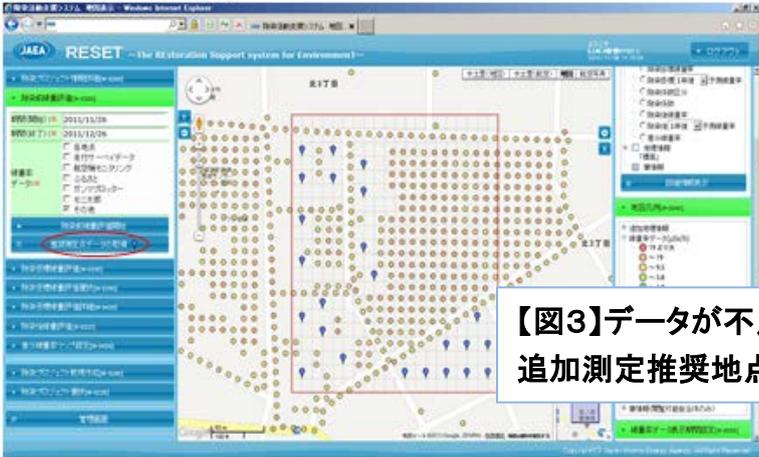
■ 除染後予測線量マップの表示画面/評価日時点



【図2】予測される除染効果が表示されます

除染前空間線量評価

■ 推奨測定地点データの取得画面



【図3】データが不足している場合には追加測定推奨地点が表示されます