



Photo S.Matsumoto

Index

福島原発事故による放射能汚染に関する農学部の研究プロジェクトについて	.....	中西 友子 1
資源国カザフスタンと原子力	.....	町 末男 6
日本全域における航空機モニタリング	.....	眞田 幸尚 7
放射能汚染分布の航空機サーベイ業務体験記	.....	12
FBNews 新編集委員長・編集委員のご紹介	.....	17
「FBNews」総合目次 その40 (No.421～432)	.....	18
[サービス部門からのお願い]		
測定依頼の際には「発送トレイ」をご使用ください！	.....	19

福島原発事故による放射能汚染に関する農学部の研究プロジェクトについて



中西 友子*

1. はじめに

昨年の福島第一原発事故を受けて農業現場の放射能汚染が大きな問題となってきたことは周知の通りである。東京大学大学院農学生命科学研究科では、各専攻や附属施設が参加して、作物、土壤、畜産、水産、などの分野ごとのグループを設け、事故直後から教員を中心に被災地にとって役立つ研究を進めてきた（図1）。このような学部を横断した組織的な研究協力体制が稼動したことは、農学部始まって以来のことである。その理由としては、東大農学部が全国に広がった各種の実験地やそこで働いてきた専門教員を有していることのみならず、福島の農業現場における被災地復興支援研究が、直接自然を相手にした研究だからでもある。例えば、玄米に高い放射能が測定されたとする。このイネを生育させていた水田の問題を考察するに当たり、イネの育種の専門家だけでは解析することはできない。イネのみならず、土壤の専門家、雨水や地下水など水の水利の専門家、放射線測

定の専門家など多種多様な専門家が集まって議論を重ねることにより、初めて、自然の営みに根ざす農業を解していくことができるのである。

被災地の約8割は森林や田畠など農業関連地である。しかし、そこで私たちに恵みをもたらす農作物・畜産物・水産物などは全て生き物が作り出した産物である。生き物というのは、一見、化学量論的に物事が進まないように見えるところが多くあり、怠けたり、頑張ったり、生育環境の変化に敏感に対応して生きている。そこが生き物の面白い点であるが、その分、放

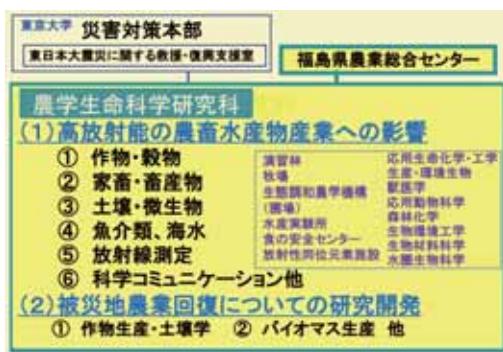


図1 東京大学大学院農学生命科学研究科における震災復興支援への取り組み

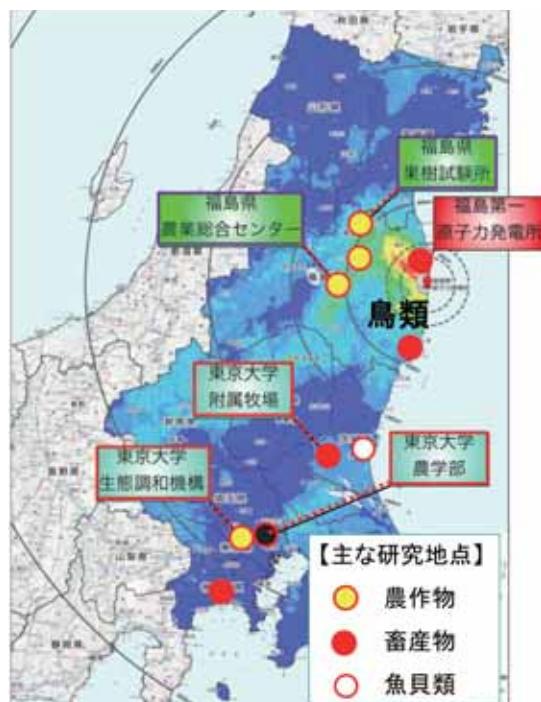


図2 東京大学大学院農学生命科学研究科における当初の研究サイト

* Tomoko NAKANISHI 東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授

射能汚染について研究する上で色々な要素を考えていく必要がある。

研究科で取り組んでいる研究プロジェクトの主な地点は図2の通りである。研究科では、総勢40-50人ほどで研究を進めているが、農作物については、福島県農業総合センターとの共同研究を始めとして、東京都の田無の農学部附属生態調和農学機構の圃場での研究や個別の農家の方と一緒に研究も進めている。畜産物については農学部附属牧場のみならず、4か所のシバヤギ実験サイトを持っている。また魚貝類の調査は茨城県で、また鳥類や昆虫の調査はかなり広いフィールドを対象に行っている最中である。

2. 研究結果

以下に、今まで得られてきた研究成果のいくつかを簡単に述べる。

《土壤》

まず、福島県の汚染土壤の深度別放射能測定により、放射性セシウムは表面からほんの2-3cmの深さまでのところに非常に強く吸着され存在していることが示された（塩沢ら2011、図3）。つまり降ってきた放射性セシウムはその殆どが表土に存在することになる。塩沢らは土壤の深度別に放射能を測定する装置を工夫し、継続的に土壤中の放射能濃度分布の変化を追跡してきた。その結果、放射性セシウムは当初は少し下方に移動するものの、時間の経過と共に殆ど下方に移動していかないことが判った。つまり時間と共に、より強固に放射性セシウムは土壤に吸着されるようになってきた

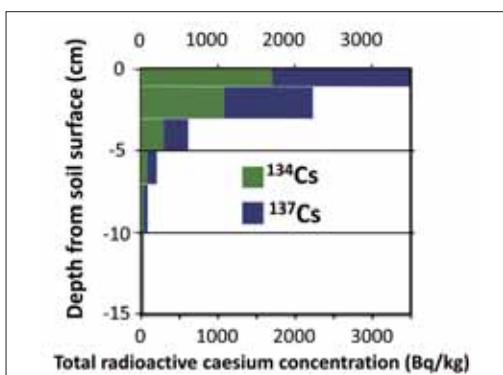


図3 土壤中の放射性セシウムの分布

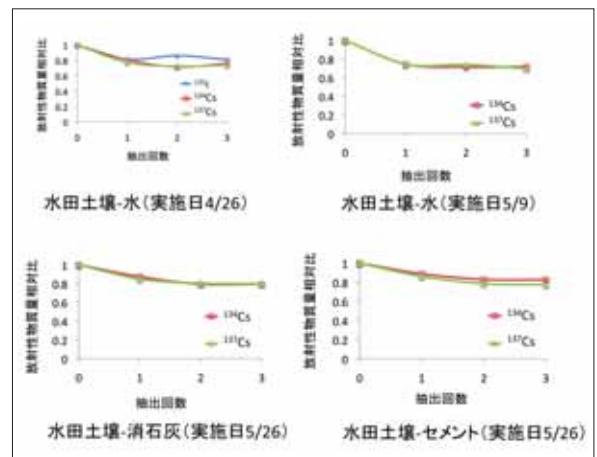


図4 土壤の除染

ことが示されたのである。

この土壤から放射性核種はどのように溶離させることができるのだろうか。昨年の4月と5月の段階で汚染土の洗浄を試みた。その結果、土壤を水で洗浄すると、最初の洗浄で放射性セシウムの10-20%が溶出したものの、2回目からはヨウ化カリウム、ヨウ化セシウム、消石灰、セメント等を加えても溶離は殆ど見られなかった（図4）。切尔ノブリの事故現場でも放射性セシウムの移動は非常に少ないと示されており、雨による土壤中の放射性セシウムの溶離は非常に少ないと見積もられた。また、数ヶ月経過した後、汚染された土壤でイネを生育させたところ、実の部分、つまり可食部には殆ど放射能が測定されなかった。このことは、放射性セシウムが土壤に強く吸着しているため、その土壤を用いてイネを生育させてもイネは放射性セシウムを殆ど吸収できないと考えられた。

《コムギ》

事故から2ヶ月経過した5月に福島県で生育していたコムギを調べてみた。図5に示したように3月時点ではコムギはまだそれ程生育しておらず、各株で数枚の葉ができる状況であった。2ヶ月後、さらに数枚の葉が生育し穂もついた個体を茎、葉、穂に分けて放射能の分布をイメージングプレート(IP)で可視化させてみた。図5の下の2枚は左が写真、右がその放射線像である。写真で、少し古くなっている葉は、3月時点では青々していたが、その後枯れ始めたものである。これらの像から、原発で水素爆発が起き

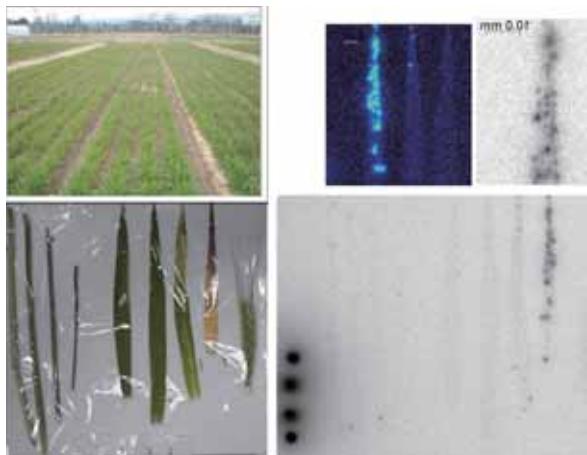


図5 コムギにおける放射能の可視化
(イメージングプレート使用)

た際に既に生育し展開していた葉の放射性セシウム濃度は非常に高く、その後生育した葉には放射能はほとんど見られないことが判った。2ヶ月後でも、放射能が葉にスポット状に分布していたことは何を意味するのだろうか。もしも葉に吸着した放射性セシウムが植物体内に吸収され他の組織に転流していたのなら、少なくとも放射性核種の像は点ではなく、葉脈に沿った筋を残すはずである。しかし、殆どの放射性セシウムはスポット状で、体内へはあまり移行していないことが示された。

これらの組織の放射性セシウムの値をGe半導体検出器で測定してみたところ、3月の事故時点で展開していた葉が110万Bq/kgの場合、後から生育した穂に500Bq/kg、その他の葉では、3月時点から見て、より後から成育した葉になるに従って放射能が低くなることが判った。一般に、3月時点より後に生育してきた葉では放射性セシウム濃度は1/20以下に、またその後生育した穂では1/2000と非常に低いことが判った。穂が出る前の葉を3枚辿ってみると、その葉から穂に移行する放射性セシウムは1/800、それ以外の葉から穂に移行した量は1/2200であると計算された。土壤の場合と同様、一度吸着したセシウムは殆ど動かないことが示された(図6)。

《イネ》

イネについては、福島県農業総合研究センターで150品種のイネの田植えを実施しており(根本



図6 コムギの葉、茎、穂中の放射能
(Ge半導体検出器による測定)

圭介ら)、いずれは品種ごとの放射性セシウム吸収量の差が明らかになる予定である。今のところ、特に、日本で主に食されているジャポニカ品種と、東南アジアなどで食されているインディカ品種の幼植物では、セシウムの吸収が大きく異なることが見出されている。しかし、高濃度で汚染されている土壤を用いた試験でもイネの穂に計測される放射性セシウムの濃度が極めて低く、測定には長時間を要するが、結果が纏まり次第、論文として報告したいと思っている。

コメの場合、玄米に放射能が計測されても、精米するとその値は約3分の1に減少する。また洗米し、水を加えて炊飯したご飯になると、その値は元の玄米の約10分の1となる。そこで、一番放射能が蓄積されているヌカの部分が問題となる。ヌカを利用する場合には放射能値をよく測定して使用することが求められるだろう。

最近、土壤中の放射能がそれほど高くないのに玄米の放射能が高い例が報告されている。そのひとつの例を、地形や水利の専門家と土壤ならびにイネの専門家が一緒になって調べているところである。近くの山から流れてくる水や、土壤からの水には放射能が検出されなかった。しかし確かにイネに蓄積された放射性セシウムは根から吸収していたとしか判断できない分布を示し、かつそれも7月から8月の間と予想された。そこでイネが吸収した放射性セシウムがどこから供給されたかを検証しているところである。

《果樹》

事故当日である3月11日は冬の真っ最中で

あり、樹木は常緑樹を除いて殆ど葉が出ていなかったが、未成熟の果実からは放射能が測定された。そこで、放射能がどこから実際に移行したか調べるために放射能の分布について調べてみた。図7に桃の例を示した。左の図中には写真の中に果実の放射能像を挿入してあるが、未成熟の果実の付け根で高い放射能が検出された。桃を生育している土壌でも放射能は表面数cmだけが高かったが、桃の根の養分吸収活性が高い、地面から30cmより深いところでは殆ど放射能はなかった。そこで、果実に検出された放射能が根から吸収されたとはまず考えられない。一方、桃の木の幹には高い放射能が検出された。ただ、樹木を輪切りにしてみると図7の右図のように、幹の外側の放射能が高く内部には殆ど放射能は見られなかった。また枝を調べてみると、3月の事故以降に伸びてきた枝には殆ど放射能は検出されなかった。つまり、事故当時に空中に広がり、降ってきた放射能を受け止めた、樹木の幹や枝だけに放射能が高かったのである。そこで、果実に検出された放射能の由来は2つ考えられた。ひとつは、春に既に枝の部分に果実の元となる芽の部分が生育しており、そこに放射能が蓄積したと予想された。またもうひとつは、幹表面から内部への放射能の侵入である。幹表面からの養分移行については専門家も聞いたことが無いとのことで、幹内部を詳細に調べてみた。その結果、幹表面から少し内部に入ると放射能は激減したが、もう少し内部の導管や筛管が存在するところでは少し放射能が高い結果が得られた。まだ、確証とまでは言えないが、幹から少しあは放射能が内部に入った可能性は否定できないと考えられる。ただ、果実の場合には成熟するに従って水分が蓄積し、kg当たりの



図7 桃の放射能分布（イメージングプレート使用）

放射能は非常に低くなり問題は無くなつたことを付け加えたい。

《その他》

畜産物グループでは、汚染した牧草を調製し、これを牛に給与することにより、どのように放射性核種が牛のミルクに検出されるかという研究も実施された。その結果、汚染した干し草を食べると、即、牛のミルクには放射性セシウムが検出されることが判ったが、2週間ほど汚染食を与えた後、汚染していない餌に変えたところ、約2週間後には放射性セシウムが検出されなくなった。また、現在、汚染した餌を食べた動物の臓器にはどのように放射性核種が分布し、蓄積していくかという研究も進んでいる。

フィールドを調べているグループでは、鳥の調査もしている。事故直後には繩張りが比較的小さいウグイスの羽には放射性核種のスポットが多量に検出されたものの、1年後には、羽は殆ど生え変わり、放射能像は得られなくなった。魚貝類グループも魚の汚染について調べているが、ここではその説明は省略する。

3. 終わりに

ところで、私たちが普段目にする情報はどういうものなのだろうか。得られる情報とはその殆どが次の2種類のデータであることに気付く。ひとつは、福島県を中心とした日本各地における放射能の測定値である。その測定値もなるべく絞られた狭い地点の代表値とするため、より多くの詳細な測定が毎日のように行われ、文部科学省などのホームページに公開されている。これら、各地点における放射能の値は、そこで暮らす人の被ばくを考える上で非常に重要なデータである。また、もうひとつのデータは食品中の放射能の測定値である。産地ごとの膨大な数の多種類の食品の放射能が測定され、これらも厚生労働省などのホームページで見ることができる。しかし、実際に農業を営んでいる人たちに役立つデータは以外と少ないと感じ付くだろう。今、私たちが目にする農業関連のデータはその殆どが Chernobyl の例や、かつて世界中で核実験をしていた頃の日本での調査研究結果である。今回の被災関連の実測値に基づくデータは誰がどのように組織的に研究を行なって公開しているのだろうか。例えば、

農地に降ってきた放射性核種はどこにどのように存在し、時間と共にどのように変化するのか、またそこで作物を生育させると、作物によりどのように放射性核種が吸収されていくのか、家畜の体内に放射性核種はどのように取り込まれ、また排出されるのかなどあまり知られていない。その大きな理由のひとつには、これらのデータを得るのには時間がかかるということが挙げられる。農作物は生育には何ヶ月もかかり、コメなどは通常年1回しか収穫されず、また再現性を見るのにも時間がかかる。また農業関連のデータは風評被害を招くこともあるだろう。でも、来年度の作付けなどを考える上でも、そろそろデータをどんどん公開すべき時ではないかと思われる。

福島の原子力発電所の事故では、放射性核種は安定同位体の担体が無い、キャリアーフリーの状態で飛んできた。そして放射能の単位そのものが壊変する放射性核種の原子数を表しているように、私たちの感覚では感じることができないほどの少量の原子が降ってきて汚染を引き起こした。放射化学を学んだ人にはキャリアーフリーの核種がどのような化学的挙動を示すかは良く知られているが、私たちが通常知っている元素の化学的性質とは全く異なる。例えばキャリアーフリーの核種は、ろ過しても、ろ紙や容器の壁にくっつき、流れてはこない。単に、セシウムはカリウムと同じ族だからカリウムと同様の挙動を示すと考える以前に、まず放射性核種については慎重に扱う姿勢が重要だと思われる。

本プロジェクトは現在進行中であり、これらの現場における研究成果から、放射性核種の除去法やこれからの農地の使用法などについての有効な対策が立てられていくことを切に願っているところである。

(参考文献)

- [1] Nakanishi, T.; Kobayashi, N.I. and Tanoi, K., "RADIOACTIVE CESIUM DEPOSITION ON RICE, WHEAT, PEACH TREE AND SOIL AFTER NUCLEAR ACCIDENT IN FUKUSHIMA", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (online first).
- [2] 田野井 慶太朗, “放射性セシウムによる農業への影響と復興に向けた活動 (Impact of Radiocaesium on Agriculture and Reconstruction Activity)”, 環境情報科学 41 15–20 (2012).
- [3] 高田 大輔; 安永円理子; 田野井慶太朗; 中西 友子; 佐々木治人; 大下 誠一, “放射性降下物に起因した果樹樹体内放射性核種の分布－放射性降下物低濃度地域における核果類に関する事例的調査－”, RADIOISOTOPES 61 321-326 (2012).
- [4] 藤村 恵人; 柳沼 利和; 佐久間祐樹; 佐藤 瞳人; 田野井慶太朗; 中西 友子, “福島県の水田におけるリヤグレーダ用いた表土剥離による放射性物質の除去効果”, RADIOISOTOPES 61 327-330 (2012).
- [5] 野川 憲夫; 橋本 健; 田野井慶太朗; 中西 友子; 二瓶 直登; 小野 勇治, “福島県の水田および畑作土壤からの¹³⁷Cs、¹³⁴Csならびに¹³¹Iの溶出実験”, RADIOISOTOPES 60 311-315 (2011).
- [6] 田野井慶太朗; 橋本 健; 桜井 健太; 二瓶 直登; 小野 勇治; 中西 友子, “福島県における降下した放射性物質のコムギ組織別イメージングとセシウム134およびセシウム137の定量”, RADIOISOTOPES 60 317-322 (2011).
- [7] 塩沢 昌; 田野井慶太朗; 根本 圭介; 吉田修一郎; 西田 和弘; 橋本 健; 桜井 健太; 中西 友子; 二瓶 直登; 小野 勇治, “福島県の水田土壤における放射性セシウムの深度別濃度と移流速度”, RADIOISOTOPES 60 323-328 (2011).
- [8] 大下 誠一; 川越 義則; 安永円理子; 高田 大輔; 中西 友子; 田野井慶太朗; 牧野 義雄; 佐々木治人, “福島第一原子力発電所事故による低濃度放射性降下物に起因した土壤および野菜の放射性核種濃度の測定－東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態調和農学機構における事例－”, RADIOISOTOPES 60 329-333 (2011).
- [9] 橋本 健; 田野井慶太朗; 桜井 健太; 飯本 武志; 野川 憲夫; 桧垣 正吾; 小坂 尚樹; 高橋 友繼; 榎本百合子; 小野山一郎; 李 俊佑; 真鍋 昇; 中西 友子, “福島第一原子力発電所事故後の茨城県産牧草を給与した牛の乳における放射性核種濃度”, RADIOISOTOPES 60 335-338 (2011).

◆◆◆ プロフィール ◆◆◆

1950年石川県生まれ。1978年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士。専門は放射線植物生理学、放射化学。財団法人や企業の研究員、カリフォルニア大学ローレンスバークリー研究所博士研究員などを経て2001年東京大学大学院農学生命科学研究科教授。2001年より7年間東京大学本部兼任(東京大学総長補佐、東京大学環境安全本部長など)。日本原子力研究所グループリーダー、放射線医学総合研究所客員研究員、第20期日本学術会議会員などを務める。猿橋賞(2000)、原子力学賞(貢献賞)(2002)、日本放射化学会賞(2010)受賞。放射線や放射性同位元素を用いて植物中の水や元素のリアルタイム動態の可視化研究による植物活動の解析を進めている。福島被災地支援研究では農学生命科学研究科約40人の教員による研究の纏め役を務めている。

資源国カザフスタンと原子力

元・原子力委員 町 末 男



カザフスタン再訪

カザフスタンという国は日本人にあまりよく知られていないかも知れない。しかし原子力の分野では、カザフスタンは日本にとって大変に重要な国である。この事は2006年8月に小泉首相（当時）が訪問して、原子力平和利用協力の覚書を調印し、2010年には日-カザフ間の原子力協力協定が批准されている事からも分かる。

私は1999年IAEA事務次長としての訪問以来、13年ぶりに今年10月紅葉の美しいこの国を再訪する事が出来た。この間の発展振りは目覚ましく、1997年に新たな首都となったアスタナもユニークな近代建築が立ち並び美しい街並みを造っていたのが印象的であった。

資源国カザフスタン

夕食を共にした国立原子力センター副理事長のバチルベコフ氏は「カザフスタンの地下にはメンデレエフ周期律表にある全ての元素がある」と言っていた。石油、天然ガス、石炭は勿論のこと、多くのレアメタル資源を持っている。ウランの埋蔵量は世界2位、生産量はすでに世界一となっている。

経済成長も2010年は7%と順調であるが、天然資源の輸出への依存が高すぎるとの心配もあるという。

進む原子力平和利用

カザフスタンのセミパラチンスクで1949年ソ連邦による最初の核実験以来400回を超す実験が行われ、広大な土地の汚染と国民の被曝があった。このような経験からカザフスタンは国際的に「核不拡散」「核軍縮」を強く主張しつつ、原子力の平和利用を推進している事が注目される。

今回の訪問でカザフstan原子力庁長官のジャンチキン氏と会談した（写真）。長



中央がカザフstan原子力庁長官の
ジャンチキン氏、左は筆者

官は原子力発電計画について、近いうちに政府としての決定があるだろうと述べていた。3月のWorld Nuclear Newsによれば、2030年までには電力の4.5%を原子力でまかなうと副首相が述べている。

日本は2006年原子力平和利用協力の覚書を結んでから、日本原子力発電や原子力機構が積極的に研究・開発協力を進めている。原子力発電先進国日本への期待は大きい。

発展途上の放射線利用

今回訪問の主な目的はFNCAの「天然ポリマーの放射線加工」ワークショップをカザフstan政府がホストしてくれたので、それに出席する事である。この会議によってカザフstanの放射線プロセス利用を一層促進する目的もあった。アルマティの原子力物理研究所には1996年に設置されたロシア製の電子加速器があり、医療用具の滅菌と研究開発に使われてきた。

最近この加速器でハイドロゲル創傷被覆材の開発・製造に成功し、規模は小さいが近いうちに商業生産を始めるという。また、研究炉（4MW）を利用してn-γ法で核医学用のモリブデン-99を製造し、病院に提供している（ガンマカメラはまだ4台にすぎない）のが印象的であった。これらの分野でも日本の協力が求められているのである。

（2012年10月5日稿）

日本全域における航空機モニタリング



眞田 幸尚*

I. はじめに

東日本大震災を起因として発生した東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故（以下、事故という）により放出された放射性物質の影響について評価するために、事故後、文部科学省と米国エネルギー省（以下、DOE）により、航空機モニタリング（Aerial radiation monitoring, ARM）が開始された^{(1),(2)}。当初、原子力発電所周辺のモニタリングを行ったが、徐々にその範囲を広げ、東日本の測定を2011年10月まで⁽³⁾、西日本・北海道の測定を2012年5月までに行った。本事業により、日本全域にわたって地上高さ1m地点における空間線量当量率（以下、線量率）の分布及び放射性セシウムの沈着量の分布が明らかとなった。

1979年に発生したスリーマイル原子力発電所事故を契機に、我が国では旧日本原子力研究所（現日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構という）を中心に航空機モニタリングの研究・開発が進められた⁽⁴⁾。しかしながら、今回のような広範囲の測定に対応できる航空機モニタリングのデータ採取方法やデータ解析方法、マッピング手法が整備されていなかった。原子力機構では、航空機モニタリングを実施する中で、モニタリング方法を整備しつつ、解析手法の開発、整備を行ってきた。特に、東日本と西日本ではバックグラウンドが大きく変化することから、その要因となる天然核種の弁別や地上の線量に換算するパラメータの設定方法や解析手法等を整備してきた⁽³⁾。

この航空機モニタリングの技術は、(1)放射性核種の広範囲にわたる分布について、より少ない人的資源によって短い時間で測定することが

できる、(2)放射線量や放射性セシウムの沈着量を、視覚的にわかりやすいマップで表示することができる、(3)人による測定が難しい場所（森林や山等）の測定が行える等の利点があることから、空間線量率分布や放射性物質の沈着量の全体的な把握に適している。

本稿では、今回実施した日本全域における航空機モニタリングの方法と結果について述べる。

II. 航空機モニタリングの方法

航空機モニタリングは、2011年4月より発電所周辺で開始され、2012年5月まで約1年間かけて、日本全域の測定を行った。**表1**に一連の実績について示す。測定は、4機の航空機（ヘリコプター）にそれぞれ航空機モニタリング機器を搭載して行った。得られたデータは、高度補正や半減期による減衰補正を行い、地上高さ1mにおける線量率と放射性セシウムの沈着量の分布マップを作成した。これらのマップは、解析終了後にその都度、文部科学省のホームページから公開された⁽⁵⁾。

表1 航空機モニタリングの実績

日 時	測定場所	モニタリング名
2011	4/6-4/29	発電所から80km圏内
	5/18-5/26	発電所から80-100km（南側は120km）圏内
	5/31-6/2	発電所から80km圏内
	6/22-10/10	東日本全域
	10/25-11/5	発電所から80km圏内
2012	1/30-5/20	西日本・北海道全域
	2/6-2/10	警戒区域内モニタリング

DOEと文科省が共同で実施

* Yukihisa SANADA 独立行政法人 日本原子力研究開発機構 福島技術本部 福島環境安全センター 技術員

1) データ採取の方法

航空機モニタリングは、4機のヘリコプターに表2に示す大型NaI検出器を用いた測定器を機外もしくは機内に設置し、2名の操作員が搭乗して実施した。測定は、3MeVまでの γ 線のエネルギースペクトル、及び測定位置情報を得るためにGPSデータを1秒毎に採取した。また、航空機の高度はGPSの海拔高度、もしくはレーザー高度計、または電波高度計で測定し記録した。それぞれの測定システムの感度を

表2 航空機モニタリング用測定器の特徴

測定器#	検出器の (所有者名)	搭載方法	検出器本数・ サイズ (インチ)	エネルギー 範囲 (MeV)	チャン ネル数	高度測定 方法
JAEA*		機内	6 (16"×4"×2")	0.02-3	1,024	GPS
NUSTEC		機外	4 (16"×4"×4")	0.05-3	256	レーザー
OYO		機外	8 (16"×4"×4")	0.2-3	256	電波
FUGRO		機内	4 (16"×4"×4")	0.05-3	256	GPS

JAEA：原子力機構、NUSTEC：原子力安全技術センター、
OYO：応用地質、FUGRO：フグロ社

*DOEが所有する航空機モニタリングと同じ仕様（2セット保有）

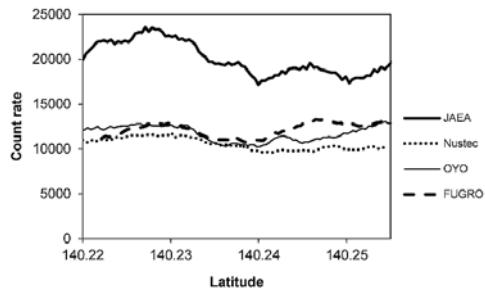


図1 テストライン上における各機器の計数率比較
(対地高度300mでフライト)

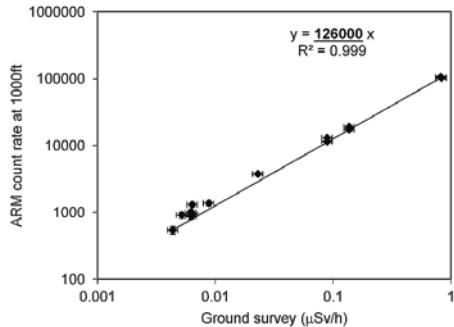


図2 テストラインにおけるフライトの結果例（左：地上の線量率と航空機モニタリング機器（JAEA）の対地高度300mにおける計数率の関係、近似した線形関数の傾きがCd；右：対地高度と計数率の関係、近似した指數関数の傾きがAF）

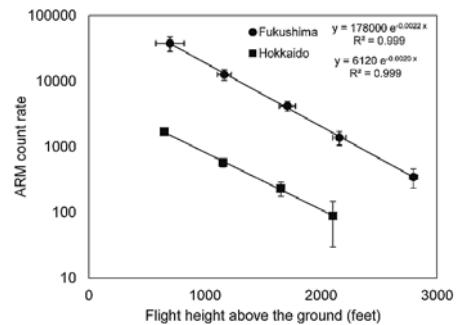
比較するために、同じ場所を同じ高度と速度でフライトし、計数率を比較した。図1にその比較結果を示す。

上空で測定した計数率から、地上高さ1mにおける線量率へ換算するためには、あらかじめ、平坦で線量率が比較的均一で距離が3km程度の直線的な道路をテストラインとして設定し、上空で測定した計数率とNaIサーベイメータによるテストライン周辺の約30地点での地上測定による線量率とを比較することにより、上空300mにおける計数率から地上高1mでの線量率への変換係数である線量換算係数(Cd: cps [Sv/h]⁻¹)を求めた。また、同じくテストライン上において、150mから1,000mまで高度を変えてフライトし、計数率が高度の上昇に伴い減少する度合いを用いて、実効的な空気減弱係数(以下、空気減弱係数： μ)を求めた。図2にテストライン上での測定結果例を示す。左は地上の線量率と上空300mの航空機モニタリング機器の計数率の関係、右は福島県と北海道のテストライン上の高度を変化させて採取したデータの例を示す。テストラインは各県で設定し、測定した結果、天然核種が有意である場所と放射性セシウムが有意である場所の空気減弱係数の差は小さいことが分かった。

実際のモニタリングでは、対地高度をほぼ300mを維持し、発電所から80kmの範囲内の測線間隔は1.8~2kmとし、その他の地域は3kmまたは5kmの間隔で櫛形のパターンで飛行した。また、飛行速度は130~190km/h程度とした。

2) 解析方法

テストラインで求めた線量率換算係数を使って、上空で得られた計数率(C_{all} : cps)



から、地上高さ 1 m の線量率 (D_{lm} : $\mu\text{Sv}/\text{h}$) へ換算した。飛行高度の補正は、まず、GPS で求めた海拔高度から、数値標高モデル (DEM : Digital Elevation Model)⁽⁶⁾ より求めた 10m メッシュの標高データを差し引くことによって測定時の対地高度を求め、基準と設定した対地高度 (300m) からのずれ (h : m) と空気減弱係数から放射線の減弱量を補正した。地上高さ 1 m の線量率の換算式を式 [1] に示す。

$$D_{lm} = C_{all} \times \frac{\exp(-\mu \cdot h)}{C_d} \quad [1]$$

次に、線量率のデータからバックグラウンドの影響を差し引き、放射性セシウム (Cs-134、Cs-137) の沈着量を求めるため、エネルギーペクトルから天然核種成分を減算する方法を適用した^{(5), (7)}。

航空機モニタリングで放射線を測定するとき、バックグラウンド放射線として次の 4 点がある。

- (1) 地上の天然放射性核種からの放射線
- (2) 宇宙線
- (3) 機体の汚染
- (4) 空気中のラドン壊変生成物からの放射線

これらのバックグラウンド放射線の影響を航空機モニタリングで得られた γ 線スペクトルから減算するため、有意な放射性セシウムがない地域をフライトしたときに得られたデータを利用する。 γ 線スペクトルを、放射性セシウム等が放出する γ 線を含むエネルギー領域 (Ca)、天然核種に起因するエネルギー領域 (Cb) 及び宇宙線と考えられる領域 (Cc) に弁別し、以下の式 [2]、[3] に示す天然核種のインデックス (I_{BG}) と宇宙線のインデックス (I_{cos}) を求めた。

$$I_{BG} = (Ca + Cb + Cc) / Cb \quad [2]$$

$$I_{cos} = (Ca + Cb + Cc) / Cc \quad [3]$$

これらのインデックスは、航空機の種類とシステムに依存し、日本全域でほぼ一定の値を示したため、実際の測定データから計算式 [4] を用いて放射性セシウムのみの計数率 (C_{Cs}) を算出することとした。

$$C_{Cs} = C_{all} - C_{self} - (C_{>1400\text{keV}} \cdot I_{BG}) - (C_{>2800\text{keV}} \cdot I_{cos}) \quad [4]$$

$C_{>1400\text{keV}}$ は測定したデータの 1400 から 2800 keV までの計数率、 $C_{>2800\text{keV}}$ は測定したデータの 2800 keV 以上の計数率である。なお、ここで、 C_{self} は地上の放射線の影響がないと考えられるフライトデータ (海上 or 地上対地高度 1,000ft

以上) から宇宙線の影響を差し引いた値である。
図 3 に、これらを算出するときに用いた有意な放射性セシウムが検出されなかった地域での γ 線スペクトル (ハッチングした部分) と有意な放射性セシウムが観測された地域の γ 線スペクトルを示す。

式 [4] により求めた放射性セシウムの計数率は、式 [1] を用いて線量率に換算し、ICRU53 の Table 6⁽⁸⁾ に記載のある線量率・放射能換算係数 (CF : [kBq/m^2] [Sv/h]⁻¹) から放射性セシウムの沈着量 (Bq/m^2) を求めた。なお、バックグラウンド成分になる(4)空気中のラドン壊変生成物からの放射線は本手法では分離していない。

本手法による、地上 1 m 地点における線量率の検出下限値は、航空機で得られる計数率の計数誤差を評価して計算すると、 $0.01\mu\text{Sv}/\text{h}$ 程度であり、放射性セシウムの沈着量は平均的な天然放射性核種の計数率で計算すると $15\text{kBq}/\text{m}^2$ 程度になる。

航空機でフライトし、データを採取する間隔は、飛行方向では、36~50m (130~190km/h の速度で 1 秒間隔) であるのに対して、飛行方向と垂直の方向では発電所からの距離によって、測線間隔は 1.8~5 km になる。航空機モニタリングは前述のように対地高度約 300m でフライトすることから、測定範囲は下方約 45° の半径 300m 程度の領域の平均値を測定している。このことから、各測線の間では測定していない範囲が存在する。そこで、結果を内挿法で補間することにより、マップ化した。内挿法には、Kriging や Spline 等の方法が提案されているが、測定点間を線形的に加重し、距離に反比例した重みづけをする逆距離加重 (Inverse Distance Weighted : IDW) 法を採用した。IDW 法は、単純なパラメータ設定で、大量のデータを扱う

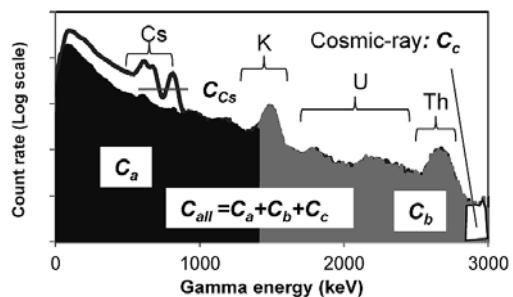


図 3 航空機モニタリングにおける γ 線スペクトルと弁別領域

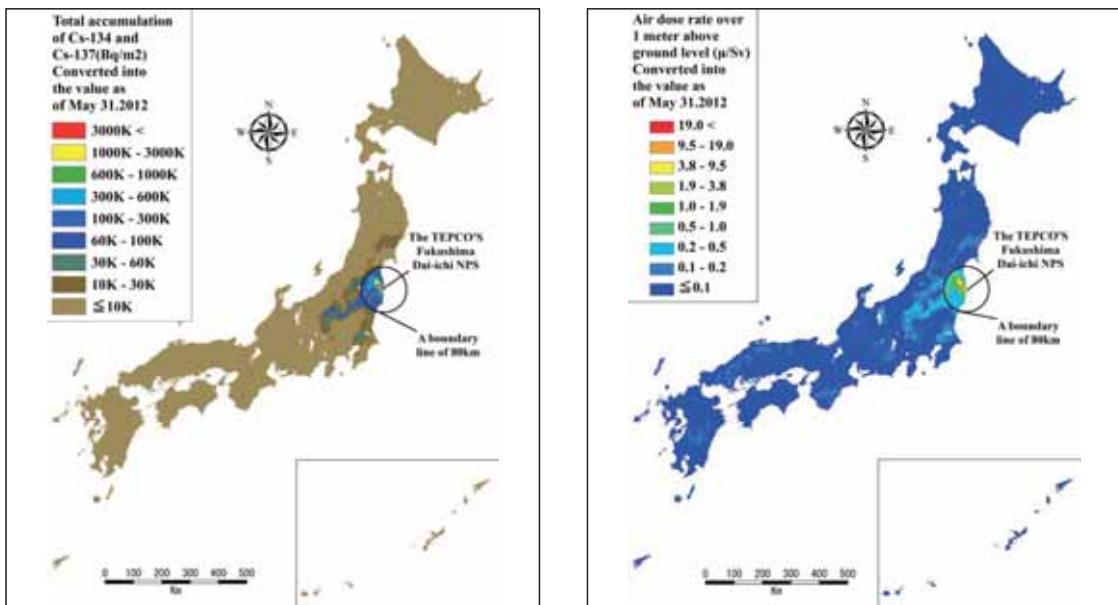


図4 放射性セシウムの沈着量マップ（左）及び線量率マップ（右）

際には使い勝手が良い^⑨。今回、使用したIDW法では、線量等の評価地点周辺180点の測定点のデータを用いて内挿した。

III. 航空機モニタリングの結果

航空機モニタリングによって、作成した放射性セシウムの沈着量及び地上1m高さにおける線量率のマップを図4に示す。まず、図4の右に示した線量率のマップを見ると、赤色で示した $19 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上の高線量率となっている地域は発電所から北西の方向およそ30kmまで帯状に広がっている。原子力発電所周辺の線量率マップを拡大して、図5に示す。原子力発電所から80km圏内は、赤色の高線量率地域の近傍に段階的に $1.9 \sim 19 \mu\text{Sv}/\text{h}$ の地域が分布しているが、原子力発電所沿いの北側の沿岸やいわき市までの南側の地域は、 $1.0 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下の線量率となっている。また、 $1.0 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上の線量率の地域は北西方向に80kmまで広がり、そこから南西方向に関東地方の西部まで $0.1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上の線量率の場所が見られる。また、岩手県の南部や茨城県の南部から千葉県の北部に $0.1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上の線量率の場所が見られた。

天然の放射性核種の影響を除いた図4の左に示した放射性セシウムの沈着量のマップでは、線量率と同じような分布の傾向が見られたも

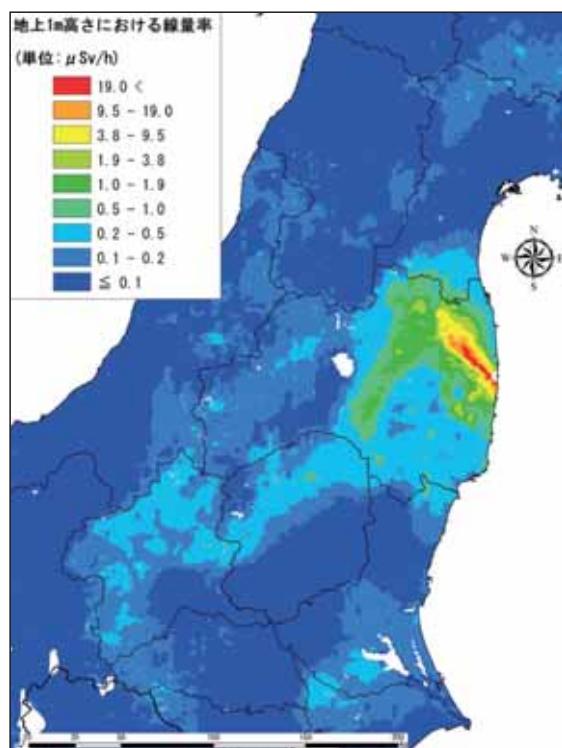


図5 東日本における線量率マップ

の、新潟県や長野県に見られた比較的線量率の高い場所は天然の放射性核種の影響であるこ

とが分かった。この地域は、発電所の事故前に地質図から計算した日本全国の天然放射性核種による線量率マップと定性的に一致することが分かった¹⁰。また、北海道や西日本では、いずれの地域も、放射性セシウムの沈着量は検出下限値以下であった。

IV. まとめ

放射性セシウムの沈着量を明らかにするために、日本全域の航空機モニタリングを実施することにより、国内の空間線量率分布や放射性セシウムの沈着量分布を明らかにした。測定する中で、低汚染地域において天然核種の影響を減算評価する必要から、天然核種を弁別する手法を開発整備し、事故由来の放射性セシウムの影響範囲を明らかにすることができた。また、事故以前には、広範囲にわたる航空機モニタリングを行い、空間線量率分布を評価する技術的経験や測定例はなかったが、本モニタリングの実施により天然核種に起因する自然放射線の分布についても確認することができた。我が国の航空機モニタリング技術はほぼ確立したといえよう。今後は、事故により放出された放射性セシウムのウェザリングによる移行について注視し、調査を行うことが重要であり、そのためには測定手法とともに解析技術の高精度化を図っていく必要がある。

謝 辞

本航空機モニタリングは、文部科学省の平成23年度放射能測定調査委託事業による委託業務として、日本原子力研究開発機構が実施した「広域環境モニタリングのための航空機を用いた放射性物質拡散状況調査」の成果を取りまとめたものであり、日本原子力研究開発機構、応用地質㈱、(公財)原子力安全技術センター、(財)日本地図センター、(株)千代田テクノルをはじめ、各機関、企業から100余名が、航空機に搭乗しての測定、地上での空間線量率と in-situ 測定、さらにデータ解析とそのマップ化に取り組んだ。また、発電所周辺での飛行では航空自衛隊百里救難隊に、宮城、山形、栃木、群馬、茨城の飛行では各県の防災航空隊に、そして朝日航洋㈱、中日本航空㈱にも協力を得た。ここに本モニタリングに参加された皆様に謹んで謝意を表します。

参考文献

- (1) C. Lyons and D. Colton, Aerial measuring system in Japan, *Health Phys.*, 102, 509–515 (2012)
- (2) D. J. Blumenthal, Introduction to the Special Issue on the U.S. Response to the Fukushima Accident, *Health Phys.*, 102, 482–484, (2012)
- (3) 鳥居建男、眞田幸尚、杉田武志、田中圭
“航空機モニタリングによる東日本全域の空間線量率と放射性物質の沈着量調査”、
日本原子力学会誌、54、160–165 (2012)
- (4) 長岡銳、森内茂、航空機 γ 線サーベイング ARSAS、*保健物理*、25、391–398 (1990)
- (5) 文部科学省ホームページ、
<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/index.html>
- (6) National Aeronautics and Space Administration (NASA) HP,
<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
- (7) T. J. Hendricks, S. R. Riedhauser, An Aerial Radiological Survey of the Nevada Test Site, DOE/NV/11718–324 (1999)
- (8) ICRU, Gamma-ray spectrometry in the environment, ICRU report 53 (1994)
- (9) IAEA, Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data, IAEA –TECDOC – 1363, (2003)
- (10) 湊進、日本における地表 γ 線の線量率分布、*地学雑誌* 115、87–95 (2006)

プロフィール

1975年福井県に生まれる。2000年東京農工大学農学研究科修士課程修了。同年、核燃料サイクル開発施設入社。再処理施設の放射線管理に関する実務、研究開発に従事。震災後、福島技術本部にて、航空機モニタリングをはじめ、無人ヘリを用いたモニタリング等、放射線のリモートセンシングに関わる研究に従事。ヘリコプターの搭乗時間は50時間を超える。直線に換算すると、北海道の稚内から沖縄・与那国島に行き、鹿児島まで戻る距離を飛行したことになる。越前眞田家（幸村の叔父、昌輝の家系）の12代目。博士（理学）。

放射能汚染分布の 航空機サーべイ業務体験記

福島第一原子力発電所の事故により拡散した放射性物質の汚染状況を確認し、そのマップを作成するため、日本原子力研究開発機構殿（以下、JAEA 殿）にて航空機を用いたサーべイ業務（以下、航空機サーべイ）が全国で実施されました。航空機からの測定によって得られた数値から、地上の空間線量率や放射性物質沈着量を算出するためには、航空機からの測定の他に、一部の地上で測定された結果による補正を加える必要があります。弊社千代田テクノルではその地上測定を請け負い、実施しました。地上の測定では、NaI シンチレーションサーべイメータ（以下、サーべイメータ）を使用した空間線量率の測定と可搬型ゲルマニウム半導体検出器を使用したセシウム濃度の測定（以下、in-situ Ge 測定）を行いました。今回は2011年9月から2012年5月にかけて行ったその業務の体験記をご紹介させていただきます。

ゲルマニウム半導体検出器の準備

in-situ Ge 測定には、液体窒素で冷やさなければならぬタイプと、液体窒素は必要とせず電気で冷却できるタイプのゲルマニウム半導体検出器を使用しました。測定が終了するまで常に検出器を冷やしておく必要があるため、液体窒素冷却式では朝と晩の液体窒素補給が必須でした。本業務では、指定された県内にて、装置を車に

積んで各測定点へ移動して行きます。当然、液体窒素を検出器に補充する場所も通常のような研究室内というわけにはいかず、はたまたホテルの部屋内というわけにもいかず、外で補充することになります。液体窒素補充時には白煙が上がる（空気中の水蒸気が水滴・氷滴に変り白く見える）ため、何も知らない通行者に目撃されたときには、事故や事件が起こっているのでは？？と勘違いされる恐れもあります。そのため、朝はホテルの駐車場の隅っこ（ホテルには許可をとって）で、夕方には人がいそうない公園等の駐車場の隅っこで、皆で早く補充が終わると祈りながら行ったものです。

電気冷却式のゲルマニウム半導体検出器では上記のように液体窒素を補充する必要がないので楽！っと思いつきや、これも翌朝から測定を行うためには前日の夜から通電して冷却を始めなければいけません。盗難防止のためホテルの部屋内で通電するのですが、シングルの狭い部屋内だと冷却ファンの音が意外と耳触りに。繊細な測定員はその音に邪魔され、なかなか寝付くことができず大変だったようです。

in-situ Ge 測定場所探し

in-situ Ge 測定に適した場所は、平坦で、理想的には半径30m程度、最低でも半径10m程度開けた場所、しかも放射性物質が降下した後、人の手の入っていない場所が

望ましい。また in-situ Ge 測定を行う場所は、航空機の飛行測線に合わせて決められた 3 km × 600m の範囲内（テ스트ライン）で 5箇所のノルマがあります。そして、それぞれの測定ポイントがなるべく範囲内で間隔が均等になることが望ましい。となると、測定場所がなかなか見つかりません。適した場所を車で探しながら測定するとなると 1 日では終わりません。皆で範囲内を移動しながら、目を皿にして最適な場所を探すことを繰り返していたせいか、今でも広い空地等を見かけると、つい “in-situ



ゲルマニウム半導体検出器

Ge 測定に最適だな”と思ってしまいます。ちょっとした職業病ですね。

最適な測定場所が見つかると、その地権者の方に測定の許可をいただきに行きます。測定場所の借用は、風評被害を気にしてか“放射線測定はちょっと”という方や“急に来て見ず知らずの者に頼まれても”という方もいましたが、事情を説明すると“どうぞ行ってください”と協力いただける方がほとんどで、測定終了後は“ご苦労様でした”と労いの言葉までかけてくださる方までいました。中には“うちの畑で採れたものですのでどうぞ”と差し入れをいただいたことも。突然の訪問でも非常に親切にしていただき、そのお心遣いには本当に感謝しております。またサーベイメータと違い、ゲルマニウム半導体検出器はあまり見慣れていないものですので、通りすがりに“あれは何を測定する機械ですか？”と興味津々に聞いてこられる方も。お話をしている内に測定が終了したということもありました。

犯人に間違われる！？

とある県にて、in-situ Ge 測定の前日に



in-situ Ge 測定風景



テスストラインを歩いて測定場所を探すことになりました。事前にインターネットから得た地図・航空カラー写真を見ながら探すのですが、航空カラー写真上で深緑色をした広い土地があり、行ってみることにしました。到着すると、残念ながらそこは貯水池でした。一通り池の周囲を歩き回り、サーベイメータによる線量率測定に適した場所を見つけ、更に歩き回りました。翌日、貯水池の近くの空地で線量率測定を終了した直後、白いベンツが突然止まり、窓から

“おまえら何やってんだ！！”との怒声が……、降りてきたサングラスをかけた男性はとにかくすごい剣幕で怒っています。文部科学省の依頼で航空機モニタリングの放射線測定を行っていると説明すると、身分証明書を見せろと。初めは地権者の方かなと（前日、空地に隣接するお宅に確認したところ地権者は知らないとのことであったため、何か言われた時に説明したらよいだろうと、測定を実施）、こちらから尋ねると、“俺は違う、ここの区長をやっている”との回答。名刺を渡すと怒っている事情を説明してくれました。“ここの貯留池は防災用に水を貯めてあるが、いたずらされて水を抜かれてしまった”と。

“昨日、そんな作業着を着た怪しい二人組みがうろうろしているのを見かけた者がいる。声を掛けたがさっさと逃げるように行ってしまった”と。確かに作業着を着て二人で周辺を歩いた際に、女性から声を掛けられて応対したのは覚えていますが、他には身に覚えが無く……。そういえばその女性から数m離れたところにこちらを見ている男性がひとりいた記憶が。区長さん曰く、“池に水を入れるのは県の許可がいる、今から警察に行こうと思っていたところだ”と言いつつ自分の説明が一通り終わると、“もういいから”とそそくさと去っていってしまいました。

もし、区長さんに会わなかったら、警察に通報され、捕まっていたかも……。

テスストラインでの線量率測定

テスストラインの範囲内では、5箇所の in-situ Ge 測定の他に、サーベイメータを使用した25箇所の線量率測定がありました。in-situ Ge 測定は1箇所当り30分の測定時間であったため、1箇所測定する間に線量率測定を5箇所行います。これもなるべくテスストラインの範囲内で間隔が均等になることが望ましい。in-situ Ge 測定を行っている間は、車のボンネットを開けてバッテリから検出器への電源を取っているために、車を動かすことができません。そのため、留守番に1人残し、残りの2人でサーベイメータ・温湿度計・GPS・記録用紙を持ち、歩いて線量率測定のポイントへ向かいます。テスストラインの範囲内の測定を完了するためには最低でも6kmは歩くことに。特に真夏の炎天下、測定器等を持って歩くことは、完全に鈍りきった私の体には応えました。また、線量率測定のポイントまで最短距離を行こうとしたため、時には田んぼの畦道を通り（たまに足を踏み外し靴が泥まみれに）、時には池や川を越え、時には藪に分け入ることも。

また線量率測定をしながら、遠くから in-situ Ge 測定を行っている状況を見ると、空地の隅にボンネットを開けたままで止まっている車。どうみてもバッテリが上がりてしまつて難儀している状態にしか見えません。よく“故障ですか”と声を掛けられなかつたことが不思議でなりません。

サーベイメータを持ち歩いての移動中や測定中は、“何をしているのですか？”と尋ねてくる方もいましたが、ほとんどの方が“放射線の測定ですか？ 高いですか？



線量率測定風景

低いですか？ どうですか？ ありませんよね！”と、サーベイメータの知名度は高いものでした。

心に残ったのは通りすがりの子供たちに“こんにちは”と挨拶をされたことです。知り合いでもない限り、都会に住んでいる私には思いもよらないことでした。幼稚園児から中学生と思われる子まで。いくつもの県を廻りましたが、どこへ行ってもそうでした。他に会話を交わす訳でもなく、ただ“こんにちは”と一言交わすだけなのですが、なぜかうれしく、心を癒されたような、地方はいいなあ、日本の将来は考えていたほど悪くならないかも、と思うほどに。

山道にて

テストラインでの測定の他に、指定県内の広範囲に亘ってサーベイメータを使用した線量率測定を行いました。なるべく県内の隅々まで測定を行うために、県境に向けて山道を車で移動することも。そんな中、細い山道を走っていたときの話。“何かカタカタ音がしませんか？”と同乗者。車を脇に寄せて止め、3人で車両の下・外回り

を目視確認したが異状は見つからなかった。再び走り出すとまだ音はしている。少し走るとチェーン着脱場所があり、測定のため車を止めてもらいました。近くに適当な場所があったのでそのままサーベイメータを持って車を降り測定に行きました。測定から戻ると“あっ！”車が斜めになっている。前のタイヤがペッチャンコ。皆で汗をかきつつスペアタイヤと交換しながら、“あのまま走っていたら今頃どうなっていたことか……”。タイヤを見ると接地面からやや内側の部分がざっくりと裂けていました。そういえばあちこちで地震や台風の



パンク発生



降雪状況



降雪のため竹生島渡島を断念

影響なのか修復工事？をしていたなー。今乗っている車は2台目で、初めに用意した車は測定機材を積むと積載オーバーで、大きめの今の車に替えてもらったのですが、スペアタイヤは付いて無かったとのこと。とにかく大きな事故にならなくてよかったです。

天候との格闘

先にも書きましたが、真夏は炎天下での測定に苦しめられました。そんなとき、雨は恵みといいたいところですが、降雨時には測定値・機器に影響があるため測定を行うことができません。そのため、天気予報のチェックは常にっていました。同じ県内でも晴れた場所があれば雨の場所もあります。当日朝に測定場所の予定を変更することもしばしば。何度、てるてる坊主の助けを借りたいと思ったことか。

曇りだが雨は降っていないからと測定器のセッティングを終え、いざ in-situ Ge 測定を始めたその5分後、突然空が暗くなり雪と突風に見舞われたことも。線量率測定のために Ge 測定場所から少し離れて

たため、走って戻ってみると、留守番の測定員が測定器が倒れないように一人で支えています。傘を差す暇もなく急いで測定器等を車に戻し、退散したこともありました。

また冬には積雪に悩まされました。降雨時と同様に降雪のある場所でも測定を行うことができません。線量率測定のために県境の山に向かっていると、標高が上がるにつれて積雪が見受けられたため測定を断念して、また元来た長い道のりを戻るはめになったり。中には県内の半分で降雪が見られたため、雪が溶けるのを待って改めて測定を行ったこともあります。

感謝の意

長期に亘る慣れない土地での測定に拘わらず、大きな事故を起こすことなく無事に終了できたことは、JAEA 殿をはじめ測定員、各地でご協力くださった方々のおかげです。この場を借りてお礼を申しあげます。本業務の結果が、皆様の安心や今後の復興への一助となることを願っています。

(原子力技術課：小野恭秀・亀田周二)

FBNews



編集委員長 編集委員のご紹介

【新編集委員長】



佐藤 典仁 (さとう のりひと)

本年7月より、FBNews編集委員長を務めることになりました。FBNewsは、発刊以来47年を経て432号を重ねています。この間、放射線安全管理総合情報誌として、その時折の話題性のある情報を皆様へお届けして参りました。

特に昨今は、昨年の福島第一原子力発電所の事故により、原子力・放射線に対する安全性・必要性が議論されています。しかし、社会的なコンセンサスが得られるまでには未だ相当な議論が必要です。このような状況を踏まえて、私共は異なった視点に立った種々の情報をご提供することで、皆様のお役に立ちたいと考えております。今後も、編集委員が一丸となって取組んで参りますので、よろしくお願ひいたします。

【新編集委員】



岩井 淳 (いわい じゅん)

今回FBNews編集委員を拝命しましたアイソトープ企画課の岩井淳と申します。3年ほど前まで測定センターでガラスマッジ、ガラスリング、WNPの測定を担当していました。測定実務とはまた違った分野から皆様に情報をお届けできると思います。どうぞよろしくお願ひいたします。



小林 達也 (こばやし たつや)

今年7月より編集委員として選任されました、国際課の小林達也と申します。海外市場との窓口として、RPL技術のガラス線量計を海外へ広める為に、宣伝、製品企画、販売活動の中で、経験、特に苦労話を少しでも誌面を通して皆様にお伝えできればと考えています。



篠崎和佳子 (しのざき わかこ)

この度、新委員としてFBNewsの編集に携わることになりました大洗研究所の篠崎と申します。微力ではございますが、毎月皆様に興味を持って読んでいただけるような誌面を目指して活動して参りたいと思います。どうぞよろしくお願ひ申しあげます。



三村 功一 (みむら こういち)

入社17年目です。現在はエンジニアリング本部に所属しておりますが、PET施設の導入工事やサイバーナイフ事業の立ち上げなど医療分野で一番長く仕事をして参りました。皆様には、最近進化がめまぐるしい放射線治療の最新情報など、お伝えできればと思います。どうぞよろしくお願ひ申しあげます。

「FBNews」総合目次 その40 (No.421~432)

2012 1.1. No.421	<p>迎春のごあいさつ 細田 敏和 1 福島第一原子力発電所事故によって人為的に高められた空間線量率の経時変動 床次 真司、細田 正洋 2 放射線発がんの線量率依存性 　- 放射線防護の視点から - 田ノ岡 宏 7 握るかぬボーラント原子力発電計画 町 末男 12 放射線量等分布マップ作成の経過と現状 中村 尚司 13 平成23年度原子力安全技術センター講習スケジュール 17 マンモ QC・測定サービスで、新たに“W/Rh”が追加されました 17 「第12回放射線遮蔽国際会議」のご案内 18 〔サービス部門からのお願い〕 ガラスバッジを汚損・破損してしまったときの測定依頼方法 19 </p>	<p>〔サービス部門からのお願い〕 ガラスバッジの返送用封筒の有効期限について ! 19 </p>
2012 2.1. No.422	<p>福島県川俣町における環境放射線調査 山西 弘城 1 東日本大震災における保健師活動とガラスバッジの寄付活動 渡會 麗子 6 福島後のベトナム 町 末男 11 「放射線等に関する副読本」の紹介 中村 尚司 12 〔施設訪問記②〕 - 財団法人日本分析センターの巻 - 　正確・迅速・確実な分析を！！ - みんなの安全・安心のために - 13 〔テクノルコーナー〕 放射線治療計画の作業効率の大幅な改善と高精度治療を実現 治療計画支援システム「Velocity AI (ペロシティ エーアイ)」 17 ガラスバッジ Web サービスへのお説い 　ご使用者名簿ダウロードの新しい機能 18 〔サービス部門からのお願い〕 ガラスバッジが届かない！？ 19 </p>	<p>VLF/LF 送信局電波を用いた地震に伴う電離層擾乱の観測と 地震予測の実用化 早川 正士 1 高度内部被ばくの治療剤 立崎 英夫 6 世界が見つめる日本の原子力 町 末男 11 医療における放射線防護について 太田 勝正 12 〔テクノルコーナー〕 マイクロセレクトロン HDR-V3 17 ガラスバッジ Web サービスへのお説い 　エラーメッセージへの対処法 - 18 〔サービス部門からのお願い〕 平成23年度「個人線量管理票」のお届けについて 19 </p>
2012 3.1. No.423	<p>2011年 3月12日 09:50 鈴木 敏和 1 「発生のために原原子力を」 アジア原子力協力フォーラム大臣級会合 町 末男 6 長期被ばくに関する対策を目的とした「地域協議会（Local Forum）」の活動 ～千葉県柏市及び流山市の挑戦～ 7 飯本 武志、尾田 正二、藤井 博史、 中村 尚司、染谷 誠一、飯原 真雄 7 生活環境の放射線とその測定 　ガム線スペクトロメリー 岡野 真治 11 「2012国際医用画像総合展示会」のご案内 16 第7回 放射線モニタリングによる国際ワークショップが開催されました！ （The 7th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring） 17 〔サービス部門からのお願い〕 ラベル剥がさないで！ 19 </p>	<p>ドラン濃度変動と地震 　地震先行現象の痕跡を排気モニターに求めて - 安岡 由美、長濱 裕幸、鈴木 俊幸、 　本間 好、向 高弘 1 國際宇宙ステーションの環境を知る宇宙環境計測ミッション装置 (SEDA-AP) 古賀 清一 6 懐かしい43年前のアメリカ 町 末男 11 医療機器への立ち入り検査と放射線管理の課題 　平成24年度からの改正法令の施行への対応も含めて - 山口 一郎 12 〔テクノルコーナー〕 コードレススマートサンプラーのご紹介 17 平成24年度原子力安全技術センター講習スケジュール 17 ガラスバッジ Web サービスへのお説い 　報告書・管理票のダウロードの方法 - 18 〔サービス部門からのお願い〕 ～ガラスリンクのサイズ変更について～ 19 </p>
2012 4.1. No.424	<p>日本の原子力開発の理念 　- 原子力を捉える視点 - 藤家 洋一 1 汚染土壤等の除染等業務に対する電離則の概要 大登 邦充 6 「除染電離則」を読んでの感想 加藤 和明 9 環境に優しい農業を放射線で 町 末男 11 DNA 線量計の開発 　- バイオドシメトリの新展開 - 清水喜久雄 12 <JIS 改正情報> 　JIS Z4809-2012 放射性物質による汚染に対する防護服 17 重要なお知らせ 　マンモ用ガラス線量計技術基準変更について 18 お知らせ「個人線量測定サービス規約」の一部を改正しました 18 〔サービス部門からのお願い〕 　4月1日はガラスバッジの交換日です 19 </p>	<p>放射線障害防止法の一部改正の概要 　- 放射性汚染物の確認制度の導入、放射化物の取り扱い規制、 　廃止措置の強化について 近藤健次郎 1 國際原子力人材育成の大事さ 町 末男 6 平成23年度「個人線量の実態」 7 個人線量測定サービスにみる福島県における追加被ばく線量の変化 16 エックス線作業主任者試験受験対策講座のご案内 18 〔サービス部門からのお願い〕 　早戻りガラスバッジの自動再発送について 19 </p>
2012 5.1. No.425	<p>X線自由電子レーザー施設「SACLA」と放射線安全設計 浅野 芳裕 1 ICRM 2011つくば開催奮闘記 桜野 良穂 6 アジアの原原子力 - 日本への期待に応える - 町 末男 11 「第4回 汎用照射試験炉に関する国際会議」を開催 鈴木 雅秀 12 「第9回テクノル技術情報セミナー」を終えて 　- 「医療における放射線管理について」 15 書評「福島原発事故」 - 放射線の不安や疑問に答えます - 17 ご案内 　2012年製薬放射線研修会（第14回製薬放射線コンファレンス会） 17 第55回放射線安全技術講習会開催要項 18 日本保健物理学会第45回研究発表会のご案内 18 〔サービス部門からのお願い〕 　ご登録できない漢字について 19 </p>	<p>「原子力の日」に思う 　原子力安全と核セキュリティ 中込 良廣 1 中性子捕獲療法の新展開を図る課題遂行の現状 　- 京都大学原子炉実験所の取り組みを中心として - 丸橋 規 3 東電福島事故後、「社会化・国際化」されたわが国の原子力を見つめて 宅間 正夫 8 AGD（平均乳腺線量）めやす盤 のご紹介 12 「土壤の力」と食糧の安全保障 　- IAEA・FAO 國際シンポジウム - 町 末男 13 國際放射線防護学会第13回大会（IRPA13）に参加して 　- 英国グラスゴーでの報告 - 金子 正人 14 ガラスバッジ Web サービスへのお説い 　以前使用していた方の再登録方法 - 18 第1種放射線取扱主任者講習機関が関西に設置されました 19 </p>
2012 6.1. No.426	<p>アジア地域における放射線治療の発展を目指した 　アジア原原子力協力フォーラム（FNCA）の取り組み 大野 達也 1 放射線作業者の被ばくの一元管理 柴田 徳思 6 勢い続く中国の発展と原原子力 町 末男 11 全衛連における胸部X線写真撮影時の照射X線量の施設間実態調査について 安藤富士夫 12 新刊紹介 新刊『地震は予知できる！』の紹介 17 調整コードについてのお知らせ 17 平成24年度 放射線取扱主任者試験施行要領 18 </p>	<p>2012 11.1. No.431</p> <p>住民の生活環境をとり戻したい 原発事故による放射能汚染に向き合うコープふくしまの取り組み 　- ガラスバッジ、食事の放射性物質測定、環境除染 - 野中 俊吉 1 福島原発事故と公共放送 丹羽 大貴 6 サイレント・マジョリティ 町 末男 11 平成23年度 一人平均年間被ばく実効線量0.22ミリシーベルト 中村 尚司 12 平成23年度 年齢・性別個人線量の実態 15 〔テクノルコーナー〕 　マイドーズデュオ（EPD-701）のご紹介 18 公益財団法人原原子力安全技術センターからのお知らせ 18 〔サービス部門からのお願い〕 　「コントロール」ってなあ～に？ 19 </p>
2012 12.1. No.432	<p>福島原発事故による放射能汚染に関する農学部の研究プロジェクトについて 中西 友子 1 資源国カザフスタンと原原子力 町 末男 6 日本全域における航空機モニタリング 真田 幸尚 7 放射能汚染分布の航空機サーベイ業務体験記 12 FBNews 新編集委員長・編集委員のご紹介 17 「FBNews」総合目次 その40 (No.421~432) 18 〔サービス部門からのお願い〕 　測定依頼の際には「発送トレイ」をご使用ください！ 19 </p>	

サービス部門からのお願い

測定依頼の際には「発送トレイ」をご使用ください！

平素、弊社のモニタリングサービスをご利用くださいまして、誠にありがとうございます。

ガラスバッジ・ガラスリングは、測定センターよりお客様へお送りする際、「発送トレイ」に収納してお届けしております。「発送トレイ」は、輸送中にモニタが飛散するのを防ぎ、また、衝撃等も吸収しています。

測定依頼される際は、この「発送トレイ」にガラスバッジ・ガラスリングを入れてご返送くださいますよう、お願ひいたします。

なお、「発送トレイ」が足りない場合は、測定センター、または最寄の営業所までご連絡ください。

皆様のご理解とご協力をよろしくお願い申しあげます。

**編集後記**

●この号を皆さんのが手にされる頃は、もう、師走の慌ただしさが始まっていることでしょう。今年は、山中伸弥京都大学教授のノーベル医学生理学賞の受賞やスポーツ界の話題等、いくつかの明るいニュースもありましたが、全般的には、中国や韓国との外交関係の冷え込みによる国際的緊張と景気後退、迷走の続く国内政治、消費税増税等国民の負担増の決定など、経済も政治も国民生活も不安・不満を搔き立てるニュースが増えているように感じます。

●今月号の巻頭には、東京大学農学部の中西友子教授に「福島原発事故による放射能汚染に関する農学部の研究プロジェクトについて」と題して、農地・牧場の放射能汚染の状況や農作物等の植物への放射性物質の取り込みに関する調査・研究について紹介頂きました。放射性物質の表土から地中への移行も土壤から植物への取り込みも想像していたよりはずっと少ないことが判ったこと等、

국민に広く周知して、農作物・畜産物の風評被害の縮小に役立てて頂きたいと思います。

●また、日本全国に亘る放射能汚染分布の航空機モニタリングについて、日本原子力研究開発機構の眞田幸尚様にモニタリング結果と放射能マッピングに関してご執筆頂きました。併せて、この航空機モニタリング調査の一翼を担った地上測定班の体験記を、当社原子力事業本部の小野恭秀社員、亀田周二社員に執筆してもらいました。福島周辺を除いて、北海道や西日本地区ではセシウム137の沈着・汚染は全く検出されなかったこと、天然核種による環境放射線の日本全域に亘る分布データを初めて取得できたことが紹介されています。

●マスコミによる曖昧・不正確な報道や風評に惑わされることなく、放射能汚染の実状を正しく理解することが、被災地域の早期復興、被災者の救済・復帰を後押しすると信じます。（S.F.）

FBNews No.432

発行日／平成24年12月1日

発行人／細田敏和

編集委員／佐藤典仁 安田豊 中村尚司 金子正人 加藤和明 岩井淳 大登邦充 加藤毅彦
小林達也 篠崎和佳子 根岸公一郎 野呂瀬富也 福田光道 藤崎三郎 丸山百合子 三村功一

発行所／株式会社千代田テクノル 線量計測事業本部

所在地／〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル4階

電話／03-3816-5210 FAX／03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp>

印刷／株式会社テクノルサポートシステム

－禁無断転載－ 定価400円（本体381円）