



Photo H. Horane

Index

先進的ながん診断・治療を実現する RI-DDS 開発研究	橋本 和幸	1
KURAMA の開発と運用	谷垣 実	6
頑張るアジアの途上国－日本で IAEA 放射線利用会議－	町 末男	11
サーベイメータ講習会を開催しました		12
書評「放射線とのつきあい 老科学者からのメッセージ」		15
ガラスバッジ Web サービスへのお誘い －一括中止、休止処理について－		16
FBNews 新編集委員のご紹介		17
「FBNews」総合目次 その39 (No.409～420)		18
[サービス部門からのお願い] ガラスバッジ測定依頼の際、不必要なものがまぎれ込んでいないかご確認ください！	…	19

先進的ながん診断・治療を実現する RI-DDS 開発研究



橋本 和幸*

1. 研究開発の背景とねらい

標題中の RI-DDS とは、RI（放射性同位元素）を標識した薬剤の送達システム（DDS：ドラッグデリバリーシステム）を表したものである。RI を用いたがん治療（内用放射線治療）は、RI 標識薬剤を体内に投与してがん細胞に特異的に集積させ、その RI から出る飛程（放射線が通過する範囲）の短い放射線（ β 線、 α 線など）で病巣の組織や細胞を照射することによって、正常な身体組織や細胞への放射線の影響を低く抑えながら、目的とする病巣の組織や細胞を破壊して疾患を治療する方法であり、副作用が少なく、患者の QOL（生活の質）の向上に寄与する有望な手法である。 β 線の場合は数ミリ程度の飛程を有するため、RI 標識薬剤がすべてのがん細胞に結合する必要は無く、RI をがん細胞周辺に集積させることができれば、がん細胞を死滅させることが可能となる。さらに、治療対象とする腫瘍の大きさに応じて、飛程の異なる（エネルギーの異なる） β 線を放出する RI を使い分ける可能性を有していることも利点と考えられている。加えて、体外からの非侵襲的な画像診断に適した γ 線を放出する場合には、治療レベルの高線量での投与の前に、全く同じ調製法によって低い線量で生体内分布を確認することができ、最適な放射性薬剤の投与量の決定に寄与できる。さらに、がんの治療状況を体外からのモニタリングにより的確に把握

すると共に、各組織の吸収線量の評価を治療と同時に行うことが可能となる。

これまでのわが国における内用放射線治療は、 ^{131}I （ヨウ素-131）が甲状腺がんの治療に応用されるにとどまっていたが、近年（2007-2008年）、骨転移によるがん性疼痛の緩和薬として ^{89}Sr （ストロンチウム-89）が、また 血液のがんである悪性リンパ腫の治療薬として ^{90}Y （イットリウム-90）が、相次いで認可された。しかし、RI 標識薬剤のがん集積性の向上および非ターゲット臓器への集積の低減等、解決すべき課題も多く、甲状腺がん以外の固形がんの治療用放射性薬剤の開発は遅れている状況である。

そこで、原子力機構と千代田テクノル（代表：藤崎三郎主幹研究員）、東京大学（代表：井尻憲一教授）、京都大学（代表：佐治英郎教授）、千葉大学（代表：荒野泰教授）および群馬大学（代表：遠藤啓吾教授（現 京都医療科学大学 学長））が連携体制を組み（図1：平成20～22年度 文

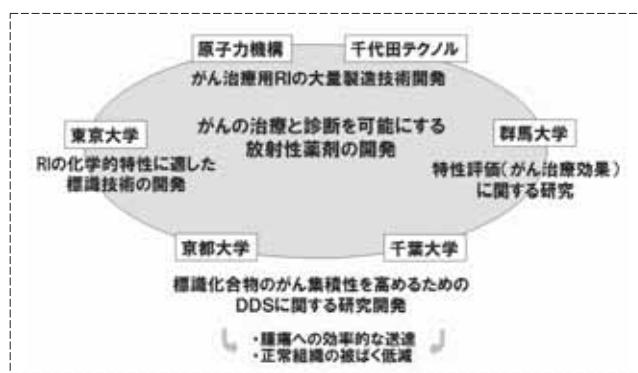


図1 研究体制と研究課題

* Kazuyuki HASHIMOTO 独立行政法人日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門 RI 医療応用研究グループ 研究主幹

表1 本研究で使用する RI の特性

RI	半減期	β 線の最大エネルギー	γ 線エネルギー	製造核反応
^{186}Re	3.72日	1.07 MeV	137 keV	$^{185}\text{Re} (\text{n}, \gamma) ^{186}\text{Re}$
^{188}Re	17.0時間	2.12 MeV	155 keV	$^{186}\text{W} (\text{n}, \gamma) (\text{n}, \gamma) ^{188}\text{W} \rightarrow ^{188}\text{Re}$
^{177}Lu	6.73日	0.50 MeV	113,208 keV	$^{176}\text{Yb} (\text{n}, \gamma) ^{177}\text{Yb} \rightarrow ^{177}\text{Lu}$

部科学省原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ)、がんの治療と診断を可能にする放射性薬剤の開発研究を実施してきた。本稿では、がん治療に有用な β 線と体外からの画像化に適した γ 線を放出し、治療効果を高める上で、高比放射能での製造が可能なレニウム-186, 188 ($^{186, 188}\text{Re}$) およびルテチウム-177 (^{177}Lu) (核的特性を表1に示す) の大量製造法の開発、およびその利用研究として、RIの化学的特性に適した標識技術の開発、その標識化合物のがん集積性を高めるためのドラッグデリバリーシステムに関する研究開発およびその特性評価に関する研究で得られた成果の概要を紹介させて頂く。

2. 研究開発成果の概要

(1)がん治療用高比放射能 RI の製造技術の開発

①PZC を利用した $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ 新規ジェネレータの開発 (原子力機構、東京大学)
 ^{188}Re は、親核種であるタンクスチタン-188 (^{188}W (半減期69.4日)) の β 崩壊により生成する娘核種であるために高比放射能 (無担体) であり、数ヶ月間繰り返し入手することが可能である。しかしながら、 ^{188}W は ^{186}W の二重中性子捕獲反応 ($^{186}\text{W} (\text{n}, \gamma) ^{187}\text{W} (\text{n}, \gamma) ^{188}\text{W}$) により製造するため、比放射能が低く、従来から使用されているアルミナジェネレータではカラム容積が大きくなる。そこで、小型の新規 $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ ジェネレータの開発を、タンクスチタンの吸着容量がアルミナの数十倍以上もあるジルコニア系無機高分子 PZC を用いて実施した。まず、PZC へ ^{188}W を高収率でかつ再現性良く吸着させる条件を明らかにした。

そこで、実際に動物実験が可能な200MBq超の ^{188}W を使用して、ジェネレータを調製した結果、PZC への ^{188}W の吸着率は88%以上、PZC からの ^{188}Re の溶離率は75%以上を示し、ジェネレータとして優れた特性を有することを確認した。

② $^{186}\text{Re}, ^{188}\text{W}$ 大量製造技術の開発 (千代田テクノル)

濃縮度97.4%の ^{185}Re ターゲットを用いた $^{185}\text{Re} (\text{n}, \gamma)$ 反応により生成する ^{186}Re および濃縮度99.79%のタンクスチタン-186 (^{186}W) ターゲットを用いた $^{186}\text{W} (\text{n}, \gamma) ^{187}\text{W} (\text{n}, \gamma)$ 反応により生成する ^{188}Re の親核種である ^{188}W の大量製造技術を確立し、8~10 GBq の ^{186}Re 、250~1,000 MBq の ^{188}W の定常製造を可能にした。さらには、従来の ^{186}Re 製造法に比べて、製造工程中のホット作業の省力化、迅速化、安全化を図った製造法を構築できる見通しが得られた。以上の結果、民間企業レベルで高比放射能の RI を大量製造できる技術基盤を確立し、体制を構築することができた。これにより、今後の RI-DDS 開発研究の拡張・拡大にも対応して、必要 RI を製造・供給する道筋を付けることができた。

③高純度無担体 ^{177}Lu の大量製造法の開発 (原子力機構)

^{177}Lu は、通常 $^{176}\text{Lu} (\text{n}, \gamma) ^{177}\text{Lu}$ 反応を利用して製造されるが、高比放射能である無担体 ^{177}Lu を製造するためには、イッテルビウム-176 (^{176}Yb) をターゲットとする $^{176}\text{Yb} (\text{n}, \gamma) ^{177}\text{Yb}$ (半減期1.91時間) \rightarrow ^{177}Lu 反応を利用した技術の確立が必要である。しかし、Lu と Yb の化学的性質の類似性のため、マクロ量の Yb から無担体の Lu を効率よく完全に分離するのは難しい。そこで、我々は、高放射能量 (GBq

オーダー) でかつ抗体標識が可能な高純度無担体¹⁷⁷Lu の製造法の確立を目指して、基本的分離法として開発した逆相シリカゲルカラム法による高純度化を、それに固相抽出分離カラム法を組み合わせた大量製造化を検討した。

まず、逆相シリカゲルカラム法の問題点であった不純物元素による抗体標識阻害を解決するために、高純度な¹⁷⁷Luを得るための精製法の検討を行った。その結果、分離に使用する試薬である2-ヒドロキシイソ酪酸(2-HIBA)およびオクタンスルホン酸ナトリウム(1-OS)をイオン交換カラムおよびキレートカラムにより精製すること、並びに、分離後の無担体¹⁷⁷Luを陽イオンおよび陰イオン交換カラムにより精製することにより、Ca, Fe, Zn等不純物元素を当初の85~95%以上除去することに成功し、抗体標識が可能な高純度無担体¹⁷⁷Luが得られることを明らかにした。さらに、実際にJRR-3で14日間照射した¹⁷⁶Ybターゲットを用い、製造実験を実施した結果、¹⁷⁷Lu全回収率は85%以上であり、製造終了時に、200-300 MBq以上の無担体¹⁷⁷Luを得ることができ、動物実験が可能な放射能レベルの製造技術を確立し、製造した¹⁷⁷Luを群馬大学へ供給した。

逆相シリカゲルカラム法では、¹⁷⁶Yb₂O₃が約3mg以上あると無担体LuをYbから完全に分離することができないことが臨床応用に向けての¹⁷⁷Luの大量製造の課題である。そこで、逆相シリカゲルカラムの前に固相抽出分離カラムによる粗分離を追加した製造法の検討を行った。すなわち、粗分離によりYb₂O₃の重量を3mg以下に減少させることができれば、逆相シリカゲルカラム分離によって、LuとYbの完全分離が達成可能となる。固相抽出カラム法によるYbとLuの分離挙動に対するYb₂O₃量依存性を調べた結果、Yb₂O₃量が10mgまでは、¹⁷⁷Luフラクション中に含まれるYb₂O₃量は全体の約16% (1.6mg)以下であり、逆相シリカゲルカラム法と組み合わせることにより、無担体¹⁷⁷LuをYb₂O₃から分離できることが示唆された。

そこで、固相抽出分離カラムと逆相シリカゲルカラムを組み合わせた新規Yb/Lu分離プロセスおよびイオン交換法による精製プロセスをすべて通じて行った。その結果、全回収率80%以上で、無担体¹⁷⁷Luを得ることに成功した。さらに、本¹⁷⁷Lu試料は、抗体標識が十分可能な純度を有していることを確認し、GBqオーダーの無担体¹⁷⁷Luの基本的製造技術を確立した。

(2) 放射性レニウム標識化合物の実用的調製法の開発(東京大学)

放射性レニウム標識化合物をがん治療に利用する場合、治療現場で標識し易いように、合成法は穏和でかつ簡便であることが望ましい。そこで、本研究では、骨に集積するために、がん性骨疼痛緩和作用が期待されているジメルカプトコハク酸(DMSA, 図2(A))、およびがん集積性を持つ生理活性物質(抗体等)へ放射性レニウムを導入するために有用な中間体と考えられているMAG3(図2(B))の放射性レニウム標識化合物の合成条件を精査し、高収率で得られる条件を探索した。

DMSAの場合、95%以上の標識率で合成できる最適条件を決定した。また、そのレニウム標識DMSA化合物の構造については、従来標識条件の違いにより異なることが示唆されていたが、本研究の結果、合成時のpHに依らず、Re(DMSA)₂であることが示唆された。また、^{186, 188}Re-MAG3の合成条件は、核医学診断用薬剤として使用されているテクネチウム-99m(^{99m}Tc)-MAG3の合成条件に比べて、還元剤である塩化第一スズの量を多く必要とし、加熱

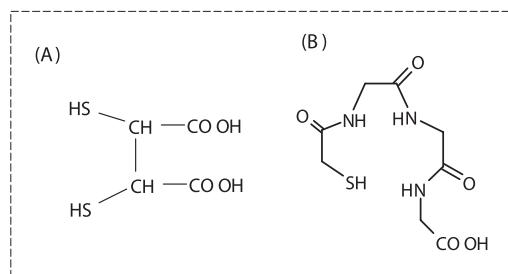


図2 DMSA (A)とMAG3 (B)の化学構造

時間も90℃で25分以上を要することがわかった。最終的に、90%以上の収率で標識体が得られるキットを作製し、保管条件の検討など実用化のためのデータを取得した。

(3)体内動態の化学的、生物学的制御による RI-DDS を基盤としたレニウム標識抗体 製剤の開発（京都大学）

放射免疫療法は、腫瘍細胞に発現する抗原を標的とし、RIで標識した抗体を投与することで腫瘍に放射線を照射する内用放射線治療である。しかし、高分子である抗体の血液中からの消失が一般的に遅いため、放射線感受性の高い骨髄の被ばく量が増大することが問題となっている。そこで本研究では、ビオチン-ストレプトアビジンの特異的2分子間相互作用を利用し、抗体の持つ腫瘍選択的な放射能送達と骨髄への被ばく量の低減を両立させる放射性レニウム標識抗体薬剤の開発を行った。

すなわち、まず、腫瘍細胞膜上の特異的抗原を標的とする抗体にストレプトアビジンを結合させた「ストレプトアビジン化抗体」を投与し、腫瘍へ集積させる。その後血中からの抗体の消失を促進させる薬剤を投与し、最後に、「ストレプトアビジン化抗体」に特異的に結合する「^{186,188}Re標識ビオチン」を投与することにより、ビオチン-ストレプトアビジン複合体の形成を介し、放射性レニウムを腫瘍細胞に選択的に集積させるという、プレターゲティング法を開発し、その有効性を評価した。

まず、ストレプトアビジンとの結合性を損なわない位置に^{186,188}Reを標識した放射性レニウム標識ビオチン誘導体を新規に設計・合成し、その安定性とストレプトアビジンに対する結合性を確認した。次に、本化合物のみを動物に投与した結果、速やかに血液中から消失して尿へ排泄されることを認めた。一方、ストレプトアビジン化抗体をあらかじめ投与しておいた場合には、^{186,188}Re標識ビオチン誘導体は腫瘍へ集積し、血液中からは速やかに消失することを認めた。そこで、実際に、担がん動物を用いて治療実験を行ったところ、非治療群と比

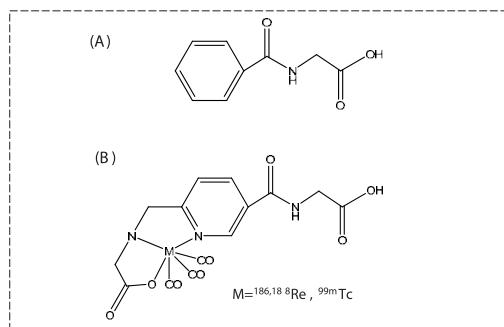
較して有意な腫瘍増殖抑制効果を認める一方、骨髄被ばく等による重篤な副作用は観察されなかった。以上の結果、新規に開発した放射性レニウム標識抗体製剤が、プレターゲティング法に基づく腫瘍の放射免疫療法製剤として有用であることを認めた。

(4)RI-DDSに適したレニウム標識ペプチドの開発（千葉大学）

数個のアミノ酸から構成されるペプチドは、速やかな腫瘍への集積性と血液中からの消失性を持つことからRI-DDSにおけるRIの運搬体として、その利用が進められている。しかしRI標識ペプチドを生体内に投与すると、投与早期から腎臓へ長時間に亘り滞留し、腎臓にも障害を与えるため、臨床使用の大きな障害となっている。そこで本研究では、腫瘍への集積を損なうことなく、腎臓への集積を低減させる新たな標識薬剤として、放射性レニウム標識ペプチドが腎細胞に取り込まれた際、腎臓の刷子縁膜酵素の作用により、尿排泄性の化合物が放射性レニウム標識ペプチドから遊離する薬剤の開発研究を進めた。

馬尿酸（図3(A)）は、安息香酸が腎臓で代謝されて尿中に排泄される化合物であり、その化学構造に類似した種々のレニウム化合物を検討した。まず、^{186,188}Reと低濃度においても定量的な収率で安定な錯体を形成する二官能性キレート試薬の検討から、イソニコチニ酸を母体とするトリアミン誘導体が、^{186,188}Reおよび^{99m}Tcと安定な錯体を与えることおよび過剰の配位子を除去しても血漿中で安定に存在することを認めた。次に、本化合物に化学修飾を施し、その放射性レニウムおよび^{99m}Tc錯体を投与した際に、速やかに腎臓から尿中へと排泄を受ける化合物を選出した結果、^{186,188}Re/^{99m}Tc-GPG（図3(B)）が、馬尿酸と同様に腎臓から速やかに排泄されることを認めた。

そこで、腎臓の刷子縁膜酵素の作用で^{186,188}Re-GPGを遊離するペプチド配列の探索を行った。^{99m}Tcを用いた実験から、^{99m}Tc-GPGにL-リジンを結合させた場合、リジンとグリシンとの結合が腎刷子縁膜酵

図3 馬尿酸(A)と $^{186,188}\text{Re}/^{99m}\text{Tc}$ -GPG(B)の化学構造

素により開列して、 ^{99m}Tc -GPG を遊離することを認めた。このように、低配位子濃度においても生体内で安定であり、かつ尿排泄性の ^{99m}Tc および $^{186,188}\text{Re}$ 錯体を与える配位子を新たに開発し、本薬剤設計が目的とする $^{186,188}\text{Re}$ 標識薬剤の開発に有用であることを明らかにした。

(5) ^{177}Lu 標識抗体の合成および特性評価研究（群馬大学）

放射免疫療法薬剤として実用化されている ^{90}Y 標識抗体は、悪性リンパ腫に対して高い治療効果を示している。放射免疫療法の適用拡大を図るためにには、さらなる研究が必要であり、本研究では、治療用 RI として優れた性質を有する ^{177}Lu に着目し、 ^{177}Lu 標識抗体を用いた放射免疫療法薬剤の開発を試みた。

まず、高い標識率、比放射能で ^{177}Lu 標識抗体を作製する方法を確立した。次いで、種々のがん細胞を移植した担がんマウスにそれぞれのがんに発現している分子を標的とする ^{177}Lu 標識抗体を投与して体内分布を検討した結果、 ^{177}Lu 標識抗体は、高い腫瘍集積性と滞留性を示した。このことから ^{177}Lu 標識抗体による治療が有望であると考えられた。そこで、最適な投与放射能量を設定し、治療実験を行った結果、種々の腫瘍において病変の増殖抑制効果が認められ、一部では腫瘍の消失例も確認できた。このことから ^{177}Lu 標識抗体による高い治療効果が期待できることが示された。

3. まとめ

先進的な RI 標識薬剤開発について、原子力機構、千代田テクノル、東京大学、京都大学、千葉大学および群馬大学が連携体制を構築することにより、国産技術として、高純度無担体 RI の大量製造から放射性薬剤特性評価までを統合的に進められる可能性を示すことができた。さらに、具体的な成果においても、がん治療に有用な ^{186}Re , $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ および ^{177}Lu の大量製造技術を確立すると共に、技術移転・人材育成を図り、RI 製造・供給体制を強化することができた。さらに、新規 RI 薬剤を設計・合成することに成功し、その新規 RI 薬剤に治療効果があることを実証した。

本成果は、放射性薬剤研究を推進する基盤技術を確立したものであり、将来のがん治療の幅を広げる道を開くものである。今後も、本事業を通じて構築した RI 大量製造・供給体制および RI 薬剤開発研究ネットワークを活用・拡充し、がん治療に有用な特性を持つ $^{186,188}\text{Re}$ および ^{177}Lu を用いた RI-DDS の基盤技術開発を着実に進展させ、RI を用いたがん治療と診断（モニタリング）を可能にする RI 薬剤の実用化を目指した研究開発に貢献していきたい。最後に、本研究開発に参画頂いた皆様に感謝の意を表したい。

***** プロフィール *****

独立行政法人 日本原子力研究開発機構
量子ビーム応用研究部門 RI 医療応用
研究グループ 研究主幹（理学博士）

1988年 東北大学大学院理学研究科博士
課程を修了。
日本原子力研究所
(現 日本原子力研究開発機構)
に入所。
1991年 ドイツユーリッヒ研究所 KFA に
1年間留学。
大学時代はテクネチウムの化学的挙動の
研究、その後、がんの診断・治療に有用な
放射性同位元素の製造研究及びその標識化
合物の合成・化学的挙動の研究に従事。



KURAMA の開発と運用



谷垣 実*



はじめに

2011年3月11日の東日本大震災とそれに伴う津波により、東京電力福島第一原子力発電所で我が国最大の原子力災害が発生した。福島県を中心に広範囲にわたって放射性物質が拡散し、現在多くの住民の方々が避難生活を余儀なくされている。

原子力災害において、迅速に精密な空間線量マップを作ることは、住民のみなさんの被曝状況や環境の汚染実態を把握し、被曝低減のための適切な行動計画の作成や環境修復を行うための基礎データとしてきわめて重要である。

我々京都大学原子炉実験所は、我が国の大として最大の原子炉を保有し、多数の原子力や放射線に関する分野の専門家を有する研究所である。避難された方々を対象としたスクリーニング作業への所員の参加をはじめとして、様々な活動を事故直後より行ってきた。そのような活動の一つとして、空間線量分布の迅速且つ精密な把握を目的としたKURAMAを開発して現地へ投入、福島県や文科省の空間線量測定等で活用いただいている。今回、FB Newsへ寄稿する機会を頂いたのでKURAMAの概要と合わせ、開発者として開発に至った経緯や開発・試験・運用の状況などを紹介させて頂きたい。

KURAMAについて

まずKURAMAについて簡単に説明する。KURAMAとはKyoto University RADiation MApping systemの略称である。いわゆる走行サーベイ測定のように、移動しながら連続して空間線量を計測して迅速に平面的な線量分布地図を作るためのシステムである。走行サーベイの有効性は、当時の原研がロシアの研究所と共同でチェルノブイリにおいて行うなどよく知られているものである。

KURAMAのシステム構成は図1の通りで、自動車などに搭載され移動しながら空間線量率を測定する車載機、車載機が測定したデータを保存したり可視化のための処理等を行うサーバがネットワークで結ばれている。

車載機は空間線量率を測定するサーベイ

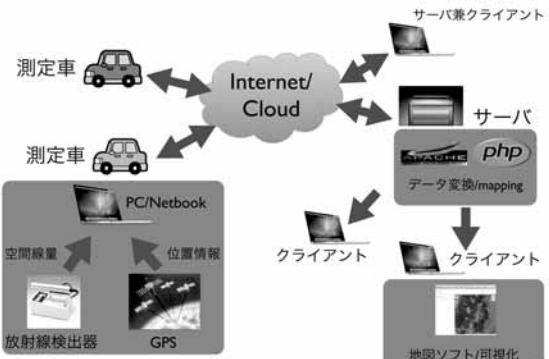


図1 KURAMAのシステム構成図

* Minoru TANIGAKI 京都大学原子炉実験所 粒子線基礎物性研究部門 助教

メータ、サーベイメータの出力をPC用に変換するインターフェースボックス(MA KUNOUCHI)、測位のためのGPS、データを処理してネットワーク上で共有するためのPC、移動中のネットワークを提供する3Gモバイルルータから構成される(図2)。市販の空間線量測定用サーベイメータで測定された空間線量率は、MA KUNOUCHIによりデジタル化されPCへ送り込まれる。PCはこの線量データとGPSの測位情報などをテキストファイルに記録する。

車載機が測定したデータを蓄積したり、可視化のための処理を行うPCをサーバと呼んでいる。サーバはApache、PHPがインストールされており、リクエストに応じて動的にKMLファイルを生成する機能を有している。PHPによって動的に生成されるKMLファイルでは、各測定点は線量に応じた色調の丸として記述され、閲覧ソフト(例えはGoogle Earth)でその丸をクリックすると測定点データの詳細が判るようにになっている。また、サーバは過去のデータも保持しており、必要に応じてKML形式ないしテキスト形式でデータを読み出すことができる。

サーバによって処理されたデータを閲覧するためのPCをクライアントと呼んでいるが、実際はGoogle Earthがインストールされている普通のPCである。Google



図2 車載機の構成。
これはKURAMA第1号機である。

Earthはサーバへのアクセス方法を定義したKMLファイルにしたがってサーバへアクセスし、動的に生成されるKMLファイルを受け取って表示する(図3)。このサーバクライアント方式をとることで、生データを共有していないPCからでも特段の設定無しに測定状況の監視が出来る。

KURAMAの特徴として、データ配信で特定のハブを持たないことが挙げられる。既存の類似の計測システムでは、測定データがpeer-to-peer通信で特定のサーバに集約されてから配信されるため、ネットワーク構成が固定化されるなど様々な制約が伴う。一方KURAMAでは、測定データはクラウド技術の一環であるDropboxで共有されているため、特段の設定無しにネット上の任意の場所に好きなだけサーバを置け、すべてが同じデータを保有している。さらにサーバ自体があまりマシンパワーを要求しないため、サーバとクライアントを同居させる事も可能である。筆者自身、自分のMacBook Proにサーバとクライアントをインストールし、これを3Gモバイルルータでインターネットに接続することで、移動中の新幹線から測定車の状



図3 クライアントでの表示例。
測定点はGoogle Earthの3D地図上に色付きの○で表示され、視覚的に把握出来る。さらに各測定点をクリックすると測定点の詳細情報(緯度・経度・測定日時・空間線量等)が表示される。

況をリアルタイムで監視したりしている。このような自由度の高さが KURAMA の使い勝手の良さの理由の一つである。

KURAMA については紹介 Web ページ (<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/kurama/>) もご覧いただきたい。

実際の測定

KURAMA による測定の状況について、5月に行った福島県との試験運用や6月の文科省非常災害対策センター(EOC)による測定事業の状況から紹介したい。

KURAMA では、車内にサーベイメータのプローブ部を設置するため、常に車体の遮蔽効果を考慮しなくてはならない。そのため、毎日始業時に車体の遮蔽効果の補正作業を行っている(図4)。偏りのない空間線量率分布を得るために、周囲10m程度の範囲に障害物のない、アスファルト等で舗装された平地の中央部を遮蔽効果の校正ポイントとして選んだ。そして校正ポイントの1m高さでの空間線量率の測定を行ったあと、サーベイメータを取り付けた測定車を同一地点に止め、そこで空間線量率を測ることで遮蔽効果を求めた。車体に汚染が発生した場合、始業時と終業時で見かけの遮蔽の度合いが変わると考えられるため、車両の汚染検査も兼ねて終業時にも同様の測定を行っている。また、日々の校正とは別に、様々な空間線量率の地点で同様の校

正を行い、遮蔽効果の線量率依存性も調べているが、広い線量率の範囲で一定の比率を適用出来ることを確認している。

始業時の補正係数の測定が終わった測定車は順次測定対象地域へ向かう。路面状況や高速道路の利用の有無にもよるが、1日200~300km程度を走行することが多い。対象地域内の走行ルートは基本的に測定車側で判断する。測定対象地域の道路は震災で被災して地図通りに走れない事も少なくなく、臨機応変の対応が必要なためである(図5)。KURAMA のリアルタイム性と柔軟性を活かし、測定状況は現地の測定本部、大阪府熊取町の京大原子炉のサポートグループ他関係者が常時監視し、必要に応じて携帯電話での指示をしている。データはリアルタイムに表示される Google Earth だけでなく、様々な手法で解析される。しばしば等高線図を作成したり、測定点近傍のいわゆるホットスポットの推定を行うこともある。

KURAMA 自身の位置分解能の高さは、文科省が行った福島県内の小中学校の校庭での空間線量調査の結果との相関でも明らかになっており、半径50m程度のホットスポットがあれば KURAMA でも相応の線量変化として捉えられると考えられる。生活圏内の道路の緻密さを考えれば、走行可能な道路を乗り潰すことで特定避難勧奨地点に該当するような場所の発見が出来ると期待される。



図4 遮蔽効果の確認作業。

a) 測定ポイントで何もない状態の空間線量を測定した後、b) サーベイメータを取り付けた測定車を同一ポイントに移動して測定。a)とb)の値から遮蔽効果を求めた。



図5 測定車の走行サーベイ経路上にあった震災による崖崩れ。

開発の経緯

KURAMA 開発のきっかけは4月はじめの同僚とのコーヒータイムであった。当時の実験所では、ホットスポットが多数あると考えられるのに全県レベルでの分解能の高い空間線量マップが存在しないことは問題だ、という議論があった。このマップ作成には走行サーベイが有効なのだが、従来の測定車は様々な装備満載で1台数千万と原発保有県で1台持つのがやっとであり、県全域といったモニタリングは事实上不可能である。福島県の場合、事故でその測定車も汚染され、データセンターも警戒区域内にあって稼働が不可能となっていた。その日もどうにかならないものかと話をしていた。しかしそく考えれば、空間線量分布の把握と割り切り、結果に応じてさらに詳細な調査をするのなら、何も数千万の車で測定する必要などない。レンタカーやタクシーにサーベイメータ、PC、GPS、モバイル回線があれば出来てしまう。コーヒーを飲み終えるころには「だったら自分たちで作っちゃうか?」という事になった。さっそく所内の了解を取り付け所内の若手研究者・技術職員で製作を開始したのが4月7日、2週間後には熊取町内でテスト走行し初稼働に成功した。そして1号機を原子炉実験所の福島スクリーニング班に託

し、4月23日から約一週間現地試験を行い、線量分布をしっかりと捉えられることを確認したのち、4月末に福島県へ提案、5月の連休中に県から試験運用の承諾を頂いた。そして連休明けからの2週間、福島県原子力センターの方々と一緒に福島県内2万キロ弱を走破する試験運用をおこなった。このスピードの速さは「金はないが自由はある」大学ならではだが、特に放射線に関連するあらゆる分野の人が集まっているといって良い原子炉実験所だからこそ、開発に必要な技術やノウハウを持った人がすぐに揃ったのだと思う。もう一つ特筆すべきことは、試験運用で福島県原子力センターの職員の方々から様々なご意見・ご指摘を頂いたことである。これにより荒削りだったKURAMA が実用に堪えるレベルまで改善され、6月以降の実際の活用で大きなトラブルもなく運用できたと考えている。

現状と今後

この原稿を書いている9月現在、福島県には20台の車載機があり、日々の空間線量の測定に活用いただいている。福島県では走行サーベイ班を組織され、各市町村と協力してきわめて綿密なマップを作成されている。特に児童や生徒の被曝が問題となる通学路等では、福島県独自のアイディアでKURAMA を手押し車に搭載、徒步による徹底したサーベイも行われている。これらKURAMA によるサーベイで高線量が確認された場合、さらに精密な調査を行い必要な措置を行うことになる。実際にKURAMA による測定で高線量の地点が見つかった複数の地域で、特定避難勧奨地点の設定検討のための追加調査が行われている。これは詳細な平面分布の測定を迅速に行えるKURAMA の特徴が良く活かされた例だと考えている。KURAMA で測定された結果は福島県のWebページ (<http://www.pref.fukushima.jp/j/soukoukekka.htm>)

で一般の方向けにも公開され、データはKMLファイルとしてダウンロード可能である。Google Earthがあれば誰でもすべての測定地点の値を見る事が出来る。担当者によれば「県は生データ加工なしで勝負します」とのことである。今後も福島県の走行サーベイ班や原子力安全対策課の方々と緊密に連携しながら支援を続け、一日も早い復興の実現に協力していきたい。

KURAMA は文科省 EOC の放射線量等分布マップ作成でも活用いただいている。6月6日～6月14日の土壤採取事業では KURAMA による走行サーベイも実施され、航空機サーベイと同様の傾向でありながら、航空機サーベイでは見えなかった局所的な線量の高低を捉える事に成功している。その結果の概要は8月2日に文科省から公開されたあと、航空機サーベイや土壤測定の結果と併せて放射線量等分布マップ (<http://denshikokudo.jmc.or.jp/test/mext110628/>) として公開されている。また緊急時避難準備区域の解除に向けた詳細調査にも活用頂いている。これらの測定の際は、我々も現地入りして運用のサポートを行った。文科省は今後も KURAMA を活用した線量調査を継続する方針と伺っている。

現在は汚染状況の把握のための詳細な調査が優先されているが、今後は空間線量の推移の継続的な監視体制を構築して行く必要がある。KURAMA もそのような監視に使えるシステムとしてアップグレードを計画している。通常、地域の空間線量の継続的な監視にはモニタリングポストが使われるが、福島県全域を綿密にカバーするモニタリングポストの数は相当なものとなり、設置や運用の負担が極めて大きくなる事が予想される。そこで、現行 KURAMA を小型化・ブラックボックス化し、路線バスやコンビニ配送車のような、生活圏に密着した定期的な走行ルートを持つ自動車に搭載、生活圏での継続的な走行サーベイを

行うことを提案している。そのためのKU-RAMA-II（仮称）の試作も進めており、試作機による福島での試験も行った。KU-RAMA-II（仮称）による上記のサーベイが実現出来れば、低コストかつ少ない負担で、地域の皆さん的生活圏に密着した密度の高い測定が継続的に出来るようになると期待している。

謝辭

今回のKURAMAの開発・試験運用にあたっては、福島県原子力安全対策課の小山課長、福島県原子力センターの水野氏（現在は県原子力災害対策本部）、阿部氏に多大なるご配慮ご協力を頂いた。謝意を表したい。日本ナショナルインスツルメンツ社には「ものつくり復興支援助成プログラム」に採択頂き、機材の提供や技術的支援を頂いている。あわせて感謝したい。また飯坂温泉の松島屋旅館には、スクリーニング作業やKURAMAの現地試験の際の原子炉実験所の活動拠点として、震災直後の大変な時期から非常にお世話になっている。この場を借りて深くお礼を申し上げたい。

◆◆◆ プロフィール ◆◆◆

- | | |
|-------|--|
| 1996年 | 大阪大学大学院理学研究科博士後
期課程 単位取得退学 |
| 同 年 | 東北大学サイクロotronラジオア
イソトープセンター 講師（研究
機関研究員） |
| 1999年 | 大阪大学 博士（理学）取得 |
| 同 年 | 京都大学原子炉実験所 助手 |
| 2007年 | 同 助教（職名変更） |

専門は原子核物理と核物性。特に電磁気モーメント測定からの中重領域の中性子過剰核の核構造研究や、不安定核をプローブとした希土類磁石や磁性体の研究。東北大 AVF サイクロトロンや京大炉の FFAG 加速器の建設にも従事し、そこから派生して実験装置や計測機器の制御に関する研究も行っている。

頑張るアジアの途上国－日本で IAEA 放射線利用会議－

元・原子力委員 町 末 男



10月3日から原子力研究開発機構の高崎量子応用研究所が協力して、IAEA主催の「農業と環境保全に役立つ放射線利用」をテーマにしたアジア会議が開かれた。インドや中国といった大きな国のはかにミャンマーやモンゴルなど遅れて開発が始まった国を含め14カ国から32名が参加した。

会議の主題は放射線利用の研究成果をどのように企業による実用化に結び付けるかという事である。日本の経験を分かち合い、それぞれの国が持っている課題について意見を交わし、各国での放射線利用の実用化を促進する方策を検討した。各国からは研究者とその成果を利用する可能性のある企業や政府の関係者が参加し活発な議論が交わされた。

世界に広がる放射線照射の産業利用 －目覚ましい中国の躍進－

先ず、筆者は途上国を含め進展しつつある世界の放射線の産業利用とその将来を論じ、さらに最も進んでいる日本の産業利用の成功モデルを電線架橋、表面塗装、タイヤ製造、電池用隔膜などについて紹介した。

次いで、途上国の中でも進んでいる中国、マレーシア、ベトナムが自国の最近の実用化のモデルを報告した。

特に中国での放射線の産業利用の拡大は急速で30万Ci以上のガンマ線照射施設120基、電子加速器171基を利用して産業利用が行われているという。照射食品は年間20万トンに達している。

20年余り前に日本が「JICA電子加速器プロジェクト」で支援したマレーシアでも成果が上がっており、自国で開発した「サゴ澱粉を原料にして放射線架橋して製造したフェイスマスク(女性の顔を保護し、ニキビや皺を無くし美しさを保つ)」を実用化している。

放射線を利用して 環境に優しい農業をつくる

持続可能な農業の達成はアジアの国にとって重要な課題である。放射線はすでに「品種改良」などで広く利用されているが、今回の会議では、放射線を利用してカニなどの甲羅を原料として製造した「作物の成長促進剤」(オリゴキトサン)



マレーシアで放射線で試作した植物成長促進剤をフィールド試験のため散布しているところ(FNCAプロジェクト)

と澱粉を原料として放射線で架橋またはグラフト重合して作った土壤改良剤「超水分吸収剤」の農業への利用を中心に議論した。

オリゴキトサンの成長促進剤はベトナムと日本で最近実用化を実現した。マレーシアでは「稻」への利用の大型フィールド試験の成果が注目されている。確認試験が必要だが、予備的な測定では20%という大きな収穫増が報告されている。このような天然物を利用する事で化学肥料の使用を減らす事が出来、より環境に優しく経済的な農業の推進が可能になる。

澱粉を原料とする「超水分吸収剤」は1gで400gの水を吸収する事が出来るハイドロゲルでこれを土壤に混合することで土壤を改良し雨量の少ない乾燥地帯での農業を可能にしようとするものである。少ない雨水や灌漑の水を出来るだけ長く土壤に保持し、作物が吸収し易くするのである。ベトナムですでにフィールド試験で良い結果を得ている。実用化には更なる研究開発が必要だが、モンゴル、マレーシア、インドネシアなど多くの国が利用に大きい関心を示している。今後の研究開発の進展が注目される。

日本の役割

5日間の最後1日に放射線プロセスの産業利用の推進に向けての各國の課題と取り組みを円卓で討議した際の途上国参加者の熱い議論が印象的であった。

この分野で高いレベルにある日本から多くを学びたいとの途上国の強い期待に応える事が求められている。

(2011年10月15日稿)

サーベイメータ講習会を開催しました

東北地方太平洋沖地震により被災された皆様に心よりお見舞い申し上げます。

一日も早い復旧および復興を心よりお祈り申し上げます。

株式会社千代田テクノルと日立アロカメディカル株式会社は、今回の東京電力(株)福島第一原子力発電所震災事故の影響で需要が高まっているサーベイメータの使用方法について、講習会を共催しました。

7月15日から開催した講習会は、9月末までに当社と日立アロカメディカル本社を会場として述べ6回を数え、117社163名のお客さまに参加頂きました、誠にありがとうございました。あいにく、ホームページでの告知期間が短かったために、ご参加頂けなかったお客様にはご迷惑をお掛けしました。

今回は、9月22日に千代田テクノルで実

施された講習会の様子と内容をご紹介します。

講習会は、初めてサーベイメータをご使用になるお客様が放射線について正しい理解を得られるよう、放射線・放射能の基礎知識を学ぶことから始めました。

- (1)放射線・放射能について
- (2)各サーベイメータの特性と使用方法
- (3)点検・校正について

以上のような内容について、まず、パワーポイントを使用した講義で学習して頂きました（写真1）。

FBNewsの読者の皆さんには既にご存じのことばかりでしたが、放射線と放射能の違いから、放射線の単位・計数率の意味、Bq（ベクレル）からSv（シーベルト）への変換に必要な条件等々。もしかすると、既に施設にサーベイメータを常備していても



写真1 講義の様子



写真2 測定実習の様子

使い方が解らない、というお客さまにも納得頂ける内容だったかもしれません。

サーベイメータの特性の説明では、日立アロカメディカル製のサーベイメータを用途別に解説しました。

電離箱式サーベイメータ「ICS-323C」は、 $1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ から γ 線・X線の線量当量率を測定できます。

γ 線用エネルギー補償型シンチレーションサーベイメータ「TCS-172B」は、 γ 線の線量当量率を、 $0.01 \mu\text{Sv}/\text{h}$ から $30 \mu\text{Sv}/\text{h}$ まで測定可能です。また cps モードで計数率の測定も可能です。環境レベルの変化の測定に適しているほか、食品などの放射能の簡易測定にも利用可能です。

GM サーベイメータ「TGS-146B」は、 β 線を測定しますので、表面汚染の測定に適しています。cpm でカウント値を測定して β 線汚染の有無を評価します。

休憩をはさんで、次は4つのグループに分けて、TCS-172B と TGS-146B を使用した実習をしました（写真2）。



写真3 バックグラウンドの測定

GM サーベイメータ TGS-146B を使用した表面汚染測定実習では、まずバックグラウンドを測定しました。時定数・レンジを設定した後、時定数の3倍以上時間が経過してから指示値を読み取りました。3回の平均をバックグラウンドとしました（写真3）。

続いて、机の上に隠してあるマントルピースを GM サーベイメータで探し出す汚染検査の実習です。マントルピースを模擬汚染源として、模造紙の下に隠された2個～3



写真4 表面汚染測定の実習



写真5 食品等の放射能簡易測定の実習

個の場所を特定します。見つけたマントルピースの測定値を表面汚染と做して、計算により表面汚染密度を求めました（写真4）。

シンチレーションサーベイメータ TCS-172B を使用した実習では、バックグラウンドを測定してから、線源からの距離による測定値の違い（距離の逆二乗則の実習）と、社団法人日本アイソトープ協会の参考資料を使用した食品等の放射能簡易測定実習を行いました（写真5）。

まず、線源からの距離を50cm と100cm にして測定し、測定値からバックグラウンドを差し引き、距離が2倍になることで測定値が1／4 になることを実習しました。この際、 γ 線源を使用しましたので、ポケット

線量計 PDM-122を複数のお客さまに装着して頂き、実習後に有意な被ばくの無いことも確認して頂きました。

食品等の放射能簡易測定実習では、V5形タッパーウェアにシュレッダーで細断した紙を詰め、マントルピースと一緒に詰めて模擬放射能線源として測定しました。

ここでは、「緊急時における食品の放射能測定マニュアル（厚生労働省）」で示されたサーベイメータによるスクリーニング簡易測定の方法を学びました。参考資料は「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータの機器校正」（社団法人日本アイソトープ協会）です。

V5形タッパーウェアの中心に検出器を置き、マントルピースの入った容器と入っていない容器を測定し、それぞれ試料測定値、バックグラウンド値とし、平均値と、参考資料の換算係数表から Bq/kg を求めました。

実習の合間には、参加されたお客様からの質問が飛び交い、実習をしているのか質疑応答をしているのか分らなくなるほどでした。既にインターネット等で豊富な情報から勉強しているいらっしゃるお客様が多く、突っ込んだ質問には講師もタジタジとなる場面がありました。

今回のサーベイメータ講習会は9月で一旦終了していますが、今後も需要の高い地域のお客さまには、地域を限定して講習会を開催していく予定です。

最後になりましたが、サーベイメータ講習会を共催するに当たり、日立アロカメディカル株式会社計測システム営業部の皆様には、測定器の提供および講師派遣など全面的なご協力を頂きました、ありがとうございました。

（放射線計測器営業課：岩井 淳）

書評

「放射線とのつきあい 老科学者からのメッセージ」

岡野 真治 著
かまくら春秋社

著者の岡野氏は昔から存知あげていますが、まさに長年に亘って、3インチ直径のNaI(Tl)シンチレーション検出器を用いて、新幹線、電車、自動車を利用して、あるいは歩いて地上の様々な場所でのガンマ線の測定、さらに航空機での宇宙線の測定などをほとんど独力で続けて来られた努力は称賛に値します。1926年生まれのことですから、もう85歳になられたと思いますが、今回の福島第一原子力発電所の事故で、NHKテレビでの活躍の様子を見て、まだ自宅で測定を続けておられたことも知って驚きました。まさに、昔堅気の一徹な科学技術者という面目躍如です。

このようなこれまでの仕事の蓄積を、今回の福島での現地測定の経験を基に一般の人向けにまとめられたのがこの本です。ですから、専門的な記述は最低限にして、分かり易く書かれています。内容は、

第1章 放射線の歴史と知識

第2章 環境の放射線を知る

第3章 子どもたちを放射線から守る

放射能・放射線豆知識

となっていて、記述は非常に冷静で、最近出回っている専門家と称する学者等の放射能や放射線の危機を煽るような本とは違って、信用が置ける内容です。ただし、校正が十分でなかったためでしょうか、あちこちに誤記や脱字があるのが気になります。

チェルノブイリでの測定経験や、今度の事故でのホットスポットやホットエリアでの測定など環境放射線測定の状況、様々な測定器の話などが書かれています。ひとつ希望を言うと、せっかくシンチレーションスペクトロメータの測定が重要だと言っておられるので、実際測定されたスペクトルの例を載せて欲しかったと思います。それから宇宙線と環境ガンマ線の話が出てきますが、宇宙線中にも電離放射線成分（ガンマ線、ミューオン、電子）があるので、それと環境ガンマ線とをどのように区別されたのかも書いて欲しかった気がします。最も一般人向けの内容なので、それを書くと難しくなり過ぎるかも知れませんが。

(中村尚司)



ガラスバッジWebサービスへのお誘い

～*～*～一括中止、休止処理について～*～*～

ガラスバッジ Web サービス画面にて中止および一回休止処理の際、複数の使用者をまとめて処理できる画面を新しくご用意いたしました。

【操作手順】

ご登録メニュー>お申込先の確認・登録内容の変更>登録内容の変更>使用者の一括中止・休止等
①「お申込先の確認・登録内容の変更」をクリックします。

The screenshot shows the 'User Registration Menu' with the 'One-click Cancellation/Suspension' option highlighted. The menu includes options like 'User Registration Menu', 'Report', 'Search', and 'Password Change'.

- ②「登録内容の変更」をクリックします。
- ③「ご使用先登録一覧」画面にて「使用者の一括中止・休止等」をクリックします。
- ④「ご使用者一括中止・休止」画面が表示されます。中止処理は、中止日を選択し、検索ボタンをクリックします。中止したい該当者の左端のチェックボックスにチェックを入れ、入力完了ボタンをクリックします。チェックを入れた使用者全員を一度に中止することができます。既に報告書が作成されている場合は、備考欄に「報告書作成済」と表示されてチェックができません。

The screenshot shows the 'One-click Cancellation/Suspension' screen. It displays a list of users with checkboxes next to their names. A circled checkbox is shown being selected. Below the list are two buttons: 'Input Complete' and 'Clear Input Content'.

整理番号	個人コード	使用者氏名(漢字)	使用者氏名(フリガナ)	性別	登録開始日	登録終了日	備考
101	29094381	千代田太郎	チヨダタロウ	男	2001/12/01	2012/11/30	報告書作成済
102	29094402	千代田花子	チヨダハナコ	女	2001/12/01	2012/11/30	報告書作成済
104	10305785	大洗研二	オオアライケンジ	男	2011/09/01	2012/11/30	
105	30283957	千田テク子	チダテクコ	女	2011/09/01	2012/11/30	
106	30936594	森村まりか	モリムラマリカ	女	2011/09/01	2012/11/30	
107	30936641	森村さきり	モリムラサキリ	女	2011/08/01	2012/11/30	

- ⑤一回休止処理は、休止日を選択し、検索ボタンをクリックします。中止と同様に、一回休止したい該当者の左側のチェックボックスにチェックを入れ、入力完了ボタンをクリックします。チェックを入れた使用者全員を一度に一回休止することができます。既に休止となっている場合は、備考欄に「休止済」と表示されてチェックできません。

The screenshot shows the 'One-click Cancellation/Suspension' screen. It displays a list of users with checkboxes next to their names. A circled checkbox is shown being selected. Below the list are two buttons: 'Input Complete' and 'Clear Input Content'.

整理番号	個人コード	使用者氏名(漢字)	使用者氏名(フリガナ)	性別	登録開始日	登録終了日	備考
101	29094381	千代田太郎	チヨダタロウ	男	2001/12/01	2012/11/30	
102	29094402	千代田花子	チヨダハナコ	女	2001/12/01	2012/11/30	
104	10305785	大洗研二	オオアライケンジ	男	2011/09/01	2012/11/30	
105	30283957	千田テク子	チダテクコ	女	2011/09/01	2012/11/30	
106	30936594	森村まりか	モリムラマリカ	女	2011/09/01	2012/11/30	
107	30936641	森村さきり	モリムラサキリ	女	2011/08/01	2012/11/30	休止済

【お客様お問い合わせ窓口】

●TEL：03-3816-5210

●メールアドレス：garasu-nandemo@c-technol.co.jp



FBNews **新** 編集委員のご紹介



大登委員

この度編集委員となりました。3月11日以降「放射線」・「放射能」という言葉が私たちの身のまわりを飛び交うようになってしましました。このような社会環境の中で読者の皆さまに安心をお届けできるよう、よりよい誌面作りを目指して微力ではありますが、お手伝いをしてまいりたいと思います。よろしくお願ひいたします。



岡本委員

エンジニアリング本部システム技術課の岡本と申します。私は線量計測事業部に所属していた頃に短期間ですがFBNews 編集委員を務めたことがあります。その頃のFBNews 編集委員は、線量計測事業部のメンバーが殆どだったと思いますが、今では他の事業本部からのメンバーも多く、幅広い取り組みとなっています。このような中で、編集委員としてはたいへん微力ではございますが、どうぞ宜しくお願ひ致します。



加藤(毅)委員

掲載記事の多様性の拡大、読者ニーズのいっそうの反映を図る等々のため、今回、新たなアンテナの1本として編集委員に加わる事となりました。近隣アジア諸国との原子力協力活動の事務局にたずさわった経験も生かしながら、広く情報提供・話題提供に努めたいと思います。よろしくお願ひ致します。



佐藤委員

日頃より FBNews をご愛読頂きまして、誠にありがとうございます。

このたび編集委員となりました、大洗研究所の佐藤と申します。時折機関誌等へ投稿することはありませんが編集することは初めてでして、編集の難しさと大変さを痛感しております。

FBNews の編集に当たっては、その時折の話題性に富んだ「お役に立つ情報」をご提供できるよう努めて参りますので、宜しくお願ひ致します。



根岸委員

この7月よりFBNews 編集に携わることになりました原子力技術部の根岸と申します。

FBNews が、医療・教育・研究・産業分野の皆様と接するはじめての機会となります。本誌を通じて、皆様に放射線の安全利用に関する情報が提供できるよう、誌面の充実に努めて参ります。よろしくお願ひ申し上げます。



野呂瀬委員

2011年7月に新任となりました。実は過去にも何度も編集委員として出入りを繰り返していますので本当の新任ではありませんが、誌面を通じて皆さんに色々な情報やご案内をしてまいりますのでこれからもよろしくお願ひいたします。

「FBNews」総合目次 その39 (No.409~420)

<p>2011 1.1. No.409</p> <p>迎春のごあいさつ 細田 敏和 1 ^{99m}Tc の安定供給とSPECT検査の将来を考える 小須田 茂 2 マンモグラフィ検診精度管理中央委員会の活動 堀田 勝平 7 本格化する日本の原子力国際展開に期待する 町 末男 12 16th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD16) に参加して 小口 靖弘 13 [テクノルコナー] 最新サイバーナイフの紹介 ～ここが凄い～ 17 [サービス部門からのお知らせ] ガラスリングのサイズ変更が可能です！～ 19</p> <p>2011 2.1. No.410</p> <p>ニュートリノ研究の最前線 藤井 芳昭 1 バイオ肥料を知っていますか 町 末男 6 『国際放射線防護委員会2007年勧告の国内法令取り入れ状況及び国際基本安全基準のトラフト4.0に関する着手研究者の意見』 河野 恒彦、荻野 靖之、吉富 寛、藤原 康子、守屋 耕一 7 IAEAの医用放射線計測に関する国際シンポジウム (IDOS) に出席して 田中 隆宏 13 医療被曝についての不安 加藤 和明 15 書評「放射線と現代生活」 加藤 和明 17 ガラスバッジWebサービスへのお誘い 18 [サービス部門からのお願ひ] ~返送用封筒はセロハンテープで確実に封をしてください～ 19</p> <p>2011 3.1. No.411</p> <p>わが国における原子力発電施設等放射線業務従事者の疫学調査について 畑 純一 1 原子力・放射線安全管理功労表彰を受賞して 「放射線安全管理功労表彰を受賞して」 横田 繁昭 7 「放射線安全管理功労表彰を受賞して」 藤内 武徳 8 「放射線安全管理功労者として表彰されて」 中里 一久 9 わかろう医学つくろう!健康EXPO2011 10 第28回日本医学会総会～ご案内 町 末男 11 人口大国インドに必要な原子力発電の拡大と日本の協力 12 「日本放射線安全管理学会第9回学術大会」において、弊社大洗研究所の牧研究員が平成21年度研究奨励賞を受賞しました。 13 第6回個人モニタリングに係る国際ワークショップが開催されました 16 「2011国際医学画像総合展示会」のご案内 17 日本乳癌検査学会機器展示会に出席して 18 ガラスバッジWebサービスへのお誘い 19 [サービス部門からのお願ひ] 登録できない漢字について 19</p> <p>2011 4.1. No.412</p> <p>学習指導要領の改訂と放射線の扱い 田中 隆一 1 リスク・コミュニケーション 山口 一郎、加藤 和明 6 タイ王国訪問と日本の原子力協力 町 末男 11 「第1回原子力・エネルギーに関する課題研究会」について 財団法人日本原子力文化振興財団 12 学びのネットワーク「知の市場」で放射線管理学講座を主催 特定非営利活動法人「放射線安全フォーラム」だより 15 「知の市場・放射線管理学講座」受講記 櫻田 尚樹 16 「放射線管理学」受講感想記 大登 邦充 17 ガラスバッジWebサービスへのお誘い 18 パスワードをお忘れのときは～ 19 4月1日はガラスバッジの交換日です 19</p> <p>2011 5.1. No.413</p> <p>中東イエメン共和国の放射線治療 中野 隆史 1 高レベル放射性廃棄物の地層処分について 赤坂 秀成 6 「絆と宝石」として放射線 町 末男 11 2010IEC/TC45シエル会議 壽藤 紀道 12 第8回テクノル技術情報セミナーを終えて 15 第54回放射線安全技術講習会開催要項 17 2011年製薬放射線研修会 (第13回製薬放射線コンファレンス総会) 17 日本保健物理学会第44回研究発表会のご案内 18 東北地方太平洋沖地震について 19</p> <p>2011 6.1. No.414</p> <p>ICRP2007年勧告の国内制度等への取入れについて 1 産総研のマンモグラフィ用X線の線量標準の国際度量衡局 (BIPM)との国際比較について 田中 隆宏、黒澤 忠弘、齋藤 利生 7 東日本大震災を乗り越えて、安全な原子力を人類のために 町 末男 12 蛍光ガラス線量計：世界的に見た実態 フランチェスコ・デリコ 13 東日本大震災 茨城県大洗町ラディエーションモニタリングセンターの復旧 18 地震を経験して一かくして大洗事業所はよみがえる。 18</p>	<p>[サービス部門からのお願い] ガラスバッジを使用しなかったのに報告書が送られてきた!? 19</p> <p>2011 7.1. No.415</p> <p>100ミリシーベルトは安全か 保田 浩志 1 放射線安全フォーラムからのお知らせ 5 福島原発事故の報道に現れた放射線関係用語と数値を理解するためにの勘所 加藤 和明 6 IAEAアジア原子力協力(RCA)会議と福島の波紋 町 末男 12 大阪大学で実施した蛍光ガラス線量計に関する研究 13 書評「悪魔の放電II 知らなきゃ損するビッグなお話」 17 ガラスバッジWebサービスへのお誘い 18 [サービス部門からのお願い] 平成22年度「個人線量管理票」のお届けについて 19</p> <p>2011 8.1. No.416</p> <p>マンモグラフィにおける被験者の被ばく線量と漏洩線量の実態 鈴木 昇一 1 デジタルマンモグラフィの精度管理 斎政 博 6 福島原子力事故後も変わらぬ原子力発電の重要性 町 末男 11 マンモグラフィ品質管理用ガラス線量計10年間の測定結果 堀田 勝平、武田 典明、松本 進、福田 光道 12 新刊紹介「詳解テキスト医療放射線法令」 17 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 ガラスバッジWebサービスへのお誘い 18 検索画面で処理状況を確認できます！～ 18 福島営業所移転のご案内 19</p> <p>2011 9.1. No.417</p> <p>国際ニアコライダー計画 巨大加速器で探る宇宙の起源 山本 均 1 ポスト福島・世界の原子力 ～安全性高めて持続的発展のために利用～ 町 末男 6 平成22年度 個人線量の実態 7 [テクノルコナー] ガンマカメラQC用⁷⁵Co面線源のご紹介 15 エックス線作業主任者試験受験対策講座のご案内 17 ガラスバッジWebサービスへのお誘い ～ご使用者の新規追加について～ 18 [サービス部門からのお願い] ～生年月日は西暦でお知らせください～ 19</p> <p>2011 10.1. No.418</p> <p>「原子力の日」に思う ～原子力委員会 石田 寛人 1 加速器中性子による⁹⁰Mo等多様RIの革新的生成法と実用化研究 永井 泰樹 3 人間の知恵で作り出した原子力エネルギーを人類のために 安全に使い続けよう 町 末男 8 電離性放射線の基本量と単位に関するICRUレポートの改訂① 多田順一郎 9 東日本大震災その時、石巻赤十字病院では 岩田 雅博 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 ご案内 2011年製薬放射線研修会 17 ガラスバッジWebサービスへのお誘い ～ご使用者の新規登録時の整理番号について～ 18 [サービス部門からのお願い] ～GBキャリーをインシロック・タイで締めてください～ 19</p> <p>2011 11.1. No.419</p> <p>福島県での放射能除染活動について 田中 俊一 1 考え行動する日本人 町 末男 6 電離性放射線の基本量と単位に関するICRUレポートの改訂② 多田順一郎 7 書評「低量放射線は怖くない」 11 平成22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22年度 年齢・性別個人線量の実態 15 ガラスバッジWebサービスへのお誘い ～データ入力ができない！ときは～ 18 [サービス部門からのお願い] 測定依頼票を紛失したときは？ 19</p> <p>2011 12.1. No.420</p> <p>先進的ながん診断・治療を実現するRI-DDS開発研究 橋本 和幸 1 KURAMAの開発と運用 谷垣 実 6 頑張るアジアの途上国 ～日本でIAEA放射線利用会議～ 町 末男 11 サーベイメータ講習会を開催しました 12 書評「放射線とのつきあい 老科学者からのメッセージ」 15 ガラスバッジWebサービスへのお誘い ～括中止、休止処理について～ 16 FBNews新編集委員のご紹介 17 「FBNews」総合目次 その39 (No.409~420) 18 [サービス部門からのお願い] ガラスバッジ測定依頼の際、不必要的ものがまぎれ込んでいないかご確認ください！ 19</p>
--	---

サービス部門からのお願い

ガラスバッジ測定依頼の際、 不必要なものがまぎれ込んでいないかご確認ください！

平素より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。

お客様より測定依頼で届いたガラスバッジの中に、まれに測定

とは関連のない書類や画鉛、カッター、ハサミなどが入っているこ
とがございます。このような時は、弊社営業所よりご返却させてい
ただいておりますが、メモ用紙などは誠に勝手ながら処分させてい
ただくことがございます。

測定センターにガラスバッジを測定依頼で返送される際には、
今一度、測定に不必要なものがまぎれ込んでないかどうか、ご確認
のうえ、お送りくださいますようお願い申しあげます。



編集後記

●カレンダーも残り1枚となりました。3月11日に発生した東日本大震災は、今年だけでなく、いつまでも私達の心の奥深く残る惨事となりました。海外旅行をする機会がありました。日本から来たと言うと、皆さんが震災のことを話題にされます。多くの方はテレビなどで見る被災地の姿に、避難所でも文句を言うことなく過ごす日本人は我慢強い、被災者が他の人に食料を分けてあげる思いやりがあると褒められました。私は、これは東北地方だからこそその光景なのではないかと、ふと思いました。いつまでも大事にしたい日本人の心です。

●巻頭は日本原子力研究開発機構の橋本和幸様に「先進的ながん診断・治療を実現する RI-DDS 開発研究」をご執筆いただきました。10年後には2人に1人ががんで亡くなると予想されています。RI 薬剤が一日でも早くがん治療の選択肢に入ることを願います。

●「KURAMA の開発と運用」について京都大学原子炉実験所の谷垣実様にご執筆いただきました。コーヒー

タイムに生まれた開発のきっかけ、感服するばかりです。日本中の誰もが、安全大国日本を取り戻すために力を注いでいるのではないでしょうか。

●今年ほど弊社の社会貢献を意識する年はありませんでした。福島第一原子力発電所震災事故の影響で、サーベイメータやガラスバッジの需要は高まる一方です。商品を販売するばかりではなく、正しい知識もお届けしたいと思っています。サーベイメータ講習会はお客様のニーズをお聞きするとても良い機会となり、私達も勉強させていただきました。

●私は震災事故後から休みなく努力を続けている福島第一発電所ならびに関係者の皆様を心から応援します。東北地方にはこれから寒くて長い冬が訪れます。桜が咲く頃には1人でも多くの方が安心して暮らせる、海外の人が訪ねたいと思う日本に、再びなっていることを願っています。

(丸山百合子)

FBNews No.420

発行日／平成23年12月1日

発行人／細田敏和

編集委員／竹内宣博 安田豊 中村尚司 金子正人 加藤和明 大登邦充 岡本徹滋
加藤毅彦 佐藤典仁 寺中朋文 根岸公一郎 野呂瀬富也 福田光道 藤崎三郎 丸山百合子

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）