



Radioisotope

ニュース

No.56 2012

京都大学 環境安全保健機構 放射性同位元素総合センター

2 / 巻頭言 **京都大学の放射線安全管理に関わって**
京都大学放射性同位元素等専門委員長、京都大学理学研究科教授
長谷あきら

4 / 研究紹介 **ムスカリン性アセチルコリン受容体の立体構造が明らかに**
京都大学大学院医学研究科分子細胞情報学
小林 拓也

7 / **森林生態系における放射性セシウムの分布**
¹京都大学大学院地球環境学堂、²京都大学農学部、³京都大学大学院農学研究科
大橋 伸太¹、岡田 直紀¹、中井 渉²、高野 成美³

9 / 福島レポート「事故から一年半後の福島」
放射性同位元素総合センター
角山 雄一、宮武 秀男、戸崎 充男

15 / コラム **放射線障害防止法の改正**
放射線安全管理室

17 / センターだより **センターが行う放射線教育**
放射線安全管理室
宮武 秀男

19 / **平成 24 年度 放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修
第2回分子イメージングに関する教育研修プログラム 合同研修会の開催**
放射性同位元素総合センター
大澤 大輔

21 / **～第2回分子イメージングに関する教育研修プログラムに参加して～**
北海道大学アイソトープ総合センター
志水 陽一

22 / センターの活動

28 / 記録・人事等

京都大学の放射線安全管理に関わって

京都大学放射性同位元素等専門委員長、京都大学理学研究科教授

長谷あきら

京都大学理学研究科赴任に伴い植物学教室のRI施設主任を仰せつかり、以来、主に放射線障害予防小委員として、また途中からは放射性同位元素等管理委員会（現放射性同位元素等専門委員会）の委員としても、継続して京都大学の放射線安全管理に関わらせていただいている。そもそも、私の専門分野はいわゆる分子生物学であり放射線を専門とするわけでは無いのだが、意外に放射線取扱主任の資格をもった者が周囲におらず、否応なく引き受けることになった。さて、主任の資格はあったものの、最初は右も左も分からず、法令や京都大学の放射線安全管理の仕組みを大まかに理解するのに、ずいぶん時間がかかってしまった。とはいえ、さすがに10年以上続けていると、少しは状況が見通せるようになってきたかと思う（自己満足かもしれませんが）。

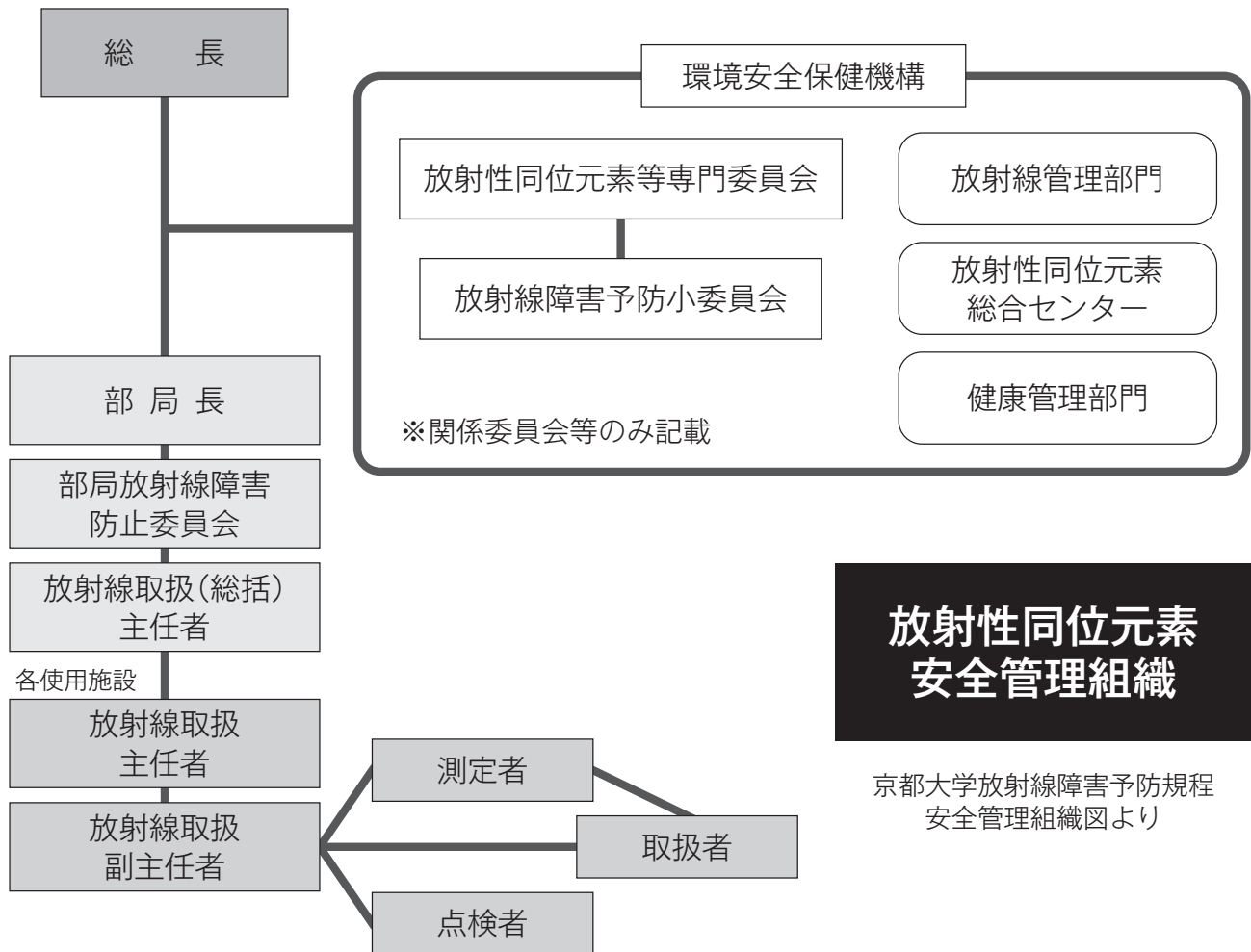
これまで、放射線予防小委員長（平成16-20年度）、放射性同位元素等管理委員長（平成22年度）などを務めさせていただき、現在も放射性同位元素等専門委員長（平成23年度より）の任にあるが、いささか頼りない私が、これらの職を曲がりなりにも務めることができているのも、放射性同位元素総合センターの教員や職員、予防小委員会の同僚、本部職員など多くの方々のおかげである。本当にいろいろな面で助けていただいている。この場を借りて、心よりお礼申し上げたい。

さて、私が京都大学に赴任したのは平成10年のことであるが、京大の放射線安全管理でまず驚かされたのは、X線装置も含む放射線関連施設の学内立入検査を、予防小委員会が主体となり、自主的にしかもかなり念入りに行なっていることであった。各部局、施設の主任がつくる予防小委員会の主導で学内検査を行う、というこの仕組みは、放射線安全管理の観点から大変すぐれたものと思う。とはいえ、私が委員となった当時は、委員の負担が大きすぎる、全学を統一的な基準で検査することが難しい、などの問題点も指摘されていた。また、新規教育訓練についても、予防小委員が講師をすることが大きな負担となっていた。その後、歴代の放射性同位元素総合センター長のご努力により、センターが中心となって立入検査、新規教育訓練を行うという現在の枠組みが整備された。予防小委員を長く務めている者として、大変、感謝している。

もう一つ、細かいことではあるが、部局の放射線主任として頭を悩ませていた問題に再教育訓練がある。部局の再教育訓練を受け持つようになって何年にもなるが、最初は何を話してよいかかわからず、放射線管理に関するビデオを流すことで、言葉は悪いがお茶を濁していたような面があった。

しかし最近では、部局からの依頼に応じて、放射性同位元素総合センターが講師を派遣してくれるため、大変助かっている。このことは、受講者である作業従事者にとっても大変良いことと思う。放射性同位元素総合センターには改めて感謝したい。

京都大学の放射線安全管理に関わるようになり、多くのことを学ばせていただいた。先輩が一步一步築いてきた現在の管理体制は、完璧と言わないまでも、非常に優れた形で機能しているように思う。今後ともこの体制が、伝統を忘れることなく、一方では時代の変化に柔軟に対応しつつ引き継がれていくことを願っている。微力とは言え、その一助ができれば幸いである。



ムスカリン性アセチルコリン受容体の 立体構造が明らかに

京都大学大学院医学研究科分子細胞情報学

小林 拓也

1. はじめに

G蛋白共役受容体（GPCR）は、ヒトゲノムにおいて800種類以上存在し、非常に大きなファミリーを形成している。光、におい、味覚などの外来性刺激から神経伝達物質、ホルモンなどの内因性刺激まで、幅広く刺激を感知・伝達する生命恒常性に欠かせない重要な分子である。また、GPCRは、市販の医薬品の作用点の約30%を占めると言われており、創薬において重要なターゲットと位置づけられている。

2. アセチルコリンとは？

アセチルコリンは、世界で最初に神経伝達物質の一つであることが証明された物質である。アセチルコリンには、ニコチン作用とムスカリン作用が存在することが古くから知られており、各々に特異的なアセチルコリン受容体（ニコチン受容体とムスカリン受容体）が同定されている。副交感神経や運動神経の末端から分泌されたアセチルコリンは、骨格筋、内臓平滑筋などに存在するアセチルコリン受容体に働き、筋収縮を促進するほか、副交感神経を刺激し、心拍数の減少、脈拍数の減少、唾液の分泌を促進する。このようにアセチルコリンは、基本的な生命現象に深く関与している。

3. ムスカリン受容体について

ムスカリン受容体は、薬理的に5種類のサブタイプ（M1からM5まで）分類されている¹⁾。M1受容体は脳皮質や海馬に多く存在し、記憶や学習に関与していると考えられている。また、M2受

容体は主に心臓に分布し、心臓機能を抑制的に調節している。このように各々のサブタイプは固有の分布と薬理作用を持っており、構造に指南されたサブタイプ選択的な創薬が期待されている。

4. ムスカリン受容体のクローニング

1983年、芳賀達也博士らは、ムスカリン受容体のリガンドアフィニティー精製方法を樹立することに成功し²⁾、ブタの脳から分子量約70kDaのムスカリン受容体を単一に精製した³⁾。1986年10月、沼正作博士らは、精製したムスカリン受容体をトリプシンで分解し、受容体の部分アミノ酸配列を同定した。この配列を基に、オリゴヌクレオチドプローブを合成し、cDNAライブラリーからムスカリンM1受容体遺伝子をクローニングすることに成功した。ムスカリン受容体は、7回膜貫通構造を持ったGPCRファミリーに属することが明らかとなった⁴⁾。同じ年の5月には、別のグループからGPCRファミリーの一つである β_2 アドレナリン受容体の遺伝子がクローニングされており⁵⁾、1986年はGPCRの遺伝子が世界で初めてクローニングされた年となった。偶然にも、いずれも神経伝達物質（アセチルコリンとアドレナリン）によって活性化されるGPCRの遺伝子であった。

5. ムスカリン受容体の構造解析

我々は、³H標識したリガンドを使うことにより、活性を保持したムスカリンM2受容体を大量に発現する生産方法を開発した。次いで、X線結晶構造解析によって、抗コリン薬の一つである3-quinuclidinyl benzilate（QNB）が結合したムスカリンM2受

容体の立体構造を世界で初めて高分解能 (3.0 Å) で解くことに成功した⁶⁾ (図1)。ムスカリン受容体はGPCRファミリーの中でも、二つのリガンド結合部位 (オルソステリック及びアロステリック部位) を兼ね備えた特徴的な受容体である。GPCRのアロステリック制御について初めて報告されたのは比較的最近であり^{7,8)}、アロステリック部位の立体構造はこれまで明らかになっていなかった。ムスカリンM2受容体の場合、神経伝達物質であるアセチルコリンが結合するオルソステリック部位を構成する19個のアミノ酸残基が抗コリン薬であるQNBと比較的深い位置で作用しており (図2)、その内18個のアミノ酸残基が5種類全てのムスカリン受容体サブタイプ (M1-M5) において保存されていた。これまでムスカリン受容体において、サブタイプ選択的に作用するリガンドの開発が非常に難しかった

ことを原子分解能レベルで初めて証明することができた。一方、アロステリック部位は、オルソステリック部位の上部に比較的広い空洞として細胞の外側に広がっていた (図3)。特に第2細胞外ループと第7膜貫通領域のN末端側の役割は大きいと考えられる。アロステリック部位は、オルソステリック部位とは対照的に各受容体サブタイプにおいて特徴的なアミノ酸残基が存在している。従って、各サブタイプに特徴的なアミノ酸残基の側鎖とリガンドの官能基の間に相互作用 (水素結合など) を生み出すことができ、サブタイプ選択的なリガンドの開発に繋がると考えられている。

6. おわりに

我々の解明したムスカリンM2受容体の構造をモデルとして、今後、X線結晶構造解析と計算的アブ

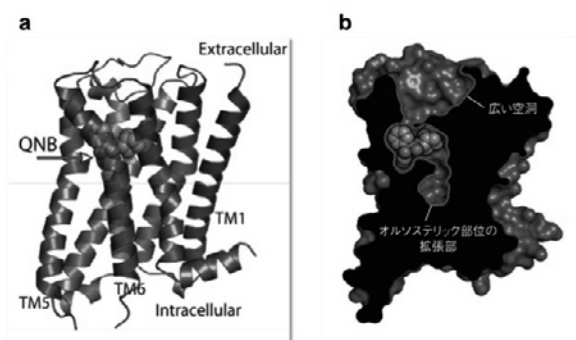


図1 ムスカリンM2受容体のX線結晶構造。
a, アンタゴニスト (3-quinuclidinyl benzilate (QNB)) の結合したムスカリンM2受容体の全体構造。 b, アンタゴニストの結合するオルソステリック部位の上部の比較的広い空洞にアロステリック部位が存在した。

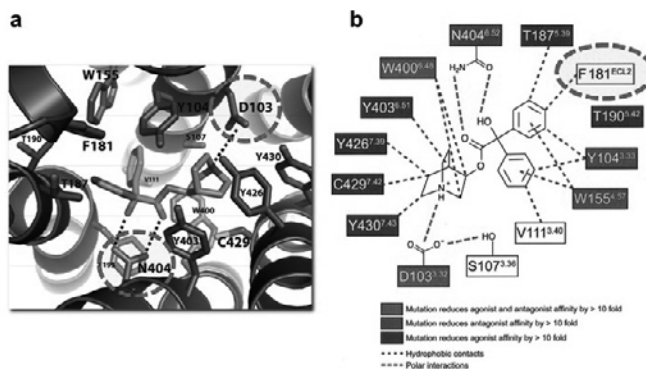


図2 オルソステリック部位の拡大。
a, QNB (図中央) は Asp 残基 (D103) と塩橋を形成し、Asn 残基 (N404) と水素結合していた。 b, オルソステリック部位を構成するアミノ酸残基は、Phe 残基 (F181) 以外、全てムスカリンM1-M5受容体で保存されている。

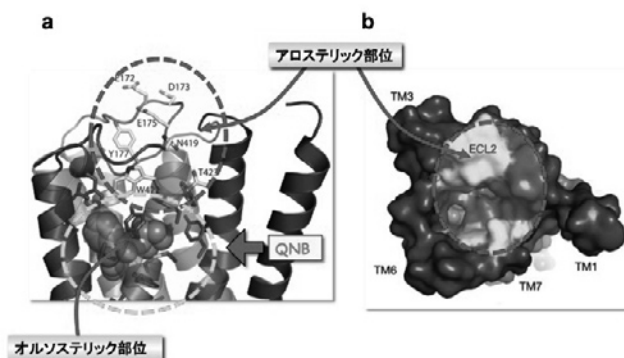


図3 ムスカリンM2受容体のアロステリック部位。
 a, QNBの結合するオルソステリック部位の上部にアロステリック部位が存在した。アミノ酸変異実験によりアロステリックリガンドの結合親和性を低下させるアミノ酸残基はアロステリック部位に存在した。b, アロステリック部位にはムスカリンM4受容体と異なるアミノ酸残基(灰色)が多く存在した。

ローチを組み合わせ、受容体サブタイプ選択的なアロステリックリガンドの探索技術を立ち上げることは、オルソステリック部位をターゲットとした受容体サブタイプ選択的なリガンドの開発が難しいGPCRにも応用することができる。また、得られた知見を生化学的・薬理的解析によって検証し、立体構造情報に基づいてリード化合物を設計・分離する戦略が必要となるであろう。

参考文献

- 1) Hulme, E. C. et al. : Muscarinic receptor subtypes. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **30**: 633-673, 1990.
- 2) Haga, K. and Haga, T. : Affinity chromatography of the muscarinic acetylcholine receptor. *J. Biol. Chem.* **258**: 13575-13579, 1983.
- 3) Haga, K. and Haga, T. : Purification of the muscarinic acetylcholine receptor from porcine brain. *J. Biolo. Chem.* **260**: 7927-7935, 1985.
- 4) Kubo, T. et al. : Cloning, sequencing and expression of complementary DNA encoding the muscarinic acetylcholine receptor. *Nature* **323**: 411-416, 1986.
- 5) Dixon, R.A. et al. : Cloning of the gene and cDNA for mammalian beta-adrenergic receptor and homology with rhodopsin. *Nature* **321**: 75-79, 1986.
- 6) Haga, K. et al. : Structure of the human M2 muscarinic acetylcholine receptor bound to an antagonist. *Nature* **482**: 547-551, 2012.
- 7) Gregory, K.J. et al. : Allosteric modulation of muscarinic acetylcholine receptors. *Curr. Neuropharmacol.* **5**: 157-167, 2007.
- 8) Jensen, A. A. and Spalding, T. A. : Allosteric modulation of G-protein coupled receptors. *Eur. J. Pharm. Sci.* **21**: 407-420, 2004.

森林生態系における放射性セシウムの分布

¹京都大学大学院地球環境学堂、²京都大学農学部、³京都大学大学院農学研究科
大橋 伸太¹、岡田 直紀¹、中井 渉²、高野 成美³

1. はじめに

森林は広大な面積と立体的な構造を有するため、福島第一原発事故によって放出された放射性物質の多くが森林生態系に沈着した。その大部分は土壌-植物間で循環していると考えられるが、一部は森林土壌の流出や木材やキノコなどの林産物の利用、食物連鎖などによって系外へ移行していく。したがって、長期的な放射能汚染の予測や近隣住民の被曝の推定を行うためには、森林生態系における放射性セシウムの動態把握が不可欠である。我々は現在、農地や水系を含めた里山生態系における放射性セシウムの動態把握と将来予測を目的として研究を進めている。本稿ではその経過報告として、原発事故から約1年半後の森林生態系内において放射性セシウムがどのように分布しているのかを紹介する。

2. 方法

福島県双葉郡川内村のアカマツ林と落葉広葉樹林（福島第一原発より約20km南西）に、それぞれ40m×40mと50m×30mのプロットを設定し、2012年7月より調査を行っている。落葉広葉樹林のプロットの方がアカマツ林のプロットよりも福島第一原発に近く、空間線量が高い。本研究の森林生態系内での調査対象は大きく分けて、樹木、キノコ、森林土壌、雨である。

樹木については葉と幹を対象とした。葉のサンプルは各プロットの代表的な樹種から採取した。なお落葉樹から採取した葉は全て2012年に形成されたものであるが、常緑樹から採取したものは事故当時に展開していたものが一部含まれている可能性がある。幹のサンプルとしてはアカマツ林ではアカマツを、落葉広葉樹林ではコナラをそれぞれ数本伐倒し、高さ約5m毎にディスクを採取した。ディスクサン

プルは表面を取り巻くコルク質の外樹皮、養分の通り道である内樹皮（部）、そして木材（木部）に分けた。さらに、木材中の放射性セシウムの分布を調べるため、木材ディスクを中心にに向かって数cm毎に切り分けた。キノコのサンプルとしては、植物と共生する外生菌根菌や死んだ生物を栄養源とする腐生菌の子実体を各プロット内と周辺から採取した。森林土壌としては、落葉落枝などが堆積したリター層（L層）、リターの分解がすすむ腐葉・腐植層（F-H層）、鉍質土層を採取した。鉍質土層においては、放射性セシウムの鉛直分布を調べるため深さ1cm毎に20~30cmまでサンプリングした。雨は林外雨、林内雨、そして葉や枝、幹をつたってくる樹幹流の3種類を2週間毎に採取している。

樹木・キノコ・森林土壌のサンプルは乾燥・粉碎した後、また雨のサンプルは蒸発濃縮した後に、高純度ゲルマニウム半導体検出器を用いて各サンプル中の¹³⁷Csと¹³⁴Csの放射能を測定した。ここでは¹³⁴Csが¹³⁷Csと同様の分布を示すことを確認したため、¹³⁷Csの結果のみを紹介する。

3. 結果・考察

樹木の葉における¹³⁷Cs濃度（Bq/kg dry）は 10^3 のオーダーであり、樹種ごとに異なる傾向が見られた。多くの樹種では葉の¹³⁷Cs濃度と⁴⁰K濃度との間に正の相関が見られたため、これは主に根からの吸収を反映したものだと考えられる。またこの相関が見られなかった一部の樹種では、¹³⁷Csを特異的に吸収していることが示唆された。幹における¹³⁷Cs濃度は、アカマツとコナラの両樹種において外樹皮（ $10^3 \sim 10^4$ ）、内樹皮（ 10^2 ）、材（ $10^0 \sim 10^2$ ）の順で高かった。材では最外部で最も高く、それを除いた辺材部では外側から内側にかけてほぼ一様であり、心

材部になると内側ほど低いという傾向が見られた(図1)。外樹皮は地上高の高い位置から採取したもののほど濃度が高かったため、現在でも樹木表面の汚染は林冠部の方が高いということがわかった。樹木表面の¹³⁷Csは、樹皮の剥離や雨による洗い流しによって徐々に林床に移行していると考えられる。一方、内樹皮と材の¹³⁷Csは主に根からの吸収によると考えられるため、今後も増加すると予想される。また、アカマツとコナラでは内樹皮や材での¹³⁷Cs分布様式に違いが見られたため、材構造の違いによって¹³⁷Csの輸送や拡散に違いが生じていると考えられる。樹種による¹³⁷Csの吸収や輸送のメカニズムの違いを明らかにすることは今後の重要な課題の一つである。

キノコの¹³⁷Cs濃度(Bq/kg dry)は $10^2 \sim 10^5$ のオーダーであり、種によって大きく異なった。特に高い値を示したのは外生菌根菌であった。しかし今回調べた樹木の中では、外生菌根菌と共生する樹種とそうでない樹種との間で、葉の¹³⁷Cs濃度に有意差は見られなかった。したがって外生菌根菌によって樹木の¹³⁷Cs吸収量が大きく変化する可能性は低いと考えられた。これについては今後詳しく調査を行っていく。また、キノコは森林生態系において総量としては少ないが、¹³⁷Cs濃度は全体的に高く、野生動物の捕食によって¹³⁷Csの濃縮や系外への流出が生じるため、¹³⁷Csの動態を考える上でも重要である。

林床の¹³⁷Cs濃度(Bq/kg dry)はアカマツ林と落葉広葉樹林の両プロットにおいて、F-H層($10^4 \sim 10^5$)、L層(10^4)、鉍質土層の順で高かった。鉍質土層においては最表層で $10^3 \sim 10^4$ のオーダーで

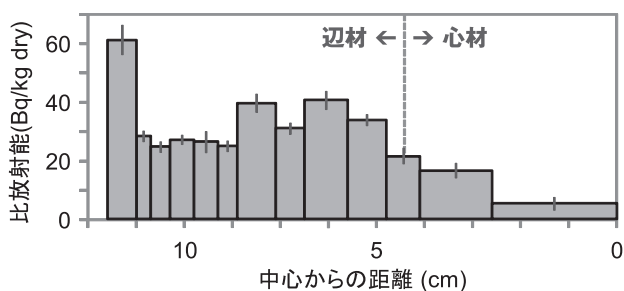


図1 樹幹中における¹³⁷Csの放射方向の濃度分布 (アカマツ胸高部)

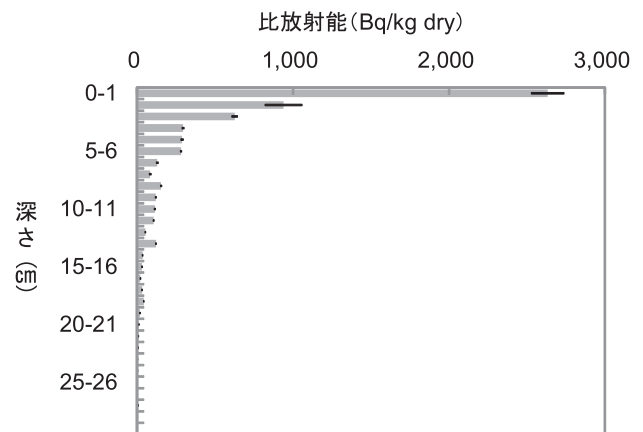


図2 鉍質土層における¹³⁷Csの鉛直方向の濃度分布 (アカマツ林)

あったが、深さと共に大きく減少し、深さ10cmあたりで2桁、20cmあたりで1桁になる傾向が見られた(図2)。また、単位面積当たりの¹³⁷Cs放射能(Bq/m²)で比較すると、F-H層>鉍質土層≥L層となる傾向が見られた。したがって、林床では¹³⁷Csは依然として有機物層に多く含まれており、今後も分解の進行と共に鉍質土層の濃度が増加する可能性が示唆された。また、現段階では表層に多くの¹³⁷Csが留まっていることを確認できたが、徐々に地下方向へ移行すると予想されるため、継続的な調査が必要である。

雨の¹³⁷Cs濃度(Bq/kg)は、樹幹流($10^0 \sim 10^1$)、林内雨(10^0)、林外雨(10^{-1})の順で高かった。したがって、樹幹流や林内雨によって樹体表面の¹³⁷Csが林床に供給されていることがわかった。林外でも僅かながら検出されたが、舞い上がったエアロゾルの影響だと考えられる。これらの¹³⁷Cs濃度の時系列的な変化傾向は、まだ調査期間が短いこともあり確認されていないが、来年度も継続してモニタリングを行う。

4. おわりに

今回の結果から、森林生態系において¹³⁷Csは基本的に土壌-植物間を循環していることが示唆された。現段階では、この循環に新たに加わる要因としては植物体表面からの溶出、循環から外れるものとしては土壌への吸着・浸透、木材への蓄積、森林系外への流出が考えられた。今後はこれらの総量を推定し、動態の把握と将来予測を目指す。

福島レポート「事故から一年半後の福島」

放射性同位元素総合センター

角山 雄一、宮武 秀男、戸崎 充男



平成24年10月29～31日、震災から一年半程経過した福島県において線量測定及び試料採取を行った。測定地は双葉郡大熊町、相馬郡飯館村、南相馬市、二本松市、郡山市である。移動中は自動車内の線量率を常時モニタリングし、車輻位置をGPSロガーで記録した。

双葉郡大熊町および相馬郡飯館村の概況を中心に報告する。

1. 双葉郡大熊町

原発立地自治体である大熊町は、調査当時は警戒区域であった（平成24年12月10日以降は、帰宅困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域の三区分に緩和された。これら区分の詳細については相馬郡飯館村の項、及び経済産業省webサイト「原子力被災者支援・避難指示等について」<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu.html#shiji>を参照のこと）。このため、楡葉町と富岡町の境界（福島第二原発付近）に設置された検問を經由して大熊町内へ入った（図1）。

大熊町内では、①大熊町総合スポーツセンター（第一原発原子炉建屋の西南西約3km）、②双葉町境界付近の農地（西約3km）、③東電第一原発正門近くの夫沢地区（西北西約1.5km）、④東台・下水処理場付近（南約1.5km）、⑤南台・特養老人ホー

ム（南西約2km）、⑥大熊町役場（西北西約5km）の6地点で線量測定や試料採取を行った（図2）。図3は車内モニタによる線量率測定結果である。町内を走行中、車内モニタは常に $5\mu\text{Sv/h}$ 以上の値を示していた。屋外での計測では、双葉町境界付近の農地（試料採取地点②）において最高値 $70.8\mu\text{Sv/h}$ （電離箱式サーベイメータで地上1m付近の値）を計測した（図4）。これは京都（ $0.08\mu\text{Sv/h}$ 程度）の900倍近い値である。

尚、大熊町役場の駐車場内は周辺地域の半分以下の空間線量率（約 $2\mu\text{Sv/h}$ ）であった。ここは環境省の除染実証試験が行われた場所で、駐車場のアスファルト表層を薄層切削及び高压洗浄を行った結果、空間線量率が減少したとのこと（図5）。空間線量率の減少に除染が極めて有効であることを示す好例である。しかし周辺に広がる林野の除染技術につい



図1：(左) 警戒区域へ入るための検問（富岡町境界）
 (右) 警戒区域内、第一原発へ向かう幹線道路を、大熊町災害対策本部の車に先導されて進む。



図2：大熊町東部サンプル採集地点 ①大熊町総合スポーツセンター、②双葉町境界付近の農地、③第一原発正門近く夫沢地区、④東台・下水処理場付近、⑤南台・特養老人ホーム、⑥大熊町役場 太線：車両で走行した道

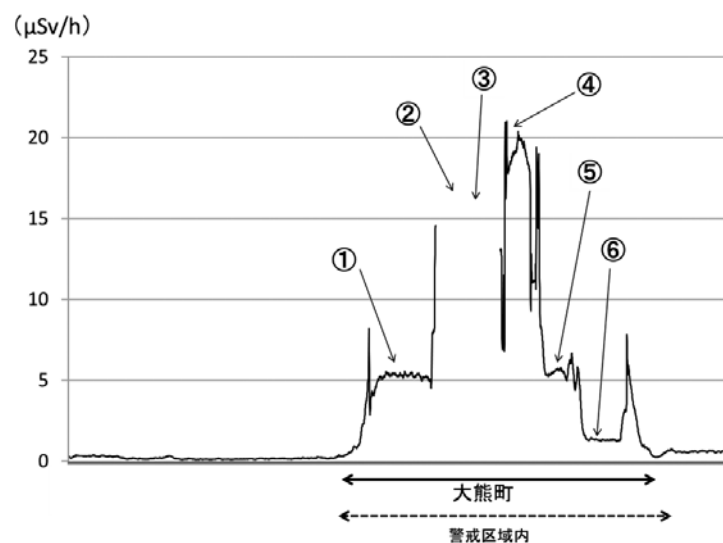


図3：車内における空間線量率推移 ①～⑥サンプル採取地点における車内空間線量率
 (地点②および③付近は、測定器の一時不良のため測定できず)



図4：双葉町境界付近にある農地における空間線量率測定風景 地上1m付近で RadEye B20-ER は $53.3\mu\text{Sv/h}$ (左)、ICS-323C は $70.8\mu\text{Sv/h}$ (右) を示していた。Radye B20-ER は装置の特性上正確な測定ができていない。



図5：(左) 大熊町役場駐車場 (右) 除染処理後の駐車場舗装面

ては未だ有効な手段が見出されていない。また、大熊町内では土壌から微量ながら α 放出核種であるプルトニウム同位体も検出されている（大熊町公式ホームページ臨時サイト「大熊町内の土壌汚染調査結果について」http://www.town.okuma.fukushima.jp/grd_20110525.html）。他にも、除染により生ずる放射性廃棄物の最終処分場の問題など、未解決の課題が今も数多く残されている。

2. 相馬郡飯舘村

第一原発の北西40km 付近に位置する飯舘村は、一つの村が帰宅困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域の3つに区分けされている（表1）。一時帰宅や本格的な除染活動が開始されているものの、住民が自宅に宿泊することは今も許されてい

ない。飯舘村では、居住制限区域内の大森にある福島県立相馬農業高等学校飯舘校や、帰宅困難区域内の長泥付近で試料採取を行った。閉校されていた農業高校では、校舎前に設置されていた政府のモニタリングポストが $4.04\mu\text{Sv/h}$ を、長泥では手持ちの測定器が $8.91\mu\text{Sv/h}$ を示していた。帰宅困難区域内は概ね京都の50～100倍の空間線量率であった。

飯舘村は大熊町とは様子が全く異なっており、地震による家屋の損壊などは全くみられなかった（図6左）。そして周辺の田畑では本格的な除染作業が進められており（図6右）、復興へ向けて確実に前進しようとする雰囲気があった。

表1：各避難指示区域の運用について

	区域の基本的考え方	区域の運用について
帰宅困難区域	5年間を経過してもなお、年間積算線量が20mSvを下回らないおそれのある、現時点で年間積算線量が50mSv超の地域	<ul style="list-style-type: none"> ・区域境界において、バリケードなど物理的防護措置を実施し、住民に対して避難を徹底する。 ・可能な限り住民の意向に配慮した形で住民の一時立入りを実施。その際、スクリーニングを確実に実施し個人線量管理や防護装備の着用を徹底。
居住制限区域	年間積算線量が20mSvを超えるおそれがあり、住民の被ばく線量を低減する観点から引き続き避難を継続することを求める区域	<ul style="list-style-type: none"> ・住民の一時帰宅（ただし、宿泊は禁止）、通過交通、公益目的の立入り（インフラ復旧、防災目的など）などを認める。
避難指示解除準備区域	年間積算線量が20mSv以下となることが確実であることが確認された区域	<ul style="list-style-type: none"> ・通過交通、住民の一時帰宅（ただし、宿泊は禁止）、公益目的の立入りなどを柔軟に認める。 ・除染、インフラ復旧、雇用対策等の復旧・復興のための支援策を実施。 ・一時的な立入りの際には、スクリーニングや線量管理など放射線リスクに由来する防護措置は原則不要。



図6：（左）飯舘村大森付近の宅地 （右）農地では本格的な除染が進められていた。

3. 土壌試料中のCs-137濃度とホットスポットについて

図7は、各地で採取した土壌試料内に含まれるCs-137の濃度（Bq/kg）を、RIセンター分館設置のGe半導体検出器を用いて測定した結果である。Cs-137濃度は、最も高い空間線量率であった大熊町農地より採取した土壌よりも、飯舘村や南相馬市で採取した土壌の方が高かった。これは、大熊町以外の土壌試料が、舗装道路の坂道の下の水たまりが乾

いた跡にある土壌や雨樋の下の土壌など、即ちホットスポットの試料であるためである。二本松市の試料も、国道4号線側道の坂道の下に溜まっていた土壌である。二本松の採取地点周辺は避難区域ではなく、市民が通常の生活を営んでいる地域である。警戒区域や避難指示区域の外部でも、ホットスポットの探索及び除染を長期的に続けて行くことが重要であると感じた。

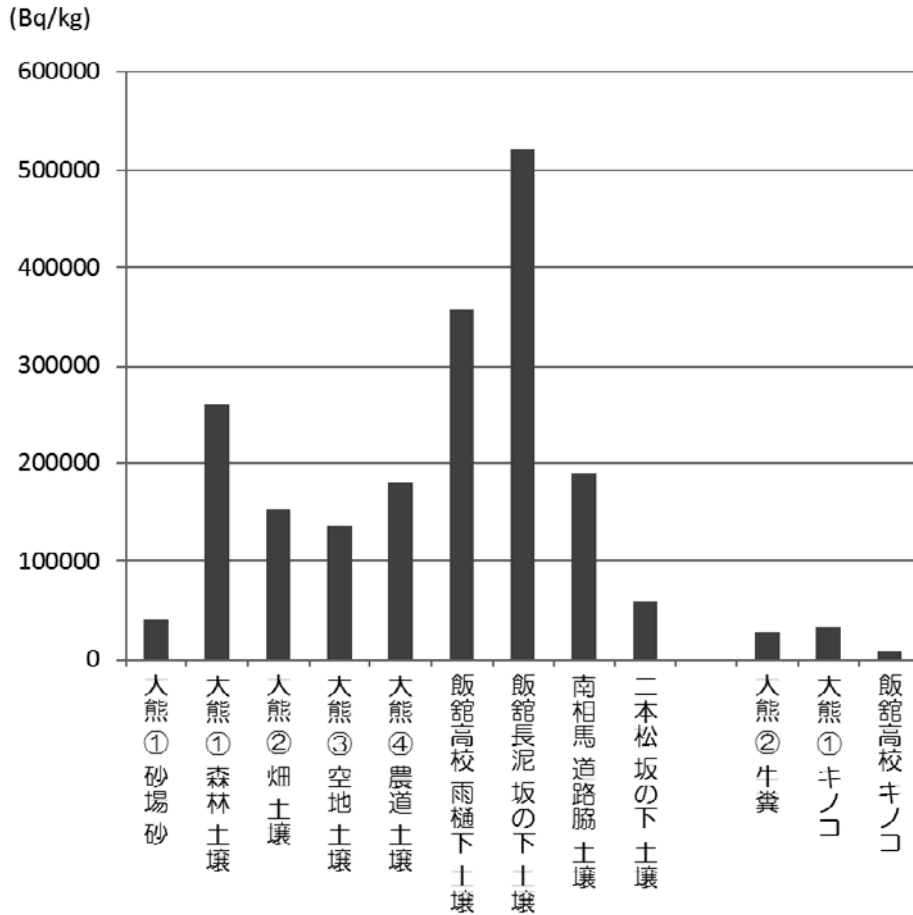


図7：採取試料中の Cs-137濃度 (Bq/kg)

大熊①～④は、大熊町地点①～④の農地や空き地等の表土より採取した土壌。飯館高校・飯館長沼・南相馬・二本松はホットスポットより採取した土壌。大熊①キノコおよび飯館高校キノコは、それぞれ大熊町地点①の森林内および飯館高校体育館付近で採取したキノコ。大熊②牛糞は大熊町地点②付近の路上に排泄されていた牛糞。砂や土壌は採取試料をそのまま測定、キノコと牛糞は乾燥させてから測定。

4. おわりに

大熊町で最も印象深かった光景は、一面に咲くセイタカアワダチソウに覆われて黄一色になった田畑であった(図8)。例年であれば稲の収穫が一段落し、冬の備えに入る農村部の長閑な光景が広がっていたことだろう。大熊町市街地では部分的に倒壊した住居等の建物が放置されており、震災から一年半経っても瓦などが路上に落下したままであった。第一原発では今も事故収束へ向けての必死な努力がなされているというが、廃炉には40年近くかかるとの予測もある。町民の方々が故郷へ帰還できる日はまだだいぶ先のことだろう。

飯館村へ向かう道中の福島市内において、飯館村村民の一部が避難している応急仮設住宅団地を訪れ

る機会があった(図9)。仮設住宅は一家族あたり四畳半二間のプレハブ集合住宅である。福島弁の老婆が「うちらは地震は関係なかったんだけどねえ。放射能がねえ・・・。」とつぶやいておられたのが今も心に残っている。政府の予測では、除染をしなかったとしても向こう10年以内には全村民が帰還できるとのこと。帰還が叶う日までどうか元気でいて欲しいと願うばかりである。

事故から二年近く経過した今もなお、福島には解決しなければならない課題が数多く残っていることを実感した。しかし、それでも福島の人々は故郷を復活させようと着実に歩んでいた。



図8：(上段左) 大熊町地点④ 特養老人ホームのある高台から望む第一原発1号炉と2号炉 (上段右) 落ちた屋根瓦が放置されたままの大熊町市街地 (下段左右) 大熊町を覆うセイタカアワダチソウ



図9：福島市松川工業団地にある飯舘村の応急仮設住宅団地

尚、携行した測定器は以下のとおりである。これらを測定目的に応じて使い分けた。

- ・広口GMサーベイメータ TGS-133 (アロカ社)
- ・携帯用多目的GMサーベイメータ RadEye B20-ER (サーモ・サイエンティフィック社)
- ・NaI(Tl) エネルギー補償シンチレーションサーベイメータ TCS-161 (アロカ社)
- ・電離箱式サーベイメータ ICS-313、ICS-323C (アロカ社)
- ・NaI(Tl) スペクトロサーベイメータ Inspector1000 (キャンベラ社)
- ・CdTe ミニスペクトルメータ TA100 (テクノ AP社) 車内線量率常時測定用

- ・半導体式ポケット線量計 マイドーズミニ PDM-111 (アロカ社) 個人モニタ用
- ・CsI(Tl) ポケットサーベイメータ PDR-111 (アロカ社) 個人モニタ用
- ・腕時計型 GM カウンター PM1208 (ポリマスター社) 個人モニタ用

5. 謝辞

大熊町内の調査に際し、警戒区域内への立入りを御許可下さいました渡辺利綱町長、調査に御同行下さいました環境対策課課長石田仁氏、ならびに大熊町役場災害対策本部の皆様に厚く御礼申し上げます。

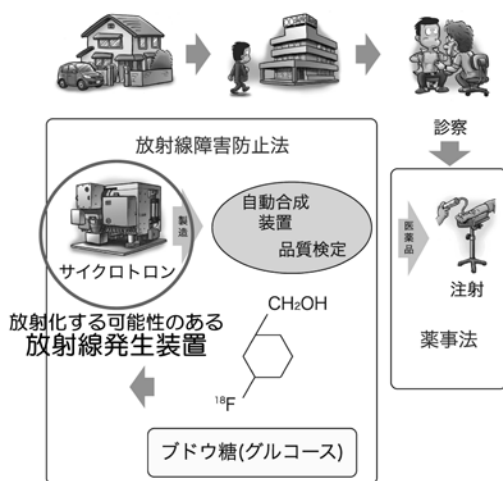
放射線障害防止法の改正

放射線安全管理室

放射線障害防止法が平成22年5月10日に改正され、平成24年4月1日施行された。今回の主な改正点は、1. 放射化物の規制対象への追加、2. 廃止措置の強化、3. 放射性汚染物の確認制度の導入である。本誌では改正された要点を紹介する。

1. 放射化物の規制対象の追加

放射線発生装置は、加速エネルギーによっては装置やその周辺機器が放射化する。そのため、装置を修理したり、廃棄処分するときに放射化した部材が産業廃棄物や資源ごみの中に紛れる事態が起こりかねない。法改正が実施されるまでは、『放射線発生装置使用施設における放射化物の取扱いに係るガイドライン』（科学技術庁・放射線安全課長 平成10年10月30日）に従って処分されてきたが、ガイドラインよりも法令に規定することにより規制を強化し、事故を未然に防ぐことを目的に改正された。ただし、医療用放射線発生装置の一部については、法規制の対象から除かれている。



放射化する可能性のある放射線発生装置

放射化する可能性のある放射線発生装置には、放射化物に対する記録・記帳、放射線発生装置を設置している場所の表面汚染測定、排気排水中の放射能濃度測定などの義務が発生した。また、放射化した部品を再使用するときには放射化物保管設備の設置、放射化物を保管廃棄するときには保管廃棄設備の設置が求められ、施設内の空気や排気、排水等に放射化したRIが混入する場合には、排気、排水設備等の廃棄施設を設けなければならない。放射化物保管設備や廃棄設備を設ける場合には、変更許可申請が必要となり、平成26年3月31日までの経過措置が取られているので、それまでに工事にかかる予算措置、申請作業等を終えなければならない。

2. 廃止措置の強化

放射線施設がその役目を終えたときには、施設を廃止して土地や建物を別の用途で利用する。このとき、国に対して放射線施設の廃止の届出をするとともに、施設で保有するRI等を安全に処理・処分し、施設等の汚染のないことを確認しなければならない。しかし、最近、ある放射線施設を有する企業が、放射線施設を廃止した後も敷地に放射性汚染物を放置していた事件が発生した。このような事態が今後起こらないようにするため、放射線施設の廃止届けが提出された後も、放射性汚染物等が間違いなく処理されたことを確認するまで、国の関与ができるようにするとともに、罰則を強化するため法令が改正された。

今回の改正により、放射線施設を廃止するには、新たに『廃止措置計画の届出』が設けられた。放射

線施設の廃止に伴うすべての作業の計画を作成し、あらかじめ国に届けるとともに、すべての作業が終了したときに『廃止措置報告書の提出』でもって、放射線施設の廃止が完了することになる。

また、施設の廃止に伴う作業の進捗により、廃止措置計画の変更が必要となった場合には、『廃止措置計画変更届け』が求められる。

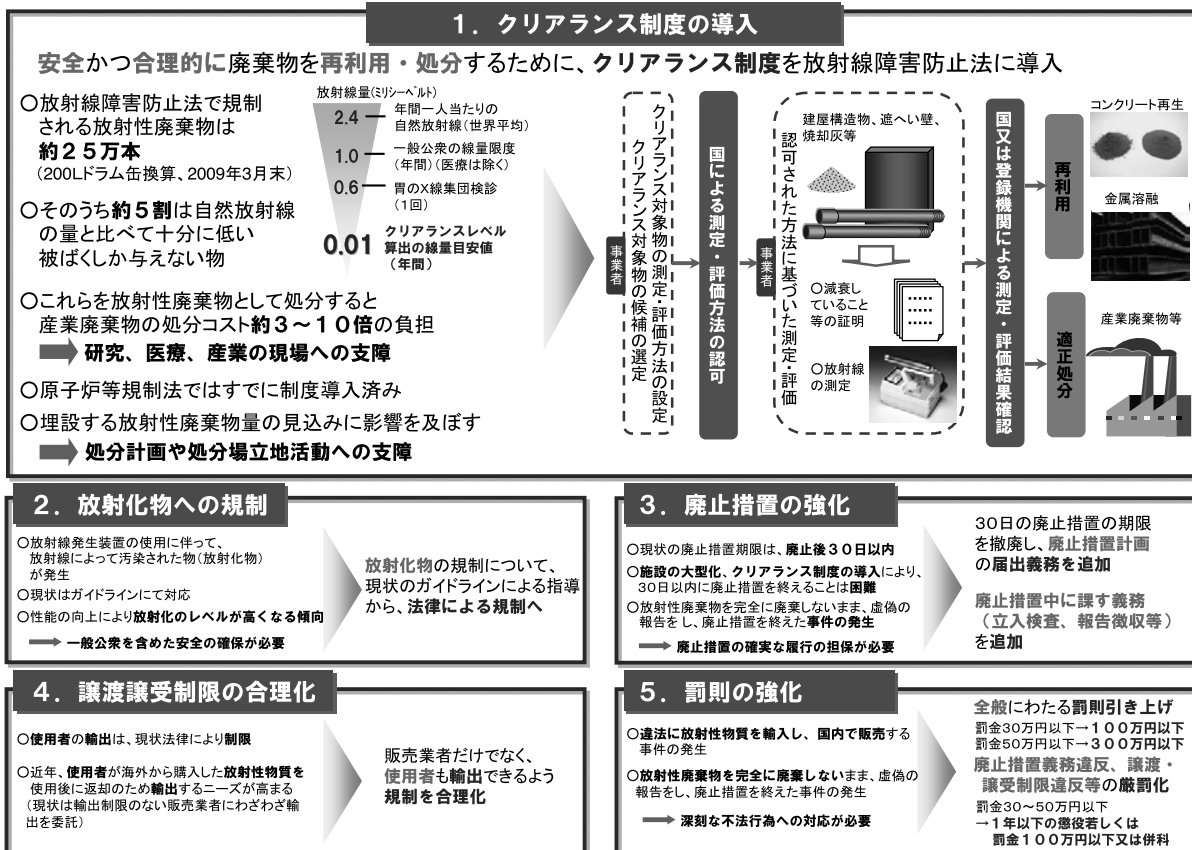
3. 放射性汚染物の確認制度の導入

国内の放射線施設（障害防止法に規制を受ける）から発生した放射性廃棄物は、200ℓドラム缶換算で5万本を超える（2009年3月末）ものが保管されている。この廃棄物のうち約5割は、自然放射線量と比べて十分に低い被ばくしか与えないものである。また、放射性廃棄物として処分するには、産業廃棄物の処分コストの約3倍から10倍の負担増となっている。このような現状から、大規模な放射線施設を

廃止、解体するようときには、施設の廃止に伴って発生する膨大な放射性汚染物がある放射能濃度を超えていないことを確認することにより、法令規制から免除できる制度が法律に取り入れられた（クリアランス制度）。今回の法改正では、放射性汚染物の放射能濃度が、省令で定める基準（クリアランスレベル*）を超えていないことを確認するために、『文部科学大臣または登録濃度確認機関による濃度確認を受けることができる』という制度が導入されたことである。この制度により、放射線安全管理を要しない『放射性廃棄物』の減容が進み、放射性廃棄物の処分コストの軽減とともに放射線施設の廃止に伴い発生する廃材が資源として再利用されることが期待されている。

*クリアランスレベル：どのように再利用・処分されても年間10μSvを超えないように設定された放射能濃度である。

放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律の改正案の概要



文部科学省 HP より

センターが行う放射線教育

放射線安全管理室
宮武 秀男

環境安全保健機構放射性同位元素総合センター（センター）は、学内で放射線や放射性同位元素（RI）を取り扱おうとする学生・教職員に対して、放射線障害防止法で定められた放射線教育を実施する部局である。京都大学では、年に約1200人の学生・教職員が新規にRI取扱者となり、そのため、センターでは年に20回以上の教育訓練を実施している。この教育訓練は、RIにより学生・教職員が放射線障害を受けないために、また実験などで取り扱うRIが周辺環境に影響を及ぼさないために行う安全教育であり、学内に向けた取り組みである。しかし、最近の社会からの要請によって、大学は今まで以上に社会一般に向けて貢献することが求められるようになった。センターでは、『一般向け放射線教育』を前面に、学外に向けた活動を始めた。本稿では、最近のセンターにおける『一般向け放射線教育』の活動状況を紹介する。

1. 消防職員や地域自主防災会員を対象とした放射線教育

一般社会の中で、火災や地震などの災害に対して、最初に対処することが求められるのは、消防関係職員である。RIについて考えてみても、放射線施設内での火災やRIの輸送中における事故などが発生した時には、地域の消防署に緊急出動要請が寄せられることになる。また、このような災害においては、地域の周辺住民の避難誘導が必要となり、ここで活動するのが地域の自主防災に関わる人たちである。

センターでは、1994年（平成6年）から京都市消防学校が行う専科教育（特殊災害1課程・消防署員対象）の一部を受け持っている。その中で放射線の

基礎・放射線による人体影響・放射線測定・放射線関係法令・RI関連事故と緊急対応・放射線施設見学・実習（サーベイメータ取り扱いと霧箱作成）というプログラムで2日間の放射線教育を行っている。参加者は、京都市内にある消防署から派遣された20数名、平成23年度は12月6日、7日の日程で実施した。昨年度から実施した放射線教育では、舞鶴市や福知山市等の京都府内の消防署員が加わるようになった。このプログラムとは別に、滋賀県消防学校からも放射線教育の要請があり、平成24年11月14日に実施した。原子力発電所の設置県に隣接する地域では、原子力防災に関する見直しが進む中、消防署員に対して放射線に関する知識の習得が望まれていることが伺える。

最近、特殊災害1課程を受講した署員から、地域の自主防災会の会員に対する放射線教育の依頼が入るようになった。平成23年10月14日には伏見区で組織されている自主防災会の会員を対象に行い、平成25年2月22日には上京区の自主防災会を対象に実施する予定である。福島原子力発電所の事故が引き金となり、京都市内においても、放射線に対する関心の高まりが感じられる。



特殊災害1課程の実習の様子（平成24年12月11日）

2. 小中高生を対象とした放射線教育

現代社会においては、RIが私たちの身近なところで利用され、その恩恵を享受している。また、身の回りにはRIが存在し、私たちの身体は常に放射線を受けている。しかし、一般人たちはRIが身近なところで活用され、また存在していることを認識していないように思われる。『放射線って何?』という状況である。これは小学校から高等学校に至るまで、長く放射線に関する教育が行われてこなかったのが大きな要因であり、その結果、放射線による事故でも起こるものなら、その規模の大小に関わらず時として大騒ぎになってしまうのが現状である。

このような状況を解消するために、1999年（平成11年）から小中高生を対象とした放射線教育『体験授業“放射線って何?”』を開催している。子ども達が参加しやすい時期を考えて夏休みに実施することとし、小学生向けと中高生向けの2つのコースに分けて定員50名で行っている。「放射線の基礎」と「身の回りの放射線」の授業に、天然の放射性物質を使った実習（サーベイメータで身近な放射性物質を測る・空き缶で霧箱を自作し捕集したダスト（ラドンの娘核）からの α 線の飛跡を観測する）を組み合わせて、放射線の基礎知識の習得を目的に行っている。

夏の体験授業とは別に、観光地“京都”ならではの修学旅行生を対象とした放射線教育も行っている。京都の社寺仏閣の見学の合間に、センターで放射線の勉強をする。見あげた心がけの子ども達である。



体験授業に参加した子ども達（平成20年7月31日）

3. 小中高の教諭を対象とした放射線教育

平成23年度、理科学習指導要領の改定により中学生理科に『放射線』が取り入れられた。長く放射線教育を行ってきていない教育現場の教諭には、「さて、どうしたものか?」と戸惑いの声が上がっている。現在の教諭の多くは放射線を教えた経験だけでなく学んだ経験がない。国からは教育用資料（副読本）が提示されているが、一部の教諭には、そこに書かれた内容に不満があり、別の難しい問題が起こっている。このような現状を踏まえて、京都市内の理科担当教諭とセンター職員が協力して学校で行う放射線教育方法を検討する会『京都放射線教育研究会』を平成24年3月27日に立ち上げた。センターでは、以前から教諭に対する放射線教育の必要性を議論してきたが、今回の学習指導要領の改訂が切っ掛けに活動を始めた。

現在、研究会は、月1回程度の頻度でセンターで開催している。センターが今まで作ってきた教材の紹介・放射線教育カードゲーム、出版事業の企画、教育方法についての意見交換など、教育現場の声を教材づくりに反映するための取り組みである。また、この研究会により、京都府・市の教諭からセンターを利用した授業や出張授業なども増え始めた。地道に継続的に活動することにより、放射線教育で困っている教諭の助けになることを目指している。



京都教育大学附属高等学校で開催された研究協議会の様子（平成24年9月21日）

本誌では京都大学で行っている放射線教育の一部を紹介した。放射線に対する公衆（市民・住民）の意識は、地域により大きく異なり、京都を基準に考えることはできない。地域にあった放射線への理解の高まりが求められ、私たちのような地域に根ざした取り組みが、全国に広がることを願っている。

平成24年度 放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修 第2回分子イメージングに関する教育研修プログラム 合同研修会の開催

放射性同位元素総合センター
大澤 大輔

平成24年10月18、19日の2日間に渡って当センターにて「放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修（全国研修）第2回分子イメージングに関する教育研修プログラム 合同研修会」が開催されました。大学等における放射性同位元素の利用範囲の拡大や利用形態の多様化に伴い、安全管理の徹底を図ることが益々重要となってきております。このような状況を踏まえ、全国研修は、大学等の放射性同位元素等取扱施設における放射線安全管理担当教職員に対し、実習を含めた最新の知識と情報を提供し、その資質向上を図り、もって教育・研究の進展及び施設周辺をも含めた放射線安全の確保を図ることを目的として、昭和59年度より実施されてきました。本研修は、平成15年度までは、文部科学省と国立大学アイソトープ総合センター（当番校）との共催でしたが、平成16年4月の国立大学法人化を機に文部科学省が共催を退いた後も、同研修の重要性を鑑み、これまで研修を担当してきた東京大学、京都大学、東北大学、名古屋大学、大阪大学の5大学アイソトープ総合センターの共催により、研修実施会場校の持ち回りで開催されております。

さらに、昨年度には、PET・SPECT等を用いた分子イメージングが放射線を用いた研究のトレンドの1つとなっていることから、国立大学アイソトープ総合センター長会議において分子イメージングに関する放射線安全管理担当教職員を研修対象として意識した研修会開催の重要性が提唱され、「第1回分子イメージングに関する教育研修プログラム」が北海道大学アイソトープ総合センターで開催されました。このような状況を受け、平成24年度の全国研修

は、分子イメージングに焦点を当て、「第2回分子イメージングに関する教育研修プログラム」との合同開催の形で当センターを会場校として開催され、全国から36名の放射線施設の安全管理担当教職員が参加しました。

第1日目は講義を中心とし、分子イメージング研究や関係法令、管理業務についてそれぞれの専門家の方々にお話を伺いました。基調講演では理化学研究所の渡辺恭良先生から「分子イメージング活用による医療イノベーション」のタイトルで、先端的基礎研究から医療応用・創薬に向けた取り組みまで分子イメージング研究の最前線について紹介していただきました。また、京都大学薬学研究科の佐治英郎先生から「放射性物質の生体内動態－被ばくから臨床画像診断・治療への展開まで－」のタイトルで、放射線被曝の基礎から短寿命半減期を持つRIの体内挙動、PET・SPECT装置の原理及び画像診断について分かり易く講義していただきました。続いて、関係法令については、物質・材料研究機構中核機能部門事務統括室の杉山和幸先生より、最近の法改正の概要として、記帳ガイドライン、クリアランス制度、廃止措置等、さらに、分子イメージングに伴う変更許可（承認）申請について詳細にお話していただきました。私自身は短寿命半減期を持つRIに対して適用される7日間ルール等を興味深く拝聴いたしました。さらに、ノーベル生理学・医学賞を受賞しました山中伸弥先生が所長を務めるiPS細胞研究所を参加者の方々とともに見学させていただき、普段は入ることのできない、開放的な吹き抜けの実験室等を拝見し貴重な経験となりました。1日目最後

には、参加者交流会が京都大学楽友会館で行われ、有意義な情報交換の時間を過ごすことができました。

2日目は近年、当センターに導入された分子イメージング装置を用いて、当センタースタッフの木村寛之先生の主導のもと、PET・SPECT 実習を行いました。ジェネレータで放射性薬剤¹⁸F-FDG を調整した後、それをマウスに注射し、腫瘍からのγ線をPETで撮像する様子は、原理的には理解しておりましたが、実際に目にするのは初めての経験であり、大変興味深く参加させていただきました。

2日目最後に行われたアンケート、総合討論では、本研修についてイメージング装置の概要、設置の申

請、対応等具体的で良かったとの好評価をいただいた一方で、多くの施設で分子イメージング装置が導入済みあるいは、導入予定にもかかわらず、その維持、管理について問題が山積していることが挙げられ、特に維持管理費の捻出に苦勞されていることが浮き彫りになりました。引き続き、光イメージング、MRI とのマルチモダリティイメージングを含めたイメージング関連の実習を希望する声もあり、今後の全国研修に良い指針をもたらすものと思われま。本研修が参加した管理担当者にとって、今後の放射線安全管理に役立つものになることを願っております。



～ 第2回分子イメージングに関する教育研修プログラムに参加して ～

北海道大学アイソトープ総合センター

志水 陽一

此度、第2回分子イメージングに関する教育研修プログラムに参加させていただきました。私にとって放射性同位元素総合センターは大学院生のときにユーザーとしてお世話になった思い出深い場所であり、久しぶりにセンターに伺えることを楽しみにしておりました。

今回の研修プログラムでは、分子イメージングの第一人者である渡辺恭良先生（理化学研究所）および佐治英郎先生（京都大学薬学研究科）の基調講演から始まり、杉山和幸先生（物質・材料研究機構）による分子イメージング関連の法律に関する解説、他施設における分子イメージング機器を導入状況および管理の工夫に関する紹介、実験動物の取り扱いに関する講義など、分子イメージング機器を取り扱う上で必要な事項に関して網羅した講義から、PET/SPECT/CTを用いた *in vivo* イメージング実験および解析など、実際のイメージング研究に即した実習といった、僅か2日間の短期間にも関わらず、初心者から取り扱い経験のある受講者まで対応したとても充実した内容でした。特に、機器の管理・運用側に立った教育研修を受ける機会はいままでなかったもので、とても良い経験になりました。

また、見学会ではiPS細胞研究所に訪問させていただきましたが、研究所所長である山中伸弥先生がちょうどノーベル生理学賞の受賞が決まった直後というタイムリーな時期に見学できたのは、とても貴重な体験でした。研究所内の研究スペースは複数の研究室が共同利用するオープンラボ形式となっており、研究室の垣根を越えて情報共有し、切磋琢磨することで世界トップレベルの研究を進めておられるとのことでした。私の所属する部署も学内共同利用施設であり、ある意味オープンラボ形式であることから、施設利用者間の交流・情報交換の場としての運営方法について興味を持ちました。本研修では講義のほうでも医学部動物実験施設に関する紹介があるなど、

RI以外の共同利用施設のお話を伺う機会はあまり無かったので、施設運用の工夫などについて、本題とは少し外れますがとても参考になりました。

今回の研修を通して、分子イメージング機器を導入している、今後導入する予定の部署が全国的に急増していることに驚かされ、分子イメージングを専門としているものとしてはこの分野を注目して頂いていることに嬉しく思いました。ただ色々話を伺っていると、イメージング機器を導入したものの、機器を取り扱える技術職員がいないため、ユーザーの要望を満たすことが難しい（本来は機器製造・販売業者がしっかりとバックアップすべきところですが、技術者が少ないために手が回らないのが現実のようです…）、維持費などの高コストにどのように対応すべきかなど、導入後の運用問題に直面している部署が多い印象を受けました。また、実際にイメージング機器を用いた研究を行う際には機器本体以外にも様々な実験器具・設備が必要であるものの、その情報が乏しく、各部署において独自に試行錯誤されているように感じました。そのような意味でも今回の研修プログラムでは、単にイメージング研究のデモンストレーションに留まるのではなく、実際にどのような実験器具を導入し、実験の際にどのように実験手技等を工夫されているのか情報提供して頂けたのは大変参考になり、有意義であったと思います。今回の研修をきっかけに、今後も分子イメージング機器を保有する各施設間において運用・利用促進等に関する研修・情報交換などが活発化し、分子イメージング研究が益々発展することを期待しております。

最後に、今回このような素晴らしい研修プログラムを企画・運営して下さった京都大学放射性同位元素総合センターの先生方・職員の皆様には感謝致します。

平成 23 年度 共同利用申請

研究テーマ	所属	共同利用者
細胞の増殖・分化・死の機構の解明	医学研究科 生命科学研究科	華山力成、山口裕嗣、北原雄輔、藤井俊裕、西ちひろ、形部小百合、鈴木淳、宮西正憲、鈴木淳、佐野晃之、今尾武士、鈴木孝征、茂谷康、瀬川勝盛、石原健司 戸田聡、神田浩聡
膜蛋白の発現と精製	医学研究科	小林拓也、白石充典、今井裕紀子、荒川孝俊、辻本浩一、小笠原諭、寿野千代、足立誠、島村達郎、浅田秀基、小林貴美、中根崇智
上皮 - 間質相互作用の解析と分子標的治療	医学研究科	園下将大、柿崎文彦、青木耕史、藤下晃章、板谷喜朗
メスbauer分光法による無機固体材料の局所構造解析	工学研究科	藤田晃司、河本崇博、楠瀬好郎、秋月康秀、赤松寛文
ホルモンの生物学的研究	医学部附属病院	八十田明宏、藤井寿人
DNA 修復の分子機構解明	医学研究科 医学部附属病院	武田俊一、藤田真梨、藤井庸祐、寺田和弘、平田理子、原寛幸、野口明実、張藍帆、足立隼、杉村杏子、平川真弓、小村将人、廣田耕志、茂木章、笹沼博之、前出侑子、ISLAM Shamima Keka、西原佳那、津田雅貴、成田岳雄、趙晃濟、Al Abo Muthana、小林俊介 塩田哲也、皆川栄子
植物における光情報伝達経路の解明	理学研究科	鈴木友美、山本和彦、相原悠介
酸化 DNA 損傷の修復機構の研究	理学研究科	秋山秋梅、瀬口有道、中山貴之、山崎晃、吉川幸宏、宮路将弘、五十嵐健人、橋口一成、加藤悠一、森脇隆仁、加藤誠嗣
ミニサテライトの多型解析	医学研究科	玉木敬二、真鍋翔、鶴山竜昭、尾関宗孝、小谷泰一、垣本由布、宮尾昌
分子イメージングプローブの開発に関する研究	薬学研究科 医学部附属病院 放射性同位元素総合センター	小野正博、天満敬、三鴨睦、久田隼人、福島隆宏、依田敬子、徳田安則、大島譲介、小川京、尾江悟、近藤直哉、松村憲志、山内早紀、天野博夫、西郡寛太郎、原田直弥、屋木祐亮、小川祐、松田洋和、渡邊裕之、志水陽一、程妍 上田真史 木村寛之

研究テーマ	所属	共同利用者
骨格筋糖取り込み測定 骨格筋 AMP キナーゼ活性測定	人間・環境学研究科	林達也、荻野陽平、山田麻友美、伊藤哉太、小幡晃一、津田諭志、松下哲也、大島里詠子、黒木英梨子、江川達郎
細胞がん化過程の時空間制御機構の解析	生命科学研究所 医学研究科	松田道行、稲岡芳恵、青木一洋、櫻井敦朗、定家佳子、CANDEIAS Marco、熊谷悠香、小松直貴、後藤明弘、八木俊輔 清川悦子、上岡裕治、水野礼、藤田芳久、幸長弘子、国田勝行
シグナル伝達分子の生化学的解析	生命科学研究所	日下部杜央、宮田愛彦
外界刺激により発現量の変化する遺伝子の同定及びその作用機構の解明	生命科学研究所	永尾雅哉、逸村直也、絹谷耕平、辻徳治、寺西文恵、吉田光多郎、小林愛弓、弓立涼介、増田誠司、神戸大朋、志岐拓哉、藤原奈央子
ヒト化マウスを用いた臨床有用性予測技術の開発及び免疫抑制薬の作用機序の体系的解析	医学研究科	廣瀬潤、四方田純一郎、牛谷友栄、小林志緒、伊勢琴子
免疫制御領域の新規評価系の構築	医学研究科	森川記行、野村礼
制御性 CD4T 細胞の抑制機能・特性に着目した免疫制御技術の開発	医学研究科	清水淳
B 細胞抗原受容体シグナルの解析	医学研究科	疋田正喜
Rho およびプロスタグランジンに関する研究	医学研究科	石崎敏理、坂本智子、野々村喜美子、藤田伴子、姚成燦、THUMKEO DEAN、三森朋行、古屋敷智之、Ehrlich Aliza、豊田洋輔、渡邊定則、田中昂平、上條博史、篠原亮太
脳血管疾患責任遺伝子の機能解析に関する研究	医学研究科	人見敏明、劉万洋、小林果
スプライシングのメカニズム解明	医学研究科 生命科学研究所	二宮賢介、出縄政嗣、佐々木健太、武内章英、片岡直行、喜井勲、奥野友紀子、山本誠 吉田真由美
ヒト樹状細胞の機能に関する研究	医学部附属病院	門脇則光、福永桂子、藤田晴之、北脇年雄、佐藤貴之
PD-1による免疫制御機構の解析	医学研究科	竹馬俊介
抗体遺伝子改変の分子機構	医学研究科	小林牧、KATO LUCIA、SABOURI SOMAYEH、佐々木葉子、徐建梁、文君胡、YOUSIF ASHRAF、Stanlie Andre、Le Thi Huong、Hamad Nesreen、NGUYEN MANH TUNG、相田将俊
生理活性ペプチドの作用機構に関する基礎的研究	農学研究科	大日向耕作、石田祐己、太田愛美、紺谷徳泰、山田絢子、HO Yee Yin、小田亜矢子、影林皆美、宮本知京、金子賢太郎

研究テーマ	所属	共同利用者
^{14}C トレーサー法を用いた土壌有機物の代謝回転速度の測定 ^{14}C 標識植物を用いた土壌における有機物分解プロセスの解明	農学研究科	早川智恵
植物ウイルスの増殖機構の研究	農学研究科	三瀬和之、俵健二、表和範、 田島由理、兵頭究、海道真典、 安夢楠、Kusumawaty Kusumanegara、 植林大樹、峯彰
標識化合物を用いた生理活性分子の機能と代謝経路の解明	農学研究科	村井正俊、浅野周、新林良太、 津田智博、中西佐予、内藤倫哉、 工藤佐和子、土生沙綾子、 白石悠祐、安部真人
油脂の口腔内化学受容メカニズムの解明	農学研究科	伏木亨、松村成暢、都築巧、 江口愛、安達真一
チョウ目昆虫におけるアミノ酸・脂質代謝	農学研究科	森直樹、網干貴子
昆虫を用いた $[3\text{H}][^{14}\text{C}]$ ステロイドホルモンの生合成および代謝解析	農学研究科	小野肇、森田沙代、増田亮太
^{125}I 標識インスリンを用いたラット、マウスの血中および 膀胱還流液中のインスリン含量の測定	農学研究科	山崎英恵、倉田真奈美
魚類初期生活史における内分泌系の役割	農学研究科	田川正朋
^{32}P でラベルしたDNA切断実験	工学研究科	田邊一仁、内海新大、横浜直也、 山岡俊貴、溝江大我、芳原和希、 日下絵里子、津田拓哉、 安藤雄一郎、杉浦正明、濱口雄太、 浅田拓海、五十部悠、岡田加奈、 伊藤健雄、小松広和
NPC1L1阻害剤の探索	農学研究科	松尾道憲、千場智尋
マウス生殖細胞発生メカニズムの解析	医学研究科	林克彦、大串素雅子、島本走、 栗本一基、山路剛史、藪田幸宏、 荒牧伸弥、中木文雄、三谷忠宏、 廣田孝幸、鍵和田沙紋
γ δ 型T細胞の示す非ペプチド抗原認識機構の解析	医学研究科	田中義正、平井郁
疾患特異的な免疫制御法の開発	医学研究科	臼井崇、清水正和
ペプチド性サソリ毒素の作用機構	農学研究科	宮下正弘、中川好秋、菰田依里子、 河内知行
海洋生物由来物質を用いたトレーサー実験	農学研究科	高橋潤
植物細胞ダイナミクス	理学研究科	嶋田知生、田村謙太郎、上田晴子、 山岡尚平、岡本圭史
細胞内膜輸送における分子機構解析	学際融合教育研究推進 センター	申恵媛、高津宏之
リンパ球動態制御による免疫制御法の開発	医学研究科	野町昭

研究テーマ	所属	共同利用者
ナノ粒子の体内動態評価	工学研究科 農学研究科	米田稔、松井康人、松尾典義、 松尾龍一、棚橋渉、高倉誠人、 坂木良太、佐藤昌哉、篠原章宏、 富田浩樹、山本奈々絵、北川英隆、 中山亜紀、中村謙吾、 Hen Nguyen Thi Thu、 Rahmawati Suphia、佐々木克典、 Cesar Ortinero、馬寅 杉本実紀
新規両親媒性ポリペプチドを用いた分子プローブの開発に関する研究	医学部附属病院 探索医療センター 工学研究科 薬学研究科	栗原研輔 山原亮、原功、竹内恵理、 川辺隆志、齊木秀和 牧野顕
¹⁵¹ Eu メスバウアー効果測定	人間・環境学研究科	阿曾悟郎
リン酸化酵素阻害作用に基づいた難治性疾患に対する治療薬の開発研究	医学研究科	二宮賢介、Nguan Bao Ngoc、 山本誠、喜井勲、奥野友紀子、 小野木博
胆汁鬱滞関連分子群の機能解析	医学研究科	伊藤慎二、伊藤淳子
TRIOBP ノックアウトマウス作成に伴うサザンブロット解析	医学部附属病院 医学研究科	北尻真一郎 瀬川浩平
環境試料の微量放射線核種同定	農学研究科	豊原治彦、劉文
イオン輸送膜タンパク質の ⁸⁶ Rbによる機能解析	理学研究科	阿部一啓
環境試料中の放射性物質測定	医学研究科	原田浩二、劉万洋、小林果、 人見敏明
酸化ストレス発がん機構の解明とその予防	医学研究科	吉原美奈子
窒素負荷がもたらす森林木本種の窒素利用の変化に伴うコストの定量	フィールド科学教育研究センター 農学研究科	徳地直子、長田典之 早川智恵、日高渉
Hes7 リン酸化変異マウスの死因解明	ウイルス研究科	播磨有希子
発生課程を制御する分子メカニズムの解析	ウイルス研究所	大塚俊之、渡邊直希、下條博美
自然環境中の放射線強度解析	生存圏研究所	上田義勝
海洋性従属栄養細菌の生理・生態学的研究	農学研究科	吉永郁生、藤永承平
パーキンソン病発症メカニズムに関する研究	医学部附属病院	張長亮
動物での <i>invivo</i> イメージング（難治性疾患の発症機構研究）	生命科学研究科	杉山悠真
環境試料の放射性物質測定（難治性疾患の発症機構研究）	生命科学研究科	堀清次

◎平成23年度教育訓練・講習会等の実施状況

〔学内〕

平成23年

- ・第1回利用のためのオリエンテーション

4月 4日 (月)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《128名》
4月 5日 (火)	13:30～	〈 〃 〉	《98名》
4月 11日 (月)	15:00～	〈 〃 〉	《1名》
5月 9日 (月)	15:00～	〈於：分館〉	《1名》
- ・第1回エックス線装置取扱いのための新規教育訓練（講習会）

5月 12日 (木)～17日 (火)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《308名》
--------------------	--------	-----------	--------
- ・第1回放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（実習を伴わない講習会）

5月 18日 (水), 19日 (木)	9:00～	〈於：教育訓練棟〉	《136名》
---------------------	-------	-----------	--------
- ・第1回放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（加速器・放射光利用者向け）

5月 20日 (金)	9:00～	〈於：教育訓練棟〉	《65名》
------------	-------	-----------	-------
- ・第1回放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（実習を伴う講習会）

5月 24日 (火)～5月 31日 (火)	9:00～	〈於：教育訓練棟〉	《403名》
-----------------------	-------	-----------	--------
- ・第2回利用のためのオリエンテーション

6月 2日 (木)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《28名》
6月 13日 (月)	10:00～	〈 〃 〉	《2名》
6月 27日 (月)	10:00～	〈於：分館〉	《1名》
7月 19日 (火)	9:30～	〈於：教育訓練棟〉	《1名》
- ・第1回英語による放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（講習会）

6月 10日 (金)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《19名》
------------	--------	-----------	-------
- ・第1回再教育訓練

6月 24日 (金)	15:00～	〈於：教育訓練棟〉	《12名》
------------	--------	-----------	-------
- ・第2回放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（実習を伴わない講習会）

7月 14日 (木)	9:00～	〈於：教育訓練棟〉	《67名》
------------	-------	-----------	-------
- ・第3回利用のためのオリエンテーション

9月 1日 (木)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《17名》
-----------	--------	-----------	-------
- ・第3回放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（実習を伴わない講習会）

10月 7日 (金)	9:00～	〈於：教育訓練棟〉	《54名》
------------	-------	-----------	-------
- ・薬学部学生実習

11月 8日 (火)～11月 16日 (水)	13:00～	〈於：教育訓練棟〉	《87名》
------------------------	--------	-----------	-------
- ・第2回英語による放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（講習会）

11月 11日 (金)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《46名》
-------------	--------	-----------	-------
- ・第4回利用のためのオリエンテーション

11月 28日 (月)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《10名》
12月 5日 (月)	13:30～	〈於：分館〉	《1名》
12月 9日 (金)	13:30～	〈 〃 〉	《1名》
12月 19日 (月)	13:30～	〈於：教育訓練棟〉	《1名》

- ・第2回エックス線装置取扱いのための新規教育訓練（講習会）
11月25日（金） 13:30～ 〈於：教育訓練棟〉 《57名》
- ・第4回放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（実習を伴う講習会）
12月1日（木） 9:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《35名》
- ・第2回再教育訓練
12月16日（金） 15:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《133名》
- ・工学部学生実習
12月19日（月）、20日（火）13:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《30名》
- ・医学部学生実習
12月26日（月） 13:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《5名》

平成24年

- ・工学部学生実習
1月10日（火） 13:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《30名》
- ・第5回放射性同位元素取扱いのための新規教育訓練（実習を伴わない講習会）
2月3日（金） 9:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《24名》
- ・第4回利用のためのオリエンテーション（追加）
2月13日（月） 13:30～ 〈於：教育訓練棟〉 《4名》
2月20日（月） 13:30～ 〈 〃 〉 《1名》
- ・センター実験室利用成果発表会
2月20日（月） 14:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《32名》
- ・第3回再教育訓練
3月7日（水） 15:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《69名》

〔学 外〕

平成23年

- ・体験授業（浜松市立篠原中学校）
4月20日（水） 14:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《6名》
- ・体験授業「放射線ってなんだろう？」
8月4日（木）小学生の部 13:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《71名》
8月5日（金）中高生の部 13:00～ 〈 〃 〉 《61名》
- ・京都市消防学校特別教育（特殊災害対策課程）
12月6日（火）、7日（水）9:00～ 〈於：教育訓練棟〉 《40名》

放射性同位元素総合センター 共同利用検討委員会委員名簿

平成24年6月1日現在

所 属	氏 名
放射性同位元素総合センター	川本 卓男
	戸崎 充男
理学研究科	長谷あきら
医学部附属病院	平岡 眞寛
医学研究科	武田 俊一
薬学研究科	佐治 英郎
工学研究科	米田 稔
農学研究科	宮川 恒
人間・環境学研究科	宮本 嘉久
化学研究所	栗原 達夫
ウイルス研究所	影山龍一郎
生命科学研究科	永尾 雅哉

記録・人事等

〈人事等〉

平成24年3月31日付

教務職員 加藤 隆久 定年退職

平成24年3月31日付

研究支援推進員 野口 司 辞 職

明神ノブ恵 辞 職

平成24年5月7日付

助教 寺村 裕治 辞 職

平成24年12月1日付

研究支援推進員 森 麻美 採 用



京都大学 環境安全保健機構
放射性同位元素総合センター

E-mail address: kanri@barium.rirc.kyoto-u.ac.jp
RI Center Homepage: <http://www.rirc.kyoto-u.ac.jp/>

本館・教育訓練棟

〒606-8501 京都市左京区吉田近衛町
Tel/075-753-7500 (事務室)
Fax/075-753-7504

分館

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
Tel/075-753-7530
Fax/075-753-7540

印刷：(株)北斗プリント社 〒606-8540 京都市左京区下鴨高木町38-2 Tel/075-791-6125