

第1回森川記念賞授与（優良事業者表彰）事業者一覧（平成29年度）

D

1. 北海道大学

団体会員番号：D95023（北海道大学大学院理学研究院）ほか 計7団体会員

表彰理由：「全学放射線安全管理および教育体制の強化と構築、とりわけ学内放射線施設に対する調査点検と優良施設の表彰，外国人を対象とした教育訓練と e-learning 教育体制の構築，放射線管理システムを用いた全学安全管理の一元化」を特色ある放射線安全管理の取り組みと認め、表彰する。

2. 東京大学 大学院農学生命科学研究科 アイソトープ農学教育研究施設

団体会員番号：D95029

表彰理由：「RI を用いた植物体内元素のライブイメージング技術の開発」を特色ある放射線利用の取り組みと認め、表彰する。

3. 静岡大学 理学部

団体会員番号：D95040

表彰理由：「放射線安全管理人材育成の大学教育への組み込みとその発電所との連携および一元的なコンピュータ管理による放射線安全管理高度化の取り組み」を特色ある放射線安全管理の取り組みと認め、表彰する。

4. 某大学 某センター

（受賞記念講演要旨締切日(7月31日)に、「放射線安全管理上の不適切な点が判明したため」受賞を辞退するとの申し出があった。）

第117回理事会(平成29年6月17日)で決定。

団体会員番号順

第1回森川記念賞受賞講演

表彰事業者 北海道大学

- (D95023 北海道大学大学院理学研究院)
- (D95127 北海道大学大学院薬学研究院・薬学部)
- (D95129 北海道大学大学院保健科学研究院)
- (D95130 北海道大学アイソトープ総合センター)
- (D95136 北海道大学大学院農学研究院)
- (D95212 北海道大学大学院獣医学研究院)
- (D95241 北海道大学大学院工学研究院)

特色ある放射線安全管理の取り組み

表彰理由：「全学放射線安全管理および教育体制の強化と構築，とりわけ学内放射線施設に対する調査点検と優良施設の表彰，外国人を対象とした教育訓練と e-learning 教育体制の構築，放射線管理システムを用いた全学安全管理の一元化」

要旨

北海道大学では、全学で一丸となって放射線安全管理および教育体制の強化と構築に取り組んできた。この過程において全学の放射線安全を統括する放射性同位元素等管理委員会（以下「管理委員会」という）の指導権限の強化，安全衛生全域を管理・調整する安全衛生本部の創設（平成 23 年），アイソトープ総合センターの全学支援機能の強化等を実施し，全学管理体制の再構築を行い（図 1），本体制下で以下のような具体的な施策を実施することで安全管理の更なる向上を図った。

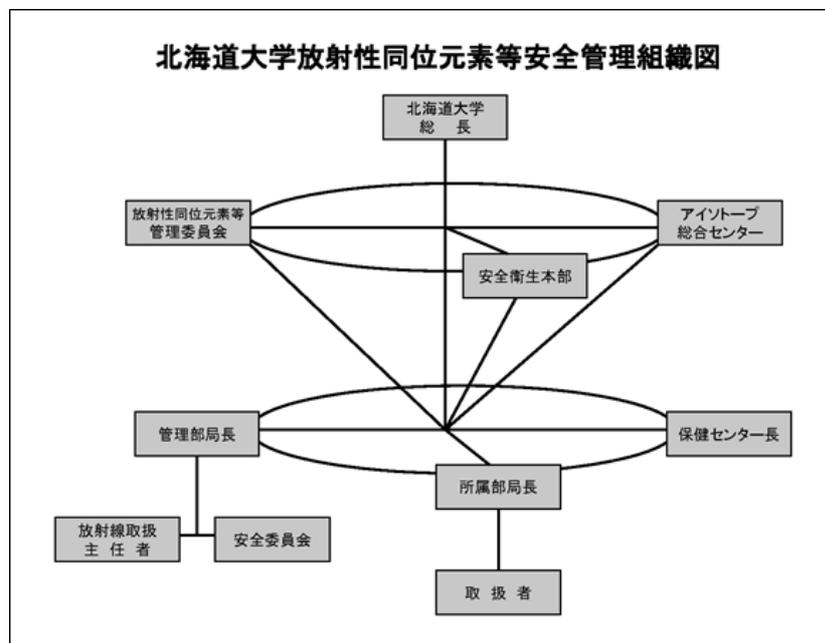


図 1 全学管理体制

1) 学内放射線施設に対

する調査点検と優良施設の表彰：学内放射線施設の安全管理体制の管理・指導等

本学では学内の全放射線施設に対する調査点検を実施している。これは管理委員会が主体となり，年に 1 度全学一律の指標を用いて各施設の構造や管理状況の調査および点検を

行うものである。これに加え、優れた管理の周知、施設管理者のモチベーション向上を図ることを目的に平成 28 年度から優良施設の表彰制度を開始した。本制度では上記の調査点検による安全管理基準への適合状況や他施設の規範となる管理方法等を審査し、管理委員会において優良施設を決定して表彰を行った。調査点検と表彰制度の導入によって学内施設の管理状況に関する問題点等の改善を図れるだけでなく、幾つかの施設で実際に行われている様々な工夫や取組み、模倣すべき管理方法等を周知徹底することが可能となり管理者の知識・技術の向上を図ることが可能となった。さらに管理部局を通じた全学的な表彰によって、管理者の手腕・技術の評価あるいは管理者自身のモチベーション向上に多大な効果が期待できた。

2) 外国人を対象とした教育訓練と e-learning 教育体制の構築：教育訓練体制の強化・拡充

近年増加する外国人研究者や留学生に対する放射線教育の実施が大きな課題となり、これらに対応すべく平成 23 年度から外国人を対象とした英語による教育訓練を開始した。様々なバックグラウンドを有する外国人に対しては実習が効果的であると考え、新規教育に際しては 3.5 時間の講義の後、2.5 時間の実習を行っている。平成 28 年度は 3 回の外国人対象教育訓練を実施し 67 名が受講した。これらの教育に際し平成 26 年からビデオコンテンツの作成を開始した。コンテンツを学内機関で製作することにより費用の発生を抑えるとともに著作権処理の徹底を図った。これらのコンテンツを使用することにより講師の都合に左右されない教育訓練の開催や e-learning を用いた教育訓練の構築が可能となった。e-learning を用いた教育訓練の実施は北海道大学教育情報システム (ELMS) との連携で行い平成 29 年 1 月から開始した。受講者は ELMS を用いて上記のビデオコンテンツを学習し、受講結果は北海道大学放射線管理システム (HORCS) を通じて所属する部局から通知される。新規教育における時間数管理の問題等、幾つかの課題はあるものの今年度はさらに数度の実施を予定しており、本学の放射線教育の拡充への貢献が期待できた。

3) 放射線管理システムを用いた全学安全管理の一元化：全ての施設・取扱者に対する確実かつ均質な安全管理の実現

本学には複数の放射線施設があり 2000 名以上の放射線業務従事者が 20 数か所の部局(学部、研究科等)に所属している。北海道大学放射線管理コンピュータシステム (HORCS) はこれらの部局・施設をネットワークで結び従事者の個人管理、施設の入退管理、R I 管理等を行う全学一元のシステムである。本システムは平成 8 年 3 月から稼働を始め 20 年以上にわたって本学の放射線安全管理の中核として機能してきた。平成 28 年 3 月に 4 回目の更新を実施し、取扱者個人のログイン機能の追加等によって大学全体あるいは施設・部局単位の安全管理に加え、よりパーソナルな管理への対応等を実現した。本システムに対しこれらの全面更新以外にも小規模改良を毎年施すことで法令改正・社会情勢等の変化等にも迅速に対応している。

第1回森川記念賞受賞講演

対象事業名：RIを用いた植物体内元素のライブイメージング技術の開発

表彰対象者名称：

東京大学大学院農学生命科学研究科アイソトープ農学教育研究施設

受賞講演者氏名：杉田亮平

所属：東京大学大学院農学生命科学研究科

本事業は放射性同位体（RI）を用いた植物体内元素のライブイメージング技術の開発である。本事業により植物生育に必須な元素（ ^{14}C , ^{28}Mg , ^{32}P , ^{35}S , ^{42}K , ^{45}Ca , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{65}Zn ）および光合成による炭素固定（ $^{14}\text{CO}_2$ ガス固定の可視化）など、多岐に渡る生理現象において、長時間にわたる動態を高い解像度で動画化することに世界で初めて成功した。また、食の安全性に大きく関わるカドミウム（ ^{109}Cd ）、福島第一原発事故により問題となっているイネにおけるセシウム（ ^{137}Cs ）動態の動画化も可能となった。こうした実験系は、本申請事業による技術を基にした共同研究が国内外ともに発展しており、新規のアイソトープ利用者の拡大に寄与している。この取り組みについては、国内外を通して積極的に学会、投稿論文にて発表を行っているところであり、今後より一層の放射線利用の拡大が見込まれる。

本講演者らは、生きた植物における元素の輸送・分配・蓄積などの動きを動画化し、かつ定量的に解析できるリアルタイム RI イメージングシステム (RRIS) を独自に開発してきた。RRIS は β 線、X 線、および γ 線放出核種を検出できることから、市販されている様々な RI を研究の対象とすることが可能である。つまりは加速器などの RI 製造装置を自前で所有する必要がないため、RI 施設を所有する研究機関であれば技術移転が容易である。さらには、植物以外の試料への応用も十分可能なシステムである。植物を用いて多様な元素を網羅的に解析できるような RRIS の高度化を図り、様々な生理現象において長時間にわたって動画化することに世界で初めて成功した。多様な元素の可視化が可能となったことで、植物の生育に必須・有用となる 21 元素中、17 元素の網羅的な解析が可能となった。セシウムやカドミウム等の環境動態の解析への応用も可能である (図 1)。

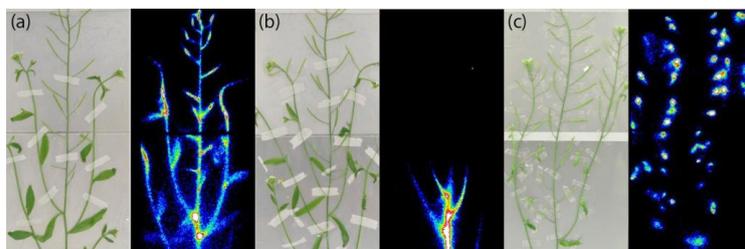


図 1 シロイヌナズナにおける、吸収開始 24 時間後における RI 分布画像。

(a) ^{22}Na , (b) ^{28}Mg , (c) ^{109}Cd 左 ; 実写真、右 ; RI 画像

つぎに作物の生育において光合成のより効率的な機能を調べるため、ガス状である二酸化炭素の固定における可視化技術を開発した。具体的には ^{14}C 標識された炭酸水素ナトリウムと乳酸を混合することで $^{14}\text{CO}_2$ を生成させ、チャンバーに密閉した植物に $^{14}\text{CO}_2$ を添加させる。RRIS を用いてチャンバー内の $^{14}\text{CO}_2$ 放射能を測定することで光合成速度を測定し、植物の各組織における ^{14}C 放射能を測定することで各組織に輸送された ^{14}C 光合成産物量を算出できる。さらには、RRIS を顕微鏡に搭載した顕微鏡イメージングシステムを併用することで、根における養分吸収の詳細な動態を動画化することが可能となった (図2)。

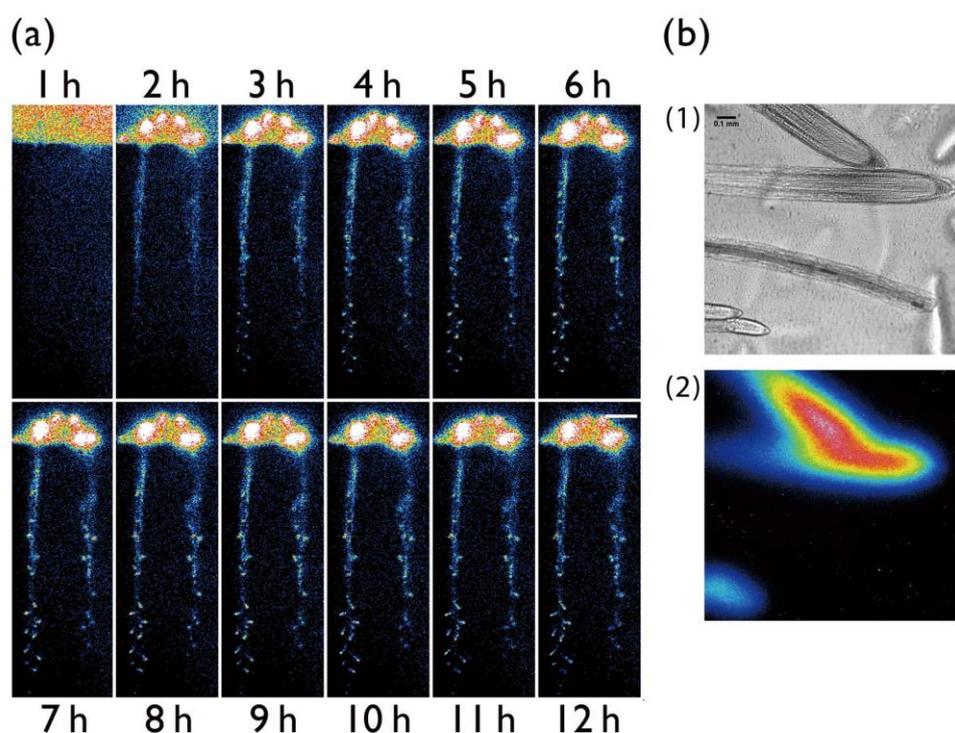


図2 根における元素動態の可視化。 $^{14}\text{CO}_2$ を葉に添加し、根に降りてくる様子を可視化した。(a) 2株のシロイヌナズナにおける光合成産物の輸送動態。時間はRI 吸収開始後の経過時間。

(b) 顕微鏡イメージングシステムにより取得した ^{14}C 分布画像。(1) 明視画像、(2) RI 画像

<得られた効果・期待される効果>

- 市販されている RI を用いた可視化技術の開発がなされたことで、加速器など特殊装置のない RI 管理区域への技術移転・普及が容易。
- 多岐に渡る生理現象において、長時間にわたる元素動態を高い解像度で動画化することに世界で初めて成功。
- 本申請事業による技術を基にした共同研究が国内外ともに発展。そのため新規 RI 利用者が増大。

放射線安全管理人材育成の大学教育への組み込みとその発電所との連携および一元的なコンピュータ管理による放射線安全管理高度化の取り組み

静岡大学理学部

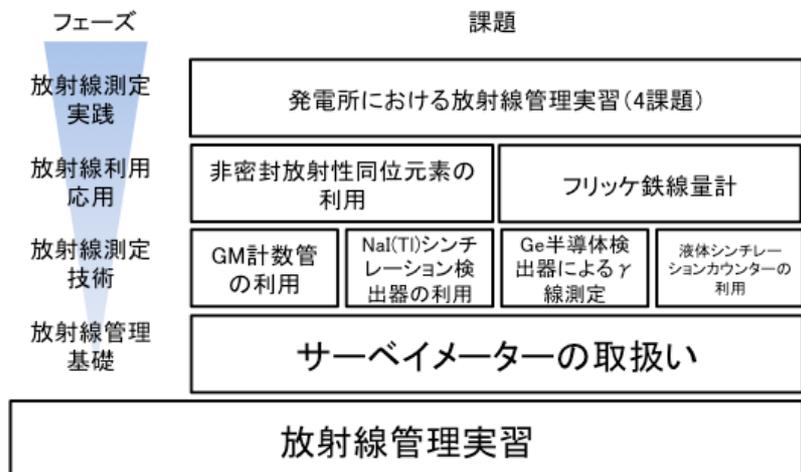
(i) 放射線安全管理人材育成の大学教育への組み込みとその発電所との連携

静岡大学理学部附属放射科学教育研究推進センターの前身である「放射化学研究施設」は「ビキニ海域における水爆実験による第五福竜丸の被災事件」を契機として昭和33年4月文理学部附属施設として設立されました。それ以降、現時に至るまで理学部のみならず全学における放射能利用研究活動の中心としての役割を果たしてきました。昭和43年8月に理学部とともに静岡市大谷地区に移転し、平成14年には実験施設の全面改修を行うとともに、平成16年度からは理学部各学科の協力の下に放射線取扱主任者免状取得に必要な国家試験合格をめざし、表のような法令以外のすべての科目を理学部の専門科目として大学教育カリキュラム内に組み込み、レギュラーの講義を受講するだけで国家試験に対応できる学力がつけられるようにし、これまでに100名以上、近年では毎年10名以上の学生が合格することができるようになってきました。平成28年2月には放射科学教育研究推進センターに改組しました。

実習科目では放射線管理実習では密封線源を用いた放射線計測のみならず、非密封の取扱実習をも組み込み、放射線管理に必要な人材の高度化を進めてきました。さらに平成22年度からは中部電力浜岡原子力発電所の協力の下、「発電所と連携した放射線管理実習」を継続的に開講し、学内の

理学部における主な放射科学関連教育科目

授業科目	単位数
放射線物理学概論	2
放射化学概論	2
放射線生物学概論	2
放射線計測・管理学概論	2
放射線管理実習	1
放射線障害防止法	単位認定なし
放射化学Ⅰ	2
放射化学Ⅱ	2



放射線管理基礎技術のみならず、大学で学習した放射線管理技術が実際の放射線管理の現場でどのように適用されているのかを体得できるプログラムとし、放射線安全・放射線利用に必要な人材を継続的に社会に輩出することができるようになりました。近年では大学教育の国際化にも対応した日英二カ国語対応の実習所を静岡学術出版より出版し、留学生等の外国人にも日本の放射線管理・放射線安全の心構えやルール理解の涵養に貢献しています。また、本実習所はどなたでも入手できます。

これらの成果に基づき、平成 28 年度からは原子力規制人材育成事業にも採択され、さらに高度な放射線計測実習を富山大学、九州大学と連携し実施できることとなり、中性子線を含むすべての放射線種の測定実習を継続的に開講し、放射線安全・利用の高度化・拡大に努めています。

(ii) 一元的なコンピュータ管理による放射線安全管理高度化の取り組み

放射科学実験棟の放射線安全管理では、すべての放射線管理をひとつのコンピュータサーバーで一元管理できるイントラネットを構築しました。さらに、生体認証（静脈認証）システムを導入し、人における教育・健康診断・被ばく管理と入退記録を連携させることにより、的確な安全管理ができるようにしました。このシステムは放射性同位元素の使用・廃棄記録とも連携しており、これにより法令に適合した利用がリアルタイムで確認できるようになったため、高度な放射線安全管理を実現することができました。さらに RI はすべて QR コード管理するとともに、ラベルシールの色を年度ごとに変えることにより在庫管理の高度化にも寄与することができるようになりました。



静脈認証システム