

蛍光模擬試薬を用いた RI 汚染シミュレーション法による

汚染放置防止教育とその評価

三重大大学自然科学系技術部

黒澤俊人

kurosawa@bio.mie-u.ac.jp

1. はじめに

大学の放射線施設では、非密封放射性同位元素（以下 RI）の取扱い方法が多岐にわたり、一定数の未熟練者が毎年利用者に加わるため放射線教育は安全管理の根幹をなしている。通常の試薬と違い RI 汚染は意図せぬ「被ばく」の原因となるが、現行の教育訓練では座学による講義が多く割合を占め、RI 汚染拡大防止の実践的な教育が欠けている。教育目的であっても安全管理上、意図的に RI 汚染を生じさせることはできない。さらに RI は目に見えないため、汚染が広がる様子が見える形で示すことも難しい。この問題を解決するため筆者は、水溶性で取扱い易く、紫外線を照射すると蛍光を発する性質を有している『洗濯用洗剤（蛍光増白剤を含有）』を偽 RI 試薬として用いることで、RI 取扱時に起こりうる様々な汚染の状況を簡便に可視化する放射線教育実習を実施している。

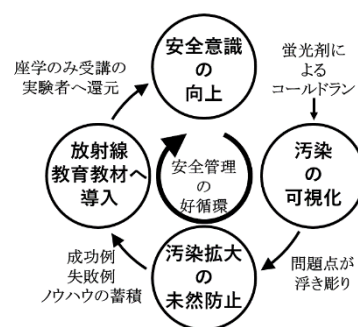


図1 本研究のイメージ

本研究の目的は、RI 実験未熟練者（以下、未熟練者）が洗濯用洗剤を用いて RI 汚染をシミュレーションできる教育方法を実施することにより、「RI 汚染させてはならない」から「RI 汚染はつきもの、汚染に気づかずに放置することが問題である」へと発想を転換させ、安全意識を向上させることである。

2. 汚染放置防止教育（蛍光実習）とその効果の検証方法

- 1) **non-RI 実習**：新たに業務従事者として登録する者を対象に、可視化できる模擬試薬であることを伝えず、蛍光剤を用いて RI 実験に必要な基礎実験操作（希釈や分注、攪拌、遠心分離、滴下などのコールド・ラン）を実施
- 2) **汚染の可視化**：コールド・ランで使用した手袋やマイクロピペット、遠心分離機などの器具や実験台を紫外線ライト(波長=365 nm)で照射し、模擬試薬による汚染状況を可視化、撮影し記録
- 3) **対話型教育の実施**：可視化した汚染状況を元に、本物の RI 試薬を使用する際に必要と考えられる RI 汚染防止策を受講者と検討
- 4) **自己診断**：模擬試薬を用いた汚染の可視化の前と後で「RI 安全取り扱いの自己診断」を実施し、受講者の安全意識がどう変化したかを評価



図2 蛍光実習の様子（一部加工）

- 5) 可視化した汚染状況の画像解析：2)で得られた蛍光画像を画像解析ソフトウェアで解析し、頻発汚染場所とその範囲、強度など汚染発生状況を特定
 - 6) 追跡調査：本物の RI を使用した実験の後、筆者が汚染検査を実施し、受講者と共に未認識の RI 汚染を発生させていないか確認し、汚染放置の防止を実証
 - 7) 教材作成：実習内容をビデオ撮影し、教育訓練（座学）の教材として活用
- *5)～7)は 2023 年度から随時追加実施中

3. 結果及び考察

2019 年度からの 5 年間で 23 名に対し、上記の RI 汚染可視化の実験及び自己診断を実施した。可視化実験では、手袋や実験台、実験器具への汚染が多数箇所を確認され、実験者の気付かない場所で汚染が発生していることが明らかになり（図 3）、RI 実験を行う上で問題点を発見することができた。さらに自己診断結果から安全意識が向上した事も確認できた（図 4）。

このように本教育方法を実践することで、放射線安全管理に大きく寄与すると考えている。

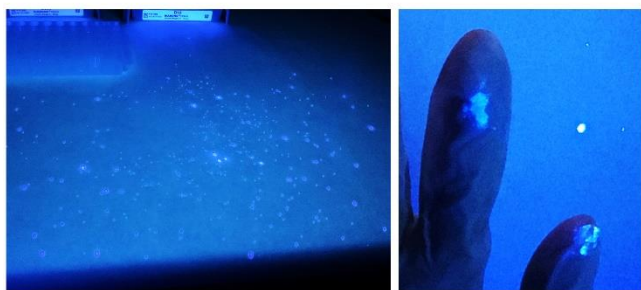


図3 蛍光剤が飛び散った様子(左:実験台、右:指先)

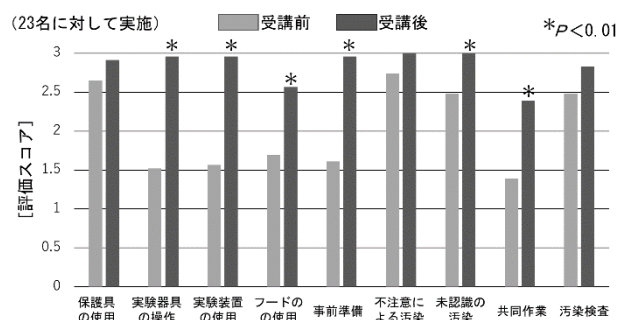


図4 受講後に安全意識が向上

4. 今後の課題と問題点

2019 年度より蛍光剤として市販の洗濯用洗剤を用いてきたが、蛍光増白剤の含有量が不明であり、メーカーによる製品の改良や製造中止があるので、汚染状況の画像解析による定量評価が困難な状況にある。したがって今年度は蛍光剤については試薬を使用している。しかし洗濯用洗剤ならではの利点（安価、入手/保管/廃棄のし易さ等）もあり、総合的に評価しなければならないので今後の検討課題とさせていただきたい。

本物の RI を使用したときの追跡調査について、今年度開始したばかりなので今後も調査を継続して行くことで本教育方法の評価を補完するデータとしていきたいと考えている。

近年、RI を用いた実験自体が減少傾向にあり、新規利用者が少なく本教育方法のノウハウ自体の蓄積が進み辛くなっている現状がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、ご指導をいただいた三重大学生物資源学研究科の荻田修一教授、医学系研究科の村田真理子教授、及川伸二准教授、小林果講師に深謝いたします。また、環境分子医学分野の皆様および研究基盤推進機構の榊野はるな教務職員には、本研究の遂行にあたり多大なるご支援・ご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

なお本研究の一部は、JSPS 科研費（22H04436）及び JSPS 科研費（23H05398）の助成を受けたものです。