

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：34533

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03128

研究課題名（和文）市販試薬を用いたチーム基盤学習形式による新規放射線教育

研究課題名（英文）Proposal of a utilization of commercially available reagents in the teaching and learning of radiation safety

研究代表者

藤野 秀樹（FUJINO, HIDEKI）

兵庫医療大学・薬学部・准教授

研究者番号：90510975

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：研究成果として市販試薬に含まれる ^{40}K 、 ^{87}Rb 及び ^{176}Lu 等の天然核種を放射線源とし、線や線を教育用放射線計測器にて計測する放射線教育プログラムを構築した。具体的にはアルミニウム箔を用いた遮蔽試験を考案した。放射線の計測値は核種の線エネルギーに応じた減衰を示し、減衰曲線の傾きより求められる質量減弱係数は核種毎で特異性を示した。これらの放射線減衰特性を利用した核種推定を行う教育プログラムを考案した。これらの研究成果を学術論文へ掲載した他、日本学術振興財団が主催する放射線教材コンテストへ応募し、優秀賞を受賞した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の放射線教育では放射線管理区域外にて利用可能な放射線源と放射線計測器の確保が必要の他、放射線計測を行う教育従事者への教育訓練が必要であった。本研究は従来の放射線教育と大きく異なり、放射線管理が不要な天然核種を市販試薬として利用する。これらの試薬に含まれる天然核種は教育用計測器にて汎用型放射線計測器と同様の測定精度で計測可能である。また放射線教育に薬学教育モデルコアカリキュラムで放射線薬学を必修科目として履修している薬学生に従事させることで教育従事者としての教育訓練も大幅に簡略化できる。これらの組み合わせで、放射線管理区域外にて実施可能な新たな放射線教育が実現可能と考えられる。

研究成果の概要（英文）：We developed an educational program to estimate attenuation properties for natural radionuclides from commercially available reagents. Potassium chloride, rubidium chloride and lutetium oxide were purchased and used as radiation sources for ^{40}K , ^{87}Rb and ^{176}Lu , respectively. These nuclides have long half-lives and exhibit a variety of radioactive decays. The radiation counts decreased exponentially with the increased thickness of aluminum shields, and each radionuclide showed a specific half-value layer. In conclusion, commercially available reagents are available for planning educational programs for radiation and radioactivity.

研究分野：放射化学

キーワード：放射線教育 市販試薬 天然放射性核種

1. 研究開始当初の背景

2011年に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故により8年以上経過しているが放射線に対する関心は高く、健康影響についての不安は払拭されていない。その原因として放射線に関する不確かな情報と不十分な理解が不安を助長させると考えられた。また、平成29年に告示された中学校学習指導要領にて理科第一分野で“放射線の性質と利用”が追加された。これにより真空放電管(クルックス管)を用いた高圧放電実験によるX線を可視化する教材が導入されたが、本品は通電時に低レベルX線を放出することから放射線防護が必要である。その後ガイドラインが設定されたが、見学者とクルックス管との距離を1m以上とすることや演示時間は年間10分程度とする等の制限が多い。また担当教諭は必ずしも放射線に関する十分な知識を習得しておらず、指導方法についても問題を抱えている。そこで、正しい理解へ導けるような放射線教育として、知識と情報を有機的に結び付けて醸成させる学習内容が可能な放射線源と測定機器による計測を交えた体験型の放射線教育が効果的と考えた。しかしながら、放射線源を管理区域外へ持ち出すことは放射線管理の面で望ましくない。また測定機器の確保や教育担当者への教育訓練等の負担項目も多い。そこで、これらの課題を解決できる研究構想として、放射線管理が不要な天然核種を含有する種々の市販試薬や空気中の放射性物質を放射線源とし、それらを放射線教育用測定器にて計測する体験学習プログラムを開発し、チーム基盤学習形式を取り入れた地域住民を対象とした新規放射線教育の展開を提案するに至った。本研究の成就により、放射線に関する正しい知識と能動的学修が促され、国民の科学的リテラシーが育まれると期待される。

2. 研究の目的

本研究の目的として、従来型の放射線の専門家による情報コンテンツを主体とする教育内容とは異なる手法による放射線教育の遂行である。その為には到達目標として放射線を化学リテラシーと捉え、誰もが教育を行って誰もが教育される環境整備が必要である。よって本研究の解決すべき課題として1.管理区域外にて利用可能な放射線源及び取り扱いが容易な放射線計測器の確保、2.放射線の特性が理解可能な体験型学習プログラムの構築及び教育従事者の養成、そして最後は、3.学内外での天然核種を用いた放射線教育の学内外での展開とした。

放射線源については市販試薬の塩化カリウム、塩化ルビジウム及び酸化ルテチウムを用いた。これらは天然核種として ^{40}K 、 ^{87}Rb 及び ^{176}Lu の線源として入手可能である。同位体比率と比放射能から放射線を計算すると、 ^{40}K で17 Bq/g、 ^{87}Rb で632 Bq/g及び ^{176}Lu で4 Bq/gと見積もられる。この他、 ^{222}Rn 及び子孫核種は空調を停止した部屋で空気清浄機により捕集可能な他、物理的半減期が短い為に翌日の繰り返し利用も可能である。これらの核種の線や線のエネルギーは比較的大きく、教育用放射線計測器での計測が可能であることも利点となる。なお、放射線の遮蔽や放射壊変による減衰は一次反応速度式に従うことから、パラメーター計算を盛り込んだ体験実習の構築が可能となる。本来、放射線は物理、化学、生物及び数学等の異分野を横断的な視野で理解する融合学習力が求められている領域である。科目の交わった領域を学ぶことで、多角的・多面的な視野で問題を捉える能力を身に付け、知の創出をもたらす人材育成へと繋がることと期待される。この他、薬学教育モデル・コアカリキュラムに放射線の物理学的性質と身体的影響の理解が到達目標に設定されていることから、薬学生は放射薬学等を必修科目として履修し、12時間以上の放射線に関する講義を受講している。よって、比較的短時間で薬学生をファシリテーターとして養成し、後述のチーム基盤学習形式によるグループ学習の実施が可能と考えられる。これにより、受講者は事象の体験のみならず、問題点や意義を見出す能力も向上すると期待される。本研究が取り上げる天然核種を用いた放射線教育への活用は、放射線障害防止法等の規制を受けない自由かつ斬新な教育が可能となり、放射線に関する正しい知識と科学的な理解が一層促される。更に自ら学び、正しく理解することでアウトプット情報を客観的に解釈してアウトカムとして活用する科学リテラシーが確立すると期待される。これらの点より本研究の推進は意義深いものであると考える。

3. 研究の方法

本研究に適した線源核種として、入手や廃棄が容易かつ身体への影響が無い等の項目が要求される。そこで、天然核種の ^{40}K 、 ^{87}Rb 及び ^{176}Lu を含む市販試薬の他に空気中に放射性塵埃として存在する ^{222}Rn の子孫核種を放射線源に利用することを見出した。これらは線のみならず線も放出する他、比較的強い放射線エネルギーを有する為に学校教育用の簡易型計測器でも安定した計測可能である。両者を組み合わせることで、放射線の性質を理解して適した機器を選定する能力が育成される他、放射線の物理的性質を多方面より学修できる教育プログラムの立案が可能となる。なお、 ^{222}Rn の子孫核種である ^{214}Pb や ^{214}Bi は30分ほどの物理学的半減期を有している。これらの特性より理科と数学の複合領域を学ぶことで、多角的・多面的な視野で問題を捉える能力を身に付けられる。よって、一方、放射線教育では放射線の専門知識を有する教育従事者の確保が必要となる。薬学教育モデル・コアカリキュラムの到達目標に放射線の物理的性質

の理解等が設定されており、薬学生を放射線教育のファシリテーターとして養成することも可能である。

4. 研究成果

本研究助成により令和元年及び2年度の研究成果は主に学会発表した。具体的には放射線取扱主任者や放射線管理に携わる研究者が集う、令和元年度放射線安全管理取扱部会年次大会、第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会及び令和2年度放射線安全取扱い部会年次大会にポスター発表した。更に最終年度は研究成果を査読付き術論文へ投稿作業を行った。その成果として「薬学生による天然核種を用いた新規放射線教育の提案」を Proceedings of the 22nd workshop on environmental radioactivity へ、「インクジェットプリンタを用いた¹⁴C面線源の作製とその応用」及び「天然放射性核種を用いた放射線教育」の論文名で RADIOISOTOPES へ掲載された。

この他、放射線教育に従事する学生らの能動的な学修を促す目的で公益社団法人日本科学技術振興財団が主催する放射線教材コンテストにエントリーした。令和2年度は「市販試薬の放射線計測による新規放射線教育プログラムについて」のタイトルにてエントリーし、最優秀賞を受賞した。更に令和3年度は同コンテストに「カードゲームで学ぼう放射線・放射能!!!」のタイトルにて応募し、優秀賞と日本理化学協会特別賞を受賞した。また学内の放射線業務従事者への教育訓練においても薬学生がファシリテーターとなって放射線計測の補助業務に従事した。地域住民への放射線教育展開は新型コロナウイルスの感染拡大の影響により開催回数は限定されたものの、神戸市生涯学習支援センターが主催するコミスタこうべでのこうべ生涯学習カレッジや神戸市シルバーカレッジにて放射線に関する講義や放射線計測の実演を行った。この様に本科研費に採択されたことで、様々な研究活動を行うことが可能となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Fujino Hideki, Uramoto Sawa, Komatsu Rikako	4. 巻 71
2. 論文標題 Proposal of a Utilization of Commercially Available Reagents in the Teaching and Learning of Radiation Safety	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RADIOISOTOPES	6. 最初と最後の頁 23-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3769/radioisotopes.71.23	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Fujino Hideki, Nagata Eiji	4. 巻 71
2. 論文標題 Development of ¹⁴ C Surface Sources for Imaging Plate Using an Ink-jet Printer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RADIOISOTOPES	6. 最初と最後の頁 29-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3769/radioisotopes.71.29	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 藤野 秀樹	4. 巻 1
2. 論文標題 薬学生による天然核種を用いた新規放射線教育の提案	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 22nd workshop on environmental radioactivity	6. 最初と最後の頁 176-180
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 嶋津佑弥、佐々木豊、味谷遼、藤野秀樹
2. 発表標題 市販試薬の放射線計測による新規放射線教育プログラムについて
3. 学会等名 2020年度放射線教材コンテスト（招待講演）
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 藤野秀樹
2. 発表標題 薬学生による天然核種を用いた新規放射線教育の提案
3. 学会等名 第22回環境放射能研究会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 藤野秀樹
2. 発表標題 薬学教育モデル・コアカリキュラムに準拠した新規放射線教育プログラム
3. 学会等名 令和2年度放射線安全取扱部会年次大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 藤野秀樹
2. 発表標題 市販試薬を用いた能動的学修による放射線・放射能教育の提案
3. 学会等名 第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小松理佳子、長谷川彩、美甘里果菜、増田綾乃、藤野秀樹
2. 発表標題 市販試薬の放射線計測による新規放射線教育プログラムについて
3. 学会等名 日本薬学会第140年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------