

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：12604

研究種目：奨励研究

研究期間：2021～2021

課題番号：21H04061

研究課題名 地下水中のラドンの子孫核種を用いた放射線教育の教材研究とラドン地下水マップの作製

## 研究代表者

大西 和子 (Onishi, Kazuko)

東京学芸大学・理科教員高度支援センター・専門研究員・特命講師

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 470,000円

研究成果の概要：本研究では、地下水中の核種の分離法の改良と、「ラドン地下水マップ」の作成、リモート活動のための「実験キット」の開発を目的とする。地下水中のラドンの子孫核種の収集については、高分子凝集剤の利用でこれまでの実験よりもその収集効率を上げることができた。この方法を用いて、東京都国分寺市の公園等に整備されている「むかしの井戸」を試料水とした「ラドン地下水マップ」を完成させることができた。「実験キット」については、より簡易で採水地での測定ができる仕様として開発を行った。しかし、粒状のゼオライトを使用した場合の収率には課題が残った。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

身近な地下水による放射線教育研究が可能であれば、全国各地の身近な地下水を利用した放射線教育という新しい分野が開拓できる。また、身近に利用しやすい地下水の情報を公開できれば、放射線教育の普及にも貢献できる。実験が行いやすい実験キットの開発も必要である。地下水中の放射性核種を利用した放射線教育研究と教材開発を行うことで、放射線が私たちの生活に身近にあることや、放射線の理解につなげられる意義がある。特に、ゼオライトが近年放射線の汚染水の処理に使用されていることと関連付けて授業等で取り扱えば、社会生活における化学の果たす役割を生徒・学生に意識づけることができると考えられる。

研究分野：放射線教育

キーワード：ラドン子孫核種 地下水 放射線教育

## 1. 研究の目的

本研究では、地下水中の核種の分離法の改良と、「ラドン地下水マップ」の作成、リモート活動のための「実験キット」の開発を目的とする。

### 本研究の背景 ~ 安全で安心な放射線教育用線源の開発と研究テーマの提案

3.11の東日本大震災を受け、教育現場において放射線教育の重要性が高まった。しかし、生徒実験として利用できる身近で安全な放射線源については、依然入手しにくい状況である。生徒にとって安全で安心感のある線源を開発することは、実験に基づいた放射線教育を実践する上で必要不可欠な研究分野である。また、平成30年度告示 高等学校学習指導要領解説「理数編」の「理数探究基礎」の中で「ウ 自然環境に関することについて」の記述の中に「自然放射線に関する探究」の記述がある。現状では身近な自然放射線を扱った放射線関連の実践は多くないため、令和元年度の新学習指導要領の施行でも使えるよう、学校で実践しやすい放射線教育関連の研究テーマの開発は喫緊の課題である。

地下水による放射線教育研究が可能であれば、全国各地の身近な地下水を利用した放射線教育という新しい分野が開拓できる。これらをリモートで行えるよう、簡易実験キットの開発も必要である。本研究では地下水中の放射性核種を利用した放射線教育研究と「理数探究基礎」に使える教材開発を以下の通り計画した。

地下水によるゼオライト粉末の回収速度の向上は、過去の研究<sup>[1]</sup>から凝集剤(PAC)の使用で概ね良好な結果が得られている。今後はその回収効率をさらに上げるため、高分子凝集剤等を用い、最適な回収条件を探究する。

試料水として「東京都名水57選」や近隣の地下水で測定を行い、アクセスが容易でラドンが比較的多く含まれる地下水の選定を行い、この成果を地域の学校で利用しやすい水源として明記した「ラドン地下水マップ」の作成を行う。

これらの研究を協力可能な学校と共に行い「理数探求基礎」の教材としての実践研究を進める。また、各学校ともリモートでの活動が行えるよう、協力校と適宜 Zoom 等での情報交換や、実験機材を送付して簡易に行える「実験キット」の開発を行う。

得られた成果を大学授業や教員研修で実践し、身近な地下水を用いた放射線教育の普及を図る。また作成した「ラドン地下水マップ」は本学のコンテンツとして Web へ掲載する。

## 2. 研究成果

地下水に含まれるラドンの子孫核種の捕集のため、地下水中にゼオライト粉末と凝集剤(PAC)を分散させ、吸引する過程で収集を行うが、ゼオライト粉末・フロック等の沈降速度を上げるため、高分子凝集剤(浅田化学工業(株)ポリロックON)を用いた。この最適濃度については、研究の結果、1Lの地下水に対して10倍に希釈したものをピペットで5滴滴下した際の沈降速度が最も早いことが分かった。しかし、用いる地下水によっては、PAC使用によるフロックの形成が十分でない場合があり、そのような状況で高分子凝集剤を用いても沈降速度が上がらない場合や、水質によってはより多くのポリロックONを要する場合があることも分かった。

上記の実験方法を用いて、国分寺市で整備されている公園の地下水等のラドンの子孫核種( $^{214}\text{Bi}$ 、 $^{214}\text{Pb}$ )が含まれる濃度の推定を行った。その値を元に「ラドン地下水マップ」

( Fig.1)を作成した。数値は、ラドンの子孫核種から放出される放射線測定データ(線、cpm(最大値))を記載した(マップに掲載していないデータについては Table. 1 測定データ(その他)を参照)。

協力校との実践については、コロナ禍により、共同して地下水の実践を行うことができなかった。しかし、今後の活動を見据え、実験を採水場所でも測定が行えるよう、使いやすい「実験キット」の作成と検討を行った。装置は、より簡易に測定ができるよう、粒状のゼオライトを用いて、PAC 等の試薬を使わない方法も検討した。また、試料水をゼオライトに通水・循環させるためのバスポンプ、ポータブル電源の使用などの工夫を行った。しかし、粒状のゼオライトの利用については、 $^{214}\text{Bi}$ 、 $^{214}\text{Pb}$  の収率の低さが課題となった。

また放射線測定器には、(株)NaRiKa のイーザーセンスの GM センサを用い、Bluetooth 接続により、携行しやすい携帯端末で、かつワイヤレスでの測定が可能になった。

得られた実験結果やラドン地下水マップの関連データは、国際学会にて発表を行い、地下水を用いた放射線教育としてその紹介を行った。「ラドン地下水マップ」は「東京学芸大学動画配信システム」

(<http://video.u-gakugei.ac.jp/>)の放射線教育プロジェクト内コンテンツとして公開を準備中である。

採水場所	最大cpm
お鷹の道・真姿の池湧水群 (東京都国分寺市)	47.4
貫井神社 (東京都小金井市)	82.3
矢川弁財天 (東京都立川市)	77.4

Table.1 測定データ(その他の水源)

## Disaster Prevention Well Map of Kokubunji City (Tokyo, Japan)

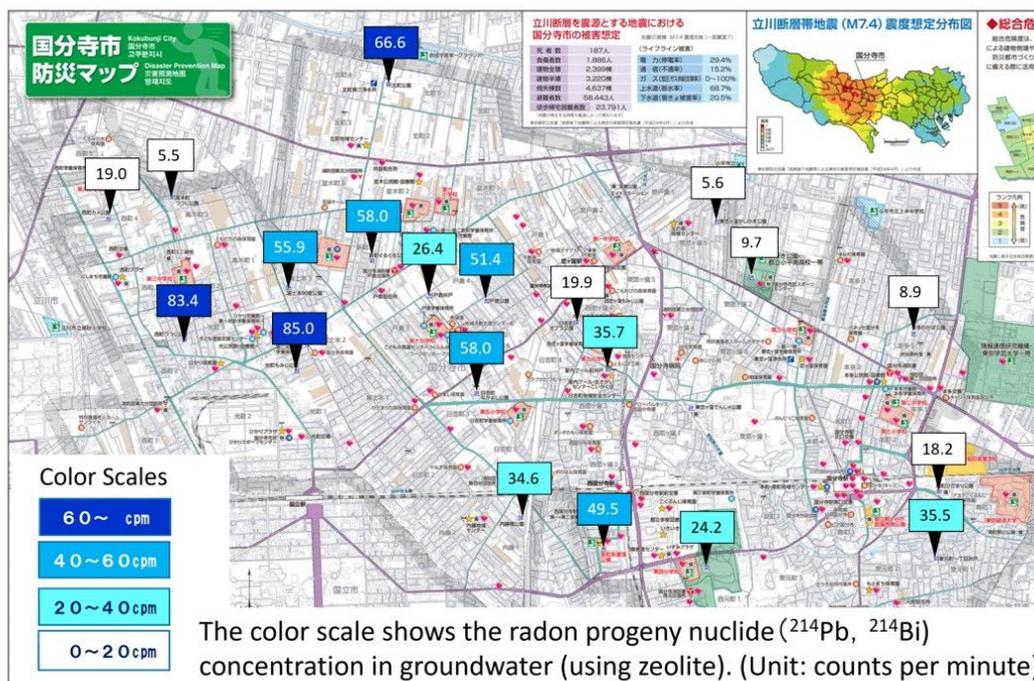


Fig.1 ラドン地下水マップ(ゼオライト;ラドン子孫核種( $^{214}\text{Pb}$ 、 $^{214}\text{Bi}$ ))

国分寺市防災マップ(東京都)

[https://www.city.kokubunji.tokyo.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_/001/002/434/h31.03bousaimap.pdf](https://www.city.kokubunji.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/002/434/h31.03bousaimap.pdf) (2022/5/30 閲覧) に追記

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 大西和子、岡田詩織、鎌田正裕	4. 巻 25
2. 論文標題 活性炭と地下水を利用した自然放射線を測定する安全で簡易な教育用実験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 放射線教育	6. 最初と最後の頁 64-69
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Kazuko ONISHI, Shiori OKADA, Masahiro KAMATA
2. 発表標題 A safe and easy experiment to measure natural radiation using charcoal filter and underground water
3. 学会等名 2021 The 6th International Symposium on Radiation Education（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西 和子、石井 颯太、鎌田 正裕
2. 発表標題 ゼオライトを用いたカラム法による地下水からの天然放射性核種の分離実験
3. 学会等名 第59回アイソトープ・放射線研究発表
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名