

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月6日現在

機関番号：63902

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500834

研究課題名（和文） 自然放射能線源を利用した放射線教育「30分測定実習」法の開発と実践に関する研究

研究課題名（英文） Study of development and practice of a 30-minute measurement method using natural radiation sources

研究代表者

河野 孝央（KAWANO TAKAO）

核融合科学研究所・ヘリカル研究部・准教授

研究者番号：20300733

研究成果の概要（和文）：

自然の放射性同位元素を含む材料をもとに製作した自然放射能線源を用いて「30分測定実習」法を開発した。この方法を円滑に進めるため、線源スタンドやデータシートを作成し、放射線業務従事者の新規教育や、家庭教育に適用して、有効性を確認した。さらに高校生を対象にした放射線教育では、分担測定法を併用して「30分測定実習」法を適用した結果、分担測定法には受講生の積極的な参加を促すなど、有用な教育効果のあることが分かった。

研究成果の概要（英文）：

A 30-min radiation measurement method was developed using natural radiation sources fabricated from various materials containing naturally occurring radioisotopes. For carrying out measurements smoothly in practice, dedicated data sheets and source stands were prepared. Then the 30-min radiation measurement method was actually applied to training new radiation workers and to radiation education courses held in the home. All results demonstrated that the method was useful for radiation education. Furthermore, the method was applied to high school students by combining with a measurement sharing method. It was found that the measurement sharing method encouraged active participation for students.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：放射線教育

1. 研究開始当初の背景

平成20年度に学習指導要領が改訂され、中学校の義務教育過程において30年ぶりに、放射線教育が復活した。しかしながら教育現場では、経験がない、教材がない、十分な時

間がないという問題があって、指導要領が改訂されただけでは、放射線教育を開始する事ができず、適切な教育用器材の開発や教育手法の具体化が求められる状況にあった。

2. 研究の目的

本研究では、学校教育現場に放射線教育の経験がない、教材がない、時間がないという問題を解決するため、一般の教室でも使用可能な放射線測定用教材を開発する。測定用教材には放射線源と測定器が含まれるが、いずれも購入可能である。しかしながら、線源については、実習中に壊しても、無くしても、放射線に関する法的な問題がまったく生じないものを目指して、通常、放射性物質とは考えない日常の物質を用いて、一般の教室で気楽に使用出来る線源を自作することにした。こうして製作した線源を自然放射能線源とよぶ。本研究では、これらの線源を用いて30分で実施することのできる実習法（手順）を開発し、世に提供することを目的としている。

3. 研究の方法

本研究は、以下の4本の柱で構成される。

- ① **現状調査:** 学会など多くの教育研究者が集まる機会を利用して最新の情報を入手し、放射線教育の現状を把握するとともに、本研究が向かうべき方向を見定める。
- ② **放射線測定教材の製作:** 化学肥料や乾燥昆布などを材料に線源を製作し、教材としての適正を評価するとともに、それらの線源を用いる実習に必要な他の教材を製作する。
- ③ **放射線教育の実践:** 製作した自然放射能線源などの教材を教育現場に適用し、教育効果を評価して改良を進めるとともに、教育手順を構築する。
- ④ **普及活動:** 学会その他の機会を利用して教育実践の成果を公表するとともに、他の教育者に教材を提供するなどの普及活動を行う。また本研究で目指している自然放射能線源を用いた「30分測定実習」法の普及のための報告会を開催する。そのほかいろいろな教育イベントに参加して、放射線教育を実践しながら普及活動を行う。

4. 研究成果

本研究で得られた成果を、放射線教育用教材開発と、教育手法の開発および実践研究に分けて示す。

(1) 放射線教育用教材開発に関する成果

① 自然放射能線源材料の評価

自然放射能線源は塩化カリウム試薬、化学肥料、乾燥昆布、湯の華、減塩しお等を材料にして製作出来ることを示したほか、線源の強度や使い易さは材料に大きく依存し、特に、化学肥料の場合、製品によっては、匂いや出

来上がりの丈夫さに問題があつて（図1）、実用可能な線源の製作が困難であつたり、たとえ製作できて経時変化により、粉を吹いたり、油成分漏出などの問題があることを示した。ただし、その他の材料の場合、うまく出来上がった線源には、経時変化がほとんどなく、長期にわたって使用できることが分かつた。



図1 出来上がりの丈夫さに問題のある化学肥料で製作した自然放射能線源

② ソフト面での実習教材の開発

教育現場で実習を円滑に進めるためには、線源などの教材ばかりでなく、実習を進める

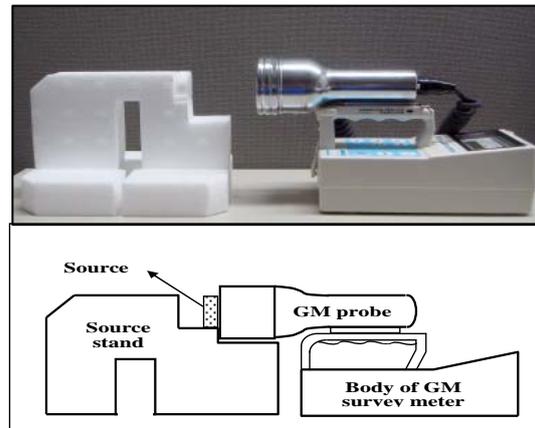


図2 実習教材のセットアップ

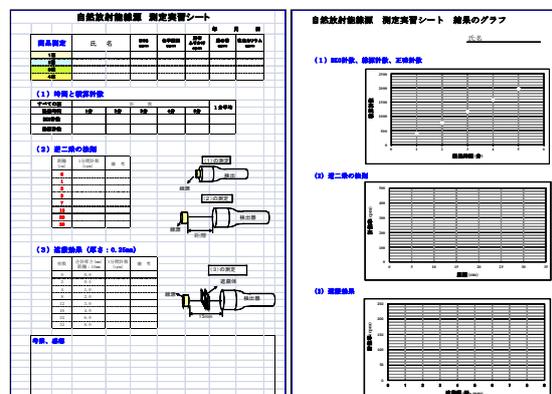


図3 データシートとグラフ

ための説明スライドや適切なデータシートが重要である。とくにデータシートは実習生が実習の内容と手順を直接的に知る情報を含んでいるため、「30分測定実習」法のポイントになる。図2に線源等の実習教材の例を、また図3に、何度も改良を進めて出来上がった最新のデータシートを示す。

(2) 教育手法の開発および実践研究

③放射線業務従事者教育における実践評価

開発した自然放射能線源と実習教材で行う放射線教育を評価するため、核融合科学研究所の放射線業務従事者教育に「30分測定実習」法を実践した。この実習には、自然放射線レベルの測定や、外部放射線被ばく防護の3原則を理解するための測定が含まれるが、30分で測定が終了できることを目指した。塩化カリウム線源を用いた場合の結果の一例を図4に示す。これは、距離依存性試験で、受講者25名全員の測定データを、同一グラフにプロットしたものである。距離ゼロは、塩化カリウム線源をGMプローブの入射面に

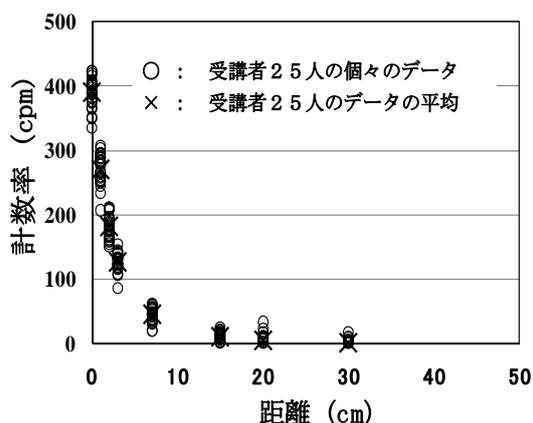


図4 自然放射能線源を用いた線量率の距離依存性試験の測定結果

密着した状態での測定を意味する（図2参照）。それぞれの距離におけるデータには受講者の違いにもとづくばらつきが見られるが、平均値（×印）で見ると、計数率が距離の逆二乗の法則に従って減少することが分かる。またひとりの受講者が得たデータは、各距離においてばらついたデータ中の一点であるが、その個々の受講者のデータからも、逆二乗の法則を説明することができる。積算計数の時間依存性試験、計数率の遮蔽厚依存性試験についても同様の結果が得られた。ただし、30分という観点から評価すると、測定自体は終了可能だが、考察や検討を行うためには、さらなる10分程度の時間が必要であった。

④家庭を対象にした放射線教育の実践

本研究で開発を進めている「30分測定実習」は、放射線業務従事者に対しては有効であることが分かった。しかしながら本研究の目的は、放射線取扱いの専門家になろうとする放射線業務従事者ではなく、放射線に対する知識がほとんど無い中学校や高校の生徒たちを対象に「30分測定実習」法による放射線教育を実施することである。また、知識がないという意味では一般家庭も同様であるから、事前調査を兼ねて家庭教育を目的に「30分測定実習」を実施した。内容は、③と同じであるが、塩化カリウム線源の代わりに化学肥料で製作した線源を用いた。家庭における放射線教育で、受講者は塩化カリウムにほとんど縁がなく、化学肥料のほうが、身近で分かりやすい材料と考えたからである。その結果は③と同様に、自らの測定データを用いて、放射線防護の3原則を理解できるデータが得られた。ただし測定データに対する検討や考察が深まるほど、実習の全てを30分で終了することは困難になった。

⑤SSH、SPPでの実践開始と分担測定法

③と④の実習経験を活かして高校性を対象に放射線教育を実施するにあたり、30分で終了するための別の教育技法を検討した。というのは、これまでの実習では、測定自体を30分で終了することは可能だが、考察や検討をいれると、さらに10分程度の時間が必要であったからである。そこで30分で終了できる実習を目指して、分担測定法を考案した。分担測定法では、受講生を数グループに分け、一連の測定をグループで分担する。その結果、時間の短縮が出来るはずである。しかしながらこの測定では、別々のグループのデータをまとめて同一のグラフにプロットするため、バラツキが心配された。距離依存性試験での結果を図5に示す。記号の違いは、グループの違いを表すが、その違いが分からないほど

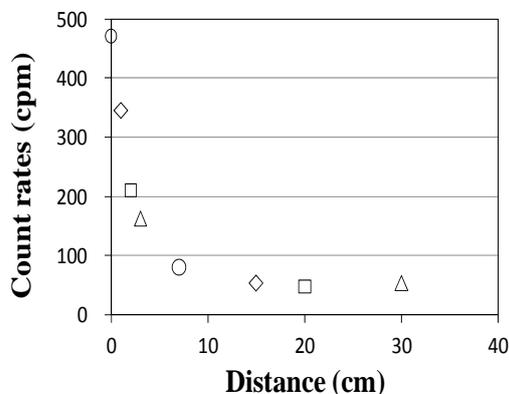


図5 分担測定法による「距離と線量率」

プロットはスムーズに変化しており、逆二乗の法則を理解するのに十分な結果であるといえる。「遮蔽と線量率」の測定実習にも分担測定法を適用したが、分担測定法が原因と思われるバラツキは見られなかった。なおこれらの測定に要した時間は、ほぼ 30 分であり、分担測定法の有効性が示された。また分担測定法では、複数のグループが協力して一連のデータをまとめるため、受講生どうしや講師との間に一体感が生まれ、実習への興味と積極的な参加を促す効果のあることが分かった。そのため、検討や考察が白熱すると、その分、良い意味で、実習時間が延びた。

⑥小、中、高等学校の教員対象にした実践と普及活動

国内の義務教育課程で放射線が取り上げられることになり、それぞれの中学校や高等学校で、放射線教育についての調査や検討、教師研修が開始された。本研究の成果に関連する事項として、平成 23 年 11 月に、原子力・エネルギー教育支援事業交付金事業でサポートを受けた秋田県立由利工業高等学校から 2 名の教育関係者に対し、自然放射能線源を用いた放射線教育の実践指導を行ったことが上げられる。その内容は、同工業高校が作成した報告書に教員研修としてまとめられている。また、平成 25 年 3 月には、土岐市の小、中、高校の教師を対象に、自然放射能線源による放射線教育の実例を紹介するため、放射線計数の統計的変動を理解するための実習を企画して実施し、好評を得た。

(3)その他の成果

自然放射能線源は、使用場所や使用する人を限定しない。この有利さを活かして、平成 23 年度から核融合科学研究所主催の東京イベント（場所：日本科学未来館、平成 23 年 12 月 18 日、平成 24 年 5 月 3 日）において、また平成 24 年度からは、「信州環境フェア（場所：長野市ビッグハット、8 月 25、26 日）」や「メッセナゴヤ 2012（場所：ポートメッセ名古屋、11 月 7-10 日）」などにおいて、放射線と放射能のデモンストレーションを実施し、高校性ばかりでなく、幅広く一般を対象に自然放射能線源による放射線教育の実践を開始した。また、平成 25 年 1 月 25 日には、「自然放射能線源の利用に関する研究会（場所：核融合科学研究所）」と題する研究会を開催し、7 件の報告を行うとともに、今後の放射線教育について情報交換を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 6 件）

- ① Takao Kawano、Experience-Based Radiation Education Using Chemical Fertilizer Radiation Sources、the Journal of Progress in Nuclear Science and Technology、査読有り、Vol.3、2012、pp.160-164
- ② Takao Kawano、Training Given in Radiation Measurements Using Radiation Sources Fabricated from Potassium Chloride Chemicals、Radiation Safety Management、査読有り、Vol.10、No.1、2011、pp.14-22
- ③ 河野孝央、主任者コーナー、自然放射能線源を用いた放射線業務従事者教育(測定実習)―核融合科学研究所における実践例、Isotope news、査読なし、3月号、No.683、2011、pp53-55
- ④ 河野孝央、カリウム肥料で製作した自然放射能線源と放射線教育への応用、日本放射線安全管理学会誌、査読有り、Vol.9、2、2010、pp.126-132
- ⑤ 河野孝央、化学肥料で作った教育用放射線源(自然放射能線源)、健康文化、査読なし、46号2010年10月号、p85-89
- ⑥ 河野孝央、湯の華で製作した教育用放射線源:自然放射能線源、放射線地学研究所、査読なし、
<http://www1.s3.starcat.ne.jp/reslnote/lsc.pdf>

〔学会発表〕（計 14 件）

- ① 河野孝央、分担測定法による高校生の放射線教育、自然放射能線源の利用に関する研究会、2013年1月25日、核融合科学研究所
- ② 河野孝央、圧縮成形法による自然放射能線源の製作について、自然放射能線源の利用に関する研究会、2013年1月25日、核融合科学研究所
- ③ 河野孝央、自然放射能線源を用いた分担測定法による放射線測定実習、日本放射線安全管理学会第11回学術大会、2012年12月4日～12月6日（発表5日）、大阪大学吹田キャンパス、コンベンションセンター
- ④ Takao Kawano、Development of Radiation Sources able to be Used Anywhere by Anyone and Application to experience-based Radiation Education、T12th International Symposium on Radiation Physics (ISRP12)、Oct 7 - 12 2012（発表9日）、Rio de Janeiro、

- Instituto Militar de Engenharia (IME)
- ⑤ 河野孝央、自然放射能線源を用いた 30 分放射線測定実習の試み、第 49 回アイソトープ・放射線研究発表会、2012 年 7 月 9-11 日 (発表 11 日)、東京大学弥生講堂
 - ⑥ Takao Kawano、Radiation Education for High School Students Using Potassium Radiation Sources、The 13th International Congress of the International Radiation Protection Association(IRPA13)、May 13 - 18 (発表 14, 15 日) 2012, Glasgow, Scotland, The Scottish Exhibition & Conference Centre (SECC)
 - ⑦ 河野孝央、自然放射能線源を用いた放射線教育の実践、日本放射線安全管理学会第 10 回学術大会 2011 年 11 月 30 日-12 月 2 日 (発表 12 月 1 日)、東京工業大学、すずかけ台キャンパスすずかけホール
 - ⑧ 河野孝央、「昆布ふりかけ」で製作した放射線源による家庭教育の試み、平成 23 年度主任者部会年次大会 (第 52 回放射線管理研修会)、2011 年 11 月 1-2 日 (発表 1 日)、山形テルサ
 - ⑨ Takao Kawano、Introduction of Education and Training of Radiation Using Natural Radiation Sources、the 14th International Congress of Radiation Research (ICRR2011)、August 28-September 1 (発表 9 月 1 日) 2011, Warsaw, Poland, the Palace of Culture and Science
 - ⑩ Takao Kawano、Experience-Based Radiation Education Using Chemical Fertilizer Radiation Sources、The sixth International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology (ISORD-6)、July 12-14 (発表 14 日) 2011、Langkawi, in Malaysia, Awana Porto Malai Langkaw
 - ⑪ 河野孝央、カリウム肥料で製作した放射線源による家庭教育の試み、第 48 回アイソトープ・放射線研究発表会、2011 年 7 月 8 日 (発表 8 日)、日本科学未来館
 - ⑫ 河野孝央、泉雄一、塩化カリウムを用いて教育用に製作した放射能表面汚染模擬線源、日本放射線安全管理学会第 9 回学術大会、2010 年 12 月 1 日~3 日 (発表 2 日)、広島大学
 - ⑬ 河野孝央、自然放射能線源を用いた放射線業務従事者教育 (測定実習) —核融合科学研究所における実践例—、平成 22 年度主任者部会年次大会 (第 51

会放射線管理研修会)、2010 年 11 月 4, 5 日 (発表 4 日)、京都テルサ *優秀ポスター賞受賞

- ⑭ Takao Kawano、New education technique using radiation sources fabricated from chemical fertilizers, Third European IRPA Congress, June 14-18 (発表 17 日) 2010、Helsinki in Finland、Finlandia Hall

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河野 孝央 (KAWANO TAKAO)

核融合科学研究所・ヘリカル研究部・准教授

研究者番号 : 20300733