

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350239

研究課題名(和文) 沖縄の地域に根ざした紫外線・放射線学習教材の開発

研究課題名(英文) Development of teaching materials for ultraviolet rays and radiation education in Okinawa

研究代表者

濱田 栄作 (HAMADA, Eisaku)

琉球大学・教育学部・准教授

研究者番号：20413718

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、紫外線と放射線に関する教材開発を行った。紫外線に関するアンケート調査によると、紫外線の健康影響は広く認知されていたが、科学的知識は不十分であった。そこで、生活の中で紫外線を意識できる教材として、市販のデジタルカメラを用いた紫外線撮影教材の開発を行った。放射線については、その利用に関する知識不足が明らかになった。特に、害虫駆除や室内のラドンなど、沖縄と関係が深い項目についても認知度は低く、地域の実情を反映した教育が必要である。さらに、放射線教育用として、放射線による損傷を視覚化できる教材開発や、沖縄県を中心とした環境放射線量率のデータベースを作成した。

研究成果の概要(英文)：In this study, teaching materials for understanding ultraviolet rays and radiation were developed. According to a survey of undergraduate students, the health effects of ultraviolet rays were widely recognized, but the scientific knowledge of it was inadequate. In order to notice ultraviolet rays in our daily life, an ultraviolet ray imaging device using a digital camera was developed as teaching materials. A questionnaire survey revealed a lack of knowledge on radiation use. In particular, since it was not well known about pest control and indoor radon, which were closely related to Okinawa, education including regional features is necessary. In addition, for radiation education, we developed teaching materials that can visualize radiation damage and database of environmental radiation dose rate in Okinawa prefecture.

研究分野：科学教育

キーワード：放射線 紫外線

1. 研究開始当初の背景

福島第一原子力発電所の事故を受け、福島からの転校生に対して「放射線がうつる」といった誤った認識によるいじめ事例が各地で報告され、教育現場はもちろん、社会における放射線に関するリテラシーの向上が強く求められている。

放射線については、学習指導要領の改訂に伴い、平成 23 年度より中学校学習指導要領の理科第一分野で約 40 年ぶりに取りあげられたが、同年の原発事故が重なり、教育現場に混乱をもたらした。特に、指導要領では、原子力利用を前提として放射線が取り上げられていることも、混乱を助長する要因と考えられ、現状に適した放射線学習の取り組みが必要である。

一方で、放射線（ガンマ線、エックス線）と同じ電磁波に属する紫外線については、現行の学習指導要領では扱われていない。紫外線と放射線はエネルギー的にも、法令上も別物だが、その基本的性質やリスク・ベネフィットの考え方に共通する点も多くある。電磁波としての可視光・紫外線・放射線がどのように異なり、生物へどのような影響を与え、生活にどのように利用されているかを対比し、体系的に学ぶことは、科学的リテラシーの涵養を目指すうえで、有用な手法となる。

2. 研究の目的

農業から医療まで多くの分野で利用されている「紫外線」「放射線」は、私たちの生活に利益（ベネフィット）とリスクをもたらす。沖縄の紫外線量は他地域に比べ数倍高く、健康への影響が危惧される。また、頻繁に寄港する原子力潜水艦や、中国・台湾の原子力関連施設で事故が起きれば、その影響は計り知れない。本研究では、義務教育課程では扱わない「紫外線」と現行の学習指導要領で復活した「放射線」の科学的共通性に着目し、沖縄の自然と社会的環境を配慮した学習教材を開発し、小中の教員が効果的に利用できる学習支援システムの構築を目指す。

3. 研究の方法

本研究を遂行するにあたり、以下について調査・研究を実施した。

(1) 意識調査

紫外線に関する意識調査

若者の紫外線に関する知識やリスク認知をアンケート調査により明らかにするとともに、日常生活における紫外線の測定を実施し、紫外線の正しい知識の学習法について検討した。アンケート用紙は琉球大学在籍者に 433 枚配布し、408 枚を回収した。その内、記入漏れを除いた 359 枚を有効回答とした。社会人（現職教員）には 60 枚を配布し、そのすべてを回収した。学生と同様、記入漏れを無効回答とし、54 枚を有効回答とした。

放射線に関する意識調査

平成 27 年度に入学した大学生の多くは、

中学校で放射線を学習した第一期生であった。そこで、学習指導要領の変更に伴う学生の放射線に関する理解度の変化を明らかにするために、大学生を対象としたアンケート調査を実施した。平成 27 年 7 月から 8 月にかけて記入式アンケートを 342 枚配布し、335 枚を回収した。その内、有効回答数は 323 枚であった。

(2) 紫外線教材の開発

ヒトの眼では大差のない自然の様子も、紫外線を通して見ることで、普段意識していなかった自然の不思議に気付かされる。そこで、紫外線の興味・関心を高めるための教材として、紫外線を可視化する簡易型紫外線撮影装置の開発を行い、その活用について検討した。

(3) 放射線教材の開発

放射線量率のデータベース作成

放射線教育の実践として、予め準備した測定試料（花崗岩、カリ肥料、湯ノ花、船底塗料など）を用いた教室内における放射線測定実習がある。これは目に見えない放射線の存在を知るための教育として有効であるが、与えられた対象物で測定を行っても放射線が我々の周りによく普通に存在するという事実を実感することは難しい。自然放射線により正しい理解のためには、自然に存在する対象物から放出される放射線を測定することが有効と考える。さらに、校外に出ることで非日常的体験として、生徒の興味関心を引き、記憶に残りやすいという野外学習ならではのメリットもある。そこで、県内の様々な地点での放射線量率を計測し、放射線量率のデータベースの作成を行った。

固体飛跡検出器を用いた教材開発

放射線の人体への影響や医療での利用に関する理解を深めるためには、霧箱や放射線測定器のように、放射線の存在を知る体験だけではなく、放射線がエネルギーを持っていると実感することが重要である。放射線による損傷を観察できる固体飛跡検出器（CR-39）は、放射線がもつエネルギー的な側面を理解する上で有用と思われる、これまで教育現場で利用されてきた霧箱や放射線測定器とは異なる教育的効果が期待される。しかしながら、CR-39 の使用には、70%、30%程度の水酸化ナトリウム水溶液や水酸化カリウム水溶液が必要となり、安全面から教育現場での利用は難しかった。そこで、教育現場での CR-39 の活用を目的に、「毒物及び劇物取締法」に該当しない 5%の水酸化ナトリウム水溶液をエッチング溶液として使用し、紫外線照射効果、超音波照射効果、光学顕微鏡を利用しない方法について検討を行った。

4. 研究成果

(1) 意識調査

紫外線に関する意識調査

単純集計結果から紫外線が身体に影響を与えることは広く知られていることがわかった。しかし他のリスクと紫外線の危険意識

を比較させたところ、学生の出身地域（県内と県外）以外のグループ間で、紫外線の順位に有意差はなく、いずれも紫外線の順位は10項目のリスクの内6~7位と低い値であった。また、知識について問うたところ「オゾンホール」「フロンガス」については広く知られていたが、「黒色腫」や「SPF」「PA」など紫外線が実際に身体に与える影響や紫外線対策に関する知識についてはあまり知られていなかった。

今回のアンケート調査では、学生の男女において有意差が見られ、男性より女性の方が紫外線に対する意識は高かった。しかし、紫外線が身体に与える影響への意識・対策と紫外線に関する知識について、女性はその項目においても関連性は見られなかった。したがって、女性が知識の有無に関わらず紫外線に対する意識が高いのは、美容に与える紫外線影響を「恐ろしさ」として認知しているからと思われる。一方、男性は紫外線対策を行わない理由として「めんどくさい」や「気にしない」との回答が多かったことから、全体的に紫外線に関する関心は低く、楽観的な考えが紫外線に対する意識・対策を低減させたと思われる。これらのことから紫外線の正しい知識・対策の普及には、ただ知識を広めるだけでなく、紫外線の観測・測定等を取り入れた活動を通して、日常生活の場で紫外線を意識できるような機会が重要と考えられる。

放射線に関する意識調査

学習指導要領の改訂後に中学校で放射線教育を受けた学生の方が、放射線に関する知識が高い傾向が見られたが、統計学的に優位な差はなかった。また、学習指導要領で明記された放射線の利用については、新旧課程の有意差が全ての項目で見られなかった。福島第一原子力発電所事故が収束しない状況で、社会の関心が放射線の環境や人体への影響に集まる中、放射線利用が授業でどのように扱われたのか、疑問が残る。特に、害虫駆除や建物内のラドンなど、沖縄と関係が深い項目について、県内出身学生の認知度は極めて低かった。地域の実情に合わせた放射線教育が今後求められるとともに、放射線を教える教師への支援も必要と思われる。他方、放射線の透過力を表す図のみの説明では、自然放射線による被ばくの約半分を占めるラドンガス（アルファ線）の影響を過小評価する可能性もある。放射線被ばくの形態と放射線種の関係を示す適切な解説も必要である。今回の調査では、理系と文系で放射線に関する認知に有意差が多くみられた。調査時点では、新課程の学生は1年前期の講義を履修中であり、大学での学習ではなく高校での学習が影響していると思われる。中学校のみでなく、継続的な放射線教育が必要と考えられる。

(2) 紫外線教材の開発

市販のデジタルカメラを用いた安価な紫外線撮影装置の開発を行い、その活用につい

て検討した。開発した紫外線撮影装置を用いて、花とチョウの紫外線撮影を行い、可視光では捉えられない様子を確認できた（図1）。このように、ヒトの眼では見ることができない紫外線を可視化する本装置は、紫外線に対する認識や興味・関心を高めることに有効であり、今後、科学イベント等での活用も期待できる。また、本装置を用いて、紫外線防止化粧品の効果検証及び、放射能分布画像の取得も試みた。市販のカメラを使用しているため、定量的評価は難しいが、安価で、誰でも入手し測定できるというのは大きな利点である。

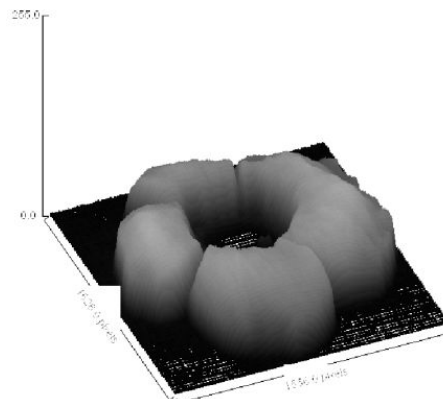


図1 アリアケカズラ花卉の反射紫外線輝度

(3) 放射線教材の開発

放射線量率のデータベース作成

県内の環境放射線量率の調査を行った。調査地点には、地学分野での活用も念頭に野外実習に適した露頭等を中心に測定を実施した。計測地点は以下の通りである。沖縄島：全域、県内離島：伊是名村、伊江村、粟国村、久米島町、北大東村、南大東村、宮古島市、石垣市、竹富町、与那国町、県外：鹿児島県与論町、山梨県北杜市、海外：台湾（台北市、新北市）

固体飛跡検出器を用いた教材開発

5%の水酸化ナトリウム水溶液を使用する場合、液温を90℃一定にすることができれば、1時間のエッチングで直径約1.8 μmのエッチピットを観察することができた。しかし、教育現場では液温を高温で一定にするウォーターバスなどの機器を用意することは難しい。そこで、エッチング溶液の温度を室温にしてエッチングを行った。その結果、30%水酸化ナトリウム水溶液では12時間で直径約1.7 μmのエッチピットを観察できた。5%水酸化ナトリウム水溶液を用いた場合、3日間のエッチングで直径約1.7 μmのエッチピットを観察することができ、長い時間をかければ低温、低濃度でもエッチピットを観察することができた（図2）。

低濃度エッチングでエッチピットをより拡大させるために、放射線を照射する前後で紫外線を照射したところエッチピットの拡大が確認できた。紫外線の照射時間を1時間、3時間、6時間と増やしたところ、6時間を超

えたあたりからエッチピットの直径に差が出てきた。特に、放射線を照射する前と後に紫外線をそれぞれ照射し、エッチングを実施した場合の効果は顕著で、6時間の紫外線を照射した場合、エッチング時間6時間でエッチピットの直径は約 26.2 μm となり、紫外線未照射と比べると、約2倍に拡大した。

CR-39 に超音波を照射してエッチングを行ったところ、超音波照射により 12 時間のエッチングで、直径約 6.2 μm のエッチピットを観察することができ、超音波照射がエッチピットの拡大に有効であることがわかった。

顕微鏡を使用しない観察手法では、高濃度エッチング溶液(90 30%NaOH(aq))の使用で、遮蔽部分とそうでない部分とで模様を観察することができた。同様の実験を低濃度エッチング溶液(室温 5%NaOH(aq))で行ったところ、観察可能な大きさまでエッチピットを拡大させるためには少なくとも 30 日間のエッチングが必要となり、明瞭な模様として観察するためには、さらなるエッチング時間が必要であることがわかった。この観察手法では、エッチピットを穴として観察することはできないが、損傷部分と損傷していない部分の状態の違いを肉眼で観察できるので、放射能分布や放射線が紙などの物質で遮蔽できることを学びやすいと考えられる。また、小学生などの低年齢の児童でも観察が可能である。

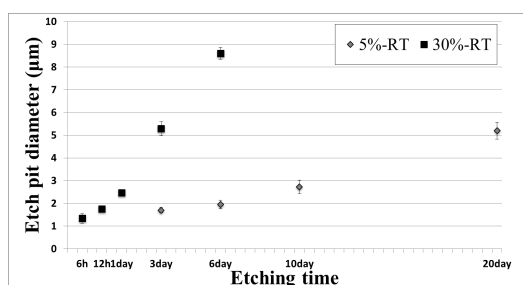


図2 エッチング時間とエッチピット径
(室温, NaOH (aq))

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計7件)

N.Sakashita, E.Hamada, Analysis of the Consciousness of University Students in Okinawa about the Radiation, The abstract book for the ISRE2016, 査読無, 2016, p.26

Y.Nakahodo, E.Hamada, Development of Teaching Materials for Radiation Education Using CR-39 Solid State Nuclear Track Detectors, The abstract book for the ISRE2016, 査読無, 2016, p.27

濱田栄作, 仲程夢斗, 教員志望学生による原子力発電をテーマとした授業デザイン, 日本エネルギー環境教育学会第 11

回全国大会論文集, 査読無, 2016, pp.98 - 99

濱田栄作, 喜屋武綾菜, 簡易型デジタルカメラ分光装置の開発とその活用について, 日本理科教育学会九州支部大会発表論文集, 査読無, Vol.43, 2016, pp.74 - 77

濱田栄作, 廣部友絵, 紫外線撮影装置の開発とその応用, 日本理科教育学会全国大会発表論文集, 査読無, Vol.13, 2015, p.517

濱田栄作, 宮平千聖, 紫外線に対する沖縄の若者の意識調査と分析, 日本エネルギー環境教育学会第 10 回全国大会論文集, 査読無, 2015, pp.134 - 135

松田翔, 濱田栄作, 岩切宏友, 沖縄県における自然放射線を利用した学習教材の開発, 日本理科教育学会九州支部大会発表論文集, 査読無, Vol.41, 2014, pp.106 - 109

〔学会発表〕(計7件)

N.Sakashita, E.Hamada, Analysis of the Consciousness of University Students in Okinawa about the Radiation, The Fifth International Symposium on Radiation Education, 2016年12月16日~2016年12月19日, Koriyama Chamber of Commerce and Industry (Koriyama, Fukushima, Japan)

Y.Nakahodo, E.Hamada, Development of Teaching Materials for Radiation Education Using CR-39 Solid State Nuclear Track Detectors, The Fifth International Symposium on Radiation Education, 2016年12月16日~2016年12月19日, Koriyama Chamber of Commerce and Industry (Koriyama, Fukushima, Japan)

濱田栄作, 仲程夢斗, 教員志望学生による原子力発電をテーマとした授業デザイン, 日本エネルギー環境教育学会第 11 回全国大会, 2016年08月09日~2016年08月10日, 札幌市立山の手小学校(北海道札幌市)

濱田栄作, 喜屋武綾菜, 簡易型デジタルカメラ分光装置の開発とその活用について, 平成 27 年度(第 2 回)日本理科教育学会九州支部大会, 2016年05月28日~2016年05月28日, 宮崎市民プラザ(宮崎県宮崎市)

濱田栄作, 廣部友絵, 紫外線撮影装置の開発とその応用, 日本理科教育学会全国大会, 2015年08月01日~2015年08月02日, 京都教育大学(京都府京都市)

濱田栄作, 宮平千聖, 紫外線に対する沖縄の若者の意識調査と分析, 日本エネルギー環境教育学会第 10 回全国大会, 2015年08月08日~2015年08月10日, 京都教育大学(京都府京都市)

松田翔，濱田栄作，岩切宏友，沖縄県における自然放射線を利用した学習教材の開発，日本理科教育学会九州支部大会，2014年05月24日，熊本大学（熊本県熊本市）

6．研究組織

(1)研究代表者

濱田 栄作 (HAMADA, Eisaku)

琉球大学・教育学部・准教授

研究者番号：20413718