

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02977

研究課題名(和文)身近な環境放射線の測定と授業実践について

研究課題名(英文) Measurement of Radiation Level for Natural Radioactivity in Our Lives and Practice of Radiation Education in Science Classes

研究代表者

木村 憲喜 (Kimura, Noriyoshi)

和歌山大学・教育学部・教授

研究者番号：70324986

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、和歌山県内における空間放射線量率を測定し、和歌山版線量マップを作成した。その結果、建物やトンネル中で高い線量(約 $0.1\mu\text{Sv/h}$ )が得られた。一方、海上では線量の値がほぼ $0\mu\text{Sv/h}$ となった。このことから、建物やトンネル内では建材や岩石に含まれる放射性物質が強く影響し、海上では水によって多くの放射線が遮られることがわかった。さらに、都市部や山地など高度による放射線量の違いも観測された。特に、和歌山県内で最も高い山である護摩壇山山頂で放射線量を測定した結果、 $0.075\mu\text{Sv/h}$ という値が得られ海岸付近( $0.03\text{--}0.04\mu\text{Sv/h}$ )に比べやや大きい値となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中学校や高等学校の先生が理科の授業で放射線を扱った実験を行うことがあるが、環境放射線を扱った実験はあまりない。今回、身のまわりの放射線をマップにし、授業で生徒に紹介することで放射線を身近に感じさせることを試みた。さらに、放射線の源を考えることにより、科学的な興味をもたせることも行った。

これらの実験を通して放射線の正しい知識を身につけることができると思われる。そして、福島原子力発電所の事故以来、多くの情報の中で子ども達に正確な知識をどのように伝えていくのが、模索していきたい。

研究成果の概要(英文)：In the present study, we produced a radiation level map of natural radioactivity by measuring the atmospheric radiation dose rate from 2018 in Wakayama prefecture. As a result, the large values (ca.  $0.1\mu\text{Sv/h}$ ) of radiation doses observed in building and tunnel. On the other hand, a value of radiation dose in the ship on the sea was ca.  $0\mu\text{Sv/h}$ . The results of these radiation doses show powerful influence of a small amount of radioactive material contained in building materials and rocks, and shielding by water molecules. In addition, the value of  $0.075\mu\text{Sv/h}$  at the top of Mt. Gomadanzan, which is the highest mountain in Wakayama prefecture, was observed. This value was greater than  $0.03\text{--}0.04\mu\text{Sv/h}$  near the coast in Wakayama prefecture.

研究分野：化学

キーワード：理科教育 放射線 環境教育

## 1. 研究開始当初の背景

近年、デジタル教材を用いた理科教材がさまざまな分野で用いられており、新しい実験器具も幅広い用途に応じて開発されている。我々は、これまで近隣の高等学校と連携し、さまざまな環境水質分析を取り入れた理科教材を開発し、実践した。特に、近隣の河川の水質分析実験は10年近く継続し、現在も実践している。また、最近、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)、サイエンスパートナーシッププログラム(SPP)などで大学と近隣の高等学校の連携(高大連携)が進められている。さらに、13年前から始まった学校教員向け免許更新授業などでも大学と小中学高等学校教員との交流が盛んに行われている。これらの意見交換の中で、学習指導要領の改訂により、中学校の理科で放射線に関する教育が約30年ぶりに本格的に復活することが報告された。さらに、2011年3月11日以降、大学内においても放射線を題材にした教材づくりに関する検討がすでに始まっている。しかし、現在の多くの理科教員は放射線に関する指導経験がほとんど無く、放射線の種類やベクレル(Bq)、シーベルト(Sv)、グレイ(Gy)などの放射性物質量の単位を生徒に理解させるだけでも難しい。そこで、本研究では身近な放射線を用いた理科教材を作製する目的で、身のまわりの物質の環境放射線のモニタリング実験を試みる。本実験では、東日本で放射線量を直接測定するのではなく、身近な建物、土壌、トンネルの中、河川に架かる橋などの放射線量を市販の簡易型測定器を用いて測定する。これらの実験結果から、放射線についての基礎的な知識を教材として利用できるようまとめる。

## 2. 研究の目的

若者の理科離れを防ぐために各地でSPPやSSH活動などが行われるようになり、多くの成果をあげている。しかしながら、より高度な実験は大学の研究室での見学や演示実験を行うのがほとんどである。このような取り組みは生徒の関心を引き付けるのに一定の効果があるが、科学の本質や楽しさを知ってもらうためには生徒自身が科学機器を使用することが必要不可欠である。

2011年3月11日に起こった原子力発電所事故による放射性物質の放出は、すべての国民が関心をもつテーマである。今回、ほとんど報告例のない和歌山市近辺の放射線を題材に用いた教材を新たに作成することにより、和歌山県下の高校生や学校教師の放射線に関する誤った考えを正し、正しい知識を身につけてもらう。さらに、実際に身のまわりの放射線量を測定することにより、放射線が身近なものであることを再認識させる。これまで、学校現場では放射線に関する内容をほとんど教える機会がなく、本研究を遂行することにより、これまでにない和歌山版放射線量マップを提供することが可能となる。そして、今回作成した放射線量マップから放射線が身近な存在であることを再認識させることができると確信する。

さらに、福島原子力発電所の事故以来、さまざまなところで耳にする放射線に関する情報の中から、子ども達に放射線の正しい知識をいかに教えていくのか、今回の研究から模索していきたい。

## 3. 研究の方法

### (1) 身のまわりの放射線量の測定

我々は、さまざまな場所から常に環境放射線を受けている。環境放射線とは、自然放射線と呼ばれる宇宙や土、岩石、大気などからの放射線に加え、コンクリートや建物などの人工的な物からの放射線である。今回、市販の環境放射線モニタを用いて身のまわりの微弱なガンマ線を測定し、放射線を題材にした理科教材を作成する。

身近な地域の教材を作成するために、和歌山市近辺の建物やトンネル、河川水、水道水などの空間放射線量率(放射線量)を測定し、放射線量マップを作る。続いて、電車や飛行機、車などに乗り放射線量を測定し、宇宙線や大地からの影響、遮蔽の効果などを調べる。土や岩石を含んだ大地はさまざまな放射性物質を含有しているため、放射線を常に放出している。特に、トンネルや建物の中では周辺からの放射線の影響が強く、反対に川に架かる鉄橋では水によって放射線が遮られるため影響が小さくなることが知られている。さらに、県内の温泉など局地的に放射線量の高い地域がないか調査する。

### (2) 小中高等学校の実験室における体験型学習活動

次に、学校の実験室で、市販の環境放射線モニタを用いて放射線量の測定を行ってみる。我々の身のまわりの物や食材には、ごく微量の放射性同位体を含んだものが数多く存在する。例えば、カリウム-40、炭素-14やラドン-222は、食べ物の中に含まれている。これらの同位体を含んだ食べ物を、我々は常に摂取している。これらの放射線量を測定することは、非常に有意義であると思われる。さらに、我々の身体には5000-8000ベクレルの放射性物質がすでに含まれており、これらの放射線量を実際に測定することも重要であると考えられる。

#### 4. 研究成果

2011年3月11日に東北地方に巨大地震が起こり、福島原子力発電所から多量の放射性物質が拡散した。その後、さまざまな学校で放射線に関する内容を取り入れた講義や実験を行うようになってきた。しかし、和歌山県内の多くの教員は放射線に関する指導経験がほとんどなく、放射線の種類や単位を教えることも困難な状況である。

そこで、まず和歌山県内における空間放射線量率を測定し、和歌山版線量マップを作成した。その結果、建物やトンネル中で高い線量(約 $0.1\mu\text{Sv/h}$ )が得られた。一方、海上では線量の値がほぼ $0\mu\text{Sv/h}$ となった。このことから、建物やトンネル内では岩石に含まれる放射性物質(カリウムやウラン)が強く影響し、海上では水によって多くの放射線が遮られることがわかった。さらに、都市部や高度による放射線量の違いも観測された。都市部(和歌山市や海南市、御坊市、田辺市)では空間線量の値が $0.05\text{-}0.08\mu\text{Sv/h}$ を示し郊外に比べると少し大きくなった。これは、建物に使われている建材の影響が考えられ、建材中の放射性同位体によるものであると思われる。特に、建物内の御影石から大きな値(約 $0.1\mu\text{Sv/h}$ )が得られた。山地では地上からの高度が少しずつ上がるにつれ宇宙線の影響で放射線量の値が徐々に大きくなることが期待される。実際に、和歌山県内で最も高い山である護摩壇山山頂で放射線量を測定した結果、 $0.075\mu\text{Sv/h}$ という値が得られ海岸付近( $0.03\text{-}0.04\mu\text{Sv/h}$ )に比べやや大きい値となった。

これらの実験結果から、和歌山県の放射線量は都市部を除いて海岸付近が $0.03\text{-}0.04\mu\text{Sv/h}$ 、山地が $0.05\text{-}0.07\mu\text{Sv/h}$ であることがわかった。このことから、和歌山県では放射線を放出する土壌や岩石が少なく、県内の放射線量は宇宙線や建物から放出される放射線に強く影響されることがわかった。

次に、学校教員向け免許更新授業で和歌山版放射線量マップを使って放射線に関する講義と実験を行った。受講者は主に、小学校や中学校の理科教員であった。まず、放射性物質の基礎的な内容を説明し、その後市販の放射線測定器を用いて身のまわりの放射線量を測定した。実験後、得られたデータをもとに、グループ内で話し合った。その結果、我々の身のまわりでは、常に放射線が飛行しており、自然界の放射線で被ばくしても特に問題がないことがわかった。さらに、児童や生徒に一定量以下の放射線量であれば安全であることをきちんと伝える必要があることを共有した。今回、免許更新授業に受講した教員が自ら放射線測定器を用いて放射線量を測定することにより、放射線に関する正しい知識を身に付けることができたと思われる。今後も可能な限り、放射線に関する学習指導を行う予定である。

さらに、和歌山市の中学校(2019-2021年度、1年生対象)においても放射線に関する講義と実験を行い、生徒40名に対し放射線に関するアンケート調査を実施した。アンケートの質問内容は以下の通りである。

あなたは放射線と聞いて具体的に何を思い浮かべますか あなたは放射線を危険または怖いと感じますか 私たちの暮らしのさまざまなところに放射線が関わっていますが、次の6つについてどの程度知っていますか(1.私たちは宇宙から放射線を受けている 2.私たちは大地から放射線を受けている 3.私たちは空気から放射線を受けている 4.私たちは食べ物から放射線を受けている 5.放射線を多く放出する温泉がある 6.レントゲン検査では放射線を受ける)

質問 のアンケート結果から、放射線と聞いてまず身近な医療現場で使われているX線や原子力発電、原子爆弾が思い浮かぶと回答している生徒がほとんどであった。次に質問 の結果から、放射線を危険だと思わない生徒は一人もおらず、原発事故を危険だと思う根拠として放射線を挙げている生徒が半数以上いた。

質問 について、1-5は自然放射線、6は人工放射線である。どちらも身近にあるが、自然放射線を認識している生徒は人工放射線を認識している生徒に比べかなり少ないことがわかった。このことから、身近な自然放射線を知ることが放射線の正しい理解に不可欠であると考えられる。よって、実際に中学生が測定器を持って身のまわりの放射線を測定することで放射線への理解をより深めることができると思われる。

最後に、学校教員向け免許更新授業や中学校において実施したアンケート結果から、実際に教員や生徒が空間放射線量率を測定し、身のまわりの線量を正確に知ることにより放射線を怖がらず正しい情報を小中学校や高等学校の生徒に伝えることができることがわかった。以上の実践を通して、2011年の福島原発の事故後から関心が高くなっている放射線の人間生活への影響について考えていきたい。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 中村文子, 木村憲喜	4. 巻 72
2. 論文標題 ドライイーストを用いた過酸化水素の分解実験	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 和歌山大学教育学部紀要. 自然科学	6. 最初と最後の頁 113-116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AN00257977.72.113	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 木村憲喜	4. 巻 72
2. 論文標題 身近な放射線の測定と教員免許状更新講習での実践	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 和歌山大学教育学部紀要. 自然科学	6. 最初と最後の頁 127-129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AN00257977.72.127	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 木村憲喜, 中村文子	4. 巻 68
2. 論文標題 小学生向けオンライン実験教室の取り組みについて	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 和歌山大学学芸	6. 最初と最後の頁 37-39
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 無
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 -
1. 著者名 中村文子, 木村憲喜	4. 巻 69
2. 論文標題 滴定実験で中和に必要な量を正確に定量するための工夫	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 化学と教育	6. 最初と最後の頁 148-149
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 -

1. 著者名 木村憲喜, 須賀弘樹	4. 巻 71
2. 論文標題 和歌山県内における自然放射線の測定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 和歌山大学教育学部紀要. 自然科学	6. 最初と最後の頁 129-130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AN00257977.71.129	査読の有無 無
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 中村文子, 木村憲喜	4. 巻 71
2. 論文標題 空気の実験に関する教材研究と実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 和歌山大学教育学部紀要. 自然科学	6. 最初と最後の頁 131-134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AN00257977.71.131	査読の有無 無
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 奥田雅史, 木村憲喜	4. 巻 5
2. 論文標題 自然を観て, 自然から学ぶ植物分野の授業実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 和歌山大学教職大学院紀要 (学校教育実践研究)	6. 最初と最後の頁 107-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AA12779311.5.107	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 木村憲喜, 中村文子	4. 巻 70
2. 論文標題 モール法を用いた水の化学分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 和歌山大学教育学部紀要. 自然科学	6. 最初と最後の頁 45-46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AN00257977.70.45	査読の有無 無
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 鳴神一樹, 須賀弘樹, 中村文子, 木村憲喜	4. 巻 66
2. 論文標題 開放型実験室(オープンサイエンス実験室)を使った活動について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 和歌山大学学芸	6. 最初と最後の頁 145-147
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 無
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 -

1. 著者名 奥田雅史, 木村憲喜	4. 巻 3
2. 論文標題 次期学習指導要領で求められる中学校理科の授業研究と実践例について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 和歌山大学教職大学院紀要 (学校教育実践研究)	6. 最初と最後の頁 97-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.19002/AA12779311.3.97	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 木村憲喜, 中村知, 漁野貴洋, 中村文子	4. 巻 65
2. 論文標題 身近な気圧の測定と教材化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 和歌山大学学芸	6. 最初と最後の頁 19-20
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 無
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11件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 松尾佑樹, 木村憲喜
2. 発表標題 観察場面におけるルーブリックの活用 -身近な植物の観察を題材として-
3. 学会等名 令和3年度日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村憲喜, 須賀弘樹, 鳴神一樹
2. 発表標題 身近な放射線の測定と学校での実践
3. 学会等名 日本理科教育学会第70回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林裕一郎, 平瀬利和, 鳴神一樹, 中村文子, 木村憲喜
2. 発表標題 身近なものを用いた小学校高学年向けの理科教材の研究 - 科学実験教室「まちかど土曜楽交」に参加して -
3. 学会等名 令和2年度日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松尾佑樹, 鳴神一樹, 中村文子, 木村憲喜
2. 発表標題 身近なものを用いた中学生向けの理科教材の研究 - 中学校における理科実験の実践例から -
3. 学会等名 令和2年度日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 須賀弘樹, 中村文子, 木村憲喜
2. 発表標題 和歌山県における自然放射線の測定と線量マップ作り
3. 学会等名 日本理科教育学会第69回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳴神一樹, 木村憲喜, 中村文子
2. 発表標題 和歌山大学スーパーサイエンティストジュニアプロジェクト
3. 学会等名 日本理科教育学会第69回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 須賀弘樹, 奥田雅史, 木村憲喜
2. 発表標題 SSJを利用した大学と中学の連携-異校種間交流で探究する力を育てる-
3. 学会等名 令和元年度日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳴神一樹, 岸井綾香, 木村憲喜, 中村文子
2. 発表標題 和歌山大学スーパーサイエンティストジュニアプロジェクト-「おもしろ科学まつり2019」に関する取り組み-
3. 学会等名 令和元年度日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村文子, 木村憲喜
2. 発表標題 大学生の実践的な指導を養成するための授業
3. 学会等名 日本理科教育学会近畿支部
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 鳴神一樹, 前島康二, 杉谷隆太, 木村憲喜
2. 発表標題 和歌山大学スーパーサイエンティストジュニアプロジェクトで実践した研究発表
3. 学会等名 日本理科教育学会近畿支部
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 須賀弘樹, 木村憲喜
2. 発表標題 和歌山県の自然放射線の測定について
3. 学会等名 日本理科教育学会近畿支部
4. 発表年 2018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