

中学校理科学習指導要領における放射線の取扱い分析 及び放射線学習に寄与する実験法の開発

Analysis of Handling of Radiation in Junior High School Science Teaching Guidelines and Development of Experimental Method Contributing to Radiation Learning

小倉 巧也*・長南 幸安**

Koya OGURA*・Yukiyasu CHOUNAN**

要旨

近年、中学校理科学習指導要領において放射線に関する記述が増加したこと、また青森県中学生の放射線に関する用語の認知度は依然として低いことなどから、義務教育期間における放射線教育の重要性は高く、理科教員の果たす役割は大きい。そこで本研究では、新学習指導要領における放射線の取扱いについて比較分析し、それらを踏まえて更なる効果的な放射線学習指導法及び実験法の開発を行い、生徒の放射線リテラシー獲得に寄与することを目的として研究を行った。学習指導要領の分析から、日常生活や社会と関連させながら体験的に学習可能な実験法の開発の必要性が見出され、放射線の重要な性質である「透過性」「電離作用」「写真効果」の学習をねらいとするモデル実験を提案した。これら実験法はいずれも放射線源及び放射線検出器を用いず、実験機器の導入費用や維持・管理、また実験に伴う被ばくの問題を回避することが可能である。

キーワード：中学校理科，学習指導要領，放射線教育，放射線リテラシー，透過性，電離作用，写真効果

1. はじめに

2008年に告示された学習指導要領改訂により、中学校理科第一分野第7単元「科学技術と人間」の「エネルギー資源」において「放射線の性質と利用」について触れることが定められた。以前の学習指導要領において放射線についての記載があったのは1969年告示の学習指導要領であり、約40年ぶりに再記述されたことになる。さらに2017年に告示された新学習指導要領では、新たに中学校理科第一分野第3単元「電流とその利用」の「静電気と電流」においても放射線の性質と利用について触れることが明記され、中学校理科における放射線教育の重要性が高まっている。また、青森県中学生を対象とした放射線に関する認識調査の分析結果より、放射線に関する用語の認知度は依然として低い値を推移していることや、東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故をきっかけとした放射線に対する強い不安傾向が示さ

れていることが報告された¹⁾。メディアを介して様々な情報が行き交い、原子力発電所事故発生から6年経った現在においても放射線に対する不安感が拭われていない現状にあることも知られている²⁾。放射線に関する知識・理解不足による混乱を防ぐという観点においても、義務教育期間における放射線教育の重要性は高く³⁾、理科教員の果たす役割は大きい⁴⁾。そこで本研究では、新学習指導要領における放射線の取扱いの分析を行い、更なる効果的な放射線学習に寄与する新たな指導法・実験法の開発を目的とする。これにより、実験を通して放射線の性質を正しく認識し、生徒の科学的根拠に基づいて判断する力「放射線リテラシー」の獲得に繋がることを期待する。

2. 方法

(1) 新旧中学校理科学習指導要領 比較・分析

2008年告示中学校理科学習指導要領（以下、旧学

* 弘前大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Hirosaki University

** 弘前大学教育学部理科教育講座
Department of Natural Science, Faculty of Education, Hirosaki University

習指導要領)と2017年告示中学校理科学習指導要領(以下、新学習指導要領)における放射線の取扱いについて比較・分析を行い、今後放射線学習に必要とされる実験内容の検討を行った。

(2) 放射線学習実験法の開発

新旧中学校理科学習指導要領の比較分析を踏まえ、学習内容として「①透過性」「②電離作用」「③写真効果」の3つの放射線の重要な性質を取り上げ、実験法を考案した。また、実験機器の導入費用及び維持・管理、更には実験に伴う被ばくの問題の観点から、放射線源及び放射線検出器等を用いない実験法の考案を行った。

3. 結果と考察

1) 新旧理科学習指導要領 比較・分析

中学校理科第一分野第3単元「電流とその利用」「電流」「静電気と電流」において、新学習指導要領では新たに「クルックス管等の真空放電と関連させてエックス線に触れるとともに、エックス線と同様に透過性などの性質を持つ放射線が存在し、その放射線が医療や製造業等で利用されていることについても触れる」と明記された。これら文言は、旧学習指導要領第3単元には記載がないものの、旧学習指導要領第7単元「科学技術と人間」「エネルギー」「エネルギー資源」において同様の記述があり、旧学習指導要領第7単元の内容が新学習指導要領第3単元に移行されたものとなっている。

表1 第3単元 新旧学習指導要領 一部抜粋

<p>平成20年告示 中学校理科学習指導要領 (3) / ア / (エ) 静電気と電流 (前略) 雷も静電気の放電現象の一種であることを取り上げ、高電圧発生装置(誘導コイルなど)の放電やクルックス管などの真空放電の観察から電子の存在を理解させ、電子の流れが電流であることについて理解させる。</p>
<p>平成29年告示 中学校理科学習指導要領 (3) / (ア) / ㊦ 静電気と電流 (前略) 雷も静電気の放電現象の一種であることを取り上げ、高電圧発生装置(誘導コイルなど)の放電やクルックス管などの真空放電の観察から電子の存在を理解させ、電子の流れが電流に関係していることを理解させる。その際、<u>真空放電と関連させてX線にも触れるとともに、X線と同じように透過性などの性質をもつ放射線が存在し、医療や製造業などで利用されていることにも触れる。</u></p>

第7単元においては、「エネルギーや物質に関する観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、日常生活や社会と関連付けながら、エネルギーや物質についての理解を深める」の記述にあるように、理科授業内における観察・実験の重要性と、日常生活や社会等の身近な事物・現象と関連付けて理解を深めることの重要性について言及された。

表2 第7単元 新旧学習指導要領 一部抜粋

<p>平成20年告示 中学校理科学習指導要領 (7) 科学技術と人間 (前略) ここでは、エネルギーについての理解を深め、エネルギー資源を有効に利用することが重要であることを認識させるとともに、科学技術の発展の過程や科学技術が人間生活に貢献してきたことについての認識を深め、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について多面的、総合的にとらえ、科学的に考察し、適切に判断する態度を養うことが主なねらいである。</p>
<p>平成29年告示 中学校理科学習指導要領 (7) 科学技術と人間 (前略) ここでは、理科の見方・考え方を働かせて、エネルギーや物質に関する観察・実験などを行い、その結果を分析して解釈し、<u>日常生活や社会と関連付けながら、エネルギーや物質についての理解を深め、エネルギー資源や物質を有効に利用することが重要であることを認識させることが主なねらいである。</u></p>

また、同単元の「エネルギーと物質」「エネルギーとエネルギー資源」においては、「核燃料から放射線が出ていたり、自然界にも存在し、地中や空気中の物質から出ていたり、宇宙からも降り注いでいたりする」の記述にもあるように、自然放射線について触れることに加え、「放射線について科学的に理解することが重要であり、放射線に関する学習を通して、生徒たちが自ら思考し、判断する力を育成する」との記述が増え、放射線についての科学的理解の重要性と、放射線学習を通じた思考判断能力の育成にも言及された。

表3 第7単元 新旧学習指導要領 一部抜粋

<p>平成20年告示 中学校理科学習指導要領 (7) / ア / (イ) エネルギー資源 (前略) 日常生活や社会で利用している石油や天然ガス、太陽光など、エネルギー資源の種類や入手方法、水力、火力、原子力、太陽光などによる発電の仕組みやそれぞれの特徴について理解させる。その際、原子力発電はウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること、<u>核燃料は放射線を出していること</u>や<u>放射線は自然界にも存在する事。放射線は透過性などをもち、医療や製造業などで利用されていることなどにも触れる。</u></p>

平成29年告示 中学校理科学習指導要領
 (7) / (ア) / ⑦エネルギーとエネルギー資源
 (前略) エネルギー資源の利用については、日常生活や社会で利用している石油や天然ガス、太陽光など、エネルギー資源の種類や入手方法、水力、火力、原子力、太陽光などによる発電の仕組みやそれぞれの特徴について理解させる。その際、原子力発電では、ウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していることに触れる。放射線については、核燃料から出ていたり、自然界にも存在し、地中や空気中の物質から出ていたり、宇宙から降り注いでいたりすることなどにも触れる。東日本大震災以降、社会に置いて、放射線に対する不安が生じたり、関心が高まったりする中、理科においては、放射線について科学的に理解することが重要であり、放射線に関する学習を通して、生徒たちが自ら思考し、判断する力を育成することもつながると考えられる。

以上より、放射線について科学的理解を図るべく、日常生活や社会と関連させて体験的に学習可能な放射線学習実験法の開発の必要性を見出し、研究を行った。

2) 放射線学習実験法の開発

新旧学習指導要領の比較・分析を踏まえ、放射線の重要な性質である「①透過性」「②電離作用」「③写真効果」について、「日常生活や社会と関連させた内容」の観点で実験法の開発を行った。教育現場における実験実施に対する敷居を下げるべく、放射線源や放射線検出器等を用いない実験方法について提案する。ここでは放射線源の代替としてUVライト (Vansky, VS-FL01JP)、放射線検出器の代替としてUV感知ビーズ (Kenis, UV-AST) 及びUV蓄光塗料、骨やコンクリート等の放射線高吸収体の代替としてUVカットフィルム (リンテックコマース, HGS05SL) を用いる。そのため実験実施前には必ず、「紫外線は可視光よりも短波長であること、紫外線の更に短波長領域にエックス線及びガンマ線があること」の確認をするなど、紫外線と放射線が等価なものであると誤った認識をする生徒が現れるのを防ぐために適切な導入を行う必要性がある。学習したい放射線の性質と実験内容について、以下に記す。

表4 学習したい放射線の性質と実験内容

放射線の性質	実験内容
透過性	非破壊検査のモデル実験
電離作用	滅菌モデル実験
写真効果	X線写真モデル実験

①透過性：非破壊検査モデル実験

放射線源の代わりにUVライト、放射線測定器の代わりにUV感知ビーズ、コンクリート等の放射線高吸収体の代わりにUVカットフィルムを用いる。一部欠損させたUVカットフィルムを、2枚の亚克力板で挟み込み固定したものを、事前に用意し配布する。この一部欠損させたUVカットフィルムは、構造物の破損部を想定した箇所である。実験方法として、生徒はUV感知ビーズを亚克力板に自由に配置し、ビーズを配置した亚克力板の反対側からUVライトを照射し、ビーズの色変化でもってUVカットフィルムの欠損部 (構造物の破損部を想定した箇所) を検出する。およそ30秒程度のUV照射により実験結果が得られ、また4~5分程度で変色したUV感知ビーズは元の白色に戻る。そのため、実験材料を再利用することは可能であることは勿論、1時間の授業の中で複数回実験を行うことも可能である。非破壊検査という実際に技術利用されている内容を生徒実験で取り扱うことにより、透過性の性質について生徒の実感を伴った理解に繋がるのが期待される。

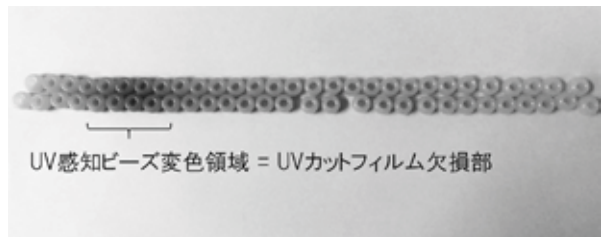


図1 非破壊検査モデル実験 結果

②電離作用：滅菌モデル実験

放射線源の代わりにUVライトを使用し、滅菌対象として大腸菌を用いて実験を行う。滅菌対象として大腸菌を選択したのは、採取・培養が容易であり、かつ紫外線感受性が高いためである。事前準備として、ペトリ皿に寒天培地を作成し、そこへ大腸菌を培養したものを用意する。実験方法として、大腸菌培養培地をUV照射群と非照射群に分け、時間経過後に両者の観察・比較を行い、結果をもとに考察を行う。工業利用のみならず、放射線の生物に与える影響に対しても深く思考する態度が養われることが期待される。

③写真効果：X線写真モデル実験

X線管球の代わりにUVライト、X線感光材の代わりにUV蓄光塗料、骨等のX線高吸収体の代わりにUVカットフィルムを用いて実験を行う。準備として、UVカットフィルムを適当な形に切り取り、UV

不透過のフィルムを作成する。また X 線感光フィルムの代わりに UV 蓄光塗料を塗布したフィルムを作成する。実験方法として、UV 蓄光塗料塗布フィルム上に UV 不透過フィルムを配置し、そこへ UV ライトでもって紫外線を照射することで蓄光部を発光させ、写真効果を体験・観察する。放射線の性質のみならず、身近な科学技術に対する興味・関心の向上に繋がることも期待される。

4. まとめ

放射線源・放射線検出器等を用いない放射線学習実験法の提案により、実験機器の導入費用や維持・管理の問題を回避し、放射線について体験的に学習することを可能にする。また、日常生活や社会に関連した内容を実験題材として取り上げることで、より生徒の実感を伴った教育が可能である。実験を通して放射線の性質に関する正しい知識を獲得することにより、科学的根拠に基づいて判断する能力、すなわち放射線リテラシーの獲得に繋がられる。更に、新学習指導要領第 7 単元において新たに追記されたように、放射線に関する学習を通して生徒たちが自ら思考し判断する力を育成する事にも繋がることが期待される。

一方で、放射線の代替として UV を用いることから、紫外線と放射線を同等なものであると誤って認識

してしまう生徒が現れる可能性があることや、提案した実験はモデル実験であり実際の原理とは異なるため、実験実施前後における十分な指導が求められること、また、UV ランプを使用するため目及び皮膚の防護についても十分に配慮する必要があることなど、教育上の課題は点在している。今後はこれら課題点を改善し、実際に教育現場において実践を重ねて教育効果を検証し、その結果を学習指導案にフィードバックして更なる効果的な放射線学習指導法について検討していきたい。

引用及び参考文献

- 1) 宮川俊晴・高島勇二, 中学校理科教育における放射線モデル授業の提案について, NPO 法人放射線教育フォーラム 平成27年度第 2 回勉強会資料
- 2) 高橋葉月・佐々木尚子・尾崎尚子・久坂哲也・八木一正, 「放射線リテラシー」を育成する教育実践—小学生への授業実践を中心に—, 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 第14号, 95-102, 2015
- 3) 村井健志, 放射線教育の現状と放射線に関する意識調査, INSS JOURNAL, Vol.20, 28-37, 2013
- 4) 高橋大地・中野英之, クルックス管を用いた放射線学習教材の開発—レントゲンによる放射線発見の過程をたどる—, Radiation Education, Vol.18, 93-100, 2014

(2018. 1.11 受理)