

中学校理科デジタル教科書の放射線に関する動画資料の検討

中山 慎也

教科教育学域（理科教育）

概要：中学校理科において、学習指導要領に含まれている放射線について科学的に理解することは重要である。「中学校理科の1時間（50分間）の授業用に、放射線の学習を含む学習指導案を作成する」および「デジタル教科書に含まれていると放射線教育に役立つ動画資料を提案する」という2つの観点から理科教育法II（中等）の授業を実施した。デジタル教科書に新たに含めてほしい放射線教育に役立つと考えられる動画資料についての忌憚のない意見を得ることができた。これらの提案から得られた知見により、デジタル教科書の内容の充実に期待したい。

キーワード：中学校理科，放射線教育，デジタル教科書，動画

1. はじめに

1.1 中学校理科の放射線教育

中学校理科の中での放射線の学習は、「30年ぶりに復活」と言われた平成20・21年の学習指導要領改訂において再び含まれるようになり、授業で扱われるようになった。そのきっかけである平成20年告示の中学校学習指導要領では、中学校理科第一分野「(7) 科学技術と人間」の「ア(イ)エネルギー資源」において、「放射線の性質と利用にも触れること」と示されていた。

次の改訂となる平成29年告示の中学校学習指導要領においても同様に、「(7) 科学技術と人間」の「ア⑦エネルギーとエネルギー資源」において、「放射線にも触れること」と継続して示されている。この単元では、石油や石炭などの化石燃料からだけでなく、核燃料や太陽光などからもエネルギーを得ていることを学習する。また、エネルギー資源の乏しい日本の場合、各種のエネルギー資源の安定的な確保とそれらの有効利用が重要であることなども併せて学習する。

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説の中では、平成23年（2011）3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震およびこれに伴う福島第一原子力発電所事故による大規模な地震災害である東日本大震災を契機として、放射線に対する人々の不安や関心の高まる中、放射線について科学的に理解することの重要性が示されている。また、「ア⑧科学技術の発展」においては、豊かで便利な現代社会の生活の享受について、エネ

ギー資源だけでなく、たとえば、防災・医療・農林水産業・工業などを例に科学技術が役立っていることを調べたり、施設見学をしたりすることを挙げている。科学技術が人間の生活を豊かで便利にしていることを生徒に紹介する際に、放射線に限定して紹介する必要は無い。しかしながら、例として挙げられた防災・医療・農林水産業・工業などについて、それらのいずれの分野においても放射線は有効に利活用されているという実態がある。よって、放射線についての科学的な理解は必須であるといえる。

1.2 1人1台端末とデジタル教科書の導入

小中学校の授業の中で児童生徒や教員にとって情報源となるのは、教科書の記載内容であろう。令和元年（2019）12月からの新型コロナウイルス感染症の世界的な大流行のきっかけもあり、GIGAスクール構想の一環として、小中学校や高等学校への1人1台端末の導入や通信ネットワークの整備が一気に加速して進められた。しかし、この構想において、ICT機器はあくまでも道具であり、学校現場の環境整備が目的でないことが明記されている。きっかけはともかくとして、学校教育の環境が大きな変化を遂げている。特に、学校で用いる教科書として、紙に印刷された教科書だけでなく、新たに1人1台ずつ導入されたタブレット型端末やノート型パソコンなどで参照できるデジタル教科書も利用されるようになった。紙の教科書と同じ内

容が、単に端末上で閲覧できるだけでなく、拡大や文字の色やフォントの変更など種々の機能が付加されている。従来の紙の教科書にも、資料として写真や数値データの一覧表などが掲載されていた。デジタル教科書の場合、それらの写真や一覧表など従来の資料を含むのはもちろん、音声付きの動画資料を視聴できたり、図形を動かしたりグラフを作成したり、多種多様な機能が新たに備わっている。このような学校教育の環境の変化に対応し、ICT機器やデジタル教科書を有効に使いこなせる教員の養成が社会の要請でもあり、情報活用能力の育成が重要な取組みとなっている。

2 放射線の学習を含む学習指導案の作成

2.1 学習指導要領に準拠した放射線教育の内容

令和7年度(2025)には、中学校で使用する教科書の改訂が予定されている。それに併せてデジタル教科書の改訂も行なわれることになる。そこで、本実践においては、中等・理科の免許状の取得を希望する学生37人の履修する後期金曜2時限「理科教育法II(中等)」の授業において、デジタル教科書(指導者用デジタル教科書を含む)を活用した放射線教育に関する学習指導案の作成と動画資料の活用についての検討を行なった。

現行の学習指導要領内の放射線を含む学習内容について、中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編より抜粋すると、次のとおりである。

中学校・理科(第1分野)

2年生「(3)電流とその利用」より

「真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れること」

- ・真空放電に伴ってX線が発生していること
- ・放射線は透過性などの性質をもつこと
- ・放射線は医療や製造業などで利用されていること

3年生「(7)科学技術と人間」より

「人間は、水力、火力、原子力、太陽光などからエネルギーを得ていることを知るとともに、エネルギー資源の有効な利用が大切であることを認識すること」

- ・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

- ・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、宇宙からふりそそいでいたりすること

2.2 学習指導案の作成と動画資料の検討

令和6年(2024)1月19日、1月26日、2月2日の各1コマ90分間の合計3回で、「中学校理科の1時間(50分間)の授業用に、放射線の学習を含む学習指導案を作成する」および「デジタル教科書に含まれていると放射線教育に役立つ動画資料を提案する」という2つの観点で検討する授業を実施した。なお、1回目の授業時には、本実践の趣旨説明および中学2年生「放射線の性質と利用」に関連する内容の講義(30分)とペルチェ素子霧箱(ヤガミ製、型式CD-P2)の実演(30分)を行なっている(写真1)。



写真1 ペルチェ素子霧箱による放射線飛跡の観察

学生1人につき1つの学習指導案を作成するが、細案あるいは略案のどちらにするかや、授業でどの学年のどの内容を扱うのかなどの詳細は学生の判断に委ねた。

本実践の趣旨のひとつは、単に放射線の学習のための学習指導案を作成するというだけではなく、ICT機器やデジタル教科書などを有効に使いこなすことのできる教員の養成のためである。そこで、2回目の授業時には、作成中の授業の案やデジタル教科書の写真や動画資料などの検討の状況を任意の数人のグループ内でお互いに発表し、意見の共有やデジタル教科書内の当該資料を紹介することにより、デジタル教科書そのものに触れる機会を意図的に設けた(写真2)。



写真2 グループ内での意見の共有の様子

また、2回目の授業では、作成中の学習指導案の相談を受け付けた。履修学生37人は基本的に3年生以上であり、附属小学校および附属中学校での教育実習を全員が経験している。学生の所属と人数の内訳は、中等教育教員養成課程・理科教育専攻19人、初等教育教員養成課程・理科コース14人および情報・ものづくりコース1人、特別支援教育教員養成課程・聴覚・言語障害教育コース2人（うち1人だけ4年生）、同・健康・運動障害教育コース1人であった。

基本的に「学習指導要領に準拠した放射線教育の内容の授業であれば差し支えない」という条件にしており、さらに学生全員が教育実習を経験していることもあり、今回の相談件数は2件であった。1つ目は中学2年生と3年生に共通する内容の場合の対象学年についての考え方であり、2つ目は想定している授業で使いたい動画資料が現時点の指導者用デジタル教科書に含まれていない場合の扱いについてであった。なお、後者については本実践の趣旨のひとつでもあるため、どのような動画資料があると良いのか、具体的な内容の分かるように学習指導案の欄外に記載するように伝えた。

1回目の授業の際に本実践の2つの観点や趣旨説明を行なっているが、2回目の授業の終了前に再度これらについての周知を図った。なお、学習指導案の作成用に学生に配付したワープロソフトのファイル内には、指導者用デジタル教科書に新たに含めてほしい動画資料を提案する場合、その希望を具体的に記載するように示している。

教育実習の際の紙の教科書を用いた授業（研究授業を含む）のイメージをしながら、デジタル教科書と動画資料の活用について具体的に検討をする様子（写真3）も見られた。



写真3 デジタル教科書と紙の教科書を比較する様子

3回目の授業では、各自で作成した学習指導案の推敲をし、完成した者から Google クラウドの課題（提出）機能を利用して提出させた。最終的な提出締め切りは、授業当日（2月2日）の23時59分に設定した。1月19日から3回3週に渡って、中学校理科デジタル教科書の放射線に関する学習指導案の作成と動画資料の検討を行なった。なお、37人中36人から学習指導案の提出があった。

2.3 放射線教育に役立つと考える動画資料の提案

令和3年度（2022）から東京書籍と開隆堂と宮城教育大学の三者でデジタル教科書研究に関する覚書が交わされている。この覚書に基づき、本実践では東京書籍の中学校理科「新しい科学」のデジタル教科書を活用して学習指導案の作成と動画資料の検討を行なった。本報告では、令和7年度の教科書の改訂に合わせてデジタル教科書に新たに加えてほしい放射線教育に役立つ動画資料の提案として、検討した内容の一部を記載する。なお、提案内容の全ては、覚書に従って東京書籍と情報の共有を行なう予定である。なお、参考までに本実践において使用した教科書は、東京書籍の令和3年度版「新しい科学」の紙媒体および指導者用デジタル教科書である。

提出された学習指導案とデジタル教科書に含まれていると放射線教育に役立つと考えられる動画資料の提案について整理したところ、同一内容の提案も含めて延べ45の希望が記載されていた。提案内容は今後の改訂に向けての貴重な意見である。そのため、本報告では令和3年度版のデジタル教科書に記載されている内容(写真や動画資料など)から推測可能な意見だけを3つ抜粋して、次のとおり原文ママで紹介する。

「デジタル教科書には、身の回りの放射線に関する記述が少ないように思えた。動画コンテンツに関しては霧箱の実験の動画を活用するほか無かったため、より、身近な放射線について実感がわくようなコンテンツがあると授業が充実するように思った。」

「「霧箱による実験」の動画について、実際に放射線の飛跡が確認できる動画部分がもう少し長い方が使いやすいと感じた。実験結果を振り返りながら全体でまとめる際に使用したいので、実験手順の説明が長いのもありがたいが、結果部分を長く映してもらえの方が映像を流しながら説明しやすいのでありがたい。また、できれば一つの飛跡だけでなくいくつもの飛跡を確認できる方が良い。α線とβ線のどちらの飛跡も観察できる動画であれば、より説明の幅が広がると感じた。」

「放射線の利用について、教科書には写真にて手荷物検査やPET検査などの具体例を紹介されていますが、実際に放射線を用いた効果が分かるような動画があったらいいのになと思います。例えば品種改良した作物とそうでない作物の成長の違いが比較で分かるような動画や、文化財の調査を放射線を用いて行っている様子がわかる動画コンテンツがあると、目で見えない放射線が生活で利用されていることが分かり、学ぶときに親しみを覚えやすくなると思います。」

3 おわりに

放射線について科学的に理解したうえで中学校理科の授業を情報機器も効果的に使いながら実践できる教員の育成を行なうに際して、令和3年度版のデジタル教科書(東京書籍)にどのような動画資料が含まれているのか(あるいは含まれていないのか)について、学生の学習指導案作りをとおして検討を行なった。

一昔前の放射線についての授業の内容は、放射性物質の壊変によって自然に放射されて出てくる“モノ”についての扱いが中心となっていた。現行の学習指導要領においては、それだけでなく癌の重粒子線治療のために放射線を人為的に生じさせて利用していることや、防災や農林水産業や工業などの分野で用いていることも紹介する。たとえば、東北地域に限っても、山形大学医学部東日本重粒子センターや、東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センターNanoTerasu(ナノテラス)など、放射線との関りの深い施設が新たに稼働し始めている。

東日本大震災の被災地唯一の教員養成単科大学の理科教員として、放射線の科学的に正しい理解と放射線に対する不安の払拭のため、放射線の有用性と活用の実際についても適切に紹介する動画資料の開発を継続したい。普段目に見えない放射線であり、学校での観察・実験として授業で扱いづらい内容であるからこそ、デジタル教科書の写真や動画資料として収録することによって、それを扱う教員にとって使いやすく生徒にとって理解につながる教材になる可能性がある。デジタル教科書の今後の改訂に期待したい。

謝辞

本実践にご協力いただいた理科教育法II(中等)の学生の皆さんに感謝します。本実践の一部はJSPS科研費(課題番号:22K02939)の助成をうけたものである。

付記

本研究の成果は、国立大学法人宮城教育大学と東京書籍株式会社とのデジタル教科書研究に関するプロジェクトに関する覚書に基づき提供を受けたデジタル教科書の使用によりとりまとめたものである。

COI(利益相反)開示事項について以下のとおり報告する。

本報告と関連し、開示すべき COI関係にある企業
などとして機器の提供：東京書籍株式会社 (デジタル
教科書)

参考文献

文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領

文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説理科編

文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領 (平成29年告
示) 解説理科編

文部科学省：学校教育情報化計画 (2022). [https://
www.mext.go.jp/content/20230131-mxt_
jogai02-000000027313_02.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230131-mxt_jogai02-000000027313_02.pdf)

(参照日 2024.02.29)

東京書籍 (2021) 新しい科学 2, 新しい科学 3