

理 科

主体的に情報を評価・判断する態度の育成

－「放射線の性質とその利用」の授業実践を通して－

風 呂 和 志

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故は「原子力や放射性物質の基礎知識を教えられてこなかった」という理科教育の課題を浮かび上がらせた¹⁾。それは、誤った情報の妄信と原発事故からの避難者に対するいわれなき差別や偏見という形で社会問題となった。原発事故直後は「有害物質の雨が降る」、「ヨウ素入りのうがい薬が放射能対策に効く」といった噂がインターネット上で大量に飛び交った。ネット上ではワンクリックで他人の発言を転送できるしくみがあるため、基礎的な科学的知識が欠如した状態でもっともらしい情報を何の判断もないまま拡散させ、多くの不安を人々に根付かせてしまった。また、関東地方の小学校では福島からの転校生がクラスメートから仲間はずれにされ不登校になったり、首都圏のガソリンスタンドでは福島ナンバーの車が給油を拒否されたりしたという²⁾。これらは放射能が人に感染するという誤解に基づく心無い行為である。この背景を教育現場に求めるならば、原子力や放射性物質について扱いたくても「まず、原子力発電について賛否の立場を明らかにしなくてはいけない雰囲気」³⁾があり、政治的な問題を伴う原子力発電については教育現場では意図的に避ける傾向にあったためである。

時代をさかのぼると、1960～70年代は中学校で放射線に教えられていたが、「ゆとり」路線が敷かれた80年代以降、学習内容が削減される中で、教科書から放射線の記述は消えた⁴⁾。平成20年の中学校学習指導要領の改訂では、ゆとり路線からの脱却によって理科の学習内容の大幅な増加し、そ

れに伴って放射線の学習が復活した。このことは今回の原発事故前に決まっていたのであるが、現状を踏まえながら学習指導要領を詳しく検討し、原発事故や放射線に関する情報を評価・判断する態度の育成にも焦点を当てる必要があるだろう。

未来の日本の社会や環境を考えると、その判断を政府や専門家に任せればよいというものではない。震災から1ヶ月も経たないうちに、これまで聞いたこともなかった放射性物質や放射能に関する専門用語を含む情報がメディア上にあふれた。正しい情報がある一方で間違った情報も存在している。情報に対する科学知識の習得の度合いも問題である。情報の読解や判断ができない場合、判断や行動の主体性は失われてしまう。風評被害が収まらないのも、放射線に対する正しい理解よりも漠然とした不安が広まる土壌があるからであろう。

そこで、本研究では科学知識に基づき情報を取捨選択し、主体的に行動しようとする態度の育成のために新聞記事の活用を取り入れた「放射線の性質と利用」の学習計画を作成・実践し、その効果を検証することを目的とした。

2. 学習指導要領の検討結果

中学校学習指導要領解説（理科編）⁵⁾によると放射線の学習は、(7)「科学技術と人間」の単元の中で扱われることになっている。「科学技術と人間」の単元は(ア)様々なエネルギーとその変換と(イ)エネルギー資源に分かれており、その中の(イ)の部分で「放射線の性質と利用にも触れること」とある。単元のねらいは、「生活の中で

は様々なエネルギーを変換して利用しており、変換の前後でエネルギーの総量は保存されること、変換の際に一部のエネルギーは利用目的以外のエネルギーに変換されること、人間は石油や石炭、天然ガス、核燃料、太陽光などによるエネルギーを活用しており、それらの特徴を理解させ、エネルギー資源の安定な確保と有効利用が重要であることを日常生活や社会と関連付けて認識させることが主なねらいである。」のように解説されている。そして、放射線については原子力発電の学習に関連させて、「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、核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること、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。」としている。これらの内容に基づくと、次のような学習展開となる（①～⑥は指導の順番を示す）。

- ①原子力発電では核燃料からエネルギーを取り出している。
- ②エネルギーを取り出す過程で核燃料からは透過性などを持った放射線が出ている。
- ③放射線には種類があり、透過性の強さは種類によって異なる。
- ④これらの性質に基づいて原子力発電所では放射線が外に出ないようにしている。
- ⑤放射線は特別なものではなく、自然界にも存在している。
- ⑥医療やその他、身近なところでも放射線を利用している。

放射線を人の管理下におけばそれほど怖がる必要はなく、むしろ有効に利用できるものであることを理解させる展開となっている。放射線は厳重に管理され、原子力発電が持続可能な社会のエネルギー源として期待されていたことは間違いない。しかし、原発事故を受け、放射線の影響がこれから30年以上も続くことを考えたとき、有効利用に力点を置いた学習では不十分ではないだろうか。

放射線に関する学習に対する社会の期待は高まっている。それは、これからの社会を担ってい

く子どもたちが放射線に対する科学的な知識を身につけ、誤った情報の妄信や差別・偏見をなくす原動力となるためである。このような社会の期待に応えるためには、放射線の性質や利用だけでなく、放射性元素や放射線量と健康との関係など原発事故の情報を読み解くための基本的な知識を網羅するような学習計画を立てるべきである。

3. 学習指導計画の構想と立案

学習指導要領の検討の結果、放射線に関する扱いは原発事故の情報を読み解くために十分ではないと判断した。原発事故の情報は、原子力発電のしくみや放射線の健康への被害にとどまらず、風評被害や政府・電力会社の対応など広範囲にわたっている。これらを限られた授業時数の中で全て取り上げることはできない。そこで、学習指導要領に示された内容を基盤として、他の単元の学習内容や原発事故の情報と関連する項目を検討し、5時間の学習指導計画を立案した（表1）。

表1 学習指導計画

時	学習内容	学習目標	新聞記事の活用とねらい
1	なぜ原子力発電が利用されているのだろうか。	原子力発電の長所と短所をまとめ、原子力発電が利用されている根拠を理解する。	平成23年3月25日(金)朝日新聞朝刊1面「福島第一レベル6相当」新聞記事の趣旨をまとめたり、記事に用いられている科学用語を抜き出させたりして、学習への関心を持たせる。
2	核エネルギーはどうやって生じるのだろうか。	核エネルギーは原子核が変化することで生じることを理解する。	
3	放射線の利用と被害について学ぼう。	放射能と放射線の違いを理解するとともに、放射線の利用と被害の例を知る。	平成23年4月15日朝日新聞朝刊「ニュースがわからん！」新聞記事に用いられている科学用語の意味を理解させる。
4	身近に放射線はないのだろうか。	放射線の測定を通して、身近なところにも放射線が検出されることを理解する。	
5	新聞を読んで考えよう。	農産物の出荷制限や原発作業員の被曝に関して考えを出し合いながら、冷静な行動には何が必要なのかを理解する。	平成23年3月22日朝日新聞朝刊社説「放射能と食品」平成23年3月26日朝日新聞朝刊社説「作業員被曝」社説を読み、農産物の出荷制限や作業員被曝の問題について考えさせる。

本研究で扱う内容は直面する社会問題そのも

のであり、これに対して新聞記事は情報源にふさわしい。生徒に生きた情報を提供することで、放射線学習の動機付けが図れると考えた。

4. 授業実践について

(1) 期間・対象

平成23年4月8日から4月19日の間で計5時間、広島大学附属三原中学校第3学年81名を対象に表1の学習指導計画に基づいて授業実践を行った。

(2) 学習効果の検証方法

表1にあるような学習指導を行うことで、情報の評価・選択、そして主体的な行動・判断には関連する知識を必要とすることが理解できるようになると仮定した。このような理解は、生徒が情報に対して主体的な態度をとるための原動力となる。

本研究では生徒の自由記述を分析し、学習効果を調べる。自由記述を使って、学習効果を調べるためには、具体的な評価規準が必要である。本研究で取り上げる事例は日常生活との関連が非常に強い。日常生活との関連が強いことがらに関する自由記述には、個々の生徒の認識や生活体験が強く反映されると考える。つまり、自由記述を個別に分析していたのでは、指導対象全体に対する学習効果をとらえられることができない。近年、理科教育において全体的処理の観点の必要性が述べられており⁶⁾、テキストデータ全体を意味あるものとして分析することで生徒全員の知識構成をとらえられるのである。そこで本研究では全体的処理の観点に立って自由記述を分析し、具体的な評価規準を作成することにした。

具体的な方法を以下に述べる。まず、学習指導計画表の5時間目の授業で用いた「放射能と食品」の記事中にある「私たちも冷静に行動したい。」という呼び掛けに対して、「冷静に行動するために大切なことは何か。」を考えさせ、自由に記述

させた。次にワープロソフトを使って得られた75名の記述を表記どおりにテキストデータとして入力した。このテキストデータを形態素分析ソフト「茶釜」⁷⁾を使って単語に分解し、分析用データを得た。全体的処理を行うための自己組織化マップは「MSOM」⁸⁾を使って作成した。そして、この自己組織化マップ上の単語どうしの位置関係を分析し、学年全体の考え方をまとめた。この考えを具体的な評価規準として、生徒一人ひとりの自由記述を評価し、学習効果の検証とした。

(3) 授業の概要

1時間目の授業では生徒たちに原発事故に関する新聞記事の中から知らない言葉を抜き出させた。放射能をはじめとして放射線、放射性ヨウ素、ベクレル、シーベルトなどが抜き出された。彼らは原子力発電にはウランが利用されていることやウランの危険性については知っていた。しかし、当然の結果であるが、原子力発電を理解するために必要な放射線に対する科学的知識はほとんど持っていないことが明らかになった。原発事故に関する情報があふれている現状を考えたとき、一斉授業が最も効率よく放射線に対する科学的知識を理解させることができると考えた。3時間目の霧箱による α 線の軌跡も一斉に観察させた。霧箱の窓が小さいことと放射線は連続して放射されないことを考え、書画カメラの映像をプロジェクターでスクリーンに投影することとした。生徒全員が放射線源から α 線や β 線が飛び出しているようすを一斉に観察できるので、放射能と放射線の違いなどの説明が行いやすかった。

4時間目の身近な放射線の測定は学習班の活動として行った。理科室内にある鉱物・岩石標本の放射線量を測定し交流させた。実践当日が雨天であったため、教室外での測定実習はできなかった。

5時間目は農産物の出荷制限や原発作業員の被曝に関する新聞の社説を読んで考えをまとめさせ、それらを学習班と学級で交流した。最後に「放射能と食品」の記事中にある「私たちも冷静に行動した

い。」という呼び掛けに対して、「冷静に行動するために大切なことは何か。」を考えさせ、自由に記述させた。

5. 結果と分析

(1) 生徒の自由記述の結果の概要

5時間目の授業に参加した生徒は81人中75人で、75人全員から自由記述を得た。自由記述はワークシートに書かせて提出させた。句読点を除く全員の記述の文字数は14693文字で、1人あたり195.9文字を使って文章を作成していた。また、自由記述中の平均文数は4.2文で、1文あたりの文字数は平均46.7文字であった。

(2) 自己組織化マップの分析

「MSOM」によって作成した自己組織化マップと分析の様子を図1に示す。

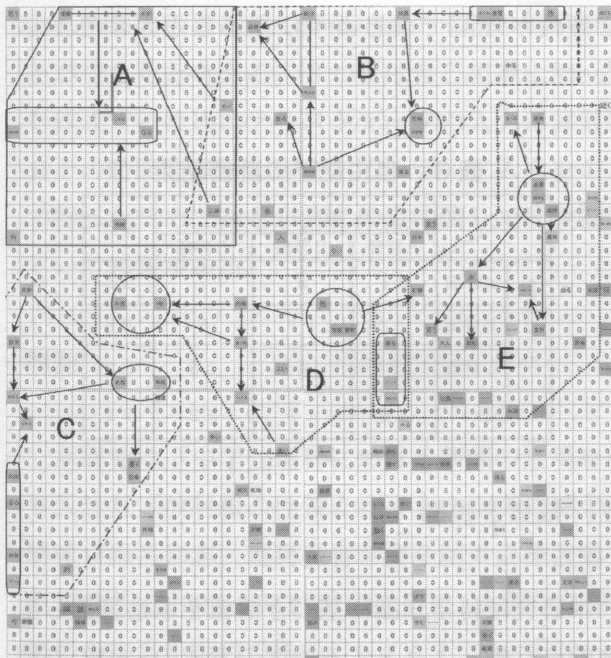


図1 自己組織化マップと分析の様子

自己組織化マップでは関連の高い単語どうしが近く配置される。また、その単語の出現度数が大きいほど、塗りつぶしの色が青系統の色から赤系

統の色になるようになっている⁹⁾。図1では左上に度数が高い単語が配置されている。

自己組織化マップは出現度数が大きい単語間の関連を調べ構造化することで生徒全員の考えの傾向を明らかにできる。図1に示すように近い位置にある単語を主語と述語、及び原因と結果の関係を考慮しながら矢印でつなげて文章を再構成していった。また、マップ上で再構成した文章どうしの接続関係も考えた。

自己組織化マップ上の出現度数の大きい単語は、A「冷静な行動や判断には正確で正しい情報が必要である。」、B「考えたり判断したりするためには放射線や放射能、原子力発電に関する正しい知識が必要である。」、C「政府は事故の状況や対策などの情報を国民に伝え、安心させるべきである。」、D「放射性物質による食べ物の汚染が不安である。」、E「放射性物質の影響で風評被害や水の買い占めが起きている。」の5つの文章に再構成されることがわかった。Aの文章は簡略化されているが、自由記述を調査した結果多くの生徒が問いの答えとして記述しているものであることがわかった。5つの文章のマップ上の位置関係は図2のようになり、これらの接続関係は次のようになっていると判断した。

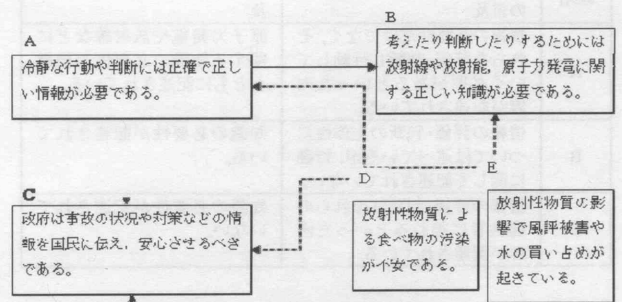


図2 5つの文章の関係

これらをまとめると次のようになる。

・DとEはそれぞれ心情と社会状況を表しており、記述の前提である。したがって、A、B、Cの3つの文章とは順接の関係にある。AとE、BとE、CとE、DとCの間には関連がある。しかし、DからBの文章の流れは成立しない。

- ・BはAに続く文章で、順接の関係にある。また、CはAに続く文章で、順接の関係にある。
- ・BからC、CからBの文章の流れは成立しない。BとCは対立関係にある。

(3) 具体的な評価規準の作成と評価結果

本研究では学習効果として、情報の評価・選択のための知識と主体的な行動・判断の必要性が理解できるようになることを仮定していた。自己組織化マップ中のBへ続く文章の結びつきは仮定した学習効果が表れているものと判断できる。逆にCへ続く結びつきは、情報の必要性は理解しているものの、その情報の取捨選択は他者（Cの文章中では政府）に委ねている感が強いといえる。

以上のことから自由記述の評価の観点として「主体的な行動・判断についての言及」と「知識の必要性についての言及」の2つを設定した。そして、2つの観点それぞれについて3段階の具体的な評価規準を定めた。なお、A評価は十分満足できる状況、B評価はおおむね満足できる状況、C評価は指導を要する状況としている。

表2 作成した具体的な評価規準

評価段階	観点1	観点2
	主体的な行動・判断についての言及	知識の必要性についての言及
A	情報の必要性だけでなく、それらを評価・判断し行動していく必要があるといった内容が記述されている。	原子力発電や放射線などに関する知識の必要性が根拠とともに記述されている。
B	情報の評価・判断の主体性については述べているが、行動に関して記述されていない。	知識の必要性が記述されている。
C	情報の評価・判断はそれらの提供者に委ねるといった内容が記述されている。	知識の必要性が記述されていない。

自由記述を2つの観点ごとに3段階で評価し、A～C評価の度数を調査した。それらの結果をクロス集計した。結果を表3に示す。

6. 考察

設定した2つの観点とその評価規準を用いて自由記述の傾向を分析した結果、次のことが明らか

になった。

- ・主体的な行動や判断に言及している記述の中には、放射線や原発などに関する知識の必要性を主張しているものが多い。
- ・気持ちや思い、恐怖や不安などの感情が前面に出ている記述の中には「はやく～して欲しい。」などの他者に対する希望や依存が読み取れることが多い。

このような自由記述の傾向からA評価とB評価の生徒に学習効果があると考えられる。これらの評価に該当する生徒数は2つの観点ともに53人（全体の71%）である。この度数分布を直接確率法（片側検定）で検定すると、学習効果が見られた生徒が有意に多いことが明らかになった（ $p = .0002, **$ ）。また、クロス集計表を使って観点1と2のB評価以上、どちらかの観点がC評価、2つの観点がともにC評価の度数分布を2×2の直接確率法（片側検定）を使って検定すると、有意差が見られた（ $p = .0000, **$ ）。以上のことから、本研究で実施した新聞を活用した学習指導を行えば、情報の評価・選択のための知識と主体的な行動・判断の必要性が理解できるようになることが明らかになった。

表3 自由記述の評価結果

		観点1 (人)			合計
		A評価	B評価	C評価	
観点2 (人)	A評価	21	2	2	25
	B評価	12	11	5	28
	C評価	3	4	15	22
合計		36	17	22	75

7. 成果と課題

本研究は科学知識に基づき情報を取捨選択し主体的に行動しようとする態度の育成の一つの方策になると考えられる。新聞は日々新しい情報をもたらす、大きな影響を社会に与えている。中学生も社会の一員として生活しているのであれば、社会の中で議論されていることに対して自分の考えを持つべきである。新聞に書かれている科学技術

にすることがらを理解し、自分の考えを持つことができる力を育てることは理科教育の責任であると考えます。

これまでは自由記述の分析は出現する科学用語の度数を分析したり、典型的なものだけを抽出したりするだけであった。自由記述は情報量が多く全体をとらえることがむずかしいため、部分的なとらえにとどまりがちであった。本研究では生徒の自由記述から自己組織化マップを作成・分析したことで、全体としての生徒の考え方や異なる記述の関係を構造化してとらえることができた。これによって評価の観点を客観的に設定できた。

課題としては、3つの点があげられる。1つ目は十分な観察・実験ができなかった点である。投げ込み教材として年度当初に実施したため、放射線測定器を使った実験を1時間配当としていた。そのため、自然放射線や放射線の遮蔽に関する指導が不十分になってしまった。2つ目は活用した新聞が1社だけのものであった点である。新聞資料の検討に十分時間をかけることができなかった。複数の新聞社の記事を活用することで、新聞社による情報の取捨選択や評価の違いも読み解かすことができたと考えます。3つ目は自己組織化マップを作成するためのテキストデータの入力に非常に多くの時間を要した点である。データ入力を1人で行ったためであるが、この点に関しては改善していく必要がある。

附記

本研究は、「中学校理科における新聞の活用を取り入れた『放射線の性質と利用』の指導に関する研究」(風呂和志, 理科教育学会全国大会発表論文集第9号, p. 392, 2011年)の内容に、大幅な加筆・修正を加えたものである。

<引用・参考文献>

- 1) 独立行政法人科学技術振興機構 理事長 北澤宏一:「Science Window」, 2011年初夏号(6-7月), 第5巻2号, p. 33.

- 2) 読売新聞 平成23年8月20日朝刊, 社説「放射線」を学ぶ.
- 3) 前掲1), p. 33.
- 4) 前掲2)
- 5) 文部科学省:「中学校学習指導要領解説—理科編—(平成20年9月)」, pp. 52 - 55, 2008, 大日本図書株式会社.
- 6) 松原道男:「理科教育における全体的処理の観点の必要性について—自己組織化マップの活用方法と分析の事例を通して—」, 理科の教育, Vol. 59通巻696号, p. 42, 2010, 東洋館出版社.
- 7) 「茶釜」については、次のサイトを参照。
<http://chasen-legacy.sourceforge.jp/>
- 8) 前掲6), p. 43.
- 9) 前掲6), p. 44.