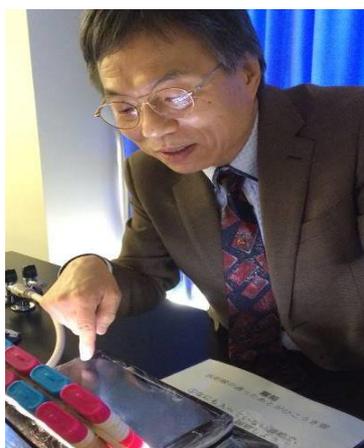


放射線教育フォーラム ニュースレター

No.72 2018. 11

放射線教育で「三方良し」

名古屋経済大学市邨高等学校中学校 特任教諭 大津 浩一



今日は、勤務先の文化祭だった。私が担当する科学研究部の展示の目玉は、自然放射線が観察できる霧箱と線源入りの霧箱の比較だった。会場の物理室は人の流れから離れたところにあり、たまに廊下を通る人も放射線に興味はない。「日焼け止めの効果見えます」のキャッチコピーを添えて、紫外線の実験もセットにした。コピーに反応した方へ「どうぞ見ていってください。生徒が頑張っているの」と声掛けすると、多くの人が入室してくれた。自然体では見てもらえない。少し工夫すると見てもらえる。

折しも韓国のモスバーガーで放射線の風評被害を防ぐために「日本産は不使用です」との表示をしたというニュースがあった。日本人として残念、とは単純に言い捨てられない。国内でも福島産に対する風評被害は大きかった。

もちろん、同じ日本人として、私たちは福島への共感・寄り添いの気持ちを持ち、公的・私的な援助は今も続いている。しかし、もし、あのか、福島産を躊躇なく受け入れる放射線リテラシーが日本にあったら、福島の復興・自立はもっと速く進み、援助予算は効率的に使われて、福島・私たち・国の「三方良し」だっただろう。もちろん、規制値をクリアした安全なものに対しての話だ。

では、放射線リテラシーのレベルを上げる方策は何か。家庭教育には少々荷が重いだろう。

ひとつ目は社会教育である。放射線に興味を持つような仕掛け（イベントやホームページなど）を作り、また、興味を持ったときに調べやすい環境を作ることが有効だ。本フォーラムも貢献している。

ふたつ目は学校教育である。文部科学省が学習指導要領に入れれば、個人の望むと望まざるとに関わらず学ぶこととなる。そして、今、その環境になった。ただ、教える立場の多くの教員が、放射線教育を含まない指導要領での教育を受けてきていて、児童・生徒を前にして困惑することも多い。

だから、放射線を正しく怖がり、正しく伝えるための方策を、本フォーラムのメンバーも現場の先生方と一緒に作り上げ、共有することはとても大切なことではないかと思っている。

昨夏、中学校の先生方を招いて、自然放射線が観察できる霧箱製作のワークショップを行ない、持ち帰っていただいた。ほぼすべての先生方が授業での活用をしたいとアンケートで表明してくれた。毎年、愛知県で千人規模の中学生が自然放射線を認識することになると思うととてもうれしい。

また、クルックス管の実験のリスクを明らかにして、現場の先生方が安全・安心な実験をサポートするプロジェクトに、本フォーラムもコミットしていることを最後にご報告し、巻頭言といたします。

放射線を通して現代科学に親しむための教育内容の提案

理論放射線研究所 大野 新一

20世紀初めに素粒子の性質を理解するために必要な、そして放射線に密接に関係する量子論・相対論が誕生し、21世紀では宇宙の誕生と未来に人類の関心が移っている。当フォーラムの活動目標として、放射線を通して現代科学に親しむことを提案したい。

1. 電子の発見

ギリシャで始まった「物質はどのようにつくられているか」の問いに対する19世紀化学者の答は、堅くて壊れることのない100種類ほどの原子の存在であった。その一方で、古くからの摩擦電気の現象で気がかりとされていた物質間を移動する“何か”については、キャベンディッシュ研究所の J.J. Thomson の“何か”を真空中に取り出す方法、それを電場で走らせる。さらに電場や磁石で曲げて古典力学で“何か”の質量と電荷の比を求め、この値が物質の種類によらないことを発見した。素粒子第1号“電子”の発見である。質量と電荷のそれぞれ値も求められ、類似の手法で原子核についても研究が及んだ (E. Rutherford)。各原子の原子核は原子番号に等しい個数の陽子と電荷の無い中性子の集まりであることがわかった。こうした研究の進め方は現代科学の高エネルギー加速器実験に引き継がれている。

2. 放射線とは何か

X線、電子、原子核、中性子などの発見物語にでてくる実験のほとんど (Poのアルファ線源は別として) は、ガラス細工で作られ、小さな机上で行われ、結果は古典力学に基づいて解釈された。放射線と原子の相互作用から始めるのが教育的であると筆者は

考える。

例えば水素原子は、陽子の周囲にクーロン力で束縛された電子が高速で動き回る状態である。電子の円運動モデルでは電子の回転速度は約 1,000 km/s、電子の振動モデルでは振動周波数 10^{16} Hz である。外から来る周波数 10^{16} Hz の電磁波 (紫外線) の波はタイミングが合う (共鳴) とき水素原子に吸収される。周波数の合わない光はそのまま原子内を通過する。周波数の極めて大きい光 (=ガンマ線) は電子に粒子として直撃して運動量を与えコンプトン散乱を起こす。他方、光でなく電子がやってくる場合には、電子がゆっくりと水素原子に近づいてきても陽子に近づくことはできず、周回電子との間のクーロン反発力によって弾かれる。周回電子の速度 1,000 km/s よりも速い高速電子は、多くの場合で原子内を自由に走り抜ける。が時に周回電子のごく近くを通過するときには瞬間的にクーロン力が働いて (力×時間 = 運動量変化)、周回電子が遠くへ弾き飛ばされる。これによりイオン化が起こり、もしも原子でなく分子の場合で化学結合に関する電子が飛ばされた場合には化学結合が切れる。これが放射線作用の始まりである。

こうした考察から放射線を定義することができる。放射線とは、「原子・分子のなかを素通りし、その際にまれではあるが原子・分子内の電子を弾き飛ばすもの。」これを巨視的物体に当てはめて言い直すと、放射線は、「物体の姿・形を崩すことなく、物体を透過し、そのさいに物体の内部に少しずつ化学

変化を起こすもの」である。このような“もの”を具体的に示すと、① 高い周波数 ($> 10^{16}$ Hz) の電磁波、② 高速 ($> 10^6$ m/s) の荷電粒子、③ 中性子である。物質構造の立場からみると、放射線は物体内部の様子をしらべる、とりわけ原子・分子の内部構造をしらべる有力な手段となる。さらに言えば、放射線は物体の内部で化学反応を起こすので、温度を上げることなく、また物体の形状を変えることなく化学反応を起こすことから、多くの応用がなされている。

現在の物質構造の研究では、(陽子・中性子などはクォークによって構成されるので) 素粒子としてクォーク、電子、ニュートリノ、光子の 4 種が考えられている。いずれも点粒子または極めて小さい (電子の 10^{34} 分の 1 の程度) ヒモあるいは面とされている。

放射線は、物質をつくる微細粒子が、何らかの原因で運動エネルギーを得たものである。どのようにして運動エネルギーを獲得するのか。これをはっきり納得することが大切であろう。一例を挙げれば、宇宙空間では正負の粒子から成るプラズマが、速度の違いや磁場の作用によって正負の分離をきたすと大きな電場ができ荷電粒子を加速することができる。超新星爆発では、星が核融合反応で合成した原子などを一挙に宇宙へ放出し、それらが宇宙線になる。宇宙の加速器では 10^{20-24} eV という途方もないエネルギーのものまで観測されており、詳しい機構の解明が望まれている。

3. 量子論・相対論

微細な粒子の性質として、波であり同時に粒子であるとされるが、どのようなときに波であり、どのようなときに粒子の性質を示すかの理解が重要である。(例：他の粒子との衝突でエネルギー授受を行うときは

粒子として、エネルギー授受がない間は波として行動する。) さらに観測の問題がでてくる。2つの荷電粒子があるときに一方の粒子から光子が出て他の粒子に吸収されるキャッチボールのやりとりがクーロン力であるとされる。荷電粒子の周りには常に種々のエネルギーの光子の出入があるが、観測時間内に戻れば何事もなしである。この考えからヒントを得て、核力を説明されたのが湯川秀樹先生である。質量ゼロの光子でなく、隣接する核子までしか走れない質量の大きい粒子 (相対論によれば質量 $\times c^2$ のエネルギーで飛び出す) を核子間の力を司る新粒子として予言し (1934 年)、素粒子論の先駆となった。

4. 宇宙進化

物質は「重力」により集積して星となり、星は重力の解放により高温になり、核融合反応を繰り返す。大質量の星は超新星爆発を経て大きな運動エネルギーを宇宙線 (放射線) として宇宙空間に放出する。宇宙線は宇宙に浮遊する物質 (圧倒的に多い H、H₂) をイオン化しながら C、N、O に作用してメタン、アンモニア、水を合成する。さらに氷ダスト上の反応などを経て数百種類の複雑な分子の形成も推察されている。

5. 結語

従来の放射線教育では、放射線がどこでどのようにしてエネルギーを得るのか、放射線が物質と反応するときどのようにしてエネルギーを失って化学反応を起こすのか、を納得できるまで考えることが充分でなかったように思う。その根底には相対論・量子論がある。また宇宙の進化、将来における素粒子論の進展は楽しみである。それを次の世代に伝える有効な手法を放射線教育フォーラムの会員諸氏に考えて欲しいと思う。

高校科目「物理基礎」放射線の一考察

(元) 筑波大学附属高校 広井 禎

1. はじめに

現在の高校の科目に「物理基礎」という名の科目がある。高校1年でも選択可能な科目で、これを履修すると「物理」という名の科目を選択できる。この教育課程になるとき画期的なことがあった。それまでは「物理」にあたる後半の科目で放射線が扱われていたのに、2012年高校入学者からは「物理基礎」で放射線を扱うことになった。放射線を学習する高校生は24万人から74万人に増えた。うれしいことである。

さてその「物理基礎」で放射線が扱われているが、その課題をいま教育課程委員会で検討している。その一端を6月の勉強会で報告したが、それがこの稿のもとになっている。

2. 「物理基礎」での放射線

科目「物理基礎」の内容は学習指導要領で定められている。委員会では次の3点を軸に意見交換をしてきた。①指導要領の内容 ②教科書の記述 ③高校生の理解。まず素材として取り上げたのは科目「物理基礎」の教科書である。

現在物理教科書の出版社は5社あり、各会社は「物理基礎」だけで2種類、3種類を出版している。これらすべてを検討すると複雑になるので、まず各社で一番詳しい1冊(5社で5冊)に絞って検討した。高校では教科書に沿って進む授業、また科目担当者の独自の展開授業などがあるが、ここでは教科書に沿って進む授業を念頭において検討してきた。

3. 無駄のない記述

今回「物理基礎」の教科書5冊を丁寧にみた。無駄がない、というのが全体的な印象である。元高校教員の私が気になったのは、無駄がないことで、これで高校生が理解しやすいか、ということであった。一例をあげよう。放射線関係

の単位を扱う頁である。

教科書本文に「放射線の測定単位にはベクレル、シーベルトなどがある(表)」とあり、表をみると「放射能の強さ/ベクレル/Bq/(その定義)」が第1列目になり、第2列目以下にグレイ、シーベルト関係が並ぶ。記述の間違ひがあるわけではないが、これだけで高校生がベクレルやシーベルトを理解するようになることは無理である。担当教員の相当の説明がなければならぬ。現職の方々に聞いてみると、放射線の扱いは教科書の最後であり、時間がなく、きちんと説明したという教員に出会ったことがなく、場合によっては時間がなくて扱っていないという答えさえ返ってくる。非常に残念な状況である。

4. 授業で急ぎ足なら教科書記述は丁寧に

放射線は扱っても急ぎ足という状況ならば、教科書は高校生が独習してもわかるようにしてほしい。ベクレル、シーベルトは無駄のない表に押し込めるのではなく、本文に多くの行数をとって記述してあることを願う。表になっていることで気になることは2つある。ひとつはベクレルとシーベルトが一つの表になっていること、もうひとつは違うはず量の単位が同じシーベルトになっていること、である。等価線量と実効線量の単位名がともにシーベルトであることについては、高校生にとってこんなことは始めてなのであるから説明を必要とする。それがスペースの関係でむずかしければ等価線量の扱いをやめて実効線量だけにする案も真剣に考えてよい(実効線量だけの教科書もある)。

表が1つ(ベクレルとシーベルトが1つの表中に)であることの難点は、高校生にとって放射線と放射能の区別がとてわかりにくいこと

が背景にある。次の項で述べる。

5. 「放射能」の難しさ

放射線と放射能、これについて教科書は、はじめにきちんと定義し、あとは定義にしたがった言葉使いをしている。これはひとつの立場であるが（特に時間のないときには）、しかし高校生に分かってもらいたいなら疑問の多い方法である。このことを考えるとき私はいつも「力」のことを思い浮かべている。

物理の力学で放物運動を扱う。最高点で物体にはたらく力がよく問題になる。鉛直下向きの重力の他に、水平方向の矢印を描く高校生が多いからである。力学で力は放射能よりはるかに時間をかけて学習する。そうしたあとで放物運動をあつかっても、水平方向の力は根強い。私は、この学習がつくづく難しいと思うのは、電気の単元になったときである。

「電池の起電力は・・・」とか「電磁誘導での誘導起電力は・・・」などと講義する。なんの言い訳もない。また、放射線のところで「原子力が・・・」と平気でいう。放物運動の最高点で水平方向の矢印をあれほど否定した教員がである（私は「起電圧」と言っていた）。

力学で力をきちんと定義しても、日常用語としての力があり、また科学用語にでも起電力のような単位ニュートンで測らない力が残存する。放射能をきちんと定義すれば、物理の授業時間から日常用語の放射能が消えるわけでもない。かつて私の質問に「放射線の能力が・・・」と答えた高校生がいた。衝撃をうけた。放射能・放射線ではよく「電球と光」の例えが使われるが、電球の能力とともに光の能力をイメージしておかしいわけではないだろう。

6. 試合する前にはウォーミングアップを

放射線と放射能、このちがいを科学用語としてはっきり知るには、定義を工夫するだけでは済まされないように思う。スポーツでは試合す

る前にウォーミングアップする。科学でも用語を定義する前に地ならししなければよい成果は得られないのではないかと思う。

まずキュリーやラザフォードなどの話から、ウランから α 線が出る、あるラジウムからは β 線が出るなどの現象を紹介し、その事例が少し集まったら、ウラン、ラジウムなどのくくりと、 α 線、 β 線などのくくりをつくる。この段階が必要だと考える。前者は線源、後者は放射線という用語で表すことにする。

放射線のからむ現象で混乱しそうになったら、いま検討しているのは線源の話なのか、放射線の話なのか半断させるようにする。そのうえで、放射能という用語は線源の方だけに使うことを伝える必要がある。質問に高校生が「ウランから放射能がでてトリウムになった」と答えたら次のように問い直す、「ウランから出たものは線源かな、放射線か」と。

7. 放射性物質、放射性元素、放射性同位体ほか

線源について教科書記述でもうひとつ疑問がある。ほんの数行のあいだに放射性物質、放射性元素、放射性同位体、アイソトープ、放射能などが列記され、どれもゴチで強調されている。各語の説明は簡単で相互の違い、使い分けなどはまったくわからない。

線源の名称を増やしたことにより気になるマイナス効果がある。放射線は原子核から出るとの印象をすっかり薄めている。名称が気になって原子核から出ることがすっかりかすんでしまっている。放射線は十分な学習時間がとれない項目なので、もうすこし絞った記述が必要だと考える。

8. おわりに

科目「物理基礎」の内容の一部しか報告できなかったが、教科書の記述は要点まとめ風であることが心配である。高校初年級の段階では放射線について鳥の目を育てる配慮を望む。

教員養成課程における放射線教育の実践

東京学芸大学 鎌田 正裕

1. はじめに

文部科学省の国立大学改革強化推進補助金によって、北海道教育大学(H)、愛知教育大学(A)、東京学芸大学(T)、大阪教育大学(O)の4大学連携によるプロジェクト「大学間連携による教員養成の高度化支援システムの構築ー教員養成ルネッサンス・HATO プロジェクトー」が平成24年度末より開始され、同時にそのサブプロジェクトの一つとして、放射線教育プロジェクト(東京学芸大学主催プロジェクト)が始まった。放射線教育プロジェクトの目的は、「科学的な視点に立脚して放射線教育を実践できる中学校教員の養成」であり、テーマとして放射線教育が選ばれたのは、学習指導要領の改訂など、当時の社会的要請によるところが大きい。

このプロジェクトの中では、単なる座学による指導だけではなく、安全かつ効果的な実験実習を活用することで、放射線教育に強い理科教員の養成を目指し、そのための教員養成プログラムの開発・実践・普及に取り組んだ。

2. 放射線教育プロジェクトの方針と体制

放射線教育プロジェクトにおける取り組み内容の概要を図1に示す。放射線教育を指導できる教員の養成プログラムの骨格は、東京学芸大学の学部科目として設けた「放射線教育I」と「放射線教育II」の2つの授業科目であり、中学校理科の教員を志望する学生は、これらの授業科目を履修すること

で放射線や放射能についての知識や技術の習得に加え、自らが設計した授業を中学校の理科で実践することができる。

「放射線教育I」は、放射線についての基礎的事項の解説(座学)と放射線測定などの実験実習から構成され、「放射線教育II」では「放射線教育I」で学んだことを踏まえて、実際の中学校で行う理科の授業を設計し、それを受講学生自身が附属中学校で実践することとした。放射線教育プロジェクトは4大学の連携プロジェクトであり、対象としては東京学芸大学以外の3大学の学生を含むが、東京学芸大学以外の学生についてはそれぞれの所属大学では学べないこと(主に、「放射線教育I」で扱う実験)のみを東京学芸大学の集中講義で学べる方式を採用した。

また、「放射線教育I」の授業のために準備された機器や教材を活用して、ビデオクリップと授業パッケージを開発し公開した。

3. 学部生向け授業科目「放射線教育I」

平成26年度より総合学芸領域「放射線教育I」「放射線教育II」という東京学芸大学の学部生向

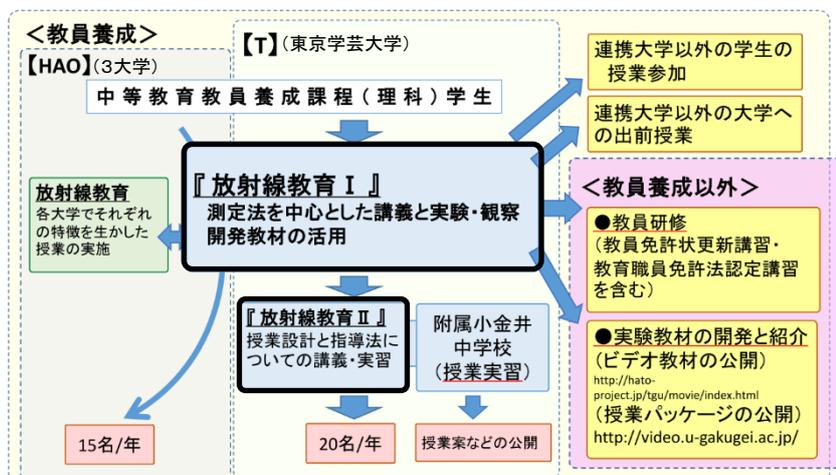


図1. 中学校理科で科学的な視点に立った「放射線教育」の授業を担当できる教員の養成・研修(イメージ)

け授業が開設された。また、平成 27 年度からは「放射線教育I」の授業のうち、実験実習の授業回については、「4 大学連携合同集中授業」の形で実施されてきた。実際の授業は、東京学芸大学自然科学系の教員が他の3大学の教員と協力してオムニバス形式で担当した。授業で使用する教材も、当該部分を担当する教員が中心となって開発した。



図2 温泉水中の放射能の測定(放射線教育 I より)

平成 27 年度から平成 29 年度までの「放射線教育I」を受講した学生(総数 58 名)のアンケートの集計を行ったところ。「本学の『放射線教育I』の授業の内容は、将来学校での理科の授業で役立つと思いますか?」の問いに対して「とても役に立つ」「役に立つ」と回答した学生数は 98% に及ぶ。またその理由について尋ねたところ、「参考になる・現場で活かせる」「放射線について理解不足を感じる」「放射線の実験を体験できる」「社会的関心」「その他」に分類できた(図3)。

4. 放射線教育用コンテンツの開発と公開

放射線教育を広く普及させるため、放射線教

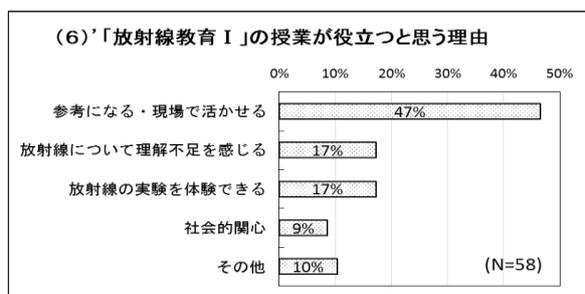


図3 平成 27 年～29 年「放射線教育 I」授業アンケートより

育に関する2つのコンテンツの開発と公開を行ってきた。

コンテンツの1つである「放射線教育用ビデオコンテンツ」(図4)は、東京学芸大学で行われた「放射線教育 I」の授業のうち、実験実習の内容を映像化したものである。このビデオコンテンツは平成 27 年度に完成し、その解説書とともに HATO プロジェクト Web ページへ掲載している。



図4 放射線教育用ビデオコンテンツより

もう 1 つのコンテンツである「放射線教育用授業パッケージ」は、放射線に関する内容を、授業のトピックとしてまとめた授業用資料である。これらはパワーポイントと解説資料からなり、解説資料では、取り上げているテーマと現行の中学校理科との関連性についても記載されているのが特徴である。この執筆には、HATO 連携 4 大学の教員も参加しており、実際に「放射線教育I」の授業の中でも活用されている。

5. おわりに

教員養成の立場で見たとき、放射線教育のさらなる充実が求められる。ぜひ関係者の協力を仰ぎたい。

*HATO 放射線教育プロジェクト「放射線教育用授業パッケージ」等の URL は次の通り。

HATO放射線教育プロジェクト
授業パッケージURL
(東京学芸大学HP内 動画配信システム)
<http://video.u-gakugei.ac.jp/>

小学校での放射線学習の可能性を探る

—各教科等の内容と関連付ける教材化の工夫—

北海道大学エネルギー教育研究会 平田 文夫

我が国のエネルギー資源の自給率は8%とたいへん低く多くを輸入に頼っている。そのため、エネルギー政策の基本的視点である安定供給・経済効率性の向上・環境への適合・安全性(3E+S)に基づくエネルギー教育は義務教育から必要である。学習指導要領にも様々な教科等にエネルギーの内容表記があり、エネルギーに関する資質・能力の育成が図られるようになってきている。しかし、学校教育では各教科等のねらいを実現するための内容であり、エネルギー教育としての構造はなく、今日的な教育課題の1つという位置付けである。北海道大学エネルギー教育研究会はエネルギー教育の大切さを認識しその普及浸透をめざして、カリキュラム開発を行っている小中学校の教員を中心とした団体である。放射線教育については、中学校2年で放射線の性質、3年で放射線の利用を学習するが、小学校では扱うことになっていない。しかし、エネルギー源や電気エネルギーを取り上げると、原子力発電や放射線は必然的に取り上げざるを得ない。また、放射線の性質には様々な魅力があることから小学校での教材としての可能性を探り、授業実践を行っている。

本稿は、その取り組みの報告である。ただし、放射線教育としてではなく、エネルギー教育の中の放射線の学習という位置付けであるので、放射線だけに焦点化していない。

1. はじめに

学習指導要領に示されていない放射線の学習を小学校教育で扱える理由は、学習指導要領の以下の表記による。「第2章以下に示す各教科、道徳科、外国語活動及び特別活動の内容に関する事項は、特に示す場合を除き、いずれの学校においても取り扱わなければならない。」「学校

において特に必要がある場合には、第2章以下に示していない内容を加えて指導することができる。(以下略)」を受けている。

小学校でよく見かける放射線の学習は、東日本大震災を受けて防災教育の一環として行われている。しかし、札幌は原子力発電所からの距離もあり、防災教育では実感の伴う実践に結び付けにくい。そのため、カリキュラムに位置付け継続的に学習されている学校はないようであるし、カリキュラム化されるためには、学習する必然的な理由が必要である。

今までの取り組みから、放射線には教材として大きな可能性を感じている。いくつか列記すると、次のようなものである。

- ・目に見えないのに働きを持つ
- ・大きなエネルギーを持つ
- ・透過作用や電離作用など性質が面白い
- ・リスクとベネフィットが分かりやすい
- ・知恵や科学技術の力でリスクを減らす。ベネフィットに変えられる

放射線は危ない・怖いという負のイメージが東日本大震災以降一層広がり定着しその払拭に取り組んだが思うような成果は上げられなかった。そこで、発想を転換して放射線の魅力や面白さ、活用や利用といった面を積極的に伝えるようにしている。しかし、受け入れられやすい環境ではない。

私たちの取り組みは、トピック教材として授業で扱うのではなく、カリキュラムとして学校の教育課程に位置付けることを考えている。そのために、エネルギー教育の目標、フレームワーク、各教科等の内容との関連、配当数といった教育課程としての具備すべき要件が必要である。

2. 放射線の学習を教育課程に位置付ける

エネルギー教育の目標や育てる資質・能力は、新学習指導要領の学力の考え方、持続可能な開発のための教育(ESD)の求める資質・能力、今までの実践から得た教材の特性をもとに次のように設定している。

エネルギー教育の目標(小学校)

エネルギー資源の利用を体験的に理解し、省エネルギー・省資源に結び付く諸活動に参加することを通して、エネルギーに関する関心を高めると共に、基礎的な知識や実践力を身に付ける。

エネルギー教育で育てる資質・能力

- ・知識や情報を活用する力
 - 相互作用的に道具(言語、知識、情報、技能など)を用いる
- ・多様な角度から考え、判断する力
 - ベネフィットとリスク、くらしの豊かさとエネルギー消費、資源の有限性とくらし方の工夫
- ・自分と他者との関係性に関わる能力や態度
 - 異質な集団と積極的に交流する
 - 個人の自律や役割・責任への気づき、行動に関わる態度
 - 自律的に活動する

エネルギー教育のフレームワーク

学習内容は、5つの視点で設定したフレームワークで学習指導要領の各教科等の内容を吟味して選び出し単元として構成している。以下がフレームワークである。

- ・持続可能な社会とエネルギー
- ・多様なエネルギー源とエネルギー生産
- ・我が国のエネルギー供給率と安定供給
- ・エネルギーの有効活用(循環型社会)
- ・エネルギー環境保全(自然のしくみの理解)

このようにして開発したエネルギー教育の単元のうち、放射線の単元は、原子力発電と関連した位置付けにしているので「多様なエネルギー源とエネルギー生産」の視点の中に入れていく。

3. 放射線学習の単元開発の例

(1) 小6総合「2030年の電源構成を考える」

自分が大人になった時の電源構成を考える単元である。様々な電源のベネフィットやリスクを検討する中に原子力発電も含まれ、放射線の存在・性質を学習する必然が生まれている。特に、放射線の健康影響の理解が必要になる。

(2) 食教育・健康教育からのアプローチ

危ない・怖いというイメージの定着している放射線の正しい理解を目指して、低線量放射線の健康影響からの授業構成を行っている。キーワードは、電離作用・活性酸素・抗酸化実験・免疫である。5年家庭科「食べて元気に」、4年～6年学級活動「野菜の力で健康づくり」、6年体育「健康の仕組みを考える」の単元として実践している。

小学校での放射線の学習は、多くの知識を教えるのではなく、放射線に「馴染む」「興味や関心を広げる」ことに心がけている。

・小学校学習指導要領(平成29年告示) P19

放射線に関連する単元一覧

学年	理 科	家 庭	体 育	総 合	学級活動
4					野菜の力で健康づくり
5	電流のはたらき 赤外線の種類	食べて元気に		放射線豆知識 (5年 or 6年)	↓
6	人や他の動物の体		健康の仕組み を考える	2030年の電源 構成を考える	▼ (給食指導)

主権者教育としての原子力の是非

～双方の専門家をお招きしての授業の組み立て～

名古屋経済大学市邨高等学校中学校 特任教諭 大津 浩一

特定の社会問題を是とする集団と非とする集団が、それぞれ独自に有権者に対してアピールすることは普通だが、双方の系統だった主張を、同じ時に受け取り、比較・検討しながら自らの考えを作る経験をするには、18歳選挙権が確立した今、高校生にとって重要だと考えている。

一方、課題も多い。情熱的な訴えに共感して感情的に判断する傾向が強いのは若さだけが原因ではない。生徒たちのメディアリテラシーやサイエンスリテラシーを充分涵養し、受け取った情報の事実の部分を正しく認識させたい。情緒で判断するというスキルを私たち教育者が身につけさせることで、原子力に限らず社会問題に対して社会がベターな選択をすることにつながると私は信じ、長い間、実現を目指していた。

平成29年に企画・実践したこの授業は、高校3年生の社会科選択科目「時事問題」の選択者約百名に対して、表1のように8時間を割り当てた。私は物理の教員だが、社会科の教員3名とともに表1のスケジュールで行った。

最初の授業では、『時事問題の理解・判断と科学(理科)の関係』と題して情報リテラシーと科学リテラシーの講義を私が行った。

表1 授業計画

9月12日	火	3クラス合同	大津	時事問題の理解・判断と科学(理科)の関係	マスコミと科学者の言葉の違い、一方の悪い方などのメディアリテラシー・情報リテラシーを含む
9月19日	火	3クラス合同	名古屋大学教授 石坂丞二氏	地球温暖化とその影響	地球温暖化とその影響
9月21日	木		クラス担当	②温暖化対策に新たな道	アメリカの決断に対する評価 日本はどうすべきか
9月26日	火	3クラス合同	大津	事前講義 原子力を活用すべきか	両講師からの資料を提示し、議点整理
9月28日	木	3クラス合同	高木学校 崎山比早子氏	講義 原子力を使うべきでない	
10月10日	火	3クラス合同	常葉大学教授 山本隆三氏	講義 原子力も活用すべきだ	
10月12日	木	3クラス合同	大津	原子力の活用をどうするか	グループごとにまとめ 模造紙で
10月17日	火		クラス担当	発表	全グループが発表

「科学的に100%断言できない事柄は多く、そういうときは科学者は断言をしません」

科学者に限らず、揚げ足取りを防ぐためにそういう表現をすることは社会に多いが、図1の最後の文のように、悪用することもできることを示した。

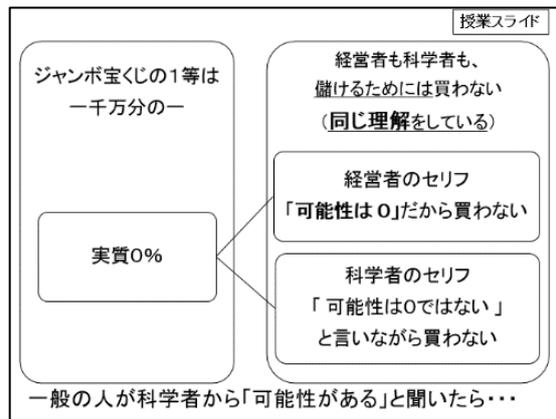


図1 情報リテラシー

また、科学リテラシーの重要性を示すために、「木から落ちたと思われるひなに対してあなたは どうするか」という発問をし、良心による判断を前提としても、目的によって、また、科学リテラシーがあるかどうかで選択が異なることを示した(図2)。

科学的な結論

守るのは「ひな」か「生態系」かを明確にして
選択肢の科学的な考察をしたのちに
情緒に従って判断すべき
自然(生態系)を守るためには介入しないのが原則

ただし、希少種であったり、そのひなをどうしても助けたいのならば他の選択肢もあり

大阪府、高知県などの多くの自治体は対応方法をHPに記載しています。
日本野鳥の会は『ひなの関わり方がわかるハンドブック』をプレゼントしてくれます。ネットで「ひなが落ちた」で検索を。

図2 科学リテラシー

次の授業では、原子力の是非にも大きく関わる地球温暖化についての講義を名古屋大学の石坂丞二先生にお願いした。事前打ち合わせの時間が取れず、ほとんどの生徒たちは文系でも

あり、レディネスとの整合性が取れなかったがそれでも、温暖化に対する信頼性は高まった。

続いて温暖化についてのクラスごとの授業を一回行い、そのあとに私が全体に対して、『原子力の是非』の事前講義を行った。あらかじめ両講師の論点を確認して作成した論点比較表を配付し、生徒が理解しにくいと思われる事項の解説を行った。論点を比較するとすれ違って、講演で何に注目すべきかが確認できた。

続いて、9月28日に高木学校の崎山比早子氏、10月10日に常葉大学の山本隆三氏をお招きした。御高名な先生方なので、ご意見は、著作やホームページでご覧いただきたい。

講義後の授業では、論点比較表の空欄の答え合わせと、両講師の主張の確認をした。そして、6人グループで原発の是非を議論させ、模造紙での発表準備をさせた。

記入するものとして、図3のごとく、以下の3項目を指定した。①グループでの結論。②グループ内の反対者の意見に対する説得。③未来の人たちに対して責任を負うので、未来へメッセージ。そして、次の時間のクラスごとの発表で、一連の講義を締めくくった。

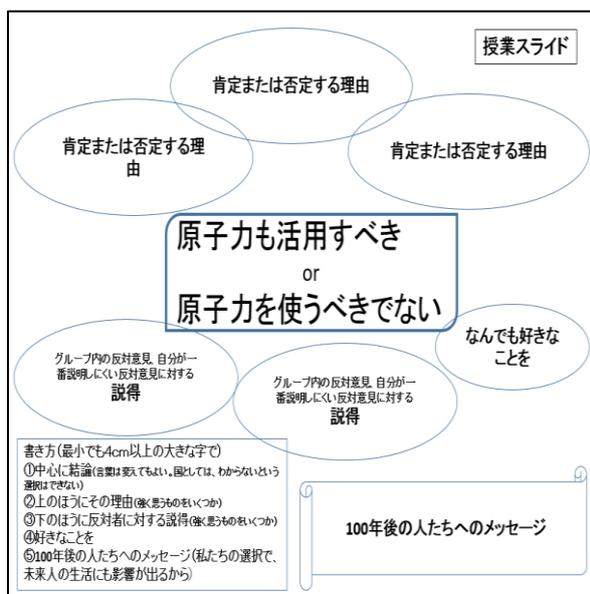


図3 模造紙の形式

アンケートにより、原子力の活用に対する講義前と後の意識を調べた。肯定から否定への意見

を5点から1点として回答を求めたところ、前後で3.15と3.18であり、有意な変化は見えなかった。しかし、個人の変化を見ると、68%の生徒が意見を変えており、かつ、しっかり考えた結果で意見を変えていない生徒もいることを考えると、最低でも8割方の生徒がしっかり考えたと言える。

今回の実践で、学校へ専門家を呼ぶだけではなく、その事前・事後の活動を入れて、生徒に討論させるのは有効だという証明ができた。その他、この文章では割愛した発表時効に対するものも含めた考察と学校に対する提案を図4、5に示す。

お招きした3名の講師の先生方、派遣にご協力いただいた団体の皆様に感謝申し上げます。

考察

1. 事前に科学リテラシー、情報リテラシーの涵養をするのは有効
2. 事前に論点の整理をするのは有効
3. 事後にグループで統一意見をつくるのは有効
4. 68%の生徒が意見を変えた。アクティブに考えた生徒は多い
5. 事前に強い賛成・反対意見を持っていた生徒が意見を変えなかった傾向がある。特に、強い賛成意見を持つ生徒は、意見を変えない生徒が多かった。

学校での

サイエンスコミュニケーションを生かすために

- ・事前指導で知識を与える(学校側)
- ・人柄や生き様も語る → 信頼性醸成
- ・講師を助言者として生徒代表を出してパネルディスカッション → 意見を比較することで、主体的に考える
- ・有効性を数量的に示す → 他者の理解を広げ、モチベーションを大きくする

図4 (上) 考察 図5 (下) 学校に対する提案

第 65 回全国中学校理科教育研究会 兵庫大会出展報告

田中 隆一

2018年8月9～10日に神戸市の神戸芸術センターで開催された第65回全国中学校理科教育研究会兵庫大会においてブース出展に参加した。当フォーラムとしては、3年前の富山大会以来4度目の参加である。

今回の出展は当フォーラムの企画をもとに最近制作された放射線 DVD 教材『R の正体』を展示し、関心を示した大会参加者の先生方に手渡すとともに、放射線授業への活用をお勧めした。それと同時に、大阪府立大学放射線研究センターが開発したペルチエ冷却式高性能霧箱による演示実験を行い、放射線授業への関心を惹き付けた。

大会の概要：

今回の主題は、自然と社会との主体的な関わりの中で、科学的な探求を通して、理科教育によって学びに向かう力を育むことであり、例年通り5つの分科会でそれぞれ各地域から選ばれた5件の研究報告と質疑、文部科学省主任視学官の講演などがあった。主催者の報告によると、参加者数は近年にないほどの多数の850名であり、特に地元兵庫県からの参加が多かった。

ブース出展の概要：

本大会の出展数は理科教材企業、教科書会社、公益法人など24件。放射線教育に関わる出展は、当フォーラム、日本原子力産業協会及び㈱サンルックスの3件。

放射線 DVD 教材の出展結果：

当フォーラムの企画で制作され、全国の中学校に一斉配布された放射線 DVD 教材が教育現場でどのように役立っているのか知りたいと考えていたが、この大会での出展は全国のから参加した多くの理科教員と直に会って話ができる絶好のチャンスとなった。

DVD 教材を一瞬目に止めて関心を示した参加者に「放射線授業に困っていませんか？」などと声をかけると、多くの参加者、特に若い先生方が快く応じていただき、学習指導要領に対応して制作したこの DVD 教材が授業に活用できそうであることを理解していただくことができた。

短い出展時間ではあったが、これまでになく多

くの先生との接触によって、理科授業への有用をご理解の上で、持参した教材一式150部を余すことなく手渡した。所属校に1部すでに配布されていることを知っている参加者が多かったが、手元にも置いて、授業準備に使いたいということで、DVD教材を受け取る先生方も多数おられた。演示実験の授業時間さえ確保できない先生方が実験映像集に関心を示す傾向も見られた。

ペルチエ冷却式高性能霧箱の出展結果：

放射線授業などの教育現場で手軽に活用できて、か細い電子線飛跡の観察も可能なペルチエ冷却式高性能霧箱の演示実験では、飛跡観察がコンパクトな仕組みで可能であることに惹き付けられた興味関心を、DVD教材に振り向ける意図が成功したと考える。

出展参加者：

DVD教材については、当フォーラムの田中隆一が担当。ペルチエ冷却式高性能霧箱実験については、大阪府立大学放射線研究センターの安藤太一さんに協力いただいた。

講演会及び分科会の概要：

文部科学省講演では、初等中等教育局主任視学官の清原洋一氏が、「これからの理科教育の展開」をテーマに、生産年齢人口の減少やAIの進展などがもたらす社会構造や雇用環境の急速変化に対応して、様々な情報を見極め、知識の概念理解からさらに情報を再構成する新たな価値に繋げることが求められており、そのために「社会に開かれた教育課程」を重視し、教科を超えて学校全体で議論することから始めることが強調された。当フォーラムが進めている授業支援の狙いともつながると思う。

分科会では、「主体的・対話的で深い学び」や「科学的な資質や能力の育成」などに向けた5つの分科会において、様々な授業改善の試みが報告された。エネルギー、原子力、放射線など、個々の教科授業に主眼を置く報告はなかった。

今後に向けて：

来年度の第66回大会は秋田市での開催が予定されている。この大会は中学校理科教員が一堂に会する最大の催しである。放射線教育フォーラムの存在を広く知っていただくとともに、関心をもつ理科教員、教科書会社や多くの教材関係者の方々と意見交換できる絶好のチャンスである。今後とも出展参加を継続していきたいと考える。

平成 30 年度 通常総会資料

平成29年度 活動計算書			
平成29年4月1日から平成30年3月31日まで			
特定非営利活動法人放射線教育フォーラム			
(単位:円)			
	科 目	金 額	
I	経常収益		
	1 受取会費		
	個人会員受取会費	780,000	
	団体会員受取会費	1,317,000	2,097,000
	2 受取寄付金		
	受取寄付金等	851,000	851,000
	3 受取助成金		
	受取助成金(パネル討論会)	609,172	
	受取助成金(その他)	540,000	1,149,172
	4 その他収益		
	資料掲載料収入	200,000	
	雑収入	240,881	
	受取利息	12	440,893
	経常収益計		4,538,065
II	経常費用		
	1 事業費		
	(1)勉強会等開催費		
	勉強会・パネル当論会・DVD作成等	908,897	
	(2)調査研究・情報発信費		
	教育課程検討委員会費	198,440	
	編集委員会費	20,710	
	全国中学校理科教育費	31,598	
	定期刊行物発行費	244,728	
	事業費計		1,404,373
	2 管理費		
	(1)理事会開催費	28,650	
	(2)総会開催費	28,820	
	(3)旅費交通費	652,857	
	(4)その他経費		
	人件費	500,000	
	家賃	737,520	
	光熱費	48,734	
	事務用品・消耗品費	291,898	
	通信運搬費	354,292	
	会計監査費	111,370	
	その他経費計	22,024	
	管理費計		2,776,165
	経常費用計		4,180,538
	当期経常増減額		357,527
III	経常外収益		0
	経常外収益計		0
IV	経常外費用		
	経常外費用計		0
	当期正味財産増減額		357,527
	前期繰越正味財産額		332,779
	次期繰越正味財産額		690,306

平成29年度 財産目録			
平成30年3月31日現在			
特定非営利活動法人放射線教育フォーラム			
(単位：円)			
科	目	金	額
I	資産の部		
	1 流動資産		
	現金預金		
	手元現金	14,379	
	みずほ銀行鷺沼支店普通預金	198,088	
	みずほ銀行虎ノ門支店普通預金	498,595	
	みずほ銀行虎ノ門支店普通預金	900,000	
	郵便振替口座	178,847	
	合計	1,789,909	
	未収金(資料掲載料)	100,000	
	未収金(受取助成金)	270,000	
	合計	370,000	
	流動資産合計		2,159,909
	2 固定資産		
	無形固定資産		
	差入保証金(家賃2ヶ月分)	90,300	
	固定資産合計		90,300
	資産の部合計		2,250,209
II	負債の部		
	1 流動負債		
	未払金	428,882	
	前受金(個人年会費)	230,000	
	預り金	901,021	
	合計	1,559,903	
	流動負債合計		1,559,903
	2 固定負債		
	固定負債合計	0	0
	負債の部合計		1,559,903
	正味財産		690,306

平成29年度 貸借対照表

平成30年 3月31日現在

特定非営利活動法人放射線教育フォーラム

(単位：円)

科 目		金 額	
I 資産の部			
1	流動資産		
	現金預金	1,789,909	
	未収金	370,000	
	流動資産合計		2,159,909
2	固定資産		
	無形固定資産		
	差入保証金(賃料2ヶ月分)	90,300	
	固定資産合計		90,300
	資産合計		2,250,209
II 負債の部			
1	流動負債		
	未払金	428,882	
	前受金	230,000	
	預り金	901,021	
	流動負債合計		1,559,903
2	固定負債		
	固定負債合計	0	0
	負債合計		1,559,903
III 正味財産の部			
	前期繰越正味財産	332,779	
	当期正味財産増減額	357,527	
	正味財産合計		690,306
	負債及び正味財産合計		2,250,209

《 会務報告 》

日時	名称	開催場所	参加者/出席者数
2018年6月10日(日)	平成30年度通常総会	東京慈恵会医科大学	82名
同上	平成30年度第1回勉強会	同上	60名
2018年6月19日(火)	平成30年度第3回事務連絡会	フォーラム事務所	6名
2018年9月3日(月)	平成30年度第4回事務連絡会	同上	5名
2018年10月23日(火)	平成30年度第5回事務連絡会	同上	5名
2018年11月11日(日)	平成30年度第2回教育課程検討委員会	同上	6名
2018年11月27日(火)	平成30年度第6回事務連絡会	同上	7名

《ニュースレター原稿募集のご案内》

編集委員会では、会員の皆様からの寄稿をお待ちしています。「会員の声」は、学校教育の場での体験談、新聞・雑誌の記事に対する感想、研修会等への参加など、多少とも放射線・原子力・エネルギーの関係するもので、1000字以内です。「放射線ものしり手帳」は難しい話題を面白く親しみやすい読み物で解説するもので2000字以内。「書評」は最近刊行された本の紹介で2000字以内。投稿は原則として電子メールでお願いします [送付先 (編集委員長) ogata.yoshimune@b.mbox.nagoya-u.ac.jp]。発行は、3、6、11月の年3回です。73号(2019年3月発行予定)の原稿締切は2019年1月31日(木)です。ニュースレターへのご意見や特集記事などの提案も歓迎いたします。

《「放射線教育」誌の原稿募集案内》

放射線教育フォーラム発行の論文集「放射線教育」では、広く放射線教育に有益と考えられる内容の論文[研究報告、ノート、総説、解説]、資料、意見、諸報を募集しています。論文は編集委員会での審査を経て掲載されます。来年3月発行予定の「放射線教育」誌に投稿を希望される方は2018年11月30日(金)までに著者氏名、連絡先、表題、投稿の分類、予定枚数、投稿予定日(投稿受付締切は2019年1月31日(木))を編集委員長宛の電子メール(ogata.yoshimune@b.mbox.nagoya-u.ac.jp)でお知らせ下さい。投稿論文に含まれる図表は原則として白黒とし、編集委員会が認めたときに限りカラーの使用を認めます。カラーページの印刷費は、原則として全額を投稿者に負担していただきます。投稿論文は編集委員長に電子メールの添付ファイルでお届け下さい。CD又はDVD

の場合には、NPO 法人放射線教育フォーラム事務局宛に送付して下さい。投稿規程の細部および「原稿の書き方」はお手元の「放射線教育」誌の巻末に掲載されています。別刷りは有料となります(詳細は事務局にお問い合わせください)。

《編集後記》

今年9月に愛知県小牧市に落下した黒い石が隕石であると判明し、国立科学博物館が「小牧隕石」と命名したとの記事が先日新聞に掲載された。落下後、時間があまり経過しないうちであれば、石からの放射線を測定することで隕石かどうか判定できる。隕石は地球に落下してくる前は宇宙空間を漂っていて、その間宇宙線の照射を受け、その結果、放射性核種が生成している。地球上に落下すると、宇宙線の照射はなくなり、生成していた放射性核種はその半減期にしたがって減衰していく。このような放射線は地球上の石には存在しない。つまり地球外起源であることを証明できる。このような我々の身近で起きている現象を取り上げて放射線教育に利用することももっと考えられていいのではないのでしょうか。(柴田誠一)

NPO 法人 放射線教育フォーラム編集委員会
 緒方良至(委員長)、柴田誠一(副委員長)、
 工藤博司、大野新一、小高正敬、岩崎民子、
 堀内公子、細淵安弘、島山正恒、大森佐興子
 事務局: 〒110-0015 東京都台東区東上野 6-7-2
 萬栄ビル 202 号室
 Tel: 03-3843-1070 FAX: 03-3843-1080
 E-mail: mt01-ref@kt.rim.or.jp,
 HP: http://www.ref.or.jp

NPO 法人 放射線教育フォーラム ニュースレター
 No.72、2018年11月30日発行