RADIATION EDUCATION

放射線教育

付放射線教育フォーラム 2014 年度活動報告

放射線教育フォーラム
20 周年特集

2014

VOL. 18 NO. 1

放射線教育フォーラム

Radiation Education Forum

放射線教育
Radiation Education

Vol. 18　No. 1
放射線教育フォーラム 20 周年特集

目　次

発行：2015 年 3 月 31 日，NPO 法人放射線教育フォーラム
〒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: forum@ref.or.jp，HP: http://www.ref.or.jp

1997年度第1回総務幹事会 (1997年4月11日、於 TEPCO銀座館)

村主　進（総務幹事）
堀内公子（総務幹事）
大野新一（総務幹事）
小高正敬（総務幹事）
伏見康治（特別顧問）
更田豊治郎（副会長兼総務幹事）
今村　昌（常任顧問）
松浦辰男（代表総務幹事）
菊池文誠（総務幹事）
渡利一夫（総務幹事）
飯利雄一（総務幹事）
長谷川圀彦（総務幹事）
篠崎善治（常任顧問）

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 1 – 2 (2014)

【巻頭言】

放射線教育フォーラム 20 年の歩み

長谷川 圀彦
NPO 法人 放射線教育フォーラム 理事長

放射線、アイソトープ、原子力の専門家および学校教職員の有志によって構成された放射線教育フォーラムが、1994 年 4 月の設立から早くも今年で 20 年目を迎えました。その間に、2000 年 11 月に NPO 法人の認証を受けたボランタリー組織です。放射線・アイソトープ、原子力エネルギー、環境に関する正しい知識を、主として学校教育によって中学生、高校生とさらに一般市民にも提供し、放射線、アイソトープについてのわが国の社会的な誤解、偏見を是正する使命を帯びています。これまで、放射線教育に関する国内及び国際シンポジウム、エネルギー・環境・放射線セミナー・勉強会の開催、放射線教育に関する調査研究並びに情報発信、放射線教育に関する政策提言等の多方面にわたる活動を通じて成果を挙げてきたといえます。この放射線教育フォーラムは、特定の組織、団体からの財政的援助に頼らず、会員が手弁当で活動に参加するという、他にあまり例のない組織です。これまで役員、顧問の方々の献身的かつ精力的なご協力によって 20 年間にわたって活動実績を上げてきました。特に、今まで開催された「放射線教育に関する国際シンポジウム」“ISRE” は、4 回のうち 2 回はフォーラムが実質的に主体となり、もう 1 回は、他の組織との主催という方式で実施してきました。この成果によって国際的にも国内的にも放射線教育の中核として広く認知されてきました。

「放射線はどんな微量でも生体にとって有害である」あるいは「人工放射線は悪い放射線であるが自然放射線はよい放射線である」という正確でない情報から引き起こされる一般人の放射線に対する無用の恐怖心、核アレルギーを取り除くことは難しいことです。一旦植えつけられた先入観から脱却するのは大変困難なことです。この困難なことに取り組んで、教育を行なう必要があります。

原子力エネルギーや放射線利用を積極的に推進するために、中学、高校の学習指導要領の改訂が 30 年ぶりに行なわれ、放射線・原子力エネルギーに関わる項目が取り入れられました。その直後に、福島原発事故により原子力エネルギーに関する項目の削除や表現の手直しの改訂が行なわれました。この事故以来、これまでの放射線教育のあり方に多少の戸惑いが見られ、教育現場において様々な混乱を引き起こし、これに相応して中学校や高校の先生の中には放射線に対して関心をもたない方もいる、という現象が生じました。この現象は、“わずらわしいことには、できるだけ関わりたくない”という、一般の人間のもつ特性が表面化したものと考えています。また、大震災から 3 年あまりが経過し、徐々に災害・事故が風化しつつある今日において、これまで得た経験から、今後に活かすべき放射線教育を総括し、整理することが必要です。

放射線については、医療や産業などの分野で欠くことのできない先端科学・技術であることは言うまではありませんが、放射線を忌み嫌う先生方にも関心をもってもらう放射線教育を行なう必要があります。そのための一つの手段として、放射線そのものを一つの独立した理科教科とするのでなく、自然界の科学的知識を認知するための原子の構造、物質の構造と特性、運動と力、およびエネルギーと物質との相互作用などの中に位置づけた、構造的な理科教育カリキュラムの抜本的な改変が必須ではないかと考えます。これらの事柄についての詳細の説明は省略しますが、それぞれの課程での改善は、生徒の成長に応じて放射線教育を行なうことが重要と考えます。放射線教育は、単に知識の集積だけでなく広範囲な分野の実験・実習を通して興味を持ち、身につくことができるものであることは云うまでもありません。先ずは受講者のレベルに応じた実験・自習内容を工夫し、安価で手軽に行なうことができる実験装置を開発する必要があります。特に、生活に密着した日常の中にある放射線を取り上げることが、有意義であると考えます。

現在のわが国の社会的環境、特に経済情勢は極めて厳しく、福島原発事故以後、エネルギーの供給（原発再稼動によるエネルギー問題など）と需要供給の問題が大きく影響し、この問題の複雑性が増しているなか、フォーラムの財政状況の好転は期待できないと思われます。それに呼応した影響が如実にあらわれたのは、団体会員数が最盛期の約半数となり、また正会員数も残念なら減少がつづいています。活気いあるフォーラムを目指すためには、なにを置いても会員の増強が重要と考えます。フォーラムの運営に財政的基盤の脆弱さが、活動の制約を受けることは必至です。フォーラムを将来的に維持・継続して運営し、放射線教育を地道に行なうためには、明確な活動指針と内容の見直しが必要と考えています。人文科学や社会科学など他分野の専門家とも交流を深め、総合的に放射線教育を発展することが求められます。それには、2001 年度から、10 年間、全国 10 地区で実施してきた、小・中・高等学校の教員を対象としたエネルギー・環境・放射線セミナーの復活を期待します。この事業は、「エネルギー環境問題、放射線及び原子力問題に対する一般市民の公正な判断力の養成とこの分野における将来の人材の確保および育成のために、学校及び社会におけるこの分野の教育の充実と正しい知識の普及を図り、もって公益の増進に寄与する」という NPO 法人放射線教育フォーラムの定款に掲げた目的に適ったものです。今後とも放射線教育フォーラムの設立趣意書に沿った理念に基づき、放射線教育の本質と社会環境の変化に対応しながら、使命と責任を自覚するとともに、会員の皆様と共に努力を重ねていく決意です。何卒、積極的なご意見ならびにご支援とご参画をいただくようお願いする次第です。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 3 – 4 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

「エネルギー・環境・放射線セミナー」の思い出

山寺秀雄
放射線教育フォーラム顧問、名古屋大学名誉教授・大同大学名誉教授

放射線教育フォーラムの会員になって、私が初めて手がけた仕事は「エネルギー・環境・放射線セミナー」（原子力体験セミナー文系コース）のお世話であった (2001 年)。それまでお世話してきた催しと違って、受講者を集めるという仕事は全く未経験で、手探り状態だった。

セミナー開催日と開催場所を決め、金沢のセミナーを参考にして各講師にお願いをし、直ちに募集案内の作成に取りかかった。印刷された募集案内が届くと、早速、愛知県、名古屋市、岐阜県、三重県及び津市の各教育委員会に挨拶と協力依頼に赴いた。協力して下さる岐阜県教委、ならびに名古屋市と愛知県の各校長会事務局に、募集案内必要部数を持参し配布をお願いした。愛知県理科教育研究会高等学校部会にもお世話になった。さらに愛知県記者クラブ、名古屋市記者クラブに募集案内を持参し、挨拶と取材依頼をした。（取材はなかったが、地元の新聞に短い記事が掲載され、新聞で見たといって応募した人が一人あった。）私立校など一部の学校には直接出向いて協力を依頼した。

その甲斐あって、目標 (50 名) を超える 63 名の受講申込みがあった (取消、欠席を除き実員 60 名)。申込期限に遅れた者 4 名，退職者など 3 名を加え，合計 67 名が受講した。

講師の先生方および当地区会員の皆様の協力により、セミナーは順調に終えることができた。アンケートの結果は、各講演についての関心及び理解度は満足すべきものであったが、放射線に関する講演については、まあまあ理解できたとする人が多数で、理解困難であったとする人も 2 割近くあった。受講者の放射線に関する予備知識不足が原因であろう。(次回から実験を中心にすることにした。) 質問時間が足りなかったという指摘に関しては、講演を一つ減らして質問時間を増やせばよかったと思う。有馬講師の「日本の初等中等教育・エネルギー教育」という演題の前段の話が聞けなかったという不満があったが、これは有馬先生ご多忙の故に、事前の打ち合わせを怠った私 (世話人) の責任である。他地区での初等中等教育に関する講演記録を補った講演記録を、後日出席者に送付した。

次の年は教育熱心で有名な愛知県犬山市で開催した。教育委員会の積極的な協力があり、開催日と場所及び講演の一つは、犬山市の意向に従って決めた。新聞も高校生向け特集ページになかで「文系の先生集まれ」と呼びかけてくれたので、10 件の問い合わせで 5 人の申込みがあった。(記事掲載が多分編集の都合で遅れたので申し込み期限を過ぎていたが、放振協に弾力的な取り扱いをお願いして参加していただいた。受講者総数 57 名。) 協力してくれた愛知県理科教育研究会物化部会長の助言のように、「募集案内」の完成を待たず、暫定でもよいから早期に各方面に計画を説明し、協力をお願いすればよかったと思う。前

年の教訓から、2 日にわたって開催し、講演は二つにして十分な質問時間をとり、実験とパネル討論を行った。新しい試みとして、第 1 日に受講者が講師 (パネル討論会の話題提供者を含む) および世話人と夕食をともにしつつ意見交換をする交流会を開催した。全体として好評であり、特に実験は文系教員にも喜ばれた。交流会の評価は二つに分かれた。控えめの参加者には発言の機会がなかったからであると思われる。

3 年目は津市で開催することとし、三重県教育委員会との協力は順調に進んでいたが、放振協の方が挨拶に来て、「原子力体験セミナー」であることを強調したのを機に、風向きが変わった。(当時三重県では県南部に原発建設計画があり、これに対する反対運動が起こっていたので、エネルギー・環境問題を前面に出し、放射線に関する講演と実験は 2 日目にするなど気を使っていた。) 定員割れが懸念されたので、学校を回って直接訴えかけ、どうにか定員に達した (欠席者があり実員は定員割れ)。夕食をともにしつつ行うパネル討論第2部は希望者参加とし、発言機会を増すために参加受講者 15 名を 6 テーブルに分けた。テーブルごとに講師およびフォーラム会員各 1 名が同席し、30 分ごとに席を移動、かつ最後には受講者が自由に移動することにより幅広い交流を図った。アンケートの結果は、セミナー全体を通じて高い満足度を示した。後日私が三重県教育委員会研修講座に講師として呼ばれたのは、このセミナーが成功であったことの一つの証ではないだろうか。

4 年目の岐阜でのセミナーを含め、セミナーの成功は、フォーラムの本部役員および地区会員の皆様のご協力のおかげである。深く感謝したい。5 年目からは森千鶴夫先生が地区の世話人代表となり、地区会員が一体となって、いっそうの成果を上げてきた。そのセミナーが中止になったことは大変残念である。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 5 – 6 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

台湾における放射線教育と原子力発電所について

黄　金旺
放射線教育フォーラム顧問、台湾中原大学栄誉教授

台湾の小・中学校の義務教育の就学率は、95%以上に達成されています。義務教育における、放射線と放射能に関する教育は、あまりなされていないのが実情です。小学校の理科に「自然と生活科技」がありますが、その主な内容は、太陽の光のエネルギーを利用した、電球の発光について述べているだけです。

2011 年 3 月 11 日、東日本に大地震と大津波が発生し、莫大な被害が起こりその結果、東京電力福島第一原子力発電所の原子炉が水素爆発し、放射性物質による汚染をおこしたことが、台湾で特別に注目されています。今まで、中学校の授業が軽視している、放射線の知識の内容を改めて、少しばかり充実されています。最近の中学校理科「自然の生活と科技」の中に、周期表の発明者とともに原子番号が 92 より大きい超ウラン元素は人工的に造られ、原子核の性質が不安定なため短時間で安定な元素に変化する、との紹介があります。また、このような性質をもった元素が放射性物質で、マリー・キュリーが放射能の研究でノーベル物理学賞（1903 年）とラジウムとポロニウムの発見でノーベル化学賞（1911 年）と 2 回受賞したこと、同位元素（同位体）は原子構造が異なっているが、化学的性質は同じであるとの説明があり、例として、$^{1}_{1}H$ および $^{2}_{1}H$ が挙げられています。

高校の理科に「基礎物理と基礎化学」があります。基礎物理のエネルギーの項目に、X 線の発見とその応用について、X 線の性質は電気、磁力に影響されないが、感光性があることが載っています。また、その応用は、結晶構造の解析、生物の品種改良、医学的な診断、そして空港の手荷物検査などに利用されていることが、書かれています。放射線の安全に関しては、α、β、γ 線それぞれの放射線強度の比較、放射線の強さは、距離の二乗に反比例し、時間に正比例の関係にあるなどが記されています。また、日常生活中での放射線量について、台湾一般居住民の自然放射線量の平均値は年間 2 mSv、また日常生活中の放射線量の図が掲載されています。コバルト-60 による局部照射（全治療）の放射線量は、60,000 mSv 、テレビジョンから 3 m の距離で毎日 1 時間見るとすると、年間の放射線量が 0.01 mSv と述べられています。

核分裂連鎖反応については、ウラン-235 に熱中性子を照射すると核反応が起こると説明されています。その核反応のときに放出された熱を、原子力発電所で発電に利用しています。火力発電所は大量の二酸化炭素ガスを排出して、酸性雨が発生し環境に悪影響を及ぼすことがあります。その他に、核融合についても触れていますが、簡単な紹介に留まっています。

基礎化学の化学とエネルギーの項目では、核反応前後の質量数の変化によるエネルギーの算出は、アインシュタインが提出したエネルギーと質量の式（$E = mc^2$）から求めます。

核分裂反応は、熱中性子による反応で $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{52}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$、$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{143}_{54}Xe + ^{90}_{38}Sr + 3^{1}_{0}n$、$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{55}Cs + ^{93}_{57}Rb + 3^{1}_{0}n$、$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{90}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n$ などの式から核反応により放出されるエネルギーを算出します。

核融合は二つの軽い原子核が、超高温度の条件下において核反応を起こし、より重い原子核に変わる際に大量のエネルギーを放出します。たとえば、$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H_{1} \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n +$ エネルギーで、太陽の中では核融合反応が引き起こされています。また、東京電力福島第一原子力発電所事故も紹介されています。

大学の一般物理と化学には、英文版と中文版の教科書が多数あります。その中には、核物理と核化学が関連している章がありますが、大部分の教員はこれらを講義していません。ただし、ラジオアイソトープ (RI)と放射線の使用者は、国家試験をパスして初めて使用の資格が得られます。政府は、原子能委員会を設置し、RI と放射線を全国統一して管理を行なっています。原子力発電所は、経済部（通産省）に付属しておりますので、安全管理については、スムーズに統括することが困難であると感じております。また、県政府には、放射物質の管理組織制がなく、一般大衆は RI、放射線に対しては無知の情況です。

台湾には、四つの原子力発電所が設置されています。原発 I、原発 II、原発 III は運転中、原発 IV は近いうちに建設が完成し、安全審査がなされます。原発 I、原発 II、原発 IV は台湾の北部にあり、原発 III は南部にあります。原子力発電所を設置する地域の選択には、まず活断層がある地震帯と人口密度の高い場所を回避することが先決と考えます。しかし、台湾の I、II、IV の原発は、いずれも設置の条件に合致しておりません。今までは、原子力発電所の事故演習は、毎年 1 回行なわれています。原発から半径 5 km 圏内の少数市民らが事故演習に参加していましたが、最近やっと 9 km 圏内に拡大されました。福島第一原子力発電所事故を考えると、台湾でのこのような状況は、政府経済部の非常に無責任なやり方であると思います。

以上、台湾の一般市民の放射線・放射能の知識不足、さらには管理者の放射線に対する安心・安全思考の軽視の傾向があり、いろいろな課題が山積しています。このような情況から今後益々、放射線教育の充実を図っていくことが重要と考えています。

2008 年 12 月、台湾国立清華大学で「放射線教育に関する国際シンポジウム」(ISRE08) が開催され、壮克士教授（台湾清華大）とともに主催者の 1 人として、極めて有意義なシンポジウムを催すことができました。次回の第 5 回国際シンポジウムの早期開催を望みます。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 7 – 8 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

加速器周りから六ヶ所村へ

荒谷美智
六ヶ所村文化協会

理化学研究所の定年退職日は、誕生日が前期（4 月 1 日~9 月 30 日）なら 9 月 30 日、後期（10 月 1 日~3 月 31 日）なら 3 月 31 日であった。前期生まれの私は平成 5（1993）年 9 月 30 日が定年退職日だった。この同日小田稔理事長が退任、後任は有馬朗人新理事長である。第二の人生について私はあれこれ手を廻すようなことはしなかった。出来なかったのだ。24 時間単位の加速器実験を最後の最後までやっていたから…。私に出来ることといえば土台「核」や「放射線」関連のことしかない。《出来ることをやるだけだ》と思っていた。退職日直前になって、理研の人事課長から「青森県六ヶ所村の、まだ出来たばかりの研究所で求人がある。核燃を誘致した村でも住民は、核や放射線のことを本当には知らないし怖れている。住民に正しい知識を与える仕事で任期は 3 年」とのこと。「科学技術庁(当時)傘下の研究所」ということだった。これは「好いお話」だと思った私は「とに角その研究所を見に行きたい」と答えた。人事課長と私は羽田から飛んだ。9 月 29 日だった。

これより先、世の中に「原子力 PA」という仕事のあることが、友人 AM の活動から、おぼろげなから判っていた。ある時、AM から電話がかかってきて、原子力発電所の立地予定地へ講演に行くことになっていたが、声が出ないので替りに行ってくれ、とのこと。誘致が穏便に行われた所は問題ないが、誘致と反対が拮抗する立地は〈修羅場〉、まさか初めての人に修羅場は頼まない、と AM は言った。そして、加速器周りの実験屋が「原子力 PA」を初めて体験することになった。研究室に帰ったら、同室の女性同僚に言われた。「そんな講演に行く暇があったら、論文 1 頁でも書いたほうがいい」と。大方の研究者がそう考えていることは明らかだった。とくに基礎分野の研究者はそうだったし、自分でも半分はそうだった。でも世の中にそういう仕事があり、替りを頼まれた以上、断る理由も薄弱だし、行ってみることにしたのだった。淡路島の近くで淡路島の住民も参加していた。聴衆は中高年者で静かに聴いてくれた。淡路島の住民の一人（女性）は手紙をくれた。

もう一つ、松浦辰男先生の活動があった。私は、超高純度アルミナ精製過程における α 放射体とくにウランの挙動に関する中性子放射化分析で立教大学原子力研究所の先生方のお世話になっていたこともあって、松浦先生のお人柄、先生の放射線教育活動への熱意はもとより、その活動の重要性が判っているつもりだった。日本が戦後、原子力エネルギーを導入している割には、国民がこの方面の基礎的知識を与えられる機会が無さ過ぎる。常々そう感じていた。そんなこともあって放射線教育フォーラムの会員にさせていただいた。まして理研核化学研究室を定年退職して、戦争中の疎開でも関東平野を出て暮らしたこと

のない私が、知る人とて無い僻遠の地に赴くのである。青森の仕事に直接関係のありそうな放射線教育フォーラムの会員になることは心強い限りであった。

勿論、理研に OB 会もある。但し定年退職者が自動的に OB 会員になるのではなく OB 会員になりたい人が改めて入会する方式である。私は勿論 OB 会にも入会した。OB 会報はじめ、月刊の理研ニュースも OB 会員でないと送ってもらえない。上京した時、理研図書館も利用したい。とにかく情報源は多いほうがよい。首都圏とのパイプを多く、しかも太くしておきたい。関東や関西で予定の「原子力 PA」をすべて終え、青森に赴任したのが 11 月 17 日であった。松浦先生が事務局長でいらっしゃる他、理研の新理事長になられた有馬先生がフォーラム会長となられたことも心強かった。放射線教育フォーラムは私にとって最も現実的な首都圏とのパイプであった。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 9 – 10 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

放射線教育フオーラムの誕生、そして揺籃期のこと

渡利一夫
(独)放射線医学総合研究所名誉研究員

わが国は 1945 年の広島・長崎の原爆、1954 年のビキニ事件で放射線による被害を受けました。1960 年代前後には、アメリカ、旧ソ連を中心に大国による大気圏核実験が頻繁に行われ地球規模で環境の汚染が続きました。当時は環境放射能、生物影響などの調査・研究が多くの大学や研究所で活発に行われていました。原発も次々に造られ、また医学を初めとして様々な分野でも放射線・放射能の利用が拡大してきた時代です。

しかし、その後大学では原子力や放射線・放射能に関する講座は次第に縮小、あるいは廃止されるようになり、また中学、高校でも放射線の教育は先進諸国に比べて格段に低いことが指摘されていました。

1993 年 7 月 27 日、松浦辰男氏（立教大）、小高正敬氏（東工大）と私（放医研）の 3 人で、東京情報大学に今村 昌教授を訪ねました。青少年の放射線教育について話し合うためです。1992 年に松浦氏が“放射性元素物語”という本を書かれ全国の高校に寄贈しましたが、それに続く活動という意味もあったかと思います。話し合いの中で教育活動のための団体の設立の必要性が認識され、今村先生が「集まって勉強し討論する場にしたらどうか」、名称として“フォーラム”を提案されました。

1994 年 3 月 18 日に設立のための世話人会が 19 名の参加で開かれ、続いて 1994 年 4 月に前記 4 名に篠崎善治氏（元都立 RI 総合研）を加えて総務幹事会が発足しました。その後 1995 年に後藤道夫（明治大）、三木良太（近畿大）、山口彦之（東大）、1996 年に飯利雄一（広領域教育研究会）、菊池文誠（東海大）、村主進（原子力システム懇話会）、村上昌敏（社会開発研）、1997 年に大野新一（東海大）、加藤和明（茨城県立医療大）、長谷川圀彦（静岡大）、堀内公子（大妻女子大）更田豊治郎（高度情報科学技術研究機構）の諸氏が加わりました。代表総務幹事として松浦氏が全体を統括されました。

事務局は伏見康治氏（元日本学術会議会長、阪大名誉教授）のご厚意で 1997 年 3 月まで“リンクスリセウム”（東京港区）におき、具体的な活動を開始しました。会長には元東大総長で当時理研理事長であった有馬朗人氏にお願いしましたが 1997 年に文部大臣、科学技術庁長官に就任された後、伏見先生が 2 代目会長に就任されました。[1] 総務幹事会ではフオーラムの活動や最新の情報あるいは会員相互の意見交換の場として 1994 年 12 月にニュースレター No.1 を発行しました。

その後 1996 年、今村氏、菊池氏、小高氏、村主氏、中村佳代子氏（慶応大）に私の 6 名で正式な編集委員会がスタートしました。1998 年に村石幸正氏（東大教育学部付属中高）、1999 年に大野氏が加わりました。ニュースレターに加えて 1997 年に放射線教育に関する

学術誌“放射線教育”の第1号を刊行しました。

編集委員会の他に、1998年頃から教材用放射線源の安全性、実験材料、放射線に関する教育課程、医療系教育機関における放射線教育、加速器利用、リスク問題などを検討する委員会が次々とつくられ、勉強会、研究会も随時開催されました。なかでも多くの学・協会、団体との共催、文部省、科学技術庁、IAEAなどの後援を得て1998年12月11～14日、15か国、165人が参加した神奈川県葉山の湘南国際村での「第1回放射線教育に関する国際シンポジウム」を主催したことは大きな出来事でした。[2] はじめに伏見康治フオーラム会長の歓迎の挨拶、有馬文部大臣の「理科教育について」の講演があり、次いでJ. P. Adloff フランス・ストラスブール大名誉教授、Paul. K. Kuroda アメリカ・アーカンソー大名誉特任教授、阪上正信金沢大名誉教授、佐々木康人放医研所長、松浦祥次郎原研理事長ら著名な研究者による特別講演が行われました。この他、トピカルセッション、パネル討論、ワークショップ、ポスターセッション、懇親会、見学会も行われ充実したシンポジウムとなりました。

20周年を迎えた今、フォーラムの活動にも新たな展開が期待されます。

本稿はニュースレターNo. 1 から No. 16 (2000. 3) までの記事を参考に、氏名・所属は当時のものをそのまま記しました。

1) 今村 昌, 小高正敬, 放射線教育フオーラムのなり立ちと活動, 保健物理 **35** (2), 248 (2000)

2) 渡利一夫, 放射線教育に関する国際シンポジウム (ISRE-98), 放射線科学, **42**, 113 (1999)

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 11 – 12 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

放射線教育フォーラムを設立した頃の思い出

小高正敬
放射線教育フォーラム理事、同位体科学会執行役員

1993年7月、松浦辰男先生（立教大学原子力研究所)、渡利一夫先生（放射線医学総合研究所）とご一緒に、東京情報大学の今村昌先生（理化学研究所名誉研究員）を訪ねたのが、私の放射線教育フォーラムに関する活動の最初の一歩でした。

私は当時、化学反応に現れる同位体効果の理論的研究を主に行っていました。しかし以前は、ウラン同位体濃縮の基礎実験やトリチウムの化学反応性を調べる実験など非密封の放射性同位体を扱う実験を自ら行いました。またホウ素同位体（^{10}B）を用いる悪性黒色腫のホウ素中性子捕捉療法の研究の初期の頃に、ほんの少しお手伝いしたこともありました。そのほか第1種放射線取扱主任者の資格を持っていたので、大学の放射性同位元素実験施設の仕事もしていました。従って放射線、放射性同位体が人間の生活の多方面で役立っていること、またその取り扱いはこれらの特質を正確に知った上で慎重に行わなければならないことを理解していました。そして放射線教育の大切さも痛感していました。そのような時に、松浦先生から放射線教育フォーラム設立のお話がありましたので、早速お手伝いさせていただくことにしました。

まず今村先生には、会の名前を「放射線教育フォーラム」と名づけていただき、また理化学研究所の有馬朗人理事長に会長就任をお願いするにあたっては、大変お世話になりました。

1994年4月1日に放射線教育フォーラムは正式に発足しました。最初の総務幹事は松浦先生（代表総務幹事)、今村先生、篠崎善治先生（元東京都立アイソトープ総合研究所)、渡利先生と私でした。発足の年は、ほぼ毎月総務幹事会を開きました。そしてこの年の12月には「放射線教育フォーラムニュースレターNo. 1, 1994. 12」を発行しました。設立時から6年間ほどは渡利先生が中心になってニュースレターなどの編集作業を行いました。またこの同じ12月には「東京地区第1回研究会」も開催しました。この研究会では、現在はテレビなどに出演され全国的に知られていますが、当時は都立小金井北高校の教諭であった米村傳治郎先生が「矢野—米村式簡易GM管の製作と実習」というテーマで実習を担当されました。研究会の懇親会で米村先生となごやかに話し合ったのを懐かしく思い出します。

編集委員会は1997年3月頃に発足し、初代の編集委員長は渡利先生、編集委員は今村先生、菊池文誠先生（東海大学)、村主進先生（原子力システム研究懇話会)、中村佳代子先生（慶応義塾大学）と私でした。その後直ぐに村石幸正先生（東京大学教育学部付属中高）が委員に加わりました。さらに、大野新一先生（東海大学)、坂内忠明先生（放射線医学総合研究所)、大橋國雄先生（千葉大学)、堀内公子先生（大妻女子大学）が順次加わりました。中村先生は私の勤めていた大学の卒業生です。中村先生は大学院まで進んで博士号を取得

し、フォーラムが発足した頃は、慶応義塾大学医学部に所属して活躍されていましたので、会員になってもらうとともに編集委員もお願いしたところ、快く引き受けてくれました。現在中村先生は原子力規制委員会委員になられています。委員になると同時にフォーラムの会員は辞められましたが、将来また機会がありましたらフォーラムで活躍してもらいたいと思っています。

当初はフォーラムにちゃんとした事務所も無く、資金も少なかったので、手弁当であちらこちら渡り歩いて仕事を行いました。慶応義塾大学、大妻女子大学、霞ヶ関東海倶楽部等といろいろなところに行き、仕事をしました。東京工業大学の会議室や私の研究室でも、総務幹事会、編集委員会、編集などの仕事を行いました。当時、大学の会議室などは無料で自由に使用できました。また大学での研究、教育などが忙しい時は、アルバイトの学生さん（立教大植木鉄也さん、お茶の水女子大内田葉子さん）にニュースレター作成などを手伝ってもらうこともありました。お二人とも優秀で大変助かったことを思い出します。

設立したばかりの頃は、事務所が1箇所に長く留まることが無く、新橋の街の中をあちらこちらと移転しました。まだフォーラムの備品等も少なかったので、松浦先生と私の2人だけで、賑やかな街の中をリヤカーで荷物を数回運んで移転したこともありました。

設立してから4年後の1998年12月には、「第1回放射線教育に関する国際シンポジウム」を神奈川県葉山町の湘南国際村で開催しました。このシンポジウムには天然原子炉で有名な黒田和夫先生が奥様同伴で参加されました。そして「放射能に関するキュリーの仮説と放射性元素の起源」について講演されました。私が初めて黒田先生にお会いしたのはフォーラム設立の15年ほど前でした。1979年12月にアメリカの同位体化学の権威 Jacob Bigeleisen 教授の下での約2年間の研究生活を終えて、帰国の途中にアーカンソー大学の黒田先生の研究室を訪ねた時でした。先生は大学の研究室で研究のお話をしてくださったばかりではなく、町の中を自ら車を運転して案内してくださり、また自宅で奥様の手料理をごちそうしてくださいました。その後も日本で黒田先生に時々お会いする機会があり、先生と私の研究領域が一部重複していたこともあって、先生のお書きになった本を署名入りで頂いたこともありました。この本は今でも大切に持っています。

下記の参考資料を読んでいると、設立の頃のいろいろなことが懐かしく思い出されますが、その内のほんの一部を述べさせていただきました。

これからも、設立時の趣意書に書かれているように、中立の立場で、放射線に関する客観的で正確な知識を広めていきたいと思います。その際、日本学術会議が声明「科学者の行動規範—改訂版—」で述べているように、科学的知識に係わる不確実性や、見解の多様性について明確に説明することも忘れてはならないと思います。

参考資料

1) 放射線教育フォーラムニュースレター, No. 1 (1994. 12) ~ No. 12 (1999. 3)
2) 今村昌, 小高正敬, 「放射線教育フォーラム」のなりたちと活動, 保健物理, 35 (2), 248-250 (2000)
3) 松浦辰男, これからの原子力放射教育の在り方, 原子力 eye, 44 (4), 84-87 (1998)
4) 渡利一夫, 私の RI 歴書私を支えてくれた方々, Isotope News, 11, 20-23 (2000)
5) 「放射線教育」特集号　放射線教育フォーラム6年の歩み, 2000年3月

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 13 – 14 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

西の隅から

工藤和彦
放射線教育フォーラム顧問、九州大学名誉教授

フォーラム設立時からの会員ですが、20年が経つたと思うと感慨一入で、心からお慶び申し上げます。有馬先生、松浦先生のご努力によりフォーラムが発足して発展し、役員と会員が一丸となってNPO発足に漕ぎ着け、討論会や勉強会など活動が活発に続けられていることに深く敬意を表します。

15年ほど前から文科省主催、本フォーラムと放射線利用振興協会共催で放射線教育セミナーが全国で展開されていた時、これに協力して毎年九州・沖縄の各地でセミナーを開催して、全県で実行できたことが大きな喜びです。ほとんど毎回有馬、松浦両先生がおいで下さったのはうれしい限りでした。有馬先生に各地に俳友がおられることにも感心しました。参加者に霧箱を組み立てて放射線の飛跡を見ていただく実習をよくやりましたが、開催地によってはドライアイスの入手が難しいところもありました。頭を絞ったあげく、ドライアイスを開催会場近くの葬儀社に納品してもらっておいて、開催時刻前に取りに行くことで調達したこと、毎年セミナー開催地の教育委員会に後援を依頼することに気を遣ったことなども懐かしい思い出です。

本フォーラム主催で長崎での国際会議が計画されたとき、被ばく地での開催ということで心配しましたが、主催者として松浦先生たちが地元で会議の趣旨を説明して、理解を得るように努め、無事盛会に終わったことも感慨深い思い出です。

学習指導要領の改訂により平成24年（一部先行実施）から中学教科書に放射線に関する記述が復活したことを喜んでいますが、福島第一原子力発電所事故という重大な問題が起きました。事故は教科書で原因、発生状況、その影響などが適切に取り上げられることが必要です。次の学習指導要領の検討が始まっており、これらを踏まえた次の教科書についての文科省への要望もフォーラムの活動として必要であろうと感じております。

生徒、学生や市民への放射線教育で気になることがあります。福島の事故をきっかけに、国民の放射線、放射線被ばく、環境汚染への関心はかってなく高まっています。新聞その他のメデイアで、ミリ（マイクロ）シーベルト（毎時、年間）、ベクレル（kg、リットルあたり）といった文字を見ることは珍しくもありませんが、その意味が正しく報道され誤解なく若年層や市民に理解されているかどうか、心配な限りです。少量の被ばくでも危険であるといった言説に対抗するためにも適切な解説が必要です。現在の小、中、高校教員は初等中等教育のときも大学の教育学部等でも放射線に関する教育は受けておらず、その教員が放射線を正確に教えられるよう支援することが必要です。言い換えれば、放射線に関する正しい理解を広めるために今ほど努力すべき時はないと考えています。

その点で、これまで文科省が開発させ関係機関が活用してきた「はかるくん」の利用事業が終わるということに危惧を感じています。本フォーラムの講演や実習を担った方で、「はかるくん」を利用した経験を持つ方は非常に多いと思います。「はかるくん」とこれを使う放射性物質の計測セットは使いやすく、管理体制も整備されていました。この事業はIAEA にも報告されて国際的にも高い評価を受けています。放射線のやさしい解説や計測実習に他の市販の計測器しか利用できない事態を考えると、その経費、管理、実習方法などでの問題は深刻であり、今後セミナーなどで計測実習ができなくなることが十分考えられます。このことへの対策を文科省と協議することも本フォーラムの大きい課題ではないかと思います。

九州にいますと、勉強会等になかなか参加できませんが、これからも支援の気持ちとエールを送らせていただきます。フォーラムの今後の活動の発展を心からお祈り申し上げます。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 15 – 16 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

ラジオアイソトープを活用した実験重視の広領域理科教育を盛んにしよう

野崎　正
元理化学研究所、北里大学

1. 放射線教育フォーラムとは

有志による当フォーラムの設立準備会議で「放射線・ラジオアイソトープ (RI)・原子力などは密接に関連し合っているので、フォーラムの名称ももう少し広い意味のものにしては」という考えに対して、司会を務めていた前会長松浦辰男氏の「名称にこだわってもきりがないし、“放射線教育フォーラム”で始めましょうよ」との発言がありこの名前が確定した。なお、中国語ではこの広い学問分野を纏めて近代物理といい、本稿では (基礎または応用) 核科学と呼ばせていただく。

2. 核科学は何故日本ではこれ程じり貧状態なのだろうか?

日本人が核科学と強く触れたのは、終戦直前の広島と長崎の原爆に始まり、大気圏内原水爆実験のフォールアウト (fallout) による第五福竜丸の被曝や国土の汚染を経て、福島の原発事故と続いてきた。だが昭和時代は、被害者の立場にあった国民の間でも、応用核科学はバラ色の未来の夢の担い手として振興すべきと主張する勢力が強かったようだ。国が支出する研究費も、原子力予算の名目で核科学特に応用核科学は重点視されていたし、各種のフォーラムなどでも原発推進色は民間での寄付集めを容易にしていた。一方、原発の安全性に疑問を持ち、特に消費拡大を絶対善とする考えと原発推進派が結びついた時の危険性を指摘する勢力も負けてはいないが、推進勢力の札束攻勢を押し返すのは現実としては容易でなかった。そんな中で“原発は必要悪”とする考えを科学者のかなりの部分が認めていたようだ。

わが国では原爆も原発も自ら開発したものではなく、アメリカで原爆開発に従事しその日本投下の是非について政府から意見を問われた人や世界に先駆けて作成した輸出用原子炉の安全責任者のような立場を担った人もいない。そこで、放射線教育も単に既成の教科書や技術の外国版の輸入から始まり，少々の改善と普及には努めたが、独創的な方法の導入などを自らの責務と考えて邁進する姿は残念ながら殆んど私の記憶にはない。そして今日、原発推進派と反対派との間には“安全神話”と“放射線アレルギー”の科学性も仁義もない戦いの様相すら認められるようだ。核科学は、国際的にも冬の時代といえるが、わが国の現状は当然の報いとも考えられる。更なる問題として、我が国の学校教育における実験の軽視がある。入試に実験が役立たないのがその最大の理由で、放射線アレルギーの影響もある。応用核科学における現場より会議場重視の傾向もこれらに由来しているようだ。

3. では、どうするか?

現在の先進諸国は経済的に行き詰まりとみる人が多い。そんな中で、応用核科学のあるべき姿を考え合うことが先ず我々“放射線教育”の関連者にとって不可欠ではなかろうか。さらに我々は，多くの市民の自然科学一般についての関心と知識を向上させて，大衆が気軽に集まって核科学の将来あるべき姿、特に原発の今後を科学的に論じあうような社会に導くために独創性を発揮して新しい教育法を見出すよう努めねばならない。

幸いにRIを用いる実習教育がこの目的に特に有用と考えられる。なかでもRIジェネレータ（generator）は有効で、その中でも^{68}Ge/^{68}Ga Generatorが極めて有利な諸特性を具備しており法的には100 kBq未満は規制対象にならない。私たちは現在その利用実験約25種類を用意しマニュアルを作成中で先ず診療放射線技師の養成コースの実習に用い、さらに高校生、各学部の大学生、社会人の実験講習会を広く開催する考えである。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 17 – 18 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

放射線教育フォーラムの活動20周年に想う

坂本　浩
金沢大学名誉教授

放射線教育フォーラム設立の1994年春に先立つ丁度2年前、松浦辰男先生は「放射性元素物語」と題して、一般向けに“放射線・放射能”を正しく知るようにと大変分かりやすい1冊を刊行（研成社、1992年3月1日）されました。そこでは放射線とは何か、そしてそれらが人類発生より遥か以前の地球創生よりもっと前から自然界に存在すること、さらに現在では人工的にも作られて医学を含め科学技術の多様な分野で不可欠の道具となっていることなどを詳しく丁寧に述べておられます。先生がフォーラムの設立に思いを募らせられたのは、この書物でも強調されているように、これが一般市民に正しく理解され、皆の常識になるにはどうすれば良いか、であったろうと思われます。

この70年間、日本人は放射線による大きな災厄を経験してきました。1945年広島・長崎の原爆、1954年第五福竜丸に代表される100隻近い漁船のビキニ環礁近辺での水爆実験に伴う“死の灰”被曝、1960年まで続いた米国・ソ連，およびその後の1980年までの中国、フランス（南半球）による大気圏核爆発実験による北半球全域の放射能汚染、本フォーラム発足後の1999年東海村JCO事故、そして2011年福島第一原発での3基の原子炉の炉心熔融・爆発がありました。アメリカでは1979年スリーマイル島原発2号炉の炉心燃料崩壊と一部熔融、旧ソ連でのチエルノブイリ原発4号炉の暴走・爆発では全欧を放射性物質で汚染し、日本にも飛来しました。大きな災厄に至らなかった事故や故障は数多くありました。これらは総べてあってはならない怖い事件で、それぞれ原因や及ぼした結果の大きさと程度については多くの国々の専門家によって詳しく調査され、学術報告などに述べられ、また一般解説書も数多く出版されてきましたが、肝心の部分は秘匿の壁もあって十分明らかにできなかったところもあります。そして、一般市民には、ジャーナリズムによる危険や怖れを煽るような記事で一過性のように伝えられ、過度の怖れすら植え付けてきました。

これだけ多くの歴史的事件にもかかわらず、深く追求し、正しく理解されてきたとは言えません。これらの災厄・事故の肝心な点は、軍事・国防の目的では当事国では秘事とし、産業目的では自社ないしその国の人為的失敗の本質は隠され、他の国では当事者意識としては浸透しませんでした。これらが広く衆知されるには、人々の高い関心が必要です。松浦先生の本「放射性元素物語」でも述べられているように、現代の科学・技術は医学を含めて放射線の利用と活用を不可欠なものとして進歩しています。このような成否の両面を含めて、国民（および政府）の科学的に正しい知識基盤が不可欠で、それには学校教育で

培うしか達成出来ないでしょうが、それは行われてきませんでした。

松浦先生からフォーラム設立のお話を伺った際、筆者は直ちにもろ手を挙げてその趣旨と目的に賛意を表しましたが、その活動の困難さや成否の見通しには、日本の理科・科学教育の土壌から見て悲観的にならざるを得ない思いでした。ところが、フォーラムには多数の賛同者が呼応し、まず有馬朗人先生を会長に、後に会長となる伏見康治先生や斯界の指導的先生方を顧問・幹事として賛同・参画を得て組織化され、勉強会、研究会、シンポジウムなど、殊に学校現場の教員を含めて有識の方々による学校教育の実情や教科書などの精査を開始、特に原子力関連での正しく怖がる観点からの数多くの偏り・誤りを指摘されました。

当時の筆者は、2000年3月に定年となり、暫らく（3年間）は理学部物理・生物・地学科の新学部生への導入教育を兼ねた「化学」の講義を担当するのみという閑職の日々となり、退官記念誌“忙中閑（なおざり）の記”なる自伝を纏めていましたが、年末近くになり、金沢市が小中学生向けの科学教室の具体化をとの依頼が学長を通じて舞い込みました。これは当時の市長 山出保氏の着想によるもので、学校教育の枠に捉われずに、子供たちが自然観察、科学実験を自ら体験するなど、弾力的で自由なカリキュラムを通じて、楽しみながら、なぜだろうと自分で考え・学ぶ科学活動を展開し、子供たちの科学に対する好奇心や独創的で柔軟な発想を育むための環境を作ろうと云うことで“財団法人金沢子ども科学財団”を設立しました。筆者は、常務理事・事務局長として、理系の元小・中学校長の事務局員とともに試行錯誤を繰り返しながら、子供たちが生来持っている自然への好奇心を知的にのばすことを基本に、本物の科学実験を体験させようと考えました。そのために、市教委を説得して大学の実験室と較べても遜色のない物理・地学と化学・生物の実験室およびそれぞれに相応しい設備や装置を整えました。その中には、大型霧箱をはじめ各種サーベイメータなどの放射線測定器もありました。“おもしろ実験・観察教室”と呼び、放射線の性質を知る測定では“はかる君”も使いました。

筆者は、これまでフォーラムの活動には殆んど寄与できませんでした。ただ、フォーラムが全国展開したセミナーの1つとして2001年8月、国立能登青年の家における1泊2日の“学校教員のためのエネルギー・環境・放射線セミナー”の金沢地区開催の代表世話人を務めたくらいでした。これは、金沢市教育長石原多賀子氏，東海大金子熊夫教授をはじめ金沢大の放射線関係の教官、石川・富山の高校教諭による講演と放射線測定実験で好評でした。これに前後して、1998年神奈川・湘南と2004年長崎で開催された“放射線教育に関する国際シンポジウム”に参加し、内外の旧知の多くの方々と会い多方面の意見を交換出来たことは意義深く、幸いでした。そして、フォーラムが指摘してきた放射線教育の諸問題やそれらの解決に向けて必要な方策が各国に共通していることも明らかになり、今後の協力も語られました。筆者は、これまでフォーラムが発行してきた「放射線教育」や「ニュースレター」を読みながら“まあよくやっているなあ! 安心だなあ!”を感じ続けてきました。

如何なる分野でも、教育・啓発の仕事に休止はなく、世代を継いで深化・発展することが必要です。放射線分野では、4年前の福島事故でも明白であったように、人々の放射線・放射能への怖れや誤った認識は根深い状態です。特に、中学・高校での教育は更に磨きをかけなければと思います。フォーラムの一層の活躍と発展を祈念するばかりです。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 19 – 20 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

放射線教育雑感

渡部智博
立教新座中高元筑波大学附属高等学校

放射線のことが記憶に残る最初はいつの頃だろうか。高校時代、炭素の放射性同位体で年代測定できるという新聞記事を読み、興味をそそられた。その後、高校で化学を教えることになった。放射線の話題と言えば年代測定くらいであり、時には話題にすることもなく素通りした。1997 年、アジア化学会議 (広島) で発表したおり松浦辰男先生に巡り会い、「放射線教育フォーラム」を知った。放射線について学び直すきっかけになった。

欧米の教科書を読むと、放射線に関わる記述 [1]がしっかり書かれていた。一方の日本は、十分とは言えない現実 [2] が見えて来た。ところが、明治時代の教科書を調べてみると、現在の高校に相当する旧制中学では、当時最先端と考えられる内容が盛り込まれていたこと [3]は私にとって驚きであった。例えば 20 世紀初頭の池田菊苗・帰山信順の教科書や小川正孝の教科書には、いずれもラジウムやキュリーの話題などが紹介されていた。また「はかるくん」は便利な機器であった。校内の自然放射線を測定 [4] し、修学旅行や海外研修旅行に持参した。これを持っていると生徒らは興味津々。そのとき交わす会話が大切であった。

2000 年に日本化学会では 60 語の環境用語を選び、全国の大学 1 年生約 14,000 名にアンケートを実施 [5]した。翌年、千葉県立国府台高校と立教新座高校でも調査 [5]。原子力関係の 5 語については知っている、少しは知っている、言葉を聞いたことがある、知らないの順 (%) に、両校の平均は原子炉 (41, 40, 16, 2) 、臨界 (25, 35, 28, 13)、ラジオアイソトープ (3, 6, 27, 64)、半減期 (15, 15, 17, 53)、放射線 (44,41, 15, 0) であった。1999 年に JCO 事故が起こったこともあり、原子炉や臨界の用語は多くの生徒が知っていた。原子炉、臨界、放射線が 1 万件以上、ラジオアイソトープと半減期は 500 件以下という新聞の報道件数とも関係がありそうであった。調査から 10 年以上が経過した今、どのように変化しているのか気になる。

本フォーラムでは，これまでの現状を解決するため，精力的な活動がいくつも進められている。20 周年の節目に当たり，これまでのフォーラムの成果を，さらに日々の教育活動に活かしていきたい。

参考資料

1) 渡部智博ほか, エネルギーレビュー 10 月号, 52 (1997): 11 月号, 50 (1997): 5 月号, 50 (1998): 6 月号, 50 (1998)
2) Hiroi, T., Muraishi, Y., Mikado , S. and Watanabe, T., ISRE98 , JAERE-Conf 99-011, Japan Atomic Energy Research Institute, 347 (1999)

3) 渡部智博, 放射線教育, 放射線教育フォーラム, Vol. 3, No. 1, 35 (1999)
4) 渡部智博, 全国理科教育大会論文集, 日本理化学協会, 第24巻, 130 (2002): 平成14年度自然環境・放射線 Web ~自然を測ろう~「測定実践報告書」, 平成15年3月 (財) 日本科学技術振興財団 (2003)
5) 日本化学会, 環境・安全推進委員会, 化学教育協議会, 「環境用語アンケート調査報告, 大学一年生は環境をどの程度知っているか?」(2001)

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 21 – 22 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

最近の活動から

村主　進
原子力システム研究懇話会

1. はじめに

筆者が放射線教育フォーラムに参加したのは1994年末である。9月頃、松浦辰男先生より原子炉安全性の話を依頼され講演した。このとき松浦先生より放射線教育フォーラム設立の趣旨を聞いて、活動に参加することとなった。

2. 原子力発電所の事故防止対策

原子炉は、事故防止のために3つのレベルの深層防護の設計になっている。初段のレベルが破られても後段のレベルで防ぎ、最終段のレベルは破られないという考え方で設計されている。しかし歴史地震では経験しなかった苛酷な地震に遭遇し、深層防護は破られ、放射性物質が環境に放出された。

3. 福島第一原子力発電所事故について

現在は福島第一原子力発電所事故を契機として安全対策を根本的に強化するようになったが、一方、環境に放出された放射性物質による健康影響は重大な関心事である。

筆者は昨年、原子力発電所事故に関連して、「原子力発電のリスクおよびベネフィト」の題名で原子力システムニュース Vol. 25, No.2（2014. 9）に発表した。この論文は放射線教育フォーラム読者の知見にも役立つものと考えられるので、これについて紹介する。

3.1 原子力発電所事故による被ばく線量

福島第一原子力発電所事故（福一事故）による周辺住民の被ばく線量は、住民の退避のタイミングおよび元の居住地への復帰のタイミングより考えて、生涯を通して積算で 100 mSv 以下と考えられる。そこで以下福一事故による被ばく線量を 100 mSv として人的被害を評価する。

3.2 福一事故による放射線健康影響

原子力発電所事故によって周辺住民は多少なりとも放射線に被ばくする。放射線被ばくによる直接的な健康影響はガン発生であるので、ガンによる生命への影響を述べる。

米国・科学アカデミー・BEIR 委員会の報告と我が国の年齢別人口構成より求めれば、我が国ではガン死は生涯で 528 人/100,000 人・100 mSv・生涯になる。

ガンの発症は遅発的である。例えば固形ガンは被ばく 10 年後より発症し始める。したがってガンの年発生率は年々異なり、これに伴い年間ガン死は年々異なるので、年間のガン死の年最高値を求めると 13.2 人/100,000 人・100 mSv・年となる

3.3　自然発生ガン死

自然発生ガン死は、その原因が喫煙、食事・肥満、運動不足・職業、遺伝、ウイルス・細菌の感染、飲酒等様々な因子によるものである。

わが国の自然発生ガン死は 273.5 人/100,000 人・年（平成 21 年）である。

3.4 福一事故によるガンと自然発生ガン

(1) 福一事故による放射線起因ガン死の集団人口比

福一事故によるガン死は、生涯で 528 人/100,000 人・100 mSv・生涯と評価されるので、生涯におけるガン死の割合は 100 人中 0.5 人である。すなわち 100 人中 99.5 人は福一事故に関係なく天寿を全うし、不幸にも 100 人中 0.5 人の人が天寿を全うできないことになる。

(2) 福一事故によるガン死と自然発生ガン死の単純比較

自然発生ガン死は年ごとにまとめられているので、福一事故によるガン死も年単位で比較する。福一事故によるガン死の年最高値は 13.2 人/100,000 人・年と評価され、自然発生ガン死は 273.5 人/100,000 人・年であるので、福一事故によるガン死の年最高値と自然発生ガン死の比率は最高の年でも 1/20 となる。

(3) 福一事故によるガン死と自然発生ガン死の地区別変動

自然発生ガン死の地区別変動はかなり大きい。例えば、秋田県の自然発生ガン死は、国内の自然発生ガン死より 92 人/100,000 人・年多い(平成 21 年)。これは 3.3 節に述べた各種因子の県ごとの変動によるものである。福一事故によるガン死の年最高値 13.2 人/100,000 人・年はこの値の 1/7 となり、福一事故によるガン死は自然発生ガン死の地区別変動より遥かに低い。

また、福一事故の被ばくを恐れて福島県より山形県に移住すれば、被ばくによる影響を含めて、却ってガン死が多くなる県を選んだことになる。

4. あとがき

現状では国民は放射線被ばくによる人的被害を過大視して恐れているが、放射線被ばくの健康影響について、正しい知見が必要である。

上に述べたことは、マスコミの報道により放射線の健康影響に関する知識を得ている読者にとっては意外と思うことが多いと思う。しかしマスコミはニュースを報道する媒体であって、ニュース性のないものは報道しない。正しい知識はニュース性のない事実も知ることによって初めて得られるものである。

なお、原著には結論に至った詳細内容を述べている。原著の内容の詳細を知りたい読者には、メールで要求があれば著者より原著をお送りする。メールアドレスは会員名簿に記載されています。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 23 – 24 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

原子力・放射線研究の黎明期とフォーラム設立の頃そして今

橋本哲夫
新潟大学名誉教授・フォーラム理事

1. 黎明期におけるわが国の研究・教育用原子炉利用

戦後の放射化学研究は1954年3月にビキニでの米国の核実験で被ばくした第五福竜丸に付着したいわゆるビキニの灰の分析化学研究に始まる。金沢大学理学部化学科でもビキニの灰の分析が行われ、1962年に金沢大学に開設された新しい放射化学講座（阪上正信教授）で、卒業研究として環境放射能研究を行った。当時冷戦時代であり核兵器の開発が大国間で頻繁に行われてソ連の大気内核実験に伴う強い放射性物質の落下が金沢でも観察されており、フォールアウトの研究が金沢大学以外に国内の幾つかの大学でも行われていた。その頃から研究・教育用原子炉が我が国でも原子力と放射線の研究に幅広く利用出来るようになってきた。

夏期実習に1.5ヶ月ほど東海村の日本原子力研究所に滞在し、原子炉中性子照射ウランで生成した核分裂生成物の陰イオン交換分離を教わった。1966年には修士研究のため、立教大学原子力研究所（松浦辰男教授）に8ヶ月滞在しホットアトム化学について学んだ。何れの研究室でも勉強会や輪読会にも参加させて頂いた。立教大学の原子炉は臨界に達してから5年目であり、所員の方々も20~30代の方が多く、大学共同利用も行っており賑わっていた。

修士課程を修了後、京都大学原子炉実験所（KURRI）の助手として職を得た。創立50周年記念パーティが2013年に開催されたので、丁度4年目に入所したことになる。200名余の職員は殆どが20~30代の若者であり、大学の共同研究実験所であったため原子力関係の先輩の先生方を始め、現在でもご活躍中の先生方とも共同利用研究はもとより研究会や共同利用成果報告会でお会いし意見交換など親しくさせて頂いた。私はホットラボ部門で放射化学・放射線方面の先生方のお世話を行っていたので、原子炉中性子照射やガンマー線照射効果の研究者とも交流があった。従って、実験研究炉としての京都大学原子炉（KUR）と周辺設備について身近に勉強させて頂いたし、更に東大の弥生炉や原研の原子炉も使わせて頂いた。1974年にミュンヘン工科大学の放射化学研究所（Prof. J. I. Kimの研究室、郊外ガルヒンクにある）への研究留学中は敷地内に設置されていたトリガ型の原子炉を放射化分析に利用させて頂いた。留学の間、検査で燃料交換中の原子力発電所も見学できた。1975年に新潟大学理学部化学科に赴任してから、KURを引き続き利用するとともに、武蔵工業大学（現東京都市大学）の原子炉にも近畿大学原子炉にもお世話になった。しかし

ながら、KURRI で 2 号炉としての高中性子束原子炉の建設が 1978 年に承認されていたにも拘らず原子力･原子炉反対運動の高まりもあり､挫折して以来新たな研究炉の計画は見られなくなった。東京電力の柏崎・刈羽原子力発電所は 1980 年代に建設が始まった。

2. 放射線教育フォーラム設立前後の研究用原子炉および原子力発電所

研究・教育用原子炉の利用と原子力発電所の建設は開発・発展段階という事情もあり、1970～1980年代には盛んに行われた。研究者も溌剌としており、アイデアも豊富な研究課題があちこちで見られた。しかしながら、大気圏内核実験による環境の放射線汚染や原子炉や施設とか原子力発電所の事故も1970年代から知られるようになり、反原子力運動も盛んになってきた。国内外でも、反原子力の動きが目立つようになり、原子力・放射線の教育者および学生教育が必要との認識に立ち1994年に放射線教育フォーラムが発足した。しかしながら、2001年には立教大学原子炉が、ついで2004年に武蔵工業大学の研究教育用原子炉が相次いで運転を停止したのは残念であった。2011年には東日本大震災にともなう福島第一原子力発電所の事故で炉心溶融が生じ、放射性セシウムによる環境汚染が問題になっており、学生や教育者のみならず一般市民に、一定水準の原子力・放射線教育が必要になってきた。その役割が今放射線教育フォーラムに求められている。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 25 – 26 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

近畿地区の「エネルギー・環境・放射線セミナー」を振り返って

鶴田隆雄
元近畿大学原子力研究所

2001 年 (H13) から 2009 年 (H21) までの 9 年間、放射線教育フォーラムの事業の一環として「エネルギー・環境・放射線セミナー(原子力体験セミナー、文系コース)」が全国的に展開された。セミナーは、それぞれの地域のフォーラム会員が企画・運営して、その地域の小中高教員が受講者として参加し、放射線教育のあり方について共に考察を深めようというものであった。セミナーは、北海道から九州まで全国 10 箇所で開催されたが、そのうち筆者が企画・運営に参加した近畿地区のセミナーを振り返ってみることにしたい。

近畿地区セミナーは、講演、教育実践報告とパネル討論、実験、見学、意見交換会等から構成され、毎年 1 回、8 月または 11 月に 1 ~ 2 日の日程で開催された。主会場は大阪府教育会館、大阪府内の大学の施設等であった。

講演は、教育を主題とするものと原子力・放射線を主題とするものに大別される。前者の代表的な題名をあげると ①日本の初等中等教育・エネルギー教育、②総合学習におけるエネルギー問題、③平和教育から原子力・放射線教育へ。後者の代表的な題名をあげると ①地球規模の環境・エネルギーと放射線、②見えない光とその仲間たち、③放射線の健康影響、④原子力利用における放射性廃棄物、⑤核燃料サイクルと核不拡散。加えて、放射線の考古学、医療、工業および農業への利用の現状を紹介・解説する講演が行われた。

近畿地方でエネルギー・環境・放射線について先駆的な教育をされている小中高の教員を招き、その実践報告をしていただき、引き続いてパネル討論が行われた。

セミナーで行われた実験には ①霧箱の作成と自然放射線飛跡の観察、②プラスチック中にα線が作る飛跡の観察、③簡易型放射線測定器を用いた各種天然試料からの放射線測定、④各種サーベイメータの使用法、⑤原子炉の運転と臨界の確認、⑥原子炉周辺の放射線量測定、⑦原子炉で生成される短半減期放射性核種の減衰とエネルギー測定などがある。

見学先は、みんなの暮らしと放射線展、兵庫県立粒子線医療センター、大型放射光施設：SPring-8、近畿大学原子力研究所、大阪大学ラジオアイソトープ総合センター、同レーザーエネルギー学研究センター、京都大学原子炉実験所および原子燃料工業熊取事業所であった。

昼食または夕食を取りながらの意見交換会では、リラックスした雰囲気のなかで受講者から研修会参加の動機、参加しての感想、今後の抱負などを聴くことができた。

近畿2府4県から、9年間で延430名の教員がセミナーに参加した。「文系セミナー」の名称が付いていながら、結果的には文系よりも理系の教員の参加が多かった。参加した教員にとってセミナーの受講はどのような意味を持ったのであろうか。そのことは、セミナー中の種々の討論から、また、セミナー終了時に提出されたアンケートの集計から読み取ることができる。このセミナーに参加した動機は ①自身の学習のために知識を深めたい、または ②この分野の理解を深め授業に役立てたい、との思いからであったとのことであるが、その目的は達せられたとの回答が多かった。セミナーで行われた個々の講演・実験等についての受講者の評価は次の企画への参考にした。

近畿地区の場合、毎回、前年の秋に10名前後のフォーラム会員で実行委員会を組織し、翌年秋までの期間、セミナーの企画から準備・運営、事後報告までを行った。実行委員は、その多くが近畿地方の大学の教職員で、日頃から原子力・放射線教育に関心を持ち、それぞれの職場でその分野の研究と教育に携わっているのであるが、小中高の教育の実態について知る機会は少なかった。セミナーに係わることによって、小中高ではどのような教育が行われているかを知り、この分野の教育を充実させるために何をしなければならないかの考察を深めることができた。

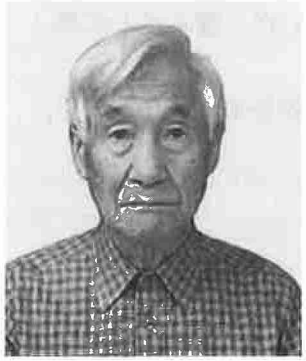
小学校から大学まで、それぞれの地域、それぞれの教育機関で多くの教員がいろいろと工夫しながら放射線教育を展開しているが、セミナーはそれらを持ち寄り、親しく意見を交換する場を提供するという役割を果たすことができた。全国10箇所で9年間続けられたセミナーは、各地域のフォーラム会員が共通の目的に向かって協力する良い機会になった。ともすれば東京中心になりがちなフォーラムの活動を地方にも広げ、それぞれの地域に根付かせるために有効な活動でもあったと考えられ、こうした活動の復活とさらなる発展を期待したい。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 27 – 28 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

フォーラムからの恩恵と学校教育での課題

広井　禎
元筑波大学附属高等学校



私が放射線教育フォーラムに入会したのは本会発足2年目のことであった。そのころの私は放射線の分野にごく普通の準備で授業をしている高校教員であった。しかし飯利雄一先生からお誘いがあったときすぐに入会したと思う。それは放射線教材に特に興味があったからではなく、飯利先生（当時文部省）が物理教材の扱い方などが「うきよばなれ」していると警鐘を鳴らしておられ、これに賛同していたからであった。

入会して本会が開催する研究会やシンポジウムなどに参加するようになり、それまで知らなかったことがわかるようになり、放射線の授業に奥行きが出てきたことを、自分でも感じ取れるようになった。

授業改善ができるようになったのは、物理教育の研究会だけに参加しているときにはお会いできないような放射線関係の研究者や技術者の方々から直接お話を聞くことができたことも大きい。結論を一言でまとめると本に書いてあることかもしれない。しかし本の活字からは伝わらない、その背景を知り、そこにかける熱意を感じとることができたのはかけがえのないことであった。

放射線は発見されてまだ百年と少し、それだけに研究するのは面白いかもしれないが、学校では古典力学のように内容も指導法も定まっていることを扱うことが多く、研究の最前線を感じ取れる場にほんの少しでも近づけたことは、放射線だけでなく私の授業全体を活性化できたに違いないと思っている。

このように、私は高校の教員として本会から大きな恩恵をうけた。この中で私も放射線教育について折に触れて考え続けてきた。しかし考察をはじめても事態は霧の中で、残念なことに文章にできるところにはたどりついていない。それで実可能なことに取り組むだけであった。

そうではあるが20周年なので、この機会に中長期の目標というか夢を書いてみる。学校教育の中での放射線教育について長期的には次のようなことを考える。

A. 教科・科目の中に位置づけたい（総合的学習のひとつのテーマではなく）。

B. 科目のなかで、熱や光のような必須事項にしたい（以前トランジスタの扱いは大きかったが今はごく小さい。放射線をトピックスではなく恒常的な事項にしたい）

C. 熱や光にしても、現在の認識にいたるにはプロセスがある。この認識過程に充分な考慮を払った展開をすることが、放射線理解への応援になると考える。

Aはできるだけ多くの生徒たちに放射線を知ってほしいからである。Bは宇宙誕生とともにあったともいえる放射線は蒸気機関車とか真空管とか私が高校生のときにあった教材

とは違うと考えるからである。C は、放射線以外の古典物理学の中では確立しているといえる熱や光であるが、結論を暗記させるだけではいけない。今の高校生でも 400 年も前の科学者と同じように温度と熱の違いと格闘している。ここを乗り越えた経験が生徒たちにとって未知の部分が多い放射線の核心に近づいていく道につながるからである。

B では、放射線教材を今のところトピカルとみる人もいる。熱や光のような単元にできるような内容充実が課題である。C はいまでも実施できることのようであるが、これには別な面からの大きな圧力がかかっている。入試問題で速く正解に達することが学習の目的だと割り切ると、理解する過程など無駄で重要公式を暗記するという立場がある。この立場を入試が迫った受験生がとるのであればしかたがないかもしれないが、親もそして塾・予備校にも拡がっている。C も大きな課題なのである。

私はこのようなことを視野にいれつつ、会員の皆さんと放射線教育を考えて行きたい。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 29 – 30 (2014)

【設立の頃そして今】

放射線教育フォーラムとその役割

中西友子
東京大学大学院農学生命科学研究科

放射線教育フォーラムが松浦辰男先生を始め多くの先生方たちのご努力により結成されてからはや20年を迎えました。何よりもまず、この間のフォーラムの方々の長年の活動ならびにご努力に敬意を表したいと思います。

放射線についての教育は、世界の先進国の中で日本が最も遅れているように感じます。そしてその原因は放射能という言葉そのものの歴史的な捉え方にあると考えられます。すなわち放射能といえば、日本ではまず広島や長崎に投下された原子爆弾を想起するのに対し、フランスで放射能といえば、キュリー夫人を思い浮かべるというものです。同じ放射能を利用した最先端科学でもその使われ方次第で人間の捉え方を大きく変化させてしまうことの一つの代表例といえるでしょう。そして放射能の場合、それが戦後70年近く経ってもまだ国民感情の違いとして心に強く残っているのです。

学生実験でサーベイメータがピピッと音をたてると、「先生、ここは危ないのですか?」と聞く学生に驚かされます。そして身のまわりに存在している自然放射能について聞いてみると、日本の学生に比べて欧米からの留学生ははるかに高い知識を持っていることが判ります。何と日本の放射線教育が遅れてしまっているのかと感じる瞬間です。これは、日本ではいろいろな社会要因も絡み、放射線についての正確な知識を学ぶ機会作りが遅れた結果とも言えるでしょう。そしてそのような知識の格差を埋めるべく、放射線教育フォーラムが立ち上がり、正しい放射線の教育活動が開始されました。その中では、他の手段では補うことができない放射線や放射性同位元素（ラジオアイソトープ）の持つ特徴に熟知した科学者たちの熱い思いが強く感じられました。

その後、中学校の教育の中で30年ぶりと言われた放射線についての教育が認められるようになったのですが、それはつい数年前のことでした。放射線について学んだことがない教員がどう生徒に教えればいいのか、その大きな課題にどう答えるのか、このフォーラムに参加された先生方が大いに活躍されました。大多数の人に、放射線について科学的な知見を元に科学的に認知してもらうにはまだまだ時間がかかるかもしれませんが、それをしっかり進めていくことは、私達、放射線に関わる仕事をしている者の責務だと考えます。

一方、この間、放射線やラジオアイソトープの利用技術は私達の身近なところで大きく発展してきました。例を挙げると、スタッドレスタイヤ、半導体作成、煙探知機、紙の厚さ計、電ケーブルなど多岐に渡り、身近な所に多々使用されているというよりも、私達の生活の中に深く入り込んできているといっても過言ではない状況です。放射線障害防止法下の事業所数は7000か所に及び、現在も増加傾向を示しています。医学の分野での利用も

目覚ましく、治療やイメージングから薬剤開発まで、病院での利用はごく当たり前のこととなりました。

研究面ではどうでしょうか。大型の加速器が建設されその利用者も増えていますが、その一方で、日常的に研究室レベルで放射線やラジオアイソトープを扱う人の数は激減しています。ここでも放射線教育の問題があるように思います。放射線を扱う上での管理上の教育はきちんとされていますが、いかに放射線を扱って先端研究を進めていくかを教えられる人はあまりいないのです。管理ばっかり教えられては面倒だという印象を持ち、放射線を扱うことはむしろ敬遠されがちです。近年の目覚ましい遺伝子工学の発展を築いたのは、間違いなく、RI 標識した遺伝子の活用です。研究室レベルでの「実際の放射線や RI の利用」が、他の手法では不可能な新しい研究分野を開くことに繋がっていくと思います。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 31 – 32 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

震災に伴う放射性物質汚染への取り組み

大森　巍
元静岡大学教授

3.11 東日本大震災によって、私達の町内においては家屋の重大な被害は認められなかったが、それでも避難所の開設が要請された。一般家庭においては、停電、断水、ガスの遮断によって、日常生活が多大の影響を受けた。幸い避難者もそれほど多くなく、また停電も比較的早く復旧したので、3 月 15 日には避難所を閉鎖することができたが、断水からの復旧は一部の地域に限られていたため、最初に復旧した町内会館の水道を解放するなどの用務に追われていた。水が出るという話は急速に広まり、他町内から来る人の列が昼夜を問わず列をなしていた。このような状況下では、津波や福島原発の情報は、断片的にしか入って来なかった。

地震の影響から日常生活に戻る過程で、福島原発の事故についての行政、マスコミからのニュースの混乱は町民の不安を引き立たせるものであった。私の手元には、静岡大学を定年退官する際に将来何かの役に立つのではないかと漫然に考えて購入したアロカのポケット線量計 PDM－111 があった。これはすぐに放射線量がわかるものではなく、1 時間程度測定する必要があった。それでも町内、小学校の限られた地点ではあったが、放射線量を測定し、影響がないことが分かった。私たちの町内会は、4 月初めに総会を開くことになっていた。会場の市民センターは、仙台市からの通達で建物の点検が済むまで使用禁止となっていたが、見た限り使用可能と考えて、市と交渉して一切の責任はこちらが負うということで開催し、その席上で放射線の影響について説明した。しかしベクレル、シーベルト、セシウムなどに日頃接することのない人達の不安を解消することはできなかった。婦人たちのサークルからの要請で勉強会を開いたのを皮切りに、社会福祉協議会、町内会、豊齢大学などの要請で、放射線、放射能についての基礎知識を話す機会をいくつか持つことができた。講演会における質問は、農家は田植えができるのかということが多かった。また若いお母さんからは子供の放射線の影響についてであったが、具体的な数値を示して安全だといっても、危険という気持ちを取り払うことは困難であった。ある程度放射線に対する知識を持って線量計を購入した人には、数値をもとに説得するのに時間が必要であった。なおポケット線量計は、随時希望者に貸し出された。

津波の影響がなかった仙台市の小中学校は、年度内に卒業式を行うことができ、新学期の授業も開始された。ここで問題となったのは、生徒たちにプールを使わせることができるかどうかであった。女川の宮城県原子力センター、オフサイトセンターは津波で壊滅状態にあり、仙台市には放射線測定器を持つ施設はないことから、行政側でプールの水の汚染状況を調べる手段はなかった。6 月になると仙台市は、町内会長を集めて「復興まちづ

くり意見交換会」を各地で開いた。その折学校のプールの汚染状況を東北大学に依頼したらどうかと市長に提案した。市長の答えは、東北大学は各方面からの依頼で忙しいということであった。それではプールを楽しみにしている生徒たちが可哀想だ。アイソトープセンターがだめでも、東北大学の他の部局には放射線測定装置がある。すぐに東北大学と協定を結んで、最優先でプールの水を測定してほしいと頼んだ。これに対し市長の反応は早く、次の日にはいくつかの学校のプールの水を測定し、問題がないことを証明することができた。このようにして、夏に生徒達はプールを使うことが可能になったのである。

町内会としての取り組みは、汚染事故への対応にとどまらず、女川など津波で全財産を失って仙台に来た人たちへは、寝具などのほか日用品、学用品などを集めて届ける必要があったことなど、日常の町内会活動に加わった事柄が多く、したがって放射能・放射線の知識の普及に取り組むことへの制限があったことはやむを得ない面もあった。それにしてももっと何らかの方法があったのではないかと、反省している。

講演に際して、東北大学関根教授、東京大学中西教授から貴重なデータをいただいたことに感謝します。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 33 – 34 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

放射線教育フォーラムでの20年と20年目の想い

堀内公子
東京慈恵会医科大学アイソトープ実験研究施設・放射線教育フォーラム理事

NPO 法人放射線教育フォーラム設立の日は 1994 年 4 月 1 日である。フォーラムの会員番号 No. 1 は安先生で、松浦先生は No. 16 であるから発足当時のメンバーはアイウエオ順に整理されたのかもしれない。発足当初、事務所はなく、郵便と Fax の宛先は松浦先生所属の立教大学原子炉であった。ニュース・レター（NL）No. 1 は 1994 年 11 月発行で、その時事務局は明宏ビル 2F にあった。その後事務局は三和第一ビル 5F、升本ビル 2F、尚友会館 B1F、第 1 白川ビル 5F と変わり現在は萬栄ビル 202 号室に落ち着いている。私は 1995 年 3 月の入会で、No. 76 である。松浦先生とは学士会館の自習室で偶然お会いした。先生は新しく立ち上げた放射線教育フォーラムについて熱く語られ、1 時間以上もお話を伺ったような気がする。当時私は女子大に勤めており、女子大での教育について試行錯誤していた。これからの時代家庭の中で女性の力は強くなる。次世代を担う子供を育てるお母さん予備軍が、放射線を正しく理解出来るような教育をしたいと考えフォーラムに入会した。

入会して間もなく、東京大学教養学部の先生（だったと思）が大学院に進学した研究室の学生に研究テーマを与えたところ、翌日学生の母親が飛んで来てうちの子供の研究テーマを変えて欲しいと言ってきたと話された。具体的なテーマは覚えていないが、フォーラムの会合での話であるから恐らく放射線関係のテーマであったのだろうと推測される。同じ頃フォーラムの公開シンポジウム（1995 年 3 月）で秋田経法大学附属高校の佐伯先生が高校の現場での放射線教育の話をされた。その中に先生が賞として高価な放射線測定器を貰われた時、教頭先生が高価な機器だから壊したら大変と厳重に包んで、仕舞いこんでしまったという話があった。

女子大の一年生に「身の周りの放射線」として自然放射線、宇宙線、身体の中の放射線などについて話し、生物はこんな風に放射線環境の中で進化し今も暮らしているのだから、怖がることはないと説明した。講義の後感想を書かせると放射線がとこにでもあるなんて知らなかった。ますます怖くなったという感想があった。

NL No. 4 (1996 年 3 月）の巻頭言で、斎藤信房先生が人工放射線発見 50 年を記念して開かれた学会で日本では良い放射線と悪い放射線の二種類の放射線があると思っている人が相当に多いと発言したところ、同席の外国人たちが大笑いしたと書いておられる。私は長いこと温泉を始めとした天然水中のラドンと関わってきた。ラドン温泉は癌やリュウマチ、糖尿病といった病気に有効な作用をするが、ロシアではラドンを添加してラドン濃度を高めて温泉治療をしている。しかし鉱山の作業場でのラドン量が鉱山病としてラドンの有害

性を知らしめた発端である。斎藤先生は「天然放射線は“良い放射線”であるのか? 私にとって興味ある課題である」としめくくっておられたが、私にとっても興味ある課題である。昨夏増富温泉で開かれた大学の研究者から心霊者、指圧、接骨といった関係の人も参加するユニークな学会に参加した。ここでも良い放射線、悪い放射線が話題になった。私は核種が同じであれば天然放射線も人工放射線も同じ作用をする。原発で環境に出てきて問題になっている核種と天然放射線では核種が違うので異なった印象を受けやすいと発言した。しかし良い放射線と悪い放射線の存在を信じている人は多く、この話題は今も昔も変わらない。

1998 年 12 月湘南国際村で第 1 回国際シンポジウムが開催された。完全に裏方だったので会の印象は薄いが、日本より外国の方が放射線教育は進んでいると思った。なかでも放射線の初等教育に力を入れているハンガリーではチェルノブイリ事故の後欧州各地で起こった妊娠中絶の事例が 1 件もなかったという報告が印象的だった。

1999 年 9 月バスを仕立てて増富温泉に繰り出した。IM 泉効計を持参し現地で温泉のラドン濃度を測定するツアーに 22 名が参加した。2000 年 12 月には立教大学原子炉の見学会が行われた。閉炉になる前の貴重な見学会で約 40 名が参加した。2001 年 10 月都立保健科学大学放射線科の見学会が行われ、36 名が参加し「現代の医学と放射線」について話と映像で学んだ。この頃は度々見学会等を計画して会員が色々体験する機会が設けられたが、2001 年から 10 年の間学校教員を対象にした放射線教育セミナーが始まり、講師の派遣等で人手のない事務局は多忙になり、そうした催しはなくなった。その後の国際学会は第二回が 2002 年 8 月ハンガリーのデプレッセンで開かれ、日本からは同伴者を含めて参加者 11 名、第三回は 2004 年 11 月長崎で、第四回は 2008 年 12 月台湾で、日本からの参加者 21 名であった。その他のイベントとしては、2011 年 1 月小雪の中第 6 回「核燃料サイクル施設視察」が行われ、20 名が参加した。

2011 年 3 月 11 日東日本大震災の折、私はフォーラムの事務所にいた。東京中の交通機関が止まり、人々が道にあふれコンビニから食べ物、飲み物は姿を消し、私は事務所から 5 時間半歩いて帰宅した。引き続いて起こった原発事故で、フォーラムも甚大な影響を受けることになった。活動を支えてくれた団体会員が半数以下まで撤退し、個人会員も減少した。また長い間フォーラム事務局を切りまわして来られた松浦先生が体調を崩して第一線をひかれた。現在は長谷川新理事長のもと一回り小さくなった事務局で何とか活力を付けて行こうと頑張っている。ホームページも吉澤理事の紹介で東京慈恵会医科大学の池内氏の協力を得て刷新され、美しく利用し易くなった。

放射能泉地域に調査に行った時のこと、温泉地発祥の源泉を利用した共同浴場にお湯を取らせて貰いに行った。受付の年配の女性に「放射能泉の調査で浴室のお湯を採水させて欲しい」と言ったところ、「うちは放射能泉ではありません。ラジウム泉です」と言われた。赤ちゃんのお襁褓かぶれは放射線の影響だろうか。病気の時に放射線治療を受けてしまったので、もう孫も抱けなくなってしまった。放射線関係の愚問・珍問は数え上げれば限がない。放射線教育がそれをどこまで解消できるのか、道ははるかに遠い。フォーラムとの 20 年を振り返ってみて自分はどれだけ貢献できたのか苦い反省が心をよぎる。それでも、ささやかな努力だけはして行くべきだと思う今日この頃である。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 35 (2014)

【特集：設立の頃そして今】

風評被害撲滅と科学技術リテラシー向上

石井正則
原子力学会シニアネットワーク連絡会代表幹事

福島事故では被ばく、汚染や放射線影響による健康に関する不安などから、避難を余儀なくされ、あるいは農・海産物が出荷困難に遭遇、大変なご苦労をされ心が痛むとともに、少しでも早く平常にもどることを祈念しています。

福島第一原子力発電所の震災事故に際し、街の本屋の店頭に積まれた解説本やツイッター、ブログなどに心配を煽る情報が氾濫し、風評被害が広がりました。このような風評被害を抑制するため、資源エネルギー庁は「不正確情報対応事業」を進めました。当フォーラムはこの事業の受託企業から専門家チームとして協力を依頼されました。

この事業では受託企業が WEB の話題から質問 (Q) を作成、フォーラムの放射線関係の専門家が回答 (A) を分担、成果は「Q&A 集」として資源エネルギー庁のホームページに上梓されました。当初は受託企業のライターが専門家の A を編集し魅力的な Q&A 集になると期待していましたが、地味なスタイルでした。放射線や医療に関連する学会や研究機関でもこうした解説をホームページで行っていましたが、量で圧倒される不正確な情報の中から、数少ない正確な情報を選んでもらうのは容易ではありません。そのうえ、理解するには一定のレベルの科学技術に対するリテラシーが必要で、正確な情報を浸透させ理解を得る難しさを痛感しました。

震災事故後約 4 年目となる今日、風評は沈静化したように見えますが、基準をクリアしただけでは被害はなくならないというのが現実のようで、実態は変わっていないように見えます。最初の段階で高くしたハードルが当然のように受け止められ、更に過剰な余裕を求めようとしている状況が今日まで続いているといって過言ではありません。

ところで、私の学生時代 (戦後~1960 年代の初頭)、特に小・中学での原子力や放射線の授業の記憶はありません。この時代、冷戦期で核実験による被ばくも取りざたされていましたが、国の科学技術政策は先進国に追いつくことが主眼でした。原子力に関しても原子力委員会が発足、私自身の原子力は夢の技術との思いが、今日まで原子力にたずさわった原動力でした。

放射線の技術もそうですが、科学技術の進歩は目覚ましいものがあり、国民の生活と密接不可分になっています。今回の風評被害とその対応から、国民一人一人がリスクを踏まえて科学技術を判断する必要を改めて感じました。判断する側の科学技術リテラシーを高めるため、教育への期待は大きいものがあります。放射線教育フォーラムがそういう面で貢献することを期待します。

学校教員のためのセミナー

エネルギー・環境・放射線セミナー

(2001~2009)

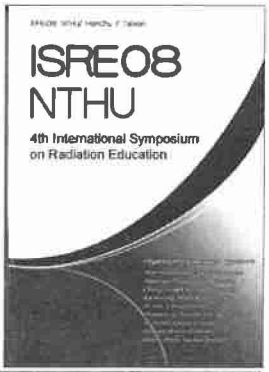
全国10地区で開催

- 北海道
- 東北
- 北関東
- 南関東・信越
- 静岡・山梨
- 北陸
- 愛知・岐阜・三重
- 近畿
- 中国・四国
- 九州・沖縄

放射線教育に関する

国際シンポジウム

International Symposium on Radiation Education (ISRE)



第1回 (1998年12月)　神奈川県葉山町
第2回 (2002年8月)　ハンガリー
第3回 (2004年8月)　長崎市
第4回 (2008年12月)　台湾新竹市 (国立清華大学)

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 37 – 40 (2014)

【特集：アーカイブ】

「学校における放射線教育」

松浦辰男
放射線教育フォーラム事務局長・立教大学名誉教授

輝かしい２１世紀の幕明けであった筈の2001年は、期待に反して、国内・国際政治、経済、治安、教育、いずれをとっても種々の混乱がみられている。最近特に顕著になったことは、政・財・官のトップの信頼の低下であるが、それは多分に指導者層の力量の不足と倫理感覚の低下に由来しているようである。今の日本にとって明るい二ユースが、昨年に引き続き日本の科学者の業績がノーベル賞の対象となったことと、野球などのスポーツで器用さと努力の結晶である人材が国際的な賞賛の的となっていることだけであるとすれば、それはあまりにも寂しい。何とかして、若い人たちに日本の将来のために、大きくはグローバルな立場で、社会に役立ち人々に感謝されるような種々の仕事があるということを教えて、将来に明るい夢を持たせてやりたいものである。しかしそのような仕事の多くは、決して華々しいものではなく、地味な努力を必要とするものであるが。

上記のノーベル賞受賞者やスポーツ選手に象徴されるように、これまでの日本の常套手段であった、個人の能力の発揮を抑えて集団組織のマニュアル的方法で物事を進める方式はもはや限界に来ているのではないだろうか。今後仕事を成功させるには、内容の独創的なことが第一であるが、評価する側からの信頼を得る必要がある。そして技術者も外交官的な能力すなわち一般教養、魅力ある人柄、それに高いプレゼンテーション力をも身に付け、内容と同時に仕事への熱意などをも適切にアピールできることが望ましいように思う。

社会の総合的発展の基本となるエネルギー・環境問題において、問題となるのは原子力の扱いである。現在は、原子力を推進する側も、原子力は取り扱いによっては危険なこともあるので安全第一を心がけている、というような表現を使い、原子力は危険なものというのが社会通念となっている。しかしどの程度危険と考えるかについては、専門家と非専門家の間には大きな意見分布があり、現状の改善が望まれる。ここにわれわれ放射線教育フォーラムの存在意義があると考えている。われわれは原子力・放射線に関して正確な情報不足のために困っておられる方があれば、できるだけ相談に乗ってあげたいと考えている。実は原子力の価値判断を左右する放射線・放射能が少量存在するときの危険性は、多くの方々が固定観念としておられるほどには高いと考えなくてもよい事実が多いのである。

本刊行物は、昨年度刊行した「新しい世紀の放射線教育」、一昨年度の「放射線教育フォーラム６年の歩み」と同様に、2001年度のわれわれの活動記録をまとめたものである。今年度からは、われわれ放射線教育フォーラムは「総合的な学習の時間」を活用して学校でエネルギー・環境問題に関する教育を有効に進めるために、小・中・高校の教員を対象に文部科学省主催のセミナー（正確には「原子力体験セミナー文系コース」）を財団法人放

射線利用振興協会に協力して、全国10ヶ所で開催する機会を与えられたので、われわれは全力を挙げてこの事業を遂行した。幸いに概して好評のうちに終了したので、本刊行物にもこのセミナーで使用されたテキスト数編を収録した。

本刊行物が、従来の同種の刊行物及びフォーラムの定期刊行物同様、関係者各位にとり何らかのお役に立つことを願うものである。

NPO法人放射線教育フォーラム2001年度成果報告書序文

(「放射線教育」別冊, 2002年3月)

「放射線教育を世界に広めよう」

松浦辰男

放射線教育フォーラム事務局長・立教大学名誉教授

放射線教育フオーラムは、放射線・放射能に関する正しい知識を一般市民に広めて、放射線や原子力に関する適切な判断をしてもらいたいとの熱意を持った専門家有志により設立されたボランテイア団体である。設立後本年は満15年に当たる。市民への正しい知識の普及はまず学校教育から、ということで、学校教育での現状改善に重点をおいて、教科書の調査、研究会の開催、国への要望書の提出、国際会議の開催など種々の活動を行ってきた。その努力の結果、まず平成11年の高等学校の学習指導要領の改訂において「理科総合A」などの科目が設けられて原子力に関連して「天然放射性同位体の存在やα線、β線、γ線の性質にも触れること」になった。さらに昨年公表され本年度から先行実施される中学校の新学習指導要領において、理科の第1分野の「エネルギー資源」で、「放射線の性質と利用にも触れること」になった。義務教育課程で放射線が30年ぶりに公式に取り上げられることになった意義は大きいと考える。

フオーラムでは早速、これまで放射線を教えたことがなかった中学校の理科の教員のための教育指導資料の作成作業を行い、十分な時間がなかったので不十分であるが先ほど完成したので、その資料を本報告書にも収録した。放射線・放射能に関する知識のうち、われわれの身の回りの環境に自然放射線・自然放射能が存在している事実などについては、簡単な放射線測定器を用いた実習により容易に学習ができるので、できれば小学校で実施していただくことは大いに望ましいと考える。できればこの資料を一つのサンプルとして、近い将来に中学校用の最終版と、小学校用、 さらに詳しい資料を含めた高等学校用の 3種の指導資料が多くの方々のご意見を取り入れて作成されることを願っている。

今回の資料を、ご自身も十分に放射線などの教育を受けていなかった学校の教員の方々が、これから学校で生徒に教える内容を考えるための基礎的知識を得るための参考書として、大いに利用していただくことを期待している。この資料からは、一般社会に流布しているような情報とはひとあじ違った何かがあるということを感じ取っていただければ、任に当たった編集者として、幸いこれに過ぎるものはない。「ひとあじ違った何か」を敢えて言葉にすると、それは (1) 読者が興味を持って読んでもらえるように努力したこと、及び

(2) 正しい知識を広めて世の中をよくしたいという理想主義的精神に基づいて書いた、ということであるといいたい。

放射線利用の「経済的効果」がしばしば話題になるが、筆者は放射線教育の経済的効果について、日を改めて論じたい。世の中をよくする、ということは経済効果で測ることはできないのかもしれないが。切に希望するのは、多くの若いジェネレーションの方々がもっている放射線・放射能に対するリスク感覚を、もっとわれわれ専門家の感覚に近づけていただきたいことである。そして、優れた素質をもった方々に、世の中で必要としているが人手が不足している分野、例えば原子力技術者や放射線科の医師などの道にできるだけ進んでいただきたい。理系の方面だけでなく、一般市民の考え方に大きな影響力をもつジャーナリストや政治家を志望される方も、ものごとの判断にはイメージでなく数量で測った科学的事実が大切であるということをぜひ認識していただきたい。

昨年度の報告書のこの欄でも書いたが、日本の放射線教育をまず行き渡らせたのち、その内容とノウハウを全世界に輸出して、この地球全体の人々の幸せに貢献することに役立てたいものである。本資料が例年の報告書同様、関係各位のお役に立つことを希望する。

NPO 法人放射線教育フォーラム 2008 年度活動報告書序文

(「放射線教育」別冊, 2009 年 3 月)

「放射線教育で国の復興を」

松浦辰男
放射線教育フォーラム理事長・立教大学名誉教授

2011 年 3 月 11 日の東日本巨大地震と超大津波と引き続き起こった福島第一原子力発電所の事故によって、これまで日本が国是としてきた「原子力推進」の政策が大きくぐらついている。またその後の主に放射線の安全性に関する多くの「専門家」と自称する種々の意見と政治家のポピュリズム的な情報発信のために国民、特に被災地住民の将来の生活に対する不安感は当分の間は改善されそうにない。今こそ、国民の周知を集めて、現在社会の諸制度のうち改革すべきことがあれば断固改革し、将来に明るい見通しを持てるようにせねばならない。 それにはどうすればよいだろうか。

日本が真に発展するためには、従来はややもすれば進学のための点数稼ぎ的傾向のあった学校教育の在り方を改善し、またマスメデイァに正しい報道を促し、国民全体に公的精神の大切さを認識させて社会改善への意欲を奮い起こす他はないと思う。

18 年前に自主的に設立したボランテイア組織である当フォーラムの活動目的は、わが国における理科教育の振興、なかでも継子扱いにされてきた放射線に関する正しい知識を学校教育で正当に取り上げてもらうことにあった。日本人の原爆体験は、平和への願望と結びついて、放射線・放射能に対して恐怖症ともいえる感覚を産んできた。しかし、事実は、被爆者は確かにがんの発症率は非被爆者よりも高いが、一般的な生存率においては、健康診断に対する国の助成も効を奏し、一般市民よりも長命であるとの確たる統計的証拠がある。(このことは 1998 年に我々が開催した「第 1 回放射線教育に関する国際シンポジウム」

で長崎大学の研究者から発表されている。）それにもかかわらず一般の人々は「放射線は僅かでも非常に危険なものである」との誤つた観念にとりっかれている。特にマスメディァはこの考え方に賛成する意見のみを取り上げる傾向がある。

原子力・放射線を含めあらゆる技術にはメリットと同時にかならずデメリットがある。日本のエネルギー事情から見れば、その両方を正当に評価したうえで、化石エネルギー資源の枯渇が目に見えている世界のために、我が国が培ってきた原子力技術を発展途上国をはじめとする諸外国の求めに応じて日本が指導的立場で海外に普及させようとするのは、望ましいことである。しかし、国民の大多数が放射線・放射能を忌み嫌っているならば、果たしてそれはうまくゆくであろうか。基礎となるのは、原子炉管理に関する諸技術と並んで放射線に関する基礎的知識、中でも放射線影響と放射線防護に関する考え方である。これに関して、放射線防護の立場からは、安全性に余裕を持たせる考え方から、科学的事実を正しく踏まえず放射線規制を厳しくする傾向がある。本報告書ではその放射線影響の科学的事実についてできるだけ詳細に解説された資料を集録した。

本報告書の読者におかれては、収録した諸資料の内容にっいて熟読吟味され、学校及び社会における放射線教育に、ひいては社会全体の発展に有効に活用されることを希望する。

NPO 法人放射線教育フォーラム 2011 年度成果報告書序文

（「放射線教育」別冊, 2012 年 3 月）

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 41 – 42 (2014)

【特集：外から見た放射線教育フォーラム】

思考力、判断力、表現力を育てる

高畠勇二
一般社団法人エネルギー・環境理科教育推進研究所 副代表理事
前全国中学校理科教育研究会 会長

3年前の3.11東日本大震災とそれに伴い発生した福島第一原発事故後の2011年11月、私はこの放射線教育フォーラムに初めて参加させていただきました。その時の私は、学習指導要領に30年ぶりに加えられた放射線の学習に対してどのように取り組んでいくのか、中学校の校長として全国中学校理科教育研究会にかかわっていた立場から模索している状況でした。

2011年といえば、中学校教育で改訂された学習指導要領の切り替えの年度であり、その直前に起きた福島第一原発事故による放射線の問題は、学校教育の枠を超えた社会問題として日常生活に大きな影響を与えました。事故前までは、私の所属していた全国中学校理科教育研究会としても、科学技術のひとつとしての放射線教育という視点から指導計画の検討や授業実践の取り組みを行っていましたが、直面している社会問題としての視点、特に放射線の健康影響などについての不安に対する対応が必要となってきました。しかし、このことに関しては、科学的に明確な指針や基準などは示されておらず、学校教育においては社会からの要請に応えることができず混乱した状況にありました。

そのような折、専門家の方々にお教えいただくことを目的として、私はこの放射線教育フォーラムに参加させていただいたわけです。このフォーラムで私は、全国の様々の地域の方々、様々の専門分野の方々、様々の立場の方々から、多くの情報や資料、考え方を学ぶことができ、私の期待に十分に応えてくれるものでした。しかし同時に、学校教育に関わる立場からはフォーラムの内容に違和感を感ずるところもありました。この違和感は、学校現場で専門家の方に出前授業をお願いする場面でも同様に感じることでした。フォーラムの皆様には大変失礼ではありますが、その違和感は、情報を発信される際の「上から目線」というか「教えてあげましょう」的な姿勢にあったのではないかと思っています。しかし、この姿勢に感じた違和感は、専門的な立場からすれば当然のことだとも思っていますし、現在は大きく変わってきていると感じています。

フォーラムの中や専門家の方々からは、「放射線量が○○μSvならば、○○です」と評価や価値判断を含めた「結論」を情報としていただくことが多いのですが、学校教育の場で必要なのは、その結論に加えてなぜそのように判断するのかという判断基準やその手立てであり、その資料や情報です。例えば、「空間線量0.1 μSv/hは健康に影響がないのか」という問いに対して、専門家の方から返ってくる答えは「大丈夫」という言葉だと思います。しかし、学校教育の立場からすると、「レントゲン写真と比較して」とか「世界各地の空間

線量と比較して」など、それを判断するための基準をそれぞれの人が自分で持つことができるようにすることが重要だと考えています。

このような考えは、失礼とは思いながらも放射線教育フォーラムの中でも伝えさせていただきました。だからということではないとは思いますが、フォーラムに関わる方々の発言の方向性も現在は大きく変化し、今は違和感というものは感じなくなっています。

全国の原子力発電所の再稼働問題などとは別に、現在の日本の放射線技術は世界各国で求められる重要な科学技術であり、国際社会に貢献できる技術だと思います。3.11 に伴う福島原発事故による様々な社会的な影響を正面から受け止め、これらを踏まえた新しい社会づくりを進めていくことが、日本としてのこれからの重要な課題です。また、私のかかわっている学校教育は、その動きを進めていく大きな力としての役割を担っています。この放射線教育フォーラムの活動が、今後も学校教育に目を向け、更に活発な活動を続けてくださることを期待しています。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 43 – 44 (2014)

【特集：外から見た放射線教育フォーラム】

「放射線」を魅力的な科学教育のための代表的な実教材に

飯本武志
東京大学環境安全本部准教授

「放射線教育」誌20周年、おめでとうございます。原子力・放射線分野、エネルギー分野、学校教育分野等を活動母体とされる諸先輩方がこれまでに築いてこられた長い放射線教育の歴史が NPO 法人放射線教育フォーラムさんのこれまでの活動にも実によく表れていると感じます。最近では、2008年3月に中学校理科の新学習指導要領で「放射線」が再び扱われることが告示されるに至った背景には、フォーラムによる長く、地道な活動も大きく寄与したものと想像しています。その後、学校教育の現場における新指導要領の試験的な導入時期のさなかに福島第一原発事故が起き、放射線教育の扱いそのものが大変に難しくなった時期もありました。そのようなときもフォーラムは揺るぐことなくこれまで通りの活動を継続し、正しく安定的な情報を発信しつづける団体、組織のひとつとして大きく社会に貢献したと感じています。

国際的な視点では、エネルギー需要の高まりや厳しい経済的な背景を受けて、原子力に対する国民の期待と不安が混在する状況から、昨今特にアジア諸国の各国政府が放射線教育に本腰を入れようとしている機運が感じられます。関連の国際的な取り組みが多く知られていますが、筆者が参画している事業の例としては「IAEA 中等科学教育プログラム策定プロジェクト (2011-2015)」があります。特にアジア地区に焦点を絞っての、原子力分野における長期的な視野での人材育成を目的とし、魅力のある中高校生向けの科学教育プログラムを提示することがこの活動の最終目的になっています。原子力先進加盟国におけるSTEM (科学技術、工学、数学)／NST (原子力科学技術) 教育の実施事例を参考にして、今後、原子力人材育成を本格化したいと考えるアジア各国が、自国の事情に見合った独自の教育パッケージを独力で開発し実施できるよう支援することがミッションです。このプロジェクトにおける教育のターゲットは中高生ですが、若く優秀で、意識の高い教員を養成することも持続性の観点から重要との合意から、教員セミナーの充実、教員向けガイドラインの策定にも注力しているところです。このような最近の国際動向も、放射線教育フォーラムの設立趣旨、活動内容と強くつながる部分が多く、放射線教育フォーラムへの期待が今後ますます大きくなると感じています。

環境の放射線や自然放射性物質を用いての簡単な実験は生徒にとって大変に魅力があるようです。国が主導した簡易放射線測定器「はかるくん」の開発やその貸し出しの仕組み、霧箱を使った実習プログラム、2011年／2013年に文部科学省から刊行された新旧の放射線副読本。さらにはフォーラムをはじめとする NPO、公益、一般の各法人や大学、研究所、

企業等による我が国のさまざま教材、PPT 資料、動画集、教育実施事例集などはよく練られた実践的な放射線教育支援ツールとして諸外国からも高い評価を受けています。各々の教材、団体、組織のもつ特徴を維持しつつ、多角的な視点、さまざまな受け皿を用意しての放射線教育支援活動を、関係者が協働して長きにわたって継続することこそ重要だと思っています。これらをうまく組み合わせれば教育現場側からの多様なニーズに応えることができ、かつ「放射線」を視覚や聴覚に訴えるひとつの実教材としての魅力的な STEM/NST 教育プログラムが構築できるはずです。広くリスク認知やリスクマネジメントにもつながる社会科学的な観点からも、放射線に関するリテラシー構築は必須であると私も信じています。放射線教育フォーラムの益々の発展を祈念いたします。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 45 – 46 (2014)

【特集：外から見た放射線教育フォーラム】

小中学校でのエネルギー教育から放射線の学習を考える

平田文夫
元小学校教員・北海道大学エネルギー教育研究会

放射線教育フォーラム設立20周年、おめでとうございます。放射線の理解促進を目指す関係者の変わらぬ情熱に尊敬の念を抱くとともに、放射線教育の必要性を感じている者の一人として今後も変わらぬご指導をお願いします。

私は、持続発展教育としてのエネルギー教育を小中学校の教育課程に位置付け、指導することが重要であると考えてきました。2007年に「教育課程に位置付けられたエネルギー環境教育パッケージプログラム」を発表以来、毎年加除修正を行いながら質を高めた学習プログラムを学校や教員に提供してきました。このプログラムの特徴の1つに、小6と中3の最後にそれぞれ「20年後の電源のベストミックスを考える」授業を設定しています。そこまでに学習してきたエネルギーに関わる基礎知識やものの見方や考え方を駆使して発達に見合った考えをつくり、友だちとディスカッションすることを目標とした授業です。このベストミックスを考えるためには、原子力発電や放射線の内容理解が必要になります。一般論として、教員は原子力や放射線について臆病です。教職員組合や多様な意見のある保護者等との軋轢をおもんばかって、積極的に学ぼうとはしません。私もその一人だったのですが、必要に迫られ、私の所属する研究会の代表である杉山憲一郎先生（現北海道大学名誉教授）をはじめ多く方々から学習の機会をいただきました。放射線の学習では、放射線教育フォーラムの松浦辰男先生と田中隆一先生に何度も札幌に来ていただきました。それらの学習を重ねながら、パッケージプログラムに原子力発電や放射線の内容を加えてきました。

学校では、2008年に告示された現行の学習指導要領で強く学力向上を求めたことから、国語や算数数学が研究対象となりがちで持続可能教育である現代的課題への挑戦意欲が萎む傾向にありました。そのような中、2011年に発生した東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所の爆発事故は、学校へエネルギー教育を一層入りづらくしました。震災後は、あまりにひどい風評被害から、正しい放射線の理解を目的とした教師の勉強会や発達に合わせた指導資料の作成に取り組み、授業実践してきました。子どもたちもメディア等で伝わる放射線についての学習は、とても興味を持って受け入れました。子どもだけでなく保護者の学習要望もありました。しかし、時間の経過と共に、放射線の知識を求める子どもの必然性はどんどん薄れてきていますし、保護者の意識も同じです。学習指導要領では中3理科で扱うことになっていますが、それ以外の学年で扱うためにはそれ相応の理由が必

要です。

単なる知識の伝達ではなく、放射線を学習することの必然性を持たせられないか、放射線の持つはたらきを教えられないかと考えています。そこで、今、家庭科や特別活動での「食の教育」や保健体育での「健康の教育」に紫外線や放射線を持ち込むことの有効性を探っています。生物にとって必要な酸素も必要量を超えると健康に影響を及ぼすことや活性酸素を抑えるための食に着目すると、活性酸素を発生させる原因の1つとして紫外線や放射線を取り上げていける、いくべきという必然性です。

エネルギー教育の学校教育での必要性から、原子力発電や放射線のどのような内容をいかに教えるかという視点で考えているわけですが、放射線教育の学問体系からどうすべきなのかは私にはわかりません。専門家集団である放射線教育フォーラムの先生方に学びながら小中学校教育に取り入れていく工夫をしたいと考えています。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 47 – 48 (2014)

【特集：外から見た放射線教育フォーラム】

放射線教育フォーラムへの期待

清原洋一
文部科学省初等中等教育局主任視学官

放射線に関する教育や子供の状況

放射線の内容が、平成20年告示の中学校学習指導要領の理科に久々に導入された。これは，昭和44年告示以来である。平成20年の改訂では、「理数教育の充実」が大きな柱となり、理数教科の授業時間数増、学習内容の充実、科学的に探究する学習活動の重視等の改善が図られ、また、持続可能な社会の構築といった視点も重視された。そのため、力学的な仕事やエネルギー、イオン、進化、さらに放射線、DNA、外来種、地球温暖化などの学習内容が加わった。

しかし、放射線の学習が始まろうとしていた矢先に、東日本大震災、福島第一原子力発電所の事故が起こり、放射線の学習の重要性も一層増した。従前から高等学校には、原子核同位体といった学習内容が含まれていて、複数の理科の科目で扱われているが、原子核などをある程度詳しく扱う物理を履修する割合は十数パーセントに過ぎない。放射線について学習したり情報を得たりする機会は学校教育だけではないが、原発事故後の様々な混乱の大きな要因の一つとして、放射線についての基礎的なことを理解している人が極めて少なかったことが挙げられる。

このような中、中学校の理科の教師のほとんどは，放射線についての授業を原発事故の後に初めて実施するという状況であった。放射性物質の飛散やデータなどが報道されたが、それをどう解釈していいか分からない。放射線と聞くだけで不安を抱く人も多い。子どもたちの質問にどう答えるか、保護者にどう対応しようかなど、不安を感じ指導に躊躇するような状況も見られた。

放射線についての意識や関心事は、子供によっても、また地域によっても大きく異なる。避難を余儀なくされた地域，除染が行われた地域では放射線の、人体や環境への影響はどうかといった疑問、福島県内でもそのような心配の無い地域では、農産物が思うように売れないことに対しての疑問など様々である。原発事故は遠くのニュースと感じるような地域では、放射線にまったく関心を寄せない場合もある。最近では，福島県においても子供たちが事故のことを忘れかけてきているなど、いわゆる風化が始まっているということも耳にする。意識や関心事は，時の経過とともに変わっていく。

放射線教育フォーラムへの期待

子供の放射線に対する意識や関心事が様々であるというだけでなく、目で直接で見ることができないため、指導には工夫が必要である。存在を認識するためには放射線測定器、桐箱などの機材が必要であるが、学校にはそのような機材が整っていない場合が多い。ま

た、原子の構造、原子核も含めどのような現象なのかを捉えるのは難易度が高い。中学校の段階ですべての生徒に放射線を指導するためには、ただ内容を教えればよいというものではなく、子供の状況を捉え彼らの疑問を活かしながら、観察・実験などを通して自ら意欲的に学んでいけるような指導の工夫が大切になる。それがどの学校でも効果的な授業が行われるようになるためには、教師の研修、指導実践の蓄積も必要であり、そのために専門家の方に関わっていただくことが重要になる。

また、これからの時代、自然環境の保全と科学技術の利用といったことについて深く考えていこうとする意識を育てていくことは、科学的なリテラシーの育成という視点からも大切である。様々な状況の中から適切な情報を課題意識をもって収集・整理し、それらをもとに考える。情報を比較しながら情報の信憑性，主張点の違いは何か、メリットやデメリットなどを整理を示しながら判断し行動していく。放射線について深く学習を進めると、このような学習に発展させていくことも可能である。

放射線の性質や利用などについて深く学んだことで、さらに学び、人や社会のために役立ちたいという志をもって大学に入学してくるといった話もよく耳にする。放射線教育フォーラムの活動を通して、夢をもち未来を切り拓いていこうとする子供たちが一人でも多く育っていくことを期待したい。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 49 – 50 (2014)

【特集：最近の活動から】

小さなお弁当箱に何を
－ 4回の放射線教育のパネル討論会を通じて －

宮川俊晴
日本原燃 (株) 安全本部
〒039-3212　青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字沖付 4-108

放射線教育フォーラムとして、2013 年 7 月から 2014 年 11 月までに 4 回の放射線教育パネル討論会を開催し、全国各地から現場の教員を招き、放射線教育の今後の取り組み方を論じた。ここでは、その 4 回を振り返り、今後を考えてみる。

1. 北から南から福島を踏まえた放射線教育の全国展開

日本アイソトープ協会主催のアイソトープ・放射線研究発表会の場で、2013 年 7 月 5 日 (I) と 2014 年 7 月 9 日 (II) の 2 回、標記パネル討論会を開催した。討論会 I では、福島県の現状紹介として、廣瀬要人氏 (飯舘村元教育長) は村の総力を挙げた取り組みについて、佐々木清氏 (郡山市立明健中) は校庭の除染を扱った授業の実践事例を報告した。原子力発電所立地地域近隣から藤原俊夫氏 (福岡県立宗像高) と森山正樹氏 (札幌市立白石中) は大学や専門家と連携した授業の例を、近藤達夫氏 (甲府市立西中) は電力消費地での授業の例を報告した。小学 1 年生から中学 3 年生まで全ての学年で放射線授業を実践している福島県の切実な現状を共通認識として、専門家による支援のあり方についてパネル討論を行ない、新教育指導要領に基づく中学 3 年生の 3 学期の「科学技術と人間」の単元だけではなく、より多くの学年で発達段階に応じた教育を全国で実施する必要性が確認された。

討論会 II では、文部科学省の清原洋一主任視学官から同省の副読本の改訂内容の解説があり、実践報告では吉田良平氏と学校給食栄養士の荒木郁美氏 (福島県飯舘村立飯舘中) から学校給食の放射能検査を学び、安心できる食材の確保と健康な生活へのチーム・ティーチングの紹介があった。西田敬子氏 (奈良市立興東中) は放射線用語カルタを用いる楽しみながら学ぶ授業を、佐野嘉昭氏 (名古屋市立上社中) は福島第一原子力発電所の事故の新聞記事を教材にした情報リテラシーを盛り込んだ授業での理科的考察に適する記事の選定に苦労したことを紹介した。鈴木克己氏 (茨城県東海村立照沼小) は防災訓練を含む、小学 1 年生から 6 年生までの東海村挙げての授業体系を紹介した。パネル討論では、授業の工夫と教材・副読本について意見が交わされ、文部科学省の改定前後の副読本は相補的に活用し、理科以外の教科にも適用できることが紹介された。

2. 今やる放射線教育公開パネル討論会

2013 年 11 月 10 日 (I) と 2014 年 11 月 16 日 (II) に標記公開パネル討論会を東京慈恵会医科大学で開催した。公開討論会 I では、実践事例報告として宗像克典氏 (福島県中島村立吉子川小)　から小規模小中校の複式授業では高学年生と低学年生の双方に学び合う良

い教育効果が生まれたことが紹介された。前田勝則氏（長崎市立小ケ倉中）は、長崎市で全小中学校が登校日になっている毎年8月9日に原爆に関する様々の学習結果が発表されるが、その中で放射線への不安感が増長される傾向があり、放射線の人体への影響を分かり易く説明する重要性と専門家の協力が有意義であると報告した。原田忠則氏（広島市立江波中）はエネルギー教育の中での放射線授業について、畠山正則氏（神奈川県横浜市聖光学園中高）は中高一貫教育での事例を、平田文夫氏（北海道大学エネルギー教育研究会）は札幌市の小中学校での実践事例を紹介した。ルイ・パストゥール医学研究センターの宇野賀津子氏は「低線量放射線の生体への影響と食の重要性」と題して免疫の働きなどについて実験を交えて講演し、放射線への過度な不安低減のためには、免疫力を理解して食生活、睡眠、運動などの日常生活のあり方を考えることが大切であることを示した。パネル討論では、北海道の実践事例を参考に学年別の授業のあり方について意見交換があった。

公開パネル討論会 II では、児玉剛明氏（元福島県郡山市立第四中）から除染と免疫力、嶋田武弘氏（鳥取県倉吉市立東中）から三朝温泉のラジウム温泉の利用、小鍛冶優氏（福井県永平寺町立吉野小）から防災に絡めた授業、佐々木敏弘氏（仙台市立西山中）から2年生の理科「電気の世界」の単元での放射線授業、佐藤深氏（札幌市立北栄中）から大学講師の参加を求め専門的な解説を織り交ぜた授業の報告があった。日本原子力研究開発機構・高崎研究所の小林泰彦氏からの「生活に根ざした放射線教育の出発点は?」と題する講演では、様々な放射線利用の現状とそれを支える放射線の特徴について解説があり、放射線利用事例の教材化に役立つものだった。高畠勇二氏（エネルギー環境理科教育推進研究所）のコーディネートによる放射線授業の必然性と外部からの授業への協力と連携についてのパネル討論では、福島県内の環境放射線データを活用し、福島第一原子力発電所事故の教訓を生かして授業の意味を生徒に伝えているとの発言があった。小林泰彦氏から、「放射線を特別視するのではなく、理科の自然学習の一貫としての取り組みが大事で、他の教科でも関連があるところで少しずつ取り組む工夫をし、当たり前の知識にしていくことが大切である。実験などは専門機関にも気軽に相談して欲しい」との発言があった。高畠勇二氏からの「当たり前の知識はとても良い言葉ですね」とのコメントが印象的であった。

3. これからに向かって（小さなお弁当箱に）

以上4回のパネル討論会を通じて、放射線教育は地域の事情によりかなり異なる点が感じられたが、共通点もかなりあった。今後の放射線教育では、①自然界にある放射線の理解、②放射線の多様な利用、③利用に適する放射線の特性、④放射線の人体影響と防護、⑤リスクと向き合い判断・行動できる力を培うリスク教育、と段階的な進め方が必要であることを学んだ。登壇した方々は皆、情熱を持ち、創意工夫を重ねて授業に取り組んでいた。指導要領という枠組の中で、更に多くの教員が授業を実践するため、教員同士の連携とともに、私達は何ができるのか? 指導要領や45分ないし50分という授業時間や年間授業時間数の制約の中で、まるで小さなお弁当箱の小さな枠の中にきちんと納まる美味しくて栄養価の高いおかずのように、授業プログラムが盛り付けられる必要がある。私は、そんな授業を支援する創意工夫が専門家に求められていると感じている。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 51 – 52 (2014)

【特集：国際シンポジウム】

「放射線教育に関する国際シンポジウム」について

長谷川 圀彦
NPO 法人放射線教育フォーラム理事長

「放射線教育に関する国際シンポジウム」（以下、国際シンポジウム）は、これまでに 4 回開催されました。順次開催された日時、場所、および討議された内容と特徴などをたどりながら、次回開催予定の第 5 回シンポジウムの計画案についても述べます。

第 1 回国際シンポジウム（ISRE 98）は、放射線教育フォーラムが主催し、共催、協賛、後援そして協力など数多くの学会、組織の協力を得て神奈川県湘南国際村（生産性国際交流センター）を会場として 1998 年 12 月 11 日から 4 日間、開催されました。討論主題として、学校における放射線教育カリキュラム、実験による放射線教育の方法、放射線と放射能の基礎的知識・最近の利用、低線量放射線の健康への影響、リスク認識、放射線についての社会教育などでありました。その他にもパネル討論「海外諸国における放射線教育の現状と課題」、ワークショップ、ポスターセッションが行なわれました。シンポジウム参加者は、163 人で、国内 143 人、国外 20 人でした。国外の参加国数は、15 カ国 1 地域でした。この国際シンポジウムはおそらく世界で初めての試みであり、「原子力の安全性」、つまり低レベル放射線の安全性に関心が集まったことによる要因によって、盛会裏に終了することができました。

第 2 回国際シンポジウム (ISRE 02) 「II Radiation Education Symposium」は、 ハンガリー デブレッセン大学（実験物理学研究所）で 2002 年 8 月 21 日から 3 日間開催され、参加者数　69 名（日本から 11 名）でした。基調講演、招待講演、一般講演（21 件）でした。また、ワークショップ（14 件）そしてポスターセッション（8 件）でした。さらに、最終日は、オプショナルプログラムによる高ラドン村訪問ツアーがありました。

第 3 回国際シンポジウム (ISRE 04)」は、 長崎市長崎ブリックホールにおいて 2004 年 8 月 22 日から 5 日間行なわれ、学校教育とエネルギー問題、長崎と放射線 – 放射線の健康影響：原爆、チェルノブイリ、そして JCO、放射線に対する意識感覚の国際比較 – アジア諸国 7 カ国調査に基づいてなどがありました。また、各国の放射線教育の事情、低線量放射線影響、自然放射線、天然放射能に関するもの、科学教育、エネルギー・環境教育、放射線教育、医学系機関、一般教育課程における放射線教育放射線教育そして一般公衆に対する放射線教育とリスクコミュニケーションなどでありました。参加者数は海外から 13 ヶ国、全体で 140 人でした。

第 4 回 国際シンポジウム (ISRE 08)は、台湾国立清華大学原子科学院、放射線教育フォーラムによる主催、スポンサーとして台湾行政院国家科学委員会、台湾電力会社、台湾行政原子能委員会等の協力で、台湾国立清華大学原子科学院環境科学館を会場として、2008 年 12 月 18 日から 2 日間開催されました。開催趣旨は、放射線、エネルギー及び地球環境について討議を行なうことによって、放射線に対する人々の過度の不安の軽減に役立つこ

と、最新の科学的知識と放射線の基礎的な理解を、学校、社会で実行するという立場であります。講演の討議すべき内容は、非イオン化放射線、低線量放射線のリスクと便益、低線量による生物学的効果と種々の環境汚染物質、新エネルギー源、核医学の最近の現状、重粒子線治療その他でありました。招待講演の件数は、15件（台湾5件、日本8件、タイ1件、ハンガリー1件）ポスター発表件数は46件、分野別内訳は医療33件（内日本4件）、放射線教育11件（内日本9件、その他2件（内日本2件）でした。シンポジウム参加者数は、120人（日本21人、タイ1人、ハンガリー1人（開催直前当国の交通事情で不参加））でした。シンポジウム最終日は、清華大学の研究用原子炉を見学し、ホウ素中性子捕捉療法の成果の説明がありました。シンポジウム開催の準備が、短期間であったにもかかわらず、関係者の努力で、きわめて洗練されたシンポジウムでした。

第5回国際シンポジウムは、東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故から3年余りになりますが未だ開催に至りません。この事故によって、放射線教育の重要性を再認識したことは事実でが、原発事故後、国際シンポジウムを開催するうえでの財政的な問題が極めて厳しくなりました。このような事態を勘案したうえで、第5回国際シンポジウムの開催趣旨、開催場所、開催期日、テーマなどについて述べたいと思います。

開催趣旨は、原発事故後の放射線教育をめぐる情況を整理し、将来の教育を考えるために役立つ情報を人々に伝えるとともに、得られた成果を国外に発信することです。

開催日程は、現在のところ、財政的な課題が改善できれば、早急に国際シンポジウム準備委員会を立ち上げ開催にこぎつけたいと考えています。開催場所は、当初、福島原発事故に関わる放射線恐怖症や風評被害を受けている被害地の方々に対して少しでも放射線についての不安感・恐怖感を取り除くための手立てに応えるために東日本大震災後の東北地方（仙台市）を予定していました。しかし、諸事情により当地での開催は極めて厳しいと考えられます。東京近郊を新たに考えていますが、候補地は現在のところ未定です。

シンポジウムでは、原発事故後一般市民の関心が高い問題を取り上げ、人文科学や社会科学の研究者らと連携しながらの討議を考えています。討議の内容は、学校における放射線教育（理科、社会科）、一般市民に対する放射線教育・エネルギー教育と環境教育、低線量放射線の人体影響、科学技術の応用に伴うリスクをどのように理解するか、放射線の医学利用、産業利用、自然放射線の存在をどのようにして学ぶか、原発事故後の放射線リテラシーの変遷などを予定しています。

次回の第5回国際シンポジウム開催の規模と方式については確定していませんが、関連する機関や組織の支援を期待しています。放射線教育フォーラムは、この第5回国際シンポジウム開催に向けて、絶え間なく努力を続けて参ります。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 53 – 58 (2014)

【特集：将来に向けて】

放射線教育の現状と在り方について
– NPO 活動のなかで考える —

田中隆一
NPO 法人放射線教育フォーラム副理事長

1. 学校現場における放射線教育の現状について

「放射線教育 30 年の空白」という大見出しが平成 23 年 7 月 5 日の読売新聞の一面トップぶち抜きで飾ったことを記憶されている方も多いと思う。東電福島第一原子力発電所事故発生から 3 か月後のことであったが、この新聞報道によって、原子力エネルギーの理解のための学習はもちろん、唯一の原爆被災国としての放射線理解のための学習が長年にわたって義務教育のなかで指導されてこなかったことが広く知れわたるようになり、放射線についての学校教育の重要性が国民の間で広く認識されるようになった。

この報道の 3 か月後に、文部科学省は小中高向けの放射線副読本を公表するとともに、その改訂版を 2 年半後に公表し、原子力発電所の事故についての理解も含めて、学校における放射線教育の学習指導に本腰を入れるようになった。しかし、事故の結果として世の中に広まった膨大な放射線情報に対応する教員の知識や授業経験の不足に加えて、ばらばらなリスク認知、疑心暗鬼からデマ・流言にまで及ぶ社会的現象の影響もあって、こうした学習指導に対する学校現場での受け止め方はさまざまで、地域差も大きい。保護者や住民の抱く不安・疑問が授業実践への重圧となっているケースもある。学習内容については、事故の前に 30 年ぶりで改訂された学習指導要領に基づく放射線の扱いだけでは明らかに内容不足であるが、それとは逆に、それまで放射線授業の経験のなかった多くの教員にとって、事故後に公表された副読本は内容が多過ぎて難しいと受け取られている。

こうした状況は現場の教員のとまどいやためらいとなって表われ、放射線授業を忌避あるいは留保する傾向を生んでいる。放射線への関心が依然として高いにもかかわらず、放射線授業が厄介な腫れ物のように扱われているのではないかと懸念する。これに対応して専門家による支援が望まれているが、一方向的な情報提供はではなく、専門家と教員との双方向的なコミュニケーションを通して、教員が自ら主体的に授業を実践することが望まれている。このことは福島での事故以前からしばしば指摘されてきたことである。

原子力・放射線分野の授業内容の難易度が高いために、教育課程の編成において後回しになるなどの制約を受け易く、入試の出題対象から外されるという特殊な事情もこの問題に深く絡んでいる。

2. 授業支援のための NPO 活動の現状について

こうした状況において当 NPO が優先すべき当面の活動は、放射線教育の内容はいかにあ

るべきかという専門家的な視点からの提言や主張に重点を置くよりも、少しでも多くの教員に放射線授業をとにかく実践していただくように支援することを優先すべきであると考える。そのためには、数は少ないが熱意のある教員による優れた授業実践例に着目し、それをさらによい内容にして教員が共有し合えるように、先生同士、および教員と専門家、支援者が交流するためのネットワークを形成することによって、授業実践の普及・改善を支援することであると考える。

授業実践に着目する支援では、支援する側ではなく先生自らの判断による実践のへの取り組みが求められている。そのように実践したいと考えている多くの教員にとって、先駆的で優れた実践事例はそのための手掛りあるいは参考となる。また、優れた事例から専門家や支援者が学びとれることがあり、専門家による支援は実践者からも要望されている。

授業実践に着目した支援ネットワークの基本構成を図1に示す。ネットワークは3つのグループ、すなわち、放射線授業の先駆的実践者、専門家及び支援者、並びに授業実践に主体的関心を持つ多くの先生方の間での直接的及び間接的な交流によって構成される。このようなネットワークを構築していくためには、3 グループ間のコミュニケーションを密接にしていくことが必要であり、当 NPO は直接的及び間接的な交流による二つの交流の場を形成することを目指している。

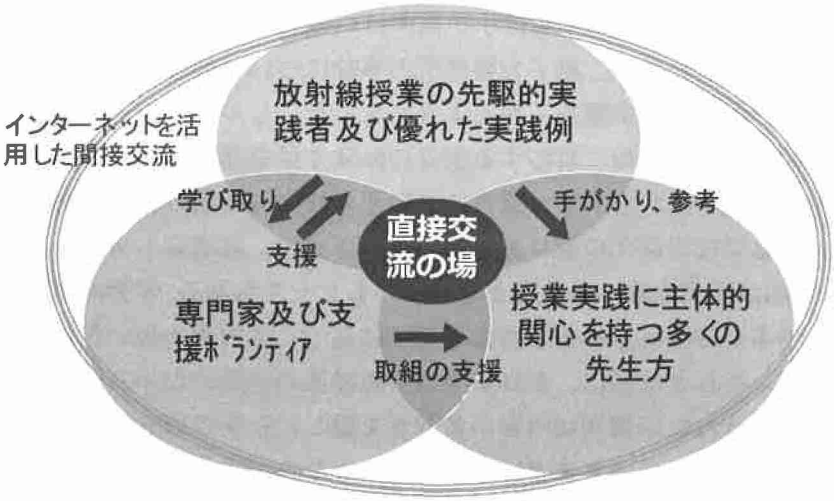


図1 授業実践に着目した直接的、間接的交流の輪を広げるための支援ネットワーク

一つは、優れた放射線授業の実践報告をもとにした公開パネル討論の東京での開催による直接的な交流である。2年前からこれまで4回のパネル討論会を異なるテーマ設定をもとに実施あるいは企画しており、被災地の福島県を中心に全国の各地域から優れた小中高の教員を毎回5人ほど招き、授業実践の報告をもとに放射線授業を広めていくための討論を重ねている。

パネル討論を繰り返すことによって、先駆的な授業実践者と専門家および支援者との直接的な交流が広がり、授業実践の成果と課題が徐々に共有されつつある。これまでのとこ

ろ、放射線授業に関心を持つ教員のパネル討論会への参加者数がまだ少ないので、近隣の地域の教員への周知を高めることが課題となっている。

もう一つは、当 NPO のホームページを活用した放射線授業に関心をもつ全国の教員との間接的な交流である。ホームページ上に放射線に関する授業の実践事例や教育指導関連情報などを紹介する「放射線教育 先生の広場」を開設するとともに、放射線教育に関わる人々の意見交流を意図するご意見・ご質問コーナーを設けた。現状では中学生用の事例紹介に重きをおいているが、高校や小学校の事例を増やしていく必要がある。直接的な交流の催しを首都圏以外の地方で実施できるだけの資金と人材が現在の当 NPO には不足しているので、インターネットを利用する間接的な交流を促進していく方策をとっている。

3. NPO としての事業活動について

福島原発事故の発生直後において、国、自治体などの組織は、自衛隊などを別にすれば、素早い柔軟な対応をとれなかったが、そういうときに率先して立ち上がれる自発性や迅速性がＮＰＯのような団体に期待されていた。しかし、いま思い起こせば、当 NPO がかかえている弱点が災いして、素早い組織的な活動を取れなかった。

一方、それまで目立たない地味な存在であった放射線教育が、冒頭で述べたように、突如として世間の注目を浴びる事態となり、一時は全国津々浦々まで広がっていきそうな勢いがあった。現在そのブームが徐々に冷めつつあるように見える。しかし、今回の事故によって放射線教育に関わる学校や社会の環境が本質的に変化したわけではないという冷静な認識に立って、われわれにできることからやっていかなくてはいけないと考え直し、組織的な弱点をカバーしながら、上に述べたような自主的な活動を地道に進めている。

当 NPO の活動は、20 年前の任意団体としての設立のときから、その事業目的に共感し熱意をもつシニアボランティに支えられてきたが、社会的意義のある事業を持続できる組織であるためには、現役世代を含めた NPO 運営の実務能力の高い多様な人材が欠かせない。多くの NPO が抱えている共通的な課題として、高齢に偏る人材構成や事業資金などの財政において苦しい状況に直面している。自主的かつ柔軟に活動できるという NPO の利点を活かすことによって、自治体、公的団体、企業等との協力を活発にしていくためにも、この状況を改善していく必要がある。

当 NPO の個人会員の大部分を占める放射線・原子力分野の専門家は小中高の学校教育の経験がほとんどない。このため、学校現場の実情をよく理解したうえでの効果的な教育支援になかなか手が届きにくいという問題がある。現役を退いたことで時間的に余裕のある専門家は、学校教育に関わるさまざまな事柄に常に関心をもって学校現場をよく知ろうとする努力によって、教員との認識ギャップを埋めていく姿勢が求められている。

4. 公民的資質涵養のための学校教育について

放射線教育に関わる当 NPO の事業や言論活動は、従来から小中高における学校教育に重点を置いている。これに対して社会教育は広く社会人を対象とする教育であるが、社会人を教育するとは“上から目線”ではないかと思われ易い。近年は生涯教育という言い方がされているが、放射線・原子力の分野では社会的コミュニケーションと呼ぶのが適当であると考える。

当 NPO では社会的コミュニケーション事業が軽視されているわけではないと思う。ただし、社会人としての大人は価値観やリスク認知が子供たちに比べて長年の社会生活の中で根深く形成されているので、放射線に関するコミュニケーションの直後に何らかの効果(たとえば、認識の変化) が現れたとしても、その効果は常に周囲からのネガティブな影響に曝されている。たとえその効果が科学的合理性に基づく認識変化であったとしても、効果が持続するという保証はない。効果の持続や減弱を長い年月にわたってフォローした調査報告がないことも残念である。そういうわけで、教育効果の高いと考えられる子供たちを対象とする学校教育をより重視することはおおむね妥当であると考える。

当 NPO の事業目的は「エネルギー環境問題、放射線及び原子力問題に対する一般市民の公正な判断力資質の養成とこの分野における将来の人材の確保及び育成のため…」と定款に記載されている。つまり、教育の目的が一般市民の資質涵養 (“養成”より“涵養”が適当) と職業的な人材育成の二つに大別されている。ただし、「市民」は国家の一員として果たすべき義務を負った「国民」と区別するための概念として偏った使われ方がされる場合もあるので、「市民」と「国民」の両概念を合わせ持ち、学習指導要領でも扱われている「公民」がよりふさわしい概念であると考える。そういうわけで、当 NPO の事業目的を端的に表せば、公民的資質[1]涵養と人材育成と読み直すことができる。

ただし、人材育成は専門基礎力の養成やリーダー育成のための職業・キャリア教育であり、義務教育の段階では実施されていないと考えてよい。組織や団体にとっては後継者の育成という私的事業という見方もできるので、われわれのような NPO にとっては主力を注ぐべき事業ではないと考える。

したがって、事業の主目的は公民的資質の涵養であると考える。この資質涵養は義務教育の目的が「国家及び社会の形成者として必要とされる基本的な資質を養う」(改正教育基本法第 5 条 2)、及び「公正な判断力並びに公共の精神に基づき主体的に社会の形成に参画」(改正学校教育法第 21 条) と謳われていることを拠りどころとすべきと考える。

このことを原子力・放射線問題に当てはめて考えれば、科学・技術と社会との関わりにおいて解消が難しい不確実性が存在することを認識したうえで、科学的な合理性では判断が難しい重大な対立する事柄については、社会的な合理性に基づいた意思決定に参加できる公民的資質が義務教育を修了した国民に要求されるということになる。具体的には、相反する主張をしている資料を比較・考察し、情報の信憑性、主張点の違い、デメリット・メリットを適切に整理しながら状況を判断できる資質が求められる[2]。そう考えると、リスク事象 (これから起こるかもしれない不確実な事柄) に対する客観的な認識能力をベースとするリスク認知やリスク対応の能力 (リスクリテラシー) の涵養は公民的資質の要件であると考える。

5. 学校教育におけるリスクの扱いの方向性

現行の学習指導要領ではリスクという概念は扱われていないが、平成 18 年 2 月の中央教育審議会の初等中等教育分科会の報告のなかで「科学が発達し様々な技術が活用される社会において、科学技術と社会との関わりについて、安全、リスク等の問題も含めて理解させることが重要である」[3] とすでに指摘されている。福島での事故を踏まえて、リスクに関わる学習指導を今後どのように学校教育に取り入れていくが問われている。しかし、現

実には、“リスク＝危険”という認知バイアスが先生方の間でも広く見受けられるので、合理的な認識の入口にたどり着くことでさえ容易ではないのが実態である。誰もが陥りやすい認識の歪みによってリスクに関わる教育が空回りするのを回避しなくてはならない。
現行の学習指導要領のなかにリスクというキーワードは明示されてはいないが、安全（防犯・防災)、健康、食育、情報などに関わる学校教育のなかでリスクはすでに暗示されており、個人的あるいは身近な生活上の安全を考えさせるなかで、リスクに関わる学習が実質的に行われていると考えてよい。

これらをベースに科学技術と社会の関係へと視野を広げ、食品添加物、残留農薬などの化学物質のリスクとともに、放射線のリスクを理解させるように学習させるべきではないかと考える。食品に含まれる化学物質の用量と作用の関係は、放射線被ばくにおける線量と影響の関係とよく似ており、両者に共通して用量あるいは線量というリスク評価のための“ものさし”としての量的概念が存在する。この“ものさし”のうえに、健康被害が実質的にない低域から健康被害がある高域の間の中域に、健康被害があるかないかの不確実な量域があることを、リスク評価・管理の個別的な細部にこだわらず、大掴みに認識させるべきであると考える[4)]。この量的概念をベースにしたリスク学習は、科学技術と社会の関わりで問題となっているもっと複雑なリスク事象を適切に理解させるための導入にもなるのではないかと考える。

6. 放射線理科基礎の座学構築へ向けて

放射線学習に関して取り組むべき課題は上に述べたようなリスクが絡む社会科的な内容であって、理科的内容については、すでに体系化され確立されているとして扱うは間違いであると筆者は考える。以下に述べる原子力・放射線に関わる学習指導の歴史的な経緯のなかで、長年にわたって見過されてきた課題を最後に指摘したい。

昭和 33 年の学習指導要領改訂による原子力に関わる学習指導の導入によって、主な指導対象は放射線（X 線）から α、β、γ 線などを放出する放射性物質に大きく変化し、放射線の性質に代わって放射性物質の性質が放射線教育の基礎学習における主要内容となった[5)]。このことは半世紀以上経過した現在においてさえ、多くの放射線学習資料から明瞭に窺える。あれ以来、放射線それ自体についての基礎学習の実態は座学によらず、もっぱら、放射線測定や霧箱実験など、放射線実体験によって補われてきたと言える。

座学による放射線の理科学習が放置されてきた背景には、中学校での「放射線教育 30 年の空白」もあるが、身近な実態は、座学によって放射線を理解させるのは学校教育では難しいと見なされ、今日まで放置されてきたのではないか。われわれはこの放置を容認してきた責任の一端を負っている。

今にして思えば、放射線に関わる多くの専門家自身が過去に受けた放射線教育の内容の実態は、放射線というよりも放射性物質であったのではないかと疑う。断わっておくが、放射性物質が放射線教育にとって重要ではないなどと主張しているわけでは毛頭ない。学習内容において放射線と放射性物質はバランスをとるべきであると考えるだけである。

筆者は遅まきながら座学としての放射線の理科基礎の構築に資するため、放射線学習の骨組みとしてのキーワード構成を再検討する初歩的な試みを提案した[6)]。本稿ではその内容には触れないが、科学・技術の論理を疎かにしてきた結果として、放射線学習のキーワ

ード、すなわち、発生、性質 (作用と透過)、線量、利用、影響、防護などが放射線教育の中で脈絡なく並列的に扱われ、キーワードの相互関係や体系が曖昧にされたままになっている実態があることを指摘させていただく。学習の骨組みとしてのキーワード構成を理解することは、放射線授業を実践する教員にとってこそ大切である。理科基礎を難しいと諦めて、霧箱観察や測定実験にすべてを託すのではなく、どのような工夫によって中学生、高校生、あるいは大学生に理解し易い内容の座学を提供できるか、教員とともに議論を重ねていきたいと考えている。

福島での事故を踏まえた放射線教育の内容の方向性を 10 年単位の長期的視野に立って考えると、公民的資質を高めるためのリスク教育の推進と科学・技術論理を重視する理科学習の基盤強化であると考える。

参考文献

1) 文部科学省, 新学習指導要領における目標の考え方(平成 10 年 12 月告示) (2008)
2) 清原洋一, 初等中等教育における放射線教育の現状と課題, 日本原子力学会誌, Vol. 56, No. 12, 4-5 (2014)
3) 文部科学省, 中央教育審議会 初等中等教育分科会 教育課程部会審議経過報告 (2010)
4) 田中隆一, リスクに関する学校教育を考える, 広領域教育, No. 68, 20-27 (2008)
5) 田中隆一, 学習指導要領と改訂と放射線の扱い, FB News No. 412, 1-5 (2011)
6) 田中隆一, 放射線学習の骨組みを構成するキーワードの要点解説, 放射線教育, Vol. 16, No. 1, 57-66 (2012)

放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 59 – 65 (2014)

特集「会員の声」

放射線教育フォーラムは昨年設立 20 周年を迎えたことを記念して、「放射線教育」誌の本号 (VOL. 18, No. 1) で「会員の声」として会員の皆様からの寄稿をお願いしましたところ、ご意見、思い出、逸話、研究や授業の成果など多くの投稿がありました。レイアウトの都合などのため多少修正を施したものもありますが、ほぼ原文のまま、原稿の受付順に掲載しました。身分や所属は省かせていただきました。(編集長)

出張授業等での使用を目的とした放射線実験教材の開発

早川一精

9年ほど前に日本ガイシから出向し、中部原子力懇談会で放射線の啓蒙活動に携わるようになった。その当時霧箱等の放射線実験教材があったが、必ずしも出張授業には十分ではなく、教材の種類も少なかったので、実験教材について見直す必要性を感じていた。

ソフトを含めた関連情報を入手するため放射線教育フォーラムに入会し、定期的に発行される資料を参考にさせてもらった。当時市販の霧箱は高価でクラス全員が実施するのは金額的に大変で、また線源の入手の問題や授業時間の制約から短時間で実施可能な要求があった。そのためモナザイト小球を線源とする安価なシャーレ型霧箱を開発した。これにより短時間でほとんど失敗がなく全員が観察可能となった。またレントゲンの原理、放射線の性質を実験を通して理解する「レントゲン撮影模擬実験」を開発した。さらに手作り GM 管を含めた可搬型測定キットを組立てて放射線の特性評価を行う、放射線ウォッチング（手作り GM 管測定キット組立実験）を大学の先生の協力のもとに開発した。これにより β、γ 線源を用いて、遮蔽、距離の効果を高精度に評価可能となった。またより簡便な GM 管を組み立ててもらい、上述の測定キットに接続して測定を行うことにより出張授業でも実施可能な実験メニューを開発した。これらの開発した実験教材は現在多くの学校の先生に利用してもらっている。

六ヶ所村で 21 年を過ごして

荒谷美智

平成 26 (2014) 年 11 月 17 日、在六勤務 21 年となった。財団法人環境科学技術研究所 (当時、以下環境研と略) の任期満了が平成 16 (2004) 年 3 月 31 日、同年 4 月 1 日より 2 年間六ヶ所村教育委員会の教育アドバイザーを務めたが、職務内容は環境研時代と同じ。平成 18 (2006) 年 4 月 1 日より教育委員会傘下の組織「六ヶ所村文化協会」の文化・教育アドバイザーという名称をいただいたが、これまたそれ以前と同じ職務内容で今日に至っている。

これまでの 21 年間で特筆すべき事件は、1) 東海村の核燃料製造会社 JCO の中性子臨界事故、2)東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所事故であった。特に後者は今なお展開中の事象であり、今後も暫くはそうであり続けるであろう。原子力 PA なるものに初めて抱いた印象「戦後日本が原子力エネルギーを導入している割には国民がこの方面の基礎的知識を与えられる機会が無さ過ぎる」ということは今なお強烈に感じている。

原子力 PA は対社会人のもの、いわば後手に廻った散発的なもの。本来は初等から高等に至る義務および准義務教育を通じ先手を打って基礎教育として営々となされるべき

ものだ。この主張を断固として貫徹したのが放射線教育フォーラムであった。宇宙を駆動している根本的なエネルギーが核エネルギーである。これを人殺し用ではなく、人間的に和らげて使いこなす技術を確立すること、これが唯一の被爆国日本の義務と確信している。

来し方・友情

森 千鶴夫

1997年10月にオーストラリアのシドニーで、第2回アイソトープ国際会議が開催され、松浦辰男先生が「放射線教育について」講演された。一般人や生徒達への放射線教育の必要性を熱く語られ、多くの賛同を得た。その後、新橋近辺で長谷川圀彦先生と連れ立って虎ノ門の方へ急ぐお二人に時々出合った。放射線教育フォーラムの事業に邁進しておられたのであろう。2013年6月に東京慈恵医科大学で当フォーラムの勉強会が開催され、私は講師の1人になっていたので参加した。懇親会が終わり帰る段になって、松浦先生と長谷川先生がおられ、山寺秀雄先生と私と4人が誘い合ってタクシーで新橋駅まで行った。タクシーを降りたお二人は寄り添うように並んでゆっくりと歩いて行かれた。その後ろ姿を拝見していて、私には長年の親友がお互いに助け合い、信頼し合い、いたわり合っておられるように思えて、感慨に浸りながら見送った。あまり楽でない道を20年も共に歩んで来られたのであるから当然とも思われる。現在の理事の方々もおおむね当初からボランティアでフォーラムの活動に努力して来られ、組織を維持して来られた。まさに長年の盟友である。深く感謝申し上げる。

「思ったこと」

細渕安弘

設立から20年、心よりお祝い申し上げます。多くのNPO法人が維持に厳しいマネジメントを強いられている中、これ程長きにわたって継続出来ていることは素晴らしいことと思います。これも偏に理事長はじめ役員の方、事務局長はじめ事務の方及び会員各位のお力と思います。特に、現代的課題の解決という使命のために役員等の方々が頑張って乗り越えてきた賜物と思います。感謝申し上げます。

今後更なる発展のために、色々な課題 ― 会員数の微減問題(特に若い会員や小中学校高校の先生方の会員が少ない事)、財政問題等 ― 解決のために役員等の方々が多角的に検討努力されています。

私は紹介入会とともに編集委員にさせて頂いていますが、自省を込め述べさせて頂くと、会員 (及び会員外) の目線 ― 例えば、勉強会等に欠席されている会員のアンケート調査や小中学校や理系高校の先生方の教員環境実態調査 (過去に文部科学省による教員勤務実態調査 (小中学校、高校) 報告書もありますが) ― も必要なのではと思ったり、また、若い人にアピールした冊子作りやPRの強化も必要ではと思ったりしています。最近、ホームページが刷新され見やすく分かりやすくなりました。大変な作業だったようです。

微力ですが、更なる進歩発展に貢献すべく理事長はじめ役員、事務局の方々や会員の方々ともどもと協力努力したいと思っています。

20年を振り返って

菊池文誠

大学の物理学科で原子物理学の講義や専門実験で放射線計測関係を担当していた自分が世間一般に対する放射線教育の必要性を意識したのはチェルノブイリの事故直後であった。いくつかのマスコミの取材があり、受けた質問はマスコミが市民から受けた質問に答えられず説明を求めるといった内容

であった。それらはきわめて初歩的なものばかりで同時に世間には誤った放射線についての情報が氾濫していて学校でもほとんど教えられていないことと併せて放射線の正しい知識の普及の必要性を痛感した。それからは機会があるごとに書いたり、話したりでその考えをアピールし、同じころ始まった「青少年のための科学の祭典」で放射線関係の演示実験を国内各地で行った。また、立教大学原研の松浦先生が中心になって放射線教育のグループ設立を準備しているということを知り連絡を取り、準備会でこれまでの経験など話をする機会をいただいた。

フォーラム発足後は編集委員、理事、実験教材検討委員長などで仕事をさせていただいた。しかし、何よりも放射線を共通の専門としながらも全くバックグラウンドの異なる分野の方々からいろいろなことを教えていただいたことが一番良かったことと思っている。教育をするより自分自身が学ぶ場であった。福島第一原発の事故以来状況は一変したが我々の活動は今が正念場であろう。

cpm →Bq 考

緒方良至

私の専門は、放射能の計測に関する研究である。放射能の計測で得られる信号は、多くの場合、「電気パルス」であり、計数率 (cpm) が元データとなる。しかし、cpm 自体は意味がない。Bq 単位で評価して、はじめて意味のある量となる。例えば「この牛肉中の放射性セシウムは、10 Bq/kg である。」元データの cpm と放射能 Bq を取り持つのが「計数効率」である。しかるに、計数効率は、その核種からの放射線の放出割合、自己吸収、検出器の固有の効率、線源と検出器のジオメトリーなどなどに左右される。その計測の背景を充分に把握しておかなければ正しい評価はできない。

一方、霧箱を観察させたり、はかる君で環境放射能を測定させたりしても、ただ単に「きれいに見えた」「0.08 mSv だった」という元データに一喜一憂しているだけでは意味がない。「何故、飛跡が見えるのか?」「何故、あの場所の線量は高いのか?」など、観察された現象にどんな意味があるか、その背景を、実験者自身に考えてもらうこと、が大切である。これからも、教育フォーラムを通してそういうお手伝いをしたいと思っている。

フォーラムに入会して 13年が経ちました

辻 萬亀雄

かって、生活に必要な資源の探鉱、開発、販売に関わりました。鉄とエネルギー資源です。振り返れば関わった仕事に満足しています。

しかし、エネルギー資源を追い求めた者にとり、太陽光の恵みで熟成した化石エネルギーは化学原料と飛行機やロケットに利用する資源として取り置き、熱エネルギーにしか利用できない原子力は発電に利用するのが地球上の人類に取りベストであると思っています。

太陽光や風力発電は経済性を熟慮して利用すべきです。原子力発電は電気 1 Kwh に占める燃料費が少なく設備費が高い方式ですが、経済性に有利な発電方式です。放射性廃棄物の放射能は減損するので危険度の意味を理解すれば国民が受け入れられ、国内処分できます。

世界で一番生産費が安いカナダのウラン鉱山と、世界で最大の資源量を持つオーストラリアのウラン鉱山を日本に持ち込みましたが、ウランの売り込みができませんでした。原子力発電が根強い反対運動に会い開発が大幅に遅れたためでした。反対の理由は色々ありますが、一つに放射線が怖いというのがありました。

それで放射線を正しく学校教育に取り入れるという運動をしている当フォーラムを知り、入会しました。皆様の出来ない分野を受け持ち活動するのが誇りです。

被ばく線量の最適化

金子正人

昭和38年、原子力工学科の放射線健康管理学の講義で、「放射線は生体にとり有害＝bio-negative」と教育されたが、被ばく線量はICRPのALARA（全ての経済的及び社会的要因を考慮に入れながら、合理的に達成できる限り低く保つべきである）の原則に従うべきである。放射線の影響は、同じ線量でも短時間で受けるほど大きいが、放射線を極めて短時間に受けた広島・長崎の被ばく者の場合でも、以下のような調査結果になっている。

1) がんによる死亡率は、低線量（200 mSv）では有意な増加がない。

2) 被ばくした両親の子どもに、遺伝病の増加は確認されていない。

3) 母の子宮内で被ばくして生まれた子どもの障害（知恵遅れ）も、100 mSv以下の線量では見られない。

実際、低レベル（低線量かつ、低線量率）の放射線の影響については、放射線作業従事者や高自然放射線地域住民の疫学調査などによっても検出できないほどである。

16世紀のパラケルススの金言が思い出される。“全てのものは毒である。毒でないものは存在しない。毒になるか薬になるかは、正しい量であるかどうかで分かれる。”放射線についても“正当に怖がる”教育が必要で、「大量では有害だが、少量では無害か、場合によっては有益」という常識的な考え方を尊重すべきではないかと思われる。

新聞記事と放射能・放射線の学習

朝野武美

1986年に「チェルノブイリ原発事故」が起きた。8年後の1994年、原子力の推進あるいは反対という視点から離れて、人々に放射線・放射能や原子力についての正しい科学的知識を普及させようという趣旨のもとで、「放射線教育フォーラム」が設立された。2011年3月11日に「東日本大震災による原発事故」が起きた。原発事故に関連したこれまで三年間の新聞記事は膨大な量である。記事に納得できない部分があったりするが、放射能、放射線、原発に関する貴重な勉強資料として保存している。

例えば、取材記事として、「原発と原爆は脅威が同じ」とか、「原発と核兵器の根は一つ」とか書かれてあった。「脅威」は観念的表現であり、「根」という言葉は科学的用語ではない。このような表現は読者に誤った知見を与えると思う。「脅威」は放射線被ばく線量の健康影響のことであれば両者は同じではない。また、「根」とは「核分裂性ウラン原子」を指しているのであれば、原発では核分裂反応の出力が制御されているが、原爆の核分裂反応は無制御で起きる。ウラン原子の使用目的が本質的に異なり、根は一つという表現には納得できない。

退職して10年が過ぎた。医療専門学校で将来の診療放射線技師をめざす学生の「放射化学」を教えている。放射化学は核・放射線物理学と放射線生物学の間に位置する学際的な学問である。学生達は放射線に関する勉強に一生懸命である。なぜ、放射線の学問が人々の関心を呼ぶのであろうか。「宇宙教育の父」とも言われるJAXAの的川博士からの取材記事に述べられているが、宇宙と言う概念は理系/文系、政治/経済、産業/芸術を問わず社会に住むすべての人を引きつける多面性を持っている。また、放射線は宇宙という概念と関わっている。放射線の学問に、宇宙の誕生から現在までの137億年の過去を人の心に呼び起こすエネルギーが潜んでいるようだ。

始まりは「面白い!」

大津浩一

授業だから、生徒たちは放射線も学ぶ。「知りたい」からではない。しかし、そのとき「面白い!」と共感させればこっちのもの。あとは勝手に情報を探し、学び続ける。私自身も門外漢であったが、当フォーラムが行った教員向け研修で面白さを感じ、今に至っている。コバルト60からのチェレンコフ光の美しさ、原子炉のドップラー効果やボイド効果。放射線が「面白い!」と思ってしまったのだ。

一方、放射線に関して専門的知識を持つ現場教員は少なく、ましてや「面白い!」と感じさせるノウハウの蓄積も教育現場にはない。専門家集団、現場教員がともに所属する当フォーラムにできることは多い。例えば、霧箱。霧箱は、放射線の飛跡を簡単に可視化できて面白い。一方、線源を使うことで「特別なものから放射線が出る」という誤ったメッセージを与えるかもしれない。自然放射線も霧箱で見る技術と意義を伝えることが、当フォーラムの活動の一つになればと思っている。

面白さでは片づけられない問題もある。DDT やメラミン樹脂、ダイオキシンなどと同様に、放射線は、本来のリスクとベネフィットとは違う評価をされている。実害がなければともかく、それにより失われる命や富がある。持続可能な開発のための教育(ESD の視点からも、個別に対する分析とともに、複数の対象のバランスを評価できる能力が重要だが、それも、サイエンスを「面白い!」と感じるところから伸びていく能力だと思う。

「安心・安全」!?

工藤博司

最近よく「安心・安全」と並べて使う人をよく見かける。自治体の長や議員、あるいは婦人団体の役員などの挨拶でよく聞かれる。街頭で「○○反対!」と大きな声をあげている人たちもそのような言い方をする。いつから使われているか定かではないが、ここ 10 年くらいの間に広まったようだ。先日ラジオを聞いていたら、「実は私が言い始めました」と言う人がいた。名前は思い出せないが、その人は「特別な意味は無く、語呂が良いので使ったら受けまして・・・」と笑っていた。

「安心・安全」と並べて使う人の話は何を言いたいのか良く分からないことが多い。耳触りの良い言葉を並べるだけで内容に欠け、事柄の真意を理解せずにマスメディアの受け売りをしていることが多い。

そもそも、「安心」と「安全」は並列に置くものではなく、考えようによってはベクトルが逆向きである。「安全」は科学研究や技術開発の成果を踏まえて基準や目標を定めることができる。ところが、「安心」に基準を設けることはできない。いくら安全だと説明しても、「リスクがゼロでなければ安心できない」と言う人はどこにでもいる。

「放射線・放射能を学ぶ」というように放射線と放射能を並べて言う人がいる。語呂がよく、つい口が滑ってしまうようだが、よく考えて使うべきだ。放射線には実体があり、その正体や作用について学ぶことはいくらでもある。一方、放射能は「放射性物質の“量”」を表す概念に過ぎず、「放射性核種の毎秒の壊変数」と明確に定義されている。不用意に並べると、多くの人は「放射能はむずかしく、得体の知れない怖いもの」と受け取る。「放射能が漏れる」とか、「放射能の影響」のような誤解を招く言い方も避けなければならない。

福島第一原発事故 4 年後に思う

岩崎民子

福島第一原発事故から早や四年経つ。当初は原発から放出された放射性物質とそれに伴う健康影響が人々の関心事であった。除染

も進み、そろそろ復興期に入り、避難指示区域に指定されていた人々も自宅復帰を検討している段階にある。しかしながら、四年も経過すると、人々は避難先での生活が、特に若い人々では就職や子供の教育が軌道に乗っている人も少なくは無いであろう。そのような状況下においての自宅復帰は簡単ではないかもしれない。阪神淡路大震災も今年で20年が経ち、その復興にはめざましいものがあるとは言え、行政主導だけの復興プランでは駄目で、住民参加型の計画が必要であったという反省を聞かされた。これは福島震災においても重要な意見であろう。さらに今回復帰を難しくしているのは放射線の問題である。すなわち、復帰除染レベル1 mSv/年の理解である。その数値達成だけで住民は納得するであろうか。その数値を理解する上で、ある地域では簡単な個人線量計を用いて実際に日々の線量を測り、得られた数値を平常時の自然バックグランド値や、医療被ばくと較べてみることにより、1 mSvの意味するところを身をもって理解し、安心に繋げているという。そのためにも放射線教育の必要性が欠かせないように思う。

思い込んでしまったら抜けない!

下　道國

記念号にはふさわしくないかもしれませんが、最近思っていることを書きます。新年初めの1月15日、テレビで「思い込んでしまったら抜けない」という番組を放映していた。最近になって増えている「オレオレ詐欺」である。この事件が出始めたころは、「孫のオレ」が「会社の金を使いこんだので…」や「保証人になったので…」、あるいは「妊娠させてしまったので…」などの口実による振込め詐欺であったのが、最近では手が込み、現金を受け取るのに宅配便を利用する手口や、複数人で役割分担をして自宅まで現金を取りに来るのまであるという。ちょっと不思議なことに、この「孫や子」はすべて男性のようで、女性が仕掛けたのは、寡聞にして聞かない。そして、だまされる人はすべて金のある人だということで、事前調査がしっかりと終わっているらしい。

ここで肝心なことは、騙された人のほとんどは、「自分は騙されない。何でオレオレ詐欺に引かかる人がいるのか、不思議だ!」と思った人だという。言葉巧みに話しかけ、相手に疑念の時間を作らせないようにして、やがて疑いもなく信じてしまうようにするらしい。この手口は、心理学的には「思い込んでしまったら抜けない」状況にすることだという。

やや乱暴な言い方かもしれないが、多くの人が日常的に、「信じてしまったら抜けない」状態になることは、少し冷静に見まわしてみればよくわかる。かく言う自分も例外ではない。そして「放射線の恐怖」もまた然りである。内容が科学的であろうがなかろうが関係はない。このように考えると、「放射線が怖い、微量であろうが絶対に害がある」と思い込んでいる人に理を尽くして説明しても、その思い込みを変えるのは至難の業である。この4年間でつくづく感じたことではある。元オーム真理教の上祐氏がいみじくも語っている。「教祖から決別するのに10年かかった」と。正しく理解する(してもらう)道のりは、遥かに遠く、極めて厳しいと痛感しています。

放射線かるたを作って子供たちと遊ぼう

堀内公子

小学校一年生の時に教室で結核の紙芝居三部作を見た。TVもパソコンも一家に一のラジオも電話もなかった時代の視覚から入る紙芝居は強烈な印象だった。家に帰ったら手を洗って口をすすぎましょう。その時言われたのかどうかの記憶にないが、今も続いている。

六年生のクラスでは毎日授業の前10分位の時間にその日の週番が皆に単位の換算クイズを出す習慣があった。1インチは2.5 cm、1ポンドは450 g、1マイルは1.6 km等々。きっかけは記憶にないが、順番に出題したり答えたり、皆一生懸命やった。お陰でその後換算で困ったことは殆どない。一度も役に立たなかったものとしては1 m^3=5石5斗4升3合というのさえあった。

子供の頃から放射線をゲーム感覚で身近に感じさせる方法はないだろうか。子供の頃「いろはがるた」を楽しんだ。い「犬も歩けば棒に当たる」に始まって子供心に良く分からないものも多かったが不自由はなかった。つ「月夜に釜を抜く」など今になって広辞苑を引いてみると「ひどく油断した状態」を指すのだそうだ。

きれいな絵や面白い図を取り札にした放射線かるたを作って子供たちと遊んでみるのはどうだろうか。意味は完全には分からなくてもリズム感の良い読み札とインパクトの強い絵は子供たちの視覚と聴覚を刺激し後々まで残っていくと思う。

ちなみに駄作をひとつ。

* 原子炉の青い光はチェレンコフ光
* 天然のウラン、トリウムは女系の家系
* 霧箱で飛跡を見せてノーベル賞

原発・放射線問題についての国民的合意を深めるために

小嶋昌夫

私は1985年まで38年間高校教師（物理・数学）、その後1995年まで大学教師（教職課程）、科学教育研究協議会発足時[1954年]からの会員です。原発・放射線問題では小野周、中島篤之助、安斎育郎、池内了さんたちの著書や見解にシンパシイを感じ、高木仁三郎さんには敬意を払いつつ一歩距離を置く立場で実践し研究・活動してきました。

3・11に遭遇し、一貫して放射線教育に一番熱心で豊富な研究・教育実績を持ち、国の原発政策に肯定的な立場のフォーラムが今後この問題にどう取り組むかから学ぶことは、私たちのように批判的立場できた人間が原発に関わる社会問題や学校での教育課題について国民的合意を深める活動をつくりだすためにはどうしても必要だと感じたので参加させていただきました。

この四年間、3.11以後に私たちが立ち上げた「原子力エネルギー教育研究会」（日本教育学会課題研究「大震災と教育」原発事故と子ども・学校・地域グループ共催）に松浦辰男さんや田中隆一さん方に参加いただき、またフォーラムの研究会には私どもからも毎回何人かが参加して十分とは言えませんが国民的合意へのささやかな実践を進めさせてもらえたと思っています。特に嬉しかったのは、私たちの研究会で最初に学ばせてもらった福島県郡山の佐々木清先生の実践がフォーラムの研究会でも高く評価され県段階でも全国的にも国民的合意を深めるのに大事な役割を果たしてくれていることです。私自身はこの2年ほど身体を痛めどちらの研究会にも出席できなくなっていますが、今後もお互いから学びあうといった流れが一層強められていくことを期待しています。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 66 – 70 (2014)

【招待論文：研究報告】

セミナーなどに触発された放射線実験教材の開発

森 千鶴夫
愛知工業大学
〒468-0055 名古屋市天白区池場 3-1110
（2014 年 12 月 9 日受理）

1. まえがき

NPO 法人放射線教育フォーラムは、文科省の受託事業として学校教員を対象とする「エネルギー・環境・放射線セミナー」を 2001 年度から 2009 年度まで 9 回にわたって、全国 10 地区で開催した。内容は年度や地区によって若干異なるが、基本的には講義、実験・実習、パネルディスカッション、見学などである。愛知・岐阜・三重地区では、最初から 3 回は山寺秀雄先生 (副会長、理事、現顧問) が責任者となって開催した。その後は先生の指導と地区会員の協力を得ながら森 (理事、現顧問) が担当した。また、当フォーラムは独自の「放射線学習指導資料」[1]を作成したが、その中の「放射線実習の手引書」の部分を担当させて頂いた。なお、愛知・岐阜・三重地区では、その後、緒方良至理事の努力で今も東海地区として勉強会を続けている。

これらの機会を通じて多くのことを学ばせてもらったが、特に実験においては、触発された形で少し気付くことがあり、それにこだわってやや新しい放射線実験教材の開発に取り組んだ。これは実は、中部原子力懇談会 (中原懇) が開催している放射線出張授業への協力にも関係している。従って以下に述べる事柄は、当フォーラムや中原懇の多くの方々のご協力に依っている。

2. 霧箱に関する実験教材

2.1 霧箱のアルファ線源（モナザイト球）

2009 年の秋に、「エネルギー・環境・放射線 セミナー」を名古屋大学シンポジオンホールで開催した。その時の実習に放射線利用振興協会扱いの霧箱と「シャーレを使った最も簡単な霧箱（中原懇の早川一精氏担当）の実験を行なった。同時に GM サーベイメータや「はかるくん」を用いた御影石などの身近な物品からの放射線の測定実演をしたが、その時の物品試料として、私が愛知県瀬戸市の陶磁器業者から購入していたモナザイト球が入った袋を持参した。モナザイトはいわゆるモナズ石で、リン酸鉱物の一種である。トリウムやウランを含み、身の回りの物品に比べればやや強い放射線を放出する。モナザイト球はモナザイトを小さな球に焼成したものである。セミナーの講師として当フォーラムの本部から来ておられた田中隆一理事 (現副理事長) が、その実演の様子を見て、「このモナザイトは霧箱の線源にならないか?」と言われた。それまではカンテラのマントルを小さく切ってシャーレ型の霧箱の線源に使用していた。

早川氏に話したところ大変興味をもたれ、瀬戸の業者から適切な直径のモナザイト球を購入して、中原懇の佐合穣氏とともにかなり詳細に検討した。そしてセラミックスであることによる極めて高い安全性を含めて、霧箱の線源として非常に適していることを見出した[2, 3] (図 1)。以後、この線源は東京の科学技術館など他の組織でも使用されている。

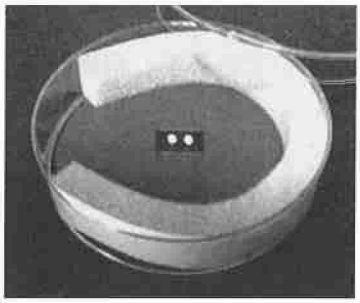


図 1　シャーレ型霧箱の中のモナザイト線源

2.2 霧箱におけるアルファ線飛跡の広がり

アルファ線の白い飛跡の広がりは、霧箱の中のエタノール蒸気の濃度、霧箱の底面の温度などによって大いに異なる。一般に過飽和度（底面の低温の部分の飽和蒸気圧に対する上面における蒸気圧の比）が大きければ、飛跡の横方向への広がりが大きく、花が開くような感じになり見飽きない。過飽和度が小さいと、比較的細い線に見える。アルファ線によってつくられたイオン対のうちの電子は軽いので、飛跡の方向に対して横方向に拡散し、(酸素ガスに付着される場合もある)、そこでエタノールの液滴に成長するが、過飽和度が小さい場合には、液滴の直径が小さいことと、液滴の数の単位体積当たりの密度が小さいこととが相俟って、白い飛跡として目には見えないためであると思われる。過飽和度が大きい場合にはこの逆で、液滴の直径が大きくなり広がった部分においても白く見えるためであろう。電圧を印加した場合の状況の変化などを含めて興味深い研究課題である。

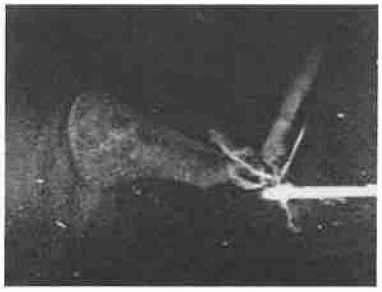


図 2　過飽和度が大きい場合のα線の飛跡の広がり

2.3 霧箱中におけるアルファ線の飛跡成長の方向の可視性

フォーラムのセミナーや中原懇の出張授業において、受講者と共に霧箱の中でアルファ線の白い飛跡が、線源から飛程の終端に向けて時間的に成長して行く（図 3）のを見つめているうちに気付いたことがあった。アルファ線はほとんど一瞬に飛程の終端まで飛び、イオン対は飛程のどこでもほとんど同時にできている筈であるが、どうして時間的に成長して行くように見えるのであろうかと思った。ちなみにアルファ線の空気中での飛行時間を計算してみると、約 10 ナノ秒以下である。

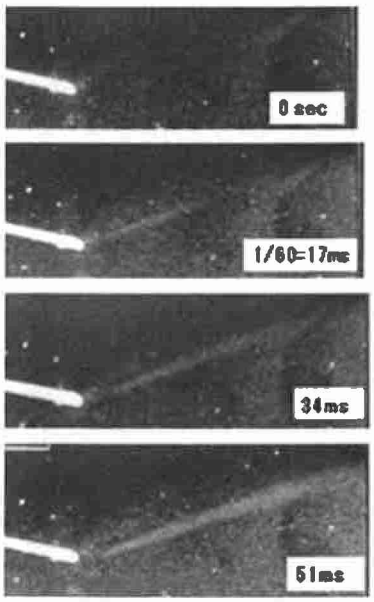


図 3　α線の白い飛跡は 50～60 ミリ秒で先端まで成長する

飛跡が成長して行くように見えるのは、アルファ線のエネルギー損失 $-dE/dx$ は電子などに比べて極めて大きく、かつ図 4 に示すようにいわゆるブラッグ曲線で示され、イオン対の密度は飛程の始めでは平均 2 個/μm であるのに対して、飛程の終わりでは約 6 個/μm に増加していくこと、アルファ線の飛跡に沿うエタノールの液滴の直径が 3 μm 程度にならなければ光の Mie 散乱を起こさず目に見えないことなどに加えて、飛跡の始めではイオン対の密度が小さいため、それぞれが 3 μm に育つには

イオン対の近くのエタノール蒸気が拡散して来ることで十分であるが、飛跡の終わりでは密度が大きいために、それぞれが直径 3μm に育つには、イオン対からより遠くのエタノール蒸気が拡散して来なければならないことなどによることに気付いた。したがって飛跡の終わりの方では長い拡散時間を要し、遅れて見えるようになる。このことを、拡散時間を含めた理論計算によって確かめた [5]。なお、ベータ線や電子の飛跡は電離密度が小さいためこのような成長の方向性をもつ現象は見られない。

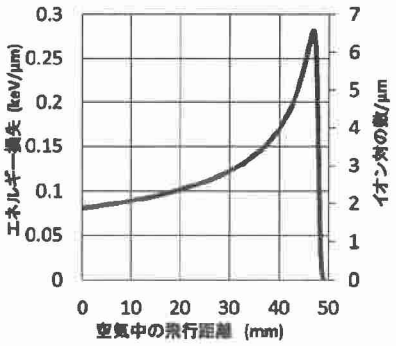


図 4　6 MeV の α 線の空気中におけるエネルギー損失と電離密度

3. 固体飛跡検出器 CR-39 による身の回りの物品からのα線放出像の取得

イメージングプレート (IP) を使って野菜や岩石などからの自然放射線像を過去に撮っていたので、ある高校の科学クラブから、その地方の岩石の自然放射線像を IP を使って撮りたいとの依頼を受けた。しかし、IP 法は厚い遮蔽箱や高価な読取機が必要で、大学などとの連携が必要である。何とかよい方法がないかと思案していると、30 年近く前に放医研の石榑信人氏（現名古屋大学教授）が強い Pu 線源からのアルファ線放出像の取得（マクロオートラジオグラフィー）に CR-39 を使用して、短い露出時間で良い成果を得た報告 [6]を出していたのを思い出した。当時この報告を読んだ時には、大変ユニークな方法なので何かに使えるのではないかと思っていた。この方法を身の周りの物品に適用できるのではないかと考え試用して見ると、2～3 ヵ月の長期間の露出が必要ではあるが、遮蔽箱や暗室並びに高価な読取機などは必要なく、非常に安価に（1 枚 1 万 9 千円の CR-39 を 15 枚に分割すれば、1 枚 1300 円程度になる)、しかも極めて鮮明なα線放出像が得られることが分った [7] (図 5)。現在、魚の臓器に含まれる ^{210}Po などからのアルファ線放出像の取得を行なっている。1、2 の高校の科学クラブでも取り組みが行なわれている。

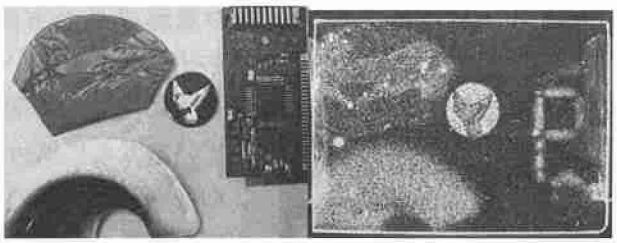


図 5 プローチや電卓の IC 周辺のハンダ付け部分の写真（左）とそれらからの α 線放出分布像、CR-39 で取得（右）

4. 手作り GM 計数管キットの開発

当フォーラムが行なってきた「エネルギー・環境・放射線セミナー」において、三門正吾氏（千葉大学先進科学センター）が開発した「ブタンガス注入ガイガー計数管の自作」[8] の実習が度々行なわれた。中原懇の早川氏がそのいくつかの論文を精読し再現実験を試みた。その結果、中原懇の「放射線ウオッチング」というセミナーで取り上げることになり、セミナーの指導員グループが協力した。

図 6　手作り GM 管計数セット。写真は内部を取り出した状態。左端はポリエチレンカップ GM 管

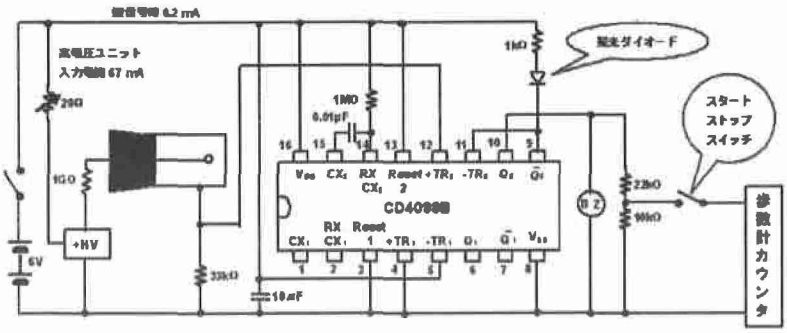


図 7　GM 管の計数回路

最終的には図 6 に示すように、三門氏の方法とはかなり異なり、アルミニウム陰極、タングステン線陽極の GM 管で、IC を使った回路や歩数計を改良した計数器などを備えた電池で動作する計数回路（図 7）を用いたものとなり、本格的な放射線測定実験が可能になった [9]。現在、中原懇の「放射線ウオッチング」セミナーにおいて活用されている。

その後再び、三門氏がポリエチレンカップを 2 個重ね合わせ、窓はサランラップ 1 枚を輪ゴムで止めただけの驚くほど簡単な GM 管をつくり、レシーバーで計数音を聞くタイプの計測器を開発した。早川氏と佐合氏がこの GM 管の活用を計画し、「放射線ウオッチング」グループが協力して、この GM 管の陽極と陰極を若干改良した（図 9 の最左の GM 管）。その結果、大きなパルス信号を取り出せるようになり、前述の計数回路でパルス計数ができるようになった。現在、中原懇の出張授業のメニューに加えられている。

5. 放射線教育実験における中学、高校の理科教育研究会などとの連携

放射線教育実験と言えば、拡散霧箱の実験と「はかるくん」を用いる放射線測定実験が定番である。「はかるくん」は現在、各県などに分散配布されていて利用しにくくなっている。霧箱も以前の放射線利用促進協会の供給体制がなくなっている。同時にまた、学校の教員も従来の放射線実験手法をマスターし、教員自身の物理現象としての興味がやや薄れて来ているのではないかと思われる。

しかし、霧箱一つをとってもその現象の複雑さは十分には解明されておらず、極めて興味深いものである。各県、各地域には、教員の理科研究会あるいは教育研究会理科部会などがあって定期的に実験手法の研究報告や新しい情報の交換を行なっている。我々がより新しい手法や情報を取得してこうした組織に働きかければ、かなり興味を持って受け入れてもらえるのではないだろうか。その際には、放射線関連の情報ばかりではなく、周辺領域の事柄の情報にも関連づけるのが良い。すなわち、放射線教育の立ち位置を少し広げ、現象の理解を深めることが求められているように思われる。ことに、3.11 事故以後はそのように感じる。

6. あとがき

放射線教育フォーラムのいくつかの事業に関係させてもらい、それらを通じて多くのことを学んだ。その実験的ないくつかをここに記したが、まだ進行中のものもあり、これからも新しいことが現れるかと思われる。身近なところにも興味ある事柄が潜んでいる。教育は子供達に未知の事柄、不明な事柄への興味をかきたてることがその目的の一つであるが、放射線はその恰好な対象ではなかろうか。そのためには自身が面白がるのがよいが、当フォーラムはそのような機会を大いに与えてくれた。フォーラムの会員にとって、一般

市民や生徒達に情報を正しく伝えることが大きな役目の一つではあるが、一方で会員はフォーラムから、放射線教育誌やニュースレター、勉強会、セミナーなどを通じてこの 20 年間に多くのことを学んだ。また、フォーラムは他組織との連携、文科省への働きかけなどを積極的に行なってきた。そのような意味においても、当フォーラムは大きな役割を果たしてきたと言える。関係者の方々に深く感謝する。

なおここに記した実験の一部は、文献 10) および 11) にも記載されている。

参考文献

1)「放射線教育」別冊, 放射線教育の輪を広げよう, NPO 法人放射線教育フォーラム 2009 年度活動報告書, 57-121(2010 年 3 月)「放射線学習指導書」

2) 早川一精, 佐合 穣, 森 千鶴夫, シャーレ型霧箱におけるモナザイト線源の使用と飛跡の出現に及ぼす影響等の検討, RADIOISITOPES, 61 (No. 6), 297-305 (2012)

3) 森 千鶴夫, 早川一精, 佐合 穣, シャーレ型霧箱におけるモナザイト線源からの飛跡数に関する理論的検討, RADIOISITOPES, **61** (No. 8), 399-408 (2012)

4) 森 千鶴夫, 電界を印加した霧箱中のα線の飛跡の挙動、第 46 回アイソトープ・放射線研究発表会要旨集 p. 120 (2009)

5) Mori, C., Visibility of the growth direction of an alpha-particle track in a diffusion cloud chamber, J. Nucl. Sci. Technol., **51** (No.2), 196-200 (2014)

6) Ishigure, N., Application of CR-39 Plastic to Rapid and Quantitative Macro- autoradiography of α-Emitters in a Whole Body Section of an Experimental Animal, RADIOISOTOPES, **34** (No. 2), 101-102 (1985)

7) Mori, C., Macro-autoradiography of alpha emitters in environmental materials observed with solid-state track detector CR-39, J. Nucl. Sci. Technol., **50** (No. 9), 891-897 (2013)

8) 三門正吾, 紙筒で高感度ガイガー計数管を作ろう, Isotope News, No. 628, 15-18 (2006) 他

9) 早川一精, 佐合 穣, 青山隆彦, 飯田孝夫, 五井 忍, 森 千鶴夫, 携帯型手作り GM 管放射線測定器, Isotope News, No. 720, 4 月号, 46-50 (2014)

10) 森 千鶴夫, 学校教育における放射線実験に関する提言, 放射線教育, **16** (No. 1), 3-12 (2013)

11) 早川一精, 中部原子力懇談会で開発した放射線実験教材 (まとめ), 第 3 回放射線教育フォーラム東海地区勉強会予稿集, 2-4 (2015)

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 71 – 80 (2014)

【招待論文：解説】

宇宙進化における放射線の役割
— 化学反応及び熱力学からの考察 —

大野新一
理論放射線研究所
〒227-0054 横浜市青葉区しらとり台 12-5
（受理 2015 年 1 月 25 日）

[要旨] 物質と放射線は共通の素粒子から構成されている。物質は「重力」によって集積して星をつくり、重力の解放によって高温になった星では「強い核力」によって元素が合成されるだけでなく、大質量の星からは超新星爆発を経て大きな運動エネルギーをもつ宇宙線が誕生する。ここで誕生した宇宙線 (=放射線) は電荷をもつ物質がつくる磁場の中を走りながら宇宙における普遍的な存在となる一方で、同じく普遍的な存在である物質 (=星間物質) に運動エネルギーを分け与えながら「電磁力」でつくられる複雑な物質 (化学結合による分子) を合成し、分子が生命誕生に繋がる物質をつくる。本稿では、この基本的な物質－放射線の間のエネルギーのやりとりの仕方を調べ、その特徴が不可逆性にあることに注目しつつ、さらに宇宙進化との関連を考察する。

1. 宇宙進化を熱力学的にみる

19 世紀に完成したとされる熱力学では[1,2]、「宇宙のエネルギーは一定」、「宇宙のエントロピーは増加する」の 2 つの結論が Clausius によって提示されている。熱力学の諸法則は、日常経験することを定式化したものである。ある系について、容易に測定可能な物理量（たとえば圧力、体積、温度、化学組成など）が与えられると、その系のそれ以後の状態を知ることができる。とりわけ系が外から掻き乱されない (エネルギーが付与されない) で放置されると、その系はやがて平衡状態に達し (エントロピーが極大になる)、それ以後の状態は時間によらずに、一定のままであるというのが熱力学の結論である[1,2]。

138 億年前に、突然、われわれの宇宙 (時間・空間・物質・エネルギーなどのあらゆるもの) はまず「無」から誕生し[脚注 1)]、誕生した微細な宇宙は急激に (誕生後 10^{-36} ~ 10^{-34} 秒の間) 10^{43} 倍も膨張 (=インフレーション) する[3]。それに伴って温度が低下するさいに真空

脚注 1) 無からの宇宙誕生についてつの研究の流れが知られている。① Vilenken：大きさゼロ、ポテンシャルエネルギーゼロの量子論的ゆらぎの状態にあった原点がポテンシャル内をトンネル効果で通過して微細宇宙が誕生、以後ポテンシャル山の坂道を駆け下りて宇宙は拡大しつつ、ポテンシャルエネルギーが下がり、それに等しい運動エネルギーを放出する。② Hawkins：虚の時空の球と実時間・実空間で伸縮する球を考え、両者の半径が等しくなるときに量子論的に前者から後者へと遷移が起きるのが宇宙誕生であるとする。特異点を避けて考える方法である。

の相転移を起こして潜熱の放出を起こす[脚注 2)]。潜熱からは物質をつくる様々の粒子が生まれ[4)]、また物質粒子はその性質に応じて相互に反応する。宇宙誕生の 38 万年後には、宇宙の平均温度が約 3,000 K まで低下し、そして電気的には中性の粒子である水素原子 (数%のヘリウム原子を含む) で満たされた状態であったとされる。この状態は、夥しい数の光子が粒子に邪魔されずに空間を走り抜けるようになるため「宇宙の晴れ上がり」とよばれる。引き続き宇宙は膨張を続けるので、熱力学からの予想では、宇宙の温度はさらに低下し、水素原子の密度は低くなるが、大きな変化は起こりそうもない。ところがこの電気的には中性の水素原子およびヘリウム原子で満たされた宇宙からは、数億年後には星を誕生させ、138 億年後の現在までに、平均して星を 2 千億個も含む銀河を現在知られている範囲の宇宙全体で 1 千億個も誕生させている[脚注 3)]。さらに多くの星は惑星をもち、そのなかでも典型的な星である太陽系の場合では、いつしか生命を誕生させて人類にまで進化させた地球が存在している。最初は、構造がなく、温度が唯一の情報であった平衡状態の宇宙が、138 億年後の現在では、多くの複雑な構造を持ち、文明を築き上げる人類が存在し、宇宙の構造や歴史、今後の運命を心配している。ここでは宇宙の構造が複雑化することを「進化」と捉えることとする[2,5)]。

熱力学では、系が周囲の温度と等しくなり、すべての巨視的変化が終了した熱力学的平衡を基にして論じる。ところがわれわれの宇宙では周囲との境界は存在しない。内部に含まれるエネルギーは、最近の研究成果によれば[6)]、真空エネルギー (ダークエネルギー)が 73%、次に暗黒物質 (ダークマター) のエネルギーが 23%、そして通常の物質 (のエネルギー) が 4%であるとされる。真空エネルギーについては、まだ性質は分らずに、それでもこの宇宙を絶えず膨張させるエネルギーであるとされている。暗黒物質は質量をもち、天体の凝集、そして天体の運動を大きく支配していること以外は不明である。このような状況であっても、宇宙は進化し続け、われわれの差し当たりの関心事である宇宙における物質を 1 つの熱力学的な系として捉え、その物質変化について考える試みは許されるのではないか。

2. 宇宙における放射線 ― その誕生と消滅

脚注 2) 空間を押し広げる働きを有する真空エネルギーの高い状態で宇宙が生まれたと考えられる。インフレーション宇宙論によれば、その誕生直後 10^{-44} 秒後に最初の相転移が起こり、重力が他の力から分岐した。それから 10^{-36} 秒から 10^{-35} 秒の間にインフレーション膨張 (そして強い力が分岐)、温度も急激に下がり、次の相転移による潜熱により「火の玉」宇宙となる。10^{-11} 秒後に弱い力が電磁力から分岐して誕生する。こうして 4 つの力の分岐が起こるとともに、潜熱から未発見の (超ヒモ理論、膜理論などで研究されつつある) 基本的な粒子、続いてクォーク、電子、ニュートリノ、光子が誕生し、さらにクォークから陽子が生成され、電子と再結合したのが水素原子である (単独の中性子は寿命が 13 分と短いため、すぐに消失する)。

脚注 3) 暗黒物質の存在が重要である。初期宇宙における暗黒物質の揺らぎの分布に応じて物質が集積・成長して星・銀河などの構造ができたと考えられ、初期揺らぎ分布を反映するものとされる宇宙背景マイクロ波放射の精密な測定と、それを用いた大掛かりな宇宙シミュレーションの研究が実施されている。

2.1 放射線と物質の成り立ち

宇宙では、膨張する空間と時間の中で物質と放射線が存在する。その物質と放射線は共通の素粒子から成り立っている。そして素粒子間で働く 4 つの力 (強い核力、弱い核力、電磁力、重力)が現在までに知られている。誕生 38 万年後の宇宙はまだ高温高密度の平衡状態であったと考えられるが、138 億年後の現在では平均温度は 2.7 K にまで下がり、多種多様な構造 (星間分子、ダスト、星、惑星、生命、銀河、宇宙線) が形成されている。本章で考えることは、①どのようにして物質が集り、星がつくられ、大きなエネルギーを持つ宇宙線が出現するのか、そして ②宇宙線の持つ大きなエネルギーが、遠くはなれた場所に存在する物質粒子に、どのようにしてエネルギーが小分けされながら分配されるのかである。

表 1．共通の素粒子からできている物質と放射線

	名称と記号	電荷	質量/kg		名　称	相互作用する素粒子間の距離と力の大小の目安
素粒子の種類	陽子　p	+1	$1.67\cdot10^{-27}$	力の種類	強い核力	10^{-15} m、大きい
	中性子　n	0	$1.67\cdot10^{-27}$		弱い核力	10^{-17} m、小さい
	電子　e^-	−1	$9.1\cdot10^{-31}$		電磁力	無限大、大きい
	ニュートリノν	0	ほぼ 0		重力	無限大、小さい
	光子　hν	0	0			
共通の素粒子からできている物質と放射線の違い；成り立ちとその例						
物質	4 つの力によって集合している	星間分子、ダスト、星、惑星、銀河、銀河団、および (およそ 100 種類の元素から成る) 物質と生物				
放射線	集団から離れて単独で走っている	宇宙線 (エネルギーは 10^9〜10^{20} eV)、星風 (太陽風)、紫外線、不安定原子核や加速器からでる放射線、X 線など				

*) 素粒子としてクォーク、ニュートリノ、電子、光子を挙げる場合が多いが、ここでは複雑にならないように陽子、中性子、電子、ニュートリノ、光子とした。これらの素粒子の種類については、最初にエネルギーと時空との相互作用によって生まれた 1 種類の粒子からその後の相互作用によって多種類の素粒子の誕生になったと考えられるが、未解決の問題である。超ヒモ理論、膜理論などの研究、暗黒物質の本性、空間がなぜ 3 次元なのかの問題が盛んに進められている。

空間と時間、あわせて時空のある特定の位置にいる観測者からみれば、物質は静止し、放射線は運動エネルギーをもって走っているのが通常である。物質は重力によって凝集して重力エネルギーを蓄えるが、同時に物質構成要素 (素粒子) 同士が接近する距離に応じて様々な力の作用が起こり、ついには蓄えた重力エネルギーを解放する (超新星爆発、ガンマ線バースト [11])。そして遠くはなれた物質に対して放射線作用を及ぼす。放射線作用を理解することは、放射線のもつ運動エネルギーが物質中でどのように分配され、その結果、物質がどのように変化するかを理解することである。本章ではエネルギーの視点から宇宙進化における放射線の役割を考察する。

[物質の安定性] 室温付近 (約 300 K) で分子が走る平均の速度は数百 m/秒であるが，この速さで互いに衝突しあっても分子自体が破壊することはない。原子や分子の大きさは直径が 10^{-10} m であるが、そのなかで電子は 10^{-15} m，原子核も同じ大きさかその 10 倍程度，電子は猛烈な速さで原子核の周囲をまわる（1 秒間に 10^{16} 回）が、原子や分子自体は相互

に衝突してもこわれることもなく、安定である。このような原子・分子の安定性を先ず理解することが大切である。実は、電子が波のように運動すること、そして原子核によって狭い空間に閉じ込められる場合に、電子の波は定在波を形成することにより安定化するとして理解されている。水素原子の場合で、円運動する電子軌道の半径 0.053 nm、速度は約 10^6 m/s 、回転周波数 10^{16} Hz などが知られている。[脚注 4)]

宇宙誕生 38 万年後に約 3,000 K で平衡状態になった水素原子の集団を考える。水素原子同士の衝突は、それぞれの原子自体が安定なので、ちょうど玉突きの玉の衝突のように (電子の量子力学的縮退圧によるという言い方もある) 原子の運動エネルギーのやりとりを伴う。多くの場合、それは弾性衝突であり、衝突後の原子の軌跡を逆にたどると再び衝突をして初めの状態に戻る、すなわち可逆過程である。原子の数が増加して複雑な衝突事象が起きたとしても、この可逆性は保たれる。[脚注 5)]

[放射線のもつ大きい運動エネルギー] 宇宙進化に関連した放射線の性質の中で、もっとも重要なことは ①放射線は周辺粒子とは桁違いに大きなエネルギーを有し、周辺粒子が数 eV のエネルギーのときに MeV、GeV、TeV などの単位のエネルギーであること、そして ②遠くはなれた地点での分子星雲、ガス、ダスト中にそのエネルギーを小分けにして数万～数億個の多くの原子・分子の化学反応を促進することである。

2.2. 物質の収縮

宇宙の物質の中でもっとも典型的な存在は輝く星 (恒星) である。その誕生・進化・消滅までのエネルギーの出入りに注目する。星 (まず平均的な質量を持つ太陽の場合) について考える。最初に空間に広く分散して分布したガス (宇宙の初期では水素原子、水素分子、暗黒物質など、その後の宇宙では宇宙塵、種々の原子や分子などを含む) から互いの重力によって星が生成される。その星の中心密度が重力により大きくなると、温度が上昇し、1 千万度を超えると動き回る水素原子核同士が接近して、強い核力により核融合反応が起こり元素合成が起こる (図 1)。核融合反応は発熱反応である限り続くが、温度上昇に

脚注 4) 原子は、堅くて小さく決して壊れることはない、永久不変のものとギリシャ時代から考えられ、この考えはニュートンの時代も、またドルトンの時代にも引き継がれ、19 世紀の化学反応の定量的研究を通して確かなものと考えられていた。しかし、その原子や分子のなかを素通りする放射線、そのために原子のなかの構造を調べるのに利用可能な放射線が発見され始るのは 19 世紀の終わり (1895) であった。γ 線や X 線は光速で走る中性の点粒子であり、原子内の電子に直撃したときに電子を跳ね飛ばす (コンプトン散乱)。高速電子は原子内の電子の近傍を走るときに短い時間だけクーロン力が働く (=力積)。さらに α 線や電荷の大きい荷電粒子になると、電荷が大きい分だけ、そして速度がゆっくり (衝突時間が長くなる) になった分だけ、電子線にくらべて原子内電子との相互作用の確率が大きくなる。

脚注 5) 実際の宇宙では、より高温状態から冷えてきたこと、また温度 3,000 K でも水素原子の運動エネルギーは平均値 : (3/2) kT ~ 0.39 eV を中心に広く分布するので、仮にいま、例えば 40 eV という大きいエネルギーの原子を考えても、数多く存在し、水素原子同士の衝突からイオン化などの反応も起こり得る。すると水素原子だけでなく、水素分子 H_2、H_3^+ イオン、電子なども数は少ないが常に存在する系であると言える。

伴って星（ガスの集合体）の膨張が起きたり、反応に必要な原子核（=燃料)が不足してくると重力が勝って縮小したりを繰り返す。

全質量が M の粒子集団が無限大の地点から互いの重力で集積して半径 R の球を形成するまでにほぼ GM^2/R の重力エネルギーが解放される[脚注5)]。太陽の質量 $M = 1.99\times10^{30}$ kg、半径 $R = 6.96 \times 10^8$ m、G（重力定数）$= 6.67 \times 10^{-11}$ N m^{2}kg^{-2} を用いて、現在の太陽がこれまでに解放したと考えられる重力エネルギーは -2.3×10^{41} J である。そのエネルギーは星の内部を加熱し、粒子の熱運動を大きくして、2 つの効果をもたらす。1 つは星内の圧力を大きくして重力との釣り合いを保ち星（太陽)を一定の大きさに維持すること、他は星の表面(太陽の場合では 6,000 K）から宇宙空間にエネルギーを熱放射することである。現在の太陽からの熱放射は 4×10^{26} J s^{-1} が測定されており、また太陽の寿命 100 億年が推定されているので、太陽から宇宙への放出エネルギーは $E_{emit} = 100 \times 10^8 \times 365 \times 60 \times 60$ s $\times 4 \times 10^{26}$ J s^{-1} $= 7.2 \times 10^{43}$ J と考えられる。このエネルギーは GM^2/R の式で求めた 2.3×10^{41} J をはるかに超えている。実は、太陽の中心部から高温になり陽子と陽子が電気的反発力に逆らって接近して強い核力で反応する核融合が起こり、質量のおよそ 0.7%がエネルギーに変わるのである。この発熱反応は水素（陽子）が充分に存在する限り持続する。水素が不足して核融合反応による発熱が減少すると重力が勝ってきてより高温状態がつくられ、生成物であるヘリウム核同士の反応が起こる。以下、同様にして鉄核（陽子 26、中性子 30 ないし 40 個）が形成されるまで続く。鉄核合成を越えると以後は吸熱反応になるので反応が止まる。以後の星の終末の様相は星の質量により大きく異なることが知られている。

2.3 星中心部から星表面までのエネルギー移

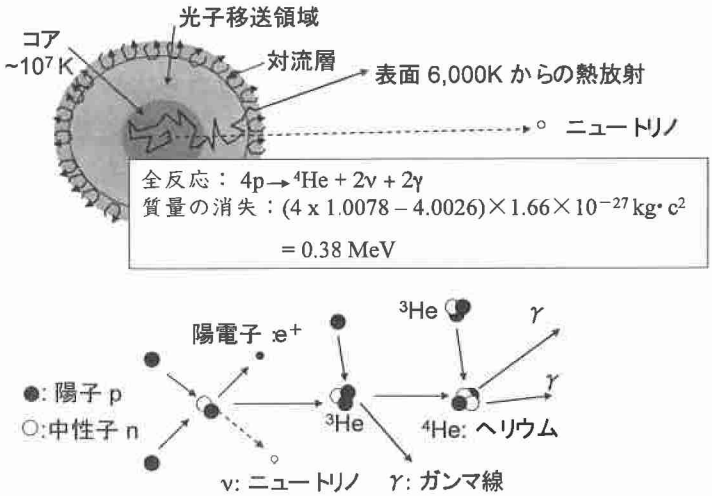


図 1　星中心部における核融合反応とその生成物の拡散　生成物のうち He は星の中心部に留まり、ニュートリノ（ν）は直ぐに星を素通りして宇宙の果てへと走る。γ 線は荷電粒子（陽子、電子）との衝突を繰り返しながら 10 ~ 100 万年かけて星の表面に達する。

星の中心部で発生する核融合反応熱は、(α: アルファ粒子、p: 陽子、d: 重陽子、ν: ニュートリノとして）例えば核反応 $p + p \rightarrow d + e^+ + \gamma + n$、$d + d + p \rightarrow \alpha + n$　などで発生する d や α の運動エネルギー、同時に生成する γ 線、ν などの運動エネルギーとして放出される。α や d などのエネルギーは周辺の粒子との衝突を繰り返えしながら直ぐに熱エネルギー(現在の太陽コアでは 1 千万度）に変わるが、他の粒子との相互作用が極めて弱い ν はその

脚注5) 正しくは $(3/5)GM^2/R$ である。文献 7）

まま星からでて宇宙の彼方に消える。電磁相互作用をもつγ線は周囲の荷電粒子と衝突しながら10万年から100万年かけて太陽表面に達し、そこで6,000 Kの熱放射として宇宙空間に放出される。熱の流れは典型的な不可逆過程である。

2.4 超新星爆発と放射線の誕生

質量が太陽の20倍、30倍を超える星が自己の生み出す重力によって収縮を続けると、電子縮退圧では支えきれずに星が崩壊し、構成粒子が激しく飛び散ることが起こる(=超新星爆発)。わかりやすい例を紹介すると、星の中心部に鉄核(原子番号26)が蓄積しこれ以後は核融合による熱生成が起きない状態のときに、重力による圧縮が続き鉄原子の26個の電子が鉄核中の陽子に吸収されて中性子になる(Fe核中の陽子 $+26e^- \rightarrow 26n$、あるいはFe核 → 56n)。原子の大きさがオングストローム単位(10^{-10} m))なのに突然に原子核の大きさフェムトメートル(10^{-15} m)の領域になり、それまで星の中心部を占めていた領域が空洞になる。星の上層の構成部分が突然に落下しその反動で星の外側部分(約10%ほど)が衝撃波とともに飛び散り、星の中心にブラックホールや中性子星が残ることが知られている。

このとき、それまで合成されていた種々の核種は同時に放出される中性子を獲得して鉄以上の更に重い原子核合成反応にあずかる。もし太陽の質量のすべてがエネルギーに変わるとすれば、$Mc^2 = 2 \times 10^{30}\,\mathrm{kg} \times (3 \times 10^8\,\mathrm{m})^2 = 1.8 \times 10^{47}\,\mathrm{J}$である。またそれが半径10 kmの中性子星になるときは1.6×10^{45} Jの放出である。超新星爆発では、星がそれまでに合成した原子核などを宇宙空間に高エネルギーで放出して宇宙線を誕生させる。

2.5 放射線の消滅

重力をきっかけとして放出されるエネルギーは、電子、光子、原子核(陽子が圧倒的に多い)などの放射線として宇宙空間を走ることになるが、磁場などによりさらに加速されたりして宇宙放射線となり、途中で遭遇する安定な原子・分子内を走り、その際に電子の近くを通過するときにクーロン力が瞬間的に働きエネルギーの一部を電子に与える。電子の近くを通過する放射線(高速の荷電粒子)からの距離の大小により、移行するエネルギーに大きな違いがあり、移行エネルギーの大きさは広く分布する[7, 8](数eVから数十keVにわたる)。滅多に起こることでなくても大きいエネルギー移行や多電子放出から始る化学反応も必ず起こり得る。またエネルギーを受け取る原子・分子の個数は1個の放射線粒子あたりで数万から数億個になると見積もることができる。

もう少し具体的に話を進めてみよう。われわれの銀河、すなわち天の川銀河はおおよそ半径10万光年(10^{21} m)で厚さ1万光年(10^{20} m)の渦巻き状の円盤であり、その中に太陽のような星が10^{11}個(質量にして$10^{11} \times 2 \times 10^{30}\,\mathrm{kg} = 2 \times 10^{41}\,\mathrm{kg}$)、この1%($2 \times 10^{39}$ kg)が星間物質、また10年に1個の割合で超新星爆発が起こり、その超新星の質量の10%(2×10^{29} kgの陽子)が宇宙線になると仮定してみる。すると銀河系内の星間空間におけるH原子密度は4,500個/m^3、超新星爆発で飛び出す高速陽子数は10年当り1.2×10^{56}個、すなわち4×10^{47}個/sであり、その速度は10^8 m/s、またエネルギーは数GeVとしてよいであ

ろう[脚注6)]。この高速陽子（宇宙線）は 10 ~ 20 万年かけて銀河内を端から端まで走る。後述するように、星間空間の物質がイオン化により電子・イオンから成る磁場の領域が多いので、高速荷電粒子（宇宙線）の進行方向は曲げられ銀河内を周回するのではなかろうか。途中で遭遇する原子・分子の内部を通過するときに軌道電子の近くを走り、電子にエネルギーを与えて原子・分子をイオン化しながら次第にエネルギーを失う。もちろん他の星やその惑星などに突入して消滅することもある。

3. 宇宙線による複雑な化学物質の合成とその意義

我々の住む天の川銀河系の中の典型的な星間空間では、原子数にして水素（93.7%）、He（6.2%）、残りの 0.1%のうちの 9 割が O、C、N、Ne であり、その残りのまた 9 割が Mg、Si、Fe、S、Ar である。さらにこれより 1 桁少ない元素として Al、Ca、Na がつづく。圧倒的に多い分子種は水素分子 H_2 であること、また幾度となく繰り返されてきた超新星爆発で星間物質のイオン化が進んでいる。

この星間空間で予想されることは宇宙線と水素分子との衝突である。その結果、水素分子イオンが生成される。またイオン化された分子はまわりの電気的に中性の原子や分子とクーロン力による相互作用を起こしやすくなり、低温でも化学反応を行う。

(イオン化)　H_2 + 宇宙放射線 $\rightarrow H_2^+ + e^-$

(イオン–分子反応)　$H_2^+ + H_2 \rightarrow H_3^+ + H$

ここに O（酸素原子）が近づいてきたらどうなるか。その反応は、質量分析器を用いたり、多くの放射線源や質量分光器を使って、これまでに放射線化学の研究者によって詳しく研究されてきている：

$$H_3^+ + O \rightarrow OH^+ + H_2$$
$$OH^+ + H_2 \rightarrow H_2O^+ + H$$
$$H_2O^+ + H_2 \rightarrow H_3O^+ + H$$
$$H_3O^+ + e^- \rightarrow H_2O + H$$

などの反応により、結局は水分子ができる。そして炭素（C）があればメタン（CH_4）もしくは一酸化炭素（CO）ができる：

$$H_3^+ + C \rightarrow H^+ + H_2$$
$$CH^+ + H_2 \rightarrow H_2C^+ + H$$
$$H_2C^+ + H_2 \rightarrow H_3C^+ + H$$
$$H_3C^+ + H_2 \rightarrow CH_4 * H$$
$$H_3C^+ + O \rightarrow HCO^+ + H_2$$

脚注6) 太陽と同じ質量 2×10^{30} kg が半径 10 km の中性子星になったときの放出エネルギー 10^{45} J = 6×10^{63} eV が（放出粒子数を星の 10%として）1.2×10^{56} 個に分け与えられる。1 個の陽子（宇宙線）あたり平均で 5 GeV となる。

また窒素原子 N があればアンモニア (NH_3) ができる。これらも既に詳細に研究されている。

さらに超新星爆発で飛び出した Mg、Si、Fe、S などの金属原子なども O (酸素原子) などと結合することが予想されるが、生成する分子 MgO、SiO などは双極子モーメントをもち、回転することによって急速に冷却する。ここに水素原子、水素分子、メタン、アンモニア、水分子が接近して吸着する。(鉱物は 1,000 K で凝結、水などは 100 K で凝結していわゆる氷ダストができる (図 2 参照)。ここに宇宙線が入ってくるとやはり様々な化学反応が起こるものと考えられる。この分野の研究はまだ殆どなされていないと言ってよく、今後の進展が期待される。

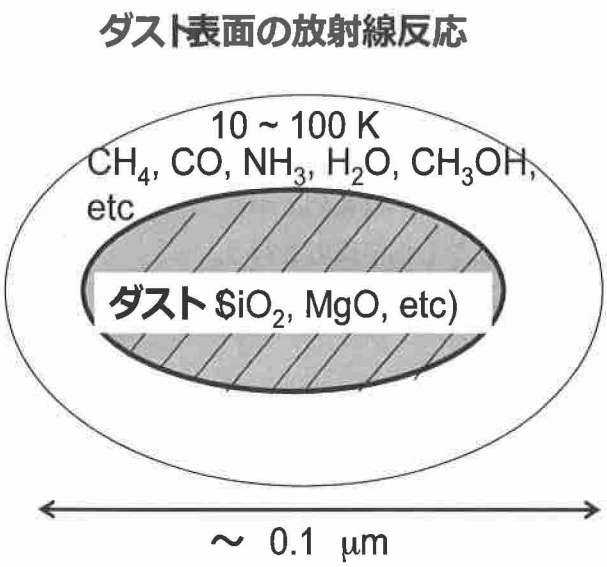


図 2 放射線による化学進化 (氷マントルにおける放射線誘起の化学反応) 放射線によって星間物質の主成分である水素分子がイオン化される。イオンと中性の分子との化学反応は速いので、水、メタン、アンモニアなどの分子が生成する。すると低温のダスト表面に凝集し、ここで放射線照射を受けて固相状態で化学反応が進展する

宇宙空間に存在する分子種は主として電波望遠鏡で観測されたマイクロ波境域の発光スペクトルを理論的な計算あるいは地上における模擬実験によって確認・同定する。これまでに確認されている分子種 (星間分子) には簡単な水素化物、酸化物、硫化物、ハロゲン化物など (H_2、CO、NH_3、CS、SiO、SiH_4、H_2O、CH_4、OCS、N_2O、CO_2、AlOH、TiO、H_2O_2 など)、ニトリル、アセチレン誘導体など (C_2、C_5、C_3O、C_3S、HCN、HC_3N、HC_9N、$HC_{11}N$、CH_3CN、CH_2CCHCN、HCNO、HNCS、HCCNC、CH_3NC、CH_3C_6H など)、アルデヒド、アルコール、エーテル、ケトン、アミドなどでは (H_2CO、H_2CS、CH_3CHO、NH_2CHO、CH_3OH、C_2H_5OH、CH_3COOCH_3、C_2H_5CHO, CH_2NH, CH_3NH_2, NH_2CN, NH_2CH_2CN、H_2C_3、H_2C_6 など)、環状分子やフラーレンとしては (C_3H_2、C_6H_6、H_2C_3O、C_3H、C_{60}、C_{70} など)、その他に分子イオン (H_3^+、OH^+、ClH^+、HCO^+、HOC、HN_2^+、$HOCO^+$、$HCNH^+$、H_3O^+、HC_3NH^+、H_2O^+、C_5N^-、NH_2CO^+、C_8H^- など) やラジカル (OH、CH_2、CH_3、NH_2、C_4H、C_6H、C_8H、C_3N、C_5N、HCCN、CH_3O、C_2O、SiC、MgCN、FeCN、SiCN、SiNC、AlNC など) 200 種類を超える (理科年表[9] を参照) が、未確認のスペクトルは 1,000 を超えているとのことである。これらの分子の中に生命の起源に繋がる分子が含まれ、太陽系形成・惑星形成・隕石衝突・彗星落下のさいに地球に到来した可能性があるものと考えられる。

4. 宇宙進化の本質的な原因 [5)]

熱力学的な平衡状態では温度、組成 (存在する粒子の種類)、体積 (系の大きさ) などを指定すれば全てが定まり、変化が消える。構造をもち、ある部分は高温、別の部分は低温、あるいはそれぞれの部分が組成を異にするなどの非平衡状態では、平衡状態に向かって一方的に変化が起こる。表 1 に掲げた素粒子をみると、膨大な数の物質粒子が存在する限り、そしてその物質粒子の密度に分布 (密度勾配) が生じる限り、ある局所的な場所で 4 つの力の働く優先度が異なるという条件が生じる。例えば強い核力によってできた正電荷の原子核を負電荷の電子が大きく取り囲むことで、核力と電磁力の作用が見かけ上は消えてしまう状況が形成され、重力だけがいつまでも働く。ここでは重力エネルギーの解放により局所的にエネルギーが生産され、温度が周囲よりも高い部分がつくられる。その高温の領域 (星の中心部) から湧き出るエネルギーは周辺の低温領域まで拡散し、星周辺 (低温なので同じエネルギーであってもエントロピーは高い) から宇宙空間に光子として放射され、その宇宙空間は絶えず膨張するので高エントロピーのエネルギーは宇宙に捨てられると考えられる。

同様のことが、1 つの星の中だけでなく、星団、銀河、銀河団、そして星間物質、分子雲、暗黒星雲、超新星爆発中の物質粒子群のなかでも存在し得ると考えられる。こうして通常の熱力学の理解に矛盾することのない構造の生成 (=宇宙進化) の可能性が理解される [5)]。

熱力学は日常経験する物質変化を定式化したものであり、単純化した場合では、エネルギーとして系を構成する粒子の運動エネルギー (および熱エネルギー) と外からなされる仕事 (力と距離で定まる) を用いて記述される。宇宙の構成粒子として素粒子、原子核、原子、分子、そしてこれらの集合体であるマクロ粒子を挙げることができるが、宇宙進化のある特定の段階において、そして特定の限られた場所においては、存在する構成粒子の種類と力の種類が決まることがある。その粒子と力の種類に応じたエネルギー交換を考え、さらに宇宙膨張を考慮することによって、熱力学的立場から宇宙進化を考察することが可能になると思われる。重力だけが働く条件下で物質構成粒子が集積し、そこで解放されるエネルギーをごく一部の物質粒子に与える (超新星爆発など) ことにより高エネルギーの宇宙線が誕生する。重力の解放を伴う過程は、熱の移動を伴うためエントロピーの増大する不可逆過程である。また 1 個の宇宙線がもつエネルギーは、遠くはなれた場所に偶々浮遊する膨大な数の粒子、すなわち原子・分子・ダスト (星間物質) に電磁力による作用で分配される。高速荷電粒子 (=放射線) は原子・分子の中を光速に近い速さで走り抜けるが、このとき原子・分子内で原子核の周りを走る電子の多くは光速の 0.1 ~ 0.01 の速さなので入射高速荷電粒子からみれば静止しているとしてよい。そこで放射線はそれぞれの電子に対して、ごく近く、あるいは離れた位置を走り、その際に瞬間的に電子に電磁力を及ぼす [7,8)]。電磁力の大きさは、放射線と電子の間の距離の大小により広く分布した (数 eV から数 keV に及ぶ) エネルギー移動をもたらす。これも典型的な不可逆過程である。

放射線からエネルギーを受け取って分子が化学反応する過程は不可逆過程であり、19 世紀の熱力学が対象とした安定な原子同士の弾性衝突過程を主とするエネルギー交換と本質的な違いがある。またエネルギー変換の最終段階 (実質的な変換が消えたとき) で局所的に熱平衡になった物質 (星・惑星) 表面からの熱エネルギー放出 (熱輻射・電磁波) の大部

分は宇宙の果てにおいて大きなエントロピーとともに消滅するものと考えられる。

5. 終わりに

原発事故や原発推進に関連して行われる放射線教育の内容は、放射線がどこに存在するか、放射線はどの程度に人体に影響するか、放射線はわれわれの社会生活にどのような利益をもたらすかなどであった。理科教育は自然に親しみ、自然の仕組みを理解することが重要である。宇宙進化に関連したことでは、宇宙の誕生から1秒以内で時間・空間・物質の基本的な性質が定まったとされるが、その仕組み、また40億年前の生命の誕生の仕組み、人類の行く末、そして宇宙の最期など、大きな問題が明らかにされるのは遠い将来のことであろう。宇宙進化は複雑な、そして未だ解明されていない多くのプロセスを含むものであるが、放射線が関与する重要な過程を中心とする自然の仕組みを理解することの重要さは変わりない。そのためだけでも宇宙進化における放射線の役割を放射線教育の内容に取り入れるべきものと考える。本稿が些かなりとも学校教育関係者の参考に資することがあれば、筆者にとっての望外の喜びである。

[参考文献]

1) テルハール, ヴェルゲランド, 基礎熱力学, 岩波書店 (1979)
2) プリゴジン (小出、我孫子訳), 在から発展へ (物理科学における時間と多様性), みすず書房 (1986)
3) 佐藤勝彦, インフレーション宇宙論, 講談社ブルーバックス (2010)
4) 二宮正夫, 重力が生れる瞬間, (岩波科学ライブラリー), 岩波書店 (1993)
5) 杉本大一郎, 吉岡一男, 進化する宇宙 (放送大学教材), 放送大学教育振興会 (2005)
6) 自然科学研究機構シンポジウム収録集 6,「宇宙究極の謎一暗黒物質、暗黒エネルギー、暗黒時代」, クバクロ (2009)
7) 大野新一, 大野玲, 「放射線過程における不可逆性 — 宇宙進化における役割」, 放射線教育, **17**, 27-36 (2013)
8) 大野新一, 「基本事項のまとめ；放射線と物質の相互作用」, 放射線教育, **13**, 23-32 (2009)
9) 東京天文台, 理科年表 2015 年版
10) B. E. J. Pagel, Nucleosynthesis and Chemical Evolution of Galaxies, Cambridge Univ. Press (1997)
11) 村上敏夫, ガンマ線バースト (宇宙最大の爆発天体), 講談社ブルーバックス (2014)

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 81 – 84 (2014)

【招待論文：資料】

放射線に関する簡単なアンケートから見えること

下　道國
元藤田衛生保健大学
〒509-00550235 可児市桜ヶ丘 7-179
（2015 年 1 月 30 日受理）

1. はじめに

放射線に関する知識は、福島原発事故までは一般にはほとんどないといってよく、また、小学校はおろか、中学・高校においても放射線に関する教育は極めて貧弱であった。教科書に広島・長崎の原爆に関する記述はあっても、それを理解する上での理科における教育はなかったと言って良いだろう。これは、フランスなどに比べると全く稀有なことと言えた。ここでは、このような状況が未だに色濃く残る中で、今の中学生がどのような考えでいるのかを知る目的で、簡単なアンケート調査をした結果について報告する。

2. アンケートの項目

アンケートの項目（5 項目）は次のとおりである。

1)「放射線」は怖いと思いますか。

A. 思う、　B. 思わない、　C. 程度（量）による

2) あなたは、また人は、なぜ放射線を怖いと思うのでしょう。（複数可）

A. 五感に感じない (幽霊のようなものだ) から、
B. 怖いものだと思い込んでいるから、
C. 皆が、偉い先生が恐ろしいと云い、本にそう書いてあるから
D. 将来、発がんする (可能性がある) から
E. がん以外の障害が発生するから
F. 広島・長崎の原爆を思うから
G その他 (書いてください)

3) 放射線のことをよく知りたい (知っている)、また知るべきだと思いますか。

A. はい、　B. いいえ、　C. 知りたいが、知るべきとは思わない

4) 正しいと思うのに○を付けてください。

A. 自然放射線は害がないが、人工放射線は害がある。
B. 医療で使われる放射線は良い放射線で、それ以外は悪い放射線だ。
C. 前項 A, B のどちらも正しくない。

5) 何事 (何物) にもリスクがありますが、放射線のリスクを他のリスクと

A. 比較して、相対的な危険の程度を知ることは良いことだ。
B. 比較しないで、放射線だけのリスクを知ればよい。
C. 比較するのは、放射線の危険性を隠すことだ。

3. アンケート実施要領

対象にしたのは、三重県と長野県の各中学1校ずつ（記号M校、N校とする）で、3年生である。授業での放射線の学習はまだほとんど行われていない時である。これらの生徒に対して、出張授業として「放射線の基礎」の話と「霧箱」および「はかるくん」による観察と実験を行った時に実施したのであるが、クラスによって、授業前 (記号b) と授業後 (記号a) に分けて実施したが、人数は揃うようにはしなかった。また、なるべく考えずに感覚的に回答してもらうように、2～3分で回答を得た。

4. アンケートの結果

人数は、M-a：125名、N-a：84名、N-b：54名で、合計263名であった。また、各項目すべてにわたり、人数ではなく、割合 (%) で示した。項目2は複数回答を認めているので、それぞれのグループの人数に対する当該項目に○を付した人の割合を示している。

(1) 放射線は怖いと思いますか?

選択肢	M-a (%)	N-a (%)	N-b (%)
A（思う）	27	21	44
B（思わない）	6	5	0
C（程度（量）による）	67	74	56

(2) あなたは、また人は、何故放射線を怖いと思うのでしょう?（複数可）

選択肢	M-a (%)	N-a (%)	N-b (%)
A（五感に感じない）	18	48	24
B（怖いものと思い込み）	20	32	50
C（皆がそう云うから）	8	4	7
D（将来発がんするから）	22	70	54
E（がん以外の障害）	10	14	31
F（広島・長崎の原爆）	19	48	46
G（その他）	3	2	4

その他の記載は、・福島やチェルノブイリの事故があったから (2名)、・福島原発事故で悪いニュースしかなかったから (5名)、・自分が大人になった時、子供にどう影響するのか心配だから、・量が多いと人体に影響して死んでしまうから、・こわくないよ

(3) 放射線のことをよく知りたい、また知るべきだと思いますか?

選択肢	M-a (%)	N-a (%)	N-b (%)
A（思う）	72	88	91
B（思わない）	16	7	4
C（知りたいが、…）	12	5	5

(4) 正しいと思うのに○を付けてください。

選択肢	M-a (%)	N-a (%)	N-b (%)
A（自然放射線は…）	29	17	24
B（医療で使われる…）	9	7	24
C（どちらも正しくない）	62	76	52

(5) 何事 (何物) にもリスクがありますが、放射線を他のリスクと

選択肢	M-a (%)	N-a (%)	N-b (%)
A（比較して、…）	81	87	87
B（比較しないで、…）	10	7	6
C（…危険を隠すこと）	9	7	7

5. アンケートの分析

簡略な分析を試みる。まず、全体的に見ると、授業後のアンケートではM校生徒とN校生徒の間に大きな違いはなく、学校差 (地域差) はないように見える。N校生徒で授業前と後とのアンケートを比較してみると違いが窺われ、当然であろうが、直前の教育効果が出ていることがわかる。

次に、個別の項目をみる。項目1では、授業を受ける前であっても、放射線に対する恐怖は、「その量による」とする生徒が半数を超えている。もしこの質問で、「思う」か「思わない」の二者択一ならば、「思う」が大半を占めることが十分に推測され、「放射線は怖いものだ」という思いだけが広く認識されていると捉えられよう。しかし、「程度による」という項目を加えることによって、多くの生徒が、その量の過多はわからないとしても、放射線を単純に怖いと思っているのではないことが窺われ、冷静に判断していると思われる。

項目2は、複数の選択を認めているので、あグループの間で多少のばらつきが認められる。しかしながら、怖いものであるという「思い込み」、将来における「発がん」の心配、および広島・長崎の「原爆の印象」が多く、ほぼ同じぐらいに「五感に感じない」も多い。この中の「皆が言っている、先生も言っている、本に書いてある」が少ないのは、「今、流布している」風評に流されないとことを表わしていると言える。しかし、実は、「思い込み」の根拠は「過去に流布していた風評」に依拠すると考えられるので、「怖いと思う」に至る理由としては同じである。

項目3は、「知りたい」、あるいは「教えてほしい」という要求があるかをみたのである。「知りたい、教えてほしい」のは全く自然であり、当然と思われるが、授業の中でしっかりと教えることの必要性が示されていて、学校での授業内容のあり方に示唆を与えよう。知りたいけれども「わざわざ教えてくれなくてもよい」とした生徒が数パーセント存在したのは、何事にもはすかいにみる意見があると言う意味合いで正常な範囲であろう。もしこれが、数十パーセントにもなると問題である。

項目4は、「自然放射線は害があり、人工放射線は害がない」と「医療で使われる放射線は良い放射線で、その他は悪い放射線だ」では、「どちらも正しくない」と判断した生徒は、授業の前後に関係なく過半数であった。しかしながら、授業を受けた後でも、自然放射線と人工放射線は違うと思う生徒が少なからずいたことは、今回の授業の内容、説明の仕方が悪かったと判断され、授業の仕方によく注意する必要があると思われた。医療分野での放射線とその他の分野での放射線については、一方を「良いもの」、他方を「悪いもの」とみる見方の割合が授業後で減少していて、授業内容が理解されたと解される。

項目5は、リスクに関する質問であったが、授業の前でも後でも、放射線以外のリスクを含めてリスクを相対的に見ることが正しいとする生徒が8割以上いた。このことから、多くの生徒が放射線の影響については、相対的に冷静に判断すべきと考えているように思われる。

6. おわりに

中学生への出張授業「放射線を学ぼう ～正く知って、正く怖がるために～」に協力した際に、学校側の了解のもとに、放射線に対する簡単なアンケートを実施した。アンケートからは、生徒には放射線を知りたいという欲求があり、また放射線を怖がる心理がある一方で、放射線に対する冷静な判断も窺われた。

今後の放射線教育に参考になれば幸いである。

謝辞

協力いただいた両中学校の教員および生徒の皆さんに感謝します。

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 85 – 92 (2014)

【招待論文：資料】

放射線教育用パワーポイント教材の制作と授業実践

黒杭清治
放射線教育フォーラム教育課程検討委員会委員長
(2015 年 2 月 9 日受理)

1. はじめに

「学校の先生が教室にもって行って授業中、手軽に見せることのできる放射線のパワーポイント (PPT) 教材をつくってくれないか」

当フォーラムホームページに掲載されている「放射線学習支援資料 PPT 教材」は当フォーラム教育課程検討委員会が松浦辰男前理事長の上記のような依頼で制作したもので、今年度(2014 年度) で 9 編になり、学校の授業で利用してもらえるまでになっている。しかし、この取組を二つ返事で引き受けたわけではなく、ここまでの経緯は平坦ではなかった。

筆者は長年“PPT”とは講演などで使うスライドプロジェクトのような機材の一種だと思っていた。松浦前理事長から依頼された頃にはさすがに Microsoft Office のソフトの一つであることは知っていたが、第三者が利用できる教材を制作することなど考えたこともなく、繰り返し依頼される度に「今忙しいから」と逃げていた。ある講演会でのこと、講師の使った PPT は、文字や数値が飛び込んできたり、グラフが伸びたりして、今でこそ何でもない操作であることがわかるが、そのときは魔法使いのように思えた。講演終了後恥を忍んでつくり方を伺うと「私も知りません。いつも助手がつくってくれたものを使っていますから・・・」という返事にがっかりしていると、横で聞いていた方が「簡単ですよ、アニメーションをクリックすると、いろいろな動かし方が出てきます」と親切に教えてくれたのだが、何のことかさっぱりわからなかった。前にも後にも人から PPT によるスライドの作成法を教えて貰ったのは、この一言だけである。「アニメーションをクリック」の意味がわかってからは面白がって手当たり次第文字や図形を動かしてみた。六十の手習いならぬ七十の自学であった。

「放射線の性質と利用」というテーマで試作品を松浦先生に提出したところ「スライドだけ見せても、放射線についての知識の乏しい先生は何をどう説明したら良いのかわからないのではないか」と言われ Word 版での解説 (教授用指導書) を制作するはめになり、作成時間は雪だるま式に拡大した。手間ひまはかかったが、放射線の素人である筆者が教育課程検討委員会で中心になって放射線教材づくりができたのは、当フォーラムが放射線に関する専門家集団であったからに他ならない。2008 年度から今日まで 6 年間の制作経緯を報告する。

2. 授業ですぐに使えるパワーポイント教材

2.1 「放射線の基礎と応用」の制作 (2008~2011 年度の教材制作)

教育課程検討委員会では 2008 年度の活動を「PPT 版放射線教育教材の作成」と決め、中学校で放射線の授業を行おうとするとき、放射線が人類の福祉に貢献していることを伝えるための支援資料になることを目標に制作した。2011 度は杉山プロジェクト[※1]の一環として制作し、2011 年 3 月までに以下 6 編の PPT 教材と Word 版解説を完成させた。

I. 原子構造と放射線の基礎

II. 自然界の放射線

III. 放射線の性質と利用 (医療は IV として分離独立編にした)

IV. 放射線医療

V. 放射線は本当に危険なのか (その後削除)

発展. ウリミバエの撲滅

2.2 上記教材の評価

2.2.1 各編のスライド数が多過ぎ

各編ともストーリー性をもたせたため、一編のスライド数が多くなり過ぎ、授業に組み込む障害になることがわり、「おわりに」で後述する「モジュール教材」を制作する動機になった。

2.2.2「ウリミバエの撲滅」は番外

放射線の照射によってウリミバエの不妊虫をつくることができたお蔭で、沖縄地方では虫害のないゴーヤを育てることができるようになったのであるから、放射線の利用の一つとして最適の教材だと思うが、松浦前理事長は「基礎編」には適さないとの理由で「発展」という肩書付きになった。

この作品は当勉強会でも披露したが「撲滅」とか「不妊虫」という用語は好ましくないなどの意見が出て、評判は芳しくなかった。物理系の方には馴染めない内容かもしれない。

2.2.3「放射線は本当に危険なのか」の削除

この教材は、放射線が安全か否かは「量」で決まることに気付かせる内容であった。原発事故があってもなくても、内容を変える必要なないが、表題は誤解を与えかねないので削除し、量の概念は新たに制作する「原発事故から何を学ぶか」に移して再構成することにした。

3.「福島原発事故から何を学ぶか」の制作

3.1 内容構成

原発が事故を起こした。だから原発反対と短絡するのではなく、貧資源国の日本がエネ

[※1] 文部科学省平成 20 年度プロジェクトの 1 つ「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」【テーマ 7：原子力に対する信頼醸成のための社会学的アプローチ】学校教育現場との対話に基づく原子力・放射線学習プログラム開発 (北海道大学　杉山憲一郎　通称杉山プロジェクト) より当フォーラムが再委託され「放射線のリスクと利用の学習プログラム開発に関する研究」の一貫として行なった。

ルギー資源をどのように得て行けばよいのかを議論できる基礎知識を与える支援資料になることを目指して制作した。

次の3部構成にし、それぞれ下記のように「何を学び取らせるのか」という指導目標を明確にした。

第1部「原発事故による健康への影響」

○ 確定的影響と確率的影響（用語は使わない）の区別を明確にきるようにする。

○ 放射線が健康に影響を与えるか否かは放射線の量によって決まる。健康に影響を与える放射線量については医学的（臨床的）知見（100ミリシーベルト以下では発がん原因を判断できない）と放射線取扱者の管理目標値（法的規制値1ミリシーベルト/年）との違いを理解できるようにし、風況被害や精神的ストレスをなくす。

○ 健康な体力づくりの必要性。健康であれば同じ被ばく量でも細胞の修復力が増す。

第2部「原発事故は防げるか」

○ 事故の教訓：知識として与える必要はない。想定外のことの起こるのが事故。想定外の事故に対処できる（とっさの判断）能力の育成。時間は後に戻せない「後悔先に立たず」「備えあれば憂いなし」。自分たちにできることは・・・防災訓練、避難訓練を真剣に行うこと。訓練の必要性の理解（日常の訓練が緊急時に役立つ）。

第3部「未来のエネルギーを考える」

脱原発か、原発推進か（二者択一）ではなく現実を直視できる目がもてるようにする。

○ 再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電、地熱発電）の長所、短所。

○ 発電量が不安定な太陽光発電、風力発電には補完の発電設備（火力または水力）が必要になる（二重投資）。

○ 現状では原子力の代替を火力に頼るしかない。が、コスト高、エネルギー安全保障が不安。CO_2の大量発生。

○ エネルギーのベストミックスの必要性は扱うが、比率を決めるのは「科学」ではない（政治的に決められる）ので触れないことにした。

以上ホームページに掲載中の1~3部は、原発事故から1年以内の情報が乏しいときに制作したため、内容が不十分であったり、誤りがあったりしているために改定を進めている。完成次第順次交換する。

4. 「住民が受けた原子力災害」の制作

4.1「福島原子力災害から何を学ぶか」に第4部を追加

第1~3部で扱った事象は科学的に検証し説明できる内容であり、学校では「理科」で教えるのが最適である。しかし、福島原発事故は、被害を受けた住民にとって物的被害もさることながら精神的被害（不安）が非常に大きかった。が、精神的被害には「科学の法則」で説明できない事象が多いので第1~3部では触れなかった。しかし、住民が受けた被害を扱わないのは記録として片手落ちになる。そこで教科の枠をはずし、避難に伴う様々な出来事を多く提供して「総合的な学習の時間」などで正解のない問題に教員が生徒と共に考える構成にした。

4.2 内容の構成

住民被害に関する情報を収集すればするほど様々な課題が集まり、一つの項目に収まりきれなくなったので、下記のように５つに分類して構成した。

その１　原発事故発生と避難

その２　避難圏外にも放射性降下物

その３　漏れた放射性物質は同心円状に広がらない

その４　原子力災害とその他の災害

その５　除染そして帰還

4.3 「質問」と「問題提起」の設定

事故を知識として与えても意味がない。第４部最大の特徴は「質問」と「問題提起」を設定したことである。この原発事故によって住民がどのような目に会わされたかを具体的・客観的に紹介して、原子力災害に無縁と思っている児童・生徒に、もし自分がそのような状況に遭遇したら、何を考え、どう行動するであろうかということが考えられるように「問題提起」をした。その解答には正解がない。困難な状況に置かれたとき、自ら生き残るためには、総合的に判断して自ら解を見つける以外にない。まさに「総合的な学習の時間」や「新大学入試改革」の目標に一致する。

5. 本教材は大学入試改革「新共通試験」に対応

中央教育審議会（中教審）が昨年（2014年）秋に発表した「大学入学者選抜の改善をはじめとする高等学校教育と大学教育の円滑な接続と連携の強化のための方策について」という答申案の中に、新しい大学入試制度として「高等学校基礎学力テスト」(年２回実施)と「大学入学希望者学力評価テスト」(年複数回実施）との提案がある。「高等学校基礎学力テスト」は高等学校での学習の到達度を測るテストであり、「大学入学希望者学力評価テスト」は現在の「大学入試センター試験」に代わるもので、教科の枠を超えて思考力・判断力・表現力を評価するテストであると説明している。

また、各大学の個別試験も従来のような知識偏重の試験ではなく、「合教科型」問題によって「知識の活用力をはかる試験」に変えていくことを求めている。1984年、中曽根内閣による大学入試改革以来、代々の内閣は教育改革を政策の中に入れてきたが、今まで制度改革によって児童・生徒の思考力・判断力・表現力が増すことはなかった。また、高等学校側では「知識量を測る大学入試がなくならない限り、思考力・判断力・表現力を育成する教育はできない」と言いわけをし続けてきた。

安倍内閣も教育改革を重点政策の一つにしており、文部科学省では中教審答申の「大学入試の改革によって高等学校教育と大学教育を円滑に接続させる」という提案を受けて「高大接続改革実行プラン」を実行する。しかし、答申には「知識の活用力（使いこなす能力）を測る」ためにどのような課題を出すのかという具体的な提案がないため、高等学校も大学も「合教科型」教科とは何であるかがよくわからないまま戸惑いを見せている。

有馬朗人元文部大臣の発案で1992年度から施行された「ゆとり教育」は「自ら考え、自ら生きる力をつける」ことを目指したが、教育現場では真意が理解されず「ゆとり」を「ゆるみ」と取り違えて学力低下につながり縮小された。「ゆとり教育」を指導できる教員を養成せずに実施したため、児童・生徒に自ら生きる力をつけさせることができなかった。

前置きが長くなったが、本PPT教材「福島原子力事故から何を学ぶか」は一教科の知識では理解できない。自画自賛になるが「総合的な学習の時間」の最適な支援教材として制作したのであるが、同時に「合科目型」授業にも最適であると自負している。「福島原子力事故から何を学ぶか」第4部「住民が受けた原子力災害」は原子力災害を住民の立場から見たものあって、理科の知識は必要であるが、社会科（政治・経済）も含まれているので、ある若い社会科の教員に見てもらったところ、『Word版解説は「道徳の時間」のお説教のようだ』という答えが返ってきた。被災者の立場で緊急避難や長期避難生活のことを考えると、集団生活をするうえで社会的規範の必要性を理解させなければならず、お説教かどうかは別として、「道徳の時間」だけでなく「心理学」や「哲学」も、また、生活するためには「保健体育」から「家庭科」の知識・理解も必要であり、「合教科」を含んだうえ、環境問題からNINBY問題まで扱わなければない「総合型」である。

試みに「住民が受けた原子力災害」中に設けた質問や問題提起について千葉県立若松高等学校藤井真人先生と立教新座中学校高野慧先生（2013年度当時）の協力で実施した授業実践では、感受性の強い年頃の中高生が正解のない設問に正対し、予想以上に鋭い意見や感想を述べている[※2]。教科の枠を超えていても積極的に取り組めば「合科目型」「総合型」の教育が成り立つことを実証している。

しかし、この実践まででは新教育改革の目標の入り口に立ったに過ぎない。中教審答申では大学入試の評価項目として高校在学中の活動実績、面接・集団討議を挙げている。集団討議に加わるためには、人の意見を聞くことができ、それに対して自分の意見（共感・反論）が発言できなければならない。集団討議は日本人の最も不得意とするところであり、訓練なしには実行できない。

協力いただいた千葉県立若松高等学校と立教新座中学校の両校とも、年間授業計画の中に2時間の実践を割り込ませるだけでも至難の業であったと聞いている。現在の学習指導要領に決められた範囲内で、現在の大学入試に関係のない課題のためにそれ以上の時間を割くとは不可能であることが良くわかるので、集団討議の実践まではお願いできなかった。時間さえあれば面と向かった討論を経て「活用力のある知識」が得られ、新教育改革が目指す自分の思考力・判断力・表現力が身に付いたであろう。

有馬先生の願った「ゆとり教育」の「ゆとり」とは、上記のような「討論のできる時間のゆとり」のことであることが理解されずに「総合的な学習の時間」は縮小されてしまった。あえて新しく「合科目型」の教育などと言わなくても「総合的な学習の時間」を多く取り、その時間で「合科目型」の教育を行えばよいのである。

※2 藤井真人「原子力事故から学ぶ」授業実践報告　2014年度第2回当フォーラム勉強会報告

本教材は、教員が指導法さえ理解していれば、大学が行おうとしている集団討議やプレゼンテーションを通じて意欲や思考力を見る試験に対応させることができるが、いかに優れた教材を準備しても、指導できる教員が育っていなければ「ゆとり教育」同様失敗に終わるであろう。

6. 大学入試改革に提案

大学入試制度は度々改革されてきた[※3]。たとえばAO入試は知識量偏重を抑制し、能力を多面的・総合的に評価するという入試改革の切り札と言われ、現在では80%の大学で実施されるまでになったが、定員割れの大学が学生数確保の手段にAO入学を利用したため「AO入学をさせたが、授業についていけない学生が多い」という結果になっている。理想と思われる制度改革が成功しなかったのは、それぞれの制度の理念が正しく理解されず、適正な「評価法」が有効に発揮できなかったのではなかろうか。

新大学入試改革は答申案が発表されてから日が浅く、十分な検討が行われていないが、高等学校教育と大学教育を円滑に接続させるという基本的な考えに異論を唱える大学はない。しかし、受験生の多い大学では理念に賛同しながらも非現実的と批判している。実際、面接や集団討議を選抜の条件に加えたら時間的・人的制約で満足に実施できない。

大学入試改革と称して、制度を変更するより、従来のAO入試形態を残し、その中の一つに集団討議も加える程度でよいのではなかろうか。ただし評価法はさらに研究する必要がある。

たとえば、大学入学者は一定レベルの基礎学力を備えていなければならないので、従来の得点で争う学力試験を残しても良いし、「高等学校基礎学力テスト」に変えても良い。学力試験で定員を超える人数を残し、その中からAO入試形式による様々な方法で「光る星（才能所持者)」を見つければよい。集団討議を使う大学があっても良いが、人前で堂々と論陣を張ることができなくても、しっかりした考えをもっている者もいる。

筆者は様々な方法を用なくても、記述試験だけで十分「光る星」を発見できると思っている。「高大接続改革実行プラン」では具体的な課題はこれから考えるとしているが、大学入試の記述試験として本PPT教材の「問題提起」のような出題をすれば受験生の能力を多面的・総合的に評価できるであろう。

7. おわりに

7.1 まとめ

今も避難生活を続けている原発事故被災者は、日夜正解のない問題に直面しながら自分なりの解を出さなければ生活できない。本教材は原発事故に関係ないと思っていた児童・

※3 1947年より施行の「進学適性検査」、1967年より施行の「能研テスト」、1979年より施行の「共通一次学力試験」、1990年より施行の「大学入試センター試験」「AO入試」「飛び入学制度」
AO (Admissions Office) 入試：受験者から多様な資料を提供してもらい、面接などで受験者の能力を多面的・総合的に評価する入試制度

生徒に対して逆境の中で生き抜くことの困難さに気付かせることができた。「普通のことを普通にできることがどれだけ幸せかをわからせてくれた」。実践後このような感想文を書いた者が数名いた。このような教材によって原子力事故に限らず、身の回りで起こっていることに注視し、そこから思考力を育てる原動力にすることができるのではなかろうか。「総合的な学習の時間」の目標は「合教科型」入試によく合致する。縮小する必要はなかった。要は、教育改革とは制度改革ではなく、「総合的な学習の時間」でも「合教科型」授業でも、その他の方法でも構わない、どの方法でも使いこなし、指導することのできる教員養成改革でなければならない。

残念ながら文科省は教育改革の一環として「教師力向上のための要請・採用・研修の改革」も進めようとしているが、文部科学省は「教師力向上」についての諮問を本年度 (2015年度) 中教審に出す段階である。「教師力」を育てることは後追いになっている。さらに、大学入試改革と連動していないため、諮問の方向性の中には教師自身に集団討議力やプレゼンテーション力を付けさせる項目は含まれていない。

本 PPT 教材「住民が受けた原子力災害」を「知識の活用力」を付けるための支援資料として活用するためには、指導する教員が「総合的な学習の時間」についての正しい理念を理解していること（合科目型・総合型指導法の理解でもよい）、および、教員自身に放射線についての基礎知識をもっていることなどが必要になる。本教材を使いこなしてくれる「教師力」のある教員の輩出は当分期待できそうにない。「原子力事故から何を学ぶか」は中・高等学校の普通の授業で利用してもらうことに、やや無理があったのかもしれない。ただし、ある小学校で利用し「難しい言葉も映像がカバーしてくれ小学校 5~6 年で十分理解できた」という感想ももらった。やはり「教師力」次第ということか。

7.2 今後の方針

従来、学校の視聴覚教材としては 16 ミリ映写機、スライドプロジェクターに始まり、次第にビデオテープ、CD、DVD などに代わり、最近では YouTube による動画がよく利用されるようになってきた。PPT は講演会や商品のプレゼンテーションに使われることが多いが教材として提供されているものはスライドプロジェクターに代わる静止画が大部分であり、本教材も基本的には同様である。動画は速さを変えたり、途中で止めて説明したりが (普通の再生装置では) 困難であり、静止画では動きが見せられない。そこで、本 PPT 教材は制作にあたりアニメーションを多用した。また、PPT は編集が容易なため利用者が再構成することが容易な利点もある。今後もこの手法は生かしながら、授業で使い易いコンパクトなものにするため制作を次の二つに絞った。

6.2.1 既作品の改訂

PPT 教材の本数を増やすことをせず、「原子力災害から何を学ぶか」については次世代に何を伝えるかと言う観点で改定を加える。特に 第 1 部へ第 3 部は事故直後の情報量が少ないときに制作したので修正すべき点が多く、順次大改訂を行う。

6.2.2 モジュール[※4]教材の制作

[※4] モジュール module：交換可能な構成単位という意味であるが、ここでは「授業を構成するための部品」という意味で使用した。

本支援教材は理想を追うのではなく、教育現場で利用されなければならない。この原点に立ち戻ったとき思い出されたのが松浦前理事長の『先生が教室にもって行って手軽に見せられる放射線の PPT 教材』という言葉であった。教員が自分の授業を構成する資料の 1 つにし易いものでなければならない。いわば授業構成のための「部品」の提供である。このような考えのもとに生まれたのが「モジュール教材」である。

「PPT モジュール教材」の第 1 号として制作したのが「ヨウ素 131 の半減期」である。今後はモジュール教材の数を増やし順次ホームページに掲載し、放射線教育指導支援資料として充実した内容に育てていきたい。

謝辞

本教材の制作に当たっては実践授業にご協力を頂いた藤井真人先生 (千葉県立若松高等学校教諭)、高野慧先生 (立教新座中学校非常勤講師–実践当時) を始め多くの先生方のご協力を頂き、さらに「はじめ」にも述べたように松浦辰男先生 (前理事長・立教大学名誉教授) をはじめ当フォーラム会員の専門知識を集結させて頂いた。その中でも、山寺秀雄先生 (名古屋大学名誉教授) に全体を通して査読・ご助言を頂いたお蔭で当ホームページに掲載できる教材として完成することができた。諸先生に深謝します。

放射線教育用パワーポイント教材制作メンバー

教育課程検討委員会

委員長	黒杭清治	元芝浦工業大学教授
委員	大津浩一	愛知県立熱田高等学校教諭
	田中隆一	元日本原子力研究所高崎研究所長
	広井 禎	元筑波大学附属高等学校副校長
	渡部智博	立教新座中・高等学校教諭
相談役	飯利雄一	元信州大学教授
	松浦辰男	当フォーラム前理事長（立教大学名誉教授）
協力	池田正司	東京都足立区立加賀中学校教諭
	内山康彦	山手学院中学高等学校教諭
	佐藤啓治	山手学院中学高等学校教諭
	中塩登志江	神奈川県秦野市立南が丘中学校教諭
	高野 慧	立教新座中学校元非常勤講師
	原口栄一	鹿児島県鹿屋市鹿屋市立第一鹿屋中学校教諭
	藤井真人	千葉県立若松高等学校教諭

査読・助言

山寺秀雄	当フォーラム会員 (名古屋大学名誉教授)

「放射線教育」Radiation Education
Vol. 18, No. 1, 93 – 100 (2014)

【研究報告】

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―

高橋大地、中野英之
京都教育大学教育学部
〒612-8522 京都市伏見区深草藤森町 1
(2015 年 2 月 9 日受理)

［要旨］放射線の発生・性質・利用の一連の内容をレントゲンが行った実験を追体験することにより学習者が学習できる教材を考案した。開発をした教材を用いて大学生を対象としたとして実践を行ったところ、学生が放射線を多面的に理解しようとする意識が醸成されたことが分かった。

1. はじめに

東日本大震災に伴う福島県第一原発事故の後、テレビや新聞、インターネットなどにより放射線に関する情報が吟味されないまま拡散された。これを鵜呑みにしてしまった日本国民から、福島県の農作物や被災地の人々へのバッシングが後を絶たない [1)]。この原因には、国民の放射線に関する基礎知識をはじめとした科学的リテラシーの欠如があり、国民全体への放射線の正しい知識の普及は急務の課題である。そのための理科教員の果たす役割は極めて大きい [2)]。筆者らは、そうした放射線に関する教育の現状を知るため、福島県の教員に対するインタビュー活動や福島県教育委員会の指導資料の調査を行い現状を把握した。そうした福島県での放射線に関する教育の現状を踏まえ、新たな視点を取り入れた放射線学習教材を開発した。本稿では、調査結果と開発した教材、および開発した教材をもとに行った大学生を対象とした授業の実践結果を報告する。

2. 福島県での放射線学習の現状

2.1 教員への聞き取り調査

筆者らが所属している京都教育大学理科教育研究室では、2012 年 4 月以降、福島県内の小学校で理科教育の支援活動を行っている。その過程で、2014 年 6 月 19 ~ 20 日に、福島県伊達市内の公立小学校の教員 3 名を対象に①放射線に関する学習を行う上で困っていることについて、②放射線に関する授業を行う際に必要とするものについて聞き取り調査を行い、表 1 の調査結果を得た。

調査の結果から、教員自身の放射線に関する知識の不足の問題と保護の放射線に関する情報発信者に体する信頼の問題があることが分かった。また、放射線に関する知識の内容として、自然放射線や単位に関する知識に加えて放射線に対して後ろ向きにならず、素直に向き合える科学的知見も知りたいという回答を得た。人体への影響や身のまわりにある放射線に関する知識を得たいという回答はある程度予想されていたものだったが、後者の

表 1 教員に対する聞き取り調査の結果

① 放射線に関する学習をする上で困っていることについて ・放射線が安全なのか危険なのか、教員自身の知識が不足しているため断言できない。 ・そうした放射線の安全性に関する発言について、保護者にとっては教員の発言では信憑性に欠けてしまう。 ・低学年の生徒は震災時の記憶が薄いため、原子力発電所の事故にかかわる話をしても実感を伴いにくい。 ・正しい知識を持たない大人から話を聞き、福島の土や川の周辺を過度に怖がってしまう。
② 放射線に関する授業をする際に必要としているものについて ・自然放射線や線量計の単位に関することなど生活に直結する放射線の知識 ・放射線に対して前向きに向き合えるような知識 ・霧箱のような教具

回答は筆者らにとって予想外のものであった。しかし、福島の大地を必要以上に恐れているという現状を考えると、このような放射線に対する過剰不安を低減する必要性から、放射線に対して「前向きに」に向き合うという視点は重要であると考えた。ここでいう「前向き」に向き合うとは、放射線を一面的に肯定することではなく、「危険性」以外の面に目を向け、「多面的に」放射線を捉えるという視点である。多面的な視点をもって放射線に対する過剰な不安を低減させることは、福島県に限らずどの地域に居住する児童生徒に対しても必要である。

2.2 福島県の小学校で行われている放射線教育

福島県教育委員会が発行している「放射線等に関する指導資料」においては、教員向けの放射線の基礎知識や放射線に関する学習の学習指導案例などが掲載されている。ここに掲載されている内容は、放射線に関する「管理・防護」といった内容に重点が置かれているように見える。一方、放射線の利用など、放射線を多面的に捉えられるような内容はごくわずかとなっており、指導資料の内容は主に放射線の「危険性」の学習に重点をおいた指導資料であるといえる。こうした指導資料の内容と放射線に対して「危険性」以外の面に目を向けたいという現場の教員との思いに乖離が見られる。

3. 放射線学習における理科的な視点について

放射線の「危険性」以外の面に目を向けた学習を考えるうえで、本誌『放射線教育』に掲載された田中隆一の「放射線学習の骨組みを構成するキーワードの要点解説」が大変参考となったので紹介したい[4)]。

その論文においては、「最近の放射線教育では放射線から体や地域を守る防災教育や道徳教育としての位置付けが福島県を中心として強まっている」としたうえで、「放射線そのものについての理解を目的とした理科的内容が看過され、軽視され易い学習環境を生んでいる」としている。また、そのような状況にある放射線に関する学習において、「社会的な影響が大きい放射線の人体影響や防護については適切に理解されたとしても、放射線そのものについての理解がおろそかのままであるならば、子供たちにとって放射線は“得体の知れない存在”であり続けるのではないかと懸念する」と主張している。

また、放射線学習のキーワード解説における放射線の発生に関して、「放射性同位体（放射性物質）のみが発生源として扱われ、人工的発生装置である加速器やX線発生装置はほとんど扱われてこなかった」と述べ、この原因を放射線学習が原子力教育の延長で行われていたことを挙げた。しかしながら、現在はそうした原子力学習から独立して扱われる傾向があり、「放射線発生源としては放射性同位体あるいは放射性物質に限定する理由もなくなってきた」と述べている。むしろこうした加速器からの放射線を発生源として取り上げ

るメリットとして、「身近な体験と結びつけて放射線の性質を理解させるのに適しており、自由度の高い授業の展開が可能」としている。

さらに、この論文ではクルックス管を用いた実験の放射線学習における可能性について述べている。このクルックス管を用いた実験は、放射線の「もう一つの性質」として荷電放射線が磁場や電場の影響を受けて偏向することを学習することを目的として提言している。また、「『もう一つの性質』を活用することによって荷電放射線の加速、偏向等の制御が可能となり、そうした電磁的に制御された放射線の医療や産業への利用によって毎年数兆円に達する放射線利用の経済効果が生み出されるという実態」がある。

加えて、「クルックス管実験は19世紀末にレントゲンがX線発見という世紀の偉業を成し遂げた道具立てであり、放射線にかかわる科学技術発展の原点であると同時に、クルックス管それ自体が人工放射線の発生源として今日まで著しい技術進歩歴史を歩んできた加速器の原点でもあり、放射線教育を超えて広く科学技術教育のためにも重要な位置づけである」と述べている。以上のような内容に共感し、放射線の発生源としてクルックス管を用いた放射線に関する学習の教材を開発することにした。

4. クルックス管を用いた放射線学習教材について

今回，放射線学習において理科的な視点を取り入れ、科学的に「放射線そのもの」の理解を深めるため、クルックス管を放射線発生源として扱う教材および授業を開発した。クルックス管を放射線発生の教材として扱う上では3つのポイントがある。

1つ目はクルックス管がレントゲンの放射線発見に使われた実験器具であることを活かし、科学史に基づいた授業ができることである。そのため、レントゲンによる放射線発見の過程を生徒自身が体験できる。

2つ目はクルックス管からX線が発生していることを用いてレントゲン撮影を行うことができることである。これによって撮影した写真を見せることでX線の透過性や作用に関する理解を深めることができる。また、レントゲン撮影は身近な利用例の一つであり、そうした生活に直結した授業をすることができる。

3つ目は、クルックス管に限らず放射線発生装置による授業にいえることだが、実際に福島で起こっている放射線の問題につながらないという点である。福島で問題となっているのは放射性物質による放射線の問題であるから、現在の放射性セシウムによる農作物の汚染と外部被ばくの問題に加え、原発の廃炉・再稼働のことを考えていく上で、放射性物質の知識は必要となる。このような問題に国民として向き合い、意思決定をするためにも、放射性物質から出る放射線についても学習する必要がある。以上の3点を踏まえ、放射線の発生から性質、利用に関する授業案を作成した。授業の流れを表2に記す。

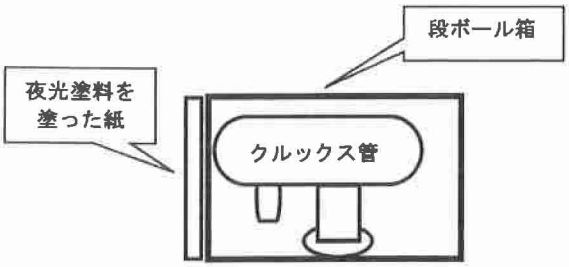


図1 夜光塗料の蛍光実験の模式図

導入では，レントゲンが1895年に放射線を発見した時と同様の実験を行う(図1)。教室を暗くし、クルックス管を段ボール箱で隠した上でクルックス管(ナリカ製十字板付)を誘導コイル(島津製作所 MK-100)につないで点

表 2 クルックス管を用いた放射線発生の授業

区分	学習活動 (生徒の活動)	支援活動・指導上の留意点（教師の活動）
導入 15 分	放射線発見の過程をなぞろう！ ○生徒はクルックス管から夜光塗料を蛍光させる何かが出ていることに気づく。	○クルックス管を用いて夜光塗料の蛍光実験をする。 ・実験を行う前に夜光塗料が蛍光するのは光のエネルギーを吸収するからであることを伝える。 ・実験を見せた後に光が届いていないのになぜ夜光塗料が光ったのかを考えさせる。
展開 1 30 分	クルックス管から出た放射線で写真を撮ろう	○蛍光現象を発見した後、この「何か」によって写真乾板が感光したことを伝える。 ○クルックス管から出た「何か」によってＸ線撮影する。 ・中身が見えない段ボールの中身を撮影する。 ・被ばくの危険性があるため，撮影は別室で行う。 【手順】 ・段ボール箱の中にＸ線フィルムを張り付け，その上に魚を固定する。 ・4 分間感光させ、現像する。 ○現像を行っている間に写真の原理について説明を行う。 ・写真フィルムにあるハロゲン化銀が光によって化学反応を起こして黒くなることを伝える。 ・時間に余裕があれば現像についても説明する。 ・ベクレルやキュリー夫人による放射能の発見について説明する。
展開 2 30 分	○生徒はクルックス管から出た何かでレントゲン写真が撮れていて、その何かはＸ線であることに気づく。 ・Ｘ 線が段ボール箱を透過することに気づく。 ・白い部分はＸ線が当たらなかったことからＸ線は遮蔽されたことに気づく。 ・放射線の利用法を知る。 ・放射線発見の過程と歴史を知る。	○現像した写真を見せる。 ・この写真からわかるＸ線の特徴について質問を行う。 ・Ｘ線写真の白い部分はなぜ白くなっているかを聞く。 ・このような性質を用いて，中身の見えないものの検査を行っていることを伝える。 ・放射線を発見したのはレントゲンであり，当時クルックス管から出た何かをＸ 線と名付けたことを教える。
まとめ 5 分		○本日の学習内容を確認する。 レントゲン写真から放射線には ・ものを通り抜ける性質（透過性） ・物質にエネルギーを与える性質 があること、またエネルギーを与えたことによって物質をイオンにするはたらきを（電離作用）もつこと ・物質を透過する際には放射線は「何もしていない」ので、透過性自体が怖いわけではないことを伝える。

灯し、段ボールの上からクルックス管の先付近に夜光塗料を塗布した紙をあてると夜光塗料が光る。この現象を見せた後、生徒に原因を考えさせる。実験を行う前に夜光塗料は光のエネルギーを蓄えて暗闇で光ることを説明しておく。そうして蛍光の原因がクルックス

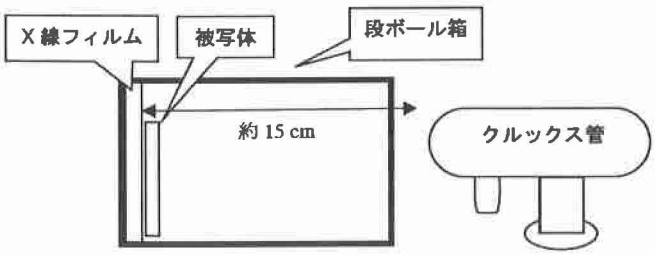


図 2 レントゲン撮影実験の模式図

図 3 クルックス管から出たX線によって撮影したアジ (感光時間 4 分)

管にあることに気付かせる。

展開部ではクルックス管から発生するX線によってレントゲン撮影を行う。遮光処理を施したダンボール箱内にX線フィルム (富士フィルム工業用X-レイフィルムIX100) と被写体となる魚のアジを固定したものを用意する (図2)。授業では用意した箱を生徒に見せ、箱を開けずに中身をどのように調べるかを発問する。一通り意見を聞いた後、クルックス管からでた何かが写真フィルムを感光させることを伝え、実際に撮影をする。写真フィルムで写真ができる理由を説明しておくと、写真を見せた際にX線がフィルムに作用して写真が撮れることにつなげることができる。その後、現像した写真 (図 3) を見せて，撮影できた写真がレントゲン写真であることから，クルックス管から発生していた何かはX線であることに気付く。その後，撮影された写真を用いてX 線の透過性とエネルギーを与えてフィルムを感光させている (作用している) ことに気付かせる。

4. 教育実践

以上の授業内容で 2015 年 1 月 5 日に京都教育大学で初等理科教育を受講している学生 38 名を対象に表 1 の指導案に基づく教育を実践した (表 3)。実践前後において、放射線に関する認識について調査した (表 4)。このあと、授業全体の様子について簡単に触れ調査の結果について触れる流れにする。

表 3 実践の日程と対象

＜実践の日程と対象＞
○第 1 回
日時：2015 年 1 月 5 日 (月) 10:30~12:00
場所：京都教育大学理科共通実験棟一階実験室
対象：京都教育大学教育学部初等理科教育 (d) 受講生 38 名
○第 2 回
日時：2015 年 1 月 9 日 (金) 12:50~14:20
場所：京都教育大学理科共通実験棟一階実験室
対象：京都教育大学大学院教育学研究科理科教育特別演習 I 受講生 6 名

授業は時間内で終えることができた。放射線についてのまとまった話を初めて聞く学生も多かったようで食い入るように話を聞いている学生が多かったことが印象的であった。表 5 に設問に対し自由記述で記された内容をフレーズごとに抽出し、それらを分類分けをした結果を示す。なお丸括弧内の数字は抜き出された数である。

表 4 アンケートの設問

＜アンケートの設問＞
○授業を受ける前のあなたの放射線っていたことを教えてください。
・危険性について
・危険性以外について
○授業を受けた後のあなたの放射線っていることを教えてください。
・危険性について
・危険性以外について
○その他感想ご意見をどうぞ

このアンケートの結果から，授業前と授業後で放射線に対する認識や態度が変化したことが分かる。放射線の危険性に関する記述において、授業前後ともに「人体へ

の影響」に関するものがた。授業前は「発がん性がある」、「髪が抜ける」といったネガティブな内容に偏っていた。それに対して授業後は「特別危険なものではない」、「危険性は否定できないが、そればかりではない」といったものに加え、「使い方によっては便利」といった危険性以外の側面を見ようとする姿勢が見られた。また、性質に関する記述において、授業前は「見えない」ことと、「透過性」についての記述のみであったが、授業後は透過性に加えて電離作用、作用と透過の違いに関する記述を認めることができた。ここからレントゲン写真を活用した説明により理解を促したことが確認できる。そのほかにも、受講者の主観的リスク認知に関して、授業前は「漠然と怖い」、「とにかく危ない」といった主観的なリスク認知をしている記述がいくつか見られた。一方、授業後は「少し不安がなくなった」、「身近にあるので違った見方ができる」といった主観的リスク認知が低下したと思われる記述が見られた。

表 5 アンケート分析の分類分けの結果

【危険性について】
○授業前
「人体への影響に関する記述」 (34)
フレーズ：髪が抜ける白血病、子供や老人には特に害、重度の病気にかかる、一定量を超えると害、後遺症、重大な影響を与える、浴びると確実に死ぬ、発がん性がある，最悪死ぬ、身体の内側が蝕まれる、人に感染する、人体に害、胎児にも悪影響
「主観的リスク認知に関する記述」 (5)
フレーズ：漠然と怖い、とにかく危ない
「性質に関する記述」 (1)
フレーズ：目に見えない
○授業後
人体への影響に関する記述」 (34)
フレーズ：あまり危険性がない、全ての放射線が悪いわけではない、危険性はない、そんなに危険ではない、危険な量をみればわかる、身の周りにあり特別危険ではない、福島の危険度が低い、危険は否定できないがそればかりではない、正しく扱えば怖くない受ける量が問題、変わらず危険、あまり近寄ってはいけない、浴びないに越したことはない、浴びると悪影響がある、がんになる、突然変異、活性酸素
「主観的リスク認知に関する記述」 (2)
フレーズ：少し不安がなくなった、身近にあるので違うとらえ方ができる
「性質に関する記述」 (12)
フレーズ：透過よりも電離が怖い、透過だけなら害はない、電離作用、電離作用が怖い、感染はしない
【危険性以外について】
○授業前
「利用に関する記述」 (23)
フレーズ：レントゲン、生きていくために必要、放射線治療、目に見えないものが見える、暮らしに役立つ，医療で役立つ、成長が変化する
「エネルギー関連の記述」 (13)
フレーズ：発電の需要が多い、原発で役立つ原動力として便利、電力になる、原発では CO_2 を出さない、膨大なエネルギーを持つ、環境によい
「放射線の種類に関する記述」 (7)
フレーズ：宇宙線、身近にある、X 線も放射線
「性質に関する記述」 (3)
フレーズ：見えない、物質を通過する
○授業後
「利用に関する記述」 (30)
フレーズ：レントゲン撮影ができる、利用法がある、便利である、使い方によっては便利、悪いだけのものではない、発明に役立つ、品種改良、カメラに利用されている、医療
「エネルギー関連の記述」 (1)
フレーズ：発電における割合が多い
「放射線の種類に関する記述」 (2)
フレーズ：人も放射線を出している
「性質に関する記述」 (3)

また、両実践で得られた感想や意見を表 6 に示す。X 線を用いたレントゲン撮影の実験に関しては「段ボールの中の魚がきれいに映し出されていて感動した」といった声を得ることができた。一方、蛍光実験に関しては「歴史上の科学者が味わったものと同じ感動を感じることができた」という声もあったが「パッと見て分かりづらい」という声もあった。今回の授業では、実験室のカーテンを閉めただけであったため完全には暗くならず、少し見えづらくなってしまったことが原因であると考える。さらに見やすくしようとするなら、

ビニール袋などをもちいて目張りをするなどの工夫が必要と思われる。また、科学史に沿った授業を行ったことで、「豆知識が身についた」、「物知りになった気分になれた」など受講者が知的満足感を得たと思われる記述もあった。

表 6 感想用紙から得られた感想・意見等

【感想・意見】
「実験に関する記述」
・段ボールの中の魚がきれいに映し出されていて感動した
・高電圧が危険
・パッと見て分かりづらい
・実験の中で起こった現象を分析・考察していき，一つの法則や原理を導き出すという本来の科学の本質を体験でき，歴史上の科学者が味わったものと同じ感動を感じることができた
「疑問」
・X 線と放射線の違いは
・赤外線も含むのか
「意識の変化」
・いろいろな側面を知る必要があると思った
「その他感想」
・豆知識が身についた
・物知りになった気分になれた
・写真の原理を知ることができてよかった
・透過は人体に影響を与えないことだと知って驚いた

以上の教育実践から、本教材の利点及び改善点を述べる。まず本教材の効果として、一つ目に作用と透過の理解を助けることが挙げられる。これは、レントゲン写真を用いて作用と透過の説明を行ったことにより、受講者にとってより具体的に作用と透過の理解をすることができたと考えることができる。次に、放射線に対する意識の変化が見られた。授業前は放射線が危険であるという認識しかなかった。しかし授業後は、放射線に対してさまざまな面を見ようとする姿勢や危険なものだけではないという記述が見られた。こうした記述から、今回の「放射線そのもの」が起こす現象から放射線を学んだことにより、放射線に対する主観的なリスク認知を低減させることができたと考えられる。しかしながら、「危険性がない」と述べた受講者もおり、放射線の危険性への正しい理解につなげるためにも、危険性に関する線量単位の学習は別途必要であると考える。また、科学史に基づいた授業をしたことで、受講者の知的満足感を促すことができたことが感想から読み取れる。これは、実際のレントゲンによる放射線発見の過程をたどる実験やベクレルによる放射能の発見にまつわる話をしたことによるものだと考えられる。

本教材を授業で扱う上での改善点、注意点としては以下の点が挙げられる。今回の授業においてはクルックス管を用いた発生装置による放射線の「発生」を導入として、アジのレントゲン写真から放射線の「性質」および「利用」を扱った。しかしながら、放射線の「影響」に関して電離作用による生体に与える影響については扱ったものの、その危険性の具体的基準となる「線量」に関しては扱っていない。そのため、前述のとおり、客観的リスクの理解のためにも線量単位の学習が必要となる。

6. まとめ

筆者らは、田中の論文[4]を参考に、放射線の「発生」、「性質」、「利用」の授業をレントゲンの実験の追体験を軸として行った。このような「放射線そのもの」が起こす現象を考察し、分析する自然科学本来の過程を通して学ぶことで、放射線が「得体の知れない」ものから「得体の知れた」存在となる。また、こうした科学史をたどる授業は、生徒の知的満足感を促すこと以外にも過去の偉人による業績などを次の世代に伝えていくという教育の役割の一つを果たす。従来、そうした事柄が置き去りにされてきた。放射線教育では放射線の「危険性」だけでなく、放射線を科学的に捉える視点や科学史を辿るというように「多面的に」捉えることが必要である。

参考文献

1) 石亀左知子，中野英之，村上忠幸,「東北砕石工場時代の宮沢賢治から福島の復興に必要な科学コミュニケーションスキルを学ぶ」，平成 25 年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集, 71 (2013)
2) 林孝亮，中野英之,「すごろく教材で考える放射線と原発事故後の福島での暮らし ;『放射線人生ゲーム』の開発」，科学技術コミュニケーション第 15 号, 137-146 (2014)
3) 福島県教育委員会,「平成 24 年度 放射線等に関する指導資料 第 2 版」, 51 (2012)
4) 田中隆一,「放射線学習の骨組みを構成するフレーズの要点解説」，放射線教育 vol. 16, No. 1, 57-66 (2012)

「放射線教育」の投稿規定

NPO 法人放射線教育フォーラム編集委員会

NPO 法人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原稿の投稿を募集している。

1. 投稿資格

本誌への投稿資格は原則として NPO 法人放射線教育フォーラム会員 (個人正会員、学生会員、団体正会員、賛助会員)とする。「放射線教育」の内容及び体裁に合えば、会員は誰でも投稿できるものとする。ただし、編集委員会が認めた場合にはその限りではない。

2. 掲載する論文について

内容としては、放射線教育、エネルギー・環境教育の進展に寄与すると思われるもので、長さ、新規性により研究報告、ノート、解説、資料、意見、諸報に分かれる。詳細については別紙に定める。原則として未発表のものとするが編集委員会の判断によっては転載を認める。原稿の書き方は別に定める。

3. 原稿の審査

編集委員会は、論文の審査を複数の専門家に依頼する。その結果、内容・体裁に問題があると判断した場合にはその旨を著者に伝え、修正を求める。受理できないと判断した場合は、理由を明記して、報文を著者に返送する。

4. 論文の版権

掲載された論文の版権は放射線教育フォーラムに属するが、論文内容についての責任は著者にあるものとする

5. 原稿の送付

原稿は放射線教育フォーラム編集委員会に E-mail で、または CD あるいは DVD に記録し、下記に送付する。

（送付先） E-mail: forum@ref.or.jp

〒110-0015 東京都台東区東上野 6-7-2 萬栄ビル 202 号室
放射線教育フォーラム編集委員会

論文の分類

NPO 法人放射線教育フォーラム編集委員会

研究報告 (10 ページ以下)

結果と考察を含み、十分な意義があるもの

a) 放射線教育、エネルギー・環境教育の進展に寄与すると思われる、独創性のある研究論文。実験、調査、比較研究なども含む、

b) 放射線教育、エネルギー・環境教育の進展に寄与すると思われる教育実践の報告

c) 新規に開発した教材・実験方法・器具の報告

ノート (1~2 ページ)

a) 放射線の理論や現象に関する新規の解釈

b) 新規性の高い教材・実験方法・器具の報告

c) 新規な実験データ及び考察

d) 新規に考案した指導法、授業展開法、評価法など

e) 放射線教育、エネルギー・環境教育に関する授業実践、イベント実践の報告

総説 (10 ページ以下)

原則として編集委員会の依頼によるものとする。

各専門分野の研究について、その方面の進歩の状況、現状、将来への展望などを放射線教育若しくはエネルギー環境問題、放射線及び原子力問題に関連させてまとめたもの。

資料 (10 ページ以下)

実験ならびに調査の結果または統計などをまとめたもので放射線教育、エネルギー・環境教育に利用できるもの (含む科学史研究)

意見 (1~2 ページ)

放射線教育、エネルギー・環境教育、放射線に関する制度、教育制度などに関する種々の提案・意見など

諸報 (1~2 ページ)

a) 会議報告 (放射線、エネルギー・環境教育に関連する会議に参加した報告で、教育的価値が高いもの)

b) 訪問記 (放射線、エネルギー・環境教育に関連する施設に訪問若しくはイベントに参加した報告で、教育的価値が高いもの)

c) ニュース (放射線、エネルギー・環境教育、理科教育に関連するニュースの紹介)

d) 書評 (放射線教育、エネルギー・環境教育、理科教育に資する書籍の紹介)

e) 製品紹介 (放射線教育、エネルギー・環境教育、理科教育に資する製品の紹介)

f) サイト紹介 (放射線教育、エネルギー・環境教育に資するホームページの紹介)

「放射線教育」原稿の書き方

NPO 法人放射線教育フォーラム編集委員会

1. 使用言語

使用言語は日本語とする。

2. 使用ソフト及び保存ファイル

原稿はそのまま印刷できるように MS-Word（Microsoft）で作成する。他のソフトを利用した際は，doc ファイルで保存する。それができない場合は，文章を text ファイルで，図を JPEG 若しくは GIF で保存する。

3. 用紙

3.1 用紙の設定

用紙は A4 を用い，1 ページに 40 字 40 行，上下それぞれ 30 mm，左右それぞれ 25 mm 以上を空ける。意見，諸報は二段組にし，1 段に 17 字入れる。

3.2 枚数制限

研究報告，総説，資料は原則として 10 ページ以内にまとめる。ノート，意見，諸報は 2 ページ以内とする。別刷り作成に便利なように諸報以外は偶数ページの原稿となることが望ましい。

4. フォント

日本語のフォントは明朝体，英語は Times を用い，研究報告，総説，資料の場合，大きさは表題のみ 16 ポイント太字，その他は 10.5 ポイントとし，見出しは太字，本文は標準とする。意見，諸報は表題のみ 12 ポイント太字，その他は 10.5 ポイントとする。

5. 図表

図表のタイトルは太字とする。図は，図 1，図 2 と，表は表 1，表 2 と番号を振る。図表は上下左右のいずれかの欄に沿う状態で体裁を整える。図のタイトルは図の下に置き，表のタイトルは表の上に置く。表は縦線がない方が望ましい。

表 1　図表の書き方

	番号の振り方	タイトルの位置	Word に入らない時の保存形式
表	表 1，表 2……	表の上	表を送付し，TEXT あるいは DOC
図	図 1，図 2……	図の下	JPEG あるいは，GIF

6. 表題，要約及び見出し

研究報告, 総説, 資料の場合, 1 ページ目の第 1 行目に表題, 2 行目を空けて, 3 行目に氏名, 4 行目に所属、5 行目に住所を書く。ここまでは各行の中央にそれぞれ記載する。6 行目、7 行目を空けて，8 行目から[要約] (50~200 字程度) をつける。所属が複数になる場合, 右肩にアルファベットを上付で付け, アルファベット毎に所属と住所をつける。

本文の大見出し, 中見出し, 小見出しは point system とし、1., 1.1, 1.1.1 等のように書く。

意見, 諸報の場合は, 要約を書く必要がない。

7. 数値、単位、核種の表記

数値は, 桁数が多くなる場合はなるべく 10 の乗数を用いる。

例：370000 Bq　→3.7×10^5 Bq

単位は SI 単位を使用する。古い文献を引用するため、SI 単位以外の単位を用いなければならないときは, その単位を使用した後に, SI 単位に換算した値を示す。

例：検出された放射能は 1 nCi (=37 Bq) であった。

核種の質量数は ^{60}Co, ^{131}I のように元素記号左肩に上付きで表記する。

8. 引用文献

引用文献は番号に片かっこを付して本文の右肩につける。

引用文献は下の形式で原稿の最後に一括すること。ただし，文献のタイトル記載については，著者の判断に任せる。雑誌のタイトルは省略形を用いても構わない。

〔雑誌〕著者名，タイトル，雑誌名，巻数，ページ (西暦発行年)

日本語の論文の場合，著者は全員の名前を書くようにする。英語の論文の場合、名前はファミリーネームとイニシャルを用いる。ページは最初のページと最後のページをハイフンで結ぶ。

例) 坂内忠明，霧箱の歴史，放射線教育，**4**，4-17 (2000)

Ban-nai, T., Muramatsu, Y. and Yoshida, S. Concentration of ^{137}Cs and ^{40}K in edible mushroom collected in Japan and radiation dose due to their consumption. Health physics, **72**, 384-389 (1996)

〔単行本〕著者名，タイトル，編者名，「書名」，ページ，発行所，発行地 (西暦発行年)

タイトルと編者名はある場合のみ。

例) 松浦辰男，「放射性元素物語」，154p，研成社，東京 (1992)

渡利一夫，放射性セシウム，青木芳朗,渡利一夫編，「人体内放射能の除去技術：挙動と除染のメカニズム」，7-10，講談社，東京 (1996)

9. その他の注意

1) 用語はなるべく各学会制定の用語を用い，翻訳不能の学術語，日本語化しない固有名詞に限り原語（活字体）のまま用いる。数字はアラビア数字を用いること。

2) 文献でない備考，注などは，*，**を右肩につけ，説明を脚注とし，その原稿用紙の下部に書くこと。

【編集後記】

本号を、1994 年 4 月に発足した放射線教育フォーラムの 20 周年特集号として発行することができた。理事長、副理事長、編集委員そして事務局の皆様の力添えに感謝したい。特集の目玉である「設立の頃そして今」には、発足以来フォーラムの中心になって活躍された諸先輩に寄稿をお願いした。掲載した 17 編の中には、設立時の裏話や苦労話もあり当時が偲ばれる。当初から代表総務幹事として本フォーラムの運営を軌道に乗せ、その後事務局長や理事長を務めた松浦辰男先生にも執筆をお願いしたが、ご高齢のため新たな稿はいただけなかった。そこで、「アーカイブ」の欄を設け先生の旧稿 3 編を再録した。いずれも節目の年の成果報告書あるいは活動報告書の序文として掲載されたものである。

「外から見たフォーラム」には、会員以外で本フォーラムの事業を支えてただいている方々に寄稿を依頼した。また、「最近の活動から」、「国際シンポジウムについて」、「将来に向けて」の特集記事も掲載した。自由投稿の「会員の声」には 50 編以上の寄稿を予想したが (10 周年記念のニュースレターには 41 編の寄稿)、今回は 15 編にとどまった。本誌が論文集であることに鑑み、4 名の会員に「招待論文」の執筆を依頼した。それに加えて通常の投稿が 1 件あり、それを受理した。初めの計画では、本フォーラムの年譜を掲載する予定であったが、時間の制約から実現しなかった。これについては、後日改めて資料を整理し、「放射線教育フォーラム 25 年史」のような形で発行することになった (2015 年 3 月 1 日の理事会で承認)。

編集作業を進める中で一つ気になることがあった。「放射能」という用語の使い方である。学術的には「放射性核種の毎秒の壊変数 (単位はベクレル [Bq])」と定義される放射性物質 (核種) の量を表す概念なのだが、専門家であるフォーラムの会員の原稿の中にも、うっかりしてとは思うが、「放射能廃棄物」、「放射能の利用」、「放射能の影響」のような誤解を招きかねない表現が少なからず見受けられた。小生は昨年、放射能の「能」は能力の能ではないという私見をニュースレター (No. 59, 2014 年 6 月 22 日発行) に記し、「放射能」という用語を正しく使うよう (マスメディアに) 懇願した。その記事を参考に修正をお願いしたところ、皆さん快く修正に応じてくれた。今にして思えば、諸先輩には大変失礼なことを申し上げてしまったと赤面している。ただ、うっかりとは言え、専門家が「放射能」という用語を正しく使わないと、世の中が益々混乱してしまう。マスメディアが「放射能」を放射性物質と同義語として使い、「放射能漏れ」などと言うのをそのまま放置しておいては、放射線リテラシーの向上は望めない。それを正すのが専門家の役割だと思うので、失礼を承知で修正をお願いしたのだった。

「RI (アールアイ)」という用語も気になった。これは、仲間内の符牒で、正式の用語ではない。「ラジオアイソトープ」あるいは radioisotope(s)と記すべきだ。国際会議での英語による研究発表で RI と述べた知り合いの日本人がいたが、外国人には意味不明であった。最近では少なくなったが、ウランをウラニウム、チタンをチタニウムという人がまだいる。用語に無頓着では話の内容が疑われる。私も日常会話で「アルミサッシ」とは言うが、授業ではアルミニウム箔とかアルミニウム板と言うことにしている。巷では最近、「ガラケイ」(ガラパゴス携帯電話) という言葉を耳にするが、学術用語がガラパゴス化してしまっては科学が正しく伝わらない。放射線に関する正しい知識の普及と啓発を目指す本フォーラムであればこそ、用語は正しく使いたいものだ。 (工藤博司)

放射線教育　Vol. 18, No. 1 (2014)

発行日：　2015 年 3 月 31 日

発行者：　NPO 法人放射線教育フォーラム
URL: http://www.ref.or.jp

編集者：　工藤博司（委員長）、橋本哲夫 (副委員長)、堀内公子、細渕安弘、岩崎民子、大野新一、緒方良至、菊池文誠、小高正敬、畠山正恒、大森佐輿子、柴田誠一

事務局：　〒110-0015 東京都台東区東上野 6-7-2　萬栄ビル 202 号室
NPO 法人放射線教育フォーラム
Tel: 03-3843-1070　FAX: 03-3843-1080
E-mail: forum@ref.or.jp

放射線教育フォーラム
2014年度活動報告

頁

1．NPO 法人放射線教育フォーラムの活動の概要

NPO 法人放射線教育フォーラムは、放射線、放射能、原子力の専門家および学校教員の有志により構成され、1994 年４月に設立から今年で 20 年目を迎えた。その間に 2000 年 11 月に NPO 法人の認証を受けたボランタリー組織である。

当フォーラムは、2011 年に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故以前から多くの人々が放射線や放射能に対して過剰の不安感・不信感を抱いており、そのことが原子力エネルギーに対するリスク認知を歪めていることや、さらには世間一般の人々が科学・技術の進歩によって恩恵を受けている一方で、生徒達に「理科離れ」、「理科嫌い」の傾向が見られる現状を憂慮している。

この現状を打開するために、当フォーラムは小・中・高の教育において、エネルギー環境問題・放射線・放射能・原子力に関する正しい理解が啓発推進されるように、学習指導要領などの教育政策を改善し、意欲のある教員を育成することに重点を置いて、勉強会、セミナー、および国際シンポジウムを企画・開催している。また、専門委員会を設けて課題を検討し、それをもとに文部科学省はじめ関係当局に政策提言を行なうなどの活動を行なってきた。放射線教育の分野において世界での日本のプレゼンス向上に多大の貢献をもたらす「第５回放射線教育に関する国際シンポジウム」の開催を 2016 年の夏季か秋季を予定し、準備を始めた。現在、国際シンポジウムの開催に向けて財政や運営に関して、国、関連機関・組織の協力・依頼を行なっている。

当フォーラムの会員数は、2015 年３月現在で個人正会員数 147 名、団体正会員数 29 団体である。福島原発事故の発生以後、原子力事業関係団体の団体会員の退会が急増した経緯がある。当フォーラムにとっては、団体会員の減少が直接に財政の収支に影響を及ぼし、ＮＰＯの運営・活動にとって危機的状況をもたらしかねないのが現状である。このような財政的基盤の改善を図るためにも団体会員の勧誘に努力を重ねている。活気あるフォーラムを目指すためには、なにを置いても正会員ならびに団体会員の増強が重要である。

今年度の定常的な活動としては、第１回勉強会を６月、公開パネル討論「今やる、放射線教育Ⅱ」を 11 月、第２回勉強会を３月、いずれも東京慈恵会医科大学で開催した。これらの催し全てが参加者に好評であった。

専門委員会の活動としては、「教員課程検討委員会」を今年度は３回実施した。その他の委員会は開催されなかった。

ＮＰＯ運営のための今年度の活動としては、通常総会を６月に開催するとともに、理事会を３回開催した。円滑な運営を図るため、今年度から「事務連絡会」を毎月１回定例的に実施することとした。

定期・不定期印刷物の刊行については、当フォーラムの機関紙である「放射線教育」をフォーラム設立 20 周年の特集号として発行した。経費節減のため、2014 年度の活動報告や活動に関わる参考資料は同誌の巻末付録とした。ニュースレターをこれまで通り３回（６月、11 月、３月）発行し、フォーラム設立以来の全号数は 61 に達した。「放射線教育」誌およびニュースレターの編集委員会を今年度は３回実施した。

以上の活動については、リニューアルされた当フォーラムのホームページ（http//www.ref.or.jp）に掲載されている。トップページには主な情報分類として、「放射線教育 先生の広場」、「放射線学習支援資料」、「活動報告」、「出版物」、「活動報告」、「放射線教育フォーラムとは」など８項目を編集し配置を行なった。

２．ＮＰＯ法人放射線教育フォーラムの 2014・2015 年度役員名簿

理事：（理事長）　長谷川圀彦（静岡大学名誉教授）
（副理事長）　工藤博司（東北大学名誉教授）
（副理事長兼事務局長）田中隆一（元日本原子力研究所高崎研究所長）
（以下五十音順）
大野新一（理論放射線研究所長）
緒方良至（名古屋大学医学部保健学科）
小高正敬（元東京工業大学助教授）
柴田誠一（理化学研究所）
橋本哲夫（新潟大学名誉教授）
畠山正恒（聖光学院中学・高等学校）
広井禎（元筑波大学附属高等学校副校長）
細渕安弘（元東京都立保険科学大学）
堀内公子（元大妻女子大学教授）
吉澤幸夫（東京慈恵会医科大学）
渡部智博（立教新座中学高校教諭）

監　事：朝野武美（元大阪府立大学先端科学研究所助教授）

名誉会長：有馬朗人（根津育英会武蔵学園理事長、元文部大臣、元東京大学総長）
会　長：松浦辰男（立教大学名誉教授）

2013 年 11 月から
幹事：
荒谷美智、大野和子、笠井篤、奥野健二、岸川俊明、菊池文誠、熊野善介、黒杭清治、斉藤直、佐伯正克、佐久間洋一、佐藤正知、柴田誠一、白形弘文、下道國、関根勉、田村直幸、鶴田隆雄、中西孝、西尾信一、坂内忠明、広井禎、古屋廣高、細渕安弘、峯岸安津子、宮川俊晴、村石幸正
顧問：
飯利雄一、今村昌、岩崎民子、工藤和彦、黄金旺、村主進、住田健二、野崎正、更田豊治郎、松平寛通、森千鶴夫、山口彦之、山寺秀雄、渡利一夫

３．通常総会、理事会、勉強会等の開催記録

２０１４年

４月１８日（金）第１回事務連絡会　　（フォーラム事務所、　５名）
４月２４日（木）第１回編集委員会　　（フォーラム事務所、１０名）
５月９日（金）　第２回事務連絡会　　（フォーラム事務所、　５名）
６月１７日（火）第３回事務連絡会　　（フォーラム事務所、　５名）
６月２２日（日）第１回理事会　（東京慈恵会医科大学　　１２名）
６月２２日（日）通常総会　　（東京慈恵会医科大学、　９２名）
６月２２日（日）第１回勉強会　（東京慈恵会医科大学、１０１名）
（勉強会プログラム）
講演　　個人線量計を用いた広範囲線量分布把握
　　原　尚志　　福島県立福島高校
講演　　グレイとシーベルトの意味を基から考える
　　多田　順一郎　　ＮＰＯ法人放射線安全フォーラム
コメント　　線量を理科学習の中に適切に位置づけるために
　　田中　隆一　　ＮＰＯ法人放射線教育フォーラム
技術紹介　　個人線量計の教育利用について
　　千代田テクノル(株)、　日立アロカメディカル(株)、
　　堀場製作所(株)、アンビエント(株)
総合討論
６月２２日（日）第１回教育課程検討委員会　（フォーラム事務所、３名）
７月９日（水）　第５１回アイソトープ・放射線研究発表会において当フォーラムが
　　企画した放射線教育に関わるパネル討論実施　（東京大学　１３０人）
（詳細は　７．第51回アイソトープ・放射線研究発表会におけるパネル討論の企画　に記載）
７月１６日（水）第４回事務連絡会　　（フォーラム事務所、５名）
８月１８日（月）公開パネル討論 第１回企画運営委員会（フォーラム事務所、３名）
８月２７日（水）第５回事務連絡会　　（フォーラム事務所、５名）
９月１６日（金）第６回事務連絡会　　（フォーラム事務所、６名）
９月１６日（金）第２回編集委員会　（フォーラム事務所、１０名）
１０月１５日（水）第７回事務連絡会　（フォーラム事務所、５名）
１１月１１日（火）第８回事務連絡会　（フォーラム事務所、５名）
１１月１６日（日）第２回理事会　（東京慈恵会医科大学　９名）
１１月１６日（日）公開パネル討論「今やる、放射線教育Ⅱ」（東京慈恵会医科大学、９２人）
（詳細は　６．草の根ＮＰＯ等活動完了報告書 に記載）

（プログラム）

実践報告　郡山市における放射線遮蔽効果の授業の取り組み

児玉 剛明　福島県郡山市立郡山第四中学校

実践報告　三朝温泉水を用いた放射線教育の実践事例

嶋田 武弘　鳥取県倉吉市立東中学校

実践報告　大学・企業等との連携による放射線教育 ―放射線利用の授業実践―

小鍛治 優　福井県永平寺町立吉野小学校

実践報告　中学校理科における放射線を扱う学習機会の可能性に関する検討

佐々木 敏紘　宮城県仙台市立西山中学校

実践報告　「授業の実践と今後の可能性 ―中学校理科における放射線の学習を通して―」

佐藤 深　北海道札幌市立北栄中学校

講演　「生活に根ざした放射線教育の出発点は？」

小林 泰彦　（独）日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所

パネル討論　コーディネータ　高畠　勇二　（エネルギー・環境理科教育推進研究所）

１２月１５日（月）第９回事務連絡会　（フォーラム事務所、５名）

１２月２３日（火）第２回教育課程検討委員会　（フォーラム事務所、６名）

２０１５年

1月７日（水）　公開パネル討論 第２回企画運営委員会　（フォーラム事務所、４名）

1月７日（水）　第３回編集委員会　（フォーラム事務所、１１名）

1月１６日（金）第１０回事務連絡会　（フォーラム事務所、５名）

2月１３日（金）第１１回事務連絡会　（フォーラム事務所、５名）

3月１日（日）　第３回理事会　（フォーラム事務所、１０名）

3月１日（日）　第２回勉強会　（東京慈恵会医科大学、　９７名）

（勉強会プログラム）

講演　ＰＰＴ教材「住民が受けた原発災害」とその授業実践

黒杭　清治　放射線教育フォーラム

藤井　真人　千葉県立若松高等学校

講演　放射線実験教材の現状と開発、実践における課題

森　千鶴夫　愛知工業大学

早川　一精　中部原子力懇談会

講演　小中高における放射線教材と授業への活用

滝沢　洋一　東北放射線科学センター

講演　霧箱とはかるくんを活用した授業実践の報告

戸田　一郎　北陸電力エネルギー科学館

総合討論

3月１７日（火）　第１２回事務連絡会　（フォーラム事務所、５名）

4 「放射線教育」誌及びニュースレターの発行

4.1 「放射線教育」誌　2015 Vol. 18, No. 1

【巻頭言】放射線教育フォーラム 20 年の歩み
長谷川圀彦 (NPO 法人放射線教育フォーラム)

【特集：設立の頃そして今】

「エネルギー・環境・放射線セミナー」の思い出
山寺秀雄（名古屋大学名誉教授・大同大学名誉教授）

台湾における放射線教育と原子力発電所について
黄　金旺（台湾中原大学栄誉教授）

加速器周りから六ヶ所村へ
荒谷美智（六ヶ所村文化協会）

放射線教育フオーラムの誕生、そして揺籃期のこと
渡利一夫（放射線医学総合研究所名誉研究員）

放射線教育フォーラムを設立した頃の思い出
小高正敬（放射線教育フォーラム、同位体科学会）

西の隅から　工藤和彦 (九州大学名誉教授)

ラジオアイソトープを活用した実験重視の広領域理科教育を盛んにしよう
野崎　正 (元理化学研究所、北里大学)

放射線教育フォーラムの活動 20 周年に想う
坂本　浩 (金沢大学名誉教授)

放射線教育雑感
渡部智博 (立教新座中高元筑波大学附属高等学校)

最近の活動から　村主　進 (原子力システム研究懇話会)

原子力・放射線研究の黎明期とフォーラム設立の頃そして今」
橋本哲夫 (新潟大学名誉教授)

近畿地区の「エネルギー・環境・放射線セミナー」を振り返って
鶴田隆雄 (元近畿大学原子力研究所)

風評被害撲滅と科学技術リテラシー向上
石井正則 (原子力学会シニアネットワーク連絡会)

フォーラムからの恩恵と学校教育での課題
広井　禎 (元筑波大学附属高等学校)

放射線教育フォーラムとその役割
中西友子 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

震災に伴う放射性物質汚染への取り組み
大森　巍 (元静岡大学教授)

放射線教育フォーラムでの 20 年と 20 年目の想い
堀内公子（京慈恵会医科大学・放射線教育フォーラム）

「放射線教育」投稿規定、原稿の書き方
編集後記　　工藤博司 (東北大学名誉教授)

4.2 ニュースレター

「ニュースレター」 No. 59　2014. 6
巻頭言　放射線の影響と異分野交流
　　宇野賀津子 (ルイ・パストゥール医学研究センター基礎研究部)
国連科学委員会 2013 年報告書
　　岩崎民子 (元放医研)
用語「放射能」を正しく伝えるために
　　工藤博司 (東北放射線科学センター・東北大学名誉教授)
パネル討論「北から南から福島を踏まえた放射線教育の全国展開 II」案内
　　(第 51 回アイソトープ・放射線研究発表会)
平成 26 年度通常総会及び第 1 回勉強会
PPT 教材「住民が受けた原子力災害」を制作して
　　黒杭清治 (放射線教育フォーラム)
会務報告

「ニュースレター」 No. 60　2014. 11
巻頭言　放射線の影響を抑える薬
　　吉澤幸夫 (東京慈恵会医科大学アイソトープ実験研究施設)
D-Shuttle と高校生線量調査プロジェクト
　　原 尚志 (福島県立福島高等学校)
グレイとシーベルトの意味について
　　多田順一郎 (NPO 放射線安全フォーラム)
放射線学習における「作用」と「線量」を考える
　　田中隆一 (射線教育フォーラム)
第 51 回アイソトープ放射線研究発表会　パネル討論「北から南から福島を踏まえた放射線教育の全国展開 II」(報告)
公開パネル討論「今やる、放射線教育パート□」(支援ネットワーク構築へ向けて) 案内
平成 26 年度通常総会議事録
会務報告

「ニュースレター」 No. 61　2015. 3
巻頭言　水、空気、放射線
　　堀内公子 (東京慈恵会医科大学アイソトープ実験研究施設)
公開パネル討論「今やる、放射線教育□」を終えて
　　宮川俊晴 (放射線教育フォーラム・日本原燃)
生活に根ざした放射線教育の出発点は?
　　小林泰彦 (原子力機構・量子ビーム (高崎研))

郡山市における放射線遮蔽効果の授業の取り組み
児玉剛明 (元福島県郡山市立郡山第四中学校)

三朝温泉を用いた放射線教育の実践事例
嶋田武弘 (鳥取県倉吉市立東中学校)
大学・企業等との連携による放射線教育 ~放射線利用の授業実践~
小鍛冶 優 (福井県永平寺町吉野小学)
中学校理科における放射線に関する学習機会の可能性
佐々木敏紘 (仙台市立西山中学校)
出前授業の実践と今後の可能性 ー中学校理科における放射線の学習を通してー
佐藤　深 (札幌市立北栄中学校)
平成26年度放射線教育フォーラム第2回勉強会「放射線学習教材と授業実践への活用」案内
会務報告

５．2014 年度の教育課程検討委員会活動の記録

1．設立趣旨（設立当時の趣旨）

放射線の内容は学校教育（初等中等教育）のいろいろな教科・科目で取り扱われ、一部では効果的な実験も発表されているが、大部分は取り扱いが断片的で、学習指導の時間は少ない。また、放射線の重要性や利便性に反して、一般には怖い、危ないなどの危険性の印象が定着している。

これらの現状を鑑み、誤った知識を是正し、市民としての素養に不可欠な放射線についての事項を、どのように学校教育の中に組み込むかを検討するため、1998 年８月に本委員会が設立され現在に至っている。

２．委員名簿(2014 年度)

委員長	黒杭　清治	元芝浦工業大学教授
委　員	大津　幸一	愛知県立熱田高等学校教諭
同	田中　隆一	元日本原子力研究所高崎研究所長
同	広井　禎	元筑波大学附属高等学校副校長
同	渡部　智博	立教新座中・高等学校教諭
相談役	飯利　雄一	元信州大学教授
同	松浦　辰男	立教大学名誉教授

３．活動経過と成果

(１)前年度までの活動と成果

1998～2007 年度　資料収集・調査活動

教員、および小中高校生・大学生の放射線に関する知識・意識調査（アンケート等)。

JCO 臨界事故に対する生徒の疑問集制作。

放射線教育を「総合的な学習の時間」にどう取り組むかの検討。

『児童・生徒の放射線リテラシー育成のための指導資料集』４章構成の制作

2008～2009 年度　中学校理科新学習指導要領の内容検討と放射線学習計画制作

「中学理科新学習指導要領に沿った放射線教育の先行的実践記録」

教員を対象する関東・信越地区のエネルギー・環境・放射線セミナーで発表

2010 年度　放射線教育 PPT 教材の制作、HP へ公開

１．原子構造と放射線の基礎　　２．自然界の放射線

３．放射線の性質と利用　　４．放射線医療

５．放射線は本当に危険か　　発展．ウリミバエの撲滅

2011 年度 a．前年度作の５「放射線は本当に危険か」の削除：本篇は「放射線が危険か危険でないかは量で決まる」ことを言っているのであるが、原発事故後は標題から受ける印象が誤解され易いので削除し、改めて本内容を下記第１部に移した。

b.「福島原子力事故から何を学ぶか」の制作

第１部 原発事故による健康への影響　　第２部 原発事故は防げるか

第３部 未来のエネルギーを考える

2012 年度「福島原子力事故から何を学ぶか」に第４部「住民が受けた原子力災害」を追加

その１　原発事故発生と避難　　その２　避難指示圏外に放射性降下物

その３　漏れた放射性物質は同心円状に広がらない

その４　原子力災害とその他の災害　　その５　除染そして帰還

2013 年度　第４部の特徴は「総合的な学習の時間」で利用されることを想定して「質問」と「正解のない問題提起」を加えたことである。初めての試みであり、学校の授業に役立つか

否か不明であったため、現職の教員に協力を求めた。

その結果、高校からは千葉県立若松高等学校教諭藤井真人先生、中学からは立教新座中学校非常勤講師高野先生（実践当時）の協力を得て授業実践をしてもらい、生徒が記入したワークシートの回答を集計して改訂版に加えた。

（2）2014年度の目標と活動

(2)-1　目標：

(2)-1-1.　「福島原子力事故から何を学ぶか」第4部改訂版をHPへ掲載する

(2)-1-2. PPT教シリーズ「モジュール※教材」の制作

本指導支援PPT教材は教員が自分の授業を構成する資料の1つとして使い易いものでなければならない。いわば授業構成のための「部品」の提供である。このような考えのもとに「モジュール教材」を製作する。

※モジュール module：交換可能な構成単位という意味であるが、ここでは「授業を構成するための部品」という意味で使用した

(2)-1-3.　2007年度までに作成した『児童・生徒の放射線リテラシー育成のための指導資料集』について原発事故の影響を考慮して再検討する。

(2)-2　活動内容

第1回委員会　2014年 6月22日（日）

第2回委員会　2014年12月23日（火）

(2)-2-1.：第4部改訂版をHPへ掲載

第4部改訂版その5「除染そして帰還」の一部について、除染・帰還状況変化に対応させて修正したものをHPへ掲載した。

(2)-2-2.：「モジュール教材」

○試作品「ヨウ素131の半減期」を試作。

○大津委員の作品「放射線炭素年代測定法の種明かし」をモジュール教材に再構成することについての検討

(2)-2-3.　放射線リテラシーの再検討、以下のような検討を実施した。

○名称に「支援」の語を入れ『児童・生徒の放射線リテラシー育成のための指導支援資料集』とする。A

○福島原発事故があってもなくても、Aの基本に変化はないが、シーベルトなどについての一般の認識（知識ではない）に変化が起こっているため、再検討する必要がある、

○上記旧版について大津委員からの意見書　B

○田中委員からAおよびB　についての意見提出を待って検討に入る。

○田中委員から委員会当日提出の資料「放射線学習のキーワード」の検討をした。

高等学校対象のリテラシーにはなり得るが、小・中学生のリテラシーは、旧版で分別したように、発達段階に応じて別に決めるべきであろう（検討は継続中）。

（3）2015年度の目標

(3)-1. 既作品の改訂

PPT教材の本数を増やすことをせず、「原子力災害から何を学ぶか」については次世代に何を伝えるかと言う観点で改定を加える。特に 第1部～第3部は事故直後の情報量が少ないときに制作したので修正すべき点が多く、順次大改訂を行う。

(3)-2. モジュール教材の制作

モジュール教材の数を増やし順次ホームページに掲載し、放射線教育指導支援資料として充実した内容に育てる。

６．2014 年度草の根ＮＰＯ等活動企画完了報告書

提出年月日：平成 27 年 2 月 27 日

団体名	特定非営利法人放射線教育フォーラム
所在地	〒110-0015　東京都台東区東上野 6-7-2 萬栄ビル 2 階
担当者名	田中隆一
連絡先	TEL:03-3843-1070 FAX: 03-3843-1080 E メール: forum@ref.or.jp ryutnk@kra.biglobe.ne.jp

１．企画のタイトル

放射線教育支援ネットワーク構築に向けた公開パネル討論「今やる、放射線教育Ⅱ」― 福島を踏まえた放射線教育の全国展開 ― の開催

２．実施の目的

目的・趣旨

３０年ぶりに中学校で放射線学習を始めようとしていた教育現場は東電福島第一原発事故によって事情が一変し、改訂された学習指導要領によってカバーされる程度の放射線知識だけでは到底間に合わなくなったことを受けて、文部科学省は小中高用の放射線副読本を公表した。しかし、30 年間習ったことも教えたこともない先生方にとって、副読本がその後易しい内容に改訂されたとはいえ、授業実践に戸惑い、躊躇されている先生方が依然として多い。生徒だけでなく、保護者、地域住民の不安、疑問、心配への対応を迫られている中での授業実践については、教壇に立つ先生方が自らの判断で主体的に取り組むことが求められてはいても、外部からの適切な支援を必要としている。

こうした状況に対応するため、２０年前から放射線に関わる正しい知識の普及活動を進めてきた NPO 法人放射線教育フォーラムでは、ホームページ上に「放射線授業の広場」を開設し、全国各地で意欲的に放射線授業に取り組んでいる先生方から実践報告事例を提供いただき、2013 年 5 月から公開を開始した。事例提供だけでなく、先生同士の交流及び先生と専門家の交流の場としても発展させ、放射線教育支援の全国的なネットワーク構築を目指している。

放射線教育支援のための出会いと交流の場を形成する手始めとして、 当フォーラムは 2013 年 11 月に公開パネル討論「今やる、放射線教育」を草の根 NPO 等活動支援事業の一環として実施した。また、当フォーラムの企画をもとに、日本アイソトープ協会主催のアイソトープ・放射線研究発表会(2013 年 7 月)における公開行事として実施している授業実践事例の報告と討論の場を 2014 年 7 月にも継続実施している。こうした活動を今後も継続・発展させていきたいと考える。

2013 年度の公開パネル討論では、人々の興味・関心が高い放射線の健康影響をいかに授業で扱うかを中心に討論が深められ、免疫力の扱いなどが話題となった。2014 年度はそれを踏まえた展開として「メリットとディメリットを考える総合力の育成」に目標を置いたうえで、放射線そのものの科学的な理解にもつながる放射線の利用をどのように授業で扱うかに重点を置いた授業実践報告及び専門家による放射線利用とその原理に関する講演を行うとともに、それらをもとにパネル討論を実施した。小中高の連携、各学年での扱い、外部支援のあり方や授業の工夫について、議論が深まった。今後とも、教育現場が必要とする教材につながるテーマを設定し、正に「今やる放射線教育」のパネル討論会を継続していく必要がある。

テーマ

福島を踏まえた放射線の教育実践および理解促進の普及活動

3．実施内容

1）公開パネル討論の催しに関わる企画運営委員会を設置し、放射線教育フォーラムの会員の中から以下の委員を選定した。

企画運営委員会委員　工藤博司(東北大学名誉教授)
田中隆一(委員長、副理事長)
畠山正恒(聖光学院中学高等学校)
宮川俊晴(日本原燃(株))
吉沢幸夫(東京慈恵会医科大学)
渡部智博(立教新座中・高等学校)

2）2014 年度の公開パネル討論を、11 月 16 日に実施するに際し、2013 年度の公開パネル討論で、意見交換に適した設備であることの実績のある東京慈恵会医科大学高木 2 号館南講堂を会場に内定していた。

3）第 1 回企画運営委員会を 2014 年 8 月 18 日に放射線教育フォーラム事務所において実施。開催に関わる基本事項について検討した。その結果、催事名を「公開パネル討論『今やる、放射線教育Ⅱ』 ―支援ネットワークの構築へ向けて―」と決定した。開催に関わる主な決定。確認事項は以下のとおり（補足資料１　第 1 回企画運営委員会のまとめ)。

① プログラムは前回の実績をもとに、実践報告(５件)、基調講演、パネル討論の三部構成を踏襲した。前回の反省からパネル討論を 30 分増やし、催事の開始時刻も早める。

② 放射線利用をメインテーマに設定し、基調講演者を原子力機構の小林泰彦氏に決定した。

③ 実践報告については、すでに内諾を得ているものも含めて中学校に重点を置き、放射線利用について実践報告に含めていただくこととする。

④ 先生方の参加促進のための方策として、可能な限り文部科学省などから後援名義をとる。

⑤ 今回の新しい試みとして会場に隣接して展示ブースを設置し、放射線教育教材等の情報交換が行えるようにする。手始めに、当フォーラム団体会員の全メンバーにブース出展を募集した。

⑥ 開催当日の主催者側の対応については、昨年とほぼ同様の外部支援をお願いすることとした。ただし、世話人の不足を補うために、学生アルバイトを２人程度雇うこととした。

⑦ 前会の反省から、開催の成果及び課題を会員や広く外部に向けて、情報発信に努める。

⑧ そのほか、開催の準備・実施については、前回の経験と反省を踏まえる。

4）9 月 25 日に開催されたＮＰＯ等活動整備事業交流会・研修会において当フォーラムの活動計画を報告した（補足資料２　ＮＰＯ等活動整備事業交流会・研修会発表資料）。

5）実践報告者兼パネリストには、全国の各地域において放射線授業の実践を先導しておられる先生方の中から、地域のバランスを考慮して、鳥取県、福井県、福島県、宮城県、北海道の５人の先生方を選定し承諾を得て、9 月中にプログラムが確定し、開催案内を作成した。（補足資料３ 公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」 開催案内、補足資料４ 公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」 パネリストプロフィール）。

6）後援名義を文部科学省に申請することを検討したが、実績のないＮＰＯ法人が後援名義を取得することは容易ではないと判断して申請を取りやめた。しかし、全国中学校理科教育研究会から後援名義を取得することができた。

7）実践報告者及び講演者に参加者配布する抄録を執筆していただいた。（補足資料５ 実践報告及び講演予稿）。

8）催事周知・参加勧誘については、費用や労力の節約のため、各組織・団体のメール配信システムを利用した周知手段に重きをおき、また、過去に参加実績のある個人アドレス宛にも開催案内を実施した。チラシ案内も作成し、個人への直接的な勧誘も実施した。

9）パネル討論については、高畠コーディネータと実践報告の宮川座長による打ち合わせによって、討論の進め方について打ち合わせを行った。

１０）開催当日の参加者対応や会場設営のため、参加者１１６人の前回並みの世話人の体制を組んだが、参加申込の中間集計からは、最終的に１００名を超えないことが見込まれたため、当日の開催運営や作業分担について、すこし余裕を持たせられる見通しが得られた。

１１）参加者へ会場配付する講演資料等（プログラム、パネリストプロフィール、実践報告講演予稿及びパワーポイント配付資料）の作成は外部からの支援を得て実施した（補足資料６ 講演者のパワーポイント資料集 ：容量が大きすぎてメール送信できないので別送します）。

１２）当日参加者を対象に実施するアンケート調査用の設問用紙を昨年の実績をベースに作成した（補足資料７ 公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」 アンケートフォーム）。

１３）展示ブース募集の結果、７社のブースを会場入口前の懇親会が予定されているスペースに設置でき、懇親時間も有効に活用された。なお、開会１時間前から設営が開始された。（補足資料８ 公開パネル討論「今やる、放射線教育Ⅱ」展示ブース一覧）。

１４）13:00 の開会１時間前に実践報告者、基調講演者が参集し、座長、コーディネータとの顔合わせ、実践報告とパネル討論の進めた方などの直前確認を行い、本番に備えた。

１５）開催当日の参加者実績は９３名（参加申込者のうち当日欠席者は８名）であった（補足資料９ 公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」来場者名簿、補足資料１０ 公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」写真集）。

１６）パネル討論終了後に参加者を対象としたアンケート回答の集計および分析を行なった（補足資料１１公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」アンケート回答結果素データ、補足資料１２公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」アンケート回答集計結果）。

１７）第２回企画運営委員会を１月７日に放射線教育フォーラム事務所において実施。その成果を評価するとともに、反省点を明らかにした。それらを踏まえて、今後における放射線教育支援ネットワーク構築へ向けて、どのように展開していくべきかについて意見を交わした。それらついては、５．実施後の評価のなかで述べる。

３． 実施後の効果

１）アンケート調査結果について

アンケートの回収者数は２９。アンケート回答素データには設問毎に回答内容を列記した。左欄の回答者については、実名の代わりに１から２９の数字で表した。回答率が少ないのでデータの客観性に欠けるが、原子力・放射線関係者が回答者全員に占める割合は約５割であり、参加者に占める比率と同程度であった。残念ながら小中高の教職員の占める割合は１０％に止まった。

全体的には、各先生の実践報告、小林泰彦氏の講演、パネル討論ともに「大いに参考(または有益)であった」との回答であり、「参考(または有益)にならなかった」との回答はなかった。一方、小学校、中学校、高校の教職員からの回答が少なく、来場した教職員の参加者が少なかったことが要因の一つと考えられる。

実践事例に紹介については、半数が「大いに参考になった」との回答であり、コメントにおいても実践内容が聞けたことや、先生方への努力に敬意を示すものであった。また、地域的な特色についても興味深いとの意見も多く、さまざまな実践事例の報告を情報共有できる仕組みが求められていると考えられる。

小林氏の講演については、４割以上の方が「大いに参考になった」との回答であった。放射線利用について世の中で幅広く使われていることを知ることができたとのコメントが多かった。一方で、時間的にも内容が多く、専門的な部分も若干あったことから多少消化できない部分もあったとの回答が見受けられた。事後の企画運営委員会の中で、授業で活用

するために放射線教育フォーラムとして何らかの解説を準備するべきであるという意見もあった。

パネル討論については、約3割の回答者が「大いに参考になった」と回答し、約5割が「ある程度参考になったと回答している。この結果は、時間が足りず討論が思うようにできずに中途半端な感じで終了してしまったためと思われる。また、Ｑ４－１の回答からも討論が掘り下げられなかったことも要因として考えられる。

今回のイベント全般については、約５割の方が「大いに有意義であった」と回答しており、企業出展についても好意的な回答も見られた。また、実践報告についても多くの事例を期待していると考えられる。一方、会場から特定の人ばかり発言することで、幅広い義論ができないと感じている人が少なからずいることが回答から垣間見える。

アンケート裏面の設問≪教育関係の先生にお尋ねします≫及び≪放射線の専門家にお尋ねします≫については、回答いただいた先生方の人数が非常に少なかったこと、及び放射線の専門家の記述も少なかったことなど理由から、効果として記載できるほどの内容が乏しかったので省いた。

2）参加者からの声

実践報告に対する参加者の声として、現場の授業実態が理解出来たとの声が数多くあった。授業への熱意などの風化を回避するためには、さらなる実践事例の紹介やネットワークの構築、小学校への放射線教育の導入などを文部科学省に働きかけて欲しいという要望もあった。

3）新聞報道について

実施の効果の一つとして、開催当日の会場及び開催後フォーラム事務所において、電気新聞から取材を受けた。その結果は１２月２日の電気新聞８面の総合企画欄に報道された。当ＮＰＯが進めている放射線の授業実践のための支援について理解が得られた結果であると考える（補足資料１３　電気新聞取材記事コピー）。

４．　実施後の評価

1）開催周知と参加申込について

・前回と同様に原子力・エネルギー・放射線関係の組織・団体及び教員や学術関係の組織の協力を得て、メール配信による開催周知に努めた。その結果、原子力・エネルギー・放射線コミュニティからの参加が多数を占めたが、リピーターは予想以上に少なく、初めての参加申し込みが多かった。これはメインテーマを放射線影響から放射線利用に変えたことが影響していると考えられるが、今回は展示ブースを設置したため、放射線測定機器の企業からの参加申し込みが多かったことも寄与しているためと思われる。

・前回少なかった小中高の学校教員の参加申込を増やすことを一つの目標に置いたが、メインテーマを変えたことも影響したためか、あるいは全く別の理由からか、参加数は昨年よりもかえって少ない結果となった。今回、中学校理科教育研究会からの後援を得たことが、

参加の増加につながらなかった。形だけの支援ではなく、地域の先生方との直接交流を重視する face to face の関係構築が必要と思われる。

2） 催しの内容について

・5人の実践報告者は皆、情熱を持ち、創意工夫を重ねて授業に取り組んでいる。どの報告も独自な発想による地域性も活かされた実践事例であり、参加者、支援者にとって大いに参考になったと思われる。

・講演は、これまで放射線教育で扱われてこなかった幅広い視点で、理科基礎から放射リスクまで学習内容として様々な発展の可能性を提示したが、それらを直ちに授業実践に活かすには、まだ課題が多いと言える。放射線利用の多様性、多面性を積極的に活用した授業実践に向けて、生徒の興味・関心や受け止め方にも配慮した授業実践に向けた有効な提案が継続的に望まれる。

・放射線利用をメインテーマとしたが、放射線利用についての授業実践に関して専門家が期待するような意見交換には発展するに至らなかった。今回のような交流の機会をさらに継続的に繰り返すことを通して、よりきめの細かい支援や意見交換を重ねていく必要があろう。

・前回の反省からパネル討論の時間配分を多くとった結果、実践報告者との間で有益な意見交換ができたと考える。しかし、参加者を含めた討論では議論が拡散することによって、討論のテーマが薄れてくるという弊害も現れたと感じられる。

3） 参加者へのアンケート調査について

・今回のアンケート調査は回答率が低かったが、記述された意見・感想のなかには有益で示唆に富んだ意見が多くあり、今後の開催に向けて役立つ情報が多く得られたと考える。アンケートの狙いは全体的な効果を知ること以上に、主催者への意見や批判の役割が大きいと考える。いっぽう、回答率を上げて効果を確かなものとするには、短時間で記入できるシンプルなアンケートフォームにするべきであると考える。

4） 展示ブースの設置について

・放射線教育普及のための展示ブースの導入が非常に効果的であった。懇親会場を本会場に隣接して設置し、懇親会を囲むように展示ブースを配置したことによって、パネル討論の終了から懇親会へ連続的に移行したことが参加者と展示者のコミュニケーションを活発にする結果となった。運営に関わる者が参加者や展示者とコミュニケーションをとるように心掛けるなど、積極的な交流を率先して促すことが大切であると考える。参加者の交流を盛んにするためにも、展示ブースの設置が効果的であると考えているが、事務局の負担が増すことも考慮する必要があろう。

5） 事務局の運営について

・開催準備を含めて前回よりもスムーズな開催運営ができた。前回の運営経験が活かされたことや2人のアルバイトを雇ったことも幸いした。会場については、企画よりもずっと早い段階で仮予約しておくことが必要である。

6） 今後の活動の方向性について

・放射線教育は地域・地域の事情によりかなり異なる傾向があることを感じたが、共通点も多く認められた。今後の放射線教育では、①自然界にある放射線の理解、②放射線の多様な利用、③利用に適する放射線の特性、④放射線の人体影響と防護、⑤リスクと向き合い判断・行動できる力を培うリスク教育という、段階的な進め方が有効であると思われる。このように位置づけてみると、放射線教育の肉付けとして放射線利用学習の役割が見えてくるのではないか。専門家による支援にも創意工夫が求められてくる。

・実践報告の中で、佐々木敏紘氏は放射線学習が指導されている中学校３年を含めて、中学校３年間を通して放射線について学ばせるプログラムを具体的に提案している。中学校１年、２年における放射線以外の理科学習のなかで無理のない流れとして放射線を登場させる工夫によって、放射線を特別視し、結果として忌避するような学習環境を変えていく可能性を期待したい。放射線に関わる現状の学習指導において問題となっている授業時期や年間授業時数の制約緩和の可能性も期待できる。そこに専門家による支援の役割もあるのではないか。

・先生方同志の交流や専門家との直接的な交流を通して放射線授業実践の支援に関するネットワーク構築の視点から、次のステップへ如何に進めていくかにポイントを置いて議論を継続・発展させる必要がある（⇒今年度第２回勉強会（2015年３月１日）、来年度第１回勉強会（2015年６月21日）、第52回アイソトープ・放射線研究発表会（2015年７月）、2015年度NPO活動支援事業への応募など）。（補足資料１４　放射線教育フォーラム ニュースレター６１号 p.2（2015年３月１日発行）記事、補足資料１５　「放射線教育」 Vol.18, No.1 「小さなお弁当箱に何を―４回の放射線教育のパネル討論会を通じて―」　掲載予定）

補足資料一覧

補足資料１　第１回パネル討論会企画運営委員会のまとめ
補足資料２　ＮＰＯ等活動整備事業交流会・研修会発表資料
補足資料３　公開パネル討論「今やる、放射線教育Ⅱ」開催案内
補足資料４　公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」パネリストプロフィール
補足資料５　実践報告及び講演予稿（①児玉先生　②小鍛治先生　③嶋田先生　④佐々木先生　⑤佐藤先生　⑥小林氏）
補足資料６　講演者別パワーポイント資料集　（ＣＤに収録）
補足資料７　公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」アンケートフォーム
補足資料８　公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」展示ブース一覧
補足資料９　公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」来場者名簿
補足資料１０　公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」写真集
補足資料１１　公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」アンケート回答結果素データ
補足資料１２　公開パネル討論「今やる放射線教育Ⅱ」アンケート回答集計結果

補足資料１３　電気新聞取材記事コピー

補足資料１４　放射線教育フォーラム ニュースレター６１号記事「公開パネル討論『今、やる放射線教育Ⅱ』を終えて」

補足資料１５　「放射線教育」Vol.18, No.1「小さなお弁当箱に何を ―４回の放射線教育のパネル討論会を通じて―」掲載予定

7．第51回アイソトープ・放射線研究発表会におけるパネル討論の企画

（1） 企画について

日本アイソトープ協会が主催して毎年開催されるアイソトープ・放射線研究発表会における催しとして、協賛団体の放射線教育フォーラムが放射線教育・コミュニケーション分野を代表して企画したものである。

（2）パネル討論のテーマ

「北から南から福島を踏まえた放射線教育の全国展開Ⅱ」

（3）パネル討論の企画概要

①趣旨： 昨年の第50回アイソトープ・放射線研究発表会では、全国から招聘した先生方による実践報告をもとにしたパネル討論「北から南から福島を踏まえた放射線教育の全国展開」を開催し、放射線教育の必要性、事故を境に変わったこと、学校現場での日頃の苦労などが示されるとともに、限られた時間数での授業内容の選択や実験機材などの調達の課題も示された。

今回は昨年の実績を踏まえたパネル討論の第2回目として、中学校の放射線授業内容を中心に、学校・学年毎にどのような内容を実施することが有効か、プログラム提言を目的として、改定された文科省副読本についての解説及び東北、関東、中部、近畿での授業実践事例の発表を関係者からいただき、会場参加者と討論する。

②日時： 平成26年7月9日 14:15 ～ 16:45

③場所： 東京大学弥生講堂一条ホール

④プログラム：

話題提供

1．講演 「放射線教育の副読本の改定について」
清原 洋一 文部科学省初等中等教育局 主任視学官

2．実践事例1「やってみよう 放射線教育」
西田 敬子 奈良県奈良市立興東中学校

3．実践事例2「名古屋市の中学校における放射線教育」
佐野 嘉昭 愛知県名古屋市立上社中学校

4．実践事例3「東海村における放射線・原子力に関する学習について」
鈴木 克己 茨城県東海村立照沼小学校

5．実践事例4 「飯舘村における中学校の放射線授業の実践」
吉田 良平、荒木 郁美 福島県飯舘村立中学校

パネル討論

パネリスト及び会場からの発言者を交えてのパネル討論

コーディネータ：高畠 勇二 先生（エネルギー・環境理科教育推進研究所）

座長：宮川 俊晴（放射線教育フォーラム/日本原燃(株)）

放射線教育フォーラム
2014年度活動に関わる参考資料

パネル討論 4(1)

放射線副読本の改訂について
About the side reader of radiation

文部科学省初等中等教育局　　○清原　洋一
(KIYOHARA, Yoichi)

概要

平成 26 年 2 月末に、放射線副読本を改訂し公表した。ここでは、放射線副読本改訂の趣旨について概説するとともに、学校教育において放射線教育をどのように位置付けるかを考えるため、学習指導要領の総則にも触れる。

1．新しい放射線副読本について

平成 23 年作成の放射性副読本は、福島第一原子力発電所の事故により、放射線等についての理解を深めることが社会生活上重要であることから、放射線についての理解を深めることに限定して作成していた。このため、原子力発電所の事故、放射性物質の放出による被害の状況、復興に向けての懸命な努力などには、触れていなかった。そのことに対する意見等を踏まえ、放射線副読本の見直しを進めた。

新しい放射線副読本では、原子力や放射線とその利用における課題について学ぶため、福島第一原子力発電所の事故のこと、多くの住民が大きな被害を受け、今なお困難な状況にあること、さらに、地域の復興・再生や安全の確保に向けて懸命の努力が続けられていることなどについて紹介するとともに、その理解に必要な放射線に関する基礎知識や放射線からの身の守り方等を解説している。

この事故の現状を理解するとともに放射線についての理解を深め、身の守り方のみならず、一人一人がこの事故に真摯に向き合い、今後どのように対応し、課題を克服していくべきかを考えるきっかけとなることを願い作成している。

今回作成した冊子は、小学生向けと中学生・高校生向けの２種類である。平成 26 年度から使用できるよう、配布を希望した全国の小・中・高等学校、特別支援学校等に配布した。

2．学習指導要領と放射線教育

学習指導要領は、学校教育における指導の基準として位置付けられている。ただし、教育は、地域や学校の実態及び児童生徒の心身の発達の段階や特性等を十分考慮して行われる必要がある。そのため、学習指導要領の総則には、①児童生徒の人間として調和のとれた育成を目指し、地域や学校の実態及び生徒の心身の発達の段階や特性等を十分考慮して、適切な教育課程を編成すること、②学習指導要領に示す内容の範囲や程度等を示す事項は、すべての生徒に対して指導するものとする内容の範囲や程度等を示したものであり、学校において特に必要がある場合には、この事項にかかわらず指導することができること、などの趣旨が示されている。

各学校に於いて放射線教育を導入する際は、各教科・領域等の目標に即しながら、指導のねらい等を明確にして、児童生徒が学習に意欲的に取り組めるようにしていくことが大切である。

Elementary and Secondary Education Bureau
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology-Japan

（出典：第 51 回アイソトープ・放射線研究発表会要旨集　p. 215-224）

パネル討論 4(2)

やってみよう　放射線教育
Let ‘s study Radiology together!

奈良市立興東中学校*1　　○西田　敬子
(NISHIDA, Takako)

１．はじめに

移行期間を経て 2012 年度から完全実施された学習指導要領による教科書改訂から丸２年。中学校教育では、以前のゆとり教育時代には教育内容の厳選を主としていたが、２１世紀型の学力重視時代に入った今回の改訂で、標準時間数の大幅な増加が見られた。また、教科書も、４０数年ぶりに学年別の冊子となり、１分野、２分野の教科書ではなくなった。各学年の本冊は生命・地球編（２分野）と物質・エネルギー（１分野）の大きく２つに分けて構成され、さらに、それぞれが、生命（生物）と地球（地学）、物質（化学）とエネルギー（物理）の単元に分かれている。「放射線教育」は、３年生の「運動とエネルギー」「科学技術と人間」の単元で、「エネルギー資源」の補足として「放射線の性質と利用にも触れること」と学習指導要領に記載されている。

しかし、3.11 の災害を受け、教科書会社でさえも記載内容に迷いのある現実の中で、目の前の生徒に対して、何を、どのように教えるのか、また、自信を持って生徒に伝えることができるのか、不安やとまどいばかりであった。

そこで、平成２４年度、２５年度の２年間にわたり、近畿大学原子力研究所で行われた「原子炉実験・研修会」に参加し、原子炉運転を含めた２日間の講義・実習を受けた。その後、関西原子力懇談会の協力で機器を借り、放射線知識普及連携プロジェクト監修のワークシートを使って、授業を展開した。

今回は 2013 年 11 月に公開授業を行った内容について報告したい。

２．指導計画

本校は小規模校であり、理科教諭が１名であることから、３年生だけでなく、１，２年も同時期にそれぞれの学年で５時間計画を立て授業を行った。教科書だけでなく、文部科学省から配付された、「知ることから始めよう　放射線のいろいろ」を使い、近畿大学の先生の解説によるＤＶＤを視聴、オリジナルカルタを作成するなど、「わかりやすく、取り組みやすい」授業内容を考え、実験・観察の中で、話し合い、発表することで、１年生でも興味が持てるよう工夫した。

第１時間目　放射線とは何か
　　（ワークシート、ＤＶＤ、副教材、デジタル教科書）
第２時間目　放射線が体に与える影響
　　（ワークシート、ＤＶＤ、副教材、デジタル教科書）
第３時間目　放射線の測定（フィールドワーク）
　　（ワークシート、簡易放射線測定器ガンマくん）
第４時間目　放射線の測定・・・公開授業
　　（ワークシート、簡易放射線測定器ベータちゃん）
第５時間目　まとめ（カルタ作成）　　（副教材　カード）

３．実践の成果と課題

放射線に関しての知識や単位などを初めて聞くという生徒も多かった。また、マスコミ各種から得た断片的で偏ったイメージをそれぞれが持っていたが、「そこが知りたい放射線の正しい知識」のＤＶＤやワークシートにより、具体物を例えに引用することで、生徒たちにも放射線の知識をわかりやすく教えることができた。

さらに、フィールドワークによる身近な放射線の測定では、「ガンマくん」のスイッチを入れると数値に驚き、その後、とても興味を持って校内のあちらこちらに行き、測定を重ねる様子がみられた。生徒たちは、最高値、最低値の場所を予想し、意見を出し合い測定し、結果をまとめ発表した。放射線が身近なものであるという認識はこの実験によって初めて得られる。

教室では、「ベータちゃん」で、乾燥コンブや花崗岩、肥料などの放射線を測定したが、ピッピッという音の激しさに見学していた大人の方が驚きを隠せない状態であった。さらに遮蔽することで、一気に音の出る回数が少なくなる様子にもインパクトがあった。

これらの学習や体験を経て、オリジナルのカルタを作成した。厚紙２枚を一組にし、関連する言葉や記号、図や人物名を記入する。数人で班になり、それぞれで作成した。内容が重なっても構わないし、皆の忘れていそうな内容を探して書こうと１年生でも夢中になって作成した。それを裏返し、２枚選んで表に向け内容があっていればもらえ、最終的に誰が一番多いかを競う。単純だが、知らないと遊べない、知っているとさらなる知識の定着になる。見学していた先生方はカードゲームを楽しむ生徒の様子を感心して見ていた。

しかし、今回は近畿大学、関西原子力懇談会の協力で、環境や設備・備品がそろった状態で授業ができたが、このような備品を貸し出してもらうことは、機会がないと難しい。ましてや購入するとなると、ＤＶＤだけでも３万円以上の価格であり、放射線測定装置と線源を含めるとかなりの高額となる。クラスの人数から考えると５台～１０台以上は必要。これでは、全く手が出ない。年に一度は機器の貸し出しを申し出て、実験をし、経験を重ね、定着を図りたい。

４．今後に取り組んでいきたいこと

中学生の学びを、地域の方たちにも発信し、なかなか正しい知識に触れる機会の少ない大人の理解も進められたらと考えている。本校は学校行事の中で、地域との連携で行うフェスティバルや里山まつりなど、多くの人たちが集まる機会がある。そこで掲示物や実践報告、さらには、ミニ実験コーナーなどの設置をしてみてはどうだろうか。また、授業の中では、今回の実験の他に霧箱や、集塵による線源の確保など、日常の生活の中にある放射線について、新たな実験に取り組みたい。

実際、放射線の分野は非常に難解で、日々の専門の先生方の研究によって解明され、我々は大きな恩恵を受けている。しかし、日常生活での利用には深く追求せず、危険なものとしての認識のみが全面に出され、大学の研究炉も停止を余儀なくされている。難しいから分からない、ただ、情報に惑わされ、振り回されるというのではなく、わかりやすく、誰でも取り組みやすい言葉で、伝えていくことが重要だと感じている。

文部科学省から春に配付された新しい副読本は、福島の事故について大きく取り上げ、内容がかなり改訂された。ただ怖がるだけではなく、近畿大学での学びのように「正しく知って正しく怖がる」ことを生徒たちに定着させていけるよう自らも学び実践を重ねていきたい。

*[1]Ｎａｒａ－Ｃｉｔｙ　ＫＯＵＴＯＵ　Ｊｕｎｉｏｒ　Ｈｉｇｈ　Ｓｃｈｏｏｌ

パネル討論 4(3)

名古屋市の中学校における放射線教育
Radiation Education in Junior High School of Nagoya City

名古屋市立上社中学校　　○佐野　嘉昭
(SANO, Yoshiaki)

1．はじめに

東日本大震災直後から、放射線に関する報道は、テレビや新聞、インターネットなどの様々なマスメディアを通じて行われてきた。それらの報道は、危険を煽るものから、正確な情報を伝えるものまで様々であった。

それらの報道に対し、本校の生徒は「なんか危なそう」「怖いから嫌だ」といったイメージが先行し、正しい知識に基づいて判断や行動がされていない。「放射線」と「放射能」の違いを説明させると、正確に記述できる生徒は、学級の１割にも満たないのが現状である。

放射線教育を通じて、新聞やテレビで報道されるニュースを読みとる能力を育て、自分の考えを発言し、よりよい社会を創るために判断、行動していける生徒の育成を目指したい。

2．指導計画

＜第１時＞

・ 新聞記事について要約をする

・ 「放射線」と「放射能」の違いや、放射線の単位など、基本的な知識を学習する。

＜第２時＞

・ 霧箱を用いた放射線の飛跡を観察する。

・ 放射線の透過力、放射線の有効利用について学習する。

＜第３時＞

・ 校内の放射線量を測定する。

・ 核融合、半減期、原子力発電について学習する。

＜第４時＞

・新聞記事について科学知識を活用しながら要約する

・新聞記事について自分の意見を記述し、発表する。

3．指導上の注意

・ニュースの記事によく使用される言葉や、ニュースで報道された文章を提示し、放射線の基本的な知識を習得させていく。

・毎時間、放射線の基本的な知識を学ぶ中で、自分の意見を書かせ、発表する場を設ける。

4．結果と考察

本実践は６月中旬に予定しているため、本実践の結果、ならびに考察はパネル討論の場で報告させていただきたい。

Kamiyashiro Junior High School

パネル討論 4(4)

茨城県東海村における放射線，原子力に関する学習について
Learning radiation and nuclear in Tokai-mura Ibaraki

*茨城県東海村立照沼小学校　教諭　　鈴木　克己
(SUZUKI Katsumi)

1　はじめに

東海村は，日本で初めて原子力の火がともった村である。1957年（昭和32年）に日本原子力研究所（当時）東海研究所が設置され，日本最初の原子炉であるＪＲＲ－１が臨界に達して以来，多くの原子力関連施設が集積することとなった。現在も日本原子力研究開発機構，日本原子力発電（株），核燃料加工会社など多くの原子力施設が村内に所在し，近隣市町をあわせた茨城県の太平洋沿岸部は日本の原子力産業の拠点となっている。

1999年９月のＪＣＯの臨界事故は，日本国内で初めて，事故被曝による死亡者を出した事故であり，施設の周辺住民が避難や屋内待避を経験し，さらに風評被害など，様々な影響があった。

その事故後，東海村では原子力教育に取り組み，指導計画を作成し，各校統一で取り組んだり，村全体として防災訓練をおこなったりしてきた。

さらに，ＪＣＯの事故の後，茨城県は原子力防災マニュアルを作成した。さらに，2011年３月11日の東日本大震災での福島第一原発事故の後，原子力，放射線に関する基礎知識や県内にある原子力以外のエネルギー施設にも理解を深めさせることを目的に，2014年３月に「原子力とエネルギー」に改訂された。この副読本では，①エネルギー事情や原子力，放射線の基礎知識，②県内の原子力以外のエネルギーの紹介，③放射線の人体への影響（内部，外部被曝），④福島第一原発が本県に与えた影響などが主な内容である。東海村の指導計画は，この副読本をもとに適時指導することとなっている。

2　指導の実際

(1) 指導計画

東海村では，東海村教育委員会で作成した指導計画のもと，小学校１学年から中学校２学年まで，系統立てた指導を行っている。各学年とも，１～３時間の時数を指導にあてている（資料１）。表は，東海村の年間指導計画である。表中のＰは，茨城県作成の副読本「原子力とエネルギー」のページを示している。

学習内容(3年)	学習内容(4年)
放射線について	体への影響について
放射線には自然放射線と人工放射線があることを知る。また放射線のさまざまな利用について知る。【県副P21, 22, 23, 24】	被ばくする放射線量と体への影響を知る。内部被ばくと外部被ばくの違い，体内の放射性物質について知る。さまざまな利用②【県副P22, 27, 28,29,30】

【資料１東海村の原子力年間指導計画（抜粋）】

(2) 防災訓練

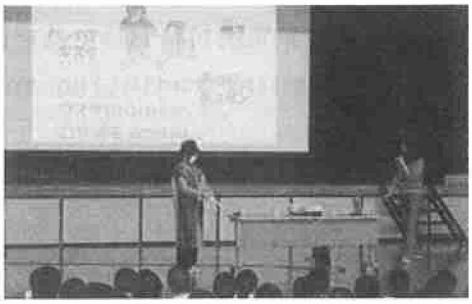
①　避難訓練

東海村では，毎年９月30日を「原子力防災の日」とし，各学校，企業，地域等で訓練を行っている。照沼小学校でも，「原子力防災の日」に合わせて，防災訓練（避難訓練＝屋内待避）を行っている。（資料２）

【資料２　防災訓練】

② 外部講師を活用した放射線教育

昨年度は，*[1]日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所のＰＡチーム（スイートポテト）に依頼し，避難訓練（防災訓練）のあと，体育館で全校一斉に放射線に関する学習会と，簡易放射線測定器「はかるくん」を用いた放射線測定（小学校４～６学年のみ）を行なった（資料４）。スイートポテトさんからは「くらしと電気」，「原子力の会社で事故がおこったら」，「放射線ってどんなもの」の大きく３点について，スライドを用いて低学年児童（小学校１・２学年）にも理解できるように分かりやすく説明していただいた。福島県原発事故後の生活についても簡単に触れていただき，「食べ物や水は大丈夫なのか」，「給食は安全か」などの説明をしていただいた。（東海村の給食は，*[2]毎日放射線検査を行い，検査した食品が基準値を超えた場合には提供を中止する体制を取っている。今まで基準値を超えた食品はない。）



【資料３　学習会①】

【資料４　学習会②放射能測定】

(3) 各学年での取組例

全体での学習会のあと，期間をおいて，各学年ごとに年間指導計画をもとに，全体指導を補う形で実態に即して学級活動を行った。

① １学年

１学年では，茨城県の副読本をコピーし，クイズ形式にして，「原子力事故が起こった場合になぜ着替えるか」，「登下校中に原子力事故が起こったらどうすればよいか」などのポイントを，話し合い，様々な場合に対応できるように指導した。（資料５）

【資料５　１学年学級活動】

② ６学年

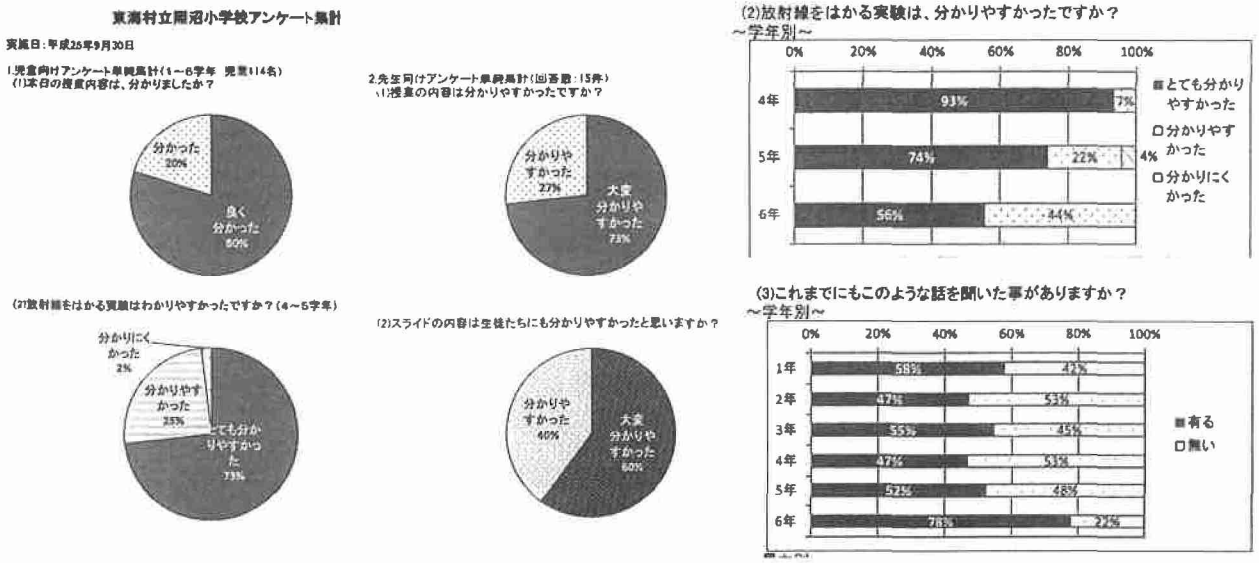
特に福島原発事故の実態や現状，茨城県の放射線量など資料から読みとったり，放射線を表す単位，「ベクレル」と「シーベルト」の違いなどを学習したりした。６学年という児童の実態から，コンピュータを用いて，各自が自分のペースで学習する時間を設けた。原子力に詳しい児童がまとめ，調べたことを発表し，最後に担任がまとめを行った。（資料６）

【資料６　６学年学級活動】

３　感想（外部講師を活用した放射線教育）

外部講師（スイートポテト）を活用した，原子力学習会を行ったあと，アンケートを児童，教師でおこなった。表はその主な結果である。児童，教師とも全員が学習会の内容を「良くわかった・わかった」と答えていた。また，簡易測定器を用いて放射線を測る実験では，ほとんどの児童が「とてもわかりやすかった」「わかりやすかった」と答えていた。自由記述式の感想では，「放射線は身近にある」「事故がおこったら，身を覆う」など，学習のポイントをおさえていた。学習会を見学に来てくださった茨城大学の教育学野第三領域（理科教育）大辻永准教授からは，「一回でゼロから説明する

のは難しく，定期的に実施することで定着していく。一回あたりの学習内容は，小学生にはこれくらいでいいと思う。」との講評をいただいた。



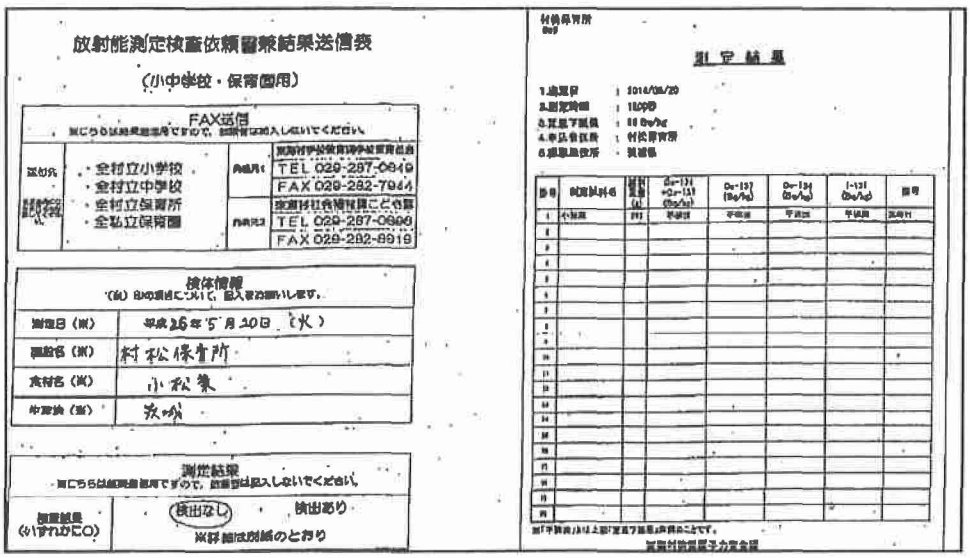
【資料７　アンケート結果】

4　終わりに

放射線，原子力教育は小学生にとって難しいものである。しかし，我々にとって身近であり，一時全国の電力の３０パーセントを占めていた，主要な電源である原子力を正しく理解するために，小学生から正しい知識を身につけ，自分で考え判断することは大切である。教員の研修不足や知識不足を補うために，外部講師に指導をしていただいくことは，非常に有効である。

東日本大震災後，原子力を取り巻く環境が大きく変わった。今後の国や東海村の動向は不明瞭な部分ではあるが，児童が正しい知識をもとに，自分で考え，判断し行動できるように学校で年間指導計画を見直し，指導の改善を続ける必要があると感じた。

*1　1996年12月に結成された。ＪＣＯ臨界事故後の地域住民の原子力に対する不信感や学校関係者の原子力防災への関心の高まり等を踏まえ，地域住民や次世代層（主に小中学生）を中心とした出張授業に重点おいて展開している。



資料８　給食で用いる食品の測定結果】

*2　放射線測定の結果…毎日各校にＦＡＸで通知される。

*　Tokai-village TERUNUMA elementary school

パネル討論 4(5)

飯舘村における中学校の放射線授業の実践

Practice report of radiation education in Iitate junior high school

福島県相馬郡飯舘村立飯舘中学校＊[1]　　○吉田　良平、荒木　郁未

(YOSHIDA,Ryohei ; ARAKI,Ikumi)

1　はじめに

2011 年の東日本大震災に伴う原発事故により飯舘村は余儀なく全村避難となり、飯舘中学校は隣町の川俣町そして福島市の飯野町に仮設校舎を建て移転した。事故から約 3 年 4 ヶ月、以前のような学校生活に戻ることを目標として、学校、家庭、地域が一体となって尽力してきた。その結果、飯舘中学校の生徒は次第に通常に近い学校生活を送ることができるようになってきた。しかし、テレビや新聞等での情報過多また時間の経過による慣れなどから放射線に関する話題には関心度が低くなってきている。

飯舘村では、2012 年度より小学校・中学校の全学年の児童生徒を対象に放射線教育を始めた。そのねらいは、「子ども達が放射能・放射線を正しく理解し、正しく対応できる力を身につけること」である。そのねらいを達成するために、毎年教職員対象の研修会をひらき、そして学校全体で放射線教育の授業研究を実施している。その研修を元に村の小学校、中学校では指導案を見直し児童生徒のための放射線教育の在り方を考えてきた。

放射線への関心度が薄まっている状況下において、改めて飯舘村の放射線教育の目標を見直すとともに生徒に生きた知識を身につけさせ、将来自分の身を守ることができるようになってほしいという想いを胸に授業を行った。

2　放射線教育の実践

飯舘中学校では全学年の「学級活動」「保健体育」「理科」で放射線教育を横断的・計画的に実施している。

【学級活動における放射線教育に関する題材と指導内容】

	題材名	主な指導内容
1年	放射線と生活の関係について調べよう	・自然界の放射線　・暮らしや産業での利用
	放射線の基礎知識を身につけよう	・放射線　・放射能　・透過力　・ベクレル　・シーベルト
2年	放射線量の測定の仕方を学習しよう	・放射線測定器の使い方　放射線の種類
	放射線と健康の関係を調べよう	・ガンが発生するしくみ　放射線の人体への影響
3年	放射線の利用と生活について調べよう	・原子力発電　・避難と退避　・除染の方法
	放射線の利用と健康の関係を調べよう	・外部被ばく　・内部被ばく　心のケア

※ここでは、2 学年の「放射線と健康の関係を調べよう」の実践内容を中心に紹介する。

(1)　授業のねらい

放射線量と健康の関係について知り、放射線から身を守るための正しい知識を身につけることができる。

(2)　学習の流れ

段階	学習活動・学習内容	時間	○指導上の留意点 ◇評価 【副読本等との関連】
導入	1　前時の復習(放射線測定器の使い方や基礎知識等)を行う 2　中学校のＨＰに掲載されている「空間放射線量」を見て、放射線量と健康との関係に関心をもち、本時のめあてをとらえる。 放射線から身を守るためにはどうしたらよいだろうか	5	○放射線測定器の使い方、分かったことを確認する ○基礎知識は「単位」や「放射線の種類」「外部被ばく」と「内部被ばく」

展 開	3　放射線量と健康の関係について、クイズ形式で確認する。 （1）放射線が人体へ与える影響について知る。 （2）生活習慣と健康の関係について知る。「がん」は放射線だけが原因ではなく生活習慣も関わってくる。 4　放射線から身を守る方法について考える 外部被ばくを防ぐ方法 ・遠ざかる　・遮断する ・時間を短くする 内部被ばくを防ぐ方法 ・取り込む量を少なくする 共通するもの ・様々な情報を得る 5　給食の放射線測定の様子や食物の放射線量についての説明を受ける。 ・給食の放射線測定の様子 ・食物の放射線の含有量 ・放射線を受ける量は、できるだけ少なくすることが大切である	10 10 15	○放射線と健康に関する知識を副読本Ｐ15を見て補足する。 ○放射線を浴びるとなぜ「がん」を発病すると言われているのかしくみを簡潔に説明する。 ○外部被ばくを防ぐ方法と内部被ばくを防ぐ方法を班で考える。 ○測定し終わった食物の実物を見せる。 ○測定の様子を動画で見せる。 ○含有量が多い食物を予想させるゲームを行う。
終 末	6　本時のまとめをする。 ○　放射線を受ける量をできるだけ少なくすることが大切である	10	○　ワークシートに分かったことをまとめさせ、発表させることで、本時の学習内容を振り返らせる。 ◇　放射線量と健康の関係を知り、放射線から身を守ろうとする意欲が高まったか。

3　授業を終えて

(1)成果

本授業は、自分の身を守る方法として食品に重点を置いた。村の給食センターの放射線測定の様子やそこで従事している職員の想いを生徒に伝えることによって、自分自身の身を守る方法の一つとして考えてほしかった。授業を終えての生徒の感想では、「放射線から身を守るためには、外部被ばくだけでなく、食べものからの内部被ばくにも注意する必要がある。」「放射線とガンの関係がよく分かった。すぐガンになるわけではない。しかしガンにならないためには食べものも大切だと思った。」などの記述が見られたことからねらいを達成できたように思う。

(2)課題

本授業の教材研究をするにあたり、専門的な知識が不足している事や避難生活を余儀なくされている生徒に対する言葉選び、そして今回の事故の影響から暗いイメージのある放射線教育をいかにして生徒の興味を高めるかという点に悩んだ。その点が完全に解消されたわけではないが、一つの授業に対し、生徒や教職員が真剣に取り組む姿勢は「子ども達が放射能・放射線を正しく理解し、正しく対応できる力を身につけること」というねらいの達成のために大きく貢献したと考えられる。今後も放射線に対する関心が薄まっていく中でいかに生徒の関心を喚起し、身近なこととして考えさせていけるか、検討の余地がある。これからも研究と修養に努め放射線教育の改善に努めていきたい。

＊[1]　Iitate　Junior　High　School

パネル討論 4

「放射線教育を点から線、面へとつなげていくために」

In order to connect radiation education from the point to the line and the field

一般社団法人　エネルギー・環境理科教育推進研究所

高畠勇二
(TAKAHATA,Yuji)

はじめに

今年度、本研究所では、平成26年度文部科学省の委託を受け、「放射線に関する教育職員セミナー及び出前授業実施事業」として「科学的な理解をすすめる放射線教育セミナー」を行っている。このセミナー実施の中で感じている放射線教育における課題とそのための次のような3点の対応策についてここに述べる。

1　これまでの放射線教育活動の課題

これまでにも、放射線に関わる様々な研究機関や公的機関も含めた団体が出前授業や研修会などの放射線教育に取り組んでいた。しかし、それらの取り組みは、継続という視点や点で終わってしまい、線、面としての広がりという点で次のような課題があった。

(1) 継続性：出前授業や研修会を行った後、その地域に放射線教育が根付いていない。その理由として、授業や研修会の運営に実施団体がかかわっていないことが考えられる。

(2) 広がり：地域で活動している人間が、マニア的な点としての存在で終わっている。その理由として、関係組織の独立した活動となっていて全国組織との連携不足が考えられる。

2　セミナーの形態の改善

対応策の1点目として、セミナーの形態を次のように改善することを考えている。

(1) 基本形態：出前授業、教職員研修を一体と考えたセミナーの形態を基本とし、実施団体の状況に応じて単独でも実施する。

(2) 対象の拡大：基本形態に加え、地域・保護者への啓発活動もセミナー対象とする。特に幼稚園・保育園では、幼児、教職員、保護者を一体と捉えた形態も重視する。

3　セミナーの内容の改善

対応策の2点目として、社会状況に応じたセミナー内容の改善を考えている。

(1) 福島復興：廃炉・復興に向けたAll Japan の意識をセミナーの基本とする。

(2) 放射線の単位：単位の感覚的な理解から放射線の働きを理解する。

(3) 防災：万が一の時に適切に対応するための方法を理解する。

(4) ベネフィット：なぜ放射線が利用されているのかを具体的に理解する。

(5) 意思決定：具体的状況に対する意思決定場面と相互に協議する場を設定する。

4　セミナー実施のための実施体制の改善

対応策の3点目として、実施体制の改善を考えている。

(1) 組織的運営：放射線関係機関中心ではなく、全国組織の教員研究会(全小理、全中理等)を運営母体とすることによって、継続性と広がりを持たせたセミナーとする。

(2) ICT の活用：モデル授業提案や意見交換、情報交換、実施状況周知、間接的にでも参加できるセミナーとする。

(3) 水面下での活動：セミナーと独立してでも地域で自ら活動ができるようリーダー育成講習会を行ったり、より指導しやすい教材を開発したり、中立的な立場として関係機関と積極的に交流するなど、円滑なセミナー実施のための水面下での活動を行う。

以上述べたような改善を加えながら、より効果的に全国的に放射線教育を推進していくことができるよう力を尽くしていく。

Institute of Energy and Environmental Science Education Promotion

MONITERING POST

第51回アイソトープ放射線研究発表会から
「パネル討論（北から南から福島を踏まえた放射線教育の全国展開パートⅡ）」

宮川　俊晴
Miyakawa Toshiharu

2014年7月9日（水）東大弥生講堂にて、約130名の参加者を得て開催された題記パネル討論会の概要を報告する。

初めに文科省初等中等教育局主任視学官の清原洋一氏から2014年3月に改定された文科省の放射線教育の副読本について、福島第一の事故を盛り込んだ改定内容が解説された。

続いて5人の先生から実践事例が紹介された。

1番手は、奈良市立興東（こうとう）中学校の西田敬子先生が「やってみよう、放射線教育」として、自ら近畿大学などの放射線教育セミナーで学び、授業で簡易測定器による学校の空間放射線量率の測定、放射線の用語などの興東オリジナルかるたを生徒に製作させ、ゲーム感覚で楽しく授業が進められたユニークな活動が紹介された。
の佐野嘉昭先生が「名古屋市の中学校における放射線教育」について、科学リテラシーの向上を図りたいとし、福島第一原子力発電所の事故に関する新聞記事を教材に、授業前後の生徒の記事に関する感想・意見を抽出し、記事の内容に不十分な点や矛盾点があることを生徒自身が指摘し、科学的に分析する能力が向上したと紹介された。

3番手は、東海村立照沼小学校の鈴木克己先生から、授業は、「自分の命は自分で守る」、「自分の安全を確認したら、他の人に役立つことができる」、「必要な基礎的・基本的な知識・技能を身につける」、そして「福島の原子力発電所の事故の事実が分かる」ことを目的とした1年生～6年生で段階的に学ぶ体系的な計画であることが紹介された。また、茨城県独自に原子力とエネルギーの副読本を作成し、小・中・高校生徒全員に配布されていることが紹介された。

最後4番手は福島県飯舘村立飯舘中学校の吉田良平先生と荒木郁未先生のお二人から、生徒からの「私たち将来、子供を産めますか？」などの放射線への不安の声に応えられるように、放射線と食の安全をテーマに、給食の放射能検査の内容を取り上げ、クイズ形式で興味を喚起しながらの授業が紹介された。食品検査の詳細は栄養士の荒木先生が解説を担当した二人のチームティーチング(TT)の結果が報告された。

休憩を挟んで、コーディネーターの高畠勇二氏（エネルギー環境理科教育推進研究所副代表理事）の進行でパネル討論が実施された。紙面の都合で討論の内容は全部紹介できないが、栄養士の荒木先生とTTという授業の工夫をされたメリットを聞かれた吉田先生は、社会科が担当の自分が理科的な放射線の内容を扱ったが、二人でやることで気持ちの負担が軽減されたこと、実際に給食の検査を担当されている先生からの話は説得力があったことが述べられた。

副読本の利用に関して、鈴木先生は、新副読本の風評被害の部分は、今後取り組むテーマと考えていることが紹介された。清原先生からは、改訂版はいろいろな教科の先生が活用できる内容なので、理科の先生だけではなく、全体で取り組むことが大切と述べられた。佐野先生は、自宅に副読本を持ち帰って家族と話した生徒の報告から、副読本の反応は比較的良かったとお話があった。

会場から、保護者への対応について質問があり、鈴木先生から、原子力防災として村の訓練を行っ

ており、家族にも共有できていると回答があった。

次に授業の工夫の議論では、西田先生の興東オリジナルカルタに関して、生徒が興味を持てるように考えたと経緯を話された。佐野先生の新聞記事も、原発に賛成・反対など思想的な方向にならず、かつ生徒が科学的に情報を読み取れる内容を選択したご苦労話があった。

最後に先生方から、放射線の授業に活かせる情報を見出すことの難しさと正しく分かりやすい教材や情報の提供の要望、全国で放射線授業を広げて欲しいとの希望、誰でも出来る授業のシステムの構築、外部の専門家の活用などが述べられた。

(放射線教育フォーラム/日本原燃㈱)

公開パネル討論「今やる、放射線教育Ⅱ」　ー支援ネットワーク構築へ向けてー　要旨

「郡山市における放射線遮蔽効果の授業の取り組み」

郡山市立郡山第四中学校　元理科教諭
児玉　剛明

中学校学習指導要領解説・理科編において，放射線の学習については，エネルギー資源としての原子力利用の中で扱うように示されており，放射線が健康に影響を及ぼすことや原子力利用に伴うリスクについては触れられていない。しかし，「科学技術の発展」では「科学技術の負の側面にも触れながら…」と記述されており，また「自然環境の保全と科学技術の利用」のテーマ学習の例として「原子力の利用とその課題」が例示されている。

これらのことから，原子力利用の課題として，放射性廃棄物の処理の問題や過去に起きた原発事故に触れたり，放射線の健康への影響について取り扱ったりすることは福島県が生活の場となっている現在の子どもたちにとって大変重要であると考える。発達段階を十分に考慮しながら、各学年での学習内容、単元との関連性を持たせた上で、3 年間を見通して、段階的に指導していく必要がある。

本学級の生徒は，自然事象に対して高い関心を持っているが，受動的な学習になってしまう傾向にある。観察や実験における課題追究には意欲的に取り組むことができる。しかし，その結果を分析し，自分なりの言葉で考察，一般化する場面になると躊躇してしまい，課題解決しようとする意欲が低下する傾向にある。その原因として，次の３点があると考えている。

① 観察や実験で得られた結果を分析して解釈する力が十分に身に付いていないこと。
② 科学的な手法を用いながら，今まで身につけてきた知識や概念を活用することに困難さを感じていること。
③ 科学的な根拠をもとに，自分なりの言葉で表現することについて苦手意識があること。

また，放射線授業についての事前アンケートの結果から，本校入学以前に放射線に関する学習をほとんどの生徒が行ってきたものの，その危険性や行動を起こすための判断材料となる基本的な知識を身に付けている生徒は多くない。学習したい内容として，放射線による生物（人体）への影響が最も多かった。

本校は，本県，本市内においても，比較的線量が低い地域である。福島第１原発の事故後，普段の学校生活や学校行事等における内部・外部被ばくへの不安を口にする生徒や保護者の方々が多く見られた時期もあったが，転出する生徒も少なく，冷静な学校生活，家庭生活を送ってきたように感じている。しかし，過去 PTA 行事として，休日を利用した校地内の親子清掃活動では，生徒の参加を見送り，保護者のみの活動となっている。その活動へは，全校生の保護者のほとんどが参加し，関心の高さとともに，生徒の安全な活動を願う親心が感じられる。

その活動によって，少なからず線量の低減が図られたことで，生徒は安心して学校生活を送っているが，放射能と放射線の違いや，その影響，性質等についての知識はほとんどなく，不確かな知識のもと，生活しているのが現状である。

そこで、「放射性物質の除染活動による効果」を取り上げ，モデル実験を通して，放射性物質を除染することによる線量の低下を実験から確かめる。さらに，「郡山市放射線教育指導資料」（平成 25 年 11 月郡山市教育委員会作成）や「放射線ってなあに？」（平成 25 年 7 月独立行政法人科学技術振興機構）などの資料を活用することにより，本市における除染活動による効果や，放射線の生物(人体) への影響についての初歩的な知識を学ぶとともに，体の免疫力とそれを高める食事や生活習慣についての考えを深め，今後の日常生活の中での実践につなげていきたい。免疫力を高めるためにできることについては，養護教諭にも授業にかかわってもらい，保健・衛生についてのそれぞれの立場から生徒たちへアプローチしていく。

そのような学習において，一人一人の学びから，小集団による学習，そして，学級全体の学習と展開することで，情報交換し，考えを練り上げていけるような場を設定していく。このような活動を通して，生徒一人一人の思考力や表現力を高めるとともに，正しい理解のもと，判断し，行動できる子どもたちを育てていきたい。

三朝温泉を用いた放射線教育の実践事例

鳥取県倉吉市立東中学校
教諭　嶋田　武弘

はじめに

2年前まで鳥取県東伯郡三朝町立三朝中学校に勤務していた。学校がある三朝町は世界有数のラドン泉があるところで知られる観光の町である。三朝温泉の（みささ）とは「三日間、三朝温泉につかればどんな病でも三日目の朝には治ってしまう」という言い伝えに由来する。そんな温泉との結び付きが強い土地柄であり、生徒は幼い頃から温泉に親しんでいる。しかし、三朝温泉はラドン泉で体に良いという意識と特に東日本大震災以来、放射線は危険だとする意識が混在し、持っている知識が十分でないこともあって放射線とはどういうものか科学的に判断することが難しいと考えている生徒が多いと感じた。

そこで、放射線について基本的な知識の獲得から、身近にある三朝温泉などを利用しての放射線測定などを行い、最終的には「放射線をどのようなものとして捉えるか」、自らが科学的に思考し、判断する力をつけさせたいと考えた。

実践の歩み

2011 年以前は担当する選択理科（3 年生）で地元の教材として三朝温泉の放射線を測定する授業を行っていた。教育課程が現行のものに変わったとき、選択理科はなくなったが放射線について理科の授業（必修）で扱うようになった。


放射線の遮蔽実験

2011 年は鳥取大学の中村麻利子先生をお招きし、出前授業を行っていただいた。2 時間連続の授業で三朝温泉も扱っていただき、生徒にとっては大変身近に放射線を捉えることができた。

2012 年も続けて 3 年生を担当することになる。東日本大震災を受けて、放射線教育の重要性を訴え、放射線測定器（8 台）を揃えていただいた。前年度の出前授業を参考に授業を行った。（鳥取県内に公開）

実践について（2012 年）

1．事前アンケート

生徒の既有の知識を知り、授業の計画を立てるためにアンケートを実施した。放射線についてはほとんど予備知識を持っておらず、三朝温泉は良いものだけど放射線が多過ぎると怖いというイメージを持つ生徒が多いことがわかった。


三朝温泉の放射線量を測定する

2．公開授業

①．　放射線について知る（放射線の種類、キュ

リー夫人の研究、三朝温泉のことも含めて）

②.　放射線を測定する（三朝温泉、水道水、安山岩、花崗岩の比較）

③.　放射線の飛跡の観察（自作の簡易霧箱を作り、ランタンの芯を線源に観察）

放射線の飛跡を簡易霧箱で観察

3．事後アンケート

事前アンケートと同様の質問をし、事前アンケートとの比較を行った。放射線についての知識が増え、放射線の有効利用について触れる生徒が多かった。

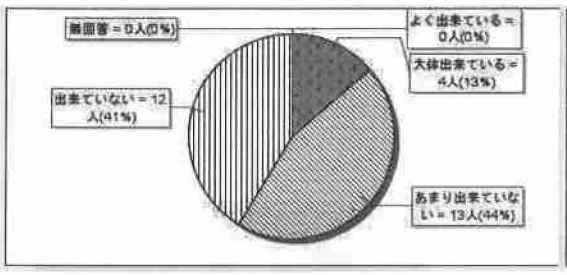
4．ディベート大会

「今の日本にとって最も有効な発電法は何か」という題でディベート大会を行った。放射線について学習したこともあり、原子力発電の有効性を訴えるチームもかなり健闘していた。ちなみに優勝したのは火力発電チームであった。

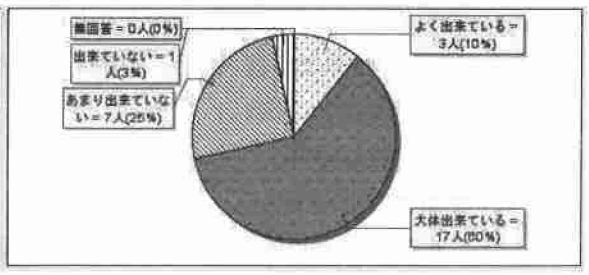
実践を終えて

もともと三朝温泉というラドン泉がある町の中学校であることもあり、生徒は放射線を他地域に比べ身近に感じ、なおかつ有効利用をされている場面に接している。町には温泉を利用して治療する病院もある。一方、放射線についての詳しい知識がないために、東日本大震災で見聞きする放射線のニュースと結びつきにくく、放射線というものをどう理解すればよいか戸惑いが見られた。今回の実践を行うことで、放射線についての理解が深まり、もともと地元に関係の深いものであることから、興味関心も高まったと思う。この学習をきっかけに生徒一人ひとりが「放射線についてどう捉えるべきか」自らの力で科学的に思考し、科学的に判断する大人に成長してくれれば良いと考えている。

あなたは放射線について説明できますか



学習前



学習後

※学習後に放射線について説明できると回答した生徒の割合が増えている

今後の実践

勤務校が変わり、放射線を身近に感じる機会の少ない生徒を対象に授業を行うことになった。今年度、再び3年生を担当することになり、今後、前任校のデータと比較しながら、実践を進めていきたい。

実践報告の題目

「大学・企業等との連携による放射線教育　～放射線利用の授業実践～」

福井県永平寺町吉野小学校 小鍜冶 優

平成20年に告示された新学習指導要領で約30年ぶりに放射線授業が行われることになった。それまでの授業では、発電の方法を説明する中で、原子力発電の紹介と、その利点と欠点をまとめるような内容であった。どちらかというと、原子力発電は放射線を出して危ないということでまとめられるような内容であった。

一方、私の頭の中では、高校物理などで学んだ経験から、放射線に対して

① Ｘ線の発見を端緒とする科学技術の発展に伴うもの（Ｘ線発生装置、加速器）

② 原子力エネルギー開発と結びついたもの（ウラン等の放射性同位体の核分裂）

の両面の認識をもっていた。自然の神秘というか何か不思議で、夢の科学・技術という可能性を感じさせる分野でもあった。

放射線の授業が始まるに当たり、平成20年に永平寺町内の中学生希望者対象に、福井大学医学部の田村圭介教授の協力を得て、SPP（サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト；科学技術振興機構［JST］支援事業）での授業実践を行った。そのねらいは、

①中学生にどこまでの放射線教育が可能か

②中学校で、放射線に関する、どんな実験・観察が可能か（原子の構造を探る実験）

を探索するものである。さらに、H23年に第２回目のSPPの準備を進めていた。しかし、この段階で、福島第一原子力発電所の事故が起こった。そのため、立ち位置を改めて考えさせられることになった。そこで、この段階でのねらいを少し膨らませて考えた。もともと考えていた

①基礎教育段階である義務教育に先端科学・技術の内容をどこまで取り入れるか

②学校教育で原子力や放射線がほとんど扱われてこなかったことにどう対応するか

③原子核エネルギーに対する様々な議論に対して、情緒的ではなく，科学的・合理的根拠に立脚した議論ができる力をつける

に対して、以下の２点を加えた。

④福島事故の現状や原因を取り上げる

⑤福井の原子力政策について知る

実施においては、大学の施設等を利用し、貴重な体験をすることができた。その主な内容は、

○大学医学部の放射線利用施設の放射線管理の仕事内容と取り扱いの実際

○霧箱製作と放射線の飛跡の観察

○X線撮影装置を使った透過と遮蔽実験

○自然放射線の測定、アルミ・骨・ハムを使った放射線の吸収実験

○若狭湾エネルギー研究センターのシンクロトロンと放射線照射による植物の突然変異実験施設見学（大学外の施設見学）

○高速増殖炉「もんじゅ」の見学や福井県立病院の陽子線治療施設での講義とシンクロトロンなどのバックヤードも含めた見学（大学外の施設見学）　などである。

これらのＳＰＰの成果を受けながら、H21年より中学校において放射線教育の試行を始めた。H25年には小学校に異動になり、小学校でも授業実践を行った。

一方、授業での取り組みでは、理科教育WS（ワークショップ）研究会での企業連携の授業の取り組みも重要であった。WS研究会は小・中・高校・大学の教員、企業の研究者が参加している研究会である。「理科の有用性を子どもたちに知らせたい（理科で学んだことが、実社会で生きていることを知らせたい）」というねらいで取り組んでいた。この研究会活動の中で、放射線の利用面でもいくつかの企業と連携して授業実践してきた。

これは、放射線の性質や利用について学校で指導するにしても、映像資料を見せたり話だけで終わってしまったりすることになるので、実際に見たり体験できる内容を取り入れたいと考えた。そのため、放射線を取り扱う企業に協力を得ることで、より放射線の利用の実際を生徒に知らせることをねらった。

中学校で行っている放射線の性質と利用の部分で、製品に電子線照射を行い、材料の改質や製品の滅菌を行っている企業に協力してもらい取り組んだ指導内容の一部をあげる。

○透過や吸収（X線写真の観察）

○工業、医療、農業等への利用紹介

○放射線利用の実際（電子線照射を行っている（株）関西電子ビームとの連携）

○電子線利用についての質疑応答

○放射線を使った消臭剤効能比較実験　など

今回の実践報告では、これらの大学や企業などとの連携の取り組みの様子と、児童・生徒の事後アンケートの結果を紹介したい。

中学校理科における放射線を扱う学習機会の可能性に関する検討

仙台市立西山中学校　佐々木　敏紘

【発表要旨】

１．放射線教育を深く考えるようになったきっかけ

学習指導要領の改訂により，「科学技術と人間」の内容で放射線にもふれることと明記され，教育現場でもどのように指導すべきか議論が重ねられている。東日本大震災による福島第一原発の事故以来，放射線教育の担う重要性は更に増してきており，生徒だけでなく我々教員も放射線に関する正しい理解が必要とされ，教材や指導方法などの課題に直面している。

中学校理科で放射線がどのように扱われてきたかを調べると，１９８０年以降は原子力発電などが扱われる程度で，それ以降に中学生時代を過ごした教員は，自らが放射線に関する教育を中学校で受けてきていない現状にある。私たち経験年数の浅い教員にとっては，放射線教育をどのように実践すべきか悩んでおり，放射線に関する実験や観察を取り入れた授業をしていることが少ない現状がある。

そこで，宮城県仙台市中学校理科教育研究会「放射線・エネルギー環境教育研修会」に参加を機に，様々な先行研究に目を通し，中学校理科でどのように放射線教育を実践すべきか深く考えるようになった。

２．中学２年理科で放射線教育を導入

現行の学習指導要領では，「科学技術と人間」の単元で扱うことになっており，中学校理科の最後の章の扱いになっている。教育課程上「科学技術と人間」は，高校入試などの直前にあたり，放射線についてより理解が深まる授業を行う余裕がないことも考えられる。そこで，中学校理科の授業でより放射線についての理解が深める学習プログラムができるのではないかと考えた。

学習指導要領が改訂されてきてから，放射線をどのように扱い，指導がなされてきたかを知るために報告書や先行研究を調べてみると，簡易霧箱などの教材に関するものは目にすることが多いが，実際にその教材をどの単元でどのように扱って指導してきたのかが詳細に記されている研究報告は少ない。また，総合的な学習の時間などの活用事例もあるのだが，学校事情により十分な時間を確保できないことが多い。そのため，理科で放射線をどの単元でどのように扱うかを検討することは，とても意味のあることだと考えた。

昨年度，仙台市中学校教科研究会の授業提案の機会があり，放射線に関する授業を実践することになった。そこで，中学校理科の教育課程の中で放射線を関連づけて学習できる機会がないか検討した結果，下表１のように様々な単元と関連づけて放射線教育ができるのではないかと議論が進んだ。実践した授業は，中学校２年生の担当であったこともあり，「化学変化と原子・分子」の単元で実践しようと考えたが，この単元では，物質をつくる最小単位が原子であることを学ぶ最初の機会であるため，原子の構造を詳しく説明し，原子よりもさらに極小の世界を取り上げ放射線まで内容を膨らませると，生徒が混乱する可能性があるとの指摘をいただいた。そこで，「電気の世界」で陰極線などの観察・実験から電流の正体が電子の流れであることを学ぶなど，微視的に事象をとらえ，電子のモデルなどを扱う場面と関連して，放射線の一種であるβ線と関連づけて，放射線教育ができるのではないかと考えた。また，自然現象を微視的な見方でとらえる機会が増え，電子の粒子概念形成にも役立つのではないかと考えた。さらに，中学２年生で放射線について時間をとって学習することで，多くの生徒に根付いている放射線に関する不安や危険性についての理解を整理するとともに，中学３年生で学習する「科学技術と人間」の単元における放射線利用の学習にも役立つのではないかと考えた。

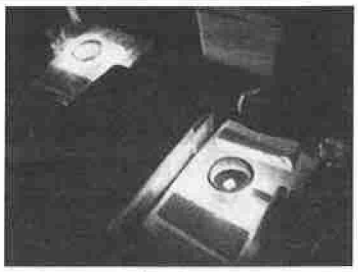
表１.中学校理解における放射線教育が可能と考えられる単元

学年	単元	放射線の取り上げ方
中学１年	大地の変化	地殻には放射線を出す鉱物が含まれているため，自然状態でも放射線が放出されている。人体に害を及ぼすような量ではない。
中学２年	化学変化と原子・分子	化学変化の原理を原子の組み合わせの変化として学ぶ際に，原子の構造を詳しく扱い，その中で放射線を取り上げる。
中学２年	電流	電流の流れが，導体である金属中の自由電子であることを学習するが，その際に自由電子と対比する形で放射線を取り上げる。
中学３年	化学変化とイオン	陽イオン，陰イオンの学習過程で，負の電荷をもつ粒子として電子を扱う際に，放射線を取り上げる。
中学３年	地球と宇宙	地球には宇宙から大量の放射線が入り込んでいること，大気によってそれが軽減されていることを取り上げる。
中学３年	科学技術と人間	原子力の平和利用として，原子力発電や医療分野での利用を扱う際に，放射線の性質も含めて取り上げる。

３．提案授業について

昨年度，仙台市教科研究会で実践した提案授業の大まかな流れは，以下の通りである。

①霧箱の原理を説明した上で，自作した簡易霧箱を用い放射線飛跡を観察を行い，放射線の正体を話し合う。※他中学校でも再現できるよう，身近で誰にでも用意できるもので，より簡単に放射線の飛跡を観察できるようにした。
②放射線の種類（α線・β線・γ線）などについて整理する。
③β線に注目する。「ベータちゃん」を用いて，身近な物質から出るβ線を測定する。
④β線の正体と電気の正体である電子を関連づけて，電子の粒子概念を定着させる。



本授業のワークシートの記述には，「放射線自体は目に見えないが，放射線が通った跡が飛行機雲みたいに見えたのは，粒が高速で移動しているから」「放射線が通った跡が見られるのは，流れ星と似ている」「放射線の正体は実は小さな粒子」などが生徒の意見として出た。事象を微視的にとらえることや粒子概念形成に役立つことが示唆される。また，「放射線は危険なイメージがあったが，放射線の飛跡はとてもきれいに見えた」「放射線の飛跡を見られることは，とても不思議でおもしろい」「身近なところにも放射線があることに驚いた」「X線は知っていたが，他の種類の放射線も調べてみたい」などの意見からは，放射線の学習に関する生徒の意欲・関心が引き出せたのではないかと実感した。授業を参観した教員からの意見としては，「放射線を扱う授業を実践したことがなかったので勉強になった」「これから放射線についてふれるにあたってよい機会になった」などがあり，今回の提案授業はある程度意味のあるものとなったのではないかと感じた。一方，「やはり，放射線は手の付けづらい内容である」「繰り返し指導することや，どの学年のどの単元でどこまで指導するかを３年間見通した上でカリキュラムをつくる必要がある」などの意見もあり，今後さらに検討が必要であることを実感するとともに，中学校理科で放射線をどのように扱うかさらに深く考え，３年間を見通した系統的な学習プログラムの作成が必要だと感じた。

３．今後の放射線教育に向けて

昨年度の放射線に関する授業を振り返りながら，今年度は「科学技術と人間」の単元で，放射線の遮蔽に関する実験や放射線利用についての授業を実践したいと考えている。各学年で，放射線を扱える場面で繰り返し学習を進めることは，中学校理科で放射線についての理解をより深いものにできるはずである。どの場面でどのような教材を扱い放射線教育を進めていくかを慎重に検討し，中学校３年間を見通した学習プログラムの構築が今後の課題であると考えている。

出前授業の実践と今後の可能性　－中学校理科における放射線の学習を通して－

札幌市立北栄中学校　　佐藤　深

１．はじめに

東北地方太平洋沖地震から３年半が経過し、その間、様々な形で放射線についての教育活動[1]や啓蒙活動が行われているが、放射線や原子力の利用そのものに対しての漠然とした不安や嫌悪感が払拭されるには至っていない。本実践の事前調査では、放射線について自分なりに説明できる生徒は一割程度にとどまり、放射線が実生活の中の様々な場面で利用されているにもかかわらず、その事実を知らないままに不安や嫌悪感を抱いているようすが明らかになった。そのため、観察・実験等を通して容易に現象を捉えることができるような指導の工夫や、専門家による解説や実習によって、放射線についての興味・関心を高め、事象を客観的に判断できる力を育んでいくことが望まれる。

本日の発表では、専門家による授業が生徒の放射線に関する学習に与える効果とともに、エネルギーの単元の中心に放射線の学習を位置づけた実践について紹介する。

２．単元の指導計画の作成

日本はエネルギー自給率が低く、多くの資源を海外からの輸入に頼る中、日常生活では、電気を含めたエネルギーの安定供給を受けている。それにもかかわらず、その実態を認識している生徒は少ない。しかし、次世代を担う子どもたちには、エネルギーに関する事象を科学的に考察し、広い視野で未来の日本のエネルギー政策の在り方や、自らの行動を適切に判断できる資質や能力を身につけてほしいと願う。そこで、中３理科「エネルギーとその利用」の単元において、表１[2,3]のような指導計画を作成し実施した。

表1　「エネルギー資源とその利用」指導計画案

時間	主な学習内容
1	【課題】エネルギー資源には何があり、どのように利用しているのだろうか ○エネルギー利用の歴史 ・1人あたりのエネルギー消費量の変化　・電気エネルギーとエネルギー資源 ・エネルギー資源の種類と採掘可能年数　・日本と世界のエネルギー事情 ○東北地方太平洋沖地震後のエネルギー事情の変化
2	【課題】いろいろな発電方法の長所と短所は何だろうか ・水力発電　・火力発電　・原子力発電　・地熱発電 ・太陽光発電　・風力発電　・バイオマスエネルギー　・燃料電池
3・4	【課題】放射線とはどのようなものだろうか<2時間扱い> ○大学講師から放射線の説明を聞く（放射線とは何か、種類、単位） ○簡易放射線測定器を用いて、校内の放射線量を測定する ○大学講師から身のまわりの放射線について説明を聞く（環境、食物） ○大学講師の指導の下、霧箱を作製し、α線源から出る放射線の飛跡を観察する ○大学講師から放射線の利用についての説明を聞く 【課題解決】放射線は身近に存在することを知り、その種類や単位、利用について説明することができる。
5	【課題】放射線の影響を減らすには、どうすればよいだろうか ○簡易放射線測定器を用いて、放射線量を測定する ・線源からの距離による違い　・遮蔽物による違い（材質、厚み）
6	【課題】私たちは、エネルギー資源をどのように利用していけばよいのだろうか ・リスクとベネフィット(様々な資源の利用による利益とリスク) ・未来のエネルギーの活用<話し合い>

※太枠内が放射線の取組、３・４時間目が出前授業

３．大学講師による出前授業の展開

放射線に関する基礎的・基本的かつ正確な知識を習得するとともに、実験から得られた事実を客観的に捉え、自らの生活の中に活用する力を身につけることをねらい、大学講師による出前授業を実施した[4]。授業は、２時間連続（１００分）とし、身のまわりの放射線について知る前半と、霧箱による放射線の観察を中心とした後半の２部構成とした。また、中学校教員がイニシアティブをとり、大学講師との掛け合いの中で進行するなど、講師による一方的な講義形式ではなく、課題をもとに生徒自身が学びを進めていくことができるよう工夫した。

前半
①事前調査をもとにした放射線のイメージの共有と課題の設定
②放射線の基本事項を確認　　※放射線の種類、単位など
③簡易放射線測定器を使用した校舎内の放射線量の測定
④身のまわりの放射線（環境・食物等）についての理解
後半
⑤グループ単位での霧箱の製作とα線の飛跡の観察
⑥様々な分野での放射線の利用方法についての理解
⑦福島の現状についての理解と、次時の新たな課題の創出


図１　出前授業の様子

４．出前授業の成果と課題

成果　出前授業後に生徒が書いた記録からは、「（放射線が）被災地の周りにしかないものだと思っていたので驚いた。」や「放射線は量で判断するのが大切だとわかった。」のように、放射線が身近に存在することや、線量を正しく把握することの重要性に気づいた記述が多く見られた。また、「（放射線について）ほとんど何も知らなかったけど、自分自身で調べて、正しいことをしっかりと理解したい。」のように、自ら学びを深めていこうとする姿勢が見られた生徒もいた。大学講師の授業については、「大学の先生の授業を受けたのは初めてだったので、もっとかたいイメージをもっていたが、思っていたよりもわかりやすく楽しい雰囲気だったので、とても集中できた。実験もいつもやる実験では使わないようなものをたくさん使い、放射線について色々と知ることができよかった。」や、「放射線について、今までもっていた知識よりもずっと詳しく学習ができてとても興味深い授業だった。（放射線が）生物を透過することによって、なぜ身体に影響を与えるのか、他にはどのように利用されているかといったことをさらに詳しく知りたいと思った。」のように、生徒の学びの意欲を喚起する効果が見られた。初等・中等学校教員に専門的な知識がない場合はもちろん、専門的な知識を有する場合でも、専門家から直接指導を受けることにより、大きな教育的効果を得られることがわかった。

課題　短時間に多くの情報を得たことにより、下記のような誤解も見られた。扱う内容や説明の方法には、改善が必要な部分もある。

・普段生活しているところの空気や食べ物にも放射線が入っている（→からも放射線が出ている）
・どんな物質でも放射能をもっている（→すべてではない）
・飛行機雲が放射線とかでできたりする（→霧箱の原理についての説明を誤解している）

５．おわりに

単元の学習後に生徒が書いた『将来の日本のエネルギーについて』の作文には、「将来の日本のエネルギーについて、他人まかせにするのではなく、少しでもよい方法を見つけるために役立てる人になりたい。」のように、エネルギーの問題を自分ごととして考える記述が見られた。本実践の成果については、検証方法を含め、さらなる検討が必要であるが、今後の放射線教育やエネルギー環境教育の一助となるべく、これからも実践を重ねていきたい。

なお、本発表は、日本エネルギー環境教育学会第９回全国大会（2014年８月、東邦大学）での報告をもとに、本討論会のテーマである「放射線の利用の現状と可能性」についての視点からもアプローチ試みたものである。

参考文献

1) 森山正樹　他、日本エネルギー環境教育学会第８回全国大会 論文集 2A-08（2013）　など
2) 中学校での原子力・放射線教育学習プログラム、北海道大学エネルギー教育研究会（2011）
3) 佐藤　深　他、日本エネルギー環境教育学会第７回全国大会 論文集 1S-08（2012）
4) 放射線教育支援サイト「らでぃ」、公益財団法人日本科学技術振興財団　http://www.radi-edu.jp/

生活に根ざした放射線教育の出発点は？

原子力機構・量子ビーム（高崎研）
小林泰彦

東日本大震災と大津波で被災された皆様に心からお見舞い申し上げます。そして、今なお被災者の方々の生活の再建と地域の復興のために努力されている全ての関係者の皆様に感謝と敬意を表します。

私は放射線生物学の端っこにつながる一人として、当初は原子力発電所の事故による健康への影響を危惧していました。その後のモニタリングやシミュレーションによって実際の状況が次第に明らかとなり、自宅からの長期にわたる強制的避難や広範な農水産物の出荷停止などの大きな犠牲を伴いながらも、一般の人々への放射線による直接の健康被害はまず無さそうだと分かってきたのは不幸中の幸いでした。除染の努力も一定の効果を上げているようです。それでも、放射線についての漠然とした、しかし大きな不安が、いまだに人々の心から消えていません。

今回の原子力災害の実態は、放射線障害というよりは避難災害と不安ストレスでした。今から思えば不必要だった避難や過剰な出荷制限の害についてはさて置くとしても、放射線に対する過剰な不安と誤解は、被災者に追い撃ちをかけ、被災地差別や風評被害など復興を妨げる二次災害をもたらしています。あたかも被災地の子どもたちを心配するかのように装って執拗に恐怖心を煽り続ける一部の報道機関や流言蜚語を発信するトンデモ学者、自分の主張を通すためにデマを流し続ける運動家などが子どもたちとその家族にいわれの無い差別と絶望を強いていることに、深い悲しみと怒りを覚えます。その害悪を打ち消す役割を担うべき真っ当な専門家の力が及ばなかったことが悔やまれてなりません。

事故の後、原子力への反感からか、科学をまるで悪の権化のように言う人もいました。しかし私は、今回ほど科学の力を頼もしく感じたことはありません。皆様もそうではありませんか？　よく知らないということから生じる不安や恐怖を克服し、根拠の無い噂やデマを退け、困難な事態にも冷静に適切に対処する自信と勇気を持てるようになること。これこそが科学の力であり、それを国民みんなで共有できるようになるのが理科教育、科学教育の目的ではなかったでしょうか？

事故以降、恐怖心を煽る無責任な発言や節操を失ったメディアの誤った情報が溢れかえる中、未来を担う子どもたちが放射線と向き合って生きる力をつけるために、困難を省みず放射線教育に取り組まれた先生が大勢いらっしゃったことを知り、感動しています。

そのような先生方をどうすれば応援できるのか、今、学校現場では、どんな助けを必要とされているのか？今やるべき放射線教育は何か…？教育現場の経験は無いも同然の私ですが、普段考えていることをお話しさせていただければと思います。

放射線影響の問題は、社会的な問題と深く結びついています。自然科学の方法論で真実を解明するのはわれわれ研究者の役目であり義務ですが、その結果が社会の幸福や子どもたちの生きる力にどのように役立つのか、学校の先生や保護者をはじめ、社会と対話しながら研究を進めることができれば本当に幸せですし、そうでなければならないのだと思います。

【お話ししたい内容】

学校教育での「放射線教育」はエネルギー学習の一環としての位置づけだと聞いていますが、水力発電や火力発電の仕組みのように様々なエネルギーの相互変換の一例として原子力発電も取り上げるならともかく「エネルギー確保のための原子力の重要性を学ぶ」ことのついでだとしたら、とんでもないですね。あくまでも自然界の不思議、物理現象の面白さを学ぶ中での放射線学習であるべきだと思います。

その導入部に放射線利用の興味深い実例を使うのは良いですが、応用例や製品を羅列するだけではあまり意味がありません。それぞれの事例について、どのような原理、メカニズムに基づいて放射線が役立っているのか、他のどの品目のどのような処理と共通の原理か、同じ目的を達成するために利用可能な（競合する）技術は何か…。そのような放射線作用の本質と結び付けながら、できれば、用いられる放射線の種類や必要な線量についても具体的なイメージを持って、授業を計画していただければ、と思います。放射線作用のメカニズムは、物理、化学、生物、地学の各分野にわたるので、それらの中で少しずつ触れることも可能でしょうし、むしろ効果的でしょう。

放射線は、医療や産業など、現代社会の中で様々に活用されていますが、社会の理解が十分とは言えません（これまで放射線教育が全く欠落していたことの結果ですが）。医療現場ですら、リスクとベネフィットの説明に苦慮している訳で、工業製品の製造加工や農業、食品への利用については、なおさら、腰が引けている（むしろ隠したがっている）のが実情です。放射線利用のメリットとデメリット、リスクとベネフィットを理解し、客観的に評価できるようになることは、放射線に限らず、遺伝子組換え作物や食品添加物など、生活の中で身近な新しい技術に対する総合的な判断力を養うことでもあると思います。

福島をふまえた放射線教育という観点では、まず、すべての先生方に、放射線の生物影響についての科学的事実と放射線防護のポリシーの違いを理解していただきたいと思います。わずかな放射線被ばくの健康影響のように、科学的なコンセンサスが得られていない部分が残る問題では、説明者によって表現が大きく違ったり、あいまいな表現になったりしがちです。そんな中で、科学的にまっとうな議論とトンデモ議論を判断しなければならないし、放射線影響研究や放射線防護のあり方についての最新情報を将来にわたってフォローして自分で理解できることも必要でしょう。大変なご負担だとは思いますが、敢えてお願い申し上げます。そのためのお手伝いは何でもします。

最後に、放射線防護とは、本来、放射線を安全に利用するための知恵と工夫です。生活の中で遭遇する様々なリスクの一つとして放射線のリスクにも向き合い、何シーベルト、何ベクレルなら「安全」と看做せるか、気にしないでも良いのか、専門家まかせではなく、多少の感覚の違いは認め合いながらもみんなで納得して決めるべきことではないでしょうか。

リスクコミュニケーションという言葉をよく聞きますが、それは専門家や行政からの一方的な情報伝達や教育ではありません。リスクコミュニケーションとは（私の考えでは）関係者の対話による「情報」と「判断」（および、市民社会の構成員としての「責務」）の共有であり、その目的は、「線量限度」や「基準値」の設定などの行政のリスク管理政策に国民の意見を反映させることです。

「情報」と「判断」と「責務」が共有された健全な社会を目指して、科学の誤用を見破る力、デマや差別に負けない力、リスクを直視する力、根拠を確認しながら自分で考えて判断する自信と勇気を、（私自身も含め）すべての生徒と先生に！

公開パネル討論「今やる、放射線教育Ⅱ」を終えて

放射線教育フォーラム／日本原燃(株)
宮川俊晴

2014年11月16日東京慈恵会医科大学高木講堂で開催された標記討論会は、児玉剛明元郡山市立第四中学校教諭（現郡山市教委指導主事）、嶋田武弘倉吉市立東中学校教諭、小鍛冶優永平寺町立吉野小学校教頭、佐々木敏紘仙台市立西山中学校教諭、佐藤深札幌市立北栄中学校教諭の5氏の実践報告、日本原子力研究開発機構・高崎研究所の小林泰彦氏の「生活に根ざした放射線教育の出発点は?」の講演の後に、エネルギー環境理科教育推進研究所副代表理事の高畠勇二氏のコーディネートにより実施された。そのパネル討論の概要を報告する。

高畠氏から、ここ半年の全国各地での放射線授業の教員研修を通じて、3.11から3年半が経過した現在、全国的に放射線教育のニーズが薄れてきている課題が提示され、放射線授業の必要性について5名の先生方に質問があった。児玉氏は郡山市の中学生の「大丈夫なんでしょうか?」との不安の声が第一義であったことを挙げたが、自身が実施した除染をイメージする授業は自分の学校では採用できないとの参観の先生の声があった。福島県内でも福島第一原子力発電所に近いところと遠いところでは違いがあり、授業の標準化は難しいとの意見が出された。

嶋田氏は前任校の三朝中学校での実践は三朝温泉という地域の観光資源を活用し、身近なものを題材とすることの有効性が示された。小鍛冶氏は、理科の面白さを伝えることとともに、福井県という原子力立地地域として、福島第一原子力発電所の事故を教訓とする防災教育の意味から授業を進めているとの紹介があった。

佐々木敏紘氏は、指導要領の改訂からまず教師が意識を高めて取り組む課題であるとの認識であった。生徒が一時大きな関心を寄せた隣県の原子力事故であったが、その意識が遠のいている現状から、視野を広く持って物事を考える生徒の育成を目指していると述べた。

佐藤深氏は汚染の少ない札幌市でも給食の放射能検査が続いている現状から、より有効な検査が行われる必要性の理解など、自分の地域だけで
はなく全国に目を向けて考えられる生徒の育成が大切と、佐々木氏と同様、視野の広い人材育成の重要性を説いた。嶋田氏以外の4名は、福島第一原子力発電所の事故を動議付けにしていた。

小林氏からは、放射線を特別視するのではなく、理科の自然学習の一貫としての取り組

みが大事である。他の教科でも関連するところで少しずつ取り組む工夫をし、当たり前の知識にしていくことが大切で、実験などは専門機関にも気軽に相談して欲しいとコメントがあった。

会場からも、風評被害防止やノーベル賞につながる可能性に触れることで魅力ある授業になること、また、自然科学の普通の現象として学ぶことが必要であるとのコメントがあった。社会人向けには、放射線の影響に重きを置いた説明をするだけではなく、放射線発見の歴史的経緯などに触れることも効果的であるとの発言もあった。

福島市の高校の先生からは、福島の食品が十分安全であることを生徒に理解させ、自信を持たせるように授業を進めているとの事例紹介もあった。専門家との連携に関して、会場の仙台市の小学校の先生から、子供の時に放射線治療を受けたことがある放射線技師が小学校で講演し、児童に感銘を与えたとの話があった。

さらに、福島県教育委員会の関係者から、福島県内ではここ2年間に全ての小中学校で放射線教育が実施されているが、理解の定着度から、まだまだ課題が多いとの認識が示された。福島除染情報プラザの専門家などの協力も得られており、地域の専門家との交流の重要性や有効性も報告された。呉市の保育所の関係者からは、風評被害は呉市の給食でも話題になったことがあり、低線量の健康影響を含む正しい放射線教育の普及の要望があった。

参加者のアンケート結果には、現場の授業実態が理解出来たとの声が数多くあった。授業への熱意などの風化を回避するためには、さらなる実践事例の紹介やネットワークの構築、小学校への放射線教育の導入などを文部科学省に働きかけて欲しいとの要請もあった。

【団体正会員】

株式会社アトックス
クリアパルス株式会社
原子燃料工業株式会社
大日本図書株式会社
株式会社千代田テクノル
東京書籍株式会社
東京ニュークリア・サービス株式会社
長瀬ランダウア株式会社
日本環境モニタリング株式会社
日本原燃株式会社
浜松ホトニクス株式会社
ビームオペーレーション株式会社
日立アロカメディカル株式会社
株式会社 BWR 運転訓練センター

東北放射線科学センター
公益社団法人高輝度光科学研究センター
公益社団法人日本アイソトープ協会
一般財団法人日本エネルギー経済研究所
一般社団法人日本原子力産業協会
一般社団法人日本電気協会
公益社団法人日本理科教育振興協会
公益財団法人放射線影響協会

北海道電力株式会社
中部電力株式会社
中国電力株式会社
四国電力株式会社
九州電力株式会社
電源開発株式会社
電気事業連合会

知りたい！　エネルギーの？　電気の？

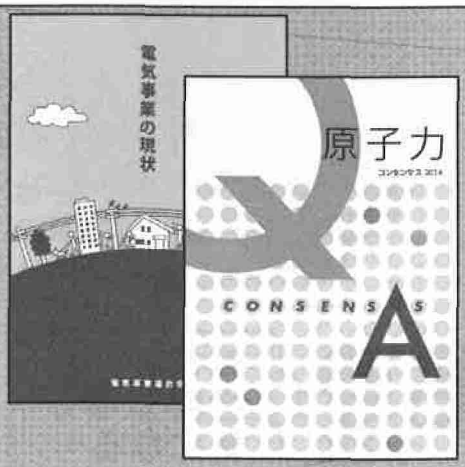
体験して学ぶ

科学技術館（東京・北の丸公園内）の「デンキファクトリー」，「アトミックステーション・ジオラボ」では，エネルギーや電気について，見て，触って体験できる展示を行っています。

科学技術館は日本科学技術振興財団が運営しています

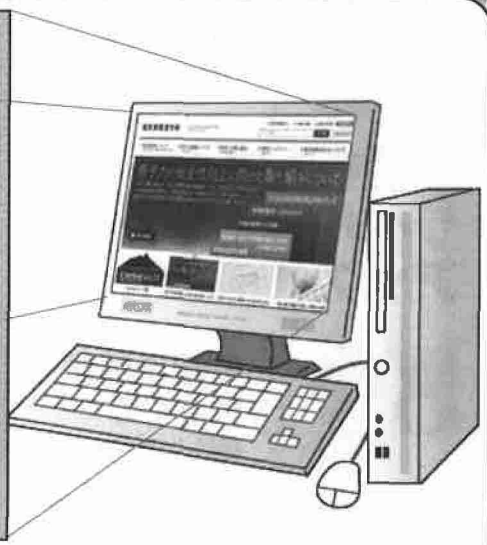
公益財団法人 日本科学技術振興財団・科学技術館
Japan Science Foundation / Science Museum

データで学ぶ



各種パンフレット

原子力・エネルギー図面集



電気事業連合会及び電力各社ホームページには，エネルギーや電気について，役立つ情報がいっぱいです。

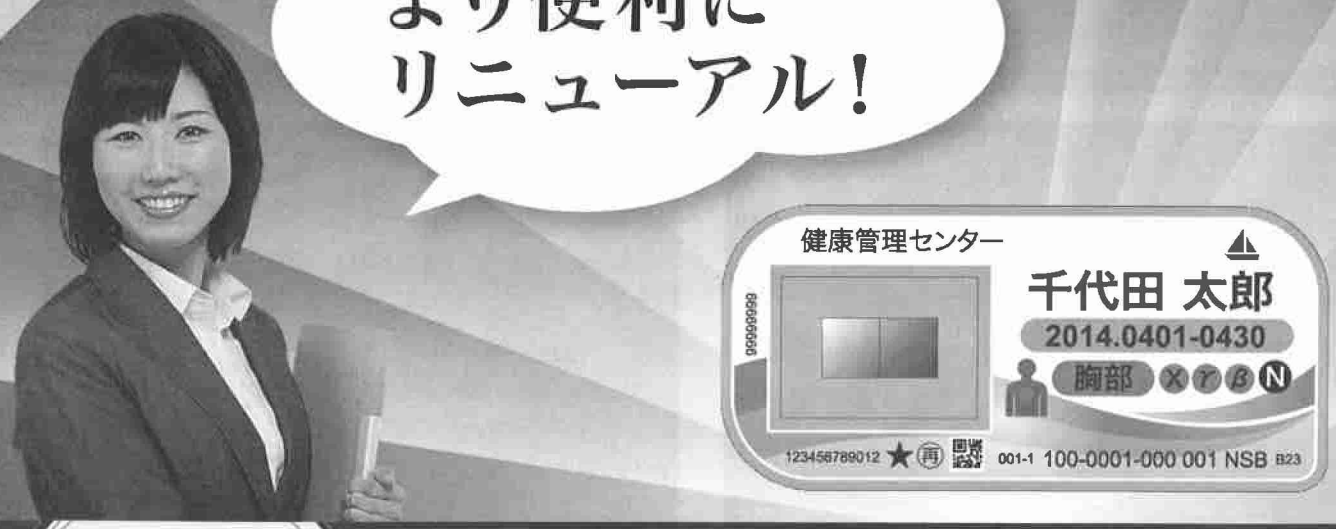
まずは検索！　電事連　検索　（http://www.fepc.or.jp）

電気事業連合会

MONITORING SERVICE

TECHNOL

お客様の声を
カタチにして
より便利に
リニューアル！



新型 ガラスバッジ誕生

※2014年1月からリリース開始。

お客様の声にお応えしました。
5つのリニューアルポイント

クリップ一体
発送で交換の
手間なし！

1 小さくて見にくい…

名前を大きく、ラベルの見やすさをアップ！

2 肌に当たって痛い…

薄型ケースでクリップを幅広にし、フィット感をアップ！

3 中性子用が大きくて使いづらい…

中性子用を、X線用、広範囲用と同じコンパクトサイズ！

4 バッジケースのリユース（再利用）が気になる…

シュリンク包装にして清潔感をアップ！

5 時代的に、世界標準も気になる…

国際規格（IEC 62387）に対応！

株式会社千代田テクノル 線量計測事業本部 www.c-technol.co.jp
〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル TEL 03(3816)5210 FAX 03(5803)4890