

「初等・中等教育におけるエネルギー・原子力教育の現状と課題についてのコメント——
特に義務教育レベルの教育充実をいかに図るかについて——」

NPO法人放射線教育フォーラム 事務局長 松浦辰男

I. まえがき

意見発表者松浦辰男は、2003年12月18日に「放射線教育フォーラムの活動と今後の計画——最近の所感と放射線・原子力に関する知識普及活動の経験からの提言を加えて——」と題する意見を発表させていただいたことに引き続き、本日（2005年10月25日）原子力委員会で意見を述べさせていただく機会を与えられたことを光榮に思う。

先般まとめられた原子力政策大綱については、その最終的文書が決まるまでの過程において、原子力教育に関する種々の点について問題提起を行った⁽¹⁾。

今後のわが国の原子力政策を支障なく実行するためには、社会及び学校における原子力・放射線教育を充実させることが極めて肝要であり、そのうちでも学校教育に関しては、上記の文書に含まれた提案の内容について、関係各位（原子力委員会・文部科学省・中央教育審議会そのほか諸機関・諸団体）において十分にご理解を賜り、その方向で早急に行われることが有効であると信じるものである。本日は、この文書に含まれた内容についてお話しする。この資料はその内容をご紹介し解説を加えるとともに、さらに最近の放射線教育フォーラムの活動（昨年8月に開催した「第3回放射線教育に関する国際シンポジウム」など）の報告や学校教育に関する最近の新しい情報や今後の展望などを紹介する。なお、放射線・原子力教育について筆者が最近依頼されて書いたレポート（末尾の文献13）を付録1として添付した。

II. 原子力教育に関する問題提起の要点

原子力政策大綱においては「学習機会の整備・充実」に関して、「国は、引き続き、児童生徒の発達段階に応じて、放射線や原子力を含めたエネルギー問題に関する小・中・高等学校における指導の充実や、エネルギーや原子力に関する教育の支援制度の充実に取り組む事が重要である。」とあるのは、当然のことで、大変結構である。問題は、わが国の諸事情から現状はこの様になっていないので、現状をいかに改善するかについて、以下のような意見を申し述べた。

1. 学校における原子力・エネルギー・放射線関係の教育における現状と課題

これまで度々指摘されてきたことであるが、従来、小・中・高における学校教育で取り上げられるエネルギー問題や原子力は、「環境」や「情報」に比べて見劣り感のあること否めない^(2,3,4,5)。学校教育という限られた授業時間の中で正式に、ある事柄を取り上げてもらうには文部科学省が制定する「学習指導要領」の中に適切に位置付けが与えられて記載されることが必要である。すなわち、

(1)まず、エネルギー問題・原子力・放射線等に関連する事項が小学校か、中学校か、高等学校かの学習指導要領で、どこかの科目（それは主として理科、社会であろう）、教えるべき内容として具体的に書き込まれていることが必要である。

(2)次に、その事項をその段階で習得することの必要性・重要性が認められて、できるだけ「必修」の形で、年度の早い時期に教えるように指示されていることが望ましい。

(3)さらに、「理科」で出来るだけ正確な知識を教えると同時に、それとの社会の関連について、理科以外の科目で価値観的に適切なバランスをもって教えられる必要がある。

1-1 小学校での現状と課題

現在の学習指導要領では、小学校理科で⁽⁶⁾「内容」には「B 物質とエネルギー」の項目について第3, 4, 5, 6 学年でそれぞれ(光、電気の導体と不導体の存在、磁石)、(空気と水、圧力、電流の強さ)、(水への溶解、てこ、錘の振動など)、(水溶液、燃焼、電磁石)を学ぶようになっているが、放射線というキーワードはない。

また小学校社会では⁽⁶⁾第3 学年～4 学年で地域の産業や生活にとって必要な電気・ガスや廃棄物の処理について学び、第6 学年で日本歴史を始めて学ぶが、ここで(近代史について)「日華事変、わが国にかかわる第二次世界大戦、日本国憲法の制定、オリンピックの開催などについて調べ、・・・理解と関心を深めるようにする。」と規定されている。実際には小学校社会の全ての教科書に敗戦時の広島・長崎のことが比較的詳細に記述されている。例えば、[光村図書](写真の説明として)「広島・長崎では、被ばく後も、放射線を浴びたために起こる病気で大勢の人々が命をうばわれ、原爆投下から数年以内に、30 万人以上の人がなくなりました。今も後遺症で苦しんでいる人がいます。」また、「広島市の原爆による被害」の説明では、地図に添えて「・・・また、放射能をふくんだ黒い雨で被爆した人も大勢いました。」との記述がある。問題は、小学校の社会科で「放射線」「放射能」の言葉が、理科で何の説明もないままに、多分に「恐ろしいもの、忌むべきもの」のニュアンスをもって登場してくることである。ある放射線の専門家も、小学校教育での「原爆」を教えるときに放射線が怖いという意識形成に大きな影響があると述べている⁽⁷⁾。

ここでの提案は、原子力(とくに原爆)・放射線関係の事項の説明ではマイナスのイメージが伴うので、必ずそれらのプラスの面を、例えば放射線が医療を始め種々の応用がされて近代生活に役立っていることを、同じ時かそれ以後早めに教えてもらいたいことである。そして、できれば、小学校の段階で、身のまわりに放射線があることを、例えば「はかるくん」などの放射線測定器を使って子どもたちに測らせて実習で教えてもらいたいのである。

小・中学校の理科では、「実験か実習で体験できることでなければ教えるはいけない。」という原則があるそうであるが、重要な事柄についてはその原則にこだわらずに、我々の身の回りには、目には見えない実在物が、例えば電磁波とか紫外線や赤外線と同様に、自然放射線が存在する、と言うことは早めに、小学校でも教えられるのではないだろうか。

すでに報告されていることであるが^(2,9)、ある原子力立地の県の高等学校の教員の報告書によれば、生徒に3 時間ほど自然放射線の測定をさせることにより、生徒の原子力に対する意識を著しく改善させるのに有効であったとのことである。

1-2 中学校での現状と課題⁽⁶⁾

中学では、エネルギーに関しては、学習指導要領の中でも理科及びその他の科目(社会の「地理的分野」、「公民的分野」など)で、必修科目でかなりの重要度が与えられている。

すなわち、「理科」では、第一分野(物理・化学系)と第二分野(生物・地学系)にわかれているが、エネルギーに関する項目としては、第一分野の「内容」において、(1)「身近な物理現象」(光と音、力と圧力)、(2)「身のまわりの物質」、(3)「電流とその作用」、(4)「化学変化と原子、分子」、(5)「運動の規則性」、(6)「物質と化学反応の利用」、の後に(7)「科学技術と人間」という節で「エネルギー資源」で「人間が利用しているエネルギーには水力、火力、原子力などさまざまなものがあることを知るとともに、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識すること」とある。

社会「地理的分野」では、「資源や産業から見た日本の地理的特色」の項で「・・・日本はエネルギー資源や鉱物資源に恵まれていない国であること、・・・、環境やエネルギーに関する課題などを抱えていることを大観させる。」とあり、社会「公民的分野」では「世界平和と人類の福祉の増大」の項で「日本国憲法の平和主義について理解を深め、・・・核兵器の脅威に着目させ、・・・ま

た、人類の福祉の増大を図り、より良い社会を築いていくために解決すべき課題として、地球環境、資源エネルギー問題などについて考えさせる。」となっている。

問題は、(1)まず、義務課程である中学の理科などの科目で学習指導要領が教えよと指示する内容は、これだけで十分かということと、(2)この指導要領に沿って教科書が適切に作られているかどうか、及び(3)実際に授業で適切に教育がされているか、である。

(1)エネルギー資源の一つとしての原子力のしくみやその重要性について、また各エネルギー資源の特徴について理科及び社会の両方の科目で取り扱われていることは結構なことである。しかし、現行の教科書を調査した結果では、自然放射線の記述が最近の平成14年の理科の教科書には、それ以前の教科書にあったものが殆どなくなっていると報告されている。このように、原子力に密接に関連している放射線や放射能についての取り扱いが極めて不十分である。原子力の安全というのはつまるところ放射線の安全である。放射線の基礎的性質や、それが医療や工業、農業的分野でたいへん役に立っていること、又、環境には自然放射線・放射能が存在することなどは義務教育の段階で、すなわち将来理系の職業に進まない生徒にも必修として学ばせる指示があってもよいのではないか。

(2)指導要領に沿って適切に教科書が製作されているか、については、最近の調査で以前よりかなり改善されていることを認める。更に、今年4月には平成18年度より使用予定の中学の教科書に対する文部科学省による検定結果が公表されたが、ここで殆ど大部分の出版社による試作の(中学公民科)教科書について、「種々のエネルギー源の比較の記述において、原子力エネルギーの欠点を強調する一方で風力や太陽エネルギーなどの自然エネルギーの実用的な実現可能性を過大に紹介している」点について改善が指示されているなど、適切な指導がされていることは評価される。

(3)さて、折角適切な内容が記載された良い教科書が製作されたとしても、それが実際に学校で予定通り教育に使用されているかどうかについては、最近の調査で、残念ながら、教科書の最後の部分(理科「第一分野」の下)にあるものは、学年末までに教えられず、従って上級の学校の入試問題にも含まれない、という確率がかなり高いという事実があるようである。

1-3 高等学校での現状と課題

高等学校に関しては、既にわれわれ放射線教育フォーラムは、平成8年11月に当時の文部省に対して「エネルギー・環境問題に関連したこれからの放射線・放射能教育の在り方」という要望書⁽²⁾を提出して、高等学校において、放射線・放射能に関する知識を必修科目に含めるようにと働きかけた。その結果、平成11年に制定された(現行の)学習指導要領⁽¹²⁾では理科に「基礎理科」「理科総合A」「理科総合B」の3科目が新設され、この内1科目以上は必修として選んでそのほかに理科1科目合計2科目を履修することになった。

この新設の理科3科目のうち、学習指導要領で「理科総合A」が最もエネルギー・原子力・放射線に関する事項を詳しく教えよと指示されていて、「資源・エネルギーと人間生活」の節で、「化石燃料、原子力、水力、太陽光などの利用の際見られる現象は、エネルギーという共通概念でとらえられることを理解させる。」そして「エネルギー資源の利用」の項では、「蓄積型の化石燃料と原子力及び非蓄積型の水力、太陽エネルギーなどの特性や有限性及びその利用などについて理解させる。」そし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。」との指示がある。更に「臨界」も教えるようにと指示されている。

この「理科総合A」の教科書(平成14年3月検定済み3種)を調査したところ、細かい点では修正すべき点は見出されるが、この指導要領に沿って良い教科書が出版されていることは大変結構

なことである。しかし、ある統計によってこの科目の履修率は70%以上と聞いたので喜んでいたのであるが、最近ある現職の教員から聞いた話では、名目上はこの科目を教えていることになっているが、実際は、もっと大学受験に役に立つプロパーな「物理」とか「化学」とかを教えている学校が少なくないとのことである。もし事実であれば問題であるので、その理由を十分に調査し、改善策を立てる必要がある。

原子力に関連した核物理などの内容を最も専門に近い形で詳しく取り扱われている理科の「物理II」の科目についても問題がある。これはこの科目が高校3年の最後で教えられるので、授業時間が不足して実際に教えられない可能性があること、学習指導要領ですでにこの科目のこの項目(核物理・原子力に関すること)が、その前の項目(物性・熱力学に関すること)のいずれかを選択してもよいということになっていること、更にこのことから、この二つの項目については、大学の入試問題に出題されない可能性があることである⁽¹³⁾。統計によれば、高校生で理科の物理を選択する生徒は約3分の1とのことである。従って高校生のうち3分の1の物理履修者のうち、更にその一部の者しか核物理や原子力の正しい知識を学ばない、というのが現状である。

一方、高等学校の文系の、理科以外の科目で原子力やエネルギーを扱っている科目には、「世界史」、「地理」、「現代社会」、「政治・経済」、更に「保健体育」がある。これらの教科書を見ると、原子力や資源・エネルギー問題・環境問題のことがかなり詳しく取り上げられている。そして、ここでの問題は、最近はだいぶ改善はされてきているが、これらの文系の諸科目での原子力や核問題のとりあげ方が、例えば、原子力と言うと必ずと言ってよいほどチェルノブイリ事故をしばしば写真入りで記述するなど、どちらかと言うと原子力に批判的なあるいは偏った立場で書かれている傾向があり、時には科学的に誤った事実の記載も散見されることである。このことについては、我々は、10年以上前から機会あるごとにその実情を報告^(2,3,14)し、関係者の注意を促してきたところであるが、ごく最近もこの問題で、日本原子力学会から要望書⁽¹⁵⁾や教科書の中の不適切な記載例に関する資料⁽¹⁶⁾が公表されている。

高等学校で、原子力やエネルギーに関する正確な知識や原子力の平和利用という国策に基づく妥当な考え方が、理科では概して適切に取り上げられているにも拘わらず、それ以外の科目では、われわれ原子力の関係者にとり、また今後の日本の将来にとり必ずしも満足的に取り上げられていない状況は、われわれ原子力の関係者が教育関係者、有識者に協力を求めて改善する必要がある。

2. まとめとしての提言―「初等・中等教育におけるエネルギー・原子力・放射線に関する、児童生徒の発達段階に応じた教育内容について」―小学校・中学校・高等学校のそれぞれの学習指導要領において取り上げもらいたい事項

2-1 エネルギーの基礎的知識について

- エネルギーには種々の種類があり、それに関する基本的概念については中学の理科で早めに教える。日常生活に最も関連の深い電気エネルギーについては小学校で教える。
- エネルギーの基礎的性質として、「エネルギー保存の法則」で運動エネルギー、位置のエネルギー、熱エネルギー等が相互に変換することを実習などにより習得させる。これを中学で教える。一部のごく基本的な知識については、小学校の理科実験に取り入れてここで学ばせることも可能であろう。また、高校の(理科の選択科目で)「熱力学第二法則」に相当する、エネルギーの非可逆性、すなわち、エネルギーの保存とはいっても、エネルギーには利用し易いエネルギーとそうでないものがあること、これがエネルギー問題の根本になっていることを教えても良いかも知れない。

2-2 原子力・エネルギー問題・核問題について

- 原子力発電の原理については、火力発電、水力発電などとともに、中学理科で教える。
- 地球資源との関連におけるエネルギー問題、環境問題、自然エネルギー、省エネルギーの必要性については、中学及び高校の社会科において教える。(この問題は「総合学習の時間」での最も適したテーマである。)
- 資源・エネルギー・環境問題に関する国際問題、核開発などについては、高等学校の社会科で、日本の国策である原子力の平和利用を基本としつつ、最新の世界情勢を勘案して、エネルギー確保が国家間の重要な問題で、地球全体の環境の保持と経済発展、さらに世界の平和に重要な影響があることなどを、教科書製作者の比較的自由的な発想で取り扱うようにすることが望ましい。

2-3 原子核・放射線・放射能について

- 自然放射線の存在を(「はかるくん」などを使って)実習で学ばせることをできれば小学校または中学校で、(理科あるいは総合的な学習の時間を利用して)教える。
- その時同時に、身のまわりには、目には見えない存在として電磁波や、赤外線、紫外線などが存在し、それらも広い意味の放射線エネルギーの一種であること、地球上の動植物の生存はそれらのエネルギーに大きく依存していることを教える。(中学理科、高校生物、ほか)
- 放射線(α 、 β 、 γ 線など)の基礎については、できれば中学で教える。高等学校理科は必修として、原子と原子核を教えるときに、同位体、放射性同位体などとともに教える。
- 放射線の(医学的、及び産業等への)利用、並びに人体への影響については、高等学校理科で、(及び生物にも取り入れて)必修科目として教える。

2-4 小・中・高等学校の発達段階に応じて教えるべき内容

これについて、すでに学習指導要領で指示されているものを含めて、新しい視点で考えてみたものを付録2に示した。

III. この意見を実現させるための今後の進め方

放射線教育フォーラムではこの意見を具体化するために、作業委員会を作って検討をしている。以下はその後に提案された意見である。

1. 中学・高等学校の学習指導要領において理科と社会・公民などの教科を融合させた「エネルギー・地球環境」という新教科を作ってほしい。

(趣旨)理想的には従来の縦割りの教科区分に加えて、正確な科学的知識に基づく妥当な判断力資質を効果的に高めるような教科横断的な新教科を導入することを検討すべきである。(内容は後述)

2. 上記のような改革が難しい場合は、「総合的な学習の時間」の中でエネルギー・環境教育を必修の学習項目とする。また、既存の教科の中でエネルギー・環境教育にかかわる内容を扱うときは、各教科が相互に連携して指導するよう奨励していただく。

(趣旨)今後厳しくなるエネルギー事情や地球環境問題の重要性にかんがみて、エネルギー・原子力・放射線などに関する基礎的事項を体系的に積み上げて行うようなカリキュラムを、「総合的な学習の時間」において、「環境」「情報」などと同様に「エネルギー」を具体的に明示して取り上げていくようお願いする。

3. 現行の教科の枠組みの中で行われてきた「エネルギー教育」に関する内容については、以下のように改善する。(①～④)

① 小学校理科で、エネルギーのごく初歩的な概念を扱う。

(趣旨) 現行では、エネルギーという用語は扱っていないが、電気などの基礎的内容を扱っている。したがってエネルギーのごく初歩的な概念を理解させることは可能であると考えられる。

なお、小学校では、理科の実験は比較的盛んに行われているが、なぜそのような現象が起こるかという説明が十分されていないようである。理科実験によって自然現象への興味を起こさせるものだけではなくて、実験と同時に基礎となる知識や概念をできるだけ教えるべきである。

② 中学校理科で、エネルギーについて従来よりも深く扱う。また、放射線の初歩的な内容についても扱う。

(趣旨) 中学校理科では、エネルギーの基礎を実験及び基本的な法則を、現行でもそのようになっているが、かなり詳しく教える。

また、エネルギーには種々の形態があるが、電気や石油(に含まれている化学エネルギー)などのように利用しやすいエネルギーと利用しにくいものがあることなどを扱う。その際、できるだけ量的な概念を取り入れて、エネルギーの単位もあわせて理解させることが望ましい。そして、エネルギー保存の法則の成立する物理的エネルギーと、地球上のエネルギー資源のように人間生活にとり必要であり、枯渇する恐れがあるので国家間での紛争の基になる可能性のある、「エネルギー問題」でのエネルギー、の二つの使い方があることを理解させる。

放射線については、中学校低学年で(理科または、技術家庭、あるいは「総合的な学習の時間」を使って)、例えば「はかるくん」を用いて身の回りの自然放射線の存在を理解させる実習を行わせる。そのためには放射線測定器をすべての学校に配布することも考慮する。この実習はできれば小学校で行わせたいが、それができなければ中学校で必修として行わせたい。その理由は、小学校で日本の歴史を学ぶときに広島・長崎の原爆という不幸な歴史に触れざるを得ないが、そのときに原爆の被害の大きさと同時に放射線・原子力の危険性のみが過度に子供に植え付けられる傾向があるからである。できるだけこの時期に、「放射線」の初歩的な知識、すなわち、放射線は大量にあびると危険であるが少量では危険ではなく、医療などいろいろなところで役に立っていること、わが国はエネルギー資源が乏しいので原子力の平和利用に力を入れており、その電力生産の規模は30%以上にも達していることを教える必要がある。

そのことと関連して、小学校のうちに、エネルギー関係の施設の見学を奨励する。

③ 高等学校理科で、必修科目の中でエネルギー、原子力、放射線についての基礎を中学校より進んだ形で扱う。

放射線について、中学校高学年では少し進んだ知識、例えば、自然放射線の由来、 α 線・ β 線・ γ 線、放射線・放射能の区別や、放射線は目にはみえないが光や音と同様のエネルギーの1種であること、放射線を出すものが存在しても、そこから距離を取り、遮蔽物を置き、あるいは暴露する時間を減らせば危険性を少なくできること(放射線防護の3原則)などを学ばせる。現行の「理科総合A」またはそれに相当する新しい理科の教科において、すべての生徒の必修内容としてエネルギー、原子力、放射線についての基礎的事項を扱うようにする。また、大学の入学試験問題においても、これらの分野からの出題を奨励する。

④ 高等学校の公民で、科学技術の社会への応用において必ず伴う「リスク」に関する基本的な考え方を扱う。

科学技術を利用するとき、目的とする便益(ベネフィット)が得られると同時に、その結果必

ず不利益（危険、損失など）を伴うものであり、これをリスクという。リスクは通常、その好ましくない事象の起こる確率（A）とその大きさ（B）の積として定義する場合が多い。便益（ベネフィット）に比べてリスクが比較的少ないものが、さらにその技術を受け入れるための費用がどのくらいであるかも考慮されて、社会に受け入れられることになる。しかし、往々にして、便益（ベネフィット）が過少に評価され、リスクが過大に評価されるものがある。これらは、放射線、農薬、遺伝子操作及び食品添加物などである。これらの何れも私たちの生活に欠くことのできない重要なものでありながら、正当な評価を得ていない。このような問題について、エネルギー・環境問題に関連する諸技術に重点をおいて、社会における正しい情報伝達のあり方、妥当なもの考え方はどうあるべきかについて考察したい。

（別紙）（第1段階で提案した）新教科「エネルギー・地球環境」において取り上げるべき事項
（物理的分野）

- エネルギーの本質・種類・基本法則（熱力学第一、第二法則の基礎）
- エネルギーの諸単位、エネルギーの演習問題
- α ・ β ・ γ ・中性子線と核物理学の基礎（半減期・同位体・核反応・核分裂、臨界ほか）
- 放射線と放射能、放射線の単位
- 放射線と物質との相互作用、放射線遮蔽
- 発電の諸方式（水力・火力・原子力・太陽光・太陽熱・風力・地熱、ほか）
- 発電の諸方式の利害得失・原子力発電所の安全設備（社会との関連が大）
- 放射線の産業への利用（社会との関連が大）
- 原子力の平和利用と核兵器（社会との関連が大）

（化学的分野）

- 原子・分子と化学反応
- 原子力材料、ウラン・プルトニウム
- 放射線の化学的作用、放射線と高分子、ナノテクノロジー
- 同位体の化学への利用
- 水の放射線分解・「水素エネルギー」・燃料電池
- 化学物質と環境（社会との関連が大）
- 産業廃棄物と核燃料再処理（社会との関連が大）

（生物的分野）

- 生物とエネルギー
- 細胞と免疫、バイオテクノロジー
- 放射線の人体影響・放射線防護関係法規（社会との関連が大）
- 放射線の医療への利用（社会との関連が大）
- 医療・福祉を取り巻く諸問題（社会との関連が大）

（地学的分野）

- 宇宙・地球の起源
- 地球上の資源・資源の有限性・エネルギー問題（社会との関連が大）
- 地球の熱輻射・温室効果
- 地球上の放射性物質（天然と人工）
- 放射性廃棄物の処理・地層処分
- 地熱・地震・自然災害・極地・宇宙環境

- 地球環境の保全（社会との関連が大）
（全分野）
- リスク問題（社会との関連が大）
- 原爆・原子力事故（社会との関連が大）
- 原子力災害をいかに防ぐか（社会との関連が大）
- 科学技術史（社会との関連が大）

IV. その他放射線教育に関連する資料、データなど

4-1 学校における放射線教育の実践について

上記の意見を、今後いかに実現するかについて、現在放射線教育フォーラムでは「教育課程検討委員会」においてその内容を討議している。「教育課程検討委員会」の委員である渡部智博教諭による「学校における放射線教育の実践とその在り方について」と題する資料（2004年7月のパネル討論会⁽¹⁷⁾で発表されたものに基づく）を付録3として添付した⁽¹⁸⁾。

4-2 「総合的な学習の時間」を活用することについて

(1) 教員向けのセミナーの開催

現在の時点では、学校で原子力・放射線教育を推進させるには、「総合的な学習の時間」を有効に活用して、ここでエネルギー・環境問題を取り上げていただくことが有効である。そのために、NPO法人放射線教育フォーラムは、文部及び(財)放射線利用振興協会に協力して（共催団体として）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年度から全国10地区で開催してきた。その資料⁽¹⁹⁾を付録4として添付した。

(2) 総合学習を有効に活用して原子力教育を進める事に関連して考慮中のいくつかの案について

「原爆を如何に学校教育で取り上げるか」についての私見を付録5として添付した。この中では、まず原爆に関する正確な情報を学ぶことの必要性と、理科と社会科の協同ばかりでなく、適切な原子力関係の話題が記述された良い文章を国語の教科書に採用していただくなどの案が提案されている。

4-3 高校生の科学リテラシー及び放射線利用に関する意識調査結果

NPO法人放射線教育フォーラムは、2004年8月に長崎で「第3回放射線教育に関する国際シンポジウム」(ISRE04)を開催した⁽²⁰⁾。(その報告を付録6として添付)このとき、アジア7カ国における高校生の科学リテラシー及び放射線利用に関する意識調査結果が田中靖政氏により発表された⁽²¹⁾。この資料は、中国・インドネシア・日本・韓国・フィリピン・タイ・ベトナム、のアジア7カ国の高校生の放射線・エネルギー問題・科学技術に対する知識について調査し国際的比較がされたものであるが、放射線教育に関心のある方には興味のあるデータであると思われるのでここで簡単に紹介する。

その調査によれば、日本の青少年の放射線に対する教育が不十分な故に、知識・学ぼうとする意欲がこれらの国に比べて劣っていることがわかった。たとえば、

- 日本では友人との間で科学技術に関する情報を得ることは少ない（他の国が30～50%以上にの日本は15%と最低）、
- 農産物の放射線育種の知識を持っている者は日本が最低（21%）で他の国は26～73%、
- 医療器具の滅菌への利用の知識も日本が最低（23%）、他国は31～55%、
- 「放射線に関してどのようなことを知りたいか」の質問にたいして、「人への健康影響を起こす

量について」の関心は日本が最低で 49%、これに対して他国では 71~81%、また「食品への応用」、「工業への応用」、「医学分野への応用」のいずれも日本は他国よりも関心は最低であった。

V おわりに

ここで紹介した意見が採用されて指導方針がもし文部科学省においてきまっても、これを効果的に実施されるかどうかは、各学校・教育委員会の方針、教員の資質能力の向上のための施策（教員免許取の法規改正や定期的研修を義務つけるなどの指導）、教員のこの分野の知識取得への熱意を高める方策、更に大学の入試問題におけるこの分野の出題などに大きく依存するので、これらの施策の実現に向けての働きかけが必要かと思われる。

文献：

- (1) 「原子力政策大綱（案）への意見」松浦辰男、2005年6月24日
- (2) 松浦辰男・飯利雄一、「放射線・原子力教育と教科書」研成社、1998年2月
- (3) 松浦辰男・飯利雄一・高木伸司・関本順子、「過去2,3年の高等学校の教科書における原子力・放射線関係の記述の傾向」、日本原子力学会誌、Vol.43, No.5, 81-86 (2001)
- (4) 広瀬正美、「初等・中等教育における原子力エネルギー教育の現状と将来」日本原子力学会誌、Vol.40, No.12, 932-936 (1998)
- (5) 江田 稔、「新学習指導要領におけるエネルギー・環境・放射線教育について」第41回理工学における同位元素・放射線研究発表会要旨集、200-201 (2004年7月)；江田 稔「学校における放射線教育の在り方と日本の現状」第3回放射線教育に関する国際シンポジウム論文集、JAERI-Conf 2005-001, 93-99
- (6) 「小学校学習指導要領」、平成10年12月
- (7) 西谷源展、「放射線に対する意識と学校教育の影響」、日本放射線技術学会雑誌、第60巻第11号、1555-1563 (2004)
- (8) 「平成15年度 自然環境・放射線 Web ～自然を測ろう～想定実践報告書」平成16年3月 財団法人 日本科学技術振興財団
- (9) 樋之口 仁、日本原子力学会 1996年春の年会、大阪、1996年3月；樋之口 仁、「理科教材としての環境放射線測定」、鹿児島大学教養学部研究紀要、第27巻、18-38、平成8年3月15日
- (10) 関本順子・高木伸司・松浦辰男、「中学校社会科地理・公民・理科の教科書における原子力関係の記述について」NPO 法人放射線教育フォーラム 2001年度成果報告書「学校における放射線教育」、71-86 (2002年3月)
- (11) 「中学校学習指導要領」、平成10年12月
- (12) 「高等学校学習指導要領」、平成11年3月
- (13) 松浦辰男、「放射線・原子力教育 根拠のない不安を取り除く」、エネルギー・レビュー、2004.12、22-25 (2004)
- (14) 松浦辰男・飯利雄一・高木伸司・関本順子、「過去2,3年の高等学校の教科書における原子力・放射線関係の記述の傾向」、日本原子力学会誌、43巻、487-492 (2001)；松浦辰男・関本順子・高木伸司・飯利雄一、「日本の中学・高等学校における放射線関係の記述に見られる傾向」第3回放射線教育に関する国際シンポジウム論文集、JAERI-Conf 2005-001, 319-328
- (15) 社団法人日本原子力学会、「初等・中等教科書および学習指導要領におけるエネルギー・原子力の扱いに関する要望書」平成17年6月

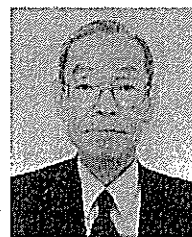
- (16) 日本原子力学会 「原子力教育・研究」特別委員会、「高等学校、中学校教科書の中の原子力に関する不適切な記述例」、平成 16 年 12 月
- (17) パネル討論会「学校における放射線教育の新しい展開」、第 41 回理工学における同位元素・放射線研究発表会、2004 年 7 月 9 日、
- (18) 渡部智博、「学校における放射線教育の実践とその在り方について」、Isotope News 2005 年 3 月号、22-26
- (19) 松浦辰男、「エネルギー・放射線教育を行うための文系教員向けセミナー」、Isotope News 2002 年 10 月号、12-16
- (20) 松浦辰男、高木伸司、「第 3 回放射線教育に関する国際シンポジウム (ISRE 04) 報告」、Isotope News 2004 年 12 月号、27-30
- (21) 田中靖政、「FNCA 諸国 7,700 名の高校生の科学リテラシーと放射線利用に関する意識調査」第 3 回放射線教育に関する国際シンポジウム論文集、JAERI-Conf 2005-001, 26-28

付録文書リスト

- (付録 1) 「放射線・原子力教育 根拠のない不安を取り除く」、エネルギー・レビュー (コピー 4 ページ)
- (付録 2) 「小・中・高校の発達段階に応じて教えるべき内容案」 (1 ページ)
- (付録 3) 「学校における放射線教育の実践とその在り方について」アイソトープ・ニュース (コピー 5 ページ)
- (付録 4) 「エネルギー・放射線教育を行うための文系教員向けセミナー」アイソトープ・ニュース (コピー 4 ページ)
- (付録 5) 「原爆を如何に学校教育で取り上げるか」 (2 ページ)
- (付録 6) 「第 3 回放射線教育に関する国際シンポジウム (ISRE 04) 報告」アイソトープ・ニュース (コピー 4 ページ)

放射線・原子力教育 根拠のない不安を取り除く

NPO法人放射線教育フォーラム 事務局長 松浦 辰男



一 はじめに

原子力の技術水準を維持し、今後の発展を続けるための人材養成が必須である。ところが、原子力に対する最近のいわゆる逆風の社会風潮は、若い人たちに将来この分野で仕事をしようという意欲を大きく阻害している。もつと社会全体がエネルギー・環境問題における原子力の重要性を認識し、その社会受容を進める必要がある。技術の社会受容のためには、その重要性だけでなく、それへの信頼、すなわち技術的な安全性とともに社会心理的な安心が得られるように、教育すなわち正しい情報の普及が十分に行われねばならない。

原子力教育については、原子力に密接に関係している放射線教育が極めて重要である。それは、原子力についての人々の不安は、原子力施設から放射線・放射能が何らかの原因で漏れてくるかもしれないということとであり、それが少量でも危険であるといわれているために健康への影響を過度に心配するからである。

平成二年に総理府により行われた世論調査によると、「原子力発電について不安・心配である」が九〇・二％にも達していて、その原因は、「放射線・放射能が人体や子孫に影響を

与えるから」(四二・八％)、「事故や故障などで放射線・放射能が漏れるから」(三九・一％)などであった。しかし、「原子力推進か、反対か」と聞かれると最近の調査(平成一六年の日本原子力文化振興財団の報告書)では、原子力の「推進・容認」が六九％で、「廃止」の三二％を大きく上回っている。

教育は学校教育と社会教育に大別されるが、学校教育は文部科学省が、社会教育ではマスメディアに大きな責任がある。現状をもちたして原因を十分に調査検討するとともに、適切な改善策を政府・学界教育界・産業界・マスメディアが、日本の将来に関する共通の危機意識を持って策定し、協力して実行する必要がある。

われわれNPO法人放射線教育フォーラムは一〇年前に設立されたボランティア組織であるが、社会全体の原子力・放射線技術を中心とする近代技術の円満なる受容を図ることを最終目的として、調査活動、刊行物による情報発信、講習会開催、あるいは政策提言などの活動をし、主に学校教育の改善に重点をおいて行ってきた。本稿では、この一〇年間の経験に基づいて、放射線教育に関連する現状の分析と、現状を改善

するための処方箋ともいえるべき解決策を二、三提案する。

二 放射線教育の重要性と学校教育

国民が放射線・放射能を危険視している原因はいくつかある。(1)まず日本が原爆の被災を経験し、この悲惨な災害の主な原因が、放射線・放射能の作用である、と長年聞かされてきたことである(事実は、原爆のエネルギーのうち約一五％だけが放射線・放射能の寄与である)。(2)次に、マスメディアが、海外の原子力発電所の事故や国内の原子力関係のトラブルをしばしばセンセーショナルに報道するので、一般人々がその影響を受けて原子力の安全に対する信頼を失っている。(3)さらに、放射線は微量でも(特に遺伝的影響やがんの発生において)人体に危険であるとされる仮説(しきい値なしの直線仮説)に基づく厳しい法的規制があることである。知識人や社会の指導者層を含む多くの人がこれを科学的事実と信じて、少量の放射線、すなわち誰もが常時受けている自然放射線程度の量の放射線を余分に被ばくしても心配するに及ばないことを納得していないことが大きく影響している。

社会教育の基礎は学校教育であるので、文部科学省が、科学技術振興とともに、原子力に関する国策を初

等・中等教育でもっと積極的に取り上げることが必要である。ところが、教育課程の策定という重要な仕事は、従来の慣習である「縦割り行政」のために、一部の文部官僚と少数の「教育専門家」によりなされてきた。いわゆる文化人を含む教育専門家の大部分は文系の人で、理科教育に対する理解が十分でない人が多いように思われる。今大きな論議をよんでいるのは、ここで策定された『ゆとり教育』の余波を受けて、理科の授業時間数の減少と呼応して理科の学力低下が起こっていること、いまや「危機的である」として警鐘が鳴らされている。そして日本の一般市民の科学的知識が比較された先進十数か国のうちで最低に近いことも周知の事実である。また以前からわが国の青少年の原子力に関する基礎的知識が欧州六か国に比して低いことが問題となっていたが、最近の調査で放射線に関する知識が東南アジア数か国と比較しても低いことが報告されている。

エネルギー問題と環境問題とは本来切り離すことができないのであるが、文部省の従来の考え方は、環境のほうは熱心に取り上げるが、原子力に關係しているからということ、エネルギー問題さえも中学や高校の理科の科目でも積極的に取り上げることが避けられてきた傾向があった。しかし数年前にわれわれが当時の文部省に要望書（松浦辰男・飯利雄一、「放射線・原子力教育と教科書」、研成社、一九九八年）を提出したことも有効に働いたのか、最近の学習指導要領では高校理科に「理科総合A」などの科目ができ、この中で「資源・エネルギーと人間生活」に関して「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」というような指示がなされるようになった。

学校教育における問題点を箇条書きにすると、
 (1) 文部省の姿勢 放射線・放射能が原爆と結び付けて考えられ、このような「戦争や大量破壊兵器に関連する嫌悪すべきもの」は「平和教育」の立場から、また「イデオロギー的に価値対立的であって教育態度をきめにくい」との理由で、「難解である」として、原子力反対の教員組織の意向に配慮する形で、文部省が、環境問題などに比して、エネルギーや放射線という自然科学的現象や原子力の平和利用に関する国策を教えることに消極的であった。
 (2) 学習指導要領 上記の姿勢を受けて、学習指導要領において、放射線・放射能が、小学校や中学校の理科でまともに取り上げられていない。中学では、理科でほとんど教えられないのに、必修となっている社会の公民や歴史の分野で、「核兵器の脅威」などを教えよとなっているので、原爆に関連して放射線・放射能が非常に危険なものである（大量に被ばくするのは危険に違いないが）、と文系の教員から教えられている。
 最近になって高校にできた「理科総合A」で、エネルギー環境問題や原子力・放射線を積極的に取り上げることになったが、その内容は以前中学で教えられていた程度のものである。そして原子核や放射線に関する正しい知識は理科の「物理Ⅱ」で高校の三年生の最後に教えられるのであるが、「選択」の扱いとなっており、複数の学会から大学入試にこの分野からは出題しないようにとい

う要望が出ている。従って、大部分の生徒が、天然に放射線・放射能の存在することも知らないで高校を終える可能性がある。
 (3) 教員の問題 指導する教員自身が正しい知識をもっている必要があるのだが、教員の意識を調査した結果は、一般市民よりも原子力・放射線に後ろ向きであるとの傾向があることがわかってきている。すなわち、原文振の調査（平成一四年）によると、学校教員は、放射線に関するプラスのイメージが一般市民よりも低い。また、学校教員が放射線に関して教えた経験は「ある」が六一%であったが、「ない」が三七%あり、「教えた時間は一時間以内」が約七〇%であった。またその内容はと聞くと、上記の社会科学での学習指導要領の指示のためか、「放射線の危険性」（六三%）、「原爆や戦争との関連」（五八%）など、「放射線の役立つ面」（四八%）に比べて放射線のマイナスマのすることを主に教えている事実がわかるのである。
 三 「放射線教育」の定義・範囲
 放射線教育として教えられるべき内容・範囲は、狭義には、自然現象としての放射線・放射能の本質（原子核の現象としての α ・ β ・ γ 崩

核や放射線は高二の選択、生徒の知識はアジアでも最低

壊)、核分裂、素粒子、原子核の構造、同位体など、環境における放射線・放射能の存在、放射線や放射性同位体が学問的・医学的・工業的にその利用が広く行われていること、放射線の生物影響の最近の新しい研究結果に基づく正しい知識と放射線防護に関する考え方、核エネルギー・臨界・核燃料・廃棄物処理など原子力発電に関する基礎的知識など、純然とした科学的・技術的問題、さらに広げてエネルギー問題・環境問題における原子力の役割、各種エネルギー資源の利害得失、放射線・原子力の利用に伴う事故に関する正確な情報、核兵器の種類を観的知識などの、ほぼ純粋に自然科学の対象になるであろう。

一方広義には、つぎのような、自然科学以外の問題が含まれる。それは放射線・原子力技術の利用に関する価値判断の問題、広くは科学技術の社会的受容、また近代社会における種々のリスクのできるだけ正確な科学的データ、リスク／ベネフィット問題、(新聞報道などを批判的に見る目を養う)メディア・リテラシーの問題、原子力に関する歴史・国際的諸問題などである。放射線教育の重要なポイントはこの広義のテーマである。

四 教科書の不適切な記述の事例

最近の理科の教科書では、以前よりかなり改善されてきたが、「一般社会」などの文系の科目では、いくらかは改善されているが、原子力関係の問題は依然として不適切あるいは説明不十分な記述が多く見られる。以下、不適切な記述の実例と不適切であるとす理由を簡単に紹介する。

(1)原子力は人体に有害な放射能を大量に発生させる(T書籍、現代社会)、放射性物質は極めて有毒なため、処理が難しい(T書院、地理B)——放射能が有害あるいは有毒かどうかは数量に依存するので、一概に決め付ける記述は正確ではない。

(2)放射性廃棄物は環境汚染の原因となつている(T書籍、政治・経済)、放射能は、あらゆる生物にとつて、その生存を脅かすような影響をあたえる(K出版、中学「地理」)——そもそも環境には天然の放射性物質が存在するので、人間は常時その影響に順応しており、それに少し人工の放射性物質が加わっても実質的に問題はない。

(3)原子力発電所の安全は完全ではない(J出版、現代社会)——トラブルの発生はゼロではないが、すべての技術において一〇〇%安全とい

うのはありえない。

(4)放射性廃棄物の処理方法は確立されていない(S出版、政治・経済)——専門家によれば処理方法は確立されている。

(5)チェルノブイリ原子力発電所の事故の影響は、ヨーロッパの全域にまで及び、なお将来にわたつて深刻な事態が続くと予想されている(T出版社、現代社会)——事故の直後に全ヨーロッパに降下した放射性物質は、一部の地域を除きその放射能は消滅している。

(6)世界では、脱原発の方向が強まっている(T書籍、日本史A)——その動きがあつた一部の国ではその後見直しが行われている。一方、積極的に導入しようとする国もある。原子力以外の代替エネルギーの実現可能性等を考慮すると、簡単にいい切れない。

(7)原爆の放射能による後遺症により死ぬ人があつたとたたない(K書店、政治・経済)——原爆投下後約六〇年を経過した現在、被ばく者と一般市民の寿命とを比較したところ、統計的に原爆被災者の方が短命であるとの結果になつていない。また死亡原因が原爆によるとの科学的証明ができない。

(8)原子力関連施設に対する軍事攻

撃を受けた場合、通常兵器によるものでも核戦争なみの放射能被害が生じる(Y出版、現代社会、一九九八年発行)——これは航空機落下の場合にも当てはまるが、原子力発電所が外部から炉心部分に達する破壊があつたとしてもそれは臨界状態から遠い方向になるので連鎖反応が止まる。被害は局部的である。

そのほか、「原子炉からの放射能漏れは少しでもあつてはならない」という考え方は、上記(2)の説明で、シビアに考えるべき問題ではない。専門家は、これらの不適切な記述について、もっと積極的に著者・出版者・文部科学省に指摘を行うべきである。

五 社会の放射線教育の問題点

報道関係者の意識と姿勢の問題
報道関係者自身は、種々の情報を得やすいので放射線に関する知識は一般市民よりも高いにもかかわらず、放射線に関する報道経路について調査した結果は、その経験はあるが、「国内や海外での事故について」、「放射能汚染の問題について」などマイナスイメージの話題の報道が主で、調査した五〇人のうち、放射線の「プラス面を報道したことがまったくない」(二六%)、「一割未満」(三六

%)、「一〜二割くらい」(二四%)と、その八〇%がプラス面をほとんど報道していない。報道関係者の態度を悪くいえば、原子力や放射線を怖がっている一般市民の感情に迎合する記事を書いている、ということになる。これでは、「現在のマスメディアは社会の不安感を増幅している」と批判されても仕方がない。

六 放射線教育の基礎となる事実

放射線教育にあたっては、次の諸事実を基礎的知識として理解していただければならない。

- (1)放射線・放射能が大昔からこの地球上あらゆるところに存在する。
- (2)放射線は、線源からの距離を置く、遮蔽体を置く、接触する時間を制限する、という三原則で被ばく量を少なくできる。
- (3)放射線は大量はたしかに危険であるが、天然の放射線として常時、あるいは定期健診で年間一、二度浴びている程度の少量は全く健康に影響がない。また放射線の影響は天然・人工に拘わらず全く差異はない。
- (4)自然科学の対象はただ存在するというだけでなく、存在量に応じた

その作用が違う。

(5)有毒物質も、健康に影響する量は数量に依存し、少量であれば人間の身体がひとりりで防御する機能を有し、場合によっては有益に働くことがある。

(6)放射線だけが、少量でも大量浴びたときと同じ割合でリスクがあるとする「しきい値なしの直線的仮説(LNT仮説)」は誤りである。その確実な証拠が筆者らにより広島・長崎の原爆被爆者のデータから得られている(松浦辰男・菅原努 <http://www.hips.co.jp/rah/>)。

(7)原爆の被ばく者の子孫に遺伝的影響はでない。

七 終わりに——現状の改善策

(1)学校教育では
 ①義務教育課程において、「放射線はわれわれの身の回りにも常時存在するものであって、この程度の少量ならば危険なものではない」ことをすべての生徒に認識させるために、全国の小・中学校に簡単な放射線測定器を配布して、「総合的な学習の時間」などにおいて必ず実習させる。そのための教員への研修会も

必要かもしれない。

②高校の理科で「理科総合A」を完全な必修科目にする。

③教員に放射線や原子力を中心とする知識を正確に教えられるように勉強していただくために、理科の教員には研修制度を義務付けて、最近の科学技術に関する研修会に定期的に参加せねばならないこととする。

そして、最近原子力に関する正しい情報が方々から出ているので、授業には、それらの資料を使うことを徹底させる。エネルギー問題や放射線に関する常識をもってもらうことは、社会科学などの科目を教える文系の教員に対しても必要であるので、文系の教員向けの研修会もできるだけ頻繁に開催する。

④教育政策に関する衆知を集めるために、委員会の審議内容の情報公開をすすめる、一般からも広く意見を聞く。

などがある。

(2)社会教育では
 ①マスコミ関係者が、原子力のマインスの面ばかりを取り上げずに、種々の分野で放射線が有効に利用されているなどのプラスの面をもっと

取り上げていただく。そして日本の将来に明るさを与えることに役立つような報道を心がけられることを強く要望する。

②社会全体の意識に影響力の大きいマスコミ関係者・国会議員など社会のオピニオン・リーダー層への放射線教育が必要である。そのためには、この階層の方々にこの問題の重要性を理解していただくための意識調査・懇談会などを企画して、少しずつ実行する(そのためには公的予算による財政的支援が必要であろう)。

③原子力施設のトラブルなどがあつたときに直ちに正確な情報が報道機関に発信できるように、十分な技術的知識があり問題を専門でない人に適切に解説できる能力のある「原子力関係の報道官」を政府が平素から養成しておく。

(3)放射線影響に関する考え方、低レベルの放射線影響に関して、科学的事実として「しきい値」があるとの考えが今や国際的な専門家の多数の意見となりつつある。このことはわれわれがこの八月に開催した国際会議でも確認した。わが国の専門家も少なくとも放射線に関する法規を厳しくするという改悪を阻止すべく積極的に発言して、国民の「放射線恐怖症」の低減に努力していただきたい。

教員に研修で知識を、マスコミにプラス面の報道を望む

小・中・高校の発達段階に応じて教えるべき内容(案)

2005. 8.

		理系の教科での内容			文系の教科での内容	
小学校	1,2年					
	3,4年	電気の実験				
	5,6年	エネルギーの基礎実験	自然放射線実験 (総合学習で)	身のまわりの電磁波・紫外線等の存在	省エネの必要性	原爆の歴史と原子力の平和利用
中学校	1年	自然放射線実験 (理科必修で)	放射線はどこからくるのか?	地球資源の有限性	日本のエネルギー・環境問題 (第二次戦争の発端について)	
	2年	エネルギーの種類と保存則	燃焼の原理 [化学反応の基礎]	地球温暖化	資源・エネルギーの有限性	
	3年	発電の原理 (原子力・自然エネルギー)	α ・ β ・ γ 線と放射線と放射能の区別	放射線防護の3原則	科学技術と社会	
高等学校	1年	進んだエネルギー法則同位体の基礎(変換における非可逆性)		放射線の利用・放射線の人体影響	個人の幸福と社会 (家族・国家・世界)	
	2年			生命・医療の基礎	石油の価格・ガソリンの価格(はどのようにきまるのか)	
	3年	放射性廃棄物処理と産業廃棄物処理			電力の料金 リスク論(リスク・ベネフィット)	

放射線・RI塾

学校における放射線教育の実践と
その在り方について

渡部 智博

はじめに

中等教育の現場を知る最初の手がかりの1つは教科書の記述であり、現在まで多数の教科書を題材とした文献研究¹⁾がなされている。平成15年度から、新学習指導要領²⁾にもとづいたカリキュラムが始まった。高等学校の理科では、どの科目にも、放射線に関わる記述³⁾が見られる。また、地理歴史⁴⁾や公民⁵⁾の場合は、資源・エネルギー問題に関連して放射線の内容が取り上げられている。

放射線に関する教育研究⁶⁾は多数知られている。例えば、平成13年度には「放射線 Web による放射線教育の支援活動プロジェクト」⁷⁾が活発な活動を展開し、そのホームページ「放射線 Web」⁸⁾では、平成13年からのアクセス数は、延べ18,000以上に上る。

本稿では、新学習指導要領の教科書と本校の事例を紹介する。

教科書の事例

放射線関連科目の履修状況

文部科学省の統計によると、約380万人の高校生が利用する教科書の需要とその内訳は、表1・表2の通りである。ここから、放射線に関連する科目の履修状況を大体ご理解いただけ

ばと思う。平成16年度は、高1・高2が新学習指導要領、高3が現行学習指導要領に基づく内容を学んでいるため、現在は、新旧の学習指導要領が混在した履修状況となっている。

新学習指導要領の科目としては、理科総合Aの履修者が最も多く、次いで、生物I、化学I、理科総合B、そして物理Iと続く。また、地理歴史や公民の場合は、世界史を履修する生徒が最も多く、次いで日本史、現代社会、地理が同程度、その後に政治・経済や倫理の科目が続いている。

学習指導要領と教科書

(1) 理科

新学習指導要領において、「理科基礎」では、「科学の課題とこれからの人間生活」の課題の1つとして「物質とエネルギー」があり、その一例に「エネルギー資源としての原子力の利用」⁹⁾があげられている。このテーマについて教科書では、原子力発電の是非をYesとNoに分かれて議論させる¹⁰⁾、おもな発電方法の長所と短所を調べさせる¹¹⁾、発電の原理・エネルギー（化石燃料、原子核エネルギー、太陽光）の有利な点と問題点・風力発電のモデル実験¹²⁾などが取り上げられている。

「理科総合A」では、「資源・エネルギーと人

表1 平成16年度検定済み教科書(理科)の需要

区分	種目等	種類数	需要冊数	小計	割合%
1	理科基礎	4	115,369		
1	理科総合A	10	903,827		
1	理科総合B	9	518,038		
2	総合理科	1	6,388	1,543,622	34.7
1	物理I	9	362,480		
1	物理II	7	39,980		
2	物理IA,IB,II	25	233,411	635,871	14.3
1	化学I	12	712,234		
1	化学II	7	71,501		
2	化学IA,IB,II	31	295,669	1,079,404	24.3
1	生物I	12	739,346		
1	生物II	6	23,566		
2	生物IA,IB,II	31	266,371	1,029,283	23.1
1	地学I	5	72,696		
1	地学II	2	1,551		
2	地学IA,IB,II	10	86,774	161,021	3.6
合計		164	4,288,180	4,449,201	100.0

区分1; 第1部文部科学省検定済教科書
(新学習指導要領に基づくもの)

区分2; 第2部文部科学省検定済教科書
(現行学習指導要領に基づくもの)

間生活」の項目の一つとして「資源の開発と利用, エネルギー資源の利用」⁵⁾が取り上げられている。内容の扱いについては、「核燃料などの原子力に関連しては、例えば、ウランなどの天然放射性同位体の存在や、それらの放射線としての α 線、 β 線、 γ 線の性質などに触れる。また、核分裂の連鎖反応による熱が発電に利用される点を火力発電との対比で簡単に示し、エネルギー資源としてはいずれも有限であることを扱う。その際、臨界にもごく簡単に触れる。環境への配慮については、例えば、化石燃料が温室効果をもたらす二酸化炭素の発生への対応や、原子力発電の安全対策や放射性廃棄物の管理にも触れる」とある。主な用語は「ウラン、核分裂、 α 線、 β 線、 γ 線、放射能、放射線、人工放射線、原子力発電、放射性同位体、連鎖反応、X線診断、原子炉、放射性物質、ミリスンベルト、臨界、核エネルギー、核融合、制御

表2 平成16年度検定済み教科書(地理歴史, 公民)の需要

区分	種目等	種類数	需要冊数	小計	割合%
1	世界史A	11	658,464		
2	世界史A	10	198,152		
1	世界史B	11	564,954		
2	世界史B	18	66,573	1,488,143	24.2
1	日本史A	7	259,573		
2	日本史A	7	145,767		
1	日本史B	11	428,062		
2	日本史B	18	190,151	1,023,553	16.6
1	地理A	7	391,996		
2	地理A	10	97,473		
1	地理B	5	247,883		
2	地理B	10	63,509	800,861	13.0
1	地図	8	779,640		
2	地図	7	108,328	887,968	14.4
1	現代社会	16	902,415		
2	現代社会	16	123,888	1,026,303	16.7
1	倫理	10	181,612		
2	倫理	12	180,689	362,301	5.9
1	政治・経済	15	168,720		
2	政治・経済	15	397,196	565,916	9.2
合計		224	6,155,045	6,155,045	100.0

区分1; 第1部文部科学省検定済教科書
(新学習指導要領に基づくもの)

区分2; 第2部文部科学省検定済教科書
(現行学習指導要領に基づくもの)

棒、トリウム、半減期」¹⁴⁾などである。

「物理II」は、「(1)力と運動、(2)電気と磁気、(3)物質と原子、(4)原子と原子核、(5)課題研究」の内容がある。(1),(2)及び(5)は全ての生徒が履修し、(3)及び(4)はいずれかを選択⁵⁾できる。放射線関係の記述が最も詳しい(4)は選択であるため、理系進学者であっても、放射線について詳しく学ぶとは限らない。教科書には、トレーサー利用¹⁵⁾、放射線厚さ計^{16,17)}、ジャガイモや玉ねぎへの放射線照射^{16,17)}などが放射線利用の典型的な事例として紹介されている。

「化学I」には、「物質の構成粒子・原子、分子、イオン」の内容がある。そして、「同位体

は、少数のものにとどめて扱う。その際、放射性同位体の利用にも簡単に触れる」⁵⁾とある。放射線に関する記述は、各社^{18, 19)}によって扱いの軽重があるが、これまでの教科書に比べると詳しい。例えば、放射線照射装置、炭素¹⁴Cを使った年代測定装置、放射線育種場などが紹介されている教科書¹⁸⁾もある。

(2) 地理歴史、公民

「世界史A」では、「科学技術と現代文明」の単元で、「原子力の利用、情報科学、宇宙科学の出現など現代の科学技術の人類への寄与と課題を追求させ、人類の生存と環境、世界の平和と安全などについて考察させるとともに、国際的な交流と協調の必要性に気付かせる」、「原子力の平和利用が資源・エネルギー問題に果たす役割を理解させるとともに、その安全性の確保や核兵器問題の解決のためには不断の努力と国際的な協力が不可欠であることに気付かせる」⁶⁾とある。

しかし教科書では、原子力に関する記述の量には、出版社によってバラツキ²⁰⁻²²⁾が見られる。比較的多くの記述が見られる例²⁰⁾には、スリーマイル島原発事故、チェルノブイリ原発事故、東海村の臨界事故などを記し、続いて、脱原発の世論やドイツの原発廃棄の決定などを紹介し、日本では原発の新規建設は地域住民の反対などでむずかしい、と結ばれている。また、原子爆弾が最初に日本に投下され、他方でその科学・技術が多様な分野で応用され、例えば原子力発電、電子顕微鏡・電子情報機器の開発、遺伝子操作による農業技術や放射線医療技術の高度化、考古学・古生物学の研究、宇宙探査や地球の歴史の復元などにまで及んでいる、と記す記述²¹⁾も見られる。

一方、「世界史B」では、「…また、原子力の利用、宇宙や海洋の研究、開発についても、それが現代の文明社会にもつ意義と課題を考察させる」⁶⁾とあるが、教科書には、詳しい記述はあまり見られない。

「地理B」では、「世界の資源・エネルギーや

農業、工業、流通などから系統地理的にとらえる視点や方法を学習するのに適切な事例を幾つか取り上げ、世界の資源、産業を大観させる」⁶⁾とある。例えば、「1950年以降は、少量の燃料で多くの電力を生み出せることから、原子力発電を取り入れている国も多い。しかし、原子力発電には使用済み燃料と放射性廃棄物の処理・処分方法などの解決しなければならない課題がある」²³⁾と記され、原子力発電以外の発電については、「課題がある」とは書かれていない。また、「原子力発電所の廃止を決めたドイツ」というコラム欄など²⁴⁾がある。

「政治・経済」の教科書²⁵⁾には、「東海村核燃料工場の放射能もれ」の写真があり、「1986年のチェルノブイリ原発の事故以来、ヨーロッパ諸国などでは新規の立地が差し止められている。日本でも、1995年の高速増殖炉「もんじゅ」の事故や、1999年の東海村の核燃料加工工場の臨界事故などで原子力の安全性に疑問がもたれ、放射性廃棄物に対する不安やコストの面から、国民のあいだにクリーンな自然エネルギーの導入を求める声が高まっている。今後は、新エネルギーの開発や省エネ技術の普及を含め、住民参加による総合的なエネルギー政策が求められている」という記述もある。

実践事例—はかるくんの活用例

本校では、高校1,2年生の化学の授業で「放射線Web」¹⁰⁾を参考に、「はかるくん」を利用して自然放射線を測定している。校内の測定結果は、図1の通りである。また、放射線の単元を学習するに当たっては、補助教材として、「Key Science」²⁶⁾などを紹介し、さらに理解が深まるように努めている。そして、化学クラブでは、百葉箱を活用し、定点観測を行っている。図2は結果の一例である。数値が増減しているのは、降雨の影響である。

このような授業を契機とし、修学旅行、家族旅行、そして通学時に「はかるくん」を携帯して測定する生徒も見られるようになった。

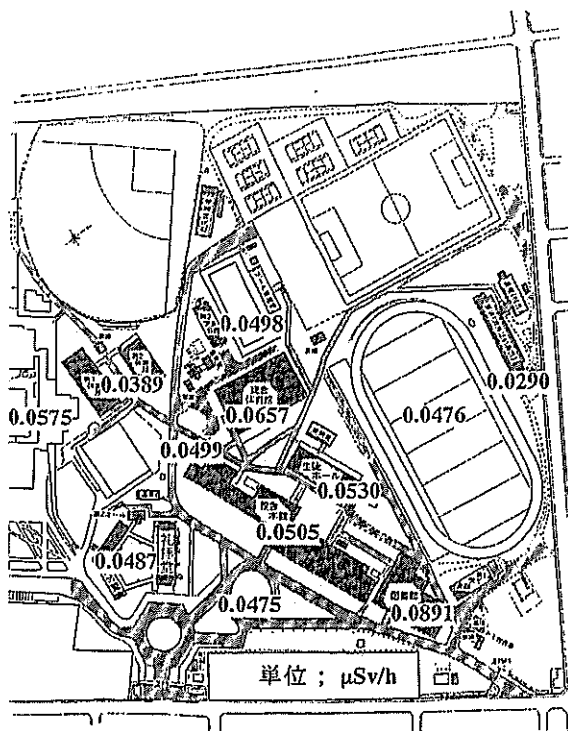


図1 校内の自然放射線の測定結果

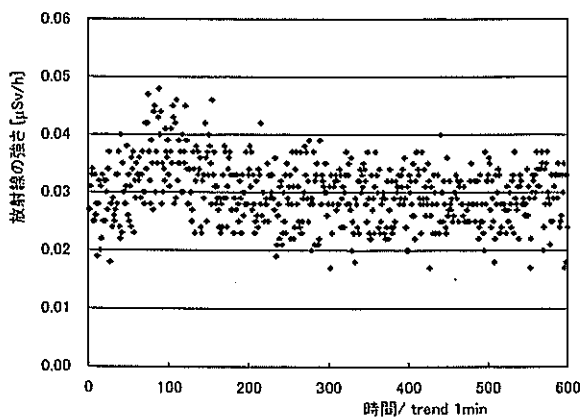


図2 百葉箱中で測定した結果
(2004年3月4日14:45~3月5日0:45)

展望

放射線に関わる単元は、理科並びに社会系の教科書の記述を見ると、類似の写真が使われている一方で、各社によって扱い方の軽重が見られる。他の単元には、あまり見られないことである。最近の教科書の現状は「社会系の教科書における記述は大分改善されているが、まだ原

子力に関する欠点が誇張されて記述されている傾向がある」など³⁾と言われている。今後は、教科書の記述を直すだけでなく、中等教育の現場ではどのような内容を扱うと良いのかなど、さらに十分な議論の必要性を感じる。

また、日本化学会のアシケート調査²⁷⁾を読むと、高校までの学習だけでなく、新聞等による報道も、知識の重要な鍵になっていることがわかる。教科書の改善に加え、マスメディアによる報道、教員の再教育など、総合的な改善が実際の授業に反映されるものと考えている。

本稿は、2004年7月7~9日に行われた「第41回理工学における同位元素・放射線研究発表会」の発表に基づいている。

謝辞

放射線教育フォーラム教育課程検討委員会、放射線 Web による放射線教育支援活動委員会((財)日本科学技術振興財団)、(財)放射線計測協会の多くの方々のご指導、ご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 渡部智博:放射線教育,放射線教育フォーラム,3(1),35(1999)
- 2) 広井禎,村石幸正,三門正吾,渡部智博:放射線教育国際シンポジウム報文集(ISRE 98)JAERI-Conf,99-011,p.348(1998)
- 3) 松浦辰男,高木伸司,関本順子:放射線教育別冊 一段と重要性が増した放射線教育,p.47(2004)
- 4) 「高等学校学習指導要領」,文部省,平成11年3月
- 5) 「高等学校学習指導要領解説—理科編,理数編—」,文部省,平成11年12月
- 6) 「高等学校学習指導要領解説—地理歴史編—」,文部省,平成11年12月
- 7) 「高等学校学習指導要領解説—公民編—」,文部省,平成11年12月
- 8) 黒杭清治:化学教育,20(2),139(1972);丹伊田敏:化学教育,23(3),244(1975);高木義雄:

- 化学と教育, 47(4), 280 (1999); 鎌田正裕, 深川志乃, 市川和子: 化学と教育, 48(11), 736 (2000)
- 9) 「放射線 Web による放射線教育の支援活動, 測定実践報告書」, (財)日本科学技術振興財団, 平成 14 年 3 月
- 10) <http://hoshasen.jsf.or.jp/>
- 11) 東京書籍: 「理科基礎 自然のすがた・化学の見かた」平成 16 年 2 月 20 日発行
- 12) 大日本図書: 「理科基礎」平成 14 年 3 月 20 日検定済
- 13) 実教出版: 「理科基礎」平成 15 年 1 月 25 日発行
- 14) 東京書籍: 「新編理科総合 A」平成 16 年 2 月 10 日発行; 大日本図書: 「理科総合 A」; 実教出版: 「理科総合 A」平成 14 年 3 月 20 日検定済; 啓林館: 「高等学校新編理科総合 A」平成 14 年 3 月 20 日検定済; 数研出版: 「理科総合 A 物質とエネルギーのサイエンス」平成 16 年 1 月 10 日発行; 第一学習社: 「高等学校理科総合 A」平成 14 年 3 月 20 日検定済
- 15) 啓林館: 「高等学校物理 II」平成 15 年 3 月 20 日検定済
- 16) 実教出版: 「高等学校物理 II」平成 16 年 1 月 10 日発行
- 17) 数研出版: 「物理 II」平成 16 年 1 月 25 日発行
- 18) 東京書籍: 「化学 I」平成 15 年 2 月 10 日発行
- 19) 実教出版: 「化学 I」平成 15 年 1 月 25 日発行; 三省堂: 「化学 I」2003 年 3 月 30 日初版発行; 啓林館: 「化学 I」; 数研出版: 「化学 I」平成 15 年 1 月 10 日発行; 第一学習社: 「化学 I」平成 15 年 2 月 10 日
- 20) 一橋出版: 「世界史 A」2004 年 1 月 20 日発行
- 21) 実教出版: 「世界史 A」平成 15 年 1 月 25 日発行
- 22) 東京書籍: 「世界史 A」平成 16 年 2 月 10 日発行; 山川出版: 「世界の歴史 A」2004 年 3 月 5 日発行
- 23) 二宮書店: 「詳説新地理 B」平成 16 年 1 月 20 日初版第 2 刷発行
- 24) 帝国書院: 「新詳地理 B 最新版」平成 14 年 3 月 20 日検定済
- 25) 実教出版: 「高校政治・経済」平成 16 年 1 月 25 日発行
- 26) E. Ramsden: “Key SCIENCE—Chemistry—”, Stanley Thornes Ltd., (1996)
- 27) 日本化学会 環境・安全推進委員会, 日本化学会 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)

(立教新座中学校・高等学校)

放射線の ABC

編集・発行 (社)日本アイソトープ協会 【2001 年 5 月発行】
B5 判・89 頁 定価 1,050 円 会員割引価格 920 円 (消費税込)

放射線やアイソトープに興味や疑問をもっている方および中高校生を対象とした入門書。内容はやさしいが、一通り目を通すだけで放射線・アイソトープ利用の世界が見渡せる。どこから読んでも楽しめるようにイラストを多く用い、説明を工夫した。ICRP 1990 年勧告に基づき、2001 年 4 月に改正施行された放射線障害防止関係法令に準拠。2 色刷。

● 内容 ●

放射線のバイオニアたち／身のまわりにも放射線はある／いろいろなところで役にたっている放射線／放射線を浴びると／放射線を見つけるには／放射線を安全に利用するためのルール／放射線をさぐってみよう

放射線・RI塾

エネルギー・放射線教育を行うための 文系教員向けセミナー

松浦辰男

1 はじめに

「放射線教育フォーラム」は、放射線・放射能・原子力・エネルギー問題に関する正しい知識の普及を目的として、この分野の教育に熱意を持つ研究者・教育研究者の有志により、1994年4月に設立され、2000年11月にNPO法人として認証されたボランティア組織である。現在の会員数は約200名で、会長は有馬朗人先生である。その活動は、専門委員会（現在8種ある）での情報集約作業、定期刊行物による情報発信、年に数回のシンポジウム・勉強会・施設見学会などの開催である。そのほか、学校における放射線教育の改善のために1997年に文部省（当時）に要望書を提出し、また1998年12月には「放射線教育に関する国際シンポジウム」を開催するなどの実績がある。

このたび、新学習指導要領のもとに中学では2002年度から、高等学校では2003年度から「総合的な学習の時間」が発足する。この時間をエネルギー・放射線教育に有効に活用していただくための参考として、放射線教育フォーラムは2001年度から、(財)放射線利用振興協会に協力して、文部科学省の委託事業として主に文系の学校教員を対象とする「エネルギー・環境・放射線セミナー」を全国各地で開き、今後も続ける予定である。その概要を紹介する。

2 セミナーのいきさつ

10年以上前から、学校における原子力教育のレベルアップを目的として、日本原子力研究所により中学・高校の主に理科の教員を対象に、原子力に関する講義と放射線測定の実習の指導、研究施設の見学などを中心とする研修会が「原子力実験セミナー」の名称で行われてきた。この事業は数年前から、科学技術庁（当時）の委託で(財)放射線利用振興協会の事業として「原子力体験セミナー」の名称で東海村および日本全国各地において行われ、学校教員の原子力に関する基礎知識の習得と実験指導能力の向上に、また教材の開発と普及に貢献してきた。今回はその事業の一環として特に「文系の教員」を対象としていることに特徴がある。



有馬会長の講演

3 「総合的な学習の時間」とセミナーのねらい

このたび設けられた「総合的な学習の時間」では、従来の理科・社会といった教科の枠をとりはずして、「地域や学校、生徒の実態等に応じて、横断的・総合的な学習や生徒の興味・関心等に基づく学習など創意工夫を生かした教育活動を行なうものとする」となっている。そのねらいとして、国際理解、情報、環境、福祉、健康などの横断的・総合的な課題について「自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てること」が求められている。

これは理想としてはたいへん結構なことであるが、学校や先生の側にとっては、一方では授業時間数の減らされている既成の教科において生徒の学力の向上を求められているという現在の状況で、さらに別の観点での努力を必要とする難しい問題を解決せねばならない。

放射線教育フォーラムとしては、社会的に要請が高い割には文系の科目では従来消極的な姿勢でしか取り扱われてこなかったエネルギー問題をこの総合学習において積極的に取り上げてもらえるように、次のような基本的な考え方でセミナーの企画にあたった。

- 生徒が、基礎的な科学知識が日常生活にいかに関連し、また資源・エネルギー・環境問題の重要性と科学技術がその解決に貢献しているかについて常識を身につけ、社会人となってから健全な判断をする資質を養うための教育が行なえるよう、まず先生自身に学んでいただく。
- 物事を一面的にとらえずに、すべての技術にはリスクとベネフィットがあること、種々のエネルギーには一長一短があること、エネルギー・環境問題の解決は、世界の各国の置かれた条件に応じて対処せねばならぬことを学ぶ。
- 原子力の価値判断に大きな影響のある放射線・放射能について、環境に天然の放射線・放射能が存在することを、体験で常識として身につける。そして放射線の利用や安全性については最近の研究情報をも含む正しい知識を基に生

徒の指導にあたっていただく。

4 基本的プログラム

このセミナーの基本的プログラムとして次のような内容を含めることを試みた。

(1) 教育の在り方について

今後の教育の在り方・方向。日本の青少年の学力の国際的比較。科学技術と社会、科学的な考え方、科学の基礎的知識としての放射線の位置付け。

(2) 21世紀におけるエネルギー・環境問題

エネルギー資源としての化石資源・原子力・自然エネルギーの利害得失、エネルギー問題の現状と見通し。地球環境問題の要点。21世紀の生活はどうあるべきか。

(3) 放射線・放射能（実習・実演を含めて）

放射線・放射能に関する基礎知識。天然と人工の放射能。放射線・放射能と日常生活。放射線の各分野への応用、人体への影響。放射能以外の環境化学物質。種々のリスク。

(4) 「総合的な学習の時間」についての教育実践・エネルギー問題についてのトピックス

パネル討論会形式にて実施例を経験者に聞き、意見を述べ合い、効果的な教育カリキュラムの創出を目指す。また、生徒に関心を持たせるようなトピックスがあれば紹介する。

以上の内容をできれば2日コースとし、教員との意見交換会、見学会などを含めたい。ただし、日程と講師の都合で、必ずしもすべてのテーマを揃えることはできないので、開催責任者にまかせる。

5 実施状況と結果

2001年度は全国10か所で、1日または2日のコースを以下の地区・場所で開催した。(カッコ内は開催責任者)

北海道・札幌、2日(石黒亮二)

東北地区・仙台、1日(工藤博司)

茨城地区・つくば、2日(加藤和明)

千葉地区・千葉, 1日(河村正一)
 静岡地区・静岡, 2日(長谷川園彦)
 愛知・岐阜・三重地区・名古屋,
 1日(山寺秀雄)
 北陸地区・羽咋, 2日(坂本 浩)
 大阪地区・大阪, 1日(朝野武美)
 九州地区・福岡, 1日(工藤和彦)
 東京地区・東京, 1日を2回(高木伸司)

募集定員は東京以外は各60名, 東京は2回で210名としたが, 実際の実施結果は, 受講者は応募者総数505名, 受講者総数474名で, それぞれ目標の67%, 63%であった。

受講者の担当教科別では, 文系, 理系, その他(体育・養護・家庭等)がそれぞれ23%, 48%, 29%であった。

受講者の所属校種別では, 小学校・中学校・高等学校・専門学校等がそれぞれ9%, 25%, 54%, 12%であった。

6 セミナーを実施して気付いた点

文系の教員にも, 放射線に関する実習に大きな興味を持ってもらえることがわかった。

講演を退屈させずに聞いてもらうには, 話の内容とともに, 話の仕方を十分に工夫する必要があることがわかった(話術を磨く, 専門的な用語をなるべく避ける, 比喩をうまく使う, 話はゆっくり, OHPをわかりやすく作る, など)。テキストをそのまま読み上げるよりもテ



セミナー会場風景

キスト以外の逸話や自分の体験を話すほうがよい。時間の超過も評価を下げる。

受講者は総合学習の時間にそのまま利用できる内容を期待している。しかし, われわれには中学・高等学校の生徒に教えた経験が乏しいので, 新聞やテレビなどでは知ることができない情報を先生たちに伝えたり, 新しい授業プランを作るのに参考となることを伝えられればよいとすべきではないだろうか。

7 受講者からの質問

あるセミナーではあらかじめ受講者から日頃疑問に思っていることをアンケートで聴取した。その結果, 次のような質問が寄せられた。

■ 原子力発電について

○ 原子力発電はCO₂削減に有効なクリーンなエネルギーであると国内で広くいわれているが, 国際的には必ずしもそのように見なされていないように思われる。本当はどうか, 客観的な研究報告や資料を見せてほしい。

○ 原子力発電のコスト(発電のみならず施設の建設・運営維持から廃炉・廃棄物処理までの全体のコスト)について, これまで他の発電手段とりわけ化石燃料と比較して安価であるといわれてきたが, 最近はむしろそうではないとする見方が見られる。(ア)廃棄物処理・廃炉費用, (イ)建設地の地元への対策費用, (ウ)プルサーマルのコスト, (エ)今後の課題になるであろうテロ対策費, (オ)再処理工場など核燃料サイクル施設の建設・運営の安全性とコストについて具体的にどうか?

○ 原発は飛行機の衝突に耐えられるのか, 国会でも質疑が行なわれたようだが十分に報道されていない。実際はどうか, どのような対策が必要なのか, あるいはとれるのか?

○ 軽水炉—高速増殖炉—核融合炉の建設・廃炉に莫大な費用を投入するよりも, すでに実用段階に入っている燃料電池やコシエネレーションの方がより安全で現実的ではないのか?

○ 原発での事故が起こるたびに, 「原子力発電

表1 2002年度 エネルギー・環境・放射線セミナー開催予定

地区	開催地/開催日時	開催場所	世話人代表
関西地区	大阪 8/6(火)~7(水)	高津ガーデン	朝野武美 (大阪府大先端研)
北海道地区	札幌 8/6(火)~7(水)	ホテルポールスター 札幌	石黒亮二 (北大名誉教授)
九州地区	福岡 8/7(水)~8(木)	シーホークホテル &リゾート	高島良正 (九大名誉教授)
静岡・山梨	浜松 8/9(金)	浜松名鉄ホテル	長谷川園彦 (静岡大名誉教授)
愛知・岐阜・三重	犬山 8/27(火)~28(水)	犬山国際観光 センターフロイデ	山寺秀雄 (名大名誉教授)
東北	青森 10/19(土)	ばるるプラザ青森	荒谷美智 (環境科学技術研究所)
中国・四国	広島 11/15(金)~16(土)	広島国際会議場	砂屋敷忠 (元 広島県立保健福祉短大)
富山・石川・福井	金沢 12/7(土)	石川厚生年金会館	中西 孝 (金沢大理学部)
北関東	高崎 12/14(土)~15(日)	高崎ホワイトイン	田中隆一 (元 原研高崎研所長)
南関東	東京 2003/3/15(土)~16(日)	東京 YMCA ホテル	中村眞基 (元 都立保健医療短大)

詳細については、放射線教育フォーラムのインターネット (<http://www.ref.or.jp>) を参照されたい

はこわい」「放射能は恐ろしい」といった記事や報道が前面に出る。それに対する反論や安全についての説明はあまり聞こえてこないが、どうなっているのか？

■ 放射線について

○ 放射線に関する単位について、わかりやすい教授法の例はないのか？

○ 人体はカリウムから約4,000 Bq もの放射線を出しているとのことだが、どのように測定するのか？ そのほか、天然に存在する放射線と人体との関わりを知りたい。

■ 総合学習・理科教育の在り方について

○ エネルギー・環境問題をいかに中立的な立場で教えるか？

○ 総合学習の時間だけでなく、各教科にエネルギー問題を含ませる工夫はないか？

など、主に原子力に関する質問が寄せられた。われわれは、答えにくい質問だとして避けることなく、まともに答えねばならない。

8 知ってもらいたい基礎的知識

このセミナーを通じて、放射線・エネルギーに関する以下のような知識はぜひ文系の教員にも会得していただきたいと考える。

○ 放射線・放射能は、われわれの身の回りのいたるところに存在するという事。

○ 放射線と放射能の区別はもちろん、できれば放射線や放射能の単位についても理解し、放射線の存在を量的に知ってもらいたい。

○ 放射線や放射能の人体影響については、天然のものも、人工のものも区別がない。身の回りに存在して年間に浴びる量(約1 mSv)の1万倍もの量をJCO事故のときのように1度に浴びれば危険であるが、身の回りに存在するくらいの少量は決して危険なものではないということ。そして放射線・放射能に対する恐怖感を除く必要がある。

9 まとめと今年度の予定

2001年度はやや準備不足で、開催の期日の選定に問題があり、募集定員の目標に達しないところもあった。参加者からの評価は良好で、このセミナーはやりがいのある仕事である。2002年度は表1の通り開催する予定である。

本稿を執筆するにあたり、放射線教育フォーラムの高木伸司、長谷川園彦、大野新一、関本順子の各氏の協力を得たことを感謝する。

(放射線教育フォーラム)

(付録 5) 原爆を如何に学校教育で取り上げるか

1. 原爆の被害についての事実

	広島	長崎
投下の日時	1945年8月6日 午前8時15分	1945年8月9日 午前11時 分
核種	U-235	Pu-238
積載量		13Kg
爆発量	700g	1kg
死者(45年末まで)	14万人	7万人
同(85年まで)	20万1千人	9万4千人
爆発の威力(TNT相当)	15キロトン	21キロトン
放出放射能*	1.54×10^9 キュリー	2.16×10^9 キュリー

* キロトンと放出放射能の換算は、Draganic, Adloffらの著書 (Radiation and Radioactivity on the Earth and Beyond, CRC Press, 1993, 松浦辰男ら訳、「放射線と放射能——宇宙・地球環境によるその存在と働き」、学会出版センター、1996) で

「1945年から1985年の終わりまでに全世界で1,570回の核実験が行われ、この核爆発の総量はTNT火薬で75万キロトンに相当する。そして 7.70×10^{13} キュリー以上の放射性核種が環境に放出された。」とあるのに基づいて計算すると、1キロトン当たりの放出放射能量は 1.027×10^8 キュリーとなる。この換算率(核分裂した重量と放出キュリー数)はFPの半減期を0.50日(12時間)とみなすことに相当する。

2. チェルノブイリで放出された放射能について

希ガスが50MCi, その他が50MCi, 合計100MCi (10^8 Ci, すなわち1億キュリー)が放出され、これは炉内蓄積総量の3~4%にあたりと報告されている。(この炉は事故の約24時間前まで定格熱出力320万kWで運転されていたが、約12時間前に160万KWまで出力が低下し、その出力で約10時間維持され、その後急激に出力が低下したのち事故になった。)

「現在の地球上に存在する放射能」は、Draganicらの資料によれば、人口放射能の総量は1987年現在、260GWの全発電量に対して定期的に原子炉の中に存在する量として 4.5×10^{12} キュリーとの数値が示されている。これに対して、天然放射能としては地球の岩石圏、水圏にそれぞれ 3.8×10^{14} キュリー、 4.5×10^{11} キュリーが存在するとの数値が示されている。この数値を用いるとチェルノブイリ炉(320万kW)に存在していた量については 5.54×10^{10} キュリーとなる。(160万kWとすれば 2.27×10^{10} キュリー)このうち5%が放出されたとすると 2.77 (または 1.39) $\times 10^9$ キュリーとなり、1億キュリーの約30から15倍となる。

一方、原子炉で消費された燃料について考えると、1日には、地球全体で260kgが、チェルノブイリ炉では3.2kgが消費されていた。広島原爆と同じ計算をすると、チェルノブイリで1日にできる放射能は 7.04×10^9 キュリーとなる。これが毎日の生産量であるが、FPの平均の半減期は0.5日とみなせるので、定常運転時の蓄積量は、その直前の運転で生成した量だけがきいてきて、積算すると 1.40×10^{10} キュリーとみつめられる。さらに、実際は事故直前の約12時間は定格出力の2分の1であったことを考慮するとこの値は 8.75×10^9 キュリーと見積られる。そして放出の割合を5%とすると、 4.4×10^8 キュリー(4.4億)キュリーとなる。

3. 原爆を総合学習で取り上げることなど

広島・長崎の原爆についての教科書の記述は、理科よりも社会系の科目の教科書で記述が多くされているが、原爆の災害、放射能の危険さを強調する論調であり、原子力の平和利用の教育にマイナスの効果を与える傾向がある。原爆に関する正しい情報を科学的・社会的視点からみなおして、学校教育とくに「総合的な学習の時間」に適切に取り上げてもらう方法はないか。

○たとえば、同じく「臨界」の現象を取り扱う時に、原爆と原子力発電でどのように違うのかを科学的に理解させること

○原爆で被ばく地に降下した放射能とチェルノブイリ事故で放出された放射能の量的・質的な違いはどうか。

○原爆の被災者の手記を読むなどの「原爆と国語」、

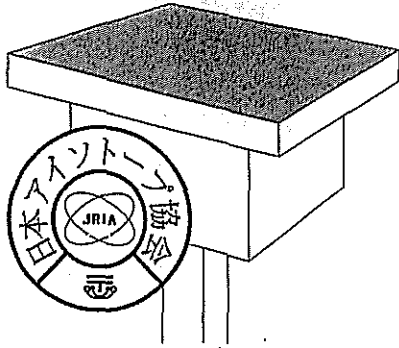
○核兵器廃絶への取り組みを調査する「原爆と歴史」、

○原爆資料館などで発行されている英語と日本語の両方で書かれた資料を勉強する「原爆と英語」など

○ 科学者の伝記として、例えば仁科芳雄氏や清水 栄氏の業績を紹介するような形で。

○ 最近わかった、「長井 隆」氏の報告書を紹介することも適切か？

○ 国際原子力機関（IAEA）の果たしている役割を教科書で紹介する？

MONITORING
POST第3回放射線教育に関する
国際シンポジウム (ISRE 04) 報告

松浦辰男, 高木伸司

1. はじめに

本年8月22日から26日までの5日間、NPO 法人放射線教育フォーラム（以下フォーラムと称する）が(社)日本アイソトープ協会など21学協会との共催、(社)日本原子力産業会議など10団体の協賛、文部科学省など8つの官公庁・機構の後援・協力を得て、The Third International Symposium on Radiation Education (ISRE 04) を長崎市の「長崎ブリックホール」で開催した。長崎を開催場所を選んだのは、核兵器と原子力の平和利用が表裏一体であることにあえて正面から取り組もうと主催者が考えたからである。これは両刃の剣に喩えられる放射線の利用とその人体影響の正しい理解に基づく原子力平和利用技術の教育を進めることにより、エネルギー・環境問題の解決を通じて人類の福祉増進に役立たせようとするフォーラムの考え方によるものである。

この国際シンポジウムは第1回を神奈川県葉山町（1998年12月）で、第2回をハンガリー Debrecen（2002年8月）で開催したことに続くもので、研究者や放射線教育に関心の高い方々のほか、できるだけ多くの教育現場の学校教員の参加を求めるとした。そこで本シンポジウムの前日（8月22日）には文部科学省と(財)放射線利用振興協会主催、フォーラム共催の「エネルギー・環境・放射線セミナー」を同一会場で行い、このセミナーに参加した学校

教員が引き続いてシンポジウムに出席できるように配慮した。

参加者は13か国から約140名であり、小規模ではあったが発表内容の質において海外からの参加者からも賛辞をいただいた実り多いシンポジウムであった。この小文は筆者の個人的見解に基づく報告書である。

2. シンポジウムの概要

前日（8月22日）は15時から受付が始まり、夕方からは登録を済ませた約60名の参加者がブリックホール内のレストランでのレセプションに参加した。このレセプションは、翌日から始まる講演・ポスター展示・討論に備えて、十分な鋭気を養うとともに、参会者間の懇親に役立つところ大であったと思われる。

第1日（8月23日）は招待講演10題が行われ、活発な討論があった。午前には事務局長松浦辰男の開会の挨拶のあと、仁科浩二郎氏（愛知淑徳大学）の「本シンポジウムへの期待」で幕を切り、有馬朗人氏（日本科学技術振興財団）の「学校教育とエネルギー問題」、長瀧重信氏（日本アイソトープ協会）の「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」、田中靖政氏（学習院大学名誉教授）の「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」と重要かつアップデートな内容の講演があった（以下、講演題目

は一部略して内容を示す)。仁科氏の講演と長瀧氏の講演は、本シンポジウムの意義を参会者に考えてもらうために重要であったと思う。午後も午前と劣らぬ重要な講演が、P. Hodgson氏(オックスフォード大学)の「エネルギー・環境・原子力」、松原純子氏(放射線影響協会)の「原子力・放射線リスクと教育」、中西友子氏(東大大学院農学生命科学研究科)の「生命科学における放射線の利用」、佐々木康人氏(放医研)の「放射線の医学的利用における最近の進歩」、小泉英明氏(日立製作所基礎研究所)の「脳科学と教育」、E. Toth氏(ハンガリー)の「放射線教育の重要性とその実践」の順序で行われた。放射線をキーワードに、種々の分野での最近の知見と豊富な経験に基づいた味わいの深い講演であった。これらの講演には流暢な同時通訳がついたが、2日目の別の会場と、3日目以降は通訳がなかったので、参加者はいままさらながら同時通訳の有難さを感じた。この日は講演に引き続き夕刻にポスター発表が33件あった(ポスター発表にも、特に学校教員の参加者から多くの優れた発表があったが、紙数の関係でここではその紹介を割愛する)。

第2日目(8月24日)は2会場にわかれ、午前のA会場(テーマは各国の放射線教育事情)では、A. L. Bhatia氏(インド)の「放射線技術と倫理」に引き続きI. Paszit氏による「スウェーデンの最近の原子力事情」と、日本を代表して江田稔氏(青森大学大学院)が「学校における放射線教育の在り方と日本の現状」について3つの基調講演があった。その後台湾、タイ、マレーシア、ハンガリー、およびルーマニアの参加者より自国の放射線教育について報告があった。午後は、今度の国際シンポジウムのハイライトとも言うべきセッション「低線量放射線影響」で、4時間にわたり、内外のこの分野の専門家による招待講演及び参加者からの発表で以下の8題の講演があった。ポーランドのZ. Jaworowski氏(米国アルゴンヌ国立研究所の井口道生氏が代読)の「21世紀の電離放射線」、



写真1 シンポジウムを報道する新聞記事
(長崎新聞 2004年8月24日, 提供:長崎新聞社)

K. Becker氏(ドイツ)の「放射線恐怖症—重篤だが治癒可能な精神的疾患」、L. Feinendegen氏の「低レベルの放射線影響の生物学的影響」、近藤宗平氏の「低線量放射線の健康影響」(ここでは0.4 Sv以下程度の線量では人の遺伝的影響は全く認められないという原爆生存者のデータに基づく考え方が力説された)、酒井一夫氏の「放射線適応応答の最近の研究」、インドのM. N. Mohankumar氏の「天然の放射性物質からの影響について」、イランのS. M. J. Mortazavi氏の「ラムサールのデータ—人間はどの程度の高いレベルの環境放射線に耐えられるか」、ハンガリーのE. Toth氏の「低レベルラドンの影響とその教育」であった。このセッションの収穫は、低レベル放射線の影響について、筆者はかねてよりしきい値なしの直線的仮説(LNT仮説)が不適切であって、これが国民全体の放射線恐怖症の大きな原因であるとの見解をもっていたが、正にこの考えを支持する複数の発表があったことである。

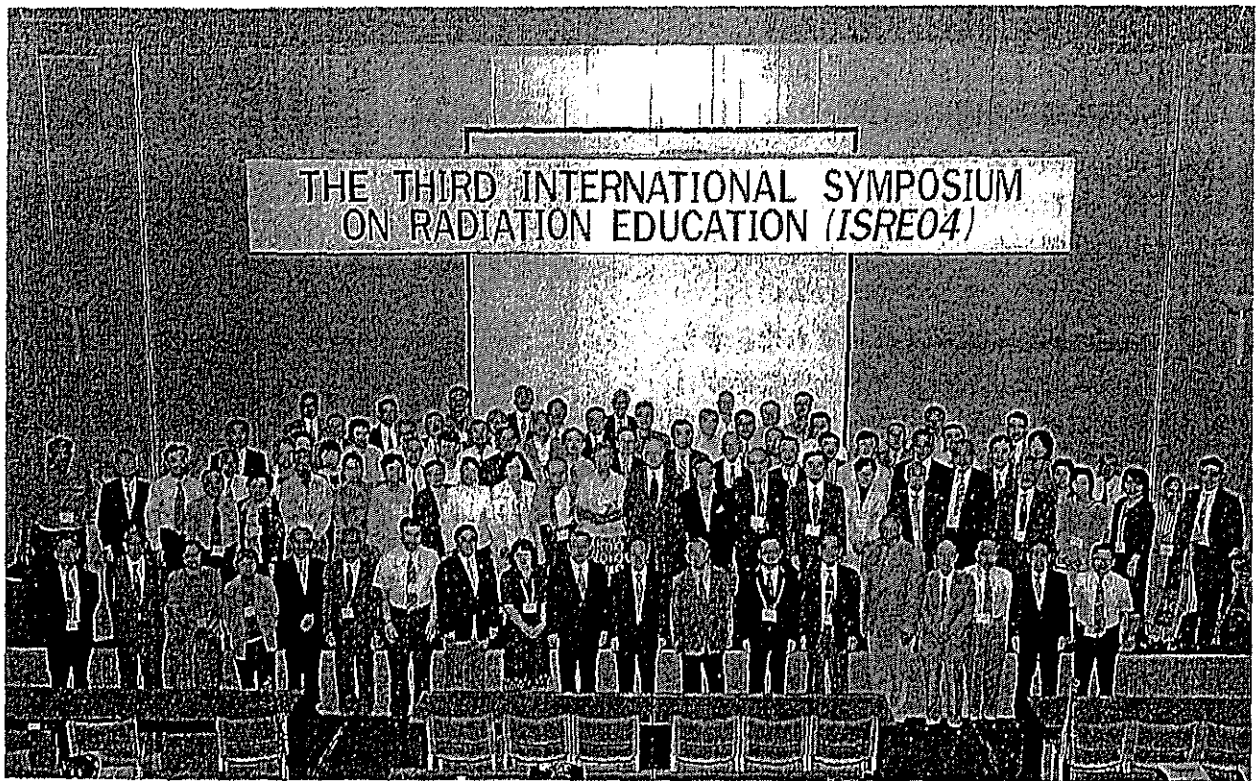


写真2 ISRE04 NAGASAKI BRICK HALL, 22-26 August 2004

2日目のB会場では、午前は自然放射線、天然放射能に関するトピックスが中心で、古屋廣高氏の「一般消費財中の放射性物質」、堀内公子氏の「温泉と放射能」、森千鶴夫氏の「イメージングプレートによる自然放射能分布」、インドのV. M. Choubey氏の「ヒマラヤの活断層地域のラドン変動」、藤高和信氏の「宇宙空間の放射線」、松岡信明氏らの「考古学における放射線・同位体技術の応用」、井口道生氏の「放射線研究の魅力」、とそれぞれ興味深い講演があった。午後は学校での科学教育、エネルギー・環境教育、放射線教育、及び医学系教育機関や一般教育課程における放射線教育のテーマで10件の講演・報告があった。それらは、アメリカのR. Bonnstetter氏による「アメリカの科学教育」、同R. Marrano氏の「横断カリキュラムによる核問題教育」、住田健二氏の「(ニュークバルと称する)インターネットによる放射線教育の紹介」、Puse氏・跡部孝三氏らの「フィリピンの高校教師の核エネルギーへの意識に

関する研究」、宍戸てる子氏らの「学校教育における放射線基礎知識について」、大野新一氏の「エネルギー資源を地球の歴史から考える」、古賀佑彦氏の「医療系教育機関における放射線教育」(招待講演)、続輝久氏の「大学における放射線教育」、松田尚樹氏らの「看護師を対象とした放射線教育の試み」、朝野武美氏の「医療専門学校での教育」、であった。

第3日(8月26日、午前のみ)は、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、核災害に関するもの、医療照射の問題のテーマで8件の報告があった。それらは、柳沢和章氏らの「放射線利用の最近の情報」、岩崎民子氏の「女性の視点から見た放射線とその利用」、ルーマニアのV. I. Covalschi氏の「リスクコミュニケーションの重要性」、ドイツのK. Becker氏による「放射線防護とメディア」、多田順一郎氏の「放射線・放射能に対する報道機関の視点と理解」、山下俊一氏の「原爆被災とチェルノブイリ事故—国際ヒバクシャ医療協

力), 重松逸造氏の「原子力災害から学んだもの」(招待コメント), 下道国氏の「医療被ばくによるがん発生確率の問題」であった。

午後は長崎市内のエキスカーション(原爆資料館・追悼平和祈念館と孔子廟の2箇所)で参加者は原爆の悲劇を想起し, また長崎の町を味わった。そのあとで, 本シンポジウムのバンケットがグラバー園内の庭園で開催された。暑かったが眺めのよい芝生でのバンケットで話はずみ, 参加者には楽しい思い出として記憶に残る集まりになったと思う。

第4日(8月27日)は, 酒井一夫氏の司会でいくつかのテーマについて要約を行った。「学校教育」について司会者より, 「放射線利用とリスクコミュニケーション」について田中隆一氏より, 「医療・核災害関連」について河村正一氏より, 「海外諸国からの報告」について長谷川罔彦氏より, 「低線量放射線の生物影響」について田ノ岡宏氏より, それぞれ英語であるいは英語のスライドを使って発表された。その後, 松浦事務局長の挨拶と総括をもって, 本シンポジウムは終了した。またここで, 次回のこのシンポジウムについて, 2008年に台湾で開催する案があることが発表された。午後には, 一部の参加者は島原城, 雲仙地獄めぐりのエキスカーションでゆとりの時間を持つこととなった。

3. おわりに

放射線・放射能にアレルギーを持つ一般の人々に対して, 正しい知識を伝えるということは, 正直のところ難題というほかはない。一般の方々は気に入った情報だけを取り入れようとし, また報道機関はそのような情報のみを流す傾向があるからである。専門家としては, 相手の立場も考えつつ, 誠意を持って何度でも, 正しい情報を自分の語り口で伝え, 社会全体の放射線リテラシーを高める努力を続けなくてはならない。本シンポジウムは盛会・好評裡に終了したが, これはこの目的のための一歩だと思うものである。

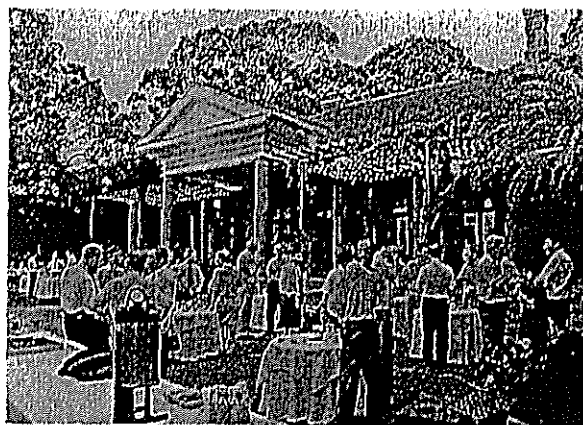


写真3 グラバー園でのバンケット

なお, 今回このシンポジウムを長崎で開催することについては, 被ばく者の方々の中に原子力の平和利用に反対する意見の方が多いということでこの会議が無事開催されるかどうかについて危惧する意見があった。そこで主催者は, 開催の1年以上前から地元の関係者に説明し理解を取り付ける努力をした。その際, 主催者は, 放射線影響に関する最近の研究の成果についての情報が正しく理解され社会に広まれば, それは被ばく者の方々の精神的負担を軽減することになる, というような説明をした。また, 第1日目朝に約1時間近く行われた記者会見で, 有馬朗人組織委員長以下3名の副組織委員長, 実行委員長及び事務局長がこの国際シンポジウムの意義を懇切に説明した。これらの努力の甲斐あってか, 翌日に報道された新聞記事は割合に好意的であった。なお, この会議で発表された講演は, ポスター発表も含めてプロシーディングとして来年の3月までには刊行される予定である。このシンポジウムを無事成功裡に開催できたことに関して種々の形で貢献して下さった招待講演者の先生方, お世話になった組織委員会委員をはじめ現地実行委員会委員各位, 長崎大学, 長崎県・長崎市関係者各位, また財政的にご支援を賜った諸機関・団体に, 筆者の1人は事務局長の立場から改めて厚くお礼を申し上げる。

(NPO 法人放射線教育フォーラム)