

放射線教育フォーラム

ニュースレター

No. 6 1997. 3

“人間と放射線との付き合い”

放射線教育フォーラム顧問 安 成弘



人間は、その出現以来、天然の放射線・放射能と付き合いしてきた。私の幼い時の記憶にラジウム温泉という言葉がある。ラジウム温泉は、特に効能が顕著な温泉として宣伝されていた。また、地球上では、地殻からの自然放射線が、かなり高い所があることも知られている。人間は、超長期にわたって、放射線と付き合い合っていて生活し、かつ進化して来たという事実は、大変、重要なことだと思われる。1934年に、キュリー夫妻により人工放射能が発見され、ハーンらにより1938年に核分裂反応が、つづいて1942年にシカゴグループにより人間による最初の核分裂連鎖反応が実現した。原子力時代の始まりである。人間は、人工的な放射線・放射能と付き合い合ざるを得なくなった。

今、21世紀を目前にひかえて、人類は、資源・エネルギーの確保、社会・経済の発展、環境保全の3つの問題を相互矛盾なく解決せねばならない困難な局面に立たされている。この解決のためには、新しい技術文明の創造が求められていると思われる。この新しい技術文明の基本的な要素の1つは、原子力科学・技術である。即ち、新しい技術文明は、原子核レベルのミクロな現象の制御と利用が重要な基盤の1つとなっている点で、従来の技術文明とは際立っている。21世紀においては、原子力のエネルギー分野での利用は、発電のみならず、核熱の利用に及ぶであろう。また、利用地域も、開発途上国を含め、現在より広範囲になるであろう。

原子力の非エネルギー分野での利用についても、農業、工業、医療、環境保全等において更に活性化するであろう。そのような社会においては、人間は、必然的に、放射線・放射能と密接に付き合い合なくてはならない。従って、放射線・放射能についての正確な知識と、それにもとづく、放射線・放射能との付き合い方が、極めて大切となる。これらに関する研究・教育が十分行われること無しには、新しい技術文明の成立は期し難い。

教育に関しては、私は従来から、高等学校や中学校での放射線や原子力の教育の改善に関心を持っていた。従って、松浦先生から、放射線教育フォーラムについて相談を受けた時、高等学校・中学校での教育問題を、このフォーラムの重要活動の1としては如何でしょうかと申しあげた次第である。このことに関しては、既に逝去されましたが、都立工業高等学校の先生であった某氏のことを思い出す。某氏は、学生に放射線や原子力について正しい知識を与えるべく大変努力された方であった。10年以上も前の話だが、現実にそれを実行することは、当時、種々の理由で非常に困難なことであった。また、某先生と同様に、放射線や原子力の教育に熱意のある先生方が、色々の地域に居られたので、それらの先生の間で連絡組織を作ろうかという考えもあったが、実現するには至らなかった。某先生は、米国原子力学会の会長のロング博士とも親しく、ロング博士とも連絡をとっておられた様である。幸いにして、本フォーラムの努力により、高等学校における放射線や原子力教育の改善が実現されつつあるのは、誠に御同慶の至りである。もし某先生が生きておられたら、さぞかし喜ばれたことであろう。

研究に関しては、私は放射線の専門家ではないが、放射線の人体に与える影響については、まだ、よく解明されていない点があると思っている。従って、この分野の研究が、更に推進されることが大切であろう。

最後に、本フォーラムの今後の益々の発展を、切に祈念致します。

原子力と放射線教育は高校理科教育の柱

—サイエンスキャンプ96に参加して—

東京家政大学附属女子高等学校 宮澤 弘二

最初に、今回のキャンプの引率者として参加できたことに関係者の皆様に心から感謝申し上げます。生徒を引率している間、このキャンプの目的は何だったのかを考え続けてきた。生徒の目、行動、思考などを注意深く観察してきて、生徒の感激した表情を見た時、これがキャンプの目的であったことを痛感することができた。

日本原子力研究所高崎研究所は高崎市の郊外にある自然環境の恵まれた広大な敷地の中にある。研究所の真ん中を広々とした道路が真直ぐに走り、その左右に巨大な研究施設が置かれている。中でもコバルト60の照射施設のドーム型の高さ30m以上に及ぶ建物が、原子力研究所であることを象徴している。生徒達はこの研究所に足を踏み入れた途端に、軽い緊張感と多少の不安と期待感の入りまじった表情をしていた。

1. 原子力と放射線教育の導入は成功だった

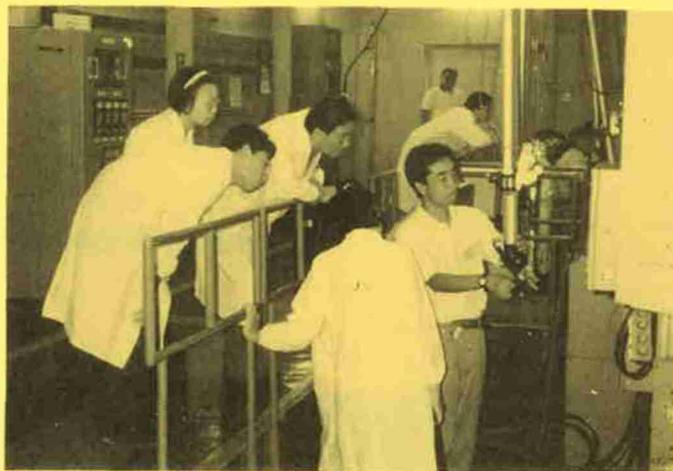
2泊3日の最初の学習は田中センター長のクイズ形式の、高校生にできるだけ分からせたいというかみ砕いた話から、スタートした。OHPを用いて、日常的な放射線の利用の話から自然界にはたくさんの放射線があり、これらを人類がどのように利用してきたか、また、利用するためにどのような工夫をしてきているのかをビジュアルに、高校生レベルに落ととしてじっくりと語ってくれた。研究者としての先生の人柄が出ており、人間的な温かさが生徒に十分に伝わった楽しい講義であった。

2. 原子力研究所の資料室からの情報は生徒に感激的な科学のおもしろさを与えた

須郷先生からは資料室に展示されている放射線を利用した日常品を中心に、粘性のある話し振りにつつい引き込まれてしまい、40分間ではとても不足してしまった。別の機会を設定し、先生の現在研究している話題について何うことになった。乾電池の自動販売機で売り出すことのできた耐久性のこと、極小化に成功して世界的に日本や原子力研究所が有名になったことなど、その話題の豊富さと知的好奇心の凄さには生徒はびっくりしたのである。科学することの楽しさ、それはすべて遊び心に通じるといふ須郷先生の哲学的名言には強く心引かれるものがあつた。

3. コバルト60の照射施設のマニプレーター操作、チェレンコフ現象の観察は安全性ということで安心感を育成した

コバルト60の施設の規模の大きさは日本原子力研究所で最大であると同った。確かに青白く輝くチェレンコフ現象は原子力の凄さを感じさせる。生徒もきっとこの現象を見たことにより、原子力エネルギーの実体を目の当たりに見ることができ、今回のキャンプの意義を十分に



果たすことができた。また、ここの安全装置が人間が放射線から身を守るために英知を傾けて作成されたものであり二重、三重にチェックされており、安全性ということでの教育はこの見学によって十分に達成されたのではないだろうか。

マニプレーターの操作は楽しいものであつた。絵を描いたり、積み木を積んだり、試験管に液体を注入したり、段々馴れてくると上手に絵を書くことのできる生徒も現れた。

4. リヒテンベルグの人工雷の実験は電子線のエネルギーの破壊力を実感した

たまたま電子線加速器が突然のトラブルで作動しなくなり、研究員の方々が遅くまで残って修理した結果、エアポンプの故障と判ったが、原因は掴めたので急きよ2号機を使用してこの実験にはいった。研究員の親切な対応と、どんなことに対しても分かりやすく答えを出してくれる解説には頭の下がる思いがした。特に高速電子のエネルギーによってプラスチック板に美しい樹木模様の電子の飛行跡が瞬間的に出来上がると、生徒達は感嘆の声を挙げて感心していた。

5. 陶器の絵の美しさを増す電子のエネルギーの不思議さ

この実験は前夜描いた素焼きの陶器に高速電子を照射することで、より美しく、より滑らかに、深みのある絵に変わることを実験であり、実用化されているものであつた。実際に製作してこんなにも美しく輝きが出ることに驚き、改めて、高速電子の利用がこんなことにも使用できるものかと感慨を覚えた。

6. ポリ塩化ビニールに高速電子を照射することにより、分子構造に橋掛け現象がおこり耐熱性が強くなることの検証実験

この研究室は外国人がたくさん留学しており、前夜、カタコトの英語とボディランゲジで語り合った仲間がいたので生徒にとっては、気楽にのびのびと実験をすることができ楽しい時間を過ごすことができた。特に耐熱性の、判りやすい実験であったので実験結果がはっきりと判り、放射線の利用が日常品の歯磨きのチューブに応用されていることが理解できた。

7. 霧箱を製作して放射線を見ることの実験

放射線を見ることはほとんど生徒にとって初めてであった。なかには既に学校で実験したのもいて、意外に放射線教育がすすんでいるのかという印象もあったが、その生徒の出身高校は都内の有名校であった。霧箱の中に噴霧状に観察できる放射線の飛跡によって、放射線の実体が観察でき、幻だったものがはっきりしたのではないだろうか。この実験は非常に簡単なもので、高校レベルで十分に観測できるものであり、この実験はどんどん普及させたいと思う。以上でここでの実験学習はすべて終了した。

8. 感想

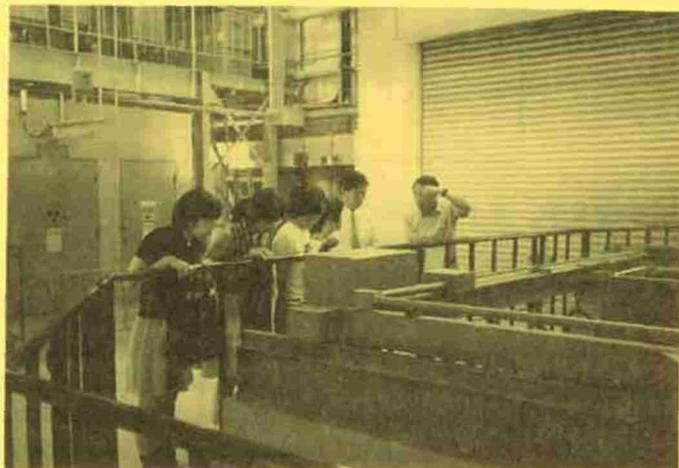
今回の日本原子力研究所のサイエンスキャンプに参加して、原子力と放射線教育は、高校段階までにきちんと、基礎教育をしておくことの大切さが認識できた。原子力や放射線というと、拒否反応を起こす傾向がある。しかし、生徒の感想文にもあるように、しっかりとした基礎教育こそが、今後の科学教育の柱になることを痛感した。それは百聞は一見に如かずという諺のとおり、体験する事によって事実を検証することが科学的な基本なのである。

9. 生徒の感想文の紹介

日本原子力研究所

サイエンスキャンプに参加して 小川 知行

私は、サイエンスキャンプを通じて、二つのことを学ぶことができたと思います。それは、放射線の性質と科



学の面白さです。

一つ目の放射線の性質に関しては、これまであまり知らなかった放射線について、知ることができたということです。私は、物理部に所属していますので、サイエンスキャンプ以降、部活動に放射線に関する研究を取り入れました。そして、サイエンスキャンプで学んだことを発展させて、放射線の実験・測定を行っています。9月下旬に行われる文化祭では、放射線に関する展示、発表を予定しています。その時には、サイエンスキャンプのように、放射線に関して、面白くて分かりやすい展示・発表ができるように準備しています。私自身、サイエンスキャンプ以前は、放射線に関して様々な誤解をしていましたが、文化祭の見学者に少しでも、放射線について分かってもらいたいと考えています。

二つ目の科学の面白さに関しては、放射線のことに限らず、科学の面白さを学ぶことができたことです。研究者の方や他の学校の人と、科学に関して様々なことを話すことができ、科学の面白さと科学の重要性を再確認できました。そして、科学に関する興味がより一層深まりました。

私にとって、サイエンスキャンプは、楽しいだけでなく、とても役に立つものでした。

(県立 浦和高等学校 2年生)

文部省、科学技術庁への要望書提出について

1995年6月30日に、放射線教育フォーラムは文部大臣あてに「放射線教育の改善に関する要望書」(正味4ページ)を提出しましたが、これに引き続き、1996年11月19日に、同じく文部大臣あてに要望書「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」を、1996年12月18日に科学技術庁長官あてに要望書「学校および社会における放射線・放射能教育を効果的に行うための方策について」を提出しました。今回の文部大臣への要望書の提出は三木副会長・篠崎副会長・飯利総務幹事・松浦代表総務幹事により辻村初等・中等教育局長を通じて行われました。(その後文部省に近い場所で今村顧問が加わって新聞記者への説明会が開催されました。)科学技術庁への提出は有馬会長・篠崎副会長から大臣に直接手渡され、その後記者クラブでフォーラム側から今村顧問・飯利総務幹事・松浦代表総務幹事も加わって約40分間新聞記者への説明会が開催されました。これらの要望書はまとめられて印刷物となっています。

(会員には配付済。会員外には実費300円(送料共)で配付。)

(松浦辰男)

自然放射線を小学生に測らせる

CRC総研 播磨 良子

平成8年、日本で初めて小学生に理科の「環境の授業の一端」として、自然放射線を測る授業が東京都練馬区立光が丘第四小学校で行われました。

最初小学校を訪問したのは、パソコンやインターネットを利用して幼児や小学生の頭脳や感性の発育に合わせた新しい数学教育を開発しておられる私の高校時代の数学の恩師の運動をPRするためでした。この先生からは憶える数学でなく考える数学を教えて頂き、ガンマ線ビルドアップ係数のGP近似式を作成できたのも、この先生の教育のお陰と感謝しており、お手伝いしています。その折り、「高校生が修学旅行で移動する場所場所で自然放射線を測っている」という話を校長先生にお話したときに、「小学生でも自然放射線を測ることができますか」と聞かれたのがきっかけで、全員が測定器をもって校内の自然放射線を測る授業が六年生の三組に行われました。この授業は、開かれた小学校を目指して周辺の住人のノウハウを授業に生かすという教育方針のもとで行われました。私の住むマンションは小学校の西側にあり、ベランダから校庭の子供たちの活発な姿を毎日眺めています。

私は元東京工業大学の原子炉工学研究所に勤めており、放射線遮蔽の研究に従事しておりました。研究仲間から「はかるくん」という小学生でも簡単に扱える自然放射線の計測器が全員に無料で借りられること、自然放射線についての説明書や測定方法等のパンフレット（但し高校生や一般人向き）が貰えること、講師の派遣も無料でお願ひできるという情報を得、理科の先生には少し勉強をしていただきました。

最初の組の授業だけは講師の先生にお願いしましたが、残り二組は理科の先生だけでおこなわれました。はじめに自然放射線の簡単なお話と、人間は宇宙や地面から自然放射線を外から受けていること、空気や食物のなかに含まれている放射性物質からでる自然放射線を体の中から受けているというお話がありました。その後、「はかるくん」が全員に配られました。子供たちはファミコンに親しんでいるので、「これ、いくらぐらいすると思うか」と聞かれて、2万9千円から6万5千円の値がつけました。しかし、実際は13万円もするそうで「ワー高いな。大切に扱わなくちゃ」。これでクラスの空気が一気に緊張しました。「はかるくん」の使い方の説明を聞き、机の上で練習しました。測定は同じ場所で3回行い、平均値も記載しました。その後、「校内ならどこで測っても良いよ」という先生のお声で生徒たちは一斉に教室から飛び出していきました。教室に備えつけのテレビのスイッチをいれて測った男の子供が「すごい、すごい」と叫ぶと大勢の子供たちが測りました。「はかるくん」はノイズを十分遮蔽するにはつくられていないのでラジオを近づけてノイズをひろうことで、自然放射線で

ないことを納得してもらいました。測定の終わった生徒から黑板に貼られた校内の拡大図に自分の測定結果を記入した短冊を貼りました。また記録用紙の「わかったこと・質問したいこと」の欄に感想を書きました。授業の最後に先生は『「はかるくん」で自然放射線を測ってゼロだった人は手をあげて』——、「自然放射線は何処にもあるということがわかったね」と締めくくられました。

生徒の提出した記録用紙をお借りし、測定値をまとめマップに記入しました。同じ場所の値は平均値を記入しました。理科室での測定値は4人グループの平均値、クラスの平均値を示し、ばらついた値の扱い方を簡単に説明しました。クラスの平均値は東京都の平均値とよく一致しました。「測定結果から子供の性格が窺えました。各階の違い、教室の両端の違い、日の当たっている所、当たらない所の違いを測ったり等、科学的な測定を試みる子供や、本と本の間とか下敷きの上というふうに観察の細かい子供もおりました。活発な子供は体育館の上や木によじ登って測ったり、普段入ってみたいと思っていた場所を測った子供もおりました。」学校の敷地内だけでも、コンクリートの校舎の中、特にトイレが屋上や校庭より高いこと、プールの上がコンクリートのプールサイドより低いことを経験しました。幸いにも雨の日が一日あり、野外での測定値が雨の降り始めに増えることも経験しました。自分の測った所がわかるように組の名前も入れました。「これは子供が喜びますよ」と校長先生がおっしゃいました。

「わかったこと・質問したいこと」の欄に記入されていたことに答える形でレポートにまとめてみました。『とてもおもしろかった』と大勢の生徒が書いていました。「お父さんが放射線科に勤めているので一度やってみたかった」と書いている子供がおりました。「放射線にどのくらい当たったら死ぬのかな」。「長崎や広島に原爆が落ちたときの放射線の量」を聞いている子供もおりました。この質問には次のように答えました。わずかな放射線を浴びて起こる病気についてはその病気になる原因がいろいろあるので、原因が放射線であるかよくわかっていない。理科室には1年間いたとして受ける放射線の量の「2万倍の放射線」を「一度に全身に」受けないと死ぬことはない。同じ量の放射線を体の一部に受けても死ぬことはない。このレポートは記入用紙とともに生徒に配られました。

小学校の理科では、全員に実験器具を与えられるような授業はないということで、「子供たちがこんなに大喜びした授業は初めて」と先生方のご感想でした。小学校では、自然放射線がゼロでないということがわかれば十分で、先入観のない年頃に目にみえない自然放射線を測った経験は、将来、放射線施設、即原爆を連想して、猛

反対を合唱するような極端な大人に育たないと期待しています。

トイレの掃除をしていた用務員さんは「生徒が自然放射線を測っていて、自分の周りに放射線があり、トイレが高いと教えてもらって良い勉強をしました」と感謝されました。

先生方のなかには原子力反対の方もおられると聞いておりましたが、先生方からも、父兄からも今度の授業に反対の声は上がりませんでした。元文部省におられた方からドイツの小学校では、原子力発電所の見学をして発電のしくみをレポートにして提出させているというお話を聞いたことがあります。子供は家族にレポートを見せますので、その地区の原子力発電反対の声は小さくなったということです。小学生にたいする教育は即、その家族への教育に繋がります。

自然放射線は地球誕生以来ずっと出ており、空気や水と同様、人間は自然放射線のなかで生活しています。そして、放射線は多方面に利用されて生活の向上に役立っています。これからますます利用範囲は広がります。しかし放射線については、高等学校の理科や社会の中ではじめて習います。そのため、間違った先入観が先行して、正しい常識を受け入れない人が少なくありません。これからの子供たちは、世界の中の日本を支える大人になれるよう、次の時代を視野にいれた判断のできる教育が受けられることを希望して止みません。この報告を読み興味を持たれた方は、是非近くの小学校に声をかけ、試みてみられませんか。子供たちの初体験に対する生き生きした姿に接することができます。そして測定結果をパソコンに入力して学校間でインターネットで測定結果や体験の交換ができるようになればと夢が膨らみます。



教材用放射線源の安全性検討委員会の活動について

—— 中間報告 ——

フォーラム副会長 篠崎善治

学校教育における放射線実験の重要性に鑑み、教師や生徒が安心して実験できる様に、学校教育における教材用放射線源の安全性の検討、放射線実験における教師や生徒の被曝線量の評価、安全な教材用放射線源の開発、法律上の規制緩和を阻む諸問題解決の道を探るため、平成8年5月、表記小委員会が設置され、5月10日の第1回委員会以来、5回の委員会が開催された。

本委員会は多忙な16名の先生方（別紙参照）で構成されているため、午後6時から8時まで、弁当に缶入り茶、旅費自弁という悪条件にも拘わらず、毎回大方の出席を得て、熱心な討議を重ねて来れたのも、事の重要さを自覚された委員の先生方の熱意の賜物であり、感謝に堪えない。

以下、委員会の活動の現状について報告する。

- 1) アンケート調査 生徒が高校の授業において放射線、放射能の知識を得たか否か、放射線実験を見せて貰ったか否かについてデータを得るためのアンケートの方法につき検討した。その結果、文系及び理系夫々10大学の1年生を対象にして、教授の協力を得て調査を行う事になり、現在アンケート用紙の最終案を作成中である。
- 2) 安全な教材用放射線源の検討 霧箱実験用 β 線源の開発が急務であるとの結論に達し、現在、安全な電着密封線源を試作中である。

3) 放射線実験における教師及び生徒の被曝線量評価

測定器並びに測定方法につき検討を行った。現状では、クルックス管実験を除き、生徒の被曝線量測定は測定器感度とバックグラウンド変動幅との兼ね合いで不可能であるため、教師の測定値から推定することとした。検討の結果、“はかる君”キットによる実験、霧箱による放射線実験では教師の被曝線量は実質的に測定不能であった。X線実験、クルックス管実験については今後さらに検討し、安全なガイドラインを作る必要がある。

- 4) その他の諸問題についても今年度中に一応の結論を出すべく努力中である。

学校教育における放射線源の安全性検討委員会委員

1. 青木芳朗 (東大医学部)
2. 飯利雄一 (広領域教育研究会)
3. 内田雅也 (中村理科工業(株))
4. 菊池文誠 (東海大理学部)
5. 久保寺昭子 (東京理科大薬学部)
6. 隈元芳一 (放射線医学総合研究所)
7. 後藤道夫 (明治大理工学部)
8. 近藤民夫 (日本メジフィジックス(株))
9. 篠崎善治 (元都立アイソトープ総合研究所)
10. 瀬川嘉之 (科学技術館)
11. 谷本清四郎 (武蔵工大付属高校)
12. 三木良太 (元近畿大原研)
13. 村山義彦 (根本特殊化学(株))
14. 森 雄児 (都立西高校)
15. 吉田芳和 (日本放射線計測協会)
16. 米村伝次郎 (科学技術館)

放射線教育と諸外国の事情

アルゴンヌ国立研究所 井口 道生

日本では、フォーラムが文部省への要望など大切な活動が行われています。諸外国では、このような運動組織のあることを聞いていません。もう30年以上も住んでいるし、放射線関係の研究者もかなり知っているのですが、アメリカでこの種の活動があれば、きっと私の耳に入るはずなのですが、一向に聞こえてきません。アメリカではこのような活動は不必要性なのでしょうか。私は、そんなことはないと思います。

アメリカの事情

4年続いて、去る11月に再選されたクリントン現政権は、核エネルギーの利用を削減、ないしは廃止しようという政策をもっています。公言している理由は、「核エネルギーのように、危険が大きくて、安全な長期的管理が難しいものを利用するのは、我々の子孫のことを思えば、道徳的に悪である」というものです。多くの有識者に共通な意見は「できるだけ多種多様なエネルギー技術とエネルギー源を、選択肢(options)として確保することが、問題の根本的で長期的な解決のために肝要」です。とすれば、核エネルギーを選択肢から排除するというのは、どうみても合理的ではありません。

現政権の政策には、二つの背景があります。第一は、アメリカでは、石油、石炭、天然ガスなど化石燃料の供給が当面は安定しており、価格も下落の傾向にあります。しかも、約20年前の石油ショック以来強力に進められた省エネルギー方策（特に重工業や輸送における方策）が成功してきたことがあります。第二に、旧ソ連との冷戦が終結したため、兵器用の核分裂材料が余っており、その安全な管理（なにかんづく旧ソ連内における管理）が急務になっています。

第一の背景について付け加えれば、化石燃料資源はいっつかは枯渇する恐れがありますが、このような遠い将来のことは多くの投票者、従って政治家の関心を惹きません。また、化石燃料の大量利用の環境への影響、なにかんづく、大気中の二酸化炭素などの増加による気温の上昇も心配です。ところが、現政権は、規制を強化することでこの問題は解決できるとしています。4年前に議会の委員会で「この問題については基礎的な研究がもっと必要である」と述べた、エネルギー省の幹部職員が解雇されました。象徴的な出来事でした。

核エネルギーとは別の、放射線・放射能の利用

放射線や放射能は、しばしば核エネルギーの付属物としてのみ論じられているものも、まずいことです。放射線も放射能も我々の環境の一部であるばかりでなく、核エネルギーとは直接関係のない分野で大切な応用があります。例えば、材料科学、医学、生物学などの諸分野での応用です。このようなことを、選挙の有権者に十分理解してもらうための努力が必要です。私はこのような話

を非専門家に語るときには、放射線と放射能は、例えば電気などと同じレベルで考えてほしいといっています。電気は身近な照明、通信、冷暖房を始め、運輸、諸工業に欠くことのできないものですが、使い方を誤れば、感電、漏電などの災害を生じます。同じように、放射線と放射能の利用には、それなりの配慮と注意が必要です。ちなみに、放射線関係の、一連の基礎的な知識を総合的に論じた本として、Draganić 他著、松浦他訳「放射線と放射能。宇宙・地球環境におけるその存在と働き」（学会出版センター）は、近頃の名著です。

他の諸外国

去年は、ミュンヘンの環境・保健研究所で半年以上も客員として勤めたので、ドイツを始め、ヨーロッパ諸国の事情も少しは理解しました。イギリスや、ドイツや、北欧では、アメリカに似たような事情で、核エネルギーは政治的に不人気です。このような諸国では、石油、石炭などの供給が、少なくとも当面は安定していることも、背景になっています。放射線と放射能に関しても一般の人々の理解が十分ではありません。一例を挙げれば、10年前のチェルノブイル事故を身近に感じているのは、もっともですが、ウクライナ以西では統計的に有意義な人体への障害が見いだせないという結果を、ジャーナリズムが正確に伝えていないのは、困ったことです。ただし、一般的な教育程度の高さのおかげで、医学における放射線と放射能の役割については、アメリカよりも理解が深いと思います。

フランスとイタリアでは、国産の化石燃料が不十分なことから、核エネルギーの利用を推進しています。たぶん、放射線と放射能に関する、一般国民の理解のレベルもやや高いと思われます。

現在のヨーロッパで一つの緊急な問題は、ルーマニアその他の旧ソ連圏で稼働中の動力炉のいくつかが安全性の上で心配があることです。国際原子力機構などの関係者が強い懸念をもっています。アメリカ、ドイツ、フランス、日本などが資金と技術の両面で協力して、もっと安全な動力炉を建設することが望ましいのですが、そのためには、関係諸国の国民と政治家の理解が必要です。

日本の役割

ヨーロッパ以外では、インド、中国のように、人口が多く、経済発展のためにエネルギーの需要を延ばす必要のある諸国では、核エネルギーの必要性は極めて高く、従って放射線と放射能に関する一般教育が特に大切だと思います。日本では化石燃料が乏しいので、なにかの形でエネルギー源を輸入しなければなりません。石油・石炭を輸入するときには、せいぜい二年分しか備蓄できません。核燃料の場合には、今の技術で考えても約30年分の備蓄ができます。というわけで、国によってそれぞれ違う事情がありますが、教育・啓蒙の基本的な重要性は共通です。今後のフォーラムの活動では、国際的展望を考へること、そして、できれば国際的協力を始めることが、望ましいと思います。放射線教育の分野で、日本が指導的な役割を担う可能性があると考えます。

英国などの放射線教育について

常葉学園大学 恩藤 知典

1. 核エネルギー教育国際セミナーに参加して

1993年6月28, 29, 30の3日間、オックスフォード大学で開催されたOECD/NEA主催の核エネルギー教育国際セミナーに参加して、私は大へんなショックを受けた。正直言って、私だけが蚊帳の外に置かれた思いがした。わが国と他のOECD加盟国とでは、核エネルギー(原子力)や放射線に関する教育の在り方にあまりにも大きな違いがあることを知らされたためである。

当時、わが国の教育界ではサイエンス・リテラシー(Science Literacy)という用語すら一般化していなかった。Energy Literacy や Nuclear Literacy という語が頻発し、科学教育ではこれらのリテラシー(理解力)を育成することが必須であるとの意見と、そのための手立てに当たる教材開発例と指導法が各国から提示された。

ドイツ、イギリス、カナダ、アメリカ、フランスの発表者は同調するように、放射能、放射線については自然放射線の測定を先行させており、ついで、放射線の研究の歴史、放射線の利用について学習させていると述べていた。

この学習指導については、当然行うべきことを着実にやっているくらいに思っていたが、これらの国では高校生が核廃棄物の処理に強い関心を示しており、この問題にかなり具体的な情報提示で臨まないと放射線の指導が宙に浮くような意見を述べていた。つまり、Nuclear Waste Management を教材として取り上げなかったら、高校生にそっぽを向かれるという意味の提言であった。このことに、私は驚いたのである。

2日目のディスカッションでも、上述の内容は大きく取り上げられていた。残念ながら、早口の英語で話すので、フロアからの質問に壇上のパネリストが手際よく応対するのを見られるのみで、そのやりとりを追うことはできなかった。

2. ハイスクールで核エネルギー教育を確かめる

そこで、セミナー終了翌日、サイズウェル原子力発電所の近くのハイスクールに行き、上述のことの真びよう性を確かめてみた。校長、教頭、地理と科学の教師それぞれと別個に対談したが、核燃料リサイクルや核廃棄物処理についての生徒の関心は中学生でも強いとのことであった。

それでもまだ懐疑的な私は、午後、中学3年の地理の授業で原子力発電の是非を扱う場面をとらえ、授業終了後、1グループの生徒に原子力発電に関する卒直な意見を求めてみた。その中の一男子生徒は「僕は、放射能、放射線に関してさらに学び、将来、セラフィールドNo.1の核処理技術者になりたい」と答えるのであった。童顔のその少年の真剣な眼差しは今も私の脳裏に焼き付いている。

この学校の生徒の保護者の半数がサイズウェル原発で働いており、生徒の原子力発電に対する関心度が高いため、往々にして、原発反対の運動家から「校長は原発推進に偏った教育を志向している」と突き上げられる由であった。そのため、原発に関しては、極めて中正な扱いになるよう配慮しているが、放射能・放射線については科学の学習で取り扱い、別に問題はないと言っていた。

さらに、エネルギーや環境の学習では、その事象に関する科学的知識・理解を先行させないと、判断が偏ってしまう。このことを恐れ、地理でエネルギーや環境問題の内容を学習する前に、そのことに関係のある科学の学習を行う教科間関連づけのカリキュラム(クロス・カリキュラム)を作成しているとのことであった。

これは、いま、わが国の教育界で騒いでいる中教審提言の横断的・総合的学習とは、そのねらいが少し異なるようである。神戸大学発達科学部附属明石小学校で開催された研究協議会で、英国オックスフォード大学のソロモン博士(科学教育)は、「EU諸国の科学教育関係者の会議で、現代社会で生きるためには、科学的に正しい知識が与えられることが先決であるとの合議に達した」と述べた。

1000名近い聴取者がいたわけであるが、上掲の横断的・総合的学習のねらいと英国のクロス・カリキュラ・スタディのねらいの違いに気付いた人がどのくらいいたか気掛かりである。

3. 英国地学教師協会が開発した放射線教材

上述のOECD/NEA主催核エネルギー教育国際セミナーで印象づけられた核廃棄物処理に関する教材を探ってみた。最初に入手したのが英国の地学教師協会(会員数:約1000名)が開発した「Nuclear Waste-The Way Forward?」である。

この教材は、14~16才の生徒用であり、2枚の教師用シートと14枚の生徒用シートで構成されている。概容を項目の列挙で紹介するとつぎのようである。

- 1) 導入 核廃棄物の地中処理の必要性は、地質学者の活躍
- 2) 核廃棄物の特性 放射性物質の半減期、放射能のレベル、2000年までの核廃棄物の総量
- 3) 埋蔵用地の選定 セラフィールドにおける高レベル廃棄物の貯蔵、ドリッグにおける低レベル廃棄物の埋蔵、粘土層は放射線漏れを防ぐ、砂岩層は放射線を漏らす、地下水による放射能汚水の問題

わが国と欧米諸国とでは、学校教育制度や教育課程に大きな違いがあるものの、核廃棄物処理についてまで、上記の例のように学校で扱うことには、私はいささか疑念を抱いていた。

しかし、イングランド中部のハイスクール3校で授業を参観し、学校の関係者と話し合ってみると、わが国の学校教育の方が異常にあると思うのが正しいようである。(1996年記)

中学・高校の先生のための
放射線・放射能セミナー（第3回）

日常生活と放射線

茨城県立医療大学教授

加藤 和明

私たちは現在、歴史上最も豊かな生活を送っています。このような豊かな生活の基になっている文明には、放射線が大きな貢献をしています。物質文明、精神文明の別をとわずです。たとえば、今日の医療が放射線の積極的使用なしには成り立たないこと、発展した文明の成果を享受する際に何がしかの放射線が副次的に生成されること、放射線が文明を更に発展させる手段として不可欠なことを考えると、今日の私たちの生活は、放射線との関わりなしには成り立ちません。しかし、放射線と文明のかかわり合いのほかに、実は我々が生活を営んでいる自然界そのものに、太古より“天然の”放射線が“潤沢に”存在し、人類を含めたすべての生物種は、こうした環境の下で進化を遂げてきたことを忘れてはならないでしょう。

表1は、現在の日本人が1人当たり1年間に受けている放射線の平均被曝量を実効線量当量の値で推定したものです。この表から、医療被曝(2.25mSv)が、自然放射線による被曝(1.48mSv)の約1.5倍、全体(3.75mSv)の60%と圧倒的に多く、この両方で99%以上を占めていることがわかります。放射線を扱う職業についている人たちの被曝量は0.1%以下であり、国民に関心の高い原子力施設から公衆が受ける被曝量は、1,000分の1%にも達していません。なお、UNSCEAR(国連科学委員会)は自然放射線による個人被曝年線量の世界平均値を、2.4mSvと評価しています。評価値が違うのは、自然放射線の強さが緯度や高度等によって異なっているからです。

表1. 日本人1人当たり年間実効線量当量のまとめ(mSv/y)

線源	1人当たり線量(mSv/y)
自然放射線	1.48
核実験フォールアウト	0.012
職業被ばく	0.001
医療被ばく	2.25
雑線源	< 0.00005
航空機	0.0046
原子力施設	0.0000085
合計	3.75

(財)原子力安全研究協会：「生活環境放射線-国民線量の算定-」 平成4年8月. p.142-143. (1992)

放射線が人間の身体に当たると健康上の望ましくない影響があるということで、ICRP(国際放射線防護委員会)は“人を放射線の害から守る”ための方策・仕組みを勧告しています。世界の主要各国はこの勧告を基礎にして放射線防護の法律を定めているのが実状です。このICRPのシステムでは、対象とする放射線を、その被曝が制御できるものに限定していますので、自然放射線は除外されています。また、個人や集団にリスクを上回る便益をもたらすことが明白であるとの理由で、医療被曝については限度値を勧告していません。その上で、ICRPはこう言っています。「放射線はどんなに少量でもその量に見合ったなにかの“悪しき影響(その実体は「自らの身体に癌がつくられる確立が増えること」と「子孫の身体に遺伝的障害が引き起こされる確立が増えること」)があると思われる。従って放射線への被曝は少なければ少ない程よろしい。」

ICRPのシステムはいろいろのデータを安全側に使っていますので、上述の“悪しき影響”の見積もりも過大になっている可能性があります。実際、一般人に対する放射線被曝のリスク係数(単位量の被曝によってもたされるリスク、ここでは簡単に「癌になる確立の増大」としておく)は0.05/Svとされており、これから自然放射線が日本人にもたらす年リスクを計算してみますと0.000074(100万分の74)という値が得られます。人口を1.2億とすると、1年間に日本人が自然放射線への被曝の結果癌になって命を失う人の数は8880、約9千人となって、交通事故による死者の数にほぼ匹敵します。また平成7年厚生省発表の人口動態調査報告によると現在日本では年間約26万人の人が癌で死亡していますので、その約3.5%に相当することになります。また、世界にはスリランカ、ブラジル、インド、中国などに自然放射線のレベルが日本のそれより10倍、所によっては100倍も高い地域がありますが、これらの地域に住む人たちの寿命が疫学的にみて短くなっているという兆候はないということがUNSCEARによる調査の結論になっていますので、これらの事実からすると、ICRPのリスク係数の見積もりは過大になっている印象は拭い難いのです。

最近、少量の放射線は實際上“悪しき影響”をもたらさないどころか、ひょっとすると“好ましい影響”をもたらしているかも知れない、ということの一部の放射線生物学者が唱え始めています[放射線のホルメシス効果]。少量というのはICRPが職業人に対して定めた年当たりの限度の2倍(100mSv)程度までと想定されています。

しかしながら、放射線にホルメシス効果があろうと無かろうと、私たちが自然放射線に常時身をさらし、一般人に対しICRPが定めている限度を遥かに越える被曝を受け続けているという事実を考えれば、人工の放射線に対してのみ被曝を極度に怖れるというのは、合理的思考をなしうる生物である霊長類の採るべきところでないことは明白です。放射線の人体に及ぼす影響は、それが自然のものであるか人工のものであるかに依らないからです。

人類が繁栄をつづけるためには、エネルギーの安定な供給が不可欠です。現在、エネルギー源としては原子力が重要な役割を占めており、この原子力発電は放射線・放射能教育と無縁ではありえません。そこでニューズレターでは、これから数回にわたって、エネルギー・環境問題を考えることにします。予定では、つぎの項目などについてできるだけ正確なデータを基にした議論を展開します。会員諸氏からの意見も随時掲載して、「紙上討論」ができればと思いますので、投稿をお待ちします。

- (1) 日本のエネルギー事情
- (2) 世界のエネルギー事情
- (3) 省エネルギーと新エネルギー
- (4) エネルギー消費と地球環境
- (5) エネルギー消費と人間の寿命

エネルギー問題を考えるに当たって

今村 昌

生物は、地球上に出現して以来、自然の放射線・放射性物質と共存して進化してきました。放射線、放射能が科学的に明らかになると、人間はこれらを人工的に作り、健康や生活の向上と密接に関連する分野で役立たせてきました。この過程で、さらに核分裂の現象が発見され、ここで人類は原子力という新しいエネルギー源を手に入れました。

不幸なことに、人類はこの新しいエネルギー源を平和的な目的に使う前に、原子爆弾という恐るべき武器に利用してしまったため、原子力の平和的利用についても、つねに原爆のイメージがつきまといまいます。とくに原爆の被害を受けた日本では、原子力の平和的利用に対する拒否反応の大きいのは当然でしょう。

しかし、現在日本では50基の発電用原子炉が運転され、100万KW発電所41基分の電力を供給しており、需要電力の30%がこれでまかなわれています。これは、自前のエネルギー源をほとんどもっていないため、100%に近い量の石油を輸入している日本の脆弱なエネルギー基盤を考えれば、ほかに代わりうるエネルギー源をみつけることができない限り、止むを得ない選択と言わざるを得ません。原子力発電によって石油への依存度は次第に低くなり、1995年度の一次エネルギーの石油依存度は過去最低になっていますが、それでもまだ55.8%という高率です。(資源エネルギー庁速報)

日本人の原子力発電に対する拒否的な心情は理解できるとしても、これから年々増大する一方のエネルギー需要にどう対処すればよいのでしょうか。事実、1995年度のエネルギー消費量は前年度に比べて3.2% (うち家庭部門は6.5%) 増加しています(同上速報)。また、地球上では1950年25億、1970年37億、1996年58億と、人口は爆発的に増加しています。とくにアジア諸国をはじめとする

開発途上国のエネルギー(石油・石炭)消費量が急速に増加することは火を見るより明らかです。たとえば、1993年と1980年の一次エネルギー消費量を比較すると、日本の約1.4倍の増加に対して、中国では約2倍になっています。埋蔵量に当然限界のある石油や石炭に頼ることをこれからも続けてよいのでしょうか。日本では、120日分の石油備蓄があるといっても、需要の増加による価格の高騰や中東の紛争などで、いつまた石油危機が起こらないとも限りません。一時減少した日本の石油の中東依存度は、1995年度には1973年の石油危機のときの水準と同じ78%に再び増加しています。年配の人達が「生きているうちは何とかなさ」と無責任なことを言っている場合ではないような気がします。

無責任なことをいわないまでも、エネルギーの消費を減らし、新エネルギー源を開発すれば石油の消費は減り、原子力も要らなくなるという楽観的なことを言う人もいます。しかし、エネルギー消費量が現在の約1/2に過ぎなかった20~30年も前のような生活に簡単に返ることができるとは考えられません。また、新エネルギーとして挙げられる太陽光、地熱、風力、ごみ焼却熱などは、現在開発は進んでいますが、その量はエネルギー全消費量の1%にも達していません。これらの新エネルギーは果たして石油や原子力に代わりうるのでしょうか。

現実的で定量的な議論をしないで、また、近代の科学技術につきもののbenefitとriskのバランスを考えないで、何が何でも原子力を拒否するのは非論理的です。冷静な議論の結果、原子力が選択肢の一つということになれば、これと安全に共存していくためにはどうすればよいかを考えるのが論理的な道筋です。

エネルギーの消費の急増はまた、地球環境にも大きな影響を及ぼします。二酸化炭素の増加、酸性雨、森林の減少、それに伴う野生生物種の絶滅など、これが人類に対してどんな影響を与えるかも考えなければなりません。恐竜絶滅に到ったような、想像を絶する長い年月が、現在極めて短い時間スケールで進行しているように思うのは、あまりにも悲観的なことでしょうか。

「放射線教育フォーラム」は原子力推進を目的としてはいません。原子力は悪だ、放射線はどんなに少量でも危険だなどという先入観による教育を是正し、原子力や放射線の本質を正しく理解してもらうことが目的です。原子力発電には、政策、安全性など、たしかにまだ問題は残っているかもしれませんが、しかし公開される情報と正しい放射線の知識を基にして初めて、これからの日本のエネルギー源として何を選択したらよいかを決めることができるのではないのでしょうか。

(付記) 以上の文中で、いくつかの問いかけをしました。これらに対しても率直なご意見、コメントをお送りください。(編集委員会)

シンポジウム(第3回)「学校における放射線教育はどうあるべきか」開催

1997年3月16日(日) 科学技術館(九段)

- 特別講演「放射線ホルミシス効果」----- 山田 武(東邦大)
 発表1. 「放射線と放射能を認識してもらうためのヒント」----- 更田豊治郎(高度情報科学技術研究機構)
 発表2. 「放射線の規制とは」----- 近藤民夫(日本メジフィジックス)
 発表3. 「これからの放射線教育についての一考察
 —キュリー研究所を訪ねて—」----- 佐伯邦子(秋田経法大付属高校)
 発表4. 「九州地区における放射線教育の現況」----- 高島良正(九州環境管理協会)
 発表5. 「金沢市で開催した「市民のための放射能・放射線の
 話と演示」の報告」----- 坂本 浩、中西 孝(金沢大)
 発表6. 「放射線についての授業、はじめの1時間—アンケ
 ー結果の報告—」----- 大野新一(東海大)、後藤千春(原研)
 発表7. 「アンケート調査から見た中等教育での放射線教育」--- 村石幸正(東大教育学部付属中・高校)
 発表8. 「マスコミ報道についての考察」----- 村主 進(原子力システム懇話会)
 発表9. 「入試問題と放射線教育—今年の入試問題から」----- 長谷川罔彦(静岡大)

《会務報告》

- 6月14日 第3回総務幹事会(敬王堂ビル原安協、10名)
 6月14日 第2回教材用線源安全性検討委員会
 (原安協、11名)
 7月 1日 第1回拡大幹事会兼勉強会
 (国立教育会館、26名)
 7月12日 第4回総務幹事会(原安協、7名)
 7月12日 第3回教材用線源安全性検討委員会
 (理科大薬学部会議室12名)
 9月13日 第5回総務幹事会(中村理化、8名)
 9月13日 第4回教材用線源安全性検討委員会
 (中村理化、12名)
 10月11日 第6回総務幹事会(原安協、15名)
 10月11日 第5回教材用線源安全性検討委員会
 (原安協、10名)
 11月 8日 第7回総務幹事会(東工大原子炉研、9名)
 11月19日 文部省へ要望書提出および新聞記者への説明
 会 (5名)
 11月22日 第2回拡大幹事会兼勉強会(学士会館、18名)
 12月13日 第8回総務幹事会(理科大理窓会館、8名)
 12月13日 第6回教材用線源安全性検討委員会
 (理科大理窓会館、8名)
 12月18日 科学技術庁へ要望書提出および新聞記者への
 説明会 (有馬会長以下6名)
 1997年
 1月10日 第9回総務幹事会(TEPCO銀座館、11名)
 1月10日 第7回教材用線源安全性検討委員会
 (TEPCO銀座館、12名)
 2月14日 第10回総務幹事会(原安協、8名)
 2月14日 第8回教材用線源安全性検討委員会
 (原安協、12名)
 3月 7日 第10回総務幹事会(原安協、7名)
 3月15日 立教原研での研究会
 3月16日 1996年度総会・シンポジウム(科学技術館)
 3月22日 東京地区第3回研究会(都立日比谷高校)
 その他、編集委員会を4回開催した。

《あとのき》

これまでニューズレターは総務幹事会で編集の仕事を
 してきましたがこの号より新しく発足した編集委員会が
 担当することになりました。慶応大学医学部の中村佳代
 子さんが加わり、今後も魅力ある企画・編集をするよう
 に努めたいと考えています。

放射線教育フォーラムは高校・中学の先生の放射線教
 育に関する意見交換の場として活用して載きたいので、
 多くの先生方のご参加を希望しています。会員の皆様も
 周りの先生方に当フォーラムの活動方針をお伝え下さり、
 会員の拡大にご協力下さるようお願いいたします。

今回より当分の間、エネルギー問題を会員の皆様と考
 えていきたいと思ひます。エネルギー問題は原子力発電
 と無縁ではなく、そして、放射線教育を行う場合にも避
 けて通れない問題です。放射線教育フォーラムで会員の
 皆様とお互いに意見を交換することは必要であると考え
 ています。ニューズレターNo. 6には特集として「エネル
 ギー問題を考える(1)」を載せました。会員よりのご
 意見が多く寄せられることを願っています。(S.S)

編集委員会

- 委員長 渡利一夫(放医研 特別研究員)
 委員 今村 昌(理研名誉研究員)、菊池文誠(東海大)、
 小高正敏(東工大)、村主 進(原子力システム懇
 話会)、中村佳代子(慶応大)

放射線教育フォーラム事務局

〒105 東京都港区新橋1-18-2 明宏ビル2階
 リンクスリセウム気付 TEL 03-3503-5844
 FAX 03-3503-5843
 会長 有馬朗人
 代表総務幹事 松浦辰男
 問い合わせ先
 TEL 010-802-7274
 TEL 030-082-2832