

「放射線教育」特集号

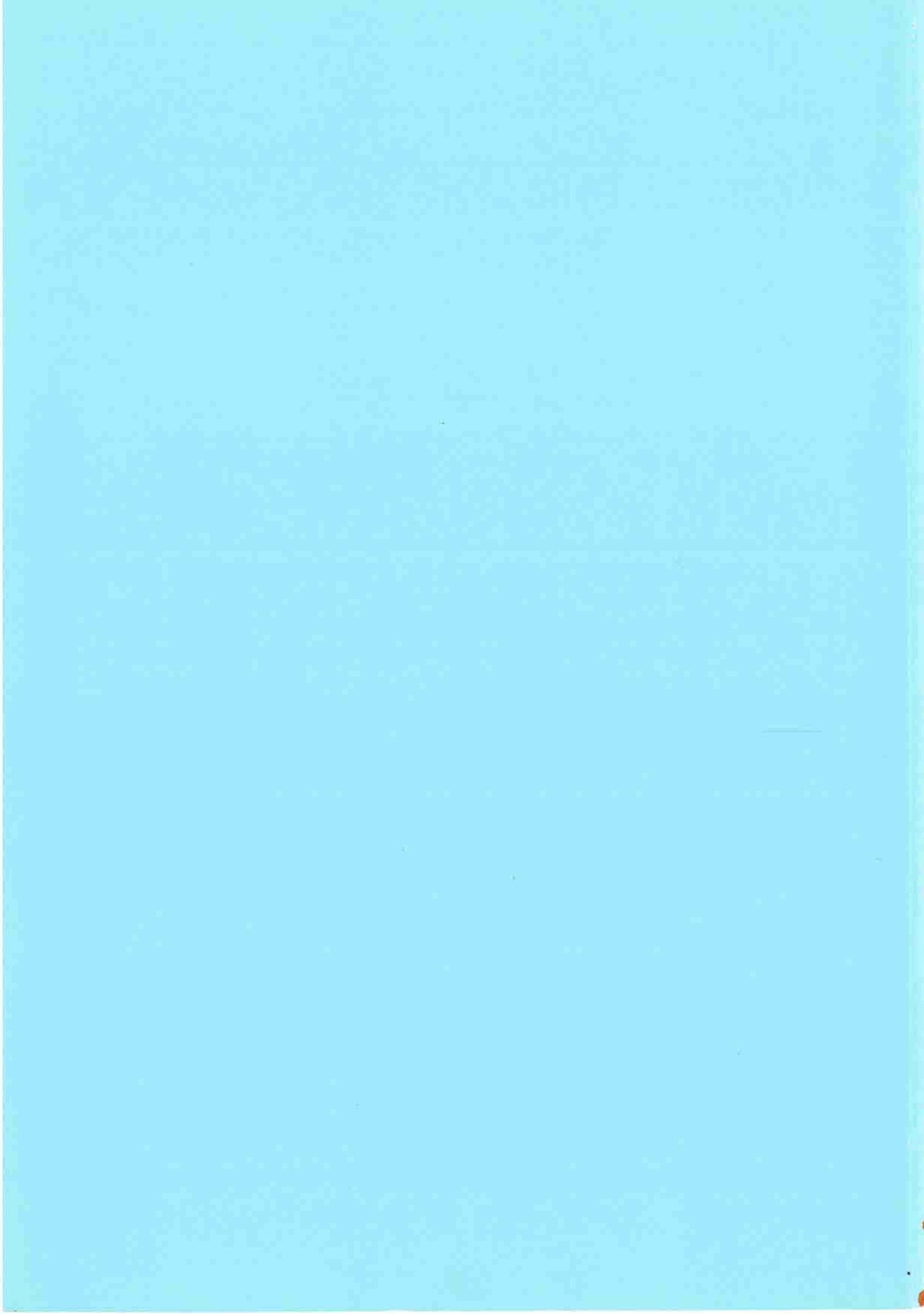
＜保存用＞
新しい世紀の放射線教育

放射線教育フォーラム2000年度の活動と
今後の展開

＜保存用＞

NPO法人放射線教育フォーラム

2001年3月



序 文

1994年4月に放射線教育フォーラムが設立されて満7年が経過した。この間、会員各位の熱心なご協力と、賛助会員諸団体の暖かいご支援により、フォーラムは着実にその実績をつみ重ねることができ、その結果として社会的信用が増し、昨年11月にはNPO法人として認証を得ることができた。また、それを待っていたかのように、2001年度からは文部科学省からの（財）放射線利用振興協会を通じての受託事業として、主に文科系の中学・高校の教員の方々にエネルギー問題や放射線の基礎を学んでいただくためのセミナーを、フォーラムが責任をもって開設することになった。

世は21世紀となり、社会のあらゆる方面で自然的な変革が起こり自発的な改革が必要となっている。そして氾濫する情報洪水の中から正しいものを見出す資質を養成する教育がますます重要なものとなっている。放射線教育フォーラムはこの社会の要請にこたえようとするものである。

ところが、社会から要請されているものは、しばしば大きな困難を伴うものが多い。しかしわれわれがこれまで歩んできた道がそうであったように、それがどのように困難に見えてもそれを避けることをせず、断固としてそれを解決して行こうとの強固な意思をもって実行することが必要であることを痛感している。大切なことは、問題の本質を見据えて、それをいかにすれば解決できるかを常に考え、目標に向かって身近なことから少しずつ解決し前進することである。

本冊子は、昨年度に引き続き、放射線教育フォーラムの活動の一つであるところの、専門委員会（ワークショップ）の年度末報告書を兼ねて、放射線教育に関連した最近の資料をまとめたものである。放射線・放射能のために悩んだり、困ったりしている多くの人々が居られる現在、それらの方々をひとりでも少なくするために正しい知識の普及をしようとしているわれわれの活動に関心のある方々にとり、本冊子が、昨年の「放射線教育フォーラム6年の歩み」と同様、多少ともお役に立つことを願っている。

2001年3月

NPO法人放射線教育フォーラム事務局
事務局長 松浦辰男

**「新しい世紀の放射線教育——
放射線教育フォーラム2000年度の活動と今後の展開」**

目 次

序文	
第1章 放射線教育フォーラムの2000年度の活動と2001年度の活動計画など	
について	1
第2章 各専門委員会報告または関連資料	5
第1節 実験教材検討委員会報告	5
第2節 教育課程検討委員会	7
(科学技術振興財団からの委託研究成果を含む)	
第3節 リスク問題検討委員会	30
「先生方のための放射線・原子力リスク」(河村正一)	
第4節 医療系教育機関における放射線教育の実態調査専門委員会報告	40
(砂屋敷 忠ほか)	
第5節 低レベル放射線影響に関する委員会関連資料	49
「低レベル放射線の健康影響と放射線防護」(金子正人)	
第6節 教科書・マスコミ報道調査委員会関連資料	56
(1) 「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」	
(松浦辰男ほか)	56
(2) 「中学校社会科地理の教科書における原子力関係の記述について」	
(関本順子ほか)	66
(3) 「劣化ウラン弾に関する新聞記事についてのコメント」	
(高木伸司ほか)	71
第3章 学校教員に対するセミナー開設について	75
第1節 「エネルギー・環境・放射線」に関する総合的学習時間のための	
セミナー開設の趣旨と標準的プログラムについて	75
第2節 「新学習指導要領「総合的な学習の時間」への期待と課題」	
(飯利雄一講演記録)	77
第3節 「「総合的な学習の時間」のエネルギー・環境教育への活用」	
(広井 禎講演記録)	80
第4章 その他教育一般・エネルギー教育・放射線教育に関する資料	82
第1節 「日本の初等・中等教育」(有馬朗人講演記録)	82
第2節 「21世紀のエネルギーと豊かさ」(山寺秀雄講演記録)	90
第3節 「原子力長計への意見」(松浦辰男発言記録)	95
付録ー1 放射線教育用ビデオ・CD-ROM・テキスト・資料などのリスト	98
ー2 フォーラム会員の2000年度の活動について(学会発表などの記録)	102
広告欄	
謝辞	

第1章

1. 放射線教育フォーラムの2000年度の活動について

NPO法人「放射線教育フォーラム」は放射線、放射能、原子力、あるいは教育の専門家の有志により1994年4月に発足し、2000年11月にNPO法人の認証を受けたボランティア組織で、放射線・エネルギー問題、原子力等の正しい知識を普及させる活動を行っている。会員数は、2001年3月15日現在で個人会員182名、団体会員は58団体である。フォーラムは、社会一般の人々が科学技術の最近の進歩の恩恵を受けているにも拘らず若い人達に「理科離れ」が見られること、また特に放射線や放射能に対して現在知識人を含む多くの方々が科学的事実以上に過剰の不安感をもっており、そのことが原子力や放射線の平和利用を大きく妨げていることに鑑みて、特に小・中・高校の学校教育において理科教育を改善し、中でも放射線・放射能の正しい知識やエネルギー・環境問題の教育を充実していただくことに重点を置いて、以下に述べるような活動をしている。

(1) 要望書の提出 学校教育における放射線教育の環境を改善するために、すでに文部省に2度、科学技術庁へ1度要望書を提出した。

(2) 専門委員会活動 学校で放射線教育を効果的に行うために、「放射線教育のための実験教材」、「放射線教育カリキュラム」、「種々のリスクに関する教育」、「医療系教育機関における放射線教育の実態調査」、「低レベル放射線影響をいかに理解し教えるか」、「教科書記述・マスコミ報道調査」の6つのテーマを専門委員会（ワークショップ）で検討して、年度末に報告書としてまとめる作業が行われている。

(3) 勉強会・公開シンポジウムの開催 全会員を対象として勉強会を開催して、放射線の最近の利用や放射線影響の最近の研究結果や、学校と社会における放射線教育を始めとして広く今後の教育の在り方など種々の話題について専門家から、また教育の実践体験を経験者に話してもらい、最新の知識と情報を習得している。この勉強会は毎年度3回（7月、11月と翌年3月）に東京で開催している。

(4) 講演会・研究会・見学会の開催 中学・高校の教員を対象にして研究会（見学会）を（年に1～2度）開催している。

(5) ニュースレターと「放射線教育」誌の発行 ニュースレターは年に3回、フォーラムの会務の報告とともに会員相互の意見の交換に活用している。すでに19号まで発行された。会誌「放射線教育」は1997年度から年に1回、すでに第3巻まで刊行された。2000年3月には、別冊として「放射線教育6年の歩み（付録：JCO事故の解説と評論）」が刊行された。

(6) 文献等の収集 「放射線教育に役立つ文献リスト」をすでに2回発行した。また「放射線教育に役立つビデオなどのリスト」も作成した（本冊子に収録）。

(7) 国際シンポジウムの開催 当フォーラムの活動を国際的規模に拡大するために、「放射線教育に関する国際シンポジウム」を1998年12月に神奈川県葉山町「湘南国際村」で開催し成功を収めた。

(8) フォーラムの運営 毎月1度定期的に行われている、現在19名からなる「理事会」または「理事連絡会」によってフォーラムが運営されている。

以上は、現在インターネットホームページで公表しているフォーラムの活動に関する情報である。昨年3月に「放射線教育フォーラム6年の歩み」を刊行した以後、この1年間の種々の行事、活動を時系列でまとめると以下ようになる。

(1) 総会・拡大幹事会・勉強会・編集委員会・専門委員会などの開催

2000年3月11日(土) 1999年度総会・シンポジウム、(科学技術館, 34名)

シンポジウムの演題と講師:

「低レベル放射線の健康影響と放射線防護」金子正人(東京電力)

「放射線の工業的利用における経済的効果」田中隆一(原研高崎研)

「これまでの放射線・原子力教育の反省」広瀬正美(兵庫教育大名誉教授)

3月16日 1999年度第11回総務幹事会(科学新聞社, 6名)

4月14日 2000年度第1回総務幹事会(原産会議室, 8名)

5月12日 2000年度第1回教育課程検討委員会(三和第一ビル, 7名)

5月27日 2000年度第2回総務幹事会(科学新聞社, 9名)

6月9日 第2回教育課程検討委員会(三和第一ビル, 8名)

6月28日 第3回総務幹事会(TEPCO銀座館, 10名)

7月5日 NPO法人化臨時総会・勉強会(大妻女子大学千代田校舎, 42名)

勉強会の演題と講師:

「21世紀のエネルギーと豊かさ」山寺秀雄(名大名誉教授)

7月24日 第3回教育課程検討委員会(科学技術館, 6名)

7月25日 第4回総務幹事会(原子力安全研究協会, 11名)

8月5日 第1回実験教材委員会(中村理化, 6名)

8月11日 第4回教育課程検討委員会(科学技術館, 8名)

9月8日 第5回総務幹事会(日本原子力産業会議, 11名)

9月29日 第3回編集委員会(東工大, 6名)

9月29日 第5回教育課程検討委員会(科学技術館, 6名)

10月7日 第2回実験教材委員会(中村理化, 7名)

10月18日 国立がんセンター見学会(築地・国立がんセンタ, 27名)

10月24日 第6回総務幹事会(虎ノ門升本ビル原産A会議室, 8名)

10月27日 第6回教育課程検討委員会(科学技術館, 6名)

11月10日 第4回編集委員会(東工大, 8名)

11月14日 第1回リスク検討委員会(虎ノ門升本ビル原産A会議室, 7名)

11月25日 第2回拡大幹事会・勉強会(虎ノ門升本ビル原産B会議室, 36名)

勉強会の演題と講師:

「『総合学習時間』のエネルギー・環境教育への活用」広井 禎(筑波大学附属高校)

「これまでの『原子力体験セミナー』における講座の実績と評価」杉 暉夫(元原研)

「自然を理解する基礎となる理科教育——人類の福祉・繁栄と地球環境」更田豊治郎

「エネルギー・環境教育の今日的課題」飯利雄一

「学校教育におけるカリキュラムのあり方について」原田忠則(広島市立観音中学)

「セミナーの教材作成に携わって」唐木 宏(元攻玉社高校)

12月2日 第4回実験教材委員会(中村理化, 6名)

12月25日 第5回リスク検討委員会(升本ビル会議室, 7名)

1月10日 教育課程検討委員会(科学技術館, 7名)

1月12日 第1回理事連絡会(升本ビル会議室, 7名)

1月22日 第6回リスク検討委員会(升本ビル会議室, 7名)

1月24日 教育課程検討委員会(科学技術館, 7名)

2月16日 第5回編集委員会(升本ビル会議室, 5名)

- 2月20日 第2回理事連絡会（升本ビル会議室，13名）
- 2月24日 第5回実験教材委員会（中村理化，6名）
- 3月10日 立教大学原子炉見学会（横須賀・立教大学原子力研究所，36名）
- 3月13日 第2回理事連絡会（升本ビル会議室，13名）
- 3月13日 教育課程検討委員会（升本ビル会議室，8名）
- 3月18日 顧問会（升本ビル会議室，9名）
- 3月18日 拡大幹事会・勉強会（升本ビル会議室，45名）

勉強会の演題と講師：

- 「エネルギーの現状と原子力発電」榎本晃章（東京電力）
- 「低レベル放射線の影響について」武部 啓（近畿大原研）
- 「Web システムを利用した放射線教育」宮澤孝治（東京家政大附属女子中・高校）
- 「高校生の意識調査」谷野裕子・村石幸正（東大教育学部附属中等教育学校）

（2）NPO法人化関係

- 8月9日 経済企画庁にNPO書類提出，受理される
- 11月22日 経済企画庁よりNPO法人としての認証書の交付を受ける
- 12月4日 NPO法人設立を東京法務局に登記
- 12月15日 NPO法人千葉支部設立を千葉地方法務局に登記

（3）「エネルギー・環境・放射線セミナー」（仮称）開催準備関係

8月3日，9月28日，11月17日，12月26日，1月19日，3月7日，3月13日に放射線利用振興協会担当者と打合せを行った。

- 2月17日 第1回準備委員会（航空会館，18名）
- 3月17日 第2回準備委員会（航空会館，16名）

（4）事務所移転関係

2000年9月25日 フォーラム事務局の住所を西新橋1丁目三和第一ビル5階から虎ノ門1丁目升本ビル2階に移転した。

2. 2001年度の活動計画と今後の運営、将来計画（一部は試案）について

2001年度においては、2000年度の活動を継続させるほか、大きな事業が開始される。それは文部科学省の主催による、主に文科系の中学・高校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」（仮称）の開設を（財）放射線利用振興協会に協力して開催することである。（これに関する詳細は第3章で述べる。）

（1）勉強会は6月、11月、3月に、6月は総会と同時にあとの2回は拡大幹事会と同時に開催する。

（2）研究会（主に会員のうち学校教員を対象）は8月に施設見学会として、あと1回は原子炉の見学会として開催する。

（3）一般市民向けの公開シンポジウムを開催することを計画する。

（4）ニュースレターは年3回、放射線教育誌は1回、同別冊を（専門委員会報告書を含めて）年度末に1回発行する予定。

（5）専門委員会（ワークショップ）は2000年度と同様に、「実験教材」「教育課程」「リスク問題」「医療系教育機関の実態調査」「低レベル放射線影響」「教科書記述・マスコミ報道」の6種について年度末に報告書（又は教育用テキスト）を刊行することを目標に活動する。この活動は、できれば公的な補助金のような支援があることが望ましいので、そ

の方向への努力を継続する。

(6) フォーラムの運営のために理事会（または理事連絡会）を1年に11回開催する。

(7) フォーラムの活動に関する広報は、今後できるだけインターネットのホームページを利用する。<http://www.ref.or.jp>

(8) 上記の公的助成による、主に文科系学校教員を対象とする「エネルギー・環境・放射線セミナー」（仮称）の開催は理事会内に設置する「セミナー実行本部」と、2001年度に全国10ヶ所（札幌・仙台・茨城・千葉・静岡・名古屋・石川・大阪・福岡・東京）でセミナーを開催するための地区世話人代表で（放射線利用振興協会と協同で）セミナー実行委員会を構成し、ここでプログラムや講師、開催時期などを決定する。セミナー実行委員会は1年に少なくとも3度東京でミーティングを開催する。これはこのセミナーを効率的に実施する方法を検討し、情報交換を行うためのものである。セミナーの実施にあたっての必要な費用のうち開催準備のための人件費は、放射線利用振興協会との役務契約に基づいて公的資金が交付されるが、その経理についてはフォーラムの本来の活動の予算とは独立した形で運営する方針である。

(9) セミナーは2001年度は期待されている成果（地方9箇所それぞれで受講者60名ずつ、東京は210名で、合計750人集める）を達成し、その実績に基づき次年度以降も継続させたい。これを2001年度から3年間、全国各地で実施した後、2004年8月に長崎において、第2回目の「放射線教育に関する国際シンポジウム」を開催することにつなげたい。

(10)（これは以下(11)とともにまだ試案の段階であるが）このセミナーをフォーラムの責任において支障なく運営する目的で、フォーラム内に放射線教育に関連する事業を行うことを目的とする「放射線教育研究所」（仮称）の組織を作り、そのスタッフはさしあたりは会長以下フォーラムの役員とほぼ重複するものとし、セミナーの講師となり、あるいはその開催の世話をする。所員は研究所の事業への貢献に対し、報酬を受けることができるものとする。研究所の所員とNPO法人の会員と違う点は、NPO法人は会費さえ払えば誰でも入会・退会は自由であって、平等にその権利・義務を行使できるのであるが、研究所の所員は例えば今度の教員を対象とするセミナーの講師となりうるような、ある資格を有するものとする。

(11) 将来計画として、この研究所を財団法人あるいは社団法人のような公益法人とし、その機能としては、セミナーの実施のほか、放射線教育のみならず理科教育をはじめ学校教員の資質向上のために学校教員を再教育するための教育課程や教育技術を調査研究したり、あるいはさらに学校教員のみならず広く社会人に放射線や原子力・エネルギー問題の基礎を教育して、例えば「放射線教育士」として認定する機能をもたせることなども検討する価値があるのではないかと考えている。

(12) もちろん、NPO法人フォーラムの本来の活動を活発化するために、必要な資金の確保は必須である。ボランティア団体とはいえ、組織の活動に積極的に貢献した会員が、その個人的経済的負担をできるだけ減らし、できれば適切な報酬が受けられることができることが望ましい。したがって、従来同様、フォーラムの組織の財政的収支の健全化を図る努力を続ける。また、熱意のある役員の学識経験や能力を十分に発揮してフォーラムの業務に積極的に協力をしていただけるよう、役員（理事・幹事など）の選任とその業務分担にあたっては、適材適所の精神が生かされることが望ましい。そして、会員誰でもがフォーラムの活動を通じて社会に奉仕することに生きがいを見出せるような、理想的な非営利活動組織のあり方を常に模索して行きたい。

（文責：松浦辰男）

第2章 第1節

実験教材検討委員会報告

今年度、本委員会は5回の会合を開き、前年度に引き続き実験テキストの編集作業を進めた。
また、全国各地で見つかったモナザイトの有効利用を図るため、研究チームを発足させた。
今年度の委員および執筆協力者は次の通りである。

委員長	菊池文誠	東海大学
委員	堀内公子	大妻女子大学
	谷本清四郎	武蔵工大付属高校
	北村俊樹	都立高島平高校
	村石幸正	東大教育学部附属中等教育学校
	隈元芳一	放医研
	内田雅也	中村理科工業（株）
	三門正吾	千葉県立鎌ヶ谷西高校
	中村清宣	放射線計測協会
	中村真基	東海大学
執筆協力者	久保田信夫	立花学園高校
	吉田芳和	元（財）放射線計測協会
	朝野武美	大阪府立大学

（1）放射線実験テキスト編集計画

【書名】

（仮称）実験による放射線教育入門

【基本方針】

- ① 高校の先生を主な読者と想定し、授業や課題研究に役立つものとする。
- ② 実験だけでなく放射線に関する基礎的事項も幅広く盛り込む。
- ③ 本委員会が編集委員会となり、委員が分担執筆する。委員以外に執筆を依頼することもある。
- ④ 原稿は複数の他委員が査読する。
- ⑤ 急がず時間をかけて良いものを作る。

【内容】

（題目）	（執筆担当者）
① 放射線教育の必要性	菊池、村石
② 放射線の基礎 （原子、原子核、放射能、放射線、単位、生体に及ぼす影響、法令など）	菊池、堀内、隈元
③ 放射線の測定および測定器	隈元、
④ ガイガーカウンターの製作 I	三門
⑤ ガイガーカウンターの製作 II	北村
⑥ 霧箱の製作（ドライアイス方式）	菊池
⑦ 「はかるくん」を用いた実験	中村（清）、村石

- | | |
|--------------------------------------|----------|
| ⑧ ラドン娘核種の測定 | 朝野 |
| ⑨ アルゴン-カリウムジェネレータ | 菊池、谷本 |
| ⑩ パソコンを用いた計測 | 北村、久保田 |
| ⑪ 化学実験 | 堀内、谷本 |
| ⑫ 生物実験 | 堀内 |
| ⑬ 市販の実験装置 | 内田 |
| ⑭ サイコロを用いた原子核崩壊のシミュレーション | 菊池 |
| ⑮ 参考文献リスト | 三門、村石、堀内 |
| (単行本、物理教育学会誌、化学と教育、物理教育通信、理化学協会報告など) | |
| インターネットで得られる情報 | 北村、久保田 |
| その他 コラム(うめくさ)、付録(資料、データなど)。 | |

(2) モナザイト利用計画

放射線教育において、目に見えない放射線を理解するためには測定をすることがもっとも有効な手段である。しかし、放射性物質の使用に当たって法律の厳しい規制がある。また、市販の線源はきわめて高価である。このため高校などでは放射線の実験はほとんどなされていない。ところが昨年各地で見つかった大量のモナザイトは利用方法によっては技術的に全く安全で法的にも規制されることなく、教育現場で有効な線源として活用できる。このモナザイトについての特性と大学および高校レベルでの実験の具体例について調査することが目的である。

【研究チームの編成】

菊池文誠 (東海大学理学部)
 堀内公子 (大妻女子大学情報社会学部)
 村石幸正 (東京) 大学教育学部附属中・高等学校)
 横田繁昭 (東海大学放射線管理センター)

【実験内容】

高校レベル

容器に砂を入れ、線源として吸収および逆2乗法則

霧箱に ^{220}Rn ガスを入れ、飛跡を写真撮影し、その減少から ^{220}Rn 半減期を求める。

備長炭にラドンガスを吸着させ、娘核種の ^{212}Pb の半減期測定

大学レベル

Ge半導体検出器によるガンマ線計測

液体シンチレーションカウンターによるアルファ線およびベータ線の計測

静電捕集法によるラドン娘核種の捕集とシリコン半導体検出器によるアルファ線計測および ^{212}Pb の半減期測定。

【研究成果の活用方法】

7月に開かれる「理工学における放射線・同位元素研究発表会」で口頭およびポスター(演示実験を含む)発表を行う。それとともに、成果をまとめて放射線教育フォーラムとして文部科学大臣に提出することを検討中の「教育用放射線源としてモナザイトの有効利用についての要望書」の添付資料とする。

第2章 第2節

教育課程検討委員会

本委員会の沿革と本年度の活動

本委員会は、1998年8月に発足し、本年は3年目を迎えている。

初年度(1998年)は、その年の12月に日本で開催された「放射線教育に関する国際シンポジウム」で、日本の放射線教育の実状を報告し、その課題を明らかにすることに努めた[文献1]。

2年目(1999年)は、2003年から高校理科に設置される科目「理科総合A」を当面の舞台として、そこでどのように放射線を取り扱えるかの検討をはじめた。ところが、その年の9月にJCO事故が起こり、放射線に対する生徒たちの反応などが見えてきた。そこで、この事故から、多くの人たちは、放射線についてどう見ているのか、何を知りたがっているのかなどを調査した。また、これを受けて、教育の場で放射線をどう扱ったら良いのかの検討をはじめた[文献2]。そして、本年が3年目である。

委員は、現在次の8名である。飯利雄一（日本原子力産業会議）、西尾信一（埼玉県立上尾東高校）、広井禎（委員長／筑波大学附属高校）、松浦辰男（立教大学名誉教授）、三門正吾（千葉県立鎌ヶ谷西高校）、宮澤弘二（東京家政大学附属女子中高）、村石幸正（東京大学教育学部附属中等教育学校）、渡部智博（幹事／立教新座中高）。

本年は、その前の2カ年の活動をふまえ、中学や高校で放射線教育をどのように展開できるかを検討することになった。まず、中学・高校に所属する委員が本委員会に素案を提出し、それについて検討していくことから始めた。

委員会は5月12日（金）、6月9日（金）、9月29日（金）、3月13日（火）に開かれ、各委員の素案をいろいろな観点から検討した。このころ、日本科学技術振興財団から、高校生による放射線環境の測定活動などについての研究プロジェクトへの参加の打診があり、並行して検討することになった。10月27日（金）、11月17日（金）、1月10日（水）、1月24日（水）の委員会は、主として日本科学技術振興財団からのテーマの検討にあてた。

本年度の活動の概要は上記の通りであった。

次に、（1）各委員から提案された素案の概要と、（2）高校生による放射線環境の測定活動について報告する。尚、（1）では、展開案Aは高校で初めて学ぶ段階の教育、展開案Bは高校の物理教育、展開案Cは高校物理と専門外の教員の教育、展開案Dは市民講座と高校教育、展開案Eは放射線教育の基礎としてのエネルギー教育、そして展開案Fは自然放射線の測定事例について述べる。（2）は、展開案Fのような測定をもとにして検討した「エネルギー・環境問題総合教育用地理情報データWebシステムの構築と活用」について記す。

参考文献

- 1) 広井禎, 村石幸正, 三門正吾, 渡部智博, “放射線教育カリキュラムの課題と現状,” Tadashi Hiroi, Yukimasa Muraishi, Shogo Mikado, and Tomohiro Watanabe, “ISRE98 Proceedings of International Symposium on Radiation Education” Japan Atomic Energy Research Institute, p.347-p.354 (1999).
- 2) 広井禎他, 「放射線教育」特集号 放射線教育フォーラム6年の歩み, p.52-p.61 (2000).

1. はじめに

原子力発電推進に賛成であれ、反対であれ、自然放射線があり、また、原子核からのエネルギー放出があるという事実は広く知ってもらいたい。この場合、すぐ考えられるのは、例えば物理などで原子核を扱う、その一環として核から放出される放射線やエネルギーを扱うという案である。また、検出器などで、自然放射線を検出することから始めるという案である。これらの案には利点が多い。その利点は、どちらかというところ、研究者から見たとき、教員から見たときの利点で、生徒たちから見たときの利点ではないところに課題がある。かなりの生徒たちは、原子核や自然放射線に関心をもっていない。

そこで、もう少し生徒たちが関心をもって放射線などに取り組んでももらえる手順はないかを考えた。その一つの案が、停電からスタートする案である。生徒たちが停電に強い関心をもっているとは言いがたいが、その教材の重要性は認めてもらえるのではないだろうか。

さて、ここで提案してみたい展開案の対象は中学卒業者としたい。すなわち、エネルギーという言葉は聞いているが、高校物理で定義するようには知っていないくらいのところである。従来、高校物理などでエネルギーを扱うと、初めの段階で力学的エネルギーが登場し、それから熱や電気という展開が多い。力学的エネルギーのところでは保存が登場し、その辺で凝った演習問題などを解いたりすると、そこで疲れ切ってしまう。生徒たちがなにげなくもっている「エネルギーは使えばなくなる」ということの矛盾も感じないまま（感じてまかなぐりすてて）、次のテーマに進んでいく。

このような課題意識のもとに、次のような展開案を考えた[文献 1]。

2. 展開案

(1) まず、いま停電が起こって、それが半日、一日と続いたらどうなるかを話し合う（いま私たちの生活が、いかに電気の恩恵に浴しているかがわかるのではないか）(2) 発電所では、どのようにして電気を起こしているかを調べる（ここで、はっきり定義されていなくてもエネルギーという語が飛び交うことを期待している）(3) 「省エネ」について話し合う（唐突に思われるかも知れないが、電気をつくり出す「大変さ」と、電気を使う「簡単さ」を確認させたい。人が活用できるエネルギーは、そんなに簡単には手に入らないことを確認させたい）(4) 火力発電と原子力発電とを比較する（水力発電の水車を回すメカニズムはわかるので、火力と原子力についてタービンを回すまでのプロセスを調べる。火力は原子レベルの酸化反応であり、原子力は原子核レベルの反応であること、原子1個あたりのエネルギー放出量に百万倍程度の差があること、などを知ってほしい。）(5) 放射線について調べる（核反応によるエネルギー放出量は、化学反応に比べて桁外れに大きい。放射線もだす。その放射線を簡易な検出器で検出する。また、放射線にはどんな性質があるかを調べる）(6) 原子力発電と自動車を比べる（原子力発電には優れたところと、慎重を要するところがある。この課題を自動車の便利ではあるが交通事故があることなどと組み合わせて検討する[文献 2])

参考文献

1) この展開案（前半）にもとづき、次の講座の原稿を書いた。

広井「はじめてのエネルギー講座」第1回、第2回、ENERGY FUTURE, NO.3-NO.4 (2000)。

2) 渡部智博、「放射線教育」特集号 放射線教育フォーラム6年の歩み, p.61 (2000)。

展開案 B 村石幸正 高校の物理教育

高校の物理で行う放射線の授業の展開方法を4つのモジュールに分けた。次に、生徒による調査活動として、放射線量の概算を行わせる手順を記す。

1. モジュール例

A. 学校・自宅での放射線測定 実験

「はかるくん」による身近な自然放射線の測定

B. 放射線の種類、性質 実験、講義

霧箱の観察実験

プリントによる講義

C. 放射線の影響 講義、調査

プリントによる講義

視聴覚教材(VTR など)による学習

資料などを用いた調査

D. 放射線の利用 講義（または見学）

プリントによる講義

資料などを用いた調査

視聴覚教材(VTR など)による学習

研究施設・病院などの見学

2. 放射線量の概算

基礎的なデータに基づき、生徒自身が1年間に受ける放射線量を概算させる手続きを述べる。

2. 1 住環境

「はかるくん」による自然放射線の測定データ（表 1.1, 表 1.2）[文献 1]から、日本国内の屋外と屋内の平均値を求めた。この結果から、屋外は 0.43 mSv/y、屋内は 0.37 mSv/y とする。

表 1.1 「はかるくん」による自然放射線（平成2～10年度）

都道府県別（屋外）	放射線量[μ Sv/h]	放射線量[mSv/y]
平均	0.042	0.370
標準偏差	0.007	0.063

表 1.2 「はかるくん」による自然放射線（平成2～10年度）

都道府県別（屋内）	放射線量[μ Sv/h]	放射線量[mSv/y]
平均	0.049	0.426
標準偏差	0.007	0.061

次に、標高による補正データを表 2、並びに図 1 に示す。

表 2 標高による補正值

標高[m]	補正值[mSv/y]
300	0.02
600	0.05
900	0.09
1200	0.15
1500	0.21
1800	0.29
2100	0.40
2400	0.53
2700	0.70

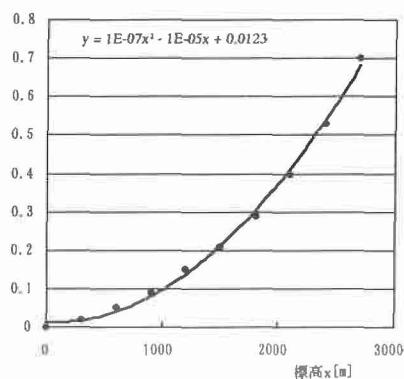


図 1 放射線量の標高による補正值

2. 2 計算

2. 1 節で述べた「住環境」，そして「食生活」，「生活条件」，「原子力発電所との関係」に分け，概算に必要なデータを表 3 に記す．表 3 にもとづくと，1 年間に受けている放射線量を概算できる．

表 3 放射線量の概算

条件	項目		放射線量
住環境	屋外		0.37 [mSv/y]
	屋内		0.43 [mSv/y]
	標高	<u>h</u> m	$10^{-7} \times h^2 - 10^{-5} \times h + 0.0123$ [mSv/y]
食生活	飲食物		0.04 [mSv/y]
	核実験（放射性物質降下 fall out）		
生活条件	胸部 X 線撮影	<u> </u> 回	0.065 [mSv/回]
	腹部 X 線撮影	<u> </u> 回	2.0 [mSv/回]
	その他の X 線撮影	<u> </u> 回	0.32 [mSv/回]
	放射性医薬品	<u> </u> 回	0.30 [mSv/回]
	ジェット機による旅行	<u> </u> 回	0.005 [mSv/回]
	テレビ鑑賞	<u> </u> h	0.0015 [mSv/h]
原子力発電所	原子力発電所	<u> </u> h	0.002 [mSv/h]
	原子力発電所から 1.6km 以内	<u> </u> h	0.0002 [mSv/h]
	原子力発電所から 8km 以内	<u> </u> h	0.00002[mSv/h]
	原子力発電所から 8km 以上	<u> </u> h	0 [mSv/h]
合計	1 年間に受けている放射線量		[mSv]

3. まとめ

1 人当たり年間被ばく平均線量は、表 4 であることが知られている。2. 2 節にしたがって計算させた値と、表 4、表 5 と比較させると良い。尚、「原爆被爆者のがんの疫学調査から、高線量率放射線照射でのリスクは 0.2 Sv 以上では一応直線的に増加するとしても問題は無い。しかしながら、現行の安全基準が問題にしている 1~10 mSv という極低線量域においても、この直線性が成立するか否かについては、未だに研究者の間での合意は成立していない」、また、「明かなことと断言しうるのは、低線量放射線が安全でありさらに健康にとって有益であるという議論は、いかなる低線量でも危険であるという議論と同じ程度に、基礎研究において認知されたものではない」[文献 3]とされている。

表 4 1 人当たりの年間被ばく平均線量[文献 2]

	被ばく線量[mSv]	全体に占める割合[%]
総計	2.00	100
自然放射線源	1.74	87
地中や周辺ラドン	0.64	32
大地・建物からのγ線	0.38	19
体内放射性物質	0.34	17
宇宙線による	0.28	14
地中や周辺トロン	0.10	5
人工放射線源	0.26	13
医療行為	0.23	11.5
核実験の降下物	0.01	0.5
雑線源（夜行塗料他）	0.01	0.5
放射線職業	0.008	0.4
原子力施設の放出物	0.002	0.1

1984 年の英国の例。J.S.Hughes,G.C.Robert による

表 5 放射線量とその影響[文献 2]

～ 250 mSv まで	ほとんど臨床的症狀が起こらない。
～ 500 mSv 以上	個人差はあるが、以下の症狀が表れ始める。
～1000 mSv 以上	吐き気。全身倦怠。リンパ球減少。めまい、脱毛。
～2000 mSv 以上	長期白血球減少を起こし、5%ぐらいの死亡率。
～7000 mSv 以上	致死量線といわれ、死亡率は 100%になる。

参考文献

- 1) 科学技術庁，（財）放射線計測協会，「はかるくん」による自然放射線測定結果（平成 2～10 年度）。
- 2) 森内和之，「放射線ものがたり」裳華房，p.188, p.190 (1996)。
- 3) 丹羽太貫，エネルギーレビュー，9 月号，p.12-p.15 (2000)。

高校教育の放射線と放射能に関する物理の授業のモジュール案を記す。

1. モジュール

表 1 にしたがって、授業を進める。

表 1 概要

到達目標	核燃料工場の事故に関連する放射線・放射能・原子力の基礎を理解する。とくに放射線が自然にも存在することを知り、放射線被ばくの影響について概要を理解する。
実施時数	1～2 単位時間（1 単位時間=50 分）
内容	放射線，放射能，核分裂，放射線の人体に対する影響
教材・教具	γ 線サーベイメーター，硫酸カリウム（肥料），ランタン用マントル（ユニフレーム製）

2. 展開

太字は板書事項，細字は説明や活動とする。

導入 新聞記事の提示（事故翌日 1999/10/01 の各紙[文献 2]など）

放射線

放射線から出るもの α 線， β 線， γ 線，中性子線

レントゲン装置から出るもの X 線

放射線とは文字通り「放射される線」のことで，非常に強いエネルギーをもった光線のようなものである。

中性子線は通常の放射性物質からは出ないが，今回の事故では事故現場から出た。

α 線は紙 1 枚で止まり， β 線はアルミ板で止まる。しかし， γ 線は厚い鉛の板でも完全に止めることはできない。また，中性子線は鉛の板でも，パラフィンブロックなどの水素の多いもので止めることができる。（参考資料「放射線と生命活動」[文献 1]を一人一冊配布して参照させる）

臨界 ウラン 235 原子核に中性子が当たり，核分裂してとても大きなエネルギーと中性子が 2～3 個出ることが自動的に持続する状態。

木，金属，プラスチックから私たちの体や目に見えない空気まで，すべての物質は原子という極めて小さいものからできている。世の中にある物質は多様だが，それらをつくる原子は物質ごとに無数にあるのではなく，自然界に 110 種類しかない。最も簡単で軽い原子は水素で，最も複雑で重い原子はウランである。原子は英語では atom というが，これはもともとギリシア語の「もうこれ以上分けられないもの」という意味の言葉である。しかし，現在ではこの原子にはさらに構造があり，中心の原子核とその周りを回る電子とに分けられることがわかっている。

1 回の核分裂で出るエネルギーは，1 回の化学反応で出るエネルギーの 100 万倍ほどにもなる。

中性子は他の原子核を分裂させたり，当たった物質を放射性物質に変えたりするはたらきがある。

核分裂して出た中性子がまた別のウラン 235 原子核に当たってどんどん核分裂が続けて起こるには、ある程度のウラン 235 が必要なので、ウラン 235 が集まらないと臨界にはならない。今回の事故では、いい加減な作業によってウラン 235 を集めてしまったために臨界になった。

原子力発電所の原子炉の中では、ウラン燃料は常に臨界になっている。臨界自体が恐ろしいことではなく、今回の事故は臨界になってはいけない場所で臨界になってしまった点が問題なのである。

放射能 放射線を出す能力

テレビや雑誌などのマスコミでは、「放射能をもった物質」、すなわち放射性物質の意味で用いられることも多い。たとえば、原爆投下後に降った放射性物質を含んだ黒い雨を「放射能の雨」と言ったり、原子力施設からの事故による放射性物質の放出を「放射能漏れ」と言ったりする。

今回の事故では大量に「放射線漏れ」が起こった。「放射能漏れ」は起こっているが、量的には少なかった。

放射線被ばく

自然 1 年に 1mSv（ミリシーベルト）程度

医療 胸のレントゲン検査 1 回で約 0.3mSv

今回の事故 作業員の最大被ばく量は 17Sv(=17000mSv)

放射線を浴びることを「被ばくする」という。被ばくは「被曝」と書くが、この「曝」は「曝（さら）される」という意味である。「被爆」と書くのは間違い。「原爆の被爆」という表現はあるが、この「被爆」は「爆弾を受ける」こと。

Sv は放射線の被ばく量の単位。シーベルトという人の名前をとっているの、大文字から始まる単位記号になっている。mSv は Sv の 1/1000。

放射線は特別なものではなく、目に見えないだけで私達がふだん浴びている。

太陽などが放射線を出すので、宇宙から放射線がやってきており、「宇宙線」という。高いところほど宇宙線は強くなり、高度 20,000 m を飛ぶ超音速旅客機では地上の 100 倍以上になる[文献 1]。

岩石の中には花崗岩のように放射性物質を多く含んだものがあるため、大地から放射線がやってくる。大地からの放射線は場所によって異なり、日本では関東よりも関西の方が多い。世界の中ではかなり放射性物質が多い土地もある。また、トンネルの中では周りすべてから大地の放射線を浴びるので放射線は比較的強くなる。

空気の中には微量だが放射性物質のガスやちりがあるので、呼吸でそれらを吸い込んで被曝する。また、食物の中にもカリウム 40 などの放射性物質が微量に含まれているので、それらを食べることによって被曝する。そして、私達の体は食べたものを材料としてつくられるので、筋肉などの中にも放射性物質が存在する。

レントゲン検査は、どのような撮影を何回するかや撮影の技術でかなり被曝量が異なる。今は技術の進歩でもっと被曝量が減っているようであるが、病院による差も大きいと言われている。

これらの微量な放射線の危険性（リスク）はそれほど高いものではないが、今回の事故で作業員が浴びた放射線はけた違いに大きく危険なものである。

(演示) 自然放射線・身のまわりの放射性物質の存在確認

- (1) γ 線サーベイメータによるバックグラウンドの測定
- (2) 硫酸カリウム（肥料）の袋の表面の線量を測定→1.5 倍ほど。
- (3) ランタン用マンツルの袋の表面の線量を測定→10 倍以上
- (2), (3)は、紙袋に入れて中身を隠して測定し、後から種明かしをする。

被ばくのパターンと防護の知識

体外に放射線源がある場合

透過力の強い放射線（ γ 線、中性子線）が問題

浴びる時間を短くする、放射線源から離れる、コンクリートなどでさえぎる

体内に放射性物質を取り込む場合

透過力の弱い放射線（ α 線、 β 線）が問題

放射性物質を吸い込まない、体についたものは洗い流す、水や農作物の汚染に注意する。

放射線のリスクは浴びた量と浴び方で決まる。浴び方は、レントゲン検査を受けるような場合と、放射性物質で汚染された食物を食べるような場合の大きく2つに分けられる。

ものを通り抜ける力が弱い放射線は、体外から当たっても空気や皮膚で止まってしまうのであまり大きな影響がないが、それを出す放射性物質がいったん体の中に入ってしまうと、その周りの細胞だけに集中して影響を及ぼすことになる。

今回の事故で事故現場から半径 350 m 以内の住民が避難させられた理由は、建物の壁を通り抜けてやってくる透過力の強い中性子線などの被曝を避けるためである。

今回の事故で事故現場から半径 10 km 以内の住民に対して「家に入り窓を閉める」という勧告が出された理由は、放出された放射性物質はガスやちりのようなものなので、それらをなるべく吸い込んだり体につけないためである。ただ、結果的にはあまり放射性物質は出ていなかったもので、このような退避は必要なかったと言われている。また、事故 2 日後の 10/2 の夕方には、政府が農畜水産物の安全宣言を出している。

被ばくの影響

本人 急性障害（嘔吐、下痢、脱毛など）、晩発性障害（ガン、白血病など）

子や孫 遺伝的障害

放射線被曝で影響が起こるのは、放射線はものを通り抜ける力があり、人体を通ると細胞の DNA を傷つけるからである。

今回の事故で、作業員が吐いたり意識がもうろうとしていたのは急性障害で、あの人たちは助かったとしてもガンや白血病になる危険がある。

卵巣や精巣などの生殖細胞に被曝すると、子や孫に奇形や遺伝病が現れる危険が高まる。ただし、これは動物実験に基づくもので、人間については本当に障害が現れるかどうか確認されていない。原爆被爆者の子孫についても、影響は表れていない。

放射線の危険度（リスク）

急性障害

200 mSv 以下 障害なし

1000 mSv 嘔吐，リンパ球の著しい減少

7000 mSv 100%死亡

晩発性障害の確率

発ガン 1 mSv で 10 万分の 5

遺伝的障害 1 mSv で 10 万分の 1

放射線を被曝しても，痛くもかゆくもない．よほど大量の放射線を浴びない限り，浴びてすぐ現れる影響はない．ただ，浴びてもわからないし目に見えないので，火や劇薬の危険よりもやっかいであると言える．

今回の作業員の被曝量はかなり大きく，命を失っても十分おかしくない．

晩発性障害は，確率的に現れる．つまり，タバコを吸ったからといって全員がガンになるのではなく，ガンになる危険が高まるというのと同じである．ここであげた確率は絶対的なものではなく，あくまで目安である．ただ，タバコのリスクなどと比べると，レントゲン検査で浴びる 1 mSv 程度の被曝のリスクはそれほど高いとは言えないだろう．

展開案 C-2 西尾信一 専門外の教員の教育

テキストの構成案

仮想対象 専門外の教員（小学校を含む）

位置づけ 総合的な学習の時間，保健，社会科，平和学習などの指導資料

備考 大項目だけでも独立して扱えるように配慮する

（1）レントゲン

X 線写真の原理 放射線の透過作用と電離作用

放射線の人体に対する影響（確率的影响とリスクを中心に）

（2）自然放射線

「はかるくん」などによる実験（バックグラウンド，カリウム，空気中の塵）

放射線の種類

放射能

（3）原子爆弾

原爆の被害状況（写真，ビデオなど）

放射線の人体に対する影響（確率的影响を中心に）

（4）原子力発電

原子力発電所の状況（エネルギー供給割合，事故の例など）

原子力発電所の原理（火力との比較）

原子力発電所の課題（大事故の可能性と放射性廃棄物の処理）

放射能の半減期

参考文献

1) 「放射線と生命活動」原子力環境整備センター

2) 臨界事故の新聞記事（タイトルのみ） 1999/10/01 の新聞記事

(A)朝日新聞 「大丈夫か」 加工施設持つ熊取町には電話も 臨界事故 【大阪】；プルサーマル用MOX燃料、関電高浜原発に到着 【大阪】；高浜町、プルサーマルに不安 東海村臨界事故 【大阪】；生活は…おののく住民 専門家に対策を聞く 核燃工場事故【大阪】；JCO、日常的に違反の可能性 判断ミスでなく意識的？ 臨界事故；同時に複数の警報音 JCO、現場特定に手間取る 東海村臨界事故；私も被ばく？不安の列 放射線測定に次々 茨城・東海村臨界事故；バケツ使いずさん手作業 JCO、申し訳ない連発 東海村臨界事故；「青い光」チェレンコフ光、目の水晶体で反応？ 東海村の臨界事故；全勤務者健診をJCOに指示 茨城労働基準局長 東海村・臨界事故；ウラン注入、手作業で JCO、人為ミス認める 東海村臨界事故；放射線の中徹夜作業 核分裂防止へ冷却水抜き取り 東海村臨界事故；被ばく者、計49人に 東海村臨界事故；臨界状態は「一応終息」 国内最悪の「レベル4」 東海村臨界事故；見えぬ恐怖刻々拡大、突然襲った青い光 茨城・東海村臨界事故；民間施設、想定外の惨事 茨城・東海村で臨界事故（時時刻刻）；ウラン投入所定の7倍 軽水炉用と勘違い？ 核燃料工場・臨界事故。

(B)毎日新聞 県民の不安につながるー茨城・東海村ウラン被ばく事故 /青森。

(C) 東京読売新聞 茨城・東海村の臨界事故 放射能不安、住民覆う 「逃げる場所もない」；東海村臨界事故でJCO社長が土下座し謝罪；臨界事故の瞬間「青い光」 大量被ばく作業員語る おう吐、意識障害も；茨城・東海村の臨界事故 野中官房長官談話の要旨；茨城・東海村の臨界事故ドキュメント＝9月30日；茨城・東海村の臨界事故 資源エネルギー庁が情報センターを設置；茨城・東海村の臨界事故 原子力政策影響も 広瀬通産次官が懸念；茨城・東海村の臨界事故 早急な対応を政府に求める 野党各党が見解；自公協議より臨界事故対策 政権協議中断、内閣改造人事決着に影響；〔社説〕核燃事故の原因を徹底解明せよ；東海村臨界事故 手薄だった防護対策 民間施設、反応制御の装置欠く；東海村臨界事故 政府の対応遅れ目立つ 対策本部、発生10時間後に設置；東海村臨界事故 通報は事故1時間後 核燃工場、地元との協定を逸脱；東海村臨界事故 政府が首相官邸に対策本部；東海村臨界事故 橋本・茨城知事、自衛隊に災害派遣を要請；茨城・東海村の核燃工場、国内初の臨界事故 半径10キロ、31万人が屋内退避；東海村の臨界事故 人為的事故の可能性 JCO親会社社長が経団連会館で会見；臨界事故 ヘリから見た茨城・東海村周辺 窓を閉め切る家々；茨城・東海村の臨界事故 休業、休校、暮らしマヒ 避難施設で眠れぬ一夜；茨城・東海村の臨界事故 無人の通り、不気味な朝 臨界抑止へ徹夜の作業；茨城・東海村の臨界事故 被ばく2作業員、症状やや改善；核燃料加工や再処理施設で点検や対策 他の7か所、東海村の臨界事故受け；東海村の臨界事故ドキュメント＝9月30日・10月1日；東海村の臨界事故 国内最悪「レベル4」 科技庁が評価暫定値；東海村の臨界事故 「調査中」繰り返す会社 硝酸ウラン規定量の数倍、手動で；東海村臨界事故 「規定手順守らず」 会社側認める；東海村核燃事故 臨界反応は終息 被ばく者は69人に 住民31万人の退避続く。

(D)日本経済新聞 <図表>沈殿槽の冷却水抜き作業の概念図。；米、臨界事故で支援声明——米ロ、合同チーム派遣検討。；円、105円台前半に続伸——債券は模様眺めで小動き（外為・金融）；<図表>通常の手順、事故時の作業。；東海村事故、臨界状態は終息、放射線ゼロに——被ばく49人、屋内退避続く。；東海村臨界事故、退避の街動き止まる——中性子ゼロに安ど、村長らの表情、一瞬緩む。；東海村臨界事故——茨城県知事「バカにしている」、加工会社、清掃容器で溶液移す。；東海村臨界事故——住友金属鉱山社長会見、自治体への通報「問題なかった」。；東海村臨界事故——東海村長、「事故は想定外」。；東海村臨界事故、「人災」の影、生活覆う——道・鉄道人通り閑散、常磐道は通行再開。；東海村臨界事故、「人災」の影、生活覆う——住民、買い物もままならず。；東海村臨界事故、臨界脱出、徹夜の作業、放射線の中1人数分、ハンマー使い配管破壊。；東海村臨界事故——電事連、放射線測定など支援に564人派遣。；MOX輸送船、高浜原発に到着——臨界事故直後、住民ら不安の声。；東海村臨界事故——茨城県の派遣要請受け、除染作業へ自衛隊準備。；東海村臨界事故——重症2人や回復、作業員ら治療続く。；NY債券が急反発（海外金融）；30日のNY外為市場の円相場は5日ぶりの上昇（海外外為）；臨界事故——官房長官、「内閣改造は週明け」。；臨界事故——企画庁長官、経済への影響ない。；臨界事故——防衛庁長官、放射能対策の装備研究指示。；臨界事故——蔵相、財政出動前向き。；臨界事故——通産相、「影響、最小限に全力」、原因の徹底究明強調。；臨界事故——安全対策呼びかけ、首相、産業界向けに声明へ。；臨界事故——高村外相、米ロなどに協力を要請。；臨界事故——IAEA、専門家チームの日本派遣を打診。；臨界事故、米メディア、

高い関心——3大ネット、トップ級の扱い。；東海村事故——退避勧告の解除、政府なお見極め。；東海村事故——科技庁暫定評価、国内最悪の「レベル4」。；東海村事故——ウラン加工施設、作業ミス認める、捜査当局、刑事責任追及へ。；東海村で放射能漏れ、JCO作業員3人被ばく——「臨界事故」の可能性も。；東海村の放射能漏れ、放射能、見えぬ恐怖、子らの被ばく心配——避難所の夜息ひそめ。；＜図表＞避難呼びかけの対象と地域の人口と世帯数。；＜図表＞事故が起きた加工プロセス。；＜図表＞今回の核燃料ができる過程。；茨城・東海村の放射能漏れ、国内初の臨界事故——10キロ圏外出自粛勧告＝訂正あり；東海村の放射能漏れ、放射能、見えぬ恐怖——事故情報、遅れに怒り。；東海村の放射能漏れ、放射能、見えぬ恐怖——事業所、連絡ミス。；東海村の放射能漏れ、住民の生命線警戒、水・食料、安全を調査——交通寸断。；東海村の放射能漏れ、住民の生命線警戒——重症患者懸命の治療。；東海村の放射能漏れ、住民の生命線警戒——会社側「詳細わからぬ」、会見で繰り返す。；東海村臨界事故——東電、東海村に、ホウ酸400キロ送付。；東海村臨界事故——日立、3拠点の事業休止。；東海村臨界事故、核燃料サイクルに影響も——原発立地に懸念広がる。；茨城・東海村で臨界事故——「まさか」への備え欠如、臨界管理は「イロハのイ」。；＜図表＞欧米などでの主な臨界事故。；＜図表＞茨城・東海村で臨界事故ドキュメント。；茨城・東海村で臨界事故、専門家の見方——京大原子炉実験所的小林圭二助手。；茨城・東海村で臨界事故、専門家の見方——ロンドン大学マルコム・グリムストン主任。；茨城・東海村で臨界事故、専門家の見方——技術評論家の桜井淳氏。；茨城・東海村で臨界事故、専門家の見方——東大工学部の鈴木篤之教授。；茨城・東海村で臨界事故、規定量超すウラン処理か——作業中に「青い光」。；茨城・東海村で臨界事故——自公が対策本部。；茨城・東海村で臨界事故——後手に回った政府、官邸に一報、発生2時間後。；重大な事故こそ冷静な対応が必要（社説）；茨城・東海村で臨界事故——陸自が現地待機、米軍「対応装備無い」。；茨城・東海村の放射能漏れ——科技庁、分裂反応停止、ホウ酸水注入を検討。；茨城・東海村の放射能漏れ——被ばく患者、2人が重症。；茨城・東海村の放射能漏れ——IAEAが査察官派遣も。；茨城・東海村の放射能漏れ——臨界事故、制御困難な分裂反応。；茨城・東海村の放射能漏れ——政府が対策本部、首相、被害の拡大阻止指示。

(E) 産経新聞 東海村臨界事故 被ばく者 血液検査に行列／3作業員は小康状態；東海村臨界事故 物音なくゴースタウン 終息情報には安ど なお、見えない恐怖；東海村臨界事故 住民の不安払拭へ；東海村臨界事故 避難所 配給の毛布で一夜「平穏な生活に戻りたい」；東海村臨界事故 井戸水さけて！ 被ばくで注意；東海村臨界事故 放射線量 未明から激減；東海村臨界事故 JR、運転見合わせ 大幅間引き 「いつ安全になるのか…」；東海村臨界事故 危険と背中合わせ「臨界止め」 数分交代、懸命の作業；MOX燃料搬入作業 関電高浜原発；東海村臨界事故 緊迫、呼吸止めた街；東海村臨界事故 核燃料製造親会社表明「できる限り被害に補償」 株式ストップ安；東海村臨界事故 レベル4以上の重大事故 IAEA当局者；東海村臨界事故 英核燃料公社が支援を申し出；東海村臨界事故 米専門家 「安全対策に疑問」；東海村臨界事故 米が全面支援体制 医療など専門家チーム 要請あれば派遣；東海村臨界事故 ドイツでも大きな関心；東海村臨界事故 各国に情報提供要請 高村外相；東海村臨界事故 放射線医療専門家 厚生省が2人派遣；東海村臨界事故 放射線医師の派遣 在日米軍が申し出；東海村臨界事故 臨界状態「一応の終息」 水抜き作業で放射線レベル低下；東海村臨界事故 県警、事情聴取始める；東海村臨界事故 橋本昌知事が厳しく非難；東海村臨界事故 陸自 化学防護隊が出動；東海村臨界事故 製造会社人々ミス認める 3人、「主任者」資格なし；東海村臨界事故 再点検など指示 小淵首相；東海村臨界事故 救助の消防隊員 防護服着用せず；東海村臨界事故 人為ミス？「青い光見た」 想定外対策なし 作業員近づけず；東海村臨界事故 “避難”拡大、不安の一夜 「被ばくしてないか」；東海村臨界事故 周辺住民、健康への影響少なく；東海村臨界事故 ドキュメント；東海村臨界事故 過去の原子力事故；東海村臨界事故 放射線量の測定 最高は施設西側；東海村臨界事故 JCO社長会見 しどろもどろの陳謝 重要情報確認せず；東海村臨界事故 JCO東京事務所一問一答；東海村臨界事故 海外の反応 米、懸念を表明；東海村臨界事故 海外の反応 タス通信が速報 ロシアも関心；東海村臨界事故 自民が対策本部；東海村臨界事故 電力業界に大きな衝撃；東海村臨界事故 野中官房長官会見要旨；東海村臨界事故 各省庁の反応；東海村臨界事故 政府、初動対応に遅れ 発生から10時間 もろさ再び露呈；東海村臨界事故 在日米軍が協力断る 防衛庁、米国へ要請方針；【主張】初の臨界事故 徹底的に原因究明はかれ 原発否定の口実にさせるな；東海村臨界事故 警察庁、警備本部設置；東海村臨界事故 IAEA立ち入り調査へ 「考えられぬ事故」と懸念；東海村臨界事故 10万7000世帯屋内退避 10キロ圏内に茨城県要請；東海村臨界事故 国内初の臨界事故に 重症は2人、計19人が被ばく；東海村臨界事故 交通機関大混乱に；【視点】東海村臨界事故 事実関係の詳細究明を；東海村臨界事故 政府 対策本部を設置 防衛庁化 学防護隊が移動。

1. 市民講座と高校の授業で「身近な放射線の実験」を実施して

2001年2月9,10日に、連続して高校の授業と市民対象の体験講座で「身近な放射線の観察・実験」を実施した。アンケートや感想によると、新鮮な体験で好評だったので、その概要を報告する。

市民体験講座は、日本科学協会主催で、府中市の市民が対象である。この体験講座に参加した市民は、地域の子供のための科学フェスティバルなどで、指導的な役割を果たしているようである。私の担当する「不思議で楽しい静電気の世界」シリーズの3回目は、携帯型簡易GM管の製作と実験で、時間は2時間であった。0.0047 μ F、耐圧2,500Vのコンデンサーを棒起電器で充電し、それを電源とする空気GM管を製作した。男9人、女6人の計15人の参加で、GM管が動作したのは、約10人である。

この種の工作は必ずしも成功するとは限らないので、最初に私の作ったGM管で後述の実験観察を行った。内径が4.5cmの紙筒を用いているので感度はよく、また1回の充電で10分以上持続する。放射線によるノイズ電波をラジオで拡大するので、十分な演示効果があった。ちょうど良い機会だったので、放射線に対する簡単なアンケート調査[文献1]と感想をお願いした。身近に放射線はあるかという設問については、全員があると答えているが、どこにあるかについて、正しく答えている人はいなかった。

どこにあるかの設問の解答は、全部をならした結果である。宇宙からのものをのぞくと、ほぼ同数になっているのが面白い。放射線に対する恐れは、予想通り男性よりも女性の方が敏感であった。今回の体験講座では、放射線は身の回りにありふれて存在するということを、実験的に体験したのだが、これだけの体験で放射線のイメージが大きく変わるものであることがわかった。詳しくは後述のアンケート結果をみていただきたい。

高校の授業では、ここ4年間ほど2年生の選択クラスに対して、4人のグループによる放射線実験を行っている[文献2]。今回は、身近な放射線の実験という1時間の授業に絞って報告する。後述の実験プリントに記入されている数値は、生徒のあるグループの実験結果である。生徒の反応は、市民講座での一般市民とほぼ似たようなものである。生徒の場合、特に浮遊塵の放射能に対する驚きが目立った。

参考文献

- 1) アンケートの内容は、村石幸正：「放射線の学習」の実践報告，物理教育VOL43,NO.2(1995)を参考にした。
- 2) 実験装置等の詳しい内容については、三門正吾：空気GMカウンターの製作と高校での放射線教育，放射線教育VOL2,NO.1(1998)を参考にしていただきたい。

2. 市民講座

2.1 携帯型簡易GM管の作り方(図1)

2001.2.10.

- (1) 紙筒を7cmの輪切りにする。
- (2) 厚さ4cmの発泡スチロールを、カッターで削って栓を作る。中央に千枚通しで穴をあける。
- (3) リード線の被覆を10cmほどはがす。図のように1本だけ2つ折りにして、他は図のように折り曲げて短く切り、セロテープで固定する。
- (4) 発泡スチロールの栓の中央の穴に、2つ折りの線を入れ、2~3cmだけ出す。リード線と発泡スチロールを、発泡スチロール用接着剤で固定する。
- (5) 両面テープを使って、紙筒の他方を発泡ポリエチレンで蓋をする。これがGM管の窓になる。
- (6) 紙筒の側面に5~6cmほどのリード線の端をセロテープで固定(これが陰極)する。
- (7) 筒の側面に、容量0.0047 μ F、耐圧2,500Vのコンデンサーの片足をセロテープで固定する。
- (8) 陰極のリード線とコンデンサーの陰極側の電極をカバーして、紙筒の側面を発泡ポリエチレンで巻いて絶縁する。感電を防ぐため、最後に、コンデンサー全体も発泡ポリエチレンで包む。
- (9) 陽極の芯の付いた発泡スチロールの栓を取り付け、コンデンサーの陽極側の足と陽極のリード線を半田付けする。
- (10) 管の中にボタンガスを入れ、陰極と陽極のリード線の部分に棒起電器をつなぎ、そばにラジオを置いて音を聞きながら充電する。

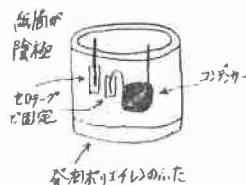
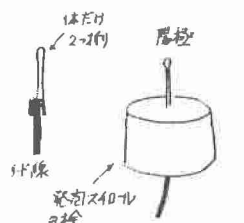


図1 簡易GM管

2. 2 棒起電器の作り方

携帯型簡易GM管の電源部のコンデンサーを充電するのに、棒起電器を使います。その作り方を右に示します。

2. 3 身近な放射線の実験観察

- (1) GM管の中にガスライターからブタンガスを入れます。
- (2) ラジオをGM管に近づけ、スイッチを入れ、選局をはずしてチューニングします。
- (3) 棒起電器でGM管を充電する。70～80回往復すると充電されるはずですが、一度充電したあとは10回程度の往復で再びGM管が動作する電圧まで上がります。1回の充電で10分くらいは持続するはずですが。
- (4) 何も近づけないときの放射線の数のカウントします。宇宙線や大地などからの放射線を数えていることになります。これをバックグラウンドの放射線といいます。1分間で何個くらいの放射線を検出しましたか。
- (5) グロー管の電極（プロメチウム、 β 線源）を用いた遮へい実験
グロー管の電極をGM管から約2cm離して、間に何もないうとき、遮へい物として薄い紙、厚紙、下敷きなどを用いたときの放射線の数の変化を観察します。どんなことがわかりましたか。
- (6) マントルを用いた遮へい実験
(5)と同様な実験をします。グロー管の電極との遮蔽の違いはどうでしたか。
- (7) 食塩（塩化ナトリウム）と硫酸カリウム（カリ肥料）の違い
ポリエチレンの袋に入っている食塩と硫酸カリウムに、GM管を接触させて放射線の数を観察します。違いがわかりましたか。
- (8) 空気中の塵に含まれる放射線の測定
掃除機のホースの先にキッチンペーパーを着け、輪ゴムでとめて、約5分空気中の塵を吸引します。それをGM管に密着させて放射線の数を観察します。結果はどうでしたか。どんな感想を持ちましたか。

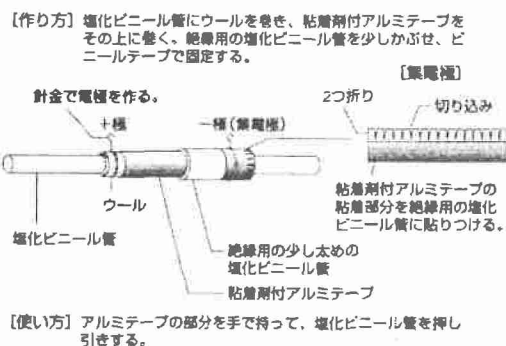


図2 棒起電器

2. 4 アンケートにご協力ください

2001.02.10.

体験学習講座

- (1) 最初にあなたの性は 男 女
今まで、あなたが「放射線」について抱いていたイメージについて伺います。
- (2) あなたの身近に放射線はありますか。「身近に」とは、日常生活の範囲ということで、医療にかかわれるレントゲンは考えに入れずにします。
ある ない
「ある」と答えた人は、どこにあると思いますか（複数選択可）。
ア. テレビからのもの
イ. 蛍光灯からのもの
ウ. 原子力発電所からのもの
エ. 大地からのもの
オ. 建物からのもの
カ. 宇宙からのもの
キ. 普段食べている食物からのもの
ク. その他（ ）
- (3) あなたは放射線が怖いと思いますか。
怖い （たいして）恐くない
「怖い」と答えた人はどんなところが怖いですか。
とりあえず、ここまでご記入ください。
- (4) 今日の体験学習講座を終えて、「放射線」に対する今までのイメージが変わりましたか。
変わった 変わらない
さしつかえなければその理由をお書きください。
- (5) 今日の体験学習についての感想を、一言でけっこうですからお書きください。

2. 5 アンケートの結果

★あなたの身近に放射線はありますか。

	男	女	計
ある	9	5	14
ない	0	0	0

無答 1

★「ある」と答えた人は、どこにあると思いますか（複数選択可）。

- ア. テレビからのもの
- イ. 蛍光灯からのもの
- ウ. 原子力発電所からのもの
- エ. 大地からのもの
- オ. 建物からのもの
- カ. 宇宙からのもの
- キ. 普段食べている食物からのもの

6
4
5
5
4
10
6

★あなたは放射線が怖いと思いますか。

	男	女	計
怖い	5	4	9
恐くない	4	1	5

無答 1

★「怖い」と答えた人はどんなところが怖いですか。

- 原発あるいはその燃料処理等での漏れ。自然界とは比較にならない大量被曝になるから。
- 人体に影響を及ぼす。大量に浴びたら。
- 白血病やガンの原因等。量による。
- 放射線は目に見えないのに、人体に及ぼす影響が大きいので避けようがない。
- 放射線に対する知識がないから。
- どうしてもチェルノブイリや東海村のことをイメージしてしまうので。
- 核戦争、環境破壊をイメージするから。

★今日の体験学習講座を終えて、「放射線」に対する今までのイメージが変わりましたか。

	男	女	計
変わった	7	3	10
変わらない	2	3	5

★ 変わったという人

- ・身近に放射線があることがわかった（他7名、男）
- ・放射線にかこまれて生活しているのにびっくりしました。（女）
- ・少し知識が入ったので、むやみに恐がらなくてもよいことがわかりました。身近にある放射線について勉強してみたいと思います。（女）
- ・日常生活の中に必要なものとして使用されている自覚はあまりなかったが、人体に大切な物質が放射線を発しているのでは共に生きていると考えるしかない。ただ程度をとらえられない恐れを残していることに変わりはない。（女）

★ 変わらないという人

- ・やはり、一度頭の中に入ったイメージは、ぬぐいさることはできません。（女）
- ・放射線そのものに対する恐さはぬぐいきれない。（女）
- ・身の回りにたくさんの放射線が存在するのが分かりましたが、その安全性がどこまで安心できるのかよく分からないので、目に見えないものは怖い！（女）
- ・自然界にも放射線があふれているとは思わなかった。（男）
- ・自然あるいは日常生活での被ばくは恐くないと思っていたから。（男）

★今日の体験学習についての感想を、一言でけっこうですからお書きください。

- ・単純な装置に感心させられます。
- ・知らなかった世界が一つ見えた。
- ・今回も面白かったです。
- ・意外と簡単にできたので良かった。
- ・ガイガーカウンターの原理が分かりました。
- ・普段気にしていない放射線がこんなに簡単にわかるとは思わなかったもので、いい体験でした。

- ・感電が恐かったけど、面白かったです。
- ・苦手な分野なので、つい疎遠になっていましたが、とても面白かったです。
- ・普段はまずできない実験および工作をすることができてとても有意義でした。
- ・電気の知識が乏しいので、簡単な作業でもなかなかうまくいきませんでした。
- ・いろいろなものに放射能が含まれているということは、廃棄する場合、単なるゴミでないのだから、後のことを考えなければならないのだと思いました。
- ・楽しかったです。感電も数回経験しました。

3. 高校の授業

3. 1 生徒実験 身近な放射線

A. 目的

身近な放射線源を用いて、遮へいなどの基礎実験を行う。

B. 準備

空気GMカウンター、コンピューター、ガスライター、グローランプの電極、マントル、紙、厚紙、下敷き、食塩、硫酸カリウム（カリ肥料）、空気中の塵、過燐酸石灰（肥料）

C. 実験方法

- (1) 空気GMカウンターとコンピューターを接続する。スイッチを入れ、GM管の中にガスライターからボタンガスを入れる。コンピューターを起動し、10秒の間にGM管に入ってきた放射線を数えるようにする。
- (2) 何も近づけないときの放射線の数のカウントする。宇宙線や大地などからの放射線を数えていることになる。これをバックグラウンドの放射線という。
- (3) グロー管の電極（プロメチウム、 β 線源）を用いた遮へい実験
グロー管の電極をGM管から約3cm離して、間に何もないうき、遮へい物として薄い紙、厚紙、下敷きを用いたときの放射線のカウントする。
- (4) マントルを用いた遮へい実験
(3)と同様な実験をする。
- (5) 食塩、硫酸カリウム、過燐酸石灰からの放射線測定
ポリエチレンの袋に入っている食塩、硫酸カリウム、過燐酸石灰にGM管を接触させて、放射線のカウントする。
- (6) 空気中の塵に含まれる放射線の測定
掃除機のホースの先にキッチンペーパーを着け、輪ゴムでとめて、約5分空気中の塵を吸引する。それをGM管に密着させて放射線のカウントする。

D. 実験結果

バックグラウンド

1回目	2回目	3回目	1分あたりの数
3	4	1	16 cpm

プロメチウムとマントルの遮へい実験

	遮へい物	1回目	2回目	3回目	1分あたりの数
プロ メチ ウム	なし(空気)	71	65	71	414
	薄い紙	41	23	18	164
	厚紙	2	4	1	14
	下敷き	2	3	4	18
マン トル	なし(空気)	117	118	116	702
	薄い紙	94	95	102	582
	厚紙	67	89	86	484
	下敷き	74	56	60	380

食塩，硫酸カリウム，空気中の塵

	1回目	2回目	3回目	1分あたりの数
食塩	2	1	2	10
硫酸カリウム	23	21	17	122
過燐酸石灰	5	8	7	40
空気中の塵	14	20	19	106

E. 実験からわかったこと

3. 2 「生徒実験 身近な放射線」についての生徒の感想 (2001.2.9.実施)

2年1, 2組

- ・空気中の塵から大量にでていたのにはとても驚きました。(多数の感想)
- ・遮蔽してるものが厚ければ厚いほど放射線が少なかった。
- ・食塩にも放射線が含まれているなんてびっくりしました。(BGのものとの勘違い)
- ・身近にも放射線はフツーに存在しているんだな—と思った。
- ・プロメチウムは厚紙で遮へいできた。マントルは厚紙や下敷きではあまり遮へいできなかった。
- ・放射線ってすごいな—と思った。もっと知りたくなった。
- ・知らない間に、放射線が身近に無数にあるから不安。
- ・遮断するものがあると放射線の数には低下する。遮断するものが厚いほど放射線は少ない。
- ・いろんなところに放射線があることがわかった。
- ・身近なところに放射線があることがわかった。これは体に害はないのでしょうか…。

2年4, 6組

- ・空気中の塵からいっぱい放射線が出た。
- ・さえぎられるものがあれば、放射線は減少する。
- ・知らないうちに放射線が体内に入っていたことがショック。
- ・放射線は私たちの身近なところにたくさんあるんだな—と思った。でも紙や下敷きなどである程度遮へいできるからそれほど怖いとは思わなかった。でも放射線と聞くと、ちょっとひいてしまうところがある…。
- ・マントルはすごかった。

2年7, 8組

- ・意外にも空気中の塵から多くでました。こんなこと知らなかったしびっくりした。もっといろんなもので、実験してみたい。(多数)
- ・放射線はあらゆるところから出ているのがわかったし、壁が厚ければ厚いほど通らないこともわかった。
- ・意外にも自分の身近に放射能を出すものがあることがわかった。
- ・空気中の塵多過ぎ！ひょっとしてやばいんじゃないですか？
- ・プロメチウムは遮へい物で遮ると、著しく値が小さくなるが、マントルはそんなに値が小さくならない。
- ・硫酸カリウムの放射線が多くてびっくりした。
- ・いつもは何も考えない塵とかからも放射線が出てることがわかった。おそろしい。安心して生活できない。今度は何のせいでこんなに出るのか調べてみたい。

1. 主旨

放射線教育の実践にあたっては、その基礎となる「エネルギー」を総合的にとらえるところから始めなければならない。そこで、本報では、中等教育における放射線学習の基礎的な考え方を記す。「テキスト試案」の概要である。

2. 概要

人類は、火の利用から原子力の利用まで、7回のエネルギー革命を経た[文献 1]とされている。すなわち、放射線の学習の根底には、「エネルギー」の理解が不可欠である。

「エネルギー」の用語は、エネルギー経済論やエネルギー工学では、石油、石炭、ガス、電力などのエネルギーキャリア[文献 2]を指している。日常用語としては、活力とか気力の意味で使われている。一方、高校の物理では、「物体のなし得る仕事の大きさで表される」と定義され[文献 3]、化学では「イオン化エネルギー」や「結合エネルギー」の用語として用いられている。言い換えると、高校の物理や化学では、エネルギーの入り口で終わってしまい、さらに幅広い話題に広げることがなされていないと言える。川角博[文献 4]は、「日常生活でエネルギーを量的にとらえ、日常用語となっている「エネルギー」がもつイメージとのギャップを埋めることも大切である」と述べ、「日常用語としての「エネルギー」は、消費されるものであって、保存されるものとは考えられていない」と指摘する。そして、「エネルギーはなくなりますが使えなくなる、つまりエネルギーはやがて排熱として環境にすてられる、これらのことまで教えて初めてエネルギーの正しい理解が得られるに違いない。この点は、21世紀の地球（エネルギーと環境）を考える上で極めて重要なことである」と説明している。

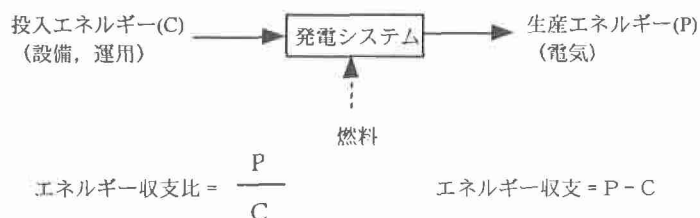


図1 エネルギー収支比と正味エネルギー収支[文献 5]

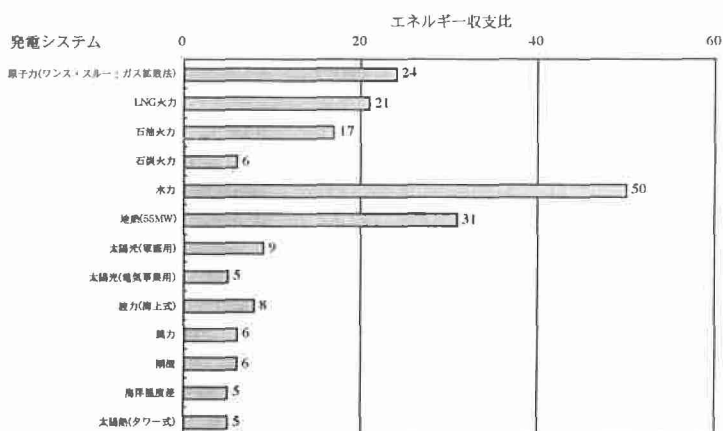


図2 エネルギー収支比(寿命30年)

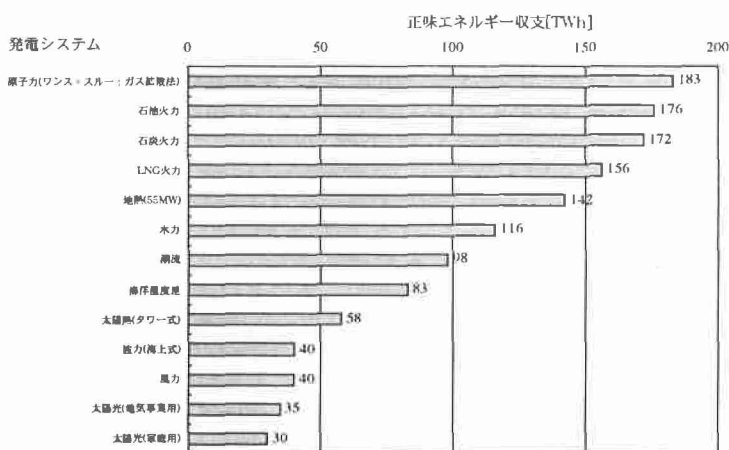


図3 発電システムの正味エネルギー収支(1000MW, 寿命30年)

エネルギー分析の一つであるエネルギー収支分析[文献 5]は、「製品や技術を生産するために直接・間接に必要なエネルギーを計測し、そのエネルギー投入構造を分析することによって、エネルギーの側面から製品や技術の生産、消費、廃棄における問題点を明らかにしようとする手法」として用いられている。

例えば、エネルギー問題を議論する際には、発電効率（変換効率）に関する視点から述べられることが多い。しかし、エネルギー問題を総合的に捉えるためには、図 1 のようなエネルギー収支比やエネルギー収支[文献 5, 6]の視点を忘れてはならない。具体的な値は、図 2, 図 3 に示す[文献 5]。発電システムのエネルギー回収期間も大切であろう（図 4）[文献 5]。

これらの概念は、高等学校の理科の授業で直接取り上げられていない。しかし、高等学校の現行の教科書には、これらの概念を含む記述が見られる。例えば、物理 IA の教科書[文献 7]には、図 5 や図 6 の記述がある。

導入部では「エネルギーをさがそう」と問いかけ、「エネルギーの移り変わり」としてまとめている。このまとめにあたり、エネルギーの種類を列挙するだけでなく、これらの特徴として図 2～図 4 を示すことは可能であろう。すると、原子力発電をはじめとする発電システムへの関心がふくらむことが予想される。

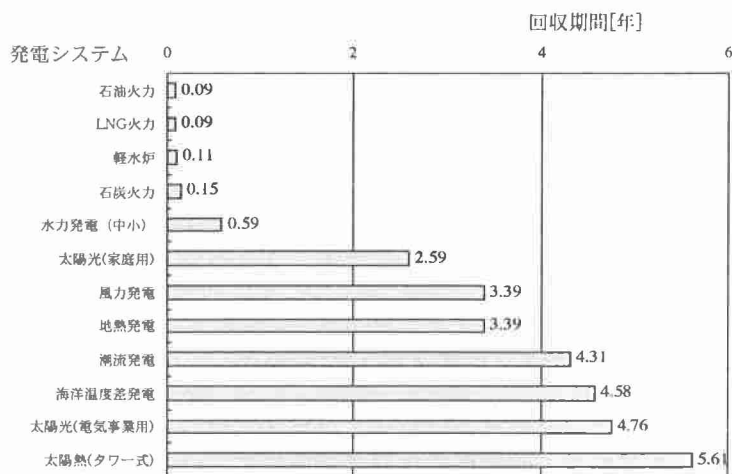


図4 発電システムのエネルギー回収期間



図5 エネルギーをさがそう

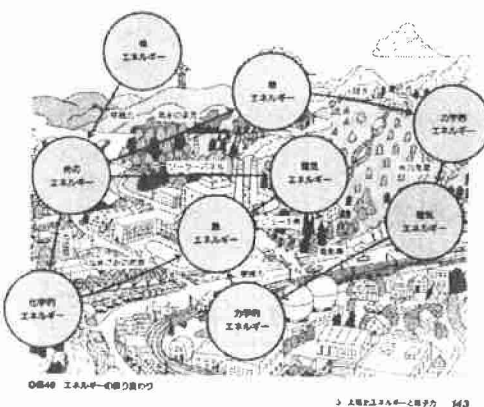
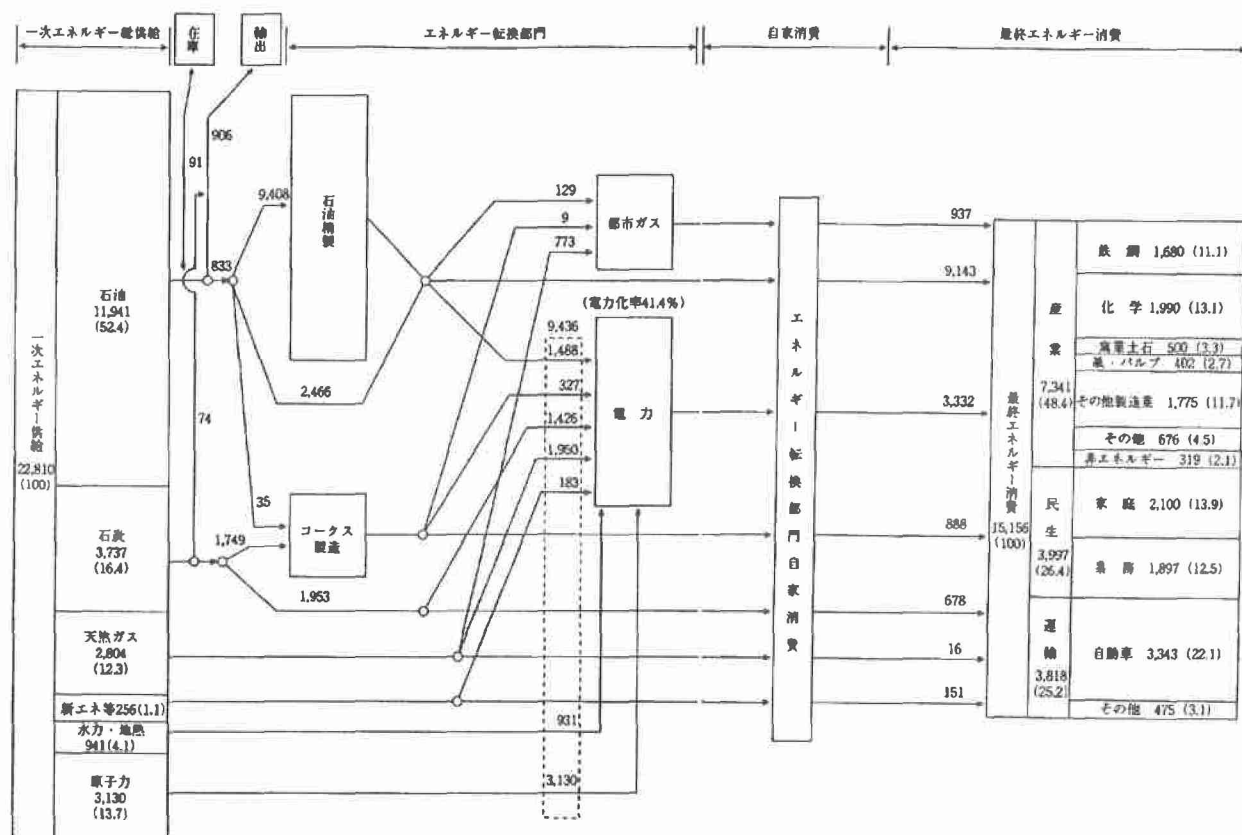


図6 エネルギーの移り変わり



(注)・単位は10⁹J(ペタジュール), ()内は%。
 ・エネルギー転換部門において、投入分と生成分との差は転換ロスに相当する。
 ・%は四捨五入の関係で、合計が100にならない場合がある。

図7 我が国のエネルギーフロー(平成10年度)[文献8]

図7のようなエネルギーフロー[文献8]などを含め、エネルギー概念を総合的な学習に発展させると、エネルギー概念が明確になるだけでなく、放射線学習の意義が高まることと考える。また、図7のような定量的な図でなくとも、私たちの身の回りの物質の変化とそれに伴うエネルギー変化のフローチャートを定性的に描かせても良いだろう。

参考文献

- 1) 近藤駿介, 「エネルギー 人類にとって「エネルギー」とは」 電力新報社 (1992).
- 2) エネルギー・資源学会編, 「エネルギー・資源ハンドブック」 オーム社, p.54 (H9).
- 3) たとえば「物理IB 新訂版」 実教出版, p.107 (H12).
- 4) 川角博, 理科の教育, 48(6), 375 (1999).
- 5) 内山洋司, 「私たちのエネルギー 現在と未来」 培風館, p.126-p.138 (1996).
- 6) “そこにある危機2,” 渡辺正, 日刊工業新聞, 2000.2.3号.
- 7) 「物理の世界[IA]」 東京書籍, p.114-p.115, p.143 (H8).
- 8) 資源エネルギー庁長官官房企画調査課編, 「総合エネルギー統計(平成11年度版)」 (株) 通商産業研究社, p.16-p.17 (2000).

展開案 F 宮澤弘二 自然放射線の測定事例

1. 主旨

本校の「自然科学実験講座」で実施した実験事例を紹介する。このような測定をもとにして、「エネルギー・環境問題総合教育用地理情報データ Web システムの構築と活用」の基礎データを収集した。

2. 自然放射線の測定

1. 放射線を、生徒が「はかるくん」を用いて測定し、また、同時に、温度センサーによって測定した気温も記入する。測定する場合は下記の箇所の測定場所から必ず 30 cm の距離を離し、測定する。測定値の記入は 3 回の平均値を記入する。「はかるくん」の使用法については、別紙の解説書で解説します。測定する自然放射線の種類は、 α 、 β 、 γ 線などがあるが、この測定では γ 線がほとんどである。測定箇所は、(1) 屋外、(2) 樹木の真下、(3) 校舎（地下、1 階、4 階、屋上）などである。測定場所の指定箇所は板橋校舎配置図に記入されているので参照する。

(1) 屋外の測定 * 3 回の測定の平均値

	A, コンクリート	B, 花壇	C, 木の肌	D, 垣根の植込み	E, 大地の土壌	F, 建物の壁	G, アスファルト	H, 樹木の下の土壌	I, グラウンド	J, 焼却炉の入り口
放射線* [μ Sv/h]	0.034	0.030	0.025	0.038	0.036	0.042	0.055	0.030	0.036	0.028
気温[°C]	6.4	6.6	6.1	5.9	6.0	6.4	6.6	5.7	6.3	6.6

(2) 樹木の真下 * 3 回の測定の平均値

注意 樹木の根のはえている真下の場所の地上から 30 cm 離し、測定する。

	ア, ヒマラヤスギ	イ, 桜	ウ, キンモクセイ	エ, サワラ	オ, マテバシイ	カ, クヌギ	キ, スダシイ	ク, ツバラシイ	ケ, ユリノキ	コ, エノキ	サ, ケヤキ	シ, トチノキ
放射線* [μ Sv/h]	0.024	0.020	0.031	0.048	0.036	0.032	0.031	0.034	0.030	0.029	0.023	0.027
気温[°C]	5.7	6.0	5.8	6.0	6.2	5.9	6.1	5.8	5.9	5.9	6.0	6.1

(3) 校舎 * 3 回の測定の平均値

	1		2			3	4
	体育館 2 階	体育館地下体育館	B 校舎 1 階	B 校舎 4 階	B 校舎地下	渡り廊下 2 階屋上	C 校舎 1 階
放射線* [μ Sv/h]	0.040	0.040	0.055	0.050	0.040	0.028	0.035
気温[°C]	10.1	10.3	9.7	12.1	10.0	7.0	9.4

	4	5	6			7	
	C校舎5階	F校舎1階	85周年1階	85周年地下室	85周年体育館	大学10号館1階	大学5号館1階
放射線* [μSv/h]	0.025	0.049	0.064	0.063	0.047	0.036	0.041
気温[°C]	12.3	9.7	15.3	16.6	11.6	14.6	17.7

II. 自然放射線の測定の生徒による考察

(1) 自然放射線を年間通して、樹木の木の下で生活したとしたらいくら浴びたことになるか。測定したすべての樹木の測定値の平均値から計算しなさい。

計算式

$$\frac{0.0295 + 0.02316 + 0.0383 + 0.039 + 0.0353 + 0.03283 + 0.02683 + 0.0306 + 0.0385 + 0.025 + 0.0326 + 0.0306}{12} \times 24 \times 365 = 279 [\mu\text{Sv} / \text{y}]$$

(2) 自然放射線の一番高い値の測定箇所はどこであったか。また、一番低い測定箇所はどこか。それらの根拠について考察しなさい。年間を通して浴びた場合の値も求めなさい。

一番高い測定箇所	85周年地下室	一番低い測定箇所	桜の真下
測定値	0.075[μSv/y]	測定値	0.02316[μSv/y]
年間の測定値	657[μSv/y]	年間の測定値	203[μSv/y]

根拠となる考察 これはあくまでも私の考えなのですが、樹木の真下は全体的に自然放射線が低いのですが、放射線を遮っていたのではないかと考えました。

(3) 校舎で、地下、1階、4階、屋上などで測定値に違いがあるか。あるとすればその根拠は何か。なかったならばその根拠についても考察しなさい。

違いがある V 違いがない。 (いずれかに V を記せ)

根拠の考察

C校舎5階の測定値が同じだったり、同じ階どうしの測定値に近いという値がでてくる場所もあり、全く違いはないと言い切れませんが、全体的にみると違いがないと思いました。

(4) 自然放射線の測定から放射線に対する考え方や、感想を記入しなさい。

自然放射線は普段目には見えないのであまり深く考えたことはなかったのですが、今回「はかるくん」を使って実際に測定してみて建物や樹木や、驚くことに人からも放射線が出ているということを知りました。放射線治療はなるべくさけた方がいいと言われていたことから人体には有害なのだと思うので、もっと真剣に考えていかなければいけないと思います。

(5) 今後このような実験測定を継続する場合どんな問題提起が考えられるか。

年によって自然放射線はかわってくるのだろうか？季節によってかわるのか？

エネルギー・環境問題総合教育用地理情報データ Web システムの構築と活用

ー 自然環境・放射線WEBの構築 ー

東京家政大学附属女子中学校・高等学校 宮澤 弘二

キーワード 総合的な学習、共同学習、自然放射線、測定、インターネット、GIS

1. 企画の概要

わが国におけるエネルギー・環境問題教育は、欧米諸国で実施されている多様な学校教育の実態と比較すれば、ようやく緒についた段階であり、教育現場の先生方をはじめ多くの関係者の地道な取り組みが求められている。

エネルギーや環境は、それ自体が広範囲な分野と領域に渡る問題であり、現行の学習指導要領ではエネルギーや環境に関する内容は、各教科・科目のねらいのもとに多くの教科・科目等で取り扱われている。

特に、放射線教育については、わが国が原子爆弾による世界最初の被爆国であるにもかかわらず、欧米諸国に比べ著しくなされていないのが現状であり、科学的に正確な知識や情報の開示を国民的レベルに伝達する義務があるとの認識に基づき、新学習指導要領では、放射線及び原子力の利用とその安全性の問題について触れる事となっている。

そこで、学校教育用としてエネルギー・環境問題を総合的に理解させるための情報提供を目的に、インターネットとGIS (Geographic Information System: 地理情報システム) を活用したWebシステムを構築し、「自然放射線の測定」を題材としたエネルギー・環境教育が実践できる、従来にない新しい教育手法と教育環境を教育現場に提供することを目指した。

Webシステムの機能仕様策定、放射線教育の実践、指導方法の検討については、学識経験者(放射線教育フォーラム)、中学、高等学校教諭から成る委員会の指導体制のもと研究を進めることとした。

2. Webサイトの構築

東京北の丸公園にある科学技術館に本Webサイトを開設し、全国規模でインターネットに接続可能な中学校、高等学校の参加を求め自然放射線の測定をはじめとするエネルギーや環境に関する各種データを継続的に測定しGISに蓄積して共同学習に活用できるようにする。

(1) 測定結果の情報発信

参加校の位置を日本地図上にプロットし、自然放射線の測定結果を表示するホームページを作成した。測定結果については、測定データを汎用的に蓄積できるGISにより処理し、各種統計分析機能と可視化アプリケーションの組み合わせ利用により、環境(地理的条件、地質、建物等)との相関関係等を考察できるよう配慮した。特に、自然放射線量の地域差に影響すると考えられる地質図を表示できるようにした。



(2) 放射線教育用インデックス

インターネット上にある放射線に関する各種情報を容易に検索でき、かつ授業に使用可能な関連ホームページへのリンク集として、放射線教育用インデックスを用意した。



(3) 掲示板

自然放射線の測定結果や放射線についての情報交換、交流を行うことを目的に、電子掲示板を設置した。特に放射線教育に関する質問については、専門家による質疑応答が行なえるよう配慮した。

3. 実践内容

(1) 学習指導案の提示

日常生活の中で、医療はじめ食品等、暮らしの中で深い関わりのあるところで放射線が利用されているが、現在多くの人たちが放射線に対し漠然とした不安感を持っている。この実情を踏まえ自然放射線の測定を通じ放射線に関する正しい知識を習得すると同時に、放射線の人体への影響やエネルギー・環境についての理解を深化させることができる学習指導案を提示し、教育手法の支援を実施する。

(2) 自然放射線の測定

自然放射線の測定には、放射線計測協会より「はかるくん」の無償貸与を受け、全国規模（平成12年度は、各都道府県に1校を目標に約50校程度）で参加協力校を選定し、共通測定条件（3種類）を設定した放射線測定記録シートに基づき自然放射線の測定を実施する。また、共通測定条件以外のものについては、各学校の自主性に任せ測定を実施することとした。



県別グラウンド



県別屋上



地域別グラウンド

4. まとめ

全国規模での自然放射線測定を実施するにあたり、時期的な問題等により参加協力校の依頼には労力を要した。特に「放射線」という言葉を聞いただけで、辞退される学校があり「教育現場の放射線アレルギー」の存在を確認すると共に放射線教育の必要性を強く実感した。自然放射線の測定結果については、初年度ということもあり統計的な処理を行なうにはサンプル数がいささか少ないが、地理的条件による差異をGISの可視化処理により確認できた。今後はより多くの学校の参加協力を仰ぎ、授業実践結果を本システムに継続的に反映させ内容の充実を目指したい。

初年度の本プロジェクトの実施結果についてその意義と成果を次のように総括する。

(1) 高等学校レベルで都道府県別に実施する初の自然放射線測定

参加協力校を全国規模で呼びかけ期間を限定し、自然放射線の測定を実施することは、本プロジェクトが初の試みである。

(2) 自然放射線の測定実践は、放射線教育において高い教育効果が期待できる。

教科書を中心とした知識の蓄積に比べ、計測という測定実践による知識の定着は、教育的効果としてより高いものが期待できる。

(3) ネットワーク活用による参加校相互の情報交流

掲示板の設置により参加校の生徒同志の情報交流の場を提供でき、また、放射線教育フォーラムのご協力により専門家との対話が可能となった。

(4) 指導教師への指導案公開とWebの授業への容易な活用環境の提供

自然放射線の測定を实践された、理科（物理ⅠA）「放射線による影響」における指導案を公開した。

(5) エネルギー・環境教育のための情報提供ツール

総合的な学習とリンクして、理科だけでなく多教科に亘る横断的な活用が可能なシステムが構築できた。

本Webシステムでは、データの蓄積、統計処理、可視化処理等にGISを活用しているが、現在はオフライン処理となっている。GISはデータベース機能、統計処理機能、グラフィックス機能等が豊富であり、課題研究の有用な道具として教育現場での活用期待できるものである。将来は、本Webシステムにおいてインターネット接続されている各学校からGISを直接操作できるように改善を目指したい。自然放射線の測定というテーマは、理科総合、物理といった教科だけでなく、「総合的な学習」での実践事例としても期待されるところが大きい。今後は、本Webシステムをエネルギー・環境問題を総合的に理解することができる情報提供環境として、その機能を充実させ多くの学校での活用が可能な運営体制づくりを目指していきたいと考えている。

第2章 第3節

先生方のための放射線・原子力リスク

河村 正一

1. 放射線・原子力を取り巻く社会情勢と学校教育

わが国では原子力発電建設の初期の頃、住民の説得に「絶対に安全です」という言葉が用いられた。絶対安全だからこそ原子力災害は起こる筈はなく、事故を前提とする退避演習なども行わなかった。それでも当時は積極的推進の世論に押されて、あまり文句は出なかった。「ついに太陽をとらえた」などという景気の良い原子力推進の報道や種々の興味を引く報道があり、原子力に望みを託する明るい世論が何処となく盛り上がり、人類の未来は明るいなど威勢のよい話が多かったように思われる。

1968年総理府が行った世論調査でも、原子力の推進は58%、反対はわずか3%であった。1979年3月にはアメリカのスリーマイル島（TMI）原子力発電所2号機で冷却材喪失事故が発生した。しかし、朝日新聞社の同年12月の調査では原子力推進が62%、反対が21%とTMI事故にも拘わらず高い支持率であった。

支持率急落のきっかけは、日本原子力発電・敦賀発電所の放射能漏洩事故であった。人体にほとんど影響がないほどの漏洩にも拘わらず、次から次へと新たな放射能漏洩が見つかり、長い間TVや新聞などでニュースとして取り上げられたので、大きい事故発生と国民は判断した不幸な事件であった。

「絶対安全」を標榜していたところから情報は何となく小出しに出したように見られ、「事故隠し」という印象を何時の間にか国民に与えてしまった。この原因の一つは現場と行政のギャップともいわれている。この事故は、時間の経過とともに不祥事になり社会的イベントとして扱われ、原子力に対する支持、特に女性の支持が急落したといわれている（1984年12月）。

さらにタイミングが悪かったのは、1986年ソ連・チェルノブイリ原子力発電所での事故であった。この事故は外国が起こした事故ではあったが、影響が大きかったせいもあり、我が国では、自国が起こした事故と同様の取扱で国民から大きい注目を浴びた。

続いて1995年12月高速増殖原型炉（もんじゅ）のナトリウム漏洩事故。再処理施設のアスファルト固化施設での火災・爆発事故（1997年3月）、核燃料加工会社のJCOによる臨界事故（1999年9月）と連続して事故は、我が国でも起こってしまった。

この影響で情勢が大きく変わると、学生や世間の関心も大きく変わり、何時の間にか醸成されてきた放射線、放射能、原子力に対する恐怖感、不安感、無関心なども加わり、大学の放射線、原子力に関する教育は退潮の様相を見せはじめた。放射線関連の講座は減少したり、原子力工学をシステム量子工学などと変えたり、放射線という名称さえ取り消したりしたところもあった。

このような情勢となったのは、初期の頃、原子力施設では絶対事故は起こらないとした政策が大きく関与していると思われる。

ここにありのままの正しい姿の放射線，原子力をバイアスをかけない形で教育して理解を求める必要性が，資源小国のわが国では緊急に必要である。

2. 児童生徒に対する放射線・原子力教育

最近，児童生徒が自然科学に興味を示さない「理科離れ」が目立つといわれている。高校卒業者へのアンケート調査によれば，理科で放射能，原子炉などの授業を高校で受けた割合は全体のわずか11%という。

「理科離れ」防止には，自然がもたらす魅力的な現象に心からの感動に打たれたときの興味の生起が必要である。机上だけの勉強や無理な暗記，迫り来る試験などに振り回されていては無用の忍耐を必要とする。これでは児童生徒も興味は湧かないので到底「理科離れ」は防げない。この対策には実験を通じた科学の楽しさ，面白さを体験させるのが早道である。理科教育の重要性を認識している有志の先生方の努力でこのような催しが行われている。

注目すべきことは，これらの催しで子供達が嬉々として取り組んでいる姿が見られることである。子供達は本来，理科，特に実験が好きなのである。子供達から如何に効率よく興味を引き出し科学に親しむ喜びに浸らせるか検討する必要がある。

わが国では，原子力の知識を授業よりもテレビ，ラジオから得ている高校生が多く，西欧諸国は，この逆であるという。したがって我が国では，報道機関からうける影響は大きい。報道機関はお互いに競争社会であり，与えられた短い時間内に強く視聴者や読者に訴えなければならないので，ときに正確さを犠牲にすることがある。そのようなときでも報道を正しく判断できるような科学的素地を予め身につけておく必要がある。

我が国では広島，長崎への原爆投下，第五福竜丸事件などを通じた放射能に対する本能的ともいえる恐怖感が国民の間に定着しているので，これを早急に打破することはきわめて困難である。回り道のようなことはあるが，霧箱を使ったり放射能の崩壊の様子を測定するなどして，目に見えない放射線を目に見える形に変えるなどして，子供達が興味を示すような教育をするのも効果的である。

3. リスクの定義

ウェブスターの英語辞典でリスクを引くと「危険，損失，障害，不利益，又は破滅に身を曝すこと」と記している。リスク(risk)とは，望ましくない事象（危害，損害：peril, harm, detriment）の起こる可能性や不確実性を示し，一般には，{事象の生起確率(probability)で評価する。ハザード(hazard)は，危険の潜在性(potential)を示す。リスクはより自発的な内容を持ち，ハザー

ドは偶然の産物という内容をもつ。リスクは、会社経営、財産管理、株式投資などの経済的な分野から健康状態、病気などの医学的分野まで幅広い分野で使用されている。リスクは定量的に示すことができ、各種事象間のリスクは比較できる。しかし、数値は算出できても、曖昧さを伴うので、算出手法、算出の前提、設定した過程などの明確化が重要である。日常的な事象に伴うリスクは過少評価され、希にしか起こらないリスクは過大に評価される傾向がある。残念ながら我が国では、原子力・放射線に関する知識は決して十分ではなく、次々に起こる原子力の諸問題に対して適切に判断できている状態とはいえない。

国際放射線防護委員会(ICRP)、Publ. 60 が述べるリスクとは、「望ましくない結果の大きさの数学的期待値」、すなわち「その事象の確率」と「結果」の積を意味している。この呼び方は、職業人には適切で理解されてはいるが、リスクという漠然とした言葉はできるだけ避けて、より直接的な表現である「確率」、「結果」又は「数学的期待値」と呼んだ方がよいといっている。

このリスクという言葉は、複数の属性をもつ量である。量というよりも「概念」ともいわれている。このような内容のリスクが放射線の実態の説明に使用されている。

4. 放射線の影響を説明するリスク

物事に甲乙をつけるとき、善悪、白黒がはっきりしている対象は比較的に容易である。報道機関は、正義の味方、弱者の見方を目標にして長期間、活躍してきたのであろう。「判官びいき」や「忠臣蔵への賞賛」などは誰がみても善悪の判定が比較的容易なため、国民の支持も多い。

しかし、種々の要素が複雑に絡み合っている問題となると、どこまでの要素を取り入れるかによって結論が大きく変わる場合も多い。しかも多くの問題には良い面と悪い面が同居していることもあり、そうなると最早、取扱は簡単ではない。

環境問題、放射線、放射能に関する問題はまさにこのような複雑さを内在している。それぞれ固有の背景をもち、その背景を無視して都合のよいデータだけを取り入れたりすると結論は違ってくる。

このような問題には、リスクという確率的な概念が有効である。確率という概念は、白黒については多少明確さを欠くので、若干取り扱いは難しくなる。

複雑化の背景には、例えば、「①科学技術の導入によって「がん」が急増している。②人工より自然や野生のものが良い。③化学物質は悪で天然のものは良い。④ネズミと人間は同じような取り扱いで、ネズミが「がん」にかかるものは人間も「がん」にかかる。⑤長期の多量摂取で危険なものは、微量の摂取でも危険である」などのような認識がある。これらは我々の生活に入り込み何となく承認されたものとして通用しているものもある。

「創られた恐怖」の著者 E. M. フェラン会長は、上記の考え方のうち「自然のものは人工のものより良い」に対して、「煙草は、自然の産物ではあるが、燃やして吸うと高い発がん性をもつ。落花生、米、トウモロコシ、大豆、小麦などは自然の作物ではあるが、カビのアフラトキシンが生えて、高い発がん性をもつ」などである。

知らず知らずに植え付けられた無用の恐怖は放射線、放射能の考え方の中に入っている。両者は、創られた無用の恐怖を担っているといえる。この恐怖を取り除いた放射線、放射能のありのままの姿を正しく理解できる知識を早くから身につける必要がある。新しい知識を容易に吸収できる若いときが効率的である。

5. 諸外国における原子力・放射能の理解促進

アメリカ、イギリス、フランス、ドイツ、スウェーデン、台湾、韓国が行っている原子力等に対する理解促進状況を調査した三菱総合研究所の結果によると、

- ① イギリスは教科書を決めていない。台湾は国定教科書である。アメリカ、ドイツは州政府が検定している。このようにさまざまである。日本では周知のように国の検定がある。
- ② 注目されるのは、イギリスで、科学技術を含めてあらゆる問題には二つ以上の側面（メリット・デメリットなど）があると教えている。そして是非の判断は子供に任せている。イギリスでは、原子力発電の他、遺伝子組み替え食品などもこのような考え方で教育している。
- ③ イギリスや台湾にはには、原子力、火力、自然エネルギーなどのメリット・デメリットをバランスよく書いている教科書が多い。
- ④ ドイツ（バイエルン州）では、物理の教科書に原子力について、「原子、陽子、電子に関する物理学的知識」「原子エネルギー」「原子力発電のしくみとメリット」「原子力発電の事故とデメリット」「人体に対する放射線の影響」「放射線モニタリング」「医学や工業などに対する放射線利用」「放射性廃棄物」などについて記述されている。ドイツではこの他、「地球環境問題との関連性」「他国の一人あたりのエネルギー消費量と自国との比較」など社会問題も含めて教育している。
- ⑤ イギリスの教科書は、エネルギー問題に関する知識を単に詰め込むのではなく、一定の基礎的知識は与えて、あとは自分で考えさせるという形をとっている。
- ⑥ イギリスで特に興味を引くのは、ある資料を読ませたのちグループに分け、一組は電力会社の社員、一組は原子力に批判的な NGO、一組は市役所の役人となり、ある地区に原子力発電所を建設するとしてグループ内で是非を話し合い、得られた結論を皆の前で発表して批判を仰ぐという。

- ⑦ イギリス政府が風力発電のため、ある金額を投入しようとしているという仮定の設問を与え、その金額の適正さを判断させたりして、理由とともにその結果を報告させたりしている。
- ⑧ 原子力発電推進と原発反対のポスターをそれぞれ作らせ、作った人の意図が見る人によく伝わるように分かりやすく印象的なものを創るように工夫させている。このように判断能力や発表能力の養成に力点をおいて教育し原子力に対する理解をはかっている。

6. 我が国における放射線・原子力の教育

(財)日本原子力文化振興財団は、平成12年3月に原子力に関する教育のあり方について詳細な報告書をまとめている。その一例を次に示す。

- ① 我が国の児童・生徒の原子力・放射線に関する基礎的知識は不正確で、正確な知識が不足しているという。
- ② 原子力発電に関する不安や不信が大人の世界で問題として取り上げられているので、児童・生徒の原子力発電に関する正しい認識が育成されない状態にある。
- ③ 原子力発電に関する授業が報道機関のセンセーショナルな記事やニュースなどによって取り上げられている。広い視野からの科学的な情報を児童・生徒に提供する必要がある。
- ④ 資源やエネルギーに乏しい我が国の実情を踏まえて、原子力発電がエネルギー安定供給に果たす役割や地球温暖化に果たす役割などについて児童・生徒と話し合う必要がある。
- ⑤ 我々の周辺では、医療、生物学、薬学、農業、理工学、地球科学などの分野で、放射線を利用して利益を得ている実情があることを認識する必要がある。
- ⑥ 原子力・放射線問題に関する体系的・総合的なカリキュラムが開発されていない。安全やリスクについての見方や考え方の認識が不足している。他の産業や各種のリスクなどと比較しながら、安全やリスクを理解する必要がある。
- ⑦ 児童・生徒の発達段階や学習段階に応じ、身近で具体的な内容から学習を始めるなど、教育内容の検討や教育方法の開発が必要である。
- ⑧ 関係機関から専門的な講師を招いた授業や講演会、教員の研修会などを積極的に実施する必要がある。
- ⑨ 地域にある原子力発電所、エネルギー館、研究施設などと連携して施設見学や施設での体験学習を推進する必要がある。
- ⑩ 学校い原子力・放射線に関する正確で適切な情報を提供するとともに、教材の開発や授業内容・方法の改善などについて支援する機関の設立が望まれる。

- ⑪ 原子力に関する教育内容は、バランス良く厳選され、適切・正確であるとともに、基礎的・基本的な内容を十分学習、理解できる必要がある。また、変化の激しい未来の社会や科学技術に備えて、児童・生徒自らが興味や関心をもち、自ら学び自ら判断する力を体得できるような教育を推進することが重要である。
- ⑫ そのためには知的偏重を改め身近で具体的な事象から学習し、経験的・体験的な学習や問題解決的な学習を重視する必要がある。このため各種の発電所、原子力施設の見学、調査、放射線などの測定や実験、原子力利用についての討論、資源やエネルギー供給のシミュレーションなど多様な学習方法を導入する方法がある。
- ⑬ 原子力を含めたエネルギーに関する問題は、社会科・公民科・地理・歴史科などを中心とした社会科学や人文科学から理科などを中心とした自然科学にいたるまで、極めて学際的で総合的である。エネルギーや環境は、新学習指導要領でも、小学校では社会、理科、生活、家庭などの教科で、中学校では社会、理科、保健体育、技術・家庭などの教科で、高等学校では世界史、日本史、地理、現代社会、倫理、政治、経済、理科基礎、理科総合、物理、化学、生物、地学、保健、家庭基礎、家庭総合、生活技術など多くの科目で取り扱われている。

教科・科目での学習の成果を踏まえるとともに、教科・科目の枠組みを超えて横断的・総合的な視点から、原子力に関する内容を体系的・総合的に学習を進めていく必要がある。

7. 新学習指導要領における放射線・原子力の学習

新学習指導要領では、従来よりも原子力を含めたエネルギーや環境に関する教育の充実を図るという。

- ① 中学校の「社会」の地理的分野では、我が国はエネルギー資源や鉱物資源に恵まれないことや環境やエネルギーに関する課題を抱えていることを大局的に判断できるようにする。「公民的分野」では、人類の福祉を増大しよりよい社会をつくるために解決すべき課題を、地球環境、資源・エネルギー問題について考えさせる。「理科」の第1分野では、水力、火力、原子力などの種々のエネルギーがあることを知らせ、エネルギーの有効利用が重要であることを認識させる。「技術・家庭」でも技術と環境・エネルギー・資源との関係を知らせるといふ。
- ② 高等学校の地理歴史科、公民科、理科では、原子力を含めたエネルギーや環境に関する教育を従来以上に充実するという。

理科では基礎的内容を総合的に学習する科目として、「理科基礎」「理科総合 A」「理科総合 B」の三つの科目を新設した。「理科基礎」では、エネルギーを考察させ、現在及び将来にわたる科学の課題と人間生活との関連を考察さ

せる。

「理科総合 A」では、蓄積型の化石燃料及び原子力並びに非蓄積型の水力、太陽エネルギーの特性、有限性及びその利用を理解させる。多様なエネルギー資源が発電や熱源に利用されていること及び蓄積型のエネルギー資源の成因、分布、埋蔵量の有限性及びエネルギー利用の過程を扱い、環境への配慮の必要性を認識させる。また、天然放射性同位体の存在や α 線、 β 線、 γ 線の性質を学ばせる。

「総合理科 B」では、生物と環境の現状及び課題についての考察並びに人類と地球環境との関連性を検討させる。地球温暖化と生物、環境に関する身近な課題を取り上げて、人類と環境とのかかわり、地球環境の保全の重要性などを取り扱うという。

上記3科目の中の1科目は必修となるので、原子力を含むエネルギー、放射線、資源及び環境に関する学習は必ず学習することになるという。

8. 放射線・原子力教育の総合的な学習の時間の活用

「総合的な学習の時間」は、横断的、総合的な学習や児童・生徒の興味・関心に基づく学習など、創意工夫を生かした教育活動を各学校が行う時間である。実施する課題は自らみつけて自分で学び、主体的に自分で考え判断し、よりよい問題解決の資質と能力を育て、学び方やものの考え方を体得し、問題解決や探求活動に主体的、創造的に取り組む能力を育て、自己の生き方は自分で考える能力を身に付けることを目的としている。

「総合的な学習の時間」の特徴は、学習活動の内容は、各学校に任されていることである。時間数は、小学校では第3・4学年は年間105時間、第5・6学年は110時間、中学校では第1学年は70～130時間である。高等学校では、卒業まで105ないし210単位時間で、付与する単位は3ないし6単位である。

原子力に関する学習内容は我々一人ひとりの日常生活の問題から地球規模の問題まで、また、現在から遠い将来にわたる問題などがある。また、この内容は、社会科、公民科、地理歴史科などを中心とした社会科学や人文科学から、理科などを中心とした、自然科学や個人としての人間の生き方にかかわる内容を含んだ、極めて学際的・総合的な学習内容である。

「総合的な学習の時間」における原子力の学習では、少なくとも次の事項に配慮する必要がある。

- ① 学習内容の総合化に伴う留意である。中学校では、「社会」や「理科」などの、高等学校では「地理歴史」「公民」や「理科」などの総合化の前提となる各教科の関連性を検討する必要がある。例えば、児童・生徒の発達段階を踏まえ、「科学技術の発展と原子力」「原子力の開発の意義とその必要性」「エネルギーの安定供給と原子力」「環境問題と原子力」「国民生活と原

子力・放射線」「産業の発展と原子力・放射線」「原子力の安全確保」「リスクと安全」「原子力の国際協力」「世界の平和と原子力」などの原子力を含め、資源・エネルギー・環境問題等を総合的・体系的な教育のカリキュラム開発が必要である。また高等学校では、学習指導要領にない教科・科目を各学校の判断で選定できる。この仕組みを活用して、原子力・放射線などを含む教科を推進できる。

- ② 身近で具体的な事例ほど、児童・生徒の関心を惹き、自分で体験したい気持ちに駆り立てられるので理解が早い。例えば、「電気はどこからくるのか」「体の健康を調べるX線」「生活と放射線」「生活の中のリスクと安全」「身の回りの放射線測定」「地域の発電所やエネルギー館・PR館」の見学や実験・演習などの体験的な学習で、児童・生徒は生き生きとして興味を示し、成果は大きい。
- ③ 課題を自分で解決できる能力の育成に重点があるといえる。その能力とは、体系化された知識の習得ではなく、基礎的・基本的な内容を理解し、体験的・経験的学習を通して理解や関心を高め、自ら主体的に判断し行動できる実践的な力をいう。それは思考力・判断力・表現力・創造力・行動力・実践力というような「生きる力」である。原子力に関する教育では、このような、自ら考え判断して適切に行動できる資質や能力の基礎を養うことが重要である。環境問題も、エネルギーの大量消費と深く関連している。環境問題と原子力問題とは関連して取り扱うことも大切である。

9. 種々のリスクの存在

リスクの定義は研究者や学問分野によって微妙に異なる。その違いは、望ましくない事象の発生頻度が確率（分布）で与えられるかどうかによって決まるという。確率で与えられると狭義のリスクとよび、与えられないと広義のリスクといたり単に「不確実性」ともいうが、確率を広義のリスクに含める研究者もある。原子力・放射線の分野で使用されるリスクはむしろ狭義のリスクに属するように思われるが、これについて関係者はあまりこだわっていないと思われる。

ゼロリスクという言葉があるが、リスクの原因群の暴露がゼロという意味である。しかし、我々が日常生活をしていて、現実にはゼロリスクということはありえないように思う。身近な事象の分類をあげると、①自然災害のリスク、②都市災害のリスク、③労働災害のリスク、④食品添加物のリスク、⑤医薬品のリスク、⑥環境のリスク、⑦バイオハザードのリスク、⑧感染症のリスク、⑨化学物質のリスク、⑩放射線のリスク、⑪廃棄物のリスク、⑫高度技術のリスク、⑬グローバルリスク、⑭社会経済活動に伴うリスク、⑮投資リスクと保険と数え切れないほど多い。我々はこのようなリスクの中で生活しているといえる（表1）。

表1：種々のリスクによる寿命短縮（日数）

行為又はリスク	寿命短縮（日数）	行為又はリスク	寿命短縮（日数）
貧困	3,500	大気汚染	80
喫煙（男性）	2,300	業務災害	74
心臓病	2,100	エイズ	70
独身	2,000	喫煙者との結婚	50
社会経済的地位が低い	1,500	溺死	40
約14kgの体重超過	900	転倒	39
義務教育中退	800	火事、火傷	27
最適でない医療	550	コーヒー：毎日2カップ半	26
ベトナム戦争兵役	400	放射線作業員18才65才	25
米国南東部での生活	350	ハリケーン、トルネード	1
鉱業建設（事故のみ対象）	320	航空機墜落事故	1
アルコール（飲酒）	230	ダム決壊	1
自動車事故	180	原発近辺居住	0.04
肺炎、インフルエンザ	130	原子力発電	0.4

バーナード・コーエン著、近藤駿介監訳、私はなぜ原子力を選択するか、p.136、
 （株）ERC出版（1994）

10. 放射線・原子力のリスクのテキスト（仮称）の作成

放射線教育フォーラムでは、飯利雄一、加藤和明、更田豊治郎、村主 進、高木伸司、唐木 宏、松浦辰男の先生方を委員としてリスク検討委員会を組織し河村正一が世話役となった。初めにこの委員会で種々検討した。放射線の人体に対する影響の目安には線量限度があり、その限度を超えると当然悪い影響がでるとされるなど複雑なため、怖い厄介な部類に入っている。不幸にもこのところ事故の連続で、一般的に怖いと思われる放射線・原子力が、実は有用なので我々の生活に広く利用されている。この事実はあまり知られていないように思う。これらの有用さやリスクを未来のある児童・生徒を対象者として、小学校、中学校、高等学校の先生方にご指導いただくのが効率的ということになった。近く開始される総合的な学習の時間で指導いただく先生方用の指導テキストを作成することになった。第6回の委員会を行い、そのテキストの概要や項目につき検討している。このテキストは、児童・生徒が興味を惹き起こし自らの力で問題解決に当たることができるような内容であること、分かりやすいことなどが目標とされている。（文責 河村 正一）

参考文献

1. 飯高 季雄, 原子力 eye, 1 巻, 1 号, pp. 18-21 (2001)
2. 田中 靖政, Energy Review, 1997-7, pp. 30-31 (1997)
3. 渡利 一夫, 放射線科学, 41 巻, 2 号, pp. 71-79 (1998)
4. 渡利 一夫, 放射線科学, 42 巻, 3 号, pp. 113-116 (1999)
5. 森 雄児, 放射線科学, 39 巻, 9 号, pp. 353-357 (1996)
6. 鳥井 弘之, 化学と教育, 48 巻, 10 号, pp. 641-643 (2000)
7. 浅科 修, 原子力工業, 43 巻, 9 号, pp. 42-51 (1997)
8. E. M. フェラン著, 菅原 努監訳, 「創られた恐怖」昭和堂 (1997)
9. (株) 三菱総合研究所, 原子力 eye, 46 巻, 12 号, pp. 33-36 (2000)
10. (財) 日本原子力文化振興財団, 原子力 eye, 46 巻, 12 号, pp. 18-24 (2000)
11. 加藤和明, JAERI-Conf99-011, pp. 378-381 (1999)
12. 加藤和明, 才津芳昭, 日本リスク研究学会誌, 9 巻, 1 号, pp. 87-94 :
13. 村主 進, 原子力発電のはなし, 日刊工業新聞社 (1997)
14. 村主 進, 原子力システム, 8 巻 4 号, pp. 44-49 (1998)
15. H. W. ルイス著, 宮永一郎訳, 科学技術のリスク, 昭和堂 (1997)
16. B. L. コーエン著, 近藤駿介監訳, 私はなぜ原子力を選択するか,
ERC出版 (1994)
17. 松浦辰男, 保健物理, 32 巻, 2 号, pp. 235-239 (1997)
18. 飯利雄一, 放射線教育フォーラムニュースレター No. 15, (1999)
19. 村田貴司, 日本原子力学会誌, 41 巻, 12 号, pp. 1222 (1999)
20. 甲斐倫明, ESI-NEWS, 17 巻, 6 号, pp. 193-196 (1999)
21. 盛岡 通, リスク学事典, pp. 2-12, 日本リスク研究学会編 (2000)
22. 末石富太郎, リスク学事典, pp. 16-17, 日本リスク研究学会編 (2000)
23. 小林定喜, リスク学事典, pp. 34-35, 日本リスク研究学会編 (2000)
23. 甲斐倫明, リスク学事典, pp. 58-59, 日本リスク研究学会編 (2000)
24. 木下富雄, リスク学事典, pp. 13-15, 日本リスク研究学会編 (2000)
25. 鶴田隆雄, 日本原子力学会誌, 40 巻, 12 号, pp. 937-939 (1998)

第 2 章 第 4 節

医療系教育機関における放射線教育の実態調査専門委員会報告

(2000 年度)

砂屋敷 忠、石原十三夫、渡利 一夫、大橋 國雄

1. はじめに

医師等医療職の中で、看護婦（士）は患者に最も近い距離にあり、医師や診療放射線技師と共に医療のなかで重要な位置を占める放射線診療のほとんどすべてに係わり役目を担っている。放射線診療が円滑に行われるためには、看護婦（士）が、自分自身や患者に対する放射線防護並びに放射線に関する患者への適切な説明に必要な知識をもっていることが不可欠である。しかし、先年度の報告書にも記載した通り看護婦国家試験出題基準の中には放射線の知識に関する項目は見あたらず現状を危惧する声もある。また、養成課程における教育の実態は必ずしも明らかではない。

このような状況下で今年度、本委員会は、看護婦（士）に対する放射線教育の実情について知見を得るため看護婦養成機関における放射線教育の実態についてアンケート調査を行った。日本看護協会の看護職養成機関調査リスト（平成 12 年）によれば、全国の教育機関数は看護大学 83、看護短期大学 58、看護婦・看護士学校 479 校の合計 620 校にもおよぶ（准看護婦養成機関は含まない）。本年度は、網羅的調査は考えず、広島、群馬及び千葉 3 県の上述の調査リストに掲載されている全 57 教育機関を対象に調査を行った。大学 4、短期大学 8、看護専門学校等 44 校である。回答数は 22（回収率；38,5%）であった。限られた地域の小規模なアンケート調査ではあったが、看護婦養成機関の放射線関連教育の実情を示す幾つかの知見を得ることができた。また、今後の調査の参考事項も提供された。

2. アンケートの実施と結果

2-1 アンケート依頼文（依頼の趣旨）

大 学 長
学 科 長
専 攻 長 殿
学 院 長
学 校 長

拝啓

早春の候、皆様には益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

さて、今日の医療において放射線に関連した業務は、年々増加しつつあります。それにとともに医療者の放射線に対する意識も変化してゆくものと思われます。医療職の中でも患者と最も近い距離にある看護婦（士）の放射線教育に関しては、放射線看護についてばかりでなく放射線の基礎や被曝の問題についても関心が高まって参りました。例えば、放射線医学総合研究所では、平成 6 年度から一回の募集人員約 30 名の放射線看護課程の研修会を毎年 4～5 回、放射線基礎や被曝も含めてすでに 19 回も実施し、ほとんどすべての年代にわたる参加者から研修会の内容に好評を得ているようであります。

本放射線教育フォーラムは、学校及び社会における放射線教育の充実と正しい知識の普及を図り、公益の増進に寄与することを目的にこれまで活動して参りました。この活動の一環として「医

療系教育機関における放射線教育の実態調査委員会」を設置し、この度看護婦（士）養成機関の教育の中で放射線に関する教育がどのように行われているかアンケート調査を企画しました。どうぞ趣旨にご賛同の上ご協力下さいますようお願い申し上げます。

敬具

平成13年1月11日

NPO 法人放射線教育フォーラム会長
有馬 朗人

追 伸

ご回答は、平成13年2月13日（火）までに返信用封筒にて御返送下さいますようお願い致します。

アンケートの結果は、当フォーラムの2000年度の報告書には掲載しますが、その他例えば、毎年7月頃に開催される「理工学における同位元素研究発表会」で発表し、フォーラムの機関誌「放射線教育」あるいはその他の機関誌等で公表したいと考えております。もちろん個別の内容については守秘し、集計結果のみを公表することとします。お答えいただきました機関に対しましては、公表しました結果をお送りする所存です。なお、アンケートの内容等についてのお問い合わせがございましたら下記担当者宛お願い致します。

委員会委員長 大橋 國雄
FAX 043-253-1366
E-mail k.oohasi@f4.dion.ne.jp

2-2 アンケート質問文

貴大学・短大・専門学校・看護学校・学院（以下「大学」という）の学生が卒業するまでに受ける必修、選択の科目で、放射線に関連する教育内容についておたずねします。選択科目はすべてを合計してお答え下さい。

別紙回答用紙に○印で、必要があればコメントも御記入下さい。

I あなたの大学の状況についておたずねします。

問1 現行カリキュラムに放射線に関する科目はありますか。

- イ 放射線を標榜した科目がある。
- ロ 関連科目の中で取り扱っている。
- ハ 放射線を主題とした科目はない。

問1-イ 「科目がある」を選択した場合、科目数と時間などについて（時間数については最も近いものを選んで下さい）。

- a 1科目 b 2科目 c 3科目以上
- a 数時間 b 10時間 c 30時間 d 30時間以上

科目名：

問1 ーロ 「関連科目で取り扱っている」を選択した場合、関連科目数と実質時間数などについて（時間数については最も近いものを選んで下さい）。

a 1科目 b 2－5科目 c 6科目以上

a 数時間 b 10時間 c 30時間 d 30時間以上

科目名：

問2 あなたの大学で放射線に関連した授業はどなたが担当していますか。

イ 看護専任教員が担当

ロ 放射線担当専任教員（下の該当する職種に印をつけて下さい）

a 放射線科医師

b 診療放射線技師

c 放射線取扱主任者

d 理系教員

ハ 必要に応じて医師や理系の非常勤講師

問3 カリキュラムの大綱化で授業時間数が変更になりましたが、放射線に関する教育は、大綱化で変わったと思いますか。大綱化前から貴機関があったとしてお答え下さい。

イ 変わらない

ロ 変わった（少なくなった）

ハ 変わった（多くなった）

問4 学生が卒業後、看護業務に就いたとき業務を行う上で基本となる放射線教育が行われていると思いますか。

イ 十分行われている

ロ 不十分である

ハ 分からない

問4 ーロを選択した場合、放射線の基礎教育について

a 担当できる教員教員はいるが時間がない

b 担当する教員がいない

c 授業時間がない

問4 ーロを選択した場合、放射線看護・医学教育について

a 担当できる教員教員はいるが時間がない

b 担当する教員がいない

c 授業時間がない

II 現状での問題点や望ましいカリキュラムについて

問5 看護教育における放射線関連教育について（そうだと思うものすべてを選択して下さい）

問5－1 現在の看護に必要である

- 理由： イ 基本教育として
ロ チーム医療に必要
ハ 患者指導に必要
ニ 国家試験対策

問5-2 必ずしも必要としない

- 理由： イ 実地での見聞で対応する
ロ 卒後教育でよい
ハ 専門家に任せるので必要性を感じない
ニ 設備・教員が不足している
ホ カリキュラム編成上不可能である

問6 問5に関連して、必要・不必要を問わず、放射線関係教育担当者としてはどのような職種の人が望ましいでしょうか。

- イ 各教科で必要に応じて看護職の教員が行う
ロ 必要な科目を専門家が教育する（下の該当する職種に印をつけて下さい。）
a 放射線科医師
b 診療放射線技師
c 放射線取扱主任者
d 理系教員
ハ 実習指導者に任せる

問7 教育資材についてお尋ねします。

- イ 時代に即応した教科書がある
ロ ほぼ満足する教科書がある
ハ 手づくりで対応するしかない
ニ 時代に即応した教材がない

問8 カリキュラム内容で必要とするものについてお尋ねします。

- イ 放射線利用の正しい認識
ロ 医療現場での必要事項
ハ 国家試験の対策
ニ 実験・実習

問8-イを選択した場合、その内容（基礎）についてお答え下さい。

- a 放射線を理解するための物理・化学・生物の基礎
b 放射線の人体影響、従事者・患者の安全確保
c 放射線診断及び治療との関係（検査の原理や画像診断の理解）
d 患者の疑問に答えられる知識
e 関連職種間の連携に必要な知識
f 国家試験に出題される範囲
g その他（具体的に書いて下さい）

問8ーロを選択した場合、その内容（臨床）についてお答え下さい。

- a 放射線科業務のマネージメントの基礎
- b 放射線汎用検査（CT・MRI 検査を含む）のケア
- c 放射線特殊検査（IVR やその他造影検査など）のケア
- d 放射線治療患者のケア
- e 放射性同位元素投与患者のケア
- f ICU, CCU, NICU, 手術場、病室、在宅医療でのケア
- g 保健活動での放射線関連業務
- h 放射線事故など被曝医療での看護業務
- i その他（具体的にお答え下さい）

Ⅲ 看護や保健・医療における放射線に関連する教育についてご意見がありましたらお書き下さい。また、アンケートに関することでも結構です。

その他ご意見をいただければ幸いです。

ありがとうございました。

2-3 アンケートの結果

調査対象の 57 教育機関、（大学 4、短期大学 8、看護専門学校等 44 校）のうち回答を寄せられたものは 22 校（大学 2、短期大学 2、看護専門学校等 11、匿名 7、全回収率；38.5%）であった。限られた地域の小規模なアンケート調査ではあったが、看護婦養成機関の放射線関連教育の現状に関する幾つかの知見を得ることができた。回収率が高くなかったことについては、匿名の回答が 1/3 弱あったことを考慮すると委員会の調査方法に起因する点に併せ回答者側の理由にもよるものもあるのではないかと考えられ、今後調査を進めてゆく上での参考になると思われる。

この報告では、回答数が少なかったことも考慮し、結果を整理して特に目立った点を指摘するに止め、その結果については今後さらに他の調査結果等を参照するなどして詳しい解析を行い、調査を継続して行く計画である。

回答の項目Ⅲに寄せられた意見にも見られる通り、日常の診療業務のなかで増大する放射線検査・治療等に関する知識、「放射線の基礎」特に医療放射線の人体影響（問8ーイ、ロ 問5-1、問4）、とそれらの教育に当てられる時間の余裕がなくカリキュラム編成上ジレンマを感じている様子が窺える。アンケートの回答作成者の一人からは30時間という大学の基礎教育のなかで放射線の専門家から受けた教育が随分と役立っているという経験談が寄せられたが、この分野の教育に関しても時間をとってある時期に集中的に行うことが必要である事を示唆するものと考ええる。放射線医学総合研究所で実施されている放射線看護課程の研修会の参加者からも、利用面の進歩が著しいなかで放射線の基礎と医療放射線の人体影響の知識に関してはすでにその必要性が指摘されている。これらの点が改善されるために大綱化（問3）が機能するにはまだ時間がかかりそうである。回答のなかからは総じて教育上のジレンマを抱えながらも現状をやりくりしながらさらに改善に向けて進む様子が感じられた。ご協力下さった関係機関の方々に深く感謝の意を表します。

回答用紙及び回答結果 (□の中数字が回答数を示す)

I 現状について

- 問1 カリキュラム
- イ 科目有り
- ロ 関連科目
- ハ なし
- 3
- a 1科目
- b 2科目
- 1
- 3科目
- /
- a 数時間
- b 10時間
- 5
- 30時間
- /
- d 30時間上
- /
- 科目名:
1. 治療学IV (放射線療法と看護) 2. 病態学区 (放射線治療の単元) 3. 慢性期成人看護学 (がん看護の中で「放射線治療時の看護」として) 4. 放射線入門
- ロ 関連科目
- a 1科目
- b 2-5科目
- 7
- c 6科目以上
- /
- a 数時間
- b 10時間
- 4
- 30時間
- /
- d 30時間以上
- /
- 科目名:
1. 成人看護学II 2. 病理学、治療、放射線療法 3. 診断と治療、診療援助の基礎技術
4. 看護学特論I、基礎実習 (学生全員ではない) 4. 病態学IV (女性生殖器) 5. 病理学 (各来院別 腫瘍の病体・検査・治療について) 6. 成人看護学概論 7. 疾病論、臨床看護総論II、成人臨床看護II
8. 医学系、各論看護学各々で 9. 病理学I 9. 基礎看護学、成人看護学

- 問2 授業担当教員
- イ 看護専任教員
- 6
- ロ 専門専任教員 (a 医師
- 14
- b 技師
- /
- c 主任者
- /
- d 理系教員
- /
- ハ 非常勤
- 4
- * 専門専任教員に○を付けたものがI、イーロ、イーハと重複した答えがあった

- 問3 大綱化の影響
- イ 変わらない
- 9
- ロ 少なくなった
- 7
- ハ 多くなった
- 4
- 問4 十分な教育
- イ 行われている
- 5
- ロ 不十分である
- 8
- ハ 分からない
- 7
- ロ 基礎不十分、理由:
- a 時間不足
- 2
- b 教員がいない
- 3
- c 授業時間なし
- 7
- ロ 看護不十分、理由:
- a 時間不足
- 3
- b 教員がいない
- 4
- c 授業時間なし
- 3

II 看護教育に望ましいカリキュラム 放射線看護

問5-1	教育に必要	イ 基本教育	18	ロ チーム医療	5	ハ 患者指導	9	ニ 国試対策	1
問5-2	不必要	イ 実地 ホ 編成上	1 ／	ロ 卒後	2	ハ 専門家	／	ニ 設備	／
問6	教育担当	イ 看護職 d 理系教員	12 1	ロ 専門家 (a 医師 ハ 実習指導者	14 1	b 技師 c 主任者 (ロ 専門職に○を付けたもの1)	5 ／	c 主任者	／
問7	教材資料	イ あり	1	ロ ほぼあり	9	ハ 手づくり	4	ニ なし	5 (不明と答えたもの2)
問8	必要内容 イ 基礎 ロ 臨床	イ 利用 a 基礎知識 f 国試 a マネージメント f ICU	17 8 4 3 4	ロ 現場 b 影響 g その他 b 検査 g 保健	14 19 ／ 8 5	ハ 国試 c 診断治療 c 特殊検査 h 被ばく時の医療	／ 10 6 10	ニ 実験 d 患者 e 連携 d 治療 i その他	1 13 e 連携 12 ／

III 看護教育や保健・医療における医療放射線についてご意見がありましたらご記入下さい。また、本アンケートに関する事でも結構です。
記載された意見には、

1. 回答内容回答肢の選択法に関する質問並びに回答用紙の記載し難さを指摘したものが3件
2. 大学基礎教育の中で受けた（放射線）教育の貴重な体験談、放射線看護学・放射線医学・放射線看護学の重要性と現状について述べたもの1
3. 放射線教育に関して自校が教員及び設備に比較的恵まれているとの現況に関するもの1
4. 日常業務の中で放射線検査・治療等に必要とされる知識の増加とカリキュラム編成との間のジレンマの克服に関するもの1等があった。

注) 複数回答が可能な設問で（特に設問II）複数回答があった場合はそれぞれ1と数えた。一方解答の無いものもあった。
回答肢以外の特別な解答は、最後の回答肢の後に括弧書した。時間数 15 時間と答えたものは、一番近い 10 時間に含めた。

看護婦（士）の職業上の被ばくについて

—その一断面—

NPO 法人放射線教育フォーラム

医療系教育機関における放射線教育の実態調査専門委員会

近年、業務との関連において看護婦の放射線教育に対する重要性が認識されつつあるが、看護婦養成機関在学中並びに就業後におけるその放射線教育の実態は必ずしも明らかではない。これに関連して、看護婦が日常の医療業務の中でどの程度被ばくしているかを知っておくことは重要なことと考えられる。そこで、本専門委員会は“ナガセ FB だより”により提供された過去6年間の資料の中から医療従事者並びにその中における看護婦（士）の被ばくの状況を抽出し、その実態を推測することにより、看護婦（士）に対する放射線教育を考えるための一つの資料にしようと考えた。

“FB だより”では、一年間（4月から翌年3月）を通して測定を行ったもののみを調査対象者として実効線量等量の集計を行っている。機関別の年間被ばく線量当量の集計は、全事業所を医療機関、研究機関、非破壊検査、一般工業の4グループに、職種別・男女別では、職種を医師、看護婦（士）、技師、助手、研究員、技術員、工員、教員、その他の9種に分類して行われているが、ここでは対象を看護婦（士）としているため、職種別・男女別では医療機関従事者の全体に対する状況並びに医療機関従事者の中での看護婦（士）の被ばくの実態を抽出してまとめた。最小検出限界未満を表す「M」（0.1mSv 未満）は、線量等量“ゼロ”として計算した。

表1. 各機関別年間平均被ばく線量等量(mSv, 括弧内は調査対象者数)

年 度	1994	1995	1996	1997	1998	1999
医療機関	0.687 (56,419)	0.692 (58,810)	0.567 (60,800)	0.557 (62,884)	0.569 (65,135)	0.607 (67,682)
研究機関	0.013 (10,879)	0.009 (11,833)	0.010 (12,397)	0.006 (13,037)	0.010 (13,570)	0.014 (14,433)
非破壊検査	1.745 (511)	1.762 (496)	1.517 (478)	1.554 (435)	1.318 (426)	1.166 (379)
一般工業	0.128 (18,319)	0.123 (18,232)	0.108 (18,335)	0.075 (18,718)	0.073 (18,178)	0.094 (18,391)
全平均	0.489 (86,128)	0.491 (89,343)	0.406 (92,010)	0.391 (95,074)	0.402 (97,309)	0.430 (100,885)

各機関において、年度毎に多少の増減が認められるところもあるが、全調査対象者数と現在注目している医療機関における対象者数は、毎年漸増傾向にある。医療機関における対象者数の全対象者数に対する割合は各年とも 65%を越え、被ばくが掛け離れて多い非破壊検査を別にすれば、医療機関対象者の被ばく線量は、全平均を越え、他の2機関に較べてずっと高い数値を示している。表には示していないが、毎年1 mSv 以下の被ばく者が 91.2%を占めている反面、線量限度、50 mSv を越えるも

のがこの調査期間の6年間を通じて全体の 0.02 乃至 0.03%、人数にして 20 人前後で、毎年そのほとんどを医療機関の従事者が占め、しかもこの中に看護（士）が 1 乃至 5 名含まれていることは、注目に値する。

次に、医療機関のなかでの看護婦（士）の被ばくの実態を見るために、医療機関における職種別・男女別の年間被ばく線量等量を表 2 に示した。参考のために医療関係以外の職種も含めた放射線作業従事者全体の平均を収録した。

表 2. 医療機関における職種別・男女別年間被ばく線量等量 (mSv)

年度		1994	1995	1996	1997	1998	1999
医 師	男	0.77	0.79	0.67	0.62	0.62	0.66
	女	0.44	0.47	0.31	0.37	0.32	0.29
	平均	0.75	0.77	0.64	0.59	0.59	0.62
看護婦(士)	男	1.02	0.94	0.83	0.81	0.81	0.81
	女	0.34	0.33	0.28	0.29	0.28	0.30
	平均	0.37	0.35	0.30	0.31	0.30	0.32
技 師	男	1.25	1.20	0.96	0.98	1.04	1.14
	女	0.48	0.52	0.48	0.45	0.53	0.52
	平均	1.17	1.12	0.90	0.91	0.97	1.04
全平均*	男	0.57	0.58	0.48	0.46	0.47	0.51
	女	0.27	0.27	0.22	0.24	0.23	0.23
	平均	0.49	0.49	0.41	0.39	0.40	0.43

*全平均は、9 種類の全職種に対する平均を示す。

全検査対象者の中の女性の割合は、年毎に微増しているが、27～30%である。何れの職種の中でも、女性の被ばくは男性に較べて 1/2～1/3 程度である。看護婦（士）について見れば、看護師は、最も被ばくの多い技師（男）にほぼ匹敵するほどの被ばくを受けているが、看護婦の被ばくは、その 1/3 程度であり、医師（女）、技師（女）よりやや低い。それでも他の職種の女性よりはるかに高く、全平均（女）に較べても約 1.5 倍近い値を示している。

装着の状況に違いがあるため単純な比較はできないが、年間の手指被ばく線量当量を見ると同じく年間の被ばく線量等量の数倍以上に及ぶ被ばくが認められる。リングバッジの装着を必要とすることからみても、被ばく線量等量のすべてが通常の放射線業務による散乱線被ばくによるものではなく、何にか線源に手を触れるような仕事もあるのではないかと推測される。

以上の資料から、医療の現場で様々な業務に従事している看護婦（士）に対する放射線関連の教育は、養成機関において、さらに業務の実態に合わせて就業後において適切に行われる必要があると考える。

第2章 第5節

低レベル放射線の健康影響と放射線防護

金子正人

(財)放射線影響協会

(〒104-0044 東京都千代田区鍛冶町 1-9-16)

[要約]

放射線はいかに微量でも有害という「直線しきい値なし」仮説は、作業者および公衆の被ばく低減に貢献した反面、放射線恐怖症と必要以上の規制強化をもたらしている。放射線による DNA 損傷の修復、適応応答、細胞のアポトーシスといった生体の防衛機能がわかってきた現在、放射線教育においては、大量の放射線被ばくは有害で避けなければならないが、微量の放射線は心配する必要のないことを強調する必要がある。

1. はじめに

放射線、原子力の利用は今日の生活になくてはならないものとなっています。しかし、放射線の健康に対する影響については、初期の不注意な取扱いによる放射線障害や原爆被災者の調査、膨大な動物実験などにより非常に良く分かってきたにもかかわらず、放射線・放射能を必要以上に危険視する傾向は改まっていないようです。

私たちは、自然界から常に放射線を受けています。原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）の 2000 年報告によれば、全世界の自然放射線源による 1 年間の被ばく線量の変動範囲は、1～10 ミリシーベルト（中央値は、2.4 ミリシーベルト）となっております¹⁾。中央値 2.4 ミリシーベルトの内訳を図 1 に示します。また、インドやブラジル、イランなどには 10 ミリシーベルトをこえる地域もありますが、これらの放射線が住民の健康に悪い影響を与えているという証拠はありません。

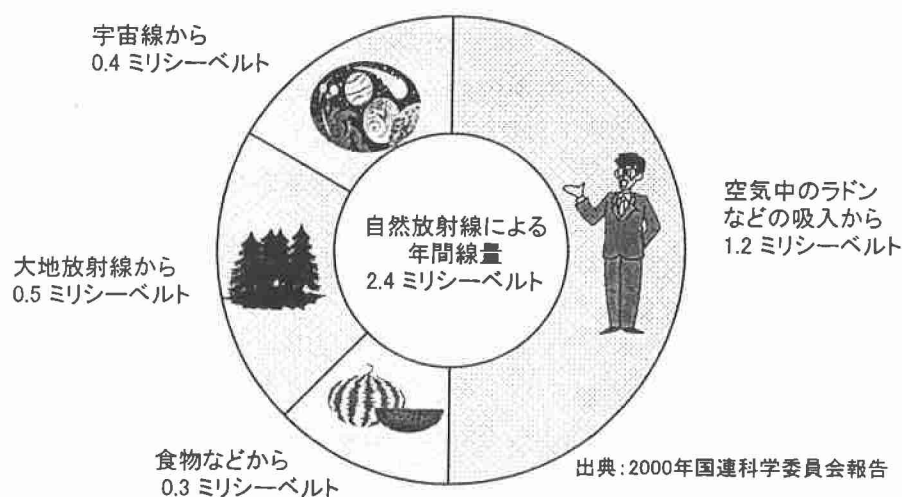


図1 自然放射線の内訳

生命は誕生した 30 数億年前から、人類も誕生した 500 万年前から自然放射線を受けていますが、宇宙線、大地、食物（体内）から受ける線量は、放射能の減衰を考慮すると、現在が一番低くなっているのです²⁾。図2に示すように、遺伝子 DNA にとっては、太陽からの紫外線と植物の光合成で発生した酸素が二大毒で、生命の進化の過程でそれらに対する巧妙な防衛機構を持つようになったといわれています。これらの防衛機構はガンマ線などの（電離）放射線に対しても有効と考えられるだけでなく、低線量放射線は生命にとって必須でむしろ有益ではないかと思わせるホルミシス（放射線適応応答など）の現象も報告されています^{3, 4)}。

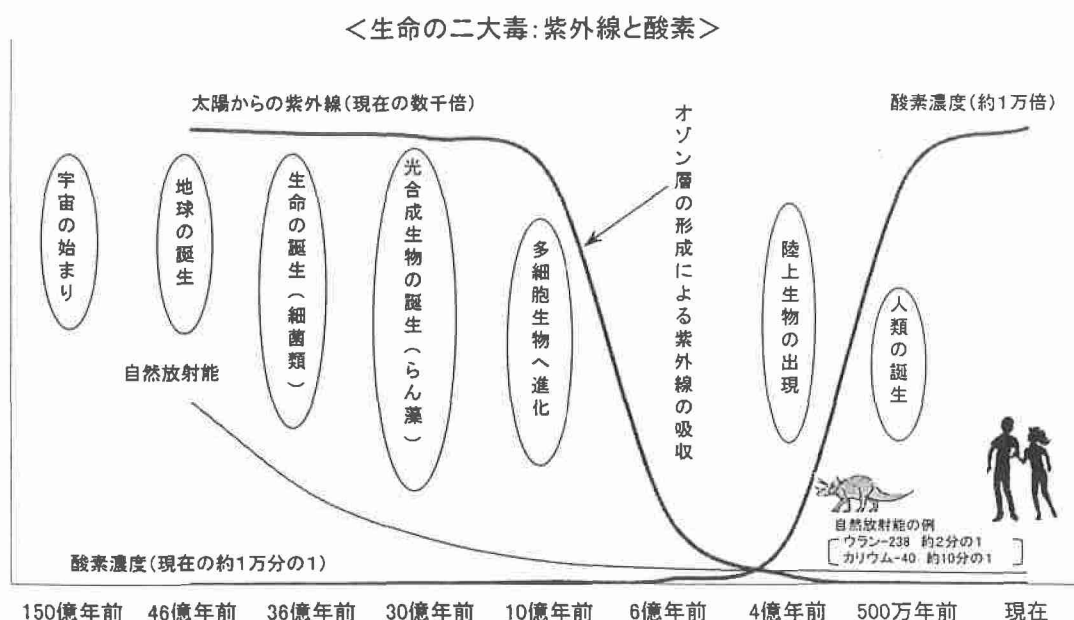


図2 放射線とのおつきあいは大昔から

しかしながら、放射線防護においては、放射線はいかに微量でも有害とする「直線しきい値なし」仮説を採用しており、作業員および一般公衆の被ばく低減に貢献してきた反面、放射線恐怖症を助長し、必要以上の規制強化をもたらすことにより、21 世紀にますますその重要性が増す放射線、原子力の利用によって致命的な障害となりつつあるように思われます。

本稿では、低レベル放射線の健康影響について概観し、これからの放射線防護について考えてみたいと思います。

2. 低レベル放射線の健康影響

放射線によって生じた遺伝子 DNA の傷は、大部分は修復されますが、100%ではないので、どんなに放射線の量が少なくてもがんになる可能性があると考えことにしてきました。しかし、がん抑制遺伝子 p53 がつくるたんぱく質が修復が十分でない不良細胞を見つけてアポトーシス（細胞の自殺）を起こさせ組織から排除することが最近、分かってきたため、このような生体の防衛機構で「少しの放射線では発生異常やがんになら

ない」のではないかと考えられるようになってきました。このことを科学的に証明するための研究が現在進められています⁵⁾。(図3参照)

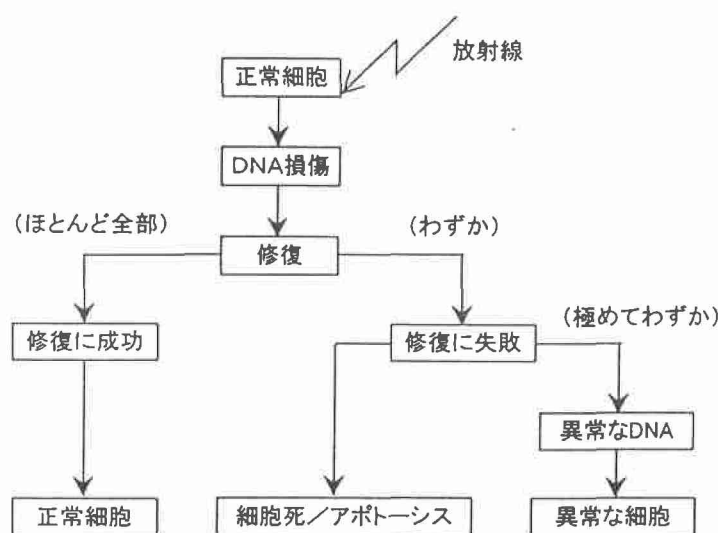


図3 放射線による細胞への影響

(1) がんと放射線

がんは日本人の死亡原因のトップですが、がんの主な原因はタバコや食事などで放射線の寄与は小さいと考えられています。がんは遺伝子の異常が原因で起こるとされ、がんの半数以上はp53というがん抑制遺伝子に異常があるとされています。

がんは動物によっても、また、同じ動物でも系統によって発生頻度が異なるため、がんのリスク、すなわち、放射線を受けたことによりがんの発生率や死亡率がどの位増加するかという推定はヒトのデータに拠らざるをえず、主に原爆被災者の調査結果が利用されています。低い線量(200 ミリシーベルト以下)では有意な増加がないため、相当高い線量を受けた人たちの線量あたりの増加率が極めて低い線量でも同じように起こるとして放射線による発がんリスクの評価をしているのです。

しかしながら、同じ量の放射線でも、急激に受けた場合と少しずつ時間をかけ緩やかに受けた場合とでは、あらわれる影響の度合いが異なり、ゆっくり受けたほうが影響が小さいことが動物実験などの結果から分かっています。これは、少しずつ時間をかけて受けた場合は、いったん細胞の遺伝子が傷ついても、細胞が本来もっている修復機能によって元通りに回復させる余裕があるためであろうと考えられています。

(2) 遺伝と放射線

放射線を受けると子供や孫に遺伝的な障害が現れるのではないかと心配がされています。確かに、ショウジョウバエやマウスなどを使った動物実験では、放射線によって遺伝的な影響(突然変異)が現れることが証明されています。しかしながら、ヒトについては広島・長崎の被ばく者の調査をはじめその他の調査でも、放射線による遺伝への影響は確認されていません。すなわち、広島・長崎で原爆放射線を浴びた人の二世に現れた遺伝病の頻度と、対照二世の頻度とを40年にわたって調査し、比較した結果、放射線(平均約500 ミリシーベルト)では、遺伝病の増加は見られていないのです。

（３）胎児と放射線

妊娠しているお母さんが放射線を受けると、その胎児に障害が現れるのではないかと心配されます。広島・長崎の原爆による放射線によってお母さんの子宮内で被ばくして生れたお子さんに、目に見えるような奇形は見られませんでした。知恵遅れの発生が観察されました。しかしながら、100 ミリシーベルト以下の線量ではそのようなおそれがないことがハッキリしてきました。このため、国際放射線防護委員会（ICRP）の1999年勧告では、女性の作業員一般に対して男性と異なる特別な線量限度は必要ないとしています⁶⁾。法村俊之産業医科大学教授らのマウスにX線を当てる実験研究によって、奇形マウスの誕生をおさえているのは、がん抑制遺伝子p53によるアポトーシスであることを明らかにしています⁷⁾。

母親が妊娠中にX線診断を受けた結果、白血病などの小児がんが増えたという論文が1950年代に英国で発表されて以来、今日まで調査が行われてきましたが、医療被ばくと小児がんは関係があるというものと、関係はないというものがあります。一方、広島や長崎で胎児期に被ばくを受けた人たちの調査では、小児がんは増えていません。

3. 放射線防護の原則

国際放射線防護委員会（ICRP）は、放射線防護の観点から放射線影響をしきい値のある確定的影響としきい値のない確率的影響に大別し、放射線防護の目的を、確定的な影響を防止し、確率的な影響を容認できるとされるレベルにまで制限することとしています。また、この目標を達成させるため、

- 1) どんな行為も、それが引き起こす放射線損害を相殺するのに十分な便益を生むこと（行為の正当化）
 - 2) すべての被ばくを、経済的および社会的要因を考慮に加えたうえ、合理的に達成できる限り低く保つべき（防護の最適化、ALARAの原則）
 - 3) 個人の被ばくは、線量限度に従うべき（個人線量限度および個人リスク限度）
- という放射線防護体系を勧告しています。

すなわち、放射線は、あくまでも“生体にとり有害”（bio-negative）という前提で、少量の放射線が生物に良い影響を与えるというホルミシスに関するデータは、放射線防護において考慮に加えるには十分でないとしています⁸⁾。

この仮説は、作業員及び一般公衆の被ばく低減に大きく貢献しましたが、同時に、放射線恐怖症を助長し、過大な防護施策による人的物的資源の浪費と人類が放射線、原子力の便益を享受することへの障害となりつつあります。これ以下の線量では発がんなどが起こらないという「しきい値」がないという前提では、線量の限度は主観的な「容認できるリスク」を根拠にせざるをえないため、果てしない被ばく低減の要求に答えていく必要があります。この「直線しきい値なし」仮説で利益をえているのは、放射線科学者、放射線規制官、弁護士、環境保護論者などで、この仮説を、20世紀最大の科学的スキャンダルという著名な放射線生物学者もいるほどです。

4. 低線量放射線のリスクをめぐる動き

遺伝子修復もアポトーシスも分かっていなかった40年あまり前、放射線防護のため

には、低線量域でも高線量域と同様のリスクがあるものと仮定しましたが、その後の放射線影響研究、分子生物学の進歩、ヒト遺伝子の解明が進んできて、この仮定の妥当性について活発な議論が展開されています。

(1) 学会等の動き

放射線防護の専門学会である米国保健物理学会は1996年に、「それ以下では放射線のリスクはないか、あっても極めて小さいため、定量的なリスク評価は年 50 ミリシーベルトか生涯 100 ミリシーベルト以上の線量を受けた者に限定すべき」という内容の声明を出しました⁸⁾。また、1999 年には米国の原子力学会が、「放射線リスクの推定に直線しきい値なしモデルを使う科学的根拠は不十分であり、データの再評価を行い、現在の放射線防護指針の見直しについて検討すべき」との声明を出しています⁹⁾。米国のエネルギー省は、低線量放射線による影響のしきい値を明らかにする十か年の研究計画をスタートさせました。カナダのオタワ大学には、低線量放射線の健康影響に関する国際センターが設置され、これまでに得られている生物影響データの再評価を開始しました。

日本放射線影響学会は、1999 年 9 月に広島で開催された総会で、低線量・低線量率放射線の影響研究を推進する必要性を訴える声明を採択しました。世界で唯一の原爆被ばく国であるわが国は、高線量放射線が人類にもたらす影響を明らかにし、放射線の利用と安全の国際基準の形成に大きく貢献してきたが、今や、低線量・低線量率放射線影響という新しい課題に取り組む必要があり、国のエネルギー政策と環境対策にも反映され、国民的合意形成の学術的基盤が形成されるものと期待されるとしています。

(2) ICRP 委員長の提案

ICRP の R. Clarke 委員長は、現在の放射線防護体系をもっと分かりやすく、単純にしたいとの目的で“controllable dose”（制御できる線量）という新しい考え方を提案しました¹⁰⁾。すなわち、職業被ばく、医療被ばく、公衆被ばくを問わず、個人の線量だけに着目して、制御可能な被ばくをレベルに応じて適切に管理しようというものです。最大の線量を受ける個人の影響が negligible ならば、それ以下の線量を何人が受けても negligible であると割り切ることで、どんなに小さな線量でも人数分加算して、何人ものがん患者が出るという評価に結びつく集団線量（人・シーベルト）の弊害をなくそうとしており、「直線しきい値なし」仮説をめぐる論争に終止符を打ちたいという意図が見受けられます。

2000 年 5 月に広島で開催された国際放射線防護学会第 10 回大会（IRPA-10）において、この提案に対する各国の放射線防護学会の意見が出され、議論がなされましたが、ICRP では、2005 年を目途に勧告の改訂を考えており、ICRP 委員長の提案を含め、従来の勧告の改善すべき点などについて検討が進められております。

5. これからの放射線防護

これからの放射線防護は、科学的であり、放射線以外の“有害”物質との整合がはかれ、かつ人々に理解されやすいものでなければなりません。現在でも毒性学のドグマとなっている 16 世紀のパラケルスス（Paracelsus 1493 – 1541）の以下の金言が、電離放射線にもあてはまると考えれば、紫外線や有害化学物質などとの整合がはかれます。

「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。」(All substances are poisons, there is none which is not a poison. The **right dose** differentiates a poison from a remedy.)

化学物質の場合、急性毒性や薬傷などの即発的な有害危険性を防止するハザード管理から、低濃度長期被ばくによる障害を防止するリスク管理に移行しているといえます¹¹⁾。

しかしながら、ダイオキシンに対する人々の不安と恐怖を正しい知識のもとに解消する必要性を説く埼玉医科大学の和田 攻教授は、34 万人余の被ばく例のあるダイオキシンの場合、ヒトでの量・反応関係から最低有害量を定めるハザードアセスメントが可能なため、行政が予防対策のために安全幅を大きくとって、リスクの可能性や確率をゼロにしようとするリスクアセスメントではなく、ヒトに対する有害性の評価は、ヒトのデータによる医学的評価に基づくべき、としています¹²⁾。

化学物質でも電離放射線でも、ヒトのデータがない場合は、動物実験に基づくリスクアセスメントによらざるをえませんが、ヒトについてのデータがある場合には、仮想的なリスクでなく、実際のハザードに基づいた防護規準の設定が適当と考えます。

放射線防護は、「実際のなしきい値」(practical threshold)という原則に基づいて実施すべきだという認識が広まりつつあります。国連科学委員会のポーランド代表である Z. Jaworowski 博士は、「実際のなしきい値」とは、その線量以下の放射線被ばくでは、検出可能な放射線発がんあるいは遺伝的影響が起こりそうもないレベルであって、放射線従事者、医療被ばく者および高自然放射線地域住民の疫学的調査のデータなどから提案できるであろうと述べております¹³⁾。

2000 年 12 月に公表された日本の原子力発電施設等で働く放射線業務従事者についての疫学的調査結果では、全悪性新生物の死亡率は、日本人男性一般と比べて増加は認められず、低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしているとの明確な証拠は見られなかったとしています¹⁴⁾。

6. 結びにかえて

ICRP1990 年勧告の取り入れに係る放射線防護関係の改正法令は、2001 年 4 月 1 日から施行されますが、科学的知見と管理経験に基づいて女性作業員一般に対する特別な線量限度は必要ないとし、管理区域の設定基準は現場の判断に委ねるといった ICRP の規制緩和の勧告は、わが国では取り入れず、反対に基準をきびしくするとした放射線審議会の意見具申¹⁵⁾に従ったもので、過剰な規制により放射線に対する不安感を一層増大させる結果となります。放射線審議会の意見具申は、国民の間にある放射線に対する不安感に追従したとも考えられ、この悪循環は断ち切る必要があると思います。

現行の線量限度以下の放射線被ばくは、ICRP が採用している「直線しきい値なし」モデルによるリスク評価によっても、リスクは十分に小さいため、更なる「被ばく低減」よりも、大線量の放射線を受ける被ばく事故を可能なかぎり防止することに努力を傾注すべきです。「放射線を正當に怖がる」教育を行うためには、「どんなに微量でも毒」と教えるのではなく、「大量では有害だが、少量では無害か、むしろ有益であるかもしれない」という常識的な考え方を尊重すべきです。職場や環境における放射線のレベルでは、定量的なリスク評価やリスク用語の使用は不適当といえます。

21 世紀に人類が放射線、原子力の恩恵を享受していくためには、「直線しきい値なし」

仮説によらない新たな放射線防護の体系が必要と思われます。

参考文献

- 1) United Nations: Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly (2000)
- 2) Karam, A.: The Evolution of the Earth's Background Radiation Field over the Past Four Billion Years, *SSI News*, 7 (1), 12-15 (1999)
- 3) Luckey, T.D.: Physiological Benefits from Low Levels of Ionizing Radiation, *Health Physics*, 41 (6), 771-789 (1982)
- 4) 大山ハルミ、山田 武：低線量放射線の健康影響—放射線ホルミシス、*Radioisotopes*, 46, 360-370 (1997)
- 5) 近藤宗平：放射線リスクにしきい値がある科学的証拠、*日本原子力学会誌*, Vol.40, No.7, 535-541 (1998)
- 6) 日本アイソトープ協会翻訳・発行：国際放射線防護委員会の1990年勧告 (1991)
- 7) Norimura, T., Nomoto, S., Katsuki, M., Gondo, Y. and Kondo, S.: p53-dependent apoptosis suppresses radiation-induced teratogenesis. *Nature Medicine*, 2, 577-580 (1996)
- 8) Mossman, K.L., et al.: Radiation Risk in Perspective (Health Physics Society Position Statement), *The Health Physics Society's Newsletter*, XXIV (3), 3 (1996)
- 9) American Nuclear Society Position Statement: Health Effects of Low-Level Radiation (April 1999)
- 10) Clarke, R.: Control of low-level radiation exposure: time for change?, *J. Radiol. Prot.*, 19 (2), 107-115 (1999)
- 11) 伊東隆志：化学物質のリスク管理、11頁、化学工業日報社 (2000)
- 12) 和田 攻：ダイオキシンはヒトの猛毒で最強の発癌物質か、*学会会報*, No. 830, 9-19 (2001)
- 13) Jaworowski, Z.: Radiation Risk and Ethics, *Physics Today*, 52 (9), 24-29 (1999)
- 14) 科学技術庁委託調査報告書：原子力発電施設等放射線業務従事者に係る疫学的調査 (第Ⅱ期 平成7年度～平成11年度)、(財)放射線影響協会 (2000)
- 15) 放射線審議会：ICRP1990年勧告 (Pub. 60) の国内制度等への取入れについて (意見具申) (平成10年6月)

第2章 第6節 (1)

(日本原子力学会誌、Vol. 43, No. 5, 2001 年 5 月号に掲載予定)

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

松浦辰男*¹, 飯利雄一*², 高木伸司*³, 関本順子*¹

*¹放射線教育フォーラム, *²日本原子力産業会議, *³ 神奈川大学理学部

I. はじめに

筆者らは 1993 年ころから、現在高校学校で使用されている教科書における原子力・放射線関係の記述について調査してきた。調査した教科書のうち、旧制度の「理科 I」、「物理」、「化学」と 1994 年度から使用されている「総合理科」、「物理 I A」、「物理 I B」、「物理 II」など理科 165 冊、さらに理科以外の公民(「現代社会」、「政治経済」)、地理歴史(「地理 A」、「地理 B」、「世界史 A」、「世界史 B」)と「保健体育」71 冊、合計 236 冊に関しては著書⁽¹⁾としてまとめた。調査の結果わかったことは、

- (1) 一般に原子力関係の取り扱い是不充分である、
 - (2) 理科の教科書においてさえ記述が科学的に不正確な個所がある、
 - (3) 社会科系の教科書では、原子力発電所の事故などを過大に取り上げ、原子力の安全性に問題があるとして原子力の推進に懐疑的な論調がめだつ、
 - (4) 放射線の利用、とくに医学的利用に関する記述が貧弱である、
- というような問題点があることであった⁽¹⁾。

その後も、平成 9 年以降平成 11 年度中に発行された教科書約 90 冊を調査した⁽²⁾。その結果、最近発行されたものは、

- (1) 上述の点に関しては一般に以前より改善されている。
- (2) 理科、とくに物理の教科書では改善の努力が著しく、その記述の適切さは以前に比べると格段に進歩がある。中でも「物理 I A」では、原子核エネルギーのこと、放射線の単位、放射線が天然に存在すること、放射線の人体への影響、放射線の利用のことなどが、かなり詳しく記述されている。
- (3) 理科以外の科目では原子力についての記述は、傾向としては少しずつ改善されているが以前と全く変わっていないものもあり、原子力の安全性に問題があるとする論調は依然強い。例えば、調査した教科書のうち 70%以上がチェルノブイリ事故について記述がある。これらは写真あるいは放射能汚染が起こった地図入りで比較的軽くふれているものから、誇張といえる不正確な情報を交えて書かれているものまで、いろいろである。

最近では教育問題についての論議が盛んとなり、教科書の記述についてもようやく世間の関心が向けられて来たこともあって、各出版社とも内容は年々客観的な記述への修正が見られる。この傾向への定着が期待されるが、昨年の JCO の事故⁽³⁾以来、社会の原子力に対する考え方が厳しくなっているので、教科書における記述の今後の動向を注意深く見守って行く必要がある。この問題については、執筆者の所属するボランティア組織「放射線教育フォーラム」^{(3)~(5)}の活動の一つとして、教科書の記述に関する委員会活動を取り上げている。本稿では、前回に著書⁽¹⁾として公表した以後、平成 11 年度までに発行されて現在使用されている教科書のうちの一部を実例として現状を紹介する。(段を

下げて小活字になっている部分は教科書原文からの引用である。)

II. 最近の理科の教科書

1. 物理の教科書

文部省の学習指導要領^{(6) (7)}により、理科のうち物理(「総合理科」「物理ⅠA」「物理ⅠB」など)でエネルギーあるいは原子構造に関連した項目で、例えば「放射能及び原子力の利用とその安全性の問題にも触れること」(物理ⅠB)といったように明確に取り扱うことが決められているので、物理ではどの教科書でもかなり詳しい記述がある。以前のものは細部において科学的な誤りを指摘できるものが少なくなかった^{(1)(8)~(10)}が、最近の教科書ではこの点について十分に改善の跡がみられる。以下に最近のものについての一二の実例を示す。

例えば〔啓林館「物理ⅠA」平成9年3月発行〕では、「放射能と人間」の項目で放射線の種々の利用が医学への利用を含めて紹介されているほか、「放射線の人体への影響」で、

「大量の放射線を浴びると、脱毛などの急性の放射線障害を起こし、ひどい場合は死に至る。また、急性障害が起こらない量の放射線でも、後になっての癌や遺伝障害が、浴びた量に応じてわずかに増えると考えられている。ただ、人間の遺伝障害と微量な放射線の影響はまだ確認されていない。」

と客観的に記述されており、このゴチックの個所のような記述は教科書では初めて見るもので、評価されてよい。また「放射線を浴びる量」という題で自然放射線と人工放射線の両方について、シーベルトの単位で8桁にわたって定量的に対比された表があり、「微量な放射線は自然にも存在し、私たちの体の中にもわずかだが放射性物質がある」との適切な説明がある。

また〔実教出版「高校物理ⅠA」平成10年1月発行〕では「原子力発電の安全性」の小項目で安全を確保するための原子力発電所の多重防護の設備が紹介されており、記述も適切である。

2. 化学の教科書

現行の学習指導要領⁽⁶⁾で、化学では、放射性同位体はおろか同位体さえも扱わなくてもよいようになっていることは困ったことである。そのため、「化学ⅠA」では現在発行されている6社6種のうち、以前は本文に同位体の記述さえないものがあつた。最近のものは改善されて全部に同位体があり、そのうち1冊には放射性同位体の説明が囲み記事としてでている。

「化学ⅠB」では7社15種のすべてに同位体の説明があり、そのうち11種までが ^3H や ^{14}C の例とともに放射性同位体という言葉がでている。しかし残り4種には放射性同位体の説明がなく、でていても多くは言葉だけである。放射性壊変や、トレーサー利用または年代決定などの応用の説明のあるのは3冊(三省堂・第一学習社・啓林館)だけである。三省堂の「化学ⅠB改訂版」(1998年3月発行)は、半ページ以上にわたる囲み記事で放射性壊変、トレーサー、放射線の医学その他への利用、半減期、 ^{14}C や ^{40}K による年代測定、 ^{238}U と ^{206}Pb の比の測定による地球の年代測定など、詳しく放射線や放射性同位体とその応用の記述がある。

ただし、これは物理の一部の教科書についてもいえるのであるが、せっかく放射線や放射性同位体について記述がありながら説明が定性的で簡単すぎ、また少量が天然にも存在することが書かれてなくて、しかも「危険であるから取り扱いに注意せねばならない」という記述だけのものがあり、これでは生徒に放射線や放射性物質に対して量的な考察なしにただ警戒心、あるいは恐怖心をあおるだけになる恐れがあるので、高校の理科の教科書としては不十分であると言わざるをえない。

III. 理科以外の教科書

理科以外の人文・社会系科目においては、学習指導要領⁽⁹⁾において（広義の）原子力に関しては、「現代社会」で「環境と人間生活」中で資源・エネルギーの需給を、「人類の課題」で核兵器と軍縮問題を、「政治経済」では「現代経済と福祉の向上」で資源・エネルギーを、「世界史A」では「科学技術と現代文明」で原子力の利用を、「地理A」では「現代世界の課題と国際協力」中の「地球的課題の出現」で環境、資源、エネルギーの項目で取り扱うようにと規定されている⁽¹⁾。しかし「保健体育」では、「環境と健康」で「産業活動などが自然環境を汚染し健康被害をもたらすこともあること、このため種々の対策がとられていることを理解させる」となっていて、必ずしも原子力に関する具体的な取り扱いの指示がされていない。にもかかわらず、「保健体育」（3社8種中4冊）を含む理科以外の科目の教科書で比較的詳しく原子力関係のことに触れて記述がされている。そして、どちらかといえば原子力・放射線・放射性物質を（量的なことは殆ど顧みずに）危険視し、執筆者の主観に基づいてその利用の推進に消極的あるいは批判的な論調で記述されているのが少なくない。以下において、問題と思える記述が含まれているもの、まず妥当と思えるもの、どちらかは一概にいけないもの、の3つに分類して、いくつかの実例を示す。

1. 問題と思える記述の例

○【山川出版、「現代社会」1998.3月発行】 「原子力発電の問題点」として、

「原子力発電は、…化学反応に比べれば桁違いに大きなエネルギーが放出されます。しかし、そのさい同時に危険な放射能も生み出されるため、…安全性の確保が大きな問題となります。……
チェルノブイリ原子力発電所の爆発事故のようなことがおこれば、かなり広範囲にわたって深刻な放射能汚染が生じることはいうまでもありません。さらに、まったく事故がない正常な運転時においても、危険な放射性廃棄物がどんどん蓄積されてしまうという問題があります。放射性廃棄物は、処理技術が未確立のまま増えつづけているため、将来、その半永久的な管理・貯蔵を、子孫におしつける結果になることも考えられます。寿命のつきた原子炉は、著しく放射能汚染されており、それをどう処分するかも大きな問題となっています。……その他、原子力発電所で働く人たちの放射線曝量が大きいこと、核燃料輸送中の事故や核ジャックの危険性があること、原子力関連施設に対する軍事攻撃をうけた場合、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こと、コスト面において石炭・石油に対して必ずしも有利ではなくなっていることなど、
原子力発電はいくつかの難題をかかえています。」

アンダーラインの個所の記述などは不正確、または不的確であるというべきである。

○【数研出版、「精解現代社会」平成10年1月発行】は「新しい資源・エネルギーの開発」の項で、

「太陽エネルギーや地熱・風力・波力の利用などの開発が急がれる。」「原子力発電は、人体に危険な放射能を大量に発生させるウランの核エネルギーを使用しているため、安全性の管理が問題となる。」「1979年のアメリカのスリーマイル島事故でも、周辺地域に放射能被害をもたらした。」「原子力発電所に反対する世論や運動が、日本や欧米諸国で急速に高まっている。」「アメリカのカリフォルニア州では、住民投票で原子力発電所の一部が解体されることになった。日本の原子力発電所では、安全運転のための努力がなされているが、放射性廃棄物の処理の問題、温排水による熱汚染の問題など、解決しなければならない課題も多い。」

これらの記述については、自然エネルギーを賛美している一方で、『人体に危険な放射能』という表現、TMI事故でその周辺の住民に何ら健康被害はなかったのに誇張して記述していること、アメリカで原子力発電所に関して住民投票は21回おこなわれ、そのうち20回については原子力発電賛成であったのに廃止となった1例だけを取り上げていること⁽¹¹⁾、温排水による熱汚染という表現など、教科書において原子力に対する偏った主観を不適切に表現している例として、議会でもとりあげられた⁽¹¹⁾。

○〔実教出版、「政治・経済」平成11年1月発行〕は「新エネルギーの開発」の項で、

「…各国では、石油・石炭による火力発電にかわって、原子力発電の比重を高める方向が模索されている。しかし、チェルノブイリ原子力発電所の事故（1986年）以来、慎重な姿勢をとる国もみられ、また旧ソ連や東欧の原子力発電所ではいまなお大事故の危険があるといわれている。日本など先進工業国では、安全性の確保に気を配りながら原子力発電が行なわれているが、1995年の高速増殖炉「もんじゅ」のナトリウムもれのように、事故は皆無ではない。また放射性廃棄物の処理のように長期間にわたる万全の管理体制も必要である。

このように化石燃料や核エネルギーは、廃棄物が環境を汚染する性質をもっているため、汚染が生じない太陽熱・地熱・風力・水素エネルギーなどクリーンなエネルギーの開発が急がれている。」（イタリックは以前あったが、今回は削除され、ボールドは今回入った部分）

これは穏やかな例である。前にも指摘したが⁽¹⁾、地熱などは必ずしもクリーンとはいえないし大量を供給する能力については疑問である。また水素エネルギーは一次エネルギーではないので、読者に「クリーン・エネルギー」の幻影を与えることになり、不正確というべきである。

○〔三省堂、「現代社会」1998年7月発行〕「世界にまきちらされた放射能」という見出しで、2ページにわたり、かなり詳しいエネルギー・原子力に関する説明がある。以前は付属図版として「世界の原子力発電所の分布——1989年6月現在」「各国の総発電量に占める原子力発電の割合」「事故後のチェルノブイリ原子力発電所」（写真）の3つであったのが、「世界の原子力発電所（運転中）の分布——1996年現在」「事故後のチェルノブイリ原子力発電所」（写真）「開発された風力発電とソーラー発電装置」（写真）「地熱発電所〔大分県九重〕」にかわっている。本文のほうは前とほとんど同じで、原発の稼働基数が1994年現在で49基と新しくなっている。しかし、チェルノブイリ事故の被害については、依然として、「その後の放射線被曝などによる死者は7000人にのぼる。」「事故後10年以上たっても白血病や甲状腺ガンなど深刻な後遺症に苦しむ人びとを多数出している。」など、死者は7000人という数字とか甲状腺ガンは事実だが多数の白血病発症という確実とはいえない情報に基づく表現があり、誤解を生じさせる記述であると思われる。

2. ほぼ適切、あるいは改善された記述がされている例

○〔第一学習社、「新地理B」平成10年2月発行〕 口絵に1ページにわたり「エネルギー問題を考えよう」というテーマで、「フーシュン（撫順）炭田」「喜入石油備蓄基地」「チェルノブイリの原発事故（地図）」「ピレネー山中の太陽熱発電」「核燃料サイクル（説明図）」とむつ小川原港に着いた高レベル放射性廃棄物運搬船の写真などとともに簡単に適切な説明があり、それぞれの写真に対応して本文にも記述がある。

○〔東京書籍、「新訂現代社会」平成10年2月発行〕は「エネルギーの将来」の見出しで、

「原子力発電は近年、総エネルギー供給に占める割合をしだいに高め、今では10%をこえるまでになっている。政府は今後この割合をさらに高めていこうと計画しているが、原子力発電のメリットとともにデメリットをも考慮したうえで慎重に計画をねることが望まれる。」

と妥当な記述があり、添付された図は「一次エネルギー供給の割合の推移」「おもな家電の登場時期と一戸当たりの月平均電力使用量」である。

○〔第一学習社、「現代社会」平成10年2月発行〕 「原子力発電とその課題」で、

「…近年、原子力発電への依存が高まってきている。現在、日本の原子力発電量は、アメリカ、フランスに次いで世界第3位で、日本の総発電量の3割近くを占めるまでになっている。原子力発電は、…課題も山積みしている。ひとつには、チェルノブイリ原子力発電所事故に代表される発電の過程における放射能漏れなどの問題、二つ目には、発電で生じる低レベル放射性廃棄物の安全な管理・保管の問題がある。さらに、使用済み核燃料のなかでも再利用できるプルトニウムと燃え残りのウランを取り出す再処理の際に発生する高レベル廃棄物の問題もある。電力の需要が増大している今日、原子力発電による電力の供給が不可欠な一方で、このような課題の解決に向けて努力していく必要がある。」（ボールドは原文。次の例も同様。）

脚注には、①チェルノブイリ原子力発電所事故、②放射性廃棄物、③プルトニウムについての適切な説明がある。

○〔東京書籍、「地理B」平成10年2月発行〕

「石油危機」以後、世界的に原子力発電が重視され、すでに世界の総発電量の約20%弱を占め、日本でも30%近くに達している（1993年）。核燃料サイクルの確立によって資源の再利用が可能なこと、核燃料の長期確保によって紛争による供給不安を回避できること、二酸化炭素を放出しないことを理由に、フランス、日本、韓国では強力に推進している。他方、重大な原子炉事故など安全性への不安、使用済み核燃料や核廃棄物処理技術が十分に確立されていないこと、経済性に疑問があること、などの理由からアメリカやドイツでは、原子力発電を抑制する傾向を強めている。」

ただし、アンダーラインの個所は厳密には正しくない。それは原子力発電を計画もしくは推進している国はこの3カ国以外にもあるからである。

○〔教育出版、「地理B」平成11年1月20日発行〕

ここでは「放射能汚染」の見出しで2ページにわたり記述あり、以前のもの（平成6年1月20日発行）より改善されている。（2つの写真があり、一つは「原子爆弾によって廃虚となった広島」でもう一つは「事故が起きたチェルノブイリ原子力発電所（ウクライナ）」である。）

改善された個所として、記述が詳しくなり、例えば「原子力発電と環境問題」の小見出し

しで、以前は「・・・原子力発電の利用には、地球環境とのかかわりにおいて、さまざまな課題がある。」と比較的簡単に書かれていたのが、もっと具体的に、「・・・使用済み核燃料の再処理と処分はおおきな課題となっている。さらに、燃料リサイクルのための新型炉の開発も試みられている」こと、また、「原子力発電には二酸化炭素を排出しないなどの面もある」ことにも言及されていることなどがある。また、脚注で、放射性廃棄物に関して青森県六ヶ所村の施設が建設されていること、「新型炉」では(事故を起こした)増殖炉「もんじゅ」として紹介がされている。

○〔第一学習社、「改訂版現代社会」平成 10 年 2 月発行〕

口絵に 2 ページにわたり「平和問題を考えよう」というテーマで「原爆投下直後の広島と峠三吉の詩碑」「核実験の推移」「核ミサイル解体工場（ロシア）」「ビキニ環礁での水爆実験によって被曝した第五福竜丸」「南太平洋でのフランスの地下核実験」などの写真とそれぞれに適切な説明がある。ただし、本文で「原子力発電の燃料となるウラン鉱も有限で、その分布は偏っている。」とあるのは、石油資源の分布のほうがもっと偏っており、またウランは備蓄がしやすいので、この記述は妥当とは思えない。

3. どちらともいえないもの

○〔東京書籍、「高校保健体育」平成 10 年 2 月 10 日発行〕

「原子力発電と放射性廃棄物」という約 1 ページにわたる枠入りの記事があり、以前（平成 6 年 2 月 10 日発行）のものに比べて、記述のスペースが増えた。放射性廃棄物のところはそのままであるが、チェルノブイリ事故とそれによる放射線障害について、広島・長崎の原爆と対比して外部被ばくや内部被ばくについてもくわしく記述がされている。そして以前は図が「旧ソ連国内のがん増加検討地域」1 つだけだったのが 3 つとなり、以前の図が「チェルノブイリ事故被災 3 カ国」となり、ほかに事故炉の写真、「ベラルーシでの子どもの甲状腺がん発生数」のグラフが増えた。しかし本文の記述で、事故の被害のスケールが大きく記述されている点はそのままである。それはチェルノブイリ事故で放出された放射能の量が「**広島原発の約 1,100 発分に相当する。**」としている個所である。

これは、過大に見積もりすぎていて、明らかに誤りであると思える。その根拠は、チェルノブイリでの放出放射エネルギーは希ガスが 50 メガキュリー、それ以外の核分裂生成物約 50 メガキュリー（これは炉心内総蓄積量の 3～4%にあたる）と報告されており、合わせて約 100 メガキュリー（1 億キュリー）である⁽¹²⁾。一方、広島原爆は ^{235}U が約 700g が爆発し⁽¹³⁾、それは TNT 火薬の約 15 キロトンに相当するとみなされている⁽¹⁴⁾。ところで、キロトンと放出放射エネルギーの関係については、文献⁽¹⁵⁾によれば、「1945 年から 1985 年の終わりまでに全世界で 1,570 回（アメリカ 805 回、旧ソ連 562 回、フランス 134 回、イギリス 39 回、中国 29 回、インド 1 回）の核実験がおこなわれ、この核爆発の総量は TNT 火薬で 75 万 kt に相当する。そして、 7.70×10^{13} Ci 以上の放射性核種が環境に放出された。」とあるので、これから 1 キロトン当たりの放出放射エネルギーを計算すると 1.027×10^8 Ci、すなわち約 1 億キュリーと計算される。それ故、広島原爆では約 15 億キュリーとなる。したがって、チェルノブイリでの放出放射エネルギーは、半減期を無視して放射エネルギーで比較すれば、広島原爆の約 15 分の 1 に過ぎないというのが正しい、と著者らは考える。

○〔一橋出版、「新編保健体育」1998年1月20日発行〕

「放射性廃棄物」なる1ページの囲み記事があり、内容は4年前の版とまったく同じものに少し新しい部分が追加されている。

「放射線は、…その取扱いを誤ると、…重大かつ広範囲の環境汚染と健康被害をもたらすことになる…。現在、わが国の原子力発電所などから出る低レベルの放射性廃棄物の累積量は、1992年に200リットルドラム缶に換算して約48万本になり、その処理にあたっては比較的浅い地中に処分することになっている。また、使用済み燃料の再処理施設から出される高レベルの放射性廃棄物は、1992年までに471 m³ となり、その処理はガラス状に固化してステンレス容器に入れ、30～50年間冷却貯蔵し、その後深い地層に埋めて処分される。(ボールドの項追加)

私たちは宇宙線などに含まれる放射線にさらされながら生活しているが、これらはきわめて微量であり人体に対してはまったく影響をおよぼさない。しかし、植物連鎖などを通して、基準値をこえる放射性物質が長期にわたって人体に作用すると、発がん、白血球減少症、不妊症などの重大な健康被害をもたらすことが判明している。また、チェルノブイリのような大事故による放射性物質の拡散は、地球規模の放射能汚染をもたらす、生態系全体に取り返しのできない被害をおよぼすことになる。よりいっそうの放射性物質の厳重な監視・管理体制が望まれている。」

この記述は、適切どころとそうでないところがある。前者は、放射線の利用によりわれわれが恩恵を受けていること、宇宙線による被曝の影響は無視できること（ただし極めて微量と考えるべきかどうかは問題だが）、である。しかし、前にも述べたが⁽¹⁾、アンダーラインの部分は筆者らは適切な記述ではないと考える。また、添付されているチェルノブイリで放出された大気中の放射性物質の濃度の地図の説明にある平常時 10 ミリレントゲン/時という明らかに高すぎる数値もまだ訂正されていない。

IV. 現状改善への提言

科学技術創造立国としてのわが国の将来を考えると、原子力をはじめ科学技術の政策や成果をスムーズに受け入れるために、国民の知識理解のレベルを高めるとともに、公正な判断力や価値観を持った、科学的リテラシーの育成が必要である。同時に、国の科学技術の課題や方向の受け入れに対して、合意形成を容易にするための資質を養うための教育が今後ますます重要である。

そのための主たる教材として、学校の教科書はその基礎となるものであるが、ここに述べたように教科書、とくに必修科目となっている社会科系教科書の原子力に関する記述の現状は決して満足すべき状態ではない。一般的に言ってその論調は原子力のエネルギー供給における貢献を認めながらも、事故例などを誇張して取り上げ安全性に問題があるとして原子力の利用に懐疑的である一方で、自然エネルギーを賛美し事実以上に期待を持たせている傾向がある。困ったことに、妥当性を欠くと思われるものでも、その記述で明かに不正確であると指摘できる点はむしろ少なく、「表現に言葉の綾による微妙な偏りがあり、記述全体のトーンが感性的またはバランスを欠くと判断される状況が多い」⁽⁹⁾ことである。

現状を改善するためには、われわれ専門家が誤った、あるいは不的確な教科書の記述を見出したときは放置せず、できるだけ正確・的確な記述にしてもらうために執筆者・出版者・文部省の教科書検定官などの関係者に、改善すべき個所を具体的に指摘するな

どの働きかけが必要である。しかし、教科書における現在の論調は、社会一般人の原子力関係の知識のレベルとそれに基づく意見を反映しているといえる。それゆえわれわれとしては、単に教科書関係者のみでなく、マスメディアを含む社会全体の原子力への理解を高める努力をする必要がある⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾。

この点で重要な問題は、低レベルの放射線影響に関する社会一般の「放射線恐怖症」と言える現象がある。この問題では科学的事実と一般の社会的通念との乖離が大きく、しかも原子力の価値判断を大きく左右しているので、原子力・放射線の専門家は、最近の科学研究の成果による新しい常識といえるものを「統一見解」として一日も早く定めて、それを世間（まず識者・知識人といわれている人々）に分かりやすい形で公表し説明する必要がある⁽¹⁸⁾。例えば、巷間では「放射能もれ」と称して、たとえどんなに少量の放射能でも原子炉施設から外部にあるいは施設内で漏出することを大事件のように報道されることが多い。しかし少量の放射線・放射能は天然に存在しその量は地理的条件で多少異なっており、われわれがそれからの被ばくやそれとコンパラブルな量の被ばくを医療から常時受けていること、また一般に人体への薬剤や毒物の効果は投与される量に依存するものであるから、とくに放射線・放射能のように常時少量を受けているものについては、その量に比べて僅かな割合のものが加わっても、それが天然のものか人工のものであるかを問わず、全く人体に影響がないと考えるのが極めて自然である。それと同時に、近代の科学技術においてリスクがゼロということはありません、原子力開発においても小規模のトラブルは必然的に起こり得るものであり、それがどれくらいの規模であればどういう影響があるか、またその場合の処理については、医療などを含むすべての科学技術同様、専門家を信頼してもらえねばならない。もちろん当事者はそのような事態にならないよう、誠心誠意努力すべきである。この点でJCO事故は、直後の対応を含めて、明らかに当事者に重大な責任があり、原子力関係者は失った信頼回復のために忍耐強く地味な努力をせねばならない。

JCO事故は不幸な出来事ではあったが、この事故によって社会全体が放射能や原子力に過敏になった機会を有効に生かして、一般社会への原子力・放射線の正しい知識の普及はかるべきである。教科書は一般の目に触れるものではないが、マスメディアはどうしても物事をセンセーショナルに取り扱う傾向があるので、メディアと全く同じ論調でなくできるだけ客観的な記述であるべきであるのは当然である。

本論にもどり、学校における教育の全体の在り方が論議されている現在、基本的には、われわれ専門家が初等・中等教育にもっと関心を持つことが大切である。そして現在の教育制度、とくに理科教育の義務教育からの改善を目指した今後あるべきプランを要望書として提出するなど、あらゆる方法で専門家からの提案を積極的に世に問う努力が必要であろう。このたび改訂された学習指導要領⁽¹⁹⁾で、原子力・放射線に関する事項に対する位置付けが以前より高く与えられたことは評価さるべきである。すなわち、物理ではこれまでの「総合理科」に代わって「理科基礎」「理科総合A」「理科総合B」が新設され、前者の二つではエネルギーや原子力・放射線のことを比較的詳しく取り上げるようにとの指示がされ、さらにこれらの3科目のうちすくなくとも1科目が必修となったことである。また化学でも、従来は「化学1B」で「同位体についてはごく小数の代表的なものを扱うにとどめる」⁽²⁰⁾となっていたのが、今度の「化学I」では「同位体は小

数ものにとどめて扱う。その際、放射性同位体にも簡単に触れる」⁽²¹⁾と改善された。しかし、物理以外の理科の科目では従来同様、ほとんど原子力や放射線が取り上げられていないことと、物理・化学・生物・地学が平等に扱われて選択科目となっているので、折角原子力・放射線が物理で適切に取り扱われていても、物理を履修する学生が現状では約 30%と低い現状は問題である。

そこで、物理の科目以外でもエネルギー問題や原子力・放射線に関する正しい基礎的知識と妥当な考え方をしっかりと教えてもらうために、現行の制度の上での当面の方策として、必修として新設された「総合的な学習の時間」という科目を有効に活用する方法が考えられる。そのために、適切なテキストや教材の提供、あるいは教員の研究会などの機会に専門家が直接指導するなどの方法で教育関係者に協力することが望ましい。

学校教育の現状改善のための要望書提出を含む、委員会活動やテキストの製作などにおける日本原子力学会の関係者のご努力を高く評価するものである。「放射線教育フォーラム」も種々の方法で原子力・放射線関係の正しい知識の普及を通じて社会に貢献すべく努力をしているところである⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

謝辞 平成 12 年度になってから、今年度に発行された教科書について、原子力関係の記述に関する多くの資料を、電気事業連合会および科学新聞社より提供を受けた。ここに記してご好意について厚く感謝する。これらの提供資料を見ると早速 JCO 事故のことについて触れられているなど、本稿に述べたものにさらにいくらか修正が加えられてあることがわかったが、大勢において大きな違いはない。

—— 参考文献 ——

- (1) 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
- (2) 松浦辰男：「高校の最近の教科書における原子力関係の記述」，日本原子力学会 1999 年秋の大会，A14，予稿集 I 14
- (3) 松浦辰男：放射線教育フォーラムの活動——理科教育の振興と放射線恐怖症の軽減を目指して，保健物理，32 (2)，235 (1997)
- (4) 「放射線教育フォーラム 6 年の歩み (付録：JCO 事故の解説と評論)」，放射線教育特集号，2000 年 3 月，放射線教育フォーラム
- (5) 松浦辰男：「学校での放射線教育のあるべき姿—放射線教育フォーラムの活動の現状と将来」，放射線と産業，No. 87, 28, 2000 年 9 月
- (6) 文部省：高等学校学習指導要領 付 学校教育法施行規則 (抄)，平成元年 3 月
- (7) 広瀬正美：原子力エネルギー教育の現状と課題，日本原子力学会誌，40 (12)，932 (1998)
- (8) 放射線教育フォーラム：放射線教育の改善に関する要望書，平成 7 年 6 月 30 日；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」，平成 8 年 11 月 19 日
- (9) 日本原子力学会：初等・中等教育における「エネルギー」の扱いと高等学校学習指導要領に関する要望書，平成 8 年 5 月，(参考資料)「高等学校教科書中の原子力に関する不適切な記述例」

- (10) 工藤和彦：日本の高等学校における放射線・原子力教育の現状, ISRE98, Proceedings of International Symposium on Radiation Education, Hayama, Kanagawa, Japan, December 11-14, 1998, JAERI-Conf 99-011, p.144-150
- (11) 第百四十五回国会 参議院決算委員会会議録第三号、平成十一年四月七日
- (12) 大塚益比古：「RBMK-1000 の事故について」, 日本原子力学会誌, Vol. 29, 287 (1987)
- (13) 「原爆放射線の人体影響」, 放射線被爆者医療国際協力推進協議会編, 光文堂, 1992 年
- (14) 「原爆線量再評価—広島および長崎における原子爆弾放射線の日米共同再評価」, DS86 翻訳事業会, 平成元年
- (15) I. G. Draganic, Z. D. Draganic, J.-P. Adloff, "Radiation and Radioactivity on the Earth and Beyond", 2nd Ed., CRC Press, 1993; 松浦辰男・今村 昌・長谷川圀彦・橋本哲夫・朝野武美・小高正敬共訳, 学会出版センター, 1996 年
- (16) 松浦辰男・高木伸司・朝野武美：「JCO臨界事故の報道に見られた不適切な記述」, 日本原子力学会 2000 年春の年会, A23, 予稿集 II 367
- (17) 例えば松浦辰男、「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画（案）、平成 12 年 8 月」に対する「ご意見をきく会」（東京）、平成 12 年 9 月 27 日、品川インターシティホール）
- (18) T. Matsuura, "Comment on the Treatment of Dose-Response Relationship for the Epidemiological Data of Atomic Bomb Survivors", Proc. of IRPA-10 (10th International Congress of the International Radiation Protection Association), May 14-19, 2000, Hiroshima, Japan
- (19) 文部省：高等学校学習指導要領 付 学校教育法施行規則（抄） 中等教育学校等関係法令（抄）、平成 11 年 3 月
- (20) 文部省：高等学校学習指導要領解説, 理科編理数編, MESC 1-8934, 平成元年 12 月
- (21) 文部省：高等学校学習指導要領解説, 理科編理数編, MESSC 1-9937, 平成 11 年 12 月

第2章 第6節（2）

中学校社会科地理の教科書における原子力関係の記述について

（放射線教育フォーラム）関本順子・高木伸司・松浦辰男

1、はじめに

現在中学校で使われている教科書の学習指導要領¹では、社会科地理的分野の「資源や産業から見た日本の地域的特徴」という項目で、「世界的視野から見て、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、土地が高度に利用されていること、産業のさかんな国であることといった特色を理解させるとともに、国内では地域の環境条件を生かした多様な産業地域がみられること、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。」とある。社会科公民的分野の「世界平和と人類の福祉の増大」という項目にも、「人類の福祉の増大を図り、よりよ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。」とある。今回は社会科地理の教科書に着目し、福島県や福井県、六ヶ所村、広島、チェルノブイリといった地域の特徴の一つとして原子力・放射線がどのように記述されているかを調べた。

地理の教科書では、原子力・放射線に関係する事柄としては、（1）福島県や若狭湾周辺の原子力発電所、（2）六ヶ所村核燃料サイクル施設、（3）チェルノブイリ原子力発電所事故、（4）被爆都市広島、に分かれて記述されている。平成13年2月の時点で使われている地理の教科書（平成12年発行）は、教育出版・帝国書院・大阪書籍・清水書院・東京書籍・日本書籍・日本文教の7社である。このうち教育出版・大阪書籍・清水書院・東京書籍・日本書籍の5社については、平成9年・5年・2年の教科書についても調べた。

わかりやすいように図にまとめてみた（5ページ目参照）。ここで○印は記述のあるもので、「同」とあるのは、「左側の教科書と全く同じ内容」という意味である。

2、記述の具体例

以下において上記の（1）～（4）の項目別に、特徴のあるものについて記述の具体例を示す。アンダーライン、四角の囲みはそれぞれデメリット、メリットについての個所である。

（1）原子力発電所

- * 帝国(平成12)「この地域に原子力発電所が多いのは、地盤が軟弱なために地震に耐え、冷却用の海水が得やすく、海への排水が容易だからです。しかし、捨てられた水の温度や水の流れる変化による漁業への影響、事故の危険、廃棄物処理などの問題があります。」
- * 清水書院（平成12，9）「原子力発電は、安価で安全であるといわれてきたが、発電所の建設費用や寿命を終えた原子炉の処理にかかる費用などを含めると、必ずしも安いとはいえない。また放射性廃棄物の管理の問題など、今後の課題となっている問題も残されている。」
- * 清水書院（平成2）「火力や水力にくらべて発電費用が割安なため、日本の原子力発電量は短期間に増加して水力をぬき、現在では世界第4位の地位をしめている。しかし、スリーマイル島やチェルノブイリなどの事故があり、原子力発電そのものに反対する声も多い。」
- * 東京書籍（平成12）「原子力発電は、環境汚染の割合は火力発電より少ないもの、ひとたび事故が起こると被害が大きい。さらに、放射性廃棄物の処理問題なども議論されている。」
- * 東京書籍（平成5）「原子力発電は核エネルギーを使って蒸気を発生させ、タービンを回す。環境汚染の割合は火力発電より少ないが、事故が起こると被害は大きく、放射線によって影響を受ける範囲も広い。」
- * 日本書籍(平成12，9)「原子力発電所が果たしている役割は大きいが、それらの町や村でも発電するときに出る放射線や事故に不安をいだく人が少なくない。」
- * 日本書籍(平成12，9)「核分裂によって、さまざまな放射性物質が生まれる。人が放射線を長く浴びたり、強い放射線をあびた

¹ 文部省 中学校学習指導要領(平成10年12月)

りすると、がんや白血病などの障害をおこす。そのため、原子力発電所では、放射性物質や放射線が外部にもれないように、さまざまな防壁をもうけている。発電所で働く人たちは、放射能測定器を身につけ、安全基準をこえて放射線を浴びないように注意している。とくに放射線の強いところでは、特別の服装に着替える。小さな事故はしばしばおこるが、その修理や、清掃などの仕事をするのは、おもに下請けの会社の従業員である。」

* 日本文教出版(平成 12)「石油や原子力などは、無限にあるものではなく、環境汚染をとまなうエネルギーでもある。」

これらの記述では、どうしても原子力発電の負のイメージが強調されているように思える。

(2) 六ヶ所村核燃料サイクル施設

* 教育出版(平成 12、9)「国は、空いている土地に使用済み核燃料の再処理工場や放射性廃棄物の貯蔵施設を建設する計画を進めている。…このような工場や施設は放射能もれの危険があるとして建設に反対する人々もいる。」

* 大阪書籍(平成 12、9)「いずれの施設も危険な放射性物質をあつかうという、むずかしい問題があります。」

* 東京書籍(平成 12、9)「日本では、それらを再利用する燃料と地中にうめるものとに分ける再処理施設をつくっています。しかし、安全性への住民の不安など、原子力の平和利用は未解決のいくつかの問題をかかえています。」

* 日本書籍(平成 12、9)「…しかし、ふえつづける放射性廃棄物をどのように処理・処分するかが、大きな問題となっている。」
「放射性物質をあつかうこれらの施設に不安をいだく住民は多い。とくに 1986 年にソ連のチェルノブイリ原子力発電所で爆発事故がおき、放射能による被害が広がったため、反対運動が高まった。村では、工事の一時凍結を求め、事業者と安全協定を結んだあと、工事の再開を認めた。その後、ウラン濃縮工場と低レベル廃棄物貯蔵所が完成したが、再処理工場から出る高レベル放射性廃棄物の最終処分地となることには、地元は強く反対している。」

* 日本文教出版(平成 12)「青森県六ヶ所村で、核燃料に関係するこうした施設の建設が進んでいるが、はたらく場ができることへの期待や、安全性への不安など、意見が分かれている。」

このように教科書により記述量に違いがあるが、書かれている内容はどれも同じで、再処理施設への不安が強く表れている。

(3) チェルノブイリ原子力発電所事故の詳しい記述例

* 教育出版(平成 12、9)「…原子力発電への依存の度合いが高かった。チェルノブイリ原子力発電所の事故は、発電所の周辺だけではなく、広くヨーロッパの各地に高い濃度の放射能汚染をもたらした。そして、地下水・土壌・大気などの汚染を通して農作物が汚染され、それを食べる人間や家畜の健康に害を与えて、今でも多くの人々を苦しめている。この事故は、原子力発電所がひとたび事故を起こすと、すべての生物の生存をおびやかすような環境破壊が進行することを教えている。」

* 日本書籍(平成 12、9)「1986 年には、ウクライナのチェルノブイリ原子力発電所で爆発事故がおこり、飛散した放射性物質によって、人や農作物・家畜が汚染されるという被害を受けた。その後、原子力発電所の新規建設を一次凍結したり、これまでのエネルギー政策を見なおしたりする国があらわれている。」

* 日本書籍(平成 12)「1986 年 4 月、ソ連のウクライナ共和国にあるチェルノブイリ原子力発電所で大事故がおこった。放射能汚染によって、人々は周辺の町に住めなくなっただけでなく、被害は国境をこえてヨーロッパ諸国にまで広がった。この事故をきっかけに、世界の各国で、原子力発電の必要性和安全性とを見なおす声が高まり、スウェーデンやイタリアなどのように、新たな原子力発電所の建設を中止する国が増えてきている。」

(4) 広島・長崎の記述について

* 帝国(平成 12)「第 2 次世界大戦の終わりの近い 1945 年 8 月 6 日、世界最初の原子爆弾がアメリカ軍によって投下されました。原子爆弾は市街地のほぼ中心に落とされ、そこから 2 km 以内の建物は一瞬にして破壊され焼けてしまい、3~4 km 以内の建物もほとんどこわされてしまいました。そのときの高熱や爆風、放射線などのために約 14 万人が死亡し、のちに原爆症などのために亡くなった人を加えると 20 万余りの人命が失われました。いまなお、多くの人々が原爆症で苦しんでいます。」

* 大阪書籍(平成 12、9)「第 2 次世界大戦末期の 1945 年 8 月 6 日、アメリカ軍によって、広島に一発の原子爆弾が投下されました。激烈な破壊力をもつ核兵器によって、市街地は焼け野原となり、1950 年までに 20 万人をこえる生命が奪われました。生存者も、放射線

の影響で白血病などになり、苦しんでいます。広島に続いて8月9日に、長崎にも原爆が投下されて、広島と同じように市街地が破壊され、1950年までに14万人以上の生命が奪われました。」

* 日本文教出版(平成12)「原爆による身体的被害は、高熱と火災によるやけど、爆風による外傷、放射線による障害などが複雑にからみあったものである。被爆後50年をすぎたいまでも、その後遺症に苦しむ人が多い。」(被爆者の被害の実態を正しく述べている。)

原爆投下について詳しく記述しているのは以上3点だけで、あとの教科書の記述はもっと簡潔である。以下の1点は第五福竜丸の被ばくについて記述がある。

* 大阪書籍(平成12, 9)「1954年、太平洋上のビキニ島で核実験がおこなわれたとき、近くでまぐろ漁を行っていた日本の第五福竜丸が放射線をあび、乗組員が亡くなるという事件がおこりました。」

3、訂正あるいは加筆が必要とおもわれる箇所

(1) 放射能(放射線をだす能力)の本当の意味を間違えて記述している例

* 教育出版(平成12, 9, 5)「外国では、大規模な放射能漏れの事故も起こっているの、原子炉の安全性については十分に注意していかなければならない。」「このような施設は放射能漏れの危険があるとして建設に反対する人々もいる。」

「放射能漏れ」を「放射線や放射性物質が漏れる」と直すべきではないか。

* 教育出版(平成5)「現在使用済み核燃料の再処理工場や放射性廃棄物の貯蔵施設の建設がすすめられているが、雇用の機会は少ないし、放射能の危険もあるとして、建設に反対する人々もいる。」

「放射能の危険」は正確には「放射線や放射性物質が漏れる危険」とするべきではないか。

* 大阪書籍(平成12)「1954年、太平洋上のビキニ島で核実験がおこなわれたとき、近くでまぐろ漁を行っていた日本の第五福竜丸が放射線を浴び、…」

「放射線」ではなく「いわゆる死の灰」＝「放射性物質及びそれからの放射線」である。

* 日本書籍(平成12)「1986年、旧ソ連のウクライナで起きたチェルノブイリ原発事故のため、57万人をこえる人々が放射能をあびたという。」

「放射能をあびた」ではなく、「放射性物質をあびた」が正しい。

* 東京書籍(平成9)p187「原子爆弾は、一瞬のうちに多数の人命をうばうだけでなく、人体に放射能障害をもたらす。」
「放射能障害」ではなく「放射線障害」ではないか。

* 日本文教出版(平成12)p297「原子力発電は、放射能もれの心配のほか、……」
「放射線や放射性物質がもれる心配」とすべきではないか。

(2) 原子爆弾の被害の記述について

* 東京書籍(平成9)「原子爆弾は、一瞬のうちに多数の人命をうばうだけでなく……」

原爆が炸裂した時、強烈な数千度にもおよぶ熱線と、音速以上の爆風²で多くの人々が致命傷を負い、数日のうちに亡くなった。放射線を一度に多量に浴びた人々は、急性放射線障害でまもなく亡くなった。熱線と爆風、あるいは倒壊した家屋の下敷きになってから火災によって原爆投下の直後に亡くなった人々は多数いたが、直後から数日のうちに亡くなった人々の方が格段に多いため、「一瞬のうちに」という用語は不適切であるので削除したほうがよいのではないか。

* 日本書籍(平成2)「8月9日には、長崎にも投下された。爆発と同時に高熱を発生して火災をおこし、爆風で半径2km以内の建物をたおし、{爆風と熱線で人を殺傷し、}放射線で人を殺傷し、その後もしばらく、放射線をだした。」

死者は放射線によるものばかりではないので、{ }の部分を加えたらどうか。

* 東京書籍(平成2)「1945年8月6日、アメリカ軍によって広島市の中心部に世界で最初に原子爆弾が投下され、爆心地から3～4kmの範囲にあった建物の多くは破壊され焼失した。そして多数の人々が{その爆風と熱線で}生命を失った。{また一度に多量に放射線を浴びたことにより、その後多くの人々が亡くなった。}」

² 原爆投下・10秒の衝撃

NHK広島「核・平和」プロジェクト

{ } の部分を加えたらどうか。

(3) 放射性廃棄物の記述に関して

* 日本書籍（平成9）「原子力発電所から、放射能をもつさまざまな廃棄物が生まれる。使用した作業衣・手袋・洗濯水などは低レベル放射性廃棄物といわれ、新しく建設された青森県六ヶ所村の貯蔵所へ送られるようになった。」

低レベル放射性廃棄物の洗濯水は、実際のところ六ヶ所村に送っていない。各発電所や施設で処理しているので、これは正しくない。

4、まとめ

表1からわかることは、

- (1) 原子力発電関係の記述が一番多い。
- (2) 六ヶ所村核燃料サイクル施設の記述が増えてきている。
- (3) チェルノブイリ事故の記述は年々少なくなってきている。
- (4) 東京書籍が原爆のことを詳しく書いているが、他の教科書ではその記述は少なくなっている。
- (5) 放射線の利用の記述がない。
- (6) 放射能・放射線という言葉が頻繁に出てくるが、その定義が全く書かれていない。

ということである。

放射線や原子力について小学校で学ぶ機会のない日本の子供達にとっては、中学地理の教科書が初めての放射線・原子力との出会いになるのである。地理の教科書なので(5)(6)については仕方ないが、中学では理科の教科書にも、放射能・放射線の説明はない。放射能・放射線が何なのかも習っていないのに、地理の教科書にこのような言葉が当たり前のように出てきて、それも悪いイメージがもたれる形で出てくるのは、何とか改善の余地はないのであろうか。原子力に対して原爆と同じような感覚を持つ人が多いわが国では、地理の教科書におけるこのような記述の仕方では、原子力発電にマイナスのイメージを持ってしまうのではないか。現行の学習指導要領では高校の物理を選択してはじめて放射線・放射能についてかなり詳しく学習するが、しかし高校での物理が必修ではないことも大きな問題である。

現代の私達の生活は電力の大量消費に支えられており、そのために有限な地下資源が消費され続けている。地球環境を守り、さらに豊かな未来のためには、一人一人が真剣にエネルギーのことを考え、節電などすぐできることを実行しなければならない。また医療放射線や非破壊検査など、現代の私達の暮らしは放射線の利用なくしてはなりたたない。発電量のほとんどが火力と原子力で占められている現実をみると、私達の豊かな生活が火力と原子力によってもたらされていることを、書き加えてもよいと考える。

それにも拘わらず中学校の教科書では、広島・チェルノブイリ原発事故での放射線の影響の怖さ、原子力発電所の事故の恐怖、放射性廃棄物の危険性を強調する傾向が目立ち、放射線の正しい知識を与えることをしていない。

小・中・高の学校教育においては、放射線・原子力についてその良い点・悪い点を公平に示し、子供達に考える力を与えるべきである。子供の発達段階に応じた総合学習として、自然放射線の存在から始まって、放射線の種類・性質などを学習したり、放射線の利用まで学習させることが望ましい。

(2001. 3. 19.)

	9	5	2
発電量の推移のグラフ	○	○	○
原子力発電所の分布図	○	○	○
原子力発電所の写真	○	同	○
原子力発電の仕組み(簡単な説明、図)	○	同	○
原子力発電所の特徴	○	同	○
原子力発電所で働く人々の写真と記述	○	同	○
六ヶ所村核燃料サイクル施設の写真			
六ヶ所村核燃料サイクル施設の地図	○	同	○
六ヶ所村核燃料サイクル施設の記述			
放射性廃棄物の写真			
チェルノブイリの写真	○	同	
チェルノブイリの地図			
チェルノブイリの簡単な記述		○	
チェルノブイリの詳しい記述	○	同	
スリーマイル島の事故		○	
世界またはヨーロッパの原子力発電所の分布			○
世界の原子力発電所事故の発生地			○
主な国の発電量の割合			
広島の写真		○	
広島地図	○	○	
広島簡単な記述		○	
広島詳しい記述	○	○	
長崎簡単な記述			
第五福竜丸			

第2章 第6節 (3)

劣化ウラン弾に関する新聞記事についてのコメント

(放射線教育フォーラム) 高木伸司・松浦辰男・長谷川罔彦・朝野武美

1. はじめに

北大西洋条約機構 (NATO) 軍が旧ユーゴスラビア空爆などに劣化ウランを爆弾に使用し、この劣化ウラン弾が原因になってNATO軍兵士に白血病や皮膚がんが発生したとの疑惑が出されている。この問題については 2001 年 1 月に各社の新聞に報道され、一般公衆の耳目を騒がした⁽¹⁾。本稿では手元にあった毎日、読売、朝日の各新聞に掲載された記事などをもとに、ジャーナリズムの劣化ウラン弾問題の報道の仕方などについて考えてみた。また、この機会に、時代のトピックスに関するジャーナリズムの一般的な報道のあり方について、普段われわれが考えていることについて述べることにした。

2. 記事の概略とそれについての論評

3 紙とも全般的には公正な報道をしようと努力をしていることは感じられるが、一部の点で筆者らにはどうかと思われる点がある。

毎日新聞は「ユーゴスラビア・コソボ自治州やボスニア・ヘルツェゴビナに駐留する北大西洋条約機構 (NATO) 軍に参加したイタリア・フランス兵らの間で、がんや白血病を発症する「バルカン発症群」の事例が相次ぎ、米軍を中心に空爆で使用された劣化ウラン弾との因果関係がとりざたされている。米欧当局は関連を否定しているが、欧州を席捲した不安はぬぐい去れずにくすぶっている。」と記し、「独軍でも発症か」、「悲しみの遺族」と紙面で追い討ちをかけている。なお劣化ウラン弾とは何かとの解説記事、どうしてNATOが劣化ウラン弾を使用したのかの関連記事を同時に掲載しており、読者が判断するための材料を提供していることは、公正な記事であるとの印象を与えようとしているように見える。しかし写真入りの「悲しみの遺族」の記事は、白血病のイタリア軍兵士の経過を細かく記しており、読者に劣化ウラン弾と白血病の結びつきを情緒的に印象づけるようにしていると筆者らには思える。

朝日新聞の記事では、「バルカン半島で北大西洋条約機構 (NATO) 軍が使った劣化ウラン弾による健康被害の可能性を指摘していたとするドイツ国防省の内部文書がある、と8日付ベルリナーモルゲンポストが報じた。」「劣化ウラン弾による健康被害への懸念は、イタリア軍兵士らが白血病で死亡したことから問題化した。」と関連性がないとは言えないと感じられるように述べているが、「国防省は劣化ウラン弾による健康被害はないとした。」と結び、とにかく一方的な記事ではないとの印象を与える努力をしていることは、かつてのジャーナリズムの論調によくみられた「放射線・放射能は危ない」とのみ報じるのではなく、公正な報道をしていることを主張しているともとれなくはない。

読売新聞では、「北大西洋条約機構 (NATO) 軍のユーゴスラビア空爆などで用いられた劣化ウラン弾が、白血病やがんを発症させているとの疑惑が出ている。」と報じ、見出しに「劣化ウラン弾で白血病発症疑惑」を大きく掲げて、読者の関心を引こうとしているように見える。記事本文では、国連環境計画 (UNEP, United Nations Environmental Program) コソボ調査団長の談話、世界保健機構 (WHO) の環境・保護局長による劣化

ウランの内部被ばくの経路、アルファ線による被ばくと白血病発症の可能性についての説明があり、いっぽう米国放射線専門家による劣化ウランが湾岸戦争症候群の原因とはなりにくいとの分析を報じている。これを要約すれば、読売新聞としては、一部のしかるべき団体の責任者は、劣化ウランの放射線による危険性を指摘しているが、これに対する反論があることを報じており、読者は両方の意見を読むことによりこの問題についての判断をするとよい、とでも主張したいのであろうか。

3. 全体についてのコメント

上記の3紙の記事の引用箇所とそれについてのコメントはできるだけ公平に行なったつもりであるが、独断と偏見があるかもしれないことについてはお断りしなければならない。その上で、以下において全体についてのコメントを取って述べることにする。

まず第一に指摘すべきことは、「劣化ウラン」とは、ウラン濃縮工程で出る搾りかすとか、天然ウランの濃縮過程で派出するものとかの解説があるのみで、これでは一般の読者には劣化ウランとは何かわからないであろう。というよりは、記事を書いた記者もよくわかっていないのではないかとの印象を筆者らは持つ。現に「劣とは力が少ないという字である。その劣化ウランが放射線障害問題を起こすとは」との論説委員の意見を朝日新聞紙上で見たことがある。ここで筆者らは、ジャーナリズムの不理解を責めるつもりはない。

「劣化」は"depleted"の和訳である。"deplete"は辞書によれば、「すっかり空にする〔在庫・貯えなどを〕、枯渇させる〔精力・資源などを〕」の意味がある。

劣化ウランというのは、天然ウラン（非核分裂性のウラン-238の同位体比が99.2745%、核分裂性のウラン-235のそれが0.7200%、非核分裂性のウラン-234が0.0055%の混合物⁽²⁾、ちなみにこれら3種のウランの同位体はすべてアルファ線を出す）から核燃料として有用なウラン-235を抽出してその割合が小さくなったウランつまり「核分裂性が劣化したウラン」という意味である。現在市販され入手できるウランはすべて劣化ウランである。ウランはウランガラスとして工業的にも使用されている元素である。またウランは比重が大きいので、航空機のバランスをとるために翼の両端に入れていると聞いている。1985年8月21日に起こった日航機事故で、両翼についていた劣化ウラン248 kgが墜落現場に飛散した。この事故のときは核医学用の放射性同位体も積んでいたが、それより放射性の弱い劣化ウランはほとんど問題にされなかった。

第二には、ウラン（天然ウラン、劣化ウランを含めて）が重金属であるので、化学毒性が重要であることである。腎臓毒性があると聞いている。放射線放出については、天然ウランと劣化ウランとでは、前者の方が僅かに多い。すなわち、ウラン-235の半減期は7億年、ウラン-238のそれは45億年であり、（同位体の原子数が同じであれば、すなわち重量がほぼ同じであれば）放射能の強さは半減期に反比例するので、純粋なウラン-235のほうがウラン-238に比べて放射能の強さは約6.5倍強い。したがって劣化ウランではウラン-235の割合が減っているの、相対的に放射能は弱いのである。いずれにせよ、半減期は数億年のオーダーなので、絶対的な放射線の放出量すなわち放射能（ジャーナリズムのいう危険なアルファ線を出す能力）は極めて低い。つまり、ウランの毒性については、天然ウランであろうと劣化ウランであろうと、あるいは濃縮ウランであろうと、化学毒性が重要であって、これに比較すると放射線毒性は問題にならない⁽³⁾。ウランは人体外にある限り毒

性はまず問題にならず、体内に（特に微粉末や溶液として）入ったときに化学毒性が生じること、この場合ウランの化学形が可溶性か否かが重要であること、その他いろいろの専門的知識が毒性の理解に必要である。放射線毒性が問題となりうる場合もあるがそれは慢性被ばくに限られる。このことを一般公衆に理解を求めることは困難かも知れない。しかしジャーナリストは、その記事が一般公衆に及ぼす影響が極めて大きいことを考えるとき、報道にあたっては、毒性を支配する化学毒性（重金属毒性）についてはウランの種類にはよらずまったく同じであるという程度の知識を持っておいてほしいと思う。

第三は、これはジャーナリズムよりむしろ一般公衆の問題かもしれないが、白血病・がんについてはその原因となるものは多種類あることを知っておくべきである。現時点での知見ではがんの原因としての放射線の割合は数分の一以下であり、大部分は化学物質など他の原因によると推定されている。「放射線被ばくがあると必ずがんになる」ということを一般公衆が思うのはやむをえないとしても、ジャーナリズムがそのような記事を書いて欲しくない。記者自身もそう信じているのでそのような記事になるのであろうが、まずは放射線障害についての正確な知識を身に付けて欲しいと思う。劣化ウラン弾使用に伴う白血病・がんの発生については、第一に推定被ばく線量が小さすぎて発がんに至るとは考えにくく、第二に被ばくより発がんに至る期間（潜伏期）が短すぎて放射線医学（生物学）的に不自然である。さらにがんの発生部位が皮膚であるとすると、ウランが皮膚に付着したくらいではまずはない。学問的知識からは劣化ウラン弾による兵士の白血病・発がんはまったく近い。発がんの事実があり、その前に劣化ウラン弾およびその破片などに接触したことも確かだとしてもである。

なお国連環境計画（UNEP）は「弾の破片から微量のプルトニウムを検出したが放射能の影響に大きな変化はない」と2月16日に公式に発表した⁽⁴⁾。権威ある国際機関の発表であり信じてよいと思われるが、これが正しいとすると劣化ウラン弾には再処理ウランの使用あるいは製造過程でのプルトニウムの汚染がありうることになる。しかし、微量のプルトニウムとあるので、UNEPの発表のように放射能の影響はないというのは多分正しいと思う。

4. まとめ

発がんは劣化ウラン弾によると一般公衆が考えているとしても、新聞（ジャーナリズム）はもっと放射線と発がんについて勉強し、またウランは重金属という化学物質であることを認識し、公衆に正確な知識を伝えるようにして欲しい。記事の一方で劣化ウランと発がんとの関係があるかも知れないと言い、他方で識者はそれを否定するとの記述があっても、放射線と発がんについて刷り込み（インプリンティング）を受けている公衆の多くは前者の情報をのみ取り入れ、後者は自分の常識と合わない誤った情報として棄ててしまうであろうからである。

これについては、例えば原子力産業新聞⁽⁵⁾では因果関係に否定的であり、結論を出すにはさらなる調査が必要だと反論している。しかし一般大衆はこの専門紙をまず見ることがない上に、仮に見たとしても、これは原子力推進派の情報であり信じられないと思うのが普通であろう。一般のマスコミ紙のほうが信用されているからである。

以上述べたことを、特定の戦争についての評論や、劣化ウラン弾の使用の不当性などの

問題と混同しないでもらいたい。被害の因果関係が明確でなくても、また実態がはっきりわからなくても、間違っても悪目に報道するのが正義だとの立場をメディアがとるとすれば、公衆の誤解を増幅する可能性がある。情報化の時代にあたり、社会全体の考え方に及ぼすマスメディアの重要性については、今さら強調する必要はない。問題は、一般的に言って、メディア自身の商業性のために、その報道において一般公衆の考え方におもねる傾向がどうしても見られることである。この点で、読者の考え方に同調するよりも、物事をできるだけ客観的に、科学的事実はできるだけ正確に報道・解説し、評論して欲しい。それが社会教育に果たすべきメディアの義務であり、結局はそのメディアに対する信頼が増し、社会的評価が高まるはずである。

(謝辞)この評論について、適切なコメントを賜った更田豊治郎氏と河村正一氏に感謝する。

(2001.3.19.)

(文献)

- 1) 毎日新聞 2001 年 1 月 8 日朝刊；読売新聞 2001 年 1 月 19 日朝刊；朝日新聞 2001 年 1 月 9 日夕刊
- 2) Richard B. Firestone, Virginia S. Shirley, eds., "Table of Isotopes", Eighth Edition, Vol. II, 1996
- 3) 荻野谷徹、劣化ウラン弾についての I A E A 事務局長新聞発表についての私信、2001 年 1 月
- 4) 朝日新聞 第 41280 号、2001 年 2 月 18 日朝刊
- 5) 原子力産業新聞 第 2072 号、2001 年 1 月 25 日付

第3章 第1節

中・高校の教員を対象として「総合的な学習の時間」をエネルギー・環境・放射線に関する教育に活用していただくためのセミナー開設の趣旨

2001.1.25.

1. 放射線教育フォーラムについて

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、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(個人・団体合わせて)237で、現会長は前文部大臣の有馬朗人氏である。その活動は、定期刊行物により情報発信を行う、定期的にシンポジウム・勉強会・施設見学会などを開催する、学校での放射線教育を改善するために文部省へ要望書を提出する、「放射線教育に関する国際シンポジウム」を開催する、など多岐にわたっている。

2. 学校教員を対象とする「原子力体験セミナー」について

一方、学校における原子力教育のレベルアップを目的として、中学・高校の主に理科の教員を対象として日本原子力研究所により10年以上前から原子力に関する講義と放射線測定の実習の指導と研究施設の見学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。この事業はその後科学技術庁の委託で(財)放射線利用振興協会により「原子力体験セミナー」の名称で東海村及び日本の各地で行われ、学校教員の原子力の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。

3. 今回開設するセミナーのねらい

このたび、新学習指導要領のもとに2002年度から発足する「総合的な学習の時間」を有効に授業に活用するための参考にしていただくために、放射線教育フォーラムは(財)放射線利用振興協会と協力して文部科学省からの受託事業として、中・高校の理科のみならず文科系の社会・地理歴史・保健体育などの科目を担当する教員を対象に、「エネルギー・環境・放射線セミナー」(仮称)を開設する。このねらいは以下のようなものである。

(1) 最近の生徒に「学習意欲の喪失」や「基礎学力の低下」が見られるので、生徒に社会の要請の高い上記のテーマに関心をもたせ、生徒の自主的な学習意欲を高める。そして社会的要請に対応できる能力を待たせて、進路決定の参考にさせる。

(2) 生徒に基礎的な科学知識が日常生活にいかに関連しているか、また科学技術がエネルギー・環境問題にいかに関与しているかについては広い視野の常識を身につけさせる。そして社会人になってから公正な判断ができる資質を養う。

(3) 物事を一面的にとらえるのではなく、すべての技術にはリスクとベネフィットがあること、あらゆるエネルギー源には一長一短があること、また国際的視野に立って考えてエネルギー問題・環境問題の解決はそれぞれの国情により状況が異なること、などを知っていただくこと。

(4) 原子力の価値判断に大きな影響がある放射線・放射能について、環境には天然の放射線・放射能が存在することを生徒に体験させて、常識として身に付けさせることが大切であること、また放射線の利用や安全性については、最近の学説をも含めて正しい事実を先生方に知っていただき、そのような知識を基礎として生徒の指導にあたっていただきたいこと。

(5) 生徒に自分と社会とのコミュニケーションの仕方(意見の発表の仕方・討論の進め方・まとめ方など)を習得させるためのディベートによる学習をどのように指導するのがよいか、実施例について経験者から学ぶ。

(6) ビデオなどの視聴覚教材が多く作られているのでそれらを知っていただき、またITを利用した教育(「総合的な学習の時間」では生徒の自主的な学習が期待されているが、その一つの方法である、インターネットから必要な情報を取り出すなどの技術)を学んでいただく。

(7) 従来、小・中・高校の教員と大学(や研究所)の研究者との交流が日本では少なかったもので、この機会にセミナーの講師やフォーラム会員が中心となって交流を図り、初等・中等教育の質の向上につなげる。

(8) 「総合的な学習の時間」では地域の特色を活かすことが勧められているので、セミナーでは全国画一的なものとし、地区の世話人や参加者の創意を活かした内容のものとし、その経験を積み重ねて年毎に進歩のあるものを作り上げて行く。

「総合的学習コース」プログラムの1例

2001.1.22. (1,30-初回)

第1日

開会 9:30

1. 開会の挨拶とオリエンテーション——(地区責任者、20分)
2. 都道府県の教育長挨拶 (10分)
3. 序論——今後の教育行政と教育の在り方について (80分+質疑応答20分)
今後の教育の在り方・方向について。学力の国際比較と日本の教育の特徴。総合的学習の時間の意義。科学技術と社会、科学の基礎的知識の中における放射線の位置付けについて、など
(講師としてお願いしたい方：有馬朗人氏、または他の方) *
4. 教育基本法の改正によりどのような教育改革が期待されるのか (20分)
12:00——13:00 昼食
5. エネルギー・環境問題と学校教育 (80分+質疑応答20分)
地球環境問題、特に地球温暖化の問題。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、利用の現状、合意形成の育成の課題について。21世紀の生活はどうあるべきか。
(講師としてお願いしたい方：
14:40~14:55 休憩
6. エネルギー・環境問題と放射線・放射能 (80分+質疑応答15分)
放射線・放射能入門。天然と人工の放射能(量的に扱う)。放射線と日常生活、各分野への応用、基礎知識、生物(とくにヒト)への影響。放射能とそれ以外の環境化学物質のリスクについて。
(講師：フォーラム会員、ほか)
7. テキストの説明とビデオ鑑賞1本 (30分)
終了 17:00

第2日

開会 9:30

7. エネルギー・環境教育をベースとした総合的学習の実践の要点 (60分+質疑応答 15分)
(講師：)
8. 「総合的な学習の時間」での実践例の報告と討論 (45分)
(約2名。講師はできればその地区の教員から選ぶ)
9. (総合的学習の時間向けのトピックス) (30分)
一例：「原子力に関するディベートの授業について」、あるいは「放射線・原子力と教科書」、
「原爆と原子力平和利用」、「原子力発電所に関する意識調査と教育」、
「メディア・リテラシーについて」、「個人のリスクと社会のリスク」など
12:00~13:00 昼食
10. 簡単な放射線実習・理科実験実習 (120分)
霧箱・GMカウンターを見せ、「はかるくん」を扱わせる。できればその他の各種の放射線測定器(中性子を含む)を見せる。(講師：)
15:00~15:15 休憩
11. コンピュータを利用した教育(実演と相談、2~3台用意する) (45分)
(講師：) (指導)
12. 自由討論 (30分)
終了 16:30

○ テーマ7. の代わりに2日目の9. をあてその時間を実践学習に関する受講者と講師の討議に充ててもよい。

○ 1日目の夜はできれば教員との懇談会を行う。

○ 終了後アンケート用紙を配布し、講演に対する批評を受け付け、次回への参考にする。また、質問があれば受け付ける。

(*講師により当然内容は変わる。)

第3章 第2節

新学習指導要領「総合的な学習の時間」への期待と課題

Expectation and Problems about Comprehensive Learning Hour

(社)日本原子力産業会議・飯利雄一

Japan Atomic Industrial Forum, Inc. IIRI, Yuichi

要約：「総合的な学習」の特色は、これまでの学校教育で欠けていた今日的な課題について、生徒に自ら「問題を見つけ」「考え」「解決」等をさせる学習活動を通して、複雑な世の中の問題や事象について学ばせ、将来に生きていくための資質を育成することを述べたものである。その中で、これまでの教科学習の欠陥と「総合的な学習」との関わりを論じ、また、科学（理科）教育での「総合的な学習」の意義について記述した。

キーワード：総合的な学習、自主的運用、今日的課題、科学教育、価値観

1 はじめに

これまで学校での子供達は一体どのような育てられ方をしているかを考えてみると、各教科の学習は現実の世界とはちよくせつ関係なく一歩離れた状態で成立しており、その基で学習活動が行われている。そのため子供の育ち方自体が、いわば体験喪失のような形で生活の現実から離れていたのが実状であろう。

さらに、最近では疑似体験といったバーチャルな世界が横行し、現実からますます遠のいた状況が起きている。それに加えて、自立の遅れによる高校生・大学生の多くの中途退学者、大学の大量留年や折角就職しても半年間で大量の離職をするなど、現代青年の諸問題を引き起こしている。

現代の青少年の中には、世の中に触れた瞬間にこんな恐ろしい中には居られない、目が眩み、足が竦むといった現実生きて行けない者がいるともいわれ、原因として社会の現実と交わりがなく育って行く子供たちが増加している背景も考えられる。

2 「総合的な学習」の特色と必要性

なぜ、総合的な学習を今しなければならないのか、中央教育審議会（平成8年）と教育課程審議会（平成10年）の答申での理由付けでは、＜生きる力を育成すること＞、＜国際理解、環境、福祉等の今日的課題を取り上げること＞、＜特色ある学校を創ること＞が提示され、「総合的な学習」が創設されたのである。

この提示は大変に説得のあることと言えるが、果たして学校の先生や教育関係者が、この新しい「総合的な学習」を創ることに納得するかどうかは疑問であり、十分に詰めておかなければならない。

明治以降、日本の学校はその殆どが教科の教育に重点を置かれてきたため、学校の教師は「私はこの教科担当です」とか「私の専門は〇〇です」と、小学校の教師でさえもそう言うのである。そのため「総合的な学習」を創るために、自分の教科からの時間を削って供出しているといった意識が抜けきれないのである。

従ってこのような意識を持った者に「総合的な学習」の推進を納得させるためには、なるほど教科の時間を出すだけの意味や意義があることだと言えるような理由を、きちんと踏まえておく必要がある。

子供は現実の世の中と触れ合いながら学習することが建前であるが、今日の教科の学習では、その現実との触れ合う部分が極めて少なく、断ち切れているとも言えるのである。

例えば、その一つに「体験の喪失」の問題があげられるが、理科学習でチョウやトンボを見たことがないまま教科書の絵や図鑑の暗記から学習が始まる。そのため、子供自身は学習対象を疑うこともできない。そのため、学習がいつも受け身になり、結果的には抽象化された知識として、教科書丸飲み主義の知識、理解になってしまい、学んだものが身につかず、自分を支える力にもならない。

そして、折角身に付けた知識や理解も、現実の生活になると活用できず、すっかり消えてしまうのである。たくさん学んでいるが自分を支える力にならず、現実との遊離が生じて子供を苦しめることになり、世の中の緊急の課題が起きても立ち向えない状態になる。

もう一つは、教科学習における認識の仕方が、各々の小さな事象を分析的に見ていくため、エネルギーや環境問題等の複雑に入り組んだ課題に対して解決するような認識のパターンはどこにもなく、学習しないまま世の中に出ていっている。

社会的な問題や科学技術的な問題などの今日的な課題が増大するのに対応して、それを見て解決していくための認識等を考えると、どうも教科の断片的な、因果論的な見方では課題解決が望めない。教科一辺倒では片づかないというところまできており、「総合的な学習」の必要性の意義がでてくるのである。

3 教科学習と「総合的な学習」の関係

「総合的な学習」は、教科の学習がきちんとされて、内容の理解や方法が定着していないと成立しないということである。

中教審の答申では、＜知の総合化＞とか＜知の実践化＞を提唱している。「総合的な学習」では、各教科で学んだものを総動員しながら課題について見たり考えたりしていく。このことは、今までしていた学習と互いにどのように働き合っているのか、また、働き合うようにして行くべきかを見つけることが課題の一つになる。

ただ、総合的な学習だけをしていれば、全てが見えるわけではない。複雑な世の中や事象等を見たり考えたりするのに、教科の学習内容が理解されていないと、妖怪と素手で闘うようなもので太刀打ちできず、やはり武器になるのは教科の学習である。

今回の教育課程の改訂では、教科を大幅に削除し、社会の問題や科学技術の複雑な課題に対して、公正な見方や考え方ができる国民を育成することと、教科学習とのバランスがカリキュラム上の最も大きな背景であり、その方策は教師や教

育関係者がこれから立てなければならない課題である。

これまでの各教科の学習は内容と目標が決められ、その内容を理解し目標に到達させる教え方である。そのため、早く到達した子供はよいが、そうでない者は劣等感や焦燥感を持つなどの問題が起きていた。

「総合的な学習」は、それらを解消するとともに、子供達が生き生きと学習活動のできるねらいと効果をもっているものである。

4 「総合的な学習」に期待するもの

「総合的な学習」は、〈自ら問題を見つけ〉、〈自ら学び〉、〈自ら考え〉、〈自ら判断し〉、〈自ら解決する〉といった、『自ら』ということが、学習活動の中心におかれている。このことは、体系的な知識を取得するより、現実や実際の事象をありのまま見て解決するといったことを示している。

「総合的な学習」は、学校裁量として教師が自主的に運用するのが特徴である。その意味から、学習指導要領で「総合的な学習」のテーマとして〈国際理解〉〈情報〉〈環境〉〈福祉・健康〉等が挙げられているが、本来このように例示することは、この学習の在り方から考えても望ましいことではないと思う。しかし、この学習で最も難しいことは、単元をどう設定するかということであろう。

学習指導要領では、〈学習活動について横断的、総合的な課題〉、〈生徒の興味、関心に基づく課題〉、〈地域のや学校の特色、生徒の特性に応じる〉と三点を示しているが、この三点を程よく取り入れる発想することが大切である。ただ、自由に計画し実施でき、子供の興味、関心があるからといって、子供の好きなことだけをすることは、クラブ活動と同じである。そのようなことから考えると、今日的な課題は、現代社会の抱えているいろいろな問題に対して、子供たちが自らの力で挑み、これから生きていく上での教育として望ましいことである。

「総合的な学習」というと、とかく地域学習、環境調査活動や歴史的事例研究等を思い付くことが多い。その点からすると、科学（理科）教育として「総合的な学習」は適切なことではないように思える。

しかし、エネルギー・原子力に関する問題や環境問題、遺伝子組み替え等の、価値観や倫理的なことを含めて解決すべき課題も多い。これらは、これまでの科学（理科）教育を広げて一段と踏み込んだ取り扱いを期待したい。

また、小学校は一人で全教科を担当するので「総合的な学習」は取り組み易いが、中学校・高等学校は教科専門の担当のため、困難を感じるであろう。従って、取り組む設定のテーマは小・中・高校では、当然異なったものにし、それぞれの発達段階を考えて効果的で適切な「総合的な学習の時間」を運営することを期待したい。

第3章 第3節

「総合的な学習の時間」のエネルギー・環境教育への活用

広井 禎（筑波大学附属高等学校）

はじめに

新教育課程に「総合的な学習の時間」が新設されて、私たちは注目している。放射線はこの「総合的な学習の時間」にふさわしいテーマではないだろうか。現在、放射線はいろいろな教科・科目で取り上げられているが、不十分な展開しかできていない。十分な時間がかけれないからである。時間が少ないと、放射線の性質の一面だけを取り扱う傾向になりやすい。この一面性ゆえに、誤解や偏見につながりかねないこともある。時間をかけて総合的に取り扱うことができれば、こんなうれしい話はない。このような私たちの期待を実現するためには、いくつかの課題がある。この小論で検討してみたい。まず、「総合的な学習の時間」そのものについて、いくつかの事項の紹介からはじめる。

単なる物知りになってないか

いままでなかった「総合的な学習の時間」が何故つくられたのだろう。

比較的良く勉強して、第1希望のの大学に入学していくような学生でも知的関心が低いのではないかと言われはじめたのは、10年以上前である。彼らは、大学の講義もあまりザボらず、受講態度も悪くなく、試験も出来る。しかし、熱意が感じられない。物知りではあるが単にそれだけではないか、意欲が育っていないのではないか、と言うのである。知識と意欲とが比例していると言うほど単純ではないだろう。しかし、それなりにつながりを持っていると思っていたのが、崩れていく。少なくとも、知識も増やす努力とともに、意欲を育てる努力も必要である。

そこに出てきたのが、中・高校での「選択幅の拡大」や「課題研究」である。いくつかから選択した科目なら、意欲をもって取り組んでくれるのではないか。科目の中で、座って聞く活動ではなく、「課題研究」を動いて調べる活動をするなかで意欲を育てていきたい、ということになる。

ところで「課題研究」も、テーマについては、その科目や単元に縛られている。この縛りをゆるめるにはどうしたらよいか。そこに、科目にとらわれない「総合的な学習の時間」が登場してくる。

「精選」しなければならないけれど

10年以上前の教育状況で、もうひとつ触れて置きたいことがある。それは科目内容の「精選」である。

税金を投入し、授業料を集めて行う学校の教育が、雑多のままでよいわけがない。検討し、整理し、さらに精選していくのは理解できる。従来からあった科目内容についても精選のふるいがかけられるときがあつてよい。しかし、この精選の作業はむずかしい。エッセンスだけにしたら、生徒たちにとって興味のもてないものになる。そこまでいかないまでも、科目内容の精選の作業をするときには、難しいものは削除される候補にされる。法則や原理から遠いものは削除される候補になる。難しいとされる項目は、現代性の高い内容が多い。原理から遠いとされる項目は、生活と密着した事項が多い。この事情はどの教

科でも同じである。いずれにしても、授業時数の関係で弱くなった、現代的な内容、生活との接点を回復し、あわせて、意欲を高める活動の場をつくりたい。ここに「総合的な学習の時間」がある。

放射線は「総合」にふさわしいテーマだろうか

上記のような事情からみると、放射線は「総合的な学習の時間」にふさわしいテーマのように思えてくる。現代性は充分である、エネルギーの面に注目すると生活との接点も多い。しかし、課題ははっきりある。生徒たちの意欲を高めることができるだろうか。この点に関して、学習活動のプロセスに注目しながら検討したい。

まず「総合的な学習の時間」で、生徒各自が学習活動するテーマをどのようにして絞っていくか考えてみて欲しい。いろいろな案がありうるが、極端な案は2つである。ひとつは教員が決めてしまう案、もうひとつは生徒の言い出したものそのままという案である。現実にはこの折衷案、例えば、教員が「環境について」という大きな枠をつけて提示する案とか、生徒が希望するものを話し合いながらテーマにしていく案とかに落ちつくものと思われる。検討してほしいことは、教員主導の場合に留意すべきこと、生徒主導の場合に留意すべきことである。

教員主導の場合ならば、放射線や原子力発電をテーマにする生徒たちが出てくる可能性がある。しかし、「総合的な学習の時間」のスローガンといってもよい「自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考える」活動にしていくにはどうしたらよいだろう。

生徒主導の場合ならば、まず、放射線や原子力発電をテーマとする生徒がいるだろうかというところから始めなければならない。なにもはたらきかけをしなければ、このようなテーマで学習する生徒が一人もいない学校は、全国どこにでも出てくるだろう。

放射線教育フォーラムは何をしたらよいだろうか

テーマ設定の仕方が教員主導であれ、生徒主導であれ、まず、放射線について関心をもっている教員を拡大し、それらの教員の放射線理解をふところ深いものになるようにしていくことが必要だろう。教員主導であっても浅薄な知識を押しつけるよう活動は「総合」にふさわしくないし、生徒たちがこのテーマに意欲を失っていくだろう。生徒主導の場合には、教員がそのテーマが得意だから担当者になったのではないのだから、共に学ぶ姿勢で進めばよいのだけれども、もし、奥行きのある対応が出来たら、生徒たちの意欲はどんどん高まるのではないだろうか。

そこで、このフォーラムなどで、どんな活動をしたらよいか考えてみた。思いつくままにいくつかを書いてみる。

- 参考になる本・ビデオ・インターネットなどのリストをつくる
 - ・ 本などには、中学生でも読めるなどの程度と、内容紹介があるとよい
 - ・ 「ニュース」などで活用出来る原稿を集めて冊子をつくる
 - ・ リストは全国の学校に送付する
- 教員からの相談の「窓口」をつくる
- 教員対象に、放射線などの理解を深める講習会などを行う

(2000年11月25日、放射線教育フォーラム拡大幹事会・勉強会で講演)

第4章 第1節

(2000. 12. 13. 練馬第四小学校で講演)

日本の初等・中等教育についての現状と意見

有馬朗人

1. 学校と家庭の教育

ご紹介いただきましてありがとうございました。さきほど子供たちの放射線を測る実験の様子を見てきましたが、子供達が実際に物をさわったりすることは、重要なことです。今日、先生方のほかに、お母さんたちがこれだけおられるので、まず申し上げたいことがあります。それは、家事をよく手伝う子供ほど道徳観・正義感が高いということです。また、生活体験・自然体験が豊富な子供ほど道徳感・正義感が身についてくる、ということです。これには数値的データがあります(表1)。私がもうひとつついでにしたいことは、子供達に実験や実習などを行ってみると、最近の子供達の手先が不器用になっていることです。これはよく言われることで、ナイフが使えなかったり、りんごがむけない。これは子供が悪いのではなく、やらせない皆さん方が悪いのです。中学生を対象にしたデータでは、乗り物で席を譲ることと、家事をよく手伝うことには相関がある。家事の手伝いをしない子は4%しか道徳観がない。お手伝いをよくする子は60%がお年寄りに席を譲る。今日お帰りになったら、今晚からお手伝いをさせてください。漢字一つ覚えさせるよりは、家事を一つさせてください。そうすると自然に手先も器用になり、実験などがやりやすくなる。

とにかく、家事をさせてくださいということです。そして小学校でならったことだけを復習して下さい。英語などは教える必要はない。塾については、塾で習った子は学校が退屈でたまらな

表1 子どもの体験活動等に関する調査結果の概要

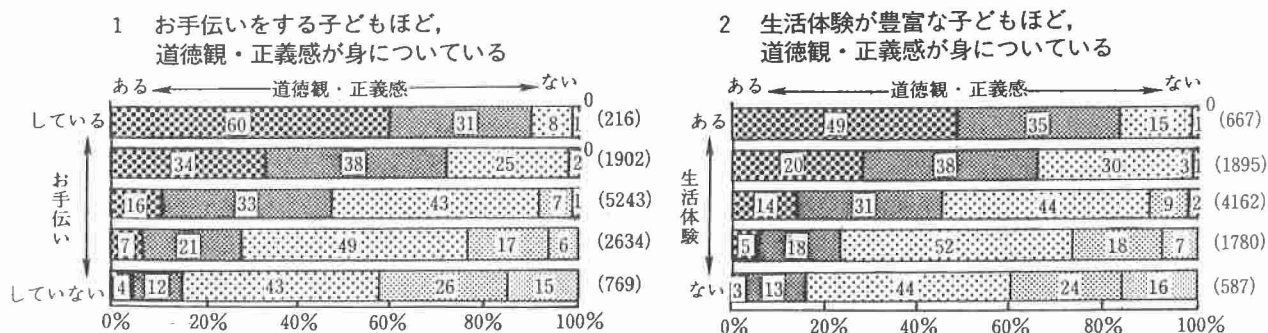
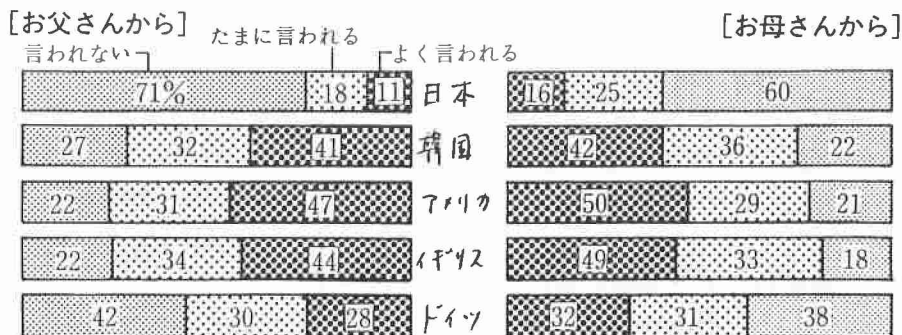


表2 父母から「うそをつかないように」とどの程度言われるか



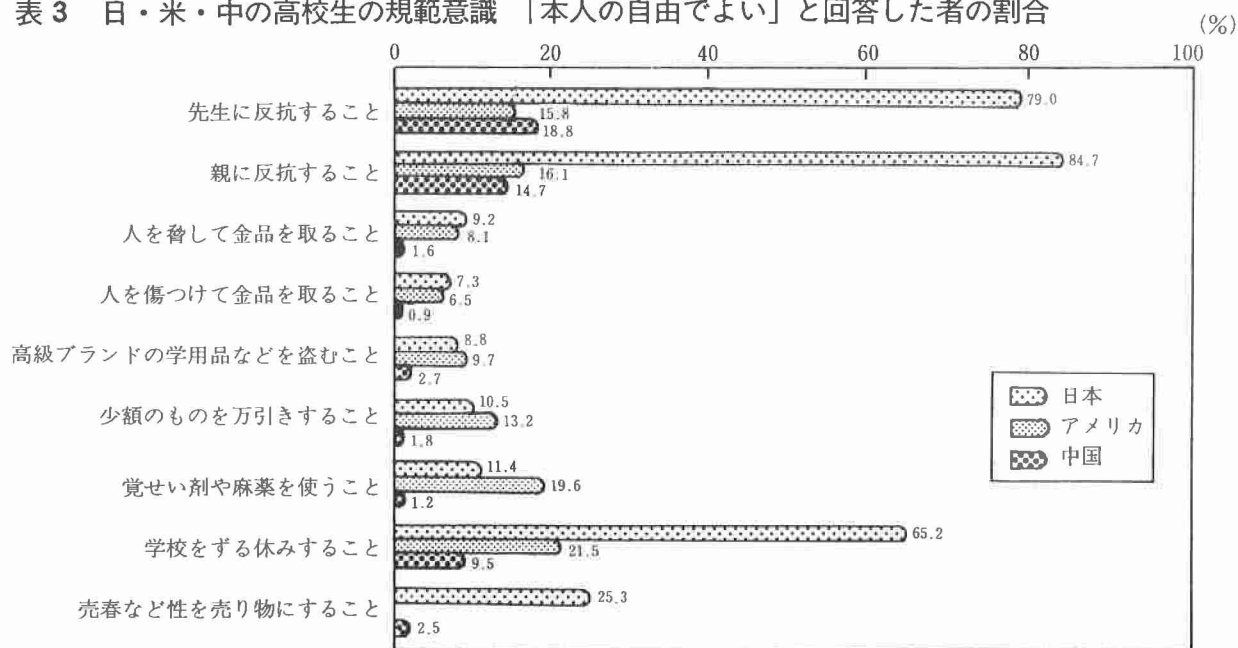
(四捨五入で100%にならない場合もある)

い。もし塾に行かせるなら、学校で習わないことを教えてもらうようにして下さい。それからもう一つは、学校の先生を尊敬させて欲しいことです。文句を言いたい先生がおられても、子供の前では絶対に言わないで下さい。子供が尊敬しなくなる。尊敬しない人に教わっても、役にたちません。尊敬している先生から教わることが教育です。先生方に申しあげたい。先生方は、自分は師なのである、先生なのであるという自覚を持って、生徒や父母から尊敬される方になって欲しい。

次はお父さんに申しあげたい。中学生に「あなたはお父さんにうそをつかないように教えられましたか」という質問を、アメリカ・韓国・イギリス・ドイツ・日本で行った調査があります(表2)。日本のお父さんは11%しか「うそをいうな」と教えていない。韓国は41%、アメリカは47%、イギリスが44%、ドイツが28%。日本は異常に低い。同様な調査で母親に対しては、日本が16%、韓国が42%、アメリカが50%、イギリスが49%、ドイツが32%です。この点からも母親のほうが、教育に熱心であるということがわかりますが、それでも異常です。我々は恥の文化に育っている。恥の文化がしっかりしていた時代は、まわりから、「あれはうそつきだ」と言われるのがいやだったから、皆さん自然にうそはつかなかった。しかし、アメリカ的な文化になってきたのだから、韓国やアメリカと似たような教育を家庭でしなければならない。「うそはつかない」「正しいことは正しいという」「まちがっていることはまちがっている」という教育は家庭で行う。学校にすべてをお願いすることは無理であり、学校は学力と体力をつくる場所であって、基本的な善悪・倫理は家庭で教えるべきものと思います。

私がこの数年で一番愕然としたことは、日本の子供達の規範精神の低下です。日本の中学生・高校生に「今から示すこと、あなたの自由意思でやっていいと思いますか?」という質問をしました。『先生方にたてつくこと』という質問には、日本は80%近い生徒がよいとしており、かなり高率なのが問題です。因みに、アメリカが15%、中国が19%です(表3)。「親に反抗してよいか」についても似た結果で、日本で85%。アメリカが17%、中国が15%です。「人を脅して金品を取ること」という質問には、日本の子供達もいけないと思っています。さらに日本では「不登校は自由意思でしていい」と思っている子供の割合が日本・中国・アメリ

表3 日・米・中の高校生の規範意識 「本人の自由でよい」と回答した者の割合



(注) 各国とも約1,000人を対象に調査。アメリカについては性に関する項目は調査から除外。
資料: 「ポケベル等通信媒体調査」平成8年・日本青少年研究所

力の中で一番多い。そういう意味で日本の子供達は規範意識の上で問題があるということを申し上げたい。売春の是非についても、この調査ではアメリカのデータは非常に少ないのか不明なのか分かりませんが、韓国は2～3%、日本は高等学校の25%が売春は自由でかまわないといっています。女性は50%だから、半分の女子高校生が自由だと思っている恐れがあります。別の統計でも女性の40%が自由だと思っていると聞いたことがあります。これらのことから、よほど家庭教育を立てなおさなければ、日本の子供達はだめになるということです。学校にすべてをまかせていた今までの教育は問題です。文部省が学校に対してだけものを言うのではだめで、これからは家庭に、社会にアピールする方法で進んでいかねばならない。学校ではしっかり基礎を教えることとし、もっと広い教育の領域については、家庭の中で基礎的な訓練をしてほしい。要するに家庭をもう一度活性化して、教育にもう一度参加していただく必要がある。一人っ子だからといって甘やかしてはいけない。個室は与えないでよい。アメリカ・ヨーロッパは与えない場合が多い。もし与えるなら鍵はかけないようにしていただきたい。以上が家庭にたいする願いです。

2. 日本の教育の現状

日本の教育の現状についてお話しします。皆さんに関心のある学力の低下については、2002年より学校完全五日制を導入し、教科内容を多少軽減をするが、新しい制度で、工夫すれば理科や数学の時間がへることは絶対になく、円周率は3.14と教えるが、3と教えてもよい場合がある理由もお話いたします。

戦後の教育の最大の目的は一人一人を幸福にするためにあるということ、社会の中で生きていくための基本的倫理観を身につけることであると思います(表4)。私はゆとり教育の推進者ですが、だらしなく遊ばせることがゆとり教育ではないのです。基本は小中高できちっと教え、ゆとりの時間で学んだことを自分の身につけさせる。そのためには、1時間勉強したら30分考えるくらいの反復練習が必要である。そのための「ゆとり」です。土日を休みにしたのは、日本の父親、母親が子供とふれあう時間を持つためです。子供達がお父さんお母さんとご飯を一緒に食べる、そういう時間を作りたい、それが私のゆとり教育の理念です。子供達の体力が下がったというデータについては、極言すれば子供達が公園を走り回らないからです。公園には「ボール投げるな」と書いてある。もっと子供達にのびのびと公園で遊ぶようにさせてほしいと思う。地域社会もゆとりを持って、その地方の特徴を子供達に教えて、間接的・直接的に子供達の教育に参加してほしい。また戦後の教育に決定的に不足していることは、子供達に使命感を持たせるということです。自分一人で生きているのではなく、回りの人達と共存していかなければならない。今の教育基本法にも書いてあるが、社会・人類に貢献しよう、ということが大切です。そのとき気になるのは、どうして自分の回りに貢献できないで、いきなり社会・人類に貢献できるのかということです。自己と公とが共生することが、教育の上で教えられるべきです。そして現在は学校でエリートを養成しようという気は全くないようですので、このままにしておくと、日本はこの点で外国に負けてしまうことになりそうで、心配です。

これでは日本の教育はだめのように感じられるかもしれないが、日本の教育が成功してる、大いに自慢して良い、ということと、その若干の問題点も申し上げたい。集団の向上のための教育については、明治時代からの戦後に至る今までの教育は成功している。これは変えるべきではない。そして平均の知能水準は日本は非常に高いことを私は確信しています。このことをはっきりさせるのに一番良いのが識字率です(表5)。日本は10年前にすでに字の読めない人は1000人のうち2人しかいなかった。今では0ではないでしょうか。これは日本だけの特徴です。たとえばセネガルでは三分の1ぐらいしか字が読めない、そしてエイズがものすごく蔓延している。あのエジプトでも5年前に約半分の人しか字が読めなかった。日本では回覧板や国勢調査ができますが、これらの国では文字を使ってはそれができない。隣の中国でも識字率は随分上がりまし

たが、それでも1000人のうち185人の人が字が読めない。日本は寺子屋以来の伝統があります。そういう意味で読み書きはしっかりしている。一方算数については、これは1995年に行った世界40カ国ほどの小学校・中学校の生徒に同じ算数の問題をやらした点数の結果です。小学校では韓国が1位、日本が2位、アメリカが3位です。これらのデータをみると読み・書き・そろばん（算数）などに日本の生徒が非常に力をもっているということがわかります。学力の平均水準の向上には日本の教育は非常によかった。ところが他に問題があります。ずばぬけた人を育てようという気持ちが、日本の教育にはない。だからノーベル賞が少ないといわれる。これは我々があまりにも平等思想にとらわれすぎたからではないでしょうか。先生方は個性豊かな子をさらにのばそうということについてはやる気がなかった。私が習熟度別の授業をして下さいと学校の先生に頼んでも、受け入れなかった。日本の先生達は平均水準をあげることに熱心だが、非常に優れた人（野球、100走、数学、など）を伸ばすことに熱心でない。アメリカではやっています。25人クラスでよくできる子供2～3人を、別の教室で、あるいは、別の学校に集めて、少し難しいことを教える。どうして日本ではこれができないのでしょうか。文部省は、法律を変えて17歳でも大学に入れるようにしたのですが、反対が多かった。これは典型的な平等思想のあらわれです。こういう過度な平等思想はよくない。良くできる子への虐待であり、これは不平等である。過度の平等を建前にはまちがっています。これは日本の教育の欠陥であります。

指導者層の教育、これは特に大学の問題です。私が中高一貫を急先鋒で導入しようとした時、新聞社の人達は「エリート養成校か」と反対したにも拘わらず、今はゆとりが多すぎる、学力が下がった、との論調です。学力を上げるということはエリート主義ではないのでしょうか。随分マスコミの論調も変わってきたと思います。

今日の教育論の混乱を正すためには、内容を分析して分けてみようというのが私の考えであります。学力・知力が知、体力が体、倫理力が徳、この3つに対して私は生きる力を提案しました。生きる力とは「自分で課題をみつけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する能力」

「自らを律しつつ、他人と協調し、他人を思いやる心や感動する心などゆたかな人間性と、たくましく生きるための健康・体力」です。たとえばクローン羊など、昔は誰も想像もできなかったことが今は起こります。かつては習わなかったことでも自分で課題をみつけ勉強して考え、問題を解決していく、そういう下地教育をしておこう、というわけです。うしておけば今まで学んだことを応用する力ができてくる。こういう提案を中央教育審議会に提出しました。しかし今は努力するということ

表 4 教育の目的

- 1-1 一人ひとりの幸福のために
倫理観
基礎基本の知力と体力
知力を軽視してはいけない
- 1-2 使命感の養成
世界への貢献
その前にまず自分の周辺への貢献
公と自己の共生
- 1-3 集団の向上のために
国や県の住民の全体の質の向上のため
- 1-4 平均水準の向上

表(3, 6, 7)

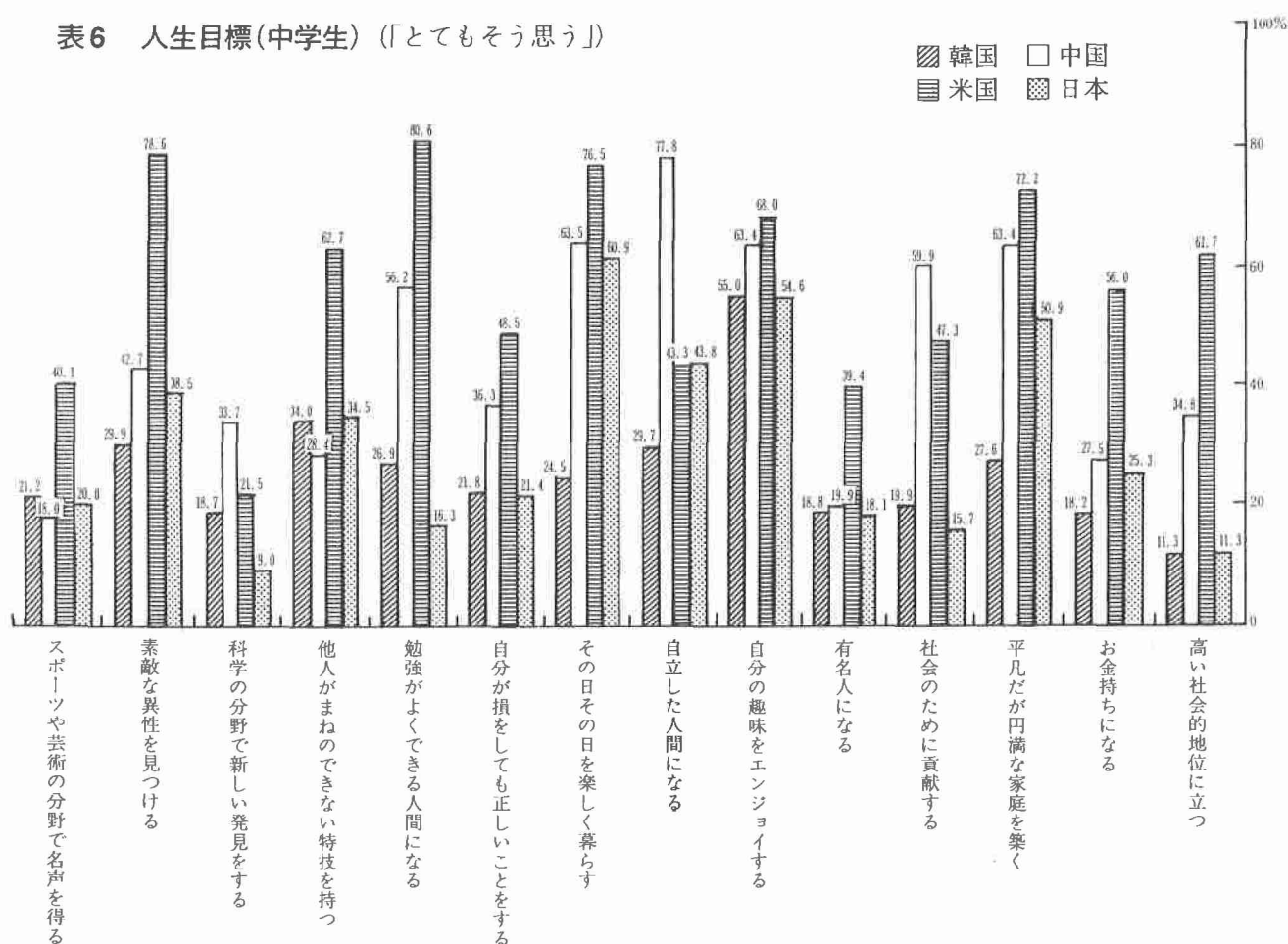
表 5 各国の非識字率

国 名	年次	%
日 本	1990	0.2
韓 国	1995	2.0
シンガポール	1995	8.9
タ イ	1995	6.2
中 国	1995	18.5
アメリカ	1979	0.5
カナダ	1986	3.4
メキシコ	1995	10.4
アルゼンチン	1995	3.8
ブラジル	1995	16.7
ペルー	1995	11.3
イタリア	1995	1.9
スペイン	1995	2.9
ハンガリー	1995	0.8
エジプト	1995	48.6
南アフリカ	1995	18.2
旧ソ連	1989	2.0
ロシア	1995	0.5

評価しなくなっています。努力した子をなぜ励ましてくれないのか。100mでがんばったら、碁将棋で名人になったら、バイオリニストとして頑張ったら誉めてやってください。みんな平等にしてしまうのはよくない。しかし勉強する機会には平等にしなければならない。どんなに貧乏でも勉強したかったら大学に入る機会を与えなければならない。私は結果の平等を大人達が求めるあまり、努力に対する評価がなくなったのはよくないと思っています。心の教育問題については、現時点では、忍耐力、努力、社会への貢献、社会体験をしよう、そういった精神力が非常に弱くなってきていると心配しています。中学生の人生目標では、「科学分野で新発見をする」という目標を持った子供は9%しかいない(表6)。韓国は18%、中国は35%です。「勉強のよくできる人間になりたい」のは日本で17%、韓国で27%、アメリカは80%。日本の中学生の60%がなりたいのは「その日その日を楽しく暮らす」、韓国は25%、アメリカは76%。日本の子供達は夢がなさすぎると思います。小学生中学生がこれでよいのだろうか。アフリカの食料を増産しようとか、エイズを解決しようとか、世界を平和にするために頑張ろうとか、どうして日本の子供達は志をもたないのか。これは親も、国も目標を持っていないからではないでしょうか。

現在の教育のやり方によって、義務教育の小学校中学校の実力は本当に下がったのか、このことについては、定点観測がないので答えはだれもわからないのです。それは、文部省は1956年から1966年は全国で5から20%で調査をしていましたが、先生方から子供同士の成績を比較することはけしからん、というような反対があって文部省はやめました。しかし子供達の教育をあずかる文部省がこれではいけない。全国的にみて子供達の学力が上がっているのか下がっているのか把握しておかなければなりません。今後は定点観測する予定です。

表6 人生目標(中学生) (「とてもそう思う」)



3. 日本の生徒の学力調査と考察

近年に中学校においておこなった学力調査（昭和 57 年と平成 7 年）の結果では、小学校は問題ありません。中学では、国語、社会、数学についてはその低下はあまり心配がありませんが、理科と英語についてはやや心配です。昭和 58 年頃と平成 8 年頃を比べると、英語と理科はやや下がっている。なお、調査データにより異なる結果もあり、あまり下がっていない例としては、数が少ないが、先程お話しした「数学と理科の国際比較」や「埼玉入間地区の調査」があります。

14 歳の子供達の数学力を国際比較したデータは、シンガポールが 1 位、韓国が 2 位、日本が 3 位。アメリカは平均値より下のほうにある。1995 年における日本の中学生の数学の力はよかった。同じように 1995 年の中学生の理科の力はシンガポール、チェコ、に続いて日本は 3 位であった。やはりアメリカは平均値前後にいる。これをみればすくなくとも 5 年前までは日本の子供達の理科・数学力は優れていたことがわかります(表 7、表 8)。これに対して批判があり、最も大きい批判は理科嫌い・算数嫌いが多いということで、その結果いま調査をしたら日本の子供達の成績はがたっと下がるであろうということです。しかし筆者は同じようなことをすれば少なくとも 5 位以内には入ると断言しました。最近発表されたデータでは台湾が新しく入ってきて一番になりましたが、日本が依然として第 4 位に入っています。その結果 1995 年の調査と比較した場合、ほとんど変わっていません。数学が 581 点だったのが 579 点になった。理科が 554 点だったのが、550 点になったが、これはほぼ同じと見なせる。こうした国際比較の結果をみるかぎり、日本の子供達の実力は 5 年前と比べて変わっていないといえる。ただ私が不思議に思っていることは、数学や理科の勉強・宿題をするということが香港、韓国、日本は少ないのです。こうなっているのになぜ成績がいいのか不思議です。またこれらの国で明らかに数学が嫌い、理科が嫌いという子がふえています。理科が好きという国はマレーシアやギアナで、これらの国の子供達は学校に行くことが好きである。なぜか、学校が義務教育化されておらず、学校に行かなかたら重労働をさせられるからです。そう簡単に好き嫌いを判断できないのです。調査データの評価については、自分をほめる人種と自分をけなす人種の違いもあるかもしれません。また日本の成績には面白い特徴があります。さきほどの国際比較を成績別に学校数で調べると、ドイツ、アメリカの場合は分布の幅が大きい。これは学校によって平均値の高い学校もあれば低い学校もあるということです。これに対して日本はその幅が狭い。日本の学校がよい

表 7 第 3 回調査(1995年)数学 表 8 第 3 回調査(1995年)理科

	平均得点	国/地域	平均得点
シンガポール	643.3点	シンガポール	607.3点
韓国	607.4	チェコ	573.9
日本	604.8	日本	571.0
香港	588.0	韓国	564.9
ベルギー (Fl)	565.2	ブルガリア	564.8
チェコ	563.7	オランダ	560.1
スロバキア	547.1	スロベニア	560.1
スイス	545.4	オーストリア	557.7
オランダ	541.0	ハンガリー	553.7
スロベニア	540.8	イギリス	552.1
ブルガリア	539.7	ベルギー (Fl)	550.3
オーストリア	539.4	オーストラリア	544.6
フランス	537.8	スロバキア	544.4
ハンガリー	537.3	ロシア	538.1
ロシア	535.5	アイルランド	537.8
オーストラリア	529.6	スウェーデン	535.4
アイルランド	527.4	アメリカ	534.4
カナダ	527.2	ドイツ	531.3
ベルギー (Fr)	526.3	カナダ	530.9
タイ	522.5	ノルウェー	527.2
イスラエル	521.6	ニュージーランド	525.5
スウェーデン	518.6	タイ	525.5
国際平均値	513.0	イスラエル	524.5
ドイツ	509.2	香港	522.1
ニュージーランド	507.8	スイス	521.7
イギリス	505.7	スコットランド	517.2
ノルウェー	503.3	スペイン	517.0
デンマーク	502.3	フランス	497.7
アメリカ	499.8	ギリシャ	497.3
スコットランド	498.5	アイスランド	493.6
ラトビア	493.4	ルーマニア	486.1
スペイン	487.3	ラトビア	484.8
アイスランド	486.8	ポルトガル	479.6
ギリシャ	483.9	デンマーク	478.3
ルーマニア	481.6	リトアニア	476.4
リトアニア	477.2	ベルギー (Fr)	470.6
キプロス	473.6	イラン	469.7
ポルトガル	454.4	キプロス	462.6
イラン	428.3	クウェート	429.6
クウェート	392.2	コロンビア	411.1
コロンビア	384.8		
南アフリカ	354.1		

意味での画一性があることがわかります。これは自慢していいことです。どこの学校でも似たような教育になっているので、子供がどこの学校にいても成績は変わらない。

もう一つ埼玉県入間地区の結果を見てみましょう(表9)。10年ごとに数学の成績を調べていますが全く下がっていないのです。中学3年の2次方程式の問題について1964年は28%の子供しか解けなかった。1969年は44%、1979年は50%、1989年71%、1999年は71%の子供達が解けました。多少下がっているのもないわけではないが、全般的に上がっています。この地域の住民がインテリ化した結果という解釈もあります。

表9 入間地区の算数数学科・学力調査

学年	内容	34年度	44年度	54年度	平元年度	平11年度
小1年	連続する数	66%	72%	91%	83%	90%
2年	2桁の加法	52	92	91	87	91
	2桁の減法	43	65	85	81	75
	mとcmの換算	52	76	63	90	73(8年)
3年	重さの単位の読み	48	55	41	55	76
4年	2桁の乗法	60	62	58	64	42(8年)
	除法	62	68	79	83	70(7年)
5年	小数の乗法	50	61	80	67	76
	分数の減法	53	49	57	65	76
6年	分数の乗法	47	85	88	84	92*
	分数の除法	41	66	88	82	91*
	立体の体積	28	46(40年)	69	—	59
	縮尺	33	37(39年)	46	44	71
中1年	正負の複雑な計算	25(39年)	31(43年)	40	55	58
3年	2次方程式	28(39年)	44	50	71	71

高等学校の進学率については、1950年頃はわずか42%でしたが、1973年には90%、今は100%です。ところがなぜ大学に行くと成績が低下するのか。東大の工学部で5年おきくらいに同じ問題でテストをしていた。1983年頃までは53点くらいとっていたのが、1990年には45点に下がった。これは18歳人口が1990年頃非常に増えてきたので、各大学で臨時定員というのを積み上げた。具体的にいうと、東大工学部で定員900人のところに100人増やしたので、そのくらい増やせばこの位の平均点の低下はあると私は思っています。

4. 今後の予測

平成4年には200万人ぐらいだった18歳の人口が急激に減っています。そして2010年には120万人ぐらいになります。今は151万人ですから平成4年に比べて四分の一18歳人口が減ったわけです。しかし大学は同じ数の学生をとろうとするので、平均点は下がるでしょう。現実を認識すべきです。先ほど述べたように高等学校はもう100%の進学率です。100%の子供が行く義務教育というくらいになっています。そのため、多様性を導入しすぎました。そして選択の科目が多くなっています。だから医学部へ進学するのに生物を履修しない。これは文部省にも問題があります。もっと必修課目を増やすべきだと私は言っています。さらに大学について言えば、思いきって学生数を抜本的に減らすか、そうでなければ高等学校の教育が多様化していて大学進学率が高くなったことを考慮して、大学で徹底的な教養課程教育をおこなうべきです。そのため東大は教養学部を強化しました。

言いたいことは、日本の高等教育がアメリカ流の大衆教育になったのだからアメリカ流の教育をしようということです。大学に入っても分数のできない学生がいるのだから分数をきちと教

えよう、教養学部で、もう一度レベルに応じた大学の教育に入っていけるだけの準備をしようというわけです。アメリカの教養の勉強は大変です。宿題が多い。先生も採点して返す。そして学生に授業評価をさせます。日本でもやるべきです。

表 10 1－5問の全問正解率

問題 1 : $\frac{7}{8} - \frac{4}{5} = (1)$

問題 2 : $\frac{1}{6} + \frac{7}{5} = (2)$

問題 3 : $\frac{8}{9} - \frac{1}{5} + \frac{2}{3} = (3)$

問題 4 : $3 \times (5 + (4 - 1) \times 2) - 5 \times (6 - 4 + 2) = (4)$

問題 5 : $2 + 0.25 = (5)$

国立A大学 (2次試験受験)	87.1	数学あり (90%ぐらいの 正答率)
私立a (2次数学受験)	88.6	
私立b1 (2次試験数学受験)	88.2	
私立a (数学受験なし)	78.3	数学なし (40%ぐらいの 学生が解けない)
私立b1 (数学受験なし)	77.3	
私立b2 (数学受験なし)	64.0	
私立k (全体)	58.7	

これは経済系の大学の分数計算・少数計算です(表 10)。数学を2次試験にだしているところはさすがに88%、87%ですが、数学を2次試験に出さない大学はよくて78%悪いと58%しかできません。要するに40%の大学生がこういう問題が解けないということです。ここで入間地区の調査で71%の中学生が2次方程式の問題を解けたことを考えてみましょう。大学入試に数学を出題するところは96%～80%が正解だけれども、その他大勢の経済学部の学生は10%しか解けない。71%も解けたのに、大学生になって10%しか解けない。入学試験に出なければ勉強しない。要するに、折角教えても忘れるので、十分反復練習をさせて身につけさせなければなりません。だからゆとりをもって反復練習をさせて下さいというのです。ゆとりの教育でこの頃学生が勉強しなくなった、テレビばかり見ているという人がいるが、それはゆとり教育の誤解です。ゆとりというのは、心のゆとり、豊かな心を持つために言っているのです。反復練習をしながら、学校や社会や家庭で学んだことを、咀嚼して自分のものにしていくよう時間の余裕を与えるよう私は主張しています。野原をかけまわって遊ぶのは体が丈夫になるので良い。体が弱いのが一番困ります。政治家はなかなか死なない。役人もすごく元気、健康である。学者もまた然り。頭のよさで勝負する時代は終わったのです。健康であるということが一番大切です。そして同時に学力のある人・能力のある人が巣立っていくことは必要です。基礎的な知識を教えても忘れてしまうのなら教えなくても良いかもしれないが、しかし忘れても教えなくてはならないこともあります。2次方程式など忘れても必要なとき勉強すればすぐ思い出します。全くやってないと大変です。しかし分数・少数の計算などは忘れてはいけません。

最後に、2002年から新指導要領になることについて論じておきましょう。誤解して欲しくないことは、一つは学生の勉強時間数であり、もう一つはたとえば円周率を3と教えることはよくないというような批判をなさらないようにしていただきたいということです。新指導要領においては小学校第5学年の算数において、「円周率としては3.14を用いるが、目的に応じて3をもちいて処理できるよう配慮する」としており、「3.14を使わず」というのは誤りです。3と教えるようになると誤解して、ある予備校が宣伝しただけです。ですから新指導要領は非常に批判があるけれども、きちっとした理由を考えているわけで、その点ご理解を求めたい。理科や数学の学習時間数が世界で一番少なくなったという方がおられるが、これも間違いです。たしかにぜったい教えなければならない時間数は先進国のなかで一番低い。ただ選択教科100時間程度、また総合学習の100時間程度を、学習に応じて各学校で工夫して、算数の時間にしたりして使うこともできるのです。たとえば40時間を算数、40時間を理科にあてたりすれば、世界で恥ずかしくない時間数になります。そういう点をどうか誤解のなさらないようお願いしたい。ご清聴をありがとうございました。

第4章 第2節

21世紀のエネルギーと豊かさ

山 寺 秀 雄

今日は「21世紀のエネルギーと豊かさ」という題でお話しいたします。21世紀の暮らしについて考える前に、20世紀の暮らしを振り返ってみたいと思います。100年前、明治33年の日本は、日清戦争に勝ち、その後列強との不平等条約の改正にも成功して、意気盛んな時でした。しかし国民の暮らしは決して豊かではありませんでした。

20世紀の暮らし - 宮沢賢治の「グスコブドリの伝記」に関連して

「雨にも負けず、風にも負けず・・・」の詩で有名な宮沢賢治は1896年岩手県に生まれました。1933年に若くして亡くなりましたが、その前年に「グスコブドリの伝記」という童話を発表しました。ブドリはイーハトーブの木こりの子で、両親と妹と4人家族でした。ブドリが10歳の時から2年続きの凶作で、穀物も木の実も実らず、食料が底をつき始めました。両親はわずかに残った食料を子供に残して森へ消えて行きました。こうしてブドリが孤児になったところからこの物語は始まっています。この話は賢治が体験したか聞いたかしたことをもとにしていると思います。100年前には厳しい食料不足の時代があったのです。さらに20世紀前半は貧しい時代が続きました。日本国内では食べて行けないために多くの人が移民として、アメリカ西海岸に、ハワイに、南米に渡って行きました。私が小学生の時にも同級生の一人が家族と一緒にブラジルへ行きました。戦争中から戦後にかけて米は配給制になり、特に戦後は、米の代わりに大豆から油を搾った搾り粕が配給されたこともあり、またアメリカからの救援の食料が来なければその配給さえ遅れるというような苦しい時代でした。今の若い方々は食物に不自由することなく育って来られたと思いますが、そのような時代は、長い歴史の中で一瞬ともいえるごく最近の数十年だけです。21世紀にも今のような幸せな時代が続くとは限らないと思います。どうなるかは若い方々の心がけ次第だと思います。

童話の話に戻ります。ブドリは成人後、潮汐発電所をつくり、人工降雨に成功し、しかも空中放電によって窒素肥料を含む雨を降らせました。宮沢賢治は自分の科学的夢をブドリに実行させたのだと思います。ブドリは火山局に勤め、火山の炭酸ガス爆発を計画します。ブドリはこの人工爆発で殉職しますが、噴き出した炭酸ガス、すなわち二酸化炭素によって、気候が温暖になり、稔り豊かな秋が迎えられたというところで話は終わります。しかし21世紀には、逆に地球温暖化が心配です。

地球温暖化

平成12年版環境白書は「地球環境の劣化は人類社会の存続を危うくしている」（総説、p.12）と警告しています。人類は、地球上に現われて以来、その大部分の期間を自然の一員として自然の生体系の中で生活してきました。しかし人間が文明を発展させるに従って自然環境を破壊するようになりました。特に産業革命以後は、環境破壊の規模が拡大し、広域化し、20世紀の終り頃には、環境破壊が地球全体の問題として心配されるようになりました。

1992年には国連環境開発会議、いわゆる地球サミットがリオデジャネイロで開催され、全世界の首脳が出席しました。日本の宮沢首相は、飛行機を羽田に待機させていたにもかかわらず、国会に足止めされて出発できませんでした。宮沢首相の出席を阻んだのが、平素地域の環境問題にたいへん熱心なグループの議員さんたちであったということは、地球環境問題に対する私たち日本人の意識の低さを象徴するものであると思います。私たちは身の回りの環境問題に対してはたいへん神経質で、その結果公害防止の先進国でもあるのですが、視野が狭くて、地球の環境に対しては政治家を始めとして無関心の人が多いのです。たいへん残念なことです。

リオの地球サミットでは五つの宣言・条約など、すなわち「環境と開発のためのリオ宣言」「アジェンダ21」「気候変動枠組み条約（通称地球温暖化防止条約）」「生物学的多様性保護条約」「森林原則声明」がまとめられました。宣言の第一原則では持続可能な開発及び自然との調和を謳っています。これから話に直接関係があるのは3番目の地球温暖化防止条約です。これについてもう少し詳しく申し上げます。

地球大気中の二酸化炭素濃度は産業革命以後次第に増加し、特に最近50年は著しい増加を示していま

す。これに対応して気温は過去100年の間に0.3ないし0.6℃上がっています。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）という国際機関によると、楽観的でも悲観的でもない中くらいの予測で2100年には1990年と比べて地球の平均気温が2℃上がるだろうということです（追記：2001年1月22日発表の報告書では、上方修正して1.4－5.8℃上昇と予測）。これは過去100年と比べて、たいへん急激な気温上昇です。急激な温暖化が起これば、作物が気候にあわなくなつて、食糧の生産が減るおそれがあります。2℃くらい大したことはないとおもいかもかもしれませんから、具体的な例を一つ挙げます。昨年（1999年）の夏の猛暑のため、米どころ庄内地方の米のできが悪く、一等米が1/4くらいしかなかったということです。

地球温暖化はまた砂漠化や異常気象や海面上昇（追記：2001年1月のIPCC報告書の予測では9－88cm上昇）を引き起こします。

これらの問題を心配して、地球温暖化防止条約が結ばれました。その時すなわち92年の申し合わせは、先進諸国は二酸化炭素排出量を2000年までに1990年の水準に戻すというものでした。ヨーロッパ諸国は真面目に努力してきましたが、アメリカと日本はどちらも景気優先で、二酸化炭素排出量を減らす努力を怠り、逆に9%余り増やしています。

1997年には二酸化炭素排出量削減の次の目標を決めるために、京都で気候変動枠組み条約第3回締約国会議（COP3、通称地球温暖化防止京都会議）が開かれました。ここでは、2010年までの目標として、ヨーロッパが15%削減を提案したのに対して、日米は消極的で、結局最終日の夜中を過ぎて、ヨーロッパ8%、アメリカ7%、日本6%削減（1990年比）という妥協が成立しました。

地球温暖化問題への日本の取り組みについての私見

地球温暖化問題に対して、日本が今申しましたような態度をとっていることを、私はたいへん不満に思います。日本は率先して積極的にこの問題に取り組むべきであると私は考えます。アメリカ追従は間違っています。その理由を申し上げます。

第一に、日本は憲法によって軍事面での国際貢献が制限されていますから、代わりに環境の面で貢献すべきであると思います。発展途上国に対する省エネルギー技術の援助などは日本に最もふさわしい国際貢献です。そのような環境関連の援助をする前に、まず自ら範を示さなければなりません。

第二に、国民の生活あるいは生命を守るために、温暖化問題への真剣な取り組みが必要です。アメリカは、国土は広く、資源は豊かで、食糧は有り余っています。これに対して日本は、国土は狭く、資源は乏しく、食糧は自給できません。地球温暖化のため世界全体で食糧が不足した時、食糧を必要なだけ売ってもらえるでしょうか。20年くらい前にアメリカで大豆が不作であった時、アメリカは国内の飼料用の大豆を確保するために、大豆の輸出を禁止し、日本の味噌醤油の業者が困ったことがありました。FAO“Food Balance Sheets 1994-1996平均”によると、日本の穀物自給率は28%ですが、日本とオランダを除く他の先進国は、自給率はほぼ100%（±20%）か、あるいはアメリカ・カナダ・フランスのように大きな輸出余力をもっています。日本は、先進国の中で、穀物自給率（あるいは食料自給率）が著しく低い特別な国なのです。さらに工業についていえば、アメリカの工業が内陸部を含めた全土に分散しているのに対して、日本では臨海工業地帯に集中しています。温暖化によって海面上昇が起こった時の被害は甚大です。これらのことを考えると、日本が置かれている条件はオランダに似ており、オランダを見習うべきではないでしょうか。オランダは北欧諸国とともに地球温暖化防止に最も熱心な国です。日本はアメリカの真似をしてはいけないと思います。今行いを改めなければ、何十年か先の老人は、始めにお話しした宮沢賢治の話のグスコブドリの両親のように森へ消えて行かなければならないかもしれません。

環境税（炭素税）

地球温暖化の最大の原因である二酸化炭素の排出量を抑制する方法の中で、最も有効なものは環境税の課税です。炭素税ともいいます。石油・石炭・天然ガスなどの化石燃料が課税対象となります。電力も結果的に課税されます。電力が課税対象に含まれるのは、その大半が化石燃料を燃やしてつくられるからです。この税によってエネルギーの値段が上がると、エネルギーの節約や自然エネルギーの開発が促進されます。この税は1990年にフィンランドが導入したのを皮切りに、まず北欧諸国とオランダが導入し、

他のヨーロッパ諸国もすでに導入したか、近く導入を予定しています。これに対し日本はこれから検討ということであまり遅れています。日本政府は規制と補助金で二酸化炭素排出量抑制をしようとしています。これまで実効が上がらず二酸化炭素排出量は増えています。このような実績から効果は疑問です。また規制緩和、補助金整理の時流に逆行するものです。産業界が省エネルギーの努力をしてきたことは確かですが、運輸を含む民生部門のエネルギー消費の増加が大きく、全体として二酸化炭素排出量が増えました。民生部門のエネルギー消費抑制に最も効果があるのは、環境税によってエネルギーの値段を高くすることです。

私は現行の「消費税」の代わりに「エネルギー消費税」の導入を提案します。人間が決めた価値である価格に比例させるのではなく、自然の価値であるエネルギーの消費に比例して課税しようとするものです。課税対象は環境税とほぼ同じです。環境税の場合のように、環境への負荷を考慮して天然ガスは石油より割安に、石炭は割高にというような微調整はあってよいと思います。「エネルギー消費税」は「消費税」の代わりですから税率は高くなりますが、全体としては増税ではありません。細かくいえば農産物は減税、エネルギー多消費の工業製品はいくらか増税になります。税率が高いので、省エネルギー促進、自然エネルギー開発の効果は大きいはずで、産業界は国際競争力を損なうとあって反対するでしょうが、輸出品に対して免税にすれば（税の払い戻しをすれば）問題は解決します。

どのような型の環境税を課税する場合にも、できる限り早く決定し、早く発表することが大切です。経済的混乱を避けるために、発表から実施までに十分な準備期間（例えば5年）を置きますが、実施がきまれば、企業は生産体制を、個人は生活様式を、省エネルギー型に変えようとするのでその効果は実施前から現われます。

21世紀の豊かさ

さてこれまで申し上げた背景の下で、21世紀の豊かさはどのようなものかを考えたいと思います。人類は地球という寛大な親に育まれて栄えてきました。しかし20世紀、特にその後半には、人類という道楽息子のすねかじりが度を過ぎるので、すねをかじられる地球は悲鳴をあげています。21世紀には、すねかじりをやめて、太陽から受け取るエネルギーだけで暮らすように努力しなければなりません。すなわち経済の量的成長はやめて、量的縮小と質的向上を目指さなければなりません。

これまで私たちは「もの」の豊かさを求めてきました。技術革新による生産性向上の分け前を、生産量の増加と賃金の上昇を通じて、「もの」の豊かさとして受け取ってきました。しかし私たちは、「もの」の豊かさ引き替えに、「こころ」の豊かさを失ってきたのではないのでしょうか。「こころ」の豊かさは、良好な自然環境と社会環境があり、一人ひとりが豊かな教養と十分な自由時間をもつことによって得られます。私たちは経済の発展のために自然環境を破壊してきました。経済成長は生活を便利にしましたが、行きすぎた経済成長のために社会環境が損なわれた面もありません。物質的に豊かになったことによって、助け合いの心が失われ、人々が気ままになって社会環境は悪くなったように思われます。特に子供の心身の発達のために望ましい環境が失われつつあるのは心配です。経済成長に伴う環境破壊は、子供が自然に接する機会を減らしました。その結果、自然への畏敬の心、自然の仕組みに対する好奇心、自然とのふれあいによって育まれる豊かな情操などの育成が十分に行われなくなったのではないのでしょうか。科学技術の発達による子供の遊びの多様化は、自然の衰退と相まって、子供どうしの遊びを少なくし、子供の心の発達、特に社会生活への適応を阻害しているように思います。また身体を動かす遊びが減ったために、運動能力の発達が不十分で、特に危険回避のための瞬発的運動の鈍い子供が増えているのではないのでしょうか。食料が豊かになって何時でもほしいものが食べられるようになったために、家族がそろって食事をするという習慣が乱れ、家庭内での対話が減りました。また食料が豊かなことが、間食の食べすぎや偏食など子供の食生活を貧しくする要因になってはいないのでしょうか。

こういうわけで、21世紀には「もの」の豊かさよりも「心」の豊かさを求めたいと思います。

自由時間、労働時間

心の豊かさの条件の一つとして、十分な自由時間ということを申しました。自由時間を多くするには労働時間を短くすることが必要です。そこでいろいろな人の労働時間を比べて見ます。未開の人たちの労働時間の調査結果を、山内昶氏が「経済人類学への招待」という本にまとめておられます。タンザニア

のハザ族の人たちは動植物の資源の豊かな地域に住んでいるので、狩りや採集および調理に平均1日2時間費やせば、質量ともに豊かな食料が得られるということです。これを除くと、狩猟採集民族の人たちの1日あたりの平均労働時間は3-5時間です。また原始的な農耕民の労働時間は、1日平均3時間前後です。安藤孝政氏が、青年海外協力隊の一員としてタイ奥地で山岳民族と一緒に過ごされ、その暮らしぶりを記事にしておられます（朝日新聞、1999年9月7日夕刊）。労働時間のことは書いておられません。が、互いに助けあって心豊かな生活をしているという点では山内さんの本に紹介されている未開の人たちと同じです。

国際労働機関の発表（1999年9月）による先進国における（年間）労働時間は、アメリカ1996時間、日本1889時間、ヨーロッパ1500-1600時間（ノルウェーは最も短くて1399時間）です。これを365で割って1日あたりに換算するとアメリカ5.4時間、日本5.2時間、ヨーロッパ4.1-4.4時間です。アメリカ人と日本人は未開の人たちよりも長時間働かされています。豊かさを自由時間で計るならば、アメリカ人と日本人は未開の人たちより貧しいのです。

ここに引用した山内さんの著書の第1章の題は「豊かな未開 vs 貧しい文明」です。この本には、私が共感する多くの言葉が含まれています。その一節をここに引用します。「現代文明は、人類の存続という危険な賭けのうえで、なくてもよいムダなモノを大量に造りだすために、大量の時間をムダに浪費しているといつてよい。」

心豊かな暮らし

私たちは、物質的にはもう十分豊かになりました。飢えることも凍えることもありません。これからは「こころ」の豊かさを求めたいと思います。技術革新による生産性向上の分け前を労働時間の短縮として受け取りましょう。そうして増えた自由時間で、自然に親しみ、読書や趣味やスポーツを楽しみ、家族とだんらんし、友人と交流して、温かく豊かな社会をつくりましょう。

働く時間が減ると、賃金が上がらない、あるいは下がることを心配される方がいるかもしれません。それが心配なら技術革新に努めて下さい。技術革新によって物価が下がり、商品の耐用年数が延びれば、賃金が下がっても「もの」の豊かさが損なわれることはありません。私はここにポケット電卓を持っています。約30年前、私が研究のために始めて卓上電子計算機を買ったときには、大きさは40×30×20cm程度で、その値段は20-30万円くらいでした。その性能はこのポケット電卓と変わりはありません。電源がいらないだけポケット電卓のほうが優れています。30年の間に技術開発によって、値段は百分の一以下になり、大きさは千分の一以下になりました。小さくなったということは電卓をつくるために消費するエネルギーも資源も大いに節約されたということです。技術革新、特に省エネルギー・省資源の技術開発がなされるならば、「もの」の豊かさを損なうことなく、「こころ」の豊かさを増すことができます。

21世紀のエネルギー

「もの」よりは「心」の豊かさを求めるとしても、「もの」の豊かさになれた私たちにとって、100年前はもちろん、数十年前の暮らしにも戻ることはできないと思います。「もの」の豊かな暮らしを維持するためにはエネルギーの確保が必要です。そこで21世紀のエネルギー供給体制について考えたいと思います。理想として目指すのは、エネルギー消費を節約し、太陽光や風力などの自然エネルギーを活用して、化石燃料の消費をやめ、原子力発電所もなくすることです。しかしその理想の実現には長い長い年月がかかります。

まず化石燃料に関しては、そのエネルギー源としての使用をやめるのが長期的な目標ですが、第一段階としてエネルギー利用効率の改善に努めます。これには発電効率の改善のほかに廃熱の利用も含まれます。燃料電池は火力発電に比べて高い発電効率を期待できると同時に、小規模で分散配置が可能なため廃熱の有効利用にも都合がよく、その技術開発が望まれます。（なお水素を燃料とする燃料電池が、二酸化炭素を発生しない理想的なエネルギー源であるかのようにいう記事を見ることがありますが、これは間違いです。水素をつくる時に化石燃料が使われます。太陽光発電などの電力が余れば、電気分解で水素をつくることができますが、少なくとも日本では自然エネルギー利用の電力が余るということは考えられません。）

自然エネルギーで最も身近なものは水力です。水力発電はその利用段階ではほとんど二酸化炭素を出し

ませんが、発電所建設の際には環境を破壊します。また条件のよい場所にはすでに発電所がつくられていますから、今後水力発電に多くを期待することはできません。

これに対し風力発電は現時点で最も有望な自然エネルギーです。今は火力発電と比べて割高ですが、風力の利用が進めば建設費が下がり、火力に太刀打ちできるようになると思います。環境税が課税されるようになれば、火力よりも割安になると思います。ただし発電所設置場所が、定常的にある程度以上の風のある場所に限られるという制約があります。

太陽光発電は風力よりもさらに割高ですが、技術開発の余地を多く残しています。太陽熱（太陽光の長波長部分）を同時に利用することも含めてエネルギー利用効率を高め、将来は住宅や工場の屋上に太陽電池を設置して家庭用電力の自給に近づけたいものです。電力会社が集中的に太陽光発電を行って配電することは、日本ではできないでしょう。太陽光発電には広い面積が必要だからです。ただし、遠い将来を考えれば、海上や宇宙空間での大規模な太陽光の利用が実用化されるかもしれません。

自然エネルギーの利用として、地熱、潮汐、海流、波力などを利用する発電があり、それぞれ限られた場所では有効です。また生物資源の利用については、日本には空いた土地がないので、間伐材や廃材その他の廃棄物の利用に限られます。間伐材の利用は森林の育成という観点からも望ましいと思います。

さて原子力発電は二酸化炭素を排出しないクリーンな発電といわれることがありますが、放射性廃棄物という負の遺産を後の世代に残すという点が問題です。ヨーロッパのいくつかの国では原子力発電をやめる方向の政策がとられています。しかし廃止までには長い年月を要します。最近原子力発電所廃棄の方針を決めたドイツでは、実際に全廃するのは30年くらい後になるということです。スウェーデンは1980年に、原子力発電所を2010年に全廃すると決めましたが、その期限を見直そう（先延ばししよう）という議論が起こっているそうです。さて日本の場合には、国内に化石燃料をほとんど産出しませんから、エネルギー安全保障のために（戦争、災害などのため石油が手に入らなくなった場合に備えて）自然エネルギーと原子力発電をあわせて、全エネルギー需要の半分程度、少なくとも三分の一、は確保する必要があります。このように考えると、私たちはドイツの場合よりもはるかに長期にわたって原子力発電所のお世話にならなければなりません。多分、一生、原子力のお世話になるであろうということを考えると、私たちは原子力発電所を恐れずに、よき隣人としてつき合わなければなりません。原子力発電の仕組みを知り、放射線や放射能についての正しい知識をもつことが必要です。

豊かな21世紀を迎えるための教育

次に豊かな21世紀のためにどのような教育が望ましいかを考えます。文系にも理系にも偏らない初等中等教育は、次世代を担う人々の「こころ」を豊かにするために必要であり、また科学技術の発展の基礎でもあります。理詰めの改良改善の積み重ねは科学技術の着実な発展をもたらします。しかし真に創造的な（クリエイティブな）科学技術が生まれるには豊かな想像力（イマジネーション）が必要です。豊かな想像力の源泉は文理のバランスのとれた教養です。

開発した技術を社会のために役立てるには、人の心を理解し、社会の仕組みを知らなければなりません。あるいはそのような感性や知識をもった人々、すなわち人文・社会科学系の専門家との共同作業が必要です。異分野の人々との共同作業には相互の意思疎通が大切ですが、共通の教養なしにはお互いに相手を理解することが困難です。

今私たちは科学技術の助けなしには生きて行けない世の中に暮らしています。21世紀には、さらに高度な科学技術に支えられた世の中になるでしょう。科学技術の基礎知識はすべての人に必要です。特に政治・経済活動に携わる人には、科学技術の素養が大切です。先見性をもって、政治を行い、事業を展開するためには、科学技術に対する理解が不可欠です。

21世紀には、科学技術の進歩と生活様式の変革によって、少ないエネルギー消費、特に化石燃料の消費抑制にもかかわらず、豊かな暮らしができるでしょう。人々は、専門的知識・技能をもって社会に貢献しつつ報酬を得、一方では、増えるであろう余暇を広く豊かな教養によって楽しくかつ有意義に過ごすことになるでしょう。さらに広い教養と豊かな時間とを活用して研鑽に努め、自らを高めるとともに、世界をいっそう豊かにし、幸福にするでしょう。

第4章 第3節

原子力長計「ご意見をきく会」(東京)での発言

(平成12年9月27日、品川インターシティホールで、10名の意見発表者の1人として松浦が発表した意見 (議事録に少し加筆))

私が本日お話申し上げたいことは原子力教育、とくにそれに密接に関連しています放射線・放射能に関する教育のことです。最近、原子力の推進に関しまして、これ以上進めることに不安を持つ方々がたいへん増えているようですが、私は日本が置かれている種々の条件から、当分の間は少なくとも現状維持の規模で原子力に依存するのが合理的な選択であり、それには国民の不安をできるだけ軽減して国民の合意を得ながら進めて行くことが必要と考えます。

ところが、国民の皆さんが不安を持っておられる原子力の安全性とはどういうことかと考えてみますと、原子力発電所の事故の確率と程度といったものと、付随する放射線の安全性、さらに放射性廃棄物に関することがあります。しかし詰まるところ、どの場合も不安を持たれているのは、そういうものから漏れてくるかもしれない放射能が広がってきて、自分たちの健康に悪い影響を及ぼすのではないかと、放射線は微量でも遺伝的影響があると聞かされているが、自分達の子孫にそのような可能性があるのではないかと、それが心配だ、ということだと思ふのです。

したがって、国が原子力を現状のように、あるいは現状以上に進めようとするれば、国民の放射線・放射能に対する漠然とした不安、あるいは今度のJCO事故で被曝された東海村の住民の方々のような具体的な不安をできるだけ軽減してやらねばなりません。またああいう場合に実際に被ばくされた方ばかりでなく、それに伴って風評被害といった非常に余計な社会的不合理が起こったことはたいへん困ったことです。それはなぜかという国民一般の方々も放射線・放射能というものをあまりにも事実以上に怖がっておられるからだと思ふのです。

私もはこういう状況を何とかして改善したいと考えています。別に原子力を積極的に推進しろというわけではありませんが、こういう消極的にしろ推進せざるを得ない状況で、放射線は危険なものだと聞かされているが本当はどの位危険なものかということも多くの方に知ってもらうことによって、原子力推進の結果実際に被害を受ける方を少しでも少なくしてあげたい。もちろん原子力やエネルギー問題に興味をもち、あるいは重要問題だから将来そのような仕事をしたい、という若い人を一人でも多く養成したい、という気持ちで、私もはボランティア組織を作って活動をやっているわけです。

ここにおいで先生方には釈迦に説法ですが、放射線は目に見えないから危険といわれますけれども、電気とか電波とか、そういうものでも目にはみえませんが昔は危険視されていたのであります。電気や電波はその基本的な性質が今は多くの一般の方々に理解され、市民の皆さんは今や何らそれを危険と思わずに日常生活に充分に役立たせています。放射線も放射線検出器でその存在はわかりますし、医学などで非常に有用に役立っていることは皆様ご承知の通りでありますので、ぜひ国民の多くの方々に、近代に生きる常識として放射線・放射能の基本的な知識というものを、電気や電波と同じくらいに知っていただきたいのであります。

重要なことは、放射線・放射能というものはもともと原子力開発とは全く関係なく、地球始まって以来われわれの身の周りに存在するということでありまして、その量がどのくらいかはこの資料の後のほうに書いてあります。実際に放射線は地球の大地から、空気中から、また宇宙から降ってくるわけでありまして、また放射能は毎日口にしている食物とか自分の体の中にさえ少量は存在しているわけです。

ですから、よく新聞などで「放射能もれ」だといって大騒ぎをされていますが、すべて

そういう科学的な現象とその効果というものは量が問題でありまして、たとえば健康のために良いものであっても、それを取りすぎると悪影響があることは明かであります。放射線や放射能のように天然に身の回りに存在するものは、その量に比べて、ＪＣＯ事故のときのように何千倍、何万倍も浴びれば確かに危険であります、その量が普段浴びている自然線量や自分の体内に含まれているものの 10 分の 1 や 100 分の 1 を浴びたり入ってきてても全く問題はないと考えるのが常識というものです。そういうものまで「放射能漏れ」という言葉で片づけて、それは非常に悪いことである、ということをマスメディアの方が書き立てておられるのはたいへん困るのであります。

確かにこれまで、少量の放射線の影響については厳密にはよくわかっていないから大量の場合と同じ割合で危険性がある、という仮定の下に立って放射線をできるだけ浴びないようにしよう、という考え方で現在の放射線防護の体系ができております。それで、少量の放射線でも危険であると多くの方は考えておられますが、それは今や科学的事実ではありません。大量の放射線と身の回りにあるぐらいの少量の放射線では作用が全く違いました、人間をはじめ生物体はひとりでに傷が治ったり、病気が治ったりするのと同じように、少量の放射線で少しくらい細胞に傷ができて修復する機能が備わっているのです。むしろ少量の放射線は生命体の維持のために必須なのではないかという「放射線ホルミシス」という考え方もあり、それを支持する多くの実験事実があります。このようなわけですから、マスメディアの皆様をお願いしたいのは、放射線、放射能に関して報道されるときに、いつも量的なことも考えていただきたいのであります。

この間のＪＣＯ事故のあとの報道を私は注意していろいろ調べたのですが、実は案外という失礼ですが、割合に正確な報道がされているのに感心したのです。しかし例外もあり、例えばある社説に、「放射能は見えないし、においもない。だが、体や衣服についたり、吸い込んだりすると人体をじわじわとむしばむ。」と書いてあるのです。大新聞の社説に堂々とそういう間違ったことが書いてあれば、一般の方々はそれが正しいと思って、不安に思われるのは当然です。

それから、本日特に申し上げたいのは、社会教育におけるマスメディア及び学校教育の役割は非常に重要でありますから、それぞれが、それなりの義務を果たしていただきたいことでもあります。もし原子力委員会がこういう方針を決めたとなった場合には、それは国の政策でありますから、できるだけメディアはそれを国民に正しくＰＲしていただきたい。また、原子力委員会だけが進めるというのではなく、科学技術庁はもちろん、文部省、通産省、厚生省など各省庁が協力し、支援していただきたい。学校教育については、文部省がその主管官庁です。私は「基本的倫理、読み書きそろばん、常識としての基礎的な科学知識」の伝授を学校の義務教育の基礎とすべきだといつも言っております。それに加えて、国是としている原子力の平和利用やエネルギー政策についても、そのほかのわが国の基本的な諸政策、たとえば国際平和・協調、機会均等、人権擁護、伝統的文化や礼儀や勤勉さを尊ぶ価値観の伝承、などと同様、積極的に学校教育に取入れるようにしていただきたいと希望します。具体的には、若い生徒、学生に、エネルギー問題や原子力の平和利用の重要性和、放射能の安全性については大量は危険だけれども少量は心配することはないということと、また先ほども出ています原子爆弾のことなども、その歴史的、科学的事実を、こんど新たに学校の教育制度の中にできた「総合的な学習の時間」でもっとちゃんと教えていただきたい。これまでは放射線・放射能は高校での理科のうち物理を選択した人でしか学べず、それも 3 年生の最後にちょっと出てくるだけです。このような現状で、原子力の専門家を養成しようとか、また将来の社会人として原子力などのエネルギー政策についての公正な判断力を期待しても、それは無理なことです。

原子力の価値判断に影響が大きい放射線・放射能に関する基礎的知識は小学生のときからでも教えようとすればできるのです。今は「はかるくん」といいましてポータブルの放

放射線測定器が簡単に手に入りますので、実際に私どもの仲間で小学校の先生と一緒に子供に身の回りの放射線を測らせた例があります。すると、子供たちは面白がって、こっちは高かった、こっちは低かった、とこの授業に非常に興味を持ったと報告されています。そしてこの程度の少量の放射線は何ら危険なものではないことを体験できるわけです。そのようなことをもっと文部省が先頭に立って、小中高の段階で児童・生徒の発育段階に応じた放射線教育をやっていただきたいのです。

ところが、残念ながら日本では、小中高の教育システムは文部省の決めた学習指導要領でがっちりと、小学校、中学校、高等学校それぞれでこれこれの科目ではこのような内容をこのように教えなさい、と決められています。しかも、皆様ご承知のように、今は理科の授業時間がどんどん減りまして、このままでは原子力に限らず、日本の将来の科学技術そのものも危ないのではないかと危機感をもたれております。そこで教育制度を改善していただきたいとわれわれが希望しましても、制度を作っておられる先生方の中に理科系の人はそもそも少ないし、またその中にも原子力、放射線の専門家は全然おられない状況ですからなかなか改善されない。

さらに、教育に関する諸委員会等で教育専門家の方々は、「ゆとりの教育」という名目で、子供や学校の先生方の楽なようにどんどん教育制度を変えているとさえ思われます。そして物理とか化学のような、わが国の発展に大きく貢献した科学技術の基礎となる科目を選択科目にしてしまっています。その中でも原子力や放射線は、あの忌むべき原爆と関連があるからなるべく避けて通りたい、というのでしょうか、選択科目の一つである物理でしか教えなくてよいようになっていきます。今度JCO事故が起こって少し学習指導要領が変わりまして、「理科基礎」「理科総合A」「理科総合B」というものができ、このうち少なくとも1つは必修ということになり、そのうち「理科基礎」「理科総合A」では、エネルギーや放射線のことを教えなさい、ということになりました。また、「物理」では中性子や臨界のことも教えなさい、と指導要領の「解説」に記載されて、少しは進歩した、という状況です。前に述べました「総合的な学習の時間」ができたことも、これを活用できるかどうかは教員の熱意と資質にかかっているわけですが、このことも改善の一つであるといえます。

問題は、こんどの改定でもいまだに物理が必修でないところにもってきて、一般社会とか、政治経済とか、地理とか、保健体育とか、そのような理科以外の必修科目では、原子力推進に伴う放射能でこのように環境が汚染されて危険なので原子力は問題が多い、一方原子力以外の自然エネルギーはクリーンで有望である、といったような論調で書かれた教科書が少なくないことです。私どもは数年前から教科書の記述をシラミつぶしに調べて目に余るところは「これでは困る」と出版社に知らせたり、文部省に要望書を出したりしています。その結果かどうか、最近の教科書は少しずつ改善されてきていることを認めます。

しかし、根本的には日本の学校教育のあり方を諸方面から改善していただかねばなりません。その中に、このような国の政策をもっと正しく教えていただきたいことも含まれます。そのとき、私は決して原子力推進を押し付けるやり方で教えよとは申しません。原子力も、ほかの種々のエネルギー同様、その長所、短所をもっと客観的に併記して、そして生徒に判断力を持たせることが必要であると思います。もちろん同時に、放射線・放射能のような基礎的なことは必修科目に含めて生徒全員に教えていただきたいと希望します。以上です。

付録－ 1

放射線教育用ビデオ・CD-ROM・テキスト等のリスト

2001.3.16.

A. ビデオ

1. 「原子力エネルギーの発見」(平成3年度制作、23分) 企画：原研 原子力総合研修センター、配布：放振協
2. 「放射線を目で見よう」(平成4年度制作、24分) 企画：原研 国際原子力総合技術センター 制作：三友(株)、配布：放振協
3. 「原子力の安全性と危険性」(教職員用、平成4年度制作、25分) 企画：原研、制作：(株) セントラルビデオプロダクト、配布：放振協
4. 「あなたもディベートしてみませんか」(平成4年度制作、30分) 配布：放振協
5. 「見て聞いて触れて考える」(平成4年度制作) 配布：放振協
6. 「放射線をつかまえる」(平成5年度制作、27分) 配布：放振協
7. 「YY式簡易GM管の製作と放射線の観察」(平成6年度制作、15分) 企画：科学技術庁 原研、制作：(株) ハートランド、配布：放振協
8. 「原子の崩壊で年代を測る」(平成6年度制作、高校物理、26分) 企画：科技庁 原研、制作：毎日 EVR システム、配布：放振協
9. 「X線で絵を探偵－放射線の性質と利用の一例－」(平成7年度制作、20分) 企画：原研、制作：(株) セントラルビデオプロダクト、配布：放振協
10. 「原子力実験セミナー紹介」企画：科技庁 原研 国際原子力総合技術センター、制作：三友(株)、配布：放振協
11. 「地球家族とエネルギー」(VHS, 22分)、制作：毎日 EVR
12. 「現代社会と安全」(VHS, 25分)、制作：毎日 EVR
13. 「サイエンス・ノート」(VHS, 20分)、企画：中国電力(株) 制作：毎日 EVR、監修：放射線教育フォーラム、(2000年11月)
14. 「 $E=mc^2$ －目で見える核エネルギー－」(高校理科、20分) 企画：科技庁・原研・動燃、文部省選定、制作：毎日 EVR、1992年
15. 「CRISIS OF THE EARTH－人口爆発とエネルギー問題」(高校地理・公民、20分)、企画：科技庁・原研・動燃、文部省選定 制作：毎日 EVR、1994年
16. 「にっぽんエネルギー物語－水力・火力・原子力」(高校社会科・理科、24分) 文部省選定、制作：毎日 EVR、1990年
17. 「SAFETY AND RISK－現代社会と安全－」(高校社会科・理科、25分) 制作：毎日 EVR、1987年
18. 「BACK TO THE ENERGY－地球家族とエネルギー」(高校社会科・理科、22分) 制作：毎日 EVR、1986年
19. 「ラジウムの発見者 マリー・キュリー物語」(小学校理科・道徳、20分) 企画：原研・動燃、制作：毎日 EVR、1986年
20. 「あなたがエネルギー省－電力源をプランする－」(中学校社会科、24分)
21. 「地球時代のエネルギー」(高校・中学社会科、22分、1990年)
22. 「セーフティ・カルチャー－チェルノブイルと日本の原子力発電－」(一般、22分)、文部省選定、1992年
23. 「放射線への扉」(一般、22分) 科技庁推奨、1991年
24. 「地球感覚－エネルギーを見る－」(一般、17分) 1989年
25. 「目で見える放射線－九州・測定の旅」(一般、14分) 1993年
26. 「現代社会とエネルギー」(高校社会科、20分) 企画：電気事業連合会、文部省選定、1982年
27. 「日本のエネルギー－現代社会と電力－」(高校社会科、20分) 1978年
28. 「アインシュタインからのメッセージ－原子力発電と原子爆弾の違い－」(高校公民・理科、20分) 中国電力、1998年

29. 「原子燃料のリサイクル ―プルサーマル―」(高校社会科・理科, 22 分) 中国電力、1997 年
30. 「環境と生活 ―エネルギーを考える―」(高校社会科, 16 分) 中国電力(株)、文部省選定、1992 年
31. 「限りある資源のなかで ―エネルギー問題と原子力発電―」(高校社会科・理科, 一般、17 分) 中国電力(株)、1990 年
32. 「エネルギー・今日あした」(高校社会科, 20 分) 中国電力(株)、1982 年
33. 「THE ENERGY SITUATION ヨーロッパと日本の電力・エネルギー事情」(高校社会科, 23 分) 中国電力(株)、1982 年
34. 「THE ENERGY SITUATION II 僕のアメリカ体験―日米電力・エネルギー事情―」(高校地理・公民, 21 分) 中国電力(株)、1994 年
35. 「THE ENERGY SITUATION III 電力・エネルギー事情 日本とアジア近隣諸国 ―インドネシア・フィリピン・台湾―」(高校地理・公民, 20 分) 中国電力(株)、1995 年
36. 「THE ENERGY SITUATION IV 日本の役割を考える 中国の電力・エネルギー事情 ―石炭と原子力―」(高校地理・公民, 19 分) 中国電力(株)、1996 年
37. 「NEW Dr. ハイスクールのエネルギー教室」(高校社会科, 19 分) 中部電力(株)、1995 年
38. 「新・中学生のためのエネルギー教室」(中学校社会科, 23 分) 中部電力(株)、1993 年
39. 「高校生のための現代エネルギー教室」(高校社会科, 17 分) 中部電力(株)、1984 年
40. 「ディベートしよう! ―教室ディベート・ビデオガイド」(中学・高校, 23 分) (財) 中部科学技術センター、1999 年
41. 「私たちの原子力発電レポート ―核分裂は寸劇で―」(高校地理・公民・理科, 24 分) 北陸電力(株)、1995 年
42. 「知ってる? 放射線」(高校地理・公民・理科, 26 分) 北陸電力(株)、1996 年
43. 「2010 年あなたはいくつですか? ―長期エネルギー需給見通し―」(高校公民, 25 分) 北陸電力(株)、1997 年
44. 「CO₂ って見たことありますか?」(高校地理・公民・理科, 27 分) 北陸電力(株)、1998 年
45. 「いま、エネルギーと私たち」(高校社会科, 16 分) 四国電力(株)、1991 年
46. 「中学生と資源・エネルギー・環境」(中学校公民, 22 分) 関西電力(株)、1997 年
47. 「実験で知るエネルギーの世界」(高校理科用, 30 分) 企画: エネルギー環境教育情報センター、監修: 宮澤弘二
48. 「放射線なぜなに情報局――暮らしの中の放射線」(約 30 分) 2001.2.11.に福井放送が富山、石川、福井 3 県で放送したもの、監修: 中西 孝

B. CD-ROM, FD

1. 「放射線とは?」(平成 7 年度 CD-ROM 化)
2. 「原子力とは?」(平成 7 年度 CD-ROM 化)
3. 「地球環境」(平成 5 年度 FD 版制作、平成 6 年度 CD-ROM 化)
4. 「原子力 Q & A」(平成 5 年度 FD 版制作、平成 8 年度 CD-ROM 化)
5. 「Physquest (何でいま物理) Part-1 (平成 6 年度制作)
6. 「Physquest (何でいま物理) Part-2 (平成 7 年度制作)
7. 「やさしい原子力」(平成 7 年度制作)
8. 「エネルギー・原子力 Q & A 集」(平成 12 年) 編集: 通産省資源エネルギー庁、発行: (財) 原子力発電技術機構
9. 「放射線を目で見てみよう」(FD 版)
 1. 「原子炉」
 2. 「原子炉物理概論(入門)」

3. 「原子力開発の流れと科学者」
4. 「生活と放射線」

C. 放射線教育用テキスト・資料など

C-1 テキスト

1. 「地球環境とエネルギー」 エネルギー環境ハンドブック（教師用解説編）、エネルギー環境教育情報センター、1997.3（52 ページ）
2. 「地球環境とエネルギー」 エネルギー環境ハンドブック（中学生用）、エネルギー環境教育情報センター、1997.3（40 ページ）
3. 「エネルギー-Kin Kon Kan」 エネルギー環境ハンドブック（教師用解説編）、エネルギー環境教育情報センター、平成 11 年 9 月（79 ページ）
4. 「エネルギー・環境教育 教師用ガイドブック——データ解説・ワークシート——」（高等学校用）、エネルギー環境教育情報センター、平成 10 年 3 月（90 ページ）
5. 「エネルギー環境教育 ガイドブック」（高等学校地理歴史科・公民科用）エネルギー環境教育情報センター、1995 年 3 月（117 ページ）
6. 「エネルギー・環境ワンダーランドへの大冒険」（小学 4～6 年生対象の副読本）、エネルギー環境教育情報センター、1998 年 3 月（41 ページ）
7. 「エネルギー・環境ワンダーランドへの大冒険」（6 の副読本の教師用）、エネルギー環境教育情報センター、1998 年 3 月（50 ページ）
8. 「体験授業 放射線って何だろう」、2000 年 8 月 28 日開催、主催：京都大学放射性同位元素総合センター（18 ページ）
9. 「環境とエネルギー」、生活情報シリーズ⑫、監修：有馬朗人、編集・発行：（株）恒信社、平成 12 年 10 月（72 ページ、1,000 円）
10. 「エネルギー・環境教育用ワークシート」（小学 4 年生・5 年生用社会科副教材）、制作：（株）矢沢サイエンスオフィス、エネルギー環境教育情報センター、（31 シート）
11. 「エネルギー・環境教育用ワークシート」（中学校社会科副教材）、制作：（株）矢沢サイエンスオフィス、エネルギー環境教育情報センター、（29 シート）
12. 「図表で語るエネルギーの基礎」、電気事業連合会、1997.9.（66 ページ）
13. 「原子力がひらく世紀」、日本原子力学会編、1998 年 3 月（309 ページ、2000 円）

C-2 科研費報告書等

1. 「初等・中等教育における資源・エネルギー・環境教育の教材開発の総合的研究」、第三次報告書、研究代表者：佐島群巳、平成 9 年 10 月（256 ページ）
2. 「『総合的な学習の時間』の単元カリキュラムの開発と理論モデルの構築に関する研究 第 1 次中間報告」、研究代表者：木村捨雄、平成 11 年 3 月（154 ページ）
3. 「初等・中等教育における合理的な放射線・放射能の教育法に関する調査研究」、研究代表者：安斎育郎、平成 11 年 3 月（230 ページ）
4. 「21 世紀を展望する新教育課程編成への提案—理科教育、数学教育、技術教育、情報教育—」、（財）日本学術協力財団、平成 8 年 6 月（537 ページ、3,000 円）

C-3 資料

1. 「資源・エネルギーに関する教科書の内容についての国際的比較研究」、（株）グローバルビジョン、平成 5 年 5 月（366 ページ）
2. 「日本とヨーロッパ「エネルギーと環境」に関する生徒の意識調査報告書」、（財）日本原子力文化振興財団、平成 5 年 4 月（252 ページ）
3. 「『エネルギーと環境』に関する教育研究——クロス・カリキュラムを志向して——」、（財）日本原子力文化振興財団、平成 6 年 3 月（76 ページ）

4. 「「資源・エネルギー・環境」学習の基礎・基本」——21 世紀に向けた環境教育」、佐島群已、高山博之、山下宏文、国土社、2000 年 7 月 (263 ページ、3,000 円)
5. 「環境教育入門——総合的学習に生かす」、佐島群已著 (184 ページ)
6. 「環境教育指導辞典」、佐島群已・鈴木善次・他／編 (336 ページ)
7. 「環境問題と環境教育——地球化時代の環境教育 (1)」、佐島群已編 (236 ページ)
8. 「学校の中での環境教育——地球化時代の環境教育 (2)」、佐島群已・堀内一男・山下宏文／編 (288 ページ)
9. 「生涯学習としての環境教育——地球化時代の環境教育 (3)」、佐島群已・小澤紀美子／編 (224 ページ)
10. 「世界の環境教育——地球化時代の環境教育 (4)」、佐島群已・中山和彦／編 (224 ページ)
11. 「「環境」を化学の目で見ると——[総合的な学習の時間]に向けて」、日本化学会、1999 年 12 月 (302 ページ)
12. 「第 1 巻 実践記録；物理概念の形成」、唐木 宏、講談社出版サービスセンター、平成 11 年 12 月 (83 ページ、2,000 円)
13. 「第 2 巻 実践記録；「物理離れ」の診断と療法」、唐木 宏、講談社出版サービスセンター、平成 11 年 12 月 (89 ページ、2,000 円)
14. 「第 3 巻 実践記録；魅力溢れる物理教育を」、唐木 宏、講談社出版サービスセンター、平成 12 年 11 月 (101 ページ、2,000 円)
15. 「第 4 巻 実践記録；新・物理カリキュラムを」、唐木 宏、講談社出版サービスセンター、平成 12 年 11 月 (103 ページ、2,000 円)
16. 「理科・化学からの提案、「総合的な学習の時間」に向けてパート 2」、日本化学会化学教育協議会、2001 年 2 月 (249 ページ、1,000 円)

付録－ 2

フォーラム会員の 2000 年度の活動について（学会発表などの記録）

1. 日本原子力学会「2000 年春の年会」(2000 年 3 月 28 日～30 日、愛媛大学)
 - * 「JCO 臨界事故の報道に見られた不適切な記述」○松浦辰男・高木伸司・朝野武美
2. 第 10 回国際放射線防護委員会会議、(2000 年 5 月 14 日～19 日、広島)
 - * ” Comment on the Treatment of Dose-Response Relationship of the Epidemiological Data of Atomic Bomb Survivors”, Tatsuo MATSUURA, P-2a-S1
 - * ” The Importance of Making Right Knowledge about Radiation and the Related Matters Popular--The Activities of "Radiation Education Forum” , Tatsuo MATSUURA, P-10-S9
 - * ” Departure from ICRP-60 in Japanese Radiation Protection Regulation” , Masahito KANEKO, T-10-3
 - * ” Control of Occupational Exposure to Cosmic Radiation outside the Atmosphere” , Kazuaki KATO/ Masahito KANEKO
3. 第 37 回理工学における同位元素研究発表会、2000 年 7 月 3 日～5 日、日本青年館
 - * 「 ^{42}K による溶液中の K の放射分析（同位体希釈法と放射滴定）○谷本清四郎ほか
 - * 「GM カウンタで放射線を理解するための実験その I 距離による減衰、遮へいと散乱、 β 線の磁界による偏向」○後藤千春・杉暉夫・油井多丸
 - * 「原子・分子の構造と放射線教育」大野新一
 - * 「原爆記録・文学・手記などから知る放射線影響の知見」○松浦辰男・朝野武美・高木伸司・長谷川圀彦
 - * 「中学・高等学校生徒の「放射能・放射線」に関する意識と知識について-徳島と敦賀の比較から」○跡部紘三ほか
4. 日本原子力学会「2000 年秋の大会」(2000 年 9 月 15 日～17 日、青森大学)
 - * 総合講演「JCO 臨界事故に関する文部省調査団環境影響グループの学術調査結果」
 - (1) 「JCO 敷地内での測定結果」中西 孝
 - (2) 「JCO 敷地外での測定結果」小村和久
 - * 総合講演「原子力災害と放射線防護」加藤和明
 - * 「放射線エネルギー付与の特徴」○大野新一ほか
 - * 「科学技術の社会受容性とその過程」辻本 忠ほか

（あるいはもれがあると思われますがご寛容下さい。事務局）

謝 辞

本冊子の刊行にあたり、以下の方々と諸団体にお礼を申し述べたい。

まず、専門委員会委員長として、ご多忙の中を報告書の執筆を賜った菊池文誠、広井 禎、河村正一、大橋国雄の各理事に感謝する。また金子正人幹事には、委員会報告書に代わる適切なメモをこの冊子のために執筆下さった。教育課程検討委員会委員の渡部智博氏には、熱心な各委員の書かれた大部の原稿をまとめるのに多大の努力を払って下さった。

本冊子の編集に関し、特に有馬朗人先生のご講演をビデオから資料化することに際して、関本順子会員と高木伸司理事の敏速かつ適切なご協力を得た。

有益な資料の広報と同時に紙面を賑やかにすることに貢献して下さっている広告欄の掲載に関して、ご理解とご支援を賜ったご協賛諸団体に厚く感謝する。

次に、冊子には直接は関係はないが、1年がかりのNPO法人化のための役所へのヒアリングに、長谷川圀彦、高木伸司両理事の絶大なご協力を得た。長谷川圀彦氏には、頻繁に開催される理事会をはじめとする各種の主な会合の議事録案その他の種々の配布資料の作成などにいつも積極的にご協力をいただいている。また、職務とはいえ、事務局員小川由美子氏が、フォーラムの諸業務の遂行にあたり、事務局長を補佐して、終始機転を利かせて行き届いた協力をして下さっていることを感謝する。

フォーラムの活動は文字通り会員全員の協力でここまで到達したのであるが、以上の各氏の積極的なご助力なくしては、この冊子の出現はもちろんのこと、フォーラムのこれまでの活動は現在の形になり得なかったであろう。ここに特にお名前を記して感謝する。

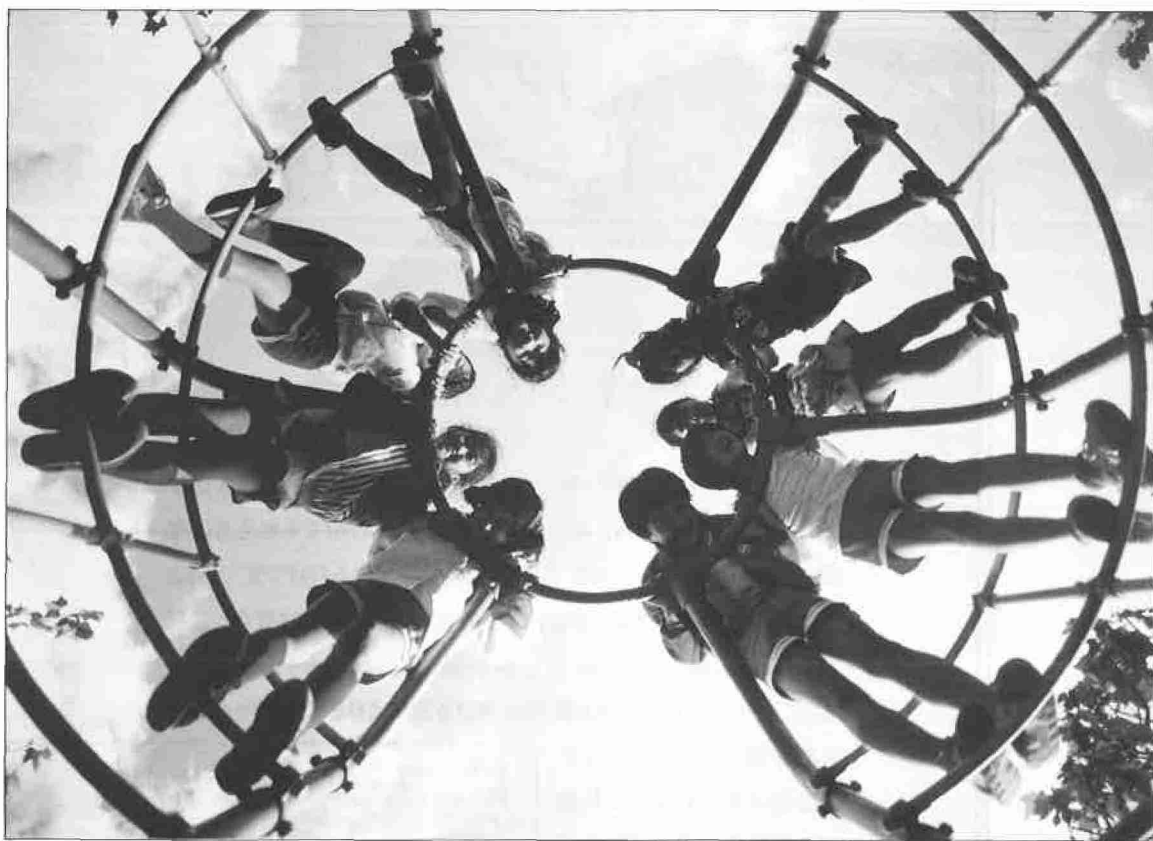
(事務局長 松浦辰男)

発行者 NPO 法人放射線教育フォーラム (会長 有馬朗人)
〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-7-6
升本ビル2F
TEL/FAX : 03-3591-5366
E-Mail : mt01-ref@kt.rim.or.jp
URL : <http://www.ref.or.jp>



Japan Association for Promotion
of Science Education and Equipment

明日の地球を担うサイエンティストたち みんなの好奇心を応援します。



(社)日本理科教育振興協会は、学校教育用理科機器・算数数学機器およびそれらの関連教材の健全な発達と普及を図り、わが国の学校理科教育の振興に寄与する事を目的とする、文部省主管の公益法人です。会員数は全国約2,000社、文部省委託事業をはじめ各種展示会・講習会等、教育用理科機器の普及・啓発に関する幅広い活動を行っています。



協会証紙のついた製品の品質はメーカー保証に併せ、さらに協会の保証が約束されております。理化学機器のご購入にあたっては、信頼ある理振協会会員へご用命下さい。

社団法人

日本理科教育振興協会

〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-26(山本ビル3F)
TEL. 03-3294-0715 FAX. 03-3294-0716
URL : <http://www.vinet.or.jp/japse>

放射線って
何だかよくわからなくて、
とても怖い気が
するんですが...

大阪府豊中市 H.G (30歳主婦)



Back



Next



Home



Search



Bookmark

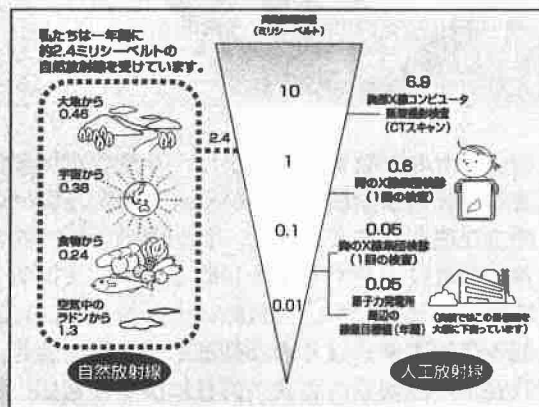
<http://www.fepc.or.jp/access/>

放射線は太陽の光や空気のように、自然の一部として太古から地球に存在しています。私たちの身体の中や土壌の中、日ごろ口にしている食べ物など、自然界にはさまざまな放射線や放射線を出す放射性物質があります。何げない日常生活の中でも私たちは年間約2.4ミリシーベルトの自然放射線を受けているわけです。このように自然界に存在するものは「自然放射線」。医療や検査などに利用されるものは「人工放射線」。放射線としてはどちらも同じ性質をもち、身体に与える影響は受ける量によります。レントゲンがX線を発見してからおよそ1世紀のあいだに、放射線はX線集団検診やガンの治療などの医学分野をはじめ、各種測定などの工業分野、また品種改良といった農業分野など、さまざまな分野で利用され、私たちの暮らしを支えています。

全国10の電力会社でつくる

電気事業連合会

電事連のホームページにぜひアクセスを
<http://www.fepc.or.jp>





Print



Security



Reload



Stop

info by FEPC

回

Radiation

人類が誕生するずっと以前から、
放射線は自然の一部として
地球上に存在し、
いろんな分野に利用されています。

(Energyに
もっともっとアクセス)

原子力百科事典ATOMICA

..... <http://atomica.rist.or.jp/>

(財)日本原子力文化振興財団

..... <http://www.jaero.or.jp/>

放射線医学総合研究所

..... <http://www.nirs.go.jp/>

知っ得用語 放射線

放射線とは、ウランやラジウムのような放射性物質などから放出されるエネルギーのことです。さまざまな種類があり、物を通り抜ける力の強いX線もそのひとつです。

click!

放射線利用の事業の振興と 原子力技術交流の推進のために

◎普及事業

- ・ 技術誌「放射線と産業」、専門書等の刊行
- ・ シンポジウムの開催、研究委員会による調査研究活動
- ・ 「原子力体験セミナー」の開催

◎照射事業等

- ・ シリコンの中性子ドーピング
- ・ 放射化分析による微量不純物の同定・定量
- ・ 原子力・宇宙用材料、部品等の耐放射線性試験
- ・ 高分子材料の改質と水晶・真珠などの彩色
- ・ 線量評価

◎放射線利用技術・原子力基盤技術の移転

- ・ 専門家の派遣、技術者の研修
- ・ 「技術移転セミナー」の開催
- ・ データベースの整備・提供

◎国際研修、技術者の交流等

- ・ 「原子力安全セミナー」の開催
- ・ アジア・太平洋原子力技術協力の推進

◎各種国際協力事業



(財) 放射線利用振興協会

<http://www.rada.or.jp>

本部・東海事業所：〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4 TEL 029(282)9533
高崎事業所：〒370-1207 群馬県高崎市綿貫町1233 TEL 027(346)1639
国際原子力技術協力センター：〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4 TEL 029(282)6709

「はかるくん」

を、申し込むと・・・



※「はかるくん」は
身の回りの自然放射線（ガンマ線）を簡単に
測定できる簡易放射線測定器です。

この実習用キットを使うと・・・

- 距離の違いによる、減衰
- 遮へい材の厚みの違いによる、減衰
- 遮へい材の材質の違いによる、遮へい効果
等の実験ができます。

お申し込みは



または



で

◆以下の項目を必ず明記してください◆

- | | |
|------------|--------------|
| ①名前（ふりがな） | ⑤職業 |
| ②性別・年齢 | ⑥貸出希望台数 |
| ③〒住所 | ⑦使用期間(最長2ヶ月) |
| ④電話、FAX 番号 | |

詳しくは



してね！

電話 029-282-0421

FAX 029-283-2157

財団法人 放射線計測協会・業務課

<http://www.irm.or.jp/>

メン
テナ
ンス。



厳
しく、

社会と産業を支えるクリーンエネルギー原子力。
アトックスは、その安全と安定した運転に欠かせない
さまざまなメンテナンス事業を展開しています。
原子力発電所、原子燃料サイクル施設
ラジオアイソトープ (RI) 事業所などを対象に
放射性汚染除去、廃棄物処理、放射線管理
施設の保守・補修業務をはじめ
質の高いトータルメンテナンスを提供しています。
アトックスはこれからも、人と地球を見つめ
安全・清潔・便利さを追求し続けます。

Be Clean
人と地球のために



株式会社 アトックス

本 社 / 〒104-0041 東京都中央区新富2-3-4 TEL. (03) 5540-7950 FAX. (03) 5541-2801
技術開発センター / 〒277-0861 千葉県柏市高田1408 TEL. (0471) 45-3330 FAX. (0471) 45-3649

三菱重工

地球の熱さまし。
温暖化による“発熱”によく効きます。



いま、地球が“温暖化”という病気にかかりかけています。早めに治すには、省エネルギーや新エネルギーとともに、CO₂を排出しない原子力がよく効きます。美しい地球を健康のまま21世紀にのこすために、私たちは、これからも安全で信頼できる原子力発電プラントを提供してまいります。



三菱PWR原子力発電プラント

三菱重工業株式会社

本社 原子力事業本部・鉄構建設事業本部 〒100-8315 東京都千代田区丸の内2-5-1 ☎ (03) 3212-3111
支社 関西／中部／九州／北海道／中国／東北／北陸／四国

Aktiv Lab

Isotrak™

放射能についての実験用デモンストレーションセット

Aktiv Labは放射能の基本特性を学習するのに必要な教材をまとめたセットです。放射線源には、短寿命の放射性核種Ba-137m（半減期約2.6分）のジュネレータを使用しており、詳しい実験の手引き書が付属しているので学校教育、訓練コース等でお使いいただくことが出来ます。

※Aktiv Labを使って次の実験を行うことが出来ます。

- 放射性壊変の統計的性質の考察
- GM計数管のプラトー特性の測定
- Ba-137mの半減期測定
- γ 線の鉛による吸収
- 放射線量の逆二乗則
- 放射線源の放射能の算出

TECHNOL

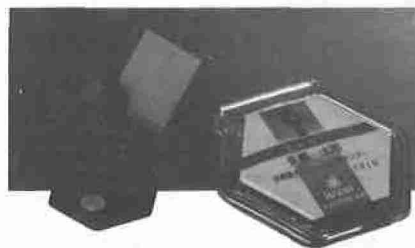
株式会社 千代田テクノル 営業部

〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

TEL03 (3816) 1163 FAX03 (5803) 1938


luxel®

The Next Generation Is Now



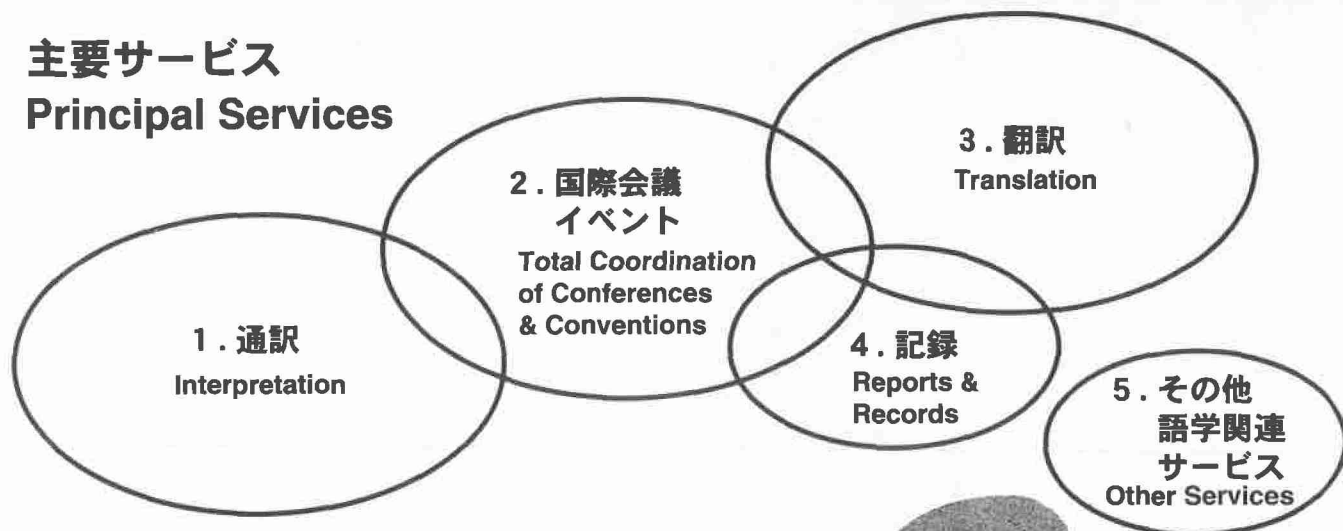
(ルクセルバッジサービス)
長瀬ランドアウ株式会社

本社 / 〒103-8487 東京都中央区日本橋久松町11-6
TEL. 03-3666-4300 FAX. 03-3662-9518
大阪営業所 / 〒550-0013 大阪市西区新町1-10-2
TEL. 06-6535-2675 FAX. 06-6541-0931
ホームページアドレス / <http://www.nagase-landauer.co.jp>

BILINGUAL GROUP

<http://www.bilingualgroup.co.jp/>

主要サービス Principal Services



株式会社 バイリンガル・グループ Bilingual Group Ltd.

〒102-0074 東京都千代田区九段南4-7-22-2F
4-7-22-2F, Kudan-Minami, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0074

TEL: (03) 3263-1261 (代) FAX: (03) 3263-1264 (代)
e-mail: bgcondiv@ce.mbn.or.jp (会議部)
bgtrans@cd.mbn.or.jp (翻訳部)

Bilingual
commun
around
and co
numb
Over
scri
en

2004年
長崎での
フォーラム開催
有がとうござい
ます。
郷農林

an
busi
in
all
togeth
and linguists
to form Bilingual
that the most suitable person



各省庁研究費公募及び配分、内容等も紹介

我が国唯一の基礎科学専門紙

研究助成団体の募集及び結果

文部科学省等の情報

教授人事、国際会議派遣、大学ニュース、研究成果など

海外科学ニュース

海外雑誌を航空便で取り寄せ翻訳速報

その他の主な内容

人物紹介、海外出張者、国内科学ニュースダイジェスト、
学協会行事、科学雑誌・学協会誌目次総覧、外国雑誌、
新刊案内、書評、新製品紹介、研究所紹介、科学読物、
教授・助教授等公募、科学者が語る自伝

科学新聞

週刊 (金曜日発行)

1ヵ月 1,835円
6ヵ月 9,700円(前納)
1ヵ年 18,350円(前納)
(送料・消費税込)

科学・技術・医学用語など60万語の辞書を装備!!

米国商務省・日英科学文献機械翻訳センターで採用! 文部科学省・科学技術振興調整費による成果!

パソコン用
ソフト

JICST 日英機械翻訳システム

Windows版 _____ 定価(本体120,000円+税)

Macintosh版 _____ 定価(本体120,000円+税)

(CD-ROM1枚、ユーザーズ・マニュアル1冊)

科学新聞社

東京都港区浜松町1-8-1 (〒105-0013)

TEL 03-3434-3741(代) FAX 03-3434-3745

<http://www.sci-news.co.jp>

月刊 エネルギー



フジサンケイグループ

〈お願い〉

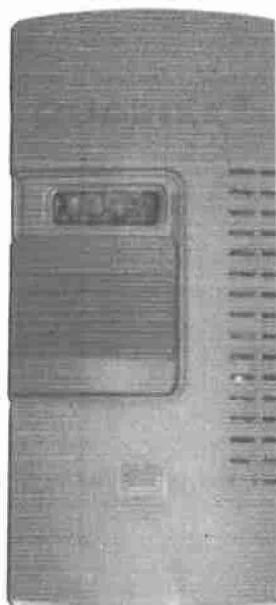
エネルギー、原子力、放射線教育での
ユニークな指導案をお寄せください。

yamana@nk-forum.co.jp

今年1月から中学・高校における

エネルギー教育の実践事例を連載!

日本工業新聞社 ☎03-3292-6131 (月刊エネルギー編集)



超低価格で
高性能
簡単操作で高性能な測定器を
実現しました。

携帯型デジタルβ&γ放射線測定器
QUARTEX[®]
クアルテックス
実績が証明書。
測定性能の高さに大好評!

貴方の周囲の放射どのくらいの量か知っていますか、と聞かれて答えられますか? 目に見えない、触れることもできない、音も聞こえない。私たちに備わった五感のどれにも感じることをできないのが放射線です。分からないから不安になる、見えないから必要以上に怖いと思うのは人間の本能です。それなら、見えたり感じたり、探ることができれば良いのではないのでしょうか。それには簡単な操作で誰でもが使い、大学や企業の研究所でも使用されるほどの高性能で、しかも何時でもどこへでも気軽に持ち歩いて、しかも低価格の放射線測定器があれば良いのです。そこで、注目されたデジタルβ&γ放射線測定器“QUARTEX”は、放射線を知り尽くしたロシアの放射線技術者達が開発し、チェルノブイリ原発事故で大活躍した実績のある名器です。弊社では、高度な計測施設で精細に確認・調整し、国産同性能程度の機種種の1/3程と空からの自然放射線、食品から発生する放射線、住環境からの放射線など貴方の身の回りの放射線を、QUARTEXを通して、目で感じて下さい。きっと、貴方のまわりの放射線の多さに驚くことでしょう。さらに、万一の原子力施設の事故の際この“QUARTEX”が貴方を守ります。

仕様

検出器……………ガイガー・ミュラー計数管
表示……………3桁+1桁補助表示(発光ダイオード)
電氣的制御……………LSI
測定範囲……………0~999μR/時 (0~17μSv/時)
エネルギー感度……………0.1~1.25MeV

電源……………9V電池(連続測定100時間可能)
動作環境……………-45°C~+55°C
外寸……………146×60×25mm
重量……………120g(電池未装着時)

国産品の1/3程の価格 希望小売価格 **¥30,000** <税別・送料500円ご負担願います>

株式会社国際広報企画

〒105-0004 東京都港区新橋4-28-4 芝庄ビル3F

TEL 03-5405-1844(代) FAX 03-5405-1846 E-mail: keisoku@iips.co.jp

資源・エネルギー・原子力・環境について 知りたいこと、疑問に思うことはありませんか？

- ①「エネルギーと環境」講座では、学校の先生方に最新の情報を提供しています。
- ②10月26日の「原子力の日」を記念して、**中学生や高校生から作文・論文を募集**し、入選者を表彰式と施設見学会にご招待します。
- ③高校生を対象に**放射線実習セミナー**を開催し、放射線に関する基礎的知識を講義と実習を通じて習得できるように、お手伝いします。
- ④先生方の研究会や勉強会に**講師を派遣**したり、発電所などの**施設見学会の開催**をお手伝いします。
- ⑤エネルギー、原子力などに関する、**ビデオや写真を貸し出**しています。

- 講師派遣などの経費は無料です。
- お問合せは、電話、FAX、または手紙をお願いします。



財団法人 **日本原子力文化振興財団**

〒105-0004 東京都港区新橋1-1-13

☎03-3504-1381 ㊚03-3580-8188

