

放射線教育フォーラム

ニュースレター

No.9 1998.3

“科学の楽しさをすべての人に”

放射線教育フォーラム副会長 後藤道夫



私が中学に入った年は第2次世界大戦の始まる寸前で、世の中は騒然としていた。しかし、私は毎日新鮮な気持ちで、5 km の道を歩いて学校に通った。理科部に入り、放課後の理科の実験を楽しんだ。その時指導を受けた理科の先生(故佐藤正義先生)は東大を卒業したばかりの若い先生で、生物が専門であったが、放課後の実験は物理や化学の実験が主であった。そのとき受けた影響が今なお生き生きと私の心の中に生きていることを考えると、多感な中学生に対する教師の、生徒に感動を与えようという、教育に対する情熱の大切さを痛感する。暗幕で暗くした理科の室の中で見た真空放電の青白い光、大きく丸いガラスのX線管に写る財布の中のコイン、分光器を覗いたとき見える光のスペクトル、そうした不思議な、美しい、幻想的な実験を見たとき、まだ原理は何も分からなくても、科学は何と不思議で、美しいものなのだろうか、何とかその原因を調べてみたいという強い決心を持つに至った。

7年前、38年間勤めた高校を退職し、「青少年のための科学の祭典」を組織して、日本各地で多くの実験を行うことになったのも、私が中学のとき受けた科学を学びたいという強い憧れが原点となっている。先日沖縄で行われた「科学の祭典」においても、私は講師として招かれ、「科学の不思議・楽しい実験」と題して、多くのデモ実験を行ったが、その際も、会場の親子共々で体験できる実験を選んだ。当日は大きな体育館に1万5千人の家族が沖縄各地から車できていた。

高校の教師のときは、自然科学部の顧問として、特に放射線の教育に興味を持ち、生徒たちと共に拡散型霧箱やGMカウンターなどを作り、花こう岩からなる甲斐駒ヶ岳の麓の尾白川溪谷などに合宿して、「放射線のルーツを探る」を研究テーマにして、川の砂の中から、放射能をわずかに持つ小さなジルコンなどの結晶を「わんかけ法」で採取して、その放射線の飛跡を霧箱で観測したり、GMカウンターで測ったりした。

ところで先日「放射線計測協会」から「はかるくん」に関してお礼の手紙を頂いた。それは私が「学研の夏休み自由研究」に天然放射線の測定の場合、「はかるくん」が手軽に借りられるということと、その測定方法を「身近な場所の放射線調べ」というテーマで4ページにわたり書くことを、編集者に進言したため、その記事を読んだ多くの読者から、夏休みの自由研究として、数百件の貸し出し申込みがあったことに対するお礼であった。

対象は小学校の5、6年生であったが、放射線に対する興味の強いのに私も驚いた。放射線教育フォーラムとしても今後一考を要することと思われる。

(明治大学理工学部非常勤講師)

話題

放射線発がん閾値線量の問題

国立がんセンター客員研究員／電力中央研究所研究顧問

田ノ岡 宏

放射線による発がんに関値線量が存在するかしらないかという問いは、その問いの設定そのものが間違っている。正しくは、どのような条件のもとで閾値反応が現れやすくなり、あるいはどのような条件のもとで直線関係に近づくかというふうに問われるべきものである。

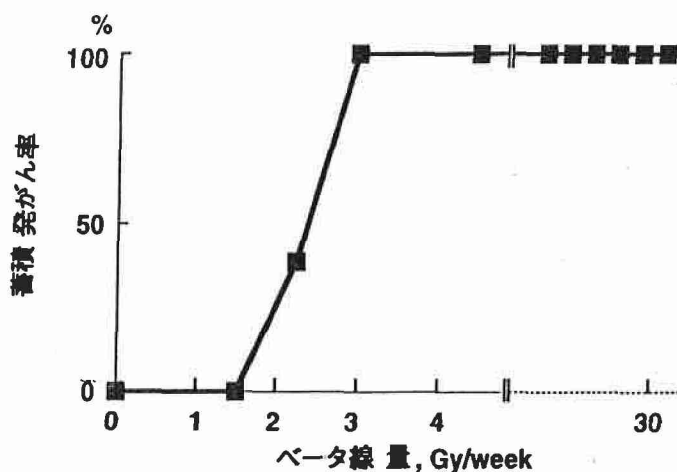


図1 ベータ線をマウスの背中に週3回照射し続けたときに生じるがんの蓄積発生率と線量との関係。
(大津山、田ノ岡)

図1に示したものは、われわれのデータであるが、これをみると、誰でも線量効果関係が直線一次型であるとは思わない。ある線量までは発がん率はゼロで、ある線量から上は100%である。All-or-none といってよい。これはこちらの背中の直径 2cm の限られた円型の部分に⁹⁰Sr-⁹⁰Y のベータ線を週3回くりかえしくりかえし、照射し続けたときに出てくるがんの発生率を線量に対して表したものである。このような閾値型の反応は、今までにもかなりの例について報告されている。たとえば、放射能を体内にとりこんだときの発がんがそうである。人体にラジウムをとりこんだときの骨肉腫の発生率は、推定蓄積線量が10Gy 近くの高い線量までは発がん率ゼロで、それを越えて急激に増える。動物実験でもこのような例はいろいろあるが、最近の研究で広島山本らがトリチウム水をいろいろの濃度でマウスに与えて発生するリンパ腫をみたところ、きれいな閾値が現れた。

これらの放射線発がん現象に共通していることは、放射線量を連続して与え続けていることである。とくに局所に連続照射したときに、このような閾値型反応が現れやすいようにみえる。逆に全身に1回の放射線を受けた場合には、発がん、とくに白血病の線量効果関係は一次

の比例関係に近づく。原爆の場合はまさにこのような例である。実験例でも数多くの報告がある。線量効果関係はこのように放射線の受け方によって大きく変わってくる。発がん線量に閾値が存在するか否かという議論は、照射条件をまず設定してからでないと進めることができないし、また科学者の間でおこっている論争が混乱しているのも、この点をしっかりふまえていないことに原因がある。図2にこのことを強調して示した。

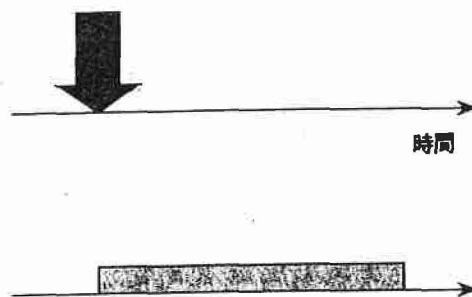


図2 放射線を1回与えられる場合と連続して与える場合。このとき線量効果関係が全く違ったものとなり連続の場合に閾値が現れやすくなる。

では、放射線照射量を倍にすれば、吸収線量もそれに応じて倍になるのに、最終的に観測される発がん率は何故倍にならないのかという疑問がすぐ生じてくる。吸収線量が倍になれば生体分子、とくに遺伝子DNAに与えられる損傷も倍である筈である。一つの説明は、DNAを標的分子と考えて、その損傷に対する修復効率は与えられた損傷が少ないほど高いということである。一度に大量の損傷が生じたときには修復能は持ちこたえられない。一方、細胞のDNA修復機能はよく働いている遺伝子に対してよりよく働く (preferential repair)。またその遺伝子DNAの二本鎖のうち、遺伝情報が読まれている側の鎖の方には転写因子 (transcription factor) が働いてよく修復される。これらのことは、損傷の構造がきちんとわかっていて、しかも読まれているDNA鎖と読まれていないDNA鎖の上の損傷が見分けることのできる紫外線の場合について詳細に追求されてきた。電離放射線の場合には、紫外線の損傷に似た構造の塩基損傷とDNA鎖切断が生じるが、大変興味深いことにこの塩基損傷と酵素ラジカルによる塩基損傷は全く同じ構造 (8-ヒドロキシデオキシグワニン、最近ではオキシグワニンと呼ぶ) を有することがわが国の葛西、西村らによって発見されている。すなわち、放射線をうけるのも空気を呼吸するのも同じ遺伝子損傷が生じていることになる。

試算してみると自然レベル放射線による塩基損傷の1年分が1日の呼吸酸素による分に匹敵する。カリフォルニア大学のエイムスは、単位体重あたり酸素消費量の多い動物ほど、酸化DNA損傷が多いことを示して大きな反響をよんだ。このときDNA修復効率が100%と仮定、除去された損傷はすべて尿中に排泄されるものとして、尿中濃度から推定がおこなわれた。このことをある女子大学で講義してそれに対するレポートをみたところ、酸素を多く消費するスポーツはがんのリスクを上げることになるのかという疑問を書いた学生がいてまいったことがある。この問題は高酸素濃度における修復効率をもとにして答えられるべきであろう。

低レベル放射線の問題として最も新しい展開をみせているのは、遺伝子発現の誘導の分野である。さまざまな生体に必須な遺伝子が低レベルの放射線によって活性化されて転写が促進され、さらにたん白がつくられる。また修復遺伝子も活性化されて常備の状態から強化された状態へと移っていく。そして修復が完了するまで細胞の分裂を止めて監視体勢に入る。このニュースレターのNo. 7で紹介された放射線ホルミシスを説明する分子機構もここにみられる。

以上の話は、放射線の標的となって損傷をうけた細胞の中の話である。放射線をうけた細胞をあつめてすりつぶし、おこった変化を分析してみたもので、細胞群全体を平均化してみたときの話である。細胞群の中のひとつひとつについては、あるものは死滅し、生き残ったもののあるものはわずかな数ながら突然変異をおこす。その中でもがんの原因となる突然変異はごくわずかである。与えられた細胞群の中に、目標とする遺伝子に突然変異をもっとも多くおこさせることは、90%死滅させるような放射線量を用いることで、このとき10%生存した細胞1万個の中に1ケくらいの頻度で突然変異細胞が出てくる。試験管内で細胞をがん化させるときもほぼ同じ方法で、異常増殖をおこした細胞のコロニーをとり出してがん化したことを確かめる。ここにひとつの大きな陥し穴がある。生体の組織の中では、細胞は試験管内のように単に寄せ集めたものではない。各々が生体の合目的性に従って通信し合っている（この合目的性最大の謎である）。組織の中で、傷のついた細胞は、死ねばあとはまわりの健康な細胞が埋め合わせをしてくれる。この場合、単に死ぬのではなくて、自己の将来の悪影響を予知しているらしい。この積極的な死をアポトーシス（細胞自爆、社会のために自己を犠牲にするのでカミカゼと呼ぶ人もいる）と呼び、消極的な死ネクロシスと区別する。アポトーシスを制御する遺伝子群は急速に明らかにされてきて、がんの抑制にも関わっている。しかも生体組織1ミリ角あたり約100万個含まれる細胞のひとつひとつについて、どの細胞がアポトーシスをおこしているか染めわけることができるようになった。今までは組織全体をすりつぶして平均化して見ていた反応を細胞ひとつ

とつについてみることができるようになってきた。奇型の発生のたねは、このアポトーシスによって排除されており、それが放射線による奇型発生がある線量までゼロレベルに閾値型に押えられている原因である。このことはわが国の野村ら、さらに法村、近藤らの協力チームによってみごとにつきとめられた。

がんについても、このような排除抑制機構と、さきののべた低線量域における修復効率上昇や遺伝子発現の誘導の機構が関与していることがあきらかにされつつある。はじめにのべたように、発がんの閾値線量は連続して放射線を受ける場合によく現れる。故に、このことはひとつについては原爆や事故の場合よりも低線量や自然放射線の高い地域住民の場合に大きな意味を持つてくる。放射線防護の目安として用いられている直線型の発がん線量効果関係は、あくまでモデルであって事実ではない。このことが誤解されて社会的に混乱を招いているようにみえる。また専門家の中でも、生体内の細胞の秩序の問題を無視してがんの問題が議論されていることがよくある。

低線量放射線影響の問題は最近各国で見直され、フランスでは国あげてのプロジェクトですでに昨年報告が出され、アメリカでは新しいプロジェクトが始められることがすでに公表された。この勢いはやがてわが国にも押しよせてくることになるであろう。

あとがき

いろんな方と話してみて、物理専門の方のほうが、生物専門の方よりも話がとおりやすいことがある。いわく、「単体問題から多体問題に入ると相互作用が働き複雑にする」。このことは生体組織の中での細胞の動きの複雑さに通じる。また「観測したと思った場所に標的対象はいない（不確定原理）」。これは、放射線でヒットしたと思った細胞は自爆して姿を消し、まわりから押しよせた細胞が勢いあまってがんになる、という発がんモデルに通じる。個々の系の問題が解けて複雑な系の問題に入るとき、とくに放射線生物の問題でもそうであるかに総合的な視野が必要になるように思う。

個人的な経験を申し上げると、40年も前に岡田重文先生のあとに従ってロチェスター大学院生として放射線生物学を学んだが、このコースの学生は医学部に籍をおき、生理学や生化学で医学部の学生と同じようにしぼられる一方、物理学教室のクラスへ出むいて初等量子力学の単位をとることを要求される。生物は得意な学生でもここでいためつけられることが多かった。さらに遺伝学教室で遺伝学の単位をとることも要求される。こうしてプロとしての放射線生物研究者をきたえあげる。わが国ではこのような学部間の乗り入れシステムが確立しないまゝ今日にいたっているようにみえる。放射線教育フォーラムの主旨からみて、まずわれわれ自身の思考を閉鎖系から解放する必要があるように思う。

特集

エネルギー問題を考える (IV)

太陽エネルギーは石油や原子力に代わりうるか

日本の発電用エネルギー源の構成—現状と将来

1994年の日本の電力の総供給量は9,559億kWhで、発電に使われた一次エネルギーは

原子力 28.2%、石油 26.8%、ガス 19.7%、石炭 16.9%、水力 7.0%、その他 1.5%

という構成になっています。

生活水準が上がると共に電力の消費量は年ごとに増加の一途をたどっています。一方、地球の温暖化を防ぐために、先進国は石油、石炭の燃焼によって発生する二酸化炭素を含む6種の排出量を1990年の水準以下に減少させる努力をしなければならなくなっています。

このためにも、エネルギー源としてどのようなものを選択するかが最も重要な問題になります。たとえば、総合エネルギー調査会は、2010年には一次エネルギーの構成は

原子力 42%、石炭と石油 25%、天然ガス 21%、水力 11%、新エネルギー 1%

になると予測しています。これに対して、1996年12月2日の朝日新聞の社説「私たちの提案」では、「原子力発電の比率を現状の3割程度にとどめ、そのうえで太陽光や風力など再生可能な新エネルギーの実用化や、廃熱などの未利用資源の活用を強力に支援し、比率を15%まで高める」ことを前提にして、つぎのような構成を提案しています。

原子力 30%、天然ガス 25%、石炭と石油 20%、水力 10%、新エネルギー 15%

ここでいう「新エネルギー」の定量的、具体的な内容については何も明らかにされていません。しかし最も期待されているのは、朝日新聞だけではなく、一般にも「太陽エネルギー」です。地球上に届く太陽エネルギーはどのくらいで、どの程度実際に利用できるのでしょうか。

地球へ降りそそぐ太陽エネルギー

地球から1億5000万kmのかなたにある、巨大な核融合炉である太陽から放射されるエネルギーの実測値は、地球をとりまいていて大気圏の外側では、放射方向に垂直な平面1 cm² 当たり

$$1.940 \text{ cal/cm}^2 \text{ min} = 0.135 \text{ W/cm}^2$$

で、この値は太陽常数と呼ばれています。

太陽常数に地球の断面積 $(6.378 \times 10^8)^2 \pi \text{ cm}^2$ を掛け

ると

$$1.32 \times 10^{21} \text{ kcal/year}$$

となります。しかし、実際に地球上に到達するエネルギーは、地球をとりまく大気と、その中に含まれている雲、水蒸気、二酸化炭素、オゾン、塵埃などによる吸収や散乱を考慮に入ると、この約半分

$$6.6 \times 10^{20} \text{ kcal/year}$$

になると推定されます。

このエネルギーは、陸地と海面を含む地球表面への総量ですが、この約0.1%、すなわち、

$$6.6 \times 10^{17} \text{ kcal/year}$$

が植物の光合成に用いられて化学エネルギーに変換され、残りの99.9%は、地球の反射、および暖められた地表からの放熱によって再び宇宙空間へ返されます。放熱の一部は、大気中の水蒸気や二酸化炭素に吸収されて暖められ、地球の過冷却を防ぎます。こうして、地球は過熱されることや過冷却されることもなく、常に一定の温度に保たれているのです。

しかし、大気圏の二酸化炭素濃度が異常に増加すると、また、メタン、亜酸化窒素、フロンなどが存在すると、地球の温暖化が起こります。これらの無色の気体は太陽からの可視光線を吸収しませんが、暖められた地球から放射される波長の長い赤外線（熱線）を吸収して温度が上昇し、この結果、地球は過熱された大気の毛布に包まれるようになるからです。

また、成層圏のオゾン層がフロンなどで破壊されると、生物に対して有害な紫外線がオゾンによって吸収されないで地球上に到達するようになることも明らかにされています。

地球を取り巻いている大気圏のこの絶妙な働きによって、地球上の生物は進化し、人間は高度の文明を享受してきました。しかし、年々増加するエネルギーの消費によって、今後地球環境は悪化する一方であることが心配されます。

地球上で消費されるエネルギーと太陽エネルギーの比較

1993年の一次エネルギー消費量を地域別にみるとつぎのようになります。これからの人工の増加、発展途上国の急速な発展を考慮すれば、エネルギーの消費量は急激に増加することが予想されます。

地域	石油換算 (10 ⁶ ton)	比率 (%)
ヨーロッパ	2,576.0	33.2
北米	2,331.1	30.0
アジア	2,288.9	29.5
(このうち日本)	418.1	5.4
南米	241.1	3.1
アフリカ	210.3	2.7
オセアニア	109.8	1.4
合計	7,757.2	100.0

石油の比重を0.9、石油1リットルの発熱量を9300kcalとして、全世界の一次エネルギー消費量をkcal/yearの単位に換算すると

$$8.0 \times 10^{16} \text{ kcal/year}$$

となります。この値は地球表面に到達する太陽エネルギーのわずか0.012%に過ぎないことがわかります。

全世界で消費される一次エネルギーの総量が、地球上に到達する太陽エネルギーのごく一部に過ぎないとなると、太陽エネルギーをもっと利用すれば世界のエネルギー問題はかなり解決するのではないかという期待が生まれます。しかし、事はそれほど簡単ではありません。日本の場合について、定量的に考えてみましょう。

日本で消費される一次エネルギーは、上に挙げたように全世界の消費量の5.4%を占め、アメリカ、ロシア、中国に次いで多いことがわかります。太陽エネルギー量は、天候のほか緯度によっても変わってきます。日本全土については

$$108 \text{ kcal/cm}^2 \text{ year}$$

という実測値があります。北海道から沖縄にかけて、晴天の正午の直達日射量はおおよそ

$$0.85 \text{ kw/m}^2 = 1.22 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$$

なので、時間や天候等を考慮すれば、108 kcal/cm² yearという値はほぼ妥当な値であると言えます。

この値を用いると、日本の国土全体 (378 × 10¹³ cm²) に到達する太陽エネルギーの量は

$$4.08 \times 10^{17} \text{ kcal/year}$$

となります。一方、日本が消費する一次エネルギー量を熱量に換算すると

$$4.32 \times 10^{16} \text{ kcal/year}$$

となりますが、この量は日本全土に到達する太陽エネルギーの約1%に過ぎません。

太陽エネルギーの変換

地上に届く太陽光のエネルギーのうち、その約半分は波長が700nmより長い赤外線 (infrared) で、残りの半分が400—700nmの可視光 (visible) と400nmよりも短い波長の少量の紫外光 (ultraviolet) によるものです。(図1)

波長の長い赤外光は目には見えない熱線で、分子に吸収されると複雑な分子運動を引き起こしますが、化学反応を引き起こすほど大きなエネルギーをもっていません。そのため古くから人間はこの赤外光を加熱や乾燥の目的で利用してきました。これに対して、波長の短い可視光と紫外光は、光合成のような化学反応を引き起こすことができるほどの大きさのエネルギーを持っています。

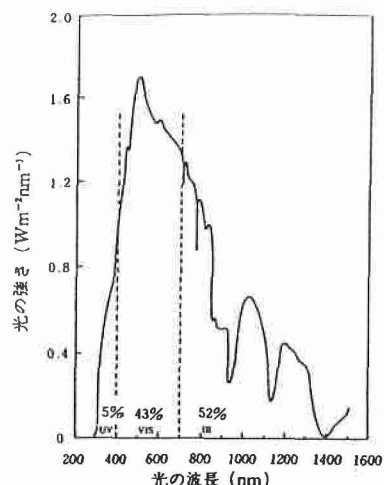


図1 晴天で太陽が天頂近くにあるときの、地表における太陽光のエネルギー分布スペクトル。波長の短い (<400nm、1nmは1千万分の1cm) 紫外 (ultraviolet) 光の量はごくわずかで、残り約半分ずつが可視 (visible) 光と赤外 (infrared) 光である。

太陽エネルギーは、そのままでは乾燥を除いてほとんど実用にはなりません。使いやすいエネルギーに変換しなければなりません。この変換には大別してつぎの三つが挙げられます。

- (1) おもに赤外光を集めて高温の熱源にする。
- (2) 植物の光合成をお手本にして、触媒や光電極を用い、可視光で水を分解し、水素をつくる。
- (3) 光電池を用いて、可視光のエネルギーを電気に変換する。

第一の変換は、反射鏡などで赤外部の太陽光を焦点に集めて高温の熱源にしようとするものです。以前サンシャイン計画にも取り上げられましたが経済的に成り立たないことがわかりました。第二は、運搬と貯蔵が容易にできる水素をつくるものですが、実験室段階ではある程度の成果が得られていますが、実用にはまだ程遠いのが現状です。

第三の電気エネルギーへの変換は、すでに小規模ながら実用に供されていて、現在のところ最も有望なものと言えます。したがって、ここではこの変換がどの程度可能かを考えてみることにします。

いま、一基当たり100万kwの火力発電、または原子力発電を、太陽光によって置き換えることが実際に出来るかどうかを考えてみることにします。これら一基が仮に70%の稼働率で一年間運転するとすると、発生するエネルギーは、kcal/yearの単位に換算して

$$5.25 \times 10^{13} \text{ kcal/year}$$

となります。半導体光電池による太陽エネルギーの電気エネルギーへの変換効率を (実際にはこれほど高くはないが) 仮に10%とすると、日本の国土面積 378 × 10³ km² に到達する太陽エネルギーの総量が 4.08 × 10¹⁷ kcal/year ですから、一基の発電施設から得られるエネルギーを太陽エネルギーで賄うとすると

$[(5.25 \times 10^{13}) / (4.08 \times 10^{17})] \times (378 \times 10^3) \times 10 = 49 \text{ km}^2$ すなわち、7km四方の国土の上に太陽電池を並べなければならない計算になります。これは太陽電池だけが占める面積ですから、付帯設備を含めると、もっと広い土地が必要になります。

見方を変えて、日本の発電電力量を太陽エネルギーで賄うとすると、村主進氏の計算によれば、日本の国土（約70%が森林、河川、湖沼）の4%が必要になります。この面積は、宅地の全面積に匹敵します。また、農用地を用いるとすれば、その30%を充てなければなりません。

太陽エネルギー利用の問題点

石油、石炭、天然ガスなどの偏在する化石エネルギー源とは違って、太陽光は地球上の人類が分け隔てなく利用できるエネルギーです。その量も、人類が消費するエネルギー総量に比べて桁違いに大きいので、太陽エネルギーを有効に利用することができれば、合成化学製品の貴重な原料である石油や石炭をただ燃やして、地球温暖化の原因になる二酸化炭素を発生させるのを抑制できるのではないかと思うのは無理もないことです。しかし、よく考えると、つぎのようないくつかの問題のあることに気がきます。

(1) 地球上に到達する太陽光エネルギーの総量は莫大ですが、その強度(密度)は小さいのです。太陽光の強度が適度に薄いお陰で、地球上では植物も動物も存在することができるのです。したがって、太陽光発電には極めて大きな面積が必要になります。火力や原子力のように集中的な発電施設をつくることは、ほとんど不可能と言ってよいでしょう。もちろん家庭で使うエネルギーの一部を、太陽熱や太陽電池から得られるエネルギーによって代替する小規模な装置を設けることは可能です。

(2) 仮に、広い地域に太陽電池をひきつめて、集中的に発電することが可能であるとしても、発電効率を低下させないように、絶えず太陽電池の受光面をきれいに保つためには莫大な労力を必要とします。夜間や雨天のときのための蓄電装置も設けなければなりません。また、

太陽光発電は、夜間や曇天、雨天の日には利用することはできません。晴天でも、太陽電池の上に雪が積もっておればお手上げです。

(3) 太陽電池(半導体)の製造価格は現在まだかなり高く、製造するにもかなりのエネルギーが必要です。そのため、電力の価格は、火力や電子力のものに比べて、著しく高いのが現状です。電池の大量生産が実現して、ほかの発電コストとあまり大きな価格差がないようになるには、今後かなりの革新的な研究と技術が必要です。

その他の新エネルギーと省エネルギー

太陽エネルギーとともに「新エネルギー」源として考えられ、研究開発が行われているものには、風力、地熱、ごみ焼却熱などがあります。これから得られるエネルギー量も現在のところ、高が知れています。これらのエネルギー源を積極的に利用すれば、石油や原子力のある部分を補えることは明らかですが、これらの新エネルギーで、今のようなベースで増加するエネルギー消費量に対応することはいまのところきわめて難しいのではないのでしょうか。

革新的な技術が生まれない限り、現在のところ日本人が努力をしなければならないのは、残念ながら省エネルギーという消極的な方法しかないように思われます。わが国では、とくに民生部門のエネルギー消費量が年々増加しています。大型のTVなどの電気機器や冷暖房の普及、1基の原子力発電に相当する多数の自動販売機、大型自動車の増加など、浪費的なエネルギー使用は現在目に余るものがあります。新エネルギーの開発、利用とともに、このようなエネルギーの浪費に対して日本国民はきびしい対処を迫られています。

太陽エネルギー以外の新エネルギーについては、ひきつづき取り上げることにします。(今村 昌)

放射線教育に関する国際シンポジウム“ISRE”の準備進む (“International Symposium on Radiation Education”)

本年12月11日(金)～14(月)に神奈川県湘南国際村で開催される上記標題のシンポジウムは国際シンポジウム実行委員会、総務幹事会を中心に準備が進められています。

予定されているテーマは「ラジウム発見から100年を振り返って」、「宇宙空間における放射線と放射能、生命の起源にも触れて」、「地球および宇宙の年代決定と放射能」、「放射線の医学利用の最近の話題」、「放射線教育の現状と特集」、「自然放射線と放射能について」、「エネルギー・環境問題と放射線」、「リスク認識とマスメディアといかに対応すべきか」、「低レベル放射線影響および発癌のメカニズムに関する最近の情報」、「クロス・カリキュラムの実例」などです。

パネル・ディスカッション「世界における放射線教育の現状」また、「放射線教育の実験教材」、「学校教育のカリキュラム、教科書の問題を含めて」、「リスク教育・社会教育・マスメディア関連」のテーマでワークショップ形式での討論も予定されています。

発表(口頭(15分)またはポスター)を希望される方は7月末までにアブストラクト(和文でも可)を添えて事務局までお申込み下さい。なお、発表当日までにフルペーパーを提出していただきます。

参加登録料は宿泊、食費を除いて一般は1万円、高校教員は5,000円の予定です。詳しくは近く発行されるファーストサーキュラーでお知らせします。

「放射線教育フォーラム」主催シンポジウム(第4回)
「低レベル放射線影響・リスク問題と学校教育」

日時：1998年3月15日(日) 13時～17時30分

場所：九段 科学技術館 6階 第3会議室

〔低レベル放射線影響〕

講演「低レベル放射線影響研究に関する最近の話題」

岩崎民子(放射線影響協会)

〔リスク問題と学校教育〕

趣旨説明

三木良太(フォーラム副会長)

講演「リスクの概念」

才津芳昭(茨城県立医療大学人間科学センター)

コメント

加藤和明(茨城県立医療大学)

講演「キュリー夫妻ラジウム発見100周年記念事業について」

飯沼 武(埼玉工業大学)

講演「原子力情報の現状」

伊勢武治(高度情報科学技術研究機構)

講演「小学生に放射線を測らせる(第2報)」

播磨良子(CRC総研)

講演「教育現場からの話題——自然放射線の測定」

宮沢弘二(東京家政大学付属女子中高校)

講演「関西地区で開催の「みんなのくらしと放射線展」と放射線意識調査結果」

朝野武美・古田雅一(大阪府大先端科学研)

1997年度実験教材検討委員会の活動について

本委員会は前年度の実験用線源安全委員会を引き継ぎ、発足したものである。検討対象を線源だけでなく、主として高校における放射線実験の普及拡大に役立つ実験教材の開発・検討を目的としたものである。したがって委員も若干入れ替え、高校教員を新たに追加し、増強を図った。会合は2ヶ月に一回のペースで全5回開催した。会場については賛助会員の中村理科工業(株)のご厚意により、同社の実験室を使用させて頂いた。

1 活動の内容

- ① 高校における放射線教育の実態調査：前年度の委員会によって作成されたアンケートをいくつかの大学・短大の主として1年生を対象に実施した。結果については7月に理工学における同位元素利用研究発表会で報告する準備を進めている。
- ② 天然放射性物質を線源として利用する場合の安全性の検討：アフリカ産のラジウム含有砂(人工ラドン温泉で使用されているもの)、アメリカ産ユークセン石について(放射線計測協会の協力によって)安全に使用する方策について検討を行った。
- ③ ラジウム含有砂を用いた実験方法について：水にこの砂を入れ、生成されるラドンを分離し、計測することの検討を行った。化学的手法を含むもので、その一部は「放射線教育」vol.1 No.1 に報告された。
- ④ KClを線源として、利用することの可能性について：一般試薬であるKClには ^{40}K が含まれているため、簡単な実験用線源として安全に利用できる。
- ⑤ 原子力発電所から提供されたアラームメーターの活用について：現在20台のシリコン半導体検出器を用いたアラームメーターがある。しかし、検出方式が積分方式で積算線量として計測するためこのままでは教育現場では利用が困難である。そこでセンサー部分を生かして、パルスとして計測する方法について引き続き検討する。
- ⑥ ドライアイスを使用しない霧箱の開発：ペルチェ素子を使用する事などが検討されたが結論を出すには至らなかった。

2 1998年度の活動計画

1997年度に行った活動を引き続き行う。また、1998年12月に開催される国際シンポジウムにおける演示実験を担当する。

3 構成メンバー

菊池文誠(委員長)、森雄児、村山義彦、吉田芳和、隈元芳一、谷本清四郎、内田雅也、三木良太、堀内公子、村石幸正、北村俊樹、下田善夫。以上12名

賛助会員への謝辞

放射線教育フォーラムの賛助会員として下記の法人・団体に対して心から感謝の意を表します。

賛助会員のますますのご発展をお祈りするとともに、今後とも本フォーラムに格段の御高配を賜りますようお願い申し上げます。

日本メジフィジックス(株)
ラドセーフテクニカルサービス(株)
(株)アイソトープ設備研究所
セイコー・イージーアンドジー(株)
原子燃料工業(株)
(株)東京映画社
日本ニュクリア・フュエル(株)
千代田テクノル(株)
(財)日本分析センター
(財)放射線計測協会
(財)電力中央研究所
(株)研成社
根本特殊化学(株)
(株)富士経済
(有)エヌ・イー・ソフトウェア
三菱マテリアル(株)
鹿島建設(株)
(財)日本原子力文化振興財団
動力炉核燃料開発事業団
理化学研究所
清水建設(株)
中村理工工業(株)
日本原子力研究所
(株)原子力発電訓練センター
(財)放射線利用振興協会
(財)高度情報科学技術研究機構
(株)ビー・ダブリュ・アール運転訓練センター
(株)増野製作所
広領域教育研究会
(株)富士キメラ総研
東北電力(株)
北陸電力(株)
北海道電力(株)
四国電力(株)
東京電力(株)
関西電力(株)
中部電力(株)
三菱重工業(株)
日本原子力発電(株)
中国電力(株)
(財)原子力環境整備センター
(株)アトックス (加入順、1998. 2. 24現在)



《会務報告》

(98. 3. 3. 現在)

1997年11月29日 1997年度第 2回拡大幹事会兼勉強会
(学士会分館, 27名)
12月12日 1997年度第 9回総務幹事会
(湘南国際村センター, 10名)
1998年1月17日 1997年度第10回総務幹事会
(TEPCO 銀座館会議室, 10名)
1月31日 1997年度第 5回実験教材検討委員会
(中村理工工業(株) 実験室, 7名)
2月20日 1997年度第11回総務幹事会
(原安協会議室, 10名)
2月19日 1997年度第 3回編集委員会
(東工大, 6名)
3月13日 1997年度第12回総務幹事会
(原安協会議室, 10名)
3月15日 1997年度総会・シンポジウム
(科学技術館)
3月26日 1997年度研究会
(放医研)

以上のほか、国際シンポジウムの準備に関する打合せを随時開催した。

《あとがき》

今年度から編集委員会の末席に加えていただくことになりました。

工学的な用途、医学的な用途、化学・生物学の領域での用途などさまざまな実用分野で、無くてはならないものであるにもかかわらず、放射線の正しい姿が捉えられていないように感じています。が、このような事態の中で、客観的に学習することができるのが、学校教育の大きな利点の一つであると思っております。

中等教育で放射線を学習する機会が、高校物理しかないという現状では、どんどんと日常生活の中に入ってくるであろう放射線の恩恵を受ける機会に対する客観的な評価を望めないのではないかと、危惧しております。

微力ではありますが、私なりに、放射線教育に何らかのお手伝いができればと考えております。

どうぞよろしくお願いいたします。

(村石幸正：東京大学教育学部付属中・高等学校教諭)

編集者 放射線教育フォーラム編集委員会

委員長 渡利一夫 (放医研特別研究員)

委員 菊池文誠 (東海大理学部)

小高正敏 (東工大原子炉研)

村主 進 (原子力システム研究懇話会)

中村佳代子 (慶応大医学部)

村石幸正 (東大教育学部附属中高)

顧問 今村 昌 (理研名誉研究員)

発行者 放射線教育フォーラム (会長 有馬朗人)

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-17-2

三和第一ビル5F

TEL/FAX:03-3591-5366

問合せ先 (代表総務幹事 松浦辰男)

TEL/FAX:0467-31-6014