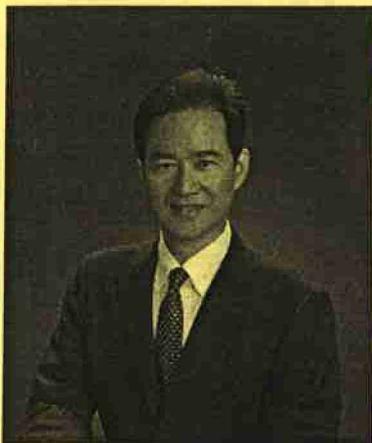


放射線教育フォーラム ニュースレター

No.57 2013. 11.

求められる放射線教育

慶應義塾大学医学部教授 井上 浩 義



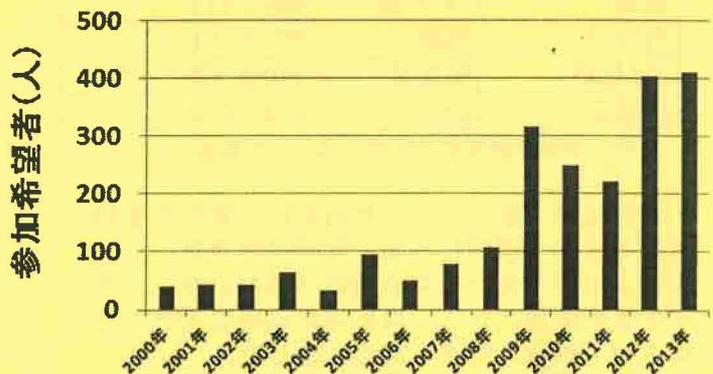
周知のように2011年3月に生じた福島第一原発事故（以後、事故と略す）により、放射線教育は新たな局面を迎えている。事故後、政府の原子力政策の転換と共に、行政・民間企業・各種団体等の放射線教育に対する姿勢も変化している。奇しくも、同じく2011年に改訂された学習指導要領では31年ぶりに中学校理科で放射線が取り上げられた。

私の教室（以後、我々と略す）は、15年前から、小中学生を対象とした放射線教育活動「放射線を知っていますか？」を夏休みに2回、全国各地で開催している（定員2回合計40名）。これら活動への参加希望者数は下図に示すように、東日本大震災直後の2011年は別にして、事故後は急増し、子どもたちが放射線学習機会の獲得に熱心であることが分かる。

また、我々は、事故直後から、福島の皆さんと一緒に除染活動に取り組んだ。その後、除染活動は、国あるいは自治体を中心に進められるようになったため、現在では、放射線教育を活動中心に据えている。福島県を中心とした全国での放射線に関する講演・講習等は70余回となり、小学校PTAや高校文化祭、老人クラブ、更には震災がれきの受け入れ自治体、除染実施土木業者あるいはその団体、汚染食品に不安を有する消費者団体、アジア各国から来訪された人々などにお話をさせて頂いている。これらの放射線教育では、放射線の人体への影響、特に子どもへの影響が最も関心が高く、また講演・講義の中では、効率的な除染方法、日々の生活で気を付けることなど多岐に亘る質問・討論が為されてきた。

我々は、「放射線教育は、社会的認知および関連政策決定に関して、科学的理解と社会的理解が相伴って階層的に認知されていくことが望ましい」ことを本放射線教育フォーラムからご教授頂いてきた。事故以降、国民の科学的リテラシーの取得が進み、事故前に比べてその内容は格段に高度になったことは事実である。事故以降、東日本を中心に、自治体、民間企業だけでなく、各家庭でも放射線サーベイメーターあるいは線量計を保有する割合が急激に増加した。また、これまで知られていなかったベクレルやミリシーベルトなどの放射線に関する単位も人々の口の端にのぼることが多くなっている。政策の如何に関わらず、国民が放射線を理解しようとする機運はかつてないほどに高まっている。求められる放射線教育の内容は事故以降一変したのは事実であるが、本放射線教育フォーラムへの国民の期待および果たすべき役割は今後ますます増加するに違いない。

夏休み放射線教室(2回)の参加希望者



放射線を題材とした学習活動の試み

神奈川大学附属中・高等学校
中山知恵子

JST 主催「中高生のための科学部活動支援振興プログラム」に昨年度採択された。そのテーマは「放射線って何だろう？環境・食品・エネルギーとの関連性を探る」である。このプログラムは、最大3年間、継続して金銭面での支援を受けることが可能である。今年度実施した実習を紹介する。

1. 食品中の⁴⁰K放射能の測定

田園都市線あざみ野駅からバスで約15分、最寄りの停留所から徒歩8分の所にある緑豊かな森林に囲まれた原子力研究所の協力の下、実習と施設見学を行った。

〔日時〕平成25年8月1日(木)9:00~17:00

〔場所〕東京都市大学原子力研究所

〔目的〕・食品中の⁴⁰Kの放射能をGe半導体検出器を用いて測定し、公表されているデータと比較する。

- ・測定結果を得られるまでの過程を知る。
- ・どの食品にも⁴⁰Kが含まれていることを知る。
- ・大学の研究炉(廃炉)や施設を見学し、研究所の歴史を知る。

〔事前準備〕専用のU-8容器に、測定する食品をなるべく細かくカットして詰め込む。

〔結果〕⁴⁰K [Bq/kg]

試料	産地 製品名	測定結果	資料 ※1
干し昆布	道南産	2143±153	2000
干し根昆布	北海道産	1516±125	
干椎茸(傘)	大分県産	511±46	700
干椎茸(軸)	大分県産	222±59	
緑茶	静岡県産	458±78	600
紅茶	貸り産	690±113	
チョコレート	明治	672±61	
ドライミルク	和光堂	110±67	200
たばこ	セブンスター	1992±536	

※1 放射線医学総合研究所資料より転記

・食品には⁴⁰Kという自然放射性物質が含まれていることを説明しても、実感はできない。測定によって⁴⁰Kが見えるわけではないが、スペクトルや数値として、目に見える形にすることによって理解しやすくなる感じた。

・食品の部位によって⁴⁰Kの放射能が違うのではないかと考え、干し昆布と干椎茸を測定したが、干し昆布は、部位に分けることが困難であったため根昆布を測定した。干椎茸の傘と軸の測定値は約2倍の違うが、1種類しか測定していないので、追加の測定が必要である。

・今回、緑茶に¹³⁷Csが19±4 [Bq/kg] 含まれ

ているという結果が得られた。厚生労働省が定めた基準値以下であること、⁴⁰Kの値に比べても非常に小さい値であることから、生徒たちの態度は冷静であった。

・廃炉になった原子炉の中を見たり、廃炉になった理由を聞いたり、興味深い施設見学もできた。

2. ⁶⁸Gaの半減期測定

放射線教育フォーラムの会員でもある野崎正氏が考案した⁶⁸Ge/⁶⁸Ga Milking Generator¹⁾を用いて⁶⁸Gaの半減期測定を実施した。

〔日時〕平成25年8月20日(火)13:30~17:00

〔目的〕・放射性物質の扱い方を体験する。

- ・Milkingによって⁶⁸Gaを取り出す。
- ・NaIシンチレーションカウンターにより測定する。
- ・測定値を片対数グラフにプロットする。
- ・片対数グラフより⁶⁸Gaの半減期(67.7分)を求める。

〔事前学習〕半減期、対数、片対数グラフの使い方

〔結果〕結果を図1、図2に示す。

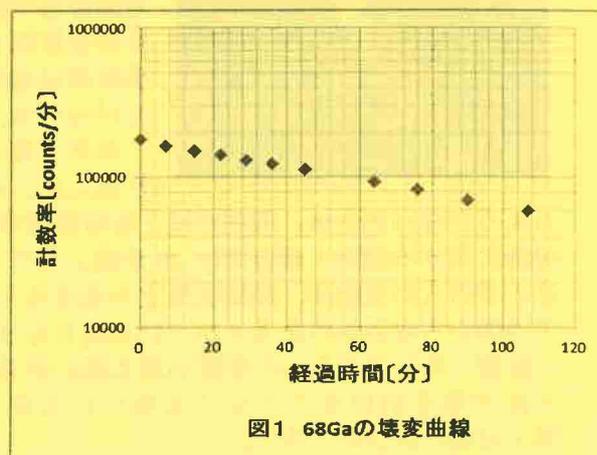


図1 ⁶⁸Gaの壊変曲線

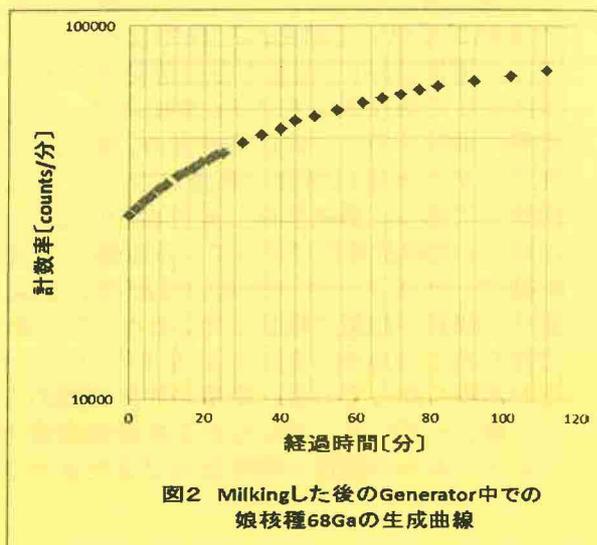


図2 Milkingした後のGenerator中での娘核種⁶⁸Gaの生成曲線

・生徒全員が青衣と手袋を着用し、ポケット線量計を所定の位置に身につけて実験を行った。野崎氏他 2 名の専門家の指導を受けながら、Milking を慎重に行った。

・NaI シンチレーションカウンターにより、 ^{68}Ga の壊変時の消滅放射線を計数し、バックグラウンド数を引いた数値を片対数グラフにプロットした(図 1)。片対数グラフより、計数値が半分になる時間を読み取ったところ、半減期は 68~69 分の値が得られた。

・図 2 は、Milking して ^{68}Ga を取り除いた後に Generator 内で生成される ^{68}Ga を計測した結果である。放射性物質が増加する様子を実感できる貴重な実験であると感じた。

・実験終了後、サベーターやポケット線量計の値が実験前と変化がないことを確認した。

3. 量子ビーム照射実験

高崎量子応用研究所への訪問は、今年で 4 回目となる。量子ビームを用いた最先端の研究施設において、様々な実習をさせていただいた。

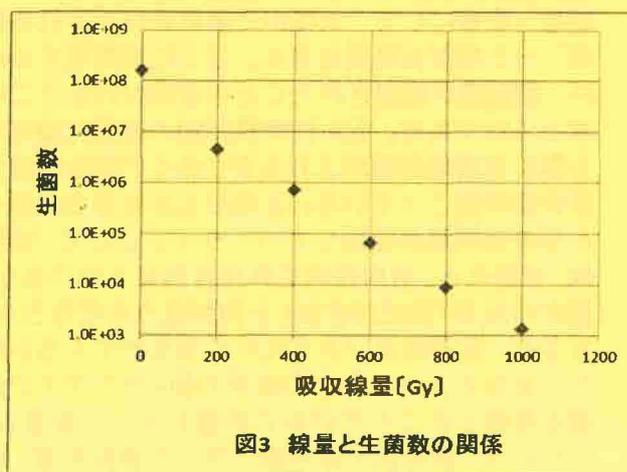
〔日時〕平成 25 年 10 月 2 日(水)11:30~17:00

平成 25 年 10 月 3 日(木) 9:00~15:30

〔場所〕高崎量子応用研究所

〔目的〕・研究施設の規模の大きさを知り、研究員の方から直接指導を受けることにより、研究に対する態度を理解する。

・照射施設がどのようなものなのかを知る。



・放射線の物質への作用を理解する。

〔実習内容〕・大腸菌に 0、200、400、600、800、1000Gy の γ 線を照射し、 $10\sim 10^8$ 倍に希釈後、栄養培地に塗り広げ、 37°C で一晚培養した。翌日、コロニーを数え、線量と生菌数の関係を片対数グラフに表した(図 3)。

・この実験においても、片対数グラフを使用した。この経験をした生徒たちは、数学の授業でも対数の意味をよく理解するだろうと感じた。

・電子線照射量による高分子材料の架橋重合の違いを確かめる実験や絶縁体であるアクリル板に電子線を照射し、アースしたキリを当て蓄積電荷の放出をさせ、放電図形(リヒテンベルク

図形)を作成する実験を行った。

・プラスチック、ガラスや鉱石など生徒が希望した素材に γ 線を照射した。また、植物の発芽抑制や発芽率、生長速度の違いを観察するために、ジャガイモや種子への γ 線照射も行った。これらの実験結果はこれからまとめていく。

・照射室では、毎回扉の厚さを伝えるための映像を生徒が写真に納めている。それだけ驚きが大きいのだろう。

4. 参加人数

		^{40}K 測定	半減期	高崎研
中2	男子	1	1	1
	女子	1	0	1
中3	女子	2	1	2
高1	男子	0	1	1
	女子	4	3	3
高2	男子	3	3	6
合計		11	9	14

5. 生徒の感想より

・放射線は難しそうなので興味がなかったが、参加してみて、もっと知りたくなってきた。

・他の食品の ^{40}K も調べてみたい。

・身近な場所に原子力研究所があるときいて、不安に思ったが、実際に見学をして安心した。

・原子炉から中性子線を取り出して、手術が行われていたことに驚いた。

・たくさんの人に、放射線のことを知って欲しいと思った。

・放射線は目に見えず、無臭であることを実感した。

・照射後すぐに照射室に入ることができて意外だった。

・「はかるくん」を常に持っていたが、研究所の施設内より屋外の方が、数値が高いことに驚いた。

・ γ 線を照射したものに、今度は電子線を照射してみたい。

・放射線は、案外身近なものに使われていることを知った。

・放射線はコントロールできれば、とても便利であることを知った。

・研究所に行く前に比べて、放射線がそれほどこわいものではなくなった。

・進路を理系に決めるきっかけになった。

・時事問題に、はっきりとした意見を持てるようになった。

6. 最後に

JST の支援は、大学や研究所と連携して、実習を行うことが大前提である。通常の業務で大変お忙しいにもかかわらず、快く対応していただいていた各機関に改めて感謝を申し上げます。

1)野崎正他アイト-7・放射線教育発表会要旨集、第 50 回 91(2013)

東北大学における初年次学生向けの自然科学教育

東北大学高等教育開発推進センター教授
関根 勉

東北大学では平成 16 年度より、自然科学系（理・工・農・薬・医・歯）の初年次学生を対象とした理科実験科目“自然科学総合実験”を開講し実施してきた。この科目は、いわゆる従来の物理・化学・生物・地学というディシプリンを取り払った“融合型実験”であり、多次元的な視点から自然現象を捉えることができるようにと企画された[1, 2, 3, 4]。また、初年次の文系学生（文・教育・法・経済）を対象とする理科実験科目「文科系学生のための自然科学総合実験」を、平成 19 年度より開講した。多くの科学的成果のもとに現代社会が成り立っていることは明らかであり、科学・技術の影響を無視して未来社会を構築することは不可能である。より能動的な立場から自然を感じ、そのしくみを理解するためにとの意図で文科系の授業を立案した[5, 6, 7, 8]。

理系、文系のこれらの理科実験の両方の中に、放射線に関わる実験課題が一つずつ含まれている[9]。いずれも福島原発事故以前から行われてきた実験課題である。理系向けの実験は「環境放射線を測る」というタイトルで、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを2名一組で携え、授業が行われている実験棟内外の線量率測定を行う。構造物からの距離依存性なども記録しながら、その値を基にして1年間の被ばく線量をざっと見積もる。また実験室内では、小線源を利用して、距離・遮蔽による線量率変化を測定・解析し、放射線の性質を学ぶ。1週間に3クラスが開講され、1年間に約1,700名がサーベイメータを持って歩き回る。放射線管理区域もない場所で、多数のシンチレーションサーベイメータがこれだけの頻度で酷使されるのは若干気の毒にも感じられたが、東北大学の自然科学系学生全てが必ずサーベイメータの測定経験をすることは重要であると思い、維持管理している。原発事故による仙台近郊の汚染もあるため、線量率の値から認識できる現場での説明が変わってしまった。たとえば、事故前ではコンクリート建築物の外に出ると線量率は下がったが、現在は外に出ると上がってしまうのだ。

一方、文系向けの実験（“大気中の放射能”、表1）では、空気中のラドンの娘核種を小型集塵機でろ紙上に集め、タッパーを用いた霧箱や卓上型霧箱を用いて放射線の可視化を行う。放射性核種が空気中を漂っているという認識を経て、呼吸に

よる被ばくが避けられないことを自覚する。さらに、コンクリートで囲まれた小部屋をあらかじめ閉め切っておいてラドン濃度を増加させておき、集塵機を30分間ほど動作させる。そのフィルターを14個ほどに分割してそれぞれの小片を学生に与え、GMサーベイメータで計測し、時間経過を追う。この小部屋内のラドン濃度は $1\sim 1.5\text{ kBq m}^{-3}$ （アルファガードなどのラドン濃度計による計測値）にも達し、GMサーベイメータによるろ紙小片一つの計測では20,000cpm前後の値を与えるため、15班ぐらいの実験グループを対象とする場合でも、 $\text{Pb-214} - \text{Bi-214}$ の壊変に伴う計数値の減少を有意に観測することが可能である。この冊子の読者はよくご存じであるが、降雨・降雪の際に地上の線量率が一時的に上昇するが多い。これは大気中に拡散していたラドンの娘核種が地上に降り注ぐことが通常の場合の主因である。この解釈を集塵機のフィルターの分離機能に重ね合わせて想像させ、“空気を用いて得た実験結果”を基にして“大気中で通常見いだされる現象”へと理解を発展させる。さらに重要視する点は、放射線が観測されたことの意味付けをどこに求めるかである。放射性核種が別の核種に壊変する際に放射線が観測されるが、多くの場合には元素変換が起こっている。元素からまた別の元素へと短寿命核種が変遷していくサインとして“放射線”を捉える。放射性同位体は特別なものであり、通常元素（安定同位体）と何が違うのだろうか。さらに、元素はどのようにして生まれてくるのだろうかなどと、たかが空気中の鉛-ビスマスの変遷を体験したことだけから想像をふくらませる。すなわち、放射性物質を取り扱ってきた教育・研究者達が、その経験からごく自然に会得した“自然科学的な物質観”にふれることが筆者の思いである。ただし、これを目標として表明することができる実験プログラムにはまだなっておらず、さらなる教育プログラム開発が必要である。

理系、文系でそれぞれ自然科学総合実験という名称を同じくしているが、全体としてめざすゴールは異なる。理系学生向けの科目では、学際的に展開される自然科学研究を意識するとともに、自然科学の基礎的な学び方を獲得し、論理的な思考法や科学的文章の書き方を学ぶことが目標となっている。これは学生が後に学部や大学院で自然科学研究に携わることを意識しており、研究の

モチベーション、課題の明確化と位置づけ、実験での解決法、結果と考察、結論という一連の研究の流れを繰り返し体験する。一方、文系向けの実験では、自然科学的な論理的思考法や実験体験はその要素として同じだが、社会との関わりをより強く意識している（表1）。学生達はその後それぞれの学部に進んで専門教育を受け、社会へと巣立っていく。社会に身を置き、自分が何らかの判断を迫られた場において、自然科学的な論理や基準をその判断材料に加えるかどうか、またそれがどこまで通用するものなのかを見つめることのできる素養が育まれること、これが目標である。科学の知識を伝達するのではなく、科学の営みを伝える。

表1. 「文科系のための自然科学総合実験」のテーマと実験課題.

地球・環境	課題 6. ゲノム DNA による米の品種判別
課題 1. 温暖な地球と温室効果	身の回りの科学
課題 2. 大気中の放射能	課題 7. “蛍の光” と血痕の検出 (化学発光)
課題 3. 地球大気の大循環	科学と文化
エネルギー	課題 8. 弦の振動と音楽
課題 4. 色素増感型太陽電池	数学と論理性
生命	課題 9. 代数の話題から
課題 5. 生命のはじまり：線虫の受精と卵割	課題 10. 平面と球面の幾何学

東日本大震災をきっかけとして、科学と社会のさまざまな関わりが再び大きな課題となり、浮き彫りにされた。絶対安全と思われていた日本の原子力発電所の重大事故、低線量放射線被ばくや地震予知問題への専門家の関わり方など、科学・技術の限界について日本社会は深々と感じ取ったであろう。これらに対して、大学はどのような教育を展開し、どのような人材を社会に輩出していったらよいのであろうか。

活断層の有無の判断で原子力施設の存続や存在そのものが左右され、ニュースの話題となる。専門家にその答を yes か no で問うが、よほど明らかでない場合を除いて言い切れることはほとんどないのではないかと思う。専門家の科学的な見解に基づいて意志決定される社会のプロセスにおいては中間色の回答は好まれないし、また答が中間色であったとしてもどの程度の濃さかは各人で異なるだろう。だから教育においては“(現在の) 科学が答えられないこと”も伝え、解決すべき課題をまっすぐに見つめてもらう姿勢を育むことが重要である。専門家は自分の知識の適用範囲や前提条件を知っていてその上で意見を述べ

るが、それを聞く側にいる質問者は白か黒かが判断できそうな言葉だけをその中から拾いだそうとする場合が多く見受けられる。なぜなら、白か黒かだけが興味の対象だからである。もしも聞く側が報道関係者であれば、“言葉尻をとらえられた”ニュースとして世の中を駆け巡ることにもなりかねない。従来、自然科学者は社会をあまり意識して活動してはこなかったし、また専門家の見解を聞く側は自然科学の適用範囲をよく理解できないという双方の事情がそこにはある。ただし、ユニバーサル時代を迎えて久しく、多くの人が高等教育を受けて社会の一員となつて、最前線で活躍しているはずだ。悪い例としてあげたような前述の“聞く側”の人も、大学出身者であったとしても何の不思議もない。説明を求められる専門家は大学教員であることが多く、自分達が育てて社会に輩出したはずの卒業生によって、言葉尻をとらえられたような図式を思い浮かべるとそれは滑稽でもあり、また大学は社会に対してどのような役割を果たしてきたのだろうかと考えさせられるのである。

最後に、“文科系のための自然科学総合実験”を受講した学生から寄せられた意見の一部を紹介させていただきたい。「実験を通じて自分の知識の幅が広がり、科学について知ることによって社会に適応させる分野に興味を抱いた」、「文系だからといって科学の論理の考え方や、それが適用されるケースとそうでないケースについて全く知らないのでは危険だとわかった」、「現象の原理などに触れることができ、そこから自然科学がいかに自分たちの生活の基盤となっている学問であるかを認識することができた」、「文系の自分が普段何か遠いものとして捉えている科学、科学的現象をもっと自分なりによく考えてみようと思った」など、社会と自然科学の関わりを意識する意見が現れるようになった。社会において自然科学の役割を見つめ、自然科学が答えられることと答えられないことを冷静に判断できる態度を示すことができれば、学生の中にまいた種が発芽し生長していることになり、我々の目的が達成されることになる。

参考文献

- [1] 須藤彰三、長谷川琢哉、本堂 毅、吉澤雅幸、“東北大学における融合型理科実験の導入”、大学の物理教育(日本物理学会)、vol.10, No.3, 2004, p.163.
- [2] 須藤彰三、“自然科学総合実験：全学教育を目指した融合型理科実験の導入”、東北大学大学教育研究センター年報、No.12, 2005, p.83.

- [3] 須藤彰三、“自然科学総合実験：融合型理科実験による自然の理解と論理的思考法の育成”、東北大学全学教育広報(曙光)、第22号、2006、p.4.
- [4] 関根 勉、須藤彰三、“大学初年次を対象とする融合型理科実験の導入”、第56回東北・北海道地区大学一般教育研究会 研究集録、2006、p.40.
- [5] 須藤彰三、“理科実験の文科系学部開講：東北大学の試み(構想)”、東北物理教育、第16号、2007、p.9.
- [6] 須藤彰三、長谷川琢哉、本堂毅、中村教博、田嶋玄一、“理科実験の文科系学部開講”、大学の物理教育(日本物理学会)、vol.13, No.3、2007、p.151.
- [7] “文科系のための自然科学総合実験”、東北大学自然科学総合実験編集委員会編、東北大学出版会、2008.
- [8] 関根 勉、須藤彰三、“理系及び文系学生のための理科実験科目の導入(自然科学総合実験)－教養教育における東北大学の試み－”、第57回東北・北海道地区大学一般教育研究会研究集録、2007、p.149.
- [9] 自然科学総合実験 ウェブサイト <http://jikken.he.tohoku.ac.jp/>

《書評》

書名：膨張宇宙とビッグバンの物理

著者名：杉山 直

発行所：岩波書店、岩波講座物理の世界シリーズ、地球と物理5、2001年11月26日発行

価額：1400円＋税 (ISBN4-00-011150-7)

どこの書店でも宇宙論に関する様々なレベルの書籍が並べてある。平易な話としてそのまま受け入れても、「なぜ」となると足踏みさせられる。宇宙論では、何もない「無」という状態から微細な時空(時間・空間)が誕生し、それが膨張して温度が低下しつつ相転移を起こし、放出エネルギー(凝縮熱)が物質に変わる。ここまでの理解に量子論と一般相対論が必要である。一方で、局所的な物質の凝縮(星の誕生)は重力エネルギーを解放し、その大部分は熱放射として果てしなく膨張を続ける宇宙のかなたに捨てさらわれてしまう。これは高校物理で理解できること。しかし物体の力学だけでなく、空間の力学、熱力学、素粒子の誕生と反応、化学反応、などの総合的な知識・理解力が要求される。宇宙線は超新星爆発で誕生した粒子が宇宙空間で加速されたもの、またガンマ線バーストなどは人類史に残る気候変動をもたらしたという報告もある。そもそも地球上の放射性元素、いやすべての原子は50億年ほど前に起きた超新星爆発のさいに合成された原子核から成るとされている。つまり放射線教育の内容は、宇宙で起こる現象とは切っても切れない関係にあり、宇宙の進化はあらゆる科学の成果をふまえてさらに宇宙特有の興味深い事象・話題に満ちている。本書では、放射線の起源・宇宙進化における役割などもさることながら、さらには宇宙を解く鍵を可能なら定量的に理解したい多くの学生・教師・他分野の研究者がもしかして難解のため躓くかもしれない、しかし必須の物理の内容を短いページ内でまとめてある。宇宙の中で放射線を理解する手がかりとしての本書のご一読をお勧めしたい。

(大野新一)



国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008 年および 2010 年報告書 日本語版出版される

放射線医学総合研究所名誉研究員 岩崎民子

平成 25 年 5 月 30 日付けで、遅れていた UNSCEAR の(1) 2008 年報告書「放射線の線源と影響」第 2 巻：影響の科学的附属書(C 事故、D チェルノブイリ、E ヒト以外)¹⁾と、(2) 2010 年報告書「第 57 回会合、科学的報告書：低線量の健康影響」²⁾の日本語訳が放医研から漸く出版された。既に英文で読まれた方もあるかと思うが、ここにその概要を紹介する。なお、(1) は 320 頁と膨大だが、(2) は 17 頁の薄いもので、これまでの放射線誘発がん、遺伝性影響及び非がん疾患の要約であることから、紙面の都合もあり、また福島原発事故にも参考となることに鑑み、ここでは(1) についてのみその内容を紹介します。

C. 事故時における放射線被ばく (1-44 頁)

本章では、過去 60 年間に起きた早期急性健康影響死亡や大規模な環境汚染をもたらした放射線事故についてカテゴリ別に詳しく表に纏められている。原子力施設での 1945-2007 年までの重大な放射線事故が 35 件報告されており、このうち 7 件は放射性物質が施設外に放出され、かなりの一般集団が被ばくした可能性がある。報告された 35 件のうち 24 件は核兵器関連事故で、それ以外は研究開発や操業、再処理に関わるものであった。チェルノブイリ事故を除けば、こうした施設での事故の発生率は減少傾向にある。

放射線源としては、加速器、X 線装置などの産業施設における事故が 80 件報告されており、死亡者は 9 名、負傷者は 120 名で、特に負傷箇所としては手の被ばくが多い。

1960 年以降、線源の紛失、盗難、放棄(身元不明線源)による事故が 34 件報告されている。特に最近では、身元不明線源、中でも治療用線源に関連するものが多いことは注目に値する。このような事故により子供を含む一般公衆 42 名が死亡しており、何百人もの急性放射線症、重度の局所的傷害、体内汚染を生じ、また事故に関わる精神的問題についての処置が必要とされた。

診療や治療に関わる重大医療利用事故は、本書に報告されたもの(1945-65 年不明、1966-2007 年 32 件)以外にも多々あるのではないかと委員会は考えている。それは世界中で放射線の医学利用が

多いのに比べ、重大事故の報告数が比較的少ないからである。特に放射線治療の場合には、患者にとって被ばく線量の過不足がクリティカルな影響をもたらす可能性がある。

D. チェルノブイリ事故からの放射線による健康影響 (45-220 頁)

項目としては、事故の状況(放出線量と環境汚染)、作業者と一般集団の被ばく線量、及び健康影響(確定的、確率的、及び心的外傷ストレスによる)に大別できる。

本書は、IAEA が 2006 年に事故後 20 周年報告書として専門家グループの纏めた資料に主として基づいている。放出された核種で重要だったのは I-131、Cs-134 及び Cs-137 であり、Sr や Pu も放出されたが、ほとんどが原子炉周辺に沈着し、人体への被ばくは最小限であった。汚染地域の定義は Cs-137 の沈着密度 37kBq/m²以上とされ、旧ソ連地域では約 15 万 km²、600 万人以上の人びとがこれらの地域に住んでいた。西欧でも 37-200kBq/m²の地域が 4.5 万 km²ほどあった。放射性核種の環境中の挙動は物理的、化学的特性、沈着の種類(湿性か乾性か)、及び環境特性に依存する。I-131 のような短寿命核種のヒトへの主な被ばく経路は牧草から乳牛への移行であった。事故後数年間は Cs-134 及び Cs-137 による農作物の汚染が対象となった。この他森林地域のキノコ、ベリー類、トナカイなどの肉の放射能濃度が高く、水の流入の

無いようなところの魚のセシウム濃度が高かった。現在では放射能の沈着した居住区のほとんどで地表上の空間線量率は事故前のレベルに戻ったが、大気中の高められた線量率は未攪乱土壤に大分残っている。気象、物理学的壊変、土壤での放射性核種の沈降、生物学的利用率の減少で初期にはかなりの線量低減があったが、最近 10 年間では更なる明らかな減少は少なく、長期間の実効半減期計測は難しい。

本報告書では、汚染三か国及びエストニア、ラトビア、リトアニアの全復旧作業員 51 万人の 1986-1990 年における平均実効線量は主として外部被ばくによるもので、約 120mSv であった。これは 1986-2005 年に一般集団が受けた外部・内部被ばくによる平均実効線量よりかなり高い。旧ソ連の避難者の平均実効線量は約 30mSv、旧ソ連の住民では 1mSv、その他の欧州の住民では 0.3mSv であった。

事故後の 2-3 週間にわたるヨウ素-131 の牛乳摂取による甲状腺被ばく線量は、避難者で平均約 500mGy、汚染地区住民で約 100mGy、旧ソ連居住者で約 20mGy、欧州諸国居住者で約 1mGy と推定されている。復旧作業員の甲状腺被ばく線量を推定できる信頼に足る情報は無い。

また、三か国 9,800 万人の一般住民の甲状腺を除いた 1986-2005 年の平均実効線量は 1.25mSv、汚染区域住民 600 万人では約 9mSv であった。生涯実効線量の 80% を 2005 年までに受けたとされ、大半は Cs-137 の汚染密度が 37kBq/m² の地域の人々で、うち約 70% が 1mSv 未満、20% が 1-2mSv、0.1% (約 15 万人) が累積線量で 50mSv 以上であった。

健康影響に関しては、急性放射線症と診断されたのは緊急作業に従事した 134 名で、うち早期死亡者は 28 名 (ほとんどが 6.5Gy 以上の被ばく線量)、特に皮膚線量は骨髄線量の 10-20 倍以上で、広範囲なベータ線被ばくによる火傷により死亡した。内部汚染は比較的重要性が低かった。その後の 20 年間に様々な原因で 19 名が死亡しているが、

そのうちがん性血液疾患で 4 名が死亡している。

甲状腺がんの過剰な罹患は、チェルノブイリ事故で放出された放射性ヨウ素による被ばくがかなり寄与していることは間違いない。それは元来この地域でのヨウ素欠乏症が甲状腺の発がんリスクを高めた可能性が高い。1986 年に 18 歳未満の児童で 1991-2005 年までに甲状腺がんと診断されたのは 6,848 人と報告されている。甲状腺発がんの罹患率増加は事故時に 5 歳未満であった子供に特に高く、またリスクが高まるまでには最低 4-5 年が必要である。なお今後とも可能な限りこのような疾患を早く検出し、適切な治療を行うため、集団の体系的追跡調査が必要とされる。

子宮内または小児期に被ばくした人びとにおける白血病リスク増加を示唆するような説得力のある証拠はないが、復旧作業員では白血病リスク増加の可能性を示唆するような証拠もあり、今後の調査が必要である。同様に固形がんまたは乳がんのリスク増加については、説得力のある証拠は今のところ無い。

E. ヒト以外の生物相への電離放射線の影響 (221-313 頁)

哺乳類は動物界の中で最も高い感受性を示し、死亡に比べ繁殖力の変化の方が感受性が高い。チェルノブイリ事故による観察結果から、低 LET 放射線の慢性被ばくでは、個体の被ばく線量が陸生生物で 100 μ Gy/h 以下、また水生生物で 400 μ Gy/h 以下ならば個体群レベルには有害な影響はない。急性被ばくでは、およそ 1Gy 未満ならばヒト以外の生物相の個体群には影響は生じないとしている。

- 1) UNSCEAR 2008 年報告書「放射線の線源と影響 第 2 巻影響」ISBN978-4-938987-76-3 NIRS-M-255 定価 2,500 円+税
- 2) UNSCEAR 2010 年報告書「第 57 回会合、科学的報告書：低線量の健康影響」ISBN978-4-938987-81-7 NIRS-M-256 定価 500 円+税

平成24年度 特定非営利活動に係る収支計算書

特定非営利活動法人 放射線教育フォーラム

平成24年4月1日から平成25年3月31日まで

(単位:円)

科 目	金 額	
(資金収支の部)		
I 経常収入の部		
1 会費入金収入		
個人	1,032,500	
団体	2,025,000	3,057,500
2 事業収入		
助成金	0	0
3 その他の経常収入		
資料掲載料収入	200,000	
寄附金	1,485,210	
雑収入	269,000	
預金利息収入	212	1,954,422
経常収入合計		5,011,922
II 経常支出の部		
1 事業費		
① シンポジウム・勉強会開催費		
国内シンポジウム開催費	397,726	
② 調査研究・情報発信費		
専門委員会費	16,500	
編集委員会費	49,240	
定期刊行物発行費	341,325	
事業費合計		804,791
2 管理費		
理事会費	191,015	
事務局経費		
事務所借上代	1,575,527	
事務用品費	188,311	
電話・FAX / インターネット代	258,587	
人件費	1,133,220	
郵便・運搬費	91,821	
資料費	37,496	
雑費	65,500	
会計監査費	55,555	
管理費合計		3,597,032
経常支出合計		4,401,823
経常収支差額		610,099
III その他の資金収入の部		
その他の資金収入合計		0
IV その他の資金支出の部		
借入金返済		400,000
その他の資金支出合計		400,000
当期収支差額		210,099
前期繰越収支差額		2,631,707
次期繰越収支差額		2,841,806
(正味財産増減の部)		
V 正味財産増加の部		
1 資産増加額		0
当期収支差額(再掲)		210,099
2 負債減少額		
借入金返済		400,000
増加の合計		610,099
VI 正味財産減少の部		
1 資産減少額		
前払費用		33,598
固定資産償却費		33,167
2 負債増加額		
減少の合計		66,765
当期正味財産増加額		543,334
前期正味財産額		△ 782,975
当期正味財産合計		△ 239,641

特定非営利活動法人放射線教育フォーラム(単位:円)

科 目	金 額	科 目	金 額
I 資産の部		II 負債の部	
1 流動資産		1 流動負債	
現金預金		借入金	1,200,000
手許現金	219,174	前受金	0
未収金(三菱重工他計2件)	150,000		
前払費用(家賃1ヶ月分)	114,556		
前払金	0		
流動資産合計	483,730	流動負債合計	1,200,000
2 固定資産		2 固定負債	
備品(パソコン等)	51,829	固定負債合計	0
差入敷金(賃料4ヶ月分)	424,800	負債合計	1,200,000
固定資産合計	476,629		
		III 正味財産の部	
		前期繰越正味財産	△ 782,975
		当期正味財産増加額	543,334
		正味財産合計	△ 239,641
資産合計	960,359	負債及び正味財産合計	960,359

平成24年度特定非営利活動に係る事業会計財産目録

平成25年3月31日現在

特定非営利活動法人 放射線教育フォーラム(単位:円)

科 目・摘 要	金 額
I 資産の部	
1 流動資産	
現金預金	
現金 現金手許有高	219,174
普通預金 みずほ銀行鷺沼支店	0
郵便振替 横浜貯金事務センター	0
計	219,174
未収金(三菱重工他計2件)	150,000
前払費用(家賃1ヶ月分)	114,556
前払費用(敷金償却費の残高)	0
計	264,556
流動資産合計	483,730
2 固定資産	
備品(パソコン等)	51,829
差入敷金(賃料4ヶ月分)	424,800
固定資産合計	476,629
資産合計	960,359
II 負債の部	
1 流動負債	
借入金	
理事他13名よりの借入金	1,200,000
前受金	0
流動負債合計	1,200,000
2 固定負債	
固定負債合計	0
負債合計	1,200,000
正味財産	△ 239,641

《 会務報告 》

日時	名称	開催場所	参加者/出席者数
2013年6月8日(土)	第1回理事会	東京慈恵会医科大学	7名
2013年6月8日(土)	総会及び第1回勉強会	東京慈恵会医科大学	63名
2013年7月29日(月)	パネル討論会(11/10開催) 第1回企画運営委員会	フォーラム事務所内	5名
2013年9月12日(木)	第2回編集委員会	フォーラム事務所内	8名
2013年9月27日(金)	第1回教育課程検討委員会	フォーラム事務所内	4名

放射線教育フォーラムウェブサイト利用規約

NPO法人 放射線教育フォーラム（以下「当法人」という。）のウェブサイトをご利用いただきありがとうございます。

当法人のウェブサイトのご利用にあたっては、以下の利用規約「以下（本規約）という。」にご同意のうえ、ご利用くださいますようお願いいたします。

なお、当法人は、予告なしに本規約を変更することがあります。その場合は、変更後の規約が適用されますので、あらかじめご了承ください。

1. 知的財産権について

当法人ウェブサイト上に掲載されております放射線教育資料、法人活動資料およびその他のコンテンツに関する知的財産権は、当法人または個々の著作者に帰属します。

当ウェブサイト上に掲載されている放射線教育資料などは、放射線教育のための利用に限り許諾しますが、他の理由に利用することは当法人または個々の著作者の許諾を得ることなくこれらを利用することは禁じています。

2. 個人情報について

ご意見・ご感想などをウェブサイトに掲載するに当たり、氏名やメールアドレスなど、個人を特定できる情報を収集する場合がありますが、これらの情報については、利用目的以外に使用することはありません。

3. 禁止行為について

当法人のウェブサイトの利用にあたっては、次の行為を禁止します。

- ・当法人ウェブサイトに掲載されている放射線教育の実践学校および実践者への直接の連絡行為。ただし、本人の了解が得られている場合はこの限りではありません。
- ・当法人または第三者に不利益もしくは損害を与える行為または与える恐れのある行為
- ・特定の個人・団体の名誉や信用を傷つけたり、誹謗中傷する行為
- ・犯罪行為もしくは犯罪行為に結びつく行為またはその恐れのある行為
- ・法令に違反する行為またはその恐れのある行為
- ・その他当法人が不適切と判断した行為

4. 免責事項について

当法人は、当法人ウェブサイトの内容の最新性、正確性および安全性についてなんら保証するものではありません。

当法人ウェブサイトの利用および閲覧は、利用者自身の自己責任でなされるものであり、利用による損害（記載された実験による損害、2次利用による損害など）または閲覧によって生じた損害（ウイルス感染、エラー、中断、その他の障害など）について、当法人は一切責任を負いません。

なお、当法人は予告なしに当法人ウェブサイトの内容を変更または削除する場合がありますので、あらかじめご了承ください。

5. 損害賠償および準拠法・管轄裁判所について

利用者が本規約に反した行為または不正もしくは違法な行為によって当法人に損害を与えた場合は、当法人は当該利用者に対して相応の損害賠償が請求できるものとしします。

本規約の解釈および運用は日本法に準拠し、当法人ウェブサイトの利用に関わる全ての紛争については、東京地方裁判所を第一審の合意管轄裁判所とします。（平成 25 年 11 月 10 日以降この規約を適用します。なお「放射線の広場」のホームページ開設についてはニュースレターNo.56, p. 6-7 を参照して下さい）

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

開催趣旨

去る 2013 年 7 月 5 日に放射線教育について、パネル討論「北から南から福島を踏まえた放射線教育の全国展開」*が開催されました。全国から招聘した 5 人の先生方による実践報告では、近隣の大学や専門家の支援が重要な役割を果たしていることが紹介されました。一方、限られた時間数での授業内容の選択や実験機材などの調達課題も示されました。

今回のパネル討論では、前回の討論を踏まえて、限られた時間の中でいかに有効な授業を実施するべきか、小学校、中学校、高校教育の連携、各学年での扱い、外部支援のあり方などを討論し、放射線教育の今後の進め方を検討することが目的です。

*日本アイソトープ協会主催の第 50 回アイソトープ・放射線研究発表会の催し

開催概要

- 日時 : 平成 13 年 11 月 10 日 (日) 13:30~17:00
会場 : 東京慈恵会医科大学高木 2 号館南講堂 (地下 1 階) (東京都港区西新橋 3-25-8)
参加費 : 公開パネル討論無料 資料代として 500 円 懇親会費 : 1500 円
主催 : NPO 法人放射線教育フォーラム
協催 : 東京慈恵会医科大学 アイソトープ実験研究施設

プログラム

- 13:30 主催者挨拶
13:40 **実践報告** (5 名、80 分)
1. 宗像 克典 先生 (福島県西白河郡中島村立吉子川小学校教頭)
「福島県における小中学校連携の放射線授業の試み」
2. 原田 忠則 先生 (広島市立江波中学校)
「広島の中学校理科における放射線教育のカリキュラム」
3. 前田 勝弘 先生 (長崎市立小ヶ倉中学校)
「長崎の小中学校における放射線教育」
4. 畠山 正恒 先生 (神奈川県聖光学院中学・高等学校)
「日本の理科教育に欠けているもの — 私は放射線をどのように教えているか」
5. 平田 文夫 先生 (北海道エネルギー環境教育研究会総括幹事)
「教育課程に位置付けられたエネルギー環境教育パッケージプログラム — 小中学校での放射線教育の定着及び浸透を図る —」
座長 : 宮川 俊晴 (放射線教育フォーラム/日本原燃)
(休憩 10 分)
15:10 **講演** (60 分)
宇野 賀津子 先生 (レイ・パストゥール医学研究センター)
「低線量放射線の生体への影響と食の重要性」
(休憩 10 分)
16:20 **パネル討論** (40 分) : 実践報告者、講演者及び会場からの発言者を交えて討論
コーディネータ : 高島 勇二 先生 (全日本中学校理科教育研究会顧問、練馬区立開進第一中学校校長)
17:00 閉会
17:30 懇親会 東京慈恵会医科大学中央棟 8 階会議室 1&2 17:30-19:00

<< パネリストプロフィール(順不同・敬称略) >>

高島 勇二(たかはた ゆうじ) 【東京都】 練馬区開進第一中学校校長/全国中学校理科教育研究会顧問



- 昭和53年より東京都の中学教員
- 平成16年練馬区で校長。その間、平成元年、平成10年の学習指導要領改訂にかかわる
- 平成22年フランス、デンマーク、フィンランドで、平成24年ロシア、ウクライナ(チェルノビリ)でエネルギー・放射線教育視察
- 平成24年度、全国中学校理科教育研究会会長
- 【パネル討論会での意見】 世界の中の日本、国の経済活動や科学技術の発展を踏まえたエネルギー・環境・放射線教育の普及。全国各都道府県での地域連携研修会の開催。(パネル討論会コーディネータ)

宗像克典(むなかた かつのり) 【福島県】 西白河郡中島村立吉子川(よしこがわ)小学校教頭



- 平成3年より福島市立福島第二中学校の理科教諭
- 平成21年度～24年度まで郡山市立湖南小中学校勤務。中学校の理科を担当し小学校も兼務する
- 震災後、小中連携の視点から放射線教育の交流授業を試行する。中学校での異学年交流授業を行う。中学校で保健体育、家庭科、養護、理科の4人で行った食文化研究授業で内部被ばくを担当
- 中島村の幼稚園、小、中学校の放射線学習計画を作成中
- 【パネル討論会での意見】 幼稚園、小学校、中学校で系統的に放射線教育を行える計画をもとに、外部支援機関との効果的連携で、継続性のある放射線教育を考えていきたい。

原田忠則(はらだ ただのり) 【広島県】 広島市立江波(えば)中学校主幹教諭



- 昭和63年より広島市の中学教員
- 平成10、11年に鳴門教育大学大学院で原子力発電をテーマにしたカリキュラムを開発する
- 平成12年～21年まで講師として文部科学省主催「原子力体験セミナー」にかかわる
- 平成17年から22年まで広島県中学校教育研究会理科部会事務局長
- 【パネル討論会での意見】 エネルギー教育の一環として放射線教育を普及。社会的合意形成を必要としている課題について理科教育のカリキュラムを開発していく必要性を述べる。

前田勝弘(まえだ かつひろ) 【長崎県】 長崎市立小ヶ倉(こがくら)中学校理科教諭



- 長崎大学/長崎県教委認定 CST(コアサイエンティチャー)
- 平成9年より長崎県の中学教員
- 平成13年より原子力体験セミナー(基礎コース、産業科学コース等)を受講
- 平成23年に長崎市で初の放射線に関する研究授業を提供し、平成24年度より長崎市教委主催の「放射線に関する研修会」の講師
- 【パネル討論会での意見】 長崎の小中学校における放射線に関する学習事例を踏まえながら、今後の放射線教育、エネルギー教育の必要性と課題について考えていきたい。

畠山正恒(はたけやま まさつね) 【神奈川県】 聖光学院中学・高等学校教諭



- 昭和59年より 聖光学院中学・高等学校勤務
- 平成19年より日本地球惑星科学連合(JpGU)教育問題検討委員会委員長。いくつかの教育提言に関わる
- 【パネル討論会での意見】 全ての自然現象は相互に密接に関連していることを理解することが最も大切な理科教育のテーマである。これらについて教員の正しい理解が必要であるが、現状は不十分である。放射線教育を題材として現状打開を考えてみたい。

平田文夫(ひらた ふみお) 【北海道】 北海道大学エネルギー教育研究会統括幹事



- 北海道エネルギー環境教育研究委員会顧問
- 北海道小学校理科教育研究会顧問
- 平成17年まで小学校教員
- 平成24年まで女子短期大学教員
- 【パネル討論会での意見】 学校現場が使いやすい学習プログラムの開発。放射線を理解しようとする教員を増やすための研修内容の工夫。

《ニュースレター原稿募集のご案内》

編集委員会では、会員の皆様からのご寄稿を切にお待ちしています。「会員の声」は、学校教育の場での体験談、新聞・雑誌の記事に対する感想、研修会等への参加など、多少とも放射線・原子力・エネルギーの関係するもので、1000字以内です。「放射線・放射能ものしり手帳」は難しい話題を面白く親しみやすい読み物で解説するもので2000字以内。「書評」は最近刊行された本の紹介で2000字以内。投稿はできるだけ電子メールでお願いします。発行は、3月、6月、11月の年3回です。58号(3月発行予定)のめ切は2014年1月31日(金)です。

ニュースレターへの広い立場でのご意見や特集記事などのご提案をお待ちいたしております。

《「放射線教育」誌原稿募集のご案内》

NPO法人放射線教育フォーラム発行の論文集「放射線教育」では、広く放射線教育に有益と考えられる内容の原稿の投稿をお待ちしております。編集委員会で審査の上、採用の可否を決め、一部改正をお願いすることもあります。来年3月発行予定の論文集に投稿を希望される方は2013年11月30日(土)までに著者の名前及び連絡先、表題、投稿の分類、予定枚数、投稿予定日(2014年1月31日(金)まで)を編集担当者宛(e-mail: mस्कотакa@abelia.ocn.ne.jp)に提出して下さい。投稿論文に含まれる図表は原則として白黒とし、編集委員会が認めたときに限りカラーの使用を認めます。カラーページの印刷費は、原則として全額を投稿者に負担していただきます。投稿論文は編集委員長にメールで、またはCD、DVDに入れてお送り下さい。投稿規程の他の部分はお手元の最近の「放射線教育」の巻末に掲載されているとおりです。(別刷りは有料となります。)

《訃報》

篠崎義治氏(しのぎき・よしはる、元都立アイソトープ総合研究所勤務、研究分野は放射化学・放射線化学)は2013年6月4日逝去(90歳)されました。当フォーラムの設立時より常に御尽力を頂き、最近まで顧問としてご協力頂きました。心からご冥福をお祈り申し上げます。

《編集後記》

「放射線を題材とした学習活動の試み」の記事で、中山氏が中高生を対象に展開している放射線実験の中味の濃さに感心しました。特に、身の周りの食品中の ^{40}K の測定は、スペクトル解析が可能な測定器を用意するという困難はあるでしょうが、多くの社会人にも経験してもらいたい実験です。このような実験を体験すれば、食品中の ^{137}Cs 放射能の現行の規制値(100 Bq/kg)がいかに厳しいものであるかが理解できるでしょう。「百聞は一見にしかず」で、その測定結果を見れば、多くを語らなくても(^{40}K との対比で)誰もが納得し安心すると思います。 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ ジネレーターを使う ^{68}Ga の半減期測定のごときは、幾度となく野崎氏から聞いていましたが、実現できて何よりでした。関根氏の「東北大学における初年次学生向け自然科学教育」も大変興味深く、示唆に富む内容です。文科系の学生が、「放射線は特別なものではなく、自然界のどこにでも常に存在する」ことを実感し、元素の変化やその生い立ちに関心をもち、そして「科学と社会の関わりを意識する」ことは将来の日本を担う若者にとって非常に有意義なことでしょう。そのような機会が、文科系の学生に用意されていることがすばらしい。他の大学でも広く実施されることを願っています。岩崎氏のUNSCEAR報告の記事には、チェルノブイリ事故にともなう放射線量と健康影響に関する数値が紹介されていて、会員諸氏にとっても参考になるでしょう。その他の記事も、本誌の発行日に開催される『公開パネル討論「今やる、放射線教育」』での議論に役立つでしょう。(工藤博司)

放射線教育フォーラム編集委員会

橋本哲夫(委員長)、細渕安弘(副委員長)、堀内公子(副委員長)、岩崎民子、大野新一、緒方良至、菊池文誠、工藤博司、小高正敬、鶴田隆雄、畠山正恒、松沢孝男

事務局: 〒110-0015 東京都台東区東上野 6-7-2 萬栄ビル 202号室

Tel: 03-3843-1070 FAX: 03-3843-1080

E-mail: mto1-ref@kt.rim.or.jp,

HP: <http://www.ref.or.jp>

NPO法人 放射線教育フォーラム、ニュースレター No. 57, 2013年11月10日発行