



5.5 Radiation Education in School

学校教育における一般的放射線基礎知識についての考察

Teruko Shishido, Emiko Higashijima and Michihiro Hisajima

宍戸てる子 (A) (B)、東島恵美子 (A)、久嶋道広 (C)

Tokyo Medical University, 6-1-1 Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo, 〒160-8402, Japan

(A) 学術NET (〒165-0032中野区鷺宮3-19-15-207)

(B) 東京医科大学物理教室 (〒160-8402 新宿区新宿6-1-1)

(C) 東京医科大学RI研究室 (〒160-8402 新宿区新宿6-1-1)

Tel: 03-3351-6141, Fax: 03-3351-6110, E-mail: shishido@tokyo-med.ac.jp

Abstract

Part of goals of general education of physics is to provide students for basic knowledge on radiation. This includes understanding of both its risks and benefits. Students should know how to protect and defense from radiation but they should not overwhelm the risk of radiation. Sometimes, students think that atomic power is so terrible and frightening that they keep away from use of atomic power. Basic knowledge about risks of radiation will reduce the excessive reaction or anxiety coming from radiation. It also makes people understand other possible risks and benefits of radiation accompanied by modern scientific technologies such as nuclear technologies. We believe that the radiation education is an essential requisite for the peaceful usage of nuclear energy and radiation technology for the future.

1. はじめに

人類が放射線現象の特異性になじむ努力せずに、危険性のみを強調して背中を向けて逃げてばかりいては何も解決策が生まれない。核開発技術も含めた現代科学技術に関する基本的な知識を十分に身につけた上で、正しい防御方法と安全性とを学び、さらに有効利用性を追及しなければ、結果として、人類の究極の目標でもある核平和利用の目的は達せられない。その上、放射線の安全性に関する基礎的知識の欠如により不必要なほどの不安を感じ、目を逸らしたり目を閉じてしまう結果無知が引き金となって、逆に悪い結果を増長する。人類は、生まれてすぐに太陽からのradiationを身をもって体験するが、生徒は、何時如何なる場面で最低限の基礎知識を身につけることがふさわしいか。しかし、日本の高等学校課程では事態は悪い方向にしか運ばない。物理選択希望者が減少の上、さらに、2006年からは大学入学試験の物理問題に原子・原子核に関する問題を出されても困るといふ趣旨の要望書を物理教育学会等関係団体が全国の大学に送った。理由は、授業時間削減のあおりで原子核に関しては十分に教育する授業時間が足りないことを理由にしている。

では、教育機関の物理担当者が不足を補って教育すれば問題が無いが、核開発から逃げ腰を決め込む学者も少なからずいるために、問題が極めて悪質になってくる。例えば、磁性研究分野でメスバウアー測定装置がよく利用されている。マグネタイトの場合、天然鉄

に含まれる放射性同位体が放射する γ 線のエネルギーを測ることを当の研究者が全く知らなくても、固体内部の電子配位の説明に利用する。この例のように教育的被害の大きさをすぐに想定できないことも教育悪化の事態を重くしている。一方、著者らは、プレメディアルの過程の大学3年の少人数自主研究テーマ「放射線を探る」で、丸二週間に亘り実施した。まず、天然放射能の実態を知る。そのために、 β 線と γ 線とを簡易測定器を用いて、バックグラウンドとついで天然石（有馬温泉の近くで手に入れた花崗岩と岡崎市の花崗岩）について十分に時間をかけて（各1時間）測定して、人体についての放射線の安全性を把握する入門コースとし、有効な結果を生むことができた。本報告では、限られた授業時間を最大に生かすために、人類に必要な知識の選択を有効に行えるように情報を提供するとともにその事の大切さを強調したい。

2. 非専門教員及び学生の専門用語の使用能力の実例

我々は原子力利用の諸問題を避けては通れない。したがって、人類に課せられた問題について、関連事項として[放射能]を取り上げたカリキュラムの例がある。これについて、担当教員は非専門領域の部門の担当であるが、指導のための指針をA4版4枚にまとめた。一方、授業を終えた学生が、12人一組でやはりA4版4枚にまとめたものが二組ある。中身は、放射能をテーマに調べたり考えたり、グループで討論して練り上げたまとめを報告書である。それぞれの報告に書かれた用語のうちには教育の欠陥をそのまま露出したと思われるところがあったので、報告する。

(1) 非専門教員及び学生の専門用語の使用能力の実例

非専門教員が書いた文中には、単位「キュリー」を用いて、ベクレルの使用になれていない。

学生の報告書の中に全く出てこない専門用語として「崩壊」、「線量」があげられる。一方、表現として間違った内容として「低線量放射線は生理学的に好ましい影響を与える。」という表現である。この表現では、低線量放射線はがん細胞発生の予防効果がある。」という都合の良い解釈を生んでいる。実際には、「がん細胞の治療に低線量放射線の効果が認められる。」であり、健康な細胞には低線量放射線の影響は考えられない。とする必要がある。1)

(2) 学生の専門用語の使用能力の実例

学生の文中で気になることは、放射線曝露、放射能汚染といった、マイナス思考の言葉の流れや、さらには、動物の短期的な突然変異の出現といった遺伝的影響の可能性を疑っている。

このことは学生の幼児、児童期に出現した、フィクションの「ゴジラ」や「風の谷のナウシカ」といった映画の影響もあって、脳裏に焼きついたイメージを信じて疑わないことも事実である。

このことは、「放射能汚染」という言葉ではなく、今時の学生の文中に過って使われた「放射線汚染」といった言葉が作られる結果を生んでいる。しかし、単なる言葉の誤りで片つけることは軽率ということになる。なぜならば、大切な概念としての思考回路の中に

組み込まれていない礎を新たに教育の場を通して形成していかなければ解決できない問題であるためである。

3. 日本の教育研究における放射線分野の論文数調査

日本の教育研究の中で、放射線教育についての関心や、担当教育者の興味の視点について日本物理教育学会で発行している「物理教育」の2000年版と2001年版について、各物理分野についての研究論文数から追ってみた。(Fig. 2) 項目の中で9. 現代物理の中に数えてグラフにした。放射線教育について追ってみると、一年に一論文が出てくればよい方で、非常に少ない。この傾向は、放射線教育に関しては、手軽に研究できることではなく、一方、研究する興味を持つ者も少ないことになる。

4. 放射線教育の現状

医学生用の放射線教育には、法律や、現実の大学内の放射線実験施設の場所とその各種等、また、廃棄物等の諸注意といったコースが用意されていて、一通りの専門家用の講義も行われたが、そのほかに、医学部3年の学生が基礎知識としての放射線を学ぶ際に、実際に自然界のバックグラウンドについて時間と手間をかけて測定を行った。すなわち、任意の場所で簡易測定を行って、わずかな条件でも異なれば、その影響が出てくることを学んだ。放射性降下物の測定²⁾でも所謂バックグラウンドの放射線との有意の差が出ているのかということになると、バックグラウンドの平均値の二分の壱程度の強度であったので、バックグラウンドを測定誤差として扱ってしまうと、全く意味を持たなくなる。ここでは、多くのフォールアウトの測定者が行っているように、バックグラウンドをきちんと平均値として押さえておくことの重要性を強調する。簡易測定器を用いて測定を行う場合には、例えば、5秒毎の測定値の一分の平均値を時間あたりに換算して、単位を $\mu\text{Sv/hr}$ というように求めた場合、根気よく丹念に100分まで継続して1分毎のデータを取る。二分目のデータを記録したら、一分目と二分目データの平均値を取る。 n 分間後の平均値は $\sum x_i/n$ を取る。これをグラフの縦軸、 n を横軸に取る。(Fig. 1) グラフから40分を経過すると、平坦になって、各時間ごとのデータ同士の気になるスペクトラムも、問題外ということに落ち着く。したがって、この結果を踏まえて、天然石の花崗岩を手に入れたら、バックグラウンドと同じ要領で、40分間の各分ごとのデータを辛抱強く記録に残し、念入りに各平均値を求めて、40分後には、わずかでも、 γ 線を確認するに至る。ベータ線については、同様に、バックグラウンドの約2倍程度のデータの平均値を得るので、正味のベータ線は、バックグラウンドと同程度であることが分かる。以上の例は、測定機器の利用法の開発であり、従来、資格が無いと保管の不可能な特別な線源を用いなくても、花崗岩に対しては γ 線用の簡易測定器を用いて測定をすることも可能であることを示した。

5. 結論

放射線教育を学校で行ってみて気がつくことは、学生の不足している学力をカバーすることが大切である。そのためには、教育指導者として十分な知識を得ており、従って放射線について自信を持って客観的に学生の素朴な疑問に誠意を持って応答できる先生が存在することが重要である。

四十年前（1960年代）に世界規模で大量の核実験が行われて、「持てる国」という言葉が意味を持った頃には、核についての学問的研究は最先端の科学と扱われた。その当時の核研究者たちは核の平和利用を目指しさえすればよかった。その当時は核廃棄物の心配をしないでよかった。しかし、今では、人類は、核廃棄物の処理としては、原始的に、地中深く葬ることしか方法が無く、人類の核の平和利用という目的達成を目の前にぶら下げたまま、実際面で大きな影を落としてしまったことも事実である。しかし、まだ、人類には科学研究に大きな賭けをしてもよいのではないか。著者らが生きてきた半世紀近い期間に人類は多くの不可能なことを可能にしている。従って、今でこそ、地中深い核廃棄物埋設作業に、今後何らかの光明をさすような研究を、未来を担う学童、生徒に大きな課題として託すことを宣伝してもよいのではないかと考える。

引用文献

- 1) 坂本澄彦：ひろば5月号, 256, 1 (東北原子力懇談会) (1999)
- 2) 宍戸てる子、外：東京医大誌 40, 401,(1967)

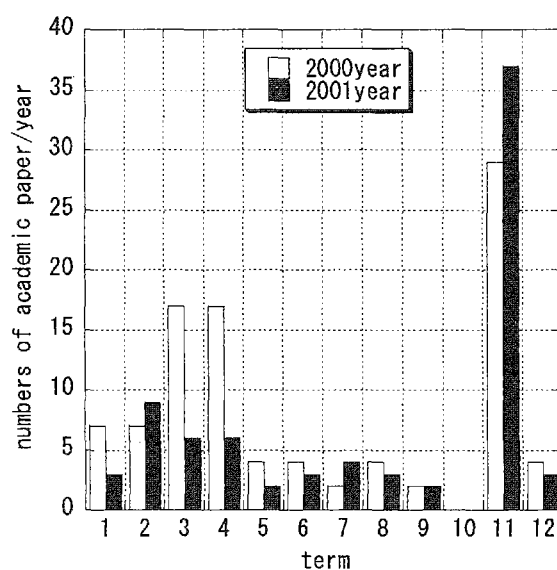


Figure captions

Fig.1. Numbers of academic paper on physics education, on 'Buturi kyouiku', published by Nippon Buturikyokugakkai, the society of Physics Education of Japan, 2000 and 2001.

1:Information, 2:Mechanics, 3:Wave and Frequency, 4:Electricity and Magnetism, 5:Optics, Applied optics, 6:Heat, 7:Solid state, Super conductivity, 8:Fluid dynamics, 9:Modern physics, Radioactivity and radiation, 10:Electronics, laser, 11:How to teach, syllabus, 12: examination,

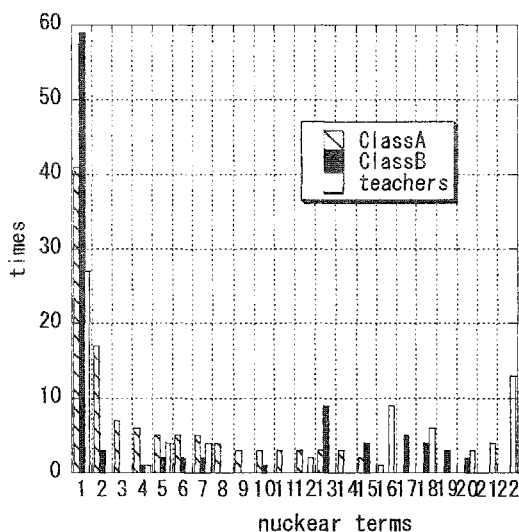


Fig.2 Radioactivity and radiation terms by teachers and students, class A and class B. Among four sheets of A4 size paper there are nuclear terms expressed on the radioactivity and radiation. 1: radiation, 2: atomic power house, 3: Gy, grey, 4: γ ray, 5: α ray, 6: radioactive isotope, 7: Sv, sievert, 8: daughter, 9: nuclear, 10: β ray, 11: neutron, 12: natural radioactive nuclear, 13: radioactivity, 14: disintegration, 15: X-ray, 16: Ci, curie, 17: low dose, 18: radiation exposure, 19: radiation treatment, 20: natural radiation, background, 21: decay, 22: dose.

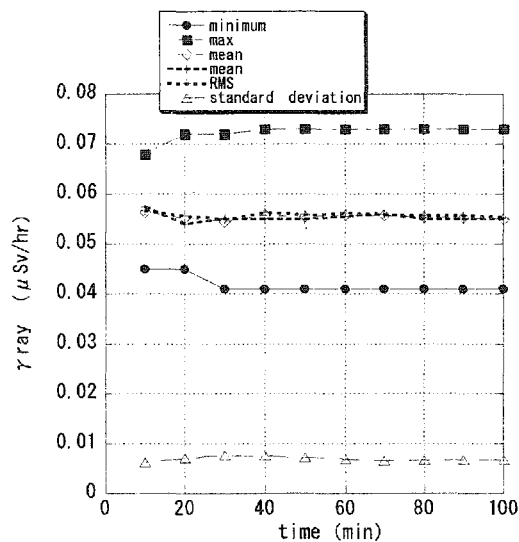


Fig.3 Natural γ ray (μ Sv/hr) in the standard room (made of concrete) measured by the easy hand type scaler, 'Hakarukun'. We can see the value of each time becomes to the constant value after 40 minutes.

Table 1. 'Disintegration' or 'decay' in general education books for students
Chemistry Book

| | Author | Book Title | Publisher | Year | Word (limited) |
|----|-------------------------|-----------------------------|---------------------|------|--|
| 1 | Iso, <i>et al</i> | General Education Chemistry | Kyougakusha | 1987 | disintegration |
| 2 | Inamoto | New Chemistry | Bunneido | 1986 | disintegration |
| 3 | Uchiyama | Fundamental Chemistry | Kyouritu- shuppan | 1991 | decay |
| 4 | Sano, <i>et al</i> | Life Science Chemistry | Gakkaishuppancenter | 1990 | disintegration |
| 5 | Asano, <i>et al</i> | Chemistry | Gakujutsutosho | 2002 | disintegration |
| 6 | Kawaguchi, <i>et al</i> | Chemistry | Ishiyakushuppan | 1991 | transition, decay disintegration |
| 7 | Shiomi, <i>et al</i> | University Chemistry II | Hirokawashoten | 1991 | decay |
| 8 | Nomura, <i>et al</i> | Fundamental Chemistry | Maruzen | 2003 | (nothing) |
| 9 | Ohno | Student Chemistry | Sannkyoushuppan | 2001 | (nothing) |
| 10 | Kojima | Foundational Chemistry | Kagakudojin | 2002 | (nothing) |

Physics Book

| | Author | Book Title | Publisher | Year | Word (limited) |
|----|---------------------------------|---------------------------|-----------------|------|--------------------------|
| 1 | Ohtsuki | General Education Physics | Gakujutsutosho | 1988 | decay |
| 2 | Hujishiro | New Physics | Tokyokyogakusha | 2002 | decay, disintegration |
| 3 | Koide | Physics | Tokyokyogakusha | 2003 | decay |
| 4 | Hara | Detailed Physics | Tokyokyogakusha | 2002 | decay |
| 5 | Hashimoto, <i>et al</i> | General Education Physics | Hirokawashoten | 1989 | decay |
| 6 | Hayashi, <i>et al</i> | Medical course Physics | Maruzen | 2002 | decay |
| 7 | Ishii(Sternheim, <i>et al</i>) | Life Science Physics | Hirokawashoten | 1991 | decay |
| 9 | Sunagawa | Feynman-Physics | Iwanamishoten | 1979 | (nothing) |
| 10 | Sawada | Foundational Physics | Kagakudojin | 2002 | (nothing) |