

わが国での今後の放射線教育はどうあるべきか？

井上 浩義

What Should the Radiation Education in Japan in the Future Be Like?

Hiroyoshi Inoue

Department of Chemistry, Keio University School of Medicine;
4-1-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama 223-8521, Japan.

(Received August 27, 2013)

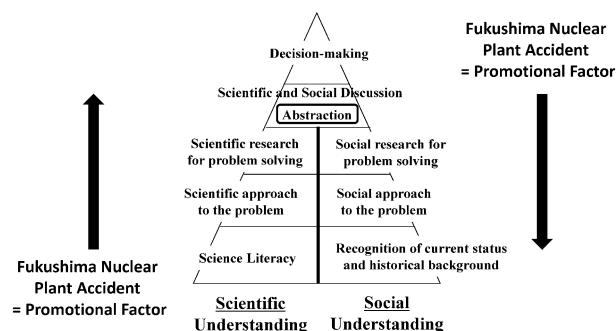
In respect to policy and involvement in social cognition of Advanced Science and Technology, people desire to recognize the scientific understanding and social understanding hierarchically and simultaneously. However, the understandings of some sciences and technologies are dependent on the amount of information given and how easy it is to understand it. Nuclear power and radiation are a typical example of such sciences and technologies because their advantages and disadvantages are clear. On the other hand, the Fukushima Nuclear Plant Accident that occurred in March 2011 caused the myth about the safety and security of nuclear power to collapse. Concerns about nuclear power and radiation increased abruptly after the accident. Also the scientific understanding of ‘nuclear power’ and radiation increased. The content and level of radiation education was highly significant than before the accident. However, it is essential to propose a more detailed explanation for people that are concerned about radioactive contamination of food and also for people living in areas that still have relatively high dose of radioactive material. Although some technical problems such as the influences on the human body by low-dose exposure remain unresolved, not only specialists on nuclear power and radiation, but also the persons that have studied the radiation are desired to explain radiation for familiar people. As a result, in Japan, the learning of individuals spread to society because the Japanese are highly interested in nuclear power and radiation and the understanding of historical background.

Key words—radiation; education; Fukushima nuclear plant accident; scientific understanding; social understanding

1. はじめに

先端科学技術は、社会的認知及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 (Fig. 1)。しかし、情報量や与えられた情報の理解容易性に依存して、一方的な理解のみが進展する科学技術事例が存在する。原子力・放射線は、その利点と欠点が明確な価値相反的な先端科学技術の代表的な事例である。¹⁾ 一方で、2011年3月に発生した福島第一原発事故は、原子力発電に関する安全・安心神話を崩壊させた。本安全・安心神話は振り返ってみると、国民のための安全・安心神話ではなく、残念ながら事業者のための安全・安心神話であったように思え

る。事故後、国民の原子力・放射線に関する関心は急激に高まった。特に、福島県を中心とした高線量地域（空間放射線量が高い地域）では、日々の生活を送るための安心、安寧のバランス、あるいは将来



The author declares no conflict of interest.

慶應義塾大学医学部化学教室（〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1）

e-mail: hiroin@z5.keio.jp

本総説は、日本薬学会第133年会シンポジウムS30-301で発表した内容を中心に記述したものである。

Fig. 1. Scientific and Social Understanding in Nuclear and Radiation Education

People desire to learn the scientific understanding and social understanding in nuclear and radiation education hierarchically and simultaneously. The Fukushima Nuclear Plant Accident is still promoting the scientific understanding and inhibiting the social understanding in current status.

への展望のために、放射能汚染の現状を知るとともに、健康影響等についての情報が欲せられるようになってきた。また、その他の地域では、食品の放射能汚染に対する情報及びその解説が望まれるようになってきた。奇しくも、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とり上げられることになり、国民の科学的リテラシーの1つとして放射線学習が開始された。しかし、その内容は限定的である。このため、多くの放射線教育需要を満たすためには、放射線について学習した人々(俗にいう理系の人々)に期するところが多い。福島県では既に「放射線ファーマシスト」育成事業が始まっており、放射線教育の拡がりに期待が寄せられている。今後の放射線教育は、ある特定の専門家が実施するものではなく、放射線を科学リテラシーとして確立し、誰もが教育し、誰もが教育されるような環境を整えることが必要である。また、そのことにより、わが国の放射線教育が原子力・放射線の利用が加速的に進んでいる世界の国々の規範となり得る。

2. 放射線教育に望まれること

われわれは、福島第一原発事故直後には、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、放射線教育及び放射性セシウム吸着材の開発を活動中心に据えている。^{2,3)} 筆者の放射線に関する講演等は福島県を中心に70余回となり (Fig. 2)、高線量地域だけでなく、周囲の小学校PTAや老人クラブ、さら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などで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、そのほか、効率的な除染方法、日々の生活で気をつけることなど多岐にわたる質問・討論がなされてきた。

これら事故後の教育活動以前(17年前)からわれわれは、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?」を全国で展開しており、⁴⁻⁷⁾ その受講生は、オンキャンパス教育(学校出前授業)を含めると小中学生では3000名を超えており、保護者を含めると4500名に達している。これら活動への参加希望者数はFig. 3に示すよう



Fig. 2. Photograph of Radiation Education in Fukushima Prefecture

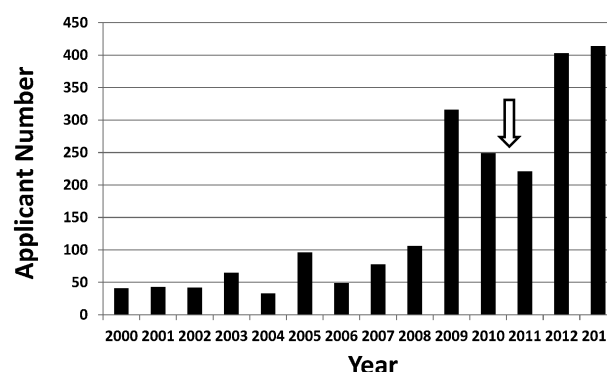


Fig. 3. Changes of Applicant Number of Radiation Learning Courses that We Hold Twice a Year
The white arrow indicates the Fukushima Nuclear Plant Accident.

に、東日本大震災直後の2011年は別にして、福島第一原発事故後は放射線学習機会の獲得に熱心な小中学生が急激に増加していることが分かる。マスコミ等の扱いは断然と減少したものの、福島第一原発事故後2年半を経過したが、原子炉の安全な廃炉措置の道筋が見えないこともあり、いまだに高い関心が払われているのかもしれない。

この放射線教育は、事故以降、Fig. 1で示す科学



井上浩義

福岡県生まれ。九州大学大学院理学研究科博士課程修了。山口大学医学部助手(生理学教室)、吉富製薬等を経て、1998年久留米大学医学部専任講師(放射性同位元素施設)、助教授を経て、2006年久留米大学医学部教授(放射性同位元素施設長)、2008年慶應義塾大学医学部教授(化学教室)、理学博士、医学博士。

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。福島第一原発事故は、原子力・放射線の科学的理解には促進因子として働き、社会的理解には抑制因子として働いているのかもしれない (Fig. 1)。福島第一原発事故以降、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バ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 (現在、アンケート集計中)。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た。このような状況は、原子力あるいは放射線を科学的に理解するためのリテラシーとしては十分な効果を有した。一方で、福島第一原発事故に対する嫌悪感・恐怖感は原子力・放射線を社会的に理解するためには阻害要因となり得 (Fig. 1)、原子力・放射線を、歴史等を含めて総合的に理解する妨げになっているのかもしれない。

3. オンキャンパス教育での原子力・放射線の取扱い

上述のように、原子力・放射線は、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科学技術の1つである。しかし、これまでは、情報量や与えられた情報の理解容易性に依存して、社会的理解のみが先行してきた。例えば、原子力・放射線に関して、原子爆弾や原子力発電所事故等は小学校の社会科で学習し、早くから現状及び歴史的経緯の認識や問題の社会的アプローチは進み、社会的理解・探求は深められてきた。一方で、科学的理解に関しては、小学校では教えられることはない。これは教育の怠慢ではなく、放射線学習においては原子あるいは原子核に対する理解が少なからず要求されるためである。したがって、原子力・放射線の科学的基礎学習は、中学校3年生の理科を待たねばならない。本理科の中で放射線は「科学技術と人間」の単元の中の「エネルギー」項の「エネルギー資源」の中で“放射線の性質と利用に触れること”と指示されている。したがって、中学理科では放射線は詳細な取扱いはなされないが、従来のように高校非進学者や高校で物理や化学を選択しなかった生徒が、一度も、原子力・放射線の科学的知識・情報に触れないままに社会あるいは大学へ旅立つということはなくなった。⁸⁾ なお、余談であるが、

31年間、中学校で放射線がとり上げられなかったために、NPO 法人放射線教育フォーラムが2009年に行ったアンケート調査では、理科担当教諭の30%が放射線を学校で習ったことがないと回答している。さらに、16%は放射線を学校で習ったか否か記憶にないと答えた。つまり、中学校では教える側も少なからず不安を抱えていることになる。また、今回の学習指導要領の改訂で、高校物理 (新科目名: 物理基礎・物理) では単元「物質と原子」と単元「原子と原子核」が選択から両方必修になった。このことにより高校での放射線・原子力のオンキャンパス教育が促進される可能性が高い。

なお、われわれは、平成17年から小学校から高校までの理科の教科書49冊、社会の教科書40冊について原子力・放射線の用語について調査を行っているが、⁹⁾ 理科の教科書では、記載の多い順にエックス線が41回、放射線が41回、原子力発電が38回、ウランが33回、ガンマ線が31回、核分裂が28回、原子力が24回などとなった。一方で、社会科の教科書では、記載が多い順に原子爆弾が66回、核兵器が50回、核実験が34回、チェルノブイリが20回、水爆が15回、核拡散及び原子力発電がそれぞれ14回などとなった。本教科書調査は2011年度のものであり、今後の教科書では福島第一原発事故などの記述も多くみられるようになることは予想に難くない。

ちなみに、原子力の利用を国策として進めるインドでは、高校3年生の理科の教科書には、物理では、エックス線、原子爆弾、原子力発電などについて詳述されており、化学では壊変定数、半減期、壊変系列アイソトープの種類などについて詳しく書かれている。¹⁰⁾ 特に、原子力発電については大学工学部生レベルの内容が記載されている。今後、これらの原子力推進国において、福島第一原発事故等についてどのような記述がなされるか追跡調査を行う予定である。ちなみに、インドの理科教科書にはチェルノブイリ事故の記述はなかった。

4. 放射線教育に必須なこと

放射線を専門とする者は常に科学的事実に基づいた意見表明や教育に努めなければならないのは言うまでもない。しかし、残念ながら、低線量による人体への影響など、いまだに科学的事実到達できていない事項も多数存在する。したがって、放射線教

育の実践にあたっては、単に合理的な思考だけでなく、国民の社会的認識としての安心、平和、そして放射線とは切り離すことができない広島・長崎への原子爆弾、福島第一原発事故などによる国民の痛みを認め、互いに思いやる心を常時念頭においた教育が必須である。

5. 放射線学習によって身につく力

放射線教育は、これまで述べてきたような福島第一原発事故に関連する技術的な知識を得るためだけでなく、他の学習單元にはない総合的かつ学問横断的な力を養うことを可能とし得る。すなわち、放射線教育の過程及び結果によって、児童・生徒たちには、①社会的、科学的情報の獲得方法を身につける力、②歴史的な視点から物事を見る力及び展望できる力、及び③社会問題を含めた事実に基づいて討議する力を付与することが可能となる。またこのことによって、物事を科学的に見る力あるいは問題を多面的に検討できる力を養うことができる。そして、最終的には、少し飛躍するが社会的意思決定に科学的な側面（科学的根拠）を取り入れる土壌が醸成され得る（Fig. 4）。

原子力・放射線は、現代社会において利点と欠点が明確で、その両者の社会的影響が大きいことは今回の福島第一原発事故を例に出すまでもなく明瞭である。しかし、現存する最先端技術、あるいは将来にわたって発明・発見されるであろう最先端技術は、その応用段階では（その応用の程度が大きければ大きいほど）、技術的欠点あるいは倫理的問題が明確になるはずである。これは、遺伝子操作・遺伝

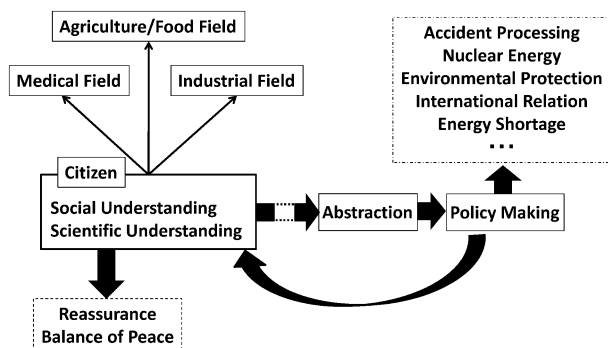


Fig. 4. Scientific and Social Understanding of Nuclear Power and Radiation of the Population Leads to, not only the Speed up of Poly-making, but also the Peace of Mind in People

In particular, these understandings of the population bring a balance of peace to them after the Fukushima Nuclear Plant Accident.

子治療、再生医療、宇宙開発など例を挙げるまでもなく誰にでも想起可能である。これらの最先端技術が、より生活に密着してきたときに、Fig. 1のような教育ステップあるいはそれを可能とする教育プログラムは意義を持つのかもしれない。そのような意味で放射線教育は、最先端技術に関する教育の試金石として重要な題材の1つではないかと考える。

次に、より具体的に放射線教育の特徴を以下に列挙する：

- (1) 教科・科目を超えた問題提示型学習を可能とする。
- (2) 生涯学習型教育を可能とする。
- (3) タブーを作らない学習を提示できる。
- (4) ディベート機会を創造できる。
- (5) 教材効果の広がり及び価値対立的な問題に対する合意形成能力を育成できる。

(1)に関しては、これまで学校現場で行われてきた「総合的な学習の時間」に該当するものである。われわれは、これまでも原子力・放射線に関して、小中学校の先生方と「総合的な学習の時間」を利用して教科・科目横断的な学習を試行してきたが、児童・生徒に、当該学習の時間に何を学ぶのかを明確に認識させることができず（すなわち、教える側の学習目標が明確でなく）、不首尾に終わることが多かった。しかし、稀ではあるが理科と社会科の先生が協働した授業では成功する例が出てきており、体制を整えることにより高い学習効果を期待できる。

(2)に関しては、放射線教育はオンキャンパス教育あるいはオフキャンパス教育をきっかけとして、生涯にわたる学習テーマを提供し得る。価値観が多様化し、また年齢とともに、関与の程度や知識の深淵さが変化する放射線について、早期の学習は生涯学習のテーマとしても活用が期待される。また、放射線学習によって得た情報収集能力や価値判断は他の科学学習にも活用され得る。

(3)に関しては、歴史的経緯等によって学習の対象となり難かった学習テーマについて、科学的理解あるいは社会的理解を通じた事象探究を深めるための学習例となり得る。学習指導要領にないから、価値対立的なテーマであるから、あるいは歴史的に問題があるからという理由で、学習対象となり得なかった学習項目に関して、原子力・放射線を学ぶことによりタブーをなくした学習実施の一助となり得る。

(5)に関しては、近年盛んになってきたパブリックコメントや投票行為など政治・施策等に関するの国民の意志の発露，あるいは為政者・施策者が説明責任を果たすときの理解と批判において，国民ひとりひとりが自ら判断し，行動するための訓練が必要である。また，その場合には，単に意見を表明するだけでなく，政策として合意形成能力が必須となる。原子力・放射線はその訓練のためには恰好な課題であり，放射線教育を通じて得られる情報の抽象化と決断は政策・施策に民意をより反映させる可能性を有している。

6. これからの放射線教育に期待すること

冒頭にも述べたように、福島第一原発事故後、国民の原子力・放射線に関する関心は高まった。しかし、その関心に対して解を提供するほど、現在のオンキャンパス教育での原子力・放射線の扱いは多くない。このため、増大する放射線教育の需要を満たすためには、放射線について学習した人々に負うところが多い。今後の放射線教育は、ある特定の専門家が実施するものではなく、放射線を科学リテラシーとして確立し、誰もが教育し、誰もが教育されるような環境を整えることが必要である。また、このある人が周囲の人に教える小さな放射線教育はかならずや教育効果の広がりを見せる。既に社会的認知及び社会的関心が高い放射線については Fig. 5 に示すように、学習者（個人）の新しい情報獲得が家庭あるいは職域等内での情報の共有につながり易い。この家庭あるいは職域等では、各個人の社会的理解を含めた基礎知識と新しい情報との融合による分析が行われる（自他の比較）。この家庭あるいは

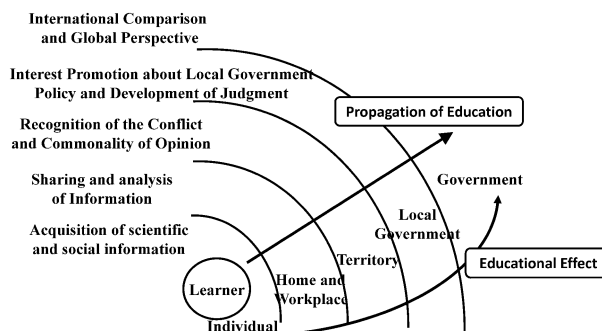


Fig. 5. Diffusion of Nuclear and Radiation Education

In Japan, the learning of individuals spread to society because the Japanese are highly interested in nuclear power and radiation and the understanding of the historical background.

職域等での情報の共有が多数生じることによって、さらに大きな枠組みである地域の中で、意見の対立と共通性が認識されるようになる。またこの対立性と共通性は、放射線そのものへの関心を喚起し、国の施策への関心につながる。さらに、現代の情報化社会の中で、国の施策への関心は、放射線に対する認知や施策に対する国際比較へと発展する可能性を有している。この段階まで進むことができれば、冒頭に示した Fig. 1 における問題点の抽象化が可能となり、価値対立的な問題に対する科学的討議と社会的討議が可能となり、価値対立的な問題に対する合意形成能力も培われる。なお、放射線教育においてはインターネットや教本等による知識・情報コンテンツの充実だけでは知識・情報の定着が難しいことがよく知られている。^{11,12)} 無機的に提供された知識・情報を、有機的に結びつけ、知識・情報を醸成させることが必要とされ、そのための教育者が、原子力・放射線の学習のために重要になってくる。ひとりでも多くの放射線教育者を育成する必要がある所以である。

これら放射線教育はわが国だけに適用されるものではない。筆者は福島県において ASEAN の若者を対象とした事故解説や、インドにおける放射線教育を実施してきた。現在、わが国には 50 基の商業用原子炉が存在するが、世界には 430 基の商業用原子炉が存在し、64 基が建設中である。さらに、91 基の原子炉が計画中である。わが国の原子力・放射線利用の展開いかにかわらず、世界的な原子力・放射線利用が加速的に進んでいるのも事実である。原子力・放射線の利用を進めてきたわが国が放

射線教育においても世界の国々を先導する意味は大きい。

最後に、筆者の私見であるが、原子力・放射線教育において従来進められてきた放射線学習を環境問題と結びつけて実施することには反対である。周知のように、原子力エネルギーには二酸化炭素の排出がほとんど生じないとの広報が広く行われ、それが原子力エネルギーの推進に結びつけられてきた。しかし、今回の福島第一原発事故によって二酸化炭素排出抑制の以前に、本誌の他の筆者が示されているように事故時の環境汚染や核廃棄物の問題等が大きく立ち塞がることは誰の目にも明らかである。さすがに、この地球温暖化対策を原子力エネルギーの利点として、原子力エネルギーの利用推進を促すケースは減ったが、事故後2年半を経て、そのような論調の復活をしばしば見かけるようになったために蛇足として付け加えさせて頂く。原子力エネルギーを論じる場合には、既に不確実性事象からリスクへと変貌した原子力発電所事故及び確定的欠点である放射性廃棄物を明確に示し、エネルギー源の多様化という利点とともにとり上げ、Fig. 1に示した科学的側面と社会的側面からの学習理解を階層的かつ持続的に続けていくことが社会全体で必要であると思われる。また、そのような教育を持続することで、原子力・放射線の利用に関して真の意味での安心と将来の展望が見えてくるのではないだろうか。

謝辞 本稿の一部は、平成25-27年度独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究(C) (No. 25350264)、平成12-25年度独立行政法人国立青少年教育振興機構・子どもゆめ基金などによる支援を得た活動に基づいています。ここに深謝申し上げます。

REFERENCES

- 1) Inoue H., *Kurume Med. J.*, **47**, 253-256 (2000).
- 2) Inoue H., Kaibara K., *Isotope News*, **5**, 16-18 (2002).
- 3) Inoue H., *Isotope News*, **12**, 14-17 (2003).
- 4) Inoue H., Yamagishi S., *Kakyoken-Ho*, **20** (3), 49-54 (2005).
- 5) Inoue H., *Radiosotopes*, **54**, 67-72 (2005).
- 6) Sasaki K., *Koryoiki-Kenkyu*, **54**, 33-45 (2004).
- 7) Inoue H., *Koryoiki-Kenkyu*, **70**, 7-18 (2008).
- 8) Inoue H., *Isotope News*, **11**, 34-38 (2005).
- 9) Inoue H., Yamasaki M., Furusawa M., *Isotope News*, **7**, 73-74 (2007).
- 10) Inoue H., Mori A., Kubota M., *Hedoro*, **115** (9), 14-19 (2012).
- 11) Inoue H., *Hedoro*, **116**(1), 19-30 (2013).
- 12) Inoue H., *Radioisotopes*, **54**, 67-72 (2005).