

# 放射線教育の歴史と現状——福島第1原子力発電所事故を踏まえて

吉田みどり， 菅田栄一 徳島大学大学院医歯薬学研究部 歯科放射線学分野

**要旨：**福島原発の事故前後で国民の放射線に対する関心が大きく変化した。また大部分の原発は再稼働の目安が立たず、電力政策の変更を余儀なくされた。最終的には国民の判断に委ねられるが、放射線教育は30年にわたり初等教育で行われなかったため、多くの人々は知識が不十分な状態にある。政府はこの問題解決の一つとして、初等・中等教育用の放射線副読本を作成した。しかし専門家からみて、むずかしい語句が多く問題を感じた。将来X線を日常的に扱う歯学部学生を対象とし、副読本の理解度を調べた結果、十分に理解できていないことが判明し、初等・中等教育における放射線教育の方法を再考する必要があると結論づけられた。また多くの報告から放射線教育者の育成が早急に望まれることも判明した。本総説の目的は、放射線教育の歴史を振り返り、現在の国民の放射線に対する知識の現状、そして福島原子力発電所の事故と放射線との関係を知ってもらうことである。

**Key words：**学習指導要領， アンケート， 放射線教育， 歯学部学生， 副読本

## I. 背景

日本は1945年8月6日に広島、9日に長崎に、世界で最初に原子爆弾が投下され、それ以降、国民の放射線に対する意識は、他国と比較して非常に敏感になってきている。原子爆弾により数十万人の犠牲者（広島では308,725人、長崎市では175,743人が原爆死没者名簿〔2017年8月時点〕に記載されている）<sup>1,2)</sup>が出た。原子爆弾は核分裂により多大なエネルギーを発生させると同時に、多くの放射性同位元素を生成し、それから放出される放射線が二次的な障害を与える。被曝者たちは爆発の影響から逃れても、この放射線により、後に体の障害（発がん）が発生したり、また被曝とはまったく無関係である自分の子孫（子や孫など）にも障害（遺伝的影響）が生じる可能性があることで、生涯、放射線に対して恐れをなすようになった。

この悲惨な歴史的事実は広島や長崎に関係する人々だけではなく、日本国民、そして世界中の人々に知らしめ、二度と起きないようにすることが非常に重要である。そのため文部科学省は、義務教育課程で広島、長崎の原爆投下の事実を教育するように定めている。このような中で放射線教育は行われるようになったが、時代とともに、その感覚は次第に薄れている感がみ

られた。義務教育においては、放射線関連項目が少なくなり、実際には行われなような事態が生じてきた。その問題を解決するために新たな教育体制を整える必要が生じ、放射線教育を復活させようとした正にそのとき、2011年3月11日に福島原子力発電所の事故が起きた。

原子力の研究・開発・利用を推進し将来のエネルギー資源を確保することと、学術の進歩と産業の振興とを図り、人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与することを目的として1955年12月19日に原子力基本法が制定された。原子力発電は、その法律の中の原子力利用に大綱が定められた。日本で最初の原子力発電は、1963年に東海村の動力試験炉で行われた<sup>3)</sup>。原子力発電所の設立は、日本の経済発展と生活の向上のための電力源としての主要な柱として位置づけられた。それに基づき原子力発電所の設立が各電力会社で始まり、事故前には商業用原子力発電所の原子炉は50基を超えた。2017年3月時点では、福島第1原子力発電所（6基）が減ったとはいえ、原子力発電設備容量としては、米国（25.5%）、フランス（16.1%）に次いで第3位（10.1%）の原子力大国となっている<sup>4)</sup>。事故により原子力政策が崩れる可能性が出てきた。そこで、前述の放射線教育のための副読本の改訂時に、原子力発電所の事故の記述などを加えた。小学校、中学校、高校の放射線教育の充実を図ることにより、将

連絡先：吉田 みどり midori2@tokushima-u.ac.jp

来的にも継続的に国民の理解を得ようとして、放射線教育を初期教育課程から十分に行えるように各教育機関に副読本を配布した<sup>5)</sup>。

放射線は目にみえず、肌で感じるができないため、一般の人々にとっては非常に理解しがたいとともに、被曝によって将来的になんらかの障害（身体的影響）が起きる可能性があることで不安感もある。さらに自分自身が被曝していなくても、両親や祖父らが被曝した場合にも、なんらかの障害（遺伝的影響）が起きる可能性もある。今までに放射線に関する十分な教育を受けている教育者は、物理学を専門としている理科教師の一部にすぎない。このような中で副読本をもとに初等・中等教育が可能であるか否かを考えると、非常にむずかしい。実際、中学校教員に対するアンケート結果などから、放射線に関する十分な知識をもって教えられる人が少ないなどの問題が指摘されている<sup>6~10)</sup>。また副読本の内容に関してもむずかしすぎるため、やさしい解説本などを新たに作成して教育を行っている自治体もある<sup>11~13)</sup>。筆者らは大学歯学部、大学院および病院で放射線を専門に教えている。医療従事者にとっては、X線をはじめとする放射線は日常業務で扱うことから身近なものになっている。しかし放射線に対する理解は十分とはいえず、過度な恐れや不安を抱いているものも少なくない。放射線を扱う医療従事者（たとえば医師、歯科医師、診療放射線技師）になるためには、大学時代にある一定時間の教育を受けなければならない。

この中で歯学部は、歯科医師国家試験の受験科目として歯科放射線学が当初から必須であったことから、大学時代の歯科放射線に関する教育時間は100時間を超え、十分な時間の教育を受けている。このような学生を教え、また大学病院における放射線管理の責任的な立場である放射線取扱主任者を兼任している教員の立場から、副読本をみると、はじめてみた語句も散在し、多くの語句は通常の医療従事者でもはじめてみるのがわかった。そこで歯学部の学生が初等・中等教育の教材である副読本をどの程度理解できるかを調べることで、これからの放射線教育の礎とすることを目的とし研究を行ってきた<sup>14,15)</sup>。

事故後は放射線に対する国民の関心が高まり、政府も原子力発電の存続のため放射線教育にかなり力を入れてきている。このような放射線教育に対する施策の大きな変動があったことから、今までの初等教育における放射線教育の歴史を振り返るとともに、このきっかけを起こした福島原子力発電所の事故を省みることも同様に重要である。

## Ⅱ. 初等・中等教育課程における放射線教育の歴史

### 1. 小・中学校の放射線教育

第二次世界大戦後、日本の学校制度が根本から改められることになった。現在の小学生は小学校尋常科として6年制、中学生および高校生が中等学校として5年制の教育体制であった。昭和22(1947)年3月31日に公布(翌年4月1日施行)された学校教育法第1条で、学校とは、幼稚園、小学校、中学校、義務教育学校、高等学校、中等教育学校、特別支援学校、大学および高等専門学校と定義され、第49条で義務教育は小学校6年、中学校3年と定められ、現在の小6・中3・高3・大4制となった。初等教育(小・中)、中等教育(高)に関しては、教育内容の基本となる学習指導要領が昭和22(1947)年に作成された。

学習指導要領における放射線教育の取扱いをみると、時代によって大きく変化している。事故前に初等教育における放射線教育の重要性が話し合われ、中学校理科では30年ぶりに放射線に関する記述が復活する予定であった。その結果、文部科学省は小学生用、中学生用、高校生用の3種類の放射線に関する副読本を平成23(2011)年10月に発行した<sup>16)</sup>。しかし副読本作成時には事故はまったくの想定外であり、事故後の発行にもかかわらず、事故について記載がなく改訂を余儀なくされた。改訂版は小学生用と中・高校生用の2種類として平成25(2013)年12月に発行された<sup>5)</sup>。内容は半分が放射線関連で、残りが原子力関連および原子力事故についての記述である。

これまでの指導要領における放射線の扱いの変革をみると、小学校学習指導要領解説理科編では「放射線」の語句は現在まで登場していない<sup>17)</sup>。「放射線」の語句は昭和33(1958)年10月施行の文部科学省の中学校学習指導要領の理科の科目中にはじめて登場した<sup>18)</sup>。指導要領は昭和22(1947)年に学習指導要領理科編(試案)、昭和26(1951)年に中学校・高等学校学習指導要領理科編(試案)の改訂版が出されたが、中学校編では、「放射線」の語句は登場しなかった。中学校学習指導要領・昭和33(1958)年改訂版では、第3学年の目標の一つで「物の運動、光および電磁気の性質と法則を現象を通して理解させ、また、物質の構造や電波についての初歩的な知識を得させる」ことが掲げられた。細項目で「電波が受信できること、および原子の構造の概要について指導すること」とされ、この中で「ラジオの波、光およびX線はすべて電波であることを知る、X線は透過力が大きいことを知る」ことなどが記載され、「放射性元素は放射線を出

すことを知る」ことも記載された。ここで「X線」, 「放射線」の語句がはじめて登場した。しかし昭和44(1969)年(昭和47[1972]年4月施行)に改訂されたときには「X線」の語句は削除されたが, 「放射線」の語句は「放射性元素の原子は, 放射線を出して, ほかの元素の原子に変わること」として残った。さらに昭和52(1977)年(昭和56[1981]年4月施行)の改訂では, 「放射線」の語句も削除された。その後, 平成元(1989)年(平成5[1993]年4月施行), 平成10(1988)年度(平成14[2002]年4月施行), 平成15(2003)年度(2003年12月改正)にも改訂されたが, 「X線」, 「放射線」の語句は復活することはなかった。とくに1998(平成10)年では, “ゆとり”の中で“特色ある教育”を展開するという考えのもと, どの教科も学習内容が30%程度削減された。平成19(2007)年度(平成20[2008]年3月告示)の改訂により, 31年ぶりに理科第1分野で「放射線」の語句が新しく追加された。第3学年ではエネルギーが柱となり, その細目にエネルギー資源(放射線を含む)に「放射線」の語句が加わった。具体的には「人間は, 水力, 火力, 原子力などからエネルギーを得ていることを知るとともに, エネルギーの有効な利用が大切であることを認識すること, さらに放射線の性質と利用にも触れること」と記載されている。「原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること, 核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること, 放射線は透過性などをもち, 医療や製造業などで利用されていること」などにもふれることとしている<sup>19)</sup>。すなわち, 放射線は特別なものではなく, いつでも, どこでも身近にあるもので, 日常生活に役立つものであることを教育することに重点をおいている。また, 福島原子力発電所事故前に作成されたものであるため, 原子力発電の重要性を重視していると考えられる。

まとめると, 1951(昭和26)年では科学技術の発展としての放射線利用(X線の性質と利用), 1958(昭和33)年に原子力平和利用の学習(放射線同位体,  $\alpha$ 線,  $\beta$ 線,  $\gamma$ 線)といった内容の変遷で放射線教育が行われた。1977(昭和52)年の「ゆとりの中で特色ある教育を展開する」といった文部科学省の提言により放射線関連項目が削除された。30年たった2008(平成20)年にエネルギー教育(放射線の性質と利用)で再び放射線教育が行われるようになった<sup>20)</sup>。

## 2. 高等学校の放射線教育

放射線に関する知識は高等学校の理科・物理の科目

で教えることが基本であった。昭和22(1947)年に公布された「学校教育法」で定義された新制高等学校は, 1年間の準備期間を経て昭和23(1948)年度から発足した<sup>21)</sup>。大学に進む生徒のための課程と設備をもつと同様に, 卒業後ただちに職業につくものために必修教科と選択教科の二つに分けた。理科は物理, 化学, 生物, 地学の選択教科に分かれ, うち1科目は選択のうえ必修すべきものとした。「高等学校学習指導要領—物理・化学・生物・地学」(試案)の物理科の中に, 粒子線とふく射線(放電, 電子線, エックス線, 放射能, スペクトル, 結晶構造)の項目が含まれた。昭和23(1948)年の新制高等学校教科課程の改正では内容の変更はなく, 必修教科と選択教科の区別をなくし, 基本はすべてが必修科目としたが, 細分の科目で選択とされた。理科は結果的に1科目の選択必修科目で同じであった。

現行の高等学校学習指導要領解説;理科編の「物理基礎」によると, 物理Ⅱからエネルギーとその利用が移行し, 放射線および原子力の利用とその安全性の問題にもふれることになった<sup>22)</sup>。原子力については, さらに $\alpha$ 線,  $\beta$ 線,  $\gamma$ 線, 中性子線などの放射線の特徴と利用, 線量の単位なども含まれている。放射線がその性質に応じて, 医療, 工業, 農業などで利用されていること, とくに医療ではMRI, レーザー, 超音波の利用も追加された。理科全体にいえることであるが, 観察に関しては霧箱や放射線測定器を用いて放射線の観察, 測定を行い, 放射線の利用や安全性の問題について探究させることなどを述べている。原子核については, 原子核の構成, 原子核の崩壊および核反応について理解させることが狙いであり, 原子核の構成, 原子核の崩壊, 半減期, 核分裂, 核融合, 原子核反応を扱い, 質量とエネルギーの等価性にもふれることになった。具体的には,  $\alpha$ 線,  $\beta$ 線,  $\gamma$ 線, 中性子線の物質に対する透過力の違い, 日常生活における被曝線量(実効線量とシーベルト[Sv])の違い, 原子力発電の原理として中性子とウランによる連鎖反応や原子力発電のしくみを物理基礎の教科書では説明している<sup>23)</sup>。

現在の高校物理では, 徳島大学歯学部歯科放射線学の講義内容に類似する点が多く記述されている<sup>24)</sup>。歯科放射線学の要点であるX線の発生の原理とX線スペクトルの分類(連続X線と特性X線)が記述されている。また大学物理専攻レベルでは必須となっているコンプトン効果の数式的な説明, 量子力学的内容(素粒子の分類[ハドロン, レプトン, クォーク]), 自然界の4つの基本的力(重力, 電磁気力, 弱い力, 強い力)と力の統一(電弱理論, 大統一理論, 万物の

理論), ヒッグス粒子の発見と大型ハドロン衝突型加速器 (LHC), ダークマターとダークエネルギー, 崩壊系列 (ウラン, トリウム, ネプツニウム, アクチニウムの4つの系列), 半減期の計算 (年代測定, 放射性同位元素の放射能), ウラン235の核分裂反応式と核融合反応式, それによるエネルギー計算, フランク定数の測定法, 量子コンピュータの原理など, かなり高度な内容が含まれるようになった. 歯学部では通常は教えていない内容である, これらの内容を高校時に理解できているならば, 大学での放射線関連の講義は大きく変更する必要がある. しかし学生に聞くと, ほとんどの高校ではそれらの内容は受験とは無関係なため, 教育されていないのが実情である.

日本学術会議の提言の中で, 現行の高校理科は物理, 化学, 生物, 地学の4領域に分けられており, それらをすべて学ぶ高校生はきわめて例外的であるが, 最先端の科学・技術が直接, われわれの日常生活に深くかかわっている現代社会においては, 基礎的な概念をすべての高校生が学べるような理科の基礎教育が不可欠であるとしている<sup>25)</sup>. その項の中に放射線・食品・医薬品などの安全性があげられている. 理科の選択科目は, 2014年のデータでは, 物理基礎65% (化学基礎90%, 生物基礎95%), 物理21% (化学30%, 生物26%) と化学生物と比較して物理関係が低くなっている.

一方, 海外の放射線教育の一例として, イギリスでは高校の化学で放射線教育が行われ, 化学の教科書には, 放射能, 放射線の種類, 半減期, 放射性同位体の利用, 放射能の危険性, 原爆の仕組み, 広島に投下された原爆, 原子炉, 原子力発電, 水爆, 放射性廃棄物 (低レベル, 高レベル), 天然放射線, スリーマイル島事故, チェルノブイリ事故などが記述されている<sup>26)</sup>. イギリスは原子力に関する先進国ではあるが, 世界的には原子力発電容量は第11位 (2.3%) とそれほど高くはない. しかし, 長所だけでなく問題点なども正確に教育していることがうかがわれる.

### Ⅲ. 福島第1原子力発電所事故

#### 1. 放射性同位元素の変化

事故による原子炉からの公称総放出量は, 時期によって異なる. 原子力安全・保安院 (Ⅲ・2参照) によると, ヨウ素131 ( $^{131}\text{I}$ ) 約  $1.3 \times 10^{17}$  ベクレル (Bq), セシウム137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) 約  $6.1 \times 10^{15}$  Bq と推定した. 新たな解析により,  $^{131}\text{I}$  約  $1.6 \times 10^{17}$  Bq,  $^{137}\text{Cs}$  約  $1.5 \times 10^{16}$  Bq と修正された. その後原子力安全委員会は,  $^{131}\text{I}$  約  $1.5 \times 10^{17}$  Bq,  $^{137}\text{Cs}$  約  $1.2 \times 10^{16}$  Bq と報告した<sup>27)</sup>.

当時の研究者の報告では, 東北自動車道安達太良サービスエリア (福島県) での放射能の変化割合は, 初期 (2011年3月16日) の放射性同位元素は, テルル132 ( $^{132}\text{Te}$ ) 47%,  $^{132}\text{I}$  37%,  $^{131}\text{I}$  2.3%,  $^{134}\text{Cs}$  12%,  $^{137}\text{Cs}$  12%,  $^{136}\text{Cs}$  4% であった. 23日後は,  $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  は47%,  $^{136}\text{Cs}$  が4%,  $^{131}\text{I}$  が2% と報告している<sup>28)</sup>.

$^{132}\text{Te}$  は半減期3.2日で, ベータ崩壊し $^{132}\text{I}$ になる. $^{131}\text{I}$ は半減期2.3時間で, ベータ崩壊し安定元素のキセノン132 ( $^{132}\text{Xe}$ ) になる. 最初の $^{131}\text{I}$ は, 半減期が短いため23日後にはすべて $^{132}\text{Xe}$ になる. $^{132}\text{Te}$ は23日後には0.6%しか残っていない. この崩壊による娘核種の $^{131}\text{I}$ は下記の計算式から $^{132}\text{Te}$ の2.8%の量になるので, ほとんど0になる. また $^{134}\text{Cs}$ は半減期2年なので, 23日後には98%になる. この $^{134}\text{Cs}$ を基準とすると, 23日間に放射性同位元素の総数は約1/4に減り, 組成としては「 $^{132}\text{Te} + ^{132}\text{I}$ 」から「 $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ 」に変化した<sup>28)</sup>.

$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{T_B}{T_A - T_B}$$

$N_B$ : 放射性同位元素娘核種 B の数,  $N_A$ : 放射性同位元素 A の数

$T_B$ : 放射性同位元素娘核種 B の半減期,  $T_A$ : 放射性同位元素 A の半減期

初期の大気では, 希ガスが重要な要因であった. 約6,000~12,000PBq (Pは $10^{15}$ ) の $^{133}\text{Xe}$ が放出されたと推定されている. 放出された $^{131}\text{I}$ の平均全放射能は約100~400PBqであり,  $^{137}\text{Cs}$ については約7~20PBqであった.

海洋に関しては,  $^{131}\text{I}$ が海へ流れた. 直接放出・流出量は10~20PBqと推定された. $^{137}\text{Cs}$ の直接放出・流出量は, ほとんどの分析によって1~6PBqの範囲であると推定されたが, いくつかの評価は2.3~26.9PBqの推定値を報告している.

現在初期の放射性同位元素で残存しているのは $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ で, 原子力発電所を中心に空間線量率が高いところが残っている. 政府は福島県およびその近隣県における航空機モニタリングによる空間線量率の結果を定期的に公表している. 事故直後の福島市では $3.2 \mu\text{Sv}/\text{時}$  (2011 [平成23] 年4月29日補正データ) であったが, 直近のデータ (2016 [平成28] 年9月14日~11月18日測定) によると福島市は $0.1 \mu\text{Sv}/\text{時}$ 未満と1/30程度まで減衰している<sup>29)</sup>.

#### 2. 放射線関連省庁の再編

放射線関連担当部署は科学技術庁であったが, 2001年の中央省庁再編により文部省と科学技術庁が廃止さ

れ、統合して文部科学省となった。原子力関係は資源エネルギー庁（経済産業省の外局）の特別機関であった原子力安全・保安院が所掌していたが、事故の後処理により2012年に廃止され、環境省の外局である原子力規制委員会へ移行した。また内閣府の審議会の一つであった原子力安全委員会も同時に廃止され、原子力規制委員会へ移行した。これ以降、放射線関連の所掌は文部科学省から原子力規制委員会へと移行となった。原子力規制庁は原子力規制委員会の事務局であることが原子力規制委員会設置法27条1項2項に明記されている。

#### IV. 福島第1原子力発電所事故直後の大学の対応

事故後住民はただちに安全な地域に一時的に避難した。避難場所では被曝の有無のスクリーニング検査が行われたが、測定器および測定者の不足のため、十分な活動ができなかった。そこで文部科学省は、翌週の月曜日に担当者の人員派遣の要請を全国の大学などに行った。徳島大学からは筆者（菅田）をリーダーとして、放射線防護専門家、診療放射線技師、看護師、事務員の5人体制のチームを結成したが、出発直前に原子炉建屋の爆発があり、福島県の広い範囲で生命の危険性があることから見送りになった。

その後、発電所周辺住民の本格的な避難が始まり、また事故収束ができなかったために、放射性同位元素が福島県の広範な地域に広がり、放射線被曝の懸念が現れた。住民の被曝検査を行うために、福島県では福島市、二本松市、川俣町、郡山市、須賀川市、田村市、白河市、会津若松市、南会津町、南相馬市、いわき市に会場を設け、緊急被曝医療におけるスクリーニング（検査）を2011年3月13日～6月30日にかけて行った。福島県は全国の大学や電気事業連合、自治体などに放射線専門家の派遣を依頼した。徳島大学では筆者と放射線防護専門家の2人を派遣し、延べ日数20日以上にわたりスクリーニングを行った。当時の緊急被曝医療におけるスクリーニングに関する配布資料（2011年3月13日～5月26日）によると、合計では193,390人の検査が行われ、13,000～100,000cpm未満（部分的な拭き取り除染を行う）は894人で、100,000cpm以上（全身除染を行う）は102人であった。

その後、線量が低下したことで、短時間ではあるが自宅に戻り大切な物品などを一定量とりに帰ることができる「警戒区域内（20km圏内）への住民一時帰宅に係る緊急時被曝スクリーニング」が5月～8月の間の特定日に行われた。この検査では、参加住民の被曝

スクリーニングを中継所で行う担当者の派遣要請が文部科学省から各大学にあり、30大学がこれに応じ1～4名の派遣を行った。徳島大学も2人で参加した。

福島県は2011年3月13日～2013年6月30日のスクリーニングでは266,042人が検査を受け、100,000cpmを超えた人は2011年3月までにスクリーニングを行った102人と報告している<sup>30</sup>。

このスクリーニングで感じたことは、被曝量を測定することが主な仕事ではなく、放射線に対する不安の相談（人によっては30分以上）を受けることが重要な目的であった。放射線に対して不安に思っている人がかなり存在し、相談する適切な人がいなかったためである。各スクリーニング会場では全国各地から放射線専門家が派遣されていたので、住民たちは喜んで相談にきていた。政府と東京電力関係の人たちの話をほとんど信用していなかったことも拍車をかけた。大学職員の信用はかなり高かったため、個人的な相談事も多くみられた。「出荷制限がかかっているが、家庭菜園の野菜を食べても問題ないのか」（川俣町）、「避難地域から車や乳児用の服をもってきたが使用しても大丈夫か」（双葉町）、「牧場の線量が指定の3.8 $\mu$ Sv/時程度だが、従業員の就業時間制限をしなければならないのか」（浪江町）など、線量が高い地域から多くの質問があった。「すべての地域で個人被曝測定をするにはどうすればよいか」という質問があった。人々が苦しみ悩んでいる状態でひどいことも行われていた。持ち込み野菜などの線量測定時に、いくら払えばよいかと聞かれることが何回かあった。被曝スクリーニングは無料であることから、一部の事業者が有料で行っていることがわかった（川俣町）。20km圏内に一時的に立ち入りが可能になったとき、入り口付近でマスク販売の業者がいたと自衛隊職員から報告があった（川俣町）。線量が高い福島市では、スクリーニング検査をしていなかったため、産婦人科病院で診療拒否事例があった（福島市）。県の話では、スクリーニングの有無に関係なく診療するように医師会に通達しているとのことであった。福島県内で会津若松市は線量が低いため避難先になったが、避難した生徒が学校でいじめにあった（会津若松）。0.1 $\mu$ Sv/時以上のところにいると、白血病になると親戚の医者にいわれたので、洗濯物は外には出さず、なるべく屋外に出ない、また子どもが福島市で就職が決まったが、福島市は線量が高いので、断るべきかの相談を受けた（いわき市）。これらの相談で、同県内でもいじめの問題が存在している、人の不幸につけこんで商売する人がいる、放射線に対してまったく知識がない医師が風評被害に荷担しているなどのことがわかった。これらの事実から、

医療従事者として十分な放射線の理解がないと社会的な問題に発展する可能性があるため、放射線教育が非常に重要であると感じた。

## V. 放射線副読本の理解度

### 1. 歯学部学生の理解度

事故後、文部科学省による新しい2種類の副読本の作成の経緯、また現場でのスクリーニングにおける住民の相談内容などを受け、国民の放射線に対する知識の向上が重要で、患者から放射線関連の相談を受ける可能性がある医療従事者にとっては、よりその問題を深刻に考える必要があると考えられた。このような背景のもと、医療従事者の中では診療放射線技師に次いで放射線教育の時間が多い歯学部学生を対象に教育のあり方を検討している<sup>14,15)</sup>。

国立大学歯学部の学生を対象に、2014、2015年にアンケートによる質問紙調査を実施した。対象者は1年生79人(2014年40人、2015年39人)、4年生83人(44人、39人)、6年生72人(41人、31人)とした。2013年12月に発行された2種類の放射線副読本(小学生用、中・高生用)の中から、理解されるべき重要語句をそれぞれ25ずつ選択し、理解度を4段階(0:知らない、1:聞いたことがある、2:少し理解している、3:説明できる)で回答してもらった。各学年において、小学生用と中・高生用から選んだ語句への回答の平均得点の差を比較した。また小学生用の平均得点と中・高生用の平均得点において、各学年に差があるかどうかを比較した(表1, 2)。

小学生用語句では学年による差はみられなかったが、中・高生用語句では講義後の6年生で理解度が高まった(1年生 $p<0.05$ 、4年生 $p<0.01$ ) [図1]。小学生用語句と中・高生用語句を各学年で比較すると、小学生用語句は1年生と4年生は明らかに理解していた( $p<0.05$ )。講義後の6年生では中・高生用語句の理解度が上がったため差がなくなった(図2)。小学生用語句では、小学校で習っている「広島、長崎原爆投下」が、1番平均点が高かった。2位以下5位までは「風評被害」、「半減期」、「福島第1原子力発電所」、「放射線」となり、「風評被害」、「福島第1原子力発電所」は今回の事故で出てきた語句で、後は高校で物理を習わなければ指導要領には含まれていない語句であった。理解度からすると平均点2以上なら理解していると考えられるが、それに該当するのは「広島、長崎原爆投下」、「風評被害」、「半減期」だけであった。もっとも知られていない語句は「航空機モニタリング」で、1点未満の聞いたことがない語句としては、「東

海村 JCO 臨界事故」、「放射性ストロンチウム」、「セシウム134」、「セシウム137」、「ヨウ素131」、「スリーマイル島原発事故」で、これらの語句は事故前では専門家でもほとんど知らない語句であった(表1)。

中・高生用語句では、全体的に平均点が下がり、2点以上は「同位体」だけであった。2位以下は、「原子核」、「放射線被曝」、「帰宅困難、居住制限、避難指示解除準備区域」、「電磁波」となり、「帰宅困難、居住制限、避難指示解除準備区域」は事故後に新しく作られた語句であった。もっとも知られていない語句は「空間線量率」で、それに続いて「物理線量」、「ICRP」、「外部被曝の低減3原則」であった。「物理線量」、「ICRP」、「外部被曝の低減3原則」の語句は、歯科医師国家試験では必須の語句であるが高校では習わない。「空間線量率」は放射線測定分野では一般的であるが、それ以外では出てこない語句である(表2)。「ベクレル」、「自然放射線」、「人工放射線」、「吸収線量」、「グレイ」、「物理線量」、「ICRP」、「外部被曝の低減3原則」など歯科医師国家試験に出題される語句に関しては、6年生になると有意に理解度が高まった( $p<0.001$ )。

100時間を超える放射線専門家による講義を受けたにもかかわらず、このように平均得点が小学生用で1.49、中・高生用で1.39と「少し理解している」2点まで届かなかったという結果になったことは、初等教育で副読本の内容を理解させることは非常にむずかしく、この内容を理解できる教師も非常に少ないと考えられる。また100時間も教えたにもかかわらず、十分な教育効果が得られなかったことは、教え方に問題があるかもしれない。初等教育では教え方をさらに工夫する必要があると考えられる。

### 2. 副読本に対する評価

千葉県内の中学校理科教諭30人を対象として2013年に教育効果のアンケート調査が行われた<sup>31)</sup>。放射線教育で副読本を使用していない割合は67%と、大半が利用していなかった。放射線教育の課題(複数回答)として内容がむずかしい(6人)、放射線について言及することがためられる(6人)、保護者の反応が気になる(5人)といった理由が述べられていることから、教員に対して知識教育だけでなく啓蒙教育も必要であると考えられる。

岐阜県の理科専門の現職教員76人(小学校22人、中学校38人、高等学校16人)に対して、2014(平成26)年度に教育経験と意識について、質問紙による調査が実施された<sup>8)</sup>。放射線副読本の使用経験に対して、授業で使用が3%、授業計画の参考にした10%、個人

表 1. 小学生用語句の理解度

順位	語句	1年生 (79人)	4年生 (83人)	6年生 (71人)	計 233人
1	広島、長崎原爆投下	2.51	2.20	1.97	2.24
2	風評被害	2.18	1.98	1.97	2.04
3	半減期	2.08	2.00	1.99	2.02
4	福島第1原子力発電所	2.03	1.80	1.83	1.88
5	放射線	1.77	1.83	2.00	1.86
6	放射性物質	1.71	1.70	1.90	1.76
7	放射能	1.78	1.66	1.82	1.75
8	X線	1.67	1.69	1.90	1.75
9	チェルノブイリ原発事故	1.84	1.57	1.71	1.70
10	避難指示区域	1.78	1.61	1.47	1.63
11	除染	1.68	1.57	1.63	1.62
12	シーベルト	1.38	1.45	1.65	1.49
13	セシウム	1.44	1.31	1.53	1.42
14	再生可能エネルギー	1.61	1.37	1.21	1.40
15	食品中の放射性物質の基準値	1.37	1.22	1.24	1.27
16	空気中の放射線量	1.30	1.23	1.26	1.26
17	100ミリシーベルト	1.20	1.16	1.32	1.22
18	プルトニウム	1.14	1.16	1.26	1.18
19	スリーマイル島原発事故	0.86	0.82	1.15	0.94
20	ヨウ素 131	0.78	0.71	1.28	0.91
21	セシウム 137	0.77	0.71	1.15	0.87
22	セシウム 134	0.76	0.71	1.15	0.86
23	放射性ストロンチウム	0.61	0.55	0.81	0.65
24	東海村 JCO 臨界事故	0.49	0.60	0.85	0.64
25	航空機モニタリング	0.22	0.34	0.67	0.40
	平均得点	1.40	1.32	1.47	1.39

表 2. 中・高校生用語句の理解度

順位	語句	1年生 (79人)	4年生 (83人)	6年生 (71人)	計 233人
1	同位体	2.38	2.06	1.89	2.12
2	原子核	2.20	1.83	1.78	1.94
3	放射線被曝	1.86	1.82	1.76	1.82
4	帰宅困難、居住制限、 避難指示解除準備区域	1.82	1.65	1.46	1.65
5	電磁波	1.57	1.47	1.61	1.55
6	アルファ線	1.48	1.37	1.58	1.47
7	ベータ線	1.47	1.36	1.58	1.47
8	ガンマ線	1.37	1.35	1.56	1.42
9	中性子線	1.13	1.11	1.58	1.26
10	ベクレル	1.06	1.17	1.58	1.26
11	内部被曝	1.20	1.02	1.57	1.25
12	外部被曝	1.18	0.98	1.57	1.23
13	自然放射線	0.96	0.77	1.47	1.05
14	人工放射線	0.95	0.73	1.33	0.99
15	吸収線量	0.58	0.64	1.61	0.92
16	グレイ	0.54	0.58	1.54	0.86
17	炭素 14	1.03	0.70	0.79	0.84
18	米の全袋検査	0.76	0.75	0.89	0.79
19	高線量被曝	0.61	0.57	1.21	0.78
20	放射線モニタリング	0.62	0.72	0.97	0.76
21	低線量被曝	0.62	0.53	1.19	0.76
22	外部被曝の低減3原則	0.30	0.30	1.17	0.57
23	国際放射線防護委員会 (ICRP)	0.30	0.34	0.99	0.53
24	物理線量	0.38	0.31	0.93	0.53
25	空間線量率	0.46	0.35	0.75	0.51
	平均得点	1.07	0.98	1.38	1.13

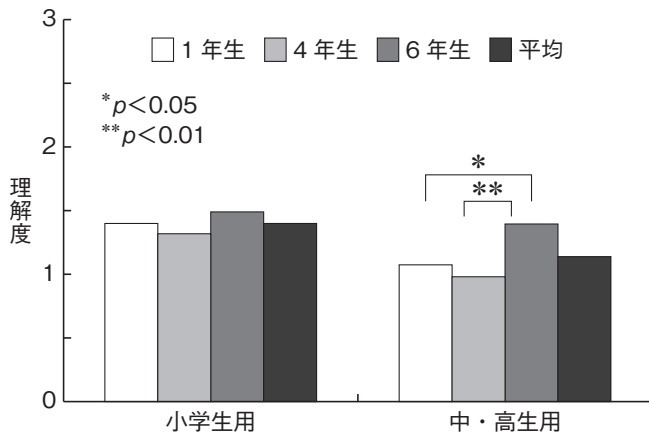


図1. 小学生用語句と中・高生用語句の学年間における理解度の違い

小学生用語句では学年により違いはみられないが、中・高生用語句では6年生になると有意に理解度が上がった(平均は6年を含んでいるため統計処理からはずしている)。

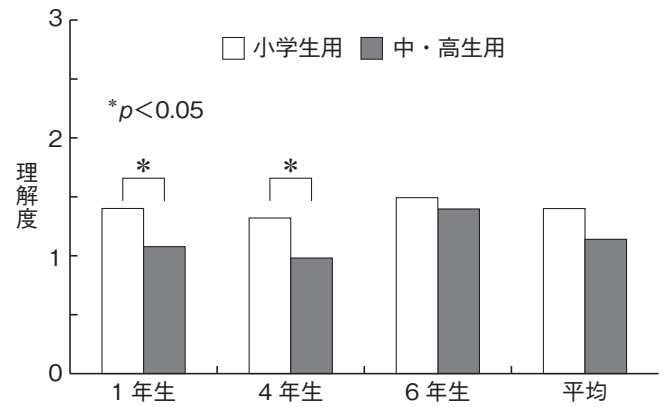


図2. 各学年ごとの小学生用語句と中・高生用語句の理解度の違い

1年生と4年生は小学生用語句を有意に理解していた。

的に読んだ程度32%, 使用していない55%と教育にはあまり使用されていなかった。内容のむずかしさに関する質問で、かなりそう思う24%, ややそう思う42%と、大部分の人が、内容がむずかしすぎる、生徒のレベルに合っていないと考えていた。そのため使用率が低かったと考えられる。

2011年10月発行の3種類の旧副読本<sup>16)</sup>に対しては、さまざまな議論が取り交わされた<sup>32,33)</sup>。とくに放射線影響に関する記述に異議を唱える人々が多かった。本の記述では「100ミリシーベルト以下の低い放射線量と病気との関係については、明確な証拠はないことを理解できるようにする」とあるが、疫学調査からは低線量の影響が現れているという報告などを無視して一方的な見解を押しつけているという意見もある<sup>32)</sup>。科学編集部(岩波書店)が2012年に、47都道府県と19政令指定都市の教育委員会委員長と教育長宛てに、旧放射線副読本についてのアンケートを行った<sup>33)</sup>。回答は16件(回収率24%)であった。「本年度に文科省副読本を使う予定がある学校の数と割合」の質問に対して、静岡市(静岡県の浜岡原発停止中)は小学校から高等学校まで100%, 大分県(対岸の愛媛県に伊方原発立地)は高等学校で6割弱、ある県の教育委員会は小・中学校でそれぞれ7割と9割との回答だけだった。ほかは把握していないという回答であった。また福島県と静岡県では、独自に放射線にかかわる副読本を作っているとの回答であった。回答が得られたのは原子力発電所隣接地域からだけであった。福島県では幼児からの放射線教育を念頭に、小学生と中学生をそれぞれ学年別に3段階に分けた指導内容で230ページにわたる指導資料を平成23(2011)年度に作成し、毎年改訂している<sup>11)</sup>。同様に柏崎刈羽原子

力発電所が立地されている新潟県では、小学校、中学校の放射線教育のために「放射線等に関する副読本の活用の手引き」を教育委員会が作成し、副読本を使用している。文科省の放射線副読本だけでは、教えることがむずかしいと考える教員のための方策だと思われる<sup>12)</sup>。福島県と隣接している群馬県では、前橋市と高崎市の教育委員会が小学生・中学生用に副読本を教えるための教員用の放射線に関する指導資料を作成し、放射線教育に力を入れている<sup>13)</sup>。指導資料の作成は、すべての教員が放射線教育を行うことがむずかしいためと考えられる。

新しい副読本では、ある程度問題と考えられた記述は改訂されているものの、原発とあまり関係ない地域では、放射線教育に関して積極的な姿勢がみられないため、副読本に関心が薄いと考えられる。それらの自治体では、今の教育体制では、副読本の内容を正確に教えることは非常に困難である。理論的な定義や根拠が示されている放射線用語の内容に関しては、知識をつけることで教育が可能となるが、放射線影響などの科学的根拠が不確かな分野では、教育者の単なる知識だけで教えると偏りが生じ問題となる。多くの材料を入手し総合的に判断できる教育者が、副読本を利用することによって現在の放射線教育を正しく行えんと考えられる。すなわち副読本の利用法によって、教育のあり方がかわるため、教育者の資質が非常に重要となり、そのような資質を有する教育者の育成が望まれる。

## VI. 放射線に関する知識

### 1. 一般住民

一般住民を対象として放射線に対する不安感などを調べた調査は多く存在するが、知識単独を調べたものはみられず、設問項目に知識に関する質問が入ってい



表3. 放射線に関する説明の正誤の質問事項

1. 放射線を出す能力のことを放射能といい、放射能をもつ物質を放射性物質という
2. 放射線には物質を透過する能力はない
3. 放射線が人体に与える影響を表す単位としてベクレルが用いられる
4. 放射性物質は病原菌のように伝染しない
5. 放射能の強さを表す単位としてグレイが用いられる
6. 私たちは宇宙や大地、食物などからも放射線を受けている
7. 人体の外にある放射性物質からの放射線を受けることを「外部被ばく」といい、空気、水、食物などを摂取して体内に取り込まれた放射性物質からの放射線を受けることを「内部被ばく」という
8. 放射線を大量に受けると人体に異常を引き起こすので危険である
9. 放射性物質の量は時間がたっても変わらない
10. 放射線の進む方向は風によって変わる
11. 放射性物質は地球ができた時から自然界に存在する
12. 放射線は微量だが普通の食物の中からも出ている
13. 放射線は微量だが常に人体からも出ている
14. 放射線には人工的に作られるもの（人工放射線）と自然界に存在するもの（自然放射線）がある。人体に受ける放射線の種類や量が同じであっても、自然放射線と人工放射線では影響は異なる

正答：1, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13.

解説：2. ある（種類によって透過性は異なる）、3. シーベルト、5. ベクレル、9. 変わる（時間とともに減衰する）、10. 変わらない（直進する）、14. 影響は同じ。

る場合がある。

関西電力供給地区の一般住民満20歳以上の男女1,111人に対して2012年10月、11月に行われた調査では、放射線に関する現状認識、イメージや知識、理解度の状況などの項目を聞いている<sup>34)</sup>。5段階評価（1～5）で、知識があるほう（5と4）との回答は28%で、理由としては、事故後に増えたと回答した人が67%にのぼり、今回の原子力発電所事故の影響は福島周辺のみならず全国に広がっていることを示している。知識に関しては、14項目の質問に対する正誤の回答で、平均6.8個（49%）の正答率であった（表3）。この項目は放射線の知識を調べるための代表的な項目であり、さまざまなアンケートで用いられている。「放射線が人体に与える影響を表す単位としてベクレルが用いられる」（15%）、「放射線の強さを表す単位としてグレイが用いられる」（17%）、「放射線の進む方向は強い風によって変わる」（12%）、「放射線には人工的につくられるもの（人工放射線）と自然界に存在するもの（自然放射線）がある。人体に受ける放射線の種類や量が同じであっても、自然放射線と人工放射線では影響は異なる」（15%）の正答率が10%台と非常に低かった。これらの結果から放射線に関しては、基礎的な知識に加え量的な内容についての理解を深め、実践力を高めることが重要であるとしている。

一般市民を対象とした放射線に関する講演会が2014年に福島県浪江町と青森県の弘前市、青森市、八戸市の3市で行われた。講演会前にアンケート調査が行われ、浪江町125人（平均年齢69歳）、青森県

117人（平均年齢43歳）が回答した<sup>35)</sup>。その中で自然放射線と人工放射線の違いが質問され、正答率は浪江町で39%、青森県で60%と関西地方の結果と比較して有意に高い結果になった。原発事故の被災県と使用済み廃棄物処理施設立地県の住民であることから、日常的に放射線の知識を取得しようとしている結果と考えられる。さらに講演会出席者というバイアスも影響している。

食品中の放射性物質などに関する意識調査が20～60代の男女を対象に2017年に、被災地域（岩手県、宮城県、福島県、茨城県）と被災地産品の主要仕向先である東京などの都市圏（埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、愛知県、大阪府、兵庫県）の消費者を対象として、インターネットにより行われ、5,176名から回答が得られた<sup>36)</sup>。放射線の基礎知識の質問項目の一つに、「放射性物質の種類（核種）により、放射線には、透過力等が異なるα線、β線、γ線といった種類がある」ことを知っているとした割合は37%だった。この調査は過去9回行われ39%～46%の範囲で変動していた。この割合は筆者らが行った歯学部学生を対象とした副読本理解度のアンケート結果（表1、2）からの推定値に近いので、一般平均としてはかなり高い。被災地などの住民は、健康を非常に心配し知識をつけているためである。東京圏ではホットスポットや貯水場に混入し水道水への汚染が危惧された問題で、一時的なパニック状態になりかけたこともあり、住民達は放射線に対して非常に関心をもち知識をつけ、高い数値になったと考えられる。東京都は事故直後から継続した下水道の汚泥処理施設の敷地における空間

線量率と放射能濃度を定期的に測定し公表している<sup>37)</sup>。事故直後(2011年5月19日)は、空間線量率が0.08~0.14 $\mu$ Sv/時、<sup>131</sup>Iが34~234Bq/kg、<sup>134</sup>Csが32~1,450Bq/kg、<sup>137</sup>Csが39~1,700Bq/kgであった。最新のデータ(2017年10月27日)では、それぞれ0.04~0.08 $\mu$ Sv/時、不検出~22Bq/kg、不検出~100Bq/kg、33~860Bq/kgと事故後からかなり減っている。

## 2. 中学生

千葉大学教育学部附属中学校3年生78人を対象として2013年に教育効果のアンケート調査が行われた<sup>31)</sup>。その結果、放射線について人体への影響などに関心があるが、実際の教育は放射線の性質や利用が中心となっているという問題点が指摘されている。

福岡教育大学附属中学校3年生(定員120人)を対象として、副読本に関するアンケート調査が2013年と2014年に行われた<sup>6)</sup>。その中で、「放射線と放射能の区別を説明できる」と回答した割合は、それぞれ4%、7%だった。受験が必要なため平均的な中学より学力が高く、原発隣接県であるにもかかわらず低い結果になった。今まで放射線教育を受けていないことを示していると考えられる。

福島県では中学校3年生(7校819人)を対象として、2015年にアンケート調査が行われた<sup>11)</sup>。「放射線、放射性物質、放射能の違いを知っていますか」という問いに、「説明できるか、自信はないが説明できそう」との回答割合は36%と福岡の結果より高かった。福島県では事故後に放射線教育に非常に力を入れている結果を反映していると考えられる。さらに、放射線教育が必須でない小学校6年生(9校322人)に対してのアンケート結果でも、ほぼ同様に40%がそのように回答したことも、初等教育からの放射線教育の充実を裏づけている。

事故前の2005年と2006年に鹿児島県の原発立地地域を除いた小学校147校、中学校89校(県内公立校の児童・生徒数の7割)を対象にアンケート調査が行われた<sup>38)</sup>。「放射線と放射能の違い」がわかると答えた割合は、小学4、5、6年生ではそれぞれ3、4、7%で、中学1、2、3年生ではそれぞれ10、8、12%と低い値だった。原発立地県にもかかわらず、事故前は放射線教育が十分に行われていないと考えられる。

愛媛県の伊方原発立地地域の公立中学校2校(238人)と隣接の2校(652人)でエネルギーに関するアンケート調査が2007年に行われた<sup>39)</sup>。「放射線、放射能という言葉を知っていますか?」の質問に対して、「知っている」と答えた割合はそれぞれ56%と41%

となり、有意に原発立地地域の生徒が理解していた。

秋田県では県央部の中学生(4校179人)を対象として、2011年に放射線の学習に関するアンケート調査が行われた<sup>9)</sup>。 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、X線、電磁波の語句を「同級生に説明できる」と回答した割合は、それぞれ2.2%、1.7%、2.8%、7.3%、7.8%と低い値を示した。「放射線と放射能の違い」を「同級生に説明できる」と回答した割合は5.6%と低かった。事故直後の調査結果のため、まだ放射線教育が行われていない状態であることを示していると考えられる。

これらの結果から、事故前は放射線教育が義務化となっていないため、放射線に対する知識は原発立地地域を除く大部分の地域でかなり低いことが示された。事故後は原発とのかかわり合いによって放射線教育の力の入れ方に差が出て、その結果知識に差が出ている。

## 3. 高校生

小・中学校と異なり放射線教育は物理で必須になっている。知識を調べたアンケート調査はあまり行われていない。事故の9年前(2002年)に、「アジア原子力協力フォーラム(Forum for Nuclear Cooperation in Asia: FNCA)」の枠組みのもとでの多国間協力プロジェクトの一つである「原子力広報」活動の一環として、日本、中国、インドネシア、韓国、フィリピン、タイおよびベトナムの7カ国の高校生を対象に「FNCA 各国高校生の放射線についての知識、関心等に関する合同アンケート調査」が行われた<sup>40)</sup>。日本では、首都圏の8高等学校(2年生、普通科)を対象として実施された。回答者は1,156名であった。放射線に関する知識調査(6問の正誤問題)の結果、「自然放射線と人工放射線は性質が異なる」に対する正答率19.3%から「放射線の強さは時間がたっても変わらない」の正答率64.2%まで大きく変動した。残りの4つの設問は40%以上の正答率であった。他国の回答率は、日本と同様な傾向で、前述の最初の設問に対する回答率はインドネシア8.4%、中国19.7%、フィリピン19.8%、タイ22.0%、ベトナム23.4%と低かった。しかし「放射線は微量だが普通のおもちゃの中からも出ている」という設問に対して日本では49.0%であったが、ベトナムでは19.9%と最低となり、インドネシアでも28.9%とかなり低かった(表4)。

これらの結果(韓国は別のデータを参考値として記載)をみると、アジアでは平均的にフィリピンがもっとも知識が高いことが示された。低いのはインドネシアである。他の国に関しては、平均的には日本とそれほどかわらないが、内容的には異なっている。とくに食物からの放射線の質問では、日本とフィリピンが高

表 4. アジア諸国の放射線に関する知識の正答率 (%) [文献 40 から引用]

質問事項	国名						
	CHN	INA	JPN	PHI	THA	VIE	KOR
1. 放射線を出す物質は地球ができたときから自然界に存在する	68.2	80.8	62.7	60.7	53.9	74.4	35.0
2. 放射線の強さは時間がたっても変わらない	60.2	46.1	64.2	68.3	62.0	51.9	49.0
3. 放射線は微量だが普通の食物の中からも出ている	31.1	28.9	49.0	50.4	39.7	19.9	36.0
4. 放射線の進む方向は強い風によって変わる	34.9	34.7	50.3	56.7	54.9	54.3	49.0
5. 自然放射線と人工放射線はその性質が異なる	19.7	8.4	19.3	19.8	22.0	23.4	49.0
6. 放射線は微量だが常に身体からも出ている	52.4	53.8	41.9	56.1	52.3	51.5	11.0
平均値	44.4	42.1	47.9	52.0	47.5	45.9	38.2

CHN：中国，INA：インドネシア，JPN：日本，PHI：フィリピン，THA：タイ，VIE：ベトナム，KOR：韓国（参考値）.  
正答：1, 3, 6.

いが、他の国は低い。このことは食物に対する関心度の違いが現れていると考えられる。値からみると、回答は二者択一のため知識に関係なく平均は50%前後となるため、日本を含めてアジアの国の高等教育における放射線教育は不十分と考えられる。日本では1989（平成元）年の高等学校指導要領の変更に伴い、放射線やX線の記述が削除され、各教員が原子力の中で放射能にふれることとされた。これにより、放射線の教育は不十分になっている。それがこの正答率に反映されていると考えられる。正答率が20%未満の項目がみられたことは、誤った知識を身につけていると考えられ、正しい教育が速やかに行われる必要がある。

#### 4. 大学生

1998～2002年に京都の3大学に入学した学生284人（回収率76.4%）に放射線などへの知識の形成過程のアンケート調査が行われた。「放射線と放射能の違いがわかりますか」という質問に、わかる人はわずか5%と非常に低かった<sup>41)</sup>。3大学のうち2大学は文系学部のため、通常よりもより低くなったと考えられる。

「原発事故関連の教育課程づくり」のアンケート調査が2011年4月と9月に実施された。「教育課程論」, 「理科教育概論」などの教職科目を履修している近畿地方の3大学生約300人が対象であった。8項目の原子力や放射線に関する質問が行われ、放射線はなにかを説明する問では、正解率は文系学部0%、理系学部5%とほとんど理解されていなかった。1970年代までは中学校で教えていた「元素の種類」, 「同位体」, 「原子の構成粒子」, 「質量数」の説明に対する正解率は、それぞれ文系学部では8%, 2%, 6%, 4%, 理系学部でも11%, 68%, 43%, 27%と低く、基本的な理解が得られていないことが示された<sup>42)</sup>。

教師を志望する学生と教師以外を志望する学生の

「原子力発電、放射線、エネルギー・環境問題」についての意識調査が2013年に行われ、愛知県（浜岡発電所の隣接県）にある東海学園大学400人および近隣の国立大教育系学生64人、私立教育系短大学生27人、計491人（教師志望253人）からの回答が得られた。質問の中で「小学校の先生だったら、原子力発電・放射線を教える知識はありますか」との問いに、十分あるまたは少しあると答えた人は教員志望で17%、それ以外では9%と低かった<sup>43)</sup>。

2015年に千葉大学の放射線の知識をもつ必要がある職を養成している各学科（養護課程、理学専修、医学、健康スポーツ学）の学生377人に放射線知識状況アンケート調査が行われた<sup>44)</sup>。「X線とγ線の本体はいずれも電磁波である」の正答率はそれぞれ47.1% 73.3% 57.5% 51.7%であった。理学専修の学生は高校で習った放射線の知識を維持していたが、二者択一の質問なので、それ以外の学生はほとんど覚えていないと考えられる。

これらのアンケート調査の結果から、放射線や物理などの理系専攻以外の大学生は、小学生用副読本で知るべき放射線の知識をもち合わせていないことが示されたと考えられる。

#### 5. 医療従事者

医療従事者は診療においてX線を主として放射線を直接または間接的に取り扱う可能性があることから、放射線に対する知識は一般人と比べて高い。看護師を対象とした放射線知識のアンケートは多くみられるが、そのほかの職種は少ない。

事故直後の2011～2014年までの、臨床研修医オリエンテーション受講者163人に対する放射線の理解に対するアンケートが行われ、10問の正誤問題が出題された<sup>45)</sup>。研修医は放射線医学の講義を在学中に受講し、今回の放射線業務従事者としての教育訓練

表 5. 放射線業務従事者の教育

<p>1. 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則における教育訓練</p> <p>第 21 条の二</p> <p>一 管理区域に立ち入る者（第二十二条の三第一項の規定により管理区域でないものとみなされる区域に立ち入る者を含む。）及び取扱等業務に従事する者に、次号から第五号までに定めるところにより、教育及び訓練を行うこと。</p> <p>二 放射線業務従事者に対する教育及び訓練は、初めて管理区域に立ち入る前及び管理区域に立ち入った後において一年を超えない期間ごとに行わなければならない。</p> <p>三 取扱等業務に従事する者であって、管理区域に立ち入らない者に対する教育及び訓練は、取扱等業務を開始する前及び取扱等業務を開始した後において一年を超えない期間ごとに行わなければならない。</p> <p>四 前二号に規定する者に対する教育及び訓練は、次に定める項目について施すこと。</p> <p>イ 放射線の人体に与える影響</p> <p>ロ 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い</p> <p>ハ 放射性同位元素及び放射線発生装置による放射線障害の防止に関する法令</p> <p>ニ 放射線障害予防規程</p> <p>五 前号に規定する者以外の者（第二十二条の三第一項の規定により管理区域でないものとみなされる区域に立ち入る者を含む。）に対する教育及び訓練は、当該者が立ち入る放射線施設において放射線障害が発生することを防止するために必要な事項について施すこと。</p> <p>2 前項の規定にかかわらず、同項第四号又は第五号に掲げる項目又は事項の全部又は一部に関し十分な知識及び技能を有していると認められる者に対しては、当該項目又は事項についての教育及び訓練を省略することができる。</p> <p>3 前二項に定めるもののほか、教育及び訓練の時間数その他教育及び訓練の実施に関し必要な事項は、原子力規制委員会が定める。</p> <p>補足) 原子力規制委員会による教育訓練時間</p> <p>イ：30分、ロ：4時間、ハ：1時間、ニ：30分</p>	<p>2. 電離則の特別の教育</p> <p>(透過写真撮影業務に係る特別の教育)</p> <p>第 52 条の五 事業者は、エックス線装置又はガンマ線照射装置を用いて行う透過写真の撮影の業務に労働者を就かせるときは、当該労働者に対し、次の科目について、特別の教育を行わなければならない。</p> <p>一 透過写真の撮影の作業の方法</p> <p>二 エックス線装置又はガンマ線照射装置の構造及び取扱いの方法</p> <p>三 電離放射線の生体に与える影響</p> <p>四 関係法令</p> <p>補足) 厚生労働省による時間</p> <p>一：1時間30分、二：1時間30分、三：30分、四：1時間</p>
--	--

(表5)を受けたにもかかわらず、「X線照射室では、照射後短時間の間、放射線が残存している」という設問の正答率は約59%と低かった。「β線の本体は電子である」では約74%、「X線とγ線の本体は、いずれも電磁波である」78%とそれほど高くはなかった。これらのことから、研修医は放射線に関心が薄く、知識は十分とはいえないと考えられる。

看護師に関しては、病院内で放射線に接する機会が多いにもかかわらず、放射線に対する基礎的な知識は、多くのアンケート調査で十分ではないと思われることが指摘されている<sup>46-49)</sup>。これらの報告の結果、放射線に関する知識は不十分であり、今後の教育のあり方が問題となっている。

九州地方の特定機能病院に勤務する看護師677人(回答率58%)を対象に2013年に放射線診療に関連したアンケート調査が行われ、放射線の知識が調べられた。「自然放射線について知っているか」で「はい」と答えた割合は43.5%、「放射線の性質と単位」で「よく知っている・少し知っている」と答えた合計割

合は21%と、放射線に関する知識は低いことが示された<sup>46)</sup>。

鹿児島県(川内原発立地)の全保健師462人(回収率48.1%)を対象に、放射線に関する知識の必要性について郵送によるアンケート調査が2014年に行われた<sup>47)</sup>。放射線の知識に関する9項目の質問の中で、「自然放射線」は72%であったが、「放射線と放射能の違い」は47%、「放射線の種類」は59%と低くなった。通常のアンケート項目にはない「確定的影響のしきい値や放射性セシウムの規制値」、「日本の食品中の放射性セシウムの規制値」に関しては、知っていると答えた割合は、それぞれ9.5%と6.3%と非常に低かった。原子力発電所の立地県であるが、知識が不十分であることを十分に理解していることから、日常、非日常に活かせる放射線教育が必要であると結論づけている。また勤務場所や業務内容によって理解度が異なることも判明した。

事故前にも看護師を対象とした放射線に関するアンケート調査が行われていた。宮城県の病床数450の救

急告示病院の看護師 305 人（回答率 70.8%）を対象とし、2008 年に放射線教育に関するアンケート調査が行われた<sup>48)</sup>。「放射線にはいろいろな種類があることを知っていますか」という質問で「はい」と答えた割合は 24.5% と低かった。

近畿地方の総合病院に勤務する看護職 350 人（回収率 82.9%）での 2005 年の放射線に関する知識アンケート調査の結果では、「放射線の性質と単位」をよく知っている・少し知っていると答えた人の合計はわずか 8% と非常に低かった。放射線に関する教育の要望に対して、「受けたい」と答えた人は 212 人（76.8%）と多くの人が望んでいた<sup>49)</sup>。

医師は学部で放射線教育を受けている。千葉県の小児科医を対象として 2015 年に行われたアンケート結果では、「自然放射線も人工放射線もその生物学的作用は同じである」、「致死量の放射線照射直後のマウスを手にもっていても被曝の心配はない」の各問いに対しての正答率は 6 割で、4 割の医師が被曝を心配していることが問題であると指摘している<sup>50)</sup>。

さらに放射線の生体影響に関する記述は、本論文では省略しているが、放射線の専門家、医師、看護師や放射線診療技師においても、基本的知識が不足していることも指摘されている<sup>48)</sup>。

## VII. 初等・中等教育における放射線教育の現状

### 1. 中学校教員

全国中学校約 5,001 校の中学校理科教員を対象にアンケート調査が 2008 年に行われた（回収率 23%）<sup>10)</sup>。放射線について教えたことがない人は 56% で、実習・実験をしない人は 83%、学校で放射線を習っていないか・記憶がない人は 46% であった。特徴的なことは、「教えないほうがよい教え方をした」と答えた人が 7% いた。すなわち正しく教えられた人は 35% と少なかった。中学生に教える内容はそれほどむずかしくはないが、この割合から考えると放射線に対する知識不足と自分自身が学ぶ場が提供されていないことが問題であると考えられる。このアンケートは全国の中学校教員を対象としているが、回収率が 23% と低いので、全体としては放射線教育があまりされておらず、大多数の中学校教員が放射線教育を行うのに問題があると考えられる。しかし地域別にみると、原子力発電所立地県では状況が異なることも報告されている<sup>7-9)</sup>。

島根原子力発電所がある島根県内 105 校の理科の中学校の教員 236 人（回収率 46.6%）を対象に、2012 年にアンケートが行われた<sup>7)</sup>。放射線に関する理解度

に関する問で「まあまあ理解している」、「十分に理解している」の割合が 75.5% という高い値を示したが、この理由として放射線の授業の教材として、講演会や研修会からの情報を利用している割合が 26.7% と、インターネット（27.2%）に次いで 2 番目となっているように、積極的な姿勢で取り組んでいるためと考えられている。また県としても原子力推進のために、エネルギーや放射線教育に力を入れていると考えられる。

反対に原子力発電所がない岐阜県の理科専門の現職教員 76 人（小学校 22 人、中学校 38 人、高等学校 16 人）に対して、2014（平成 26）年度の教員免許状更新講習時に教育経験と意識について、質問紙による調査が実施された<sup>8)</sup>。放射線を授業で扱った経験があると答えた割合は 24%、放射線を学習した経験は 48% と低かった。放射線教育の不安に対して「かなりそう思う」と「ややそう思う」の割合はそれぞれ 63%、22% と大部分の教師が、放射線教育ができそうもないと感じている。この結果は前述の全国の中学校教員のアンケート調査結果と一致している。

原発とはあまり関係がない秋田県の全中学校、全理科教員 282 人（回収率は 52.8%）を対象に、2011 年に放射線の指導に関するアンケート調査が行われた<sup>9)</sup>。X 線、電磁波、放射線と放射能の違いを「中学生に説明できる」と回答した割合は、それぞれ 52.3%、54.4%、63.8% とそれなりの値を示した。中学校の放射線教育で使用した教材としては、大部分の教員は教科書を用いたが（72%）、副読本で教育した教員もわりと多かった（20%）。同時に行われた中学生のアンケート結果（前述）では、それらの知識がかなり低かったことを考えると、これから放射線教育の効果が期待できる。

### 2. 高校教員

高校教員を対象とした放射線教育のアンケート調査はあまりみられない。高校では、物理で多かれ少なかれ放射線の項目が必ず含まれていたため、それほど関心もたれなかったと考えられる。

全国高校約 6,000 校のうちの 3,000 校の理科教員を対象にアンケート調査が事故前の 2009 年に 1 回目、2010 年に 2 回目が行われた<sup>51,52)</sup>。1 回目では 614 人（回収率 20%）、2 回目では 402 人（回収率 16%）の回答が得られた。「放射線や放射能について授業で教えている人」は 1 回目のとき 89% で、内容としては放射線の性質（61%）、放射線の利用（56%）、自然放射線・放射能（45%）と広い範囲の中で一部分だけしか教えていないことが示された。2 回目でも 90% の回答があった。授業時間については、1 回目は、1 時

間以内が40%、1～3時間が44%と授業時間が少なかったが、2回目では、それぞれ45%と45%で、ほぼ同様な傾向になった。中学校の教育指導要領の変更(平成23[2011]年度施行)で、「放射線の性質と利用にもふれること」が復活したことに関しては、知らなかったと答えた人が1回目では74%と非常に高かったが、2回目では70%と少し改善された。またそのことで「授業に変化が起こると思いますか」という質問には、「かわらないと思う」(1回目67%)と答えた人が大部分であった。1回目では原子力・放射線の学習における外部協力や支援を受けた割合は12%で、2回目では設問が少しかわり、受けたい割合は40%であった。4割の人が受けたいと考えているということは、自分の知識だけで教えるのがむずかしいと考えている人が少なくとも4割はいると考えられる。実際に実行している人はそのうちの1/3に満たないことがわかった。さらに、アンケートの回収率が低いため、実際には放射線教育に対して十分な知識をもって教えられる教員数は、さらに少ないと考えられる。また、多くの教員が外部からの協力を得たいと考えていることから、協力できる機関や専門家の集団はこれらの事実を把握し、高校との協力関係を深め、放射線教育に積極的に取り組むべきである。

事故後の2013年に兵庫県の高専実習教員に対して物理実験の実施に関するアンケート調査が行われた<sup>53)</sup>。82校の回答から、新課程「物理基礎」(2単位)で放射線に関する実験を行ったのはわずか2校であった。実験内容は、霧箱による放射線観察と測定器を用いた放射線測定であった。

## VIII. 放射線業務従事者における放射線教育

医療現場では、日常的に放射線を取り扱う。放射線は使用法によっては、人体に障害をもたらす可能性があることから、放射線を発生する機器や使用にあたっては、法律で厳格に定められている。

### 1. 放射線の定義

物理学的定義では放射線は電磁放射線であり、電離放射線と非電離放射線として分類されている(表6)。一般的に人々が使用している放射線はこのうち電離放射線を示している。電磁放射線は電離放射線と非電離放射線に分けられているが、総務省の定義では電離放射線は空気を電離させることができ、 $3 \times 10^{15}$ Hz(波長100nm)を超える周波数を有するとしている<sup>54)</sup>。それ以下の周波数のものは非電離放射線と分類され、紫外線の一部、可視光線、赤外線、電波などが含まれ

表6. 放射線の分類

1. 電離放射線
直接電離放射線(荷電粒子線)
α線, β線, 陽子線など
間接電離放射線
非荷電粒子線
中性子線, $\pi^0$ 中間子線, ニュートリノなど
電磁波(電磁放射線)
γ線, X線
2. 非電離放射線
電磁波
電波, 赤外線, 可視光線, 紫外線など

る。しかし分類によってはX線と紫外線を異なったものとし、前者は電離放射線、後者は非電離放射線としている。周波数が高いということは、[光のエネルギー=プランク定数×周波数]の式で表されるように、周波数に比例(波長に反比例)してエネルギーが大きくなる。このエネルギーにより人体を構成している細胞内のDNAの二重らせんが切断され、修復が不完全であると発がんなどが発生するといわれている。一般的には、非電離放射線はこのような人体への影響はないとされているが、科学的にはまだ証明されていない。

法律では、物理学的な分類とは異なる。医療に関係する放射線関連の法律としては、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」(一般的には放射線障害防止法と呼ばれている)、「電離放射線障害防止規則」(電離則)、「医療法」,「医薬品, 医療機器等の品質, 有効性及び安全性の確保等に関する法律」(薬機法)の4つがある<sup>55)</sup>。放射線の語句は「核燃料物質, 核原料物質, 原子炉及び放射線の定義に関する政令」の第4条(放射線)で定義されている。そして原子力基本法第3条第5号により放射線が定義される。その後放射線障害防止法第2条の中で、「放射線」とは、原子力基本法第3条第5号に規定する放射線をいう、と定められる(表7)。重要なことは、医療上のX線は、法律上の放射線には含まれていない。法律上は、1MeV以上のエネルギーでないX線は放射線扱いとはならない。この値は電子対生成が起きる閾値(1.02MeV)を基準としている。診断用のX線発生装置は最大で150kV(JIS4703医用X線高電圧装置通則により形式認定装置ごとの公称最高管電圧が規定されている)であり、エネルギー的には最大で150kVしか発生しないので、法律上は放射線に含まれず、すべてX線扱いとなる(悪性腫瘍の放射線治療に用いる放射線発生装置から発生される数MeVのX線は放射線扱い)。X線装置は、医療法施行規則第24条2で、定格出力の管電圧が10kV以上であり、かつ、その有

表 7. 法令における放射線の定義

1. 核燃料物質，核原料物質，原子炉及び放射線の定義に関する政令
第 4 条（放射線）
原子力基本法第 3 条第 5 号の放射線は，次に掲げる電磁波又は粒子線とする。
(1) アルファ線，重陽子線，陽子線その他の重荷電粒子線及びベータ線
(2) 中性子線
(3) ガンマ線及び特性エックス線（軌道電子捕獲に伴って発生する特性エックス線に限る）
(4) 1 メガ電子ボルト以上のエネルギーを有する電子線及びエックス線
2. 原子力基本法
（定義）
第 3 条 この法律において次に掲げる用語は，次の定義に従うものとする。
五 「放射線」とは，電磁波又は粒子線のうち，直接又は間接に空気を電離する能力をもつもので，政令で定めるものをいう。
3. 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律
（定義）
第 2 条
この法律において「放射線」とは，原子力基本法第三条第五号に規定する放射線をいう。
4. 電離放射線障害防止規則
第 2 条 この省令で「電離放射線」（以下「放射線」という）とは，次の粒子線又は電磁波をいう。
一 アルファ線，重陽子線及び陽子線
二 ベータ線及び電子線
三 中性子線
四 ガンマ線及びエックス線

するエネルギーが1メガ電子ボルト未満のものと定義されている。

## 2. 医療従事者の教育

事業主は放射線やX線を扱うものに対して，教育を受けさせなければならないことが法律で定まっている。それにより病院で勤務する医師，歯科医師，診療放射線技師がX線装置などを扱うには，教育を受ける必要がある。一定以上の放射線量を超える可能性がある区画（管理区域：医療法30条26の3項，電離則第3条，放射線障害防止法第1条）に立ち入る前に，決められた科目を一定時間以上，受講する必要がある。これら管理区域に立ち入るものは診療放射線従事者（医療法施行規則30条18）または放射線業務従事者（放射線障害防止法施行規則第1条8，電離則第4条）と定義されている（表5）。

X線（政令で定められた）を扱う場合には，医療法と電離則が，放射線や放射性同位元素など（政令で定められた）を扱う場合には，さらに放射線障害防止法が適用される。放射線業務従事者が受講する教育内容と教育時間は，法令によって定められている。医療法に関しては，教育受講のための規定はないが，電離則の適応を受けるので，教育が必要となる。電離則だけの適用では，管理区域に立ち入る前に1回のみ受講でよいが，放射線障害防止法が適用となると，毎年の教育訓練の受講が必要となる（表5）。

管理区域に立ち入るには，教育だけではなく健康診

断の受診も必要となる（電離則第56条，放射線障害防止法23条）。さらに被曝線量を測定するために，個人線量計を装着しなければならない

## 3. 医科・歯科でのX線装置利用状況

2014年の厚生労働省の報告によると歯科医師では，歯科医師数108,465人中96,575人（89.0%）と大部分が歯科診療所に従事している。歯科診療の形態から，歯科診療所にはX線装置が必ず設置され，歯科医師が自分で撮影を行っている。しかし医師では，医師数340,964人中130,678人（38.3%）が一般診療所に従事している<sup>56)</sup>。2005年では，一般診療所における単純X線撮影施設数は45,525（46.7%）であったが<sup>57)</sup>，2008年以降では，単純X線撮影施設数の項目は削除され，CTだけになった。2014年のCT検査施設数は5,360（5.3%）と診療所数に対してかなり少ない。また多くの診療所で，診療放射線技師も撮影していることなどから考えると，医師自身がX線撮影を行う割合は，まれであると考えられる。病院における放射線科医も大部分は診断に従事し，撮影は診療放射線技師が行っている。すなわち医師と歯科医師ではX線撮影に対する関心度が異なっている。学生でも歯科学生は，放射線を身近なものとする傾向にある。その結果，医療従事者では，診療放射線技師について歯科医師が放射線に対する知識が高いと考えられる。

## Ⅷ. 医学部、歯学部の放射線教育

徳島大学医学部医学科学生は臨床実習で放射線管理区域内での実習を必修としている分野（消化器内科学、消化器・小児外科学、脳神経外科学、放射線科学、産科婦人科学、心臓血管外科学、循環器内科学）があるため、法定に定められた放射線業務従事者の教育訓練を受講している。放射線科学の臨床実習は5日間の40時間が必須となっている。

看護学専攻は正規の放射線関連の講義は行っていない。3年生で選択科目として放射線衛生学が1単位あり、授業の概要としては放射線の生物学的影響、国際放射線防護委員会勧告およびわが国の防護関係法令、自然放射線被曝、医療被曝、職業被曝さらに公衆・職業人に対する放射線影響について考え、不必要な放射線被曝を避ける方策について学ぶことである。選択者は毎年1人か2人である。

歯学部歯学科では臨床にあがる前に歯科放射線学の30時間の講義と32時間の基礎実習が必須となり、その後、歯科放射線科で15時間の臨床予備実習と36時間の臨床実習が必須となっている。

全国の医学部（医科および看護学科）をみても、放射線に関する教育は同様であると考えられる。しかし歯学部では講義や基礎実習の教育時間は同様であるが、基礎実習と臨床実習の教育時間は大学により大きく異なっている。歯学部で放射線教育の時間が長いのは、かつての歯科医師国家試験で歯科放射線学が単独科目として必須問題となっていたことによる。現在では、単独科目としての項目はなくなり、総合的な分類となったが、その中に各科の問題が含まれている。さらに、領域がまたがる複合問題も出題されている。以前の医師国家試験では放射線科目は必須ではなく、選択科目であった。現在では歯科医師国家試験と同様に科目ごとの試験ではなく、すべての科目を取り混ぜた総合問題形式となり、具体的な科目名はない。以前の出題基準や学ぶべき科目数の違いから学部での放射線教育時間に大きな差が出ていると考えられる。看護師国家試験では、出題基準に放射線関連の内容は含まれていないため、大部分の大学で放射線教育を行っていない。これは1996年の指定規則の改正のうちに、放射線に関する教育科目はなくなったためである。

## Ⅸ. ま と め

日本のエネルギー政策として原子力推進を図るために、約30年ぶりの放射線教育の復活を試みた、正にそのとき、福島第1原子力発電所の事故が起き、多量

の放射性同位元素が大気中に放出され全国にばらまかれた。今まではあまり放射線障害の問題は取り上げられなかったが、放射性同位元素が食品や飲料水に含まれたことで、全国的に大問題になった。その結果、日本の電力政策の施行に障害が及んだ。現在でも電力の主軸をなす原子力発電所の大部分は停止したままである。このような問題が発生したとき、放射線に関する相談相手として適切なものは医療従事者であることも判明した。このように放射線の利益と問題点が明らかになり、国民が非常に関心をもつ世の中になってきたため、医療従事者としてさらなる放射線の正しい知識をもつべきである。とくに国民が期待していることは、放射線の人体への影響に関する事柄である。初等・中等教育における現在の放射線教育はアンケート調査の結果から、原子力発電所の立地関係や今回の事故の影響度の違いにより、教育の力の入れ方が大きく異なっていることが判明した。このような地域格差を考慮した教育や教育者の育成にも十分に手を差し伸べる必要がある。

（本研究はJSPS 科研費JP16K11508の助成を受けたものです）

## 文 献

- 1) 広島市：原爆死没者名簿。〈<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/1283234802275/index.html>〉(2017年11月アクセス)
- 2) 長崎市：原爆死没者名簿。〈<http://www.city.nagasaki.lg.jp/heiwa/3020000/3020100/p002235.html>〉(2017年11月アクセス)
- 3) 原子力委員会：原子力知識の普及啓発，原子力白書1977。〈<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/hakusho/wp1977/index.htm>〉(2017年11月アクセス)
- 4) 資源エネルギー庁：平成28年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書）。〈<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2017pdf>〉(2017年11月アクセス)
- 5) 文部科学省：新しい放射線副読本。〈[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/detail/1344732.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/detail/1344732.htm)〉(2017年11月アクセス)
- 6) 山根悠希，松崎昌之：中学校教科書における放射線の取扱いの比較。九州の物理教育1：15-17，2015。
- 7) 別木政彦，森川菜緒，塚田真也ほか：放射線教育に対する教員の意識の調査と教材。教育臨床総合研究12：43-51，2013。
- 8) 中村 琢：中学校教員のための放射線教育—教員免許状更新講習の取り組み。岐阜大学教育学部。教師教育研究11：53-62，2015。
- 9) 保坂 学，藤田静作：中学校理科における放射線の学習に関する現状と課題。秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要34：25-34，2012。



- 10) NPO 法人放射線教育フォーラム：中学校教員を対象にした放射線に関するアンケート回答の分析と解説. 放射線教育フォーラム 2008 年 11 月活動報告書, 放射線教育フォーラム, 東京, 2008.
- 11) 福島県教育委員会：平成 27 年度放射線教育推進支援事業放射線等に関する指導資料, 第 5 版, 2016. <[http://www.gimu.fks.ed.jp/htdocs/index.php?page\\_id=30](http://www.gimu.fks.ed.jp/htdocs/index.php?page_id=30)> (2017 年 11 月アクセス)
- 12) 新潟県教育庁義務教育課：放射線等に関する副読本の活用の手引き, 2012. <<http://www.pref.niigata.lg.jp/gimukyoku/1333486818926.html>> (2017 年 11 月アクセス)
- 13) 群馬県教育委員会：放射線に関する指導資料, 2012. <[http://www.nc.gunma-boe.gsn.ed.jp/index.php?page\\_id=67](http://www.nc.gunma-boe.gsn.ed.jp/index.php?page_id=67)> (2017 年 11 月アクセス)
- 14) Yoshida M, Honda E, Dashpuntsag O et al : Availability of Japanese Government's supplemental texts on radiation reflecting the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident for elementary and secondary education from dental students' understanding. J Environ Radioact **155-156** : 7-14, 2016.
- 15) Yoshida M, Honda E : Influence of radiation education on risk perception in Japanese Dental students. Dent Health Curr Res **3** : 1-6, 2017.
- 16) 放射線等に関する副読本作成委員会：放射線等に関する副読本掲載データ, 文部科学省, 2011. <[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/attach/1313004.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/attach/1313004.htm)> (2017 年 11 月アクセス)
- 17) 文部科学省：小学校学習指導要領解説；理科編, 2017. <[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1387014.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm)> (2017 年 11 月アクセス)
- 18) 国立教育政策研究所：学習指導要領データベースインデックス. <<https://www.nier.go.jp/guideline/>> (2017 年 11 月アクセス)
- 19) 文部科学省：中学校学習指導要領解説；理科編, 2017. <[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1387016.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387016.htm)> (2017 年 11 月アクセス)
- 20) 田中隆一：学校における放射線教育, 第 12 回原子力委員会資料第 1-1-2 号, 2010. <<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryu2010/siryu12/siryu1-2-2.pdf>> (2017 年 11 月アクセス)
- 21) 文部科学省：新制高等学校の発足. <[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/others/detail/1317746.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/others/detail/1317746.htm)> (2017 年 11 月アクセス)
- 22) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説；理科編, 2009. <[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/1282000.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1282000.htm)> (2017 年 11 月アクセス)
- 23) 田村剛三郎ほか：高等学校・新物理基礎, 第一学習社, 広島, 2016.
- 24) 田村剛三郎ほか：高等学校・物理, 第一学習社, 広島, 2016.
- 25) 日本学術会議科学者委員会・科学と社会委員会合同：これからの高校理科教育のあり方, 2016. <[www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf](http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf)> (2017 年 11 月アクセス)
- 26) 広井 禎, 村井幸広, 三門正吾ほか：放射線教育カリキュラムの課題と現状. 放射線教育国際シンポジウム報文集 (ISRE98) 1998 : JAERI-Conf 99-011, 348-354, 1998.
- 27) 原子力災害対策本部：原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について. 2011. <<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/backdrop/20110607001.html>> (2017 年 11 月アクセス)
- 28) 松村 宏, 斎藤 究, 石岡 純ほか：高速道路上のガンマ線測定により得られた福島第一原子力発電所から飛散した放射性物質の拡散状況. 日本原子力学会和文論文誌 **10** : 152-162, 2011.
- 29) 原子力規制委員会：放射線モニタリング情報. <<http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/362/list-1.html>> (2017 年 11 月アクセス)
- 30) 福島県：緊急被ばくスクリーニングの活動状況について. <<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/21045c/iryuu-screeningkatsudou.html>> (2017 年 11 月アクセス)
- 31) 石田菜摘, 杉田克生, 高橋博代：学習指導要領改訂に伴う中学校の放射線教育の実態調査. 千葉大学教育学部研究紀要 **62** : 361-366, 2014.
- 32) 崎山比早子：放射線教育の問題点. 科学 **82** : 1116-1123, 2012.
- 33) 岩波書店科学編集部：全国 (47 都道府県・政令指定都市) 教育委員会アンケート. 科学 **10** : 1146-1147, 2012.
- 34) 村井健志：放射線教育の現状と放射線に関する意識調査. INSS Journal **20** : 28-37, 2013.
- 35) 工藤ひろみ, 床次真司, 細田正洋ほか：一般市民の放射線の基礎知識に関するアンケート調査—放射線の基礎知識の講演会に参加した浪江町民と青森県 3 市民の比較から. 保健物理 **51** : 92-97, 2016.
- 36) 消費者庁：風評被害に関する消費者意識の実態調査 (第 10 回) について. 2017. <[http://www.caa.go.jp/earthquake/understanding\\_food\\_and\\_radiation/harmful.rumor](http://www.caa.go.jp/earthquake/understanding_food_and_radiation/harmful.rumor)> (2017 年 11 月アクセス)
- 37) 東京都下水道局：下水道・放射線情報. <<http://www.gesui.metro.tokyo.jp/business/technology-statistics/radiologicalinfo/>> (2017 年 11 月アクセス)
- 38) 福德康男：鹿児島県下小・中学生の放射線の理解に係る科学的リテラシーの調査. 日放線安全管理会誌 **8** : 141-148, 2009.
- 39) 福山隆男：愛媛県下における中学生のエネルギーに対する知識と関心についての基礎知識. 愛媛大学教育学部紀要 **55** : 145-151, 2008.
- 40) 日本原子力産業会議：「FNCA 各国高校生の放射線についての知識, 関心等に関する合同アンケート調査」報告書. 平成 14 年度「近隣アジア諸国における原子力安全調査事業」FNCA 原子力広報 (PI) プロジェクト, 日本原子力産業会議, 2003.
- 41) 西谷源展：放射線に対する意識と学校教育の影響. 日放線技会誌 **60** : 1555-1563, 2004.
- 42) 小野英喜：福島原発事故から教育課程を考察する. 立命館高等教育研究 **12** : 101-116, 2012.
- 43) 林 渉：教師志望学生の「原子力発電, 放射線,

- エネルギー・環境問題」に関する意識調査. 東海学園大学研究紀要 19: 179-194, 2014.
- 44) 山中有美: 放射線に対する知識の現状. 学校での放射線リスク教育ガイドブック, 千葉大学教育学部養護教諭教育講座, 千葉, p.14-17, 2015.
- 45) 松田尚樹, 三浦美和, 山内基弘ほか: 臨床研修医への放射線教育から見てきたもの—放射線の理解とリスク認知度の解析. *Radioisotopes* 63: 435-442, 2014.
- 46) 渡辺明美, 寺崎敦子, 鎌田雅子ほか: 看護師の放射線に関する知識と不安の現状と関連性について. *日放線看護会誌* 3: 54-64, 2015.
- 47) 松川京子, 松成裕子: 原子力発電所立地県における保健師の放射線に関する知識等の実態調査. *日放線看護会誌* 4: 1-11, 2016.
- 48) 森島貴顕, 千田浩一, 繁泉和彦ほか: 看護師の放射線に対する知識の現状および放射線教育の重要性—500床規模の医療機関に勤務する看護師を対象としたアンケート調査. *日放線技会誌* 68: 1373-1378, 2012.
- 49) 西 紗代, 杉浦絹子: 看護職者の放射線に関する知識の現状と教育背景. *三重看誌* 9: 63-72, 2007.
- 50) 杉田克生: 日欧での放射線教育の現状. *放線生物研* 50: 281-290, 2015.
- 51) 放射線教育フォーラム: 放射線教育の輪を広げよう. 放射線教育フォーラム 2009年度活動報告書, 放射線教育フォーラム, 東京, 2010.
- 52) 田中隆一, 黒杭清治, 辻萬亀雄ほか: 放射線教育に関する高校教員への第2回アンケート調査の結果及び記載意見の紹介. *放射線教育* 14: 7-16, 2010.
- 53) 兵庫県教育研究会科学部会理科実習教員部会運営委員会: 『物理実験』についてのアンケート結果報告. 2013. <<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/network/netframe.htm>> (2017年11月アクセス)
- 54) 総務省: 電波利用ホームページ. <<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/pr/>> (2017年11月アクセス)
- 55) 厚生労働省: 医療分野における放射線の管理に関する現状. 第1回医療放射線の適正管理に関する検討会資料2, 2017. <<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000162629.html>> (2017年11月アクセス)
- 56) 厚生労働省: 医療施設調査, 平成26年(2014)医療施設(静態・動態)調査・病院報告の概況. 2014. <<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/14/>> (2017年11月アクセス)
- 57) 厚生労働省: 医療施設調査, 平成17年(2005)医療施設(静態・動態)調査・病院報告の概況. 2005. <<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/05/>> (2017年11月アクセス)

# Current status and history of radiation education ; considering the Fukushima Dai-ichi nuclear disaster

Midori Yoshida, Eiichi Honda

Department of Oral & Maxillofacial Radiology,  
Institute of Biomedical Sciences,  
University of Tokushima Graduate School

## Summary

Since the Fukushima Dai-ichi nuclear disaster in 2011, Japanese people's interest in radiation has dramatically changed. After the incident, most nuclear power plants were switched off and they have not yet resumed operation. This has forced the Japanese government to alter the electric energy policy. Although the energy policy is dependent on public opinion, the general public has little knowledge of radiation and atomic power, because radiation education has not been taught in elementary or secondary schools for approximately 30 years. Hence, the government has created two supplementary texts on radiation—one for elementary school students, and the other for middle and high school students. As radiation experts, however, we felt that many phrases used in the texts were too difficult, and therefore, we launched a survey to gauge dental students' understanding of the texts, as dental students will routinely use X-rays as part of their work. The survey revealed that the dental students did not fully understand the phrases in the supplementary text for elementary school students. Thus, the method of radiation education needs to be rethought. Furthermore, reports on the radiation knowledge questionnaire helped us realize that radiation knowledge is scarce among high school and university students. There were previously very few teachers who could teach about radiation in junior-high and high schools, and this skill is highly desired. The purpose of the review is to reconsider the history of Japanese radiation education in elementary and secondary schools, to update the current status of public knowledge of radiation, and to explain the status of radioisotopes in the Fukushima Dai-ichi nuclear disaster.

Key words : ministry's curriculum guideline, questionnaire, dental student, radiation education, supplemental text