



## 7.7 Radiation studied on the Internet

### — on-line radiation teaching materials —

インターネットで学ぶ放射線 —オンライン放射線教材—

Hiroyoshi Inoue, Mayumi Kagoshima, and Mariko Yamasaki

井上 浩義, 鹿子島 眞弓, 山崎 真理子

Kurume University School of Medicine, Isotope Institute for Basic and clinical Medicine

久留米大学医学部放射性同位元素施設

#### Abstract

In order to facilitate scientific understanding of radiation in Japan where social understanding has been already progressed, we developed Internet radiation teaching materials that can be utilized as off-school teaching materials or supplementary materials. The teaching materials of “atomic structure and radiation” and “medical treatment and radiation” were tried for 160 high school students and 59 junior high school students, respectively. More than 70 % of the student answered that these teaching materials were effective when they understand radiation.

#### 1. 緒言

情報社会が成熟しつつある現在、小、中および高校生には多種多様な情報をもたらされ、社会から与えられる知識量はここ 10 数年ほどで 2 倍にも達したとの報告もある。そのような中で、本来、科学的理解を基礎として、社会的理解が為されることが望ましいにもかかわらず、社会的理解のみが先行している事例が幾つか存在する。「放射線」もそのような事例の一つである。「放射線」に関しては原子爆弾や原発事故を通して、早くから社会的理解は深められているものの、その科学的理解は高等学校の理科総合あるいは物理の履修を待たねばならない。本研究では、時間軸ならびに視野、視座（視点）を定めることを要点とし、既に社会的理解が進んでいる放射線関連事例を科学的理解につなぐインターネット教材、特に、オフスクール教材あるいは副教材となりうる教材の開発を行なうことを目的とした。また、本教材の開発においては、社会的・科学的情報の獲得方法を身に付ける力ならびに科学的事実に基づいて討議する力を併せて培えるよう心掛けた（図 1）。

なお、本教材の作成にあたっては、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、そして原子爆弾による国民の痛みを認め、互いに思いやる心を作成基準とした。

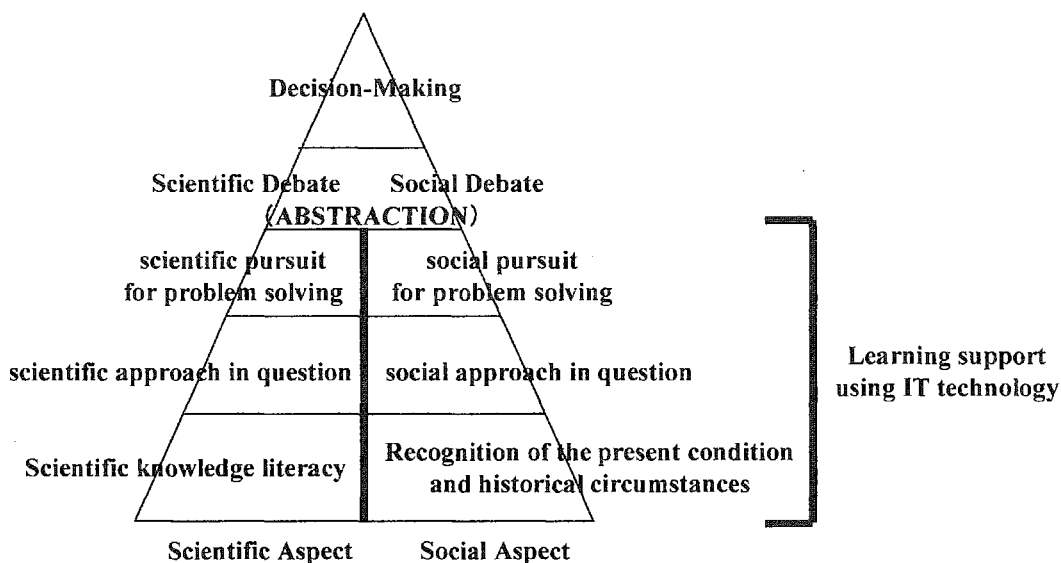


Figure 1. The scientific aspect and the social aspect of radiation education

2. 事前調査

放射線教育の前提として、現行学習指導要領における放射線・原子力の扱いに関して調査を行い、更に、教育現場における放射線教育の実際および教諭が放射線・原子力に関して、望ましいと考える学習内容の調査を、62名の小・中・高等学校教諭と集団あるいは個人討論を行なうことによって調査した。その結果、現在、各課程において学習されている放射線・原子力関連の事項と、教諭が望む事項（付けたい力）は以下のように整理された。

【小学校】

学年	現行の取扱内容			望まれる学習内容 (付けたい力)
	理科	社会	その他	
6年	環境汚染		放射線の利用	環境汚染，酸性雨，オゾン層の破壊，ジャガイモの発芽抑制，殺菌，X線撮影，原子炉，発電にかかるとコスト，熱機関，電池，資源エネルギー，温度と熱運動
5年	資源とエネルギー	原子力発電		

【中学校】

学年	現行の取扱内容			望まれる学習内容 (付けたい力)
	理科	公民	その他	
3年	原子の構造	核燃料	放射線と放射能	地球温暖化，京都議定書，CO <sub>2</sub> と温室効果，自然エネルギー／風力発電，太陽電池，トレーサー，年代測定，厚さ測定，非破壊検査，核実験，核拡散防止条約，体外被ばく・体内被ばく，ラジオ

2年		原子力施設の事故	放射線の利用	アイソトープ（放射性同位元素）、 $\alpha$ 崩壊、 $\beta$ 崩壊、基底状態・励起状態、崩壊曲線と半減期（GM計数管）、核分裂、核力、結合エネルギー、質量欠損、JCO臨界事故、もんじゅ2次系トリウム漏洩事故、高速増殖炉、被ばく線量、シールド
----	--	----------	--------	---

【高等学校】

学年	現行の取扱内容					望まれる学習内容 (付きたい力)
	物理	化学	地理・歴史	公民	工業	
3年	原子と原子核		核実験	核実験	厚さの測定、非破壊検査	原子核・電子、陽子・中性子、がん治療、害虫駆除、核燃料、プルトニウム、核廃棄物（使用済み核燃料・高レベル廃棄物）、バックグラウンド、放射線/放射能、紫外線・X線・ $\gamma$ 線、透過力、電離作用、霧箱、チェルノブイリ事故、スリマール島事故
2年	運動とエネルギー		自然とエネルギー	原子力関連の事故	トレーサー	
1年	理科総合A	理科総合B		地球温暖化		
	核分裂、結合エネルギー、ラジオアイソトープ (RI)	人間の活動と地球環境の変化				

3. 教材内容

上記3の事前調査において、各課程において付きたい力（学習目標）としての放射線・原子力関連学習内容を検討した結果、小学校・中学校では、「環境問題と原子力」あるいは「医療と放射線」、そして高等学校では、「原子構造と放射線」という結びつきで学習を展開することが最も望まれていることが明らかとなった。よって、本研究においては、小学生向け教材として、総合学習等の時間に担当教諭が、学習教材の一つとして利用できるように、単体コンテンツの集合体としてまとめた「環境問題と原子力」（現在、製作中）、中学生向け教材として、中学生個人が教養学習として使用できるように、また、その学習対象者を広く一般に広げることが可能な生涯学習型教材「医療と放射線」、そして、高校生向け教材として、物理学履修者を対象に、個人でも集団でも用いることができる副教材「原子核と放射線」を開発した。なお、「医療と放射線」の場合には、「放射線、医療、病変部位探索、CT」をキーワードとして、「原子核と放射線」の場合には、「原子構造、崩壊、半減期、確率」をキーワードとして作成した。

教育課程	教材テーマ	想定履修対象
高等学校	原子核と放射線	物理学履修者全般 (副教材的取扱)
中学校	医療と放射線	個人の教養知識 (生涯教育教材)
小学校	環境問題と原子力	総合学習教材

教材内容は、「医療と放射線」では、原子の構造などを含む放射線放出機序をぶら下がりコ

コンテンツとし、興味の有無によって学習できるように工夫されており、最も単純なスクロールでは、放射線の性質や作用などを省略して、放射線の医療における利用と今後の展開についてのみ学習可能とした。更に、図2のように放射線医療診断機材を用いて作製したビデオ教材を多用することによって、インターネット独自の動的視覚に訴える学習支援を試行した。また、「原子核と放射線」では、物理学履修者が対象であることから、当初より、原子の構造は既知として、放射線の種類、性質、放射線の単位、放射線の作用、放射線の利用、そして、放射線を利用して確かめることができる一般的な物理学定理などを理解できるように工夫した。特に、インターネットにおける学習の特性を生かすため、Java Scriptを使用した教材を揃えて、学習者が能動的に学習参加できるように工夫した。図3は、Java Script で作製した物理学的半減期学習の試行画面である。

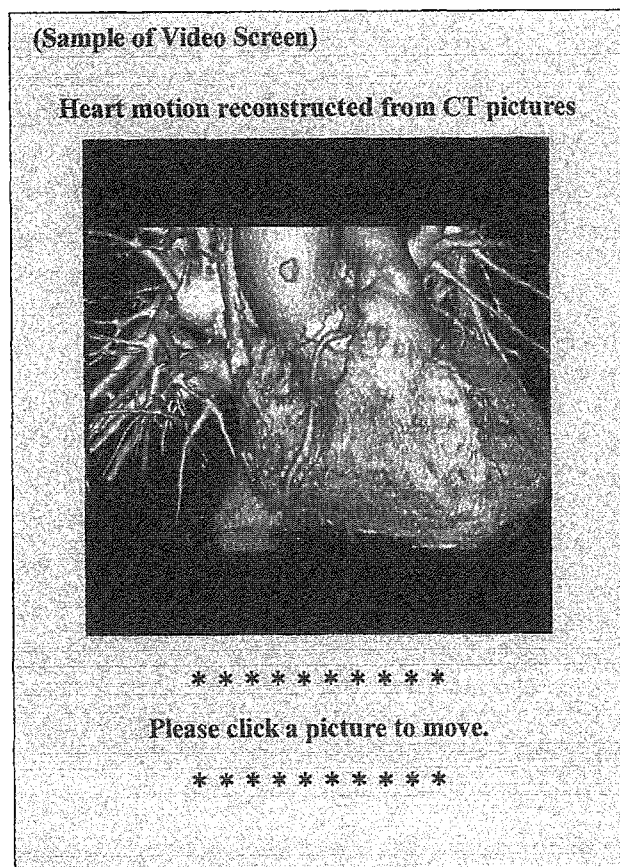


Figure 2. On-line Teaching Materials “Medical Treatment and Radiation”

**This teaching materials are devised so that students can simply study the radiations applied in medical treatment by explaining the difficult terms including atomic structure, the characteristics of radiation, biological action mechanism, etc. as hanging contents. This composition enables study united with a student's skill level. Furthermore, the learning support original with the Internet study is performed by using abundantly the video teaching materials produced by the radiation medical equipments as follows.**

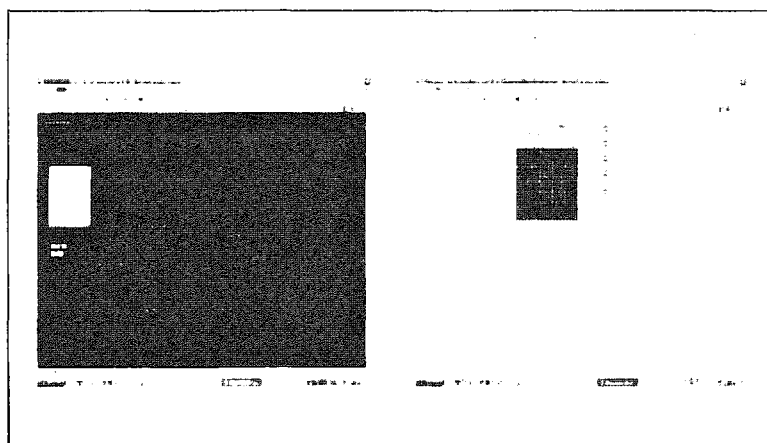


Figure 3. On-line Teaching Materials “Nucleus and Radiation”

Since the physics completion persons understand the atomic structure, in the teaching materials, we devise so that students can understand the kind of radiation, character, the unit of radiation, the action of radiation, use of radiation, and the general physics theorem that can be confirmed using radiation through a stage.

Especially, in order to employ the characteristic of the study using the Internet, the teaching materials which used JavaScript were prepared, and it devised so that the study participation of the student could be carried out actively.

Following screens are trial screens of the physical half-life produced by JavaScript.

#### 4. 教材評価ならびにその効果

上記試作教材に関して、高大連携学習として高校生 160 名に、そして、オフスクール学習として、夏休みに、中学生 59 名を募って、オンライン放射線教材を利用した授業を行ない、教材評価を試みた<sup>1-3)</sup>。その結果、学習後のアンケート調査では、放射線を理解する上で、オンライン放射線教材が大いに役に立った、あるいは役に立ったと感じた生徒は、70% 以上にも上り、役に立たなかったと感じた 11% の生徒よりも圧倒的に多かった (図 4)。また、オフスクール学習として開催した放射線教育活動に参加した中学生 59 名に関しては、学習後のアンケートに保護者からも回答いただいた。その結果、91.5% の参加者が、家庭に帰って、保護者に対して、放射線について話をしたと回答しており、一般に放射線に関する関心は高く、理解し易い放射線教育教材は、世代を超えた拡がりを持つ可能性がある。

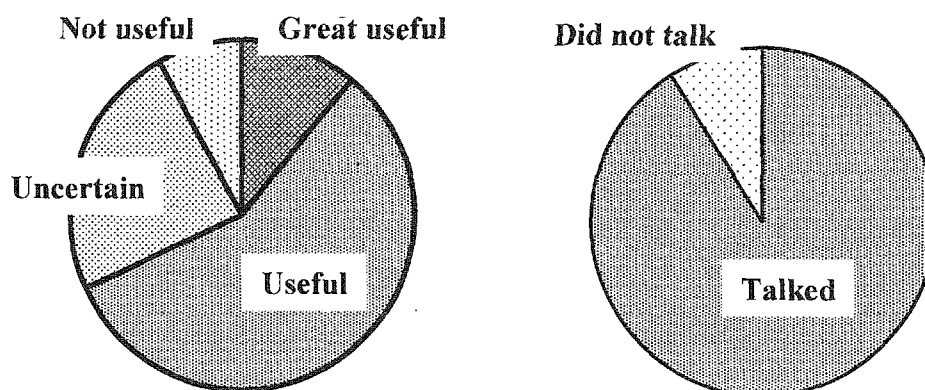


Figure 4. The questionnaire after self-study with on-line teaching-materials

(Objects: 219 persons of junior high school and high school students)

**Were these teaching materials helpful  
when you understood radiation?**

## 5. 考察

オンライン放射線教材の活用によって、従来にはない教育形態を提供することが可能となる。その教育の特徴を以下にまとめる。

- (1) 教科・科目を超えた問題提示型学習活動の支援
- (2) 個人あるいは少人数単位で学べる学習環境の創造
- (3) タブーを作らない学習項目の提示
- (4) ディベート機会の創造
- (5) 価値対立的な問題に対する合意形成能力の育成

1に関しては、現在、試行されている総合的な学習の時間と対応するものであり、オンライン放射線教材が、オンスクールにて利用されうる土壌となる。実際に、数は少ないが、小学校・中学校において放射線・原子力を取り上げておられる先生方は総合的な学習の時間を利用しており、本教材の今後の改訂にあたっては、これらの先生方の意見を十分に吸い上げることが重要となる。2に関しては、オフスクールの場としてのインターネット学習環境を本教材は創造し得る。価値観が多様化し、学校教育における授業時間数が減少している現在、オフスクールの果たす役割は今後とも大きなものとなり得る。また、生涯学習の意味からも活用が期待される。3に関しては、オンライン放射線教材は学校教育における指導要領を超えた内容について教材を提示できる。指導要領にないから、あるいは価値対立的なテーマであるからという理由で、学習対象となりえなかった放射線・原子力に関して科学的な知識を導く、一助となり得る。4に関しては、インターネットを利用した学習教材の利点である。空間的あるいは時間的に隔たりのある者同士が、同一教材を用いて学習した内容について意見を述べ合うことが可能である。ただ、実際には、インターネットを利用した討論では匿名性も手伝って、制御が効かない場合が多い。従って、経験的に、実際の学習においては、指導者が指揮・監督可能な閉鎖討議系において利用することを推奨する。我々は、これまで、40人学級における掲示板機能によるディベートを試み

たが、それまで面接型ディベートでは 10 人程度が限度であったものを、40 人にまで拡大することができるようになった。さらに、将来的には、Wiki を利用した討議形態も研究を重ねていく予定である。5 に関しては、オンライン放射線教材が科学的知識を基盤にして構成されていることから、価値を科学的事実にも立脚して、評価・検討できる能力を育成し得る。

以上のように、オンライン放射線教材は、IT 環境の整備、あるいは学習フォローアップの問題など、克服すべき課題を有するものの、従来型の学校教育を支援し、また、オフスクール学習の場を提供する可能性を持つ新しい放射線教育ツールとなり得る。

## 6. 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費特定領域研究(2)「新世紀型理数科教育の展開研究」の支援によって実施された。

## 7. 参考文献

- 1) 井上浩義, 甲斐原梢; 中学生を対象とした科学技術体験活動「放射線を知っていますか?」。Isotope News 5, 16-18, 2002.
- 2) 井上浩義; 科学技術体験活動「放射線を知っていますか?」。Isotope News 12, 14-17, 2003.
- 3) 井上浩義; “放射線を知っていますか?” 商標登録第 4766054 号, 指定商品又は指定役務並びに商品及び役務の区分: 第 16 類 (印刷物, 放射線に関する印刷物) および第 41 類 (知識の教授, セミナーの企画・運営又は開催, 電子出版物の提供など)