

幼小中一貫校における放射線と健康に関する 指導の在り方の検討

—健康教育と理科教育の視点から健康・環境意識を高める取り組み—

荒谷 美津子 川崎 裕美 山崎 智子 山下 琴美
高橋 法子 奈良原珠美 佐原 美穂 風呂 和志
桑田 一也 (研究協力者) 中道 楓 大谷 奈央

1. はじめに

本研究は、放射線に関する具体的な知識を持ち、放射線による健康不安や誤った認識を改善できる教育プログラムの開発を目的としている。

平成 23 年の東日本大震災による原発災害により、福島県民の健康不安や、周りからの風評被害が社会問題となった。その後、放射線による健康不安に対しての正しい知識の習得や、災害時における予防対策の重要性が示された。知識や備えが無い中で災害が起きると、風評により無用な健康不安や生活不安を生む。また、放射線は成長期の子どもに対する影響が大人よりも大きいと、被災地から遠方に居住している者にとっても、食品や環境の安全性に対する保護者の不安は大きい。家庭での不安軽減も含めて、子ども達自身が安全な環境や、放射線についての正しい知識や判断の仕方、身の回りの安全な生活について学習しておく必要性は高いと考える。

学校教育での教科指導では、中学校理科第 1 分野の「科学技術と人間 (エネルギー資源)」の内容で「放射線の性質と利用にも触れること」となっている。そこで、今年度は、本校の中学 3 年生を対象に「放射線学習・放射線と健康について」の意識調査を行い、生活レベルで実践できる態度やスキルの向上のために、理科学習と保健指導の相乗効果を狙った到達目標およびその学習プログラムを検討していくこととした。

2. 研究の意義

(1) 理科教育における放射線教育の意義

中学校理科第 1 分野では、「科学技術と人間 (エネルギー資源)」の学習前に、中学 3 年生を対象に放射線に対する調査を行い、到達目標およびその学習をどのように進めるかについて検討した。理科での授業の展開としては、中学生の意欲関心を高め、科学的な認識を育成するために環境測定を実施し、データの集積や分析を通して科学的な根拠に基づいた学習が効果的であると考えた。学習の計画においては、生徒が放射線について学ぶ意義を理解することが最も重要であると考え、保健分野との連携から理科での授業目標は「主体的な判断と行動で放射線から自分の身を守るために、放射線の基本を学び、知識を持つ」と設定した。

(2) 学校保健活動における放射線教育の意義

理科分野と学校保健活動との連携から、保健分野での目標は「生活の中にある放射線の種類や量を理解し、的確な情報を収集して状況判断ができる」と設定した。

3. 研究内容

(1) 実態把握

理科および保健学習を開始する前に実態把握調査として「放射線学習・放射線と健康について」の意識調査を行い、実施後に同じ調査内容で事後調査を行った。事前調査回収数 (率) は 79 人 (98.8%)、事後調査回収数は 76 人 (95.0%)

Mitsuko Aratani, Hiromi Kawasaki, Satoko Yamasaki, Kotomi Yamashita, Noriko Takahashi, Tamami Narahara, Miho Sahara, Kazushi Furo, Kazuya Kuwata, Kaede Nakamichi, Nao Otani: Radiation and Health in Kindergarten, Elementary and Junior High Schools Consistently—Efforts to Enhance Health and Environmental Awareness from the Perspective of Health and Science Education—

であった。調査項目は26項目で、「思う」「どちらかと思う」「どちらかと思わない」「思わない」の4択で調査した。ここでは、26項目のうち、次の9項目について記述する。

問1では、放射線への不安感が62人(81.5%)と8割以上の生徒が漠然とした不安感を感じている。しかし、学習後の調査でも30人(39.5%)と約4割の生徒が不安感を持ったままであり、放射線に対する不安感はなかなか軽減しない。このことから、学習したことによって、安心安全であるという認識と実感が伴っていないということが伺える。放射線のことを繰り返し学習すること、周りの大人やメディアが不安を煽るのではなく正しい知識や情報、対処方法を丁寧に伝えていくことが重要である。問2では、53名(69.7%)と7割の生徒が、問3では9割以上の生徒が自然界の放射線について理解している。生活の中での放射線の役割については、問4にあるように42名(55%)と約半数しか認識しておらず、生活との関連についての知識が乏しい。健康との関連の項目は、問5のように71名(93.4%)9割以上の者は関係があると考えており、問6のように62名(81.5%)と多くの生徒は体の中に放射線は蓄積されていくと考えている。食品等の風評に関しては、問7の62名(81.6%)が不安であると感じている。情報と判断の項目では、問8では68名(89%)が情報収集の仕方を知らない。また、問9の調べようとする意欲があると答えた者も29名(38.2%)と高くない。これらの調査結果から、漠然とした不安感は大いだが、具体的な知識や身を守るための方法についての知識は乏しいと考えられる。

問1. 放射線に対して不安に思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	30	32	62
	思わない	1	13	14

問2. 普段の生活の中で、放射線を浴びることがあると思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	52	1	53
	思わない	19	4	23

問3. 自然界に放射線は存在すると思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	70	0	70
	思わない	6	0	6

問4. 放射線は生活の中で利用されていると思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	40	2	42
	思わない	27	7	34

問5. 放射線の量と人の健康には関係があると思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	68	3	71
	思わない	4	0	4

問6. 体内に入った放射線は、体の中にたまっていくと思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	44	18	62
	思わない	6	8	14

問7. 食品から放射性物質が検出されることはとても不安なことだと思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	24	38	62
	思わない	2	12	14

問8. 放射線の情報を得られる場所を知っていますか。

		指導後		合計
		知っている	知らない	
指導前	知っている	7	1	8
	知らない	45	23	68

問9. 放射線に関して疑問に思ったことは自分で調べたいと思いますか。

		指導後		合計
		思う	思わない	
指導前	思う	24	5	29
	思わない	17	30	47

(2)理科の授業実践より

①ねらい

今回の放射線に関する授業内容は「学校内の土に関する環境調査」の一環として設定し、放射線学習までに土の化学的性質(土の酸性度と含有するカルシウムイオン濃度)について調査を並行して行った。使用している教科書中の記述内容をまとめると、次の4つの点に分けられる。

- 放射線の代表的な種類とその正体
- 放射線の危険性と管理の重要性
- 放射線の性質の医療や産業での利用
- 身の回りや自然界での放射線の存在

これら4つの内容を基準として、「中学生・高校生のための放射線副読本」(文部科学省)¹⁾、「知っておいていただきたい放射線のはなし」(日本原子力文化振興財団)²⁾、「いま知りたいからだ放射線」(同左)³⁾を参考にして、1時間の授業で放射線の基本を習得させるためのスライド資料を作成した。スライド資料の中で焦点化したことは次の項目である。

- 放射線は放射性物質から出ていて、 α 線、 β 線、 γ 線が代表的な種類である。
- α 線はヘリウムの原子核の流れ、 β 線は電子の流れ、 γ 線は電磁波である。
- 放射線は種類によって透過する性質の強さが異なる。
- 放射線の物質を透過する性質が様々な分野に利用され、私たちの暮らしに役立っている。
- 時間が経つと放射性物質の量が規則的に減少する。その減り方は放射性物質の種類によって決まっている。
- 放射線の量は計測することができる。
- 放射線は自然界の中に当たり前存在している。

「放射線の量は計測することができる」という点については、測定演習に対する興味・関心を高めるために理科室内で測定器を用いて測定する様子の写真を提示し、測定単位やゼロを示していないことに注目させた。また、独立行政法人放射線医学総合研究所が作成した放射線被ばくの早見図⁴⁾を使って実際の被ばく量を具体的に示し、自然被ばくの具体例を使って学習した。つぎの生徒の感想文からは、測定の結果を踏まえ、放射線量の場所による違い、現在の状況の判断が考察された。

放射線が土から発していると考えたが、土の中にはカリウムなどの放射性物質を排出する花こう岩が含まれているからだ。花こう岩が多く含まれているほど、放射線量が大きくなる。植物が生えている茶室付近では放射線量が土よりも空間の方が多くなっている。これは、土から放射性物質が草に移動し、それが空間に出されたためだと考えられる。実験で採取した草には放射性物質が含まれていた。(中略)土の放射線量について調べた結果より、グラウンドの土よりも山の周辺の土の方が花こう岩が多く含まれているため、放射線量が多くなっていると考えた。花こう岩にはカリウムなどの放射線を出すものが含まれている。このことから、土の性質や周囲の環境などにより放射線量に変化していることから、人による影響がないことが分かった。しかし、どちらにせよ私たちの生活に害を及ぼすようなものではないため、安心して生活できる。結果だけでなく、それからの考察から、私たちの生活についても考えることができた。



図1 測定器を使ってみよう



図2 学校内の土壌調査をしよう

②授業展開

前にも述べたが、中学校理科第1分野では、「科学技術と人間（エネルギー資源）」の内容で「放射線の性質と利用にも触れること」となっている。そこで、今年度は、本校の中学3年生の理科単元であるエネルギー資源学習を発展させた単元開発を行った。まずは、生徒に放射線と健康についての意識調査を行い、理科分野・保健分野の到達目標およびその学習をどのように進めるかについて検討した。また、中学生の意欲関心を高め、科学的な認識を育成するために環境測定を実施し、データの集積や分析を通して科学的な根拠に基づいた学習を展開した。

1) 授業実施のための準備

放射線測定を環境調査に位置づけて実施するために、「土壌」を対象として設定した。土壌を測定対象としたことで、空間線量の測定と植物の放射性物質の吸収の検討も可能となった。食物以外からの放射線量を除くと、自然放射線量の場所による違いは大地からの放射線量の違いと考えてもよい。したがって、調査結果を記録したり、他の結果と比較したりするためには、調査を実施した場所を地図上に表す必要がある。そこで、座標を設定した施設配置図を作成し、記録用紙として使用した。

2) 放射線測定機器の活用

放射線量の測定には、HORIBA製環境放射線モニタ PA-1000 Radi（ラディ）を使用した。使用した台数は1グループあたり1台とし、クラスで合計5台を用いた。測定器の台数及び敷地の広さを考慮し、測定場所は生徒一人当たり1か所とした。土壌試料は他の調査にも用いる計画であったため、平成27年7月6日に採取させておいた。採取した土壌試料は、チャック付きの保存袋に入れ、他の物質の混入を防ぐようにした。

3) 予備調査

8月28日午前7:00～8:10に、学校敷地内の空間線量と採取した植物からの放射線量をそれぞれ調べた。いずれも、生徒が使用する測定器と同じものを用いた。

学校敷地内の空間線量調査の実施の方法は、測定時間及び線量の記録のために、30秒間放置し、30秒ごとの値を3回～5回記録した。測定場所は、図3のように合計13か所とした。全ての値の平均値は $0.095 \mu\text{Sv}/\text{時}$ となった。

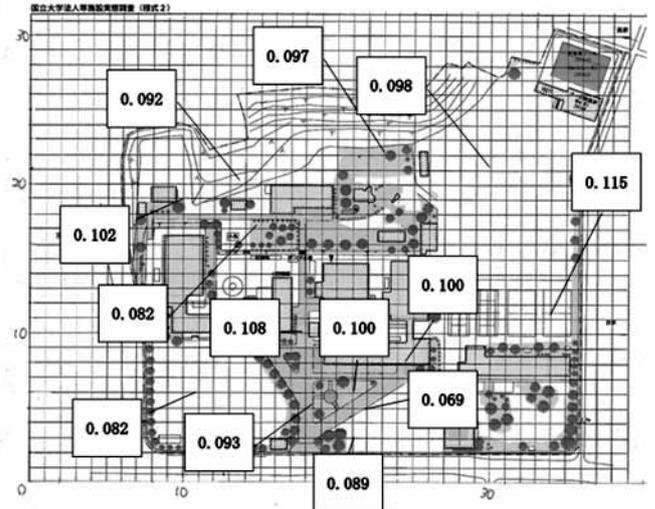


図3 学校内の放射線量分布図

採取した植物の放射線量の測定は、学校敷地内に生えていたシロツメクサを採取し、試料とした。測定は本校理科室で実施した。生徒実験として確実に植物からの放射線量を測定する方法を選択するために、採取したシロツメクサをそのまま袋に入れて専用容器で測定する方法と、シロツメクサに水道水を加えてミキサーにかけたものを専用容器で測定する方法をそれぞれ行った。採取したシロツメクサをそのままポリエチレンの袋に入れて膨らませたものの2つの群の分散の差に関するF検定を行ったところ、分散に有意差が認められた。そこで、ウェルチの検定を行い、2つの群の平均値の差を検定した。その結果、2つの群の平均値の間に有意な差は見られなかった。

シロツメクサに水道水を加えてミキサーにかけたものと水道水をそれぞれポリエチレンの袋に入れて測定した。2つの群の分散の差に関するF検定を行ったところ、分散に有意差が認められなかった。そこで、2つの群の放射線量についてt検定を行うと、 $t(24)=4.364$ であり、

1%未満の有意水準で2群の平均値の間に有意な差が見られた。以上の結果から、採取した植物試料に水道水を加え、ミキサーにかけたものを専用容器に入れる方法を生徒実験として実施することとした。

「放射線の量は計測することができる」という点については、測定に対する興味・関心を高めるために理科室内で測定器を用いる様子の写真を提示し、測定単位やゼロを示していないことに注目させた。また、独立行政法人放射線医学総合研究所が作成した放射線被ばくの早見図⁴⁾を生徒全員に配布することとした。

以上の内容に予備調査の様子や得られた知見を加えて生徒用資料を作成した。

表1 学習指導計画の概要

時	学習内容	目標
1	放射線の基本を知ろう	放射線を学ぶ意義を理解するとともに、主体的な判断を行うために必要な放射線の基本を身に付ける。また、放射線測定器の扱い方を身に付ける。
2	空間線量を測定しよう	測定地点における空間線量を測定することで、自然放射線の存在を認識する。
3	土壌試料と植物の体の放射線量を測定しよう	試料から生じる放射線量を測定することで、自然放射線の存在を認識する。
4	測定結果を用いて環境評価をしよう	放射線被ばくの早見図等を用いて、測定した放射線量等に基づく学校の環境評価を行うことで、判断力の育成を図る。
5	これまでの調査結果をまとめよう	土の化学的な性質や放射線量に関する環境レポートを作成することを通して、身近な環境やそれを調べることに對する関心を高める。

4) 授業の概要

《1時間目》

生徒用資料を用いながら、放射線の基本を説明した。放射線測定器の操作と測定の時間を確保するとともに、霧箱を使ったα線の観察も同時に実施した。

《2時間目》

グループ活動として土壌試料を採取した地点の高さ1mで空間線量の測定を実施した。

1グループは8名の生徒からなり、敷地内の調査地点は8か所となる。グループ内で役割分担を行った結果、設定した時間内に測定は終わり、測定データの交流や平均値の計算などの作業を行うことができた。

《3時間目》

7月に採取した土壌試料に水道水を加え、放射線量を測定させた。これに加え、予備調査の方法で採取した雑草の放射線量の測定を行わせた。雑草の放射線量の測定に対して、生徒は関心を示していた。

《4時間目》

これまでに測定した土の化学的性質や放射線量のデータを共有し、学校の敷地内の土壤環境の評価を行った。活動単位は調査グループとした。各グループで意見をまとめたのち、全体への意見発表を行った。

《5時間目》

前時のグループでの環境評価を踏まえ、生徒一人ひとりにこれまでの環境調査に関するレポートを作成させた。作成したレポートは学級全体で交流し、相互評価させた。

つぎに生徒がレポートに書いた考察を記す。

生徒A

草は放射性物質を吸収するため、山の近くの放射線量は土よりも空間が多くなっているといえる。他の場所は放射線量が空間よりも土が多くなっていることから、土から放射線が出ていて、土の中に放射性物質がたまりやすいと考えられる。

他のグループとの交流で放射線は放射状に広がっていったから空間が低くなったと考えられるという考えは納得することができた。私が考えていた考えではなく、新しく知った考えだったので参考になった。

私たちが普段生活しているこの場所は、調査した結果から、放射線量は人に大きな害を与える値ではないため、安心して生活できる環境であると言える。

生徒 B

放射線量は、空間線量の方が土の放射線量より低かった。土の放射線量と空間線量の差は植物や落ち葉などが多い山などでは小さいので、これは植物によって放射性物質が吸収されているためだと考えられる。また、植物の放射線量は土の放射線に比べてかなり値が小さいため、放射線は土から出ていると考える。しかし、土の環境を調べてみたら人体に影響を及ぼす量は計測されず、この学校は安全に生活できることがわかる。

生徒 C

測定結果より、同じ座標の空間と土の場合、採取した土の放射線量よりも空間線量の方が小さくなっていることがわかる。このことより、放射線は土から発しているのではないかと考える。また、土の中にはカリウムなどの放射性物質を排出する花こう岩が含まれている。花こう岩が多く含まれているほど、放射線量が大きくなる。植物が生えている茶室付近では放射線量が土よりも空間の方が多くなっている。これは、土から放射性物質が草に移動し、それが空間に出されたためだと考えられる。実験で採取した草には放射性物質が含まれていた。(中略)土の放射線量について調べた結果より、グラウンドの土よりも山の周辺の土の方が花こう岩が多く含まれているため、放射線量が多くなっていると考えた。花こう岩にはカリウムなどの放射線を出すものが含まれている。このことから、土の性質や周囲の環境などにより放射線量が変わっていることから、人による影響がないことが分かった。

しかし、どちらにせよ私たちの生活に害を及ぼすようなものではないため、安心して生活できると考える。これらの結果と考察から、私たちの生活についても考えることができた。

(2) 保健指導

① 本時の目標

《認知, 知識理解》

生活の中にある放射線の種類と量を理解する。

《情意, 興味関心》

放射線の量やニュースに関心をもつ。

《精神運動, 思考判断》

情報を収集し、状況判断ができる。

② 保健指導の展開

保健指導実施にあたっては、理科担当教諭と連携して指導計画を立てた。理科の単元「科学技術と人間(エネルギー資源)」の授業が実施された直後に90分の保健指導を実施した。

理科の学習では、中学生が一日のうちで長時間を過ごす環境である学校の敷地内の放射線測定を行い、放射線理解を深めたので、保健指導では、日常生活の中での放射線と健康に視点を当てた指導内容とした。中でも、食品の放射線量に関心を持たせて健康不安の解消となるよう構成した。また、日常生活の中で放射線量を自分で測定できなくても放射線量が把握できる方法を知り、普段から食品や身の回りの環境に興味を持ち、正確な情報を取捨選択出来る力をつけるよう指導プログラムを設定した。具体的な指導内容は下記の通りである。

- 放射線に関して極端な不安感を持つ
Aさんの例を示し、根拠のある情報をもとにした判断の重要性に気づかせる。
- 「放射線被ばくの早見図」⁴⁾を示して、自然放射線と人工放射線について理解し、理科で実施した土壌の計測に関連させ、食物の放射線量に関心を向けさせる。
- 食物の放射線量を実際に測定させる。
(米・お粥・小豆・大豆)
- 実際に測定した食物の放射線量を用いて、年間の放射線量を求める。
- 自然放射線と人工放射線年間の放射線量を知る。
- 放射線に関する情報を得る方法を知る。
- 本時の学習を、今後どのように生活に生かしていけばよいのか考える。

③生徒の振り返り

保健指導後に3項目について振り返りをさせた。

1) 1年間の放射線量について気づいたこと

- 早見図の食物のところ(0.99mSv)と比べて、米・お粥・大豆はすべて放射線量は少ない。しかし、一人当たりの自然放射線量は2.1mSvなので食物は人に害を与えるほどの放射線量はないとわかる。どの食物にも放射線はあるが、食物によって放射線量は違う。
- 一人当たりの自然放射線年間平均約2.1mSvのうち、食べ物からは約0.99mSvであることに對し、米500gを1年間食べ続けたとしても、その30分の1以下の値であったことから、放射線による害は少ないと考えられる。(種類によってはもっと放射線量が多い、少ないという疑いはあると思うので、この測定結果だけでは判断できないが)
- 肉や魚などその他の放射線量も調べてみたい。

2) 学習したことを他者へどのように伝えるか

- 放射線を調べるときは、自分で計測するか、国や地方自治体、官公庁などの信頼できる機関から情報を集める。
- 根拠もなく疑うのではなく、情報を集めることが大事。

3) 学習をどのように生活に活かすのか

- 今までは、数値までは分からずに、放射線は怖いと感じていたが、実測すると、食物にも含まれているが人体に害があるほどのものではないと分かった。また、分からないときは調べることで、正確に知るといことが大切ということも分かった。
- 情報が少ない中で心配するより、信頼できる方法で多くの情報を手に入れて、少しでも安心する方がいい。
- もし放射線を恐れ、まともな生活が送れない人がいれば、優しく伝え、放射線の実態を伝える。そういう人々を助けるためにこの学習を活かしたい。

(3)保健指導の考察

①認知、知識理解

指導前は、「放射線に対して不安に思う」者は62人(81.6%)で8割の者が不安感を持っていた。指導後の調査では、事前に不安を持っていた62人中、半数の32人(51.6%)が不安に思わないと回答した。これは、知識がないために漠然と抱いていた不安が軽減されたと考えられるが、一方では76人中31人(40.8%)が学習後も不安感を払拭できていない状況もある。具体的な知識を学ぶことで不安を軽減させることが可能であるが、学習後も安心感が定着していない者が4割いるという状況から考えて、他教科や日常生活の中で繰り返し学ぶことが必要と考えられる。また、「普段の生活の中で、放射線を浴びる事が有る」と思わないと回答した23人(30.3%)のうち、19人(82.6%)が浴びる事があると指導後に回答した。「自然界に、放射線は存在しない」と回答した生徒は6人(7.9%)いたが、指導後には全ての生徒が存在すると回答した。「放射線は生活の中で利用されていない」と回答した29人(38.2%)のうち、23人(79.3%)が利用されていると指導後に回答した。保健指導で具体的に扱った内容については、正しく理解されていた。

②情意、興味関心

「食品から放射性物質が検出されることはとても不安なことだと思う」と回答した62人(81.6%)のうち、38人(61.3%)が不安に思わないと指導後に回答した。これは、食品の放射線量を実際に計測し、計測結果が自然放射線であることを理解したこと、食品の放射線量が心配な時は調べる方法があることを学習したためと考えられる。平常時に日頃の状態について学習しておくことは重要である。しかし、放射線に関するニュースや新聞記事への関心は、指導前後で回答の有意差は認められない。保健指導や理科の学習の中でニュースや新聞の話題まで取り扱うことは困難で、これらは社会科の分野になると考えられる。「公表されている放射線量の測定結果を見たいと思うか」は、指導前に測定結果を見たいと回答していた49人(64.5%)のうち、指導後には13人(26.5%)が見たいと思わないに変化した。これは、すでに理科や保健指導で、測定値や放射線量の基準を使用した判断を行ったため、自分で確認する必要性を感じる意識が低下したと考えられる。例えば、質問項

目を「災害事故が起こった時には自分で調べようと思うか」という項目に変更する必要性があった。

③精神運動，思考判断

「放射線に関して疑問に思ったことを自分で調べたい」と思わない生徒 47 人 (61.8%) のうち、指導後には 17 人 (36.2%) が調べたいと思うに変化した。同時に、放射線に関する疑問点を調べてみたいと思う生徒が有意に増加した。この点では、基礎的知識を学ぶことで、さらに詳しく知りたいという意欲を得ることが可能であるということである。指導前後で個々の生徒の変化が少ないのは、中学生ではすでに教科の得意不得意や好きか嫌いの好みが発生しているためと考えられた。災害等の事故が起こった時には、自分で情報を調べることが身を守ることだと理解させる必要がある。また、理科と保健指導の双方で、環境や食品の安全について判断し、判断の根拠を得る方法と判断の技術を学んでいる。理科と学校保健が連携しながら放射線学習を進めることは有用であった。

5. おわりに

学習前に中学生に実施した「放射線学習・放射線と健康について」の調査では、生徒の多くは放射線に対して不安感があり、また正しい知識

も少なく、情報収集の方法は知らない状況であった。理科学習で科学的な認識と多面的な見方を学習し、保健指導によって健康や生活と関連づけた学習をするという二段構えの単元構成により、知識を生活のレベルで活用することができる力へ発展させることができ、学習の相乗効果を生むものと考えられた。

今年度は、中学校での調査・学習プログラムだけに終わったが、今後は幼稚園・小学校からの発達に応じた教育プログラムを検証していかなくてはならない。また、社会科や技術家庭科と連携した教育プログラムを組んでいくことで、家庭や地域との連携を充実させていくことで、更に既存の学習から生きる力へと発展することができると思われる。

引用（参考）文献

- 1) 文部科学省 (2013) 「中学生・高校生のための放射線副読本」
- 2) 一般財団法人日本原子力文化財団 (2013) 「知っておいていただきたい放射線のはなし」
- 3) 一般財団法人日本原子力文化財団 (2012) 「いま知りたい「からだ」と放射線」
- 4) 国立研究開発法人放射線医学総合研究所 (2015) 「放射線被ばくの早見表」