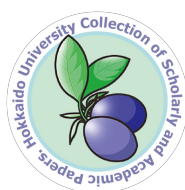




HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	すごろく教材で考える放射線と原発事故後の福島での暮らし：「放射線人生ゲーム」の開発
Author(s)	林, 孝亮; 中野, 英之
Citation	科学技術コミュニケーション, 15, 137-146
Issue Date	2014-06
DOI	https://doi.org/10.14943/66443
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56443
Type	departmental bulletin paper
File Information	web_Costep15_137.pdf



すごろく教材で考える放射線と原発事故後の福島での暮らし

～「放射線人生ゲーム」の開発～

Development of an Educational Japanese Variety of Parcheesi,
Called “Hoshasen Jinsei Game”, for Understanding Radiation
and the Living in Fukushima after the Accident in Atomic Powered Generation

林 孝亮¹, 中野 英之²

HAYASHI Kosuke¹, NAKANO Hideyuki²

Keywords: education of radiation, science communication, the accident at Fukushima Daiichi nuclear power station, board game, damage caused by harmful rumors

1. はじめに

2011年3月, 東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故が発生した。震災後から今日に至るまで, 連日のように避難生活を送る住民の姿や風評被害に苦しむ農家の姿が報道されている。この中には, 福島県から山梨県へ避難してきた幼児の保育園入園を「原発事故に対する不安が他の保護者から出た場合, 対応できない」という理由で拒否されたり(毎日新聞2012年3月2日), タクシーで福島県郡山市へ向かおうとした客が, 「放射線の危険がある」として乗車を拒否される(読売新聞2012年3月24日)といった事例も報告されている。こうした事例は, 明らかに, 「放射能は人から人へうつる」という誤った概念から生じたものである。また, 誤った理解に基づくインターネットでの福島県の農家に対するバッシングも後を絶たない(例えば, 石亀ほか 2013)。こうした放射線についての誤解に起因する差別や偏見に, 苛立ちを覚える国民は少なくない。

福島県では, 放射性物質汚染対処特措法により, 除染特別地域(計画的避難区域・警戒区域)と汚染状況重点調査地域に一部の地域が指定されている。除染特別地域は帰還困難区域・居住制限区域・避難指示解除準備区域に区分されており, 後者の2区域は早期の帰還を目指した本格的な除染がこれから行われる区域である。汚染状況重点調査地域は, 住民の生活環境における除染が進められており, 人口の流出, 農業や観光業における風評被害, 汚染土壌の仮置き場の確保の問題など, 数多くの問題を抱える地域である。汚染状況重点調査地域では, 住民がこうした課題に常に対峙している。このような様々な問題を解決するために, 福島県民のみならず, 国民全体に, 正しい放射線についての知識を普及させることは急務の課題である。しかしながら, 科学的な事実を正しく理解せよという啓蒙的なメッセージは, 一般の人々の個別事情を無視した専門家の価値観の押しつけであり, 科学的権力への盲目的な従属を強いるものであるという批判(船戸 2006)もある。正しい

2014年3月12日受付 2014年5月12日受理

所 属: 1. 京都教育大学大学院教育学研究科 1年次

2. 京都教育大学教育学部 准教授

連絡先: din45053@kyokyo-u.ac.jp

放射線に関する知識を普及させるために、科学技術コミュニケーションが果たす役割は極めて大きい。

著者らは、科学技術コミュニケーションの視点に立った放射線教育の教材開発を進めている。教材開発にあたっては、第三者的な視点からの着想ではなく、放射能と日々向き合っている福島県の住民と共に復興に向けて問題を解決していくという視点を大切にしたいと考えている。そのために、著者らは、農家における農業復興支援や学校現場での教育支援を通して被災地の様子を自分の目で確かめ、福島県に残って暮らす住民の生の声を聞く活動を継続して行っている。

本研究では、福島県内での活動や教員養成系大学の大学生を対象としたアンケート調査、先行研究をもとに、すごろく教材「放射線人生ゲーム」を開発した。この教材は、科学技術コミュニケーションの視点に立ち、放射線に関する正しい知識と原発事故後の福島県の住民の暮らしを直感的かつ体験的に伝えていくことを目的としている。シチュエーションとしては、教員がファシリテーターとなり、理科授業や総合的学習において児童・生徒、また、親子授業などにおいて保護者や地域住民を対象に教材を体験してもらうことを想定している。本稿では、開発した教材とその教育実践について報告するものである。なお、本研究で扱う福島県内で発生する事象は、汚染状況重点調査地域で発生する事象を扱っている。

2. 福島県内での活動

本研究を進めるにあたり、著者らは、教材開発のための文献調査を進めると同時に、2013年に計6回福島県を訪問し、様々な活動を行ってきた。表1にこれまでの活動内容と活動で得た知見を示す。福島県浜通りの津波の被災地や全村避難を余儀なくされた飯舘村の視察、放射性物質汚染対処特措法に基づき除染特別地域に指定された福島県伊達市の農家や住民、小学校における活動等を通し、現場に行かなければ得ることのできない様々な情報を得ることができた。紙面の関係上活動の詳細を記すことはできないが、前向きに放射能の問題を乗り越えようとする多くの福島県民の姿や福島の実状を多くの人に知ってもらうことの重要性和、放射線の正しい理解の普及のためには特段の配慮が必要であることを痛切に感じた。とりわけ、低線量被ばくの児童への影響を危惧する保護者に接し、児童に放射線教育を行う小学校教員に対しては、正しい放射線の知識を普及させるために大きな期待が寄せられているとともに、教員に対する支援の一層の充実が望まれるところである。

3. 教員養成課程の大学生を対象とした放射線に関する認識調査

3.1 目的及び調査方法

福島県での訪問を通して、著者らは、将来的に教員として小学生に放射線教育を行う可能性がある教員養成系大学の学生が、放射線についてどの程度正しい理解をしているのだろうかという疑問を抱いた。これまでに高等教育の学生を対象とした放射線・放射能に関する意識調査や教育実践にはいくつかの先行研究が見られる（例えば、増崎 2012；西・杉浦 2007）が、本研究では教員志望の大学生を対象とした放射線に関する認識状況を明らかにすることを目的に調査を行うことにした。京都教育大学教育学部の初等理科教育受講者（主に2年生）と京都華頂大学現代家政学部初等科教育法（理科）受講者（主に3年生）計72名を対象に、それぞれ2013年12月9日及び2014年1月6日にテスト形式のアンケート調査を実施した。テストの設問は、文部科学省が発行し全国の小学校に配布されている「放射線等に関する副読本小学校教師用解説書」（文部科学省 2011）に記載され

表1 福島県における活動内容

活動日	活動内容	活動で得た知見
第1回 2013.3.26-27	○被災地の視察(福島市, 川俣町, 飯館村, 南相馬市, 相馬市, 新地町, 伊達市) ○伊達市霊山町の山林における空間線量の調査	・全村避難となっている飯館村の現状 ・津波の被災地の現状 ・除染の現場 ・仮設住宅での生活
第2回 2013.5.20	○現地住民への聞き取り調査(伊達市立小学校教員, 二本松市内の農家)	・放射能の不安から福島県産の農産物に対して強い抵抗を持つ保護者の現状 ・風評被害に苦しむ農家の現状 ・山菜などは未だ基準値を超えていること
第3回 2013.6.16-17	○伊達市立小学校での移動式プラネタリウムを用いた天文教育 ○現地住民への聞き取り調査(伊達市内の民宿経営者)	・除染土の保管場所で設置された防護壁を見ると気分が悪くなるという民宿経営者の声
第4回 2013.7.10	○伊達市立小学校での保護者と児童対象の「放射線教育」の授業	・自然放射線や世界の放射線量などの情報を取り入れた放射線教育の授業 ・講義形式で児童や保護者に正しい知識を伝えることの難しさ
第5回 2013.9.8-12	○伊達市立小学校での小6理科「大地のつくりと変化」の授業実践	・理科で学習する内容に放射線に関する内容を取り入れていくことの有効性
第6回 2013.12.21-23	○被災地の視察(福島市, 川俣町, 飯館村, 南相馬市, 相馬市, 新地町, 伊達市)	・津波の被災地における復興の進展 ・進まない除染作業の現状 ・あんば柿の原料の生柿が捨てられている状況

ている内容を参考に出題した。この解説書は大きく分けて「放射線の正体」「放射線の用途」「放射線を出す物質」「放射線の人体に与える影響」「放射線の測定方法」「放射線の防御」の6つのテーマに分かれている。今回は副読本の内容を参考に、各テーマごとに3題、計18題出題し、それぞれのテーマごとの正答率を割り出した(表2)。

3.2 集計結果

テーマごとに正答率を比較すると、放射線の防御に関する設問、放射線の用途に関する設問の正答率が高い一方で、放射線の正体に関する設問、放射線を出す物質に関する設問、放射線の測定方法に関する設問の正答率が低いことが分かった。個々の正答率をみると、極端に正答率の低いものもあるが、A1の正答率の低さからは自然放射線の存在を知らない学生が少なからずいること、問題番号D3の正答率の低さからは、人工的な放射線は危険だが、自然放射線は危険ではないと考えている学生が多いことなど、自然放射線の理解が不足している傾向が見てとれる。後述するゲームの開発では、本調査結果を参考に「ちしきカード」の作成を行っていく。

表2 アンケートで調査した設問事項と正答率

	正解	正答率(%)	正答率平均(%)
A:放射線の正体に関する設問			
A1 レントゲン撮影が始まってから植物や岩石などから放射線が出るようになった	×	27.5	35.0
A2 同じだけの放射能を持っていたとしても、α線よりもγ線やX線の方が人体に与えるリスクが大きい	×	5.0	
A3 わたしたちは常に体内で放射線を受け続けている	○	72.5	
B:放射線の用途に関する設問			
B1 放射線は細菌を退治するはたらきがあり、注射器などの滅菌などに用いられている	○	70.0	54.2
B2 放射線は自動車のタイヤやビート板などの耐熱性や耐水性等の強化に利用される	○	80.0	
B3 ジャガイモに放射線を当てると芽が出ることを防ぐことが出来るが、その際に放射性物質がジャガイモに付着する	×	12.5	
C:放射線を出す物質に関する設問			
C1 放射線と放射能の違いを説明してください	(省略)	12.5	24.2
C2 最初に1000個ある放射性物質が4カ月で半分の500個になる場合、8カ月経つといくつになるか	250個	52.5	
C3 ヨウ素131とヨウ素129では、ヨウ素129の方が半減期が長いので、人体に大きな影響を与える	×	7.5	
D:放射線の人体へ与える影響に関する設問			
D1 放射線が人体に与える影響を考える時は、シーベルトで表された放射線量を知ることが大切である	○	92.5	67.5
D2 がんを引き起こす要因は、放射線だけである	×	75.0	
D3 人工的につくられた放射線が人体にとって有害であり、自然界から受ける放射線は人体に有害ではない	×	35.0	
E:放射線の測定方法に関する設問			
E1 学校内の放射線量を測ると石碑の周りの放射線量は高くなる傾向があるが、このことに科学的な根拠はない	×	7.5	4.2
E2 水の入ったプールの上ではその周りよりも放射線量が高くなる傾向にある	×	0.0	
E3 霧箱とよばれる器具を使うと、放射線を目で見る事が出来る	×	5.0	
F:放射線の防御に関する設問			
F1 原発事故発生時には、インターネットなどでのうわさに惑わされないことが大切である	○	97.5	70.8
F2 原発事故発生時には、屋外へ避難することが望ましい	×	40.0	
F3 原発事故発生時には、マスクやハンカチで口をふさぎ、外の空気を直接吸い込まないことが望ましい	○	75.0	

4. 放射線人生ゲームの開発

これまでの福島県における活動で得た経験や、アンケート調査の結果等から、著者らは、世代を問わず日本全国の人たちに、震災後福島に残って暮らす人々の姿を伝え、また放射線に関する正しい知識を伝えることの重要性を認識するに至った。しかしながら、著者の中野が2013年7月に福島県の小学校で行った講義形式による放射線教育の授業においては、講義形式では正しい知識を伝えること、学習者を引きつけることの難しさを感じた。このことから、正しい知識を、文章を最小限に抑えて視覚的また体験的に理解してもらうことが、学びや興味関心につながるのではないかと考え、すごろく教材の発想へと至った。本章では開発したすごろく教材「放射線人生ゲーム」について紹介する。

4.1 「iPS細胞を学ぶすごろく」からヒントを得る

2013年10月、立教大学理学部と日本大学藝術学部が合同で開講している「サイエンスコミュニケーション」の授業で、学生が作成したiPS細胞をすごろくで学ぶことが出来る「Re: 人



図1 ゲームで使用するパーツ群

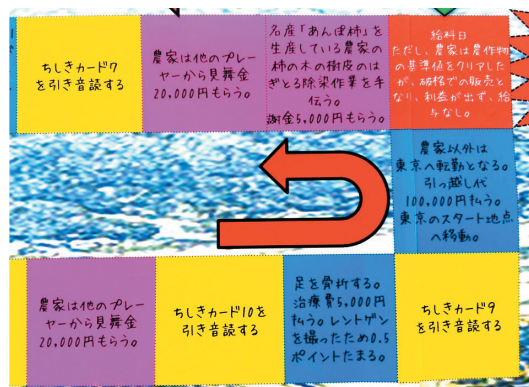


図2 ボードのマス目の拡大図 (一部)

生ゲーム」(工藤 2012; 木村・工藤 2012)を体験する機会を得た。この教材は、様々な要因でiPS細胞による移植手術が必要となったプレイヤーが、治療費や研究費を稼いでiPS細胞をつくり、手術を受け病気を治すというストーリーのゲームである。このゲームでは、ゲームで使用する遺伝子カードや知識カードといった様々なアイテムを通して、iPS細胞を参加者が楽しみながら理解できる様々な工夫がなされている。すごろくは江戸時代の寺子屋などでも教材として使用されており(東京学芸大学附属図書館 1993)、現代においても様々な形態のものが多様な場面で活用されている(例えば、岡村・後藤 1996; 鈴木 2006; 山川ほか 2006)。この教材「Re: 人生ゲーム」は、最新の高度な科学的知見を分かりやすく利用者に伝えることに成功しているだけでなく、デザイン性に優れ視覚的にも利用者を惹き付けるものに仕上がっているなどこれまでにないタイプのすごろく教材である。「論文にだれでも気軽にアクセスでき理解できるのならば、サイエンスコミュニケーションという言葉は流行りもしなかっただろう。論文をもとにその情報の形を変え、世に提示し直すことがサイエンスコミュニケーションの第一歩である」(木村・工藤 2012)という指導者の理念に著者らが共感したこともあり、「Re: 人生ゲーム」を参考に「放射線人生ゲーム」を開発することにした。

4.2 教材開発

教材開発にあたっては、次の3点に重きを置いた：①農家をはじめ、震災後福島に残り放射線と向き合いながら生活を送る被災地の人々の姿を体験的に理解できるようにすること、②日常における被ばくや世界の放射線量にも目を向け、自然放射線の存在を理解できるようにすること、③放射線の被ばくによる人体への影響について、視覚的に理解できるようにすること。

「Re: 人生ゲーム」のプレイヤーはiPS細胞による移植手術が必要となった人であるが、「放射線人生ゲーム」のプレイヤーは福島で暮らす人という設定である。職業は農家、教師、キャビンアテンダント、放射線技師、フリーターの5つの職業を設定し、プレイヤーがゲーム開始時にくじを引いて職業を選択する。ゲームは震災前の福島から始まり、通常の生活を送っているところで原発事故が発生する。事故発生後は、さいころの目によって①福島に残って暮らす、②東京に避難する、③ロンドンに避難するという3パターンに分かれコマを進めていく。

各マスには著者らが福島県での活動で見聞した様々な事例や知見(表1)を中心に内容を設定するとともに、病院での検査や冠婚葬祭など通常の生活で起こり得るものや、非現実的ではあるが、宇宙旅行に当選し1ヵ月間宇宙ステーションに滞在するという内容のマスも設けた。マスには、「Re: 人生ゲーム」に倣いちしきカードを読ませるマスを設けた。ちしきカードは3章の調査結果をもとに、大学生の正答率が低いと思われる項目を選び12種類用意した(表3)。

表3 ちしきカードの内容

ちしきカード 1 …	「放射性物質と放射能、放射線」
ちしきカード 2 …	「原子核から出る放射線」
ちしきカード 3 …	「放射線の種類と透過力」
ちしきカード 4 …	「放射線・放射能の単位」
ちしきカード 5 …	「放射線の半減期」
ちしきカード 6 …	「身の回りにある放射線」
ちしきカード 7 …	「外部被ばくと内部被ばく」
ちしきカード 8 …	「世界の放射線量」
ちしきカード 9 …	「放射線の利用①～医療での利用～」
ちしきカード10 …	「放射線の利用②～工業での利用～」
ちしきカード11 …	「放射線の影響を知る単位」
ちしきカード12 …	「放射線による人体の影響」

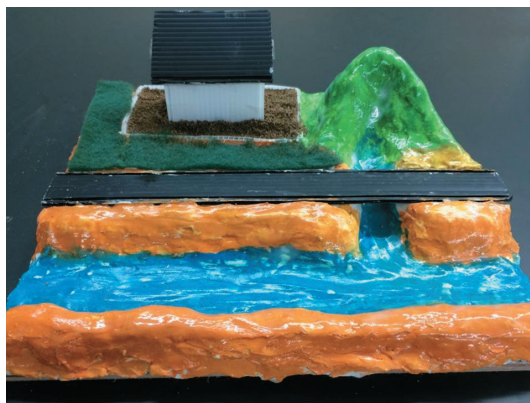


図3 ゲームで使用する除染シミュレーター

また、除染を体験できる除染シミュレーター(図3)を体験できるマスも設け、福島で行われている除染の理解を深められるようにした。これは著者の中野が伊達市内の小学校で放射線の教育のために開発したもの(中野, 2013)を参考に、著者の林が本教材用に作成したものである。コンパネ合板の上に紙粘土やプラスチック段ボール、緑色のスポンジを用いて、山や川、道路や家、草むらなどを形作り、家は粒径の細かい真砂の上に置いた。また、道路や屋根の端側にはプラスチック段ボールのライナーに切り込みを入れることで側溝や雨樋を再現した。さらに耐水性をつけるため紙粘土全体に木工用ボンドを塗って固めた。ゲーム内の学習では、図3のジオラマ全体に原発事故により飛散した放射性物質に見立てたチョークの粉をまぶし、その上から霧吹きで雨水に見立てた水を吹きかける。水の流動性によりチョークの粉が移動し、側溝や雨どいなどチョークの粉が多く集まる場所、川など粉が少なくなる場所を確認すること

で、どのような場所に放射性物質がたまりやすいかを学ぶことができる。次に、学習者がシミュレーターで除染作業を体験できるよう、綿棒やスプーンなどでチョークの粉や庭の表土を取り除き、フレコンバッグに見立てた黒色のビニール袋に移し替える作業を行ってもらい、この除染体験により、実際行われている除染作業の意義を理解できるようになっている。

ゲームでは、コマを進める度に、給料の支払いやマスに記載された内容に応じて医療費等の支払いといった金銭の収支が生じたり、居住場所や職業、生活体験によって被ばく線量が加算される。被ばく線量は0.1 mSvを1ポイント(1Pt)とした。1Ptを1.5 cm×1.5 cm×1.5 cmの角材で作成した積み木で表し、15 cm×15 cm×15 cmの亚克力板を加工して作成したボックスに積み上げるようにし、積算線量を視覚化した。この亚克力ボックス内が全て角材で満たされると100 mSvとなる。

被ばく線量は、各地の空間線量を元にし、Ptに換算した。例えば、ロンドンの屋外における空間放射線量の平均は約0.240 μ Sv/hであり、これを計算で1ヵ月あたりに変換すると約0.175 mSvで、四捨五入すると0.200 mSvとなる。0.1 mSvを1Ptと設定していることから、ロンドンの1ヵ月あたりの屋外における空間放射線量をPtに換算し、2Ptとした。同じ計算方法で、東京と原発事故前の福島(屋外における空間線量の平均値約0.080 μ Sv/h)と除染後の福島を0.5 Pt、原発事故後の福島(同0.140 μ Sv/h)を1Ptと、1ヵ月ごとのPtを設定した。職業については1ヵ月ごとに、キャビンアテンダントが4Pt、放射線技師が1Pt加算される設定とし、その他の職業は加算なしとした。キャビンアテンダントは東京-ロンドン間を月に2往復した際に受ける線量とし、放射線技師については一般的な男性放射線技師が受ける線量とした。また、CT検査、レントゲン撮影ではそれぞれ1回あたり70 Ptと0.5 Ptが、1ヵ月間の宇宙旅行では300 Ptが加算される設定とした。

ゲームで使用するパーツを図1に、ボードのマスの拡大図を図2に、使用した除染シミュレーターを図3に示した。ゲームでは、1ターンあたり1ヵ月経過するという設定とし、12ターン(1年)続



図4 ゲームの流れの一例

けるとゲームが終了する。ゲーム終了時に一律に食品等に含まれる放射線カリウムからの内部被ばく分の0.4 mSvが加算される。ゲームの終了後に各プレイヤーが受けた1年間の累積の線量を検討し、感想を発表し合う。図4に実際に本ゲームを体験したプレイヤーの累積線量を示す。図4のケースでは宇宙旅行を体験しているので年間で33.6 mSv被ばくするが、宇宙旅行をしていない場合は3.6 mSvとなる。

5. 本教材が学習者にもたらす効果

5.1 教育実践の内容と考察

2014年1月16日に京都教育大学理科教育学研究の学生7名を、同月24日に京都教育大学大学院の著者の中野が担当する理科教育特別演習Ⅰの受講生6名を対象に、本教材を用いた教育実践を行った。1回の実践に設けた時間は、ゲームの説明や準備なども含め90分とした。

実践は終始楽しい雰囲気の中で行われ、大変盛り上がった。実践後、学習者に自由記述式で本教材を体験しての感想を記入してもらった。記述内容は、教材の有効性に関する記述と課題に関する記述に分けられ、それぞれ表4、表5に記した。

教材の有効性に関する記述は、福島復興に関する学び、放射線に関する学び、教材の面白さの3点に分類できた(表4)。

福島復興に関する学びについては、福島復興の現状や除染に関する記述が多く見られ、福島復興の現状や除染の方法や大変さについて学習者の理解が深まったことが分かった。ゲームを通して福島での暮らしや除染作業を疑似体験することにより、被災地の人々の姿を体験的に学習できたことがこうした理解の深化につながったと考えられる。放



図5 教育実践の様子

表4 教材の有効性に関する記述

<福島復興に関する学びについて>	
・ニュースなどで聞くだけであまり実感はなかったが、少しはわかった気がした ・福島復興の現状と並行して考えることができる教材だと思った ・除染をするというのが実際に考えると気の遠くなるような作業であると実感出来た ・除染作業を体験するのも方法や順番などを考えられるのでよい ・どんなふう除染されているか知れてよかったです ・除染作業もミニチュアで体験できたので、福島復興の現状がよく分かってためになる教材だと思った ・除染シミュレーターによるシミュレーションは視覚的に理解しやすくてよかった	
<放射線に関する学びについて>	
・被ばく線量を目に見える形でためることができるため、分かりやすい ・最後「クリアボックス一杯分たまらなければがんなどの病気になるという明確な証拠はない」という説明で、遊んだ後に学びがあり、すぐ内容がスッと入ってきた ・1年スケールできちんと整理されていてわかりやすい ・世界からの目線からも考えることができて良かった ・数値で言われてもピンとこない被ばく量が、目で見て体験的に理解できた ・すぐろくのポイントの値が実際のシーベルトに直せるというのはとてもイメージがわかりやすかった ・被ばく量が目で見えて、最後の解説でよく理解できてよいと感じた	
<教材の面白さについて>	
・思っていたよりおもしろかった! ・多分子どもでもお年寄りでも楽しめると思う ・楽しみながら放射線の基礎的な知識を学ぶことができて良かったです ・非常に面白くプレイさせてもらいました ・人生ゲームをやりながら福島のことや、放射線のことについて楽しみながら学習できた ・楽しくすぐろくで体験できた	

射線に関する学びについて

では、数値で示されてもピンとこなかったことが、ゲームを通して視覚的によく理解できるようになったという声が多く挙がった。日常における被ばくや世界の放射線量にも目を向けながら、放射線の被ばくによる人体

表5 教材の課題に関する記述

- ・内部被ばくで食品を食べる量との関連も入れてもよいかも
- ・クリアボックスに積み木がうまく収納できなかった
- ・12ターンというのは少し長いかなと感じた
- ・ちしきカードの説明文がやや長い
- ・ちしきカードは聞いているだけで微妙なので、全員に配って目で追いたいと思った
- ・一度も引かれなかったちしきカードの内容も知りたかった
- ・ちしきカードは番号を指定しなくても順番に1から取って読むようにしてもいいと思う

の影響について視覚的に理解することができたことが分かった。また、過度な健康被害への不安の解消にもつながっただろう。教材の面白さについても、多くの学習者から楽しく学べたという声が挙がった。「子どもでもお年寄りでも楽しめると思う」など、他の世代においても本教材が有効に活用できる可能性を示唆する感想も見られた。

教育実践では、学習者はゲームに夢中になる様子が伺えたほか、「世界でも地域によってこんなにも放射線の値に差があるのか」、「自然由来の放射線も人工由来の放射線も人体への影響は同じなんですね」など、学習者同士や学習者とファシリテーターとの間で対話も多く生まれ、終始にぎやかな雰囲気で行われた。ちしきカードで初めて知った放射線に関する知識も多かったようで、学習した内容に驚きや納得の表情が見られた。また、ゲームの12ターン目終了後、ファシリテーターである著者が、「クリアボックス一杯にブロックがたまらなければ、放射線の被ばくによるガンなどの病気が発症する明確な証拠はない」ということを説明すると、学習者は納得した表情を示し、学びが得られた満足感で満たされている様子を伺い知ることができた。

5.2 学習者への事後インタビュー

教育実践の約3か月後の2014年4月17日に、教育的効果をより明らかにし有用性を見いだすことを目的に、本教育実践の参加者で追跡調査が可能であった3名を対象に、事後インタビューを行った。方法は、著者の林がインタビュアーとなり、対象者3人同時に以下の3つの質問を提起し、その質問に関して自由に意見交換してもらった座談会形式のグループインタビューを行った。インタビューに要した時間は約30分間である。インタビューでの発言内容はテキストに書き起こした。質問内容は次の3点である：①すぐろくでの学びの中で今でも印象に残っているものはどのようなことか、②すぐろくでの学習の後、生活の中で意識が変わったことがあるか、③放射線や福島復興について興味を持って学ぶようになったか。

すぐろくでの学びで印象に残っていることに関しては、「ゲームを進めるごとにブロックが積み上げられていくことで、健康への影響は大丈夫かと不安になったが、最後の説明で、普通に日常生活を送るだけだったら放射線被ばくについてそこまで心配はいらないことが分かり今でも印象に残っている」、「ロンドンの自然放射線が高いことは印象に残っている」、「CTはかなり被ばくすることが印象的だった」などという声が挙がった。また、学習後意識が変わったことに関しては、「レントゲンやCTを受けるときなど、被ばくを意識するようになった」、「テレビの放射線被ばくに関する報道を真に受けず注意して聞くようになった」という声が挙がり、学習後の放射線や復興への興味に関しては、「放射線をさらに発展的に学習して、いずれは正しい知識を伝える側に立ちたいと考えている」、「近いうちに福島へ赴き復興に協力出来ればと思っている」などという声も見られた。

このように、学習者の生活の中で科学リテラシーの向上につながる意識の変化が生まれたほか、

正しい知識の伝播や福島復興に携わりたいという想いを持つ者も見られた。追跡調査を行った母集団が小さいため詳細な分析は今後の調査を待つことになるが、学習者の長期的な科学リテラシーの向上など、本教材の効果の一端を伺い知ることができた。また、学習者が今後知識の伝播など科学技術コミュニケーションの深化に寄与してくれることが期待できる。

以上の実践から、本教材は、4章第2節にて述べた教材作成にあたって重きを置いた3点のねらいを満たした教材となった。放射線の知識や風評被害、除染作業に関することをゲームを通して楽しく学ぶことは、不謹慎であると思われる向きもあるだろうが、市民に放射線や福島の現状を学ぶきっかけや正しい知識・理解を与える上で重要だと著者らは考える。

5.3 今後の教材開発への課題と展望

教材の課題についての記述を表5に示す。最も多く出た意見としては、「一度も引かれなかったちしきカードの内容も知りたかった」というものである。ゲーム中に12種類全てを引き、音読するわけではないため、全種類のカードをゲーム内で紹介できる工夫が必要であるだろう。「ちしきカードは番号を指定しなくても順番に1から取って読むようにしてもいいと思う」といった具体的な提案も挙がったので、今後の改良において検討していきたい。

また、「12ターンが長く感じた」という意見も多く挙がった。1ターンを2か月経つ設定とし、計6ターン行うという方法もあるが、より多くの福島の現状や放射線に関する知識を知ってもらいたいという想いもあるため、やはり12ターンが適切であるのではないかと考える。学校教育の中でこのすごろく教材を取り扱う場合は、2時間連続の授業で行い、ゲーム終了後もゲームの中での気づきを生徒にまとめさせるなどすると、なお「放射線教育」として有効な教材となるだろう。

学習者からは、「内部被ばくで食品を食べる量との関連も入れてもよいかも」という意見も挙がった。今回制作した「放射線人生ゲーム」では、12ターン目終了後、日本人の内部被ばくの平均である0.4 mSvにあたる積み木4Ptをプレイヤー全員に加算する設定としている。しかし実際には、通常の2倍の量の食事を摂取する人は2倍内部被ばくしているので、「食いしん坊」などのプレイヤーの設定を追加するなど、食事の摂取量と被ばく量の関係もゲームの中で取り入れたい。

社会制度とゲームで取り扱う事象との関連についての検討も今後深めていきたい。原発事故後の様々な社会制度等によってなされる社会的決定が、個人の決定と相反する場合もあり、これらの問題は、放射線の知識だけでは解決できない。そのような問題に対応するため、例として被災者を対象とした様々な給付金制度などを今後のゲームの改良において取り入れていきたい。

さらに、細かいブロックを積み上げる操作に時間や手間がかかることから、アクリル製のパイプに被ばく線量を表した円柱の発泡スチロールを積み上げる方式にするなど、操作性の向上のためにブロックの代わりとなるものを今後検討していきたい。

また、ゲームでは職業などの設定やルールを限定し単純化しているため、実社会との相違が出てしまうことも課題として挙げられる。例えば、実社会では職業の選択は基本的に自己の選択によるものであり、職業による被ばくも自己選択が可能であるが、ゲームでは引いたカードによって決まるため非自己選択的である。今後の教育実践においてはゲーム後に振り返りの時間を十分に設け、このような面においての実社会との相違点を学習者の間で議論するといった学習展開も検討していきたい。

6. おわりに

放射線に関する誤った情報による風評被害に苦しむ農家や、過剰な恐怖感を持ってしまった保護

者たちもいる。児童・生徒および保護者、地域住民が各種メディアの風評に惑わされることなく、科学的な根拠に基づく意思決定や判断ができる能力（科学リテラシー）を育成する役割がある。そのために学校教員に求められている期待は大きい。

こうした期待に応えるためには、教員自身が論文や専門書などの文献を通じて、科学的根拠に基づく専門的な知識を習得しなければならないことは当然のことである。しかし、スライドなどを使った講義や活字だけでは、市民の科学理解を図ることは難しく、科学に関する内容をできる限り文章を用いず直感的に分かるように表現するすごろく教材のようなツールを用いることが効果的である。本研究で開発したすごろく教材「放射線人生ゲーム」において教材の有用性を見出すことができた。

今後は、本研究で開発したすごろく教材「放射線人生ゲーム」を、5章第2節で述べたように教材の改良を行っていきたい。最終的には改良した「放射線人生ゲーム」を学校現場で実践を行い、教育効果をより明らかにしていく方針である。また、今後も福島の実験活動を継続して行い、現地の教育現場をはじめとして、復興に寄り添っていきたいと考えている。

謝辞

本研究は、著者の林が京都教育大学教育学部に提出した卒業論文（2013年度）の一部をまとめたおしものです。研究では多くの教育関係者よりご助言をいただきました。ご助言いただいた方々にお礼を申し上げます。そして何より、調査に協力して下さった福島の方々に心より感謝の意を表するとともに、一日も早い福島の復興をお祈りいたします。

引用文献

- 船戸修一 2006:「受け取る側の評価」藤垣裕子・廣野喜幸 編『科学コミュニケーション論』東京大学出版会、175-189.
- 石亀左知子・中野英之・村上忠幸 2013:「東北砕石工場時代の宮沢賢治から福島の復興に必要な科学コミュニケーションスキルを学ぶ」『平成25年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集』71.
- 木村政司・工藤光子 2012:「サイエンスコミュニケーションにおけるモノづくり デザイン×サイエンスー「サイエンスコミュニケーション実践」開講」『日本サイエンスコミュニケーション協会誌』1 (1), 59-61.
- 工藤光子 2012:「iPS細胞をすごろくで学ぶ!?『Re人生ゲーム』」『化学』67 (12), 35.
- 増崎武次 2012:「放射線・放射能に関する意識調査および大学生の教育」『福岡工業大学環境科学研究所報』6, 81-91.
- 文部科学省 2011:『放射線等に関する副読本小学校教師用解説書』
- 中野英之 2013:「地域の実態に即した小5流れる水のはたらきの学習展開～福島・阿武隈北部地域における教育実践～」『平成25年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集』72.
- 西紗代・杉浦絹子 2007:「看護職者の放射線に関する知識の現状と教育」『三重看護学誌』9, 63-72.
- 岡村竹史・後藤春彦 1996:「住民参加型ワークショップによる総合的・体系的計画づくりへの試みー「まちづくり人生ゲーム」の提案と検証ー」『環境情報科学』25 (2), 36-42.
- 鈴木英樹 2006:「「格差社会人生ゲーム」にとりくんで」『学習の友・別冊』16-18.
- 東京学芸大学附属図書館 1993:『特別展近世庶民教育資料「教育双六と教科書」目録:東京学芸大学創基120周年記念。』
- 山川宏・市瀬龍太郎・太田正幸・加藤義清・庄司裕子・松尾豊 2006:「Happy Academic Life 2006:研究者の人生ゲームーゲーム型キャリアデザイン学習教材の開発ー」『人工知能学会誌』21 (3), 360-369.