

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25282033

研究課題名(和文)放射線教育を軸としたESD推進のための学習プログラム開発と理科教員養成

研究課題名(英文) Learning program development for ESD based on radiation education and training for science teachers

研究代表者

杉田 克生 (SUGITA, KATSUO)

千葉大学・教育学部・教授

研究者番号：40211304

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,600,000円

研究成果の概要(和文)：放射線の生体影響を学校で実証的に理解させるため、放射線生物実験を加えた実践的学習プログラムを開発した。特に放射線による癌化やDNA変異など複雑な生体影響事例や確率的リスクの理解を高め学校現場で実施可能な学習プログラムを作成した。

一方理科教員、医療従事者や大学生の放射線知識調査結果を解析し、理科教員用の教材「学校での放射線リスク教育ガイドブック」を作成し、webからも閲覧可能な教材として国内での普及に努めた。

研究成果の概要(英文)： We developed a practical learning program to realise the effects of radiation on human body at school by including radiation-biology experiments. Some case examples that show complex effects of human body by radiation such as cancers and DNA mutations, for enhancement of understanding the probability of radiation risk. Furthermore, we published a teaching textbook "Guidebook for teaching radiation risks to science teachers" which are readable on the web, after we analysed the results of radiation knowledge in science teachers medical staff and university students.

研究分野：科学教育

キーワード：放射線教育 リスク教育 学習プログラム 教員養成

1. 研究開始当初の背景

福島原発事故後、特に乳幼児をもつ家庭では放射線への強い不安を感じていた。その結果さまざまな偏見や“風評被害”をまねき、科学と人あるいは社会との関係性が著しくそがれていた。科学教育の主体となるべき教育現場では、平成20年告示中学校学習指導要領に放射線に関する事項が掲載されたが、特例により平成23年度からの指導とされ、大半の教員は教育経験が乏しい。平成24年度改訂された教科書中放射線の事項は、「エネルギー」の項目で放射線の性質と利用に触れることとしており、放射線の人体への影響を学ぶ機会は不十分であった。

紫外線も含め放射線は、DNAを損傷し遺伝子変異や細胞死をもたらし、その結果発癌あるいは老化にいたる。ただし生物にはこれらのDNA損傷からゲノム情報を修復する機構が存在しており、放射線など環境からのDNA損傷とそれに対する生体の修復との相互作用の中で歴史的に生物が地球上生存してきている。これらの知見は放射線生物学実験やDNA修復異常症などの臨床事例から多く集積されているが、現場の理科教員が学ぶことは皆無で結果的に児童に指導できていないのが現状であった。したがって国民が関心の強い放射線の生体影響を深く理解させるためには、児童の学習に効果的な実証的参加型学習プログラムを作成し、そのプログラムを指導しうる理科教員養成が急務であった。

一方、現代の放射線防護の基準は、世界で唯一の原爆被爆国における人体への放射線影響の疫学データが参考にされていた。日本の放射線生物研究者はこれら疫学的データに加え、放射線生体影響を知るための基礎的実験手段を数多く開発してきていた。申請者の杉田、喜多、藤井らは、放射線高感受性細胞株の樹立や遺伝子変異率の簡便な検出方法を開発し、さらにDNA修復障害によるヒトでの放射線生体影響について臨床データを積み重ねてきた。放射線医学総合研究所の島田、柿沼らも、放射線による確率的生物影響を動物実験などで検証してきていたが、それらを教員養成の一助として活用する機会がなかった。

2. 研究の目的

放射線教育プログラム開発にかかわる機会が乏しかった放射線生物研究者や臨床医が教員養成にかかわる理科教育教員と協同し、放射線教育のための実証的参加型学習プログラムを作成する。千葉大学では科学教育の一環としての学習プログラム「ラボ on the デスク」を開発し、実習実験をベースとして受講者の興味、関心を惹起する取り組みを数年来実施している。科学を児童に体感させることで真理を見出す力を育み、環境保全や人

権尊重に関する観念の涵養を図ってきている。この中で使用する実験装置として、生命科学、化学、工学などの分野における個人独立型実験装置の開発にも努め、参加した現職教員の教育能力向上の場としても活用している。現代社会では、科学的学習を通して人、社会、環境との関係性を認識し尊重できる個人を育む持続発展教育の重要性が唱えられてきている。今回放射線教育に向けた実証的参加型学習プログラムを新たに開発し、プログラム担当能力を有する理科教員を養成することで、放射線を通じた人、社会、環境の包括的理解を学校現場で高め、国民の持続発展教育充実につなげる。

3. 研究の方法

小中・高等学校における放射線教育の現状調査

福島原子力発電所事故以後、2012年度教科書改訂にともない小中・高等学校で放射線教育実施されている。小中・高等学校で実施予定の授業内容や取り組み状況を把握するため、郵送による現状調査を行う。特に、新学習指導要領中学校理科第一分野に組み込まれた「放射線」の現場での定義、放射線を学習する上で必要な原子構造などに関する指導状況、工夫している教材や実験、生体影響の指導方法などについて調べる。合わせて海外における先進的取り組みの調査のためロンドン大学 Institute of Education やユトレヒト大学を訪問し国内と比較討議する。

放射線生体影響を指導するための学習プログラム開発

申請者の野村、加藤、山下らが開発した学習プログラム「ラボ on the デスク」をベースとし、まずは個別実験を放射線生物研究者と理科教育教員が協働して放射線生体影響用学習プログラムを開発する。X線に比較し紫外線量測定装置は簡便に作成できるので、精度の高い携帯用紫外線量測定器を作成し日常生活での紫外線暴露の実際を体感させる。さらに生体影響を細胞レベルで視覚化できる実験方法を導入する。まずはパイロット的に学習プログラムを作成し、千葉大学の「未来の科学者養成講座」において実施する。

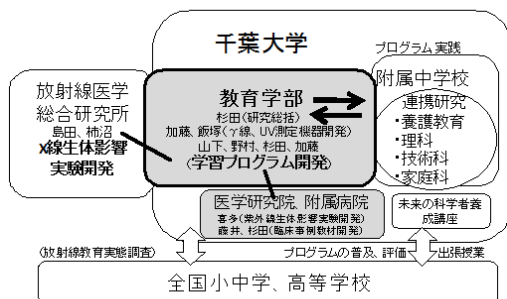


実証的放射線教育のための学習プログラムの検証

千葉大学の「未来の科学者養成講座」受講児童を対象に、学習プログラム受講後の放射線の基礎的知識、リスク対応能力について調査し、学習効果判定を行う。教育学部理科教育専攻学生や現職理科教員にもプログラム参加を募り、協同で講座を担当し指導能力向上を図るとともに、指導する立場から意見交換し作成した学習プログラムを検証する。

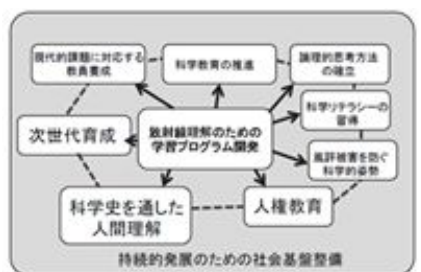
開発した放射線学習プログラムの学校現場での応用

放射線学習プログラムの全国的中・高等学校での普及をはかるため、試験的に教育学部付属中学校ならびに近縁の学校を対象に、プログラムへの参加を募り実施する。対象校以外にもプログラムを普及させるため、参加した教員と基礎放射線生物研究者や臨床医が意見交換し学習プログラムを改定する。この際には、単に放射線教育を行うだけではなく、人、社会、環境との関係性を認識し尊重する環境教育や人権教育を考慮した学習プログラムを指導しうる理科教員の養成にもつなげる。



4. 研究成果

千葉大学と放射線医学総合研究所が協同し、理科教育、技術教育、放射線生物学、放射線臨床医学の各専門家がチームを組み、放射線の生体影響を指導するための学習プログラムを開発した。人類は歴史的にたどった思考方法で理解していくものであり、科学的に有用な放射線測定法、実験手技を新たに見直し、放射線障害を示した臨床事例を教材に取り入れ、児童の発達段階に応じたプログラムを作成した。放射線の生体影響を学校で実践的に学習可能とする、今までにない学習プログラムを開発した。



放射線の生体影響を学校でレギュラとリーサイエンスの観点から理解させるため、参加型学習プログラムを開発するとともに、プログラム担当教員の指導能力向上を図った。紫外線を含め放射線の生体影響を児童に理解させるため、理科教育、技術教育専門家が放射線生物研究者と協働して実験講座を開催した(サイエンススタジオ CHIBA 「実験講座:ガイガー計数管を手作りして放射線をつかまえよう」、「放射線の生物影響を調べるための実験講座:放射線によるヒト細胞 DNA の傷を観察するなど)。この講座を通じ、放射線による癌化や奇形など複雑な生体影響や確率的リスクの理解を高めるため臨床事例を取り入れた学習教材を作成した。またヒト由来がん細胞を用いた染色体異常実験を学校で可能にする教材を開発した。

一方、高等学校物理担当の現職教員や理科教育専攻学生が学習プログラム作成者との意見交換を通して、生体影響を環境との相互作用から指導できる理科教員養成を目指した。また海外での放射線リスク教育の現状調査のため英国を訪問した。ロンドン大学教育研究所の Prof. Reiss と協議し、レギュラとリーサイエンスの観点から日本版の放射線リスク教育教材を作成している。さらにレントゲンが放射線研究に進む契機となったチューリッヒ工科大学を訪問し、科学的資料を収集し今後の教材として活用する。

また千葉大学や放射線医学総合研究所での市民講座の中でも学校での放射線教育の成果をふまえて、よりわかりやすい放射線について講習会を開いた。この際には、補助教材として科学的視点にたった放射線の概説、基礎や臨床研究者から提供された動物やヒトでの生体影響事例の解説ならびに視覚化した実験ビデオなどを駆使した。本研究で得られた放射線学習プログラムを広く公開し、成果についても今後も検討予定である。教育現場で活用できる放射線実験のために、「学校での放射線リスク教育ガイドブック」を作成した。このガイドブックは WEB で閲覧可能であり

(<http://doi.org/10.20776/B9784903328225>)、国内での普及を図る。

義務教育において障害作用と修復作用の両面から実験や臨床事例を通して放射線を学習することは、児童が放射線の影響を生体と環境の両面からバランス良く知ることが可能とする。この結果、将来国民すべてが放射線への科学的リスク観念を育成することが期待される。さらに放射線教育を通じてエネルギーの有効活用、環境保全、人権の重要性を学び、生きていく上での人、社会、環境とのかかわりを尊重する持続発展教育(ESD)の一助となることを期待する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計 12 件)

川崎靖奈、前田彩香、杉田克生、野村純、加藤徹也、高橋博代 放射線知識調査を基にした放射線生体リスク学習プログラムの開発 千葉大学教育学部研究紀要 2017, vol 65, pp375-382 (平成 29 年 3 月 1 日発行)

Kita, K., Sugita, K., Sato, C., Sugaya, S. Sato T, Kaneda, A. Extracellular Release of Annexin A2 is Enhanced upon Oxidative Stress Response via the p38 MAPK Pathway after Low-Dose X-Ray Radiation. Radiat. Res. 186, 79-91, 2016(DOI: 10.1667/RR14277.1)

前田彩香、高橋あかり、杉田克生、野村純、加藤徹也、高橋博代、藤井克則、喜多和子、小林芳枝、吉本一紀 放射線生体リスクにおける学習プログラム開発 千葉大学教育学部研究紀要 2016, vol 64, pp365-374 (平成 28 年 3 月 1 日発行)

Wilson BT, Stark Z, Sutton RE, Danda S, Ekbote AV, Elsayed SM, Gibson L, Goodship JA, Jackson AP, Keng WT, King MD, McCann E, Motojima T, Murray JE, Omata T, Pilz D, Pope T, Sugita K, Susan M. White SM, Wilson IJ. The Cockayne Syndrome Natural History (CoSynH) study: clinical findings in 102 individuals and recommendations for care. Genet Med. 2016 May; Vol. 18 (5), pp. 483-93. Date of Electronic Publication: 2015 Jul 23 (DOI:10.1038/gim.2015.110)

Hayashi A, Takemoto M, Shoji M, Hattori A, Sugita K, Yokote Pioglitazone improves fat tissue distribution and hyperglycemia in a case of Cockayne syndrome with diabetes. K. Diabetes Care. 2015 May;38(5):e76. doi: 10.2337/dc14-2944

Kubota M, Ohta S, Ando A, Koyama A, Terashima H, Kashii H, Hoshino H, Sugita K, Hayashi M. Nationwide survey of Cockayne syndrome in Japan: Incidence, clinical course and prognosis. Pediatr Int. 2015 Jun;57(3):339-47. doi: 10.1111/ped.12635

杉田克生 日欧での放射線教育の現状 放射線生物研究 50(3), 281-290, 2015 (平成 27 年 9 月 30 日)

喜多和子、杉田克生 コケイン症候群患者由来細胞の酸化ストレス負荷後の致死感受性および損傷 DNA 修復能力低下 脳と発達 47(4), 298-303, 2015 (平成 27 年 7 月 1 日発行)

杉田克生 英国での放射線リスク教育 日本醫事新報 2015, No4735, p70-72

(2015 年 1 月 24 日発行)

本島敏乃、杉田克生、小俣 卓、藤井克則 コケイン症候群における臨床的腎機能評価 脳と発達 46(4), 59-62, 2014 (平成 26 年 7 月 1 日発行)

中嶋枝里子、服部文子、伊藤哲哉、小林悟、中島葉子、安藤直樹、杉田克生、齋藤伸治 Cockayne 症候群 型における合併症出現時期と全身管理 日本小児科学会雑誌 117;760-765,2013 (平成 25 年 4 月 1 日発行)

石田菜摘、杉田克生、高橋博代 学習指導要領改訂に伴う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 2014, vol 62, pp361-366 (平成 26 年 3 月 1 日発行)

〔学会発表〕(計 12 件)

2016/11/5 喜多和子、佐藤知穂美、菅谷茂、杉田克生、金田篤志 第 2 回アネキシン研究会 「ヒト細胞における annexin A2 の低線量放射線応答への関与」 札幌医科大学基礎医学研究棟 5 階共通会議室 (札幌市)

2016.8.27 MAEDA A, SUGITA K, NOMURA J, Shoko IIDA, IIZUKA M, KITA K, KATO T International Conference of East-Asia Association for Science Education "Learning-Program development for further understanding of radiation risk" Tokyo University of Science (東京都)

2015/6/21 杉田克生、川崎靖奈、江畑亮太、星岡明、中島弘道、角南勝介 第 201 回日本小児科学会千葉地方会 「小児科医師の放射線理解度の現状調査」千葉大学医学部記念講堂 (千葉市)

2016/5/13 杉田克生、江畑亮太、星岡明、杉田記代子、神田玲子 第 120 回日本小児科学会 「小児医療にかかわる医師の放射線理解度調査」さっぽろ芸文館 (札幌市)

2015/1/15 高橋あかり、前田彩香、杉田克生 第 3 9 回千葉県小児保健協会総会 「養護教諭に必要とされる放射線知識調査」千葉市総合保健医療センター (千葉市)

2014/10/3 喜多和子、佐藤知穂美、菅谷茂、杉田克生、金田篤志 第 56 回日本放射線影響学会大会「低線量放射線による酸化ストレス応答シグナルを介する annexin A2 の細胞外放出」かごしま県民交流センター (鹿児島市)

2014.10.1 杉田克生 第 57 回日本放射線影響学会 「学校での放射線リスク教育への新たな取り組み」かごしま県民交流センター (鹿児島市)

2014/4/1 杉田克生 第 1 7 回 原研研究集会 「放射線生体影響研究者に求められる放射線リスク教育」長崎大学医学部

永井隆記念研修室（長崎市）
2013/10/20 喜多和子、佐藤哲生、菅谷茂、田中健史、杉田克生、金田篤志 第56回日本放射線影響学会大会「低線量X線照射による annexin II と HSP27 の細胞外放出の促進」 ホテルクラウンパレス青森（青森市）
2013/5/30 喜多和子、杉田克生 第55回日本小児神経学会「コケイン症候群患者由来細胞の酸化的DNA 損傷に対する致死感受性と修復能力」 大分オアシスタワーホテル（大分）
2013/5/30 本島敏乃、小俣 卓、杉田克生、藤井克則 第55回日本小児神経学会「コケイン症候群の自験例からの考察した診療管理体制の今後の課題」大分オアシスタワーホテル（大分市）

〔図書〕（計 2 件）

杉田克生編集 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（平成 29 年 3 月 15 日発行 ISBN978-4-903328-22-5）
（<http://doi.org/10.20776/B9784903328225>）
池田黎太郎監修、市毛みゆき、杉田克生著 元素名語源集 千葉大学教育学部養護教育講座 千葉（平成 26 年 3 月 31 日発行 ISBN978-4-903328-16-4）
（<http://doi.org/10.20776/B9784903328164>）

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉田克生（SUGITA, Katsuo）
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：40211304

(2) 研究分担者

山下修一（YAMASHITA, Shuichi）
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：10272296

(3) 連携研究者

加藤哲也（KATO, Tetsuya）
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：00224519

(4) 研究分担者

飯塚正明（IIDUKA, Masaaki）
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：40396669

(5) 研究分担者

野村純（NOMURA, Jun）
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：30252886

(6) 研究分担者

島田義也（SHIMADA, Yoshiya）
量子科学技術研究開発機構・放射線防御研究センター・プログラムリーダー
研究者番号：10201550

(7) 研究分担者

柿沼志津子（KAKINUMA, Shizuko）
量子科学技術研究開発機構・放射線防御研究センター・チームリーダー
研究者番号：20392219

(8) 研究分担者

喜多和子（KITA, Kazuko）
千葉大学・大学院医学研究院・講師
研究者番号：80302545

(9) 研究分担者

藤井克則（FUJII, Katsunori）
千葉大学・大学院医学研究院・講師
研究者番号：70344992