

令和元年5月24日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03053

研究課題名(和文)レギュラトリーサイエンスを導入した放射線教育プログラム開発ならびに教員養成

研究課題名(英文) Development of radiation education program by regulatory science and teacher training

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) 6,400,000円

研究成果の概要(和文)：放射線の生体影響を学校でレギュラト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生徒に理解させるため、理科教育、技術教育専門家が放射線生物研究者や学校現場の理科教員と協働して実験講座を開催した。これらの講座内容として、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。さらに「学校での放射線リスク教育ガイドブック」を出版し、web上で閲覧可能な教材として国内での普及を図った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

純粋科学の教育では育成が不足していた科学技術への予測、評価、判断能力向上させるためにレギュラトリーサイエンスを科学教育に導入した放射線、その教育プログラムを新たに開発した。レギュラトリーサイエンスを導入した科学教育プログラムの推進は、新興する科学技術よりもたらされるベネフィットとリスクを科学的に予測、評価、判断する能力を向上させることが期待される。この結果義務教育において培われた科学的判断能力は、児童生徒が科学技術の成果を人と社会との調和の上で将来能動的に意思決定する次世代が育成される上で有用であり、日本が科学立国を推進する原動力のための次世代育成の充実につながる。

研究成果の概要(英文)： This research project has focused on the development of active learning program for knowing the body effects of radiation from the viewpoints of regulatory science at school and the training of teachers who are involved in science education. In collaboration with specialists for science education, engineer science and radiation biologists, some experimental classes were held with science teachers. We developed a new learning materials and tools to make students understand deeply the complex biological effects of cancer and malformation by radiation and their statistical risk. We also have made efforts to promote this program by publishing a text of "Guide book for radiation risk education at school" which is open to public on the web site.

研究分野：生体リスク教育

キーワード：放射線教育 レギュラトリーサイエンス DNA障害

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 文部科学省は、小学6年と中学3年の全員を対象にした2015年度の全国学力・学習状況調査(全国学力テスト)の結果を公表した。3年ぶりに実施した理科では観察や実験の結果を分析し説明する問題の正答率が低く、弱点が鮮明になった。この科学教育課題に対する対応策としてレギュラトリーサイエンスの導入を試みた。レギュラトリーサイエンスとは、「科学技術の成果を人と社会に役立てることを目的に、根拠に基づいた確かな予測、評価、判断を行い、科学技術の成果を人と社会との調和の上で最も望ましい姿に調整するための科学」と定義されている。日本では内山充が1987年に薬学領域へ輸入した用語であり、米国では原子力発電所や遺伝子組み換え食品の分野でも導入され、安全評価やリスク管理の科学的基盤となっている。ただし日本の学校での科学教育の現場にはほとんど認知されていないのが現状であった。

(2) 福島原子力発電所の事故以来、科学技術への不信感が日本全土に蔓延していた。従来日本人は科学技術にともなうリスク評価能力が乏しく、リスクゼロを希求する傾向が強い。戦後世界に類のない平和と安全な国家が形成された一方で、日常生活における不可避的な不確実性を想定していないのが現状であった。日本での科学技術を推進するには、リスクを正しく認識し冷静に向き合う能力を有する国民を育成することが重要であり、新興する科学技術へのリスク評価ならびに意思決定に役立てる学術としても、学校でのレギュラトリーサイエンス教育導入が求められた。

## 2. 研究の目的

(1) 根拠に基づいた確かな予測、評価、判断を行い科学技術の成果を人と社会との調和の上で最も望ましい姿に調整するための科学であるレギュラトリーサイエンスを基本として、科学技術の成果を人と社会に役立てることができる国民を育成することが第1の目的である。その一助として、学校での放射線教育にレギュラトリーサイエンスを導入し、科学技術にともなうリスクを想定、予測、推定し自ら評価する能力を向上させる放射線教育プログラムを開発する。

(2) 放射線教育学習プログラムにレギュラトリーサイエンスを導入する主眼として、科学技術にともなうリスクを統計的に予測、評価、判断する能力向上のための新たな教育プログラムを作成する。さらに、このレギュラトリーサイエンス教育プログラムを放射線以外の科学教育テーマにも敷延させ、科学立国を推進させるための学校での科学教育推進の嚆矢とする。種々発展する科学技術が有するリスクに対し自ら考え意思決定できる人材を育成し、科学立国を推進させるための学校での科学教育の充実につなげることを第2の目的とする。

## 3. 研究の方法

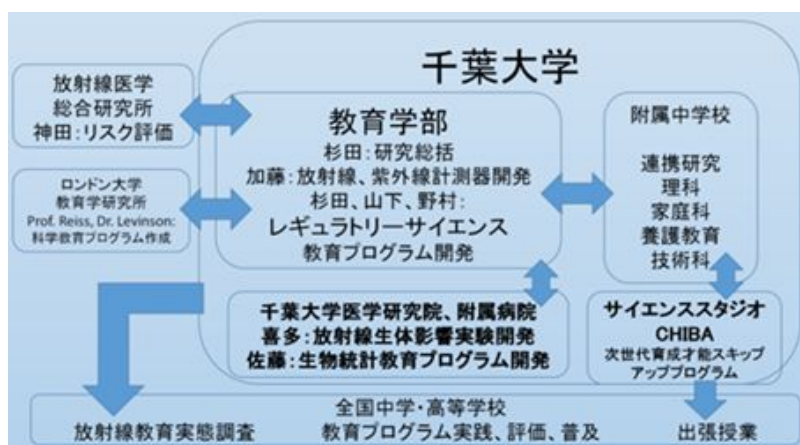
(1) 科学技術の例として放射線をテーマとし、リスク評価を可能とさせるレギュラトリーサイエンスを導入した放射線教育プログラムを開発する。研究の初めに、中学・高等学校での放射線教育の現状を調査する。特に、新学習指導要領中学校理科第一分野に組み込まれた「放射線」の現場での定義、放射線を学習する上で必要な原子構造などに関する指導状況、工夫している教材や実験、生体リスク予測、評価、判断の指導方法などについて調べる。その結果を十分検討し、科学教育に携わる理科、家庭科、技術科教育担当者と協議し、実験講座中に予測、評価、判断力を向上させるレギュラトリーサイエンスを導入した放射線教育プログラムを作成する。その際にリスクコミュニケーション、細胞生物学、生物統計学専門家と協議し、教材の充実を図る。

(2) 作成した放射線教育プログラムを、千葉大学で実施中の「次世代才能スキップアップ」実験講座にてパイロット的に実施する。その後、プログラム実験講座受講生徒を対象に、実験学習プログラム受講後の放射線の基礎的知識に加え、実験予測、評価、判断能力について調査し、教育効果判定を行う。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教育プログラムを検証する。放射線の生体影響を理解する手立てとしての具体的実験方法などを作成する。

(3) 放射線生物学を用いた実証的放射線測定や暴露実験を通して、生体へのリスクを想定、予測、推定する評価能力を高める教育プログラムを科学教育研究者と協議し作成する。また高等学校の学習指導要領の改訂に準じて、受講生のレベルに合わせ放射線学習テキストを作成し、実験提示の前に講義し理解の助けとする。開発した教育プログラムは、千葉大学での「次世代才能スキップアップ」や「ひらめきときめきサイエンス」実験講座などで実施し学習効果を検証する。また外国での状況も把握するため、千葉大学提携校であるロンドン大学教育研究所を訪問し、放射線など科学技術をあつかった英国での科学教育方法と比較検討する。それらを

基に、レギュラトリーサイエンス教育の学校での普及を図るため指導書としての教員向け放射線教育ガイドブックを作成する。

(4) 作成した放射線教育ガイドブックを用いて児童生徒を指導しうる科学教育担当教員の能力育成を図るため、現職教員にも上記実験講座への参加を呼びかける。現職教員との意見交換を実施しながら、児童生徒の意思決定を可能とさせるレギュラトリーサイエンス教育を担える科学教育教員養成につなげる。また放射線教育を中心として、レギュラトリーサイエンス教育を市民公開講座や中学・高等学校への出張講義の中で実施する。将来的には、科学技術全般におけるリスクに対し意思決定するための学術として、レギュラトリーサイエンスの社会への啓発に努める。



#### 4. 研究成果

(1) 放射線の生体影響を学校でレギュラト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。紫外線を含む放射線の生体影響を児童生徒に理解させるため、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「千葉大学連携講座」や、ひらめき ときめきサイエンス「放射線博士になろう！～放射線の飛んだ跡やDNAの傷を見てみよう～」、千葉大学「次世代才能スキップアップ」プログラム「基礎力養成講座」、リスク教育研修会「放射線・紫外線のリスク教育」）。これらの講座を通じ、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。



サイエンススタジオ CHIBA「千葉大学連携講座」

(2) 研究分担者はいずれも科学教育、放射線生物学、リスクコミュニケーション、生物統計学における研究者であり、精力的にこの分野において研究を行った。また、千葉大学教育学部と医学研究院、放射線医学総合研究所の専門家は従来から相互に研究面でそれぞれ意見交換を行ってきている点からも有効な放射線教育プログラムが作成可能となった。

(3) この研究成果はホームページを通じて発信された。また募集時や実施期間中を通じて学校

訪問やニュースレター等印刷物により学校（生徒、保護者を含む）に向けて周知された。その後一般の学校にプロジェクトを普及させる際にも、同様の啓発手段を採用した。これらを通して、現職理科教員などの疎通が増え、放射線教育普及の一助ともなった。

(4) 高等学校物理担当の現職教員とはスーパーサイエンス実験講座などを開催しつつ、放射線学習プログラムに関し意見交換し、生体影響を環境との相互作用から指導できる理科教員の養成を目指した。また海外での放射線リスク教育の現状調査や科学史的資料を収集のため英国を訪問した。その結果も取り入れて、教育現場で活用できる放射線実験のために作成してきた「学校での放射線リスク教育ガイドブック」を改訂し、第2版として出版した。千葉大学でのdoiも登録し、web上 (<https://doi.org/10.20776/105879>) 誰でも閲覧可能な教材とし、国内での普及が図れた。

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 7 件)

岩本里美、杉田克生、金育美、加藤徹也、杉田記代子、吉本一紀 中学・高校の放射線教育における現状調査 - 大学生を対象とした放射線リスク認知調査より - 千葉大学教育学部研究紀要 査読なし 67巻, 2019, 369-377

土岐香苗、杉田克生、喜多和子、野崎とも子、野村純 染色体放射線傷害指導のための教材開発 千葉大学教育学部研究紀要 査読なし、66巻2号、2018, 323-327

Calmels N, Botta E, Jia N, Fawcett H, Nardo T, Nakazawa Y, Lanzafame M, Moriwaki S, Sugita K, Kubota M, Obringer C, Spitz MA, Stefanini M, Laugel V, Orioli D, Ogi T, Lehmann AR. Functional and clinical relevance of novel mutations in a large cohort of patients with Cockayne syndrome. *J Med Genet.* 査読有 vol.55, No.5, 2018, 329-343. doi: 10.1136/jmedgenet-2017-104877.

飯田祥子、杉田克生、前田彩香、土岐香苗、野村純、加藤徹也、飯塚正明、喜多和子 放射線リスク教育のための学習プログラムの開発 千葉大学教育学部研究紀要 査読なし 66巻1号, 2017, 363-367

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.* 査読有 vol. 186, 2016, 79-91, (doi: 10.1667/RR14277.1)

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 査読なし 65巻, 2017, 375-382

### 〔学会発表〕(計 15 件)

杉田克生 ワークショップ7「次世代の放射線健康リスク教育の試み：中学校、高等学校での次世代放射線健康リスク教育実践 第61回日本放射線影響学会 2018

杉田克生：日欧の学校における放射線教育について 放射線影響学会 キャッチアップセミナー 2018

杉田克生、江畑亮太、星岡明、杉田記代子、神田玲子 小児医療にかかわる医師の放射線理解度調査 第120回日本小児科学会 2018

Kita K, Sugita K, Sugaya S, Sato T, Kaneda A Malfunction in protective mechanisms via annexin A2 extracellular release against oxidative stress in Cockayne syndrome (CS) patient-derived cells. International Symposium on RECQ Helicases and Related Diseases 2018"2018

喜多和子、菅谷 茂、杉田克生、金田篤志 低線量放射線照射による適応応答・バイスタンダー効果の新規誘導機構：annexin A2細胞外放出の関与 第58回日本放射線影響学会大会 2016

喜多和子、佐藤知穂美、菅谷茂、杉田克生、金田篤志 ヒト細胞における annexin A2 の低線量放射線応答への関与 第2回アネキシン研究会 2016

MAEDA A, SUGITA K, NOMURA J, IIDA S, IIZUKA M, KITA K, KATO T Learning-Program development for further understanding of radiation risk International Conference of East-Asia Association for Science Education 2016

### 〔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；第二版」Guidebook for radiation risk-education in school；2nd edition 千葉大学教育学部養護教諭教育講座出版（2019.03.01発行）ISBN978-4-903328-28-7

<https://doi.org/10.20776/105879>

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：山下 修一

ローマ字氏名：YAMASHITA, Shuichi

所属研究機関名：千葉大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：10272296

研究分担者氏名：加藤 徹也

ローマ字氏名：KATO, Tetsuya

所属研究機関名：千葉大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：00224519

研究分担者氏名：野村 純

ローマ字氏名：NOMURA, Jun

所属研究機関名：千葉大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：30252886

研究分担者氏名：喜多 和子

ローマ字氏名：KITA, Kazuko

所属研究機関名：千葉大学

部局名：大学院医学研究院

職名：講師

研究者番号(8桁)：80302545

研究分担者氏名：佐藤 泰憲

ローマ字氏名：SATO, Yasunori

所属研究機関名：慶應義塾大学

部局名：医学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：90536723

研究分担者氏名：神田 玲子

ローマ字氏名：KANDA, Reiko

所属研究機関名：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

部局名：放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター

職名：センター長

研究者番号(8桁)：40250120

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。