

原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ
戦略的原子力共同研究プログラム 事後評価総合所見

研究開発課題名：学校教育現場との対話に基づく原子力・放射線学習プログラム開発

研究代表者（研究機関名）：杉山憲一郎（国立大学法人北海道大学）

再委託先研究責任者（研究機関名）：松浦辰雄（NPO 法人放射線教育フォーラム）

再委託先研究責任者（研究機関名）：岡本孝司（国立大学法人東京大学）

再委託先研究責任者（研究機関名）：酒井一夫（独立行政法人放射線医学総合研究所）

研究期間及び予算額：平成20年度～平成22年度（3年計画） 36 百万円

項目	要 約
1. 研究開発の概要	<p>社会的に関心が高く、極めて重要な課題である原子力・放射線をテーマとして、小、中、高等学校の新学習指導要領と整合性を有し、社会科、理科、技術・家庭科、道徳などの学習単元および総合学習で展開可能な学習プログラムを、学校教育現場との対話に基づき開発する。開発された学習プログラムを用いて児童、生徒および教師の原子力に対する信頼醸成の過程を調査し、その結果をまとめる。また、この学習プログラムを効果的に推進するための教師指導書を、教員を目指す学生が多数いる教育大学、女子大学等で用いるスタンダードな教科書として完成させる。加えて、本研究で行った調査結果を、自治体（教育委員会）関係者等とともに行う原子力への信頼醸成のための対話用資料としても活用可能なかたちに編纂し、一般市民との効果的なコミュニケーション促進のための手段を提供する。</p>
2. 総合評価	<p style="text-align: center;">B</p> <p>・環境問題、エネルギー問題などの広い視野から原子力発電について考えるための学習プログラムを開発するという当初の目的は概ね達成され、相応の成果が挙げられている。</p> <p>S) 極めて優れた成果が挙げられている A) 優れた成果が挙げられている B) 一部を除き、相応の成果が挙げられている C) 部分的な成果に留まっている D) 成果がほとんど挙げられていない</p>
3. その他	<p>・本研究で開発された教育プログラムが東日本大震災以降においても広く受け入れられ、有効に機能するよう継続的に研究を続けてもらいたい。また、放射線量などの公表された数値の意味を理解するための教材が開発されれば、生徒たちだけではなく、一般市民にとっても意義が大きいと思われる。</p>

1. 目的・目標	<p>資源・環境制約の大きい 21 世紀のグローバル社会の一員として、日本が持続可能な発展を続けて行くためには、合理的判断に基づき自らのエネルギー源を選択していく必要がある。その選択に当たり、正確な知識に基づく原子力・放射線の理解は必須である。この観点から科学技術リテラシーとそれに関するリスクリテラシーの基礎・基盤教育を担う初等・中等・高等教育で使われる学習プログラムの開発は国家的・社会的に極めて重要かつ緊急な課題である。本研究開発の目標は初等教育から高等教育（教員、教育関係者を含む）までを対象とした効果的に活用される原子力・放射線学習プログラムの開発である。</p>
2. 研究成果	<p>【研究開発項目(1) 初等教育からのリスクリテラシー育成のための学習プログラム開発】 [得られた成果]</p> <p>原子力の信頼醸成のための基盤教育として、小 5 理科「流水による土地の変化」の単元で洪水に対するリスク、小 5 理科「季節と天気の変化」の単元で台風（豪雨、強風、洪水）に対するリスク、小 6 理科「生きていくための体のしくみ」の単元で放射線の存在、利用（医療）およびリスクが学べる、初等教育からのリスクリテラシー育成用学習プログラムを完成させた。小学校段階からのリスクリテラシー育成教育は革新的な試みである。その成立性を検討するため、毎年襲ってくる台風の学習プログラムを取り上げ、札幌市内小学校 5 年生 3 クラス 118 名を対象に授業前後の変容の観察と記録を研究協力者に依頼し、「児童が話し合う場を持つことで、クラス全員がリスクを意識し対策まで立てられる効果的な授業ができる」とする報告書を頂いた。さらに、中 3 理科「科学技術と人間」の単元で自然放射線・放射線と人体が学べる学習プログラムを完成させた。義務教育の小学校高学年から中学校 3 年までの期間を使って総合的・系統的に発達段階に合わせて自然災害と放射線を対象とするリスクリテラシー育成のための学習プログラムを開発した例は全国的にない。</p> <p>効果を考えた独創的な試みとして、高校生が理科、家庭科、保健・体育の放射線を学べる単元で、放射線のリスクと共に、彼らが興味を持つ地球温暖化のリスクと日常生活のリスク等を効率よく学べる簡易副読本を開発した。札幌市内高校 1 年生家庭科 1 クラス 40 名を対象に授業前後の変容を記述式のアンケートとして記録して頂き、50 分授業の 1/2 程度の時間で放射線の危険性は量によることを 70%以上の生徒が理解することを確認した。高校教師の意識次第で、高校での放射線リスクリテラシー教育は短時間で可能であることが実証できた。大学生（含む教育大・女子大生）、教師用（含む教育委員会関係者等）用の放射線リスク教育用簡易教科書（高校用の内容に地震のリスク、原子力地域熱供給、</p>

海外の高レベル放射性廃棄物処分場開発を含む)を開発した。新規性に富む簡易教科書の活用性は、教師を目指す教育大学男女大学院生9名のクラスで行った記述式のアンケート結果で確認した。ほぼ全員が、社会的に関心が高いテーマについてバランス良く簡潔に記述されており、効果的に活用でき将来授業に取り入れることを考えると回答した。

【研究開発項目(2) 放射線のリスクと利用の学習プログラム(指導書)開発】

[得られた成果]

小中高等学校用学習プログラム(指導書)開発(再委託先:放射線教育フォーラム)の一環として、毎年行って頂いた中高教師に対するアンケート結果から、新学習指導要領に「放射線の性質と利用」が加わったことは知っているが、受験との関係が明らかでないことも含めて、多くの学校では教える内容の検討は全く行われていないことが判明した。また、教師自身が放射線の教育を受けていないため、教えるべき内容の要点を取り上げ、そのままコピー、印刷して配布できる資料が欲しいという意見が目立った。このようなアンケートの結果を踏まえて、放射線教育フォーラムの専門家と小中の教師である研究協力者とで情報・意見交換を行った。その結果に基づき、義務教育課程のプログラムは、専門家から必要な情報とコメントを適宜頂き、学校現場の実情をよく分かっている小中校に在籍する研究協力者が主体となって開発することとした。この方法により、新規性が高く、学校現場の教師が使い易い学習プログラムの開発ができた。教育フォーラムでは、専門集団であることの特長を生かし、小中高の教師及び大学の教員が授業指導で活用することに主眼を置いた、より広い視点と深い視点の解説付きPPT教材と総合的な教師用学習プログラム指導書(HPより取り出し可)の開発を行った。この結果、研究期間終了後も放射線教育のための研究成果がそのまま活用できる体制ができた。したがって、3/11以降、特に関心が高い放射線教育に対して広範囲に貢献ができる。

放射線規制と放射線生物学の最新情報調査(再委託先:放医研)に基づく、非破壊検査・医療機器の滅菌・画像診断・癌治療などでの放射線利用、放射線によるDNA損傷と生体の修復・防御能力、胎児への放射線影響、食品保存のための放射線照射などの情報は、継続的に研究参加者と協力者に提供頂くと共に、出前講義の形で直接、生徒・学生へも提供頂きアンケート結果などを参考に、より理解容易なPPT等にまとめて頂いた。発達段階に応じて活用できる内容は開発した学習プログラムに反映され、新規性が高い内容とすることができた。また、研究協力者の放射線に対する理解が深まり、その自信のもとに学習プログラムが開発されたことが新規性・独創性の高いプログラムの開発に結び付いた。

**【研究開発項目(3) エネルギー小国スイスの選択：「原子力熱供給」
テーマとする学習プログラム開発】**

[得られた成果]

原子力の信頼醸成のための基礎教育として、小4社会科「暮らしを支える電気」の単元で日常生活に欠かせない電気エネルギーの作られ方の一つとして原子力発電が学べる学習プログラムを、副読本「北の電気ものがたり」と共に完成させた。全道50校以上の小学校で実践をして頂き約90%の学校から次年度も活用したいとのアンケート結果を頂いた。副読本を活用して小学校中学年で地元の原子力発電による発電量、日本のエネルギー自給率が扱える学習プログラムの開発は全国で初めてである。さらに、中学校では中1、2、3社会科「日本の諸地域」、「世界と比べた日本の地域的特徴」、「私たちと国際社会」のそれぞれの単元で、北海道の発電設備、中国・ブラジル・フランスの発電設備、スイスの原子力地域熱供給が扱える学習プログラムを開発した。自分の住む地域から世界へ、それぞれの学年で環境・持続可能な社会と原子力エネルギーの関係を考えることができる新規性の高いプログラムである。また、その教育効果については、教育大付属中学校で確認した。これら中学校社会科プログラムは、3月12日東京で開催の日本エネルギー環境教育学会シンポジウム パネル討論会で全国からの参加者に紹介の予定であったが、東日本大震災の発生のためシンポジウム自体が中止となってしまった。

効果を考えた独創的な試みとして、高校生が理科、社会科のエネルギー・原子力を学べる単元で、エネルギー有効利用の観点で実施されている原子力地域熱供給の実績を知ることができ、且つ、放射線のリスク、地球温暖化のリスクと日常生活のリスク等を効率よく学べる簡易副読本を開発し、短時間で教育効果が上がることを高1の1クラスで確認した。大学生（含む教育大・女子大生）、教師用（含む教育委員会関係者等）用のエネルギー有効利用の観点で実施されている原子力地域熱供給の実績を学ぶことができる簡易教科書（高校用の内容に放射線リスク、地震のリスク、海外の高レベル放射性廃棄物処分場開発を含む）を開発した。新規性に富む簡易教科書の活用性は、教師を目指す教育大学男女大学院生9名のクラスで行った記述式のアンケート結果で確認した。ほぼ全員が、社会的に関心が高いテーマについてバランス良く簡潔に記述されており、日本では実現困難な原子力エネルギーの有効利用の実績紹介は効果的な教材であり、将来授業に取り入れることを考えると回答した。

**【研究開発項目(4) 地震に対する「原子力発電所と地域のリスク」を
テーマとする学習プログラム開発】**

[得られた成果]

原子力の信頼醸成のための基礎教育として、小6理科「土地のつくりと変化」の単元で地震に対するリスクが学べる学習プログラムを試作・実践・改定を通して完成させた。新規の試みである地震に対するリスクリテラシー育成教育の小学校段階からの成立性を検討するため、札幌市内の小学校6年生1クラスを対象に実践を行い、児童に簡単な感想文を書いて頂いた。その結果、小学校高学年段階でも札幌市防災マップを活用した液状化実験と、防災科学技術研究所 兵庫県耐震工学研究センター Eディフェンス施設が提供している実物家屋の実験動画が、視覚的に強い印象を与え地震のリスクと地震に対する備えを学ぶ上で極めて効果的であることが判明した。系統的教育の効果を狙って、1学年上の中1理科「生きている地球」の単元で、兵庫県南部地震を記録した動画、大間原子力発電所基礎岩盤・鉄筋構造、防災科学技術研究所 兵庫県耐震工学研究センター Eディフェンス施設が提供している大規模実物構造物の実験動画を活用した学習プログラムを開発した。プログラムの活用性と効果は教育大付属中学の生徒で確認した。これら一連の研究活動を通して、全国（世界）で初めて、Eディフェンス施設が提供している大規模実物構造物の実験動画と原子力発電所基礎岩盤・鉄筋構造の画像を適切に活用した学習プログラムを使って、義務教育段階の生徒でも強い地震に対して原子力発電所が健全であることを視覚的に学ぶことが明らかになった。東日本大震災により地震と津波に対する関心がきわめて高い時期であり、本テーマの学習プログラムは時宜を得ており小中学校教育の現場で広く受け入れられるレベルにあると確信する。

効果を考えた独創的な試みとして、高校生が理科、社会科のエネルギー・原子力を学べる単元で、地震に対するリスクと原子力発電所の健全性を学ぶことができ、且つ、同時に放射線のリスク、地球温暖化のリスクと日常生活のリスク等を効率よく学べる簡易副読本を開発した。また、大学生（含む教育大・女子大生）、教師用（含む教育委員会関係者等）用の簡易教科書（高校用の内容に原子力地域熱供給、海外の高レベル放射性廃棄物処分場開発を含む）を完成させた。内容の活用性は教師を目指す教育大男女大学院生のクラスで行った記述式のアンケート結果で確認した。原子力発電所の耐震設計に対して9割弱が信頼できると回答し、7割が授業に取り入れることを考えると回答した。

【論文、特許等】

[解説、総説]

- 1) 杉山 憲一郎、欧州型発電所の非常時電源と事故緩和ベント、原子力の信頼性向上策と福島国際研究所設立に向けての提案、日本原子力学会誌、vol. 53 (No. 12)、pp. 831-835 (2011).
- 2) 奈良林直・杉山憲一郎、東日本大震災に伴う原子力発電所の事故と災害、福島第一発電所の事故の要因分析と教訓、日本原子力学会誌、

vol. 53 (No. 6)、pp. 387-400 (2011).

- 3) 杉山 憲一郎、スイスのエネルギー・原子力発電・地層処分、スイスを通して日本を学ぶエネルギー環境教育情報、日本原子力学会誌、vol. 51 (No. 8)、pp. 611-615 (2009).
- 4) 田中 隆一、学習指導要領に基づいた放射線等の取扱いに関する考察、エネルギー環境教育研究、vol. 3 (no. 2)、pp. 73-79 (2009).

[受賞]

日本電気協会(電気新聞) 第5回エネルギー教育賞 小学校部門 最優秀賞: 開発した小学校原子力・放射線教育学習プログラムを組み込んだ「教育課程に位置付けられたエネルギー環境教育パッケージプログラム」により、小1から発達段階に応じて系統的にエネルギー環境教育が実践できること。「小4 社会科: 暮らしを支える電気」、「小6 理科: 生きていくための体のしくみ」、「小6 理科: 土地のつくりと変化」等の適切な学習単元で原子力・放射線・地震を含むリスク教育が効果的に実践できること。これらのことを3年間に亘る札幌市立美香保小学校全学年での取り組みで明らかにした。この小学校課程を対象とする原子力・放射線・リスク教育を含む日本初の系統的エネルギー環境教育の成果物と実践実績が、有馬元文部大臣を委員長とする選考委員会で評価されて最優秀賞を受賞した。

[基調講演]

- 1) 杉山 憲一郎、エネルギー環境教育の役割と展望—福島第一原子力発電所の事故を踏まえて—、日本エネルギー環境教育学会 第6回全国大会 基調講演、甲府、2011年8月7日。

[口頭発表]

- 1) 東 岳史、他、教育課程に位置付けられたエネルギー環境教育パッケージプログラム—中学校編—、日本エネルギー環境教育学会 第6回全国大会、甲府、2011年8月7~9日、講演論文集、pp. 2-3.
- 2) 三木 直輝、他、教育課程に位置付けられたエネルギー環境教育—3.11以降の指導計画に何を付け加えるのか—、同上、pp. 130-131.
- 3) 金崎 高子、他、スイスにおける原子力発電所の廃熱利用の教材に対する福島事故前後の北大生の意識調査、同上、pp. 140-141.
- 4) 田中 隆一、放射線学習の理科的基盤を強化するための考察、同上、pp. 148-149.
- 5) 佐野 祐二、他、教育課程に位置付けられたエネルギー環境教育—地震から学ぶリスクリテラシー—、同上、pp. 150-151.
- 6) 金崎 高子、他、手軽で効果が上がるCD版エネルギー環境教育パッケージプログラムの開発—普及性のある指導案と教材・資料提供方法の提案—、日本エネルギー環境教育学会 第5回全国大会、長崎、2010年7月31日~8月2日、講演論文集、pp. 89-90.
- 7) 田中 隆一、中学・高校における放射線の性質等に関する学習内容の

	<p>考察、同上、pp. 129-130.</p> <p>8) 三木 直輝、他、小学校におけるエネルギー教育の評価について－子供の変容をどのようにとらえるのか－、同上、pp. 141-142.</p> <p>9) 佐野 祐二、他、小学校における放射線・原子力の学習について－放射線・原子力教育の学習プログラムの開発を目指して－、同上、pp. 143-144.</p> <p>10) 松浦 辰雄、他、中学校で放射線の指導を開始するための予備的調査について－5,000校へのアンケート集計結果－、日本エネルギー環境教育学会 第4回全国大会、福井、2009年8月8～10日、講演論文集、pp. 116-117.</p> <p>11) 松浦 辰雄、他、指導資料「放射線・放射能の基礎」について－放射線を始めて教える教師のために－、同上、pp. 146-145.</p> <p>12) 田中 隆一、中学・高校における放射線利用に関する学習内容に関する考察、同上、pp. 156-157.</p> <p>13) 山岸 陽一、他、霧箱を用いた中学校の放射線教育、同上、pp. 214-215.</p> <p>14) 三木 直輝、他、エネルギー環境教育を教育現場に浸透させるためのパッケージプログラム－「教育課程に位置付けられたパッケージプログラム」の実践的な検討－、同上、pp. 220-221.</p> <p>15) 春名 清志、他、原子力安全の広報における基礎教育の必要性、日本保全学会 第6回学術講演会、札幌、2009年8月3～5日、講演要旨集、pp. 413-414.</p>
--	---