

# 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

(受託者) 国立大学法人北海道大学

(研究代表者) 杉山憲一郎 大学院工学研究院

(再委託先) 放射線教育フォーラム、放射線医学総合研究所

(研究開発期間) 平成20年度～22年度

## 1. 研究開発の背景とねらい

本事業では、初等・中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（教師指導案、副教材、簡易教科書等）の開発を行った。中国・インドなどの新興国の著しい経済発展に伴い、資源・環境制約が一段と大きくなる21世紀のグローバル社会の中で、日本が持続可能な発展を続けて行くためには、今世紀の前半戦を担う世代が合理的な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、原子力・放射線に関する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り、次の観点で事業を進めた。

a. 本事業以前の研究成果で構築した学校教育現場の教師・教育関係者との広範囲な対話で明確になったことは、現在まで学校現場で全く実績のない「原子力・放射線学習プログラム」を学校現場に導入する基本前提は、文部科学省の新学習指導要領との整合性のみならず、教育委員会の「教育課程の編成の手引き」に基づき、各学校で作られる「教育課程の編成」の具体的中身を推定し、この中に取り込まれる内容でなければ現場で使われない。

b. 本事業にとって最も重要な新学習指導要領の単元は、中学3年理科「科学技術と人間」の単元である。水力、火力、原子力から得られる電気エネルギーの有効利用、原子力発電における放射性物質の蓄積、自然界に存在する放射線などを教えることが明記されている。中学校理科教師グループとの数度にわたる対話で明確になったことは、この単元は高校受験の直前で、従来は試験に出ない内容であり教科書に沿って最小限は行うが、ほとんどの教師が生徒のために受験に配慮した時間の使い方をする。それ故この単元に大きく期待することなく、小学校中学年から中学校の適切な単元で学習プログラムを開発する。

c. これらの分析に基づき小中高等学校の学習プログラムは、各学校の教育課程の編成に位置付けられ、教員の現在の知識に基づき児童・生徒の将来にとって原子力・放射線の基礎教育の必要性が実感でき、どこの学校でも継続的に使われるプログラムとして完成させる。また、大学教員も含め、現在の教師は制度的に放射線教育を受けておらず、一般人と同じレベルで微量放射線に対しても恐怖心を抱いている。その結果、社会科の教師は、児童・生徒に原発事故での放射性物質の危険性のみを強調する。この現状を考慮し、教師・学生用の副教材・簡易教科書としての原子力・放射線学習プログラムを開発する。

従来、経済産業省 資源エネルギー庁、電気事業者、原子力・放射線の専門家が作成した副読本等は、国家、事業者、専門家が知ってもらいたい情報の提供書であってため、学校教育現場では活用されてこなかった。本事業では、この点を充分分析し学校教育現場の実情を十分に把握した上で、成果物が継続的・発展的に活用される事業展開を行った。

## 2. 研究開発成果

活用され効果が顕著であった学習プログラムと関連する成果について述べる。

**イ. 原子力に関連する学習プログラムの成果**：2011 年度からスタートした小学校新学習指導要領の 4 年社会科では、暮らしを支える「飲料水」・「電気」・「ガス」から一つを選ぶ学習単元が用意されている。教師との対話から、この単元では副読本を作る必要があり、地方教育委員会（自治体）が作れるのは「飲料水」のみであるため「暮らしを支える飲料水」が全国的な単元となることが分かった。水に恵まれている日本では豊かな生活を支え、二酸化炭素を多量に放出している電気が選ばれるべきで、原子力の信頼醸成の基礎教育として、小学校 4 年社会科「暮らしを支える電気」の単元で原子力発電が学べる学習プログラムと、副読本「北のでんきものがたり」を完成させた。

札幌市立美香保小学校を含めて、全道 54 校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得た。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り、全国モデルとなっている。副読本「北のでんきものがたり」の内容は、札幌市教育委員会「教師による副教材検討会」の評価を頂き、札幌市総合的環境副教材（5,6 年生用）「地球のためにできること」に 2010 年度から全面的に採用された。この総合的環境副教材は、各教科、総合の時間で活用することを目的に作られており、毎年、札幌市内の約 200 校の 5 年生児童全員に配布される。

小学校からの系統的教育の効果も狙って、中学校 1、2、3 年社会科「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、北海道の地域の特徴と発電設備と、中国・ブラジル・フランスの発電設備の特徴、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発電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、北海道教育大付属中学校で確認した。これら中学校社会科学学習プログラムの成果は、3 月 12 日に東京で開催予定であった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。しかし、11 日に発生した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り公表は出来なかった。

**ロ. 原子力のリスクに関連する学習プログラムの成果**：小学校高学年における原子力の信頼醸成の基礎教育として、小学校 6 年理科「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開発した。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、札幌市立美香保小学校の小学校 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。

小学校からの系統的教育の効果を狙って、中学校 1 年理科「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建造物の実験動画を活用した学習プログラムを開発した。このプログラムの活用性と効果を北海道教育大付属中学の生徒

に簡単な感想文を書いて頂く形で確認した。これら一連の研究活動を通して、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（世界で初めて）を使って、義務教育段階の生徒が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べることを明らかにした。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。

**ハ. 放射線に関連する学習プログラムの成果：**教師との対話から、小学校の高学年教育には、2/3世紀前の第2次大戦の教訓として広島・長崎の原爆投下を題材とした平和教育の単元が従前から用意されていることが判明した。この6年生国語の単元の目標は、「筆者の考えを受け止め、自分の考えを伝えよう」となっており、内容を熟読・理解し、自分の考えをまとめ、伝える作業を求めている。この単元を通して平和の大切さが確実に児童の心に残るが、放射線による急性白血病、原子爆弾により破壊された原爆ドームなど原子力・放射線の負のイメージも鮮明に記憶され小学校を卒業することになる。

この単元とバランスを取る健康診断・治療・滅菌等での放射線利用による恩恵を知る学習が必要と判断し、小学校6年理科「生きていくための体の仕組み」の単元を対象として、放射線可視化画像を活用した学習プログラムを提案した。札幌市立美香保小学校6年生の実践で、放射線が病気の早期発見や歯の治療に役立っていること、X線検査に用いる放射線の量は自然界に存在する放射線の量に比べても小さく、原子爆弾で亡くなった人たちに比べて桁が大きく違うことが、児童のレベルで興味深く学べることが判明した。特に、福島事故以降、小学校卒業段階までに、広島・長崎の悲劇と並行して、役立つ放射線とその危険性は量によることをバランス良く学べる学習プログラムは重要である。

さらに、小学校からの系統性を意識し、中学校3年理科「科学技術と人間」の単元で自然放射線・放射線利用と人体への影響等が学べる学習プログラムを完成させた。このプログラムでは、各生徒が自作した霧箱実験に加えて、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・免疫能力、胎児へ影響する放射線のレベル、食品保存のための放射線照射などの情報を出前講義の形で生徒へ提供する内容も含めた。このプログラムの活用性と効果は、北海道教育大付属中学校3年生の簡易記述式アンケートによる授業前後の生徒の変化から確認した。加えて、札幌市、函館市、釧路市、北見市の教師研修会（合計参加者80名）で活用性と効果を確認し75%以上の教師から今後の教育で必要であるとする回答を頂いた。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放射線利用と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にない。

**ニ. 生徒・学生・教師用学習プログラムに関連の成果：**高校生が理科、社会科の放射線・エネルギー・原子力を学べる単元で、低レベル放射線のリスク、原子力発電所の耐震設計、スイスの原子力地域熱供給（原子力エネルギー有効利用）等を学ぶことができ、同時に気候変動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（高校1年生の40名クラスで約75%の生徒が合理的な理解を示した。）を確認した。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、スイスの原子力地域熱供給の歴史と実績、Eディフェンス施設の性能と実績・耐震設計の考え方、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。

### **3. 今後の展望**

小学校の学校教育現場との対話の中心となって頂いた札幌市立美香保小学校は、2.5 年に亘る全学年での実践により、**a.** 原子力・放射線教育学習プログラムも組み込んだ「小学校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、小学校 1 年から 6 年まで発達段階に応じて系統的に基礎的なエネルギー環境教育が実践できること。**b.** 小学校中学年以降では、基礎的エネルギー環境教育に加えて、4 年社会科「くらしを支える電気」、6 年理科「生きていくための体のしくみ」、6 年理科「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・リスク教育が効果的に行えることを明らかにした。この小学校を対象とした世界初の実践実績により、日本電気協会「電気新聞」主催 第 5 回エネルギー教育賞（審査委員長 有馬朗人元文部大臣）の「小学校の部」最優秀賞を受賞した。

この評価をばねに、2011 年度も、福島第一事故後の方が児童・生徒の原子力・放射線に対する問題意識が高まるとして、日本エネルギー環境教育学会 理事でもある札幌市立手稲山小三木 直輝 教諭と光塩学園女子短大 平田文夫 准教授をリーダーとして、本事業の学習プログラムの活用性・普及性を維持・発展させるための検討会を立ち上げた。具体的には、本事業の成果物である原子力・放射線学習プログラムを含む小学校編「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」<sup>1,2)</sup>、中学校編「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」<sup>3)</sup>、「原子力と放射線学習の基本情報（生徒用）」および「原子力と放射線学習の基本情報（学生・教師用）」<sup>4)</sup>の補強のための検討会であり、本事業の研究代表 北海道大学 杉山憲一郎 特任教授もアドバイザーとして参加し、札幌市内の小中学校の若手の先生達を中心に全道・全国を対象に次年度以降も活動を継続していく予定である。

### **4. 参考文献**

- 1) 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—、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. 130-131.
- 2) 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.
- 3) 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—、同上、pp. 2-3.
- 4) 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.