

STEAM 教育手法を活用し、エネルギー・環境問題を基盤とした原子力人材育成
未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム（ANEC）・
北海道大学拠点におけるオープン教材を中心とした活動
Nuclear Human Resource Development Based on Energy and Environmental Issues Using STEAM
Education Methodology
Activities Related on Open Education Resources at the Hokkaido University Base of Advanced Nuclear
Education Consortium for the Future Society (ANEC)
○中島宏^{*1}, 小崎完^{*1}
NAKASHIMA Hiroshi^{*1}, KOZAKI Tamotsu^{*1}
^{*1} 北海道大学
^{*1} Hokkaido University

【要約】 エネルギー・環境問題解決にかかる一つの手段である、原子力・放射線分野における研究・技術開発の推進のためには、将来にわたる多様な人材確保は喫緊の課題である。そこで、文部科学省は「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」において、「未来志向の先進的原子力教育コンソーシアム（ANEC）」を構築し、各機関が連携し、教育教材充実や実験・実習の共同実施、国際研修プログラムの提供などを行っている。北海道大学拠点では、オープン教材の制作・公開を行い、それらと実験・実習を組み合わせた教育プログラムを実施している。このなかで、小中学校教員向けの STEAM 教育法やエネルギー・環境教育に関する教材をオープン教材として公開しており、「科学的根拠に基づいて、正解のない問題に対峙する基礎的資質・能力を有する人材を育成する教員」の輩出を期している。

【キーワード】 未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム、オープン教材、教員養成、大規模公開オンライン講座

I. 問題の所在

地球環境問題の顕在化に伴い、カーボンニュートラルを推進する国・地域が増加している。そのため、排出削減と経済成長を実現するため、グリーントランスフォーメーションに向けた動きが活発化している。我が国においても、国家・企業の競争力強化のため、原子力分野等において様々な取り組みが行われており、これらを担う人材確保は急務となっている。しかしながら、近年の大学では、教員定員の削減、若い世代の理系離れが進み、原子力および放射線教育は年々難しさを増していることから、人材確保に向けた組織的取り組みが求められている。

II. 人材確保に向けた教育活動

1. 未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム（ANEC）

文部科学省は過去 10 年以上にわたって、「国際原子力人材育成イニシアティブ事業（原子力人材育成等推進事業費補助金）」により、大学、高専、研究機関、民間企業が提案する原子力・放射線教育プログラムを支

援してきた。とくに、2020 年度からは、人材育成機能の維持・充実化を目的として、大学や研究機関等が組織的に連携し、共通基盤的な教育機能を補い合うことにより、一体的かつ系統的に人材を育成する体制を構築することとしている。この実現のため、補助期間を従来の 3 年間から 7 年間に延ばすとともに、プログラムディレクター（PD）、プログラムオフィサー（PO）の下、個々の機関における活動を連携・協力する体制として、未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム（ANEC, Advanced Nuclear Education Consortium for the future society）を構築した。

ANEC においては、図 1 に示すように、全構成機関による総会の下に、カリキュラムグループ、国際グループ、実験・実習グループおよび産学連携グループを置いている。2024 年 3 月末時点で、構成機関は公的機関、大学、高専機構、高専、研究機関および民間企業等 56 機関である。ANEC の活動においては、教育教材充実、大型施設での実験・実習の共同実施、国際研鑽プログラムの共同実施、産学連携の強化、ならびにそれらの効果的運営管理を進めることとし、原子力・放

射線教育プログラムを検討し、全国の大学生・高専生等にこれらを提供している。ANEC の体制および活動の詳細については、<https://anec-in.com/>において公開している。



図1 ANEC 体制図

2. ANEC 北海道大学拠点における教育活動

ANEC において、北海道大学（北大）はカリキュラムグループを構成し、カリキュラム・教材開発の拠点として、原子力・放射線教育に係るオープン教材（OER, Open Educational Resources）の制作・公開および関連する実験・実習等を実施している。北大拠点の活動の詳細については、<https://caren.eng.hokudai.ac.jp/anec/>において公開している。

文部科学省の補助事業においては、期待される人物像を明らかにし、活動することとされ、北大拠点では、以下の人材育成を目標としている。

- ・日本の原子力政策、エネルギー政策を俯瞰的に思考し、未来を切り拓ける人材および世界最先端の研究・

技術開発を推進できる人材の育成

- ・企業において即戦力となる人材、日本における喫緊の課題について解決できる科学的・技術的知見を有する人材の育成

- ・国際的情勢に通じ、国内外の文化の違いを考慮して、原子力分野の研究技術開発、規格・標準等について、日本のプレゼンスを示せる人材の育成

- ・原子力を含む科学のリスクについて認識し、社会におけるリスク共通認識形成にかかる仕組みの構築を思考できる人材の育成

北大拠点にて制作・公開を進めている OER は、インターネット上にて公開され、いつでも、どこでも、自由なアクセス・使用が可能な教材であり、図2に示す教育効果が期待される。北大拠点では、教育工学専門家との連携により教育効果の高い OER の作成を目指すとともに、原子力・放射線関係の広い科学技術分野において、体系的、階層的に収録・公開している。また、これらを北大が継続的かつ組織的に管理・運営することにより、サステナビリティを保ち、先達の知識の継承をも可能としている。

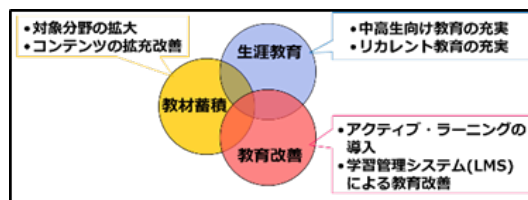


図2 OER の教育効果

ANEC 北大拠点において 2013 年からこれまでに公開した OER 数は約 170 件であり、これら OER は、北大オープンエデュケーションセンター（OEC, Open Education Center）のホームページ：[原子力人材育成事業 オープン教材一覧](#)にて公開され、誰でも無料で視聴することができる。ANEC では、これら原子力・放射線関係 OER を図3に示すように体系化し、未収録の原子力関係カリキュラムの充実を図る他、様々な教育レベルに応じた OER の制作・公開を目指している。特に、小中高校生向け教育用 OER および原子力・放射線の専門教育を受けずに原子力関係企業に就職した社会人向け教育用 OER、即ちリカレント、リスキングのための社会人向け教材開発は大きな課題と位置付けられている。

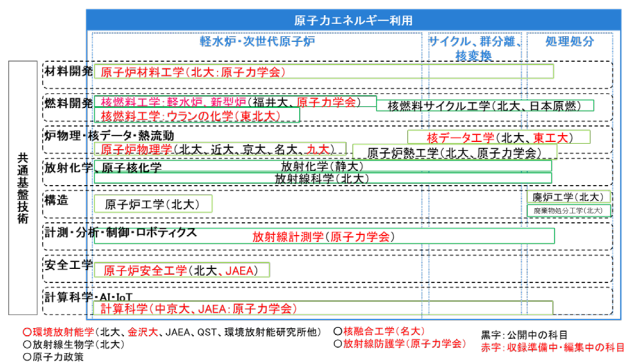


図3 OER 構成状況

OER の活用状況（再生数）を表1に示す(2024年3月31日現在)。2023年度の再生回数は約1万6千件であり、累積再生回数は約12万件を超えた。

表1 OER 活用状況

	ダウンロード(再生)数			
	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度 (3月31日現在)
オープン教材としての視聴	17,560	7,036	9,694	14,442
ELMS*からの視聴	1,883	2,489	1,625	2,030
計	19,443	9,525	11,319	16,472
2013年度からの累計ダウンロード(再生)数	約8万8千件	約9万8千件	約10万9千件	約12万5千件
1講義の視聴には、3～7回のダウンロードが必要				
*ELMS: Edication and Learning Management System				

これら複数のOERをもとに、大規模公開オンライン講座(MOOC, Massive Open Online Course)「放射線・放射能の科学」(英語版、日本語版)および「地層処分の科学」(日本語版)をそれぞれ制作・開講した。(図4 MOOCの例)その結果、これまでに開講したMOOCの受講登録者数は、英語、日本語版、併せて8,000名



図4 MOOCの例

を超えている。表2は2021年度に開講した日本語版の受講登録者の年齢別内訳である。受講登録者の半数以上が社会人であり、MOOCがリカレント教育の場として機能していることが示されている。また、中高生の受講も多数あったことから、MOOCが若い世代への

表2 MOOC 受講登録者の年齢別内訳

受講者年代	10代以下	20代	30代	40代	50代	60代	70代	その他	合計
受講登録数	285	471	381	455	530	560	362	644	3,688
受講登録構成比	7.7%	12.8%	10.3%	12.3%	14.4%	15.2%	9.8%	17%	

原子力・放射線の情報発信手段としても有効であることが確認出来た。

一方で、OERで得た知識を実践し定着させる場として、実験・実習等が不可欠である。北大拠点では国立研究開発法人・日本原子力研究開発機構等、関係機関との連携により複数の実験・実習等を行っている。北大拠点の実験・実習には、女子学生、留学生を含む全国の学生等が毎年140名以上参加しており、学生間交流、ダイバーシティ、国際化の面での教育効果も期待されている。また、参加学生の中には原子力関係機関に就職した例もあり、インターンシップ機能も果たしている。

3. ANEC 北大拠点における小中学校教員育成に係る活動

ANECにおいて、静岡大学を中心とした文部科学省「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」・「STEAM教育手法を活用し、エネルギー・環境問題を基盤とした原子力人材育成」は重要な活動の一つとして位置付けられており、北大拠点・カリキュラムグループと一体的に活動することとされている。北大拠点としては、先に掲げた期待される人材像を育成目標としていることから、本活動に際しても、これらに繋がるものとして、「科学的根拠に基づいて、正解のない問題に対峙する基礎的資質・能力を有する人材を育成する教員」の輩出を期待し、先に示したOERの特性を活かすべく、STEAM教育手法、エネルギー環境問題等にかかるOER制作・公開を進めることとしている。これまでに制作・公開した講義「STEAM教育手法を活用し、エネルギー・環境問題を基盤とした原子力人材育成」は以下の構成となっている。

＜講義「STEAM教育手法を活用し、エネルギー・環境問題を基盤とした原子力人材育成」＞

- ▶ [放射線の基礎 \(大矢恭久\)](#)
- ▶ [STEAM教育実践論エネルギー・環境問題を基盤とした原子力・放射線教育のために \(森健一郎\)](#)
- ▶ [エネルギー・環境概論 \(中島宏\)](#)

▶ STEAM 教育論 米国との比較と日本の潮流と日本型の STEAM 教育を目指して (熊野善介)

▶ 原子力防災視点からの放射線教育 (小崎完)

これら STEAM 教育法、エネルギー・環境問題にかかる OER については、本活動に参画している教育大学等において、学生が指導案等を作成する際、予め認識・理解しておくべき基礎知識の習得に活用されることが期待される。また、これらの知見に基づき、学生自らのアイデアによる指導案に基づく授業が実践されることで、教員としての指導能力向上に寄与するものと期待される。

一方、北大拠点においては、小中学校等教員養成課程の学生および現職教員を対象としたエネルギー教育の実践に資するため、北海道大学エネルギー教育研究会に所属する、あやめ野中学校教員・森山正樹先生の協力を得て、中学校理科・モデル授業「持続可能な社会とエネルギー・科学的根拠に基づいて、正解のない問題に対峙する資質・能力を育成する」の一連の授業を以下のように OER として、収録・公開した。

＜「持続可能な社会とエネルギー・科学的根拠に基づいて、正解のない問題に対峙する資質・能力を育成する」＞

▶ イントロダクション (森山正樹)

▶ 第 1 時 日本のエネルギー事情を知る (森山正樹)

▶ 第 2 時 エネルギー基本計画、1 日の必要な発電量 (森山正樹)

▶ 第 3 時 発電方法の長所と短所 (森山正樹)

▶ 第 4 時 東日本大震災前後での北海道電力の電源構成 (森山正樹)

▶ 第 5 時 ブラックアウトが起きた理由 (森山正樹)

▶ 第 6 時 北海道でつくることができる電力 (森山正樹)

▶ 第 7 時 未来の電源構成を考える① (森山正樹)

▶ 第 8 時 未来の電源構成を考える② (森山正樹)

▶ 第 9 時 日本政府の電源構成案 (2030 年) (森山正樹)

▶ 第 10 時 電気をつくってできる廃棄物 (森山正樹)

▶ 第 11 時 NIMBY 問題をどうするか (森山正樹)

この一連の授業の OER には、中学生向けの学習教材としての活用に加えて、先の STEAM 教育法の指導を受けた教育大学の学生らが学習指導案を作成する際に、参考とすることが期待される。また、現任教員においても、この一連の授業を参考に、独自の教材開発が行われることを期待したい。

III. おわりに

エネルギー・環境問題解決にかかる一つ的手段である、原子力・放射線分野における研究・技術開発の推進のためには、将来にわたる多様な人材確保は喫緊の課題である。特に、将来を担う世代の教育は、今後ますます重要性を増してくる。ANEC 北大拠点においては、組織的にこの課題について様々な観点から取り組んでいる。本活動がその一助となることに期待したい。

付記・謝辞

本事業は文部科学省・原子力人材育成イニシアティブ事業補助金を用いて実施しているものである。

参考文献

ANEC Home page : <https://anec-in.com/>.

ANEC 北大拠点 Home page : <https://caren.eng.hokudai.ac.jp/anec/>

北大 OEC Home page: <https://www.open-ed.hokudai.ac.jp/nucl-eng-edu-archives/>

令和 3 年度 NUMO 全国研修会講演資料 「科学的根拠に基づいて、正解のない問題に対峙する資質・能力を育成する～中学 3 年理科の実践報告～」札幌市立白石中学校、理科教諭、森山正樹