



**HOKKAIDO**  
UNIVERSITY

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)

北海道大学・原子力安全先端研究・教育センター  
中島 宏、小崎 完

# エネルギー・環境問題への対応

地球環境問題の顕在化  
GNと経済成長の両立  
➡ GX政策

国家・企業競争力強化  
: 原子力分野等の強化  
➡ 人材確保は急務

- 少子高齢化
- 理科(原子力)離れ
- 大学教員数削減
- STEAM普及

**エネルギー・環境教育  
原子力・放射線教育の充実**

文部科学省: 補助事業「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」  
令和2年以前: 最長3年、採択された機関独自のプログラムを実施



令和2年度まで約10年間

文部科学省「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)」

: 大学, 高専などによる原子力・放射線教育プログラム支援

令和2年度より、

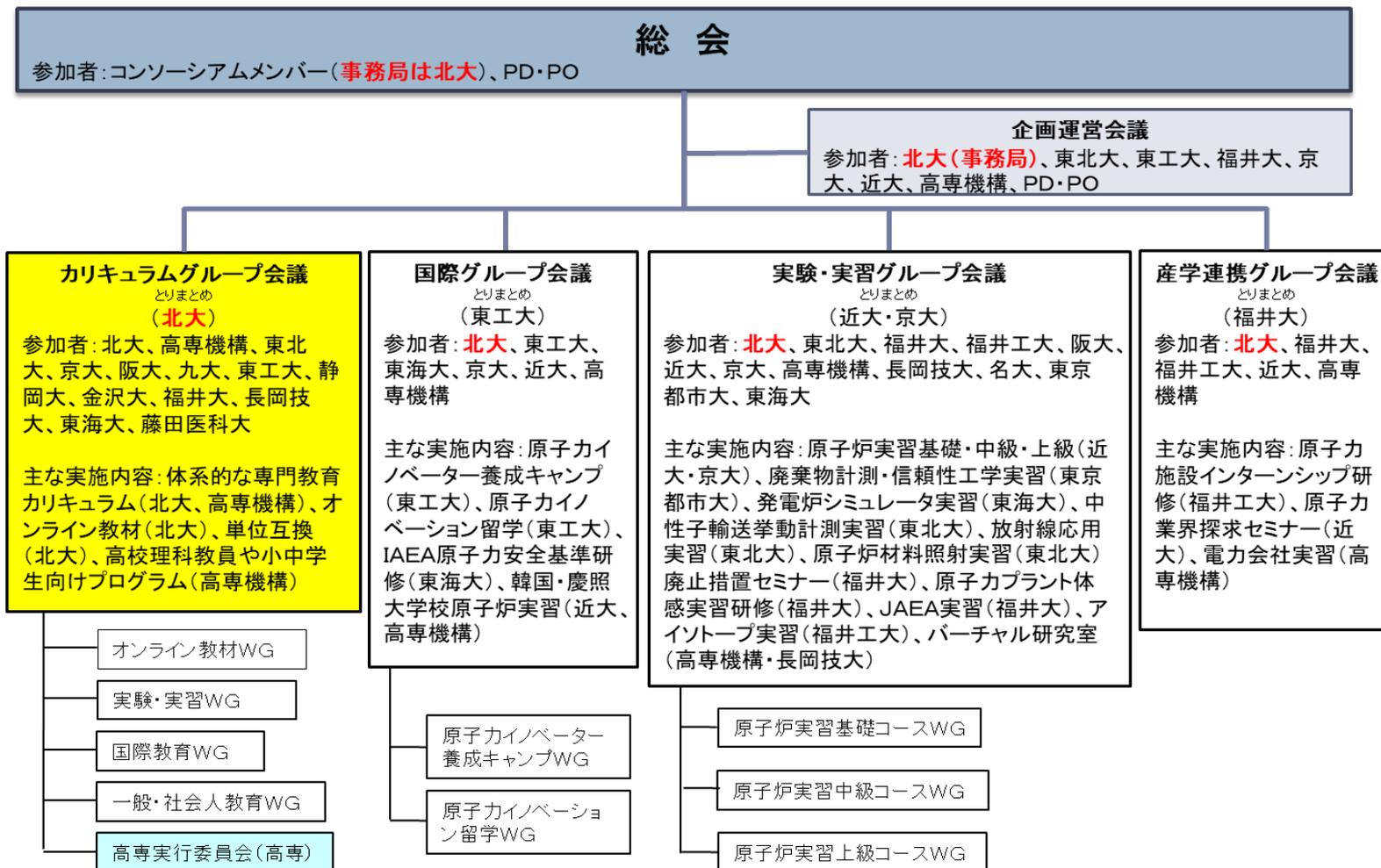
人材育成機能の維持・充実化を目的として, 大学や研究機関等が組織的に連携し, 共通基盤的な教育機能を補い合うことにより, **一体的かつ系統的に人材を育成する体制:**

**ANECの構築**

- ・期間: 7年間
- ・PO/PDによるリーダーシップ
- ・定期レビュー



# ANECの組織体制(設置当初)



構成メンバー: 産学官56機関



# ANEC実施課題において、 北大が掲げた期待される人材像

## 実施課題：

- ・体系的な教育カリキュラムの構築及び高度化・国際化
- ・原子力施設や大型実験施設等を有する機関及びこれらの施設の所属する立地地域の原子力教育の充実への寄与
- ・国際研鑽機会の付与
- ・産業界や他分野との連携・融合の促進
- ・効率的なマネジメントシステム



「機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築」において掲げた期待される人材像





## オープン教材を活用した教育機会の提供

全国の大学・研究機関、民間企業がコンソーシアムを構築(36機関)



### ・オープン教材:

インターネット上に無料で公開される  
デジタル教材(OER)の制作・公開

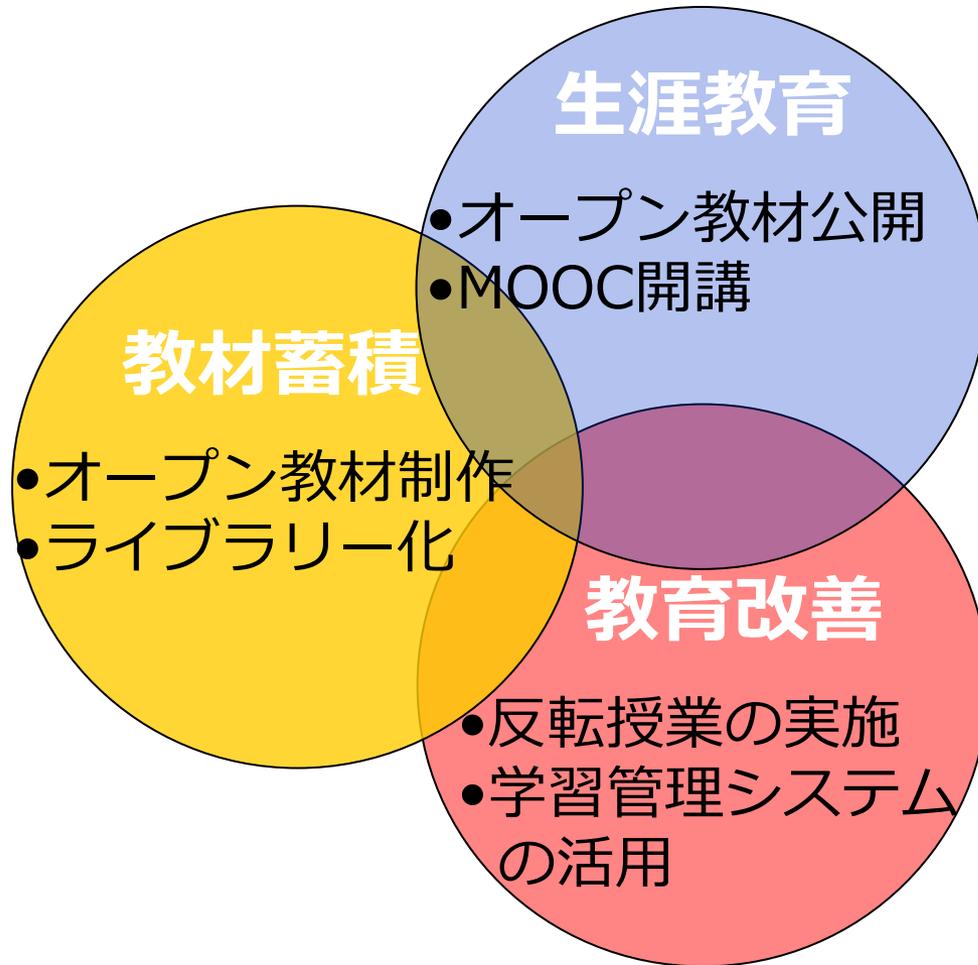
### ・実験・実習プログラム

### ・国際教育プログラム

の実施および参加者への経済支援



# オープン教材(OER)とは



MOOC: Massive Open Online Courses

**ユビキタス:** インターネット上に公開され、いつでも、どこでも、自由なアクセス、使用が可能

**サステナブル:** 大学が管理し、継続性が保たれる。先達の知識の継承

**シナジー効果:** 各専門分野と教育工学の連携による、教育効果の高い教材作成



# 北大拠点におけるオープン教材(OER)の公開状況

2013年からの10年間における累積公開数:176講義[北大全体で575件]  
(2024年8月末現在)

STEAM教育手法を活用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
- ▶ 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
- ▶ 原子力防災視点からの放射線教育 (小崎完)

原子力安全工学

- ▶ 第1回: 原子力安全に関する基礎的事項 (山本章夫) >
- ▶ 第2回: PWRプラント設備の概要 (山本章夫) >
- ▶ 第3回: BWRプラント設備の概要 (山本章夫) >
- ▶ 第4回: 原子力安全の基本的な考え方 (山本章夫)
- ▶ 第5回: 安全設計と安全評価 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 5-1: PWRプラントの過渡・事故解析の概要 (説
- ▶ 5-2: BWRプラントの過渡・事故解析の概要 (説
- ▶ 第6回: 原子力規制委員会による規制基準とその概
- ▶ 第7回: 外的ハザードへの対応 (山本章夫) >> 講
- ▶ 第8回: シビアアクシデント時の物理現象 (山本章夫)
- ▶ 第9回: 原子力防災の基礎 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 第10回: 主要な原子力事故 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 第11回: 福島第一原子力発電所事故 (山本章夫)

核融合工学概論

- ▶ 核融合工学概論 その1 - 核融合の原理とその歴史 -

特別講演会

- ▶ 春秋時代の原子力-将来を展望して- (田中俊一)

原子炉炉心解析手法オンラインセミナー

- ▶ 講義 1: 中性子輸送理論の概要~決定論的手法~ (山本章夫)
- ▶ 講義 2: 拡散方程式の数値解法の基礎 (山本章夫)
- ▶ 講義 3: キャラクタリスティクス法 (1/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 4: キャラクタリスティクス法 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 5: 実効断面積と共鳴計算手法 (山本章夫) >
- ▶ 講義 6: 中性子減速理論と超多群計算 (山本章夫)
- ▶ 講義 6-1: 中性子減速理論と超多群計算~超多群スベ
- ▶ 講義 7: 近代ノード法 (1/2) (山本章夫) >> 講
- ▶ 講義 8: 近代ノード法 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 9: 均質化誤差と均質化法 ~不連続因子、SPH法
- ▶ 講義 10: 燃料棒出力再構成法 (山本章夫) >> 講
- ▶ 講義 11: 燃焼の基礎理論 (1/2) (山本章夫) >>
- ▶ 講義 12: 燃焼の基礎理論 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 13: 空間依存の原子炉動特性 (1/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 14: 空間依存の原子炉動特性 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 15: 動力炉における燃料配置の最適化 (Loading

核データ工学

- ▶ 6. Nuclear Data Processing (山野直樹)
- ▶ 12. 核データ処理1 (山野直樹)
- ▶ 13. 核データ処理2 (山野直樹)

核燃料の化学

- ▶ 第1回: 核燃料の基礎 (佐藤修彰)

北海道大学 オープンエデュケーションセンター  
CENTER FOR OPEN EDUCATION, HOKKAIDO UNIVERSITY

北海道大学オープンエデュケーションセンター > 原子力人材育成事業 オープン教材一覧 (2011-2022)

原子力人材育成事業 オープン教材一覧 (2011-2022)

>> 国際原子力イニシアティブ事業について (文部科学省HP)

機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築

原子力熱流動工学

- ▶ 原子力熱流動工学の基礎I (三輪修一郎)

放射化学概論

- ▶ 放射性壊変と放射能 (近田拓未)
- ▶ 放射平衡と天然放射性核種 (近田拓未)
- ▶ RIの化学分析への利用 (大矢恭久)
- ▶ トレーサーとしての化学的利用 (大矢恭久)
- ▶ 核反応[1]-核反応とは (矢永誠人)
- ▶ 核反応[2]-RIの製造と分析への応用 (矢永誠人)
- ▶ 核分裂反応と放射性核種の取扱 (矢永誠人)
- ▶ ホットアトム化学 (近田拓未)
- ▶ 放射線化学 (大矢恭久)




## STEAM教育論、エネルギー・環境・放射線の基礎学習



### STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「原子力防災視点からの放射線教育」

機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築

概要：STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「原子力防災視点からの放射線教育」 === “原子力人材育成事業：本事業は文部科学省補助事業・国際原子力人材育成イニシアティブ事業・「機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築」として、原子力分野における学習機会の提供ならびに教育手...

[もっと見る](#)



### STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「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」

機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築

概要：STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「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」 === “原子力人材育成事業：本事業は文部科学省補助事業・国際原子力人材育成イニシアティブ事業・「機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築」として、...

[もっと見る](#)



### STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「エネルギー・環境概論」

機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築

概要：STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「エネルギー・環境概論」 === “原子力人材育成事業：本事業は文部科学省補助事業・国際原子力人材育成イニシアティブ事業・「機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築」として、原子力分野における学習機会の提供ならびに教育手法の改善を目的とし...

[もっと見る](#)



### STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「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」

機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築

概要：STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「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」 === “原子力人材育成事業：本事業は文部科学省補助事業・国際原子力人材育成イニシアティブ事業・「機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築」とし...

[もっと見る](#)



### STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「放射線の基礎」

機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築

概要：STEAM教育手法を活用した原子力人材育成「放射線の基礎」 === “原子力人材育成事業：本事業は文部科学省補助事業・国際原子力人材育成イニシアティブ事業・「機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築」として、原子力分野における学習機会の提供ならびに教育手法の改善を目的とし...

[もっと見る](#)

## 全国の教育大学で実習と組み合わせて活用



# 初等教育にかかる活動:モデル教育の収録

## ◎中学校理科・モデル授業(3年生) 持続可能な社会とエネルギー

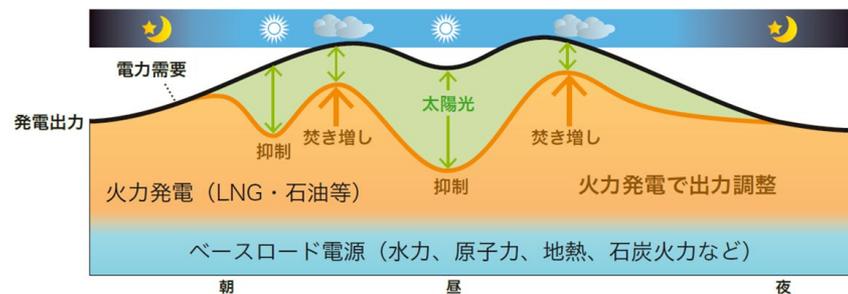
※放射線については2年生で学習済み

### 実践内容(11時間構成)

- ▶ イントロダクション
- ▶ 第1時 日本のエネルギー事情を知る
- ▶ 第2時 エネルギー基本計画、1日の必要な発電量
- ▶ 第3時 発電方法の長所と短所
- ▶ 第4時 大震災前後での北海道電力の電源構成
- ▶ 第5時 ブラックアウトが起きた理由
- ▶ 第6時 北海道でつくることができる電力
- ▶ 第7時 未来の電源構成を考える①
- ▶ 第8時 未来の電源構成を考える②
- ▶ 第9時 日本政府の電源構成案(2030年)
- ▶ 第10時 電気をつくってできる廃棄物
- ▶ 第11時 NIMBY問題をどうするか



### 1日の電力需要及び発電出力の変化



科学的な根拠に基づいて、正解のない課題に対峙する資質・能力を育成する。



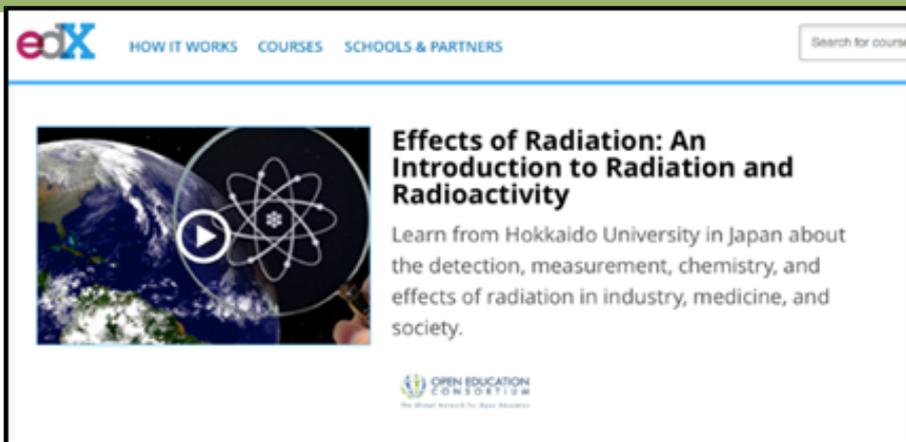
# オープン教材(OER)の活用状況

	ダウンロード(再生)数						
	2017年度	2018年度	2019年度	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	18,373	5,927	5,818	17,560	7,036	9,694	14,442
ELMS*からの視聴	—	1,793	1,401	1,883	2,489	1,625	2,030
計	18,373	7,720	7,219	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5万4千 件	約6万2千 件	約6万9千 件	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: Education and Learning Management System





edX HOW IT WORKS COURSES SCHOOLS & PARTNERS Search for course

**Effects of Radiation: An Introduction to Radiation and Radioactivity**

Learn from Hokkaido University in Japan about the detection, measurement, chemistry, and effects of radiation in industry, medicine, and society.

OPEN EDUCATION FOUNDATION  
The Global Network for Open Resources

## Effects of Radiation: Introduction to Radiation and Radioactivity

- 放射線の基礎～放射性廃棄物処分まで
- 2015年7～8月に開講
- 講師8名
- 登録者数：4,342名（全世界133ヶ国）
- 修了者数：380名



gacco 無料く学べるオンライン講座 登録者70万人突破中

講座一覧 受講ガイド マイページ/ログイン 会員登録（無料）

講座一覧

あなたの学びたい気持ちに応える講座がたくさん。  
さあ、いまずく受講登録しよう！

新規受付を終了した講座 次回受講をお待ちください

**放射線・放射能の科学** 2020年3月12日 開講  
北海道大学  
橋本 亮子 他  
受講期間：5週間  
終了

放射線・放射能について物理的な基礎知識、放射線検出・測定、人体への影響、原子力発電を軸とした工学分野・産業への応用、放射性廃棄物の処理・処分方法を学習します

講座詳細を見る

## 放射線・放射能の科学

- 放射線の基礎～放射性廃棄物処分まで
- 2020年3～5月、2021年2～4月、2023年3～5月
- 講師7名
- 登録者数：4381名
- 修了者数：875名



# OERの活用:「地層処分の科学」(MOOC)



## <第1週>

イントロ:地層処分の科学 地下水シナリオとは何か?  
担当:北海道大学大学院工学研究院教授 渡邊直子



渡邊直子  
(北大)



Bernd  
GRAMBOW  
(IMT Atlantique)

1. ホウケイ酸ガラスによる放射性廃棄物の固定化  
担当:IMT Atlantique 教授(フランス、ナント)Bernd  
GRAMBOW ※英語、和訳字幕

## <第2週>

2. 金属容器は何年もつのか? ガラス固化体を1,000年  
間以上閉じ込める金属容器  
担当:日本原子力研究開発機構 基盤技術研究開発部  
谷口直樹



谷口直樹  
(原子力機構)



小崎 完  
(北大)

## <第3週>

3. なぜ粘土で覆うのか? 粘土緩衝材の役割とその研究  
担当:北海道大学大学院工学研究院教授 小崎完

## <第4週>

4. 地層と地表はどのようにつながっているのか? 地層  
処分に関わる深部地下環境の科学  
担当:日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センタ  
ー 岩月輝希



岩月輝希  
(原子力機構)



若杉圭一郎  
(東海大)

## <第5週>

5. どうやって将来の地層処分の安全性を評価するのか?  
地層処分の安全評価  
担当:東海大学工学部教授 若杉圭一郎



大規模公開オンライン講座(受講無料)  
「地層処分の科学」(全5週)

開講期間:令和6年3月28日~8月29日  
受講申込先:gacco(<https://gacco.org/>)  
講座番号:ga189

[https://lms.gacco.org/courses/course-v1:gacco+ga189+2024\\_03/about](https://lms.gacco.org/courses/course-v1:gacco+ga189+2024_03/about)



# MOOCに係る調査結果①(修了者数、年齢・職種構成)

開講年	受講者数	ディスカッションスレッド数	修了率
2020	2635	71	22%
2021	1001	72	16%
2022	744	22	17%

受講者 年齢構成	10代 以下	20代	30代	40代	50代	60代	70代	その 他
受講者数	333	569	493	555	658	671	436	717
受講者 構成比	7.5%	12.8%	11.1%	12.5%	14.8%	15.1%	9.8%	16%

合計			
No.	カテゴリ	実数	%
1	01. フルタイム	1039	50.8%
2	02. パートタイム、アルバイト	183	8.9%
3	03. 専業主婦(夫)	68	3.3%
4	04. 無職	428	20.9%
5	05. 小学生	2	0.1%
6	06. 中学生	6	0.3%
7	07. 高校生	39	1.9%
8	08. 短大生・高専生・専門学校生	9	0.4%
9	09. 大学生	211	10.3%
10	10. 大学院生(修士課程)	27	1.3%
11	11. 大学院生(博士課程)	10	0.5%
12	12. 上記以外の学生	23	1.1%
回答数合計		2045	100.0%

※受講者数は各講座閉講時のデータ、年齢構成は受講開始時に集計したものの

リカレント・リスキリングの場として機能  
若い世代への放射線科学の魅力発信手段



# OERと実験・実習の組み合わせによるカリキュラム



- OERによる事前学習と現地における実験、実習を効果的に組み合わせることにより、知識の定着を図る。
  - 実験・実習の実施
    - 日本原燃・電源開発施設見学
    - JAEA・幌延深地層研究センターにおける地下水分析実習
    - 東電・福島第一・CLADSなど見学
    - 静岡大/中電・浜岡原子力発電所放射化学・放射線管理実習
    - JAEA・NSRRにおける炉物理・管理実習
    - JAEA・タンデムにおける核データ工学実験
- 等々

年間約140名の学生が参加



電源開発/大間見学



原子炉運転



# カリキュラムアンケート結果の例(静岡大学・放射化学)

## 同位体希釈分析

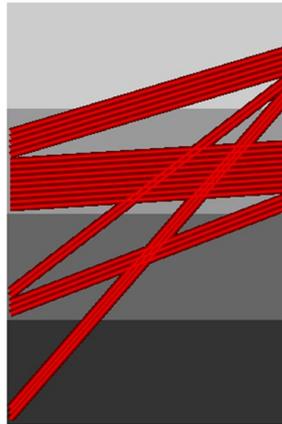
実習前

説明できる

知っている

聞いたことがある

全く知らない



実習後

説明できる

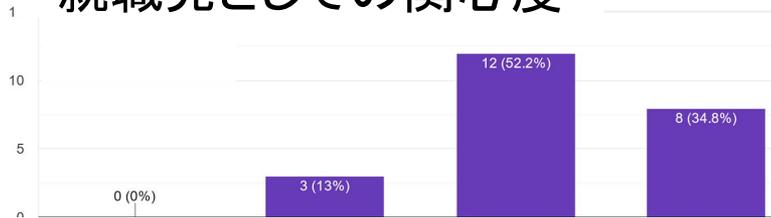
知っている

聞いたことがある

全く知らない

23件

## 就職先としての関心度



全く関心なし    あまり関心なし    関心あり    大いに関心あり

インターンシップとしての機能  
実際に就職した例もある。

<https://anec-in.com/career/career01/>

## 学生による意見・感想の例

・質問した時に、返ってくる内容が自分が求めている答えはもちろん、自分が思いつかなかったことまで教えてくれる人がいらっしまったため、非常に興味を持って有意義な時間を過ごせました。

・普通ではできないことを体験できて**貴重な経験**になった。

・施設見学や実験を通じて、**教科書の資料では学ぶことができない技術や現場の雰囲気などを学ぶことができ良かった**。また浜岡原子力発電所での見学では、**貴重な経験**をすることができ、今後もこのような活動に参加したいと感じた。

・**発電所内に入って見学・実験を行ったり、職員の方と直接話すことができる点が貴重**で、非常に充実した実習だったと感じた。



## 社会と原子力の共存：一般人生涯教育による理解促進

### ANECにおける連携

オープンコースウェア (OCW)  
無料公開講義 (入門・基礎編)

大規模公開オンライン講座 (MOOC)  
無料公開コース (入門編)

大規模公開オンライン講座 (MOOC)  
無料公開コース (専門編)

E-learning  
(専門・LMSによる履修管理)

**大学・教育系講義収録**  
「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」(全5コマ)。  
**ネット公開中**

**中学校理科・モデル授業収録**  
「持続可能な社会とエネルギー」  
(全11コマ)。  
**ネット公開中**

教材への助言  
北海道エネルギー  
環境教育研究会  
(小中学校教諭)

生徒指導

#### 原子力への理解向上

#### 大学教育の充実

#### リカレント教育

#### 原子力の理解・興味の向上

高大連携  
講座

教養科目  
単位取得

専門科目  
単位取得

履修証明  
プログラム

社会人  
博士後期  
課程

小中学校生

高校生

市民

大学生  
高専生

大学院生

社会人



# 今後の展開

- ・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
- ・将来を担う世代の教育は, 特にその重要性が高い
- ・ANEC北大拠点として、組織的に様々な観点から取り組む

## 今後の取り組み

1. OERに関し、体系的・網羅的整備、階層的な充実
2. 実習等に関し、VR(バーチャルリアリティ)教材開発等、多様化
3. AI, IoT等、計算科学・情報社会への対応
4. 科学と社会の共存: 科学リテラシー、ELSI/RRI、社会とのコミュニケーション  
ELSI: Ethical, Legal and Social Issues、RRI: Responsible Research & Innovation

