



**HOKKAIDO**  
UNIVERSITY

令和6年度「STEAM教育手法を活用し、エネルギー・環境問題を基盤とした理系教員養成原子力人材育成」  
総括会議

## ANEC北大拠点事業の 今年度の活動と来年度の計画

日時：令和6年3月10日（月）

場所：北海道教育大学・釧路校

北海道大学大学院工学研究院  
原子力安全先端研究・教育センター  
小崎完、中島宏



**ANEC**

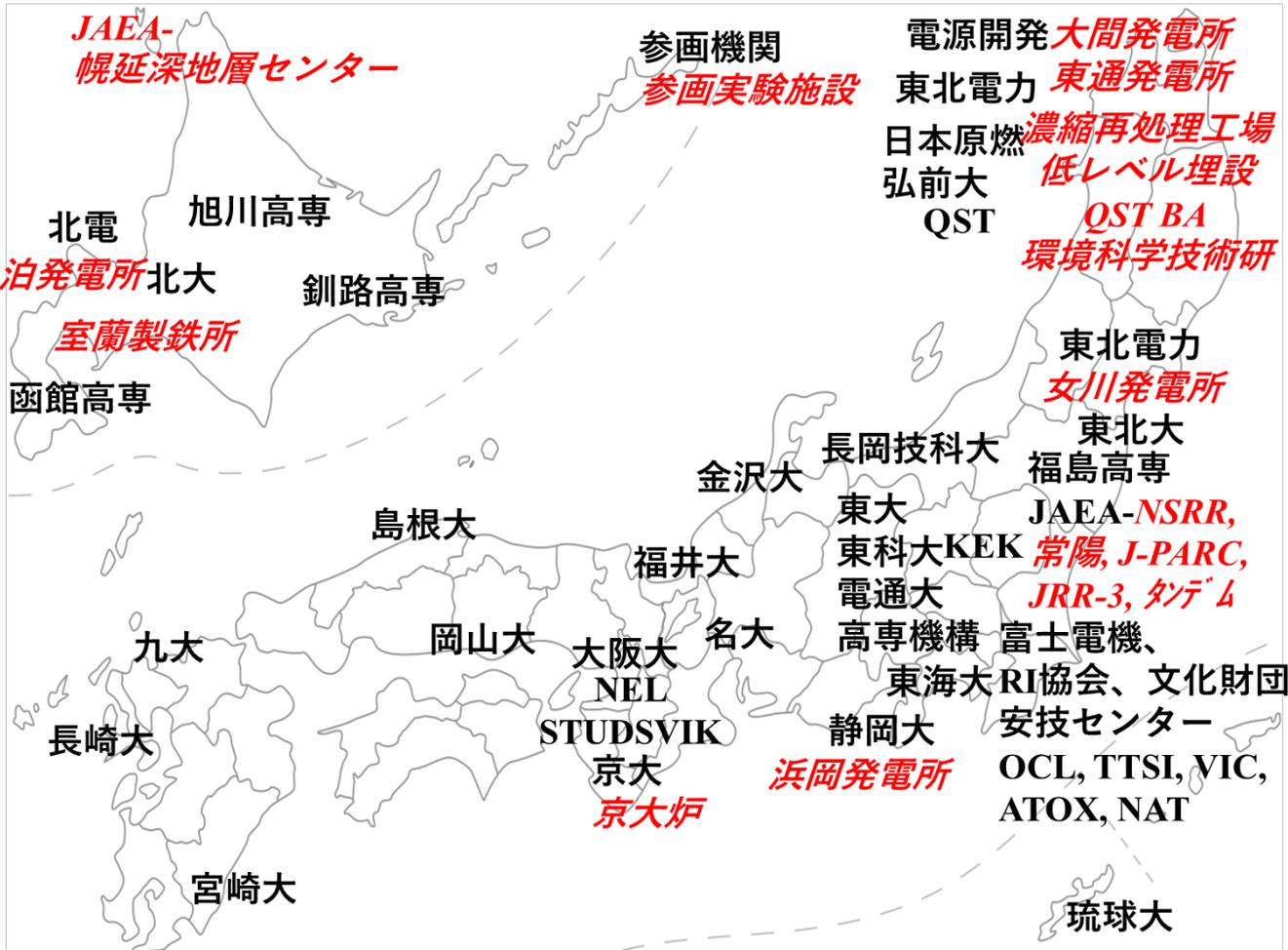
ADVANCED NUCLEAR EDUCATION CONSORTIUM  
FOR THE FUTURE SOCIETY

未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム

# オープン教材を活用する原子力教育拠点の構築(北大拠点)

## オープン教材の共同制作・活用

## 実験・実習、国際教育活動



44機関

<https://caren.eng.hokudai.ac.jp/anec/>



# オープン教材(OER)の構成状況

		原子力エネルギー利用		
		軽水炉・次世代原子炉	サイクル、群分離、核変換	処理処分
共通基盤技術	材料開発	原子炉材料工学(北大:原子力学会)		
	燃料開発	核燃料工学:軽水炉、新型炉(福井大、原子力学会) 核燃料工学:ウランの化学(東北大)	核燃料サイクル工学(北大、日本原燃)	
	炉物理・核データ・熱流動	原子炉物理学(北大、近大、京大、名大、九大)	核データ工学(北大、東工大)	
	放射化学	原子核化学	放射化学(静大) 放射線科学(北大)	
	構造	原子炉工学(北大)		廃炉工学(北大) 廃棄物処分工学(北大)
	計測・分析・制御・ロボティクス	放射線計測学(原子力学会)		
	安全工学	原子炉安全工学(北大、JAEA)		
	計算科学・AI・IoT	計算科学(中京大、JAEA:原子力学会)、AI(NEL)		

- 環境放射能学(北大、金沢大、JAEA、QST、環境放射能研究所他)
- 放射線生物学(北大)
- 原子力政策

- 核融合工学(名大)
- 放射線防護学(原子力学会)

黒字:公開中の科目  
赤字:収録準備中・編集中の科目



# 北大拠点におけるオープン教材(OER)の状況

2013年からの11年間ににおける累積公開数:189件[北大全体で1,283件]  
(令和6年度収録数48講義、公開数36講義)

## 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 2020-

### 国際原子力科学オリンピック (INSO)

- ▶ [国際原子力科学オリンピック \(INSO\) 挑戦用講義一覧](#)

### 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 \(大矢恭久\)](#)

### 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～法定論的手法～ \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [講義 2: 拡散方程式の数値解法の基礎 \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [講義 3: キャラクターリスティクス法 \(1/2\) \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [講義 4: キャラクターリスティクス法 \(2/2\) \(山本章夫\)](#)
- ▶ [講義 5: 実効断面積と共鳴計算手法 \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [講義 6: 中性子減速理論と超多群計算 \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [講義 6-1: 中性子減速理論と超多群計算～超多群スベクトル計算に関する補足](#)
- ▶ [講義 7: 近代ノード法 \(1/2\) \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [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法など～ \(山本章夫\) >](#)
- ▶ [講義 10: 燃料棒出力再構成法 \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [講義 11: 燃焼の基礎理論 \(1/2\) \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [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 \(1/2\) \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [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 Pattern Optimization for](#)

### 核データ工学

#### <日本語版>

- ▶ [2. 核データとは何か \(深堀智生\)](#)
- ▶ [11. 核データの測定手法1 \(片刈竜也\)](#)
- ▶ [12. 核データの測定手法2 \(片刈竜也\)](#)
- ▶ [13. 核データ処理1 \(山野直樹\)](#)
- ▶ [14. 核データ処理2 \(山野直樹\)](#)
- ▶ [15. 核データライブラリと国際協力 \(深堀智生\)](#)

#### <英語版>

- ▶ [1. What is Nuclear Data \(深堀智生\)](#)
- ▶ [6. Nuclear Data Processing \(山野直樹\)](#)
- ▶ [7. Nuclear Data Library and International Collaboration \(深堀智生\)](#)

### 核燃料の化学

- ▶ [第1回: 核燃料の基礎 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第2回: 資源と製錬 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第3回: 金属製造と性質 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第4回: 酸化物と燃料製造 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第5回: フッ化物と応用 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第6回: 塩化物と応用 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第7回: 炭化物・窒化物等と応用 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第8回: 硫化物等と応用 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第9回: 使用済燃料の化学 \(佐藤修彰\)](#)
- ▶ [第10回: 燃料デブリの化学 \(佐藤修彰\)](#)

### 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 \(小崎完\)](#)

### 原子力安全工学

- ▶ [第1回: 原子力安全に関する基礎的事項 \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [第2回: PWRプラント設備の概要 \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)
- ▶ [第3回: BWRプラント設備の概要 \(山本章夫\) >> \[講義資料\]\(#\)](#)

	収録数	公開数
2013-2020年	101	58
2020-2025年	181	131
ANECになり効率化が図られた。		

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



# オープン教材(OER)の活用状況と今後の課題

	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	2024年度 (1月28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	11,129
ELMS*からの視聴	—	1,793	1,401	1,883	2,489	1,625	2,030	2,032
計	18,373	7,720	7,219	19,443	9,525	11,319	16,472	13,161
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	約13万8千件

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



# 新規開講講座「地層処分の科学」(MOOC)



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

受講者数: 1,385名

修了率: 19%(平均17%)

2025年度再開講予定



## <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)

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



Bernd  
GRAMBOW  
(IMT Atlantique)

## <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)

## <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



小崎 完  
(北大)

## <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)

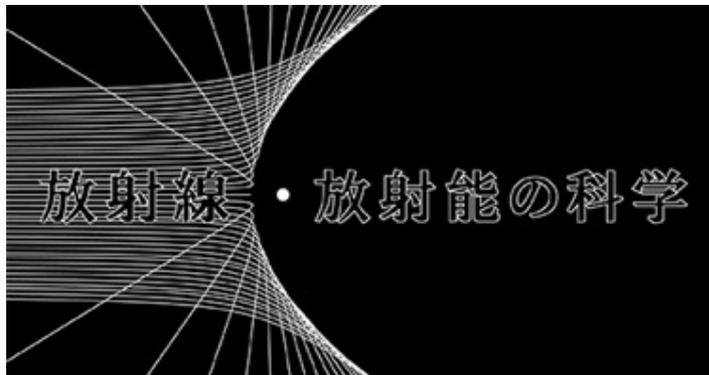
## <第5週>

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



若杉圭一郎  
(東海大)





## 「放射線・放射能の科学」

- ・ 内容：放射線の基礎～放射性廃棄物処分まで
- ・ 開講期間：2020年3～5月, 2021年2～4月, 2023年3～5月
- ・ 講師数：7名

◆ 登録者数：4,432名



## 「地層処分の科学」

- ・ 内容：人工バリア、天然バリアおよび安全評価
- ・ 開講期間：2024年3～8月
- ・ 講師数：6名

◆ 登録者数：1,385名



# 日本語大規模公開オンライン講座(MOOC)

## 受講者の年齢構成

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	333	569	493	555	658	671	436	717	4,432
受講登録構成比	7.5%	12.8%	11.1%	12.5%	14.8%	15.1%	9.8%	16%	

## 受講者の職種構成

No.	カテゴリ	実数	%
1	01. <b>フルタイム</b>	1039	50.8%
2	02. <b>パートタイム、アルバイト</b>	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. <b>中学生</b>	6	0.3%
7	07. <b>高校生</b>	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%

←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の有力な手段



# カリキュラムに関連した実験・実習の実施

- 日本原燃・電源開発/大間・環境科学技術研究所見学
  - ・2025年6月6-7日
  - ・参加者数:19名(計画:12名)
  - ・事前学習資料:
    - #07「核燃料サイクル工学」
    - ▶ 核燃料サイクル概論 I 総論(小崎完)他



# 「未来の技術者必修! 生成AI活用とプログラム開発の基礎を1.5日で完全習得」ワークショップ (NEL:巽雅洋)

## ・概要

生成AI「ChatGPT」を活用した「発想力」や「実装力」の向上に関する講義と実習

## ・構成

- ・イントロダクション
- ・生成AIの衝撃 (2025年版)
- ・プロンプトエンジニアリング(2025年版)
- ・機械学習イントロ&環境構築 (2025年版)
- ・生成AIと実践するアプリ開発 (実装編)
- ・生成AIと実践するアプリ開発 (デバッグ編)
- ・まとめ・ふりかえり

## ・日時

・2025年3月3, 4日  
(九州大学伊都キャンパス)

## ・参加者

・大学生4年生、大学院生: 9名参加

## 事前学習資料

- ▶ [イントロダクション\(巽雅洋\)](#)
- ▶ [1. 生成AIの衝撃\(巽雅洋\)](#)
- ▶ [2. プロンプト・エンジニアリング\(巽雅洋\)](#)
- ▶ [3. 機械学習イントロ & 環境構築\(巽雅洋\)](#)
- ▶ [4. ChatGPTと学ぶアプリ開発\(巽雅洋\)](#)
- ▶ [5. まとめ・ふりかえり\(巽雅洋\)](#)

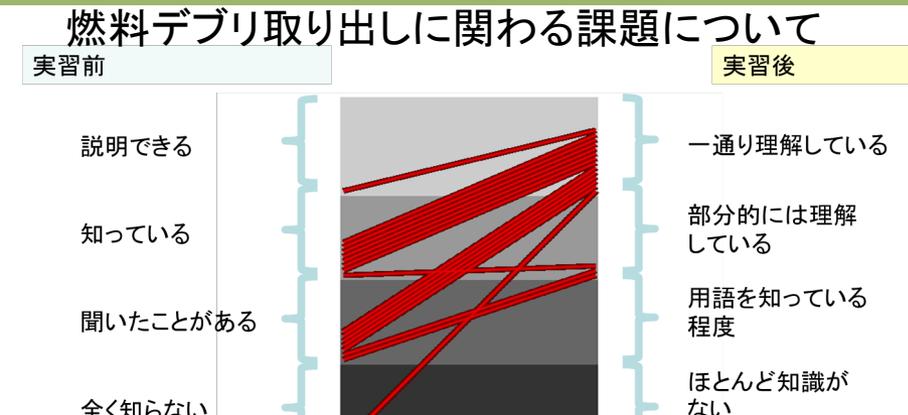
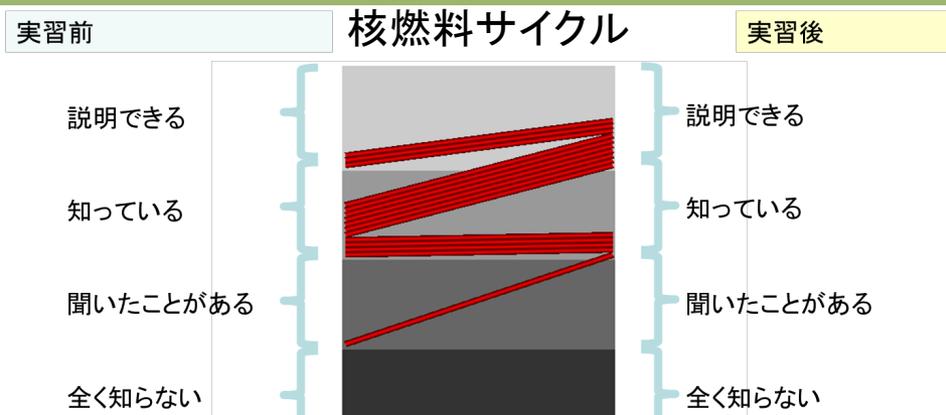


**次期ANECへ: 情報化社会への対応**

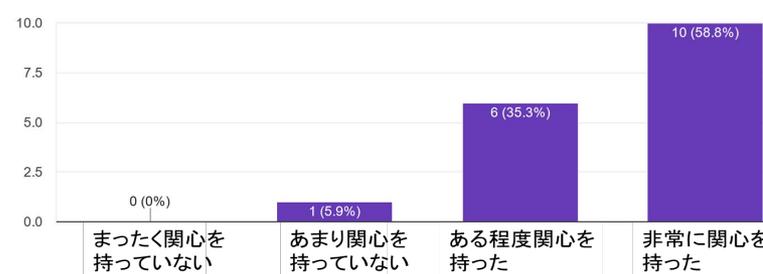
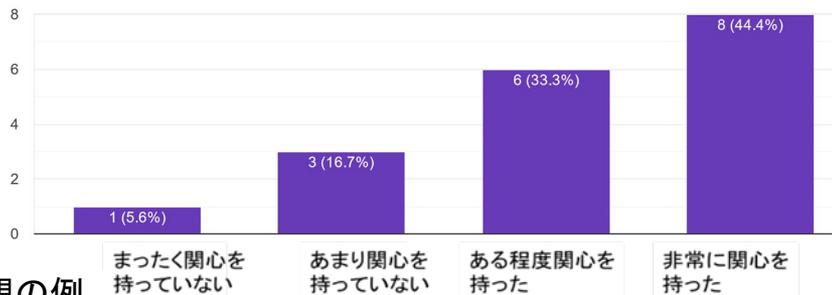


# カリキュラムに関連した実験・実習のアンケート結果 ：幌延実習、福島実習

10



## 就職先としての関心度



### 感想の例

・非常に有益な研修だった。今回受けた研修内容が実際に私たちの生活にどのくらい貢献しているのか、どのように活用されているのかさらに勉強したいと思った。幌延という地域の特性を知ることができ、非常に満足した。また、今回参加された方々には各々バックグラウンドが違う方もいたので、多くの視点や考え方を学ぶことができた。地層処分について正しい知識を得ることができ、現在どこらへんまで研究が進んでいるか、今後の方針について知ることができた。

### 感想の例

・除染作業の進捗などに伴い、令和2年以降帰還困難区域が順に縮小されながらも、やはり今なお事故の影響が残っているのだなと感じた。その一方で、特定復興再生拠点を中心として、活気に満ちた地域も増えており、明るい希望を感じた。住民の帰還を進めるとともに、新たに居住する人を増やしていくためには、ハード面の復興だけでなく、産業の復興により雇用を創出し、住みやすい街をつくっていくことが何よりも重要であると感じた。



# カリキュラムに関連した実験・実習の実施 これまで5年間の実習・見学実績

年度	2020	2021	2022	2023	2024	合計
北大 HUNS	5	13	18	11		34
静岡大 放射化	5	24	40	46	47	162
JAEA タンデム	3	9	8	8	6	25
JAEA 幌延		15	14	17	18	64
六ヶ所		12	21	15	19	67
JAEA 常陽			4			4
泊発電所		21	43	19	19	102
JAEA NSRR				8	8	16
AI WS				6	9	15
福島第一発電所					17	17
合計	13	72	148	130	143	493

(模擬) (青字中止) (社会人を含む)



# 2025年度の実習・見学予定

- 8月25-27日: 東電・福島第一/CLADS/NARREC/JAEA・大熊センター見学: 募集数16名
- 9月3-7日: 静岡大/中電・浜岡原発・放射化学・放射線管理実習(前期): 募集数18名
- 9月15、16日: JAEA・幌延深地層研究センターにおける地下水 分析実習: 募集数12名
- 9月25、26日: 日本原燃/電源開発・大間/環境科学技術研究所見学: 募集数12名
- 9月下旬(工事進捗状況による): 北大・HUNS放射化分析実習: 募集数8名
- 11月10、11日: JAEA・NSRRにおける炉物理・管理実習: 募集数5名
- 12月中旬(1.5日): AI WS(名古屋大学): 募集数8名
- 未定: 静岡大/中電・浜岡原発・放射化学・放射線管理実習(後期): 募集数18名
- 2026年2月16-20日: JAEA・タンデムにおける核データ工学実験: 募集数6名



<https://caren.eng.hokudai.ac.jp/anec/#event>



# 学習意欲の向上・学修歴への意識向上

## デジタル学習証明(デジタルバッジ)による履修証明の導入

### ◆ オープンバッジについて

知識・スキル・経験のデジタル証明としてオープンバッジが大きく注目を集めています。

欧米を中心に大学や資格認定団体、グローバルIT企業が多くのオープンバッジを発行しており、日本でもさまざまな団体からの発行が始まりました。

国際標準規格としてのオープンバッジは、取得した資格や学習内容を目に見える形にし、受検者や受講者を増やすデジタルマーケティングツールにもなります。



出典：一般財団法人 オープンバッジ・ネットワーク HP  
(<https://www.openbadge.or.jp/about-ob/>)

今後：企業等における学習証明の認知・積極的利用が重要

- ・リカレント教育における学習証明
- ・就職活動における活用



# 今後の課題

## ◆オープン教材

- 体系的・網羅的整備、階層的整備(異なる難易度)
- 英語版の整備
- 実験・実習等と組み合わせた教育プログラムの実施  
**マイクロクレデンシャル**の導入

## ◆履修者の学習意欲の向上

- 学習証明(デジタルバッジ)の導入
- 原子力業界における**学習証明**の認知・利用促進

## ◆すそ野拡大

- **SNS発信力の強化**
- 初等中等教育との関係強化



# マイクロクレデンシャルとは

## マイクロクレデンシャル:

比較的短期間で学べる教育課程の修了を証明する履修証明  
→習得するコンピテンシーが明確化され、リスキリングの  
機会として利用しやすい(就業機会の獲得につながる)

### 履修証明プログラム

- 日本国内の制度
- 総時間：60時間以上
- 高等教育機関に限る
- 対面授業が多い
- 修了書は紙面で発行が多い

### マイクロクレデンシャル

- 国際連携をUNESCOがリード
- 総時間：10時間または1単位以上
- 学協会、民間教育機関を含む
- オンライン・ブレンド型が多い
- 修了書はデジタルバッジで発行
- 国際的な携帯性を重視
- Learning Outcomeを明示



# 事例 : Europe Standard Classification of Occupation(ESCO)

## 職業ごとに求められる知識スキルをEUレベルで定義

operator	
3131.3.5 - hydroelectric plant operator	
3131.3.6 - nuclear reactor operator	
3131.3.7 - power plant control room operator	
3131.3.8 - solar power plant operator	
3131.3.9 - steam turbine operator	
3132 - Incinerator and water treatment plant operators	+
3133 - Chemical processing plant controllers	+
3134 - Petroleum and natural gas refining plant operators	+
3135 - Metal production process controllers	+
3139 - Process control technicians not elsewhere classified	+

### nuclear reactor operator

#### Skills & Competences

##### Essential Skills and Competences

- avoid contamination
- ensure compliance with environmental legislation
- ensure compliance with radiation protection regulations
- ensure equipment cooling
- follow nuclear plant safety precautions
- monitor automated machines
- monitor nuclear power plant systems
- monitor radiation levels
- operate computerised control systems
- resolve equipment malfunctions
- respond to nuclear emergencies
- use remote control equipment

##### Essential Knowledge

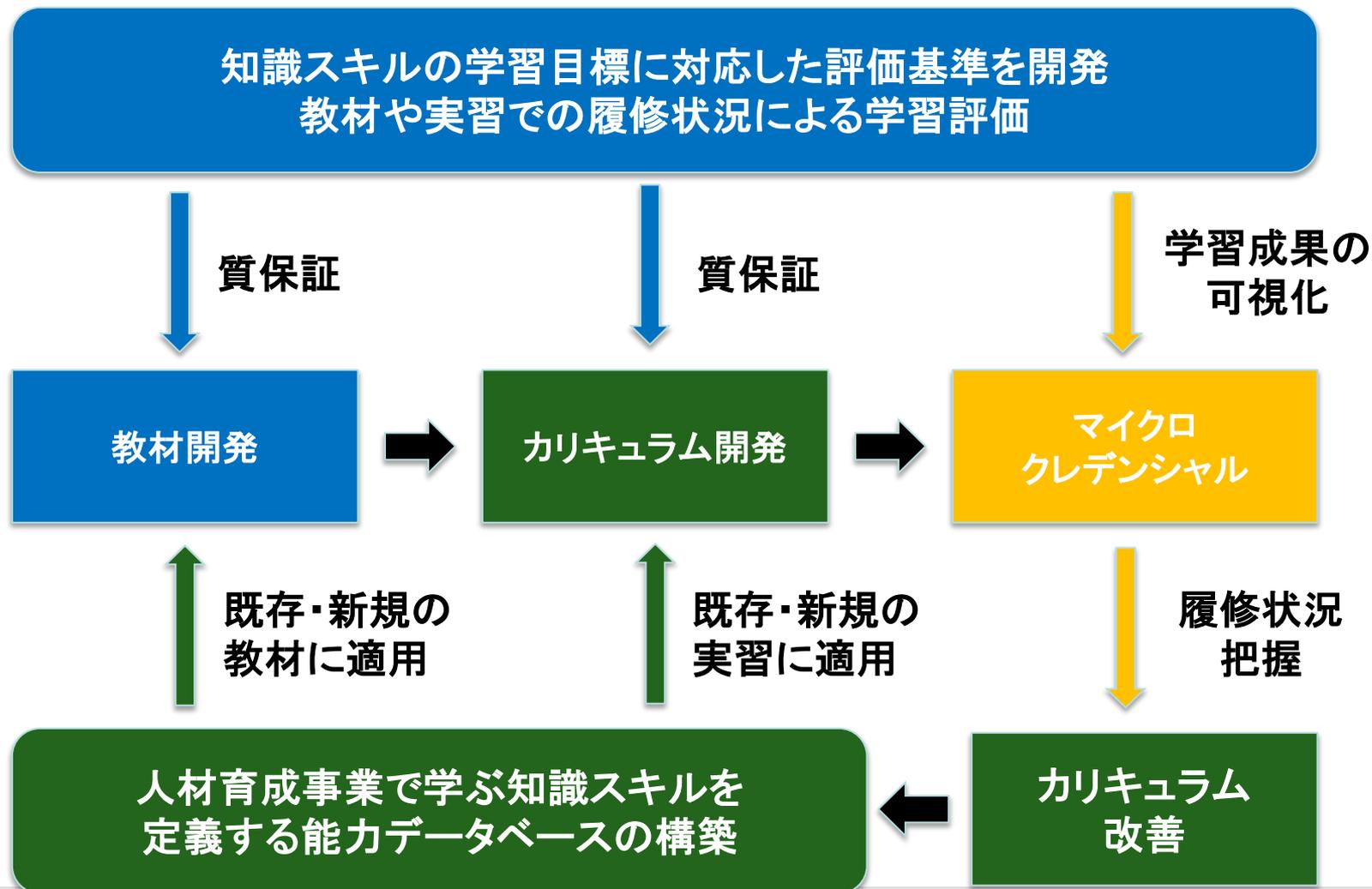
- automation technology
- contamination exposure regulations
- electricity
- hydraulics
- mechanical engineering
- metrology
- nuclear energy
- pneumatics
- radiation protection
- radioactive contamination
- technical drawings
- thermodynamics

##### Optional Skills and Competences

[https://esco.ec.europa.eu/en/classification/occupation\\_main](https://esco.ec.europa.eu/en/classification/occupation_main)



# 能力データベースの構築と活用による原子力人材育成の 質保証と学習成果の可視化を実現するマイクロクレデンシアル



# マイクロクレデンシャルは教育、デジタルバッジは情報

## マイクロクレデンシャル



### 新しい教育のフレームワーク

- ・特定の領域の学びと学修成果の証明  
(リカレント教育、リスキリング等)

### フレームワーク（枠組み）

- ・教育や資格の制度を国、地域（EU）、公益団体等が決める
- ・マイクロクレデンシャルの授与条件

### 信頼への寄与方法

- ・**教育の質の保証による信頼**  
(学修成果を評価し、保証する)
- ・信頼できる授与機関であることを示す

## 信頼の両輪



事例：学協会がマイクロクレデンシャルで質を保証し、デジタルバッジで偽造されていないことを検証。

教育の質  
を保証

デジタル  
技術で検証



## デジタルバッジ

### 情報技術仕様（標準）

- ・汎用的なデジタル証明の技術  
(参加証、学修証明、資格証などのデジタル発行の他に、免許証などにも広く使われる情報技術)

### 技術仕様（標準）

- ・国際的な情報技術団体等が決める
- ・情報の記載と検証の方法

### 信頼への寄与方法

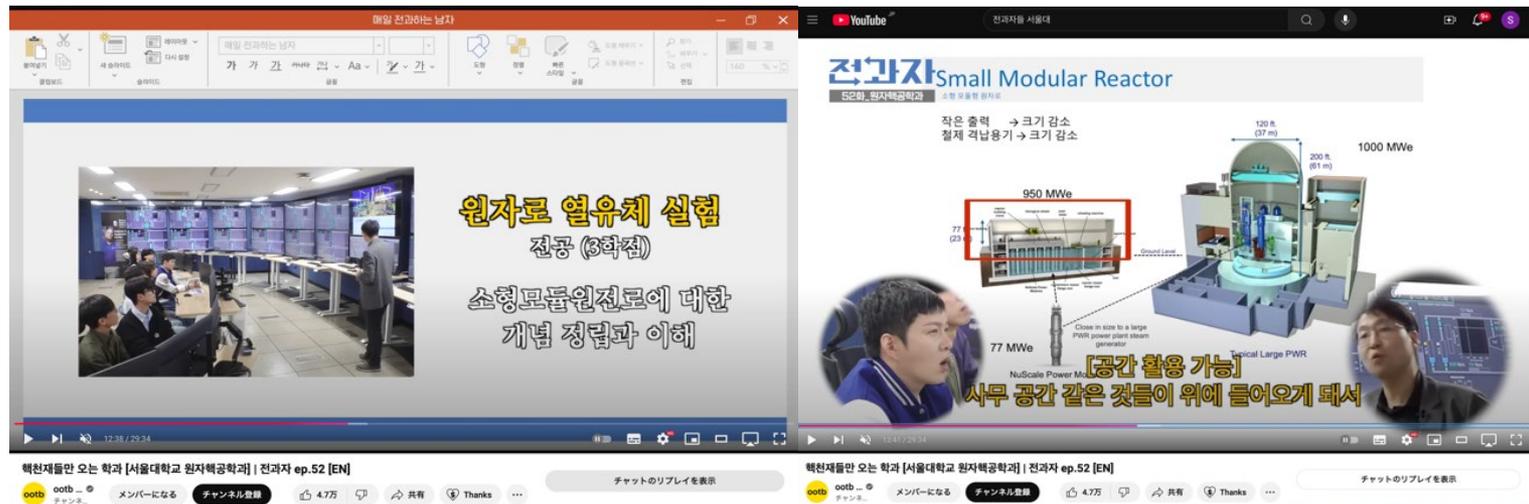
- ・**情報のセキュリティによる信頼**  
(例：情報が改ざんされていないこと、偽造でないことを証明する。)

マイクロクレデンシャル構築のため、特任准教授を採用予定  
クロスアポイントメントによるJAEA人材育成センターとの連携強化



# すそ野拡大(SNS発信の強化)

- リンク: [https://www.youtube.com/watch?v=9WvZN\\_16lAw](https://www.youtube.com/watch?v=9WvZN_16lAw)
- タイトル: 核の天才だけが来る学科 [ソウル大学 原子核工学科] | 転科者 ep.52 [EN]
- 再生回数: **388万回(2024年12月)**



北大・オープンエデュケーションセンター・

科学技術コミュニケーション部門 (CoSTEP) と連携

→ **若年層をターゲットにしたSNSを通じた動画配信**

