



HOKKAIDO
UNIVERSITY

国際原子力人材育成イニシアティブ事業 未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム 北大拠点報告

取り纏め：北海道大学

参画機関：東北大学、長岡技術科学大学、金沢大学、福井大学、東京大学、東京科学大学、東海大学、静岡大学、長崎大学、名古屋大学、大阪大学、京都大学、岡山大学、九州大学、旭川工業高等専門学校、釧路工業高等専門学校、函館工業高等専門学校、福島工業高等専門学校、日本原子力研究開発機構、高エネルギー加速器研究機構、量子科学技術研究開発機構、北海道電力株式会社、電源開発株式会社、東北電力株式会社、日本原燃株式会社、株式会社アトックス、株式会社NAT、株式会社原子力エンジニアリング、株式会社VIC、東芝テクニカルサービスインターナショナル株式会社、島根大学、株式会社オー・シー・エル、原子力安全技術センター、日本アイソトープ協会、宮崎大学、スタズビック・ジャパン、富士電機株式会社、電気通信大学、日本原子力文化財団（40機関）



ANEC

ADVANCED NUCLEAR EDUCATION CONSORTIUM
FOR THE FUTURE SOCIETY

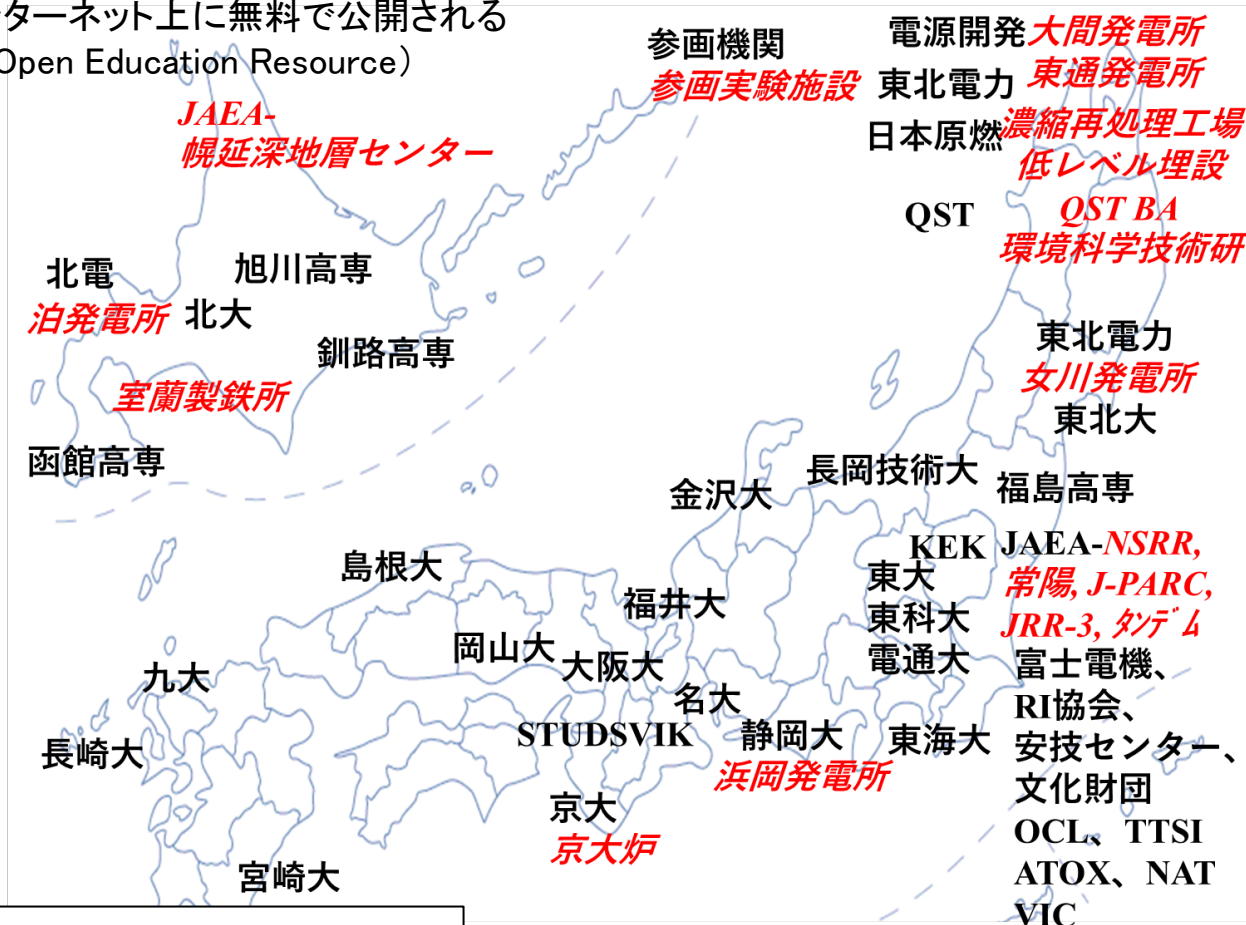
未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム

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

※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: Open Education Resource)



<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38講義、公開数20講義、収録予定数7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

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

<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

<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



渡邊直子
(北大)



Bernd
GRAMBOW
(IMT Atlantique)



谷口直樹
(原子力機構)



小崎 完
(北大)

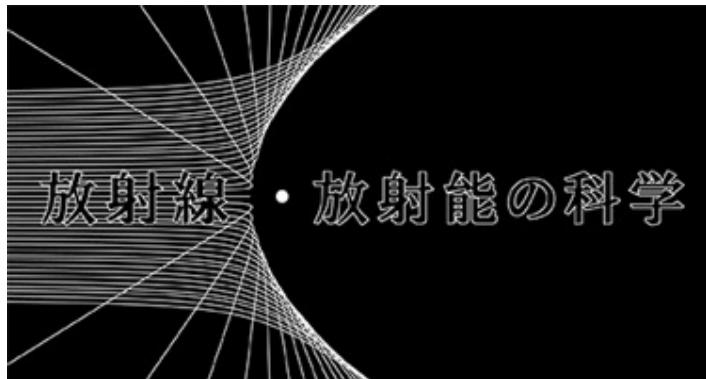


岩月輝希
(原子力機構)



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. 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%

←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



OERの活用: 反転授業

目的: オンライン教材を活用した反転授業を中心とした講義を実際に関講して、大学間単位互換化を行う。

開講: 北大・全学教育部

対象: 学部1年生(文系を含む)

人数: 23名

科目: 一般教育演習(フレッシュマンセミナー)

「北大対ゴジラ: 映画

『シン・ゴジラ』をもとに学ぶ放射線・放射能の科学」
として開講

概要: 放射線・放射能、原子力に関する

オープン教材での学習

北大アイソトープ総合センターでの実験・実習

対面によるグループ討論

最後にグループ発表



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

一般教育演習 北大対ゴジラ:
映画『シン・ゴジラ』をもとに学ぶ
放射線・放射能の科学

担当教員

小崎 完

北海道大学大学院 工学研究科
原子力環境材料科学研究室
教授



講義形式ではない。受講生は、教員が指示するオープン教材をインターネットを介して事前に視聴し、授業ではその内容に関する演習、教員による補足説明と質疑応答、実験・実習、グループ討論、プレゼンテーションなどによって理解を深める。

第1回目 一般的な説明、オープン教材の使用
方法、本演習テーマの背景を説明する。

第2回目以降

前半は演習やグループ討論を中心に行う。
後半は、グループ討論を行う一方で、高校生を対象と想定した発表資料作成とそれを
用いた発表会を行う。
グループ討論のテーマは、放射線や放射能
に関連したもののの中から教員が選定し指示
する(例、令和元年度テーマ: 映画『シン・
ゴジラ』における放射線・放射能の科学)

オープン教材を活用して放射線や放射能および放射線被ばくの基礎を学び、さらにその医療や工学分野における応用例への理解を深める。また、これらに関連したテーマに対して、自ら課題点を整理し、それをわかりやすく発表する能力を養う。

成績評価

オープン教材の視聴状況、グループ討論の内容や発表資料および発表の完成度などを総合的に評価する。

ゴジラの動力源は原子力か?

ゴジラの身長は約120m、原子力発電所の圧力容器の高さが約22m

ゴジラの内部に原子炉があり、そこで核分裂反応が起こっている?

<https://www.tepc.or.jp/enterprise/hatsuden/nuclear/genshiro/>

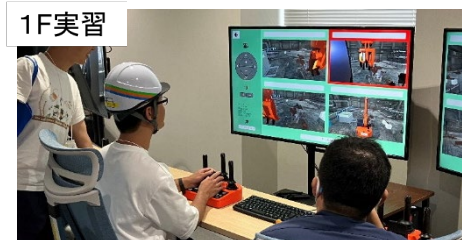
<https://ciatr.jp/topics/266392>



HOKKAIDO UNIVERSITY

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	17	18	11		34
静岡大 放射化学	5	40	40	46	47	178
JAEA タンデム	3	9	8	8	6	25
JAEA 幌延		18	13	17	18	66
六ヶ所		14	21	15	19	69
JAEA 常陽			8			8
泊発電所			42	19	19	80
JAEA NSRR				8	8	16
AI WS				6	12	18
福島第一発電所					17	17
合計	13	72	150	130	146	498
	(模擬)	(青字中止)			(予定を含む)	



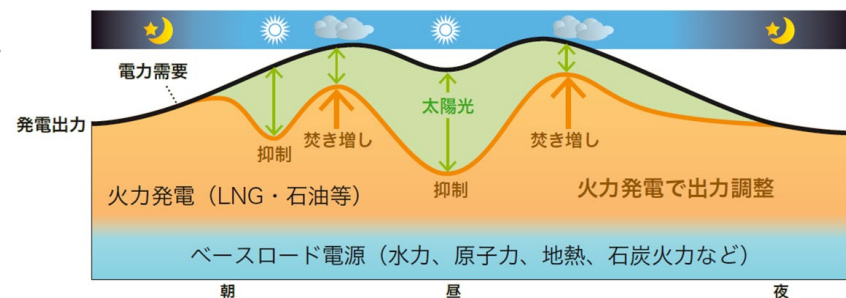
◎ 中学校理科・モデル授業(3年生) 「持続可能な社会とエネルギー」 (※放射線については2年生で学習済み)

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。



「ChatGPTと学ぶ 機械学習・アプリ開発の基礎」 1日WS (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

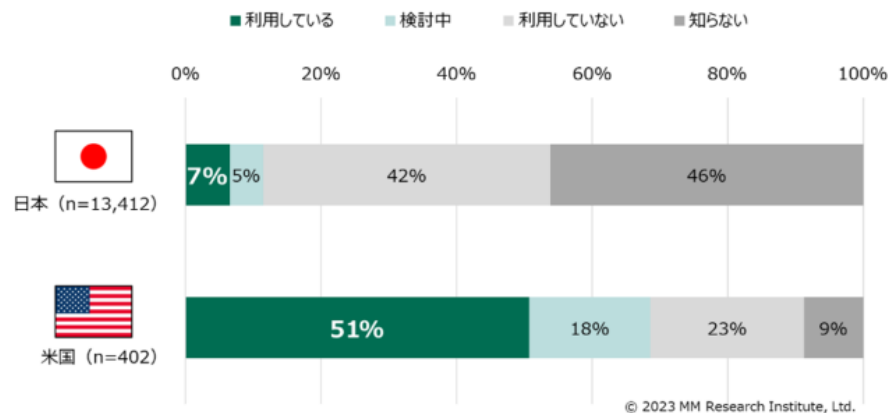
- ・生成AIの原理と可能性について学習
- ・Pythonプログラム作成
- ・プログラム開発のワークフロー実習 (設計、実装、デバッグ、バージョン管理)

対象

- ・大学生4年生、大学院生
- ・Python言語に関する基礎的な知識

生成AIとは

- ・AI(人工知能)の一種で、テキストや画像等のデータを分析し、「特徴量」を学習している。
- ・学習した特徴を基にして、入力データから、全く新しいテキストや画像などを「生成」する



引用：日米企業のChatGPT利用率に開き (MM総研)

生成AIに精通した人が仕事を独占?!



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

