



# 北海道大学

第39回バックエンド夏期セミナー  
**バックエンド分野における  
人材育成について**

場所：TKP札幌駅カンファレンスセンター

日時：2023年8月24日

北海道大学大学院工学研究院応用量子科学部門教授  
原子力安全先端研究・教育センター長

小崎 完

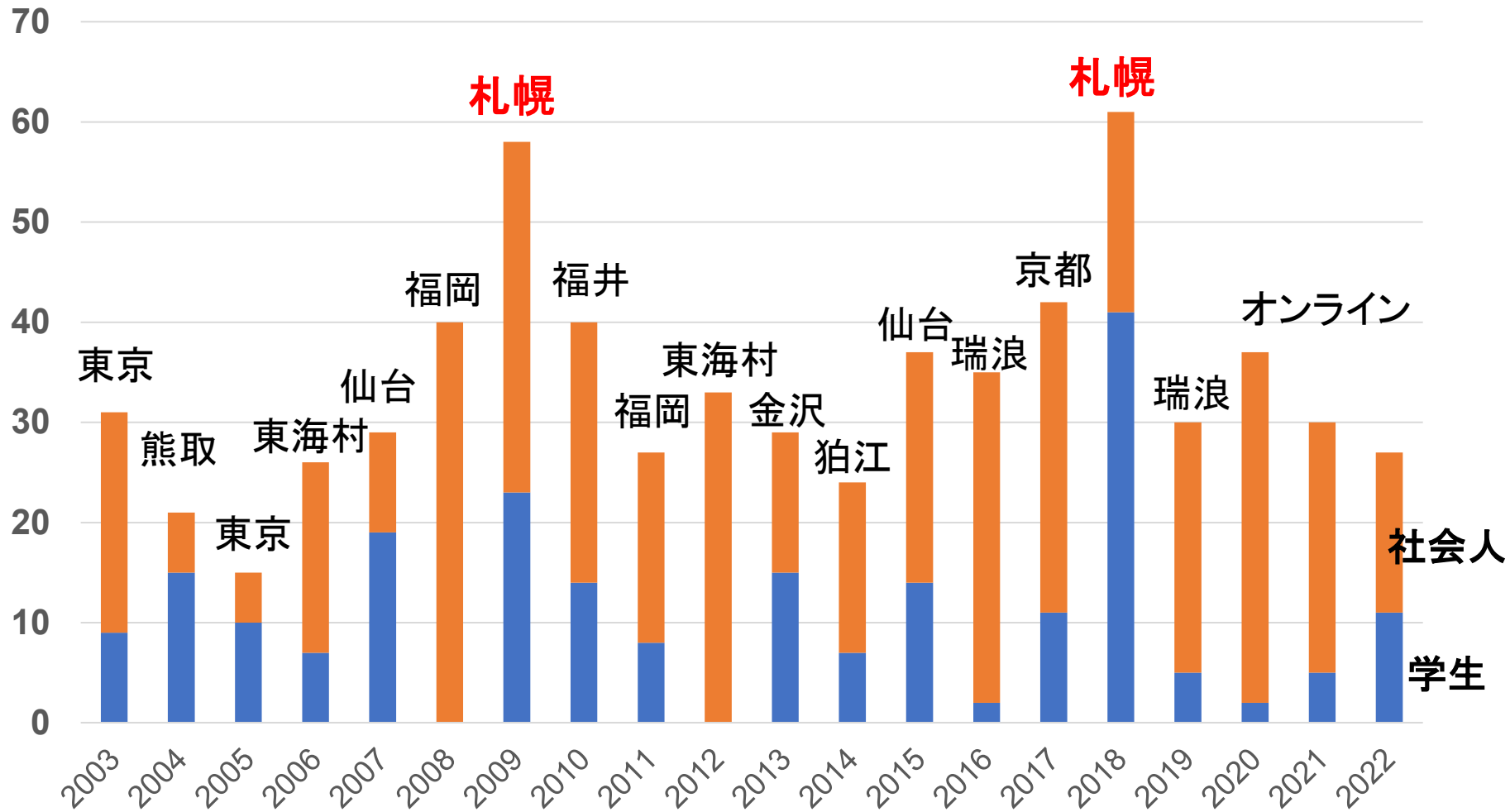
E-mail: [kozaki@eng.hokudai.ac.jp](mailto:kozaki@eng.hokudai.ac.jp)

電話：011-706-6687

URL: <https://nucl-mater.hokkaido.university/>



# バックエンド部会・週末基礎講座参加者数



# 2009年10月24日バックエンド週末基礎講座



# 2009年10月24日バックエンド週末基礎講座



# 2018年11月3, 4日バックエンド週末基礎講座



日本原子力学会・2018年度バックエンド週末基礎講座／  
原子力人材育成事業「オープン教材の活用による  
原子力教育の受講機会拡大と質的向上」国際セミナー

期間：平成30年11月3日（土）～4日（日）  
会場：北海道大学大学院工学研究院  
フロンティア応用科学研究棟 セミナー室2（2階）

# 福島事故後の原子力人材育成事業

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)

## 多様な環境放射能問題に対応可能な 国際的人材の機関連携による育成 (平成23～25年度)

事業参加機関

北海道大、福島大、東京工科大、東海大、金沢大、福井大、九州大、静岡大、筑波大、  
室蘭工業大、酪農学園大、旭川高専、福島高専、放医研、原子力機構、電中研、  
北海道立衛生研究所、北海道原子力環境センター、札幌市、北海道電力

・多分野の視点から環境放射能の諸課題を学ぶため、講義、研修、  
実験、国際セミナー、市民向け講座を開催。さらに、環境修復の諸  
課題を学ぶフィールドワークを実施

→環境修復や放射性廃棄物の処理・処分などを深く理解した人材  
ならびにそれらの分野において将来国際的に活躍する人材を育成  
する。



# 福島事故後の原子力人材育成事業

## 原子力人材育成事業

多様な環境放射能問題に対応可能な国際的人材の機関連携による育成



中級コース実験(北大会場)



上級コース実験(植物へのRIの移行実験)



除染実習(福島県飯舘村)



市民向け講座(北大)



国際セミナー(北大会場)



初級コース講義(北大会場)

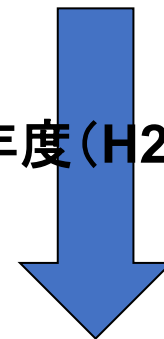
# オープン教材制作のきっかけ

原子力人材育成事業  
多様な環境放射能問題に対応可能な国際的人材の機関連携による育成



約20講義/年の開講

最終年度(H25年度)



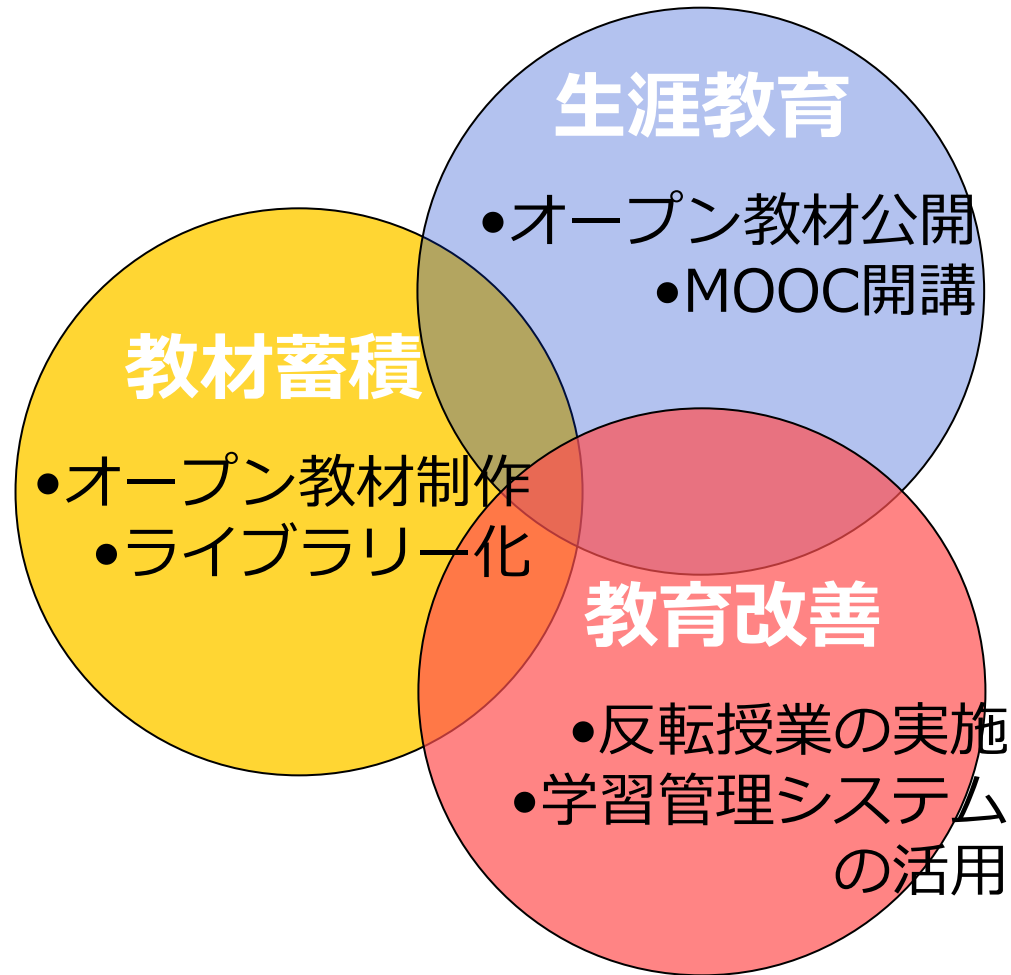
オープン教材化





# オープン教材とは

インターネット上に公開され、自由なアクセス、使用が可能



# 北海道大学オープンコースウェア

北海道大学 オープンコースウェア  
HOKKAIDO UNIVERSITY OPEN COURSEWARE

お知らせ 2023.08.15 「電子人材育成事業 機関連携強化による未来社会に向けた新たな電子人材教育拠点の構築」のオープン教材として、「統合工字構造 統合金属材料工学」の講義動画を公開しました。 [一覧を見る](#)

大志を抱く。  
本WEBサイトでは、本学の講義や公開講座などを、動画教材・講義資料のかたちで公開しています。自学自習はもちろん、教育の現場でもご活用ください。

教材を探す  
プレイリストを探す  
教材の著作権について  
オープンコースウェアとは  
サイトの使い方

**NEW 新着動画**

GM5サーベーターの機構、使用方法について  
講義 | 北海道大学ソフトウェアセンター

経営学管理実習  
講義 | 経営学実習(1)より実習科目の1つ「経営学実習」の講義

【電子研究や工学技術にまつわる】英語字幕に関する複数言語情報【日本語字幕付】  
講義 | 動画教材

**RECOMMEND テーマ別プレイリスト**

oneself - 私  
リスト | 「Draw the Future 未来を描こう」～未来社会の観察者～

Community - 地域  
リスト | 「Draw the Future 未来を描こう」～未来社会の観察者～

World - 世界  
リスト | 「Draw the Future 未来を描こう」～未来社会の観察者～

**POPULAR 人気の動画**

ゼロからはじめる「科学力」養成講座  
講義 | 理学部

ゼロからはじめる「科学力」養成講座  
講義 | 理学部

統合工字構造  
講義 | 電子人材育成事業(1) 動画教材  
電子人材育成事業(1)の1つ「統合工字構造」の講義

**STAFF PICKS スタッフおすすめ**

Draw the Future 未来を描こう  
～未来社会の観察者～  
テーマ | Community 地域, Staffおすすめ

Draw the Future 未来を描こう  
～大学が挑戦する課題科目・教育プログラム～  
テーマ | Community 地域, Staffおすすめ

Draw the Future 未来を描こう  
～大学が挑戦する課題科目～  
テーマ | Community 地域, Staffおすすめ

**公開中の動画**

伊達型増産活性化におけるウェブ  
「Fusionの未来」Future Work  
農畜共生 ～ビジネスの新しいデザ  
フラハの作家カフカ  
ガルの構造と遺伝  
メメティクスおもしろシクスタの謎と

<https://ocw.hokudai.ac.jp/?lang=ja>



北海道大学

# 原子力バックエンド教育への展開

平成26年度  
原子力人材育成等推進事業費補助金  
国際原子力人材育成イニシアティブ

## オープン教材の作成・活用による 実践的原子力バックエンド教育

平成26年6月18日(水)

申請大学  
北海道大学

事業参加機関  
金沢大学、九州大学、福井大学、東海大学、筑波大学、  
旭川工業高等専門学校、福島工業高等専門学校、  
放射線医学総合研究所、日本原子力研究開発機構、電力中央研究所、  
日本原燃(株)、日本原子力発電(株)



# 事業の概要

- 基礎教育(講義、実験)

- 専門教育(講義、実験、フィールド実習、見学会)

- 国際教育(国際セミナー、海外インターンシップ)

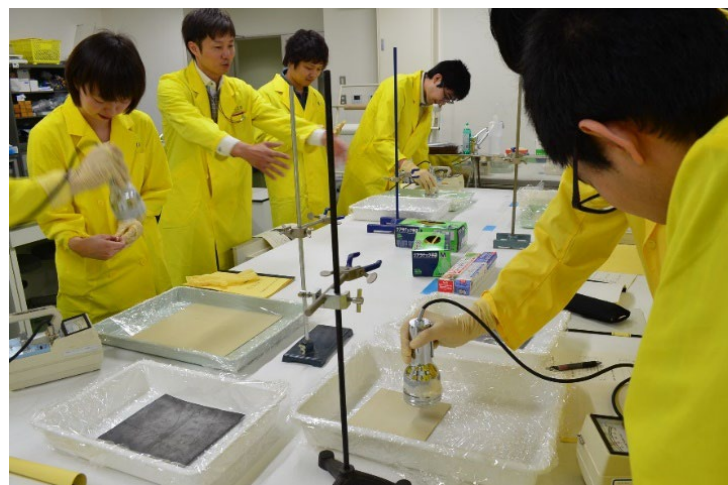
原子炉工学	廃炉工学	放射性廃棄物 処分工学	環境放射能学	放射線科学	放射線生物学	核燃料サイ クル 工学
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○



# 実施内容



専門教育講義 (平成28年7月3日 北海道大学)



専門教育実験 (平成28年9月2日 北海道大学)



国際セミナー (平成26年3月1日 北海道大学)



インターンシップ報告 (平成29年2月28日 北海道大学)

# 実施内容



フィールド実習 (平成28年9月29日 福島県川内村)



見学会 (平成26年11月17日 ふげん発電所)



見学会 (平成27年10月2日 東海1号炉)



見学会 (平成28年7月5日 幌延深地層研究センター)

## オープン教材の作成・活用による実践的原子力バックエンド教育 2014-2016

### #01「原子炉工学」

- ▶ 原子炉工学概論 I -原子炉のしくみ- (千葉豪)
- ▶ 原子炉工学概論 II -いろいろな原子炉- (千葉豪)
- ▶ 核データの利用 (合川正幸)
- ▶ 原子炉工学 I -核分裂連鎖反応と臨界- (千葉豪)
- ▶ 原子炉の動特性 (千葉豪)
- ▶ 原子力発電プラントにおける核燃料の燃焼計算と廃止措置のための放射化計算 (奥村啓介)
- ▶ 原子炉の熱工学 (坂下弘人)
- ▶ 加圧水型軽水炉 (PWR) (島津洋一郎)
- ▶ 原子力発電所の安全性確保の考え方・評価法の枠組みと東電福島第一原発事故後の安全性向上の現状 (杉山憲一郎)

### #02「廃炉工学」

- ▶ 講義 1: 廃炉工学概論 I -廃止措置とは- (柳原敏)
- ▶ 講義 2: 廃炉工学概論 II (小崎完)
- ▶ 講義 3: 廃炉工学 I -廃止措置の概念と課題- (柳原敏)
- ▶ 講義 5: 廃炉工学 廃止措置のプロジェクト管理 (柳原敏)
- ▶ 講義 6: 廃炉工学 安全規制の解除 (柳原敏)
- ▶ 講義 7: 廃炉工学 放射性廃棄物の処理処分 (柳原敏)
- ▶ 講義 9: 廃炉工学概論 III -「ふげん」の廃止措置の事例- (井口幸弘)
- ▶ 講義 10: 東海発電所の廃止措置について (河込敏)
- ▶ 講義 11: 廃炉工学 II 廃止措置における知識マネジメント (井口幸弘)

### #03「放射性廃棄物処分工学」

- ▶ 放射性廃棄物処分工学 I -低レベル放射性廃棄物処分の安全確保概念- (大江俊昭)
- ▶ 放射性廃棄物処分工学 II -高レベル放射性廃棄物処分の安全確保概念- (大江俊昭)
- ▶ 低レベル放射性廃棄物埋設処分 (京谷修)
- ▶ 放射性廃棄物処分工学 III (鈴木寛)
- ▶ 高レベル放射性廃棄物地層処分における炭素鋼オーバーパックの腐食挙動 (谷口直樹)
- ▶ 放射性廃棄物処分工学 深地層の研究施設での研究開発 (藤田朝雄)

### #04「環境放射能学」

- ▶ 環境放射能学 I 環境放射能の全体概要 (田上恵子)
- ▶ 陸上動植物と放射性核種 (田上恵子)
- ▶ 海洋と環境放射能 (高田兵衛)
- ▶ 環境放射能学 II フィールド調査 (田上恵子)
- ▶ 各種原発事故と環境放射能研究 (廣瀬勝己)
- ▶ 農業環境におけるCsの挙動 (内田滋夫)
- ▶ 福島県における環境中での放射性セシウム動態 -地形・水文学的視点から- (新里忠史)

### #05「放射線科学」

- ▶ 放射線科学概論 I (藤吉亮子)
- ▶ 放射線科学概論 II (加美山隆)

### #06「放射線生物学」

- ▶ 放射線生物学概論 I 放射線の生体に及ぼす影響 (山盛徹)
- ▶ 放射線生物学概論 II 放射線の生体に及ぼす影響 (山盛徹)

### #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)
- ▶ 核燃料サイクル概論 II ウラン濃縮 (星野剛)
- ▶ 核燃料サイクル概論 III 使用済燃料の再処理等 (山田立哉)

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



# オープン教材の一例(バックエンド分野)

専門教育講義

放射性廃棄物処分工学Ⅱ

Part 1



大江 俊昭(東海大学)



[https://ocw.hokudai.ac.jp/lecture/backend-radioactive-waste-disposal-engineering?movie\\_id=21755](https://ocw.hokudai.ac.jp/lecture/backend-radioactive-waste-disposal-engineering?movie_id=21755)





# 文部科学省・原子力人材育成事業の現況

## 令和2年度国際原子力人材育成イニシアティブ事業について

[第3回原子力研究開発・基盤・人材作業部会(令和2年5月20日)資料]

### 【事業の目的】

大学や研究機関等が組織的に連携し、原子力分野において育成する魅力的な人材像を掲げ、共通基盤的な教育機能を補い合うことで、拠点として一体的に人材を育成する体制の構築を促し、ひいては我が国の原子力分野の人材育成機能の維持・充実に寄与することを目的とする。

### 【支援内容】

複数の機関が連携してコンソーシアムを形成し、原子力分野において育成する魅力的な人材像を掲げ、既に有する人材、教育基盤、施設・装置、技術等の優位性ある資源を有機的に結集し、一体的に人材を育成する体制を構築する。

※実施課題に求められる人材育成機能は次頁に詳述

### 【補助期間及び補助額】

コンソーシアムにて実施する内容の提案は7年間の拠点形成計画とし、うち原則として最初の1年間をフィージビリティスタディー(FS)として、年間1500万円程度を交付する。

令和2年度中にFS審査・評価を実施し、特に優れた成果をあげているものについて、実施計画の残りの一定期間(~6年間)について補助金(年間最大7000万円程度)を交付する。

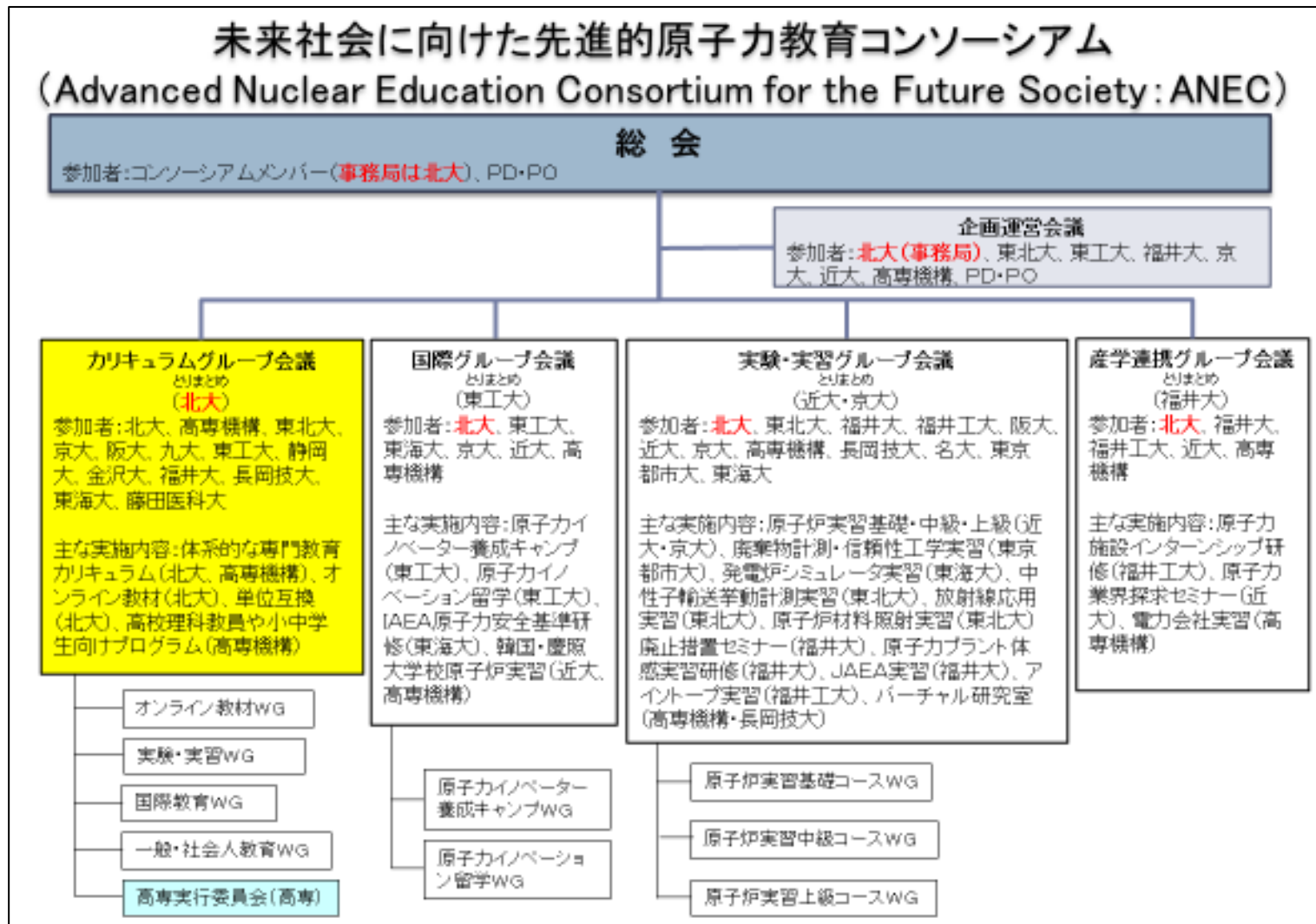
### 【運営体制】

PD及びPOを新たに設置し、実施課題の審査・選定、運営管理、評価等を実施する。また、各年度末に、採択課題からの成果報告会を実施する。

PD: 山本章夫 名古屋大学大学院工学研究科総合エネルギー工学専攻教授  
PO: 黒崎健 京都大学複合原子力科学研究所教授



# 文部科学省・原子力人材育成事業の現況



# カリキュラム検討、制作・公開

科目名	作業(2022年度)
原子炉物理学 初級編 学部生用	準備中
原子炉物理学:KUCA/近大炉実験	調整中
原子炉物理学:炉心解析手法	公開中
核データ工学特論	一部収録・公開済み
原子力熱流動工学特論	一部公開中
原子力安全設計・評価特論 院生用	著作権処理中
核燃料工学特論	公開中
核燃料の化学	著作権処理中
核燃料工学:新型炉	部会調整済み
原子炉材料工学	部会調整済み
放射化学 学部生用	公開中
放射線計測学	部会調整済み
放射線防護	部会調整済み
放射線遮蔽	部会調整済み
放射性廃棄物処分工学特論	既存資料再構築中
廃止措置工学特論	既存資料再構築中
環境放射能学特論	一部収録済み
計算科学	部会調整済み
原子力政策	公開中

- コアとなる講義の検討
- 実験基礎知識となる講義の検討
- 各大学特色のある講義の検討
- 放射性廃棄物処分工学、廃止措置工学は、シラバスを再構築し、一連の講義として構成する。



# オープンオンライン教材の公開状況

令和4年度収録数57講義、公開数28講義  
(累積収録数:201件、累積公開数:127件)

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: キャラクターリスティクス法 (1/2) (山本章夫)
- ▶ 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 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)

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



# オープン教材の利用状況

	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
オープン教材としての 視聴	15,175	8,449	5,818	15,119	7,036	9,694
LMSからの視聴	—	1,793	1,401	1,883	2,489	1,625
計	15,175	10,242	7,219	17,002	9,525	11,319
2013年度からの累計ダ ウンロード（再生）数	約5万件	約6万件	約6万5千件	約8万3千件	約9万3千件	<b>102,983 件</b>

\* 1講義の聴講には3～7回のダウンロードが必要

LMS: Education and Learning Management System



# 大規模公開オンライン講座(MOOC)



The screenshot shows the GACCO MOOC website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'gaccoとは', '講座一覧', '受講ガイド', 'マイページ/ログイン', and '会員登録(無料)'. Below the navigation bar, there is a section titled '講座一覧' (Course List) with a sub-header '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!' (Many courses to meet your learning desire. So, let's register for the course!). Underneath, there is a section for '新規受付を終了した講座' (Courses that have ended new enrollment). The featured course is '放射線・放射能の科学' (Science of Radiation and Radioactivity), which is a 2020 course by Professor Kenji Higashi from Hokkaido University. The course description mentions topics like the basic knowledge of radiation, radiation detection, and the application of radiation in medicine and industry. A red button labeled '講座詳細を見る' (View course details) is visible.

## 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月に開講
  - 講師7名
  - 登録者数：**3,688名** (合計)
  - 修了者数：**746名** (合計)
- 修了者は、社会人が半数以上

## 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	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%	

→ 新たなコース(「高レベル放射性廃棄物の地層処分」)の開講を準備中

# 原子力規制庁・原子力規制人材育成事業の採択

## 令和5年度原子力人材育成等推進事業費補助金 (原子力規制人材育成事業、R5～R9年度)の採択

原子力安全規制に関する5項目に関するオープン教材の開発と、  
それを活用した実験・実習・セミナー等を実施する

### ①確率論的リスク評価

澤 和弘・張 承賢  
(北大・工・応用量子)

### ②過酷事故・ 放射性物質の放出

河口 宗道  
(北大・工・応用量子)

### ③原子炉工学

千葉 豪  
(北大・工・応用量子)

### ④放射線防護

久下 裕司(北大・RIセンター)・  
野矢 洋一(北大・安全衛生本部)

### ⑤外部ハザードとその対応

稲津 将  
(北大・理・地球惑星)



# バックエンド分野における人材育成の課題

- 原子力を持続的に使用するためには、発電に伴って発生する放射性廃棄物の処理・処分の問題を解決しなくてはならない。
- 福島第一原子力発電所の廃止措置および福島環境修復が今後の大きな課題である。
- 廃止措置、環境修復の推進には、それらの作業から発生する多種多様な放射性廃棄物への対応が不可欠である。

→ **長期間にわたって優れた人材を確保する必要**





# 人材育成におけるバックエンド部会への期待

## ◆ 若い世代の育成

- 進路あるいは研究テーマ決定を控えた高校生・学部生等に魅力的な分野としてアピールする教材の制作・公開
- バックエンド分野に不可欠な多様な専門学問分野を継続的に教育する体制の構築
- 国際性の涵養が図れる教育プログラムの提供

## バックエンド部会への期待:

助言、ニーズ調査、コンテンツの提供、実習・実験等の機会提供  
国内・海外インターンシップ制度の充実、海外派遣等の経済支援



# 人材育成におけるバックエンド部会への期待

- ◆ 社会人(専門家)の数と質の向上
  - 研究発表・交流機会の提供
  - リカレント教育体制の構築
  - 社会人博士課程の充実

**バックエンド部会への期待：  
ニーズ調査、産学連携橋渡し、  
研究交流機会の提供**

- ◆ 国民の理解向上
  - オープン教材、MOOC等の学習機会の提供
  - 初等中等教育関係者との連携

**バックエンド部会への期待：  
コンテンツ提供、市民向け見学会等の機会提供、  
小中高教員との交流機会提供**



ご清聴ありがとうございました