



**HOKKAIDO**  
UNIVERSITY

2022年3月16日  
日本原子力学会  
2022年春の年会  
教育委員会セッション

組織横断的な原子力教育基盤の構築に向けて：  
国際原子力人材育成イニシアティブ事業の取り組み  
(2) カリキュラムグループ会議の活動

未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム  
(Advanced Nuclear Education Consortium for the Future Society: ANEC)  
カリキュラムグループ会議

北海道大学・中島 宏、小崎 完

# オープン教材を活用する原子力教育拠点の構築

## 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)



# 先進的なオンライン教育の実績を活かした組織体制の構築

## オープン教材を使った オンライン教育の 「方法知」を提供

- 学内外向けオープン教材を継続開発（累計2000+のコンテンツを開発）
- オープン教材を使った学習支援を実施（累計230+の講義に導入）
- オープンコースウェアの公開（累計15万以上のアクセス）
- オープン教材を使ったMOOCの開発・開講（累計1万人以上の受講者）

## 参画機関・ 関連機関 (静岡大、JAEA 他)

## 原子力人材育成のための 「内容知」を提供

- 専門家による講義
- 施設等を用いたコンテンツ開発への協力

## 北大

オープンエ  
デュケーショ  
ンセンター

## 東北大

オープンオン  
ライン教育推  
進センター

## MOOCを用いた オンライン教育の 「方法知」を提供

- 学外向けMOOCの開発（毎年2講座を開発）
- MOOCの継続開講（累計1万人以上の受講者）

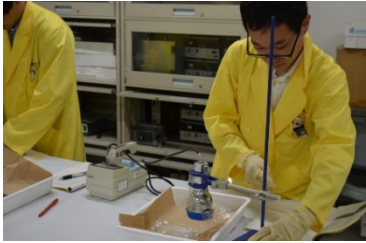


# オープン教材を活用した原子力教育プログラム

## バックエンド教育プログラム例

### 実験・実習

放射線計測・核種移行



フィールド実習(川内村)



見学会(幌延深地層研)



### オープン教材

- ・低レベル放射性廃棄物  
総論・各論
- ・高レベル放射性廃棄物  
総論・各論
- ・廃炉工学
- ・環境放射能
- ・環境修復
- ・リスクコミュニケーション

### 国際教育活動

国際セミナー



ディスカッション



海外インターンシップ報告



バックエンド分野  
のエキスパート育成



# カリキュラムの検討

## 作成方針

- ・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

## 2021年度の進捗状況

・原子力熱流動工学、放射化学、特別講義について、公開中。特別講義として、原子力規制委員会元委員長による講演を公開。

・核燃料工学特論については、一部公開中。今後、**単位互換の先例**として検討を進める。

・原子炉物理学：炉心解析手法（上級編）については、公開準備中。

・放射性廃棄物処分工学、廃止措置工学については、シラバスを再構築し、一連の講義として構成する。

科目名	作業(2021年度)
原子炉物理学 初級編 学部生用	シラバス作成中
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	公開準備中
核データ工学特論	一部収録済み
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	著作権確認中
核燃料工学特論	一部公開中
核燃料の化学	収録待機中
核燃料工学：新型炉	検討中
放射化学 学部生用	公開中
放射線防護	検討中
放射線遮蔽	シラバス作成中
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	シラバス作成中
計算科学	検討中
原子力政策	公開中



# オープンオンライン教材の公開状況(1)

**コンテンツ15講義を新たに公開した。**  
**3月末までに、収録数件、公開18件程度を予定**  
**(これまでの累積オンライン教材の収録数:137件、公開数:78件)**

	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2月18日現在)
オープン教材としての視聴	15,175	8,449	5,818	15,119	6,540
LMSからの視聴	—	1,793	1,401	1,883	2,489
計	15,175	10,242	7,219	17,002	9,029
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8万9千件

\* 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



# オープンオンライン教材の公開状況（2）

## 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 (2011-2021)

### 原子力人材育成事業 オープン教材一覧 (2011-2021)

>> 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)

#### 原子炉炉心解析手法オンラインセミナー

- ▶ 中性子輸送理論の概要～決定論的手法～ (山本章夫)
- ▶ 拡散方程式の数値解法の基礎 (山本章夫)
- ▶ キャラクターリスティクス法 (1/2) (山本章夫)
- ▶ キャラクターリスティクス法 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 実効断面積と共鳴計算手法 (山本章夫)

#### 特別講演会

- ▶ 春秋時代の原子力 - 将来を展望して - (田中俊一)

### オープン教材の活用による原子力教材の受講機会拡大と質的向上 2017-2019

- ▶ 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する科学的特性マップについて (兵藤英明)
- ▶ 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する事業概要と安全確保について (窪田茂)
- ▶ 我国の原子炉廃止措置の現状と重要施策のポイント (佐藤忠道)

#### 核燃料工学

- ▶ 核燃料工学 第1回 ～軽水炉燃料のふるまい～ (宇正正美)
- ▶ 核燃料工学 第2回 核燃料の照射挙動 ～あらし～ (宇正正美)
- ▶ 核燃料工学 第3回 核燃料の照射挙動2 ～ベレット～ (宇正正美)
- ▶ 核燃料工学 第4回 核燃料の照射挙動3 ～被覆管～ (宇正正美)
- ▶ 核燃料工学 第6回 核燃料の照射挙動5 ～シビア・アクシデントTMI事故を中心に～ (宇正正美)
- ▶ 核燃料工学 第7回 照射試験と照射後試験 (宇正正美)

### 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 - (千葉素)
- ▶ 原子炉工学概論 II - いろいろな原子炉 - (千葉素)
- ▶ 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 - (千葉素)
- ▶ 原子炉の動特性 (千葉素)
- ▶ 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 (杉山薫一郎)

#### #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)

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



# オープン教材構成状況

## 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

材料開発

原子炉材料工学(北大)

燃料開発

核燃料工学:軽水炉、新型炉(福井大、京大)

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)

原子炉熱工学(北大)

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

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(北大)

安全工学

原子炉安全工学(北大、JAEA)

計算科学・AI・IoT

○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

原子炉材料工学(北大)検討中





# MOOC(大規模公開オンライン講座)の開講

## MOOC(大規模公開オンライン講座) 「放射線・放射能の科学」の再開講

- ・講師8名(北大・工学、獣医)
- ・2021年2月3日から5週間開講
- ・2020年11月25日から募集開始
- ・放射線の基礎から放射性廃棄物処分に至る広範囲を対象
- ・登録者数:1001名(3月31日現在)  
修了者数:161名
- ＜参考[前回]＞
- ・開講:2020年3月12日～5月22日
- ・受講登録者:2,636名

現在、新規講座開設に向けて準備開始

放射線・放射能の科学

受講登録する(無料)



---

講座概要

**講座内容**

放射線と聞くと放射線被ばくによる健康被害を真っ先に思い浮かべる人が多いと思います。しかし、具体的にその健康被害を引き起こす被ばくの量を知っている人は少なく、さらに健康被害発症のメカニズムまで理解している人は極めて限られています。このため、放射線被ばくはいまだに漠然とした不安を感じさせる存在となっています。

そこで本講座では、まず放射線や放射能、放射線測定に関する基礎を学びます。次に、放射線の生体への影響についてそのメカニズムを学習し、その医療応用例を学びます。また原子力発電を含めた工業分野、農業などにおける放射線の応用例を学び、現代社会において、ウランやプルトニウムの核分裂、放射性同位元素や加速器から放出される放射線が私たちの健康で豊かな生活を維持するために活用されている事例まで理解を深めます。

最後に、こうした放射線利用によって生じる放射性廃棄物の処理・処分に関する課題を整理するとともに、合理的な方策を模索する工学的手法を学びます。

※本講座は、2019年3月に開講された講義と同じ内容になります。

- ・ 第1週: 放射線・放射能の基礎知識
- ・ 第2週: 放射線測定的基础
- ・ 第3週: 放射線の生体への影響と医療への応用
- ・ 第4週: 放射線の工業などへの応用
- ・ 第5週: 放射線利用後の課題



※受講登録するとお客様の利用者情報は講座提供者(講師)に共有されます。詳しくは利用規約とプライバシーポリシーをご覧ください。

講座番号:ipa140

受講開始日:2021年2月3日

想定される勉強時間/週:1,2時間程度

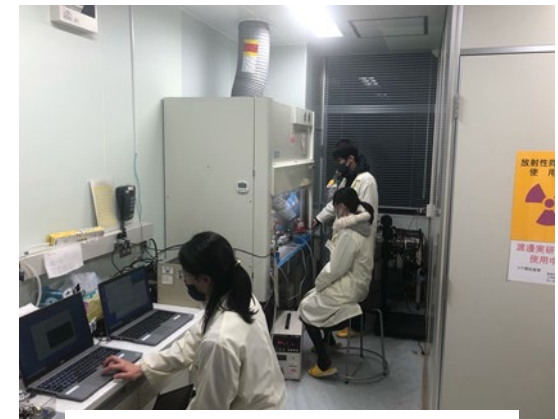


# カリキュラムに関連した実験・実習の実施(1)

- JAEA・幌延深地層研究センター見学
  - ・11月15-16日(8、9月と二度の延期)
  - ・参加者数:15名(計画予定:12名)
  - ・事前学習資料:  
#03「放射性廃棄物処分工学」  
<https://ocw.hokudai.ac.jp/lecture/backend-radioactive-waste-disposal-engineering>
- 静岡大学・浜岡原子力発電所における放射化学実験
  - ・12月23-27日(9月実施分は中止)
  - ・参加者数:24名(計画予定:18名)
  - ・事前学習資料:  
テキスト(放射線計測と安全取扱)  
「放射化学概論」  
[https://ocw.hokudai.ac.jp/lecture/nucl-radiation-chemistry-decay?movie\\_id=23805](https://ocw.hokudai.ac.jp/lecture/nucl-radiation-chemistry-decay?movie_id=23805)



抗内における見学(試料採取)



放射化学実験



# カリキュラムに関連した実験・実習の実施(2)

- 日本原燃見学
  - ・11月22日
  - ・参加者数:12名(計画予定: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
- 北大・加速器中性子源を利用した中性子放射化・元素分析実験
  - ・2月18-19日(中止、7、8月と二度の延期)・参加登録者数:18名(計画:15名)
- JAEA・重イオン核融合反応実験
  - ・2月21-25日(中止、10月延期)・参加登録者数:9名(計画:4名)



見学の様子



電子線形加速器

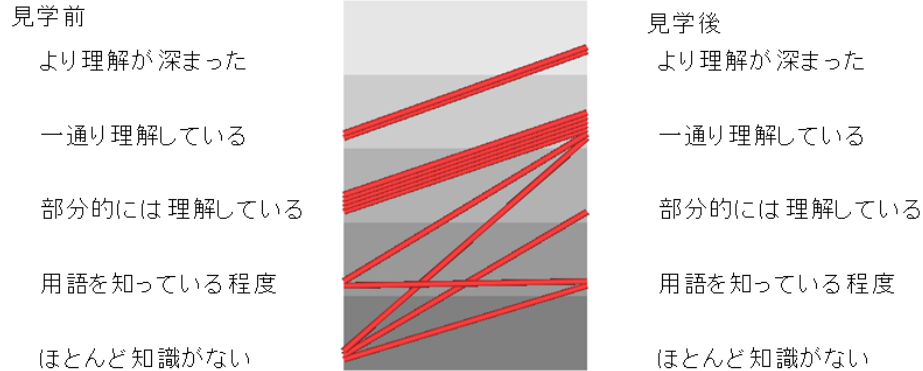


核反応測定装置



# 実習アンケート結果の例(日本原燃)

## 再処理工場に関する知識



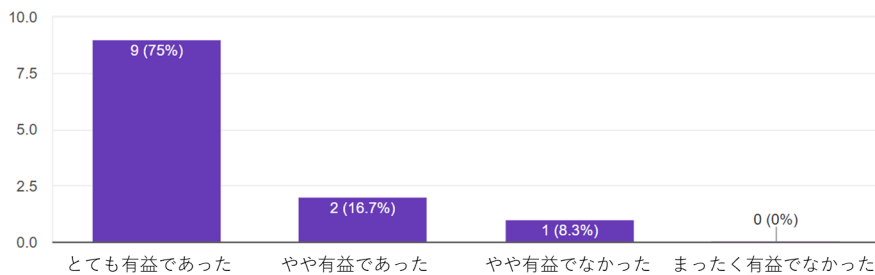
## 学生による意見・感想の例

・非常におもしろかったです 学校単位でのオンライン見学はやったことがあるのですが、実際に直接見ることによって理解が深まりました。

・今回みたいに、見学するところが多くあるととても充実しており、満足できる為、今後も維持して欲しいと思いました。

・事前学習資料は一通り見て見学しました。高濃度放射性廃棄物の処理方法など、私の大学の授業で部分的に知っている程度だったので事前学習資料があって良かったです。しかし、実際に見学しに行くと、更に学んだ事が沢山ありました。見学前、六ヶ所村については原発の放射性廃棄物の処理の印象が強かったですが、事前資料で再処理施設があることを知り、様々な再生可能エネルギーの研究施設もあることを初めて知りました。(中略)  
また六ヶ所村に来たときはよろしくお願いいたします。

## 事前学習資料の有益度

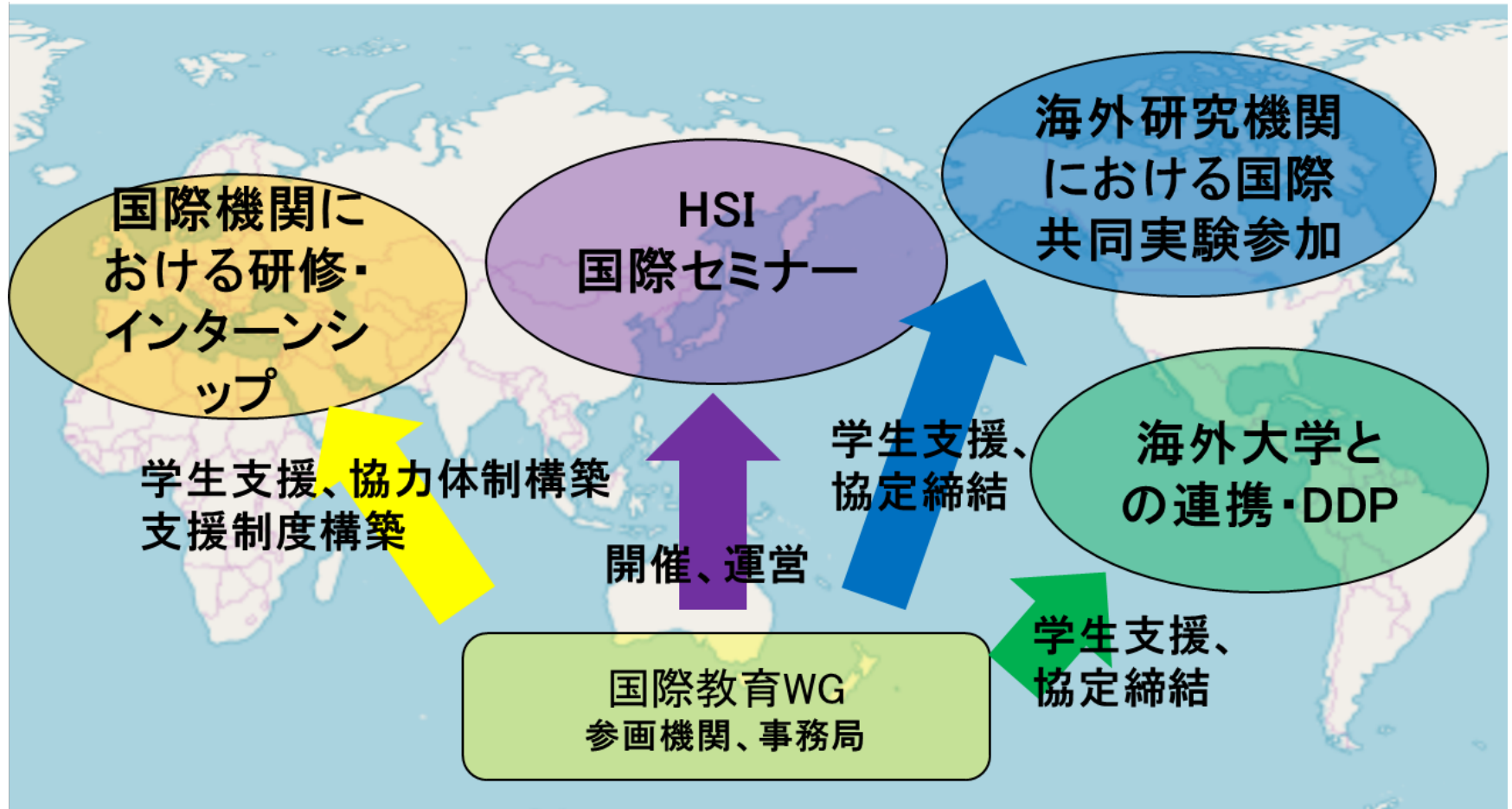


## 事前学習資料への要望

：日本原燃の施設の説明に特化した資料



# 国際性を涵養する教育体制の構築



# 現状の整理と今後の対応

## 1. カリキュラムの体系化: ○

・基礎科学分野とのリンク、**単位互換制度**、放射線利用への対応、起業家精神

## 2. オンライン教材の体系化: ○

・原子力関係教科体系、実験・実習との連携及びVR化、学生からのフィードバック

## 3. 国際化対応: △ (HSI等)

・英語化、国際情勢への対応、国際機関の理解促進

## 4. 教育対象の拡張: △ (MOOC等)

・高専生、小中高生、社会人への対応、リカレント教育・履修証明への対応

## 5. 計算科学・情報社会への対応: ×

・AI, IoT等計算科学、SNS等、情報化社会への対応

## 6. 科学と社会の共存: △ (特別講義等)

・科学リテラシー、ELSI/RRI、社会とのコミュニケーション

・エネルギー問題、環境問題(地球温暖化問題)、SDGsへの対応

ELSI: Ethical, Legal and Social Issues、RRI: Responsible Research & Innovation

