令和4年1月18日 国際原子力人材育成 イニシアティブ事業 シンポジウム

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について(拠点A)

北海道大学・東京工業大学・国立高等専門学校機構

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

【実施機関】北海道大学、東北大学、東京工業大学、長岡技術科学大学、静岡大学、国立高等専門学校機構

【協力機関】 金沢大学、福井大学、東京大学、東京都市大学、東海大学、名古屋大学、大阪大学、京都大学、岡山大学、九州大学、総合研究大学院大学、藤田医科大学、近畿大学、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、核融合科学研究所、北海道電力、東北電力、東京電力ホールディングス、電源開発、日本原燃、日立GEニュークリア・エナジー、東芝エネルギーシステムズ、三菱重工業、アトックス、NAT、原子力エンジニアリング、電気事業連合会、日本原子力産業協会

オンライン教材を組み合わせた体系的なカリキュラム構築と 産学連携・国際性の涵養(北大、東北大、静岡大)

- 体系的な専門教育カリキュラムの構築:オンライン教材の編集・公開、関連実験の実施、大学間単位互換制度の検討
- 立地地域との連携:立地地域企業等における見学・実習の 実施
- 国際性の涵養: 国際セミナー等開催、国際機関研修等の 検討
- 産業界等との連携融合:リカレント教育・企業共同研究・社会人博士後期課程の促進等の検討

国際的センスとマネジメントに優れた人材の育成:原子カイノベーター養成プログラム(東工大)

- 原子カイノベーター養成キャンプ:イノベーティブな活動と起業の精神を有し国際センスのある人材の育成する合宿スタイルのセミナー
- 原子カイノベーション留学:原子カ分野にイノベーションをもたらすことが期待される研究実施のための米国主要大学への留学





高専における原子力人材育成の高度化(高専機構、長岡技大)

- 高専生および高専卒業生用オンライン教材開発
- BG理解促進のための高専での測定実習
- 慶熙大学原子炉実習・海外連携機関とのセミナー等
- 演習プログラム(実習等):高専、長岡技大、東海大、近畿大
- バーチャル研究室: 高専+連携大学
- 産業界との連携によるキャリアセミナー、大学/大学院紹介



オンライン教材を組み合わせた体系的なカリキュラム構築と産学連携・国際性の涵養(北大、東北大、静岡大) オンライン教材の制作・公開

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

現在、新規講座開設に向けて準備開始



オンライン教材の作成・公開

- ・全体の方針
 - コアとなる講義
 - ・実験基礎知識となる講義
 - ・各大学特色のある講義

今年度公開コンテンツ数:13件

| 分野 | 科目名 2021年度 | | |
|--------------|--------------|----------|--|
| 原子力工学 | 原子力工学特論 | | |
| | 原子炉物理学概論 | シラバス作成中 | |
| | 核データ工学特論 | 一部公開中 | |
| | 原子炉安全工学 | 著作権確認中 | |
| 核燃料• 材料工学 | 核燃料工学 | 著作権確認中 | |
| | ウランの科学(仮) | コンテンツ作成中 | |
| | 原子力材料工学特論 | | |
| 放射線科学 | 放射線物理学特論 | | |
| | 放射化学概論 | 一部公開中 | |
| | 放射線計測概論 | | |
| バックエンド | 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 | |
| 特別講義 | 春秋時代の原子力 | 公開中 | |
| | 一将来を展望して― | <u> </u> | |

カリキュラムと連携した実験の実施

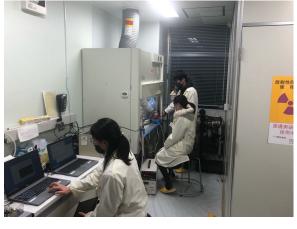
実施予定の実験・実習

- ・ 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月実施予定) 中性子科学に係るオンライン教材を今後収録予定
- 静岡大:非密封放射性同位元素の取扱実習と大線量ガンマ線照射装置を使った線量 測定:参加24名

放射化学に係るオンライン教材を今年度収録・公開済み (静岡大学では、単位化されている。)

・ JAEA: 重イオン核融合反応実験(2月実施予定) 核データ工学概論に係るオンライン教材を今年度一部公開済み







北大· 電子線形加速器

放射化学模擬実験 の実施状況

JAEAタンデム 核反応測定装置

立地地域における企業・研究機関との連携による見学会の実施

今年度の実施の見学会

日本原子力研究開発機構幌延深 地層研究センターにおける見学:参 加15名

> 放射性廃棄物処分工学との関連 において実施

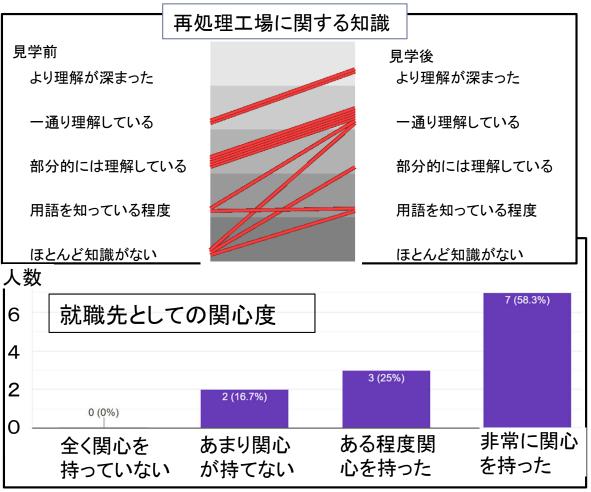
日本原燃・再処理工場及び低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける見学:参加12名

核燃料工学・放射性廃棄物処分 工学との関連において実施



抗内における見学(試料採取)

見学会アンケート結果(参加12名)



感想の例

・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、六ケ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。(以下略)

国際教育、大学・企業間連携、高専連合との連携

•国際教育

HSI (Hokkaido Summer Institute)

:オンライン開催

・次年度開催予定の国際セミナー

:コロナウイルス感染の終息が見通せる段階で、再検討

・海外研修・海外インターンシップ

:オンライン講演会を実施することをOECD/NEA・IAEAと検討中

•国際共同実験

:実施機関と検討中

·大学·企業間連携

- ·原子力人材育成NWとの協議·連携
- ・日本原子力産業会への打診

・高専連合との連携

- ・高専在校生向けカリキュラムの重点分野(機械、電気、化学、情報)で学生が興味を持つように原子力の基礎的な分野のコンテンツを作成、若しくは既存コンテンツの利用をすることを検討
- ・北海道大学ホームページに掲載されている教材を、eラーニング高等教育連携事業 (eHELP)にリンクし、共有することを検討

プログラムの背景

- ▶ 海外におけるベンチャー企業による市場投入に向けたSMR開発
 - ▶ 先端技術に通じた人材
 - アントレプレナーシップに優れた人材
- ▶ SDGs, Society 5.0
 - サイバー空間とフィジカル空間を融合させることによる経済発展と社会的課題の解決
 - エネルギー供給
 - ▶ 再生可能エネルギーなどの新しいエネルギー源とIT技術を融合させたシステムによる脱炭素化
 - 地域発展に寄与する地域社会の主体によるエネルギー供給システムの確立
 - このような課題に取り組むことのできる人材
- さまざまな工学分野での革新的技術の開発
 - 社会実装による利便性の向上
 - 若い世代の関心は新しい技術革新を生み出し続ける分野
 - 原子力分野に関してはその重要性は認めるものの新規性のない魅力のない分野とみなされる傾向

原子カイノベーター養成プログラム(NICP)

- ▶ 育成する人材像
 - 将来の原子力エネルギー分野でのイノベーションを担うことのできる技術者・研究者
 - ▶ 原子力工学の基礎
 - エネルギーシステムと様々な先端技術の知識
 - ▶ あらたな企業活動を立ち上げる意欲と能力
 - > 国際的センス
 - マネジメント能力
- プログラム内容
 - ▶ 原子カイノベーター養成キャンプ(NICP)
 - ▶ 原子カイノベーション留学(SANI)

原子カイノベーター養成キャンプ(NICC)

- ▶ モデル
 - ▶ 米国原子カイノベーションブートキャンプ(NIB)
- > 対象
 - 大学院学生及び企業等の若手技術者・研究者等15名程度
- ▶ 内容・テーマ
 - 米国の学生を招聘し、一週間程度の日米学生合同のグループワーク及びフィールドワーク
 - 次世代炉、廃棄物低減、SMR等の新しい原子力技術のみならず、アントレ プレーナーシップや社会学的側面にも焦点を当てる
 - 大学院の授業科目として認定可能な内容を目指す
 - ▶ NIBを日本に誘致し、NIB in Japan としての開催も計画
- > 国際会議
 - 3年に1回程度革新的原子力技術開発に関する国際シンポジウムと同時に 開催し、参加を支援
 - 次世代を担う研究者の研究能力向上を図る

原子カイノベーション留学(SANI)

- **內容**
 - ▶ 研究を目的とした3か月程度の米国主要大学への留学
- > 対象
 - 大学院修士·博士課程学生5名程度
- ▶ 留学受入大学
 - マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア大学バークレー校、ミシガン大学、 ウイスコンシン大学マジソン校、ノースカロライナ州立大学、テキサスA&M大学
- 受入教員とのマッチング
 - 派遣希望学生は各大学の原子力系学科の教員と自ら交渉し受入れの内諾を得てから本プログラムに応募
- ▶ 研究テーマ
 - 将来原子力分野にイノベーションをもたらすことが期待できる研究
 - 留学後の国際共著論文・会議発表を課す

ネットワーク形成を通じた高専における原子力人材育成の高度化(高専機構、長岡技大) ① 体系的な専門教育カリキュラムの構築や講義・実習の高度化

(a) 高専在校生向け教材・カリキュラム開発

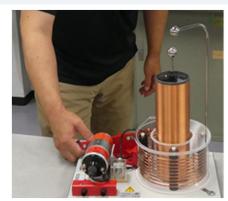
- 高専の各専門分野から円滑に接続するための教材を開発
- 令和3年度中に高専機構・長岡技科大・北海道大学が連携して一部教材を作成予定
 - 化学分野から作成を予定
 - 高専で基礎的内容を学んだ後、応用例として原子力関係の内容を20分学習し、練習問題に も取組ませる形を想定
- (b) 大学における高専卒業生向けカリキュラムの整備
 - ▶ 重点領域について大学・大学院での高専卒業生向けカリキュラムの検討
 - ▶ 一部科目(「環境放射能と生物影響」)について、教材を開発
 - 長岡技科大において試用
- (c)-1 専門領域を強化するための実践的演習プログラムの 開発:次ページに一覧
- (c)-2 バーチャル研究室ネットワークの構築: 次次ページに一覧

ネットワーク形成を通じた高専における原子力人材育成の高度化(高専機構、長岡技大)専門領域強化のための演習プログラム実施状況

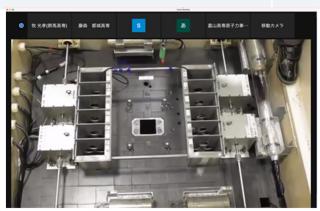
| 実施機関 | 演習プログラム名 | 概要 | 参加人数 |
|---------------|-----------------------------|---|------|
| 富山高専 | 放射線シミュレ ー ション | シミュレーション空間に簡素な検出器を配置して、吸収されたエネルギースペクトルを収集し、 放射性同位体によるエネルギースペクトルについて理解を深める。 | 11名 |
| 福井高専 | 放射線計測 | PINフォトダイオードを用いた放射線検出回路の作製実験および計測実験を実施 | 6名 |
| 岐阜高専 | 核融合・プラズマ | 大量の核融合データの解析を行うための準備とひ、Pythonを使ったデータ解析を実施 | 19名 |
| 松江高専 | 高電圧 | 高電圧の取り扱いを習得するとともに、高電圧を印加した場合の放電現象の観察を行うことで 電離や励起現象を理解する。 | 1名 |
| 福島高専 久留米高専 | 材料工学 | エネルギープラント用構造材料の経年劣化の考え方や評価方法について理解を深める | 11名 |
| 長岡技科大 | ビーム計測 | 大強度パルス発生装置(ETIGO-II)を用いて、放射線と物質の相互作用を評価・計測する演習 | 9名 |
| | 原子炉物理基礎実験 | タンデム加速器を用いて、原子核のサイズ感、クーロン障壁などを理解するための演習 | 8名 |
| 近畿大• 東海大 | 原子炉/シミュレータ を用いるプログラム | 近畿大学原子炉及び東海大学発電炉シミュレータSARSを用いた実習 | 5名 |



PINフォトダイオードを用いた放射 線検出器の作製・計測実習の様子 (放射線計測)



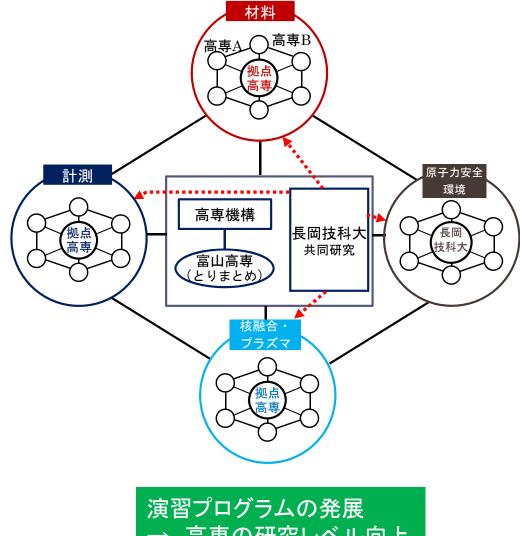
テスラコイルによる演習の様子 (高電圧)



近大炉の構造と特性 近大原子炉内の様子 (近畿大・東海大)

ネットワーク形成を通じた高専における原子力人材育成の高度化(高専機構、長岡技大) バーチャル研究室実施状況

| 実施高専 | バーチャル 研究室 | 概要 | 参加 人数 |
|---------------|--------------|--|----------|
| 福島高専 久留米高専 | 材料 | ・材料製造に関する指導:合金設計, 粉末冶金法・結晶相同定に関する指導:X線回 折(XRD)測定 など | 13名 |
| 富山高専 福井高専 | 計測 | 放射線教育用教材の開発 ・PINフォトダイオードを用いた放射 線検出回路 など | 3名 |
| 岐阜高専 | 核融合・プ ラズマ | ・シミュレーションコードを用いた核融合プラズマのデータ解析・大型核融合実験装置における実験データ解析 | 9名 |
| 長岡技科大 | 原子力安全 | ミニ講座の開講 (放射線安全の論理、原子炉安全 の論理、原子力災害対策の論理、 原子力安全に使える要素技術の 募集) | 4名 |
| | 環境 | ・環境放射能に関する指導 | 6名 |



- → 高専の研究レベル向上
- → 高い課題解決力を有す 学生の育成

ネットワーク形成を通じた高専における原子力人材育成の高度化(高専機構、長岡技大) ②原子力教育の裾野拡大のための取り組み

③国際機関や海外の大学との組織的連携による国際研鑽機会の付与

②原子力教育の裾野拡大のための取り組み

- ▶ 高専低学年を対象としたポケット線量計測定:1週間程度の測定を参加高専で実施→バックグランド放射線に関する理解促進:14高専
- ▶ NaI(TI)サーベイメータによる継続測定:参加高専:13
- ▶ 小中学生・小中学校教員向けセミナー:長岡(中学生対象)、福島(小中学生対象)、富山(中学校教員対象)で実施
- 社会人等対象のリカレトプログラム: 高校理科教員+新潟県教育センター職員を対象に実施(長岡技科大)
 - ▶ 加速器によりラザフォード後方散乱実験を行い、原子核のサイズをオーダーエス ティメート
 - ▶ 1コマで完了する「簡易霧箱」の作成と、それを使った授業法の検討

③国際機関や海外の大学との組織的連携による国際研鑽機会の付与

- ▶ マクマスター大学訪問:現地派遣は困難(?)→オンライン講義を実施予定
- ▶ 慶熙大学校(韓国)での原子炉実習:来年度実施に向けオンライン会議またはメールで調整予定
- ▶ 国際会議派遣:オンラインの国際会議に出席する学生の参加費を補助

ネットワーク形成を通じた高専における原子力人材育成の高度化(高専機構、長岡技大) ④高専・大学および産業界の連携・融合の促進

| 実施項目 | 実施内容 |
|----------------------------------|---|
| (a)電力会社等での実習 | ・東京電力(9/9、10)10名、中部電力(9/16)11名、北陸電力(8/31)7名、関西電力(8/24)7名、中国電力(9/8)13名、電源開発(8/26)5名→オンラインで実施。 ・日本原電(9/6、7)3名→現地で実施。 ・北海道電力(3/24、25)、九州電力(3/9)、日本原燃(3/14、15、16)→現地で実施予定。 ・東北電力、四国電力は来年度夏に実施予定。 |
| (b) フォーラム | •事業実施状況の説明、特別講演、バーチャル研究室の紹介(3/12)→対面実施 予定。 |
| (c)-1キャリアセミナー | •1/13 参加企業数:20社→オンラインで実施 |
| (c)-2大学·大学院紹介 | •12/21 大学・大学院:9校→オンラインで実施 |
| (d)原子力災害時の危機 管理支援のための研究 開発 | OSCAARコードを利用した原子力事故影響評価を試行 (国際会議で発表済) →成果を中越防災安全推進機構 防災士育成講座で紹介(8/22) 原子力発電所立地地域の経営者に対する原子力災害教育を実施 →原子力災害に対する防災意識や防災対応システムの日常業務への落し込み等について意見交換を通じて検討 |



放射線管理・測定技術等実験の様子 (日本原電)



バーチャル見学画面の様子(東京電力)

