

「遠隔操作技術及び核種分析技術を 基盤とする俯瞰的廃止措置人材育成」 終了後の体制維持等の現状と計画

研究代表者 東京大学 岡本孝司

再委託先 福島大学 高橋隆行 神戸大学 横小路泰義

連携機関 東北大学、京都大学、九州大学、会津大学、 福島高専、富山高専、(株)アトックス、 日本原子力研究開発機構

代理発表 東京大学 鈴木俊一

本事業が目指したゴール

- ・ 福島第一原子力発電所廃止措置人材の育成
- ・遠隔操作技術と核種分析技術の研究開発を通じ、廃止措置における上記技術の専門家養成
- 上記研究開発の目標として、現場で利用できる オンサイト・オフサイト分析システムを構築
- 総合工学としての廃止措置に対する俯瞰的知 識及びリスクを理解できる人材の育成

廃止措置に向けた課題

- プラントの安定状態維持・継続
- ・ 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止
 - ⇒ 遠隔操作技術
- 使用済み燃料プールからの燃料取り出し
- 燃料デブリ取り出し
 - ⇒ 核種分析技術、遠隔操作技術
- 原子炉施設の解体、放射性廃棄物処理・処分
- 人材育成

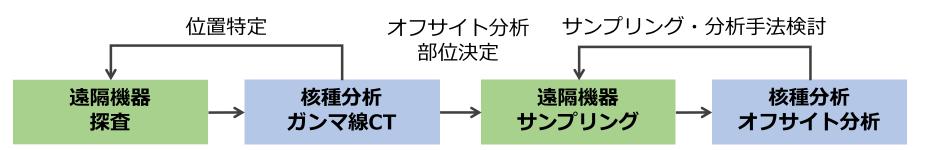
本事業における具体的な研究開発と 人材育成

• 研究開発

- オンサイト・オフサイト分析システムを目標
- 遠隔操作技術
 - 高所・狭隘部アクセス/遠隔操作インタフェース(東大・東北大・京都大)
 - 遠隔水中機器の要素技術開発(福島大・会津大・福島高専)
 - 設計·評価研究(神戸大)
- 核種分析技術
 - 放射線計測によるデブリ分析(東大・富山高専・九州大)
 - オフサイト高感度分析(東大・京都大)
- 人材育成
 - ・ 廃止措置アライアンスを中心として推進(東大・福島大・神戸大・東北大 ・会津大・福島高専・京都大・富山高専・九州大・ATOX・JAEA)
 - 廃止措置に関する大学院講義(東大・廃止措置アライアンス)
 - 廃止措置教育プログラム
 - 廃止措置ワークショップ・俯瞰協同プログラム(廃止措置アライアンス)
 - 現場実践プログラム(ATOX・JAEA・廃止措置アライアンス)

事業成果

- オンサイト・オフサイト分析システムの開発
 - 高線量で狭隘・複雑な極限環境で調査・作業箇所にアクセスし、 必要な調査・作業を遠隔操作によって実施するための技術を開発
 - オンサイト分析は、ガンマ線CT等を基盤として、遠隔操作との総合的システム化
 - オフサイト分析は、遠隔操作により微量サンプリングされた極 微量試料を高精度で分析するシステム(ハヤブサ的分析)



上記研究開発をベースに数多くの廃炉人材を育成

事業終了の状況

- アライアンスを含む情報共有の継続
- 東京大学工学系研究科社会連携講座 「統合廃炉工学」を2019年度より設置
- 外部資金(CLADS補助金など)を獲得し、研究と 人材育成を継続
- ・ 廃炉技術のスピンオフ(ビジネス化)
- OECD/NEA NEST (Nuclear Education, Skills and Technology)
- 廃止措置特論Eの継続
- NDEC(廃炉イニシアティブカンファレンス)への継続的な協力

社会連携講座「統合廃炉工学」

目的

- (1)俯瞰的に福島第一廃炉の課題を理解した上で統合的戦略を構築するとともに、戦略で必要な新技術開発について研究を行う。
- (2)講義や学生研究指導を通じて、廃炉人材育成を推進するとともに、俯瞰的な視野をもつ学生を育成する。
- (3)研究体制としては、廃炉事業を推進している日立GEニュークリア・エナジー株式会社、東芝エネルギーシステムズ株式会社、三菱重工業株式会社、東京電力ホールディングス株式会社と連携を図り、実プロジェクトあるいは二の矢として代替となりうる技術の開発を目指す。
- (4)担当教員

特任教授(兼務):原子力専攻 岡本孝司 教授精密工学専攻 淺間 一 教授

鈴木俊一特任教授(兼原子力国際専攻) 田村雄介特任准教授(兼精密工学専攻)

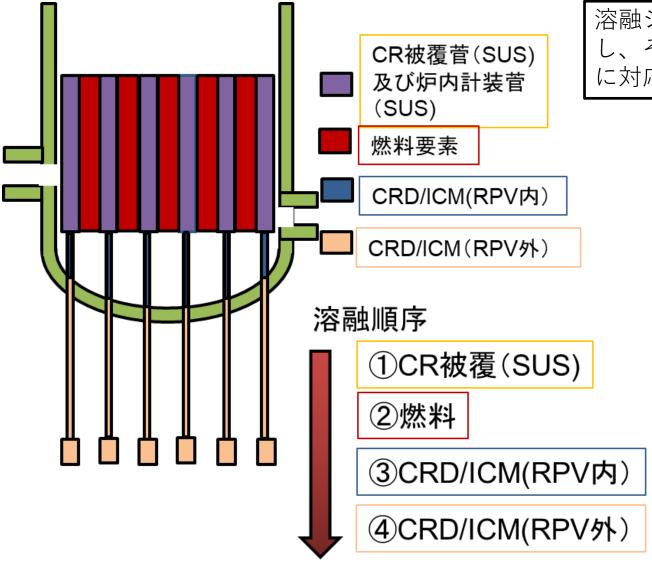
福島第一廃炉の最大の問題点

Unkown Unkowns

但し、答えを見つける事こそ 工学の役割

燃料デブリ組成の推定

BWR炉内構造模式図

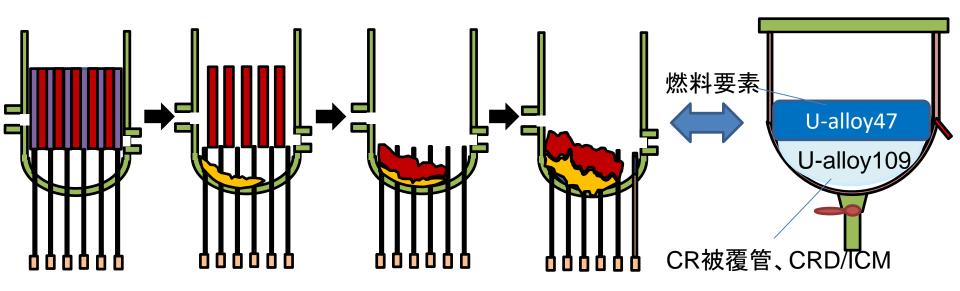


溶融シナリオを複数考察 し、それぞれのシナリオ に対応する実験を考える

「燃料デブリ組成の推定」 シナリオB

CR→燃料→CRD/ICM(RPV内)→CRD/ICM(RPV外)

溶融プールを形成せずに落下



本シナリオでは、溶融プールを形成せずに、CR被覆管等、燃料、RPV底部 CR/ICMが順に溶融して、RPVを貫通した場合を想定

燃料デブリ取出し時における放射性核種飛散防止技術の開発

JAEA CLADS 英知事業 「課題解決型廃炉研究プログラム」

燃料デブリ取出し時の 水スプレー工法(イメージ)

格納容器

圧力容器

(RPV)

(PCV)

基本概念:

極力、放射性物質の飛散を 防止して、燃料デブリを安全 に取出す

▶ 最適水スプレーシステムを RPV及びPCV内に構築

冷却水 水スプレ-システム ペデスタル サフ°レッション・ チェンバー(SC)

スプレイによるエアロゾル捕集

影響因子

- ・ブラウン運動
- 慣性衝突
- 接触
- · 拡散泳動
- 熱拡散
- 静電気力

Brownian diffusion Interception Phoresis | Droplet | Dr

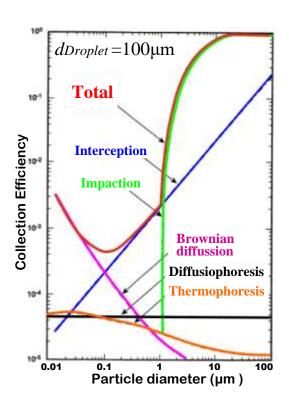
液滴捕集効率 E(非電荷のケース)

- ・粒子径によって異なる因子が支配的
- Greenfield Gap: 0.1-1µmの粒子径ではU字曲線

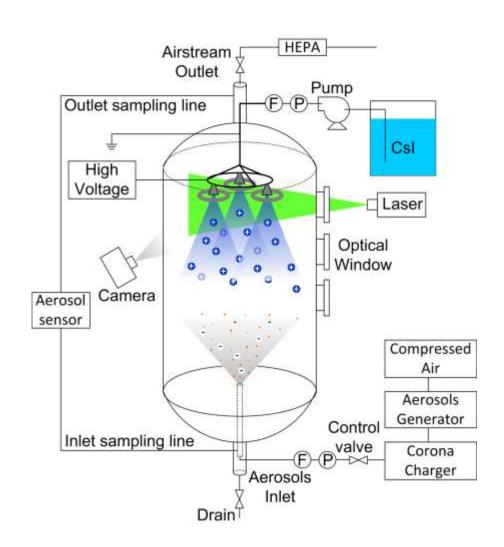


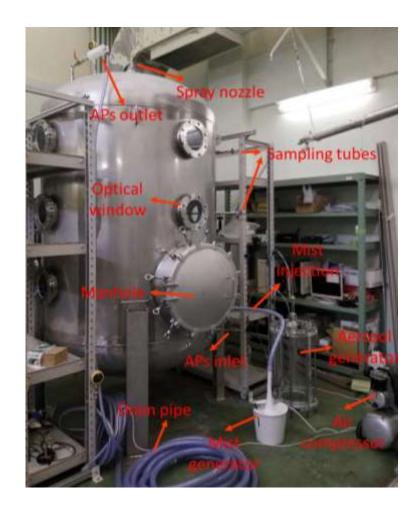
研究目的:効率的なスプレーシステムの確立

- 種々の特性のエアロゾル粒子による捕集把握
- 捕集効率(特にGreenfield gap)の向上
- 発生汚染水の最小化
- 伝熱シミュレーション



燃料デブリ飛散防止技術の開発 - エアロゾル捕集試験 -



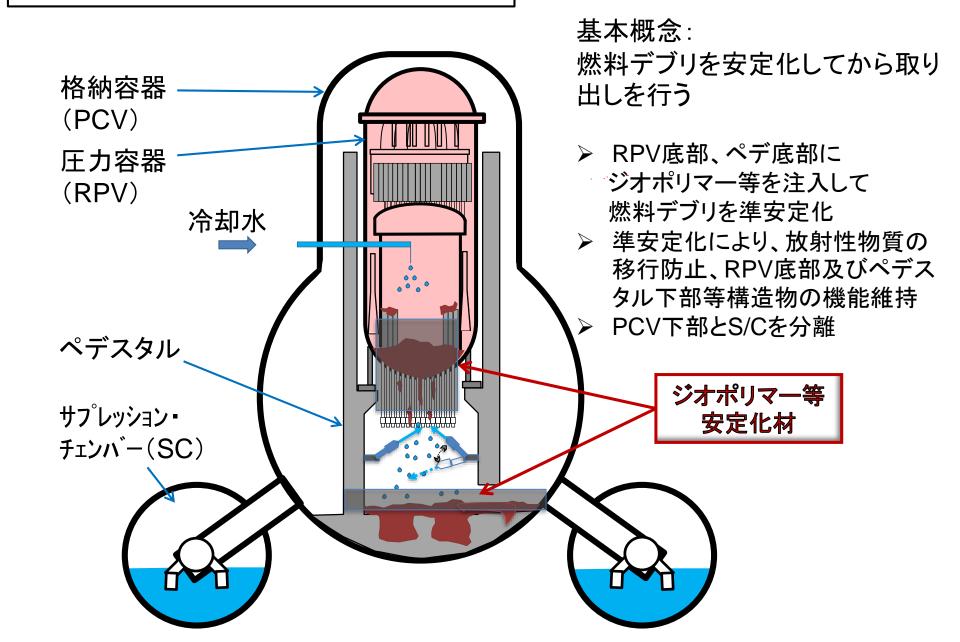


大規模燃料デブリ取り出しに 関する新工法

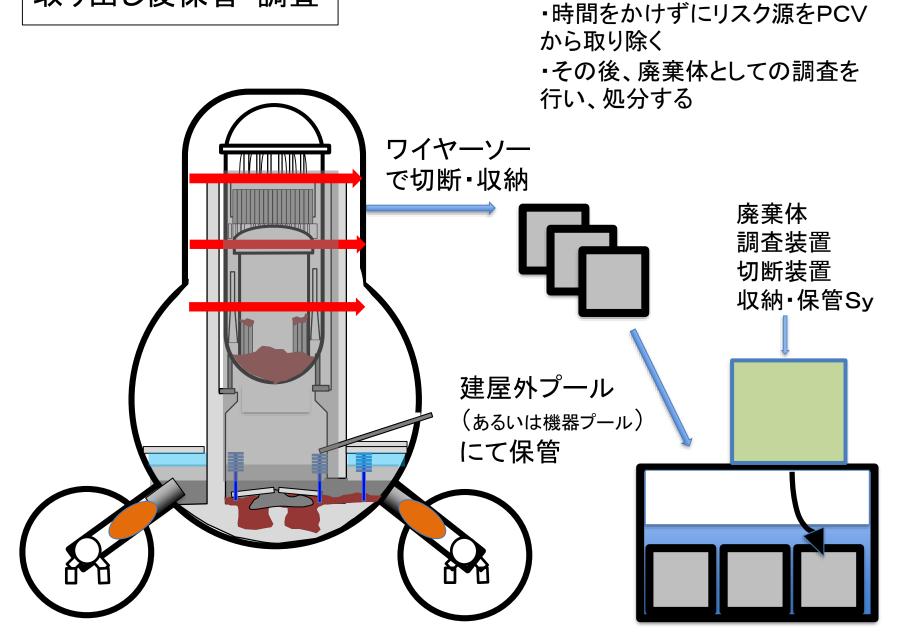
く廃炉人材育成プログラムで実施した ブレスト成果の検証>

JAEA CLADS 英知事業 「課題解決型廃炉研究プログラム」

部分安定化処理後の燃料デブリ取出し



取り出し後保管・調査

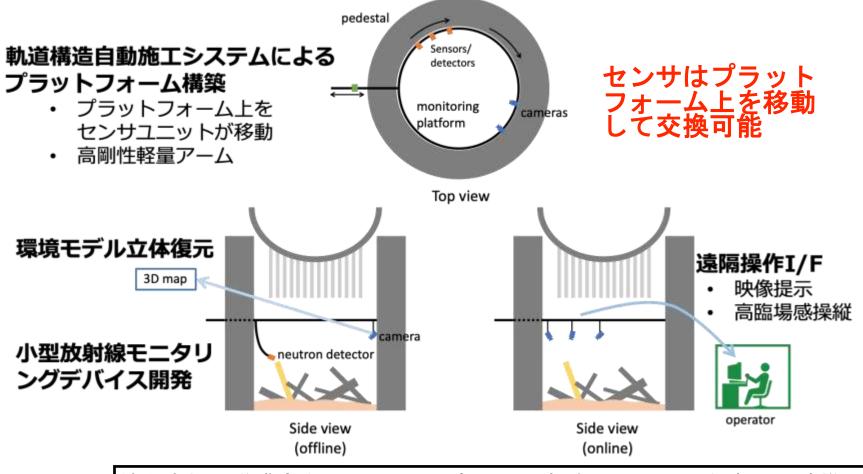


ロボット・遠隔操作技術 に関する研究 (遠隔・分析技術の新たな展開)

JAEA CLADS 英知事業 「研究人材育成型廃炉研究プログラム」

モニタリングプラットフォームの構築

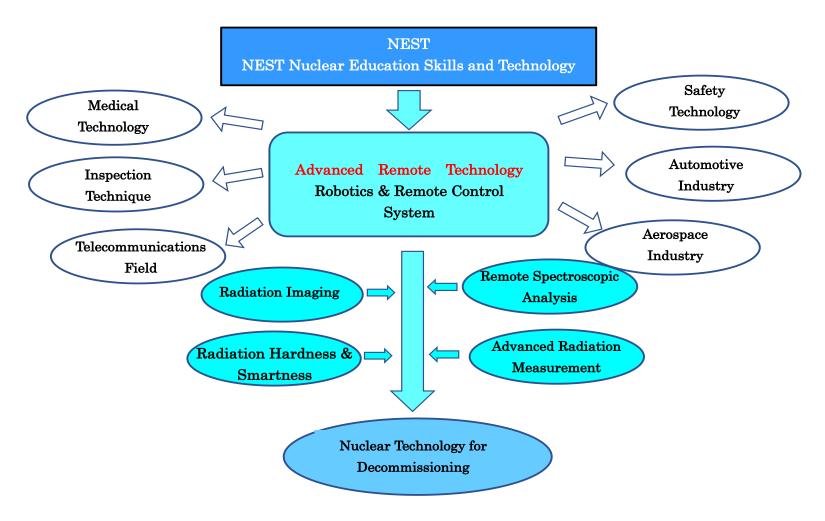
ペデスタル内に、カメラ/計測デバイスが移動可能なプラットフォームを構築し、計測・可視化を行うことで作業状況をモニタリング



統合廃炉工学講座を中心として、神戸大、福島大、JAEA、会津大 と連携

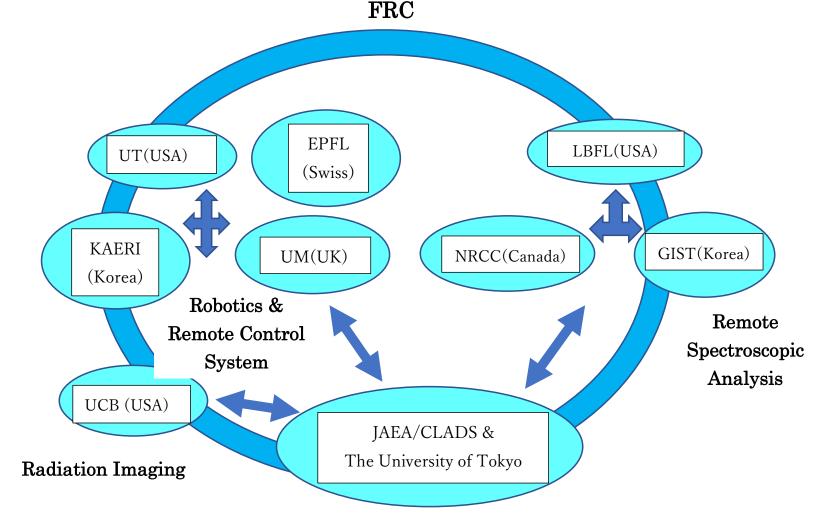
NEST Project

OECD/NEA has launched the Nuclear Education, Skills and Technology (NEST) activities Framework in 2016.



NEST Project

Educational network for Advanced Remote Technology JAEA/CLADS & The University of Tokyo



廃炉人材育成 (人材育成の継続)

廃炉に必要な人材

- リスクを俯瞰できること
 - 時空間を超えて複雑に絡み合う課題を把握する
- 現場を良く理解していること
 - 原子炉の運転・保守経験者も必要
 - OJTなどで、何が必要かを理解する
- 変化していく課題に柔軟に対応できること
 - 課題解決/マネジメントのできる技術者
- 社会的影響を考えられること

工学博士 工学修士

最先端研究経験、マネジメント能力 課題解決能力、国際経験など

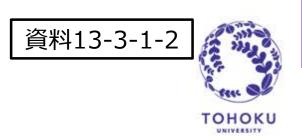
講義概要

一片我似女					
担当教官	講義内容				
鈴木特任教授	福島第一原子力発電所の廃止措置概要(1)				
岡本教授	通常発電所の廃止措置				
鈴木特任教授	福島第一原子力発電所の廃止措置概要(2)				
鈴木特任教授	燃料デブリ管理技術				
長谷川教授	核種分析技術				
淺間教授	遠隔操作技術(1)				
田村特任准教授	遠隔操作技術(2)				
高橋教授	放射線計測技術				
松崎教授	環境影響評価(オフサイト含み)				
岡本教授	福島第一原子力発電所事故概要				
岡本教授	リスク評価とリスク管理				
斉藤准教授	廃棄物管理				
寿楽助教	廃止措置の社会的側面				

廃炉基盤研究プラットフォーム第13回運営会議

日時:令和2年1月15日15:00~17:00

場所:新橋ビジネスフォーラム



英知事業・人材育成事業終了後の体制維持等の現状と計画

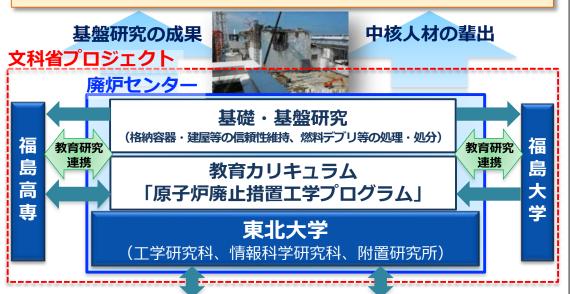
東北大学 原子炉廃止措置基盤研究センター



廃炉に関する教育の体制構築

研究実践に基づいた人材育成

福島第一原子力発電所の安全な廃止措置への貢献



日本原子力研究開発機構 (JAEA)

学外主要機関

(NDF, IRID, 東電, 電中研, 日立 GE, 東芝, 三菱重工, 鹿島建設, ア トックス, CEA, INSA-Lyon 等)

研究課題:8つのTG

- ①鋼構造物腐食・防食
- ②コンクリート構造物評価
- ③検査技術開発
- 4補修技術開発
- ⑤遠隔技術

- ⑥デブリ性状把握・処理技術
- ⑦放射性廃棄物処分
- ⑧社会的受容性

人材育成:

①「原子炉廃止措置等工学プログラム」設置

座学(20科目)に加え、廃止措置R&Dインターン

シップ研修を実施

【各年度修了生人数】

2015年度 M 7名 2016年度 M12名

2017年度 D2名、M11名

2018年度 D3名、M14名

2019年度 D1名、M16名(予定)

②「専門家会議」の開催

企業等の研究者・技術者との意見交換を通じ人的 ネットワークとキャリアパスを形成

【2018年度 専門家会議】 出席者:専門家10名、専門 家補助12名、東北大学教員 20名、福島大学教員1名、学 生29名

【2019年度は実施できず】

③「施設現地調査」の実施

実環境を直接体験することにより机上の知識との差を認識

【2018年度 施設現地調査】 参加者:

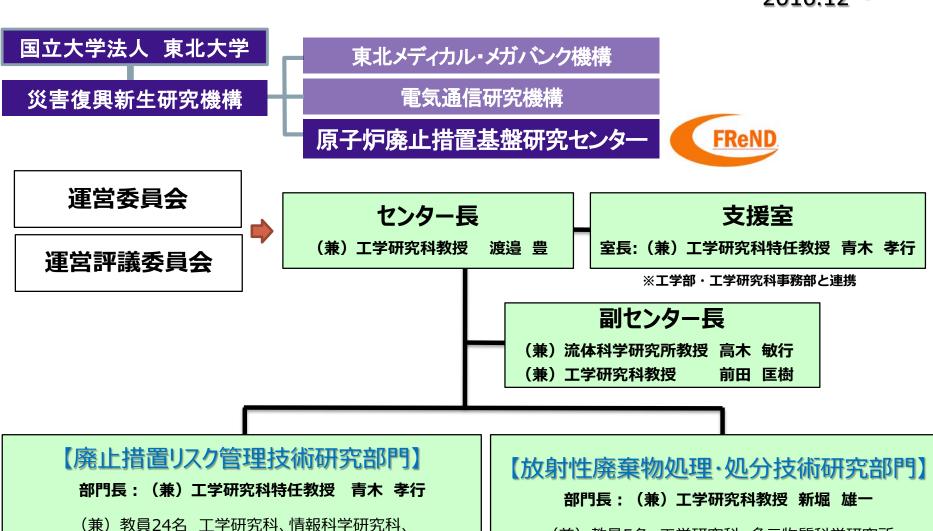
(福島1) 学生18名、引率2名 (敦賀1) 学生10名、引率2名 【2019年度は実施できず】





東北大学原子炉廃止措置基盤研究センター

CFReND: Center for Fundamental Research on Nuclear Decommissioning 2016.12~



流体科学研究所、金属材料研究所

(兼)教員5名 工学研究科、多元物質科学研究所



恒常的教育プログラムの構築

大学院工学研究科・情報科学研究科「原子炉廃止措置工学プログラム」

学生便覧(抜粋)

19 原子炉廃止措置工学プログラム

工学研究科、情報科学研究科

原子炉廃止措置工学プログラムは、本学が国家課題対応型研究開発推進事業「廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム委託費」(文部科学省)により採択された「廃止措置のための格納容器・建屋等信頼性維持と廃棄物処理・処分に関する基盤研究および中核人材育成プログラム」を実施するための教育プログラムです。本プログラムは、東京電力福島第一原子力発電所の安全な廃止措置をリードできる中核人材の育成を図ることを目的としています。前期課程においては、(中略)本プログラム修了者には、修了証を授与します。

修了要件

各研究科の規程による。

修了するために必要な単位は、所属する専攻で定められている修了要件に従って修得しなければならない。(例:工学研究科1~18の専攻) 前期課程を修了するためには、・・・(略)・・・。

後期課程を修了するためには、・・・(略)・・・。

なお、本プログラム修了のためには、所属研究科・専攻における所定 の講義及び研修の単位取得と並行して、以下に示す本プログラムの科目 を履修し合格する必要がある。

「修士]

- (1) 廃止措置工学基幹科目から必修2単位を含む8単位以上を修得すること。
- (2) 廃止措置R&Dインターンシップ研修1単位以上を修得すること。 「博士
- (1) 廃止措置工学基幹科目から4単位以上修得すること

博士課程前期(修士) 科目表 単位と履修方法 授業科目 備考 選択必修 原子炉廃止措置工学概論 原子炉廃止措置工学 1:鋼構造物保全分野 原子炉廃止措置工学(1:鉄鋼材料分野 <必修> 原子炉廃止措置工学 III: 腐食防食分野 原子炉廃止措置工学 Ⅳ :環境強度分野 「原子炉廃止措置工学 原子炉廃止措置工学 V:非破壊検査分野 概論I集中講義 原子炉廃止措置工学 VI:補修·接合分野 原子炉廃止措置工学 VII :コンクリート構造物保全分野 原子炉廃止措置工学 VIII:建設材料分野 原子炉廃止措置工学 IX:耐震設計分野 原子炉廃止措置工学 X:耐震性評価分野 学基幹科目 原子炉廃止措置工学 XI:建築物寿命評価分野 原子炉廃止措置工学 XII: 建築物信頼性分野 <必修> 原子炉廃止措置工学 XIII:燃料デブリ処理分野 原子炉廃止措置工学、XIV:臨界反応制御分野 廃止措置R&Dインターン 原子炉廃止措置工学 XV :放射線防護分野 シップ研修 原子炉廃止措置工学 XVI:地層処分分野 原子炉廃止措置工学 XVII :リスク・コミュニケーション分野 原子炉廃止措置土学 XVIII:人間ーロボット・インターフェース分野 2 原子炉廃止措置工学 XIX:行動分析分野 原子炉廃止措置工学 XX:弹塑性力学分野 原子炉廃止措置工学特別講義A 廃止措置R&Dインターシップ研修 1~2 学外実習 国際インターシップ研修

博士課程後期(博士) 科目表

区分	授業科目 単位と履修方法 必修 選択必修		備考	
	原子炉廃止措置工学特論 I:概論		2	
	原子炉廃止措置工学特論 Ⅱ:腐食防食分野		2	
	原子炉廃止措置工学特論 III:検査技術分野		2	
	原子炉廃止措置工学特論 IV:燃料デブリ処理分野		2	左記授業科目から4単位以
基幹科目	原子炉廃止措置工学特論 V :リスク・コミュニケーション分野		2	上選択履修すること
	リーダー論		1	
	トップリーダー特別講義		1	
人	原子炉廃止措置工学特別講義		2	2

人材育成委員会 を設置して運営



毎年度

学生募集

恒常的教育プログラムの構築

人材育成の仕組みを確立: 人材育成委員会(多様な 専攻の教員)

-<必修> 「原子炉廃止措置工学 概論」集中講義 学位著格

原子炉廃止措置工学プログラム

19 原子炉廃止措置工学プログラム エ学研究科、情報科学研究科

原子炉廃止措置工学プログラムは、国家認識対応型研究開発推進事業「廃止措置研究・ 人材育成等強化プログラム」(文部科学者)に接続された本学による「廃止措置のため の格納容器・健展等信頼性維持と廃棄物処理・処分に関する基盤研究および中核人材育 成プログラム」の一環として整備された教育プログラムです。

修了要件

各研究科の規程による。

修了するために必要な単位は、所属する専攻で定められている修了要件に従って修得 しなければならない。(例:工学研究科1~18の専攻)

前期課程を修了するためには、同過程に2年以上在学し、所属事攻の専門基盤科目、専門科目及び関連科目の単位数を合わせて、30単位以上修得し、かつ、必要な研究指導を受け、本部契料を員会が別に定めるところにより修士論文又は特定の課題についての研究成果(以下「修士論文等」という。)の審主及び最終試験に合格しなければならない。ただし、在学期間に関しては、優れた研究業績を上げた者と本研究科委員会において認めた場合には、1年以上在学すれば足りるものとする。

後期課程を修了するためには、同過程に3年以上在学し、所属事攻の学際基盤料目及 び間連料目の単位数を合わせて、16単位以上修得し、かつ、必要な研究指導を受け、 情土論文の管定及び最終試験に合格しなければならない。ただし、在学期間に関しては 優れた研究業績を上げた者と本研究科委員会において認めた場合には、1年以上在学す れば足り360かとする。

なお、木プログラム修了のためには、所属研究科・専攻における所定の講義及び研修 の単位取得と並行して、以下に示す木プログラムの科目を履修し合格する必要がある。

- (1) 廃止措置工学基幹科目から必修2単位を含む8単位以上を修得すること。 (2) 廃止措置R&Dインターンシップ研修1単位以上を修得すること。
- 博士]
- (1) 廃止措置工学基幹科目から4単位以上修得すること。

「原子炉廃止措置工学

修了証 授与

<必修> 廃止措置R&Dイン ターンシップ研修

原子炉施設現地調查*

産学官連携セミナー*

原則出席

*予算依存 で実施

4



R1年度「原子炉廃止措置工学概論」時間割

日時:令和元年9月18日(水)~21日(土)

場所:東北大学青葉山キャンパス

工学研究科量子エネルギー工学専攻大講義室

講義17コマ(東北大教員8コマ、外部講師9コマ)

集中	講義	ス	ケジ	ュー	ル
	HI 3 320		-		•

	9月18日 (水)	9月19日 (木)	9月20日(金)	9月21日 (土)	
	8:50 - 9:05 開講趣旨説明 (東北大学:渡邉 豊)				
1 限 (8:50-10:20)	9:05 - 10:35 リスクの概念と リスク評価・管理の基礎 (東北大学:高橋 信)	損傷したコンクリート構造物の 長期健全性評価の考え方 (東北大学:西脇智哉)	機器・構造物の機能維持と 経年劣化対応の重要性 〜腐食現象を例に〜 (東北大学:渡邉 豊)	福島第一原子力発電所の 現状と今後の展望 (東京電力:高橋正憲)	
2限 (10:30-12:00)	10:45 - 12:15 原子力発電所の概要と 安全管理、設備管理の考え方 (東北大学:青木孝行)	10:30 - 11:30 福島第一の廃炉のための 技術戦略プラン (原子力損害賠償・廃炉等支援機 構:多質谷朋宏) 11:40 - 14:30 (途中1 時間休憩)	腐食に及ぼす放射線影響 (日本原子力研究開発機構: 山本正弘)	燃料の固体化学と燃料デブリの基礎 (東北大学:佐藤修彰)	
3限 (13:00-14:30)	13:15 - 14:45 我国の原子炉廃止措置の現状と 重要施策のポイント (原子カデコミ研究会:佐藤忠道)	福島第一の廃炉研究開発の 現状と課題 (国際廃炉研究開発機構: 高守謙郎)	原子力発電所の廃止措置における 遠隔技術の役割と適用技術 (東北大学:昆陽雅司)	燃料デブリの特性把握と 処置について (JAEA:鷲谷忠博)	
4限 (14:40-16:10)	14:55 - 16:25 原子炉廃止措置への取り組み状況 (美浜原子力発電所の経験) (関西電力:野依 哲生)	TMI 及びチェルノブイリの経験から 学ぶもの、福島へ反映できるもの (東北大学:若林利男)	14:40 - 15:40 廃炉作業に伴うロボット技 術の開発と現場適用の状況 (東芝:小林大治) 15:50 - 16:50	放射性廃棄物の管理・処分 (東北大学:新堀雄一)	
			廃炉作業に伴うロボット技 術の開発と現場適用の状況 (日立 GE:木下博文)		



H30年度「原子炉廃止措置工学概論」の様子







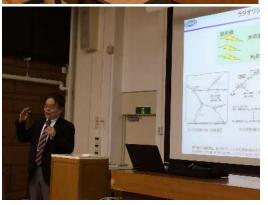














プログラムに参加した学生の進路

	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
修士修了人数	19	21	18	19
博士修了人数			2	3
内訳				
博士課程進学	3	1	1	2
電力会社	4	4	3	0
重工系メーカー	2	1	1	1
鉄鋼メーカー		2	1	3
官公庁・自治体 (環境省・福島県・栃木県・仙台市)		2	1 (+1)	1
ゼネコン	2	1	3	2
研究機関 (大学教員・JSPS研究員・JAEA)			3	4
その他企業等	8	10	7	9 7



資料13-3-1-3

文部科学省 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 廃止措置研究・人材育成等強化プログラム 「廃止措置工学高度人材育成と基盤研究の深化」

【プログラム終了後の人材育成活動】

東京工業大学 小原 徹



文部科学省 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 廃止措置研究・人材育成等強化プログラム

「廃止措置工学高度人材育成と基盤研究の深化」

- 実施機関
 - 東京工業大学 事業代表者 小原 徹
- 事業期間
 - 平成26年度~平成30年度
- 課題目標と概要
 - 廃止措置に不可欠な人材の育成と基盤的な研究の推進により大学として福島第一原子力発電所の事故収束に貢献することを目標として
 - ・廃止措置工学の最新技術を習得した人材の継続的育成の実施
 - ・廃止措置工学の基盤的研究を推進
 - ・廃措置機関等と連携した人材育成・研究を推進

研究効果、人材育成効果、発展性

- ●現場で効果的に適用できる<u>実用的な技術</u>の開発
 - 現場で<u>必要とされる課題</u>についての研究者の<u>知見の深化</u>及びこれまで関与できなかった研究者の<u>新たな貢献</u>をもたらすワークショップ活動
- ●現場で<u>実際にものを触れることの出来る技術者・研究者</u>の 育成
 - 放射性物質及び核燃料物質を用いた実験
 - 現場に近い状況でのロボットによる遠隔計測技術の実験
- ●廃止措置事業に<u>高いモチベーション</u>をもつ人材の育成
 - キャリアパス形成活動
- ●研究成果の他分野への適用
 - 環境汚染分析、食品・医薬品分析、天災時や種々の化学プラント 事故時、深海探査・宇宙探査等への応用

☆活動の特徴

- ●人材育成活動・研究活動とも東工大の<u>核燃料・</u>RIホットラボを活用して実験を実施。
 - 特に人材育成では実験カリキュラムの充実に注力。
- ●ロボット技術開発は、<u>東工大機械系専攻、東京医科</u> <u>歯科大学と連携</u>して実施し原子力以外の分野の技術 を融合。
 - 東工大機械系専攻で開発が行われている移動装置
 - 医科歯科大で開発されている医療用精密作業ロボット技術

東京工業大学 連携大学

廃止措置工学高度人材育成と基盤研究の深化(東京工業大学)

廃止措置に関する新たな技術知見の創出

廃止措置を担う人材の継続的な育成

研究活動

東工大先導原子力研究所、東工大機械系

連携大学:東京医科歯科大、東京都市大、芝浦工大、東海大

【東海大学】

ハロゲン化物系イオン液体 を用いたセルロース溶解に 基づく汚染木材等の除染法 の開発

【芝浦工業大学】

廃液組成をマトリックスと したホウ酸塩ガラスによる 放射性核種を吸着した廃ゼ オライトの固定化に関する 研究

【東工大:理工学研究科 機械系】

移動プラットフォームの 設計とロボット搬送計測 システムの統合開発

【東京医科歯科大学】

高強度化学合成繊維を用 いた計量超冗長多関節ア 一ムの設計開発

析

除染

回

固

臨界安全

- 1. 難分析核種用マイクロ分析 成果の反映 システムの構築
- 2. セルロース分解性イオン液 体を用いた汚染木材等の除染 法の開発
- 3. 水熱分解法による汚染土壌 • 焼却灰処理技術
- 4.フェリ・フェロシアン系吸着剤 によるCs高選択回収技術
- 5. クラウンエーテル含有ゲル と天然鉱物を利用したCs、Sr 同時回収·固定化技術

6. シビアアクシデント後の遠 隔計測技術

【東京都市大学】

- 7. デブリ取出時の未臨界確保 方策
- 8. メルトダウン炉心の臨界事 故解析と対策の検討

9. 廃止措置技術・人材育成フォーラム

人材育成活動

「廃止措置工学特別コース」

東工大先導原子力研究所

- 1. デブリ材料工学に関する人材育成 「廃止措置・材料工学実験」 (ホットラボ実験)
- 2. デブリ化学に関する人材育成 「核燃料・デブリバックエンド工学実験」 (ホットラボ実験)
- 3. シビアアクシデント後の遠隔計測技術 に関する人材育成

「シビアアクシデント工学実験」 (モックアップ施設実験)

4. 廃止措置の最新技術と基礎に関する 人材育成

> 「原子炉廃止措置特別講義」 「原子炉廃止措置工学」 (最新知見と基礎の体系的講義)

5. キャリアパス形成活動 「原子炉廃止措置インターンシップ」 「原子炉廃止措置セミナー」 (モチベーションの向上)

参加:

情報

交換

インターンシップ 受入れ・連携

講師派遣•連携

連携機関

参加• 情報交換

廃止措置実施機関

連携

学生の参加

人材育成活動

①デブリ材料工学に関する人材育成

<実験の例>:放射化SiCの物性測定 管理区域 フードでの切断 フード作業 GBで実施 粉砕・ 研磨 試料調製 バルクX線 粉末X線 回折測定 回折測定 L/F法 熱 GB作業 結晶構造の同定 ・未照射材との比較 伝導率測定 ・未照射材との比較 訓練用GB 熱拡散率の変化 物性測定 X線回折パターン 放射化材の線量測定 熱伝導率

1.デブリ材料工学に関する人材育成「廃止措置・材料工学実験」(ホットラボ実験)

平成26~27年度

- -平成26年度-
- 下準備
- -平成27年度-
- 授業科目の新規立ち上げ
- 試行版テキストを作成し、学 生実験を実施

『放射化セラミックスの物性測 定』実験

- グローブボックスやフード環境での微細分析試料の加工技術の習得
- ▼X線回折・熱拡散率測定及び 解析
- 放射化物質(非密封)の取扱 及び材料の照射損傷に関する 知識の習得

『金属材料の引張試験』実験

- 水熱腐食・強度実験
- 水熱腐食後の微細構造観察及びX線回折

平成28年度

- 実験授業の実施
- テキストの改訂
- 英訳テキストの作成
- 受講者数の増加に伴う教員間の分業の徹底

『放射化セラミックスの物性測 定』実験

- グローブボックスやフード環 境での微細分析試料の加工技 術の習得
- ★線回折・熱拡散率測定及び 解析
- 放射化物質(非密封)の取扱 及び材料の照射損傷に関する 知識の習得

『金属材料の引張試験』実験

- 水熱腐食・強度実験
- 水熱腐食後の微細構造観察及びX線回折

平成29年度

- 実験授業の実施
- テキストの改訂
- 英訳テキストの改訂
- •実験段取りの見直し

『放射化セラミックスの物性測 定』実験

- グローブボックスやフード環境での微細分析試料の加工技術の習得
- X線回折・熱拡散率測定及び解析
- 放射化物質(非密封)の取扱 及び材料の照射損傷に関する 知識の習得

『金属材料の引張試験』実験

- 水熱腐食・強度実験
- 水熱腐食後の微細構造観察及びX線回折





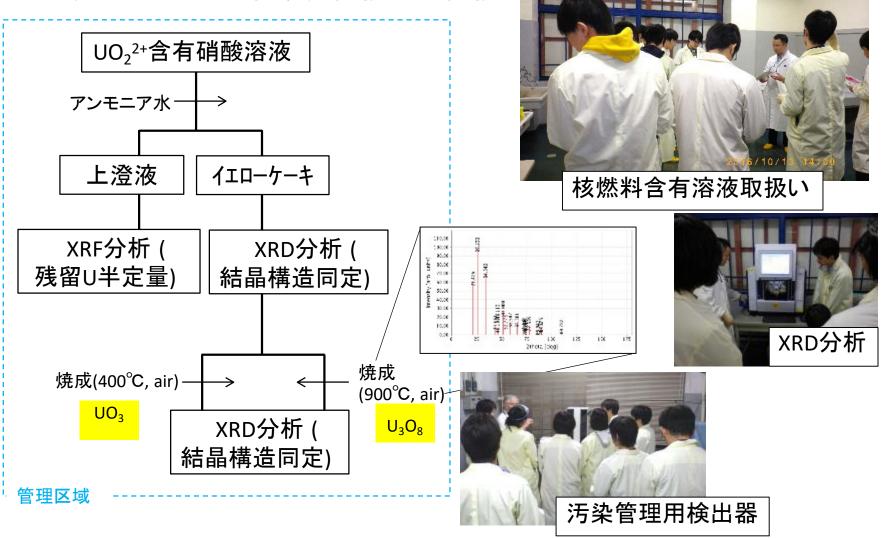


平成30年度

- 実験授業の実施
- テキストの改訂、完成
- 英訳テキストの改訂、完成
- 模擬デブリの作製・評価・観察に関する実験項目を新たに 追加
- 『放射化セラミックスの物性 測定』実験
- グローブボックスやフード環 境での微細分析試料の加工技 術の習得
- ▼X線回折・熱拡散率測定及び 解析
- 放射化物質(非密封)の取扱 及び材料の照射損傷に関する 知識の習得
- **『金属材料の引張試験**』実験
- 水熱腐食・強度実験
- 水熱腐食後の微細構造観察及びX線回折
- 『模擬デブリの作製・評価・ 観察』実験

②デブリ化学に関する人材育成

<実験の例>:精製・転換・再転換



2.デブリ化学に関する人材育成「核燃料デブリ・バックエンド工学実験」(ホットラボ実験)

平成26~27年度

- -平成26年度-
- 下準備
- -平成27年度-

授業科目「核燃料デブリ・ バックエンド工学実験」の新 規立ち上げ。試行版テキスト に基づき少人数の学生向けに 実験を実施。

⇒ 固体・液体のウランに対する基本的な化学分析操作の 習得。

【実験内容】

- 1.『イオン交換法による廃液からのウラン精製』
- 2. 『粘土鉱物における放射性核種の吸着挙動』
- 3. 『溶媒抽出法』
- 4. 『精製・転換・再転換』

XRF分析、XRD分析、ICP-AES分析、α線スペクトロメトリ等の機器分析装置を使用。

平成28年度

大人数の大学院生(20名以上)に適用できる内容及び方式に改訂し、実験を実施。また、英語版テキストの準備を開始。

⇒ 核燃料物質の化学分析操作習得及び、作業環境・被ばく・汚染管理の重要性を理解。

【実験内容】

学生を班分けし、3人の教員が各テーマを分担して並行で実験を実施

- 1.『イオン交換法による廃液からのウラン分離回収』
- 2. 『溶媒抽出法』
- 3. 『精製・転換』

XRF分析、XRD分析、ICP-AES分析、UV-Vis分析、α線スペクトロメトリ等の機器分析装置を使用。

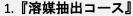
平成29年度

留学生向けの英語版テキストを 作成すると共に、日本人と一緒 に実験できる方式に改良し、実 験を実施。

⇒ 核燃料物質取扱い関する専 門的な知識と技量の取得を支援。

【実験内容】

3つの実験コースを学生がロー >テーションで実施できるよう設 計



- UV-Vis分析で抽出率を算出
- 2. 『精製・転換コース』
- イエローケーキを沈殿回収後、 焼成し、XRD, XRF分析等により結晶構造を同定
- 3. 『分離・除染コース』
- イオン交換樹脂にてウランを 吸着回収し、UV-Vis分析により濃度定量。

平成30年度

- ・カリキュラムの完成
- 実験テキストのWEB上への公開
- ⇒ 「放射化学分析」の実務 的な知識と技能を有する学生 を養成。



③シビアアクシデント後の遠隔計測技術に 関す る人材育成

<実験の例>:アーム・移動ロボットの制御

①:移動ロボット制御

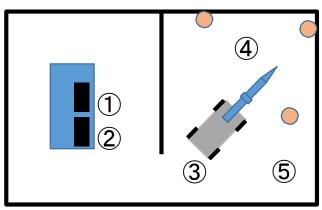
②:アームロボット制御

③:ケーブル取り回し

4:評価者

⑤:俯瞰的観察者

【課題】カメラ画像のみでアーム ロボットの先端につけた針で「風船を割る」



実験室の平面図



3.シビアアクシデント後の遠隔計測技術に関する人材育成「シビアアクシデント工学実験」(モックアップ施設実験)

平成26~27年度

- -平成26年度-
- 下準備
- -平成27年度-
- 授業科目の新規立ち上げと試 行版テキストに基づき実験を 実施

【実施実験】

- ◆超音波フローマッピング計測
- ◆アーム・移動ロボットの制御
- 見えない場合のロボット制御 に及ぼす影響とその対策の検 討
- 1Fにおけるロボット制御及び 計測方法の在り方の検討

平成28年度

- 実験授業の実施 【実施実験】
- ◆超音波フローマッピング計測
- ◆アーム・移動ロボットの制御
- •見えない場合のロボット制御 に及ぼす影響とその対策の検 討
- 1Fにおけるロボット制御及び 計測方法の在り方の検討
- 超音波流速分布計測法の基礎 を習得

平成29年度

- 実験授業の実施 【実施実験】
- ◆超音波フローマッピング計測
- ◆アーム・移動ロボットの制御
- ◆超音波フローマッピング計測



- •見えない場合のロボット制御 に及ぼす影響とその対策の検 討
- 1Fにおけるロボット制御及び 計測方法の在り方の検討
- 超音波流速分布計測法の基礎 を習得
- JAEA楢葉遠隔技術開発セン ターにて「ロボット制御と超 音波流体計測」実験の実施

平成30年度

- 実験授業の実施 【実施実験】
- ◆熱流動計測実験
- ◆超音波フローマッピング計測
- ◆アーム・移動ロボットの制御



- 熱流動計測実験の追加
- 見えない場合のロボット制御 に及ぼす影響とその対策の検 討
- 1Fにおけるロボット制御及び 計測方法の在り方の検討
- 超音波流速分布計測法の基礎 を習得
- JAEA楢葉遠隔技術開発セン ターにて「ロボット制御と超 音波流体計測」実験の充実

平成30年度からはシビアアクシデント時の熱流動実験も加え科目名称も「熱流動・シビアアクシデント工学実験」に変更

④廃止措置の最新技術と基礎に関する人 材育成

<概要>

大学院授業科目(1単位科目) 「原子炉廃止措置工学特別講義」 事故炉の廃炉の講義

大学院授業科目(1単位科目) 「原子炉廃止措置工学」 通常廃炉の講義



2016.5.18 東芝·磯子EC見学

<特徴>

- ・最新の廃止措置技術
- ・現場エンジニアリング色を出した講義
- ・原子炉廃止措置技術の基礎を習得(通常 廃炉と事故炉廃炉の違い)

4-1. 廃止措置の最新技術炉基礎に関する人材育成「原子炉廃止措置特別講義」 (最新知見と基礎の体系的講義)

平成27年度

- 【1】過酷事故原子炉の廃炉(TMI事故、チェルノブイリ事故)
- 【2】福島第一原子力発電所の現状 【東芝講師】
- 【3】燃料デブリの存在状態と取出し技術【東芝講師】
- 【4】汚染水の浄化技術(1)【東芝講師】
- 【5】汚染水の浄化技術(2)【東芝講師】
- 【6】東芝京浜工場見学
- 【7】福島第一原子力発電所の現状 廃炉への筋道【東芝講師】

平成28年度

- 【1】福島第一原子力発電所の現状と廃炉への道筋【東芝講師】
- 【2】燃料デブリの存在状態と取出し技術【東芝講師】
- 【3】過酷事故原子炉の廃炉(TMI事故、チェルノブイリ事故)
- 【4】汚染水の浄化技術(1)【東芝講師】
- 【5】汚染水の浄化技術(2)【東芝講師】
- 【6】遠隔技術【東芝講師】
- 【7】 東芝磯子エンジニアリングセンター見学

_

平成30年度

- 【1】過酷事故原子炉の廃炉(TMI事故、チェルノブイリ事故)
- 【2】福島第一原子力発電所と廃炉への道筋 【東芝講師】
- 【3】汚染水の浄化技術(1)【東芝講師】
- 【4】汚染水の浄化技術(2)【東芝講師】
- 【5】遠隔技術【東芝講師】
- 【6】燃料デブリ
- 【7】燃料デブリ
- 【8】総合討論
 - * 東芝磯子エンジニアリングセンター見学

平成29年度

- 【1】過酷事故原子炉の廃炉(TMI事故、チェルノブイリ事故)
- 【2】福島第一原子力発電所の現状と廃炉への道筋 【東芝講師】
- 【3】汚染水の浄化技術(1)【東芝講師】
- 【4】汚染水の浄化技術(2)【東芝講師】
- 【5】遠隔技術【東芝講師】
- 【6】燃料デブリ性状と取り出し
- 【7】燃料デブリ性状と取り出し
- 【8】総合討論
 - * 東芝磯子エンジニアリングセンター見学

4-2. 廃止措置の最新技術炉基礎に関する人材育成「原子炉廃止措置工学」 (最新知見と基礎の体系的講義)

平成27年度

- 【1】原子炉廃止措置とは
- 【2】原子力発電所の放射能、除染、汚染検査【東芝講師】
- 【3】廃炉コストと原子力発電所のライフサイクル
- 【4】原子力発電所の解体技術【東芝講師】
- 【5】解体廃棄物の処理・処分技術(1)【東芝講師】
- 【6】解体廃棄物の処理・処分技術(2)
- 【7】原子力発電所の構成と原子炉の寿命
- 【8】世界の廃炉経験と今後の課題【東芝講師】

平成28年度

- 【1】原子炉廃止措置とは
- 【2】原子力発電所の放射能、除染、汚染検査【東芝講師】
- 【3】原子力発電所の解体技術【東芝講師】
- 【4】解体廃棄物の処理・処分技術【東芝講師】
- 【5】原子力発電所の構成と原子炉の寿命
- 【6】世界の廃炉経験と今後の課題【東芝講師】
- 【7】廃炉コストと原子力発電所のライフサイクル
- 【8】アクティブラーニング「1F廃止措置に必要な研究開発」



平成30年度

- 【1】原子炉廃止措置とは
- 【2】原子力発電所の放射能、除染、汚染検査【東芝講師】
- 【3】原子力発電所の解体技術【東芝講師】
- 【4】原子力発電所の構成と原子炉の寿命
- 【5】解体廃棄物の処理・処分技術【東芝講師】
- 【6】世界の廃炉経験と今後の課題【東芝講師】
- 【7】廃炉コストと原子力発電所のライフサイクル
- 【8】総合討論

平成29年度

- 【1】原子炉廃止措置とは
- 【2】原子力発電所の放射能、除染、汚染検査【東芝講師】
- 【3】原子力発電所の解体技術【東芝講師】
- 【4】解体廃棄物の処理・処分技術【東芝講師】
- 【5】原子力発電所の構成と原子炉の寿命
- 【6】世界の廃炉経験と今後の課題【東芝講師】
- 【7】廃炉コストと原子力発電所のライフサイクル
- 【8】総合討論

⑤キャリアパス形成活動

- <原子炉廃止措置インターンシップ> (大学院科目として単位認定)
- ·東京電力:参加学生;3名(H27),4名(H28),2名(H29),1名(H30),内容:本社および1Fで業務体験
- ・ATOX:参加学生;4名(H27)、2名(H28)、1名(H29),内容:各種ロボ系実習及び実務体験 <原子炉廃止措置セミナー>
- 日本原電:参加学生;9名(H27),8名(H28),8名(H29) 10名(H30)(連携大学含む)通常 炉の廃止措置に関して学習および東海原発の廃止措置作業見学
- 東京電力:参加学生;11名(H27),12名(H28),11名(H29)11名(H30)(連携大学含む)
 1Fでの廃止措置作業見学、停止中の2Fにおいて現状見学 JAEA楢葉遠隔技術開発センター見学(H28)、CLADS国際共同研究棟見学(H29)



<参加学生からの感想>

- ・廃止措置と他の工学分野の関係
- ・放射性廃棄物処分の法整備の危惧
- ・廃止措置は長期的な取組であることの理解
- ・報道内容と、実際の現場とのギャップの発見

5-1.キャリアパス形成活動「原子炉廃止措置セミナー」 (モチベーションの向上)

平成27年度 東電セミナー(例)

H28.3/17(木)				
12:45	5 JR常磐線 広野駅集合、2 Fへ移動			
13:15	2 F概要説明·視察準備			
13:15	サイトシミュレータDVD視聴			
	2 F現場視察			
	〇発電所外周(車中より)			
	• 15.4m防潮堤			
14:25	• 1 号機外観			
~	・D発電機給気ルーバー			
16:15	〇1 号機海水熱交換器建屋			
	〇4号機原子炉建屋			
	・6階 オペフロ 燃料取替機制御室			
	・ 2階 原子炉格納容器内			
16:30	退域手続き・質疑応答			
	楢葉市内の宿泊施設へ移動			
,	/18(金)			
8:45	Jヴィレッジへ移動(東電バス)			
9:00	本人確認、概要説明			
9:50	1 Fへ移動(東電バス)、視察準備			
10:50	1 F現場視察			
11:40	(東電1 F構内用バス)			
	退域手続き 等			
12:00	Jヴィレッジへ移動(東電バス)			
12:40	質疑応答、昼食休憩			
13:40	(移動)			
14:00	JAEA楢葉遠隔技術センター見学			
15:00	見学後、解散			

平成28年度 原電セミナー(例)

9/5(月)					
12:50	オリエンテーション				
	• 講義:				
13:00	「 原子炉施設の廃止措置」				
~	「 廃止措置技術」				
17:00	「 放射能評価と 廃棄物の処理処分」				
	• 理解度確認試験				
宿泊	東海総合研修センター				
9/6(火	()				
9:00	オリエンテーション				
	(バス移動)				
9:30	東海発電所 到着				
0.00	・ 講義「 東海発電所の廃止措置」				
	• 現場視察				
9:45	(中央制御室、熱交換器、遠隔操作				
~	室、クリアランス測定装置等)				
12:00	(昼食・休憩)				
13:00	廃止措置に関わる				
~	質疑応答・意見交換				
15:10	まとめ・アンケート				
16:00	終了・解散				

平成29年度 原電セミナー(例)

H29.9/11(月)					
12:50	オリエンテーション				
13:00 ~ 17:00	・ 講義: 「 廃止措置制度と計画」 「 廃止措置技術」 「 放射能評価と廃棄物の処理処 分」				
 宿泊	・理解度確認試験 東海総合研修センター				
H29.9/1					
9:00	オリエンテーション				
	(バス移動)				
9:30	東海発電所 到着 ・概要説明 東海発電所の廃止措置ほか				
10:10	・現場視察 (中央制御室、熱交換器、遠隔操 作室 等 / ドライキャスク建屋 / L3 埋設予定地)				
12:00	(昼食・休憩)				
13:00	廃止措置に関わる				
~	質疑応答・意見交換				
15:10	まとめ・アンケート				
16:00	終了・解散				

平成30年度東電セミナー(例)

H30.8/2	20(月)						
11:15	JR常磐線 富岡駅集合						
11.13	昼食後、2 Fへ移動						
12:50	本人確認・概要説明・視察準備						
	2 F現場視察						
	〇4号機原子炉建屋						
13:45	• 6階 燃料交換機室						
13:45	• 2 階 原子炉格納容器内						
15.40	〇1 号機原子炉建屋南側道路						
13:40	• 15.4m防潮堤						
	D発電機給気ルーバー						
	〇1 号機海水熱交換器建屋						
	質疑応答・意見交換						
~	サイトシミュレータ訓練DVD視聴						
16:10	富岡ホテルへ移動						
H30.8/2	21(火)						
10:00	東電 旧エネルギー館 集合						
10:00	本人確認・概要説明						
10:50	1 Fへ移動(東電バス)視察準備						
11:30	1 F現場視察						
~ 12:20	(東電1F構内用バス)						
	退域手続き						
12:35							
~	大型休憩所にて昼食・意見交換会						
13:35							
13:45							
	(東電バス)						
14:05	暦経応答・アンケート						
14:35	突然心口						
	終了・解散						
12:20 12:35 ~ 13:35 13:45 14:05 ~	(東電1 F構内用バス) 退域手続き 大型休憩所にて昼食・意見交換会 旧エネルギー館へ移動 (東電バス) 質疑応答・アンケート						

5-2.キャリアパス形成活動「原子炉廃止措置インターンシップ」 (モチベーションの向上)

平成27年度アトックス(例)

月日	内容
2/22	開所式 スケジュール説明・事務手続き 等 会社説明 安全教育 施設案内
2/23 (火)	福島第一の現状と廃炉 ラケーンの概要説明・組立
2/24 (水)	ラクーンの運転操作
2/25	ラクーンの運転操作
(木)	片付け・改良項目検討
2/26	ドローン概要説明・シミュレータ
(金)	ドローン体験飛行
2/29	PVロボ開発概要・WLD開発概要
(月)	プログラミング概要・実習
3/1 (火)	プログラミング実習
3/2 (水)	1Fで活躍する各種ロボットの概要 1Fにおける高所除染装置・工法検討 (課題検討)
3/3	1Fにおける高所除染装置・工法検討
(木)	(課題検討)
3/4 (金)	1Fにおける高所除染装置・工法検討 (課題発表) レポートまとめ・業務質疑応答 レポート発表 関所式・各種手続き
ldot	初川式・谷俚士祝さ

平成28年度アトックス(例)

月日	
ЯП	
2/27 (月)	開所式 スケジュール説明・事務手続き 等 会社説明
(A)	安全教育 福島第一の現状と廃炉 施設案内
2/28	ラクーンの概要説明・RKY
(火)	ラクーンの組立
3/1	ラクーンの運転操作
(水)	片付け・改良項目検討
3/2 (木)	1Fで活躍する各種ロボットの概要
3/3	1Fにおける高所除染装置・工法検討
(金)	(概要説明) (課題検討)
3/6	薬品取扱安全教育
(月)	環境試料中の放射能測定
3/7	環境試料中の放射能測定
(火)	工業薬品の品質分析
3/8	工業薬品の品質分析
(水)	土木未吅ツ吅具カ州
3/9 (木)	工業薬品の品質分析
3/10	レポートまとめ・業務質疑応答
(金)	レポート 発表
(31/	閉所式・各種手続き

平成29年度東電HD(例)

月日	内容						
2/19 (月)	【 福島第一】 オリエンテーション・現場視察 福島第一原子万発電所 業務体験						
2/20 (火) 2/21 (水) 2/22 (木) 2/23 (金)	【 福島第一】 福島第一原子力発電所 業務体験						
2/26 (月)	【 東京本社】 本社社屋見学 他 プロジェクト計画部 業務体験						
2/27 (火)	【 東京本社】 プロジェクト 計画部 業務体験						
2/28 (水)	【 東京本社】 レポート作成、若手社員との懇親会 レポート発表・講評						

平成30年度東電HD(例)

月日	内容
2/18 (月)	【 福島第一】 オリエンテーション 廃炉資料館見学
2/19 (火) 2/20 (水) 2/21 (木) 2/22 (金)	【 福島第一】 福島第一原子力発電所 業務体験 (水PM)現場視察 (金PM)講和・若手社員との意見 交換会
2/25 (月) 2/26 (火)	【 東京本社】 プロジェクト 計画部 業務体験
2/28 (水)	【 東京本社】 (AM) 発表資料作成、若手社員と の懇親会 (PM) 感想発表・講評

【 ブロジェクト 計画部での業務体験イメージ】

燃料対策グループ	資料作成補助
	除染等のデータ整理
電気・機械設備グループ	汚染水浄化設備増強工事策の検討
	水処理二次廃棄物保管容器の放射線劣化評価
	計器の放射線劣化評価等
廃棄物対策グループ	廃炉工事で発生する廃棄物の発生予想
	施設を設置するまでに必要な手続きへの参画

表1 廃止措置人材育成コースの受講学生数

受講学生数

		H27年度	H28年度		H29年度		H30年度		
		後期	3Q 4Q 連携	大合計	3Q 4Q	連携大 合計	3Q 4Q	連携大 合計	
1	材料工学実験	11	22 16	38	22 20	42	17 5	22	
2	デブリバックエンド実験	8	21 17	38	19 20	39	17 10	27	
3	シビアアクシデント実験	5	11	11	8	8	8	8	
	連携大学学生実験	2	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	4	**************************************	5 5	and the second second	5 5	
	【実験授業 計】	26	43 44 4	91	41 48	5 94	34 23	5 62	
	原子炉廃止措置工学 特別講義(1Q)	15	11		1	1		27	
4	原子炉廃止措置工学講義 (4Q)	17	10			7		9	
	【講義授業 計】	32	21		18		36		
	原電セミナー	9	8		8		10		
	(人数内訳)	東工大:7 東海大:1 都市大:1	東工大:7 東海大:1 都市大:0		東工大:5 東海大:2 都市大:1		東工大:4 東海大:3 都市大:3		
	東電セミナー	13	12		11		11		
(5)	(人数内訳)	東工大:8 東海大:2 都市大:3	東工大:1 東海大:2 都市大:0	2	東工大:6 東海大:2 都市大:3		東工大:6 東海大:3 都市大:2		
	【セミナー参加者 計】	22	20		19		21		
	東電インターンシップ	3	4		2		1		
	アトックスインターンシップ	4	2		1		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
	東エ大フォーラム参加者 (学外)	54	76		73		51		
(2)	東エ大フォーラム参加者 (学内・教員)	16	9		9 27		12		
9	東エ大フォーラム参加者 (学内・学生)	10	2		2 6		0		
	【フォーラム参加者合計】	80	87		106		63		

プログラム 参加学生の 進路

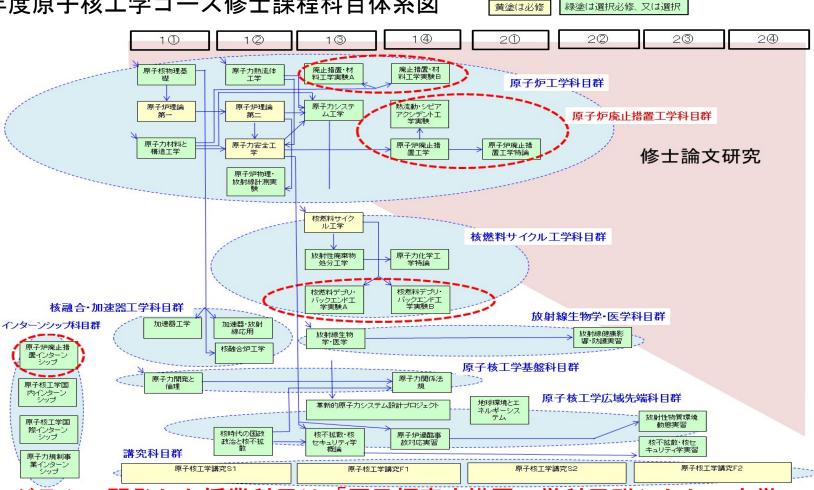
東京工業大学「廃止措置工学高度人材育成と基盤研究の深化」人材育成プログラム参加学生の修了後の進路

	平成30年度修了	平成29年度修了	平成28年度修了 · 平成27年度修了
1	九州工業大学	東京工業大学助教(先導原子力研究所)	福島工業高等専門学校 助教
2	東京電力ホールディングス	日本原子力研究開発機構	原子力規制庁
3	東京電力ホールディングス	日本原子力研究開発機構	原子力規制庁
4	日本原子力発電	日本原子力研究開発機構	原子力規制庁
5	日本原燃	東京電力ホールディングス	日本原子力研究開発機構
6	日立製作所	東京電力ホールディングス	日本原子力研究開発機構
7	日立製作所	中部電力	東京電力
8	日立製作所	東北電力	東京電力
9	三菱重工業	日本原燃	電源開発
10	三菱重工業	日立GEニュークリア・エナジー	日本原燃
11	東芝	三菱重工業	原燃輸送
12	三菱マテリアル	三菱重工業	日立製作所
13	三菱マテリアル	(株)原子力エンジニアリング	日立GEニュークリア・エナジー株式会社
14	三菱電機	IHI	日立GEニュークリア・エナジー株式会社
15	日本エヌ・ユー・エス	三菱マテリアル	三菱総合研究所
16	シーメンス	三菱マテリアル	株式会社テプコシステムズ
17	日立ソリューションズ	博士課程進学	(株) 東京ニュークリアサービス
18	キャノンメディカルシステムズ	博士課程進学	博士課程進学
19	THE VICEOUS REPORTS	W.A. 00-04-050000 014	Lake American
20	博士課程進学	博士課程進学	博士課程進学
177.5	博士課程進学	博士課程進学	博士課程進学
21	博士課程進学	博士課程進学	博士課程進学
22	博士課程進学	博士課程進学	博士課程進学
23	博士課程進学	博士課程進学	博士課程進学
24	博士課程進学	博士課程進学	博士課程進学
25	東工大研究生	博士課程進学	博士課程進学
26	アイレップ	博士課程進学	博士課程進学
27	岩谷産業	博士課程進学	博士課程進学
28	インフォコム	博士課程進学	博士課程進学
29	サンディスク	博士課程進学	博士課程進学
30	デンソー	博士課程進学	博士課程進学
31	トヨタ自動車	NTT東日本	博士課程進学
32	トヨタ自動車	アズビル	JFEスチール
33	新潟日報	キヤノン株式会社	ブラザー工業
34	日産自動車	株式会社マクロミル	(株) 新日鐡住金
35	日本製鉄	ダイキン工業株式会社	横河電機
36	ハウス食品	東京都	アクセンチュア
37	高齡・障害・求職者雇用支援機構 職業能力開発総合大学校	トヨタ自動車	本田技研
38	レーザーテック	トヨタ自動車	日本ガイシ株式会社
39	東京地下鉄	南海電気鉄道	本田技研
40		日本ガイシ株式会社	
41		日本IBM	
42		野村證券株式会社	
43		野村證券株式会社	
44		野村證券株式会社	
45		傅報堂	
46		富士精工	
47		■工作士 みずほフィナンシャルグループ	
48		明電舎	
48			
50		横河電機 レノボ・ジャパン(株)	
10.0	 	レノル・アキハン(体)	
DS 22 + 88 28 / \ 92			
原子力関連分野 就職·進学率	25 / 39- 64.1%	30 / 50= 60.0%	31/39-79.5%

(備考)本人材育成プログラムは大学院修士課程学生を対象に実施された。本表は本プログラムに参加した学生の修士課程修了後の進路を集計したものである。 平成26年度は事業初年度でありカリキュラム準備期間であったため当該年度に本人材育成プログラムに参加した学生はない。

人材育成活動の継続

2019年度原子核工学コース修士課程科目体系図



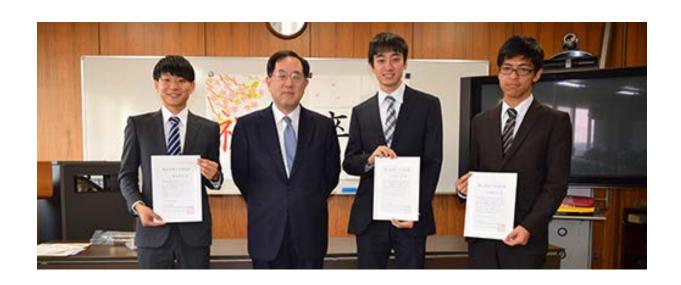
- ○本プログラムで開発した授業科目は「原子炉廃止措置工学科目群」として大学 院原子核工学コースの科目体系に組み込まれている。
- 「廃止措置・材料工学実験」「核燃料デブリ・バックエンド工学実験」「熱流動・シ ビアアクシデント工学実験」は選択必修科目となっており少なくとも1科目履修し なければ修了できない。

廃止措置工学奨励賞の創設

大学院原子核工学コースに「廃止措置工学奨励賞」を創設し、 本プログラムで立ち上げた廃止措置関連授業科目の履修、廃止 措置インターンシップ単位の取得やセミナーへの参加を推奨し、 所定の履修・参加をして小論文を提出した学生を審査の上、原 子核工学コース主任が本賞を授与し顕彰

平成27年度~平成30年度受賞者: 13名

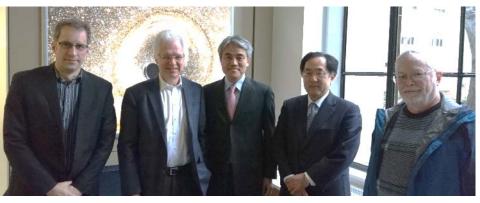
原子核工学コースで顕彰を継続



MITによる単位認定

- 令和元年度よりマサチューセッツ工科大学(MIT)原子科学工学科との単位互換を伴う学生交流が開始され、東工大に留学したMITの学生が「廃止措置・材料工学実験」「核燃料デブリ・バックエンド工学実験」「熱流動・シビアアクシデント実験」を東工大で履修した場合MITでの履修単位として単位認定されることになった。
- この単位互換の実施にはMITの学務関係の最高意思決定機関であるMIT 全学カリキュラム委員会での審議・承認が必要であったが、これらの 授業科目がMITにない優れたものであることが委員会で高く評価され 本単位認定に基づく学生交流の実施が認められた。







まとめ

- ●5年間の本プログラム人材育成活動において目標を達成 し大きな成果をあげた。
- ◆人材育成活動は大学院原子核工学コースでの教育活動 としてプログラム終了後も継続して実施されている。
- MITからは本プログラムで構築したカリキュラムが高く評価され単位互換を伴う学生交流に発展している。