

令和 6 年度

文部科学省

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[ANEC]

機関横断的な人材育成事業

「原子炉及び大型実験施設等を活用した持
続的な原子力人材育成拠点の構築」

成果報告書

(令和 6 年度実施分)

令和 7 年 3 月

実施機関

参画機関

国立大学法人 福井大学

学校法人金井学園 福井工業大学

目 次

1. 事業の概要.....	1
背景.....	1
目的.....	1
2. 事業計画.....	2
2.1 全体計画	2
2.2 令和6年度の全体計画.....	3
2.3 令和6年度の計画及び業務の実施方法.....	4
2.4 体制.....	6
3. 令和6年度の成果.....	7
3.1 実験・実習.....	7
3.2 国際関係.....	27
3.3 産学連携.....	37
3.4 その他.....	39
4. 結言.....	39
付録.....	40

1. 事業の概要

背景

東日本大震災以降の商業用発電所や試験研究炉を始め様々な原子力施設の廃止が相次いでおり、各事業所における技術の継承や研究機関・大学における研究・人材育成の継続が困難な状況に陥っている。このことはエネルギー・環境というグローバルな問題の解決に悪影響を及ぼすだけでなく、福井県嶺南地域のような原子力立地地域では産業の衰退と人口の減少という深刻な問題も引き起こす。一方海外では、様々な国で原子力導入に向けた動きがある。文部科学省の主催あるいは国際原子力機関（IAEA）の受託をうけ、福井県内の様々な機関がこれらの外国人を主な対象にした原子力人材育成活動を行っている。残念ながら県内の大学からこれらのプログラムに参加できる学生数は少なく、このような機会を有効に活用できていない。また、福井県では「もんじゅ」の廃止措置を受け、新しい試験研究炉（「もんじゅ」サイト炉）の設置が計画されている。京都大学実験炉（KUR）の廃止が決定し、臨界実験装置（KUCA）も運転開始から 50 年を超えている現状では、この「もんじゅ」サイト炉は重要な研究・人材育成インフラとなりうる。従って、地元の大学である福井大学（福井大）、福井工業大学（福井工大）や原子炉運転経験のある京都大学複合原子力科学研究所（京大炉）や近畿大学原子力研究所（近大炉）が、福井県嶺南地域の原子力事業者とともに、「もんじゅ」サイト炉の将来的な利活用を見据えて人材育成の取り組みを進めていく必要がある。

目的

そこで本事業では、原子力工学の学部や専攻等を持つ大学院教育を主とする福井大と学部教育を主とする福井工大が、原子力施設を持つ日本原子力研究開発機構（JAEA）、関西電力（関電）、日本原子力発電株式会社（日本原電）の福井県嶺南地域の原子力事業者および国際的な人材育成事業を展開している若狭湾エネルギー研究センター福井県国際原子力人材育成センター（若エネ研）との産学連携の下で、関西・関東圏の大学とも連携して、実験・実習を中心とする嶺南各機関の持つ原子力施設を利用した実践的教育を行う。



図1 福井県の原子力施設

2. 事業計画

2.1 全体計画

7年間にわたる本事業の全体計画を図2.1に示す。

	項目	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
実験・実習	①廃止措置技術セミナー	←						→
	②アイソトープ実習	←			→			
	③-a)ナトリウムと材料の濡れ性に関する実習		←					→
	③-b)非破壊検査技術に関する実習		←					→
	③-c)レーザー除染メカニズムに関する実習		←					→
	④原子カプラント体感実習研修		←					→

	項目	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
国際	①ベトナム交流セミナー		←					→
	②敦賀地区国際セミナーへの参加・プレスクールの検討		←					→
	③オンタリオ工科大学との連携		←					→

	項目	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
産学連携	①原子力施設インターンシップ研修 大飯発電所見学		←		→			
						←		→

	項目	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
その他	①もんじゅサイトの新試験研究炉における人材育成の検討		←			→		

図 2.1 7年間の事業計画

2.2 令和6年度の全体計画

令和5年度の実施状況を踏まえ、つるが原子力セミナーのアイソトープ実習を廃止し、これまで3日間で行っていた各実習を2日半に変更し、実習終了後、全員で大飯発電所を見学することとした。

(実験・実習)

項目	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
① 廃止措置技術セミナー	実施内容および手法の検討					▲	実施内容および手法の検討					
②-a) ナトリウムと材料の濡れ性に関する実習	実施内容および手法の検討					▲	実施内容および手法の検討					
②-b) 非破壊検査技術に関する実習	実施内容および手法の検討					▲	実施内容および手法の検討					
②-c) レーザー除染メカニズムに関する実習	実施内容および手法の検討					▲	実施内容および手法の検討					
③ 原子カプラント感実習研修	実施内容および手法の検討					▲	実施内容および手法の検討					

(国際関係)

項目	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
① ベトナム交流セミナー							▲	▲	▲			
② 敦賀地区国際セミナーへの参加・プレススクールの検討							▲	▲	▲			
③ オンタリオ工科大学との連携										▲		

(産学連携)

項目	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
① 大飯発電所見学	実施内容および手法の検討					▲	実施内容および手法の検討					

(その他)

項目	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
① もんじゅサイトの新試験研究炉による人材育成の検討												▲

2.3 令和6年度の計画および業務の実施方法

2.3.1 実験・実習

① 廃止措置技術セミナー（福井大学）

人工数や費用、放射性廃棄物の管理等を考慮した原子力施設内の機器の解体作業計画について検討・立案をグループに分かれて実施。JAEA スマデコ施設では MR・VR 技術を体験。これらを通じて、廃止措置における作業工程やその計画作成を総合的に学ぶ。「つるが原子力セミナー」として実施する。

② JAEA 実習（福井大学・日本原子力研究開発機構）

高速炉機器の設計、運転、解体、洗浄の安全性や効率に関係する材料表面とナトリウムの濡れ性について基礎的な知見を実験により習得するナトリウムと材料の濡れ性に関する実習、産業界で多く利用され物を壊さずに欠陥の状態を把握できる非破壊検査法のひとつである超音波検査法について基礎と試験体を用いた実習を行う非破壊検査技術に関する実習、原子炉施設の廃止措置における除染について、2次廃棄物が少なく高い除染効率が期待できるレーザーを用いた除染に関する実習を行う。「つるが原子力セミナー」として実施する。

③ 原子力プラント体感実習研修（福井大学・日本原電）

プラント主要設備の概要、事故の解析・シビアアクシデントの概要と対策について原子力発電教育シミュレータを用いた体感学習と水と蒸気の実習装置を用いて沸騰実験等を行う。「つるが原子力セミナー」として実施する。

2.3.2 国際関係

① ベトナム交流セミナー（福井大学）

さくらサイエンスプログラムを利用し、EPU (Electric Power University)、CEPC (Central Electric Power College) 他ベトナムの機関から 10 名前後の学生・教員を招聘し、福井大学でのセミナーや福井県嶺南の原子力施設の見学を行い、日越の学生および教員の交流を通して留学生の獲得を図る。

① 敦賀地区国際セミナーへの参加・プレスクールの検討（福井大学・若狭湾エネルギー研究センター）

若狭湾エネルギー研究センターの行う IAEA 研究炉スクールに日本人学生が参加するためのプレスクールについて検討する。

③ オンタリオ工科大学（福井工業大学）

オンタリオ工科大学教員等により、カナダにおける原子力に関する取り組みに関して、学部生・大学院生を対象としたセミナーを行う。さらに、オンタリオ工科大学を窓口として海外の大学、企業、研究機関、行政等との連携を検討する

2.3.3 産学連携

① 大飯発電所見学（福井大学・福井工業大学・関西電力）

大飯発電所 1・2 号機の廃止措置状況、および 3・4 号機の安全対策の概要を学ぶとともに、大飯発電所の屋外施設をバス車窓から、立入困難な原子炉格納容器内等を VR 映像で学び、原子力発電所への理解を深める。「つるが原子力セミナー」として実施する。

2.3.4 その他

①「もんじゅ」サイト新研究炉における人材育成の検討

「もんじゅ」サイトに建設が予定されている新研究炉についての情報を共有しながら、人材育成への活用について議論する（別途 JAEA・京都大学・福井大学が受託されている公募事業と連携して進める）。

2.4 体制

実施体制を以下に示す。本事業は福井大大学取り纏めのもと、福井工業大学、日本原子力研究開発機構、関西電力、日本原電および若狭湾エネルギー研究開発センターが連携して実施する。

事業項目	実施場所	担当
(1-1) 実験・実習		
① 廃止措置技術セミナー	福井大学附属国際原子力工学研究所	福井大学附属国際原子力工学研究所
② JAEA 実習		
a) トリウムと材料の濡れ性に関する実習	福井大学附属国際原子力工学研究所・日本原子力研究開発機構	福井大学附属国際原子力工学研究所 日本原子力研究開発機構敦賀総合研究開発センター
b) 非破壊検査技術に関する実習	福井大学附属国際原子力工学研究所・日本原子力研究開発機構	福井大学附属国際原子力工学研究所 日本原子力研究開発機構敦賀総合研究開発センター
c) レーザー除染メカニズムに関する実習	福井大学附属国際原子力工学研究所・日本原子力研究開発機構	福井大学附属国際原子力工学研究所 日本原子力研究開発機構敦賀総合研究開発センター
③ 原子力プラント体感実習研修	福井大学附属国際原子力工学研究所・日本原子力発電	福井大学附属国際原子力工学研究所
(1-2) 国際関係		
① ベトナム交流セミナー	福井大学附属国際原子力工学研究所	福井大学附属国際原子力工学研究所
② 敦賀地区国際セミナーへの参加・プレスクールの検討	福井大学附属国際原子力工学研究所・若狭湾エネルギー研究センター	福井大学附属国際原子力工学研究所 若狭湾エネルギー研究センター・福井県国際原子力人材育成センター
③ オンタリオ工科大学等との連携	福井工業大学	福井工業大学
(1-3) 産学連携		
① 原子力施設インターンシップ研修	福井大学附属国際原子力工学研究所・福井工業大学・関西電力	福井大学附属国際原子力工学研究所 福井工業大学
(1-4) その他		
① 「もんじゅ」サイト新研究炉における人材育成の検討	－	福井大学附属国際原子力工学研究所

3. 令和6年度の成果

3.1 実験・実習

つるが原子力セミナーは初日の9月2日は午後からハイブリッド形式の基調講演、最終日の6日午前中は実習を行った学生の発表会を行った。週半ばの3日間は、2,5日の各実習と0.5日の大飯発電所を行う予定であった。しかし、台風の影響で初日の基調講演はオンラインで、2日目は移動日とし、各実習を1.5日、発電所見学を0.5日で行った。

① 廃止措置技術セミナー

(1) 目的と概要

原子力施設内の機器の解体作業計画の検討・立案についての講義と演習を通して、作業内容によって異なる人工数や費用、機器解体によって発生する放射性廃棄物のレベル区分や管理も考慮に入れ、プロジェクトマネジメントの基礎を習得することを目的とした。JAEA スマデコ施設においては、MR・VR技術の体験やレーザー技術など、施設の見学や説明、実習を通じて廃止措置に役立てる先端技術の開発について紹介した。

(2) 実施内容とスケジュール

台風の影響により、当初予定していた2日半のセミナースケジュール（表3.1-1）を1日半に短縮して開催した（表3.1-2）。その結果、福井大学における演習の時間とJAEA スマデコでの講義時間が短縮された。演習については、演習項目を減らした上で項目ごとの時間も短縮することとなった。

演習内容は、ふげんにおける熱交換器室の解体作業手順を受講生に考えてもらおうというものである。そのために廃止措置における作業と人工数や作業期間の見積もり方法について学び、また、スマデコ施設ではVR・MR技術を用いてふげんの熱交換器室内部の様子を視察した。作業項目ごとの人工数の見積もりや作業時間の計算を体験し、作業工程表の作成にもとづき作業期間などを計算した。これらを通して作業計画の戦略について議論した。

表 3.1-1 予定していたスケジュール

9月3日 (火)	午前	・わが国における廃止措置の動向 ・廃止措置で発生する放射性廃棄物 ・ふげんの廃止措置の状況
	午後	・JAEA スマデコ施設見学 ・MR・VR体験
9月4日 (水)	午前	・作業計画の検討（WBSの作成/作業人工数・作業期間の計算）
	午後	・作業計画の検討（PERT） ・作業計画の検討（諸量の評価と最適化）
9月5日 (木)	午前	・演習のまとめ・成果発表

表 3.1-2 台風の影響により変更したスケジュール

9 月 4 日 (水)	午前	・わが国における廃止措置の動向 ・廃止措置で発生する放射性廃棄物 ・作業計画の検討（WBS の作成/作業人工数・作業期間の計算）
	午後	・ふげんの廃止措置の状況 ・JAEA スマデコ施設見学 ・MR・VR 体験
9 月 5 日 (木)	午前	・作業計画の検討（PERT）



図 3.1-1 演習での検討対象となった熱交換器室の VR 画像

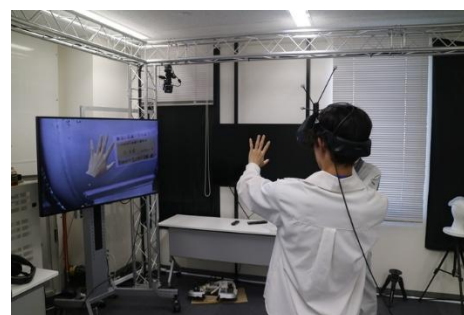


図 3.1-2 MR 体験を通した熱交換器室内部の視察

② JAEA 実習

9 月 2 日から 6 日で実施した「つるが原子力セミナー」の一部として、日本原子力研究開発機構において以下の 3 つの実習を行った。

液体ナトリウムの取扱技術に関する実習では、はじめに高速炉の原子炉冷却材に用いられるナトリウムの性質や高速炉の特徴に関する講義を行うとともに、高速炉機器の設計、運転、解体、洗浄における安全性や効率に関係するナトリウムと材料表面との濡れ性に着目し、グローブボックス内で実際にナトリウムを取り扱う実験を行い、ナトリウムに関する基礎的な知見を習得した。受講生は 4 名であった。

受講生らは液体ナトリウムを初めて観たので、燃焼や水との反応挙動や液体金属としての特徴に高い興味を示していた。一方、実習時間が短かったため、液体ナトリウムの特性評価の試験が十分に出来なかったことが残念との声もあった。講師からは、人材獲得や育成には実際にものを体験することが、大きく影響すると感じることから、今後は実習時間が増えることを期待するとの意見があった。

非破壊検査技術に関する実習では、産業界で多く利用され物を壊さずに内部のキズ状態を把握できる非破壊検査法のひとつである超音波検査法について、原理や特性を理解するための基

礎的な講義を行うとともに、実際に超音波探傷装置を用いて試験片内部のキズを評価する実習を行った。受講学生は2名であった。

受講者からは、実習でプログラム（MatLab）を初めて使ったため、取り残される心配もあったが期間内に課題をこなすことができたとの声があった。講師からは、受講者のレベル（プログラム等の知識）に合わせて柔軟に講義等の準備を行うため、事前に情報が欲しいとの意見があった。

レーザー除染技術に関する実習では、レーザー光の特性に関する基礎的な講義を行うと共に、高い除染効率を目指して、高パワー密度・高速スキャン条件でのレーザー照射実験を行った。模擬除染材として蛍光剤を金属表面に付着させ、レーザー光による除去量を蛍光剤が発するスペクトルを分析することで評価した。受講学生は2名であった。講師からは、毎年意欲的な学生が参加してくれるので今後も続けたい、実習の日数として最低3日は必要との意見があった。各実習の工程と風景を表 3.1-3～5、図 3.1-3～5 に示す。

表 3.1-3 液体ナトリウムの取扱技術に関する実習

日程	カリキュラム
1日目	・高速炉の特徴、ナトリウムの性質に関する講義 ・実習内容の説明、ナトリウム取扱実習 ・液体ナトリウムの濡れ性評価実験
2日目	・午前：まとめ、発表資料作成 ・午後：（大飯）発電所見学
3日目	・発表資料作成 ・成果発表会



図 3.1-3 液体ナトリウムに関する実習風景

表 3.1-4 非破壊検査技術に関する実習

日程	カリキュラム
1 日目	・ 高速炉の検査に関する講義、実習内容の説明 ・ 超音波探傷実験、信号処理プログラムの基礎習得
2 日目	・ 午前：結果整理、発表資料作成 ・ 午後：（大飯）発電所見学
3 日目	・ 発表資料作成 ・ 成果発表会

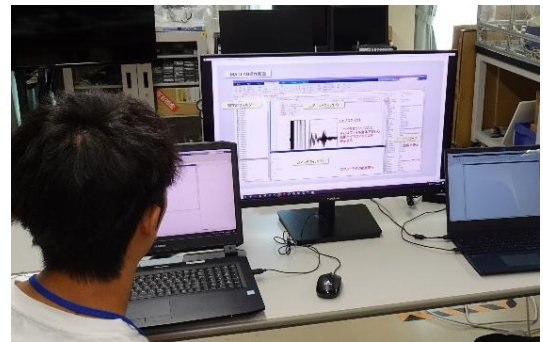


図 3.1-4 非破壊検査技術に関する実習

表 3.1-5 レーザー除染メカニズムに関する実習

日程	カリキュラム
1 日目	・ レーザー加工に関する概要説明 ・ 実習の概要説明 ・ レーザー除染実験
2 日目	・ 午前：計測結果の考察・まとめ、発表資料作成 ・ 午後：（大飯）発電所見学
3 日目	・ 午前：発表会

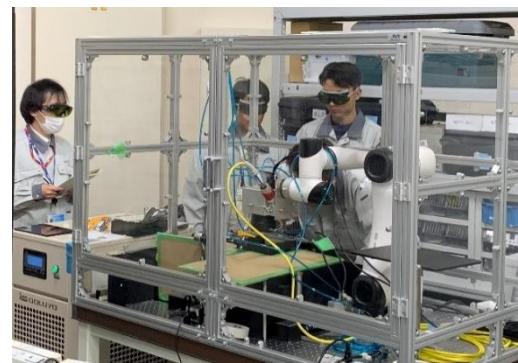


図 3.1-5 レーザー除染に関する実習風景

② 原子力プラント体感実習研修

9月2日から6日で実施した「つるが原子力セミナー」の一部として日本原子力発電にて1.5日間、プラント主要設備の概要、事故の解析・シビアアクシデントの概要と対策について原子力発電教育シミュレータを用いた体感学習を行った。受講生は10名であった。工程を表3.1-6、実習風景を図3.1-6に示す。

表 3.1-6 原子力プラント体感実習工程

	研 修 内 容	講 義・実 習 内 容
1 日 目	プラント主要設備・運転の概要	講義：プラント主要設備の概要 実習：プラント運転操作 実習：原子力発電教育シミュレータによる事故時の挙動確認
2 日 目	シビアアクシデント概要の概要	講義：シビアアクシデントとアクシデントマネジメント 講義：原子力発電教育シミュレータによる挙動確認
	原子力施設視察	関西電力㈱ 大飯発電所視察



図 3.1-6 プラント体感実習（プラントモデル室（左）、プラントシミュレータ（右））

基調講演

基調講演の参加人数は 104 名であった。また、実習発表会の参加者は 27 名であった。基調講演の題目と講師は以下の通りである。

「原子力利用における廃止措置の位置付けと課題」

講師：福井大学客員教授 柳原 敏先生

「日本の原子力産業における ” 廃止措置プロジェクト ” の役割とは？」

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 敦賀廃止措置実証部門 敦賀廃止措置実証本部
廃止措置推進室 室長代理 城 隆久氏

「福井県クリアランス集中処理事業について」

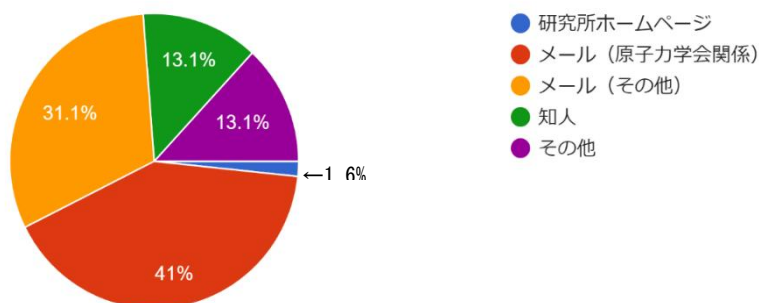
福井県エネルギー環境部エネルギー課 嶺南Eコースト計画室 室長 前田 耕作氏

アンケート結果

つるが原子力セミナーにおけるアンケート結果から、初日の講演会については、全員がオンラインで参加し、104 名中 61 名から回答があった。



(a) 参加者の職種



(b) セミナーを知ったきっかけ

図 3.1-7 アンケート結果（初日の基調講演、67 名中回答数 23）

各講演対しては以下のような質問や感想があった。

講演 1「原子力利用における廃止措置の位置付けと課題」について

Q. 良かった点があれば教えてください

- ・原子力の分野をあまり知らない方にもしっかりと内容を把握できるような説明をしていたので非常に分かりやすく良かった。
- ・廃炉措置をするために直面している問題点をよく理解できた。工程が遅延することは費用の増加と社会からの信頼の低下に直結する。
- ・廃止措置に関するプロセスとして、手順だけでなくどの程度時間が掛かるのかを知ることができて良かった。クリアランスの有効活用にも期待したい。
- ・これから廃止措置が進み多くの費用が見込まれているとのこと。弊社としても廃止措置のお役に立てれば思っております。

Q. 悪かった点があれば教えてください

- ・クリアランスのビジネス性に関し、スクラップとして売だけでなく、L3廃棄物の処分費用を低減するという観点からも有効であると考えますので、その観点からも説明いただけると良かったと思います。

Q. 質問があれば教えてください（抜粋、回答：講師 柳原 敏氏）

（質問 1）廃止措置のクリアランス物は一般のコンクリートなどと比較してどれほど良いのか。

（回答 1）原子力発電所の廃止措置で出てくるクリアランス物そのものの品質は通常に使われているものと変わりません。ただ、クリアランス物を製品にする場合は溶融するなどの加工が伴うので、品質が変わる可能性があります。コンクリート構造物の場合、そのまま使うのであれば通常のものとは変わりませんが、一般的には砕いたり、骨材を分離したりしますので、再度品質を確かめることが必要になります。

（質問 2）クリアランス物を市場・社会に流していかなければならないが、クリアランス物だからそのメリットというのがあるのか否か。

（回答 2）クリアランス物特有のメリットはないと思います。例えば、クリアランス物をスクラップ業者に売の場合などはその価格の設定によっては他のスクラップと比較して優位性は出てくる可能性があります。また、クリアランス物を製品化する際に付加価値を付けるようなことも考えられます。

（質問 4）廃止措置は行政的・技術的な活動だと説明されていたが行政的な活動について一般に広く知られていないように感じる。どのようにすれば多くの人に知ってもらえると考えるか。

（回答 4）廃止措置は運転終了後の単なる片付けではないということを、講演、書物、メディア

利用などにより丁寧に説明する機会を多く持つことでしょうか。

(質問5) 廃止措置における最大の技術的課題とは何か。

(回答5) 現状では、炉内構造物などの放射能レベルの高い機器を遠隔操作により解体・撤去することです。ただ、将来的には放射性廃棄物になると予想される機器・構造物を有価物として利用する技術、例えば、Co-60の様な核種を分離すること、などが技術的課題として挑戦することになる可能性はあります。

(質問6) 廃止措置コスト評価の例 (OECD/NEA) という資料がありましたが、除染にかかった費用はどこに含まれることになるのでしょうか。

(回答6) 大部分は「解体作業」です。「廃止措置の準備活動」、「施設停止作業」、「安全貯蔵等に向けた活動」でも少しは除染作業が行われる可能性はあります。

(質問8) 日本の廃止措置に要する期間や費用およびコストの構成比は、諸外国、特に廃止措置を多く経験している米国と比較した場合、どのような状況でしょうか。コストではプロジェクトマネジメントの比率の高さが印象的でした。

(回答8) 我が国における原子力発電所の廃止措置の期間は30年～40年とされていますが、この間を4区分し、炉心部の解体は第3段階、建屋の解体は第4段階とされています。時間軸を含めて戦略を立てることが重要ですが、一般的には「即時解体」でなるべく早期に廃止措置を完了することがコスト等を考慮して有効とされています。米国では10年程度で廃止措置を終了するプロジェクトが幾つか在ります。英国では「遅延解体」の戦略をとり100年程度を掛けるケースもあります。我が国の廃止措置期間は米国に比べて長期に及びます。また、我が国ではプロジェクトマネジメントの項目はコストには含まれていません。解体作業だけでコストを比較すると我が国は米国よりやや高めの算定結果になっています。

(質問9) 私は廃止措置にとっても興味があるのですが、新卒で”廃止措置”に絡む仕事（特にプロマネなど）をしようと思ったとき、どのような企業に入るのが最短経路でしょうか。

(回答9) 廃止措置に係る職種は多々あります。何れの仕事でも適正なマネジメントは必要になります。廃止措置の全工程を考える場合には、プロジェクトマネジメントは事業者（電力会社）の仕事になります。機器の解体、例えば、遠隔装置による炉内構造物の解体撤去などは、原子力メーカーが担当することが考えられ、ここでもプロジェクトマネジメントが必要になります。

講演2「日本の原子力産業における ”廃止措置プロジェクト” の役割とは？」について

Q. 良かった点があれば教えてください

- ・最初に閑話を入れることによって、原子力は身近な存在であることを説明しているようで良かった。もっと身近に原子力のことを話して欲しいので、このような口調で続けていただければ

より関心が高まると感じた。

- ・直近のエネルギー安全保障問題からも国内のサプライチェーンでまかなえる原子力発電の必要性を理解できた。また、世界の廃炉に目を向けることで、米国はなぜ廃炉を進められたのか考えるきっかけになりよかった。
- ・技術的な面だけでなく、その工程って本当に必要なの？など廃止措置含め日本の原子力産業はより合理化できる部分はあるのだろうと考えさせられました。
- ・長時間の講演ありがとうございました。話に緩急があって、飽きませんでした。廃止措置についての理解が進みました。
- ・原子力業界の実情等様々なお話を聞くことができ、長時間の講義であったが楽しく聞くことができた。
- ・廃止措置の実施方法にも多様なアプローチがあることが分かった
- ・自身の経歴と合わせてプラントの履歴を示して、廃止措置の状況が分かりやすく示されていた。また、実務の中で感じている課題が端々に感じられる講演であった。廃止措置についての疑問に思っていることを語られていて、あまり詳しくない自分でも、確かにそういう考えもあるなと思わせられるところが良いと思った。
- ・最初に解はないと言い切ってたところ
- ・実際の現場の方の話が聞けた
- ・現場で働いている若手の生の声は、地元のフォーラムならではでしょう。
- ・これまでどのように業務に向き合って来られたか、様々な話題とともにお話くださったので、興味深く拝聴しました。
- ・一般的な話だけではなく城さんの話（自身の目標やアイデンティティなど）についてもお話されていて、より身をいれて聞くことができた。
- ・環境負荷や比較的理解がある地元の福井県以外への推進に対する印象面の意見など、利益や数字だけの判断だけではなく気持ちの面にも触れられていた点。
- ・廃炉が進まない理由、廃炉はお金かけたとしてもお金を産む事業ではないことが理解できた。
- ・典型的な廃止措置プロセスに加えて、プロジェクトマネジメント視線での戦略やパナマ運河の事例紹介など、興味深い内容でした。

Q. 悪かった点があれば教えてください

- ・もんじゅの跡地を活用して新施設を活用するという説明があったが、自分たちが本来跡地活用していたのはもんじゅの上に丸々施設を活用するのではなく、もんじゅサイト内に施設を置くというとんちを効かせた内容であるため、跡地の活用とは言えないのではないかと感じてしまう点がいくつかあった。
- ・悪い点というわけではないし、今回の趣旨からずれているが、もんじゅや常陽の話がもっと聞けたら嬉しいと感じた。

Q. 質問があれば教えてください(抜粋、回答：講師 城 隆久氏)

(質問1) 原子力産業は火力の数倍品物の部品の数が多いと仰っていました。しかしながら、原子力を支える町工場が海外の部品輸入や大手企業による技術の取り入れ、さらには新

型コロナウイルス等による流行り風によって相次いで閉鎖や縮小に追い込まれています。こうなるとロストテクノロジーの懸念をしなければなりません、城さんはこの点どのようにお考えでしょうか。

(回答 1) 実際に米国・仏国・英国などではロストテクノロジー化が発生し、工程長期化・コスト増加などの問題が発生していることを鑑みると、日本の原子力産業としても極めて重要な課題となりつつあると認識しています。国レベルの議論において、現時点では、「日本は主要国の中で、仏韓に匹敵する広範で強固なサプライチェーンを温存しており、ものづくりに空白が見られる一部の欧米諸国に対し、日本の原子力産業・技術が貢献できる可能性あり。」としていますが、一方で、「エネルギーの自立性向上を図るとともに、日本の状況に応じたプラント建設のために高い技術自給率の維持が必要」とされており、令和5年7月28日に閣議決定された脱炭素成長型経済構造移行推進戦略（GX推進戦略）でも「研究開発や人材育成、サプライチェーン維持・強化に対する支援を拡充する。」と明記され、資源エネルギー庁によれば「原子力サプライチェーンプラットフォームを構築する」とされています（詳細は、「第39回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会（資料1）」をご参照下さい）。このプラットフォームがどのようなものになるのか、事業者はどのように活用することが求められるのか、その中で原子力機構にできることはあるのか。日々の業務に専念しつつ、このようなことにも注目して参りたいと考えております。

(質問 2) 廃止措置を目的としては考えずに設計していると質疑応答でおっしゃっていたが、建築の信頼性などからある程度の限界はあるはずである。40年などの数字は気にしていないにせよ、最大でもこれくらいしか持たないなというのはあるのか。

(回答 2) 私の現場経験は「もんじゅ」が主体となっており、「もんじゅ」は定格出力運転を経験していないため感覚的なところは持ち合わせておりません。また、電力軽水炉等の実情についても承知していません。しかしながら、「もんじゅ」についてだけ、現時点で言えば、廃止措置段階に移行して調査・研究を開始した汚染分布評価の結果、高速中性子に対するしゃへい設計が極めて有効に機能していることが分かってきており、炉心の構造設計に対する安全裕度が相当大きなものであるという実感を持ちつつあります（その他の主要コンポーネントは交換できるように設計されているため、プラント寿命には影響を及ぼさない）。このため、技術的には40年程度で限界になるとは思えません。ただし、その他の周辺設備は劣化が進みますので、プラントの長寿命化に係る課題は周辺設備の交換コスト等が最大の要因になるのではないかと感じています。

(質問 3) 常陽のRI薬剤製造のプロセスがわかれば教えてほしい。

(回答 3) ラジウム226に高速中性子を照射することで、アクチニウム225を生成する計画だと伺っています。「常陽」の多目的利用の可能性に係る特設サイトを公開しておりますので、詳細はそちらをご参照ください。当該サイトに掲載されている製造工程を添付します。

(<https://www.jaea.go.jp/04/sefard/aboutus/joyo/multipurpose/>)

(質問4) 聞き逃していたら申し訳ないが、原子力発電所の廃止措置戦略として継続利用とサイト開放があった。これらの割合としてはどのようなになっているか。

(回答4) まず、国内においては、そこまで廃止措置が進展していないのが実情です。

(唯一、廃止措置が完遂しているJPDRは、グリーンフィールド化されていますが、現在は建設残土の仮置き場とされているのみであり、継続利用とまでは言えないでしょう) 一方、国外においては、いくつかの興味深い事例があります。例えば、ドイツでは廃止措置が完了した後、地元自治体と共同で工業港を建設した上で、跡地を工業団地として企業誘致活動が展開され、イギリスでは住宅地として転用された事例もあるようですが、その割合は大きくないと伺っています。しかしながら、原子力発電所の跡地利用については、地域の特性やニーズに応じた異なるアプローチが必要であり、事業者だけで決められるものではないと思います。現時点で、「ふげん」「もんじゅ」の廃止措置に係るエンドステートについては明確に定められたものではありませんが、個人的には、地元自治体等と共同で、このような議論をすることができると面白いだろうなと考えています。

(質問5) 企業側の立場から言えば、人材の維持は予算の継続的な確保がポイントとなるが、紹介のあったように廃止措置は収入を生まない仕事であり、事業者として解体や保守に必要なメーカ確保のためにどのような施策(工夫)を考えているのでしょうか。

(回答5) 原子力発電プラントに係るメーカにおいて、課題となるのは「原子炉レベルの品質要求に耐えうる技術者の確保をどうするか」という点だと思いますが、「廃止措置経験の反映」がポイントになるものと考えています。ただし、そのような課題に対しては、現在の廃止措置事業の中では、できることは極めて限定的なものにならざるを得ないと考えています。というのも、廃止措置という事業は、「如何に安く、安全に完遂するか」が命題となります。このため、廃止措置を生業とする事業者にとっては、保守コストを如何に減らすかが最初の課題となり、運転段階で使用していた設備をプラント状態に応じた設備へ縮小していくことが必要となります。この時、運転段階で要求された原子炉レベルの設備信頼性は不要となるため、一般工業品レベルの設備が導入されていくこととなるため、廃止措置プラントの保守関係ではプラントメーカの体制維持は困難とならざるを得ないと考えます。一方で、解体については、解体工法に係る設計段階でプラントメーカに期待することは依然として残ります。ただし、この時に単純に解体するだけではなく、解体を困難にする要因を抽出し、次期炉の設計に反映できるように備えていくような取り組みが重要になるものと考えています。また、機器単体の解体ではなく、プラント全体での解体工程管理については、建設段階と同程度か、それ以上に詳細は工程検討が必要となるため、この部分についてもプラントメーカのノウハウを活用できるのではないかと期待しています。ただし、これまでの取組みを通じて、現在の廃止措置事業の中では、これらの活動は個々の事業者やプラントメーカに一任されており、十分に実施されていないように感じており、今の

ままではモノづくりに係る人材確保（原子炉レベルの品質要求に耐えうる技術者の確保）という観点で見た場合には十分ではないだろうと考えます。しかしながら、日本の原子力発電所の廃止措置は、これから本格化していく段階にあり、しかも、工程は少しずつずれています。なので、日本の原子力産業全体を俯瞰し、全体的に解体工法に係る設計検討（次期炉への反映を含む）に取り組む体制を構築することができれば、一定程度はプラントメーカーの体制維持に貢献できるのではないかと期待しているところです。そして、このような取り組みを早期に実現するため、個々の事業者やプラントメーカーに一任するのではなく、原子力産業界として、これらの課題を正視して、何ができるのかを協議していくことが急務なのではないかと考えています。そして、これらの取組みは2016年に設置され、2024年度より廃炉推進業務が追加された「使用済燃料再処理・廃炉推進機構(略称：NuRO)」の取組みに期待するところであり、私個人も、日々の「ふげん」「もんじゅ」廃止措置事業に従事しつつも、この取組みに積極的かつ主体的に参画して参りたいと考えている次第です。

(質問6) 国内廃止措置を円滑に進めるために、産業界として、使用済燃料再処理・廃炉推進機構が今年度立ち上がったが、講師の説明の中で、廃止措置が進まないことを容認する(せざるを得ない)ような発言があった様に思う。真意をお聞きしたい。

(回答6) 「プロジェクトにはその成功によって得ようとするための目的が必要」であることを紹介させていただきましたが、現在、日本の廃止措置において、この目的が明確に定義されているプラントはなく、これが、廃止措置の工程延期が比較的安易に容認される最大の要因であると考えています。実態として、私自身、「ふげん」「もんじゅ」の廃止措置に従事していますが、「いつまでに廃止措置を完遂して欲しい」という強い要求は聞いたことがありません。つまり、日本の原子力産業界において、廃止措置プロジェクトが果たすべき役割を明確に与えられておらず、誤解を恐れずに言うならば、「安全を最優先に、粛々と完遂すること」のみが要求されているような状況にあると思います。このため、現状の取り組み方では、廃止措置が進まないことを容認せざるを得ないと考えている次第ですが、それでは消化試合のような印象となってしまう、プロジェクトは失敗に終わると思います。そして、このような状況の打破を個々の事業者の取組みにだけ期待するのは、極めて困難だと感じています。故に、個人的には、これまでに述べたサプライチェーンの維持への貢献、廃棄体の処分等の共通的な課題が存在することを直視し、日本の原子力産業界が全体として取り組むことで、これまでの状況を打破できないかと期待しており、上述の通り、「使用済燃料再処理・廃炉推進機構(略称：NuRO)」の取組みに積極的かつ主体的に参画して参りたいと考えている次第です。

(質問7) 世界の原子力発電所の廃止措置状況という資料がございましたが、アメリカで廃止措置が完了している原子炉が多い理由にはどのようなことがありますでしょうか。

(回答7) 私自身が実態を承知しているわけではありませんが、「廃止措置専門会社の出現」と「セカンダリーマーケットの出現」が大きいという話を聞いたことがあります。「廃

止措置専門会社の出現」という観点について言えば、廃止措置が“原子力発電所にとっては生涯でたった一度の特殊なイベントであるため、知見を集約・蓄積することが難しい”という点について、廃止措置に特化した専門業者が、“知見と技術力をもって事業を推進し、事業プロセスを劇的に短縮することでコストの大幅な削減を目指す”という発想のようです。「セカンダリーマーケットの出現」については、事業提携（アライアンス）により、廃止措置プロセスの中で解体、使用済燃料や廃棄体の輸送、廃棄物処理、そして全体のエンジニアリングのように役割分担し、それらをワンストップで推進することでコストをコントロールすると同時に、コストオーバーランといった財務的リスクを分散するという発想のようです。このような取り組みは、アメリカの社会の中で構築されたものであるため、文化や風土の異なる日本の原子力産業界へそのまま適用することは難しいと思いますが、先行事例として参考にすべきと考えています。

（質問8）廃止措置プロジェクトは、一般的なプロジェクト目標の達成のためにコストと時間をマネジメントするという理解でよろしいのでしょうか。だとすれば原子力産業界において格別に配慮すべきプロジェクトのアクションは何でしょうか。

（回答8）日本の原子力産業界において、現時点で廃止措置プロジェクトがマネージしているのは、コストと時間であろうと思います。しかしながら、上述の通り、目標については明確に設定されておりません。そのような状況下であるため、現時点で、日本の原子力産業界において配慮されているのは、安全性のみとなっており、誤解を恐れずに言うなら、それは運転段階の延長線の上で捉えられているものと考えています。しかしながら、上述の通り、それでは廃止措置は遅々として進まないため、やはり日本の原子力産業界として、廃止措置プロジェクトに目標（＝役割）を設定することが必要であり、そのための議論を開始することが急務であろうと考えております。

講演3 「福井県クリアランス集中処理事業について」

Q. 良かった点があれば教えてください

- ・県ではクリアランス物の取り扱いについて扱っている部分を強調しているのが分かりやすく良かった。コストとメリット・デメリットについて話しているのも良かった。
- ・以前からクリアランスに興味があり、普及のためにどのような解決策があるか関心があった。そのため、クリアランス集中処理事業の検討がされていることが知れて大変良かった。
- ・行政のお話は聞く機会がなかったので非常に有意義なものでした。
- ・やはり、電力会社以上により地域密着型の戦略が多く、特徴を知ることができて良かった。
- ・官の側からの廃炉に関する視点を知れた。保守作業は廃炉によって減るが、廃炉に関しては一大ビジネスである。市場が大きくなれば人口流入なども期待できるのかと感じた。専門性の高い県内企業の集合体が県外に進出することが可能にもなる。
- ・Eコースト計画について知らなかったなので、今回のセミナーに参加し、詳細について聞いた点がとても良かったと思う。
- ・ビジネスとしての廃炉の位置づけを明確化されており、感銘を受けました。技術的には、クリ

アランス検認の前に溶融処理を位置付けているところが大変重要かつ今後の論点と理解しました。

- ・ 福井県での廃炉に対する取組みが、よくわかった。見積額が4,476億円と規模も大きく、将来的な雇用や技術の維持を保つ為には、重要であることが理解できた。
- ・ 廃炉措置はあまり将来性がないのではないかと、という印象をもっていたが、Eコースト計画という地域と将来性を持った計画があることを初めて知れた。
- ・ クリアランス物の意図的な混合・希釈の判断基準について今後の推移に大変興味があります。これは貴事業の要であり、またこの事業はクリアランス制度を牽引されるものであると思います。
- ・ 嶺南Eコースト計画全般の紹介、クリアランス材再利用に向けた集中処理施設の計画と今後の計画について紹介いただき、とてもよく理解できました。
- ・ 国内廃止措置の円滑な推進にはクリアランス材の再利用化が不可欠であり、それに向けた具体的な取組みに感謝したい。また、地元企業の元請化を目指すことも、モチベーションを高める効果大に思う。応援していきたい。
- ・ 福井県が今現在目指す将来像について理解が深まるとともに福井がエネルギー開発研究の一台拠点となる計画には胸が踊らされた
- ・ 複数の原子力発電所から廃炉等に伴い発生する廃棄物の円滑な処理や資源の有効利活用さらに地域産業の活性化するということが理解できた。

Q. 悪かった点があれば教えてください

- ・ 福井県のみがこのクリアランスに対する対応を追われているのがあまりよく思わなかった。各電力会社が福井県を選定した以上は電力を利用している県にもクリアランスについて話し合いを行うべきであるし、意識が県ごとで変わる問題も話し合わなければならないと感じた。
- ・ 嶺南で進めているようだが、嶺北の人は納得しているのか。嶺北の人の考え方はひょっとしたら原発のない地域全体の考え方を示していると思われるので、嶺北の人の理解が得られる仕組みを作ると日本全国の理解も深まるのではないかと。

Q. 質問があれば教えてください（抜粋、回答：講師 前田 耕作氏）

（質問1）各県ごとにクリアランスに対する対応はどのように考えているのかをお聞きしたいです。なぜ福井県ばかりクリアランスに対する話し合いを行わなければならないのか気がなったためです。

（回答1）現在、クリアランス物はクリアランス制度が社会に定着するまでの間、電力業界や原子力関連施設を中心に再利用（限定利用）を行っておりますが、将来的には、一般金属と同様に取りあつかう「フリーリリース」を見据えております。フリーリリースの実現には、福井県だけではなく、全国的にクリアランス制度の定着が必要であり、国においては、福井県だけではなく、他県でもクリアランス制度普及に向けた理解促進活動を実施しております。福井県の取組みは全国的にも進んでいると国に評価されており、先進事例として紹介されているところです。今後も、フリーリリースに向け国と連携して取り組みを進めていきます。

(質問2) 集中処理は効率的であり、多くの原子力発電所を持つ福井ならではのことはあるが、その処理場の立地は可能なのか。また、影響が小さいとはいえ県内を移動するという点に関して県民の理解は得られるのか。また集中処理を行うにはそれなりに大きい施設になると考えられる。施設に余剰が出てきた際に県外のクリアランス物の処理も行うのか。

(回答2) 立地については、要件を整理したうえで検討を進めていく必要があると考えています。クリアランス推定物の搬出については県民の理解が得られるよう丁寧に説明していく必要があると考えています。取り扱うクリアランス物は、現在のところ、県内で発生したものを予定しています。

(質問3) クリアランスの品質保証(栄養食品の品質表示のような放射能表示プレート装着等)、クリアランス測定機器の検認(測定機器の校正等の信頼性)、先進国スウェーデンとの技術提携はあるか、1F汚染土壌・L1処分場・高レベル処分場の福井県の候補名乗りはあるか、クリアランスの理解にはすべての体の中にフォールアウトのセシウムや天然RIのカリウム40放射能があることを示すのが一番で、国会議員や中央官庁の職員全員でホールボディカウンターで放射能測定してそれを公開するのがいいのではないのか。福島の方評被害の大元は自分の体の中に放射能がないと錯覚している人が多いのではないかと思う。クリアランスも風評被害と同じで普通に説明して理解できるものではないと思う。原電の敦賀2号機は廃炉の危機にある。原電は東海原発や敦賀1号機のように廃止措置の技術を持っているから、リサイクル事業の会社化には原電を巻き込んではどうかと思う。

(回答3)

○クリアランスの品質保証について

国に確認申請されたものと、測定されたものが同じであることを、管理番号をもって管理しています。なお、現在製品につけているクリアランス製品であることを示すプレートについては、クリアランスPRのために自主的に付けているものであり、将来的にフリーリリースされた際は必要ありません。

○クリアランス測定器の校正について

測定器は定期的に校正(機器の性能確認)をしています。

○スウェーデンとの技術提携について

スウェーデンにおいて熔融事業を行っていることについては承知しており、技術提携の必要が出てくれば、提携について検討することになります。

○クリアランスの理解活動について

クリアランス物と天然素材(花崗岩、昆布等)の比較はこれまで行っており、今後も電力事業者と協力のもとフリーリリースに向けた周知活動を行っていきます。

○原電について

日本原電には原子力リサイクルビジネスに協力いただいております。

(質問5) 処理フローの図で、電力事業者の記載はありましたが、JAEAからの廃棄物を受け入れる計画はあるのでしょうか。

(回答5) JAEAの施設から出るものも対象にする予定です。

(質問6) 将来性と地域に根付いた活動には県内の若い世代に理解を深めてもらう必要があると思うが、福井県として、県内の教育活動において原子力を含むエネルギーに対する意識を持ってもらうようなプログラムは行われているのか。

(回答6) 県では、県内高校生および高専生・大学生を対象とした原子力入門研修を行っております。また、県内の高校生が中心となってクリアランス再利用製品（照明灯やスタンディングテーブルなど）を製造・設置するなど、原子力発電所の廃止措置についての理解促進に向けた活動を行っております。

(質問8) 来年度新会社設立し、許認可対応が始まると思うが、ハードルも高いことが予想される。技術支援が得られる体制の構築については、どの様に考えていますか。

(回答8) 現在、事業化に向けた検討を進めている段階であり、会社設立の時期について、現時点でお示しできるものはないが、技術面をはじめ様々対応していく必要があると考えています。県では、ビジネスの実現に向けた課題解決の方策を検討するため、電力事業者や市町とともにタスクフォースを設置し議論を進めています。

(質問11) 金属廃棄物以外、たとえばコンクリートや電気ケーブルなどのクリアランス検認～再利用に関して、もし何らかの取組みあるいは将来的な構想があればご教示いただけないでしょうか。

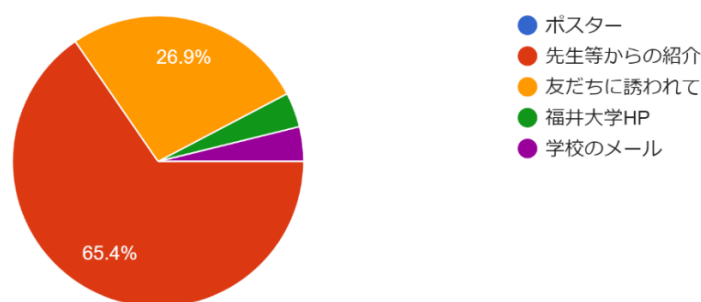
(回答11) コンクリートは既にクリアランス化された実績があります（JAEAにおけるJRR-3改造工事で発生したコンクリートのクリアランス化）。今後、金属以外のクリアランス化についても採算性等事業実施上のメリットが確認できれば、検討を行うことも考えられます。

基調講演のその他感想等

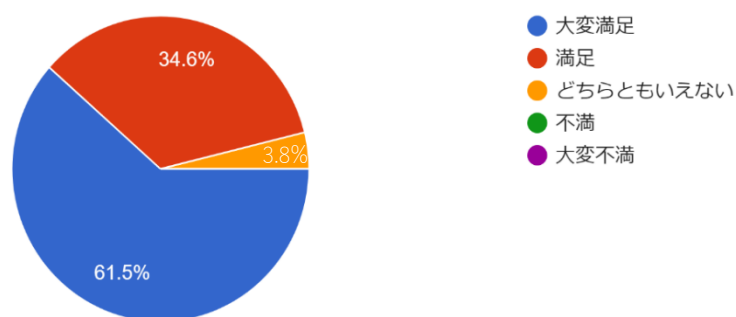
- ・大学では習わないクリアランス物の事業者側の考えや、県の廃止措置に関しての事業化を望んでいることなど、実際に携わっている人だからこそ話せる話を聞けて良かった。
- ・敦賀地区の地域を挙げての活動が素晴らしいと思いました。今後も継続的に講演を実施していただきたいです。
- ・一般参加させていただけたことに感謝しております。今後同様の機会を期待いたします。
- ・継続的にこのようなセミナーを実施し進捗を教えてほしい
- ・講演時間についてはやはり1件1時間程度が集中して聴講できる時間ではないかと考えます。今後の企画時には考慮をお願いします。また、最近は対面のみで切り替えることも多いのですが、今後ともweb聴講ができるような講演を継続して頂けるようにお願いします。
- ・私自身、原子力関係の学科に属しておらず、原子力に関連した講義を受けられる機会があまりなく、今回のような講演は知識や考えの幅が広がる貴重な機会でした。

- ・今回、初めて参加させていただきましたが、各講演に対して、講演内容に関して学生の皆さんから質問が挙がっていることは非常にうれしく思いました。原子力産業の将来を担って欲しい若手への教育・継承が課題となっている中でありがたいことです。
- ・学生向けのセミナーという事もあり、とても分かりやすく学生の理解が深まったのではないかと思います。
- ・廃止措置だけでなく、学生が将来の原子力を考えるうえでの発展的なテーマを取り上げていただけるとよいと思います。
- ・学生に対する廃止措置入門セミナーの場合、毎年度同じようなメニューになる。当該年度でのホットな話題も提供いただけると、一般からの参加も、より有意義になる。
- ・このようなご講演は一般市民の理解を得るために重要だと思います。今後とも随時講演を継続して頂ける事を希望いたします。
- ・やはりネックとなってくるのが地域住民、および国民の理解だと改めて実感し、これからの未来では自分たちも大きくかかわってくるので、この問題とはうまく付き合っていきたいと感じた。とてもためになる貴重な話を聞けて良かった。

また2～4日目の実験・実習におけるアンケートには27名中26名の回答があった。



(a) セミナーを知ったきっかけ



(b) 満足度

図 3.1-8 アンケート結果（実習、回答数 16）

Q. 特に良かった点があれば教えてください

- ・ナトリウムの特性についてじっくり、そして実際に実験を通して学べたこと。
- ・普段は見れないような施設などが見れたところ、どんな訓練内容をやっているか、事故の対処の方法が知れたところ
- ・高速炉でのナトリウムの使われ方を解説していただいたことで、より実験の概要が理解できたこと。
- ・BWR について仕組みやシビアアクシデントについては勉強済みであったので、PWR についても勉強したいと考えていた。なので、PWR について詳しく話を聞くことが出来た点が良かった。
- ・最後に少し余った時間で廃炉措置の中でも近年特に注目されている地層処分についてお話を受ける機会があり、前半の講義では扱えないような裏事情まで知ることにより深いところまで知れ、それきっかけに以前では線につながらなかったことがつながって感じる事ができたので大きく成長することができたと思います。

- ・資料や Excel データの配布があり、時間が無い中でも後からでも理解し、学べるようになっていたところ。
- ・VR・MR の体験が印象に残った。
- ・実際に機材を用いて実験できたこと
- ・説明が知識のない人にもわかりやすく、楽しめる内容だった。
- ・MR、VR を体験することができた点。
- ・まだ一年生で専門的なことはわからない状態にも関わらず高校の知識だけ理解できるように説明してくれた。
- ・初めて Matlab を使用したが、丁寧に教えてもらえたため、置いていかれずに実習に参加できた。
- ・実際の運転方法を pc に表示した図から説明していただいた点
- ・概要説明の後、実際の見学でわかりやすかった点
- ・他大学の学生の皆様と交流することができた点。

Q. 実習で特に悪かった点（改善点）があれば教えてください

- ・一日と半日でおわりだったこと
- ・少し時間が短かった。
- ・特になし。用語が分からない人にも分かるように工夫されていたと思う。
- ・時間がもっとあれば内容もっと煮詰められたのではないと思う
- ・少しテンポが速かった
- ・参加者の幅が広すぎたため知っていることがバラバラであったためそこをどのように対処していくのが課題だと感じました。私たちのグループは院生と学科の顔見知りの先輩がいたため、学部1年でも何となく理解することができました。
- ・実習先の地図があればより福井の地理の理解に繋がったように感じる。（パンフレットには各発電所は載っていたため、今回の実習向けによりわかりやすいものがあれば）

Q. 本セミナーで他に知りたかったことがあれば教えてください

- ・非破壊検査について原発職員はどんな生活をしているのか
- ・日本原電のプラントを見学しつつ新規規制基準へ対応した箇所や独自に行ってる対策等あれば見ながら説明を聞きたかった。
- ・原発過密地域だからこその他地域との差があるのか
- ・原発の従業者の生活について(通勤方法や1日のスケジュールなど)
- ・合意形成の取り方（地域住民へのご理解をいただくための方法）
- ・つるがのまちと原子力産業の関わりについてもう少し詳しくお話しを聞く機会があればよかった。
- ・関西電力の建屋内を見学出来たら嬉しかった。

セミナー全体のその他感想等

- ・大変勉強になりました、ありがとうございました。

- ・こういった機会はどんどん増えてほしいし、我らが東京都市大学も主体的にやってほしい
- ・台風の影響で日程が短くなり、若干時間が足りなかったと感じる。機会があれば次回も参加したいがその時は問題がないといいなと思う。
- ・日本原電さんにしていただいた説明は分かりやすく、大学の講義の復習としてとても良かった。また、PWR 特有の装置についても話が聞けて良かった。
- ・台風で予定の変更などがありましたが、無事に開催してくださりありがとうございました。来年度も参加したいと強く思いました。
- ・どの企画も選ぶのが大変なぐらい魅力的なものでした。これからも頑張ってください。
- ・もしご縁がありましたら、ぜひ来年も参加させていただきたいです。
- ・今回は時間が短く、あまり多くの講義は受けられなかったが満足だった。

今年台風の影響で実習期間が従来の3日から2日に短縮され、さらにそのうちの半日は全員が関西電力・大飯発電所を見学した。そのため個別の実習時間が1.5日と従来の半分に減ったため、時間が短いなど消化不良の受講生が少なからずいたようです。それでも福井ならではの貴重な体験に満足して頂いたかと思う。一方、初日の基調講演も令和3年度以来の完全オンラインとなったが、最近の学生さんはオンラインでの講演会等に慣れてきたのか、一昨年度、昨年度に比べて当日も沢山の質問が出た。さらにアンケートの回答を通しての質問も例年になく多く、基調講演は学生さんだけでなく一般参加の方にも好評だったようだ。次年度はこれらの経験を踏まえて、実習の内容をブラッシュアップし、基調講演のテーマを検討していく。

なお、学生がどの実習を選択するか参考として福井大学附属国際原子力工学研究所のHPに開設されたセミナーの申し込みサイトにアップロードした各実習の詳細（令和6年度版）を参考資料の1に示す。

3.2 国際関係

① ベトナム交流セミナー

今年はさくらサイエンス事業に2度応募したものの採択されなかったためベトナム電力大学他の学生の日本への招聘は行わなかった。一方、昨年度から開始したハノイ工科大学のツインプログラムにより、本年度からハノイ工科大学の3年生3名が福井大学工学部機械システム工学科の原子力安全工学コースに編入してきており、正規の学生として授業を受けている。また、次年度の学生確保に向けて福井大教員2名が渡越し、材料力学の講義や福井大学の紹介を行い、次年度は2名が編入する予定である。さらに、これまで原子力安全研究協会のプログラム等で福井大に滞在歴のあるベトナムの電力大の教員から、12月20日に東京で行われたベトナム商工大臣と経済産業大臣との日ベトナム産業・貿易・エネルギー協力委員会に合わせて開かれたベトナム・日本ビジネスフォーラム（12月19日於ベトナム大使館）とワーキングセッション（21日於Gozar新宿御苑）に出席依頼があり、それぞれ福井大理事および附属国際原子力工学研究所長が、ベトナム商工大臣やEPU学長他の前で福井大学附属国際原子力工学研究所のこれまでのベトナムとの交流実績を紹介した。

この会合中に福井大学と長岡技術大学とEPUがカリキュラムの検討や今後の連携について話し合った他、ワーキングセッションではホーチミン市立工商大学から福井大学との連携の可能性について打診があった。



(a) ベトナム・日本ビジネスフォーラムでの末理事の講演



(b) 福井大・長岡技大・EPUカリキュラム検討会議



(c) ワーキングセッションでの講演



(d) ワーキングセッションでの記念撮影

図 3.2-1 EPU との交流

② 敦賀地区国際セミナーへの参加・プレスクールの検討

若狭湾エネルギー研究センターが行ったアジアの原子力導入国の政府系機関の人材育成事業において、学生の参加を促し、これらの研修事業のプレスクールについて検討した。

- ・原子力プラント安全コース（9月16日～10月11日）に4名
- ・原子力行政コース（12月2日～20日）に2名

さらに、本年度、「原子力の未来 エネルギー確保、脱炭素そして地域振興」をテーマとして開催されたつるが国際シンポジウム（11月23日、23日）に福井大学生1名が参加した。

以下、若狭湾エネルギー研究センターの人材育成事業に参加した学生の感想である。

・日本人学生(M1)、「IAEA安全基準」、「東京電力福島第一原子力発電所事故の概要及び技術的課題と得られた教訓」に参加

最初は英語でのセミナーということで、内容についていけるか不安がありましたが、講師の方が日本人だったこともあり、英語でも比較的聞き取りやすく、概ね理解することができました。講演の中では、講師の方や参加していた外国人の方々とディスカッションを行う場面もあり、さまざまな国の状況を知る貴重な機会となりました。日本人のリスク認知の傾向や原子力発電に対する理解の課題が話題となりましたが、同様の課題が他国にも存在することを実感しました。また、自身の研究と関わりの深い講義を受講したことで、普段は日本の視点から考えていたことを国際的な視点で見直すきっかけにもなりました。さらに、SMRにおける原子力規制など、国際的に注目されているトピックにも触れられており、新たな知見を得ることができたと感じています。

・留学生 (D1)

There are several lectures that are directly related to my current research activities. The most related lecture was the management of radioactive waste delivered by Prof. Kawasaki Daisuke from University of Fukui. The lecture started with the classification of radioactive wastes, and then continued with the processes for Low-Level Waste (LLW) and High-Level Waste (HLW) in Japan, and ended with the deep geological disposal and its long-term safety assessment. The radioactive waste mostly comes from nuclear power plants in Japan and compared to my current research that is related to the waste management in Malaysia, most of the radioactive waste comes from the institutional radioactive waste and the waste are classified as low and intermediate level waste.

The outline of Project Management for Nuclear Power Plant Construction delivered by Mr. Fujinaka from Japan Atomic Power Company (JAPC) is also one of the lectures that is important for my current research. Even though the topic is focused on the nuclear power plant, the activities most likely can be used for repository construction. After the government of Malaysia finalised the site for repository, the repository estimated to be constructed in 2045. The process for the site selection, environmental survey, installation permission, construction and pre-service inspection can also be implemented for the repository of the radioactive waste.

The lecture on Human Resources Development for Nuclear Power delivered by Mr. Yamashita from Japan Information and Culture Centre (JICC) is also important to understand the role and function of university, training facilities and Japan Nuclear HRD Network (JN-HRD). The lecture gives a new understanding to keep the networking process in order to establish certain projects. In Malaysia's situation, the relationship

between Malaysia and Japan should be established in the future whether the relationship between the university, research institutes, or the Japanese Government. It is important to change opinion, expertise and experience for the nuclear power program and radioactive waste management especially related to the current research project on developing a repository of radioactive waste in Malaysia.

③ オンタリオ工科大学との連携（福井工業大学）

令和 5 年度に実施したオンタリオ工科大学教員のセミナーについてのアンケート結果を含む実施結果を基に、令和 6 年度の実施時期、実施場所、内容などの改良計画を策定し、オンタリオ工科大学教員のセミナーを対面及び遠隔で実施した。さらに、オンタリオ工科大学を窓口とした海外の大学、企業、研究機関、行政等との連携については、令和 5 年度実施結果を基に、将来の学生派遣を念頭において、連携候補、連携方法、連携内容などの検討を行った。

表 3.2-1 にセミナー実施概要を、図 3.2-2 にセミナー実施風景を例示した。なお、セミナーに使用した教材は、サーバー上で公開した。セミナー参加者のアンケート結果例を図 3.2-3、図 3.2-4 及び図 3.2-5 に示した。アンケート対象は学生参加者のみとした。

表 3.2-1 オンタリオ工科大学教員セミナー実施概要

項目		内容
講演者		Harvel 教授 オンタリオ工科大学
実施方法		対面及び遠隔（ZOOM）
セミナー 1	実施日時/場所	2024 年 10 月 18 日（金）10:30～12:00/福井工業大学
	タイトル	Nuclear Energy Role in Achieving Carbon Net Zero in Canada
	受講者	対面：福井工大生 20, 社会人 7（社会人：遠隔 1）：計 28
	アンケート	回収 19、5 段階評価で平均 1.3 ポイント上昇（最大 2.0、最小 0）
セミナー 2	実施日時/場所	2024 年 10 月 19 日（土）11:00～12:00/福井大学国際原子力工学研究所
	タイトル	Decommissioning and Protection of the Environment
	受講者	対面：福井大生 4, 福井大院生 7, 高校生 4, 社会人 5: 計 20
	アンケート	回収 10、5 段階評価で、平均 1.0 ポイント上昇（最大 1.3、最小 0）
セミナー 3	実施日時/場所	2024 年 10 月 21 日（月）14:40～16:10/名古屋大学
	タイトル	Emerging Trends and Challenges in the Canadian Nuclear Sector
	受講者	対面：名大生 2, 名大院生 25, 社会人 2: 計 29
	アンケート	回収 23、5 段階評価で、平均 1.7 ポイント上昇（最大 2.6、最小 0.2）
セミナー 4	実施日時/場所	2024 年 10 月 22 日（火）14:20～15:40/福井工業大学
	タイトル	Decommissioning and Protection of the Environment
	受講者	対面：福井工大生 10,（他学院生：遠隔 2），（社会人：遠隔 1）：計 13
	アンケート	回収 9、5 段階評価で平均 1.1 ポイント上昇（最大 1.8、最小 0.2）



図 3.2-2 オンタリオ工科大学教員第3回セミナー風景

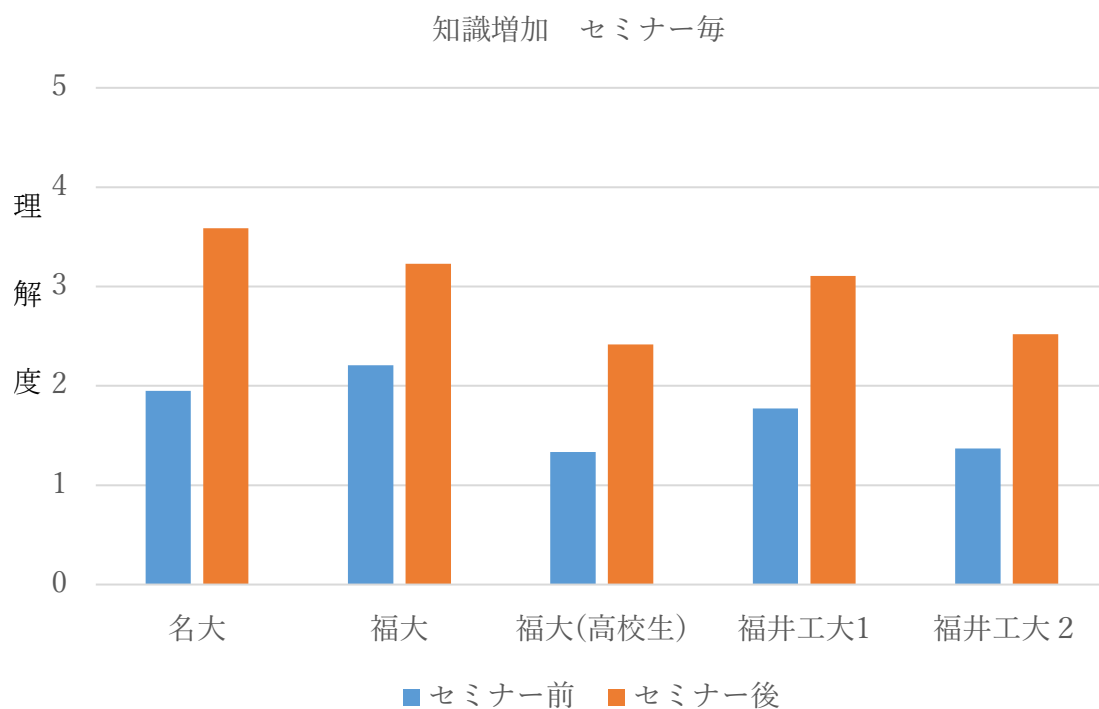


図 3.2-3 令和5年度アンケート結果例（知識増加：セミナー毎）

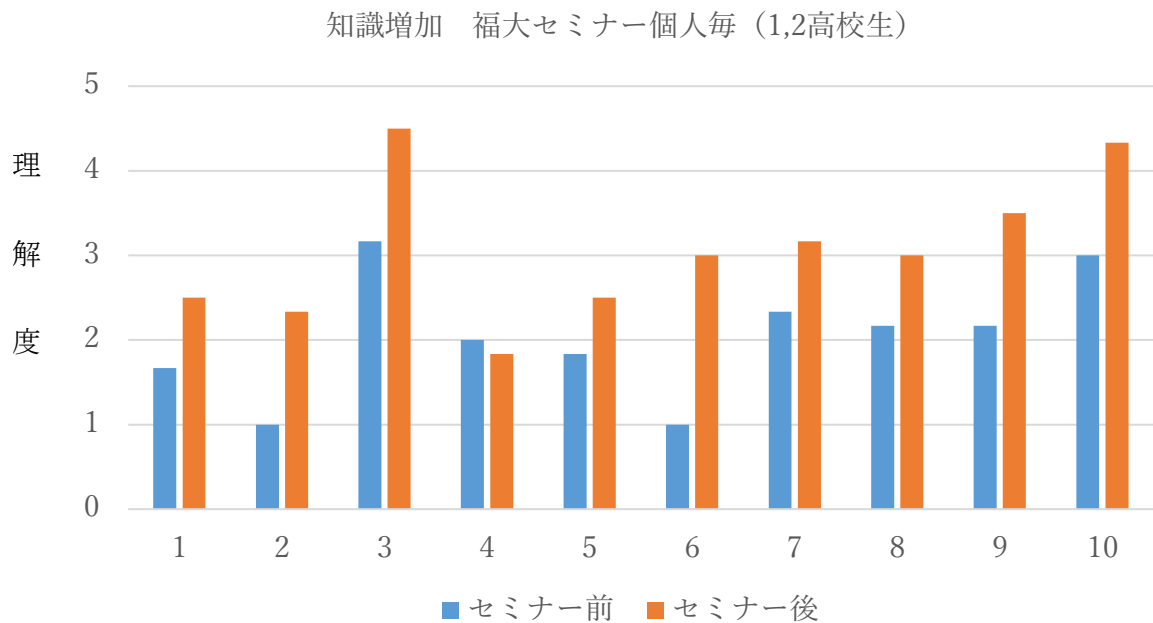


図 3.2-4 令和 6 年度アンケート結果例（知識増加：福大セミナー個人毎）

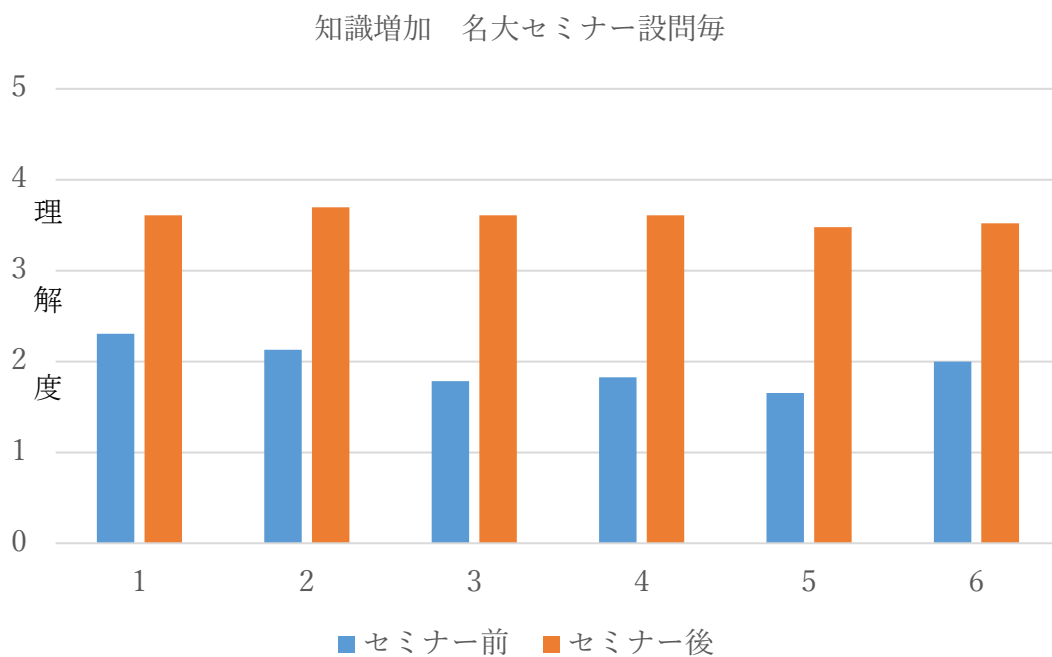


図 3.2-5 令和 6 年度アンケート結果例（知識増加：名大セミナー設問毎）

オンタリオ工科大学を窓口とした海外の大学、企業、研究機関、行政等との連携検討結果を表 3.2-2 及び表 3.2-3 に示す。表 3.2-2 に示すように、カナダでは、革新炉（小型モジュール炉：SMR）の開発を進めている。第一カテゴリーは、既存の軽水炉（LWR）技術を活用する第 3 世代＋原子炉である。このうち、BWRX-300 は、オンタリオ州を含め、複数の州が建設を予定し、また、米国（TVA）、ポーランドと協力して標準化を進めている。米国での検討が遅れている VOYGR も、

カナダでは、検討を継続している。第二カテゴリーの第 4 世代炉に属するナトリウム冷却炉、熔融塩炉及びペベルベッド型も、順調に検討が進められている。

上記の SMR は、KW 当たりの建設コスト等が、大型炉に比べ割高になることから、カナダでも、原子力開発の見直しが行われている。例えばオンタリオ州 Bruce Power では、大型炉の建設計画も表明している。第三カテゴリーの超小型炉（マイクロ - SMR）は、カナダに多数存在する遠隔コミュニティのエネルギー源として大きな期待の下に開発が行われている。

表 3.2-2 カナダで開発中の革新炉（SMR）

分類	型名	形式	供給者	出力	建設予定地	運開計画
LWR	BWRX-300	BWR	GE-H	300	Darlington, Ontario	2028
					Saskatchewan	2034 ~
	VOYGR	PWR	NuScale	77x4, 6, 12	Bruce Power Ontario	(2029)
GEN-IV	ARC-100	Liquid Sodium FR	ARC Clean Energy	100	Point Lepreau, New Brunswick	2029
	SSR (Stable Salt Reactor)	MSR (Molten Salt Reactor)	Moltex	300		2030
	IMSR		Terrestrial Energy	200	Alberta	>2030
	Xe-100	Pebble Bed	X energy	80x4		>2030
μ -SMR	KRONOS MMR	HTGR	NANO Nuclear Energy	5-10	Chalk River, Ontario	Changed from 2026
	e-Vinci	Heat Pipe	WH	0-5	Site Unknown (Saskatchewan)	>2030

表 3.2-2 に示したカナダでの革新炉の開発計画及び大型炉の開発計画を基に、将来の学生派遣先の検討を行った。検討結果を表 3.3 に示すが、カナダの電力会社については、オンタリオ州の 2 社（ブルース電力及びオンタリオ電力）、ニューブランズウィック州及びサスカチュワン州のそれぞれの電力会社を選定した。研究所は、チョークリバー 1 カ所を検討対象とした。企業としては、GE-HITACH、ARC Clean Energy、Moltex、NANO Nuclear Energy、WH、NuScale、Holtech、X-energy 及び Terrestrial Energy の 9 社を選定した。それぞれの選定理由を表 3.2-3 に示している。NANO Nuclear Energy 社は、Global First Power 社破産に伴い、同社の MMR に関する権利を 2025 年 1 月に取得し、その名称を KRONOS MMR と変更したが、KRONOS MMR のカナダでの建設計画を継続すると表明している。

カナダでは、高レベル放射性廃棄物の深地層処分地が決定したこともあり、学生派遣を行う場合には、核燃料廃棄物管理機構（NWMO）関連施設も学生派遣検討対象とした。深地層処分候補地は、2024 年 11 月にカナダ オンタリオ州ワビグーン湖オジブウェイ族（WLON）テリトリーに決まったが、WLON の首長は、「WLON は、カナダの使用済み核燃料の潜在的なホストとしての役割を、現代の最も重要な責任の 1 つと考えている。私たちはこの課題を無視して、将来の世代に負担をかけることはできない」とその社会的責任を強調している。このような、カナダの地域住民の考えを日本の学生に学ばせることは有意義である。

地域住民が原子力に肯定的な他の例としては、新規原子力発電所立地がある。オンタリオ州政府は 2025 年 1 月 15 日、同州のポートホープ自治体とファースト・ネーションズ（先住民族の一つ）からの要望に応え、オンタリオ電力に、ウェスリービル（Wesleyville）サイトでの原子力発電所建設の可能性を探るよう要請した。ウェスリービル・サイトはオンタリオ湖のほとりにある 1,300 エーカー（約 5.26 km²）の敷地であり、オンタリオ電力の前身であるオンタリオ・ハイドロ社は、1970 年代後半に石油火力発電所の建設を計画していたが、1979 年のオイルショックと不況のためにプロジェクトは中止された。オンタリオ電力は、オンタリオ州での新設需要に備え、サイトを維持してきた。ウェスリービル・サイトはすでに電源開発地に分類されており、既存の送電網、鉄道、道路インフラに近接している。オンタリオ電力の初期評価によると、サイトでは最大 1,000 万 kWe の原子力発電所の建設が可能である。オンタリオ電力によると、「新たな原子力発電の可能性を探るにあたり、透明性を徹底したプロセスと、多くの意見する機会、ホストコミュニティとこの土地を伝統的な領土とするファースト・ネーションズとの強力なパートナーシップの構築を約束する。関係するすべての利害関係者と権利所有者の意見に耳を傾け、彼らの明確な支援によってのみ開発を進める」とのことである。現在、原子力はオンタリオ州の電力の半分以上を供給している。オンタリオ州によると、エネルギー需要は 2050 年までに 75% の増加する。主に州の人口の急激な増加、新しい産業施設、人工知能（AI）向けデータセンター、産業の電化、電気自動車の充電エネルギーによる需要増があるとしている。

CANDU 炉は、1950 年代後半から連邦政府直轄のカナダ原子力公社（AECL）が主体となり、カナダが独自に開発し実用化した重水炉であり、現在、カナダ国内で稼働するすべての原子炉が CANDU 炉である。CANDU 炉はカナダの他、アルゼンチン、中国、韓国、ルーマニアで稼働中である。CANDU 炉には、カナダ国内に 250 企業以上、専門的および熟練したスキルを有する 76,000 人もの従業員を抱える CANDU 炉の一大サプライチェーンが確立している。なお、AECL の原子炉部門は 2011 年、SNC-ラバリン社に売却されている。

カナダの原子力規制については、以下のとおりである。1946 年 10 月 12 日、カナダ政府は原子力管理法（Atomic Energy Control Act）を公布した。この法律の下で、「原子力の開発、応用及び利用の管理及び監督を提供し、カナダが原子力の国際的管理の措置に効果的に参加できるようにする」ための規制機関として原子力管理委員会（Atomic Energy Control Board）が設立された。2000 年 5 月 31 日、原子力安全管理法（Nuclear Safety and Control Act : NSCA）が原子力管理法に取って代わり、カナダ原子力安全委員会（Canadian Nuclear Safety Commission : CNSC）が設立された。この新法は、CNSC に、カナダにおける原子力の開発、製造及び利用と、核物質、指定された設備及び指定された情報の製造、所有及び使用を規制する権限を与えている。カナダで原子力プラントを建設しようとするベンダーは、CNSC の Vendor Design

Review: VDR を任意で受けることができる。これは、CNSC の職員が設計の早い段階でベンダーにフィードバックを提供し、規制上の要件などを検証できる仕組みである。VDR を完了させることで、供給者は新しい設計の認可手続き上において基本的な問題点を特定し、あらかじめ解決できる。同時に、プラントを導入する電力会社にとっても予見可能性を高めるものとなる。

一般的な VDR は 3 段階構成である。

- ①規制基準全般の適合評価
- ②許認可上障害となる点の特定
- ③指摘事項を解決するフォローアップ

現時点では、CANDU 炉だけが CNSC の VDR の 3 段階すべてを完了している。

表 3.2-3 学生派遣のためのオンタリオ工科大学との連携検討

分類	学生派遣のための連携検討	検討理由
規制当局	原子力安全委員会 (CNSC)	カナダの規制当局
機構	核燃料廃棄物管理機構	高レベル放射性廃棄物の深地層処分担当
電力会社	Bruce Power	大型炉の建設計画及び VOYAGE を検討
	Ontario Power	Darlington 発電所で GE-HITACHI 社の SMR を建設計画
	New Brunswick 州営電力	Point Lepreau 発電所で第 4 世代炉 (ARC-100, SSR) の建設を計画
	SaskPower	Ontario 州での SMR 建設に引き続き、Saskatchewan 州で 4 基の GE-HITACHI 社の SMR を建設計画
研究所	Chalk River 研究所	NANO Nuclear Energy (KRONOS MMR) と WH(e-Vinci) 製超小型炉を建設計画
企業	GE-HITACH	BWRX-300 を OntarioPower 及び SaskPower が建設予定
	ARC Clean Energy	ARC-100 を NB Power が建設予定
	Moltex	SSR (Stable Salt Reactor) を NB Power が建設予定
	NANO Nuclear Energy	KRONOS MMR を Chalk River 研究所に建設予定
	WH	e-Vinci を Chalk River 研究所に建設予定
	NuScale	Bruce Power が VOYAGE を検討中
	Holtech	NB Power SMR-160 を検討中
	X-energy	Alberta が Xe-100 を検討中
	Terrestrial Energy	Alberta が IMSR を検討中
	Atkins Réalis 社	CANDU 第 3 世代+炉 MONARK を開発中

オンタリオ工科大学教員セミナーを通して、参加学生が、カナダの原子力事情を理解し、国際感覚を身に着けたと考えている。カナダは、天然ウラン、重水減速、オンライン燃料取換の CANDU 炉のように、欧米とは異なる戦略で原子力開発を行ってきた。近年、カナダにおける革新炉の開発は、世界と協調し、世界に先駆け、小型原子炉 (SMR) 開発を行おうとしている。また、

カナダにおいては、カーボンゼロの達成のためには、原子力が必要不可欠であり、原子力の推進のためには、先住民を含む周辺住民との関係が、最も重要であるとの認識を学生が共有したと考えている。

オンタリオ工科大学を窓口とした連携検討では、カナダでは、カーボンゼロの実現に積極的であり、従来から原子力推進を行っているオンタリオ州及びニューブランズウィック州に加えて、従来原子力発電を行っていなかったサスカチュワン州及びアルバータ州も、原子力発電所建設構想がある。オンタリオ工科大学を窓口としたカナダの組織との連携を行い、カナダへの学生派遣を可能にすれば、原子力人材育成（学生の教育）に多大の効果があると考えている。

まとめ

この事業では、福井工業大学の基本教育カリキュラムに加え、これまで行ってきた原子力人材育成で培ったリソースを基に、オンタリオ工科大学等との連携をおこなった。学生アンケートにより、学生の理解度を把握し、学生の理解を深めるための方策を検討し、実施方法の改善に努めた。参加学生の原子力に対する理解を深め、今後の進路決定に役立つ内容であったと考える。今後も、継続して、同様の人材育成を行っていく。特に、オンタリオ工科大学等との連携については、令和8年度以降に学生のカナダ研修を検討する予定である。

3.3 産学連携

① 大飯発電所見学

9月5日(木) 午後に「つるが原子力セミナー」現地受講者全員(見学のみを欠席した1名を除く26名)を対象として、関西電力(株)エルガイアおおい、および大飯発電所の見学を実施した。

なお、受講者アンケート結果からは、有意義な見学会であったと考えられる。

(1) エルガイアおおい

13:00～13:30 大飯発電所の概要・安全対策等を受講

16:20～16:40 運転訓練シミュレータを見学

(2) 大飯発電所構内

14:10～15:40 構内見学

- ・使用済燃料ピットとその周辺設備をガラス越しに見学(シースルー)
- ・VRを用いた360°映像により、立入困難な原子炉格納容器等を見学
- ・福島第一事故後に強化した安全対策を構内見学バスの車窓から見学

15:40～16:00 質疑応答



大飯発電所の概要・安全対策等を受講
(エルガイアおおい)



運転訓練シミュレータを見学
(エルガイアおおい)



集合写真
(大飯発電所ビジターズハウス外)

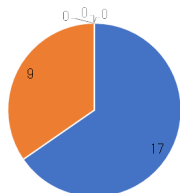


質疑応答
(大飯発電所ビジターズハウス内)

(3) 受講者アンケートの結果

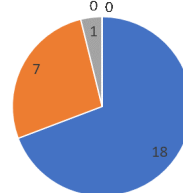
熱心なご見学のうえ、活発な質問もあり、アンケート結果からも、受講者にとって有意義な見学会であったと考えられる。

Q 1. 見学全般としての感想（満足度）をお聞かせください。



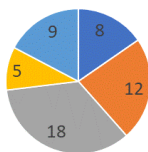
- a. 大変よかった (とても満足)
- b. よかった (満足)
- c. ふつう
- d. よくなかった (やや不満足)
- e. 大変よくなかった (とても不満足)

Q 2. 原子力発電所における安全等へ取り組みについて、理解が深まりましたか。



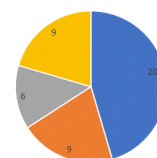
- a. 大変理解が深まった (または、大変勉強になった)
- b. 理解が深まった (または、勉強になった)
- c. ふつう
- d. 理解できなかった (または、あまり勉強にならなかった)
- e. 全く理解できなかった (または、勉強にならなかった)

Q 3. 今回の見学で特に興味深かったものをお聞かせください (複数選択可)



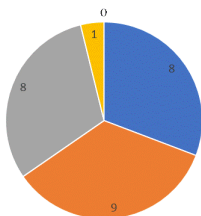
- a. 大飯発電所の概要・安全対策等の講義
- b. 運転訓練シミュレータ (実際の中央制御室と同等) をガラス越しに見学
- c. 使用済燃料ピットとその周辺設備をガラス越しに見学
- d. VRを用いた360°映像により、立入困難な原子炉格納容器等を見学
- e. 福島第一事故後に強化した安全対策を構内見学バスの車窓から見学

Q 4. 大飯発電所以外に見学したい施設があればお聞かせください (複数選択可)



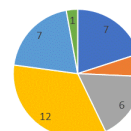
- a. 廃止措置中の原子炉格納容器・タービン建屋等の内部 (美浜発電所1/2号機)
- b. 原子力発電所の主要機器の構造が分かる研修訓練施設 (原子力研修センター)
- c. 原子力発電所の経年劣化や人間工学等の研究施設 (原子力安全システム研究所)
- d. 原子力発電所の大規模振動時にロボット派遣等の支援を行う施設 (美浜原子力緊急事態支援センター)

Q 5-1. 原子力関係の仕事に就きたいと考えていますか。



- a. 就きたい
- b. できれば就きたい
- c. どちらともいえない
- d. できれば就きたくない
- e. 就きたくない

Q 5-2. 前問 (Q5-1) で「就きたい」「できれば就きたい」の場合、どのような分野・職種に興味がありますか。 (複数選択可)



- a. 発電所の運転・保守管理・安全管理等 (主に電力会社の仕事)
- b. 現場設備の点検・修繕・放射線管理・安全管理等 (主に協力会社の仕事)
- c. 発電所全体・設備・燃料等の建設・製造・改良等 (主にメーカーの仕事)
- d. 研究炉等、新技術にかかる研究・開発等 (主に大学、JAEA、メーカーの仕事)
- e. 原子炉等の新基準の制改定・許認可・規制検査業務等 (主に国の仕事)
- f. その他

3.4 その他

①「もんじゅ」サイト新研究炉における人材育成の検討

3月31日に行われた人材育成事業の第2回の実験・実習グループ会議にて、3月17日に若狭湾エネルギー研究センターで行われた JAEA/京大/福井大の共同研究「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」第3回コンソーシアム会合の内容を紹介し、試験研究炉を用いた人材育成等について検討した。

4. 結言

この事業では、福井大学が中心となり福井工大、日本原子力研究開発機構、関西電力、日本原電および若狭湾エネルギー研究センターが連携し、大阪大学や東京都市大の協力も得て、全国の大学生および高専生に対し福井県にある原子力施設を用いた実践的な実験・実習、「つるが原子力セミナー」を実施した他、各機関独自の国際的な人材育成活動に受講生を提供した。

本年度のつるが原子力セミナーは、昨年度までと異なり、アイソトープ実習を廃止した一方で、これまで7つの実習の1つとして実施してきた原子力施設インターンシップを全員が参加する大飯発電所見学に変えた。残念ながら台風の影響で、基調講演をオンラインのみ、また各実習を1.5日で実施したため少しタイトなスケジュールとなった。それでも学生へのアンケート結果からは、普段体験できないような貴重な体験をできたようで、十分満足したようであった。さらに、初日の基調講演はオンラインでのみ行わざるをえなかったが、最近の学生はオンラインでの受講になれているようで、大変活発な質疑応答がなされた。

また、それ以外の人材育成事業も計画通りにおこなわれたが、ベトナム交流に関しては、ベトナムの原子力人材育成に関して EPU 学長他およびベトナム商工大臣他と対面でのやり取りを行うことができた。

次年度はこれらの状況を踏まえ、各活動の内容をブラッシュアップする予定である。

付録

「つるが原子力セミナー」の募集案内 HP に掲載された各実験・実習の詳細（R6 年度版）

①廃止措置技術セミナー(福井大学)



【概要】原子力施設内の機器の解体作業計画について検討・立案をグループに分かれて実施します。作業内容によって異なる人工数や費用、機器解体によって発生する放射性廃棄物のレベル区分や管理も考慮に入れ、プロジェクト・マネジメントの基礎を学びます。JAEAスマデコ施設においては、MR・VR技術の体験や、レーザー技術など、施設の見学や説明、実習を通じて廃止措置に役立てる先端技術の開発について紹介します。

【募集対象・人数】高専生、大学生、大学院生(最大10名)

【実習の魅力】プロジェクト・マネジメントの基本となる人工数計算や作業計画作成、PERTを用いた作業期間計算を、実際の廃止措置現場(ふげん)を題材に演習します。また、最先端のVR・MR技術を体験しつつ、廃止措置現場(ふげん)の3次元的に把握することができます。

【注意点】演習での計算と発表資料作成のためにExcelとPowerPointの入ったノートPCをご持参ください。

1

①廃止措置技術セミナー(福井大学)



日程	場所	内容
9/3 (火)	福井大学 敦賀キャンパス JAEA敦賀事業本部	【午前】 ・わが国における廃止措置の動向 ・廃止措置で発生する放射性廃棄物 ・ふげんの廃止措置の状況 【午後】 ・JAEAスマデコ施設見学 ・MR・VR体験
9/4 (水)	福井大学 敦賀キャンパス	【午前】 ・作業計画の検討(WBSの作成/作業人工数・作業期間の計算) 【午後】 ・作業計画の検討(PERT) ・作業計画の検討(諸壁の評価と最適化)
9/5 (木)	福井大学 敦賀キャンパス	【午前】 ・演習のまとめ・成果発表 【午後】 ・全体イベント(発電所見学)

先端技術開発の状況を学ぶ。MR・VR技術を体験するとともに、解体対象機器を3次元的に把握。

廃止措置作業計画立案で考慮すべき諸項目について演習。人工数や廃棄物発生量等の項目を評価。

演習の成果を発表し、討論を行う。

【集合場所】3日間とも福井大学敦賀キャンパスに集合してください。

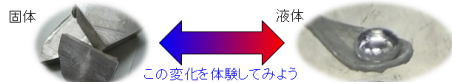
2

②液体ナトリウムの取扱技術に関する実習(JAEA) 1/2



【概要】「ナトリウム」という物質を知っていますか？

ナトリウムは、融点約98℃のため室温では固体で表面には金属光沢があります。液体(98℃以上)では、水のようにサラサラになります。そんなナトリウムは高速炉の冷却材として、使用されています。



液体ナトリウムは下の写真のように、金属板上で液滴状になる場合があります。実習では、液体ナトリウムの取扱実験と特性の一つである濡れ性の実験を行い、ナトリウムの基礎的な知見を習得(体験)します。



金属板上の液体ナトリウム液滴

②液体ナトリウムの取扱技術に関する実習(JAEA) 2/2



【人材】物理現象の実験を自分で実施し、変化を体感し理由を考える、現象を理解する、そんなことができる人材を育成します。

【対象】高専生、大学生(学部生、大学院生)

【最大受入人数】4名

【施設】JAEA白木 ナトリウム工学研究施設(高純度アルゴン雰囲気グローブボックス、濡れ性評価装置等)

【実施場所】福井県敦賀市白木1丁目

日程	カリキュラム
1日目	・高速炉の特徴、ナトリウムの性質に関する講義 ・実習内容の説明、ナトリウム取扱実習
2日目	・実験準備 ・液体ナトリウムの濡れ性評価実験
3日目	・午前:まとめ、発表資料作成 ・午後:(大観)発電所見学



実験に使用する装置

※集合場所:福井大学敦賀キャンパス(バスで実施場所に移動します)

※実習会場近くにはコンビニがありませんので、昼食は各自持参してください。

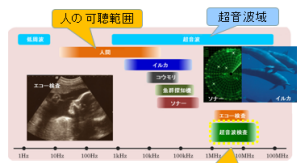
③非破壊検査技術に関する実習(JAEA) 1/2



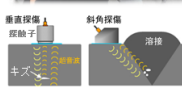
【概要】「超音波」で見えないキズを見つけよう。

本実習では産業界で広く使われている超音波検査の基礎を学びます。

超音波検査装置を使用して試験体内のキズを見つけ、キズの位置やサイズを評価します。さらにJAEAで開発中の電磁超音波探傷に触れ、信号処理プログラムの作成に挑戦します。



「超音波」は聞こえませんが、見えないキズを検知できます。



実習での超音波検査例

③非破壊検査技術に関する実習(JAEA) 2/2



【人材】超音波による非破壊検査について、原理・特性を理解し、活用できる人材を育成します。

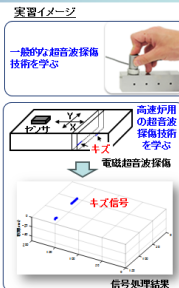
【対象】高専生、大学生(学部生、大学院生)

【最大受入人数】2名

【施設】JAEA白木 研究棟(実験室)

【実施場所】福井県敦賀市白木1丁目

日程	カリキュラム
1日目	・高速炉の特徴、ナトリウムの性質に関する講義 ・高速炉の検査に関する講義、実習内容の説明 ・超音波探傷実験
2日目	・超音波探傷実験、信号処理プログラムの基礎習得
3日目	・午前:結果整理、発表資料作成 ・午後:(大観)発電所見学



※集合場所:福井大学敦賀キャンパス(バスで実施場所に移動します)

※実習会場近くにはコンビニがありませんので、昼食は各自持参してください。

④レーザー除染メカニズムに関する実習(JAEA)1/2

【概要】原子炉施設の廃止措置時の構造物解体では、作業者の被ばく量低減のため、レーザー除染技術の適用が期待されている。これは構造物表面部を高速でレーザースキャンし、表面部に付着した放射性物質を剥離させて、放射線を低減する技術である。本実習では高パワー密度レーザーを用いた実験と計測を行い、除染メカニズムの検討、考察を行う。

【人材】原子炉の廃止措置へのレーザー除染技術の活用等の、レーザー技術を用いた原子炉施設へ適用するための知見が得られる。

【対象】大学生(学部制、大学院生)

【施設】JAEA木崎 レーザー実験室(1.5kWファイバーレーザー照射実験装置)

【実施場所】福井県敦賀市木崎65-20

【最大受入人数】2名

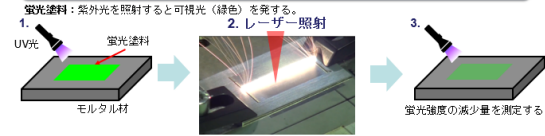
日程	カリキュラム
1日目	・実習の概要説明 ・レーザー加工に関する概要説明 ・レーザー施設実験
2日目	・剥離量計測 ・計測結果の考察・まとめ、発表資料作成
3日目	・午休・発表リハ・サール ・午休・(大抵)発電所見学

※集合場所:福井大学数営キャンパス(バスで実施場所に移動します。)

※星島は 併当注意できませんので、当日報、申し出て下さい。

④レーザー除染メカニズムに関する実習(JAEA)2/2

放射性物質を用いて除染を行う事は難しいため、蛍光塗料を模擬的な汚染物質としてレーザー照射による汚染物除去を模擬する。



【実験手順】
1. 紫外光を照射し、蛍光スペクトルを分光器で測定
2. レーザー除染機でモルタル表面の蛍光塗料を塗った場所にレーザーを照射
3. 再び紫外光を照射し、蛍光スペクトルを測定し、蛍光スペクトル強度の減少を確認
蛍光塗料(模擬汚染物質)がモルタル表面から除去されるまで、手順1.→2.→3.を繰り返す。

模擬的な汚染物質として、蛍光塗料を塗ったモルタル材にレーザーを照射することにより、表面がきれいになることを体験しレーザー除染の有効性を確認する。

⑤原子カプラント体感実習研修(日本原電)

【概要】

- ・原子力発電所におけるプラント主要設備の概要、事故時の挙動確認・シビアアクシデントの概要と対策、福島事故の概要等について講義及び原子力発電教育シュレタを用いて体感学習するとともに、原子力施設の見学を実施する。
- ・水と蒸気の実習装置を用いて沸騰実験、熱交換実験、偏流観察を行う。

【人材】

原子カプラントの基礎から事故事象まで、幅広い体感学習を通じて、原子力安全に関する意識と知識を持った人材を育成する。

また、将来原子力分野への就職を視野に入れる若者も育成する。

【対象】

大学生、大学院生等(最大受入人数 10名)

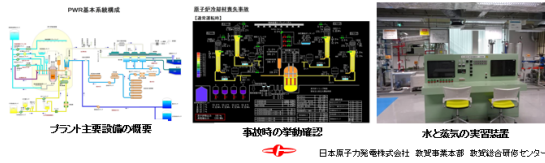


日本原子力発電株式会社 数営事業本部 数営総合研修センター

⑤原子カプラント体感実習研修(日本原電)

【スケジュール】

	研修内容	講義実習内容
1日目	プラント主要設備・運転の概要	講義:プラント主要設備の概要 実習:プラント運転操作 実習:原子力発電教育シュレタによる事故時の挙動確認
2日目	シビアアクシデント概要及びIF事故の概要	講義:シビアアクシデントとアクシデントマネジメント 講義:原子力発電教育シュレタによる挙動確認
3日目	水と蒸気の実習装置を用いた実習 原子力施設視察	実習装置概要説明、沸騰実験・熱交換実験・偏流観察、実験データ整理 関西電力 大飯発電所視察



日本原子力発電株式会社 数営事業本部 数営総合研修センター

大飯発電所見学

【日時】10月5日(木)13:00~15:30

※)12:00頃 福井大学数営キャンパス出発(バス移動)
つるが原子力セミナー受講生の全員が見学予定



場所	概要	内容
原子力PR施設『エルガイア おおい』	・大飯発電所の概要 ・大飯発電所の安全対策	・大飯発電所の概要・安全対策等の講義 ・運転訓練シュレタ(実際の中央制御室と同等)をガラス越しに見学
大飯発電所	・運転訓練シュレタ	・使用済燃料ピットとその周辺設備をガラス越しに見学 ・VRを用いた360℃映像により、立入困難な原子炉格納容器等を見学 ・福島第一事故後に強化した安全対策を構内見学バスの車窓から見学