

令和4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

原子力緊急時の環境影響評価と
廃棄物処理・処分を支える人材育成

成果報告書

令和6年3月

国立大学法人 筑波大学

目 次

1. 事業の概要	1
1.1. 背景.....	1
1.2. 目的.....	1
2. 事業計画.....	2
2.1. 全体計画.....	2
2.2. 令和4年度の計画及び業務の実施方法.....	3
2.3. 体制.....	3
3. 令和4年度の成果	5
3.1. プログラムの実施	5
3.2. プログラム事務局・オンライン窓口の開設、HP更新、講義動画の追加・整備	14
3.3. プログラムOB等による就職説明会	15
3.4. プログラム修了生の進路.....	15
4. 結言.....	16

1. 事業の概要

1.1. 背景

我が国の原子力人材育成は旧来、工学部の原子力関連学科や、医学部医療関連学科等により、原子力管理技術、医学療法等の分野を中心に行われてきた。しかしながら、福島第一原子力発電所事故以来、環境中での放射性核種の動態解析や影響評価、モデリング技術を有した人材の不足が顕在化した。これに対し、本学では新たな教育プログラム「原子力災害による環境・生態系影響リスクマネージメント人材育成事業（平成 27-29 年度）」を発足し、さらにそれを今後の原子力分野の最重要課題の 1 つである放射性核種の処理・処分まで発展させた「原子力緊急時対応と放射性廃棄物処理・処分を支える高度人材育成事業（令和 1-3 年度）」を実施し、環境科学・地球科学分野からの体系的・継続的な原子力人材育成に取り組んできた。しかしながら、原子力人材育成作業部会の中間取りまとめ（2016 年 8 月）において、原子力以外の分野の人材へのアプローチが今後の課題として挙げられており、工学を中心とした原子力関連学科以外の学生を対象とした原子力教育および人材獲得・育成は依然として不足していると言える。また、2021 年 10 月に閣議決定された第 6 次エネルギー基本計画では、これまでに引き続き「福島第一原子力発電所事故の経験、反省と教訓を肝に銘じて取り組むことがエネルギー政策の原点」であることが第一に示されている。パブリックコメントでも福島の復興や風評被害への意見が数多く寄せられており、放射性核種による環境や健康への影響という身近な関心に、科学的根拠をもって寄り添える人材は、原子力緊急時対応や放射性廃棄物の処理・処分を進める上で欠かせない。

1.2. 目的

本事業では、東北大学多元物質科学研究所および富山大学地球システム科学科と共同で実施することで、これまでに構築した原子力緊急時の環境影響評価と廃棄物処理・処分に関する人材育成プログラムをさらに他大学の大学院生等を対象に展開し、さらなる育成人数の拡充を図るとともに、地球科学や環境科学、原子力工学中心に、様々な分野の学生に対して原子力分野に関する関心・貢献への動機付けを行うことで、原子力人材獲得機会の増進を目指す。

これを実現させるために、国際的スケールにおける機関横断的な教育体制による専門性に応じた 3 段階の教育プログラム（基礎コース、エキスパートコース、グローバルエキスパートコース）を実施し、行政や教育の立場から国民理解の増進を担う人材を育成するとともに、国内外で課題解決を担うことのできる専門家を育成する。特に、国内外で実習やインターンシップを行い、人的ネットワークの拡大とともに国際的なコミュニケーション能力と世界の原子力課題の理解の向上を図る。また、Web 会議システムを活用したオンライン講義により、ANEC に属する学生や他大学の学生を受け入れ、本プログラムの講義を誰でも視聴可能かつ永続的なオンラインコンテンツとして整備する。

本報告書では、令和 4 年度（8 月～3 月）に実施した内容およびその成果をまとめた。

2. 事業計画

2.1. 全体計画

本業務の全体計画図および教育プログラムの概要を図 2.1-1 および図 2.1-2 に示す。

	令和4年度				令和5年度				令和6年度					
	月	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1	3	
現行プログラムの実施	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
講義のオンライン化				●	●	●	●							
事務局(オンライン窓口)人事・設置準備				●	●	●								
海外実習打ち合わせ	●	●												
新プログラムの実施														
講義科目							●	●				●	●	
国内外 実習科目							●					●		
インターンシップ									●	●			●	●
学会等発表支援	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
OB・OGとの交流 (◆就職説明会)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

図 2.1-1 全体計画図

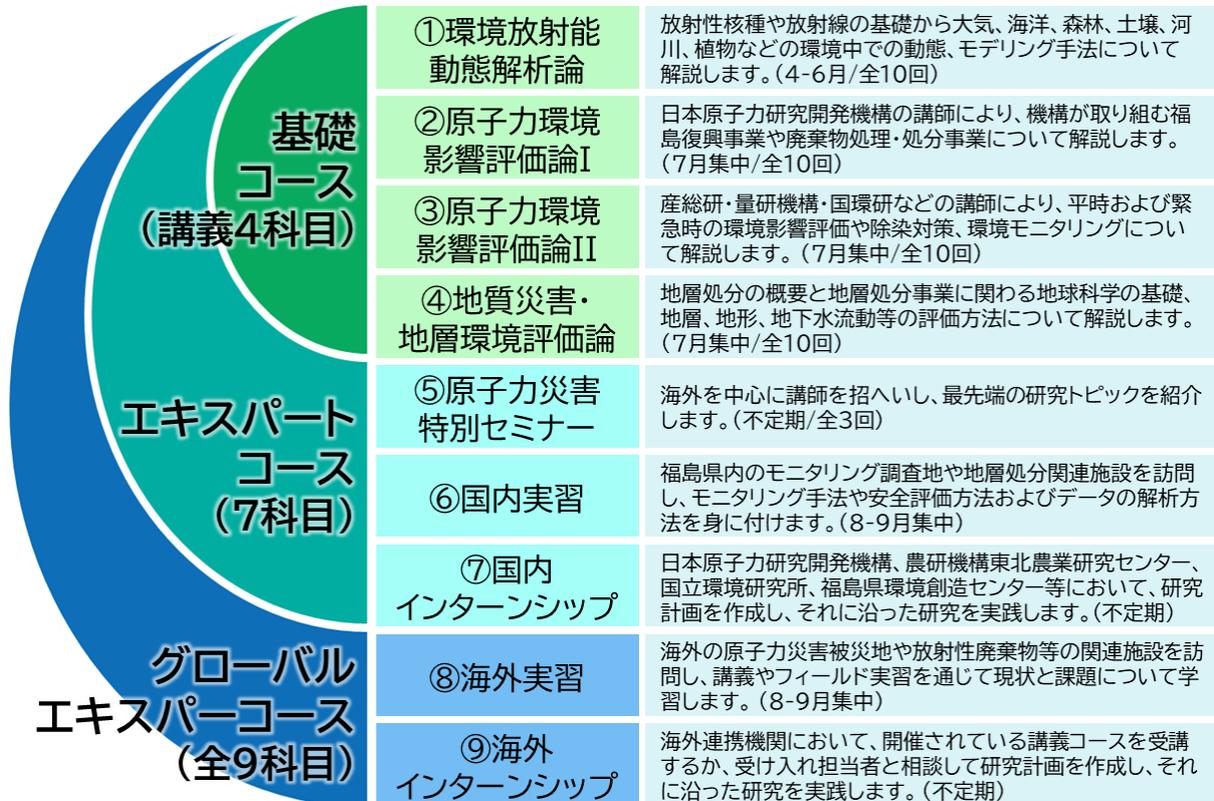


図 2.1-2 教育プログラム概要

2.2. 令和4年度の計画及び業務の実施方法

令和4年度の実施スケジュールを図2.2-1に示す。プログラム9科目（講義5科目、実習2科目、インターンシップ2科目）を実施した。ただし、①から④と⑤の一部については、4月から8月前半にかけて学内予算にて先行して実施し、本補助事業としては、⑤の一部と⑥から⑨について行う。また、令和5年度からの新プログラム準備のため、各科目の教育内容の精査を行うとともに、他大学の学生の受講をよりスムーズにし、増加させるために講義科目のオンライン教材化、質問等を受け付けるオンライン窓口を開設する。また、これまでのプログラムのOB・OG等による就職説明会を実施する。

	学内予算により先行実施							8月22日より交付開始					
	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1) プログラムの実施													
①環境放射能動態解析論		←	→										
②原子力環境影響評価論I					■								
③原子力環境影響評価論II					■								
④地質災害・地層環境評価論					■								
⑤原子力災害特別セミナー						■		■		■			
⑥国内実習（福島・幌延）							■	■					
⑦国内インターンシップ						←	→						
⑧海外実習（アメリカ）							■						
⑨海外インターンシップ										←	→		
(2) HP更新、講義動画の追加・管理							←	→					
(3) オンライン窓口開設													■
(4) OB・OGによる就職説明会等										■		■	

図 2.2-1 令和4年度の実施スケジュール

2.3. 体制

実施体制および他機関との連携体制を図2.3-1および図2.3-2に示す。本事業は筑波大学の取り纏めのもと、東北大学多元物質科学研究所および富山大学地球システム科学科が参画して事業を実施する。国内外の関係機関とも密接に連携を図り、プログラムを円滑に運営する。

特に、令和4年度は日本原子力研究開発機構より10名、国立環境研究所より2名、量子科学技術研究開発機構、産業総合研究所、北海道大学、マサチューセッツ工科大学、コロラド州立大学、リバプール大学より各1名ずつ講師を依頼し（大部分は学内予算で先行実施）、国内実習では日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターに、国内インターンシップでは東北農業研究センターおよび国立環境研究所、海外実習ではアメリカのサバンナリバー国立研究所サイト（国立研究所および生態研究所）、核廃棄物隔離試験施設（WIPP）、カールスバッド環境モニタリング研究センター、ヨルナダ長期生態研究所、ロスアラモス国立研究所、海外インターンシップではニューハンプシャー大学およびパシフィックノースウェスト国立研究所に協力を依頼する。

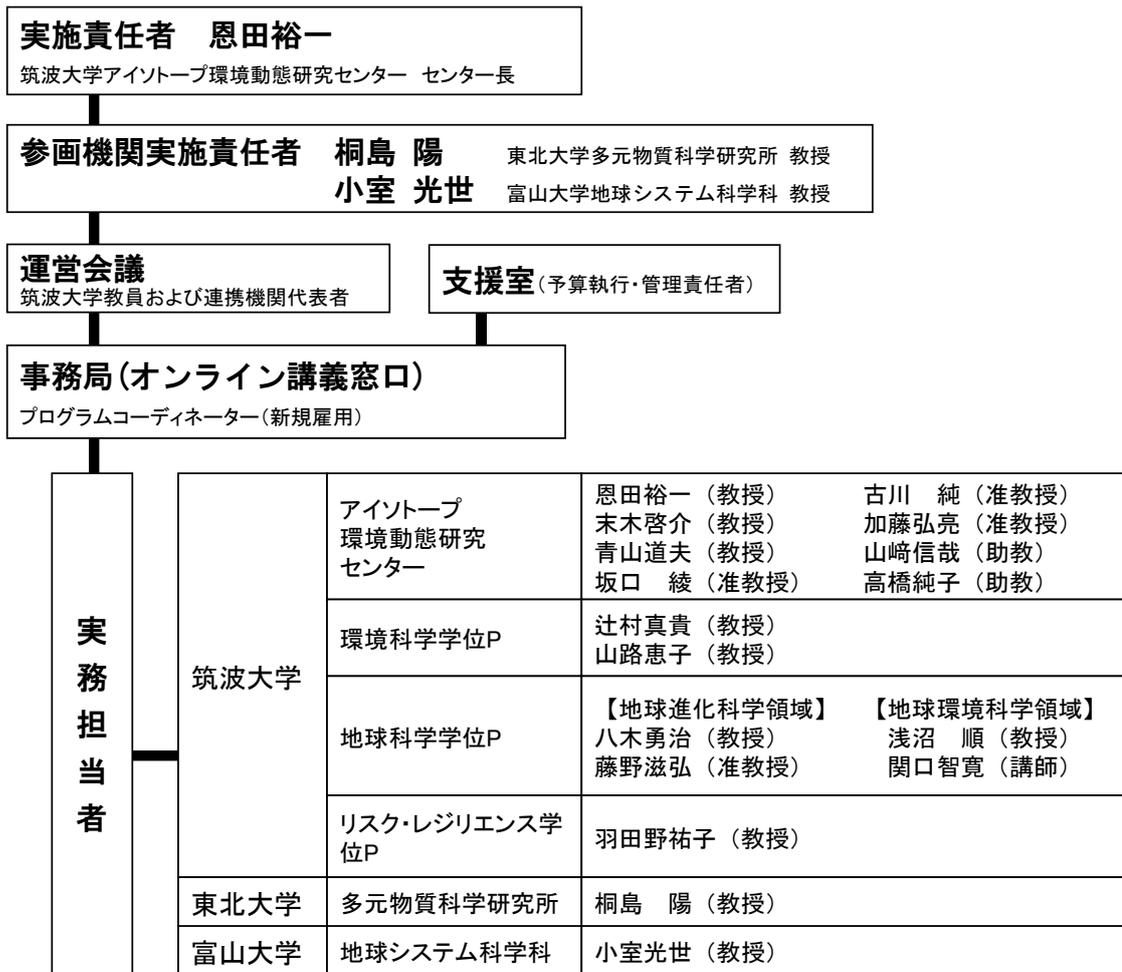


図 2.3-1 プログラムの実施体制

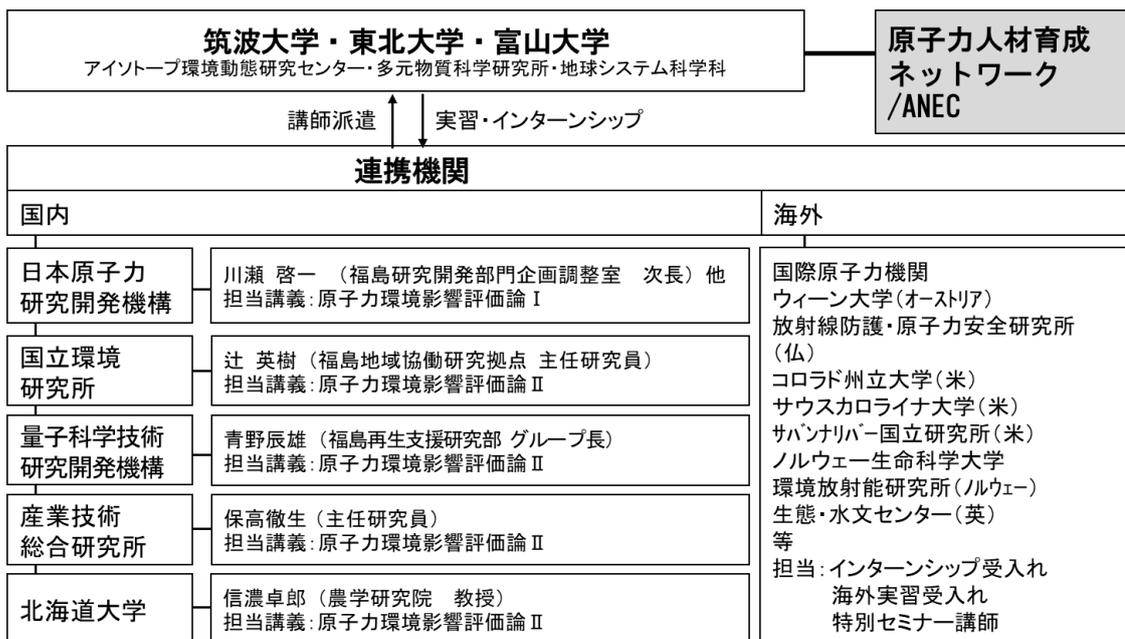


図 2.3-2 関係機関との連携体制

3. 令和4年度の成果

3.1. プログラムの実施

令和4年度は、以下のプログラム9科目を実施した。ただし、①から④と⑤の一部については、4月から8月前半にかけて学内予算にて先行して実施し、本補助事業としては、⑤の一部と⑥から⑨について行った。本報告書では、本補助事業として実施した⑤から⑨の5科目について詳細にまとめた。

[基礎コース]

- ①環境放射能動態解析論（講義）（75分×10回/受講人数：計29名（学外者3名））
- ②原子力環境影響評価論Ⅰ（講義）（75分×10回/受講人数：計22名（学外者3名））
- ③原子力環境影響評価論Ⅱ（講義）（75分×10回/受講人数：計22名（学外者3名））
- ④地質災害・地層環境評価論（講義）（75分×10回/受講人数：計18名（学外者3名））

[エキスパートコース]

- ⑤原子力災害特別セミナー（講義）（75分×10回/受講人数：計13名（学外者3名））

海外から講師を招聘し、以下の研究トピックについての講義・演習を行った。このうち、8月に実施した講義は学内予算による実施であり、2月に実施した講義はオンラインを併用した公開セミナーとし、プログラムHP (<https://enep.ied.tsukuba.ac.jp/news/1969>) や ANEC のメーリングリストで周知を行い、23名（うち学外学生3名、一般3名）の参加があった。13名の学生は10回全ての講義に参加した。

表 3.1-1 原子力災害特別セミナースケジュール

回	日程	時限	テーマ	担当
1	8/3 水	13:00- 15:00	Advanced Environmental Monitoring System (ALTEMIS) New Paradigm of Long-term Monitoring	Haruko M. Wainwright (マサチューセッツ工 科大学)
2	8/4 木		Subsurface Characterization and Model Parameterization across Scales: Groundwater Remediation to Watershed Science	
3	8/22 月		Integration Approaches: Geostatistics on Complex Environmental Datasets	
4	8/23 火		Improving Performance Assessment Methodology for High-level Nuclear Waste Repositories	
5	10/26 水	13:00- 18:00	How Does Radiation Cause Biological Effects?	Thomas Johnson (コロラド州立大学)
6			Background Radiation	
7			Fukushima Research Experiences with Radiation, Students, and Sampling	
8	12/3 土	9:30- 12:30	Lecture on soil erosion processes and the factors that affect soil erosion rates	James Cooper (リバプール大学)
9			Practical work on GIS-based modelling of soil erosion	
10	2/6 月	16:00- 17:30	Overview on some projects going on in Europe on disposal of radioactive waste	Gerhard Proehl (筑波大学客員教授)

⑥国内実習（1泊2日2回/ 受講人数6名）

原子力災害後の環境影響評価に関する実習として、福島県において放射性核種モニタリングのためのサンプル採取や線量測定等を実施し、放射性廃棄物の処理・処分に関する実習として北海道の幌延深地層研究センターの見学を実施した。さらに、北海道の天塩研究林において、環境モニタリング施設の見学を行った。実習の様子を図3.1-1から図3.1-2に示す。

表 3.1-2 国内実習スケジュール

日程		場所・テーマ
9/5 月	午前	福島県川俣町山木屋地区（河川調査地）における実習
	午後	福島県飯舘村飯樋（森林除染地）における実習
9/6 火	午前	福島県浪江町赤宇木地区（森林におけるモニタリング調査地）における実習
	午後	中間貯蔵施設 見学
10/20 木	午後	幌延深地層研究センター・ゆめ地創館の見学
10/21 金	午前	北海道大学天塩研究林における長期森林水文観測施設の見学



図 3.1-1 浪江町の森林における放射性核種動態調査および中間貯蔵施設見学



図 3.1-2 幌延深地層研究センターおよび北海道大学天塩研究林の見学

福島実習のレポートでは、以下のような意見があり、春学期に受けた講義の調査地を実際に訪問することで理解が深まっていることが確認できた。また、福島で研究を行っている一部の学生は、自分の研究を他の履修生に紹介することや、中間貯蔵施設の見学を通して研究に対するモチベーションが上がったことが伺えた。

- 今回の実習で一番大きな収穫は、今学期勉強した講義資料の中の抽象的な内容を实际的に、具体的に理解できたことである。
- 初めて中間貯蔵施設を見学したが、普段福島調査の移動中に見る大型トラックはこの中間貯蔵施設に来ているのかと思うと、長い時間を経た現在でも除染活動が行われていることを実感し、除染土壌を貯蔵するための膨大な敷地は、多くの地域住民による協力のもとで成り立っていると考えると、今後の土壌の行先も、多くの人の協力で成り立つのだと改めて感じた。福島のことを勉強するほど、日本全体で活動すべき問題であり、私は土壌の受け入れを反対せずに積極的に有効利用すべきだと感じた。そのためにも、自分たちの研究室が行う研究は、行うだけでなく地域住民に伝えることも重要である。自分の研究がどのように還元されるのか、役に立つのかを考え直して研究に取り組んで行きたい。

北海道実習では、幌延深地層研究センターで行われている種々の研究のうち、とくに地下水流動の研究、人工バリア性能確認試験に興味を持った学生が多いようであった。また、研究のみならず普及に向けた活動、特に住民との関わり合いに着目した学生は、実習後さらに「幌延用における深地層の研究に関する協定（三者協定）」について調べてレポートにまとめており、以下のような感想を持ったようであった。

- 調べていく中で最も重要だと感じたのは、地元行事に積極的に参加している点である。三者協定によって約束が締結されているとはいえ、研究者には近づきにくい、約束が本当に守られているのだろうかと感じる住民もいるであろう。そのような中で、一方的に理解を求めるのではなく、自らも相手のことを理解し、相互に協力関係を築ける活動を行えているのは素晴らしいことであると感じた。

北海道大学天塩研究林では、放射性核種の測定こそ実施されていないものの、長期に渡る様々な環境モニタリング手法は放射性核種動態のモニタリングにおいても多いに参考になる。以下の感想のようにその充実した研究施設・研究内容に圧倒された学生もおり、「福島の調査地と比べ、規模の違いを感じた」という意見には、教員側も福島の調査地をより充実させ、そして長期的に研究を実施していきたいというモチベーションを改めて感じさせた。

- 天塩演習林は膨大な敷地を持つ演習林であり、さまざまな地質、地形、植生が存在する。そのため、1つの演習林内で、それぞれを比較対照にした研究が過去にされていること、今後もできることが素晴らしいと思った。加えて、森林水文、航空レーダー、土壌物理、生態系といった様々な分野の研究が実施されている。山木屋、浪江といった福島の調査地と比べ、規模の違いを感じた。

⑦国内インターンシップ（受講人数2名）

福島県における震災復興と放射性物質の環境動態に関するインターンシップとして、以下のテーマと機関で研究を実践した。なお、この他6名の学生が本事業開始前に学内予算により日本原子力研究開発機構でのインターンシップに参加した。インターンシップの様子を図3.1-3から図3.1-4に示す。

- 「通い農業を支援するハウス温度等の遠隔監視システムの作成と利用」
農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター（8月29日～9月2日）
- 「福島県浜通りの河川・溪流における放射性物質動態の観測」
国立研究開発法人国立環境研究所福島地域協働研究拠点（8月29日～9月2日）

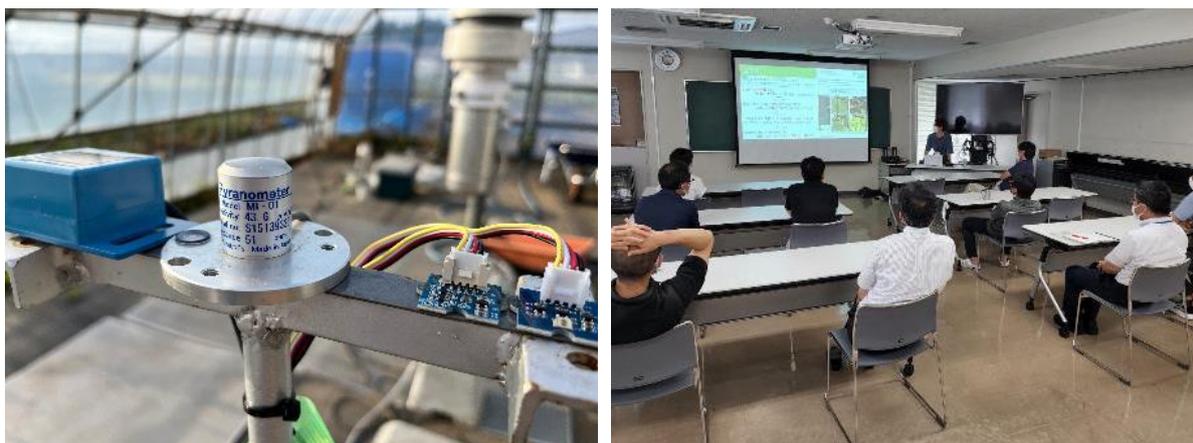


図 3.1-3 ハウス温度の遠隔監視システムと受講生の研究発表の様子



図 3.1-4 河川における放射性物質動態の観測と採取試料の前処理の様子

参加学生のレポートでは、以下のような意見があり、普段の研究とは異なる研究を通じて新しい装置の扱いを習得し、新たな知見を得ていることが確認できた。

- 現地に赴くことなく、手元で観測データを見られる通い農業支援システムは、低労力でデータ回収&測器の故障を早期発見できる可能性があり、自分の研究に応用できないかと考えたことがこのインターンシップへ参加したきっかけであったが、遠隔観測技術だけではなく、自分が使ったことのない種類の日射センサーについても学ぶことができ、知見が広がった。

- 濁度や水位も同時に測定できる自動採水器や、ダム湖の底泥を窒素を吹きかけながら嫌気状態を保ったまま密封袋内に移管する方法、生物試料の処理、クロロフィル a 濃度測定など私の扱った経験のない処理や器具の使用を体験し、原発事故被災地を対象とする環境研究の取り組みに関する知見を広げることができ、私個人の研究への応用という点においても、大変参考になるインターンシップであった。

[グローバルエキスパートコース]

⑧海外実習（受講人数 8 名（学外者 3 名））

原子力災害後の環境影響評価と廃棄物処理・処分にかかわる海外実習として、以下の通りアメリカのサバンナリバーサイト（国立研究所および生態研究所）、核廃棄物隔離試験施設（WIPP）、カールスバッド環境モニタリング研究センターを見学し、環境影響組と廃棄物処分組に分かれ、それぞれヨルナダ長期生態研究所とロスアラモス国立研究所およびタオス・プエブロ（世界文化遺産）を見学した。海外実習の様子を図 3.1-5 から図 3.1-7 に示す。

表 3.1-3 海外実習スケジュール

日程	場所・テーマ
9/18 日	移動
9/19 月	サウスカロライナ大学 Raymond Torres 教授宅での講義 (航空機の欠航により、予定していた Calhoun の環境モニタリングサイト見学は中止した。)
9/20 火	Savannah River Site（国立研究所および生態研究所）見学
9/21 水	(航空機の遅延のため、予定していたマサチューセッツ工科大学原子炉見学は中止した。)
9/22 木	Waste Isolation Pilot Plant および Carlsbad Environmental Monitoring & Research Center 見学
9/23 金	(環境組) Jornada 生態水文観測フィールド見学 (廃棄物組) Los Alamos 国立研究所見学
9/24 土	(環境組) 移動 (廃棄物組) タオス・プエブロ（世界文化遺産）見学
9/25 日	(環境組) 帰着 (廃棄物組) 移動
9/26 月	(廃棄物組) 移動
9/27 火	(廃棄物組) 帰着



図 3.1-5 Savannah River Site（国立研究所および生態研究所）の見学



図 3.1-6 核廃棄物隔離試験施設およびカールスバッド環境モニタリング研究センターの見学



図 3.1-7 ヨルナダ長期生態研究所およびロスアラモス国立研究所の見学

サバンナリバーサイトは、310 平方マイルのエネルギー省の敷地で、1950 年代初頭にトリチウム等の核兵器製造用の原子炉が建築された。現在、原子炉は内部をコンクリートで固めることで閉鎖され、コンクリート詰めされた原子炉は 1000 年間その場で放置処分される予定であること、当時は適切であると考えられていた放射性廃棄物の土壌処分により周辺土壌や地下水への汚染が発生したこと、その生態影響調査のために様々な動物を飼育していること、そしてそれらの研究成果や市民向けワークショップの重要性などについての説明を受けた（図 3.1-5）。学生のレポートでは以下のような意見・感想があり、実習前に学んでいた事を目の当たりにすることで理解が深まっていること、日本とは異なる研究規模や対策方法が取られていること、子ども向けを含む一般市民への充実したワークショップは、一般市民との信頼関係を築く上で有用であることなどを実感している様子が伺えた。

- 廃炉にするのに多額の費用がかかるため、周りをコンクリートで固めてしまおうという考えは、非常にアメリカらしいと感じた。（実習前に受講した原子力災害特別セミナーの）村上先生の授業で、汚染土壌をどこかに運ぶほうが環境に負荷がかかるため、粘土質土壌やセメント等で固めているという話を聞いたが、まさか原子炉自体を固めるとは思わなかった。同じものを対象にしても、国によってその扱いが大きく変

わることが非常に興味深かった。

- 生態研究所の先生の話では、多くの学生が在籍し、さまざまな分野の研究をおこなっていること、多大な資金と敷地と分野の規模の大きさに驚きを覚えた。さまざまな人を受け入れる体制であるため日本人でも学べる機会があることに素晴らしい研究施設であるとも感じた。日本の福島の研究でも、環境動態だけでなく、農業といった人間生活や生物、植物等の自然など、さまざまな研究を統合できれば、より進んだ研究になると思った。そのため、今後は森林内に限らず多くの知識を得る姿勢を大切に研究や講義に取り組みたいと感じた。
- そもそも原因である放射能汚染には決して良い印象を持つことはないが、動物を使ったパフォーマンスを上手に取り入れることで、一般市民が研究者に対し過去の責任を追及することに終始せず未来志向の研究にも耳を傾けてくれ易くなることが分かった。以前福島第一原子力発電所と周辺の被災地域の見学会に参加したときは、このような華やかさはなく、終始マイナスのイメージを抱いてしまった。福島事故について反省し教訓を忘れないことは重要なことであるが、反省をすべきなのは研究者や原子力関係者であって一般市民ではない。今後、一般市民との信頼関係のもと進められる福島復興において情報の伝え方は原子力関係者と一般市民では異なった手法、例えばこんなことができるようになった、こういうことをすればもっとよくなるといった未来志向の低減を積極的に行うことが有効だと感じた。

WIPPでは、実際に固化された放射性廃棄物のドラム缶が搬入される現場も見学することができ、非常に貴重な機会となった。安定したペルム紀の岩塩層に建設されており、パネルに放置された廃棄物は岩塩層の自然な崩落により密閉され処分完了となることや、安全評価について、2014年の火災事故の概要とその対策等の説明を受けた。学生たちのレポートでは、以下のように実際の岩塩層に触れることができたことへの感想から、地層処分がすでに実現しているアメリカの現状や考え方に触れることで、日本との環境条件の違いや処分事業に対する考え方の違いを実感していることが伺え、とくに地層処分に関する研究を行っている学生は、課題解決へのモチベーションが高まっているようであった。

- 地下へ潜ると独特の匂いがし、想像よりも暑く移動中に口を開けるとほんのり塩の味がした。実際に岩塩の壁面に触れると、人の力でも十分に壊せるほどであった。岩塩層が移動していることを調査するために開けている穴を除くと、穴が曲がっていることが確認され、ゆっくりではあるが動いていることを実感した。
- アメリカのように広大な国土と安定大陸を持つ国では地層処分は非常に理にかなっていると感じた。特に降水量が非常に少ないため、水による浸食や放射性物質の漏洩等の心配が少ないのは大きなメリットだと思う。それらをすべて有していない日本における地層処分は非常に多くの課題があり、実現するにはかなりの時間と研究を必要とすると感じた。
- (WIPPの処分安全評価の対象期間である) 1万年後の安全が担保されないと判明した場合どのような対応をとるのか尋ねたところ、処分場の設計を変更すると回答は得たものの最新の評価で結果が覆るような想定はそもそもしていないように感じた。日本

の地層処分安全評価が 100 万年を評価対象としていることを考えると WIPP の評価期間は短いように感じるし、90 年代の評価を信頼し操業を開始したことはいささか見切り発車であったように感じてしまう。それでも WIPP で処分事業が着実に行われている現状は日本も見習うべきだと思う。

- 冷戦時代にサバンナリバーサイトで行われた放射性廃棄物処分も現在の評価基準ではお粗末であったと言わざるを得ない。当時の杜撰な処分により環境負荷がかかり将来世代である我々に迷惑が掛かっている。だが処分した当時の人からすればその時なせるベストな判断をしたと考えているだろう。同様のことが WIPP にも言えるのではないか。将来から見れば WIPP もお粗末に見えるかもしれない。でも今、WIPP でベストな判断を下し実行に移すことが責任だと思っているからこそ事業を前に進められていると考える。日本は判断を先延ばしにすることでよりよい判断をしようと試みているが、処分事業の安全を確かめるため 100 万年も待つことはできない。日本もアメリカのように今できるベストな判断を確実に履行することが将来世代への責任を果たすことだと考えるべきだと感じた。

カールスバッド環境モニタリング研究センターでは、主に環境試料の分析を行っている実験室を見学した。その後は、環境組と廃棄物組に分かれ、それぞれヨルナダ長期生態研究所とロスアラモス国立研究所を訪問した。学生のレポートでは以下のような意見・感想があり、初めて見るものや初めて知ったことを十分に吸収していることが伺えた。

- カールスバッド環境モニタリング研究センターの実験室には私の研究室にもあるような機器が並び、実験手法も特別な技能を必要とするものではなく至ってシンプルなものを感じた。つまり実験の方法論については日本で行っている実験と大きな違いはないと感じた。一方で研究の雰囲気、文化は自分が所属している研究室と大きく異なっていると感じた。
- ヨルナダでは、過度な放牧によって植生被覆が減少し、従来の状態に戻すのは非常に困難であるとのことだった。砂漠は日本には存在しないため、人生初の環境・景色であった。特に植生の回復具合を定点カメラを用いて把握することは、植生が豊富な日本ではあまり見かけない研究だと感じた。
- ロスアラモスにある原爆資料館では製造の歴史、実際の原爆の仕組みについて明るい色調で展示されており、日本にとって原爆は負のイメージしかないが、アメリカにとって輝かしい成功体験として認識されていると感じた。
- 今回の見学の説明によって、ロスアラモスが原爆開発に伴う放射能汚染、被ばく事故という負の側面も持ち、現在も詳細な分析によりプルトニウムを検出できることを初めて知った。そのような汚染の実態があるにもかかわらず町には汚染の警告のようなものは一切なく、80 年近く前の出来事で当時を知る人口が減ったことが放射能汚染の歴史が忘れ去られつつあるのだと感じた。よく放射線は目に見えないため恐ろしいといわれることがある。しかし見方を変えると目に見えないということは忘れるのにも適しているといえるかもしれない。

実習を通じて、今までの聞く講義だけでなく目でみて感じることができ非常に良い経験ができた、日本とは異なる方法や考え方を知ることができたといった評価を得られた一方で、航空機のキャンセルや遅延により当初予定していたカルホーン環境モニタリングサイトやマサチューセッツ工科大学の原子炉には訪問することができず、スケジュールがハードすぎる、移動時間や空港滞在時間が多大で少し残念だったという意見もあり、今後の参考にしたい。

⑨海外インターンシップ（受講人数1名）

原子力環境影響評価に関する海外インターンシップとして、1名の学生が11月30日～12月19日にかけてニューハンプシャー大学の Bill McDowell 教授のもとで無人航空機（UAV）を用いた環境モニタリングに関する研究を実践するとともに、パシフィックノースウェスト国立研究所の見学および American Geophysical Union (AGU) での国際学会発表を行った。海外インターンシップの様子を図 3.1-8 に示す。



図 3.1-8 ニューハンプシャー大学およびパシフィックノースウェスト国立研究所の原子炉

なお、パシフィックノースウェスト国立研究所は本事業代表の恩田も訪問し、事業拡充のために廃棄物処理や放射性物質の環境モニタリングについての大学や地元住民への教育実践例を現地研究者と議論するとともに、本事業に関する研究テーマについて AGU で発表した。

各科目の受講者数を表 3.1-4 に示す。年度末には、4科目以上を履修した学生13名に対して、それぞれの履修科目数に応じた基礎コース・エキスパートコース・グローバルエキスパートコースの修了証を授与した。基礎コース（4～6科目）修了者は8名、エキスパートコース（7～8科目）修了者は4名、グローバルエキスパートコース（全9科目）修了者は1名であった（表 3.1-5）。その他、3科目履修生が4名、2科目履修生が6名、1科目履修生が15名であり、プログラムに参加した学生は実人数40名、延べ人数137名であった。主な所属学科は物理学、リスク・レジリエンス工学、構造エネルギー工学、生物資源科学である。

前プログラム（令和2-3年）では、プログラム修了生が2年間で15名であり、本年度は他大

学に門戸を広げ、周知に関しても原子力人材育成ネットワークや ANEC との連携により強化することができた。

表 3.1-4 各講義の受講者数

講義名称	受講者数
① 環境放射能動態解析論	29(うち学外者 3)
② 原子力環境影響評価論 I	22(うち学外者 3)
③ 原子力環境影響評価論 II	22(うち学外者 3)
④ 地質災害・地層環境評価論	18(うち学外者 3)
⑤ 原子力災害特別セミナー	13(うち学外者 3)
⑥ 国内実習	6
⑦ 国内インターンシップ	8
⑧ 海外実習	8(うち学外者 3)
⑨ 海外インターンシップ	1

表 3.1-5 プログラム履修生 (4 科目以上履修者) の所属学科および履修科目

	所属学科	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	履修科目数
1	地球科学	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
2	地球科学	1	1	1	1	1	1	1	1		8
3	地球科学	1	1	1	1	1	1	1	1		8
4	環境科学	1	1	1	1	1	1	1	1		8
5	環境科学	1	1	1	1	1	1	1			7
6	量子エネルギー工学(東北大学)	1	1	1	1	1			1		6
7	量子エネルギー工学(東北大学)	1	1	1	1	1			1		6
8	原子核工学(京都大学)	1	1	1	1	1			1		6
9	化学	1	1	1	1	1		1			6
10	化学	1	1	1	1	1		1			6
11	地球科学	1	1	1	1	1	1				6
12	地球科学	1	1	1	1	1					5
13	地球科学	1	1	1	1	1					5

3.2. プログラム事務局・オンライン窓口の開設、HP 更新、講義動画の追加・整備

9 月 1 日より専任の事務員を雇用し、プログラム事務局を開設したが、10 月末に退職となり、その後募集を続けたものの 3 月まで見つけることができなかった。しかしながら、関係教員および学内予算で雇用している事務員の協力によりプログラムは円滑に運営することができた。その後、3 月 16 日より事務員を新規雇用し、来年度のプログラム開始に間に合うようにオンライン窓

口 (<https://enep.ied.tsukuba.ac.jp/information>) を開設した。

講義動画のオンライン教材化として、これまでのプログラムで公開済みのものを含めて 115 の動画を整備した (図 3.2-1)。



筑波大学地球科学学位プログラム内特別プログラム 原子力緊急時の環境影響評価と廃棄物処理・処分を支える人材育成事業

筑波大学 University of Tsukuba
ENEP Expert Program for Environmental Management of Nuclear Emergency and Disposal of Radioactive Waste
原子力緊急時の環境影響評価と廃棄物処理・処分を支える人材育成

JP EN

アクセス お問い合わせ リンク

プログラム概要 講義動画 ギャラリー 主な教育体制 履修したい方へ

講義動画

どなたでも無料で聴講できるオンライン講義です。
内容についてご質問がある場合は、[オンライン窓口](#)よりお問い合わせください。

第三期プログラム

公開セミナー：Gerhard Proehl博士

【講師】 Gerhard Proehl 博士 (筑波大学客員教授/元 IAEA Waste and Environmental Safety Section ユニット長)

【テーマ】 ヨーロッパにおける放射性廃棄物地層処分事業の概要 Overview on some projects going on in Europe on disposal of radioactive waste

講義ファイル 動画

Overview on European disposal projects (Prof. Gerhard Proehl) Overview on European disposal projects (Prof. Gerhard Proehl)

期別アーカイブ

- 第三期プログラム
- 第二期プログラム
- 第一期プログラム

旧プログラムについて

原子力災害による環境・生態系影響リスクマネジメントプログラム (H27-2)

図 3.2-1 オンライン教材の公開 (<https://enep.ied.tsukuba.ac.jp/lecture>)

3.3. プログラム OB 等による就職説明会

プログラム修了生および原子力関連の就職説明会として、以下 3 件を実施した。

- 12月12日 特許庁 (特許審査官) の就職説明会 (オンライン開催)
担当：飯田氏 (プログラム修了生)、参加人数：学部生 2 名、大学院生 3 名
- 12月16日 原子力規制庁研究部門の就職説明会 (筑波大学にて開催)
担当：森泉氏 (主任技術研究調査官)、参加人数：学部生 4 名、大学院生 2 名
なお、学部生 1 名は本説明会を機に、その後原子力規制庁のインターンシップに参加した。
- 2月2日 日本原子力研究開発機構の就職説明会 (筑波大学にて開催)
担当：西村氏 (筑波大学 OB)、参加人数：学部生 3 名、大学院生 3 名

3.4. プログラム修了生の進路

令和 4 年度プログラムに参加した学生のうち、以下の原子力関連の研究所、企業への就職が決定した。

- 日本原子力研究開発機構 1 名

- 東京電力 1名
- 日立製作所原子力部門 1名
- 清水建設（福島第一原子力発電所事故除染関係部署） 1名

4. 結言

本事業は、地球科学や環境科学、原子力工学を主専攻とする大学院生等を中心として、原子力分野の重要課題である緊急時対応・災害後の環境影響評価、放射性廃棄物の処理・処分の推進に貢献することのできる人材育成を目的としている。筑波大学を中心に、地球科学に強い富山大学と原子力工学に強い東北大学と密に連携し、ともにプログラムを実施することで、それぞれの専門分野において新たな視点と深い相互理解が得られることを期待して発足した。その中で、初年度ながらに原子力工学を主専攻とする参加学生から「本プログラムの一連の活動により汚染地域への対策の在り方について考え方が変わった。プログラム参加以前は、環境被害が生じた地域については事故が発生する前の状態に復元することが目指すべき目標であると考えていた。発生した汚染土壌を回収し Cs の除去処理を行ったのち再び環境に戻すことが必要でそのためには効率的で低コストの処理方法の研究開発が求められていると考えていた。あくまで過去の事故に対して積極的に対処を施すことが責任を果たすことだと考えていた。しかしアメリカでは過去の汚染事故に対し何か特別な処理を行っているわけではないことを知った。人間社会に影響がない汚染については対処の必要性を感じていないようだった。その代わりにモニタリングにより放射性核種が人間社会に影響を及ぼさないことを確認する作業に注力しているようであった。アメリカの考え方に触れ、福島での目標は事故前に復元することではなく現状に適応することであると考えられるようになった。適応するためにはモニタリングを通じて現状の理解、そして未来の予測を行うことが新しい適応方法を考えるうえでの基盤になると考える。本プログラムを通じ、環境モニタリングの重要性をより深く理解できた。」という意見が出たことは、非常に重要な成果であったと考える。

一方で、やはりお互いに専門としない分野については、講義内容の理解に差が生じていることは否めない。特に海外実習の英語の聞き取りに関して「慣れない英単語ばかりでほとんど聞き取れず悔しかった」といった感想も寄せられた。同時に「もっと英語を頑張らないといけないと思った」というようにモチベーションになった面もあるものの、講義内容やそのフォローに関しては改善の余地がある。さらに他の分野も含めたより深い相互理解の増進を目標に、今後もプログラムを発展させていく予定である。