



補助事業名

**「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」**

恩田 裕一(筑波大学)

「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」



目的・背景

今後の原子力分野の重要課題である緊急時対応や、災害後の環境影響評価と復興対策、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を育成する。

また、プログラムで実施した講義や実習などは動画や講義資料としてオンラインコンテンツ化し一般への理解の増進を図る。

旧プログラム(H27-29)の成果と進捗状況

旧来の原子力人材育成で不足していた、原子力災害後の環境中での放射性核種の動態解析や影響評価技術を習得するための教育プログラムを構築

現プログラム(R1-3)の課題と狙い

【地球科学分野における原子力人材育成】

今後、地層処分を基本とする放射性廃棄物の処理・処分の問題はより重要となるが、本学の地球科学専攻では原子力分野への人材輩出がほとんどできていない

【福島第一原子力発電所事故の記憶の薄れ】

福島事故関連の研究が縮小されていく中で、若い世代に福島の現状と課題を伝える場として、プログラムの維持・拡大が重要

「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」 教育プログラム



基礎コース

講義5科目

体系的な講義科目を通して、福島原発事故や最終処分に関する現状と課題を理解し、**原子力政策に対する国民理解の増進や地域の合意形成、信頼獲得等**に資することのできる人材を育成目標とする。

エキスパートコース

+国内実習・インターン

原子力緊急時対応や最終処分を推進する上で必要となる環境科学・地球科学等に関する包括的な知識と技能の習得を目標とし、**国内の関連機関への人材輩出**を目指す。

グローバル エキスパートコース

+海外実習・インターン

国際的なコミュニケーション力、実践力等を涵養し、未着手の最終処分地選定調査や福島事故の教訓をふまえた世界の原子力安全の向上など、国際的な原子力課題の解決に向けた**グローバルリーダー**となり得る人材の育成を目標とする。



プログラムの地球科学教育を強化し、育成人数の拡充を図るとともに、教員の確保と教育に務める。履修生に対しては各履修コースに応じた修了証を授与する。

プログラム事務局の設置・運営

プログラム専任の助教として向井広樹(2020年2月～)を、専任の研究員として廣瀬勝己(2019年11月～2020年3月)、専任の事務補佐員(経理)として藤本菜摘子(2019年11月～2020年4月)を雇用し、プログラム事務局を開設した。また、プログラムHPをリニューアルしたほか、キックオフシンポジウムやプログラム開設についての周知に務めた。



補助事業名

「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」

カリキュラムの構築

旧プログラムの6科目について、学内および連携機関の講師とともにシラバスの精査・更新を行い、新たに3科目を加えた下記の9科目を新プログラムとして構築した。また2020年2月より元IAEA ユニット長であるGerhard Proehl 氏を本プログラム専任の客員教授として招へいし、計9回の講義を実施した。これらの講義の動画・資料はすべてオンライン教材としてプログラムHP上で公開している。

【講義科目】

1. 環境放射能動態解析論(75分×10回/ 担当:筑波大学)(予定人数:40名/年)
2. 原子力環境影響評価論Ⅰ(75分×10回/ 担当:日本原子力研究開発機構より10名)(予定人数:25名/年)
3. 原子力環境影響評価論Ⅱ(75分×10回/ 担当:北海道大学・産業技術総合研究所・量研機構・国立環境研究所・原子力規制庁より6名)(予定人数:20名/年)
4. 地質災害・地層環境評価論(75分×10回/ 担当:筑波大学、富山大学)(予定人数:20名/年)
5. 原子力災害特別セミナー(120分×3回+オンラインコンテンツによる学習)(予定人数:15名/年)

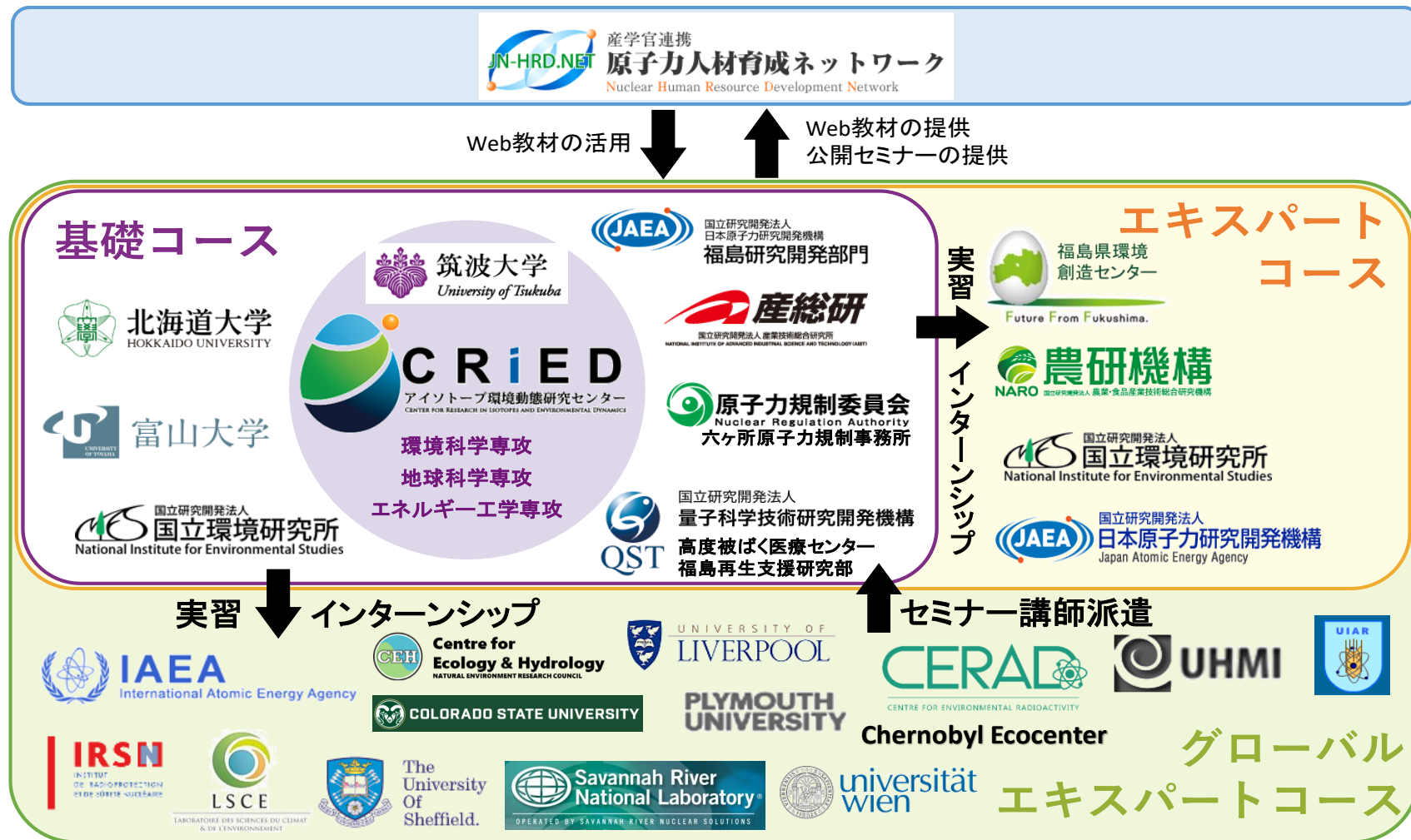
【実習・インターンシップ科目】

6. 環境動態解析学野外実験Ⅰ(国内実習)(4泊5日予定/ 担当:筑波大学)(予定人数:9名/年)
7. 環境動態解析学野外実験Ⅱ(海外実習)(8泊9日予定/ 担当:筑波大学)(予定人数:5名/年)
8. 国内インターンシップ(5日間以上)(育成予定人数:10名/年)
9. 国際インターンシップ(10日間以上)(育成予定人数:3名/年)

補助事業名

「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」

本事業課題の実施体制



国内外の機関横断的な体制によりプログラムを実施



「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」

カリキュラムの実施

コロナウィルスの影響により、構築した9科目(講義5科目、実習2科目、インターンシップ2科目)のうち、各講義科目はオンラインによって実施している。

■講義・セミナー(5科目)

1. 環境放射能動態解析論(75分×10回/受講人数:28名(2年度)、23名(3年度))
筑波大学において、放射性核種・放射線の基礎から大気、森林、土壌、河川、海洋などの環境中での動態、モデリング手法についての講義を実施した。
2. 原子力環境影響評価論Ⅰ(75分×10回/受講人数:20名(2年度)、16名(3年度))
日本原子力研究開発機構の講師が、機構が取り組む福島復興事業や廃棄物処理・処分事業についての講義を実施した。
3. 原子力環境影響評価論Ⅱ(75分×10回/受講人数:21名(2年度)、15名(3年度))
福島事故後の環境影響評価や除染対策、環境モニタリングをテーマとして、各研究機関で実施している取り組みについての講義を実施した。
4. 地質災害・地層環境評価論(75分×10回/受講人数:19名(2年度)、12名(3年度))
筑波大学および富山大学の講師が、地層処分の概要と地層処分事業に関わる地層、地形、地下水流動等の評価方法についての講義を実施した。
5. 原子力災害特別セミナー(75分×4回+オンデマンド動画による学習、質疑応答/受講人数:15名(2年度)、6名(3年度 予定))
海外の講師が最先端の研究トピックについての講義を実施した。また作成したGerhard Proehl氏の講義動画による学習をオンデマンドで実施し、さらに双方向で質疑応答を行った。



補助事業名

「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」
カリキュラムの実施

■実習(2科目)

コロナウィルスの影響により、環境動態解析学野外実験Ⅱについても海外渡航ができないため、オンラインによる講義の受講あるいは国内での実習とした。

6. 環境動態解析学野外実験Ⅰ(受講人数:9名(2年度)、4名(3年度))

福島県内の東日本大震災関連施設やモニタリング調査地を訪問した。また土壌中の放射性核種のデータ解析法についてのオンライン講義をオンデマンドにより実施した。

7. 環境動態解析学野外実験Ⅱ(受講人数:5名(2年度)、3名(3年度))

令和2年度:日本原子力研究開発機構、環境科学技術研究所と連携し、核燃料の処理や地層処分についての講義をオンラインによって受講した。また東海大学と国際原子力機関(IAEA)が連携して開催された「IAEA国際安全基準研修コース」を受講した。

令和3年度:青森県六ヶ所村の環境科学技術研究所および原燃PRセンターを見学した。また北海道の幌延深地層研究センターの見学に行く予定としている。





補助事業名

「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」

カリキュラムの実施

■ インターンシップ(2科目)

令和2年度以降、国際インターンシップは海外渡航ができないため、オンラインによる講義の受講としている。

8. 国内インターンシップ(受講人数:6名(2年度)、5名(3年度))

日本原子力研究開発機構において、学生がそれぞれ受け入れ担当者と相談して研究計画を作成し、それに沿った研究を実践した。

9. 国際インターンシップ(受講人数:3名(元年度)、3名(2年度)、3名(3年度予定))

令和元年度:令和元年度のプログラム履修生および令和2年度のプログラム履修予定者に3名に対し、海外インターンシップを実施した。ただイギリスに渡航した2名についてはコロナウィルスの状況悪化のため、予定よりも2日早く帰国した。

令和2年度:海外協力機関である英国水文学研究所において開催された講義コース「Radiological Environmental Protection (South pacific)」をオンラインにて受講した。双方向での実習、質疑応答を行ったほか、その合間に録画された講義の視聴を行った。

令和3年度:コロラド州立大学のThomas E. Johnson氏の講義コース「Radioecology」をオンデマンドで受講する予定。またJohnson氏によるリアルタイムでのオンライン実習も実施する予定となっている。

「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」

オンラインコンテンツ化

キックオフシンポジウム、Gerhard Proehl氏の講義動画そしてカリキュラムで実施した講義のうち、講義者の許可を得た講義(計41講義)をオンラインコンテンツとして当プログラムのHP(<https://enep.ied.tsukuba.ac.jp/>)で公開している。



○ 原子力災害環境影響評価論Ⅱ (2020)

産総研・量研機構・国環研などの講師により、事故後の環境影響評価や除染対策、環境モニタリングについて解説します。

▶ 講義ファイル

▶ 動画



○ 原子力災害環境影響評価論Ⅰ (2020)

日本原子力研究開発機構の講師が、機構が取り組む福島復興事業や廃棄物処理・処分事業について解説します。

- (1) 福島第1原子力発電所事故後のJAEAの取り組み－川瀬啓一氏
- (2) 放射性セシウムの吸脱着メカニズム－本田充紀氏
- (3) 高度化する無人モニタリング技術－佐々木美雪氏
- (4) 放射能マップはこうしてできあがる－阿部留久氏
- (5) 福島長期環境動態研究－新堀忠氏
- (6) 環境中の放射性核種分析手法の研究－藤原健士氏
- (7) 原子力災害対応ロボットと構造成像技術開発センター－山田大地氏
- (8) 燃料デブリ取り出しに向けた研究－佐藤一彦氏
- (9) 事故に由来する廃棄物の管理と放射性核種の汚染ふるまい－駒義和氏
- (10) 放射性廃棄物の処分へ向けた研究－竹内竜史氏

▶ 講義ファイル

▶ 動画



○ 環境放射能動態解析論 (2020)

放射性核種や放射線の基礎から大気、森林、土壌、河川、海洋などの環境中での動態、モデリング手法について解説します。

- (1) 環境中の放射性核種 (1) 放射性核種とは？
- (2) 環境中の放射性核種 (2) 原子力災害の歴史
- (3) 環境中移行・評価手法 (1) 大気中の放射性物質の移行
- (4) 環境中移行・評価手法 (2) 海洋での放射性物質の移行
- (5) 環境中移行・評価手法 (3) 森林中の放射性物質の移行と循環



筑波大学
オープンコースウェア
UNIVERSITY OF TSUKUBA OPENCOURSEWARE



メンバー
(ID、パスワードが必要になります)



産学官連携
原子力人材育成ネットワーク
Nuclear Human Resource Development Network



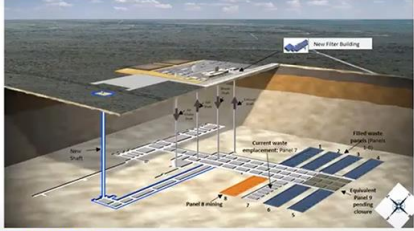
筑波大学 University of Tsukuba
アイソトープ環境動態研究センター
CRIED
Isotope and Environmental Dynamics Research Center



生命環境科学研究科
Graduate School of Life and Environmental Sciences



筑波大学 大学院
地球科学学位プログラム



WIPP Layout

Quick Facts: As of DEC 2020

- Opened March 26, 1999
- 12,827 shipments received
- 98,579 cubic meters of waste disposed
- 176,482 containers emplaced in the underground



Dr. Proehl - Lecture 1 (2020/2/25)

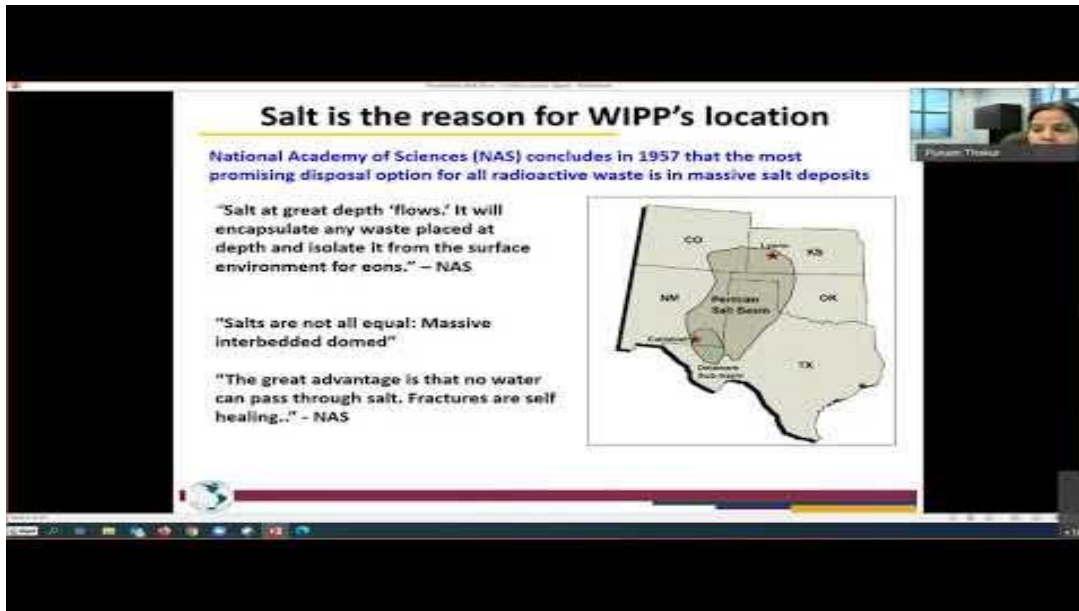
Radioactivity and radiation exposure from natural sources

Gerhard Proehl



オンラインコンテンツの例

Punam Thakur氏の講義動画



海外講師による講義リスト (5. 原子力災害特別セミナー)

1. Expected Human Health Effects from FDNPP Accident, Tom Johnson (Colorado state University)
2. Science supporting nuclear decommissioning, legacy and waste management, Ole Christian Lind (CERAD, Norwegian University of Life Sciences)
3. Radioactivity in the Environment and Public Protection, Jeff Whicker (Los Alamos National Laboratory)
4. The Waste Isolation Pilot Plant: A Potential Solution for the Disposal of Transuranic Nuclear Waste, Punam Thakur (New Mexico State University)



補助事業名

「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」

育成対象及び人数

実施項目	実施プログラム	育成対象者	育成人数		
			令和元年度	令和2年度	令和3年度 (予定)
1) 特別プログラム (カリキュラム)	環境放射能動態解析論	大学院生、一般		28名	23名
	原子力環境影響評価論Ⅰ	大学院生、一般		20名	15名
	原子力環境影響評価論Ⅱ	大学院生、一般		21名	15名
	地質災害・地層環境評価論	大学院生、一般		19名	12名
	原子力災害特別セミナー	大学院生、一般		15名	6名
	環境動態解析学野外実験Ⅰ(国内実習)	大学院生、一般		9名	4名
	環境動態解析学野外実験Ⅱ(海外実習)	大学院生、一般		5名	3名
	国内インターンシップ	大学院生		6名	5名
	国際インターンシップ	大学院生、一般	3名	3名	3名
2) シンポジウム	キックオフシンポジウム	大学院生、一般	31名		
		参加人数	34名	126名	86名
		(参考指標) 交付額/参加人数	441 千円/人	95 千円/人	112 千円/人

教育プログラム	育成人数	
	令和2年度	令和3年度 (予定)
基礎コース (講義5科目)	4名	1名
エキスパートコース (講義5科目+国内実習、インターン)	1名	2名
グローバルエキスパートコース (全9科目)	4名	3名
コース修了人数	9名	6名

各コース修了者には、年度末に修了証を授与している。

その他:プログラムの拡充

コロラド州立大学と国際交流協定を締結し、Tom Johnson氏に原子力災害特別セミナー等において講義を行ってもらうなど、プログラムの教育ネットワークの増進を図っている。



学生の就職先

令和2年度, 3年度予定のグローバルエキスパートコース学生の就職先(および予定先)

日本原子力研究開発機構

新エネルギー・産業技術総合開発機構

東京電力 2名

関西電力

特許庁

この事業により, 原子力分野に地球科学の専門性を生かした就職が可能となった。



キックオフシンポジウム

プログラムの開始に先立ち、本プログラムの意義を広く発信すべく、国内外から5名の演者を招へいし講演を行った。コロナウィルスの影響のため、Web会議システム(Webex)によるライブ配信での開催とした。なお、これらの講演の動画・資料についてもオンライン教材としてプログラムHP上で公開した。

【プログラム】

【日時】2020年3月9日(月)10-14時、参加者:31名(うち学外者6名)

Webexによるライブ配信(会場:筑波大学総合研究棟A110)

【スケジュール】

- 10:00-10:05 開会挨拶 角替敏昭(筑波大学 地球進化科学専攻 専攻長)
- 10:05-10:15 プログラム概要説明 高橋純子(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター助教)
- 10:15-10:45 地層処分事業の概要と技術開発 山田基幸氏(NUMO)
- 10:45-11:15 JAEAにおける地層処分技術に関する研究開発 濱 克宏氏(JAEA)
- 11:15-11:45 Ongoing challenges: Emergency Management and Management of Radioactive Waste
Gerhard Proehl氏(元IAEA/筑波大学客員教授)
- 11:45-12:30 昼食
- 12:30-13:00 Environmental Impact of Nuclear Waste: Insights from US Nuclear Weapon sites
村上治子氏(ローレンス・バークレー国立研究所)
- 13:00-13:30 Dose assessment during radiation emergencies and waste disposals
Thomas E. Johnson氏(コロラド州立大学)
- 13:30-14:00 パネルディスカッション(司会:廣瀬勝己 本プログラム研究員)



オンラインコンテンツの例

Tom Johnson氏の講義動画(キックオフシンポジウム)



例：爆発後1時間以内のGyの線量
Example: Dose in Gy 1st h After Det

Detonation yield (kt)	1000 m	2000 m	10,000 m
0.01	6.7	1.5	0.001
0.1	38	8.3	0.1
1	250	47	0.6
10	1200	260	3.5