

科目名	廃棄物管理工学		
学期	A1A2 セメスタ	単位数	1.5 単位
曜日・授業時間	1, 2 限 9月30日(月), 10月21日(月), 11月18日(月), 12月2日(月), 12月16日(月), 12月26日(木), 1月14日(火), 1月20日(月)		
場所	原子力専攻講義室		
担当教員	山口徹治 (yamaguchi.tetsuji@jaea.go.jp) 島田太郎 (shimada.taro@jaea.go.jp) 武田聖司 (takeda.seiji@jaea.go.jp) 目黒義弘 (meguro.yoshihiro@jaea.go.jp) 長谷川秀一 (hasegawa@tokai.t.u-tokyo.ac.jp) 斉藤拓巳 (とりまとめ教員, saito@n.t.u-tokyo.ac.jp) 石田圭輔 (kishida@numo.or.jp) 峯尾英章 (mineo.hideaki@jaea.go.jp)		
1. 本科目の目的と学習教育目標 原子力施設の運転および廃止措置という廃棄物の発生段階から、処理を経て処分に至るまでの一連のプロセスは、包括的に、放射性廃棄物の管理 (Radioactive Waste Management) と呼ばれる。本講義では、原子力エネルギーの持続的な利用のために不可欠な廃棄物の管理について学習する。 我が国の原子力発電は、新規基準に満たない複数の原子炉を廃炉にしていく、廃止措置の時代を迎えた。また、放射性廃棄物の処分なくして、将来の原子力は成り立ち得ない。そして、それらの安全性、成立性は、原子力発電所および再処理工場と同じく、社会の大きな関心事として重要なものである。 本講義では、まず、廃棄物管理の基礎となる管理の原則について、その考え方や関連する法令を学び、その後、廃棄物の主要な発生源、あるいは、分類として、近年、特に重要となっている廃止措置やクリアランス、福島第一原子力発電所事故によって発生した廃棄物について学ぶ。そして、廃棄物管理の主要なステップである廃棄物の処理と処分前保管 (中間貯蔵)、処分について、廃棄物の性状やインベントリに応じた具体的な処理方法から、処分における超長期の安全性の確保の考え方やその背景にある地球科学や放射化学、物理化学の知見、および、処分の安全評価の方法を学ぶ。さらに、我が国の高レベル放射性廃棄物処分プログラムを例に実際のサイト選定の進め方を、諸外国との比較を通して、また、社会科学側面も含めて、学習する。 このようにして、放射性廃棄物の管理について、管理に関わる原則とその技術的背景となる科学的知識を学んだ上で、発生から処理、処分までを一環して学習し、その安全性の評価に必要な知識を得ることを本講義の学習教育目標とする。			
2. 講義方法等 講義はスクーリング形式とし、廃棄物管理の原則から始まり、発生源、処理、処分の順番で講義を進めていく。 担当教員は、我が国の放射性廃棄物管理、処理、処分の分野において第一線で活躍する第一級の研究者、技術者から構成されており、21世紀における我が国の放射性廃棄物管理・処理処分を支える人材の養成には最適なものとなっている。特に、我が国における高レベル放射性廃棄物の実施主体に所属する技術者を講師として迎えており、処分事業の最前線における知見を講義する。			
3. 専攻の学習・教育目標との関連 (1) 原子力技術分野に関する基礎的素養 (2)および(3)の知識、能力の取得のために必要な廃棄物管理の原則、および、その根底にある地球科学や放射化学や物理化学の基礎知識を取得する。 (2) 原子力技術分野に関する高度の専門的知識及びこれを実務に応用できる能力 (1)を踏まえて、原子炉主任者及び核燃料取扱主任者に必要とされる廃棄物の発生源や処理、処分について専門的な知識を学び、それらを実務に応用できる能力を身につける。			

(3) 原子力技術分野において、複合的な問題を分析し、課題を設定・解決できる卓越した能力

長期にわたる処分の安全性の評価について係る問題や処分のサイト選定における工学と社会科学境界に位置するトランスサイエンス的問題について、(1)、(2)に基づいて論理的に分析、理解する能力を取得する。

(4) 継続的に学習できる能力

廃棄物管理の根底となる物理化学の基礎や具体的な安全評価の進め方を演習形式で身につける「廃棄物工学演習」(A1A2 セメスタ)とは相補的な関係にある。また、廃棄物管理は広く核燃料サイクルの一部であることから、本講義は S1S2 セメスタの「核燃料サイクル工学」と密接に係る。また、特に、福島第一原子力発電所事故に係る廃棄物管理については、A1A2 セメスタの「福島学」と処分サイトの立地における社会科学的な側面については、リスクコミュニケーションの問題としても捉えることができ、A1A2 セメスタの「リスク認知とコミュニケーション」、「リスクコミュニケーション/メディア対応演習」と関係する。

(5) 原子力技術分野に関する実務を行うために必要な実践力、説明責任能力、コミュニケーション能力、協働力、マネジメント力など

廃棄物は広く原子力の利用において必ず発生するものであり、本講義を通して、原子炉主任技術者および核燃料取扱主任者、行政技術者の業務として必要な廃棄物管理に係る実践力や説明責任能力を習得する。

(6) 職業倫理、ならびにその倫理規範を守りつつ職務を果たす能力と態度

本講義と直接の関連は無い。

5. 講義日程及び講義内容 (各回ごとのテーマ、担当教員)

(曜日・時間帯に注意すること)

9月30日(月) 1, 2限【放射性廃棄物の管理・概論】(オンライン)

担当者：山口徹治 (JAEA 福島研究開発部門) yamaguchi.tetsuji@jaea.go.jp

放射性廃棄物の発生から最終処分までの一連の過程、すなわち放射性廃棄物管理の原則についてその考え方を解説する。また、原子力発電をはじめ、ウラン採鉱、燃料製造、再処理、MOX燃料加工などの核燃料サイクルの各工程、および研究所や病院など、種々の源から発生する個々の放射性廃棄物について、その定義・種類・特性を整理するとともに、その後の処理・処分がその特性に応じた方法で行われていることを説明する。また、関連する法令についても触れる。

10月21日(月) 1限【廃止措置①】(原子力専攻講義室)

担当者：島田太郎 (JAEA 安全研究・防災支援部門) shimada.taro@jaea.go.jp

原子力施設の廃止措置について、廃止措置計画の認可から、系統除染や安全貯蔵を経て、解体撤去、サイトの解放、廃止措置終了確認に至るまでの一連の廃止措置工程について解説する。原子炉および核燃料サイクル施設の解体技術についても紹介する。

10月21日(月) 2限【廃止措置②】(原子力専攻講義室)

担当者：目黒義弘 (バックエンド統括本部バックエンド推進部) meguro.yoshihiro@jaea.go.jp

我が国では、近年日本原子力研究開発機構において約半数の原子力施設が廃止措置の対象となり、商用発電においても多くの原子炉が廃止措置に移行している。本講義では、そのような我が国及び諸外国の廃止措置の実例を元に、原子力施設の廃止措置の実際面を講義する。

11月18日(月) 1, 2限【クリアランス】(原子力専攻講義室)

担当者：武田聖司 (JAEA 安全研究・防災支援部門) takeda.seiji@jaea.go.jp

放射性廃棄物のクリアランス制度について、クリアランスの概念、クリアランスレベルの導出および検認などを講義する。また、原子力施設の運転・廃止に伴って生じる様々な廃棄物の内、放射性物質によって汚染されていない廃棄物(「放射性廃棄物でない廃棄物(NR)」)の概念、対象範囲、規制上の位置づけなどを解説する。

12月2日(月) 1, 2限【放射性廃棄物の処理】(原子力専攻講義室)

担当者：長谷川秀一 (原子力専攻) hasegawa@tokai.t.u-tokyo.ac.jp

原子力関連施設から発生する液体廃棄物・気体廃棄物・固体廃棄物の処理方法を、それらの工学的バックグラウンドにも触れながら講義する。次に、実際の燃料加工施設、原子力発電所、および再処理施設におけるそれらの処理方法の応用について解説する。10月13日に廃棄物処理施設を訪れ処理の

実際を見学する。

12月16日（月）1, 2限【放射性廃棄物の処分】（原子力専攻講義室）

担当者：齊藤拓巳（原子力専攻）saito@tokai.t.u-tokyo.ac.jp

放射性廃棄物の処分概念，多重バリアシステムの構成要素と役割，安全確保の考え方，各要素技術の概要，および我が国における放射性廃棄物処分（浅地中・中深度・深地層処分）について，概念の歴史の変遷などにも触れながら紹介する。さらに，放射性廃棄物，特に，高レベル放射性廃棄物の処分に関わる課題として，リスクの受容性や使用済み燃料の長期貯蔵の問題を紹介する。

12月26日（木）1, 2限【閉鎖後長期の安全性とナチュラルアナログ】（原子力専攻講義室）

担当者：齊藤拓巳（原子力専攻）saito@tokai.t.u-tokyo.ac.jp

高レベル放射性廃棄物処分の舞台となる深部地質環境について，その地質学，化学，水文学，工学的性質の点から解説する。また，セイフティケースにおいて重要となる閉鎖後長期の安全性に関して，各バリアの役割を総合的に解説すると共に，安全性の傍証となるナチュラルアナログの考え方を紹介する。

1月14日（火）1限【安全評価】（原子力専攻講義室）

担当者：齊藤拓巳（原子力専攻）saito@tokai.t.u-tokyo.ac.jp

高レベル放射性廃棄物処分の閉鎖後長期の安全性の評価について，シナリオ構築から，評価の構成する多様なサブモデル，さらには，評価結果に係る不確実性の取り扱いについて講義する。また，安全評価結果をリスクとして認知する場合の問題点と様々なバイアス要因について紹介する。

1月14日（火）2限【地層処分事業】（原子力専攻講義室）

担当者：石田圭輔（原子力発電環境整備機構 技術部）kishida@numo.or.jp

高レベル放射性廃棄物の地層処分について，これまでの議論と経緯，科学的特性マップ，サイト選定プロセス，地層処分のリスクと安全確保に向けた考え方，処分事業と地域の発展など，事業としての側面から講義を行う。

1月20日（月）

まとめ

5. 教科書、参考書等

●基礎学理に関する書籍

「放射性廃棄物と地質科学—地層処分の現状と課題」（東京大学出版会）

「アトキンス物理化学（上・下）」（東京化学同人）の本書に限らず，物理化学に関する導入の教科書が参考書として有用である。

●専門技術分野および複合事象に関する書籍

「放射性廃棄物の工学」（オーム社）

「放射性廃棄物処分の原則と基礎」（原子力環境整備促進資金管理センター）

6. 達成度の評価、成績評価の方法

講義内容に基づき、基礎から実用、複合的問題に関する知識を期末試験で問う。

試験には原子炉主任技術者試験及び核燃料取扱主任者試験のうち廃棄物管理に係る問題を含み、国家試験合格に相当するレベルを問う。

7. 他の講義との関連

放射性廃棄物処理処分について，「廃棄物工学演習」と互いに補完しあう講義である。

廃棄物管理は核燃料サイクルの主要な工程・プロセスであり，「核燃料サイクル工学」の講義を履修することが望ましい。

また，「原子力実験・実習2」の「廃棄物施設見学」および「廃棄物工学実習」とも内容的に関連する。