

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	燃料サイクル
	■講義 □実習
所要時間	70分×2 = 140分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	燃料サイクルの構成要素とその機能、基本事項を理解する。
本講義の概要	講義の前半では、燃料サイクルにおけるウラン採鉱、精錬、ウラン濃縮及び燃料製造について、後半では使用済燃料の再処理、廃棄物処理処分に関して、基本となる原理を述べると共に、工程としての機能を実現するための工学的な基礎を講義する。また、ウランの需給、核燃料サイクルの導入効果、現在進められている研究開発についても紹介する。
キーワード	燃料サイクル、ウラン採鉱、ウラン精錬、燃料製造、再処理、廃棄物処理、廃棄物処分、化学工学
使用するRI、危険物、重量物等	無し

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	金属材料概論
	■講義 □実習
所要時間	70分×2 = 140分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	金属材料についての基礎講義であり、応用的講義である材料強度、腐食、照射損傷を理解するための予備知識を得る。
概要	<u>金属材料基礎科学</u> として、金属結合、結晶学、状態図と金属組織、相変化とその熱力学的背景を述べる。また、 <u>金属材料強度学の基礎</u> として、転位論と結晶強度学、引張強度、破壊靱性、疲労破壊、クリープ強度、材料強化法について述べる（応用的課題は「材料強度」で）。応用的課題の詳細な各論はそれぞれの応用講義（強度、腐食、照射損傷）にゆずり、様々な現象の物理・化学的背景に重点をおいて、系統的な理解が行えるように配慮する。講義中、応用的課題の中で最も重要なものの一つである圧力容器鋼の照射脆化に関連して、炭素鋼の極低温での脆性破壊デモを行う。
キーワード	事故、金属結合、結晶格子、体心立方格子、面心立方格子、稠密六方格子、金属組織、状態図、変態、析出、TTT線図、転位、積層欠陥、シュミット因子、応力ひずみ線図、工学的ひずみ/応力、真ひずみ/応力、破壊靱性値、S-N曲線、疲労強度、クリープ曲線、固溶強化、加工強化、析出強化、細粒強化、マルテンサイト変態、シェフラー線図、集合組織
使用するRI、危険物、重量物等	無し

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	材料強度
	■講義 □実習
所要時間	70分×2 = 140分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	原子炉機器・構造物の設計や健全性を評価する上で必要な金属材料の変形から破壊について理解を深める。
本講義の概要	構造材料に要求される機能とともに、金属材料の強度に関連する弾性、塑性、破壊、疲労、クリープ、腐食を解説する。また、これらの材料強度に関する知識がどのように活かされるかを理解するために、具体例として原子炉圧力容器等の健全性評価をとりあげる。
キーワード	機械的性質、弾性変形、塑性変形、応力、ひずみ、き裂、破壊靱性、疲労、クリープ、腐食、応力腐食割れ
使用するRI、危険物、重量物等	無し

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	材料の照射効果 ■講義 □実習
所要時間	70分×2 = 140分
実施場所	研修講義棟 ■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	原子力材料に固有の使用環境である中性子照射による金属材料の特性変化について、その損傷機構の概要を理解する。
概要	中性子照射を受けた材料は、核変換損傷と弾き出し損傷を生じる。弾き出し損傷では、中性子の運動エネルギーが金属結晶を構成する原子に衝突を通じて受け渡され、エネルギーを得た格子原子は次々の他の原子をその格子位置から弾き出していく。弾き出しによって発生した点欠陥は結晶中を拡散することによって、大部分は格子間原子と原子空孔の再結合により解消していくが、この間、元素の選択的輸送（照射誘起偏析）、欠陥集合体（キャビティー、転位ループ等）の形成などによって材料の特性（力学特性、腐食特性）に影響を与える。核変換損傷で生じたガス原子は、欠陥集合体の形成に大きな影響を与える。軽水炉にとって最も重要な照射効果は、圧力容器鋼の照射脆化（欠陥集合体の形成等による強度の上昇）と SCC 感受性への影響（粒界偏析、亀裂進展挙動の変化等による）である。
キーワード	核変換損傷、弾き出し損傷、弾き出し閾エネルギー、カスケード損傷、点欠陥（原子空孔および格子間原子）、転位ループ（フランクループおよび完全転位ループ）、積層欠陥、キャビティー、照射脆化、照射誘起応力腐食割れ（IA-SCC）
使用する RI、危険物、重量物等	無し

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	材料の腐食
	■講義 □実習
所要時間	70分×2 = 140分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	原子炉機器の運転・保守管理に必要な材料の腐食について基礎事項の理解を促す。
本講義の概要	腐食と社会の関わりを説いた後、金属材料の腐食を物理・電気化学の面から解説する。その後、特徴的な腐食形態を紹介するとともに、原子炉機器で使用される金属材料と懸念される腐食事例を解説する。最後に、腐食測定方法と腐食診断技術の特徴を解説する。
キーワード	腐食、腐食形態、全面腐食、応力腐食割れ、孔食、電気化学、原子炉、腐食測定、腐食診断、ステンレス鋼、ジルカロイ
使用するRI、危険物、重量物等	無し

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	燃料の基礎物性
	■講義 □実習
所要時間	70分×2 = 140分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	未照射の核燃料についてその基礎的な性質を解説し、照射挙動や事故時の燃料ふるまいの理解の基礎とする。
本講義の概要	核燃料物質に共通な性質としてアクチニド元素群の特性と単純な金属燃料の物性を紹介した後、広く使用されている酸化物燃料について、化学的、物理的、熱的、機械的性質を詳述する。最後に、今後の核燃料として期待される炭化物、窒化物燃料の特性を酸化物燃料との対比において解説する。
キーワード	核燃料、酸化物燃料、炭化物燃料、窒化物燃料、アクチニド、化学的性質、物理的性質、機械的性質
使用するRI、危険物、重量物等	無し

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	軽水炉燃料
	■講義 □実習
所要時間	70分×4 = 280分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	軽水炉燃料通常時挙動の基本的事項（燃料の構造、燃料設計、燃料の照射ふるまい、燃料照射試験）について理解を促す。
概要	<p>以下の内容について概説する。</p> <p>1) 通常運転時の燃料ふるまい 燃料の構造、燃料設計、ペレットの挙動、被覆管の挙動 高燃焼度燃料、MOX燃料、燃料破損と対策</p> <p>2) 燃料照射試験 照射試験炉、燃料試験用計装、照射後試験</p>
キーワード	軽水炉燃料、燃料の構造、燃料設計、燃料の照射ふるまい、高燃焼度燃料、MOX燃料、燃料破損、燃料照射試験、照射試験炉、燃料試験用計装、照射後試験
使用するRI、危険物、重量物等	無し

講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	燃料の製造と検査
	■講義 □実習
所要時間	70分×2 = 140分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第1種管理区域 □第2種管理区域
本講義のねらい	核燃料の製造と検査に関する基礎知識の習得を促す。
本講義の概要	<p>PWR 及び BWR 燃料の製造と検査に関連する下記の内容について解説する (DVD による実際の燃料加工の紹介を含む)。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 燃料集合体の構造概要</li> <li>2. 燃料の製造と検査概要</li> <li>3. 燃料の製造と検査の詳細             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 再転換 (二酸化ウラン粉末の製造)</li> <li>(2) 二酸化ウランペレット</li> <li>(3) ジルカロイの特徴と被覆管</li> <li>(4) 燃料棒</li> <li>(5) 燃料集合体</li> </ol> </li> <li>4. 燃料集合体輸送及び輸送容器</li> </ol>
キーワード	燃料集合体の構造、核燃料サイクル、製造工程、検査工程、再転換、ペレット、被覆管、燃料棒、燃料集合体、燃料集合体輸送
使用する RI、危険物、重量物等	無し



講義、実習の概要

講座名	原子炉研修一般課程
題目	原子炉材料各論、非破壊検査法
	■講義 □実習
所要時間	70 分
実施場所	研修講義棟
	■講義室 □非管理区域 □第 1 種管理区域 □第 2 種管理区域
本講義のねらい	金属材料学の材料別各論と非破壊検査法に関する講義であり、これらに関する基礎知識を得る。
概要	原子炉材料のうち、代表的なもの；ジルカロイ、オーステナイトステンレス鋼、およびニッケル基合金に関する基本知識を講義する。また、金属基礎科学として、ステンレス鋼の鋭敏化に関して均一/不均一核生成成長について説明を行う。また、各種非破壊検査法について簡単に説明を行う。
キーワード	ジルカロイ、オーステナイトステンレス鋼、均一/不均一核生成成長、ニッケル基合金、浸透探傷試験、放射線透過試験、磁粉探傷試験、渦流探傷試験、電位差法、超音波探傷試験、アコースティックエミッション試験。
使用する RI、危険物、重量物等	無し