

# 原子核工 学 科

## 原子核工学概論

週2時間 2単位

## 放射線保健物理学

週2時間 2単位

- (1) 序論
- (2) 線量測定
- (3) 環境被曝線量
- (4) 放射線障害
- (5) 線量の限度
- (6) 放射線防護用測定器
- (7) 安全取扱いと遮蔽
- (8) 放射線管理大要

## 原子核工学実験第1

週3時間 1単位

原子核工学実験第2の準備段階として、物理および化学の基礎実験をコンピュータを使用して行う。

- (1) エレクトロニクス基礎実験
- (2) 化学基礎実験
  - a. 固体の性質
  - b. 物質の精製
- (3) 物理基礎実験
  - a. 真空
  - b. 放射線基礎

## 原子核工学実験第2

週6時間(3年前, 後期) 4単位

- (1) 放射線計測実験 I, II, III
- (2) R I 実験
- (3) X線回折
- (4) 放射線損傷
- (5) 同位体分離
- (6) 中性子実験
- (7) 熱伝達実験
- (8) 計算機実習

## 数学及び数学演習C第1

土木工学科参照

## 数学及び数学演習C第2

土木工学科参照

## 力学及び力学演習C第1

応用物理学科参照

## 力学及び力学演習C第2

応用物理学科参照

### 原子力関係法規

放射線関係法規（放射線障害防止法）

原子炉関係法規（原子炉等規制法）

おのおの集中講義を行なう 1単位

### 卒業研究

10単位

### ※電気磁気学

週2時間 2単位

#### (1) 電磁場とローレンツカ

電場, 磁場, マクスウェルの方程式

#### (2) ベクトル解析

微分演算子, ベクトル場の積分

#### (3) 静電場

ガウスの法則, クーロンの法則

ポテンシャル, ポワソンの式, 電気双極子

#### (4) 静電エネルギー

静電エネルギー密度

#### (5) 誘電体

分極, 強誘電体

#### (6) 静磁場

定常電流（直線, 円形電流）による磁場, アンペールの法則

#### (7) ベクトルポテンシャル

磁気双極子, ビオサバールの法則

#### (8) 誘導電流

#### (9) マクスウェルの式

#### (10) 電磁波, 電磁放射

#### (11) 物質中の磁場

常磁性, 強磁性, 反強磁性

### ※量子力学第1

週2時間 2単位

#### (1) 原子物理学序説

#### (2) Schrödinger 方程式

#### (3) 演算子による表現

#### (4) 角運動量及び水素様原子

#### (5) 摂動論

### ※統計熱力学

週2時間 2単位

#### (1) 熱力学概論

#### (2) 局在系の統計力学

#### (3) 絶対温度の概念

- (4) 非局在系の統計力学
- (5) 統計力学と熱力学
- (6) 格子欠陥の統計力学

※物 理 化 学

週2時間 2単位

- (1) 物理化学的な系
- (2) 状態の変化
- (3) 熱力学
- (4) 溶液
- (5) 相平衡
- (6) 電気化学
- (7) 反応速度

※原 子 物 理 学

週2時間 2単位

- (1) 分子の熱運動
- (2) 荷電粒子と電磁波との相互作用
- (3) 原子の構造
- (4) 分子の構造

〔予備学習〕量子力学

〔テキスト〕久武・岡田「原子物理概論」(朝倉書店)

※原子核物理学第1

週2時間 2単位

- (1) 原子核の基本的性質(大きさ, 質量, 結合エネルギー, モーメント, パリティ)
- (2) アルファ崩壊
- (3) ベータ崩壊
- (4) ガンマ崩壊

〔参考書〕原子核物理(影山), 原子核物理学(八木)

※原 子 核 化 学

週2時間 2単位

- (1) 核反応
  1. 放射性壊変
  2. 核反応と核種の生成
  3. 核分裂と核分裂生成物
  4. 核反跳
- (2) 化学分離
  1. 分離過程と化学分離
  2. 化学分離法
- (3) アクチノイドの化学
  1. アクチノイド元素の特性
  2. アクチノイドの溶液化学
  3. アクチノイドの固体化学

〔予備学習〕物理化学, 原子物理学

〔テキスト〕内藤「原子炉化学上」(東大出版)

※放射線物理学

週2時間 2単位

放射線と物質との相互作用に関する基本的事項に関する講義：すなわち

- (1) 放射線の種類およびその発生
- (2) 衝突および散乱の力学
- (3)  $\gamma$ 線と物質との相互作用
- (4) 重荷電粒子と物質との相互作用
- (5) 電子と物質との相互作用
- (6) 放射線吸収線量

※原子炉システム

週2時間 2単位

- (1) 原子炉工学序論
- (2) 原子炉の構成と炉型分類
- (3) 原子力発電所概要
- (4) 軽水炉(加圧水炉と沸騰水炉)
- (5) 高速増殖炉
- (6) ガス炉および重水炉
- (7) 研究用原子炉
- (8) 原子炉の安全性

※原子炉物理学第1

週2時間 2単位

中性子束の概念、四因子公式、Fickの法則、拡散方程式、減速過程、フェルミ年令理論、熱中性子群定数、臨界方程式

〔予備学習〕力学及び力学演習C第1, 同第2, 数学及び数学演習C第1

〔テキスト〕ラマーシュ著, 武田, 仁科訳: 原子炉の初等理論(上)(吉岡書店)

〔参考書〕原子炉工学概論(上)山本, 石森編(培風館)

原子炉入門 原沢 進(コロナ社)

※結晶物性

週2時間 2単位

- (1) 固体材料の分類
- (2) 固体の凝集機構
- (3) 結晶構造
- (4) 結晶のX線回折
- (5) 格子振動
- (6) 固体の比熱, 熱的性質
- (7) 固体の熱力学, 状態図

〔予備学習〕原子物理学, 物理化学

〔参考書〕C. A. Wert and Thomson: Physics of Solids (McGraw-Hill)

坂田 亮: 材料科学(培風館)

X線回折要論: カリティ(アグネ)

## ※電 子 物 性

週2時間 2単位

- (1) 固体の熱物性
- (2) 金属の自由電子論
- (3) バンド理論
- (4) 金属および半導体における伝導現象
- (5) 磁性

〔予備学習〕量子力学, 統計熱力学, 物理化学

〔テキスト〕坂田 亮: 物性科学 (培風館)

キッテル: 固体物理学入門 (丸善)

## ※電 子 回 路

週2時間 2単位

- (1) 電気回路論

直流回路, 交流回路, 複素計算法, 過渡現象, フーリエ解析, ラプラス変換, 分布定数回路

- (2) 電子回路論

半導体デバイス, 等価回路, 増幅回路, 発振回路, 電源回路, デジタル回路

## ※計算機プログラミング

週2時間 2単位

FORTRAN 言語によるプログラミング技法と数値解析法の基礎を, 情報処理教育センターでの実習を通して体得する。

- (1) プログラミング技法
- (2) 2分法, ガウスの消去法, モンテカルロ法
- (3) 固有値問題, ルンゲ・クッタ法

## ※材 料 力 学

応用物理学科参照

## ※テ ー タ 解 析 法

週2時間 2単位

- (1) 誤差論
- (2) 最小自乗法
- (3) 実験曲線とその方程式
- (4) 測定値の統計
- (5) 理論分布各論
- (6) 相関理論
- (7) 標本分布と検定

〔テキスト〕沼倉三郎: 測定値計算法 (森北出版)

## ※輸 送 現 象 論

週2時間 2単位

- (1) 移動速度に関する記述と輸送係数 (粘性係数, 熱伝導係数, 拡散係数)
- (2) 1次元層流における輸送 (シェル・バランス式の立て方)
- (3) 変化方程式の立て方 (連続方程式, 運動方程式, エネルギー方程式, 拡散方程式)
- (4) 次元解析と無次元数

- (5) 乱流
- (6) ポテンシャル流, 境界層理論
- (7) 摩擦係数
- (8) 異なる相(気, 液, 固)の境界での移動現象(熱伝達係数, 物質移動係数)
- (9) 巨視的な扱い方

※原子炉工学

週2時間 2単位

- (1) 序論, 核分裂発見から原子力発電まで
- (2) 原子炉の構造
- (3) 原子炉の伝熱流動
- (4) 2相流解析
- (5) 安全解析および実験
- (6) 原子炉の設計および計算コード

※原子力燃料サイクル

週2時間 2単位

- (1) 核分裂炉燃料燃焼
  - 1. 1 炉内燃焼計算
  - 1. 2 使用済燃料
- (2) 使用済燃料再処理
  - 2. 1 再処理方式
  - 2. 2 Purex 法
  - 2. 3 抽出理論
- (3) 放射性廃棄物処理
  - 3. 1 放射性廃棄物
  - 3. 2 高レベル放射性廃棄物の処理処分
  - 3. 3 低レベル放射性廃棄物の処理処分
  - 3. 4 気体状放射性廃棄物処理

※放射線物性工学

週2時間 2単位

放射線が原子炉材料, 放射線計測材料等に与える作用の基礎を物性論的に取り扱う。

- (1) イオン・原子衝突
- (2) 格子原子のはじき出し
- (3) 放射線損傷による物性の変化
- (4) 表面損傷
- (5) 固体における電子励起現象とその作用

[予備学習] 電気磁気学, 量子力学第1, 統計熱力学, 原子物理学, 放射線物理学, 量子力学第2, 放射線計測学第1

[参考書] D.S.Billington and J.H.Crawford : Radiation Damage in Solids

※放射線計測学第1

週2時間 2単位

- (1) 放射線計測の概論
- (2) 放射線検出器の動作と特性

電離箱，比例計数管，GM計数管，シンチレーション検出器，半導体検出器，カロリメータ，その他

### ※放射線計測学第2

週2時間 2単位

- (1)  $\alpha$ ， $\beta$ ， $\gamma$ 線測定
- (2) 中性子測定
- (3) 放射能測定
- (4) 原子力放射線計装
- (5) 放射線計測エレクトロニクス

### 量子力学第2 (A, B, C)

週2時間 2単位

- (1) 近似法
- (2) 衝突問題
- (3) 電磁場の量子化

[予備学習] 電気磁気学，量子力学第1，統計熱力学，原子物理学，放射線物理学

[参考書] Shiff: Quantum Mechanics

### 量子化学 (A, B)

週2時間 2単位

応用化学科参照

### 原子核物理学第2 (A, B, C)

週2時間 2単位

- (1) 核構造
- (2) 核反応
- (3) 核分裂
- (4) 核分光法

### 固体構造欠陥論 (B, C)

週2時間 2単位

- (1) 結晶格子欠陥の分類と基礎的性質
- (2) 点欠陥の反応過程
- (3) 格子欠陥導入法
- (4) 高エネルギー粒子照射損傷
- (5) 格子欠陥の測定・観察方法

### 数値解析法 (A, B, C)

週2時間 2単位

- (1) 移動論と熱工学における数値解析
- (2) 数値解析と誤差
- (3) 差分法の基礎 (導関数の差分近似，補外式，バリエブル・メッシュ，スタガード・メッシュ，コントロール・ボリューム法)
- (4) 定常1次元熱伝導 (離散化方程式の作り方，境界条件，熱伝導係数の扱い方)
- (5) 非定常1次元熱伝導
- (6) 多次元熱伝導問題
- (7) 対流・拡散方程式，流れ場の解法

(8) 差分法以外の数値解法の基礎（重みつき残差法，有限要素法，モンテカルロ法など）

エネルギー工学（A，B，C）

週2時間 2単位

- (1) エネルギーの種類
- (2) エネルギーの相互変換
- (3) 熱による直接発電
- (4) 原子力エネルギー
- (5) 将来のエネルギー
- (6) エネルギー資源
- (7) エネルギー経済

自動制御概論（A，B，C）

電気学科参照

情報通信工学第1（A，B，C）

電気学科参照

放射線応用工学（A，B）

週2時間 2単位

- (1) 放射線発生装置としての加速器に共通的な事柄の概説
- (2) 各種の加速器とその特徴的な応用
- (3) 放射性同位元素の線源としての計測，照射への利用
- (4) 放射性同位元素のトレーサーとしての物理的・化学的利用

原子炉物理学第2（A，B，C）

週2時間 2単位

原子炉の動的ふるまい，2群理論，非均質炉，制御棒の効果，温度とキノセン効果

〔予備学習〕原子炉物理学第1

〔テキスト〕ラマーシュ著，武田，仁科訳：原子炉の初等理論（下）（吉岡書店）

〔参考書〕グラストン，エンドランド著，伏見，大塚訳：原子炉の理論（みすず書房）

深井，鈴木著：解説原子力発電（東京電気大出版局）

山本，石森編：原子力工学概論（上），（下）（培風館）

核融合工学（A，B，C）

週2時間 2単位

- (1) 核融合炉開発の必要性
- (2) エネルギーバランス
- (3) プラズマの諸性質
- (4) 核融合炉の概念
- (5) 将来への展望

原子炉材料学（B，C）

週2時間 2単位

- (1) 原子炉の型と材料
- (2) 原子核燃料
- (3) 材料の照射損傷
- (4) 核分裂炉材料
- (5) 核融合炉材料



## 同位体分離 (A, B, C)

週 2 時間 2 単位

- (1) 原子力注目同位体
- (2) 同位体分離法
- (3) 分離カスケード
- (4) ウラン濃縮
- (5) 水素同位体分離

## 原子核エネルギー化学 (B, C)

週 2 時間 2 単位

- (1) 原子核エネルギーの発展
- (2) 炉燃料・材料の高温化学
  1. 高温熱物性
  2. 拡散
  3. 蒸発
  4. 高温反応
- (3) 原子核サイクルの化学
  1. 原子燃料サイクル
  2. 原子燃料再処理の化学
  3. 放射性廃棄物処理・処分の化学

[予備学習] 物理化学, 原子核化学

[テキスト] 内藤: 原子炉化学下 (東大出版)

## 光・放射線化学 (B)

応用化学科参照

## 光・半導体物性

応用物理学科参照

## 電気・磁気物性

応用物理学科参照

## 生物物理学

応用物理学科参照

## プラズマ工学

電気学科参照

## 原子炉実習 (A, B, C)

集中実習 1 単位

近畿大学の原子炉 UTR-B を使用して原子炉の運転と制御棒校正の実験を行う。

## 分析化学実験 C (B)

週 6 時間 2 単位

- (1) 重量分析 硫酸銀, アルミニウム, ニッケルなどの定量分析
- (2) 容量分析 中和, 沈澱, 酸化還元, キレート各滴定
- (3) 機械分析 電気分析, 光分析, クロマトグラフィーについての実験  
解析はコンピュータを用いて行う。

## 材料強弱実験 (B, C)

週 3 時間 1 単位

- (1) 引張試験〔Ⅰ〕：軟鋼試験片に対して弾性限度内の試験を行い、ヤング率を測定する。
- (2) 引張試験〔Ⅱ〕：軟鋼試験片に対して引張破断試験を行い、応力-ひずみ線図を画く。
- (3) 圧縮試験：軟鋼試験片に対しては弾性限度内の試験、鋳鉄試験片に対しては圧縮破断試験を行う。
- (4) ねじり試験：軟鋼試験片に対して弾性限度以内の試験を行い剛性率を測定する。
- (5) 硬度試験：各種の金属材料に対してブリネル硬度、ピッカース硬度およびショアー硬度試験を行う。
- (6) 衝撃試験：鋼材に対するシャルピーの衝撃試験を行う。

解析はコンピュータを用いて行う。

原子核工学特別講義第1 (A, B, C)

週1時間 1単位

原子核工学特別講義第2 (A, B, C)

週1時間 1単位

原子核工学特別講義第3 (A, B, C)

週1時間 1単位

原子核工学特別講義第4 (A, B, C)

週1時間 1単位

原子核工学輪講A (A, B, C)

週3時間 1単位

原子核工学輪講B (A, B, C)

週3時間 1単位

工場管理 (A, B, C)

機械工学科参照

工業経済 (A, B, C)

機械工学科参照

工学概論第1 (A, B, C)

機械工学科参照

工学概論第2 (A, B, C)

機械工学科参照

工学概論第3 (A, B, C)

機械工学科参照

工場実習 (A, B, C)

1単位

工場見学 (A, B, C)

1単位

注意

本学科の学習は、大体次の三つの専門コースに分けられる。

- A. 放射線計測応用を主とするもの
- B. 材料関係を主とするもの
- C. 原子炉を主とするもの

各自、進もうと思うコースに従って、それぞれの記号を付した選択科目に重点をおいて、選択履修すること。

なお、※印を付した学科目はすべて履修することを前提として他の学科目の授業が行われる。

## 電 子 機 械 工 学 科

### 数学及び数学演習A第1

機械学科参照

### 数学及び数学演習A第2

機械学科参照

### 力学及び力学演習A第1

機械学科参照

### 力学及び力学演習A第2

機械学科参照

### 電磁気工学第1及び演習

週3時間 2.5単位

静電場、静電場のエネルギー、誘電体

### 電気回路第1及び演習

週3時間 2.5単位

正弦波交流、ベクトル記号法、交流回路網、三相交流、ひずみ波交流

### アナログ回路

週2時間 2単位

1. 電子回路の基礎（能動素子の種類、静特性、増幅の原理、小信号等価回路）
2. 増幅回路（トランス結合、直接結合、CR結合、負帰還）
3. 発振回路
4. 電源回路
5. オペアンプ

### デジタル回路

週2時間 2単位

パルス回路、デジタル回路の基礎、ICロジック、ICメモリ

### 材料力学第1及び演習

週3時間 2.5単位

応力と歪み、組合せ応力、はりのせん断力と曲げモーメント、はりの曲げ応力、真直はりのたわみ、不穩定はり

### 設計基礎論

週2時間 2単位

設計論、寿命、強度設計、精度設計、信頼性設計、メカトロニクス設計

### 電子機械設計工学

週2時間 2単位

CAD（コンピュータ援用設計）、CAE（コンピュータ援用エンジニアリング）、最適設計