

# 目 次

## I. 原子炉物理実験

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| <b>1. 原子炉と原子炉物理概説</b> | 伏見康治・能澤正雄  |
| 1.1 原子炉               | 1          |
| A. 原子炉の構成             | (2)        |
| B. 原子炉の種類             | (2)        |
| C. 熱中性子炉と高速炉          | (5)        |
| D. 原子炉物理              | (7)        |
| 1.2 原子炉物理             | 8          |
| A. 中性子の性質             | (8)        |
| B. 中性子と原子核の反応         | (9)        |
| C. 核分裂                | (17)       |
| D. 核分裂連鎖反応の初等的考察      | (26)       |
| E. 中性子の拡散             | (28)       |
| F. 中性子の減速             | (34)       |
| G. 減速に関するフェルミの年令理論    | (38)       |
| H. 臨界方程式              | (42)       |
| 文 献                   | 52         |
| <b>2. 臨界近接と反応度の測定</b> | 松浦祥次郎・野本昭二 |
| 2.1 はしがき              | 53         |

|   |    |
|---|----|
| 2.2 臨 界 近 接 .....   | 55 |
| A. 実験方法...(55) / B. 熱中性子炉での実験例...(58)   |    |
| 2.3 反応度測定法 .....  | 60 |
| A. 反応度の単位...(60) / B. 中性子増倍係数法...(64) / C. 炉周期法...(65) / D. 制御棒落下法...(66) / E. パルス中性子法...(69) |    |
| 2.4 反応度制御と反応度効果 .....   | 70 |
| A. 反応度の制御法...(70) / B. 反応度効果の測定...(71)  |    |
| 2.5 高速炉の臨界近接 .....  | 73 |
| 文 献 .....   | 78 |

### 3. 反応度係数の測定

八 卷 治 恵

|  |    |
|--|----|
| 3.1 はし が き .....   | 79 |
| 3.2 質 量 係 数 .....  | 83 |
| A. 均質炉における測定...(83) / B. 非均質炉における測定...(84)                                 |    |
| 3.3 温度係数と出力係数 .....  | 85 |
| A. 温度係数...(85) / B. 出力係数...(87)  |    |
| 3.4 反射体効果 .....  | 87 |
| 3.5 $^{135}\text{Xe}$ の毒物効果 .....  | 89 |
| A. 定常運転時の Xe 効果...(89) / B. 連続運転後の停止時の Xe 効果...(90) / C. Xe 最適停止の方法...(92) |    |
| 文 献 .....  | 94 |

### 4. 動特性の測定

江 連 秀 夫 ・ 飯 島 勉

|  |     |
|--|-----|
| 4.1 はし が き .....   | 95  |
| A. 動特性方程式と伝達関数...(95) / B. 高出力時の動特性...(97) / C. 測定手法の概要...(97) |     |
| 4.2 過渡応答法 .....  | 98  |
| 4.3 周波数応答法 .....   | 100 |
| 4.4 炉雑音解析法 .....   | 102 |
| 4.5 動特性の空間依存とフィードバックの効果 .....                                  | 104 |

|           |     |
|-----------|-----|
| 文 献 ..... | 106 |
|-----------|-----|

### 5. 中性子スペクトル測定

平 田 実 穂 ・ 五 藤 博

|  |     |
|--|-----|
| 5.1 はし が き .....   | 109 |
| 5.2 高分解能中性子スペクトル測定 .....   | 111 |
| A. クリスタル・モノクロメーター...(113) / B. 中性子速度選択器...(120)                          |     |
| 5.3 核反応による中性子ビームのスペクトル測定 .....   | 125 |
| A. 陽子反跳による方法...(126) / B. $^6\text{Li}(n, t)^4\text{He}$ 反応による測定...(133) |     |
| 5.4 炉内検出器による中性子スペクトル測定 .....   | 135 |
| A. 陽子反跳比例計数管...(135) / B. $^3\text{He}$ 比例計数管...(138) / C. 原子核乾板...(138) |     |
| 5.5 放射化法による中性子スペクトル測定 .....  | 138 |
| A. 箔検出器...(139) / B. しきい検出器...(143)                                      |     |
| 5.6 その他の中性子検出器 .....   | 144 |
| A. 自己出力型 (または自励型) 中性子検出器...(145) / B. ソリッド・ステート・ドジメトリ (145)              |     |
| 文 献 .....  | 147 |

### 6. 格子定数の測定

松 浦 祥 次 郎

|   |     |
|---|-----|
| 6.1 はし が き .....  | 149 |
| A. 熱中性子利用率...(151) / B. 共鳴吸収を逃れる確率...(151) / C. 速中性子効果...(152) / D. 初期転換比...(152) |     |
| 6.2 損失因子 $d$ の測定 .....  | 153 |
| A. 積分法...(154) / B. 微分法...(154)   |     |
| 6.3 $\rho_{28}$ の測定 .....   | 155 |
| 6.4 $\delta_{28}$ の測定 .....   | 156 |
| 6.5 $\delta_{25}$ の測定 .....   | 157 |
| 文 献 .....   | 157 |

## 7. 指数関数炉実験

野本昭二

- 7.1 はしがき ..... 159
  - 7.2 理論 ..... 161
    - A. 直方体の場合...(163)/ B. 円筒体系の場合...(163)
  - 7.3 中性子源 ..... 164
  - 7.4 指数関数炉実験装置 ..... 164
    - A. 黒鉛系装置...(164)/ B. 重水系装置...(166)/ C. 弯曲の測定と結果...(166)
  - 7.5 指数実験解析上の注意 ..... 168
    - A. 拡散距離の測定...(171)/ B. 減速面積の測定...(174)/ C. 非均質格子系の拡散距離と減速面積...(174)/ D. 移動面積の測定...(176)
  - 7.6 高速炉指数実験 ..... 176
    - A. ANL 指数実験...(177)/ B. LASL の指数実験...(179)/ C. 原研ブランケット指数実験...(181) D. フランスにおける指数実験...(185)/ E. 高速炉指数実験の意義...(186)
- 文献 ..... 190

## 8. パルス中性子実験

金子義彦・平岡徹

- 8.1 はしがき ..... 193
- 8.2 減速材の減速熱化および拡散特性の測定 ..... 194
  - A. パルス中性子の減速材中におけるふるまい...(194)/ B. 減速時間, 熱化時定数の測定...(196)/ C. 拡散係数, 吸収断面積の測定...(200)
- 8.3 反応度と中性子寿命の測定 ..... 202
  - A. 測定原理...(202)/ B. 熱中性子炉における実験...(204)/ C. 高速中性子炉における実験...(206)
- 8.4 中性子スペクトルの測定 ..... 209
  - A. 測定原理...(209)/ B. 熱中性子系における実験...(211)/ C. 高速中性子系の実験...(212)
- 8.5 パルス中性子発生装置とパルス実験測定系 ..... 215

- A. パルス中性子発生装置...(215)/ B. パルス実験測定系...(219)
- 文献 ..... 221

## 9. 中性子相関の測定

古橋晃・飯島勉

- 9.1 はしがき ..... 223
  - 9.2 Pál-Bell の方程式 ..... 225
  - 9.3 計数のモーメントとキュムラント ..... 227
  - 9.4 Feynman- $\alpha$  実験 ..... 229
  - 9.5 Rossi- $\alpha$  実験 ..... 232
    - A. Orndoff 方式トリガーでの立式...(232)/ B. 測定法...(234)
  - 9.6 待ち時間分布の測定 ..... 237
  - 9.7 2 又近似の特性と限界 ..... 239
  - 9.8  $P_0$  法, その他 ..... 241
  - 9.9 空間依存性 ..... 242
- 文献 ..... 243

## II. 原子炉を用いた物理実験

### 10. 一般論

更田豊治郎

- 10.1 はしがき ..... 245
  - A. 研究炉...(246)/ B. 原子炉以外の中性子源...(251)
- 10.2 研究炉設備の概説および利用上の一般的注意 ..... 253
  - A. 原子炉制御室...(253)/ B. 実験孔...(253)/ C. 熱中性子柱...(258)/ D. 気送管...(258)/ E. その他の照射装置...(259)/ F. 研究炉付属施設...(259)/ G. その他の注意...(260)
- 10.3 中性子断面積 ..... 261
  - A. 中性子断面積の分類...(261)/ B. 中性子断面積測定の原理...(267)
- 10.4 炉内中性子のエネルギー分布 ..... 270
  - A. 高速中性子束...(270)/ B. 共鳴中性子束...(271)/ C. 熱中性子束...(271)/ D. カドミウム比...(272)/ E. 冷たい中性子...(273)/ F. 特殊

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| フィルター…(274)                |     |
| 10・5 研究対象の概観 ……………         | 274 |
| A. 中性子と原子核との相互作用の研究…(274)／ |     |
| B. 中性子による物質の研究…(275)／      |     |
| C. 物質に対する放射線照射効果の研究…(276)／ |     |
| D. 放射性原子核に関する研究…(276)／     |     |
| E. その他の研究…(277)            |     |
| 文    献 ……………               | 277 |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| <b>11. 原子炉による代表的物理実験の例</b>          | 更田豊治郎・鹿園直基 |
| 11・1 危険係数法による中性子吸収断面積の測定 ……………      | 283        |
| 11・2 パイル・オシレーターによる中性子吸収断面積の測定 …………… | 284        |
| 11・3 チョップと飛行時間法による中性子全断面積の測定 ……………  | 287        |
| A. 飛行時間法…(287)／                     |            |
| B. チョップ…(290)／                      |            |
| C. 全断面積の測定…(293)                    |            |
| 11・4 速度弁別器 ……………                    | 296        |
| 11・5 結晶モノクロメーター ……………               | 297        |
| 11・6 偏極中性子 ……………                    | 302        |
| A. 通過法…(302)／                       |            |
| B. 磁気鏡による全反射…(303)／                 |            |
| C. Bragg 反射を用いる方法…(304)／            |            |
| D. その他の方法…(305)／                    |            |
| E. 偏極中性子の応用…(305)                   |            |
| 11・7 中性子捕獲ガンマ線 ……………                | 306        |
| A. 結晶回折スペクトロメーター…(310)／             |            |
| B. 磁石コンプトンスペクトロメーター…(311)／          |            |
| C. ペア・スペクトロメーター…(312)／              |            |
| D. 熱中性子捕獲ガンマ線スペクトル…(314)            |            |
| 文    献 ……………                        | 316        |

### III. 原子炉実験と保健物理

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| <b>12. 一 般 論</b>    | 能澤正雄・福田整司 |
| 12・1 原子炉と法律 ……………   | 321       |
| 12・2 放射線被曝の防止 …………… | 323       |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 文    献 ……………                  | 324  |
| <b>13. 原子炉実験と危険評価</b>         | 福田整司 |
| 13・1 はしがき ……………               | 325  |
| 13・2 外部被曝線量の評価 ……………          | 326  |
| 13・3 内部被曝線量の評価 ……………          | 328  |
| 13・4 実験にともなう放射性物質生成量の評価 …………… | 329  |
| A. 炉内照射による放射性核種の生成量…(330)／    |      |
| B. 核分裂生成物の計算…(330)            |      |
| 文    献 ……………                  | 331  |
| <b>14. 放射線防護のための遮蔽と放射線測定</b>  | 福田整司 |
| 14・1 はしがき ……………               | 333  |
| 14・2 $\gamma$ 線の遮蔽と測定 ……………   | 334  |
| A. 表 14・1 の使用法…(336)          |      |
| 14・3 中性子線の遮蔽と測定 ……………         | 337  |
| 14・4 $\beta$ 線の遮蔽と測定 ……………    | 341  |
| 文    献 ……………                  | 345  |
| <b>15. 異常発生時の行動</b>           | 福田整司 |
| 15・1 放射線モニターの警報発生 ……………       | 347  |
| 15・2 外部被曝の発生 ……………            | 348  |
| 15・3 放射性汚染の発生 ……………           | 348  |
| <b>16. 放射線モニタリング</b>          | 福田整司 |
| 16・1 一般的注意 ……………              | 351  |
| 16・2 防護の心得 ……………              | 353  |
| 索    引 ……………                  | 1～9  |