

目 次

1. 中性子回折概説	星 埜 禎 男
1.1 歴史的展望	1
1.2 中性子回折法の特徴——X線・電子回折との比較	4
1.3 実験測定法の概要	10
2. 基礎的な知識	国富信彦・渋谷 巖・星埜禎男・浜口由和
2.1 中 性 子	15
A. 粒子としての性質…(15)/ B. 波としての性質…(17)/ C. 全 断面積…(19)/ D. 部分断面積…(20)/ E. 角度微分断面積…(21)/ F. 非弾性散乱断面積…(22)/ G. 中性子の物質との相互作用…(23)	
2.2 中性子散乱の基礎知識	23
A. エネルギーと運動量の保存…(23)/ B. 散乱振幅…(24)/ C. 干	

	渉性散乱と非干渉性散乱…(24)/ D. 自由原子断面積と束縛原子断面積…(26)	
2・3	核 散 乱 …………… 27	
	A. 核散乱振幅…(27)/ B. 核散乱の特徴…(28)/ C. 結晶格子でのブラッグ核散乱…(28)	
2・4	磁 気 散 乱 …………… 29	
	A. 磁気散乱振幅…(29)/ B. 弾性散乱断面積…(30)/ C. 非偏極中性子の強磁性・反強磁性ブラッグ散乱…(31)/ D. 常磁性散乱…(32)/ E. 偏極中性子の断面積…(32)/ F. 中性子の散乱後の偏極率…(33)	
2・5	非弾性散乱 …………… 34	
	A. 時空相関関数…(34)/ B. 動的構造因子…(36)/ C. 準弾性散乱…(36)/ D. 格子振動による非弾性散乱…(37)/ E. スピン波による散乱…(39)/ F. 動的帯磁率…(41)/ G. 臨界散乱…(42)	
2・6	結晶による回折 …………… 44	
	A. 結晶による散乱の特徴…(44)/ B. 結晶の周期性と実および逆空間ベクトル…(45)/ C. 熱振動の効果…(47)/ D. 乱れた構造に対する散乱断面積…(48)/ E. フーリエ級数およびパターン関数…(49)/ F. 同時反射…(51)/ G. 完全結晶による回折…(52)	
2・7	分 解 能 …………… 54	
	A. 分解能の考慮の重要性…(54)/ B. 分解能関数…(56)/ C. 分解能関数の別の求め方…(60)	
	文 献…………… 64	

3. 中 性 子 源

国 富 信 彦

3・1	ま え が き …………… 65
3・2	原 子 炉 …………… 66
	A. 研究用原子炉…(66)/ B. 原子炉の原理…(66)/ C. 原子炉の構造…(68)/ D. 原子炉内の中性子…(68)/ E. 熱平衡中性子…(69)/ F. 中性子のとり出し方…(70)/ G. 低温減速体と高温減速体…(71)/ H. 高束熱中性子炉 HFTR…(72)
3・3	パルス型線源 …………… 73

4. モノクロメーターとコリメーター

国富信彦・浜口由和

4・1 はじめに	75
4・2 結晶モノクロメーター	76
A. 原理…(76)/ B. 単色化結晶の反射率…(78)/ C. 高次反射の混入…(79)/ D. 代表的な単色化単結晶…(80)/ E. たわんだ結晶…(83)/ F. 2 結晶型モノクロメーター…(83)	
4・3 中性子フィルター	84
A. ブラッグ・カットオフ型フィルター…(84)/ B. 共鳴吸収型フィルター…(86)/ C. 単結晶型フィルター…(86)	
4・4 偏極中性子モノクロメーター	87
A. 透過法…(87)/ B. 鏡面反射法…(88)/ C. ブラッグ反射法…(89)/ D. シュテルン-ゲルラッハ法…(89)	
4・5 機械的モノクロメーター	90
4・6 コリメーター	91
4・7 コリメーターおよびモノクロメーターの最適選択法	92
4・8 分解能を向上させる方法	95
文 献	97

5. 中性子の検出と計測

星埜禎男・浜口由和

5・1 中性子検出の原理	99
5・2 中性子検出器	101
A. 気体計数管…(101)/ B. シンチレーション・カウンタ…(104)/ C. 半導体検出器…(105)	
5・3 中性子の計測	106
A. 計測機器の概要と使用上の注意…(106)/ B. S/N とカウンターのしゃへい (シールド)…(109)	
5・4 マルティ・カウンタ法と位置敏感検出器	110
5・5 写真撮影法	113
文 献	114

6. 弾性散乱の測定

渋谷 巖

6.1 線源の選択	115
A. 一般的な考え方…(115)/ B. 原子炉についての考察…(116)/	
C. 高調波の除去について…(118)/ D. 中性子導管…(118)/ E. まとめ…(119)	
6.2 中性子ゴニオメーター	120
A. 単色 4 サークル型ゴニオメーター…(120)/ B. 白色中性子線回折装置…(122)	
6.3 試 料	124
A. 多結晶試料と容器…(124)/ B. 単結晶試料…(125)	
6.4 ブラッグ反射の測定	126
A. 積分強度と構造因子の関係…(126)/ B. 種々の積分強度測定法…(127)/	
C. ローレンツ因子…(132)/ D. 吸収の補正…(133)	
6.5 散漫散乱の測定	136
A. 測定方式…(137)/ B. 分解能関数の広がり補正…(137)/ C. エネルギー分解能の広がり補正…(138)/	
D. 構造因子分布の不均一性の補正…(139)/ E. 吸収が無視できない場合の面反射補正…(139)/	
F. その他の注意…(140)	

7. 非弾性散乱の測定

浜 口 由 和

7.1 測定法のあらし	141
7.2 各種測定法	143
A. 結晶分光器…(143)/ B. MARC 分光器…(144)/ C. 位相差チョッパー分光器…(144)/	
D. 回転結晶分光器…(147)/ E. Be フィルター法分光器…(148)/	
F. 逆フィルター法分光器…(148)/ G. フィルター検出器分光器…(149)/	
H. 相関チョッパー分光器…(149)	
7.3 干渉性散乱の測定	150
A. 結晶分光器による場合…(150)/ B. 位相差チョッパー分光器による場合…(157)	
7.4 非干渉性散乱の測定	160

8. 付属装置と特殊実験法

星埜禎男・浜口由和

- 8・1 試料高低温装置163
A. 一般の問題点...(163)/ B. 試料高温装置...(165)/ C. 試料低温装置...(166)/ D. 大型ゴニオメーター・ヘッド...(171)
- 8・2 偏極中性子回折装置と実験法172
A. 装置の概要...(172)/ B. 偏極中性子回折法...(178)/ C. 偏極解析法...(180)
- 8・3 中性子スピン・エコー法181
文 献.....182

9. 結晶構造解析

波 谷 巖

- 9・1 中性子回折とX線回折との関係183
- 9・2 データの収集と処理185
A. 結晶に対する準備...(185)/ B. 試料温度の制御...(185)/ C. 単色中性子の波長, 分解能の事前確認...(186)/ D. 結晶の取付け...(186)/ E. 結晶の方位設定...(186)/ F. 測定...(187)/ G. データの処理...(188)
- 9・3 構造解析の基本事項189
A. 基礎方程式...(189)/ B. 中性子による解析法の2本の柱...(189)/ C. 中性子回折で特に留意すべきこと...(191)
- 9・4 基本事項に対する実用上必要となる種々の変形192
A. フーリエ解析法の変形...(192)/ B. 最小2乗法精密化の種々の変形...(196)
- 9・5 データの処理と解析の計算199
- 9・6 構造解析の具体例, $(\text{COOD})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ の構造解析201
A. 水素原子を含む結晶の中性子回折...(201)/ B. 積分強度の測定...(203)/ C. 解析...(204)
- 9・7 構造解析技術の応用例, NaNO_2 の分極反転206
A. 中性子回折によるフーリエ図形の特徴...(207)/ B. 構造因子の位相角に対する考慮とパターン関数の起用...(209)/ C. パターン関

数の原点除去および級数打ち切り効果の影響…(210)/ D. NaNO_2 に対する実験例…(212)

文 献……………214

10. 磁気構造の解析

国 富 信 彦

10・1 磁気構造の分類 ……………215

A. 黒白格子の分類…(215)/ B. 磁気構造の記法…(218)/ C. 複合された磁気構造…(221)/ D. 長周期構造…(222)

10・2 非偏極中性子による磁気構造の解析 ……………223

A. 構造因子…(223)/ B. 強磁性体の磁気構造…(225)/ C. 反強磁性構造の解析…(226)

10・3 偏極中性子による磁気構造の解析 ……………229

A. 偏極中性子回折法による強磁性体の測定…(229)/ B. 磁気形状因子の解析…(232)

10・4 磁氣的散漫散乱 ……………234

A. 無秩序散漫散乱…(234)/ B. Marshall モデル…(236)/ C. 測定値に対する補正…(237)/ D. 常磁性散乱…(239)

10・5 偏極解析法 ……………239

文 献……………240

11. 格子振動の解析

浜口由和・星埜禎男

11・1 非干渉性非弾性散乱 ……………241

A. エネルギー・スペクトル…(243)/ B. 振動数分布…(244)/ C. 局在モードの測定…(245)/ D. 電磁波分光法との比較…(245)

11・2 格子振動の分散関係 ……………246

A. 主軸方向の分散関係の測定…(248)/ B. 解析法…(252)/ C. 分解能と測定限界…(262)/ D. フォノンの寿命の測定…(263)

11・3 音速と弾性定数の求め方 ……………264

文 献……………265

12. 磁気非弾性散乱の解析

浜口由和

12.1 非干渉性散乱	267
A. 孤立原子による常磁性散乱（結晶場の解析）…(267)/ B. 常磁性散乱…(269)	
12.2 集団磁気励起	270
A. 強磁性体…(274)/ B. 反強磁性体…(276)/ C. スクリュー構造…(278)/ D. マグノン-フォノン相互作用…(280)	
文 献	281

13. 液体構造の解析

星 埜 禎 男

13.1 動径分布関数	284
13.2 動的構造モデルと時空相関関数	287
13.3 結晶中での原子拡散	290
13.4 エネルギー幅測定上の一注意	291
文 献	292

14. 放射線障害の防止

渋谷 巖

14.1 原子炉室内における放射線と中性子回折実験	293
14.2 放射線と放射線障害	294
A. 放射線量の単位…(294)/ B. 許容量…(297)	
14.3 実験者の心得	299
A. 原子炉室内の放射線量…(299)/ B. 実験上の注意…(300)	
文 献	301

付 表

§ 1. 中性子散乱・吸収定数	304
§ 2. 格子定数	313
§ 3. 中性子波長 → エネルギー換算表	314
§ 4. 中性子エネルギー → 波長・運動量・速度・温度・振動数・波数換算表	321
§ 5. モノクロメーター結晶の回折角	334
§ 6. エネルギー分解能表	347
§ 7. ボーズ因子の表	357
§ 8. 熱電対の起電力	365
索 引	367

