目　　次

I. 分光学概論

1. 分光学の基礎 ……………………………………………………………………3
1.1 原子スペクトル……………………………………………………(吉永　弘)…3
1.1.1 水素の原子モデルとそのスペクトル………………………………………3
1.1.2 量子数，パウリ禁制，周期律表，定常状態のエネルギー………………7
1.1.3 I族元素の原子スペクトル ……………………………………………12
1.1.4 II族元素の原子スペクトル ……………………………………………17
1.1.5 III族元素の原子スペクトル ……………………………………………23
1.1.6 多電子原子のスペクトル ……………………………………………23
1.1.7 0族元素の原子スペクトル ……………………………………………29
1.1.8 希土類元素の原子スペクトル …………………………………………29
1.1.9 ゼーマン効果 ……………………………………………………………33
1.1.10 シュタルク効果 …………………………………………………………38
1.1.11 スペクトル線の超微細構造，同位元素効果 ……………………………40
1.2 分子スペクトル ……………………………………………(吉永　弘)…43
1.2.1 二原子分子のスペクトル ………………………………………………43
1.2.2 多原子分子のスペクトル ………………………………………………56
1.2.3 ラマンスペクトル ………………………………………………………60
1.3 固体のスペクトル ……………………………………………(中井祥夫)…63
1.3.1 結晶構造と結合エネルギー ……………………………………………63
1.3.2 格子振動 …………………………………………………………………72
1.3.3 固体の誘電的性質 ………………………………………………………75
1.3.4 固体中の電子状態 ………………………………………………………82
1.3.5 光学遷移 …………………………………………………………………94

2. 光の放出と吸収 ……………………………………………………………114
2.1 光の放出・吸収の古典論…………………………………………(福田國彌)…114
2.1.1 光の放出……………………………………………………………………114
2.1.2 光の散乱と吸収……………………………………………………………122
2.2 熱放射………………………………………………………………(福田國彌)…125

2.2.1　熱放射の古典論……125
2.2.2　熱放射の量子論……129
2.3　スペクトル線の強度と形……(福田國彌・鈴木範人)…135
2.3.1　遷移確率……135
2.3.2　スペクトル線の形……145
2.3.3　コヒーレンス……148

3.　物質の光学的性質……156
3.1　マックスウェルの電磁方程式……(三石明善)…156
3.1.1　等方な誘電体……157
3.1.2　等方な導体の場合……159
3.1.3　ポインティングベクトル……161
3.2　光の反射および透過……(三石明善)…162
3.2.1　誘電体で $n_2>n_1$ の場合……162
3.2.2　誘電体で $n_2<n_1$ の場合……164
3.2.3　フラストレーテッドトータルリフレクション……166
3.2.4　導体面での反射……167
3.2.5　アテヌエーテッドトータルリフレクション……168
3.2.6　平行平面薄膜の透過と反射……169
3.3　光の分散……(三石明善)…170
3.3.1　誘電体……170
3.3.2　自由電子の存在する場合……172
3.3.3　ポラリトン……174
3.3.4　プラズモン-光学縦波フォノン結合……175
3.3.5　クラマース-クローニッヒの分散関係……176
3.4　光学定数の測定……(三石明善)…177
3.4.1　屈折率の測定……178
3.4.2　透過測定……182
3.4.3　反射測定……182
3.5　光の散乱……(鈴木範人)…198
3.5.1　散乱理論……198
3.5.2　レイリー散乱……201
3.5.3　ブリルアン散乱……203
3.5.4　ラマン散乱……204
3.5.5　トムソン散乱……206

II. 分光機器

1. 分光測定用光学素子 ……211
1.1 光　源 ……211
1.1.1 極紫外光源 ……(中井祥夫)…211
1.1.2 紫外・可視光源 ……(佐土根範次・渡会吉昭)…222
1.1.3 赤外・遠赤外の光源 ……(三石明善)…232
1.2 光学材料 ……(遠山健次郎)…244
1.2.1 光学ガラス ……244
1.2.2 光学結晶 ……249
1.2.3 光学用有機材料 ……257
1.3 フィルター ……259
1.3.1 紫外・可視用フィルター ……(森　礼於)…259
1.3.2 赤外・遠赤外域フィルター ……(岩崎敏勝)…271
1.4 偏光素子 ……284
1.4.1 紫外・可視偏光素子 ……(重久三行)…284
1.4.2 赤外偏光素子 ……(三石明善)…292
1.5 分光素子 ……299
1.5.1 回折格子 ……(山田弥彦・原田達男)…299
1.5.2 プリズムおよびエタロン ……(遠山健次郎)…311
1.6 検出器 ……320
1.6.1 紫外域および可視域用検出器 ……(藤田　茂)…320
1.6.2 極紫外検出器 ……(鈴木範人)…352
1.6.3 赤外・遠赤外域検出器（熱的）……(岩崎敏勝)…358
1.6.4 赤外・遠赤外域検出器（量子的）……(新井敏弘)…371
1.7 感光材料 ……(田島又一)…386
1.7.1 一般的性質 ……386
1.7.2 分光的特性 ……391
1.7.3 現像処理 ……392
1.7.4 現像済み画像の取扱い ……394

2. 分光方式 ……396
2.1 分散型分光方式 ……396
2.1.1 プリズムを使用した分散分光方式 ……(瀬谷正男)…396
2.1.2 平面回折格子を使用した分散分光方式 ……(波岡　武)…401

2.1.3　凹面回折格子を使用した分散分光方式……………………………(波岡　武)…407
2.2　干渉分光方式………………………………………………………………(藤田　茂)…413
2.2.1　二光束干渉分光法………………………………………………………………………413
2.2.2　ファブリー-ペロー干渉計による分光法 ……………………………………………434
2.3　特殊分光方式………………………………………………………………(藤田　茂)…443
2.3.1　マルチスリット分光法…………………………………………………………………443
2.3.2　SISAM ………………………………………………………………………………… 448
2.3.3　SISAM を併用したファブリー-ペロー干渉計 ………………………………………450
2.3.4　SIMAC ………………………………………………………………………………… 451
2.4　種々の分光法の比較………………………………………………………(藤田　茂)…452
2.4.1　明　る　さ………………………………………………………………………………452
2.4.2　分解能と信号対雑音比の関係…………………………………………………………453

3.　分光測定用電子回路 ……………………………………………………………………455
3.1　前置増幅器…………………………………………………………………………………455
3.1.1　前置増幅に関する基本事項………………………………………………(南　茂夫)…455
3.1.2　可視・紫外域測定用前置増幅器…………………………………………(福田克雄)…459
3.1.3　赤外・遠赤外域測定用前置増幅器………………………………………(南　茂夫)…462
3.2　ロックイン増幅器とボックスカー積分器……………………………(南　茂夫)…467
3.2.1　ロックイン増幅器………………………………………………………………………467
3.2.2　ボックスカー積分器……………………………………………………………………474
3.3　光子計数回路………………………………………………………………(鈴木範人)…480
3.4　ディジタル技術とパルス回路……………………………………………………………490
3.4.1　A-D および D-A 変換回路 ………………………………………………(福田克雄)…490
3.4.2　ディジタル（論理）回路…………………………………………………(喜利元貞)…499
3.4.3　高速パルス回路……………………………………………………………(南　茂夫)…508
3.5　機構部品駆動回路…………………………………………………………(福田克雄)…516
3.5.1　サーボモーター駆動回路………………………………………………………………516
3.5.2　パルスモーター駆動回路………………………………………………………………522
3.6　電源および光源安定化回路………………………………………………(福田克雄)…524
3.6.1　電源安定化回路…………………………………………………………………………524
3.6.2　光源安定化回路 ………………………………………………………………………… 531

4.　測定方式と情報処理 ……………………………………………………………………534
4.1　分光測光系の構成と動作…………………………………………………(南　茂夫)…534
4.1.1　分光測光系の構成………………………………………………………………………534

4.1.2　測光系の特性と誤差要因……540
4.2　測光システムと信号処理……546
4.2.1　可視・紫外用各種測光方式の検出限界……(福田克雄)…546
4.2.2　赤外・遠赤外用各種測光方式の検出限界……(南　茂夫)…554
4.2.3　雑音除去のための諸方式……(南　茂夫)…561
4.2.4　アナログ演算システム……(福田克雄)…567
4.3　測光データの自動処理……575
4.3.1　コンピューターと外部機器との接続……(喜利元貞)…576
4.3.2　データ処理方法……(南　茂夫)…581
4.3.3　データ処理システムの例……(喜利元貞)…590

5.　分光装置と関連機器……595
5.1　可視・紫外分光装置（吸収，反射）……(真壁英樹)…595
5.1.1　概　論……595
5.1.2　吸光光度法（ランベルト-ベールの法則）……595
5.1.3　各部の構成……596
5.1.4　比色計（光電光度計）……597
5.1.5　単光束型光電分光光度計……598
5.1.6　複光束型光電分光光度計……600
5.1.7　自記分光光度計……601
5.1.8　半透明・不透明試料の分光測定……603
5.1.9　色彩測定……609
5.1.10　二波長分光光度計……609
5.1.11　可視・紫外分光装置の測定上の注意……612
5.2　可視・紫外分光装置（発光）……(遠山健次郎)…620
5.2.1　眼視式分光器……621
5.2.2　プリズム分光写真器……623
5.2.3　回折格子分光写真器……626
5.2.4　直読式発光分光分析装置……631
5.2.5　発光装置……635
5.2.6　電極支持台……639
5.2.7　集光系……641
5.3　赤外・遠赤外分光装置……(岩橋　勲)…643
5.3.1　分散型分光装置……643
5.3.2　干渉分光装置……652
5.3.3　特殊型分光装置……674

5.4　極紫外分光装置……………………………………………………(鈴木範人)…681
5.4.1　非 点 収 差……………………………………………………………………681
5.4.2　格子幅と分解能…………………………………………………………………682
5.4.3　極紫外分光器のマウンティング………………………………………………682
5.4.4　極紫外領域の反射面……………………………………………………………687
5.4.5　フィルターおよび窓材料………………………………………………………688
5.4.6　排気系と差圧排気………………………………………………………………691
5.5　けい光・りん光測定装置………………………………………………(真壁英樹)…693
5.5.1　概　　論……………………………………………………………………693
5.5.2　光　　源……………………………………………………………………695
5.5.3　けい光光度計……………………………………………………………………695
5.5.4　けい光分光光度計と分光けい光光度計………………………………………696
5.5.5　補正分光けい光光度計…………………………………………………………701
5.5.6　りん光測定装置…………………………………………………………………703
5.5.7　けい光測定の各種応用測光……………………………………………………705
5.5.8　けい光・りん光測定上の注意…………………………………………………710
5.6　原子吸光・原子けい光装置……………………………………………(福田健二)…712
5.6.1　原子吸光装置……………………………………………………………………712
5.6.2　原子けい光装置…………………………………………………………………723
5.7　旋光分散，円二色性……………………………………………………(重久三行)…729
5.7.1　旋光分散・円二色性概論………………………………………………………729
5.7.2　測定原理と装置の構成…………………………………………………………733
5.7.3　実際の装置例……………………………………………………………………740
5.7.4　測定上の注意……………………………………………………………………743
5.7.5　応　　用……………………………………………………………………744
5.8　顕微分光装置…………………………………………………………(野間正喜)…745
5.8.1　顕微分光測光法の原理…………………………………………………………745
5.8.2　装置の光学系……………………………………………………………………745
5.8.3　S-V効果による誤差とその防止………………………………………………747
5.8.4　対物レンズと測定試料との関係………………………………………………747
5.8.5　顕微分光光度計…………………………………………………………………748
5.8.6　応 用 法……………………………………………………………………748
5.9　高速分光測光装置……………………………………………………(南　茂夫)…752
5.9.1　測光法の分類と用途……………………………………………………………752
5.9.2　高速時間掃引方式を用いた装置………………………………………………756
5.9.3　瞬間駒撮り方式を用いた装置…………………………………………………758

5.9.4　単一あるいは多チャンネル直接光電測光装置……759
5.9.5　高速波長走査型分光測光装置……761
5.9.6　サンプリング型分光測光装置……763
5.9.7　単一光子検出遅延一致法を用いた装置……766
5.10　ラマン・ブリルアン散乱測光装置……770
5.10.1　ラマン散乱測光装置……(宅間宏・加藤義章)…770
5.10.2　ブリルアン散乱測光装置……(鈴木範人)…775
5.11　非分散型赤外分析計……(大浦政弘)…780
5.11.1　非分散型赤外分析計の一般的原理……780
5.11.2　特殊な光学系……783
5.11.3　赤外線分析計の性能……784
5.11.4　非分散型赤外分析計の応用……788
5.12　ミクロフォトメーター……(中島篤之助)…790
5.12.1　ミクロフォトメーターの基礎……790
5.12.2　ミクロフォトメーターの光学系……792
5.12.3　ミクロフォトメーターの性能……796
5.12.4　手軽なミクロフォトメーターのミクロ黒度特性の試験法……798

III.　分光学の応用

1.　レーザーと分光学……(島津備愛)…803
1.1　レーザー概説……803
1.1.1　レーザーの原理……803
1.1.2　各種のレーザー……806
1.1.3　レーザーと非線形光学……808
1.2　レーザー物質および非線形光学結晶……810
1.2.1　各種レーザー物質と反転分布発生機構……810
1.2.2　非線形光学結晶……821
1.3　レーザー光の分光学的特性……824
1.3.1　レーザー光の分光測定……824
1.3.2　各種レーザーの分光学的特性……826
1.4　レーザーの分光学への応用……828
1.4.1　レーザーによる高分解能分光……828
1.4.2　周波数可変光パラメトリック発振器……830
1.4.3　周波数可変色素レーザー……831

2. モジュレーションスペクトロスコピー ……………………………(浜川圭弘)…837
2.1 微分計測と光学定数の測定……………………………………………837
2.2 電場による誘電率の変化……………………………………………839
2.3 エレクトロアブソープションとエレクトロリフレクタンス……………843
2.3.1 $\Delta\epsilon_1(\omega, E)$, $\Delta\epsilon_2(\omega, E)$ と $\Delta\alpha(\omega, E)$, $\Delta R/R$ の相互関係 ……………843
2.3.2 電場変調法により求められる物性定数とその特徴……………844
2.3.3 電場変調法と測定技術……………………………………………846
2.3.4 実験結果の一例……………………………………………………849
2.4 λモジュレーションと温度変調法……………………………………852
2.5 ストレスモジュレーション……………………………………………855
2.6 磁場変調とその組合せ…………………………………………………856

3. ルミネセンス ……………………………………………………(伊吹順章)…858
3.1 ルミネセンス研究の概況……………………………………………858
3.2 Ⅱ-Ⅵ族化合物のルミネセンスとその応用 …………………………859
3.3 Ⅲ-Ⅴ族化合物のルミネセンスとその応用 …………………………863
3.4 そ　の　他……………………………………………………………869
3.4.1 希土類イオンよりのルミネセンス…………………………………869
3.4.2 Ⅱ-Ⅵ, Ⅲ-Ⅴ族以外の無機物よりのルミネセンス……………………870
3.4.3 有機物よりのルミネセンス…………………………………………871

4. プラズマ分光 ……………………………………………………(福田國彌)…873
4.1 プラズマの平衡………………………………………………………873
4.1.1 プラズマ内の原子・分子過程……………………………………873
4.1.2 プラズマの平衡……………………………………………………879
4.2 プラズマからの放射…………………………………………………882
4.2.1 スペクトル線強度と幅……………………………………………882
4.2.2 連続スペクトル……………………………………………………884

5. シンクロトロン放射を利用する分光学 ………………………(中井祥夫)…888
5.1 シンクロトロン放射の特性…………………………………………888
5.1.1 強 度 分 布…………………………………………………………890
5.1.2 実 測 結 果…………………………………………………………892
5.2 ストレージリング………………………………………………………894
5.3 分光実験法……………………………………………………………895
5.3.1 加速器からの取り出し……………………………………………895

5.3.2　分　光　計……896
5.3.3　標準光源としてのＳＯＲ……902

6.　分光放射測定……(佐土根範次・渡会吉昭)…905
6.1　光源の分光放射測定……905
6.1.1　概　　要……905
6.1.2　比較測定の原理と条件……906
6.1.3　装置と方法……908
6.1.4　応　用　例……914
6.2　受光器の分光感度測定……916
6.2.1　概　　要……916
6.2.2　非選択性標準受光器との比較による値付け……917
6.2.3　分光分布既知の光源と分光器から値をつける方法……919
6.2.4　非直線素子の分光感度……920

7.　測色学への応用……(福田　保)…922
7.1　分光測光と測色学……922
7.2　測色に用いる分光測光の測定条件……923
7.2.1　透過率測定……923
7.2.2　反射率測定……924
7.3　三刺激値による色の表示……926
7.3.1　三 刺 激 値……926
7.3.2　スペクトル三刺激値……927
7.3.3　分光測光値から三刺激値を求める原理……928
7.3.4　標 準 の 光……928
7.4　分光測色計算方法……929
7.5　光電色彩計……934
7.6　色 度 座 標……935
7.6.1　色　温　度……936
7.6.2　修正マンセル表色系……937
7.7　メタメリズム……938
7.8　そ　の　他……940

8.　構造化学への応用……942
8.1　分子の赤外吸収とラマン散乱……(宮沢辰雄)…942
8.1.1　分子内部回転……942

8.1.2 水 素 結 合……944
8.1.3 高 分 子……947
8.1.4 分子性結晶……949
8.2 不安定分子種の紫外・可視スペクトル……(山本直登)…951
8.2.1 励起分子の生成とその電子スペクトル……951
8.2.2 励起分子の分子間相互作用……954
8.2.3 フリーラジカルの生成とその電子スペクトル……956
8.2.4 イオンおよび溶媒和電子の吸収スペクトル……957

9. 分析化学への応用……(浜口隆信)…960
9.1 吸光光度分析法……960
9.1.1 吸光光度分析法の原理……960
9.1.2 吸収曲線の測定……962
9.1.3 定 量 方 法……962
9.1.4 吸光光度法の誤差とその要因……964
9.1.5 光度滴定法……964
9.2 原子吸光分析法……964
9.2.1 原子吸光分析の原理……965
9.2.2 試料の原子化と光源……966
9.2.3 定 量 方 法……967
9.2.4 検 出 感 度……969
9.2.5 フレーム分光分析……969
9.2.6 原子けい光分析……970
9.3 発光分光分析法……970
9.3.1 定 性 分 析……970
9.3.2 定 量 分 析……971
9.3.3 光源における各種効果……972
9.3.4 検出感度と濃縮法……973
9.3.5 プラズマジェットとレーザー……974
9.4 けい光光度分析法……974
9.4.1 けい光光度分析法の原理……975
9.4.2 けい光および励起スペクトルの測定……975

10. 医学・生物学への応用……(亘 弘)…978
10.1 顕微分光光度計の医学・生物学への応用……978

10.1.1　細胞内核酸の定量 ……979
10.1.2　各種白血球の分類 ……981
10.2　オプティカルファイバーの医学・生物学への応用 ……982
10.2.1　生体組織の反射スペクトル ……983
10.2.2　心臓カテーテル法 ……985
10.2.3　細胞内での分光測光 ……985
10.2.4　その他の方法 ……986
10.3　臨床化学検査 ……986
10.3.1　臨床診断のために必要な分析 ……986
10.3.2　分析精度の問題 ……986
10.3.3　自動分析装置 ……990
10.4　レーザーの医学・生物学への応用 ……992
10.4.1　レーザーマイクロプローブによる生体組織内イオン定量 ……992
10.4.2　外科手術における応用 ……993

11.　環境汚染測定への応用……(杉前昭好・長谷川利雄)…995
11.1　大気汚染物質の測定 ……995
11.1.1　ガス状汚染物質 ……995
11.1.2　粒子状汚染物質 ……996
11.1.3　汚染物質の遠隔測定 ……999
11.2　水質汚濁物質の測定……1001

付　録……1007
索　引……1023