# 総日次

#### 導入編

波動の初歩的かつ基本的な性質や, 空間の対称 性との関係を見直しつつ、数式で波動を扱う準 備として基本的な概念を紹介する。波動光学で 必要となる電磁気学の要点をまとめ、電磁場の マクスウェル方程式を導く。

第1回1. 光とは

光の伝搬と屈折と反射 2.

第2回3. 干洗結

第3回4. 対称分岐

5. 波動の表現

第4回6. 横波の反射

第5回7. 波動方程式

第6回8. 正弦波解

電磁場とベクトル解析(1) 第7回9 第8回10.

電磁場とベクトル解析 (2)

第9回11. マクスウェル方程式

#### 媒質編

電磁場に対して分極や磁化が生じるという物質 の応答を考慮して,物質中のマクスウェル方程 式を求める。また、物質の微視的構造や荷電粉 子の動きと誘電率との関係を,単純な古典力学 的モデルで考察する。

第10回12. 真空中の電磁波

第11回13. 線形時不変システムの応答

第12回14. 荷電粒子と光の相互作用 第13回15. 物質中のマクスウェル方程式

第 14 回 16. 物質中の電磁波

第 15 回 17. 誘電体

第 16 回 18. 金属中の光

#### 伝搬編

光のエネルギーと運動量を電磁場の初歩的関 係式から導き、その作用を単純なモデルで計算 し、光の伝搬に伴う電磁場の態様を理解する。 また,幾何光学で光の伝搬を記述するための 光線の概念を波動光学的に基礎づける。

第 17 回 19. 光ビーム

第 18 回 20. 波束と群速度

第 19 回 21. 境界条件

第 20 回 22. 光のエネルギーと運動量

第 21 回 23. 光による力

第 22 回 24. マクスウェルの応力テンソル

第 23 回 25. 導体で反射する s 偏光による力

第 24 回 26. 導体で反射する p 偏光による力

第25回27. 媒質中の光と運動量

第 26 回 28. 幾何光学

第 27 回 29. アイコナール

#### 薄膜編

薄膜には表裏に平行な境界面があり、この境界 面で部分反射した光が干渉する効果によって 様々な興味深い挙動を示す。単層膜の基本的な 性質を理解すると共に、表面プラズモンなどの 現象も概観する。

第28回30. 境界面での部分反射

第 29 回 31. フレネルの式

第30回32. ストークスの関係

第31回33 単層膜

第32回34. 多重反射

第 33 回 35. 単層反射防止膜

第34回36. 表面プラズモン共鳴

第 35 回 37. エアギャップ

第 36 回 38. 臨界角

#### 多層編

光学多層膜で実現される種々の特性を見通しよ く理解するため、基本的な解析手法や、アドミ タンス軌跡を紹介する。また, 反射膜, 反射防 止膜、波長フィルターなど代表的な光学多層膜 の基本的な作用を紹介する。

第 37 回 39. 光学多層膜

第 38 回 40. バンドギャップ

第39回41. 特性行列による多層膜の計算

第 40 回 42. 誘電体多層膜反射鏡

第 41 回 43. 二層反射防止膜

第 42 回 44. アドミタンス軌跡

第43回45. アドミタンス軌跡と光学特性

第 44 回 46. 干渉フィルター

第 45 回 47. 多層膜特性の計算プログラム

#### 偏光編・干渉編

光の偏光状態とその表現方法, 偏光制御素子の 作用とその表現手法など, 偏光理解の基本概念 を紹介し, 偏光を利用した測定装置であるエリ プソメーターの原理を紹介する。また、干渉計 の基本原理について紹介する。

第 46 回 48. ジョーンズベクトル

第 47 回 49. ジョーンズ行列

第48回50. 光ディスクの複屈折測定

第49回51. ストークスパラメーター

第50回52. ミュラー行列

第51回53. ポアンカレ球

第 52 回 54. 消光型エリプソメーター

第 53 回 55. 回転検光子型エリプソメーター

第 54 回 56. 回転補償子型エリプソメーター

第 55 回 57. エリプソパラメーターと膜構造 第 56 回 58. 干渉計とコヒーレンス長

## 回折編(1)

スカラー波の回折について,平面波展開による定 式化とグリーンの定理を用いた定式化を, 初歩 から丁寧に解説する。ワイルの球面波の表現を 用いて、回折現象を見通しよく把握できること も紹介する。

第57回59. スカラー波の回折と平面波展開

第58回60. 平面波展開に対する近似

第 59 回 61. 球座標

第60回62. 球面波とワイルの表現

第61回63. 点像分布関数

第62回64. グリーンの定理

第 63 回 65. キルヒホッフの積分定理

第 64 回 66. キルヒホッフの回折理論

第65回67. 境界条件と回折積分 第66回68. フレネル回折

第67回69. フラウンホーファー回折

## 回折編(2)

円形開口による回折など, 代表的な回折計算を 想定して,必要となるフーリエ変換の諸公式や サンプリング定理、計算機アルゴリズムなどを 初歩から説明し、幅広い回折現象に対する理解 を深める。

第 68 回 70. 座標の正規化

第69回71. 円形開口の回折像

第70回72. 矩形開口の回折像

第71回73. フーリエ変換

第72回74. スリット列の回折像

第73回75. 光ディスクの信号再生

第74回76. コルニュの螺旋

第 75 回 77. 焦点前後の場

第 76 回 78. 高速フーリエ変換 第77回79. FFT による回折計算

第 78 回 80. サンプリング定理

第79回81. 平面波展開による回折計算

第80回82. 境界回折波

## ホログラム編

薄いホログラムと厚いホログラムの原理や基本 的な特徴について紹介する。また、厚いホログ ラムの動作や特性を解析するモデルとして、ボ ルン近似と、コゲルニークの結合波理論につい て,初歩から解説する。

第81回83. ホログラム

第82回84. 厚いホログラム

第83回85. ボルン近似

第84回86. 結合波

第85回87. 透過型と反射型のホログラム

## 総目次

#### 散乱編

電磁場のポテンシャルや、ヘルツベクトルについて初歩から丁寧に説明し、これらを用いてレイリー散乱とトムソン散乱の散乱光強度分布、全断面積、散乱係数などの表式を導出する。

第86回88. 電磁場のポテンシャル 第87回89. 遅延ポテンシャル 第88回90. ヘルツベクトル 第89回91. レイリー散乱 第90回92. トムソン散乱

## ミー散乱編(1)

ー様球による平面波の散乱を定式化するために、 球面調和関数や球ベッセル関数などの特殊関数 と、平面波の展開公式等を必要な範囲で初歩か らひとつずつ丁寧に導き、ミー散乱の表式を導く。

第 91 回 93. 球座標でのマクスウェル方程式

第 92 回 94. デバイポテンシャル

第93回95. ヘルツベクトルとの関係

第94回96. 球面調和関数

第 95 回 97. 球ベッセル関数

第96回98. 平面波のデバイポテンシャル

第 97 回 99. ミー散乱

## ミー散乱編 (2)

ミー散乱の数値計算における実際的な手法として、漸化式を用いる基本的な方法を漸化式の 導出も含めて初歩から説明する。また、プログラム例と計算例を紹介する。

第 98 回100. ルジャンドル陪関数の計算 第 99 回101. 球ベッセル関数の計算

第 100 回102. ミー散乱の計算例

第 101 回103. ミー散乱の計算の収束性

第 102 回104. ミー散乱の断面積

第 103 回105 虹

## 光ビーム編

光ビームの半径と広がり角を同時には小さくできないという原理的な性質を初歩から解説し、保存量となるビーム品質指標を導く。また、近軸の波動方程式の解として高次横モード光ビームを導く。

第 104 回 106. シュワルツの不等式

第 105 回 107. 光ビームの幅と角度の拡がり

第 106 回 108. ガウス型の振幅分布

第 107 回 109. ガウス型の光ビーム

第 108 回 110. 光ビームの品質

第 109 回 111. 近軸の波動方程式

第 110 回 112. エルミート・ガウシアンビーム

第 111 回 113. ラゲール・ガウシアンビーム

第 112 回 114. 高次横モード光ビームの品質

第 113 回 115. 光ビームの角運動量

## 結晶編(1)

結晶光学の初歩として、結晶構造の対称性に基づく分類や結晶学の基本的な概念を紹介する。 また、媒質の光学的特性をテンソルで表現して扱う事や、そのために必要な行列計算の基礎を概観

第 114 回 116. 周期的な構造

第 115 回 117. 結晶系

第 116 回 118. ブラベー格子

第 117 回 119. 結晶点群

第 118 回 120. 結晶点群とラウエクラス

第 119 回 121. 誘電率テンソルと対称性

第 120 回 122. 螺旋構造による分極と磁化

第 121 回 123. 結晶の構造と誘電率テンソル

第 122 回 124. 誘電率テンソルと光学特性

第 123 回 125. 行列の固有値と対角化

## 結晶編(2)

結晶中の平面波は、波面の向きと偏光モード に依存して、伝搬速度や光線の向きなどが定 まる。これらを扱う際に有用な概念を解説す ると共に、屈折や偏光プリズムの動作などを 紹介する。

第124回126. 平面波と屈折率面

第 125 回 127. 光線速度面

第 126 回 128. 平面波の表式

第 127 回 129. 屈折率楕円体 第 128 回 130. 光ビームの伝搬方向

第 129 回 131. 方解石の結晶構造

第 130 回 132. 方解石越しの二重像

第 131 回 133. 一軸結晶による屈折

第 132 回 134. ニコルプリズム

### 結晶編(3)

種々の偏光素子の作用を結晶光学的に詳細に解説する。また、旋光性の発生機構を、材料の局所的な特性から説明する。異方性材料の光学薄膜の数式的な扱いの基礎も紹介する。

第 133 回 135. 偏光プリズム

第 134 回 136. 偏光複像プリズム

第 135 回 137. 偏光子の透過率と消光比

第 136 回 138. 白雲母の結晶構造

第 137 回 139. 移相子の斜入射特性

第 138 回 140. 水晶の結晶構造 第 139 回 141. 水晶の旋光性

第 140 回 142. 代表的な補償板

第 141 回 143. 異方性媒質での部分反射

第 142 回 144. 異方性媒質の薄膜