

目 次

| | | |
|--------|--|------|
| 1 | はじめに | 2-1 |
| 2 | レーザー発振の定性的解釈 | 2-2 |
| 2.1 | シンクロトロン放射 | 2-2 |
| 2.2 | 自発放射とコヒーレント放射 | 2-2 |
| 2.3 | マイクロバンチによるコヒーレント放射 | 2-3 |
| 2.4 | マイクロバンチの形成 | 2-3 |
| 3 | 1次元FEL理論 | 2-5 |
| 3.1 | アンジュレータ磁場と電子の運動 | 2-6 |
| 3.2 | 電子位相の導入 | 2-8 |
| 3.3 | 光電場と電子分布関数 | 2-8 |
| 3.4 | マイクロバンチによる光電場の成長 | 2-10 |
| 3.5 | 位相空間における電子の運動方程式 | 2-12 |
| 3.6 | マイクロバンチの成長 | 2-13 |
| 3.7 | FEL微積分方程式 | 2-13 |
| 3.8 | FEL微分方程式の導出 | 2-14 |
| 3.8.1 | デルタ関数的エネルギー分布 | 2-15 |
| 3.8.2 | 矩形関数的エネルギー分布 | 2-15 |
| 3.9 | FEL微分方程式の解 | 2-16 |
| 3.10 | 増幅率 | 2-17 |
| 3.10.1 | $\hat{v} = \Delta \hat{\eta} = 0$ のとき | 2-17 |
| 3.10.2 | $\hat{v} = 0, 0 < \Delta \hat{\eta} \ll 1$ のとき | 2-17 |
| 3.10.3 | $0 < \hat{v} \ll 1, \Delta \hat{\eta} = 0$ のとき | 2-18 |
| 3.10.4 | $ \hat{v} \gg 1 \gg \Delta \hat{\eta}$ のとき | 2-18 |
| 3.10.5 | \hat{v} 及び $\Delta \hat{\eta}$ が任意の値のとき | 2-19 |
| 3.11 | レーザー飽和効果 | 2-20 |
| 4 | FELにおける回折効果 | 2-23 |
| 4.1 | 本節で用いる仮定と条件 | 2-23 |
| 4.2 | FEL微積分方程式 | 2-24 |
| 4.3 | 円柱電子ビームに対する分散関係式 | 2-25 |
| 4.4 | 分散関係式の数値的解法 | 2-26 |
| 4.5 | レーザーの空間プロファイル | 2-27 |
| 4.6 | 増幅率 | 2-28 |
| 4.7 | 光ガイディング | 2-29 |
| 5 | 普遍的スケーリング関数 | 2-30 |
| 5.1 | ベータトロン振動の影響 | 2-31 |
| 5.2 | 3次元FEL方程式の導出と解法 | 2-31 |
| 5.3 | 普遍的スケーリング関数 | 2-32 |
| 5.3.1 | ηd に関する条件 | 2-33 |
| 5.3.2 | $\eta \varepsilon$ に関する条件 | 2-33 |
| 5.3.3 | $\eta \gamma$ に関する条件 | 2-33 |
| 5.4 | 各パラメータに対する依存性 | 2-33 |
| 5.5 | FEL加速器におけるパラメータデザインへの応用 | 2-33 |
| 6 | SASE型FEL | 2-34 |
| 6.1 | 定常状態との相違 | 2-35 |

| | | |
|-------|------------------------|------|
| 6.1.1 | ショットノイズ | 2-35 |
| 6.1.2 | スペクトル | 2-36 |
| 6.1.3 | スリッページ | 2-36 |
| 6.2 | SASE型FELにおける増幅領域とゲイン曲線 | 2-36 |
| 6.3 | シード光としての自発光の実効入力パワー | 2-37 |
| 6.4 | 飽和長 | 2-39 |
| 6.5 | スペクトルと時間構造 | 2-40 |
| 6.6 | 空間プロファイル | 2-42 |
| 6.7 | SASE型FELの光源性能 | 2-42 |
| 6.7.1 | ゲイン曲線 | 2-43 |
| 6.7.2 | スペクトルと時間構造 | 2-43 |
| 6.7.3 | 空間分布 | 2-44 |
| 6.7.4 | 時間及び空間コヒーレンス | 2-44 |
| 7 | シード型FEL | 2-45 |
| 7.1 | HHG | 2-46 |
| 7.2 | HGHG | 2-46 |
| 7.3 | セルフシード | 2-46 |
| 7.4 | 光源性能の比較 | 2-49 |
| 8 | おわりに | 2-49 |
| 付録A | 周期平均操作 | 2-50 |
| 参考文献 | | 2-50 |