

# 目 次

第1章 レーザー場による粒子加速 .....	7-3
1.1 基礎方程式 .....	7-3
1.2 平面波の伝播 .....	7-4
1.3 平面波による加速 .....	7-5
1.4 プラズマ場の励起 .....	7-6
1.4.1 短パルスによる励起 .....	7-6
1.4.2 長パルスによる励起 .....	7-6
1.5 真空中の加速 .....	7-7
1.6 プラズマ中の加速 .....	7-7
1.6.1 短パルスによる加速 .....	7-7
1.6.2 長パルスによる励起 .....	7-8
1.6.3 プラズマ波による加速 .....	7-8
第2章 高強度レーザー .....	7-10
2.1 レーザーの原理 .....	7-10
2.1.1 反転分布と光の増幅 .....	7-10
2.1.2 レーザーの発振条件 .....	7-11
2.2 レーザー強度の進歩 .....	7-12
2.3 超短パルスレーザー .....	7-14
2.3.1 モード同期の原理 .....	7-14
2.3.2 モード同期の方法 .....	7-15
2.4 CPAレーザー .....	7-16
2.4.1 チャープパルス増幅 .....	7-16
2.4.2 レーザー強度リミット .....	7-16
第3章 真空中のレーザー加速 .....	7-18
3.1 レーザービームの伝播 .....	7-18
3.2 Lawson-Woodward の定理 .....	7-19
3.3 真空ビート波加速器 .....	7-19
3.3.1 加速エネルギーゲイン .....	7-19
3.3.2 放射損失 .....	7-21
3.4 相対論的ポンドロモータイブ加速 .....	7-22
3.4.1 Hermite-Gaussian モードの電磁場 .....	7-22
3.4.2 Gaussian TEM <sub>00</sub> モードの電磁場 .....	7-23
3.4.3 運動方程式 .....	7-23
3.4.4 軸近傍粒子の運動 .....	7-24
3.4.5 軸電磁場がある場合の粒子の運動 .....	7-25
第4章 レーザープラズマ加速 .....	7-27
4.1 レーザー場によるプラズマ生成 .....	7-27
4.1.1 多光子イオン化 Multi-photon Ionization .....	7-27
4.1.2 トンネルイオン化 Tunneling Ionization .....	7-27
4.1.3 障壁越えイオン化 Over-The-Barrier Ionization .....	7-28
4.2 レーザーパルスによるプラズマ波の励起 .....	7-28
4.3 プラズマビート波加速器 .....	7-30
4.4 レーザーウェーク場加速器 .....	7-31
4.5 加速エネルギーゲイン .....	7-32
4.5.1 回折長限界 Diffraction limitation .....	7-32
4.5.2 位相ずれ限界 Dephasing limitation .....	7-33

4.5.3	ポンプ消耗限界 Pump depletion limitation	7-33
4.6	非線形プラズマ波の励起	7-34
4.6.1	基礎方程式	7-34
4.6.2	非線形プラズマ波方程式	7-34
4.6.3	非線形プラズマ波方程式の解	7-35
4.6.4	非線形プラズマ波による加速エネルギーゲイン[26]	7-36
4.6.5	パルス列共鳴LWFA	7-37
4.7	光ガイディング	7-37
4.7.1	相対論的光ガイディング	7-37
4.7.2	相対論的非線形相互作用による粒子加速	7-38
4.7.3	プラズマチャネルによる光ガイディング	7-39
4.8	プラズマによる粒子ビーム収束	7-40
4.9	プラズマ波加速におけるビーム負荷と効率	7-41
<b>第5章</b>	<b>レーザー加速実験と応用</b>	<b>7-43</b>
5.1	粒子加速実験の進展	7-43
5.2	高品質ビーム源	7-44
5.2.1	フォトインジェクター・マイクロトロン	7-44
5.2.2	バンチスライス法	7-45
5.2.3	オプティカル入射/プラズマカソード	7-45
5.3	高エネルギーゲインLWFAの設計	7-48
5.4	レーザープラズマ陽電子ビーム源	7-49
5.5	相対論的ポンドロモティブ力による収束	7-50
5.5.1	空間電荷力によるビームサイズ	7-50
5.5.2	熱エミッタンスによるビームサイズ	7-51
5.6	電子・陽電子マイクロコライダー	7-51
5.6.1	レーザーマイクロコライダー	7-51
5.6.2	プラズママイクロコライダー	7-51