

# 目 次

1	はじめに	1-1
2	座標系	1-1
3	電磁場中のビーム（荷電）粒子の運動	1-2
3.1	基礎	1-2
3.2	横方向の磁場とビーム運動の展開	1-2
3.2.1	磁場の多重極展開	1-3
3.2.2	ビーム運動の線形近似と輸送行列	1-3
3.2.3	2極磁石（bending magnet）	1-4
3.2.4	4極磁石（quadrupole magnet）	1-4
3.2.5	sextupole magnet	1-5
3.2.6	skew 4極磁石	1-5
4	横方向の運動	1-5
4.1	閉軌道	1-6
4.2	ベータトロン振動	1-6
4.2.1	線形運動の解	1-6
4.2.2	輸送行列	1-7
4.2.3	運動の安定性	1-7
4.2.4	Courant-Snyder不変量	1-8
4.2.5	エミッタンス	1-8
4.2.6	マッチング	1-9
4.3	余分な磁場の影響	1-10
4.3.1	2極成分の磁場	1-10
4.3.2	4極成分の磁場	1-10
4.3.3	skew 4極磁場	1-11
4.4	弱収束と強収束	1-12
4.4.1	弱収束	1-12
4.4.2	強収束の例	1-13
5	縦方向の運動	1-15
5.1	momentum compaction	1-15
5.2	高周波による加速	1-15
5.3	シンクロトロン振動	1-16
6	dispersionとchromaticity	1-17
6.1	dispersion	1-17
6.2	chromaticity	1-18
7	シンクロトロン放射の影響	1-18
7.1	シンクロトロン放射の性質	1-18
7.2	放射減衰	1-20
7.2.1	大雑把な話	1-20
7.2.2	少し細かい話	1-21
7.3	放射励起	1-23
7.3.1	基準エネルギーの再定義	1-23
7.3.2	放射によるエネルギーのずれの変化	1-24
7.3.3	シンクロトロン振動の放射励起	1-25

7.3.4	ベータトロン振動の放射励起	1-25
7.4	平衡エミッタンス	1-26
7.4.1	粒子が正規分布に従うこと	1-26
7.4.2	平衡状態	1-26
7.5	電子と陽子の放射の効果の比較	1-27
8	<b>Hamiltonianによる扱いの例</b>	1-28
8.1	準備	1-28
8.2	横方向の運動の例	1-28
8.3	シンクロトロン振動	1-31
	参考文献	1-32