

目 次

第 1 章 太陽地球圏プラズマの運動論と巨視的記述	1
1.1 プラズマの基礎量と物理的記述	1
1.1.1 太陽惑星空間におけるおもなプラズマ特性量	1
1.1.2 デバイシールディングとラングミュア特性	3
1.1.3 プラズマの運動論	7
1.1.4 荷電粒子のドリフト	8
1.1.5 双極子磁場中の荷電粒子の運動と保存量	10
1.2 磁気流体力学概論	17
1.2.1 電子およびイオンからなる電磁 2 流体プラズマの運動方程式	17
1.2.2 流体運動方程式の一元化と一般化されたオームの法則	18
1.2.3 低周波数域における磁気流体方程式	20
1.2.4 簡略化された磁気流体の方程式系	21
1.2.5 磁場の凍結 (frozen-in)	23
1.2.6 プラズマの圧力平衡	24
1.2.7 プラズマの流れと動圧	26
1.2.8 アルフヴェン波・磁気音波	27
1.2.9 磁気リコネクション	31
第 2 章 太陽	38
2.1 太陽のエネルギー放射	38
2.2 太陽放射のエネルギー源	40
2.3 太陽の内部構造	41
2.4 日震学	44
2.5 太陽黒点	45

目 次

2.6	コロナ	48
2.7	太陽電波放射	50
2.8	太陽電波 F10.7 指数	51
2.9	電子加速を起源とするインコヒーレント電磁波放射	51
2.10	プラズマ波動を起源とするコヒーレント電磁波放射	53
2.11	太陽風	54
2.12	フレアと CME	57
2.13	太陽活動変動に伴う銀河宇宙線の変動	60
2.14	太陽圏	62
第3章 地球磁気圏の構造		64
3.1	地球磁気圏の領域	64
3.1.1	衝撃波面	64
3.1.2	マグネトシース	65
3.1.3	磁気圏境界面	66
3.1.4	プラズマシートと磁気圏ローブ	68
3.1.5	プラズマシート境界層	69
3.1.6	低緯度境界層	69
3.1.7	電離圏・熱圏	70
3.2	磁気圏の大規模対流運動	72
3.2.1	プラズマシート中の対流運動	72
3.2.2	磁気圏対流の駆動源	74
3.3	内部磁気圏	76
3.3.1	内部磁気圏の粒子の運動	77
3.3.2	プラズマ圏	78
3.3.3	環電流粒子	80
3.3.4	放射線帯	82
3.4	磁気圏を流れる電流	85
3.4.1	磁力線を垂直方向に流れる電流	85
3.4.2	磁力線に沿って流れる電流	86
3.4.3	沿磁力線電流と電離圏電流	89

3.5	サブストーム	91
3.5.1	オーロラの種類	92
3.5.2	サブストームの発達過程	94
3.5.3	沿磁力線電流の担い手と沿磁力線加速	99
3.5.4	サブストームの開始モデル	103
第4章 磁気嵐		106
4.1	環電流の消長	108
4.1.1	初相	108
4.1.2	主相での発達	108
4.1.3	磁気嵐のエネルギー量	110
4.1.4	回復相	111
4.2	磁気嵐を起こす太陽風	113
4.3	大きな磁気嵐	117
4.4	内部磁気圏で起こる変化	118
4.4.1	プラズマ圏	118
4.4.2	放射線帯	120
4.4.3	プラズマ波動	123
4.4.4	内部磁気圏の電場構造と電離圏との結合過程	127
4.4.5	磁気嵐における領域間の結合とエネルギー階層間の結合	130
第5章 太陽地球圏プラズマ中の電磁波動論		135
5.1	マクスウェル方程式と誘電率テンソル	136
5.2	冷たいプラズマ近似による分散方程式の解	139
5.2.1	アップルトン-ハートリーの電子プラズマ波動分散関係	139
5.2.2	分散方程式の具体的表現	144
5.2.3	電子プラズマ波動近似	146
5.3	熱いプラズマ中での分散方程式の解	148
5.3.1	スティックスの方法による誘電率テンソルとプラズマ波動分散方程式	149
5.3.2	熱いプラズマ中の静電波	153

目 次

5.3.3	静電波分散関係	155
5.3.4	バーンスタインモード分散関係	156
5.3.5	「あけぼの」衛星観測に見る地球内部磁気圏プラズマ波 動現象	158
5.4	プラズマ波動伝搬にかかわる性質	164
5.4.1	電場成分	164
5.4.2	磁場成分	165
5.4.3	電磁場のエネルギー密度	165
5.4.4	群速度	165
5.4.5	偏波特性	166
5.4.6	易動度テンソル	166
5.4.7	イオン波とアルフヴェン波	167
5.5	プラズマ波動の伝搬と減衰	172
5.5.1	波動の減衰と増幅の表現	172
5.5.2	衝突のあるプラズマの誘電率テンソル	179
5.5.3	衝突のあるプラズマの電気伝導度テンソル	181
5.5.4	衝突のあるプラズマ中の電波伝搬（高周波電波伝搬にお ける衝突の取り扱い例）	182
5.5.5	等方電子プラズマ中の衝突減衰	184
5.5.6	衝突のない等方プラズマ中の電波伝搬	186
5.5.7	電波の反射と透過（スネルの法則）	187
5.6	プラズマの加速	190
5.6.1	電場加速	191
5.6.2	ベータトロン加速	192
5.6.3	不規則な磁場の乱れによる統計的加速（フェルミ加速）	193
5.6.4	プラズマ波動による統計的加速	194
5.6.5	磁気リコネクションによる加速	195
5.6.6	Weak Turbulence とピッチ角拡散	196
5.7	惑星圏のサウンダー探査—電磁波動論の惑星圏探査への応用	201
5.7.1	能動観測	202
5.7.2	プラズマサウンダー	203

5.7.3 レーダサウンダー	205
第6章 太陽と惑星圏変動	208
6.1 固有磁場も大気もない天体における太陽風との相互作用	210
6.2 固有磁場はあるが大気のない惑星圏：水星	211
6.3 固有磁場がなく大気のある惑星圏	212
6.3.1 金星	212
6.3.2 火星	213
6.4 固有磁場も大気もある惑星圏：木星	215
参考文献	220
付録 おもな地磁気指数について	231
索引	233
欧文索引	236