

目 次

第 1 章 電波天文学の誕生と発展	1
1・1 電波天文学前史——天体物理学の確立——	1
1・2 宇宙電波の発見	3
1・3 電波天文学の成立	6
1・4 巨大パラボラの活躍	10
1・5 新しい天体・新しい現象	16
1・6 現代の宇宙電波観測装置	20
コーヒー・ブレイク 日本の電波天文学	23
第 2 章 宇宙電波の基礎理論	25
2・1 序 論	25
A. 電磁波	25
B. 電磁波の放射	28
C. 黒体放射	29
D. 電波源の強度と電波望遠鏡	32
2・2 熱的電波	39
A. 物質中における電波の放出と吸収	39
B. 電離ガスの熱放射	43
2・3 宇宙電波分光	48
A. 電波領域における線スペクトル	48
B. 再結合線	53
C. 中性水素 21 cm 線	58
D. 星間分子の電波スペクトル線	61
E. 分子スペクトル線の強度と励起	68
2・4 非熱的電波	74

iv 目 次

A.	シンクロトロン放射	74
B.	逆コンプトン効果	83
2・5	電波の伝播と偏波	86
A.	磁場のない媒質中の場合	87
B.	磁場のある媒質中の場合	89
C.	偏波（偏光）	93
2・6	非熱的電波源の物理	100
A.	電波源の磁場とエネルギー	100
B.	電波スペクトル	102
C.	電波強度の時間変動	109
コーヒー・ブレーク	野辺山こぼれ話	112
第3章	銀河系	113
3・1	星間物質と星の形成	115
A.	星間空間における物質の形態	115
B.	星間分子雲	120
C.	星の形成	135
3・2	星の一生と電波	157
A.	星の電波観測	157
B.	星の電波各論	158
C.	超新星爆発とその残骸	163
D.	パルサー	168
3・3	銀河系の構造	172
A.	シンクロトロン放射と星間磁場	172
B.	水素渦状腕と銀河系の回転	176
C.	銀河系の中心部	182
D.	銀河系における物質の分布とその進化	192
コーヒー・ブレーク	再び星間分子の発見ラッシュ	199
第4章	銀河系外電波源	201
4・1	電波源を探る	201
A.	電波源の探索と電波源カタログ	201

	B. 光学天体との同定	204
4・2	電波源からの情報	211
	A. 電波強度とスペクトル	211
	B. 電波源の構造	215
	C. 直線偏波と磁場構造	220
	D. 銀河系外電波源のスペクトル線	222
4・3	電波銀河とクエーサーの電波	226
	A. 広がった電波源の特徴	226
	B. 銀河中心部の電波	232
	C. 電波銀河・クエーサーと 21 cm 線	238
4・4	通常銀河	239
	A. 統計的性質	239
	B. 銀河構造	241
	C. 銀河中心核	244
	D. H II 領域と超新星残骸	244
	E. いくつかの通常銀河	245
4・5	銀河団	247
	A. 銀河団中の電波源	247
	B. 銀河間物質	249
4・6	電波源の進化	250
	A. 進化の系列	251
	B. クエーサーから電波銀河へ	251
	C. 広がった電波源の形成	253
	D. 電波銀河から通常銀河へ	256
	コーヒー・ブレイク もう一つのクエーサー研究——道草も楽し——	257
第 5 章 宇宙論と電波天文		259
5・1	宇宙のモデルと電波源	259
	A. 膨張宇宙のモデル	259
	B. スケールファクターと宇宙の年齢	261
	C. 赤方偏移と距離	264
	D. 赤方偏移と電波強度	267
	E. 電波源の直径	268

vi 目 次

	F. 電波源の強度と数の関係	269
5・2	銀河間物質と磁場	272
	A. 中性水素 (21 cm) 線	273
	B. 電離水素	274
	C. 宇宙磁場	275
5・3	膨張宇宙の歴史	277
	A. 3K 宇宙黒体放射	277
	B. 膨張宇宙の歴史	281
	コーヒー・ブレーク 重力レンズ天体を探す ——柳の下にどじょうはいなかった——	290
第 6 章	電波天文学の観測装置	291
6・1	電波望遠鏡概論	291
	A. 電波望遠鏡の基本的構成	291
	B. アンテナ	292
	C. 受信機	299
6・2	集 光	301
	A. 電波の取扱い	301
	B. アンテナ	303
6・3	受 信	311
	A. 空間から回路へ	311
	B. 抵抗体の熱雑音	313
	C. バンド幅をもつ雑音信号	313
	D. 検波と周波数変換	316
	E. 受信機の雑音指数	318
	F. 最小検出感度	320
	G. 前置増幅器の方式	321
	H. 大気 (空) の影響	325
6・4	観測の方式とバックエンド	328
	A. ラジオメータ (電波強度計) による観測	328
	B. ポーラリメータ (偏波計) による観測	332
	C. スペクトロメータ (電波分光計)	334
6・5	電波干渉計による高分解能観測	340

A. 加算（自積）型干渉計	342
B. 積算（相関）型干渉計	344
C. 開口合成法	346
6・6 VLBI（超長基線干渉計）	348
6・7 電波天文観測装置の新しい発展	351
A. 超高分解時代の幕あけ	352
B. 大口径ミリ波鏡の実現	355
C. サブミリ波への動き	358
D. おわりに	361
コーヒー・ブレーク 宇宙で電波観測を	362
付録1 銀河電波の強度分布とおもな電波源の分布図	363
付録2 電波源の Wカタログ	364
付録3 電波源の 3CR カタログ（3C カタログの改訂版）	366
付録4 CH ₃ OH 分子のエネルギーレベルと宇宙で観測された遷移	371
付録5 電波で観測された星間分子スペクトル	372
5・1 電波で観測された星間分子	372
4・1 電波で観測された星間分子および原子のスペクトル線カタログ	373
付録6 再結合線のリスト	387
付録7 おもな電波望遠鏡	389
付録8 定 数	390
付録9 宇宙における元素の存在比	391
参考文献	392
索引	393