

目次

改訂 2 版まえがき
第 1 版まえがき

第 1 章 電磁気と数学の基礎知識

1・1 電磁気の基礎	[加藤 (博)]	2
1・1・1 磁石に働く力		2
1・1・2 磁場		2
1・1・3 磁束密度		2
1・1・4 磁気双極子		3
1・1・5 電流による磁場・磁束密度		3
1・1・6 ビオ・サバールの法則		3
1・1・7 円形電流による磁束密度		4
1・1・8 傾斜 (勾配) 磁場		4
1・1・9 ソレノイド内の磁束密度		5
1・1・10 円形電流の磁気モーメント		5
1・1・11 原子核の磁気モーメント		6
1・1・12 EB 対応単位系の核磁気モーメント		6
1・1・13 磁気双極子に働くトルク		7
1・1・14 磁気双極子のポテンシャルエネルギー		7
1・1・15 ボルツマン因子		8
1・1・16 磁化		8
1・1・17 ファラデーの法則		9
1・1・18 回転する磁気双極子による誘導起電力		9
1・1・19 陽子の歳差運動		10
1・1・20 回転磁場が重畳された静磁場内の磁気双極子		11
1・2 数学の基礎	[加藤 (博)]	12
1・2・1 1 次元のフーリエ変換		12
1・2・2 フーリエ変換の複素形式		13
1・2・3 拡張したフーリエ級数表示		13
1・2・4 矩形波のフーリエ変換		14
1・2・5 シンク関数		14
1・2・6 フーリエ変換された 90° パルス		15
1・2・7 フーリエ変換のリボンモデル		17
1・2・8 レシーバコイルの数学的意味		18
1・2・9 2 次元フーリエ変換		19
1・2・10 スピンエコーにおけるパルスシーケンス		19
1・2・11 勾配磁場による FOV 内の位相分布		20
1・2・12 勾配磁場とリボンのひねり		21
1・2・13 周波数エンコードによる FOV 内の位相分布		22
1・2・14 位相エンコード		23

1・2・15 k 空間	23
1・2・16 画像の再構成	24
1・2・17 複素関数のフーリエ変換	25
1・2・18 プロトン密度像, 実画像, 虚画像, 位相画像	26
参考図書・演習問題	27

第2章 MR装置の構成

2・1 磁石の特性と仕組み [竹島]	30
2・1・1 磁石に要求される条件	30
2・1・2 超電導磁石	31
2・1・3 常電導磁石	33
2・1・4 永久磁石	34
2・1・5 垂直磁場方式と水平磁場方式	35
2・1・6 シミング	36
2・2 システム構成 [杉本・笠井]	36
2・2・1 概要	36
2・2・2 高周波回路系	37
2・2・3 傾斜磁場系	39
2・2・4 演算・処理系	40
2・3 RFコイル [岡本]	41
2・3・1 RFコイルの基礎	41
2・3・2 QDコイル	48
2・3・3 アレイコイル	49
参考図書・演習問題	51

第3章 MR撮像技術の原理

3・1 NMR現象 [梅田]	54
3・1・1 NMR信号の特徴と他のモダリティとの比較	54
3・1・2 磁場中の原子核のスピンの振動	55
3・1・3 磁気スピンの集合	56
3・1・4 原理と装置の概略	58
3・1・5 FIDとスペクトル	59
3・2 自由誘導とスピンエコー [梅田]	60
3・2・1 信号の特徴づけ	60
3・2・2 均一磁場におけるスペクトルの広がり	61
3・2・3 磁場の不均一によるスペクトルの広がり	61
3・2・4 磁場均一性の補正——シムコイル	62
3・2・5 180° パルス	63

3・2・6 スピンエコー	63
3・2・7 スピンエコーと拡散	64

3・3 励起と緩和 [梅田] 64

3・3・1 RFパルス	64
3・3・2 T_1 緩和	66
3・3・3 T_2 緩和	68

3・4 画像再構成理論 [黒田] 69

3・4・1 信号取得と k 空間	70
3・4・2 位相エンコード方向データの k 空間への格納	71
3・4・3 周波数エンコード方向データの k 空間への格納	71
3・4・4 逆フーリエ変換による画像再構成	72
3・4・5 複素データの取扱い	73
3・4・6 ソフトウェアによる実現	74
3・4・7 ゼロフィリング	74
3・4・8 各種のサンプリングに応じた画像再構成法	75

3・5 パルスシーケンス [井村・笠井] 79

3・5・1 スピンエコーによるデータ収集	80
3・5・2 グラディエントエコーによるデータ収集	90
3・5・3 エコープラナーによるデータ収集	98
3・5・4 パラレルイメージング	99
3・5・5 シーケンステーブルと k 空間	101

3・6 流れとMRA [久保] 103

3・6・1 流れと信号：流れによる信号増強, 消失と位相の変化	103
3・6・2 流速補正：高次の運動補正	108
3・6・3 MRアンギオグラフィ	109

3・7 機能の描出 [加藤(恵)] 124

3・7・1 拡散強調画像	125
3・7・2 灌流画像	127
3・7・3 fMRI	129

参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介 131

第4章 MRI用造影剤

4・1 造影剤の基礎 [山根・矢吹]	136
4・1・1 磁性体	136
4・1・2 市販・臨床開発中の造影剤	136
4・2 細胞外液性造影剤 [山根・矢吹]	137
4・2・1 造影機序	137

4・2・2	物理化学的性質	138
4・2・3	薬物動態	139
4・2・4	投与量	140
4・3	組織特異性造影剤	[山根・矢吹] 141
4・3・1	網内系肝特異性造影剤（超常磁性酸化鉄コロイド製剤）	141
4・3・2	常磁性肝特異性造影剤	143
4・4	経口消化管造影剤	[山根・矢吹] 144
	参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介	145

第5章 アーチファクト

5・1	動きのアーチファクト	[宮地] 148
5・1・1	アーチファクトの特徴	148
5・1・2	周期的な動きによるアーチファクト（ゴースト）	148
5・1・3	流体の信号変化	155
5・1・4	ミスレジストレーションアーチファクト	158
5・1・5	リフェイズ（速度補正）用の傾斜磁場	159
5・2	折り返しアーチファクト	[宮地] 160
5・2・1	折り返しアーチファクトの発生機序と特徴	160
5・2・2	折り返しアーチファクトの例	162
5・2・3	折り返しアーチファクトの抑制法	162
5・3	データ打ち切り（トランケーション）アーチファクト	[宮地] 164
5・3・1	トランケーションアーチファクトの発生機序と特徴	164
5・3・2	トランケーションアーチファクトの抑制法	165
5・4	位相エンコードデータの補てんによるぼけ	[宮地] 166
5・4・1	アーチファクトの発生機序と特徴	166
5・4・2	アーチファクトの抑制法	166
5・5	金属アーチファクト	[宮地] 168
5・5・1	金属アーチファクトの発生機序と特徴	168
5・5・2	金属アーチファクトの抑制法	168
5・6	化学（ケミカル）シフトアーチファクト	[宮地] 169
5・6・1	ケミカルシフトアーチファクトの発生機序および特徴	169
5・6・2	ケミカルシフトアーチファクトの抑制法	170

5・7	磁化率アーチファクト	[宮地] 170
5・7・1	磁化率アーチファクトの発生機序および特徴	170
5・7・2	磁化率アーチファクトの抑制法	170
5・8	パーシャルボリューム効果	[宮地] 171
5・8・1	パーシャルボリューム効果の機序と特徴	171
5・8・2	パーシャルボリューム効果の低減	172
5・9	その他のアーチファクト	[宮地] 173
5・9・1	スライスの干渉によるアーチファクト	173
5・9・2	RFの不均一性によるアーチファクト	173
5・9・3	スティミュレイテッドエコーアーチファクト	175
5・9・4	マジックアングルアーチファクト	175
5・9・5	静電気によるアーチファクト	175
5・9・6	装置およびパルスシーケンスに起因するゴースト	175
5・9・7	装置およびパルスシーケンスに起因するライン アーチファクト	177
5・9・8	その他のハードウェアに起因するアーチファクト	177
5・10	アーチファクトのまとめ	[宮地] 178
	参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介	179

第6章 評価法

6・1	装置の性能評価法	[土井] 182
6・1・1	共鳴周波数	182
6・1・2	信号対雑音比	182
6・1・3	画像均一性	185
6・1・4	空間直線性（画像ひずみ）	186
6・1・5	スライス厚測定	187
6・2	臨床画像の評価法	[土井] 189
6・2・1	信号対雑音比（SN比，SNR）の測定	189
6・2・2	コントラスト対雑音比（CN比，CNR）の測定	190
6・3	緩和時間（T_1値，T_2値）の測定法	[土井] 191
6・3・1	T_1 値の測定	191
6・3・2	T_2 値の測定	194
	参考図書・演習問題	195

第7章 安全性と管理

7・1	人体に及ぼす作用	[宮地] 198
------------	-----------------	-----------------

7・1・1	マグネットの力学的作用	198
7・1・2	RFによる加温	200
7・1・3	変動磁場（傾斜磁場）による刺激	202
7・1・4	傾斜磁場の騒音	202
7・1・5	磁気共鳴画像診断装置承認基準の捉え方	203
7・2	MRI 検査でチェックすべき事項 [宮地]	204
7・2・1	チェック項目	204
7・2・2	医療器具・装身具	205
7・2・3	妊娠の可能性	205
7・2・4	装置の安全確認	205
	参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介	207

第8章 各種 MR 検査法

8・1	頭部領域 [川光]	212
8・1・1	概要	212
8・1・2	頭部検査の特徴	213
8・1・3	代表的な撮像方法	214
8・1・4	脳の正常解剖	216
8・1・5	造影 MRI	217
8・1・6	MR angiography	219
8・1・7	代表的な疾患	220
8・1・8	頭部領域のアーチファクトとその対策	223
	参考図書・演習問題	224
8・2	脊椎・脊髄領域 [東田]	225
8・2・1	概要	225
8・2・2	脊椎系検査の特徴	225
8・2・3	代表的な撮像技術	225
8・2・4	撮像方法	227
8・2・5	脊椎・脊髄の解剖	228
8・2・6	特殊な撮像方法	230
8・2・7	脊椎系の撮像におけるアーチファクトと軽減対策	233
	参考図書・演習問題	236
8・3	胸部・心臓領域 [佐久間]	237
8・3・1	概要	237
8・3・2	胸部・心臓系検査の特徴	237
8・3・3	心臓領域の撮像方法	238
8・3・4	心臓の正常解剖	240
8・3・5	心臓領域の撮像技術	241
8・3・6	胸部領域の撮像技術	251
8・3・7	胸部・心臓領域のアーチファクト	251

参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介	252
--------------------	-----

8・4	上腹部領域 [堀之内]	253
8・4・1	目的と概要	253
8・4・2	上腹部検査の特徴	253
8・4・3	肝・胆・膵臓の撮像技術	254
8・4・4	造影による撮像技術	258
8・4・5	上腹部の解剖	261
8・4・6	代表的な症例	263
8・4・7	アーチファクト	267
	参考図書・演習問題	269
8・5	泌尿・生殖器領域 [肥合]	271
8・5・1	腎臓・副腎・後腹膜腔領域	271
8・5・2	骨盤部領域	278
	参考図書・演習問題	284
8・6	四肢・関節領域：肩関節，股関節，膝関節，四肢筋肉 [平賀]	286
8・6・1	肩関節	286
8・6・2	股関節	291
8・6・3	膝関節	293
8・6・4	四肢骨・筋肉	297
	参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介	299
8・7	大血管領域 [土橋]	301
8・7・1	概要	301
8・7・2	大血管系検査の特徴	301
8・7・3	撮像技術	301
8・7・4	大血管領域の正常解剖	314
8・7・5	撮像方法と症例	315
8・7・6	大血管領域のアーチファクトとその対策	319
	参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介	320
8・8	MRS [松田]	323
8・8・1	概要	323
8・8・2	MRS の特徴とそれに必要な知識	324
8・8・3	MRS でわかること	328
8・8・4	測定シーケンス	331
8・8・5	MRS の測定方法	334
8・8・6	臨床 in vivo MRS のデータと解析例	335
	参考図書・演習問題・ウェブサイト紹介	340

演習問題解答	343
参考文献	360
参考資料	372
索引	377