

# 目 次

## 1. 脳工学とは

1.1	脳研究の潮流	2
1.2	脳研究の歴史	4
1.3	脳研究の現状	6
1.3.1	マイクロ・物質的研究	7
1.3.2	マクロ・システムの研究	8
1.3.3	システム制御論的見方	10
	談話室 脳はどこまで遺伝によって決まるか	11
1.4	脳科学と脳工学	12
	本章のまとめ	14

## 2. 脳の構造と電気生理

2.1	脳の構造	16
2.1.1	脳皮質の構造	16
2.1.2	ブロードマンの脳地図	17
2.1.3	電気刺激による機能の同定	18
2.1.4	脳の機能地図	19
2.2	神経電流の計測とモデル	21
2.2.1	細胞膜と膜電位	21
2.2.2	膜電位固定法とパッチクランプ法	22
2.2.3	シナプスでの情報伝達	23
2.2.4	イオン電流モデル	25
2.3	MEM (微小電極計測)	27
	本章のまとめ	30

### 3. CT (コンピュータ断層画像)

3.1 X線CT	32
3.1.1 測定原理	32
3.1.2 逆問題	33
3.1.3 装置	37
3.1.4 応用	42
3.2 その他のCT	43
3.2.1 超音波CT	43
3.2.2 光CT	45
本章のまとめ	46

### 4. MRI (核磁気共鳴画像)

4.1 測定原理	48
4.1.1 ラーモア角周波数	48
4.1.2 選択的励起	50
4.1.3 周波数エンコード	51
4.1.4 位相エンコード	52
4.1.5 緩和時間と高速撮像法	53
4.2 装置	56
4.2.1 常磁性MRIと超伝導MRI	56
4.2.2 計測コイル	58
4.3 応用	59
4.3.1 脳構造の計測	59
4.3.2 脳皮質の展開	61
本章のまとめ	62

### 5. PET (陽電子崩壊断層画像)とOR (光計測)

5.1 PET	64
5.1.1 核医学画像診断装置	64
5.1.2 PETの測定原理	65
5.1.3 装置	67
5.1.4 特徴	68
5.1.5 応用	69
5.2 OR	72
5.2.1 測定原理	72
5.2.2 応用	73
談話室 TMSによるうつ病治療	75
本章のまとめ	76

### 6. fMRI (機能的MRI)

6.1 測定原理	78
6.1.1 BOLD効果	78
6.1.2 in-flow効果	79
6.1.3 fMRIの計測法	80
6.1.4 活性化領域の抽出法	82
6.2 事象関連fMRI	82
談話室 生体計測とノーベル賞	84
6.3 応用	85
6.3.1 感覚反応への応用	85
6.3.2 視覚野の同定	86
6.3.3 眼優位コラムの同定	88
6.3.4 認知科学への応用	89
6.4 fMRIの課題と将来	91
本章のまとめ	92

## 7. OT (光トポグラフィ) とEEG (脳波計)

7.1	OT	94
7.1.1	測定原理	94
7.1.2	応用	97
7.2	EEG	100
7.2.1	測定原理	100
7.2.2	応用	105
	本章のまとめ	108

## 8. MEG (脳磁計)

8.1	脳磁気の特徴と計測の歴史	110
8.1.1	脳磁気の発生メカニズムと強度	110
8.1.2	MEG計測の歴史	111
8.2	MEGの測定原理	113
8.2.1	超伝導とジョセフソン接合	113
8.2.2	検出コイル	116
8.2.3	計測回路	118
8.2.4	MEGシステム	120
8.3	環境ノイズ除去法	120
8.3.1	シールドファクタ	121
8.3.2	アクティブシールド	122
8.3.3	アクティブノイズキャンセレーション	122
8.3.4	SSP	123
8.3.5	高温超伝導シールド	124
8.4	ヘリウム循環装置	124
	本章のまとめ	126

## 9. MEGにおける逆問題

9.1	逆問題の特徴と課題	128
9.2	ダイポールによる磁場	129
9.3	探索形推定法	131
9.3.1	等磁場線図法	131
9.3.2	最急降下法	132
9.3.3	シンプレックス法	132
9.3.4	MUSIC法	135
9.4	最適化推定法	136
9.4.1	ミニマムノルム法	136
9.4.2	$L_2$ ノルム最小化法	137
9.4.3	$L_1$ ノルム最小化法	139
9.4.4	合併法	139
	談話室 ラグランジュ法による最適推定	140
9.5	WaveletとICA	141
9.5.1	Waveletの利用	141
9.5.2	ICAの利用	142
	本章のまとめ	144

## 10. MEG計測の応用 I

10.1	自発脳磁場計測	146
10.1.1	自発脳磁場の周波数成分	146
10.1.2	てんかん計測と臨床応用	149
10.2	誘発脳磁場計測	150
10.2.1	体性感覚と痛覚	151
10.2.2	運動と体性感覚	154
10.2.3	聴覚	156
10.2.4	味嗅覚	159

## 11. MEG計測の応用II

11.1 視覚反応	162
11.1.1 レチノトピー	162
11.1.2 色反応	163
11.1.3 仮現運動	164
11.1.4 運動残効	165
11.1.5 立体視	167
11.1.6 焦点調節制御	169
11.2 高次脳機能	172
11.2.1 ワーキングメモリ	172
11.2.2 運動計画	173
11.2.3 言語	175
談話室 筋磁図計測	177

## 12. 脳計測手法の比較

12.1 脳計測法の分類	180
12.1.1 侵襲計測と非侵襲計測	180
12.1.2 能動計測と受動計測	180
12.1.3 形態計測と機能計測	181
12.1.4 血流計測と電磁気計測	181
12.2 時空間分解能	182
12.3 EEGとMEG	184
12.4 脳機能計測法の総合評価	185
12.5 MEGの課題	186
12.5.1 装置の高度化	187
12.5.2 MEG計測本態の解明	188
12.5.3 ソフトウェアの高機能化	188
12.5.4 医療応用	189
12.6 脳計測法の課題と将来	189
談話室 視覚計測と脳	191
本章のまとめ	194

## 13. 脳機能のモデル化と脳工学の将来

13.1 ニューラルネットワーク	196
13.2 脳機能モデル	199
13.2.1 小脳の学習モデル	199
13.2.2 視知覚の記憶モデル	203
13.2.3 自我のコラムモデル	206
13.2.4 情動のモデル	207
13.2.5 脳内物質に基づくモデル	209
13.3 脳工学の課題と展望	211
本章のまとめ	215

引用・参考文献	216
---------	-----

索引	217
----	-----