

ウェーブレット解析と局所揺らぎの確率過程を用いた  
痴呆脳波の特徴抽出と診断への応用

工学研究科

筑波大学

2001年3月

佐治 量哉

# 目次

<b>1 序論</b>	<b>1</b>
1.1 脳波研究の歴史	1
1.2 脳波時系列	3
1.3 本研究の目的	4
<b>2 時間-周波数解析</b>	<b>8</b>
2.1 はじめに	8
2.2 離散ウェーブレット変換	11
2.3 アナライジングウェーブレット	12
2.3.1 Gabor 関数	13
2.3.2 双曲線関数	13
2.4 統計解析	14
2.4.1 調和振動子モデル	15
2.4.2 統計的検定	18
2.5 まとめ	27
<b>3 局所揺らぎの確率過程</b>	<b>28</b>
3.1 はじめに	28
3.2 確率過程の再構成	29
3.2.1 局所フラクタル次元	31
3.2.2 局所積率	36
3.3 確率分布関数の同定	52

3.4	ウェーブレット解析との比較	62
3.5	まとめ	68
<b>4</b>	<b>老年期痴呆診断への応用</b>	<b>69</b>
4.1	はじめに	69
4.2	2次元相空間における動態解析	70
4.3	他の脳波解析に基づいた診断法との比較	89
4.4	まとめ	89
<b>5</b>	<b>結語</b>	<b>90</b>
	<b>謝辞</b>	<b>92</b>
	<b>参考文献</b>	<b>93</b>
<b>A</b>	<b>アナライジングウェーブレットの不確定性関係式</b>	<b>101</b>
A.1	証明	101
A.2	双曲線関数	102
<b>B</b>	<b>Pearson系確率分布関数</b>	<b>104</b>
B.1	一般形式	104
B.2	導出	107
B.2.1	Pearson I型確率分布関数	107
B.2.2	Pearson IV型確率分布関数	109
B.2.3	Pearson VI型確率分布関数	110
	<b>関連発表論文</b>	<b>112</b>

# 目次

1.1	国際脳波学会連合標準電極配置法. ....	3
1.2	解析脳波時系列 (a) 健康高齢者 <i>hana</i> , (b) 健康高齢者 <i>imam</i> . ....	6
1.2	(続き) (c) 老年期痴呆者 <i>hira</i> , (d) 老年期痴呆者 <i>hiro</i> . ....	7
2.1	脳波時系列の自己相関関数を用いた調和振動子モデルの減衰定数評価 (a) 健康高齢者 <i>hana</i> , (b) 健康高齢者 <i>imam</i> . ....	17
2.2	バックグラウンドスペクトルと大局的ウェーブレットスペクトル (a) 調和振動子モデル, (b) 健康高齢者 <i>hana</i> , (c) 健康高齢者 <i>imam</i> . ....	19
2.3	調和振動子モデルのウェーブレットスペクトル (a) Gabor 関数, (b) 双曲線関数. ....	21
2.3	調和振動子モデルのウェーブレットスペクトルピークの軌跡とその分散 (c) Gabor 関数, (d) 双曲線関数. ....	22
2.4	健康高齢者 <i>hana</i> のウェーブレットスペクトル (a) Gabor 関数, (b) 双曲線関数. ....	23
2.5	健康高齢者 <i>imam</i> のウェーブレットスペクトル (a) Gabor 関数, (b) 双曲線関数. ....	24
2.6	老年期痴呆者 <i>hira</i> のウェーブレットスペクトル (a) Gabor 関数, (b) 双曲線関数. ....	25
2.7	老年期痴呆者 <i>hiro</i> のウェーブレットスペクトル (a) Gabor 関数, (b) 双曲線関数. ....	26
3.1	局所統計量の確率過程再構成方法. ....	30
3.2	フラクタル次元推定確率誤差 (a) ブラウン運動時系列, (b) フラクショナルブラウン運動時 系列. ....	33
3.3	調和振動子モデルの局所統計量の確率過程 (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	37
3.3	(続き) (c) 局所分散 (d) 局所歪度. ....	38
3.3	(続き) (e) 局所尖度. ....	39
3.4	健康高齢者脳波 <i>hana</i> に対する局所統計量の確率過程 (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	40
3.4	(続き) (c) 局所分散 (d) 局所歪度. ....	41
3.4	(続き) (e) 局所尖度. ....	42

3.5	健康高齢者脳波 <i>imam</i> に対する局所統計量の確率過程 (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	43
3.5	(続き) (c) 局所分散 (d) 局所歪度. ....	44
3.5	(続き) (e) 局所尖度. ....	45
3.6	老年期痴呆者脳波 <i>hira</i> に対する局所統計量の確率過程 (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	46
3.6	(続き) (c) 局所分散 (d) 局所歪度. ....	47
3.6	(続き) (e) 局所尖度. ....	48
3.7	老年期痴呆者脳波 <i>hiro</i> に対する局所統計量の確率過程 (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	49
3.7	(続き) (c) 局所分散 (d) 局所歪度. ....	50
3.7	(続き) (e) 局所尖度. ....	51
3.8	局所フラクタル次元のヒストグラムと確率分布関数 (a) 健康高齢者 <i>hana</i> , (b) 健康高齢者 <i>imam</i> . ....	60
3.8	局所フラクタル次元のヒストグラムと確率分布関数 (c) 老年期痴呆者 <i>hira</i> , (d) 老年期痴呆者 <i>hiro</i> . ....	61
3.9	ウェーブレット解析との比較 - 健康高齢者 <i>hana</i> - (a) 双曲線関数を用いたウェーブレットスペクトル, (b) 局所フラクタル次元. ....	63
3.9	ウェーブレット解析との比較 - 健康高齢者 <i>hana</i> - (a) 双曲線関数を用いたウェーブレットスペクトル, (c) 局所歪度. ....	64
3.9	ウェーブレット解析との比較 - 健康高齢者 <i>hana</i> - (a) 双曲線関数を用いたウェーブレットスペクトル, (d) 局所尖度. ....	65
3.10	局所揺らぎダイナミクス解析へのウェーブレット解析の応用 - 健康高齢者 <i>hana</i> - (a) 双曲線関数を用いたウェーブレットスペクトル, (b) 局所フラクタル次元. ....	66
3.10	局所揺らぎダイナミクス解析へのウェーブレット解析の応用 - 健康高齢者 <i>hana</i> - (c) $\alpha$ 波出現時の局所フラクタル次元の確率分布関数. ....	67
4.1	2次元相空間における動態解析と揺らぎ量の定量評価. ....	71
4.2	調和振動子モデルの局所統計量の相空間ダイアグラム (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	72
4.2	(続き) (c) 局所分散, (d) 局所歪度. ....	73
4.2	(続き) (e) 局所尖度. ....	74
4.3	健康高齢者 <i>hana</i> の局所統計量の相空間ダイアグラム (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	75
4.3	(続き) (c) 局所分散, (d) 局所歪度. ....	76

4.3	(続き) (e) 局所尖度. ....	77
4.4	健康高齢者 <i>imam</i> の局所統計量の相空間ダイアグラム (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	78
4.4	(続き) (c) 局所分散, (d) 局所歪度. ....	79
4.4	(続き) (e) 局所尖度. ....	80
4.5	老年期痴呆者 <i>hira</i> の局所統計量の相空間ダイアグラム (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	81
4.5	(続き) (c) 局所分散 (d) 局所歪度. ....	82
4.5	(続き) (e) 局所尖度. ....	83
4.6	老年期痴呆者 <i>hiro</i> の局所統計量の相空間ダイアグラム (a) 局所フラクタル次元, (b) 局所平均. ....	84
4.6	(続き) (c) 局所分散, (d) 局所歪度. ....	85
4.6	(続き) (e) 局所尖度. ....	86