

氏名	柴山 笑凜 (シバヤマ エリ)
本籍	神奈川県
学位の種類	博士 (学術)
学位の番号	博甲第 122 号
学位授与の日付	2024 年 3 月 19 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	指尖脈波のゆらぎの応用可能性に関する研究—生体情報からみる心身の健康—

論文審査委員	(主査) 桜美林大学教授	鈴木 平
	(副査) 桜美林大学教授	松田チャップマン 与理子
	桜美林大学教授	山口 創
	山梨大学名誉教授	岡林 春雄

論文審査報告書

論文目次

第 I 部 研究背景と目的

第 1 章 生体信号のゆらぎと心身の健康.....	1
第 1 節 ゆらぎと健康.....	1
第 2 節 生体信号のゆらぎの解析と心身の健康.....	2
第 3 節 日本の心身の健康問題.....	7
第 4 節 心身の健康を反映する客観的指標.....	9
第 2 章 本論文の目的と構成.....	12
第 1 節 背景まとめと本論文の目的.....	12

第2節 本論文の構成.....	14
第Ⅱ部 日常生活場面における指尖脈波のゆらぎ解析の応用可能性	
第3章 研究1：数か月間における指尖脈波のゆらぎの変動.....	16
第1節 研究目的.....	16
第2節 方法.....	17
第3節 結果.....	19
第4節 考察.....	21
第4章 研究2：個人的人格特性や体調が数か月間の指尖脈波のゆらぎの変動に与える影響.....	23
第1節 研究目的.....	23
第2節 方法.....	24
第3節 結果.....	28
第4節 考察.....	35
第Ⅲ部 医療場面における指尖脈波のゆらぎ解析の応用可能性	
第5章 研究3：精神疾患患者における加速度脈波のカオスアトラクタの特徴について.....	37
第1節 研究目的.....	37
第2節 方法.....	40
第3節 結果.....	42
第4節 考察.....	45
第6章 研究4：精神疾患患者における加速度脈波のカオスアトラクタの特徴について ——印象 評定による間主観的評価——.....	47
第1節 研究目的.....	47
第2節 方法.....	48
第3節 結果.....	61
第4節 考察.....	66
第Ⅳ部 介入・介護場面における指尖脈波のゆらぎ解析の応用可能性	
第7章 研究5：指尖脈波のゆらぎ解析を用いた回想法的介入についての研究.....	68
第1節 研究目的.....	68
第2節 方法.....	70
第3節 結果.....	72
第4節 考察.....	82
第8章 研究6：過去回想による指尖脈波のゆらぎの変化 ——想起内容による回想法の効果の検 討——.....	85
第1節 研究目的.....	85

第2節 方法.....	86
第3節 結果.....	89
第4節 考察.....	101
第V部 総合考察	
第9章 本論文の総合考察.....	105
第1節 本研究のまとめと考察.....	105
第2節 心身の健康の客観的指標としての指尖脈波のカオス解析.....	112
第3節 本研究の限界と今後の展望.....	113
第10章 本論文の総括.....	114
引用文献.....	115
資料.....	120
謝辞.....	133

論文要旨

博士論文の研究テーマは、簡便で非侵襲的な定測が可能な指尖脈波を対象に非線形力学的解析の一種であるカオス解析からカオスアトラクタやLLE(Largest Lyapunov Exponent)を算出することで生体情報のゆらぎを測定し、これらが心身の健康を推定する客観的指標として活用できるか基礎的な研究を行い、その有効性を検討するというものであった。

論文の第一章では、非線形力学的解析の一手法であるカオス解析の紹介と、この分析を用いることの科学的意義について概観された。特に心身の総合的な健康状態を非還元主義的に、あるいは全体的かつ定量的にアプローチできることが特徴であった。また、指尖脈波のカオス解析がうつ病や認知症などの問題に新たな知見をもたらしているのではないかということが述べられた。第二章では、研究の目的と研究の流れが紹介された。第三章と第四章では、指尖脈波のLLEが心身の状態の指標だけでなく、特性的な指標としても機能するという新しい知見が得られた(研究1・2)。これまでの先行研究で指尖脈波のカオスがどの程度安定的であるのか、個人差がどの程度あるかなどの基礎的な研究が不足していたことから、本研究の知見は今後の研究にとって重要であると考えられる。第五章では、精神疾患患者における加速度脈波のカオスアトラクタが健常者と比較して明らかに丸くなっていたという世界的にも初めての発見があったことが報告された(研究3)。このことから、指尖脈波を測定することで精神疾患の簡易的なスクリーニングや日常的な健康診断に使用できる可能性が示唆されると言える。第六章は第五章の結果について、印象評定を用いた間主観的手

法によって精神疾患者と健常者のカオスアトラクタの形状的な違いが明確に判別できるということを明らかにした。線形判別分析において的中率は100%であり、今後のさらなる応用研究が期待される。第七章では、学生を対象とした自伝的記憶想起（回想法）の心理的効果と共に指尖脈波のカオス性と連動していたことが報告された。自伝的記憶想起では指尖脈波のLLEが増大し、カオスアトラクタがダイナミックな形状に変化することが明らかとなった。第八章では、大学生を対象としてポジティブなもの、ネガティブなもの、ニュートラルなもの三種類の過去回想を行ってもらい、その際の心理指標と指尖脈波のカオス解析結果を比較検討した。この実験ではネガティブな想起課題の実施方法にやや問題があったためか、解釈が困難な結果も見られた。しかしながら、今後の研究につながる問題提起がなされていることから重要な知見が得られたと考えられる。第九章の総合考察では研究全体のまとめと今後の展望が述べられていた。今後は医療・福祉分野、特に認知症高齢者やうつ病などの精神疾患者を対象とした研究を行い、これらの疾患の早期発見や予防に貢献できるようになることが期待される。

論文審査要旨

博士論文全体については、審査委員全員一致で高く評価された。特に研究の学術的な独創性、新奇性、オリジナリティについては高く評価された。コロナ禍でのヒトを対象とした実験研究であったため、当初計画していた認知症高齢者を対象とした実験ができなかったことは残念であったが、社会的環境が整わない中でできる限りの工夫をしながら研究をまとめた点は高く評価された。論文も国際誌へ積極的に投稿し、採択されており、この点でも研究者としての資質が高く評価された。生理データの解析では数学的に高度な解析が行われており、心理学分野だけでなく数学、物理学、医学、生理学などの分野の研究者とも研究交流が生まれていることも評価された。今後は認知症高齢者やうつ病者を対象とした研究へ発展させていくことが期待される内容であった。審査委員からは大きな問題も指摘されることなく、全員一致で論文審査は合格となった。

口頭審査要旨

2023年12月20日10時40分より、オンライン形式にて口頭発表、質疑応答、最終審査が行われた。前半の30分でパワーポイントを用いた口頭発表が行われ、次の30分で質疑応答が行われた。口頭発表は時間通り30分でまとめられていた。発表内容の構成、わかりやすさ、発表する姿勢などは高く評価された。質疑応答では、質問や意見に対して丁寧、かつ真摯な姿勢で回答がされており、特に問題になるような指摘はなかった。

質疑応答後に、出席した主査・副査による審査会がオンラインで行われた。学内副査の山口先生からは文書による審査報告書が提出され、内容を全員で確認した(別紙)。審査の結果、博士論文として高い評価が与えられ、主査・副査全員一致して博士論文の審査を合格とした。