

博士学位論文

離散値系ウェーブレット変換による
心理学データ解析に関する研究

Application of Discrete Wavelets Analysis
to the Psychological Data Processing

平成十八年

加藤 千恵子

Summary

In psychology, many kinds of data are collected, and most of them are roughly categorized as questionnaire data, and so-called nonverbal data such as changes in facial expressions. The questionnaire data belong to verbal data expressed in audio-visual symbols such as characters and languages. As a result, personal differences among researchers are rarely reflected in the data itself. On the other hand, nonverbal data essentially varies according to where the emphasis of observation is placed, since each expert pays attention to a different part of the target face in the process of data collecting. Nonverbal data, therefore, is eventually assessed at a discussion by several experts. Since questionnaire data is easily quantified, statistical methods such as correlation analysis have so far served as formulas for analysis. On the other hand, nonverbal data, such as changes in facial expressions are usually assessed at a discussion by several experts who have gone amassed considerable experience after hard training in data extraction and evaluation.

This thesis mainly introduces the discrete wavelets transformation, a new method of orthogonal linear transformation which appeared at the end of the 20th century, into the analysis of psychological data such as questionnaire data, and proposes a technique that will be assessed minutely and objectively. The thesis also proposes a technique using the Fourier transformation in combination with the wavelets transformation to analyze nonverbal data such as image data on facial expressions, and organizes a series of studies on an essential technology that will provide objectivity and a computer-aided assessment system for the evaluation of nonverbal data.

More specifically, in view of the current situation, with the explosive and extensive spread of personal computers in recent years, not only in the academic field but also in every industrial field in society, makes it is possible to streamline human-oriented types of work. This thesis proposes an essential technology for a computer-aided system of psychological data processing, and discrete wavelets transformation, a relatively new mathematical technique, is applied as a main mathematical method for the processing of a human-oriented type of psychological data, in which the stochastic theory of statistics is mainly used as a mathematical method.

This thesis consists of five chapters in all: the first chapter is an introduction, including outlines of conventional methods for psychological data processing and the purposes of this thesis.

The second chapter describes a theoretical basis for analysis and its applications. This thesis is a fusion type of research in literature and science that covers the psychological field, which belongs to the humanities, and the fields of applied mathematics and image processing, which belong to science and engineering. Therefore, this chapter first describes wavelet transformation that takes into account the viewpoint of the psychological field. More specifically, questionnaire data, which have been obtained as psychological data, are regarded as vectors in a linear space and are then analyzed by the discrete wavelets transformation. The discrete wavelets transformation is a kind of linear transformation that sorts data into mutually orthogonal data, and linearly independent data at each level, which has been sorted, is inversely wavelet-transformed one by one. Questionnaire data are sorted into linearly independent data, which are mutually orthogonal. In other words, this is the application of wavelet multi-resolution analysis to questionnaire data. The thesis proposes a new method of assessment focusing on the rate of change of linearly independent, orthogonal questionnaire

data is thus obtained. The results obtained by this new method of assessment are compared with conventional statistical techniques.

Consequently, the thesis first demonstrates that, in addition to conventional statistical techniques, the use of the wavelets transform makes it possible more closely to capture the reaction of respondents between questionnaire entries, and more minutely to clarify the similarity of respondents. Incidentally, the Daubechies function with an order of 2 has been adopted as a wavelets basis function in this thesis because its mathematical interpretation is clear. Second, while it is difficult to express accurately the relativity to non-linear data and non-linear terms (those functions higher than second powers are usually called non-linear terms in psychology because they are not proportional terms) using only correlation analysis, the use of wavelets multi-resolution analysis makes it possible to analyze minutely the correlation between non-linear terms. Furthermore, an index of similarity has been developed herein by calculating an inner product between vectors with a standardized norm of one.

The third chapter proposes a computer-aided technique for the analysis of nonverbal data on changes in facial expressions. Concerning the analysis of nonverbal data, Ekman & Friesen and others mainly focused on the analysis of babies' expressions in 1975. Essentially they describe describe emotions such as desire, satisfaction, pleasure and sorrow, and how these appear in comparison with normal expressions. From the viewpoint of image processing, it is possible to extract such emotions through differences between visual data on normal expressions and visual data on other expressions. However, it is impossible to prevent the moments of the entire face when the subject is a baby. Therefore, highly trained experts have so far extracted changes in expressions in their discussions. In other words, the processing of nonverbal data is a difficulty process in which highly skilled experts make unique assessments.

This thesis is aimed at developing an essential technology for a computer-aided system featuring image processing, which will eliminate as many human-oriented factors as possible in the processing of nonverbal data. Taking into account the viewpoint of a conventional expert on psychological data, the discrete wavelet transformation, which is used as basic image processing, is first described. Then the Fourier-wavelets transformation, in which changes in the face moving on the screen are extracted by combining the Fourier transformation and the wavelets transform, is described using a simple example. In the Fourier-wavelets transformation, the Fourier transformation is used to eliminate a spatial-phase difference between object images, while the wavelets transformation is used to extract differences in object images. The basis function for the wavelets transformation adopted herein is Coifman's basis function with an order of 30, a basis function of the highest order. The reason why a basis function with the highest order has been chosen is that a higher-order basis, even if it is a lower-order wavelets spectrum, contains components with high spatial frequency, and small changes can be extracted by a level-zero one wavelets spectrum alone. The chapter states that the burden on experts is dramatically reduced by applying the technique to specific data (babies' and adults' expressions). Furthermore, the thesis adds that more objective results can be obtained compared with conventional human-skill-oriented methods.

The last chapter states that the technique proposed in this thesis is applied to human assistance systems, mainly the development of human assistance robots and methods of assessing images with a healing $1/f$ fluctuation. Finally, the method proposed in thesis is applied to the field of clinical psychological data processing. As practical case study, this makes it possible to facilitate the analysis of drawings produced by patients, and carry

out the clinical evaluation interpretation of them according to $1/f$ fluctuation.

論文要旨

近年、パーソナル計算機の演算処理速度が飛躍的に向上し、かつ学術分野のみならず社会のあらゆる産業分野へ広汎に普及したことにより、ヒューマンオリエンティッド型作業の高効率化が進んでいる。これら社会基盤整備を背景に、本研究では、確率・統計論を主体とする数学的方法が用いられてきたヒューマンオリエンティッド型心理学データ処理に対し、比較的新しい数学的方法である離散値系ウェーブレット変換を主に用いた計算機支援型心理学データ処理システムの基幹技術を提唱し、理論的基礎、具体的な例題、さらに実際の応用例を通してその有用性と妥当性を論じた。

心理学における大部分のデータはアンケートデータ等のバーバルデータと表情変化等の所謂ノンバーバルデータに大別される。前者は視聴覚的表象である文字や言語で表現され、評定においてはアンケート記入事項そのものがデータとなるため判定者はほぼ不要であるといえる。これに対し後者は、評定にエキスパートと呼ばれる特定の習熟技術を有する判定者が必要で、かつそのデータのみならず結果に対しても判定者の主観の内存在が否定できない。例えば人の表情変化の評定では、その表情から感情を推察する場合、エキスパートの主観的判断が必然的に含まれる。このためノンバーバルデータは複数のエキスパートの合議で最終的な評価が下される。すなわち、アンケートデータはデータそのものを計数化しやすいため、データ分析は相関分析等の確率・統計的方法が常套手段として利用されている。他方、表情変化等のノンバーバルデータの解析では、判定者に相当なトレーニングが必要とされ、最終的判断に複数のエキスパートの合議が必要となる。

本論文は、主として20世紀末に登場した新しい直交線形変換法である離散値系ウェーブレット変換を心理学データ解析へ導入し、バーバルデータであるアンケートデータの解析を行い、従来の統計的方法では不可能であった詳細で客観的なアンケートデータの評価法を提案した。さらに、ノンバーバルデータである人間の表情のデータに対し、離散値系フーリエ変換と離散値系ウェーブレット変換を併用する方法を提案し、その妥当性をサンプル例題から人の顔のカラー画像に関し検証を行った。その結果、本論文では、提案する方法がノンバーバルデータ測定と評価へ客観性を持つ計算機支援型評価システムを提供する基幹技術となり得ることを示した。

本論文は全体で5章からなり、第1章は序論であり、従来の心理学データ処理方法の概要を述べた後、本論文の研究の目的について述べた。

第2章では解析の理論的基礎とその応用について述べている。本論文は文化系に属する心理学分野と理工学系に属する応用数学・画像処理分野に跨る文理融合型研究である。このため、文化系に属する心理学分野の観点を勘案し、ウェーブレット変換について述べた。心理学データへの応用として収集されたアンケートデータを線形空間のベクトルとみなして離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用した。離散値系ウェーブレット多重解像度解析はデータを互いに直交するデータへソーティングする線形変換の一種であり、ソーティングされた線形独立な各レベルのデータ個々に離散値系ウェーブレット逆変換を行い、アンケートデータを互いに直交する線形独立なデータへソーティングするものである。このようにして得られた直交する線形独立なアンケートデータの変化率に着目した新しい評価法を提唱した。この新しい評価法によって得られた結果を従来の確率・統計的方法と比較した。

その結果、第1に、従来の確率・統計的方法に加え、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、項目間での回答者の反応をより精緻に捉えることや、回答者の類似性をより詳細に明らかにすることが可能となった。

第2に、相関分析のみでは非線形（心理学では2次関数以上を、比例項ではないため、非線形項と呼ぶのが通例である）データに対する関連性・類似性を正確に表すことは困難であるが、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、非線形の項目間の相関を詳細に分析することが可能となった。また、ノルムを1に正規化したベクトル間の内積値を求めることによ

り、関連性・類似性を表す指標を提案した。さらに、離散値系ウェーブレット多重解像度解析をシミュレーションデータおよび実データに適用した。シミュレーションデータとして分布が2点に偏っている場合の非線形のデータを作成し、データ間の関連性・類似性を吟味した。その結果、相関係数はかなり低いにもかかわらず、各レベルの関連性・類似性は高く、ノルムを1に正規化したベクトル間の内積値も比較的大きいことを述べた。つまり、相関分析では関連が少ないと判断された結果に対して、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、関連性・類似性が抽出可能である典型事例の存在を明らかにした。次に、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を実データ2例に適用した。

第1の実例では、若年層の結婚観と仕事観についての調査結果を因子分析を用いて解析し、その結果得られた第1因子の『保守革新性』に基づいてさらなる詳細な分析を離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いて行った。その結果、回答者は、価値観の差異にもかかわらず、結婚観及び仕事観における保守的な考え方と革新的な考え方の間で揺れていることを明らかにした。

第2の実例としては、相関分析では関連性がほぼなかった結婚観と仕事観に対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用し、レベルごとに評価することで結婚観と仕事観に関連した項目を見出し、ノルムを1に正規化したベクトル間の内積値においても比較的大きい値があることを述べた。すなわち、相関分析では現れなかった非線形のデータに対する関連性を見出す方法を本論文で提案し、その妥当性を検証した。

第3章では、人間の表情変化に関するノンバーバルデータ解析に対する計算機支援方法を提案した。1975年にEkman等は主として乳児の表情の解析を中心として試みている。Ekman等の方法では、通常表情と比較して欲望・満足・喜び・悲しみ等の特徴が顔のどの部分に現れるかを述べた。対象が乳児である場合、顔全体の移動を妨げることは不可能であるため、通常、高度な訓練を積んだエキスパートの合議によって表情変化の抽出が行われる。

本論文はノンバーバルデータ処理におけるヒューマンオリエンティッドな部分を可能な限り削減し、画像処理による計算機支援型ノンバーバルデータ評価システムの基幹技術開発を意図した。最初は基礎的な画像処理に用いる離散値系ウェーブレット変換に関して述べ、続いてスクリーン上で移動する表情の変化を抽出する離散値系フーリエ変換と離散値系ウェーブレット変換を組み合わせたフーリエ・ウェーブレット変換法について簡単な例題を用いて説明した。フーリエ・ウェーブレット変換法における離散値系フーリエ変換はスクリーン上の対象画像の空間位相の違いを削除するためであり、離散値系ウェーブレット変換は対象画像中の相違点を強調するために用いている。本方法の理論的基礎は1998年に発表されているが、殆ど同様な方法が1999年に漢字や航空機等のパターン認識・識別のためにカナダのコンコディア大学のChen等によって独立に提案されている。この事実は本方法の理論的妥当性を客観的に裏付けたことを意味している。

本論文で提案する方法を具体的なデータ（乳児の表情および大人の表情）に適用し、エキスパートの負担が劇的に低減されることを述べた。さらに、従来のヒューマンスキルオリエンティッドな方法と比較して、より客観的な結果が得られることも合わせて述べた。乳児の表情に関しては、モノクロの描画を採用し離散値系フーリエ変換を用いて空間位相の差を削減した後、離散値系ウェーブレット変換を用いて、表情変化部分を強調している。次に、実際の人間の顔のカラー画像に対してフーリエ・ウェーブレット変換法を適用した結果、微妙な表情の変化を計算機によって客観的に抽出することが可能であることを示し、さらに、エキスパートによる判定基準とも一致した結果であることからその妥当性も検証した。

第4章は、本研究で得られた知見と応用に関する考察である。まず、アンケートデータに対する離散値系ウェーブレット多重解像度解析と従来の確率・統計的方法を適用した結果の比較に関する考察を述べた。その結果、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることで、個々のアンケート項目に対する回答者の反応について平均から高頻度な心理的ゆらぎ等を精緻に抽出可能とすることを述べた。具体的な応用として、高齢者や精神障害者の心理的变化の把握に離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、変化を周波数的観点で捉えることが可能となり、見逃しのない適確なケアが出来る可能性を示唆した。次にフーリエ・ウェーブレット変

換法と従来のエキスパートによる判定方法とを比較した結果に関して述べ、フーリエ・ウェーブレット変換法は、従来はきわめて難しかった言語の不自由な高齢者や精神障害者の表情変化を読み取ることを可能とすること、さらに、1/fゆらぎによる癒しの画像の抽出へ適用することで、客観性を維持した癒しを与える環境整備が可能であることを述べた。

第5章は本論文全体の総括とまとめである。序論で述べた従来の心理学データ処理過程に対する計算機支援方法の提案を吟味し、具体的方法として、第2章で述べたバーバルデータに対する離散値系ウェーブレット多重解像度解析の応用、そして第3章で述べたノンバーバルデータに対するフーリエ・ウェーブレット変換による解析結果を従来法と比較しつつ整理して述べた。最後に、本論文で提案する方法の福祉介護・臨床心理に分野への適用を提案する。応用例として、クライアントの描画を解析し、1/fゆらぎの抽出より、臨床心理的解釈を行った。

目次

第1章 まえがき	1
第1節 研究の背景	1
第1項 確率・統計的方法によるアンケートデータ解析方法	1
第2項 エキスパートによる判定法を用いた表情読み取り方法	1
第3項 離散値系ウェーブレット変換	2
第2節 研究の目的	2
第2章 バーバルデータ解析	4
第1節 理論的基礎	4
第1項 離散値系ウェーブレット多重解像度解析	4
A 離散値系ウェーブレット変換の基礎	5
B 離散値系ウェーブレット多重解像度解析	9
第2項 検証例題	9
第2節 アンケートデータ	11
第1項 アンケート調査実例1: 離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いた日本人男性の結婚観及び仕事観	11
A はじめに	11
B 調査概要及び解析方法	12
C 結果	14
D 結論	18
第2項 アンケート調査実例2: 因子分析, 相関分析, 離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いた結婚観と仕事観の関連性分析	18
A はじめに	18
B 調査概要及び解析方法	19
C 結果	19
D まとめ	42
第3項 考察	43

第3章 ノンバーバルデータ解析 _____ 45

第1節 理論的基礎.....45

第1項 2次元離散値系ウェーブレット変換.....45

第2項 フーリエ・ウェーブレット変換法.....48

第3項 検証例題.....50

第2節 表情抽出.....57

第1項 乳児の表情変化抽出.....57

第2項 大人の表情変化抽出.....61

第3項 考察.....63

第4章 本研究で得られた知見と応用 _____ 64

第1節 離散値系ウェーブレット多重解像度解析と確率・統計的方法との比較（バーバルデータ解析）.....64

第2節 フーリエ・ウェーブレット変換法とエキスパートによる判定法との比較（ノンバーバルデータ解析）.....65

第3節 福祉介護・臨床心理への応用.....65

第4節 $1/f$ ゆらぎの応用例.....66

第1項 $1/f$ ゆらぎの理論.....66

A $1/f$ ゆらぎの定義.....66

B 描画の $1/f$ ゆらぎの抽出.....67

第2項 事例.....68

第3項 臨床的背景.....69

A アートセラピー.....69

B 描画療法.....69

C カラーセラピー.....70

第4項 結果の解釈.....70

第5項 考察.....73

第5章 まとめ _____ 74

付録 A _____ 75

1. 線形空間.....75

(1) 行列とベクトル.....75

(2) ベクトルの内積と直交性	75
(3) 線形性と逆行列	78
2. 確率・統計的方法	79
(1) t 検定	80
(2) 分散分析	82
(3) 相関係数	83
(4) 因子分析	84
(5) 重回帰分析	85
付録 B	86
1. 画像解析の基礎	86
2. フーリエ変換	88
(1) フーリエ変換の基礎	88
(2) 離散値系フーリエ変換	92
参考文献	95
本研究に関する既発表論文	97
学術論文（本論文に関する査読付論文）	97
国際会議発表論文（本論文に関する査読付論文）	97
国内研究会発表論文（本論文に関する査読付きでない論文）	97
著書	98
謝辞	99

第1章 まえがき

第1節 研究の背景

心理学データにおいてアンケートデータ等のバーバルデータは比較的解析が容易で広汎に解析が行われている。他方、解析が必要であるにもかかわらず一意的な解析が困難なデータは顔の表情変化等のノンバーバルデータである。バーバルデータの従来の解析には相関分析等の確率・統計的方法があるが、この方法では非線形のデータ等を解析することが難しい。

他方、表情変化等のノンバーバルデータ解析は、特定の表情変化抽出に対して特別なトレーニングをした複数のエキスパートによる合議によって行われてきた[1]が、エキスパートを育てることや判定に時間を要する。また、そのデータには判定者の主観が内在するため、ノンバーバルデータにおいては、客観的に誰にでも判定出来る方法が求められてきた。

近年、フーリエ変換と並び、ウェーブレット変換という新たな手法が注目されてきている。フーリエ変換は全て周波数領域に変換して議論するため、時間領域の情報が失われてしまう。ウェーブレット変換は、時間情報を残したまま周波数解析を行うことが可能である。そこで、この新たな方法を心理学に適用することが期待できる。

第1項 確率・統計的方法によるアンケートデータ解析方法

心理学においては、アンケート調査によって得られた膨大な情報を、的確かつ迅速に解析しなくてはならない。

従来のアンケートデータ解析においてはデータの線形性を仮定する相関分析や因子分析等の確率・統計的方法が用いられている場合が多い。相関分析を用いても、例えばある項目の回答が両極に偏っている場合やいくつかの回答に集中している場合には、有意な相関係数の値は得られない。すなわち、線形性を示さないデータに関しては、確率・統計的方法のいずれを用いても有効な分析が出来ないことが課題となっている。

また、確率・統計的方法を用いた解析よりも詳細で精緻なデータの分析・解析は恒常的に不変で必須の課題である。例えば、項目間での回答者の反応をより詳しく捉えることや、回答者の類似性をより詳細に明らかにすることが必要である。

第2項 エキスパートによる判定法を用いた表情読み取り方法

心理学においては質疑応答等に対する表情変化から感情を捉えることが重要である。表情は言葉では表せない感情を、また、言葉とは異なった真の感情を示すといわれている[1]。

しかし、表情の読み取りは習熟したエキスパートにしか出来ない。表情の読み取りにおいては、エキスパートになるための訓練に時間を要したり、読み取りに時間を要したりする等の問題がある。さらに、読み取り結果に客観性を確保しにくいという問題があった。そのため、エキスパートに頼らずに誰にでも読み取ることが可能な方法が求められている。

また、高齢者は表情の表出が弱い上に[2]、顔のしわ等にみられる構造的な問題もある[3]ため、高齢者の感情を捉えることは大変に難しい。それゆえ、小さな表情の変化も捉えられることが出来る表情の読み取り方法の開発が求められている。

第3項 離散値系ウェーブレット変換

19世紀前半のフランスの数学者 Fourier がフーリエ変換を提案して以来、信号解析の方法としてフーリエ変換の有用性が今日まで広く浸透してきた。フーリエ変換は波形の高調波含有率を求めるのにきわめて有力な手段である。その利点は、波形を高調波成分に分解するため、波形の歪みを高調波成分の含有率で定量的に評価出来る点にある。しかし、フーリエ変換は問題を全て周波数領域に変換して議論するため、時間領域の情報が失われてしまう欠点がある。この欠点を補うため、窓関数を用いるフーリエ変換や短時間フーリエ変換等が提案されている。しかし、これらのフーリエ変換によって時間情報を増やすと周波数精度が失われる。また、逆に周波数精度を向上させると時間情報が失われるため、ここには、いわゆる不確定性が存在する。このような問題点を解決するためにウェーブレット変換が用いられるようになった。

1980年代初頭、フランスの石油探査技師 Morlet によって、石油資源探査の際の人工地震信号中に含まれる不連続性の検出にウェーブレット変換が最初に導入された[4]。ウェーブレット (Wavelets) とは英語で「波」「wave」と「小さな」「lets」の複合語ということである。いわゆる、始まりと終わりのある波のかけらである。この方法の最も特徴的な点は、信号の様子が急激に変化する時刻を捉えると同時に、周波数成分の大まかな分布を抽出することを可能とする点にある。また、ウェーブレット変換は、周波数に応じて窓の幅を変換させる枠組みを備えている。すなわち、時間の窓は自動的に高周波信号の検出に対して狭まる。また、低周波信号を調べるときには広くすることが可能である。これによって高周波成分に対しては時間分解能が高くなり、低周波成分に対しては周波数の分解能が高くなるという性質をもっている。

周波数領域で信号を表現するフーリエ変換が発展しつつ、ウェーブレット変換は新しい非定常現象の解析方法として注目を集めている。現在、ウェーブレット変換の応用範囲はきわめて広く、ウェーブレット変換の中で、主として直交変換が可能な離散値系ウェーブレット変換が室内音響の解析と設計、半導体の非破壊劣化診断、機械・構造物の振動や異常信号の検出、画像圧縮、乱流多重スケール渦構造の可視化、生体信号から複雑現象の探索、心電波形解析への応用による心臓疾患の発見、医学X線撮影像やCTスキャナ画像等の医用画像からのエッジ抽出、統計データ処理による社会と経済指標の分析、言語情報処理として文章構造の解明と特徴抽出等の研究が急速に進められている。

第2節 研究の目的

本研究の第1の目的は、非線形データを含むアンケートデータ等に適し、かつ詳細な分析が可能となるバーバルデータの解析方法の提案である。第2の目的は、エキスパートに頼らず誰にでも実施可能であり、小さな表情変化も読み取り可能な表情読み取り方法、ノンバーバルデータの解析方法を提案することである。

これらの目的を実現する一方途として、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を心理学データ解析へ導入し、バーバルデータであるアンケートデータの解析を行い、詳細で客観的

な評価法を提案する。また、ノンバーバルデータである人間の表情データ解析に関し、離散値系フーリエ変換と離散値系ウェーブレット変換を併用する方法を提案し、ノンバーバルデータ評価へ客観性と計算機支援型評価システムを提供する基幹技術を提案することを目的とする。

本研究では、心理学のバーバルデータにおける確率・統計的手法と離散値系ウェーブレット変換による解析の特徴を比較し、個々の適用範囲の有効性を検討する。ノンバーバルデータに関しても、離散値系フーリエ変換と離散値系ウェーブレット変換を併用する方法と従来の方法との比較を行い、同様に提案する方法の優位性について検討する。

さらに、本研究の福祉介護・臨床心理への応用例として、クライアントの描画に関する $1/f$ ゆらぎ解析について考察し、 $1/f$ が患者の回復傾向を示す指標として有益であることを述べる。

第2章 バーバルデータ解析

この章では、アンケートデータの解析方法として本研究において新たに適用する離散値系ウェーブレット多重解像度解析と確率・統計的方法とを比較して説明する。

心理学では、人間の心を測定し、人間を理解するために、アンケート調査が用いられることが多いが、その際には大量なデータを扱うため、それらを的確かつ迅速に解析しなくてはならない。そのため、確率・統計的方法を用いて解析することが多い。しかし、相関分析のみでは非線形データにおける関連性を抽出することが難しい等の問題点がある。

そこで、本研究では、アンケートデータを線形空間のベクトルとみなし、アンケートデータに対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用する。離散値系ウェーブレット多重解像度解析では非線形の項目間の関連性を詳細に分析出来ることを示した。さらに、全体の関連性を判断する指標として、各項目の離散値系ウェーブレット多重解像度解析結果のレベルごとのスペクトルを項目のベクトル成分とみなし、項目間同士の内積値を求めた。ただし、その際、レベル0のスペクトルは項目間の変化を示したものではないため、ベクトル成分から除外した。

ここでは、検証例題を用いて離散値系ウェーブレット多重解像度解析の有効性を示した。さらに、実例としては、結婚観と仕事観に関するアンケートデータを解析した例を示していく。

実例を通して、アンケートデータにおける確率・統計的手法と離散値系ウェーブレット変換法を比較し、それぞれの有用性に関して検討する。

第1節 理論的基礎

第1項 離散値系ウェーブレット多重解像度解析

ここでは、心理学における個人ベースのアンケートデータを線形空間のベクトル(付録 A 参照)とみなし、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いてベクトル全体、前半と後半の差等の直交ベクトル成分へ分解する方法について説明する。

ウェーブレット変換には、連続値系と離散値系がある[5][6]。連続値系ウェーブレット変換では、基底関数が直交しないため、信号解析の結果は基底関数の選択に依存する。すなわち、解析対象の望ましい特徴を抽出するために、時間と周波数の分解能のどちらかを重視するかによって基底関数を選択する。

それに対し、離散値系ウェーブレット変換は、連続値系ウェーブレット変換の基本ウェーブレット関数に対応する基底関数が直交性を満足する線形変換である。しかし、離散値系ウェーブレット変換は連続値系とは本質的に異なり、連続関数をサンプリングしたデータを前提にせず、最初から離散化されたデータを前提とする線形変換である。また、離散化されたデータの個数は2のべき乗でなければならないことも大きな特徴である。

A 離散値系ウェーブレット変換の基礎

最も基礎的且つ簡単なドビッシー[7]の2次基底に基づいて、8個の数値データからなるベクトル

$$\mathbf{F} = [f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8]^T \quad 2-1$$

に対する1次元離散値系ウェーブレット変換の原理を行列形式(付録A参照)で説明する[5]. まず変換行列 $\mathbf{W}^{(1)}$

$$\mathbf{W}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} \quad 2-2$$

によりベクトル \mathbf{F} を変換すると,

$$\begin{aligned} \mathbf{S}^{(1)} &= \mathbf{W}^{(1)} \mathbf{F} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \\ f_7 \\ f_8 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} f_1 + f_2 \\ f_1 - f_2 \\ f_3 + f_4 \\ f_3 - f_4 \\ f_5 + f_6 \\ f_5 - f_6 \\ f_7 + f_8 \\ f_7 - f_8 \end{pmatrix} \quad 2-3 \end{aligned}$$

となる. ベクトル $\mathbf{S}^{(1)}$ の要素はベクトル \mathbf{F} 全体の平均的情報や全体の変化率情報を表していないため, 重みつき和の要素を前方へ重みつき差の要素を後方へ並び替える変換 $\mathbf{P}^{(1)}$ と, $\mathbf{S}^{(1)}$ の前方の重みつき和の要素について, さらに2次のドビッシーの基底関数による変換 $\mathbf{W}^{(2)}$ を行う. 変換は

$$\begin{aligned}
\mathbf{S}^{(2)} &= \mathbf{W}^{(2)} \mathbf{P}^{(1)} \mathbf{S}^{(1)} \\
&= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 + f_2 \\ f_1 - f_2 \\ f_3 + f_4 \\ f_3 - f_4 \\ f_5 + f_6 \\ f_5 - f_6 \\ f_7 + f_8 \\ f_7 - f_8 \end{pmatrix} \\
&= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} f_1 + f_2 + f_3 + f_4 \\ f_1 + f_2 - f_3 - f_4 \\ f_5 + f_6 + f_7 + f_8 \\ f_5 + f_6 - f_7 - f_8 \\ \sqrt{2}(f_1 - f_2) \\ \sqrt{2}(f_3 - f_4) \\ \sqrt{2}(f_5 - f_6) \\ \sqrt{2}(f_7 - f_8) \end{pmatrix} \tag{2-4}
\end{aligned}$$

となる。ここで、変換行列 $\mathbf{W}^{(2)}$ においては前方の重みつき和の要素をドビッシーの2次基底によって変換し、重みつき差の要素は変換しない。さらに並び替え変換 $\mathbf{P}^{(1)}$ を行なった後に、重みつき和と差をとる変換 $\mathbf{W}^{(3)}$ を行う。この変換は

$$\begin{aligned}
\mathbf{S} &= \mathbf{W}^{(3)} \mathbf{P}^{(2)} \mathbf{S}^{(2)} \\
&= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 + f_2 + f_3 + f_4 \\ f_1 + f_2 - f_3 - f_4 \\ f_5 + f_6 + f_7 + f_8 \\ f_5 + f_6 - f_7 - f_8 \\ \sqrt{2}(f_1 - f_2) \\ \sqrt{2}(f_3 - f_4) \\ \sqrt{2}(f_5 - f_6) \\ \sqrt{2}(f_7 - f_8) \end{pmatrix} \\
&= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 + f_8 \\ f_1 + f_2 + f_3 + f_4 - f_5 - f_6 - f_7 - f_8 \\ \sqrt{2}(f_1 + f_2 - f_3 - f_4) \\ \sqrt{2}(f_5 + f_6 - f_7 - f_8) \\ 2(f_1 - f_2) \\ 2(f_3 - f_4) \\ 2(f_5 - f_6) \\ 2(f_7 - f_8) \end{pmatrix} \tag{2-5}
\end{aligned}$$

となる。ベクトル \mathbf{S} の要素はもとのベクトル \mathbf{F} の全体的な平均情報や変化率情報をもつといえる。

以上より、離散値系ウェーブレット変換は

$$\begin{aligned} \mathbf{S} &= \mathbf{W}^{(3)} \mathbf{P}^{(2)} \mathbf{W}^{(2)} \mathbf{P}^{(1)} \mathbf{W}^{(1)} \mathbf{F} \\ &= \mathbf{W} \mathbf{F} \\ &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 + f_8 \\ f_1 + f_2 + f_3 + f_4 - f_5 - f_6 - f_7 - f_8 \\ \sqrt{2}(f_1 + f_2 - f_3 - f_4) \\ \sqrt{2}(f_5 + f_6 - f_7 - f_8) \\ 2(f_1 - f_2) \\ 2(f_3 - f_4) \\ 2(f_5 - f_6) \\ 2(f_7 - f_8) \end{pmatrix} \end{aligned} \quad 2-6$$

で表すことが出来る。ここで、変換行列 \mathbf{W} は

$$\begin{aligned} \mathbf{W} &= \mathbf{W}^{(3)} \mathbf{P}^{(2)} \mathbf{W}^{(2)} \mathbf{P}^{(1)} \mathbf{W}^{(1)} \\ &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & -\sqrt{2} & -\sqrt{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sqrt{2} & \sqrt{2} & -\sqrt{2} & -\sqrt{2} \\ 2 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & -2 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad 2-7$$

となり、ドビッシーの2次基底のデータ数8個のウェーブレット変換行列である。また、

$$\mathbf{W}^T \mathbf{W} = \mathbf{I}_8 \quad 2-8$$

が成り立つので、離散値系ウェーブレット変換は直交性を満足する線形変換（付録 A 参照）であることが示された。ここで \mathbf{I}_8 は単位行列を示す。

離散値系ウェーブレット変換の数学的意味を考察するため、ウェーブレット係数 \mathbf{S} について考える。 \mathbf{S} は、全ての要素の平均情報をもつマザーウェーブレット（レベル0）と呼ばれる $f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 + f_8$ と、要素の前半と後半に2分割した場合の変化率情報（レベル1）をもつ $f_1 + f_2 + f_3 + f_4 - f_5 - f_6 - f_7 - f_8$ 、前半の要素と後半の要素（要素を4分割した場合）のそれぞれの変化率情報（レベル2）をもつ $\sqrt{2}(f_1 + f_2 - f_3 - f_4)$ 、 $\sqrt{2}(f_5 + f_6 - f_7 - f_8)$ 、さらに、隣り合う要素の変化率情報（レベル3）をもつ $2(f_1 - f_2)$ 、 $2(f_3 - f_4)$ 、 $2(f_5 - f_6)$ 、 $2(f_7 - f_8)$ 、

からなる。すなわち、最も低次レベルの係数がもとの波形の最も低周波の成分からなり、高次レベルの係数ほど、もとの波形の高周波成分を多く含む。

離散値系ウェーブレット変換は直交性を満足する線形変換であるため、その逆変換が存在する。離散値系ウェーブレット逆変換は、変換行列 \mathbf{W} の転置行列 \mathbf{W}^T 逆行列なので、

$$\mathbf{F} = \mathbf{W}^T \cdot \mathbf{S} \quad 2-9$$

である。ここで、逆変換の転置行列 \mathbf{W}^T は

$$\mathbf{W}^T = \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & \sqrt{2} & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \sqrt{2} & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -\sqrt{2} & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -\sqrt{2} & 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & -2 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & -\sqrt{2} & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & 0 & -\sqrt{2} & 0 & 0 & 0 & -2 \end{pmatrix} \quad 2-10$$

となり、ドビッシーの2次基底のデータ数8個のウェーブレット逆変換行列である。離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルの数はデータ個数と基底関数の次数で決まる。一般にデータ数が 2^n 個、基底関数の次数が 2^k 次の場合、レベル0のウェーブレットスペクトルは第1から第 2^{k-1} 要素、レベル1は第 $2^{k-1}+1$ から第 2^k 要素、レベル2は第 $2^{k-1}+1$ から 2^{k+1} 要素、...、レベル(L-1)は第 $2^{n-1}+1$ から 2^n 要素である。ここで、 $L=n-k+2$ である。例えば、2次基底関数による8個のデータを変換する場合 ($k=1, n=3$)、下式に示すL=4個のレベルがある。

$$\frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - x_5 - x_6 - x_7 - x_8 \\ \sqrt{2}(x_1 + x_2 - x_3 - x_4) \\ \sqrt{2}(x_5 + x_6 - x_7 - x_8) \\ 2(x_1 - x_2) \\ 2(x_3 - x_4) \\ 2(x_5 - x_6) \\ 2(x_7 - x_8) \end{pmatrix} \begin{array}{l} \leftarrow \text{レベル0} \\ \leftarrow \text{レベル1} \\ \leftarrow \text{レベル2} \\ \leftarrow \text{レベル3} \end{array} \quad 2-11$$

B 離散値系ウェーブレット多重解像度解析

離散値系ウェーブレット多重解像度解析とは、信号の空間を逐次、低周波成分の空間と高周波成分の空間に直交分解していく一連の操作のことである。つまり、その信号空間が解像度(周波数)の異なる複数の部分空間の和によって構成されることである。離散データが離散値系ウェーブレット変換された結果、離散値系ウェーブレットスペクトルが得られる。離散値系ウェーブレットスペクトルは、最も低次レベルの要素がもとの波形の最も低周波の成分からなり、高次レベルの要素はもとの波形の高周波成分を多く含む。次に、離散値系ウェーブレットスペクトルを先頭(レベル0)から、順次、離散値系ウェーブレット逆変換することで、もとの波形を低周波成分から各高周波成分の波形にまで分けることが出来る。これを離散値系ウェーブレット多重解像度解析と呼ぶ[8]。すなわち、離散値系ウェーブレット多重解像度解析とは、

$$\mathbf{F} = \mathbf{W}^T \mathbf{S}_0 + \mathbf{W}^T \mathbf{S}_1 + \dots + \mathbf{W}^T \mathbf{S}_{L-1} \quad 12$$

で示すように、離散データを低周波から順次高周波成分を表す他のデータの線形結合に分解する解析方法である(付録A参照)。上式の右辺の式で、第1項はレベル0のウェーブレットスペクトルから再現されるベクトルを与え、第2項以降はレベル1のウェーブレットスペクトルから再現されるベクトルから、第L-1項のレベルL-1のウェーブレットスペクトルから再現されるベクトルまでを与える。レベル0からレベルL-1まで再現されるベクトル和はもとのデータとなる。

もとデータを離散値系ウェーブレット変換した結果(ウェーブレットスペクトル)から、レベル0の多重解像度解析を行う。このとき、レベル0以外の全てのウェーブレットスペクトルをゼロとおき換え、ウェーブレット逆変換を行う。レベル0の成分とは、こうして得られたもとデータと同じ次数のベクトルである。

第2項 検証例題

アンケート調査データに離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用した検証例題を示す。ここではドビッシューの2次の基底関数を適用する。この基底を用いた理由としては、レベルごとの変化率を捉えることができるため、詳細なデータの検討が可能だからである。

離散値系ウェーブレット多重解像度解析と確率・統計方法の相関分析(付録A参照)ではどのような違いがあるかを検討するためシミュレーションを行った。「これからの人生に楽しいことがないのではないかと思う」という項目に対して20代と60歳以上の方に調査を行ったとし、そのデータを表2-3のように想定した。まず、両者の関連をピアソンの積率相関係数を用いて行った。さらに、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行った。20代と60歳以上の関連性は、離散値系ウェーブレット多重解像度解析のスペクトルをベクトルとして捉え、そのベクトル間の内積値で評価を行うこととした。ただし、この計算ではレベル0を除いて行っている。その理由は、レベル0は全体平均を表し、20代、60歳以上とも回答を正規化すればその平均値は同値となり、両者の関連性の指標としては意味をもたないためである。またレベル0は平均値を表しているため、項目間の回答変動から関連性をみようとする考えにはそぐわないためである(レベル1以降は項目への回答の変動を差として示している)。

相関係数を計算したところ、その値は0.19と低く、20代と60歳以上には関連がないとされたが、離散値系ウェーブレット多重解像度解析の結果をみると、表2-3及び図2-1より、20代と60歳以上のレベルごとの変化の傾向は似ており、20代と60歳以上の差は小さい。さらに、レベル0を除いた内積値を計算したところ、0.34と比較的大きかった。こ

のように相関係数では関連がないと判断されたものに対しても、分散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、関連がみられた。つまり、考察として若者であっても高齢者と類似した人生観をもっていることがわかった。

表 2-1 検証データ

	20代(人数)	60歳以上(人数)
1 まったく思わない	28	15
2	37	21
3	20	8
4	18	5
5	7	12
6	9	17
7	28	36
8 いつも思う	17	47

表 2-2 検証データ多重解像度解析結果

	Level 0	Level 1	Level 2-1	Level 2-2	Level 3-1	Level 3-2	Level 3-3	Level 3-4
20代	0.12	0.03	0.04	-0.04	-0.03	0.01	-0.01	0.03
60歳以上	0.12	-0.05	0.04	-0.08	-0.02	0.01	-0.02	-0.03
差	0.00	0.08	0.01	0.04	-0.01	0.00	0.01	0.07

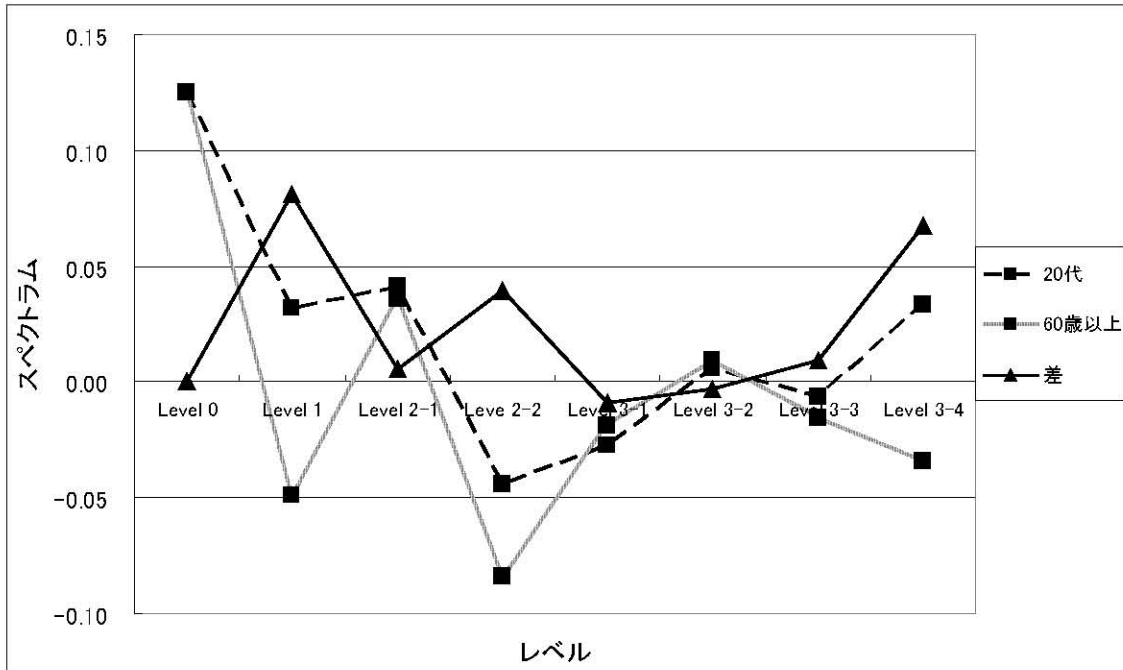


図 2-1 検証データウェーブレット多重解像度解析結果

第2節 アンケートデータ

心理学データとして常套的に用いられるアンケート調査を実際に行い、実データを収録する。アンケート調査は日本人男性の結婚観及び仕事観に関するものである。

第1項 アンケート調査実例1：離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いた日本人男性の結婚観及び仕事観

A はじめに

わが国では、近年、女性の社会進出等の社会的環境の変化により、日本の女性の結婚観と仕事観が変化したばかりではなく[9]-[12]、日本の男性の結婚観と仕事観も同時に変化していることが示されている[13]-[21]。しかし、サラリーマン等の平均的な日本の男性の結婚観と仕事観の変化に関する実証的研究はまだ少ない。このため、加藤・柏木[22]は、特に価値観の変化が激しい成人前期の男性[23]を回答者として、結婚観及び仕事観に関する調査を行った。その結果、男性の結婚観と仕事観における多様な意見が得られたが、その多様化の仕方は両者で異なっていた。結婚観においては、女らしさ以外の価値を求める男性がいる一方、家事労働や育児を担ってくれる女性が理想であるとする保守的結婚観をもつ男性も依然多い。また、男女平等といった建前論がある一方、本音では自分自身の家庭では保守的性役割

を担ってもらいたいという意見もある等、結婚観の変化はまだ過渡期的状況であると考えられる。他方、仕事観では、収入や昇進以外にやりがい等の価値をみつけている者が多い等、結婚観よりも革新的な方向に変化してきていた。

また、最適尺度法による分析も試みた結果、仕事観について『保守革新性』と『近代の日本企業が求めている姿への適応度』の2次元の軸の存在が確認出来た。しかし、結婚観では個人による考え方にばらつきが大きく、軸の解釈が明確に出来なかった。この観点からも結婚観が過渡期的な状況であることが明らかになった。しかし、回答者の因子ごとの詳細な検討はなされなかった[22]。

そこで、離散値系ウェーブレット多重解像度解析により、各回答者の結婚観と仕事観の要素ごとの心のゆれを検証することを本研究の目的とする。

本研究では、仕事観のみならず、結婚観にも『保守革新性』の軸を仮定し、先行研究では得られなかった価値観の差異による仕事観及び結婚観の『保守性から革新性』への心のゆれを、離散値系ウェーブレット変換の多重解像度解析により検討する。

B 調査概要及び解析方法

成人前期の男性 25 人に結婚観及び仕事観に関してインタビューを行い、個々の発言を KJ 法の考え方に従い、同じ内容の群に分類した[22]。KJ 法とは、インタビューの発言等、ランダムに採取したデータを類似したもの同士にまとめ、類似性や因果関係等を分析する方法である。本解析においては、回答者の発言を心理学の専門家の判断により、結婚観を 20 の群、仕事観を 12 の群に分けた。結婚観の発言内容をまとめた 20 の群を結婚観の要素とみなし、また、仕事観も同様に 12 の群を 12 の要素とみなすこととする。次にこれらの要素に対して因子分析(付録 A 参照)を行った。その結果、結婚観については因子が抽出されなかったが、仕事については『保守革新性』の因子と『近代の日本企業が求めている姿への適応度』の因子が得られた。そこで、本研究では仕事観では『保守革新性』の軸を取り挙げた(表 2-4)。結婚観に関しては因子が抽出されなかったが、専門家により要素を保守性から革新性へとソートした(表 2-3)。

さらに上記発言を基に、回答者を結婚観及び仕事観の価値観の差異により、保守的結婚観(5人)、保守革新混合の結婚観(13人)、革新的結婚観(7人)、保守的仕事観(2人)、保守革新混合の仕事観(13人)、革新的仕事観(10人)の、それぞれ3群ずつに分けた。例えば、結婚観については保守的な群であっても仕事観については革新的な群に属する者等もいた。

本研究では、結婚観及び仕事観を構成する要素の『保守性から革新性へ』の変化を抽出する方法として、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いた。基底関数としてドビッシーの2次関数を採用した。離散値系ウェーブレット多重解像度解析の適用に際しては要素数を2のべき乗個にする必要があるため、ゼロを追加してそれぞれ32個と16個の要素をもつベクトルに変形した。ゼロを追加してベクトルの次数を変更する方法は比較的広範に使われる手段であり、解析結果には影響がない。離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることによって、保守的、混合、そして革新的な男性の結婚観がレベルごとに検討可能となる。

表 2-3 結婚観

	要素
保守性 ↓	第1要素「伝統的性役割重視」
	第2要素「仕事中心」
	第3要素「シングルはいや」
	第4要素「親と子の共生」

	第5要素「子どもだったら男の子／女の子」
中立 ↓	第6要素「家族を重要視」
	第7要素「結婚に肯定的」
	第8要素「結婚への後悔」
	第9要素「妻・彼女の外見は気にしない」
	第10要素「明るい人が好き」
	第11要素「しっかりした女性が好き」
革新性 ↓	第12要素「個性的な子に」
	第13要素「子どもは自由に」
	第14要素「コミュニケーションを大切に」
	第15要素「妻・彼女はパートナー」
	第16要素「妻・彼女に仕事を」
	第17要素「シングルでいたい」
	第18要素「子どもはほらない」
	第19要素「家族の個人化」
	第20要素「家事は楽しい」

具体的な発言内容の例

第1要素：伝統的性役割重視

- 男性が一家の柱であること、女性が一家の柱というのは抵抗がある
- 家事は二人で分担出来るというのが想像出来るが、育児については難しい

第2要素：仕事中心

- 帰るのが遅いので、平日は食事をして仕事や勉強をして寝る
- 平日は何も出来ないですね

第3要素：シングルはいや

- シングルってやっぱり不安定ですよ
- 結婚はやっぱりしないといけない

第4要素：親と子の共生

- 親も子離れ出来ていないし、子も親離れ出来ていないところがある

第5要素：子どもだったら男の子／女の子

- 女房は女の子が欲しいようです
- 男の子の方が気楽です

第6要素：家族を重要視

- 働いて成果を出して、というのが人生ではないから、家庭が仕事で犠牲になるとかはいや

等

表 2-4 仕事観

	要素
保守性 ↓	第1要素「人生仕事」
	第2要素「リストラ反対派」
	第3要素「人の影響で職業を選択」
	第4要素「転職はしない」
	第5要素「フリーター反対」
中立	第6要素「自分のペースで働きたい」
	第7要素「定年後は好きなことを」

革新性 ↓	第8要素「フリーランスOK」
	第9要素「転職OK」
	第10要素「リストラもしようがない」
	第11要素「女性の社会進出賛成」
	第12要素「やりたいことが決まっている」

具体的な発言内容

第1要素：人生仕事

- 忙しくて、仕事以外のことは考えたことはないですね

第2要素：リストラ反対派

- 努力が認められないなんて信じられない

等

C 結果

(a) 結婚観に対する離散値系ウェーブレット多重解像度解析結果

回答者の結婚観のデータに対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用した。結婚観の因子分析結果の第1要素から第5要素は『保守性』、第6要素から第11要素は『中立』、第12要素から第20要素は『革新性』を表す（表2-3）。

本研究の代表的な結果を以下に取り挙げる。まず、図2-2レベル3の結婚観であるが、保守革新混合の結婚観をもつ男性の『保守性』から『中立』への変動は少なかった。しかし、その『革新性』は革新的結婚観をもつ男性とほぼ一致していた。保守的結婚観と革新的結婚観をもつ男性は、『保守性』と『中立』では一致していたが、革新的結婚観をもつ男性より保守的結婚観をもつ男性の『革新性』は少なかった。

次に、結婚観の各要素を16分割した場合のレベル4であるが、図2-3に示したように、保守革新混合の結婚観をもつ男性は、『保守性』から『中立』、そして『革新性』においても比較的変動が少なかった。変動の傾向をみると、比率は少ないが、『保守性』から『中立』の要素では保守的結婚観をもつ男性と類似していることがわかった。他方、その『革新性』は革新的結婚観をもつ男性と相反する傾向が示唆された。保守的結婚観をもつ男性は、大きな変動が『保守性』と『中立』にみられたが『革新性』では少なかった。革新的結婚観をもつ男性は、『保守性』と『中立』に大きな変動がみられないが、その『革新性』は要素によって大きな変動がみられる。

さらに図2-3に示したレベル5の結果であるが、保守革新混合の結婚観の男性は、『革新性』の要素間で大きな変動がみられた。保守的結婚観の男性は、『保守性』の要素間で変動がみられた。革新的結婚観の男性は、『保守性』を除いた要素間で変動がみられた。

最後にレベル0から4までの和を示した（レベル5の結果をノイズとした平均的再現データである）（図2-3）が、どの群間においても似た変動を示さなかった。保守革新混合の結婚観をもつ男性は、革新的結婚観の男性よりも保守的結婚観の男性と類似した傾向を示していた。保守的結婚観の男性は、革新的結婚観の男性と一致する『中立』性を部分的にもちつつ『保守性』が高く、『保守性』における変動も大きかった。

(b) 仕事観に対する離散値系ウェーブレット多重解像度解析結果

回答者の仕事観の構成要素のデータに対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用した。第1から5要素は『保守性』、第6から7要素は『中立』、さらに、第8から12要素は『革新性』を表す（表2-4）。

代表的な結果を下記の図に示す。まず、図2-6に示したレベル3の結果であるが、保守革新混合の仕事観をもつ男性は、『保守性』と『中立』において大きな変動を示したが、『革新性』に対する変動は少なかった。全体的な傾向は保守的仕事観をもつ男性とほぼ一致した

傾向をもっていた。保守的仕事観をもつ男性は、『保守性』に対して変動が多少みられたが、『革新性』においては変動が全くみられなかった。革新的仕事観をもつ男性は、『保守性』に全く変動がみられない反面、『中立』から『革新性』へ至る部分で大きな変動がみられた。

次に、図2-7に示したレベル4の結果であるが、保守革新混合の仕事観の男性は、『保守性』、『中立』、『革新性』の何れでも変動が乏しかった。保守的仕事観の男性は、第1要素から第4要素までの『保守』に大きな変動がみられた。他方、革新的仕事観をもつ男性は、『保守』に大きな変動がみられないが、『中立』から『革新性』に大きな変動がみられる。明らかに、革新的仕事観と保守的仕事観をもつ男性は相反する傾向をもっていた。

最後に、最も高いレベル4の結果をノイズとして除き、第3レベルまでの和でベクトルを再現した結果（図2-8）であるが、保守革新混合の仕事観の男性は、『保守性』が大きく、『中立』で低下し、『革新性』は少なかった。換言すれば、保守革新混合の仕事観の男性は、保守的仕事観の男性と同一に近い仕事観をもっていた。保守的仕事観の男性は極めて明確な『保守性』をもっていた。他方、革新的仕事観の男性は、『中立』を保ちつつ『革新性』をもっていたといえる。

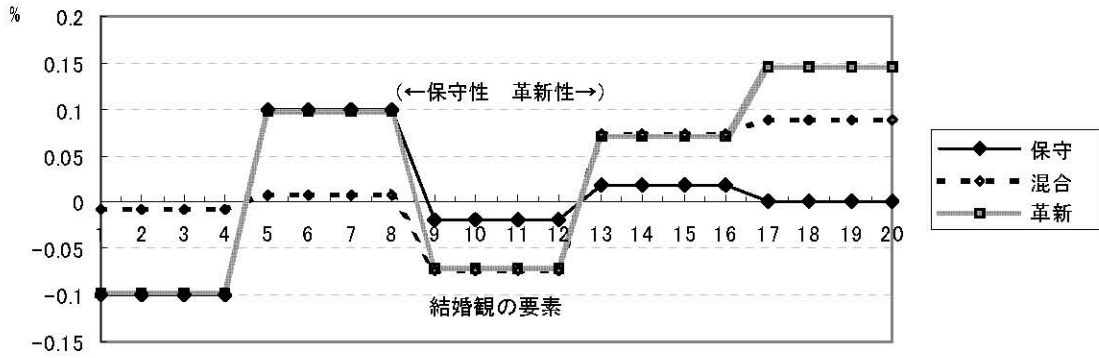


図 2-2 結婚観に対するウェーブレット多重解像度解析レベル3

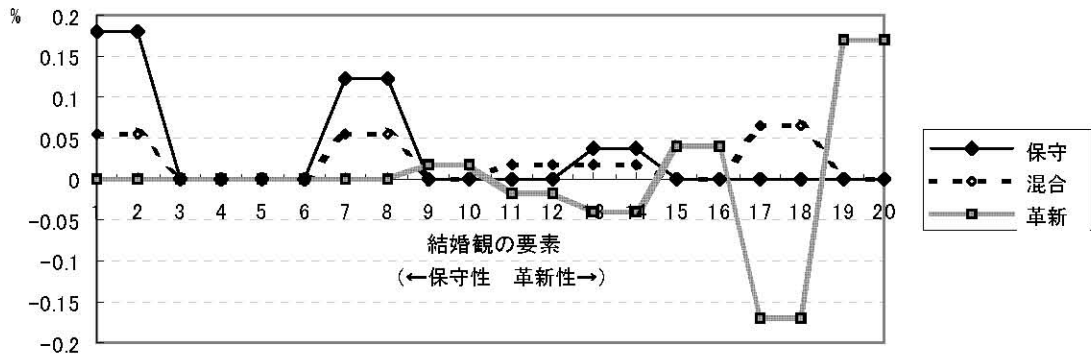


図 2-3 結婚観に対するウェーブレット多重解像度解析レベル4

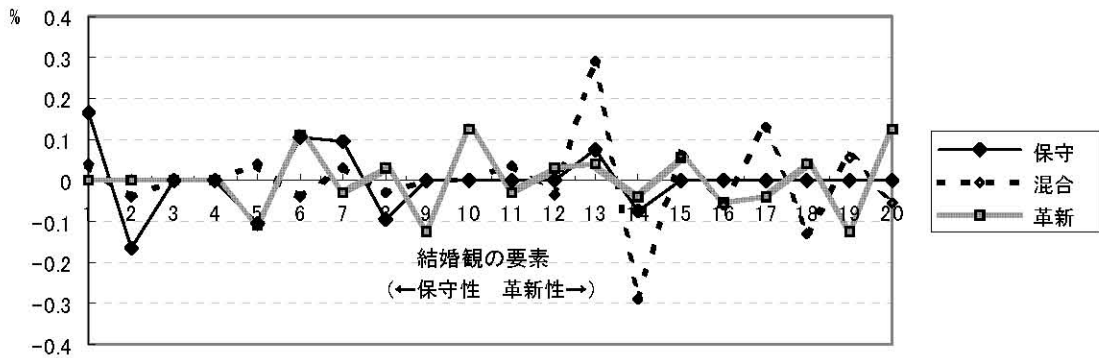


図 2-4 結婚観に対するウェーブレット多重解像度解析レベル5

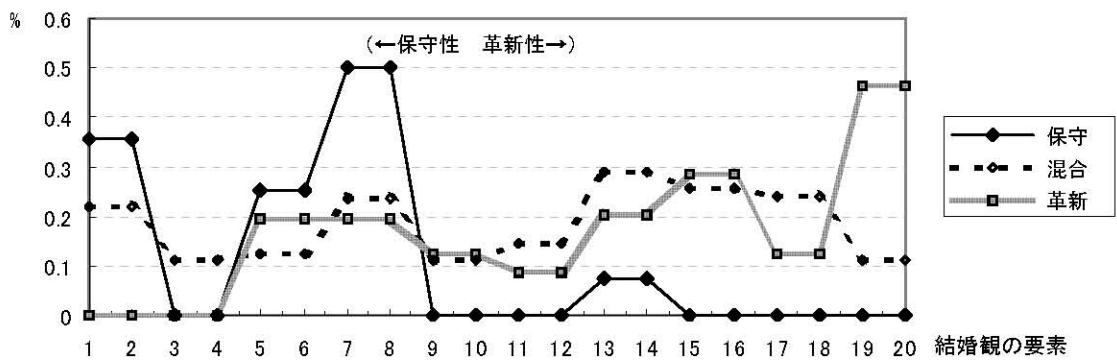


図 2-5 結婚観に対するウェーブレット多重解像度解析レベル5を除いた結果

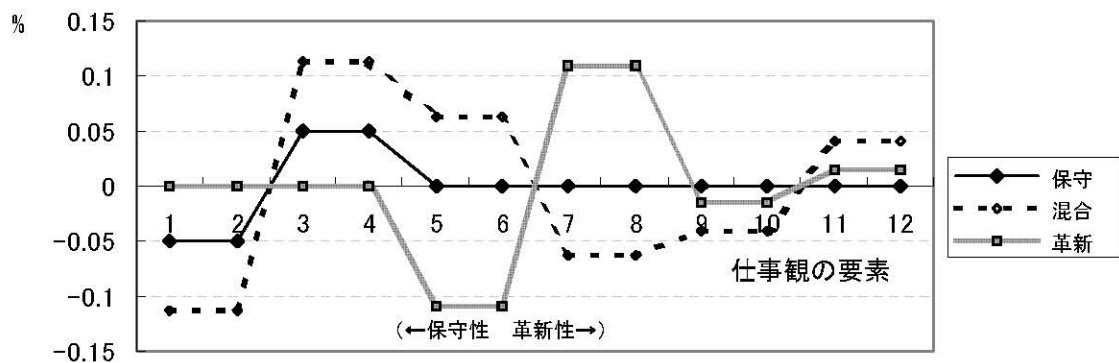


図 2-6 仕事観に対するウェーブレット多重解像度解析レベル3

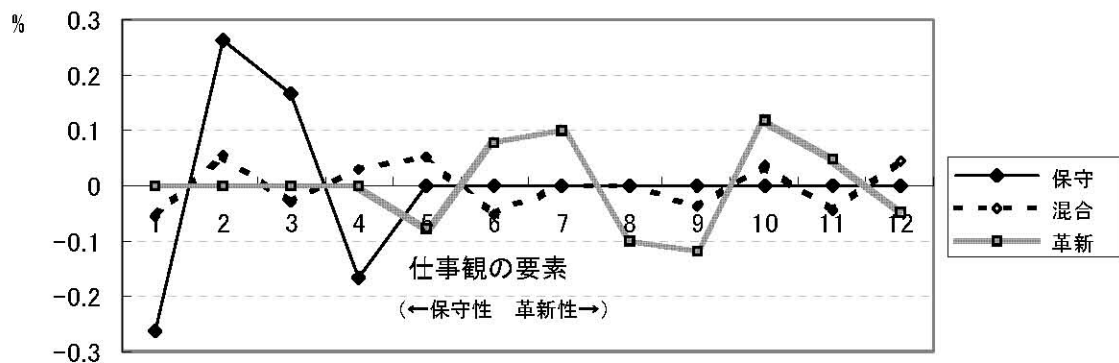


図 2-7 仕事観に対するウェーブレット多重解像度解析レベル4

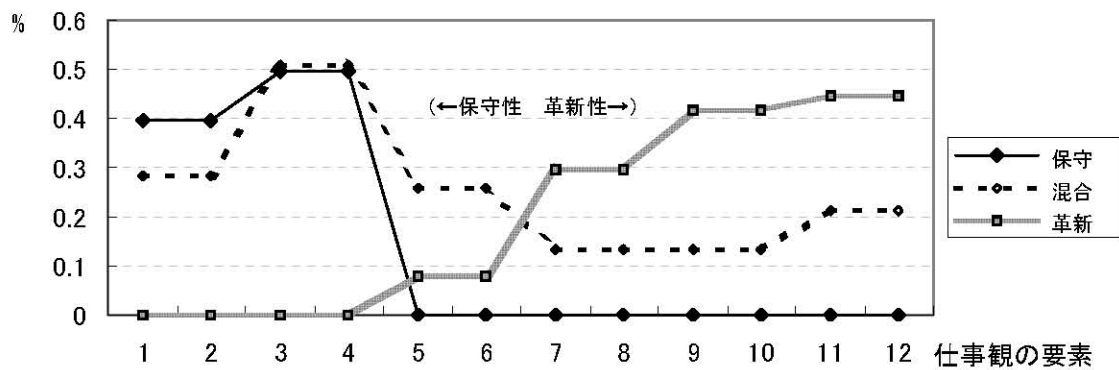


図 2-8 仕事観に対するウェーブレット多重解像度解析レベル4を除いた結果

D 結論

結論としては下記の4点が挙げられる。第1に、回答者は、保守的価値観の差異に関わらず、結婚観及び仕事観における『保守性』つまり保守的な考え方と『革新性』つまり革新的な考え方の中でゆれていることが明らかになった。

第2に、仕事観においては、保守革新混合の考え方の回答者と保守的な考え方の回答者は、保守的な考え方と革新的な考え方でゆれ方が類似していることが判明した。

第3に、先行研究では明らかに出来なかった保守的価値観に差異のある回答者の結婚観及び仕事観の要素ごとの心のゆれを、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることによって検証することが出来た。

第4に、保守ベクトル、保守革新混合ベクトル、革新ベクトルに離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用し、それぞれの同じレベルでの比較を行い、保守革新混合ベクトルが基本的には自己の保全を計る保守ベクトルと同じであるという新しい知見を示した。

今後、本研究の知見を一般化するためには、サンプル数を大幅に増やした大量データによる調査が不可欠であろう。

第2項 アンケート調査実例2：因子分析，相関分析，離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いた結婚観と仕事観の関連性分析

A はじめに

心理学では、人の発達には青年期までであり、その後はあまり発達せず、一様であると考えられてきた。しかし、著しい寿命の伸びや現代社会の急速な変化に伴って価値観が多様化し複数の世代が共に成長していく中で、老年期まで含めた生涯発達の視点が注目されている[24]。

生涯発達の理論の代表的なものとしてレヴィンソンらは、成人期以降の発達に注目しその重要性について述べている[23]。そこには、4つの発達期（安定期）と4つの過渡期が含まれており、発達期では自分にとって満足のいく生活行動を導くことが課題となり、過渡期では前後の2つの発達期の橋渡しをする。過渡期には次の新しい生活構造を築けるように、現在の生活構造を見直し修正することが必要であるが、各時期の課題によってはしばしば危機となり易く深刻な内的な葛藤が生じやすい[25]。

このような生涯発達という視点の中で、従来、日本においては青年期以降の発達は比較的一様であると考えられ、あまり注目されてこなかった。しかし最近では、女性の発達が多様になってきているため、青年期以降の発達が一様であるという考え方に変化が現れてきた。それは、主に高学歴化と社会進出によって、職業や結婚・出産・育児等についての選択肢が広がり、多様なライフコースが出現したことによる。その一方で、青年期以降の男性の発達については、あまり変化がないと思われがちである。しかしながら、成人になると身体的な成熟はピークを過ぎ、身体的には安定するものの、就職や結婚等により、それまで以上に社会的な変化にさらされる時期であり、精神的には社会人として発達し続けていくと考えられる。そして、このような変化を最も柔軟に受け止めやすいのは、青年期であると考えられる[26][27]。

そこで本研究では、青年期の結婚観と仕事観のそれぞれに因子分析を適用し、それぞれの尺度を作成した。その結果に基づき、結婚観と仕事観の関連について相関分析及び離散値系

ウェーブレット多重解像度解析を用いて分析を行った。具体的には、結婚観と仕事観についてアンケート調査を行い、その回答に対して因子分析を行った。さらにアンケート項目ごとに回答者の反応について相関分析及び離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行い、その特徴を抽出し、両者の解析結果を比較することによって、結婚観と仕事観の関連性を検討した。

B 調査概要及び解析方法

回答者は大学生で、男性26人女性61人である。調査時期は2006年8月であり、調査方法はアンケート調査法を用いた。項目は、結婚観（「生涯独身でも良い」等の7項目と「妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い」等の8項目に分けられる）と仕事観（「同じチームの人のミスは共に責任を負うべきである」等の9項目から構成される）である。評定方法は8段階評定（評定1：「全く思わない」～評定8：「とても思う」）を用いた。

分析方法としては、まず、結婚観及び仕事観に関して因子分析（バリマックス回転）を行い、因子構造を検討した。次に、その結果を用いて、相関分析及び離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行い、さらにノルムを1に正規化したベクトル間の内積値を求めた。相関分析では、結婚観と仕事観の各項目間の相関係数を算出した。1つの項目について8段階評定を行ってもらい、何人ずつその評定をしたかをデータとした。データに対しては回答者の人数を用いて正規化している。例えば仕事観の項目の1つである「同じチームの人のミスは共に責任を負うべきである」を例にとると、この項目では評定を1とした者は合計1人、評定2は0人、評定3は7人、評定4は14人、評定5は15人、評定6は23人、評定7は15人、評定8は18人であった。各人数を全人数すなわち93人で割った結果より、データを[0.01, 0.00, 0.08, 0.15, 0.16, 0.25, 0.16, 0.19]とした。以下、他の項目に対しても同様のデータを作成する。データに対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行った。さらにその結果を用いて結婚観の各項目と仕事観の各項目との差異を求め、レベルごとに項目間の差異を算出した。

ただし、全ての項目のうち、結婚観の『シングル志向性』における「生涯独身でも良い」「結婚しない方が楽だ」「結婚したからといって幸せになれるとは限らない」の3項目は逆転項目とした。逆転項目とは他の項目とは逆になるような質問の仕方をしているものである。逆転項目で1に評定する意味を普通の項目では8を評定することと同じ意味合いになるようにし、回答の性質の方向性（例えば保守性－革新性等）が回答者にわからないようにしている。評定値の意味合いがどの項目でもそろっていると回答者がその意味合いに気が付き、自分の考えに基づいてではなく、社会的望ましさで回答してしまうようになるからである。

C 結果

(a) 因子分析結果

結婚観に関しては予備調査[26][27]にもとづき、仕事観に関しては予備調査[28]をもとに項目を作成し、それらに対して因子分析を行った。

その結果、まず、結婚観は表2-5のように『シングル志向性』と『保守革新性』の2因子からなり、寄与率はそれぞれ19.95%、19.80%であった。表の上から7項目の質問を第1因子付加量が高い順に並べている。結婚観の第1因子は、近年の晩婚化・未婚化の影響や、結婚に対する魅力のなさ、自由を失うことへの恐れ等の発言であったことから、シングルでいたいという結婚回避の傾向について尋ねていることから『シングル志向性』と命名した。第2因子は、8項目以降の質問を第2因子の付加量が高い順に並べている。この因子は、結婚に対する魅力として男性は家事や育児への期待を女性に抱き、女性は経済的安定を男性に求める等、性別役割分業意識に関する内容であったことから『保守革新性』と命名した。

仕事観の因子分析結果を表 2-6 に示す。仕事観は 1 因子からなり、寄与率は 37.10% であった。仕事観は、いわゆる欧米的、個人主義的、革新的な仕事観といわゆる従来の日本的、集団主義的、保守的な仕事に対する内容から構成されていたため、『保守革新性』とした。

表 2-5 結婚観の因子分析結果

	第1因子 シングル志向性	第2因子 保守革新性
結婚しない人生は考えられない	0.80	0.20
結婚に魅力を感じる	0.79	0.16
生涯独身でも良い	0.77	0.18
結婚しない方が楽だ	0.60	0.00
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.46	0.29
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.46	0.18
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.40	0.09
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.26	0.70
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.25	0.66
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.01	0.64
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.02	0.62
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.18	0.53
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.21	0.52
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.05	0.51
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.07	0.46
因子寄与率(%)	19.95	19.80
固有値	2.99	2.97

表 2-6 仕事観の因子分析結果

	第1因子 保守革新性
同じチームの人のミスは共に責任を負うべきである	0.78
自分の成功であっても会社に還元するのは当然である	0.76
仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である	0.69
同じ部署の仲間を助けることは必要である	0.66
短期間で転職を繰り返すことは好ましくない	0.57
安定した収入を得ることが重要である	0.51
職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である	0.51
なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い	0.45
自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である	0.44
因子寄与率(%)	37.10
固有値	3.94

(b) 相関分析結果

仕事観と結婚観のそれぞれの項目に対して相関分析を行った結果を表2-7に示す。相関係数の値は有意ではあったが、全て低いものであった。

表 2-7 結婚観と仕事観の相関分析

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
M1	0.20	0.18	0.22**	0.11	0.07	-0.03	0.22**	0.15	0.02
M2	0.34**	0.29**	0.24**	0.29**	0.14	0.07	0.22**	0.21**	0.16
M3	-0.21**	-0.24**	-0.21	-0.15	-0.03	-0.02	-0.23**	-0.07	-0.16
M4	-0.08	-0.09	-0.04	-0.25**	0.03	-0.03	-0.18	-0.02	0.01
M5	0.11	0.10	0.14	0.18	0.00	0.06	0.27**	0.07	0.00
M6	-0.10	0.21**	-0.03	-0.08	0.16	0.14	-0.10	-0.12	-0.15
M7	-0.04	0.01	-0.03	-0.02	-0.05	0.08	-0.14	0.00	0.01
M8	0.10	0.02	0.09	0.08	0.09	-0.06	0.13	-0.05	0.02
M9	-0.01	0.00	0.08	0.06	0.06	0.02	-0.01	0.07	-0.01
M10	-0.13	-0.01	-0.03	0.02	0.08	-0.09	-0.02	0.09	0.04
M11	0.09	0.11	0.10	-0.01	-0.04	-0.05	-0.08	-0.01	0.21**
M12	0.24**	0.08	-0.05	-0.06	0.02	-0.01	-0.15	0.09	0.07
M13	-0.14	-0.12	-0.09	0.01	0.12	0.02	-0.04	0.01	0.01
M14	-0.08	-0.04	0.09	-0.07	0.00	-0.07	-0.08	-0.04	0.06
M15	0.08	0.32**	0.09	0.11	0.13	0.10	-0.07	0.28**	0.22**

**は有意水準が5%以下であることを示す。

結婚観

『シングル志向性』

- M1 結婚しない人生は考えられない
- M2 結婚に魅力を感じる
- M3 生涯独身でも良い
- M4 結婚しない方が楽だ
- M5 ある程度の年齢までに結婚した方が良い
- M6 結婚したからといって幸せになれるとは限らない
- M7 結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい

『保守革新性』

- M8 主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い
- M9 家事は男性よりも女性の方が向いている
- M10 妻の収入は夫の収入より少ない方が良い
- M11 夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である
- M12 妻は働くとしてもパートが好ましい
- M13 妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い
- M14 妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い
- M15 子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い

仕事観

『保守革新性』

- S1 同じチームの人のミスは共に責任を負うべきである
- S2 自分の成功であっても会社に還元するのは当然である
- S3 仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である
- S4 同じ部署の仲間を助けることは必要である
- S5 短期間で転職を繰り返すことは好ましくない
- S6 安定した収入を得ることが重要である
- S7 職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である
- S8 なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い
- S9 自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である

(c) 離散値系ウェーブレット多重解像度解析結果

結婚観と仕事観の項目内の変化率分析による項目間の関連性の検討を行った。具体的には上記で得た結果をもとに、結婚観と仕事観の項目間のスペクトルのレベルごとの変化率の差異を算出した。

項目ごとに離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行い、項目ごと、レベルごとの変化率を算出した。表2-8より、結婚観の『保守革新性』では、「妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い」におけるレベル3-1の値は0.30と最も大きかった。これは、「思わない者の中でも全く思わない者が多いことを意味する。傾向が似ている項目としては、結婚観の『保守革新性』における「妻の収入は夫の収入より少ない方が良い」「妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い」が挙げられた。これらは、レベル1、レベル2-1、レベル3-1の値が大きい。すなわち、これらの項目に対して強く否定していることがわかる。

仕事観(表2-9)においては、全体的にレベル1が負である項目が多いことから仕事については保守的な考えをもっている者が多いことが明らかになった。

表 2-8 結婚観に対する離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率

	レベル0	レベル1	レベル2-1	レベル2-2	レベル3-1	レベル3-2	レベル3-3	レベル3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.12	0.03	0.03	-0.04	0.06	-0.01	0.00	0.01
結婚に魅力を感じる	0.12	-0.04	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	-0.08
生涯独身でも良い	0.12	-0.05	0.01	-0.08	0.05	0.01	0.01	-0.14
結婚しない方が楽だ	0.12	-0.04	-0.03	-0.05	0.01	0.00	-0.02	-0.06
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.12	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	-0.04	0.01	0.00
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.12	0.05	0.07	0.04	0.15	0.02	0.01	0.01
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.12	-0.08	0.00	0.06	0.00	-0.02	0.09	0.01
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.12	0.04	0.01	0.05	0.02	-0.01	0.03	-0.01
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.12	0.04	0.05	0.03	0.10	0.02	0.07	0.01
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.12	0.10	0.11	0.01	0.20	0.03	0.03	0.01
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.12	0.07	0.00	0.04	0.04	-0.03	0.03	-0.01
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.12	0.10	0.11	0.02	0.07	0.03	0.01	0.00
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.12	0.06	-0.05	0.01	0.03	-0.10	0.03	-0.04
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.12	0.10	0.12	0.01	0.30	0.03	0.01	0.00
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.12	0.03	0.01	0.03	0.01	0.07	0.02	-0.01

表 2-9 仕事観に対する離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率

	レベル0	レベル1	レベル2-1	レベル2-2	レベル3-1	レベル3-2	レベル3-3	レベル3-4
同じチームの人のミスは共に責任を負うべきである	0.12	-0.07	-0.05	0.01	0.01	-0.04	-0.04	-0.02
自分の成功であっても会社に還元するのは当然である	0.12	-0.01	-0.04	0.04	0.01	0.03	0.00	-0.01
仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である	0.12	-0.10	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
同じ部署の仲間を助けることは必要である	0.12	-0.12	0.00	-0.14	-0.01	0.00	-0.02	-0.18
短期間で転職を繰り返すことは好ましくない	0.12	-0.09	-0.01	-0.06	0.01	0.00	0.02	-0.05
安定した収入を得ることが重要である	0.12	-0.11	-0.01	-0.10	-0.01	0.01	-0.06	-0.10
職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である	0.12	-0.11	-0.01	-0.12	-0.01	-0.01	0.04	-0.14
なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い	0.12	-0.05	-0.02	-0.03	0.02	-0.03	0.03	-0.04
自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である	0.12	0.07	0.04	0.03	-0.02	-0.02	0.04	-0.01

表2-10の結婚観と「同じチームのミスは共に責任を負うべきである」では、『シングル志向性』に関する項目においてのみ、レベルごとの変化率に差異がほとんどないことがわかる。これは、離散値系ウェーブレット多重解像度解析の結果としては全般的に関連性があることを示唆している。

離散値系ウェーブレット多重解像度解析において差異が少なく関連性があることが示唆された『シングル志向性』の「結婚に魅力を感じる」「生涯独身でも良い」は、相関分析において有意ではあったがその相関係数自体は小さいという結果となり、両方法で異なる結果となった。

表 2-10 結婚観と「同じチームのミスは共に責任を負うべきである」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	同じチームの人のミスは共に責任を負うべきである							
	レベル0	レベル1	レベル2-1	レベル2-2	レベル3-1	レベル3-2	レベル3-3	レベル3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.10	0.08	-0.05	0.05	0.03	0.04	0.02
結婚に魅力を感じる	0.00	0.03	0.04	-0.04	-0.02	0.03	0.04	-0.06
生涯独身でも良い	0.00	0.01	0.06	-0.09	0.05	0.05	0.05	-0.12
結婚しない方が楽だ	0.00	0.02	0.03	-0.06	0.01	0.04	0.02	-0.04
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	0.02	0.04	-0.02	-0.03	0.00	0.05	0.02
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.11	0.12	0.03	0.14	0.05	0.05	0.02
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	-0.02	0.06	0.05	-0.01	0.02	0.13	0.03
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.11	0.06	0.04	0.01	0.03	0.07	0.01
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.10	0.10	0.02	0.09	0.05	0.11	0.03
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.16	0.16	0.00	0.20	0.06	0.07	0.02
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.13	0.06	0.03	0.04	0.01	0.07	0.01
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.16	0.16	0.00	0.06	0.06	0.05	0.02
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.13	0.00	0.00	0.03	-0.06	0.07	-0.02
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.17	0.18	0.00	0.29	0.07	0.05	0.02
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.10	0.06	0.02	0.00	0.11	0.06	0.01

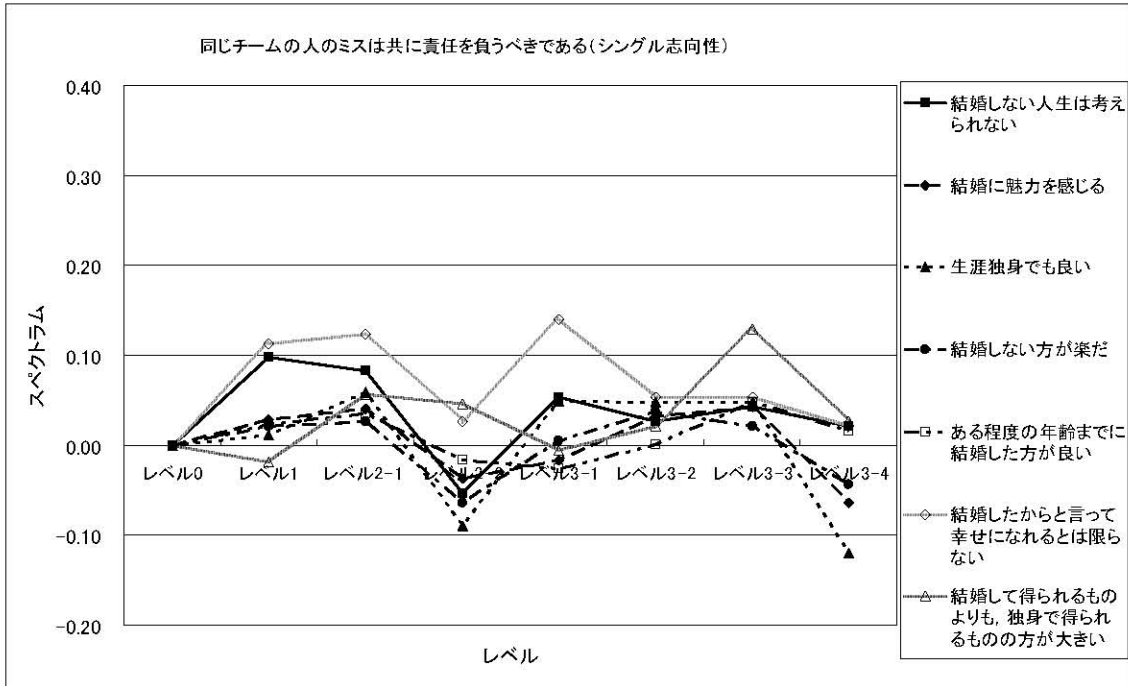


図 2-9 結婚観（シングル志向性）と「同じチームのミスは共に責任を負うべきである」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

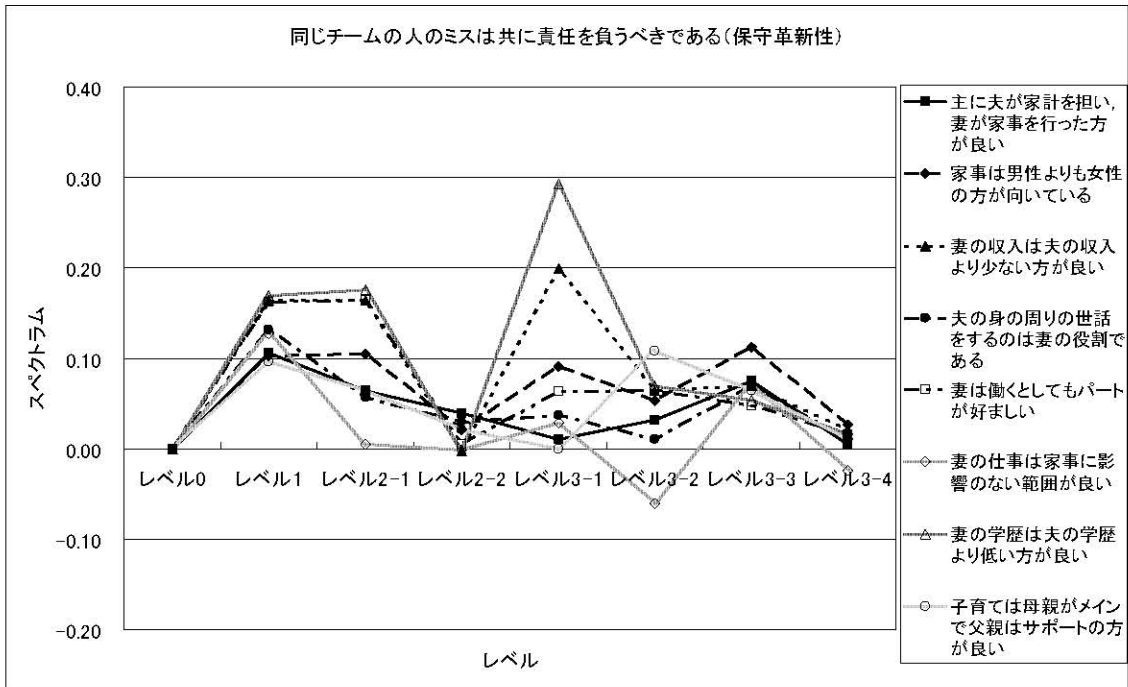


図 2-10 結婚観（保守革新性）と「同じチームのミスは共に責任を負うべきである」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表 2-1 1 に示す結婚観と「自分の成功であっても会社に還元するのは当然である」との関連においても、「同じチームのミスは共に責任を負うべきである」同様、『シングル志向性』

においてのみ、離散値系ウェーブレット多重解像度解析では、ほとんど差異がないことが示され関連性の存在が示唆された。また、相関分析の結果においては、関連がないとされた項目であっても、離散値系ウェーブレット多重解像度解析においては、関連がある可能性を示唆した。

表 2-11 結婚観と「自分の成功であっても会社に還元するのは当然である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	自分の成功であっても会社に還元するのは当然である							
	レベル 0	レベル 1	レベル 2-1	レベル 2-2	レベル 3-1	レベル 3-2	レベル 3-3	レベル 3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.05	0.07	-0.08	0.05	-0.04	0.00	0.02
結婚に魅力を感じる	0.00	-0.02	0.03	-0.07	-0.02	-0.04	0.00	-0.07
生涯独身でも良い	0.00	-0.04	0.05	-0.12	0.05	-0.02	0.01	-0.13
結婚しない方が楽だ	0.00	-0.03	0.01	-0.09	0.01	-0.03	-0.02	-0.05
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	-0.03	0.02	-0.05	-0.03	-0.07	0.01	0.01
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.06	0.11	0.00	0.14	-0.02	0.01	0.02
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	-0.07	0.04	0.02	-0.01	-0.05	0.09	0.02
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.05	0.05	0.01	0.01	-0.04	0.03	0.00
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.05	0.09	-0.01	0.09	-0.02	0.07	0.02
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.11	0.15	-0.03	0.20	-0.01	0.03	0.02
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.08	0.04	0.00	0.04	-0.06	0.03	0.01
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.11	0.15	-0.02	0.06	-0.01	0.01	0.01
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.08	-0.01	-0.03	0.03	-0.13	0.03	-0.03
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.12	0.16	-0.03	0.29	0.00	0.01	0.01
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.05	0.05	-0.01	0.00	0.04	0.02	0.01

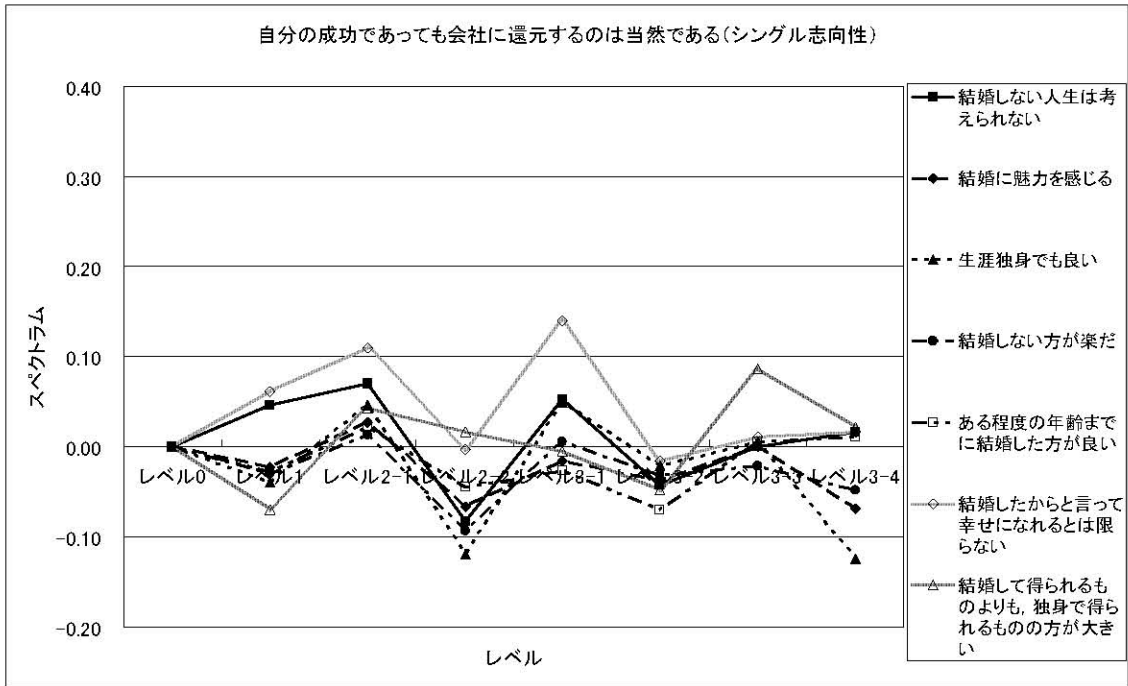


図 2-11 結婚観（シングル志向性）と「自分の成功であっても会社に還元するのは当然である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

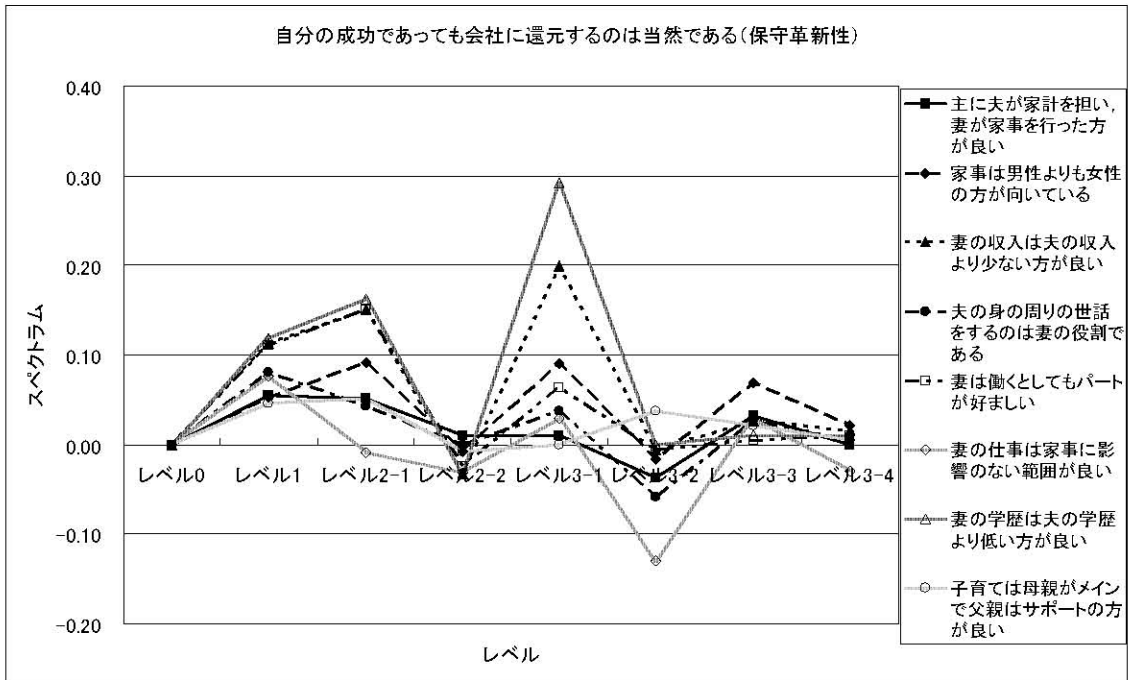


図 2-12 結婚観（保守革新性）と「自分の成功であっても会社に還元するのは当然である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表2-12に示す結婚観と「仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である」との結果をみると、『シングル志向性』の「結婚に魅力を感じる」「結婚しない方が楽だ」「ある程度の年齢までに結婚した方が良い」において差異がほぼなく、関連があることが示された。上記同様、相関分析にて関連がみられなかったものについても関連性の存在が示唆された。

表 2-12 結婚観と「仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である」との離散値系ウェブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である							
	レベル0	レベル1	レベル2-1	レベル2-2	レベル3-1	レベル3-2	レベル3-3	レベル3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.13	0.04	-0.02	0.06	-0.01	0.01	0.03
結婚に魅力を感じる	0.00	0.06	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	-0.06
生涯独身でも良い	0.00	0.04	0.02	-0.05	0.06	0.02	0.01	-0.11
結婚しない方が楽だ	0.00	0.05	-0.02	-0.03	0.02	0.01	-0.02	-0.04
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	0.06	-0.01	0.02	-0.02	-0.03	0.01	0.02
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.15	0.08	0.06	0.15	0.02	0.02	0.03
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	0.01	0.01	0.08	0.01	-0.01	0.09	0.03
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.14	0.02	0.08	0.02	0.00	0.04	0.01
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.14	0.06	0.06	0.10	0.02	0.07	0.03
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.20	0.12	0.03	0.21	0.03	0.03	0.03
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.16	0.01	0.07	0.05	-0.02	0.03	0.02
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.19	0.12	0.04	0.07	0.03	0.01	0.02
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.16	-0.04	0.04	0.04	-0.09	0.03	-0.02
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.20	0.13	0.03	0.30	0.04	0.02	0.02
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.13	0.02	0.06	0.01	0.08	0.03	0.02

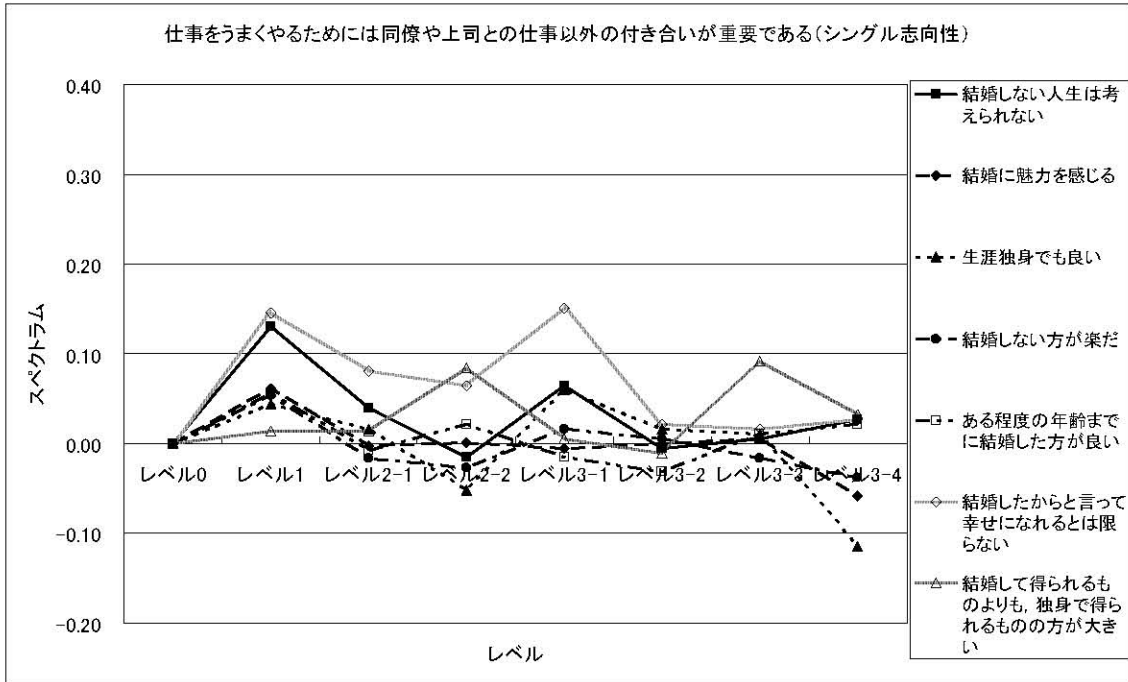


図 2-13 結婚観（シングル志向性）と「仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

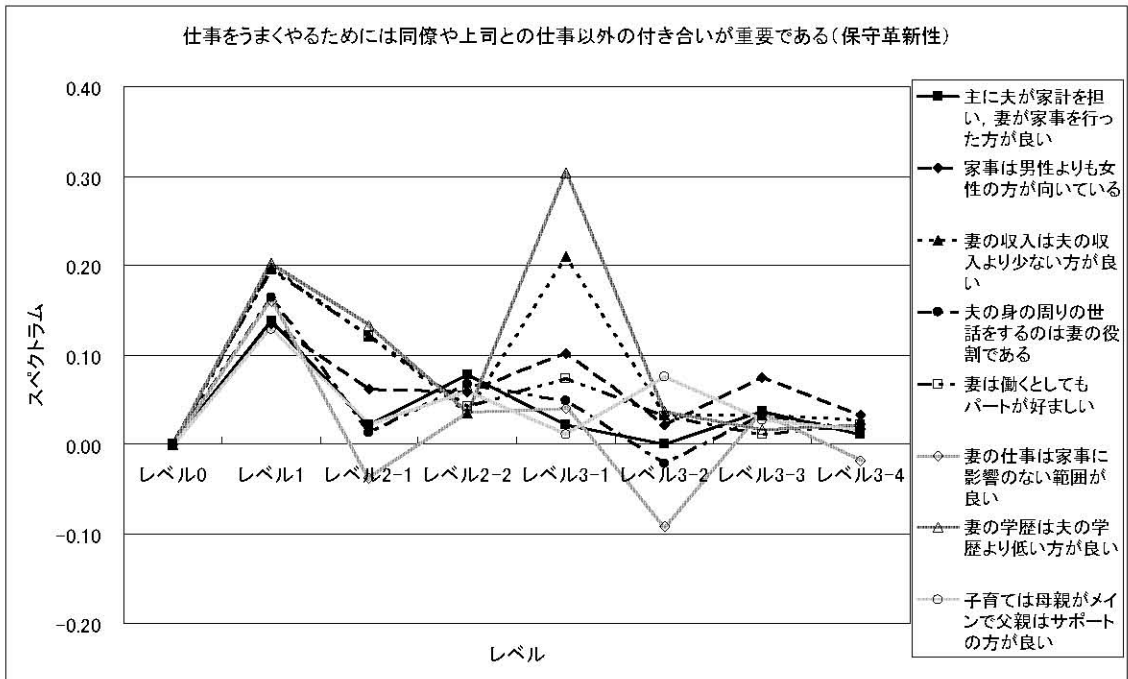


図 2-14 結婚観（保守革新性）と「仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表 2-13 に示す結婚観と「同じ部署の仲間を助けることは必要である」に関しては「生涯独身でも良い」を除いて離散値系ウェーブレット変換においては関連性がみられず、相関分析と同様の結果であった。

表 2-13 結婚観と「同じ部署の仲間を助けることは必要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	同じ部署の仲間を助けることは必要である							
	レベル 0	レベル 1	レベル 2-1	レベル 2-2	レベル 3-1	レベル 3-2	レベル 3-3	レベル 3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.15	0.03	0.10	0.06	-0.01	0.02	0.19
結婚に魅力を感じる	0.00	0.09	-0.02	0.12	-0.01	-0.01	0.02	0.10
生涯独身でも良い	0.00	0.07	0.00	0.06	0.06	0.01	0.03	0.05
結婚しない方が楽だ	0.00	0.08	-0.03	0.09	0.02	0.00	0.00	0.12
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	0.08	-0.02	0.14	-0.02	-0.04	0.03	0.18
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.17	0.07	0.18	0.15	0.02	0.03	0.19
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	0.04	0.00	0.20	0.01	-0.02	0.11	0.19
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.16	0.01	0.19	0.02	-0.01	0.05	0.17
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.16	0.05	0.17	0.10	0.02	0.09	0.19
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.22	0.11	0.15	0.21	0.03	0.05	0.19
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.19	0.00	0.18	0.05	-0.03	0.05	0.18
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.22	0.11	0.16	0.07	0.03	0.03	0.18
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.18	-0.05	0.15	0.04	-0.10	0.05	0.14
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.23	0.12	0.15	0.30	0.03	0.03	0.18
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.15	0.01	0.17	0.01	0.07	0.04	0.18

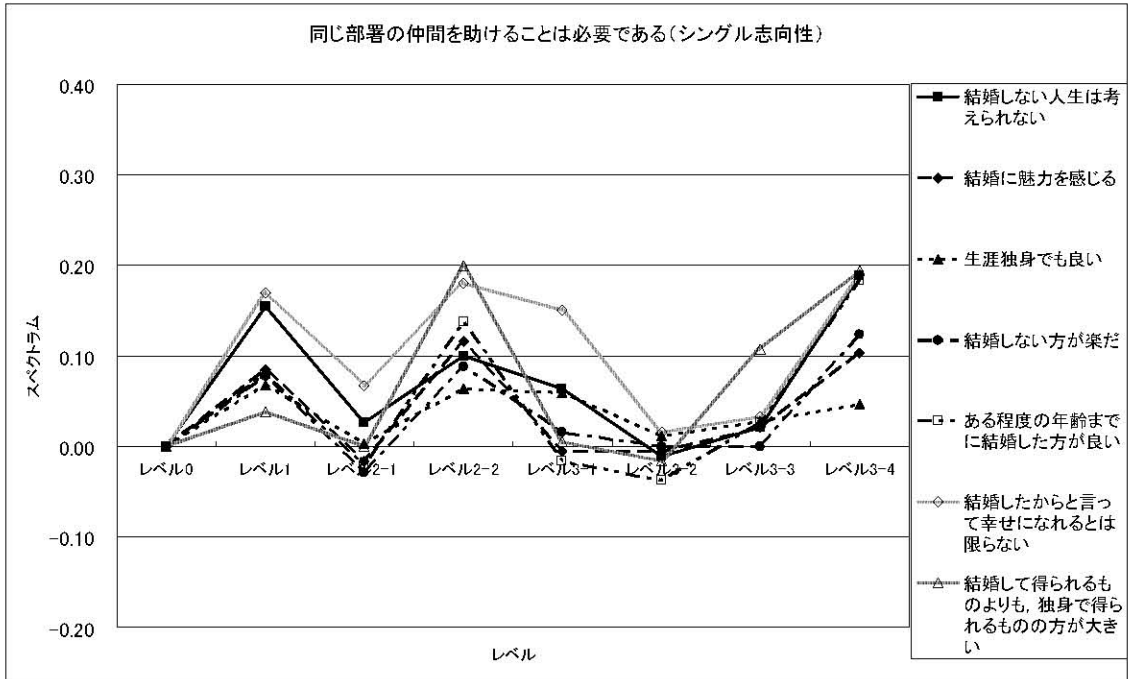


図 2-15 結婚観（シングル志向性）と「同じ部署の仲間を助けることは必要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

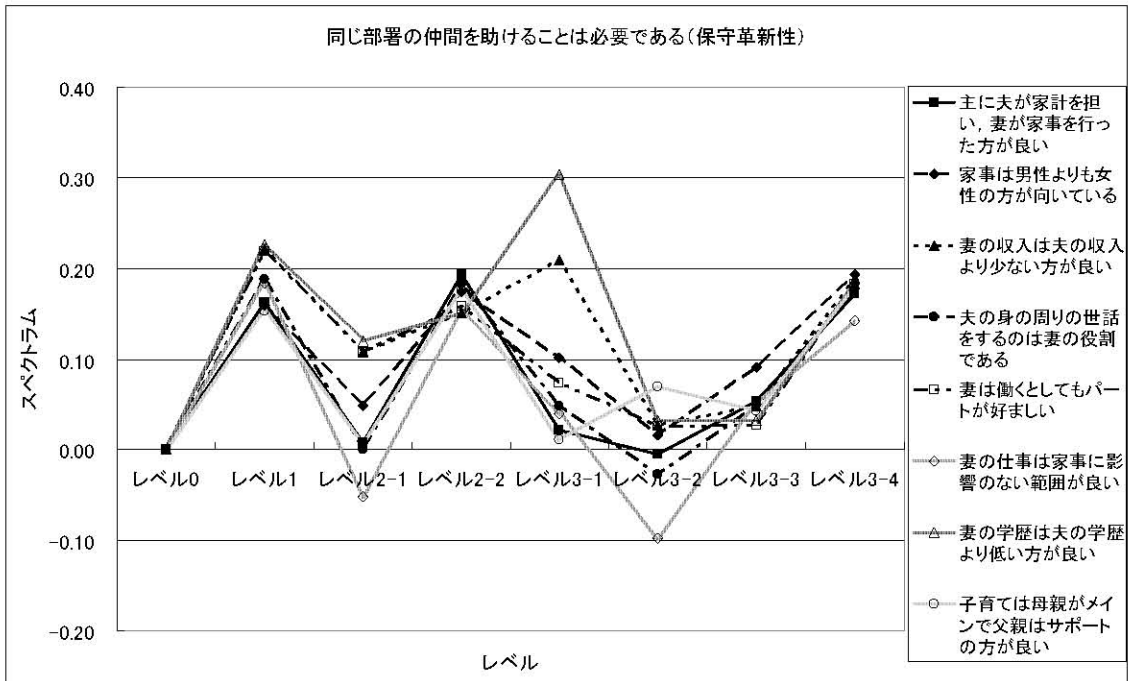


図 2-16 結婚観（保守革新性）と「同じ部署の仲間を助けることは必要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表2-14では、離散値系ウェーブレット多重解像度解析においてのみ、『シングル志向性』の多くの項目との間に関連性があることが示唆された。『シングル志向性』は離散値系ウェーブレット多重解像度解析においては関連性が多くの項目で示された。

表 2-14 結婚観と「短期間で転職を繰り返すことは好ましくない」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	短期間で転職を繰り返すことは好ましくない							
	レベル 0	レベル 1	レベル 2-1	レベル 2-2	レベル 3-1	レベル 3-2	レベル 3-3	レベル 3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.12	0.04	0.02	0.05	-0.01	-0.02	0.05
結婚に魅力を感じる	0.00	0.05	-0.01	0.04	-0.02	-0.01	-0.02	-0.03
生涯独身でも良い	0.00	0.04	0.01	-0.02	0.05	0.01	-0.01	-0.09
結婚しない方が楽だ	0.00	0.05	-0.02	0.01	0.01	0.00	-0.04	-0.01
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	0.05	-0.01	0.06	-0.03	-0.04	-0.01	0.05
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.14	0.08	0.10	0.14	0.02	-0.01	0.05
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	0.01	0.01	0.12	-0.01	-0.02	0.07	0.06
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.13	0.02	0.11	0.01	-0.01	0.02	0.04
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.13	0.06	0.09	0.09	0.02	0.05	0.06
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.19	0.12	0.07	0.20	0.03	0.01	0.05
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.16	0.01	0.10	0.04	-0.03	0.01	0.04
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.19	0.12	0.08	0.06	0.03	-0.01	0.05
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.15	-0.04	0.07	0.03	-0.10	0.01	0.01
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.19	0.13	0.07	0.29	0.03	-0.01	0.05
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.12	0.02	0.09	0.00	0.07	0.01	0.04

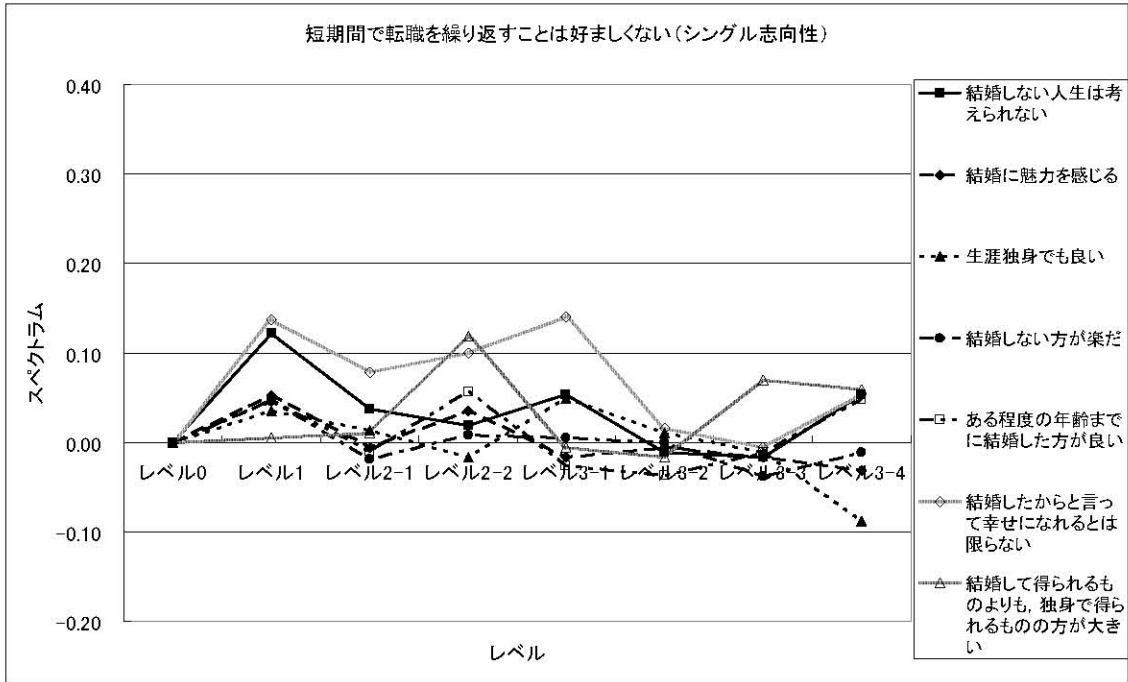


図 2-17 結婚観（シングル志向性）と「短期間で転職を繰り返すことは好ましくない」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

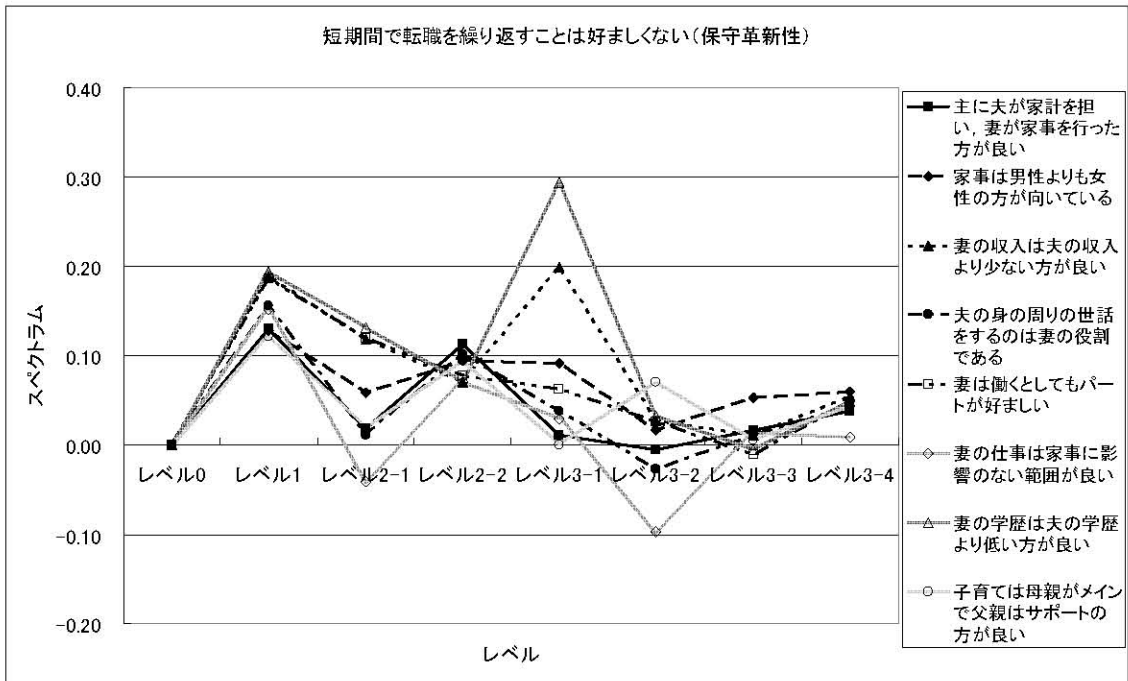


図 2-18 結婚観（保守革新性）と「短期間で転職を繰り返すことは好ましくない」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表2-15に示す結婚観と「安定した収入を得ることが重要である」に関しては、「結婚に魅力を感じる」「生涯独身で良い」「結婚しない方が楽だ」において、ほぼ差異がなく、項目間に関連性があることが示された。相関分析とは異なった結果となった。

表 2-15 結婚観と「安定した収入を得ることが重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	安定した収入を得ることが重要である							
	レベル 0	レベル 1	レベル 2-1	レベル 2-2	レベル 3-1	レベル 3-2	レベル 3-3	レベル 3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.14	0.04	0.06	0.06	-0.02	0.06	0.10
結婚に魅力を感じる	0.00	0.07	0.00	0.08	-0.01	-0.01	0.06	0.02
生涯独身でも良い	0.00	0.05	0.02	0.02	0.06	0.01	0.06	-0.04
結婚しない方が楽だ	0.00	0.06	-0.02	0.05	0.02	-0.01	0.04	0.04
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	0.07	-0.01	0.10	-0.02	-0.04	0.06	0.10
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.16	0.08	0.14	0.15	0.01	0.07	0.10
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	0.02	0.01	0.16	0.01	-0.02	0.15	0.11
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.15	0.02	0.15	0.02	-0.01	0.09	0.09
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.15	0.06	0.13	0.10	0.01	0.13	0.11
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.21	0.12	0.11	0.21	0.02	0.09	0.10
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.17	0.01	0.14	0.05	-0.03	0.09	0.09
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.20	0.12	0.12	0.07	0.02	0.06	0.10
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.17	-0.04	0.11	0.04	-0.10	0.09	0.06
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.21	0.13	0.11	0.30	0.03	0.07	0.10
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.14	0.02	0.13	0.01	0.06	0.08	0.09

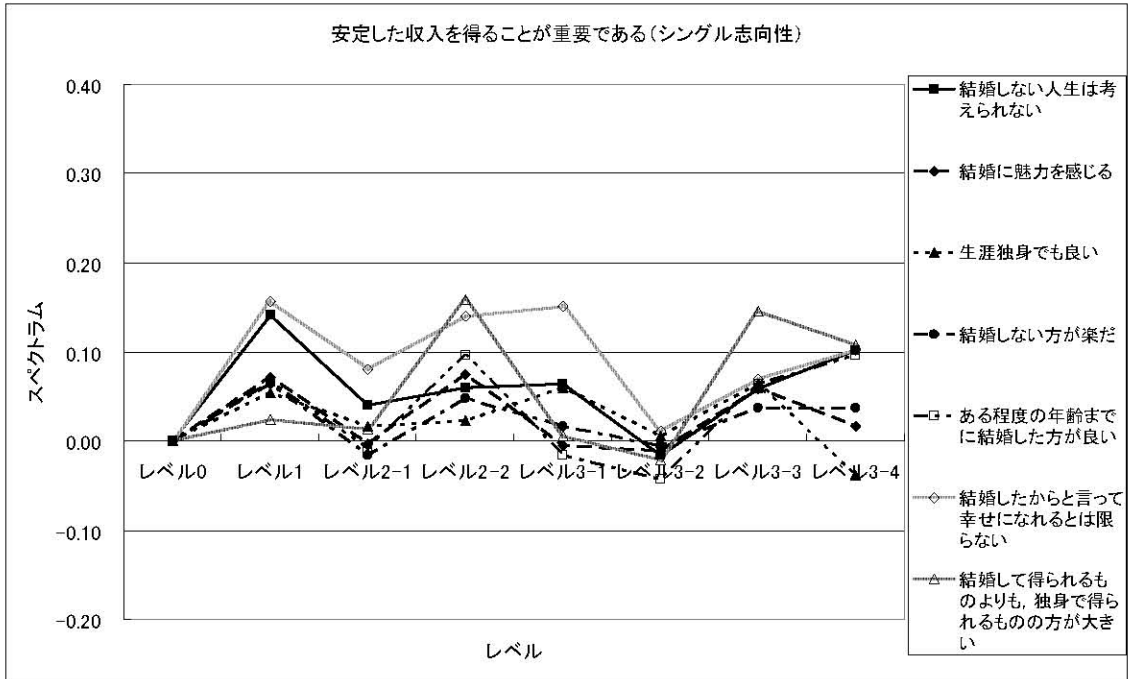


図 2-19 結婚観（シングル志向性）と「安定した収入を得ることが重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

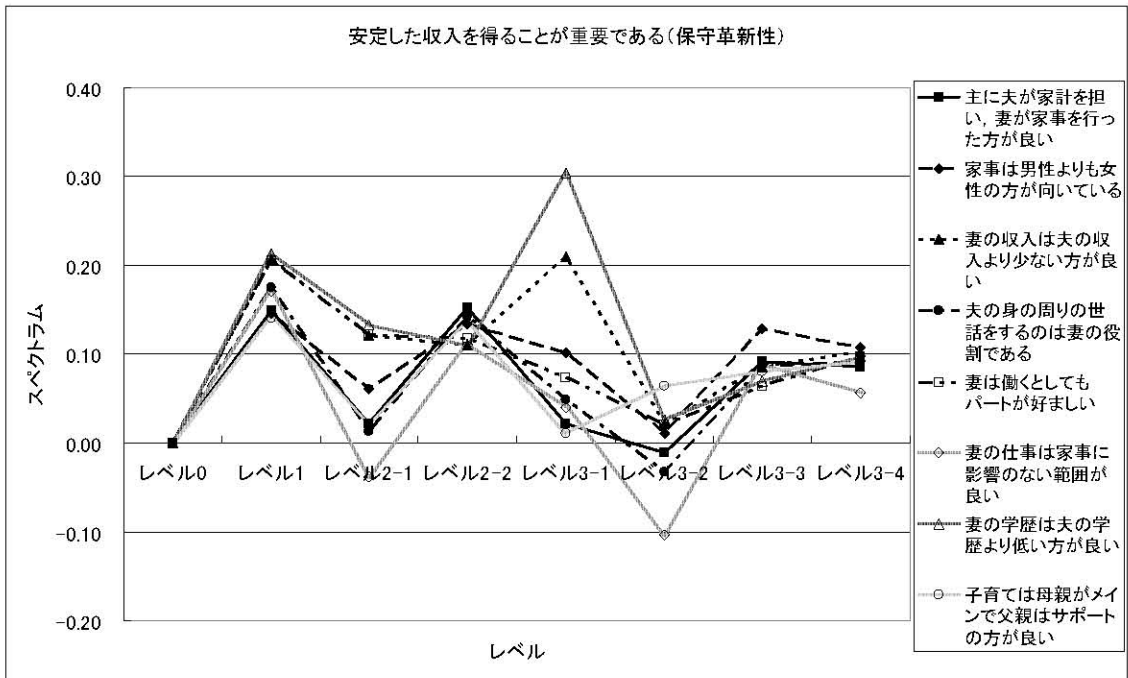


図 2-20 結婚観（保守革新性）と「安定した収入を得ることが重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表2-16に示す離散値系ウェーブレット多重解像度解析においても『シングル志向性』の「生涯独身でも良い」「結婚しない方が楽だ」において関連性を示した。これらの項目は上記でも多くの仕事観と関連をもっている。

表 2-16 結婚観と「職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である							
	レベル 0	レベル 1	レベル 2-1	レベル 2-2	レベル 3-1	レベル 3-2	レベル 3-3	レベル 3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.14	0.04	0.08	0.06	-0.01	-0.04	0.14
結婚に魅力を感じる	0.00	0.07	0.00	0.10	-0.01	0.00	-0.04	0.06
生涯独身でも良い	0.00	0.05	0.02	0.04	0.06	0.02	-0.03	0.00
結婚しない方が楽だ	0.00	0.06	-0.02	0.07	0.02	0.01	-0.06	0.08
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	0.07	-0.01	0.12	-0.02	-0.03	-0.03	0.14
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.16	0.08	0.16	0.15	0.02	-0.03	0.14
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	0.02	0.01	0.18	0.01	-0.01	0.05	0.15
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.15	0.02	0.17	0.02	0.00	-0.01	0.13
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.15	0.06	0.15	0.10	0.02	0.03	0.15
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.21	0.12	0.13	0.21	0.03	-0.01	0.14
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.17	0.01	0.16	0.05	-0.02	-0.01	0.13
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.20	0.12	0.14	0.07	0.03	-0.03	0.14
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.17	-0.04	0.13	0.04	-0.09	-0.01	0.10
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.21	0.13	0.13	0.30	0.04	-0.03	0.14
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.14	0.02	0.15	0.01	0.08	-0.02	0.13

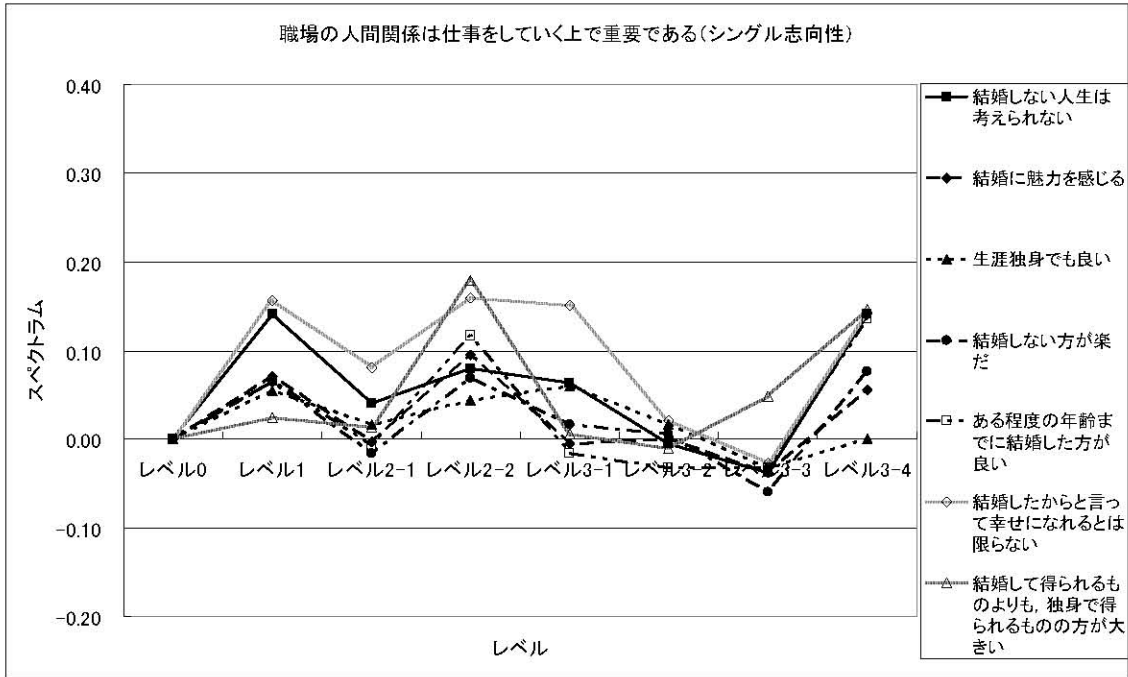


図 2-21 結婚観（シングル志向性）と「職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

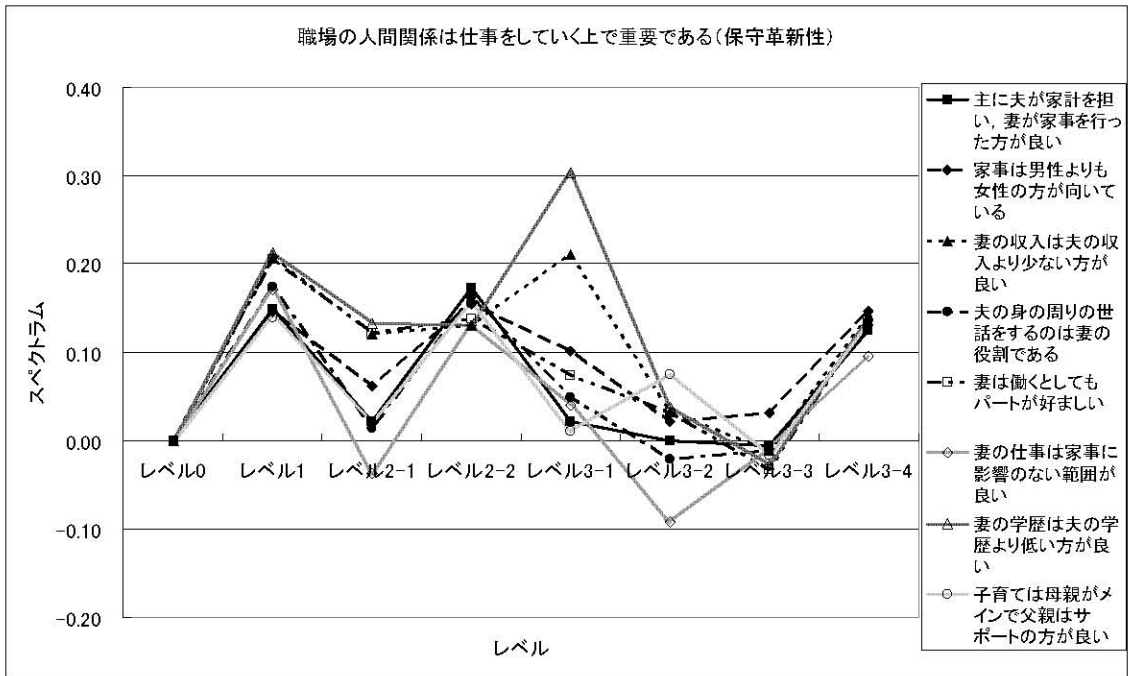


図 2-22 結婚観（保守革新性）と「職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表2-17に示す離散値系ウェーブレット多重解像度解析では、『シングル志向性』の「結婚しない人生は考えられない」「結婚に魅力を感じる」「結婚しない方が楽だ」「ある程度の年齢までには結婚した方が良い」において関連性があることが確認された。

表 2-17 「なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い」と結婚観との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い							
	レベル 0	レベル 1	レベル 2-1	レベル 2-2	レベル 3-1	レベル 3-2	レベル 3-3	レベル 3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	0.08	0.05	-0.01	0.04	0.02	-0.03	0.04
結婚に魅力を感じる	0.00	0.02	0.01	0.01	-0.03	0.02	-0.03	-0.04
生涯独身でも良い	0.00	0.00	0.02	-0.04	0.03	0.04	-0.02	-0.10
結婚しない方が楽だ	0.00	0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0.03	-0.05	-0.02
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	0.01	0.00	0.03	-0.04	-0.01	-0.02	0.04
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	0.10	0.09	0.07	0.12	0.04	-0.02	0.04
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	-0.03	0.02	0.09	-0.02	0.01	0.06	0.05
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	0.09	0.03	0.09	-0.01	0.02	0.01	0.03
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	0.09	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.05
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.15	0.13	0.04	0.18	0.05	0.00	0.04
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.12	0.02	0.08	0.02	0.00	0.00	0.03
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.15	0.13	0.05	0.05	0.05	-0.02	0.04
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.11	-0.03	0.04	0.01	-0.07	0.00	0.00
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.16	0.14	0.04	0.28	0.06	-0.02	0.04
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	0.08	0.03	0.07	-0.02	0.10	-0.01	0.03

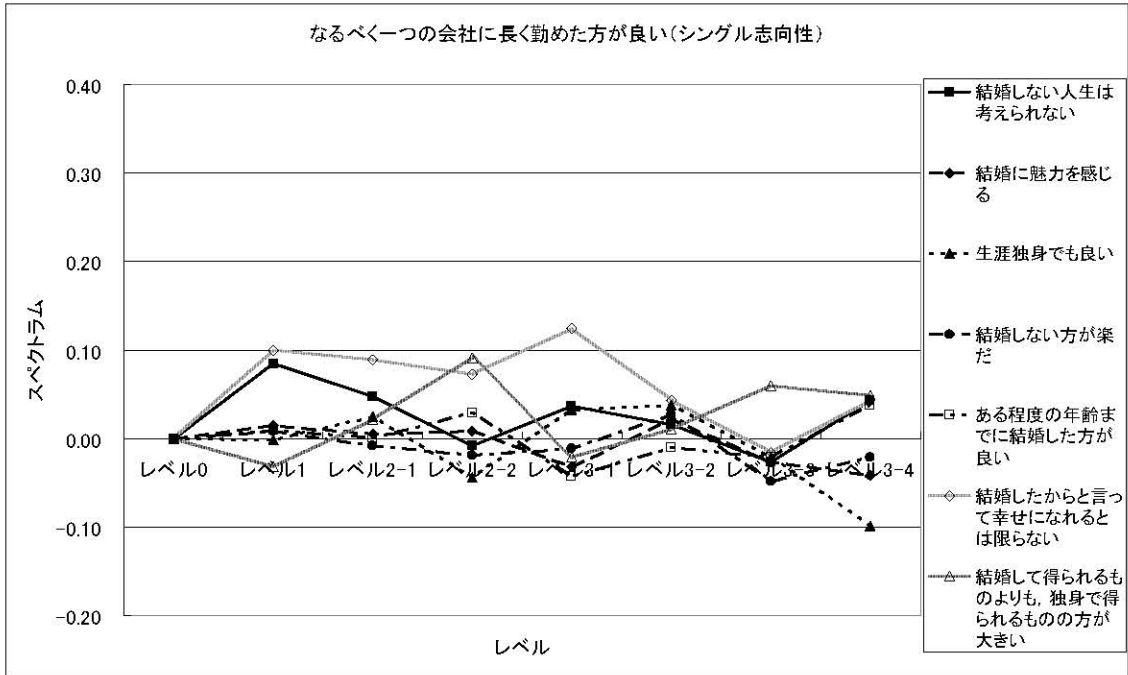


図 2-23 結婚観（シングル志向性）と「なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

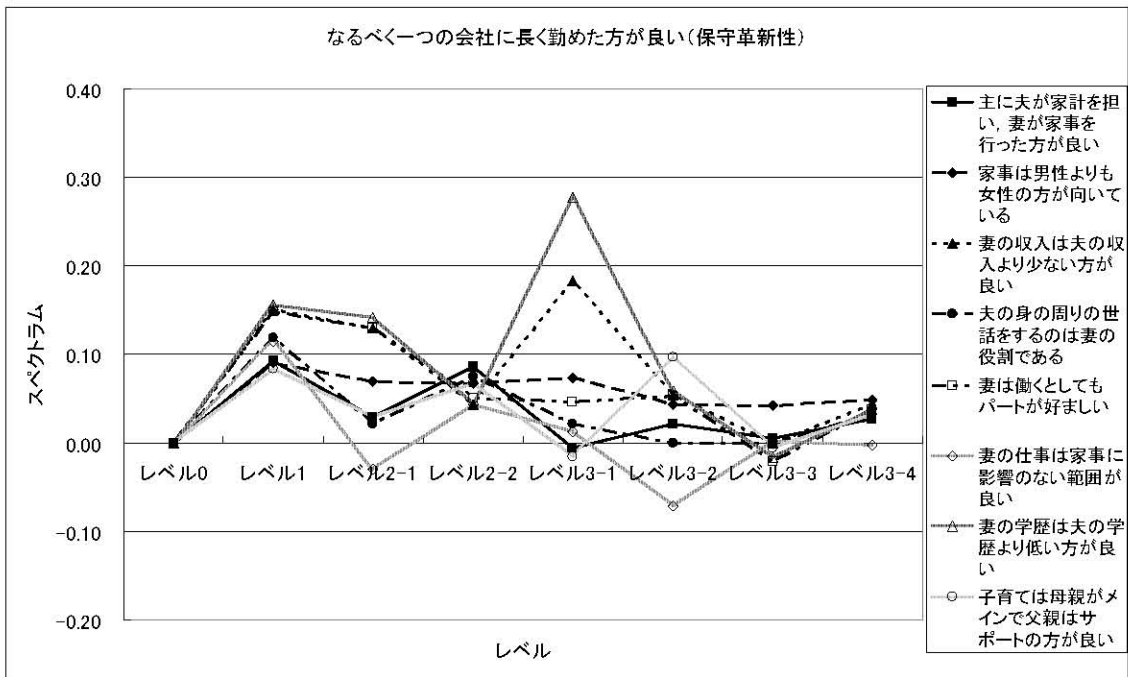


図 2-24 結婚観（保守革新性）と「なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

表2-18に示す結婚観と「自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である」は、『保守革新性』の多くの項目との間に関連性が認められた。これらの項目は相関分析では、関連性がないとされたものであった。

表 2-18 結婚観と「自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

	自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である							
	レベル 0	レベル 1	レベル 2-1	レベル 2-2	レベル 3-1	レベル 3-2	レベル 3-3	レベル 3-4
シングル志向性								
結婚しない人生は考えられない	0.00	-0.03	-0.01	-0.07	0.07	0.01	-0.04	0.01
結婚に魅力を感じる	0.00	-0.10	-0.06	-0.06	0.01	0.01	-0.04	-0.07
生涯独身でも良い	0.00	-0.12	-0.04	-0.11	0.07	0.03	-0.03	-0.13
結婚しない方が楽だ	0.00	-0.11	-0.07	-0.08	0.03	0.02	-0.06	-0.05
ある程度の年齢までに結婚した方が良い	0.00	-0.11	-0.06	-0.04	0.00	-0.02	-0.03	0.01
結婚したからと言って幸せになれるとは限らない	0.00	-0.02	0.03	0.01	0.16	0.03	-0.03	0.01
結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい	0.00	-0.15	-0.04	0.03	0.02	0.00	0.05	0.02
保守革新性								
主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い	0.00	-0.03	-0.03	0.02	0.03	0.01	-0.01	-0.01
家事は男性よりも女性の方が向いている	0.00	-0.03	0.01	0.00	0.11	0.03	0.03	0.02
妻の収入は夫の収入より少ない方が良い	0.00	0.03	0.07	-0.02	0.22	0.04	-0.01	0.01
夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である	0.00	0.00	-0.04	0.01	0.06	-0.01	-0.01	0.00
妻は働くとしてもパートが好ましい	0.00	0.03	0.07	-0.01	0.08	0.04	-0.03	0.01
妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い	0.00	0.00	-0.09	-0.02	0.05	-0.08	-0.01	-0.03
妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い	0.00	0.04	0.08	-0.02	0.31	0.05	-0.03	0.01
子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い	0.00	-0.03	-0.03	0.00	0.02	0.09	-0.02	0.00

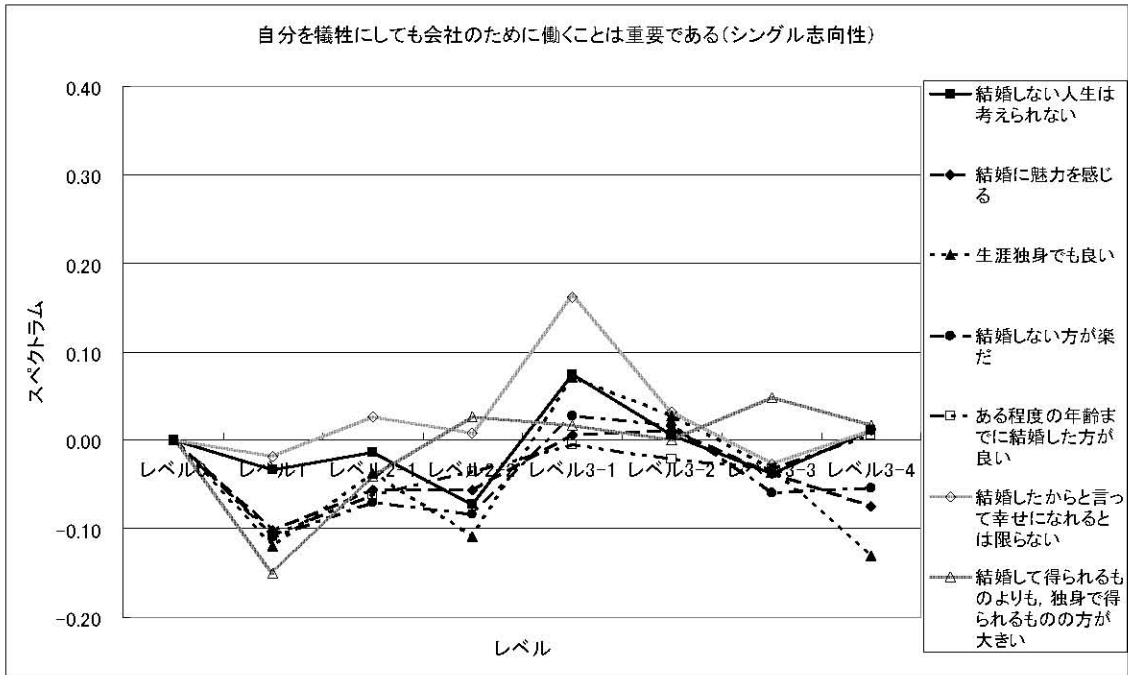


図 2-25 結婚観（シングル志向性）と「自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

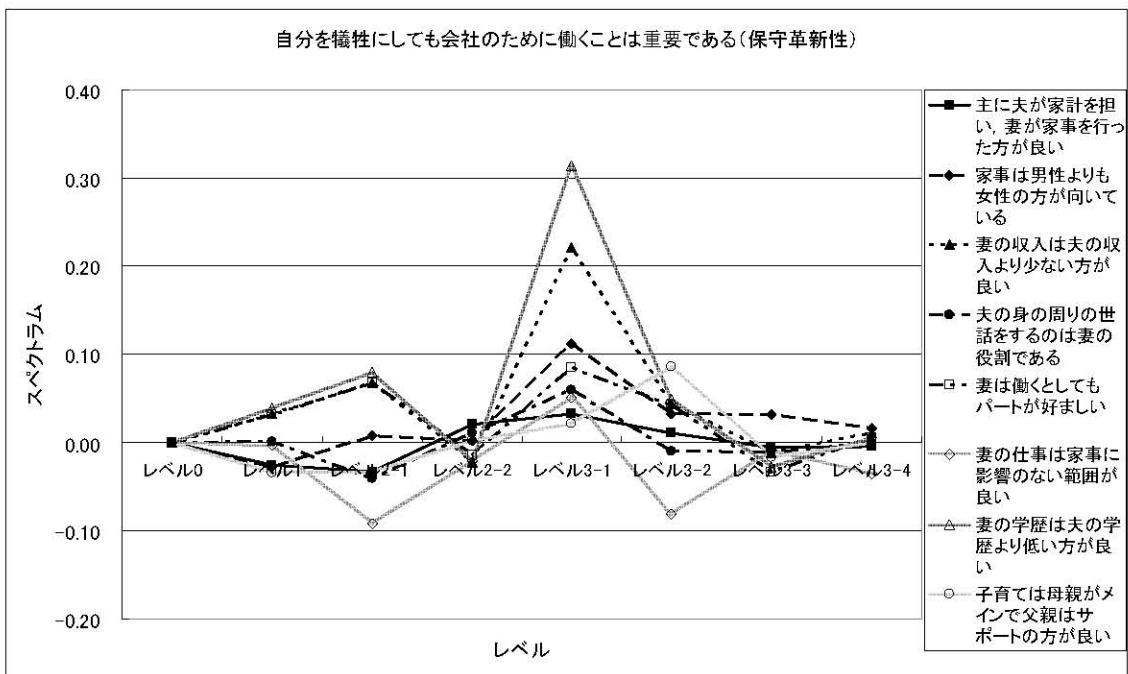


図 2-26 結婚観（保守革新性）と「自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である」との離散値系ウェーブレット多重解像度解析のレベルごとの変化率の差異

(D) ウェーブレット多重解像度解析のレベルを用いた内積値

仕事観と結婚観の項目を、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行ったスペクトルをベクトルに見立て、項目のスペクトルベクトル間の内積値で項目間の関連性を評価することとした。ただしその際、先の検証例題で述べたようにレベル0は項目間の回答変動とは関係ないため、レベル0を除いてノルムを1に正規化し内積値を計算している。表2-19に示すように、内積が0.7以上と比較的大きな値を示していたものが7つあり、相関係数ではみられなかった関連性を示すことが出来た。具体的な項目としては、仕事観の「同じ部署の仲間を助けることは必要である」及び「職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である」と結婚観の『シングル志向性』の数項目には関連性があることがわかった。

表 2-19 内積値

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
M1	-0.26	-0.29	-0.21	0.02	-0.05	-0.04	0.00	0.03	0.09
M2	0.28	0.05	0.41	0.84	0.54	0.69	0.78	0.42	-0.21
M3	0.14	-0.02	0.34	0.83	0.54	0.67	0.77	0.43	-0.22
M4	0.36	0.02	0.46	0.84	0.59	0.79	0.76	0.43	-0.42
M5	0.47	-0.01	0.46	0.30	0.37	0.33	0.36	0.35	-0.25
M6	-0.24	-0.02	-0.26	-0.26	-0.22	-0.30	-0.28	-0.09	0.19
M7	0.13	0.16	0.28	-0.04	0.21	-0.10	0.12	0.23	0.00
M8	-0.27	0.12	-0.42	-0.50	-0.43	-0.62	-0.43	-0.19	0.49
M9	-0.35	-0.01	-0.27	-0.33	-0.19	-0.43	-0.24	-0.04	0.30
M10	-0.32	-0.10	-0.30	-0.21	-0.21	-0.28	-0.22	-0.09	0.22
M11	-0.23	0.01	-0.48	-0.49	-0.45	-0.59	-0.44	-0.16	0.43
M12	-0.48	-0.16	-0.43	-0.30	-0.36	-0.38	-0.35	-0.27	0.40
M13	0.09	-0.05	-0.21	-0.07	-0.13	-0.19	-0.02	0.14	0.21
M14	-0.24	-0.07	-0.25	-0.16	-0.16	-0.21	-0.18	-0.04	0.14
M15	-0.39	0.24	-0.31	-0.32	-0.28	-0.37	-0.30	-0.29	0.23

結婚観

『シングル志向性』

- M1 結婚しない人生は考えられない
- M2 結婚に魅力を感じる
- M3 生涯独身でも良い
- M4 結婚しない方が楽だ
- M5 ある程度の年齢までに結婚した方が良い
- M6 結婚したからといって幸せになれるとは限らない
- M7 結婚して得られるものよりも、独身で得られるものの方が大きい

『保守革新性』

- M8 主に夫が家計を担い、妻が家事を行った方が良い
- M9 家事は男性よりも女性の方が向いている
- M10 妻の収入は夫の収入より少ない方が良い
- M11 夫の身の周りの世話をするのは妻の役割である
- M12 妻は働くとしてもパートが好ましい
- M13 妻の仕事は家事に影響のない範囲が良い
- M14 妻の学歴は夫の学歴より低い方が良い
- M15 子育ては母親がメインで父親はサポートの方が良い

仕事観

『保守革新性』

- S1 同じチームの人のミスは共に責任を負うべきである
- S2 自分の成功であっても会社に還元するのは当然である

- S3 仕事をうまくやるためには同僚や上司との仕事以外の付き合いが重要である
- S4 同じ部署の仲間を助けることは必要である
- S5 短期間で転職を繰り返すことは好ましくない
- S6 安定した収入を得ることが重要である
- S7 職場の人間関係は仕事をしていく上で重要である
- S8 なるべく一つの会社に長く勤めた方が良い
- S9 自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である

D まとめ

非線形データにおける関連性を相関分析のみを用いて正確に表すことは難しいが、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、詳細に分析出来ることが示された。

従来の非線形データの相関を求める方法においては ϕ 係数を用いる方法があるが、本データのように曲線にもあてはまらないような条件では適用が難しい。散値系ウェーブレット多重解像度解析は大まかな全体の変化率から局所的な部分の変化まで、様々な変化率を容易に調べることが出来る。特に本研究のデータのように相関係数を算出してもその関連性が読み取れない場合、離散値系ウェーブレット多重解像度解析が有用であることが示された。

本研究では離散値系ウェーブレット多重解像度解析と相関分析の双方を用いることにより、結婚観と仕事観の関連性が明確になった。結婚観と仕事観、特に『シングル志向性』と仕事観の関連性があることがわかった。つまり、保守的な仕事観をもっている者は結婚願望を強くもっており、結婚しないという選択はあまり考えていないといえよう。また逆に、革新的な仕事観をもっている者は結婚に対してさほど魅力を感じておらず、『シングル志向性』が高いといえる。さらに、「自分を犠牲にしても会社のために働くことは重要である」と『保守革新性』との間にも関連性がみられた。自分を犠牲にしても会社のために働くことが大切であると思っている人は、保守的な結婚観、伝統的な結婚観をもっていることがわかった。

結婚観と仕事観に関連があった背景としては、次のようなことが考えられる。一般的に、仕事が安定すると結婚することが出来ると思うことが多いため、結婚して安定した生活をしたいと望んでいる保守的な結婚観の者は保守的な仕事観をもつと考えられる。女性は結婚に際して男性に経済力を求め、男性は妻子を養わなければならないと考える傾向が強い。総理府（1986）の調査によると、「生活費を得る」ことが、主として夫の役割と考えるものが76.2%、どちらかといえば夫の役割と考えるものが11.0%となっており、依然として、「生活費を得ること」は、夫の役割であると思っている比率が圧倒的に高いことが示されている。このことは、仕事中心の人は、自分のライフスタイルの中心に仕事を位置づけ、家庭生活をあまり重視しない、結婚をしないという選択をされると考えられ、家庭中心の人は、自分のライフスタイルの中心に結婚や家庭生活をおき、仕事と家庭の両立を目指すか、家庭を中心に考えるかという選択になると考えられるからである。

結婚観における『シングル志向性』と仕事観の『保守革新性』に関連があった背景としては、次のようなことが考えられる。まず、仕事においても自由度の高さを望み、転職もいとわれないということは、一般的には生活が不安定になる可能性があるため、結婚出来ない、結婚したくないという『シングル志向性』が高まる。次に、『シングル志向性』が高いため、生活にも自由を求めていることと同様に、仕事においても人間関係や給与に縛られない職業選択を行うことが考えられる。このようなシングル志向の理由として、いわゆるパラサイト・シングルといわれる両親に依存することにより自由な生き方が可能になったり、家事が外部化したため、家事を担ってもらうために結婚する必要がなくなったり、女性の経済的自立が可能になったため、一人で経済的に自立することが可能となり、男性にとってはそのような女性の増加が結婚難を導いているというような社会的変化があったことが考えられる。

また、『シングル志向性』が高まったのは、結婚適齢期志向の弱体化（国立社会保障・人口問題研究所，2003）が生じたことも挙げられる。

以上の結果より、今後は、アンケート結果に対する確率・統計的方法に加えた新たな解析方法として離散値系ウェーブレット多重解像度解析の応用が期待されることが判明した。

第3項 考察

アンケートデータの解析には、データの線形性を考慮した相関分析や因子分析等の確率・統計的方法が用いられている。しかし、相関分析においては、項目の評定の一部に回答が集中している場合等には、関連性・類似性が低いという評価になる。また、非線形データを含むアンケートデータに対しては、データ間の相関を ϕ 係数等によって求める方法があるが、 ϕ 係数を求めても、変化が激しいデータでは関連が示されないことが課題となっていた。さらに、項目間での回答者の反応をより詳しく捉えることや、回答者の類似性をより詳細に明らかにすることが求められている。これらの課題を解決するために本研究では確率・統計的方法に加えて、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いた。散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることで、大まかな全体の変化率から局所的な部分の変化率まで、様々な変化率を調べることが出来た。さらに、項目評定に対する回答者の類似性等を詳細に検討することが可能になった。

以上、相関分析のみでは、非線形データにおける関連性・類似性を正確に表すことは難しいが、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、非線形の項目間の関連や回答者の類似性を詳細に分析出来ることを示した。

確率・統計的手法と離散値系ウェーブレット変換を比較すると、前者は全体的な関連性などを検討することを可能とし、後者においては詳細な解析が可能とする。このため、確率・統計的手法を用いた後に、離散値系ウェーブレット変換にてさらなる検討を加えることが望ましい。

以上のことから、非線形データに対する一手法として、離散値系ウェーブレット変換が提案できる。

ところで、他の非線形モデルとしては、ニューラルネットワークモデルなどがある[29]。

統計モデルを特定することは、主に母数を推定することであるから、モデルが線形であるか非線形であるかという判断は、データではなく母数に対して行われる。

母数に関するモデルの線形性によって、高度な理論を展開することが可能になるが、線形モデルに限定することは、予測や判別の高い精度が要求される場合には、現実のデータは線形モデルにあてはめることが難しく、実用上の制約となる場合がある。よって、実際の現象を精度良く記述し、その構造を把握するためには、非線形な表現は重要である。しかしその必要性が明らかであるにもかかわらず、非線形解析という分析や研究が実践の場面で言及されることは少なかった。

例えば、高次の関数を用いると、次数が高くなるにつれ、入力データの小さな差が予測値の大きな差となって影響する。また、次数を増やすことによって母数の数が増えるため推定値が安定しなくなる傾向がある。したがって、非線形解析が備えるべき性質としてモデルの安定性を上げることができる。

微分方程式と変数変換を組み合わせた方法は、高次回帰分析モデルと異なり、母数の数も増えないし、予測値も安定していることが多いが、関心のある現象ごとに非線形モデルを構成するのでは、その現象にしか適用できず、汎用的な分析モデルとは言えない。

そこで、非線形統計モデルが備えていることが望ましい性質としては、安定性（入力のわずかなゆらぎが、出力の大きなゆらぎを生じさせない）、汎用性（適切な非線形変換が自動的に選択される）、多変量性（多くの変数の非線形関係を同時に分析できる）が挙げられる。これらの条件を満たす非線形モデルの一つの例として、ニューラルネットワークが考えられ

るが、ニューラルネットワークは数理的に確立した方法論でなく、コンピュータ依存型の方法であるため、ここでは採用しない。

第3章 ノンバーバルデータ解析

心理学においては質疑応答等に対する表情変化から感情を捉えることが重要である。なぜなら、表情は言葉では表せない感情を、また言葉とは異なった真の感情を示すといわれているからである[1]。例えば、顔の左側の方は情動表出が大きく、自発的な表出は本質的に左右対称であるのに対して、意図的な表出は顔の右側に強く表出される[30]。

従来の表情の解析には、Ekman and Friesen [1]等の方法が用いられてきた。しかし、表情の読み取りは習熟したエキスパートにしか出来ない。エキスパートになるための訓練には長い期間が必要となる。しかも、エキスパートでさえ表情の読み取りには長い時間を要していた。また、従来のエキスパートによる方法では刻一刻と変化する表情の全てを捉えることは不可能である。ビデオに録画して後から繰り返しエキスパートがみて判断を行えば、その場で表情を判断するよりは抽出出来る表情は多くなるが、全ての表情変化の情報を抽出することは出来ない。さらに、人がみて判断する以上、判定者の主観が入ることは否めない。

一方、計算機による画像解析を用いれば、全ての表情変化の情報を客観的に捉えることが可能であり、主観が入ることもない。このような技術が確立されれば、表情の解析の意義が飛躍的に向上する。その応用例としては、表情が読み取りづらい高齢者の介護が考えられる。高齢者の表情が読み取りづらい理由としては、表情の表出が弱く[2]、しわ等の構造的な特徴[3]等が挙げられる。例えば自分の意思を伝えられないような認知症の高齢者の介護には、その表情から介護が本人のためになっているか否かを判断する方法が有効である。そのような状況には細かく客観的に表情を読み取れることが非常に有用であると考えられる。

本章では、心理学における新たな表情抽出技術として、フーリエ変換とウェーブレット変換を併用した方法について説明する。続いて、従来のエキスパートによる表情の判断とフーリエ・ウェーブレット変換法による表情の解析との比較を行う。さらにその実例として、フーリエ・ウェーブレット変換法を用いた乳児と大人の表情変化の抽出を行う。実例の解析結果から、従来のエキスパートによる方法とフーリエ・ウェーブレット変換法を用いた方法の適用範囲について検討する。

第1節 理論的基礎

第1項 2次元離散値系ウェーブレット変換

画像データ(付録B参照)を対象とする2次元離散値系ウェーブレット変換について説明する。この場合においては、ウェーブレット関数に含まれるパラメータを空間パラメータと解釈する。2次元のデータにおいては、画像の縦及び横方向のウェーブレット関数の積を基底関数とする。

ここで、コフマン30次基底関数[5]

$$\begin{pmatrix}
 c_0 & c_1 & c_2 & c_3 & \cdot & c_{28} & c_{29} & 0 & 0 \\
 c_{29} & -c_{28} & c_{27} & -c_{26} & \cdot & c_1 & -c_0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & c_0 & c_1 & \cdot & c_{26} & c_{27} & c_{28} & c_{29} \\
 0 & 0 & c_{29} & -c_{28} & \cdot & c_3 & -c_2 & c_1 & -c_0 \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & \cdot & 0 & 0 & c_0 & c_1 \\
 c_{27} & -c_{26} & c_{25} & -c_{24} & \cdot & 0 & 0 & c_{29} - c_{28}
 \end{pmatrix} \tag{3-1}$$

に基づいて、下記の32×32個の2次元行列 **F** の解析について説明する。

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix}
 f_{1,1} & f_{1,2} & f_{1,3} & f_{1,4} & \cdot & \cdot & \cdot & f_{1,31} & f_{1,32} \\
 f_{2,1} & f_{2,2} & f_{2,3} & f_{2,4} & \cdot & \cdot & \cdot & f_{2,31} & f_{2,32} \\
 f_{3,1} & f_{3,2} & f_{3,3} & f_{3,4} & \cdot & \cdot & \cdot & f_{3,31} & f_{3,32} \\
 f_{4,1} & f_{4,2} & f_{4,3} & f_{4,4} & \cdot & \cdot & \cdot & f_{4,31} & f_{4,32} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 f_{31,1} & f_{31,2} & f_{31,3} & f_{31,4} & \cdot & \cdot & \cdot & f_{31,31} & f_{31,32} \\
 f_{32,1} & f_{32,2} & f_{32,3} & f_{32,4} & \cdot & \cdot & \cdot & f_{32,31} & f_{32,32}
 \end{pmatrix} \tag{3-2}$$

ここで、行列の係数は $c_0=-0.000212081$, $c_1=0.00035859$, $c_2=0.00217824$, $c_3=-0.00415936 \dots$ となる。2次元離散値系ウェーブレット変換は式3-3で定義される。

$$\mathbf{S} = \mathbf{W}\mathbf{F}\mathbf{W}^T \tag{3-3}$$

ここで、**S** は2次元離散値系ウェーブレットスペクトルで、**W** と **W^T** はコフマン30次基底関数によって生成した変換行列とその転置行列である。

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} c_0 & c_1 & c_2 & \cdot & \cdot & \cdot & c_{29} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_0 & \cdot & \cdot & \cdot & c_{27} & c_{28} & c_{29} \\ c_{28} & c_{29} & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & c_{25} & c_{26} & c_{27} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{23} & -c_{22} & c_{21} & \cdot & \cdot & \cdot & -c_{26} & c_{25} - c_{24} \\ c_{25} & -c_{24} & c_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & -c_{28} & c_{27} - c_{26} \\ c_{27} & -c_{26} & c_{25} & \cdot & \cdot & \cdot & 0 & c_{29} - c_{28} \end{pmatrix} \quad 3-4$$

$$\mathbf{W}^T = \begin{pmatrix} c_0 & 0 & c_{28} & \cdot & \cdot & \cdot & c_{23} & c_{25} & c_{27} \\ c_1 & 0 & c_{29} & \cdot & \cdot & \cdot & -c_{22} & -c_{24} - c_{26} \\ c_2 & c_0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & c_{21} & c_{23} & c_{25} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{29} & c_{27} & c_{25} & \cdot & \cdot & \cdot & -c_{26} & c_{28} & 0 \\ 0 & c_{28} & c_{26} & \cdot & \cdot & \cdot & -c_{25} & c_{27} & c_{29} \\ 0 & c_{29} & c_{27} & \cdot & \cdot & \cdot & -c_{24} & -c_{26} - c_{28} \end{pmatrix} \quad 3-5$$

式 3-2~3-5 を用いて, 2次元離散値系ウェーブレットスペクトル \mathbf{S} は次の式で表わす.

離散値系フーリエ変換は画像中の空間位相情報を完全に消去出来るので空間位相の異なる画像中の図形認識に有効である。しかし、画像中の図形に相違部分がある場合や複雑な背景をもつ画像に対して、全体の変化情報を含有するため、局所的な情報が全体の変化情報に埋もれてしまう。他方、離散値ウェーブレット変換法は完全に空間位相を消去出来ないが、局所的な相違部分の抽出に有効である。

2個の画像のフーリエスペクトルの演算で抽出された相違点としては、対象画像そのものの空間位相が異なり、低周波成分も含まれているため、対象画像中の相違点の輪郭が明確ではない。相違部分の画像を完全に削減出来ないのは、もとの画像と相違部分の画像が共通の空間周波数をもつためである。したがって、離散値系フーリエ変換は、近似的であるが画像の相違部分が抽出出来る。対象画像中の相違点の輪郭を抽出するため、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用し、高レベル（高周波）情報から輪郭を抽出する。このように離散値系フーリエ変換で対象画像全体の空間的位相差を削減し、もとの画像中の局所的相違点のみをフィルター演算で抽出し、得られた相違点の輪郭情報を離散値系ウェーブレット変換法で抽出する方法、すなわち、フーリエ・ウェーブレット変換法を提案する。

まず、基準画像データ \mathbf{F} と供試画像データ \mathbf{G} をフーリエ変換し、それぞれのフーリエスペクトルの絶対値を計算する。両者のフーリエスペクトルの絶対値を正規化し、その差から異なる空間周波数成分だけを残す次のフィルター行列を作成する。

$$filter = \left| \hat{\mathbf{G}} \right| - \left| \hat{\mathbf{F}} \right| \quad 3-8$$

ここで、上添え字「 $\hat{}$ 」がフーリエスペクトルを示す。式3-8は、画像 \mathbf{G} と画像 \mathbf{F} 間の相違に起因する空間周波数だけを取り出す作業である。

次に、フィルター行列の各要素を供試画像のフーリエスペクトルの同一位置の要素にそれぞれたたみ込み演算を行うことによって、基準画像と異なる空間周波数のフーリエスペクトルだけを抽出し、そのフーリエスペクトルを離散値系フーリエ逆変換して原空間における相違部分の画像データ \mathbf{D}_f を得る。

$$\mathbf{D}_f = \left(\mathbf{C}_x^T \right)^* \left(filter \otimes \hat{\mathbf{G}} \right) \mathbf{C}_y^* \quad 3-9$$

最後に、抽出された相違部分画像データ \mathbf{D}_f に対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行い、全体的な相違部分を異なるレベル（解像度）に分解する。

$$\mathbf{F} = \mathbf{W}^T \mathbf{S}_1 \mathbf{W} + \mathbf{W}^T \mathbf{S}_2 \mathbf{W} + \dots + \mathbf{W}^T \mathbf{S}_m \mathbf{W} \quad 3-10$$

ここで、 $\mathbf{S}_0 + \mathbf{S}_1 + \dots + \mathbf{S}_m = \mathbf{S}$ は相違部分画像データ \mathbf{D}_f の離散値系ウェーブレットスペクトルで、 $\mathbf{W}^T \mathbf{S}_m \mathbf{W}$ はレベル m の相違部分の画像である。

この方法は同時期に Chen and Bui [31] も、画像を認識するために、フーリエ変換とウェーブレット変換を用いた方法を提案している。彼らはまず画像を極座標系に変換し、角度方向に1次元フーリエ変換を行い、次に半径方向に1次元ウェーブレット変換を実施し、同一画像認識を行う方法を開発した。それを85種類の漢字の認識に適用した結果、90%以上、同一性を認識することができた。

第3項 検証例題

画像処理の分野における離散値系フーリエ変換の応用には様々な例があるが、本文では、画像識別への応用を説明する。供試画像中の位置がずれた対象図形を識別するには空間の位相情報を消去しなければならない。空間の位相情報を消去するために、基準画像データ F と供試画像データ G に離散値系フーリエ変換を適用し、それぞれのフーリエスペクトルの絶対値を計算する。両者のフーリエスペクトルの絶対値を正規化し、その差から異なる空間周波数成分だけを残すフィルター行列を作成する。

欠損部分を抽出するため、フィルター行列の各要素を供試画像のフーリエスペクトルの同一位置の要素間のかげ算、すなわち、たたみ込み演算を行い、基準画像と異なる空間周波数のフーリエスペクトルだけを抽出する。抽出されたフーリエスペクトルをフーリエ逆変換して原空間における相違部分の画像データ D_f を得る。

本研究では、図3-1(a)に示す四角形の白黒画像(128×128画素数)を標準画像として使用する。評価対象とする供試画像2種類を準備する。一方は画像中の図形の位置のずれはないが欠損部をもつものである(図3-1(b))。他方の供試画像は図形に位置のずれがあり、且つ、欠損部をもつものである(図3-1(c))。

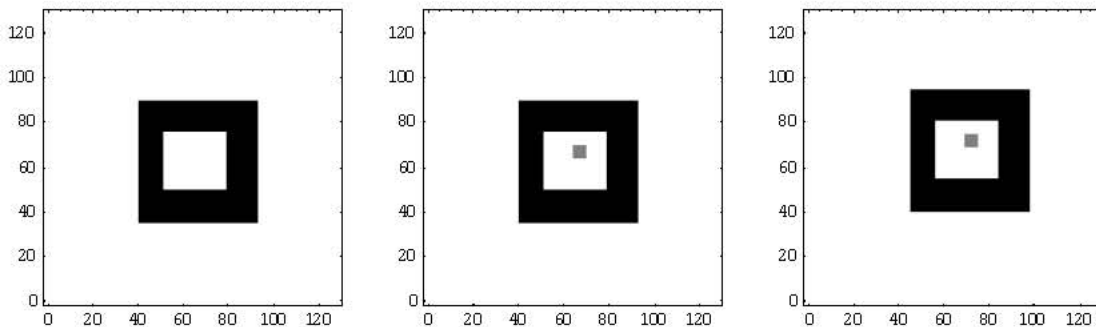


図 3-1 (a) 基準画像 (b) 欠損部をもつ供試画像 (c) 画像の位置がずれ
欠損部をもつ供試画像

まず、基準画像(図3-1(a))と画像の位置のずれ、すなわち、空間位相の相違がなく欠損部をもつ供試画像(図3-1(b))の相違部分を離散値系フーリエ変換により抽出する。図3-2に結果を示す。黒が欠損部分を示し、白に近づくにつれ、差が減少していく。

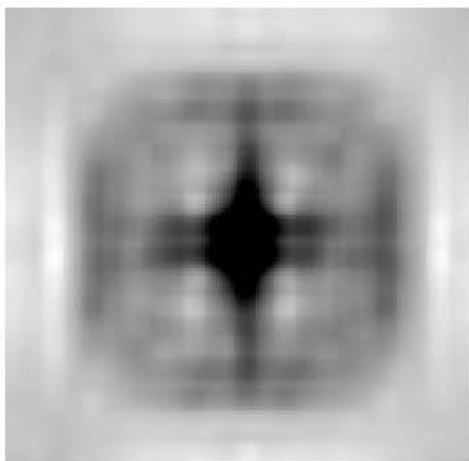


図 3-2 欠損部をもつ画像のフーリエ変換結果

次に、同様に基準画像(図3-1(a))と斜め上方向に画像の位置がずれ欠損をもつ供試画像(図3-1(c))を比較してみる。図3-3に離散値系フーリエ変換結果を示す。近似的であるが画像中の対象図形の欠損部分が抽出出来ている。しかしどちらの結果も差が拡散され、相違部分が拡張されている。

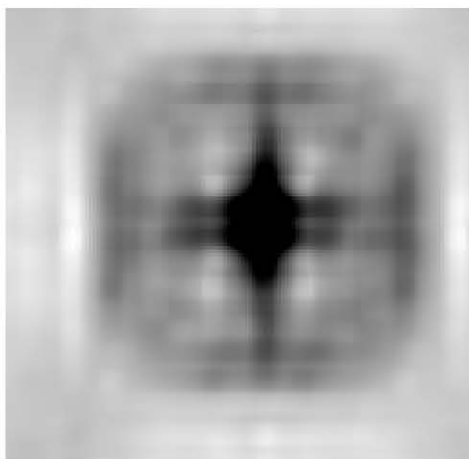
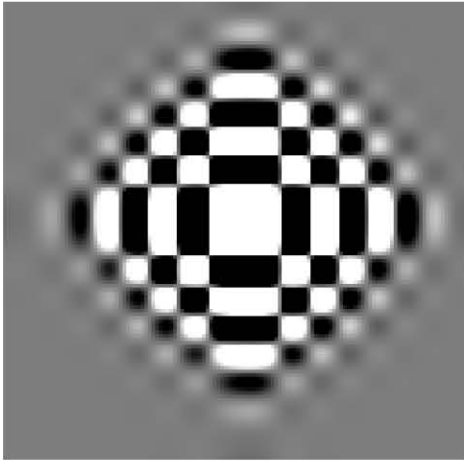


図 3-3 位置がずれ欠損部をもつ画像のフーリエ変換結果

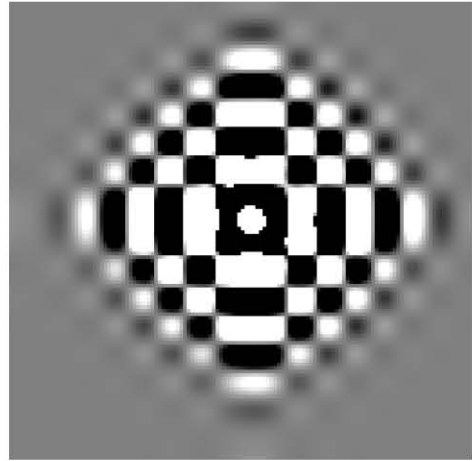
離散値系ウェーブレット変換の画像識別技術としての特性を説明するために、まず、離散値系ウェーブレット多重解像度を用いて、基準画像(図3-1(a))と画像の位置のずれがなく欠損をもつ供試画像(図3-1(b))の相違部分を抽出する。ここでは、離散値系ウェーブレット変換の行列を構成する基底関数は、最も高次の基底関数であるコフマンの30次基底関数を採用した。30次と高次の基底関数を選んだ理由は、高次基底ほど空間周波数の高い成分を含むため、細かい変化をレベル0のウェーブレットスペクトルのみで表現出来るからである。

欠損部を抽出するため、基準画像と供試画像データ間の差のデータに対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行い、図3-4に各レベルのウェーブレットスペクトルをウェーブレット逆変換して得られた画像を示す。図3-4の結果は拡散的であるが欠損部が抽出されている。離散値系ウェーブレット多重解像度解析による結果は小さな相違部分を大きく強調することを示している。

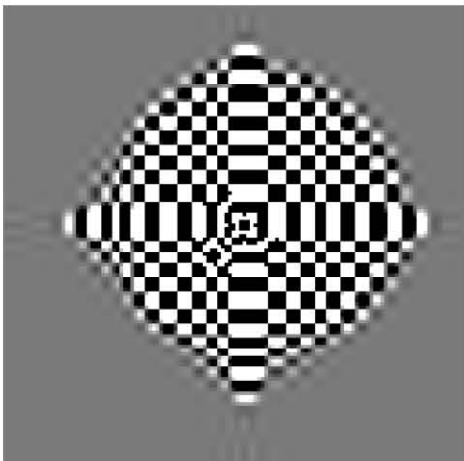
図3-4と同様に、基準画像(図3-1(a))データと位置のずれと欠損部のある供試画像(図3-1(c))データ間の差のデータに対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行い、結果を図3-5に示す。離散値系ウェーブレット多重解像度解析は空間位相を消去出来ないため、図3-5の結果は供試画像の図形の位置のずれを強調することを示し、欠損部がはっきりと抽出されていない。図3-4と図3-5の結果から、離散値系ウェーブレット多重解像度を用いた基準画像と供試画像データ間の差による欠損部の抽出は、供試画像の図形に位置のずれがない場合にのみ有効であることがわかる。さらに局所的な画像の相違部分の抽出には離散値系ウェーブレット変換が良好な結果を与えることがわかった。



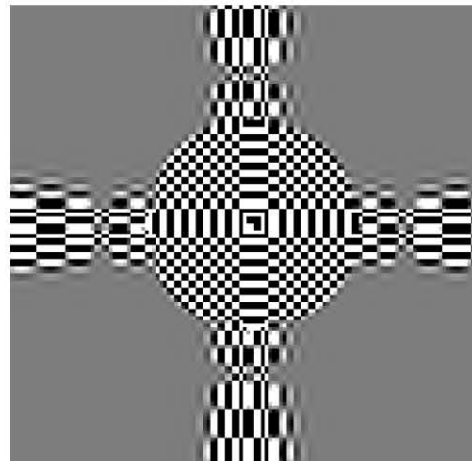
(a) level 0



(b) level 1

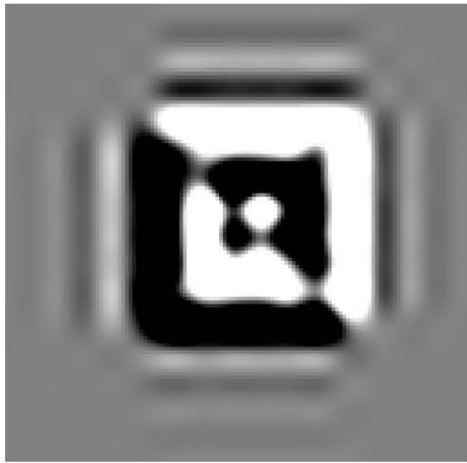


(c) level 2

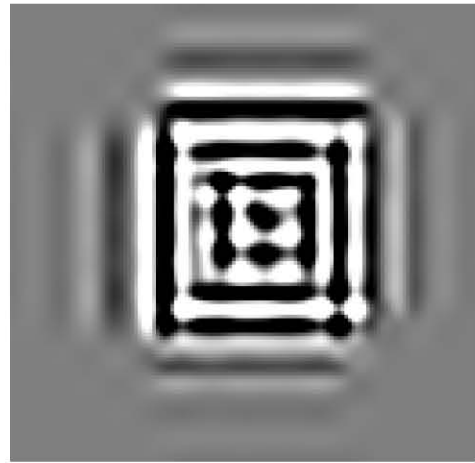


(d) level 3

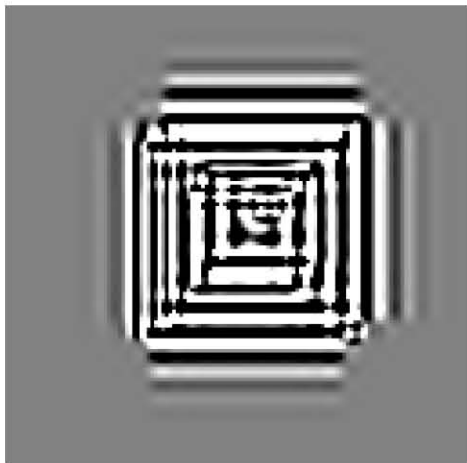
図 3-4 欠損部をもつ画像の離散値系ウェーブレット多重解像度解析の結果



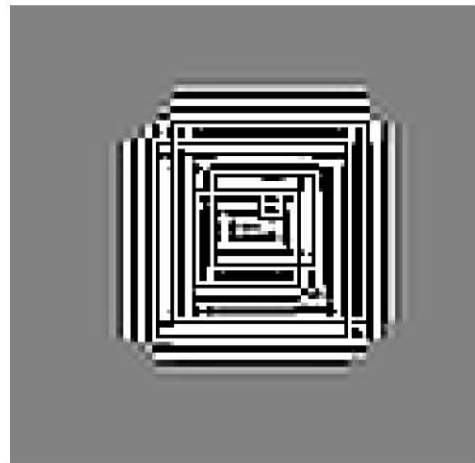
(a) level 0



(b) level 1



(c) level 2

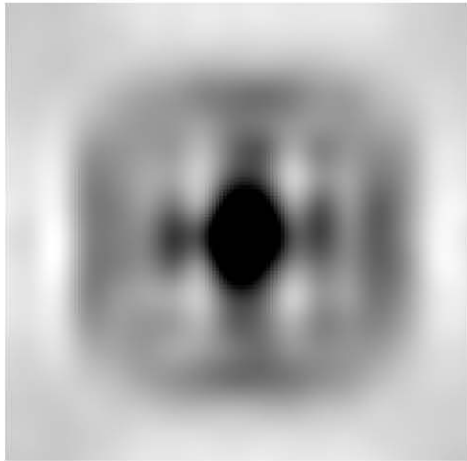


(d) level 3

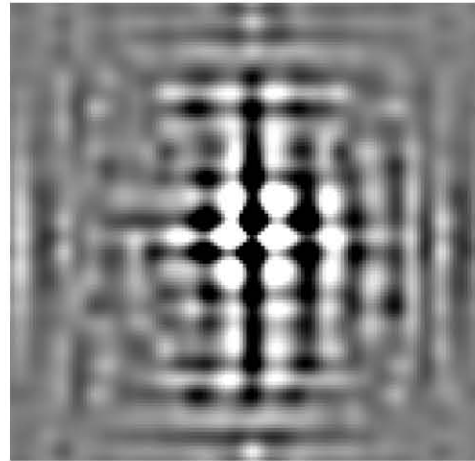
図 3-5位置がずれ欠損部をもつ画像の離散値系ウェーブレット多重解像度解析の結果

ここで、離散値系フーリエ変換で抽出された全体的な相違部分の画像データに対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を適用する。まず、基準画像（図3-1（a））と欠損部の供試画像（図3-1（b））間の全体的な相違部分を離散値系フーリエ変換で抽出し、その結果に対し離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行った結果を図3-6に示す。図3-6の結果から、レベル0の画像は低いコントラストであるが相違部分の存在がわかる。他方、レベル3の解像度から欠損の輪郭がわかる。

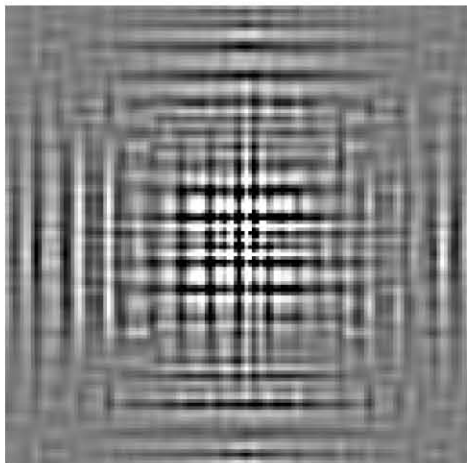
次に、基準画像（図3-1（a））と図形の位置がずれた欠損部のある供試画像（図3-1（c））間の全体的な相違部分を離散値系フーリエ変換で抽出し、その結果に対して離散値系ウェーブレット多重解像度解析を行った結果を図3-7に示す。図3-6、図3-7の結果から、フーリエ変換で抽出された全体的な相違部分に対する離散値系ウェーブレット多重解像度解析は、供試画像に位置のずれがあっても有効であることがわかる。しかし、コントラストが低いことが欠点である。これを改善するために、図3-6と図3-7、それぞれのレベル0のウェーブレットスペクトルが再現する画像データを2値化する。その結果を図3-8に示す。図3-8からフーリエ・ウェーブレット変換法は、供試画像中の図形に位置のずれがあっても良好な結果を与えることがわかる。



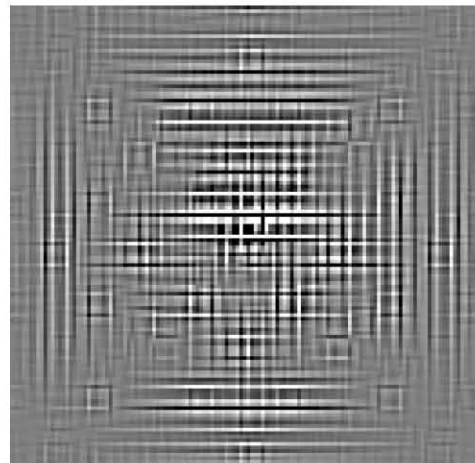
(a) level 0



(b) level 1

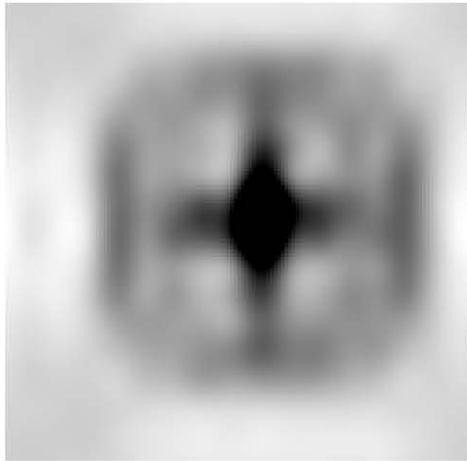


(c) level 2

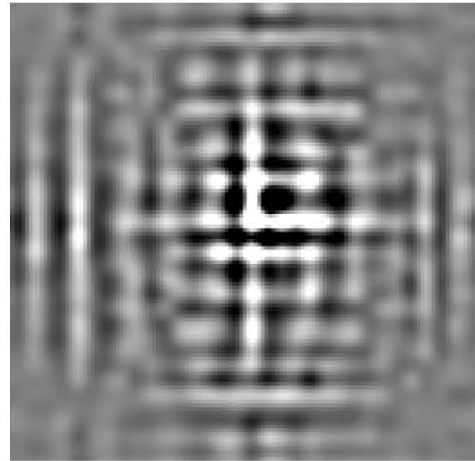


(d) level 3

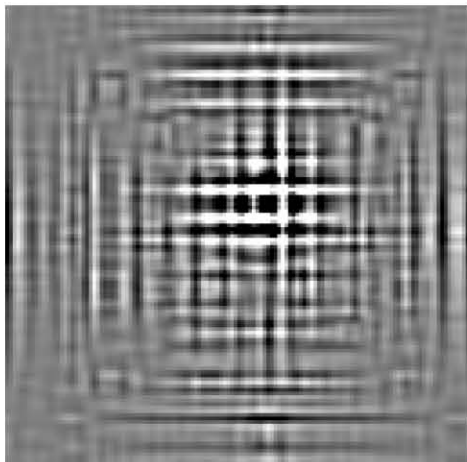
図 3-6 欠損部をもつ画像のフーリエ・ウェーブレット解析結果



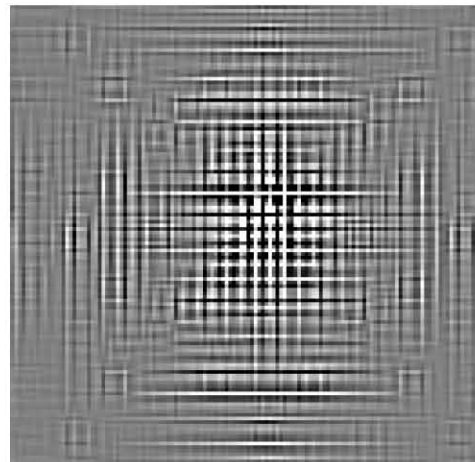
(a) level 0



(b) level 1



(c) level 2



(d) level 3

図 3-7 位置がずれ欠損部をもつ画像のフーリエ・ウェーブレット解析結果

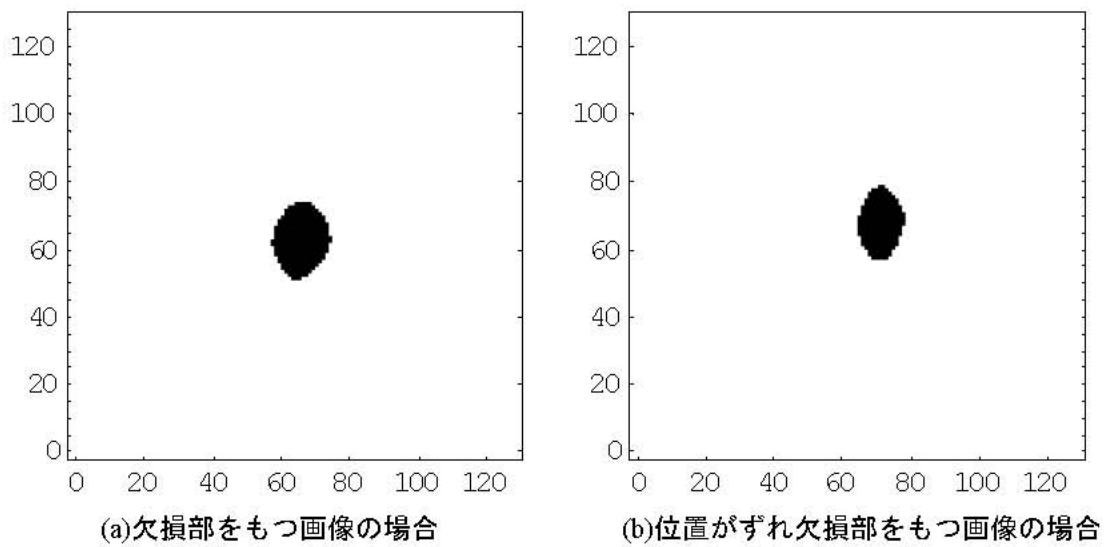


図 3-8 フーリエ・ウェーブレット解析結果の画像データを2値化した画像

第2節 表情抽出

人間の顔は目、鼻、口等複数個の部品からなっている。顔の表情はこれらの部品が総合的に合成されて構成される。ここでは、フーリエ・ウェーブレット変換法によって、人間の顔の任意の部分に生じる微かな表情変化の特徴を客観的に抽出する。一般に、顔の任意部分に現れる微少な変化は1/15秒で消滅するが、人間の真の感情を示すといわれている[1]。

第1項 乳児の表情変化抽出

本節では生体画像として乳児の顔の表情変化の抽出問題を取り上げる。基準画像を図3-9(a)に示し、笑顔と泣き顔の供試画像をそれぞれ図3-9(b)と(c)に示す。



図 3-9 乳児の表情

コフマンの30次の基底関数のウェーブレット変換とフーリエ変換による各レベルの表情変化の抽出結果を図3-10と図3-11に示す。濃い黒い部分が抽出された相違部分である。笑顔の供試画像（図3-9（b））の特徴が相違部分として抽出されていることがわかる（図3-10）。また、泣き顔の供試画像（図3-9（c））においても特徴がよく抽出されている（図3-11）。

具体的にはエキスパートによる表情の判定基準[1]を挙げる。

幸福は下記のように示される。

- 唇の両端は後ろへ引かれ、多少上がっている。
- 口は開いていることも、そうでないこともある。歯は見えたり、見えなかったりする。
- 鼻から唇の両端を越えた外側まで走る皺がみられる。
- 頬はもち上げられている。
- 下瞼の下に皺が見える。下瞼はもち上げられているかもしれないが、緊張はしていない。
- 目尻からカラスの足跡の皺が外へ広がっている。

図3-10よりフーリエ・ウェーブレット変換法による判定を示す。

- 唇の両端が横に広がっていることがレベル1及びレベル2よりわかる。
- 口の開きはレベル1及びレベル2の結果に現れている。
- 頬の動きがレベル1よりわかる。
- 下瞼の下の皺がレベル1及びレベル2に現れている。
- 眉間の辺りにレベル1及びレベル2の結果より差が現れている。

悲しみについてのエキスパートによる表情の判定基準[1]を下記に示す。

- 眉の内側の両端が引き上げられている。
- 眉の下の皮膚は三角形になり、内側の端は上がっている。
- 上瞼の内側の端がもち上げられている。
- 唇の両端は下がっている。または、唇は震えている。

図3-11よりフーリエ・ウェーブレット変換による判定を示す。

- 眉の内側から外側にかけて差が生じていることが、レベル0とレベル1及びレベル2に示されている。
- 上瞼の内側と眉間の辺りに、レベル0及びレベル3より差が見られる。

以上よりフーリエ・ウェーブレット変換法により、表情の読み取りが可能であることが示された。ただし、画像が描画であるため、実際の判定とは異なっている。

従来の表情抽出方法では表情読み取りに習熟が必要となる。読み取りに際しては、ある程度の主観的な評価部分が残ることがある。しかし、フーリエ・ウェーブレット変換法を用いることにより、ノンバーバルインフォメーションの代表である表情の心理的解析に客観性をもたせることが出来た。

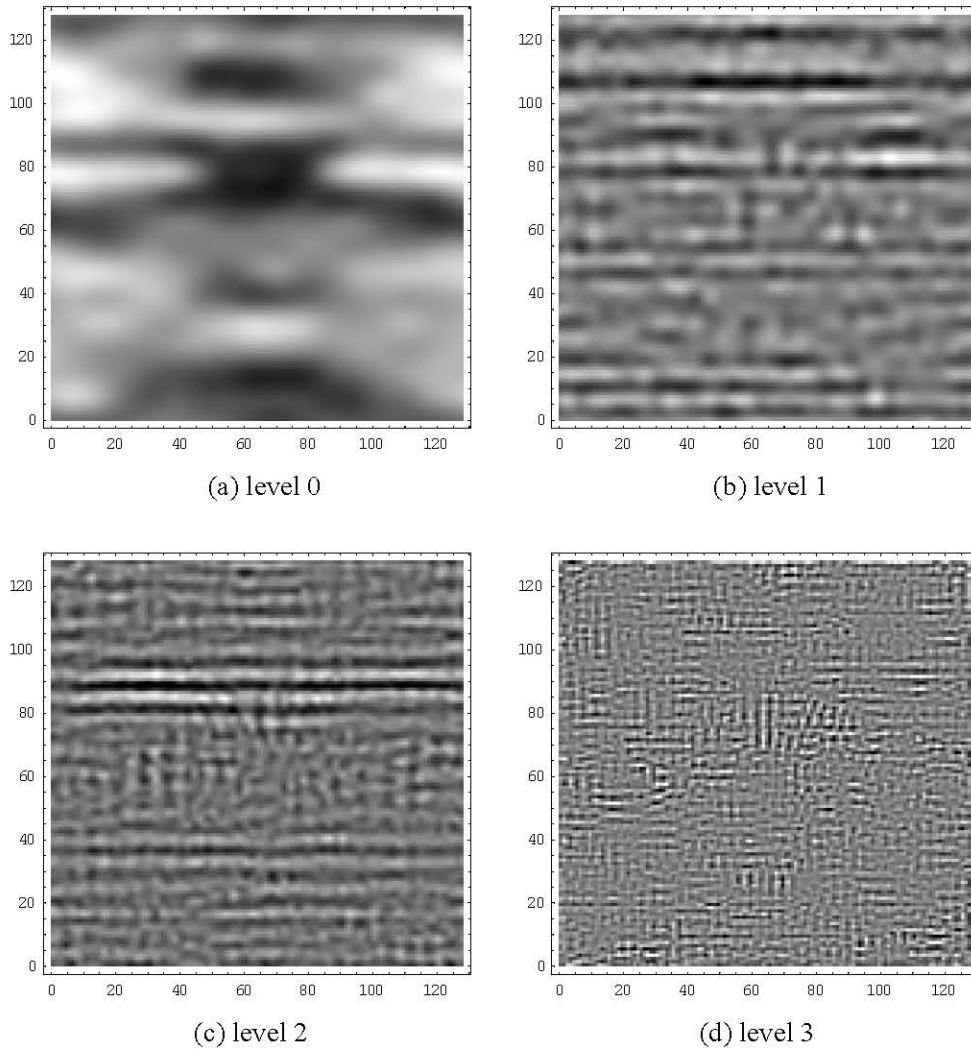
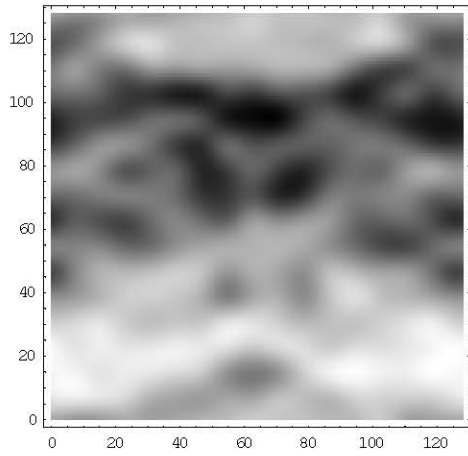
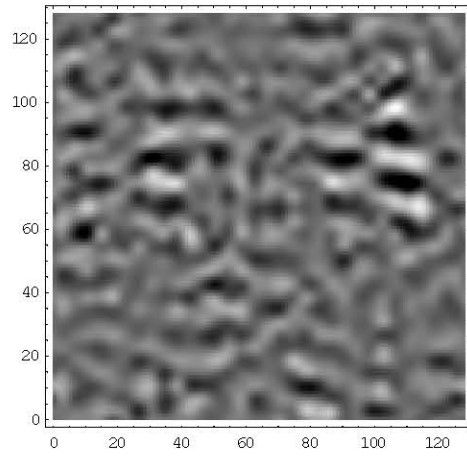


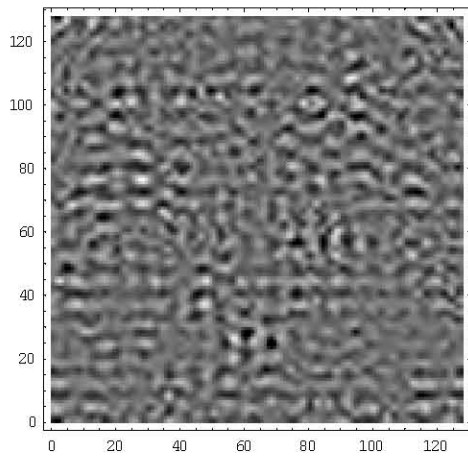
図 3-10 フーリエ・ウェーブレット変換法による乳児の笑顔に対する抽出結果



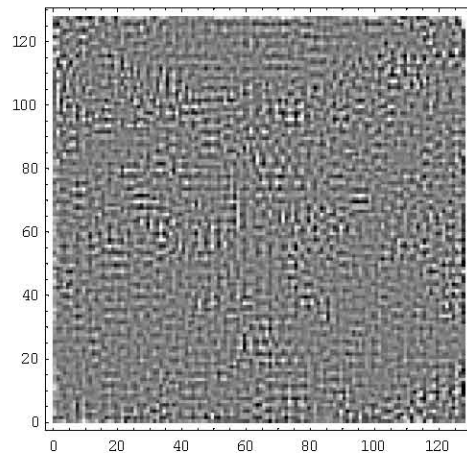
(a) level 0



(b) level 1



(c) level 2



(d) level 3

図 3-11 フーリエ・ウェーブレット変換法による乳児の泣き顔に対する表情抽出結果

第2項 大人の表情変化抽出

ここでは、実画像データを用いたフーリエ・ウェーブレット変換法による大人の表情変化抽出を行い、印刷物等に理想的に描かれた画像のみならず、デジタルカメラやデジタルビデオを用いた実画像データに対しても本方法が有効であることを示す。

図3-12に示す基準画像と供試画像（128×128画素数）をもと画像として使用する。カラー画像のRGB成分を取り出し、NTSC方式（RGBの配分比は0.3:0.59:0.11）によるモノクロの基準画像と供試画像を生成する。

基準画像を普通の顔、供試画像を笑顔とする。彼が会話を楽しんでいるときの最も喜びを表明している表情が、図3-12(b)に示されている。フーリエ・ウェーブレット変換法を用いた解析結果を図3-13に示す。濃い黒い部分が抽出された相違部分である。

エキスパートによる幸福の表情の判定基準[1]を再度示す。

- 唇の両端は後ろへ引かれ、多少上がっている。
- 口は開いていることも、そうでないこともある。歯は見えたり、見えなかったりする。
- 鼻から唇の両端を越えた外側まで走る皺がみられる。
- 頬はもち上げられている。
- 下瞼の下に皺が見える。下瞼はもち上げられているかもしれないが、緊張はしていない。
- 目尻からカラスの足跡の皺が外へ広がっている。

図3-13のフーリエ・ウェーブレット変換法より、以下の結果が得られた。

- レベル0、レベル1より、唇が後ろへ引かれ、多少上がっていることがわかる。
- レベル1、レベル2、レベル3より、口が開き、歯が見えていることが示されている。
- 全レベルより、鼻から唇の両端を越えた外側まで走る皺が見られる。さらに、レベル1より、口元の差が最も大きいことがわかる。
- レベル0より、頬がもち上げられていることがわかる。
- 目尻及び目の周りの形状の変化が、レベル1、レベル2、レベル3より示された。
- レベル0より、眉間の辺りの差が見られる。
- レベル2より、額の上の方に差があることが示されている。



(a)無表情の基準画像



(b)笑顔の供試画像

図 3-12 大人の表情

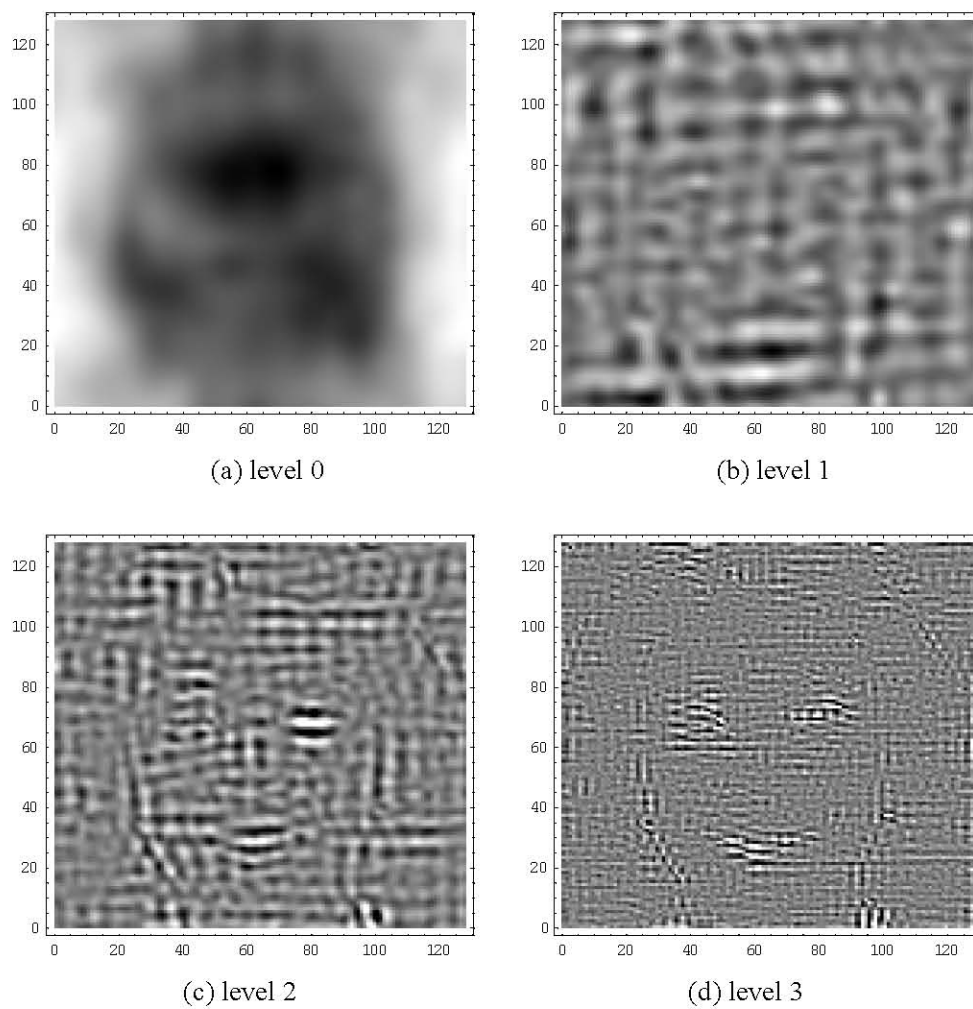


図 3-13 フーリエ・ウェーブレット変換法による大人の笑顔に対する表情抽出結果

第3項 考察

エキスパートオリエンティッドである従来法と提案するフーリエ・ウェーブレット変換法による結果の比較を行う。一定の訓練による習熟を必要とするエキスパートオリエンティッド法を用いた場合に比べるとフーリエ・ウェーブレット変換法を用いることによって、習熟度に依存しない客観的な表情読み取り結果が得られている。エキスパートに頼らずに誰にでも実施可能な表情抽出方法が提案出来たといえる。

具体的には、エキスパートにより示されている判定基準を満たす結果がフーリエ・ウェーブレット変換法により得られた。そのため、エキスパートオリエンティッド法に代わる方法として今後期待される。

また、本提案の方法においては、計算機を用いることにより、エキスパートの行う読み取りにかかる時間も短縮が可能となった。

さらに、エキスパートオリエンティッド法では検証が難しかった「変化の度合いの評定」が提案する方法により可能となった。実例として示したように、基準画像と供試画像の差の度合いを色の濃さによって表すことが出来た。

以上の結果から、表情の上下、左右の細かい差異や、表情の表出が弱い高齢者の小さな表情の変化も捉えることが出来ると考えられる。

ただし、従来のエキスパート法においては人間が視覚的判別を柔軟に行うのに比べ、フーリエ・ウェーブレット変換法においては解析精度が画像の質に依存するという課題を解決する必要がある。換言すれば、与えられるデータの精度が結果に影響する事は避けられない。

第4章 本研究で得られた知見と 応用

第1節 離散値系ウェーブレット多重解像 度解析と確率・統計的方法との比較（バー バルデータ解析）

心理測定を行う際のアンケートデータの解析には、通常、確率・統計的方法が用いられる。しかし、データを線形として捉えているため、それから外れた場合には確率・統計的方法が当てはまらないことがある。実際のアンケートデータは項目の評定のグラフが非線形分布を示す場合や、正弦波や余弦波のような分布をとる場合が多く、非線形に分布することもあるため、相関分析等の確率・統計的方法を用いても正確な解析結果が得られなかった。本研究に用いたデータも非線形データであったため、相関分析を行っても、低い関連性を示す値しか得られなかった。

一方、アンケートデータの解析に離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いると、大まかな全体の変化率から局所的な部分の変化率まで、様々な変化率を調べることが出来る。今回は項目間の関連性をみるために、離散値系ウェーブレット多重解像度解析の各レベルのスペクトルをベクトル成分とみなし、そのベクトル間の内積値を評価指標とすることを提案した。項目間の各レベルのスペクトルの差のノルムを評価指標とし、差の小さい方がより関連性が高いと評価可能か検討した。さらに、内積値では、負の値は項目同士が逆の傾向であることを示し、また内積値がゼロに近い場合は項目間には関連がない等、有意義な解釈が出来ることが判明した。

この離散値系ウェーブレット多重解像度解析により、異なる回答者のアンケート結果から、相関分析では関連性・類似性がないとされたものでも、回答者間の類似性や非類似性、項目間の関連性や非関連性が抽出可能となることを、本研究で実際に収集したアンケートデータを用いて検証した。さらに、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることによって、回答者の反応の平均的から高頻度な心理的ゆらぎを、より詳細に抽出可能であることが明らかになった。

第2節 フーリエ・ウェーブレット変換法とエキスパートによる判定法との比較（ノンバーバルデータ解析）

表情の読み取りには一般的に数ヶ月に渡る訓練が必要とされる。しかし、訓練を重ねた後においても人の主観的判断で表情の変化を読み取ることになる。

一方、フーリエ・ウェーブレット変換法では、表情を画像データとして読み込み、表情に変化があった場合、変化位置と変化量を数値で正確に示すことが出来る。つまり、フーリエ・ウェーブレット変換法は人による主観的な表情の読み取りに比べ、習熟度に依存しない客観的な結果が得られる方法ということが出来る。

また、計算機を用いることにより、人による読み取りに比べると飛躍的に分析時間を短縮することが可能となった。

実例として示したように、フーリエ・ウェーブレット変換法により、基準画像と供試画像の差を色の濃さで表すことが出来た。この結果を用いることによって、表情の上下、左右の細かい差異や、表情の表出の弱い高齢者の小さな表情の変化も捉えることが出来ると考えられる。

第3節 福祉介護・臨床心理への応用

今後は下記のような分野への応用が考えられる。

(a)離散値系ウェーブレット多重解像度解析により、アンケート調査によって得られた非線形なデータにおける関連性・類似性を詳細に評価することが出来るため、高齢者や精神障害者の微妙な心の動きを捉えることが出来る。

(b)離散値系ウェーブレット多重解像度解析により、体温・脈拍・脳波等の情報を複合的に解析し、高齢者や精神障害者の体調管理・気分の微妙な変化等の把握が可能となると考えられる。

(c) 離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、高齢者や精神障害者の心理的变化を時系列で捉えることが可能となり、見逃しのない的確なケアに対応出来る。

(d)フーリエ・ウェーブレット変換法による表情変化の読み取りによって、言語の不自由な高齢者や精神障害者の心的変化をエキスパートではなくても推察することが可能となる。

(e) フーリエ変換を用いて、癒しを与える1/fゆらぎをもつ画像に対する評価法の開発を実施することにより、高齢者や精神障害者により快適な環境を提供出来る。

以上の応用例から、本研究で得られた解析方法は計算機支援型の福祉介護・臨床心理に関するシステムの構築に必要な要素技術の一端となり得るものと期待出来る。

第4節 $1/f$ ゆらぎの応用例

第1項 $1/f$ ゆらぎの理論

A $1/f$ ゆらぎの定義

$1/f$ ゆらぎとは、理路整然と並んでいるものが少しずれることを意味し、ものの予測できない空間的、時間的変化や動きのことをいう。例えばそよ風、風速の変化を分析してみると、「ゆっくりした変化ほど変動の度合が大きく、速い変化ほど変動の度合が小さい」という性質をもっている。その変動の大きさが周波数（一定期間内の同じ振動状態の繰り返し）に反比例しているのを、このような変化を $1/f$ ゆらぎと呼んでいる[32]。

具体的には、離散値系フーリエ変換を用いて、ある信号の各周波数に対するパワースペクトルを計算し、周波数の低下とともにパワースペクトルが増加するような信号の中で、パワースペクトルの振幅が周波数に対して反比例する信号が $1/f$ ゆらぎを示す。視覚的にわかりやすくするためによく行われる方法は、フーリエ・パワースペクトル対周波数の両対数グラフを描き、グラフの傾きによって $1/f$ ゆらぎの種類を大別する。図4-1で、直線の傾きが0の場合は主にホワイトノイズとなり、傾きが急になる程単調な信号になる。ホワイトノイズとはすべての周波数で同じ強度となるノイズである。そしてホワイトノイズと単調な信号（周波数が高いほど、パワースペクトルが弱くなるような信号）の中間的な信号で傾きが約-1の場合を $1/f$ ゆらぎと呼び人間が心地よいと感じることができる信号と言われる。

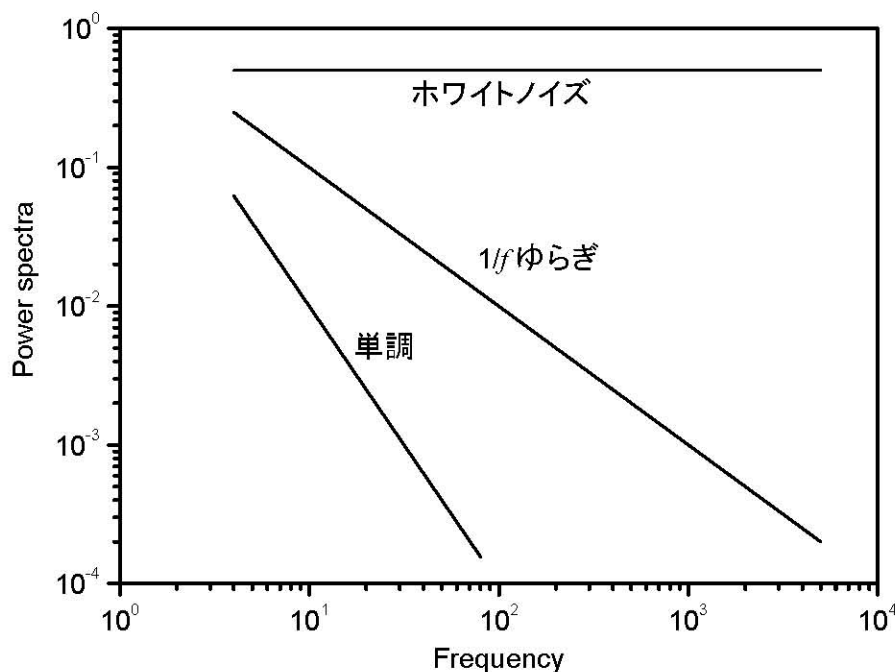


図 4-1 信号のパワースペクトルの例

近年、 $1/f$ ゆらぎ理論が注目され、とくに人に快感を与えるリズムとして、人間工学的に研究されている[32], [33]。 $1/f$ ゆらぎとは自然界に多く存在し、例えば小川のせせらぎや小

鳥の囀りなどの心安らぐリズムが相当する。また、 $1/f$ ゆらぎはそよ風の他、潮騒の音の強弱、音楽の強弱やテンポ、絵画の濃淡の変化など、身の回りに広くみられる現象である。また、宇宙や大自然の中にも $1/f$ ゆらぎに合致すると思われる現象があり、人間の心地よさと深いところでつながっているのではないかと考えられている。心地よさを感じる風は、風速だけではなく、風向も時々刻々変化していて、やはり $1/f$ ゆらぎのリズムをもっている。人に $1/f$ ゆらぎのリズム（心地よい音楽）を与えると、心地よさを感じ脳波である α 波が現れる場合が多い。

B 描画の $1/f$ ゆらぎの抽出

描画はスキャナにより計算機に取り込み、各描画の R（赤）、G（緑）、B（青）成分の $1/f$ ゆらぎを抽出する。計算機に取り込まれた動画は静止画像を時系列に並べた一連の画像である。各画像は画素の集合であり、各画素は可視光の波長によってそれぞれ RGB 成分の色情報をもつ。通常、各波長の分解能は 8 ビットであるから、RGB 成分はそれぞれ 0 から 255 までの 256 階調の画素値を取る。

1. カラー画像の固有パターン解析

本研究では、絵の RGB 固有ベクトルを抽出し、 $1/f$ ゆらぎ解析を行う。まず、動画の各フレーム画像から色成分固有ベクトルを抽出する。色成分の固有ベクトルは画像中の R 成分の量、G 成分の量、B 成分の量によって与えられ、1 画像に対して 3 組得られることになる。具体的には式 4-1 に示すように R 成分の 0 から 255 までの色成分が、それぞれ何画素存在するか計算する。

$$E_R = \text{Count}[R, p] \quad p=0, 1, 2, \dots, 255 \quad 4-1$$

これにより R 成分が R 成分強度値を階級としてヒストグラム化され、各階級の度数にあたる各 R 成分分布値の出現頻度が求められる。これによって求められた各 R 成分強度分布の出現頻度をベクトル形式の配列要素として R 成分の固有ベクトル E_R を生成する。 $\text{Count}[* , p]$ は括弧内の集合における数値 p の個数をカウントする演算を表す。G、B 成分の固有ベクトルも式 4-1 と同様にして算出する。画像の特徴量である固有パターンを E とすると、固有パターン E は R 成分固有ベクトル、G 成分固有ベクトル、B 成分固有ベクトルで構成され、式 4-2 で表される。

$$E = [E_R, E_G, E_B] \quad 4-2$$

2. $1/f$ ゆらぎの抽出

画像の固有パターンとは RGB 成分の出現頻度をヒストグラムしたものであり、時系列に並べると式 4-3 のようになる。本研究では、時系列の描画から固有パターンを抽出し、式 4-3 に示すように固有パターンを時系列に並べ、固有パターンの $1/f$ ゆらぎを構成する。

$$F = [E_1, E_2, \dots, E_n] \quad n: \text{フレーム数} \quad 4-3$$

本研究では、描画の事例ごとの固有パターンの $1/f$ ゆらぎの解析を行なう。得られた固有パターンの $1/f$ ゆらぎを時系列方向に離散値系フーリエ変換し、各周波数に対するパワースペクトルを計算する。視覚的にわかりやすくするためにフーリエパワースペクトルと周波数をそれぞれ、縦軸と横軸に対応させ両対数グラフを描く。そして、累乗近似を用いて両対数グラフで表したときの傾きを求める。ただし、離散値系フーリエ変換は全サンプル数に等しい実部と虚部を与えるので、独立なパワースペクトルは全サンプル数の半分までであり、さらに離散値系フーリエ変換の精度を勘案して全サンプル数の $1/4$ 項までの低周波領域から回帰直線を求めた。 -1 に近い程 $1/f$ ゆらぎに近い信号が存在することを意味する。

3. 累乗近似

パワースペクトルから傾きを求める方法を述べる。パワースペクトルが n 次の数値配列で構成され、式 4-4 で表される。

$$Pf = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_n] \quad 4-4$$

この数値配列を両対数グラフで表したときの傾きを求める方法として累乗近似を採用し、直線に回帰させる。すなわち、下式により回帰直線の傾きを求める。 X は周波数を、 Y はパワースペクトラルを示す。

$$Y_i = \log y_i \quad X_i = \log Xi$$

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n X_i \cdot X_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n X_i} \quad 4-5$$

回帰直線の傾き a が 0 のとき、その信号はホワイトノイズで構成されている。傾きが急になるほど単調な信号になる。そして、ホワイトノイズと単調な信号のちょうど中間的な信号 (傾き $a = -1$) が $1/f$ ゆらぎとなる。

第2項 事例

本事例は、職場不適應の状態になり、会社の産業医の勧めのもと、クリニックに来院したクライアントの描画療法を用いたセラピーの過程である。クライアントは仕事に対して過剰適應 (外的適應と内的適應との不均等状態であり、周囲には外の環境に対して非常に適應的であるように映っても、本人が著しい不満や不安を抱えている) の状態にあった。クライアントの治療時期、治療期間、年齢、性別等の詳細に関してはプライバシーの問題があるため、こ

ここでは述べられない。また、クライアントは自由画（用紙や描画道具等について特に指定はなく好きな絵を描く。自由画を描くという行為は、自分で題材を選んで自分の手で描くという主体的行為であるため、他の投影法よりも防衛的になりやすい傾向がある）を用いて治療を行ったがその詳細に関しても述べられない。なお、クライアントの許可が得られた描画のみ、下記に掲載する（図4-2、図4-3）。



図 4-2 クライエントの描画 1



図 4-3 クライエントの描画 2

第3項 臨床的背景

A アートセラピー

本事例でのカウンセリングで行ったアートセラピーについて説明する。

アートセラピーでは、意識下に抑圧されていた様々な問題について言語を介さずに表現することができ、無意識の存在をあるがままに表出し、無意識と意識の橋渡しをする[34]。芸術的または創造的の媒体を通じて人間のイメージや表象機能の持つ自己治癒力を導き出すセラピーである[35][36]。

アートセラピーの目的は下記のように示される。

1. 作品をクライアントとの関係を強化する媒体として用い、相互の感情交流を促進させる。
2. 言語では表現しにくい、患者の問題点を把握し、それを明確に表現する。
3. 表現行為それ自体がカタルシス効果を有する。
4. 心の中の葛藤や抑圧された感情を、イメージを通じて解放させ、カタルシスの効果（以前に抑圧された経験に付随していた情緒を発散する）を引き起こす。
5. 患者の心を自らの内界に向けさせ、洞察を得させる。
6. 自己実現、自己完成への道を開く。

対象とする分野は、描画療法・音楽療法・心理劇・ダンスセラピー・箱庭療法など実に広範な領域に渡っている。

適応可能な対象は、身体に障害を持つ人・知的障害を持つ人・高齢者・心の問題を持っている人・ストレスを感じている人など多種多様である。

B 描画療法

アートセラピーの中でも本事例において主に用いた描画療法について解説する。描画療法とは、描画を媒介として心身の問題を癒したり、治したりするものである[37]。描画は音楽

などとは異なり記録に残りやすいため心の記録を追いやすく、また、人は幼少期より描画行為を経験しているため親和的な手法である。描画は、描くことそれ自体が記録的な意味を持っており、人間の心の内界を伝える記録としての役割が大きい。意識下に抑えられていた心の問題が、手を自由に動かすという一種の身体運動である描画により、知性化を経ずに表現されやすいと考えられている。

C カラーセラピー

ここで色の持つ意味あいについてカラーセラピーの概念を引用して説明する。

カラーセラピーとは、色彩の効果を用いて人の心と体に深く働きかけ、安らぎや癒しを与える[38][39]。人体に様々な波長の光を当てると、筋肉が緊張したり弛緩したりするが、これをトナーズ変化という[40]。何にも影響を受けていない筋肉の状態を数値 23 とすると、これに対し各色の光線に対する筋肉の変化は赤 42、緑 30、青 24 であり、波長の長い光ほど変化が大きい。ここで、赤、緑、青と人の心理との関連について述べる。まず、赤であるが、赤に反応する視細胞は最も多く、実際に人は赤を見ると、血圧や体温が上がり、呼吸数も増加し、興奮状態にセットされた身体が作り出される[40]。次に、緑は草木の色であり、落ち着きと安心感をもたらす。さらに緑は安全の印でもある。人は緑の茂みに隠れ、あるいは木に登り、肉食獣から逃れて命を救われた。最後に、青は、海、空、水といった自然の広大なイメージと結びつく。それは、決して手に入らないものであり、神秘の世界の色である。さらに、青は水の冷たさや日陰の暗さとも結びつき、クールダウンの力、心の洞察を生み出させる。このように色は私たちの生理や感情に大きな影響を与える。

第4項 結果の解釈

図4-4から図4-7に4期に分けたクライアントの描画の1/f ゆらぎの解析結果を示す。まず、図4-4に示す第1期は病相期(京都府精神保健福祉総合センターによると、うつ病の治療を始め、「不安・いらいら」「ゆううつ」が前景に出る時期、自責感、自己否定感、絶望感、不安感焦燥感などの感情に振り回されている時期)である。この時期クライアントは過剰適応であった自分の状態に気付き始め、不安や焦りを感じた時期である。赤色の部分に1/f ゆらぎが見られる。赤は命・エネルギー・自己主張などという激しさや強い生命力など高揚した心理と結びつきやすくと同時に、辛さや痛みを示す。すなわち、クライアントは無意識化にあった自分つまり現在の仕事を続けることが辛い、無理をしている自分に描画を通して気付くというエネルギーを持ち始めながらも、それを受け入れる痛みや辛さを感じていることがわかる。

図4-5に示す第2期以降は回復期に移りつつある時期である。回復期への移行期であり、周囲からは良くなったと思われており、焦燥感も減少しているが、楽しさが実感できなかったり、やる気のなかったり、集中力がなかったりという問題を抱えている時期でもある。この時期にはホワイトノイズが多く出現している。クライアントはまだ不眠・発熱といった身体症状が残っている。クライアントは、ありのままの自分を受け入れ、現在の仕事は過剰適応であり、続けることができないということを認めてはいるが、それを受け入れることに対する抵抗を示していると考えられる。この時期には辞表を提出することを考えており、仕事自体にはやりがいを感じているクライアントにとって仕事をやめることを受け入れることはかなり困難であることがわかる。

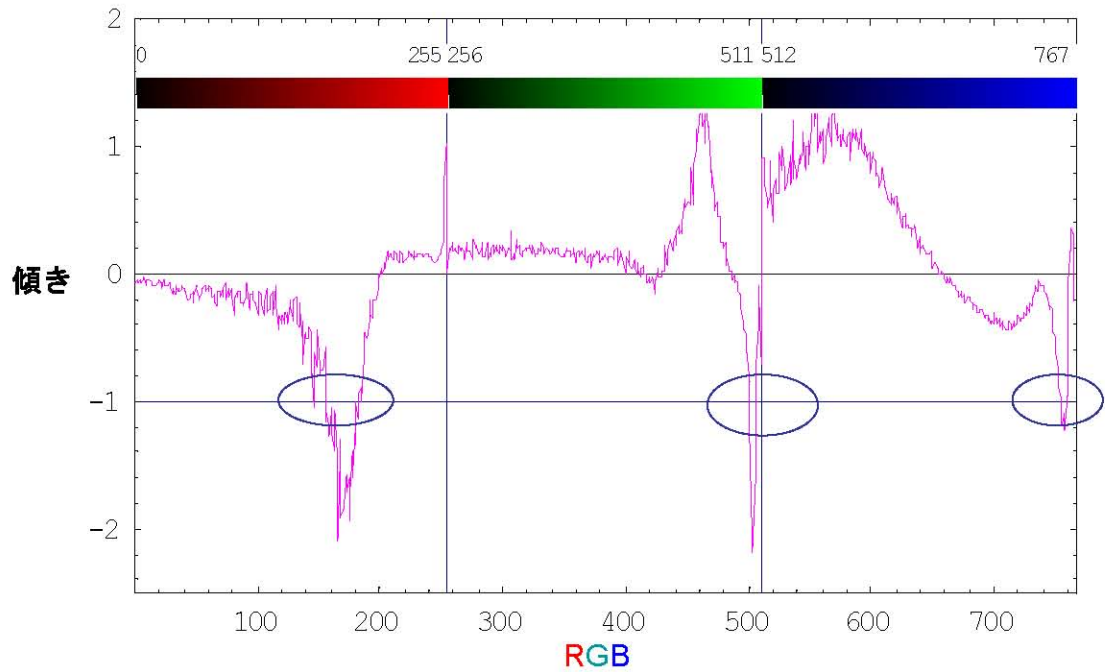


図 4-4 第1期 病相期

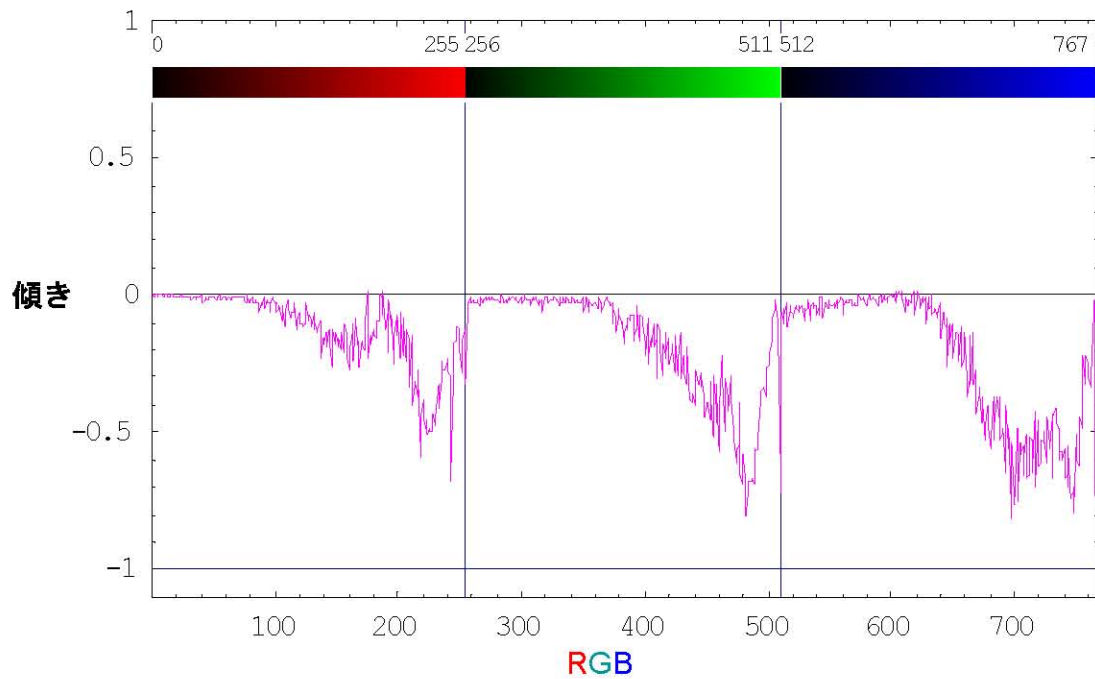


図 4-5 第2期 病相期から回復期へ

図4-6の第3期においては、緑成分に $f/1$ ゆらぎが多く見られる。緑成分は、心身の疲れを癒し、回復へと導いてくれる。また、安心感やバランス感覚と結びついている。クライエン

トは、自己を受け入れ、自分の理想と現実のバランスを取ろうとしてきており、癒されてきている状態にあるといえよう。

最後の図4-7の4期では、青成分に最も多く $1/f$ ゆらぎが見られた。特に、藍色に近い青のあたりで $1/f$ ゆらぎが見られた。これは沈静を求める色であり、クライアントは今までの頑張り過ぎていた自分を認め、穏やかな気持ちになろうとしている、またはなりつつあることが示されている。

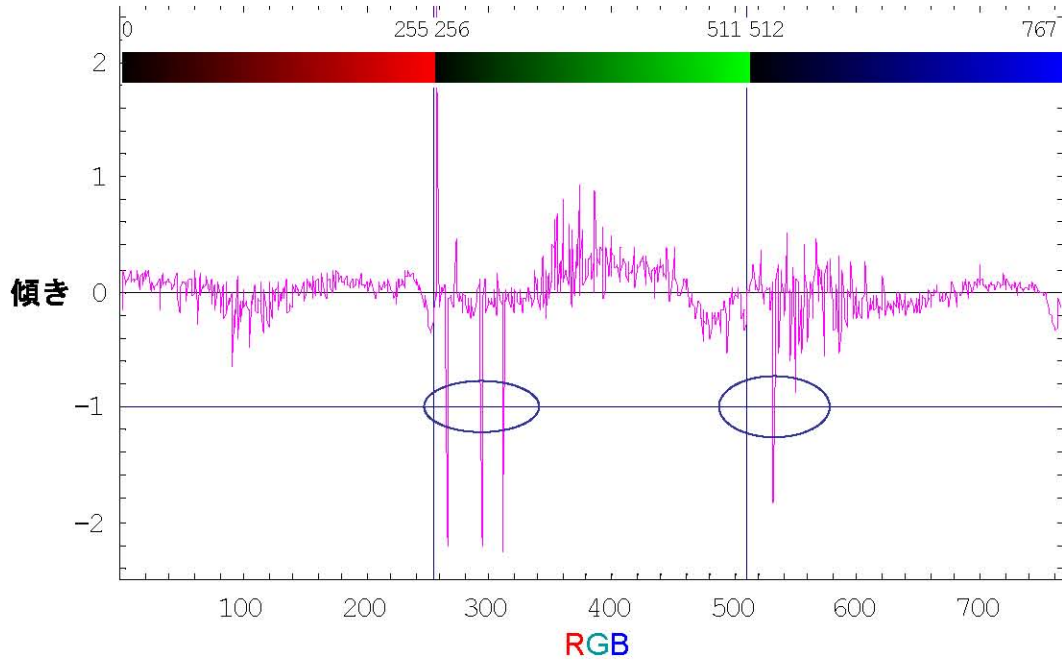
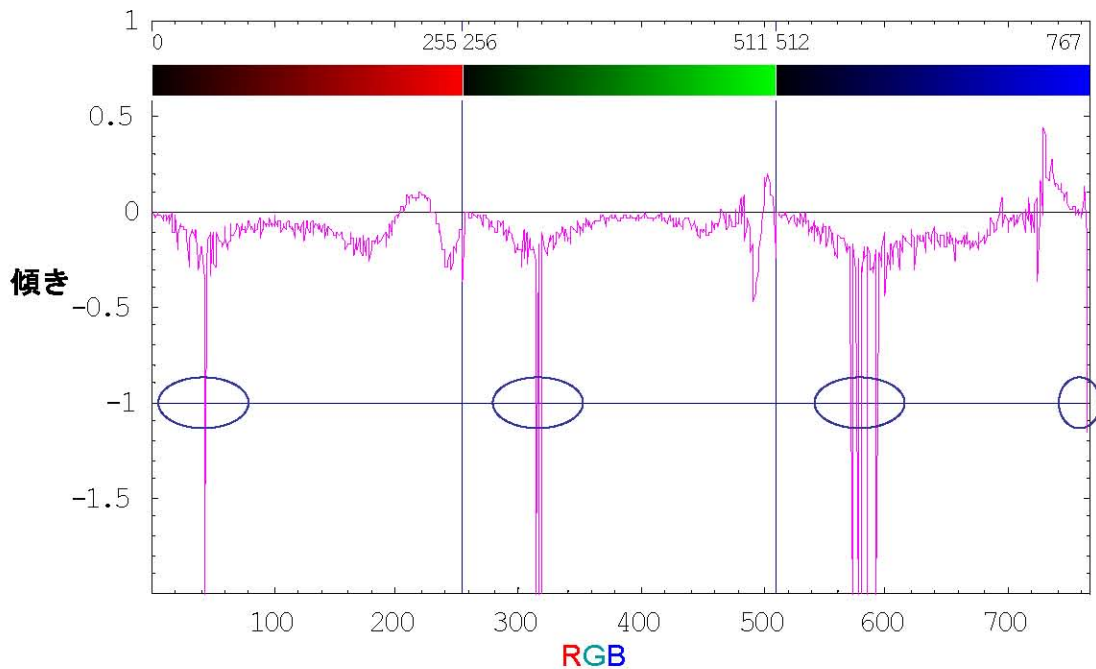


図 4-6 第3期 回復期初期



第5項 考察

本研究で行った $1/f$ ゆらぎの解析結果より、臨床心理データに対してフーリエ変換を用いた手法が有効である可能性が示唆された。

人に癒しや快感を与えるとされる $1/f$ ゆらぎがうつ病のクライアントの描画にどのように表れているかをクライアントの症状の変化にもとづき検証した。うつ病は、治癒の過程に変動があり、回復期においても完全に治癒されるまでには、一旦回復したように見えても、クライアントは内在する問題を抱えたままの場合が多く、再度の症状の悪化と改善を繰り返しながら、回復に向かうことが多い。

描画においては、無意識化の自分が表れるとされている。また、色は自律神経系に深く作用していることが、医学的にも明らかにされつつある。さらに色のイメージを通して知覚や体調など、体感を表現することができる。そのため、色をつけた描画を用いて解析を行うことにより、無意識化のクライアントの状態を知ることができる。

本事例では、うつ病のクライアントの病相期から回復期への状態を描画の解析により捉えた。病相期には、クライアントは葛藤を抱えながらも治療への姿勢を見せていく。病相期とは、治療を始めたころに不安感、自責感、焦燥感などの感情を持ち、情緒が不安定になる時期であるため、赤成分に $1/f$ ゆらぎが見られた。赤は命・エネルギー、辛さ・痛みを示す。つまり、クライアントは現在の仕事に対して過剰適応している自分に描画を通して気付くというエネルギーを持ち始めながらも、それを受け入れる痛みや辛さを感じていた。

その後、回復期の初期においては、周囲から治癒されてきたと見られていてもクライアントはまだ問題を抱えているため、その様子がホワイトノイズで示されている。その後、回復期中期以降では、安らぎや癒しを示す緑に対して $1/f$ ゆらぎが見られ、回復過程をたどっていった。さらに、回復期の最後の期間では青成分に $1/f$ ゆらぎが見られ、沈静を求めている様子がわかる。

心理学で、情緒と関連性があるとされている色と、本研究で $1/f$ ゆらぎが見られた色とが一致したことから、本手法がうつ病のクライアントの描画の解析に応用可能であることが示唆された。この手法を多くのクライアントへ適用し、妥当性を検証することで今後描画解析を客観的かつ定量的に行うことが可能となり、カウンセリング場面に適用する常套手段となる可能性が期待される。

第5章 まとめ

本研究では、心理学データにおいて広範に用いられるバーバルデータであるアンケートデータとノンバーバルデータである表情の解析に離散値系ウェーブレット多重解像度解析の適用を提案した。アンケートデータ解析における従来の方法は相関分析等の確率・統計的方法であり、非線形を示すことが多いアンケートデータを正確に分析するには十分ではなかった。他方、表情変化等のノンバーバルデータ解析は、特定の表情変化抽出の特別なトレーニングをした複数のエキスパートによる合議によって行われ、客観的な結果を迅速に得ることが出来なかった。

以上の現状に鑑み、本研究においては、より詳細で客観的な解析を可能とする数学的方法の導入を試みた。

離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用い、アンケートデータにおける尺度値の前半と後半の変化率、さらに前半の中の前半と後半の変化率等、全体的な変化率から局所的な変化率まで、全て直交するデータへソーティングし解析を行った。その結果から、離散値系ウェーブレット変換を非線形データの解析の手法として適用可能であることが明らかになった。

確率・統計的方法においては、全体的な関連性などを検討することができ、離散値系ウェーブレット変換においては詳細な解析が可能であることから、確率・統計的手法を用いた後に、離散値系ウェーブレット変換でさらなる解析を行うことにより、より精緻な解析が可能となることが明らかになった。

表情変化等のノンバーバルデータの解析においては、離散値系フーリエ変換と離散値系ウェーブレット変換の結合に基づく新しい方法を提案した。離散値系フーリエ変換はスクリーン上の対象画像の空間位相の違いを削除し、離散値系ウェーブレット変換は対象画像中の相違点を抽出するために用いる。この方法を具体的なデータに適用することによって、エキスパートの負担が劇的に低減され、さらに、従来のヒューマンスキルオリエンティッドな方法と比較して、より客観的な結果が得られることを示した。

さらに、本研究における応用として臨床心理学におけるうつ病のクライアントに関する描画療法を例に取り、描画の $1/f$ ゆらぎを求めた。その結果、クライアントの病相期、回復期の症状がRGBごとに示されていたことがわかり、今後、新たな描画解析手法となり得ることを示唆した。

付録 A

本節では本研究で使う線形空間解析に必要な線形空間理論の基礎[5][41][42]に関して述べる。

1. 線形空間

ここでは数値の組合せによる行列とベクトルの定義, 続いてベクトルの内積と直交性, 最後に線形性と逆行列等の基本的で重要な本研究で用いられる解析と関連した線形空間の基礎理論を説明する。

(1) 行列とベクトル

n 次の列行列または n 次の列ベクトルは式 A-1 の形となる。

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} \quad \text{A-1}$$

同様に n 次の行行列または n 次の行ベクトルは式 A-2 の形となる。

$$\mathbf{B} = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_n] \quad \text{A-2}$$

上記のベクトルの各構成要素を各方向の成分と考えれば, その大きさであるノルム(norm)は各構成要素の 2 乗和の平方根として下式 A-3 の $\|\mathbf{A}\|$, $\|\mathbf{B}\|$ によって表される。

$$\|\mathbf{A}\| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2}, \quad \|\mathbf{B}\| = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + \dots + b_n^2} \quad \text{A-3}$$

解析学において, ノルムは, 平面あるいは空間における幾何学的ベクトルの「長さ」の概念の一般化であり, ベクトル空間に対して「距離」を与えるための数学的道具である。本論文では, アンケートデータを線形空間のベクトルとみなし, アンケートデータの正規化のため, ノルム計算を利用する。

(2) ベクトルの内積と直交性

x, y 直交座標上の平面で原点(0, 0)から点 (a_1, b_1) と (a_2, b_2) へのベクトル

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \end{pmatrix} \quad \text{A-4}$$

の間で x と y 成分の積和

$$\mathbf{A}^T \mathbf{B} = (a_1 \quad b_1) \begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \end{pmatrix} = a_1 a_2 + b_1 b_2 \quad \text{A-5}$$

がベクトル \mathbf{A} とベクトル \mathbf{B} の内積と定義される。

それぞれのベクトルのノルムを $\|\mathbf{A}\|$ と $\|\mathbf{B}\|$ とすれば、次のコーシー・シュワルツの関係式が成り立つ。

$$\mathbf{A}^T \mathbf{B} \leq \|\mathbf{A}\| \|\mathbf{B}\| \quad \text{A-6}$$

ベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} のなす角 θ は式 A-7 によって求められる。

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\mathbf{A}^T \mathbf{B}}{\|\mathbf{A}\| \|\mathbf{B}\|} \right) \quad \text{A-7}$$

この式を変形することで内積 $\mathbf{A}^T \mathbf{B}$ を式 A-8 によって表すことが出来る。

$$\mathbf{A}^T \mathbf{B} = \|\mathbf{A}\| \|\mathbf{B}\| \cos \theta \quad \text{A-8}$$

ベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} の大きさ、すなわち、ノルムが異なっても、波形や位相が同じ（同じ性質のベクトル）であるかを判定するには、式 A-9 を評価すれば良い。

$$\cos \theta = \frac{\mathbf{A}^T \mathbf{B}}{\|\mathbf{A}\| \|\mathbf{B}\|} \quad \text{A-9}$$

$\cos \theta$ の値が 1 のときには、ベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} は同じ性質のベクトルと考えられる。また、 $\cos \theta$ の値が -1 のときには、ベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} は互いに相反する性質をもつベクトルである。さらに $\cos \theta$ の値が 0 のとき、ベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} は互いに無関係で独立なベクトルであることになる。また、ベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} のなす角 θ が $\pi/2$ の時、両ベクトルは直交する。この場合、ベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} は互いに無関係（独立）なベクトルである。

ベクトル \mathbf{F} が n 個の構成要素からなる場合、ベクトル \mathbf{F} は互いに直交する n 次のベクトル \mathbf{G}_i ($i=1 \sim n$) の和に分解することが出来る。すなわち、

$$\mathbf{F} = \sum_{i=1}^n f_i \mathbf{G}_i \quad \text{A-10}$$

が成り立つ。フーリエ解析の場合には、直交するベクトル \mathbf{G}_i は三角関数列 $\{1, \cos(x), \cos(2x), \dots, \sin(x), \sin(2x), \dots\}$ になる。離散値ウェーブレット変換においては、直交するベクトル \mathbf{G}_i はウェーブレット基底関数である。例えば、ドビッシー基底関数やコフマン基底関数等である。

係数 f_i は上式の両辺に $\mathbf{G}_j^T (j=1 \sim n)$ をかける。ベクトル $\mathbf{G}_i (i=1 \sim n)$ の間が直交するため、下記式 A-11 が得られる。

$$\begin{aligned} \mathbf{G}_j^T \mathbf{F} &= \mathbf{G}_j^T \sum_{i=1}^n f_i \mathbf{G}_i \\ &= f_i \|\mathbf{G}_i\|^2 + \sum_{i \neq j} f_i \mathbf{G}_j^T \mathbf{G}_i \\ &= f_i \|\mathbf{G}_i\|^2 \end{aligned} \quad \text{A-11}$$

よって、係数 f_i は式 A-12 によって与えられる。

$$f_i = \frac{\mathbf{G}_i^T \mathbf{F}}{\|\mathbf{G}_i\|^2} \quad \text{A-12}$$

ベクトル \mathbf{F} が周期関数からなる場合、 \mathbf{G}_i を正弦波や余弦波の高調波からなる基底関数ベクトルとすれば、式 A-10 はフーリエ級数展開に対応し、式 A-12 はフーリエ係数を求める演算になる。

さらに、内積演算は積分演算に対応することがわかる。例えば、式 A-11 の $\sum \mathbf{G}_j^T \mathbf{G}_i (j \neq i)$ の項は互いに直交する関数 \mathbf{G}_j と \mathbf{G}_i の積を積分したものに对应する。仮に、 \mathbf{G}_j と \mathbf{G}_i がそれぞれ正弦波と余弦波の1周期をサンプリングして得られたベクトルとすれば自明である。ベクトル \mathbf{G}_i 自体の積分をする場合には、上式の $\sum \mathbf{G}_j^T \mathbf{G}_i (j \neq i)$ の項においてベクトル \mathbf{G}_j を \mathbf{G}_i と同じ次数の単位ベクトルとして計算する。積分の結果はベクトル \mathbf{G}_i の構成要素の和となり、例えば \mathbf{G}_i が余弦波を1周期分サンプリングして得られたベクトルならば0となる。

ベクトル \mathbf{G}_i を求める方法について述べる。n個の構成要素からなるベクトルがn個の直交するベクトルの和で表現出来る場合に、その直交するベクトルを系統的に求める方法は以下の通りである。

3次元のベクトル \mathbf{F} が互いに直交するベクトル \mathbf{G}_1 とベクトル \mathbf{G}_2 及びベクトル \mathbf{G}_3 の和からなるとして f_1, f_2 と f_3 を求めていく。

$$\mathbf{F} = f_1 \mathbf{G}_1 + f_2 \mathbf{G}_2 + f_3 \mathbf{G}_3 \quad \text{A-13}$$

となるので、 f_1, f_2 と f_3 は式 A-14 のように求められる。

$$f_1 = \frac{\mathbf{G}_1^T \mathbf{F}}{\|\mathbf{G}_1\|^2} \quad \text{A-14}$$

$$f_2 = \frac{\mathbf{G}_2^T \mathbf{F}}{\|\mathbf{G}_2\|^2} \quad \text{A-15}$$

$$f_3 = \frac{\mathbf{G}_3^T \mathbf{F}}{\|\mathbf{G}_3\|^2} \quad \text{A-16}$$

この結果は3次元のベクトルが3個の互いに直交するベクトルに分解出来ることを意味する。このようなプロセスでn次元のベクトルをn個の互いに直交するベクトルに分解する方法をグラム・シュミット(Gram-Schmidt)の正規直交化法と呼ぶ。ベクトル \mathbf{G}_1 と \mathbf{G}_2 及び \mathbf{G}_3 のそれぞれのノルムが1となるように正規化したベクトルを \mathbf{G}_1' ($=\mathbf{G}_1/\|\mathbf{G}_1\|$) と \mathbf{G}_2' ($=\mathbf{G}_2/\|\mathbf{G}_2\|$) 及び \mathbf{G}_3' ($=\mathbf{G}_3/\|\mathbf{G}_3\|$) とする。ベクトル \mathbf{G}_1' と \mathbf{G}_2' 及び \mathbf{G}_3' のそれぞれに平行なベクトルの和として上記のベクトル \mathbf{F} を表した場合には、これらの \mathbf{G}_1' と \mathbf{G}_2' 及び \mathbf{G}_3' を正規直交ベクトルと呼ぶ。

(3) 線形性と逆行列

比例関係の成り立つ系を線形な系と呼び、線形性が成立しない問題、すなわち、比例関係が成立しない問題を非線形問題と呼ぶ。現代の数学で確実に解ける問題は線形問題のみといっても過言ではない。また、自然科学の多くの法則が自然現象の規則性をみいだすことから、この規則性は多くの場合線形性であり、これらの規則性を組み合わせて複雑な系を解き、因果関係を解明するのが自然科学の役割の一つである。

比例定数に相当する行列を \mathbf{C} とし、既知の情報を構成要素にもつベクトルを \mathbf{F} 、知りたい未知のベクトルを \mathbf{X} とすると、

$$\mathbf{C}\mathbf{X} = \mathbf{F} \quad \text{A-17}$$

未知のベクトル \mathbf{X} を求めるには、左辺の行列 \mathbf{C} を単位行列 \mathbf{U} に変形すれば良いので、

$$\mathbf{U}\mathbf{X} = \mathbf{C}^{-1}\mathbf{C}\mathbf{X} = \mathbf{C}^{-1}\mathbf{F} \quad \text{A-18}$$

逆行列はスカラーの逆数に相当し、一般に逆行列が求められる条件は独立に成り立つ式の数と未知数の数が等しいことである。式の数と未知数の数が一致する条件は、行列 \mathbf{C} が常に正方行列であることを意味する。これらの条件を満足する行列を正則行列と呼ぶ。正方行列であっても逆行列が存在しない行列を特異行列と呼ぶ。大部分の自然科学系の問題で適切に定式化された場合、逆行列は必ず存在する。

一般の数値解析では、数十から数万次の正方行列の逆行列を求めることが必要となる。また、逆行列の求め方も行列の性質によって異なる効率の良い方法がある。このため、通常、科学技術計算に使用する計算機では数値計算ライブラリに必ず何種類かの逆行列を求めるサブルーチンが用意されているので、必要に応じて適当なサブルーチンを利用する。

逆行列を使って解析が可能な問題は通常、順問題と呼ばれる。初期値問題や境界値問題を解く問題等は全て順問題であり、なんらかの形による逆行列の応用となる。

例えば、3個の要素からなる任意のベクトル \mathbf{D} は3個の直交するベクトル \mathbf{A} , \mathbf{B} , \mathbf{C} の組合せによって表すことが出来る。ベクトル \mathbf{A} , \mathbf{B} , \mathbf{C} , \mathbf{D} が式 A-19 で示されるとすれば、ベクトル \mathbf{D} はベクトル \mathbf{A} と \mathbf{B} と \mathbf{C} に線形従属している。

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \mathbf{B} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \mathbf{D} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{pmatrix} \quad \text{A-19}$$

$$\mathbf{D} = x_1 \mathbf{A} + x_2 \mathbf{B} + x_3 \mathbf{C} \quad \text{A-20}$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \quad \text{A-21}$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix} \quad \text{A-22}$$

2. 確率・統計的方法

本論文で提案する方法の妥当性や有効性を評価するため、ここでは、従来の心理学的アンケートデータ解析の常套手段である確率・統計的方法に関して述べる[43]-[46]。

確率・統計的方法とは、母集団から任意に抽出されたサンプルとしてのデータから、母集団を特徴づけるパラメータを推定したり、母集団に対する仮説を検定したりすることである。このような統計的処理のことを統計的推測という。また、母集団を仮定しない場合は特に記述統計と呼び、統計的推測とは区別するのが一般的である。

確率・統計的方法は大きく分けると1変量と多変量に分けられる。その中で代表的な例を挙げると、例えば t 検定は1変量の2群に関する差の検定、分散分析は1変量の3つ以上の群に関する差の検定、相関係数は2変量間の関連を調べる統計処理である。因子分析と重回帰分析は、共に多変量解析の中の統計処理で、因子分析は多変量間の共通要因を探る方法、重回帰分析は多変量間の因果関係を調べる方法である。

確率・統計的方法の中で相関分析や因子分析は特にデータの線形性を前提としているので、非線形のデータにおいては適用が難しい。しかし、離散値系ウェーブレット多重解像度解析を用いることにより、データが非線形の場合にも相関分析や因子分析をより柔軟に適用することが可能となる。また、離散値系ウェーブレット多重解像度解析は、因子負荷量に基づいて各群の差異を検証する際に有効である。

(1) t 検定

t 検定は2つの群の差の検定等に代表される t 分布を使った統計的検定の一種である。この t 検定の手順は、次の通りである。母集団に関して仮説 H_0 をたてる。この母集団から大きさ N のサンプル x_1, x_2, \dots, x_n を抽出する。また、確率変数 X_1, X_2, \dots, X_N に対し検定統計量 $t(X_1, X_2, \dots, X_N)$ の分布を調べておき、有意水準 α に対する棄却域 R (critical region) を求める。

そこで、大きさ N のサンプル x_1, x_2, \dots, x_n より計算した検定統計量 $T(x_1, x_2, \dots, x_n)$ が棄却域 R に含まれるならば H_0 は棄て、 $T(x_1, x_2, \dots, x_n)$ が棄却域 R に含まれないならば H_0 は棄てられないとする。

母平均の検定の場合、サンプルを取り出したとき、これらが母平均 μ_0 の正規母集団からの抽出かどうかを検定するときの仮説 H_0 は「母平均は μ_0 である」となる。母集団についての仮定を仮説 H_0 (statistical hypothesis) といい、この仮説と異なる仮説を対立仮説 H_1 という。

また、検定を行うときにあらかじめ定めておく確率 α のことを有意水準 (level of significance) といい、一般には $\alpha=0.05$, $\alpha=0.01$ とする。これは、まれなことが起こったとする確率を意味し、サンプルを抽出したときにまれなことが起これば、そのサンプルは母集団と有意な差があったと考える。この有意水準 α を与える領域を棄却域 R という。

2つの母平均の差の検定方法は下記の通りに分けられる。

2つの正規母集団 $N(\mu_1, \sigma_1^2)$, $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ の母平均の差 $\mu_1 - \mu_2$ を検定する場合、2つの母分散 σ_1^2 , σ_2^2 について、次の3通りの可能性が考えられる。

(a) 母分散 σ_1^2 , σ_2^2 が共に既知の場合

このとき、大きさ N_1 と N_2 の2つのサンプル $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N_1})$ $(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2N_2})$ による母平均の差 $\mu_1 - \mu_2$ の検定統計量 $T(\bar{x}_1, \bar{x}_2)$ は次式となり、その分布は標準正規分布 $N(0,1)$ に従う。

$$T(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1}{N_1} + \frac{\sigma_2}{N_2}}} \quad \text{A-23}$$

(b) 母分散 σ_1^2 , σ_2^2 は未知だが、 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ と仮定出来る場合

この場合を一般化したものが1元配置の分散分析である。大きさ N_1 と N_2 の2つのサンプル $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N_1})$ $(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2N_2})$ による母平均の差 $\mu_1 - \mu_2$ の検定統計量 $T(\bar{x}_1, \bar{x}_2, s^2)$ は式 A-24 となり、その分布は自由度 $N_1 + N_2 - 2$ の t 分布に従う。

$$T(\bar{x}_1, \bar{x}_2, s^2) = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right) s^2}} \quad \text{A-24}$$

ただし,

$$s^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \quad \text{A-25}$$

で, $T(\bar{x}_1, \bar{x}_2, s^2)$ の分布は自由度 $N_1 + N_2 - 2$ の t 分布に従う. ここで, 次のように仮説と対立仮説をたてる.

仮説 $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

対立仮説 $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

このとき, $T(\bar{x}_1, \bar{x}_2, s^2)$ が棄却域 R に含まれるとき, 仮説を棄却する. つまり式 A-26 が成立すれば, 有意水準 α で仮説 H_0 を棄てる.

$$\frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right) s^2}} \geq t_{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{\alpha}{2} \right) \quad \text{A-26}$$

(c) 母分散 σ_1^2 , σ_2^2 が共に未知の場合

この場合はウェルチの検定と呼ばれている. 大きさ N_1 と N_2 の 2 つのサンプル $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N_1})$ $(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2N_2})$ による母平均の差 $\mu_1 - \mu_2$ の検定統計量 $T(\bar{x}_1, \bar{x}_2, s_1^2, s_2^2)$ は式 A-27 となり, その分布は自由度 m の t 分布に従う.

$$T(\bar{x}_1, \bar{x}_2, s_1^2, s_2^2) = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}} \quad \text{A-27}$$

ただし,

$$s_1^2 = \frac{\sum (x_{1i} - \bar{x}_1)^2}{N_1 - 1}, \quad s_2^2 = \frac{\sum (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{N_2 - 1} \quad \text{A-28}$$

この自由度 m は式 A-29 で近似出来る. m が整数でないときは, m に最も近い整数を m と定める.

$$m = \frac{\left(\frac{s_1^2}{N} + \frac{s_2^2}{N}\right)^2}{\frac{s_1^4}{N_1^2(N_1-1)} + \frac{s_2^4}{N_2^2(N_2-1)}}$$

A-29

そこで、次のように仮説と対立仮説をたてる。

仮説 $H_0: \mu_1 = \mu_2$

対立仮説 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

このとき、 $T(\bar{x}_1, \bar{x}_2, s_1^2, s_2^2)$ が棄却域 R に含まれるならば、有意水準 α で仮説 H_0 を棄てる。

(2) 分散分析

2つの母平均の差の検定を3つ以上の母平均の差の検定に一般化したものとして分散分析がある。

因子 A は実験結果に影響を与えると考えられる要因、水準 A_i は因子 A をいくつかの段階に分ける条件である。そこで、表 A-1 のように、1つの因子 A が a 個の水準 A_1, A_2, \dots, A_a にわかれ、各水準 A_i に n_i 個のデータ $\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ini}\}$ が並んでいるとき、その配列を 1元配置と呼ぶ。

表 A-1 因子、水準、データ

因子 A	{	因子 A の水準	データ
		水準 A_1	$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n1}$
		水準 A_2	$x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n2}$
		⋮	⋮
		水準 A_a	$x_{a1}, x_{a2}, \dots, x_{ana}$

表 A-2 1元配置の分散分析表

変動の要因	平方和	自由度	平均平方	F_0
水準間の変動	S_A	$a-1$	V_A	$\frac{V_A}{V_E}$
水準内の変動	S_E	$N-a$	V_E	

$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^a n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

A-30

全変動 水準間の変動 水準内の変動

から得られる検定統計量の不等式

$$F_0 = \frac{V_A}{V_E} \geq F_{(a-1, N-a)}(\alpha) \quad \text{A-31}$$

の大小関係により，仮説

仮説 H_0 ：全ての母平均は互いに等しい
を検定する。

(3) 相関係数

2変量 \mathbf{x} と \mathbf{y} の相関係数 r は式 A-32 のように定義される。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{A-32}$$

この相関係数 r をピアソンの積率相関係数という。相関係数は常に， $-1 \leq r \leq 1$ となる。相関係数は，ベクトルと密接な関係がある。重心が原点にある2つベクトル

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N), \quad \mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_N) \quad \text{A-33}$$

に対して内積とは

$$\mathbf{x} \cdot \mathbf{y} = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_N y_N = \|\mathbf{x}\| \|\mathbf{y}\| \cos \theta \quad \text{A-34}$$

で定義される。ただし，

$$\|\mathbf{x}\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2} \quad \text{A-35}$$

$$\|\mathbf{y}\| = \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_N^2} \quad \text{A-36}$$

この式を変形していくと

$$\begin{aligned}
\cos \theta &= \frac{\mathbf{x}\mathbf{y}}{\|\mathbf{x}\|\|\mathbf{y}\|} \\
&= \frac{x_1y_1 + x_2y_2 + \cdots + x_Ny_N}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_N^2} \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + \cdots + y_N^2}} \\
&= \frac{x_1y_1 + x_2y_2 + \cdots + x_Ny_N}{\frac{N-1}{\sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_N^2}{N-1}} \sqrt{\frac{y_1^2 + y_2^2 + \cdots + y_N^2}{N-1}}}} \\
&= \frac{\mathbf{x}\text{と}\mathbf{y}\text{の共分散}}{\sqrt{\mathbf{x}\text{の分散}} \sqrt{\mathbf{y}\text{の分散}}}
\end{aligned}
\tag{A-37}$$

となる。よって、 \mathbf{x} と \mathbf{y} の平均値が 0 の場合、相関係数 = $\cos \theta$ となる。この θ は 2 ベクトル間の角である。従って、 $\cos \theta = 1$ であれば全て同じ性質のベクトル、 $\cos \theta = 0$ であれば全く無関係なベクトルであり、これが相関係数の物理的意味となる。

このように相関係数は線形性をもった性質に対しては有効である。それに対し、ウェーブレット変換による統計処理は線形性をもたない性質に対しても有効である。具体的には、ウェーブレット変換では、回答の傾向や変化のパターンを当てはめることが出来るので、これらの変化の仕方による関連性・類似度をみる事が出来る。

(4) 因子分析

因子分析とは、いろいろな要因の背後に潜む共通因子を探り出すための統計処理である。変数 x_i ($i=1 \sim n$) に対して因子分析をする際には、次のモデル式 A-38 で表すように、変数を標準化して得られた z_i ($i=1 \sim n$) を用いる。

$$\begin{cases} z_1 = a_1 f + \varepsilon_1 \\ z_2 = a_2 f + \varepsilon_2 \\ \dots \\ z_n = a_n f + \varepsilon_n \end{cases}
\tag{A-38}$$

ただし、このモデル式 A-38 は因子が 1 つの場合である。式 A-38 の a_1, a_2, \dots, a_n を共通因子 f の因子負荷量という。また、 $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \sim \varepsilon_n$ を誤差という。上式の因子負荷量を求めることを因子分析という。上記のモデル式において、因子 f と誤差 $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \sim \varepsilon_n$ は独立と仮定しているので、これらの間の共分散 $Cov(\varepsilon_i, f)$ と $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j)$ は 0 となる。

$$\begin{aligned}
Cov(\varepsilon_i, f) &= 0 \quad , \quad Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \\
&\quad (i=1 \sim n, j=1 \sim n, i \neq j)
\end{aligned}
\tag{A-39}$$

さらに、分散 $Var(f)$ と共分散 $Cov(f, f)$ については次式の仮定がある。

$$\text{Var}(f) = \text{Cov}(f, f) = 1 \quad \text{A-40}$$

従って、次の2式が成り立つ。

$$\begin{aligned} \text{Var}(z_i) &= \text{Var}(a_i f + \varepsilon_i) \\ &= a_i^2 \text{Var}(f) + \text{Var}(\varepsilon_j) + 2a_i \text{Cov}(f, \varepsilon_i) \\ &= a_i^2 + \text{Var}(\varepsilon_j) \end{aligned} \quad \text{A-41}$$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(z_i, z_j) &= \text{Cov}(a_i f + \varepsilon_i, a_j f + \varepsilon_j) \\ &= a_i a_j \text{Cov}(f, f) + a_i \text{Cov}(f, \varepsilon_j) + a_j \text{Cov}(f, \varepsilon_i) + \text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) \\ &= a_i a_j \end{aligned} \quad \text{A-42}$$

ここで、上記のモデル式による分散共分散行列と、データの相関行列を等しいとすることで因子負荷量 a_1, a_2, \dots, a_n を求めることが出来る。

ウェーブレット変換は差異の検討においても、変化のパターンを考察する際に有効である。具体的には、因子分析結果の因子負荷量に基づいて、各群の差異を検証することが出来る。

(5) 重回帰分析

重回帰分析は「因果関係を分析するための統計処理」と考えられている。p個の原因 x_1, x_2, \dots, x_p がある結果に影響を及ぼしているとき、それぞれの原因が結果に与える影響の大きさを b_1, b_2, \dots, b_p とすれば、結果の予測値 Y を式 A-43 のように表すことが出来る。

$$Y = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_p x_p + b_0 \quad \text{A-43}$$

この b_1, b_2, \dots, b_p を偏回帰係数といい、実測値 y と予測値 Y との差 $y - Y$ を残差、または誤差という。

このように、重回帰分析は、線形性の関連に関する統計処理であるため、非線形のデータに対しては離散値系ウェーブレット多重解像度解析の適用が考えられる。

付録 B

1. 画像解析の基礎

画像は、人類が集団生活を始めて集落等の社会システムを形成し、社会を構成する個人間や集団間の意志伝達を行う最も原始的な視覚情報伝達手段として発明された。東洋では、画像が表現する内容について分類し、個々の情報をもつ画像を組み合わせてより複雑な内容を伝達する漢字の発明に繋がり、漢字はそれ自身独自の体系化と変形がなされて現代の文字へ昇華され、文字を使った新しい学術分野である文学の世界を開花した。西洋では、東洋と異なり画像を類推させる漢字の発明に繋がらず、画像は画像でしか表現出来ない意思や感動を伝達する手段として発展し、絵画芸術として集大成された。絵画芸術は画像でしか表現出来ない情報の凝縮ともいえる。画像の芸術性は画像しかもち得ない情報を如何に効率よく円滑に伝えるかで評価されると考えても良いだろう。

現代の情報化社会の中で、画像は重要な役割を果たしている。その理由は、画像が文字や音等に比べて非常に多くの情報をもつことである。画像技術は光による化学反応を利用した写真から電気信号を利用したアナログ型テレビ・ビデオ技術を経て近年のデジタル技術時代へ移りつつある。アナログ写真の化学変化を利用した画像の解像度はきわめて細かい粒子の発色に基づくため、画像の再現性はいうに及ばず画像の雰囲気までも伝えることが可能であり、いわゆる芸術作品となり得る。しかし、アナログ画像は、どのような素晴らしい画像であっても、厳密に同一画像を再現出来ない。

電荷結合素子 (CCD: Charge Coupled Device) を前提とするデジタル画像はアナログ画像の粒子に対応する画素数が有限である。このため、対象画像の細部に対する再現性はアナログ画像に比較し得るものではない。しかし、画素数が有限であり、個々の画素を制御することが可能であるため、アナログ画像技術では不可能な全く同一画像を再現することが容易である。さらに、アナログ画像技術の不得手な作業である画像の局所の変形や合成等をデジタル画像技術は得意とする。このようにアナログ画像とデジタル画像は、前者が自然現象である化学変化を巧みに利用した技術であるため、きわめて高い解像度を有する反面、画像の制御に習熟と一定の限界がある。他方、後者は人工的な画素を前提にするため粗い解像度であるが、画像の制御に習熟が必要なく制御性は無限である。

本項は、計算機による画像認識を目標としたデジタル画像処理技術の基礎について述べる。計算機はデジタル画像を数値として認識するため、多くの数値データの内のたとえ1つでも数値が異なっていたら、異なる画像として認識する。他方、人間はわずかに異なった画像であっても同一画像と認識することが可能である。すなわち、大まかな画像認識を人間は得意とするが、細かい相違部分を認識出来ない。計算機は画像の細かい相違部分の認識を得意とするが、大まかな認識が難しい。計算機に画像認識能力をもたせようとする技術は、人間の大きな画像認識能力を計算機に付加する技術である。

画像を計算機で処理したい場合には、画像をデジタル化しておく必要がある。デジタル画像生成方法として、対象物をCCDカメラ等によって直接撮影し、その画像を接続した計算機に読み込むものが挙げられる。

計算機の中では、画像を1つ1つの小さな点の集まり(画素)として扱う。デジタル画像はこの1つ1つの点の色の情報(通常輝度で表す)が数値(デジタル)化され、記録されたものである。画素は図 A-1(a)のように2次元格子状に配置されているので、デジタル画像の画素数は、横方向の画素数×縦方向の画素数で定義される。この画素数を画像の解像度、または空間解像度という。画素が多いほど高解像度の画像であり、細かい表現が可能になる。白黒画像は各ピクセルの情報を輝度値だけで表す。

図 B-1(a)は 16×8 画素の画像である。図 B-1(b)に示しているように、各格子(画素)点の座標を (i, j) 、その濃淡値を I_{ij} と書くことすれば、画像全体は $I = \{I(i, j)\}$ ($i=1, 2, \dots, N; j=1, 2, \dots, M$) と表せる。すなわち、画像全体は第 i 行 j 列の要素が正数値 I_{ij} であるような行列とみなすことが出来る(表 B-1)。これはプログラムで使われる画像データの2次元配列の構造である。 M, N はそれぞれ画像の横及び縦方向の画素数である。

カラー画像では、色を混ぜ合わせることで別の色をつくる混色という考え方にに基づき色が作られる。この場合は、画像の各画素が3つの基本色(赤 R, 緑 G, 青 B)成分をもつことになるが、通常は各成分に対応した3枚の濃淡画像の組で表す。すなわち、各画素の情報を R, G, B 三原色それぞれの輝度値で表す ($I_R(i, j), I_G(i, j), I_B(i, j)$)。RGB は光の三原色を波長が長い赤から、中間波長の緑、最も短い青成分に対応させる。このため、赤成分の画像は滑らかな柔らかい感じの画像情報を与え、青成分のように周波数が高いほど細かい凹凸情報をもつ画像を与える。24bit カラー画像というのは、R が8bit, G が8bit, B が8bit の画像のことである。

カラー画像の RGB 成分を合成してモノクロ画像を生成する一つの代表的な方法はテレビ等で使われる NTSC スタイルである。その RGB の配分比率は $\{0.3, 0.59, 0.11\}$ となる。すなわち、生成したモノクロ画像の各画素の濃淡値 $I(i, j) = 0.3 * I_R(i, j) + 0.59 * I_G(i, j) + 0.11 * I_B(i, j)$ で計算する。

通常用いられている全ての画像においてその画像を構成する画素が明るさと色という情報をもっているわけではなく、必要に応じて以下の3種類の画像が用いられる。第1は2値化画像であり、各画素が明(白)と暗(黒)のように2つの値で表現される。第2は階調画像であり、各画素は何段階かの明るさをもっている。白から灰色、そして黒の場合をグレースケールと呼び一般的に用いられている。第3はカラー画像であり、各画素が階調だけではなく、色をもつものである。通常は赤、緑、青の三原色が各々階調をもつものとして表現される。

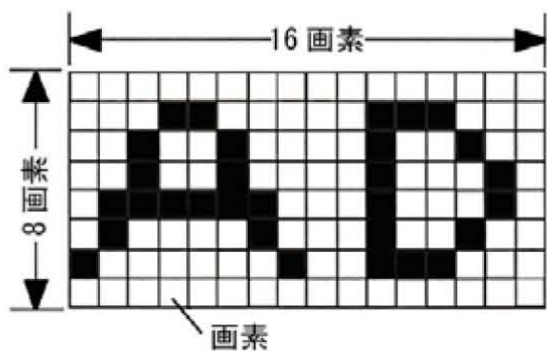


図 B-1(a) 16 x 8 画素の 2 値画像

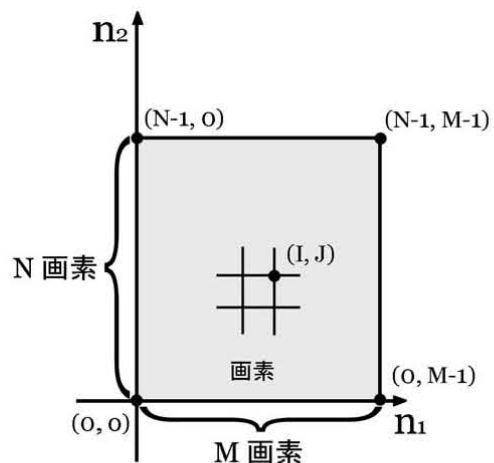


図 B-1(b) 画像の構成

表 B-1 画像のデータの配列

f[0,0]	f[1,0]	.....	f[M-2,0]	f[M-1,0]
f[0,1]	f[1,1]	.....	f[M-2,1]	f[M-1,1]
.....
f[0,N-2]	f[1,N-2]	.....	f[M-2,N-2]	f[M-1,N-2]
f[0,N-1]	f[1,N-1]	.....	f[M-2,N-1]	f[M-1,N-1]

2. フーリエ変換

任意の周期波形を正弦波と余弦波の和で表現するフーリエ級数から正弦波と余弦波を複素数で表現するフーリエ変換に関する基礎理論[47] [48]を述べ、フーリエ変換のパワースペクトル（同一周波数の実数部と虚数部のノルム）を用いることにより、2次元空間中における対象図形の空間的位置情報を削除することができ、対象図形の幾何学的複雑さを表す周波数情報のみが表現可能となる理論的背景について述べる。具体的には、フーリエ変換のノルムの性質を使い、2個の空間位相の異なる対象図形で異なる部分の空間周波数情報のみを抽出するフィルターを構築する。さらに、対象図形間で異なる部分の空間周波数情報のみを抽出するフィルターともとのフーリエスペクトルのたたみ込み（コンボリューション）演算を行い、フィルター出力のフーリエスペクトルをフーリエ逆変換し、2個の空間位相の異なる対象画像中の相違部分のみを抽出する。

(1) フーリエ変換の基礎

フーリエ変換とは、図 B-2 に示したある関数を時間領域から周波数領域へ変換する操作である。フーリエ逆変換は、周波数領域から時間領域へ変換する操作である。簡単にいえば、フーリエ変換は、音楽家がある音（時間領域における信号）を聴きながら、どの音符（周波数）を演奏されているかを定める過程のようである。フーリエ逆変換は、音楽家が楽譜の上の音符をみながら、音に換える過程のようである。フーリエ変換及びフーリエ逆変換は以下の式で与えられる。

$$F(\omega) = \int f(t)e^{-i\omega t} dt \quad \Leftrightarrow \quad f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega)e^{i\omega t} d\omega \quad \text{B-1}$$

ここで、 $e^{i\omega t} = \cos(\omega t) + i \sin(\omega t)$ 、 $i = \sqrt{-1}$ となる。

フーリエ級数はフーリエ（逆）変換の離散的な表現であり、関数に対して定義されるフーリエ係数を用いて

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n e^{in\omega t}, \quad c_n = \frac{1}{T} \int_T f(t)e^{-in\omega t} dt \quad \text{B-2}$$

の形に表される三角級数のことである。すなわち、フーリエ級数は任意のデータ系列を周波数の異なる正弦波と余弦波の和として表現するものである。その結果、解析的には解釈が困難であるデータが容易に解析出来るようになる。フーリエ変換により得られるスペクトルを観察すれば、データの動きを支配している周波数を特定化することが出来る。しかし、フーリエ変換を行うと、時間に関する情報が失われてしまうため、時間の経過と共にデータの周波数特性が変化する場合、そうした変化を把握することが出来ないという問題点がある。

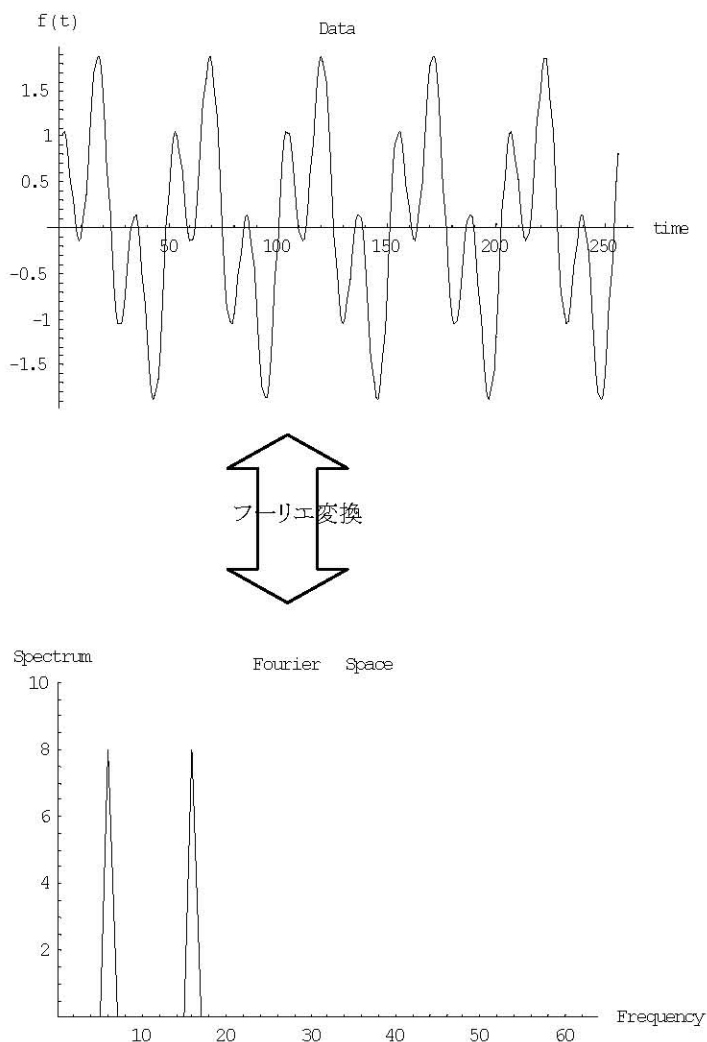


図 B-2 フーリエ変換

図 B-2に示した連続信号のフーリエ変換に対して、サンプリングした離散信号のフーリエ変換を離散値系フーリエ変換と呼ぶ。連続信号を離散信号へと変換する際に、どの程度の間隔でサンプリングを行うかはサンプリング定理で決まる。サンプリング定理では、信号の最大周波数 f_{\max} の2倍の周波数 $f_s = 2f_{\max}$ でサンプリングを行うことにより、サンプリング後の不連続な信号からもとの連続的な信号を再現することが出来ることを示している。例えばもとの信号に含まれる周波数が直流(周波数 0Hz)から最高で $f_{\max} = 10\text{kHz}$ である場合、 $f_s = 20\text{kHz}$ よりも高い周波数でサンプリング(1秒間に20000回超で値を取得)すれば、原信号を完全に復元することが出来る。この周波数が f_s の時の周波数をナイキスト周波数といい、ナイキスト周波数の逆数をナイキスト間隔という。逆にい

うと、サンプリング周波数 f_s で計測した離散信号表現する周波数の範囲はサンプリング周波数の半分(周波数 $f_s/2$)である。

連続信号を N 個のサンプル値で表すとき、離散値系フーリエ変換は式 A-3 で示される。

$$G(n/N) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N-1} f(k) e^{-i2\pi nk/N} \quad (k \text{ が周波数に相当する}) \quad \text{B-3}$$

フーリエ係数 $G_0, G_1, G_2, \dots, G_{N-1}$ の関係を次に示す。

- G_0 直流成分
- G_1 と G_{N-1} 基本周波数成分
- G_2 と G_{N-2} 基本周波数成分の 2 倍の高調波成分
- G_3 と G_{N-3} 基本周波数成分の 3 倍の高調波成分
- ...
- G_M と G_{N-M} 基本周波数成分の M 倍の高調波成分

ただし、 $M=N/2$ である。例えば、 $N=4$ の場合、上式の $G(n/N)$ は G_n とすると、下記の式のようになる。

$$\begin{bmatrix} G_0 \\ G_1 \\ G_2 \\ G_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} W^0 & W^0 & W^0 & W^0 \\ W^0 & W^1 & W^2 & W^3 \\ W^0 & W^2 & W^3 & W^4 \\ W^0 & W^3 & W^2 & W^1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(0) \\ f(1) \\ f(2) \\ f(3) \end{bmatrix} \quad \text{B-4}$$

周期性の評価に欠かせないのがフーリエ変換であり、2次元の場合においても1次元の信号の周波数解析と基本的には同じである。信号の場合にはデータが時間の経過に伴うものであるのに対し、画像の場合には位置の変化によるものになる。画像は濃淡データを集めたものであるため、濃淡を用いてフーリエ変換を行う。画像の濃淡の変化は水平方向と垂直方向の2方向に存在するので、2次元フーリエ変換を適用することとする。

画像の周波数は信号の周波数におき換えることが可能である。周波数の低い画像とはおおまかな絵、周波数の高い画像とは細かい絵ということである。すなわち、画像でも信号と同じような周波数処理が出来る。画像を周波数で処理する場合、画像を周波数空間に変換する。この変換にはフーリエ変換を適用する。

画像の2次元フーリエ変換においては、画像の周波数成分によって、必要なサンプリング間隔が異なる。画像解析のサンプリング定理は、サンプリング間隔(または、画素数のサイズ)を Δd とすると、空間周波数が $1/(2\Delta d)$ までの画像は表現出来るが、それ以上に細かい画像は表現出来ない。また、画像は2方向(水平と垂直)のサンプリング間隔 Δd (最高周波数はそれぞれ $f_{x_{\max}}=1/\Delta d$ と $f_{y_{\max}}=1/\Delta d$) をもっているため、表現出来る周波数の範囲はそれぞれ $f_{x_{\max}}/2(=1/(2\Delta d))$ と $f_{y_{\max}}/2(=1/(2\Delta d))$ である。一般的に、図 B-3 に示すように、フーリエ変換後の周波数分布特性は中心から離れるにつれて周波数が高くなっていくものである。したがって、2次元フーリエ変換のスペクトルの図は4分の1の周波数範囲で表現出来る。

図 B-4 (a) は水平と垂直方向に周期的に明るさが変化する画像である。図 B-4 (a) のグレースケールの画像に2次元フーリエ変換を適用し、スペクトルを濃淡で表したものが図 B-4 (b) である。中心が低周波成分、隅が高周波成分である。図 B-4 (b) より、画像は低周波成分のスペクトルが大きく、高周波成分のスペクトルが小さいことがわかる。

フーリエスペクトルの図の各位置におけるフーリエ逆変換時のイメージ画像を図 B-5 で示す。

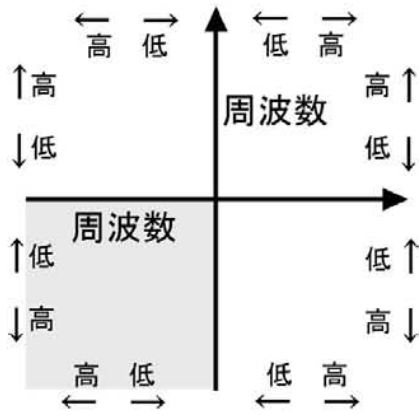


図 B-3 画像のフーリエスペクトルの周波数分布

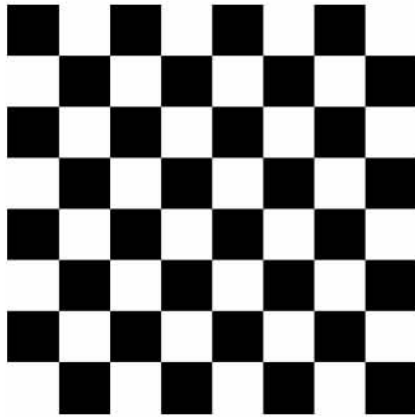


図 B-4(a) 画像

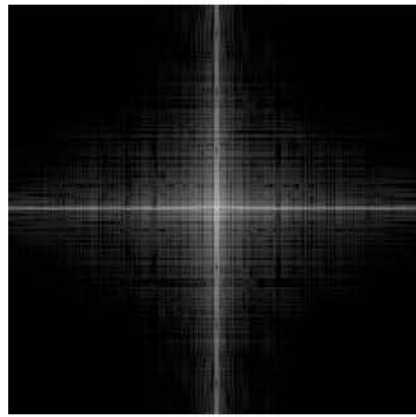


図 B-4(b) フーリエスペクトル

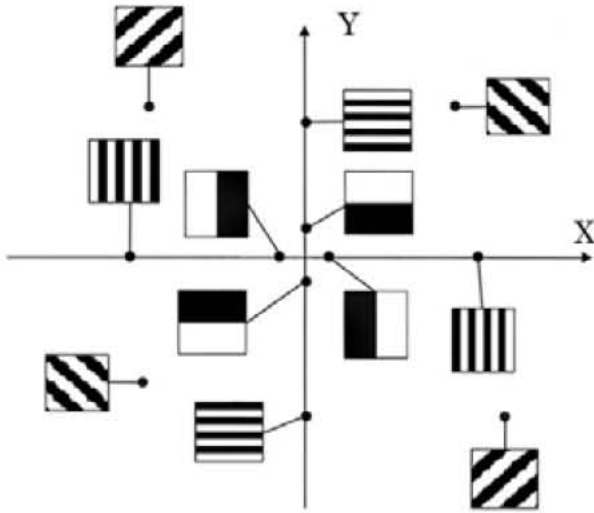


図 B-5 フーリエスペクトルとフーリエ逆変換時のイメージ画像との関係

(2) 離散値系フーリエ変換

一般に、 n 次の 1 次元行列 F

$$F = [f(0), f(\Delta x), \dots, f((n-1)\Delta x)]^T \quad \text{B-5}$$

に対して、離散値系フーリエ変換行列は式 B-6 で与えられる。

$$C = \frac{1}{\sqrt{n}} \begin{pmatrix} e^0 & e^0 & \cdot & e^0 \\ e^0 & e^{-i\Delta x} & \cdot & e^{-i(n-1)\Delta x} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ e^0 & e^{-i(n-1)\Delta x} & \cdot & e^{-i(n-1)(n-1)\Delta x} \end{pmatrix}, \quad e^{i\alpha} = \cos(\alpha) + i\sin(\alpha), \quad i = \sqrt{-1} \quad \text{B-6}$$

一次元離散値系フーリエ変換は、式 B-6 の変換行列を使って式 B-7 のように行われる。

$$\begin{aligned}
\hat{\mathbf{F}} &= \mathbf{C}\mathbf{F} \\
&= \frac{1}{\sqrt{n}} \begin{pmatrix} e^0 & e^0 & \cdot & e^0 \\ e^0 & e^{-i\Delta x} & \cdot & e^{-i(n-1)\Delta x} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ e^0 & e^{-i(n-1)\Delta x} & \cdot & e^{-i(n-1)(n-1)\Delta x} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f(0) \\ f(\Delta x) \\ \cdot \\ f((n-1)\Delta x) \end{pmatrix} \\
&= \frac{1}{\sqrt{n}} \begin{pmatrix} f(0) + f(\Delta x) + \cdots + f((n-1)\Delta x) \\ f(0) + e^{-i\Delta x} f(\Delta x) + \cdots + e^{-i(n-1)\Delta x} f((n-1)\Delta x) \\ \cdots \\ f(0) + e^{-i(n-1)\Delta x} f(\Delta x) + \cdots + e^{-i(n-1)(n-1)\Delta x} f((n-1)\Delta x) \end{pmatrix}
\end{aligned} \tag{B-7}$$

ここで、 $\hat{\mathbf{F}}$ はフーリエスペクトルと呼ばれる。

離散値系フーリエ逆変換は、上添え字「*」が複素共役演算を示すものとして、

$$\mathbf{F} = (\mathbf{C}^T)^* \hat{\mathbf{F}} \tag{B-8}$$

で行われる。式 B-8 が成り立つためには、

$$\mathbf{C}^{-1} = (\mathbf{C}^T)^* \tag{B-9}$$

の条件が必要である。

モノクロの画素からなる画像データは一種類の濃淡を示す数値の並びとなる。これに対してカラー画像のデータは一般に3種類の濃淡の数値の並びとなる。例えば、人間の眼球の網膜に分布する3種類の色センサーである各錐体への刺激強度に対応した赤色R、緑色G、青色Bのモノクローム画像の濃淡のデータの並びが用いられる。これらのRGBデータは計算機用モニタディスプレイ等で表示される発光色の強度に対応しているため、カラー画像データとしては最も一般的である。その他に色の明るさ成分に加えて色合いを示す色相、色の濃さに相当する色純度といった色の3属性データの並びがある。視覚特性においては明るさ成分以外のデータ量はある程度の削減が可能であり、3属性データの並びはテレビ信号や画像通信に利用されている。

静止画像ではなく動画の画像データを扱う場合には、時間軸方向のデータの並びも含めた3次元データを離散値系フーリエ変換することになる。同様に立体画像のデータを扱う場合に3次元データの変換が必要になる。

ここで、画像データの離散値系フーリエ変換について具体的に説明する。画像データは2次元配列に格納された数値の並びとして計算機中で表現されるため、画像の2次元離散値系フーリエ変換は、1次元離散値系フーリエ変換をまず横方向に行い、次に縦方向にも実施することによって完了する。

次式は2次元行列の \mathbf{F} の離散値系フーリエ変換を示す。

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(\Delta x,0) & \cdot & f((n-1)\Delta x,0) \\ f(0,\Delta y) & f(\Delta x,\Delta y) & \cdot & f((n-1)\Delta x,\Delta y) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ f(0,(n-1)\Delta y) & f(\Delta x,(n-1)\Delta y) & \cdot & f((n-1)\Delta x,(n-1)\Delta y) \end{pmatrix} \quad \text{B-10}$$

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{F}} &= \mathbf{C}_x \mathbf{F} \mathbf{C}_y^T \\ &= \frac{1}{n} \begin{pmatrix} e^0 & e^0 & \cdot & e^0 \\ e^0 & e^{-i\Delta x} & \cdot & e^{-i(n-1)\Delta x} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ e^0 & e^{-i(n-1)\Delta x} & \cdot & e^{-i(n-1)(n-1)\Delta x} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f(0,0) & f(\Delta x,0) & \cdot & f((n-1)\Delta x,0) \\ f(0,\Delta y) & f(\Delta x,\Delta y) & \cdot & f((n-1)\Delta x,\Delta y) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ f(0,(n-1)\Delta y) & f(\Delta x,(n-1)\Delta y) & \cdot & f((n-1)\Delta x,(n-1)\Delta y) \end{pmatrix} \\ &\quad \begin{pmatrix} e^0 & e^0 & \cdot & e^0 \\ e^0 & e^{-i\Delta y} & \cdot & e^{-i(n-1)\Delta y} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ e^0 & e^{-i(n-1)\Delta y} & \cdot & e^{-i(n-1)(n-1)\Delta y} \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{n} \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(k-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \cdot & \cdot \\ \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(j-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(k-1)\Delta y} e^{-i(j-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \cdot & \cdot \\ \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(j-1)(n-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(k-1)\Delta y} e^{-i(j-1)(n-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \cdot & \cdot \\ \cdot & \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(k-1)(n-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \cdot & \cdot \\ \cdot & \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(k-1)(n-1)\Delta y} e^{-i(j-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-i(k-1)(n-1)\Delta y} e^{-i(j-1)(n-1)\Delta x} f[(k-1)\Delta x, (j-1)\Delta y] & \cdot & \cdot \end{pmatrix} \end{aligned}$$

B-11

2次元フーリエ逆変換は

$$\mathbf{F} = (\mathbf{C}_x^T)^* \hat{\mathbf{F}} \mathbf{C}_y^* \quad \text{B-12}$$

である。

参考文献

- [1] Ekman and Friesen, “表情分析入門”, 誠信書房, 1975.
- [2] Malatesta, C. Z., Flore, M. J. and Messina, J. J, “Affect, personality, and facial expressive characteristics of older people”, *Psychology and Aging*, 2, pp.64-99, 1987.
- [3] 宇良千秋・矢富直美, “高齢者の笑いの表情に対する年齢と認知能力の影響”, *発達心理学研究*, 第8巻, 第1号, pp.34-41, 1997.
- [4] 齋藤兆古, “ウェーブレット変換の基礎と応用—Mathematica で学ぶ—”, 朝倉書店, 1998.
- [5] Morlet, J. et al., “Sampling Theory and Wave Propagation”, *Geophysics*, 47, pp.203-236, 1982.
- [6] Hubbard, B. B. “The World According to Wavelets”, A K Peters, Ltd, Massachusetts, 1998.
- [7] Daubechies, I., “Ten Lectures on Wavelets”, Society for Industrial and Applied Mathematics, 1992.
- [8] Mallat, S.A., “Theory for Multi-resolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation”, *IEEE Trans. PAMI* 11, pp.674-693, 1989.
- [9] 柏木恵子(編), “結婚・家族の心理学—家族の発達・個人の発達—”, ミネルヴァ書房, 1998.
- [10] 柏木恵子, 永久ひさ子, “女性における子どもの価値—今, なぜ子どもを産むか—”, *教育心理学研究*, Vol.47, No.2, pp.170-179, 1999.
- [11] 森永康子, “大卒・短大卒女性の仕事に関する価値観”, *教育心理学研究*, Vol.45, pp.166-172, 1997.
- [12] 盛山和夫(編), “日本の階層システム4—ジェンダー・市場・家族—”, 東京大学出版会, 2000.
- [13] 海老原武, “シングルライフ”, 集英社, 2000.
- [14] 伊藤公雄, “<男らしさ>のゆくえ—男性文化の文化社会学—”, 新曜社, 1993.
- [15] 伊藤公雄, “男性学入門”, 作品社, 1996.
- [16] 鹿嶋敬, “男の座標軸—企業から家庭・社会へ—”, 岩波新書, 1993.
- [17] 望田幸男, 大西広, “ゆらぐ大人=男性社会—世紀末の著者と女性—”, 有斐閣, 1992.
- [18] 労働省, “労働白書—平成12年版労働経済の分析—”, 2000.
- [19] 東京商工会議所, “若者の価値観変化と企業コミュニケーション戦略”, 1991.
- [20] 東京女性財団, “男性の自立とその条件をめぐる研究—団塊世代を中心に—”, 1998.
- [21] 内田哲朗, “家事を分担する夫たち—家事及び性役割に対する意識—”, *家族研究年報*, Vo.19, pp.58-69, 1994.
- [22] 加藤千恵子, 柏木恵子, “成人期前期の日本男性の結婚観・仕事観—インタビューおよびKJ法・最適尺度法による—”, *発達研究*, Vol.15, pp.51-77, 2001.
- [23] Levinson, D. J., “The seasons of a man’s life”, New York, Alfred A. Knopf, 1978. (南博訳, “人生の四季”, 講談社, 1980)
- [24] 無藤隆, “現代社会の変貌と生涯発達という見方”, 無藤隆・やまだようこ(編), *講座生涯発達心理学1, “生涯発達心理学とは何か—理論と方法—”*, 金子書房, pp.1-10, 1995.
- [25] 岩田純一, “中年期の発達 無藤隆・高橋恵子・田島信元 *発達心理学入門II*”, 東京大学出版会, pp.101-118, 1990.

- [26] 加藤千恵子, “現代日本における結婚観の構造”, 常磐大学大学院人間科学研究科, 人間科学論究, No.10, pp.45-52, 2002.
- [27] 加藤千恵子, “高学歴独身男性の結婚意思に関する事例研究”, 大分県立芸術文化短期大学紀要, 第41巻, pp.87-104, 2003.
- [28] 加藤千恵子, 山岸洋子, “若年層高学歴男性の仕事観に関する事例研究”, 日本産業カウンセリング研究, 第8巻, 第1号, pp.36-50, 2006.
- [29] 豊田秀樹 1996 統計ライブラリー 非線形多変量解析—ニューラルネットによるアプローチ— 朝倉書店.
- [30] Rinn, W. E., “The neuropsychology of facial expression : A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expressions”, Psychological Bulletin, 95, pp.52-77, 1984.
- [31] Chen G. and Bui, T. D., “Invariant Fourier-wavelet Descriptor for Pattern Recognition”, Pattern Recognition, Vol.32, pp.1083-1088, 1999.
- [32] 佐治晴夫, “快適空間の物理”, 応用物理, Vo.60, No.3, pp.247-253, 1991.
- [33] ゆらぎ研究会編, “ゆらぎの科学10”, 森北出版社, 1999.
- [34] 岩井寛, “絵画療法の理論と実践 1 絵画療法とは何か”, 徳田良仁・村井靖児(編著), 講座サイコセラピー, 第7巻, アートセラピー, 日本文化科学社, pp.14-18, 1988.
- [35] 河合隼雄, “イメージの心理学”, 青土社, 1991.
- [36] 河合隼雄, “イメージと心理療法”, 河合隼雄(編著), 講座心理療法 3, 心理療法とイメージ, 岩波書店, pp.1-24, 2000.
- [37] 村瀬嘉代子, “特集 描画の読み方・使い方 治療技法としての描画”, 日本描画テスト・描画療法学会(編), 臨床描画研究, 金剛出版, pp.23-45, 1996.
- [38] J, Dee and L, Taylor(著), 鈴木宏子(訳), “カラーセラピー”, 産調出版, 2003.
- [39] L, V, Bonds(著), 今井由美子(訳), “実用カラーの癒し”, 産調出版, 2006.
- [40] 山脇恵子, “図解雑学, よくわかる色彩心理”, ナツメ社, 2006.
- [41] 小林道正, “Mathematica による線形代数”, 朝倉書店, 1996.
- [42] ストラング, G., “線形代数とその応用”, 産業図書, 1978.
- [43] 加藤千恵子, 石村貞夫, “わかる! ナットク! 相関係数回帰直線”, 東京図書, 2003.
- [44] 加藤千恵子, 石村貞夫, “EXCEL でやさしく学ぶアンケート調査”, 東京図書, 2003.
- [45] 加藤千恵子, 盧志和, 石村貞夫, “SPSS でやさしく学ぶアンケート調査”, 東京図書, 2003.
- [46] 加藤千恵子, 石村貞夫, “臨床心理・精神医学のための SPSS による統計処理”, 東京図書, 2005.
- [47] T. W. ケルナー, “フーリエ解析大全(上, 下)”, 朝倉書店, 1996.
- [48] 齋藤兆古, “Mathematica による画像処理入門”, 朝倉書店, 1998.

本研究に関する既発表論文

学術論文（本論文に関する査読付論文）

- [1] 加藤千恵子, 斉藤兆古, 林洋一, 堀井清之, “日本人男性の結婚観および仕事観—ウェーブレット多重解像度解析—”, 可視化情報学会論文集, Vol.21, No.11, pp.138-143, 2001.
- [2] 加藤千恵子, “職場不適應者の描画表現を通じた自己受容”, 日本芸術療法学会誌, Vol.35, No.12, pp.77-88, 2006.
- [3] 加藤千恵子, 山岸洋子, “若年層高学歴男性の仕事観に関する事例研究”, 日本産業カウンセリング研究, 第8巻, 第1号, pp.36-50, 2006.
- [4] Kato, C., Saito, Y., Hayashi, Y., Horii, K., “The Fourier-Wavelet Transform Method for the Extraction of Facial Expression”, Journal of Flow Visualization and Image Processing, Vol.9, pp.325-332, 2003.
- [5] Kato, C., Endo, H., Saito, Y., Horii, K., “Application of the Fourier-Wavelet Transform to Moving Images in an Interview Scene”, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol.14, pp.359-364, 2003.

国際会議発表論文（本論文に関する査読付論文）

- [1] Kato, C., Saito, Y., Hayashi, Y., Horii, K., “The Fourier-Wavelet Transform Method for the Extraction of Facial Expression”, Proceedings of the 3rd Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing, USA (2001), No.F3387, pp.1-5.
- [2] Kato, C., Endo, H., Saito, Y., Horii, K., “Application of the Fourier-Wavelet Transform to Moving Images in an Interview Scene”, Proceedings of the 10th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics, Tokyo (2001), pp.687-688.

国内研究会発表論文（本論文に関する査読付きでない論文）

- [1] 加藤千恵子, 柏木恵子, “成人期前期の日本男性の結婚観・仕事観 —インタビューおよびKJ法・最適尺度法による—”, 発達研究 15号, pp.51-77, 2001.
- [2] 加藤千恵子, “現代日本における結婚観の構造”, 常磐大学大学院人間科学研究科人間科学論究, No.10, pp.45-52, 2002.
- [3] 加藤千恵子, “高学歴独身男性の結婚意思に関する事例研究”, 大分県立芸術文化短期大学紀要, 第41巻, pp.87-104, 2003.

- [4] 加藤千恵子, 飯田明由, “「情報の可視化」特集の企画にあたって”, 可視化情報, Vol.25, No.99, p.3, 2005.
- [5] 加藤千恵子, 李鹿輝, 齋藤兆古, 堀井清之, “情報の可視化の進展”, 可視化情報学会誌, Vol.25, No.100, pp.33-36, 2006.
- [6] 加藤千恵子, “生徒の非言語的欺瞞行動の読みとり”, 日本教育心理学会第 37 回総会発表論文集, p.111, 1995.
- [7] 加藤千恵子, 岩崎晴美, 齋藤兆古, 繁多進, 堀井清之, “フーリエ・ウェーブレット変換による表情抽出—心理学的データ過程—”, 可視化情報 (第 27 回可視化情報シンポジウム講演論文集), Vol.19, Suppl.No.1, pp.207-208, 1999.
- [8] 岩崎晴美, 加藤千恵子, 齋藤兆古, 繁多進, 堀井清之, “スケッチ画から画情報の抽出”, 可視化情報 (第 27 回可視化情報シンポジウム講演論文集), Vol.19, Suppl.No.1, pp.209-210, 1999.
- [9] 加藤千恵子, 齋藤兆古, 繁多進, 林洋一, 堀井清之, “フーリエ・ウェーブレット変換による表情抽出—RGB コンボリューション—”, 可視化情報 (第 28 回可視化情報シンポジウム講演論文集), Vol.20, Suppl.No.1, pp.299-300, 2000.
- [10] 加藤千恵子, 齋藤兆古, 岩崎晴美, 堀井清之, “成人期前期男性の結婚観および仕事観—ウェーブレット多重解像度解析—”, 可視化情報 (第 29 回可視化情報シンポジウム講演論文集), Vol.21, Suppl.No.1, pp.195-198, 2001.
- [11] 林洋一, 加藤千恵子, “成人期男性の結婚に対する態度構造 (1)”, 日本性格心理学会第 11 回大会発表論文集, pp.78-79, 2002.
- [12] 加藤千恵子, 林洋一, “成人期男性の結婚に対する態度構造 (2)”, 日本性格心理学会第 11 回大会発表論文集, pp.80-81, 2002.
- [13] 加藤千恵子, 山岸洋子, “成人期男性の結婚観および仕事観—KJ 法および最適尺度法による—(1)”, 日本発達心理学会第 14 回大会発表論文集, p.317, 2003.
- [14] 山岸洋子, 加藤千恵子, “成人期男性の結婚観および仕事観—KJ 法および最適尺度法による—(2)”, 日本発達心理学会第 14 回大会発表論文集, p.318, 2003.
- [15] 加藤千恵子, 山岸洋子, “若年層高学歴男性の仕事観に関する事例研究—PAC 分析による—”, 日本産業カウンセリング学会第 8 回, pp.114-117, 2003.
- [16] 加藤千恵子, 後藤浩子, “広場恐怖を伴うパニック障害の妻がいる夫が抱く夫婦の危機感—結婚観および仕事観を通して—”, 日本産業カウンセリング学会第 9 回, pp.138-141, 2004.

著書

- [1] 加藤千恵子:『「文系知」と「理系知」の融合—計算機による画像暗黙知可視化—表情・絵本・運動フォームを中心に—』「フーリエ・ウェーブレット変換による画像処理」, 近代文芸社, pp.35-47, 2002.
- [2] 加藤千恵子, 石村貞夫:『わかる! ナットク! 相関係数回帰直線』, 東京図書, 2003.
- [3] 加藤千恵子, 石村貞夫:『EXCEL でやさしく学ぶアンケート調査』, 東京図書, 2003.
- [4] 加藤千恵子, 盧志和, 石村貞夫, 『SPSS でやさしく学ぶアンケート調査』, 東京図書, 2003.
- [5] 加藤千恵子, 石村貞夫, 『臨床心理・精神医学のための SPSS による統計処理』, 東京図書, 2005.

謝辞

本論文をまとめるにあたり、多くの方の助言や励ましをいただきました。

指導教官として法政大学教授・斎藤兆古先生には、本研究の内容や方向付け、論理の組み立て方等、幅広いお優しいご指導をいただきましたおかげで、論文を書き上げることが出来ました。大変お世話になり、本当にありがとうございました。心より深く御礼申し上げます。

副指導教官として、お忙しい中、ご指導いただきました、法政大学・小林尚登先生、福田好朗先生に心より感謝申し上げます。

また、鶴見大学の石村貞夫先生には、確率・統計的な方法に関しまして、丁寧なご指導及びご助言をいただきましたことに深謝申し上げます。

東洋大学教授・望月修先生、寺田信幸先生の暖かい励ましに、心より感謝申し上げます。

最後にアンケート調査にご協力いただきました方々に御礼申し上げます。