

## 若者のリアルタイムでの関わりからマクロタイムでの 対人恐怖心性傾向が生まれてくるプロセス構造化

— 生体信号・指尖脈波を指標として顕在化された自己組織化現象 —

前徳島文理大学・現山梨県教育委員会 SC 岡林 春雄

### 要 約

今、世界の心理学ならびに心理学を取り巻く状況は急速に変化しています。解釈や現象を断片的に切り取る手法から自己組織化のように時間の経過をとめない心理システムを見通す理論になってきており、認知心理学理論をベースにしながら身体化やダイナミカルシステムなどが大切なキーワードになっています。一方、日本の心理学はそのような理論的転換についていけず、逆に、メディア心理(学)と呼ばれるものの影響により同じ言葉を使っても(例:スピリチュアル)日本と米国ではまったく違ったものとなっています。とくに臨床心理学の分野では資格の制度論が先行することによって、日本医師会などの周辺団体からの「連携」圧力にさらされ、行政でも心理検査の結果の扱いが参考程度というように弱くなっています。さらに、心理臨床に携わろうとする人たちの中に、他者との関わりを避け、自分の心は見せず、他者の心を覗くために心理学を勉強したいという人が増えたことによって誰がクライアントなのかわからない状態が出てきています。そのような状況を打破しなければならない、というのが現状です。DSM-5 (the American Psychiatric Association's Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition) では従来のカテゴリー分類から Schizophrenia Spectrum や Autism Spectrum Disorder というようにスペクトラム(症状・現象などが曖昧な境界をもちながら連続している)という用語を使いだした意味をとらえておく必要がありますし、「環境を整える」といった対応が示唆されますが、具体的にどのように対応したら良いのか考えておく必要があります。そもそも心理学は今、周辺科学・周辺分野に説明し、納得させるデータを提示するツールが必要です。身体化という流れなどから考えて、生体信号というのは心理学にとって重要なツールになる可能性をもっています。本研究では生体信号でも、すでに心理学に馴染みがあり、脳波などと違い測定装置が安価で手に入りやすく、今後ウェアラブルとして普及していく可能性のある脈波を用いています。本研究では、生体信号・指尖脈波を使って、若者の他者との関わりにおける対人恐怖心性傾向が生まれてくるプロセスを構造化しますが、本研究で設定した3つの課題場面は対人関係を考える上で重要です。ぜひ、自分自身の日頃の人との関わり、臨床場面でのクライアントへの対応等々に生かして自分自身を成長させてください。そのうえで、最近の認知行動療法などが何故、クライアントのリアルタイムの事象での対応をターゲットにしているのか、また、メソタイムの思い込み思考を問題にしているのか等々を本研究から読み取っていただくことを期待しています。

なお、本研究は徳島文理大学の心理学科ならびに大学院心理学専攻の人たちのボランティアベースでの参加、そして、徳島文理大学倫理審査委員会の承認(R3-9)を得て行われました。参加協力者のみなさんに感謝します。

キーワード: 生体信号ゆらぎ, アトラクタ, 自己組織化, 他者視点遭遇場面,  
対人恐怖心性傾向

## 問題提起

近年、日本の若者の特徴として、他者と関わることを避けている（岡林, 2022）、表面的な人付き合い・対人退却（岡田, 2002）等々と指摘され、堀井（2011）は、大学生の対人恐怖心性は1983年より1993年で、さらに、1993年より2008年で増大していると報告している。他者との関わりを避ける対人恐怖心性といった特徴は、1日とか、1週間とかいうような短期間で作られるものではなく、また、一度作られると年単位で継続されるものである。若者の対人恐怖心性といった特徴が出現してくるプロセスを通して、心の仕組みについて考えてみたい。なお、対人恐怖は恐怖や不安のために対人関係のあり方に関して困難を抱える状態（北山, 2002）であるのに対して、対人恐怖心性というのは広く一般の人々に見られる対人恐怖の傾向を意味している（堀井, 2011）。たしかに心性という用語は心的傾向を意味しているのだが、近年、心のあり方の特質やメンタリティを同義で使うことが多くなっているため、本研究では、対人恐怖心性尺度（堀井・小川, 1996）を使って測定した傾向という意味で対人恐怖心性傾向と表現する。

### 時間軸の重要性

Lewis (1995, 1996) は、リアルタイム（その時そのとき）の感情と認知のカプリング（coupling）といった心理作用によってメソタイム（週単位）の気分（mood）が作りあがり、さらに、そのような気分の相互作用によってマクロタイム（年単位）のパーソナリティと呼ばれるその人の特徴が生まれてくると主張する。Fogel (2008)も人の心理を

とらえるためにはミクロ（リアルタイムのこと）、メソ、マクロの時間軸を考える必要があるとして Microgenetic Research Design (Fogel, Garvey, Hsu, & West-Stroming, 2006, Lavelli, Pantoja, Hsu, Messinger, & Fogel, 2005; Siegler, 1996) を提唱している。また、このような時間軸を考慮しながら人の心理を総合的・発達的にとらえようとする研究の背景理論には共通して自己組織化（self-organization）という概念が入っている。自己組織化とは下位システムの構成要素の相互作用により高次のシステムが作りあがってくる現象であり、Green, Sadedin, & Leishman (2008) は、多くの部分・要素からなる複雑なシステムにおいて、外部の制約や力といった外部干渉がなく、システム内のフィードバック、同期、接続性、および適応といった内部プロセスによって起こるシステム内のパターンと秩序の出現・創発（emergence）だとしている。発達段階説を唱えた Piaget (1953, 1972)は、生物学に精通しており、その理論には創発概念が入っていることは容易に想像できるが（Abrahamson, Shayan, Bakker, & van der Schaaf, 2015; Carey, Zaitchik, & Bascandzief, 2015; Sawyer, 2003<sup>a</sup>; Sawyer, 2003<sup>b</sup>）、自己組織化概念も入っていることが指摘されている（Chapman, 1991; Moessinger, 1978; van Geert, 1998; van Geert, 2000）。そして、Banzhaf (2003) は、自己組織化は科学の中心的な位置をしめており、非平衡系の研究により科学的研究のあらゆる分野に浸透し、とくに生命の起源と進化は自己組織化という概念のもと研究されてきており、生物学では生物の発生過程とその代謝、成長、学習は自己組織化

過程として特定されていると述べ、あわせて、心理学の分野でも使われていると述べているのだが、日本の心理学に限ってはまだまだあまり知られていない。

#### リアルタイムで対人関係を気にする人が遭遇する特徴的場面

人はどのような場面に関わりの困難さを感じるのでしょうか。対人関係の困難さを特徴とする ASD (Autism Spectrum Disorder: 自閉スペクトラム症) の人は三つ組の障害をもつと指摘されてきた (Wing, 1981)。三つ組の障害とは、①社会性の欠如、②想像力およびそれに基づく行動の障害、③コミュニケーション障害である。つまり、ASD の人は、臨機応変な対人関係が苦手で会話が成り立たず、自分の考え方・やり方をなかなか変えることができず、他者視点を理解できず、状況を見通すこと、つまり想像・洞察が困難である。これまで、ASD の指標として、スマーティ課題 (Hogrefe, Wimmer, & Perner, 1986) やサリーとアン課題 (Baron-Cohen, Leslie, & Frith, 1985) などが使われてきたが、これらは、誤信念課題 (Dennett, 1978; Wimmer & Perner, 1983) であり、自己と他者を区別しそれぞれの心をもつ存在だと認識する能力としての心の理論 (Premack & Woodruff, 1978) に関連するものである。ここで問題になっていることは、社会性に結び付く対人関係における他者視点の取得ができていのかどうかということである。若者たちは対人関係に違和感を持つと言いながらも青年期まで育ってきているので、ASD の特徴をそのまま当てはめることはできないが、DSM-5-TR (American Psychiatric Association,

2022) でもスペクトラムという用語を使っているように、ASD の人の特徴が顕著に出てくる場面での若者の対応も対人関係という視点からとらえると連続している可能性は十分に考えられる。

上記のことから、対人恐怖心性傾向をもつ若者たちは、①他者視点と向き合うことに違和感、拒否感覚を持っているのではなかろうか、②目の前の事柄から全体を見通し、想像することによってポイントをつかみ洞察するということが難しいのではなかろうか、③会話自体を維持する、会話を行うこと自体が難しい傾向があるのではなかろうか、といったことが考えられよう。したがって、本研究ではリアルタイムで遭遇する場面として、①他者視点に遭遇する場面、②想像・洞察が必要になる場面、③会話場面という三場面を設定する。

#### リアルタイムでの心理指標となる生体信号

心は構成概念である。そこで、科学としての心理学の萌芽期、Ueberwasser(1787)は、心を経験(Erfahrung)からとらえようとし、Wundt(1863)は、その経験を直接経験と間接経験に分け、直接経験でも外的なプロセスの媒体を必要としないものが唯一の現実に近いもの(immediately real)とし、意識の統覚(apperception)を見出した (Schwarz & Pfister, 2016)。具体的に、脳科学、進化心理学の観点を入れながら考えてみよう。人などの生きものの原初的な目的は生存し、子孫を残すことである。そのためには脅威をいち早く察知し、身を守ることができる個体が有利になる。人は目や耳から入る情報を必要な情報と不必要な情報に選別しながら統覚的に処理し、生存のためにはどう

すればよいのか判断・意思決定する経験をしてきた。Cannon(1928)はストレス理論の中でこれを“逃げるか闘うか(flight or fight)”と表現し、黒岩・平井・横田・藤野・山崎(2021)は、自律神経科学はストレス反応の科学だと明言したようにストレスと自律神経の働き、ならびに認知と感情は直接的に関係している。自律神経系の交感神経が優位に作用するときには心身が緊張しており、副交感神経が優位のときには心身が落ち着いている。つまり、自律神経系の働きは感情の基になっており、例えば、嫌悪感はある特定の対象や出来事や状況から遠ざかるという行動傾向ないし動機づけの誘発因となり回避や拒否につながる感情(Rozin & Fallon, 1987)であるし、恐怖は対象からの逃避を、怒りは対象の排除を指向する感情(Haidt, Rozin, McCauley, & Imada, 1997)である。そして、自律神経系の交感神経と副交感神経は拮抗的に働いており、ホメオスタシス(homeostasis)の作用をもつネガティブフィードバックだと考えられる。

リアルタイムにおける心の動きは、内省報告やアンケート調査では間に合わず、その時そのときをとらえる必要がある。ここに、近接領域の知見が役に立つ。単体だとばらばらな周期・位相で振動している心筋細胞はいくつか集まると同期現象を起こし、血流を生じさせる(Winfrey, 1987)。人体の臓器間にはネットワークが形成されているので(NHKスペシャル「人体」取材班, 2018)、臓器間ネットワークの活性化とともに中枢神経回路網が活性化する。この臓器間ネットワークに関して、かつては、脳が体全体の司令塔となり他の臓器はそれに従うという人体イメージがあり、脳を研究すれば心が

わかると言われていた。たしかに扁桃体は不安や恐怖といった感情に関わっており、海馬は記憶や空間学習能力に関わっているということがわかったが、心というものが存在する場所はなかった。福土(2013, 2017, 2018, 2020)や須藤(2017)は、脳と腸は自律神経系やホルモン、サイトカインなどの液性因子を介して密に双方向的に関連する脳腸相関(brain-gut interaction)と呼ばれる特徴があることを報告している。さらに、脳と腸ばかりではなく、ものごとを考え、記憶し、日々の出来事に感情をゆさぶられるといったことがグリア細胞とニューロン、進化と可塑性、場所細胞と空間記憶、海馬と扁桃体といったつながりから現出することが見出され(理化学研究所脳科学総合研究センター, 2016)、今では、様々な器官の連携が命を支える(ニュートン編集部, 2022)と言われている。つまり、「体中の臓器が互いに直接情報をやり取りすることで、体そして生命が成り立っている」(NHKスペシャル「人体」取材班, 2018, p.9)のである。その番組の中で山中(2017)は、「人体の中では常に臓器同士が“会話をするように”メッセージを交換しながら、支えあって働いている。いわば巨大なネットワークなのだ」と解説する。全身から集まる情報を整理して判断し指令を出す中枢神経が活性化することとは、情報を集め中枢神経に伝え、さらに、中枢神経からの指令を伝える末梢神経も活性化することになり、末梢神経の体性神経と自律神経も活性化しているのである。このような近接領域の知見に生物学ではなじみの創発概念、ならびに認知科学ではすでに知られている自己組織化概念を入れることによって、心は人体の臓器間の

巨大なネットワークを通して自己組織化してくると思われよう。言い換えれば、心は人体の臓器間、神経回路網、神経伝達物質の相互作用から創発してくるのである。すると、リアルタイムでの心は、人体・臓器間ネットワークをできる限り直接的に表現する身体・生体の信号をとらえることが最良になる。したがって、本研究では、リアルタイムでの心の動きを生体信号からとらえる。

生体には先に述べた自律神経系の働きのように元に戻すホメオスタシスの働きとともに、逆の動きをする特徴も共存している。ゆらぎ (fluctuation) という変化を増大させる作用である。例えば、人はサーカディアンリズム (概日リズム) という約 24 時間周期のリズムをもっている (北畑・吉川, 2005)。サーカディアンリズムは、体内時計が存在する脳内の視交叉上核で約 2 万個の神経細胞が相互に作用することで生み出されており (甲斐, 2005)、睡眠の周期や体温、自律神経、免疫系、ホルモン分泌などの調節を担っている (Winfrey, 1987)。海外に行って、時差ボケ (jet lag) になっても数日で現地時間に適応できるのは生体信号にゆらぎがあり、サーカディアンリズムを調整し、現地時間に適応しているのである。同様に、心拍にもゆらぎがあり (早野・岡田・安間, 1996)、不意の出来事にも元に戻そうとするのではなく、その事態に対応すべくポジティブフィードバックとして作用するように、自らゆらぎを作り出しているのである。そして、そのゆらぎは、通常、単発のゆらぎではなく、繰り返され、まとまった力となったとき効力をもつのである。

本研究では、生体信号の中でもゆらぎを計測でき、また、自律神経系の作用も確認でき、心理学分野に馴染みのある指尖脈波をリアルタイムでの心の動きの指標として用いることとする。

#### アトラクタの振る舞いと心理状態についてのエビデンス

リアルタイムでの心の動きの指標となる生体信号・指尖脈波 (以後、脈波と略す) は、非線形のオリジナル波形にターケンス処理 (Takens, 1981) を加えることによって、相空間上にアトラクタ (attractor) を描くことができる。アトラクタとは引き付けるという意味であり、その振る舞いは相空間上における軌道 (trajectory) が落ち着く先、すなわちアトラクタとして表現される (池口・合原, 1997)。なお、ダイナミカルシステム (力学系) 理論では、人のように生きているものは非平衡開放系 (Balescu, 1975; 中田, 2021; 宇佐・稲場, 1990) であり、非平衡開放系に現れる巨視的構造を総称して散逸構造 (Nicolis & Prigogine, 1977) と呼んでいるのだが、そのシステムの中でのアトラクタはストレンジアトラクタになる (井上・秦, 1999)。ストレンジアトラクタの特性として、アトラクタの幾何学的構造はフラクタル構造 (池口・山田・小室・合原, 2000) だと言われており、近年、このアトラクタが心身の状態を表しているということでアトラクタ分析が進んでいる。雄山 (2012), Oyama-Higa, Miao, & Mizuno-Matsumoto (2006) は、認知症高齢者の指尖脈波からアトラクタを描き、軸に巻きつく形で縮んでいることを見出した。井芹・山内 (2016) は、心電図に不規則なノイズが重

置する場合、アトラクタ内部は無構造になり、雄山が報告したアトラクタと同じ形状になるとしている。つまり、秩序立った認知や感情が働かなくなるとノイズと同じようになるということをアトラクタは示している。吉川・園山・小川・平田・原田（2001）は、生体診断応用として、心臓の断層像の中で、心室中隔を通り心臓のポンプ作用を司る左心室から僧帽弁、心室後壁に向けた超音波ビームから反射信号を RF 信号として収集し、健常者の中隔の拡張期におけるアトラクタは分厚い広がりをもっているのに対して、拡張型心筋症者の中隔の拡張期におけるアトラクタは弱い広がりになっていることを報告している。岡林・鈴木・雄山・千野・中川・河合（2008）は指尖脈波のカオスアトラクタは精神状態を反映するかという問題提起を行い、岡林（2016）は POMS (Profile of Mood States) において、良好な心理状態を示す人の会話場面での脈波から描かれるアトラクタは広がりを持ち、ネガティブ感情が強い人のアトラクタは縮こまり傾向が見出されたと報告している。さらに、岡林（2014, 2015）は、容易な課題を遂行しているときの脈波のアトラクタは安静状態のアトラクタとほとんど変わりがなかったのに対して、難解な課題遂行の際、解決に至った人のアトラクタは分厚い広がりを示しており、さらに、解決に至らなかった人のアトラクタは弱い広がりが見られ、途中であきらめてしまった人のアトラクタは、軸の方に縮こまる傾向が見られたと報告している。アトラクタ分析は単なる形状分析ではない。時間経過にともなって変容している生体信号なので、周辺から内にむかっているのか、内から周辺にむかっているのか

かは大きな違いになってくる。したがって、本研究ではアトラクタについて、方向性を加味しながら「縮こまる」傾向、「弱い広がり」傾向、「分厚い広がり」傾向という振る舞いから探究する。

### 本研究の目的

生体信号リズムのゆらぎを基に、リアルタイムでのゆらぎの集まりからマクロタイムの特徴が作られてくるというダイナミカルな秩序構造を検証する。そのために、本研究では、若者を対象に、リアルタイムの対人関係に影響を与えると考えられる他者視点遭遇場面、想像・洞察が必要な場面、ならびに、会話場面で、若者たちの生体信号のアトラクタを指標として、どのようにマクロシステムでの対人恐怖心性傾向が生まれてきているのかを検討し、心のしくみを考えたい。

## 方 法

### 研究参加者

18 歳～24 歳の若者 37 名

### マクロタイムの測定

研究参加者に対人恐怖心性尺度(堀井他,1996)に答えてもらう

### メソタイムの測定

この 1 週間の自分自身のムードをどのようにとらえるのか、「ひとりでいる方がよい（「放っておいて」も含む）」（以後、ひとりムードと記述）、「周りのことは気にせず勝手にやっている」（以後、勝手ムードと記述）、「交わりがあり話しやすい」（以後、交わりムードと記述）の中から自己評定してもらう

## リアルタイムでの測定

次の 3 つの課題場面で生体信号を計測する。①他者視点遭遇：新美南吉『でんでんむしのかなしみ』（1997）朗読。この作品は、かなしみをかかえたでんでんむしが他のでんでんむしに尋ねまわり、他のでんでんむしの視点を知り納得するという他者視点の話題が中心である。②想像・洞察：中原中也『言葉なき歌』（1969）朗読。この作品は、「あれ」という読者が想像する必要があるものを中心に、展開を想像・洞察しなければならない。評論家の中村（1990）は、「あれ」について「名付けられないもの、未知のものへの、もどかしい憧れとなり焦りとなって、（中原中也の詩の中で）くりかえしうたわれる主題」（p.52）だとしている。③会話：実験者と自由に会話をしてもらう。

## 手順

- ① 本研究へのインストラクション（本研究の説明ならびに参加了承の意思表示として自筆のサインをもらい、参加者の意思で途中でも辞められることを伝える）
- ② 対人恐怖心性尺度に記入してもらう
- ③ 他者視点遭遇場面として『でんでんむしのかなしみ』を朗読してもらいながら 3 分間生体信号・指尖脈波を測定
- ④ 想像・洞察場面として『言葉なき歌』を朗読してもらいながら 3 分間生体信号・指尖脈波を測定
- ⑤ 実験者と自由に会話してもらいながら 3 分間生体信号・指尖脈波を測定
- ⑥ この 1 週間の自分の調子・雰囲気について実験者と話しながら、ひとりモード、

勝手モード、交わりモードのどれかで自己評価をしてもらう。

## 生体信号・指尖脈波測定機器 Lyspect 3.6 (Chaotec, 200Hz)

生体信号は単なる生理指標ではなく、臓器間の巨大なネットワークを通して自己組織化してくる心を相空間上にアトラクタとして顕在化する重要な指標である。参加者には利き手と逆の手の中指にカフ（写真 1）をつけてもらいデータを収集した。Lyspect 3.6 は指尖脈波オリジナル波からターケンスの埋め込み操作を行うソフトを内蔵しており、アトラクタを示すことができる。



写真 1 生体信号・指尖脈波測定のためのカフ  
（心臓と同じ高さに固定）

## 結果 と 考察

## 基本データと構造化への準備

マクロタイムレベルとして測定した対人恐怖心性尺度は、最小値 30.0, 最大値 157, 平均値 96.32, 標準偏差 27.90 であった。堀井（2011）が報告した 1993 年男子 70.19, 女子 71.36, 2008 年男子 79.99, 女子 77.32 より本研究への参加者の対人恐怖心性尺度の方が高い。

メソタイムレベルで、ひとりモードだと評価した人は 16 人（43.2%）、勝手モードの人が 12 人（32.5%）、交わりモードの人は 9 人（24.3%）であった。

リアルタイムでの他者視点遭遇場面で縮こまりアトラクタを示した人は 11 人 (29.7%) で、この人たちは「自分は自分、他人(ひと)は他人(ひと)」として自分と他者を切り離し、意見を突き合わせることで自体が嫌だと言う人が多かった。その他にも、「私は誰にでも聞いたりしません」、「(でんでんむしの) 殻の中は内臓だろう」といったコメントがあった。弱い広がりアトラクタは 20 人 (54.1%) で、この人たちは他者視点に対処しようと試行錯誤しながら継続して考えている。分厚い広がりアトラクタは 6 人 (16.2%) であり、この人たちは、課題についての意見が賛成であろうが反対であろうが、この場面での意思決定に至ったのだと考えられる。参加者たちは何かもやもやするものがあるようなので、指尖脈波データを取り終えてから、課題の話の展開について尋ねてみると、57% の人が「違和感」、43% の人が「納得感」があると反応した。その内訳は、縮こまりアトラクタを示した 11 人中 8 人が違和感、3 人が納得感、弱い広がりアトラクタを示した 20 人中 13 人が違和感、7 人が納得感、分厚い広がりアトラクタを示した 6 人全員が納得感と答えた。

想像・洞察場面での縮こまりアトラクタは 11 人 (29.7%)、弱い広がりアトラクタは 22 人 (59.5%)、分厚い広がりアトラクタは 4 人 (10.8%) であった。指尖脈波データを取り終えてから、朗読課題にある「これ」とは何だと思うか、この詩はどういうことを意味しているのか想像・洞察したことを尋ねたところ、説明できた人は 46% であった。その内訳は、縮こまりアトラクタを示した 11 人中、2 人 (18%) が説明でき、9 人 (82%) が不十分、弱い広がりアトラクタ

を示した 22 人中、11 人 (50%) が説明でき、11 人 (50%) が不十分、分厚い広がりアトラクタを示した 4 人全員が説明できた。

会話場面で縮こまりアトラクタを示した人は 17 人 (46.0%) で、質問されたら答えるという受け身的な姿勢が特徴である。弱い広がりアトラクタは 16 人 (43.2%) で、話が飛んだりしながらも話のやり取りができていた。分厚い広がりアトラクタは 4 人 (10.8%) でアイコンタクトも含めてしっかり話ができている。

リアルタイム 3 場面すべてで縮こまりアトラクタを示した人は 4 人 (10.8%)、弱い広がりアトラクタを示した人は 10 人 (27.0%)、分厚い広がりアトラクタを示した人はいなかった。各場面において、人はゆらぎをもちながら課題に向き合う。課題に対応しようとするときまず交感神経は活発に働き、自律神経系としてはバランスが取れていない状態になると考えられる。それに対して、課題から逃げようとするとき生体信号のアトラクタは縮こまる振る舞いを示すと考えられる。課題に対応していくとき交感神経と副交感神経は互いに影響を及ぼし合い、生体信号のゆらぎを生かすことができるのでアトラクタは弱い広がりから分厚い広がりをもつようになる。ここから、縮こまり (図 1 参照)、広がりをもちながらも弱い広がり (図 2 参照)、分厚い広がり (図 3 参照)、というアトラクタの振る舞いは、段階的でありながらも連続していると考えられよう。

なお、安静状態で縮こまりアトラクタを示した人は 3 人 (8.1%)、弱い広がりアトラクタは 8 人 (21.6%)、伸びやかアトラクタは 26 人 (70.3%) であった。



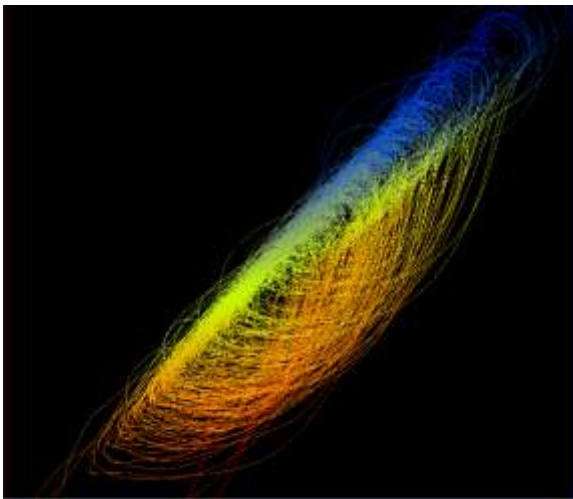


図1 縮こまりアトラクタ

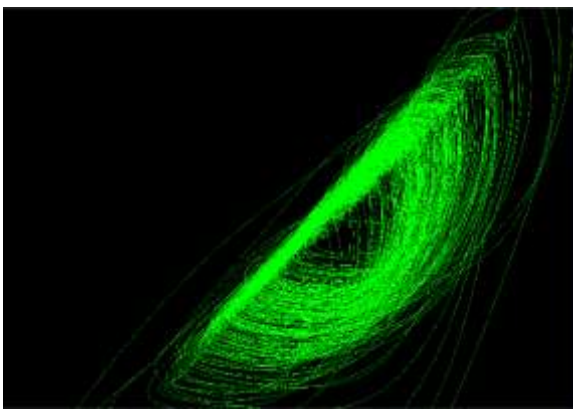


図2 弱い広がりアトラクタ

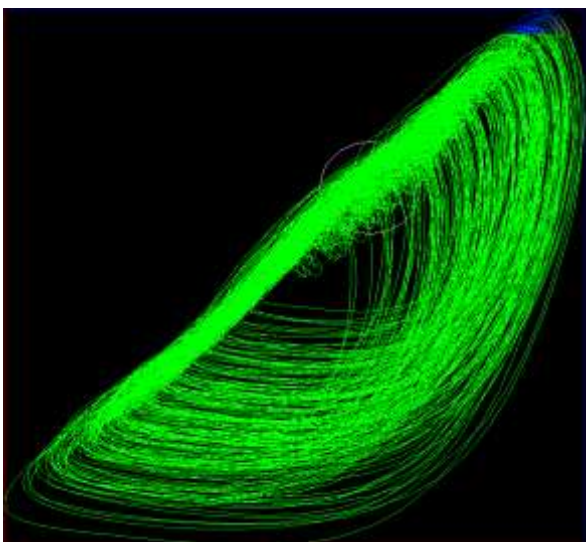


図3 厚い広がりアトラクタ

南谷・林・永田（1999）は、リアルタイムでの心拍変動，呼吸変動などの生理指標を入力とし，日常生活レベルでの疲労度・活動性を出力とする 3 層構造ニューラルネッ

トワークにより自律神経活動の評価を行っており，それを参考にしながら，本研究では，リアルタイムからマクロタイムへのつながりを構造化する前段階として，リアルタイムでのそれぞれの場面での特徴がメソタイムならびにマクロタイムとどのように結びついているのかについてニューラルネット・多層パーセプトロンから検討してみた（図4）。図4から，リアルタイムからマクロタイムに移るのもうワンステップ必要なことが窺われる。

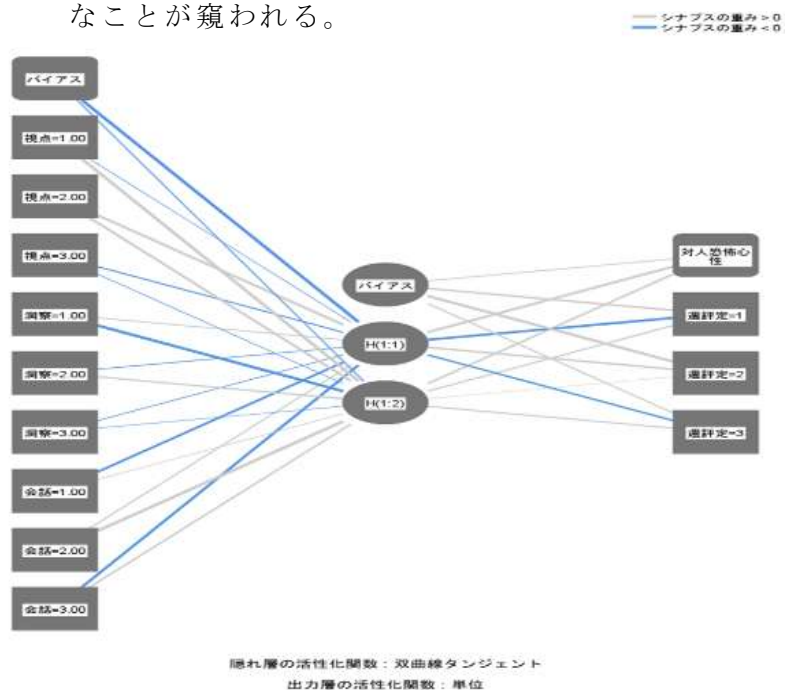


図4 リアルタイムからメソ，マクロへのつながり展望

視点=1 他者視点遭遇場面での縮こまりアトラクタ  
 視点=2 他者視点遭遇場面での弱い広がりアトラクタ  
 視点=3 他者視点遭遇場面での分厚い広がりアトラクタ  
 洞察=1 想像・洞察場面での縮こまりアトラクタ  
 洞察=2 想像・洞察場面での弱い広がりアトラクタ  
 洞察=3 想像・洞察場面での分厚い広がりアトラクタ  
 会話=1 会話場面での縮こまりアトラクタ  
 会話=2 会話場面での弱い広がりアトラクタ  
 会話=3 会話場面での分厚い広がりアトラクタ，  
 対人恐怖心性 対人恐怖心性尺度得点  
 週評定1 ここ1週間の様子の自己評定 ひとりムード  
 週評定2 ここ1週間の様子の自己評定 勝手ムード，  
 週評定3 ここ1週間の様子の自己評定 交わりムード

## 共分散構造分析からの構造化

共分散構造分析 (SEM: Structural Equation Modeling) は互いに関連をもつ複数の要素間の関係性やその程度を共分散からモデル化する分析方法である。まず、全体の構造を見通すために、リアルタイムでの3場面の生体信号・指尖脈波のアトラクタの振る舞いからマクロタイムでの対人恐怖心性傾向とどのような関係をもっているのか見てみた (図5)。

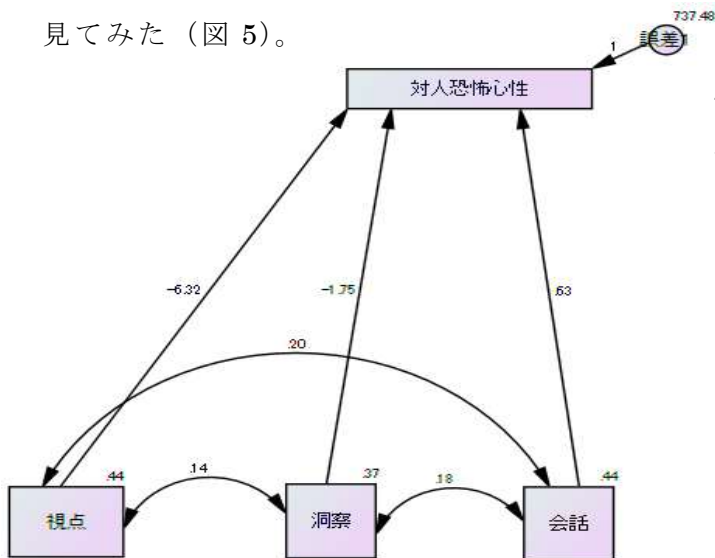


図5 リアルタイムとマクロタイムの関わり

図5より、リアルタイムで他者視点に遭遇した時、他者視点を受け止め、自分の視点とつき合わせることに違和感のない人は対人恐怖心性尺度が低く、違和感のある人は対人恐怖心性尺度が高いということがわかる (縮こまりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 101, 弱い広がりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 96, 分厚い広がりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 87)。そして、想像・洞察場面で話の内容を見通せなければ対人恐怖心性傾向が高くなる傾向が弱いながらも見られるのだが (縮こまりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 100, 弱い広がりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 94,

分厚い広がりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 94), 会話場面で自然なやりとりができていると観察された人が弱い広がりアトラクタを示す傾向があり、その人たちは他の2つのアトラクタを示した人たちよりも統計的に有意ではないものの高い対人恐怖心性傾向を示している ( $F(2, 34)=1.36, p=.27$ ; 縮こまりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 94, 弱い広がりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 102, 分厚い広がりアトラクタを示した人の対人恐怖心性尺度 77)。会話場面というのは、他者視点遭遇場面や想像・洞察場面と違い、常に相手の言動に気を配っているであろう。会話で聞かれたことだけ答える、相手の言動を気にするよりも自分が言いたいことだけ話すということになれば、その場はストレスから逃れられるのだが、それでは対人関係を維持できず、マクロタイムで負の感情が出てくるのであろう。

図5で、リアルタイムから上位・マクロタイムに向かって矢印が成り立つのは分かるのだが、理論的にはマクロタイムから下位のリアルタイムへの影響もありそうなのに、この矢印は成り立たない。日常生活を経験的に考えてみれば、リアルタイムでの判断はその時そのとき行うもので、パーソナリティの特徴によって行うとは限らない。リアルタイムで起こる出来事に遭遇した後、一瞬、その経験を心的に整理するタイミングがリアルタイムとメソタイムの間にあるのではなかろうか。そのタイミングが安静場面で出てきている可能性があり、本研究での安静場面は出来事を整理するそれぞれの参加者の特徴を表わしていると考えられる。実際に、実験の際の内省報告で、安静場

面では「ボーっとしていた」とともに「嫌なことを思い出していた」というものが多かった。ニューラルネット・多層パーセプトロンでも隠れ層があり，全体の構造図を作成するにあたって，安静場面でのアトラクタを個々人のリアルタイムでの経験を認知と感情から整理するタイミングとして挿入する（図6参照）。

なお，パス係数は非標準化解である。

対人恐怖心性：対人恐怖心性尺度の得点

週評定：ここ1週間のムード自己評定

安静：安静場面でのアトラクタの振る舞い

視点：他者視点遭遇場面でのアトラクタの振る舞い

洞察：想像・洞察場面でのアトラクタの振る舞い

会話：会話場面でのアトラクタの振る舞い

モデル適合度指標は， $\chi^2(2)=1.55, p=.460$ ,  
GFI=.986, AGFI=.854,  
RMR=.720, RMSEA=.000, NFI=.974,  
IFI=1.01, TLI=1.08, CFI=1.00

であり，図6はよく適合した構造モデルだと言えよう。パス解析から，リアルタイムでの他者視点に遭遇する場面でのアトラクタの振る舞いは週単位の自己評定と結びついていないにもかかわらず，想像・洞察場面でのアトラクタの振る舞いと週単位の自己評定は関係があり，会話場面でのアトラクタの振る舞いはそれなりに週単位の自己評定と関係があることが見出された。メソタイムでの自己評定と対人恐怖心性尺度得点は非常に結びつきが強く，他者と関わりを持ちたくないという雰囲気を自覚している人は対人恐怖心性尺度が高く，他者にオープンな雰囲気の人是对人恐怖心性尺度が低いことがわかる。

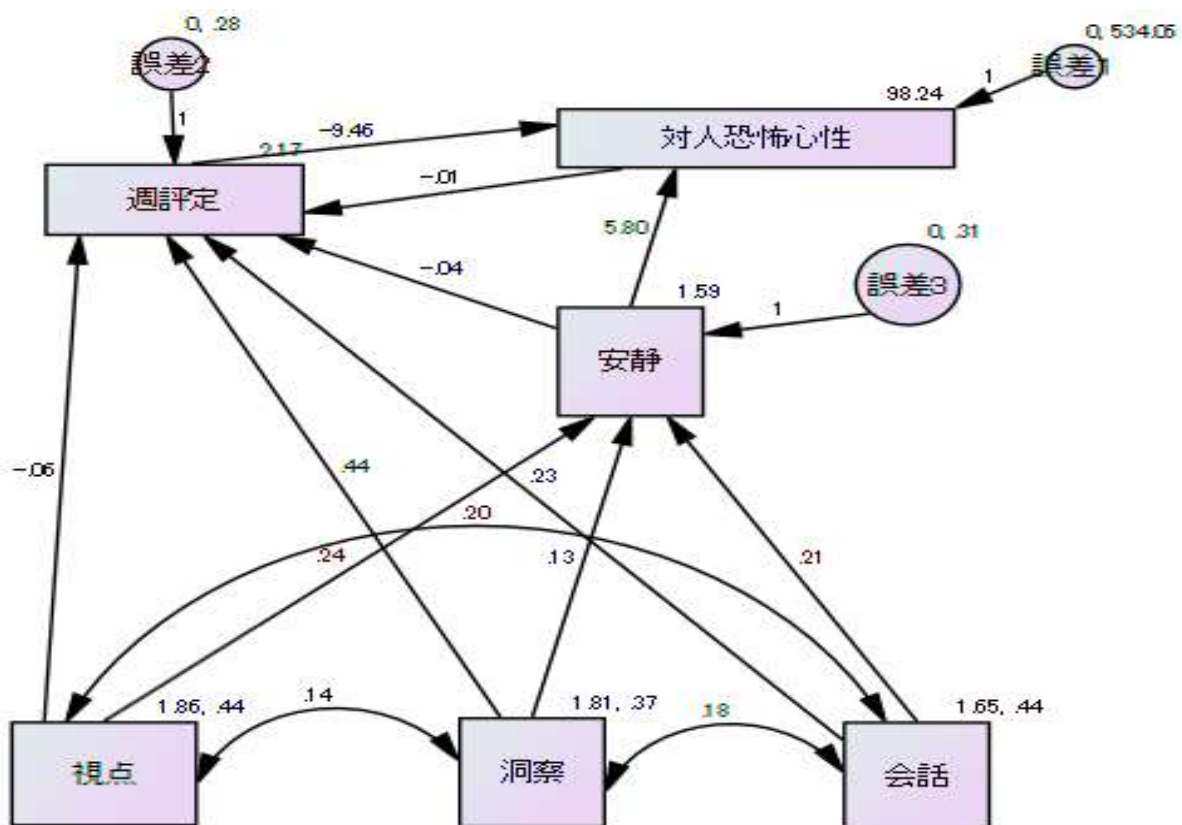


図6 全体の構造図

面白いのは安静場面でのアトラクタの時空間の位置であり、その意味である。安静場面は、各人の生体信号のベースを測定するために設定したのだが、実際に測定してみると、日常生活の中のリアルタイムで起こったことを寝るとき等に思い出して、整理し直すというタイミングを意味していると考えられる。安静場面の生体信号の作用は、きわめて内向きで、アトラクタの振る舞いは他者視点遭遇場面と会話場面でのアトラクタの振る舞いと似通ったところがあっても、想像・洞察場面でのアトラクタの振る舞いとは似通っていない。安静場面から対人恐怖心性傾向はかなり推測できるのに、週単位の自己評定への推測は難しい。安静場面においては取得情報のイメージ化が進んでおり、結晶化 (Lewis, 1995) と呼ばれるような、その人の凝縮された思考を、この安静アトラクタは示していると考えられる。実際、安静アトラクタを入れるとモデル適合度が上がることにより、全体構造図に入れることとした。

#### 生体信号・指尖脈波の構成成分に関して

生体信号・指尖脈波は、心臓の拍動にともなう末梢神経系内の血圧・体積の変化を示すものであり、ゆらぎの作用、自律神経系の作用、心拍数の作用などが相互に影響を及ぼしあいながら統合して現出するものである。ゆらぎという非線形現象をとらえるためにリアプノフ指数 (Lyapunov exponents: Lyapunov, 1992) が考えられており、この指数はダイナミカルシステムの長期的な振舞いの特徴づける基本的で強力なツールである (Bizzarri, Brambilla, & Gajani, 2013; Okabayashi, 2016)。Oyama-Higa & Miao

(2006) はいろいろな生理心理学的条件下で指尖脈波の時系列解析を行い、時系列の最大リアプノフ指数 (LLE) が生理心理学的状態の特徴づけるために使用できることを報告している。また、自律神経系の働きに関して、HF (Hi Frequency: 高周波) は3秒から4秒程度の周期をもつ心拍を信号源とする変動波、または、その周波数領域のパワースペクトルの合計量を指す。LF (Low Frequency: 低周波) は、メイヤー波と呼ばれる約10秒周期の血圧変化を信号源とする変動波、または、その周波数領域のパワースペクトラムの合計量である。HF成分 (0.15Hz—0.40Hz) は副交感神経が活性化しているときに現れ、LF成分 (0.05Hz—0.15Hz) は交感神経ならびに副交感神経が活性化しているときに現れるので慣習的に、交感神経の作用は LF/HF で表現され、副交感神経の作用は HF/(HF+LF) で表現される。そして、心拍数 (HR) は1分間の脈拍数の平均で示される。安静場面ならびにリアルタイムでのそれぞれの場面での LLE, LF/HF, HF/(HF+LF), HR をまとめてみた (表1)。

LLE は、安静場面で最も低く、会話場面で最も高かった。データの正規性が確認されなかったもので、Friedman の検定を行い5%水準で有意差が検出された。Bonferroni による調整から、安静場面と想像・洞察場面ならびに安静場面と会話場面で有意差が見出された。他者視点遭遇場面での生体信号のゆらぎが安静場面に比べてあまり伸びなかったのは若者の思考特徴を示しているように思われる。安静場面に比べて他者視点遭遇場面以外の場面では心理作用が活性しており、とくに会話場面においては、自分の

場面	LLE		LF/HF		HF/(HF+LF)		HR	
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)
安静	4.70	(1.39)	2.05	(2.41)	.452	(.198)	84.80	(12.76)
視点	5.39	(1.19)	1.91	(1.11)	.390	(.121)	93.50	(11.87)
洞察	5.55	(1.28)	2.32	(1.62)	.349	(.118)	89.86	(11.70)
会話	5.86	(1.12)	3.00	(1.86)	.308	(.147)	91.45	(11.10)

LLE: 最大リアブノフ指数、LF/HF: 交感神経の指標、HF/(LF+HF): 副交感神経の指標、HR: 心拍数。

表 1 各場面での LLE, LF/HF, HF/(HF+LF), HR (平均値と標準偏差)

言いたいことを考えながら、相手の言っていることをとらえ、それに対応するというように思考をフル活動させていたのだと考えられる。

交感神経の活性指標である LF/HF に関しては、Shapiro-Wilk 検定によって正規性が確認され、分散分析で有意差が見出された (Greenhouse-Geisser 修正  $F(2, 80)=3.84$ ,  $p=.022$ )。多重比較により、他者視点遭遇場面と会話場面の間に Bonferroni で有意差が見出されたが、他者視点遭遇場面での交感神経の活性化の度合いが安静場面より低いということは注目に値する。参加者にとって、他者視点遭遇場面は余程違和感があり、朗読しながら気持ちを引きずっていたのだと考えられる。

副交感神経の活性指標である HF/(HF+LF) に関して、当然ながら安静状態で最も高くなっていた。会話場面以外の場面でのデータに正規性が確認できなかったため、Friedman の検定を行い 5%水準で有意差が検出された。Bonferroni による調整から、安静場面と想像・洞察場面の間、ならびに、安静場面と会話場面の間に有意差が見出された。想像・洞察場面と会話場面ではリラックスできていなかったことがわかる。

HR に関して、安静場面に比べてリアルタイム課題 3 場面の方の心拍数が高かった。データの正規性が確認できなかったため、Friedman の検定を行い 5%水準で有意差が検出された。Bonferroni の調整から、安静場面と他の 3 場面の間に有意差が見出され、さらに、他者視点遭遇場面と想像・洞察場面の間に有意差が見出された。他者視点遭遇場面で最も心拍数が高くなっており、この場面は 3 場面の中でも最も呼吸が浅くなり、ストレスがかかっている。

#### アトラクタの振る舞いと構成成分の関係

他者視点遭遇場面における LLE に関して有意差が見出された ( $F(2, 34)=5.23$ ,  $p=.01$ ; Bonferroni により縮こまりアトラクタ群 (平均 6.16, 標準偏差 .85) と分厚い広がりアトラクタ群 (平均 4.48, 標準偏差 1.39) の間に有意差あり)。自律神経系の働きや心拍数に関して有意差は見出されなかった。そして、想像・洞察場面において、構成要素に関して有意差は見出されなかった。さらに、会話場面における HF/(HF+LF) に関して有意差が見出された ( $F(2, 34)=3.89$ ,  $p=.03$ ; Bonferroni により弱い広がりアトラクタ群 (平均 .244, 標準偏差 .089) と分厚



い広がりアトラクタ群（平均 .435, 標準偏差 .198）の間に有意差あり）。他の要素に関して有意差は見出されなかった。

安静場面における LLE ( $F(2, 34)=13.35$ ,  $p=.00$ ; Bonferoni) により縮こまりアトラクタ群（平均 7.75, 標準偏差 .398）と弱い広がりアトラクタ群（平均 4.84, 標準偏差 1.241）ならびに分厚い広がりアトラクタ群（平均 4.31, 標準偏差 1.036）の間、すべてに有意差あり）に有意差が見られ、 $HF/(HF+LF)$  に関しては有意差が見られなかったものの有意傾向が見られた ( $F(2, 34)=2.57$ ,  $p=.09$ ; 縮こまりアトラクタ群平均 .22, 標準偏差 .12, 弱い広がりアトラクタ群平均 .45, 標準偏差 .20, 分厚い広がりアトラクタ群平均 .48, 標準偏差 .19)。安静場面の LLE は他者視点遭遇場面、想像・洞察場面、会話場面に比べて低いのに（表 1 参照）、縮こまりアトラクタを示す人のゆらぎは何故大きいのであろうか。安静場面で同じ測定機器を使っている雄山（2012）、Oyama-Higa, Miao, & Mizuno-Matsumoto（2006）の重度認知症高齢者のデータがあったので精査してみたところ、そのアトラクタは全認知症者で軸に巻きついているのに対して、本研究での縮こまりアトラクタは軸とその振る舞いの間に空間があり、ゆらぎにつながる柔軟性がそれなりに見られた。本研究のリアルタイムでの各場面の縮こまりアトラクタは、縮こまる方向に向かってはいるが、まだ巻きつく状態には至っていない、変化の最中の動的な平衡状態だと言える。つまり、参加者の若者たちの中で安静場面において縮こまりアトラクタを示した人たちは特に何も考える必要はないとわかっていながらもイメージ化され、カプセル

化（Green, et al., 2008）や結晶化（Lewis, 1995）といった思考が出現し感情が活発に働いていたのではなかろうか。

#### 対人恐怖心性傾向ならびに週・自己評定とリアルタイムでの脈波の構成成分との関係

対人恐怖心性尺度を高群（12 人）、中群（14 人）、低群（11 人）の 3 群に分け、リアルタイムでの構成要素を確認したところ、他者視点遭遇場面での  $LF/HF$  ( $F(2, 34)=2.51$ ,  $p=.09$  ; 対人恐怖心性尺度高群平均 1.70, 標準偏差 .307, 中群平均 1.62, 標準偏差 .284, 低群平均 2.51, 標準偏差 .320) ならびに、他者視点遭遇場面での  $HF/(HF+LF)$  ( $F(2, 34)=3.07$ ,  $p=.06$  ; 対人恐怖心性尺度高群平均 .433, 標準偏差 .033, 中群平均 .408, 標準偏差 .031, 低群平均 .320, 標準偏差 .034) で有意な傾向が見出された。他者視点遭遇場面において、対人恐怖心性尺度が低い人の方が交感神経の働きは活発で緊張しており、対人恐怖心性尺度が高い人ならびに中の人の方が副交感神経を働かせていた。リアルタイムで他者視点に遭遇した時、相手のことに気を遣っている人の方がメソタイム時のフィードバックを経て結局は対人恐怖心性傾向が低くなり、気を遣わない人の方が結局は対人恐怖心性傾向が高くなるということなのかかもしれない。

ここ 1 週間の自己評定に関して、他者視点遭遇場面での  $HF/(HF+LF)$  に有意差が見出された ( $F(2, 34)=3.75$ ,  $p=.03$ ; ひとりムード群の副交感神経作用平均 .433, 標準偏差 .153, 勝手ムード群平均 .395, 標準偏差 .060, 交わりムード群平均 .305, 標準偏差 .305, 標準偏差 .069 ;

Bonferoni でひとりムード群と交わりムード群の間に有意差あり)。他者視点遭遇場面で、他者と関わりをもたずひとりでいる人の方が、他者と交わっていると思っている人よりもリラックスしているというのは、他者視点を気にしすぎるとリラックスできないということなのかもしれない。

## 討 論

本研究では、生体信号を表現する脈波のゆらぎを示す相空間アトラクタを主な指標として、対人関係において重要なポイントになると考えられる他者視点遭遇場面、想像・洞察場面、会話場面での生体信号の振る舞いから、そのリアルタイム経験のフィードバックというワンクッションを経て、他の人と関わることを避ける対人恐怖心性傾向というマクロタイムでの特徴へのつながりを構造化した。若者にとって、三場面の中でも他者視点と出会う場面は各人の特徴が現出し、そこに実験場面では安静状態、日常生活ではベッドに入って眠りにつく前のその日あったことを思い出す（これが、Lewis や Fogel が言っていたメソタイムの思考）瞬間が入ることによって、思考の結晶化（Lewis, 1995）やカプセル化（Green, et al., 2008）、また、Ellis（1976, 1987）が指摘する“違いがない（must）思考（例．あの人は私のことを嫌っているのに違いがない）”が起こり、それらが繰り返されることによってパーソナリティ傾向（本研究では、対人恐怖心性傾向）が顕著になってくると考えられる。リアルタイムでの他者と関わる場面、とくに他者視点と遭遇する場面は緊張し、ストレスを感じるのは当たり前である。そのストレスにきちんと向き合い対処せずに関

わりから逃げる方向にいくとその場では緊張から逃れられるが、マクロタイムでは他者と関わりを持つことに抵抗を感じる状態になる。ストレス自体は悪いことではなく、ストレスにどのように対処するのかが対人関係において成長するかどうかの分岐になるのである。本研究ではこれまでアトラクタを縮こまり、弱い広がり、分厚い広がりとして表現したが、図 1, 2, 3 からわかるように動きがある。正確には、「揺れながら縮こまる方向に向かっている状態」、「どちらに向かうのかわからないが動いている状態」、「揺れながら広がる方向に向かっている状態」であり、安定または平衡状態にあるわけではない。Schrödinger(1944) は生命とは何かを論じ、生物は負の<sup>いきもの</sup>エントロピーを食べて生きているとし、非平衡開放系として生命をとらえた。この考えは、Prigogine ら（Nicolis, et al., 1977）によって散逸構造の概念として定式化され、現在、生物は非線形非平衡系としてとらえられている（原田・吉川, 2003）。ちなみに、平衡系とは、目に見える変化が起こらない止まった世界であり、外から力を加えたりすれば変化が起きるのだが、その外力を止めれば再び平衡に戻る世界である。

本研究のデータを総合的に見ると、ゆらぎの重要性に気づく。それも、アトラクタの振る舞いから生体信号のリズムゆらぎだということがわかる。リズムゆらぎだからこそ、事象や他者のリズムと調子を合わせることが可能になるのである。ゆらぎは誤差ではなく、目の前にある事象への対応を繰り返し試みている動きなのである。このリズムゆらぎによって、下位システムは横のシステムゆらぎを使いながら連動して上位

システムを創発していると考えられる。寺島(2012)もゆらぎを通した秩序形成(order through fluctuation)に注目している。ゆらぎを通した秩序形成とは、ミクロレベルでの不規則に見える振る舞いがエネルギーを加えていくことによって、ある閾値を超えるとマクロレベルで局所的に新しい振る舞いが現れ、システム全体に広がっていくことであり、ゆらぎによる時間軸を越えての秩序形成が自己組織化と呼ばれる現象である。つまり、ゆらぎがあるからこそ、そのゆらぎを利用して自己組織化が起こる。

本研究では、これまで理論研究でしか話題にならなかったゆらぎが、アトラクタに描かれることによって顕在化された。これは、対人関係の研究が各人を振動子ととらえることにより、リズム同期研究として成り立つ可能性を示しており、リズムゆらぎが振動子間の連動を促し、自己組織化のきっかけになることを示唆している。今後の対人関係研究のポイントになろう。

## 文 献

- Abrahamson, D., Shayan, S., Bakker, A., & van der Schaaf, M. (2015). Eye-tracking Piaget: Capturing the emergence of attentional anchors in the coordination of proportional motor action. *Human Development*, **58**, 218-244.
- American Psychiatric Association (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, Fifth Edition, Text Revision (DSM-5-TR)*. Kindle.
- Balescu, R. (1975). *Equilibrium and nonequilibrium statistical mechanics*. New York: John Wiley & Sons.
- Banzhaf, W. (2003). Self-Organizing Systems. Robert A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Physical Science and Technology, Third Ed.*, 589-598. Academic Press.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, **21**, 37-46. doi:10.1016/0010-0277(85)90022-8.
- Bizzarri, F., Brambilla, A., & Gajani, G.S. (2013). Lyapunov exponents computation for hybrid neurons. *Journal of Computational Neuroscience*, **35**, 201-212.
- Cannon, W. B. (1928). Neural organization for emotional expression. In Numerous Contributors, *Feelings and emotions: The Wittenberg Symposium* (pp. 257-269). Clark Univ. Press.
- Carey, S., Zaitchik, D., & Bascandziev, I. (2015). Theories of development: In dialog with Jean Piaget. *Developmental Review*, **38**, 36-54.
- Chapman, M. (1991). Self-organization as developmental process: Beyond the organismic and mechanistic models? *Annals of Theoretical Psychology*, **7**, 335-348.
- Dennett, D. (1978). Beliefs about beliefs (Commentary / Cognition and consciousness in nonhuman species). *Behavioral and Brain Sciences*, **1**, 568-570.
- Ellis, A. (1976). The biological basis of human irrationality. *Journal of Individual Psychology*, **32**, 145-168.
- Ellis, A. (1987). The use of rational humorous songs in psychotherapy. In W. F. Fry, Jr. & W. A. Salameh (Eds.), *Handbook of humor and*



- psychotherapy: Advances in the clinical use of humor* (pp. 265–285). Sarasota, FL: Professional Resource Exchange, Inc.
- Fogel, A. (2008). Dynamic systems research in developmental psychology. 岡林春雄 (編) 心理学におけるダイナミカルシステム理論 第3章 (pp.202–213) 金子書房
- Fogel, A., Garvey, A., Hsu, H., & West-Stroming, D. (2006). *Change processes in relationships: A relational-historical research approach*. Cambridge University Press.
- <https://psycnet.apa.org/doi/10.1017/CBO9780511489686>
- 福土審(2013). 脳腸相関とストレス. ストレス科学研究, 28, 16–19.  
doi:10.5058/stresskagakukenkkyu.28.16, ISSN 1341-9986, NAID 130004726008.
- 福土審(2017). ストレスと脳腸相関の法則を探究 心身医学, 57, 335–342,  
doi:10.15064/jjpm.57.4\_335.
- 福土審(2018). 過敏性腸症候群と腸内細菌叢 gut microbiota 腸内細菌学雑誌, 32, 1–6.  
doi:10.11209/jim.32.1.
- 福土審(2020). 脳腸相関と機能性消化管障害 日本消化器病学会雑誌, 117, 834–839.  
doi:10.11405/nisshoshi.117.834.
- Green, D.G., Sadedin, S., & Leishman, T.G. (2008). Self-Organization. Jorgensen, S.E., & Fath, B.D. (Eds.), *Encyclopedia of Ecology*, 3195–3203. Academic Press.
- Haidt, J., Rozin, P., McCauley, C. R., & Imada, S. (1997). Body, psyche and culture: The relationship between disgust and morality. *Psychology and Developing Societies*, 1, 107–131.
- 原田崇広・吉川研一 (2003). 生命現象と非線形科学 電気化学および工業物理化学, 71, 341–345.
- 早野順一郎・岡田暁宣・安間文彦 (1996). 心拍のゆらぎ: そのメカニズムと意義 人工臓器, 25, 870–880.
- Hogrefe, G.J., Wimmer, H., & Perner, J. (1986). Ignorance versus false belief: A developmental lag in attribution of epistemic states. *Child Development*, 57, 567–582.
- 堀井俊章 (2011). 大学生における対人恐怖心性の時代的推移 横浜国立大学教育人間科学部紀要, 13, 149–156.
- 堀井俊章・小川捷之 (1996). 対人恐怖心性尺度の作成 上智大学心理学年報, 20, 55–65.
- 池口徹・合原一幸 (1997). 力学系の埋め込み定理と時系列データからのアトラクタ再構成 応用数理, 7, 260–270.
- 池口徹・山田泰司・小室元政・合原一幸 (2000). カオス時系列解析の基礎と応用 産業図書
- 井上政義・秦浩起 (1999). カオス科学の基礎と展開 —複雑系の理解に向けて 共立出版
- 井芹史明・山内剛 (2016). アトラクタを用いた新たなノイズ検出アルゴリズムの開発. 生体医工学, 54, Annual, 28PM-Abstract, S390.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmbe/54Annual/Proc/54Annual\\_P3-D11-1/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmbe/54Annual/Proc/54Annual_P3-D11-1/_pdf/-char/ja)
- 甲斐昌一 (2005). 生命におけるリズムと確率共鳴 蔵本由紀 (編) リズム現象の世界 (pp. 39–95) 東京大学出版会
- 北畑裕之・吉川研一 (2005). 化学・生物の世界のリズム 蔵本由紀 (編) リズム現象の世界 第1章 (pp.1–37) 東京大学出版会

- 北山修 (2002). 対人恐怖 小此木啓吾・北山修 (編) 精神分析事典 (p.320) 岩崎学術出版社
- 黒岩義之・平井利明・横田俊平・藤野公裕・山崎敏正 (2021). 自律神経科学元年の幕開け：今後の動向を考える 自律神経, 58, 1-9.
- Lavelli, M., Pantoja, A.P.F., Hsu, H., Messinger, D., & Fogel, A. (2005). Using microgenetic designs to study change processes. In D.G. Teti (Ed.), *Handbook of research methods in developmental psychology* (pp.1-50). Oxford, UK: Blackwell Publishers.
- Lewis, M.D. (1995). Cognition-emotion feedback and the self-organization of developmental paths. *Human Development*, 38, 71-102.
- Lewis, M.D. (1996). The promise of dynamic systems approaches for an integrated account of human development. *Child Development*, 71, 36-43.
- Lyapunov, A. M. (1992). *The general problem of the stability of motion* (A. T. Fuller, Trans.). London: Taylor & Francis. Reviewed in detail by M. C. Smith (1995) *Automatica*, 3, 353-356.
- 南谷晴之・林佐千男・永田隆信 (1999). ストレス・疲労にともなう心拍変動：ニューラルネットによる自律神経活動の評価 電子情報通信学会技術研究報告 (MEとバイオサイバネティックス), 98, 115-122.
- Moessinger, P. (1978). Piaget on equilibration. *Human Development*, 21, 255-267.
- 中原中也 (1969). 中原中也詩集 白鳳社
- 中村稔 (1990). 中原中也 言葉なき歌 筑摩書房.
- 中田聡 (2021). 非平衡開放系の自己組織化 オレオサイエンス, 21, 215-220.
- ニュートン編集部 (2022). 様々な器官の連携が命を支える人体 ニュートンプレス
- NHK スペシャル「人体」取材班 (2018). 人体：神秘の巨大ネットワーク 東京書籍
- Nicolis, G. & Prigogine, I. (1977). *Self-organization in nonequilibrium systems*. New York: Wiley. 小島陽之助・相沢洋二 (訳) (1980) 散逸構造：自己秩序形成の物理学的基礎 岩波書店.
- 新美南吉 (1997). でんでんむしのかなしみ 大日本図書
- 岡林春雄 (2014). 指尖脈波は心の指標となりうるか：生体信号のカオス探究 日本教育心理学会総会発表論文集 56, 713.
- 岡林春雄 (2015). 人間心理をリズムと揺らぎから探究する：指尖脈波によるリアルタイムアプローチ 日本教育心理学会総会発表論文集 57, 239.
- 岡林春雄 (2016). 生体信号・指尖脈波のリアルタイム解析：若者のストレス対処メカニズム 山梨大学教育学部紀要, 25, 1-8.
- Okabayashi, H. (2016). The relationship between fluctuation of biological signal: Finger plethysmogram in conversation and anthropophobic tendency. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 10, 3012-3016.
- 岡林春雄 (2022). 関わりを回避する若者たち：1997年調査と2019年調査を比較しながら 徳島文理大学紀要, 103, 27-36.
- 岡林春雄・鈴木平・雄山真弓・千野直仁・中川正宣・河合雄年 (2008). 指尖脈波のカオスアトラクタは精神状態を反映するか？：ダイナミカルシステムの視点からの考察 日本心理学会第72回大会ワークショップ WS044

- [https://doi.org/10.4992/pacjpa.72.0\\_WS044](https://doi.org/10.4992/pacjpa.72.0_WS044)
- 岡田 努 (2002). 現代大学生の「ふれ合い恐怖的心性」と友人関係の関連についての考察 *性格心理学研究*, 10, 69-84.
- 雄山真弓 (2012). 心の免疫力を高める「ゆらぎ」の心理学 祥伝社.
- Oyama-Higa, M. & Miao, T. (2006). Discovery and application of new index for cognitive psychology. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Psychology. 2040-2044.
- Oyama-Higa, M., Miao, T., & Mizuno-Matsumoto, Y. (2006). Analysis of dementia in aged subjects through chaos analysis of fingertip pulse waves. 2006 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. 9772439(1062-922X) DOI: 0.1109/ICSMC.2006.385308
- Piaget, J. (1953). *Logic and psychology*. Manchester, UK: Manchester University Press.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*, 15, 1-12.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 512-526.
- 理化学研究所脳科学総合研究センター (2016). つながる脳科学: 「心のしくみ」に迫る脳研究の最前線 講談社.
- Rozin, P., & Fallon, A. E. (1987). A perspective on disgust. *Psychological Review*, 94, 23-41.
- <https://doi.org/10.1037/0033-295X.94.1.23>
- Sawyer, R.K. (2003<sup>a</sup>). *Improvised dialogues: Emergence and creativity in conversation*. Westport, CT: Greenwood.
- Sawyer, R.K. (2003<sup>b</sup>). Emergence in creativity and development.
- R.K. Sawyer, V. John-Steiner, S. Moran, R.J. Sternberg, D.H. Feldman, J. Nakamura, & M. Csikszentmihalyi (Eds). *Creativity and development*. (pp.12-60), Oxford, New York: Oxford University Press.
- Schrödinger E, (1944). *What is life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schwarz, K.A., & Pfister, R. (2016). Scientific psychology in the 18th century: A historical rediscovery. *Perspectives on Psychological Science*, 11, 399-407.
- Siegler, R.S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. Oxford University Press.
- 須藤信行 (2017). 脳機能と腸内細菌叢 腸内細菌学雑誌, 31, 23-32.  
doi:10.11209/jim.31.23
- Takens, F. (1981). *Detecting strange attractors in turbulence. Lecture Notes in Mathematics*, 898. Berlin: Springer-Verlag.
- 寺島健一 (2011), 組織学習論への新たなアプローチ: 自己組織性の観点から 経営学研究論集, 35, 59-69.
- Ueberwasser, F. (1787). *Anweisungen zum regelmäßigen Studium der Empirischen Psychologie für die Candi daten der Philosophie zu Münster* [Instructions for the Regular Study of Empirical Psychology for Candidates of Philosophy at the University of Münster]. Münster, Germany: Friedrich Christian Theißing.

- 宇佐史・稲場文男 (1990). 人体表面からの  
極微弱生物フォトン発光と脳波の同時  
計測 生物物理, 30, 259-262.
- van Geert, P. (1998). A dynamic systems  
model of basic developmental  
mechanism: Piaget, Vygotsky and  
beyond. *Psychological Review*, 105,  
634-677.
- van Geert, P. (2000). The dynamics of  
general developmental mechanisms:  
From Piaget and Vygotsky to dynamic  
systems models. *Current Directions  
in Psychological Science*, 9, 64-68.
- Wimmer, H. and Perner, J. (1983). Beliefs  
about beliefs: Representation and  
constraining function of wrong  
beliefs in young children's  
understanding of deception,  
*Cognition*, 13, 103-128.
- Winfree, A.T. (1987). *The timing of  
biological clocks*. New York: W.H.  
Freeman. 鈴木善次・鈴木良次 (訳)  
(1992) 生物時計 東京化学同人.
- Wing, L. (1981). Asperger's syndrome:  
A clinical account. *Psychological  
Medicine*, 11, 115-129.  
doi:10.1017/S0033291700053332
- Wundt, W. (1863). *Vorlesungen über die  
Menschen-und Thierseele* [Lectures  
on Human and Animal Psychology].  
Leipzig: Leopold Voß.
- 山中伸弥 (2017). N スペ「人体」臓器たちは  
“会話”している!? あなたの健康常識が変わる  
[https://www.nhk.or.jp/kenko/atc\\_1298.html](https://www.nhk.or.jp/kenko/atc_1298.html)
- 吉川義博・園山輝幸・小川淳司・平田隆幸・  
原田義文 (2001). 超音波エコー信号の  
カオス解析：循環器診断応用 福井大  
学工学部研究報告, 49, 111-118.