

# 指尖脈波のカオス解析による虚偽検出の可能性

長澤 七海・鈴木 平

## 要旨

本研究では生理指標を用いた新しい虚偽検出の方法を検討することを目的とした。具体的には、18歳～30代の32名を対象に虚偽報告を行なわなければならないゲームを行なってもらい、その際に指尖脈波の測定を行ない、このデータにカオス解析を行うことで虚偽検出が可能であるかを検討した。32名の実験協力者から脈波72データを取得し（人狼群=17・村人群=55）、脈波のカオス的ゆらぎの指標であるLLEの平均（LLEmean）と、SD（LLEsd）、心拍数の平均（HRmean）、自律神経活動の指標としてHF、LF、LF/LF+HFなどを算出した。最初に虚偽報告を行なった群と行なわなかった群の間で1要因の分散分析を行なったところ、LLEmean、LLEsd、HRmean、Hfに差がみられた。次に虚偽報告を行なった群が行なわなかった群かを弁別できるかについて判別分析を用いた結果、LLEmean、HF、HRmean、LFの順に有効であり、全体の判別的中率は約7割（69.4%）であった。以上の結果から、虚偽報告の検出に脈波のカオスや自律神経系活動がある程度有効であったと考えられる。本研究における虚偽報告はゲームという簡易的な状況であったため、ストレスを感じ難かった可能性がある。今後の研究では、実験協力者に対する虚偽供述を行なう際の課題設定にさらなる工夫が必要だと考えられる。

キーワード：ゆらぎ、虚偽検出、LLE、指尖脈波

## 1. はじめに

現在日本では事件が起こった際に、捜査などで虚偽検出を行なう事がある。虚偽検出とは世間一般では嘘発見器と呼ばれることもある。犯罪者の生理データを読み取り、その人が嘘をついているかいないかを見極めるために使用される。虚偽検出には一般にポリグラフや脳波を使用した検査が用いられる。ポリグラフ検査とは、渡辺（1998）によると検査対象となっている事件に関連のある事柄を事件とは直接関連のない事柄に織り込んで被検査者に質問し、二つのタイプの質問に対応して生じる生理反応を比較することによって、供述の真偽を判定しようとする検査である。その原理として“事実を欺いて虚偽の供述をすると、意識的に変えることのできない不随意的生理反応が生じ、この生理反応は事実を

述べたときの反応と区別できる (渡辺, 1998)”としている。また歴史的にポリグラフを見ていくとするならば, Larson (1892-1965) が嘘発見の実務化を開始し, Marston (1893-1947) が開発した非連続的の脈波測定法を発展させ、脈拍、呼吸の3現象を同時にかつ連続的に測定し記録することができる、「ポリグラフ」装置を考案したとされている (桐生, 2005)。現在日本で実施されているポリグラフを用いた検査は有罪知識検査あるいは隠匿情報検査 (Concealed Information Test, CIT) と呼ばれる方法によって行なわれている。CITとは事件の犯人であれば事件事実として認識する内容と、それと類似するが事件とは無関係で事件事実として認識されないと考えられる内容の質問を行ない、その質問時の被検査者の呼吸運動・皮膚電気活動・心臓血管系活動などの生理的变化を記録し、生理的变化によって被検査者が事件に関与しているかどうかを推定するというものである (小川・松田・常岡, 2013)。

また一般に認知されている虚偽検出の方法として脳波の検査挙げられる。脳波を使用した検査では、近年、事象関連脳電位の1つであるP300の振幅を計測することによって判別する方法が注目されてきた。尾崎・堀 (2017) は“P300の振幅は、“検査対象者が関連刺激を記憶しているか否か”を見極めるうえで、主要な手がかりになる。”と述べている。というのもP300は記憶に残っている事象・刺激に対して、記憶にない事象・刺激よりも大きな反応を見せるからである。そのため、P300はいかに相手がその一部始終の事柄を把握・記憶しているかが重要となってくる。逆に言い換えると、相手が忘れてしまえば反応が見られないという問題がある。これは先述したポリグラフ検査にも当てはまる。また、このような中枢神経系反応を犯罪捜査で広く利用するには、“検査対象者に負担をかけずに測定できる”、“実験室でなくても検査が行える”、“装置が高価すぎない”といった条件を満たす必要がある (尾崎ら, 2017) としている。そのため本実験では上記の条件を満たす新しい虚偽検出の方法として、脈波のカオス解析を使用することとした。

## 1.2 カオス解析

まず学術用語としてのカオスとは、一般的に言われる混沌という意味で用いるものではない。学術用語としてはカオスの厳密な定義はまだ確立されていないが、“カオスとは決定論的カオスのことを意味し、一見ランダムに見えるが、ある秩序を生み出し、決定論に支配されている現象 (石山・岩永・田原・清岡・大橋, 2018)”と説明される。本研究に用いたカオス解析とは、一見一定のように捕らえられる事象、心拍や歩幅などの周期に起こる小さなズレ「ゆらぎ」を研究対象とし、この「ゆらぎ」をカオス現象の視点から分析行い、解析を行なう事である。今西・雄山 (2008) は“カオス解析は時系列信号に内在しているカオスの強度を定量化することから、信号の状態把握を行なう。カオス解析は非線形時系列解析に分類され、線形解析では得られない時系列信号の情報を抽出することができる。”と述べ、生体反応などの指標の中に存在するカオス性を見だし、その反応の状態の把握を行なう事で解析を行なっていると説明している。

また、カオス解析を行なう際に最初に行なわれる操作は、時系列信号の埋め込みによるアトラクタの再構成であり、これにより信号に潜在するダイナミクスを視覚化することができる。相空間（状態空間）へアトラクタを再構成することにより、解析対象である時系列信号のダイナミクスを視覚的に評価することができる。そこで、その形状の複雑さを定量化するためにLLEが算出される。LLEはアトラクタにおける軌道不安定性を示し、時系列信号が「どの程度カオス的か」ということを提示している（今西・雄山2009）。LLEとは最大リアプノフ指数（Largest Lyapunov Exponent）のことであり、接近した2点から出発した二つの軌道がどのくらい離れているかを測る尺度である。この軌道幅の時間的な変動を数値にしたものがリアプノフ指数であり、その最大値を最大リアプノフ指数としている（雄山, 2012）。

国内において、カオス解析を用いて生理的心的状態を計測することを旨とした研究としては、笑ったり、スポーツをしたり動物と触れ合ったりなど自身が楽しいことをすることによって最大リアプノフ指数のゆらぎが大きくなり、それが健康に繋がってくるとした雄山（2012）の研究が有名である。雄山（2012）によると、心身が健康的で適応的な状態にあるほどLLEが高くなっていることを多くの実験研究で見いだされている。他にも、アロマセラピーの臨床効果の検討を行なった小池・松井・吉田・柳・馬庭・横山（2003）の研究や、うつ病や気分障害の罹患者と健常者の比較を行なった北河・加藤（2018）の研究など、ある程度研究が行なわれている。

以上のことから、本研究では実験協力者に虚偽報告をするゲームを行なってもらい、測定した指尖容積脈波のデータにカオス解析を行い、算出されたLLEなどの生理データから虚偽報告を判別できるか検討することを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 実験協力者・実験期間

実験協力者は、機縁法により任意でこの実験に参加した18歳から30代前半までの男女32名であった。実験は2019年10月21日から2019年12月4日の間に行われた。また実験協力者はゲームの説明などで試行をスムーズに進行させるために、実験以前に最低でも1度は人狼ゲームの経験がある者を選出した。また実験協力者の人狼ゲームの経験数は人それぞれであり、あまり経験のない者、経験が多い者がいた。（ゲームの内容については後述。）

### 2.2 実験環境

実験は、東京都内A大学の心理学実験室にて行なわれた。室内のコンディションとしては作業に支障が無い程度に防音されており、十分な光量を得られる場所であった。室内はエアコンによって適温・適湿に保たれていた。実験協力者は1回の施行につき5～6人のグループで行った。

### 2.3 実験機材・用具・材料

実験には以下の機材・用具・材料を用いた。

Lyspect3.5：((株)カオテック社製)にカフセンサーを接続し、非利き手の人差し指または中指で指尖脈波の測定を行なった。また取得した脈波解析にも使用した。測定は安静状態で200Hzのサンプリングレート、180秒間測定した。

ノートパソコン：(株)NEC社製、Versa Pro VD-9を使用し、Lyspect3.5を用いたデータの測定と収集およびデータ解析に使用した。

ワンナイト人狼：(カードゲーム)、人狼2枚、村人4枚、占い師、1枚を実験協力者の役職を決めるために使用した。本研究で用いたワンナイト人狼は、一般に人狼ゲームとして知られるゲームの行程を一部省略し少人数・短時間で遊べるようにしたものである。

「人狼ゲーム」とはゲーム参加者が村人または村人に扮した人狼に分かれ、人狼が誰であるかを話し合いで探し、怪しい人物を処刑していくというテーブルゲームである。村人はその場にいる人狼を全員処刑することが勝利条件であり、また人狼は村人をその場に残る人狼の人数と同等数まで減らす事が勝利条件となる。話し合いの際に村人は誰が人狼であるのかを見極める必要があり、また人狼は自身を村人に見せるように状況を見ながら嘘をつき、村人から信頼を得る必要がある。そのためゲーム内で心理戦が行なわれるゲームとなっている。本研究では試行時間の短縮のためワンナイト人狼を使用した。

スマートフォン：人狼ゲーム内で夜の行動の際に音声データで占い師と人狼に指示をするために使用した。

膝掛け：役職カードがこすれる音の軽減や夜の行動を行なう者の行動音の軽減のために使用した。

実験用質問紙：実験協力者のサイコパシーの高低を判別するために Levenson, Kiehl, & Fitzpatrick (1995) が作成したサイコパシー尺度 (Primary and Secondary Psychopathy Scale (PSPS)) を杉浦・佐藤 (2005) が日本語訳をした、PSPS 日本語版を用いた。この尺度は一次性サイコパシーと二次性サイコパシーの二つの下位尺度 21 項目から構成されており、回答は「0：全く当てはまらない」、「1：あまり当てはまらない」、「2：どちらとも言えない」、「3：やや当てはまる」、「4：非常に当てはまる」の 5 件法であった。一般にサイコパスは平気で嘘をつくとされており、サイコパシーの程度の違いによって嘘をつくことによる生理反応の差異が検出されるかを測定するために本尺度を使用することとした。

SIRI (Short Interpersonal Reactions Inventory) の日本語短縮版 (織井・久保木・熊野・坂野・佐々木・上里・瀬戸・宗像・山内・吉永, 2000)：実験協力者のパーソナリティを判別するため使用した。この尺度は、33 項目から構成されており、6 つのタイプの判別ができる。タイプ 1 は社会的同調性が高く癌に罹患しやすいタイプである。タイプ 2 は不安が強く、ワーカホリック傾向が高い。そして虚血性心疾患に罹患しやすいタイプである。タイプ 3 は敵意性が高く、社会的望ましさ、反情緒性、完璧主義、ワーカホリック傾向が低く、タイプ 1 とタイプ 2 の特徴を併せもち精神病質的なタイプである。タイプ 4 は神経

症性が低く、自律的で健康的なタイプ。タイプ5は社会的望ましさ、合理性、反情緒性、完璧主義傾向が強く、敵意性が低いタイプである。タイプ6は合理性、社会的同調性が低く、反社会的なタイプである(織井ら, 2000)。回答選択肢は、「0:ほとんどない」、「1:ときたまある」、「2:しばしばある」、「3:しょっちゅうある」の4件法であった。本尺度は、パーソナリティタイプによって嘘をつくことによる生理反応の差異が検出可能であるかを検討するために使用した。

オリジナルのチェックリスト: 実験終了後にオリジナルのチェックリストに回答記入してもらった。質問は10項目で、内容は表2-1に示した。「1:非常にそう感じた」から「10:全くそう感じなかった」の10件法で回答してもらった。

表2-1 チェックリスト質問内容

1	実験が楽しかった
2	(人狼のとき)実験での質問に緊張した
3	実験での質問に答える際に罪悪感を感じた
4	(人狼のとき)実験での質問で嘘がばれるのでは無いかと感じた
5	実験での質問に対して不安を感じた
6	(人狼のとき)嘘をつくことが嫌だった
7	(人狼のとき)実験での質問に対して気持ちを落ち着かせようとした
8	質問に反射的に答えてしまった
9	ゲームだと割り切って質問に答えた
10	(人狼のとき)人狼だと疑われた際に表情がこわばったと思う

## 2.4 使用した生理指標

今回の実験において以下の生理指標を測定し、使用した。いずれも、指尖容積脈波の時系列データから算出されたものである。

LLEmean: 現象のカオス性を表わすLLEの平均値である。この値がマイナスの場合、カオスではなく一定のアトラクターに収束することを意味する。この数値が正の値であれば現象がカオスであることを示す一つの指標となり、数値が大きくなるほどカオス性が高くなることを意味している。多くの先行研究から、LLEmeanの値が高いほど心身の健康状態が良好であり、適応的であることを意味していると考えられている。

LLEsd: LLEの変動を表わす指標として本研究ではLLEのSDの値を用い、これをLLEsdとした。LLEmeanはこれまでの研究で最も良く用いられている指標の一つであるが、LLEsdについての研究は行われておらず、これを用いるのは新しい試みである。

HRmean: 指尖容積脈波より1分間あたりの心拍数の平均値を算出し、これをHRmeanとして分析の対象とした。自律神経活動指標の一つとなる。

HF: 指尖脈波を二次微分することでRR間隔(R波とR波の間隔=IBI: Interbeat Interval)を算出し、これをスペクトル解析することで自律神経バランスを算出すること

ができる。スペクトルの推定には、高速フーリエ変換を用いた。0.15Hz から 0.40Hz の周波数帯域が HF 領域で、この区間積分値は副交感神経系活動の活動に対応する。

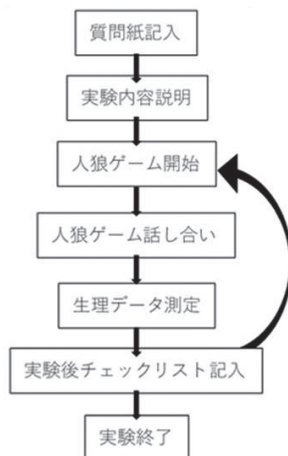
LF : HF と同様に指尖脈波のデータから自律神経活動を推定した。0.05Hz から 0.15Hz の周波数帯域が LF 領域で、この区間積分値は交感神経系活動と副交感神経系活動に対応する。

LF/LF+HF : 自律神経系の機能バランスを定量化するために、本研究では LF/LF+HF を算出し、0 から 10 までの数値に基準化した数値を分析に用いた。10 に近いほど交感神経系機能が優位であり、0 に近いほど副交感神経系機能が優位であったことを意味する。

## 2.5 実験手続き

本実験では実験協力を 5～6 人のグループに分け、実施した。実験の流れは図 2-1 に示した通りである。実験に要した時間は 1 時間前後であった。実験後チェックリスト記入後、協力者から了承を得られた場合試行を繰り返し行なった。

図 2-1 実験の一連の流れ



実験においてははじめに、協力者に対し、実験用質問紙に回答を募り、協力者は氏名・性別・心理尺度への記入を行った。その後実験の一通りの説明を以下の教示のように行なった。

「これから皆さんにはワンナイト人狼を行ってまいります。役職は村人 4、人狼 2、占い師 1 です。占い師は市民陣営となります。ゲームはこのカードを使って進行します。(カードを実験参加者に見せながら) まずこの中からカードを一人 1 つずつ選びそのカードの絵柄を確認して下さい。その際に周りの人に自分の役職はばれないようにして下さい。実験者である私にも役職は分からないようにして下さい。役職が分かった後、夜の行動を行います。占い師と人狼には夜の行動があります。占い師は他人のカードを 1 枚、または誰に

も選ばれなかったカードの2枚のどちらかを見ることができます。また人狼は他の人狼と目配せでお互いを知る事ができます。いずれも、それを10秒以内で行って下さい。夜の行動はこのスマートフォンの音声データの指示に従って行ってもらいます。(スマートフォンを実験参加者に見せながら)夜の行動の際は皆さん伏せていただき、片手で机を叩いて行動者の行動音が分からないようにしてもらいたいと思います。その後2分の話し合いを設け、皆さんには人狼が誰なのかを話し合ってもらいます。話し合いの時間は実験者の判断によって延長・短縮される場合があります。その後、生理データの取得に移らせていただきます。生理データの取り方についてですが、非利き手の人差し指にカフを付けてもらい、こちらがする質問に答えてもらうというものです。指に装着するカフは指先を挟む程度のものであり、外傷を与えるものではありません。全員のデータを取得したあと、実験を通してのチェックリストと自分の役職が何であったのかを尋ねる用紙を配りますので、それに絶対に答えてもらうようにお願いします。これが本実験の一通りの流れになります。また実験は繰り返し行われる場合があります。それではゲームを始めたいと思います。」

この後実協力者は教示に従って場に伏せてある役職カードを1つ選択し、役職を視認した。

協力者はその後スマートフォンの音声に従い夜の行動を行い、2分間の話し合いを行なった。スマートフォンの指示内容は「夜になりました。プレイヤーは目を瞑り片手でテーブルをカタカタと鳴らして下さい。はじめに占い師は目を覚まし、占って下さい。スタート。1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 目を閉じて下さい。次に人狼は目を覚まし、互いに目配せして下さい。スタート。1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 目を閉じて下さい。夜が明けましたプレイヤーは目を覚まして下さい。」となっていた。

話し合いの終了後、協力者一人ずつ順番に生理データの取得を行なった。生理データの取得を行なう際に協力者一人ずつに以下のように教示を行なった。

「これからいくつかの質問をします。あなたはその質問を聞いてから、そのすべてに「いいえ」と答えて下さい。自分の役職がばれないように上手にかくして質問に答えて下さい。質問に答える場合は私の目を見て答えるようにして下さい。それでは始めます。」

データ取得の際に行なった質問は半構造化されたものであり、実験者は協力者の返答を得てから質問の構造に則った質問をランダムに行なった。質問の構造としては人狼ゲームに関係の無い「今朝は朝食を食べましたか」、「あなたは学生ですか」などの質問を3題とそれ以降に人狼に関する「あなたは人狼ですか」、「あなたは村人ですか」、「本当は人狼なのではないですか」などの質問をデータ取得時間である90秒間で行なうというものであった。データ取得後協力者に実験終了後用のチェックリストに答えてもらい、協力者の役職を確認した。

## 2.6 倫理的配慮

実験協力者を募る書類に、実験において、身体にストレスや負担を与えるものではなく

実験はいつでもやめることができること、回答内容や実験を途中でやめることによって不利益をこうむることは一切ないこと、取得したデータは統計処理をし、学術目的で使用する、実験で使用したデータは暗号化されたUSBメモリに保管され個人が特定されることはないことを説明し、倫理的配慮に関して承諾を得た上で協力者には実験に参加してもらった。

### 3. 結果

#### 3.1 基礎統計量

今回の実験では32名の実験協力者から脈波72データを取得した。以下が基礎統計量である。なお、PSPSは実験協力者のデータに大きな偏りが見られ、要求されるサンプルサイズを満たさなかったため、本研究では分析対象外とした。また、SIRIのデータは分類された人数が少なかったタイプがいくつか見られたため、本研究では分析対象外とした。

表3-1 各指標の基礎統計量 (全体・n=72)

	LLEmean	LLEsd	HRmean	LF/LF+HF
平均	5.76	1.22	85.70	5.17
SD	1.94	0.51	11.78	1.61
SE	0.23	0.06	1.40	0.19
95%CI上限	7.46	1.81	108.77	7.11
95%CI下限	4.05	0.62	62.63	3.23

表3-2 人狼群・村人群別の基礎統計

	人狼群(n=17)				村人群(n=55)			
	LLEmean	LLEsd	HRmean	LF/LF+HF	LLEmean	LLEsd	HRmean	LF/LF+HF
平均	6.36	1.32	88.93	5.15	5.57	1.18	84.70	5.17
SD	2.05	0.62	12.14	1.63	1.87	0.46	11.49	1.60
SE	0.51	0.16	3.03	0.41	0.25	0.06	1.56	0.22
95%CI上限	7.41	1.64	95.17	5.99	6.08	1.31	87.81	5.61
95%CI下限	5.30	1.00	82.69	4.32	5.07	1.06	81.60	4.74

#### 3.2 分散分析結果

LLEmeanについて1要因2群(人狼と村人)の分散分析を用いて検討した結果、条件の主効果は認められなかった。(F(1, 70) = 2.13, p = 0.15, Mse = 3.76,  $\eta^2 = 0.03$ )が、弱い効果があることが分かった。このことから人狼群の方が村人群よりもLLEmeanが高い傾向がみられたと考えられる。

LLEsdについて1要因2群(人狼と村人)の分散分析を用いて検討した結果、条件の主



効果が有意ではなかった ( $F(1, 70) = 0.98, p = 0.33, Mse = 0.26, \eta^2 = 0.01$ )。が、弱い効果があることが分かった。このことから人狼群の方が村人群よりも LLEsd が高い傾向がみられたと考えられる。

HRmean について1要因2群(人狼と村人)の分散分析を用いて検討した結果、条件の主効果は有意ではなかった ( $F(1, 70) = 1.66, p = 0.20, Mse = 139.43, \eta^2 = 0.02$ )。が、弱い効果があることが分かった。このことから人狼群の方が村人群よりも HRmean が高い傾向がみられたと考えられる。

LF/LF+HF について1要因2群(人狼と村人)の分散分析を用いて検討した結果、条件の主効果は有意ではなく、効果量も差を示していなかった ( $F(1, 70) = 0.00, p = 0.97, Mse = 2.66, \eta^2 = 0.00$ )。

次に実験後に記入してもらったチェックリストをもとに人狼の高群と低群、村人群の3群による分散分析を行なった。また以下の結果からは差が見られたもののみ記述を行なう。

まずは実験後チェックリスト2「(人狼のとき) 実験での質問に緊張した」を用い、人狼の緊張の高低と村人の3群を用いた際の分散分析を実施した。人狼の緊張高群低群は指標の平均を取り、平均より大きければ高群、低ければ低群として分類した。結果は表3-3に示した。LLEmean, LLEsd では人狼緊張L群が一番高く、HRmean, LF/LF+HF では人狼緊張H群が一番高い結果となった。

表3-3 実験後チェックリスト2分散分析結果

	人狼緊張H群n=8	人狼緊張L群n=9	村人群n=55	ANOVA結果	Scheffe法による多重比較結果
LLEmean	平均(5.18) SD(1.61) SE(0.57)	平均(7.40) SD(2.00) SE(0.66)	平均(5.57) SD(1.88) SE(0.25)	$F(2, 69) = 4.12$ $p = 0.02$ $\eta^2 p = 0.11$	人狼緊張L > 人狼緊張H ( $p = 0.06, g = 1.21$ ) 村人 > 人狼緊張H ( $p = 0.86, g = 0.21$ ) 人狼緊張L > 村人 ( $p = 0.03, g = 0.96$ )
LLEsd	平均(1.11) SD(1.61) SE(0.57)	平均(1.51) SD(0.81) SE(0.27)	平均(1.18) SD(0.47) SE(0.06)	$F(2, 69) = 1.84$ $p = 0.17$ $\eta^2 p = 0.05$	人狼緊張L > 人狼緊張H ( $p = 0.27, g = 0.65$ ) - 人狼緊張L > 村人 ( $p = 0.20, g = 0.63$ )
HRmean	平均(92.82) SD(14.59) SE(5.16)	平均(85.47) SD(9.91) SE(3.30)	平均(84.70) SD(11.59) SE(1.56)	$F(2, 69) = 1.67$ $p = 0.20$ $\eta^2 p = 0.05$	人狼緊張H > 人狼緊張L ( $p = 0.44, g = 0.60$ ) 人狼緊張H > 村人 ( $p = 0.20, g = 0.68$ ) -
LF/LF+HF	平均(6.14) SD(1.61) SE(0.57)	平均(4.28) SD(1.24) SE(0.41)	平均(5.17) SD(1.62) SE(0.22)	$F(2, 69) = 2.95$ $p = 0.06$ $\eta^2 p = 0.08$	人狼緊張H > 人狼緊張L ( $p = 0.06, g = 1.30$ ) 人狼緊張H > 村人 ( $p = 0.28, g = 0.60$ ) 村人 > 人狼緊張L ( $p = 0.30, g = 0.57$ )

次に実験後チェックリスト5「実験での質問に対して不安に感じた」を用い、人狼の不安の高低と村人の3群を用いた際の分散分析を実施した。人狼の不安高群低群は指標の平均を取り平均より大きければ高群、低ければ低群として分類した。結果は表3-4に示した。LLEmean, LLEsd, HRmean で人狼不安L群が一番高い結果となった。

表3-4 実験後チェックリスト5分散分析結果

	人狼不安H群n=10	人狼不安L群n=7	村人群n=55	ANOVA結果	Scheffe法による多重比較結果
LLEmean	平均(5.48) SD(1.36) SE(0.43)	平均(7.60) SD(2.45) SE(0.93)	平均(5.57) SD(1.88) SE(0.25)	F(2, 69)=3.74, p=0.03, η <sup>2</sup> p <sup>2</sup> =0.10	人狼不安L > 人狼不安H(p=0.08, g=1.13) - 人狼不安L > 村人(p=0.03, g=1.04)
LLEsd	平均(1.26) SD(0.34) SE(0.11)	平均(1.41) SD(0.95) SE(0.36)	平均(1.18) SD(0.47) SE(0.06)	F(2, 69)=0.65 p=0.53 η <sup>2</sup> p <sup>2</sup> =0.02	人狼不安L > 人狼不安H(p=0.85, g=0.22) - 人狼不安L > 村人(p=0.55, g=0.42)
HRmean	平均(87.51) SD(14.47) SE(4.58)	平均(90.96) SD(9.75) SE(3.68)	平均(84.70) SD(11.59) SE(1.56)	F(2, 69)=1.00 p=0.37 η <sup>2</sup> p <sup>2</sup> =0.03	人狼不安L > 人狼不安H(p=0.84, g=0.27) 人狼不安H > 村人(p=0.79, g=0.23) 人狼不安L > 村人(p=0.43, g=0.55)

次に実験後チェックリスト7「(人狼のとき) 実験での質問に対して気持ちを落ち着かせようとした」を用い、人狼が自身を落ち着かせようとした度合いの高低と村人の3郡を用いた際の分散分析を実施した。人狼の落ち着き高群低群は指標の平均を取り平均より大きければ高群、低ければ低群として分類した。結果は表3-5に示した。LLEmean, LLEsdでは人狼落ち着きL群が一番高く、HRmean, LF/LF+HFでは人狼落ち着きH群が一番高い結果となった。

表3-5 実験後チェックリスト7分散分析結果

	人狼落ち着きH群n=9	人狼落ち着きL群n=8	村人群n=55	ANOVA結果	Scheffe法による多重比較結果
LLEmean	平均(5.64) SD(1.68) SE(0.56)	平均(7.16) SD(2.36) SE(0.83)	平均(5.57) SD(1.88) SE(0.25)	F(2, 69)=3.67 p=0.01 η <sup>2</sup> p <sup>2</sup> =0.07	人狼落ち着きL > 人狼落ち着きH(p=0.27, g=0.75) - 人狼落ち着きL > 村人(p=0.10, g=0.82)
LLEsd	平均(1.26) SD(0.31) SE(0.10)	平均(1.39) SD(0.90) SE(0.32)	平均(1.18) SD(0.47) SE(0.06)	F(2, 69)=0.63 p=0.54 η <sup>2</sup> p <sup>2</sup> =0.02	人狼落ち着きL > 人狼落ち着きH(p=0.87, g=0.20) - 人狼落ち着きL > 村人(p=0.56, g=0.39)
HRmean	平均(93.78) SD(12.90) SE(4.30)	平均(83.47) SD(10.15) SE(3.59)	平均(84.70) SD(11.59) SE(1.56)	F(2, 69)=2.53 p=0.87 η <sup>2</sup> p <sup>2</sup> =0.07	人狼落ち着きH > 人狼落ち着きL(p=0.20, g=0.88) 人狼落ち着きH > 村人(p=0.10, g=0.77) 村人 > 人狼落ち着きL(p=0.96, g=0.11)
LF/LF+HF	平均(5.46) SD(1.84) SE(0.61)	平均(4.81) SD(1.52) SE(0.54)	平均(5.17) SD(1.62) SE(0.22)	F(2, 69)=0.34 p=0.71 η <sup>2</sup> p <sup>2</sup> =0.01	人狼落ち着きH > 人狼落ち着きL(p=0.71, g=0.39) - 村人 > 人狼落ち着きL(p=0.84, g=0.23)

次に実験後チェックリスト10「(人狼のとき) 人狼だと疑われた際に表情がこわばったと思う」を用い、人狼の表情のこわばりの高低と村人の3群を用いた際の分散分析を実施した。人狼のこわばり高群低群は指標の平均を取り平均より大きければ高群、低ければ低群として分類した。結果は表3-6に示した。LLEmean, LLEsdでは人狼落ち着きL群が一番高く、HRmeanでは人狼落ち着きH群が一番高い結果となった。

表3-6 実験後チェックリスト10分散分析結果

	人狼こわばりH群n=8	人狼こわばりL群n=9	村人群n=55	ANOVA結果	Scheffe法による多重比較結果
LLEmean	平均(5.28) SD(1.67) SE(0.59)	平均(7.32) SD(2.06) SE(0.69)	平均(5.57) SD(1.88) SE(0.25)	F(2, 69)=3.61 p=0.03 η p2=0.10	人狼こわばりL>人狼こわばりH(p=0.09, g=1.08) - 人狼こわばりL>村人(p=0.04, g=0.92)
LLEsd	平均(1.20) SD(0.26) SE(0.09)	平均(1.43) SD(0.86) SE(0.29)	平均(1.18) SD(0.47) SE(0.06)	F(2, 69)=0.89 p=0.42 η p2=0.03	人狼こわばりL>人狼こわばりH(p=0.67, g=0.34) - 人狼こわばりL>村人(p=0.42, g=0.46)
HRmean	平均(93.94) SD(13.13) SE(4.64)	平均(84.48) SD(10.71) SE(3.57)	平均(84.70) SD(11.59) SE(1.56)	F(2, 69)=2.25 p=0.11 η p2=0.06	人狼こわばりH>人狼こわばりL(p=0.26, g=0.80) 人狼こわばりH>村人(p=0.12, g=0.78) -

以上のことから、各分類のLLEmean, LLEsdにおいて人狼低群が一貫して高いという結果が得られた。

### 3.3 判別分析結果

人狼群か村人群かを今回取得したデータによってどの程度説明ができるかについて判別分析を用いて検討を行なった。被判別変数は人狼群に1を、村人群に2をダミー変数として割り当てた。また判別分析の結果を表3-7・表3-8に示した。

標準判別関数係数はLLEmeanが0.81, LLEsdが0.02, HFが-0.62, LFが-0.23, HRmeanが0.35, LF/LF+HFが-0.08であった。この結果は人狼群と村人群の判別には、LLEmean, hf, HRmean, LFの順に有効であったことを示している。全体の判別的中率は69.4%であり、以上の結果からLLEmean, HF, HRmean, LFが人狼と村人の判別に対し、ある程度有効であったと考えられる。

表3-7 判別分析結果1

判別変数	正準判別係数	標準判別係数
LLEmean	0.42	0.81
LLEsd	0.05	0.02
HF	-0.17	-0.62
LF	-0.05	-0.23
HRmean	0.03	0.35
LF/LF+HF	-0.05	-0.08
定数=-3.61		
固有値=0.13 正準相関係数=0.33 wilk's λ=(χ <sup>2</sup> (6)=7.93)		
グループ重心の関数：人狼群0.63・村人群-0.19		

表3-8 判別分析結果2

		予測グループ		
		人狼群	村人群	合計
人狼群	11(64.7%)	6(35.3%)	17	
村人群	16(29.1%)	39(70.9%)	55	

全体の判別的中率は69.4%であった

#### 4. 考察

今回の研究において人狼群と村人群に対する判別分析では全体の判別的中率が7割近くあったことから、各生理指標が虚偽検出においてある程度有効である可能性が示されたといえる。特にLLEmean, HF, HRmean, LFなどの生理指標がある程度有効であったと考えられる。また、各指標の中でもLLEmeanの標準化判別関数係数が一番高かったことから、LLEの有用性が示されたものと考えられる。

2群の分散分析ではLLEmean, LLEsdに表される脈波のカオス性が人狼群の方が高かったことから、人狼群の認知的活動が活性化されたことが示唆される。また、3群の分散分析において、LLEmeanの各分類において結果が同じような変化を見せた。これらは一貫して人狼の各分類の低群が高いという結果が得られた。また低群に分類された協力者は試行後に人狼ゲームの戦略について話していたことから、ゲームの役職を意識しながらゲームの進行、攻略法を模索する余裕があったと考えられる。そのためあらゆるものに対し思考を巡らせていたため、LLEmeanが高くなりやすい傾向にあったと考えることができる。これは前田・鈴木(2017)の安静時と加算課題・創造課題を行なった際の最大リアプノフ指数の比較を行った研究において最大リアプノフ指数が安静時に比べ課題を行なった際に増加したことと同様のメカニズムであったことが考えられる。前田・鈴木(2017)は、加算課題と創造課題を行なった際の最大リアプノフ指数にも差が見られており、創造課題の方が高いという結果を報告した。これは、単純な計算課題である加算課題よりも創造課題の方がより高度な認知機能が要求されたためであったと解釈される。本研究でも同様の現象であったと考えられる。また、人狼の各分類の高群と村人群とLLEmeanの比較を行なった際にあまり差がみられなかったことに関しては、上記の考察を援用するなら、人狼の各分類の高群と村人は同程度の思考を行なっていたとも考えられる。人狼の各分類の高群は比較的ゲームになれていない協力者が多かったと推測され、ゲームの戦略に伴う認知機能の活性化が生じていなかったとも考えられる。

本研究における虚偽報告はゲームという簡易的な状況であったため、ストレスを感じ難かった可能性がある。ゲームと割り切っている人にとっては嘘をつくことが勝つための条件と捉えられていた可能性が十分あると考えられる。そのため協力者に対し、嘘をつくことにプレッシャーを与える実験内容(実験の一連の流れにおいて)の模索が重要となると考えられる。この点において、人狼ゲームの経験の有無が実験結果に与えた影響が

あったかもしれない。したがって、今後の研究では、実験協力者に対する虚偽供述を行なう際の課題設定にさらなる工夫が必要と考えられる。

心理学の分野では、非線形解析であるカオス解析を用いた研究はまだ多くない。しかしながら、本実験の結果から虚偽検出を抽出する研究への応用も可能ではないかということが示唆された。本研究で用いたゲームよりも良心の呵責を覚えるような実験設定を行うことで、LLEを用いた虚偽検出の可能性をさらに検討していくことが期待される。

また今回分析の対象外となった指標を用い、追加で研究を行ない対象のパーソナリティによって結果に変化が見られるのかについても検討できるのではないかと考えられる。目的達成のためには嘘をつくことに罪悪感を抱きにくいとされるサイコパシー傾向の高い人に対し、認知的な働きや思考の活発さを反映するLLEなどの指標を用いて虚偽報告を見抜くことができるか、さらなる研究の進展が望まれる。

## 付記

本研究の一部は日本心理学会第84回大会で発表した内容を改編したものである。

## 引用文献

- 新井史人・川口三夫・長谷川泰久・福田敏男・野田明子・湧田雄基 (2005). 心拍変動のカオス解析に基づく睡眠状態推定法 電気学会論文誌C 電子・情報・システム部門誌, 125 (1), 43-49.
- 石山さゆり・岩永浩明・田原 孝・清岡佳子・大橋一友 (2018). 胎児と母は決定論的カオスである: サロゲート法による解析 看護理工学会誌, 5 (1), 74-79.
- 今西 明・雄山真弓 (2008). 生理心理学における新たな解析手法の提案: 生体信号のカオス解析 人文論究, 58 (3), 23-42.
- 今西 明・雄山真弓 (2009). カオス解析における設定値の差異が解析結果に与える影響 - 指尖容積脈波における検討 - 人間工学, 45 (2), 141-147.
- 小川時洋・常岡充子・松田いづみ (2013). 隠匿情報検査の妥当性: 記憶検出技法としての正確性の実験的検証 法科学技術, 18 (1), 35-44.
- 大庭丈幸・大平英樹・西松能子 (2013). サイコパシー特性と多次元的共感性 人間環境学研究, 11 (1), 13-18.
- 尾崎久記・堀 忠雄 (2017). 「生理心理学と精神生理学 第I巻基礎」北大路書房 172-183.
- 尾崎久記・堀 忠雄 (2017). 「生理心理学と精神生理学 第II巻応用」北大路書房 225-274.
- 織井優貴子・久保木富房・熊野宏昭・坂野雄二・佐々木直・上里一郎・瀬戸正弘・宗像正徳・山内祐一・吉永 馨 (2000). Short Interpersonal Reactions Inventory 日本語短縮版作成の試み 第2報 - 33項目版への改訂 - 心身医学, 40 (6), 447-454.
- 雄山真弓 (2012). 「心の免疫力を高める「ゆらぎ」の心理学」祥伝社新書
- 金子周平 (2018). 非犯罪者のサイコパス類型におけるパーソナリティ特性および精神病理の検討 人間学研究論集, 7, 129-139.
- 北河 茜・加藤昇平 (2018) 経験想起時の心拍変動解析と心電図のカオス性を用いた気分判別 第80回全国大会講演論文集, 1, 233-234.
- 桐生正幸 (2005) 「犯罪捜査場面における虚偽検出検査の研究 - GKT 検出理論への記憶と不安からのアプローチ -」北大路書房, 6-37.
- 桐生正幸 (2017). 日本におけるポリグラフ検査の変遷 - 犯罪事実の記憶, 隠蔽の意図 - Behavioral

- Science, 56 (1), 31-42.
- 胡 毓瑜・三好恵真子 (2014). 脈波におけるカオス解析の技術開発と展望 - 中国における心理問題への対処法としての応用展開の可能性 大阪大学大学院人間科学研究科紀要, 40, 27-46.
- 小池弘人・吉田朋美・馬庭芳朗・松井弘樹・柳奈津子・横山知行 (2003). 加速度脈波カオス解析によるアロマセラピーの臨床効果判定の検討: 「相補検査学」の試み 群馬保健学紀要, 24, 81-85.
- 児玉 健・丹野宏昭 (2015). 人狼ゲーム経験による嘘の手がかり信念の差異 - 大学生, 人狼ゲーム愛好者, 人狼ゲーム舞台役者の比較 パーソナリティ研究, 24 (1), 88-90.
- 小孫康平 (2010). ビデオゲームプレイヤーの操作行動が脈波のカオス解析による心理状態と主観的感情に及ぼす影響 デジタルゲーム学研究, 4 (2), 1-12.
- 佐藤徳・杉浦義典 (2005). 日本語版 Primary and Secondary Psychopathy Scale の妥当性 日本心理学会第69回大会発表論文集, 407.
- 鈴木 平・前田優輔 (2017). 問題解決における思考リズムの変容 - ダイナミカルシステム・アプローチの観点から - 桜美林大学心理学研究, 7, 117-130.
- 堀 忠雄 (2008). 心理学の世界 基礎編 12 生理心理学 人間の行動を生理指標で測る, 培風館, 107-209.
- 松野凱典 (2004). 「科捜研 うそ発見の現場」 朱鷺書房, 22-34.
- 渡辺昭一 (1998). 捜査心理学と犯人像推定 第4回ポリグラフ検査-ウソ発見の心理学- 警察学論集, 51 (4), 120-136.