

## 科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2007 ～ 2009  
 課題番号：19390545  
 研究課題名（和文）複雑系カオス解析を用いたバイタルサイン情報の測定手法の開発  
 研究課題名（英文）Development of the new assessment tool of vital signs using the chaos analysis  
 研究代表者  
 川口 孝泰 (KAWAGUCHI TAKAYASU)  
 筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教授  
 研究者番号：40214613

## 研究成果の概要（和文）：

本研究は、指尖容積脈波を応用し、指先に段階的に加圧した際の微小循環の反応動態をカオス解析した。その結果、指先を段階的に加圧することによって得られた脈波の波形変化は、既存の手法である血圧や脈拍、心臓自律神経のゆらぎ解析結果などとは違うバイタルサイン情報を含んでいた。また非線形時系列データの分析結果によって、日内変動に関連した生体反応の特徴をとらえることができた。本研究で開発した測定手法は、簡便な健康管理のための用具として、実用化可能であることが示唆された。

## 研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to develop a health index using the chaos analysis and the simple and easy device that it was in response dynamics of the microcirculation when we pressurized a finger-tip progressively using finger tip plethysmograph. As a result, the wave form change of the pulse wave that was obtained by pressurizing a finger-tip progressively included information different from blood pressure and the pulse that were existing technique, the fluctuation analysis results of heart autonomic nerve. Furthermore, by analysis of the non-linear time-series data, we were able to catch a characteristic of the vital reaction associated with the circadian rhythm. This study suggested that the measurement technique that we developed could be in use as a tool for simple and easy health care.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
2008 年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2009 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

## 研究分野：環境看護学

科研費の分科・細目：看護学・基礎看護学

キーワード：バイタルサイン、指尖容積脈波、複雑系カオス、生活ストレス、自律神経

## 1. 研究開始当初の背景

血圧、体温、脈拍、呼吸数などのバイタルサインは、対象の状態を把握する医療・看護情報の基本であり、日々の生体情報の把握に大きな役割を果たしている。これらのバイタルサインの記録は、血圧計や体温計などから得られた測定値や、呼吸回数や脈拍数の分時

回数を数え、その時点時点での変化（線形時系列データ）を体温表に記すことにより行われている。しかし、医師や看護師がバイタルサインから得る情報は、体温表に数値で示される情報の他に、その時点時点での脈や血圧、呼吸などのパターンやリズムの変調など、「何か変？」の感性的予兆を含む、連続的な変化

(非線形時系列データ)の中で判断する情報も多く含んでいる。本研究は、このような医師や看護師が感性で捉える高次元非線形時系列情報を複雑系カオス解析により捉え、それらを新しい生体情報として活用するための基礎資料の提供と、手法の提案を行うことを目的としている。

研究代表者および共同研究者は、過去8年間にわたって遠隔看護システムの開発に携わってきた。その遠隔看護システムは現在「次世代型遠隔看護システム」として特許申請中(特願:2001-31802)である。そのなかで、看護情報としてのバイタルサイン情報については、体温や脈拍、血圧などの情報を、対象が自ら入力する手法で送信し、測定時点での測定値をグラフ化し、線形時系列データとして把握・蓄積する手段をとっている。しかし試験的な運用を通じた問題点として、看護専門家が捉えることのできる「傍に居て始めてわかる体の変調」の情報を簡単に捉える手段はないかとの指摘が挙げられた。そこで、研究者らは生体の生命兆候を代表する非線形時系列情報を、簡易に、かつ正確に伝達できるような機器の製作や、高次元非線形時系列解析の可能性について学習を深めてきた。その結果、指尖脈波から得られた波形が、多くの生命兆候を示す情報を含んでいることや、高次元非線形時系列解析が簡便かつ可能であることが確認できている。このことについては、これまでに研究成果として公表してきた。

## 2. 研究の目的

本研究は、健康状態の指標となる生活ストレスの事前予兆を認識することができ、救急の場での急激な変化もいち早く察知できる装置の開発を目指している。とくに高度情報化社会においては、遠隔看護による日々のバイタルサイン情報の観察をとおして、的確な健康・看護指導が行えると同時に、その行為と結果が患者自らのセルフコントロールを促進することも期待できる。この装置が、日常生活場面で簡便に活用できるように、基礎研究をさらに推進するとともに、腕時計式のデバイスなどの、身近で実用化できる装置の開発をめざすことを目的とした。

## 3. 研究の方法

初年度は、段階的に加圧負荷を指先に加える装置を組み込んだ試作済みの指尖脈波計を改良し、実用化に向けた改良を行った。使いやすさを目指し、指尖脈波の収集方法と比較しながら、収集された高次元非線形時系列データの複雑系カオス次元の特性と解析結果について検討した。

本装置の新規性は、段階的に指先に加圧負荷(トリガー)した際の微小循環の反応の変化を捉え、健康ストレスの指標とする部分で

ある。指先にゆっくりとした加圧負荷を加えた際に変化する脈波の段階的な反応動態を、複雑系カオス解析により捉え、生命兆候の予期的変化を捉えるものである。この段階的な変化については、生命兆候の各段階における複雑系のカオス特性(リアプノフ指数値やエントロピー値等)と生命兆候との関連について基礎的な部分では実証されている。さらに実用化に向けた基礎研究を行っていくことが、本研究の目的である。

### (1)指尖脈波の複雑系カオス次元の特性把握と数理解析手段

透過式指尖容積脈波センサーと反射式指尖容積脈波センサーの2台を準備し、それらの特性比較をしながら、そこから得られた波形の複雑系カオス次元の特性を把握する。また、ローレンツプロット、ポアンカレセッション、フラクタル次元解析、自己相関・相互相関などが解析可能な数理解析プログラムにより、非線形時系列波形を比較・解析した。

### (2)加圧負荷装置付き脈波計の改良

数種類の設計を行ったものを製作してもらい、使用実験により選択する。これまでの研究では、指尖で測定した装置に加えて、手首の脈動を捉えるための装置の開発を行う。このことで、腕時計感覚で装着できるような工夫をし、実用化の方向性に向けて検討する。

### (3)生理学的な計測器の準備と予備実験

橈骨動脈の圧波形を解析し、指尖から得られる波形のカオス解析結果との関連について究明する。循環動態の観察を行うと同時に、手首式のセンサー機器の可能性についても検討した。

平成20年度は、製作した装置を用いて、「感性・情動」反応が指尖脈波に、どのような変化をもたらすかについて、基礎実験の結果を踏まえて、いくつかの生理学的・生化学的な観察指標と比較しながら、実験的にその測定結果と、その解釈について検討した。さらには、生活ストレスとの関連について、各人の生活の時点時点における指尖脈波の解析結果の意味と、その妥当性について検討した。とくにストレス負荷時における「感性・情動」反応と指尖脈波への影響については、19年度に予備実験を行った生理計測の成果を踏まえ、指尖脈波や手首式脈波の解析結果が実験刺激とどのように関連するかについて検討を行った。

平成21年度は、日常生活での生活ストレスの比較、および生活空間要素であるインテリア等の改善(緑の環境改善や、色彩やテクスチャーなどの工夫)による生活ストレスへの影響について検討し、装置の実用化に向けた提案を行った。

## 4. 研究成果

本研究によって開発した装置は、指先に段

階的に加圧負荷した際の微小循環の変化を捉え、その際に変化する脈波形の反応動態を、複雑系カオスにより解析することによって、生命兆候の予期的変化を捉えるものである。指先の加圧による段階的な脈波変化の特性は、既存の手法である血圧や脈拍、心臓自律神経のゆらぎ解析結果などと関連することは、これまでの基礎研究によって実証されている。本研究では、さらに実用化に向けた検証研究を行った。

先ず段階的に加圧負荷を指先に加える装置を組み込んだ指尖脈波計を試作し、これまでに多くの研究で使用されている心臓自律神経の解析結果との関連について検討を行った。つまり、指先で測った高次元非線形時系列データの複雑系カオス次元の特性と、これまでに多くの研究で実証されてきた連続血圧計を用いた橈骨動脈の波形解析の結果、および心臓自律神経によって得られたゆらぎ解析の結果との比較により、今回の手法で得られる独自性の部分について検討した。その結果、平常時(加圧を加えない場合)での指尖脈波の複雑系カオス次元の特性は、橈骨動脈での自律神経反応との間に相関がみられた。また心臓自律神経との間にも同様の相関が得られた。しかし、指先に加圧を加えた場合における非線形時系列データの解析結果においては、これまでの測定手法では捉えられない変化が見られた。指先の加圧に伴って得られた指尖容積脈波波形の変化は、これまでの自律神経反応では捉えることができなかった日内変動レベルの生体反応を代表するような特徴的なデータを含んでいた。この変化は、これまでの自律神経反応を測定する手法として確立している心臓自律神経のゆらぎ解析によって得られる結果とは明らかに異なる変化であり、今後の新たな健康管理指標として実用化可能であることが示唆された。



図1 測定時画面

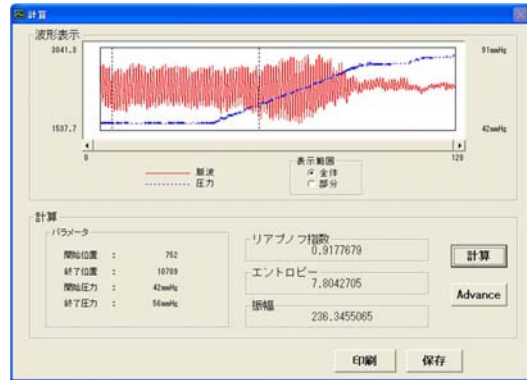


図2 測定結果の全体像

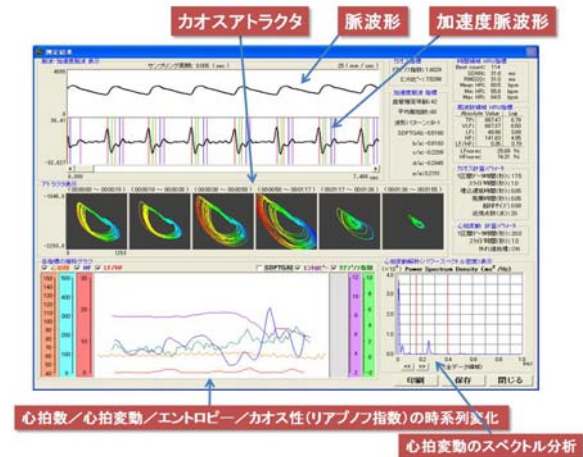


図3 カオス解析および自律神経活動の結果

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① Satoh M, Kawaguchi T, Masuhara K. : Risk factors for revision total hip arthroplasty: emphasis on the characteristics of Japanese lifestyle. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 査読有, Vol, 129, No12, 2009, 1707-1713.
- ② 東ますみ : 研究成果の看護実践活用 : 情報通信技術 (ICT) と看護実践への応用、日本看護研究学会雑誌、2009、査読有 32(3)、119-120.
- ③ 川口 孝泰、生理学の知見を看護実践に活用 バイタルサインの新規軸、日本看護研究学会雑誌、2009、査読有、32(3) .115-116.

〔学会発表〕(計4件)

- ① 佐藤政枝、川口孝泰、ICTを活用した人工股関節全置換術後患者への看護支援、第35回日本看護研究学会学術集会、2008年8月4日(横浜)

- ② 佐藤政枝、川口孝泰、竹谷英子、中村恵子、ICT を活用した人工股関節全置換術後患者への看護支援、第35日本看護研究学会学術集会、2008年8月4日、(横浜)
- ③ 間野聡子、川口孝泰、入院患者の音環境認知に関する検討、バイオメカニズム学術講演集、2008年10月25日、(広島)
- ④ 東ますみ、携帯電話を活用した糖尿病自己管理支援の試み、第9回日本医療情報学会看護学術大会、2008年7月5日、(東京)

[図書] (計1件)

- ① Kawaguchi T, Azuma M, Satoh M, Chapter X: Telenursing in Chronic Conditions, TELENURSING, Springer, in press  
Kawaguchi T, et.al : Telenursing, Springer, 2010, in press.

[その他]

- ① <http://scharange.md.tsukuba.ac.jp/vivid/>  
開発機器の計測方法を動画で解説。
- ② 川口孝泰 : 行為から考える医療福祉建築の環境、医療福祉建築、2009、165、2-3.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

川口 孝泰 (KAWAGUCHI TAKAYASU)  
筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教授  
研究者番号 : 40214613

### (2)研究分担者

浅野 美礼 (ASANO YOSHIHIRO)  
筑波大学・大学院人間総合科学研究科・准教授、  
研究者番号 : 00273417

東 ますみ (AZUMA MASUMI)  
兵庫県立大学・応用情報学研究科・准教授  
研究者番号 : 50310743 (H19)

佐伯 由香 (SAEKI YUKA)  
筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教授  
研究者番号 : 70211927  
(H20→H21 : 連携研究者)

市川 政雄 (ICHIKAWA MASAO)  
筑波大学・大学院人間総合科学研究科・准教授、  
研究者番号 : 20343098

櫻井 利江 (SAKURAI TOSHIE)  
筑波大学・大学院人間総合科学研究科・講師  
研究者番号 : 80254473  
(H20→H21 : 連携研究者)