

令和元年6月21日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00715

研究課題名(和文) 上腹部柔軟度を主要指標とする次世代ヘルスケアシステムのデザイン開発

研究課題名(英文) Design Research of Healthcare System based on the Suppleness of Upper Abdomen

研究代表者

加藤 大香士 (Kato, Takashi)

名古屋市立大学・大学院芸術工学研究科・准教授

研究者番号：90362285

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：新しい健康指標として上腹部の柔軟度を定義した。開発したセンサユニットを用い、研究協力機関のクリニックにおいて計測実験を行い、基礎的な知見を得た。また、客観的な測定を実施するために、汎用の小型ロボットアームを活用し、独自に試作したセンサユニットを用いた計測装置を構築した。機構と動作アルゴリズムを開発した。熟練者の手を介さず客観性を重視した上腹部の計測方法と解析手法の基礎を構築することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

上腹部の上下運動と自律神経系との相関を臨床現場における計測プロトコルによりデータ収集し、解析を進めた。その結果、上腹部腹壁の運動度に有意な変化をみとめた。

上腹部柔軟性の生理的機序を解明、実証するフェーズを通して、臨床応用をめざしたセルフ・ヘルスケア・デバイスとしての上腹部柔軟度モニタリングシステムを開発するための基礎的な知見を獲得できた。予防医学のためのデザインとして、ユーザが自身の体調を感じ取ることができる健康指標として上腹部の柔軟度は有力である。また、生活習慣病が蔓延する現代において、個々人の健康管理を客観的にしていくためにも本研究の成果が必要である。

研究成果の概要(英文)：Upper abdominal flexibility was defined as a new health index. Using the developed sensor unit, measurements were conducted at a clinic of a research cooperation organization to obtain basic knowledge. Moreover, in order to carry out objective measurement, a general-purpose small-sized robot arm was used, and a measuring device using a sensor unit produced on an original basis was constructed. The mechanism and operation algorithm are developed. It was possible to construct the basis of upper abdominal measurement method and analysis method that emphasized the objectivity without using the hands of the expert.

研究分野：生体医工学、臨床医療デザイン学

キーワード：予防医学 ヘルスケア 生体情報 生体医工学 臨床 デザイン 計測

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 研究協力機関において、消化管運動機能の活発化、正常化を目的とした温熱療法、鍼灸療法等が行われ、あらゆる生活習慣病に対して改善効果が得られてきた。当該研究所では、加療の前後における上腹部の柔軟性をすべての患者に対して触診しており、疾患種類によらず、加療後、体調改善と共に上腹部に柔軟性が現れることを経験知として蓄積してきた。逆に大きなストレスや食生活、睡眠の乱れ等により、上腹部の柔軟性が失われる事実も、都度の触診と患者へのヒアリングとによって確認されている[1,2]。以上は、体調変動が上腹部の柔軟性に対して、確実かつ速やかに影響をおよぼすことを強く示唆している。

(2) 国内で生体硬さを測るデバイスが複数開発されており、触診の客観評価装置[3]や、腹部の触診計[4]がある。基本的に反力測定用ロードセルと、押し当て方向の変位測定用センサとの組み合わせである。前者は硬さ解析の基礎的研究、後者はハンドヘルド触診計の実用化研究であった。ただし、いずれも実際の触診手法には準じず、簡便使用にも適さない。また、触診の方法を医療研修の現場で学ぶことを目的とした教育用触診シミュレータも市販されている[5]。指に装着した圧力センサで模擬人体に埋め込んだシート状位置センサを押すことにより、力情報と位置情報とを取得するものである。ただしダミーに埋め込むセンサシートとの連動が必要で、かつ本研究で扱う大きな腹部変形量と15[N]超の圧力とを測定できない。

(3) 2020年には我が国の65歳以上の人口割合は30%と予測され、特に高齢者のヘルスケアが喫緊の課題である中、自身の体調変化を「実感」できることが積極的な健康維持には不可欠であるが、体調を客観的に把握し、自身の健康管理に活かせる仕組みが、現代社会には欠落している。

[文献][1]石垣邦彦、内臓調整による医療革命、人文書院、2005、[2]石垣邦彦、今後のあるべき医療 - 健康体を活かす医療、河内新聞、2009～現在、[3]有馬義貴ら、触診法の客観化に関する基礎的研究、医用電子と生体工学、36(4)、321-336、1998[4]宮本康嗣ら、デジタル漢方腹診計による臍下不仁測定における再現性と経時変化、漢方と最新治療、13、185-191、2004、[5]触診の模擬訓練機 開発、(株)アール・ティー・シー、日本経済新聞、2013.9.4

### 2. 研究の目的

(1) 生活習慣病患者や健常者によらず、上腹部の柔軟性が体調変化と密接に関係していることが、臨床における経験則としてはわかっている。

(2) 誰もが触診をとおして上腹部の柔軟度を客観的に実感・把握するためのセンサシステム開発、情報解析手法の開発と、当該指標によるセルフヘルスケアシステム技術の基盤構築までを、本研究の目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 上腹部柔軟度の計測実験

研究協力機関において、熟練施術者による上腹部柔軟度の計測を行っており、上腹部柔軟度の計測装置に関して基盤ができてつつある。継続的なデータの収集が可能になった。データを蓄積し、被験者個人の既往歴を考慮した解析を行うと同時に、複数の被験者のデータ間に見いだせる共通項、相違点の検討等を、客観的視点に基づいて進めていく。

#### (2) 上腹部柔軟度のデータ解析手法の開発

現在は、上腹部柔軟度を計測するために位置データと力データとを同時収録しており、様々な被験者の上腹部柔軟度のデータ時系列から、学術的、臨床的双方に意義のある知見の導出につき検討を行う。

#### (3) 現場に即した計測ユニットの開発

研究協力機関においてのみ行われている計測実験を、今後、医療機関との共同実験、調査等を行うために研究規模を拡大する上で、現行の計測システムの信頼性、可搬性、簡便性等をより向上する。また、使用環境によっては、現行の方式から改変したセンシング方式にしなくてはならない場合も想定される。従って、より一般的な環境に合致するシステムにしていくための研究開発を行う。

#### (4) 研究体制

研究代表者は、上腹部の柔軟度測定用センサユニット、データ収集システムの開発と、収集データの解析アルゴリズム開発、定量比較手法の研究開発など研究全般の遂行と統括とを担う。また、

研究代表者の研究室に所属する学生を本研究に参加させる。研究協力者（施術者・アドバイザー）である、石垣ROB療法研究所所長の石垣邦彦氏には本研究の方向性に関するアドバイスと装置の評価とをしていただいている。当該研究所の研究員にも本研究で得たデータの管理・整理に関して協力していただいている。また、当該研究所の理事でもある研究者や医師らにも、本研究へのアドバイスや意見交換などの研究協力をしていただく。なお本研究は、名古屋市立大学倫理審査委員会にて承認された。

#### 4. 研究成果

##### (1) 上腹部の柔軟度を一般的な健康指標として客観評価する手法の開発

研究協力機関にて、通院者の臨床データを収集した。測定装置(図1)を用い、熟練施術者が上腹部柔軟度の測定を行った。上腹部の柔軟性には、直下の消化管の運動状態、皮下組織の血流の影響など複合要素が関係する。現在は大局的にデータ傾向を解析している。

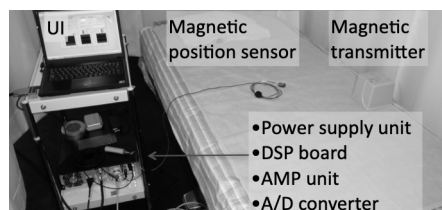


図1 研究協力機関に設置の測定システム

上腹部柔軟度の客観性を補完するために、アシュネル反射(図2)による自律神経への介入もを行い、患者毎の時系列解析をとおして上腹部柔軟度の有用性を明らかにした。



図2 アシュネル反射のための眼球圧迫の様子

##### (2) 上腹部の柔軟度にもとづくヘルスケアシステムの提案開発

測定データの可視化手法について、現場での利用を重視した仕様を固めた。現在使用中のセンサデバイスは、単軸ロードセルと磁気式位置センサとを併用しており(図3)、現場に即した触診計測プログラムと操作インターフェースを開発している(図4)。被験者ごとに蓄積する時系列データの半自動解析システムを構築した。

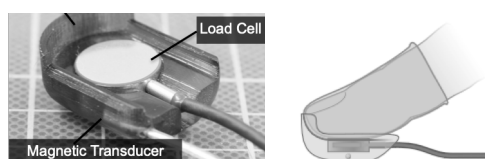


図3 触診用センサデバイス

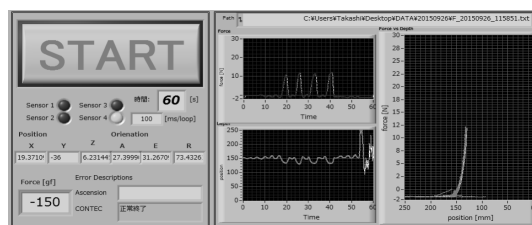


図4 計測・可視化用インターフェース

##### (3) ロボット機構を用いたシステムの検証

臨床現場において、センサ・計測システムの精度検証を行うために、小型ロボットアームによる評価装置を用いた。特に磁気式位置センサーの結果、十分な測定精度を持つことがわかった(図5、図6)。

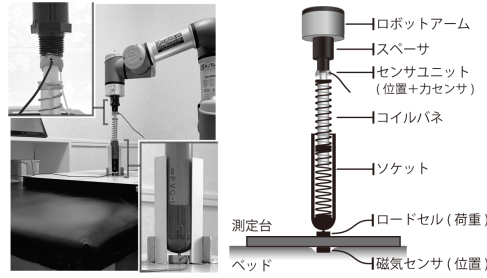


図5 装置評価用ロボットアーム機構

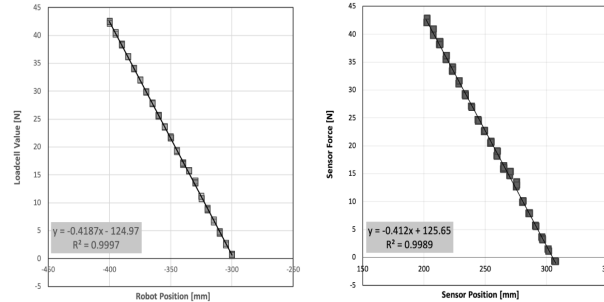


図6 左:ロボットアーム先端位置-測定台感受力、右:センサユニット位置-センサユニット感受力

#### (6) 上腹部触診用ウェアラブル・センサデバイスの開発

新しい触診用ウェアラブルデバイスの基礎デザイン研究開発を行った。感圧センサが、触診指と生体組織との間に生じる広レンジの内力を十分に検出できることと、触診の際の違和感を無くすことという、相反するセンサデバイスへの要求を満たす必要があった。本項目は、本研究期間内に基礎的知見を得るにとどまったため、課題番号 19K12684 にて引き続き実施することとする。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 5 件)

①操作自由度を超える自由度を持つ手術ロボットの制御手法、馬場祐太郎、加藤大香土、内藤久資、社本英二、林衆治、平成 30 年度 SICE 関西支部研究発表会、2019 年 1 月 21 日、大阪工業大学

②多関節手術ロボットの制御手法、馬場祐太郎、加藤大香土、内藤久資、社本英二、林衆治、平成 30 年度日本デザイン学会第 3 支部研究発表会、2019 年 3 月 10 日、名古屋市立大学

③低侵襲手術支援用マニピュレータのデザイン研究、神林春平、加藤大香土、平成 30 年度日本デザイン学会第 3 支部研究発表会、2019 年 3 月 10 日、名古屋市立大学

④熱中症に起因する入浴事故に関する研究、川村英梨子、加藤大香土、平成 30 年度日本デザイン学会第 3 支部研究発表会、2019 年 3 月 10 日、名古屋市立大学

⑤次世代介護ロボットハンドの設計要件の研究、佐々木智弘、加藤大香土、國本桂史、平成 29 年度日本デザイン学会第 3 支部研究発表会、2018 年 2 月 25 日、愛知産業大学

〔図書〕 (計 1 件)

上腹部の柔軟度を評価指標とする予防医学用デバイスの研究、李逸 (指導教員: 加藤大香土)、名古屋市立大学医学研究科博士前期課程研究論文、2019 年 2 月

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: 手術用器具制御装置および手術用器具制御方法

発明者：加藤大香士、馬場祐太郎、社本英二、林衆治  
権利者：名古屋市立大学、名古屋大学、(一財)グローバルヘルスケア財団  
種類：特許  
番号：特許第 2018-008700 号  
出願年：2018 年 1 月 23 日  
国内外の別：国内

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

研究協力機関 | 一般財団法人石垣 ROB 医療研究所 (J-GLOBAL)

[https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL\\_ID=201705002325151160&rel=0](https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=201705002325151160&rel=0)

研究協力機関ホームページ | <https://www.tamagohsp.com/rob>

## 6. 研究組織

(1) 研究分担者：なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：石垣邦彦

ローマ字氏名：Ishigaki, Kunihiko

以上