

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04345

研究課題名（和文）水力学的骨格を利用した機械システムの人体への応用

研究課題名（英文）Application of hydraulic skeleton mechanical system to human-body

研究代表者

木村 仁（KIMURA, Hitoshi）

玉川大学・工学部・教授

研究者番号：60376944

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：袋状構造の内圧により変形する機構は従来の機械システムに比べて非常に柔軟な上、軽量、安全な特徴があるが、大変形などの問題からその研究例は多いとは言えない。本研究ではミミズやイソギンチャクなどの生物に学び、本体が柔軟に変形可能な水力学的骨格を利用した柔軟機械システムの開発を目的とする。今回は圧力袋の変形機能を利用し、個人ごとに適切な形状へ変形可能な能動変形枕の開発を行った。これは多層式の圧力袋によって構成され、首が前後左右に回転可能なものである。また、この機能を全て旅行用のスーツケース内に収めたオールインワン型の枕システムも実現した。この装置により多様な場所での実験が可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

柔軟な機構は近年研究が増加しつつあるものの、本研究の様に構造部品まで全て柔軟なものを利用して全体が柔軟に変形する機構はまだ少ないと言える。しかし、このような機構は柔軟、軽量に構成することが可能で、従来の金属やプラスチックといった硬い部品を利用した機械に対して安全性も圧倒的に高い特徴がある。本研究はこういった柔軟機構の特徴を活かし、人体に直接接触する枕やパワーアシストスーツといった機械システムに適用し、基本的な機能を実現した。これらの機構は機械システム利用者の安全を担保すると同時に大きな安心感を与えられると考えられる。以上より、全体が柔軟な機械システムは大きな社会的意義のある研究と言える。

研究成果の概要（英文）：The mechanism that deforms with changing the internal pressure of the bag-like structure can realize remarkable flexibility compared to the conventional mechanical systems, and is also lightweight and safe. The purpose of this research is to develop a flexible mechanical system using a hydraulic skeleton that can be flexibly deformed like several creatures such as earthworm and sea anemone. This study uses the deformation function of the pressure bag. We developed an active pillow system that can be deformed into an appropriate shape for each individual. This is composed of multi-layered pressure bags, and the neck can be rotated 2 ways, back and forth and left and right. We also realized an all-in-one pillow system that includes all these functions in a travel suitcase. This device enables the experiments in various places.

研究分野：機械工学

キーワード：水力学的骨格 柔軟 安全 軽量 枕 寝具

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

全体が柔軟な機構は従来の剛体を利用した機械に比べて安全だけでなく、環境に適応的に変形可能という特徴を有するが、大変形などの問題から国内外を問わずその研究例は多いとは言えない。柔軟な袋状構造体は周囲を傷つけにくく、外力を受けても適応変形するという受動的柔軟性を有している。しかし、実際に人体に直接接触する様な機械システムでこういった柔軟性を活かしているものはほとんど無いと言える。

### 2. 研究の目的

本研究では機械部分の主たる構成部品を全て袋状構造で構成し、空圧で駆動するシステムが柔軟、軽量で安全な機械システムとなることから、この特徴を活かして人体に直接接触するような、例えば能動変形する寝具などの機械システムの開発を目的とする。具体的には寝具の中でも寝心地に大きな影響を与えると考えられる枕に注目し、能動変形する枕の開発を目的とする。

### 3. 研究の方法

能動変形枕の機構に関しては、加減圧による圧力袋の膨張収縮変形をそのまま利用する。縦3列に圧力袋を並べた層と、横5列に圧力袋を並べた層を重ねて2層からなる変形可能な枕を構成する。本機構によって首の前後方向の回転と、左右方向の回転が可能な能動変形枕システムが実現可能と考えられる。また、この変形機能をスーツケースに全て搭載したオールインワンパッケージとし、携行可能な能動変形枕システムの開発も行う。

本機構では各圧力袋は携帯可能な小型コンプレッサを利用し、レギュレータ、コントローラ、圧力センサなどを利用して市販の電磁弁で全ての圧力袋が個別に制御される。

### 4. 研究成果

各圧力袋の高さ(内圧)は枕利用者が寝た姿勢を維持したまま携帯端末によって操作が可能であり、研究協力者のアシストなどが不要で簡単に形状を変更できる仕様となっている(図1)。

コンプレッサや制御装置、圧力袋といったこのシステムの能動変形に必要な機能を全て旅行用のスーツケース内に収納し、移動式の能動変形枕を開発した(図2)。本装置により、研究室環境に限らずあらゆる場所で測定実験あるいはフィッティングが可能になったと考えられる。このシステムでは各圧力袋に圧力センサを配管してあり、過剰な圧力による破裂を防ぐだけでなく、現在の圧力分布から形状を推定するための機能も有している。

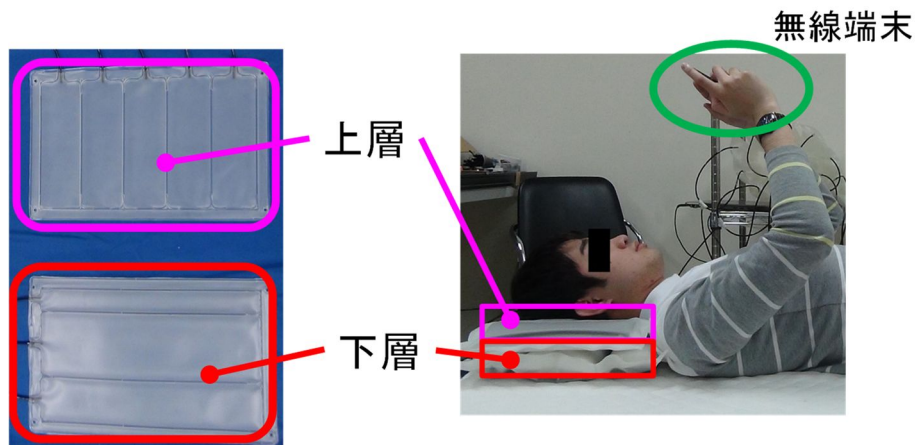


図1 能動変形枕システム



図2 携行可能な能動変形枕システム概観

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hitoshi Kimura, Mokutaro Kataoka, and Norio Inou	4. 巻 34
2. 論文標題 Hermetically-Sealed Flexible Mobile Robot "MOLLOOP" for Narrow Terrain Exploration	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 361-372
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jrm.2022.p0361	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 木村仁
2. 発表標題 快適な寝具のバイオメカニクス
3. 学会等名 電気学会C部門大会講演会
4. 発表年 2021年～2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------