

空気圧人工筋肉を用いた腰アシスト機器の開発

(専攻科) 山下 博雅
(機械工学分野) 山田 祐士, 尾川 茂, 野村 高広

Development of Power Assist Wear for lifting motion Driven with Pneumatic Artificial Rubber Muscle

(Student of Advanced Course) Hiromasa YAMASHITA
(Faculty of Mechanical Engineering) Yuji YAMADA and Shigeru OGAWA and Takahiro NOMURA

Abstract

In recent years, in the field of nursing care and welfare, hardworking such as transfer assistance provides a load to waist joint, and care worker gets low back pain. So, we developed a power assist suit to reduce the load of waist joint. The purpose of this study, not only the specification that the labor of care workers can be reduced, but also for assist wears for clothing such as jacket. In addition, the effectiveness of these wears is evaluated by performing experiments.

Key Words: Pneumatic Artificial Rubber Muscle, Power Assist Wear, Wearable Robot
空気圧人工筋肉, パワーアシストウェア, ウエアラブルロボット

1. はじめに

近年, 介護や福祉の分野において, 介護労働者の労力軽減する装置の実用化が期待され, 研究が盛んに行われている⁽¹⁾. 特に入浴介助, 排泄介助, 移乗介助の身体的負担が大きいため, 負担を軽減するための介助機器の普及が期待されている. その中でも移乗介助は, 食事排泄入浴などに伴って比較的頻繁行われるだけでなく, 介護者を抱え上げるといった過度に腰部への負担を生じさせることから, 腰を痛める介助者が多い. 厚生労働省の調査によると腰痛の発生時にしていた作業の7割は移乗作業中であるとされている⁽²⁾. このため, 介助者の負担を軽減するため, 様々なパワーアシスト機器の開発が進められており, 我々も介護士の活動の中でも特に身体的な負担の大きい移乗作業をサポートするウェアラブルな機器の開発を行っていくこととした.

これらの作業では比較的大きな力を必要とすることから, 実用化されている装置の多くは, 電気を動力源とした比較的大型の外骨格型のアシスト装具が多い. これらの機器は, 構造上, 固い支柱やフレームの動きで関節にモーメントを与えるため, 大きな補助力が発生出来るだけでなく, フレームを支えとして姿勢の維持ができる. しかし, このことがアシスト対象以外の動作に対する拘束性を強くするため, 自由な動きがとりにくいだけでなく接触時の事故等を起こしやすい. 一方で内骨格型は,

人体内の関節と骨を支柱にしてモーメントを発生させる構造のため, 自由に動けるだけでなく, 固い支柱やフレームがなく安全である.

したがって, 本研究では, 介護士の活動を妨げることなく移乗作業をサポートできる装置として空気圧ゴム人工筋肉を用いた内骨格型の腰部支援装置を開発することとした.

2. パワーアシストウェアの開発

本研究で製作した介護者向けのパワーアシストウェアの設計図を図1, 外観を図2に示す. 介護士の活動を妨げることのないように, 柔軟性と力強さを兼ね備えたアクチュエータとして空気圧人工筋肉を採用し, 図1に示されるように2本のマッキベン型の空気圧ゴム人工筋肉を製作して配置した. この人工筋肉は図3に示されるように, 両端に栓をしたゴムチューブの一端に供給口をつけ, これを繊維が網状に編まれたスリーブで覆った構造をしている. 圧縮空気が内部に供給されるとゴムチューブは半径方向および軸方向に膨張しようとするが, ゴムチューブを覆っているスリーブにより, 図4に示されるように半径方向の膨張力は軸方向にも変換され, 軸方向に収縮力が生じることとなる. すなわち, 軸方向への膨張力よりも, スリーブにより変換された収縮力が勝るため人工筋肉は, 図5に示されるように収縮することとなる.

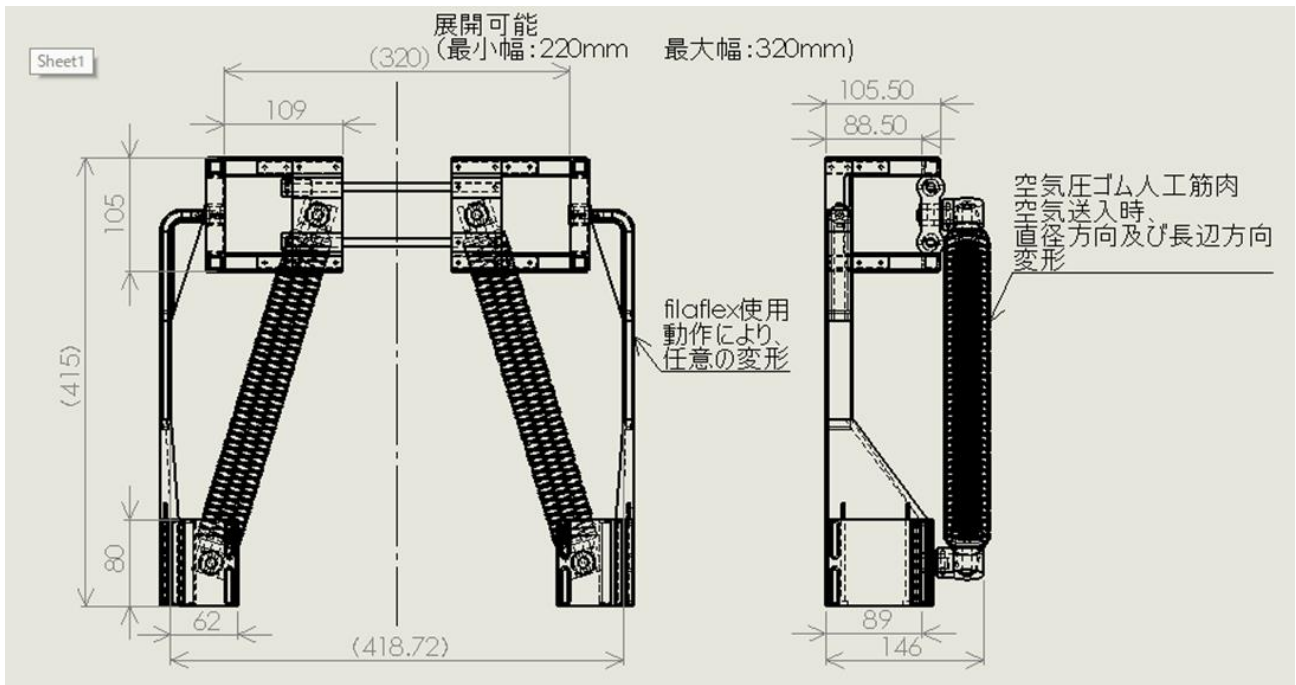


図 1 製作した装置の図面



図 2 アシストウェアの概観

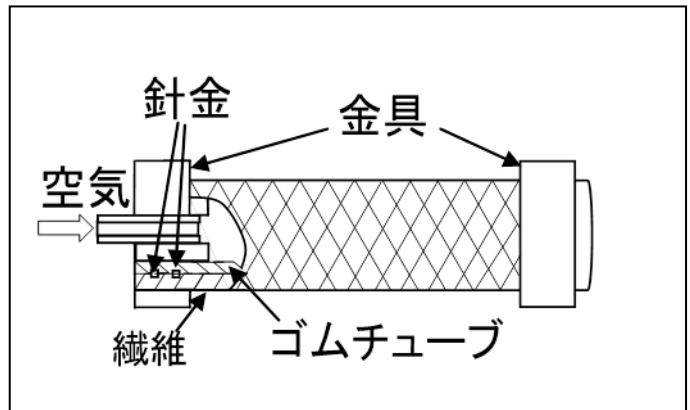


図 3 空気圧人工筋肉の構造

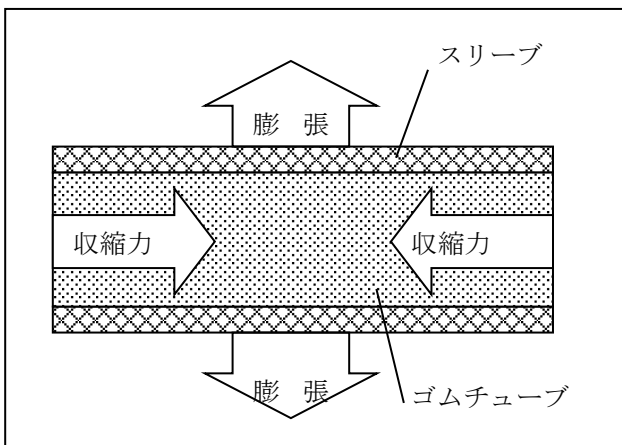


図 4 空気圧人工筋肉の収縮する仕組み



図 5 空気圧人工筋肉の膨張

図6にパワーアシストスーツが介護士の腰をサポートする原理を示す。図6に示されるように人工筋肉が収縮する力を利用して人が腰を曲げようとしたり、伸ばそうとする時のサポートを行うことができる。

また、設計にあたってサイズや着脱の方法、動作時の拘束感等を意識した。例えば、図7に示すように3Dプリンタを用いて精密でかつ柔軟な素材の主要な部品を製作することで、これまでにない動きと体感を持つ機構とした。一方、図8のように3Dプリンタを用いて固くて丈夫な部品を製作して金属と組み合わせて使用することで軽量化した。また、図9に示す指輪型のタッチセンサを製作して自然な動作判断を可能にしたため、比較的人体への親和性が高い機器に仕上げることができた。

3. 活動および検証の結果

完成した装置を「はるかぜデイサービスセンター」の職員の人に、実際に装置を使用してもらい使用感等の評価をして頂いた。軽量化、オリジナルの動作スイッチ等に良い評価をもらう一方で補助効果の軽薄、配線の危険性等、改善すべき点が判明した。これらの点を改善して実用的な装置としていきたい。また、呉市役所において開催された地域活性化研究報告会において活動の記録とともにこの活動で得られた知見を公表した。

4. おわりに

本研究では、介護士の活動を妨げることなく移乗作業をサポートするための腰部支援装置を開発した。空気圧人工筋肉を用いるだけでなく、内骨格型の構造を採用することで、人の動きを制限することなく活動できる装置を開発した。また、3Dプリンタを用いて精密でかつ柔軟な素材の主要な部品を製作することで、これまでにない動きと体感を持つ装置とすることが出来た。

謝辞

本研究は、呉地域オープンカレッジネットワーク会議 地域活性化研究（課題名：介護士支援プロジェクト～あなたの腰守ります～）の助成を受けて実施しました。また、遂行にあたり、共に活動に励んだ研究メンバーに感謝します。

参考文献

- 1) 田中 孝之, 武居 直行: ”パワーアシストのメカトロニクス” 日本機械学会誌 119 巻 (2016) 1166 号 p.40-41.
- 2) 厚生労働省: ”職場における腰痛予防対策指針の改訂及びその普及に関する検討会報告書” 2013

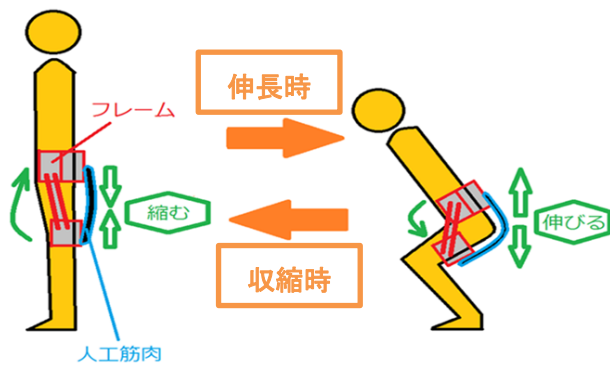


図6 装置の動作原理

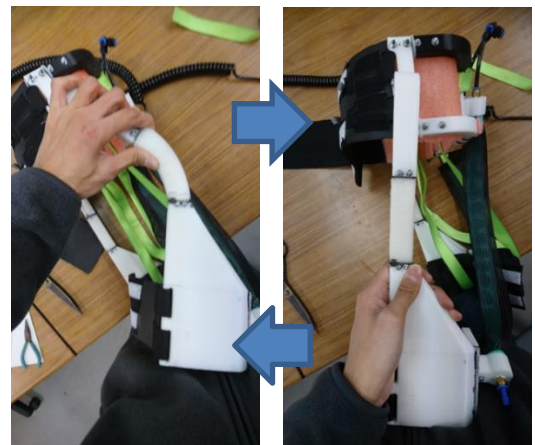


図7 柔軟なフレームの動作



図8 3Dプリンタで作製した部品



図9 タッチセンサ