

# 高付加価値歩行訓練システムに関する研究

長渡知明\*, 早川恭弘\*

## Development of High-Value-Added Walking Training System

Toshiaki NAGATO \* and Yasuhiro HAYAKAWA \*

The purpose of this study is to develop a walking training system for elderly people. This system consists of three components: a wearable walking assist device, a high-performance shoes, and an active walker. In this study, a wearable walking assist device to support them is developed. Their walking speed and step can be improved by supporting a flexing action of hip joint. The device is required to have a lightweight, simple structure, and portability. Therefore a pneumatic rubber artificial muscle which has a lightweight and high power-weight ratio is used as an actuator. Further, CO<sub>2</sub> gas cartridge tank is used to realize a portability instead of air compressor as air pressure source. In the experiment, myogenic potential is measured when subject wearing the wearable walking assist device walks on a treadmill. The number subject is five students (healthy adult males). From some experimental results with respect to both walking speed and step, similar waveforms are obtained. When the assist function is on state, the average maximum value of myogenic potential decreases as compared with turned off state. In other words, it became clear that this device can perform similar walking even with small muscular strength. Therefore, it can be said that the wearable walking assist device has a walking assistance function. In the future, we will actually experiment with the elderly people, and improve with the opinions of them. In this paper, descriptions on the development of high-value-added walking training system, the structure of the wearable walking assist device, and experimental results and their evaluation are described.

**Key Words:** Walking Training, Rehabilitation, walking assist device, Air Pressure, Pneumatic Rubber Artificial Muscle

### 1. 緒言

近年、日本では急速な少子高齢化が問題となっている。1960年代には総人口の6%に満たなかった高齢者人口割合が、2007年には21%を越えて超高齢社会となった。加えて、2010年を境に日本の総人口は減少を始めており、2050年には1億人を下回り、生産年齢人口は総人口の約52%になると推計されている。リハビリテーション（以下、リハビリ）の目的の中で一番多いものが身体機能の維持管理である。つまり、今後需要の高まるリハビリの中で、少子高齢化の問題が大きく表れるのはこの内容を担当する理学療法士である。すなわち、理学療法士1人に対して高齢者が複数人という状況が発生し、理学療法士の負担が増加すること、さらに、高齢者のリハビリ充実度、いわゆるQOL(Quality of Life)の低下に繋がると危惧されている。

これらの課題に対し、高齢者の歩行訓練補助を目的とした機器は様々な研究がされている。例えば、芝浦工業大学の山本<sup>2)</sup>らは免荷装置とトレッドミルを併用し、空気圧ゴム人工筋を用いた免荷式歩行訓練

システムを開発した。筑波大学の山海ら<sup>3)</sup>は人の動作意志に対応した生体電位信号を用いて人の運動能力を補助する生体駆動装着型ロボットスーツ HAL に関する研究を行っている。しかし、これらの機器は非常に高価あるいは使用環境を限定してしまう。

そこで我々は、高齢者が自身で歩行訓練を行うことが出来、かつ使用環境を限定することのない高付加価値歩行訓練システムの開発を行う。

### 2. 高付加価値歩行訓練システム

本研究で開発を行う高付加価値歩行訓練システムの、使用時の想定概観図を Fig.1 に示す。具体的な動作としては、高機能靴により歩行状態を確認しながら、歩行補助装具により歩行アシストを行う。

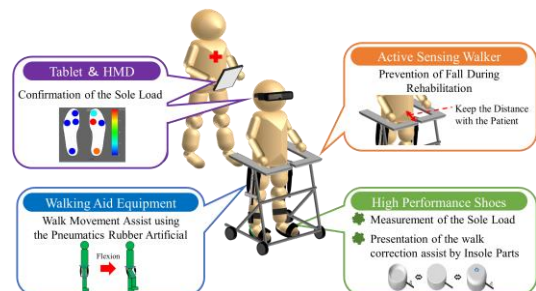


Fig.1 Walking Training Image

\* 奈良工業高等専門学校  
(〒639-1080 奈良県大和郡山市矢田町 22 番地)  
(E-mail: hayakawa@ctrl.nara-k.ac.jp)

### 3. 歩行アシスト装具

歩行アシスト装具のシステム構成図を Fig.2 に示す。歩行アシスト装具は、股装具に取り付けた空気圧ゴム人工筋を収縮させることにより、歩行動作における屈曲、つまり、足を前に持ち上げる動作のアシストを行う。また、印加する空気圧の最大値を変化させ、アシスト力を変えることで、装着者の状態に合わせた歩行動作アシストを行う。

一般に、空気圧機器を使用する際、圧力源の確保が大きな課題となってくる。圧力源にコンプレッサを用いると、それ自体が巨大で重いため、軽量で小型の機器を開発できても、配管チューブ等が原因で携帯性に欠けるという点がある。そのため、我々は圧力源として市販されている炭酸ガスポンプを使用することで、携帯性を欠くことなく、緩衝効果や防爆性、過負荷に対する安全性を有する機器の研究開発を行う。しかし、炭酸ガスポンプは使用環境によって内圧の変化が生じ、制御弁に想定外の負荷をかけてしまう可能性が考えられる。そこで、CKD 株式会社で開発されている炭酸ガスレギュレータを用いて、制御弁側に流入する気体の圧力を一定に保つことで機器の破損対策を講じる。

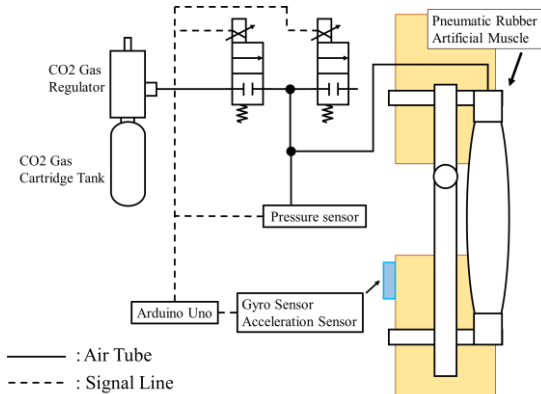


Fig.2 System Configuration



(a) CO2 Gas Regulator (b) CO2 Gas Cartridge Tank

Fig.3 Air Pressure Source

Table1 Specification of Air Pressure Source

	Size [mm]	Weight [g]	Output Pressure [MPa]
CO2 Gas Regulator	φ29 x 63	169	0 ~ 0.7
CO2 Gas Cartridge Tank	φ40 x 133	294 (220)	7.0 (25.5°C)

### 4. 歩行アシスト実験

歩行アシスト装具を装着した状態で、トレッドミル上を歩行した際の腸腰筋筋電位と股関節角度の測定結果として、被験者の内1名のグラフを Fig.4, Fig.5 に示す。さらに、最大筋電位と股関節角度を Table2 にまとめる。股関節角度のグラフにおいて、正方向が屈曲方向、負方向が伸展方向である。

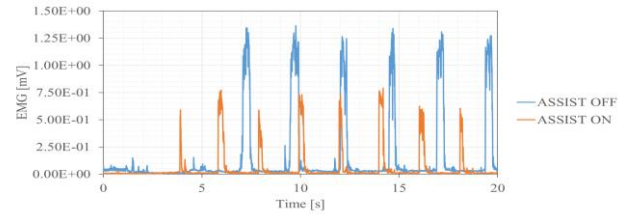


Fig.4 Myoelectric Potential

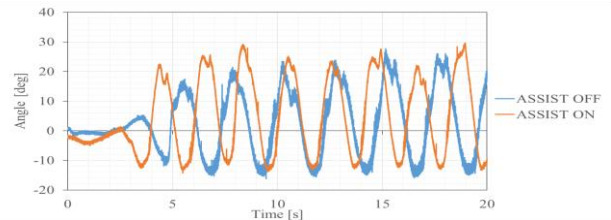


Fig.5 Hip Joint Angle

Table2 Experimental Result

	Maximum Myoelectric Potential [mV]	Maximum Flexion Angle [deg]	Maximum Extension Angle [deg]
ASSIST OFF	1.36	21.0	17.5
ASSIST ON	0.79	22.5	15.8

これらの結果より、歩行動作を行う上で発生した腸腰筋の最大筋電位は平均で 36.2%の減少が見られた。また、股関節角度の最大屈曲・伸展角度は大きく変化していないことがわかる。

### 5. 結言

本研究では、ゴム人工筋により股関節屈曲動作の補助を行う歩行アシスト装具を開発した。実験により、補助機能を用いると小さな筋力で補助なしの時と同様の歩行を行えることを明らかにした。

### 参考文献

- 1) 内閣府, “平成 28 年版高齢社会白書(全体版)”
- 2) 柴田芳幸, 今井進吾, 住友達哉, 三好扶, 山本紳一郎, “免荷式歩行訓練システムエアゲイトの開発”, 活生命支援医療福祉工学系学会連合大会講演論文集, pp.OMBUNNO.3E2-6, 2010
- 3) 河本浩明, 有安諒平, 久保田茂希, 山脇香奈子, 江口清正, 山海嘉之, “ロボットスーツ HAL の探索的臨床試験”, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, pp.1A2-C02(1)"-"1A2-C02(2)", 2013