

補助事業番号 28-127
補助事業名 平成28年度 円形ダンパとC型板ばねによる適合性の高い
足部サポータの開発と臨床評価 補助事業
補助事業者名 大分大学 工学部 阿部功

1 研究の概要

本事業では、C型板ばねと内蔵された円形ダンパによる適合性の高い足部サポータの開発を行った。この足部サポータは、背屈方向へはC型板ばねの弾性力のみで柔軟に運動でき、底屈方向へはC型板ばねの閉構造によって円形ダンパを締め付け、大きなトルクを発生させることができる。歩行実験の結果、目標としている遊脚期につま先が落ちることなく、力をぬき歩行することが可能であった。

2 研究の目的と背景

急速な高齢化により、健康で自立して暮らすことができる期間（健康寿命）の延伸が重要となっている。そこで、疾病や要介護にならないように高齢者の歩行を工学的にサポートする必要がある。本事業では、C型板ばねと内蔵された円形ダンパによる適合性の高い足部サポータの開発を行った。開発したサポータの目的を以下の通りである。

- ①. 遊脚期の最大底屈角度を小さくし、つま先-地面間のクリアランスを確保すること。
- ②. 遊脚期の前脛骨筋の負担を軽減すること。
- ③. 立脚初期の前脛骨筋の負担を軽減すること。
- ④. 水平面、前額面、および矢状面内の背屈方向に関して歩行運動の障害をしないこと。
- ⑤. 従来の制御型サポータに比べて軽量にすること。

3 研究内容

円形ダンパとC型板ばねによる適合性の高いサポータの開発と臨床評価

(<http://abe-isao-1125.strikingly.com/>)

3-1 基本構造

上記目的を達成する足部サポータの外観図を図1に示す。このサポータは次の特徴を有する。

- ①. 足関節の側部に柔軟関節を配置し、使用者の靴と下腿部に固定する。
- ②. C型板ばねと内蔵された円形ダンパで構成される（図2）。この構成部品により従来の装具のように矢状面内に固定された回転中心を持たず、人の運動軸とデバイスの回転軸のミスアライメントによる運動の障害を防止する。

- ③. 背屈 (Dorsal flexion) は、C型板ばねの弾性力のみで柔軟に運動できる。底屈 (Plantar flexion) は、C型板ばねの閉構造によって円形ダンパを締め付け、大きなトルクを発生させる。底屈制動トルクは内部ダンパの弾性特性によって調整できる。
- ④. 水平面、前額面内の運動に関しても小さな抵抗で運動できる。

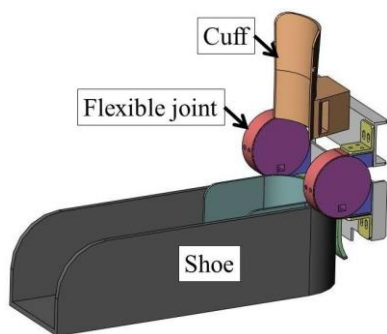


図 1. 試作版, 足部サポータ

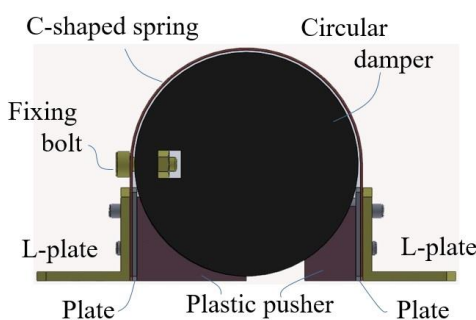


図 2. C型板ばね, 円形ダンパ

3-2 開発した足部サポータ

開発したサポータを図3に示す。試作版サポータの重量は片足分で約400 gであった。その後、さらなる軽量化を考慮し改良を行い2種類の足部サポータの開発を行った。改良版サポータ1の構造は、足関節の内果にあるC型板ばね、円形ダンパを無くし片側支柱のみとした。重量は約200 gであった。改良版サポータ2は両側支柱構造とした。重量は約300 gであった。

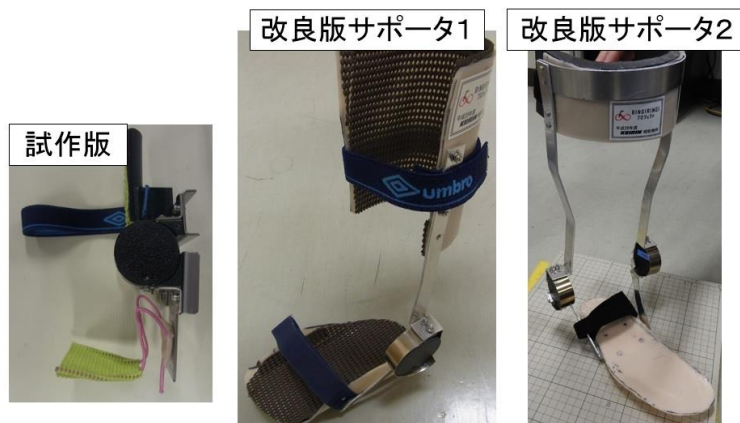


図 3. 試作版サポータ

3-5 歩行実験

試作版サポータによる効果を評価するため、体重 60 ± 10 kgの若年健常男性7名で平地歩行実験を実施した。足関節の角度と前脛骨筋、内側腓腹筋、外側腓腹筋の筋電を計測した。結果は本研究の目的である遊脚期につま先が落ちることなく、力をぬき歩行することができた。

改良版サポータ 1 による効果を評価するため、障がい者（ギランバレー症候群）1名で実験を実施した。結果は、片側支柱の構造では強度不足と補助力の偏りによりあまり効果がなかった。

改良版サポータ 2 による効果を評価するため、若年健常男性1名で実験を実施した。結果は本研究の目的である遊脚期につま先が落ちることなく、力をぬき歩行することができた。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業で開発した、円形ダンパとC型板ばね（柔軟な関節）は、底屈方向のみに抵抗力が発生する構造となっており、円形ダンパの充填率を容易に変更可能である。この特徴によって、重度な障害がなく介護状態にまで至っていない高齢者（虚弱高齢者）や活動的な人へも使用可能である。また、従来のパワーアシストスーツでは、人の運動軸とデバイスの回転軸のミスアライメントによって運動の阻害が発生する。開発した柔軟な関節により、厳密な軸の調整を行わなくても多くのユーザが使用できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

博士後期課程の研究として実施することができた。また、これまでの研究の「足関節制御型短下肢装具による歩行支援システムの開発と臨床評価」において、装具を開発するという重要な部分を実施することができた。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【特許権】（1件出願中）

下肢装具，菊池武士，阿部功，国立大学法人大分大学，平成28年9月28日，特願2016-189970

【発表論文】

阿部功，菊池武士，甲斐亮平，谷田惣亮，弾性体内蔵型柔軟関節を持つ足関節サポータの開発，日本機械学会論文集，Vol. 28，No. 844，2016. ([doi:10.1299/transjsme.16-00231](https://doi.org/10.1299/transjsme.16-00231))

【学会発表】

①阿部功，円形ダンパとC型板ばねによる適合性の高い足部サポータの開発，総合技術研究会2017，2017. 3. 9，東京大学。

② Isao Abe, Takehito Kikuchi and Sosuke Tanida, Ankle Supporter with Elastomer-Embedded flexible Joint, Proceedings of the 2016 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, December 13, 2016, Sapporo Convention Center.

7 補助事業に係る成果物

（1）補助事業により作成したもの

3種類の足部サポータ

改良版サポータ1

改良版サポータ2

試作版



(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

①C型板ばねによる適合性の高い足部サポータの開発 学会発表

②Ankle Supporter with Elastomer-Embedded flexible Joint 学会発表

③弾性体内蔵型柔軟関節を持つ足関節サポータの開発 発表論文



8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 大分大学 理工学部 技術部

(オオイタダイガク コウガクブ ギジュツブ)

住所: 〒870-1192

大分県大分市旦野原700番地

申請者: 技術職員 阿部 功 (アベ イサオ)

担当部署: 技術部 (ギジュツブ)

E-mail: abe-isao@oita-u.ac.jp

URL: http://abe-isao-1125.strikingly.com/