T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	細径人工筋肉を用いた上肢補助デライトスーツの試作
Title(English)	
著者(和文)	阿部智輝, 小黒めぐみ, 辺見森象, 木村稔輝, 遠藤 玄, 難波江裕之, 鈴森康一
Authors(English)	Tomoki Abe, Megumi Oguro, Morizo Hemmi, Toshiki Kimura, Gen Endo, Hiroyuki Nabae, Koichi Suzumori
出典(和文)	第35回日本ロボット学会学術講演会 予稿集, Vol. , No. , pp.
Citation(English)	Proceedings of the 35th Annual Conference of the Robotics Society of Japan, Vol. , No. , pp.
発行日 / Pub. date	2017, 9
Note	このファイルは著者（最終）版です。 This file is author (final) version.

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

細径人工筋肉を用いた上肢補助デライトスーツの試作

多自由度な上肢補助デライトスーツの試作と重心動揺計を用いた支援効果評価

○　阿部智輝 (東工大) 小黒めぐみ (東工大) 辺見 森象 (東工大)　木村捻輝 (東工大)
遠藤玄（東工大） 難波江裕之（東工大） 鈴森康一（東工大）

1.　緒言

高齢化や労働人口の減少が進む日本において，肉体労働への支援を目的としたアシストスーツへの期待が高まっており，数多くのアシストスーツが開発されている．アシストスーツには，外部フレームを持つ鎧型のものと，外部フレームを利用せずに人体の骨格で力を受ける衣服型のものがある．マッスルスーツ [1] に代表されるような鎧型のアシストスーツは，外部フレームに力を受けることで大きな支援力を発揮することができる一方で，重さや可動域などが課題として挙げられている．それに対し，衣服型のアシストスーツでは，大きな支援力を発生させることは難しいものの，軽量で柔軟などといったメリットがある．当研究室で開発が行われている空圧駆動細径マッキベン人工筋肉 [2] は，柔軟性，軽量性を兼ね備えていることから，衣服型アシストスーツに適していると考えられる．また，質量当たりの出力が大きいことから，既存の衣服型アシストスーツより大きな支援力を発生させられると考えられる．今までにも，細径人工筋肉を用いたアシストスーツとして，腰部支援を目的としたスーツ [3] や前方挙上姿勢の維持を目的としたスーツ [4] が開発されており，筋電計等を用いた被験者試験を通じて支援効果が確認されている．既存の研究では，一自由度のアシストスーツの開発が主であったが，本研究では，より多自由度なアシストスーツの開発を行い，その特性を調査する．

これらのアシストスーツの評価方法として，表面筋電計，角度センサ，モーションキャプチャなどが用いられてきた．本研究では，被験者に直接電極やマーカーを張り付けないような試験方法として重心動揺計に注目した．重心動揺計は，計測機上にのった被験者の床反力作用点の検出を行う装置であり，人のバランス機能を定量的に評価する装置である．この装置を持ちいた試験を通じて，上体，上肢，下肢の疲労による影響が重心動揺の軌跡長から見受けられたという報告も挙げられている [5]．また，腰部支援装具の評価方法として井出ら [6] や今村ら [7] によって用いられている．そこで，当研究では，上肢への支援効果を重心動揺計を用いた試験によって評価する．

2.　上腕補助デライトスーツの試作

2.1　デライトスーツ概要

多自由度なアシストスーツの開発に当たって，肘の屈曲，伸展，肩の水平屈曲，水平伸展の支援をすることを目的とした．開発したアシストスーツを図 2,3 に示す．

多自由度のアシストスーツを開発するにあたり，左右合わせて，9 つの人工筋肉を取り付けた．4mm の人工筋肉を 10 本束ねた 5 種類の長さの人工筋肉を，次に述べるような目的と配置で取り付けている．肘部の伸展支援することを目的とした，肘と肩部つなぐ人工筋肉．肘部の伸展と肩部の水平伸展を支援することを目的とした，肩部から手首までを繋ぐ人工筋肉．肘部の屈曲を支援することを目的とした，肘と肩部つなぐ人工筋肉．肘部の屈曲と肩部の水平屈曲を支援することを目的とした，肩部から手首までを繋ぐ人工筋肉．肩部の水平屈曲を支援することを目的とした，左右の肩を繋ぐ人工筋肉．以上の 5 種類の人工筋肉を取り付けた．これらの人工筋肉は，サポーターや手袋，ショルダー式の装具に端部が取り付けられており，これらが

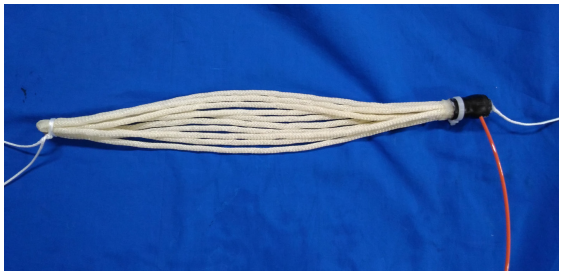

図 1　10 本に束ねられた 4mm 細径人工筋肉

図 2　デライトスーツ（正面）

図 3　デライトスーツ（背面）

図 4　肘屈曲（前）

図 5　肘屈曲 (後)

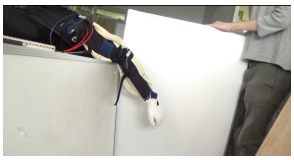

図 6　肘伸展（前）

図 7　肘伸展 (後)

図 8　肩水平屈曲（前）

図 9　肩水平屈曲 (後)

図 10　肩水平伸展（前）

図 11　肩水平伸展 (後)

通る経路は，装具に縫い付ける等して制限されている．

2.2　動作試験

動作試験として，マネキンにアシストスーツを着用させ試験を行った．ただし，実験に使用したマネキンは，関節部分の金属部品を切除し，柔軟に動かすことができるように改造したものを用いた．アシストスーツを着用させたマネキンについて各関節が駆動可能であるかを調査し，改善点を考察した．肘の屈曲，伸展，肩の水平屈曲，水平伸展の動作を行っている様子を図 4 から 11 にしめす．

着用試験を通じて，各動作をマネキンで実現させることができた．このことから，実際に人が着用した場合においても，動作支援の効果が期待できる．しかし，可動域などについては課題が挙げられる．より広い角度においてアシストスーツによる支援を行うには，人工筋肉の端部の取り付け位置の調整，方法の検討，経路の検討，本数の増加などの対応を行っていく必要があると考えられる．

3.　重心動揺試験

3.1　試験機概要

試験にあたっては，重心動揺計として，バランス Wii ボードを用いた．バランス Wii ボードは，その四隅にフォースゲージが取り付けられており，重心動揺の計測が可能である．今回はこれを重心動揺計として用いた．データの取得のソフトとして，FitTri を一部改変したものを用いた [8]．

表 1　各被験者における軌跡長

	A	B	C
軌跡長 (負荷軽)[mm]	40.8	55.4	55.2
軌跡長 (負荷重)[mm]	43.6	57.2	66.7

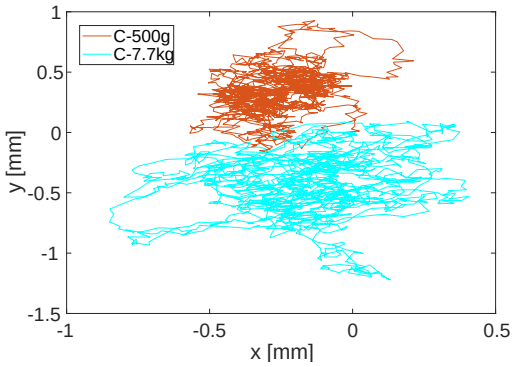

図 12 被験者 C における重心軌跡 500g 保持時と 7.7kg 保持時

3.2　予備試験

予備試験として，腕へかかる荷重の変化が重心動揺に与える影響について調査を行った．負荷を持ち肘を 90 度曲げた姿勢を 40 秒間維持する試験を行った．3 人の被験者について，軽い負荷を持つ場合，重い負荷を持つ場合の二通りについて比較を行った．軽い負荷については，500g のペットボトル，重い負荷については，5kg または，7.7kg のダンベルのうち 40 秒間確実に保持できる方のダンベルを用いた．

腕にかかる負荷が大きい場合，重心動揺の軌跡長が長くなることが予想される．しかし，試験を繰り返すたびに，計測による慣れによって軌跡長が短くなることが考えらえるため，バランスボードに乗る訓練をした上で試験を行った．重心動揺の軌跡長について，各試験において得られた長さを表 1 に示す．計測データの一部にノイズが見られたため，開始直後から 25s の間の軌跡長データを用いた．また，被験者 C における重心軌跡を図 12 に示す． これらの結果から，負荷の増加に伴い，重心動揺の軌跡長が長くなることが確認できた．これらの要因としては，腕の疲労，姿勢維持のためのフィードバックなどが原因で軌跡長が長くなったと考えられる．予備実験によって．上肢に対する負荷の変化であっても，重心動揺が変化することが確認できた．

4.　スーツ着用時における試験

人工筋肉によるアシスト効果が重心動揺に与える影響について調査を行うために，空圧印加時，非印加時について，予備試験と同様に肘を 90 度曲げた姿勢を 40 秒間維持する試験を行った．ただし，今回の試験においては，手首と肩を繋ぐ肘の屈曲，肩の水平屈曲を支援する人工筋肉にのみ空気圧を印加した．始めに，空圧非印加時，印加時において重心動揺計に乗る訓練を数回行った．その後，空圧非印加時での 500g,5kg の負荷時の計測，空圧印加時の 500g,5kg の試験を行った（試

表 2 空圧印加，非印加時における荷重変化による軌跡長の変化（試験 A）

試験条件	軌跡長 [mm]
空圧非印加,500g	54.1
空圧非印加,5kg	63.2
空圧印加,500g	55.3
空圧印加,5kg	57.7

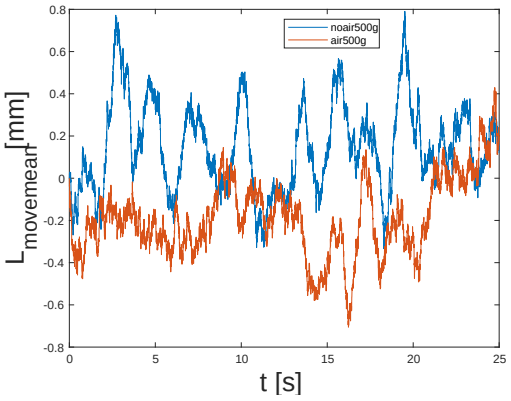

図 13 空圧印加時，非印加時における重心動揺の 1 秒間ごとの移動平均 (試験 B)

験 A）．その後，ダンベルを持ち続けて疲労した後に，500g を保持しての試験を空圧印加，空圧非印加の順に試験 (試験 B) を行った．試験 A の結果を表 2 に示す．試験 A において，空圧印加していない場合では，軌跡長の変化が荷重が重くなった際に 1.18 倍になったのに対し，空圧を印加した場合では 1.04 倍であった．空圧印加し，アシストを行ったことで，軌跡長の増加が抑制されたことが考えられる．疲労した後に，500g を保持した際における試験 (試験 B) 結果を図 13 に示す．始めの 3 秒付近については，空圧印加時，非印加時の差がほとんど見られないが，時間の経過に伴い，二つの差が大きくなっていき，空圧印加時の方が軌跡長が短くなることが確認された．試験 A, 試験 B のいずれにおいても，空圧を印加した場合については，重心の軌跡長が増加しにくくなる傾向が見られた．したがって，荷重が大きくなった場合に対する支援効果，疲労時における支援効果のいずれについても重心動揺試験によって確認できた．

5. 結言

本稿では，衣服型アシストスーツを試作し，動作確認を行うとともに，重心動揺を用いた支援効果評価法の提案を行った．試作したスーツをマネキンに着用させ試験を行い，肘の屈曲伸展，肩の水平屈曲，水平伸展動作を確認した．重心動揺試験については，予備試験として上肢への負荷であっても重心動揺について影響があることを 3 人の被験者について確認をした．さらに，スーツを着用した試験によって，腕への力補助によって重心動揺を抑制できることを 1 人の被験者について確認した．今後は，アシストスーツの可動域や支援力の増加のために，調整方法，取り付け位置，人工筋肉の本数について改善をすすめ，より多くの被験者について試験を行っていく．

参 考 文 献

[1] 株式会社イノフィス HP.http://innophys.jp/(2016.7.10 アクセス)

[2] 鈴森康一：”細径人工筋が切り拓くソフトロボティクス”, 計測と制御 vol.56,No.4,p.243-247,2017

[3] 大野晃寛, 山本陽太, 小黒めぐみ, 難波江裕之, 鈴森康一:”細径空圧人工筋肉を用いたパワーアシストスーツの性能評価”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 講演論文集 ,2A1-13b5,2016

[4] 阿部智輝，山本陽太，小黒めぐみ，鈴森康一，遠藤玄，難波江裕之:”長時間上肢前方挙上作業支援用デライトスーツの試作と評価”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 講演論文集 ,1P1-M08,2017

[5] 三宅仁, 松山達雄, イスミカマルシヤムイスマイル, 豊嶋善郎, 西田雄介,”重心動揺計による姿勢疲労の解明”, 医用電子と生体工学 Vol.36,P545-551,1998

[6] 井手美優, 小林宏,”腰部補助用マッスルスーツの効果の評価”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 講演論文集 ,1P2-J12,2017

[7] 今村由芽子:筋力補助効果と体幹安定化効果を持つ軽労化装具スマートスーツ・ライト, 博士論文，北海道大学，北海道,2017

[8] リハビリテーションツール研究会.http://www.eonet.ne.jp/~rpt/