

# 空気圧腱制御介護ロボットアーム

木村大地\*, 箕輪行人\*, 荒尾祥吾\*, 小山 紀\*\*

## Pneumatically Actuated Tendon Drive Assist Robot Arm

Daichi KIMURA\*, Yukito MINOWA\*, Shogo ARAO\*, Osamu OYAMA\*\*

Currently, the declining of birthrate and the aging population are progressing in Japan. So it is necessary to reduce the burden of caregiver to elder populations. We focused the burden of caregiver when he assist the standing up motion of human from the seat position. In order to avoid the load stress to caregiver, this action may be substituted by the robot arm assist, of course it must be safe and comfort. In this report, we will show the pneumatically actuated tendon driven care robot arm assisting the human motion of stand up.

**Key Words:** Robot Arm, Pneumatic Controlling, Care Assistance, Psychological evaluation

### 1. はじめに

高齢者社会を迎え、介護者の負担を抑え被介護者の自立を支援する器具の開発が急務となっている。本研究は空気圧アクチュエータの特性と、腱制御のメリットを生かして、椅子などからの立ち上がりを支援するロボットアームを開発するものである。

### 2. 空気圧腱制御ロボットアーム

操り人形は糸により離れた場所から操作されている。一般に重量のかさむアクチュエータを離れた場所に固定し、金属やナイロンの腱により動力を伝達する腱制御ロボットは可動部分を軽くすることができ、介護用に用いた場合被介護者との不意の衝突にも衝撃を無くすことができ安全である。また、腱制御により軸を駆動する場合、本質的に回転方向に対抗してアクチュエータを配置する構成が必要である。このアクチュエータに空気圧シリンダを用いれば、対抗するシリンダの内圧を調整するだけで軸回転方向の剛性が操作できる。

Fig.1 のように被介護者の椅子からの立ち上がりを支援するとき、まず介護者は被介護者に不安を与えないためにも肘や肩の筋肉を固くし体重をしっかり支え、立ち上がり後期には被介護者が自由に重心移動でき、安全な立位となるよう柔らかく支えている。すなわち介護用ロボットアームの動作軌道上で

軸剛性の連続的操作が必要である。

### 3. ロボットアームの製作と制御

試作した空気圧腱制御ロボットアームの概念図を Fig.2 に示している<sup>1)2)</sup>。肘関節軸および肩関節軸を持つ2関節型アームで、それぞれの軸部を対抗する空気圧シリンダからプーリを介して腱により駆動している。したがって空気圧シリンダおよび腱はそれぞれ計4本ある。腱には十分な張力強度を持つナイロン製のワイアロープを使っている。アーム自体の大きさはほぼヒトと同一である。各軸にはポテンシオメータが取り付けられ、フィードバック制御によりアームを目的軌道上に操作する。

立ち上がり支援に最適な目標軌道を設計するため、被験者による椅子からの立ち上がり支援動作を観測した。肘部と肩部にマーカーを張り付け、立ち上がり支援動作における各関節の角度変化を計測した。その結果を Fig.3 に示している。図中上部が肘関節の角度変化で下が肩関節である。横軸は支援動作開始からの経過時間が示されている。肩関節は支援開始時に約 30° の角度にあるが、終了時は 50° になる。一方肘関節はほぼ 60° であまり大きな変化はない。

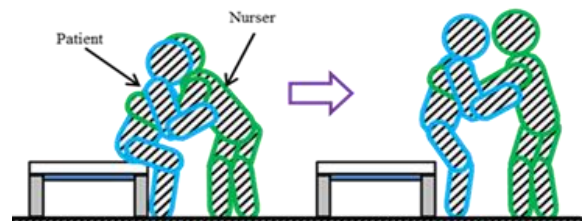


Fig.1 Supporting action for human standing up

\* 明治大学大学院機械工学専攻博士前期課程  
(〒214 - 8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1)  
\*\* 明治大学理工学部  
(〒214 - 8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1)  
(E-mail:oyama@meiji.ac.jp)  
\* Master Course, Graduation School of Meiji University  
\*\* School of Science and Technology, Meiji University

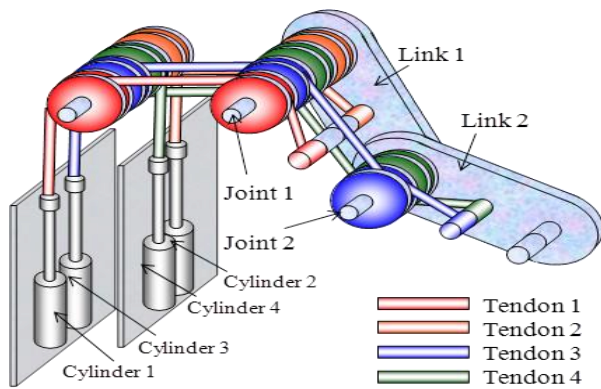


Fig.2 Tendon drive robot arm

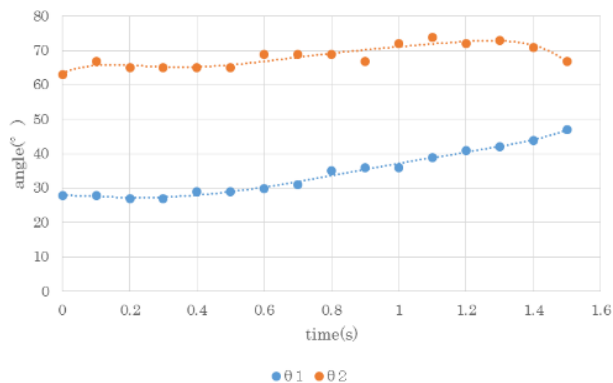


Fig.3 Trajectory of human arm joint

ロボットアームにはこの軌道を与えて動作させることにした。制御方式はアームおよび被介護者の重力補償を考慮したPID動作である。しかしロボットアームにはまだ剛性のリアルタイム調整を実行させていない。Fig.1でもわかるように立ち上がり支援には腰部の動きが必要なため、現在は腰部の機構を設計中である。現状では支援動作の開始タイミングを検出する方式を検討している。例えば被介護者が体重をアームに預けた時、動作開始タイミングが被介護者の予期したものでないとき不安であろう。

アームに体重が加わったときこれを支えるためシリンダ内圧が増加する。この内圧変化はセンサとしての機能を持っており、空気圧アクチュエータを利用する上での利点でもある。内圧変化は肩関節を上方に支えるアクチュエータであるシリンダ1が顕著であるため、シリンダ1の内圧変化がある閾値を超えた瞬間にアームが動き始める方式の検討をおこなっている。

5名の被験者が立ち上がりのためロボットアームに体重を移したとき、どの閾値で動作開始したら快適であったかアンケートにより回答してもらった。その結果をTable 1に示している。シリンダ1の内圧変化を体重の移動信号として利用し、アーム動作開始時の閾値をそれぞれ変えて最大5の点数により動

作タイミングの快適さを評価してもらった。被験者は62kgから80kgと体重にばらつきがありその影響も考慮すべきだが、概して内圧の閾値が低い場合の評価が悪い。完全に体重を移し切らないうちに、アームが動作を開始するため不安を覚えるのであろう。一方で閾値をさらに高くするとまた評価が悪くなる。

TABLE 1 Experimental result

TESTER NO	40kPa	60kpa	80kpa
1	1	4	2
2	1	4	3
3	1	5	2
4	1	4	2
5	2	4	3

### 3. まとめ

前述のように介護動作中にアーム剛性を連続的に操作する効果はまだ確認できていない。しかし、ある固定した軸角度においての試験では対抗するシリンダ内圧を変えて軸剛性を変えられること、そしてこの角度はアーム動作範囲で任意に選べることを確認している。

### 参考文献

- 1) K .Daichi,O .Oyama,T. Yoshimitsu : Development of Tendon-Driven Care Assistance Robot Arm Driven by Air Pressure Controlling, Transaction of the Japan Fluid Power System Society, Vol.3, No.4, 2016
- 2) T. Ishida, O. Oyama, T. Yoshimitsu: Development of Tendon-driven care assistance robot arm with Pneumatic Control, The 12th International Symposium on Fluid Control Measurement and Visualization, 2013