

流体力学実験：流体アクチュエータの特性測定

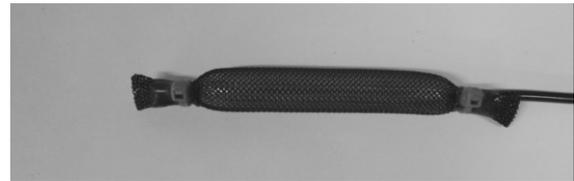
1. 実験目的

電動モータはロボットを駆動するアクチュエータとして一般的に使用されている。しかし、近年注目を浴びているパワーアシストロボットなどの人間支援ロボットでは、空気圧で駆動するゴム人工筋（空気圧ゴム人工筋）と呼ばれるアクチュエータを使用しているものも数多く存在する。

本実験では、数多く存在する空気圧ゴム人工筋の中で最も歴史が古く一般的な McKibben（マッキベン）型空気圧ゴム人工筋（図 1）の特性測定を行い、空気圧ゴム人工筋の特性に関する理解を深めることを目的とする。また、空気圧ゴム人工筋をコンピューターにより制御するための機器を実際に使用することで、高度なシステムを構築するための知識を併せて深める。



(a) 無加圧状態



(b) 加圧状態

図 1 McKibben 型空気圧ゴム人工筋

2. 実験スケジュール

第 1 週目

実験説明（補足資料使用）

課題 0（予備実験）：圧力センサの校正

第 2 週目

課題 1：McKibben 型空気圧ゴム人工筋の収縮率特性の測定

課題 2：McKibben 型空気圧ゴム人工筋の収縮力特性の測定

課題 3：圧力制御弁の特性測定

第 3 週目

課題 0～3 のデータ整理（A4 サイズの方眼紙を持参すること）

3. 実験内容

課題 0：圧力センサの校正

空気圧ゴム人工筋は、内部に供給する圧力を変えることで全長、発生力が変化する。そのため、人工筋の特性を測定するためには人工筋内部の圧力を知る必要がある。課題 1～3 では内部の圧力を図 2 の圧力センサを使って検出する。

使用する圧力センサは、圧力に応じてセンサから出力される電圧が変化する。仕様上では大気圧状態で約 1V を出力し、約 1000kPa で約 5V 出



図 2 圧力センサ

力するがセンサには個体差が存在するため、実際には加えた圧力と出力電圧の関係をあらかじめ測定する必要がある。(これをセンサの校正と言う.)

課題 0 では、センサに直接圧力を加え、各圧力でのセンサの出力電圧を以下のような表を作成し数値を記録すること。ただし、誤差を考慮し同じ実験を 3 回行う。

表 1 センサ特性

1	圧力 単位 kPa	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
2	電圧 単位 V	(a)									
3	a との差分	0V									

この課題において重要なことは、センサの出力電圧を圧力に換算することにある。(上記表では 3 から 1 の値を求めることに相当する。) 3 回分の実験データ (上記表の 1, 3) を Excel などを使用しにかまわないので、集計し最小自乗法により比例係数を求めること。課題 1~3 ではこの比例係数を求めていることを前提として実験を進めるので、次週までにこの課題を終えていること。

ヒント: センサの校正とは横軸を 3 (a との差分)、縦軸 1 (圧力) のグラフを描くことを意味している。最小自乗法により求める比例係数はこのグラフの傾きに相当する。

課題 1 : McKibben 型空気圧ゴム人工筋の収縮率特性の測定

人工筋に加える圧力を変化させた状態で駆動部分 (実際に収縮する部分) の長さを測定し、以下のような表 (表 2) に記録すること。ただし、誤差を考慮し同じ実験を 3 回行う。

表 2 収縮率特性

1	センサ電圧	(a)								
2	a との差分	0V								
3	圧力									
4	駆動部分の全長	(b)								
5	初期長(b)からの変化量	0mm								
6	収縮率 (*)	%								

(注) 実験では 1, 4 のみを測定し、その他項目は第 3 週に集計すれば良い。

*収縮率の計算方法

$$\text{収縮率} = \frac{\text{初期長(b)からの変化量}}{\text{駆動部分の初期長(b)}} \times 100$$

課題 2 : McKibben 型空気圧ゴム人工筋の収縮力特性の測定

一定の圧力を加えた人工筋の長さを変化させた状態における発生力を、以下のような表 (表 3) に記録すること。人工筋に加える圧力は 100, 200, 400kPa の 3 通りとする。(100, 200, 400kPa における圧力センサの電圧を課題 0 の比例係数から求めておくこと。)

発生力を測定するセンサ (力センサ) は、精密機器であるのでその取り扱いには注意すること。

表 3 収縮力特性

圧力○○○kPa 駆動部分の初期長 $\Delta\Delta\Delta$ mm(b)									
1	初期長(b)からの変化量	0mm							
2	収縮率								
3	発生力								

(注) 実験では 1, 3 のみを測定し, その他項目は第 3 週に集計すれば良い.

課題 3 : 圧力制御弁の特性測定

空気圧ゴム人工筋をはじめとする空気圧アクチュエータを駆動するため電磁弁と呼ばれる機器を使用する. 電磁弁の切り替えをパーソナルコンピュータを使い制御することで, 空気圧アクチュエータの高度な制御が可能となる.

電磁弁には, 単純に空気の流れを遮断する弁, 空気の流れる量 (流量) を制御する弁, 圧力そのものを制御する弁など様々なものがある. 課題 3 では, 圧力そのものを制御する弁 (圧力制御弁) の特性を測定し機器への理解を深める.

圧力制御弁は, 弁に入力する電圧の大小で弁の出力側の圧力の大小を変化させる. 実験では, 弁の出力側に圧力センサ・人工筋を接続した状態で, 圧力制御弁に入力する電圧を変化させた時の人工筋の圧力を測定し, 以下のような表 (表 4) に記録すること.

表 4 圧力制御弁の特性

1	圧力制御弁への入力電圧	0V							
2	センサ電圧	(a)							
3	a との差分	0V							
4	圧力								

(注) 実験では 1, 2 のみを測定し, その他項目は第 3 週に集計すれば良い.

4. レポート課題

レポート課題 1 : 実験データの記入

課題 0~3 の表 (表 1~4) を完成させ記入すること.

レポート課題 2 : 特性グラフの作成

グラフ 1 : 課題 0

表 1 から, 横軸 : センサ電圧の増加量 (a との差分), 縦軸 : 圧力のグラフを描け. なお, 最小自乗により求めた直線も記入すること.

グラフ 2 : 課題 1

横軸 : 圧力, 縦軸 : 収縮率のグラフを描け.

グラフ 3 : 課題 2

横軸 : 収縮率, 縦軸 : 収縮力のグラフを描け.

グラフ 4 : 課題 3

横軸 : 圧力制御弁への入力電圧, 縦軸 : 圧力のグラフを描け.

レポート課題 3 : 調査課題

McKibben 型空気圧ゴム人工筋が利用されている研究, 製品を調査し, A4 用紙 1 ページ程度にまとめること. 文章の出来, 不出来を見るものではないので Web からのコピー&ペーストではなく, 各自の考えた文章で調査課題をまとめること.