

# エアアクチュエータを利用したアイテム取得機構の研究

長野県箕輪進修高等学校  
クリエイト工学科 3年 勝村 晃督

## 1. はじめに

本校ロボット部は毎年全国高等学校ロボット競技大会用ロボットを製作し、長野県予選会に相当する「ROBOCON IN 信州」に参加している。大会で上位入賞を目指し、全国大会の出場権を得るため部員一同で取り組んだ。

## 2. 研究目的

「高等学校ロボット競技大会」に向けた競技ロボットで使用するためエアアクチュエータ(エアシリンダ等)を活用した機構の研究、製作する。

## 3. 取り組み概要(競技大会概要)

ロボット競技において、様々なアクチュエータが利用されるが、特にエアアクチュエータは軽量で高出力を得やすく制御が比較的簡単であるという特長があり、アイテムの把持などの動作を必要とする競技ロボットにおいて広く用いられている。一方で、空気の圧縮性に起因する応答遅れや、高圧で使用するための安全性の問題、専用装置を必要とするため、システム全体が複雑化し、保守の負担が増大するといったデメリットもある。本研究では、ロボット競技におけるエアアクチュエータの有効な活用方法を研究し、競技で必要とされるアイテム取得を確実に、効率的に行える装置の製作を行った。

## 4. 研究・製作内容

ロボットが扱う形状や数量の異なるアイテムが複数存在するため、それらに対応する専用機構を製作した。

### (1) 塩ビパイプの取得機構

本競技において最も数量の多いアイテムである塩ビパイプを取得する機構について、時間効率および確実な把持を考慮し、アームの展開機構にエアシリンダを活用することで、操縦者(オペレータ)の負担軽減を図った。また、競技コート上に立てて設置された最大10本の塩ビパイプを一度に取得することを目指し、機構の小型化の観点から、ガイド付きシリンダを用いた取得機構を製作した。ガイド付きシリンダは、横荷重および回転モーメントに対して十分な強度を有しており、追加のガイド機構を設けることなく、シリンダ単体での使用が可能であった。



図1 塩ビパイプ取得機構



図2 ガイド付きシリンダ

(2) ソフトボールの取得・設置機構

競技に使用されるソフトボールの直径はおおよそ 80mm と大きく、把持するには 100mm のストロークのシリンダを利用した。未使用時における機構の小型化と操作の単純化のため、一方向へストロークする機構とした。一列に配置されたソフトボールを2個と3個に分けて設置するため、独立した動作機構とした。

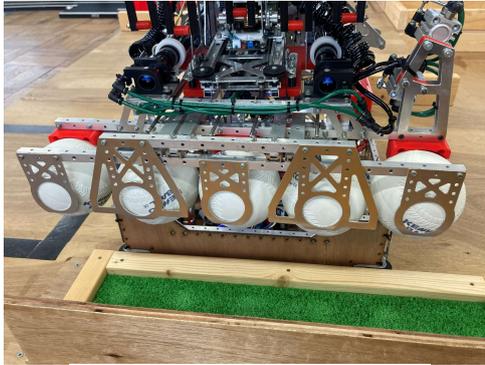


図3 ソフトボール取得機構

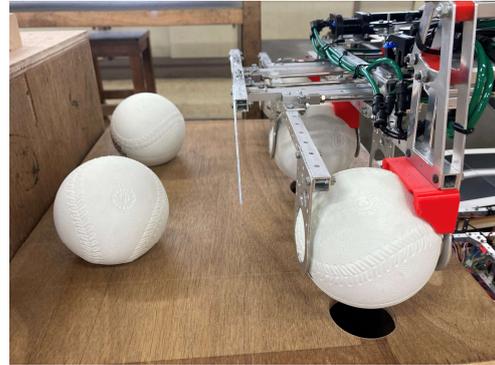


図4 ソフトボール設置

(3) ゴルフボールの取得・設置機構

アイテムの設置場所からゴルフボールを拾い上げ、地上高 300mm の位置に設置するための取得機構を、スタート時の寸法規定である縦 500mm、横 500mm、高さ 600mm 以内に格納する必要がある。そのため、本機構には展開装置を取り付けた。

把持機構には、シリンダ径 10mm、ストローク量 20mm のペン型シリンダを用いた。また、設置エリアの規格に合わせ、80mm 間隔で取得および設置が可能な構造とした。



図5 ゴルフボール取得機構1



図6 ゴルフボール取得機構2

(4) 野球ボールの取得機構

野球ボール 5 個の取得には、シリンダ径 10mm、ストローク 50mm のペン型シリンダを 2 個用い、ボールを挟み込んで取得する機構を製作した。横一列に取得したボールは、設置場所において 2 段に積み上げる必要がある。余分な装置や機構を可能な限り削減するため、ボールを自然落下させて転がし、積み上げる方法を採用した。この方法の実現には多くの練習・調整時間を要したが、スタート時の寸法規定内に収まる小型な機構を実現することができた。

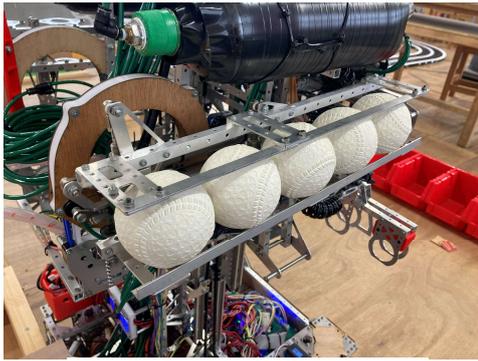


図7 野球ボール取得機構

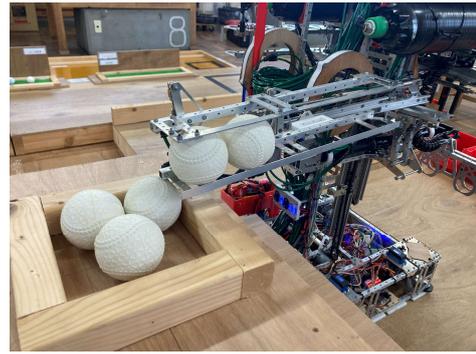


図8 野球ボール設置

(5) 関連機器

エアアクチュエータを制御する機器および付随装置として、電磁弁（ダブルソレノイド）、定圧バルブ（0.4MPa）、流量調整用のスピードコントローラ、ならびにペットボトルを用いたエアタンクを装備した。

電磁弁から各シリンダへは、外径 4mm の空気用配管を設置する構成とし、各機構の動作を確認しながら配管作業を行った。これらのエアアクチュエータ関連装置は、機構全体に対して比較的大きな体積割合を占めることとなった。

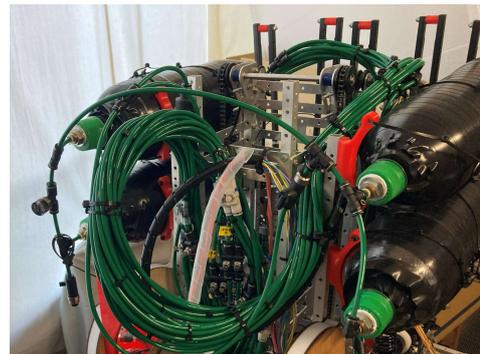


図9 エアタンク 4 本と配管

5 成果と課題

製作したロボットに搭載したシリンダを、以下の表に示す。使用したシリンダの総数は 27 個である。制御系統は 12 系統を独立させ、それぞれを複動動作させる機構とした。

使用したシリンダの多くは、これまで使用してきたものを流用しているが、形状やストローク量の違いにより、新たに購入する必要があるものも存在した。シリンダ 1 個あたりの価格は約 3,000 円から 8,000 円と比較的高価であったが、複雑化する課題を効率的かつ確実に解決するためには、必要不可欠な投資であった。また、シリンダ制御を多用したことで、例えばボタン一つでシリンダが動作し、把持や位置決めを行うことが可能となった。ロボット操縦時の操作は大幅に簡略化され、操縦者の負担軽減につながった。エアタンクや電磁弁の設置で、ロボット全体の容積率は増加したものの、設計時に意図した動作を確実に実現することができ、その成果は出場大会の結果にも表れた。県大会では優勝することができ、全国大会への出場権を獲得した。72 チームが参加した全国大会においては、総合 9 位という成績を収め、あわせて技術奨励賞として経済産業大臣賞を受賞することができた。

表1 使用したシリンダ

機構	シリンダ種類	個数	用途
塩ビパイプ取得	Φ10×20mm ガイド付	10	把持用
	Φ10×100mm ペン型	2	前後展開用
	Φ10×150mm ペン型	2	左右展開用
ソフトボール取得	Φ10×100mm ペン型	4	把持用
ゴルフボール取得	Φ10×30mm ペン型	1	位置合わせ用
	Φ10×20mm ペン型	2	把持用
	Φ16×100mm ペン型	1	展開・格納用
野球ボール取得	Φ10×30mm ペン型	1	位置合わせ用
	Φ10×20mm ペン型	2	把持用
	Φ16×150mm ペン型	1	アーム伸縮用
	Φ16×150mm ペン型	1	展開・格納用



図10 全国大会表彰

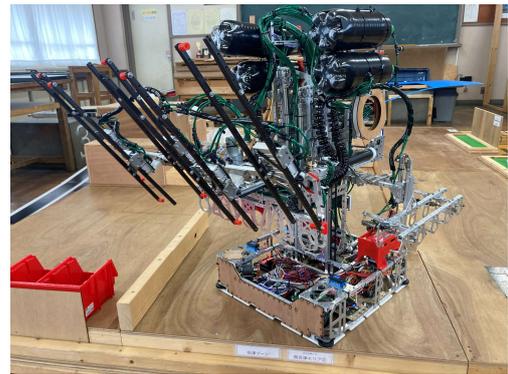


図11 製作したロボット

## 6 まとめ

本研究を通して、エアアクチュエータの特性を生かした機構設計および制御手法について学ぶことができた。特に、シリンダを用いることで複雑な動作を簡略化できる点や、操作性向上に大きく寄与することを、ロボット製作を通して理解することができた。また、自分たちが研究・製作したロボットが全国大会においても十分に通用することが結果として示され、大きな自信につながった。設計から製作、調整、競技運用までの一連の経験は、今後のロボット製作において、非常に有意義なものになったと考える。