

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名：ロボットコンポーネント

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

タフ油圧アクチュエータ

研究開発機関名：

東京工業大学

研究開発責任者

鈴木 康一

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

H28年度は、建設ロボット、脚ロボット、ならびに、研究代表者が主催する「油圧ロボット研究会」での議論を基に描いた超長尺タフロボットアーム、での使用を想定した、タフロボット用油圧アクチュエータの開発を進めるとともに、建設ロボットへ搭載するパワーハンドの開発、ならびに、次年度に開発予定の油圧脚ロボット用脚の機能検証モデルの設計ならびに試作を行う。

具体的には、以下の試作、開発を行う。

### 1 アクチュエータに関する課題

- 1-1 小型軽量高出力アクチュエータの実現
- 1-2 回転型高トルクモータの実現
- 1-3 高出力マッキベン型人工筋の実現
- 1-4 遠隔センササーボ系の開発

### 2 制御バルブに関する課題

- 2-1 微粒子励振動型圧電バルブ
- 2-2 スプール型油圧サーボバルブ

### 3 パワーパックに関する課題

### 4 多自由度スィベルジョイント、細径柔軟ホースに関する課題

### 5 ロボット適用に関する研究

- 5.1 建設ロボット用多指ハンド
- 5.2 建設ロボット用低摺動シリンダ
- 5.3 脚ロボット

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

本プロジェクトに参加する東工大教員2名、雇用研究者/技術者6名、東工大学生3名を中心に研究を進めた。下記に示すように多くの組織と連携し、ほぼ計画通りの成果をだした。また、多自由度スィベルジョイントの開発など、当初計画予定にはなかった新たな成果も発展させることができた。

また、TRC内のロボットシステム担当グループや、油圧専門家のシーズとロボット専門家のニーズを踏まえ、下記の油圧タフロボット研究会を主催して研究活動を進めた。

第6回油圧タフロボット研究会(2016年4月26日、参加者32名)

第7回油圧タフロボット研究会(2016年7月19日、参加者32名)

第8回油圧タフロボット研究会(2016年10月7日、参加者29名)

第9回油圧タフロボット研究会(2017年1月16日、参加者28名)

### 2-2 成果

#### 1 アクチュエータに関して

- 1-1 小型軽量高出力アクチュエータの実現

JPN株式会社と協力して内径φ10~30mm, 35MPa動作, 最小動作差圧0.1Mpaのシリンダを開発した。従来の油圧シリンダに比べ, 約2~5倍の「力/自重比」, 約1/3~1/5倍の低摩擦動作が可能である。低摺動パッキンの採用, 軽量化構造設計, チタン合金/マグネシウム合金の使用がこれらを可能にした。



開発した小型軽量低摺動シリンダの一例

#### 1-2 回転型高トルクモータの実現

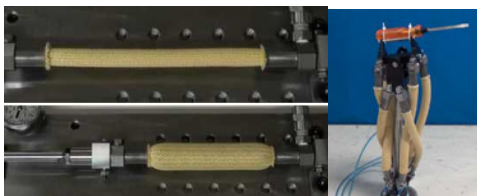
KYB株式会社ならびにJPN株式会社と協力して脚ロボット仕様に基づいた油圧モータを複数開発した。

#### 1-3 高出力マッキベン型人工筋の実現

株式会社ブリヂストンと協力してハイパワー人工筋を開発した。外径15mm, 最大収縮率30%, 最大収縮力7kNで, 従来の電気モータや油圧シリンダに比べて約5~10倍の大きな「力/自重比」を実現した。

#### 1-4 遠隔センササーボ系の開発

シリンダの遠隔力サーボを実現し, 建設ロボット用ハンドの握力制御に成功した(下記5.1)



人工筋の動作(左), 3自由度手首機構への応用(右)

## 2 制御バルブに関して

岡山大学神田准教授と協力し, 微粒子励振動型圧電バルブの30cStオイルの駆動に成功した。また油研工業株式会社と協力し, 開発した小型アクチュエータ用に35MPa対応小型直動スプール弁を開発した。

## 3 パワーパックに関して

KYB株式会社と協力して, エンジン駆動油圧パワーパックと, 新たに開発した高性能モータを用いたパワーパックを開発した。脚ロボ本体への搭載を想定した設計で, 全姿勢対応および可変吐出が特徴である。



エンジン駆動油圧パワーパック

## 4 多自由度スィベルジョイント, 細径柔軟ホースに関する課題

共栄産業株式会社と新たに秘密保持契約を結び, 多自由度スィベルジョイントと細径柔軟ホースを開発した。これらは下記の建設ロボット用ハンドと脚ロボットで用いられている。



4チャンネル小型スィベルジョイントの例

## 5 ロボット適用に関する研究

### 5.1 建設ロボット用多指ハンド

開発したコンポーネントを用いて、多指ハンド2号機を開発した。大阪大学吉灘教授と小松製作所と協力して、建設ロボットに搭載し、バケットモードとハンドモードの切り替え、形状倣い把持、ならびに遠隔センササーボによる力制御に成功した。



バケットモード(左)ハンドモード(中, 右)



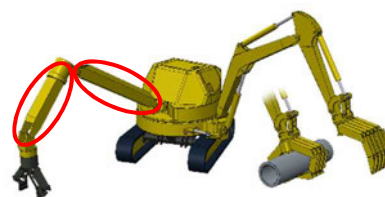
遠隔センササーボによる力制御

### 5.2 建設ロボット用低摺動シリンダ

低摺動シリンダを開発し、建設ロボットに搭載した。

### 5.3 脚ロボット

早稲田大学と連携し、脚ロボットの現状の7つのモータと同等の動作範囲を持つ小型、高トルク油圧モータを開発した。また、シリンダ駆動の脚を試作し衝撃吸収が可能であることを示した。また、株式会社ブリヂストンと協力し、1自由度アームを開発し、はつり動作が可能であることを示した。



人工筋ロボによるはつり動作(左), 跳躍/着地ロボット(右)

## 2-3 新たな課題など

特に問題はない。引き続き、建設ロボット、脚ロボットの研究チームとの連携に努めるとともに、開発した油圧コンポーネントの実用化を広く進めるために、ベンチャー起業の可能性を具体的に検討する。

## 3. アウトリーチ活動報告

テクノフロンティア 2016@幕張メッセ (2016.4.20-22), 危機管理産業展 2016@東京ビッグサイト (2016.10.19-21), 緑十字展 2016@みやぎ産業交流センター (2016.10.19-21) にて成果を発表した。