

平成 27 年 3 月 31 日

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 26 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

鈴森 康一

## 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

担当研究開発は、下記の3点に特にポイントを置いて進める。

- (1) タフ油圧ロボット実現に向けて、プラットフォーム研究者ならびに関連する大学、産業界のニーズを踏まえる(ニーズ)。
- (2) 同時に、油圧技術のシーズおよび現状を踏まえて最も効果的な研究開発を推進する(シーズ)。
- (3) 油圧産業界と連携し、実用的、実践的な「ロボット用タフ油圧アクチュエータ」を実現する(実用性)。

上記3点を踏まえ、想定する目標タフロボット像を描きつつ、これ基に暫定的なスペックを設定し、それに基づいて、タフロボット用油圧アクチュエータの開発を進める。具体的には、以下の試作、開発を行う。

#### 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 個別ポンプを搭載したアクチュエータ(EHA; electro hydraulic actuator)の実現
- 1-4 高出力マッキベン型人工筋の実現

#### 制御バルブに関する課題

圧電振動を用いた新原理油圧制御バルブの評価、組み込み(岡山大と共同)

#### パワーパックに関する課題

現状設計手法に基づいた、小型高効率油圧ポンプの実現を行う。特に小型化、高効率化に研究の主眼をおく。

#### タフロボットへの応用研究

開発したアクチュエータを用いた高機能タフロボットメカニズムを試作し、その有用性ならびに可能性を実証する。

上記研究開発において H26 年度は、メーカー、ユーザに対するヒアリング、タフ油圧ロボット研究会の開催、産業界と連携した効果的な研究体制の確立を、実施する。

### 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

本研究の第1の研究開発ポイント(ニーズ)ならびに第2の研究開発ポイント(シーズ)を改めて客観的に整理するために、企業や大学をはじめとするメーカー、ユーザに対してニーズとシーズのヒアリングを実施した。油圧機器関連企業5社、ロボット関連企業3社、ロボット研究関連大学4研究室からのヒアリングから油圧アクチュエータによる「タフロボット」像の明確化を行った。

更に、前述の第2と第3(実用性)の研究開発ポイントを実現するために、経験豊富な研究者を雇用した産学連携研究体制により研究開発を進めるための研究体制を構築した。

具体的には、(1)東工大に油圧産業界で研究開発の経験の豊富な研究者および技術者を4名雇用し、研究代表者である鈴森を中心に、これら4名の研究者/技術者と学生が共同で研究を進める。また、同時に、(2)4社の油圧デバイスの専門メーカーと連携して詳細設計、製作を行う、(3)年に3~4回、本プロジェクトのロボットプラットフォーム担当研究者、産業界のシステム技術者、油圧工学が専門の研究者、等でディスカッションを開催する(油圧タフロボ研究会)、といった研究体制の構築を行った。

研究開発体制概要を下図に示す。東工大において、鈴森、研究者3名、技術者1名、学生2名が、研究を推進する。参加する研究者/技術者は、油圧専門メーカーで豊富な研究開発経験、及び、自動車関連の研究開発経験を通じた大パワーの機械制御に経験と見識を持っている。

更に、共同研究機関としてバルブに関しては岡山大学と、パワーパックに関して法政大学、制御に関しては立命館大学、全体のアドバイザとして横浜国立大学と協力して研究を進められる体制も整えた。

更に本研究は、本プロジェクトで実際にロボットシステムに使ってもらいたい信頼性の高い要素部品の実現を目指しており、実際の詳細の設計ならびに製作は、それぞれの油圧機器に関して最も適切と思われる専門メーカーとして油研工業、KYB、JPN、プリチストンに依頼または協力して実施出来る体制の構築がほぼ完了した。

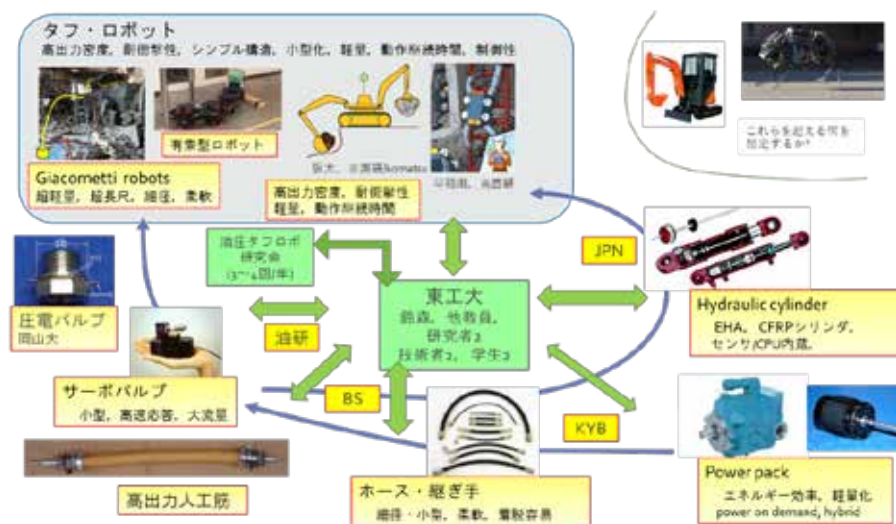


図 1 研究開発体制概要

また日常の研究とは別に、PM、ロボットプラットフォーム担当研究者、その他ロボット工学または油圧工学の専門知識有識者を加えて、技術ディスカッション(油圧タフロボ研究会)を2回開催した。

第一回油圧タフロボ研究会は2015年1月13日(火)に東工大にて開催し、ロボティクスからのアプローチ:どんなタフロボットを目指すのか? 油圧の特徴を生かしたタフロボットとはどんなものか? そこから油圧アクチュエータに求められる特徴、スペック。油圧技術からのアプローチ:現状の油圧技術を踏まえて、どの方向に研究を進めたら、「すごい!」油圧アクチュエータ、油圧ロボットに結びつくか。の両面からすりあわせを行い、研究の具体的な方針について議論を行った。

第二回油圧タフロボ研究会は2015年3月20日(金)に東工大にて開催し、産官学から参加者が約30名集い、タフロボット用油圧アクチュエータの開発にあたり、油圧専門家とロボット専門家がそれぞれの知見を出しあい、ニーズとシーズの両面から、研究の進め方に関し意見交換、情報交換を行った。

## 2-2 成果

産官学それぞれの分野からニーズ，シーズヒアリングを行った結果に基づき油圧アクチュエータに求められる項目の明確化を行った．下記に主となるヒアリング結果の概要を示す．

□東北大学 (15.1.15)・超小型・高出力重量比かつ柔軟性のあるアクチュエータ・多自由度

□大阪大学 (15.1.16)・高応答性油圧バルブ (35MPa, 70L/min, 内部リーク 0.5L/min, 100Hz)・低フリクション油圧シリンダ (最低駆動圧 0.3Mpa 以下, センセ内蔵)

□日立建機様 (15.1.29)・効率化, 小型化, 高応答・インテリジェント化

□東芝様 (15.2.12)・多自由度ロボットへの適応・高出力, 低コスト

□ホンダ様 (15.1.29)・高効率化 (低摩擦化, 可変吐出量ポンプ)・システム小型化・可変剛性・温度依存性を低く

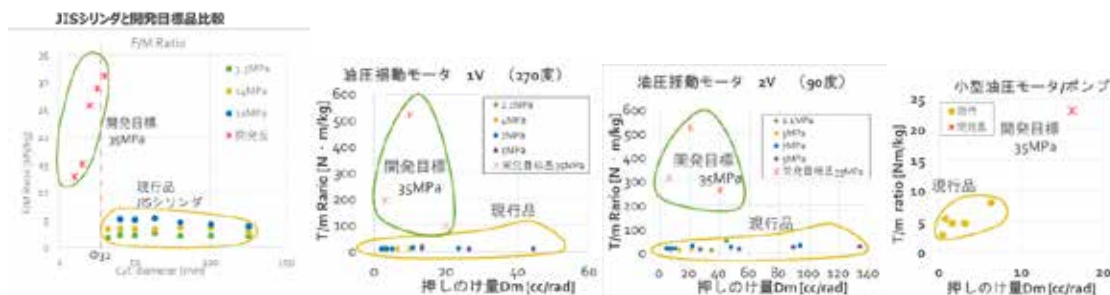
□早稲田大学 (15.3.11)・耐衝撃性・小型, 高出力 (減速機無し)・制御性

ヒアリングの各研究者の要望, 期待, 考え方は, かなり多様であるが, 共通する要望をおおよそまとめると表1のようになる．これらの項目を踏まえ, 実際に役に立つタフロボットの開発に貢献することが可能となる油圧アクチュエータの仕様目標を設定した．

更にヒアリングの結果に基づいてより具体的な開発目標を設定した(グラフ1)．

表 1 タフロボット用油圧アクチュエータのニーズ

油圧アクチュエータへのニーズ		
アクチュエータ		システム
<b>小型化</b> ・シリンダ: JIS規格φ32～ →φ10以下 ・最低作動差圧: 0.3→0.1MPa以下 ・継ぎ手/ホースの削減	<b>回転型</b> ・揺動モータ/油圧モータ: 揺動角:270°→360° ・発生トルク: 60～100N・m ・小型化	<b>エネルギー効率</b> ・据置型→移動型 ・高圧化 ・小型化 ・集積化 ・低圧力損失化



グラフ 1 開発目標

これら目標設定に基づき今後の研究開発に必要となる油圧テストベンチの詳細設計を完了した．また, 上述の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に関し, 更に具体的な目標仕様を設定し, 図 2 に示す試作第一号機の詳細設計を完了した．

## 目標仕様

小型化 (JIS 規格 32 以下, コネクタ, マニホールド, バルブを含む)

最高使用圧力 35MPa

低摩擦摺動: 単体作動圧 0.1MPa

センサ(圧力, 変位, 温度), CPU, バルブ内蔵

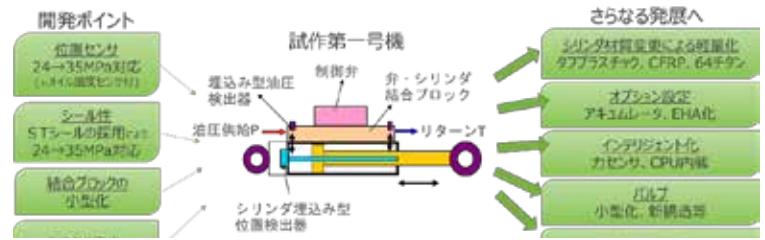


図 2 小型軽量高出力アクチュエータ試作第一号機

## 2-3 新たな課題など

現時点では、特に問題はない。

## 3 . アウトリーチ活動報告

特になし