

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 29 年度

研究開発課題名：

圧電振動子駆動型小型制御バルブの開発

研究開発機関名：

岡山大学

研究開発責任者

神田 岳文

# 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

平成 29 年度は前年度までの成果に基づき、圧電振動子駆動微粒子励振型小型制御バルブについて、印加可能圧力の増大を目的としたバルブ構造の検討、微粒子励振型バルブの原理を利用した小型三方弁の構造の簡略化を目的とした改良、さらにロボットアームへの適用を目標としてこの小型三方弁を流量制御に用いた人工筋アクチュエータの駆動の 3 点について研究を行った。

## 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

前年度までに、圧電振動子を駆動源とする微粒子励振型流量制御弁により、空圧に加えて水圧・油圧の流体制御が可能であることが示され、流体アクチュエータの駆動実験にも成功していた。しかしながら、より広く流体アクチュエータの流量制御に用いるためには、これらの実験で使用された最大 700kPa より高い供給圧力にバルブが対応する必要がある。最大 5MPa 程度の供給圧に対応することを目標として、バルブ構造の検討を行った。図 1 に示すスプール上下の面積比により両面に印加される圧力差を設けることによって、より大きな圧力が印加された状態で流量制御を可能とする。原理確認のための機構を試作し、実際にスプールが機能することを実験的に確認した。

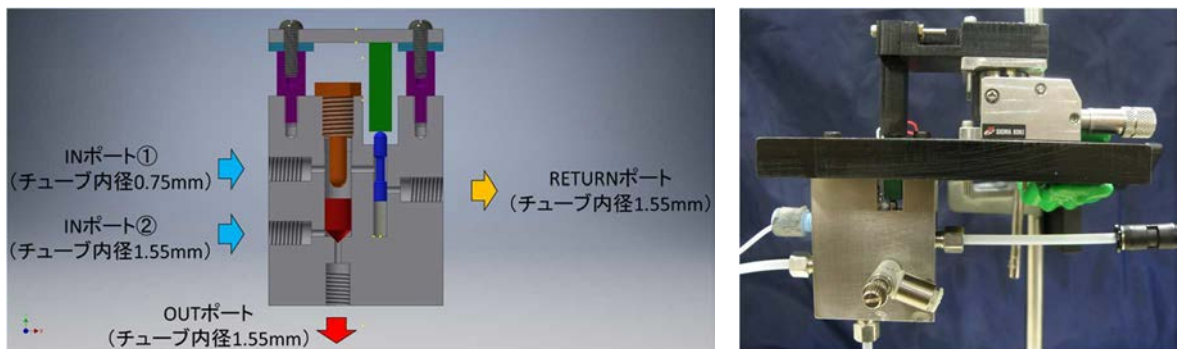


図 1 スプール構造を用いたバルブ構造の試作検討例

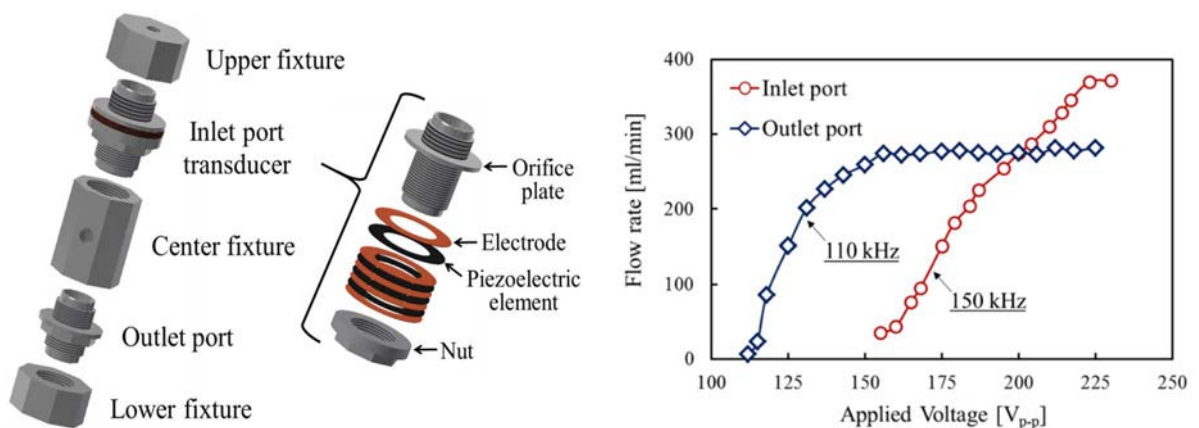


図 2 1 個の圧電振動子により駆動する小型三方弁の構造と流量特性

前年度までに、微粒子励振型流量制御バルブを2組組み合わせることにより小型三方弁を構成し、三方弁として機能することを試作機において確認していた。この小型三方弁では、二つの圧電振動子の駆動周波数(振動子の共振周波数)に差を設けることにより、各々のポートが駆動されるような構造としていた。この構造を発展させ、1個の圧電振動子のみを配置しその駆動周波数を変更することによって、異なる固有振動数を持つ2つのポートにおける流量制御を実現することを試みた。図2にその1個の圧電振動子で駆動される小型三方弁の構造と、これによるポートごとの流量制御結果を示す。三方弁は高さが40.8mm、外径が15.0mm、全体質量37.5gである。同一の圧電振動子を異なる周波数(110kHzおよび150kHz)で駆動することにより、三方弁の機能を実現している。

さらに、新たに試作した小型三方弁(1個の圧電振動子により駆動)を高出力型マッキベン型人工筋の端末に装着して、駆動実験を行った。試作した三方弁は図3の通り、人工筋の端末に装着できるほど十分小型のものである。人工筋と三方弁でアクチュエータユニットを構成し、これらを複数用いてロボットアームの駆動に用いる場合でも小型軽量の特性を損なわない。

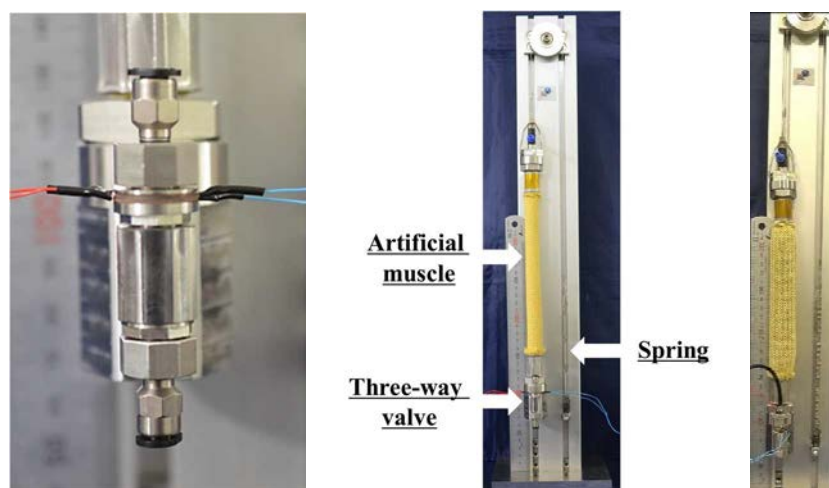


図3 試作した小型三方弁とこれを人工筋端末に装着して駆動実験を行った様子

## 2-2 成果

以下3点の成果を得た。

1. 圧電振動子駆動微粒子励振型小型制御バルブについてバルブ構造の検討を行い、スプールを用いた構造により印加圧力の増大が可能であることを検証モデルによる実験によって示した。
2. 流体アクチュエータの制御を目的とした微粒子励振型バルブの原理による小型三方弁について、構造の簡略化を目的とした改良を行った。従来、2つの圧電振動子を用いてポートの開閉を行っていたが、振動モードを考慮して配置した1つの圧電振動子により駆動する構造を実現した。これまで試作の小型三方弁と同等の大きさ・質量で簡略な構造とし、アクチュエータ制御に必要な流量制御が可能であることを実験的に示した。
3. ロボットアームへの適用を目標として、上記の小型三方弁を流量制御に用いたアクチュエータユニットを構成するために人工筋アクチュエータの駆動実験を行った。高出力型マッキベン人工筋の端末に三方弁を配置し、流量制御による人工筋アクチュエータの伸縮動作を実現した。

### 2-3 新たな課題など

印加圧力の増大を目的としたバルブの検討においては原理的な検証を行ったものの、試作したデバイスと実験環境の制約から目標とする **5MPa** を印加する実験は行うことが出来なかった。人工筋の端末に内蔵することができる圧力印加が可能な試作機を製作してバルブとしての評価実験を実施するとともに、制御バルブ内蔵型人工筋としての性能評価を行うことを予定している。

### 3. アウトリーチ活動報告

国際・国内学会における研究発表（別途記載の通り）の他に、モータ・アクチュエータ等を含むモーションコントロール分野の大規模な展示会であるテクノフロンティア 2017（2017.4.19～21、幕張メッセ、展示会来場者数 19,866 人）へ出展を行い、試作したバルブによる人工筋制御の実演展示を行った。