

1. 担当 PM

竹迫 良範（株式会社リクルート データプロダクトユニット ユニット長）

2. クリエータ氏名

原田 慧（東京農工大学 工学部 機械システム工学科）

3. 委託金支払額

2,736,000 円

4. テーマ名

風呂を掃除するタコ型ロボットとシミュレータの開発

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

本プロジェクトでは壁や天井に吸着し、スポンジなどを把持することで風呂掃除が可能なタコ型ロボットを開発する。従来のルンバのような掃除ロボットは、天井や浴槽の内壁を移動したり、垂直な壁を上下したりすることができない。磁力で吸着しながら移動する窓拭きロボットは、鉄板のない浴槽内で移動することは原理的に不可能である。電子回路・基盤・モータなどを搭載せず、全身をゴム材料で構成されたソフトロボットは防水性を持ち、人体にとっても安全である。

7. 採択理由

風呂掃除専用ロボットは各家庭でニーズがある分野であるが、いくつかの制約条件の元でいろいろな場所を移動する必要があり、技術的難易度が高い。剛性のある硬い足をサーボモーターで制御するようなロボット機構は既に多くの実装と理論があるが、柔らかく動くタコ型の足を制御して浴槽を傷つけないように移動するような「ソフトロボット」は実装も少なく理論化もされていない。本提案は風呂掃除という大きなゴールに向かってタコ型ロボットを作って解決することを掲げているが、柔らかく動く制御機構をどのようにすれば実現できる

か多くの試行錯誤を繰り返す必要がある。ソフトロボットの製作過程を通じて、家の中で人とロボットが優しく共存していける未来の実現を期待したい。

8. 開発目標

本プロジェクトでは、浴室環境の掃除の自動化を最終目標として、タコ型ロボット OCTO (Original Cleaning Tender Octopus-type robot) を開発する。タコの持つ吸着性や腕の多用途性を取り入れることによって、天井や壁などの複雑な環境も歩行可能な吸着性能を実現し、浴槽の隅を掃除できる伸縮自在の腕を兼ね備えたロボットを製作する。開発するロボットは以下の 3 つの要件を備えておく必要がある。

- (1) 人に安全であること
- (2) 壁や天井に対する吸着性能を持つこと
- (3) 物体を把持して、拭き掃除などが可能であること

また、開発したロボットが実際に浴室掃除を行う様子を見せることで、将来、日常的にロボットが生活空間に存在するイメージを広く大衆に持ってもらうことも重要な目標である。

9. 進捗概要

3D プリンタで金型を成形し、様々なゴム材料を組み合わせることによって、最終的に風呂掃除の要件を満たすタコ型ロボットを製作した (図 1)。このタコ型ロボットは、4 本のタコ足アクチュエータを持ち、幅 450mm、高さ 150mm、重さ 580g である。

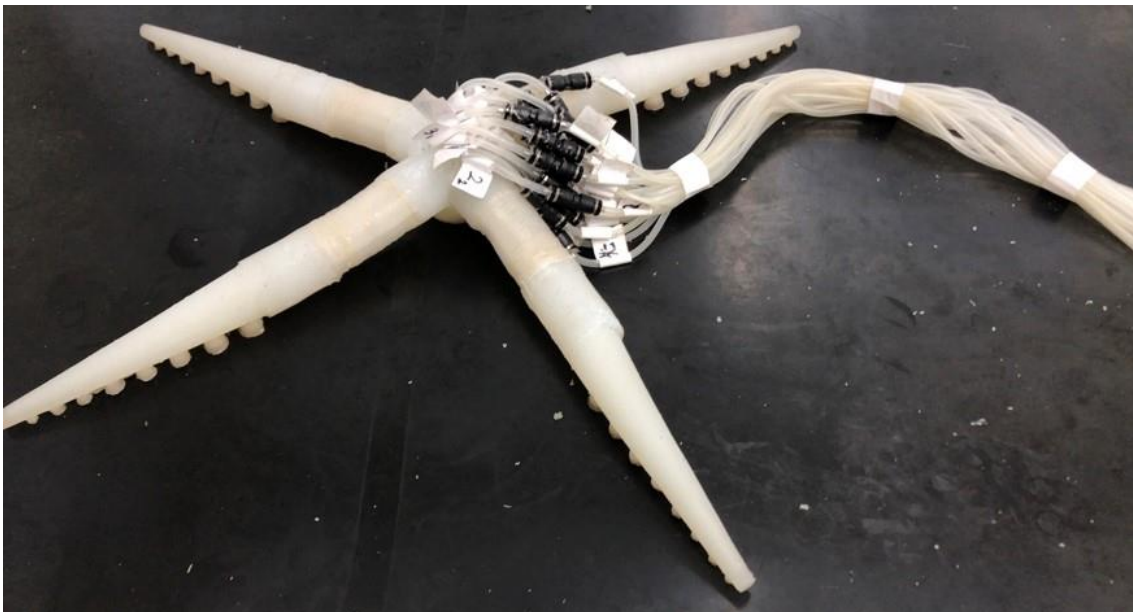


図 1 : 製作したタコ型ロボットの外観

このタコ型ロボットは、空気源チューブ 20 本によって、遠隔の空気圧システム（図 2）と接続され、圧縮空気の供給・排気を Arduino Mega と電磁弁 36 個で制御した。ロボットは 4 つの歩行ステップを 1 つのサイクルとして、3mm/s で床を歩行した。

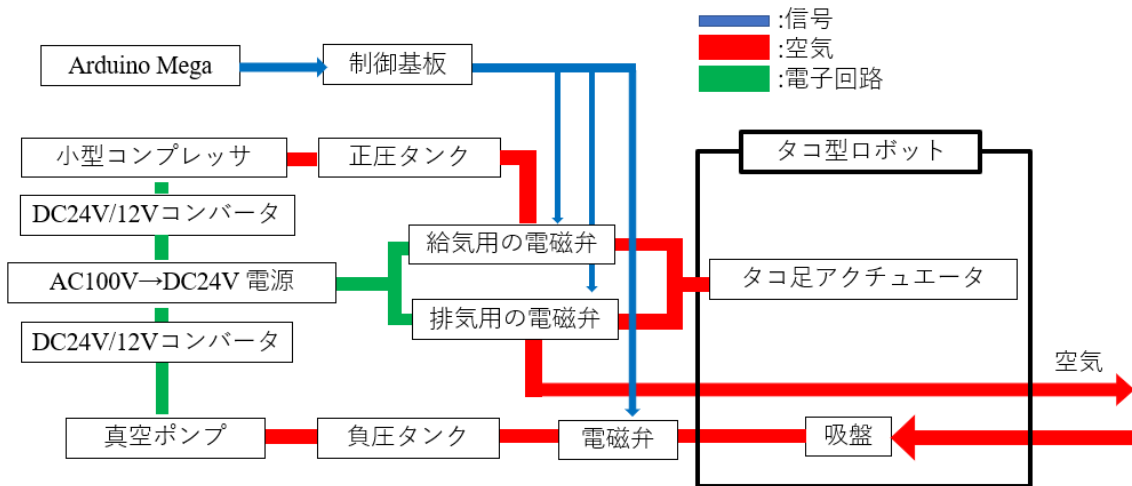


図 2：空気圧システムの構成図

タコ足には 16 個の吸盤を持ち、真空ポンプで壁に吸着できる構造を持つ。実際に吸盤と接地面の空間を -60~70kPa 程度に減圧させた状態で、約 90deg の傾斜の壁面に吸着した。

10. プロジェクト評価

試作を繰り返し、プロジェクト期間中に累計 5 体のプロトタイプを製作した。製作したタコ型ロボットは、床を歩き、壁面に吸着し、スポンジを把持して床や浴槽壁面の拭き掃除を行うことができた。ハードウェアは全て柔らかいゴム材料で構成され、可動部のロボット本体には電子回路やセンサが搭載されていない。制御に用いる空気圧システムを外部に設けることでロボット本体の防水性が担保されるため、水中や極低温など様々な環境に適応する可能性を秘めている。有用な応用先の一つとして、放射線の影響で通常の電子制御のロボットでは誤作動を起こす原子炉などでの稼働が可能であると考えられる。

11. 今後の課題

事前に設定した動作計画にもとづいて、自律的に床面歩行や壁面吸着、床や浴槽壁面の拭き掃除を行う組み込み制御は達成できたが、学習によるロボットの自律移動が今後の課題である。タコ足の製造個体差もあるため、アクチュエータが破裂しない範囲で供給する空気圧や流量に制限を設けた上で、探索する必要がある。実機での学習には破裂の危険性と時間がかかるため、シミュレータによる学習も必要である。また、様々な浴槽を掃除するためには、ロボットが浴槽内

の地形に関する高精度な地図を作成する機能と、自己位置推定する機能の開発も必要である。