

# 人工筋肉を用いたパワーアシストグローブの検討

A study of power assist gloves using artificial muscles

竹花 光広

指導教員 小川 毅彦

拓殖大学大学院 工学研究科 機械・電子システム工学専攻 小川研究室

キーワード：人工筋肉、形状記憶合金、パワーアシストグローブ

## 1. はじめに

近年、高齢化や筋肉の疾患により筋力低下をきたす人が増加傾向にある。筋力低下により日常生活で様々な支障を生じるため、特に物体の把持行為等で重要となる握力の補助は重要である。そのため、大学や企業でパワーアシスト機構を用いた把持行為を補助する装置が開発されている。しかし、現行の補助装置では装置重量や複雑な動作への対応、コストの高さなど問題点も多い。

小型軽量のアクチュエータとして、生体の筋肉組織を模倣した人工筋肉が開発されている<sup>[1]</sup>。本研究では、人工筋肉型の纖維状アクチュエータ「バイオメタル」を用いて、軽量かつ安価に握力を補助する手袋型パワーアシスト装置を開発するための検討を行う。

## 2. パワーアシストグローブ

パワーアシストグローブとは、手指の動作訓練や握力の補助を目的とする、アシスト機構を用いた手袋型の装置である<sup>[2]</sup>。主に空気圧ゴム式人工筋肉を用いて作られ、リモコン等によって伸縮を切り替えるものや、圧力センサー等を用いて力を調整するものがある。パワーアシストグローブ装着時の様子を図1に示す。



図1 パワーアシストグローブ<sup>[2]</sup>

## 3. バイオメタル

バイオメタルとは、トキ・コーポレーション株による形状記憶合金(SMA)を原料とした纖維状アクチュエータであり、電流によって発生する熱で収縮する力を利用したアクチュエータである<sup>[3]</sup>。

バイオメタルは他の形状記憶合金や人工筋肉と比較して安価であり、形状的に安定していて動作寿命が長い。また、直徑が0.15[mm]以下と細く軽量で、静穏性にも優れている。現在、細線上のバイオメタル・ファイバー(BMF)と、マイクロ・コイル状のバイオメタル・ヘリックス(BMX)の2種類が販売されている。バイオメタルの特性を図2に示す。

本研究では、バイオメタルを用いて握力を補助する手袋型のパワーアシスト装置の開発の可能性を検討する。アシスト機構のための十分な力を出せるのか、日常生活

を送る上で問題のない応答性を発揮できるかを検討するため、バイオメタルの発生力、応答性の計測を行う。

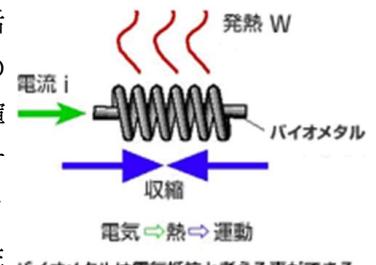


図2 バイオメタルの特性<sup>[3]</sup>

## 4. バイオメタルの計測実験

バイオメタルの発生力、応答性の計測実験を行った。試験片として、細線状のBMFを使用し、線径を150[μm]、長さを600[mm]とした。またBMF毎

の個体差を調べるために、BMF を 2 本使用し、同様の実験を行った。実験装置を図 3 に示す。測定器として、デジタルフォースゲージ DST-20N (株イマダ製) を使用し、通電には直流安定化電源 (株ケンウッド製) を使用した。また、直流安定化電源のみでは電力供給過多となる恐れがあるので、供給電力を PWM 制御するためトキ・コーポレーション(株)製の PWM ドライバ 2 を使用した。

BMF の電圧と発生力、電圧と応答性の関係を調べる。実験装置に BMF を設置し、無負荷状態で、直流安定化電源を用いて通電し、供給電力を PWM ドライバで制御し、最大発生力および所要時間を測定する。電圧は 5[V]一定とし、PWM 制御のデューティ比は PWM ドライバのメモリ毎に 3%~100% と変化させて測定を行った。

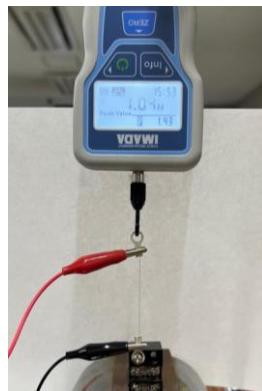


図 3 実験装置

#### 4.1 実験結果と考察

電圧と発生力の関係を図 4 に、電圧毎の時間-発生力を図 5 に示す。図 4 より、最大発生力は約 35[V]まで増加し、それ以降減少している。これは SMA のヒステリシス特性が原因と考えられる。試料 2 は約 60[V]の電圧を加えた段階で反応が無くなった。これは、負荷に耐え切れず、特性が失われたものと考えられる。試料 2 の値が低いのは、装置の安定性が足らず、フォースゲージそのものが動いてしまい、正確に測れなかつたためと考えられる。図 5 より、BMF は加える電圧を上げることで、応答速度が速まっている。また、デューティ比 4% 時より、約 3% 時の方が速い応答速度となっているが、これもヒステリシス特性によるものと考えられる。

実験結果より、BMF は最大で約 7.5[N] すなわち約 0.76[kgf] の力を発揮できる。このことから、損失なく力を変換できれば、BMF 2 本で約 1.5[kgf] の握力強化が見込める。応答性は、デューティ比 50% 以降は 1[s] 未満で最大発生力に達している。よって耐久性を考慮しなければ、直感的な操作が可

能と考えられる。一方で、ヒステリシス特性があるため、手指の繊細な動作を補助するためには、その特性を考慮した制御機構が必要と考えられる。

以上のことから、BMF を用いて、握力強化を行うことは、十分可能であると考えられる。

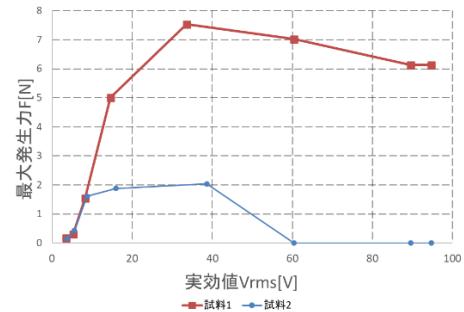


図 4 電圧と発生力の関係

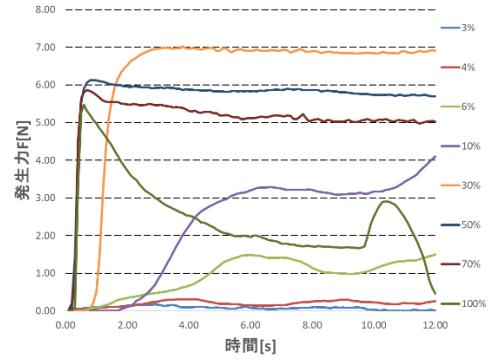


図 5 時間と発生力の関係

#### 5.まとめ

本研究では、形状記憶合金による纖維状アクチュエータ「バイオメタル」を用いたパワーアシストグローブの開発のための検討を行った。その結果、発生力と応答性に関しては構成の要件を満たしていると考えられる。今後の課題として、個体差の調査や、力の方向を変換する方法の検討、ヒステリシス特性を考慮した制御機構の構築が挙げられる。

#### 参考文献

- [1] 中村太郎, 図解 人工筋肉—ソフトアクチュエータが拓く世界, 日刊工業新聞社, 2011.
- [2] ダーウィンパワーアシストグローブ, ダイヤ工業(株), <https://www.daiyak.co.jp/product/detail/280>
- [3] バイオメタル, トキ・コーポレーション(株), <https://www.toki.co.jp/biometal/products/WhtsBM.php>