

E-10

## 形状記憶合金 (SMA) を用いたアシストハンドスーツの研究

## The Study of the Actuator which I used a Shape Memory Alloy

○宇都宮 祐太<sup>1</sup>, 入江寿弘<sup>2</sup>Yuta utunomiya<sup>1</sup>, Toshihiro Irie<sup>2</sup>

Abstract: We are researching aiming at attempting lightening by using shape memory alloy (SMA) instead of the motor. Because outbreak power per the mass is big and can convert energy of the heat into direct mechanical energy, a change of the battery can drive SMA if there is even a heat source. As trial manufacture of the actuators which I used SMA for, I made knuckle joint this time.

## 1. はじめに

近年, 人間の筋肉のパワーを増幅する目的のパワーアシストが注目されているが, 電動のモータを用いると大きな力を発生するには重量が重くなる・モータの駆動音などがあり, 使いやすさに欠ける. また, 駆動用のバッテリーも重量増加の一因となっている.

そこでモータの代わりに形状記憶合金 (SMA) を用いて軽量化を図ることを目標に研究を行っている. SMA は質量あたりの発生力が大きく熱のエネルギーを直接機械的なエネルギーに変換できるので, バッテリーの代わりに熱源さえあれば駆動することが可能であり, 形状記憶合金の動作音はほぼ無音である.

## 2. SMA の機構

今回は Ni-Ti-Cu 三元系の形状記憶合金を 420 度で 1 時間焼き入れした後, 急冷しコイルばね型に形状記憶させたものを用いた. この SMA ばねに変形を加えた後, 変態点以上の温度に加熱すると, 記憶させた形に戻ろうと復元力が働く. 加熱方法としては, 通電を行い加熱することにした. また, SMA をチューブで包み, そのチューブ内に冷水を流すことにより冷却を早め, 復元力を速い速度で下げる機構を考えた. (Figure 1)

SMA をチューブで包むことで, チューブ内に熱湯を流すことでも SMA を加熱できるが, 通電過熱のほうが温度上昇の速度が早く, 応答時間が早くなるので通電を用いることにした. また, Figure 2 に今回使う SMA の特性を示す.



Figure 1 Mechanism of SMA

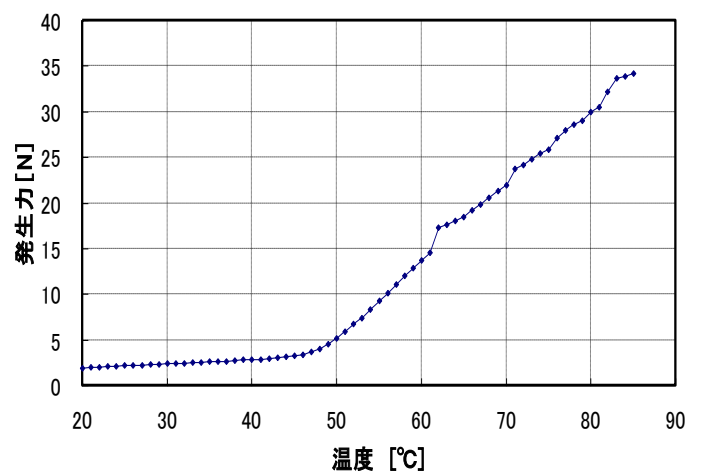


Figure 2 Temperature - Outbreak power characteristic graph

### 3. リハビリテーション用およびアシストスーツの構成

人間の指は、筋肉と腱と関節から構成される。筋肉は、収縮と弛緩によって動く。そこで、SMA を収縮させたコイルばね状に形状記憶をさせ、筋肉と同じような動きをさせることを考えた。腱はワイヤーで代用し、筋肉は形状記憶合金とした (figure3)。

脳に障害を負った方、高齢者の方のリハビリテーション方法として指の開閉運動を行う方法がある。この動きを自動で実現するために今回、手袋状のスーツを試作した (Figure4)。

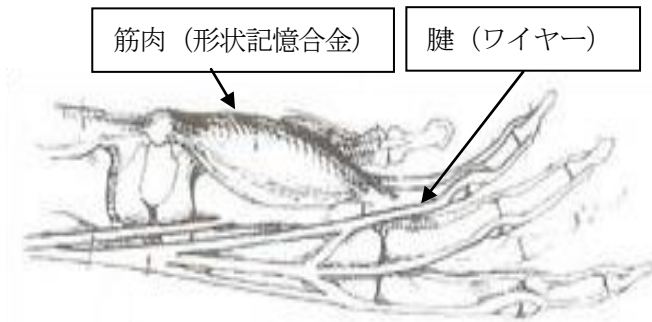


Figure 3 A model of the knuckle joint

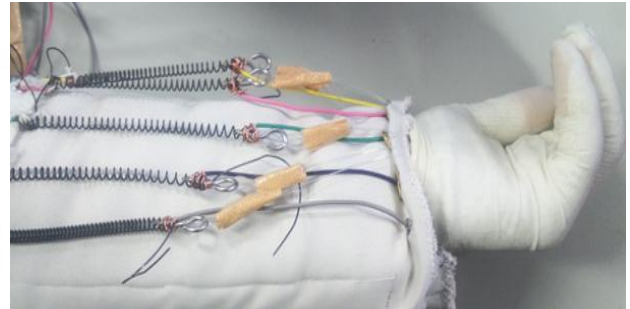


Figure 4 prototype

### 4. 位置決め方法

Arduino unoR3 を使用して任意の位置決めを行う。ポテンショメータを使用し、形状記憶合金の位置を検出し、フィードバックすることで制御を行う (figure5)。また、それと同時に形状記憶合金の特徴として温度が上昇していくと、電気抵抗値が減少していくことが知られている。この現象を利用し通電時間を変えることで、任意の位置決めを目指す (figure6)。

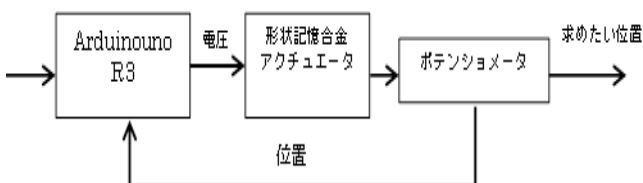


Figure5 Device configuration

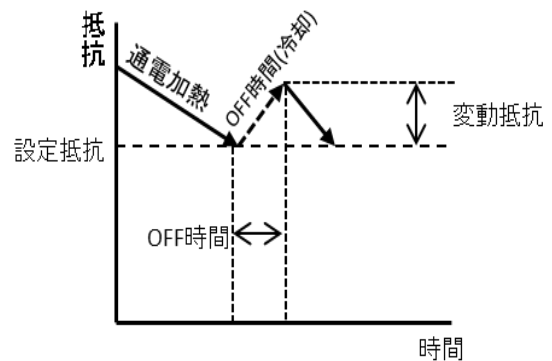


Figure6 Control Method(Off-time Balancing-time)

### 5. まとめ・今後の課題

今回は SMA を人間の筋肉と想定して用い、手袋上のスーツを装着させることによって指の開閉運動を行わせるための試作機を作成した。今後の予定として今回試作したものを動かす際に、内側、外側のワイヤーの位置、引く力をどうすれば動きが滑らかになるか、ポテンショメータを用いて任意の位置へ指を動かせるシステムの構築、SMA の効率のよい冷却方法、加熱方法の検証をして製作に繋げていきたい。

そして日常生活の邪魔にならない、スムーズで反応が早く自在に動く多様性のあるアシストスーツを製作していきたいと考えている。

### 5. 参考文献

- [1] 舟久保 熙康：「形状記憶合金」
- [2] 宮崎修一 佐久間繻「形状記憶合金の特性と応用展開」