

# SMA を用いた小型ユニット型機械による 自己組み立て実験

機械技術研究所 吉田 英一 小銀治 繁 村田 智  
富田 康治 黒河 治久

## 1. はじめに

多数の小型自律ユニットからなる自己組み立て可能な機械システムは、極限環境の検査機械などへの応用が期待できる。本報では、これまでに設計した形状記憶合金(SMA)を用いた小型ユニット<sup>1)</sup>に、マイクロコンピュータを用いた制御部を搭載し、複数台による自己組み立て実験を行った結果について報告する。

## 2. 小型機械ユニットの概要

設計したユニットは正方形で、対角する頂点に回転駆動部を持ち、オス結合部を $\pm 90^\circ$ 回転させる。駆動部にはSMA トーションばね拮抗型の回転アクチュエータを用いる。オス結合部は、ピンを用いたロック機構により他ユニットのメス結合部と結合する。ロックを解除するには、別のSMA コイルばねによってピンを引き抜く。Fig. 1(a)-(c)は2ユニットU1, U2による基本動作である。U1, U2の結合部A, Bの回転(1)-(3)と結合・離脱を適切な順序で行い、U1がU2の周囲を回転する。この動作の繰り返しにより、多数ユニットが様々な2次元形状を構成できる。

Fig. 2は試作したユニットの外観である。ユニットの奥行き・幅は約45[mm]、高さ約100[mm]、重量約100[g](制御部含む)である。 $\pm 90^\circ$ の動作範囲と、他ユニットを移動させるのに必要なトルクを得るため、回転アクチュエータには加熱時の剛性の増加が大きいTi-Ni-Cu SMAを用いた。線径0.8[mm]、ばね径8[mm]、巻き数3のトーションばねを用いれば、 $90^\circ$ 回転時で約5[kgf·mm]のトルクを発生できる。これにより、重力に抗してユニットを持ち上げることが可能である<sup>1)</sup>。

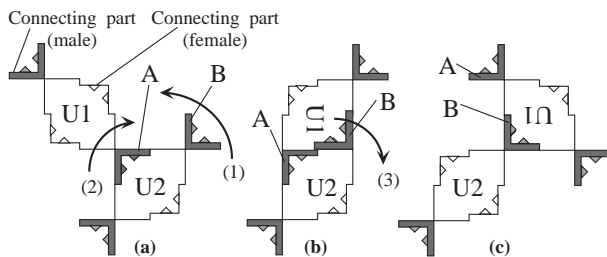


Fig. 1 ユニットの基本動作

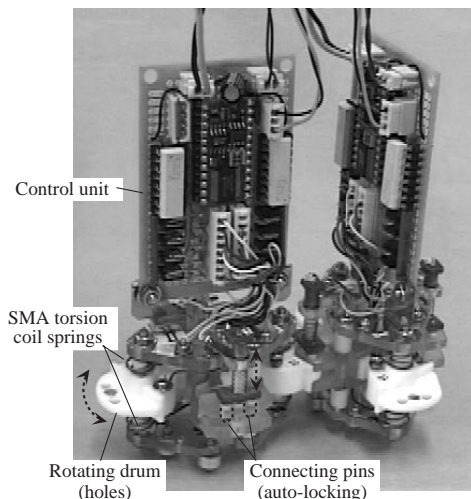


Fig. 2 試作したユニットの外観

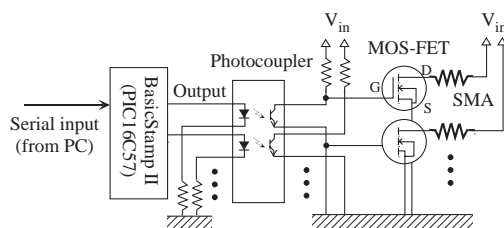


Fig. 3 駆動回路の概要

SMAの制御部を、Fig. 3のようにマイクロコンピュータPICのモジュール BasicStamp II(Parallax社製)を用いて構成し、ユニットに搭載した。制御部はPCからシリアル信号を受信し、それに基づいてそれぞれのSMAをPWMにより駆動する。SMAの抵抗は小さい( $\sim 0.1[\Omega]$ )ので、駆動には低オン抵抗(約4[m $\Omega$ ])のMOS-FET(日立製2SK3142)を用いた。PWMの周波数は約50[Hz]で、デューティ比は約10%、駆動電圧電圧10[V]に対し、SMA当たり平均約1[A]の電流であった。今後、デューティ比を立上り時で大きくし、その後小さくする制御を導入して消費電力をより低く抑えることを考えている。

## 3. 自己組み立て基本実験

ユニットを6台使い、自己組み立ての基本実験を行った。実験では、Fig. 4に示す移動ユニットを、Fig. 1の基本動作の繰り返しにより、初期位置から、目標位置まで水平面上を移動させる。多数台の組み立ての際には、機構的な誤差の蓄積による動作の信頼性低下が問題となる。そこで、結合部に磁石を埋め込み、この誤差を吸収して結合が正確に行われるようにした。実験では、Fig. 4に示すように、目標の移動が達成されていることがわかる。

## 4. おわりに

SMAを利用した小型ユニット機械を多数用いて、自己組み立て実験を行った。自己組み立ての基本的な機能が確認されたので、今後はさらなる小型化・マイクロ化、3次元ユニット<sup>2)</sup>の実現に向けて発展させていく予定である。

## 参考文献

- 1) 吉田他: 1998年度精密工学会秋期大会, 613(1998).
- 2) 吉田他: 1999年度精密工学会春季大会, 523(1999).

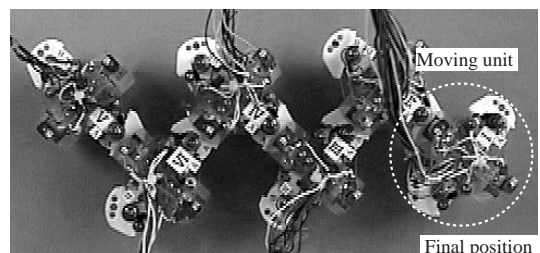
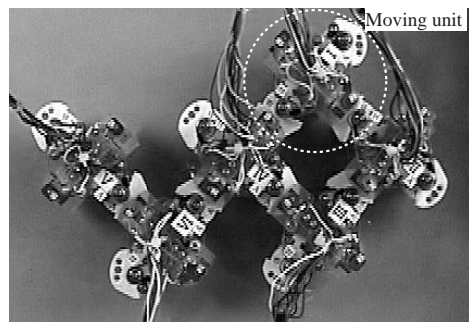
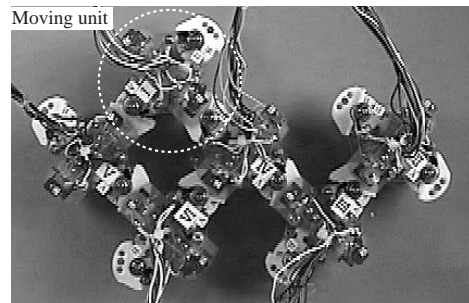
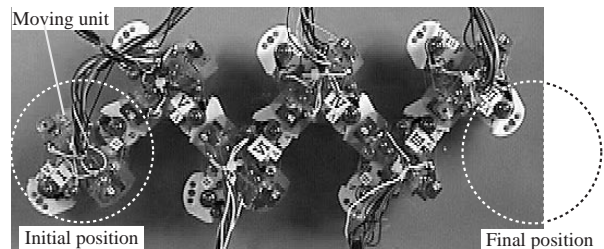


Fig. 4 6ユニットによる自己組み立て実験