

ビーズアクチュエータの提案と実装

辰田 恵美 (指導教員：椎尾 一郎)

1 はじめに

手芸ブームである昨今、ビーズでアクセサリーや小物を作る人はたくさんいる。しかし、多くの人が作るだけで満足してしまっており、作った作品の多くが眠っている状態にある場合が多い。そこで、ビーズの新しい可能性として本論文ではビーズロボットを提案し、その基本的アクチュエータの試作を行った。

2 ビーズロボット



図 1: イメージ図 耳が動く

ビーズで作った小物が動いたら見ていても楽しいし、作る時も作った後も楽しめると考え、図 1 のような小物の耳などが動くビーズロボットを提案する。今回はビーズロボットの実現のためにビーズアクチュエータ(駆動装置)を試作した。

3 アクチュエータ

本研究では、アクチュエータとしてトキ・コーポレーション¹のバイオメタル「BMF」(バイオメタルファイバー)、「BMX」(バイオメタルヘリックス)や MONDO・TRONICS, INC.²のマッスルワイヤーを利用した。バイオメタルに様々なビーズを組み合わせることで、ビーズの物理的形狀に応じた動き方を作ることが出来ると考えた。そこで、動くビーズの小物を作るためのパーツを試作した。

バイオメタルとは、形状記憶合金の一種で、電流を流すと筋肉のように動く細い繊維状のアクチュエータである。通常は、柔らかくナイロンの糸のようにしなやかだが、電流を流すとピアノ線のように強靱になり、強い力で収縮する。

バイオメタルには BMF(バイオメタルファイバー)と BMX(バイオメタルヘリックス)の 2 種類がある。BMF は細線状で、力はあるが変位は全長の 5%程度と少ない。BMX はコイル状で、力はないが変位は全長の 100%~200%程度と大きい。

また、マッスルワイヤーとはバイオメタルと同じく、筋肉のような動きをするワイヤーのことである。

4 市販ビーズによる試作

本研究でバイオメタルとマッスルワイヤーを採用した理由は以下の 3 点である。

- ビーズに空いている穴は全て約 1 mm 前後ととても小さい
- 通常は柔らかくしなやかだが、電流を通すことにより強い力で収縮し、多様な動きを考えると考えられる
- 繰り返し何度でも使えるという耐久性にも優れている

また、本研究で使用したビーズは図 2 で、テグスも使いパーツを試作した。

チェコ		TOHO		MIYUKI
シズク横穴	パール	シズク	丸小ビーズ	竹ビーズ
				トライアングル

図 2: 使用ビーズの表

以下、バイオメタルとマッスルワイヤーに単純にビーズを通したものを基本パーツ、ビーズをテグスで編んだものにバイオメタルとマッスルワイヤーを通したものを応用パーツとする。

4.1 基本パーツ

バイオメタルに単純にビーズを通し、U 字にした状態でワイヤーの両端に電圧をかけ、どのような動きをするかを試した。(図 3)

	使った線	太さ	使ったビーズ	使った個数	結果
1	MW	100μm	竹ビーズ(6mm)	6	うごく
			丸小	7	
2	BMF	100μm	竹ビーズ(6mm)	10	うごく
			丸小	7	
3	BMF	100μm	竹ビーズ(6mm)	6	うごく
			丸小	20	
4	MW	150μm	チェコシズク	7	もごもご動く
5	MW	375μm	チェコシズク	7	うごかない
6	BMX	100μm	トライアングル	20	うごく

図 3: 基本パーツ。

竹ビーズのみで試したところ、曲がり方がなめらかではなかったため、カーブが大きい部分に丸小を挿入したところ、滑らかになった。(図 4) 次に、先ほどの組み合わせのビーズの根元部分に竹ビーズを 2 個ずつ入れて試した。根元の竹ビーズはあまり動かず、カーブの急なところのみが動くことを期待したが、全体が動いてしまった。

次に、マッスルワイヤーの長さに合わせてチェコシズクを通した。ビーズとビーズの間が縮まりチェコシズクが前後にずれることにより多様な動きが起こることを期待したが、もごもご動くのみにとどまった。(図 4: 左) 原因として、チェコシズクはビーズの中では大

¹ トキ・コーポレーション株式会社:
http://www2.toki.co.jp/biometal/index.php

² MONDO・TRONICS, INC.:
http://www.jameco.com/Jameco/robot/robotstore.html

大きく重い部類に入るため、マッスルワイヤーがビーズの重さに耐えられなかったためと考えられる。このため、次はビーズの重さに耐えうる太さのマッスルワイヤーを使ったが、今度は線が太く固すぎたのか動かなかった。(図4:一番右)



図4: 左:竹ビーズと丸小 右:チェコシズク

4.2 応用パーツ

テグスでビーズを八の字編みをしたものにバイオメタルを通して動きを試した。(図5)

	使った線	太さ	使ったビーズ	使った個数	結果
1	BMF	100 μ m	丸小	56	うごく
2	BMF	100 μ m	丸小	56	うごく
3	MW	150 μ m	丸小	19	あまり動かない
4	BMF	100 μ m	竹ビーズ(9mm) トライアングル	10 6	うごく
5	BMF	75 μ m	丸小	93	あまり動かない

図5: 応用パーツ

基本パーツはビーズの重さで垂れ下がってしまうが、これはテグスで一度編んでいるため少し強度があり、垂れ下がることはなく1は腹筋運動をするように動いた。2はビーズ部分は1と同じだが、ワイヤーを通す場所を変える(図6)と動きがかわると考えられるので、通す場所を2個目の円までにした。2個目までしか通さないことにより、先端の3個は下の動きにあわせて動いていた。また、竹ビーズと組み合わせることで動きがかわると予想し、試してみたところ、ゾウの鼻のように巻き上げる動作をした。最後に一番小さい丸小4つで円を作りそれを編んで行くやり方を試したところ、これは編み込みが固すぎたのかあまり動かなかった。5のように3をさらに編みこんだものの両端にワイヤーを通したものも試したが、やはり編みこみがきつく思うように動かなかった。

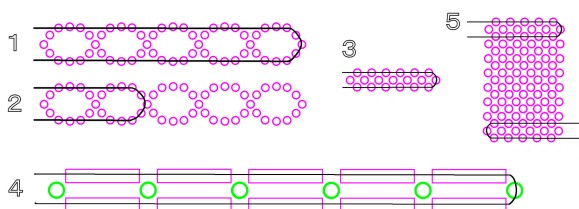


図6: 応用パーツ一覧: ピンクの は丸小ビーズ, 緑のは三角ビーズ, は竹ビーズを表している。

5 自作ビーズによる試作

前述の試作では、ビーズの穴の中でバイオメタルが回ってしまい動きが安定しないという問題点が出た。そこで、3つ穴、4つ穴のビーズのうち2つにテグス、

他にバイオメタルを通せば、特定の方向のみに動き、また、テグスで動きが安定させられると考え、竹ビーズを利用し3つ穴と4つ穴ビーズを作成した。(図7)



図7: 3つ穴ビーズと4つ穴ビーズ

市販のビーズでは BMF でないとあまり動かず、BMX では動きが少なかったが、今回自作ビーズを採用したことにより、テグスで動きを安定させることができ、多様な動きが実現した。

6 関連研究

手芸作品にアクチュエータを用いた研究に、ぬいぐるみロボット [1] がある。また、形状記憶合金をアクチュエータに使った研究には、音楽インターフェース [2] や、ペーパーロボット [3] がある。また、テクノ手芸部³では、電子工作と手芸を組み合わせ、新しいクラフトを提案している。

7 まとめ

バイオメタルやマッスルワイヤーを用いた、簡単に、動くビーズの小物が作れるパーツを提案、試作した。バイオメタルにビーズを通しただけでは動きのパターンが制限されるた、やはりテグスを使って形を作ってからバイオメタルを通して動かした方が場合によっては良い結果を得ることが出来た。また、3つ穴4つ穴ビーズを作ったことにより、多様な動きの表現が可能となった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご助言、ご指導いただきましたお茶大アカデミックプロダクションの塚田浩二氏に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 椎名美奈, 石川達也, 長谷川晶一: ぬいぐるみの柔軟性を持ったロボティック・ユーザ・インタフェース (RUI) の構築, 日本バーチャルリアリティ学会第13回大会論文集 (2008年9月)
- [2] 高橋征資: 人工筋肉による触覚的な音楽用インターフェースの開発, 2007年度森基金研究所育成費研究成果報告書 (2007)
<http://www.riken.go.jp/r-world/info/release/press/2005/050303/index.html>
- [3] Greg Saul, Cheng Xu, Mark D Gross: Interactive Paper Devices: End-user Design and Fabrication, TEI2010 pp.205-212, (2010)

³テクノ手芸部: <http://www.techno-shugei.com/>