

キネティックアートの制作について

10N3018 片桐 才華 指導教員 佐藤 康三 教授

1. はじめに

私たちは自分たちの生活を豊かにするために、物を作り、身の回りの環境を変えてきた。これからも私たちがより豊かで心地よい環境を創り出すためには、物の在り方とそのまわりとの関係を考えることが重要である。そこで私は、人と物の親和性が向上し、心地よいと思える空間や環境をつくり出すための試みの一つとして、キネティックアートの制作を行う。

2. 設計指針

本研究における、動きと外観意匠についての設計指針を以下のように定める。

- 1) 生物に見られる蠕動運動を、動きの考え方の素とし、有機的な動きを再現する (図 1)。
- 2) 外観意匠は、内燃機関に見られる造形を素とする (図 2)。



図 1 蠕動運動の例

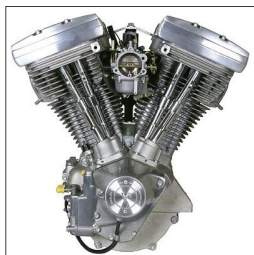


図 2 内燃機関の例

3. 制作概要

制作概要を以下に記す。

- 1) 動き方および外観意匠の決定
- 2) CG による動きの検証
- 3) 試作実験 1
- 4) 試作実験 2
- 5) ユニット部位の制作
- 6) 巻き取り機構および回転機構の制作
- 7) 台座の制作

4. 動き方および外観意匠の決定

人とキネティックアートの距離に比例して動きが変化するものとする。そのため、距離センサを用いて人との距離を計測し、その値をアクチュエータに入力する (図 3)。動き方は、5 つの円盤ユニットが一つの軸を中心として回転し、その一つ一つのユニットが軸からずれていく事で、全体が波を生み出すものとする (図 4, 図 5)。外観意匠は、人が直立した状態での視界に動く部位が入るよう、位置関係を考慮して決定する (図 6)。

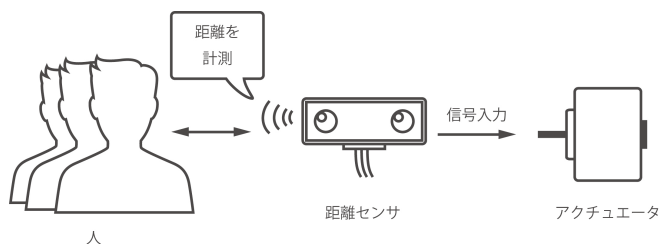


図 3 動作システム図

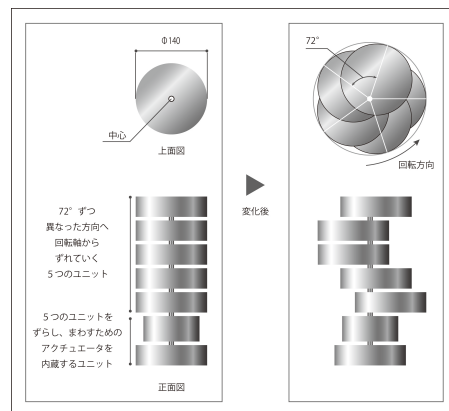


図 4 動き方について

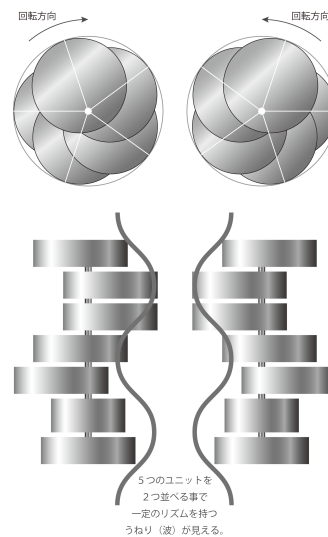


図 5 錯覚により見える波

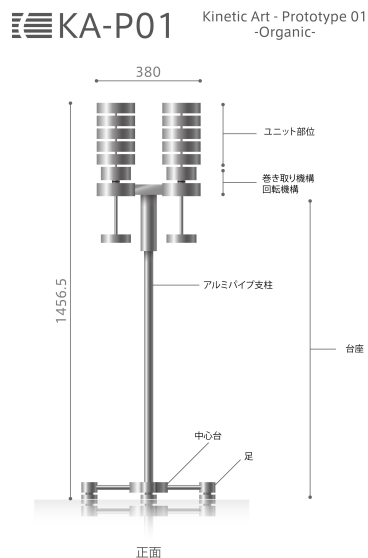


図 6 外観意匠

5. CG における動きの検証

5.1 検証目的

人が心地よいと感じる動きを決定するため、検証を行う。

5.2 検証方法

コンピュータグラフィックス（以下 CG とする）により、検証を行う。検証は、20 代の男性 10 名、女性 10 名で行い、一人ずつ 21 インチ液晶に映された 6 つの CG を見て、最も心地よいと感じる CG を 1 つ選ばせる。6 つの CG はそれぞれユニットの回転速度に差異があるものである（図 7）。尚、CG は Cheetah 3D¹⁾ を使用して作成している。

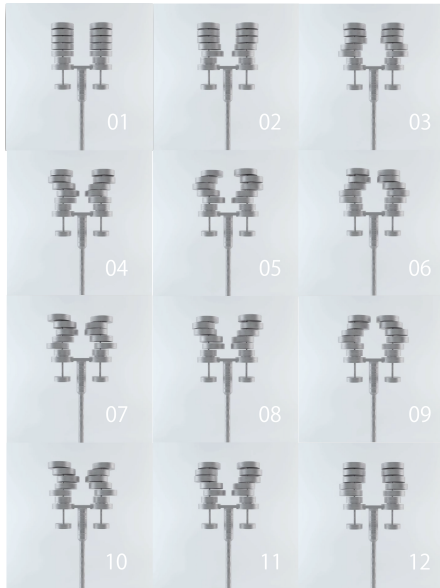


図 7 CG による動きをコマ撮り撮影したもの

5.3 検証結果

6 種類の CG の回転速度と結果を示す（表 1）。今回の検証では、最も人が心地よいと感じる動きは 180rps の回転速度で回転させた動きだと言える。そのため、この動きを実現することを目標とする。

表 1 CG 検証結果

No.	回転速度	選択した人の数
1	60 rps	0
2	90 rps	3
3	180 rps	13
4	360 rps	4
5	540 rps	0
6	720 rps	0

6. 試作実験 1

6.1 実験目的

ユニットが軸と垂直な状態を保ちながら、軸の中心からずれていく動きを検証し、スケールを確認する。

6.2 第一試作機の実作

第一試作機（図 7）は、ラックとギアを用いて軸とユニットをずらす機構とする。ラックと軸（アクリルパイプ）を接着した木材部品に直径 5.5mm の穴を 2 つあけ、その穴の中にアルミパイプを通す。アルミパイプとサーボモータはユニットに固定する（図 8）。さらにサーボモータは距離センサ（シャープ製 GP2Y0A21YK）

と Arduino²⁾ を使用して制御する。

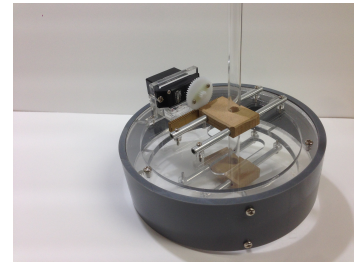


図 7 第一試作機

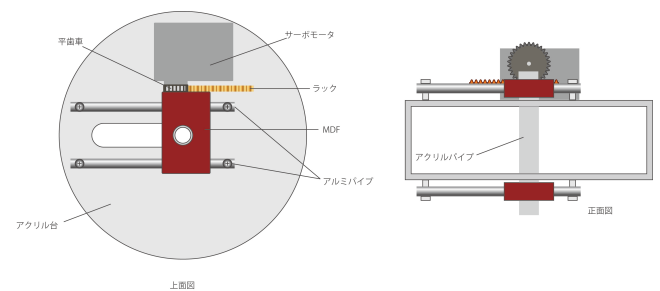


図 8 第一試作機の模式図

6.3 実験結果

距離センサの値によって制御されたサーボモータ³⁾⁴⁾が回転し、木材部品とアクリルパイプはアルミパイプに沿って平行に動いた。ユニットは軸に対して垂直な状態を保ちながら軸からずれていったが、滑らかではなかった。またスケールについても把握することができた。

7. 試作実験 2

7.1 実験目的

複数のユニットを一本の紐で滑らかに動かせる機構のモデルを検証する。

7.2 第二試作機の実作

第二試作機（図 9）では、滑らかな動きを実現させるために低摩擦ローラーを使用する（表 2）。アルミパイプにネジ止めされたアクリル部材にローラーをつけ、上下の天板にローラーのレールとなる溝を作る。扇糸の端をユニットに結びつけ、アルミパイプの中を通し、もう一方の端をアルミパイプの外から引ける仕組みにすることで、5 つのユニットを一つのアクチュエータで制御する機構とする（図 11）。手で動きを確認した後、サーボモータに紐を巻き取らせる実験器具を制作し、電子制御での動きも確認する（図 10）。



図 9 第二試作機

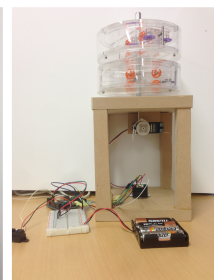


図 10 動作検証の様子

表 2 第二試作機構成部品表

アルミパイプ (直径10mm×1、直径3mm×6)	ねじ (M3×10)
アクリル (3mm厚)	サーボモータ (双葉電子工業S3003)
低摩擦ローラー (タミヤ製)	距離センサ (GP2Y0A21YK)
風糸	スリップリング (PLR27)
引きバネ (線径0.4、外径5、自由長30)	ブレッドボード
樹脂プーリー (タミヤ製)	ジャンパワイヤ (適量)
	電池ボックス

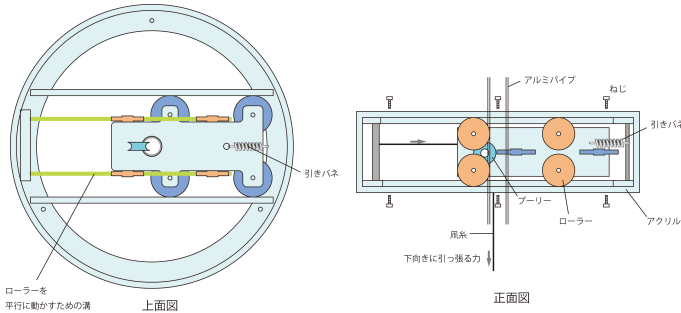


図 11 第二試作機の模式図

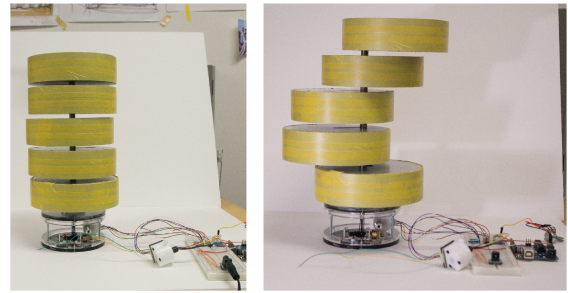


図 12 ユニット部位

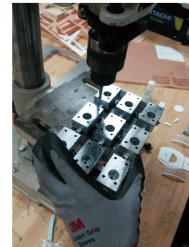


図 13 穴あけ加工の様子

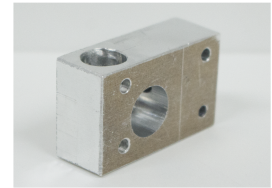


図 14 軸固定部材

7.3 実験結果

ローラーを使用することで軸とユニットは滑らかにスライドした。また、風糸を引っ張り、2つのユニットを一つの力で同時に動かす事にも成功した。加えて、距離センサとサーボモータを使用し、風糸を引っ張る事でユニットは動き始めた。

しかし、パイプとユニットの角度が垂直ではなく、回転した際ぶれが生じてしまうことが確認できた。これは目標とする動きのノイズとなるため、次の制作段階ではパイプとユニットが垂直となるよう設計する。

8. ユニット部位の制作

8.1 制作手順

- 1) ステンレスパイプ軸の加工
- 2) 軸固定部材の制作
- 3) 軸フランジの制作
- 4) アクリル板切断・接着
- 5) ローラー固定
- 6) 塗装
- 7) 組み上げ

8.2 制作

まず、中心となる軸の制作から行う。実験ではアルミパイプを使用していたが、材料にゆがみが見られたため、ステンレスパイプを使用する。

ステンレスパイプにはボール盤を使った穴あけ加工、フライス盤を使った溝加工を行う。軸に固定される軸固定部材と、軸を固定するための軸フランジについても同様の加工をする (図 13, 図 14)。

アクリルのレーザー加工により外装部材とローラー固定部材を制作する。外装部材にはラッカースプレー (銀色) を使用し、塗装を行う (図 15)。部材が揃った段階で組み上げを行う (図 16)。組み上げは下のユニットから順に行う。制作したユニット部位を示す (図 12)。

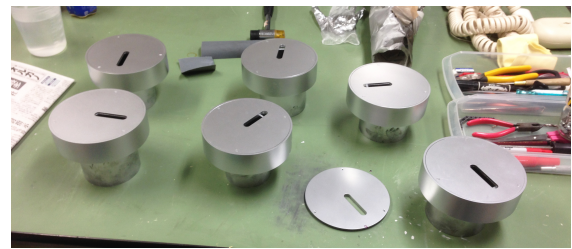


図 15 塗装の様子

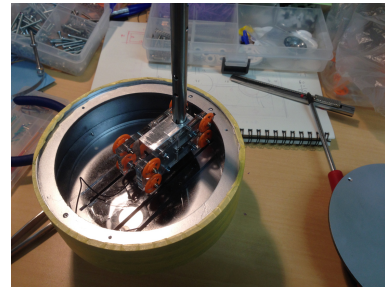


図 16 組み上げる様子

9. 巻き取り機構および回転機構の制作

9.1 制作手順

- 1) 巻き取り機構、回転機構の設計
- 2) 回転軸フランジの制作
- 3) アクリル板の切断・穴あけ・ねじ切り加工
- 4) アルミアングルの切断・穴あけ加工
- 5) 組み上げ
- 6) 塗装

9.2 制作

歯車を用いた力の伝達が確実であるため、歯車を用いて巻き取り機構の設計を行う (図 17)。200pps で動かしたステッピングモータ (SPG27-1702) のトルクは、およそ 600gf・cm である (表 3)。5つのユニットを引く力は 1000gf・cm であるため歯車の減速機構を用いてトルクを 2 倍以上にする。回転機構の動力を伝えるための回転軸フランジをアルミの切削により制作する。

ステッピングモータ、スリップリング、歯車、の 3 つ位置関係を考慮しながらアルミアングルとアクリル板の切断・穴あけ加工を行い、ネジ (M3×10) を使用して組み上げる。最後にアクリル外装に塗装を行う。制作した巻き取り機構を示す (図 18)。また、回転機構はラジアルベアリングとスラストベアリングを使う事で、ユニットの重量に耐えつつ滑らかに回るよう設計した。歯車の減速比は 1:10 とし、回転速度を 180rps とする (図 19)。

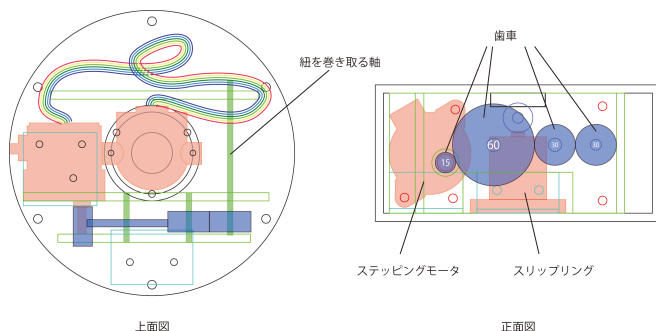


図 17 巻き取り機構の模式図

表 3 ステッピングモータのトルクと周波数の関係

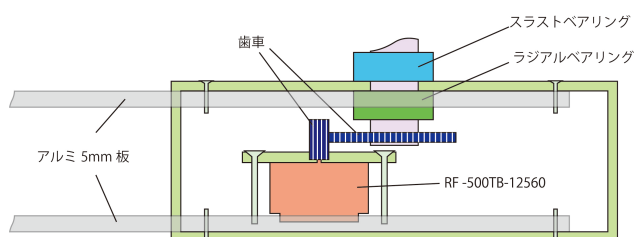
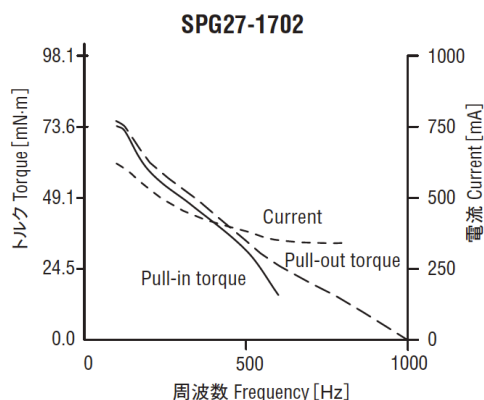


図 19 回転機構の模式図

10. 台座の制作

10.1 制作手順

- 1) アルミパイプ支柱固定部材の制作
- 2) 中心台の制作
- 3) 足の制作
- 4) イモネジでの固定

10.2 制作

アルミパイプ支柱を固定する固定部材をアルミの切削により制作する。中心台、足については図面を作成して外注した。パイプについても切り売り購入した (表 4)。ステンレスパイプを足と中心台に圧入し、イモネジで固定する。同様にアルミパイプを中心台とアルミパイプ支柱固定部材に固定する。以下にキネティックアートを示す (図 20)。

表 4 パイプ寸法

名称	外径	長さ	肉厚	本数
アルミパイプ	35	1125	4	1
	15	170	2	2
ステンレスパイプ	15	250	1	3



図 20 完成図

11. おわりに

本研究で製作したキネティックアートは、生物の有機的な動きを再現することができた。このような試みが人間と物との親和性を向上させる一つの指標となることを期待する。

参考文献

- 1) Cheetah 3D , <http://www.cheetah3d.com/> , (参照 2014-12-10)
- 2) 小林茂, Prototyping Lab - 「作りながら考える」ための Arduino 実践レシピ, オライリー・ジャパン, (2010)
- 3) Nobuki HIRAMINE , hiramine.com , サーボモータを動かす。
<http://www.hiramine.com/physicalcomputing/arduino/servomotor.html> (参照 2014-12-14)
- 4) Shigehiro kimura, きむ茶工房ガレージハウス, 赤外線測距モジュールで物体の距離を測ってみます, <http://www.geocities.jp/zattouka/GarageHouse/micon/Arduino/DMSU/DMSU.htm> (参照 2014-12-20)
- 5) Nobuki HIRAMINE , hiramine.com , ステッピングモータを動かす , <http://www.hiramine.com/physicalcomputing/arduino/steppingmotordriver.html> (参照 2014-12-14)