

能動的探索行為を誘発する造形表現手法について

-創発的に形状変形するオブジェクトの制作-

ABOUT THE MODELING EXPRESSION WAY INDUCING EMBODYING EXPLORATORY BEHAVIOR

- MANUFACTURE OF AN OBJECT DEFORMING WITH EMERGENCE -

鳴島啓介

Keisuke NARUSHIMA

主査 佐藤康三 教授 副査 田中豊 教授

法政大学大学院デザイン工学研究科システムデザイン専攻修士課程

It is an eternal proposition of design to fascinate people with certain ways of expression. When people recognize objects, they sort out what to be aware of, and interpret them effectively. When phenomena occur, which have never been recognized before, people try to actively explore them as valuable learning opportunities. Putting this behavior into practice, this research aims to propose methods applicable to inducing active exploration and appealing to people's instincts. The methods can be achieved by embodying unrecognized phenomena due to object's emergent deformation.

Key Words : Kinetic Art, Object Recognition, embodying unrecognized phenomena

1. 緒論

(1) 研究背景

人々の目を向けさせる、人々を魅了させる表現手法はいつの時代もデザインにおける命題である。昨今の情報表現手法として、目立つ配色やダイナミックなインタラクションによって視認性を高めることで、その印象を強める手法が主流である。しかし、人は身の回りのすべての現象に対して意識的に認知しているわけではなく、概念化させるものとそうでないもの取捨選択して効率的に物事を解釈している。したがってモノが発信する情報を受信側であるヒトの認知レベルに引き上げるためには、図 1 に示すように単に受動的に知覚している状態であるだけでなく、受信者側から能動的に注目させるような表現であることが望ましい。

(2) オブジェクト認知について

人が物体を物体として認知する際には、脳内で複雑な認知行動が働いている。このような認知心理学の中でもオブジェクトに対する見えについての理論を「オブジェクト認知」^[1]と呼んでいる。

オブジェクト認知を働かせている際、人は見えたままの通りに正確に解釈しているわけではない。人は身の回りの膨大な情報を処理する際、概念化された記憶表象と照合し、適宜補完をしながら情報に対する自己解釈・正当化を行っている。これを「適応的無意識」と言う。これは、脳が注意を向けて意識化できる情報量が限られているからである。適応的無意識が働くことによって、重要な部分のみに意識が働き、余分な情報の負荷から脳を守っている。

一方で、目の前に認知外の現象が起こると、人は心を奪われ、概念の更新のための貴重な学習機会として能動的探索を図ろうとする習性がある^[2]。

(3) 研究目的

上記の行動原理から、オブジェクトを見たときの自己解釈とは異なる振る舞い（認知外の現象）を体現することで、人々を惹きつけ、能動的な注意を促すことができるのではないかという仮説を立てた。この仮説の下、本研究では人の認知構造にアプローチし、オブジェクトの振る舞いによって能動的探索行為を誘発させ、人々の感性に働きかける手法を模索する。最終成果物としてはキネティック・アートを設計・制作することを目的とする。

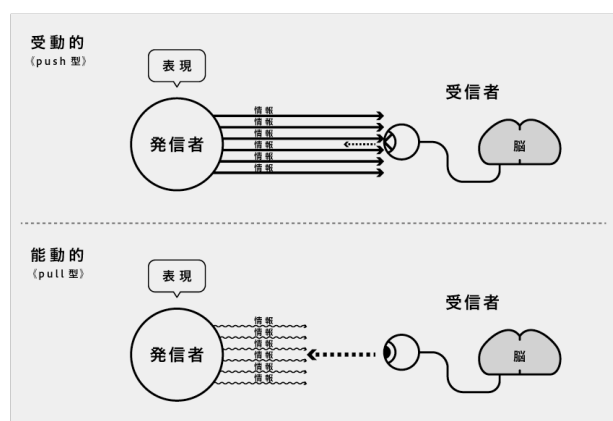


図 1 受動的な認知と能動的な認知

2. 認知行動傾向調査実験

(1) 調査実験目的

この実験では、人々がオブジェクトを見たときにどのように解釈するのかを調査する。日常物体でないオブジェクトに対する認知行動の傾向を分析することで、制作物の方針を見出すことを目的とする。

(2) 調査実験方法

記入方式のアンケートを行う。20 歳から 30 歳の男女 33 名の被験者に 3 種類のオブジェクトを提示する。オブジェクトは Autodesk 社の Fusion360 を用いて 3DCG 上で作成し、色情報による解釈の差異を防ぐため表面処理はすべて白色光沢とする。被験者には直感的にどこがどのように動きそうか、1つのオブジェクトにつき3案ずつ図示してもらった。作成したオブジェクトを図2に示す。

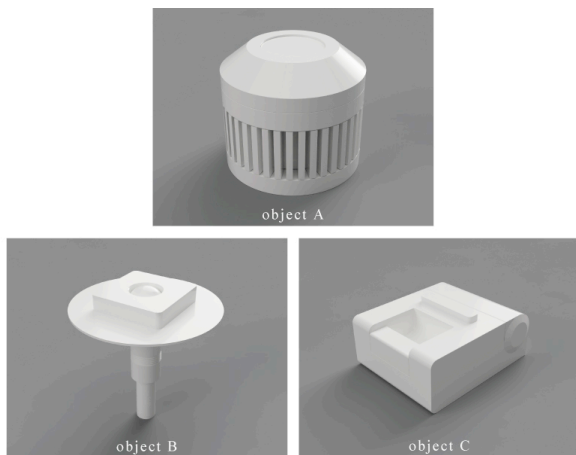


図2 対象オブジェクト

(3) 分析方法

それぞれのオブジェクトを5つのパーツに分け、回答をパーツごとに分類する。その後、それぞれのパーツについてどの方向にどのように動くかと想定したかを集計し、表にまとめる。

(4) 調査実験結果

被験者の回答の一部を図3に示す。

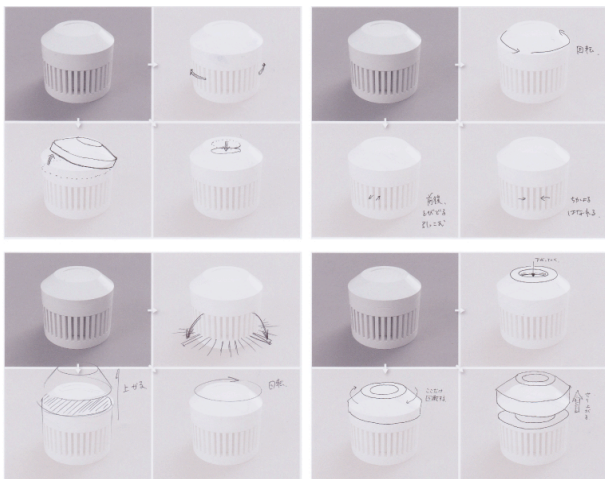


図3 図示内容の一例

アンケートの結果をもとに、それぞれのオブジェクトにおいて想定される動きをパーツごとに分類したものを表1-3に示す。

表1 調査結果[object A]

	大分類	中分類	小分類	調査内容	計
1	1.0°平行移動	1.0°軸正方向に平行移動	1.0°軸正方向に平行移動	1.0°押し上げる	2
			1.0°軸負方向に平行移動	1.0°下がる	17
			1.0°軸正方向に平行移動	1.0°押し上げる	3
12	1.2°が平行移動	1.2°が軸正方向に平行移動	1.2°が軸正方向に平行移動	1.2°押し上げる	1
			1.2°が軸負方向に平行移動	1.2°下がる	1
			1.2°が軸正方向に平行移動	1.2°押し上げる	1
2	2.0°が平行移動	2.0°が軸正方向に平行移動	2.0°が軸正方向に平行移動	2.0°押し上げる	14
			2.0°が軸負方向に平行移動	2.0°下がる	2
			2.0°が軸正方向に平行移動	2.0°押し上げる	2
2.1	2.1°が平行移動	2.1°が軸正方向に平行移動	2.1°が軸正方向に平行移動	2.1°押し上げる	2
			2.1°が軸負方向に平行移動	2.1°下がる	2
			2.1°が軸正方向に平行移動	2.1°押し上げる	2
2.2	2.2°が平行移動	2.2°が軸正方向に平行移動	2.2°が軸正方向に平行移動	2.2°押し上げる	2
			2.2°が軸負方向に平行移動	2.2°下がる	2
			2.2°が軸正方向に平行移動	2.2°押し上げる	2
2.3	2.3°が平行移動	2.3°が軸正方向に平行移動	2.3°が軸正方向に平行移動	2.3°押し上げる	2
			2.3°が軸負方向に平行移動	2.3°下がる	2
			2.3°が軸正方向に平行移動	2.3°押し上げる	2
3	3.0°が平行移動	3.0°が軸正方向に平行移動	3.0°が軸正方向に平行移動	3.0°押し上げる	1
			3.0°が軸負方向に平行移動	3.0°下がる	1
			3.0°が軸正方向に平行移動	3.0°押し上げる	1
3.1	3.1°が平行移動	3.1°が軸正方向に平行移動	3.1°が軸正方向に平行移動	3.1°押し上げる	2
			3.1°が軸負方向に平行移動	3.1°下がる	2
			3.1°が軸正方向に平行移動	3.1°押し上げる	1
3.2	3.2°が平行移動	3.2°が軸正方向に平行移動	3.2°が軸正方向に平行移動	3.2°押し上げる	2
			3.2°が軸負方向に平行移動	3.2°下がる	2
			3.2°が軸正方向に平行移動	3.2°押し上げる	2
3.3	3.3°が平行移動	3.3°が軸正方向に平行移動	3.3°が軸正方向に平行移動	3.3°押し上げる	2
			3.3°が軸負方向に平行移動	3.3°下がる	2
			3.3°が軸正方向に平行移動	3.3°押し上げる	2
3.4	3.4°が平行移動	3.4°が軸正方向に平行移動	3.4°が軸正方向に平行移動	3.4°押し上げる	2
			3.4°が軸負方向に平行移動	3.4°下がる	2
			3.4°が軸正方向に平行移動	3.4°押し上げる	2
3.5	3.5°が平行移動	3.5°が軸正方向に平行移動	3.5°が軸正方向に平行移動	3.5°押し上げる	2
			3.5°が軸負方向に平行移動	3.5°下がる	2
			3.5°が軸正方向に平行移動	3.5°押し上げる	2
4	4.0°が平行移動	4.0°が軸正方向に平行移動	4.0°が軸正方向に平行移動	4.0°押し上げる	3
			4.0°が軸負方向に平行移動	4.0°下がる	3
			4.0°が軸正方向に平行移動	4.0°押し上げる	3
4.1	4.1°が平行移動	4.1°が軸正方向に平行移動	4.1°が軸正方向に平行移動	4.1°押し上げる	3
			4.1°が軸負方向に平行移動	4.1°下がる	3
			4.1°が軸正方向に平行移動	4.1°押し上げる	3
4.2	4.2°が平行移動	4.2°が軸正方向に平行移動	4.2°が軸正方向に平行移動	4.2°押し上げる	3
			4.2°が軸負方向に平行移動	4.2°下がる	3
			4.2°が軸正方向に平行移動	4.2°押し上げる	3
4.3	4.3°が平行移動	4.3°が軸正方向に平行移動	4.3°が軸正方向に平行移動	4.3°押し上げる	3
			4.3°が軸負方向に平行移動	4.3°下がる	3
			4.3°が軸正方向に平行移動	4.3°押し上げる	3
4.4	4.4°が平行移動	4.4°が軸正方向に平行移動	4.4°が軸正方向に平行移動	4.4°押し上げる	3
			4.4°が軸負方向に平行移動	4.4°下がる	3
			4.4°が軸正方向に平行移動	4.4°押し上げる	3
4.5	4.5°が平行移動	4.5°が軸正方向に平行移動	4.5°が軸正方向に平行移動	4.5°押し上げる	3
			4.5°が軸負方向に平行移動	4.5°下がる	3
			4.5°が軸正方向に平行移動	4.5°押し上げる	3
4.6	4.6°が平行移動	4.6°が軸正方向に平行移動	4.6°が軸正方向に平行移動	4.6°押し上げる	3
			4.6°が軸負方向に平行移動	4.6°下がる	3
			4.6°が軸正方向に平行移動	4.6°押し上げる	3
4.7	4.7°が平行移動	4.7°が軸正方向に平行移動	4.7°が軸正方向に平行移動	4.7°押し上げる	3
			4.7°が軸負方向に平行移動	4.7°下がる	3
			4.7°が軸正方向に平行移動	4.7°押し上げる	3
4.8	4.8°が平行移動	4.8°が軸正方向に平行移動	4.8°が軸正方向に平行移動	4.8°押し上げる	3
			4.8°が軸負方向に平行移動	4.8°下がる	3
			4.8°が軸正方向に平行移動	4.8°押し上げる	3
4.9	4.9°が平行移動	4.9°が軸正方向に平行移動	4.9°が軸正方向に平行移動	4.9°押し上げる	3
			4.9°が軸負方向に平行移動	4.9°下がる	3
			4.9°が軸正方向に平行移動	4.9°押し上げる	3
4.10	4.10°が平行移動	4.10°が軸正方向に平行移動	4.10°が軸正方向に平行移動	4.10°押し上げる	3
			4.10°が軸負方向に平行移動	4.10°下がる	3
			4.10°が軸正方向に平行移動	4.10°押し上げる	3
4.11	4.11°が平行移動	4.11°が軸正方向に平行移動	4.11°が軸正方向に平行移動	4.11°押し上げる	3
			4.11°が軸負方向に平行移動	4.11°下がる	3
			4.11°が軸正方向に平行移動	4.11°押し上げる	3
4.12	4.12°が平行移動	4.12°が軸正方向に平行移動	4.12°が軸正方向に平行移動	4.12°押し上げる	3
			4.12°が軸負方向に平行移動	4.12°下がる	3
			4.12°が軸正方向に平行移動	4.12°押し上げる	3
4.13	4.13°が平行移動	4.13°が軸正方向に平行移動	4.13°が軸正方向に平行移動	4.13°押し上げる	3
			4.13°が軸負方向に平行移動	4.13°下がる	3
			4.13°が軸正方向に平行移動	4.13°押し上げる	3
4.14	4.14°が平行移動	4.14°が軸正方向に平行移動	4.14°が軸正方向に平行移動	4.14°押し上げる	3
			4.14°が軸負方向に平行移動	4.14°下がる	3
			4.14°が軸正方向に平行移動	4.14°押し上げる	3
4.15	4.15°が平行移動	4.15°が軸正方向に平行移動	4.15°が軸正方向に平行移動	4.15°押し上げる	3
			4.15°が軸負方向に平行移動	4.15°下がる	3
			4.15°が軸正方向に平行移動	4.15°押し上げる	3
4.16	4.16°が平行移動	4.16°が軸正方向に平行移動	4.16°が軸正方向に平行移動	4.16°押し上げる	3
			4.16°が軸負方向に平行移動	4.16°下がる	3
			4.16°が軸正方向に平行移動	4.16°押し上げる	3
4.17	4.17°が平行移動	4.17°が軸正方向に平行移動	4.17°が軸正方向に平行移動	4.17°押し上げる	3
			4.17°が軸負方向に平行移動	4.17°下がる	3
			4.17°が軸正方向に平行移動	4.17°押し上げる	3
4.18	4.18°が平行移動	4.18°が軸正方向に平行移動	4.18°が軸正方向に平行移動	4.18°押し上げる	3
			4.18°が軸負方向に平行移動	4.18°下がる	3
			4.18°が軸正方向に平行移動	4.18°押し上げる	3
4.19	4.19°が平行移動	4.19°が軸正方向に平行移動	4.19°が軸正方向に平行移動	4.19°押し上げる	3
			4.19°が軸負方向に平行移動	4.19°下がる	3
			4.19°が軸正方向に平行移動	4.19°押し上げる	3
4.20	4.20°が平行移動	4.20°が軸正方向に平行移動	4.20°が軸正方向に平行移動	4.20°押し上げる	3
			4.20°が軸負方向に平行移動	4.20°下がる	3
			4.20°が軸正方向に平行移動	4.20°押し上げる	3
4.21	4.21°が平行移動	4.21°が軸正方向に平行移動	4.21°が軸正方向に平行移動	4.21°押し上げる	3
			4.21°が軸負方向に平行移動	4.21°下がる	3
			4.21°が軸正方向に平行移動	4.21°押し上げる	3
4.22	4.22°が平行移動	4.22°が軸正方向に平行移動	4.22°が軸正方向に平行移動	4.22°押し上げる	3
			4.22°が軸負方向に平行移動	4.22°下がる	3
			4.22°が軸正方向に平行移動	4.22°押し上げる	3
4.23	4.23°が平行移動	4.23°が軸正方向に平行移動	4.23°が軸正方向に平行移動	4.23°押し上げる	3
			4.23°が軸負方向に平行移動	4.23°下がる	3
			4.23°が軸正方向に平行移動	4.23°押し上げる	3
4.24	4.24°が平行移動	4.24°が軸正方向に平行移動	4.24°が軸正方向に平行移動	4.24°押し上げる	3
			4.24°が軸負方向に平行移動	4.24°下がる	3
			4.24°が軸正方向に平行移動	4.24°押し上げる	3
4.25	4.25°が平行移動	4.25°が軸正方向に平行移動	4.25°が軸正方向に平行移動	4.25°押し上げる	3
			4.25°が軸負方向に平行移動	4.25°下がる	3
			4.25°が軸正方向に平行移動	4.25°押し上げる	3
4.26	4.26°が平行移動	4.26°が軸正方向に平行移動	4.26°が軸正方向に平行移動	4.26°押し上げる	3
			4.26°が軸負方向に平行移動	4.26°下がる	3
			4.26°が軸正方向に平行移動	4.26°押し上げる	3
4.27	4.27°が平行移動	4.27°が軸正方向に平行移動	4.27°が軸正方向に平行移動	4.27°押し上げる	3
			4.27°が軸負方向に平行移動	4.27°下がる	3
			4.27°が軸正方向に平行移動	4.27°押し上げる	3
4.28	4.28°が平行移動	4.28°が軸正方向に平行移動	4.28°が軸正方向に平行移動	4.28°押し上げる	3
			4.28°が軸負方向に平行移動	4.28°下がる	3
			4.28°が軸正方向に平行移動	4.28°押し上げる	3
4.29	4.29°が平行移動	4.29°が軸正方向に平行移動	4.29°が軸正方向に平行移動	4.29°押し上げる	3
			4.29°が軸負方向に平行移動	4.29°下がる	3
			4.29°が軸正方向に平行移動	4.29°押し上げる	3
4.30	4.30°が平行移動	4.30°が軸正方向に平行移動	4.30°が軸正方向に平行移動	4.30°押し上げる	3
			4.30°が軸負方向に平行移動	4.30°下がる	3
			4.30°が軸正方向に平行移動	4.30°押し上げる	3
4.31	4.31°が平行移動	4.31°が軸正方向に平行移動	4.31°が軸正方向に平行移動	4.31°押し上げる	3
			4.31°が軸負方向に平行移動	4.31°下がる	3
			4.31°が軸正方向に平行移動	4.31°押し上げる	3
4.32	4.32°が平行移動	4.32°が軸正方向に平行移動	4.32°が軸正方向に平行移動	4.32°押し上げる	3
			4.32°が軸負方向に平行移動	4.32°下がる	3
			4.32°が軸正方向に平行移動	4.32°押し上げる	3
4.33	4.33°が平行移動	4.33°が軸正方向に平行移動	4.33°が軸正方向に平行移動	4.33°押し上げる	3
			4.33°が軸負方向に平行移動	4.33°下がる	3
			4.33°が軸正方向に平行移動	4.33°押し上げる	3
4.34	4.34°が平行移動	4.34°が軸正方向に平行移動	4.34°が軸正方向に平行移動	4.34°押し上げる	3
			4.34°が軸負方向に平行移動	4.34°下がる	3
			4.34°が軸正方向に平行移動	4.34°押し上げる	3
4.35	4.35°が平行移動	4.35°が軸正方向に平行移動	4.35°が軸正方向に平行移動	4.35°押し上げる	3
			4.35°が軸負方向に平行移動	4.35°下がる	3
			4.35°が軸正方向に平行移動	4.35°押し上げる	3
4.36	4.36°が平行移動	4.36°が軸正方向に平行移動	4.36°が軸正方向に平行移動	4.36°押し上げる	3
			4.36°が軸負方向に平行移動	4.36°下がる	3
			4.36°が軸正方向に平行移動	4.36°押し上げる	3
4.37	4.37°が平行移動	4.37°が軸正方向に平行移動	4.37°が軸正方向に平行移動	4.37°押し上げる	3
			4.37°が軸負方向に平行移動	4.37°下がる	3
			4.37°が軸正方向に平行移動	4.37°押し上げる	3
4.38	4.38°が平行移動	4.38°が軸正方向に平行移動	4.38°が軸正方向に平行移動	4.38°押し上げる	3
			4.38°が軸負方向に平行移動	4.38°下がる	3
			4.38°が軸正方向に平行移動	4.38°押し上げる	3
4.39	4.39°が平行移動	4.39°が軸正方向に平行移動	4.39°が軸正方向に平行移動	4.39°押し上げる	3
			4.39°が軸負方向に平行移動	4.39°下がる	3
			4.39°が軸正方向に平行移動	4.39°押し上げる	3
4.40	4.40°が平行移動	4.40°が軸正方向に平行移動	4.40°が軸正方向に平行移動	4.40°押し上げる	3
			4.40°が軸負方向に平行移動	4.40°下がる	3
			4.40°が軸正方向に平行移動	4.40°押し上げる	3
4.41	4.41°が平行移動	4.41°が軸正方向に平行移動	4.41°が軸正方向に平行移動	4.41°押し上げる	3
			4.41°が軸負方向に平行移動	4.41°下がる	3
			4.41°が軸正方向に平行移動	4.41°押し上げる	3
4.42	4.42°が平行移動	4.42°が軸正方向に平行移動	4.42°が軸正方向に平行移動	4.42°押し上げる	3
			4.42°が軸負方向に平行移動	4.42°下がる	3
			4.42°が軸正方向に平行移動	4.42°押し上げる	3
4.43	4.43°が平行移動	4.43°が軸正方向に平行移動	4.43°が軸正方向に平行移動	4.43°押し上げる	3
			4.43°が軸負方向に平行移動	4.43°下がる	3
			4.43°が軸正方向に平行移動	4.43°押し上げる	3
4.44	4.44°が平行移動	4.44°が軸正方向に平行移動	4.44°が軸正方向に平行移動	4.44°押し上げる	3
			4.44°が軸負方向に平行移動	4.44°下がる	3
			4.44°が軸正方向に平行移動	4.44°押し上げる	3
4.45	4.45°が平行移動	4.45°が軸正方向に平行移動	4.45°が軸正方向に平行移動	4.45°押し上げる	3
			4.45°が軸負方向に平行移動	4.45°下がる	3
			4.45°が軸正方向に平行移動	4.45°押し上げる	3
4.46	4.46°が平行移動	4.46°が軸正方向に平行移動	4.46°が軸正方向に平行移動	4.46°押し上げる	3
			4.46°が軸負方向に平行移動	4.46°下がる	3
			4.46°が軸正方向に平行移動	4.46°押し上げる	3
4.47	4.47°が平行移動	4.47°が軸正方向に平行移動	4.47°が軸正方向に平行移動	4.47°押し上げる	3
			4.47°が軸負方向に平行移動	4.47°下がる	3
			4.47°が軸正方向に平行移動	4.47°押し上げる	3
4.48	4.48°が平行移動	4.48°が軸正方向に平行移動	4.48°が軸正方向に平行移動	4.48°押し上げる	3
			4.48°が軸負方向に平行移動	4.48°下がる	3
			4.48°が軸正方向に平行移動	4.48°押し上げる	3
4.49	4.49°が平行移動	4.49°が軸正方向に平行移動	4.49°が軸正方向に平行移動	4.49°押し上げる	3
			4.49°が軸負方向に平行移動	4.49°下がる	3
			4.49°が軸正方向に平行移動	4.49°押し上げる	3
4.50	4.50°が平行移動	4.50°が軸正方向に平行移動	4.50°が軸正方向に平行移動	4.50°押し上げる	3
			4.50°が軸負方向に平行移動	4.50°下がる	3
			4.50°が軸正方向に平行移動	4.50°押し上げる	3
4.51	4.51°が平行移動	4.51°が軸正方向に平行移動	4.51°が軸正方向に平行移動	4.51°押し上げる	3
			4.51°が軸負方向に平行移動	4.51°下がる	3
			4.51°が軸正方向に平行移動	4.51°押し上げる	3
4.52	4.52°が平行移動	4.52°が軸正方向に平行移動	4.52°が軸正方向に平行移動	4.52°押し上げる	3
			4.52°が軸負方向に平行移動	4.52°下がる	3
			4.52°が軸正方向に平行移動	4.52°押し上げる	3
4.53	4.53°が平行移動	4.53°が軸正方向に平行移動	4.53°が軸正方向に平行移動	4.53°押し上げる	3
			4.53°が軸負方向に平行移動	4.53°下がる	3
			4.53°が軸正方向に平行移動	4.53°押し上げる	3
4.54	4.54°が平行移動	4.54°が軸正方向に平行移動	4.54°が軸正方向に平行移動	4.54°押し上げる	3
			4.54°が軸負方向に平行移動	4.54°下がる	3
			4.54°が軸正方向に平行移動	4.54°押し上げる	3
4.55	4.55°が平行移動	4.55°が軸正方向に平行移動	4.55°が軸正方向に平行移動	4.55°押し上げる	3
			4.55°が軸負方向に平行移動	4.55°下がる	3
			4.55°が軸正方向に平行移動	4.55°押し上げる	3
4.56	4.56°が平行移動	4.56°が軸正方向に平行移動	4.56°が軸正方向に平行移動	4.56°押し上げる	3
			4.56°が軸負方向に平行移動	4.56°下がる	3
			4.56°が軸正方向に平行移動	4.56°押し上げる	3
4.57	4.57°が平行移動	4.57°が軸正方向に平行移動	4.57°が軸正方向に平行移動	4.57°押し上げる	3
			4.57°が軸負方向に平行移動	4.57°下がる	3
			4.57°が軸正方向に平行移動	4.57°押し上げる	3
4.58	4.58°が平行移動	4.58°が軸正方向に平行移動	4.58°が軸正方向に平行移動	4.58°押し上げる	3
			4.58°が軸負方向に平行移動	4.58°下がる	3
			4.58°が軸正方向に平行移動	4.58°押し上げる	3
4.59	4.59°が平行移動	4.59°が軸正方向に平行移動	4.59°が軸正方向に平行移動	4.59°押し上げる	3
			4.59°が軸負方向に平行移動	4.59°下がる	3
			4.59°が軸正方向に平行移動	4.59°押し上げる	3
4.60	4.60°が平行移動	4.60°が軸正方向に平行移動	4.60°が軸正方向に平行移動	4.60°押し上げる	3
			4.60°が軸負方向に平行移動	4.60°下がる	3
			4.60°が軸正方向に平行移動	4.60°押し上げる	3
4.61	4.61°が平行移動	4.61°が軸正方向に平行移動	4.61°が軸正方向に平行移動	4.61°押し上げる	3
			4.61°が軸負方向に平行移動	4.61°下がる	3
			4.61°が軸正方向に平行移動	4.61°押し上げる	3
4.62	4.62°が平行移動	4.62°が軸正方向に平行移動	4.62°が軸正方向に平行移動	4.62°押し上げる	3
			4.62°が軸負方向に平行移動	4.62°下がる	3
			4.62°が軸正方向に平行移動	4.62°押し上げる	3
4.63	4.63°が平行移動	4.63°が軸正方向に平行移動	4.63°が軸正方向に平行移動	4.63°押し上げる	3
			4.63°が軸負方向に平行移動	4.63°下がる	3
			4.63°が軸正方向に平行移動	4.63°押し上げる	3
4.6					

表 5 傾向分類表[object B]

平行移動	z軸				y軸				x軸				その他
	正	負	両方	計	正	負	両方	計	正	負	両方	計	
120	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 6 傾向分類表[object C]

平行移動	z軸				y軸				x軸				その他
	正	負	両方	計	正	負	両方	計	正	負	両方	計	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(5) 考察

傾向分類表より、過去の経験から照合し適応的無意識を働かせていることが仮説として考えられる。例えば表 1 の object A のパーツ 1 は z 軸負方向に平行移動すると想定した回答が顕著に見られたが、z 軸正方向に平行移動すると回答した者はほとんど見られなかった。これはパーツ 1 をスイッチと解釈し、押し込まれるような動きが妥当であると判断したことが予想される。

また、object A や object B は x 軸方向、y 軸方向の動きを回答した者がほとんど見られなかった。これは回転体の形状をしたオブジェクトが、回転体の中心を軸とした運動をすることが妥当であると判断したことが予想される。

以上より、制作物は既存に存在する日常物体を模したものである必要性はない。幾何学形態を見て適応的無意識を働かせ、認知外の動きを実現することを方針とする。

3. 表現手法の検討

(1) 「創発」について

本研究で実現する動きは、創発性をメタファーとする。「創発」とは、より複雑性の低い個体の振る舞いが集合することで、より複雑性の高い振る舞いが実現されたときに生じる、それまで存在しなかった新たな性質の出現のことを指す^[3]。例えば図 4 に示すイワシの群れがそうであるように、捕食を防ぐために個体が群れを成すことで全体として 1 匹の巨大な生き物のように振る舞い、有機的な形状変化を創出している。この性質が本研究の表現手法として利用可能であると捉え、創発性を伴った動きを目指す。



図 4 イワシの群れ

(2) 創発的な動きの検討

具体的に実現したい創発的な動きを検討するため、簡易的なプロトタイプと 3DCG によるアニメーションを作成して、動き方を模索する。尚、3DCG によるアニメーション作成には Autodesk 社の Fusion360 を用いる。簡易プロトタイプとアニメーションを図 5-6 に示す。

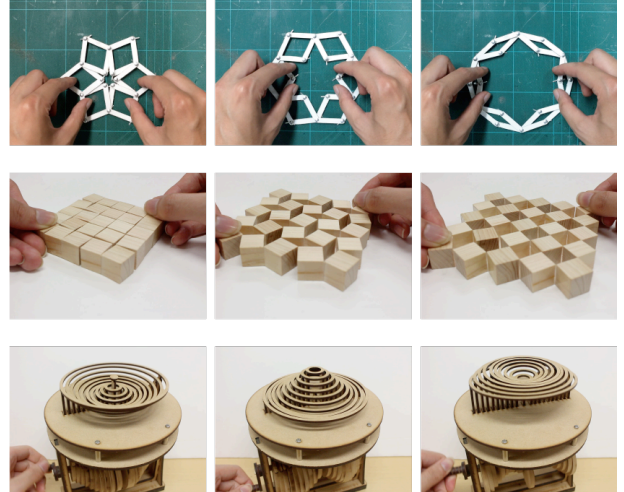


図 5 簡易プロトタイプによる創発的動きの検討

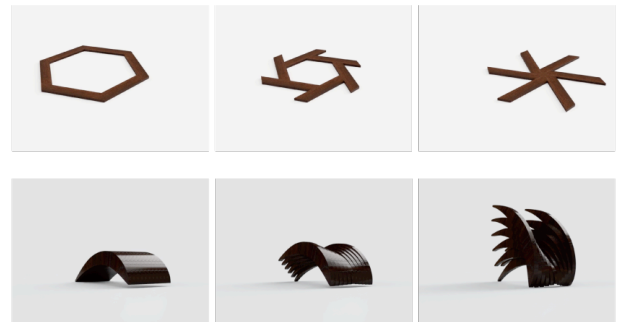


図 6 3DCG アニメーションによる創発的動きの検討

(3) 制作要件の策定

プロトタイプングによって、稼働前の状態がそれぞれのモジュールが独立して見える形状よりも、全体として一まとまりのソリッドと捉えられるものの方がより認知からは外れた動きを実現しやすいことが確認された。また、個々のモジュールの移動方向がそれぞれ異なり、全体として秩序性のある動きをしているの方がより創発的で奇妙な動きをすることが確認された。

これらの考察をもとに、制作要件を以下に示す。

[1]稼働前はモジュール群が 1 つのソリッドとして認識できること。

[2]各モジュールが秩序性を持ち、且つ稼働方向が一樣ではない創発的な動きをすること。

[3]予測に応えない動き、期待を上回らない動きによる認知的不協和を防ぐため、図 7 の第一象限を目指し、実現可能な動きをすること。

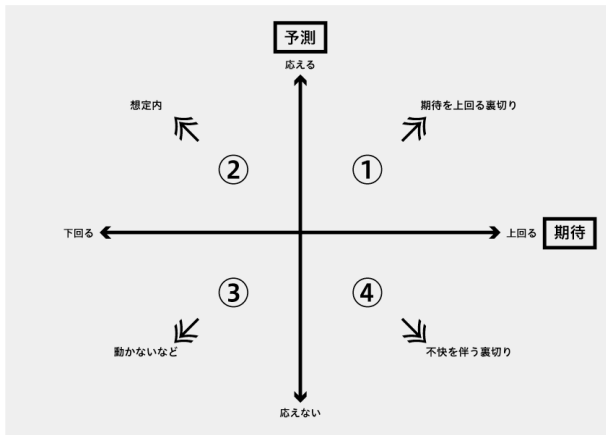


図7 目指す認知行動のポジショニング

4. デザインコンセプト

(1) コンセプト

本研究では、人に能動的探索行為を促すことが目的である。よって、公的な空間に設置するものとし、人が作品を偶然横切の際にモジュール群が制作要件に則した動きをすることで、そこに注意を向けさせることを想定する。

制作物は層が幾重にも重なった形状とし、人が一定の距離近付くことで一つ一つの層が有機的に分解・集合するものとする。制作物イメージを図8に示す。

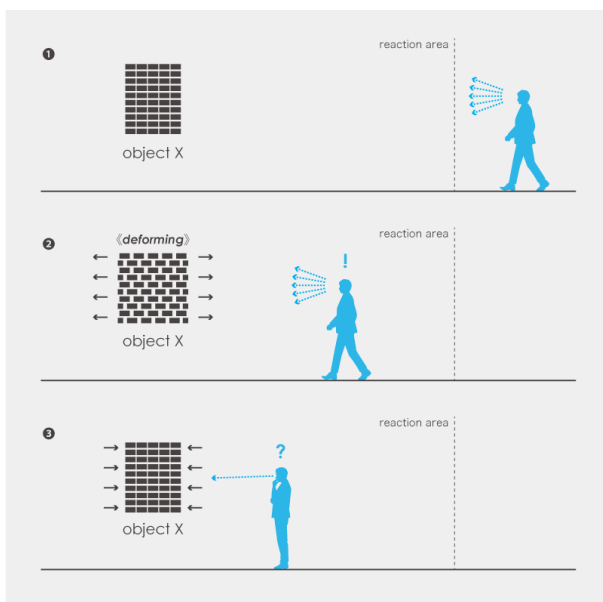


図8 制作物イメージ

(2) 制作指針

[審美性]

- 稼働するモジュール群は抽象形態とし、全体のプロポーションは構成主義造形とする

[機能性]

- サイズ

日本人の成人の平均身長から目線の高さを 1500mm と設定し、形状変形部が目線の高さまたは軽く俯瞰できる程度の高さとなるように設計する

2. 素材

スタンドとモジュール群には木材、その他はステンレス、アルミニウム、アクリルで構成する

3. 電源

DC9V 供給とする

4. 駆動部

バイポーラ ステッピングモーターを用いる

5. プロトタイプ制作

(1) 制作目的

本プロトタイプは、変形部の形状とそのときの動き方の印象を確認するとともに、本制作に向けての動きの検討、機構の検討、プロポーション検討、制御方法の検討を目的としている。

(2) 3DCG による形状変形の検討

層状になったモジュール群が形状変形する 3DCG アニメーションを作成し、動作方法を模索する。尚、アニメーション作成には MAXON 社の Cinema4D を用いる。作成したアニメーションを図9に示す。

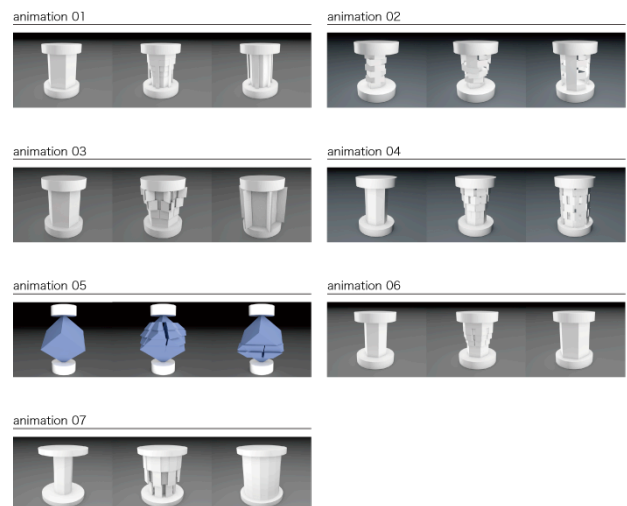


図9 動作アニメーション

(3) 制御方法

ステッピングモーターは SM-42BYG011 (MERCURY MOTOR 社製) を用いる。モーター制御には滑らかな動作を行う為に、マイクロステッピング制御が可能な A4988 (Allegro 社製) を用いる^[4]。使用部品を図10に示す。

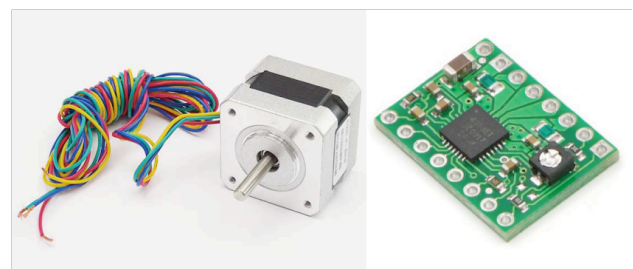


図10 SM-42BYG011(左) A4988(右)

人の感知には超音波センサーモジュール HC-SR04 を使用し、人が 800mm 以内に近付くと、ステッピングモーターが作動するように制御する。これらの動作を制御するために Arduino UNO Rev3 を用いる。使用部品を図 11 に示す。

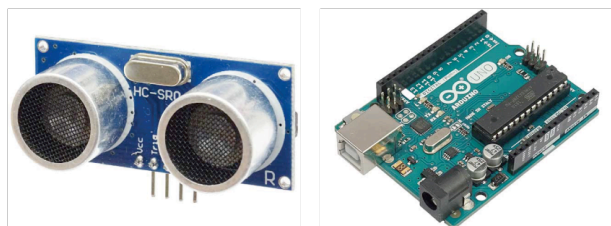


図 11 HC-SR04(左) Arduino UNO Rev3(右)

実装した回路を図 12 に示す。尚、回路図の作成には fritzing を用いる。

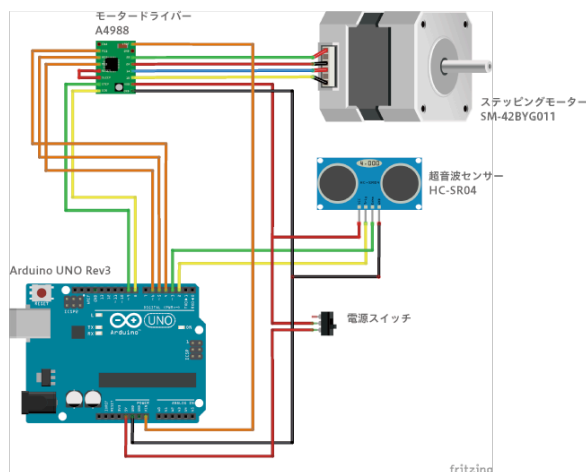


図 12 実装回路図

(4) モジュール群のプロトタイプ制作

a) プロトタイプ I

図 9 の動作アニメーションを参考に、モジュール群が有機的にイー징する動きを実現するために、中心のコア部分には揺動スライダクランク機構を用いる^[5]。リンク部を積層させ、環状に配列することで機構を実現する。コア部の素材には MDF、モジュール群は ABS 樹脂を用いて成形する。制作物を図 13 に示す。

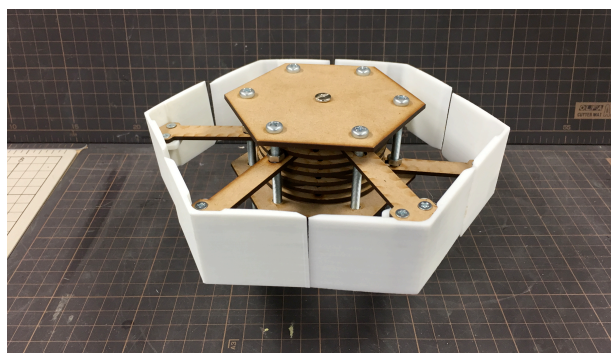


図 13 プロトタイプ I

プロトタイピングによって、創発的な動きが確認された。しかし、各モジュールの部材が互いに独立しているため、わずかな傾きで歪みが目立つ。また、リンクの数の分コア部分が厚くなるという問題がある。

b) プロトタイプ II

プロトタイプ I の改善として、モジュール群にシザーズ機構を用いる。これにより、モジュールの歪みを軽減し、動作に統一性を見出す。また、モジュールに延びるアームの数を減らし、コアの薄化を実現している。肉厚を考慮し、コア部とリンクにはアクリル板、モジュール群には MDF を用いる。制作物を図 14 に示す。

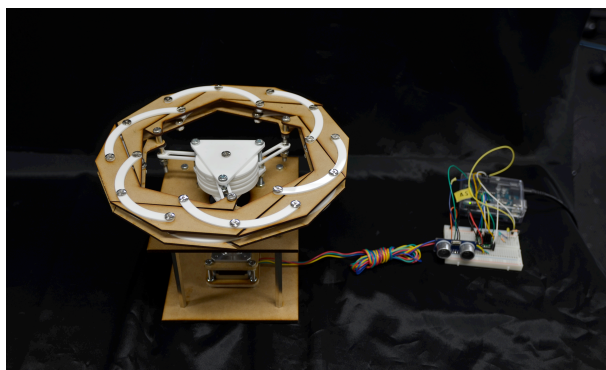


図 14 プロトタイプ II

コア部をステッピングモーターに取り付け作動させた所、問題なく動くことが確認された。この結果を踏まえて、形状変形部には上記の機構を用いることとする。

最終決定したコア部の動き方を図 15 に示す。

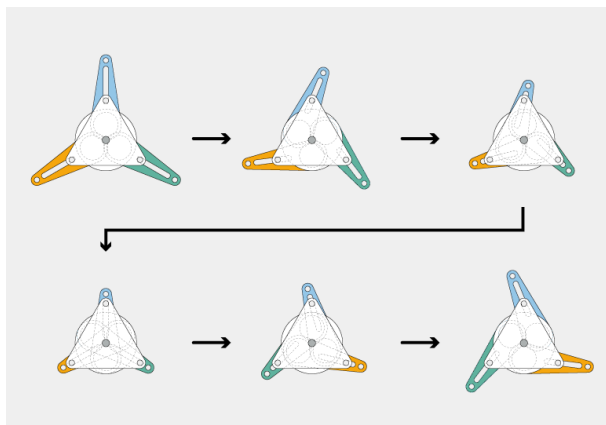


図 15 コア部の動き

(5) モジュール群の形状検討

a) 形状検討の目的

プロトタイプ II を用いて、モジュール群の形状とそのときの動き方を検討することを目的とする。このとき、節の配置は固定し、リンクの形状のみを変更して検討する。形状は「正十二角形」「正方形」「円形」「軸ずれ六角形」「額ずれ正方形」「軸ずれ円形」の 6 種類の形状を試作する。

b) 形状検討の結果

結果として図16のような形状変形の様子が確認された。

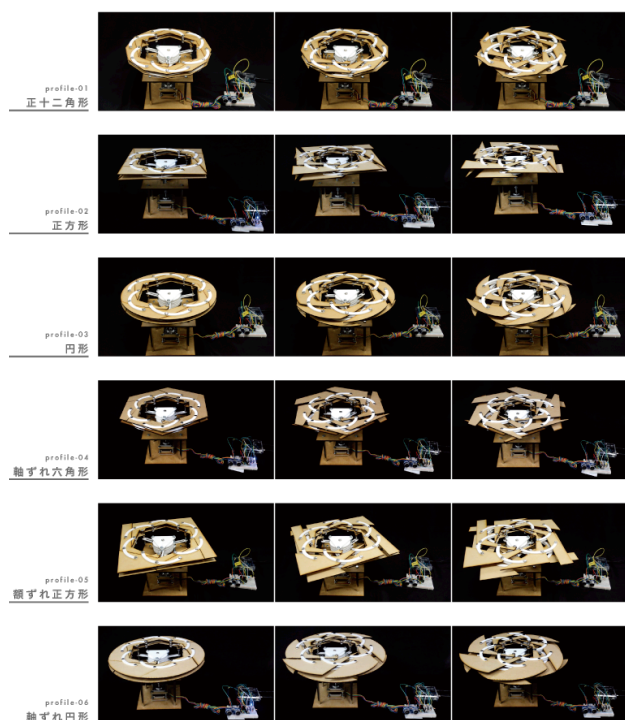


図16 動作実験の様子(コマ撮り撮影)

c) 形状検討の考察

検討の考察として、各モジュールが同一の形状である方が全体としての秩序性をより強く実現していた。今回は稼働前と稼働後の形状変化のギャップが大きい円形板を用いることに決定する。

また、2枚のモジュール群を互いに天地を逆にして積層させることで、より奇妙な創発的動きをすることが確認されたため、本制作では、2枚のモジュール群を1ユニットと定義し、さらにユニットを積層させて形状変形部を構成するものとする。

(6) プロポーション検討

全体のプロポーションを検討し、サイズ感や積層数など、設計の際の制約を設ける。外観検討ラフスケッチを図17に示す。

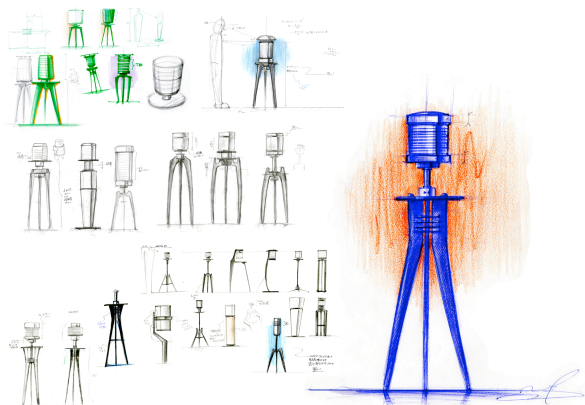


図17 外観検討ラフスケッチ

メカニズムや耐久性を考慮しながら図18に示すプロポーションを決定した。

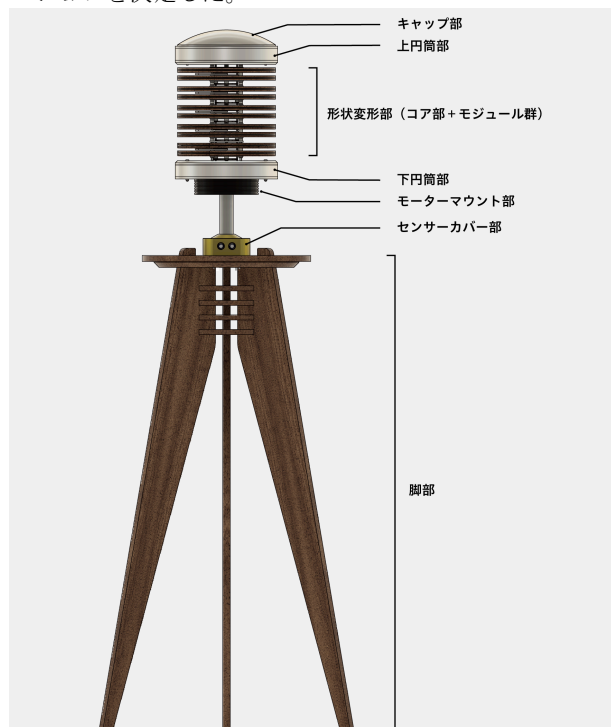


図18 2DCGによるプロポーションイメージと各部名称

(7) 形状変形部のプロトタイプ制作

a) プロトタイプ制作目的

これまでのプロトタイプとラフスケッチをもとに、モジュール群を積層させたときの機構やサイズ感を検討し、動き方を確認することを目的とする。モジュール群の直径は230mmとし、計10枚の円形板を積層させる。

b) 形状変形部で実現する動作

本制作で実現する動作は動きの複雑性や実現性を考慮し、1段目、3段目、5段目のユニットと2段目、4段目のユニットが互いに逆向きに回転する動きを目指す。これにより、下から1・5・9段目の動き、2・6・10段目の動き、3・7段目の動き、4・8段目の動きの4種類の動き方を創出することが可能となる。また、一回の反応に4回分解・集合を繰り返す動き方を実現する。概略図を図19に示す。

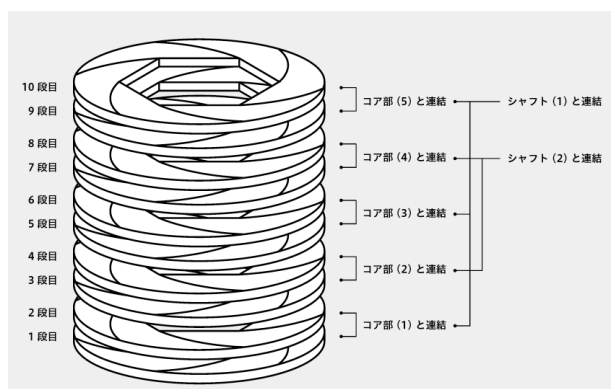


図19 形状変形部概略図

c) 形状変形部の機構検討

1つのステッピングモーターですべてのユニットの従動を実現させるための機構を検討する。結果として、駆動ギアと従動ギアの変速比は16:125となった。ステッピングモーター SM-42BYG011の静止トルクは0.23N・Mなので、10枚の変形板を作動させるのには十分なトルクを有している。概略図を図20に示す。

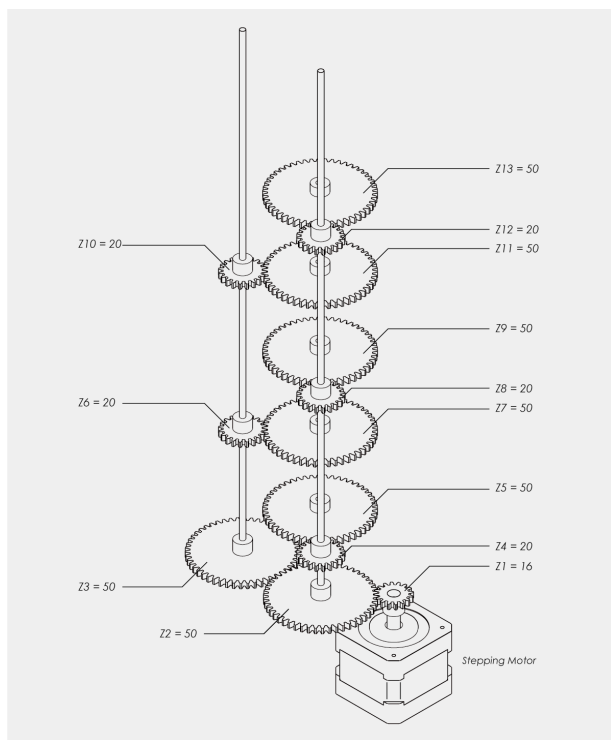


図20 内装ギア概略図

d) 形状変形部のプロトタイプ制作

コア部、モジュール群、モーターマウント部を1/1スケールで作成する。素材にはアクリルとMDFを使用し、各部品を組み上げてワーキングモデルを完成させる。ステッピングモーターを作動させたところ、問題なく有機的な形状変形が確認された。これを踏まえて、本制作では上記の機構を用いる。形状変形の様子を図21に示す。

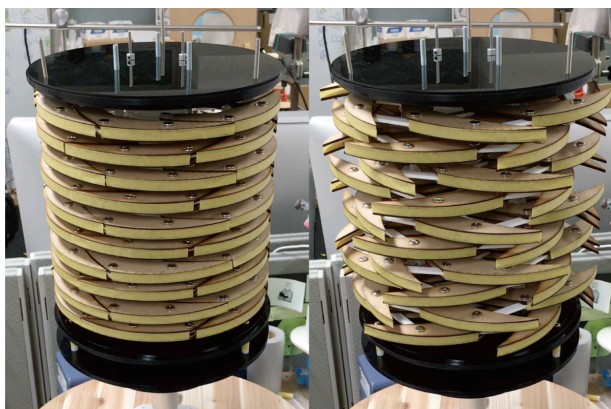


図21 形状変形部プロトタイプ作動の様子

6. 創発的に形状変形するオブジェクトの制作

(1) 脚部

脚部の素材は、三脚とそれらをつなぐ4つのリングにはシナ合板(18mm厚・12mm厚)、テーブル部分にはヒノキ集成材(14mm厚)を用いる。表面はウォールナット色のオイルステイン溶液で塗装する。尚、メンテナンス性、運搬性を考慮し、釘は用いずはめ込みで成形する。

(2) フランジ及びセンサーカバー部

パイプの両端で固定するフランジは大きな荷重がかかるため、ステンレスで成形する。両端にはネジ穴を開け、パイプにイモねじで固定する。センサーカバー部にはアルミニウムを用いる。表面にはアルマイト加工(イエロー色)を施す。作成した部品を図22に示す。

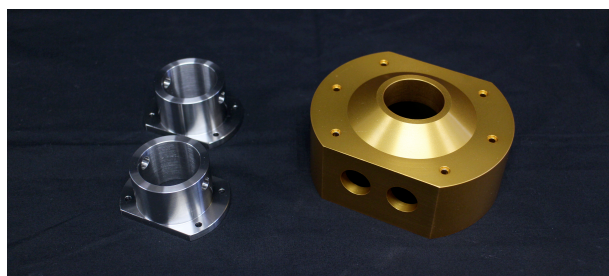


図22 フランジ(左)とセンサーカバー部(右)

(3) 円筒部及びキャップ部

形状変形部の上下に取り付ける円筒部及びキャップ部はアクリル板とケミカルウッドによって成形する。表面には銀メッキ色のラッカースプレーで塗装を施す。

(4) 円形板モジュール群

モジュール群の木材のピースには脚部と同様シナ合板(4mm厚)を用いる。これにより素材に統一感を持たせるだけでなく、MDFよりもシナ合板は比重が軽いためにモーターに負荷がかからない。また、ピース同士を連結するリンク部にはアクリルを使用し、側面を隙間のない面に見せる為に形状を変更する、本制作で用いるモジュール群を図23に示す。



図23 モジュール群

7. 創発的に形状変形するオブジェクトの概要

(1) 最終成果物の外観

作成した部品を組み上げ、最終成果物とする。完成した作品を図 24 に示す。



図 24 最終成果物

(2) 動作状況

動作状況をコマ撮り撮影したものを図 25 に示す。

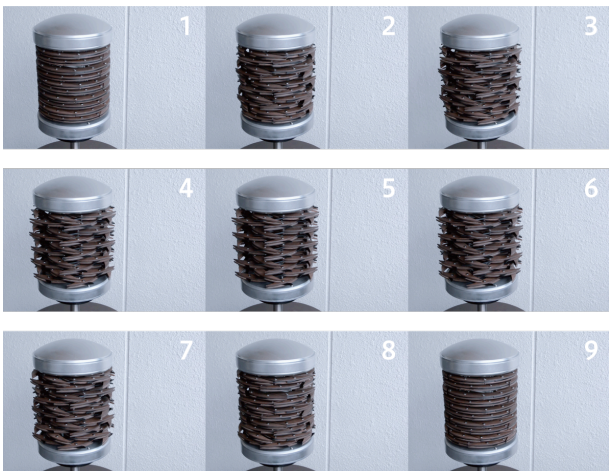


図 25 動作状況(コマ撮り撮影)

(3) 作品仕様

外観寸法…(W)597.9×(H)1645×(D)537.5 (mm)

駆動…ステッピングモーター SM-42BYG011

主な素材…シナ合板、ヒノキ集成材、アクリル、アルミニウム、ケミカルウッド

部品点数…675 点

8. 展望

本研究は人の視線を誘導させることから、インターネット上のあるデータをセンシングし、その情報を出力し効果的に注目を促すための装置としての展開が考えられる。

また、本研究で制作した作品は能動的探索行動を誘発させる試作の一つとして提示したものであり、これが唯一の手段とは限らない。今後さらなる表現手法の提案が為されることを期待する。

9. 総括

近年、技術の革新や IoT の発達によって、モノはより便利になり、ユーザーが能動的に働きかけなくとも欲求を満たすことができるようになった。しかしそれは一方で、人の潜在的な機能を持て余し、生活が空虚なものになっていくことに危機感を覚える。

本研究では、視覚的に感覚の覚醒を促し、人を能動的にさせる試みを行ったが、今後人の潜在的機能を代替するデザインではなく、潜在的機能を活かしたデザインの取り組みが為される際に、本研究が一つのきっかけとなることを期待し、総括とする。

謝辞：本研究に取り組むにあたり、熱心なご指導をいただきました主査の佐藤康三教授、副査小林尚登教授に心より感謝致します。また、数多くの助言を頂いた研究室の学生の皆様に心より感謝致します。

参考文献

- 1) 新美亮輔、上田彩子、横沢一彦『シリーズ統合的認知第 2 章 オブジェクト認知 統合された表象と理解』(勁草書房, 2016)
- 2) 熊田孝恒『マジックにだまされるのはなぜか 「注意」の認知心理学』(DOJIN 選書, 2012)
- 3) 山下将『モジュール群が創出する人工物設計について -照明器具の形状変化と効果-』(法政大学大学院修士論文, 2010)
- 4) Arduino UNO と A4988 でステッピングモーターを回す
(<http://blog.goo.ne.jp/snagai4500/e/ca8bbfca4c6c7f1c772d129ea5ea4e65>)
- 5) 山田学『めっちゃメカメカ！リンク機構 99→∞』(日刊工業新聞社, 2010)

画像出典

- 1) WIRED - 「群れ」の科学
(<http://wired.jp/2013/12/28/as-one-vol8/>)