

実世界における情報の物理的な表現手法について

—風を用いた情報出力装置の制作—

ABOUT THE PHYSICAL REPRESENTATION METHOD OF INFORMATION IN THE REAL WORLD

—DESIGN OF INFORMATION OUTPUT DEVICE USING THE WIND—

吉田直人

Naoto YOSHIDA

主査 佐藤康三 副査 田中豊

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

Nowadays, displaying the interface between human beings and information is becoming a trend. Although such expression techniques are reasonable and economic, we can not assure that these are received positively by human beings in terms of sensibility and quality. The reason of this is because the “uniqueness” of the contents within that information is not reflected by the expression technique in use. In the present research, we set the purpose of creating a method which shows the uniqueness of this phenomenon through a physical representation.

Key Words : *Interface Design, Physical representation*

1. 緒論

(1) 研究背景

インダストリアルデザイン、テクノロジーは、人の生活を多様に変化させてきた。そして現代もまたひとつの変化を目前にしている。「*The Internet of Things*—モノのインターネット」と呼ばれるものである。「モノのインターネット」とは、光や温度、加速度といった情報を検出するセンサーと、通信回線を利用したネットワークを組み合わせた、あらゆるものを相互接続する概念である。例としてスマートハウスと呼ばれる家が挙げられる。照明のスイッチ、空調、煙探知機といった設備を相互接続し、それらに含まれるセンサーと人工知能が人間の活動を認識することで、心地よい環境を作り出すシステムのことである。こうしたモノのインターネットの世界では、膨大かつ多種多様な情報がセンサーによって検出、処理され、人に対して出力される。

そうした中、人と情報とのインターフェースは、GUIを用いたディスプレイへの描画に傾倒している。PC、スマートフォンなどの情報端末にはタッチスクリーンが用いられ、街中ではデジタルサイネージが映像を流す。様々な文字、画像、映像等の情報をディスプレイに出力することは、合理的、経済的な方法ではあるが、人間が受ける感性領域における質的な面は必ずしも優れているとはいえない。ディスプレイを媒体とした表現は、情報の内容(内示性)である固有の現象(外示性)を、実態としての表現に反映していないためである。

(2) 研究目的

人間が情報を読み取る手段は決してディスプレイを眺めることだけではない。今後さらなる膨大な情報を扱うことが明らかである以上、人と情報とのインターフェースのあり方は生活の質に大きく影響する。そこで本研究では、現象の固有性を反映した、情報の物理的—すなわち実在的、身体的な表現伝達手法の提案・制作を行うことを目的とする。また、本研究では対象とする現象を人の活動状況に設定し、使用状況の仮説として遠隔地に暮らす家族のモニタリング装置を想定する。装置による情報の表現伝達手法は「風」を用いるものとし、対象とする現象は「人の動きや気配」と仮定する。

(3) レトリック

装置によって表現する現象は、記号論^[1](構造主義)におけるレトリック(修辞法)の視点から検証する。

レトリックとは、二つの事象の間に心情的な一致を見出し、ある言い回しとして表す言語表現技術・機能である。直喩ならば、男の子が《……のように》走って来る。という文について《……》の中にさまざまな言葉を代入する表現となる。それらの可能性のなかから、認識の造形として、あるいは心情的に、《もっとも正確な》ものを選び出すこと、それが直喩の原理にはかならない^[2]。本研究ではこうしたレトリックの機能を用いて、インターフェースにおける心情的に一致する現象と表現手法の関係性を設定する。

2. 制作準備

(1) 仮説検証実験

a) 実験目的

人が「風」という言葉から連想する概念を、比喩表現を用いて抽出することで、「風によって人の気配を比喩することができる」という仮説の検証を目的とする。

b) 実験方法

全6問、穴埋め、自由記述方式のアンケートを行う。

Q1、Q2は直喩表現による風の比喩、Q3、Q4は隠喩表現による風の比喩を用いて問うものである。実験の被験者は19歳から24歳の男女30名。問題文は以下の通り。

Q1. 「～は風のようにだ」

Q2. 「風のように～」

Q3. 「風は～だ」

Q4. 「～は風だ」

c) 分析方法

分析の手順は以下の通り。形態素解析にはKH Coder^[3]を用いる。

1. 語の切り出しと集計

1.1 形態素解析

1.2 表記の揺れを統一

1.3 同一概念の語を統一

2. 抽出した語の分類

2.1 語彙分類表^[4]による語の分類

d) 実験結果

【Q1. ～は風のようにだ】

コード(記号論における言語の意味表現、意味内容の一致、厳格化)「人」でまとめることのできる語が、全項目中最も多く23.08%の割合で出現した。結果を表1に示す。

表1 Q1 結果

中項目	小項目	名詞	分類	出現回数		
抽象的關係	存在	存在	1.1200	1		
		存在	1.1302	1		
	作用	走り・飛び・流れなど	1.1522	5		
		合体・出会い・集合など	1.1550	1		
	時間	時間	1.1600	5		
		現在	1.1641	1		
		過去	1.1642	1		
		過去	1.1642	1		
	形	種類・目	1.1840	1		
		人間	1.2000	4		
人間活動の主体	人間	人	1.2010	10		
		あなた	1.2010	3		
		君	1.2010	3		
		私	1.2010	2		
		あなた	1.2014	1		
		奴	1.2014	1		
		風来坊	1.2340	1		
		心	1.3000	1		
		人間活動一精神及び行為	心	気分	1.3010	2
				感情	1.3010	1
気持ち	1.3016			1		
好悪・愛憎	1.3020			1		
声	1.3031			1		
生活	欲望・期待・失望		1.3042	1		
	学習・習得・記憶		1.3050	1		
	思考・意見・疑い		1.3061	1		
	旅・行楽		1.3371	1		
	手足の動作		1.3392	1		
行為	口・鼻・目の動作	1.3393	1			
	威厳・行儀・品行	1.3422	1			
	行為・活動	1.3430	2			
	住居	1.4460	1			
	生産物および用具	道具	刀	1.4550	1	
道具・器物・器など			1.4570	1		
軽車・標識・旗など			1.4580	1		
車			1.4650	4		
乗り物(陸上)			1.4650	1		
乗り物(陸上)		スポーツカー	1.4650	1		
		バイク	1.4650	1		
		新幹線	1.4650	1		
		緑色	1.5020	1		
		自然物および自然現象	自然	色	1.5030	2
音	1.5130			3		
物質	水・乾湿		1.5130	3		
	川・湖		1.5250	2		
天地	海・島		1.5260	1		
	鳥		1.5502	4		
動物	鳥類		1.5502	1		
	渡り鳥		1.5502	1		
	手足・指		1.5605	2		
	髪		1.5605	2		
身体	皮・毛髪・羽毛	1.5605	1			
	顔毛	1.5605	1			

【Q2. 風のように～】

「走る」「舞う」「去る」など、動きを表す語が多く導きだされた。

【Q3. ～は風だ】

「原因は風だ」や「空気は風だ」など、比喩表現でない平常文による回答がほとんどを占めた。また、回答の重複も最大で3と、分散した結果となった。

【Q4. 風は～だ】

Q3と同様に、多く見られた回答は「風は流れだ」や「風は空気だ」といった平常文によるものであった。これは直喩が説明的に概念の共通化を図ることと逆に、隠喩があらかじめ存在する共通概念を利用することが原因と考えられる。

e) 考察

Q1では中項目「人間」でまとめた語が、全項目中最も多く23.08%の割合で出現した。Q2では「走る」「舞う」「去る」など、動きを表す語、「歌う」「泣く」「笑う」など人間活動に関わる語が抽出された。以上の結果から「風」を人の存在や動きになぞらえることが、仮説として考えられる。

また、本調査の結果より風によって例えられる現象は人の存在や動きの他にも考えられる。例を以下に示す。

【Q1. ～は風のようにだ】

「人・走るさま」→ 人の活動、動きの速度等

「流れ・水」→ 交通情報、鉄道運行情報等

「時間・感情」→ 時間、感情の状態等

【Q2. 風のように～】

「去る・移動する」→ 人のいる・いない、人の来訪等

「流れる」→ 川の水量、ダムの様子、魚のレーダー等

【Q3. ～は風だ】

「電波・音」→ 電波の受信具合、音楽、会話等

【Q4. 風は～だ】

「生命」→ バイタルサイン、ペットのようす等

(2) 布の動作指針設定実験

a) 実験目的

本研究では室内における人の活動状況を、布の動きによって表す。このとき、情報の受け手が布の動きに含まれるどのような要素を重要視するのかを明らかにする。また、活動の程度ごとに対応する布の動作指針を設定することを目的とする。

b) 実験方法

被験者に布のたなびく動きを表した動画サンプルを見せ、段階別の活動状況を表すのにふさわしいと感じる順に並べ替えをしてもらい、順位の逆数を得点とする(1点-16点)。実験風景を図1に示す。対象とする身体活動は表2のように4段階に分類し^[5]、それぞれの場合について評価を行う。被験者は18歳から38歳の男女20名。

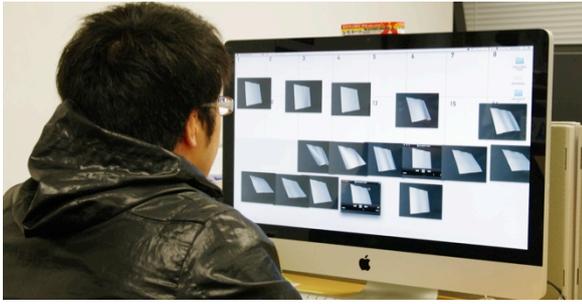


図1 実験風景

表2 身体活動の分類

身体活動の分類 (身体活動の範囲)	身体活動の例
0 睡眠 (0.0)	睡眠
1 静的な活動 (1.5-1.9)	テレビ・読書・電話・会話など(座位または立位)、食事、運転、デスクワーク、読物、入浴(座位)、動物の世話(座位、寝位)
2 低強度の活動 (ゆっくりした歩行や家事など) (2.5-2.9)	ゆっくりした歩行、身支度、食事、洗濯、料理、片付け(歩行)、植物への水やり、軽い掃除、コピー、ストレッチ、ヨガ、ギター・ピアノなどの楽器演奏
3 中強度の活動 (長時間持続可能な運動・労働など) (4.5-5.9)	ぶつろ歩行・散歩、読書、荷造り、自転車(ぶつろの速さ)、木工仕事、車の荷物の積み下ろし、庭木の剪定、階段を下りる、子どもと遊ぶ、動物の世話、ギター(立位)、体操、バレーボール、ボウリング、バドミントン

布のたなびく動きの要素は以下に定める。それぞれに4段階のパターンを設定する。

- I. 風の強さ
- II. 風の吹く長さ
- III. 布のたなびく方向
- IV. 布のたなびく速さ
- V. 布のたなびく細かさ

c) 分析方法

分析には IBM 社 SPSS Statistics によるコンジョイント分析を用いる。直交表を表3に示す。

表3 直交表

	風の強さ	風の長さ	たなびく方向	たなびく細かさ	たなびく速さ
sample 1	15	4s	←	1.5	1s
sample 2	15	8s	↑	1	3s
sample 3	5	4s	↑	2.5	2s
sample 4	25	6s	↑	2	1s
sample 5	5	2s	→	1	1s
sample 6	5	8s	←	2	4s
sample 7	25	2s	←	2.5	3s
sample 8	5	6s	↓	1.5	3s
sample 9	35	6s	←	1	2s
sample 10	15	6s	→	2.5	4s
sample 11	25	8s	→	1.5	2s
sample 12	15	2s	↓	2	2s
sample 13	35	2s	↑	1.5	4s
sample 14	25	4s	↓	1	4s
sample 15	35	8s	↓	2.5	1s
sample 16	35	4s	→	2	3s

d) サンプル制作

サンプルの映像は、さまざまな布のたなびく動きを段階的に作り出すことが可能であることから、3DCG で制作する。制作には Autodesk 社 3dsMax, ChaosGroup 社 V-ray を用いる。このとき用いる布マテリアルのパラメータは、正面と側面の二方向から撮影した映像をもとに布のやわらかさ、自由落下する速度に着目して調整を行う。また、風力の推移は風速計を用いて計測し同様に反映す

る。制作したサンプルから切り出した連続画像の一部を図2に示す。



図2 sample1 連続画像

e) 実験結果

アンケートの評価順位に応じて逆数を得点化し(1-16点)平均得点を求め、コンジョイント分析を行う。結果の一部を表4, 表5に示す。

表4 「睡眠」効用値

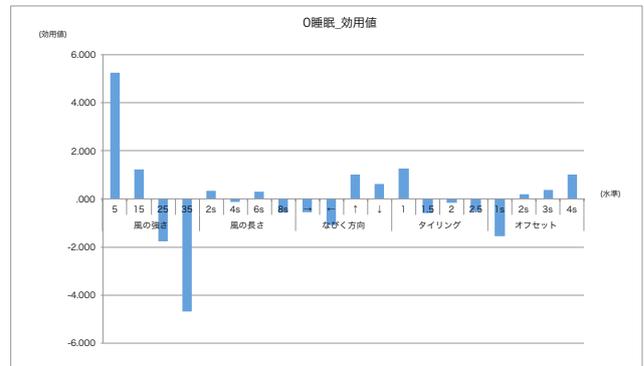
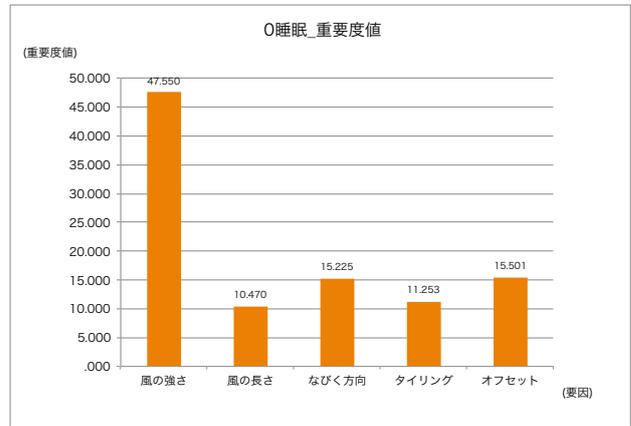


表5 「睡眠」重要度値



f) 動作設計指針

全属性中、風の強さが特に重要視されることがわかった。以上の結果をもとに設定した布の動作指針を表6に示す。

表6 動作設計指針

	0. 睡眠	1. 静的な活動	2. 低強度の活動	3. 中強度の活動
風の強さ	5	5	15	35
風の長さ	2s	6s	2s	4s
たなびく方向	↓	↓	→	←
たなびく速さ	150mm/s	150mm/s	150mm/s	600mm/s
たなびく細かさ	1	1	1	1.5

3. 基礎動作実験

(1) 基礎動作実験

a) 実験目的

本実験の目的は「格子状に並べた DC モーター、プロペラによって布に動きを与える装置」における基礎設計の有効性を検証することである。あわせて、今後の制作で用いる DC モーターとプロペラを決定する。

b) 実験機設計要件

- 1 > DC モーター・プロペラ 9 個を 3×3 の格子状に並べ、その前面に布を配置する。
- 2 > トランジスタを用いて DC モーターの ON/OFF を制御する。
- 3 > 行列毎で DC モーターの ON/OFF を切り替え、プロペラより発生する風力によって布が縦横方向にたなびく動きを与える。図 3 に動作模式図を示す。
- 4 > 制御には Arduino UNO を使用する。

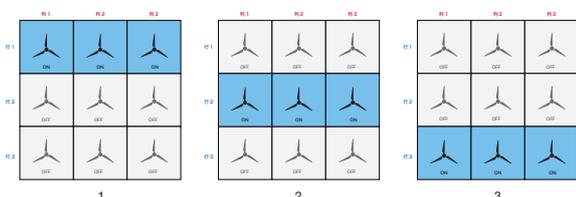


図 3 DC モーターの動作模式図(縦方向の動き)

c) DC モーター・プロペラ決定

実験機に使用する DC モーターならびにプロペラを選定する。DC モーター 4 種類、プロペラ 6 種類を用意し、同じ条件下において定格電力で駆動した際の風速が最も大きい組み合わせを採用した。図 4 に決定した DC モーター、プロペラを示す。



図 4 決定したプロペラ、DC モーター

d) 実験機仕様

制作した実験機を図 5 に示す。また、本実験機における仕様を以下に示す。

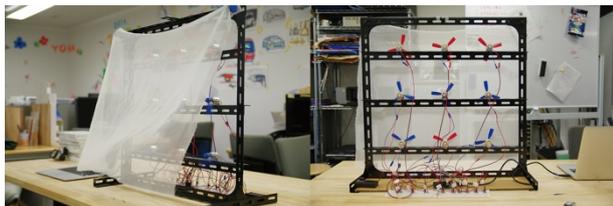


図 5 実験機外観

(左: 前景、右: 背面)

【実験機諸元】

寸法…(H)600*(W)600*(D)300

素材…30mm アルミアングル

DC モーター…マブチモーター社 RE260RA

プロペラ…レインボープロダクツ 3 枚プロペラ(大)

布地…オーガンジー 50 テトロン

電源…1.5V 単三乾電池 2 本

e) 実験結果

「格子状に並べた DC モーター、プロペラによって布に動きを与える装置」によって、布に縦・横方向にたなびく動きを与えることが認められ、基本設計の有効性が確認された。しかし、行・列切り替えの際、布の動きに粗さが見受けられるため、今後の実験制作では下記の要件を考慮する。

- 1 > 表面積あたりの DC モーターを増やす。
- 2 > より段階的な動きを布に与えるには、DC モーターの速度制御が必要である。

4. プロトタイプ制作

(1) 制作目的

本プロトタイプは、制御回路、制御プログラムの決定ならびに先の実験結果を踏まえた布の動作調整を目的として制作する。

(2) プロトタイプ設計要件

本プロトタイプにおける、設計要件について以下に示す。

- ・ DC モーター 25 個を 5×5 の格子状に配置する
- ・ DC モーターの速度制御によって、布が縦・横方向にたなびく動きを与える

(3) プロトタイプ制作

a) DC モーター 25 個の PWM 制御

Arduino を用いて DC モーターを PWM 制御する場合、ピン数が不足するため Arduino 単体では 25 個の DC モーターを PWM 制御することができない。そこで図 6 に示す Texas Instruments 社の TLC5940 を用いる。TLC5940 は最大 16 個の LED を 4096 段階の PWM で制御可能な LED ドライバ IC である。また、複数の TLC5940 を直列に接続することで制御する LED の数を 32 個、48 個…と増やすことができる。

今回は LED ドライバ TLC5940 を 2 台接続し、東芝製モータードライバ TA7291P と組み合わせることで DC モーター 25 個の PWM 制御に応用する。部分回路図を図 7 に示す。



図 6 TLC5940

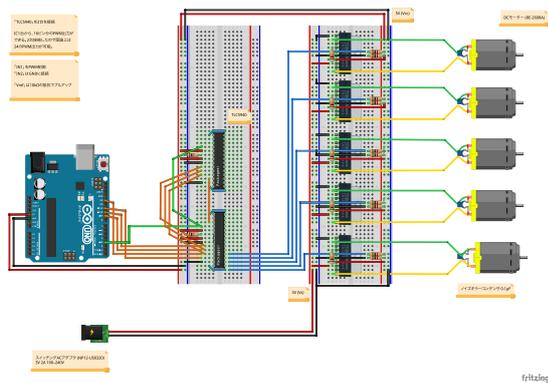


図 7 部分実体回路図

b) DC モーターのノイズ対策

複数の DC モーターを制御する際、DC モーターごとの干渉がみられた。そこで、DC モーターの切り替え時に発生するスパークを吸収し、ノイズを低減させる目的で 0.1 μ F のセラミック・コンデンサを DC モーターに取り付ける。コンデンサを設置した DC モーターを図 8 に示す。



図 8 ノイズキラーコンデンサ

c) プロトタイプ動作調整

制作したプロトタイプを用いて、先に行った布の動作設定実験で定めたパラメータをもとに、動作プログラムの調整を行う。動作調整風景を図 9 に示す。

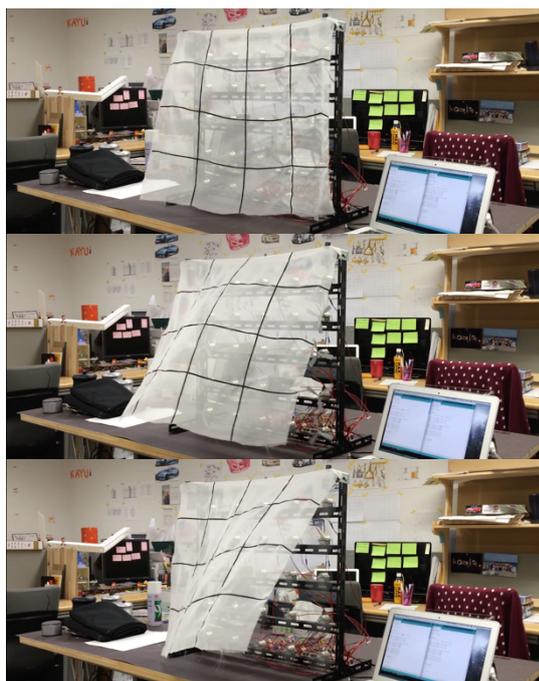


図 9 プロトタイプ動作調整

5. 風を用いた情報出力装置の制作

(1) 設計指針

制作する装置は、現象の固有性にもとづく情報出力のコンセプトモデルと位置付ける。

【審美性】

- ・長方形を基本とした構成主義造形とする
- ・動作部品や回路などの要素そのものを外観意匠とする

【使用性】

- ・本体と脚部、制御部はそれぞれ分離可能とする
- ・制御部に DC モーターの動作状況を示す LED インジゲーターを配する

【機能性】

- ・寸法は W600, H620, D350 以内を目標とする
- ・電源は AC アダプター(DC5V/4A)より供給する
- ・駆動部は DC モーター-RE260RA を用いる

【持続性】

- ・メンテナンス性、拡張性を考慮し分解設計に配慮する

(2) 外観意匠検討

外観意匠の検討を行う。図 10 にスケッチによる検討、図 11 に CG、部分模型による検討を示す。

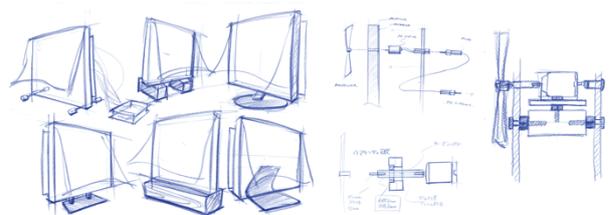


図 10 スケッチによる外観意匠検討

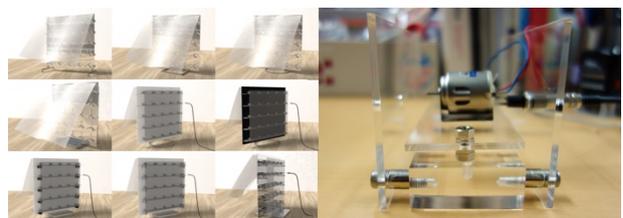


図 11 CG、部分模型による外観意匠検討

(3) 外観意匠図面

a) 本体

本体は前後 2 枚のパネルからなり、その間に DC モーターを設置する構造とする。前面パネルはアクリルミラー板、背面パネルは透明アクリル板とする。背面パネルには制御部との接続のため 3.5mm モノラルジャックを取り付ける。なお、前面に用いるアクリルミラー板の裏面は蒸着処理のためグレーであることから、3mm 厚と 2mm 厚のミラー板を背中合わせにし、表裏どちらの面もミラーとする。本体外観意匠図面を図 12 に示す。

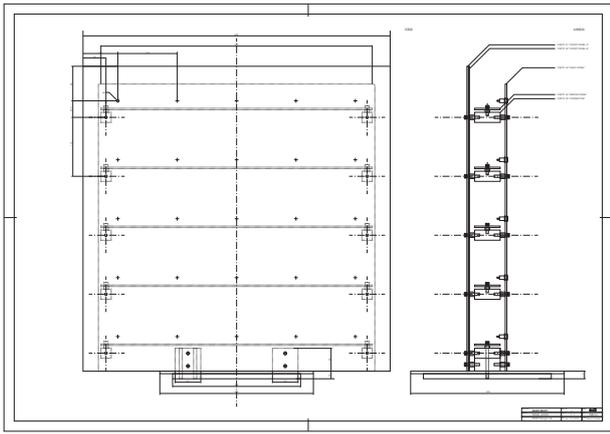


図 12 本体外観実施意匠図面

b) 本体接続部

本体のうち、前後 2 枚のパネルを取り持つのが接続部である。接続部は、3 方向から穴あけ・タップ切りを施したアクリル角柱に六角穴付きボルトで前面パネル、背面パネル、モーター設置用のブリッジを固定する。接続部とそれぞれの部品間にはスペーサーをはさむ。DC モーターは軸を延長し、前面パネルとの接触部分には軸受けを設置する。本体接続部断面図を図 13 に示す。

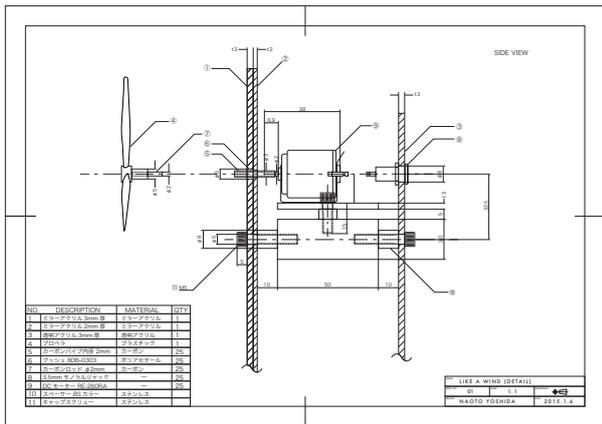


図 13 本体外観実施意匠図面
(本体接続部断面図:右側面図)

c) 脚部

脚部は本体を安定するため、強度・重量・加工性の観点から A5052 アルミニウムを用いる。脚部は 3 種類の部品からなり、PARTS(A)は本体パネル-脚部間の接続、PARTS(B)は 5mm 厚の台座である。PARTS(C)は PARTS(B)より一回り小さい 10mm 厚のアルミ板であり、PARTS(B)で見えなくすることで、台座が接地面から若干浮いたような視覚効果を与える。貫通穴とタップ切りを施したネジ穴によってそれぞれを固定する。脚部外観実施意匠図面を図 14 に示す。

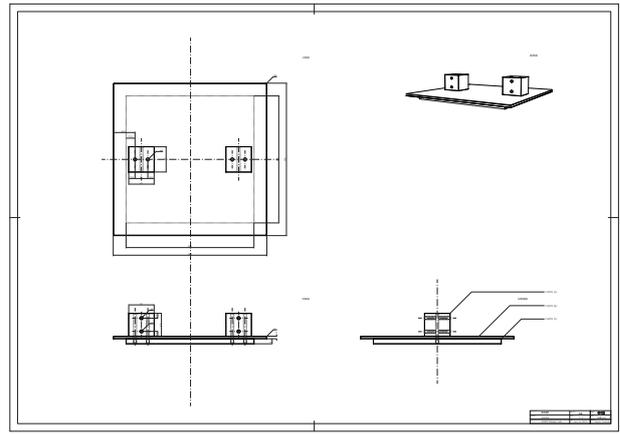


図 14 脚部 外観実施意匠図面

d) 制御部

制御部は回路、Arduino、電源の制御に関する部品からなる。素材は透明アクリル板を使用し、回路と配線そのものを意匠とする。後部には本体 DC モーターとの接続用の 3.5mm モノラルジャックと AC ジャックを配する。制御部外観意匠図面を図 15 に示す。

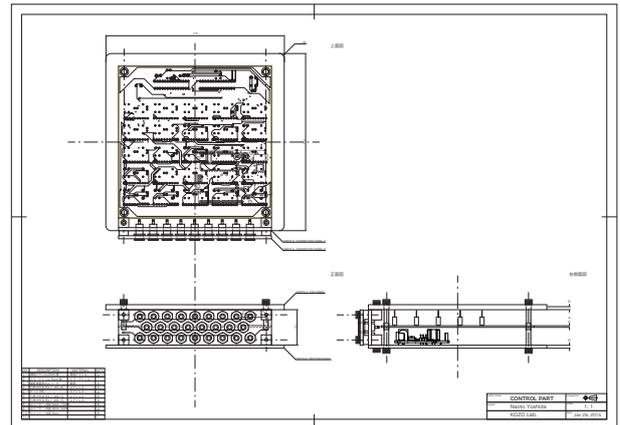


図 15 制御部外観実施意匠図面

(4) セクション別部品制作

a) 部品制作概要

セクション別に部品を制作する。各部品名称を図 16 のエキスポレーション図に示す。

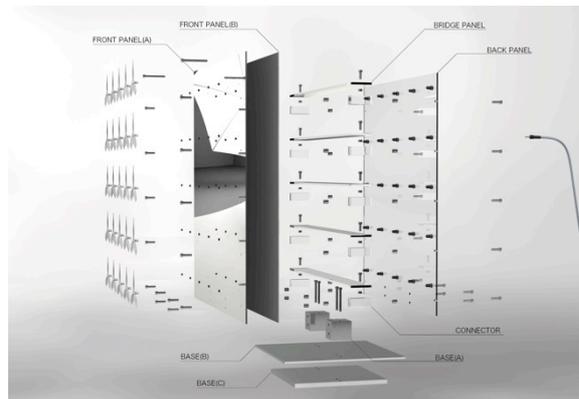


図 16 エキスポレーション図

b) 本体

本体に用いる FRONT PANEL(A),(B)のミラーアクリル板ならびに BACK PANEL に用いる透明アクリル板は、サイズが大きいこと、穴あけの精度を必要とすることから加工を外注する。

c) 本体接続部

本体のジョイントとして用いる CONNECTOR は、20mm 厚透明アクリル板から制作する。基本形状を切り出し、下穴あけ、タップ切りを行う。仕上げに、ベルトサンダー、紙やすり(#400)、耐水紙やすり(#1200, #3000)、コンパウンドを塗布したバフによる研磨を行う。アクリルタップ切り風景を図 17 に示す。



図 17 アクリルタップ切り

d) 脚部

脚部には A5052 アルミニウムを用いる。BASE(A)は、正確に加工するため切削機を用いて穴あけ加工を行う。穴あけの後、バリの除去とタップ切りの前準備のため、面取りカッターを用いて切削穴の面取りを行う。BASE(B)、BASE(C)は卓上ボール板を用いて手作業で穴あけ作業を行う。アルミ穴あけ加工風景を図 18 に示す。

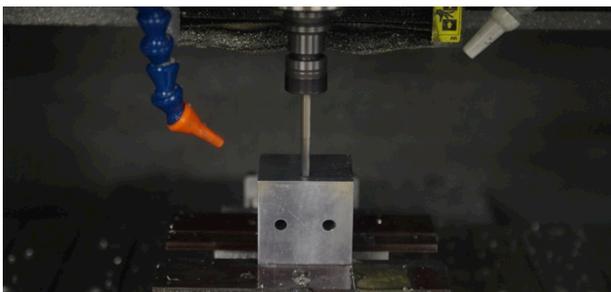


図 18 アルミ穴あけ加工

e) 布地

布地にはポリエステルオーガンジーを用いる。端を三ツ巻仕上げとし、上部 2 点に本体固定用のハトメを取り付ける。

f) モーター軸

DC モーターの軸を延長するため、カーボンパイプとカーボンロッドを用いる。カーボンパイプは圧迫すると繊維がつぶれるため、リューターを用いて表面を少しずつ削り切断する。切断面は繊維がささくれ立つため紙やすりで整える。図 19 にカーボンロッドの切断風景を示す。

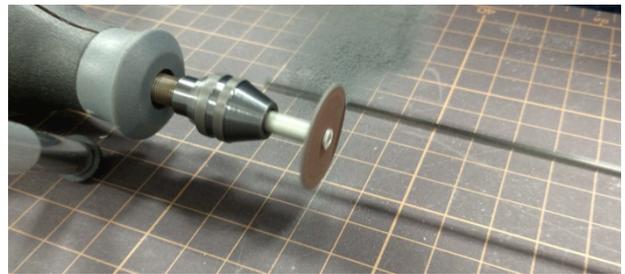


図 19 カーボンロッドの切断

6. 風を用いた情報出力装置作品概要

(1) 外観

完成した作品“LIKE A WIND”を図 20-23 に示す。

a) 本体

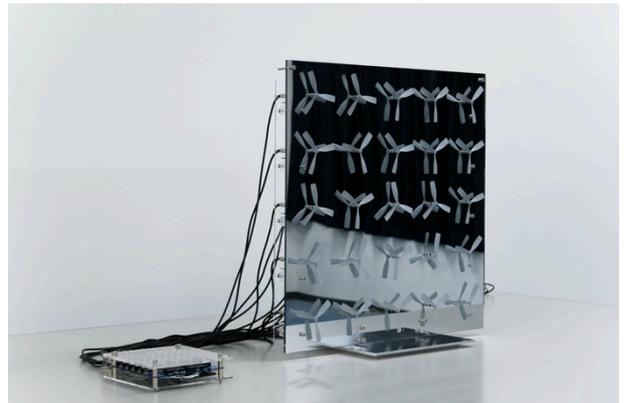


図 20 実機制作作品写真(前面:布取り付け前)

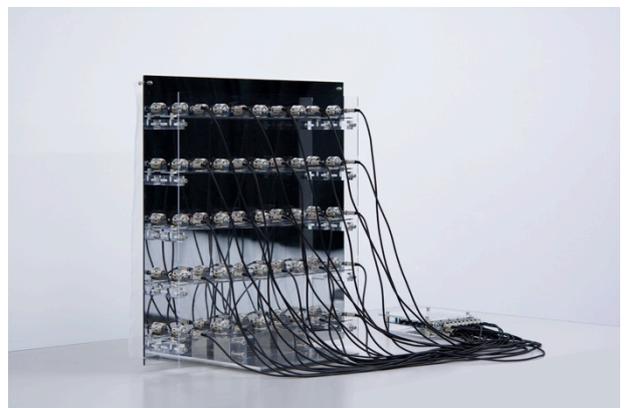


図 21 実機制作完成作品写真(背面)

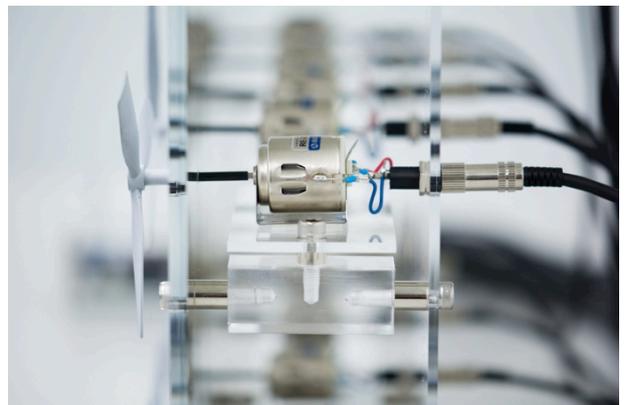


図 22 実機制作完成作品写真(接続部ディテール)

b) 制御部

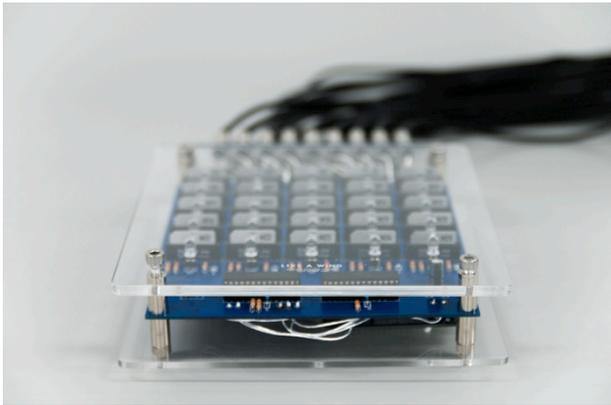


図 23 実機制作完成作品写真(制御部前面)

c) 動作状況

動作状況を撮影した動画から切り出した連続画像を図 24 に示す。

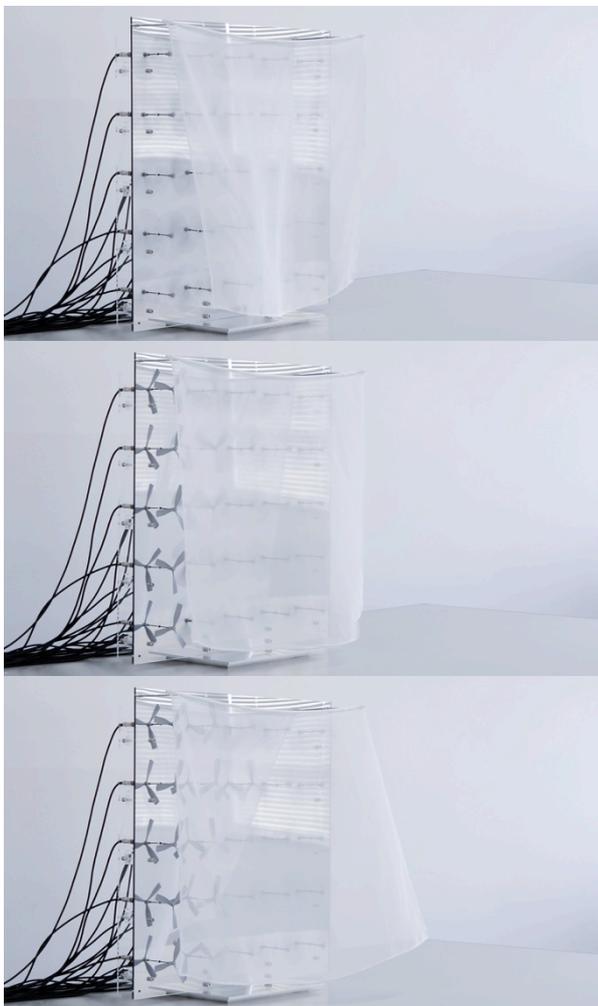


図 24 動作状況連続画像

(2) 諸元

【本体】

外観寸法…(W)600*(H)615*(D)300

重量…10140g

駆動…DC モーター(RE260RA)

素材…アクリル(ミラー、透明)、A5052 アルミニウム

部品点数…334 点

【制御部】

外観寸法…(W)175*(H)190*(D)45

重量…575g

電源…AC アダプター(DC5V/4A)

素材…透明アクリル板

部品点数…68 点

7. 展望

本研究で制作した装置はコンセプトモデルとして位置付けたが、住居内での人の活動状況をセンシングするシステムと組み合わせ、規模や送風機構を小型化することで、生活空間への設置、または住居そのものに組み込むことができるだろう。また、大空間で一斉に送風機構を制御することで大量の布を動かし、様々な社会活動の情報出力ならびにその意味の認知も可能と思われる。装置によって出力する情報は、プログラム次第で使用者が任意で設定することができるが、実際に情報が受け手にストレスなく適確に伝わるかという点における検証実験が今後の課題である。

8. 総括

本研究では、風を用いた情報出力装置の制作を通して、現象の固有性に基づく物理的な情報の表現手法の提案を行った。また、言語学におけるレトリックを利用することで、デザイン分野にて現象を比喻する表現手法を見出すことの可能性が示唆された。人と情報との関係性を考えるうえで、こうした詩的な領域はデザインが担うべき重要な機能であると考えられる。

最後に自然界の様々な事象の言語表現とその言語イメージの抽出による、数値記号を使用しない情報伝達手法が発達することを期待し、総括とする。

参考文献

- 1) 池上嘉彦『記号論への招待』(岩波新書, 1984)
- 2) 佐藤信夫『レトリック感覚』(講談社学術文庫, 1992)
- 3) KH Coder (<http://khc.sourceforge.net>)
- 4) 国立国語研究所『分類語彙表-増補改訂版-』(大日本図書, 2004)
- 5) 身体活動の分類例
(http://open.nuis.jp/masuno/public_html_1/eiyousoLevel.html)