

# 製品デザインにおける情緒的作用を高める手法について

—新たな物理的操作手法を取り入れた照明器具の制作—

ABOUT THE METHOD TO ENHANCE THE EMOTIONAL EFFECT IN PRODUCT DESIGN  
—DESIGN OF LIGHTING EQUIPMENT INCORPORATING WITH THE NEW PHYSICAL MANIPULATION METHOD—

組地翔太

ShotaKUMIJI

主査 佐藤康三 教授      副査 安積伸 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

Today, most of the technological products are developed to reduce the stress of the operation. For example, gesture operation and automatic control with IoT, Internet of Things. They are reducing the physical difficulties to operate technological products. However, it is notable that we also tend to lose the psychological satisfaction with the peruse of the rationalization. The aim of the paper is to propose the way to improve the effects on our emotional aspects of product design, and establish the new physical manipulation method not inspired by the rationalization but by the impressive factors.

**Key Words** : *Interface Design, Product Design*

## 1. 緒論

### (1) 研究背景

技術の発達によりもたらされた高度情報化社会は、人々の身体的苦痛の軽減や、時間の節約・短縮といったような効率化を可能とした。しかし高度情報化社会が進むにつれ、人は生活の中での便利さだけではなく、合理性や効率性から脱却した新しい体験も求めていくようになった<sup>1)</sup>。その価値観の変化は、電子媒体によるコンテンツ産業を拡大させていった。実体を持たない二次元的なコンテンツは日々数を増しており、コンテンツ消費生活と謳われるほどに、現代の生活の大部分を占めている。

一方で、コンテンツに見られるような体験としての価値観の変化に対し、製品デザインの領域では未だ合理的・効率的観点からの提案が多く、それはますます人とモノの親和性を欠落させていく要因になり得る。物質的なモノの重要性を訴えていくには、感動性を基軸とした感性的観点からのものづくりを発展させていくべきである。つまり、実体のあるモノにも機能を越えた新たな可能性—meta-function (超機能)を見出していく必要性がある。

### (2) 道具に備わる情緒的作用

前述した“モノ”を大きく、道具（主に電子的制御を必要とせず、身体を駆使して何かを生み出すために使用するモノ）と機器（主に電子的制御を必要とし、身体を駆使する必要のないモノ）に分類した場合に、道具には、ある目的の遂行を物理的に補助する具体的な機能に付随して、心情に働きかける“情緒的作用”が備わっている

と考える。ここで述べる情緒的作用とは、その実体が見る人、触れる人の心を満たし、置かれる場に精神的豊かさや心地良さをもたらす作用である。この側面が機具には欠落している場合が多いのではないかと考えられる。

情緒的作用の要因として、道具は手の働きの多様性を活かした能動的行為に依存している点が挙げられる。人は道具を操るために、道具と手を一体化させる工夫をしてきた。このとき、人は道具から多くの視覚・触覚情報を享受しており、その情報をもとに最適なエネルギーを道具に与え、思い通りに道具を操る<sup>2)</sup>。このような、視覚・触覚における相互の情報伝達が道具の情緒的作用を高めているのではないかと考察できる。

一方機具は、触覚の特有的働きを必要としない、操作ミスを防ぐ方法に重点が置かれており、モノとの物質的なふれあいを減らしていく傾向にある。そこで、人と機具との間で行われる視覚・触覚における相互の情報伝達の過程を明確に可視化させることは、製品デザインにおける情緒的作用を高める手法のひとつになるのではないかと考える。

### (3) 研究目的

本研究では、工業デザインにおける情緒的作用の向上を目指し、合理性に捉われない感動性を主軸とした新たな物理的操作手法を提案・制作することを目的とする。対象とする製品分野を照明器具に絞り、対象とする操作を点灯から消灯に設定する。本研究の最終目標は、人とモノの共感覚を誘発する新たな物理的操作手法を取り入れた照明器具の制作と位置付ける。

## 2. 相互的情報伝達

### (1) 相互的情報伝達の可視化

本研究で述べる相互的情報伝達とは、操作に対する製品からの単なる機能的なフィードバックではない。機能的なフィードバックとは、あるスイッチを押すとブザー音が鳴る、LED が点灯する、といったような仕組みのことである。このフィードバックを機能的観点からではなく、感性的観点から表現したものを相互的情報伝達と呼ぶことにする。

感性的な相互的情報伝達の可視化を表した製品として、自動車のライト演出が挙げられる。これは、自動車のリモコンに取り付けられたセンサーで鍵を開けた時に、あるいはエンジンをかけた瞬間に、自動車のライトが光る、といったような演出である。特にオーディオ車のマトリクス LED ヘッドライトを搭載した自動車は、流れるような同社独自のライト演出がなされており、運転者と自動車の一体感を生む手立てと言える。図1にマトリクス LED ヘッドライトを搭載した Audi A8<sup>9)</sup>を示す。このような演出は愛着を高める効果もあると考えられ、製品寿命の観点からも重要な取り組みと言える。

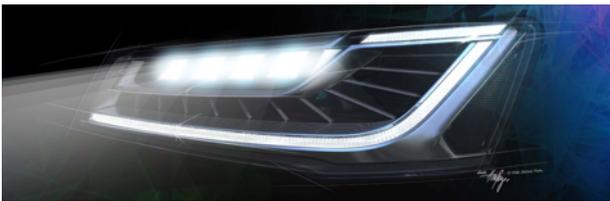


図1 マトリクス LED ヘッドライトを搭載した Audi A8

自動車以外にも、Widows や Mac を起動する時の効果音、Mac でデータをゴミ箱に捨てる時の効果音やメールを送る時のアニメーション、つぶやきアプリ Twitter を起動するときのアニメーションなど、いくつか事例が挙げられる。このような感性的な相互的情報伝達の可視化を、操作の中でも製品の起動時において模索する。本研究で製品対象とした照明器具においては、点灯・消灯及び調光という操作に焦点を当てる。

### (2) 光源の軌跡を表す演出

照明器具における相互的情報伝達を可視化する手法として、自身の手元から光源が出現し、その光源が別の点灯場所へ移動するという演出を考案する。操作手順としては、まず操作部に触れることで光源が出現する。それがある速度を持って別の点灯場所へ移動するかのような演出がなされ、最終到達地点に達したときに、移動の終了を伝えるフィードバックがなされる（強く光る、つぼみがくなど）、というものである。

### (3) 光源の表現方法及び造形の検討

先に述べた操作手法における光源の表現方法及びその表現を魅力的に魅せるための大まかな外観意匠を、スケッチや 3DCG レンダリング、3DCG アニメーションなどを用いて模索する。3DCG アニメーションの一部を図 2

に、スケッチの一部を図 3 に、3DCG レンダリングの一部を図 4 に示す。なお、本研究に示す 3DCG 画像は 3DCG ソフトを用いて作成しており、3DCAD ソフトは Rhinoceros を、3DCG レンダリングソフトは MAXON 社の cinema4D を使用する。



図2 3DCG アニメーション

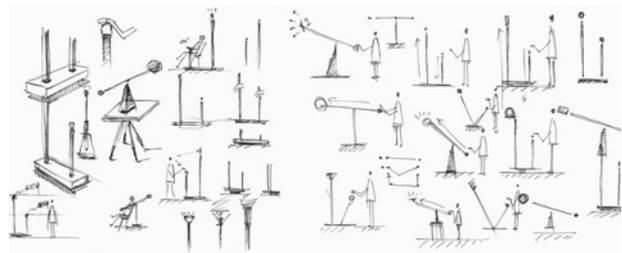


図3 アイデアスケッチ

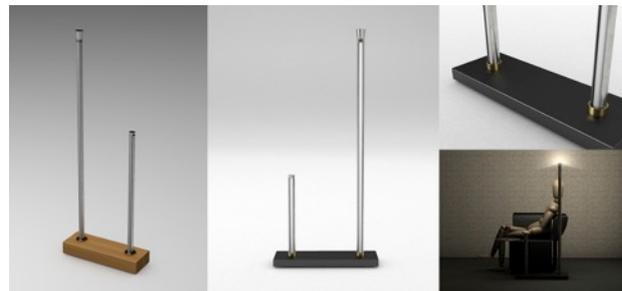


図4 3DCG レンダリング

### (4) 3DCG と実写動画の合成による具象化

図 5 に示すように、3DCG アニメーションと実写動画を合成し、現実空間での見え方を確認する。

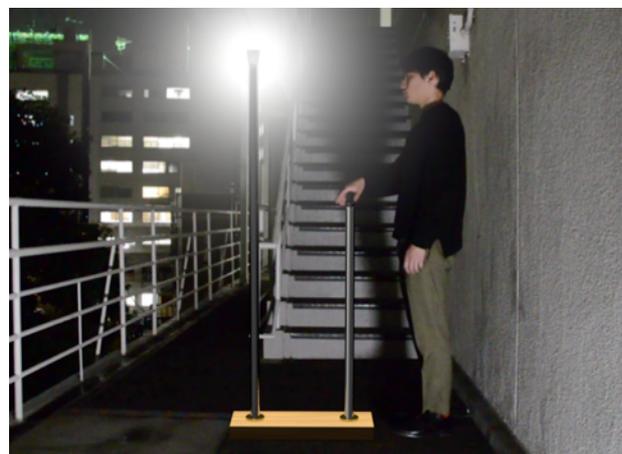


図5 3DCG アニメーションと実写動画の合成

### 3. 操作性評価実験

#### (1) 実験目的

次に、先に述べた光源の軌跡演出の前に行う点灯操作の設計指針を、実験により導きだす。ここで、仮にある操作を行うときに操作方法を提示せず、操作に自由度を持たせた場合、被験者はどのような行動にでるのか、操作実験を行う。操作対象は照明の点灯・調光と設定し、どのような操作を行いたいと思うか、潜在的に行ってみようか、また操作部の形状にどの程度影響を受けるかなどの心理を観察し、実験の考察を操作部設計方針の参考にする。

#### (2) 実験目的

図6、に示すように手動で点灯・調光できる実験機を制作し、点灯部分はスモーク処理を施したアクリルの球体を使用する。まず初めに照明の点灯と自動調光の様子を見せ、次に操作部分は特に指定せず、どのような操作で今行った点灯及び調光を行いたいかを質問し、対象(球体)に対し身体的動作を恣意的に行ってもらおう。対象であるアクリルの球体は、直径20cm(両手で包み込める程度)と8cm(片手で包み込める程度)のものを用意する。なお、対象の設置場所によって操作方法が異なることが考えられるため、図7に示すように対象設置場所を被験者の足元、膝、腰、胸、顔、頭上の6パターンに分けて調査する。実験風景を図8に示す。実験の被験者は20歳から26歳の男女20名。



図6 手動点灯・調光実験機



図7 対象設置場所6パターン



図8 実験風景

#### (3) 実験考察

考察を以下に箇条書きで示す。

- ・ ダイナミックな動きやジェスチャーを用いた操作は数少なかった。
- ・ 単純に触れたり撫でたり叩いたり、手の平を使用した操作が多く見受けられた。
- ・ 足元、膝、頭上といった手の届きづらい範囲ではジェスチャーが用いられることもあったが、その他の高さでは触れて操作したいという被験者が多かった。
- ・ 直径20cmの球体の場合は、手の平を添えるような動作が多かった。顔より下の高さが心地よく感じる傾向にある。
- ・ 直径8cmの球体では、ボールを握るような動作が多く、指先での動作も多かった。腰より上が心地よく感じる傾向にある。
- ・ 大小の心地良さの選択に大きな差はない。

考察より、操作部設計方針の参考とするものを以下に箇条書きで示す。

- ・ 単に球体を提示するだけでは半数の被験者が即座に操作方法をイメージできなかつたため、操作部はその存在感を他部分と明確に区別させ、識別確認を容易にするための策を行う。視覚・触覚情報からどのような操作をすべきか判断できるような操作情報の符号化を目指し、形状や素材から操作をアフォードする。
- ・ 多くの被験者は大胆な動きを必要とする操作やジェスチャーを求めていなかったため、照明点灯に数多く見られるスイッチ式(ロッカースイッチやトグルスイッチなど)やタッチ式(静電容量式や赤外線検出式など)から大きく離れない程度の操作を目指す。
- ・ 手の平を使用し触れる操作が数多く見受けられたため、手の特性を活かし、触れる必要のある操作を目指す。
- ・ 心地良さは球体の大きさから極端に影響を受けていないため、操作部の大きさは全体のプロポーションとのバランスを考慮し決定する。
- ・ 立って使用する場合、操作部の高さは腰から胸あたりとする。

### 4. 制作概要

#### (1) 制作目的

工業デザインにおける情緒的作用の向上を目指し、新たな物理的操作手法を照明器具の制作を通じて模索する。

#### (2) 操作方法

機具における情緒的作用を高める物理的操作手法として、人と機具との間で行われる視覚・触覚における相互の情報伝達の過程を明確に可視化させる。本研究においては、人が操作を行い照明が点灯するまでの間に、自らの操作がモノの起動に反映されたことを実感できる新たな体験をもたらす過程を取り入れる。先の操作性評価実

験の考察も含め、考案した過程内容を以下に示す。

1. 操作部上部を指先でそっと触れることにより光源が出現し、その光源が別の点灯場所へ素速く移動する（あたかも移動したかのような錯覚を与える演出）。
2. 光源が最終到達地点に達した時、瞬時に LED が最高輝度で点灯し、その後徐々に最低輝度へ向かって変化する（点灯までの過程終了のフィードバックを与えるための演出）。
3. その後補助点灯の4ヶ所がゆっくりと光る。
4. 操作部を手の平で握り回転させることによって輝度が変わる。
5. 操作部上部を指先でそっと触れることにより、光源が点灯場所から手元に戻り、消える（あたかも手元に移動したかのような錯覚を与える演出）

### （3）制作指針

#### 【審美性】

- ・ 外観意匠は構成主義の概念に基づいて検討し、必要最低限の抽象幾何形態で構成する（ミニマルデザイン）。

#### 【素材】

- ・ 素材は、手の触れる操作部は経年変化する無垢材を、光源の軌跡を演出する部分は光を透過するアクリルパイプを、目線の高さにある点灯部は存在感を惹き出すために金属を使用する。

#### 【使用性】

- ・ 室内設置型を想定し、間接照明としての役割を果たすものとする。
- ・ メンテナンス性、運搬性を考慮し分解設計に配慮する。

#### 【機能性】

- ・ 照明点灯部は目線より上にするために、近年の日本の成人男性の平均身長は約1700mmであることから、照明点灯部の最上部の高さは1700mmとする。
- ・ 操作部の高さは腰から腹あたりにするために、日本の成人男性及び成人女性の身長を考慮し、操作部の最上部の高さを950mmとする。
- ・ 光源は全て LED を用いる。点灯する部分はパワーLEDを、光源の軌跡を演出する部分はテープLEDを用いる。
- ・ 光源の色と感情の関わりを考慮し、光の色は落ち着き、心地良さを与える暖色系とする。

## 5. 制作準備

### （1）印象実験

#### a) 実験目的

本実験の目的は、光源の軌跡を演出する部分に取り付けるテープLEDの見え方を検証することである。光源があたかも移動しているかのように見せるには、テープLEDに取り付けられた一つひとつのLEDの光源が、図9に示すような点での移動ではなく、線の移動として認識

できることが望ましい。

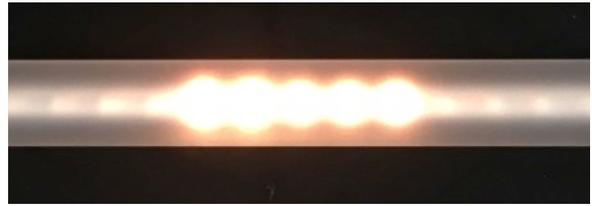


図9 点として移動するLED光源

#### b) 実験準備

1. 複数のLED光源を一つの光源として認識させるには、光源をカバーする媒体の光の拡散率と、光源とそのカバーとの距離が重要である。透明アクリルパイプにフロスト加工用スプレー（ラスト・オリウム社のフロステッドガラス すりガラス仕上げ）でスモーク処理を施したものを3種類、外径30mm、35mm、40mm、内径26mm、31mm、36mmで用意した。なお、外観意匠のプロポーショナル検討にて、パイプの外径は40mm程度を最大限度としたため、外径40mmよりも小さい径3つを用意した。外径がより小さいものを理想とする。
2. 仮にアクリルパイプのみで光源の線移動を表現できなかった場合、光の拡散率を上げるためにパイプ内部に和紙を仕込む。0.1mmの提灯和紙、0.2mmの粉雪和紙の2種類を用意する。
3. 光源には、akiba-ledピカリ館製のNeoPixel RGB TAPE LEDを使用する。
4. 高速に流れるような光源移動のプログラムは、Arduino<sup>3)</sup>（マイクロコントローラと最小限の周辺回路を備えた小型基盤）により作成する。光の色はオレンジに近い暖色系の色とする。

#### c) 実験方法

1. 図10に示すように、テープLEDをアクリルパイプの中央あたりに設置し、3種類のアクリルパイプそれぞれで見え方を検証する。

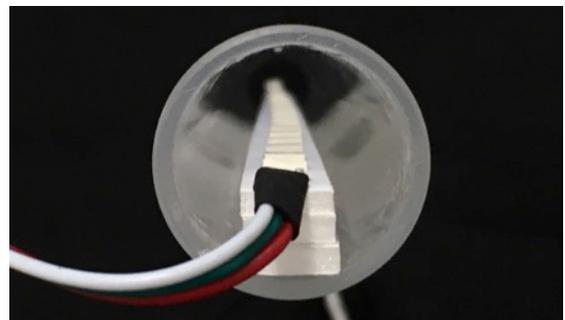


図10 中央にテープLEDを設置したアクリルパイプ

2. アクリルパイプの内径側に和紙を設置し、さらに光を拡散させる。3種類のアクリルパイプそれぞれで見え方を検証する

#### d) 実験結果

実験方法 1 の結果は、図 11 に示すように外径 30mm、35mm、40mm のすべてで、光源を線の移動として認識できなかった。

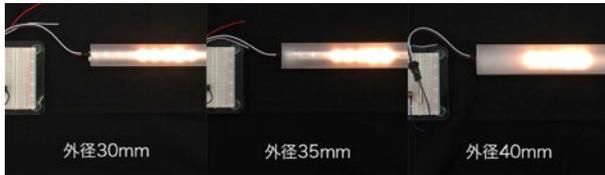


図 11 アクリルパイプ内部で光るテープ LED

実験方法 2 の結果は、0.1mm の提灯和紙では全てのアクリルパイプで光源を線の移動として認識できなかった。図 12 に外径 40mm のアクリルチューブでの結果を示す。0.2mm の粉雪和紙では、外径 35mm と 40mm のアクリルチューブで光源を線の移動として認識できた。図 13 に外径 35mm のアクリルチューブの結果を示す。よって、本制作での光源の軌跡を演出する部分には、外径 35mm~40mm、内径 31~36mm のアクリルチューブの内部に 0.2mm の和紙を仕込んだものを使用することとする。



図 12 内部に提灯和紙を仕込んだ外径 40mm のパイプ



図 13 内部に粉雪和紙を仕込んだ外径 35mm のパイプ

#### (2) スケッチによるプロポーシオン検討

本制作での外観意匠を検討するために、制作要件をもとにラフスケッチを行う。図 14 に示すように、構成主義の概念に基づいて側面からのプロポーシオン検討を行う。パイプの太さ、2本のパイプの間隔、土台の厚みなど、全体のバランスを考慮して調整する。

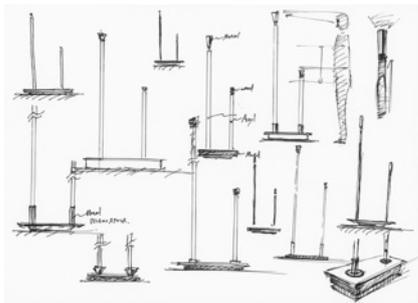


図 14 プロポーシオンスケッチ

#### (3) 2DCG レンダリングによるプロポーシオン検討

図 15 に示すように、構成主義の概念に基づいて側面からのプロポーシオン検討を行う。また、操作部、点灯部、パイプの支柱など、ディテールの意匠検討を行う。なお、本研究に示す 2DCG 画像作成ツールは、Adobe 社の Illustrator を使用する。

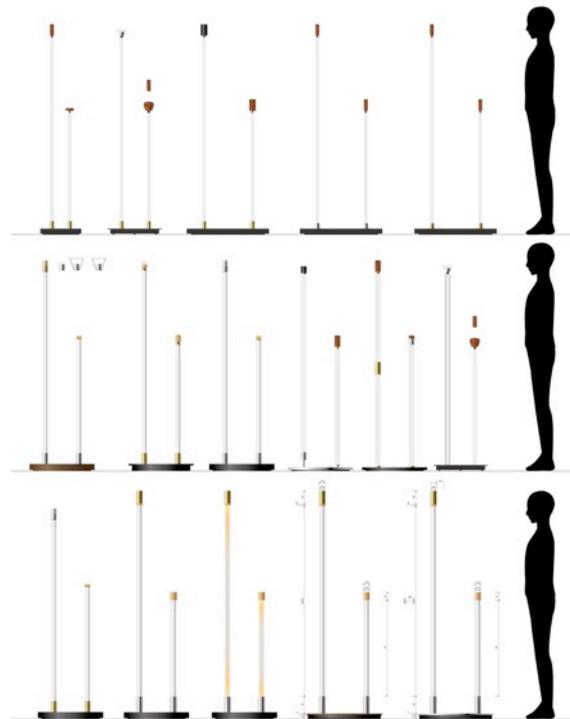


図 15 2DCG によるプロポーシオン検討

#### (4) 操作部の操作性検討

2DCG によるレンダリングと並行して、手の平を使う操作部の握り心地を検討し、本制作での操作部の大きさを恣意的に決定する。図 16 に示すように、左上から右に順に、直径 60mm 高さ 50mm、直径 50mm 高さ 50mm、直径 40mm 高さ 40mm、左下から右に順に、直径 60mm 高さ 25mm、直径 50mm 高さ 20mm、直径 40mm 高さ 25mm の円柱 6 種類を用意する。手の平全体で包み込み、確実に握っている感覚をもたらすものが理想的であるとし、検討結果から本制作では直径 40~50mm、高さ 40~60mm の円柱木材を使用することとする。



図 16 6種類の円柱木材

#### (5) 3DCGによる外観意匠及び素材の検討

3DCG レンダリングによる外観意匠検討及び素材検討を行う。検討画像の一部を図17に示す。

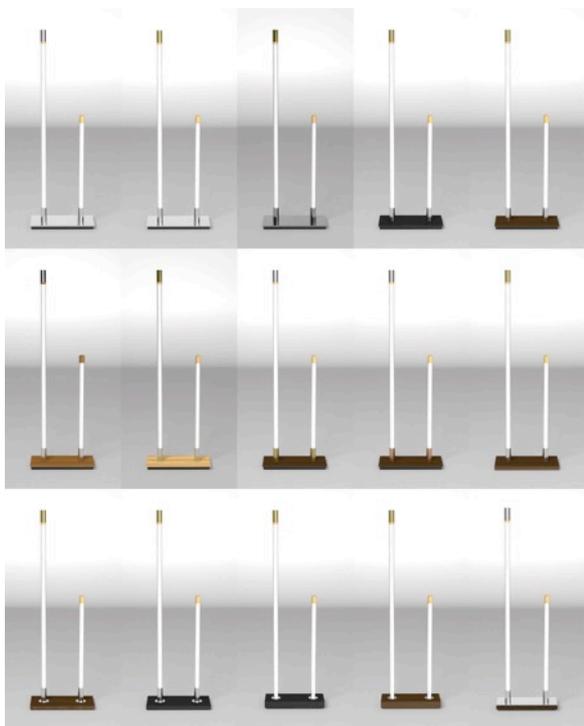


図17 3DCGによる外観意匠検討及び素材検討

#### (6) 実寸簡易模型制作

5-5から代表案を選び、発泡スチロールやスチレンボード、金属・木材シートなどを使用して実寸で簡易模型を制作する。模型の一部を図18に示す。

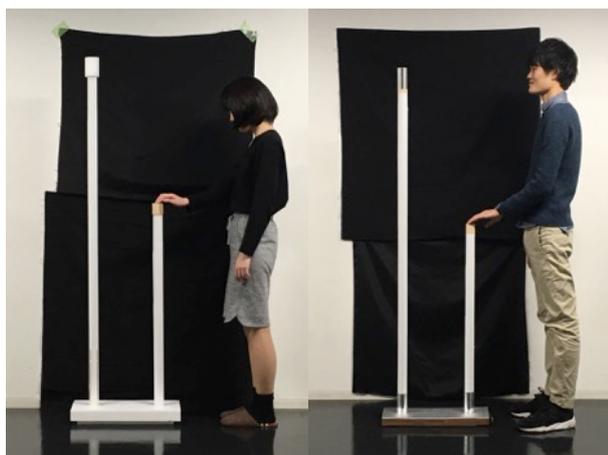


図18 原寸大簡易模型による外観意匠検討

#### (7) 外観意匠の決定

4.1~6の結果より、本制作時の外観意匠を決定する。決定案の2D及び3Dレンダリングを作成し、最終制作物が室内に置かれたシーンをイメージする。図19に2DCGレンダリングを、図20に3DCGレンダリングによる室内設置イメージを、同じく図21に室内点灯イメージを示す。

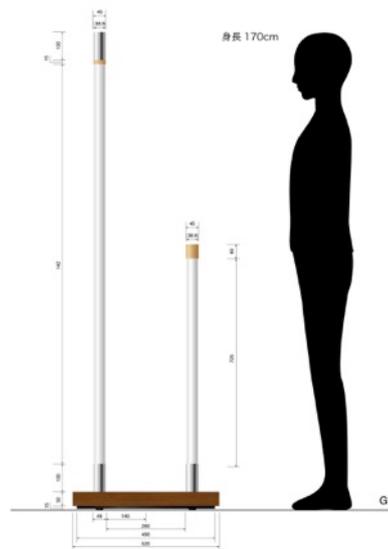


図19 2DCGによるプロポーションイメージ



図20 3DCGによる室内設置イメージ



図21 3DCGによる室内点灯イメージ

## 6. 本制作

### (1) 詳細設計

#### a) 操作部及び土台部

操作部分と土台部分には木材及び金属を使用する。操作部分は特に手が触れる部分であり、最適な木材を選ぶ必要がある。木材17種類を用意し、素材の肌触り、重さ、香り、色味を比較検討する

安定感や強度を必要とする土台部の木材には、木肌の濃い色合い、衝撃への強さ、重厚感、狂いの少なさ、優れた加工性などの特徴を持つウォールナットを採用する<sup>4)</sup>。一方、土台部と比較して高い位置にあり、軽やかさや親しみやすさを必要とする操作部の木材には、木目の主張が弱く光沢があり、白に近い色味を持つメイプルを採用する<sup>5)</sup>。

土台部及び操作部の木材は、どちらも 1 枚の無垢材から切削機により削り出し、その後やすりがけを行い、オイルを塗り込む。操作部のメイプルは木口が上部に来る方向から削り出す。図 22 に土台部及び操作部のオイル仕上げ後の状態を示す。土台の最下部には全体を支える重りとして、黒マット塗装を施した鉄板を取り付ける。



図 22 土台部(左)及び操作部(右)のオイル仕上げ後

#### b) 軌跡演出部

光源の移動を演出する軌跡演出部分にはアクリルパイプ、ステンレスパイプ、和紙を使用し、アクリルパイプ部は三層構造とする。図 23 にパイプ部の構成図を示す。アクリルパイプと土台部はステンレスパイプにて固定強度を高める。

三層目の透明アクリルパイプは、アクリルパイプ表面の光沢を高める目的及びステンレスパイプの切断面を覆う目的で設置する。また、内部のテープ LED の点光源を拡散させる目的で、アクリルパイプの一層目と二層目の間には和紙を挟み込む。

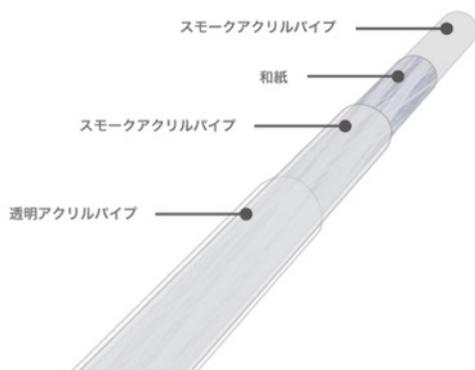


図 23 パイプ部の構成図

和紙は、恣意的に用意した 6 種類の中から点灯時と消灯時のイメージの比較を行い、選定する。比較検討の結果、KAMISM 社の、光を照らすとモダン空間に調和する縦ラインの装飾が浮かび上がる内照式和紙 KP1015 を使用する。図 24 に和紙選定風景を示す。



図 24 和紙選定風景

#### c) 点灯部

点灯部は 5 ヶ所あり、メインとなる点灯部には 3W 出力ウォームホワイト色パワー LED を 5 つ、その他パイプ部内部補助点灯部 4 ヶ所には 1W 出力ウォームホワイト色パワー LED をそれぞれ 1 ヶ所につき 2 つ設置する。また、それぞれの点灯部に合わせたヒートシンクを作成し、放熱対策を施す。メインとなる点灯部は、鏡面加工を施したステンレスパイプ及び操作部と同じ木材のメイプルを使用する。木材は、操作部の素材の質感及び色との釣り合いを考慮し、点灯部にも高さ 15mm の円筒形として設置する。ステンレスパイプは放熱としての目的及び点灯部をその他の部分と比較して強調させる目的から設置する。図 25 にアルミニウムを用いて作成したヒートシンク及び点灯部の部材を示す。



図 25 アルミニウムで作成したヒートシンク(左)及び点灯部の部材(右)

#### d) 骨格部

アクリルパイプの内部には、表面にテープ LED を貼り付けたアルミパイプを挿入する。アルミパイプの内部には被膜電線を通し、両端には LED の付いたヒートシンクを取り付ける。

#### e) 制御部

光の軌跡を表す演出や調光の制御は Arduino を用いて行う。制御部は土台内部に格納する。図 26 に作成した基板及び格納された制御部を示す



図 26 作成した基板(左)及び格納された制御部(右)

調光のための可変抵抗は操作部の木材の内部に仕込み、操作部を回転させることで調光できるような設計にする。また、木材内部にアルミ板を入れ込み、操作部を静電容量式タッチセンサにする。

## (2) 完成作品

それぞれの部品を組み立て、完成したものを図 27 に示す。また、コマ撮りによる使用イメージを図 28 に示す。

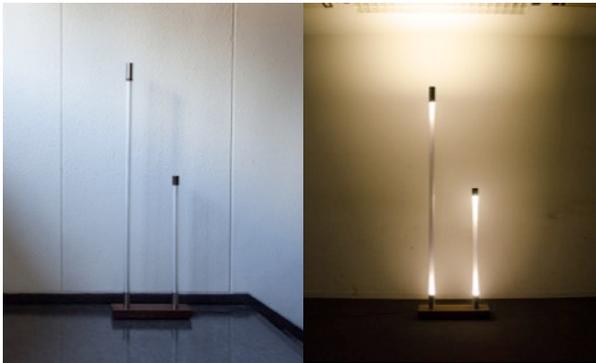


図 27 完成作品(左)及び点灯シーン(右)



図 28 コマ撮りによる使用イメージ

## 7. 展望

本研究で制作した照明器具は、製品デザインにおける情緒的作用向上のための試作であるが、これを製品としてユーザーが使用することを想定した場合に、人とモノとの共感覚といったような情緒的作用が得られることを期待したい。また本研究では、製品分野の対象を照明器

具とし、操作の対象を点灯から消灯としたが、研究内容は工業製品全般に対して訴えるものであり、対象はこれに限らない。あらゆる製品分野において本研究の訴える、製品デザインにおける人とモノの間にある情緒的作用向上への取り組みがなされることを望む。

## 8. 総括

21 世紀に入り、先進国は工業化・情報化社会の発展とともに非常に便利になり、あらゆる物事が機械で代替されるようになった。これは歓迎されるべき進化であるが、時代の潮流として利便性、効率性がすべてではなく、新しい体験として物事を楽しむ体験価値も発展を遂げてきた。それは実世界を超え、今や仮想空間に存在するコンテンツ産業として実態を変えてきた。ここまで発達した現代社会であるからこそ、先端技術を生かして、一般的な利便性や効率性とはベクトルの違う感性的機能を実製品に持たせる取り組みを行う段階にきていると考える。本研究もその一環であり、そのような取り組みは今後の生活の質の向上に役立ち、体験価値としての深い意味合いを持って、我々人間と機器の親和性をさらに高める一助となることを期待している。

謝辞：本研究にあたり、熱心なご指導を頂きました主査の佐藤康三教授、副査の安積伸教授に心より感謝致します。また本研究において、長きに渡りサポートして頂いた研究室の学生に心より感謝致します。

## 参考文献

- 1) 山崎正和『柔らかな個人主義の誕生』(中央公論新社, 1987)
- 2) 日本大百科全書 操る  
<https://kotobank.jp/word/%E6%93%8D%E3%82%8B-427627>(参照 2016-01-13)
- 3) WIRED Arduino と Raspberry Pi の違いとは？  
<http://wired.jp/2014/01/07/the-difference-between-arduino-and-raspberry-pi/>(参照 2017-2-5)
- 4) Interior Shop NOLSIA BLOG ウォールナット材料の産地とその特徴について  
<http://www.nolsia.jp/blog/solid-wood-furniture/294.html>(参照 2016-12-20)
- 5) カグオカ 家具にする木を選ぶ  
<http://kaguoka.com/wood/wood.html>(参照 2016-12-20)

## 画像出典

- a) Audi Web サイト  
[http://www.audi.co.jp/jp/brand/ja/vorsprung\\_durch\\_technik/content/2013/10/audi-a8-in-a-new-radiant-light.html](http://www.audi.co.jp/jp/brand/ja/vorsprung_durch_technik/content/2013/10/audi-a8-in-a-new-radiant-light.html)(参照 2016-02-19)