

# ノックカム機構を調光機能に応用した照明器具の開発

Development of lighting fixtures applying a knock-cam mechanism to dimming functions

滝沢友彬 安積伸

Tomoaki Takizawa Shin Azumi

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

Abstract : This study developed a lighting fixture integrating a knock-cam mechanism for dimming. The mechanism, commonly used in ballpoint pens, provides tactile and auditory feedback. A prototype with a transparent acrylic pipe and internal light source was tested by 125 users. While its unique interaction

Key Word : Lighting, Knock-Cam, interface

and aesthetics were praised, issues with glare and design balance were noted. Improvements included optimizing the spring for shielding, adjusting component placement, and adopting metal for enhanced feedback.

## 1. はじめに

### 1.1 研究背景

ノックカム機構は1953年にNolan Kent Rhoadesによって開発され<sup>1)</sup>、現在でも多くのノック式ボールペンで芯を出し入れする機構として採用されている。この機構は、以下に示す4つの部品から構成される(図1)。

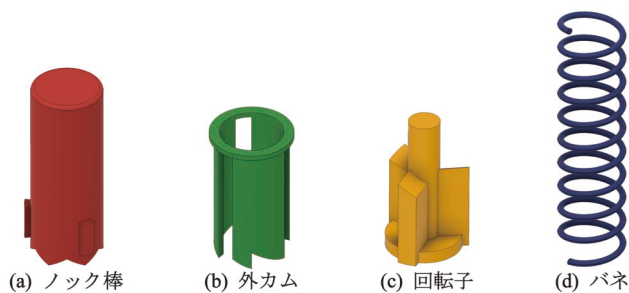


図1 ノックカム機構の構成部品

同機構は、ノック棒を一度押下することで、解放状態から固定状態となり、再度押下することにより解放状態に復帰する(図2)。

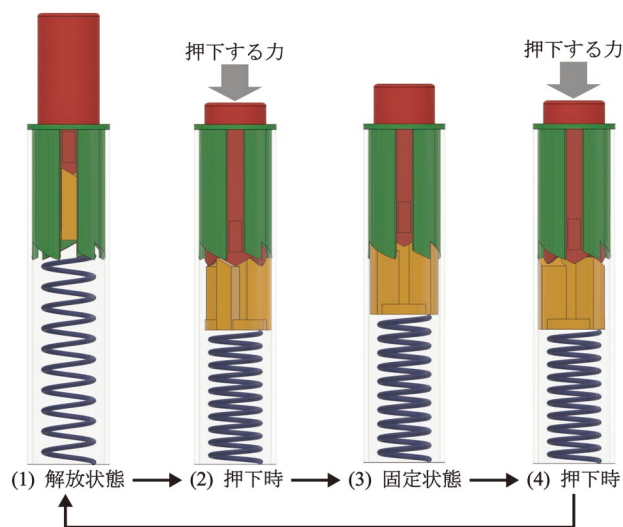


図2 ノックカム機構の動作

また、同機構は押下時に、クリック音と振動による特徴的なフィードバックが発生する。同機構ではクリック音と振動によるフィードバックによって使用者が快感を感じると仮定し、その検証を目的としたアンケート調査を実施する(2024年3月4日実施)。

被験者69名に対し、「ノック式ボールペンのクリックを反復したことがあるか」という質問を行った結果、反復する傾向があることが判明した(図3)。

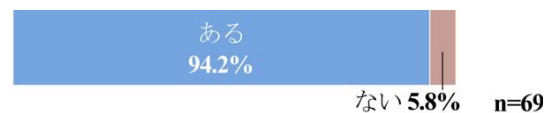


図3 ノック式ボールペンのクリックを反復したことがあるか

また、ノック式ボールペンを反復してクリックする行為の要因を明らかにするため、図3の質問にて「ある」と回答した65名を対象に、「クリックを反復した最大の要因は何か」という質問を行った結果、「クリックする感覚が快感だから」という理由が大きいことが判明した(図4)。



図4 クリックを反復した最大の要因は何か

## 1.2 研究目的

1. 1を踏まえ、ノックカム機構の動作時に発生するクリック音や振動がユーザーに与えるフィードバックに着目する。本研究では同機構の新たな活用方法として、同機構のフィードバックを応用した心地よいインタフェースを持つ製品の開発を目的とする。

## 2. 製品案の考察

ノックカム機構によるフィードバックは主に聴覚および触覚に作用する。加えて、視覚的刺激を連動させることが心地よいインタフェースを実現するために効果的であると考えられる。照明器具を調光機能により視覚的刺激を制御する機器と捉え、本研究制作の開発対象とする。

## 3. 基礎実験

以上を踏まえ、ノックカム機構のフィードバックと照明効果の変化が連動することで、ユーザーにとって強い魅力を持つインタフェースを実現できると仮定し、その検証を目的に実験モデルの制作と検証を行う。実験モデルはノック式ボールペンを参考に透明アクリルパイプの内部に機構を配置し、バネの内部に光源を配置する(図5)。



図5 実験モデル

実験モデルの展示を行い、来場者に操作を体感してもらい聞き取り調査を行う（Provocations 2023 展, TIERS GALLERY by arakawagrip, 2023年12月1, 2, 3日）。125名に対する聞き取り調査の結果、得た主な意見を肯定的意見と否定的意見に分けて以下に示す。

- ・肯定的意見
- 1) 照明の調光において、従来のものにはない新しい使用感が得られる。
- 2) 押し込む動作に応じて遮光される過程が、視覚的に美しい。
- ・否定的意見
- 1) 解放状態で、光源が直接視界に入ることにより、強い眩しさを感じる。
- 2) カム部分が大きく上部に配置されているため、意匠において不均衡な印象を受ける。
- 3) 意匠がノック式ボールペンと酷似している。

以上より、ノックカム機構のフィードバックと照明効果の変化を連動させることで、ユーザーにとって新たな魅力を持ったインタフェースを実現できることを確認した。このことから本研究では、ノックカム機構を調光機能に応用した照明器具の開発を行う。

#### 4. 制作指針の決定

以上をもとに制作指針を以下に示す。

- 1) ノックカム機構のバネがシェードとして機能し、遮光を行う。
- 2) ノックカム機構を用いてバネの圧縮と解放によって光量を変化させる。
- 3) 照明効果の変化と音と振動が伴った心地よいフィードバックが連動する。

#### 5. プロトタイプ1

##### 5.1 プロトタイプ1の制作目的

4章を踏まえ、ノックカム機構と照明効果の変化が連動する形態を検討し、基礎実験と比較して、バネがより効果的に遮光機能を果たす造形を検討する。また、それに伴い、機構の形状や配置の検討を行う。

##### 5.2 プロトタイプ1の設計

プロトタイプ1の設計概要を以下に示す（図6）。

- 1) ノックカム機構のバネの開閉を照明器具の遮光機能として活用する。
- 2) 遮光機能を高めるため、実験モデルと比較してバネの直径を大きくし、断面が平面かつ傾斜のついた形状にする。
- 3) 1)と2)を考慮し、バネとカム部分をアクリルパイプの外側に配置する。

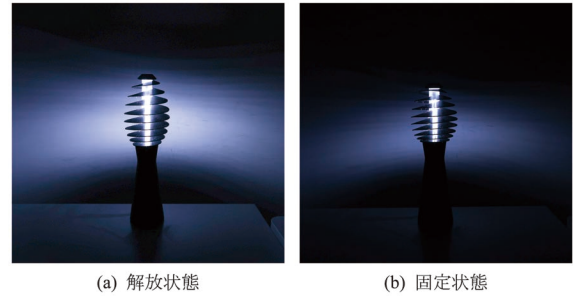


図6 プロトタイプ1

- 4) 実験モデルと比較し、カムとバネの位置を上下逆転させ視覚的に不均衡な印象を改善する。

##### 5.3 プロトタイプ1の検証

プロトタイプ1の制作の結果、確認した事柄を以下に示す。

- 1) 照明効果の変化とノックカム機構のクリック感が連動している。
- 2) カム部分とバネの配置を変更したことで、実験モデルと比較して意匠における不均衡な印象は改善された。
- 3) 土台部分上部の直径が大きいため、土台による影が発生してしまっている。

#### 6. 最終成果物

プロトタイプ1を踏まえ最終成果物を制作する。最終成果物の設計要件を以下に示す（図7）。

- 1) 土台の影が小さくなるよう、土台の形状を変更する
- 2) 使用時のフィードバックがより重厚感のあるものにするため、土台部分を金属で作成する。



図7 最終成果物

#### 7. おわりに

本研究では、ノックカム機構を調光機能に応用する照明器具の開発を行った。ノックカム機構が生み出す心地よいフィードバックは、照明分野に留まらず、他の多様な分野への応用の可能性を有している。本研究が、魅力的なフィードバックを備えたインタフェースの開発およびその発展に寄与することを期待する。

#### 参考文献

- 1) Nolan Kent Rhoades, Mechanisms for selecting, projecting, retracting or locking writing units for locking a single writing unit in only fully projected or retracted positions operated by push-buttons with saw-like or a-nalogous cams, 米国特許番号 US3205863A.