

回転する鏡による視覚効果の検討 —残像と反射の融合による新規的質感表現のための基礎実験—

藤 木 淳

札幌市立大学デザイン研究科

抄録：本研究では残像と反射に対する視覚効果の融合による新規的質感表現の創成を目指している。そのための基礎実験として、回転する鏡面反射属性が高い素材と鏡面反射属性が低い素材に対する見え方の違いを検証する。具体的には、カラーボックス内に配置した回転するミラーシートと白画用紙をそれぞれ5秒のシャッター速度で撮影する。それぞれのシートは、回転軸に対して180度間隔で2枚配置した場合、90度間隔で4枚配置した場合、45度間隔で8枚配置した場合の3パターンある。CGシミュレーション結果画像との比較により実験環境や条件の影響を確認後、各パターンにおける見え方の違いを撮影した結果写真を比較し考察する。

キーワード：質感、鏡、残像

Examination of the visual effect of a rotating mirror: Creation of a novel steric texture with fusion of an afterimage and reflection

Jun Fujiki

Graduate School of Design, Sapporo City University

Abstract: The objective of this study was to create a novel texture with fusion of visual effects of an afterimage and reflection. In the initial step of the study, I examined the differences between materials with high and low mirror reflectivity under different rotation conditions. Specifically, the rotating mirror sheet and white paper placed within a color box are each shot at a shutter speed of 5 seconds. The sheets were set in 3 patterns: 2 sheets at intervals of 180 degrees to the rotation axis, 4 at 90-degree intervals, and 8 at 45-degree intervals. The sheets were also video-recorded at different speeds. After confirming the effect of the experimental environment and conditions by comparing with a CG simulation result image, I compared and considered the result photographed of the difference in appearance in each pattern.

Keywords: Texture, Mirror, Blur

1. 緒言

本研究では残像と反射に対する視覚効果の融合による新規性のある質感の表現の創成を目指している。高速回転運動による残像現象と、鏡の反射効果による表面色の色変化が合わさることにより、新規的な知覚現象が立ち現れることを狙いとする。そのための基礎実験として、異なる条件における回転する鏡に対する見え方の違いを検証する。

従来の立体作品において、本体を低速度で回転させたり、表面の反射を視覚効果に取り入れたりする試みが行われてきた。作品に動きを取り入れた芸術作品はキネティック・アートと呼ばれ、1910～1920年代のM・デュシャンのレディメイドやL・モホイ＝ナジの機械を動力とするオブジェ作品を制作したのが先駆とされている。一方で、アニッシュ・カプーアや井上武吉らは、作品に鏡や鏡面処理された素材を用いて、鑑賞者の動

きにに応じてイメージが変化する作品を制作している。このような作品の具体的な例を図1と図2に示す。図1は動的作用により人間の知覚を混乱させる彫刻作品であり、図2は鏡の反射特性を立体の表面色の変化として用いた作品であり、こういった物理的動作や自然現象を作品に取り入れた作品が各国で制作されている。このように、物理的動作や既知の自然現象を作品に適用する傾向がある中、この両面を同時に満たすことで、既存効果の応用ではなく、新規的な質感を創成する可能性があると考ええる。

一方、質感研究に着目した場合、従来研究では静的な質感に対する知覚・印象評価¹⁾²⁾や、不透明で反射属性のない対象物の運動に対する知覚・印象評価³⁾⁴⁾が実施されている。また、藤木は同一素材において色・構造を組み替えることで任意の質感を創成する表現手法を提案している⁵⁾。これに対し、本研究は、高速な運動により時間軸を圧縮し、運動を静的な質感現象として扱い、かつ、この質感現象に従来持っている材質の特性を持たせ

ることで新規的な質感の創成を目指す。このような高速運動により時間軸を圧縮することによる新規的な質感の創成アプローチは、他の材質や運動でも来材質特性を有効である可能性があり、本研究は新規的な質感の創成のための基礎研究に位置付けられると考える。

2. 研究方法

本研究では、異なる条件下における回転する鏡面反射属性が高い素材と鏡面反射属性が低い素材に対する見え方の違いを検証する。具体的には、図3のようにカラーボックス内に配置した回転するミラーシートと白画用紙を5秒のシャッター速度で撮影する。事前にシャッター速度を都度変更しながら、回転させた白画用紙2枚のパターンのシートをテスト撮影した際に、写真に写っているシートの形状を著者が認識できなかった写真の最低シャッター速度が5秒であり、かつ、その写真が、著者の主観に基づき、視認時の見えと近いと判断したためシャッター速度を5秒に定めた。それぞれのシートは、図4のように回転軸に対して180度間隔で2枚配置した場合、90度間隔で4枚

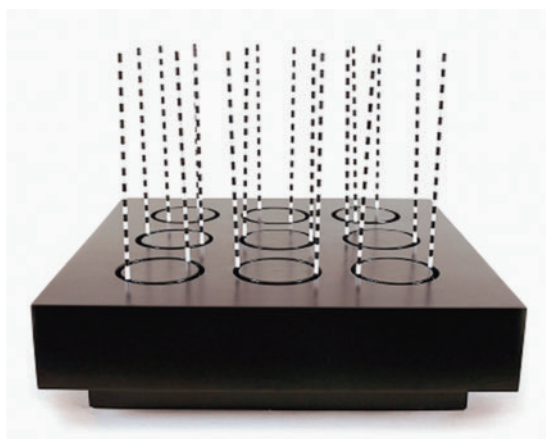


図1 ジョヴァンニ・アンチェスキ
『円筒の仮想構造』(1963年)

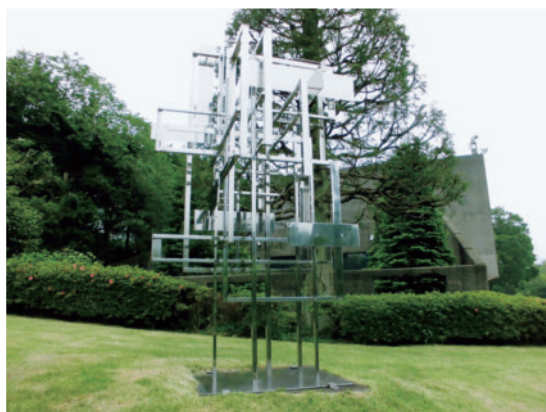


図2 ニコラ・シェフェール
『空間力学 No.22』(1954年)

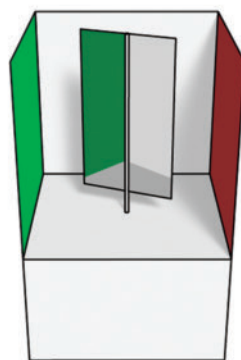


図3 カラーボックスへの配置

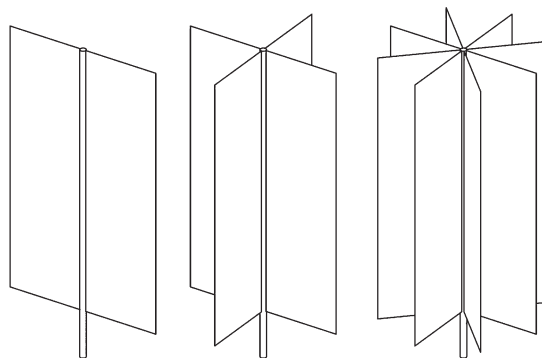


図4 シートの構成パターン

表 1 RE-260RA の性能表

使用電圧範囲	1.5～3.0V
適正電圧	3.0V
適正負荷	0.98mN・m(10.0gf・cm)
無負荷回転数	10,900r/min
適正電圧・負荷時の回転数	7,500r/min
適正電圧・負荷時の消費電流	700mA
シャフト径	2.0mm
重量	30g
外観寸法	26.9×23.8mm



図 5 シートの構成パターン



図 6 カラーボックスにシートを設置した様子

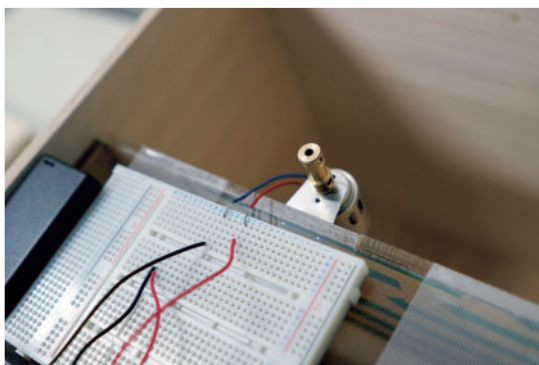


図 7 設置したモーター

配置した場合、45 度間隔で 8 枚配置した場合の 3 パターンある。回転のためのモーターはマブチモーター株式会社の RE-260RA を使用する。表 1 は RE-260RA の性能表である。実験環境と本技法を実践で利用する環境は異なることが予想される。実験環境における実験結果と、理想的な結果を生成した CG シミュレーション結果との違いを認識しておくことで、本技法の利用者が実験環境とは異なる環境での利用時に結果を予測しやすくなり、効果を実践的に活用しやすくなると考える。そのことを踏まえ、CG シミュレーション結果画像との比較により実験環境や条件の影響を確認後、各パターンにおける見え方の違いを撮影した結果写真を比較し考察する。

3. 撮影結果

図 5 が撮影する全てのパターンのシート群である。1 枚のシートのサイズは縦 20 cm×横 5 cm である。図 6 がカラーボックスにシートを設置した様子である。カラーボックス上部のシート群を設置するカラー部のサイズは縦 35 cm×横 24 cm×奥 24 cm である。それぞれのシート群は図 7 のようにカラーボックスに固定したモーターに設置する。図 8 が 5 秒のシャッター速度で撮影したそれぞれのパターンの結果写真である。なお、それぞれの回転速度を LINE SEIKI 社の回転計「TM-7000」で測定した結果、白画用紙 2 枚は 7497 r/min, 4 枚は 6707 r/min, 8 枚は 5161 r/min であった。一方、ミラーシート 2 枚は 7607 r/min, 4 枚は 7390 r/min, 8 枚は 5927 r/min であった。

4. CG シミュレーションとの比較

図 9 が CG シミュレーションで出力したそれぞれのパターンの画像である。CG シミュレーションでは、CG 光源を撮影した照明の方向に合わせ、シート群を 3.6 度ずつ回転させた 100 枚の画像の各ピクセル値を平均した合成画像を出力した。撮影結果写真と CG シミュレーション結果画像を比較した結果、白画用紙のシート群は、撮影結果写真ではシートの枚数が増えるに従い、陰影の濃度が若干上がっていた。CG シミュレーション結果画像では陰影の濃度が明確に上がっていた。一方、ミラーシートにおいては、撮影結果写真および CG シミュレーション結果画像共に、シートの



白画用紙 2 枚



白画用紙 4 枚



白画用紙 8 枚



ミラーシート 2 枚



ミラーシート 4 枚
図 8 撮影結果写真



ミラーシート 8 枚



白画用紙 2 枚



白画用紙 4 枚



白画用紙 8 枚



ミラーシート 2 枚



ミラーシート 4 枚



ミラーシート 8 枚

図 9 CG シミュレーション結果画像



図 10 円柱体を設置した CG 画像

枚数が増えるに従い不透明度が上がり、また、ミラーシート 4 枚時の赤と緑の色分布が他の枚数時と異なり逆転していることを確認した。撮影したミラーシート群は、ミラーシートのたわみや回転時の風の影響等から光の筋が現れているものの、赤や緑の反射の分布は概ね一致していると思なせる。つまり、本実験における実験環境や条件の影響は低いと判断する。

5. 撮影結果の考察

前章で述べたように、撮影結果写真および CG シミュレーション結果画像共に、シートの枚数が増えるに従い、不透明度が上がっている。また、ミラーシート 4 枚時の赤と緑の色分布が他の枚数時と異なり逆転している。シートの枚数が増えるほど、隣接するシートを反射する割合が高くなる。この結果が、色分の逆転を引き起こしていると考えられる。また、CG シミュレーションにより反射する円柱体の結果画像と比較した。図 10 がミラーシートの代わりに反射する円柱体を設置した CG シミュレーション結果画像である。ミラーシートの枚数が増えるほど、反射する円柱体の見た目に近づく一方で、周辺部がぼやけていることから、予測した残像現象と、鏡の反射効果による表面色の変化が合わされた質感が創成される可能性が示唆された。今後、ミラーシートによる円柱体による同様な実験を実施し、効果の有効性の検証を進める必要がある。

6. 結論

本研究では、異なる条件下における回転する鏡面反射属性が高い素材と鏡面反射属性が低い素材

に対する見え方の違いを検証した。具体的には、カラーボックス内に配置した回転するミラーシートと白画用紙のそれぞれのシートを、回転軸に対して 180 度間隔で 2 枚配置した場合、90 度間隔で 4 枚配置した場合、45 度間隔で 8 枚配置した場合の 3 パターンで撮影した。CG シミュレーション結果画像との比較により実験環境や条件の影響を確認後、各パターンにおける見え方の違いを撮影した結果写真を比較した。その結果、ミラーシートの枚数が増えるほど、反射する円柱体の見た目に近づく一方で、周辺部がぼやけていることから、残像現象と、鏡の反射効果による表面色の変化が合わされた質感が創成されたことを確認した。ミラーシートの枚数と色分布の相関関係は今後の課題である。また、本実験では 5 秒のシャッター速度でそれぞれの検証パターンを撮影した。回転するシートの撮影時のシャッター速度と観察者からの見えとの関係性を明らかにし、適切なシャッター速度を導きたい。最終的に、本効果を用いた立体造形物への一般的な適用手法を考案し、実践として本効果を用いた立体作品を制作したい。

謝辞

本研究は札幌市立大学・学術奨励研究費(特別研究)「新規的立体質感創成のための高速回転鏡モジュールの開発」の一部を成すものです。記して感謝いたします。

文献

- 1) 北村薫子, 磯田憲生, 梁瀬度子: 質感の評価尺度の抽出および単純なテクスチャーを用いた質感の定量的検討—視覚および触覚による建築仕上げ材の質感評価—. 日本建築学会計画系論文集 63(511): 69-74, 1998
- 2) 本吉 勇: 視覚的質感の知覚メカニズム. 映像情報メディア学会誌 66(5): 338-342, 2012
- 3) 龍輪, 飛鳥: 2つの運動図形のインタラクションの知覚と心的帰属の関係. 京都大学大学院教育学研究科紀要 54: 282-292, 2008
- 4) 村山 準, 乾 敏郎: 放物面の形状知覚—陰影及びテクスチャーの効果—(VI. 第 12 回大会発表要旨). 基礎心理学研究 12(1): 65, 1993
- 5) 藤木 淳: 3D プリンタによる質感・現象の立体表現. 日本バーチャルリアリティ学会学会誌 20(1): 45-49, 2015

