

# Shadow Processing Model Development by Parallel Light Source for Basic Design Education Method "MakeShadow" Practical

基礎造形教材「メイクシャドー」を実践するための平行光源による影処理モデル開発

Nobumasa Takahashi  
The University of Aizu, Junior College Division

## Key words

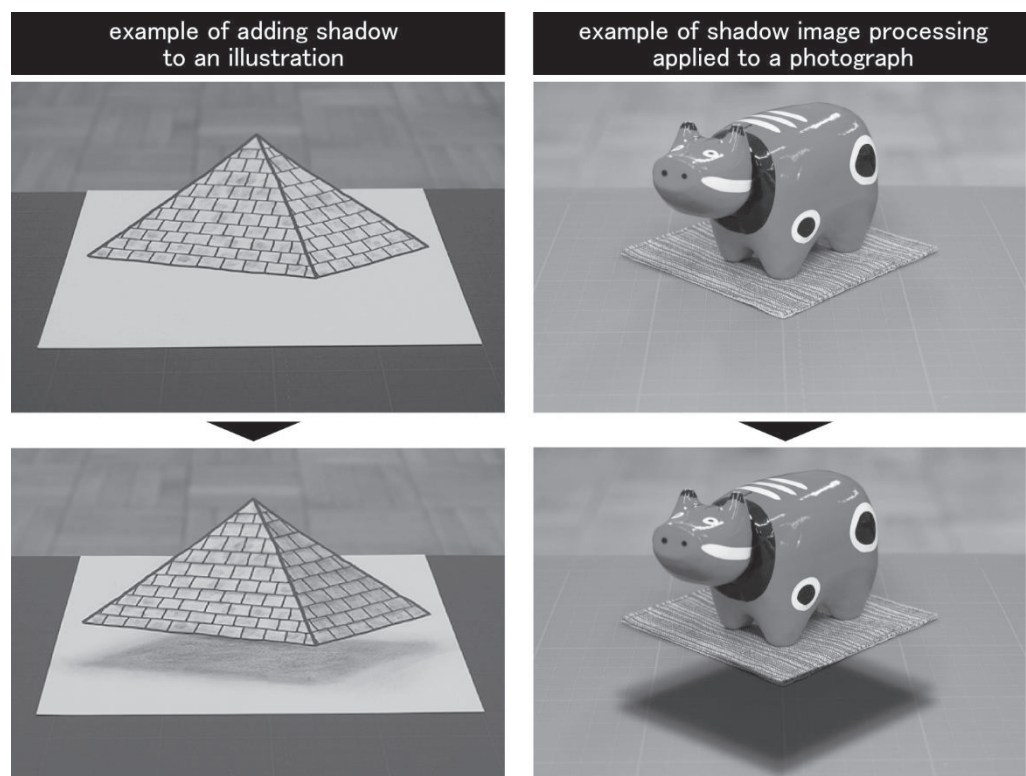
Basic design education  
MakeShadow  
Processing model  
Parallel light source  
Visual effect

## Summary

In the previous publication, the author focused on the visual effects of shading and explained the background and attempts made in exploring expressions utilizing shading and developing basic design teaching materials that enhance awareness of shading. However, students often found it confusing how to actually represent shadows, and the setting of light sources remained ambiguous, which became the initial major challenge. Therefore, it was necessary to establish a reliable model as a reference for the setting of light sources and the shape of projected shadow.

This study conducted a development test of a shadow processing model before implementing the practical application of the basic design teaching material called "MakeShadow," which aims to enhance awareness of shading. As a result, a model was established based on the definition of moving the silhouette of the subject's bottom surface parallel to the y-axis to project the shadow. This model may have a problem of looking unnatural when the upper part of the subject's bottom surface is larger. However, the idea of projecting only the bottom surface directly below is simple and practical, and it was determined to be an effective model for practical use.

The model was implemented and verified in a workshop-style class, and students generally understood how to draw shadows and the underlying principles. It is expected that teaching materials for learning various shading effects will continue to be developed in the future, and mathematical models like the one described in this paper can be greatly anticipated as tools for students to learn basic design principles while considering the aspects of basic visual.



<fig 1> example of the visual effect of adding shadow 影処理による視覚的効果の例

### 1. はじめに

筆者は前著<sup>1)</sup>において、陰影の視覚的効果を基礎造形の観点で研究することによって、造形表現をより豊かなものにできるのではないかと考え、一連の陰影に関する研究をシリーズ化させるためまずは商標登録をおこない<sup>2)</sup>、教材「メークシャドー」を試験的におこなった。教材は未完成ながらも新しい可能性を見出すことができた。陰と影を別々に描き足しながら視覚的効果を実感し、学生は制作を通して陰影による形の構成が概ね意識する（理解する）ことができた。しかしながら、影をどのように表したらよいのか学生は混乱しがちで、光源の設定も曖昧なままであったことが最初の大きな課題となった。そのため光源の設定および光が被写体に当たって投影される影の形などについて、拠り所となるモデルを確立させる必要がみられた。

### 2. 目的

陰影を意識させる基礎造形教材「メークシャドー」を改めて実践する前に、影処理モデルの開発を本研究で試みた。例えば「なんとなくぼやっとした影を描くだけ」のような曖昧すぎるモデルでは理論が定着しないし、逆にモデルが複雑すぎるとは感覚がついていけないと考えられたので、学生が程よく理解しつつ影の効果が分かりやすい処理モデルの開発を目指した。

なお、影の視覚的効果についても本来様々な可能性が考えられるが、本研究では被写体が浮いているように見せる影の効果に的を絞って検証してみた。また、電算処理のみならず、手描きのスケッチもしくは写真加工だとしても拠り所となるようなシンプルな影処理モデルの理論的な確立を目指した。〈fig 2〉は影処理モデルによる具体的な視覚効果の作例であるが、影処理モデルを用いることによって素材や技法が違ったとしても目的の表現に行き着けることが示される。

影処理モデルを今後活かしていくための基礎研究の一つとして報告する主旨で本稿をまとめた。

### 3. 開発プロセス

影処理はコンピュータグラフィックス(CG)の学習テーマとして採り上げられている場合が多いため CG 教育の文献<sup>3)</sup>を参考に、代表的なモデルを比較しながら理論的に考えてみた。電算処理に使われるごく一般的な数理的なモデルを芸術的な手描きのスケッチもしくはデジタルペイントの実践に活かそうと試みた。紙面の都合上、主に参考にしたモデルのみ掲載して開発のプロセスを端的に説明する。

光源の種類によって影が形成されるが、〈fig 2〉のように光源が非常に遠くにあった場合は平行に光が照射されて影も平行に投影される。被写体と投影面の位置関係さえ把握していれば、比較的簡単に影の形が導き出せるが、太陽のように真上から照射されているイメージが強い。

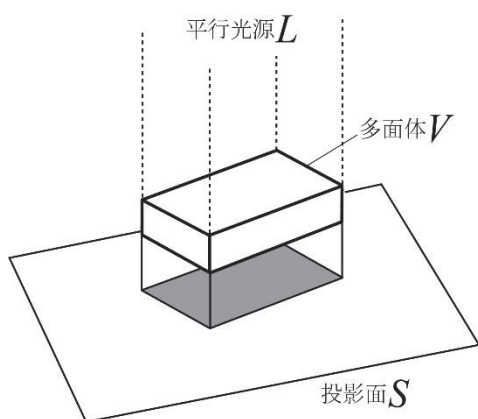
〈fig 3〉は1つの点から光が照射されている状態であり、光源と被写体の距離によって影の大きさや形が変わる。側面から光が当たる状態も表現できる反面、影の大きさを導くような計算は非常に難しくなる。点光源は面積を持たないが、もし面積を持った場合には面光源となり、実際の照明器具は面積を持っている場合があるため、現実的には本影と半影という違う影が混在することとなる場合が多い。

〈fig 4〉のような面光源もしくは線光源の場合は本影だけでなく半影とよばれる濃淡の違う複数の影ができる。素描などでも濃い影と薄い影の描き分けは重要で、実物があれば光を当てて参考にできるが、実物が無い場合や単に模写できないような場合は本影と半影を描き分けることは困難であると考えられた。

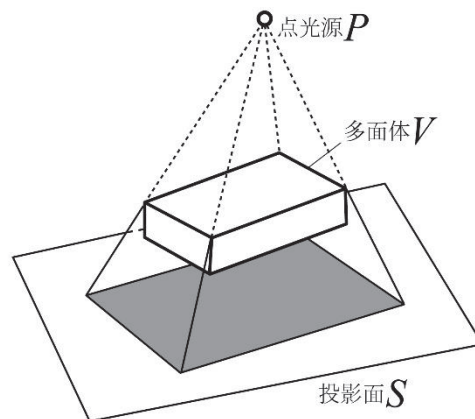
さらに実際は環境光が加わり、投影される影の濃度は均一であるとは限らないが、環境光まで考慮するとプロセスがかなり複雑になるため、境目にぼかし処理を行えば環境光に擬態できると判断した。〈fig 5〉は影のシルエットがそのまま投影された場合とガウス分布を用いてぼかし処理がおこなわれた場合を濃度変化も含め比較できる模式図であるが、ぼかし処理は常に効果的であると考えられた。

以上のような既存モデルの考察から、結果として<fig 6>のような影処理モデルにまとめることができた。被写体の底面のシルエットを  $y$  軸方向に平行移動させて影が投影されるという定義が特徴的である。さらに、現実感に近づけるためガウス分布を用いたぼかし処理も加えることとした。このモデルの場合、被写体の底面より上の部分が大きい場合には不自然に見えるかもしれないという可能性も考えられなくもないが、底面のみを直下に投影させるという考え方がシンプルで使いやすく、実践において有効なモデルと成り得ると判断した。

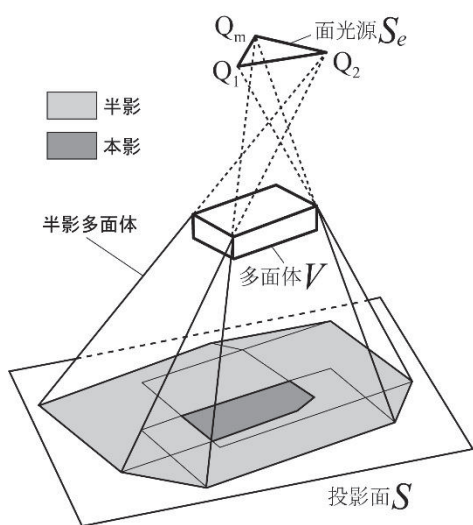
なお、平行光源だとしても多面体  $V$  と投影面  $S$  との距離、また環境光によって影の見え方が違ってしまいう可能性も想定できるが、本稿において対象の距離や環境光は研究の対象としなかった。



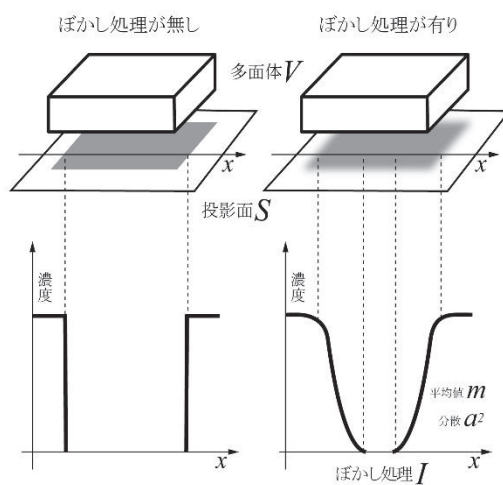
<fig 2> 平行光源による影処理モデル



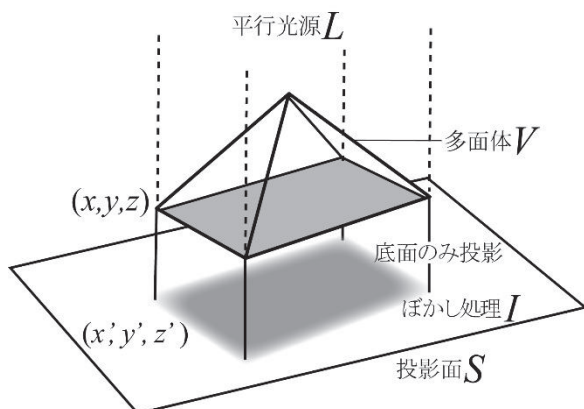
<fig 3> 点光源による影処理モデル



<fig 4> 面光源による影処理モデル



<fig 5> 影のぼかし処理が有り無しの比較



<fig 6> メイクシャドーを実践するために確立させた影処理モデル

$x, y, z$  各軸方向に  $t_x, t_y, t_z$  だけ移動させるのでアフィン変換は次のとおり示される

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

但し  $y$  軸方向だけ移動させても充分である  $t_x \doteq t_z \doteq 0$

また ガウス分布を用いたぼかし処理  $I$  を行う

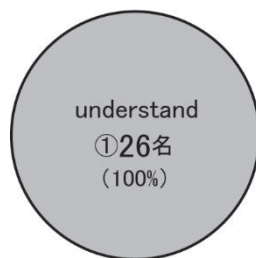
#### 4. 検証

開発した影処理モデルは、2023年5月18日に会津大学短期大学部デザイン情報コースの1年生26名を対象にワークショップ型授業で実施しながら検証してみた。なお、紙面の都合によりワークショップ型授業の詳しい内容および成果については別稿で報告するが、影処理モデルの説明を受けてから制作に取り組んだ学生たちは全員が影の視覚的効果を活かした作品の完成に至った。授業のアンケート結果は抜粋して<fig 7>で示す通りであるが、質問の「問1 カゲの基礎造形について(影のはたらき)が理解できましたか?」については全員が概ね影のはたらきについて理解できたと回答し、同じく質問の「問2 平行光源によって出来るカゲの基本的な描き方(しくみ)について理解できましたか?」に対してもしくみをほぼ理解できた(概ね理解できた23名、少し理解できた3名)という回答であった。

数理的なモデルは理系ないしCGの教材では一般的であるが、芸術系の学生にとっては馴染みのないものである。そのため影処理モデルが基礎造形教材として有効なツールとして成り得るのか実施前は不安だった。しかし、実施自体は円滑におこなわれ、自由記述を含めたアンケート回答をみる限り、数理的なモデルを使った説明を抵抗なく受け入れられた様子が窺い知れる。

問1 カゲの基礎造形(影のはたらき)が理解できましたか?

Q1 Can you understand about shadow effects?



選択肢 choice

① 凡そ理解できた understand

② 少し理解できた understand a little

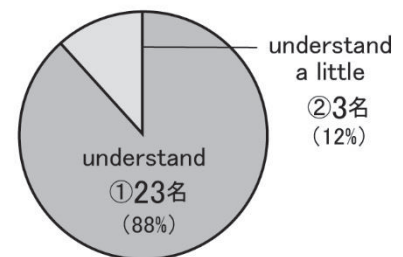
③ 少し理解できなかった not understand a little

④ 理解できなかった not understand

N=26

問2 平行光源によって出来るカゲの基本的な描き方(しくみ)について理解できましたか?

Q2 Can you understand about expression of shadow by parallel light source?



<fig 7>ワークショップ型授業アンケート結果(抜粋)

#### 5. おわりに

教材「メイクシャドー」の大きなねらいは、陰影という概念を基礎造形の中で新たに位置づけることであるが、先ずは陰影のはたらきを実感できるようにする段階から研究をすすめている。前著では影を描く際に「影はどのように描けばいいのか?」という最初の躓きがあった。その躓きを解決するために本稿では主に平行光源による影処理モデルを確立した次第である。数理的な影処理モデルは制作時に判断する際の拠り所として有効で、理論的に考えつつあまり悩まずにおこなえる実践的なモデルに成り得るものであろう。

今後も様々な陰影の効果を学ぶ教材を開発していく見込みであるが、本稿で述べた数理的な影処理モデルは陰影の基礎造形を考えながら学ぶツールの一つとして大いに期待できると考えられる。

#### 参考文献

1. 高橋延昌「陰影を意識する基礎造形教材『メイクシャドー』の試み」日本基礎造形学会「基礎造形 031」, pp.9-12, 2023.
2. 高橋延昌「MakeShadow(メイクシャドー)」登録商標第 6530408 号, 特許庁, 2022.
3. 技術編 CG 標準テキストブック編集委員会「技術編 CG 標準テキストブック」財団法人画像情報教育振興協会, pp.106-107/248-249/160-164, 2002.