

# 「浮像（うくぞう）」——影を利用して印刷物に見かけの奥行きを与える光投影技術

「浮像（うくぞう）」は、2次元平面に描かれた対象に対して、その対象の影のように見える影パターンをビデオプロジェクタから投影することで、あたかもその対象が浮かび上がって見えるように錯覚させることのできる光投影技術です。ただ浮かび上がらせるだけではなく、浮かび上がって見える対象の見た目の質感を操作することもできます。広告や視覚芸術における新たな奥行き表現手法としての利用が期待されます。

かわべ たかひろ

河邊 隆寛

NTTコミュニケーション科学基礎研究所

## 影を利用した知覚体験

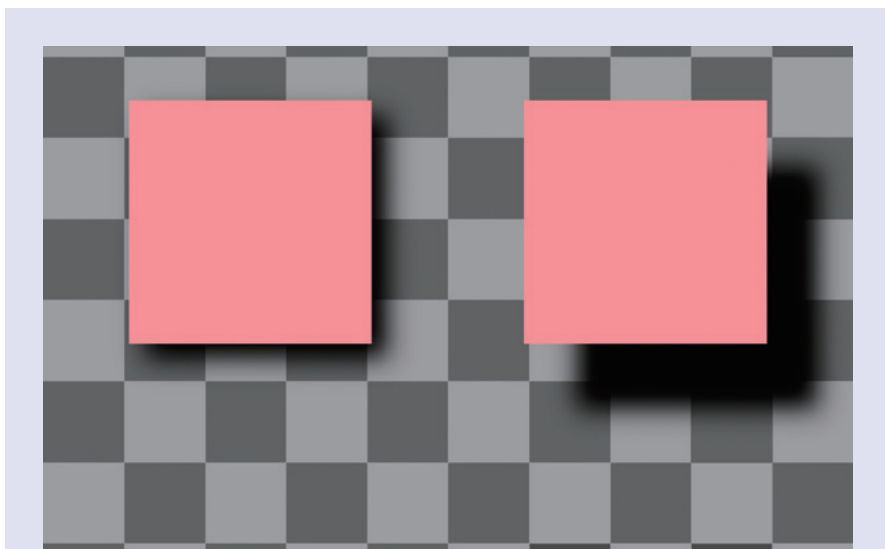
画家は、2次元平面であるキャンバスに多彩な技巧を凝らして奥行きを表現してきました。例えば影（キャストシャドウ）は、絵画内の対象のリアリティを高めるための重要な技巧として古来より利用されてきました。特にレオナルド・ダ・ビンチは、宗教的理由で絵画から除外されてきた「影」を再度絵画表現へと持ち込み、絵画のリアリティを高めたといわれています<sup>(1)</sup>。近年になると影は、絵画だけではなく、コンピュータ画面上のGUIにおいても利用されるようになりました。例えば、影を用いて仮想的な対象が浮かび上がって見えるような工夫をすることができます。

視覚心理学の先行研究<sup>(2)</sup>では、影を利用した面白い錯覚が提案されています。図1では、左右にピンクの正方形が並べてありますが、見比べると右の正方形のほうがより浮かび出ているように見えます。実はこの2つの正方形は全く同一の画像情報を持っていて、違うのはその正方形と影との位置関係です。先行研究では、影と影の手前にある対象の距離が大きいほど手前にある対象が浮かび上がって見えることが報告

されています。

光投影を用いた別の研究<sup>(3)</sup>では、プロジェクションマッピング中の3次元物体（車の模型）に対して影に見えるパターンを投影し、そのパターンを動かすことで、その車の模型がグラグラと上下に動いて見えるような現象を報告しています。つまり、影のようなパターンを投影することで、実物体の奥行きの見え方を変更することができます。

最近私たちは、3次元対象ではなく、2次元平面中の対象に対して影に見えるパターンを投影することで、その対象があたかも3次的に浮かび上がっているかのように知覚させることのできる「浮像（うくぞう）」という光投影技術を開発しました。本稿では、浮像を実現するシステム、浮像によって得られる知覚体験、および光投影による空間拡張現実技術が紡ぐ未来について紹介します。



2つのピンクの正方形の画像情報は等しいが、影と正方形との位置関係から、右の正方形が浮かび上がっているように知覚される。

図1 影が見かけの奥行きに与える効果

## 浮像のシステム

浮像で用いる基本的なシステムを図2に示します。投影対象に向かって、ビデオプロジェクタから影パターンを投影します。もちろん「黒い光」は投影できませんので、投影対象の周囲を明るくすることで、影に見えるパターンを投影します。カメラは、投影対象を撮影したり、位置合わせのためのキャリブレーションパターンを撮影したりするために用います。カメラで撮影した画像から影パターンを生成し、プロジェクタとの位置合わせをしたうえで、投影対象の近傍に影パターンを投影します。



図2 浮像のシステムを撮影したもの

## 浮像の効果

まず、印刷物内の対象に見かけの奥行きを与える事例を紹介します。図3は、NTTのロゴマークであるダイナミックループを印刷したものに、影を投影したものです。影パターンの効果により、それが印刷されている紙の面からダイナミックループが飛び出してくるような印象を与えることができます。また、影パターンとロゴマークとの間の距離を連続的に操作することで、ロゴマークが奥行き方向に動いているような印象を与えることができます。さらに、先行研究<sup>(2)</sup>に示されているように、影パターンのぼかし方を変えることでも奥行き見え方を変更することができます。

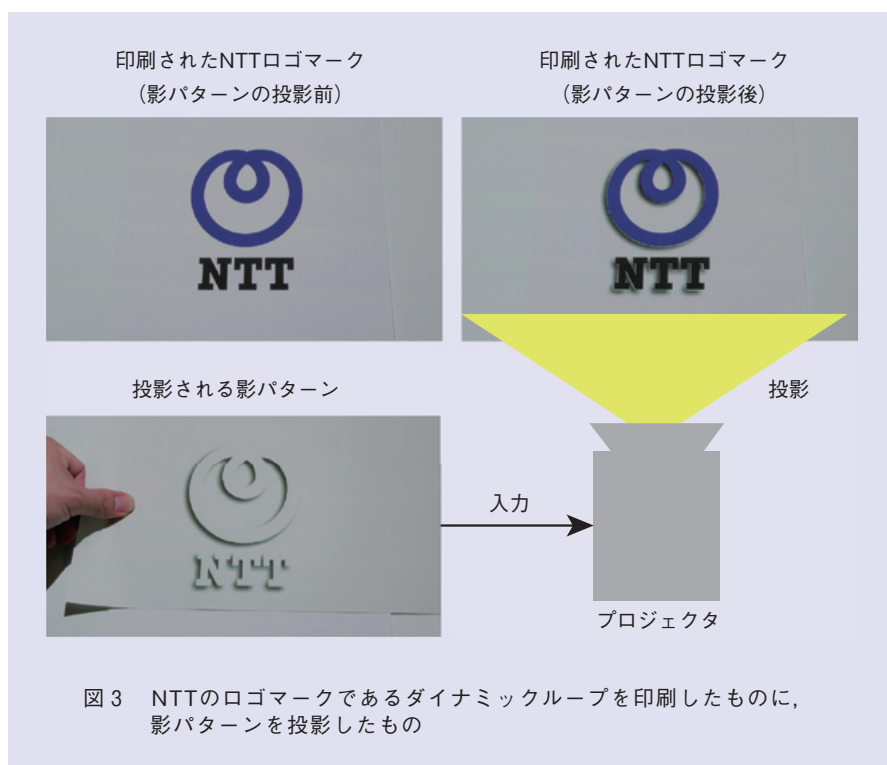


図3 NTTのロゴマークであるダイナミックループを印刷したものに、影パターンを投影したもの

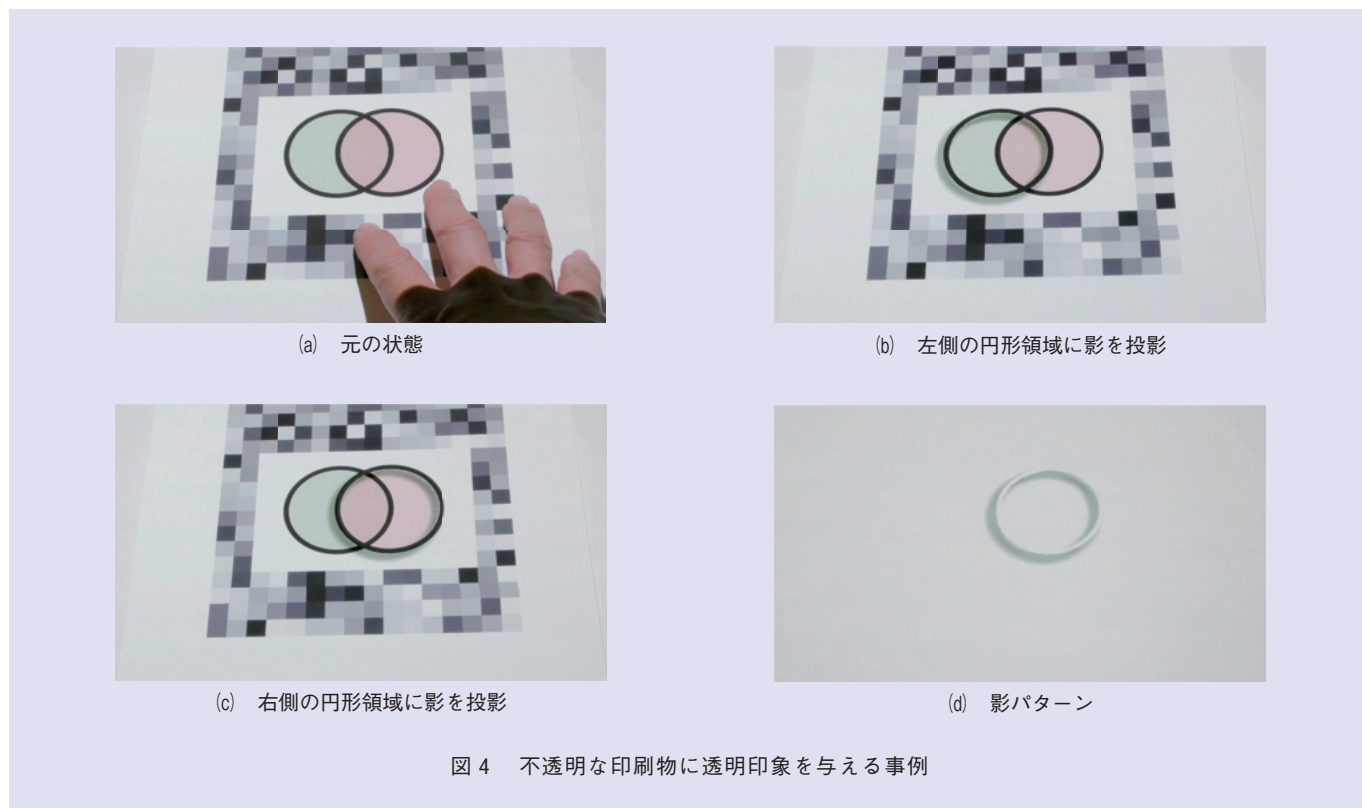
次に、不透明な印刷物に透明印象を与える事例について紹介します。2つの重なり合った、異なる色合いを持つ円形領域の輪郭に影をつけた様子を図4に示します。図4(b)では、左側の緑がかった円形領域の輪郭に影をつけています。そうすると、まるでその領域が緑がかった(ガラスやプラスチックのような)透明な素材を含んで浮かんでいるかのように知覚されると思います。図4(c)では、右側の赤く色づいた領域に影をつけた事例を示しています。この場合は図4(b)とは対象的に、赤く透明な素材を円形領域が含ん

でいるように感じられます。この場合、ビデオプロジェクタから投影されているのは、図4(d)に示されているような影パターンです。影パターンの形状を工夫することで、印刷物内の対象を単純に浮かせただけではなく、不透明な印刷物を透明な印刷物に錯覚させることができます。

また、浮像は決まったパターンだけではなく、ユーザが手書きで書いた文字やイラストにも影パターンによる奥行きを与えることができます。図2に示すとおり、浮像システムはカメラを具備しているので、手書き文字やイラストをカメラで撮影して、その画像に基づいて影パターンを生成します。その後、手書きの文字やイラストに対応させて影パターンを投影すると、それらが浮いているように感じられるのです(図5)。

### 浮像の未来

浮像は、ビデオプロジェクタを用いて身の回りの対象の見え方を変えることを目的とした空間拡張現実技術として分類できます。空間拡張技術は投影対象の見かけを物理的に変更することを目的としたものが多いのですが、通



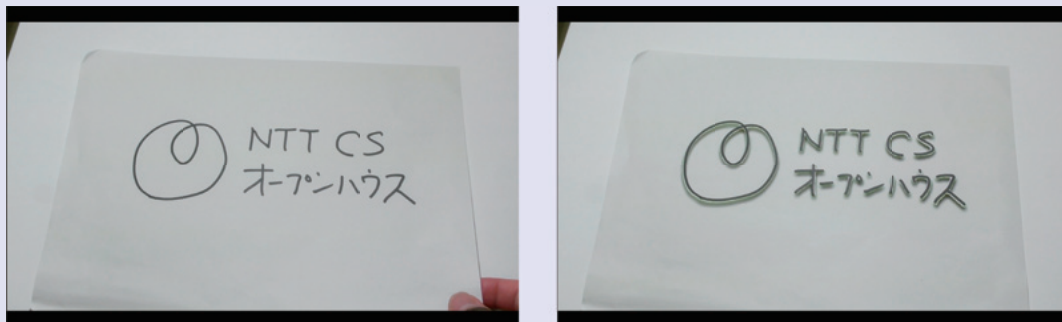


図5 手書き文字やイラストに影パターンを投影して見かけの奥行きを与えた事例

常のビデオプロジェクタを用いた場合、一般的にビデオプロジェクタの光量が足りないため、日常照明下ではその目的を達成することができません。そのため、空間拡張技術は主に暗室で利用することを想定しています。一方で、浮像は、投影対象の見かけを物理的に変更することを目的としておらず、投影対象の近くを影のように暗く見せることを目的としていますから、日常照明下で通常のビデオプロジェクタを用いて実行可能です。

日常照明下で利用できるため、その適用範囲は自ずと広がります。例えば、店舗や駅などに飾られている紙媒体のポスター広告は、刷り上がったならそれ以上の編集はできませんが、浮像を利用することで、紙媒体のポスター内の対象に見かけの奥行きを与えることができます。この見かけの奥行きにより、お客さまに注目してもらいたい箇所、クリエイターが強調したい箇所を際立

たせることができます。また、書類を記入する場面において、書類の書き漏らした箇所などに影パターンを投影することで、その箇所への注意を促すことができます。また、子どもがペンで書いた文字やイラストを浮かせられることにより、お絵かきに対するモチベーションを高めたり、浮像と相互作用しながら影のつけやすいイラストを発見したりして、子どもの芸術的な関心や発達を下支えする手助けができるかもしれません。子どもに限らず、大人であっても毛筆で書いた文字が浮かび上がったり、版画の一部が浮かび上がったりなど、新しい視覚芸術表現の1つとして利用されることが期待されます。

■参考文献

- (1) F. Fiorani: "The Colors of Leonardo's Shadows," *Leonardo*, Vol.41, No.3, pp.271-278, 2008.
- (2) D. Kersten, D. C. Knill, P. Mamassian, and I. Bühlhoff: "Illusory motion from shadows," *Nature*, Vol.379, No.6560, p.31, 1996.

- (3) R. Raskar, R. Ziegler, and T. Willwacher: "Cartoon Dioramas in Motion," *Proc of NPAR 2002*, pp.284-300, Annecy, France, June 2002.



河邊 隆寛

人間の特性を研究しその知見を応用することで、人々の生活向上に貢献することをめざして研究を続けています。浮像のような錯覚を利用することで、社会が知覚的に豊かになれば幸いです。

◆問い合わせ先

NTTコミュニケーション科学基礎研究所  
人間情報研究部  
感覚表現研究グループ  
TEL 0774-93-5030  
E-mail cs-liaison-ml@hco.ntt.co.jp