

可食レンチキュラレンズデザインシステムの提案

吉本 健義* 村上 崇斗* 宮下 芳明*

概要. レンチキュラレンズは見る角度によって色や絵柄が変化する効果や、物体を消えているように見せる効果をもつ光学素子として広く知られている。これを可食素材で作製することによって、料理の見た目を大きく変化させる新たな食体験が実現される可能性がある。本稿では可食レンチキュラレンズの設計から作製までの一連のワークフローを支援するシステムを提案する。提案システムはレンチキュラレンズのデザインを行うソフトウェアと作製を行うハードウェアから構成される。ユーザは Rhinoceros/Grasshopper 上に実装されたソフトウェアによるシミュレーションを通じてレンチキュラレンズの視覚効果を設計し、提案システムのハードウェアを用いて切断成形手法を用いたレンチキュラレンズの作製を行うことができる。また、本稿の中ではレンチキュラレンズを可食素材で実現することで可能となるアプリケーションについても示しており、可食レンチキュラレンズが切り拓くデザイン事例の可能性について述べる。

1 はじめに

レンチキュラレンズは見る角度によって色や絵柄が変化するチェンジング効果や物体をカムフラージュする効果 [1]、裸眼立体視を生み出す効果など、様々な用途から広く利用される有用な光学素子である。これを可食素材で実現することにより、これまでファブリケーション分野で培われた技術や光学的な知識を食体験の分野に拡張することができる。そのため、食体験や調理表現に新たな可能性を生み出すことが期待できる。著者らが可食レンチキュラレンズ造形手法としてこれまでに提案した切断成形手法 [5] は、時間的コストの点で優れていたが、手作業であるために精度や再現性に課題があった。また、可食素材では既成レンズの素材同等の屈折率を発揮させることが難しく、可食素材レンズの本来の見え方を予想することができなかった。

そこで本稿では、シミュレーションを通じてレンチキュラレンズを設計するデザインツールと切断成形手法による作製を行うハードウェアから構成される可食レンチキュラレンズデザインシステムを提案する。また、それによって可能となるアプリケーションについても示し、可食レンチキュラレンズが切り拓く未来の可能性について述べる。

2 提案システム

2.1 2つのナイフを用いた切断成形手法による可食レンチキュラレンズの作製

これまでの研究において著者らは、ゼリーをレンチキュラレンズの形状に成形することで、その光学特性を付与できることを示した [5]。本提案システムではレンチキュラナイフ（レンチキュラレンズの

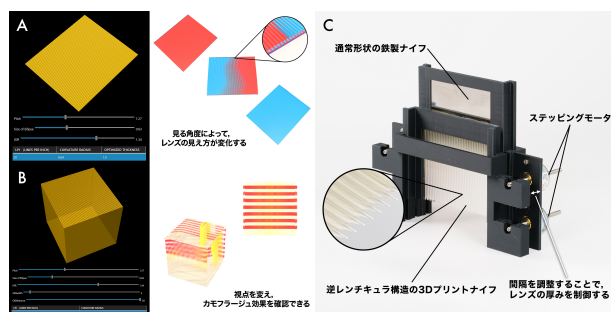


図 1. (A) チェンジング効果のためのデザインツール、(B) カモフラージュ効果のためのデザインツール、(C) レンチキュラレンズ作製のためのハードウェア

逆構造をもつナイフ) と通常形状のナイフの間隔をステッピングモータを用いて制御し、ゼリーを切断することで、ゼリーの厚みの定量的な制御を実現した。レンチキュラレンズを可食素材で実現する際、既製品同等のレンチキュラレンズのチェンジング効果を発揮するために必要なレンズの厚さは可食素材の屈折率に応じて変化する。チェンジング効果において重要なレンチキュラレンズの最適厚さを求める式は、先行研究 [6] のものを利用した。提案システムでは、ピッチと曲率半径についてはナイフの形状、レンズの厚さについては2つのナイフ間の距離を調整することで制御している。また、レンチキュラレンズにはレンズを通して見た物体を消えているように見せるカムフラージュ効果がある。これまでの研究において著者らは、カムフラージュ効果についてもその光学特性を可食素材に付与できることを示している [5]。提案システムではシミュレーションを利用したカムフラージュ効果のデザインを行うことができるため、ユーザはより容易に、物体が消えて見える条件を探索することができる。

2.2 ソフトウェア（デザインツール）

ソフトウェアは、Rhinceros とそのプラグインである Grasshopper, V-ray for Rhino 上で実装されている。ユーザはパラメータの入力によって、ピッチや曲率半径などの任意の仕様をもったレンチキュラレンズの 3D モデルを得ることができ、図 1A, 1B の左画面のように Grasshopper 内でその概形を確認することができる。前述の通り、レンズの最適厚さ計算には先行研究 [6] による式を使用している。また、シミュレーションには V-Ray for Rhino によるレイトレーシングを使用している。リアルタイムレンダリングにより、図 1A, 1B の右画面のようにユーザのビューポートからレンズの視覚効果を自由な視点でインタラクティブに確認することができる。

2.3 ハードウェア

ハードウェアは通常形状の鉄製ナイフとレンチキュラレンズの逆構造を持った 3D プリンタ製ナイフを搭載した切断成形手法のための装置である。図 1C に本提案システムによる可食レンチキュラレンズ作製のためのハードウェアの概要を示す。ナイフ部分には SLA 方式の 3D プリンタ (SATURN 2, ELEGOO) と水洗いレジン (高靱性水洗いレジン透明色, SK 本舗), ハードウェア本体には FDM 方式の 3D プリンタ (M200 Plus, Zortrax) とフィラメント (Z-HIPS, Zortrax) を使用して作製した。レンチキュラレンズの微細な構造の再現には高い解像度が必要となるため、ナイフ部分の造形には 28.5 μ m の解像度を持つ SLA 方式 3D プリンタを採用した。

3 ファブリケーションと性能評価

3.1 素材

可食レンチキュラレンズ作製のためのゼリーは、ジェランガム (SOSA) 3g を溶質、ヨーグリーナ (サントリー) 450g を溶媒として先行研究 [5] と同様に作製された屈折率約 1.34 のものを使用した。このとき、切断成形手法ではゼリーからレンズを切り出すため、ナイフのサイズ以下であることの他に切り出す元となるゼリーの形状に大きな制約はない。

3.2 チェンジング効果による色変化

10lpi については曲率半径が 1.61mm, 厚さ 4.24mm のレンズ, 20lpi については曲率半径が 1.34mm, 厚さ 4.63mm のレンズを作製するためのレンチキュラナイフを用いて検証を行った。レンチキュラ画像は通常のプリンタ (SC-PX1VL, Epson) を用いて写真用光沢紙 (Crispia Photo Paper, Epson) に印刷した。3D MasterKit (Triaxes) を用いてピッチテストを行ったところ、10lpi レンズについては 9.3lpi, 20lpi レンズについては 19.3lpi のレンチキュラ画像のときに最も良い視覚効果を得ることができた。チェンジ

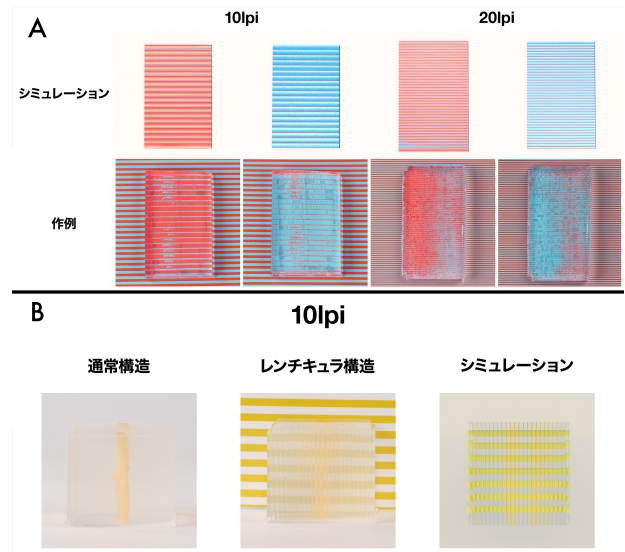


図 2. (A) チェンジング効果について、シミュレーションと作例の見え方の比較, (B) カモフラージュ効果について、シミュレーション作例の見え方の比較

ング効果について、作製したレンズとシミュレーションされた見え方の比較を行った結果を図 2A に示す。実際の見え方のどの画像においても、視点によってレンズの色が赤と青に均一に変化していることが分かる。検証した 2 種類のレンズをゼリーキューブから作製するために必要な時間は 10 分程度であった。これはレストランなどで料理を提供するためには十分に短い時間だと著者らは考えている。

3.3 カモフラージュ効果

カモフラージュ効果の検証には、3.2 節と同じ 10lpi のレンチキュラナイフを使用した。図 2B にカモフラージュ効果について、シミュレーションと作例の見え方の比較を行ったものを示す。作例のゼリーの中にはレンチキュラ構造を持つ面から 50mm 離れた位置に幅 5mm, 高さ 65mm の黄桃が配置されている。さらに、ここではカモフラージュ効果を画像でも分かりやすくするため、背面に一定間隔の縞模様の画像を配置している。図 2B より、シミュレーションによる見え方と同様に、レンチキュラ構造を持つゼリーではある程度のカモフラージュ効果を確認できる。同サイズの内部オブジェクトでさらに強力なカモフラージュ効果を得たい場合、ピッチを細かくするか、曲率半径を小さくする必要がある。

4 展望

今後は、ピッチ毎の効果の検証や誤差範囲についての詳細な調査を行い、裸眼立体視効果のようなさらなる視覚効果の実現可能性を探求していく。

参考文献

- [1] F. Lubor. Magic trick with vanishing effect, Sept. 2003. US20030054894A1.
- [2] T. Narumi, S. Nishizaka, T. Kajinami, T. Tanikawa, and M. Hirose. Meta Cookie+: An Illusion-Based Gustatory Display. In R. Shumaker ed., *Virtual and Mixed Reality - New Trends*, pp. 260–269, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer Berlin Heidelberg.
- [3] M. Nishizawa, W. Jiang, and K. Okajima. Projective-AR System for Customizing the Appearance and Taste of Food. In *Proceedings of the 2016 Workshop on Multimodal Virtual and Augmented Reality, MVAR '16*, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.
- [4] K. Sakurai, Y. Dobashi, K. Iwasaki, and T. Nishita. Fabricating Reflectors for Displaying Multiple Images. *ACM Trans. Graph.*, 37(4), jul 2018.
- [5] T. Yoshimoto, N. Kasahara, and H. Miyashita. Fabrication of Edible lenticular lens. In *In Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques Conference Posters, SIGGRAPH '23 Posters*, p. 2 pages, New York, NY, USA, 2023. Association for Computing Machinery.
- [6] 大越孝敬. 三次元画像工学. 産業図書, 1972.
- [7] 島元 諒, 塚田 浩二. カスタマイズ可能な二次元レンチキュラを用いた多視点情報提示手法の提案. WISS 2020 論文集, p. 25–30, 2020.

未来ビジョン：可食レンチキュラレンズによって広がる食表現の可能性

分子ガストロノミー分野では、調理を科学的に解析・解明し、新たな調理表現を切り拓くという試みが行われている。著者らは「可食レンチキュラレンズ研究」をその文脈の上に捉え、レンチキュラレンズのような計算された光の屈折を生み出す形状を食材で実現しようとしている。レンチキュラレンズの光の屈折によって実現し得るチェンジング効果の視覚的表現は、本稿で述べたような色の変化だけにはとどまらず、右画像で示しているような絵柄変化や文字変化に応用することが可能である。これには、先行研究で示されているような視覚と味覚の間の感覚間相互作用 [2][3] や多視点情報提示 [4][7] を実現できる大きな可能性がある。これまで、食品は情報提示用のディスプレイだとはあまり捉えられては来ず、静的な調理表現が主流となっていた。しかし、食品の視覚的特性を

司る部分を「食べられるレンチキュラレンズ」のような視覚・味覚的に美味しい光学的装置で実現することで、料理における新たな視覚的表現を追求することが可能となる。食品がディスプレイとなれば、刻まれた情報は全く異なる他のものに変化することも可能となり、動的な調理表現が主流となる新たな食の楽しみを切り拓くことになるだろう。その表現によって、食事をする人々間のコミュニケーションや食事の場、食にまつわる環境も変容し、食事と人間の関係性も変わっていくのかもしれない。新たな視覚的調理表現は目だけでなく、未来の食体験をも豊かにするに違いない。

