

変身タイリング「銀杏の舞う正方格子」

杉原 厚吉 Kokichi SUGIHARA

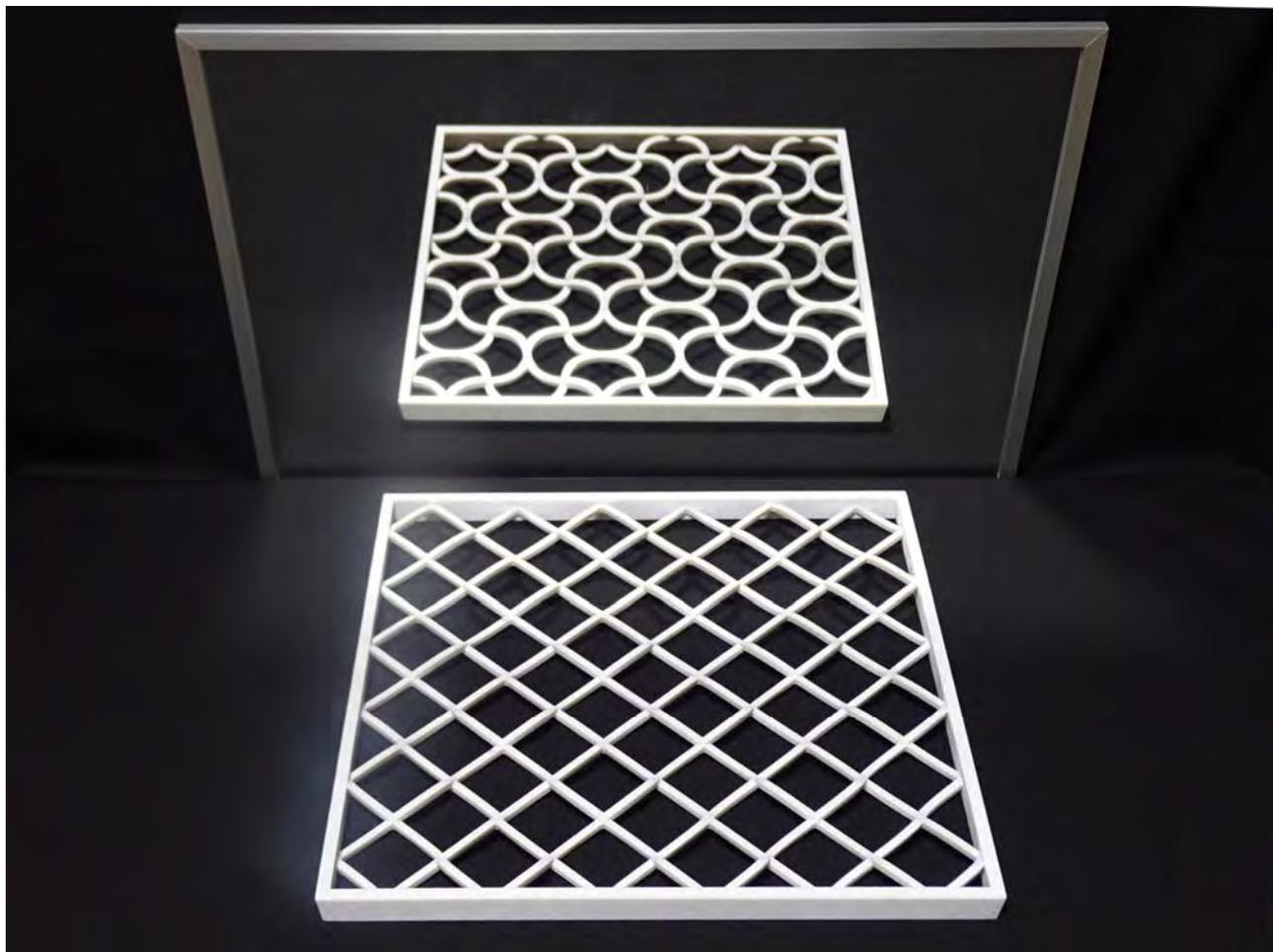


図1 鏡の前に置いた変身タイリング「銀杏の舞う正方格子」, 3Dプリントにより制作, 300×300×17mm, アクリル樹脂, 2020.

概要: 見る方向を変えると姿が変わる変身立体錯視と、1種類のタイルで平面を埋め尽くすことのできるタイリングを組み合わせ、変身するタイリングを創作した。見る方向を変えると、正方格子が銀杏の葉のタイリングに変わる。

コンセプト

1種類のタイルで隙間も重なりもなく平面を埋め尽くすタイリングパターンは、古くから知られていたが、初期のものは正多角形などの単純な抽象図形をタイルに使うものが一般的であった。これに対して、オランダの版画家エッシャーは、動植物などを表す複雑なタイルでもタイリングができることを示し、タイリングアートに革命をもたらした。現在では、そのようなタイリングパターンを作るためのタイルの配置規則は17種類に分類でき、そのそれぞれに対して、どのような

タイルの変形が許されるかが明らかになっている[1]。これを利用すれば、タイリング可能性を満たしたまま、単純なタイルから複雑なタイルを作ることができる。

一方、筆者は、1個の立体なのに、見る方向を変えると2種類の意味のある形が見えてくる「変身立体」の設計法を開発するとともに、その実例も多数創作してきた[2]。さらに、タイリングと変身立体の概念を融合した新しい錯視立体群を提唱し、それを「変身タイリング」と名付けた[3]。これは変身立体でありながら、変身する二つの姿がどちらも1種類のタイルを敷き詰めたタイリングパターンとなっているものである。

本作品は、この研究の中で創作した変身タイリングの一例で、第1の方向からは正方形を敷き詰めたタイリングパターンが見え、第2の方向からは銀杏の葉を敷き詰めたタイリングパターンが見えてくる。

特筆点

変身タイルングを実現するタイルは、平面に敷き詰めることができる条件と、変身立体を作ることができる条件を同時に満たさなければならない。そのようなタイルの一つの設計法を構築した[3]。

重なりも隙間もなく平面を埋め尽くすことができるタイルは、93種類に分類される同型グラフ類のいずれかに属す単純なタイルングパターンから出発して、そのそれぞれを特徴づける17種類のタイル配置規則に反しない範囲でタイルを変形することによって得られる[1]。

一方、二つの図形から変身立体が作れるための条件は、二つの視点を含む任意の平面で図形境界を切断した点同士で、視線方向の順序を乱さないように1対1対応が取れることである[2]。

変身タイルングを作るためには、タイルング可能な2種類のタイルで、タイルングに現れるすべての姿勢に対して、変身立体が作れるための条件を満たすものを見つけなければならない。そのための一般論はまだ完成していないが、一部の配置規則に対しては、変身立体が作れるための条件との整合性が自動的に取れるために、設計が可能であることを見つけた[3]。本作品はこの方法で作ったものである。

特に、この正方格子と銀杏格子の組み合わせは、神社のさい銭箱の蓋を想定して選んだものである。実際、この作品の改訂版をブロンズ鑄造で制作したもの2個を、岐阜県高山市の飛騨山王宮日枝神社からの依頼でさい銭箱の蓋として奉納した。

制作過程・方法

ひとつのタイルとそれに隣接するタイルの相対的配置規則がどのタイルにとっても等しいという性質を満たすタイルングは Isohedral Tiling と呼ばれ、93種類のグラフ同型類に分類されている。その中の IH55 (IHは Isohedral Tiling の頭文字) と呼ばれるタイルング類に着目した。これは、90度の回転と平行移動との合成によってタイルが敷き詰められるものである。ある姿勢に置いた2個のタイルの間で変身立体が作れるとき、180度の回転(つまり90度の回転を2回合成した変換)および平行移動を施した姿勢でも変身立体が作れることは自動的に保証される。そのため、90度回転した姿勢についても変身立体が作れるという条件さえ満たせば、そのタイル対の間で変身タイルングが作れる。この条件を満たすものとして、正方形を45度回転させたタイルと、銀杏の葉の形のタイルの対を見つけることができた。

この2個のタイルに対して、タイルングに現れるすべて姿勢の変身立体を作り、それらを平面上に敷き詰めて枠を付

けたのが本作品である。

IH55 に属すタイル対で変身条件を満たすものは多数作れるが、その中で正方形格子と銀杏の葉という組み合わせを選んだのは、さい銭箱の蓋という用途を考慮したからである。必ずしも後ろに鏡を立てて見るという展示環境は望めないで、第1の視点から見た後で、第2の視点へ回り込んで見ても不思議さを作り出すためには、どちらのタイルも記憶しやすい形であること、および一方が直線的でもう一方が曲線的であるなど印象の違いが大きいものであることが望ましい。この観点から、正方形と銀杏の葉を選んだ。

設計のためのソフトウェアは、筆者の自作による Fortran プログラムである。設計計算には、明治大学先端数理科学インスティテュートの共同利用計算機を利用した。計算結果として得られたタイル立体の結合、枠の付加など最終調整には、形状設計用アプリケーションソフト Rhinoceros (version 5) を使用した。3Dプリント作業は、3Dプリントサービス会社へ外注した。

おわりに

1種類のタイルを敷き詰めたパターンでありながら見る方向を変えると変身するという視覚効果をもった変身タイルングは、庭のフェンス、門扉、防犯用の窓格子など、実世界でも広い用途が考えられる。この需要に応えられるよう、耐久性があり大量生産も可能な製造方法についても開発していきたい。

参考文献

- [1] B. Grünbaum and G. C. Shephard, Tiling and Patterns: An Introduction. W.H. Freeman and Company, New York, 1989.
- [2] K. Sugihara, Ambiguous cylinders: A new class of impossible objects. Computer Aided Drafting, Design and Manufacturing, vol. 25 (2015), pp. 19-25.
- [3] K. Sugihara, Ambiguous tiling, Computer Aided Geometric Design, 2020.
DOI information: 10.1016/j.cagd.2020.101851

著者紹介

すぎはら こうきち

明治大学先端数理科学インスティテュート

〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1

kokichis@meiji.ac.jp