

## ●日本テセレーションデザイン協会●

日本テセレーションデザイン協会は、図形の敷き詰めを応用した新しいデザインを創作、研究するメンバーが集う団体です。1998年にローマで開催されたエッシャー会議を機に発足し、首都圏を中心に定期的に会合を開き活動しています。ご興味のある方はご連絡ください。



メール: info@tessellation.jp  
ウェブ: http://tessellation.jp

### 近年の主な活動

#### 常設展

- ・2018 (2017～) はまぎん こども宇宙科学館, (B2F, 4F)
- ・2017～ 多摩六都科学館, テセレーション動物パズルコーナー
- ・2016～ キッズピア足利, テセレーションランド
- ・2012～ National Museum of Mathematics, Tessellation Station (MoMath)

#### ワークショップ / 企画展示 / 展覧会 / 講演など (国外)

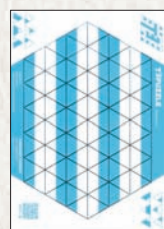
- ・2018 (2013～) Bridges Conference (The Bridges Organization), Art Exhibition and Movie Festival
- ・2013 Joint Mathematics Meetings (MAA and AMS), Art Exhibition
- ・2013 International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry Congress Festival, Art Exhibition

#### ワークショップ / 企画展示 / 展覧会 / 講演など (国内)

- ・2018 未来の先生展 2018
- ・2018 芸術と数学の交流シンポジウム (東京大学数理科学研究科)
- ・2018 エッシャー生誕 120 周年記念講演・ワークショップ (ミラクル エッシャー展)
- ・2018 おとな図鑑 Vol.2 (アーツカウンシル東京)
- ・2018 (2011～) サイエンスアゴラ (JST: 日本科学技術振興機構) 2015 リスーピア賞受賞
- ・2017 (2016～) 数理女子、あなたも数学者！～母娘で体験する数理ワークショップ～ (協力)
- ・2017 野老朝雄展 CONNECT (コラボレータ出展)
- ・2016 ロマンティック数学ナイト (和から株式会社)
- ・2016 MATH POWER (すうがくぶんか、アスキードワンゴ)

#### 書籍・新聞・TV など

- ・2018 「図形を敷き詰める、芸術」 (朝日小学生新聞)
- ・2018 「数学者・荒木義明先生に訊く、エッシャーのこと。」 (ほぼ日刊イトイ新聞)
- ・2018 「パズルのような緻密さ! エッシャーがハマった敷き詰め」 (フジテレビ「ノンストップ!」)
- ・2018 テセレーションパズル (関西テレビ「ピーコ & 兵動のピーチケパーチケ」)
- ・2018 「美しきタイル張りの数学」等、(科学雑誌 ニュートン 1,3,5,7 月号、別冊 数学の世界 図形編)
- ・2018 「エッシャー生誕 120 年によせて」 (数学セミナー 7 月号)
- ・2018 「T3 パズル」 (丸善雄松堂)



## TESSELLATION 日本テセレーションデザイン協会

### 図形と空間の不思議 敷き詰め模様で遊ぼう! ⑦

2018.11



## 日本テセレーションデザイン協会 20年に寄せて

荒木 義明 (日本テセレーションデザイン協会代表)

<http://tessellation.jp>



今年2018年に、当協会は設立20年を迎えました。この冊子を手にとっていただいた方、「テセレーション」という言葉を覚えていただいた方、そして日頃よりご支援いただいている皆さまに心より感謝致します。

協会名に冠した「テセレーション」は、日本語では「敷き詰め」と呼びますが、この言葉とそこから始まる楽しさを広げることが当協会のミッションです。その語源は「テセレ(四角)」を「レーション(移動)」であり、平面を隙間も重なりなく敷き詰めることを想像いただけるでしょう。

当協会発足のきっかけは、テセレーションを芸術の域に押し上げた作家 M.C. エッシャーの生誕100年の国際会議でした。科学・芸術・教育・文化等分野横断して熱気にあふれる国際会議に参加した日本人はたったの二人。これまでそれぞれ活動してきたこの二人が異国の地で出会い、その熱気を日本でも継続し、広げるべく当協会を立ち上げたのです。



図1. エッシャー生誕100年国際会議のポスター 1998年 ローマ



図2. エッシャー生誕120年開催のミラクルエッシャー展 2018年 上野の森美術館



図3. 科学雑誌ニュートン別冊(図形編)掲載のテセレーション記事



図4. ミラクルエッシャー展でのオリジナルグッズ販売

今年はエッシャー生誕120年にあたり、東京では20万人を動員する大規模な展覧会が開催され、当協会も全面協力しました。講演会やワークショップ、TV・新聞・雑誌での解説、オリジナルグッズ販売等、日頃の研究・創作の成果を多くの人に届けました。

これからの予測困難な時代に向け、特に教育分野等では「テセレーション」の重要性が増してきています。今回の小学校の学習指導要領改定では、「数学の美しさ」の学びが加わり、その活動の実践として「敷き詰め」が示されています。

次の20年に向けて当協会は、研究・創作を深め、社会に資する活動を広げてまいります。学校向けの教材開発(図6)や科学館での常設展開設(図7)等の活動は、この冊子の各メンバーの記事をご覧ください。今後とも当協会の活動へのご理解・ご支援のほどよろしくお願い申し上げます。

図5. 人気アパレルブランド marble SUD とのコラボ RABBITX



図6. 当協会の教材を活用した小学校での出張授業



図7. 当協会提供の常設展示はまぎんこども宇宙科学館 2017年～壁面を利用した磁石パズル床面を利用したマットパズル

## T3 パズルの科学館展開

谷岡 一郎 (神戸芸術工科大学)

<http://t3puzzle.com>



T3 パズル、もう遊んでくれた人もいますでしょうか？ 2014 年の登場以来、T3 パズルはどこで遊べるという沢山の熱いご要望をいただき、いよいよ、全国各地で遊んでもらえる準備が整いました。今回は、特に科学館での様子について報告します。

T3 パズルとは、表裏ツートーンの正三角形タイル（図 1）を並べ、様々な絵やパターンをデザインする教材です。パズルという名前がついていますが、実はルールや正解はありません。一種類しかない沢山のピースを触り、正三角形や裏表の柄のつながりを観察するうちに、数学やアートの力を自然と身につけてもらえると思います。



図 1. T3 パズル ピースの表と裏

### インスタ映えする壁の模様

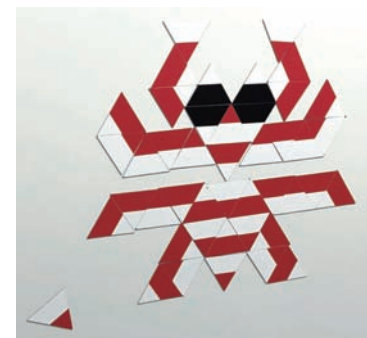
T3 パズルの常設展示は、今年 2018 年の 5 月より横浜の はまぎんこども宇宙科学館を皮切りに始まりました。常設展示ですから、年間を通して T3 パズルをいつでも遊べることができます。

今回は両面磁石のピースにしたことで、カラフルで精密なピースで遊べるようになりました。また磁石なので、鉄板の壁いっぱい大きな模様を存分に作れます（写真下）。

はまぎんこども宇宙科学館の 4F の小部屋の壁には、色とりどりの T3 パズルの模様をみることができます。この部屋の壁は全面が白い鉄板で、下から上まで貼り付けることができます。



カラフルなピースならではの「はっとする」デザインが次々と作られています。「蜘蛛」(写真右)では、目を黒のピースで、体を赤のピースで使い分けることで、今にも動き出しそうな生き生きとした様子をうまく表現しています。



カラフルなピースによるデザインの可能性は、まだまだ未知数です。色とりどりの自分だけの模様をつくってインスタグラムなどの SNS でぜひ共有してみてください。

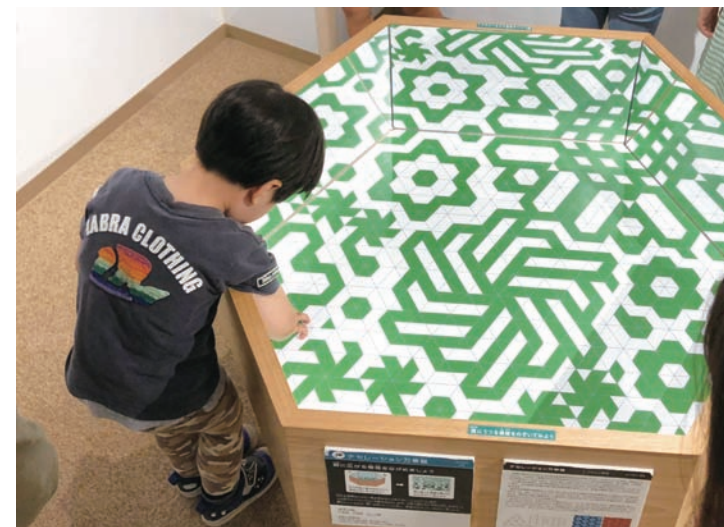
また、この磁石ピースは教室の黒板やホワイトボードなど磁石のつく壁なら、どこでも遊べます。鉄板ではなくてもスチルペーパーを利用すれば、デッドスペースな壁を有効活用できます。

### 無限に敷き詰まる世界：T3 万華鏡

さらに気軽に T3 パズルの魅力に触れてもらうために、万華鏡を応用した常設展示も始まりました。この展示では、ピースを自分で敷き詰めなくても、無限にピースをしきつめたときの模様を垣間見ることができます（写真下）。

六角形の展示では、見る角度によっては T3 模様が浮き上がっているようにも見えます。これは囲いの側面の鏡に、囲いの底に置かれている T3 模様が映し出されているのです。右上の「ひまわり」模様がみえるでしょうか？ でも実際に底に置かれた元の模様は、ひまわりの 3 分の 1 だけしかないので。

さらに視線を下げていくと、鏡同士が互いに反射し合って遠くまで広がる模様を追っかけてみることができます。壁の磁石ピース一枚を底において模様の変化をじっくり楽しんでみてください。



## TH-五角形と3つのサイズの六花の形

杉本 晃久

<http://tilingpackingcovering.web.fc2.com/>



図1に示す凸五角形は、2個の合同な正三角形とその正三角形の1/3個分と等しい二等辺三角形からできているので、図2のように3つ集めると7個の正三角形が集まった形にできます。このような7個の正三角形を連ねてできる図形は「ヘプタモンド (Heptiamond)」と呼ばれています。つまり図1の凸五角形は、三等分したヘプタモンド (Trisected Heptiamond) から得られるユニークな凸五角形とみなせます。そこで、この凸五角形を「TH-五角形 (TH-pentagon)」と呼ぶことにしました。TH-五角形は裏返したものを同時に用いることで、無限種類のテセレーション (敷き詰め、タイル張り) を作ることができるとても面白い性質を持っています。

正六角形が7個集まった図3の形は「六花 (Hexagonal Flower)」と呼ばれています。TH-五角形は、3つのサイズの六花の形を埋めつくすことができます。小さい (レベル5の板の) 六花は、18個のTH-五角形で1つのユニークなパターンを作れます。中間の (レベル11の板の) 六花は、72個のTH-五角形で15のユニークなパターンを作れます。大きな (レベル12の板の) 六花は、162個のTH-五角形で2つのユニークなパターンを作れます。なお、TH-五角形で埋めつくすことができる六花の形はこの3つのサイズのみとわかっています。一方で、TH-五角形は図4のように歪んだ六花のような形でも敷き詰めができます。TH-五角形の模型を使って調べてみましょう。

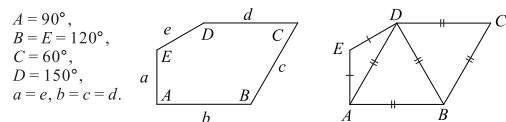


図1. いろいろな敷き詰めができるTH-五角形

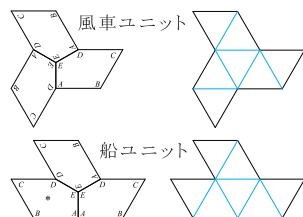


図2. TH-五角形とヘプタモンドの関係

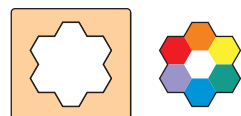


図3. 六花 (りっか) の形

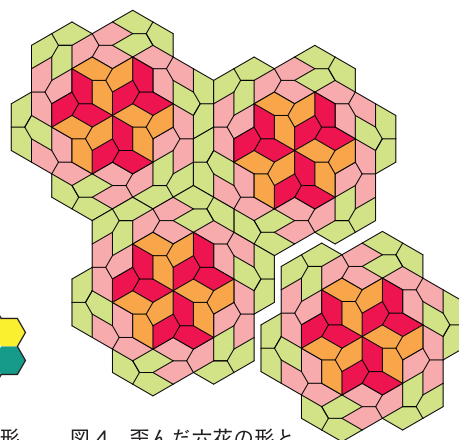


図4. 歪んだ六花の形とそれを並べたテセレーション



## ネズミとネコのパズル (ヒーシュ数3の敷き詰めパズル)

中村 誠 (テセレーションデザイナー)

<http://tessella.sakura.ne.jp/home.index.html>

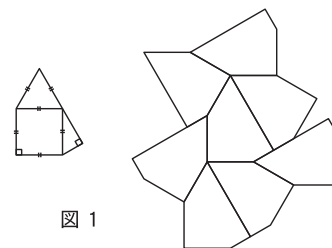


図1

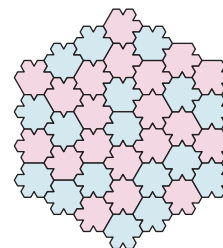


図2  
アマンの見たヒーシュ数3の図形

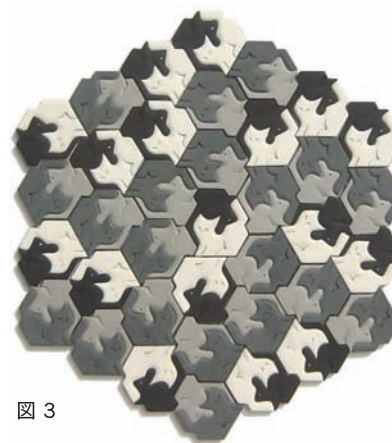


図3



1ピースの表裏

ある多角形が与えられたとき、その多角形が平面を敷き詰めることができる (タイル) かどうかを判断することができるアルゴリズムはあるでしょうか? 多角形が例えば「凸六角形 (凹んでいない六角形)」というふうに限定されていればそのようなアルゴリズムはあります。ですが、ありとあらゆる多角形を対象にできるようなアルゴリズムはあるかはわかっていません。

数学者は、そのようなアルゴリズム (敷き詰めることができる多角形とはどのようなものか) を考えている過程で、面白い存在があることに気づきました。それは、平面を無限に敷き詰めることはできないけれど、自身の周りの小さい領域なら自身のコピーを使って敷き詰められるようなタイルがあるということです。数学者のヒーシュ (Heesch) は、図1のようにある特定の凸五角形が自身の周りを1周だけ囲むことができると示しました。このことから、タイルの周りを何周囲むことができるかの値が「ヒーシュ数」と呼ばれるようになりました。図1の凸五角形は、ヒーシュ数が1のタイルと呼ばれます。ちなみに、正方形のような無限に敷き詰めることができるものは、ヒーシュ数が無限のタイルと言えます。

ヒーシュ数が有限でかつ大きな値になるようなタイルの探索は、プロの数学者だけでなくいろいろな人が行っています。その中のひとりのアマン (Ammann) は、ヒーシュ数が3であるタイルを見つけました (図2参照)。そのタイルをアレンジしたものが図3です。図3のタイル (ネズミとネコのペアのタイル) は、その周りを36個の同じタイルを使って3周だけ囲めます (タイルは裏返しも用います)。なお、現在までに知られている最大の有限のヒーシュ数を持つタイルは、ヒーシュ数が5のタイルです。

解説: 杉本晃久

## M.C.Escher に捧ぐ

鳥越 眞生也 (デザイナー: 鳥越屋)

<http://torigoeya.com/>



私の作品中の動物をモチーフとした連続模様は、1種類(又は複数)の形で隙間なく平面を埋め尽くします。個々の形は、隣に接した形と輪郭線を共有しており、ひとつひとつの形が、ある時は「図」に、またある時は別の形の背景として「地」となり、同じ形であるのに、視線を移す度にその役割を入れ替えます。これらのパターンは「平面充填」や「テセレーション」と呼ばれており、オランダの版画家M.C.Escherの作品モチーフとして良く知られています。

Escherは自身と同じ興味を持って「平面の正則分割」を使用した作品を作るものが居ないことを嘆き、次のような言葉を残しています。

「私はここではひとりぼっちでさまよっていました。  
この庭はもちろん私だけのものではありません。  
すべての人に門は開かれています。」

『平面の正則分割』M.C.Escher/坂根巖夫訳

私の作品はこの言葉を指針に、彼の「庭」を散策した記録です。そして、そんなEscherに捧ぐ回文を考えてみました。私にとって、言葉をひっくり返したり整えたりして作る回文も「平面充填」なのかもしれません。



誰も知らず孤独と創りし、 たれもしらずこどくにつくりし  
この絵の庭に彷徨うも、 このえのにわにさまようも  
俺だけか独り闇と。 おれだけかひとりやみと  
図は地、地は図と見やり、 ずはじはずとみやり  
問ひかけ誰想うよ、 とひかけだれおもうよ  
正に鰐の絵残し理屈説く。 まさにわにのえのこしりくつとく  
「何処ずらし洩れた？」 どこずらしもれた

## しきつめクッキー

藤田 伸 (有限会社リビートアート)

<https://www.shinfujita.com/>



本年夏、東京の上野の森美術館でおこなわれた「ミラクルエッシャー展」の館内特設売場で、私の図版がいくつか商品に使用され、そのなかにクッキーカッターがあった(右写真上)。

こんなモノが売れるのかと心配になったが、これが売れたのである。売場の担当者が、実際に焼いたクッキーをしきつめて展示したのもわかりやすかった(右写真下)。また SNS でも、このクッキーカッターで自作したクッキーの写真がいくつかあがっていたらしい。

私の娘が高校生の頃、ハロウィンで友達同士でお菓子を交換する目的で、自宅で大騒ぎで母の手を借りながらクッキー作って焼いていたのを思い出したが、そんなときに人とは違うユニークなクッキーカッターの需要があるのかもしれない。

この会社のサイト(<http://sacsac.jp>)をみると、ありとあらゆるクッキーカッターがあり、とても面白い。埴輪のクッキーなんて素敵だが、なかには黒板消し、剣道の面、極めつけはお墓まであって大笑いしてしまった(写真下)。

ネットでは、他にオリジナルのクッキーカッターを作ってくれるサイトもあり、ご関心あれば検索してみてください。



## カレイドサイクルによる立体テセレーション

天童 智也 (カレイドサイクリスト)

[https://twitter.com/end\\_tt](https://twitter.com/end_tt)



空間充填（立体テセレーション）が可能な興味深いカレイドサイクルを複数発見したので、本稿ではその一つを紹介する。ここでは複数の合同な四面体を稜で連結しリング状につなげたもののうち、タバコの煙の輪やバブルリングのような回転を無限に繰り返すことができる構造を持つものをカレイドサイクルと呼ぶ。

このカレイドサイクル（図 1）は、辺の長さが  $1:\sqrt{2}:\sqrt{2}$  の三角形 2 枚と、 $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$  の三角形 2 枚からなる四面体（展開図は図 2 参照）8 個を鏡像で交互につなげたものだ。このカレイドサイクルはつなぎ目（ヒンジ）の角度を変えることによって様々な立体へ変形でき、そのうちの一つの菱形錐（図 3）12 個を菱形の面が外側になるように貼り合わせることで、菱形十二面体（図 4）になる。菱形十二面体が空間充填立体であることから、このカレイドサイクルによって空間充填が可能であることが分かる。

また、菱形十二面体以外にも、このカレイドサイクルを複数用いて、次のような立体を作ることができる（括弧の中の数字はカレイドサイクルの数）。稜の長さが  $1:2:2$  の直方体 (3)、稜の長さが  $2:\sqrt{2}:\sqrt{2}$  の直方体 (3)、対角線の比が白銀比の菱形六面体 (3)。

今後は、四面体の数を変化させた場合も含めて探索を行なっていく。回転条件がなければより少ない 6 個の四面体リングでも空間充填ができる例は複数見つかっている。また、合同な四面体以外の形状をつないだものも含めて、空間充填が可能な構造の探索を行う予定だ。



図 1. 空間充填カレイドサイクルのうちの一例

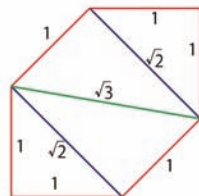


図 2. カレイドサイクルの四面体の展開図

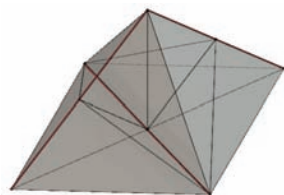


図 3. 空間充填カレイドサイクルを変形してできる凸立体



図 4. 空間充填カレイドサイクル 12 個からできる菱形十二面体

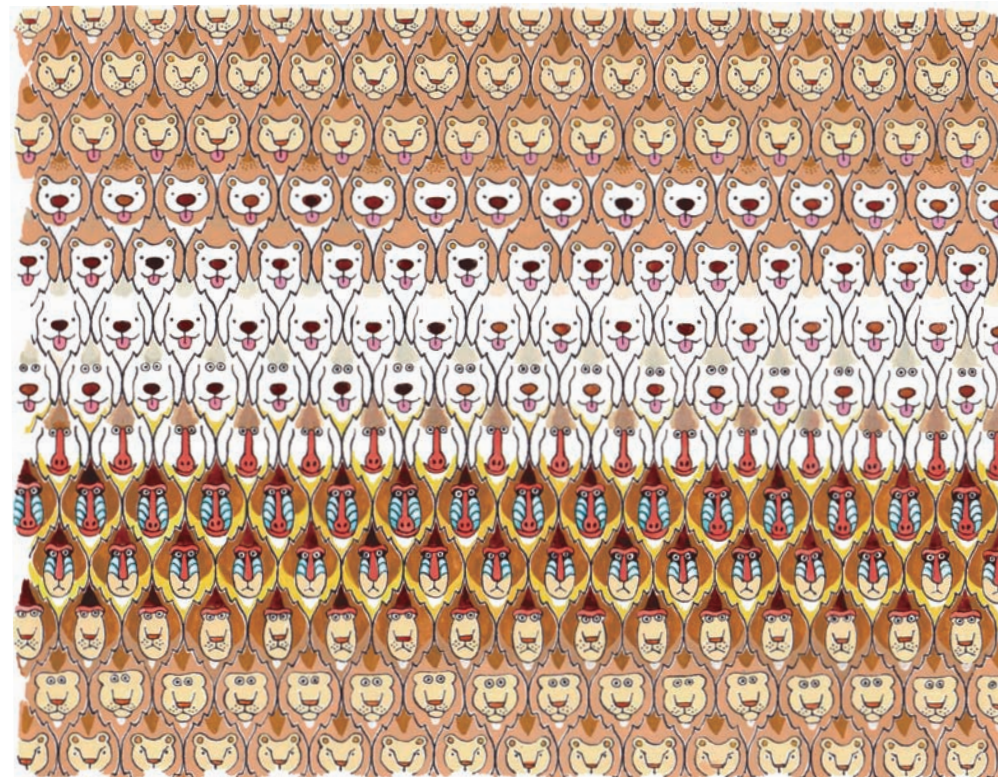
## へんがおライオン

佐藤 右志 (イラストレーター)

<http://satoyushi.jimdo.com>



ライオンが犬になったりマンドリルになったりする、ライオンのへんがおメタモルフォーゼ作品です。



テセレーション作品を手掛けるのは男性が多く、そのほとんどはパソコン描画ソフトでのコピー&ペーストを用いて、作品の印象も堅くなりがちだ。そんななか、佐藤さんのような女性で、しかもペンや筆で丁寧にくり返しを描いている方は貴重である。手描きによるくり返しのブレやゆらぎが、優しく心地良い。

テセレーションの背後には数理があり、それに魅力を感じる人がいる一方、拒絶反応をしめす人もいる。佐藤さんの作品は、数理アレルギーの人にもテセレーションの楽しさを伝えてくれる。ぜひ会場で原画をみていただきたい。

解説：藤田 伸