

●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: <https://www.tessellation.jp/>



近年の主な活動

常設展・プロダクト

- ・2019～日本科学未来館(5F)
- ・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
- ・2012～National Museum of Mathematics, Tessellation Station (MoMath)
- ・2019(2018～) T3パズル(丸善雄松堂/ティジー・テック 2019 新色追加: 緑)

ワークショップ/企画展示/展覧会/講演など(国際学会)

- ・2019(2013) International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry Congress Festival, Art Exhibition (2019 Kanazawa)
- ・2019(2013～) Bridges Conference (The Bridges Organization), Art Exhibition and Movie Festival
- ・2013 Joint Mathematics Meetings (MAA and AMS), Art Exhibition

ワークショップ/企画展示/展覧会/講演など(国内)

- ・2019 国立科学博物館(3F コンパス 上野)
- ・2019 エッシャー映画トークイベント(アップリンク 渋谷・吉祥寺)
- ・2019 浜田市世界こども美術館(アートパズル展/あそぶ木のアート展)
- ・2019 千葉市科学館(かずとかたちのふしぎラビレット展)
- ・2019(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
- ・2019(2018～)エッシャー生誕記念講演・ワークショップ(ミラクル エッシャー展 上野・福岡・愛媛/当協会 上野)
- ・2019(2017～)「パズル島へようこそ! 解ける? 解けない? パズルの不思議」(西東京・三沢 2019 青森県立三沢航空科学館)
- ・2019(2018～)未来の先生展
- ・2019(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 2019 加賀市)
- ・2019(2017～)野老朝雄展 CONNECT(コラボレータ出展 2019 塩竈市)
- ・2019(2017～)RIMS 共同研究集会「タイリングと準周期系の周辺」
- ・2019(2014～)研究会「直観幾何学」
- ・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、アスキーードワンゴ)

書籍・新聞・TV など

- ・2019「不思議できれいな数学アート敷き詰め塗り絵」(東京堂)
- ・2019「テセレーションでつくる数学アート・パズル」(明治図書 数学教育 2019 年 4 月～連載)
- ・2019(2018～)「東京五輪のエンブレムにかくされた幾何学」等。(ニュートン 2018 年 1.3.5.7 月 2019 年 9 月、別冊 数学の世界 図形編)
- ・2019「T3 パズル」(日本数学検定協会 マスマスプラス 2019 年秋冬号)
- ・2019(2018～) t3puzzle(丸善雄松堂/ティジー・テック 2019 新色追加: 緑)
- ・2019「今話題の"数学×アート"の世界 中学受験算数とつながりますか?」(朝日新聞出版 AERA with KIDS)
- ・2019「ミラクル エッシャー展 愛媛 ワークショップ」(テレビ愛媛 ニュース)
- ・2019「ミラクル エッシャー展 福岡」(テレビ西日本「マニマニ」)
- ・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「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「エッシャー生誕 120 年によせて」(数学セミナー 7 月号)

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! ⑧

2019.11



東京2020エンブレムを通したテセレーションの広がり

荒木 義明 (日本テセレーションデザイン協会会長)

yoshiaki.araki@tessellation.jp
https://www.tessellation.jp/



56年ぶりに東京で開催されるオリンピック・パラリンピック(東京2020大会)を目前に控え、そのエンブレムをネットやテレビで見ない日はありません。通勤通学途中や、職場・学校に掲示されたエンブレムのポスターなどが、すっかり日常の風景になった方も多いでしょう。

多くの人の共感を呼ぶ優れたデザインとして、東京2020エンブレムが一般公募で選定されたのは、2016年4月のことです。このエンブレムの公募には、多様性と調和を重んじるメッセージ性などに加えて、オリンピック・パラリンピック両者を混同することなく統一感を持たせるという高度な選定条件が含まれていました。

東京2020エンブレムの作者である野老朝雄氏は、独特の感性で幾何学と向き合いながら「繋げる事」を制作テーマに掲げる美術家です。このエンブレムの高度な選定条件を満たす鍵が、野老氏の見出した幾何学原理にあることは間違いありません。

幾何学は、難解なイメージがある一方、数字や言葉を使わなくても直観的に伝わる魅力があります。この幾何学原理に基づいたエンブレムが、東京2020大会の盛り上がりとともに日常に浸透することは、より多くの人に幾何学の魅力が広がる大きな契機と言えるでしょう。

普段見慣れたエンブレムの中には、意外な幾何学原理が隠れています。一見、勝手な向きに並べられた不揃いな四角形が、驚くべきことに、美しい敷き詰め模様の上にピッタリと並ぶのです。



図1. 東京オリンピック・パラリンピックのエンブレム
(東京2020エンブレム)

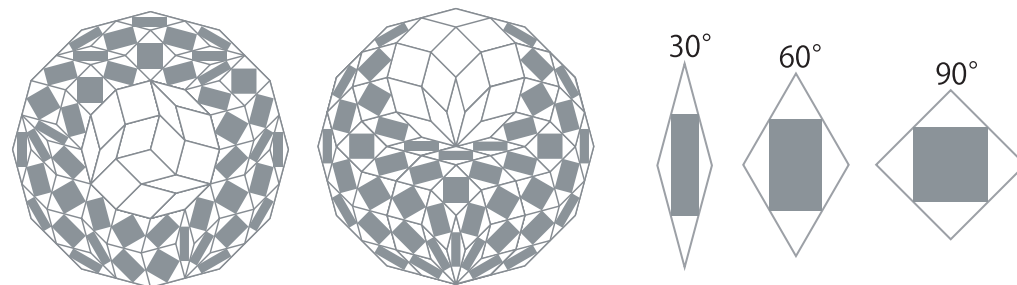


図2. 東京2020エンブレムとその下敷きとなるひし形の敷き詰め模様

図3. 東京2020エンブレムの構成要素である三種の四角形と、その下敷きとなる三種類のひし形(それぞれ鋭角は30°、60°、90°)

このエンブレムの幾何学原理は、ひし形による敷き詰め模様にあります。どちらのエンブレムも、三種類のひし形のタイルを60枚並べて、正十二角形を形作っています。

このひし形は角度の相性が良いため、様々な組み合わせで並べることができます。このエンブレムと同様の幾何学原理できる敷き詰め模様を数えると、約237億通り(23,779,492,214)※にのぼります。

※回転、鏡映による重複を省いた数：白川俊博、荒木義明による計算

野老氏は、見尽くせないほど膨大な数の模様の中から、際立った2つのデザインを直観で選び出しました。両者のデザインの違いは、視覚だけに寄らず、その刻印を触るだけでわかるほどです。鋭い感性を極めた末にたどり着いたデザインには、それぞれ異なる対称性(回転対称性・線対称性)現れています。

野老氏が見いだしたこの幾何学原理は、このエンブレムに限ったものではありません。自分たちの思いやメッセージを、自分なりの見立てで敷き詰め模様のデザインとして描いて見て下さい。「日本らしさ」というお題で筆者が描いた、トキ(ニッポニア・ニッポン)もご参考にして下さい。

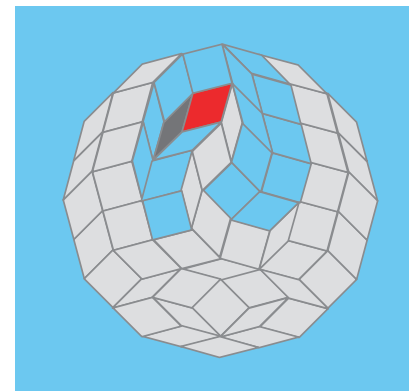


図4. トキをモチーフにした正十二角形のひし形敷き詰め模様(作: 荒木義明)

T3パズル —3 次元パターンへの旅立ち—

谷岡 一郎 (神戸芸術工科大学)

<http://t3puzzle.com>

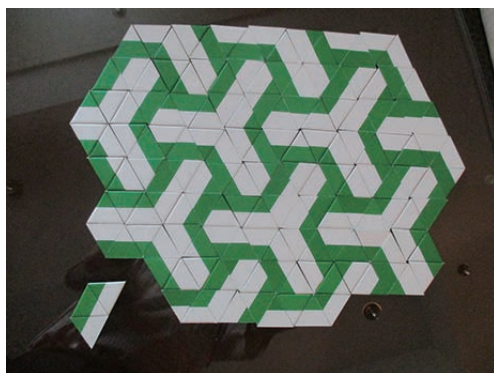


奥行きのあるパターン

T3パズル (右図) のパターンの中で、平面図にも拘らず奥行きを感じさせる作品に出会うことがあります。つまり2次元でありながら3次元を感じさせるパターンですが、たとえば写真①②のパターンがそれに近いものです。



図 1. T3 パズル ピースの表と裏

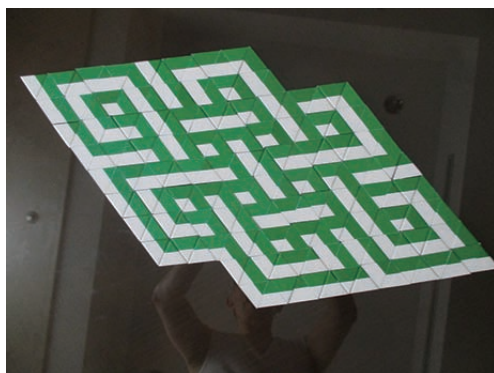


写真①



写真②

写真①は見る角度で立体に見えない人もおられるかもしれませんが、写真②はどう見ても奥行きが感じられるでしょう？このような交叉ラインは、ある種のおもしろいパターンを作ることができます。次の2つの写真(③④)は、そんな例ですが、③は日本で「宝結び」、④は「六つ組み合わせ亀甲」と呼ばれる模様です。元々は大陸からのもののようです。



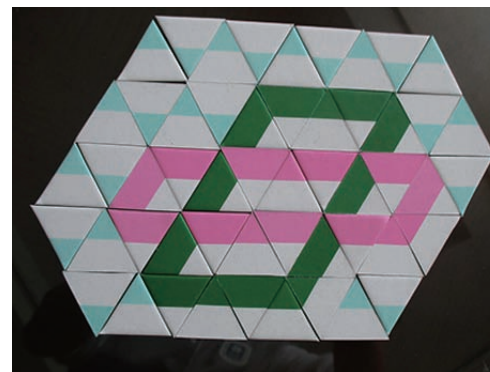
写真③



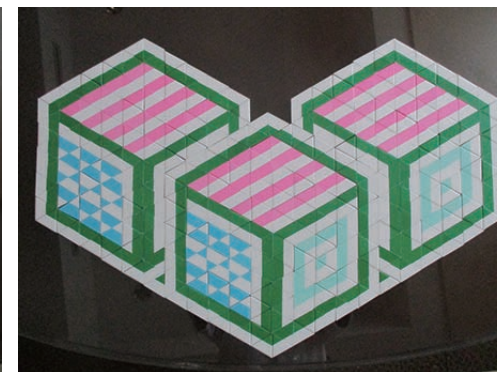
写真④

多色パターン

T3パズルの商品化の折、これまでの濃緑色に加え、パステル・トーンの3色(青、ピンク、薄緑)を加えました。それらの色の増加によって、新たな可能性が視野に入ってきたのです。



写真⑤



写真⑥

写真⑤のような細いラインの交叉も色を変えることで立体化します。さらに色を使い、立方体を並べるようにしたのが写真⑥ですが、ここまでくると2次元からテイクオフできたと言っても、反対する人はあまりいないと信じます。

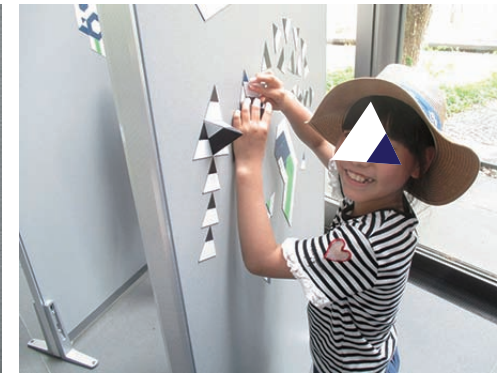
本当の3次元

T3パズルは、磁石の入ったワークショップ用のタイルも作り、使用しています。そんなワークショップのひとつ(愛媛)で驚くべき作品を作った子供がおりまして、なんと磁力を利用して本当の立体(正4面体)らしきものを生み出したのです。最後の写真(⑦⑧)がそれですが、この子の名前を聞くのを忘れておりました。知っている方(もしくは本人)がこの冊子を読んでおられましたら、ご一報下さい。

磁石の強さなどの理由で、正4面体以外の可能性については不明ですが、今回紹介した3次元パターンの例は、まだまだ発展性のある分野だと思われます。おもしろいパターンができた方は是非お知らせ下さい。



写真⑦



写真⑧

五角形パズルと科学館

杉本 晃久

https://www.instagram.com/ast_tessellation/
<https://tilingpackingcovering.web.fc2.com/>

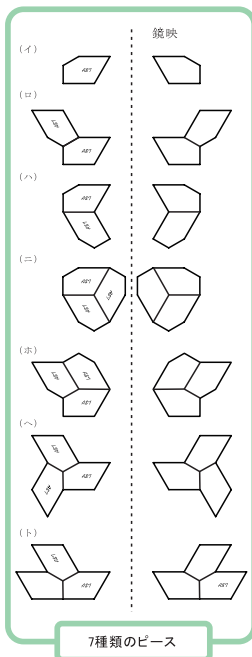


2016年のサイエンスアゴラから、日本テセレーションデザイン協会のブースにて展示してきた1種類の凸五角形（ただし右図のようにピースとして2個や3個の凸五角形が集まったものも存在する）をいろいろな形の枠に敷き詰めできる本作品は、2018年から「五角形パズル」として各地の科学館などで展示させてもらう機会をいただいた。

東京都西東京市の「多摩六都科学館」では、2018年3月に「万能タイルで遊ぼう！ TH-五角形のパズルに挑戦」というイベントが開催された。神奈川県横浜市の「はまぎん こども宇宙科学館」では、2018年のゴールデンウィークと夏休みの特別展に参加し、同年11月から常設展示となった。鳥根県の「浜田市世界こども美術館」で2019年の春に開催された「アートパズル展」にも参加した。これら展示は、来場者が手に取って遊べる体験型で行われた（現在、はまぎんの常設展示では来場者が自由に手に取って遊べて、この常設展示と同等の内容一式を貸し出しできる体制も整えた）。

五角形パズルで使われている凸五角形は、無限種類の敷き詰め模様を作る性質を備えている。ただ、そのような性質をまったく自由な状態から気づくことは（来場者の限られた時間では）なかなか難しい。そこで、いろいろな方法や敷き詰め模様を作るようにピースをはめ込む“枠”を用意している（各枠に“レベル”を与えゲーム要素も持たせている）。

この五角形パズルは、各枠の敷き詰めを一通り完成させるような楽しみ方でも良いが、そこに含まれている面白い性質（敷き詰め方によって使えるピースが変わることや、相似図形の関係など）を見つけ出すような“気づき”を得る楽しみ方でもできるように工夫している。ただこのような気づきは、展示などの限られた時間では適切な助言ができる人がいないと難しい。そこで、気づきの助けになるような展示資料も用意している。



浜田市世界こども美術館「アートパズル展」の展示の様子

パニック動物園

中村 誠（テセレーションデザイナー）

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



多数のピースを敷き詰めて絵柄を完成させるジグソーパズルの面白さは、ピースを組み合わせるパズルとしての面白さよりも、さながら自分で描いた様に苦労して出来上がった絵柄に満足し、感情移入が出来るところにあるのではないだろうか。

ランダムテセレーションをパズルにする場合、ピースの動物形態はそれだけでプレイヤーの感情に訴える要素はあるものの、今迄は敷き詰めのルールを発見するという純粋に論理的な面白さに重きを置いていて、ジグソーパズルの様にプレイヤーの感情に訴える要素が少なかったように思える。その仕掛けが加われば、より面白いパズルが出来るのではないかな。

そのような考えで、作ってみたのが今回展示した「パニック動物園」だ。

画面全体を動物園という劇場的な場面設定にして、プレイヤーは檻から逃げた動物たちを元の檻に戻すという簡単なルールだ。

この設定の中でプレイヤーは自ら捕獲員になって逃げた動物達を捕獲するという物語になっている。猛獣と逃げ惑う人と追いかける捕獲員等でパニック状況の動物園は一種のブラックユーモアだが、こういうストーリー性のある設定であればプレイヤーにも十分感情移入してもらえるのではないかな。

今回は「ライオン」と「ペンギン」の二つの檻だが、もっと多くの種類の動物と檻にも拡張出来るだろう。

動物園に限らず、ランダムテセレーションのズバルと場面設定の組み合わせでより楽しいパズルが出来ることだろう。

カレイドサイクルを連結して作る変身立体構造

天童 智也 (カレイドサイクリスト)

https://twitter.com/end_tt
tomoya.tendo@gmail.com



カレイドサイクルを手軽に組み立てられるシンプルな 2 種類のシート状のパーツと、そのパーツを複雑に組み合わせてカレイドサイクルを連結し、様々な形状に変幻自在に変身する立体構造について紹介する。

カレイドサイクルとは、一般には四面体をヒンジで繋げてリング状にしたもので、煙草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が特徴である。本稿では四面体以外のものも含めて、カレイドサイクルと呼ぶ。

図 1 に示した 2 種類のパーツを組み合わせて作ったカレイドサイクルをシートサイクルと呼ぶ。これらのパーツは、中央に折り目をつけた細長いパーツ（以下、バー）とバーの両端の穴に差し込こむことでバー同士を繋げる十字型のパーツ（以下、リベット）である。

このバーとリベットを 3 枚ずつ使ったシートサイクルは、四面体を 6 個繋げたカレイドサイクルとリンク機構として同じ動きが可能である。また、バーとリベットを 4 枚ずつ使って作られたシートサイクルは、ヒンジの可動域が四面体を繋げた構造より大きくなるため、8 個の四面体を繋げて作ったカレイドサイクルとくらべて複雑な変形ができる（図 2）。



図 1. シートサイクルのパーツ



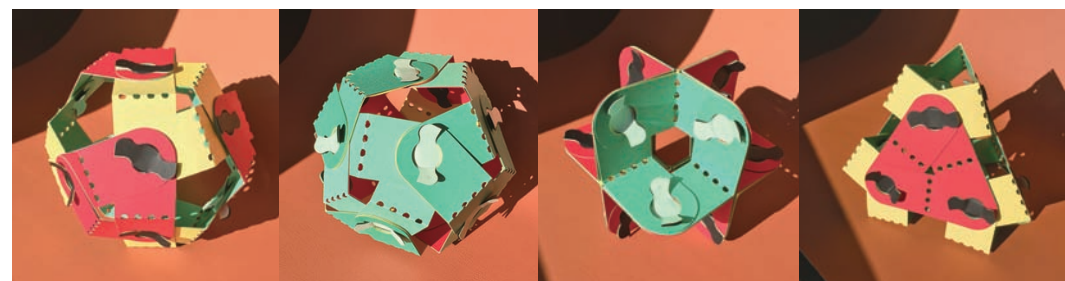
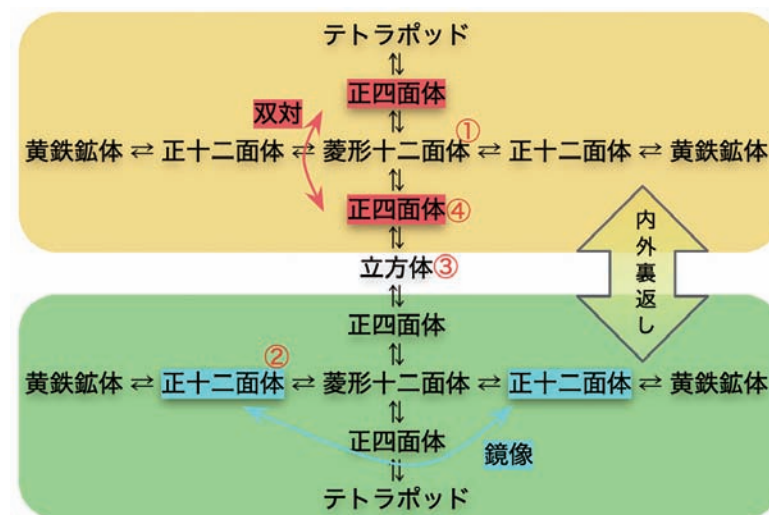
図 2. シートサイクルの変形

シートサイクル同士は、リベットを共有することで連結できる。シートサイクルをたくさん連結すると、カレイドサイクル本来の回転は制限されるが、1 箇所を動かすことで全体が連動する立体構造を作ることができる。

本稿では特に、24 枚のバーを 12 枚のリベットで繋げた球状の構造について紹介する。この立体構造は、以下の異なる 3 種類のシートサイクルの組み合わせ (1) 3 枚のバーによる 8 つのシートサイクル、(2) 4 枚のバーによる 6 つのシートサイクル、(3) 6 枚のバーによる 4 つのシートサイクル、のいずれともみなすことができる。

立体構造に囲まれる空間の体積が最大になるように、バーの折り目やリベットで繋がれたバー同士の角度を調整すると、菱形十二面体の頂点を削ったような形が現れる。12 枚のリベットは、この菱形十二面体の各面の中心に対応する箇所それぞれに位置する（図 3-①）。

この菱形十二面体のような立体から、正十二面体や黄鉄鉱体、正四面体、テトラポッド、立方体のような立体（それぞれの立体は多面体の頂点や稜が削れた形や、スケルトンと呼ばれる形を含む）へと変形させることができ、またその外側と内側を裏返すことも可能である（図 3）。



①菱形十二面体 ②正十二面体 ③立方体 ④正四面体

図 3. 変身する多面体の遷移図 様々な多面体へ変身した様子

今回紹介した立体構造以外にも、立方体や正八面体のような立体に変形する立体構造なども、シートサイクルの連結で作ることができる。

今後はシートサイクルをさらに連結して作ることでできる他の構造や、各パーツのデザインを変えることによって生まれるバリエーションなども探索していきたい。

敷きつめ塗り絵

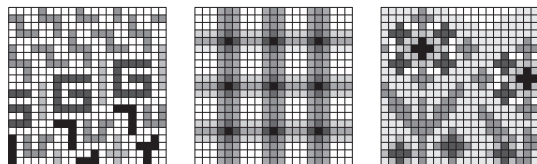
藤田 伸(有限会社リポートアート)

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



本年5月、東京堂出版さんから「敷きつめ塗り絵」を出すことができました。素敵な編集者にめぐまれ、従来の塗り絵本にはない、さまざまなアイデアが盛り込まれています。

そのひとつは塗り見本を載せるものです。法則性や規則性を発見してオリジナル模様を作ったり、あるいはまったく自由に絵づくりできることを、塗り見本がガイドしていきます(下図)。



また、敷きつめできるカタチは三角形、四角形、六角形であることや、他に五角形や組み合わせでも敷きつめ可能になることなど、塗り絵を楽しみながら算数を学べることができます。巻末にわかりやすい解説を載せました。

さらに、4色塗り分けも入れました。数学でおなじみの4色定理を楽しんでもらう企画です。おそらく塗り絵本では初のこころみです。

当然のことながら、塗り絵を通じてアートのセンスも養われます。

この本を作る過程で、私自身きっと誰よりも塗り絵を楽しみました。その成果が塗り見本にあらわれているので、ぜひご覧ください。あのペンローズ・タイルもワンちゃんに塗り分けてしまったのですから。

教育家庭新聞 9月23 日号の書評欄に取り上げていただきました。年齢性別を問わず、一人でも多くの方に楽しんでもらえることを願っています。



(カバー表)



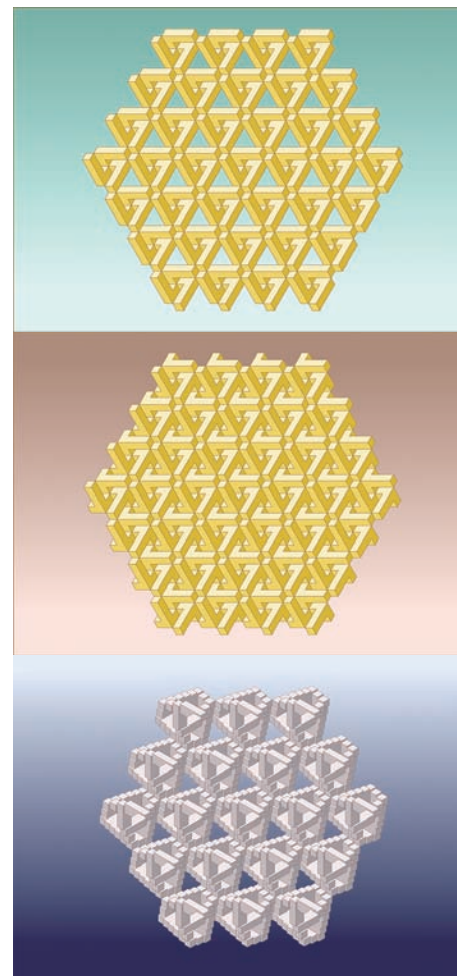
(カバー裏)

コレがペンローズ犬!

不思議できれいな数学アート
敷きつめ塗り絵
藤田伸 東京堂出版 1,400 円 + 税

テセレーションギャラリー

狭い日本国内にもテセレーションを手掛ける方が数多くいて、今回はそんな中から堀野さんと鳥居塚さんをご紹介します。堀野さんは大手玩具メーカーでプロダクト・デザイナーとして勤務後、現在はフリーで活動されています。テセレーション以外にも多岐にわたる創作があり、ぜひウェブサイトでも素晴らしい作品をご覧ください。鳥居塚さんは浅草を本拠地に活動されているグラフィック・デザイナーです。落語家さんたちの手拭い施された粋なテセレーション・デザインをご覧ください。(記：藤田伸)



鳥居塚 祥蔵
E-mail: ofutari.design@gmail.com

堀野 淳一
<https://www.horirium02.web.fc2.com/>