

常設展

- ・2023 (2017～) はまぎん こども宇宙科学館 (B2F,4F)
- ・2023 (2017～) 多摩六都科学館 (1F)
- ・2023 (2012～) National Museum of Mathematics, Tessellation Station (MoMath, USA)

ワークショップ / 企画展示 / 講演など

- ・2023 (2017～) Bridges Math-art Conferene, Art Exhibition (Halifax, Canada)
- ・2023 Gathering for Gardner CoM (オンライン講演)
- ・2023.1 動く展～森羅万象のオノマトペ～ (板橋教育科学館)
- ・2023.3-5 つみき×パズル展 (浜田市世界こども美術館)
- ・2023.3 ワクワク！ひらめきパズル展 (三沢航空科学館)
- ・2023.5 春のパズル島へようこそ (多摩六都科学館)
- ・2023.5-11 テセレーション展かぞくであそぼう！敷きつめアート・パズル (板橋教育科学館、はまぎん こども宇宙科学館)
- ・2023.6 テセレーションの集い 02 (板橋教育科学館)
- ・2023.6 トライロード×T3パズル展示 (北見工業大学)
- ・2023.7 steAm 文化交流フェスティバル (国際数学オリンピック 2023 千葉会場)
- ・2023.8 (2018～) 未来の先生フォーラム (桜美林大学)
- ・2023.9 Connecting Artifacts 03 出展 (東京大学駒場博物館)
- ・2023.10 (2018～) RIMS 共同研究集会「タイルと準周期系の周辺」登壇
- ・2023.10 研究集会「トポロジーとコンピュータ」登壇
- ・2023.12 (2011～) サイエンスアゴラ (テレコムセンター)
- ・2023 ゲームマーケット 2023 春・秋 (ビッグサイト)
- ・2023 T3 初夢コンテスト入選作品展 (新戸部文化小学校、板橋教育科学館、はまぎん こども宇宙科学館、浜田市世界こども美術館、三沢航空科学館、多摩六都科学館)
- ・2023 T3 パズルワークショップ (広島大学附属高校、益田中学校、はまぎん こども宇宙科学館、大阪商業大学、加計塚小学校、小山市公民館)
- ・2023 ハチ公 STEAM コンテスト開催・ハチフェス渋谷出展・コンテスト作品展示 (ハチラボ)
- ・2023 (2020～) T3 サマーコンテスト・T3 初夢コンテスト開催

書籍・新聞・TV・コラボ企画

- ・2022.12 三角形パズル描く「無限」(毎日新聞夕刊 1 面掲載 2022/12/22)
- ・2023.3 数学センスを磨く小さな三角形 あの画家も探究した「敷き詰め模様」(朝日新聞 2023/3/25)
- ・2023.3 数学×アートの面白さ テセレーションパズル(朝日小学生新聞 2023/3/26)
- ・2023.3 私と数学文化 (日本数学協会 雑誌「数学文化」)
- ・2023.5 With a New, Improved 'Einstein,' Puzzlers Settle a Math Problem (The New York Times 2023/6/1)
- ・2023.7 図形のセンスがつく 3つのレッスン (プレジデントファミリー mook 2023/7/27)
- ・2023.8 無限に広がる三角形の組み合わせで「数学×アート」(朝日新聞 EduA 2023/8/27)
- ・2023.9 三角形並べ 発想力養う 模様や絵 組み合わせ無限 (毎日新聞 2023/9/15)
- ・2023.11 身近な幾何学の世界 タイル張り問題 (サイエンス社 雑誌「数理科学」)
- ・2023.11 T3 パズルを活用したアートと算数・数学の連携 (教育美術振興会 雑誌「教育美術」)
- ・2023 お笑い算数×アート (数学芸人タカタ先生とのコラボ)
- ・2023 金子みずゐ、Mimicry (アパレルブランド Marble SUD とのコラボ)
- ・2023 (2019～) テセレーションで楽しむ数学アート・パズル (明治図書 雑誌「数学教育」で月刊連載)

日本テセレーションデザイン協会

当協会は敷きつめ模様に魅了された国内の研究者・アーティストが集い共創する場を提供するとともに、国内外の教育機関と連携して敷きつめ模様の啓発活動を多数企画・運営しています。企画展示・ワークショップなどのご依頼は下記までお問合せください。

問合せ先：info@tessellation.jp



www.tessellation.jp



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 敷きつめ模様で遊ぼう! ⑫

2023 秋



非周期モノタイルの恐竜パズル

日本テセレーションデザイン協会 会長
荒木 義明

<https://www.tessellation.jp/aperiodic>
yoshiaki.araki@tessellation.jp



2023年春、50年近く数学者を悩ませ続けたテセレーションの難問が解決しました。この難問とは、「非周期モノタイル」という敷きつめることが極端に難しい1種類の図形をみつけるものです。この問題の「難しさ」とは、図形をどう並べても平行移動できる繰り返し単位を作れないようにすることです。ちなみに、同等の難しさをもつものとして約50年前に見つかったのは、2種類の図形ペンローズ・タイルです。今回の発見で、この難しさをもつ図形が遂に1種類となったのです。

当協会ではこの発見直後から、この図形に関する研究・創作を行ってきました。研究でも創作でも、この図形の特徴を直観的に表現できるか?という点が大きな関心です。この図形は、本当に平面全体を敷きつめられるのか?(平面充填可能性)、平行移動で繰り返し単位はできないのか?(非周期性)が、一部の研究者しか理解できないのは、もったいないことです。研究としては筑波大 秋山茂樹先生と共著の平面充填可能性と非周期性の簡易な別証明をarXivに発表しました。[2307.12322]

動物への見立てとパズル化

協会ではこれまでも、様々な図形の面白い特徴をパズルとして提供してきました。中でも谷岡一郎氏の「キンドラーとゴジベエ」(以下ゴジベエ)はペンローズ・タイルを怪獣に見立てた人気のスポンジ製のパズルです。ピースどうしがインターロックする仕組みなので、未就学児でも簡単にピッタリと敷きつめることができます。

今回はペンローズ・タイル超えの大発見でもあり、ゴジベエの後継となる新しいパズルを谷岡一郎氏と一緒につくることになりました。図1のように図形は人気の恐竜「ステゴサウルス」に見立てたものです。背中骨の形状と足や頭がしっかりインターロックするのはゴジベエの良さを引き継いだものです。製造方法の改善により常設展示にも適した丈夫な素材になっています。

展示・ワークショップの展開

基本、テセレーションの展示は解説が不要で、来館者が自分なりの楽しみ方を見つけ遊びはじめます。そこでは、敷きつめることにこだわる必要もありません。特にこの恐竜パズルは9ピースだけで4色定理を楽しめます。図1のように緑ピースを8ピースで囲う場合、隣り合うピースどうしの色をぶつけないためには必ず4種類の異なる色のピースが必要なのです。

この恐竜パズルの展開の第一弾は横浜市のはまぎん こども宇宙科学館B2Fを予定しています。今後、来館者に触っていただき、展示の改善やワークショップの買発を進める予定です。展示やワークショップにご興味のある方は、ぜひメールにてご連絡ください。

パニックどうぶつえん・2023年の活動から

中村 誠

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



活動報告と今後の展望

去年のサイエンスアゴラは新型コロナウイルス感染症による自粛期間が明けて、「パニックどうぶつえん」を最初に展示した例になります。右上の写真はその時の会場風景ですが、来場者も思いの外少なく、作品の耐久性や使用感等の十分な情報は得られませんでした。挑戦者の好意的な反応に手応えを感じる事が出来ました。

動物のパズルピースは主に樹脂粘土製の手作りで、遊びの主な対象者である子供達が無理やりはめ込もうとする力に十分対応出来る耐久性があるとは言い難いのですが、予備のピースを十分に確保しつつ、「パニックどうぶつえん」の全アイテムを網羅した全体展示を、以前から交流のある、浜田市世界こども美術館のご協力のおかげで3月4日～5月28日までの3ヶ月弱の長期にわたる展示を開催することが出来ました。その時の会場風景が右中の写真です。

その後、6月10日～7月2日の期間、板橋区教育科学館にて展示。その後8月20日～10月31日までの期間、はまぎんこども宇宙科学館での展示。右下の写真はその時の会場風景です。

そして今年もまたサイエンスアゴラでの展示となりました。この1年間出欠に張りに近い展示期間でしたが、予備ピースや補修のサポートがあれば、大概のイベントにおいての使用に耐える事が判った事は大きな収穫です。

今後の課題は、更に長期の展示が可能な素材、製法の模索と、毎年低年齢化する各館の来場者に対応した作品や展示形態の模索等です。

いずれにしても、「パニックどうぶつえん」の更なる進化を目指したいと思います。



サイエンスアゴラ 2022・2022.11/5-6



浜田市世界こども美術館 2023.3/4~5/28



はまぎんこども宇宙科学館 2023.8/20~10/31

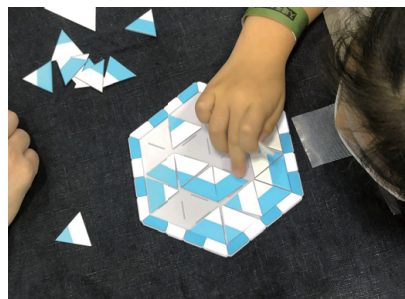
詰みトライロードから戦略解明へ

北見工業大学准教授
中村 文彦

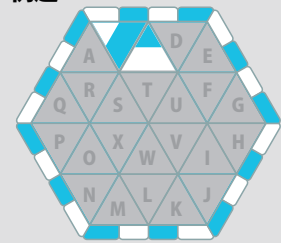
<https://www.t3puzzle.com/triroad>



ゲームマーケットへの出展をきっかけに注目を浴びつつあるアブストラクトゲーム「トライロード×T3パズル」。六角形の盤面に青と白のプレイヤーが交互に正三角形のピースを置いていく。先に外周にある自分の色を繋げた方が勝ちというシンプルルールでありながら、なかなか頭を使うゲームとなってしまう(遊び方の詳細は右上のQRコードから!)。このゲームの戦略を考えるため、先手と後手のどちらが有利かを調べるために、詰み将棋ならぬ「詰みトライロード」の問題を作成しています。ここではその一例と、問題の可能性についてご紹介します。



例題



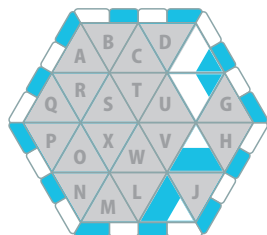
ステージのマス(A~X)
ピースの向き(0~5)で
青の次の手を
教えてください



早速ですが左の例題、次があなた(青)の番ならどこにどのようにピースを置きますか?実はこの盤面、次の一手がある場所におけば青が必ず勝つことができます。

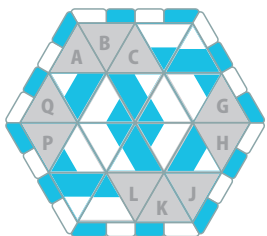
答えはD2ですね。そうすればA0とE0のダブルリーチを作ることができ、次の手で白がどんな手を打っても青が勝つことができます。このように、先手(青)が必ず勝てる盤面を探すことが、戦略解明の鍵となると考えます。

問題1



左の問題にもぜひ挑戦してみてください。一見これで勝てるのでは?と思っても次の一手で白が勝ってしまうこともあるので注意してください。実はこの2問は毎回王手をかけることで勝つことができる問題となっています。つまり、青が王手をかけて白が阻止する、を繰り返していき、最終的にダブルリーチを作って青が勝つことができます。つまり、この問題の盤面になれば青の勝ちが確定することがわかります。問題1は青が2手、問題2は青が3手で勝つことができます。

問題2



この詰みトライロードの問題はスマホアプリ「TRIROAD」でも遊ぶことができます。定期的に問題を追加しており、AIとの対戦もできますので、興味のある方はぜひプレイしてみてください。



フラクタルイマジナリーキューブの影

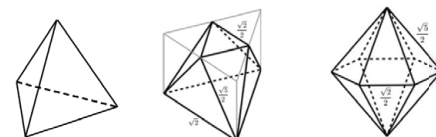
京都市大学人間・環境学研究所
立木 秀樹

<https://u.kyoto-u.jp/icube>

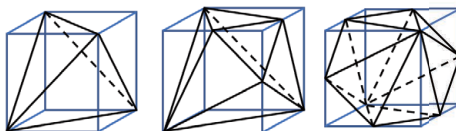


イマジナリーキューブ YouTube ビデオ

次の3つの立体は、立方体の箱にきれいにおさまります。わかりますか?

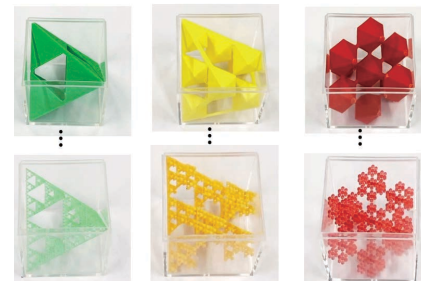


正四面体 T(反三角錐台) H(重六角錐台)

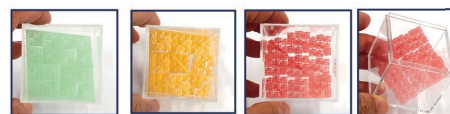


このように直交する3方向から正方形に見える立体をイマジナリーキューブといいます。

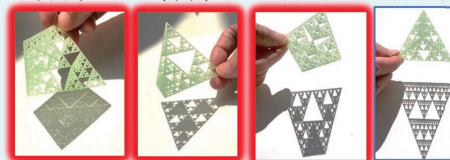
これらに対し、 $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{3}$) に縮小した4 (9) 個を合わせたものに置き換える操作を繰り返していきます。



これを無限に繰り返してできるフラクタル立体もイマジナリーキューブです。特にHとそのフラクタルは、6方向から正方形に見えるダブルイマジナリーキューブです。

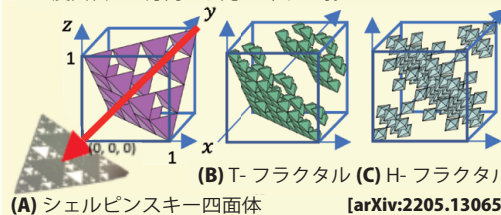


シェルピンスキー四面体の影 (座標は定理の(a,b,c)):
(0,0,1) (1,1,1) (1,0,2) (1,1,-2)



これらは、正方形以外にもきれいな影を作ります。ほとんどは面積がないですが、面積をもつ影になる瞬間があります(下の赤枠の写真)。

定理: 互いに素な整数 a, b, c に対し、 (a, b, c) から原点に向けた光による影が面積をもつのは、下の(A),(B),(C)それぞれ以下の時です。(下の写真を参照)
(A) $a + b + c$ が奇数の時
(B) $a + b + c$ が3で割り切れない時
(C) (B)の場合に加えて、それらを $x=y=z$ の周りに60度回転した方向から光を当てた時。



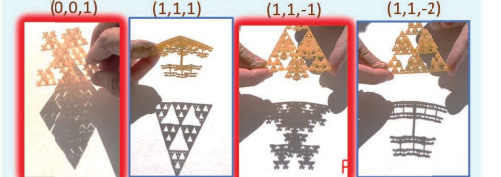
(A) シェルピンスキー四面体 (B) T-フラクタル (C) H-フラクタル
[arXiv:2205.13065]



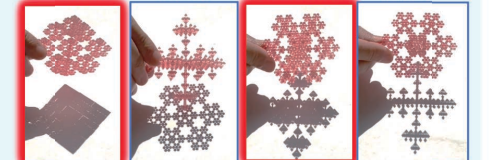
面積をもつ影は、その $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{3}$) に縮小した4 (9) 個を合わせたものになっています。上の3個の影と下の絵を見比べてください。



T-フラクタルとH-フラクタルの影:



(0,0,1) (1,1,1) (1,1,-1) (1,1,-2)
(0,0,-1) (2,2,-1) (1,1,1) (1,1,-1) (1,1,-5) (1,1,-2)



TH-五角形とネコ型タイルの敷きつめ

杉本 晃久

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



7個の正三角形を連ねてできる図形「ヘプタモンド」を3等分して得られる図1のような凸五角形を、「TH-五角形」と名付けました。図2はTH-五角形を、オランダの版画家エッシャーの作品のように、動物などの形に具象化したネコ型タイルです。

TH-五角形はいろいろな敷きつめ（テセレーション、タイルング）ができるので、その敷きつめ方によってネコ型タイルが1種類だけで同じ敷きつめが可能な場合とそれ以外があります。今回は、TH-五角形とネコ型タイルを同じルールで敷きつめられるボードをそれぞれ2種類用意しました（図3参照）。それを使うと、大きさと形状が同じタイル（TH-五角形）で形成した2種類の敷きつめの性質がどう違うかを、ネコ型タイルを使った敷きつめを活用して知ることができます。

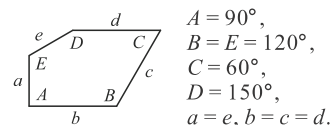


図1. TH-五角形



図2. TH-五角形を基にしたネコ型タイル

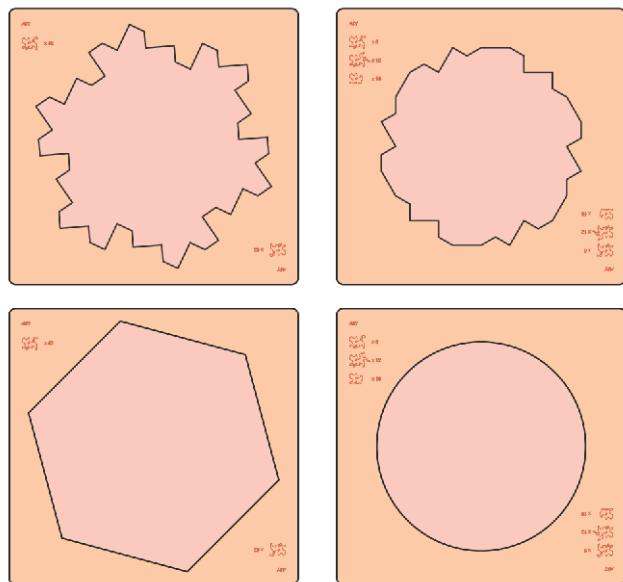


図3. 敷き詰め用のボード



ゲスト寄稿

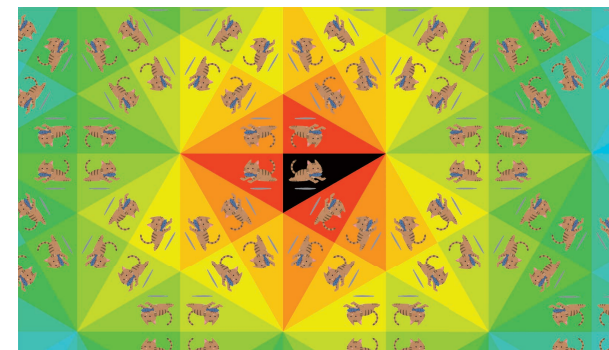
円盤万華鏡

中村 建斗

<https://schottky.jp>



万華鏡で遊んだことはありますか？万華鏡は筒の中に鏡を配置し、筒の片側にビーズなどのオブジェクトを配置して制作します。そして、筒のもう片方から中を覗きこみ、鏡に反射させたオブジェクトの像を楽しむおもちゃです。非常に単純な仕組みですが、筒に入ってくる光、鏡による反射、オブジェクトによる光の反射、屈折によって非常に綺麗な模様を楽しむことができます。



鏡の配置や、枚数は万華鏡の見た目に大きな影響を与えます。鏡による像の反射はコンピュータによる計算によって簡単にシミュレーションすることができます。上の図は今回紹介しているソフトウェアによるシミュレーションの一例です。三枚の鏡によって中央に描かれた猫の絵が反射されて画面全体に広がっています。

コンピュータによって、実際には制作することの難しい万華鏡をシミュレートすることができます。例えば球のような曲面をもつ鏡を考えます。球状のクリスマスオーナメントやパチンコ玉のような鏡面をもつ物体を隣り合わせて置くと、お互いに反射しあうことによって、通常の鏡の合わせ鏡とは異なる、曲がった像をみることができます。この現象を万華鏡に組み込めばより複雑な絵を得られるでしょう。

しかし、球状の鏡を通常の万華鏡に組み込むことは難しいです。そこで、コンピュータによる計算で描画したものが次の図です。この図では4つの通常の鏡と4つの円盤状の鏡を配置し、中央に描かれた猫を反射させています。猫は反射されながら、どんどんと小さくなり、鏡の像の奥底へと移されていきます。

鏡と猫の像はいつまで続いていくのでしょうか？コンピュータの計算能力には限界がありますが、理論上は無限に像は続きます。このソフトウェアでは計算の限界まで万華鏡の図を拡大することができます。

このソフトウェアでは鏡やオブジェクトを自由に配置することによって様々な万華鏡を作ることができます。鏡によって生成される美しい図を楽しんでください。

