



●日本テセレーションデザイン協会●ご案内●

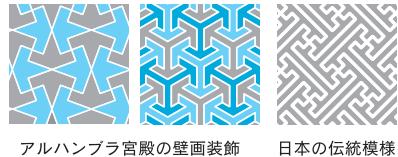
本協会は、図形の敷き詰め(テセレーション)を応用したデザインの創作に関する会員からなる任意団体です。1998年にローマで開催されたエッシャー会議を機に発足し、首都圏を中心に定期的に会合を開き活動しています。本協会では、テセレーションに関する新規会員を絶賛募集中です。ご興味のある方は、ぜひ下記サイトからご連絡ください。

mixi(テセレーションコミュニティ) http://mixi.jp/view_community.pl?id=960872

TESSELLATION 日本テセレーションデザイン協会
图形と空間の不思議 敷き詰め模様で遊ぼう!
2012.11



INTRODUCTION



アルハンブラ宮殿の壁画装飾 日本の伝統模様

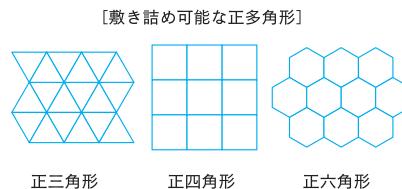
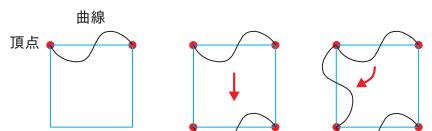
[敷き詰め可能な正多角形]
正三角形 正四角形 正六角形

図 1-a (一種の曲線の場合)

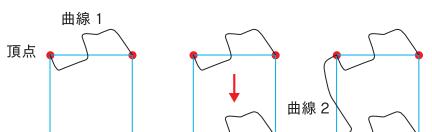
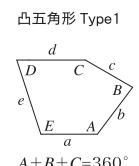
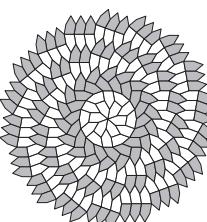


図 1-b (二種の曲線の場合)



$$A+B+C=360^\circ$$



この基本ルールに従えば、これらの動物たちに限らず様々な複雑な图形で敷き詰めができます。特に曲線については、敷き詰めた際に他の曲線と交差しなければ、好みの形状を自由に描くことができるでしょう。ただ、

この基本ルールだけを満たしても必ず敷き詰められる图形が作れるとは限りません。必ず敷き詰められる图形をつくる詳細なルールが解明されているものも多くありますが、数学的に未解明な問題も存在しています。

連続柄の洋服やカーテン、タイル張りの舗道や建築物、わたし達の身の周りは同じ形状の图形の組み合わせで溢れています。ミクロの世界に目を移しても、結晶や分子の構造の多くは、同じ形状の图形の組み合わせとして捉えることができます。

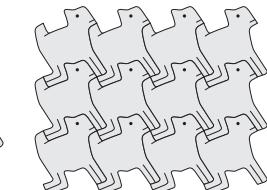
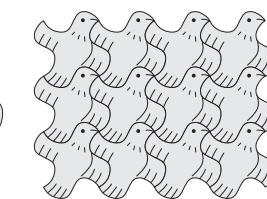
これらの图形の組み合わせをじっくり観察してみると、さまざまな疑問が沸き起こってこないでしょうか。
・どんな图形だったら空間に敷き詰めることができるだろうか？
・图形の敷き詰め方は一つしかないのだろうか？
・平面じゃなくても敷き詰めはできるのだろうか？

今回の展示では、そんな素朴な疑問に答えるために、動物を題材とした图形の敷き詰め模様を紹介します。ここで紹介する動物たちを隙間なく組み合わせ、その模様を楽しんでいただけすると幸いです。

どんな图形だったら空間に敷き詰めができるのだろうか？

空間に敷き詰める图形には、いくつかのルールがあります。図1の通り平面上の動物たちの图形を例に、その形状を頂点と曲線に分解して説明します。

頂点とは曲線の両端となる点で、敷き詰めた際には他の图形の頂点と重なるような配置されるものとします。また曲線については、一つの图形の中に同じ形状の曲線を必ず複数含む必要があります。



图形の敷き詰め方は一つしかないのだろうか？

一つの图形の敷き詰め方は一つとは限りません。複数の图形同士の組み合わせ方が複数あれば、敷き詰め方もバリエーションに富む場合があります。

1. 魚

図2の魚は1種類6本の曲線からできており、魚同士の組み合わせを複数選ぶことができます。実際この图形は様々な敷き詰めができ、パズルとして楽しめます。

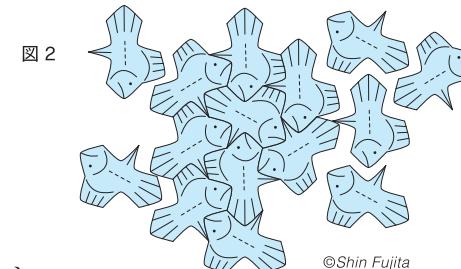


図2

2. カブトムシ

図3のカブトムシは3種類72本の曲線からできています。この图形は、複雑な方法でしか敷き詰めできないという特殊な性質（非周期性）をもつ初めての例として最近発見されました。

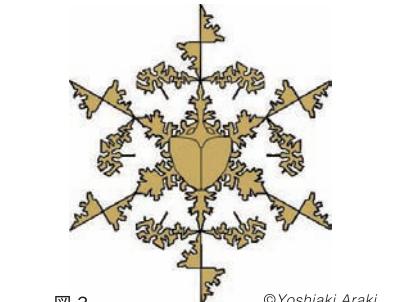
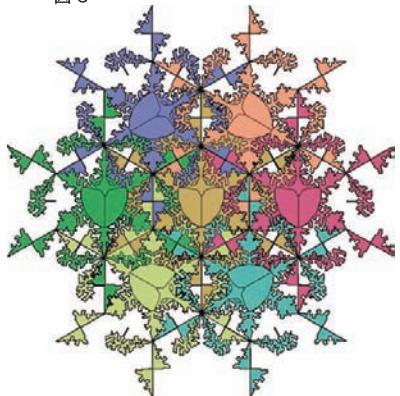


図3

© Yoshiaki Araki



平面じゃなくても敷き詰めはできるのだろうか？

今回の展示では、ボール上（球面）と、3次元空間での敷き詰めの例について紹介します。

1. ボール上のワニ

図4では24匹のワニが組み合わさり、球面を埋め尽くしています。このワニの图形は、平面上で組み合わせて、無限に敷き詰める事ができるように作り替える事もできます。



図4：カエル、恐竜、ワシ、ワニ、古代魚、アマノロカリス



図5

2. 立体の鹿

図5の鹿は、5層の板上からなる立体として、空間を埋め尽くすことができます。3次元空間の图形では頂点と曲線に加えて、面についても組み合わせを考慮する必要があります。

菱形を楽しくする敷き詰め模様

荒木 義明（日本テセレーションデザイン協会代表）

http://mixi.jp/view_community.pl?id=960872

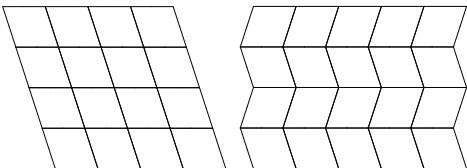


図 1. どの角度での菱形でも可能な 2 種類の敷き詰め

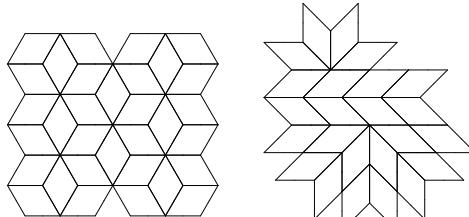


図 2. 角度 $\pi/3$ 度の菱形の
敷き詰め

図 3. 角度 $\pi/4$ 度の
菱形の敷き詰め

菱形の魅力を引き出す敷き詰め模様（テセレーション）の描き方を紹介します。今回は菱形を 2 種類の要素に分割することで、楽しい動物等の絵柄を描き易くなることがわかりました。

菱形の敷き詰め

菱形とは全ての辺の長さが同じ四角形の総称で、どの辺も長さが同じなので辺同士をピッタリと張合わせることができます。また鋭角の角度の違う様々な菱形が存在します。どんな角度の菱形でも辺同士の組合せにより図 1 のように平面を規則的に敷き詰められます。さらに角度によっては図 2 や 3 のような特殊な敷き詰めも可能です。

菱形の辺の運動ルール

今回の目的は、菱形の上に絵柄を描き菱形を様々な敷き詰めを行なった上でその絵柄が崩れることなく連続模様となることです。菱形の辺を少しづつ折り曲げ他の辺も運動して折り曲げて絵柄を描けば、隣の絵柄と重なることを回避できます。図 4 は運動させて折り曲げる辺とその向きのルールを図示したものです。図 5 はルールで描いた絵柄の一例ですが、運動する辺数が多いため絵柄が単調になりやすい特徴があります。

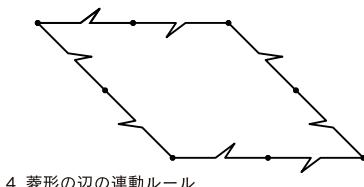


図 4. 菱形の辺の運動ルール

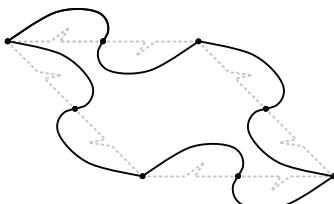


図 5. 菱形の辺の運動ルールによる絵柄



新しい絵柄のための菱形の分割

図 5 の単調さを克服するために、今回は絵柄の種類を 2 つ増やすことで 1 つの絵柄における運動する辺数を抑えました。分割のルールは図 6 のように図示でき、以下の 5 つの特徴をもちます。図 7 はこのルールで描いた 2 種類の魚の絵柄で、図 8 は絵柄を複雑に敷き詰めたものです。

1. 菱形を閉じた 2 種類の要素に分割すること
2. 図 4 のルールを適用後に分割してもよいこと
3. 要素内の運動し合う辺は 2 つまでとする
4. 要素内の同種の辺が同一線上にないこと
5. このルールを様々な菱形に適用できること

球面上の敷き詰め

さらに菱形を球面などの曲面上に敷き詰めることもできます。下の図では 14 枚の菱形を複雑に球面に敷き詰めたものに 2 種類の魚が描かれています。



図 9. 鋭角 $2\pi/7$ 度の球面菱形を分割して
描いた 2 種類の魚の複雑な敷き詰め

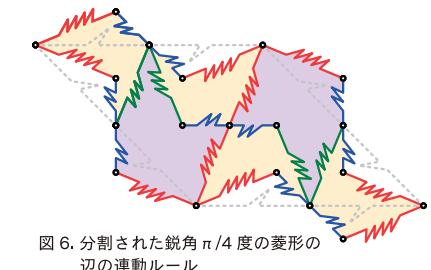
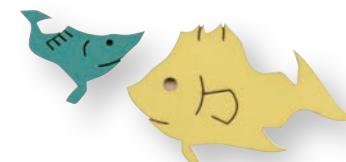


図 6. 分割された鋭角 $\pi/4$ 度の菱形の
辺の運動ルール

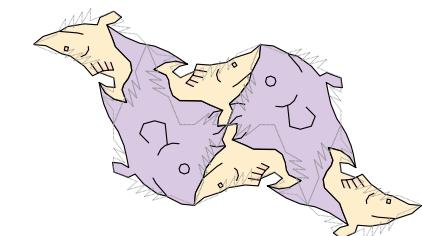


図 7. 分割された菱形の辺の運動ルールによる
2 種類の魚の絵柄

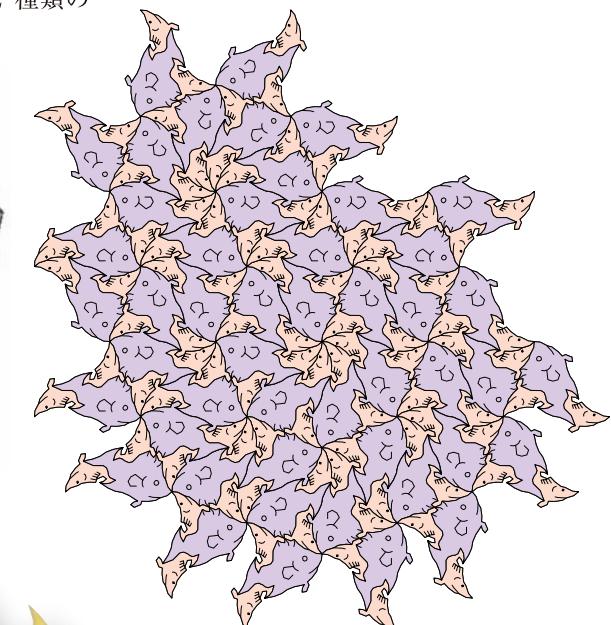


図 8. 2 種類の魚の絵柄による敷き詰め

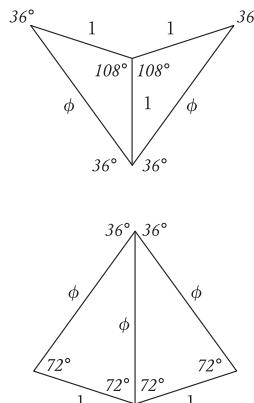
ペンローズ・タイル

New Design:「キンドラーとゴジベエ」

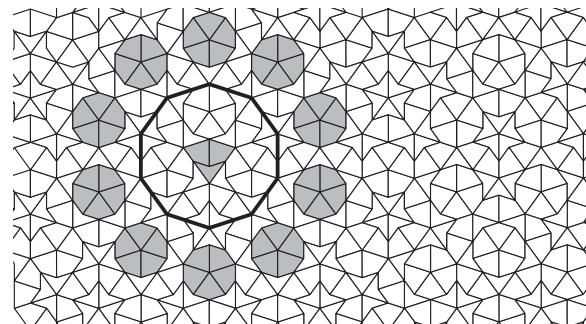
谷岡 一郎(大阪商業大学)

ペンローズ・タイル

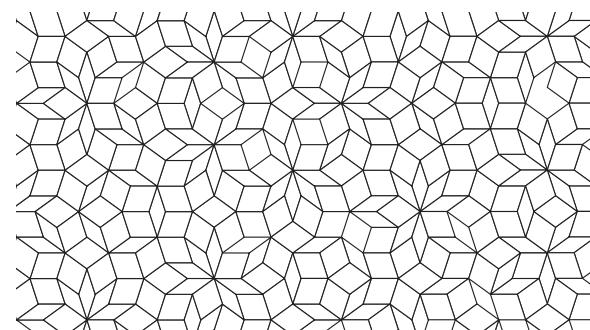
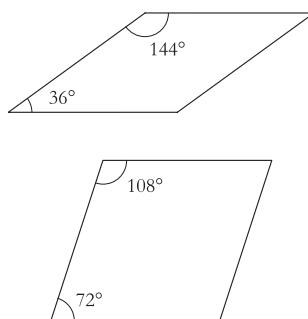
「ペンローズ・タイル」とは、イギリスの物理学者、ロジャー・ペンローズ博士が1972年に発見した2種類のタイルのことです。この2種類は平面を敷きつめることができますが、特定のルールに従えば（凹凸をつけて強制すれば）、不思議なことに周期的パターンにはなりません。図のように、放射状に外に広がっていくのです。



〔ヴィオ. 2005〕



その後、同じ性質を持つもうひと組のペンローズ・タイル（こちらを「タイプB」と呼んでおく）が発見されました、こちらは両方とも菱形です。



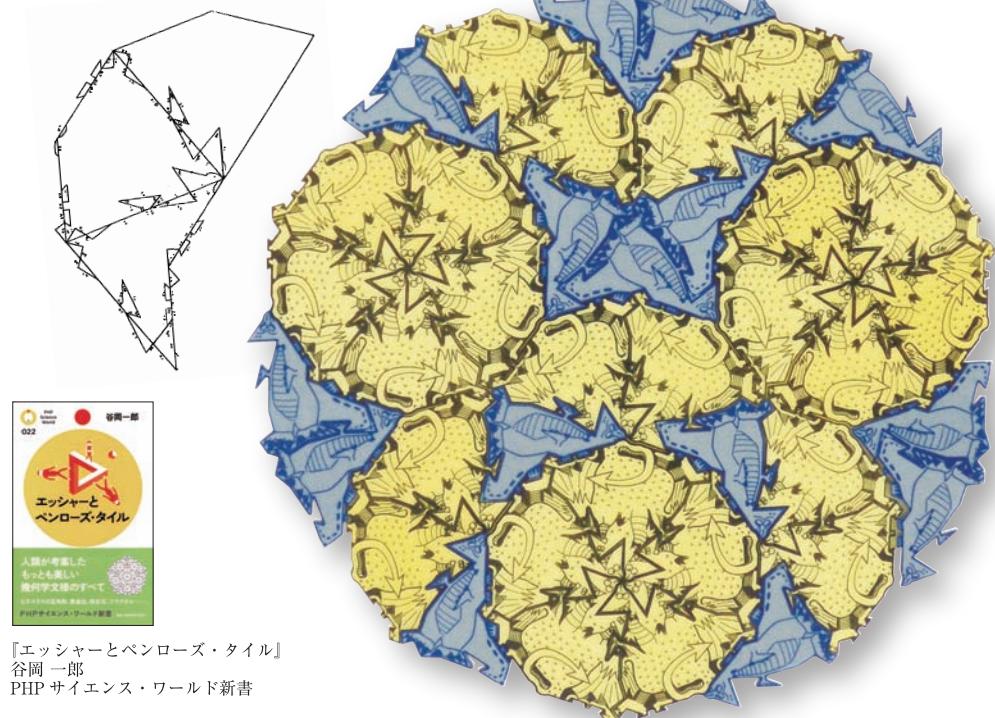
準結晶

そのようなものは存在しないとされていた、ペンローズ・タイルに似た5回(10回)対称構造の結晶は、人為的ではありますが作られました。この構造を作り出したイスラエルのダニー・シェヒトマンは2011年のノーベル賞に輝きました。

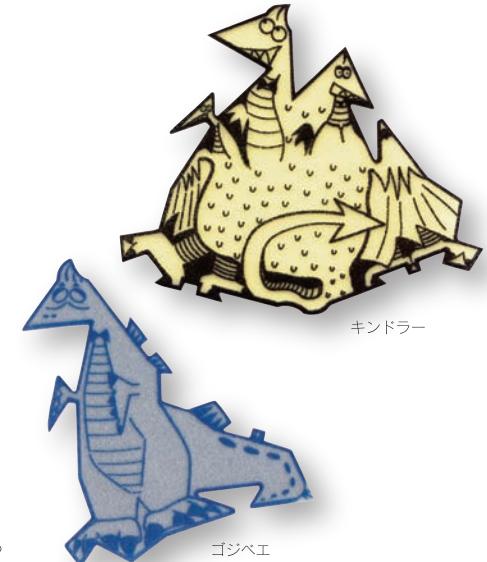
2007年には、イスファハン(イラン)の寺院において、ペンローズ・タイルと同じコンセプトで張られた約3800枚のタイル模様が見つかり、これによりペンローズ・タイルのコンセプトは、15世紀のイスラム世界ですでに発見されていたことが判明しました。

ペンローズ・タイルは、一定の組合セルールを強制するためにデコボコをつけることで、美しいデザインのパズルになります。

今回のデザインはむかしの怪獣映画で観たキングギドラとゴジラをモチーフとしています。



『エッシャーとペンローズ・タイル』
谷岡 一郎
PHPサイエンス・ワールド新書



テセレーションボールの制作

中村 誠（テセレーター）

Tessellation World of Makoto Nakamura
<http://www.k4.dion.ne.jp/~mnaka/home.index.html>
 E-Mail : mnaka@y8.dion.ne.jp

多面体のテセレーション

テセレーションボール（球面状の敷き詰め模様）は多面体を基礎にして制作します。多面体の表面にテセレーション展開する時、ほとんどの場合平面の敷き詰めルールが適応されません。例えば、図1の様に、六面体のテセレーションを展開図にすると、平面上に無限に敷き詰める事が出来ません。^{*}

*図のベクトルが1方向の場合。

多面体から球体へ

多面体から球体の展開図を変換するには3Dのソフトで球面を均等分割して、展開図制作ソフトで球面の展開図を作ります。図2は3Dで8面体の1面を球面に切り取って展開図を作成した例。多面体を球面に変形すると、多面体の作図のままで曲面により変形するので、球面にした時の図が正しいイメージになる様に、曲面に合わせて図の補正をします。図3は図1の立方体の展開図を球面の展開図に変形した例です。多面体を構成する面の数が少ない程、球面に変形した場合の図の変化が大きくなります。

テセレーションボールの作成

左から順に：①紙にプリントアウトした球体展開図を組み立てて球体を作る。②球体上に油土等で原型を作る。③石膏でマスター モデルを作る。④型取り用シリコンで雛型を作る。⑤軽量粘土等で型起こして球体分のパーツを作る。

テセレーションボールは球面上に敷き詰め模様を施したものとを言います。しかし、3D画像等の単に視覚的体験ではなく、テセレーションボールを実際に実現し、手に取って見てパートを組み立てられるのは新しい新鮮な体験となるでしょう。ここで制作されたものは軽量粘土をいくつかの素材で比較的手軽な制作方法で作られています。

07

08

複数モチーフ展開：「十二支動物しきつめ Ver.1 / Ver.2」

藤田 伸（有限会社リピートアート）

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



東京都目黒区緑丘保育園、世田谷区尾山台保育園



Repeat Animals Ver.1



MagnetCardstand



きっかけ

鳥や魚などのシルエットを使って、隙間なくエンドレスにつながる模様（通称：エッシャー・パターン）に魅せられて、独自にしぐみの研究をかさねてきました。

2004年、息子がお世話になった保育園の理事長さんから、「園舎建替えの際、記念の玄関プレートのデザインを考えて欲しい」という依頼を受けました。その保育園はゼロ才児から順に、ひよこ・りす・うさぎ・かば・きりん・ぞう、というクラス名が付けられていたので、それら6種の動物による“しきつめ図版”を考案しました。

これが、私が複数モチーフによる“しきつめ”創作を手がけるようになったきっかけです。

6種から12種へ

6種の動物による“しきつめ図版”成功を得て、次は十二支動物による12種“しきつめ”に着手しました。今度は、依頼を受けてではなく、純粋に自身に対するチャレンジです。同時に、それぞれの動物の単体での“しきつめ”も完成させることができました。

それを2010年のSICF展に出品したところ、商品化の賞を受賞しました。レーザー加工機を導入して、慣れない製品づくりがスタートしました。

Ver.1 から Ver.2 へ

はじめに手がけた十二支動物の“しきつめ図版”は、図版としては充分に満足できるものでしたが、商品にしてみると、あらたな問題がでてきました。子どもが無造作に扱うと、ボキッと折れやすい箇所（ウシの尻尾やトリの足など）があったり、小さなパーツを紛失されたり…。

そのため子ども向けに、極端に細い箇所がなく大きさも揃っているVer.2も考案しました。図版創作の苦労を仮に10とすると、商品化においては100以上の苦労を強いられる—それが私の実感です。

テクニカル・メモ

“複数しきつめ”考案に際して、私は右図の正六角形格子・マッチングルールを選択しました。このタイプは、①3種の線を使える、②スペース的に使いやすい、③組合せに回転移動が入るので面白い、などの理由で“複数しきつめ”に適していると思います。

描画は、Adobe Illustratorというソフトを使用していますが、他に Corel DRAW もレーザーカットを前提にする場合はマシンとの相性が良いようです。

正六角形格子以外の例として、現在制作中の10種のクリスマス・モチーフによる“しきつめ”を下に載せておきます。



Repeat Animals Ver.2

