

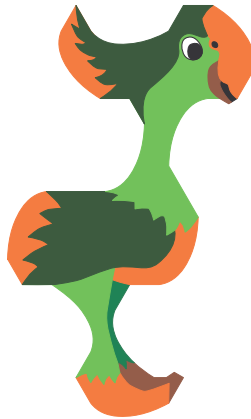
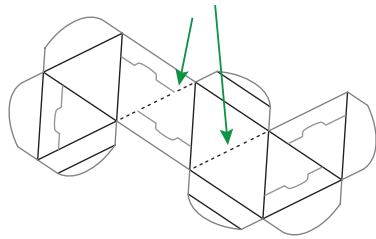
TESSELLATION

日本テセレーションデザイン協会

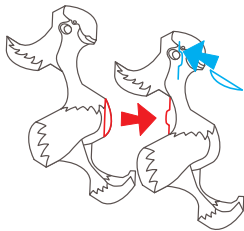
図形と空間の不思議 敷き詰め模様で遊ぼう!

2015.11

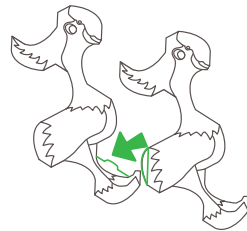
①まず点線は谷折り、残りは山折りしよう



②二つの紙を矢印のように順番につなげよう

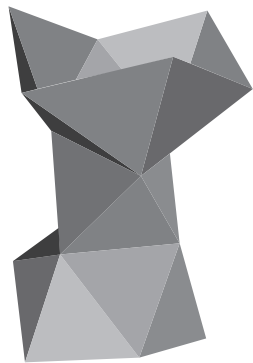


鳥のお腹を、相手の首の後ろへ

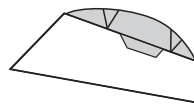


鳥の後ろ髪を相手の首に、後ろ羽根を相手の足元前側へ

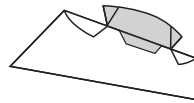
③三枚あわせて反った穴あき曲面をつくろう



紙のかみ合わせ方



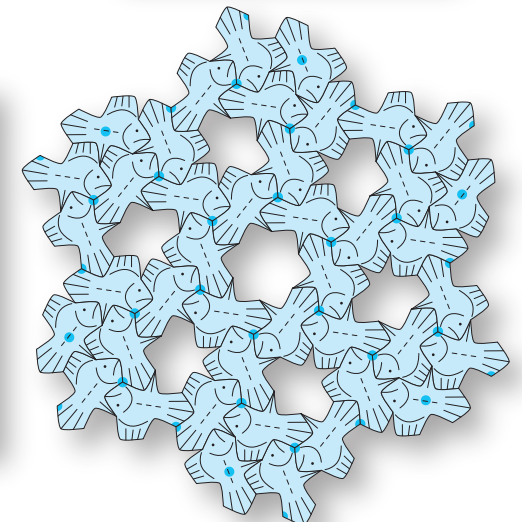
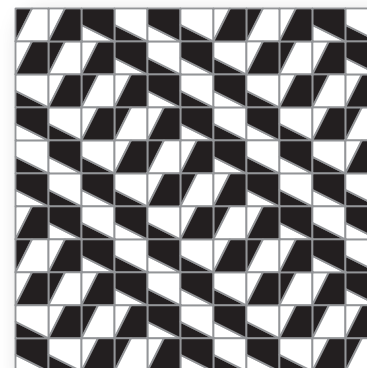
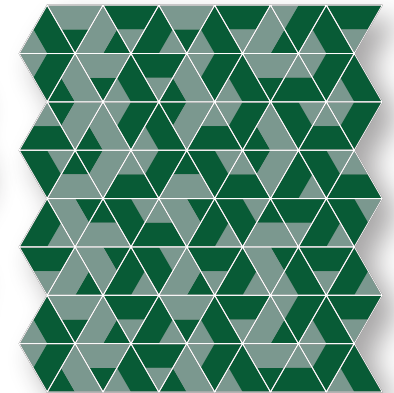
スキマでてっぱりを差しこもう



でっぱりの両端を折ろう



でっぱりの真ん中の耳を山折りし
差し込んだ紙に垂直に立てよう



●日本テセレーションデザイン協会●ご案内●

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。本協会では、テセレーションに関心のある新規会員を絶賛募集中です。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://www.tessellation.jp>

テセレーションによる繰返し単位をもつナノカーボン設計法の提案

荒木 義明 (日本テセレーションデザイン協会代表)

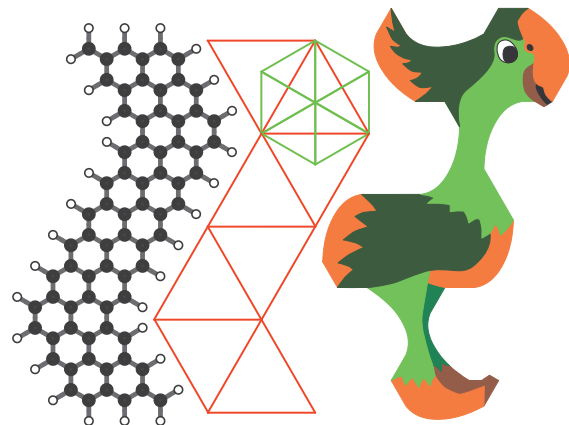


図 1. 様々な形状に共通な繰返し単位となる多角形モデル (中) に描いた鳥のモチーフ (右) と対応する分子 $C_{72}H_{30}$ (左)。多角形モデルの緑の 6 つの正三角形は赤の正三角形を細分化したものの。

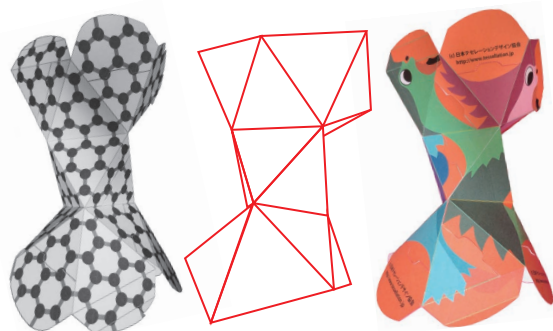
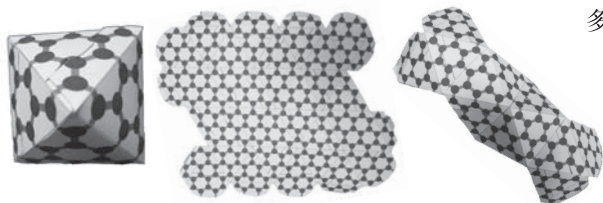


図 2. ワークショップ体験の作例: 多角形モデルを三つ巴に絡めるとポピン状の離散曲面 (中) ができる。表で絡めると鳥が隙間無く被り無く巻きつき (右)、裏では定負曲率 ($-\pi/10$) のナノカーボンが現れる



本稿では複雑な形状のナノカーボンを単純な繰返し単位から構成する設計法をテセレーションデザインの応用として提案する、繰返し単位の分子を多面体の部分となる平面多角形上の模様としてモデル化することで生成対象のナノカーボンをその多角形で組上げた多面体表面の連続模様として構築できる。この生成過程をワークショップで簡易に体験できる紙モデルを提供し、その表側に動物の絵を裏側に炭素原子をデザインした。

ボトムアップ的な生成手法

複雑な幾何形状のナノカーボンを狙って生成するボトムアップ的な手法が脚光を浴びている、新たな形状は未知の物性の開拓に繋がる可能性がある。2013年名古屋大学 iTbM 伊丹教授らは負曲率を持つワープドナノグラフェン (WNG) をコラヌレンから生成し、高溶解性等の特性を導いた。

本稿ではまずはシンプルな生成手法として一種類の多環芳香族炭化水素 (PAH) 間の Scholl 反応を前提とした。グラフェンや CNT ではこのような PAH が存在するが、複雑な形状のナノカーボンでは Mackay 格子等一部で提案事例があるものの、複数部品によるものや構築方法は未検討な段階なものが多い。

図 3. 共通単位による曲率が正、零、負のナノカーボンの作例: 正八面体状 (左)、平面状のグラフェン (中)、円柱状のジグザグ型 (12-0) CNT (右) が現れる

様々なナノカーボンの共通単位

本提案のデモンストレーションとして曲率が正、零、負のいずれのナノカーボンも構成できる PAH ($C_{72}H_{30}$) を図 1 に示す。炭素原子を 9 個含む正三角形 8 枚からなる多角形としてモデル化した。複数の本多角形の境界の辺同士の貼合せ (Scholl 反応と対応) て生成対象とするナノカーボンを構成する。

定負曲率のポピン曲面

本稿では生成対象として負曲率とくにその値が一定となるナノカーボンに着目した。以前本誌では WNG の定負曲率モデルを示したが本多角形モデルでは全頂点で正三角形を 7 枚に貼合せで定負曲率を得る。平面に近い定曲率 $-\pi/10$ にするために正三角形を細分割 (図 1 赤の三角形を緑へ分割) し、その分割に合わせて正三角形には 9 個の炭素原子を配置した。

図 2 は本多角形による定負曲率の作例で反った筒状をした離散 Minding ポピン曲面 (以下ポピン) である。図 2 は本多角形を三つ巴に絡めたもので、絡める数で太さの違うものが得られる (図 4)。

さらにポピン同士を繋げると三重周期曲面が得られる。三つ巴ポピンはダイヤモンド状、四つ巴では Mackay 格子状となり図 5 にそのナノカーボンの分子力学計算結果を示した。

今後は単純な繰返し単位から構築できる複雑なナノカーボンの広がりを探求するとともに、生成対象のナノカーボンを限定してより現実的な条件を考慮した繰返し単位の探索についても行っていきたい。

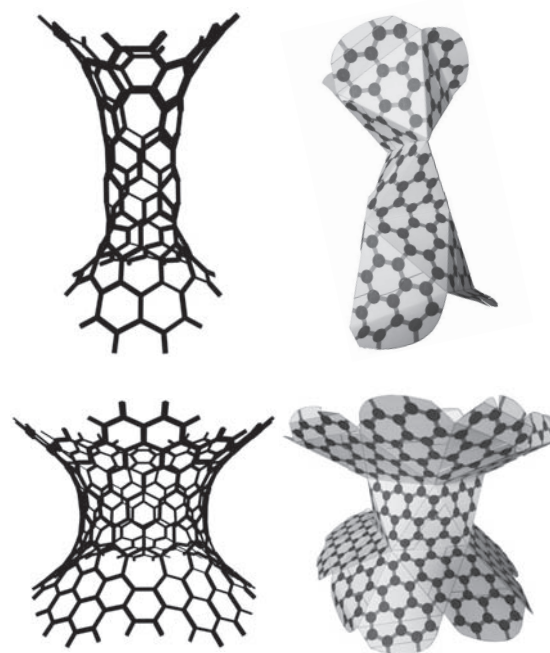


図 4. 太さの異なるポピン曲面の例: 二つ巴ポピン曲面 (右上) と対応するナノカーボンの分子力学計算結果 (左上)。五つ巴ポピン曲面 (右下) と対応するナノカーボンの分子力学計算結果 (左下)

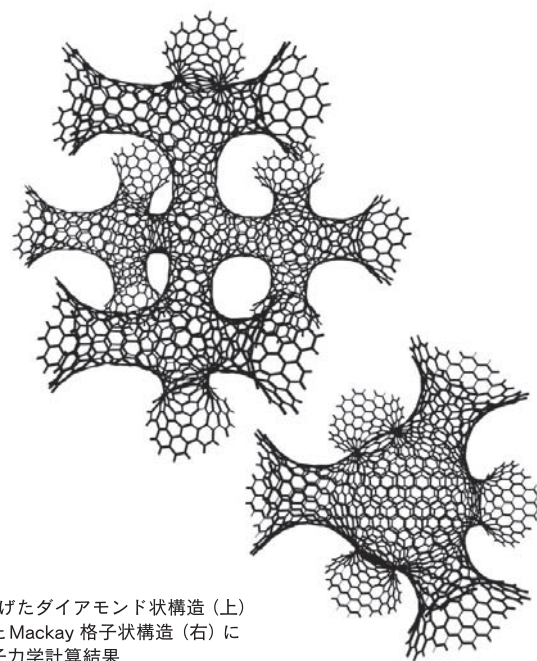


図 5. 三つ巴ポピン曲面を繋げたダイヤモンド状構造 (上) と四つ巴ポピン曲面を繋げた Mackay 格子状構造 (右) に対応するナノカーボンの分子力学計算結果

表裏異色同型モノタイルの展開

谷岡 一郎 (神戸芸術工科大学)
荒木 義明 (日本テセレーションデザイン協会代表)

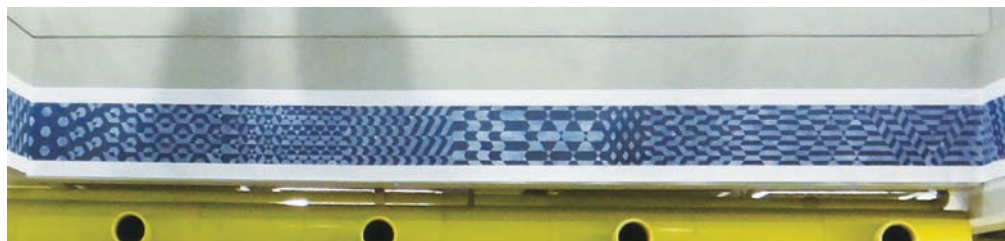


図 1. 壁面を帯状に覆う「富士山とカキ氷」のメタモルフォーゼ (横浜)

前回本誌で提案した多様な幾何学模様を生み出すパズル「富士山とカキ氷」のその後を報告する。本パズルは表裏異色同型一種類のタイルを敷き詰めユニークな模様の創作を楽しむ。春休み期間中。横浜の科学館の体験展示会場を取り囲むメタモルフォーゼをエッシャーのパステーシュ (真似のようなもの) として壁面展示し子供達の作品の集合美を演出できた。



図 2. 正方形の表裏異色同型モノタイル例。
「富士山とカキ氷」と共通する 4 つの特徴を満たす。

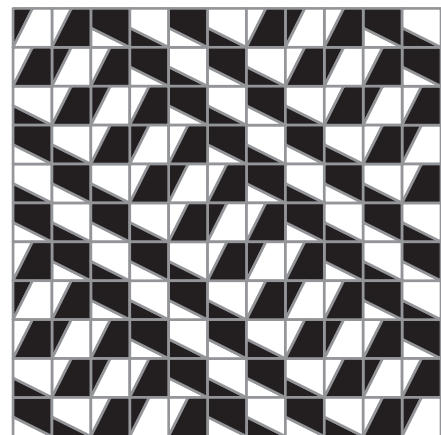


図 3. 表裏移植同型パズルによるカフェウォール錯視の再現例。タイル境界からなる直線が波打って見える模様のバリエーションを豊富に作れる。

本稿では更なる展開としてパズルを特徴付け類似パズルの可能性を検討した。

- 1) Monotile: 単一タイルで敷き詰め可能
- 2) Boundary-to-boundary map: 回転 / 裏返しでタイル境界のみ自身に写る
- 3) Color symmetry: 裏返しと色反転でタイル内側が自身に写る
- 4) Boundary condition: 枠を超え模様が繋がるよう枠周辺のタイル配置が動機付けられ易い

タイル境界の形状は特徴 1、2 から P2 敷き詰め可能且つ鏡映対称な多角形で、特徴 2 の回転数で分類できる。タイルの模様は特徴 2、4 より多角形の頂点 / 辺中点を通る色反転する領域の境界線を含む。特徴 4 の枠形状は周期的なものに限定されない。

上の特徴付けは主に幾何学的なものだが様々な観点での検討も重要だ。ここでは特徴 2 の回転数を 4 とした正方形タイルにおいて図 3 のようなカフェウォール錯視を再現し易い類似のパズルを見いだした。

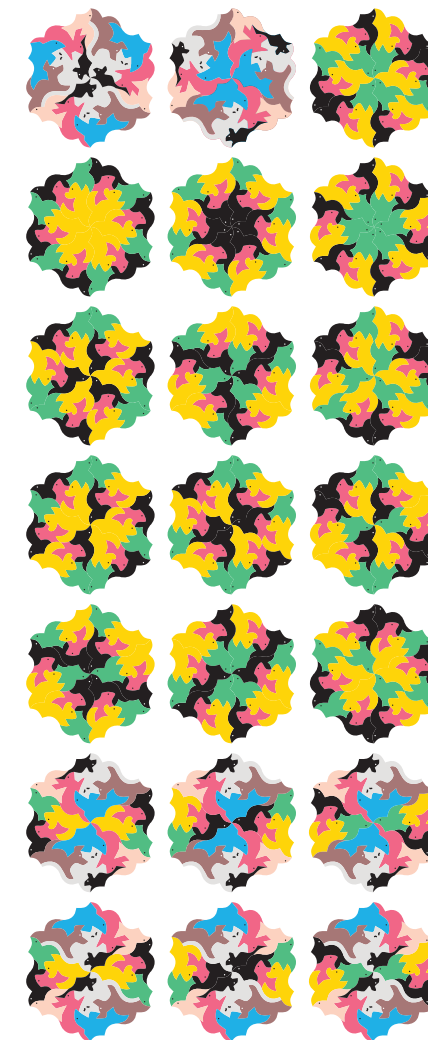
10モチーフのテセレーションで出来る六角形の対称性

中村 誠 (テセレーションデザイナー)



4 モチーフの三角形

6 モチーフの六角形



対称性のある組み合わせは何通り？

4 種の異なるモチーフによる正三角形を基本にしたテセレーションと、6 種の異なるモチーフによる正三角形 2 つを繋げた菱形を基本にしたテセレーションで、六角形の図形を作ります。では、この六角形の対称性は何通りでしょうか。左上の図がその基本図形です。3 回転対称、6 回転対称、2 回転対称の計 21 通りあります。

形だけでなく、色彩も対称性の様な規則性があるパターンは美しく感じられます。今回の試みで色々な組み合わせを試して、対称性と色彩の美しさの関係を実感してみましょう。

六角形が出来たら、六角星にも挑戦してみてください。六角星の対称性は何通りでしょうか？ 更に複雑な図形で、対称と色彩の魅力を経験してください。

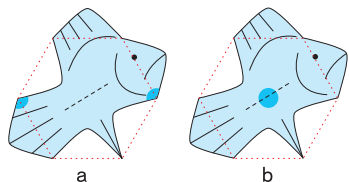


対称な図形と色彩の組み合わせの一例

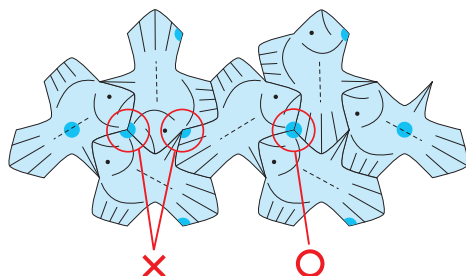
ワークショップは学びの場

藤田 伸 (有限会社リピータート)

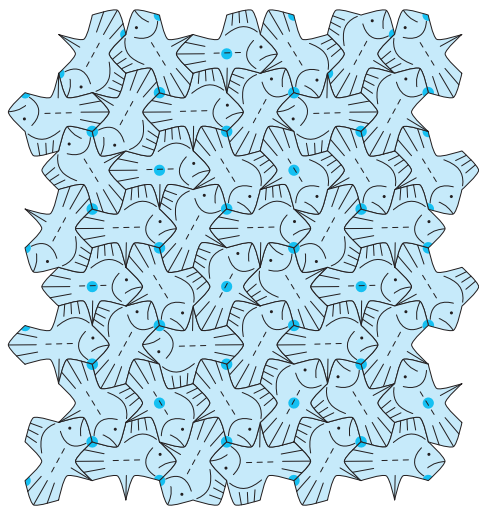
<http://www.shinfujita.com/>



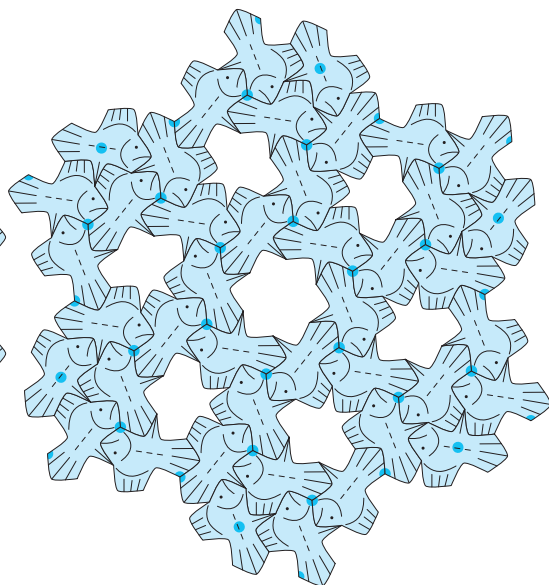
1. 基本形状 (1種の形状に2種のマーキング)



2. 組み合わせセルール



3. 非周期的組み合わせ



4. ホールがある組み合わせ

本協会代表の荒木氏より、1種の形状による非周期的な組み合わせが発表されたという情報をいただいた(2010年デューク大学の数学者 /Joan Taylor)。それは正六角形をベースに展開されたパターンで、組み合わせにあたり条件が付く。

その条件を私流にアレンジして魚の形状にしたものが図1である。形状は1種ながらもマーキングが2種となり、結果的には2パーツとなる。組み合わせ条件は、図1-aのマーキングが円になるようにするというものである(図2)。そうすれば図3のような非周期的組み合わせが導き出される。

これをレーザーカットで木のピースにして子どもたちに試したところ、予想もしなかった組み合わせがいくつもあらわれた。



5. ホールがある組み合わせ (裏返しあり)

図4のようにホールができて組み合わせるのである。図4ばかりではなく、なかには裏返しも混在させて図5のように勝手に組み合わせている子どももいた。これでは何のために苦労してマーキングのアイデアを考えたのかわからなくなってくるが、ホールの形状や配置が絶妙でじつに興味深い。

ピタリとしきつめられることばかり考えていた私にとって、この種のホールはひとつの開眼でさえあった。組み合わせの途中でできるホールの形状を前提にデザインを考えるという発想があってもよい。

ワークショップでは、このように子どもたちから気付かされることがじつに多く、素材やサイズの検討も含めて、私にとっては格好の学びの場となっている。

最後に拙書ご案内。これまでに出した本や論文をベースに近年のテキストをくわえたもので、私にとっての集大成となりました。



6. サイエンスアゴラにて



『装飾パターンの法則』
フェドロフ、エッシャー、ペンローズ
藤田伸著 / 三元社