

ホムト図形とパターン

原 肇*・鈴木 文寛**・大脇 健一***

(昭和62年9月30日受理)

HOMT Figures and Patterns

Hajime HARA*, Fumihiko SUZUMURA** and Kenichi OWAKI***

(Received Sept. 30, 1987)

Abstract:

For the making of plane patterns, we studied some methods of arrangement of tiles. Although we have only a few kinds of original figures on the tiles, a lot of patterns come out by placing the tiles in a two dimensional plane.

In view of this fact, we tried to display the many plane patterns on the display devices and to make images as hard copies.

It is possible for anyone to make the patterns easily and quickly using a personal computer.

In this paper we describe the making of original figures, the arrangement of figures and coloring.

1. ま え が き

HOMT 図形⁴⁾⁵⁾⁷⁾とは、いくつかの正弦波を重ねあわせ、得られる2次元図形で、パラメータ(振幅、波長、位相)を変えることにより、非常に多くの図形が得られる。また、この図形に変形(正方形内にできた図形を三角形、平行四辺形、円形などの枠の中に歪ませて入れること)、着色(原図形あるいは、2次元模様の色づけすること)、回転(鏡映、点対称、90度回転など)を与えることによりさらに違った図形を作ることができることが分かった。

そして、今回、この図形を、タイルに描かれた模様と考え、そのタイルの貼り方について研究を進めて来たのでここに報告する。

2. 2次元格子と基本領域²⁾⁶⁾

本論文では、異なる4種類のタイル T_1, T_2, T_3, T_4 を選んで、2次元平面に併置する方法について述べる。

この場合、4種類のタイルを置く部分領域内での位置をあらわすのに A, B, C, D を使用する。 A, B, C, D の2次元格子状の並べ方は図1あるいは図4のように大きく4通り、詳しくは7通りある。

この7通りの見つけ方として基本領域と呼ばれる平行四辺形を利用した。格子点としては A から D のいずれを考えても良いので、 A を格子点と考えることにする。

4つの A 点を頂点とする平行四辺形で、その辺上にも内部にも別の A 点をもたないものは、いずれも基本領域である。この基本領域を、簡単にする為、辺を直線と考え平行四辺形と考える。

* 広島工大電子工学科

** 広島大学大学院工学研究科

*** 広島電子専門学校

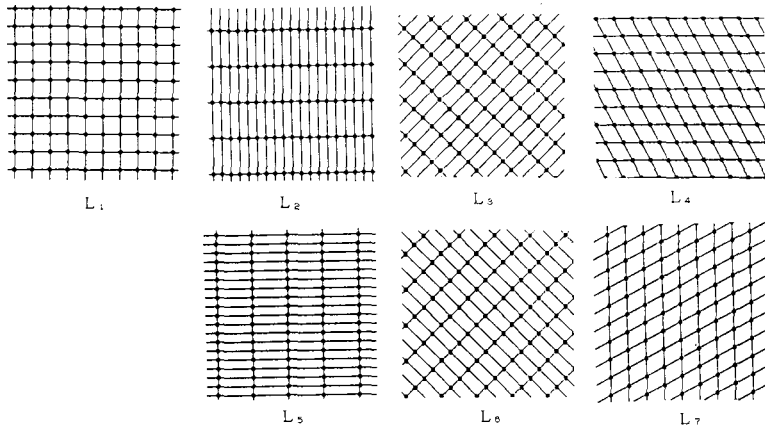


図1 2次元格子の形状

平行四辺形の面積 S は、各 A の座標を (x, y) 座標上で、図2のようにあらわすと次式ようになる。

$$S = (a+c)(b+d) - (a+c)b - (b+d)c = ad - bc$$

我々の場合、 A, B, C, D の4つの点を取り上げているので、 $S=4$ となる平行四辺形を考える。

$S=ad-bc=4$ を満足する平行四辺形は図3のように沢山ある、これらの中で、もっとも自然な分かりやすい平行四辺形は、周辺の長さの最も短い平行四辺形であろう。よって、 $S=4$ を満足する平行四辺形のうち最も短い辺と、別の方向で、次に短い辺を選び、生成される平行四辺形を最短周辺平行四辺形と呼び、これをもって2次元格子の形状とした。(図3参照)

2次元格子の形状は大きく4つに分けられる。これらを L_1, L_2, L_3, L_4 と呼ぶ。90度回転したものも考えると L_5, L_6, L_7 が増え7通りとなる。本論文では、壁に貼るタイルを考え、つまり90度回転したものも別の模様として考えを進める。

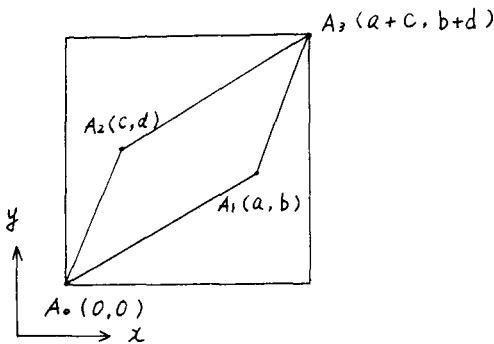


図2 基本領域の面積計算

3. テトラミノと併置³⁾⁶⁾

4種類の2次元格子上に、4つのタイルを連結したテトラミノを敷き詰めていく時、テトラミノの形状は、図4のように何通りにもとれる。この場合、 A, B, C, D の位置を順番に関係なく4方向連結で、つないで1つのユニットと考えれば良い。但し、2次元格子上に、ある1つのテトラミノを決定すると、そのテトラミノの敷き詰め方は、一意に決まる。

たとえば縦長の長方形でできたテトラミノは、2次元格子 L_2 上でも L_3, L_4 上でも併置することができる方法が1通りずつあり、1通りに決まるということである。

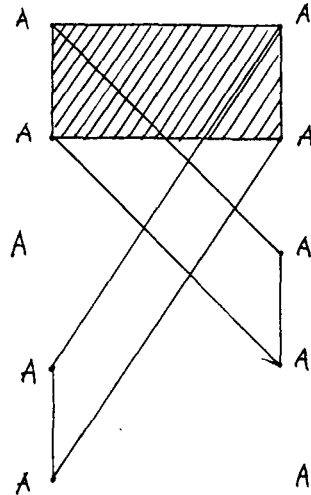


図3 基本領域

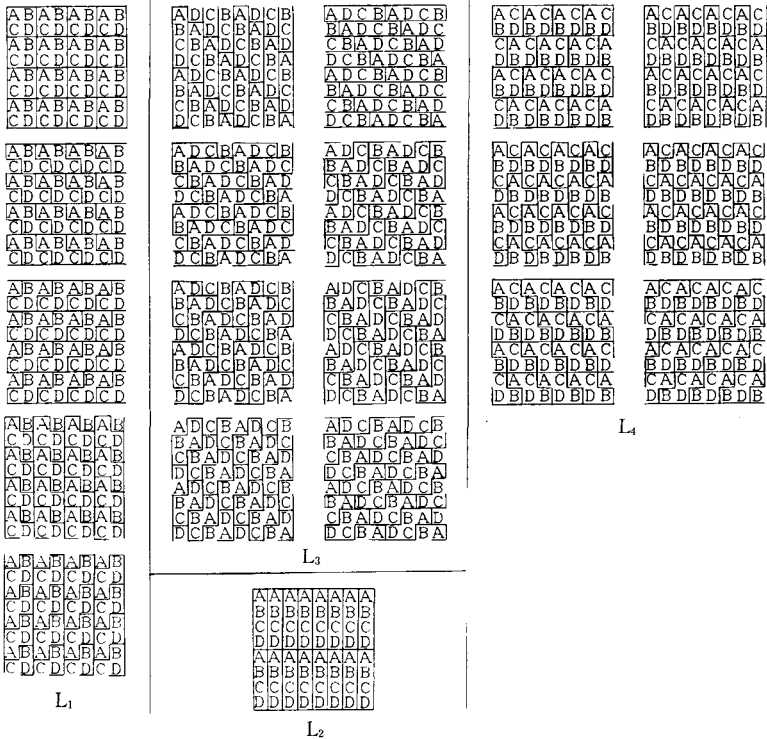


図4 テトラミノの併置

4. 2次元模様を作成

4.1 テトラミノに直接デザインする方法

2次元模様を作成するには、ある特定のテトラミノに模様をデザインすれば、そののちはコンピュータが自動的にそのテトラミノを縦・横方向に決まった長さだけ位置ずらしを行ない2次元繰返しパターンを作る。

この場合、デザイン製作者は、自分の好みの2次元格子とテトラミノを選び、そののちは創造力を、1つのテトラミノの中に傾注させることができる。

図5は、HOMT 図形で作った原形をテトラミノに画いた例である。

4.2 1種類のタイルを組み合わせる方法

例として、4種類のタイルを、 T_1, T_2, T_3, T_4 のようにとる。

これらを2次元格子 L_1, L_2, L_3, L_4 上で、それぞれ A, B, C, D 点の各位置に、 T_1, T_2, T_3, T_4 の4つをうめる場合の数は、各 L_i で6通りずつとれる。

よって図6のように24通りの2次元模様が作成できる。この中には、90度回転したものや、180度回転したものも含まれるが、かなり多くの種類の2次元模様

が作成される。

ただし、この場合テトラミノの形状は、ほとんど無視され、新しい連続模様の要素が、浮かんでくる。

4.3 2種類のタイルで2次元模様を作成する方法

図7の8つのタイルのうち、 T_1, T_2, T_3, T_4 は同じタイルであり、ただ T_1 を1直角、2直角、3直角、4直角というふうに回転しているだけである。この最後の4直角はもとのタイル T_1 と同じパターンに戻ってしまう。よって4直角以上は考えずパソコン上での扱いを分かり易くするため4種類のタイル、 T_1, T_2, T_3, T_4 があることとする。

同様にタイル T_5, T_6, T_7, T_8 についても前の4つのタイルの鏡映で、4通り考えることができる。以上のあわせて8通りのタイルのパターンを原形と考える。ただし、この原形を作る際、なるだけ変化に富んだ模様を作るため上下、左右非対称であることを条件とする。その場合、HOMT 図形を用いる事は好都合で、 X, Y 軸に印加する偏向電圧の基本波形に、おのおの、偶数倍の高調波を含ませれば良い。

以上述べた8種類のタイル T_1 から T_8 までのうちから異なる4つのタイルを選んで、 L_1 格子上に 2×2

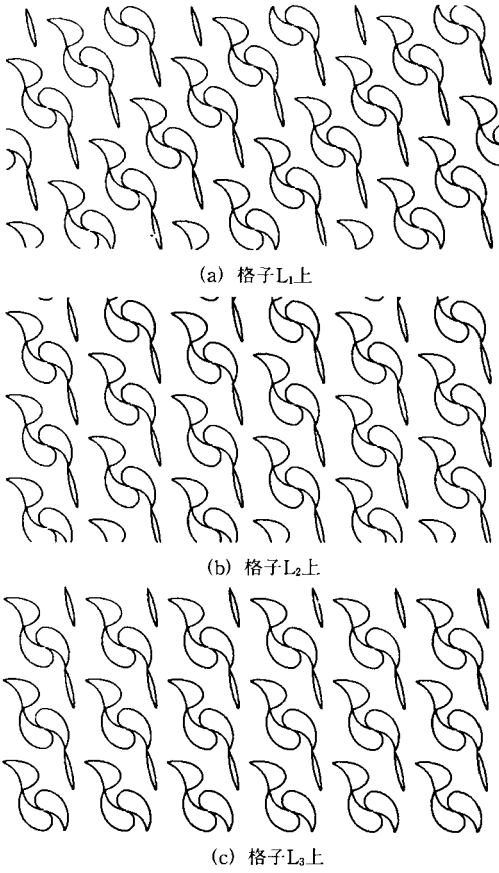


図5 テトラミノを原形とした例

の田形パターンで並べる場合に限っても116通りの模様が考えられる。

この場合2次元繰返し模様は無限に広い床と考え、回転して同じに見える模様は同じものと見ることとした。他の場合については、数え上げを行っていないが、わずかに1つのタイルのデザインで相当数の2次元模様を作成することができる。

5. 2次元模様の試作例

模様をいくつかに分類して図8～図12に提示する。

6. あとがき

以上正方形タイル4つで作る2次元模様について述べたが、タイル数を増やした場合、正三角形、正六角形の場合も検討中である。

又、線図形で2次元繰返し模様を作成したのち着色

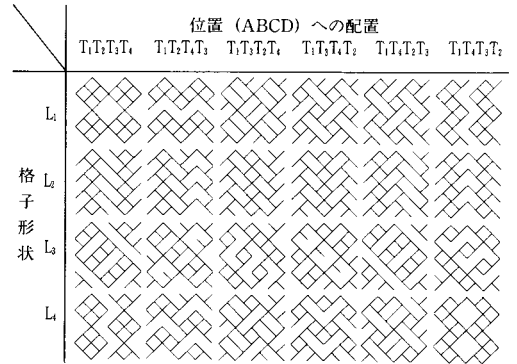


図6 24通りの2次元模様

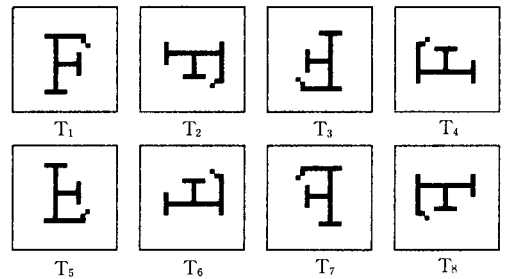


図7 8通りの原図形

すると、時間はかかるが、原図形やテトラミノの模様からは予想もしなかった2次元模様を得られ、ここでも、ぬり絵とは違った配色の妙がある。

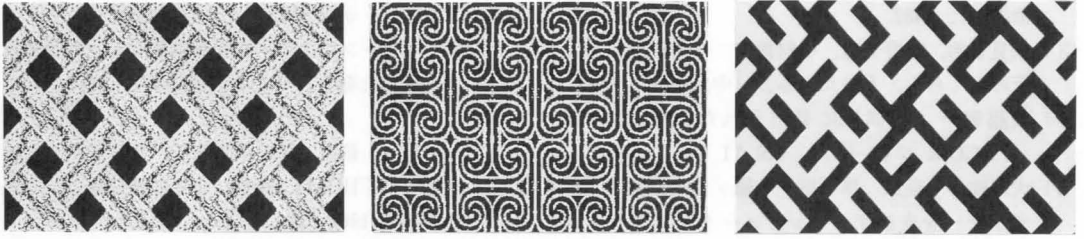
根気のある繰返し併置、配色作業等は、パソコンに任せられるので、デザイナーは、ちょっとしたヒントを得て、あるいは試行錯誤的にトライすれば短時間に2次元模様が作成される。今後タイルだけでなく、応用分野は益々広がるものと期待している。

謝 辞

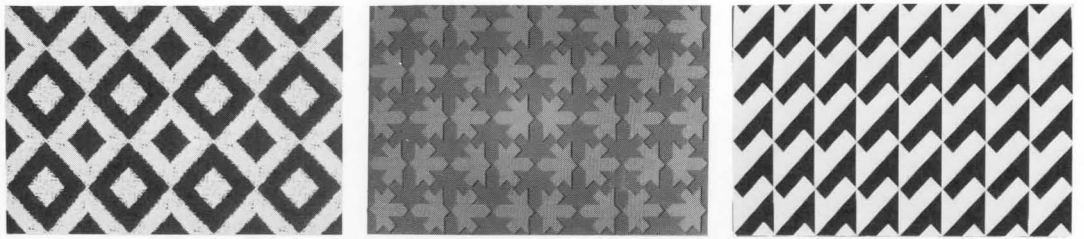
本研究を遂行するにあたり、ご指導ご討論頂いた佐賀大学教授・吉田良教授に心から感謝の意を表します。また、模様作成にご協力頂いた広島工業大学の、宮地 睦君、八木真二君に感謝の意を表します。そして、研究資金の御援助を下さいました富士通㈱に対して厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

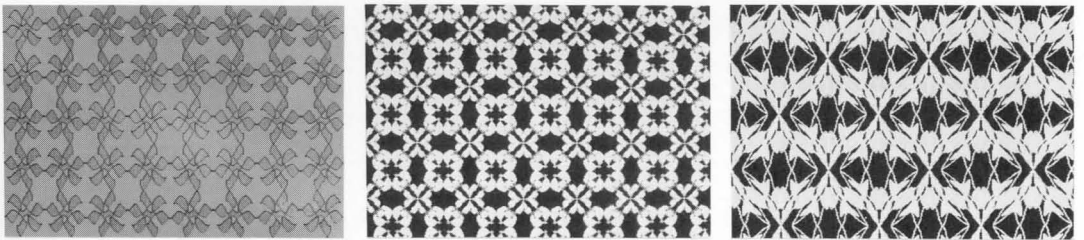
- 1) 大脇健一・吉田良教授編著：「プラズマディスプレイ」(共立出版社)、1983。



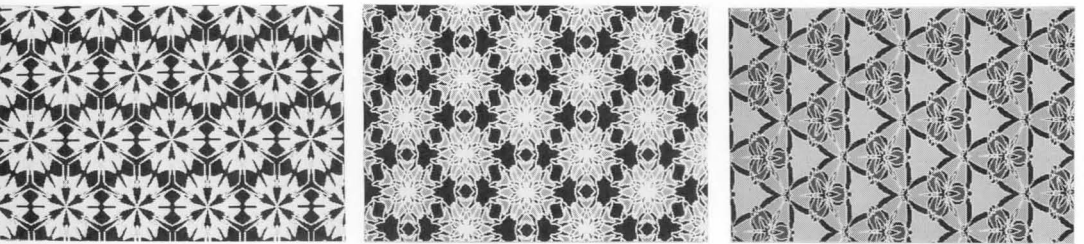
1) 古くから伝統として残っている模様 (図8)



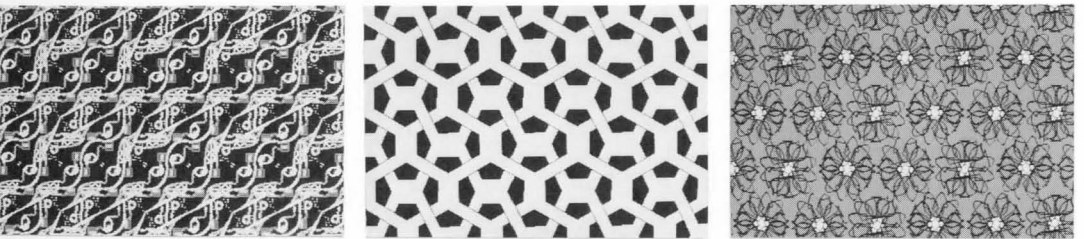
2) エッシャーに代表される図と地の交代模様 (図9)



3) HOMT 図形による模様 (図10)



4) HOMT 図形を、正三角形格子上に併置した模様 (図11)



5) コンピュータでないと気付かない、あるいは、投げ出したくなるほど面倒な模様 (図12)

- 2) コクセター著, 銀林 浩訳: 「幾何学入門」, (明治図書), 1982.
- 3) 伏見泰治, 安野光雅, 中村義作: 「美の幾何学/天のたくらみ, 人のたくみ」, (中公新書), 1979.
- 4) 大脇健一: 「偶然に見出された美の世界」, (FACOM ジャーナル, Vol. 11 No. 7), 1985.
- 5) 大脇健一・萩原 修・原 肇・吉田良教: 「デザイナーを支援するコンピュータグラフィックス HOMET 図形」, (第2回ニコグラフ論文コンテ
- ト論文集), 1986. 11.
- 6) 坂本宗和・高木幹雄: 「1次元1近傍のセル・オートマトンによる平面模様生成」, (情報処理学会研究会報告, Vol. 86 No. 67), 1986. 10. 4.
- 7) 大脇健一・萩原 修・田口法子・増田ゆかり・大鼻完司: 「HOMET 図形による紋様作成」, (日経バイト), 1984. 12.

