

# 中近東絨毯出力プログラムの作成

## —文化の数式化と保存—

### Creation of Middle East Carpet Output Program Mathematical Formulation and Preservation of Culture

#### Abstract

During the process of creating the carpet pattern, I found out that I can create a carpet pattern by adding translations, rotations, etc. to the unit pattern, so I plan to create a program with mathematical formulas for the transfers. I am planning to create a program that will make the moves into mathematical formulas.

#### 1. はじめに

本校では、理数探求の授業内で、十進ベーシックアプリのプログラミング言語を学習しており、アプリを利用することで、画面上の座標に様々な文様を出力することができる。また、ある特定の文様を画面上に出力し、関数を用いてそれらを回転や平行移動させることができる。ここで、変換をかける前の基本となる文様を単位文様と呼ぶこととする。単位文様に数学的な式を用いて様々な変換をかけ、ペルシャ絨毯のような文様を出力することができるプログラムを作成することを、本研究の目的とする。ペルシャ絨毯には、様々な一次変換や平行移動が使われている。それらを数学的な式に起こし、プログラムを作成することで、単位文様を変えるだけで様々な種類の絨毯文様を出力できると仮説を立てた。

#### 2. 研究方法

プログラミングソフト「十進ベーシック」を使用し、単位文様に変換をかけてある文様を出力するプログラムを作成する。作成したプログラムの単位文様を変えていったとき、様々な種類の絨毯文様が出力されるかを検証する。本研究の最終目標である絨毯出力プログラムの作成に当たる前に、様々な変換を探るためにサンプルを作成した。

1. 中間発表に向けて、ある単位文様に変換をかける簡易的なプログラムを作成した。このプログラムの作成にあたり、絨毯文様に使用されている変換の式を導いた。その式をプログラムに組み込み、画面上の座標平面で単位文様に作用するかを検証した。
2. 中間発表の後、それまでに求めた変換の式を組み合わせ、自作の文様を作成した。これは、複雑な絨毯文様の作成に取り掛かる前に、式を使いこなせるようになること、また、式を組み合わせで発展させることを目的として行った。
3. 自作の文様の作成に成功したため、実際に存在するペルシャ絨毯の文様を参考に、式を立ててプログラムを作成した。ここでは単位文様を変えたときに、様々な種類の絨毯文様が出力される、という仮説の立証を目的としたため、変換式のみを組み込んだプログラムを先に作成し、そこに単位文様を入れるという手順で検証を行った。

#### 3. 実験結果

平行移動の式は  $x=x+p$  で、 $p$  だけ  $x$  軸の正の方向に移動する。 $y$  座標についても同様である。 $x$  座標を  $x=q$  を軸に対称移動させる式は  $x'=2q-x$  である。また、回転移動の式は、 $x'=x*\cos(\theta*d)-y*\sin(\theta*d)$ 、 $y'=x*\sin(\theta*d)+y*\cos(\theta*d)$  となり、日の部分に入れた「数値分回転させることができる(図1)。このとき変換は行列を使って式に表し、媒介変

数表示の形をとる。問題点は、切り取り方に長方形もしくは円・楕円形という選択肢しかないため、単位文様の形によっては一部はみ出したり余ったりしてしまうこと。そのため、隙間なく並べることが難しい場合もある。また、このプログラムでは、画面上に出力した単位文様を、数式を使って範囲を指定することで切り取り、切り取った部分のみに変換をかける、という方法をとっている。これは、研究の最後まで変えることはない。しかし、切り取り方に長方形もしくは円・楕円形という選択肢しかないため、単位文様の形によっては一部はみ出したり余ったりしてしまう。そのため、隙間なく並べることが難しい場合もあるという問題点が浮かび上がった。最終的にはどんな単位文様にも対応したプログラムを作ることを理想としているため、これも解決すべき問題であると考えた。導かれた様々な変換式を組み合わせて、文様を出力するプログラムを作成することに成功した(図1)。ここでは式をさらに発展などさせ、より複雑な変換式を発見した。また、複雑な変換になっても、式は簡単なものになることもあった。模様は完成したが、データが消えてしまったためサンプルがない。

#### 4. 考察

回転移動や対称移動は、行列を使って表せることが分かった。このことから、行列を使うことで、様々な一次変換を表現することが「できると考えられる。ただし、平行移動は一次変換ではないため、これには該当しない。回転移動の式  $x' = x \cdot \cos(0 \cdot d) - y \cdot \sin(0 \cdot d)$ 、 $y' = x \cdot \sin(0 \cdot d) + y \cdot \cos(0 \cdot d)$  は、行列を用いることで表現することができ、また、 $y=x$  についての対称移動の式  $x' = y$ 、 $y' = x$  は、前述した式と同様に行列を用いることで  $01 X$  と表現することができる。

これらのことから、一次変換の式であれば、複雑なものであっても、行列を用いることで、すべて同じ形で表現することが可能であると考えられる。

```

100 CLEAR
   SET bitmap SIZE 1016,662
   SET WINDOW -500,500,-326,326
   LET d=3.14159/180
   FOR th=0 TO 360 STEP 0.1
     LET x=36*COS(th*d)+80
     LET y=36*SIN(th*d)-35
     LET x1=-x
     LET y1=y
     PLOT POINTS:x,y;x1,y1
   NEXT th
270 SET LINE COLOR 255
   PLOT LINES:-22,90;-10,68;10,68;22,90
280 SET LINE COLOR 255
   PLOT LINES:-24,58;-12,40;12,40;24,58
281 SET COLOR 255
   flood 10,67
290 SET LINE COLOR 255
   PLOT LINES:-21,-55;-10,-34;10,-34;21,-55
300 SET LINE COLOR 255
   PLOT LINES:-23,-34;-8,-12;8,-12;23,-34
301 SET LINE COLOR 255
   flood -10,-20
310 SET LINE COLOR 255
   PLOT LINES:-24,-16;-8,-4;8,-4;24,-16
320 SET LINE COLOR 255
   PLOT LINES:-23,-4;-10,7;10,7;23,-4
170 SET COLOR 14
   flood -40,30
180 SET COLOR 14
   flood 40,30
110 FOR  $\theta$ =0 TO 360 STEP 90
   SET POINT COLOR 9
   SET POINT STYLE 11
   FOR th=0 TO 360 STEP 0.1
     LET x=50*COS(th*d)
     LET y=180*SIN(th*d)
     LET x1=x*COS( $\theta$ *d)-y*SIN( $\theta$ *d)
     LET y1=x*SIN( $\theta$ *d)+y*COS( $\theta$ *d)
     PLOT POINTS:x1,y1
   NEXT th
   SET AREA COLOR 9
   LET x=0
   LET y=170
   LET x1=x*COS( $\theta$ *d)-y*SIN( $\theta$ *d)
   LET y1=x*SIN( $\theta$ *d)+y*COS( $\theta$ *d)
   flood x1,y1
NEXT  $\theta$ 
120 FOR  $\theta$ =45 TO 360 STEP 90
   LET x1=-x
   LET y1=y
   PLOT POINTS:x,y;x1,y1
NEXT th
160 SET POINT COLOR 190
   SET POINT STYLE 1
   FOR th=0 TO 360 STEP 0.1
     LET x=15*COS(th*d)+60
     LET y=15*SIN(th*d)+55
     LET x1=-x
     LET y1=y
     PLOT POINTS:x,y;x1,y1
   NEXT th

```

←図 1

## 5. 謝辞

本研究を進めるにあたってご助言頂きました大石明德先生に厚く御礼申し上げ、感謝の意を表します。本当にありがとうございました。

## 6. 参考文献

「十進ベーシックテキスト」/大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 情報科