

# 周期関数を適用した幾何学模様生成システム 2 の構築

森田克己

## 要旨

本稿は「周期関数を適用した幾何学模様生成システムの提案」(札幌大谷大学・札幌大谷短期大学紀要第 45 号)を発展させたものである。前拙稿では、模様を生成するための軸を円に限定し、楕円、外転サイクロイド、内転サイクロイドをモチーフとしてアフィン変換を適用した独自のシステムを構築し、それを活用することで幾何学模様の生成を行った。本稿では、前研究のシステムをベースにして、先ず、任意の幾何曲線の外形線を軸とすることを設定した。次に任意の幾何曲線をモチーフとすることを設定した。以上の新基軸の構想に基づき、連続曲線による幾何学模様のシステムを構築した。そして前システムを「幾何学模様生成システム 1」、新システムを「幾何学模様生成システム 2」と命名し、その有用性について検証した。本稿の目的は、このシステムをさらに発展させることで、アート、デザイン等の造形表現においてさらなる活用を図るものである。

キーワード：幾何学模様／周期関数／アフィン変換

## 1. はじめに

本稿では前拙稿「周期関数を適用した幾何学模様生成システムの提案」(札幌大谷大学・札幌大谷短期大学紀要第 45 号)<sup>[1]</sup>を継続的に発展させ、さらにアート、デザイン等の造形表現における活用を図ることを考えた。前研究では、模様を生成するための軸として円を対象にし、楕円、外転サイクロイド、内転サイクロイドをモチーフとしてアフィン変換を適用した幾何学模様生成のためのシステムを構築した。このときのアフィン変換は、軸に対する平行移動及び軸に対する平行移動と  $z$  軸に対する自転との合成によって生成した。それに対し、本稿では、第 1 段階の設定として、軸としての曲線を円及び楕円を対象とし、モチーフとしての曲線を楕円、外転サイクロイド、内転サイクロイドを対象とする。第 2 段階の設定として、生成する幾何学模様は次の設定でアフィン変換をする。第 1 に、軸に対する平行移動、第 2 に、平行移動と自転との合成を適用する。その分類としては、軸に対する平行移動と  $z$  軸に対する自転との合成、軸に対する平行移動と  $y$  軸に対する自転との合成、軸に対する平行移動と  $y$  軸に対する自転との合成によるアフィン変換を適用する。そして、前拙稿における幾何学模様生成システムを幾何学模様生成システム 1、本稿における新システムを幾何学模様生成システム 2、以下、各システム 1、システム 2 と呼ぶ。

## 2. 幾何学模様を生成するための設定

幾何学模様を生成するために、前拙稿のシステム 1 をベースにして、次の設定を考案した。

### (1) 軸の設定

軸とする 2 次曲線を 3 次曲線に変換する。このとき、軸となる曲線は汎用 3 次曲線として定義する。その名称については、例えば、円を軸とする場合、汎用円と呼ぶこととする。

### (2) モチーフの設定

モチーフとする曲線も軸と同様に 3 次曲線に変換する。このときの名称も軸と同様に扱う。

### 2.1. 幾何学模様生成のための方法

幾何学模様を生成するために、アフィン変換を適用する。前稿では、小高<sup>[2]</sup>の研究を踏まえ、軸に対する平行移動及び軸に対する平行移動と  $z$  軸に対する自転との合成によって模様を生成した。本稿では、これに加え、軸に対する平行移動と  $y$  軸に対する自転との合成及び軸に対する平行移動と  $x$  軸に対する自転との合成によるアフィン変換を適用する。

### 2.1.1.直線を軸としたアフィン変換

#### a.直線を軸とした平行移動

アフィン変換の第1段階として、楕円を用い、直線を軸として平行移動させることから考えた。本稿では、楕円の長軸と短軸の比率を黄金比に設定した。さらに2次曲線である楕円を3次曲線に変換し、この楕円を汎用黄金楕円と呼ぶ。黄金楕円は、 $a$ を黄金楕円の長軸、 $b$ を短軸、黄金比を $\phi=(\sqrt{5}+1)/2$ としたとき、 $a=\phi b$ で示すことができる。汎用黄金楕円は、 $t$ を媒介変数として式1の通りに表すことができる。

$$\begin{aligned}x_1 &= a \cos t \\y_1 &= b \sin t \\z_1 &= c \sin f t\end{aligned}\tag{1}$$

式1に基づいて生成した汎用黄金楕円の平行投影図を図1に示す。

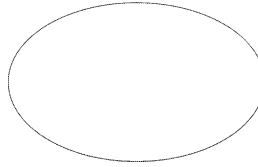


図1 汎用黄金楕円の平行投影図

図1をモチーフとし、直線を軸として平行移動させるために、前稿における式を改編して、式2を作成した。前拙稿において考案した係数 $s_1=d_1\pi/j_1$ を用い、新たに $u=s_1t\pi/h_1$ を考案した。 $d_1, j_1, h_1$ は平行移動の形状を決定するための係数である。

$$\begin{aligned}x_2 &= a_1 t + x_1 \\y_2 &= b_1 \sin u + y_1 \\z_2 &= c_1 \sin u + z_1\end{aligned}\tag{2}$$

式2に基づいて、直線を軸とし汎用黄金楕円を平行移動させた例を図2に示す。周期値は $80\pi$ に設定した。

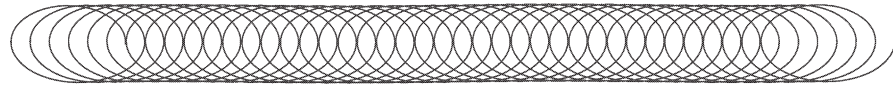


図2 直線を軸として汎用黄金楕円を平行移動させた例

#### b.平行移動と自転との合成

##### b.1.自転の場合

汎用黄金楕円をモチーフとして自転させるために係数 $s_2=d_2\pi/j_2$ を用い、さらに $v=s_2t\pi/h_2$ を考案した。係数 $d_2, j_2, h_2$ は、自転させるための係数である。本稿では、第1に、 $z$ 軸に対して自転させるために式3を、第2に $y$ 軸に対して自転させるために式4を、第3に、 $x$ 軸に対して自転させるために式5を考案した。

(1) $z$ 軸に対して自転させる場合

$$\begin{aligned}x_a &= x_1 \cos v - y_1 \sin v \\y_a &= x_1 \sin v + y_1 \cos v \\z_a &= e \sin f t\end{aligned}\tag{3}$$

(2)y 軸に対して自転させる場合

$$\begin{aligned}x_b &= x_1 \cos v - z_1 \sin v \\y_b &= b \sin t \\z_b &= x_1 \sin v + z_1 \cos v\end{aligned}\quad (4)$$

(3)x 軸に対して自転させる場合

$$\begin{aligned}x_c &= a \sin t \\y_c &= y_1 \cos v - z_1 \sin v \\z_c &= y_1 \sin v + z_1 \cos v\end{aligned}\quad (5)$$

汎用黄金楕円をモチーフとして、式 3 に基づいて z 軸に対して自転させた場合を図 3 に、式 4 に基づいて y 軸に対して自転させた場合を図 4 に、式 5 に基づいて x 軸に対して自転させた場合を図 5 に示す。

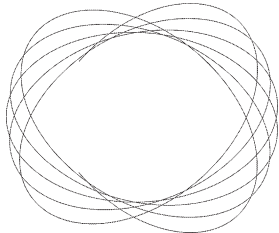


図 3 汎用黄金楕円をモチーフとして z 軸に対して自転させた例

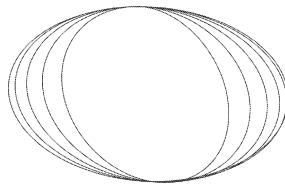


図 4 汎用黄金楕円をモチーフとして y 軸に対して自転させた例

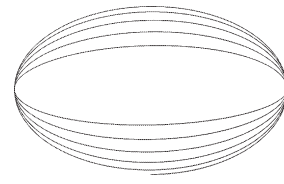


図 5 汎用黄金楕円をモチーフとして x 軸に対して自転させた例

## b.2. 平行移動と自転との合成

直線を軸とし汎用黄金楕円をモチーフとして、平行移動と自転とを合成するための式を作成した。これを幾何学模様生成における改良タイプのための式として活用する。第 1 に、軸に対する平行移動と z 軸に対する自転とを合成させた場合を式 6 に示す。まず、式 2 において  $x_0 = a_1 t$ ,  $y_0 = b_1 \sin u_1$ ,  $z_0 = c_1 \sin f t$  とし、第 2 に、x 軸に対する平行移動と z 軸に対する自転との合成による周期関数を  $f_1(t)$ ,  $g_1(t)$ ,  $h_1(t)$ , 軸に対する平行移動と y 軸に対する自転との合成による周期関数を  $f_2(t)$ ,  $g_2(t)$ ,  $h_2(t)$ , 軸に対する平行移動と x 軸に対する自転との合成による周期関数を  $f_3(t)$ ,  $g_3(t)$ ,  $h_3(t)$  として、汎用黄金楕円の式 1 と各平面において汎用黄金楕円を自転させるための式 3, 4, 5 を再編成したものを次に示す。

(1)軸に対する平行移動と z 軸に対する自転との合成

$$\begin{aligned}f_1(t) &= x_0 + x_a \\g_1(t) &= y_0 + y_b \\h_1(t) &= z_0 + z_1\end{aligned}\quad (6)$$

(2)軸に対する平行移動と y 軸に対する自転との合成

$$\begin{aligned}f_2(t) &= x_0 + x_b \\g_2(t) &= y_0 + y_1 \\h_2(t) &= z_0 + z_b\end{aligned}\quad (7)$$

(3)軸に対する平行移動と x 軸に対する自転との合成

$$\begin{aligned} f_3(t) &= x_0 + x_1 \\ g_3(t) &= y_0 + y_c \\ h_3(t) &= z_0 + z_c \end{aligned} \quad (8)$$

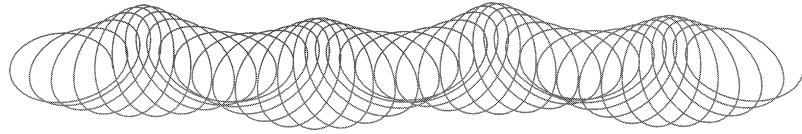


図 6 軸に対する平行移動と z 軸に対する自転とを合成させた例

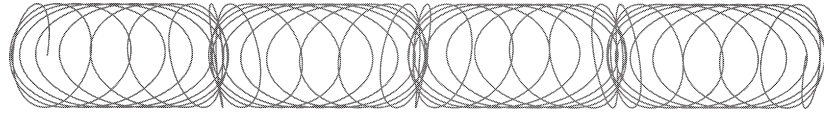


図 7 軸に対する平行移動と y 軸に対する自転とを合成させた例

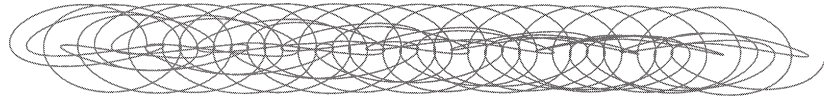


図 8 軸に対する平行移動と x 軸に対する自転とを合成させた例

式 6 に基づいて、軸に対する平行移動と z 軸に対する自転との合成の例を図 6 に、式 7 に基づいて、軸に対する平行移動と y 軸に対する自転との合成の例を図 7 に、式 8 に基づいて、軸に対する平行移動と x 軸に対する自転との合成の例を図 8 に示す。各幾何学模様は、周期  $80\pi$  として生成した。

### 3. 幾何学模様生成システム 2 の構築

システム 1 をベースに構築したシステム 2 について次に述べる。

#### 3.1. 幾何学模様生成のための設定

本稿における幾何学模様を生成するための設定を以下に示す。

- (1)軸となる幾何曲線は円と楕円に限定する。つまり、汎用円と汎用黄金楕円を適用する。
- (2)モチーフとなる幾何曲線の種類は、楕円、外転サイクロイド、内転サイクロイドに限定する。つまり、汎用黄金楕円、汎用外転サイクロイド、汎用内転サイクロイドを適用する。
- (3)幾何学模様生成の方法は、平行移動及び平行移動と自転との合成を適用する。
- (4)平行移動を適用するときを A タイプ、平行移動と自転の合成を適用するときを B タイプ、後者はさらに、自転の軸の設定によって分類し、z 軸に対する自転の場合を Bz タイプ、y 軸に対する自転の場合を By タイプ、x 軸に対する自転の場合を Bx タイプと呼ぶ。

#### 3.2. 幾何学模様生成モデル

幾何学模様生成モデルについて次に述べる。

まず、軸としての幾何曲線の式を  $x_{mi}=f(t)$ ,  $y_{mi}=g(t)$ ,  $z_{mi}=h(t)$ , モチーフとしての幾何曲線の式を  $x_{nj}=f(t)$ ,  $y_{nj}=g(t)$ ,  $z_{nj}=h(t)$  とする。次に、A タイプ及び B タイプの軸としての幾何曲線の式を  $t_1$  をパラメータとして  $x_{ma}=f(t_1)$ ,  $y_{ma}=g(t_1)$ ,  $h_{ma}=f(t_1)$  とする。このとき、A タイプを式 8 で示す。また B タイプは Bz タイプを式 9

で、By タイプを式 12 で、Bx タイプを式 14 で示す。

(1)A タイプ(平行移動タイプ)

$$\begin{aligned}x_{va} &= x_{ma} + x_{nj} \\ y_{va} &= y_{ma} + y_{nj} \\ z_{va} &= z_{ma} + z_{nj}\end{aligned}\tag{9}$$

(2)B タイプ(平行移動と自転との合成タイプ)

a.Bz タイプ

式 3 に基づいてモチーフを回転移動させるための式のプロトタイプを次に示す。

$$\begin{aligned}x_{na1} &= x_{ni} \cos v - y_{ni} \sin v \\ y_{na1} &= x_{ni} \sin v + y_{ni} \cos v \\ y_{na1} &= z_{ni}\end{aligned}\tag{10}$$

次に、平行移動と自転との合成のために式のプロトタイプを示す。

$$\begin{aligned}x_{vb1} &= x_{ma} + x_{na1} \\ y_{vb1} &= y_{ma} + y_{na1} \\ z_{vb1} &= z_{ma} + z_{nj}\end{aligned}\tag{11}$$

同様の手続きにより By タイプと Bx タイプの式を示す。

b.By タイプ

式 4 に基づいてモチーフを自転させるための式のプロトタイプを次に示す。

$$\begin{aligned}x_{na2} &= x_{ni} \cos v - z_{ni} \sin v \\ y_{na2} &= y_{ni} \\ y_{na2} &= x_{ni} \sin v + z_{ni} \cos v\end{aligned}\tag{12}$$

次に、平行移動と自転との合成のための式のプロトタイプを示す。

$$\begin{aligned}x_{vb2} &= x_{ma} + x_{na2} \\ y_{vb2} &= y_{ma} + y_{nj} \\ z_{vb2} &= z_{ma} + z_{nja2}\end{aligned}\tag{13}$$

c.Bx タイプ

式 5 に基づいてモチーフを回転させるための式のプロトタイプを次に示す。

$$\begin{aligned}x_{na3} &= x_{nj} \\ y_{na3} &= y_{ni} \cos v - z_{ni} \sin v \\ y_{na3} &= y_{ni} \sin v + z_{ni} \cos v\end{aligned}\tag{14}$$

次に平行移動と自転との合成のための式のプロトタイプを示す。

$$\begin{aligned}x_{vb3} &= x_{ma} + x_{n3} \\ y_{vb3} &= y_{ma} + y_{na3} \\ z_{vb3} &= z_{ma} + z_{na3}\end{aligned}\tag{15}$$

## 4. 結果

### 4.1.幾何学模様のバリエーションの生成

幾何学模様生成システムに基づいて幾何学模様のバリエーションを生成した。結果を図 9 ～図 14 に示す。

各 A タイプ及び B タイプのバリエーションにおいて周期の初期値と終期値を示した。例えば、図では (b) A タイプ(0, 54 $\pi$ )では、A タイプの周期の初期値が 0, 終期値が 54 $\pi$ であることを示している。なお、 $j_1$  と  $j_2$  は整数、 $d_1$  と  $d_2$  は小数と整数で示す。また、 $s_1$  と  $s_2$  の値は有限小数と循環小数によって示す。生成した幾何学模様における各図に対応したデータは表 1 ～表 6 に示す。

#### 4.1.1.汎用円を軸とした幾何学模様の生成

汎用円を軸とした幾何学模様の生成を次に示す。

(1)汎用黄金楕円をモチーフとした場合

汎用黄金楕円をモチーフとした例を図 9 に、また、各データは表 1 に示す。

表 1 汎用黄金楕円をモチーフとした例( $r$  を汎用円の半径,  $a$  を汎用黄金楕円の長軸,  $b$  を短軸としたとき,  $r=5$ ,  $a=\phi b$ ,  $b=2$ )

	$j_1$	$d_1$	$s_1$	$h_1$	$j_2$	$d_2$	$s_2$	$h_2$
(b)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	—	—	—	—
(c)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	20	0.5	$0.025 \pi$	20
(d)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	20	0.5	$0.025 \pi$	40
(e)	40	1	$0.025 \pi$	40	40	1	$0.025 \pi$	40

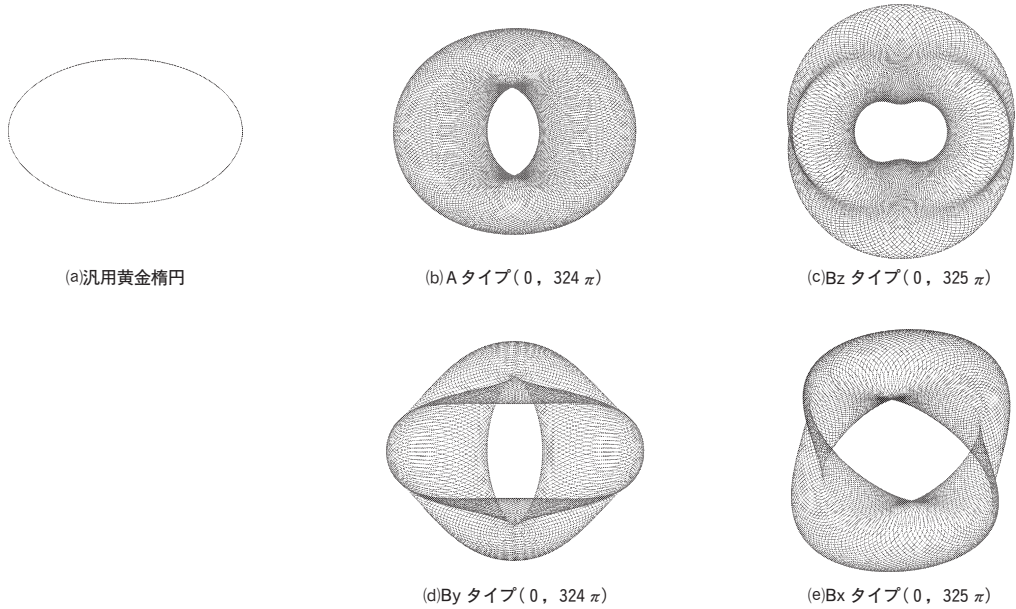


図 9 汎用円を軸とし汎用黄金楕円をモチーフとした場合

(2)汎用外転サイクロイドをモチーフとした場合

汎用外転サイクロイドをモチーフにした例を図 10 に、各データを表 2 に示す。

表 2 汎用外転サイクロイドをモチーフとした例( $r$  を汎用円の半径,  $a$  を定円,  $b$  動円としたとき,  $r=8$ ,  $a=2$ ,  $b=1$ )

	$j_1$	$d_1$	$s_1$	$h_1$	$j_2$	$d_2$	$s_2$	$h_2$
(b)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	—	—	—	—
(c)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	20	1	$0.050 \pi$	20
(d)	20	0.5	$0.025 \pi$	20	20	0.5	$0.025 \pi$	20
(e)	30	0.5	$0.016 \pi$	30	30	1	$0.03 \pi$	30

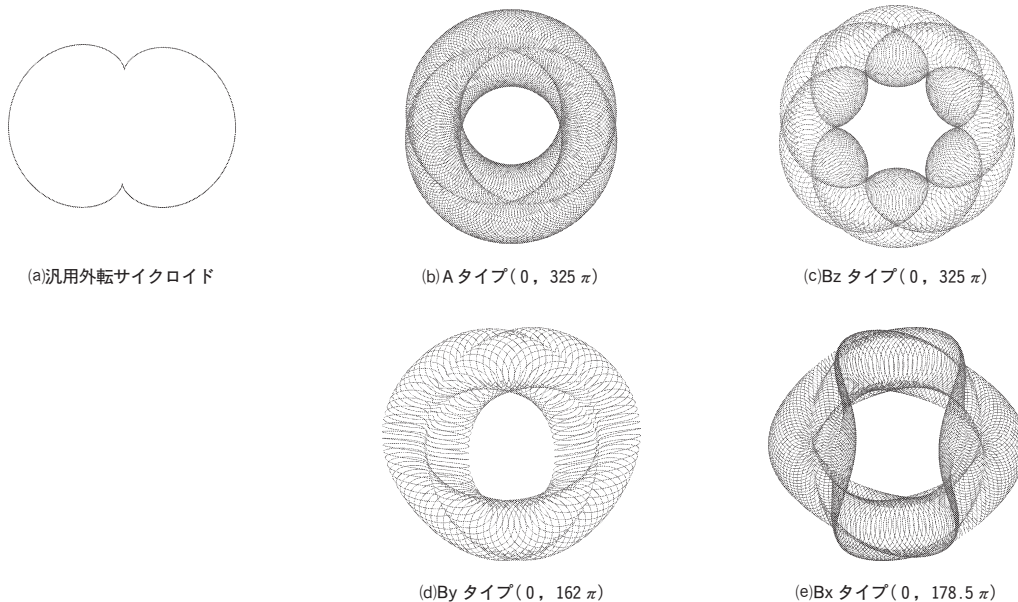


図 10 汎用円を軸とし汎用外転サイクロイドをモチーフとした場合

### (3)汎用内転サイクロイドをモチーフとした場合

汎用内転サイクロイドをモチーフにした例を図 11 に、データを表 3 に示す。

表 3 汎用内転サイクロイドをモチーフとした例( $r$  を汎用円の半径,  $a_i$  を定円,  $b_i$  を動円としたとき,  $r=8$ ,  $a_1=3$ ,  $b_1=1$ )

	$j_1$	$d_1$	$s_1$	$h_1$	$j_2$	$d_2$	$s_2$	$h_2$
(b)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	—	—	—	—
(c)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	20	0.5	$0.025 \pi$	20
(d)	30	0.5	$0.016 \pi$	30	30	0.5	$0.016 \pi$	30
(e)	60	1	$0.016 \pi$	30	60	1	$0.016 \pi$	60

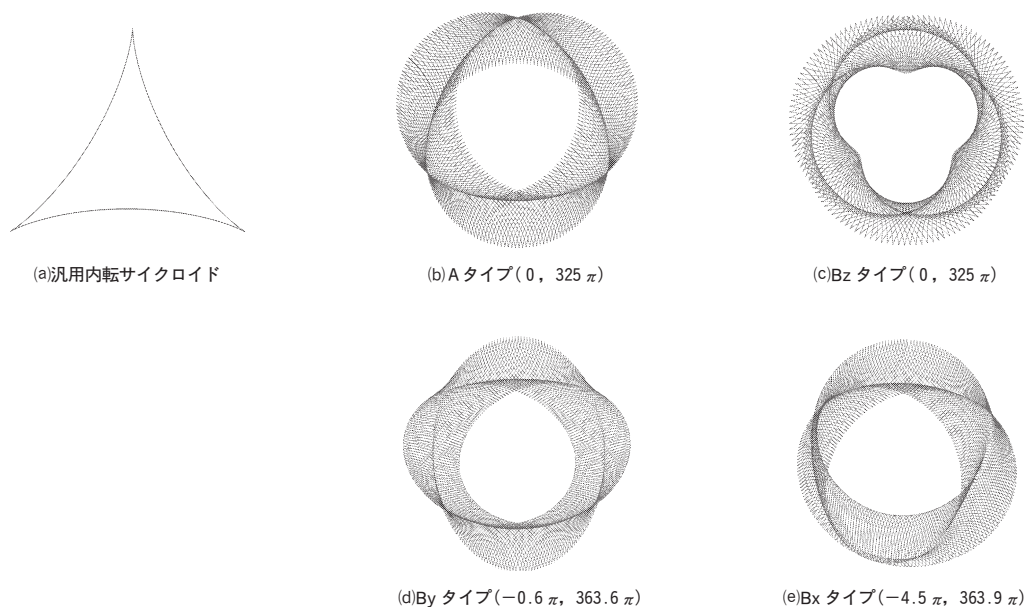


図 11 汎用円を軸とし汎用内転サイクロイドをモチーフとした場合

4.1.1. 汎用黄金楕円を軸とした幾何学模様の生成

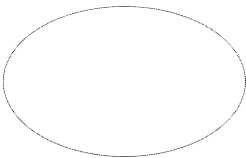
汎用黄金楕円を軸とした例を次に示す。ここでは、汎用黄金楕円の長軸を  $a$ 、短軸を  $b$  としたとき、 $a=\phi b$ 、 $b=10$  に設定した。

(1)汎用黄金楕円モチーフとした場合

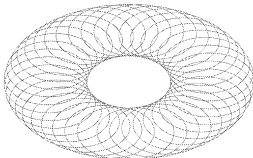
汎用黄金楕円をモチーフにした例を図 12 に、データを表 4 に示す。

表 4 汎用黄金楕円をモチーフとした例( $a_1$  を長軸  $b_1$  を短軸としたとき、 $a_1=\phi b_1$ 、 $a_1=5$ )

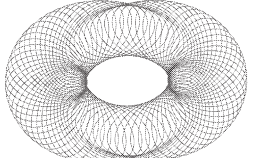
	$j_1$	$d_1$	$s_1$	$h_1$	$j_2$	$d_2$	$s_2$	$h_2$
(b)	20	1	$0.05 \pi$	20	—	—	—	—
(c)	20	0.5	$0.025 \pi$	20	20	1	$0.05 \pi$	20
(d)	20	0.5	$0.025 \pi$	20	20	0.5	$0.025 \pi$	40
(e)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	20	0.5	$0.025 \pi$	20



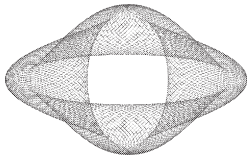
(a)汎用黄金楕円



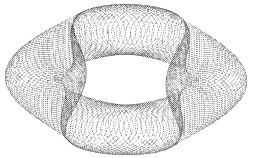
(b)Aタイプ(0, 162  $\pi$ )



(c)Bzタイプ(0, 323  $\pi$ )



(d)Byタイプ(0, 323  $\pi$ )



(e)Bxタイプ(0, 324  $\pi$ )

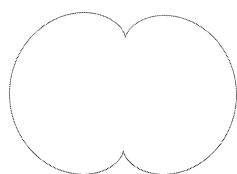
図 12 汎用黄金楕円を軸とし汎用黄金楕円をモチーフとした場合

(1)汎用外転サイクロイドモチーフとした場合

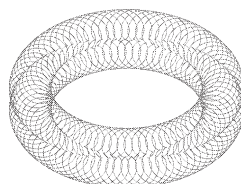
汎用外転サイクロイドをモチーフにした例を図 13 にデータを表 5 に示す。ここでは、汎用黄金楕円の長軸を  $a$ 、短軸を  $b$  としたとき、 $a=\phi b$ 、 $b=8$  に設定した。

表 5 汎用外転サイクロイドをモチーフとした例( $a_1$  を定円、 $b_1$  を動円としたとき  $a_1=2$ 、 $b_1=1$ )

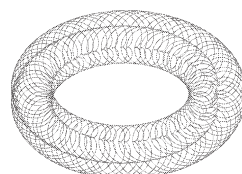
	$j_1$	$d_1$	$s_1$	$h_1$	$j_2$	$d_2$	$s_2$	$h_2$
(b)	20	1	$0.05 \pi$	20	—	—	—	—
(c)	20	1	$0.05 \pi$	10	20	0.5	$0.025 \pi$	10
(d)	30	0.25	$0.0083 \pi$	30	15	0.5	$0.03 \pi$	15
(e)	20	0.5	$0.025 \pi$	40	20	0.5	$0.025 \pi$	20



(a)汎用外転サイクロイド



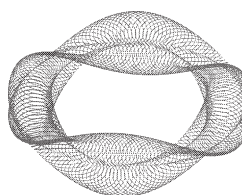
(b)Aタイプ(0, 162 $\pi$ )



(c)Bzタイプ(0, 162 $\pi$ )



(d)Byタイプ(0, 361.5 $\pi$ )



(e)Bxタイプ(0, 362 $\pi$ )

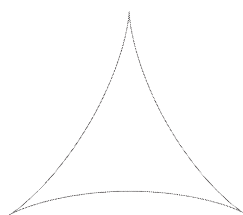
図 13 汎用黄金楕円を軸とし汎用外転サイクロイドをモチーフとした場合

#### (1)汎用内転サイクロイドモチーフとした場合

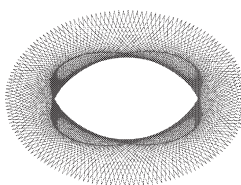
汎用内転サイクロイドをモチーフにした例を図 14 に、データを表 6 に示す。

表 6 汎用内転サイクロイドをモチーフとした例( $a_1$ を定円,  $b_1$ を動円としたとき  $a_1=4$ ,  $b_1=a_1/3$ )

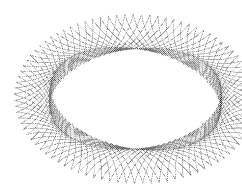
	$j_1$	$d_1$	$s_1$	$h_1$	$j_2$	$d_2$	$s_2$	$h_2$
(b)	20	0.5	$0.025\pi$	40	—	—	—	—
(c)	30	1	$0.03\pi$	30	30	1	$0.03\pi$	30
(d)	20	$0.\dot{3}$	$0.01\dot{6}\pi$	40	20	$0.\dot{3}$	$0.01\dot{6}\pi$	20
(e)	20	$0.\dot{3}$	$0.01\dot{6}\pi$	40	20	$0.\dot{3}$	$0.01\dot{6}\pi$	20



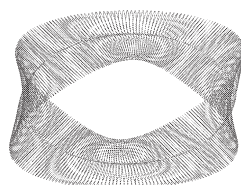
(a)汎用内転サイクロイド



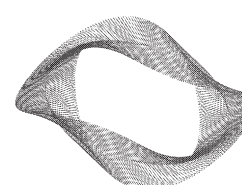
(b)Aタイプ(0, 324 $\pi$ )



(c)Bzタイプ(0, 182.1 $\pi$ )



(d)Byタイプ(0, 480.4 $\pi$ )



(e)Bxタイプ(0, 486 $\pi$ )

図 14 汎用黄金楕円を軸とし汎用内転サイクロイドをモチーフとした場合

## 4. 考察

汎用円と汎用黄金楕円を軸として、3種類の幾何曲線をモチーフとして幾何学模様の生成を行った。前拙稿のシステム1と本稿におけるシステム2の相違について表7に示す。表7において、軸とモチーフは変換する前の曲線の名称として示す。

本稿における重要な点は、第1に、Bタイプを3種類生成するための方程式を考案した点にある。第2に、A

タイプに対応した係数の方程式である  $u=s_1t\pi/h_1$  及びBタイプに対応した方程式である  $v=s_2t\pi/h_2$  を考案した点にある。以上の点に基づいて考案した幾何学模様生成のためのシステム2について検証した結果を次に要約することができる。

表7 幾何学模様生成システム1と幾何学模様生成システム2

	軸	モチーフ	Aタイプの係数	Bタイプの係数	Bタイプの種類
幾何学模様生成システム1	円	楕円 外転サイクロイド 内転サイクロイド	$s_1=d_1\pi/j_1$	$s_2=d_2\pi/h_1$	Bzタイプ
幾何学模様生成システム2	円 黄金楕円	黄金楕円 外転サイクロイド 内転サイクロイド	$u=s_1t\pi/h_1$	$v=s_2t\pi/h_2$	Bzタイプ Byタイプ Bxタイプ

4.1. 模様生成の決定要因

模様生成の形状は、Aタイプでは、 $j_1$ ,  $d_1$ ,  $h_1$ , Bタイプでは、 $j_2$ ,  $d_2$ ,  $h_2$  の値によって決定した。システム1における検証を踏まえて、システム2では各係数においては、次に示す数値が適切であると判断した。

4.1.1. 汎用円を軸とした場合

汎用円を軸とした場合を以下にまとめる。  
Aタイプにおいては、各モチーフにおいて、 $j_1=20$ ,  $d_1=0.5$ ,  $h_1=40$  を適用した。Bタイプにおいては、各モチーフにおいて、 $j_1=20, 30, 40, 60$ ,  $d_1=0.5, 1$ ,  $h_1=20, 30, 40$ ,  $j_2=20, 30, 40, 60$ ,  $d_2=0.5, 1$ ,  $h_2=20, 30, 40, 60$  を適用した。

4.1.2. 汎用黄金楕円を軸とした場合

汎用黄金楕円を軸とした場合を以下にまとめる。  
Aタイプにおいては、各モチーフにおいて、 $j_1=20$ ,  $d_1=0.5, 1$ ,  $h_1=20, 40$  を適用した。Bタイプにおいては、各モチーフにおいて、 $j_1=20, 30$ ,  $d_1=0.25, 0.\dot{3}, 0.5, 1$ ,  $h_1=10, 20, 30, 40$ ,  $j_2=10, 15, 20, 30, 40$ ,  $d_2=0.\dot{3}, 0.5, 1$ ,  $h_2=10, 15, 20, 30, 40, 60$  を適用した。

4.2. 模様の特徴

本稿では模様生成のために汎用円と汎用黄金楕円を軸として適用した。両者の比較において類似点あるい相違点について述べる。

4.2.1. 汎用黄金楕円をモチーフとした場合

Aタイプでは、汎用円を軸とした場合に、生成した模様の幅に広狭が確認できるが、汎用黄金楕円を軸とした場合、軸とモチーフが相似形であるため、トラスの平行投影図に類似していることが確認できる。  
Bタイプでは、設定したz軸, y軸, x軸に対する自転の形状の違いが確認できる。Aタイプに対して捻れの形状が確認できる。

4.2.2. 汎用外転サイクロイドをモチーフとした場合

Aタイプでは、汎用円を軸とした場合、AタイプとBzタイプにおいて各々の面分割の相違が確認できるが、汎用黄金楕円を軸とした場合AタイプとBzタイプは類似した形状であることが確認できる。Byタイプ及びBzタイプにおいては、前者に対し、後者の形状がより複雑であることが確認できる。

4.2.3. 汎用内転サイクロイドをモチーフとした場合

Aタイプでは、汎用円を軸とした場合、AタイプとBzタイプでは各形状に面分割の特徴が確認できるが、汎用黄金楕円の場合は全体の形状は類似していることが確認できる。Byタイプ及びByタイプでは、前者は凹凸感の

形状であるが、後者はモアレと捻れの形状を示していることが確認できる。

## 5. まとめ

前拙稿において構築した幾何学模様生成システム 1 をベースにして幾何学模様生成システム 2 を構築し、その有用性に対し検証を行った。本稿における新規性は、軸に対する平行移動と  $z$  軸との合成に加えて、 $y$  軸、 $x$  軸に対する自転との合成を行い、システム 1 をさらに発展させた点にある。今後、システム 2 を適用し、アート、デザイン等の領域でさらに活用することを検討していきたい。

## 6. 参考文献

- [1] 森田克己, 「周期関数を適用した幾何学模様生成システムの提案」, 札幌大谷大学・札幌大谷大学短期大学部 紀要第 45 号, (2015), 105-117
- [2] 小高直樹, 「周期関数による幾何学模様の生成とその変換」, 図学研究第 32 巻 3 号(通巻第 81 号), (1998), 61-69