広島文教女子大学紀要　45，2010

【原著】

動的幾何と拓く発想の森

吉　田　裕　午

Forest of Idea developed with Dynamic Geometry

Yugo Yosida

キーワード：発想，メタファ，動的幾何，森，距離，位置，境界，カタチ，繰り込み概念，媒介変数（パラメータ），創造的思考力，脳内スクリーン，まだら，エントレイン，創発，形態形成，分岐，オントロジーの銀河，生成子，ホドグラム，ボロノイ図，薫習，ユーゴ図法，思考の正四面体，直観鍛錬

1．は　じ　め　に

発想が生まれる場のメタファとして，動的幾何を導きの明かりとする森をイメージして，まとめてみた。あらゆる分野で顕著になり始めた感がある，距離・位置や境界・カタチの不確かさが，これまでの理論・仮説の検証・反復・再構築を要請している。情報社会や教育の情報化にとっても，生成的・包括的概念として発展した繰り込み概念[2)-17)]が，示唆に富んだ指針を与えている。

動的幾何は，その解決策として，幾何図形と媒介変数（パラメータ）を自由な思考と結びつけ，要請されている創造的思考力の強力エンジンとなっている。また，論理的思考の基礎である定理や法則を図として視覚化し，芸術的な美の動機モチーフにも誘っている。

動的幾何は，脳内スクリーンと同じく，２次元への射影ではあっても，アニメーションや３次元以上の繰り込み表現も可能であり，「まだら性」フラクタルともいえる（自己相似的）階層連携のシステム，また「エントレイン性」という闇や影の取り込みすら，連動する色彩陰影や面の雰囲気によって表現できる。

形態進化の歴史を，パラメータの分岐によって表現するのも創発である。以前示したように，射影としての１次関数や，代数方程式も，ベクトルや行列の繰り込みとして，見通しよく分類される。ローレンツ変換も直観的な２つの変換に分割し，図解を加えている。その部分集合に名前をつけるのも楽しい作業であるが，言葉のカタチや数学的意味も深いと思われる。

また，パラメータのコントロールに伴うカタチは，形態形成にも示唆を与える新たな発想に結びつく。この表現は，非線形や複雑系にも，部分安定なカタチからの分岐を容易にしている。

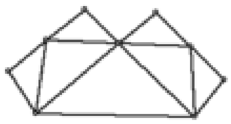
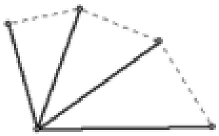
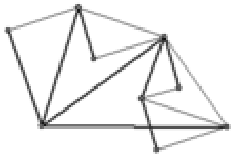
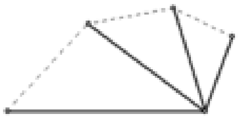
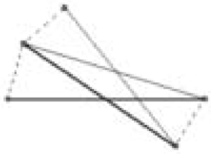
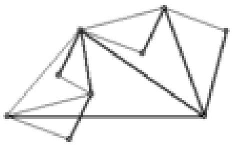
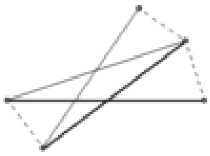
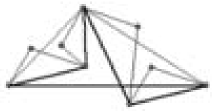
外的宇宙や内的宇宙の整合性・調和性は，見えない関連性の糸を類推させるが，空間を充填していく様は，まさに思考の銀河とも表現されうる美しさを持っている。識を上昇させたオントロジーの銀河もこれらの相似として類推されることであろう。

2．相似による生成

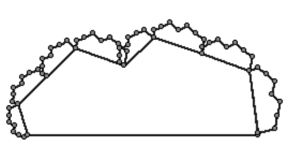
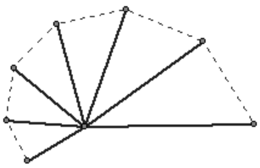
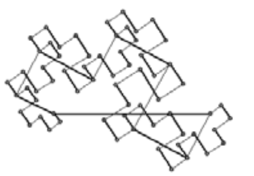
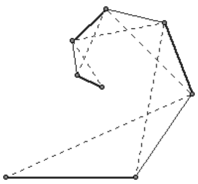
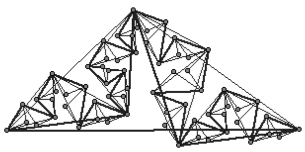
複製コピー，すなわち，相似による生成を，向きつきの線分（生成子generator）と，通常は

その展開形である折れ線パスの２辺の関わりで表現してみる。向きつきの意味は，線分に対して，左右を区別する意味である。向きを逆にすると，点対称の関係がある。また，線分に対して線対称を取り入れると，これはスピン操作にあたる。中継点をパラメータとすると，1-parameter図形について，下記のような３×３－１＝８通りの生成がある。

正向きｐを実線，逆向きｎを細線，生成なし０を点線で表記すると，３次までの生成は次のようになる。

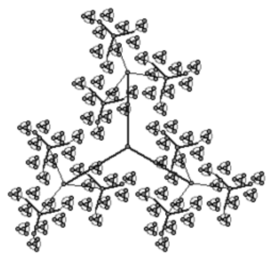
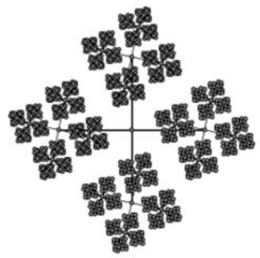
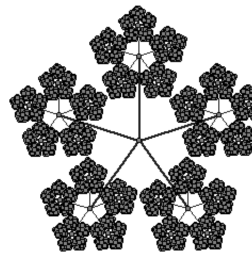
		
1-pp：雲	1-p0：巻貝（渦）	1-pn：折り紙（雷）
		
1-0p：先巻貝（渦）		1-0n：歯車（鶴）
		
1-np：先折り紙（雷）	1-n0：先歯車（鶴）	1-nn：雪（森）

ローカルな名称でも使われているが，メタファとして６次の形態を示す。

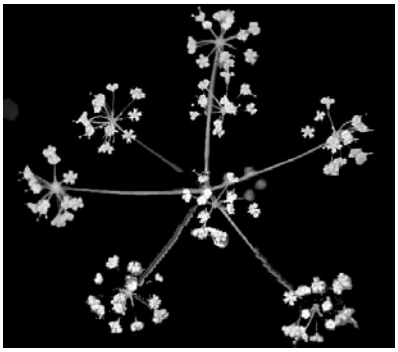
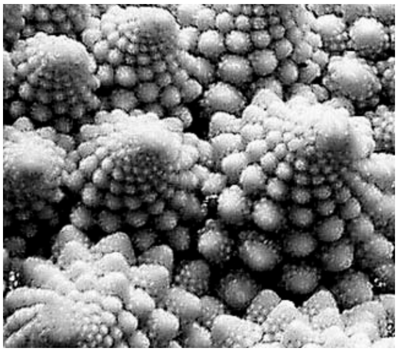
		
雲のメタファ	巻貝のメタファ	雷のメタファ
		
鶴のメタファ	雪のメタファ	

巻貝のメタファを複素数平面で捉えると，次数と射影子propagator $Z=e^{z}=Ae^{i\theta}$が対応する。2次行列では，回転および等比的拡大が条件となり，$T=\begin{pmatrix} a & -b \\ b & a \end{pmatrix}=rR$，ただし，$R=\begin{pmatrix} c & -s \\ s & c \end{pmatrix}$，$r$は拡大比率，$c=\cos\theta$，$s=\sin\theta$，$\theta$は回転角となる。また，$T^{n}$について，大きさは$r^{n}$，回転角は$n\theta$の関係がある。これは，高次方程式への応用の他に，線形微分方程式による射影の振舞の図的解釈に有用である。すなわち，線形2次微分方程式においては，射影子e^{At}の固有値による分解によって，実固有値の場合は，等比的に拡縮する2つの方向，虚数固有値の場合は，原点に対し螺旋的に拡縮するイメージが得られる。高次微分方程式においても，実固有値の数に対応する等比的に拡縮する方向と，虚数固有値のペアに対応する螺旋的に拡縮するイメージの重なりになっている。行列による射影への動的幾何の応用については，4に後述する。

鶴のメタファは，曼荼羅記述に向いている。下に，3，4，5回対称の繰り込み的表現を図示する。複数パラメータの連動によって，階層的な銀河の動きのようなシミュレーションができる。

		
3回対称曼荼羅	4回対称曼荼羅	5回対称曼荼羅

セリ科の集合花も曼荼羅に似て，心を和ませる。ブロッコリの花序も鶴の首の連なりを連想させるが，その数学的記述が形態形成の一面を暗示している。

	
セリ科の花序	ブロッコリの花序

なお，鶴の複素数点列z_nを求めると，$z_1-z_0=A$，$\dfrac{z_2-z_0}{z_1-z_0}=z$，$z'=z-1$とおいて，

$z_1-z_0=A$

$z_2-z_1=(z-1)(z_1-z_0)=z'(z_1-z_0)=z'A$

$z_3-z_2=z'(z_2-z_1)=z'^{2}A$

・

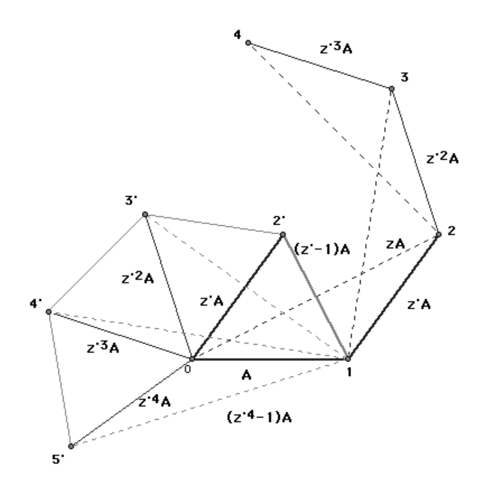
・

$z_n - z_{n-1} = z'^{\,n-1}A$

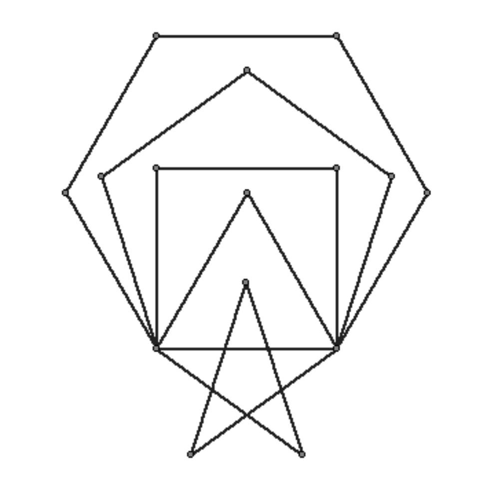
両辺足し合わせて，

$z_n = z_0 + (z'^{\,n-1} + \cdot\cdot\cdot + z' + 1)A = z_0 + \dfrac{z'^n - 1}{z' - 1}A$となる。

これは，ホドグラム（速度ベクトルの軌跡）の表現にもなっており，次のように簡単な図解により，鶴と巻貝のメタファ間の変換ができる。



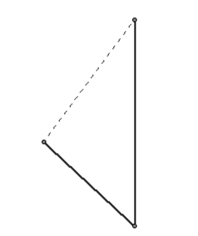
鶴のメタファと巻貝のメタファ



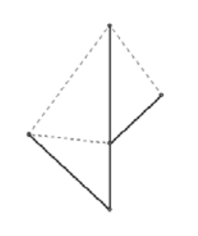
正多角形や星形

なお，z'＝$e^{i\theta}$の時は，円上に点列を形成し，正多角形や星形の幾何とも結びついている。

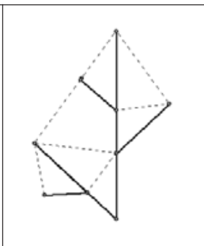
スピン（線対称操作，表裏反転）を取り入れると1-parameter表現もさらに，多様性を増す。相似反転の生成子を太線で示すと，２次で通常の生成子に戻る。名称を「杉のメタファ」とした。接ぎ木の要領で，次々次数を上げていくことができる。



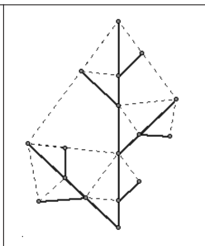
１次



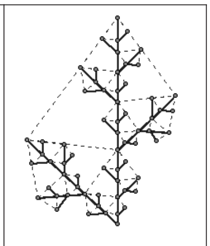
２次（スピン）



３次



４次（スピン）

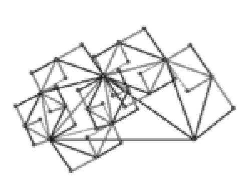


６次（スピン）

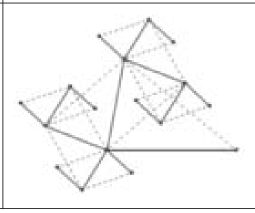
また，線分の生成子に，ｐ正ｎ逆の両方の向き（ｒで表記）を持たせることも可能である。

ｒの対称性により，次の４種が可能である。ｒは，ｐとｎ双方の特徴を持っている。

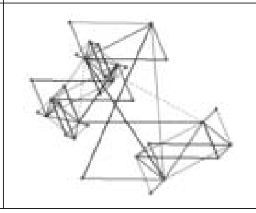
1-rp



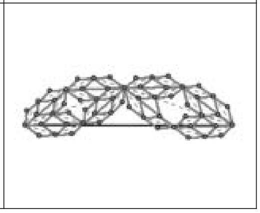
1-r0



1-rn

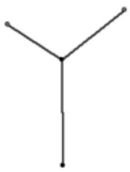
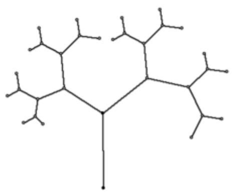
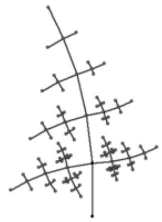


1-rr

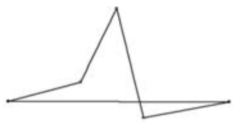
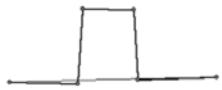
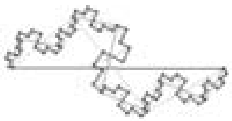
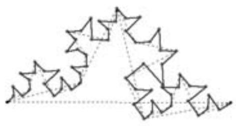
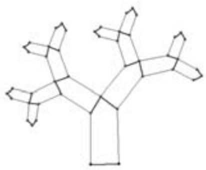
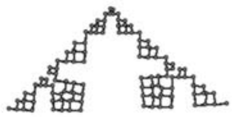


作図上の工夫として，もとの１次図形に対し，点対称のｎ，あるいは，ｐとｎのセットとしてのｒ，あるいは，線対称のスピン図形（ｓ）を用意しておくと，次数をあげる作業がはかどる。注意点は，ｎ逆のｎ逆でｐ正，ｓスピンのｓスピンでｐ正ともとにもどるが，２次ごとにまとめて次数をあげることができる。コードを逆向きに読む記述では，ｎをｑと表記した。

1-parameterの鶴の生成子の先を複数に分裂させ，それぞれ自己相似に成長させると，木やシダのメタファが得られる。これらは，2(3)-parameterフラクタル図形の１つのタイプになっている。それぞれ，下記の表記で，2-(0n)^2，3-(0n)^{3}となる。

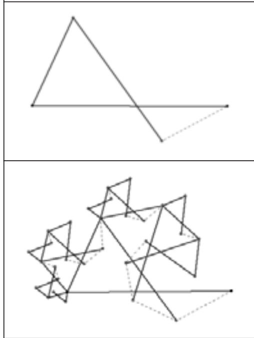
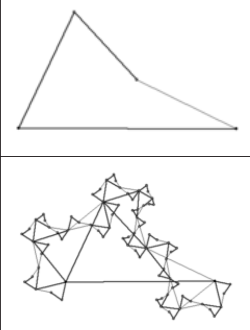
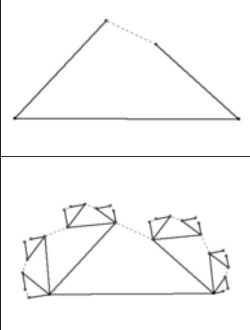
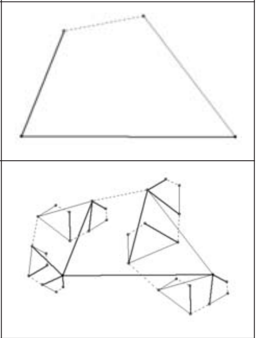
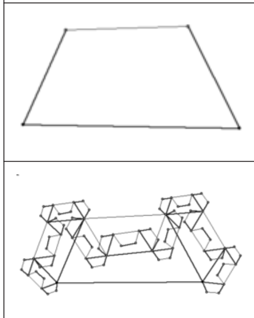
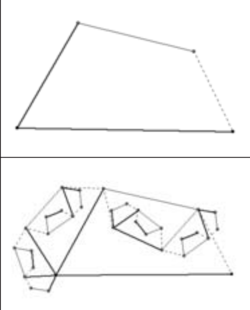
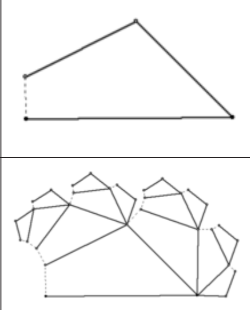
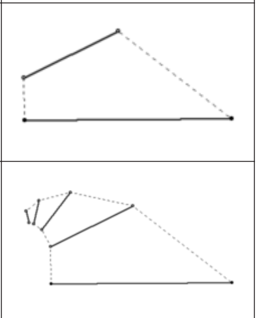
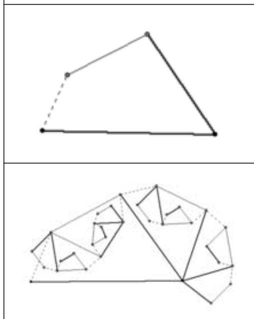
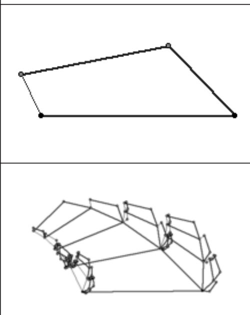
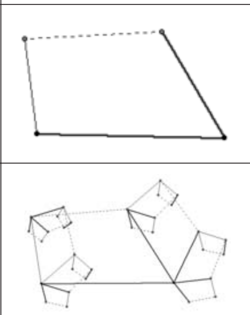
			
２分岐１次	木４次	３分岐１次	シダ４次

次に，1-ppの拡張として，中継点の分裂形態と見なせる2-ppp（紐），3-pppp（雪森拡張），3-0pp0（太木），4-ppppp（ステッチ）の七変化を示す。ドラゴン曲線，雪片曲線と呼称される図形もなめらかに包括している。

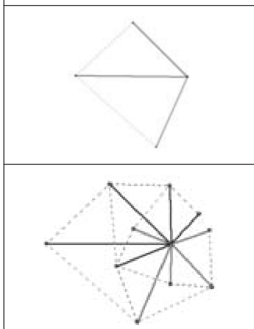
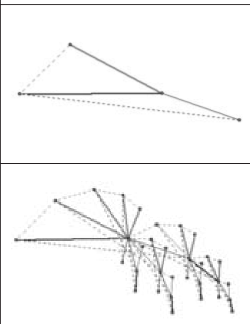
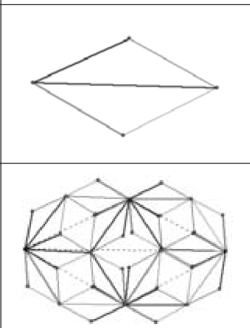
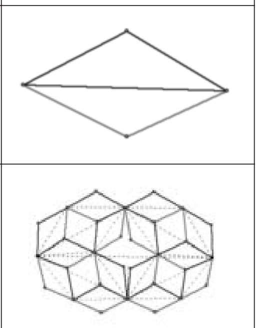
2-ppp=2-qqq（紐）	3-pppp（雪森拡張）	3-0pp0（太木）	4-ppppp（ステッチ）
			
			

生成子がまさしく成長点を記述している。また，中継点の分岐・融合がフラクラル図形間のつながりを発想させる。太木の枝幅を細くすると木になり，雪森拡張の中継点に条件をつけると元祖雪や森となる。自由度の獲得と進化は強く結びついているという発想に到る。

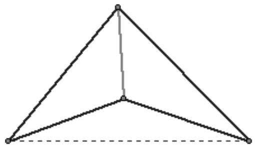
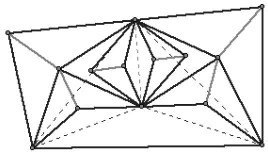
次に，生成子が線分となる場合の記述を工夫する。1-parameter図形について，${}_3C_2-1=2$本の経路について，ｐ，０，ｎの３通りを考え，00を除いて，$3^2-1=8$通りを考える。同様に，2-parameter図形について，${}_4C_2-1=5$本の経路について，ｐ，０，ｎの３通りあり，00000を除くと，$3^5-1=242$通りとなる。2－ppp＝2－qqqのような１経路については，対称性で分類すると，さらに次の11通りのバリエーションがある。

2-pp0=2-0qq	2-ppq=2-pqq	2-p0p	2-p0q
			
2-pqp=2-qpq	2-pq0=2-0pq	2-0pp=2-qq0	2-0p0=2-0q0
			
2-0qp=2-qp0	2-qpp=2-qqp	2-q0p	
			2-*00=1-*0 2-00*=1-0* 5通り

次に，木2-(0n)^{2}を含む2経路図形を考察する。なお，2分岐2経路を()^{2}で表記した。いくつか，実際に描いてみると，次のようになる。

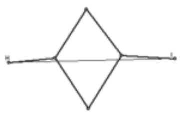
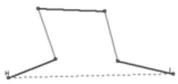
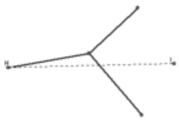
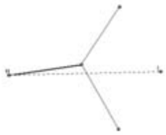
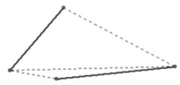
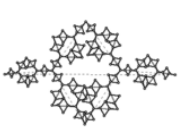
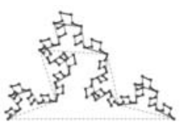
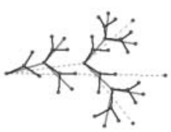
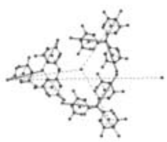
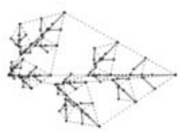
2-(0p)^2	2-(0p)(0n)	2-(pn)^2	2-(pp)^2
			

ところで，これらの２つの経路をつなぐ残る１つの経路の意義は何であろうか？日常の概念では，バイパス，フィードバックなどが相当する。なお，対称性を考慮し，この経路には，ｒをあてている。

1-(p)^{2}r(p)^2		

このバイパスメタファは，中継経路がボロノイ図のような領域の境界となっており，次元繰り込みで考察した薫習（鏡像）に相当する経路であり，横断性といってもいいような特徴を持っている。

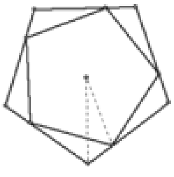
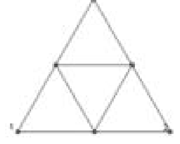
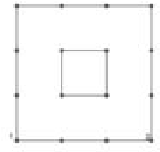
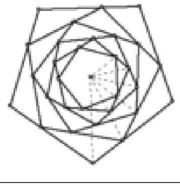
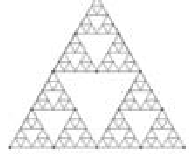
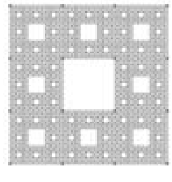
線分生成子の多様性は非常に豊かであるが，興味をそそる図形のいくつかとそのメタファおよび記述をあげる。

4-p(pp)^{2}pネット・蔦	4-pnpnp炎	3-p(p0)^{2}苔・花火	3-p(n0)^{2}触手	2-(s0)(0s)杉
				
				

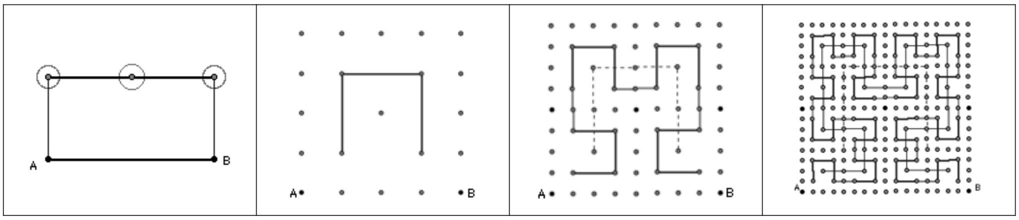
3．面分生成子によるフラクタル図形

線分生成子が端点および，線分に対する対称性で定義され，自由度が中継点で与えられたように，面分生成子を面分を決定する点と，若干の接続条件で定義することができる。

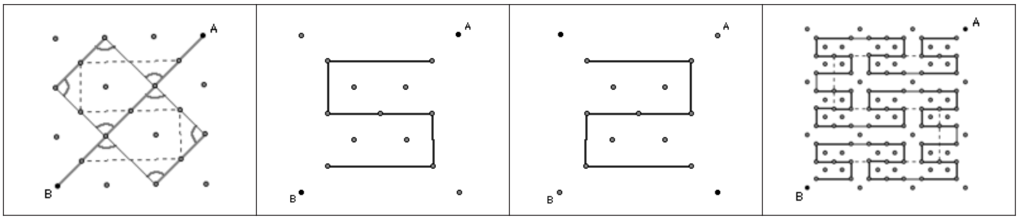
たとえば，正多角形に次のような縮小写像を定義することができる。

バラの花	シェルピンスキー（三角）	シェルピンスキー（四角）
		
		

ヒルベルト曲線では，生成子でない結合部分に長さが次数に依存する線分が存在する。その柔軟なジョイントをｊで表記し，線生成子のような１経路表示を試みると，1-njpjpjnタイプと分類できる。１経路が４分割され，３つのジョイントで結ばれている。



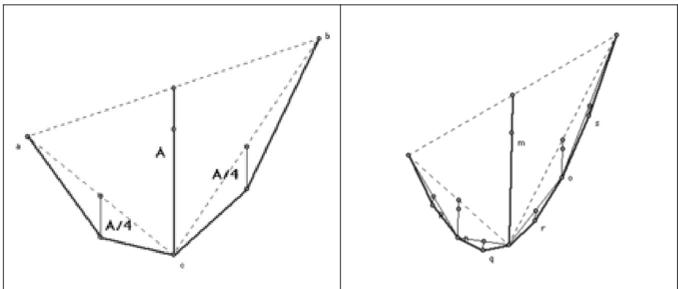
同様に，ペアノ曲線に応用すると，次のようになる。線生成子のように表記すると，1-pjsjpjsjpjsjpjsjpとなる。結合部のジョイントを，図では弧で示した。図の２番目が１次のｐ，３番目がｓ（鏡像）である。１経路が９分割され，８つのジョイントで結ばれている。



4．他の条件による生成１（放物線，指数関数，２次曲線）

完全差分化可能な放物線や指数関数などには，フラクタル的な作図法があり，これによって曲線を可触的ないくつかのパラメータ（点や線）で決定されるオブジェクトとして扱うことができる。

２分木的には，それぞれ図のような手順で作図できる。



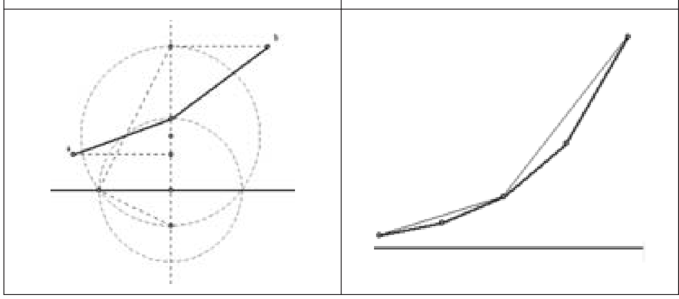
$y_0 = 0 = c$　すなわち，$y = ax^2 + bx$

$y_1 = a + b = 2\bar{y}_{\frac{1}{2}}$

$y_{\frac{1}{2}} = \frac{a}{4} + \frac{b}{2} = \bar{y}_{\frac{1}{2}} - \frac{a}{4} = \bar{y}_{\frac{1}{2}} - A$

$y_{\frac{1}{4}} = \frac{a}{16} + \frac{b}{4} = \bar{y}_{\frac{1}{4}} - \frac{a}{16} = \bar{y}_{\frac{1}{4}} - \frac{A}{4}$

$y_{\frac{3}{4}} = \frac{9a}{16} + \frac{3b}{4} = \bar{y}_{\frac{3}{4}} - \frac{a}{16} = \bar{y}_{\frac{3}{4}} - \frac{A}{4}$



$y_0 = A$　すなわち，$y = Aa^x$

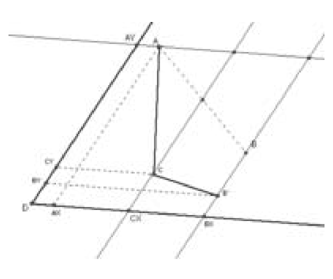
$y_1 = aA = B$

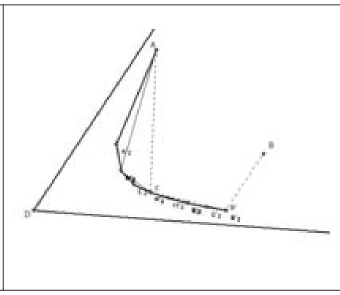
$y_{\frac{1}{2}} = a^{\frac{1}{2}}A = \sqrt{AB}$

双曲線も１端の１成分を自由（ダミー）パラメータにして，次のように自在にオブジェクト

化できる。

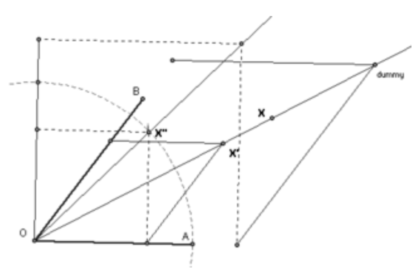
詳細化するには，次回から真の端点を用いるとよい。

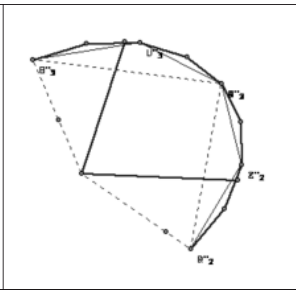




$$\overrightarrow{x} = x\vec{a} + y\vec{b}$$
$$y_1 = \frac{x_0 y_0}{x_1}$$
$$x_{\frac{1}{2}} = \frac{x_0 + x_1}{2}$$
$$y_{\frac{1}{2}} = \frac{x_0 y_0}{x_{\frac{1}{2}}}$$

楕円弧についても角度を優先した，両端を自由（ダミー）パラメータにして，次のように自在にオブジェクト化できる。同様に，詳細化には，次回から真の端点を用いるとよい。



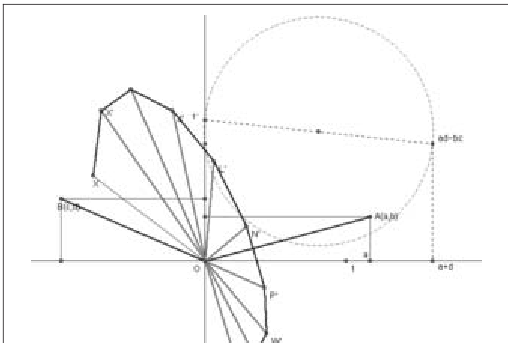


$$\overrightarrow{x_0} = \vec{a}\cos\theta_0 + \vec{b}sin\theta_0$$
$$\overrightarrow{x_1} = \vec{a}\cos\theta_1 + \vec{b}sin\theta_1$$
$$\overrightarrow{x_{\frac{1}{2}}} = \vec{a}\cos\theta_{\frac{1}{2}} + \vec{b}sin\theta_{\frac{1}{2}}$$
$$\theta_{\frac{1}{2}} = \frac{\theta_0 + \theta_1}{2}$$

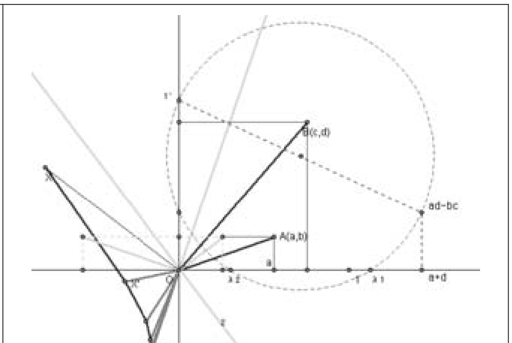
楕円弧作図の原理は，楕円弧が作図の容易な円弧の歪みと捉えることにある。原点からの向き優先にダミー点をとると，射影の点も角度 θ の線上にのることを利用している。

5．他の条件による生成（２次行列，特殊相対論）

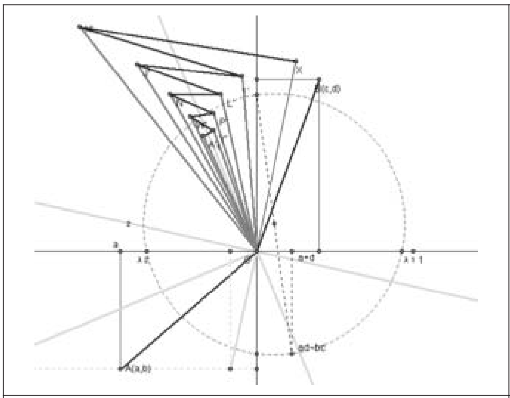
２次行列による射影も，動的幾何の発想に基づくと，非常に教育的に展開することができ，固有ベクトルや振舞の理解にも最適である。また，固有値関連の制限領域や条件の把握が容易になる。行列をA(a,b)，B(c,d)の２つの行ベクトルでベクトル平面に重ねて表示すると，行列も扱いやすく，直観的になる。行ベクトルの関係が，固有値やベクトルの射影に与える効果も一目瞭然である。なお，固有ベクトルを直線，実固有値を点 λ_1， λ_2で示している。



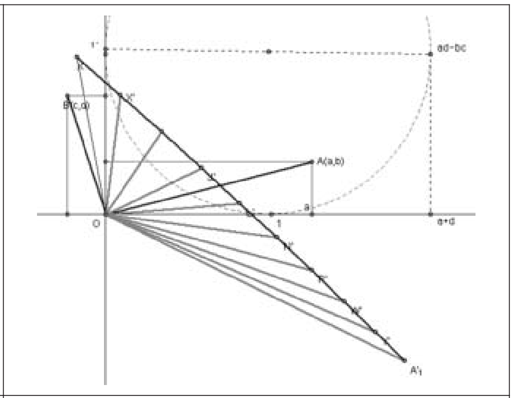
固有値が虚数（回転＋拡縮）



固有値実数（正で１つが１以上；拡大）

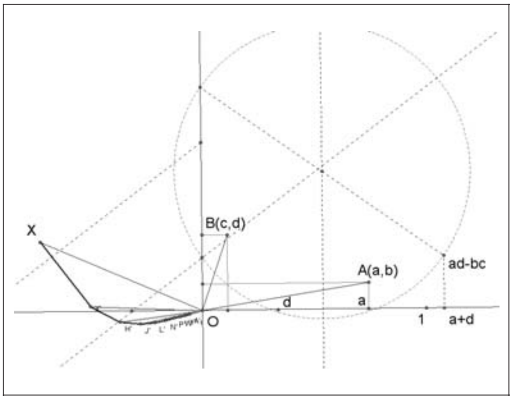


固有値実数（１つが負；振動）

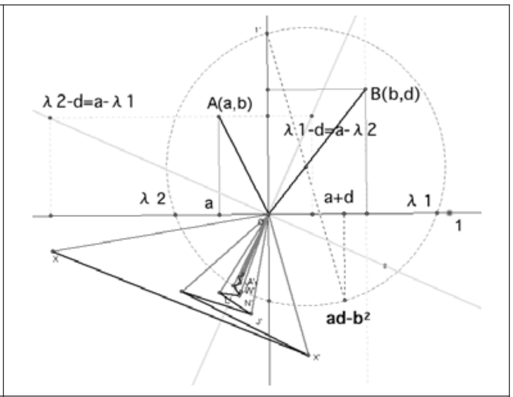


固有値重解（縮退モード）

２次行列で，行列要素が関連しあっている時，それによるベクトルの射影に特徴が生まれる。対称行列の時は，ｃ＝ｂなので，$D=(a-d)^2+b^2 \geqq 0$ となり固有値は実数となる。また，ベクトルのそれによる射影は次の図のような様相を示す。固有ベクトル(λ_1-d, b), (λ_2-d, b)は直交し，それらの単位ベクトルを列ベクトルとする直交行列は，回転行列となる。

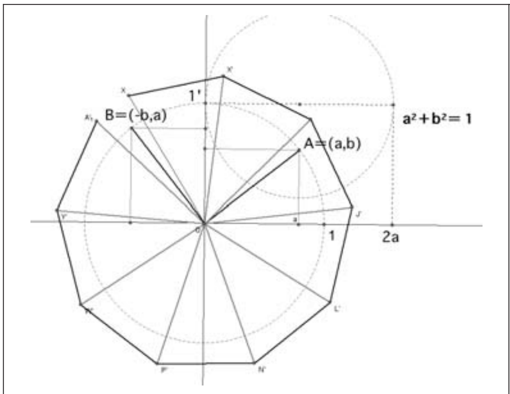


固有値実数（２つとも正；ａ＞ｂ＝ｃ）

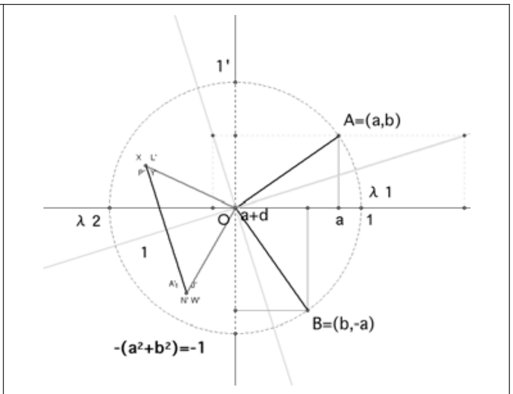


固有値実数（１つが負；ａ＜ｂ）

直交行列によるベクトルの射影も，大きさ１の直交するベクトルを回転・反転の２種を明示でき，教育的である。



回転行列（$\tan^{-1}(x/y)=\theta$ ずつ回転）



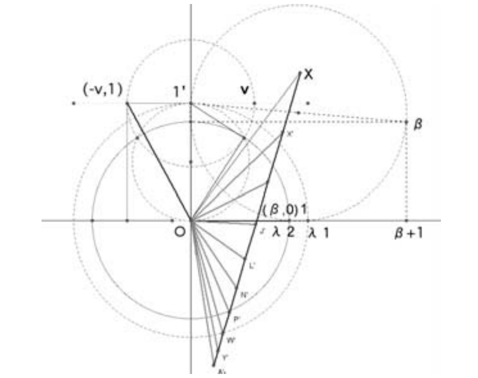
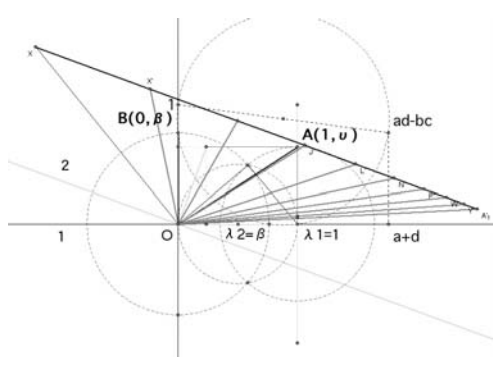
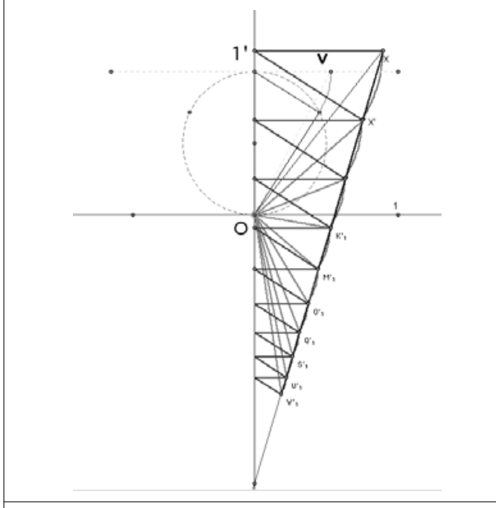
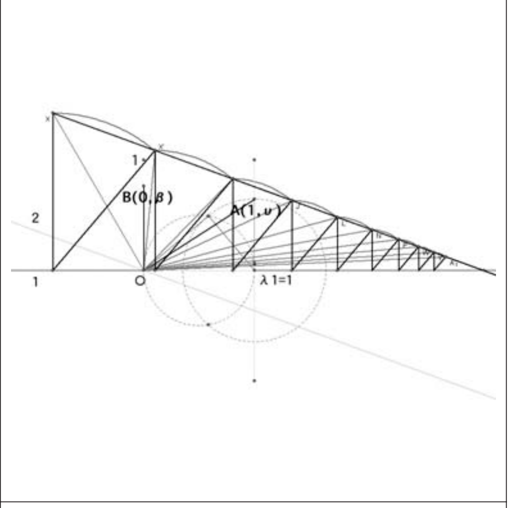
反転行列（固有ベクトル１について，反転）

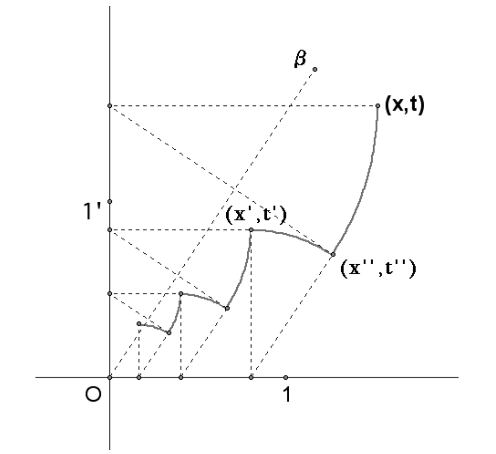
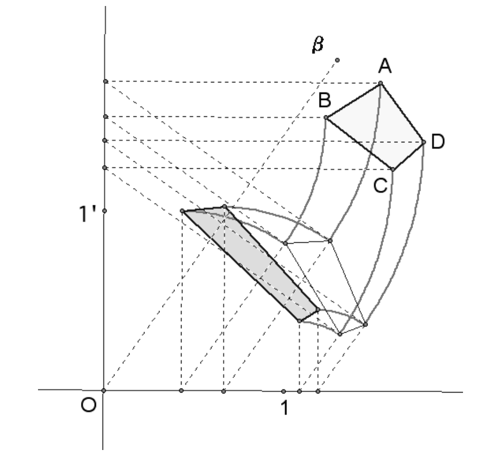
次に三角行列による射影も興味を引くが，これについては，相対性理論の要素を多重に明示的に図示するユーゴ図法[12] で扱う。

ユーゴ図法は，相対性理論の変換式を，時間軸と空間軸に対する，次の 2 段階の歪み（シアア）として，直交座標のまま図的に扱う手法で，理論的帰結を視覚的に把握できる特徴がある。静止系をＳ，運動系をＳ’，中間的な系をＳ”として，上添字で区別すると，変換式は次のようになり，簡単な作図で実現される。なお，中間的な系には，時空対称なＳ’”も存在している。υ は，静止系から見た運動系の速度で，運動系から静止系を見れば,－υ となる。

$\begin{pmatrix}x''\\t''\end{pmatrix}=R_x(\upsilon)\begin{pmatrix}x\\t\end{pmatrix}=R_t(\upsilon)\begin{pmatrix}x'\\t'\end{pmatrix}$　ただし，$R_x(\upsilon)=\begin{pmatrix}\beta & 0\\-\upsilon & 1\end{pmatrix}$，$R_t(\upsilon)=\begin{pmatrix}1 & \upsilon\\0 & \beta\end{pmatrix}$，$\beta=\sqrt{1-\upsilon^2}$

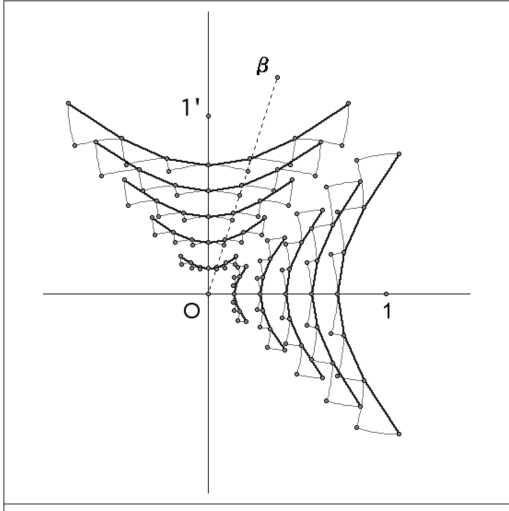
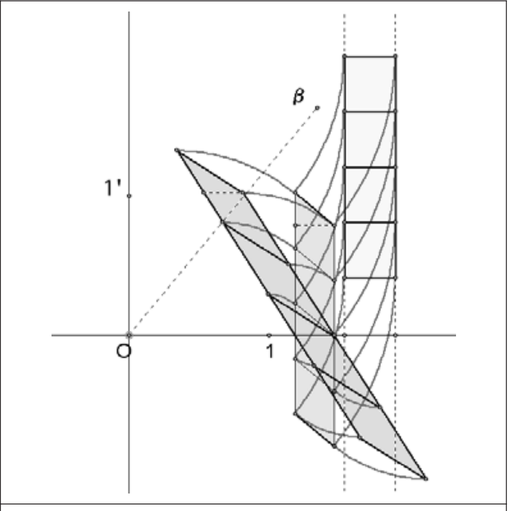
また，これらの逆行列も，図的な解釈から，とても易しい作図法となる。

	
Rx（υ）	Rt（υ）
	
Rx点列の作図	Rt点列の作図

	
$Rt^{-1}(v)Rx(v)$	時空素領域の変換

Rt^{-1}とRxを組み合わせると，（x”, t”）を介して，（x, t）から（x’, t’）の変換が得られる。時空格子の変換は，その計量を保存する。この変換の解釈は，Ｓ’系からのＳ系の観測にあたり，時空それぞれ，１回の歪みと，１回の等距離回転の組合せになっていることがわかる。このユーゴ図法を用いると，非常に簡易な作図の中に，直観的な観測空間幅の短縮（ローレンツ回転），観測時間幅の伸長を直観的に理解できる。

なお，$Rt^{-1}(v)Rx(v)$の点列は，固有量，あるいは，多重速度合成，すなわち，相対論的等加速度運動に関連しているが，簡易な直角双曲線の作図法にもなっている。自在な多重座標系表示が物理的直観を増幅し，さらなる相対論的発想に結びつくことが予測できる。

	
固有量，あるいは，多重速度合成	(x, t)格子→(x”, t”)格子→(x’, t’)格子

6. お　わ　り　に

身体を底辺として，論理と感覚を思考の三角形の２辺とする構成は，さらに，自然から人工を飛翔させせることにより，思考の正四面体へと止揚され，教育や創発の活用が高められる[17)]。

特徴は，大乗の「空仮中」に該当するような「中点」から，新しい次元へフレームが浮き上がってコントロールが可能となり，「想」イマジンの訓練が，新しい思考への旅立ち切符となっていることである。今回は，動的幾何によって，いくつもの形態が連続的に繋がったり，進化する創発の場面を，数理的な話題から辿った。

直観鍛錬ともいえる，中点（中庸，折衷，妥協，折り合いなどいろいろな呼び方がある）から，次元を上昇させ自在度を増す訓練が大切になっている。正四面体の頂点が，社会の営みを構成し，重心の止揚が「時」の劣化克服であると捉えると，モルフォジェネシス形態形成進化の劇中劇を描くことができる。これは，高いレベルの「想」であり，レベルアップした「識」「智」につながる。図解や動的幾何は，そのような広範なものの見方に寄与し，ひいては，心の教育にも結びつく。科学・技術・芸術・政治を始めとして，知識や技能に長けても，魂を忘れた所作は枚挙に暇がない。

視覚的にいくつかのコントロールパラメータを思考平面に折り畳み，現象や表象をスクリーン上に再現させ，操作できることは，これからのリテラシとして，未来に寄与する大切な発想を含んでいる。技能はともかく，過去の経験・知識偏重により，創造的思考や楽しい使い方に到ることがなければ，文化や生活は衰退し，社会にも活気が失われていくだろう。なお，ここにあげた動的幾何ソフトの使用につき，Key Curriculum Press社代表のSteven Rasmussen氏に活用・活動機会を得たことに深謝する。日本の教育界においても，動的幾何ソフトや柔軟な発想が活用されることを念願する。繰り返しになるが，幾何学は数学の一大分野であるにとどまらず，カタチや言葉の源や背景として，伝え合う力や美や発想にも大きく関連している。ここにあげたような動的幾何の例によって，フラクタル宇宙の発想や形態形成，相対論的時空思考も同様に触発され，精神性を高めることも確認された。

参　考　文　献

1）　空海著宮坂宥勝解釈：空海コレクションI，II，ちくま書房（2004）
2）　吉田裕午：紋様における繰り込み概念の形成と組織化，広島文教女子大学紀要　27/，7-18（1992）
3）　吉田裕午：繰り込みによる直観的理解の意味広島文教女子大学紀要　28/，167-176　（1993）
4）　吉田裕午：教育情報における繰り込み概念の意味，教育情報研究　9/1，23-32（1993）
5）　吉田裕午：教育情報における三角（参画）型繰り込み，広島文教女子大学紀要29/，213-223（1994）
6）　吉田裕午：動的幾何繰り込みと知の組織化，広島文教女子大学紀要　30/，175-185（1995）
7）　吉田裕午：相対論における繰り込み概念，広島文教女子大学紀要　31/，157-169（1996）
8）　吉田裕午：射影としての繰り込み概念，広島文教女子大学紀要　32/，191-200（1997）
9）　吉田裕午：よみの繰り込み，広島文教女子大学紀要　33/，143-153（1998）
10）　吉田裕午：過渡現象の繰り込み，広島文教女子大学紀要　34/，11-23（1999）
11）　吉田裕午：記憶という繰り込み，広島文教女子大学紀要　35/，103-112（2000）
12）　吉田裕午：相対論的繰り込み，広島文教女子大学紀要　36/，53-62（2001）
13）　吉田裕午：吽字義繰り込み，広島文教女子大学紀要　40/，45-54（2005）
14）　吉田裕午：エントレインメント繰り込み，広島文教女子大学紀要　41/，31-44（2006）
15）　吉田裕午：進化という繰り込み，広島文教女子大学紀要　42/，15-24（2007）
16）　吉田裕午：次元繰り込み，広島文教女子大学紀要　43/，41-52（2008）
17）　吉田裕午：相繰り込み，広島文教女子大学紀要　44/，59-71（2009）

—平成22年10月29日　受理—