広島文教女子大学紀要　50，2015

【原著】

蛹　繰　り　込　み

吉　　田　　裕　　午

Pupal Renormalization

Yugo Yosida

キーワード：ウーマ，蛹，繰り込み，ESD，思考のクローバー，マルチチュード，共創，
九顒一密，学習パターン，創発，共進化

1．は　じ　め　に

「于麼（ウーマ）[1)]」という久遠の物語がある。生き物たちは，進化の歴史の苦難の折々に，蛹となり，夢を紡いできたのかもしれない。雨にも負けず，災害にも打克つ，ディアスポアラ，偶有性や大地への感謝の響きを聴く智慧とその痕跡を，先人は至る処に残している。

ここで，蛹と組合わせた繰り込みとは，既存の入れ物をリニューアル（再規格化）し，内容を豊富にして，活用範囲を広げる営み全般の概念[2)−20)]として用いている。この設定には，空仮中の諦観に基づいて，次元上昇した思考・判断・表現を優先し，拘り慣性を極力排除する目論見がある。人工と自然の関係でいえば，まさしく，見えている世界は，思い込み・一時的な幻想（像）ともいえる。強化現実 AR が活用期に入り，その「つかい方」は両刃の剣となっているが，この乗り物に振り回されない努力が，現代のコンピテンシーでもあろう。

公の枠が形骸化し，陳腐化している。あるいは，拘束が不透明になり，状況がぬるま湯的になってきている。過去の枠に回帰しようという回顧主義や原理主義は，依然として軋轢を生んでいる。一方，個の止揚は，市民主義や曼荼羅世界観を醸成し，シュルレアリスム超現実主義もエクリチュールの方法を獲得する。哲学においては，「禅定」修行より，「戒」省察が，「即身成仏」の早道となる見通しがある。

「包む」という行為は，包括的に捉えるメタファである。加えて，「包む」状況には，傷を癒し，再生への願いが込められる。人災・天災の時代に，ESD（持続可能な開発発展）発想に基づいた教育で，問題解決の本質を一貫できる。まず，蛹メタファを「包む」ことから始める。本論文で扱った題材は，基準円に自・公を投影する，反転幾何繰り込みで，無限反射宝珠（虹）を顕現している。

次に，平面を折ることで，筒や袋が形成される。胚葉によって，膜・血管・神経・脊椎などの組織や器官が生まれ，内部を高機能水で満たすことによって，機能を獲得している。さらに，樹状フラクタル構造は，肺・腸・腎臓・肝臓・脳・神経系などを組織化している。「蛹が蝶の夢を見る」時の流れを繰り込んで，時代のタイムスイッチが押される。同様のメタファを，歴史学習における次元上昇，すなわち，進化を苦難と蛹化で辿り，未来への教育に活かすことも展望できる。

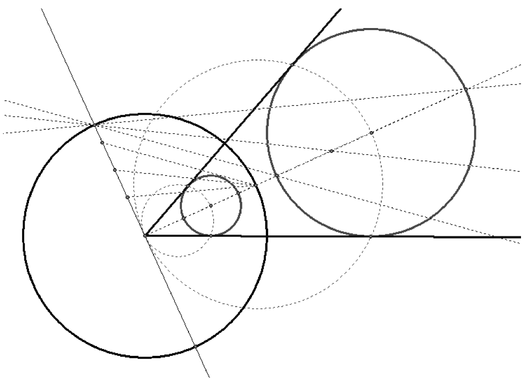
最近の潮流を蛹繰り込み的に考察した。アクティブラーニングの行方も見極めが肝心である。

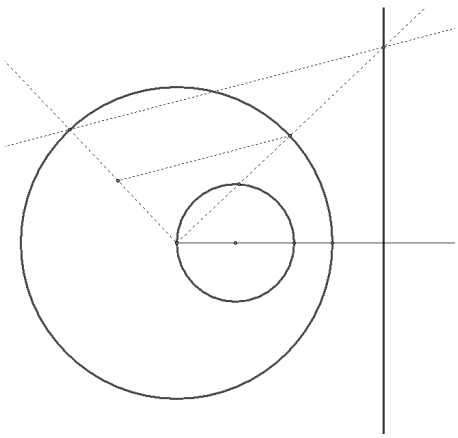
災害が予測される時代に，持続可能な選択肢を与え，決定をできるだけ客観的に実行できる状況が理想であろう。回顧や従属は，もっとも安易で危険な選択である。無批判・無関心は「民」側のチャンスを毀損する。胎動は，目覚めの予感，若さの息吹である。グローバルヴィレッジの時代に，もう暫くの繰り込みを見守り，連携して，その健全化に努めたい動機が豊かな周辺環境になってきた印象がある。

2．反転幾何繰り込み

反転幾何（inversive geometry）は，反転（inversion）という変換を一般化した幾何で，自・公の捉え方に示唆を与える。角を保ち（等角性），円を円に対応させる写像（円円対応）になっている。ただし，ある条件下では，直線と円が対応する。簡単のため，基準円の半径を１とおき，２次元で考察する。

基準円の中心Ｏからの距離の対応を，$r \to 1/r$ とし，方位角を同じとする。複素数を使った $z \to 1/z$ という変換では，ｘ軸に対称な共役性に注意がいるが，方位角を同じにして，２段階操作で重ねる方が扱いやすい。以下の記述では，略号として，$1+x_0$，$1-x_0$，$1+y_0$，$1-y_0$ の平方根をそれぞれ，a，b，c，d と置く。

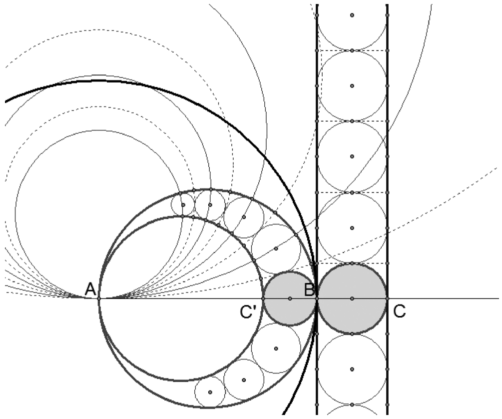




上左図は，円円対応の作図例である。留意点として，円の中心は対応していないこと，接線の関係は保たれることなどがあげられる。上右図は，直線が円と対応している図である。円が原点を通る特徴がある。中心と半径の対応で，簡易作図を手順化でき，軌跡が扱える応用ソフト（ここでは，GSP；Geometer's SketchPad）によって，簡単に円や格子などをパラメータ範囲とした射影が描かれる。この応用ソフトは，思考のスピードで作図が可能な，素晴らしい発想の友となる。応用例として，まず，連珠（セル連結）の射影を取上げてみる。また，基準円に接する格子の射影からも各種の関係式が得られ，興味深い。

外の格子列は，内で遠近感を伴って円と円の交わりとしてセル配置される。これは，相対論的繰り込みにおける，時空セルの変換を想起させる。

ここでも，中心は直に対応していないことに留意する。一方，等方セルに内接する円の接点，および，接線との関係は，維持される。無限遠点も巧妙に繰り込まれている。中心，および，



半径の点列を求めておくのも興味深い。

外の円の点列を，$x_n=1+r$，$y_n=2nr$，$r_n=r$（一定）とおくと，この射影である，内の円の中心，および，半径は，中心 A を通る方位角方向に，交点を求めると，左図の関係式が得られる。

半径の逆数の点列が，たとえば，$r=1/4$のとき，6，7，10，15となり，半径は有理数を保っている。このことは，$y=0$ 以外の円から出発しても同様である。

また，次図のような関係も平均やアポロニウスの円を想起させる。

円は，複素数空間では，距離が一定（定数）と簡潔に記述できる。アポロニウスの円は，2点からの距離の比が一定という条件を持つが，まさしく，これは，反転幾何の要点を表している。射影した円の中心位置（原点からの距離）と半径を次のように簡単に求めることができる。下記のように，$\alpha=Rn^2-r_n^2$ を射影比率と捉えると，飛躍的に描画スピードが改善される。

$Rn=\sqrt{(1+r)^2+(2nr)^2}$

$C':\dfrac{1}{Rn-r}$, $B':\dfrac{1}{Rn+r}$ より、

$$R'n=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{Rn-r}+\frac{1}{Rn+r}\right)=\frac{Rn}{(Rn)^2-r^2}=\frac{\sqrt{(1+r)^2+(2nr)^2}}{1+2r+(2nr)^2}$$

$$r'n=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{Rn-r}-\frac{1}{Rn+r}\right)=\frac{r}{(Rn)^2-r^2}=\frac{r}{1+2r+(2nr)^2}$$

たとえば、$r=\dfrac{1}{4}$**のとき、**$r'n=\dfrac{1}{4+2+n^2}=\dfrac{1}{6+n^2}$

$r=\dfrac{1}{6}$**のとき、**$r'n=\dfrac{1}{6+2+\frac{2}{3}n^2}=\dfrac{3}{2(12+n^2)}$

$r=\dfrac{1}{8}$**のとき、**$r'n=\dfrac{1}{8+2+\frac{1}{2}n^2}=\dfrac{2}{20+n^2}$**となる。**

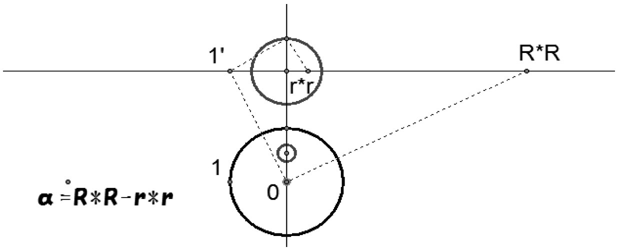
$\left|\dfrac{1}{z}-R_n\right|=r_n$ **より、**$\dfrac{\left|z-\frac{1}{R_n}\right|}{|z|}=\dfrac{r_n}{R_n}$**・・・アポロニウスの円（基準点の位置は、**$\dfrac{1}{R_n}$**で、**

もうひとつの基準点である、原点からの距離との比率は、$\dfrac{r_n}{R_n}$**）**

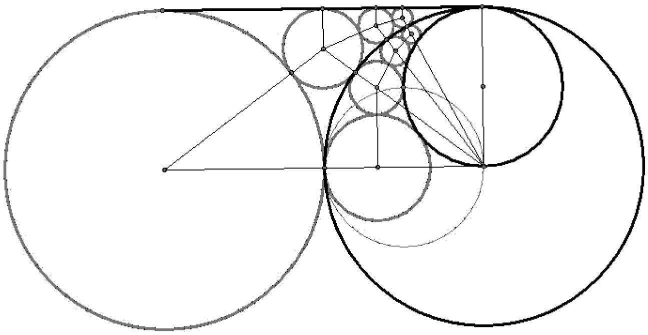
また、移項して絶対値をはずすと、$(R_nz-1)(R_n\bar{z}-1)=r_n^2z\bar{z}$

$\alpha z\bar{z}-R_n(z+\bar{z})+1=0$ 、$\alpha\left(z-\dfrac{R_n}{\alpha}\right)\left(\bar{z}-\dfrac{R_n}{\alpha}\right)=\dfrac{R_n^2}{\alpha}-1=\dfrac{r_n^2}{\alpha}$ $\therefore\left|z-\dfrac{R_n}{\alpha}\right|=\dfrac{r_n}{\alpha}$

ただし、$\alpha=R_n^2-r_n^2$ **の円であり、中心が**$\dfrac{R_n}{\alpha}$**、半径が**$\dfrac{r_n}{\alpha}$ **に修正される。**



左図は，その成果によって簡略化された作図法であり，Rとrを図上で指定するだけで，反転円が得られる。なお，原点を通る円は，$\alpha=0$ の場合に相当し，$(z+\bar{z})/2=1/2Rn$ となり，半径の逆数の半分の位置を最近接点とする直線と対応する。



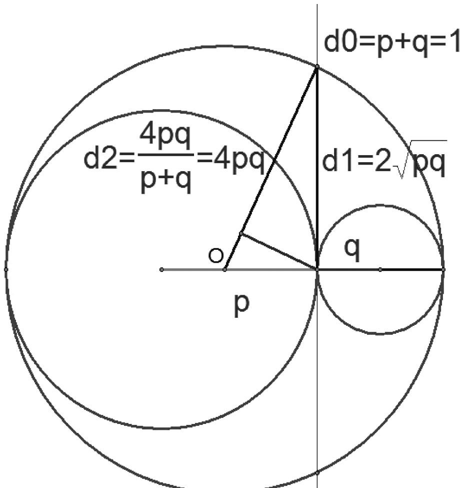
$$\alpha_1=R^2-r^2=4-1=3$$

$$\alpha_2=R^2-r^2=\left(\frac{5}{4}\right)^2-\left(\frac{1}{4}\right)^2=\frac{3}{2}$$

$$\alpha_3=R^2-r^2=\left(\frac{10}{9}\right)^2-\left(\frac{1}{9}\right)^2=\frac{11}{9}$$

$$\alpha_4=R^2-r^2=\left(\frac{17}{16}\right)^2-\left(\frac{1}{16}\right)^2=\frac{9}{8}$$

応用として，内と外の協和イメージをデザインしてみると，上図のように，有理数の対応関係性が随所に現れる。これは，一即一切・一切即一の明快な形象の１つでもある。



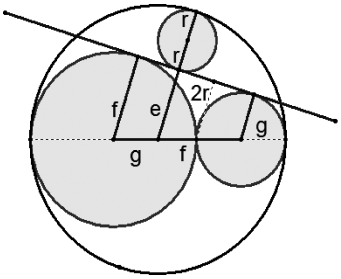
半径pとqの小さな円を接してかき、p+q=1の単位円とする。
x1=p-q**と単位円の交点より、**
$d1=y1=\sqrt{1-(p-q)^2}=\sqrt{(p+q)^2-(p-q)^2}=2\sqrt{pq}$
は、相乗平均の２倍になる。
小さい円の接点から、単位円の図の半径方向に垂線をおろすと、
$d2=d1\frac{d1}{(p+q)}=\frac{4pq}{p+q}$**となり、調和平均の2倍になっている。**
なお、次元解析より、1の距離の次元を復活できる。

円と直線の関係に不可避に見える無理数は，随所に平方根が開かれて，有理数の世界に完結する予測が素数や素領域的な直観を刺激する。

また，ここで現れた調和平均は，次のような第３円にも頻繁に現れる。元の２円と積の関係性を保って，まさに発想のカタチのメタファというに相応しい。

直線と円に接する円では，図の水平方向の距離の関係に注目すると，円に内接する２円の接

線と基準円に内接する円の半径の関係も面白い。対称性のある配置の場合，図のような面白い関係がある。これも調和平均である。



図の配置において、f＋g＝1に注意して、

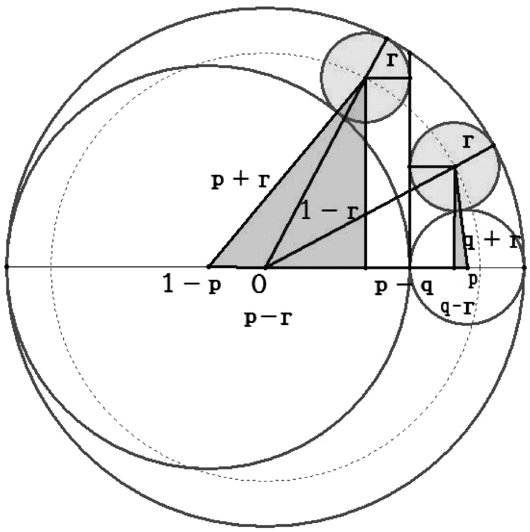
$e=f^2+g^2$

$r=\dfrac{1-e}{2}=\dfrac{(f+g)^2-(f^2+g^2)}{2}=fg$

直径2rは、fとgの調和平均となり、

いろいろな所に、顔を出す。

黄金比は，美の基準として有名であるが，反転幾何の捉え方では，調和平均が優勢である。また，後述する平方根の代数も不思議な調和を醸し出し，新しい言葉に繰り込まれる。



左の小円と三角形の高さの関係より、

$(p+r)^2-(p-r)^2=(1-r)^2-(p-q-r)^2$

$4pr=(1-r+p-q-r)(1-r-p+q+r)=4(p-r)q$

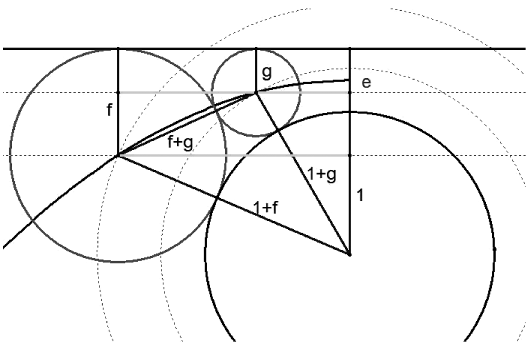
$\therefore r=pq$ **(調和平均)**

右の小円と三角形の高さの関係より、

$(q+r)^2-(q-r)^2=(1-r)^2-(p-q+r)^2$

$4qr=(1-r+p-q+r)(1-r-p+q-r)=4p(q-r)$

$\therefore r=pq$ **(調和平均)**



$\sqrt{(1+f)^2-(1+e-f)^2}=\sqrt{(f+g)^2-(f-g)^2}+\sqrt{(1+g)^2-(1+e-g)^2}$

$\sqrt{4f-2e(1-f)-e^2}=\sqrt{4fg}+\sqrt{4g-2e(1-g)-e^2}$

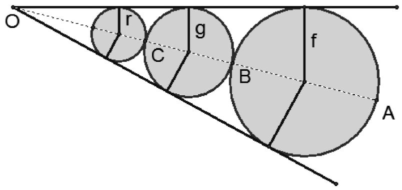
e=0のとき、$\sqrt{f}=\sqrt{fg}+\sqrt{g}$

$\sqrt{fg}$**で両辺をわって移項し、**

$\dfrac{1}{\sqrt{g}}-\dfrac{1}{\sqrt{f}}=1$ **が得られる。**

なお，円外の接触円間には図のような関係があり，直線ともとの円が接触している時は，$f=1/x^2$，$g=1/(x+1)^2$・・・という収束有理数点列となる。

一方，直線内の接触円列の場合には，相似に由来する相乗平均が頻出する。



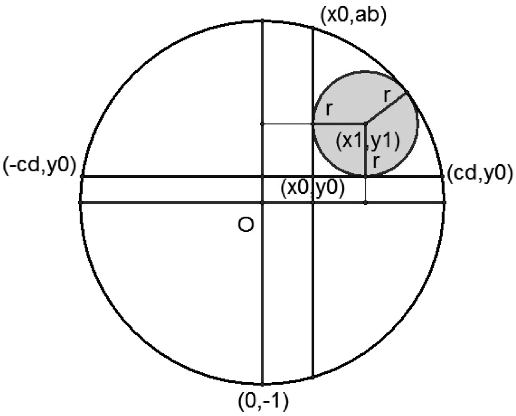
交差する直線内の接触円の関係は、

相似比 $=\dfrac{OB}{OA}=\dfrac{OC}{OB}=\dfrac{g}{f}=\dfrac{r}{g}$ に注目して、

$r=\dfrac{g^2}{f}$ の関係があり、中央が

相乗平均になっている。

次に，円内に垂直に交差する直線の壁を置き，それらと単位円に内接する円の関係を求める。その半径と，格子点の座標の間にも新しい数式調和を思わせる面白い関係がある。



格子点(x0,y0)を単位円内の第1象限にとる。
略号は前出の通りである。右上の接触円の中心を(x_1,y_1)、原点からの距離をR 、半径をrとおく。

$R=1-r=\sqrt{(x0+r)^2+(y0+r)^2}$ より、

$r^2+2(x0+y0+1)r+(x0^2+y0^2-1)=0$ となり、

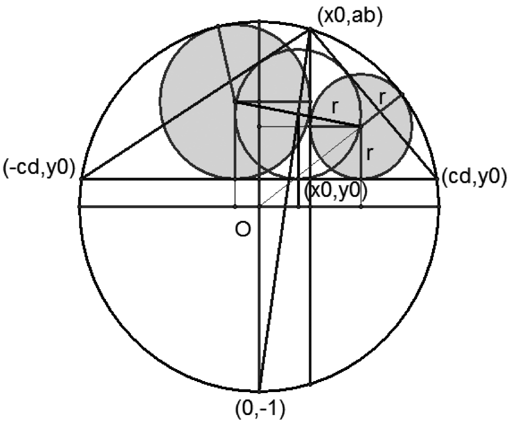
$r=-(x0+y0+1)+\sqrt{2(x0+1)(y0+1)}$
$=-(a^2+c^2-1)+\sqrt{2}ac$

$R=1-r=(a^2+c^2)-\sqrt{2}ac$

$x_1=x0+r=-c^2+\sqrt{2}ac$

$y_1=y0+r=-a^2+\sqrt{2}ac$ となる。

各象限の半径の導出では、x0、y0の符号を換え、
中心の座標の導出では、半径の符号を換える。



第1象限と第2象限の接触円の中心の平均をとると、

$\bar{r}=-c^2+\dfrac{c}{\sqrt{2}}(a+b)=\dfrac{c}{\sqrt{2}}(a+b-\sqrt{2}c)$

$\bar{x}_m=\dfrac{c}{\sqrt{2}}(a-b)$ 、 $\bar{y}_m=-1+\dfrac{c}{\sqrt{2}}(a+b)$ となり、

$(\bar{x}_m,\bar{y}_m)$ は、(x0,ab)と(0,-1)を結ぶ線分上にあることがわかる。実際、傾きを求めると、

$m=\dfrac{\dfrac{c}{\sqrt{2}}(a+b)}{\dfrac{c}{\sqrt{2}}(a-b)}=\dfrac{a+b}{a-b}=\dfrac{(a+b)^2}{a^2-b^2}=\dfrac{1+\sqrt{1-x0^2}}{x0}$ と一致する。

また、弧の二等分より、この点は頂角の二等分線上にあることがわかる。左右の辺とこの点までの距離も$\bar{r}$であることが示せるので、この点は、図の三角形の内心である。

実際に，右辺との距離を求めると次のようになるが，距離のルートが開けるところが，圧巻であり，活用性を大きく高めている。

$$\bar{r}=\frac{\overrightarrow{MA}\times\overrightarrow{MC}}{AC}=\frac{(x0-\bar{x}_m)(y0-\bar{y}_m)-(cd-\bar{x}_m)(ab-\bar{y}_m)}{\sqrt{(x0-cd)^2+(ab-y0)^2}}=\frac{c}{\sqrt{2}}(a+b-\sqrt{2}c)$$ **を確認する。**

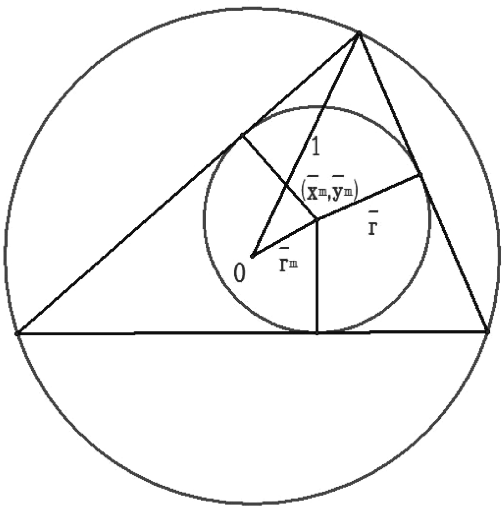
まず、根号の中は平方に変形できるが、この活用は、新しい地平を開く。

$$(x0-cd)^2+(ab-y0)^2=x0^2-2cdx0+c^2d^2+a^2b^2-aby0+y0^2=2-2aby0-2cdx0=(a^2+b^2)-ab(c^2-d^2)-cd(a^2-b^2)$$
$$=a^2(1-cd)-ab(c^2-d^2)+b^2(1+cd)=\frac{1}{2}(a(c-d)-b(c+d))^2$$

従って、いつも、$AC=(a(c-d)-b(c+d))/\sqrt{2}$ **と根号を開いて書け、辺の有理数関係に展望を拓く。**
分子も同じ因子を持つという予想で、変形をする。

$$(x0-\bar{x}_m)(y0-\bar{y}_m)-(cd-\bar{x}_m)(ab-\bar{y}_m)=x0y0-abcd-\bar{x}_m(y0-ab)-\bar{y}_m(x0-cd)$$
$$=\frac{1}{4}((a^2-b^2)(c^2-d^2)-4abcd+2(a^2-b^2-2cd))-\frac{c}{2\sqrt{2}}((a-b)(c^2-d^2-2ab)+(a+b)(a^2-b^2-2cd))$$
$$=\frac{1}{2}((a^2-b^2)c^2-cd(2ab+2))-\frac{c}{2\sqrt{2}}(a(c^2-d^2-2ab+a^2-b^2-2cd)+b(a^2-b^2-2cd-c^2+d^2+2ab)$$
$$=\frac{(a+b)c}{2}((a-b)c-d(a+b))-\frac{c}{2\sqrt{2}}(a(c^2-d^2-ab+a^2+b^2-2cd)+b(-b^2-2cd-c^2+d^2))$$
$$=\frac{(a+b)c}{2}(a(c-d)-b(c+d))-\frac{c}{2\sqrt{2}}(a(2c^2-2cd)+b(-2-2cd-c^2+d^2))$$
$$=\frac{(a+b)c}{2}(a(c-d)-b(c+d))-\frac{c^2}{\sqrt{2}}(a(c-d)-b(c+d))\quad\therefore\bar{r}=\frac{(a+b)c}{\sqrt{2}}-c^2=\frac{c}{\sqrt{2}}(a+b-\sqrt{2}c)$$

外心と内心の半径と距離の関係より，内心半径を求めることもできる。少しトリッキーであるが，美しい関係をしている。

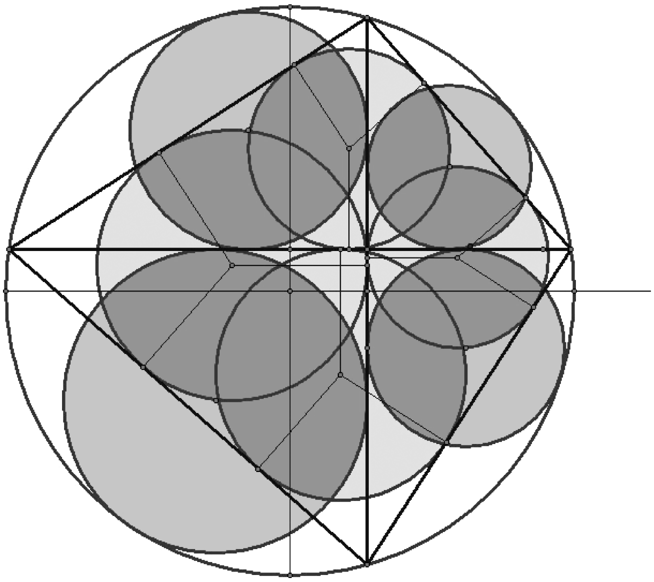


内心の位置 $\bar{x}_m=\frac{c(a-b)}{\sqrt{2}},\bar{y}_m=-1+\frac{c(a+b)}{\sqrt{2}}$

より、外心までの距離を求めても、内心の半径$\bar{r}$**を求められる。**

$$\bar{r}=\frac{1-\bar{r}_m{}^2}{2}=\frac{1-(\bar{x}_m{}^2+\bar{y}_m{}^2)}{2}$$
$$=\frac{1}{2}\left(1-\left(\frac{c(a-b)}{\sqrt{2}}\right)^2-\left(-1+\frac{c(a+b)}{\sqrt{2}}\right)^2\right)$$
$$=\frac{1}{2}(\sqrt{2}c(a+b)-2c^2)=\frac{c(a+b)}{\sqrt{2}}-c^2$$

各象限に４円を配置し，間に内接円を描くと，４つ葉に似た美しい関係が得られる。



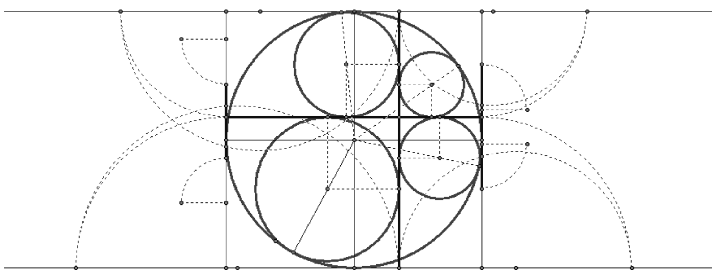
$$x_1=-c^2+\sqrt{2}ac$$
$$y_1=-a^2+\sqrt{2}ac$$
$$r_1=-(a^2+c^2-1)+\sqrt{2}ac$$

$$x_2=c^2-\sqrt{2}bc$$
$$y_2=-b^2+\sqrt{2}bc$$
$$r_2=-(b^2+c^2-1)+\sqrt{2}bc$$

$$\bar{x}_{12}=\frac{c}{\sqrt{2}}(a-b)$$
$$\bar{y}_{12}=-1+\frac{c}{\sqrt{2}}(a-b)$$
$$\bar{r}_{12}=-c^2+\frac{c}{\sqrt{2}}(a+b)$$

$$x_3=d^2-\sqrt{2}bd$$
$$y_3=b^2-\sqrt{2}bd$$
$$r_3=-(b^2+d^2-1)+\sqrt{2}bd$$

$$x_4=-d^2+\sqrt{2}ad$$
$$y_4=a^2-\sqrt{2}ad$$
$$r_4=-(a^2+d^2-1)+\sqrt{2}ad$$



4つ葉接触円の簡易作成法を考案したので，左図に示す。点線が作図上の補助線であり，弧は回転を示す。随所に，a，b，c，d が登場する。また，円内の響き合うような調和は，蛹繰り込みという名称に相応しい。

思考のクローバー（正４面体）という発想がある。いまだに，人類は二項背反の思考形式から脱却できていない印象があるが，言葉を離れて，あるいは，絶対０人称や相対４人称のような自由な発想を，動的幾何との日常的な出会いによって，醸成していくとよいだろう。折り紙も指先の脳を鍛え，思考を立体化させ，素晴らしい感動を魅せる。

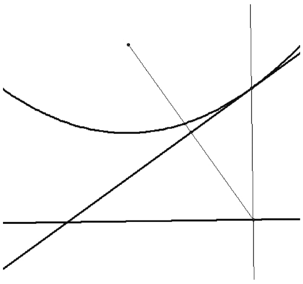
3. 折り紙の蛹繰り込み

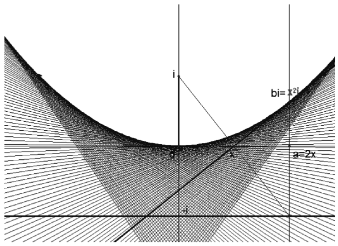
平面から立体が飛び出すメタファに，折り紙がある。
ところで，折り紙公理として次の７つが知られている。

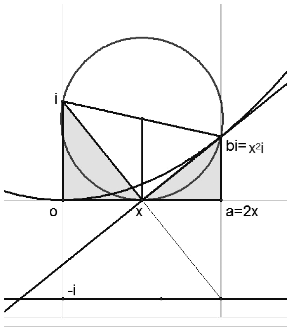
1　点 p1，点 p2を通る折線（ただ１つ）
2　点 p1を点 p2に重ねる折線（垂直二等分線ただ１つ）
3　直線 L1を直線 L2に重ねる折線（角の二等分線ただ１つ）

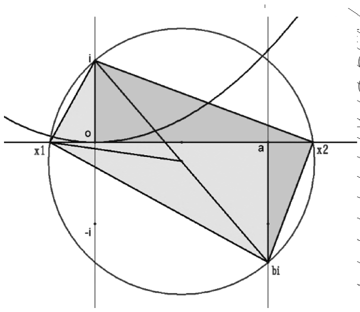
4　点 p を直線 L に重ねる垂直な折線（垂線の垂直二等分線ただ１つ）
5　点 p1を直線 L に重ね，点 p2を通る折線（0，1，2 通り；円と直線の交点）
6　点 p1を直線 L1に重ね，点 p2を直線 L2に重ねる折線（0，1，2，3 通り；２つの放物線の共通接線）
7　点 p を直線 L1に重ね，直線 L2に垂直な折線（放物線の接線が垂線ただ１つ）

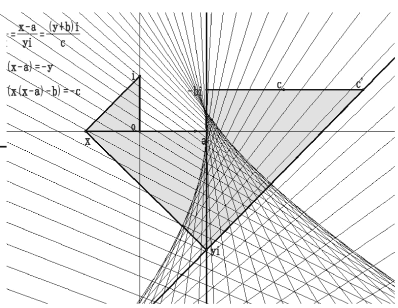
注：公理５：点 p を直線 L に重ねる仕方（放物線接線のつくる包絡線）作図（線の重なり具合で，何通りか示せる。この操作は，まさに，２次方程式の解と対応している。）







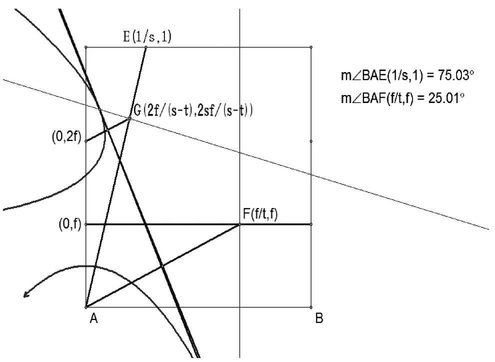




もう一歩踏み出せば，代数方程式の解を，折り紙繰り込み的に作図できる。２次方程式の重解は，放物線フォールド包絡線になっている。ただし，準線は，$y=-1$ となっている。図は，複素数平面表示で，$i/x=(x-a)/bi$ の相似関係を使っている。実数表示では，$x(x-a)=-b$ となる。なお，$b\to -b$ とおくと，b は下向きとなる。

下右図は，３次方程式の複素数平面表示解法で，$i/x=(x-a)/yi=(y+b)i/c$，$x(x-a)=-y$ の相似関係を使っている。実数表示では，$x(x(x-a)-b)=-c$ となる。係数空間のパラメータが90度ずつ回転しながら，平面に重ねて表示されているという捉え方ができる。なお，ここでも，$c\to -c$，$y\to -y$ とおくと，b，y は，下向き，c は左向きとなり，対称的に記述できる。

公理６は，角の３等分の図式解法としても使われる。袋状にして重ねれば，さらに簡単にフィードバック作図できる。これは，係数が連動する場合の３次方程式の図解となっている。



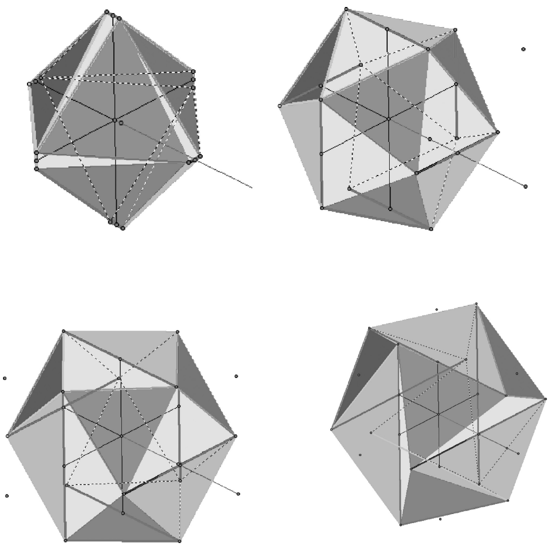
3倍角公式より、$\tan 3\theta = s$、$\tan\theta = t$ とおいて、

$s=\dfrac{3t-t^3}{1-3t^2}$ **を図の中点を結ぶ共通接線条件より示す。**

図より、

$$t=\frac{\dfrac{f}{2t}-\dfrac{f}{s-t}}{\left(2f+\dfrac{ft}{s-t}\right)-\dfrac{f}{2}}=\frac{(s-t)-2t}{3t(s-t)+2t^2}=\frac{s-3t}{3ts-t^2}$$

$$(1-3t^2)s=3t-t^3 \quad \therefore s=\frac{3t-t^3}{1-3t^2}$$



平面から立体への次元上昇，さらには，メタモルフォーゼは，意外と単純なパラメータ変化によるのかもしれない。図では，正８面体→正20面体→切頭六面体→複雑な構造体が，単一の辺の長さのパラメータ変化のみで，形態形成されていく様を示した。特に，蛹期は，後述する遺伝子の重複や複合などによって，紙を足すような進化も想定される。歌川国芳の戯画のような機能をもった器官の集合（群れ）で，全体が構成されるイメージも示唆的である。

ボルボックス群体やナマコ，ウミウシやウニの再生システムも興味深い。ストーンヘンジはじめ古代遺跡の全体バランスは，周囲の太陽や月の射線，風の力や音の調和も含めて，宇宙統合のリズムの中に存在する。全体は，人為を超越して，人智を越える存在美を示している。我々の学習成果は，その神秘から僅かな情報でもそれを咀嚼し，感動を伝え合うことにある。

4．進化の蛹繰り込み

歴史は人類の幸福の方向に進化しているだろうか。人類は，発達した脳を天災・人災の克服に有効に活用しているだろうか。残念ながら，依然として，一度手にした如意力を全体の福祉に活かそうとする勢力は劣勢にみえる。声高な単純論理の扱いでは，平衡絶対安定な弱肉強食的な因果律に縛られた物語を誘引する。全く別の夢を描く進化の物語として，非平衡安定状態を基礎に置く蛹繰り込み概念がある。

いくつか，この視点に光明の兆しがある。複雑系，レジリエンス，マルチチュード（自律的かつ柔軟に行動する群衆），群れの方向性，ディアスポアラ，実践知，SECI モデル，社会的要請，機知，有用性，ものづくり，過去から学ぶ古典教養，リベラルアーツ（基礎自由７科；人を自由にする学問）などがますます重要になっている。

ネグリ・ハートのマルチチュードは，iPS細胞が器官・組織を形成していく過程を想起させる。さらに，市民の当たり前の見地で止揚している観点は，武力を伴わない革命ともいえる。教育を社会的要請と自己実現の擦り合わせで捉えるように，社会システムも，誰のため・何のためを念頭に解決策を探る時代となってきた。21世紀に至り，新しい物語が始まっている。ヴィクトル・ユゴーがレミゼラブルで，歴史に翻弄される多様な人生たちを描いたように，選民意識で他者のマインド支配を画策するのは，悲しい結末に至ると覚醒する気づきがある。

文化でいえば，戦争や暴力の結末は，ダビンチが記録したといわれるアンギアーリの戦場図に未来を預言させる。現代科学の技術応用ガイドラインは，丸木位里の原爆図やマトリックスなどの再現（予測）地獄図に，灰化涅槃へと悟入すべきである。無抵抗の冷徹な眼ほど，人類の行く末を見通せるものはない。正義をかざして個を支配する試みはすべて鬼面狂相である。自由・平等・博愛の基本的人権の原則を普遍化する営みを継承することが平安への露地である。

解決策の選択には，文脈・状況の背景にある関係性や雰囲気を総合し，最善の判断力を必要とする。フロネシス（プロネーシス）という統合力の必要性を野中郁次郎が説いている。

その能力を身につけると，

科学的知識と実践的知識を融合して，創造的な行動をする。
全体の善のために，意思決定し行動すべき最善の振舞い方を臨機応変に見出す。
深い倫理観，歴史観，社会観，政治観，美的感覚に基づく判断・行動ができる。

と述べられている。

個人と社会の成熟，具体的な再生を目指すシティズンシップの要点（カッコ内は著者解釈）として，

「善い」目的をつくる（公・持続可能）
場をタイムリーにつくる（共同体意識）
ありのままの現実を直観する（旅人・異邦人感覚）
直観の本質を物語る（概念化・超表現化）
物語を実現する政治力（マネージメント）
実践知を組織化する（教育・イベント・デザイン）

機能（できる）表現では，

実現すべきこれからの社会について，自分で考え，振舞える。
多様な価値観，多くの言葉に出会い，活用できる。
コミュニケーション力をもち，表現し，伝えられる。

と述べられている。

転識得智という知のレベルアップとの対応が面白い。五感（５識）や意識の洗練に回帰する印象があるが，平等性・大円鏡性・成所作性を覚醒サイクルの裏付けとしたい。詳しくは，N理論として著者の過去の論文に掲載しているが，脳機能との対応も把握に役立つ。

論理や科学的思考が後回しになると，責任や解決策が後回しになる。野中郁次郎は，「失敗の本質」という指摘の中で，イデオロギーに縛られ，現実的な対処ができない。同質的メンバーで独善的に対処する。官僚制を生かす統合・統制能力の欠如。というチェック機能不全をあげ

ている。大衆がサンガ学衆（学び人の群れ）に至るには，時間がかかるとしても，支持的国土として，陶冶が欠かせないだろう。念ずる願いを大願としたいものである。

「役に立つ」が流行りである。しかし，文化界は，既に，脱構築の時代を経て，むしろ政治経済界の方が，旧体制の復活の誘惑に執着がありそうである。技術・用・分析・科学の先へ関心が向いている。メディアやデザイン界も金や権力に塗れている印象もあるが，究極感動のモチーフは，「イノチ」「願い」であることは，普遍であろう。

本質の位置は，寺脇・大田会談[21)] で触れられているように，「問いと答えの間にある！」。理解・納得を越えて，信解という普遍パラダイムが在り，直観的に，間（ま），グルー膠着質，が時空・場の雰囲気を伝える。漢詩春望の記憶のように，争いの果ての諦観，諸法無我・諸行無常の先に涅槃寂静が蘇る。振返れば，体（台・我）としての自分や自然も生まれ変わりの代謝のサイクルの中にある。歴史から学ぶ態度は，支配弾圧と従属の観点のみでは育成されない。信解は，「愛することは信じること」という確信から生まれる。石川啄木が一握の砂で述べた「こころよく　我にはたらく仕事あれ　それを仕遂げて死なむと思ふ」は，本学の広報にあるような「教育の感動を！」の信念とともに，教育の灯火となっている。いかなる時代であれ，内面支配に抵抗し，行動における良心の自由（自決権）を高く人権尊重とする，社会的文化的胎盤を基本としたいものである。

「～してあげる」や「～させる」といった表現は，学習過程に生存権という当たり前を健忘してはいけない。人災天災に対抗するレジリエンス・人間づくりは，生命力・響き合う・呼応する，フリダヤ心を主体としたいものである。自律性と協調性を基本とした融通無碍な人格の完成陶冶，デューイ流にいえば，違いを受入れ多様性の尊重を基本とした自己革新を学習過程の基本としたい。法悦・法身の説教（気づく），What a Wonderful World! のシャワー滝に打たれるような感動を共有したい。個人栄達の援助優先より，共同体を豊かにし，みんなの幸せへの願いに目覚め，文系不要論などにも敢然と対抗すべきであろう。

21世紀型能力は，自律的活動力・人間関係形成力・社会参画力・持続可能な未来づくりへの責任，という実践力を重視している。その中に，知徳体というバランス記述はあるが，道徳の見方も歴史教育と同様，生きる力や人格形成に必要な教養というカウンター潮流を必要とし，動詞的機能優先から，形容詞的「使い方」気分に関心が移るべきであろう。

ESD の立場で，技術の暴走を制御することが緊急課題となっている。まして，消費者を欺く行政や企業体質は，常に批判の対象となるべきである。教育もプログラム型（知識中心）から，プロジェクト型（課題解決）にパラダイムシフトしている。そこでは，共創型の深い対話力が要請され，伝達や探究や交渉に協働意識が加わる。共同体やシティズンシップも新しいカタチ（生かし合う・認め合う）を模索している。ESD は，多様性・相互性・有限性・公平性・連続性・責任性を構成要素とし，批判的に考える力・未来像を予想して計画を立てる力・多面的総合的に考える力・コミュニケーション力・他者と協力する態度・つながりを尊重する態度・進んで参画する態度の育成をねらっている。これらの背景に豊かな感性・品格を描くことができる。さらに，学習の場も野外やボランティア諸活動に広がる捉え方が必要になってきている。

十住心論の九顕一密の発想が，相対主義の行詰りに光明を与える。高め合い，結びつけ，組合せによって，新しい地平が拓かれる。最近の話題として，アン・ブラウンのジグソー法が，協調学習に止揚のチャンスを与えている。そこでは，まさに蛹繰り込みに相応しい次元上昇が伴っている。特徴は，ノンリニア非線形発展であり，少数意見，島とよばれる関係性が不明瞭な兆しにも敏感になり，分類学の留意点（判断）が明瞭となる。マインドマップにおいても，連想のみに囚われると，重要なヒントを通過することにもなりかねない。すでに，著者たちは，

N 理論を提出し，PDCA サイクルや SECI モデルを止揚した，NVSA プロトタイプを提案している。いずれも 4 領域あることは，脳の描画との対応が顕著である。NVS の顕サイクル，SAN の密サイクルが，形式知と暗黙知の形成と関連し，後述する思考のクローバーが花開く。

ネットワーク網の発想では，堅横の糸の織り布が，フリダヤ心を包む。分析と統合を自然に組合せることができる。「美しい」という言葉を，仮想領域に止めない心掛けが要請される。また，安心・驚き・嫉妬・囲い込み，に見られるような洗脳・詐欺トラップを直ちに見抜ける知性の向上を高度スーパーバイザの基本としたい。また，五行思想のように，感覚の領域に言葉を与え，コントロール訓練に役立てることもできる。かなしみ・よろこび・いらいら・いかり・びびり感覚は，営みの循環の中に，人生物語を描く。同様に，読後感は，エトス習性を惹起する。学びはどこにでもありそうだが，慶応 SFC では，それを40の学習パターンとして提案している。

平等性（シンメトリ），円鏡性（リフレクション，法輪），成所作性（謙虚で優雅）の智と気づき識に着目し，創発（知の伝統・創造・継承）を意識し，伝え合いながら，その意義と活用度を深めてみたい。

自意識の発展は，思考や科学の方法を身につけることから始まるとして，21世紀型能力では，思考力のキーワードとして，問題解決・発見・創造・論理・批判・メタ認知・適応・学習などをあげている。移植・キメラ・遺伝子転写（組込み），進化，Knowledge Navigation，感性学習，素朴概念の再構築（ゆさぶり，反例，発展課題），モデル・動的幾何（発想・転移・活用），協調拡散性（止揚による次元上昇，包括），動詞的関わり（V：パトス感性；関係づけ，アンダーソンのタキソノミー）を読取れるが，さらに，形容詞的関わり（A：エトスの情勢，人生の意味付け），エトス習性を加味してはどうだろうか。

「役に立つスキル」として，見通す・調べる・評価する活動が優勢となるが，科目（分野）に囚われていては限界がみえてしまう。コミュニケーション，コラボレーション，協調的問題解決（知識から納得へ，身につく）要約→質問→明確化→予測（推論・取材編集力・問題解決力，知識変容）のサイクルもトータルで包括的な判断を必要としている。思考力は哲学スキルとも重複するが，仮定・推量・比較・多視点・関係・帰納・類推・演繹・拡張・焦点化・逆発想・再分類・加減・変換（転移）・具象化（図解）・連想，なども必須アイテムである。

ここでは，知識・技能以外の協働のカタチに注目する。先に述べた，ウーマ過程の繰り込み観点では，ブロック化，長距離相関，ゆらぎの増大といった協力現象に留意する。野中郁次郎の SECI モデルと慶応 SFC 学習パターン40を組合せ，ココロへの接近を試みる。また，ダイバーシティ多様性の尊重によって，分類は流動的になるが，それを SECI モデルの側面で眺め整理ラベリング解釈し，再構築してみた。なお，慶應 SFC の分類を，V(C)：学びのチャンス（わかる），S(I)：創造的な学び（つくる），A(S)：学びをひらく（つかう）とおくと，対応がすっきりする。全体を通しての，学びのデザインは，教育の本質（H）を射抜き，常に表出 N(E) によって，基本 H に回帰すべきである。自分は，N：言葉によって規定される部分（意識）を身体（無意識）S から分けて，流れを整理するとすっきりする。

まず，座学 V（C；形式知，テキスト，知識，連結化；カッコ内は SECI の既存手法との比較）がリフレッシュされる。ここでは，先頭の NVSA のラベリングに注目している。

・修正・捉え方：C まねぶことから（プロトタイプ，モデル，徒弟制の実践），C 教わり上手になる。

・行動：C まずはつかる，C アウトプットから始まる学び（プログラミング・ものづくり・成果物編集；パパートのコンストラクショニズム・ピアジェの構成主義），S 外国語の普段使い，C 学びのなかの遊び（エデュテイメント），C 学びの竜巻（螺旋的発展），C 知のワクワク！（好奇心），C 量は質を生む（ヒポクラブ，スピード学習）。

次に，演習 S（I；内面化，身につく）での省察だが，活用・応用の方向と，再学習の道があることに留意する。各種能力のトレーニング法にもいろいろある。

・身体化：C 身体で覚える（状況的学習（街に出よう）），アフォーダンス（環境が主体に意味を付与），C 言語のシャワー，C 成長の発見（社会的構成主義），I 動きのなかで考える（問題解決学習），I プロトタイピング（ステレオタイプ・プロトタイプ・アーキタイプ）（モデル），I フィールドに飛び込む。
・手法リテラシー：I 鳥の眼と虫の眼，I 隠れた関係性から学ぶ，I 広げながら掘り下げる（日本再生ものづくり，イノベーション人づくり，シティズンシップ未来づくり，自己管理感情ストレスいらいらコントロール，コンピテンシー：交流社会から自律自己へ！（生きがい；スキルを超える！，アクティブ））

内面課題化にあたり，留意点をキーワードなどから整理すると次のようになる。

・基礎力（リテラシー各種）：思考力（N；論理的・批判的・創造的思考力，問題発見・解決，メタ認知，モニタリング離見），実践力（V；自律的活動力，人間関係形成力，社会参画力，ESD 責任能力），活用力（A；楽しく・豊かに！）共感・信解，真正の，手続き把握，マクロ概念，意側面の心（V；現行指導要領では，確かな学力，豊かな心，健やかな体），判断力 A，表現力 V，「N；大きな概念」（イノチ；生命観・宇宙観，社会的構成主義（学ぶ力を引出す，学び合う，脱教え込み））。

さらに，実践力の育成には，グループ演習 A（S；協働作業，暗黙知，共同化，創発）が欠かせない。

・場：S 偶有的な出会い（セレンディピティ），S 学びの共同体をつくる，S ライバルをつくる，S 話すことでわかる（言語活動），S 教えることによる学び（ジグソー学習など）。

最後に，サイクルを締めくくって，発表 N（E；表出）の場が演出され，自分が明瞭化される。

・生きる力：S 教えることによる学び，I 創造への情熱，I 右脳と左脳のスイッチ，S 小さく生んで大きく育てる（啐啄），I 魅せる力（プレゼン），I「書き上げた」は道半ば，I ゴール前のアクセル。
・エトス習性：S 断固たる決意，S 自分で考える，S 目的へのアプローチ，S 捨てる勇気（断捨離），S フロンティア・アンテナ（興味・関心・態度），S セルフプロデュース，S 突き抜ける（出る釘は・・・）。

ところで，ココロ（H）はどこに在るだろうか。空海によれば，即身成仏，フリダヤ心は，いつでもここに在る「生きるエンジン」である。教育の本質デザインもココロを包み込まなければ意味はない。また，型の学習には，見方の柔軟性を伴うのを忘れてはならない。試練ウーマの後に気づくことも多いが，共進化の歴史をここで暫く辿ってみる。

爆発的進化は，天変地異の試練を潜り抜けた結果であるよくといわれる。昆虫やバクテリア

の種類は膨大だが，その生態・形態には生命の知恵がぎっしりと込められている。よくいわれるように，多様性は選択の幅を広げ，ガの工業暗化の適応や自然選択（ダーウィニズム）では説明しきれないスピードをもって進化している。長期戦略（働かないアリ，多様性)，群れの選択が話題である。しかし，科学による神の不在は，創造・本質・目的・選民意識の撤廃までには至っていない。

遺伝子のATCG点置換による適者生存による進化には，膨大な生体数を必要とし，臨機応変な適応には向いていない。むしろ，今西錦司による棲み分けの発想のように，共進化という共存共栄発想も必要であろう。木村資生は，遺伝的浮動とよぶ臨機応変性，多様性温存[22]を提唱している。

機能の取込みに，ウイルスのような紐状の遺伝子の組込みや組換えがあったかもしれない。一説では，眼の進化は，葉緑体の前駆組織のような感光遺伝子（PAx6・ロドプシン）から，眼点・視細胞・カメラ眼へと発展してきたといわれる。両眼が距離感把握につながっているのは，生存に直結するからと納得される。複眼は，CCD感光体に似ている。また，母系遺伝のミトコンドリアのようなエネルギーチップの取込みは，膜壁の不完全な試練の刹那に取込まれたのかもしれない。また，そのシナリオは，生育歴の記憶を世代を越えて維持できる可能性を持つ。

発達のリズムが狂う（あるいは，創生の）瞬間は，突然の環境変動によって，絶滅しかけている軋みの時かもしれない。壁が消失し，同様に相手を求めたイノチと融合合体するドラマが蛹をイメージさせる。節足動物が夢見た，空を飛ぶ鳥になる形態変化がどのように可能になるだろうか。(むしろ，鳥が蝶に憧れたのかもしれないが，新天地を求める動機・環境は強烈だったのであろう。）両生類の前足が翼になる進化のように，蜻蛉は，天使のように，残りの数日にイノチの炎を燃やす。これは，全くの妄想であるが，羽根と葉っぱのミウラ折りのような相同に気づく。寄生が遺伝子の融合や分化をもたらす可能性もあるかもしれない。情報技術流にいえば，ウイルスがOSに寄生して，機能を発現するイメージである。望めば，周囲の環境を反映することも容易であろう。作品も，それが生まれた社会環境を反映しているのと同様である。

さらに，オスメス間，コロニー内，コロニー間，多種間の競争を経て，新しい種を誕生させたのかもしれない。発生は，進化の歴史を再現しているという見方を辿ると，蛹という状態は，再構築，および，変身のためのモラトリアムといえる。ゲノム重複というイベントもカンブリア爆発という新しい形態・機能獲得に寄与しているといわれる。それは，ゆとりから新機能・発想が生まれることと対応する。真核細胞は，繰り込み再生とみなせる。シアノバクテリアの細胞内共生として，葉緑体が活性化したのかもしれない。脊椎も腸も皮膚の折込み，肺や腎や胎盤もフラクタル構造をした，一種の葉や根の様相をしている。哺乳類への進化は，母乳と汗の絆・オキシトシン（分泌促進愛着・信頼物質）・有胎盤守護[21]と関連するといわれている。一方，アリ，ハチ社会昆虫は，全体としての共同体や組織化を想起させる。さらに原始的には，粘菌の環境変化に臨機応変に適応する驚異的な形態変化がモデルとなる。

文化レベルでの継承知識（ミーム）は，人類の生存に不可欠となった。20万年もの間，火・石器・道具を工夫し，種や食料の保存は，生活を安定させた。貨幣の発明は，物々交換を容易にし，経済・社会の礎となった。一方，いまだに人類の多くは，愚かな戦争を始めとする，ゼロサムゲームに，人生の日々を費やしている。新皮質（連合野，ウェルニッケ→ブローカ野)，大脳辺縁系（本能・情動，海馬・扁桃体）の統合が脳科学周辺の専らの関心事項となり，それは感情の制御に新しい知見を与え，生き方はますます喫緊のテーマとなっている。

5. おわりに

進化の過程で，個の意識が獲得された。自己の主体の由来を外界の射影の結果と捉えると，諸問題の解決策に閃きが生まれる。意識的にあるいは無意識に自己に射影された像は，感覚のサイクル，あるいは，折々のフィルタによって，生活・文化・社会の各レベルの航跡に反映される。何度も失敗を繰返しながら，歴史は今に至っている。夢は，まさに，自己たちを世界に逆投影したプロジェクションマップである。無視され続けてきた声なき声に真摯でありたい。また，この世の行く末に幸あれと願う意識は，まわりの人工物・作品に結晶しているのを確認する。たとえ，それが過去の遺産の再規格化の連続であったとしても，その輝きや意味に翳りはない。一方，昨今頻繁になっている偶像の破壊は，破戒でない時のみ許されるだろう。個を隔てる武器や壁の絶滅は，対象自己の中の幻像に依存する。必須に見える攻撃・防御システムも，永遠には無価値であることを踏まえなければ，単なる愚かな独裁者の手に貶められ続けることとなるだろう。

ここでは，アーキタイプ原型概念として，反転幾何と折り紙メタファを取り上げた。その巧みなスケール変換と関係性により，飛躍的に形態進化の理解が深まる。ここでも，ガンジー，ルネ・ゲノン，クリシュナムルティ[23] たちが，さらなる止揚探究の灯りとなっている。蛹に魂を入れ，あらゆる出来事から意味を汲取り，最初で最後の自由[23] を，静慮のうちに実践したいものである。無差別にやってくる孤独な病いを解消する歓喜は，確かに，その営みの中にある。

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：叶字義繰り込み，広島文教女子大学紀要 40/，53–62（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）
18）吉田裕午：動的幾何と拓く発想の森，広島文教女子大学紀要 45/，11–23（2010）
19）吉田裕午：フリダヤ繰り込み，広島文教女子大学紀要 47/，19–29（2012）
20）吉田裕午：フォールド繰り込みの活用，広島文教女子大学紀要 49/，13–26（2014）
21）大田堯・寺脇研：戦後教育を語り合う，学事出版（2015）
22）長谷川英祐：面白くて眠れなくなる進化論，PHP 出版（2015）
23）J. クリシュナムルティ：最初で最後の自由，ナチュラルスピリット（2015）

―平成27年10月22日　受理―