

形のエントロピー表示

井口 信洋*・西原 公**

Analysis of Environmental Morphologies Using Psychological Entropy

Nobuhiro Iguchi and Tadashi Nishihara***

Synopsis: The environment is abstracted as information in environmental psychology. The human psychology recognizes the environment by the information, and the state is changed. The human being gets the information of the environment by five senses, and the information is classified according to them. In this paper we explored the possibility of using psychological entropy concept to describe the environmental morphologies. By this concept the morphologies in leisure engineering design can be evaluated.

要旨: 環境心理学においては、環境を情報として抽象化している。人間心理は、この環境刺激情報を入力して、環境を認識し、自己の心理状態を変化される。この環境情報は五感を介して受け手人間に入力されるから、五感別の情報に分類できる。本論文では、環境の発する視覚情報において、環境対象の形態情報のエントロピー化の基盤について述べる。すなわち、対象のかたちは対象に作用する力の分布に関係している、この事実を基に、力の分布状態をエントロピー表示することで、対象の「かたち」がエントロピー表示できることを示す。そうすれば、あいまいな「かたち」を数量化することができて、レジャー工学における「かたち」の情報発信設計の公式化を図ることができる。

1. 美と力、形と力の哲学

中村雄二郎¹⁾はその著『かたちのオディッセイ 岩波書店(1991)』の第七章「美と力と崇高のはざまの中で「美、形と力の関係」を哲学的に論じている。これは筆者に視覚系情報発信する情報源のかたち、形態に関する基本的な問題を考えさせた。それは視覚系情報源のもつ形態は力が密接に関係し、それはエネルギーが基本となるという指摘である。

中村はその章のはじめにおいて、「美と力の関係が念頭から離れなかった」として美的なものがどのようにして力と結びつくかという問題を提示する。そしてルネ・ユイグ²⁾の『かたちと力 原子からレンブラントへ(1971, 西野嘉章・寺田光徳訳, 潮出版社)』で示した、「力とはかたちと拮抗しつつ、かたちをかたちたらしめ

る原動力、かたちと結びついて美を生み出すちからを意味する」とする。

中村は、これらの序章を通じて、つぎに美と力という対比の手掛かりに、前述のルネ・ユイグの著『かたちと力 原子からレンブラントへ』での空間的なものと時間的なものについての観察を挙げる。ユイグによると、かたちは実在のあらゆるレベルで基本的な役割を果たしているが、それが自己と同じくらい普遍的な一つのパートナー、つまり力と不可分に結びついているからである。力がなければ、かたちは構成されない。しかし、また力はかたちを壊すものとしても働く。このような弁証法的な一対は、時間と空間というもう一つの二対と結びつき、物質から芸術へ、原子からレンブラントへと至る領域で葛藤を繰り広げる、と指摘する。中村は、ここで力にかかわるものとしての時間とエネルギーについてユイグが取り上げた点を強調する。そして時間は力とどのようにかかわるかと設問する。力にかかわる時間は、かたちの問題、美の問題とどのように結びつくか。ユイグは第六章「力のかたち」で論説は以下のようにまとめられる。すなわち、理性のいう秩序、それは、固定したかたちのもつものの幾何学的な秩序である。秩序は時間が妨

*工学部機械工学科 客員教授 工学博士
Dr. of Engineering, Guest Professor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering.

**工学部機械工学科 教授 工学博士
Dr. of Engineering, Professor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering.

害してこないときにしか姿をあらわさないし、秩序は空間的特性によって組織されるとしている。

ところが、この秩序に対して時間は2つの仕方働きかける。一つは時の経過による摩擦であり、もうひとつは原理の相違による妨害である。とくに重要なのは後者である、としている。時間は空間の働きを妨害しようとして、否定の力として現れる、という。このようにしてユイグは力と時間との密接な関係、それがいかにかたちと空間を脅かしつつ、かたちおよび時間と拮抗しているかを明瞭に説く。

中村はつづけていう「このように力と時間とが密接に結びつけられるとき、特別な意味を帯びるものとして、ユイグはレオナルド・ダビンチを引き合いに出す」とする。ダビンチにおいては時間はその幾何学とは全く異なるものとしている。それは力や運動と結びついた時間に目を向けている。運動の概念は結合である。そこに力が登場する。

エネルギーについては、ユイグは究極の实在はエネルギーであるとする。エネルギーがとる様々な仕方で一見まったく異なるように見える現象の諸形態が生み出される。この新しい見地からすれば、かたちはエネルギーの凝集であるいは非活性状態であることになるし、力とはエネルギーの凝集が緩められたものに外ならない。そしてかたちと力の区別と同じく空間と時間という区別もあいまいとなる。筆者はここではエネルギー凝集状態はエントロピーで表示され、エントロピー概念が登場するものと考えられる。

2. かたちとエントロピー

ここまでの中村の論説は、秩序とかエネルギーの凝集状態とかの概念でかたちを説明するが、これらのかたちの理論を筆者は次のようにエントロピー概念で表現することを提唱する。すなわち、かたちの概念をエントロピー概念で置き換えるとより明確に定量的になると思われる節がある。「かたちはエントロピーで表示できる」という筆者の仮定概念でいいなおす。

熱力学的エントロピー概念は、エネルギーの凝集分布状態であり、また秩序/無秩序に関するエントロピー概念により、中村の上述の解説は、空間的なかたちは秩序/無秩序概念で置き換えて、これはエントロピーそのもので表示できる。さらにエントロピーの法則に従って、この空間的なかたちは、その秩序を崩壊する時間に関するエントロピー法則を説明していると言いいなおすことができる。

空間における形は空間秩序の保持であって、その空間

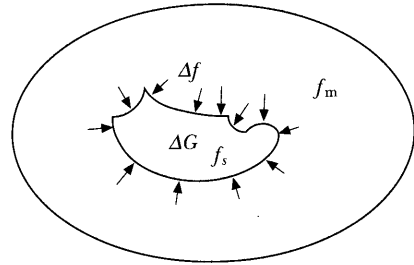


図1 心理位相空間での写像図形の安定化

的なかたちを示す本質的な実体の構造体は内力(結合力)と外圧との力のバランス、エネルギーの凝集分布状態で秩序が形成され形となる。(図1)

内力(結合力)が緩く、外圧に対抗し切れないと、そのかたちは変化し、ある場合は流動化する流動形態となる。そこには、流動模様、渦、流線美、などの流動美が流体のかたちとして現れる。流動体においては、さらに内部結合力が外力により打ち負かされて、各構成要素が分解、飛散する。これはルネ・トムのいうカタストロフィの美を表して、波頭の破け、波しぶき、となる。

流動のかたちは、流体に浮かぶものにより、その流れがさらに可視的となり、例えば雲の形態と流れ、气流、たなびく煙、あるいは風による木の葉の舞、落花の舞などとなる。

地球上の固体物体は、地球の生誕過程からも明らかのように、宇宙のガス体が温度を下げて液体から固定化したものである。そうすれば、現在の固体状態の实在のかたちは、少なくとも流動状態を経過するときに、その外力により内力とのバランスを基にして、その固体形態を規定されたと考えることができる。対象体のもつ内力分布と外力分布のバランスがかたちを規定する。すなわち外力配置と内力配置である外力のエントロピーと内力のエントロピーの比がかたちを決める。[かたちのエントロピー]である。さらにその作用力が刻々とその配置を変化させれば、それに対応する刻々のエントロピーが作用する対象物の形態を変化させる。最終的に固定化された対象物は外力と内力がバランスされて、そのかたちを短時間では変化させない状態となり、その輪郭は所定の曲線美を表す。そこには外力のリズム、プロポーションが存在し、それに応じて、対象体のかたちもリズム、プロポーションをもつかたちを形成するし、それらはエントロピー表示できる。

動的な力が作用し、刻々対象がかたちを変化する場合は、力あるいはかたちの変化エントロピー流れが生ず

る。これが運動の概念となる。

3次元宇宙は近代科学的認識により電子振動（波動）運動となった。それはエネルギーは振動によって現されるため、一定のリズムに従うから、美的感覚の遺産は有効として残る。エネルギーの増大は動的であり、不定形なかたちに対応し、安定したエネルギーは静的な規則的なかたちに対応する。中村は以上のようにユイグが示したエネルギーによるかたちと力の捉え直しの道筋であるという。そして第九章「究極の实在としてのエネルギー」として展開する。とくに波動の確証と題したエネルギーによるリズムの問題は刺激的であるという。例として振動モードを示す。こうしてユイグはイェンとともに「自然の中には、どんなものでも波動、振動、脈動状態で存在を許す或る周期的リズム」が、そのリズムだけが存在するとする。中村は自分のリズム論と重ね併せて、酷似しているという。「自然の中にはリズムだけが存在し、それは多様性の中の統一を維持している基底的な振動現象である」

この哲学者たちの建てた宇宙の根源にリズムを認める説は、きわめて意義のあるものである。筆者も賛成してこの立場を維持して論をすすめる。そうすると、ここではエントロピーも振動するだけ仮定しておく。振動のエントロピーあるいは波動するエントロピーの存在である。

3. かたちの形成過程の工学的表現

前述のように、かたちはエネルギーの塊の分布であるという哲学的結論が得られた。この結論をここでは工学的解釈によりより具体的に表現してみよう。

前述の哲学的結論によって、視覚系情報における人間視野内環境景観要素のかたち、形態は、その景観要素の造形エネルギー分布の結果であると言い直せる。すなわち、視覚系におけるその視野内に現れる景観環境対象は、これは平面図形形態であるということができて、絵画における地と図の関係が成立する。この場合、図は景観構成要素である。ここで論ずる景観構成要素のかたちは図のかたち、形態に他ならない。

この現実世界対象景観要素は、地球の一部であって、それは現実の宇宙空間に地球が誕生し、その一部がわれわれの現実世界の視覚対象景観要素となる。視覚系情報伝達は、この現実世界を構成している構成要素を、視覚系情報として、それを見る人の視覚系を介して眼底視野に写像し、神経系により中枢神経を介して心理野において再現する。すなわち、現実世界を構成する景観要素は、現実宇宙空間にその要素が誕生したように、心理野

においても絵画モデルのように写像対象景観図形を絵を描くように再構成するのである。それは心理野マトリックスである他に、現実世界の図を相似的に写像図形形態を生成し、安定化する。その場合に、心理野を構成しているその人間の生体物質は、例えば心理野を構成する細胞がその配列を再分布させることにより、キャンバス上に絵を描くように再組み立てが行われる過程であろう。それは現実の自然界で物質が結晶化されるように、心理野でもその構成物質が再結晶化されたと仮定する。

そこで現実世界であれ、その写像世界である心理野であれ、そのマトリックス地に図柄の形成する過程に、結晶過程モデルが採用できる。現実世界のかたちは当然、この結晶化過程が採用できるが、心理野における写像図形形成でも、心理野マトリックス地の中に現実世界の図のかたちの輪郭線を境界条件として、これをガイドとして心理野の地の中に図の微小核発生過程とその微小核の展開過程によって心理野における形成される図と地との間の力学関係で安定化する。心理野自体がゲシュタルト心理野学が指摘できるように力学場であることもこの仮定を支持する。このように心理野の写像図形は形成されるだろう。そこで心理野における図形形成は以下のようになる。

心理野マトリックス地の図微小核発生過程は白紙状態の心理マトリックス内に半径 r の微小核図形が発生するとする。その容積

$$V = \alpha \cdot 4/3 \cdot \pi r^3$$

図微小核が発生することによる自由エネルギーの変化 Δf は

$$\Delta f = \beta \cdot 4\pi r^2 \gamma + \alpha \cdot 4/3 \cdot \pi r^3 \Delta G$$

すなわち、図微小核の体積自由エネルギー差 ΔG と図形形成表面エネルギー γ との和が図微小核発生における全自由エネルギー差 Δf となり、これが図発生の駆動エネルギーとなる。このことは、マトリックス中に図微小核が発生し安定となるためには、発生する図のもつ自由エネルギーとマトリックスのもつ自由エネルギーの差にその図形が安定となるための図形表面エネルギーがさらに付加される。この全体としての Δf の自由エネルギー差のエネルギーが新図発生に必要である。この発生微小核図は、環境認識過程においては、多分対象環境要素の形態輪郭線を視線がスキャンするガイドラインに沿って、上述の新微小核図を安定形成させていくものと考えている。スキャン線に沿って新微小核図が心理野に置かれ安定化させて、まず連結輪郭線を形成させ、その輪郭線内部に、さらにスキャンに沿って微小核を配置し埋め尽くして対象図形を心理野に写像すると思われる。(図

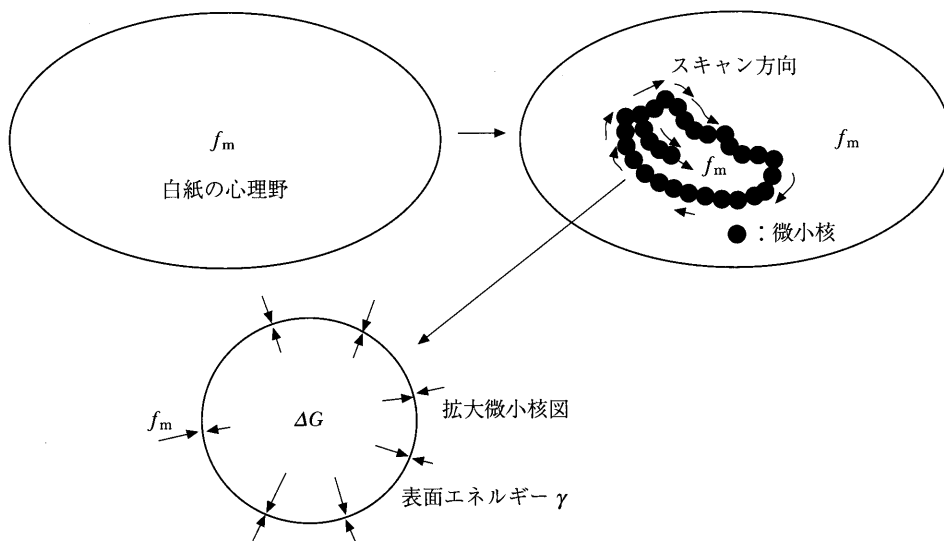


図2 微小結晶核発生モデルによる環境図形の写像過程

2)

それは発生する新図系の形態の関係していて、形態による表面積と体積の修正項 β, α の値にも依存する。複雑な表面形状の図の場合には β および α はいずれも 1 より大きくなり、その結果新図微小核の発生に必要な自由エネルギーは大きくなることとなる。新図微小核図形が滑らかな球体であるときに、係数は 1 である。微小核であるから球体形態として近似してよいし、物理的にも球体仮定はよい。

実際の現実的世界におけるマトリックスからの新図形発生は、物質核発生であって、これは、根源的には原子の集合体である。これは溶液から結晶核発生の理論がそのまま適用できて、マトリックス中の物質原子が、偶然的に結晶核を構成する確率的なものである。

この結晶核構成における原子結合は価電子の電子波動の共振現象であることを付記しておく。要するにここでのマトリックス中に新相としての図形発生にはエネルギー変化が必要となる。新相図形はエネルギーの投入結果として得られるもので、哲学的形態理論と一致する。

この図発生過程の微結晶粒発生モデルは心理野における環境図形の応答して描かれるスキーマ再構築過程にも適用できる。すなわち白紙状態の心理野に視覚により得られた環境図形記号情報のガイドにより再構築される図も微小核図の発生過程であるとする。そうすると、上述のように微小核発生結晶理論が適用できる。

上述の心理マトリックスに発生した新相図微小核の図

形態成長過程は、この場合、物質結晶の成長モデルを採用したのであるから、新微小図形面にマトリックスから原子がジャンプしてきて、その表面に付着し結晶化となるように、心理野で再構成される図形も例えば細胞の再構成化の成長仮定とする。実際世界の物質形態はこのようにして細胞の集合により形態生成する。結晶発生は、結晶面における原子の原子結合反応であって、これは価電子の電子波動を媒介として、そのリズムマッチである。

前報³⁾にて示したように、現実世界の対象形態輪郭を視線がスキャンする場合、輪郭線曲線をエントロピー表示できるから、微小核図を単位として情報エントロピー単位 1 ビットとしてこの対象図形輪郭線をエントロピー表示で図形形態表示をすれば、その視線スキャン線に沿って発生させる微小核発生速度は生成エントロピー速度となり重要となる (図 3)。このような種々の図形形態は、その図形形態生成過程において、それぞれの必要エネルギーが入力されていて、マトリックスと図とを分ける輪郭線を境として図のもつエネルギーとマトリックスのもつ自由エネルギーとのバランスの結果がかたちを形成する。それは自然界の景観要素の形態でも、あるいは心理野に写像され、構築された心理野における図と地との関係においても成立するとする。

完成図形のかたちは哲学者のいう「かたちがエネルギーの凝集状態である」という理論を工学的に裏付ける。

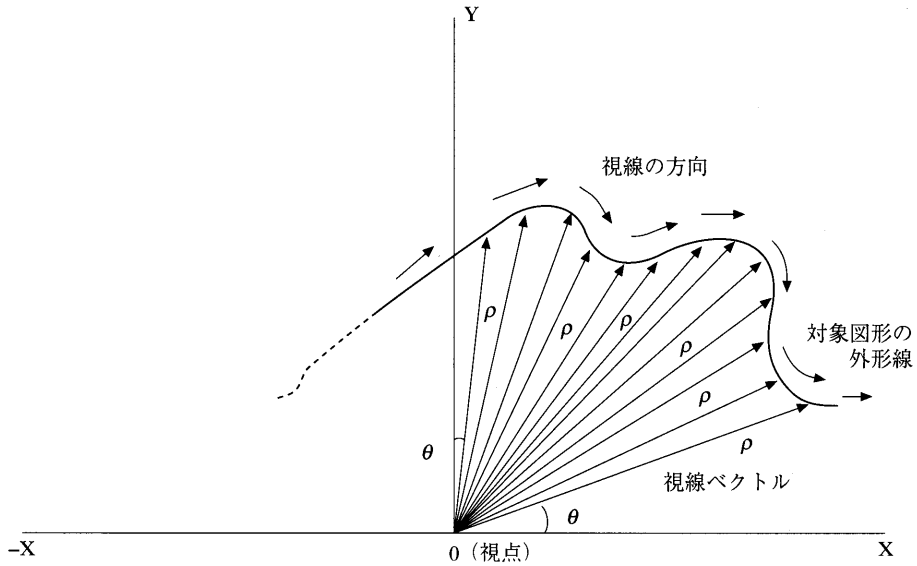


図3 現実空間の対象図形輪郭線をスキャンする視線ベクトルのエントロピー尺度表現。視線ベクトルの動径 ρ と角度 θ をそれぞれエントロピーのビットで表示する。
(現実対象図形を心理位相空間に写像変換した相似図形外形線上に沿って微小核図が発生する。)

4. 造形エネルギー場, 造形力, 図形エントロピー

物質の結晶図形はマトリックス中を進行成長する。そこで、実際の結晶過程では、マトリックス上の成長結晶先端の温度 T が結晶速度やパターンを左右する。これを一般化して、マトリックスはポテンシャル場とする。マトリックスの自由エネルギーと図形のもつ自由エネルギーの差によって図形形態は決定される。そして、マトリックス場のエネルギー分布が図形の形態成長速度を決定する。マトリックス場のエネルギー分布とはエントロピーで表示できる。そうすると、図形形態はエントロピーに直接に関係してくる。マトリックス場のエネルギーを図形輪郭線のある一点において、その線の接線方向と垂直方向へと微分すると接線力と垂直力となり、その図形形態の力学的平衡が得られる。したがって、力の分布、力のエントロピーが図形形態を力あるいはエネルギーとともに規定するといえる。

いま対象としている景観環境要素形態は、すなわちその輪郭形態図形はその対象図形物質の自然力分布である力のエントロピー(自然エネルギー分布)の法則に従う。それは自然の造形エネルギー場のエントロピー法則(力の秩序法則)である。ここに対象図形、とくに自然景観図形とエントロピー概念が理論的に関係づけられる。

以上の原理に基づくと、自然界に自然力によって出現する環境形態図形は自然力のエントロピー分布に起因するものとなる。自然力分布は、その環境場の自由エネルギーミニマム法則に従うから、環境要素の異相平衡条件を満足するであろう。その最もプリミティブなパターンは溶体からの上述の結晶析出モデルであって、本質的には異相平衡条件と結晶成長過程によって定まる。それはその結晶が溶体場のエントロピーに依存してその結晶輪郭を決定するようにいま対象としている自然景観対象図形形態を決定している。

同様にこの自然環境要素を心理野に写像転換して、心理野において図形を再構成する場合の、心理野における図形形成も同様な異相平衡が成立するとする。

5. 視覚系情緒情報における美とエントロピーの問題

対象図形の輪郭線はエントロピー尺度で表示できて、しかもその図形エントロピー論の基礎は中村の指摘した理論を工学的に表現しなおした上述の筆者の理論で明らかとなった。すなわち自然景観図形もエントロピー表示でき、それはその対象自然図形物もまた自然のエントロピーの法則、中村のいう力、筆者のいう力のエントロピーによって出現するものである。中村はそれを美と結び付けたので、ここでこれを工学的に美と関連づけてみよう

う。それは自然のエントロピー表示である。

基本的にはエントロピー法則に従うものとする。そうするとエントロピーの法則がどのように美と結びつくかという問題となる。エントロピー法則は秩序/無秩序の法則でもあるから、美的であるためには、その図形は秩序化されていなければならない。ランダムな無秩序図形は原則的には美の法則から外れるのであろう。これはかなり一般的な法則である。

それならば、より複雑な秩序化された対象図形も美となるか?という問題となる。きわめて緻密な複雑な、しかも秩序化された対象物ではかならずしも美とはならないであろう。秩序化、複雑化も限界があるようである。それは美の法則の『単純性』と矛盾するからである。それであるから、ランダムではいけないが、ある程度の規則性、秩序化の上に、今度は単純性法則が付加される。それは美の判定が美を発信している対象物の客観法則のみに規定されないうで、受け手の感情という主観的評価因子が加味されるからである。

この主観的因子の基本は、視覚系においては、対象図形を知覚する場合の受け手の視線の対象図形のスキニングと心理野における写像図形再構築エネルギーの問題であって、それに要する受け手のスキニングと心理野における再構築に際しての消費エネルギーの問題であろう。スキニングおよび構築するための最小必要エネルギー条件である。それは複雑化した対象に対するスキニングおよび構築の場合は不適当となる。つまりあまり複雑な秩序化図形で目は疲れてしまって生理的に不快感となり、また構築エネルギーの増大もまた同様の不快感につながるからである。

このことは、知覚心理学によれば、人間の環境図形知覚過程は、環境要素から発信される図形情報は記号化されて人間に伝達され、それは視覚系神経から神経伝達されて中枢神経に到着、最終的にはフィールドにおいてスキーマ過程で再構築されるという。したがって視線スキニングに要するエネルギーばかりでなく再構築エネルギーも消費されるので、これは複雑図形の再構築はその消費エネルギーも大きくなるだろう。この心理野における図形の再構築過程では、一般の生成エントロピー速度ミナム法則が適用できると思う。

巨大スケールの視覚対象の場合、これも単純図形であっては、人間は美を感じないであろう。広大な海原や天空、長い線などは飽きて、疲れるだろう。この場合、この対象図形にリズムやシンメトリー系が存在すると、これは視線スキニングの節約となりゲシュタルト心理学における節約原理となる。これはプレグナントの法則にもマ

ッチしている。

さらに再構築エネルギーもリズムやシンメトリー系の存在はあるユニットの繰り返しとなり、エネルギー節約、生成エネルギー速度ミナム法則を満足することとなる。とくにリズム法則は、人間のバイオリズムと対象図形に含まれるリズムの共振現象であるという指摘は美学分野からしばしば指摘されたものである。

この人間サイド因子の考察において、これをエントロピー的に表示する場合は、受け手の人間の心理エントロピーと、対象図形のもつエントロピーとの関連を明らかにしておかなければならない。もっとも簡単な仮定は、リズムマッチング説を採用して、『対象図形エントロピーと受け手の心理エントロピーのマッチング法則』を仮定することである。それは1:1で対応するものと置く。心理エントロピーはその人間心理野で再構築で描かれる図形エントロピーでもある。この人間心理野エントロピーは、外界からの刺激記号情報によってガイドされて心理野で描かれるが、その場合からならず人間内部因子であるその人のメモリー、習慣、風土、歴史、教養等の諸因子も動員されてその心理野の再構築スキーマを構築するのを支援する。この因子も対象図形の美的判断に影響する。したがって、エントロピー・マッチング法則では、バイオリズムマッチングと異なり、その人の経験、記憶による美的判断スキーマと対象図形図柄がマッチする場合も美的判断となるだろう。それは本能の場合、無意識的美的判断やその人の美的経験に依存する美的スキーマのエントロピー表示による。

自然景観は自然力バランスによるものであるから、地球上の自然景観は重力場の影響を受ける。一般的にいうと、対象図形は力のエントロピーに起因しているので、その力学感を受け手は影響される。そこで、美学でいう、重量感、軽量感、あるいは安定感、不安定感、力線、力動感等の対象体から受ける感じが存在する。これは正に力による対象形態物の造形エネルギーの結果、その対象物が出現しているからである。この観点は、ゲシュタルト心理学の多くの知見と一致してくる。そして力学的に安定図形は美的図形となる。また自然造形線もカテナリー曲線のように美的曲線となる。

力学観の美的因子は重要で、それは本論で論じたように、とくに自然対象は自然の造形エネルギーの結果出現している。一般に自然法則は安定平衡であって、自然景観図形に美的なものが多い。

中村の指摘した時間経過による図形変化も重要である。それはエントロピー概念自体が時間軸で不可逆過程であるからで、とくに日本美の『移ろう美意識』と関連

づけられるであろう。自然の四季変化、時間経過による対象の自然変化から美とかたちの問題が現れる。それはエントロピーのランダム化、無秩序化への移行過程におけるエントロピー・マッチングの法則に従うのである。そして生命体の儚さとマッチする。

6. 心理野自由エネルギーと心理エントロピーの関係

視覚情報系では、対象環境（図形）は、その持っている形態情報刺激は、これを見る人に視覚を介して入力され、それは神経パルスに変換され、中枢神経に伝達され統合される。認知心理学では、このデータは心理野においてスキマー化され、再構築される。その結果として、外界環境形態図形の心理野への写像変換の結果、その人は心理野変化をもたらす。記号論的には環境から発信される形態記号はシニファイーンからの意味作用によってシニフィエとして心理的影響を受けることとなる。筆者は、その場合、環境情報エントロピーを受信、伝達して、その結果の受信者心理が変化するという情報系における変化であるから、その心理変化も情報エントロピー変化として、これを心理エントロピーの変化とする。すなわち心理変化も情報変化であり、その変化はエントロピーで規定する。しかも外界環境の発信する環境情報エントロピーと心理エントロピーは相関性があると仮定し、取り合えず近似的線型関係とする。

この心理エントロピーの変化は、自己の心理野における変化であり、それは心理野の何ら図が生まれていない白紙の状態から図形が発生・成長する過程であるとする。環境図形形態の記号発信により刻々、その受信記号をガイドに、さらに自己経験、メモリと外界からの受信記号を照合つつ、外界環境形態を、白紙のキャンパスに絵柄を描くように再構成する。これは現実世界環境記号から心理野に出現、創性される生成プロセスである。その場合、外界の環境対象が現実的に生成された時に、その環境自体に蓄積されている生成エネルギーと相似の心理野における環境図形模写のための形態生成エネルギーと相似であると仮定する。そうすると、対象図形の形態の複雑性、秩序性はエントロピー尺度で表されるので、それに対応する心理エントロピーがこの心理野においても、図形形態エントロピー変化に対応して変化する。人間の心理野において、外界環境形態を心理野に再構成し、描く過程では、心理エネルギーを消費し、心理エントロピーを変化させる。

この仮定に立つと、心理エネルギーも心理エントロピーも自然界における熱力学の法則の適用を受けるとす

る。

このようにエネルギー法則が適用できるとすると、フロイトの採用したエネルギー保存則は、人間の心理野がエネルギーの授受を認めるので孤立系ではなくなるので、人間に適用できない。心理野には物質流れはないエネルギー流れのみとする閉鎖系であるから、その場合に熱力学第一法則および第二法則であるエントロピーの法則も厳密には成立しない。

閉鎖系であると仮定する人間心理野の場合は、人間心理の変化方向は自由エネルギーで論ずることができる。ここで、心理状態を心理エントロピーとして表示したように、その心理状態に自由エネルギーが対応できるとする。これを心理自由エネルギーと定義する。心理野のもつエネルギーであって、その心理野の内部エネルギー U と、心理野の仕事量を圧力 P と心理野の体積 V として、その熱力学的温度 T 、心理エントロピー S とすると、熱力学的自由エネルギー F の定義にしたがって

$$F=U+PV-TS$$

と書ける。そうすると、この心理野で、その人の心理状態変化は、この心理自由エネルギー F の変化により方向付けられる。それは心理自由エネルギー $F \rightarrow$ ミニマム

$$dF \rightarrow 0$$

である。

さらに白紙状態からこの心理野に描かれる図の形成は、心理エントロピーを変化させるが、その形成過程において、心理エントロピー生成速度ミニマム則も成立するだろう。

また、人間心理野において、環境情報を写像して外観環境写像図が生成された場合は、種々の環境相から、この心理が構成されることから、各相の異相平衡論が展開できる。すなわち、マトリックスの自由エネルギー曲線と出現する図の相の自由エネルギー曲線の相対的位置により議論する。とくに各相が異相平衡としてバランスする場合は、各相の自由エネルギー曲線の間引かれる共通接線の接点間がそれぞれの相の共通域であって、心理的な安定条件となる。

例えば一つの図相の場合、それはマトリックスの自由エネルギー f_m と図の自由エネルギー f_g とすると、その差 Δf は駆動力である。はじめのマトリックスに図のない白紙状態の場合を T_0 で表わす。この場合では、図柄は現れないので、マトリックスの自由エネルギー f_m 曲線は図相の自由エネルギー f_g 曲線より上方に存在する（図4-1）。状況が変化して、視野内にある景観要素が現れると（ T_1 状態）、これはマトリックス内に図相が安定して現れることとなり、図4-2のように両者の自由エネ

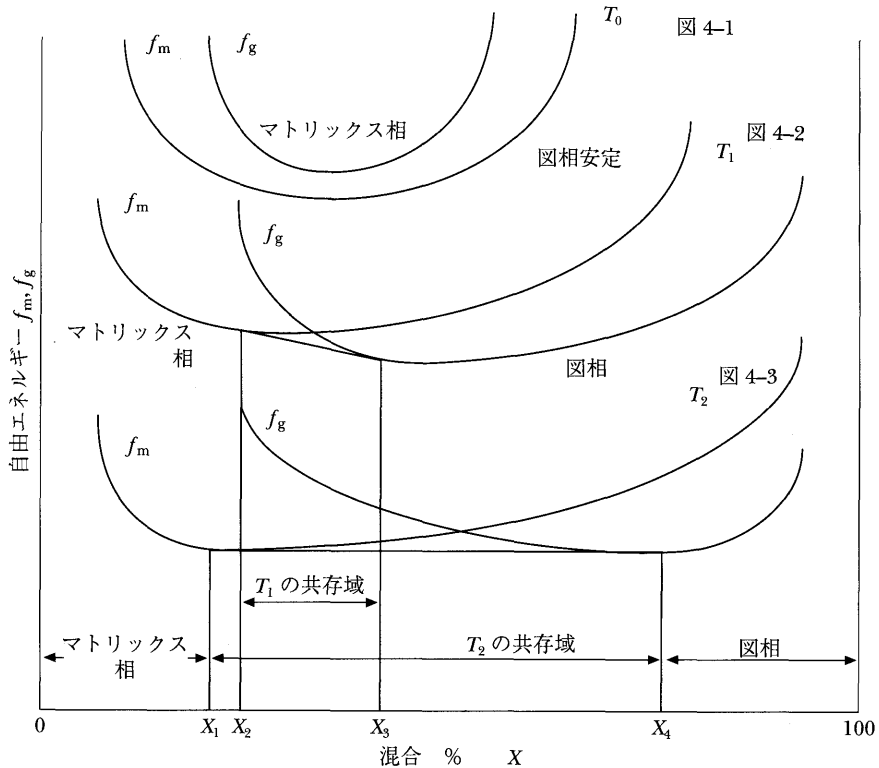


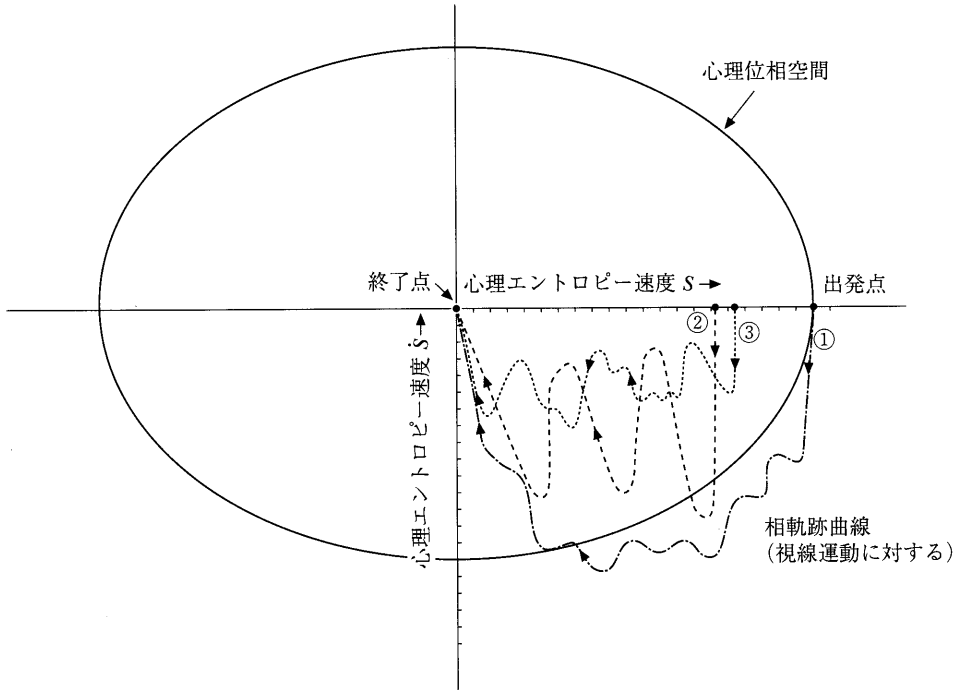
図4 マトリックス相と図の自由エネルギー曲線の関係

ルギー曲線関係が得られる。自由エネルギー法則によって、この両自由エネルギー曲線の共通接線の接点間がマトリックス内に図相が安定共存する範囲である。図4-3のように状態 T_2 では図相のマトリックス内を占める割合が増大する。これは、人間心理野マトリックスに対象環境要素図相を受入れられる心理状態を基準として、すなわち心理野に環境を受入れ可能状態を基準とする。100%環境図が心理を占める場合もあれば、その逆に外界風景も受け入れる余地のない図相0%の場合もある。例えばある心理状態で、これを50%受入れ状態とするとマトリックス/図相の50%点で縦線を図1に立てる。それと上述の共通接線との交点で、それぞれの場合のトリックス/図相の混合状態が表示できる。それが条件 T によって変化%が変わる。熱力学における温度に相当するこの T は、エントロピー変化を与える駆動力であって、環境状態を変化する因子である。環境因子 T_0, T_1, T_2, \dots となるに伴ってマトリックス相と図相との自由エネルギー曲線の位置が相対的に変化する。心理的に環境記号を受入れる心理状態が、 $x\%$ の場合でも、環境刺激状態が

変化して環境情報を強く押し出す発信があれば、同じ心理状態でも、この T を上げることで、心理野に環境図相を描き出せることができることを示す。

先に発表したように、人間の心理野を横軸心理エントロピー S 、縦軸心理エントロピー速度 S と数量化したクルト・レヴィンの心理位相空間で表す。そうすると、このレヴィン空間上に視覚情報として得られる外界対象環境形態の輪郭を視線スキャンに従って写像して描ける。その場合、視線スキャン運動をベクトル化して、その運動軌跡曲線をエントロピー尺度で表す。すなわち、対象の輪郭線上の点の運動を視点から視野平面に立てた垂直線との交点を原点とする極座標表示において、図3で示したように動径 ρ の単位をエントロピー単位の1ビットに、また角度変化 θ の単位度を1ビットとして輪郭線をエントロピー尺度のビット数で表示しておく。

図5に腕を回して描いた円、正三角形、正方形図形を視線で追った場合に生ずるスキャン軌跡を、上述の方法でエントロピー尺度化して、これに対応して得られる相奇跡曲線として心理位相空間上で表示したものをそれぞれ



図形種別	フラクタル次元
円 ①	D=1.05
正三角形 ②	D=1.06
正方形 ③	D=1.08

図5 腕で描いた円，正三角形，正方形に対する心理位相空間上の相軌跡とフラクタル次元

れ示す⁴⁾。円図形の相軌跡曲線がエン트로ピー速度が最低域にあって，正三角形，正方形の順に並ぶ。この相軌跡曲線は，上述のエン트로ピー生成速度ミナム規則によって，生成速度の低いもののほうが人間心理にとって好ましいはずである。その結果はSD法の結果ともよく一致している。なお，この対象図形のキャラクター表示として，それをフラクタル次元で表示すると，エン트로ピー表示とよくマッチして，より明確に表示できることを前報告⁴⁾で示してある。図形形態表示にフラクタル次元は有効な表示法である。

この心理位相空間上での相軌跡曲線は視線のスクラン軌跡曲線と対応している。すなわち正三角形図形および正方形図形の相軌跡曲線では，それぞれ頂点における視線の大きな角度変化に対応して，心理エン트로ピー速度が大きく高い値に反転する。とくに三角形の場合の変化が大である。これは，視線が反転する場合にある種の抵

抗があり，エネルギー消費を生ずることを意味する。円を視線が辿る場合はスムーズであり，人間にとって好ましい形態であり，抵抗の大きい正方形は比較すると好ましくない図形となったのであろう。

リズムカルな図形は繰り返しの視線スキンの節約による好感となると考えている。さらにそのリズムが自己のバイオリズムとマッチングすると，その図形から受ける快感は増幅されるだろう。

対象図形のかたちから発信される情報はエン트로ピー量尺度およびフラクタル次元量で定量化できることを示したが，最近の文献⁹⁾によると，その情報が振動波で発信，伝達され，五感を入力されるとすれば，そのかたちの特性を示す視覚情報波形はSDS（対称化ドットパターン）法によって心理野に写像されるとも考えられる。この方法による振動図形パターンの視覚的比較判定方法は，人間が視覚的に対象を比較するのに極めて有効な方

法と思える。この方法による対象図形のかたちの定量的方法は、また後報にて発表する予定である。

7. 結 論

視覚情報として対象物の形態情報に関して、力と形態の哲学的議論を踏まえて、それを工学的に表現しなおし、さらに発展させて、それは「力のエントロピー」概念の導入により、明確にできることを示した。より工学的表現を用いて、対象図形形態の情報発信をガイドとする受け手の心理野マトリックス内に発生する図柄形成理論を自由エネルギー論から立て、具体的には溶体からの結晶化モデルを仮定して、図形のかたちを熱力学的モデルで論じた。この議論の基盤には中村の立てた美と力と形態の哲学が存在する。それを工学的表現で、環境の形態情報がアメニティ空間を形成する基礎としての美、快感に関しても議論を与えた。それには、中村の哲学的基礎である万物リズム理論から、全ての基礎に振動現象を置いて、環境情報も振動発信して、それを受ける受け手の心理も振動的変化であるとする。そして、美学でいわれている両者振動モードのリズムマッチングが美や

快感の基礎であることを提言し、それはバイオリズムマッチングであるとした。

以上のかたちに関する工学的表現は、かたちをそのあいまいさからエントロピー概念で客観的に定量的に評価できて、レジャー工学における視覚系情報設計の基礎として重要な表示方法となる。

(原稿受付 平成8年1月22日)

参 考 文 献

- 1) 中村雄二郎:「かたちのオデッセイ岩波書店(1991)」
- 2) ルネ・ユイグ著, 西野, 寺田訳:「かたちと力 原子力からレンブラントへ 潮出版社 (1971)」
- 3) 井口信洋:「生命機械工学 生命機械工学と心理学的設計, 装華房 (1992)」
- 4) 西原 公, 井口信洋:「心理エントロピー変化のフラクタル解析 国土館大学工学部紀要 第27号 (1994)」
- 5) 西原 公:「新しいデータ表示方法 対称化ドットパターン (SDP) による視覚的表示 第3回アメニティ空間への新素材応用研究・調査研究会資料」池谷科学技術財団研究会 (1995/4/12)