

構造と機能の未分化性が発現する部分と全体の相補性 Undifferentiated form-function

郡司 幸夫^{1*}
GUNJI, yukio^{1*}

¹ 神戸大学理学部

¹ Faculty of Science, Kobe University

生命システムはその組織において、すでに部分と全体の相補性を体現している。しかしこのような部分と全体の区別、相補的な関係は、予め完成した形で与えられているものではない。それは判然としないところから、次第に、自己組織的に出現する。積み木のように、接続関係を外部にいる遊び手によって設定するしかない、そういったパーツを集めてくるだけでは、自己組織的なシステム形成はおぼつかない。遊び手が内部にいるかのような、自ら外部環境をセンシングし、関係性を形成する "パーツ"こそが、部分と全体の相補性を自己組織化する。

生命の起源を実験的に示そうとする場合、化学物質にそのようなセンシング能を認めねばならないのだろうか。それは物質に、或る種の知性を認めることになりはしないか。答えはイエスでありノーである。関係がアプリオリではなく、環境に応じて関係がその都度創られるという過程は、広義の判断と解釈できるという意味でイエスであり、判断が対象化され操作できる知能の形式にはなっていないという意味でノーである。おそらく原初的なセンシング能は物質レベルでも認めざるを得ない。ただし陽に現れない。これを強調し、強化し、進化を加速する条件を与えない限り、形成された構造が頑健に維持され、さらなる進化を進めることはないだろう。そのためにも、原初的なセンシング能とはいかなるものか、見極める必要がある。

逆に、原初的なセンシング能、機能と構造の未分化性は、物質レベルではなく、細胞や個体レベルなどいずれかのレベルで、問題にされているだろうか。いやほとんどの場合、そのような検知能は無視される。本講演では、動物の群れ、アリの探索、形態形成における細胞を例にあげ、機能と構造の未分化性 = 検知能、によって、外部のゆらぎが積極的に構造形成にコミットする挙動を示し、その意義について論じる。すなわち、検知能を有するシステムはゆらぎに対して極めて頑健である。それは、ゆらぎによって挙動を変えられとき、元来の挙動に回帰する安定性の意味ではなく、ゆらぎを積極的に使って自らの挙動を変えながら、システムの体裁は維持していく。以下、二つの例のみ特に記す。

第一に動物の群れについて論じる。群れはBOIDやSPPと呼ばれるモデルによって説明されるが、それは、群れ形成力を局所的ポテンシャルである近傍に委ねる、基本的にボトムアップ型のモデルである。我々はミナミコメツキガニの群れ行動解析や渡河行動の観察や画像解析を通して、カニの群れではコヒーラントな全体性と群れ内部の激しい運動が共存し、内的なゆらぎが群れ形成に積極的に関与しているとの観察結果を得た。

これを通して我々が提案したモデルは、各個体が複数の可動可能性を有し、これが共鳴して運動する近傍と、他個体に追従する近傍との両者からなる、二重近傍システムである。可動可能性が複数あることが、内的ゆらぎに対応し、また場の雰囲気探索を表わしている。さらに、互いの探索を直接共鳴可能とすることで、場から個へのフィードバックを実装している。ここに個体と関係性の未分化性が実装されている。

DNSは、ミナミコメツキガニの渡河行動における密度効果や、スケールフリー相関などをよく説明し、きわめて頑健な群れ構造を実現する。この結果は群れのモデルにのみならず、内的ゆらぎがコヒーラントな構造 = 場に能動的に関与する現象の普遍性を示唆しており、広範囲の集団現象に意味をもつと考えられる。

第二に、アリのナビゲーションにおける機能と構造の未分化性を論じよう。ナビゲーション情報は、どの場所においても目的地の位置や方向を指し示す大域情報と、追跡することで目的地がわかる局所情報とに大別される。GPSや、砂漠アリが用いる経路統合（歩いてきたベクトルの和で、巣の方向を知る）は前者の例であり、庭アリが用いる道しるべフェロモンは後者の例である。しかし、近年、どのようなアリでも、視覚を重視したハイブリッドなナビゲーションを用いているという観察結果が得られつつあり、大域情報と局所情報の両義性が注目されつつある。中～大域的な意味を持つ目印を辿ることで、目的地へ達するパイロットナビゲーションは、従来、全体の地理という意味の把握に寄与するよう、目印が組織的に設定される、と考えられてきた。しかし、目的地が事前に確定され、それ以外の可能性がない場合、レディーメイドなナビゲーションは機能しない。絶えず新たな餌や探索に開かれながらのナビゲーションでは、自由に張り合わせが可能な、目印を生成し、その都度他の目印との関係性を構築し、全体の地理はその結果であろう。ここでは、糊代のある目印を絶えず生成することで探索し、餌を見つけ、巣に戻るアリのモデルを提案し、局所（構造）と大域（機能）の両義性 = 未分化性について議論する。

キーワード: 生命の起源, 部分と全体, 群れ, ナビゲーション, センシング

Keywords: origin of life, part and whole, swarm, navigation, sensing