

自然言語生態学

—生命秩序形成系としての物質系における 自然生態系と自然言語の生成構造と過程—

岡崎敏雄

キーワード：言語生態学、自然生態学、自然言語、テキスト分析、生態場

1. はじめに

自然生態系は、「自然言語生態系の自然構成性」と「自然の自然言語構成性」の相即的過程によって形作られてきた系である。即ち自然生態系は自然言語生態系との共進化によって形成されて来た系として捉えることができる。

本論は、自然言語生態学に基づき、自然言語を媒介として、自然生態系の基礎をなす生命秩序を形成する系としての物質系が、実際にどのように生命秩序を形成しているのか、その構造と過程を記述・分析することを目的とする。

具体的には、以下の手順を踏んで分析を進める。第一に、自然生態系の生成・展開を駆動する太陽の熱エネルギー流・大気圏を含む地球圏の物質流の分析の根幹をなす熱力学を、生態学としての熱力学として再構成する。その上で、第二に、生態学の視点から、生命秩序形成に至る物質過程全体を物質の現象学的過程として把握し、それを通じて、物質系を生命秩序形成系としての物質系として捉え返す。第三に以上を基礎として、物質系における生命秩序形成及び、それと相即的に形成される自然言語の生成の過程と構造の記述と分析を、自然言語テキスト分析を通じて行う。

自然言語テキスト分析は、人間即ち人間的自然によってなされた総体としての自然の認識・記述・分析の結果表出された自然科学テキストを対象とする、その上で、そこに示される自然秩序の形成および継承・維持・展開と、その都度なされる情報、即ち、自然言語生成との相即的相互形成過程を記述・分析するものである。本論では、自然言語テキスト分析を通じて、生命個体内外の生態系を内在的に組織化する自然言語が示す、飢餓を契機とする生態場生成過程の相の前半部分を明らかにする。

具体的には、以下について考察する。

1. 生態学における言語の捉え方と自然言語生態学
2. 生命秩序形成系としての物質系において生命秩序形成と相即的相互形成的になされる自然言語の生成の構造と過程
3. 生命個体内外に生態系を形成する自然言語が示す、飢餓を契機とする生態場生成過程の自然言語テキスト分析

2. 生態学における言語の捉え方と自然言語生態学

2.1 生態学における人間の捉え方

生態学においては、人間もまた人間的自然として捉えられる。すなわちそれは、自然生態系のうち、人間的な自然部分の生態系—人間生態系—を成すものとして位置づけられる。

人間は、一方で自然史上は、生物進化を貫く DNA を引き継ぎ、類人猿から人類として進化し、他方で生態系上は、食物連鎖の末端を形成している。また、より広くは宇宙起源以来展開されている「宇宙の大循環」の末端を形成している。即ち星、太陽、地球、生命、人間が形作るダイナミックな宇宙の秩序構造形成過程（＝1. 新たな星の誕生、2. その内部における重元素の合成とその星の最終段階である超新星の爆発、3. 超新星爆発によって散布されてきた星間物質が、近くの超新星爆発の衝撃波で第二世代の星の誕生を引き起こす）という元素つまり物質循環と、恒星の誕生と死に至るサイクルのつながりの下にある存在である。そのサイクルの中で、元素が各種形成され、46億年前、近くで発生した一つの超新星の爆発によって太陽系が生まれ、地球・生命・人間が誕生するに至ったのである。

人間は、そのもとで、水循環・物質循環・エネルギー循環のもとにある。エネルギー循環上は、一方で体外にあって、太陽由来の地球上エネルギー循環のもとにあり、他方で体内にあって細胞中のミトコンドリアに担われる ATP 解糖系経由のエネルギー循環のもとにある自然存在として位置づけられる。

2.2 生態学における言語の捉え方

この人間的な自然固有の言語のうち人間間で交わされ、また人間の認識を形作る言語が人間言語である。これに対して、人間言語以外の、人間的な自然の身体部分を含む自然固有の言語が自然言語である。

自然生態系の進化により新たに自然秩序が形成されるその都度、情報が生成される。自然史のうち、物質史段階の冒頭で、宇宙に物質が素粒子の形で出現すると、その位置情報、エネルギー情報が発生する。物質が集まって、銀河、恒星の形をした秩序を形成する時、対応する情報群が生成される。同時にそのように生成される情報および情報群が媒介となって、次の段階の秩序形成がなされる。

生命史段階に至り、分子状を成していた非生物の物質が RNA の分子群として成長する。その RNA の自己触媒作用を媒介して、DNA が出現する。それに伴い DNA を起点とする情報秩序は一段と多様化、多次元化し、組織立ったものとして成長する。DNA を起点とする蛋白質合成系、その生成を支えるエネルギー生成系としての解糖系と共に、呼吸系、免疫系、神経系秩序が生成され、それに伴う情報がシグナル伝達の系をなして形成される。これは人体即ち、人間的な自然の人間生態系にも貫かれる。さらに、花と昆虫など植物と動物個体間、みつばちのダンスコミュニケーションなどの動物個体間のシグナル伝達が生態系には網羅され広がっている。このように自然生態系、人間的な自然の人間生態系

生態系両者全体を貫くものとして情報が形成される。

生態学においては、以上のような秩序と相即的に形成され、伝達機能を成す情報を自然言語（マトウラナ&ヴァレラ 1991）として捉える。その上で、自然生態系、人間生態系を貫いて情報が形作る系を自然言語生態系として捉える。

即ち、言語を人間に限られた存在としてではなく、広く人間を含む自然全体に普遍的・本質的な存在として捉える。そして、その故に、人間による「自然との対話」（ニコリス・プリゴジン 1997）、およびそれに基づく自然の認識が可能になると捉える。

人間生態系においても、人間的自然における秩序即ち人間社会上の、あるいは社会的自然上の、秩序の形成の都度、その秩序形成を形作る社会的相互作用、相互伝達を媒介する言語が形成される。これが人間間の対話及び人間の認識を形作る人間的自然における言語である。この言語は、人間的自然生態系の即ち、社会的自然の秩序の発達と相即的に形作られたものである。これを生態学では、人間的自然の言語の生態系、人間的な自然言語生態系をなすものとして捉える。

その場合、このようにして形成された人間的な自然言語は、人間の認識、人間の自然認識の過程、即ち自然情報の認知、認識、その学的形態としての自然哲学、自然科学における認識で内的言語として発現される形で、自然言語と相互交渉的過程を形成する。これが自然との対話である。自然一般とは相対的には区別されるものの、人間的な自然における社会的秩序は、植物を食料として生産する形で食物連鎖を人間的な自然固有の形態で実現する人間間の協働の秩序を基礎とする。そのような人間生態系の秩序の形成には、食糧生産に伴う、気候、土壌、生物、など自然生態系の事象に関する認知、認識、即ちそこにおける自然情報の理解、つまり自然言語との相互交渉的過程（=自然との対話）を不可欠とする。即ち、人間の人間的自然としての生存を、社会的協働のもとにおける自然との相互交渉、相互作用の過程を通して可能とするために、人間的な自然言語としての人間言語を媒介とする認識過程における、自然言語との相互作用、相互交渉的過程を必須とするのである。

2.3 自然言語生態学

以上を、人間的な自然言語生態系と自然言語生態系の関係で捉えかえすと、自然生態系の中に人間的な自然生態系が内在的に存在するのと即応して、自然言語生態系の中に人間的な自然言語生態系が内在的に存在する。言語生態学は、内在的に人間的な自然言語生態系を包摂する全自然言語生態系を対象とする学である。即ち、全自然生態系の進化・組織化による新たな自然秩序の形成と、その都度なされる情報、即ち、全自然言語生成の相互作用、相互交渉的過程を、現実生態場において、記述・分析し、保全・育成の対象とする学である。このうち人間的な自然言語を除く、人間の身体部分の人間的自然を含む自然固有の自然言語を対象の中心に据え、併せて人間による自然との対話・それに基づく自然の認識を明らかにするものが自然言語生態学である。

3. 物質系における生命秩序形成と相即的に形成される自然言語の生成の過程と構造—熱力学の生態学としての再構成に基づく物質の生命秩序相としての現象学—

本論は、自然言語生態学に基づき、生命秩序を形成する系としての物質系が、実際にどのように生命秩序を形成し、自然言語がその形成をいかなる形で媒介するかに関わる構造と過程の記述・分析を目的とする。具体的には、現代熱力学の生態学としての再構成に基づき、生態学の視点から、生命秩序形成およびそれに至る物質過程全体を物質の現象学的過程として把握する。これを通じて物質系を、生命秩序形成系としての物質系として捉え返す。その上で、物質系における生命秩序形成及び、それと相即的に形成される自然言語の生成の過程と構造を記述・分析する。

熱力学を生態学の基盤として取り上げ、生態学的捉え返しの対象とするのは次の理由による。第一に、生態系は、エネルギー流および、エネルギー循環によって駆動されている。

太陽エネルギーは生命活動全般を駆動している。光合成植物は、太陽エネルギーを利用する炭素同化作用によって、動植物の食物連鎖を支えている。全生物の細胞は、細胞内ミトコンドリアによるエネルギー通貨ATP（アデノシン三リン酸）を生産し、細胞によって構成される筋肉組織のほか、身体諸器官においてエネルギーが消費されることで、生命活動が成り立っている。

これらの生命活動を支える物質系の運動および、その前提となる物質秩序の形成および組織化にわたる物質活動全般がエネルギーによって駆動されている。

第二に、生態系を形作る生命系および物質系と、エネルギー流・エネルギー循環がいかなる内的相互交渉的関係を形作っているかにかかわるエネルギー・物質現象を対象とする学が熱力学である。産業革命で展開された熱機関の効率性の実現を追求する学として、19世紀に確立された熱力学第一—第三法則を中心とした熱力学は、20世紀以降新たに現代熱力学として自然全体のエネルギー・物質現象を対象とする広範かつ根源的な学として展開されている。

第三に、現代熱力学は、特に、エネルギーが物質と連動して相互形式的に組織化する過程・構造の相を捉えることを課題としており、生態系を支えるエネルギー・物質循環の、生命相、および生命相との内的連関のもとにある物質相のもとに捉えることを課題としている。

以上を踏まえ、熱力学の、生態学としての再構成にあたり、以下の諸点を再構成の契機としてとりあげる。

1. 生態場
2. 生態場が開かれる場としての系
3. 生命秩序形成系としての物質系
4. 物質系における生命秩序生成過程において相即的に形成される自然言語の生成
5. 生態学的意味の生成の場としての物質系

以上の再構成の契機の前提となる、熱力学と生態学両者間の原理的部分の対応関係は、次の通りである。

1. 熱力学の単位概念である「(物質)系」を生命秩序形成系、系の周囲に広がる「外界」

を生態系秩序形成環境として捉える。より詳しくは、前者を生命個体（群）秩序形成系、後者を外的生態環境秩序形成系として再構成する。

2. 熱力学の基幹概念である「不可逆的变化」を、生態学的進化を通貫する変化、「分子間相互作用・系－外界間相互作用」を、生態系における生命秩序形成実体間相互作用・生命秩序形成系－外的生態環境間相互作用を構成するものとして捉え返す。

3. 熱力学の基本構成概念である「物質系とその外界およびその両者相互間、における物質・エネルギー流束」を、生命秩序形成系としての物質系の系内および同物質系と生態系秩序形成環境相互間、における生命秩序形成物質・生命秩序形成エネルギー流束として再構成する。

4. 同様に、「物質系内エントロピーの生成」「物質系－外界相互間のエントロピー流出・流入」の概念を、生態系における生命秩序形成実体内エントロピーの生成・生態系における生命主体実体－生態環境客体間のエントロピーの流出・流入として捉え返す。

5. 熱力学的散逸構造生成相即的相互形成的に生成される「物質・生命秩序形成情報系」を、自然言語生態系をなすものとして捉え返す。

以上にに基づき生態学の下に物質系相を捉える場合、物質系における生命秩序生成の過程と構造は以下のように捉えられる。即ち、まず、存在論的に、生命秩序形成系としての物質系は、物質系における系統発生の、生命系における個体発生として把握される。

また、生態学の下に物質系相を捉える場合、現在の生態系における物質系の、生体内生態系・生体外生態系両相における個体発生相は、生命系出現以前段階の物質系において系統発生相をなして発生してきたものが現在化され、凝縮的発生をなしているものとして捉えられる。

具体的には、生命秩序相は、先行する物質系散逸秩序、例えば、BZ反応に見られる自己触媒などの物質系秩序が、生命秩序に向かう自己触媒としての生成・展開相を経て固有に秩序化され、そのある臨界相、閾値を経て実現されているものと捉えられる。要するに、物質系秩序相が生命秩序相における特定・固有相をなす形で実現されているものとして捉えることができる。（注 同様に、人間内的秩序相は、先行する物質系、次いで生命系の発生・展開を経て人間秩序に向かう固有の生成・展開相を通じて秩序化され、そのある臨界相、閾値を経て実現されているものと捉えられる。すなわち、物質秩序相が生命秩序相の特定・固有相をなし、さらに、生命秩序相が人間秩序相の特定・固有相をなす形で実現されているものとして捉えることができる。）

4. 自然言語テキスト分析

自然言語テキスト分析は、人間的自然によってなされた自然の認識・記述・分析の結果表出された自然科学テキストを対象として、そこに示される自然秩序の形成および継承・維持・展開と、その都度なされる情報、即ち、自然言語生成との相即的相互形成過程を記述・分析するものである。その一形態が自然言語ディスコーステキストの分析である。

4.1 自然言語ディスコーステキストの分析

4.1.1 自然言語ディスコースの定義

自然言語ディスコースとは、自然秩序の形成・継承・維持・展開と相即的相互形成過程における、物質・生命活動を担う諸実体同士による自然言語を媒体とする相互作用過程をさす。人間が、自然言語ディスコース自体に直接的にアクセスすることは不可能で、自然科学的手続きを介して得られる知見に基づき人間言語で記述された自然言語ディスコーステキストを分析することによってアクセスする。従って以下に示すテキストはいずれも人間言語で記述された自然言語ディスコーステキストである。

4.2 自然言語ディスコーステキストの分析の目的

自然言語ディスコース分析の目的は、同テキストを自然生態系とその下に網羅される自然言語生態系を併せて見る binocular view (双眼鏡視野) のパースペクティブの下に捉え、その下に、自然言語を媒介として如何に物質・生命活動が組織化・維持・展開されているかを把握することである。また、両生態系を俯瞰してみる見地からは、両生態系間の相互作用を通じて如何に両者それぞれが相互組織化・共進化しているかを見ることである。

4.2.2 相互コンテキストをなして形成されるものとしての自然生態系と自然言語

—自然生態系と自然言語間の相互コンテキスト的テキスト生成—

自然言語は、自然生態系をコンテキストとして生成され、逆に自然生態系は自然言語をコンテキストとして生成される。このような両者の生成は相互コンテキスト的生成 **Cocontextual textgeneration** を示す。これにともない、自然言語のディスコーステキスト分析は、一方で自然言語テキストのコンテキストとしての自然生態系に関する自然科学テキストと、他方で自然言語テキストそれぞれおよび両者間の相即的相互形成関係の過程・構造分析によって行なう。

本論では、*Dictyostelium discoideum* タマホコリカビのライフサイクルに関する自然科学テキスト (プリゴジン・コンデプディ 2006)) に示される自然生態系における自然秩序の形成および継承・維持・展開と、その都度なされる情報、即ち、自然言語生成との相即的相互形成過程の具現する自然言語ディスコーステキストを取り上げる。具体的には、タマホコリカビの飢餓を契機とする生態場生成過程の自然言語テキスト分析過程を通じて、生態場の生成と、それを形作る実体間の相互作用を媒介しつつ実現されるものとしての自然言語の生成過程の相を把握することを目指す。

<テキスト>

パターン形成の一例は、*Dictyostelium discoideum* のライフサイクルにみられる。図 20. 2(省略)にこのライフサイクルを示した。単細胞段階の単独アメーバ (a) から始まり、これは周囲の媒質中を動き、バクテリアなどの栄養を摂り、細胞分裂により増殖する。大

局的には、密度（単位面積あたりの細胞数）が本質的に一定であるかぎり、これらは均一系をつくっているといえる。さて、これらのアメーバを飢餓状態におくとする。これは実験室では人為的に、自然界では環境の悪化によって引き起こされる。これは物理・化学的実験で条件を変えるのと類似である。興味深いことに、このとき個々の細胞は死なず、中心に向かって集まり束縛された凝集体（b）をつくるように応答する。よって、始めの均一状態は破れ、空間的構造をとるようになる。形成された多細胞体、すなわち変形体（plasmodium）（c）は、温度や湿度のよりよい条件を求めて動きまわることができる。移動した後、変形体は分化し、胞子を含む袋（胞子嚢）とそれを支える柄（d）になる。胞子は周囲の媒質中にまき散らされ（e）、条件が適していれば、胞子は発芽しアメーバになって、再びライフサイクルが始まる。

凝集体の段階をもっと詳しく調べてみよう。飢餓に陥ると、ある細胞はサイクリックAMP（cAMP, cyclic adenosine monophosphate）を合成し、化学記号として細胞外へ放出し始める。合成と放出は、BZ反応の化学時計のように、与えられた実験条件によって決まる周期性をもつ。”先駆的“細胞から放出されたcAMPは細胞外媒質を拡散し、近くの他の細胞の表面に達する。このとき二つの型の行動がスイッチ・オンされる。第一に、これらの細胞はcAMPの高濃度の領域に向かって、すなわち先駆細胞の方向に向かって、化学走性（chemotaxis）と呼ばれる運動を起こす。この運動はBZ反応における進行波パターン（図19・12 省略）によく似た、細胞間の密度パターンをつくる。第二に、刺激を受けた細胞は信号を増幅し媒質中に放出することで、凝集の過程は加速される。これによって広範囲の空間が制御され、10の5乗個の細胞よりなる多細胞体が形成されることになる。

このように、飢餓への拘束に対する応答として、多数の細胞の協同的挙動の結果、敵対的な環境に対しても柔軟に対応できる新しいレベルの組織化をつくり出している。このような転移をつくり出す機構はどのようなものなのであろうか？まず、先駆細胞がcAMPのパルスを放出し始めたとき、はじめに形成される不均一性を増幅する化学走性の過程に注目しよう。化学走性は放出中心近くの細胞密度を増大させるので、中心に向かう細胞の運動を加速することになる。これはフィードバック・ループと呼ばれるものであり、化学的自触媒現象とよく似ている（プリゴジン・コンデブディ2006. 344-345）。

4.3 新たな生態場の生成—自然言語テキスト分析 その1：飢餓を契機とする生態場の生成—

テキスト第二段落途中部分「飢餓に陥ると、ある細胞はサイクリックAMP（cAMP, cyclic adenosine monophosphate）を合成し、化学記号として細胞外へ放出し始める。」において、新たな生態場が、以下の経過をたどって生成されている。

4.3.1 生態場の生成の直接的・現実的契機の生起

このテキスト第二段落途中部分では、まず自然界で頻繁に起きる環境の悪化の結果、すなわち当初アメーバの形をした細胞にとって生存基盤である餌となるところのバクテリアが、自己の生態環境において欠乏した結果、そこに生存している細胞群全体が飢餓状態に陥る状況が生起している。すなわち、ここでは新たな生態場の生成に至る直接的、かつ現実的契機が生起していると見ることができる。バクテリアの欠乏という外的環境条件における変化は、当該実体である細胞にとって、自己の生存基盤をなす場に対してその場およびその一部をなす自己を外から規定するものとして出現する。その場に対して、自己の生存基盤を危うくする飢餓のもとにある場という規定が与えられる。当該実体である細胞にとっては、それは外的決定をなすものとして与えられる。

これに対して、当該実体の細胞の側から、外的規定・外的決定に対抗するものとして、「多数の細胞の協同的挙動」をなすに至る当該細胞間の相互作用を形作る先駆けとして、ある細胞内にcAMPが合成される。これは当初の外的規定・外的決定に対して当該実体が、逆に、一方で自己のよって立つ場を規定し直すと同時に他方で、あらたにその場を規定し返す主体として自己をも規定し直す、逆規定・逆決定が生成されていると捉えることができる（注「規定」・「決定」、「逆規定」・「逆決定」については、岡崎2012c参照）。即ち、飢餓という自己の生存基盤を危うくする外的規定に対抗して、自己及び同じ生存基盤に立つほかの当該諸実体との相互作用によって生存の確保を志向する場として生成し直す新たな生態場生成の直接的・現実的契機が形成されていると見ることができる。

4.3.2 新たな言語生態場の生成

上のような新たな生態場の生成の開始を起点として、生態場にはそれに対応して一方で自然言語の形作る新たな言語生態場と、他方でそれを包摂する現実生態場が相即的相互形成的に生成される。

テキスト第二段落後半「第一に、これらの細胞はcAMPの高濃度の領域に向かって、すなわち先駆細胞の方向に向かって、化学走性（chemotaxis）と呼ばれる運動を起こす。この運動はBZ反応における進行波パターン（図19・12 省略）によく似た、細胞間の密度パターンをつくる。第二に、刺激を受けた細胞は信号を増幅し媒質中に放出することで、凝集の過程は加速される。これによって広範囲の空間が制御され、10の5乗個の細胞よりなる多細胞体が形成されることになる。」において、新たな言語生態場が次のように生成される過程が示される。:

- 1 先駆的細胞すなわち実体からの、cAMPの合成及び放出を契機とする化学走性に駆動された結果としてのcAMP分布上の空間対称性の破れの生成＝情報即ち自然言語の創出 その1>
- 2 情報担体としての機能を担うcAMPが先駆的細胞すなわち実体1から他の細胞、その先の細胞群すなわち実体2、3、4、、、に受け渡されることによる自然言語

伝達のネットワークの生成

- 3 周囲の細胞がcAMPの高い濃度の領域、即ち先駆細胞の方向に向かう化学走性の運動という細胞実体間相互作用による細胞間の密度パターンの形成と、それによる当初の信号の増幅、さらに凝集の加速化を通じた細胞密度上の空間対称性の破れの生成<=情報即ち自然言語の創出その2>

第一に、生態場の実体を形作る先駆的細胞からcAMPが合成され放射されたことを契機とする化学走性に駆動された結果として、当初cAMPが系全体に一様に分布していた空間状態から、細胞群によって一斉かつ加速度的に濃度を高めて形作られる密度パターンを伴う空間状態に向かう遷移が引き起こされた。これにより、当初の空間が持っていた何れかの方向に向かっても示されていた対称性が破れ、対称性の破れとその継続的維持に基づく情報の生成即ち自然言語の生成が引き起こされた。

前稿で示したように対称性のもとでは、系を構成する要員が等しい確率のもとに分布しているという点で一切の特定情報を持たないのに対して、対称性が破れる過程では一定のパターンという秩序に関する情報が生成される。系内の個々の細胞は、そのパターン秩序に即して形成されるcAMPの濃度勾配によって各自の位置情報を伝達され、それに応じて相互に他の細胞との位置関係を把握し生命活動を組織化することが可能となる。

ここに、以前の生態場には存在しなかった新たな自然言語が創出される。この創出が、新たな生態場において新たな言語生態場を開示する。

第二に、先駆細胞である実体1から、他の細胞実体2、3、4、、、、対して情報担体としての機能を担うcAMPが受け渡されることにより、自然言語の伝達のネットワークが生成され、新たな言語生態場を網羅する形で形成される。

第三に、先駆細胞の周囲に存在していた細胞がcAMPの高い濃度の領域にあるこの先駆細胞に向かう化学走性を引き起こし、この細胞実体間相互作用によって細胞間密度パターンが生成され、当初の信号は増幅される。さらに細胞の凝集過程が、この増幅によって加速されることで先のcAMPの密度パターンに引き続き、今度は細胞の密度パターンを伴う空間状態に向かう遷移が引き起こされる。これにより、ここでは細胞密度上レベルで空間対称性の破れとその継続的維持に基づく情報の生成即ち自然言語の生成が引き起こされる。

こうして、当初の生態場の生成を起点として、生態場の中には、多様な形態の自然言語のネットワークによって形作られる新たな言語生態場が生成されている。

4.3.3 現実生態場の生成

このような新たな言語生態場の生成に呼応して、それを包摂する現実生態場が言語生態場と相即的相互形成的に生成される。すなわち、テキスト第三段落「飢餓への拘束に対する応答として、多数の細胞の協同的挙動の結果、敵対的な環境に対しても柔軟に対応できる新しいレベルの組織化をつくり出している。このような転移をつくり出す機構はどのようなものなのであろうか？まず、先駆細胞がcAMP のパルスを放出し始めたとき、はじめ

に形成される不均一性を増幅する化学走性の過程に注目しよう。化学走性は放出中心近くの細胞密度を増大させるので、中心に向かう細胞の運動を加速することになる。」において、現実生態場が次のように生成される：

- 1 先駆細胞を中心とする実体の相互組織化とそれに基づく実体間関係の組織化および実体間相互作用による運動形態の生成：化学走性を通じた実体間相互作用を動力とする諸実体の組織化とこれら実体の形成する運動形態の自己運動、多細胞体の形成
- 2 システムの生成：生態場の生成の直接的・現実的契機としての飢餓という規定に対する逆規定としての、多数細胞の協働（協同的挙動）システムの生成
- 3 構造の生成：先駆細胞によるcAMPの放出により形作られた当初の非均一性を増幅する化学走性過程を通じて、放出中心近くの細胞密度の増大、中心に向かう細胞の運動の加速化のフィードバックループの形成
- 4 実体と生態場間、実体相互間の新たな関係形成に基づく生態学的諸関係の生成

第一に、「先駆細胞がCAMPのパルスを放出し始め、はじめに形成される不均一性を増幅する化学走性」によって、「放出中心近くの細胞密度が増大され、中心に向かう細胞の運動が加速」される。ここでは、生態場の実体をなす先駆細胞のcAMPの放出を契機として、従って自然言語の形作る言語生態場の生成と相互交渉的に、周囲の細胞との間に、先駆細胞を中心とする実体の相互組織化と、それに基づく実体間関係の組織化、および実体間相互作用による運動形態が生成される。そこでは、諸実体の組織化は化学走性を通じた自然言語を媒介とする実体間相互作用を動力としてなされ、これら実体の形成する運動形態が自己運動して多細胞体が形成されている。

第二に、生態場の生成の直接的・現実的契機としての飢餓という外的規定に対抗して逆規定をなすものとして、化学走性を通じた自然言語を媒介とする実体間相互作用を媒介とする多数細胞の協働（協同的挙動）による多数単細胞間の多細胞単体化に向けたシステムの形成が進行している。

第三に、先駆細胞によるcAMPの放出、さらにそのメッセージを増幅する自然言語の媒介を通じて、放出中心近くの細胞密度の増大、中心に向かう細胞の運動の加速化のフィードバック・ループの構造の生成がなされている。

第四に、実体（即ち先駆細胞および細胞群）と生成されつつある生態場間の関係、実体主体間の相互作用、協働に基づく関係をベースとする生態学的関係が生成されている。この生態学的関係の特徴づける第一の点は、一方で、外的規定に対する、他方で、それに対抗する逆規定を契機として生存を確保することを志向する生態学的関係形成であるという点である。すなわち飢餓という外的規定を契機として、当該実体を主体として、自己の生存基盤をなす、自己をも含めた場を、生存基盤を危うくする外的規定に対抗する新たな規定を持った場、生存を可能とする場、として当該実体主体の側から新たに規定し直すことで形成された関係である。そのような新たな規定の下に、自己及び同じ生存基盤に立つほ

かの当該諸実体との相互作用を展開することを媒介とする生命活動生成の場を形作る関係形成である。

関係の特徴づける第二の点は、実体主体の生態場に対する関係が、そこにおける外的規定に対する逆規定であることにより、その関わりが被投企的投企の性格をもつものであるという点である。端的には、受動的な関係ではなく能動的な関係として形成されているという点である。

第三の点は、飢餓の可能性に直面して生存の確保を志向することをベースとする関係形成である点である。細胞群の実体相互間の関係は、生存の確保を明示的に志向する方向性を持った関係である。細胞と、それによって生成され、放出され、自然言語として機能し、細胞化の組織化の媒介となる情報担体をなすcAMPの実体との関係は、細胞の生存確保志向に即して組織化され、構造化されたものである。

第四の点は、自然言語を媒介とした多数細胞の協働が、それを支える実体主体の共同体を多細胞体という自己運動する新たな運動形態の形で、生態場との新たな動的な諸関係を形成しているという点である。ここには、ちょうど、人類史において、一万年前、恒常的な飢餓の可能性に直面した人類が人間言語を媒介とする協働を通じて食糧生産に携わり、農耕の共同体を形成しながら生存の確保を志向して、自然生態系の中に開かれる自己の生態場と新たな動的関係を形成していったのとは共通する側面を見ることができる。

以上4.3全体を通じて、「飢餓への拘束に対する応答として」、「敵対的な環境に対しても柔軟に対応できる新しいレベルの組織化」が、自然言語活動を媒介として実現されている。同時にその下で、自然言語の新たな形態—cAMPの信号、その増幅、それを情報担体とする細胞間伝達及びそれぞれのネットワークが創出されている。ここには、自然と言語の、したがって自然生態系と自然言語系の相即的相互形成的過程が明示的に示されている。

4.4 生命秩序形成系としての物質系において生命秩序形成と相即的になされる自然言語の生成の過程と構造—自然言語テキスト分析 その2—

4.4.1 ‘ゆらぎによる秩序化’を通じた生命秩序形成系としての物質系における生命秩序形成 —分析の前提—

物質系を形作る分子は時間経過とともにランダムな運動によって、多様な熱力学量の値の揺らぎの過程を辿っている。系は静的な単一状態にあることはない。他方、系とそれを取り巻く外界との間にも摂動と呼ばれる変動過程が存在する。平衡状態においてはゆらぎや摂動が系全体の安定性をあやうくするには至らず元に戻る。ゆらぎ、摂動に対する系からの応答として、安定性からのずれが回復される。これに対して、平衡から遠く離れるとゆらぎや摂動は減衰しない。不可逆なエネルギー・物質の散逸過程がゆらぎや摂動を拡大する。エネルギー・物質の散逸は、平衡や平衡近傍の下ではすなわち散逸してバラバラになる過程であるが、平衡から遠く離れた状態の下では新たな規則性もつ秩序構造、散逸秩序と呼ばれる構造がもたらされ得る。平衡や平衡近傍とは異なる新たな空間的パターン・

空間的構造が形成され得るのである。

自然生態系は物質系と生命秩序系の相互交渉の下に存在している。その下にある物質系においては、このような散逸秩序が生命秩序系、生態系の内的構造として生成される。このように、系を構成する分子のランダムゆらぎや摂動が非平衡状態のもとで不可逆過程によって駆動され増幅される過程を通じて物質系は散逸秩序構造を形成し、それを通して生命秩序形成系として存在しているのである。

地球生命圏を形作る自然生態系は、太陽からの熱エネルギーの流れ及び、大気圏と地上の物質循環をなす物質の流れの形作る不可逆過程によって平衡から遠く離れた状態におかれている。この中で、分子レベルの揺らぎから、大気圏のダイナミズムに基づく気流を形作る気候変動上のレベルにわたる揺らぎは熱エネルギー・物質の流れ駆動されるため減衰せず、増幅して新たな自然秩序形成の過程をたどっているのである。これが「ゆらぎによる秩序化」（プリゴジン・コンデプディ2006）である。生命秩序形成系としての物質系におけるこの「ゆらぎによる秩序化」が生命秩序形成を実現しているのである。

4.4.2 生命秩序形成系としての物質系における生命秩序形成と相即的に形成される自然言語の生成の過程と構造

テキスト第二段落後半「第一に、これらの細胞はcAMPの高濃度の領域に向かって、即ち先駆細胞の方向に向かって化学走性と呼ばれる運動を起こす。」においてタマホコリカビの一つの細胞が細胞外に放出したcAMPが、近くの他の細胞の表面に達することによって生成される信号を契機として、当初の細胞の周囲に存在していた細胞群はその細胞に向かって放射状に流れ込む。「cAMPの高濃度の領域に向かって」の示すところは、先駆細胞の放出以前一様だったcAMPの空間分布が濃度勾配に変わることによって、「空間対称性のやぶれ」の形の情報、即ち自然言語が生成されていることである。これを「ゆらぎによる秩序化」に照らして見てみよう。

ここには、タマホコリカビの当初の細胞のcAMPの放出によって、当初は物質系全体の中の微少な区域における小さな揺らぎが引き起こした変化が、系の中で減衰することなく駆動される過程、すなわち系を構成するcAMPの分子のゆらぎが、非平衡状態のもとで、さらに濃度勾配の形作る不可逆過程によって駆動され増幅される過程を通じて物質系が散逸秩序構造の形成をたどる過程が展開している。その上で、物質系を構成する一化学物質であるcAMPが、生命の一実体である一つの細胞から、他のもう一つの実体である細胞に対する信号の形態で出現した自然言語として生成され、更にcAMPの分布の「空間対称性の破れ」による別の形態の自然言語が生成されている。

この部分を自然言語ディスコースの視点から見ると、当初の細胞から発せられたcAMPの信号による自然言語の発信が、それに隣接する細胞によって受信される過程は、細胞が集合する過程の進行に伴い、当初のこの発信受信の過程がディスコースの切り出し(initiation of discourse)を形作っている。次に、これを端緒として、メッセージが増幅さ

れる受け渡し連鎖 (chaining of message relay) によるディスコースが形成されている。

その上でこのディスコースを契機として、先のcAMPの密度パタンの自然言語情報に即応して細胞間の密度パターンが相即的に形成される。更に、細胞間の密度パターンの様相は、ディスコースの途上における信号の増幅によって、線形ではなく、信号の加速による非線形性に即したパターン形成、をなすのである。自然言語のパタンに符合する形状で、生命体をなす細胞群のパタンが形成され、自然言語と生命秩序が相即的に形成されているのである。こうした積み重ねの上に細胞が有機体を形成するに至り、単細胞体が多細胞体へ飛躍する展開を出現せしめているのである。

次にテキスト第三段落後半「先駆細胞がcAMPのパルスを放出し始めたとき、はじめに形成される不均一性を増幅する化学走性の過程に注目しよう。化学走性は放出中心近くの細胞密度を増大させるので、中心に向かう細胞の運動を加速することになる。これはフィードバック・ループと呼ばれるものであり、化学的自触媒現象とよく似ている」を見よう。ここでは、生成された自然言語が契機となって化学的自触媒すなわち自己触媒と呼ばれる生命体の組織化の促進されている様相がもう一つの形で明瞭に示されている。

自己触媒とは、平衡から遠く離れた状態で系の中に何らかのゆらぎが起きた場合、それが増幅されることによって均質の定常状態のもつ安定性に代わり、潜在的に不安定な状況もたらされる。先駆細胞のcAMPの放出という系全体からすれば微少の部分におけるゆらぎが引き起こしている当初の状況も潜在的な不安定状況にあたる。ただ化学触媒が引き起こす、当初の不安定状況の増幅は次元の異なる状況を創出する。化学走性の過程によって先駆細胞の周りに作り出される細胞密度の高い部分の存在自体が触媒となってそれぞれの細胞が放出するcAMPのさらなる高濃度部分が作り出されるのである。そしてcAMPの新たな高濃度部分がさらに多くの細胞の化学走性を呼ぶ速度を増大させている。

これは生命現象を支える化学反応の様々な状況で引き起こされる化学物質の燃焼の過程で広く進行する過程である。遊離基と呼ばれる反応性が非常に高い物質の形づくる分子による他の別の分子との反応により、それ以上の遊離基が生成されていくという自己加速が進行し触媒効果を高揚するのである。自然史上、生命の起源において登場し、現在の生態系に存在するすべての生命に示されている自己複製過程は、自己触媒の形作るサイクルによって支えられている。遺伝物質によって指示されて構成されるタンパク質そのものが触媒作用をなし、当該の遺伝物質が複製されるのである。タマホコリカビの場合には、先駆細胞が他の細胞に向かって発信するcAMPのパルスの形態をもつ自然言語が契機となって、自己触媒過程が進行し、その自然言語のメッセージの増幅される受け渡し連鎖のディスコースの途上における信号の増幅を、さらに別の形で加速させ、細胞が有機体を形成し、多細胞体へ飛躍展開することを可能とさせている。

自然史上、単細胞の微生物のみの生物界は、多細胞化に、38億年前の生命誕生以後、6億年前のエディアカラ生物群の多細胞生物界の誕生に至る30億年余の長きを要している。本論に見るタマホコリカビの当初の細胞に始まる他の細胞群との自然言語を媒介とする

多細胞化過程は、自然史における系統発生を個体発生形で、自然生態系の現在相のもとに示している。ここには、生命秩序形成系としての物質系における生命秩序形成と相即的に形成される自然言語の生成の過程と構造が、自然史における系統発生というタテと、自然生態系の現在相というヨコによってかたちづけられる自然界の下に凝縮して示されている。

5. 結語

本論は、自然言語生態学に基づき、生命秩序を形成する系としての物質系が、実際にどのように生命秩序を形成し、自然言語がその形成をいかなる形で媒介するのか、その相即的相互形成の構造と過程を辿る記述と分析を目的とした。

具体的には、以下について考察した。

1. 生態学における言語の捉え方と自然言語生態学
2. 生命秩序形成系としての物質系における生命秩序形成と相即的相互形成的になされる自然言語の生成の構造と過程
3. 生命個体内外に生態系を形成する自然言語が示す、飢餓を契機とする生態場生成過程の自然言語テキスト分析

今後、本論で端緒部分を示した「生命個体内外に生態系を形成する自然言語が示す飢餓を契機とする生態場生成過程の自然言語テキスト分析」の詳細の提示が課題とされる。

【参考文献】

- 岡崎敏雄 (2009) 『言語生態学と言語教育-人間の存在を支えるものとしての言語』 凡人社 1-264 筑波大学
- (2012a) 「言語生態学の相互一体学としての人間生態学の構築-自然生態系と自然言語生態系の二系成系構造生成過程の生態学的記述-」 『筑波応用言語学研究』 18. 1-14
- (2012e) 「言語生態学に基づく日本語教育-自然生態学的リテラシーの育成-」 『筑波大学地域研究』 33. 191-208 筑波大学
- ニコリス, G. ・プリゴジン, I. (1997) 『複雑性の探究』 安孫子誠也・北原和夫訳 みすず書房
- プリゴジン, I. ・コンデブディ, D. (2006) 『現代熱力学』 妹尾学・岩本和敏訳 朝倉書店
- Hornberger, N. H. (2002). Multilingual language policies and the continua of biliteracy: An ecological approach. *Language Policy*, 1, 27-51.
- Mühlhäusler, P. (2000). Language planning and language ecology. *Current Issues in Language Planning*, 1(3), 306-367.