

# 言語生態学の相互一体的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—

岡崎敏雄

キーワード：言語生態学、人間生態学、成系構造、自然言語生態系、情報

### 1. はじめに

前稿で、人間生態学を、言語生態学の相互一体的学として構築することを目的とし、以下について考察した。

1. 自然人間生態系史総体の現実生態場的・歴史過程的再構成に基づく人間生態学の構築
2. 意味の生態系崩壊の保全・育成の学的基盤形成としての人間生態学
3. 言語生態学の基盤としての人間生態学
4. 自然・人間・言語生態系史総体の現実生態場的・歴史的再構成の一環としての人間生態系前史としての自然生態系史の再構成

本論は、以上を踏まえ、言語生態学と相互一体的になすものとしての人間生態学の構築の次のステップを進めるものとして、人間生態系前史としての自然生態系と自然言語生態系の二系成系構造生成過程を生態学的に再構成し考察する。

### 2. 言語生態学の基盤としての人間生態学と、現実生態場的・歴史的再構成

#### 2.1 人間生態学の学的規定

前稿を踏まえ、人間生態学は、第一に、人間生態系に焦点を当てた上で、言語生態と人間生態の一体的全体、したがって言語生態系と人間生態系の一体的全体を分析・記述の対象として取り上げる学である。その場合、人間生態系を中心とする自然生態系及び言語生態系との相互交渉的関係を前提とし、それらの関係をも分析・記述の対象として取り上げ、焦点を人間生態系において三生態系の一体化した全体を再構成、分析・記述する学である。第二に、人間生態学は意味の生態系(岡崎2010)の保全・育成の基盤としての、(自然・人間両世界の)現実の能動的認識の枠組みを提供する学である。そのような現実の能動的認識は同時に言語生態系の内的生態環境を形作る世界(自然・人間世界観)を形成する意義を持つものであり、必然的に人間生態系・自然生態系の体系的記述の枠組みの形成を必須部分としてもつ学である。言い換えれば、人間生態学の名の示す人間生態及び人間生態系を焦点とするものの、同時にそれは言語生態系の内的言語生態環境を形作る形で展開される学として意義をもつものである。第三に、人間生態学は、人間・自然両生態学の直接的焦点とする生きること、並びに言語生態学の焦点とする(生きるための)意味の構築を、生存危機

構造化の克服として三生態学一体の下で追求する学である。

## 2.2 現実生態場的・歴史的再構成

—個別自然科学の知見を、起点主体を問わず配置してなされる自然史との明示的区別—

以上の追求を図るものとして人間生態学は、「今、ここ」における現実生態場の、殊に否定的現実に対する認識を起点として、この現実を包摂する現実生態場を捉え返す契機として、その現実をもたらすに至った構造が形成・展開されてきた過程を捉える。即ち、現実生態場(岡崎同上)の問題を解明し、それを能動的に克服するために、現在を形作るに至った自然史的過程を辿るという窓から、宇宙の起源から生命・人類史に亘る宇宙史全体の再構成を図るものである。

具体的には、現実生態場をなす、一方で、自然生態系(即ちその構成体たる生物・非生物)の現相、他方で、その自然生態系の一部をなす人間生態系即ち、その構成体たる己れ即ち、「この私」・家族・社会・世界の成員である一人ひとりの現相が、如何にしてこの現相に至ったかを捉え返し、人間・「この私」の、宇宙・生命・人類の起源における原相、その如何なる原相から、如何なる展開相を辿り、眼前にある「この私」たる己れの現相を含む人間生態系の現相に至ったかを捉え返していく過程を記述・分析するものである。

それはしたがって「主体」の点から捉えると、この問いを問う主体たる「今、ここ」に在る「この私」・己れを起点として始めてなされる、明示的起点主体を持った自然史である。個別自然科学の知見を、主体を問わず配置、記述してなされる自然史とは明示的に区別される。

## 2.3 個体発生してある現相を、いかなる展開相を辿ってきた系統発生の凝縮・現在化してあるものであるか、を捉え返すことを媒介として明らかにしてゆく過程

—現実生態場的・歴史的再構成の中心をなすもの—

端的には、現在の人間的自然を含む自然史体系を構成するに至ったエネルギーと物質、その起源、生成過程、それを現在の自然生態系のエネルギー・物質循環体系、並びに「この私」、現存生物の生体内循環を形作るに至った過程を捉える視点から再構成するという意味での生態学的記述を図るものである。

具体的には、前稿で辿った、現実生態場を形作る人間・生命各生態系の生命維持上のライフラインを形作るエネルギー循環、即ち人間にとっては食糧、生物の育成・生産によって飢餓からの解放のベース成分をなすもの、及び物質循環—炭素・窒素・水素・酸素・水循環—が現実生態場を形成・展開するに至った過程の再構成を踏まえ、大地と人間・生命生態系、即ち地球と生命の共進化の過程を、同様に現実生態場を構成・展開するに至った過程を明らかにするものとして再構成する。

その際最も根幹を成すものが、個体発生して「今、ここ」にあるこれら現相の——(いつ

いつ)が、自然生態系と自然言語生態系(次節参照)のなす二系成系構造を通じて地球と生命の共進化のいかなる展開相を辿ってきた系統発生の凝縮・現在化してあるものであるか、を捉え返してゆく過程として位置づけられる点である。この現実を包摂する現実生態場を捉え返す契機として、その現実をもたらすに至った構造が形成・展開されてきた過程を捉えること、即ち、現実生態場の問題を解明し、それを能動的に克服するために、現在を形作るに至った自然史的過程を辿るという窓から、宇宙の起源から生命・人類史に亘る宇宙史全体の再構成を図ることを方法論上現実化するもの、それがこの個体発生してある現相を、系統発生の展開相の凝縮・現在化してあるものとして捉え返すことを媒介として明らかにしてゆく過程である。

以上のような自然史の捉え方の特色は以下の諸点として凝縮される。

1. 人間・生命を起点とする宇宙・自然史の捉え方である。
2. 宇宙・自然という客体と、それが、一方で、「如何なるかたちを経て形作られてきたものであるか」、また他方で「現にここにある己れは、それとの如何なる関わりにおいて現相をなすに至ったものであるか」を捉え返す人間主体の両者を契機として構築される自然史である。したがって、主体、客体両者それぞれ及び両者間の関係の形成過程を構築するものとしての自然史の捉え方である。
3. 個体発生してある現相を、系統発生の凝縮・現在化してあるものとして捉え返すことを媒介として明らかにしてゆく過程をなす現実生態場的・歴史的過程的再構成に基づく自然史の捉え方である。

本論は、そのうち現有の、自然・人間両生態系、並びにその成員たる「この私」の生体内外のエネルギー・物質循環の現相が、太陽系をなす地球創成以降における自然生態系と自然言語生態系(次節参照)のなす二系成系構造(同上)を通じて、地球と生命の共進化の展開相を如何にして辿ったかを、生命の誕生の化学進化、生命進化の両段階に焦点を当てて再構成する。それは同時に、自然・人間両生態系、並びにその成員たる「この私」の生体内外のエネルギー・物質循環の現相を、個体発生して「今、ここ」にあるこれら現相の一(いついつ)が、自然生態系と自然言語生態系のなす二系成系構造を通じて地球と生命の共進化のいかなる展開相を辿ってきた系統発生の凝縮・現在化してあるものであるか、を捉え返すことを媒介として明らかにしてゆく過程として位置づけられるものである。

### 3. 成系構造の生成

#### 3.1 成系構造

—自然・人間・言語生態系の相互交渉的關係の下にある生存のありようとその基盤を問う生態学の具体的枠組み—

自然生態学、人間生態学はその違いを問わず、何れも生存のありようとその基盤を問う学である。即ち、生物、人間の生存の諸相、その基盤を支える構造、過程を問う学である。

生態学の具体的枠組みの基本が成系構造の捉え方である。成系構造の捉え方では、生存は自然・人間・言語三生態系間の相互交渉的關係の下にあるものとして把握される。

成系構造とは、人類誕生以降は自然、言語、人間の、それ以前は自然・言語の、各生態系が相互交渉的に形作っている根本構造である。人類誕生以降は、自然生態系は全体として、物質・エネルギー循環の下に、生物の食物連鎖が形成されており、それを通して種の保存及び進化が生物・非生物の間の共進化を成す形で展開され、人間生態系はこの自然生態系の一部をなし、同様に物質・エネルギー循環、食物連鎖、進化、共進化を形作っている。物質・エネルギー循環に基づく食物連鎖は、人間でも種の保存、保持の根本をなしている。一万年以前以前の氷河期の緩和期の下、農耕で食糧を生産し、消費するという新しい形態の食物連鎖に人類は移行した。その移行過程で生み出された食糧生産活動のための協働は、それを円滑、効果的に進めるための言語を生み出し、ここに第三の生態系としての言語生態系が形作られた。こうして自然、言語、人間の三生態系は相互交渉的構造の成系構造をなすものとなり、人類誕生以降は自然・人間両生態系間の相互交渉的關係を、相互に媒介するものとして言語生態系が形成され存在している。人類誕生以前、即ち人間生態系以前はこれに対し、次のように自然生態系と(自然)言語生態系が相互交渉的關係の下に共進化し存在して来ている。

### 3. 2人間生態系以前の成系構造の生成

#### 3. 2. 1 自然言語生態系

生態学においては、人間もまた人間的な自然として捉えられ、自然生態系のうち、人間的な自然部分の生態系、即ち人間生態系を成すものとして位置づけられる。人間は、自然史の上では、類人猿から人類として進化し、生態系上は生物進化を貫く DNA を引き継ぎ、食物連鎖の末端を形成している。また、より広くは水循環、炭素、窒素等物質循環および太陽由来の光合成植物、そして体内にあって細胞中のミトコンドリアに担われる ATP 解糖系経路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。この人間的な自然部分固有の言語が人間言語である。

#### 3. 2. 2 自然言語

これに対して、人間以外の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つど、情報が生成される。自然史の冒頭、即ち、物質史段階で、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そのつど、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として、DNA が出現する。それに伴い秩序に関する情

報は、高分子を媒介とする分子言語の形態を成し、一段と多様化、多次元化し、組織だったものとして成長する。DNA を起点とする DNA 情報に端を発し、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、呼吸系、免疫系、神経系の秩序生成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、人間的自然の人間的自然生態系にも貫かれる。さらに花と昆虫など植物と動物両個体間、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、人間的自然の人間的自然生態系両者全体を貫くものとして情報が形成される。

### 3.2.3 自然言語生態系

生態学においては、以上のような秩序と相互作用、相互交渉を成しつつ、伝達機能を成す情報を自然言語(マトゥラーナ&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。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、あるいは社会的自然上、の秩序の形成のつど、その秩序形成を形作る社会的相互作用、相互伝達を媒介し、またその過程で自身も言語が形成される。これが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、人間的自然言語生態系として捉える。言い換えれば、言語を人間固有の突出した存在としてではなく、自然言語生態系に内在する形で人間言語生態系が存在するものとして捉える。即ち、自然生態系の中に人間的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自然言語生態系が内在的に存在すると捉えるのである。

### 3.2.4 人間的自然言語

その場合、このようにして形成された人間的自然言語は、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。社会的自然として、自然一般とは相対的には区別されるものの、そこにおける秩序は、根源的には人間が食物連鎖の末端をなした上で、特に植物を食料として生産する形で食物連鎖を、人間的自然固有の形態で実現し、維持生産するための人間間の協働を可能にするための秩序の形成、その形態のより広い社会的広がりをもった構造、システムの一形成に他ならない。そのような人間生態系の秩序形成は、食糧生産に伴う、気候、土壌、生物、などあらゆる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、人間同士の人間言語とともに、人間的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。

### 3.2.5 全自然生態系と全自然言語生態系の相互作用、相互交渉的過程

以上を、人間的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、典型的には、食物連鎖の上で自然生態系に内在する人間的自然生態系のあり方に即応して、自然言語生態系に内在する形で人間言語生態系が存在する。即ち、自然生態系の中に人間的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自然言語生態系が内在的に存在する。生態学のうち、言語生態学は、そのもとに内在的に人間的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、言語生態学は、全自然生態系の進化による新たな自然秩序の形成と、そのつどなされる情報、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。

## 3.3 二系成系構造の生成

### —自然生態系と自然言語生態系の共進化—

人間生態系の場合、人間生態系即ち社会は、人間同士の人間言語活動を媒介とする協働による食糧生産を通じた共同体の形成を通して実現、展開されてきた。これを言語と社会即ち、(人間)言語生態系と、人間生態系両者間の関係を基軸として見ると、言語の社会構成性と社会の言語構成性、即ち人間言語生態系と人間生態系の共進化によって各生態系が形成されて来た過程として捉えることができる。同様に自然生態系においては、自然言語生態系と自然生態系の両者間の関係を基軸として見ると、自然言語生態系の自然構成性と自然の自然言語構成性、即ち自然言語生態系と自然生態系の共進化によって各生態系が形成されて来た過程として捉えることができる。このように、成系構造は、人類誕生以降は自然・人間・言語三生態系間の相互交渉的關係の下にある三系列ものであるのに対して、それ以前は自然言語生態系と自然生態系の両生態系により相互交渉的に二系列によって形作られていった根本構造である。

## 4. 二系成系構造の生成過程の生態学的記述

### —地球と生命の共進化の展開相—

### 4.1 宇宙の起源と共に開始された二系成系構造の生成

#### —自然言語生態系即ち情報と、自然生態系即ち宇宙の秩序構造の共進化—

#### 4.1.1 宇宙の起源における情報生成

##### —物質と反物質における対称性の破れとしての情報生成—

宇宙は起源当時、高温・高密度で、光子の形をしたエネルギーが自律的に粒子・反粒子

などの対(つい)に変換していた。粒子と反粒子との対は、[1. 相互に衝突、2. 対(つい)消滅、3. 再び光子として再生]という物質とエネルギーの相互変換・相互生成の過程をなしていた。この際、光子の形をしたエネルギーが、粒子と反粒子つまり物質と反物質の対に変換するに当たり、反物質の粒子 10 億個に対して物質の粒子が 10 億プラス 1 個だけ生成されていた。即ち、物質と反物質が 10 億対でぶつかり消滅する。そのたびに、物質の粒子一個のみが後に残された。物質と反物質が同数で対称性を保持していた状態から対称性の破れが生じ始めたのである。

この対称性の破れは、元に戻ることはない不可逆過程をなし、その後の宇宙の秩序構造形成を通じて継承されて行く。ここに宇宙の起源における情報生成がなされ、それに伴い秩序構造が形成され始めたのである(ニコリス、G.・プリゴジン、P. (1993))。

#### 4.1.2 物質・生物に共通する対称性の破れを通じた情報生成

一定温度以上の鉄の破片は、磁氣的性質を持たない。これを臨界温度以下に冷やすと、磁化可能となる。相転移の例である。臨界温度以上では、鉄の破片を形作る物質は、等方向的である。特定の方向に固有の性質を持たない。ところが、臨界温度以下では、鉄を成す物質内の特定の領域で、空間がある方向を向いたベクトルの磁化が発生する。これによって、この物質は、異方向的となり、磁化を持たない状態のもとで存在していた回転対称性が破られたのである。

また、液体状態にある物質は、分子があらゆる方向に運動し、数億分の 1 センチ以上離れた他の分子を見分けることができない。それは、すべての点が同等の様な物質と見なすことができる。この系を少しずつ一様に冷やして行くと、(純粋な水であると)0度℃以下で、結晶格子即ち、物質の固体相が現れる。そこでは例えば密度は、空間のある方向沿いに一様ではない。液体を特徴づけていた並進対称性が破れているのである。

回転対称性、並進対称性、いずれも対称性の破れは、新しい性質の出現につながり、その物質を秩序あるものとして形成する。結晶格子の中では、分子は規則的に並んだ、立方体、性六角形プリズムの頂点に位置するなど、規則的な秩序を形成しているのである。(ニコリス、G.・プリゴジン、P. (1993)同上 p 41)

生物の場合、タマホコリカビと呼ばれるアメーバは、単細胞アメーバ、集合体、変形体、多単細胞体、孢子という生活サイクルを形成している。単細胞アメーバは、多数集まって一つの集合体を作るとき、それぞれのアメーバが核となるアメーバに向かって放射状に流れ込む。中心に向かう流れは、アメーバの走化性によるもので、ある化学的誘引物質に向かって運動する性質をもつ。この走化性の原因となるのが、サイクリックAMPと呼ばれるもので、単細胞アメーバはサイクリックAMPを分泌するが、この物質の濃度勾配が、放射の中心に向かって、急に高まり、その方向に向かって運動がなされるとされる。この際、アメーバの集合密度分布が時間とともに一樣になるのではなく、ある部分のアメーバ集合密度分布が急激に高くなり集合体形成が成される。ここで集合密度分布の一樣性という対

称性が、不均一性に変わるという対称性の破れが形成され、それを契機として、これまで単細胞をなしていたアメーバが集合体という新たな秩序構造を形成する。そこには、一様だった濃度分布が、不均一性という急激な変化に移行する対称性の破れが情報となって、集合体形成という新たな秩序構造形成がもたらされるのである。 (「形態形成の論理モデル」『自己組織化』日本生物物理学会1987)。そこでは、濃度勾配がその組織に対して、個々の細胞に情報伝達する一種の座標系を提供し、それによって個々の細胞はそのパートナーに対する自分自身の位置を見分けられるようになるのである。即ち、化学物質の介在によって対称性の破れに至る転移(ニコリス、G.・プリゴジン、P. (1993) p 41)は情報生成の契機となっているのである。

#### 4.1.3 対称性の破れを契機とする情報生成を媒介として新たな秩序が形成

以上のケースで共通しているのは、対称性の破れが情報処理を可能とすること、すなわち対称性の破れを契機として形成される選択肢のうち、片方が情報として読み取られて選択がなされ、そのことによって新たな秩序構造が形成されていくのである。対称性の破れを契機とする情報生成を媒介として新たな秩序が形成されるのである(プリゴジン同上 p161)。このように対称性の破れは、「系内の異なった部分間、あるいは系とその環境との間、の内在的分化の現れである。この意味において、対称性の破れは、原始物質が凝縮して銀河を形成する場合や、最初の生物細胞の出現の場合の出来事において機能を果たした。いったんそのような分化が確立されると、未分化の媒質中では不可能であった諸過程がさらにスイッチ・オンされるのである(同上 p 87)」。ここには、後に述べる自然言語生態系を媒介として自然生態系の秩序が形成される過程が形成されているのである。

#### 4.1.4 物質と反物質の対称性の破れのあと

先に述べた物質と反物質が同数で対称性を保持していた状態からの宇宙の起源における対称性の破れのあと、物質の粒子一個、一個が、その後の宇宙を形作る物質の核をなし、その結果次のような形で銀河、星、太陽、地球、生命、人間が形作られることになった。即ちその後宇宙は急激に拡大してインフレーションの時代に入り、それに伴い、膨張した宇宙は当初の高温・高密度から次第に冷え始めた。高温・高密度が冷え始めるに伴い、光子の形をして存在するエネルギーがエネルギーを失い続け、その結果、エネルギーである光子から自律的に粒子及び反粒子の対が生成する過程が終了した。その時点で光子10億個当たり1個の通常物質の粒子が残され、反粒子は消滅した。もし反粒子が消滅せずそのまま姿を残したとすれば全ての粒子と反粒子つまり物質反物質は対称性をなしたまま、対消滅によって消えてしまい、膨張する宇宙の中に光だけが存在することになっていたのである。しかし実際は「対称性の破れを通じて差異が実現したのである。次第にこれら分化した粒子は、星や惑星や生物を形成する原料となり、今日の宇宙全体にわたる巨視的なスケールに到達したといえることができる。今日の宇宙ははるか昔の出来事の遺跡として見るこ



とができるのである(同上 p 50)」。

#### 4.1.5 確立された分化を引き継ぎ、以前不可能だった諸過程がさらにスイッチ・オンされる —情報の発生・秩序構造形成の一連の螺旋循環的過程—

現実には、このあと宇宙誕生 3 分後に、残った物質が陽子か中性子の何れかになったが、その際、陽子の数が中性子の数を上回り新たな対称性の破れを生じた。こうして生成された新たな情報が加えられ、数に偏りがあった陽子と中性子のうち同一の数の部分が結合して原子核を作る過程が始まり、38 万年後光子一個一個のエネルギーが減少し、温度 3000 度となったとき、陽子とヘリウム原子核が電子を捕獲し原子の誕生となった。

こうして誕生した原子が宇宙間物質を形作る過程でその分布は一様に広がり濃淡が形成された。一様性の形作る対称性が、更なる対称性の破れを生じ、更なる新たな情報が加えられたのである。その結果高密度の部分は重力が高いことから宇宙間物質を集め、それがさらに重力を強め次第に銀河を形成、その下で星、太陽、地球、生命、人間が形作られるダイナミックな宇宙の秩序構造形成が展開し始めたのである。

以上の情報の発生・秩序構造形成の一連の螺旋循環的過程、即ち

1. 対称性の破れ、2. 情報の発生、3. 秩序構造形成、
4. この秩序構造形成を引き継ぐ次の対称性の破れ、5. 新たな情報の発生、加重、
6. 新たな秩序構造形成、加重、
7. 更なる対称性の破れ、8. 更なる新たな情報の発生、加重、9. 更なる新たな秩序構造形成、加重、

を通じて、二系成系構造の生成が展開して行っている過程を如実に見て取ることが出来る。そこには、自然言語生態系即ち情報と、自然生態系即ち宇宙の秩序構造形成の共進化によって各生態系が形成されて来た過程を捉えることができる。

こうした宇宙の起源以来の二系成系構造生成、共進化の過程は、次のような地球生成以降の異なる様相を示す二系成系構造生成、共進化の過程へと引き継がれて行く。

## 4.2 太陽系における地球生成

銀河形成に続く星、太陽、地球、生命、人間が形作られるダイナミックな宇宙の秩序構造形成過程には、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、というサイクルの中で、元素つまり物質循環のサイクルが形成され、恒星の誕生と死に至る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誕生するに至った。

このような太陽系の下に地球は誕生した。「38 億年前」、その地球は、上記物質循環過程で形作られた水素、ヘリウム、リチウムなど軽い元素、酸素、窒素、炭素、鉄など重い元素を原料として、生命を生み出し、生命並びに人類進化を形成してきた。物質循環、それ

をなす星の生と死のサイクル、これらに基づく宇宙圏全体に広がる系が、現在の地上の自然生態系、その中の生命生態系である諸生物及び人間の生態系を形作るに至ったといえる。宇宙の当初以来のこれらエネルギーや物質の状況は、現在でも太陽の中心核で大量の物質がエネルギーに刻々と変換される形で存在している。太陽の中心核において、物質、即ち水素が、核融合によってヘリウムになる過程で、エネルギーに変換され、それが光の形で地上に注いでいる。そのエネルギーが全地球に広がる生命生態系及び人間生態系のエネルギー循環相をなし、さらにその中で、物質とエネルギーの人間・生物の生体内循環に繋がっている。「今、ここ」の生命生態系及び人間生態系のなす現実生態場を捉え返す契機のもとに、その「今、ここ」に在る「この私」を起点として現実生態場の自然史、即ち、現実生態場の問題を解明し、それを能動的に克服するために、現在を形作るに至った自然史的過程を辿るという窓から、宇宙の当初以来のこれらエネルギーや物質の状況の歴史的過程を遡及し還現する循環を辿って捉え返すと、そこには、現在の生命・人間生態系、そのもとにある個人、人間の原相(宇宙の起源)・展開相(エネルギー・物質循環、それをなす一つである星のサイクル)・現相(今、ここの生命・人間・「この私」)が開示されているといえる。

以下では、現在の人間・生命各生態系の生命維持上のライフラインを形作るエネルギー・物質循環が形成・展開して来た上記の過程を基礎として形作られた地球と生命の共進化の形成・展開過程を、以上と同様に、現実生態場を構成するに至った過程を明らかにするものとして再構成する。

### 4.3 初期地球における生命誕生条件の形成

46億年前に誕生した地球の初期の環境(—40億年前)は、以下のようなものである。超新星が爆発してできた太陽系の中に、宇宙塵が集積し、小惑星が形成されそれが成長して地球が誕生した。その地球に他の小惑星群・隕石が衝突し、そのエネルギーによって地球は高温のマグマ状態になった。同時に、地球に落下してきた隕石中に含まれる揮発性成分が原始大気を形成した。水蒸気と二酸化炭素と窒素である。このような地球に生命を誕生させるための条件としては以下が必要とされる：1 大量の小惑星、隕石落下によるいわゆる重爆が終了して、表面が低温になること 2 地殻が形成されること 3 海が存在すること 4 大気が存在すること 5 生命体と反応してDNA等を損傷する高エネルギーの宇宙線や太陽風から地球を遮蔽する地磁気(矢田浩(2005))の形成。

隕石の重爆撃は38億年前に終わった。地球最古の大陸は現在のグリーンランドのイスア、カナダのイエローナイフにその痕跡がのこされている40億年—38億年前のものである。これらの痕跡によりマグマオーシャンはこの時期には地表から消失し、小惑星、隕石重爆撃もおわって、地表は冷えていたと考えられる。落下してきた隕石中に含まれる揮発性成分中の水蒸気は冷やされ、水となって海が形成された。グリーンランドのイスアには礫岩、砂岩、頁岩や砂、泥が堆積、再堆積して出来るタービタイト性堆積物、と共に、海底火山で高温の溶岩が冷水と反応し表面が固まって出来る、楕円状の溶岩が平たい枕が重なった

形になった枕状溶岩が発見されており海洋の存在が確認されている。但し、小惑星、隕石重爆撃は1000万年に一度の割合で巨大なものが落下し、そのたびに全海洋が蒸発し、また再形成されることを繰り返し、定着していったと考えられている。大気は1980年代以降、地球への微惑星の衝突の際、地上の岩石から衝突の衝撃圧縮で高温化し、隕石由来の揮発成分を大気として遊離、これが蓄積されたものとされるようになっている(川上・東條2009)。但し生命誕生の条件としての大気とは言え、現在のような酸素4分の一組成のものになるのは20億年後の後世以降のことであり、当初はメタンとアンモニアガスから成っていた。宇宙線や太陽風から地球を遮蔽する地磁気は、宇宙、太陽系の他の惑星では0.0003%しか存在しないのに対して地球には32-40%もある鉄由来で形成された。マグマ状の地球表層では多量の鉄が岩石から分離し自重により地球中心部に沈んでゆく。これが鉄主体の金属液体の外核、その中心部には固体化した内核を形成した(矢田浩(2005))。液状の外核は、地球の自転により一定方向に回転して流れる。電気伝導性のある金属の液体が磁場の中を運動すると、発電機ができ、これが磁場を恒常化する。こうして地球全体が磁石になった。この地磁気が、生命体と反応してDNA等を損傷する高エネルギーの宇宙線や太陽風から地球を遮蔽する地磁気を形作ったのである。これが地球上の生命誕生、進化を可能にした。

#### 4.4 生命の誕生：化学進化段階

以上のような条件が与えられたとは言え、無機物しか存在しない地球に生命体が生成されるには、無機物と生命体をつなぐ前駆物質の生成段階を要した(大谷・掛川2005)。簡単な分子から、RNA、DNA、タンパク質と次第に複雑な分子への過程、即ち化学進化の諸段階である。これには数千万年から数億年単位が必要だったとされる。化学進化を生命誕生への架け橋として最初に捉えたのは次のような化学進化の三段階の仮説(オパーリン1924・ホールデン1930も類説)である：第一段階—大気中のメタンとアンモニアの反応によりアンモニア中の窒素化合物(アミノ酸、核酸など)の合成、第二段階—アミノ酸の合体による核酸、タンパク質の合成物が海洋に溜まる、第三段階—核酸、タンパク質の集合体が外界から隔離され、細胞に近いものが形成され外界と物質代謝を開始する。

この仮説の第一段階のアミノ酸を複数、また糖質等と同時に生成することに成功したのが30年後のユリー・ミラーの実験(1953年)である。化学進化の仮説の第一段階の成分—メタンとアンモニアガスを満たしたフラスコに水蒸気を送り込み、中の電極に火花放電して、両成分の反応による生体有機分子の生成を試み、アミノ酸30%の他、糖質、核酸塩基、カルボン酸などの生体関連物質を得た。化学進化のうち、上記第一、第二段階のアミノ酸重合によるタンパク質生成と核酸塩基と糖の結合したヌクレオシドとリン酸の結合による核酸生成という骨格部分が再現可能とされたのである。原始大気に含まれたと当時は考えられていたメタンとアンモニアガスを素材とし、頻発したと考えられる雷と同様の放電によって生命体の基幹成分であるアミノ酸はもとよりDNAのベースをなす核酸が、無機物だけから創出できることが示されたのである。1980年代になって地球の原始大気成分が水蒸気、

二酸化炭素、窒素主体とされるようになり、メタンとアンモニアガスを素材としたことは修正を要するが、生体の素材部分は地球外で合成され、隕石、彗星、星間塵により地球に運び込まれたとされるに至っている(石川他2004)。

#### 4. 5 生命の誕生：生命進化段階

本論の目的は、現在の人間的自然を含む自然史体系を構成するに至ったエネルギーと物質、その起源、生成過程、それを現在の自然生態系のエネルギー・物質循環体系、並びに「この私」、現存生物の生体内循環を形作るに至った過程を捉える視点から再構成するものである。具体的には、前稿で辿った、現実生態場を形作る人間・生命各生態系の生命維持上のライフラインを形作るエネルギー循環、即ち人間にとっては食糧、生物の育成・生産によって飢餓からの解放のベース成分をなすもの、及び物質循環－炭素・窒素・水素・酸素・水循環－が現実生態場を形成・展開するに至った過程の再構成を踏まえ、大地と人間・生命生態系、即ち地球と生命の共進化の過程を、同様に現実生態場を構成・展開するに至った過程を明らかにするものとして再構成するものである。地球と生命の共進化の過程、そのうちの生命誕生の過程を辿るにあたっても、現在の自然生態系のエネルギー・物質循環体系の基礎が、幾多の課題を乗り越えて生命誕生を可能にするいかなる過程を経て実現されてきたかを、以下にその解明過程を辿ることで再構成する。

##### 4. 5. 1 生命誕生のためのエネルギー源の形成(1)：深海のアルカリ熱水孔の媒介

ユーリー・ミラーの成果は生命誕生に関わる、仮説を超えた再現可能性を現実化したエネルギー面の課題を負っていた。化学進化を推進するエネルギー源として採用された放電によるアミノ酸生成能力では、アミノ酸重合によるタンパク質生成と核酸塩基と糖の結合したヌクレオシドとリン酸の結合による核酸生成という化学進化第二段階が、単発的にはあり得ても安定的な供給は困難で、地球外から降り注ぐ比較的アミノ酸生産能力の高い宇宙線にも注目されたが、それでも生産量が不十分な上、放電と共に高温に成り過ぎ有機物が分解してしまうことが課題であった(矢田浩(2005))。

これらの課題を克服して生命誕生にかかわる化学進化総体を安定的に進めることを示し(1980年代以降諸説、Lane,N.(2009))、現実にも現在の生態系(大平洋中央海嶺)に類似した生存形式の生物が存在していることが21世紀に発見されているのが、深海のアルカリ熱水孔を生命誕生条件を具えた場所とする考えである。生命の進化系統図を遡って最も始源的な生物ほど耐熱性が高く高温を好むことが、とくに21世紀初頭以降の生物の遺伝子解析の急速な進展によって明らかにされている。この超好熱性の古細菌は、二酸化炭素と水素からメタンを生産し、その反応からエネルギーを得て棲息している。通常、水素が、例えば水のように、強固に結合して分子となっている場合は、その分子から水素を抜き取り、二酸化炭素と結合するのにエネルギーがいる。ところが熱水孔付近では水素はガス状で供給され、付近に多数存在する多孔質の鉱物が生物の細胞の機能を果たし、生成物を濃縮して

反応し易くなっている。多孔質の鉱物がその促進に必須の触媒をなし、どの原材料も継続的に供給されて十分に混じり合い、化学進化総体を安定的に進めるのである。この際、水素と二酸化炭素の反応の直接の引き金を引くエネルギー源となるのが、熱水孔に存在する炭素や硫黄が反応し易くなった状態である高い反応性の元素活性体、フリーラジカルである。これが、初期の生命進化に中心的役割を果たす(ド・デデューブ)とされてきたアセチルチオエステル(酢酸と硫黄の化合物)を生成する。二酸化炭素がこれと反応すると、より複雑な有機分子生成が起き、同時にエネルギーを生成しピルビン酸分子を生成する。これが生命代謝を司り、エネルギー通貨であるATP(アデノシン三リン酸)を生産するクレブス回路の端緒物質でありこれが回路を回転させるのである(レーン2010)。

1980年代以降原始大気の主成分とされている水素と二酸化炭素両者の反応に、放電や宇宙線などのエネルギーを要しないのである。そればかりか、メタンを生産し、その反応からエネルギーを得て他のアミノ酸生成などの有機反応のためのエネルギー源を確保できるのである。

#### 4.5.2 生命誕生のためのエネルギー源の形成(2)：鉄の媒介

通常の認識では結びつかない鉄は生命活動のエネルギーを生み出す(矢田浩(2005))。生命の単位である細胞がただ生きているだけでもエネルギーは消費される。細胞内で外よりカリウムイオン濃度を高く保つため自然のままでは均一化してしまうところをエネルギーを使用して維持している。DNAなど生体構成物質形成もエネルギーなしには不可能である。このエネルギー生産を鉄が媒介する。

最初の生命は深海のアルカリ熱水孔に存在する鉄を含む鉱物表面の化学反応からエネルギーを得て生体構成物質を生成したとする仮説(Wächtershäuser, G. (1992))以来、生命誕生に鉄の媒介が大きな役割を果たしたことが多様なかたちで指摘されている。深海のアルカリ熱水孔に存在する硫化鉄が硫化水素と反応し、黄鉄鉱と水素になる過程で大きなエネルギーが生成される。硫化鉄の表面は+に帯電しており、二酸化炭素が海水に溶けて出来たマイナスイオン(炭酸水素イオン)を引きつけ、これが上の反応からエネルギーと水素を受け取り、炭酸水素化合物などの有機化合物を生成する。これが黄鉄鉱の表面に膜状の原始生命を誕生させたと言われる(同上、及び矢田同上)。原始の海には多量の鉄イオンが溶けており、紫外線が二価の鉄イオンを三価に酸化し不溶化してこれが海底に沈殿し、海底の鉄・硫黄鉱物表面で還元され二価に戻る「鉄の輪」(Lovly, D. (2000))が、生命誕生以前から形成されていた。この反応には水素ガスの供給が必要であるが、深海のアルカリ熱水孔ではこれが噴出している。こうして鉄と水素の「鉄の輪」サイクルによってエネルギーを得ることで最初の生命が誕生したとされる。

#### 4.6 地球と生命の共進化

：生命誕生と共に、情報上も生態系上も変化した宇宙、地球環境

#### 4.6.1 生命と環境の共創発的相互作用 ENACTION イナクション

以上のような生命誕生(38億年前)は原始地球から供給された諸成分によって生み出され進化が展開していったという点で、地球から生命に向かう影響は一目瞭然である。しかし、ここで他の化合物等の無機物が生成されたのと生命の生成には、宇宙史開始以来ある点で最大の違いが発生している。物質の乱雑度の指標となる熱力学的物理量であるエントロピーは、宇宙史開始以来増加してゆくとされているのに対して、生命体、その秩序構造形成過程はこの宇宙サイズの増加傾向に反して、エントロピーの縮小を実現してゆくものであり、これが生命の本質—負のエントロピーの生成—であるとされる(Schrödinger, E(1944)以来多数)。即ち生命誕生を境として、宇宙は以前と異なる新たな秩序構造システムを生みだし始めたのである。

ここで注目すべき点は、新たな秩序構造システムの創造は、それに留まらず、新たな情報システムの創造を引き起こすという点である。新たな秩序構造システムの創造の生命体の例として、先に見たアメーバの例を想起してみよう。何かをきっかけにアメーバの集合密度分布が急激に高くなり集合体という新たな秩序構造が形成される。ここで集合密度分布の一様性という対称性が不均一性が変わるという「対称性の破れ」が形成され、それを契機として、これまで単細胞をなしていたアメーバが集合体即ち秩序構造を形成する。そこには、一様だった濃度分布が、不均一性という急激な変化に移行する対称性の破れが情報となって、集合体形成という新たな秩序構造形成がもたらされ、その下で濃度勾配がその組織に対して、個々の細胞に情報伝達する一種の座標系を提供し、それによって個々の細胞はそのパートナーに対する自分自身の位置を見分けられるようになる。即ち、化学物質の介在によって対称性の破れに至る転移は情報生成の契機となっている。新たな秩序構造システムの創造が、それに留まらず、新たな情報システムの創造を引き起こす情報の発生・秩序構造形成の一連の螺旋循環的過程の一端である。

ここで以下の点に注目すると、新たな秩序構造システムの創造が、新たな情報システムの創造を引き起こすという点がべつの面から明らかとなる。即ち、上に述べたような宇宙におけるエントロピーの増大とは熱力学的に捉えられた乱雑度の増大化を示すものである。エントロピーは、熱力学量エントロピーと、情報科学エントロピーの両面を持っている。乱雑の度合いを示す 熱力学量エントロピーと、情報量の度合いを示す情報科学エントロピーの間には次のような関係がある。たとえば、1立方センチメートルの中に、熱せられた気体の分子が詰まっているとする。それぞれの分子は、四方八方に向かって運動し、互いにぶつかり合うと同時にまた別方向に移動していく。この場合、乱雑の度合いは高く、熱力学的エントロピーは大きい。このとき、一つ一つの分子の持つ情報量は、実は少ない、即ち情報科学的エントロピーである情報量は少ないのである。例えば各分子の位置情報、運動していることに由来するベクトル情報、は、ランダムに動き回っているため特定の値を明示することすることができない。この系はこれらに関する情報は持っていないのである。従って、上に述べたような宇宙におけるエントロピーの増大とは熱力学的に捉えられ

た乱雑度の増大化を指すものであり、情報量の度合いを示す情報科学エントロピー上は、生命体、その秩序構造形成過程はこの宇宙サイズの傾向に反して、情報量の増大を実現してゆくものである。そして情報量の増大を実現してゆくのを支えるものが、新たな情報システム、新たな情報構造の創造である。アメーバの例で言えば、濃度勾配がその組織に対して、個々の細胞に情報伝達する一種の座標系を提供し、それによって個々の細胞はそのパートナーに対する自分自身の位置を見分けられるようになる、即ち、新たに位置情報が加えられるのである。より詳細には、次節で見る、生物の進化が示す秩序構造形成の複雑化における情報が貯蔵・伝達・翻訳される方法における大きな変化それぞれにおいて情報量は増大してゆく(岡崎2008併照のこと)。

#### 4.6.2 言語生態学の視点から捉え返した地球と生命の共進化

以上のように、生命の誕生を境として、自然生態系の乱雑度物理量と共に情報量は新たな生成構造を形成し始めたのである。見方を換えて言えば、地球、あるいは地球もその一部である宇宙が、生命にその誕生を促した点で影響を与え、進化させ始めると同時に、他方生命もまた地球、宇宙に影響を与え、その生成構造、情報構造を新たな形で進化させ始めたのである。

典型的には、これまで生命誕生以後3億年後(35億年前)に始まるシアノバクテリアにより酸素が生成されるようになって、それまで二酸化炭素、水蒸気(従って水素も)、窒素主体で還元性であった原始大気は、酸素比率の高い酸化性に変化し、地球環境は大きく変化していった点が地球と生命の共進化として指摘されて来た。言語生態学の視点から捉え返すことで新たに、これに、自然言語生態系即ち情報と、自然生態系即ち宇宙の秩序構造の共進化の面から新たな光を当て、地球と生命の共進化が、秩序構造システムと情報システムの共進化であり、生命誕生と共に宇宙サイズで宇宙、地球環境が、情報上も生態系上も変化し始めたことを以て開始されたと捉えることが出来る。

生命誕生と共に開始されたこのような生命と環境の間の相互作用は、共創発的相互作用 ENACTION イナクション—(Luisi.P. (2006))、即ち互いに創発を誘発する形で相互作用が、情報上、生態系上生成されてゆく過程として捉えることが出来る。生命誕生と共に開始されたこのような共創発的相互作用 ENACTION イナクション—の過程は、次のような生命誕生以降の自然生態系・自然言語生態系の共進化の過程としてその詳細を見ることができる。

### 5. 生命誕生以降の自然生態系・自然言語生態系の共進化

#### —生命全史を通じた生命・情報の共進化—

生物の進化は、情報が貯蔵・伝達・翻訳される方法における次のような大きな変化に依存していたとされる(Maynard,Smith,J.,Szathmary,E.(1999))。

1. 「複製する分子」から「区画に囲まれた分子集団」へ 2. 「独立の複製体」から染色体へ 3. 「遺伝子・酵素としてのDNA」から「DNAとタンパク質」へ 4. 原核細胞

から真核細胞へ5. 「無性的クローン」から「有性生物集団」へ6. 原生生物から「動物・植物・菌類」へ7. 「孤独性の個体」からコロニーへ8. 「霊長類社会」から「人類の社会・言語の起源」へ

詳細は次の機会に委ねるが、ここには生命全史を通じた生命・情報の共進化の形で生命誕生以降の自然生態系・自然言語生態系の共進化を見ることが出来る。即ち互いに創発を誘発する形で相互作用が、情報上、生態系上生成されてゆく共創発的相互作用イナクションの過程を捉えることが出来る。

## 6. 結語

本論は、言語生態学と相互一体的になすものとしての人間生態学の構築の前稿のステップを次に進めるものとして、人間生態系前史としての自然生態系と自然言語生態系の二系成系構造生成過程を生態学的に再構成し考察した。具体的には、前稿で辿った、現実生態場を形作る人間・生命各生態系の生命維持上のライフラインを形作るエネルギー循環、及び物質循環が現実生態場を形成・展開するに至った過程の再構成を踏まえ、地球と生命の共進化の過程を、同様に現実生態場を構成・展開するに至った過程を明らかにするものとして再構成した。

今後の課題として、生命全史を通じた生命・情報の共進化の形で生命誕生以降の自然生態系・自然言語生態系の共進化の詳細を媒介とする人間生態系前史としての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本格的展開の再構成が求められる。

### 【参考文献】

- 石川統・山岸明彦・河野重行・渡辺雄一郎・大島泰郎(2004)『シリーズ細胞進化学3 化学進化・細胞進化』岩波書店
- 大谷栄治・掛川武(2005)『地球・生命—その起源と進化—』共立出版
- 岡崎敏雄 (2007) 「情報生態学原論」『筑波応用言語学研究』14, 1-14.
- (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 1-266
- 川上紳一(2000)『生命と地球の共進化』日本放送出版協会
- 川上紳一・東條文治 (2009)『最新地球史がよく分かる本』秀和システム
- 北森俊行・北村新三(1996)『自己組織化の科学』オーム社
- 塚本勝己(2006)『海と生命—「海の生命観を求めて」—』東海大学出版会
- ニコリス、G.・プリゴジン、P. (1993)『複雑性の探求』安孫子誠也・北原和夫訳 みすず書房
- マトゥラーナ、H.・ヴァレラ、F.(1991)『オートポイエーシス』河本英夫訳 国文社
- 矢田浩(2005)『鉄理論＝地球と生命の奇跡』講談社
- Fortey,R.(1997) Life: Unauthorized Biography. HarperCollins Publishers Ltd.
- Knoll,A. (2003) Life on a Young Planet: the First Three billions Years of Evolution on Earth.



- Princeton University Press.
- Lane,N.(2009) Life Ascending: the Ten Great Inventions of Evolution. Profile Books Ltd.
- Lovly,D. (2000) Environmental Microbe-Metal Interactions. ASM Press.
- Luisi,P. (2006) The Emergence of Life From Chemical Origins To Synthetic Biology.  
Cambridge University Press
- Martin,J. (1992) Primary Productivity of Biochemical and Biochemical Cycles in the Sea.  
Prenum Press.
- Maynard,Smith,J.,Szathmary,E.(1999) The Origins of Life: From the Birth of Life to the  
Origin of Language. Oxford University Press.
- Nicolis,G.,Prigogine,I.(1989) Exploring Complexity .R.Piper GmbH&Co.
- Schrödinger,E(1944)What is life? Cambridge University Press
- Wächtershäuser,G. (1992) Progressive Biophysical Molecular Biology.