

## 自然言語生態学 : 自然言語の、生命個体発生過程 との相即的相互形成過程(2)

著者	岡崎 敏雄
雑誌名	日本語と日本文学
号	57
ページ	L27-L44
発行年	2014-11-30
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00125846">http://hdl.handle.net/2241/00125846</a>

じて進化し、自然史を生成する。自然実体の相互作用を媒介することによって自然の必須部分を形作るものが、実体の各レベルに応じた物質言語・生命言語・人間言語それぞれの固有形態を持って生成される言語である。

②自然諸活動、人間的自然諸活動はいずれも、自然言語諸活動によって媒介され、三者が相即的相互形成的に生成される。自然言語の存在なくして自然、人間的な自然いずれも存在することができない。一言でいえば、言語なくして自然はない。

③自然史、人間的な自然史はいずれも、自然言語によって媒介され、相即的相互形成的に生成される。逆に自然言語は自然史、人間的な自然史と相即的相互形成的に生成される。自然言語の存在なくして自然史、人間的な自然史いずれも存在しない。

## (2) 基本的捉え方2—言語生態学・自然言語生態学・パラダイムフレームワークの学としての生態学—

①言語生態学は、言語活動事象を、自然史に一貫し自然生態系に普遍的に存在するものとして捉え返す。その上でそれらの事象を自然言語事象、人間的な自然言語事象の固有相を持ちつつも、自然史に一貫し、(人間的な自然生態系を含む)自然生態系に普遍的存在事象として捉える言語学である。

②このうち、自然言語事象に焦点を置き、物質レベル・生命レベルの自然諸活動と自然言語諸活動との間の相即的相互形成的事象を解明する学が自然言語生態学である。

③自然諸活動と自然言語諸活動との間の相即的相互形成的事象を解明する学としての自然言語生態学は、言語生態学固有内容を起点としつつも、同時にそれを核として、これまでの細分化された個別自然科学の成果、並びに知見を統合的に捉え返し新たなパラダイム、すなわち普遍的な自然パラダイムの下に構築する枠組みParadigmatic frameworkの学、すなわちパラダイムフレームワークの学としての生態学として形成展開される。

## (3) 基本的捉え方3—情報・自然実体・自然実体間の相互作用と対話—

①言語生態学において自然情報を論ずる場合、情報はそれを担う自然実体相互間において形成される相互作用およびそれに応じて形成される関係づくりを媒介するものとして規定される。

②自然言語生態学の視点から、第一に、自然実体は他の自然実体との相互作用を担うにあたり、自然実体間の対話を媒介とする。第二に、自然実体間の相互作用を基礎として形成展開される生命活動は、自然実体間の対話を媒介として生成される自然言語活動と相即的相互形成的に生成される。第三に、自然活動をにう自然実体は、相互作用することを通じて自然活動を可能とし、自然実体間のコミュニケーションがこの相互作用を実現する。

③生態学においては、このように自然実体間の相互作用を基礎として自然は対話するものとして規定される。例えば、生命個体実体とそれを取り巻く生態環境実体間の相互作用に基づく対話、細胞実体間の相互作用に基づく対話、蛋白質実体間の相互作用に基づく対話がある。

#### (4) 基本的捉え方 4

##### —生体内外生態系・生命諸活動を媒介するコミュニケーション基幹回路—

①本論の基づく生態学においては、生体外に広がる生態環境を成す生体外生態系と、生体内生態環境各レベルを、両者を一貫する包括的な生体内外生態系endo-exobody ecology systemとして捉える。

②生体外生態系における環境変化に対して、生体内生態系の自然実体の中心をなす細胞による細胞応答を基礎として開かれる、生命諸活動を媒介するコミュニケーション基幹回路を、生体内外両生態系における諸関係を媒介して統括的に形成する自然言語活動の基幹過程、自然言語生態系基幹コミュニケーション回路として規定する。

#### (5) 基本的捉え方 5—自然言語活動の実体、形態、機能・生命レベルの自然言語—

①自然言語生態学においては、この基幹回路を成すものである自然言語諸活動について、生命諸活動の各レベルの、第一に、生命実体、例えば細胞、タンパク質分子粒子、ゲノム、エピゲノムなど、第二に、それらが生命活動を担う媒介として形成されるコミュニケーション、およびそれを担う自然言語実体、場合によってその形態、第三に、それに即応する自然言語機能を、明示的に捉え返す。

②生命活動レベルの実体が相互作用することによって、生命体が組織され生命諸活動が生成される。この実体間の生命活動上の対話、並びにコミュニケーションを通じて生成され実体間相互作用を媒介する自然情報が生命レベルの自然言語である。

#### (6) 基本的捉え方 6—自然と自然言語の相即的相互形成的生成—

自然言語生態学においては、生命レベルを対象とする場合、生命活動諸相の形成・維持・展開のそれぞれに対して相即的相互形成的になされる自然言語活動による媒介相を明らかにする。これを通じて、生体内外自然生態系との間で、相即的相互形成的に形作られる自然言語生態系の形成過程が明らかにされる。

一般に、自然と自然言語は相即的相互形成的に生成される。言い換えれば自然生態系と自然言語生態系は、相即的相互形成的に生成される。それは自然のいかなるレベルにおいても同様である。物質レベルにおける自然活動は、同レベルにおける自然言語活動によって媒介され、両活動は、相即的相互形成的に生成される。生命レベルにおける生命活動は、生命レベルの自然言語活動によって媒介され、両者もまた相即的相互形成的に生成される。同様に、人間レベルにおける人間的な自然活動、即ち人間社会活動は、人間的な自然言語即ち人間言語活動によって媒介され、両活動は、相即的相互形成的に生成される。

#### (7) 基本的捉え方 7

##### —自然のwellbeingと自然言語のwellbeingの相即的相互形成的生成—

この結果、同様に一般に、自然のwellbeing（あり方の良さ）は自然言語のwellbeingと相即的相互形成的に生み出される。物質レベル・生命レベル・人間レベル何れのwellbeingも自然言語のwellbeingと相即的相互形成的に生み出される<sup>1</sup>。

これらによって生み出される一つの帰結は、自然と自然言語のいずれかの不全は、互いに他方の不全を引き起こすことである。典型的には、人間社会の不全として、例えば

民族間対立は、あるいは異文化間対立は、相互間の言語的コミュニケーション上の不全を引き起こし、逆も同様に不全を引き起こす。生命活動上の不全は、例えば細胞間相互作用上の不全は、細胞間あるいはそれを支えるタンパク質分子粒子実体相互間の自然言語コミュニケーション上の不全を引き起こし、逆も同様に不全を引き起こす。生命活動上の不全、例えば様々な疾患、がんなどの発症は、自然言語コミュニケーション回路及びそれを構成するタンパク質分子粒子実体、あるいはそれによって構成される因子を形作る生命活動上の自然言語活動の不全によるものであることがきわめて多く、逆も同様である。

これを逆から見ると、人間社会の保全即ち、あり方の良さは、人間言語コミュニケーション上の保全即ちあり方の良さの実現によって可能となりまた逆も同様である。同様に生命活動上の不全の解消つまり保全によるあり方の良さの実現は、生命レベル自然言語コミュニケーション上の保全即ちあり方の良さの実現によって可能となりまた逆も同様である。具体的には自然言語コミュニケーション回路を構成する細胞、タンパク質分子粒子実体、それによって構成される因子の活動や機能の保全実現によって可能となり、また逆も同様である。

この、自然言語生態学の眼目の即ち生命活動諸相の形成・維持・展開のそれぞれに対して相即的相互形成的になされる自然言語活動による媒介相を明らかにすること、これを通じて、生体内外自然生態系との間で、相即的相互形成的に形作られる自然言語生態系の形成過程が明らかにされることによって、以下の諸点が可能とされる。

1. 生命諸活動を、本来生体内外生態系と生体内生態系を貫いて統合的に展開されている生命諸活動を、レベル別に分け、分野別に細分化して精緻に分析することで分野、下位区分別に形成されてきている個別諸科学の知見を、内外及びそれぞれの各レベルの生態系を一貫する総体のパースペクティブのもとに捉え返す。

2. 上記のパースペクティブを形成する基礎をなすものとして、一方の、生体外外部環境の変動と、それに対する生体内生態環境各レベルに存在する細胞、タンパク質分子・粒子の各実体の細胞応答・分子応答を基軸としてなされる生体内外生態系を貫くコミュニケーション過程とそれを形作る各自然言語活動と、他方の、生体内外生態系に亘る上に述べた細胞・タンパク質分子・粒子実体による各生命活動の、両者それぞれの相即的相互形成的生成過程を捉え返す。

## (8) 基本的捉え方 8

—自然生態系と自然言語生態系、自然活動と自然言語活動の相即的相互形成的過程を把握する学としての自然言語生態学—

上記 1. 2. の二点を通じてさらに以下が可能となる。

1. これまで生命個別科学により、明示的に捉えられることの少なかった「生命活動各相に内在的にまた相即的に相互形成される必須部分としての生命レベル自然言語活動」をそのような特性をもつ活動として明示的に把握する。典型的には、生命個体発生の過程において、細胞間相互作用とそれに呼応してなされるモルフォゲン(形態形成素)

など、形態形成因子間の情報伝達を介した生命各レベルの実体間のコミュニケーションの緊密な相、とりわけタイミング、場所、大きさ共に厳密に整序されたその緊密な相を、細胞間相互作用に基づく個体生命発生の、展開によっては、寸分、一瞬の不全であつても奇形や死亡につながる精緻な形成展開相と相即的相互形成的に把握することが、個体生命発生の形成展開相を可能にする条件をより明示的に把握する基礎となるという認識および諸学におけるその適用に資することができる。また、個体生命発生に関わるこの認識のみでなく、ゲノム情報の発現において、エピジェネティクス各因子が、タイミング、場所共に整序されたこれらの各因子実体間のコミュニケーションの緊密相を把握することによって、不全の発現による成人病、がんの発症をも制御する可能方略をより明示的に把握する基礎となるなど、生命活動各ジャンルに関する認識および諸学におけるその適用に資することができる。

2. 言語学の対象事象が人間言語に特化され限定されてきた結果、(わずかに記号学や、生命科学におけるオートポイエーシスにおいてのみ注目されるに止まり、) 学の対象として明示的に捉えられることの少なかった自然言語活動を、上記のようなものとして捉え返すことによって、言語学が、自然事象を対象とする諸学に資する上でも意義を持つ学として定立され、新たに人間的な自然を含む自然に普遍的に存在するものとしての人間言語並びに自然言語によってなる言語総体を対象事象とする学として確立される。具体的には、自然言語事象を対象とする言語学は、内外、各レベルの生体内外生態系を一貫した総体のパースペクティブのもとに捉え、同時に、自然生態系と自然言語生態系、並びにそのもとになされる生命活動と、自然言語活動の相即的相互形成的過程を第一義的に重視する学である自然言語生態学として形成、展開される。

## (9) 基本的捉え方9

### 一自然言語生態学の主体・自然の自己実現および自己認識の過程としての自然言語生態学・視一視相全自然史の過程一

自然言語生態学を通じて、自然及びそれと相即的に相互形成されていく自然言語の全体相を捉え返し明らかにしていく主体、すなわち自然言語生態学における学の主体は、言うまでもなく人間である。その場合自然及び自然言語を学の対象とする主体としての人間は人間的な自然かつ歴史的な自然としての人間として規定される。

人間的な自然とは自然生態系を人間という固有の形態を以て形作る自然である。歴史的な自然とは21世紀現在に存在するものでありながらそれに先立つ137億年前からの宇宙の起源以降の物質、生命、人類それぞれの進化の過程すなわち、自然史のすべてを凝縮し現在化して負う自然史的存在としての自然である。

このような自然としての人間は、第一に、自然生態系の一端を形作ると同時に、自然史のひとつまひとつを創造し、形作ってゆく主体である。第二に、137億年を経て形成、展開し、開示されてきた宇宙を凝縮して分有する主体であり、宇宙の凝縮的分身をなす主体である。第三に、総体としての自然が自己を実現し自己を認識して行く媒介として存在する主体である。すなわち総体としての自然が自己を凝縮して分有する自己の

内在的分身として位置づけ、そのような形によって総体としての自然の自己実現<sup>2</sup>と自己認識<sup>3</sup>を遂行してゆく主体<sup>4</sup>である。

このような主体によって遂行され形成される自然言語生態学の展開の過程は、自然の自己認識と自己実現の過程をなすものとして実現される。すなわち137億年前に「無」から出発した宇宙すなわち自然が、物質、生命、人類の各進化の過程の諸相を経て、21世紀の現在いかなる相を以て自己を実現しその、開示、形成され存在しているかを、自己を凝縮して分有する人間主体による認識を通じる形を以て、自己を認識する過程をなすものとして実現される。より特異的には、総体としての自然にとって自己を形作る相である自然言語と自然の相即的相互形成的に進行し存在する現在を明らかにする過程として実現される。同時にそれは、自然言語と自然の相即的相互形成的な現在の各相を、一相を視るにあたり、それを、その一相を実現するに至らしめた先行する自然史諸相を凝縮してそこにあるものとして捉え返して視ることを通じて明らかにする過程、視一相視全自然史の過程をなすものとして実現される。

本論は、以上を踏まえ、自然言語と生命個体発生過程の相即的相互形成過程のうち誘導作用と自然言語の相即的相形成過程および生命個体発生過程における自然言語実体の活動の枠組みについて考察する。以下、論究する対象事象に関わる、それ自体では自然言語学的分析を持たない個別自然科学における知見に示される対象事象のうち自然言語の活動に相当するものとして捉えられる事象部分に焦点を当て、第一に、それを自然言語の相として捉え返し、第二に、自然言語生態学の枠組みのもとに、第三に、明示的に、自然言語実体間の相互作用を基軸とする自然言語活動として分析し論述する。

### 3. 自然言語と生命個体発生過程の相即的相互形成過程 その一

#### 一誘導作用と自然言語の相即的相形成過程一

生命個体発生過程を促進する自然言語活動としての細胞間コミュニケーション<sup>5</sup> 生命個体発生過程を促進する根幹をなすものは、生命体を構成する細胞同士の相互作用である<sup>6</sup>。

ここで注目すべき点は、生命活動の自然実体である細胞同士の相互作用が、これらの細胞間で形成される細胞間コミュニケーションを通じて実現されることである<sup>7</sup>。言い換えれば生命活動をなす実体である細胞が、同時にその生命活動を支える細胞間コミュニケーション即ち、自然言語実体間のコミュニケーションを通じて形成される自然言語活動の実体を形作る自然言語実体でもあるという一個二重の関係を形成するという点である。

このように生命活動の自然実体である細胞が同時に自然言語実体としても存在し、生命個体発生という生命活動過程は、自然言語実体としての細胞が情報担体<sup>8</sup>を媒介として、自然言語活動を成す細胞間コミュニケーションを形成することを媒介として実現するものであるということが出来る。

情報担体細胞誘導因子：発信細胞から発信され、標的細胞によって受信される自然言語実体によるコミュニケーション 上記のように細胞間相互作用によって細胞群が他の細胞に働きかけるきっかけを作るのは、細胞群から放出される細胞誘導因子である。生命個体発生過程とは、当初一個の卵細胞だったものが受精卵を経て、複数の細胞となり、さらに卵割を重ねるごとに多くの細胞群からなる生命個体となり、個体内に組織を成し器官を形成して、総体としての生命個体が形作られていく過程である。この過程を促進するのが、形成されてくる細胞という自然実体が互いに働きかけ、相互作用を展開していく過程である。この自然実体相互間の相互作用を媒介するのが、情報担体である細胞誘導因子が発信細胞から発信され、標的細胞によって受信される自然言語実体によるコミュニケーションである。

「誘導因子にはいくつかの分子種がある。成長因子、サイトカイン、ホルモンなどとして知られている。成長因子は、いくつかのファミリーに分かれており、初期胚の前後軸にそったパターン形成や脳の領域化に関わる線維芽細胞増殖因子などがある（村井2008：38）」。

サイトカインとは、「細胞から放出され、とくに免疫反応発現や調節に関与する生理活性物質。多くはポリペプチド（同上：38）」である。このように情報担体である細胞誘導因子が同時にパターン形成、免疫反応などの、生命活動の担い手をも成しているのである。ここにも自然言語実体と生命活動を担う自然実体が一個二重の関係をなす相が見られる。

**自然言語活動のネットワークである細胞内情報伝達系** 情報担体として自然言語活動を担う細胞誘導因子は、その多くが発信細胞から標的細胞に到着するとその標的細胞の細胞膜に存在する（その因子の）受容体に結合する。受容体において細胞誘導因子は自然言語実体間相互作用の中核をなす自然言語活動のネットワークである細胞内情報伝達系を活性化し、特異的な遺伝子発現を誘導し、制御する。標的細胞がどのように細胞誘導因子に応答するかは、その標的細胞がどのような受容体を持っているかによるのである<sup>9</sup>。

**自然言語活動を手がかりとする生命個体発生** 細胞誘導因子それぞれは誘導以外の機能を合わせ持つが、誘導すなわち濃度の違いによって標的細胞に形態形成に関わる空間情報、位置情報を与えて複数の反応を引き起こす因子として機能する場合この因子をモルフォゲンと呼ぶ<sup>10</sup>。これが当該する局所的な産生源からの距離に応じてさまざまな強さの情報を標的細胞に伝え、標的細胞は、それらの情報の強さによって分化する<sup>11</sup>。

この分化の際に、発生過程の根底次元における自然言語活動と生命活動の相即的相互形成的過程が展開する。即ち標的細胞は、情報担体としての自然言語実体であるモルフォゲン、情報分子の濃度勾配の発信する自然言語情報の強さを指標として受容することによって、組織の中の位置に応じた適切な細胞の種類に分化する<sup>12</sup>。まさに文字どおり、自然言語活動を手がかりとして生命個体発生という生命活動のきわめて精妙な時間的空間的詳細の形成、展開が可能とされるのである。

**生命活動の基本単位としての細胞、同時に自然言語実体としての細胞** この例に端的

に示されるように、細胞は生命活動の基本単位として、生命個体発生の根底を担いそのもとで発生の運命が展開される誘導の過程を辿る。同時に他方、細胞は自然言語実体として互いの相互作用を通じてまた、下位の自然言語実体である細胞誘導因子であるさまざまな情報担体との連携を通じて形成するネットワークを通して自然言語活動を担い、生命個体発生の精緻をきわめる形成過程を実現していく。

**自然言語活動を担う細胞誘導因子実体と受容体との相互作用** このような細胞に呼応して自然言語活動を担う細胞誘導因子実体は、リガンドと呼ばれる誘導細胞から分泌される蛋白質分子である。この細胞誘導を成す蛋白質分子は、細胞内に直接拡散して細胞質の受容体と相互作用したり、細胞表面に存在する細胞膜を貫く膜貫通型受容体を媒介として作用することを通じて自然言語情報を伝達する自然言語活動を担う<sup>13</sup>。

細胞誘導を成す蛋白質分子が、細胞内に直接拡散することを通じて形作られる誘導情報が、一旦、受容体に結合すると、カスケード（階段状に流れ落ちる滝、の意味）と呼ばれる、自然情報伝達を担う一連の自然言語活動によって媒介される反応が進行する。こうして、さらに別の自然情報担体をなす自然言語実体である転写因子が他の蛋白質の活性を変化させ、最終的には遺伝子発現のパターンを制御する<sup>14</sup>。

**誘導情報の形成するコミュニケーション形式の三つのタイプ** 誘導情報の形成するコミュニケーション形式としては、内分泌情報、近傍分泌（別称パラ分泌）情報、隣接分泌情報形式の三つのタイプがある<sup>15</sup>。

内分泌情報のコミュニケーション形式では、いずれも自然言語実体である情報発信細胞と標的細胞が離れており、下位自然言語実体誘導情報分子は、例えば、血管を通して標的細胞に到達するホルモンが典型的である<sup>16</sup>。これに対して、近傍分泌情報コミュニケーション形式は、生命個体の初期発生において典型的であり、誘導的相互作用は局所的であり、情報の到達範囲は細胞数個の程度である<sup>17</sup>。このように特定の細胞で作られた分泌物が近傍細胞に作用するものが近傍分泌情報コミュニケーション形式である。さらに、隣接する細胞同士で作用するのが隣接分泌情報コミュニケーション形式である。また、場合によって一つの細胞で作られて分泌された物質が、自らの受容体を通じて自らの細胞に作用する自己分泌というコミュニケーション形式タイプもある<sup>18</sup>。

以上のような自然言語実体を成す蛋白質情報分子は上で触れたようにリガンドと呼ばれ、それぞれ標的細胞内でこの自然情報を受け取り、送り出す特異的な受容体に結合する。受容体はこれらさまざまな分子にリン酸化などの化学変化つまり修飾を施し、以降の自然情報ネットワークを通じた自然情報カスケードを経て、自然情報を下流に送り、最終的には遺伝子発現の変化をもたらす<sup>19</sup>。それぞれの自然情報分子は、対応する受容体と自然情報伝達系を持ち、別々の受容体から同一の自然情報伝達系につながる場合と、一つの受容体を起点として複数の自然情報伝達系に自然情報が伝達される場合がある。これら二つのような自然情報経路の交差する自然言語のコミュニケーション形式をクロストークとよんでいる<sup>20</sup>。

自然情報分子を実体として形成される自然言語による対話のなす自然情報伝達経路



自然情報分子を実体として形成される自然言語による対話のなす自然情報伝達経路は四つのパターンに分けられる（同上）。

1. 細胞内受容体型自然情報伝達経路：蛋白質情報分子リガンドが標的細胞表面の受容体の媒介なしに直接、標的細胞に入り、細胞の受容体と複合体を形成する<sup>21</sup>。
2. 酵素共役型自然情報伝達経路：蛋白質情報分子リガンドが標的細胞膜の受容体を媒介として、酵素がカップルをなす（＝共役する）多数の蛋白質分子の結合した自然情報カスケード下流にタンパク質リン酸化を伴う<sup>22</sup>。
3. G蛋白質結合型自然情報伝達経路：蛋白質情報分子リガンドが標的細胞膜の受容体を媒介として情報カスケード下流に自然情報を伝達し、その過程でG蛋白質、ホスホリパーゼCが関与する<sup>23</sup>。
4. 自然言語実体ヘッジホッグ型自然情報伝達経路：蛋白質情報分子リガンドが標的細胞膜の受容体を媒介として情報カスケード下流に自然情報を伝達し、その過程でG蛋白質、アデニル酸シクラーゼが関与する<sup>24</sup>。

第一のパターン、細胞内受容体型自然情報伝達経路ステロイドホルモン<sup>25</sup>を代表的リガンドとする自然情報伝達経路である。ステロイドホルモンは相手方自然言語実体である標的細胞の細胞膜に達すると直接細胞内部に入り細胞内にある受容体と結合し、細胞核に到達する。

細胞内受容体型情報伝達経路のパターンでは、このようにして細胞質の中で、自然情報発信細胞からの個別的な自然情報を担う自然言語実体であるたとえばステロイドホルモンという蛋白質情報分子リガンドが、標的細胞膜上ではなく、細胞内にある受容体と複合体を形成し、それが、（自身もまた自然言語実体である）標的細胞内に存在する、遺伝子を有することで生命個体全体にかかわる自然言語活動をなす自然言語実体である細胞核の中に入り、遺伝子情報の発現を制御する。発現を制御されたこのような遺伝子情報が、転写され翻訳されて、対応する生命活動を担う蛋白質の合成、それを基礎とした生命活動上の機能が形成、発動されるに至るのである。

第二のパターン、酵素共役型自然情報伝達経路は、上皮細胞増殖因子EGF<sup>26</sup>を代表例のリガンドとする情報伝達経路である。上皮細胞増殖因子は、（細胞膜の上にある受容体であり、自然情報変換を機能として持つそれ自体が自然言語実体である）チロシンキナーゼ型受容体にリガンドとして結合、これに別の自然言語実体チロシンキナーゼが働きかけ活性型チロシンキナーゼに変わる。その活性型チロシンキナーゼが蛋白質リン酸化を経て、受容体に自然情報伝達のための蛋白質情報分子の複合体が形成され、多数の蛋白質分子の結合した自然情報伝達系を通して伝えられたそれぞれの自然情報が対応する核の中に入り、遺伝子発現を制御する<sup>27</sup>。チロシンは、細胞でのタンパク質合成に使われる22のアミノ酸の一つで、必須アミノ酸である<sup>28</sup>。チロシンは、チロシンキナーゼと呼ばれる固有の酵素の作用でリン酸化<sup>29</sup>すなわちリン酸基による修飾、つまり化学変化を受け、酵素の機能や活性を変化させる役割を果たす。

第三のパターン、G蛋白質<sup>30</sup>結合型自然情報伝達経路は、繊維芽細胞FGF<sup>31</sup>、血小板由来

増殖因子PDGF<sup>32</sup>などを代表例のリガンドとする自然情報伝達経路である。自然言語実体G蛋白質は細胞で最も重要な自然情報伝達分子の一つであり、糖尿病、がんなどの一因はG蛋白質の機能不全による自然言語活動上の不全によるものとみることができる。

自然情報を担った自然言語実体をなすG蛋白質が細胞膜上にあるG蛋白質結合型受容体に結合すると、細胞内に存在していた別の自然言語実体のG蛋白質が受容体に働きかけ、これを活性型G蛋白質として活性化する。活性型G蛋白質がさらに別のところにある細胞膜上のアデニル酸シクラーゼに結合する。それに伴いアデノシン三リン酸ATP<sup>33,34</sup>がこれに働きかけ環状アデノシン一リン酸AMP (cAMP)<sup>35</sup>、を活性化させ、それが蛋白質リン酸化を経て核の中に入り、遺伝子発現を制御する<sup>36</sup>。

第四のパタン、G蛋白質結合型のもう一つの形態の代表例が**自然言語実体ヘッジホッグ型自然情報伝達経路**である。ヘッジホッグ型自然情報伝達経路は、自然言語実体であるヘッジホッグ（「ヤマアラシ」）と呼ばれるタンパク質を中核とする自然情報経路である。生命個体の受精卵形成以降の細胞分裂・相互作用過程である胚の発生では細胞は、この経路に基づいて位置情報<sup>37</sup>を獲得する。

ヘッジホッグがG蛋白質結合型1受容体に結合すると、細胞内に存在していたG蛋白質がこの受容体に働きかけ、活性型G蛋白質として活性化する。これがさらに別のところにある細胞膜上のホスホリパーゼC<sup>38</sup>に結合する<sup>39</sup>。ホスホリパーゼCは、主な基質であるホスファチジルイノシトール4,5-二リン酸 (phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate, PIP2)<sup>40</sup>を分解する。この反応により生じるPIP2低下は自然情報として働き細胞内で多様な反応を引き起こす<sup>41</sup>。その一つとして、PIP2部分がG蛋白質に働きかけイノシトール3リン酸IP3<sup>42</sup>を活性化させジアシルグリセロール<sup>43</sup>と共に、蛋白質リン酸化を経て核の中に入り、遺伝子発現を制御する<sup>44</sup>。

**生命個体発生過程における自然言語実体の活動の枠組み** 次に以上のパタンを踏まえ生命個体発生過程における自然言語実体の活動の枠組みを明らかにする。

**自然言語実体相互間のコミュニケーション過程を形作る自然情報伝達** 生命個体発生過程における自然言語実体相互間のコミュニケーション過程を形作る自然情報伝達は、次のように、個体外生環境や、細胞外生体内生環境に対する自然言語実体である細胞による応答の形作るシステムである。細胞応答の中核部分は、細胞の外からの環境情報に応じて、細胞核の中の遺伝子発現の末端を変えることにある。自然言語実体細胞に対して下位レベルに当たるもう一つの自然言語実体である情報担体情報分子の多くは、上で見たファーストメッセンジャー（細胞膜貫通型の受容体に結合するリガンド）と呼ばれる蛋白質分子である。これが「受容体の細胞外ドメインに結合すると、細胞質ドメインに構造変化が起こり、たとえばキナーゼのような酵素活性が遅れて現れてくる。これにより、情報分子は一連のキナーゼ活性として細胞内に広がり、最終的にそれまで眠っていた転写因子を活性化する」（トワイマン2005p93）。

細胞内の自然情報伝達の起点である受容体と、分泌蛋白質ファミリーを介する情報細胞に到達した自然情報をきっかけとした細胞内の自然情報伝達の起点は自然言語活動

実体としての受容体である。自然情報に関しては、生命個体発生過程において、自然情報として多く見られるのが上でも見たように、分泌蛋白質ファミリーを介する自然情報である<sup>45</sup>。これには成長因子、サイトカイン、ヘッジホッグのほかにも細胞増殖分化に関わる分泌蛋白質の一群 TGF-ベータスーパーファミリー蛋白質、Wnt（ウイント）蛋白質などがある。これらの自然情報担体分子は、受容体のリガンドとして機能する。

**分泌蛋白質ファミリーを介する情報** 分泌蛋白質ファミリーのうち第一をなす**成長因子**は、チロシンキナーゼ型受容体のリガンドとして機能する<sup>46</sup>。リガンドが結合すると、二量体（分子の塊二個の合わさった複合体）への変化が促進され、受容体に固有の自然言語実体である細胞質内チロシンキナーゼが活性化される。この活性化によって、受容体がリン酸化される。それに伴い細胞質内にある一群のキナーゼの連携によってもうひとつの自然言語実体である転写因子が活性化し、細胞核内の遺伝子発現が調節される。

分泌蛋白質ファミリーの第二である**サイトカイン**<sup>47</sup>は、細胞質キナーゼを結合した受容体に結合する。すると、二量体化が促進され、自然言語実体であるそのキナーゼが活性化され、さらにこの活性化によって、受容体がリン酸化され、細胞質内にある不活性の自然言語実体である一群の転写因子が、そのリン酸化部分に結合し、リン酸化される。リン酸化を受けることによって、その自然言語実体である転写因子は核に移行し、遺伝子が発現される。

蛋白質ファミリーの第三である細胞増殖分化に関わる分泌蛋白質の一群 TGF-ベータスーパーファミリー分泌蛋白質<sup>48</sup>は、発生過程で自然情報伝達分子として機能する。いずれも自然言語実体であるリガンドの結合によって、受容体の多量体化が促進され、受容体の（セリン／トレオニンという）キナーゼ活性が上昇する。受容体の下流に位置する主な標的は、自然言語実体である（SMADという）蛋白質である。これは、細胞核に移行し、自然言語実体である転写調節因子として機能する。

蛋白質ファミリー第四である**ヘッジホッグ**<sup>49</sup>（やWnt）の蛋白質は、形態形成物質として機能し、お互いに影響しあう情報伝達系を形成する。これを通じてショウジョウバエの胚の擬体節の境界で互いの発現を維持するのに機能する。

蛋白質ファミリー第五をなす、すでに詳しく見た**ステロイド関連分子**は、細胞膜を通過すると拡散してしまう。それらの受容体は細胞内に存在し、細胞膜の上に見られる受容体と異なる。自然言語実体であるリガンドの結合に伴い、二量体となり、次いで細胞核に移行し、自然言語実体である転写因子として働く。

**ファーストメッセンジャーとセカンドメッセンジャー** ファーストメッセンジャー、受容体に並ぶ生命個体発生過程における自然言語実体相互間のコミュニケーション過程を形作る情報伝達の枠組みの第三は、上で触れたように自然言語実体の一つとして、遠距離、広範囲にわたる自然情報のネットワークを担い標的細胞表面にやってくる自然情報分子であるリガンド、**ファーストメッセンジャー**に対して、この自然情報を引き継ぎ、受容体の違いに応じて情報変換されたあと、細胞質内で自然情報伝達に携わる自然

言語実体分子であるセカンドメッセンジャーがある。セカンドメッセンジャーは標的細胞に対して大きな生理的影響<sup>60</sup>を及ぼす。例えば、受精にあたって重要な小胞体からのカルシウムイオンの放出がある。これはさまざまな発生過程で働くセカンドメッセンジャーによって自然言語実体であるセカンドメッセンジャー依存性キナーゼが活性化されることによって発生する。

クロストーク ファーストメッセンジャー、受容体、セカンドメッセンジャーに並ぶ生命個体発生過程における自然言語実体相互間のコミュニケーション過程を形作る自然情報伝達の枠組みの第四は、自然情報伝達における先に一部触れたクロストークである。発信細胞からのメッセージが自然情報伝達を経て標的細胞によって細胞応答を受ける過程の途上を担うそれぞれの自然情報分子は、対応する受容体と自然情報伝達系を持ち、別々の受容体から同一の自然情報伝達系につながる場合と、一つの受容体を起点として複数の自然情報伝達系に自然情報が伝達される場合がある。これらのような自然情報経路の交差する自然言語のコミュニケーション形式がクロストークである。これによって、いくつかのルートのなす自然情報経路によって形作られる自然情報のネットワークがコントロールされるのである。

#### 4. 結語

本論は、前号でその骨格のみを見た自然言語生態学の前提とする基本的捉え方の全体像を明らかにした。その上で、それを踏まえて、生命活動諸相の形成・維持・展開のそれぞれに対して相即的相互形成的になされる自然言語活動による媒介相を明らかにした。また同時にこれを通じて、生体内外自然生態系との間で、相即的相互形成的に形作られる自然言語生態系の形成過程を明らかにする考察を示した。具体的には、前号の展開を踏まえ生命個体発生過程と自然言語の相即的相互形成過程のうち、誘導作用と自然言語両者の相即的相形成過程および生命個体発生過程における自然言語実体の活動の枠組みについて見た。

#### 注

1. ただし、より厳密には自然のwellbeing（あり方の良さ）と自然言語のwellbeingという場合、物質レベル・生命レベル・人間レベル何れのwellbeingもそのレベルの枠内で、一定の視角からして言うるwellbeingである。たとえば癌や病原菌は、その攻撃を受けると捉える例えば人間の視角からすればwellbeingを損なうものであるが、癌細胞や病原菌の側からすれば、また物質レベルでは必ずしもそうではない。これについては、別の機会に論じる。
2. 総体としての自然の自己実現は、総体としての自然が自己自身がこれこれこのような相をなして実現しているものとして認識する過程をも自己の実現の枢要部分として完遂することをも含んで自己実現として捉えられる。一言で言えば総体としての自然の自己実現はその自己認識をも含み込んで完遂するとされる。
3. 総体としての自然の自己認識は、総体としての自然が自己実現しているものとして認識する過程をも自己の認識の枢要部分として完遂することを含んで自己認識として捉えられる。一言で言えば総体としての自然の自己認識は自己実現するものとしての自己認識をも含み込んで完遂するとされる。
4. 根源的には、このような主体は自己自身が掛かる主体であることを自覚し、そのようなものとして自

己を実現していく主体である。すなわち自己を、上述の「第一に、自然生態系の一端を形作ると同時に、自然史のひとつまひとつを創造し、形作ってゆく主体であること、第二に、137億年を経て形成、展開し、開示されてきた宇宙を凝縮して分有する主体であり、宇宙の凝縮的分身をなす主体であること、第三に、総体としての自然が自己を実現し自己を認識して行く媒介として存在する主体であること、すなわち総体としての自然が自己を凝縮して分有する自己の内在的分身として位置づけ、そのような形によって総体としての自然の自己実現と自己認識を遂行してゆく主体である」ことを自覚し、そのようなものとして自己を実現していく主体である。

5. 上述のごとく、以降の文献・key term に関する用語辞典、用語サイトに示された知見（たとえば次に見る村井2008の知見）に基づく場合、言及されている対象事象のうち自然言語の活動に相当すると捉えられる事象部分に焦点を当て、第一に、それを自然言語の相として捉え返し、第二に、自然言語生態学の枠組みのもとに、第三に、明示的に、自然言語実体間の相互作用を基軸とする自然言語活動として分析し論述する。
6. 「(生命個体の：岡崎補遺) 発生過程は細胞間相互作用、つまりある細胞群が他の細胞群に働きかけることによって進行する」(村井2008：38)。
7. 「この働きかけは、細胞群から放出される誘導因子 (inducing factor) によって起こる。」(同上：38)。
8. 情報担体もまた下記の細胞誘導因子のような蛋白質分子などの自然言語実体である。
9. 「誘導因子は、通常、細胞膜に存在する受容体に結合し、細胞のシグナル伝達を活性化することによる、特異的な遺伝子発現を誘導あるいは抑制する。つまり、細胞誘導因子にどのように応答するかは、どのような受容体を持っているかによる。」(同上：38)。
10. 「誘導因子のうち、特に濃度の違いによって複数の反応引き起こすものをモルフォゲン (morphogen) と呼んでいる。」(同上：38)
11. 「局所的な場所から濃度勾配を持って広がるシグナル分子で、当該する局所的な産生源からの距離に応じてさまざまな強さの情報を標的細胞に伝える。」(同上：38)
12. 「標的細胞は、それらの情報の強さによって、組織内の位置に応じた適切な細胞種へ分化することができる。」(同上：38)
13. 「シグナルの実体は、リガンドと呼ばれ、誘導細胞から分泌される蛋白質あるいはそれ以外の分子である。誘導シグナル分子は、細胞内に直接拡散し、細胞質の受容体 (レセプターともいう) と相互作用する場合もあるが、ほとんどの場合、細胞表面に存在する膜貫通型受容体を介して作用する。」(東中川2008：216)
14. 「一たん誘導シグナルが受容体に結合すると、シグナル伝達カスケードと呼ばれる一連の反応が進行し、転写因子やほかのエフェクター蛋白質の活性を変化させ、最終的には遺伝子発現のパターンを変える。」(東中川2008：216)
15. 「シグナルの到達様式には、内分泌シグナル、パラ分泌シグナル、隣接分泌シグナルなどがある。」(東中川2008：216)
16. 「内分泌シグナルでは、誘導細胞とシグナルを収容する細胞集団が離れており、誘導分子は、血管を通過して、標的に到達する。多くのホルモンが働く様式である。」(東中川2008：216)
17. 「初期発生においては、誘導的相互作用はほとんど局所的に生じ、その到達範囲は、細胞数個分を超えない。特定の細胞で作られ、分泌されたものが隣接または近傍の細胞に作用することをパラ分泌と呼ぶ。」(東中川2008：216)
18. 「細胞で作られ分泌された物質が、自らの受容体を通じて自らの細胞に作用する様式を自己分泌という。」(東中川2008：216)
19. 「シグナル分子はリガンドとして、それぞれ特異的な受容体に結合する。受容体は様々な分子とリン酸化などの修飾を含むシグナルカスケードを経て、シグナルを下流に送り最終的には遺伝子発現の変化をもたらす。」(東中川2008：216-7)
20. 「各々のシグナル分子にはそれぞれ結合する受容体とシグナル伝達系がある。異なる受容体から同じシグナル伝達系がつながる場合、あるいは一つの受容体から複数のシグナル伝達経路にシグナルが伝達することもある。このように、一つの経路が他の経路に関わることをクロストークという。」(東中川2008：217)
21. 「リガンドが細胞表面の受容体を介さずに、直接細胞に入り、細胞内受容体と複合体を作る場合」(東

中川2008：217)

22. 「細胞膜の受容体を介し下流にタンパク質リン酸化を伴う場合」(東中川2008：218)
23. 「細胞膜の受容体を介し下流にG蛋白質、ホスホリパーゼCが関与する場合」(東中川2008：218)
24. 「細胞膜の受容体を介し下流にG蛋白質、アデニル酸シクラーゼが関与する場合」(東中川2008：218)
25. ステロイドホルモンとは、糖質コルチコイド、鉱質コルチコイド、アンドロゲン、エストロゲン、黄体ホルモンの総称である。結合する受容体の違いにより、この五個に分類される(以下ja.wikipedia.org/wiki/ステロイドホルモンの記載に基づき、自然言語の活動特性を特徴的に示す事象部分に注目し自然言語の相として捉え直して記述。これ以降のサイトについても同様)。二つのコルチコイドは副腎皮質ホルモンとも呼ばれる。ちなみにステロイドは強い炎症に用いられる副作用も強いとされるステロイドホルモンを配合した薬品、また、スポーツでドーピングにステロイドホルモン(アナボリックステロイド)などとして用いられることで知られる。ステロイドホルモンは自然言語実体として、まず生殖腺および副腎でコレステロールから合成され、生命個体環境、それに対応する生命個体内の環境における変化、変動の刺激に反応して、それに対する標的細胞による細胞応答を引き起こすに至る過程を形成するものとして発信される情報になう(ここまでja.wikipedia.org/wiki/ステロイドホルモンに基づき記述)。
26. 上皮細胞増殖因子EGF Epidermal Growth Factorは上皮の細胞の成長と増殖を調節する細胞増殖因子である。上皮Epidermとは体表、消化管、呼吸器、泌尿器、腹腔腔などの表面を覆う組織で、上皮の下に結合組織(真皮、皮下組織、粘膜下組織、骨膜、筋膜など)が存在する(ja.wikipedia.org/wiki/上皮成長因子より)
27. (東中川p217図 8.21)
28. チロシンは甲状腺ホルモンのチロキシン、メラニン色素、脳の中で精神活動を左右する物質であるドーパミンが生成されるさいにそれに先立って形成されるいわゆる前駆体である。りんごを変色させる原因となる物質であり、タケノコの水煮で節の中に、しばしば白く析出したチロシンが見られ、納豆は古くなるとチロシンが豆の表面にブツブツと現れる(ja.wikipedia.org/wiki/チロシン)。
29. リン酸化とは、タンパク質にリン酸基を付加するもので、キナーゼと呼ばれる固有の酵素を触媒として進められる反応である。リン酸化は、酵素と受容体を構造変化させることで活性化または非活性化させる。リン酸化はタンパク質のうちセリン、スレオニン、そしてチロシンの残基に起こる(ja.wikipedia.org/wiki/リン酸化)。残基とは、化学物質の主要な構造(主鎖と呼ぶ)を除いた部分構造のことである(detail.chiebukuro.yahoo.co.jp.残基)。
30. Gタンパク質は、Guanine Nucleotide結合タンパク質の省略名である。情報伝達を担う自然言語実体セカンドメッセンジャー(ファーストメッセンジャーはリガンド)の形成するカスケード(階段状になった滝の形で情報がながれる情報伝達系)を構成するタンパク質のファミリーである。細胞内の生化学的反応を切り替え、Guanosine Triphosphate (GTP)をGuanosine Diphosphate (GDP)へ替えることに由来して、GUANOSINEのGからこの名がついている。(以下ja.wikipedia.org/wiki/Gタンパク質)。
31. FGF線維芽細胞増殖因子(Fibroblast Growth Factor)は、血管を作り、傷を治し、個体発生の第1段階の細胞分裂期である胚発生になう細胞増殖因子である(ja.wikipedia.org/wiki/線維芽細胞増殖因子)。
32. PDGF(Platelet-Derived Growth Factor血小板由来増殖因子)は、血液凝固にともない血小板が壊れるとき放出され、免疫細胞マクロファージ、筋肉のうち平滑筋細胞、内皮細胞、繊維芽細胞からも分泌され、組織が傷つくと放出される。細胞増殖によって組織を修復し傷を癒す機能を持つ(ja.wikipedia.org/wiki/血小板由来成長因子)。
33. アデノシン三リン酸(ATPAdenosine TriPhosphate)は、アデノシンに三つのリン酸基(P)が結合したもので、ATP分解酵素によってATPが加水分解すると、ひとつのリン酸基(P)がはずれてADP(アデノシン二リン酸)になり、その際にエネルギーを放出する(PDQ?が用語辞書)。このエネルギーを使って例えば筋の収縮が行われるなど、生命活動全般にかかわるエネルギー通貨の機能を果たす(岡崎追加)
34. アデノシンは生体内で重要な役割を担っている。特にDNAやRNAの塩基として遺伝情報のコードに用いられる。また上で見たように環状AMPとして自然言語活動の枢要を成す情報伝達を担う。ちなみ

- にカフェインにより、アデノシンのこれらの作用は抑制される (ja.wikipedia.org/wiki/アデノシン)。
35. cAMPはセカンドメッセンジャーとして自然言語活動上自然言語情報の伝達を担う重要な分子である。アデニル酸シクラーゼは、細胞上の受容体に結合して、ファーストメッセンジャーであるリガンドとしてのホルモンや他の刺激に反応するGタンパク質を活性化または抑制することができる (ja.wikipedia.org/wiki/アデニル酸シクラーゼ)。
  36. それに伴いアデノシン三リン酸ATPがこれに働きかけ環状アデノシン一リン酸AMP (cAMP)、を活性化させ、それがタンパク質リン酸化を経て核の中に入り、遺伝子発現を制御する (ja.wikipedia.org/wiki/Gタンパク質)。
  37. 胚では場所により異なる濃度のヘッジホッグに基づく自然情報を構成するタンパク質分子が分布する。この分子の濃度分布との空間的距離を感知することにより位置情報をえながら胚を構成する細胞群間の相互作用が時間的にも調節されて発生が進むのである。ちなみにその後成体においてこの自然情報経路に異常があると、癌の一因となる (ja.wikipedia.org/wiki/ヘッジホッグシグナル伝達経路)。
  38. ホスホリパーゼCは、…生体膜の主要成分であるリン脂質を加水分解…する酵素である。(bsd.neuroinf.jp/wiki/ホスホリパーゼC)。
  39. (東中川p217図 8.21)
  40. ホスファチジルイノシトール 4,5-二リン酸 (英: Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate, PI (4,5) P<sub>2</sub>) は細胞膜の微量構成成分の一つである。PI (4,5) P<sub>2</sub>は多くの重要なシグナリングタンパク質の基質である細胞膜で濃縮される。ホスホリパーゼCはPI (4,5) P<sub>2</sub>のホスホジエステル結合を加水分解し、イノシトール三リン酸 (IP<sub>3</sub>) とジアシルグリセロール (DG, DAG) を産生する。これらの生成物はさまざまな刺激に反応してGタンパク質のGqの機能を実行する。(ja.wikipedia.org/wiki/ホスファチジルイノシトール-4,5-二リン酸)
  41. ホスホリパーゼC (phospholipase C, PLC) は、生体膜の主要成分であるリン脂質を加水分解する酵素群(phospholipase)の中の、グリセロールとリン酸の間のエステル結合を加水分解する酵素である。主な基質であるホスファチジルイノシトール4,5-二リン酸 (phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate, PIP<sub>2</sub>) を、イノシトール1,4,5-三リン酸 (inositol 1,4,5-triphosphate, IP<sub>3</sub>) とジアシルグリセロール (diacylglycerol, DAG) に分解する。この反応により生じる (1) PIP<sub>2</sub>低下、(2) IP<sub>3</sub>生成、(3) DAG生成、はそれぞれシグナルとして働き細胞内で多様な反応を引き起こす。例えば、(1) PIP<sub>2</sub>低下はイオンチャネルの働きを変化させ、(2) IP<sub>3</sub>はIP<sub>3</sub>受容体を介する小胞体からのCa<sup>2+</sup>放出により細胞内Ca<sup>2+</sup>濃度を局所的に上昇させる。(bsd.neuroinf.jp/wiki/ホスホリパーゼC)
  42. イノシトール三リン酸 (英: Inositol trisphosphate, IP<sub>3</sub>) は、ジアシルグリセロールとともに、細胞のシグナル伝達や脂質シグナリングに使われるセカンドメッセンジャーの一つである。イノシトール-1,4,5-三リン酸とも呼ばれる。ジアシルグリセロールが細胞膜の中に存在するのに対し、IP<sub>3</sub>は水溶性で、細胞質に拡散する。IP<sub>3</sub>は、細胞膜に存在するリン脂質であるホスファチジルイノシトール-4,5-二リン酸がホスホリパーゼCによって加水分解されて生成する。(ja.wikipedia.org/wiki/イノシトール三リン酸)
  43. ジアシルグリセロールは油や水などの原料とともによく食品添加物(乳化剤)として用いられる。パン、ジュース、アイスクリーム、ショートニング、生クリーム、マーガリン、菓子などに良く用いられる。イノシトール三リン酸とともにホスホリパーゼCによるシグナルのセカンドメッセンジャーとして働く。イノシトール三リン酸が原形質中に拡散してしまうのに対して、ジアシルグリセロールは疎水性のために細胞膜上に留まることができる。(ja.wikipedia.org/wiki/ジアシルグリセロール)
  44. (東中川p217図 8.21)
  45. 「これには成長因子、サイトカイン、ヘッジホッグのほかにも細胞増殖分化に関わる分泌タンパク質の一群 TGF-ベータスーパーファミリー蛋白質、Wnt蛋白質、エフリンなどがある。その他…細胞膜に固定化されている分子あるいは細胞外基質がある。このクラスの情報分子は、(細胞) 膜貫通型細胞間受容体のリガンドとして働く」(トワイマン2005p93)。
  46. 「成長因子は、チロシンキナーゼ型受容体として働く。リガンドが結合すると、二量体化が促進され、受容体に固有の細胞質内チロシンキナーゼが活性化される。チロシン残基は、…、転写因子を活性化するため、結局核内の遺伝子発現パターンが変化することになる。」「(トワイマン2005p93))
  47. 「サイトカインは、細胞質Janusキナーゼを結合した受容体に結合する。リガンドが結合すると、二量

体化が促進され、Janusキナーゼが活性化され、さらにこの活性化によって、受容体がリン酸化される。すると細胞質内にある不活性のSTATと呼ばれる一群の転写因子が、そのリン酸化部分に結合し、Janusキナーゼによってリン酸化される。リン酸化を受けることによって、STATは核に移行し、遺伝子発現をおこなうようになる」((トワイマン2005p93))

48. 「TGF-ベータスーパーファミリー分泌タンパク質としては、TGF-ベータファミリー、アクチビン、骨形成タンパク質(BMP)など発生の過程でシグナル伝達分子として働くいくつかのファミリーがある。…リガンドの結合によって、受容体の多量体化が促進され、受容体のセリン/トレオニンキナーゼ活性が上昇する。受容体の下流に位置する主な標的としてはSMADタンパク質がある。それらは核に移行し、転写調節因子として作用する。」((トワイマン2005p93))
49. 「HedgehogやWingless (Wnt) およびDecapentaplegic (BMP) のファミリーの蛋白質は、形態形成物質として働き、しばしば相互的なシグナル情報伝達経路に見出される。HedgehogとWinglessはショウジョウバエの胚の擬体節の境界で互いの発現を維持するのに働く。」(トワイマン2005p94)
50. 「セカンドメッセンジャーは標的細胞に対して大きな生理的影響を及ぼす。\*そのような一例として、受精のときに重要な小胞体からのカルシウムイオンの放出が挙げられるが、これはさまざまな発生過程で働くセカンドメッセンジャーによってセカンドメッセンジャー依存性キナーゼが活性化されることによって起こるのである。」(トワイマン2005p94)

## 参考文献

- Hornberger, N. H. (2002). Multilingual language policies and the continua of biliteracy : An ecological approach. *Language Policy*, 1, 27-51.
- Hornberger, N. H., & Skilton-Sylvester, E. (2000). Revisiting the continua of biliteracy : International and critical perspectives. *Language and Education : An International Journal*, 14 (2), 96-122.
- Kaplan, R., & Baldauf, R. (1998). The language planning situation in... *Journal of Multilingual and Multicultural Development*, vol. 19, No. 586.
- Lidicoat, A. J. and Baldauf, R. (2008) *Language Planning and Policy*. Clevedon UK : Multilingual Matters Ltd.
- Mühlhäusler, P. (2000). Language planning and language ecology. *Current Issues in Language Planning*, 1(3), 306-367.
- Mufwene, S. (2001). *The Ecology of Language Evolution*. Cambridge : Cambridge University Press
- Nettle, D. (1999). *Linguistic Diversity*. Oxford : Oxford University Press.
- Ricento, T. (2000). Historical and theoretical perspectives in language policy and planning. *Journal of Sociolinguistics*, 4 (2), 196-213
- (2006) *An Introduction to Language Policy*. Oxford : Blackwell Publishing.
- 秋山徹 (2004) 『シグナル伝達がわかる』羊土社
- アリス, D.・ジェニウワイン, T. (2010) 『エビジェネティクス』培風館
- アルバーツ, B.・ブレイ, D. 他 (2010) 『エッセンシャル細胞生物学 原書第2版』南江堂
- 上野直人ほか (2005) 『発生・再生イラストマップ』25-35 羊土社
- 岡崎敏雄 (2005) 「言語生態学原論-言語生態学の理論的体系化-」『共生時代を生きる日本語教育』凡人社、503-554
- (2009a) 『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
- (2009b) 「持続可能性教育としての日本語教育-課題の克服とその具体的形態-」『筑波大学地域研究』31.1-16 筑波大学
- (2009c) 「持続可能性教育としての日本語教育のデザイナー-生態学的リテラシーの育成-」『文藝言語研究 言語篇』54.1-16 筑波大学
- (2009d) 「生態場における生態学的意味の生成-第一、第二段階の生成-」『筑波応用言語学研究』16.1-14 筑波大学
- (2009e) 「持続可能性教育としての日本語教育の学習のデザイナー-類個の育成-」『文藝言語研究 言語篇』56. 73-92 筑波大学
- (2009f) 「人間生態学としての言語生態学に基づく持続可能性言語教育の理論と実践」『持続可能



- 性の内容重視日本語教育における意識分析に基づく学習のデザインの基礎の研究』1-235 平成19-21年度科学研究費補助金研究 課題番号19652045 研究代表者岡崎敏雄
- (2010a)「言語生態学に基づく持続可能性日本語教育方法論－生存を主題とする学習のデザイン－」『文藝言語研究 言語篇』57. 75-121、筑波大学
- (2010b)「持続可能性教育としての日本語教育の学習のデザイン－教室活動・シラバスデザイン・教師の役割－」『筑波大学地域研究』31.1-24 筑波大学
- (2010c)「持続可能性の内容重視日本語教育における意識分析に基づく学習のデザインの基礎の研究』1-157 平成19-21年度科学研究費補助金研究 課題番号19652045 研究代表者岡崎敏雄
- (2010d)「生態学的意味の生成－第三段階の生成－」『日本語と日本文学』50.1-17 筑波大学
- (2010e)「持続可能性教育としての日本語教育」『日本語教育入門』くろしお出版3-17
- (2010f)「言語生態学の相互一体的学としての人間生態学の構築－人間生態系前史としての自然生態系史の生態学的記述－」『筑波応用言語学研究』17. 1-16 筑波大学
- (2010g)「持続可能性日本語教育の学習のデザイン－雇用－食糧軸のライフラインリスク像育成のための学習のテキストシラバスデザイン－」『筑波大学地域研究』32. 136-159
- (2010h)「言語生態学に基づく日本語教育学原論－意味の生態系育成としての言語教育－」『言語学論叢』オンライン版3 (通巻29) 1-17 筑波大学
- (2011a)「持続可能性日本語教育の学習のデザイン－雇用－食糧軸のライフラインリスク像育成のための学習のテキストシラバスデザイン－」『筑波大学地域研究』32. 137-156. 筑波大学
- (2011b)「言語生態学研究方法論」『外国語学研究』12. 101-110 大東文化大学
- (2011c)「言語生態学に基づく海外年少者日本語教育原論」『語学教育フォーラム』第21号 5-22 大東文化大学
- (2011d)「言語生態学に基づく中国語母語話者年少者に対する日本語教育方法論Ⅰ」『水門』第23号 1-10 勉誠出版
- (2011e)「言語習得・保持研究の再構築と非母語話者年少者日本語教育」『日本語と日本文学』52.13-26 筑波大学
- (2011a)「言語生態学と日本語教育の課題－中国語母語話者への日本語教育の観点から－」『日本語学習と研究』第4期 155号 31-43
- (2012b)「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－」『筑波応用言語学研究』18. 1-14 筑波大学
- (2012c)「生態学的意味論原論」『言語学論叢』オンライン版5 (通巻31) 1-17
- (2012d)「言語生態学研究方法論(2)－保全・育成のための研究方法－」『外国語学研究』13.100-109大東文化大学
- (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. 191-207 筑波大学
- (2012f)「言語生態学に基づく中国語母語話者年少者に対する日本語教育方法論Ⅱ」『水門』24. 86-98 勉誠出版
- (2012g)「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－」『筑波応用言語学研究』19. 1-14 筑波大学
- (2013a)「自然言語生態学－エビジェネティクスに至る自然言語生態系基幹コミュニケーション回路の同定 Ⅰ－」『筑波応用言語学研究』20. 1-14 筑波大学
- (2013b)「自然言語生態学－自然言語コミュニケーションの方法と実体－」『言語学論叢』オンライン版6 (通巻32) 1-17筑波大学
- (2013c)「自然言語生態学－自然言語の、生命過程発生過程との相即的相互生成的過程 Ⅰ－」『日本語と日本文学』53-54.1-18 筑波大学
- (2013d)「主体的意味論としての生態学的意味論－意味論における主体性の契機と、教室成員の主体性の必須契機と、相即的相互形成的に成長する持続可能性日本語教室－」『グローバル化社会を生きるための力を育成する授業－持続可能性日本語教育に基づいた授業デザインと成果－平成23～25年度科学研究費補助金研究 若手研究(B) 共生社会の構築に資する持続可能性教育としての日本語教師養成プログラム開発 研究課題番号: 23720260 研究代表者 鈴木敏子; 平成24～26年度科学研究

費補助金研究 若手研究 (B) 学習者とともに学ぶ持続可能性日本語教育教員養成プログラムの構築  
研究課題番号: 2472031 研究代表者 トンプソン美恵子 (平野美恵子)』251-271 人間生態学としての  
言語生態学研究会

- (2013e) 「生態場生成分析方法論－持続可能性日本語教育における共同体生態場の生成並びに、それと相即的に、生成される学習者の主体性の契機－」『グローバル化社会を生きるための力を育成する授業－持続可能性日本語教育に基づいた授業デザインと成果－平成23～25年度科学研究費補助金研究 若手研究 共生社会の構築に資する持続可能性教育としての日本語教師養成プログラム開発 研究課題番号: 23720260 研究代表者 鈴木敏子; 平成24～26年度科学研究費補助金研究 若手研究 (B) 学習者とともに学ぶ持続可能性日本語教育教員養成プログラムの構築 研究課題番号: 2472031 研究代表者 トンプソン美恵子 (平野美恵子)』272-297 人間生態学としての言語生態学研究会
- (2013f) 「生態学的意味論－主体的意味論としての生態学的意味論－」『日本語と日本文学』55.1-21 筑波大学

- 小田珠生 (2010) 『言語少数派の子どもに対する父母と協働の持続型ケアモデルに基づく支援授業の可能性－言語生態学の視点から－』博士論文 お茶の水女子大学
- 木下圭ほか (2005) 『新しい発生学』講談社
- ギルバート、S・イーベル、D. (2012) 『生態進化生態学』東海大学出版会
- 酒井寿郎ほか (2011) 「エビゲノム制御と生活習慣病」『実験医学』vol.29,no.14 pp.2223-2230
- 佐々木裕之 (2008) 『エビジェネティクス入門』岩波書店
- 佐藤真紀 (2010) 『学校環境における言語少数派の子どもの言語生態保全－「教科・母語・日本語相互育成学習モデル」の可能性－』博士論文 お茶の水女子大学
- 鈴木 (消水) 寿子 (2010) 「持続可能性教育としての共生日本語教育実習の可能性－言語生態学的内省モデルの提案－」博士論文 お茶の水女子大学
- スラック、J. (2009) 『エッセンシャル発生生物学改訂第二版』羊土社
- 竹内純 (2012) 「エビジェネティクスで組織可塑性を理解する」『実験医学』vol.30,no.18 pp.2896-2901
- 張瑜珊 (2012) 『研究生のための持続可能性アカデミック日本語教育－言語教育専攻の大学院生らの教育実践を通して－』博士論文 お茶の水女子大学
- トワイマン、R. (2005). 『発生生物学キーノート』シュプリンガー・フェアラーク
- 中尾光善 (2011) 「エビジェネティック遺伝」『実験医学』vol.29,no.14 pp.2204-2210
- ニコリス、G・ブリゴジン、I. (1997) 『複雑性の探究』安孫子誠也・北原和夫訳 みすず書房
- 服部成介 (2010) 『シグナル伝達入門 改訂版』羊土社
- 半原芳子 (2012) 『持続可能な多言語多文化共生社会を築く「共生日本語教育」の可能性』博士論文 お茶の水女子大学
- 東中川徹ほか (2009) 『発生生物学』オーム社
- 房賢嬉 (2011) 『持続可能性音声教育を目指すピア・モニタリング活動の可能性－対話を媒介とした言語生態の保全・育成を通して－』博士論文 お茶の水女子大学
- 平野美恵子 (2011) 『共生日本語教育実習における実習生間の言語共生化過程の研究』博士論文 お茶の水女子大学
- マトゥラーナ、H・ヴァレラ、F. (2007) オートポイエーシス－生命システムとは何か－国文社
- 穆紅 (2010) 『言語少数派の子どもの継続的認知発達の保障－生態学的支援システムの構築に向けて－』博士論文 お茶の水女子大学
- 村井耕二 (2008) 『発生生物学』化学同人
- 楊峻 (2010) 『中国の大学の日本語専攻主幹科目へのグループワークの提案－言語生態の保全の観点から－』博士論文 お茶の水女子大学
- レーヴン、P・ジョンソン、G他 (2009) 『生物学』培風館