

【個人研究】

# 発達における遺伝と環境の相互作用 —発達の心理生物学と発達科学—

谷口 清\*

## Co-action of Genes and the Environment during Development: Developmental Psycho-biology and Developmental Science

Kiyoshi YAGUCHI

This article reviewed current understanding of gene expression (gene-environment co-action) during development in order to clarify the significance of Gottlieb's views on developmental psychobiological systems and developmental science. Gottlieb espoused the theory of probabilistic epigenesis in which

1) An organism is a system of multiple levels from lowest (genes) to highest (external environment) that reciprocally affect one another (bidirectional interaction).

2) Cells have equipotentiality, and genes synthesize proteins through co-action, i.e. gene expression, with the environment (nonlinearity).

3) Development is the emergence of function and structure as a result of gene expression depending on experience, i.e. interaction (co-action) of two or more factors ranging from genes to the environment (probabilistic epigenesis).

Conditions for human development must be analyzed and the social (nurturing) system that ensures successive generations must be investigated.

**Key words :** Developmental biopsychology, Gene expression, System, Genes and the environment, Experience

発達の心理生物学、遺伝子発現、システム、遺伝と環境、経験

### はじめに

近年、発達科学が構想され、展開が図られている (Cairns, Elder, Costello 1996; 本田、高梨監訳 2006)。Cairnsら (本田、高梨監訳 2006) によれば発達科学とは社会学、心理学、生物行動学の領域における発達研究の概念と研究結果を結びつけ、導くための一般的方向付け、新たな統合をいう。なぜ、発達科学かという、一つには既

存の学問領域のかべが高くなり、臨床や支援の領域で問題への効果的なアプローチがかなわない場合が散見されること、第2には今後の研究の発展のために発達への全体的学際的アプローチを奨励し、教育するための枠組み、見通しの必要性が指摘されているからである。発達科学は発達研究にあたって、生物学と社会学の両専門領域を基礎に、体系的な発達の見通しが必要であることを強調する。ミクロな視点からは遺伝学や神経科学が近年急速に進展し、発達の分子メカニズムが解明されつつあり、他方、社会学の側からも様々な社会事象が及ぼす個人への影響に対する関心の高ま

---

\* やぐち きよし 文教大学人間科学部臨床心理学科

りがあることも発達科学への動きを加速するものとなっている。

人間科学としては、人を生物(学)的存在、個人(心理学)的存在、社会(学)的存在の各側面からとらえ、これを総合的に理解することは当然のことである。近年、世界保健機関(WHO)は、障害理解の枠組みとして、生物、心理、社会の各水準を総合してとらえる視点を強調している(世界保健機関 2002)。人間科学として、人の存在の本質をとらえようとするとき、人の由来を問う発生(発達)的視点は不可欠である。その意味で発達科学は人間科学の欠くべからざる構成要件といえる。人間科学を標榜する本学部としては、発達科学の動向に注視し、これを包含する研究・教育の展開が求められる。

そこで本稿では、生物学的観点から発達にアプローチし、発達科学の中核部分を構成すると評価されているGottliebの発達の心理生物学説を紹介し、近年の遺伝学の知見を参照しながらその妥当性を検証、あわせてその現代的意義を考察することにした。

本題に入る前に「発達」理解について筆者の立場を述べる。筆者は、発達は機能・能力の獲得過程並びにその結果であり、できないことができるようになることが発達であると理解している(谷口1995、谷口1996)。「生まれてから死ぬまでの全ての変化を発達」という、発達と退行を混同し、その意味を混乱させる見方はしない。その理由は、発達は子どもが大人になり、親になる過程だからである。この世界を生物と無生物に分けると、両者の決定的違いは、一つには持続的物質代謝を行う開放系であること、今ひとつは自己増殖(自己組織)を行うことである(ここで自己組織とは変化する環境の中で自己の身体を維持することに加えて、自身と同様の構造を有する個体、すなわち自身の子どもを作ることをいう)。言い換えると、生きていくこと(生命活動)の本質は個体維持と種族保存、すなわち命を守り、子孫を残すことにある。発達とはその自己組織のプロセス、受精卵から成体への過程であり、世代の継承(生命活動の本質)の個体のプロセスといえる。これは後述するシステム論的な発達理解である。

ここで、自己組織もしくは自己増殖のことを生物学では生殖というが、人では生殖は社会的に分業して行われている。大学を含め学校を作ったり、保育所を作ったりし、教育という社会的営みにより、社会人としての自立(自律)能力の形成を図っている。その観点から見ると、わが国の最近の少子化、出生率の低下、子どもの育ちにくさは、人間社会の生殖能力の低下といえ、世代の継承の危機と見ざるを得ない。なお、先に発達を親になる過程と表現したが、生殖を社会的営みととらえると、直接親にならなくても社会関係に参入する能力の形成過程は発達ととらえることができ、また社会の生殖能力の拡大(人の生存可能性の拡大)に寄与しうる能力の獲得は発達と見なすことができる。その意味で生涯発達の概念は重要であり、人の場合、死の瞬間まで発達の可能性は存在しうる。他方で、生存可能性の拡大に否定的効果をもたらしうる退行や適応不全は発達とは明確に区別し、適切に対応する必要がある。

## 1. 発達の心理生物学説とは

Gottlieb (1971) は孵卵器で卵からかえされ、親との接触を妨げられたマガモの雛が、孵化後自分と同じ種の母親集団の鳴き声を同定できることを示した。テスト場面に先立って可能な聴覚経験は唯一自分自身と同朋の鳴き声との接触であった。マガモの、同種の母親の呼び声に対する出生後の反応選択性は、自分自身もしくは同朋の発声を胎生期に経験しないと生じなかった。これは種に固有の能力獲得に対する環境(経験)の効果を聴覚面で実証したものであり、ここからGottliebは発達の心理生物学的システム論を展開した。

上記はインプリンティング(刻印付け)、初期経験の研究に属する。刻印付けはローレンツによる、灰色がんの追尾行動実験によって広く知られている。カモ等ある種の鳥は孵化後24時間以内に初めて見る、自分より大きな動物、の追尾行動をする(視覚的刻印付け)。この事実は遺伝と環境(経験)の相互作用の関係、特に学習における臨界期の存在をわかりやすく示した。

Gottlieb (in Cairns, Elder Jr, Costello 1996) の

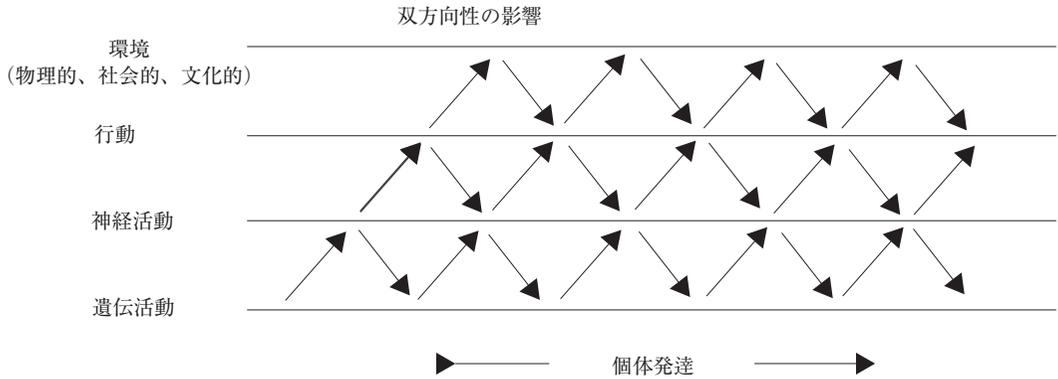


図1. 発達心理生物学的システムの枠組み：水準間の行き来の双方向性

(本田・高梨 2006)

発達の心理生物学的システム論は、「個体発達は相互に影響し合う多層の水準で階層的に組織されている、遺伝情報は神経系の構築を通して行動に関与し、環境に働きかけ、環境からの作用もそれぞれの水準を通して遺伝活動に影響する、すなわち相互作用によって発達は進む」ことを主張する(図1)。

Gottlieb (in Cairns, Elder Jr, Costello 1996) の主張の特徴は①発達における多階層水準(遺伝子、細胞質、器官、器官系、生体、行動、環境)間の相互作用、すなわち遺伝子発現への他階層からの作用(双方向性)、を強調し、②確率論的後生説として、遺伝子はその環境によって発現し、蛋白を合成する、すなわち遺伝子によって形成される構造・機能は(遺伝子が置かれた)環境によって変わる、これは双方向性に基づく非決定性すなわち遺伝子発現への経験的水路付け(非線形性)である、③発達の原動力は相互作用としての経験(特定要素間の関係=協働)であり、④細胞の等能性と分化のメカニズム(細胞質誘導等)の詳細の解明は今後の課題として残されている、というものである。要するに、遺伝の影響は決定的ではなく、発達経過中の経験(環境)が重要という。

以下、発達の心理生物学説にいたる生物学における発達論の流れをGottlieb, Wahlsten, Lickliter (2006)によって振り返り、これを踏まえて発達における遺伝と環境の相互作用を概括する。

## 2. 前生説と後生説、生氣論と機械論の対立：生物学における発達論の展開

Gottlieb (Gottlieb, Wahlsten, Lickliter 2006) は自らの発達の心理生物学説を確率論的後生説と特徴付けている。生物学ではこれまで前生説対後生説、生氣論対機械論の論争がなされてきた。その経過は、前生説から実験発生学を経て後生説へ、後生説では当初の生氣論対機械的還元論の対立からシステム論へ、すなわち宿命論的後生説から確率論的後生説へと発展してきた。

前生説は全ての個体は発生之初から個体内の全ての構造を何らかの形で持っていて、それが発生に際し成長につれて明らかな形をなすようになるという学説である。しかしこれは実験発生学の進歩により根本的に覆された。かわって、生物発生は単純な状態から複雑な状態への発展であって、構造は発生過程で新たに生じてくるという後生説が優勢となった。後生説の勝利により機能・構造が漸次的に形成されると理解する発達の観点が導かれた。

しかしながら、後生説においても生物になぜ新たな器官が発生するかについては様々な議論があった。H. Drieschはウニの4分割卵を分離し、それぞれが小さな個体として成長することを示した。ここから、それぞれの細胞は体のどの部分にもなりうる同じ潜在的可能性を持っているという調和等能系と、同一種の発達しつつある生体は異

なった初期条件、異なった方法からも同一の最終状態に達するという等結果性が明らかになった。その後、シュベーマンはイモリの初期発生期の移植実験を行い、「初期原腸胚では移植先の予定運命に従うが、その後の初期神経胚では移植前の予定運命に従う」ということを示した。さらに、初期原腸胚でも原口背唇部分の移植は2次胚を形成することを示した。これらは胚細胞の等能性を示すとともに、細胞分化が誘導によって行われる、しかも移植の時期・場所によって効果が異なるという、誘導と形成体の存在を明らかにしたものである。

生命現象をどのように理解するかについては、デカルトによる、生物を複雑な機械と見なし、古典物理学での力学の原理によって生命現象を説明する機械論、さらには生命現象は物理学的、化学的に説明し尽くされるとする、機械論的還元主義などがあった。機械論では生命現象を要素的単位の加算で説明しようとするところから生物発生に関しては前生説に結びつきやすい。これに対し、H. Drieschは細胞の等能性や生物の等結果性を、生氣論によって説明しようとした。生氣論とは生命現象の合目的性を認め、それが有機的過程それ自身に特異な(超越的な)自律性の結果であると主張する。その際、超越的な自律性は自然科学(物理学)のことはよっては説明し尽くされないと主張した。すなわち神秘主義である。この神秘主義に対抗し、超越的自律性を合理的に説明しようとしたのがフォン・ベルタランフィらによるシステム論である。

### 3. 生体システム論

システムとは要素とそれを構成する仕組み、関係を表現することばであり、系、体系、制度、方式、機構、組織などの用語で置き換えられる。相互関係を有する部分の総体をシステムという。フォン・ベルタランフィ(1973)によれば、システムとは相互作用する要素の集合であり、ここで相互作用とは要素 $p$ が関係 $R$ において存在すること、従って $R$ のなかでの一つの要素 $p$ のふるまいが別の関係 $R'$ のなかでのふるまいと異なる

ことを意味する。個別システムには外部に対し相対的に独立した仕組み、流れが想定されるが、その個別システムはより上位のシステムの下位構成成分となることがあるなど、一般的に階層構造を有する。上位システムと下位システムとの間には同型性もしくは類似性が存在することが少なくない。システム用語、概念は情報科学分野でフォン・ベルタランフィやN. ウィーナーらによって発展させられたが、自然現象から社会現象、精神現象までを包括する統一科学概念である。

生物は個々に生体システムを構成して生命活動を行っている。筆者は生命を組織された流れ(あるいは流れに組織された秩序)と理解している。生物における代謝を見ると開放性と定常性のなかで等結果性が実現されている。開放性を担う、開放システムは環境との間で物質交換を行っていて、システムには入るものと出るもの(流れ)があり、流れてくる物質成分とシステムを構成する物質成分を組みたてたり壊したりしている。一定の条件下では開放システムは時間に依存しない状態、いわゆる定常状態(動的平衡)に達する。これをホメオスタシス(恒常性もしくは定常性)という。そこでは物質の動きがあるにもかかわらず、システムの構成は一定のままに保たれる。開放システムでは定常状態に達せられると初期条件に依存せず、システムのパラメータ反応速度や輸送速度によってだけ決定される等結果性をもたらす(フォン・ベルタランフィ 1973)。

システム論は生体(生命活動)の本質が相互間のプロセスの調和と協調にあることを明確にした。現在では、発生における超越的自律性は遺伝子発現のメカニズムによって説明される。遺伝子発現は定常状態を維持する開放系である生体システムによって実現され、生体システムは物理学における熱力学の第2法則: エントロピー最大化原理(熱や物質分布の空間的均質化への傾性)に逆らい秩序を組織している。生物(蛋白質による生命活動)が歴史上いかにして熱力学の第2法則に逆らう自己組織性を獲得したかは自然科学の大きな謎であるが、これは今後遺伝子発現メカニズムの解明に伴って明らかにされることを期待したい。遺伝子発現とは遺伝情報から蛋白質が形成さ

れることであり、次に述べるように発現した蛋白質が体（組織）の形質（特徴）を決める。

#### 4. 遺伝子の発現メカニズム：遺伝と環境の相互作用

シュペーマンの誘導実験を含む実験発生学の成果は、組織発生や遺伝の効果についての理解を大きく変えた。従来遺伝子の効果は一方向であると考えられていたが、細胞の置かれた環境によって遺伝子の効果が変わるという双方向性が理解されるようになった。具体的にいうと、従来染色体もしくは遺伝システムの別々の部分は生体の別々の部分の分化の原因となり、目、脚、つま先の遺伝子がそれぞれにあると考えられてきた。しかしこれは間違いで、遺伝子（DNA）の実際の役割は腕、脚、指を作り出すことではなく、蛋白質を作り出すことであった。この蛋白合成をもたらず遺伝子発現が細胞の置かれた環境、その結果としての細胞質特性により変わるということが明らかにされた。これが遺伝子に対する環境の効果を示す、双方向性の一面である（Gottlieb, Wahlsten, Lickliter 2006）。

19世紀に後生説を選び生物学的宿命論から脱却して以降、発達は継次的に現象化（発現）が進むと理解されてきた。19世紀後期の実験発生学の出現以降、細胞と生体の発達は遺伝子から発達しつつある生体それ自身まで、全てのレベルで協働（相互作用）の結果として生ずるという事実が受け入れられている。発達システムにおける各要素の影響は十分に双方向的で、遺伝子それ自身は最終（成熟）特性を産み出さないということが次第に理解されるにつれて、生物学や心理学では宿命論の後生説の影響力はなくなった。後生説は、機能的、構造的特性や能力が新しく形成され、生体の複雑さが増すプロセスを、生体と環境の相互作用を含む、システム諸部分の水平的垂直的協働の結果と説明する（Gottlieb, Wahlsten, Lickliter 2006）。

実際の細胞では、核内染色体上のDNAはその情報を伝令RNA（mRNA）に転写し、それを核外に送り出す。mRNAはリボソーム上で転移RNA（tRNA）によって翻訳され、アミノ酸を結合、蛋

白合成を行う。この合成された蛋白質の違いによって細胞の構造・機能が定まってくる。その際、DNA上のどの遺伝子の転写活性が増すかは、細胞が置かれた環境に依存する細胞質の分子特性に影響される。近年、遺伝子発現に関わって、刺激に素早く応答する最初期遺伝子（IEG）が注目されている（Bramham et al., 2008, Tzingounis, Nicoll 2006 他）。IEGとは広範囲に及ぶ細胞刺激に素早く反応し、転写活性が増す遺伝子群をさす。

遺伝子発現は発現の場である細胞質の影響を受けるが、その細胞質は外的環境を含め、生体システムのいかなるレベルからも影響を受ける可能性がある。これまで、インプリンティング、言語習得を含む学習と記憶の分子機構、ストレスと免疫系、PTSD等、遺伝子発現を左右する外的感覚並びに内的神経事象（環境による神経系の可塑性）の例が多数示されている。そこで大事なことは、我々が受け継いでいるのは遺伝子だけではなく、どんな種にも一般化できる出生前並びに初期出生後の環境条件、すなわち養育システムをも受け継いでいるということである。これら言語システムや慣習、道具類を含む種々の文化装置は遺伝子Geneに対してミームと呼ばれる（林 2010）。

#### 5. 発達（機能形成）と経験

養育環境に手を加えた実験を紹介する。最初の16ヶ月間、暗黒条件で養育されたチンパンジーは光には反応したが、パターン弁別は不可能であった。光刺激がない条件では網膜神経細胞と視覚皮質は萎縮しはじめ、剥奪時期が長ければ長いほど障害は重くなる。この実験結果は視覚能力発達の臨界期を示している。同様の結果は、人においても先天性白内障の受術児によっても確認されている。これらは経験の効果であり、神経系の可塑性の問題として広く知られてきた（谷口 1995）。

Gottlieb（Gottlieb, Wahlsten, Lickliter 2006）の経験概念をもう少し説明する。発達の行動上（生体もしくは神経）の現れは少なくとも二つの要因の協働（相互作用：例えば人と人、生体と生体、生体と環境、細胞と細胞、核と細胞質、感覚刺激と感覚系、活動と運動行動）の結果である。発達

過程で発達を起こさせるものは要因そのものではなく二つの要因の関係である。機能の発現にあたって個体水準の相互作用を示すために最も頻繁に使われる概念は「経験」である。

機能の視点から経験を定義すると、経験は機能もしくは活動と結びついていて、例えばインパルスの伝導で示される神経細胞の電気的活動やその過程、神経伝達物質並びにホルモンの分泌、筋肉や感覚器の使用や練習、個体それ自身の行動、を含む非常に広い概念である。発達に対する経験の機能の寄与は誘導、促進、維持の3つのいずれの形で生じうる。ここで、

- (1) 誘導とは発達を他の方向でなくある方向に向けること、
- (2) 促進（時間的あるいは量的）とは、構造的生理学的成熟の閾値や率に影響し行動発達が生じること、
- (3) 維持とは、経験によって既に誘導された神経もしくは行動システムの統合性（完全性）を維持すること、である。

次の図は環境もしくは経験の影響をわかりやすく示している。図2. は攻撃性に関して選択交配されたマウスの他個体への平均攻撃回数である。2回目で攻撃回数の差が明確に出ているが、低攻撃性の個体を4回反復検査したところ、高系と同様の攻撃回数になった。高系の攻撃性は生後21日から45日間の社会的隔離養育が決定的経験になっているが、低系の高攻撃性発達は45日から235日までの反復テストが決定的経験になっている。図3. は離乳後隔離養育(左側)もしくはグループ養育(右側)された二つの近交系マウスの雄によって示された侵入マウスへの平均攻撃回数である。右側のグループ養育では差がないが、左側の隔離養育で顕著に差が出ている。

経験の発達への影響を理解する上では、近年研究が進められている最初期遺伝子の役割は重要である。最初期遺伝子は感覚刺激に反応して発現し、シナプスの伝達効率の変化をもたらして神経回路形成、言い換えると次に述べる記憶形成に関与していると考えられるからである。

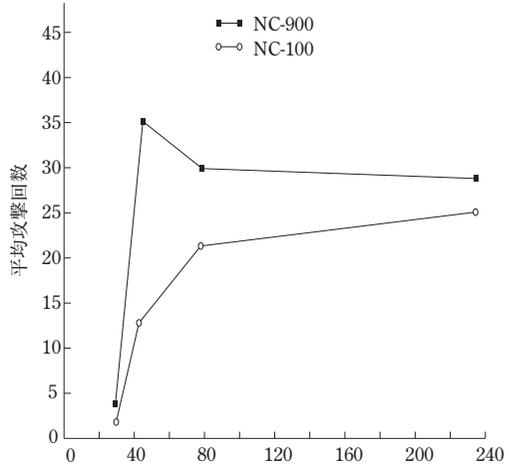


図2. 高（黒丸）並びに低攻撃性（白丸）に選択交配されたマウス系列で低系の個体は生後28日から235日まで4回検査されたところ高系と同様の攻撃性になった。高系の攻撃性の発達における決定的経験は生後21日から45日間の社会的隔離養育である。これに対し、低系の高攻撃性への発達への決定的経験は45日から235日までの反復テストである。(Gottlieb, Wahlsten, Lickliter, 2006)

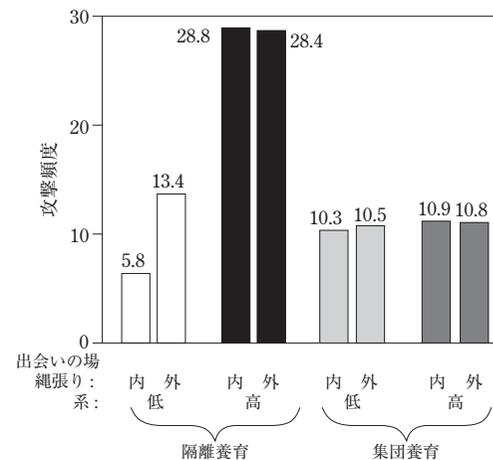


図3. 離乳後隔離もしくは社会的グループで養育された二つの近交系マウスの雄によって示された侵入マウスへの平均攻撃回数。隔離養育で顕著に差がでる。(Gottlieb, Wahlsten, Lickliter, 2006)

## 6. 記憶（機能形成）と遺伝子発現

上述のようにGottliebの確率論的後生説は、遺伝と環境の双方向性と経験による非決定性を強調する。そのプロセスを図1.における各水準の変化としてみておきたい。

1) 遺伝子は刺激を受けて遺伝子発現すなわち蛋白合成を行う。

2) 神経レベルではその蛋白合成によって、シナプス後膜の構造が変わり、伝達物質の伝達効率に変化する。その結果神経回路が形成され、記憶が成立することになる。

3) 行動レベルで見ると、記憶—とりわけ長期記憶—の成立は新たな機能・能力（移動、言語・コミュニケーション、書字、概念操作等）の獲得を意味する。それによって次の世代を生んで育てるという生殖能力を獲得し、幼体から成体への過程を進む。これが発達である。

少し詳しく見ると、記憶の実体はシナプス伝達特性の変化（シナプス可塑性）によって示される神経回路形成であって、これが機能形成の現れである発達を支えている。シナプス可塑性はニューロンあるいはグリア細胞内の情報伝達系を介したそれぞれの細胞内外での変化（蛋白質の修飾、遺伝子の転写・翻訳制御、細胞の形態など）により制御されている。

短期記憶から長期記憶へ組み込まれるには、遺伝子の転写・翻訳を伴う蛋白合成が必要となることがわかってきた。電話番号を覚えるなどの短期記憶はシナプス後膜のグルタミン酸受容体がリン酸化して活性化し、イオンを通しやすくなることによって担われており、これは数時間で消失する。これに対し、長期記憶にはmRNAが活性化し、蛋白合成（遺伝子発現）が必要になる。これはシナプスの構造的変化をもたらし、24時間以上持続する（柚崎 2003）。想起に際しては最初期遺伝子（IEG）Arcが活性化（発現）し、記憶の固定化が図られる。

さて、環境の生体に対する作用としてはストレス反応がよく知られている。ストレス反応は有害刺激もしくは本人の耐性を超える刺激作用によ

り、心身反応が生じ、うつや心臓病、感染症などにかかりやすくなるというものである。ストレスは神経系を介し、免疫系にまで影響することが知られている。従来免疫系は他の生体系とは分離していて、独立性を保っていると考えられていた。近年、免疫系と神経系の間には、例えばリンパ球は多数の様々な神経伝達物質の受容器を持っていることなど多数の結びつきがあることが知られてきた。免疫細胞は神経系のメッセージを受けてその作用をかえることが明らかになった。神経伝達物質と免疫系の結びつきの発見は重要である。不安とか抑鬱のような否定的感情が神経伝達物質レベルに影響を及ぼす。実際ストレスで死亡した猿の海馬では多くの細胞が脱落し、充分成長できていないという結果が示されている（加藤、加藤 2001）。反対に、笑い、喜びなど快的感情の健康増進への有効性もこの点から理解できる。上記から心身相関（意識と物質の一元性）は明らかである。

## 7. 討論：生体システム論の現代的意義—発達のシステム理解

心理学は意識研究に始まり、行動の法則性の解明へと進んだ。近年は意識、感情の脳メカニズムの解明等も視野に入っているが、いずれにしても個人に焦点があたっている。しかしながら適応不全を考えた場合、その原因は病気等生物学的レベルのこともあれば、ストレス等社会環境に由来する場合もある。人に関わる様々な問題にアプローチしようとした場合、個性記述的な内面理解のみに頼る臨床心理アプローチに限界があることは広く指摘されてきた。冒頭に述べた、WHOによる障害理解が生物・心理・社会の多面的アプローチを強調していることはその経緯をよく物語っている。

発達科学は分子から社会までの全ての水準・階層を視野に入れて人間存在のあり方、「関係」を明らかにしようとする。既に見てきたようにより広い観点から問題を抽出し、光を当てようとする営みである。発達心理学が現象を細かに描出し、発達のプロセスを主として仮説構成体を駆使して

説明しようとしてきた蓄積を土台とし、より広い観点並びに方法的基礎の上に立って発達の実体論的メカニズムの解明に歩み出すことは、近年の分子遺伝学や神経科学の急速な発展を踏まえるならば充分可能となっている。

発達科学の課題は人間社会における様々な事象の予測と制御であり、個々人の適応不全から深刻な社会病理までの解消と予防にある。その方法はGottliebやフォン・ベルタランフィが述べるシステム分析：すなわち各階層における要因の抽出と要因間の関係の解明にある。

Gottlieb (Gottlieb, Wahlsten, Lickliter 2006)によれば、遺伝子発現に対する環境の影響（トップダウンプロセス）の理解は行動遺伝学や神経科学では一般的になりつつある。発達心理学ではヴィゴツキーによる内化理論等の双方向性理論があるものの、遺伝子による一方向性のボトムアップ理解が優勢である。生物学、心理学、社会学で比べてみると、心理学では遺伝・神経から行動への一方向性を、社会学では環境・行動から個人への影響の一方向性を優先してみるのが一般的である。

発達の心理生物学的システム論の発達研究における意義は、従来の遺伝一環境論争、あるいは発達における成熟一学習モデルの不毛な対立を止揚し、発達過程における機能・構造の形成を遺伝子発現における環境要因（経験）の規定性の差として統一的に理解する道を開いたことにある。同時にそれは形態・機能の形質発現に確率的幅が存在する（非決定性）ことを意味し、遺伝規定性並びに環境の変動許容範囲も個々の形質毎に評価されるべきことを示す。今後、発達障害等発達精神病理の理解における遺伝性、環境性という2分法は再検討が求められる。

上記の意義は発達障害・精神障害、非行・犯罪等の適応障害研究においてより重要である。具体的には従来遺伝性と考えられた障害について環境要因の検討の視点をもたらし、また環境性と考えられる障害についても発達期には神経系等非可逆的変化の発現を想定せざるを得ないからである。その意味で虐待等有害環境要因を特定し、その排除とアタッチメント形成等発達早期の環境保障が

重要な視点となる。筆者はその臨床経験からADHD（注意欠陥多動障害）を含め、中枢由来と見なされている発達障害に環境要因が少なからず存在するを感じている。ADHDはその環境のあり方により反抗挑戦性障害から行為障害、反社会性障害へと展開する可能性も指摘されており、適応障害の予防という観点からも人の養育環境の分析は重要な課題であろう。

子ども達の健やかな発達を願う立場から、発達の心理生物学的システム論の今後の課題をあげると、

- ① 現在社会問題にもなっている、少子化、NEET、引きこもり、不登校・晩婚化など世代の継承の危機の分析、
- ② ボールビーのアタッチメント理論を踏まえ、虐待の世代間連鎖を断ち切るための家庭・家族支援の有効性の検討、
- ③ 急速な国際化や情報化は世代の継承環境（子育て環境）にどのような影響をもたらしているかなどの分析、などが考えられる。これらは、世代の継承を担保する社会システム、養育システムのあり方の検討に他ならない。

## 文 献

- Bramham, C.R., Worley, P.F., Moore, M.J., Guzowski, J.F. (2008) The immediate early gene Arc/Arg3.1: regulation, mechanisms, and function. *J. Neuroscience*, 28(46): 11760-11767.
- フォン・ベルタランフィ (1973) 長野敬・太田邦昌訳 一般システム理論 みすず書房 (原著: Ludwig von Bertalanffy (1968) *General System Theory* George Braziller, N. Y.)
- Gottlieb, G. (1971) *Development of species identification in birds: An inquiry into the prenatal determinants of perception* Chicago: University of Chicago Press
- Gottlieb, G., Wahlsten, D., Lickliter, R. (2006) The significance of biology for human development: A developmental psychobiological systems view. in *Handbook of child psychology*. 210-257 John Wiley & Sons Inc.

- 林もも子 (2010) 思春期とアタッチメント みす  
ず書房
- 加藤忠史・加藤進昌 (2001) ストレスと脳：  
PTSDをめぐる 医学のあゆみ 275-277
- 本田時雄・高梨一彦監訳 (2006) 発達科学：発達  
への学際的アプローチ プレーン出版 (原著  
Cairns, R. B., Elder Jr, G. H. & Costello, E. J.  
(1996) Developmental Science. Cambridge  
University Press.)
- 世界保健機関 (WHO) (2002) 国際生活機能分類  
(ICF) 中央法規
- Tzingounis, A.V., Nicoll, R.A. (2006) Arc/Arg3.1:  
Linking gene expression to synaptic plasticity  
and memory. Neuron 52, 403-407.
- 谷口 清 (1995) 脳の発達 in 清野茂博・田中道  
治編著 障害児の発達と学習 コレール社
- 谷口 清 (1996) 発達と障害 in 黒田吉孝・小松  
秀茂編著 発達障害児の病理と心理 倍風館
- 柚崎通介 (2003) 記憶はどのようにして形成され  
るか?—最近の話題慶応医学80 (4) : 131-139.

---

[抄録]

G. Gottliebの発達理論、発達の心理生物学的システム論を概説した。

- 1) 生体は遺伝子から環境まで多層の水準が双方向で作用するシステムである (双方向性)。
- 2) 細胞は等能で、遺伝子は環境との相互作用によって発現し蛋白質を合成する (非決定性)。
- 3) 発達は遺伝子から環境まで二つ以上の要因の相互作用 (協働) である経験を通して遺伝子が発現し、機能・構造が形成される (確率論的後生説)。

発達科学構築にあたっての上記の主張の意義を考察し、今後の課題として人の発達環境の分析とそれを踏まえた世代の継承を担保する社会システム、養育システムのあり方を検証する必要性を指摘した。

---