

発達への ダイナミックシステム・ アプローチ

認知と行為の発生プロセスとメカニズム

A DYNAMIC SYSTEMS APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF COGNITION AND ACTION

エステル・テーレン & リンダ・スミス

小島康次 監訳

高橋義信・丸山 慎・宮内 洋・杉村伸一郎 訳

発達的な変化は、多くの要因が入れ子になった複雑なプロセスだ。その複雑性こそが、相互に関連した数々の原因の絡み合いを生み出す。

ダイナミックシステムの原理が、生命体の形態から行動まで、すべてのレベルにおける個体発生を統合していることをデータに基づいて例証。認知と発達を同じ理論の言葉で理解し、実験をこれまでとは異なったしかたで計画し、古いデータを新鮮な観点から解釈する新しいパラダイムを提示した画期的な本、待望の完訳。

新曜社

発達への ダイナミックシステム・ アプローチ

認知と行為の発生プロセスとメカニズム

エスター・テーレン & リンダ・スミス

小島康次 監訳

高橋義信・丸山 慎・宮内 洋・杉村伸一郎 訳

新曜社

A DYNAMIC SYSTEMS APPROACH
TO THE DEVELOPMENT OF COGNITION AND ACTION
by Esther Thelen & Linda Smith

© 1994 Massachusetts Institute of Technology
All rights reserved. First MIT Press paperback edition, 1996

Japanese translation rights arranged with
Massachusetts Institute of Technology
through its department The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
through Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo

日本語版出版に寄せて

エスター・テーレンと私が、自己組織的なダイナミック・システムとしての発達のプロセスがどのようなものかを著作にまとめようと決意してから25年の時が経ちました。その当時、発達心理学は単一の原因や生得的な起源、そして知識表象に多大な関心を寄せていました。これらの構成概念は、乳児期そして幼児期を特色づけるドラマティックな行動上の変化についてはもとより、人間の知性を特徴づけている非常に適応的で創意に富んだ多様な行動についても容易には受け容れられない説明を提起していたように思われました。私たちは、エスターの専門分野である運動スキルの領域からより優れた説明の枠組みに関する最初のインスピレーションを得ました。たとえば(少なくとも1994年の時点で)世界最高のバスケットボール選手であったマイケル・ジョーダン、完全に同じ動作を繰り返していたわけではないという点で、まさしく熟達していたといえます。これをさらに正確に言えば、彼の偉大なる洗練された特性とは、特定の瞬間的な文脈に適合するように無限に変化することであったといえるでしょう。ほんの数秒で実現される、文脈に応じたこのような適応的でスマートな適合が、時間のなかで連続的に変化した相互に影響しあう多数の要素をもったシステムという用語によって、その内的なダイナミクス、システム自体の履歴、および外界からの即時的な入力から生じる結果として説明され得ることを、私たちは運動行動についてのダイナミック・システムズ・アプローチによって確信したのです。こうして人間の認知とその発達を同じ理論的用語で理解しようとするのが、私たちの重要なアイデアになりました。

発達的な変化とは、多要因が関係したものであり、さまざまな時間スケールにわたって作用し、いくつもの分析水準(遺伝子にはじまり、親の行動や言語環境、そして社会集団に至るまで)を交差して相互作用する多数の入れ子になったプロセスが集合した結果である、という議論を私たちは展開しました。この多要因性ゆえに、表面的には関連がない複数のシステムが、他のシステムの発達における原因となる、または変調や許容的な役割を果たすという非自明的な因果関係の広がりが存在することになります。この複雑性こそが、相互に関連した数々の原因の絡み合いを生み出すのです。これら全てのことが、発達科学への新しいアプローチが必要であることを物語っていると私たちは指摘しました。

発達のプロセスにおける行動の役割を理解するには、多数の時間スケールを横断する変化のメカニズムを理解する必要があります。行動(たとえば歩行、読書、自己制御)とは、神経の興奮にかかるミリ秒、目的的な行為にかかる2〜3秒ないしほんの数秒、

課題遂行にかかる数秒ないし数分、そして技能学習にかかる数時間、数日、さらには数年といった数多くの時間スケールのもとで生じる、さまざまな変化が集合した結果なのです。

生後の発達における行動の役割を理解することは、多様な分析水準における変化のメカニズムを理解するという意味でもあります。たとえば歩行の発達や言語獲得、あるいは怒りに関する行動の制御や情動状態といった行動発達は、遺伝子、神経系、生体力学、心理学、そして環境要因を含む、数多くの異なる分析水準でのプロセスに依拠しているのです。

最後に、私たちは発達研究における還元主義者のアプローチとは対立するシステム間の協同現象を主張しました。この提案は、現象の本質を単純化し、あらゆる要素をバラバラに解剖してしまうことを目的とする、科学において支配的であった方法論とは相容れないものです。近代科学における還元主義者の方法論が収めた目覚ましい成功は、確かに否定できるものではありません。たとえばその方法論は、生命システムの分子成分に関する全く新しい知識をもたらしたといえるでしょう。しかし一方で、それら分子成分の膨大な集合（すなわち生きて活動している総体としての子ども）が複数のシステムとしてどのように作用しているのかを矛盾なく理解することには至っていないのです。

私たちがこの著作を執筆してからの数年の間に、発達科学のあらゆる分析水準において多くの進歩がありました。特定の現象について私たちが提案した説明のいくつかは、その詳細において正確であったのかが明らかになっていないものもあります。しかし、神経および行動の水準における変化の科学は、複雑系の方向に向かっているのであり、私たちの著作が今もなお有用であるという立場で進んでいるのです。

2018年1月2日

リンダ・スミス
(インディアナ大学ブルーミントン校
心理・脳科学部 特別教授)

謝 辞

インディアナ大学の知的風土は、新しいアイデアに対してエネルギッシュであり、また、挑戦的でもあります。イ大 (IU) 認知科学課程のダイナミックグループはその時代精神をよく示しています。1987年にボブ・ポート、ジョン・メリル、ジャネット・メットカルフ、ヘルガ・ウイノート、ユン・スーらと研究会議を立ち上げ、さらにこの研究と討議をティム・ヴァン・ゲルダー、ジェフ・ビンガム、ベフ・アーリック、ジム・タウンゼント、デイヴ・ジョーンズ、ジョニ・カネルヴァらと継続しました。この研究グループはインディアナ大学の学部横断学際的研究基金の財政的支援を受けています。私たちは、また、認知科学課程学部長リッチ・シフリンによる開かれた、リーダーシップによるご支援に感謝し、また、同課程の同僚の皆さま、なかんずくマイケル・ギャッサーに、多くの有益なご助言をいただいたことに感謝申し上げます。

インディアナ大学における発達研究者の同僚の皆さまからは発達過程について私たちが考える際に多くのヒントをいただき、惜しみないご協力をいただきました。レフ・アルバーツ、スーザン・ジョーンズ、メレディス・ウエスト、シェリア・ウオーカー、スティーヴ・バーロー、ベフ・アーリック、アレクサンドラ・クイッターの皆さんに感謝します。私たちの研究室とゼミの学生・院生、そしてポストドックの研究協力者たちは熱心に仕事をして、私たちが妥協するのを許しませんでした。特に、カレン・アドルフ、デボラ・デイヴィス、ダニエラ・コルベッタ、リサ・ガーシュコフ＝スノウ、スティーヴ・ゴルディングー、ディアナ・ヘイズ、ジョディ・ジェンセン、カシー・カム、ドン・カツツ、ユルゲン・コンチャック、テレサ・ミッチェル、マイク・ムチスキー、ローラ・ネイミー、ブリジット・オリヴァー、ミカエル・ショニー、マリア・セラ、グレゴリー・スミス、ジョン・スペンサー、グレゴリー・スミス、ジョン・スペンサー、ベアトリクス・ヴェレイカンの諸君、諸嬢に感謝します。また、心理学科長のペギー・イントス・ピーターソンには、大学における知的活動、つまり、インディアナ大学の学問レベルを保つのに貢献していただいたことに謝意を表します。

1987年以來、私たちは、発達現象とダイナミックシステムに対する理解を、イ大の同僚ばかりでなく、発達と認知を複雑なダイナミックシステムとして理解しようと試みている世界中に至る所にいる友人たちとの意見交換を通じて発展させてきました。1989年のワークショップにご参加の、敢えて新しい事柄に本気で取り組んでくださった、ディック・アスリン、ベネット・バーテンサル、ジョージ・バターワー

ス、キャロル・エッカーマン、ジーン・ゴールドフィールド、アラン・フォーゲル、スコット・ケルソー、ダレン・ニュートン、ピーター・ウルフにお礼申し上げます。また、ジョージ・シェナー、アラン・フォーゲル、スーザン・オーヤマ、パトリック・ベイトソン、カール・ニューウェル、ジェーン・クラーク、キャロリン・ヘリザ、マイケル・ターヴェイ、ピーター・クグラ、ブランダイン・ブリル、クレア・フォン・ホフステン、ジュディ・デローチ、デドレ・ゲントナーとの長年にわたる対話から日常的に研究上のアイデアをいただきました。キャサリン・ハーシュ・パーク、アラン・フォーゲル、マイケル・タッカーからは厳しくも思いやりに満ちた査読という、もっとも有益なご助力をいただきました。また、クラーク・ピーターソンには特別な感謝を捧げます。氏は、査読の上、洞察に満ちたコメントを寄せてくれただけでなく、常に発達に関する賢明な問いを發してくださり、このプロジェクトに対する揺るぎない関心と友情を示してくれました。

私たちは、2人の卓越した発達研究者、エレノア・J・ギブソンとジェラルド・M・エーデルマンに特別な恩義を感じています。おふたりの影響は本書のいたるところに展がっています。ジャッキー・ギブソンはインディアナ大学高等研究所の研究者として1ヵ月滞在してくれました。その間、彼女は常に議論を喚起し、私たちを鼓舞してくれました。イ大のeメールによる研究討論会で才気溢れた、刺激的な發言をされた、ジュリー・エーデルマンは、並み居る脳科学者の中で人間の発達を真摯に語る稀有な存在です。エーデルマン博士の理論の真髓を本書が遺憾なく發揮できていることを願うばかりです。

インディアナの居心地の好さは、協力的で有能なスタッフのお陰です。アムバー・コックスは沢山の図表を独創的で巧みに作成してくれました。カレン・ジュークスは原稿を辛抱強く、時にユーモアを交えて清書してくれました。そして、マリー・ブーックとデクスラー・ゴームリーには大変多くの場面——図表作り、参考文献探し、写真撮影、全体の洩れの点検——で手伝ってもらいました。彼らの助けがなければ、本書は陽の目をみなかったでしょう。ドン・カツ、ジョン・スペンサー、テレサ・トリートには、卒業研究の貴重な時間を索引作りのために割ってもらいました。

アメリカ合衆国とインディアナ州の納税者の皆様からは、国立健康研究所とインディアナ大学の研究基金を通じて長年にわたりご支援をいただきました。感謝申し上げます。

最後に、家族は、楽しさと、エネルギーと、平穩無事な生活をもたらしてくれました。デイヴィッド、ジュニファー、そして、ジャーミー・テーレント、モーリス、ゴードン、エヴァン・スミスが私たちに平安と成長の場をもたらしてくれたことに対し、最大級の謝意を捧げます。

目次

日本語版出版に寄せて i

謝辞 iii

序章 ————— 1

発達はどうのようなものか — 上からの見方	2
発達はどうのようなものか — 下からの見方	5
発達理論の目標	7
本書の計画	12

第 I 部 発達の性質 — ダイナミックなアプローチ

15 ~ 162

第 1 章 歩行学習からの教訓 ————— 17

歩行の学習 — 上からの見方	17
単一原因による説明の欠陥	21
中枢パターン発生器と移動運動	22
歩くことの学習 — さらなるデータが示すもの	25
発達段階を解体する	32
シガエルの移動運動の発達	33
ヒヨコの移動運動の発達	35
ネコの移動運動の発達	36

第 2 章 認知発達の危機 ————— 39

ピアジェ — 上からの見方	39
下からの見方 — 推移律を用いた推論	41
コンピテンス 対 パフォーマンス	44
生得主義	47
連続性とは何か？	50
生得的とは何を意味するのか？	53

モジュール性	55
人間の情報処理	58
コネクショニズム	60
目的論 — 発達理論における最終状態を超えて	66
まとめ	67

第3章 ダイナミックシステム — 変化のパラダイムを求めて — 69

ダイナミックシステムの振る舞い — 概観	75
ダイナミックシステムの原理	77
時間スケール関係の重要性	93
「ノイズ」についての覚え書き	95
安定性についての補足説明	96
まとめ	97

第4章 発達のダイナミック原理 — 歩行学習再考 — 99

本章の概要	101
創発する行動の時間スケールに関する覚え書き	102
行為のダイナミックな原理	103
ベルンシュタインの貢献	105
運動のエネルギー的な側面	108
実時間における自己組織化 — 乳児の自発的な足蹴りについて	109
複数の時間スケールを行き来する — 行為から発達へ	114
生成と消失を繰り返すアトラクターとしての発達	117
発達における変動性の新たな役割	118
乳児の足蹴り運動における個体発生的な変化	121
新生児の足踏み運動の消失	122
乳児の足蹴り運動の協調と制御	
— ダイナミックな変化について	124
生来的なダイナミクスを環境に同調させる	
— トレッドミルから誘発される乳児の足踏み運動	128
トレッドミル上での足踏み運動の発達	
— 変化のダイナミクスをマッピングする	131
ダイナミックシステム・アプローチにおける個体の果たす役割	132
トレッドミル歩行の個体発生を理解するための、	
ダイナミックシステムの原理の操作化	133
歩くことの学習のダイナミックな説明 — 個体発生の全体像	157

第Ⅱ部 変化のメカニズムを求めて

163 ~ 260

第5章 神経組織と発達のダイナミックス	165
説明とメカニズム	166
脳のダイナミックな組織化	167
神経細胞群選択理論	179
神経的多様性の解剖学的基礎と機能	184
神経胎生学における多様性の創造	191
形態発生における細胞表層の役割	194
神経発生、マッピング、そして行動の関係 — 知覚と行為へ	198
第6章 カテゴリーとダイナミックな知識	201
哲学対生物学	201
自らを教えるカテゴリー — コンピュータ・モデル	208
対象の定義の発達	213
カテゴリーとは何か	223
カテゴリーのダイナミックな選択としての発達	224
第7章 乳児における選択のダイナミックス	231
知覚の統一性	231
乳児の感覚モダリティ間統合	235
知覚としての運動 — 発達における運動の決定的な役割	238
知覚と認知の発達における運動の中心的役割	241
知覚的モダリティの欠如における発達	246
ダイナミックな記憶 — 学習から発達へ	249
記憶における発達の变化	257

第Ⅲ部 知識のダイナミックスと起源

261 ~ 400

第8章 知識の文脈特異的な起源	263
大域的な構造 - 局所的変動性 — 時間スケールの統合	263

スロープについての学習	266
何が可能かを知る	272
可能な事象と不可能な事象	273
車が箱を通り抜けられないことを知る	275
発達する多様なアトラクター	283
大域的構造間の飛躍 — 新奇な言葉の解釈	287
文脈とコンピテンス	295
第9章 行為からの知識 — リーチングの学習における探索と選択	299
リーチングの学習 — 課題の性質	299
リーチングの学習 — ダイナミック・アプローチ	302
リーチングへの移行	305
マッチングの意図と、内在的ダイナミックス	321
創発的カテゴリーとしての行為	325
ネイサン — 生後1年にわたる探究と選択	327
行為からの知識と知識からの行為	333
第10章 実時間、発達の時間、知ること	
— A-not-B エラーの説明 —————	335
A-not-B エラー	335
文脈効果	338
システムによる説明	341
発達 — 実時間と発達の時間を統合する	356
成熟か発達か	360
知るとはどのようなことか	364
第11章 困難な問題 — ダイナミックな認知に向かって —————	367
動機づけ — それはどこから来るのか	369
身体化された認知の起源	380
知識の社会的身体性へ向けて	386
話すことと知覚すること — 相互作用的認知	388
ダイナミックな認知における象徴的思考	391
パラダイムシフト	398
エピソード —————	401

訳者あとがき	403
文献	409
人名索引	431
事項索引	438

装幀 = 新曜社デザイン室

序 章

人の生活は、思考と行為の両方で成り立っている。人が単細胞の単純な生物から出発して、どうやってこれほど複雑な身体的、心的活動をするようになったのかは、永遠の謎かもしれない。人はどのようにして、世界の中で活動できるほどに世界を理解するようになったのだろうか？ 社会的現実や物理的現実を、どのように構築しているのだろうか？ 私たちのメタファーやファンタジー、創意に満ちた豊かな心的生活は、どこからやってきたのだろうか？ そして同時に、脳は、どのように手足や身体の一部をコントロールして、複雑で熟練した行為ができるようにするのだろうか？ 何千年も、哲学者や心について研究してきた学者たちは、こうした重要で解きたい問いの鍵が、子どもの発達の中に見出せるであろうということに気がついていた。

ボールドウィン、ダーウィン、ゲゼル、ピアジェ、ウェルナーたち多くの先達同様、私たちがこの人間発達の謎に、心的生活の獲得は形態と機能に関するあらゆる生物学的な成長と連続性を有するという確信をもって挑む。人間は他の生物に比べて多くの特異な活動をすることができるので、人間の個体発生を特別なものと考えやすい。本書で論じることは、人間発達の到達点が複雑で独特なものだとしても、そこに到達するまでのプロセスは、単純な生き物の発達を支配するもの、そしてある程度までは、複雑な非生物のシステムを支配するものとも共通だということである。

私たちの心的生活に関する基本的なアプローチは、非常に一般性をもつ原理に依存している。それは非線形のダイナミックシステムの原理であり、秩序発生と複雑性の問題、すなわち多くの個別の部分の協調によって、どのように全体の構造とパターンが生起するのかということに関係している。非線形システムの原理は、物理学、化学、数学に始まった。非線形のダイナミクスと生物システムの研究との関連性に気づいたのは、少数の先見の明ある生物学者たちだけだった（たとえば、von Bertalanffy, 1968; Waddington, 1977）。しかし、ここ数年の間に、そうした原理が厳密に、公式に適用されるようになってきた（たとえば、Glass & Mackey, 1988; Kelso, Mandell, & Shlesinger, 1988）。こうした原理は、複数の時間スケールの下に住まう多様な物質基盤のシステムを表現する。私たちは、そうした原理が生命体の形態から行動までのすべてのレベルにおける個体発生を統合する上でとりわけ強力であると考えている。本書の最初の部分はダイナミックシステムの原理を記述することと、行動と発達のデータをダイナミックシステムの用語で解釈し直すことに充てることにする。

しかし、もっとも有力な一般原理も完全なものとは言えない。したがって、発達研究者は、依然として現実生活の現象のレベルにおいてプロセスとメカニズムを理解することが必要とされる。変化を生み出す生活体と環境の要因は何であろうか？ 現実の乳児が、人、物、そして出来事が絶え間なく相互作用する世界において生活し、発達するとき、その因果関係の複雑な網の目をどのように解きほぐすることができるだろうか？ したがって本書の主要な課題は、ダイナミックシステムの原理を、プロセスとメカニズムの領域において例証することである。これらの一般原理が個体発生の本質とその具体的な現象の詳細と変異の両方を捉えること、そして当然のことながら、乳児と児童から得られた実験データに対する、新しく強力な説明が可能であることを示すことである。

特に、行動と発達が多くの説明レベルでダイナミックであること、とりわけ、行動のレベルにおいて記述された現象が、脳とその機能について知られていることと一致することを示すことに全力を傾注する。行動と発達を脳の活動に解消する還元主義的な説明を求めているのではなく、両者の調和のとれた説明を求めているのである。神経解剖学と生理学がすべての行動の土台ではあるが、後で論じるように、それらは論理的に因果的ということではない。このような観点に立って、脳の発達理論と関連づけて、発達のプロセスとメカニズムを考えていく。

発達はどうなものか ― 上からの見方

生命体が「発達する」と言う場合、どのようなことを意味するのだろうか？ 私たちはここで、プロセスや生理学的な能力が発現すること、また、生涯を通じてそれらが最終的に行動に表現されるに至る、すべての発達を貫く共通性を探求する。これらの時間の経過とともに起こる多様なプロセスを結ぶものは何であろうか？ まず、拡大鏡の倍率をもっとも低くして、個体発生を見ることにしよう。

時間の流れを大きく見渡すと、生命体の発達のもっとも大きな質的变化は、小さく単純だった生命体が大きく複雑なものへと変わっていくことである。複雑になるということは、単純に考えて、異なる部品とその働きの数、さらにそれらの間の関係が増すことを意味する。発達は、常に直線的で量的なものであり、それは成長が常に増加的であるのと同様である。同時に、発達はまた、非直線的で質的でもある。というのは、複雑性は新しい形態や能力を創り出すからである。

このプロセスには、顕著な秩序正しさがある。どの種であっても、発達は通常、厳密な規則性とさらには必然性をもって進行する。私たちはかなり正確に、人間の新生児の行動および生理学上のレパートリーを記述することができ、またかなりの確信をもって、特に欠陥のないすべての人間は歩くであろうこと、彼らが所属する文化の言

語を話すこと、社会的関係を結ぶこと、生殖能力を成熟させること、ある種の心的操作に従事するであろうこと、を予測できる。私たちはまた、有意な信頼性をもって、こうした出来事や他の多くの事象が起こる、年齢と順序の目安をつけることができる。「子ども（あるいは大人）の発達段階」、「発達の一里塚あるいは予定表」、「生物時計のチクタク鳴る音」などと言うとき、私たちの日常言語は、こうした秩序正しさを表している。

発達をざっと見回してみると、単なる秩序以上のものがあり、それは前進的、すなわち方向性をもったものである。変化は、質的なものも量的なものも、共に可逆的ではない。いったん新しい構造が出現したり、ある成長のレベルが達成されたり、あるいはある行動がパフォーマンスされたりすると、生命体は決して以前の形態へ逆戻りすることがない。ある機能は年齢とともに、また、病気で衰えることはあるかもしれないが、発達のプロセスは元に戻らない。すなわち、生命体が未成熟の状態に見えるようになることはない。ある種の行動は子どもっぽく見えるかもしれないが、年齢あるいは脳損傷が未成熟の生命体を創造することはない。

あらゆる生物に共通して、発達の方向は、親から独立した摂食行動の増加と生殖機能の成熟の達成へと向かう。食物と配偶者を探すことには、こうした目標を実現するために必要とされる環境の特性と、動物のもつ知覚的、ならびに運動的な器官との正確な調和が求められる。発達は、こうした適応的な調和に向かって前進する。

発達をもっとも広い範囲で見た場合の、秩序をもち、進歩的、増大的で一定の方向性をもつという特質は、それが設計によって導かれた目的的なプロセスであるという印象を引き起こす。生命体はどうやって、このように確実に、計画もなしに、決められたしかたで、適応的で成熟した機能を果たすという目標へ向かって進めるのだろうか？ 単純なものから複雑なものへ向かうこの避けがたい変化の方向を示す案内書は、どこにあるのだろうか？ この運命は、どこかに、何らかのかたちで、個体発生の進行に伴って読まれるべき指示書として、書かれていなければならないように思われる。

発達研究者たちは、この壮大な個体発生の計画書を発見すべく、膨大な努力を傾注してきた。どの教科書にも必ず載っている古典的な「生得-経験」論争は、発達がどこからもたらされるのかを理解する探求を反映している。1つの極端な見方は、発達の計画書が完全に生命体の内部に、一組の青写真として備わっているとすることで、そこに最終的な成人の形態を作るのに必要なすべての情報が含まれていて、それが時間の経過とともに順次読み出されるだけでよいとされる。もう一方の極端な見方は、生命体自体は、最終的な運命に関する情報を何ももたず、経験を通じて環境の秩序からもたらされる構造と複雑さを吸収するだけだというものである。

驚くことに、現代の発達理論のいくつかは、依然として生得的な決定論か、あるいはあからさまな環境論の立場に立ち続けている。しかしながら、大部分の発達研究者

は、少なくとも口でだけは、発達が生得的に決定されたプロセスと環境からの入力との相互作用の関数であるとする見方を支持している。相互作用主義、あるいは交互作用主義は誰にとっても耳触りのいい用語であり、生得-経験という二分法に差し出された「解決」なのである。

広く受け入れられている相互作用主義の立場が、なぜ発達の前進の全体像を説明するのに不十分なのかについては、いくつか理由がある。第一に、そして、真っ先に挙げるべき理由は、どのような既存の作用因の中に発達計画を探しても、重大な論理的な袋小路につきあたる、ということであり、もっとも新しいところでは、オオヤマ (Oyama, 1985) が、この点を圧倒的な詳細さで論じている。生命体の形態、すなわちその構造と機能における新奇性と複雑性がいかに立ち現れるのか、というのが、最初の発達に関する問いであったことを思い出してもらいたい。生命体内部にあらかじめ存在する計画を呼び出すという考え方をとると、無限の後退に陥る。たとえば、心の構造はどこからくるのかと問うてみよう。もし、それが中枢神経系 (CNS) からくるのだとすれば、それはどこにコード化されているのだろうか？ もし、神経系の構造が完全に遺伝子にコード化されているとすれば、次元上に系列的に配置された化学的なコードから、いかにして三次元の、しかも機能的に特殊化した精巧な構造が導かれるのだろうか？ このコードから生命体への移行をつかさどるルールは、どこにあるのだろうか？ このように、さらにもう1つ別の指示集合を仮定しなければならなくなり、さらにまた別の、ということになる。遺伝決定論者は、本質的に起源の問題を回避し、進化論生物学者にお鉢をまわただけで、新奇な行動の起源を説明するのは結局進化生物学者の仕事になるのである。反対に、心の構造が世界から得られる情報や知識から作られると主張した場合、その情報はどのようにして評価されるのだろうか？ どんな基準によって、生命体は何が「良い」かを知るのだろうか？ 何が注意を払われるべきものであり、心的レパートリーに同化されるべきものなのだろうか？ この場合もまた、最終的な発達の所産のもう1つの表現レベルが必要になるのである。

大人になるための情報がどこにあるのかという問いに伴うジレンマは、相互作用論によっては解消されない。相互作用主義者の立場は、ここで定式化したように、ただ2つの論理的に擁護できない見方を結びつけるだけで、その結合がどのようにして、両方の見方が根本的にもっている後退的な性質を解消するかということに関しては、何の考えもない。情報は、生命体の内側と「外のあるところ」の両方にあり、何らかの特定されないしかたで結びついている。遺伝子は、連続的で基本的な、細胞、組織、生命体、そして環境の支持的マトリックスの中で働き続けるとき、単独では発達プロセスの最終的な状態を特定することができない。遺伝子外の因子も、それ自身では、卵子から成人への変遷を特定するのに十分ではない。相互作用主義者の立場は、不十分

な2つのコードを結びつけることがいかにして完全な青写真を創り上げることになるのかを、明らかにするものではない。もし、遺伝子と環境が「結びつく」とすれば、私たちは、いかにしてその相互作用が時とともに新しい形態や新しい行動を創り出すかを特定しなければならない。

成熟論、環境論、そして相互作用論は、成人の形態が発達する前に本質的にそれを指示するゆえに、不完全な発達理論なのである。これらの理論は（発達の）プロセス、すなわち、新しい形態と機能が時とともにいかに実現されるのかを説明しない。発達は結果の仕様、すなわち所産ではなく、生命体が初期の状態からより成熟した状態へと変化する道筋なのである。あらかじめの指示や目的論を仮定することによって、結果が計画の中にすでにカプセル化されていることになり、単にプロセスを巧妙に回避することになるのである。

上記の見方は、したがって、個体発生的な革新のための秩序と情報の源泉を提供する説明に向いている。しかし、伝統的な理論は論理的に満足できるものではない。というのは、何がシステムを前進させるのかということの原理的な説明がないのである。伝統的な理論は、また、観察というより身近なレベルにおいても、発達プロセスを説明し損なっているゆえに不完全である。

発達はどうなものか — 下からの見方

発達を一渡り眺めると、きちんと規則によってコントロールされているように見える。しかしながら詳しく見てみると、発達はごたごたしたものである。顕微鏡で拡大してみると、直線性、単一性、必然的な系列、そして不可逆性さえもが壊れてしまう。遠くからは、一貫性があり、全体的に調和のとれたプロセスに見えたものが、その具体化にあつては、より探索的で、場当たりの、異なるものが入り混じっており、実用上の都合に動かされるプロセスという趣を帯びる。続く各章において、私たちは、行動発達のごたごたして、流動的で、文脈に敏感な性質に関する、多くの具体例を提示する。

第一に、発達は異なる時間の流れをもつモジュールの性質を有するようと思われる。というのは、動物のすべての構造と機能が同じ速度で、あるいは全体が一様に発達するわけではないということである。非常に多くの種で、産まれたときの構造と機能の要素の相対的な成熟度が、非常に異なっていることが観察される。おそらくそれは、選択圧に対する反応であろう。多くの種が生まれながらにして感覚と運動の能力の両方に関して晩成（留巢）性が早成（離巢）性を示すが（ネズミ vs. ウマ）、それ以外の種の新生児は混ぜこぜになっている。たとえば、人間は誕生時早成の感覚機能をもつが、運動能力は晩成である。アノーヒン（Anokhin, 1964）は、発達プロセスが若い個

体への生態学的要請に非常に敏感でありうること、必要な機能を提供するために、単一の神経束が選択的に加速されることさえありうると指摘している。同様に著しい不均衡が、種内における知覚、運動、認知、社会の各要素の相対的な成長率、変化率に見られる。ということは、各要素がそれぞれ固有の発達経路をもっているのかもしれない、それぞれが加速的な変化を示す時期、ゆっくりと直線的に増加する時期、まったく活動しない時期を示すことになる。ここで見られるパラドックスは、生命体が要素の構造とプロセスにおいては不規則に変化するのに、全体としては適応的に、かつ統合的に変わっていくということである。

もっとも著しいのは、個体発生の現象を実験的に詳細に分析した場合、見かけ上統合的に行動をパフォーマンスする各要素が、行動が完全に機能するよりはるかに先立って見出せることがしばしばあるということである。ということは、特殊な条件下では、生命体は1つの領域において早成の能力を示すかもしれないのである。他の要素はもっとゆっくりした成熟を示し、成熟したパフォーマンスと決して切り離されることがない。動物研究の文献に見られる早成の能力に関する衝撃的な1つの例は、子ネズミの離乳である。子ネズミは普通、生後3週間は自分自身で飲み食いしない。しかしながら、ホールとブライアン (Hall & Bryan, 1980) は、生後間もない子ネズミでも、実験飼育室の室温が十分温かければ、実験室の床に置いた液体あるいは半液体の食物を摂取することを示した。なぜこのような構成要素が使える状態なのに、「(親の)保護のもとで待機する」のだろうか？ その後、何が、新しいレベルのパフォーマンスへと生命体を駆り立てるのだろうか？ これらの隠れた先駆体は、どのようにして表に現れるのだろうか？

進歩した段階の境界線にしても、見かけ上起こるパフォーマンスにおける後戻りや、すでに確立された行動が喪失することがあり、同様に不鮮明である。そうした喪失のいくつかは種全体に現れ、哺乳類の乳を飲む行動のように普遍的に減退を示すが、それは生命維持のための要求における個体発生的変化に対する適応的な解決なのであろう。他の喪失は、より直接的に文脈に縛られた短期的なものであり、特に新しい能力が最初に出現してくるときはそうである。

このように発達的变化は、遠くから眺めると順序正しくきちんと交代するよう見えても、近くからよく見ると暫定的で流動的なのである。未成熟な動物においては、パフォーマンスは変わりやすく、容易に崩壊する。行動発達を安定した、一定不変の条件下で観察すれば、安定的で、一定不変であるように見える。もし一組の問いだけを問うならば、限定された一組の答えを引き出すだけだろう。不安定性、新奇性、変化性を導入した文脈においてのみ、動物の反応能力の範囲を引き出したり、検証したりできる。変化という挑戦のもとでは、限定された条件下では見られないような柔軟な解決法がしばしば見出される。

したがって、倍率を上げ、拡大して見た場合、規則は維持されないように思われる。行動上のパフォーマンスを決定するものは、(発達の) グランドプラン、あるいはタイムテーブルよりも、状況の即時性や目の課題であるように思われる。発達現象を法則的な関係として体制化しようとする私たちの努力は、発達現象そのものによって頓挫させられるように見える。

発達理論の目標

それではいったい、レベル、領域、種にまたがる発達理論に何を求めるべきなのであろうか？ 表 I.1 に、私たちが本質的と信じる 6 つの目標を掲げたので、次にそれらについて詳しく論じる。発達の主要な推力は、新しい構造と行動を産出することに向けられる。発達の説明は、それらがすべて初めから備わっていると仮定するよりもましなものでなければならない。そこで、最初に必要とされることは、新奇なものがどこから来るのかということの原理的理解である。この説明は、一見矛盾する 2 つのレベルを包含するものでなければならない。倍率を低くすると、事象は計画的に見える。発達は、時計のようにきちんと進み、全体的に正確で規則正しい時間で事象を区切ってゆく。同様に、そのプロセスは、全体的に目的論的であるように見える。それは目標方向的であり、健全な個体すべてに共通である。しかしながら倍率を上げて拡大して見ると、多様性、柔軟性、非対称性を説明しなければならない。すなわち、行動単位の流動性、ならびに、若い生命体であっても、文脈や課題に合わせて行動を再体制化する能力などをいかに説明するかである。

表 I.1
発達理論の目標

-
1. 新奇性の起源を理解すること
 2. 全体的な統御と局所的な変異、複雑性、文脈特異性を調和させること
 3. 異なる多くのレベルの発達データを統合すること
 4. 動の発達に対する生物学的に妥当でありながら還元主義的でない説明を提供すること
 5. 局所的なプロセスがどのように全体的な結果を導くのかを理解すること
 6. 実証的研究を生み出し、解釈するための理論的基礎を確立すること
-

私たちの基本的仮定は、生命体の最終状態は、成熟への旅の始まりにおいて実現されているのではない、というものである。そこで、私たちの原理は、多様で、異種混雑的で、流動的で、ダイナミックな局所的効果から、いかにして全体的な発達の軌跡が生起しうるのかを説明しなければならない。私たちは、変化し、流動する、課題に