

Gilbert Gottlieb の蓋然的後成説：
発達システム論と経験概念の再考

岩手大学教育学部
青山慶

1. 発達システム論の概観
2. Gottliebの水鳥を用いた実証研究
3. 経験概念の再考：Non-obviousなこと
4. 進化における行動と環境

発達システム論の概観

- 「発達システム論 (Developmental systems theory) 」という名称は Ford & Lerner(1992)に由来

発達システム論の3つの源流

- **Conrad Waddington** 「前成説 vs. 後成説」
もはや「成体の性質は創発する」ことには疑いなく「動物は、発達システムである」
- **Gilbert Gottlieb** 「前決定的後成説 vs. 蓋然的後成説」
Waddingtonを批判的に継承しつつDewey & Bentley(1949)の Transaction概念を導入
- **Susan Oyama** 「情報の個体発生」
「プログラムされた情報の復号」(Mayr, 1961)に代表される「情報」概念が前決定的立場の砦と指摘

発達システム論の主張のまとめ (Griffiths & Hochman, 2015)

1. 発達は、単一の統制の所在をもたない
2. 発達の結果は、発達が展開される文脈の影響を受ける
3. 有機体の発達システムは、ライフサイクルを再生産するために必要な資源のマトリックスである
4. 遺伝子は、それ自体が進化の産物として、特定の発達のニッチにおいて機能するようにデザインされている
5. システム全体の状態に対するあらゆる要因の影響が偶発的 (contingent) である
6. 発達の原因因子を遺伝子による内的なもの、非遺伝子によるそれ以外の二種類に分けることはできない
7. 発達は動的な過程であり、初期段階に産出されたものが後の相互作用の対象になる
8. 遺伝的プログラムという概念に、発見的な価値はほとんどない
9. 遺伝の研究は、発達のニッチの特徴を含む分野横断的なアプローチが必要
10. 進化は、発達システム全体における変化であり、遺伝子頻度だけの問題ではない

発達システム論の概観

• 発達システム論の主張の要約

- ① 特に遺伝子はその役割を担ってきたような、特定の原因因子によって発達を捉えようとする立場を強く批判し (1, 4, 6, 8, 9, 10)
- ② その代わりに文脈性, 偶然性, 作用の動的な再帰性を導入することを提案する (2, 3, 5, 7)

しかし、歴史的にはラディカルに遺伝子決定論や環境決定論を否定する役割を果たしたが、近年ではむしろ、極端な立場を回避したうえで発達の二分法を延命することに寄与している場合もある？

→改めて十分に引き継がれているとはいえない理論的含意を源流から検討

5

Gilbert Gottlieb—発達理論の二分法批判者

- 30年に及ぶ水鳥を用いた行動発達研究
- 既存の経験概念の批判と拡張
- 蓋然的後成説という独自の発達システム論を展開
- 蓋然的後成説から個体発達と系統発生を結び付ける新たなシナリオを提供
→Gottliebの蓋然的後成説の柱は何か？
→「経験概念の拡張」が重要



Gilbert Gottlieb (1929-2006)
<http://icube.uconn.edu>より

6

Gilbert Gottliebの知的源流

1954年に兵役を終え24歳でマイアミ大学に復学

心理学の授業に満足せず、図書館で本を読み漁る

- Whitehead(1929). *Process and Reality*. (『過程と実在』)
…実在の過程としての性質
- Dewey and Bentley(1949). *Knowing and the Known*. (『知ることと知られるもの』)
…Self-action, Inter-action, Trans-actionの区別
- Brunswik(1952). *The Conceptual Framework of Psychology*. (『心理学の枠組み』)
…非還元主義的行動主義, 確率的機能主義
- Sullivan(1953). *The Interpersonal Theory of Psychiatry*. (『精神医学は対人関係論である』)
…フロイト流の精神内の理論から観察可能な社会的イベントへ

7

最初の疑問：自然で起きていることについて何も知らない

博士論文口頭発表での指摘 (1959頃)

- “なぜ最も感受性が強い時期でも、ヒナのすべてが母鳥に追従しないのか？自然状態においてもそのようなことが起きているのか？”

自然環境下での観察 (1961～1962年)

- 2年間地上営巣のマガモと樹上営巣のアメリカオシドリの巣立ちを観察
⇒地上営巣のマガモでは母鳥の鳴声 (assembly call) が際立って重要
⇒成長になるまで鳴声を媒介にした養育集団を形成

8

主たる方法の強固さ：鳴声は“刷り込み”ではない

(Gottlieb, 1963, “Imprinting” in Nature)

- 視覚的刷り込みと集合の鳴声では、自種の集合の鳴声勝る
 - 孵化直後のヒナに、他種の集合の鳴声を聴かせても刷り込みや学習の効果がない（自種の鳴声への選好）
 - 自種の集合の鳴声への選好はそれを一度も経験していなくても生じる
- 論文タイトルにあるように、当時のGottliebは刷り込み説を強く信じており、様々な方法で別の鳴声を学習させようとした

9

刺激般化でもない：唯一の聴覚経験の効果

- ヒナの孵化前の鳴声を聞いたことがないと生じない
 - ヒナの鳴声（オリジナルの刺激）よりも母鳥の鳴声に強い選好性を示す
- 既存の学習理論（刺激の般化）では説明できない発達現象
- . . . これは本能的な行動？
 - Lorentzの評価「発達には、二つの情報の源がある。一つは遺伝子からの生得的あるいは本能的な流れであり、もう一つは環境からの流れである。彼は、前者の重要性を実証したのだ」（Gottlieb, 1993）

10

音響的特徴の解明と経験概念の拡張

- 明らかにすべき2つの課題

①母鳥の鳴声のどのような音響的特徴を利用しているのか？

②ヒナの鳴声のどのような音響的特徴が発達を生じさせるのか？
⇒必要な刺激は一般的なものか？発達する状況に特異的なものか？

- . . . 必要となる刺激が特異的なものであるなら
- その刺激が無ければ発達しない
- 発達には経験が必要
- 発達は前決定的ではなく蓋然的

11

音響的特徴の解明と経験概念の拡張

②ヒナの鳴声の様々な要素を取り出し実験

Gottliebが検討した音響学的特徴

4notes/secの母鳥の鳴声への選好性のためには、
胚の4notes/secの鳴声の聴覚的経験が必要？

2, 4, 6notes/secの胚の鳴声を聞かせて実験

→どの鳴声も正確には通常の発達を再現できない

12

音響的特徴の解明と経験概念の拡張

②ヒナの鳴声の様々な要素を取り出し実験

ヒナの鳴声は2notes/secから6notes/secまで不安定に変動する

・・・4notes/secあたりの鳴声が重要？

→ふ化する前に、変動する全ての鳴声を経験することが必要！

13

二分法から蓋然性へ

Gottliebによる水鳥の実証研究の結果①

種特異的で、一般的な学習の形式によらず、適応的で（生存価があり）、以前に曝されたことのない限定された感覚刺激への反応を扱う

- 孵化直後のヒナは、自種の母鳥の鳴声に強い選好性を示す
- これは母鳥の鳴声を一度も経験していなくても生じる
- ヒナの孵化前の鳴声を聞いたことがないと生じない
- ヒナの鳴声（オリジナルの刺激）よりも母鳥の鳴声に強い選好性を示す

→既存の学習理論では説明できない発達現象

→遺伝子からの生得的な情報の重要性（Lorenz, 1953）？

14

二分法から蓋然性へ

Gottliebによる水鳥の実証研究の結果②

- 母鳥の鳴声の特定は、鳴声の繰り返し率4notes/sec
- ヒナの孵化前の鳴声は大きく変動する（2~6notes/sec）
- 発達を生じさせるのは、孵化前のヒナの鳴声にある2~6notes/secの多様な鳴声の経験

→孵化前から続くヒナの不安定な鳴声の経験の必要性（Gottlieb,1997）

必要な聴覚経験は

- ① 個体発達に極めて特異的な出来後であり
- ② 結果として生じる行動との対応関係が線形ではない

15

経験概念の拡張

- 狭い経験概念：発達に寄与する経験は、人間の認識にとって先験的に把握可能であるという認識論的仮定（例：隔離実験）

- 拡張された経験概念：新たな行動を引き起こしたり、促進したり、維持したり、水路づけたり、可鍛性を引き起こすような機能によって特定されるが、認識にとって自明であるとは限らない。

（例）4notes/secの鳴声への選好性が2~4notes/secの変動の聴覚経験とどのように想定できるのか？

→経験の作用の非自明性（non-obvious）

→一見して先行する経験が見当たらないことは、経験が寄与していないことを意味しない

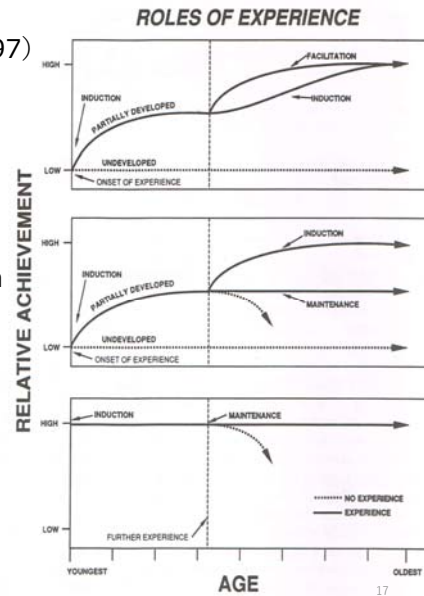
Miller, 1997; Johnston, 1987なども参照

16

経験概念の拡張

経験役割の新たな分類 (Gottlieb, 1997)

- ① 誘発(induction)
- ② 促進(facilitation)
- ③ 維持(maintenance)
- ④ 水路づけ(canalization)
- ⑤ 可鍛性の誘発(inductive effect on malleability)



新経験主義としての蓋然的後成説

- “有機体と環境の共作用を含む、分析の全ての水準（分子、細胞内、細胞、有機体）における要素間の水平垂直方向の共作用の結果として、組織化の複雑さの増加、すなわち新たな構造的・機能的性質や能力の創発によって個体発達を特徴づける” (Gottlieb, 1997, p.90)
- “経験の概念はより包括的な概念であり、種特異的あるいは通常の行動発達の極めて重要な貢献者として、学習だけではなく、外生的な感覚刺激、運動活動、神経活動と同様に内的なものをも含む” (Gottlieb, 1997, p.78)
- 生得的あるいは学習によらない行動を発達において前決定的なものとして扱うことはできない…発達は通常生じる膨大なNon-obviousな経験に包囲されている
- 発達の蓋然性：発達の過程とは切り離された情報源を想定する立場（前決定的後成説）とは異なり、発達に寄与する経験は個体発達の過程において生じる

18

蓋然的後成説と自然選択

“種特異的な知覚の進化において、自然選択には発達の多様体 (developmental manifold) 全体の選択が含まれており、そこには有機体だけではなく個体発達において通常生じるような刺激の特徴が含まれる” (Gottlieb, 1971)

- 自然選択に晒されるのは、適応的行動だけではなく、その行動に寄与するような通常生じる刺激とその経験を含むような発達システム全体
- 特定の適応的行動とそれに寄与する経験との間には予測可能な対応関係があるとは限らない

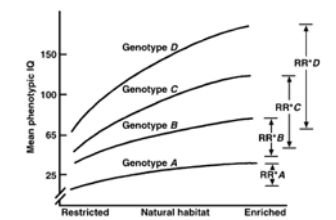
19

Norm of reactionと表現型可塑性

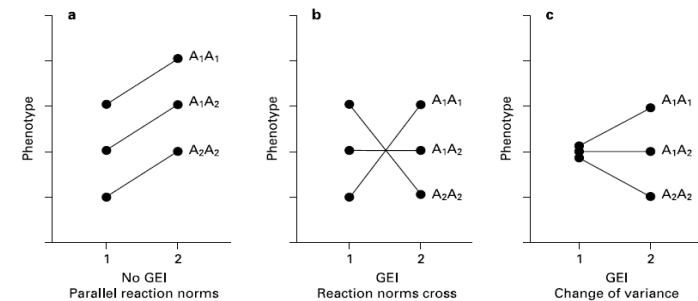
Norm of reaction:異なる条件下での表現型の相対的な位置は、原理的に予測できない

⇔

Reaction range:表現型の反応幅は制約されている (遺伝的に水路付けられている, Waddington, 1957)



表現型のReaction range(Gottesman, 1963)



表現型のReaction norm(Mackay, 2001) 異なる環境下(1, 2)における表現型

20

選択される発達システム

- 通常の発達は発達システムにおける共作用の結果であり、ある特定の情報源ではない
⇒ある特定の情報源だけが選択されるわけではない
- 遺伝子頻度の問題からより上位の相互作用へ
(Edelman, 1988; Holliday, 1990; Gilbert et al.,1996)
- 進化的変化の起源は行動や外部環境まで拡張されてこなかった
⇒行動は補助的な役割に限定 (Kijimoto et al , 2013; Fritz et al, 2014)

21

Gottliebの進化のシナリオ：進化的変化の始点としての行動

Stage 1: 行動における変化（行動の新表現型）

新しい環境などで生じる新しい生活様式において、個体発生における発達プロセスの変化が“行動の新表現型”を生じさせる。

Stage 2: 形態レベルの変化

新しい環境との関係が、潜在的な形態学的－生理学的な変化の可能性を生じさせる。

体細胞変異や遺伝的調整が生じている場合もあるが、構造遺伝子の変化は必要ではない。

Stage 3: 遺伝子における変化

長期間の地理的あるいは行動的な隔離の結果として生じる。このレベルの変化が生じるより以前に“表現型の上での進化”はすでに起きている。

22