

## まえがき

私のメンターでもあるマイケル・トマセロ (Michael Tomasello) 博士 (アメリカ・デューク大学教授) は、いつも私に向かってこういつていた。「ショージ、ヒトとチンパンジーの遺伝的な差異はそれほど大きくはないといわれているのに、ヒトは月にロケットを飛ばしたりして、さまざまなテクノロジーを開発し大きな文明を築いてきた。けれども、チンパンジーはそんなことないよねえ。私は、この小さな遺伝的差異がどうしてこのような大きな差異を生み出したのかを知りたいんだ」。私自身は、ヒトは決して特別な生き物ではないという強い思いから、チンパンジーとヒトの類似性に関心をもって、研究をそれまで行ってきた。トマセロ教授の一言で、当然のことながら、両種の違いにも着目することの大事さに気づかされた。

こうした思いが私のなかでくすぶっていたときに、ビョークランドとペレグリーニによる著書、『進化発達心理学』(Bjorklund & Pellegrini, 2002; 原題 *The origins of human nature: Evolutionary developmental psychology*) に出会った。当時京都大学で教鞭をとっていたので、さっそく大学院の授業でこの本をベースに授業を行ったが、当初はこの考え方の重要さや面白さを十分に伝えることができなかったような気がする。

科学の主要な方法は、現象を論理的に比較することである。2つのものを比較することにより、その両者をよりよく理解することにつながるのである。本書は、ヒトを含むさまざまな動物の発達を比較することで、ヒトの発達の特徴を浮き彫りにし、その進化の過程とヒトの成り立ちを推論する「比較認知発達科学」の入門書である。進化そのものを直接研究することは多大な困難を伴う。したがって、私たちは、現生の生物を比較することで、ヒトおよびヒト以外の進化的な予測をする。

先述したトマセロ教授は、*The evolution of agency: Behavioral organization from lizards to humans* (2022, MIT Press) という書を出版した。動物が「知的である」との印象をもたせるのは、決してその行動の複雑さによるものではない。それぞれの個体が意思決定を行う、エージェントとして自分自身をコントロー

ルする振る舞いにあるのではないかというのがその主張である。本書は、多様な生物の多様な認知発達を比較する。(主にヒト以外の霊長類との比較であるが、)こうした基本的事項をベースとして、トマセロ教授のいう、エージェントとしての進化を読み解いても面白いかもしれない。

## ■本書の表記について

本書では以下のような表記を採用している。

- ・人間 (ホモ・サピエンス) は「ヒト」
- ・「類人猿」ではなく「類人」
- ・性別表記に関しては、ヒトおよび類人は「男性／女性」、それ以外は「オス／メス」
- ・成熟段階を示す表記はヒトも類人も「おとな」「こども」「乳児」

初めて目の当たりにすると違和感を覚える表記もあるかもしれないが、可能な限り読者に共通の違和感のないように配慮した。この表記により、動物の優劣をつける意図はまったくない。ヒトをそれ以外の霊長類と区別するような書き方になっているのは、あくまで解説のわかりやすさを優先した目的でのことを明記しておきたい。

2023 年 5 月

板倉 昭二

本書のサポートページ（下記）で各種補足資料を紹介していきます。  
ぜひご覧ください。

<https://www.yuhikaku.co.jp/books/detail/9784641184602>



## 目 次

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 比較認知発達科学の挑戦</b> .....                                                         | 1  |
| ヒトとヒト以外の動物の発達を比べる                                                                      |    |
| 第 1 節 比較認知発達科学の成り立ち——その理論的背景.....                                                      | 1  |
| 第 2 節 ヒトとヒト以外の動物の発達を比較する.....                                                          | 2  |
| 1. 進化発達心理学    2. 比較認知発達科学への接続                                                          |    |
| 第 3 節 物理的世界の比較認知発達と社会的世界の比較認知発達.....                                                   | 4  |
| 1. 物理的世界との関わり方を比較する    2. 社会的世界との関わり方を比較する                                             |    |
| <br><b>第 2 章 脳の進化、遺伝と環境</b> .....                                                      | 8  |
| 心を形作るもの                                                                                |    |
| 第 1 節 脳とは何か.....                                                                       | 8  |
| 1. 脳の作り    2. ヒトの脳の特徴    3. なぜ大きな脳をもつのか：機能の視点から    4. なぜ大きな脳をもつのか：メカニズムの視点から           |    |
| 第 2 節 脳の発達.....                                                                        | 13 |
| 1. ヒトの脳は生まれたときから大きいのか    2. 脳の構造発達    3. 新生児や乳幼児の脳活動を測るには    4. 認知発達研究に対する脳活動計測の効用     |    |
| 第 3 節 心の発達に作用するもの.....                                                                 | 18 |
| 1. 心は遺伝する    2. 認知発達と遺伝と環境    3. 生得性とは何か    4. U字型の発達                                  |    |
| 第 4 節 時間がかかるヒトの発達.....                                                                 | 23 |
| 1. 未熟に生まれてゆっくり育つ    2. 発達を支えるもの    3. 進化の道筋    4. 発達の種間比較から                            |    |
| <br><b>第 3 章 感覚・知覚</b> .....                                                           | 28 |
| 世界を捉える基盤                                                                               |    |
| 第 1 節 視 覚.....                                                                         | 28 |
| 1. 空間特性：視力とコントラスト感度    2. 時間特性：臨界融合周波数と時間周波数特性    3. 色彩視    4. 立体視    5. 運動視    6. 形態視 |    |
| 第 2 節 聴 覚.....                                                                         | 36 |
| 1. ヒトの胎児の聴覚発達    2. ヒト以外の霊長類の聴覚発達                                                      |    |
| 第 3 節 味覚・嗅覚.....                                                                       | 39 |
| 1. 基本的な味覚の発達    2. 嗅覚の発達                                                               |    |
| 第 4 節 複数の感覚の統合.....                                                                    | 40 |

1. 感覚統合能力の発達      2. 環境によるチューニング      3. 感覚統合に環境が及ぼす影響

## 第4章 物理的知識 44

物に関するさまざまなルール

### 第1節 物理的知識をめぐる問題 44

1. 身の回りにある物理的法則      2. 知識の構造：知識の領域固有性  
3. 種間比較から探る知識

### 第2節 ヒト乳児と他種霊長類における物理的知識の証拠 48

1. 物理的知識の測りかた      2. ヒト乳児が見せる物理的知識      3. ヒト以外の霊長類が見せる物理的知識      4. 共通点からわかること、違いからわかること

### 第3節 知識をどう学び、どう使うのか 56

1. 物理的知識と経験・学習の関係      2. 物理的知識を使う難しさ      3. 種間比較が映すもの

## 第5章 数の認知 63

言語なき思考を探る

### 第1節 数とは何か 63

### 第2節 基数の認知 64

1. ヒト乳児における基数の弁別      2. ヒト以外の動物における基数の相対判断

### 第3節 数の抽象性 67

1. ヒト乳児における数の抽象性      2. ヒト以外の動物における数の抽象性  
3. ヒト以外の動物のアラビア数字学習

### 第4節 序数と順序性 72

1. ヒト乳児の序数と順序性      2. ラットの序数同定能力

### 第5節 足し算・引き算 75

1. ヒト乳児での計算実験      2. ヒト以外の動物での計算能力

### 第6節 数の認知メカニズム 78

1. 数を知る方略      2. 言語によらない数の認知メカニズム      3. 言語なき思考から数学への第一歩

## 第6章 他者認知 83

仲間を知る3種の術

### 第1節 ヒトにおける同種認知 83

1. 顔      2. 音声      3. 運動情報：バイオリジカルモーション

### 第2節 ヒト以外の霊長類における同種認知 90

1. 顔      2. 音声      3. 運動情報：バイオリジカルモーション

|            |                                                                          |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第3節        | 経験によって得意になること・不得意になること——知覚的狭小化                                           | 96  |
|            | 1. ヒトにおける知覚的狭小化 2. ヒト以外の霊長類における知覚的狭小化                                    |     |
| 第4節        | 他者認知を「発達」「進化」の2軸から捉えることの意義                                               | 100 |
| <b>第7章</b> | <b>情動</b>                                                                | 102 |
|            | 他者とのつながりを育む心の基盤                                                          |     |
| 第1節        | 情動の表出                                                                    | 102 |
|            | 1. 基本情動の表出 2. 自己意識的情動の表出                                                 |     |
| 第2節        | 情動の理解                                                                    | 111 |
|            | 1. 情動伝染 2. 表情弁別・知覚 3. 社会的参照                                              |     |
| 第3節        | 情動の制御                                                                    | 120 |
|            | 1. 自分の表情の表出制御または隠蔽 2. 満足感遅延 3. 慰め行動                                      |     |
| 第4節        | ヒトらしい情動とは                                                                | 128 |
| <b>第8章</b> | <b>コミュニケーション</b>                                                         | 131 |
|            | 母と子が紡ぎ出す世界                                                               |     |
| 第1節        | 相互行為としての基礎定位システム                                                         | 132 |
|            | 1. 定位システムの発達 2. 母子の相互作用から自分を地球上に位置づける                                    |     |
| 第2節        | 発育遅滞と「しがみつきの抱き」の進化                                                       | 133 |
|            | 1. 霊長類の多様な育児様式 2. 生き方の2つの極                                               |     |
| 第3節        | 母親の背側か腹側か——生まれるときの顔の向き                                                   | 135 |
|            | 1. 霊長類のなかでも並外れのヒトの乳児 2. 出産時の姿勢の違い<br>3. 産婆さん仮説 4. 理論上はヒトと同じ出産様式も可能な大型霊長類 |     |
| 第4節        | 身体の動きの伝えあい                                                               | 138 |
|            | 1. 吸乳行動を起点とした母子のコミュニケーション 2. 母親からのフィードバックで乳児は世界を理解する                     |     |
| 第5節        | あやし遊びから対面コミュニケーションへ                                                      | 139 |
|            | 1. わが子をあやすチンパンジー 2. 母親とのコミュニケーションを通じて学ぶ                                  |     |
| 第6節        | 物のやりとり、ジェスチャーから共同注意へ                                                     | 141 |
|            | 1. コミュニケーションとしての物の受け渡し 2. ジェスチャーによるコミュニケーション                             |     |
| 第7節        | イメージの伝えあい                                                                | 143 |
|            | 1. 行動の背後に必要なイメージ 2. 絵を描くために求められるイメージする力<br>3. 創造性の萌芽としてのイメージする力          |     |
| 第8節        | 比べてわかるヒトの育ちの特異性                                                          | 146 |
| <b>第9章</b> | <b>自己認識</b>                                                              | 148 |
|            | 「わたし」の起源を探る                                                              |     |

|                     |                                                                    |     |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 第 1 節               | 大型類人の鏡映像自己認識                                                       | 148 |
|                     | 1. マークテスト 2. 大型類人での証拠                                              |     |
| 第 2 節               | 鏡映像自己認識の多種比較と発達                                                    | 153 |
|                     | 1. 霊長類での多種比較 2. ヒトにおける発達 3. 大型類人における発達                             |     |
| 第 3 節               | 鏡映像自己認識の境界                                                         | 156 |
|                     | 1. 鏡以外の自己認識 2. 非霊長類種での証拠 3. 自己指向性行動の学習                             |     |
| 第 4 節               | 自己のレベルと関連領域                                                        | 161 |
|                     | 1. 自己のレベル 2. 自己主体感 3. 事象関連電位による自己名の認識                              |     |
| <b>第 10 章 社会的学習</b> |                                                                    | 166 |
|                     | 他者から学ぶということ                                                        |     |
| 第 1 節               | 新生児模倣                                                              | 166 |
|                     | 1. ヒトとヒト以外の霊長類における新生児模倣 2. 新生児模倣をめぐる議論 3. 模倣とミラーニューロン              |     |
| 第 2 節               | 何を学ぶのか                                                             | 169 |
|                     | 1. 社会的学習の分類 2. 模倣とエミュレーションに見られる種差 3. 過剰模倣 4. 合理的模倣                 |     |
| 第 3 節               | 誰から学ぶのか                                                            | 174 |
|                     | 1. ヒト乳幼児における選択的社会的学習 2. ヒト以外の動物における選択的社会的学習 3. 伴侶動物における社会的学習研究の可能性 |     |
| 第 4 節               | 他者から学ぶということ                                                        | 178 |
| <b>第 11 章 社会的認知</b> |                                                                    | 180 |
|                     | 集団における他者の理解と集団としての意識                                               |     |
| 第 1 節               | 他者の心を理解する心——「心の理論」の発達                                              | 180 |
|                     | 1. 「心の理論」とは 2. 誤信念課題 3. ヒトのこどもでの発達変化                               |     |
| 第 2 節               | 「心の理論」の比較認知科学                                                      | 185 |
|                     | 1. チンパンジーは「心の理論」をもつか 2. 「心の理論」比較認知研究の新展開                           |     |
| 第 3 節               | 社会的知性が発揮される場面                                                      | 191 |
|                     | 1. マキャヴェリ的知性仮説 2. 駆け引き場面での他者理解・欺き 3. 協力場面での他者理解・利他性                |     |
| 第 4 節               | 他者の心を気にしすぎるヒト                                                      | 196 |
|                     | 1. 共感 2. 規範・公平感 3. 集団のなかで生きるということ                                  |     |

|         |     |
|---------|-----|
| あとがき    | 205 |
| 引用・参考文献 | 207 |
| 索引      | 245 |

---

#### COLUMN

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 進化発達心理学                    | 14  |
| 音楽の知覚                      | 37  |
| 失敗から学ぶ                     | 58  |
| 数詞・助数詞の獲得                  | 79  |
| 仲間の音声から捕食者の種類がわかるベルベットモンキー | 93  |
| FACSの開発                    | 107 |
| ウマにおける情動の表出と知覚             | 119 |
| 異種間に育まれる絆                  | 145 |
| イヌの社会的学習                   | 177 |
| ウマの重層社会と集団性                | 199 |
| チンパンジーの集団間競争と集団内協力         | 202 |

---

イラスト作図：山口みつ子（図 7-4，図 7-6，図 8-1，図 8-2，図 10-1，図 10-2，図 10-3，図 10-4，図 11-2，図 11-4）

## 第4章

# 物理的知識

## 物に関するさまざまなルール

村井 千寿子

動く物体、落下する物体、ただそこにある物体。普段見ている物にも実は多くの物理的法則が関わっている。この物理的法則の理解、つまり物理的知識は、物に囲まれて物を操作して生活するヒトやその他の動物には関わりの深い知識といえる。この章では、これまでの発達研究と比較認知研究から明らかにされてきたヒトとヒト以外の霊長類の物理的知識を巧妙な実験課題と合わせて紹介する。主体がもつ物理的知識は彼らが見ている物の世界を映すものであるから、それを通じて私たち霊長類がどのような世界を見ているのか覗いてみよう。

### 第1節 物理的知識をめぐる問題

#### 1. 身の回りにある物理的法則

「今からこのハンカチを消してみせましょう」。手品師は軽く握った左手にハンカチを押し込み、もう片方の手をかざしながら大げさに呪文をかける。と、次の瞬間、左手を大きく開くとハンカチは消えてなくなっている。その後も次々と観客に手品が披露される。「続いて、この大きなトランプ。指で弾けばたくさんの小さなトランプになります。もちろん仕掛けはありません」「ガラスのなかには1枚のコイン。グラスを回すと底からコインが落ちてきます。グラスに穴は開いてませんね？ ワン、ツー……」「テーブルに置かれた高価な花瓶。この魔法のステッキで花瓶を宙に浮かせましょう」。そして、ショーの終盤、手品師は客席の後ろを指差しいう。「さあ、今から皆さんの後ろ、遠く離れたあの階段に瞬間移動でお別れです」。



誰もが一度は手品を見たことがあるだろう。こどももおとなも手品を見て不思議だと思い、驚き、それを楽しむ。私たちが手品を不思議と思うのはなぜなのか。それは、手品のなかでは私たちが知っている物体の特徴に当てはまらないことが次々と起こるからだ。たとえば、物体が手のひらや布で覆われ一瞬視界から消えたとしても、本当にそれが空間から消えたりしないと私たちは知っている。しかし、手品はこの期待を裏切り、隠された物体が本当に消える（ように見える）起こりえない結果を見せるので、私たちはそれを不思議に感じる。裏を返せば、手品を不思議に感じるのは私たちが物体に関するルール、つまり物理的法則をわかっていて、その法則に従って物が振る舞うことを予想できるからなのだ。「物体は勝手に消えるもの」と思っている人は手品を見ても何も不思議には思わないだろう。

では、先ほどの手品にはどんな物理的法則が含まれていたのだろうか。たとえば、最初のハンカチの手品、これには「物体は遮蔽などによって視界から消えても、変わらず時空間内に存在し続ける」という「物の永続性の法則」が関わっている。つまり、物体は私たちに見えるか見えないかにかかわらず存在するという法則である。当たり前のようなのだが、もし私たちが「見えない物は無くなったと同じ」と思うのであれば、鞆や引き出しにしまった物を探し出すことはできない。また、1枚のトランプがたくさんの小さなトランプに分かれる手品には、[凝集性の法則]が関連する。これは、「物体はひとつながりの固まりとしてまとまっていて、1つの物体が複数に分かれたり、複数の物体が1つにまとまったりはしない」というルールである。日常的に、外界の多くの物は互いに近接して、重なりあっている。机の上には大量の本が積み重なり、さらにその上にボールペンが置かれていたりする。だが、山積みにした本のなかから1冊を引っ張り出すとき私たちは、すべての本が1つにまとまっているかもしれない、引っ張り出した本が2つに分かれるかもしれないとは考えず、1冊の本は1つのまとまりとしてあることを当たり前と思っている。

上記の手品には、これら永続性や凝集性の法則以外にも次の法則が関係している。グラスを通過するコインの手品では「2つの物体が時空間を同時に占めることはなく、物体同士が完全に重なったり、別の物体を通り抜けたりしない」という「固体性の法則」が、また、最後の手品師の瞬間移動では「物体は

空間内を連続した軌跡で移動し、時空間を飛び越えた非連続な軌跡で移動することはない」という「連続性の法則」が含まれている。たとえば、映画のシーンではよく、敵に追われる主人公が特殊能力で壁を通り抜けたり、瞬間移動でワープしたりして敵から逃げ危機を脱する。これは上の2つの法則に違反しているが、法則を無視して移動できるからこそ特殊な能力なのだ。また、物理的法則には物体同士の関係についての決まりごともある。花瓶が宙に浮く手品には「支持関係の法則」、つまり「物体は他の物体からの適切な支持がなければ重力に従い落下する」という法則が関わっている。物が物に支えられているのは日頃よく目にする光景だが、私たちはテーブルの端や不安定な台の上に物を置くことは通常しない。物は支えがなければ落ちるとわかっているからだ。

## 2. 知識の構造：知識の領域固有性

普段は意識せずとも私たちはこのように多くの物理的知識をもっているが、世界には物体だけでなく生物や他者などの対象も存在しているので、当然、生物的・社会的な知識も身につけているはずだ。これらの種類の違う知識は私たちのなかにどのような形で納まっているのだろうか？ 本章で紹介する研究をはじめ、多くの発達研究や認知研究による見方は「ヒトの知識は専門分野ごとに分かれて構成されている」というものだ（Pinker, 1997；Fodor, 1983 など）。具体的には、図4-1のように、知識は社会的（心理学的）領域と生物学的・物理学的領域を含む生態的領域とに分かれ、それぞれがさらに下位項目をもつ階層構造をしている。私たちはこれら各領域に特化した専門知識の集合をもつと考えられる。これを「知識の領域固有性」という。

この考え方には進化的な背景がある。ヒトはその歴史の大部分の時間で狩猟採集生活を続けてきたが、知識の領域固有性はその長い時間のなかでヒトが繰り返し直面してきた重要課題を解決する過程で生まれたとされる（Geary & Bjorklund, 2000；Tooby & Cosmides, 1992 など）。たとえば、狩猟採集時代のヒトは多くの時間を食物や道具・住居の確保といった問題に費やしただろう。また彼らは集団で生活し、およそ150個体の群れを形成していたとされるが（Dunbar, 2003）、集団内外の他者関係でも解決すべき問題は多かったはずだ。食と住の問題解決には、食糧となる動植物の成長や行動を認識し予測するための生物学的知識や、道具や住居を作る物体操作のための物理的知識が欠かせない。そして

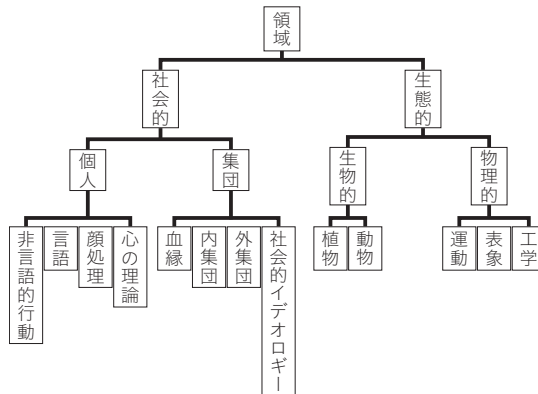


図 4-1 知識の領域

(出典) Geary & Bjorklund, 2000 より作成。

集団生活における社会的問題の解決には、他者の表情や心的状態を読み取る心理学的知識が重要だろう。このような適応的意義から、ヒトの祖先は生物・物理・心理領域の情報に選択的に注意を向け、効率的に処理するための「モジュール」と呼ばれる情報処理システムを獲得してきたとされる。モジュールとは領域に特化した情報を自動的に処理する脳内のメカニズムのことで、たとえば物体に関する情報であれば物理モジュールがその処理のために働く。これはちょうどコンピュータのソフトウェアが計算や文書などに特化していて、特定の作業に必要な処理だけを素早く起動し効率的な解決ができるのと似ている。

### 3. 種間比較から探る知識

この進化的背景を考えれば、領域固有的な知識と情報処理のシステムは、私たちヒトが祖先から受け継いだ生得的基盤によるものと考えられる。この可能性はヒトの知識の発達の起源を考えるうえでも重要だ。実際、多くの研究者はこの説を支持し、ヒト乳幼児の知識は領域固有的であり、生得的・進化的に備わった情報処理システムが各領域の情報への選択的な注意や学習を促進すると考えている (Spelke & Kinzler, 2007 ; Baron-Cohen, 1995 ; Hatano & Inagaki, 1994 など)。

ただし、情報処理システムが生得的である可能性は、必ずしも私たちが学習や経験を必要としない完成した知識を生まれたときからもっているという意味

ではない。物理的知識に限ってみれば、たとえばスペルキ (Spelke, 1994) はコア (中核) 知識と呼ばれる物理的知識 (「固体性」「連続性」の法則や数の知識など) がヒトには生得的に備わっていて、生後間もなくからの環境への適応を可能にするが、これらの知識は経験とともに発達するという「コア知識理論」を提唱している。また、ベイラージュン (Baillargeon, 2008) はコア知識に加え、その知識を組み込んだ生得的な物理的推論システム (物理的な事象をモニターし解釈することで、起こる結果を予想するための計算システム) によって乳児はまず基礎的な物理的知識を獲得するが、この初期知識はその後の経験や学習を通じて発達していくと考えている (その他の主な仮説は Gopnik & Meltzoff, 1997, Karmiloff-Smith, 1992 など)。これらの説は何が生得的であるかという点で異なるが、知識発達に経験や学習の必要性を想定する点は共通している (物理的知識の発達と経験・学習の関係については第3節で考える)。

知識の領域固有性はヒトにおける知識の発達・進化の理解につながるキーワードの1つだ。だからこそ、その特徴を詳細にする意義は大きい。ヒトとヒト以外の霊長類の比較研究はそのための大きな役割を果たしている。たとえば、他種霊長類は水棲の動物と違ってヒト同様の重力環境に生きているし、道具使用や採食、群れの維持など、ある程度はヒトと類似した問題にも直面する。そこから生まれる知識はヒトの知識とどのように似ていて、どのように違うのだろうか？ この問題を解いていくことで、ヒトの物理的知識の始まりや、知識のヒト独自性を探ることができるはずだ。そして同時に、ヒト以外の霊長類が私たちと同じ物理的世界をどのように見て、そこからどのような知識を作るのかを知ることもできるだろう。

## 第2節 ヒト乳児と他種霊長類における物理的知識の証拠

### 1. 物理的知識の測りかた

まだことばを使えないヒト乳児や、ことばを使わない霊長類の物理的知識はどう測るのか。研究者は彼らの物理的知識を測るために、手品師さながらの工夫を凝らした実験刺激を作り出す。たとえば、固体性と連続性の法則を乳児が理解しているかを調べたいとする。どのような方法が考えられるだろうか？

図4-2はスペルキら (Spelke et al., 1992) がヒト乳児に用いた実験刺激だ。ま

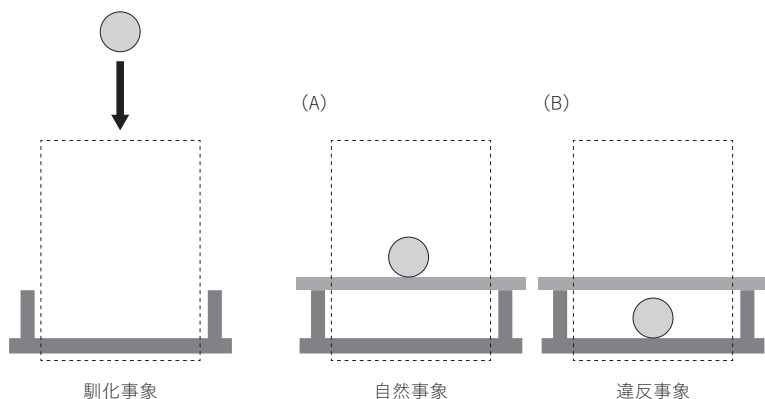


図 4-2 固体性の法則の理解を調べるために用いられた実験刺激

(出典) Spelke et al., 1992 より作成。

ず初めに、馴化事象では遮蔽の背後にボールが落下する場面を見せる。その後、遮蔽を外し、ボールがステージの床に落ちているところを見せる。乳児に落下という事象や実験に使う物に慣れてもらうためだ。続くテスト事象でも同様に遮蔽の背後にボールが落下するが、ここではステージに新しく水平の棚板が加えられている。ここで乳児は2種類の事象を目撃する。Aの「棚板の上にボールがある」事象は固体性と連続性の法則に従った自然な事象だ。対して、Bの「棚板の下にボールがある」事象は、「まるでボールが棚板をすり抜けた、またはワープしたかのような」法則に違反した起こりえない事象となる。もし、乳児が起こるはずの結果を法則に基づいて予想できるなら、手品同様、予想を裏切るBの違反事象により注意を向けるだろう。この実験からスペルキらは、4カ月児での固体性・連続性法則の理解を報告している。

この手法は「期待違反事象課題」(期待違反法)といい、物理的知識の発達研究(動物研究でも)で広く用いられている。この課題では、注視時間が指標として使われることが多い。ヒト乳児もその他の霊長類も目新しいものや不思議なものを、そうでないものよりも好んで長く見る強い傾向があるため、彼らが実験場面の法則違反に気づいているかどうかは違反事象への長い注視から判断できる(その他、脳活動[Kaufman et al., 2003]や心拍[Bower, 1967]などの生理指標も使われることがある)。期待違反事象課題は言語報告や訓練を必要としないので、ヒト乳児と他種霊長類の物理的知識を直接的に比較できる。以降では主に、

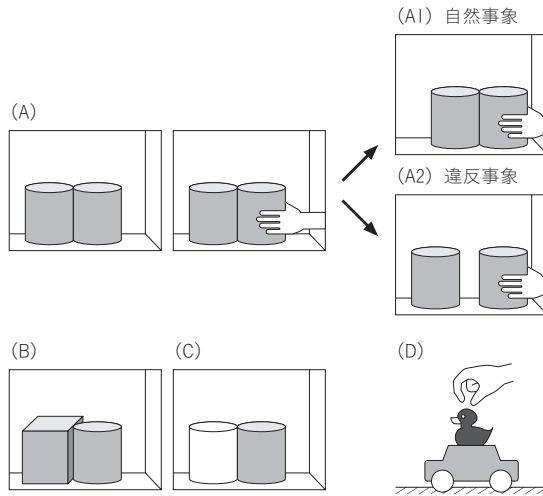


図 4-3 凝集性の法則の理解を調べるために用いられた実験刺激

(出典) Needham, 1999 (A から C), Xu et al., 1999 (D) より作成。

この課題から得られた知見を紹介する。

## 2. ヒト乳児が見せる物理的知識

### 凝集性と永続性の法則

はじめに、凝集性と永続性の法則について見てみよう。凝集性の法則によれば物体はひとつながりの固まりとして存在するはずだから、この理解を調べるためには「1つの物体が勝手に2つに分かれる、または2つの別の物体が1つになる」といった違反が使える。図 4-3 はニーダム (Needham, 1999) が 4 カ月児の実験で用いた刺激だ。A の物体は同じ形や色・パターンをしたひとつかたまりの物体に見える。この物体の一部を引っぱると、A1 では物体はまとまって動くが、A2 では右側の 1 つだけが動く。このとき、乳児は A2 の事象をより長く注視した。つまり、乳児にとってこの事象は期待違反であり、彼らはこの物体が 1 つの物として一緒に動くことを予想していたのだ。これに対して、B のように形の違う別々の物体がたまたま隣接しているように見える場合、乳児は先ほどとは違い、物体の一部を引っぱって 2 つが同時に動く事象を長く注視する。つまり、形の違う別個の物体がまるで 1 つの物のように動くことを不思議

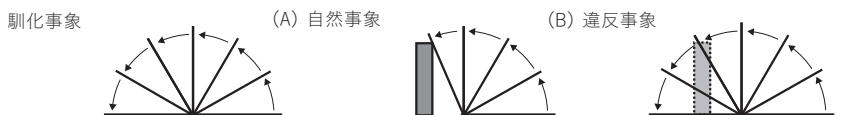


図 4-4 永続性の法則の理解を調べるために用いられた実験刺激

(出典) Baillargeon et al., 1995 より作成。

議に思ったのだ。だが、Cのように形は同じでも色・パターンの違う物の場合、おとなであればそれを1つの物体としてまとめず、一緒に動くことも期待しない。けれど、4カ月児はCの物体が1つの物のように一緒に動いてもそれを注視しなかった。どうやら、この月齢の乳児は形が違う物体は個別化し、形が同じであれば1つの物体としてまとめ、それぞれに凝集性法則を当てはめるが、形以外の色やパターンの情報はまだ手がかりとして使えないらしい。実際、より情報の多い複雑な物体(図4-3D)の個別化は乳児には難しく、12カ月になってようやく凝集性違反(車に乗ったアヒルを持ち上げると車まで持ち上がる)に気づく(Xu et al., 1999)。

永続性の法則については「視界から一瞬消えたものが本当に空間から消えてしまう」違反でその理解を調べることができる。ベイラー・ジョンら(Baillargeon et al., 1995)による5カ月児の研究では図4-4のような刺激が使われた。馴化事象ではまず、板が乳児の手前から180度回転しながら向こう側に倒れていく様子に慣れさせる。続くテスト事象ではこの場面に新しく箱が追加されるが、板は変わらず乳児の手前から箱に向かって回転して倒れていく。このとき、箱は回転する板に隠れて乳児から見えなくなるが、永続性法則に従えば変わらずそこにあるはずなので板は箱に当たって止まる(Aの自然事象)。対してBの事象では、箱が消えてなくなったかのように板が最後まで回転して倒れる法則違反が呈示される。この実験で5カ月児は違反事象を長く見た、つまり永続性の法則を理解していた。この研究は注視時間から乳児の物理的知識を調べた先がけの研究でもある。また、永続性の理解についてはその後の研究から、4.5カ月児と3.5カ月児でも確認されている(Baillargeon, 1987)。

### 支持関係の法則

続けて、支持関係の法則について見ていく。図4-5は支持関係の法則理解を調べるための実験刺激である。ここでは「物体が適切に支持されていないのに、



## 第5章

# 数の認知

## 言語なき思考を探る

小林 哲生

ヒトにとって数は非常に身近なものであり、現代社会で数に触れずに生活することはほぼ不可能である。朝6時のアラームで起床し、天気予報の降水確率30%を確認して、7時25分のバスに乗り、230円の料金を支払う。4桁の数字でスマホのロックを解除し、SNSを見ると8通のメッセージが届いている。朝の何気ない日常シーンを考えるだけでも、私たちが数に囲まれて生活していることがわかる。

一方で、ヒト以外の動物はどうだろうか。彼らが、数の手がかりを用いて、食べ物を探したり、天敵から身を隠したりして生活しているかは、ヒトの数概念の進化的基盤を考えるうえで興味深い。しかし、彼らは、ヒトが使用する「いち (1)、に (2)、さん (3)」のような言語をもってはいない。言語をもたない状態で数をどのように認知しているのだろうか。

本章では、ヒト乳児が生まれながらにどの程度の数の認知能力をもっているかを考えながら、動物がどの程度まで数を認知できるかを見ていくことで、比較認知発達科学的な視点から数概念理解の基礎にあるものを見ていきたい。

### 第1節 数とは何か

数 (number) には性質の異なる複数のものが存在する。たとえば、道路を横断する人の数 (5人) や本棚にある本の数 (8冊) などは、ある集合に含まれる分割可能な対象の総合的大きさを示し、基数 (cardinal number) と呼ばれている。また「3つ目の交差点」や「後ろから4番目の席」といった場合に使う数



は順番を示し、序数 (ordinal number) と呼ばれている。この基数と序数は、普段あまり意識せずに使っているかもしれないが、「箱を3つとって」と「3つ目の箱をあけて」の「3」は、指し示す対象 (referent) が異なっている。数はまた名義的 (nominal) にも使用され、サッカー選手の背番号 (10) は、基数でも序数でもなく、ある対象のラベルとして機能しているに過ぎない。数学の世界にまで踏み入ると、虚数や複素数など難解な数も登場するが、ヒトが発達初期に出会うものに限定したとしても、性質の異なる数が混在していることになる。

## 第2節 基数の認知

### 1. ヒト乳児における基数の弁別

ヒトのこどもが数詞 (言語ラベル) を話し始めるのは2歳以降であるが、数詞を獲得する以前の乳児が数を理解できるのかは、言語と数の関係を考えるうえで興味深い問題である。この問題を検討するために基数への感受性を初めて実験的に調べたのは、スターキーとクーパー (Starkey & Cooper, 1980) である。彼らは、注視時間を指標とした馴化-脱馴化法を用いて、4～6カ月齢児に水平に並んだ2個のドットをスクリーン上に毎試行呈示した (図5-1)。乳児は最初スクリーンを注視するが、試行を重ねるにつれて次第に注視しなくなり (馴化)、注視時間が最初の試行よりも50%以下になったところで、3個のドットに切り替えた。すると、乳児は直前の試行よりも注視時間が有意に長くなった (脱馴化)。つまり、ドットの個数 (基数) の変化に気づいたことになる。

乳児はまた、継時的に呈示された刺激でも基数の違いに気づくことが示されている (Wynn, 1996)。人形が2回ジャンプする事象を繰り返し呈示した後に、テスト試行で2回ジャンプと3回ジャンプの事象を交互に呈示した結果、5カ月齢児は新しい数 (3回ジャンプ) の事象に対してのみ脱馴化したのである。また聴覚刺激を用いた研究 (Bijeljac-Babic et al., 1993) では、生後3～4日の生まれたての新生児におしゃぶりをくわえさせ、それをしゃぶると2音節からなる無意味語 (ri-ho, zu-chi など) が自動でスピーカーから流れるようにした。これらの刺激に馴化後、3音節からなる新しい無意味語 (ma-zo-pu, ke-so-pa など) を呈示すると脱馴化が起こった。さらに、3音節から2音節に切り替えたり、無

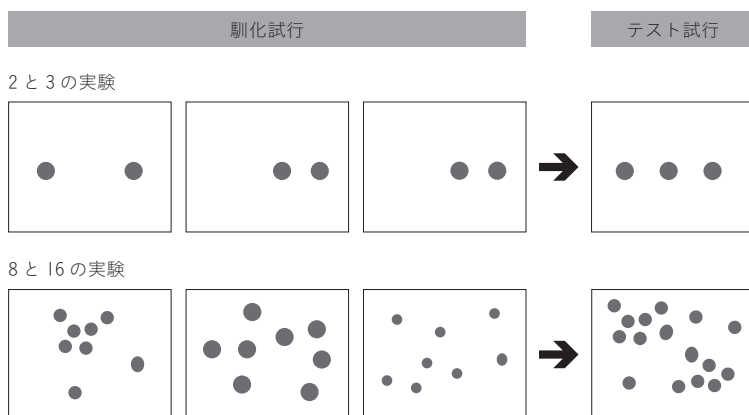


図 5-1 ヒト乳児における基数の弁別実験で用いられた視覚刺激

(出典) Starkey & Cooper, 1980, Xu & Spelke, 2000 より作成。

意味語の継続時間を統制したりしても脱馴化が起こったため、新生児は数的手がかりに基づいて反応していると考えられた。

ただし、4 個以上になると敏感でなくなるようである。上記の実験では、4 個から 6 個のドットの切り替え、または 4 音節から 6 音節の語の切り替えに脱馴化が起こらず、乳児はそれらの違いに気づかなかった。また他の研究でも、5～6 カ月齢児は、視覚刺激と聴覚刺激のいずれにおいても 8 個と 12 個の区別ができなかった。しかし、4 以上であっても、2 数間の距離が 1:2 の比であれば（たとえば 8 と 16）、違いに気づくことができた (Lipton & Spelke, 2003; Xu & Spelke, 2000)。これは、心理物理学の分野で有名なウェーバー比（刺激量に対する弁別閾の比率は一定であるという法則）によく似ており、乳児の基数弁別もこの法則に従うと主張する研究者も多い。なお、このウェーバー比は月齢とともに変化し、5～6 カ月齢では 1:2 が限界だったが (Xu & Spelke, 2000)、9～10 カ月齢になると 2:3 (Wood & Spelke, 2005)、おとなになるころには 7:8 までの基数の違いに気づくことができる (Barth et al., 2003)。

## 2. ヒト以外の動物における基数の相対判断

言語をもたない動物が数をどの程度理解できるかといった問題は、比較心理学や動物行動学の分野で主に研究され、現在ではさまざまな動物種（カラス、

ヨウム、ハチドリ、ヒヨコ、ラット、マカクザル、オランウータン、チンパンジー、イルカ、アジアゾウ、ゼブラフィッシュ、グッピー、ミツバチなど）から得られた多くの実験的証拠が存在する。これらの動物が数に基づいた行動を示すまでには、非常に長い訓練が必要な場合もあれば、比較的短時間でできる場合もあり、その達成には課題の性質や各動物の習性の利用などさまざまな要因が絡んでいる。

言語をもたない動物の基数認知能力を調べる際によく使用されてきた課題として、基数の相対判断（relative numerosity judgment）がある。これは、2つの刺激を同時に呈示して、それらのうちより大きいほうを選択させる課題であり、より多くの食べ物を求める生物の自発的な傾向（つまり、生態学的に有利な戦略）を考慮して考えられたものである。おとなのオランウータンを対象とした実験では、2つの皿を用意して、一方には3個の食べ物、もう一方には4個の食べ物を置き、彼らが指差した皿のほうを報酬として与えるという課題を行っている（Call, 2000）。1個から6個までのさまざまな組み合わせを呈示したところ、3頭とも多い食べ物のほうを80%以上の正答率で選択できるようになった。次の実験では、不透明な2つのコップに食べ物を1個ずつ入れていき、選択の際にはコップのなかに食べ物が視覚的にいくつあるかわからない状況にした。彼らは、この場合でも、より多くの食べ物が含まれるコップのほうを高い率で選択し、両コップ内の食べ物の基数を心的に把握したうえでそれらを比較できることが示唆された。

こうした相対判断は、実際の食べ物を見せなくても、画面上の図形に対しても達成できることが示されている。チンパンジーを対象とした実験では、タッチパネル上に数の異なるドットのまとまりを2つ（3対8など）呈示し、大きい数のほうを指でタッチすることを要求した。1から8までのさまざまなペアを呈示したところ、チンパンジーはより大きい数のほうを高い正答率で選択することが示された（Tomonaga, 2008）。また動物園で飼育されているアジアゾウの実験では、大型のタッチパネル上に2つの視覚刺激（食べ物の写真）を並べて呈示し、大きい数が示されているほうを鼻の先でタッチするように訓練した。その結果、0から10までの組み合わせで呈示された刺激ペアに対し、アジアゾウは一貫してより多い数の刺激を選択することができた（Irie et al., 2019；本書サポートページも参照）。このように、食べ物の獲得量に直接関与しない状況でも、基数に基づく相対判断は確認されている。

ここで興味深いのは、オランウータンやチンパンジーの実験で、数が大きくなればなるほど正答率が低下する総量効果（magnitude effect）が見られたことである。つまり、1対2という小さい数であれば1個の違いでも正答率が高かったにもかかわらず、8対9のような大きい数になると1個の違いだけだとエラーが多くなり正答率が低下した。また呈示される2数間の差によって影響を受ける距離効果（distance effect）も見られ、3対6のように大きな差があればほぼ正答できるのに対し、3対4のように1しか差がない場合には正答率が低下した。これは上述した乳児実験でのウェーバー比とも対応する結果であり、ヒト以外の動物とヒト乳児でよく似た行動パターンを示すことがわかっている。

その他には馴化－脱馴化法を動物に適用し、基数認知能力の特徴を検討している研究もある（Hauser et al., 2003）。まず、実験ケージにいるワタボウシタマリンに、子音と母音からなる4回の言語音をスピーカーから流し、それらを繰り返して呈示していった（lu-lu-lu-lu → du-du-du-du → ji-ji-ji-ji）。言語音は、継続時間や話者の声の点で毎試行異なるものが呈示され、数的手がかりのみが共通するように工夫された。次に、言語音に対して彼らが振り向かなくなってきた（馴化した）ところでテスト試行に移り、これまでと同じ数（4回）の刺激と新しい数（8回）の刺激を交互に呈示した。その結果、ワタボウシタマリンは、同じ数よりも、新しい数が呈示された場合により頻繁に振り向いて反応する（つまり脱馴化する）ことがわかった。さらなる実験では、4対6と8対12の課題でも脱馴化が起きたが、4対5と8対10の課題では脱馴化が起こらなかった。これは、ワタボウシタマリンが2:3の比に該当する基数の違いにまで気づくことを示しており、ヒト乳児でいうと、9～10カ月齢児に相当する基数認知能力をもっていることになる。

## 第3節 数の抽象性

### 1. ヒト乳児における数の抽象性

数とはそもそも、物体や事象、心的イメージなどのあらゆる対象を項目として扱える抽象度の高い概念であり、モノを2個見たり、太鼓の音を2回聞いたたり、キーを2回押したり、心のなかで2回頷いたりしたとき、私たちおとなは、いずれも「2つである」（twoness）という抽象的な共通点（基数性；第6節を参

照)をもつことができる。しかし、第2節で紹介した実験では、単一の感覚モダリティ内で呈示された刺激のみを対象にしていたため、乳児が扱える数がどの程度抽象的なのかは判別できなかった。スターキーら(Starkey et al., 1990)は、この問題に着目し、異なる感覚モダリティで呈示された刺激を数の側面から関連づけできるかを実験的に検討している。まず、左右に並んだスクリーン上にそれぞれ2個と3個の物体からなる刺激を呈示した。それと同時に、実験者が太鼓を2回もしくは3回打ち鳴らした。その結果、6~8カ月齢児は、太鼓の数と一致する視覚刺激のほうをより長く注視することがわかった。つまり、太鼓の音が2回聞こえると2個の物体を、3回聞こえると今度は3個の物体をより長く注視した。

この結果は、乳児が高度な認知的処理を行っているように見えるが、実際にどういった方略で行っているかは明確ではない。1つの考えは、1対1対応(one-to-one correspondence)の能力を想定して、音が聞こえてくるたびに物体を1つずつ対応させ(♪-●, ♫-●, ♫-●), それらの数が同じかどうか(♪♪♪=●●●)を判断するというものである。もう1つの考えは、視聴覚それぞれの刺激に対して基数を表す何らかの心的表象を形成し(♪♪♪=「3」, ●●●=「3」), それらを心的に対応づけて等価だと判断する(「3」=「3」)というものである。当然ながら、6~8カ月齢児はまだ数詞や数字を獲得していないので、シンボル上での対応づけ(3=3)ができるとは想定しにくい。しかし、数詞や数字ではなくても、「3」らしき数表的表象(第6節を参照)をもっているならば、こうした数の等価性判断(「3」=「3」)は可能かもしれない。

スターキーらの研究は、数の抽象性(number abstraction)を考えるうえで示唆に富む知見ではあるが、その後の研究では一貫した結果が得られなかった(Mix et al., 1997; Moore et al., 1987)。この原因として、3回の音を聞いても3個の物体を見る必要性や動機づけがまったくないからではないかと考え、視覚と聴覚の刺激がより自然に結びつく、一種の因果的事象ともいえる衝突事象で検討した研究がある(Kobayashi et al., 2005)。この研究では、物体が1個ずつ上から落下し、地面に衝突すると「ドン」と音がする動画を6カ月齢児に数回呈示した後に、今度は遮蔽物で物体が落下する様子を見せないようにし、衝突音だけを呈示した。次に、遮蔽物が取り除かれて物体が現れた(図5-2)。この課題で乳児が要求されたのは、衝突音が2回聞こえた場合、遮蔽物の背後に物体が

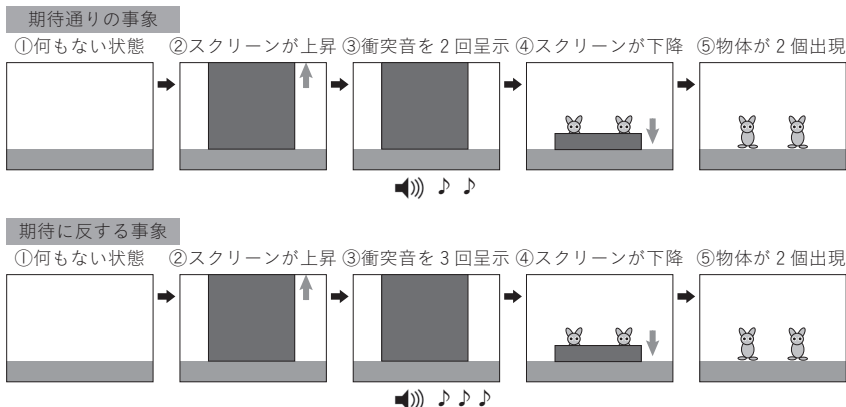


図 5-2 期待違反法を用いた感覚モダリティ間の数的対応づけ実験

(出典) Kobayashi et al., 2005 より作成。

2 個存在することを正しく期待できるかということであった（期待違反法；第 4 章も参照）。実験では、衝突音が 2 回聞こえた後に物体が 2 個現れる事象（期待通りの事象）と、衝突音が 3 回聞こえたのに物体が 2 個しか現れない事象（期待に反する事象）を交互に呈示して、それらの注視時間を測定した。その結果、6 カ月齢児は、音と物体の数が対応している事象よりも、対応していない事象のほうをより長く注視した。つまり、適切な実験状況を設定すれば、乳児は視覚刺激と聴覚刺激を数の側面から対応づけられるのである。

その後の研究では、より大きな数を扱った場合でも、感覚モダリティ間の数的対応づけが見られている（Izard et al., 2009）。生後数日の新生児は、馴化試行で「tu-tu-tu-tu」「ra-ra-ra-ra」「nu-nu-nu-nu」のように言語音を 4 回繰り返し聞かされた後に、テスト試行ではこれまで聞いてきた 4 回の言語音とともに、4 個あるいは 12 個の視覚刺激（幾何学図形）を交互に呈示された。その結果、新生児は、言語音と一致しない個数（12 個）よりも一致する個数（4 個）の視覚刺激が出てきた試行で画面をより長く注視することがわかった。また 6 回の言語音で馴化させた後に、6 個と 18 個の視覚刺激を交互に呈示した場合でも、一致する個数（6 個）のほうをより長く注視した。しかし、4 個と 8 個の場合では注視時間に明確な差はなかった。これは、1:3 程度の違いがあれば、生後数日の新生児でも感覚モダリティ間の数的対応づけを示し、言語の獲得とは

## 第9章

# 自己認識

## 「わたし」の起源を探る

平田 聡

自己の認識に関して、最も研究が進んだトピックの1つに鏡映像自己認識があげられる。鏡に映った自己の姿を正しく自己だと理解する能力である。ヒトの場合は、1歳半から2歳の間にこの鏡映像自己認識が可能になる。マークテストと呼ばれる手法を用いて調べると、チンパンジーなどの大型類人も鏡映像自己認識が可能であることがわかる。本人が気づかないうちにこっそり額に印をつけておき、印をつけた後で鏡を見せると、鏡を見ながら印を触る行動をするのである。チンパンジーを対象とした先駆的研究に続いて、霊長類のさまざまな種や、ゾウやイルカを対象とした比較研究が行われるようになった。またオペラント条件づけによる訓練を用いてヒト以外の動物における鏡の自己像の理解を調べる研究も行われている。さらに、タッチパネルや事象関連電位により、自己認識の関連領域の研究も進んできた。本章ではこうした研究について、最新の成果も交えて概説する。

### 第1節 大型類人の鏡映像自己認識

#### 1. マークテスト

私たちヒトは、鏡に映った自分の顔を正しく自分だと認識することができる。鏡を見ながら髪形を整えたり化粧をしたりするのは、鏡に映った像がほかならぬ自分だと理解しているからである。自己の認識について科学的な比較研究をする場合において、鏡に映った自己像の認識を調べることが多い。鏡映像自己認識と呼ばれる現象である。





図 9-1 鏡を見ながら裏側を探索 2 歳のチンパンジー

アメリカの心理学者ギャラップ（Gallup, 1970）は、マークテストと呼ばれる方法を用いて、チンパンジーの鏡映像自己認識に関する画期的な研究成果を出した。マークテストに先立って、まずギャラップは、鏡を見たチンパンジーが自発的に行う行動について調べた。

チンパンジーの前に鏡を置くと、鏡像を見たチンパンジーは、最初は鏡の向こうに別のチンパンジーがいるかのような反応をする。社会的反応と呼ばれるものである。鏡に映った像を見ながら毛を逆立てて、体を揺らすなど、見知らぬ他個体に対する威嚇的な行動をする。また、鏡の裏側に手を伸ばすなど、鏡の向こうに本物の他個体がいると錯覚しているような行動も見られる（図 9-1）。しかしやがて、鏡の向こうに他個体はいないことに気づく。そして、鏡を見ながら手を振ってみたり、変な格好をしてみたり、鏡に映ったものと自分の動きの対応を確かめるような行動を行う。協応反応や随伴性行動と呼ばれる行動である。さらに、口を開けて歯の間に挟まったものを取りようとする、頭の毛についてごみを取りようとする、といったように、自分の体に向けられた行動が出現するようになる（図 9-2）。自己指向性反応、あるいは自己探索反応と呼ばれる行動である。

こうして、自発的な自己探索反応の出現によって、鏡映像を自己と認識していることが示唆された後、ギャラップはマークテストを行った。この研究では、推定 3 歳から 6 歳のチンパンジー 4 個体が対象とされた。まず、チンパンジー



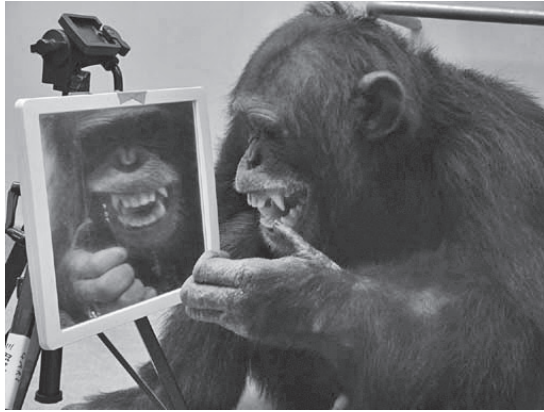


図 9-2 鏡を見ながら口のなかを調べるチンパンジー

を麻酔する。そして、麻酔したチンパンジーのおでこに、染料で赤い印をつけておく。チンパンジーは麻酔で眠っているのも、染料をつけられたことには気づかない。麻酔から目覚めても、おでこの印には気づかない。印はおでこにあり、自分の目で直接見ることができないからである。また、染料には触感や匂いもないように配慮がされている。チンパンジーが麻酔から覚めた後、チンパンジーに鏡を見せてみる。チンパンジーが鏡に映った像を見ると、当然、鏡には、自分の顔が映る。その鏡の自己像には、おでこに赤い印がついている。それに気づいたチンパンジーは、鏡を見ながら、自分のおでこを触って、染料を取ろうとするような行動をする。染料で印（マーク）をつけるので、マークテストと呼ばれる。鏡映像の自己認識が、マークテストによって客観的に示されたのである。

マークテストの優れた点は、行動を客観的に示すことができる点である。染料の部分は何回触ったのかという回数として示すことができ、そしてそれを、鏡を見る前と鏡を見ながらの行動として比較することができる。鏡を見ていないときにはおでこを触らず、鏡を見ながらだとおでこの染料を触る行動が出現し、そしてそれが統計的に有意に異なるかどうかを検定することができる。

## 2. 大型類人での証拠

ギャラップの最初の研究報告の後、多くの研究者が追試を行った（Anderson

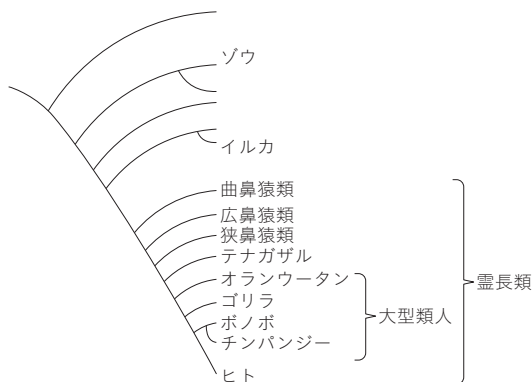


図 9-3 霊長類およびその他の動物種の系統関係の模式図

& Gallup, 2015)。チンパンジーを対象とした追試でギャラップと同様の結果が確認されたり、あるいは別の種で同様の現象が見られたりという報告が出ている。これらについて見てみる前に、まずは霊長類の系統関係について補足したい。ヒトも霊長類に含まれ、現在は世界中に約 300 種の霊長類がいるとされる。そのなかで、ヒトに最も近い霊長類のグループが類人である。類人はさらに、系統的にヒトに近くて体が大きな大型類人と、系統的に遠く体の小さい小型類人に分かれる。類人以外は、狭鼻猿類、広鼻猿類、曲鼻猿類とグループ化され、この順にヒトから系統的に遠くなる。系統図を図 9-3 に示した。以下に、まずは大型類人の鏡映像自己認識について概観しよう。

### チンパンジー

ギャラップの最初の研究以降、多くの研究で同様の鏡映像自己認識が確かめられている (Lin et al., 1992 ; Bard et al., 2006)。さらに、生後間もなくから個別にひとりだけで暮らしてきて、社会経験が欠如した環境で育ったチンパンジーは鏡映像自己認識を示さなかった等、生後の環境要因の影響も示されている (Gallup et al., 1971)。

ただ、単純な生後の環境だけでなく、同じような環境で育った場合でも、鏡映像自己認識の証拠を示す個体とそうでない個体がいるという、個体差も指摘されている。チンパンジーの個体差に関する最初の報告を行った研究では、チンパンジー 11 個体のうち、マークテストに合格したのは 1 個体のみだった (Swartz & Evans, 1991)。マークテストではなく、自発的な自己探索行動を基準

に自己認識の判断をすると、11 個体中 3 個体で鏡映像自己認識ができていると結論づけられた。鏡を見て自己探索的行動を行うからといって、必ずしもマークテストでマークを触ろうとするわけではない。マークへの興味の有無なども関係してくると思われる。

ポヴィネリら (Povinelli et al., 1993) の研究では、約 100 個体という多くの個体を対象として鏡映像自己認識について調べた。その結果、自己認識の証拠を見せたチンパンジーは、全体の半分以下だった。どの年齢段階でも、100%にならない。発達的な変化については後に述べるとして、個体差があるのは間違いない。こうした個体差が何に由来するものなのか、まだ確たる答えは出ていない。そもそも自己認識の能力の有無に個体差があるのか、あるいは自己認識期の能力自体は全個体備わっているが自己探索行動を行う動機づけのレベルに個体差があるのか、異なる仮説が提示されている。

### オランウータン

チンパンジーに次いで確かな証拠が得られているのはオランウータンである。ギャラップの研究では、2 個体のオランウータンをテストし、そのうち 1 個体で自己認識の証拠が得られた (Suarez & Gallup, 1981)。麻酔してマークテストを行った結果、この 1 個体のオランウータンは、鏡を見ながら顔のマークを触ったのである。また別の研究でも、2 個体のオランウータンと 6 個体のチンパンジーを比較して、鏡映像自己認識の能力に両種に違いはなく、ともに自己認識が可能であることが示されている (Lethmate & Dürcker, 1973)。

### ボノボ

ボノボに関しては、マークテストを用いた研究は報告されていない。ただし、鏡を前にした自発的な行動を調べた研究はいくつか実施されている。それによると、複数の研究の複数のボノボで、鏡を見ながら鼻を触ったり、目を触ったりするなどの自己探索行動が出現した (Hyatt & Hopkins, 1994 ; Westergaard & Hyatt, 1994)。同様の状況におけるチンパンジーの行動と違いは見られず、チンパンジーと同様にボノボも鏡映像自己認識が可能であると結論づけられる。

### ゴリラ

ギャラップは 4 個体のゴリラを対象に研究を行ったが、いずれの個体も自己認識の証拠を見せなかった (Suarez & Gallup, 1981)。その後も複数の研究者が複数のゴリラで研究を行っているが、ゴリラでは自己認識の証拠が見られないと

いう報告が多い。ただし、ゴリラでも自己認識が可能であるという報告も存在する。マークテストを用いた研究で、ある1個体のゴリラが鏡を見ながら自分の顔のマークを触る行動を行った (Posada & Colell, 2007)。また、マークテストを用いずに鏡に対する自発的な行動だけを調べた研究で、ゴリラが鏡を見ながら自己探索的な行動を行ったという報告例もある (Patterson & Cohn, 1994; Parker, 1994)。概して、ゴリラにおいては、他の大型類人に比べて自己認識の強い証拠は得られていない。ただし、自己認識の能力が皆無であるというわけではなく、一部の個体ではその能力が見られると考えられる。ゴリラはその進化の過程で自己認識の能力を失いつつあるのではないかという主張もあり (Gallup, 1997)、今後の検証が待たれる。

## 第2節 鏡映像自己認識の多種比較と発達

### 1. 霊長類での多種比較

ギャラップが行った最初の研究では、チンパンジーだけでなく、アカゲザルとベニガオザルも対象として鏡映像認識を調べた (Gallup, 1970)。そして、アカゲザルとベニガオザルでは鏡映像自己認識はできないと結論づけた。その後の研究で、大型類人以外の霊長類種に鏡映像自己認識を見出そうとさまざまな試みがされた。たとえば、出生後間もなくから鏡を見る経験を与える、何カ月や何年にもわたって鏡を見せる、持ち運び可能な鏡を与える、自分の体だけではなく他個体も鏡に映るようにする等である。こうしたさまざまな試みが、ガラゴやキツネザルなどのいわゆる原猿類 (曲鼻猿類)、マーモセット、タマリン、リスザル、オマキザルなどの広鼻猿類、タラポアン、ヒヒ、複数種のマカクザル類を対象に行われたが、いずれも鏡映像自己認識の証拠は認められなかった (Anderson & Gallup, 2015)。

小型類人であるテナガザル類でも、結果は同様に、自己認識の証拠は基本的に得られていない (Anderson & Gallup, 2015)。複数の研究で複数の対象個体から、テナガザルの自己認識に関して否定的な結果が得られている。ある研究で、鏡を見ながらの自己指向的な行動が見られたと報告があるが (Heschl & Fuchsichler, 2009)、この自己指向的行動はセルフスクラッチ (自己接触行動の1つ) であり、鏡を見なくても自然な場面で出現するもので、自己認識の証拠と

はならないという批判が提示されている（Anderson & Gallup, 2015）。これまでの研究結果を総括すると、テナガザルでは鏡映像自己認識の証拠は認められないということになる。

以上を総合的に捉えると、霊長類において鏡映像自己認識が可能なのは大型類人だけであり、それ以外の霊長類では鏡映像自己認識はできないというのが結論となる。

## 2. ヒトにおける発達

ヒトは鏡映像自己認識が可能であるが、生まれたばかりの乳児にこうした能力が見られるわけではない。鏡映像自己認識がいつから発達するのかについて、これまでの研究をまとめると、1歳半から2歳までの間に鏡映像自己認識が可能となるというのが多くの研究で一致して得られる結論である（Amsterdam, 1972；Anderson, 1984）。

ヒトが2歳ころに鏡映像自己認識の能力を発達させることについて、ドゥ・ヴァール（de Waal, 2009）は向社会行動と関連づけて「同時創発仮説」を提唱している。自己認識の能力と向社会行動との間に関係があるという仮説である。論旨は次の通りである。高度な向社会行動を行うには、相手の立場に立って考える必要がある。相手の視点から見ることを、といってもよく、視点取得と呼ばれる。視点取得のためには、自分と他人を切り離して、それぞれを客観的に捉える必要がある。つまり、自分も客観的に捉えることになる。それが自己認識である。したがって、自己認識と向社会行動には深いつながりがあることが演繹できる。

ヒトのこどもを対象として、自己認識と向社会行動の関係を調べた研究がある（Zahn-Waxler et al., 1992）。自己認識については、一般的な鏡映像自己認識のテスト結果を指標にした。そして、向社会行動を調べるために、おとなとこどもがやりとりする場面を作った。おとなには、何か困ったことがあって悲しいという演技をしてもらった。そうすると、こどものなかには、そのおとなをなぐさめたり、助けたりするような向社会行動をすることもあった。ここでのこどもたちの振る舞いは、鏡映像自己認識との間に強い関係があることが見つかった。向社会行動を行うこどもは、鏡映像自己認識ができ、向社会行動を行わないこどもは、鏡映像自己認識ができなかったのである。自己認識と向社会

行動が同時に発達するという、同時創発仮説と一致する結果である。

ヒトの自己認識に関して、ビデオ映像を用いた知見も得られている。ポヴィネリら (Povinelli et al., 1996) は、ビデオカメラを用いて、3分前に録画した映像をこどもに見せ、映っている映像が自分だと正しく認識できるかどうか調べた。その結果、4歳児では3分前のビデオ映像を正しく自己だと認識できたが、2歳児ではそれができなかった。

ビデオ映像ではなく、もう少し短い時間の遅延を挟んだ映像を用いた研究では、2歳児は2秒遅れた映像のなかの自分を自分だと理解できず、2秒遅れの自己像を正しく理解できるようになるのは4歳ごろであるということが示された (Miyazaki & Hiraki, 2006)。

上述の通り、2歳児では時間的遅延のない鏡映像の自己認識は可能である。現在の自己と過去の自己の理解には段階の違いがあり、2歳児はいま・この自分しか理解できないが、4歳ごろになると時間を超えて自己を理解できるようになると解釈できる (Povinelli et al., 1996)。

### 3. 大型類人における発達

大型類人の鏡映像自己認識の発達に関しては、10カ月から5歳のチンパンジーを対象に調べた研究がある (Lin et al., 1992)。この研究では、厳密に麻酔してのマークテストではなく、ヒトを対象とした研究で用いられるような遊び場面でのテストが行われた。ヒト実験者が、チンパンジーとスキンシップを図るように見せかけて、チンパンジーの体をあちこち触る。こっそり手に塗料をつけておいて、チンパンジーの体のどこかに塗料を塗る。チンパンジーに気づかれないように、できるだけ自然な流れで体の一部に塗料を塗る方式である。この研究によると、チンパンジーは2歳から2歳半で、鏡を見ながら自分の体の塗料に触るようになる。鏡映像の自己認識は2歳～2歳半で可能という結論である。

これとは別の研究結果もある。チンパンジーの乳児が生まれて間もなくから、定期的、継続的に鏡を見せた観察研究である (Inoue-Nakamura, 1997)。自発的行動のみを観察項目とし、マークテストは行わなかった。その結果、1歳半くらいに、鏡映像を自己と認識していることを示唆する行動が観察されるようになった。鏡を見る経験を十分につめば、ヒトとまったく変わらない年齢で自己

## 編著者紹介 板倉 昭二 (いたくら しょうじ)

同志社大学専任フェロー教授、赤ちゃん学研究センター長  
京都大学名誉教授

中国・浙江師範大学、浙江理工大学客員教授、イタリア・ミ  
ラノカトリック大学客員教授

日本赤ちゃん学会理事長

■専門 発達科学、進化発達心理学、Developmental Cybernetics

■略歴 1959年大分県生まれ。1989年京都大学大学院理学研究科霊長類学専攻  
修了。京都大学理学博士。アメリカ・ニュージャージー医科歯科大学ロバート  
ウッドジョンソン校児童発達研究所留學後、大分県立芸術文化短期大学、アメ  
リカ・エモリー大学ヤーキース霊長類センター研究員、大分県立看護科学大学  
に勤務。2000年より京都大学大学院文学研究科助教授、2010年より同教授。  
2019年に早期退職後、現職に至る。

【有斐閣ブックス】

## 比べてわかる心の発達——比較認知発達科学の視点

*Introduction to Comparative Cognitive and Developmental Science*

2023年7月5日 初版第1刷発行

編著者 板倉昭二

発行者 江草貞治

発行所 株式会社有斐閣

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 2-17

<https://www.yuhikaku.co.jp/>

装丁 与儀勝美

印刷 萩原印刷株式会社

製本 牧製本印刷株式会社

装丁印刷 株式会社享有堂印刷所

落丁・乱丁本はお取替えいたします。定価はカバーに表示してあります。

©2023, Shoji Itakura.

Printed in Japan. ISBN 978-4-641-18460-2

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。本書を代行業者等の第三者に依頼してスキャンやデジタル化することは、たとえ個人や家庭内の利用でも著作権法違反です。

**[COPY]** 本書の無断複写(コピー)は、著作権法上での例外を除き、禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、(一社)出版者著作権管理機構(電話 03-5244-5088, FAX03-5244-5089, e-mail:info@copy.or.jp)の許諾を得てください。