

乳幼児期の情動形成に関する基礎調査研究

— 3歳児, 4歳児, 5歳児における心の理論と行動 —

日高英幸, 長谷川真理子, 西川徹, 八木健, 中谷喜洋, 子安増生, 養老孟司

Research for Emotional Behavior in Early Childhood Theory of Mind and Behavior of Three-, Four-, and Five-Year-Old Children

Hideyuki HIDAKA, Mariko HASEGAWA, Toru NISHIKAWA, Takeshi YAGI
Yoshihiro NAKATANI, Masuo KOYASU, and Takeshi YORŌ

心の理論の研究において、幼児の行動の特徴から、4歳を節目とした心の理論の発達（自己概念の形成）が見られるので、その発達過程と行動や情動との関係、神経栄養因子や生活・保育環境との関係、さらに思春期の行動や精神神経疾患との関係を解明するために、本研究は、脳神経系研究の異なるアプローチからなる縦断的・追跡的方法を含む実証的共同研究の観点から計画されている。この調査研究では、乳幼児期の情動形成に関わる基礎調査研究として、幼児の心の理論と行動との関連について検討した。幼児の行動の特徴を考察するために、3歳、4歳、5歳の子どもたちの行動を観察した。「独言行動」「他児からの働きかけ行動」「働きかけに対する応答行動」「トラブル行動」の4つの行動について比較検討した。

Key words : *emotional behavior, theory of mind, behavior, early childhood.*

脳神経科学は、われわれ人間の脳の機能を解明し、精神活動の機構を明らかにするとともに、痴呆や分裂病（統合失調症）や神経細胞死などの脳神経系の疾患に対する治療や予防法を開発するなど、非常に広範な研究領域と関わりつつ、急速に進展している。乳幼児はもちろん、われわれは普段あまり脳の働きを意識せずに思考や記憶や行動を行っている。この時、われわれ人間の脳神経系ではどんな現象が起きているのであろうか？ この脳神経系の機能と病態のしくみを明確に示すことが脳神経研究に与えられた課題である¹⁾。

脳神経系の研究が進むことで、乳幼児をはじめ、われわれ人間の脳の発達と脳の病態の理解はその予防と治療に道を拓く可能性が期待される。脳神経科学は、20世紀に分子生物学や行動遺伝学領域での新たな方法論の開発により多くの成果を示した。特に、1900年代の最後の10年間、アメリカでは脳神経科学への集中的な研究予算の投入と大規模な研究が展開され、現在、日本でも脳関連の戦略的基礎研究が展開されている。

脳神経科学が対象とする脳神経系の研究では、脳の高次機能の一つである学習・記憶・情動の機構を解明するときのモデル動物として、線虫、ショウジョウバエ、アメフラシ、カナリア、マウス、サルなどが使われている。その解析手法は、遺伝子操作²⁾、行動遺伝学的解析³⁾、脳神経薬理学的解析⁴⁾、機能部位のイメージング⁵⁾、行動生態学的解析⁶⁾、認知神経科学的解析⁷⁾などが、それぞれの研究に応じて行われている。これらの解析手法を組み合わせることによって、遺伝子や細胞レベルでの成果に加えて、個体レベルでの新たな知見が得られ、研究の意義がさらに大きくなる。従って、脳神経研究は、乳幼児をはじめ、われわれ人間の複雑な精神作用の機構を明らかにし、その成果を社会や一人ひとりの生活に還元することを研究目標の一つとしていることから、今後、異なるアプローチから成る研究が、共同研究を展開することで、新たな脳神経系の解明につながる概念を生み出し、われわれ自身の精神や心のしくみ、特に近年、社会の注目が集まっている青少年の逸脱的行動の質的変化の生起過程の解明に大きく貢献することが期待される。さらに、この脳神経系の本共同研究が進むことで、人間としての行動の規範（社会規範）の獲得過程の理解など、社会を構成する乳幼児をはじめ、われわれ人間の理解が深まることから、社会に与える影響も非常に大きいと考えられる。^{1, 8)}

ヒトの行動と遺伝子 —動物行動と人間行動—⁶⁾

動物のからだの構造や生理機構だけでなく、行動それ自身が自然淘汰によって適応を遂げる。この分野の研究は、行動生態学と呼ばれ、1970年代以降、欧米でもわが国でも大きく発展した。多くの動物について、行動の違いが本当に動物の生死や繁殖に大きく影響することが明らかになった。人間の行動は、動物行動よりもはるかに複雑だが、遺伝的基盤をまったく持たない行動は存在しない。心や意思決定にしても、脳や神経系が介在する作用である以上、遺伝的基盤（影響）から逃れられるものではない。

人間の行動の個人差に遺伝がどれほどの影響を与えているかを調べる研究—人間行動遺伝学—では、家系分析、双生児比較、実子と養子の比較などが調べられている。双生児には、同じ受精卵から誕生する一卵性双生児と、別々の受精卵から誕生する二卵性双生児の二つの種類がある。一卵性双生児は全く同じ遺伝情報（遺伝子型）を共有するが、二卵性双生児はふつうのきょうだいと同じで、平均すると同じ祖先に由来する遺伝情報の50%だけを共有する。そこで、体重やIQといった形質や行動について、両双生児での双生児間の相関係数を比較すると遺伝の影響の強さが浮かび上がる。その相関係数を調べると、気質や能力ごとに遺伝的影響の強さにはかなり差異がある。

知能（IQ）の双生児相関係数が、一卵性で0.86、二卵性で0.60のとき、この場合の遺伝率は、 $(0.86 - 0.60) \times 2 = 0.52$ となる。すなわち、一卵性の類似度0.86のうち0.52が、また二卵性の類似度0.60のうち0.26が遺伝によって説明される。そして残りの0.34は、同居する者どうしが同じ経験をすることによって類似する効果を表し、これは共有環境の効果と言う。また、一卵性双生児であるのに一致しない部分（ $1 - 0.86 = 0.14$ ）が、一人ひとりに固有の環境要因である非共有環境の効果になる。ミネソタ大学の双生児研究プロジェクトの調査結果によると、IQの相関係数を見てみると、別々に育てられた一卵性双生児（0.74, 69組）は、一緒に育てられた二卵性双生児（0.53, 2052組）よりもむしろ高い数字を示し、遺伝が行動形質にも非常に強い影響をおよぼしていること

がわかる。それゆえ、行動は進化の対象となることがわかる。しかし、この遺伝的変異の幅や分子メカニズムの詳細はまだ不明である。

今日の動物行動研究は、行動生態学（淘汰の研究）と集団遺伝学（遺伝子型の解析）と分子生物学（形質を発現させる分子機構の研究）の相補的な関係によって発展してきた。人間行動の研究において、淘汰圧や適応の意義を考える生態学的視点と、集団遺伝学的アプローチと分子生物学的アプローチを含む遺伝学的視点の双方が必要で、本研究は、この認識のもとに研究プロジェクトが組織されている。

行動における遺伝的アルゴリズム^{3, 9)}

ヒトを含めた動物の行動については、ローレンツ、ティンベルゲンなどによるエソロジーとしての精力的な研究があり、一見非常に複雑に見える行動が実はプログラムされた生得的発達機構によるものであることが示されている。特に有名などころでは、生まれたばかりの小鳥が親鳥を認知する方法として初めて見た動くものについて行くインプリンティングなどが知られている。これらの研究により、一見合目的行動に見える生得的行動には、単純化した行動が連なることにより環境にいかにも適応しているかのような行動がプログラムされていることが明きらかとなっている。すなわち、行動を制御する遺伝子アルゴリズムとはある行動のある時期、ある環境で特異的に引き起こす情報であり、この情報は階層性をもち他の行動に連なるものである。また、環境が異なれば別の行動をとることに繋がる。このことは、行動を考えると、環境に対応する特異的行動がどのような遺伝情報によりもたらされるかを考えることが重要な視点となる。また、生得的行動の多くは興味深いことに動物種により特異なものであり、神経回路形成および発現の特異性がどのような遺伝情報によりもたらされたかを考えるとき、動物種特異的に多様化した遺伝情報を見つめる必要もある。特に脳の生得的発達機構がどのような環境を設定しているのか。環境の変化によりどのように生得的な脳発達が変化するのかは、遺伝情報と生得的行動および脳の機能を考えて行く上で特に重要な問題となるであろう。

ヒトにおいては、2足歩行するための反射、高所を恐がる、ヒトの顔に対する親和性、言語の獲得などが生得的行動として考えられているが、正常な発達がおこらない場合（たとえばアペロンの野生児）ではこれらの生得的な行動が発達しないことが示されている。すなわち、生得的行動をもたらす遺伝情報は、1) 特殊な「環境」に対応するもの、2) 脳の「発達」に関連するもの、3) 動物「種」により異なるものであり、「環境」「発達」「種」の問題について考え方を考えることのできる情報である必要がある。よって、我々は脳の機能を考えるために、動物すべてに当てはめることのできる形態形成的な遺伝情報よりは、動物種、環境、発達により特殊化する脳の構造および機能を持ち得る遺伝情報について明らかにして行く必要がある。

行動パターンの進化と情動性^{10, 11)}

脳の進化では、動物種の違いにより多様化、高次化した行動は、それぞれの動物種が個体維持、種の保存のために営んでいるものと考えられる。この多様化、高次化した行動は、動物種の違いによる

認知と情動性との対応関係において最も見だしやすい。すなわち、同じ腐ったバナナでもこれを見つけて喜ぶ動物もいれば、嫌悪感を感じ逃げる動物もいる。

情動行動は、「個体や種の維持において外部環境の変化および体内環境の変化に対して生物学的な評価を行う過程で生じる行動」である。すなわち、動物が生きる過程で、外部環境の何を食べ、何から逃げて、何と交配するかを評価する神経機能である。この評価は、高等動物になるほど学習性のもものも含まれるようになり、また個体差も生まれるが、基本的構造は動物種ごとに生得的に決められていると考えられている。例えば、齧歯類が暗所を好み、ヘビやフクロウなどの天敵に怯えて逃げるのは生得的に決定されているのである。実際、何代も実験室で飼われて天敵と遭遇したことのないマウスでもヘビの匂い、フクロウの鳴き声に怯えることが明らかとなっている。

このように、情動性を示す行動パターンは、動物種ごとに多様化している。情動行動が、1) 多くは生得的な行動であり、特殊化した神経回路形成に絡んだ遺伝子と直結していることが想定されること、2) 動物種により多様化しており、脳の進化の過程で大きく変化した行動であることから、この行動制御に関わる分子の探索は、脳の進化の過程で多様化した遺伝子を探索するうえでも、興味深いアプローチとなる。ヒトの情動性は学習性のもものを多く含んでおり、生得的なものと同様に獲得されたものを分離することが困難な場合が多いが、哺乳動物での情動制御の分子メカニズムを明らかにすることにより、ヒトのこころの起源を考える方向が拓けることが予想される。

情動形成因子としての Fyn¹⁰⁾

Fyn は脊椎動物一般に脳神経で高発現するチロシンリン酸化酵素で、その脳神経系での機能については明らかにされていなかった。しかし、Fyn は発達中の神経軸索、成長円錐で発現していることや、成体神経細胞中で細胞質、核のほか、シナプス肥厚分画法により濃縮されることから、神経回路形成やシナプス形成での分子機能が推定されていた。このような分子を欠損したマウスが情動行動の異常を示すことは、情動行動の機能的神経回路形成の遺伝情報として Fyn が想定されるということである。特に、Fyn 欠損マウスでは哺乳行動の異常が認められ、オートクレーブ（高圧滅菌）処理した針葉樹のおがくずから出る匂いによりその異常が顕著に現れた。行動が外部環境の変化により、正常な生得的行動ができなくなる脳の状態の変化は興味深い。環境に対する行動異常はほかに、明所、新規環境、電気ショックされた場所、高所に対して、回避する傾向が亢進することが明らかとなった。これらの結果は、Fyn が環境に対する認知および生物学的評価の神経回路形成過程で機能していることを示した結果であり、Fyn は情動行動形成において重要な分子の一つであることが明らかとなった。

Fyn の空間学習への関与が示唆されているが、Fyn 欠損マウスは学習障害があっても部分的なものであり、Fyn 欠損マウスでのモリス水迷路（水につけられた状態から回避させる学習課題）における空間学習障害は、情動性の異常によって生まれた結果であると推測されている。このように、Fyn 欠損マウスでは情動性の異常が認められ、モリス水迷路学習課題では、水につけられた状態が Fyn 欠損マウスと正常マウスにとって同じ状態とはいえず、この障害が学習による異常か情動の異常かについては検討する必要がある。

情動性の異常は学習効率を左右する。例えば、やる気が大きければ学習効率が上がり、生命に危険がある経験は一度で覚えることが知られている。実際、Fyn 欠損マウスでの電気ショックを与えられた場所を覚える学習では、野生型マウスよりも学習の成績がよくなった。この結果は、Fyn 欠損マウスの情動性の異常（恐がり）が学習成績を亢進させたようにみえたと考えれば、他の実験結果と矛盾することはない。

また、Fyn 欠損マウスでは情動性との関連が指摘されている痙攣発作誘発性でも異常が確認されており、聴覚性痙攣発作（生後2～3週のマウスに音でブライムすることにより痙攣発作を誘発できる）の亢進、GABA 受容体に対するアンタゴニストやグルタミン酸受容体の活性化物質による痙攣発作の亢進が明らかとなっている。これらの結果は、Fyn の情動形成過程への関与をより明確にした結果であり、Fyn の分子構造、発現分布より考えると、情動に絡んだ神経回路形成での分子機能が示唆される。

精神疾患に関連する情報処理システム（脳神経系）^{1, 4)}

脳の様々な機能は、それぞれ、ある神経回路から構成される情報処理システム（または情報処理単位）によって支えられていると考えられている。精神神経機能の多様性から見て、このような情報処理システムは膨大な数に上ると予想される。おそらく、種々の精神疾患は特定の情報処理システムに異常が生じ、その生理機能に対応した特有の精神症状が出現するものと推測されている。したがって、分裂病、気分障害、不安障害などとしてまとめられている精神障害も、原因の異なるきわめて多くの疾患から成り立っている可能性が高い。一つの情報処理システムが複数の分子で構成される点を考慮すると、精神疾患の異種性は現在の予想をはるかに超えるかもしれない。こうした仮定は、臨床観察はもちろん遺伝医学の観点とも矛盾しない。実際、筋ジストロフィー症では分子レベルの解明が進むにしたがって、たとえ臨床所見や病理所見が酷似していても、原因となる分子異常が複数種類存在する場合が見つかっている。

分裂病が思春期以降に発症する現象は、先に仮定した情報処理システムの発達と関係するのではないかと考えられている。すなわち、分裂病で異常を呈する情報処理システムは、正常な状態では、次第に発達を遂げ思春期頃に成熟した後機能し始めると考えられている。ただし、発達の過程では個体の精神活動に大きく影響するような機能は発揮しない。発達過程や機能の開始および維持に関与する分子に異常が生ずると、この情報処理システムは誤作動を起こして分裂病症状が出現する。発達過程が異常であっても、機能開始が思春期頃なので一定年齢まで臨床的な問題は生じず、その情報処理システムの機能が必須となる思春期以降に精神症状として顕在化するのではないだろうかと考えられている。

現在のところヒトにおいて、覚醒剤やコカインに対する反応が一定の発達時期から変化することを立証するデータは無い。しかし、d-amphetamine をはじめとする中枢刺激薬長期投与による治療を受けた「多動児」では、成人ほど幻覚・妄想などの副作用が目立たない点や、小児と成人では d-amphetamine 服用後の気分変化に差がある点は発達による変動を示唆している。

精神疾患の動物モデルー覚醒剤逆耐性現象と遺伝子発現^{4, 12)}

覚醒剤乱用者には、しばしば分裂病と区別し難い幻覚・妄想状態が出現する。また、覚醒剤を経験したヒトや実験動物では、覚醒剤 (MAP) その他の分裂病様症状発現薬に対する感受性が高まって、精神症状、異常行動等が誘導され易い状態が長期間続き、分裂病の発症あるいは再燃のモデルとして注目されている。この現象は、行動感作または逆耐性現象とよばれ、脳の可塑的变化を伴うと考えられる。逆耐性現象の分子機構解明をとおしてヒト思春期以降に発症する分裂病の病態の手がかりを得るため、覚醒剤による脳内の遺伝子発現が解析されている。逆耐性現象を引き起こす薬物は、ラットの前頭葉皮質から線条体に投射する一群のニューロンの細胞体において、可塑性と関連するといわれる tissue type plasminogen activator mRNA の発現を誘導することが示された。一方、覚醒剤精神病は小児期には発症しにくく、ラットでも逆耐性現象が一定の発達段階以降に成立する点に注目し、RNA arbitrarily primed PCR法を用いて、ラット大脳新皮質から生後発達の一定時期以降に覚醒剤への応答を獲得する新規遺伝子群の cDNA がクローニングされつつある。

逆耐性現象が形成されない幼若期のラットでも、成熟期との差異はあるもののMAP投与直後の移所運動量増加や常同行動が出現する。ヒトにおいても、乳幼児期に高用量の d-amphetamine を誤飲した例では過剰活動、興奮、幻覚などの異常が認められている。これらの観察は、覚醒剤による異常行動と逆耐性現象は、発達様式の異なる別々の情報処理システムによって発現されることを示唆している。前者は行動発現に直接関係する情報処理システムで生直後から既に機能しており生後発達による変化は小さいが、逆耐性現象に関係するシステムはそれを変化させる役割をもち、生後遅れて発達し離乳期後に成熟を遂げることが予想されている。

以上述べたアプローチにおいては、分裂病で障害される情報処理システムと類似したシステムが動物の脳に存在することを前提としている点や、薬物に反応して転写が変化する遺伝子が検出の対象となる点などが限界と考えられる。後者の問題点を克服するためには、薬物に対する脳の反応が成熟する時期と一致して基礎的発現が変化する遺伝子についても検討する必要がある。

現在までに発達依存的に分裂病様症状発現薬への応答を獲得する、いくつかの遺伝子の転写産物がクローニングされているが、その多くが既知遺伝子と相同性のない配列をもつことから、今後、脳の未知の情報処理システムに関連する分子が見出される可能性がある。こうした結果が、分裂病の分子異常の解明に結びつくよう、基盤となる仮説や実験手技の妥当性を検証し、修正を加えた研究が計画されている。

情動と行動の神経回路解析へのアプローチ

精神分裂病やパーキンソン病の患者の観察・治療の集積により、神経伝達物質カテコールアミンの代謝過程に関与する受容体や薬物が、動物の情動行動やヒトの気分、情緒、情動行動の表現を変化させることが知られている。またヒトの感情に関わる疾患である躁うつ病の治療薬や生化学的病因の研究から、セロトニンなどのインドールアミン系神経伝達物質も情動に関係することがわかった。情動に関係する神経回路、情動とストレス、免疫の関係もしだいに明らかになり、情動行動の表現に関係する種々の因子が示されてきた。

そのなかで、暴力的に問題のあるヒトの脳脊髄液を採取し、その成分を分析した研究がある。セロトニン¹¹⁾は、代謝されると5ヒドロキシインドール酢酸 (5HIAA)になるので、セロトニン自体の濃度は測定できないが、5HIAAを測定してセロトニン量を推定する。その結果、攻撃性が高いヒトの脳脊髄液中の5HIAA濃度は正常対照よりも低く、うつ病患者でも5HIAAは低下していた。このとき、ノルアドレナリンやドーパミンの低下も認められ、セロトニンの低下は怒りを引き起こし、その怒りが外に向けば暴力になり、内にこもればうつになるのではと考えられている。このことは、セロトニン量を調節したモデル動物でも実証された。さらに、セロトニンなどのモノアミン代謝酵素であるモノアミンオキシダーゼ A (MAOA)の遺伝子が欠損している男子に異常な攻撃性がみられることから、MAOA 遺伝子が攻撃性に関係するのではと考えられ、そのメカニズムがモデル動物で解析されてきた¹³⁾。ヒトの遺伝子解析や遺伝子操作を加えたモデル動物 (ノックアウトマウスなど)での実験により、種々の遺伝子がどのようなメカニズムで情動に影響を与えるのかが解明されようとしている^{3, 4, 10)}。

モノアミンの神経終末は脳辺縁系に多数分布しており^{11, 16)}、そこに存在する受容体を介して気分、情動行動に作用する。モノアミンを生合成するニューロンは、脳内に特定の局在をもつが、脳の広範囲に投射している。それぞれの神経終末から放出されたモノアミンを受け取るシナプス後受容体には複数のサブタイプがあり、作用や脳内分布を異にしている。アミンニューロンはシナプス前ニューロンとその神経終末に自己受容体を有し、伝達物質の合成と放出を抑制コントロールするという特徴がある。

モノアミン合成酵素、分解酵素を含めた、モノアミン神経系の形態の種別差が解明されてきており、ヒト、または霊長類に特異的なニューロンやその形態が報告されている。形態的種差はヒトや動物間の情動行動の違いに反映されると考えられるが、機能については不明な点が多い。また、神経系の発達におけるモノアミンの関与、とくにセロトニンがシナプスの形成と維持に関わるとするデータが示され、モノアミンが知的発達と情緒の形成に与える影響に関心がもたれている。

情動は、先に述べたように^{3, 10)}、「生物が危機に面したときに起こる心身の反応」で、入力系→情動評価・情動体験→出力系の3つの側面がある。その情動の入力として、外部環境と体内環境からの感覚刺激や、記憶、経験や現在の体内環境との照合があり、それに対する情報評価が扁桃体で行われる。そのことは情動体験として認識される一方、情動表出として出力する。情動表出には情動行動 (攻撃、逃避、運動など)、内分泌反応、自律神経反応がある。このようなヒトの情動 (情緒、気分、意欲など)の研究において、動物の情動行動とヒトの情動を対応させることに限界はあるが、情動モデルの有用性は、動物の情動行動の機構を実証科学的に解明し、得られた成果をヒトの情動の理解に資することにある。

心の理論と自己概念形成及び行動

乳幼児の発達における外部環境や体内環境は、心の理論や行動にどのような影響を与えるのであろうか。確かに、日常生活の場面での幼児の行動を見ていても、3歳児、4歳児、5歳児のそれぞれの年齢で異なった行動的特徴が見られる。その行動を特徴づける他者理解が形成されるプロセスとして、まず自己認識ができた後に他者認識ができるようになることが示唆されている¹⁷⁾。その自

自己認識を調べる方法のひとつとして、子どもや動物の目の前に鏡を置き、そこに写った自分の鏡像に対してどのように反応するかによって、自己認識を調べる方法がある。たとえば、犬などに自分の鏡像を見せると、自分以外の犬が写っているかのごとく反応する。しかし、ヒトやチンパンジーのように高等な動物は、鏡像が自分であることを認識できるようになる。

ヒトの子どもは18ヶ月ごろから鏡の中の自己像を認識し出す。さらにその後3歳ごろに「見ていることと知っていることとの関連付け」という他者の心の認識の法則が観察される。チンパンジーも同様に、6歳から8歳で鏡像自己認識を持ち、その後で他者の心の認識が可能になることが報告されている。すなわち、自己認識ができることが他者の心の理解につながり、自己認識ができることが他者理解にとって重要なことであると仮定できるであろう。

自己鏡像が認められるのは、オランウータン、チンパンジー、ヒト、ボノボなど類人猿 (ape) である¹⁸⁾。しかし、テナガザルなど三千万年前に分かれたサル (monkey) では鏡像自己認識は見られない。これらの事実から、おそらく類人猿の自己認識は三千万年前に進化したものであると思われる¹⁹⁾。もしも、この仮説が正しければ、類人猿の仲間であり、オランウータンよりも進化したゴリラにも鏡像自己認識が観察されるはずである。

しかし、自然な環境で育ったゴリラは鏡像自己認識を示すことはない。この理由としていくつかの仮説が考えられている。そのうちで最も有力な仮説が自己認識能力後退仮説である¹⁸⁾。すなわち、ゴリラはかつて自己認識の能力を進化のプロセスの中で獲得したのであろう。しかし、ゴリラは生活を重ねる中でこの自己認識能力を後退させてしまったという考えである。この仮説は、バターソンの研究で裏付けられている²⁰⁾。人工言語を教えたゴリラでは鏡像自己認識が観察されたのである。それでは、なぜゴリラは鏡像自己認識を退化させたのであろうか。その理由として、ゴリラは幼い頃からエサなどを求めて広い範囲に長い距離を移動しなければならず、そのことによって身体的に早く成熟しなければならない。ゴリラは身体的能力の発達を優先させることにより、自己認識能力の発達が後退したのではないかと仮定されている。

このことは、ヒトの心の理解の発達についても多くの示唆を与えてくれるように思われる。幼い頃の特定の部位の過剰な感覚刺激により、自己認識の発達さらには他者の心の認識についてもその発達が抑制されるのではないかと考えられる。

行動の比較観察

本調査では情動形成についての今後の調査研究の予備資料を作成するために、4歳を移行期として、3歳児、4歳児、5歳児の行動がどのように変化するのかを明らかにしようとした。観察では各年齢の子どもに対してどのような関与の行動が見られるのか、そのような関与行動に対して子どもはどのような行動をするのかを検討した。

調査分析にあたり、「独語」「他児からの働きかけ行動」「働きかけに対する対応や応答行動」「トラブル行動」の4つの行動に焦点を当て比較検討した。

1) 調査方法

調査参加児：本調査の参加児は保育園の園児30名であった。内訳は、3歳児10名、4歳児10名、5歳児10名であった。この内4歳児には知的障害児1名、5歳児には身体的障害児1名が参加した。

調査手続き：保育園で観察者が園児一人につき5分ずつ観察した。それぞれ時間内でそれぞれの子どもがどのような行動をしたかを観察した。観察法は自由記述法で、どのような行動をしたかを記録した。観察は5日間行った。

2) 調査結果

幼児の行動を観察し、以下のような結果を得た。図1は、3歳児、4歳児、5歳児それぞれについての「独語」「働きかけ行動」「応答行動」「トラブル行動」についての平均頻度を示したものである。

図1に示されているように、独語は年齢の増加と共に減少している。その減少は、3歳から4歳にかけての独語が、4歳から5歳にかけてより、減少傾向が大きい。働きかけ行動については、3歳児と5歳児に比べ、4歳児で多く認められた。働きかけに対する応答行動は、年齢と共に増加し、特に3歳から4歳にかけて増加傾向が顕著に見られた。

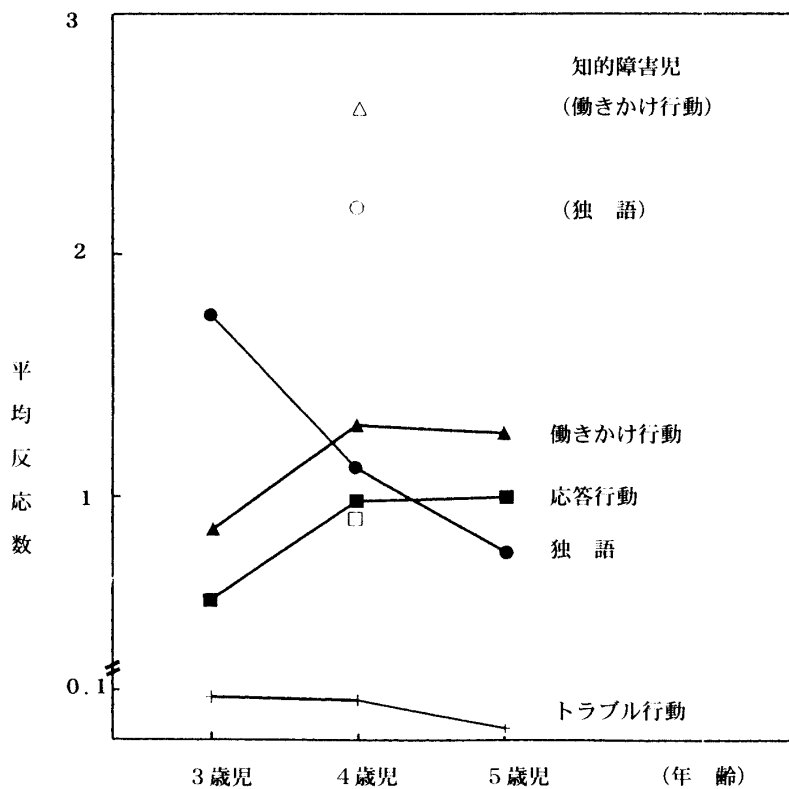


図1 3歳児、4歳児、5歳児の行動

これらの行動で、他児から幼児にどのような働きかけがあるのかを見てみた。そのなかで、他児からの非言語的な行動的働きかけの平均頻度については、3歳児で1.75、4歳児で1.60、5歳児で0.60であり、年齢の増加にともなって少なくなることが示された。つぎに、他者からの働きかけの言葉については、3歳児で1.50、4歳児で4.00、5歳児で5.20であり、年齢が増加するほど多くなることが示された。

それでは、この他児から幼児に働きかけたことに対し、幼児はどのように反応するのであろうか。

まず、他児からの働きかけに対して無関心な反応の平均頻度は、3歳児で0.75、4歳児で0.00で、5歳児で0.00であり、年齢が増加するほど、他児からの働きかけに対する無反応は少なくなることを示している。次に、他児からの働きかけに対して拒否する反応については、3歳児で1.00、4歳児で0.85、5歳児で0.00であり、年齢が増加するほど拒否の反応は少なくなることを示している。また、他児からの働きかけに対して受容する反応は、3歳児で1.00、4歳児で1.90、5歳児で2.50であり、年齢が増加するほど受容の反応は多くなることを示している。

さらに、他児との間でのどのような葛藤行動が見られるだろうか。まず、自己主張の行動については、3歳児で0.50、4歳児で0.20、5歳児で0.00であり、年齢が増加するほど自己主張の行動は少なくなることを示している。つぎに、他児との間で言い合うなどのトラブルがどれだけ見られたかをみると、3歳児で0.08、4歳児で0.08、5歳児で0.04であり、年齢が増加するほどトラブルは少なくなることを示している。

3) 比較考察

調査結果のとおり、「独語」「他児からの働きかけ行動」「働きかけに対する応答行動」「トラブル行動」の4つの行動に焦点を当て観察調査した。

本調査では、幼児の行動記録から、以下のような結果が得られた。第一に、まず独語については、5歳児よりも4歳児、4歳児よりも3歳児の方が多かった。第二に、他児からの幼児への働きかけ行動は、3歳児や5歳児よりも4歳児で多かった。第三に、他児からの働きかけに対する反応は、3歳児よりも4歳児、4歳児よりも5歳児で多かった。これらの結果に基づいた考察を試みる。

まず、先に述べたように、独り言は、5歳児よりも4歳児、4歳児よりも3歳児の方が多かった。この結果は、低年齢児の方が他者との言語によるコミュニケーションよりも、自己との内的なコミュニケーションをより多くしているのではないだろうか。この内的コミュニケーションをとおして、自己概念を形成し、他者とのコミュニケーション、さらに他者の心の理解にむけての準備の過程を形成しているのかもしれない。

他児からの幼児への働きかけ行動については、3歳児と5歳児よりも、4歳児で多かった。しかも、非言語よりも言語による働きかけが多く、言語の獲得が働きかけ行動を多くしているものと考えられ、行動と言語の獲得との関係が発達過程で密接な関係にあるのではないだろうか。また、この働きかけ行動は、低年齢児ほど他児への関心が少ないことから、他児からの働きかけに対しても応答が少なく、自己との内的コミュニケーションをより多くしていることと相関しているのではないだろうか。

また、他児からの働きかけに対する幼児の反応は、3歳児よりも4歳児、4歳児よりも5歳児で多く確認された。特に、年齢が増加するとともに受容的な反応が多くなり、拒否的な反応は少なくなっていることから、他者の心についての理解が年齢とともに発達し、5歳児では心の理解の発達による他者の心の理解についての推論がより正確になってきているものと考えられる。このことは、トラブルが3歳児と4歳児で見られ、5歳児ではより少なくなることから考えると、他者の心の理解に向けて年齢とともに相手の気持ちをより深くより正確に推測することを発達させてきているものと予想される。

図1に示したとおり、知的障害のある4歳児では、独語および他児への働きかけ行動が、他の同じ4歳児と比べると格段に多くなっている。このことは、今後の調査研究にとって、情動形成の脳

神経回路研究の観点から重要な知見となるものとする。また他児からの働きかけに対する応答行動は同じ4歳児と同程度の応答頻度であった。身体的障害のある5歳児については、図1には示されていないが、他の同じ5歳児と同程度の働きかけと応答行動を示していた。

本調査で述べたとおり、「独語」「他児からの働きかけ行動」「働きかけへの応答行動」「トラブル行動」に焦点を当てた観察調査と比較考察を通して、3歳児、4歳児、5歳児の心の理論と行動の発達の観点から、4歳を節目とした幼児の心の理論の発達とその行動の特徴が確認できた。

本研究は、平成12年度に組織された乳幼児の脳神経系発達に関する企画調査研究プロジェクトチームが、平成13年7月20、21日、宮崎県綾「酒泉の杜」で行った企画調査研究準備会議に基づく研究で、文部科学省および厚生労働省からの研究費補助金によるこれまでの研究成果が基盤となって推進されている。

本研究における行動の比較観察にご協力いただいた保育園に謝意を表します。

著者所属：養老孟司・北里大学、長谷川真理子・早稲田大学、西川徹・東京医科歯科大学・国立精神神経センター神経研究所、八木健・大阪大学・岡崎国立共同研究機構生理学研究所、子安増生・京都大学、中谷喜洋・ハーバード大学、日高英幸・宮崎女子短期大学。

参考文献

- 1) 養老孟司：秘められた復元力ー発達と再生ー。脳と心（NHKサイエンス・スペシャル驚異の小宇宙・人体Ⅱ），日本放送出版協会，5；pp. 4-6，1994.
- 2) Nakatani, Y. et al. : RB-independent repression of E2F responsive genes in quiescent cells by forming transcriptionally inactive chromatin. On Symposium in the 24th Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan ; 11, 2001.
- 3) 八木 健：脳の機能と遺伝情報。脳の科学，20；555-558，1998.
- 4) 西川 徹他：分裂病の成因は薬理・生化学的アプローチから解明されるか。精神科治療学，12(6)；617-623，1997.
- 5) Hidaka, H., v. Dresser, S., Sibasaki, H. : Evaluation of the environment for education in multimedia-based systems using several medical indicators, including P300 for event-related potentials. Bulle. Miyazaki Women's Junr. College., 25 ; 139-144, 1999.
- 6) 長谷川寿一，長谷川真理子：ヒトの行動と遺伝子ー動物行動と人間行動ー。進化と人間行動，東京大学出版会，東京，pp. 62-67，2000.
- 7) 子安増生，服部敬子，郷式 徹：「心の理論」の成長。幼児が心に出会うとき，有斐閣，東京，pp. 71-108，2000.
- 8) 養老孟司：果てしなき脳宇宙ー無意識と創造性ー。脳と心（NHKサイエンス・スペシャル驚異の小宇宙・人体Ⅱ），日本放送出版協会，6；pp. 4-6，1994.
- 9) 養老孟司：心が生まれた惑星ー進化ー。脳と心（NHKサイエンス・スペシャル驚異の小宇宙・人体Ⅱ），日本放送出版協会，1；pp. 4-6，1993.
- 10) 八木 健：脳の進化をもたらした遺伝子の探索ー情動形成に関わる分子メカニズムによる研究ー細胞工学，16(8)；1140-1149，1997.

- 11) 養老孟司：人はなぜ愛するかー感情ー。脳と心（NHKサイエンス・スペシャル驚異の小宇宙・人体Ⅱ），日本放送出版協会，4；pp. 6-9，1994.
- 12) 西川 徹他：分裂病の動物モデルとしての覚醒剤逆耐性現象と遺伝子発現. 第22回日本分子生物学会シンポジウム，221，1999.
- 13) Brunner, H. et al. : Abnormal behavior associated with a point mutation in the structural gene for monoamine oxidase A. *Science*, 262 ; 578-580, 1993.
- 14) Ungerstedt, U. : Stereotaxic mapping of the monoamine pathways in the rat brain. *Acta. Physiol. Scand. Suppl.*, 367 ; 1-48, 1971.
- 15) Anden, N. et al. : Ascending noradrenaline neurons from the pons and the medulla oblongata. *Experientia*, 22 ; 44-45, 1966.
- 16) Fuxe, K. and Jonsson, G. : Further mapping of central 5-hydroxytryptamine neurons: studies with the neurotoxic dihydroxytryptamines. *Adv. Biochem. Psychopharmacol.*, 10 ; 1-12, 1974.
- 17) Perner, J. et al. : Three-year-olds' difficulty with false belief : The case for a conceptual deficit. *British Journal of Developmental Psychology*, 5 ; 125-137, 1987.
- 18) Povinelli, D.J. : Reconstructing the evolution of mind. *American Psychologist*, 48 ; 493-509, 1993.
- 19) Mitchell, P. : Introduction to theory of mind : Children, autism and apes. Arnold, 1997.
- 20) Patterson, F. : Self-recognition by Gorilla. *Gorilla*, 7 ; 2-3, 1984.