

ヒトの赤ちゃんを生みだしたのも、ヒトの赤ちゃんが生みだすもの

— 発育・発達の時間的再編と行動進化 —

竹下秀子（滋賀県立大学人間文化学部）

板倉昭二（京都大学大学院文学研究科）

要旨

霊長類は、樹上の 3 次元空間への生活域の拡大と生活時間の長期化（寿命の延長）によって特徴づけられる哺乳類である。本稿では、霊長類を対象とした比較発達研究の蓄積を背景として、個体の行動発達と時間とのかかわりがいかに改変されてきたかという観点からヒトの出現を理解しようとする。まず、生活史とかかわる発育パターンが霊長類種間でどのように変異しているかについて述べ、その変異のメカニズムにかかわるものとして、生態的、社会的環境との相互作用とこれに連動するヘテロクロニー(Heterochrony : 異時性)を想定する。さらに、個体の行動発達を諸機能の連関的統合としてとらえたうえで、その解離と連関の時間的再編から、行動発達の種差が起こる可能性に注目する。そのような行動発達進化の分岐の一例として、ヒトの赤ちゃんの誕生と初期発達を位置づける。さらに、そこに創出される新たな発達連関が、ヒトをヒトたらしめる「自己の生成・発展」の個体発達の基礎であることを指摘する。

はじめに

現生の哺乳類は、約 4500 種、卵を産んで哺乳する単孔類（カモノハシなど）と胚に近い未熟な赤ちゃんを育児嚢で哺育する有袋類（カンガルーなど）以外はすべて、胎盤を形成して子宮の中で胎児を育てる種からなる。それらの種を真獣と呼ぶ。胎盤の十全な形成は妊娠の長期化に道を開くものであり、哺乳類母子にとっては画期的なできごとだった。最近、真獣哺乳類の最古となる化石が中国遼寧省で発見された[24]。1 億 2500 万年前に生きたこの動物は、樹に登ることもできたらしい。意外に早い時期から、哺乳類が樹上にも進出していたことが注目され、*Eomaia scansoria* (dawn mother climber) という名前がつけられた。骨盤の骨格は、新生児を運ぶに適した構造であり、母親は、有袋類と同様か、あるいは、

他のなんらかの方法で赤ちゃんを運ぶこともできただろうと推測されている[78]。

樹上生活する現生の真獣といえば、ヒトもその一員である霊長類である。行動を他の哺乳類と比べたときの顕著な特徴として、1) 木を上り下りしたり物を把握し操作することに適した四肢の形態と運動機能、2) 立体視や色覚の優れた視覚機能がまずあげられる[11] [35]。いずれも樹上生活への適応にかかわるものである。原始哺乳類のすでに持ちえていた多様な生活様式を背景に、樹上への適応を確立していったのが霊長類だといえるのかもしれない。生育し、活動する環境基盤 (substrate) が複雑な構造の 3 次元空間であることが、霊長類の個体発達において多様な姿勢運動パターンと認知運動機能を生みだし、進化させた。そして、独自の生活空間の開拓とともに、現生霊長類を他の哺乳類から際立たせている重要な特徴として忘れてはならないことが、生活時間の長期化である。

動物は、「速く生きて、早く死ぬ」か「ゆっくり生きて、遅く死ぬ」かのどちらか、あるいは、ほとんどの種は、両極端の間のいずれかに位置づけようという考え方がある。「生活史戦略 : general life history strategies」研究から得られたもので、前者を r 戦略、後者を K 戦略という[8]。r とは、資源があふれているが、変動的で不安定な環境にある場合に特徴的な高い繁殖率をあらわす。K とは、資源をめぐる競争が激しいが、比較的安定した環境がもつ収容能力を示している。r 戦略では、同時に産む個体数が多く、子どもの性成熟は早く、寿命は短い。したがって、親による子の保護的な投資は少ない。K 戦略では、出産子数は少なく、子の性成熟は遅く、寿命は長い。性成熟の遅い、頭数の少ない子どもに対して、親の保護が大量に投資される。一般には、身体の大きい種ほど寿命が長い傾向がある。体重が増えると単位体重あたりの代謝速度が遅くなり、動物の寿命は、体重の 4 分の

1 乗に比例すると言われる[10]。しかし、霊長類はこの原則からはずれるほど、K戦略の傾向が著しいグループである。つまり、同程度の身体の大きさをした他の哺乳類よりも、性成熟までの期間が長く、寿命も長い。生育する時間の長期化は、霊長類に特有の緊密な親子関係を生みだし、社会関係を多様に進化させた。

霊長類としての生活時空間の拡大を、もっとも強力に実現したのが、ヒトである。筆者らは、その過程で生じたであろう行動発達の改変を、個体が環境とかかわる行為の機能間連関の再編によってとらえており、与えられた時間の長期化とその時間的再編がヒトへの進化に深くかかわっていると考える。本稿では、まず、生活史とかかわる発育パターンが霊長類種間でどのように変異しているかについて述べ、その変異のメカニズムにかかわるものとして、生態的、社会的環境との相互作用とこれに連動するヘテロクロニー(Heterochrony : 異時性)を想定する。さらに、個体の行動発達を諸機能の連関的統合としてとらえたうえで、その解離と連関の時間的再編から、行動発達の種差が起こると推測する。そのような行動発達進化の分岐の一例として、ヒトの赤ちゃんの誕生と初期発達を位置づける。

2. 発育パターンの改変

哺乳類の寿命については、体重とは別に脳重量の影響を抽出できる[13]。霊長類の場合、体重の影響を除去して種間で比較すると、寿命は脳重量と比例関係にある[1]。Allman らは、性成熟年齢や寿命が脳重量と相関することを示し、合わせて食性や社会構造と、寿命の長さ・脳重量との関係を明らかにした[1]。すなわち、葉食やハーレム型の社会の種は体重に比して脳が小さく、性成熟年齢が低く、寿命が短い。果実食やハーレム型の社会以外の種は体重のわりに脳が大きく、性成熟年齢が高く、寿命が長い。したがって、近縁種でも生態的、社会的条件が異なるとその発育パターンは異なり、系統関係の近さが身体発育パターンの類似性に直接結びつくのではない。

Leigh は、体重の発育パターンに思春期スパートの見られる 21 種の霊長類を比較し、ヒトの思春期スパートにいたるまでの期間が、霊長類一般と比較しても低成長で、特異的に長いことを指摘した[34]。アフリカ大型類人猿とヒトを比較すると、ヒトとボノボとゴリラでは雌雄ともに、チンパンジーにはオスに思春期スパートがある。しかし、ゴリラは、思春期スパートまでの期間が

大変短いことが、ヒトと大きく異なっている。ボノボの雌雄、チンパンジーのオスでは、思春期スパートまでが比較的長く、ゴリラよりもヒトに近い発育パターンである。濱田は、さらに、身長などの長さサイズでニホンザル、チンパンジー、ヒトの発育パターンを比較し、未熟に生まれて急激に成長の進む乳幼児期ではなく、「低成長が続くコドモ期」こそが、ヒトを特徴づけていると述べた[9]。ヒトは、骨格成熟などにかんして、未熟な状態で生まれ、成長期間全体の長さも長い。しかし、急激な発育期である“乳幼児期”(離乳まで)は比較的短く、性成熟が成長期間の後半にずれこんでいる。すなわち、“コドモ期”(思春期まで)が長い。このパターンは、出生時の成熟の度合いを除けば、近縁のチンパンジーよりもむしろニホンザルと類似している。チンパンジーは離乳が遅く、コドモ期に減速しつつも発育は進み、長さサイズでは、雌雄とも明瞭な思春期スパートがみられない。成長期間を通じて徐々に発育するといえる。ニホンザルは、骨格成熟が進んだ状態で生まれるが、低成長のコドモ期が比較的長く続き、ヒトと同様、思春期スパートが明瞭だという[9]。

現生の約 200 種の霊長類は、1) 原猿(キツネザルなど)、2) 新世界ザル(オマキザルなど)、3) 旧世界ザル(ニホンザルなどのマカクやヒヒなど)、4) ホミノイド(ヒトと類人猿)に 4 大別される。原猿以外を一括して真猿といい、その出現は 4500 万年前だという。その後、新世界ザルと旧世界ザルが 3500 万年前に分岐し、旧世界ザルとヒトもその一員であるホミノイドとは 2500 万年前に分岐した[67]。Watts は、出生時の骨格成熟が、新世界ザルのフサオマキザルでは旧世界ザルのアカゲザルよりも遅れていることを示し、マカク新生児でみられる骨格成熟の早さが、霊長類としては特異的で、むしろ 2 次的である可能性を示唆した[77]。霊長類種間で体重の影響を除去して比較した場合、旧世界ザルのマカクやコロブスは、妊娠期間や出産間隔が比較的短い[26]。霊長類としては、r 戦略志向を示すといえる。彼らは森林から疎開林やサバンナに進出し、適応した種である。ホミノイドの系統と旧世界ザルの系統は、熱帯雨林とより乾燥した地域を互いに棲み分けた。現生の霊長類では、熱帯雨林に棲む者のほうが乾燥地域に棲む者よりも「ゆっくり生きる」傾向がある[60]。

テナガザル(小型類人猿)は、ほぼ同じ体格のマカクと比較しても離乳や性成熟までの期間が長い[26]。テナ

ガザルも含め、熱帯雨林にとどまった現生のホミノイドには共通して、発育遅滞の傾向が受け継がれている。他方、ゴリラは現生の大型類人猿のなかでは、発育促進の傾向が強く、体重のわりに寿命が短い。そして、葉食でハーレム型の社会構造である。これに対して、チンパンジーやボノボは果実食で、複雄複雌の群れで生活する。Leigh の研究で示された、チンパンジーのオスとボノボの雌雄で思春期スパートまでの期間が長く、ゴリラに比べると短い思春期スパートに終わるという発育パターンは、ヒトにも共通したもののだが、そのなかで、チンパンジーのメスに思春期スパートの見られないことが興味深い。メス同士の関係は、チンパンジーでは離散的、ボノボでは集合的だといえる。雌雄間関係もチンパンジーの場合、オスが優位で、異性間の絆は希薄である。これに対してボノボではオスの優位は見られず、異性間の絆が強い[6]。このような差異が、チンパンジーとボノボのメスの思春期スパートの有無に何らかの影響をおよぼしているのかもしれない。

現生の大型類人猿のうち、残る1種、オランウータンにはさらに興味深い発育パターンがある。大型類人猿のなかでも性的二型 (sexual dimorphism) の著しいのがオランウータンだといわれるが、オスには成熟二型 (bimaturism) の現象がみられるのである[75]。すなわち、性成熟はしているが、メスと同じような小さな体格のオスが存在し、繁殖にもほぼ同等に成功する。そして、テリトリーを共有していた大型のオスが死亡すると、急激に成長が始まって、大型となるという。メスが大型のオスを基本的には好む状況で、小型のオスは大型のオスに存在を許容される。小型のオスは常にメスに付き従い、社会的に振舞うなど、大型のオスとは異なる方法でメスと接触する。成熟二型は、複数のオスとその生涯に効率よく子孫を残すには有効な方法だと考えられている[75]。

3. 解離的ヘテロクロニー

オランウータンの成熟二型は、生態的、社会的環境にそれぞれ異なる位置を占める各個体の状況に即して選ばれ得るほどに、発育パターンが柔軟に変化することを示唆している。異なる自然選択圧にさらされることになった同種の世代間にも同様の変異が可能だろう。そこで、前項で述べたような種間の発育パターンの相違は、共通祖先の発育パターンが系統発生的に改変されて生じたと考えられることができる。

あらかじめ祖先に存在していた形質が発現する相対的なタイミングや速度の変化をヘテロクロニー (Heterochrony: 異時性) と呼ぶ。形質進化のメカニズムに欠くことのできない要素として、これまで、主に形態的特性の進化にかかわって研究されてきた[8] [37] [39] [40]。タイミングや速度の変化のバリエーションとして、主要には下記の過程が想定されている[39] [57]。1) 前転移 (predisplacement) : 形質の発達が祖先よりも子孫の個体発達でより早い時期から始まる。2) 後転移 (postdisplacement) : 形質の発達が祖先よりも子孫の個体発達でより遅い時期から始まる。3) ネオテニー (neoteny) : 形質の発達が祖先よりも子孫の個体発達で遅い速度で進む。4) 成長加速 (acceleration) : 形質の発達が祖先よりも子孫の個体発達で速い速度で進む。5) 過少成長 (progenesis) : 形質の発達が祖先で達成された状態に至らない。6) 過剰成長 (hypermorphosis) : 形質の発達が祖先で達成された状態を超える。7) 継起的過少成長 (sequential progenesis) : 発達が複数の段階で構成されているような場合、その各段階で、形質の発達が祖先で達成された状態に至らない。8) 継起的過剰成長 (sequential hypermorphosis) : 発達が複数の段階で構成されているような場合、その各段階で、形質の発達が祖先で達成された状態を超える。1) から4) は、幼形進化 (成長が少ない : paedomorphosis), 5) から8) は成体進化 (成長が多い : peramorphosis) に結びつく。

Shea によれば、アフリカ大型類人猿のチンパンジー、ボノボ、ゴリラを比較すると、その形態の多くの部分の相対成長 (アロメトリー) 型が共通している。ゴリラとチンパンジーの形態の差異は、チンパンジーを基準にすれば、ゴリラの過剰成長によって説明できるという[64] [65]。チンパンジーとボノボの形態の差異も、身体的主要な部位のそれぞれについては、チンパンジーの過剰成長といえる。しかし、上にあげたヘテロクロニーの特定の過程が発育過程全体に作用するのではない。Rice は、ヒトとチンパンジーの身体成長を体重で比較し、ヒトの発育パターンは、思春期スパートまでのネオテニーとそれ以後の過剰成長の組み合わせで説明できるとした[56]。また、ヘテロクロニーの特定の過程が身体全体に同じように作用する場合もあるが、部分的に作用する場合もありうる。前者を全体的ヘテロクロニー (global heterochrony) というのに対して、後者を解離的ヘテロクロニー (dissociated heterochrony) という[52] [55]。

たとえば、頭骨の形態にかんしては、チンパンジーを基準にすれば、ボノボのネオテニーを指摘できる。すなわち、身体の他の部分の成長に比較して、頭骨、とりわけ顔の部分の発育は著しく遅滞しているのである[64] [65]。

Rice はさらに、脳重量の増加は、ヒトのチンパンジーに対する継起的過剰成長で説明できるとしている[57]。しかし、ヒトと旧世界ザルのマカクを比較しても継起的過剰成長やその他いずれのヘテロクロニーにも該当しない。さらに、マカクと新世界ザルのリスザルは互いによく似た発育パターンを示す。これらの結果は、脳重量の増加にかんして、ヒトの発育パターンは、チンパンジーの発育パターンの時間的改変であること、ヒトとチンパンジーの系統の出現の以前に、上にあげたヘテロクロニ的な過程では説明できないような要因の関与した、大きな変化が生じた可能性を示唆するという[57]。

このような特異な変化は、頭骨の形態にかんして、ヒトの系統の進化でも生じたかもしれない。頭骨の形態については、ヒトの幼形進化的特性の代表のように考えられてきた[8]。しかし、最近では、舌や喉頭の過剰成長の影響など、チンパンジー・ボノボとも異なる特異な発育パターンの結果だという可能性が強調されている[39] [65]。舌や喉頭は音声器官を構成し、ヒトでは、乳幼児期に喉頭が首筋に沿って下がり、舌の形態も球状に変化する[49]。話しことばの発達には、このような喉頭下降現象が必要である。ヒトのような喉頭下降現象は、チンパンジーも含め他の霊長類には見られない。ただし、喉頭下降現象は、霊長類の進化の過程で 2 段階的に現れたらしい[49]。まず、ホミノイドの共通祖先が、旧世界ザルとの共通祖先にはなかった、喉頭が舌骨に対して下がる成長変化を獲得した。その後、ヒトがチンパンジーの系統との共通祖先からの分岐後に、舌骨が頭蓋底や下顎に対して下がる成長変化が獲得され、現生のヒトに特有の喉頭下降現象が完成したという[49]。

行動発達の進化のメカニズムとしてもヘテロクロニーを想定できる[30] [31] [38] [39] [40] [52] [69] [70]。これまでの比較行動発達研究から、姿勢保持や位置移動などの姿勢運動機能を比較すると、大型類人猿よりもヒトでの発達遅滞を指摘できる。しかし、認知発達のある側面においては、大型類人猿よりもヒトでの発達促進が顕著である[52] [69]。姿勢反応の発達段階を軸に、自発的な姿勢一運動や対象操作をニホンザル、チンパンジー、ヒトで比較すると、出生後に類似の行動がほぼ共通

の順序で出現するにもかかわらず、たとえば、物と物を関係づける定位操作の発達などは、大型類人猿ではヒトよりも遅れる。旧世界ザルのたとえばニホンザルをこの比較に加えると、ヒトとの比較では、大型類人猿で見られる傾向をより強めるものとなっている[69] [70]。最近の研究で小型類人猿のテナガザルでも比較資料が得られたが、その結果は大変興味深い。すなわち、テナガザルの身体発育は、ニホンザルと同じか、それよりも早く進むが、ニホンザルも含めて比較可能な行動発達の指標にかんしては、その初出はニホンザルと大型類人猿の中間といえる[73]。しかし、定位操作の出現は、ヒトや大型類人猿よりも約 2 年遅く 3 歳前後である[15] [17] [73]。さらに、3 歳半の時点での観察から、テナガザルでも場面設定が工夫されれば物を道具として使用できることが明らかにされた[16]。従来明らかになっていた初期行動発達の種差の枠組みにテナガザルがまさしく系統関係を反映して位置づくことがわかった。

ピアジェによる認知発達段階を比較の指標とした研究も数多いが、これらを総合すると、大型類人猿は前操作段階まで、マカクは領域によっては感覚運動的知能の第 5 段階までを達成する[52]。大白歯の萌出を軸に比較すると、チンパンジーが第 1 大白歯の萌出までに感覚運動的知能の第 6 段階まで達成するのに対し、マカクはその時点では第 3 段階あたりにとどまり、ヒトでは、前操作段階を達成する。すなわち、マカク<チンパンジー<ヒトの順で、感覚運動的知能の発達促進がある[52]。Langer は、対象操作にみられる物理的認知（因果性など）と論理数学的認知（分類など）の発達をヒト、チンパンジー、マカクで比較した。1) ヒトでは 2 系統の認知が互いに並行して発達する、2) チンパンジーでは、物理的認知が先行し、論理数学的認知の発達は遅れるというように、2 系統の認知が時期的に若干の重なりを、もって発達する、さらに、3) マカクでは、物理的認知が完全に先行し、一定のピークに達したのちに、論理数学的認知の発達が始まる、ということを指摘した[30] [31]。すなわち、2 系統の認知の開始と終結の相対的時期が 3 者で異なる。

自他の認識にかかわる社会的認知についても、類似の行動の発達が明らかになっている。たとえば、鏡に映った自己像を認知する、いわゆる自己鏡映像認知は、ヒトでは 1 歳半から 2 歳にかけて出現するが、大型類人猿では、特別な経験がない限りは 4 歳から 8 歳ごろに見られ

るようになる[18] [21][54]。また大型類人猿でも見られる指さし理解や視線追従といった共同注意に関連する行動[20][21] [23]は、ヒトでは1歳前後に見られるようになるが、類人猿では、3、4歳にならないと十分に信頼できるレベルには達しないという[71]。ただし、十分な経験を積みせると1歳すぎから指さしや視線を理解し始めることも報告されている[51]。さらに、ヒトのコミュニケーション場面できわめて重要とされるのは、社会的参照である。社会的参照とは、ある新奇な事象や事物に対して、他者の情動情報や態度を参照して、それらの事象や事物に対する自分の行動を決定することをいう。これもヒトでは一般的に1歳前後に出現し始めるとされているが、大型類人猿では、3歳くらいになると社会的参照の萌芽が確実に見られるということが報告されている [19] [62]。

チンパンジーでは、最近の研究で定位操作の初出が8-11か月ごろであり、さらに1歳半ごろから急増するということが明らかになった[12]。また、このころには、他者の指さしや視線を追従し、その先に注意を向けることができるようになり始める[51]。すなわち、チンパンジーでは定位操作と視線追従の出現にはゆるやかな同期性があり、ヒトでも同様のことを指摘できる。先述したように、テナガザルの定位操作は、3歳前後に、床に物を置くというような行動としても初出するが、井上・井上の対象個体のテナガザルは、同じころに、検査者に投げ返す行動を頻繁におこなうようになり、1度だけヒトへの手渡しを観察されたという。さらに同じころ、検査者の指さしや視線のサインを手がかりに隠された餌をとることができた[15]。指さしや視線という、他者がその身体の一部を物に定位している行動に自己の身体の動きを同調させる行動と、自らが物を周囲の他の部分に定位する行動は発達的に互いに誘導しあって出現する[69]。このような発達連関的な特徴も含め、テナガザルにも観察される認知的側面が、発達促進のかたちで大型類人猿で見られる。さらに、その傾向が顕著に現れることが、ヒトの初期発達の重要な特性だといえる。

以上を要約すると、次のようになる。すなわち、姿勢-運動など身体運動的知性、物とのかかわりである技術的知性、他者とのかかわりである社会的知性、これら霊長類の知性の進化に連なり、ヒトの0~1歳期の発達においても主要な諸機能について、1) ヒトとヒトに近縁の霊長類では、類似の行動型がほぼ同様の順序で出現する、しかし、2) 個体発達における機能間の発達の相対的速

度が種によって異なる。

1) からは、これらの行動は、基本的には系統発生的に共通の基盤を有すること、つまり、種間に相同であろうことが示唆される。ヒトはヒト以外の霊長類と起源が共通の、姿勢-運動、認知-運動の諸機能を分かち持っている。ヒトの0~1歳児期におけるこれらの機能は、基本的な部分で0~5歳期のチンパンジーと共有されている。2) を1) との関連で理解するためには、以下のことを想定することが必要だろう。姿勢-運動、認知-運動にかかわる諸機能は、系統発生的にも、相互に関連しつつ進化してきたが、同時に相互に独立して進化し得る。その際、種にかかる淘汰圧によっては、それぞれの機能は、発達の速度が遅滞したり、促進したりすることがあり得る。

4. 初期発達連関の再編

心や行動がさまざまな機能の複合であることは、今日の心理学の共通理解である。機能間の発達の遅速には個人差があり、障害のあるばあいは、それに対応する特有のパターンもあることも指摘されている[50]。それらの事実に進化的基盤のあることが比較行動発達研究によって示されていることを、前節で述べた。

霊長類における生活時間の拡大を背景にして、諸機能の伸長が起こる。異時性という既存の形質の発達遅滞と発達促進の調整機構によって、行動発達の側面でも、各機能の発達遅滞と発達促進が起こる。そこに、祖先種で保たれていた機能間の発達連関が解除され、再編される。ヒト化にあたっては、姿勢-運動の発達は遅滞し、認知-運動の発達は促進された。この過程では、祖先種とも、異なる生活様式を選んだ種とも異なる、新たな機能間の発達連関的特徴が顕現することになる[30] [31] [41] [52] [69] [70]。このような観点から、ヒトの赤ちゃんの出生と初期発達の姿を以下のように眺めてみるができる。

1) 胎生期の発育加速：新生児の大型化

ヒトは森林を出て、食餌確保や捕食者の脅威という点では、旧世界ザルの種と同様の困難に遭遇することになった。それまで長らく分有していたチンパンジーやボノボの長い「乳幼児期+子ども期」という発育パターンを基礎に、乳幼児期の成長加速、子ども期の延長、明瞭な思春期スパートという、ニホンザルなども採用したオ

オープンランドにより適した発育パターンを加味し、独自の身体発育パターンを確立していったと考えることができる[9] [34]。とりわけ、ヒトの知性の進化に大きくかわるのが、胎児の発育促進、すなわち、新生児の大型化である。

真獣哺乳類の妊娠期間は、新生児の脳重量と母親の体重から予測可能であり、とりわけ後者の影響が強い[14]。母親の代謝速度が妊娠期間を決める大きな要因といえる。ヒトもその原則からはずれず、ヒトの母親の体重をもってすれば、妊娠9ヶ月というのは予測の範囲内である。ただし、ヒトの母親の体重と同じ霊長類が産むだろう新生児の予測体重は2000g前後であり、これと比べてもヒトの新生児は並外れて大きい[5] [34] [53]。つまり、ヒトとして特異なのは、在胎期間ではなく胎児の身体発育速度ということになる[5] [34]。大型類人猿のパターンを基礎に、母親の形態的、生理的制約のぎりぎりまでの期間を十分に使いつつ、身体をできる限り大きく産むための発育速度調整がヒトの胎生期におこなわれている。

胎生期の発育において、脳重・体重比成長曲線はヒトも含めて霊長類種間で同一である。脳重の増大か、体重の増大か、どちらが一次的であったにせよ、両者はカップリングして増加する[4]。ヒトは霊長類としては特大の脳をもつので、それを維持するエネルギー供給源として体重を増加させる必要があったかもしれない[29]。オープンランドに進出したヒトにとっては、身体全体の大型化がむしろ重要な適応であったろうという指摘もある。森をでて夜間も地上に眠ることになったとき、その低温環境に赤ちゃんが耐えうるには、相応の体重と脂肪が必要だったろう[53]。

できる限り頭の大きな、あるいは、身体の高い赤ちゃんとして生む選択は、出産プロセスも大型類人猿とは違うものにした。産み落とすということばがあるが、このことばはヒトに近縁な霊長類にはあてはまらない。野生ニホンザルの出産シーンを目撃した報告によれば、母親は出てこようとする赤ちゃんの頭を何度も手で触り、濡れた手をなめるといふ。いよいよ全身が出てきて地面に落ちそうになる赤ちゃんを「股の間から伸ばした手で受けとめ胸に抱きいれ」る[45]。同様の記述は野生チンパンジーの出産シーンでも見られる[27]。飼育チンパンジー16例を観察した例では、母親は経産、未経産ともにすべての個体が出産直後子どもを抱き上げ、ほとんどの個体が子供の口または頭を口で吸ったという[74]。ヒト

の出産では、母親は並外れた痛苦を蒙る。産道を辛くも通過するほどの大きさまでになった胎児がより通過しやすい方向に沿うかたちで頭を回旋させ、産道を通しながら進むからである。そして、最終的に顔が母親とは反対側に向くように、頭を背屈させた姿勢で出生してくる[59]。これは、母親が娩出の疲労困憊のなか、どんな姿勢をとったとしても、赤ちゃんに対して安全な介助をすることがきわめて困難な姿勢である。ヒト以外の種では、赤ちゃんは母親と同じ方向に顔が向くように、頭を前屈させた姿勢で出生する。母親は赤ちゃんの頭から身体の背面を片手で支えながらそのまま自分の腹側に抱き寄せればよい。これに対して、ヒトの赤ちゃんは、いったん「産み落とされる」か、さもなければ、母親以外の誰かに介助されて「受けとめられる」という生まれ方をし、その後母親に抱かれる。ヒトにおける新生児の大型化は、母子の身体の接触を出生の時点ですでに遮断し、母親以外の他者が赤ちゃんにかかわる機会を出生時点まで早める契機ともなっている[59]。

2) 対面コミュニケーション：「抱き」の緩和と多様化

哺乳類のなかではK戦略をとる有蹄類の場合、新生児は自力で歩行し、母親のあとを追従する。樹上生活や、四肢による「しがみつきー抱き」が可能な形態、運動機能を母子がもったことなどが複合的に作用した結果だろう。現生の霊長類は、子の姿勢運動能力が未熟なままに出産する。真猿の場合、母親はその子を自分の腹側にしがみつかせて抱いて育てるのが一般的である。原猿のなかには、新生児を巣に隠して採食のときはその場を離れる種もある。やや成長すると口でくわえて移動し、自分の採食中は樹にしがみつかせたりする。そのなかで、「しがみつきー抱き」の育児をする種は、母親の身体はどちらかといえば大型で、離乳や初産が遅い傾向がある[61]。

ホミノイドの系統では、身体の高大型化は、新生児の姿勢運動機能の発達遅滞と母親による養育行動の増強をもたらした。テナガザルと比べれば、大型類人猿では、母親の大きさに対する新生児の大きさは小さい[33]。新生児の姿勢運動機能が未熟でも、母親にとっては、運搬その他の養育行動をテナガザルによりもより保護的におこなう余地があるといえる。ホミノイドの系統で受け継がれてきた、未熟に生まれた新生児をゆっくり丁寧に育て上げる能力は、大型類人猿の大型化の時点で一層進歩した。ゆっくり発達する姿勢運動機能に対応するかたちで、

互いの口元を手で触ったりなどの接触の形態が多様化し、「高い高い遊び」などもみられるようになった。そのなかでアイコンタクトの増加があり、対面コミュニケーションも発展した[5]。

これまでに明らかになったところでは、チンパンジー新生児にもヒトと同様、新生児微笑や新生児模倣が出現する[43][44]。また、チンパンジー母子に対面コミュニケーションの前提としての顔への注視やアイコンタクトの能力が欠如しているわけではない[2][72]。ヒトと異なるところは、アイコンタクト後に母親がすぐに目をそらす傾向のあることだという[2]。また、Bardら[3]は、チンパンジー母子の生後3か月間の相互交渉を観察し、身体接触が少ないほど、アイコンタクトの頻度が多いということを示した。京都大学霊長類研究所所属の母親チンパンジー・アイは、生後1か月ごろから、息子のアユムを床にあおむけにねかせて対面であやした[42]。点検するようにアユムの腕や脚を手指で触った。抱いた赤ちゃんをグルーミングすることに加えて、赤ちゃんの身体を離したうえで、その腕や足を手指でつく姿を観察されたわけだが、このような姿勢での相互交渉は母子のアイコンタクトを誘発しやすい。ヒトでは、生後1か月以降、抱かれているよりもソファにあおむけにされているほうが、母子の対面コミュニケーションの持続する時間が長いと報告されている[32]。

ヒトの系統での新生児の大型化は、姿勢運動機能の発達遅滞の傾向がより強まるかたちで進行した。ただし、その大型化は、母親の大型化をはるかにしのぎ、大型類人猿的育児様式を踏襲することによっては対処できないものだったのだろう。姿勢運動機能の未熟な、大きな身体の新児との相互交渉を通じて、ヒトの母親は、霊長類としては大型類人猿でもっとも強力になった「抱き」をやや緩和し、対面コミュニケーションの比重を発達初期から増すという、ある意味では、「抱き」の多様化とも呼べるかたちの新生児保護を発展させた。大型類人猿にもみられる「抱き」と対面コミュニケーションの相補性が、ヒトの新生児の大型化と姿勢運動機能の発達遅滞を契機として、ヒトにおいて後者を増大させるかたちで現れた。

3) あおむけ：環境基盤や自己の身体との出会い

赤ちゃんは母親にしがみつき、母親はわが子を抱き支えるという母子の相互行為がまず、霊長類の赤ちゃんの

生存と行動発達の原点にある。温もり、肌触り、匂いを感知しつつ、母親の身体を探索する[47]。したがって、新生児のうつぶせにしてもあおむけにしても、霊長類としては、そもそもきわめて不自然で非生理的な姿勢といえる。Vojtaは、ヒトの新生児について、反射性腹ばいと反射性寝返りを記述したが[76]、これらは、本来母親の腹に自分の腹を接着させて抱かれ、しがみつく、霊長類の新生児としてのホームポジションを剥奪された状態が誘発する行動だといえる。母親の腹ではない床面に自分の腹が接着したり、さらに接着すべき腹ではなく背中が接着したり、そのような新規な環境基盤との接触が新生児の運動を出現させる。この運動が一種定型的であるのは、母親の腹に自分の腹を接して抱かれるというホームポジションに復帰することが目指されているからだろう。

ヒト以外の霊長類の場合、母親以外の環境基盤に自らの身体を進出させるのは、相応の姿勢運動機能が備わってからである。チンパンジーをはじめ大型類人猿も基本的にはこの例外ではない。しかし、ヒトの場合、先にも述べたように、新生児の大型化と姿勢運動機能の未熟さが、母親以外の環境基盤と直接接触する機会を相対的に早い時期から赤ちゃんにもたらす。このことは、赤ちゃん自身が生態環境とかかわる経験にも重要な変化をもたらす。すなわち、空間やそこに存在する物体、さらに自己の身体にかかわる四肢の運動に新たなパターンが創出する。あおむけでの自発的な運動である四肢のジェネラルムーブメントにその一例をみることができる。

あおむけにされた場合、ニホンザルはすぐに寝返ってしまうが、チンパンジーは四肢を大きく動かしているだけである。このあおむけでの四肢の動きをジェネラルムーブメント (general movements: GM) という[28][66]。寝返りが出現するまでのものをヒトとチンパンジーで比較すると、その複雑さの現れ方に違いがある。チンパンジーでは腕も脚もその動きの複雑さに違いはないが、ヒトでは、腕の動きの複雑さのほうが脚に勝るのである[68]。Kawaiらは、新生児を水中で垂直に支えた場合とベッドの上で同様に支えた場合、あおむけにした場合の腕の自発的な動きを比較した。その結果、水中よりも空気中のほうが、空気中では、あおむけよりも垂直に支えられたほうが、多様な動きを頻繁におこなうことがわかった[25]。水と空気という媒質の違いが個体の身体との相互作用で異なる動きを出現させる。ヒトの新生児がなじんでいくのは、水中ではなく、地上の空気中という環境である。

また、そこでは、垂直に支えられた姿勢よりもあおむけの姿勢のほうが、上肢の運動に対する負荷は大きい[25]。母親による「抱き」の緩和とそのような状況で自発的に運動を繰り返す赤ちゃんの本性が、あおむけでの負荷に抗いつつ、ジェネラルムーブメントにみられるような、ヒトの新生児に独自の四肢の運動パターンを出現させる。赤ちゃんは、「しがみつきー抱き」の拘束を脱して、自力で地上という環境基盤と対峙するための姿勢制御を獲得しつつ、自由に四肢を動かし、空中での自らの四肢の動きを感知し、その動きの可能性を探索し、それに伴う「自己」の感覚を経験する。

4) 生態学的自己と対人的自己

母親の抱きから解放された新生児は、自由度の増した自分の動く手を見つめ、目と手の協応を発達させ、また、自分の手を口に持って行き、口と手の協応を示すようになる。こうした動きはあたかも自分の身体を確かめているかのようなものである[58]。Neisser は、知覚する、想起する、経験する、感じる、心に思い浮かべる、といった異なる情報源に基づいて、自己に関する知識を分類するという方法で、自己に関する考察をおこなった。そして、最も原初的な自己として、生態学的自己と対人的自己を想定した[48]。Neisser によると、生態学的自己とは、視覚、聴覚、内受容感覚などによる生態的環境の知覚に基づく自己で、きわめて早い時期から知覚可能な自己である。すなわち、自分を取り巻く環境と分離し得る身体としての自己覚知である。生態学的自己は、動く自分の身体に対する知覚経験および自分の運動感覚、そしてそこに存在する動かないものに対する知覚経験、すなわち自己と環境との相互的な交渉により生成されるものと考えられる。したがって、こうした自己は、ヒトにのみ見られるということではなく、おそらく、多岐に渡る生物に見られるかもしれない。実際、チンパンジーの新生児では、ヒトと同様の方法で実施した実験で、生態学的自己を備えていることが確かめられた[22]。

しかしながら、たとえば、先述したジェネラルムーブメントに見られる運動パターンの差異などがある以上、環境との相互交渉そのもののあり方が異なる可能性がある。それが、生態学的自己の深度、つまり自己身体知覚の確からしさ、のようなものに影響を与える可能性もある。そして、そうしたことが自己運動の随伴性への気づきを必要とする自己鏡映像認知の種差や発達速度に反

映されるのではないだろうか。

一方、対人的自己は、他者との社会的交渉にもとづく自己で、そのような社会的交渉は、ヒトに典型的なコミュニケーションの信号や情動的なラポール、例えば音声、視線の交錯（アイコンタクト）、身体接触などからなる。対人的自己も生態学的自己同様、きわめて早い時期から想定されるものである[48]。ヒト新生児は、大型類人猿よりも早い時期から母親の視線や音声による語りかけを浴び、アイコンタクトや社会的微笑によって活発に反応するようになる。そうしたことがよりヒトらしい対人的自己の成り立ちをサポートするだろう。

5. おわりに

生態学的自己も対人的自己もそのルーツは、自己と生態的環境もしくは社会的環境を分離し得るものとしての知覚にある。しかし、その後の環境変数の変異によって、その立ち現れ方が種によって異なると考えられる。そして個体発達のある時点でいずれ現れるであろう、いわゆる高次の社会的自己にもその影響は及ぶと考えることができる。

「しがみつきー抱き」関係を基本とする霊長類の赤ちゃんにとっては、母親の身体こそが、出生後最初に出会う生態的環境であり、社会的環境である。つまり、母親との姿勢運動的相互作用、認知運動的相互作用が、自らが住まう世界との交渉の出発点となり、自己を知覚させてくれる活動となりうる。霊長類的自己や霊長類的認知にとって、母親とはきわめて重要な鍵を握る存在だといえる。それぞれの種によって、母子の相互交渉のあり方は異なっており、それが行動の諸側面や自己の生成・発達にも反映することだろう。同時に、霊長類のなかではもっとも大きな介助をうけるヒトの赤ちゃんも、母親の抱きに対して、その姿勢や動きとの相互作用のなかで、自発的に新しい動きを創出し、身体的相互関係を主体的に変えていく存在であることを強調したい[63]。

身体が大きく、姿勢保持や位置移動にかんして未熟なヒトの赤ちゃんを養育する母親には、大きな負担がかかる。しかし、それに対応する能力は、大型類人猿と共有する進化段階から準備されてきたものである。「育児支援」に該当するような行動は、他の霊長類にもみられる[46]。チンパンジーでも、赤ちゃんの兄姉や母親に親しいメスが子守り行動をおこなう[36]。ヒトの独自性は、母親一人に手にあまる赤ちゃんの世話を、身近な他者が

出生時から協力して担うことだろう[7][59]。このような母子へのサポートなしに、ヒトの赤ちゃんの健やかな育ちはありません、ヒトの進化はありません。

ヒト化に向けての初期発達連関の再編の過程で、生息環境の生態的、社会的条件の変化が大きな影響を与えた。新たな環境に立ち向かうなかで個体発達のさまざまな側面がさまざまに変化して、その相互連関の様相も変化した。そのダイナミクスに含まれたものは、母親を取り巻く社会関係、母親と赤ちゃんとの相互関係、赤ちゃんがこれらの社会的環境や生態的環境とかがかわる際に出現させる行為と環境との相互作用、それらを成立させる身体の諸機能の相互関係、とさまざまなレベルでの相互作用である。そのなかでもっとも主要な要因は、赤ちゃんの自ら発して運動し、生態的、社会的環境のなかで身を立て、世界を探索していく行動である。本稿では、ヒトの赤ちゃんの姿勢運動機能を「発育遅滞」と表現してきた。しかし、その「遅滞」に見える静的で受動的な姿のなか、種独自の姿勢運動機能が、諸機能と連関し、ヒトらしい環境認知と自己認知を生み出すものとして健やかに育っていることを見逃してはならない。

◎参考文献

- [1] Allman, J., McLaughlin, T., & Hakeem, A.: Brain weight and life-span in primate species. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 90, 118-122 (1993).
- [2] Bard, K. A.: Evolutionary roots of intuitive parenting: Maternal competence in chimpanzees. *Early Development and Parenting* 3, 19-28 (1994).
- [3] Bard, K. A., Myowa-Yamakoshi, M., Quinn, J., Tomonaga, M., & Matsuzawa, T.: Cultural differences in mutual gaze between mother and infant chimpanzees. *Caring for primates: Abstracts of the 19th Congress of the International Primatological Society (Mammalogical Society of China, Beijing, 145. 2002).*
- [4] Deacon, T. W.: *The symbolic species.* (W. W. Norton, New York, 1997). (金子隆芳訳「ヒトはいかにして人となったか—言語と脳の共進化」新曜社, 1999).
- [5] Dienske, H.: Early development of motor abilities, daytime sleep and social interactions in the rhesus monkey, chimpanzee and man. *Clinics in Developmental Medicine* 94, 126-143 (1984).
- [6] Doran, D. M, Jungers, W. L., Sugiyama, Y., Fleagle, J. G., & Heesy, C. P.: Multivariate and phylogenetic approaches to understanding chimpanzee and bonobo behavioral diversity. In C. Boesch, G. Hohmann, & L. F. Marchant (Eds.) *Behavioural diversity in chimpanzees and bonobos.* (Cambridge University Press, Cambridge, 14-34, 2002).
- [7] Eibe-Eibesfeldt, I.: *Die biologie des menschlichen verhaltens.* (Piper Verlag, Munchen, 1984). (日_ 敏隆監修, 桃木暁子他訳「ヒューマンエソロジー: 人間行動の生物学」ミネルヴァ書房, 2001).
- [8] Gould, S. J.: *Ontogeny and phylogeny.* (The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, 1977). (仁木帝都, 渡辺政隆訳「個体発生と系統発生: 進化の観念史と発生学の最前線」工作舎, 1987).
- [9] 濱田 穰: コドモ期が長いというヒトの特徴: 成長パターンからみた霊長類の進化. 松沢哲郎, 長谷川寿一編「心の進化—人間性の起源をもとめて」(岩波書店, 182-190, 2000).
- [10] 長谷川建治, 塚原保夫: 生物の“時間”の意味するもの. *科学* 68, 124-132 (1998).
- [11] 長谷川寿一, 長谷川真理子: 「進化と人間行動」(東京大学出版会, 2000).
- [12] 林美里, 松沢哲郎: 定位操作の発達—ヒトとの比較. 友永雅己, 田中正之, 松沢哲郎編「チンパンジーの認知と行動の発達」(京都大学学術出版会, 2003).
- [13] Hofman, M. A.: Energy metabolism, brain size and longevity in mammals. *Quarterly Review of Biology* 58, 495-512 (1983).
- [14] Hofman, M. A.: Evolution of brain size in neonatal and adult placental mammals: A theoretical approach. *Journal of Theoretical Biology* 105, 317-332 (1983).
- [15] 井上悦子・井上陽一: シロテテナガザル幼児(4歳未満)の発達. 日本の類人猿飼育の現状 COE 国際シンポジウム「類人猿の進化と人類の成立」/「サテライトシンポジウム: SAGA5」要旨集, 123 (2002).
- [16] Inoue, Y. & Inoue, E.: The trap-table problem with a young white-handed gibbon (*Hylobates lar*). Abstracts of the Joint International Symposium of COE2/SAGA5 "Evolution of the Apes and the Origins of the Human Beings", 34 (2002).

- [17] 井上陽一, 井上悦子: シロテテナガザル (*Hylobates lar*) “さくら” の発達記録—1 歳 10 ヶ月~2 歳 11 ヶ月. 人間発達研究所紀要 15, 71-86 (2002).
- [18] Inoue-Nakamura, N.: Mirror self-recognition in primates: An ontogenetic and a phylogenetic approach. In T. Matsuzawa (Ed.) Primate Origins of Human Cognition and Behavior. (Springer-Verlag, Tokyo, 519-536, 2001).
- [19] Itakura, S. An exploratory study of social referencing in chimpanzees. *Folia Primatologica* 64, 44-48 (1995).
- [20] Itakura, S.: An exploratory study of gaze monitoring in nonhuman primates. *Japanese Psychological Research* 38, 174-180 (1996).
- [21] 板倉昭二: 「自己の起原—比較認知科学からのアプローチ」(金子書房, 1999).
- [22] 板倉昭二: 自分を知ること, 他者を知ること—霊長類の比較発達心理学. 発達 91, 103-111 (2002).
- [23] Itakura, S. & Tanaka, M.: Use of experimenter-given cues during object choice tasks by chimpanzees (*Pan troglodytes*), an orangutan (*Pongo pygmaeus*), and human infants (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology* 120, 119-126 (1998).
- [24] Ji, Q., Luo, Z.-X., Yuan, C.-X., Wible, J. R., Zhang, J.-P., & Georgi, J. A.: The earliest eutherian mammal. *Nature* 416, 816-822 (2002).
- [25] Kawai M., Savelsbergh G. J. P., Wimmers R. H.: Newborns spontaneous arm movements are influenced by the environment. *Early Human Development* 54, 15-27 (1999).
- [26] Kelly, J.: Paleobiological and phylogenetic significance of life history in miocene hominoids. In D. R. Begun, C. V. Ward, & M. D. Rose (Eds.) *Function, phylogeny, and fossils*. (Plenum, New York, 173-208, 1997).
- [27] Kiwede, Z. T.: A live birth by a primiparous female chimpanzee at the Budongo Forest. *Pan Africa News* 7, 23-25 (2000).
- [28] 小西行郎: 胎児・乳児の運動能力. 正高信男編「赤ちゃんの認識世界」(ミネルヴァ書房, 1-49, 1999).
- [29] Kuzawa, C. W.: Adipose tissue in human infancy and childhood: An evolutionary perspective. *Yearbook of Physical Anthropology* 41, 177-209 (1998).
- [30] Langer, J.: Heterochrony and the evolution of primate cognitive development. In A. E. Russon, K. E. Bard, & S. T. Parker (Eds.) *Reaching into thought: The minds of the great apes*. (Cambridge University Press, New York, 257-277, 1996).
- [31] Langer, J.: The descent of cognitive development. *Developmental Science* 3, 361-378 (2000).
- [32] Lavelli, M. & Fogel, A.: Developmental changes in mother-infant face-to-face communication: Birth to 3 months. *Developmental Psychology* 38, 288-305 (2002).
- [33] Lee, P. C. (Ed.): *Comparative Primate Socioecology*. (Cambridge University Press, Cambridge, 1999).
- [34] Leigh, S. R.: Evolution of human growth. *Evolutionary Anthropology* 10, 223-236 (2001).
- [35] Lewin, R.: *Human evolution* (4th ed.). (Blackwell Science, Oxford, 1999). (保志宏訳「ここまでわかった人類の起源と進化」テラペイア, 2002).
- [36] 松沢哲郎: 進化の隣人—ヒトとチンパンジー. (岩波書店, 2002).
- [37] McKinney, M. L. (Ed.): *Heterochrony in Evolution: Multidisciplinary approach*. (Plenum, New York, 1988).
- [38] McKinney, M. L. & Gittleman, J. L.: Ontogeny and phylogeny: Tinkering with covariation in life history, morphology and behaviour. In K. J. McNamara, (Ed.) *Evolutionary change and heterochrony*. Wiley, Chichester, 21-47 (1995).
- [39] McNamara, K. J.: *Shapes of time: The evolution of growth and development*. (Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1997). (田隅本生訳「動物の発育と進化」工作舎, 2001).
- [40] Minugh-Purvis, N. & McNamara, K. J. (Eds.): *Human Evolution through developmental change*. (Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2002).
- [41] Mithen, S.: *The prehistory of the mind: A search for the origins of art, religion and science*. (Thames & Hudson, London, 1996). (松浦俊輔, 牧野美佐緒訳「心の先史時代」青土社, 1998).
- [42] 水野友有, 松沢哲郎: チンパンジーの育児—微笑みとさずな. *チャイルドヘルス* 4, 31-35 (2001).
- [43] 水野友有, 竹下秀子: 生後 1 カ月までのチンパンジ

一の行動発達—母子の夜間観察から. 心理学評論45, 352-364 (2002).

- [44] Myowa, M.: Imitation of facial gestures by an infant chimpanzee. *Primates* 37, 207-213 (1996).
- [45] 中道正之: 「ニホンザルの母と子」(福村出版, 1999).
- [46] 根ヶ山光一: 霊長類における母子関係の進化. 心理学評論 32, 21-41 (1989).
- [47] 根ヶ山光一: 「発達行動学の視座—〈個〉の自立発達の人間科学的探究」(金子書房, 2002).
- [48] Neisser, U.: The self perceived. In U. Neisser (Ed.) *The perceived self: Ecological and interpersonal sources of self-knowledge*. (Cambridge University Press, New York, 3-21, 1993).
- [49] 西村剛, 濱田穰: 形態特性からみたサル・類人猿・ヒト. 心理学評論 45, 249-268 (2002).
- [50] 小椋たみ子: 「初期言語発達と認知発達の関係」(風間書房, 1999).
- [51] Okamoto, S., Tomonaga, M. Ishii, K., Kawai, N., Tanaka, M., & Matsuzawa, T.: An infant chimpanzee (*Pan troglodytes*) follows human gaze. *Animal Cognition* 5, 107-114 (2002).
- [52] Parker, S. T. & Mckinney, M. L.: *Origins of intelligence: The evolution of cognitive development in monkeys, apes, and humans*. (Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1999).
- [53] Pawlowski, B.: Why are human newborns so big and fat? *Human Evolution* 13, 65-72 (1998).
- [54] Povinelli, D. J., Rulf, A. B., Landau, K. R., & Bierschwale, D. T.: Self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*): Distribution, ontogeny, and patterns of emergence. *Journal of Comparative Psychology* 107, 347-372 (1993).
- [55] Raff, R. A.: *The shape of life: Genes, development, and the evolution of animal form*. (The University of Chicago Press, Chicago, 1996).
- [56] Rice, S. H.: The analysis of ontogenetic trajectories: When a change in size or shape is not heterochrony. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 94, 907-912 (1997).
- [57] Rice, S. H.: The role of heterochrony in primate brain evolution. In N. Minugh-Purvis & K. J. McNamara (Eds.) *Human evolution through developmental change*. (Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2002).
- [58] Rochat, P.: *The infant world*. (Harvard University Press, Cambridge, 2001).
- [59] Rosenberg, K. & Trevathan, W.: Bipedalism and human birth: The obstetrical dilemma revisited. *Evolutionary Anthropology* 4, 161-168 (1995).
- [60] Ross, C.: Environmental correlates of the intrinsic rate of natural increase in primates. *Oecologia* 90, 383-390 (1992).
- [61] Ross, C.: Park or ride? Evolution of infant carrying in Primates. *International Journal of Primatology* 22, 749-771 (2002).
- [62] Russell C. L., Bard K. A., & Adamson L. B.: Social referencing by young chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology* 111, 185-193 (1997).
- [63] 西條剛央: 母子間の「横抱き」から「縦抱き」への移行に関する縦断的研究: ダイナミックシステムズアプローチの適用. 発達心理学研究 13, 97-108 (2002).
- [64] Shea, B. T.: Paedomorphosis and neoteny in the pygmy chimpanzee. *Science* 222, 521-522 (1983).
- [65] Shea, B. T.: Heterochrony in human evolution: The case for neoteny reconsidered. *Yearbook of Physical Anthropology* 32, 69-101 (1989).
- [66] 多賀巖太郎: 「脳と身体の動的デザイン—運動・知覚の非線形力学と発達」(金子書房, 2002).
- [67] 高井正成: 真猿類はアジアで誕生したのか—原始的霊長類から真猿類への進化を探る. 松沢哲郎, 長谷川寿一編「心の進化—人間性の起源をもとめて」(岩波書店, 182-190, 2000).
- [68] 高谷理恵子, 多賀巖太郎, 小西行郎, 竹下秀子, 水野友有, 板倉昭二: 乳児のジェネラルムーブメント. 友永雅己, 田中正之, 松沢哲郎編「チンパンジーの認知と行動の発達」(京都大学学術出版会, 印刷中, 2003).
- [69] 竹下秀子: 「心とことばの初期発達—霊長類の比較行動発達学」(東京大学出版会, 1999).
- [70] 竹下秀子: 「赤ちゃんの手とまなざし—ことばを生み出す進化の道すじ」(岩波書店, 2001).
- [71] Tomasello, M., Hare, B., & Fogleman, T.: The ontogeny of gaze following in chimpanzees, *Pan troglodytes*, and rhesus macaques, *Macaca mulatta*.

Animal Behaviour 61, 335-343 (2001).

- [72] Tomonaga, M., Okamoto, S., Myowa-Yamakoshi, M., & Yamaguchi, M.: Recognition of face and gaze in infant chimpanzees (*Pan troglodytes*). Abstracts of the 2nd International Symposium on Comparative Cognitive Science, 66 (2002).
- [73] 打越万喜子, 松沢哲郎: アジルテナガザルの行動発達—最初の4年間. 心理学評論 45, 483-499 (2003).
- [74] 鶴殿俊史, 森裕介, 上坂博介, 小林久雄, 早坂郁夫: チンパンジーの分娩経過. 霊長類研究 16, 293 (2000).
- [75] Utami S. S., Goossens B., Bruford M. W., de Ruiter J. R., & van Hooff J. A. R. A. M.: Male bimaturism and reproductive success in Sumatran orang-utans. Behavioral Ecology 13, 643-652 (2002).
- [76] Vojta, V.: Die cerebralen bewegungsstörungen im sauglingsalter, fruhdiagnose, und fruhtherapie. (Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1976). 富雅雄, 深瀬広訳「乳児の脳性運動障害」(医歯薬出版, 1978).
- [77] Watts, E. S.: A comparative study of neonatal skeletal development in Cebus and other primates. Folia Primatol. 54, 217-224 (1990).
- [78] Weil, A.: Mammalian evolution: Upwards and onwards. Nature 416, 798-799 (2002).