

日本人類学会進化人類学分科会

ニューズレター

2017/10



目次

次回案内

第 40 回シンポジウム「後期中新世アフリカの霊長類進化に関する研究動向」	2
---------------------------------------	---

平成 27 年度開催シンポジウム記録

第 39 回シンポジウム 「ヒトにとってオトナになるとはどういうことか？」	3
---------------------------------------	---

鈴木 滋（龍谷大学国際学部）

「趣旨説明：オトナになることの進化」	4
--------------------	---

濱田 穰（京都大学霊長類研究所形態進化分野）

「オトナになること：身体成長・発達・成熟から」	6
-------------------------	---

今村 薫（名古屋学院大学現代社会学部）

「サンの子ども期の行動と成人儀礼」	9
-------------------	---

山内 太郎（北海道大学大学院保健科学院）

「ヒトの成長：ライフヒストリーの進化と成長パターンの変化」	12
-------------------------------	----

明和 政子（京都大学大学院教育学研究科）

「思春期に特徴的なヒトの脳発達と社会的認知」	15
------------------------	----

國松 豊（龍谷大学経営学部）

コメント 1	21
--------	----

田島知之（京都大学大学院理学研究科）

コメント 2	23
--------	----

表紙写真：サンの初潮儀礼の中の「エランド・ダンス」

女性たちばかり数十人集まって一人の少女の初潮を祝う。少女が籠っている小屋のまわりで、女性たちが臀部や乳房を誇示するように踊るのが特徴。 [写真撮影：田中二郎（1960 年代）]

次回シンポジウム案内

第40回シンポジウム

「後期中新世アフリカの霊長類進化に関する研究動向」

日時： 2017年 11月 5日（日）13:00～14:00

場所： 東京大学本郷キャンパス（東京都文京区）

オーガナイザー：中務 真人（京都大学大学院理学研究科）

ゴリラ、チンパンジー、ヒト系統の分岐は、後期中新世におこった。東アフリカでは、約 2000 万年前から 1200 万年前まで、ある程度連続的にほ乳類化石産地が存在するが、後期中新世の化石産地が乏しく、サンプルピテクスの発見を除けば、この時代のアフリカ霊長類進化をめぐる研究は停滞していた。しかし、近年、エチオピアのチョローラ、ケニアのナカリでの調査により、大型類人猿を含む霊長類化石資料が次第に充実し、1000 万～800 万年前にかけての霊長類進化動向がようやく垣間見られるようになってきた。このシンポジウムでは、こうした調査から得られた最近の知見について話題提供し、今後の展望を考えてみたい。

講演

國松 豊（龍谷大学経営学部）

「東アフリカ後期中新世化石産地ナカリから新たに発見された大型類人猿化石」

中務 真人（京都大学大学院理学研究科）

「後期中新世における狭鼻類系統の興亡について」

諏訪 元（東京大学総合研究博物館）

「チョローラ層の年代層序と霊長類を含む動物相」

仲谷 英夫（鹿児島大理学部地球環境科学科）

「東アフリカにおける後期中新世哺乳類動物相の変遷とその古環境」

コメント

辻川 寛（東北文化学園大学 医療福祉学部リハビリテーション学科 視覚機能学専攻）

「ヒトにとってオトナになるとはどういうことか？」

2017 年 6 月 17 日(土) キャンパスプラザ京都 6 階・第 8 講義室
オーガナイザー：鈴木 滋（龍谷大学）

鈴木 滋（龍谷大学国際学部）

『趣旨説明』

濱田 穰（京都大学霊長類研究所形態進化分野）

『オトナになること：身体成長・発達・成熟から』

今村 薫（名古屋学院大学現代社会学部）

『サンの子ども期の行動と成人儀礼』

山内 太郎（北海道大学大学院保健科学院）

『ヒトの成長：ライフヒストリーの進化と成長パターンの変化』

明和 政子（京都大学大学院教育学研究科）

『思春期に特徴的なヒトの脳発達と社会的認知』

コメント 1：國松 豊（龍谷大学経営学部）

コメント 2：田島 知之（京都大学大学院理学研究科）

趣旨説明：「オトナになることの進化」

鈴木 滋

龍谷大学国際学部

近年の日本では少子高齢化がすすみ、成人年齢の引き下げが話題になっている。そこにはさまざまな社会的な思惑があるが、ヒトのオトナとはどういうことかについての人類学的知見は、あまり議論の対象とはされていない。霊長類一般に、ワカモノ期は性成熟からフルアダルトまでの発達段階のひとつとして認められ、進化人類学では青年期が長いことはヒトに固有の進化的特徴とされることもある。そこで、今回のシンポでは、形態・生態・生理・発達・認知などの人類学にかかわる諸分野から話題を提供していただき、ヒトの成長、発達、成熟、青年期などについて、サルとヒトとの共通点や、進化傾向などを、多面的に検討したい。

日本では、2016年に選挙で投票できる年齢が満18歳以上に引き下げられ、満20歳での成人年齢も引き下げが検討されている。各国の成人年齢は、国によってまちまちで、14歳で成人とされる国もあれば、

21歳で成人になる国もある。そこで、生物学的な成人の理解も、最近の日本では注目されつつある。たとえば、野生のゴリラや実験室でのチンパンジーの研究者などにも、ヒトの青年期についての情報を求められている。2017年5月25日BS日テレ「深層NEWS」では、『ゴリラに学ぶ家族の形』と題した山極寿一氏のインタビューが放送され、朝日新聞2016年1月19日のデジタルプラス版には、チンパンジー研究を踏まえて、松沢哲郎氏が、「生物的には18歳で大人」とする意見を寄せている。これらの談話では、青年期や長い思春期は、ヒト特有の特徴として強調され、サルとの共通性はあまり言及されていない。

日本での野生霊長類の初期の研究は、ニホンザルの社会構造の基本として、オスの発達段階を対応づけていた。社会は、中心部のオトナオスとメスとコドモと、ワカオスたちが周縁部に位置し、二重同心円的な構造をもつという理解が広く共有されていた。

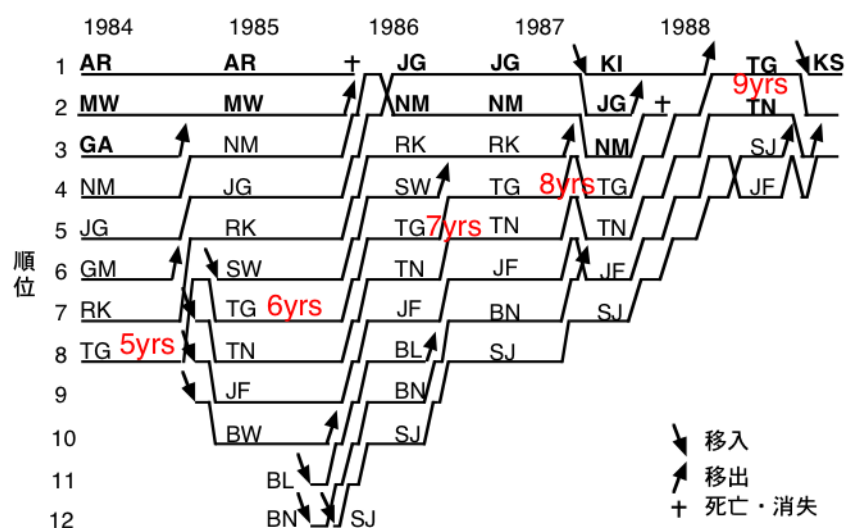


図1 屋久島のニホンザル野生群におけるオスの発達と順位 (鈴木, 2008より改変)

太字はオトナ個体(10歳以上)、細字はワカオス個体(5~9歳)を表す。矢印は移出入を、直線は群れオスとしての滞在を示している。TGというオスは、5歳から10歳までワカオスからオトナオスになるまで5年以上かけて群れ内で順位を上げた。

オスは、成長して群れの中心部の母親の元から周縁部に移行し、さらに身体的社会的な完成とともに中心部に戻ってくる、というオスの発達の図式が想定されていた（伊谷 1954）。その後、オスは生涯にわたって群れを移籍することが判明し、移籍によっても発達段階に応じた社会的な位置を獲得するように、移籍先を選んでいくことがわかっている（鈴木 2008）。こうしたニホンザルオスの発達は、性成熟に達する 4～5 歳から、身体が発達が完了する 10 歳すぎまで続き、その間の 5 年以上かけて、オス間の順位を上げたり、メスとの優劣関係が変化することになる（図 1）。したがって、ニホンザルのオスは長い青年期をもつといえるだろう。

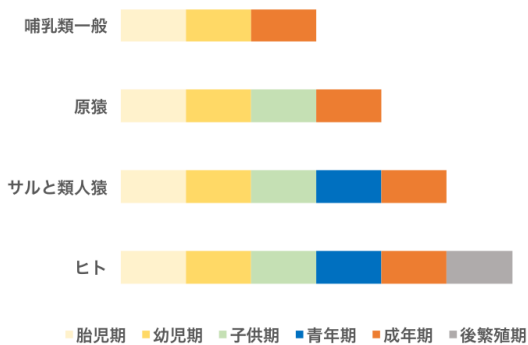


図 2 哺乳類と比較したサルと類人猿とヒトの生活史の特徴（Jurmain *et al.* 2005 より改変）

じっさい、自然人類学の教科書では、青年期はヒトのみならず、サルや類人猿に共通し、一般的な哺乳類とは異なる生活史の特徴とされている（たとえば Jurmain *et al.* 2005）（図 2）。もちろん、ヒトでは文化的な複雑さがあり、青年期にはヒトに特有な多様な定義や意味づけがあることを否定するものではない。

今回のシンポジウムでは、サルからヒトを含む連続的な視野と多様な研究分野から、ヒトの青年期やオトナになることの進化を検討しようと考え、4 名に話題提供と 2 名にコメントをお願いした。開催地が京都であったにもかかわらず、関東圏からの参加もあり、総勢 20 数名の方々と熱心な議論もしていただけた。以下の発表とコメントの要旨から、今回の進化人類学分科会に参加できなかった皆様にも、その概要をお伝えしたい。

引用文献

- 伊谷純一郎 (1954) 『高崎山のサル』, 光文社.
- 鈴木滋 (2008) 「社会構造の系統的安定性：ニホンザルの順位と性から考える」『日本の哺乳類学 2 中 大型哺乳類・霊長類』高槻成紀・山極寿一編, 東京大学出版会, 東京. pp. 200–220.
- Jurmain, R., L. Kilgore and W. Trevathan (2005) *Essentials of Physical Anthropology* (6th edition). Wadsworth Publishing, Belmont.

思春期と青年期

生まれてから死ぬまでの生活史に身体・生理的な変化に基づいて、年齢期が認められる。一般的哺乳類では、幼児期・児童期・成体期に区分されるが、ヒトでは寿命が長く、成長期間、閉経後寿命も長い。ため、幼児期・コドモ期・児童期・思春期・青年期・成体期・老齢期が認められる。この期間区分にあわせるように身体成長・老化でなんらかの特徴点が見出される。それは器官系による成長パターンの違いによるところがある。脳神経系は出生期間から急速で、児童期にはオトナの98%にもなる。一方、生殖器官系は児童期までは発達が抑えられ、思春期に急速に発達する。一般型（筋骨格系、体全体のサイズ）では、幼児期に急速に成長するが、成長速度は急減し、児童期にゆっくりと、そして思春期に急速に成長して、青年期にゆっくりとして成熟する。

コドモ期と成体期の間において、思春期(Puberty)と青年期(Adolescence)がある。これまで思春期=Adolescence としたり、青年期の前期(Puberty)と後期(Adolescence)に分けたりすることもあった。思春期には性成熟過程が進むとともに、身体成長の加速が見られる。一方、青年期では身体成長はゆっくりと減速し成熟に向かい、こころと社会性の発達がある。青年期には身体成長はごくゆっくりとしているが、心理的・精神的発達の著しい時期で、動揺の著明な時期である。

17世紀のMontbeillardの息子の身長成長から(Bogin, 1999)、距離曲線と速度曲線分析によると、思春期前後に速度のディップ(dip, 落ち込み)が、そしてその直後に加速(思春期加速, Adolescent growth spurt)がある。この加速は短期間しか継続せず、速度がピークを打ち、減速し、身体成熟にいたる。これらの過程が思春期と青年期にあたる。そして、身体成長とこころの発達が関連している。

ヒト以外の霊長類に青年期はあるのか？

思春期が性成熟に伴って(2次的性徴の発現があって)、身体成長が加速される年齢期間と定義した場合、ヒト以外の霊長類もこのような成長パターンを持っているのだろうか。体重のみならず、長さサイズ、身長や胴長などの骨格サイズに成長加速があるのか。

「こころ」・社会性の面では、マカクや類人猿に思春期・青年期が認められる。思春期において、ニホンザルにしてもチンパンジーにしても、オスの分散、メスの分散がある。ニホンザルでは雄が出自群れを離れ、オス群れ、もしくは孤棲で生活し、その後、交尾期に他群れへ加入する、しようとする。チンパンジーではメスが分散し、他群れへ加入する、その際に青年期不妊・偽排卵(発情)を呈して、加入を図る。群れに留まるメス(ニホンザルの場合)、オス(チンパンジーの場合)、顔見知りの成体の社会関係(地位)を、そして群れに加入した個体も同性社会構造に入り構成員となり、そこで少なからざるこころの葛藤がある(だろう)。

身体成長パターンはさまざまな生態・社会要因によってファインチューニングされている

身体成長はいずれの霊長類種においてもその生態・社会構築の面から適応的にFine-tuningされている。これは四肢の成長パターンに顕著に見られる。ニホンザルでは手や足の長さ(胴長に対する相対値)は、出生時に大きく、幼児期に小さくなり、コドモ期以降、成長変化は少ない。一方、チンパンジーでは性成熟までは変化は少なく、そこから減少してオトナになる。上腕・前腕・大腿・下腿の長さ(相対サイズ)では、ニホンザルでは生後の成長変化は少ないが、チンパンジーでは生後、思春期まで、大きく増大する。これは、ニホンザルでは手足によって母親にしがみつきの、また樹上性が強いこと、チンパンジ

一では成体で四肢は相対的にそうとうに大きいので、分娩のために四肢が短いほうがよく、生後に大きくすることが適応的であるようだ。したがって思春期身体成長についても、それぞれの種に特有の適応的環境によって、チューニングされているのだろう(チンパンジーの永久歯犬歯の萌出が遅いことなども)。ヒトでは顕著な速度のディップ・加速・ピーク・減速のパターンを体重のみならず、身長などの長さサイズにも示す。

マカクとチンパンジーの思春期加速

性成熟は、オスでは精巣サイズ、メスでは乳頭サイズで、年齢変化を見ると、ニホンザルメスでは2.5才、オスでは3.5才で顕著な増大が見られる。季節性があるので、交尾期にその増大がある。チンパンジーでは横断的分析で、オスでは6.4才より、メスでは7.0才より、急速な成長が開始し、それは10.4才、10.8才で終わり、成熟する。このような性成熟過程と身体成長過程はどう関連するのだろうか。

体重では大型類人猿で明確な思春期スパートが両性に見られる(Leigh, 1996)。ニホンザルでは体重成長で雄では顕著に見られる。身体成長で、体重は多くの器官を含み、肥満・消瘦による影響もある。そこで身長のような骨格長さサイズが注目される。長骨の骨格は、骨幹と骨端があり、その間にある成長盤の軟骨が伸長し、それを硬骨が置換することによって骨格は成長(伸長)する。性成熟に伴って、骨の成長は加速され、そしてすぐに同じくホルモンによって成長盤の厚さが減少し、ついに骨端が骨幹に癒合し、成長が完了する。そこで頭臀長(同様に成長する脊椎によって構成される)で、ニホンザルでは縦断的成長分析では、両性で加速が見られる;メスでは3.5才、オスでは4.5才。しかしながらその加速ピークはヒトの場合よりもずっと低い。ヒトでは思春期以降、女性では脂肪蓄積が進み、一方、男性では筋発達が見られる。このような体組成面での性差形成は、ニホンザルではオスに関して体格指数に見られ、チンパンジーでも胸囲や大腿囲に見られる。

なぜ、ヒトでは成長パターンは顕著な加速・減速を示すのか?

ヒトではコードモ期・児童期が長く、その間の成長がゆっくりしているので、それを取り戻すために(キャッチアップ)、思春期加速があるという解釈がある。これを支持する事実はコードモ期・児童期における脳・神経系の発達における栄養消費が身体成長を拘束する、というものだ。脳神経系の発達にはかなり大きいエネルギーが必要とされる。特にそれは脳が相対的に大きく、そしてその発達が著しい幼児期で相対的に大きいだろうと思われる。この脳神経系と筋骨格系の成長における栄養素の取り合いについては、脳神経系が消費する糖の代謝量をPETとMRIで計測された(Kuzawa et al., 2014)。予想と違い、幼児期よりもコードモ期の方が脳・神経系の消費エネルギーの方が相対的に大きい。コードモでは静止期には65-75%、また一日で43-45%ものエネルギーを脳神経系が消費した。一方、幼児ではそれぞれ50-60%、そして35-40%である。このような大量消費は、身体成長の拘束となる。このように早くに発達する脳神経は、学習過程を進める。幼児期には免疫系の発達が遅いために、感染症脳神経系の発達をバックアップするために、体脂肪蓄積が著しい(生後10か月で25%)。

ヒトを含む霊長類では、子は産まれてから、親に養育される。群れメンバーからの安全確保などの面での支援はあるが、幼児期まで、ニホンザルやチンパンジーではおもに母親によって養育(授乳)される。ヒトでは幼児期以降、思春期まで両親によって養育される、すなわち食物供給される。祖父母を含む近親者による養育、食物供給・安全性確保なども含まれる。成長・生活に要するエネルギー(食物)供給は少なからずあり、血縁者の投資として見た場合には、母親の出産間隔にも関係して、生殖適応成功に要する。

親(特に父親)は子への(そして配偶者への)食物供給を行う。マカクやチンパンジーの場合と異なり、成体でなければ効率的に得ることができない、得難いが高品質の食物が対象となる;地下貯蔵器官や狩猟の獲物などである。これらは狩猟採集民では青年

期になってようやく自分の消費分が得られるようになる。体力とともに採取のための技術習得が必要であるからだ。成体では男性は 6000Kcal/日にもなるが、一方、女性では出産育児のために、限られている（自己消費分にも不足する）。そして 40 才以降になって生殖過程から外れた女性ではプラスに転じ、70 才まで生産する（男性では 60 才ぐらいまで）。このように、父親や祖父母からの投資（この生殖成功への貢献によって老齡期=Postreproductive life が適応的に進化した）が、母親や子・孫向けられる。養育期間中に、子は生活方法を学習する、とくに食物獲得の方法。ヒトにおいて生存率曲線は矩形化し、幼児期以降の死亡率はごく低い。このような前提のため、ヒトでは女性の生殖期間は 25-45 才と短めである。集中して出産と育児を行う（卵子の老化の影響を避けるため？）。チンパンジーでは生存率はほぼ

年齢に比例するように減少し、55 才あたりで 0 になる。そのため子数を確保するために、性成熟の 10 才ごろから 45 才まで、高い出生率で出産をつづける。このようなコドモの成長と養育の違いが、思春期・青年期の身体成長に反映されているのだろう。

引用文献

- Bogin B. (1999) Patterns of Human Growth. 2nd edition. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Kuzawa CW, Chugani HT., et al. (2014) Metabolic costs and evolutionary implications of human brain development. PNAS, 111, 13010-13015.
- Leigh SR (1996) Evolution of human growth spurt. Am. J. Phys. Anthropol., 101, 455-474.

南部アフリカに暮らす狩猟採集民サンを例に、ヒトはどのようにオトナになっていくのかについて発表する。その前に、まず、ヒトの社会一般において、「オトナになること」「共同体からオトナと認められること」とは何かを整理したい。これには、おおよそ以下の2つの意味がある。

①経済力をつける。つまり、本人だけでなく、共同体に寄与できるくらい衣食住に必要な物質（とくに食糧）を生産できるようになること。

②社会性を身につける。すなわち、共同体におけるモラルやルールを理解、実践し、身体化させることができる。

まず、子どもの経済活動に注目する。生涯におけるエネルギーの供給量と消費量の比較研究（スプレイグ 2004）によると、南米のアチェ（狩猟採集がおもな生業だが耕作もおこなう）の場合、およそ22歳で供給量が消費量を上回る。また、いくつかの狩猟採集民の民族誌を比較すると、エネルギー収支が最も高い年齢は30代半ばであるといわれている。

牧畜民、農耕民では、子どもたちはかなり大人の手伝いをする。メキシコ農耕民の例では、子どもが積極的に生業を手伝うので、男性19歳、女性12歳で生活収支がプラスに転じる（Kremer & Boone 2002）。

しかし、ヒトの生業活動には、子どもでは身体的、体力的にできないものが多い。例えば、狩猟採集民サンの場合、弓矢や槍を使った狩猟は子どもでは技術的に無理である。子どもは、ジリス、トカゲ、小鳥といった小動物を小さな弓矢やパチンコ、罠で捕まえる。また、採集活動でさえ遠くに行く場合は、子どもは参加できない。

生殖という観点からヒトの成長を考えると、狩猟採集民クン・サンの場合、平均初潮年齢は16.6歳、出産の平均年齢は18.8歳、出産間隔は平均で4.12年、生涯出産数は4.69人、末子の出産年齢は平均年齢で34.35歳、最長年齢は46歳であった（Howell

1979）。また、女性は13～20歳に最初の結婚をし、男性は22～30歳に最初の結婚をする。初婚の夫婦の年齢差は平均9.3歳であるという。

同じく南部アフリカの狩猟採集民であるセントラル・カラハリ・サン（グイとガナ）が伝統的な生活を送っていた1970年代までの、子ども期から青年期までの過ごし方を述べると以下のようなになる。

(1) 女性の成長

0～3歳：基本的に母親とともに過ごす。（他の女性の大人や父親と過ごす時もある）

4～12歳：子ども集団で遊ぶが（同性の場合が多いが、男女混合の場合もある）、7歳ごろから大人の採集についていくようになる。

13～16歳：少女だけで「少女小屋（雑居小屋）」あるいは老女性の小屋などで寝泊まりするようになる。14歳ごろから「いいなずけ」と同居する少女もいた。

16歳ごろ：初潮が始まり、初潮と同時に「いいなずけ」と結婚する。

18歳ごろ：第一子を出産する。

(2) 男性の成長

0～4歳：基本的に母親とともに過ごす。（他の女性の大人や父親と過ごす時もある）

5～12歳：子ども集団で遊ぶ。（同性の場合が多いが、男女混合の場合もある）

13～25歳：青年だけで「若者小屋」（屋根のない囲いだけの空間）で寝泊まりするようになる。15歳ごろには、罠で獲物をつかまえられるようになる。

25歳ごろ：結婚する。

以上のような子どもの身体と社会的役割における成長に合わせて、男女とも成人儀礼を行う。女性は少女が初潮を向かえた時点で、「エランド（羚羊の一種）」と呼ばれる一連の初潮儀礼が始まり、完了するまでに数年を要する。男性は、14～15歳で初めて罠で獲物を捕まえたとき、その後の罠での成功を祈

って儀礼を行い、さらに、20～30歳のときに「ホローハ」と呼ばれる成人儀礼を行った。この男性の成人儀礼には、結婚後に参加する人もおり、また、参加は任意であった。

男女とも、成人儀礼は完了するまでに時間の幅があり、ゆるやかに進行する。これは、サンの通過儀礼が、子どもから大人へ不連続に通過するものではなく、段階的に実際の成長に合わせて行われるからである。

儀礼はいくつもの要素から成り立っている。少女および若者は、生まれたばかりの赤ん坊のようにふるまって「再生」を演じたり、年長者から「他人と物を分かち合え」「年長者のいうことには従え」「動物を畏敬せよ」といった訓戒を教え込まれたりする。これらの訓戒は、言葉だけでなく、実際の行為（年長者が少女に自分の手で食事を食べさせる、年長者が若者の行進を命じる、動物の呼び名を変えるなど）によって示される。また祝祭の中で、少女や若者は自然界の豊穡や狩りの成功を祈願し、人々を病気や災難から守る力を持つとされる。

彼らは儀礼の度に身体の特定の場所をカミソリで浅く切って短い入れ墨を施す。したがって、儀礼の記憶は入れ墨とともに身体化され、また、身体上に記録されるといえよう。実際、入れ墨と癍痕をたどることで個人史をよみがえらせることができるのである。

最後に、ヒトの儀礼行為を進化から考察した議論について以下に列挙し、本発表を終えたい。

- ①ヒトの社会の維持に儀礼は必要である。チンパンジーは順位制によって社会を維持しているが、ヒトの社会は宗教を柱としたモラルによって社会を維持している（ウェイド 2011）。宗教的な行為として儀礼は必要である。ここでいう宗教とは、自然を越えた存在を想定し、その存在物とのなんらかのコミュニケーションによって世界を操作しようという行為のことである。
- ②道徳はサルや類人猿にも見られるが、「道徳的直観」によってすばやく善悪を決めるのはヒトだけである（ボーム 2014）。
- ③ヒトの宗教観は、人類史的に狩猟採集活動を通じ

て形成された。狩猟を成功させるために動物を観察し動物の行動を模倣することで動物の心を推察し、動物をヒトのような存在と考えることでヒトと動物の関係が変わったのではないだろうか。このような擬人化あるいは自然物の人格化が、動物だけでなく樹木、岩、風雨や雷などの気象へと対象が広がり、これが宗教的な世界観へとつながったと考えられる。

- ④超自然的概念には、領域間の情報移動が必要である。このホモ・サピエンスが獲得した能力は「認知的流動性（ミズン 1998）」によって可能になる。
- ⑤ヒトは生まれながらにして互いに協力し、情報・課題・ゴールを共有する能力を備えている（トマセロ 2013）。この能力は歌と踊りを共同で行うときにも発揮される。

引用文献

- ボーム、C（2014）『モラルの起源』斉藤隆央訳、白揚社。
- ボイヤー、P（2008）『神はなぜいるのか？』鈴木光太郎・中村潔訳、N T T出版。
- 今村薫（2010）『砂漠に生きる女たち—カラハリ狩猟採集民の日常と儀礼』どうぶつ社。
- ミズン、S（1998）『心の先史時代』松浦俊輔・牧野美佐緒訳、青土社。
- ミズン、S（2006）『歌うネアンデルタール—音楽と言語から見るヒトの進化』熊谷淳子訳、早川書房。
- スブレイグ、D（2004）『サルの生涯、ヒトの生涯』京都大学学術出版会。
- 菅原和孝（2004）「失われた成人儀礼ホローハの謎」田中二郎・他編『遊動民—アフリカの原野に生きる』昭和堂、124～148頁。
- トマセロ、M（2013）『ヒトはなぜ協力するのか』橋彌和秀訳、勁草書房。
- ウェイド、N（2011）『宗教を生みだす本能—進化論からみたヒトと信仰』依田卓巳訳、N T T出版。
- Howell, N. (1979) Demography of the Dobe !Kung. Academic Press, New York.
- Kalpan, H. (1996) A theory of fertility and parental investment in traditional and

modern human societies. Yearbook of Physical Anthropology 39: 91-135.

Kalpan, H., K. Hill, J. Lancaster and A. M. Hurtado (2000) A theory of human history evolution: diet, intelligence and longevity. Evolutionary Anthropology 9: 156-183.

Kramer, K.L., and J. L. Boone (2002) Why intensive agriculturalists have higher fertility: a household energy budget approach. Current

Anthropology 43: 511-517.

Lee, B. D., and K. L., Kramer (2002) Children's economic roles in the Maya family life cycle: Cain, Caldwell, and Chayanov revisited. Population and Development Review 28: 475-499.

Smith, B. H. and R. L. Tompkins (1995) Toward a life history of the Hominidae. Annual Review of Anthropology 24: 257-279.



エランド・ダンスを真似る少女たち

初潮前の少女たちが、オトナのエランド・ダンスを真似て遊ぶ。草で小さな小屋を作り、そのまわりで臀部を出して踊る。

写真撮影：北村光二（1980年代）

ヒトの成長に関連して、「ライフヒストリーの進化：ネアンデルタール人の成長・発達と栄養生態」そして「成長パターンの変化：肥満化・体力低下時代を生きる子どもたち」の2つの話題を提供した。紙面の都合上、本稿では前者を簡単にまとめ、主に後者について記述する。

I ネアンデルタール人の成長・発達と栄養生態

ヒト（現生人類、サピエンス）は霊長類の中でユニークな成長パターンを持つ。すなわち、長い子ども時期と思春期スパートと呼ばれる短期間に急激に体を大きくする時期である。長い子どもの時期は、体の成長速度を押さえて脳の成長を促すためと考えられている。実際に体の成長に比べて脳の成長は早く、7歳～10歳で完成（重量において）する。そして脳の成長が終わってから、遅れを取り戻すかのように急激に短期間で体は成長する（Bogin 1990）。

ヒトのユニークな身体成長パターンは、同時に認知能力、行動そして心の発達と連動しており、ヒト特有の学習能力・学習行動の基盤となっていると考えられる。発表では、ネアンデルタールの成長パターンはサピエンスとは異なっており、ライフヒストリー（生活史）の違いが認知能力、心の発達さらには学習能力・学習行動の差異を生み出したという仮説を提示した。具体的には、ヒトに比べてネアンデルタールの乳児期は短く、子ども期（幼児期＋学童期）も短い。思春期成長スパートは無かったか、あったとしても小さい（期間も短い）と考えられる。このように推定されるライフヒストリーに基づき、ネアンデルタールはヒトに比べて学習期間が短く、創造性を育む機会も小さかったため、学習能力・学習行動に差が生じた可能性が示唆される。詳細については拙論文（Yamauchi 2016）を参照されたい。

II 肥満化・体力低下時代を生きる子どもたち

はじめに

子どもの肥満および体力低下は、今日、日本のみならず先進国に共通する社会問題となっている。加えて、アジア・アフリカ諸国の都市部においても、成人の肥満と同様に子どもの肥満の問題が指摘されている。さらに、都市部のみならず途上国の農村部においても人々のライフスタイルは急激に変容しており、栄養不足の問題は根強く残存しているものの、途上国の農村に暮らす子どもの身体に肥満や体力低下といった異変が現れるのも時間の問題といえるだろう。一方、伝統的な生業とライフスタイルをいまだに色濃く残している「伝統社会」も、経済のグローバル化の影響を受けて緩やかに変化し始めている。しかし、子どものライフスタイルは基本的に変わっていない。たとえばアフリカ熱帯雨林に暮らす狩猟採集民の子どもたちは、森での遊びを通して生き抜くための智慧や技術を学んでいる。人類は長い時間を掛けて狩猟採集を生業とする生活環境に適応してきたことを鑑みると、現代の狩猟採集社会の日常生活の中に「子どもの体力と健康のあるべき姿」の手がかりを見出すことができるかもしれない。

世界の子どもの体格と体力

世界の子どもの肥満と体力についてみてみよう。1980年から30年間で、世界の過体重および肥満の子どもの割合は1.5倍となった。もちろん子どもの肥満割合は途上国に比べて先進国の方が高い。しかし、最近10年間をみると先進国の子どもの肥満割合の増加は止まりほぼ一定水準を保っているのに対して、途上国の子どもの肥満割合は増加し続けている。今日、世界の肥満者の6割以上は途上国に暮らしているのである（WHO 2016）。子どもの体力測定ならびに調査研究の多くは西洋諸国で行われてきた。西洋

11ヶ国（オーストラリア、ベルギー、カナダ、フランス、ギリシャ、イタリア、オランダ、北アイルランド、ポーランド、スペイン、アメリカ）の6歳から19歳の子どもの「20mシャトルラン」の成績は1980年から20年間で平均8.6%低下した(Tomkinson et al. 2003)。また、東アジア諸国においても子どもの肥満の顕在化に呼応して子どもの体力低下の報告が増えている (Tomkinson et al. 2012)。子どもの肥満化・低体力化は世界的な傾向であるといえる。

日本の子どもの体格と体力

次に、日本の子どもの体格・体力の現状と時代変化から、子どもの身体にどのような異変が起きているのかを概観する。子どもの肥満が指摘され始めたのは高度経済成長期さなかの1960年代であり、高度経済成長期が終わりを迎える1970年代から問題は深刻化した。しかし、その後も子どもの肥満割合は2000年を迎えるまで30年間増加し続けた。興味深いことに、現在から10年前の2005、2006年にピークを迎え、以降減少を続けている。しかしながら、データが取られ始めた1977年の水準にまでは戻っていない。日本では、祖父母の世代に比べて親の世代の体格（身長や体重）は大きく、子どもの世代はさらに大きいというように、世代が新しくなるにつれて体格が向上することが一般的に常識となっているが、日本人の体格はどこまで大きくなるのだろうか。100年以上の長い歴史を有する文部科学省（旧文部省）の学校保健統計のデータから第二次大戦後の日本人（17.5歳）の体格を振り返ると、戦後、体格は急激に向上したものの、平均身長の増加は1990年代初頭で終わり、以降安定している。一方、平均体重は1995年から2005年頃に最大ピークを迎え、最近10年間は減少傾向にあることが分かった。

同様に、文科省が1964年から実施している体力テスト（1999年から「新体力テスト」）のデータを読み解き、親世代に比べて子どもの体力がどの程度低下しているのか、さらに近年の傾向について体力テストの種目ごとに検討した。親の世代に比べて子どもの体力は顕著に低下していた。しかし近年10年間の変化を見てみると全般的に体力テストの低下は底

を打ち、種目によって安定（例、ソフトボール投げ）、緩やかな回復傾向（50m走）にあることが示された。関連して、子どもの運動量はどうなっているのだろうか。一日の歩数は子どもの身体活動レベルを評価するための良い指標である。体格や体力のようなシステマティックで大規模なデータはないが、個々の先行研究を重ね合わせて考えると、日本の子どもの1日総歩数は年々低下傾向にあると考えられる。

狩猟採集社会の子どものライフスタイル

続いて、アフリカ熱帯雨林に暮らす狩猟採集社会の子どものライフスタイルを紹介する。森林キャンプにおける子どもの活動はほとんどが「遊び」であるといえるが、私たちの小規模かつ集約的な調査では、ハチミツ、昆虫、小動物、魚を狙った食物獲得活動に多くの時間が割かれていた。しかし、成人の生業活動に比べると時間当たりの収穫量は少なく、遊び的要素が強いのが特徴的である。一方、定住的集落における身体活動量（歩数）やGPSを用いた個体追跡による行動パターンの結果からは、子どもの1日の総歩数は平均2万歩を超えており、先進諸国の子どもの推奨値を大きく上回っていた (Hagino and Yamauchi 2014)。さらに、子どもたちの行動パターンは思春期発来の前線で顕著に変わっていた。これらの結果は、思春期前（幼児期 [Childhood] および学童期 [Juvenile]、約3歳から10-12歳）の身体活動（量および質）の重要性を示唆している。

予防・緩和方策：まとめにかえて

最後に、子どもの肥満化と低体力化の予防・緩和方策について論じる。栄養（調和のとれた食事）・運動（適切な運動）・休養（十分な休養・睡眠）は健康の3原則と言われる。これらを見直し、改善することが子どもの肥満および低体力の予防、緩和方策となるのは言を俟たないが、実行は容易ではない。生活習慣や生活環境を変容するのは一般的に困難であり、多くの場合、長い年月をかけて地道に改善していくしかない。WHO (WHO 2016) や国際専門家会議 (Katzmarzyk et al. 2014) は、従来の栄養・運動・休養の改善に加えて、妊娠期や乳幼児期といったラ

イフステージごとのケアの重要性や ITC 技術やコンピュータゲームの利用など新しい方策を提唱している。近い将来、AI（人工知能）や VR（仮想現実）などのテクノロジーを用いた予防・緩和方策が当たり前になっているかもしれない。対照的な話であるが、自然に強く依存している「伝統社会」における 20 余年のフィールド調査の経験から、世界的にみられる子どもの肥満化と低体力化の背景には、人と自然とのかかわりが希薄になったことが強く関係していると感じている。自然との繋がりの意味、子どもの生活を生活環境・生態系の中で考える、ホリスティック・アプローチやエコロジカル・アプローチの必要性、そして運動やスポーツといった組織された身体活動ではない、「遊び」の重要性についても強調したい。

引用文献

- Bogin B (1999) Pattern of human growth, 2nd ed. Cambridge University Press.
- Hagino I, Yamauchi T (2014) Daily physical activity and time-space using of Pygmy hunter-gatherers' children in southeast Cameroon. In: T Akazawa, N Ogihara, HC Tanabe, H Terashima (eds.), Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans, Vol. 2 Cognitive and Physical Perspectives. Springer, pp. 91-98.
- Katzmarzyk PT, Barlow S, Bouchard C, et al. (2014) An evolving scientific basis for the prevention and treatment of pediatric obesity. International Journal of Obesity, 38, 887-905.
- Tomkinson GR, Leger LA, Olds TS, Cazorla G (2003) Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. Sports Med, 33, 285-300.
- Tomkinson GR, Macfarlane D, Noi S, et al. (2012) Temporal changes in long-distance running performance of Asian children between 1964 and 2009. Sports Med, 42, 267-279.
- WHO (2016) Consideration of the evidence on childhood obesity for the Commission on Ending Childhood Obesity: report of the ad hoc working group on science and evidence for ending childhood obesity, World Health Organization.
- Yamauchi T (2016) Body Growth and Life History of Modern Humans and Neanderthals from the Perspective of Human Evolution. In: H Terashima, BS Hewlett (eds.), Social Learning and Innovation in Contemporary Hunter-Gatherers: Evolutionary and Ethnographic Perspectives. Springer, pp. 285-291.

他人の心を理解するための2大脳神経系ネットワーク

私たちが他者の心の状態を理解するとき、おもに2つの神経ネットワークが関与するといわれている。ひとつは、「ミラーニューロン・システム」、もうひとつは「メンタライジング・ネットワーク」とよばれる神経ネットワークである。

「ミラーニューロン (mirror neuron) とは、その名のとおり、自分の行為と他者の行為が鏡のように重なり合い、その背後にある心的状態までもが自動的に、無意識的に共有される機能をもつ神経細胞である。例えば、梅干しをかじって酸っぱそうな表情をしている人が目の前にいたとする。自身は梅干しをかじっていないにもかかわらず、思わず唾液が溢れてくる。

ミラーニューロンの活動は、イタリアの神経科学者リゾラッティらがサルの下前頭回の単一ニューロンの活動として記録したのが最初である (Di Pellegrino, Fadiga, Fogassi, et al., 1992)。ヒトではfMRI (機能的核磁気共鳴画像法) をはじめとする非侵襲的脳イメージングによって、サルで発見されたミラーニューロンに相当する神経回路 (ミラーニューロン・システム) が調べられてきた (図1)。ミラーニューロンの機能は、観察した行為と自らが実行可能な行為との照合システムである。それにより、他者の行為の結果や意図を自動的に予測、理解することができる。他個体の行為を予測できれば、危険が我が身に迫る前に逃げることができる。社会的場面では、他個体へのスムーズな対応が可能となり、生存上きわめて有利である。ただし、このレベルの行為理解では、必ずしも他個体の心の状態まで把握する必要はない。ヒトを含む霊長類で行為理解にかかわる特別のニューロンが進化の過程で獲得されてきた背景には、こうした適応的意義があったと考えられる。

サルのミラーニューロンは、ヒトのミラーニューロン・システムの生物学的基盤であることは間違いないだろう。しかし、両者が同じ機能を果たしているかについては議論が続いている。ヒトのミラーニューロン・システムは、他の神経システムと相互に連結、作用しあうことで、さまざまなタイプの心の状態を引き起こす。たとえば、ヒトが他者の表情を模倣する時には、上記の脳部位だけでなく、感情系、報酬系の中核である扁桃体を含む大脳辺縁系

(limbic system) や、それらをつなぐ島皮質 (insula) も賦活する (Carr, Iacoboni, Dubeau, Mazziotta, & Lenzi, 2003)。この一連のネットワークの活動は、「情動的共感 (emotional empathy)」という心的機能、他者のふるまいに自動的に身体が反応してしまうことで、他者の心の状態を共有、同調する機能 (先述の梅干しの例) を生み出す。これまで、サルでは感情、報酬系に関わるミラーニューロンは見つかっていなかったのだが、2017年、Ferrari たちはその存在を確認できたと報告している (Ferrari, Gerbella, Coudé, et al., 2017)。

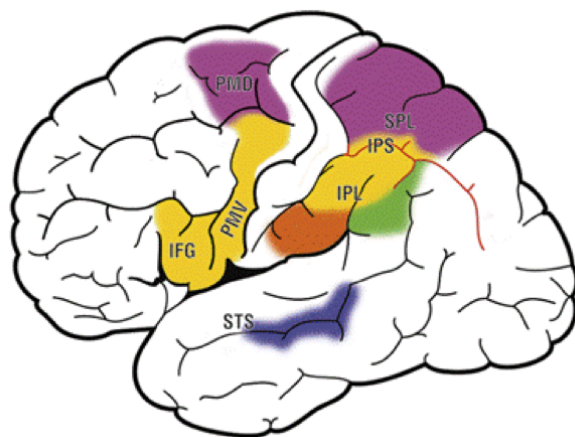


図1 ヒトのミラーニューロン・システム (Cattaneo & Rizzolatti, 2009 より)。IFG = 下前頭回, IPL = 下頭頂小葉, IPS = 頭頂間溝, PMV = 腹側運動前野, STS = 上側頭。

ミラーニューロン・システムによって、観察した他者の行為と自分の行為経験とが鏡のように照合される。それによって、他者の行為の目的や意図を予測的に理解したり、行為の背後にある心的状態を推測することができる(シミュレーション説)。しかし、行為の観察—実行の照合だけでは、他者との相互作用は円滑に進まない。ミラーニューロン・システムによる他者理解のレベルを超え、自分の心を他者の心と分離して表象し、意識的に推論する認知機能、「メンタライジング (mentalizing)」の獲得こそがヒトの高度な他者理解を可能にする、という見方がある。

メンタライジング・ネットワークは、ミラーニューロン・システムの活動をトップダウンに抑制する。それにより、自分とは異なる他人の心的状態を推論、解釈すること、文脈に応じて柔軟に他者の行為や心的状態の理解が可能となる。メンタライジング機能の中心的な活動部位は、前頭前皮質である。具体的には、前頭前野内側部 (mPFC) や上側頭溝 (STS)、下頭頂小葉 (IPL)、側頭頭頂接合部 (TPJ) が関与する (Amodio & Frith, 2006, Frith & Frith, 2006, 図2)。mPFC は適切な行為選択のための行為の条件や状況の推測 (Amodio & Frith, 2006)、TPJ は視点変換 (視点取得) に関わる領域で、左 TPJ が自己視点、右 TPJ が他者視点でのイメージ生成に関与する (乾, 2013)。

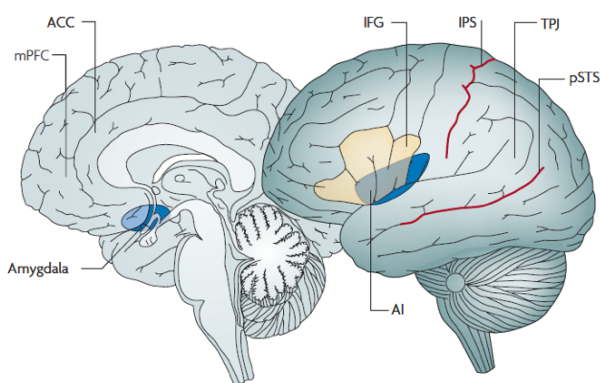


図2 メンタライジングに関与する脳部位 (Blakemore, 2008 より)。ACC=前帯状回, mPFC=前頭前野内側部, STS=上側頭溝, TPJ=側頭頭頂接合部。

思春期～青年期に起こるヒトの脳発達

ここまで、他者の心的状態の理解にかかわるヒトの脳神経系ネットワークについて概説してきたが、最近の研究により、その成熟が終わるまでには驚くほど長い時間を要することが明らかとなってきた。ここからは、性成熟の開始時期(第二次性徴の出現, 思春期 puberty) から、心理、社会・経済的な依存状態から独立するまで(青年期 adolescence) に起こる脳と心の働きの劇的变化に焦点をあてたい。

まず、脳の構造発達をみていこう。脳と脊髄からなる中枢神経系は、白質 (white matter) と灰白質 (gray matter) という組織に分けられる。白質には神経細胞 (ニューロン) の細胞体は少なく、おもに神経線維が集まり、走行している。白質は白っぽい色をしているが、それはミエリン (髄鞘) とよばれる脂質のためである。ミエリンは、ニューロンの細胞体から伸びる長いワイヤー (軸索) を覆って絶縁する。絶縁が起これば、軸索は発火後にすばやくもとの状態に回復し、次の情報を伝達する準備が整う。それにより、脳の情報処理速度は飛躍的に向上する。

白質の体積とミエリン化は、生後より線形的な発達を遂げ、思春期をへて20歳くらいまでには成人のレベルに達する。成人の脳の情報処理能力は乳児期のそれに比べて3000倍も高まるとされ、脳の領域間での大規模で複雑なネットワーク通信が可能となる。また、それは前頭前皮質を含むどの脳部位でも同様の発達が起こる点も重要である (図3・下)。

灰白質は、ニューロンの細胞体の集まりであり、大脳の表面層を占める。ニューロンは、情報処理装置としての特徴を備え、情報を受け取る突起 (樹状突起) と、情報を送り出す突起 (軸索) がある。軸索の末端付近では、さらに多くの枝分かれ (終末側枝) がみられる。軸索の末端は膨らんだ形をしており、シナプスと呼ばれる。

重要な点は、灰白質は白質とは異なる発達のプロセスをたどることである。灰白質の体積や厚み、シナプスの密度はある時期を境にいったん減少し始め、その後ふたたび増加する。つまり、逆U字型を描くような発達を遂げる (図3・上)。脳イメージング研究によると、前頭前皮質の灰白質体積は10歳頃に最

大となり、以降その体積は減少する。その理由として考えられるのは、シナプスの「刈り込み(pruning)」とよばれる現象である。シナプスが形成され始めると、脳の体積や厚みが増す。その後、生後の環境の影響を強く受けながら、必要なシナプス結合は強められ、不要な結合は除去されることで、より機能的な神経回路が形成される。

シナプスの刈り込みが起こる年齢は、脳部位によって異なる (Huttenlocher & Dadholkar, 1997)。たとえば、第一次感覚野のひとつである視覚野のシナプス密度は、生後2～3か月頃から急激に高まり、生後4～12か月頃ピークを迎える。また、視覚野のシナプス刈り込みは生後8か月頃から始まり、生後2～4歳で成人レベルに達する。それに対し、前頭前皮質のシナプス密度のピークは性成熟開始頃10～12歳であり(男女差がある)、その後、刈り込みは10年ほどかけてゆっくりと進む。前頭前皮質の成熟が成人のレベルに達するのは20代後半である(ギード, 2016)。

Structural development

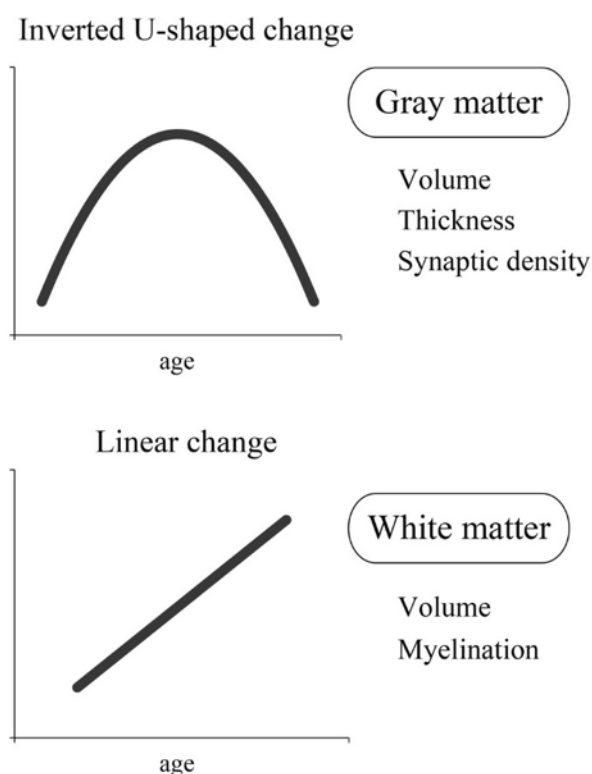


図3 脳の構造上の発達には2つのパターンが存在する (Morita, Asada, & Naito 2016 より)

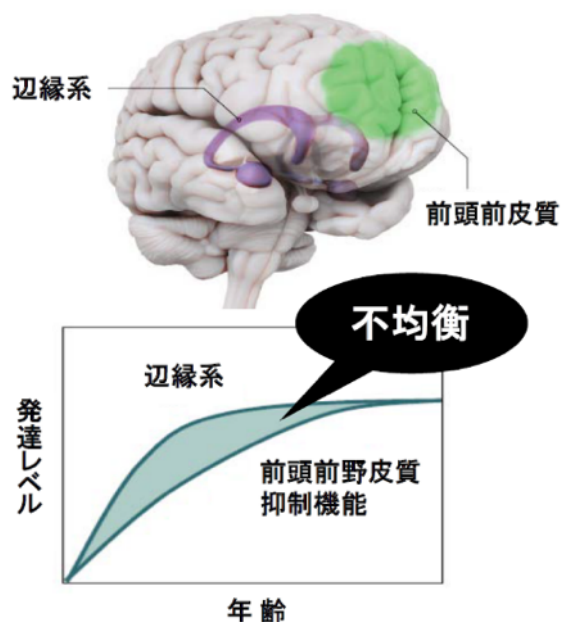


図4 10代には前頭前皮質の抑制機能がいったん弱まる (ギード, 2016 より一部改変)

この時期にみられる前頭前皮質の灰白質の逆U字型の発達こそが、この時期にさまざまな精神疾患を集中的に生じさせる理由のひとつと考えられている

(精神疾患経験者の50%は14歳、75%は24歳までに発症)。感情系と報酬系の中核である大脳辺縁系は、思春期開始とともに性ホルモンの影響を受けて急激に成熟し、数年で成人レベルに成熟する(この時期にみられる新奇なものへの強い好奇心、見知らぬ世界への冒険心、強い刺激を求める衝動性の一因)。他方、大脳辺縁系の活動をトップダウンに抑制する前頭前皮質の成熟は、先述のようにきわめてゆっくりとしたペースで進む(図4)。

まとめると、前頭前皮質は、学齢期～成人に達するまでの時期はいまだ発達途上なのである。辺縁系が駆り立てる強い衝動性や感情、それを制御する高次認知機能が不均衡となってしまう時期が、ヒトでは10年余りも続く。

思春期・青年期にみられる社会性発達

では、10代特有の脳発達のプロセスが、円滑な対人関係を築く礎となる社会的認知機能の獲得とどのように関連するのだろうか。

大脳辺縁系の一部である扁桃体 (amygdala) は、

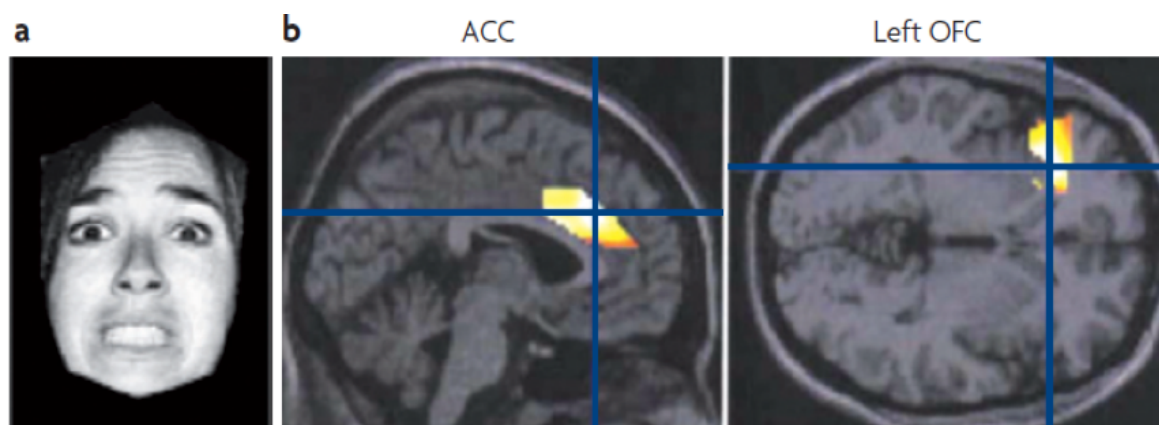


図5 恐怖の表情に晒されたときの脳活動の発達的变化 (Blakemore, 2008 より)。

a. 提示された恐怖の表情

b. 思春期～青年期（9～17 歳）では恐怖の表情にさらされると、前部帯状皮質（ACC）左側の眼窩前頭皮質（Left OFC）の活動が、成人（25～36 歳）よりも高かった。

他者の感情（恐怖 fear・喜び happy・怒り angry など）情報を処理する中枢である。思春期／青年期（9～17 歳）と成人（25～36 歳）の脳活動を比較した研究では、前者のグループは恐怖の表情に対して（中立的な表情を見た場合と比べて）、「扁桃体—行動をモニタリング・調整する機能をもつ帯状皮質（ACC）—意志決定に関与する眼窩前頭皮質（OFC）」とよばれる部位の活動が成人よりも高かった（図5）。しかし、同じ恐怖の表情を観察した場合でも、感情処理に直接関連しない質問をして（「鼻はどのくらい広がっていますか」、「なぜ怖がっていると思いますか」など）感情の読み取りから注意を切り替えさせると、成人のみがそれに応じて OFC の活動を変化させた (Monk, McClure, Nelson, et al., 2003)。感情に関する情報処理と認知的評価に関する情報処理システムの調整機能は、青年期にはいまだ発達途上らしい。

思春期・青年期のメンタライジング・ネットワークの発達を調べた研究はいまだ数が少ないが、彼らが社会集団で一般的に共有されるルール of 善悪（道徳的社会規範）をどのように判断していくのか、そのプロセスの神経基盤を調べた研究がある。

Harenski ら（2012）は、思春期を迎えた 13 歳から 53 歳の成人までを対象に、道徳的判断に関与する神

経ネットワークの活動を調べた。実験参加者は、fMRI 内部で次の 3 種類の社会場面を観察した。①道徳的判断に関連する＋不快な場面（例：「相手をなぐる」、「飲酒しながら運転する」など）、②道徳的判断に関連しない＋不快な場面（「2 者間で議論する」、「怒りながら運転する」など）、③道徳的判断に関連しない＋感情的に中立的な場面（「2 者間で平静に会話する」、「平静なようすで運転する」など）。その結果、道徳的判断に関連する場面を観察したとき、メンタライジング・ネットワークの一部である側頭頭頂接合部 (TPJ) の活動の強さと年齢には正の相関がみられた（図6）。

道徳的判断を行う場合、成人ではメンタライジング・ネットワークが関与することが示されている。道徳的判断とそれを支える神経基盤は、思春期開始から成人に達するまでの長い期間にわたってゆっくりと成熟していくようである。

おわりに

ヒトは、第二性徴の開始とともに、身体の外面的特徴だけでなく、脳と心の働きも顕著に変化させる。こうした発達のプロセスは、生物としてはきわめて特異的である。ヒトは他の霊長類に比べ、思春期／青年期にあたる期間が圧倒的に長い。この期

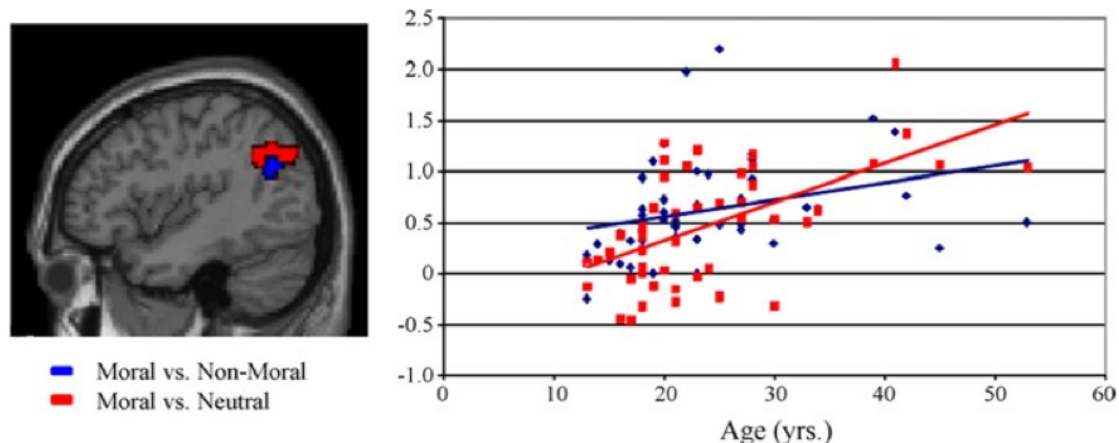


図6 「道徳性に関連する場面—関連しない場面（青）」と「道徳性に関連する場面—中立的な場面（赤）」で脳活動に違いがあった脳部位（TPJ・左）。その活動差は年齢と正の相関があった（右のグラフは Harenski, Harenski, Shane, & Kiehl 2012 より）

間にゆっくりと時間をかけて前頭前皮質を成熟させ、可塑性を維持するという種独自の生存戦略により、ヒトは柔軟かつ迅速に環境適応してきた。しかし同時に、この戦略は10代に神経疾患をとくに引き起こしやすいという脆弱性をももたらすことになった。

人類は今、未曾有の時代を迎えている。20万年かけ、人類は今ある身体や心、行動を獲得してきた。しかし、この100年ほどの間に起こった急激な環境変化に身体や心がすぐに適応できるわけではない。とくに、環境の影響を受けやすい発達途上にある脳と心をもつこの時期に、さまざまな精神的問題を引き起こしている可能性がある。ヒトの性成熟の開始時期は、世界的に早まっている点も重要である。辺縁系—前頭前皮質の構造・機能的成熟が不均衡となる期間はいつそう長くなる傾向にあり、これも対人関係に苦しみ、精神を病む子どもたちの急増に拍車をかけている一因となっている可能性がある。

引用文献

Amodio, D. M., & Frith, C. D. (2006) Meeting of minds: The medial frontal cortex & social cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(4), 268-277.

Brass, M., Ruby, P., & Spengler, S. (2009) Inhibition of imitative behaviour & social

cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1528), 2359-2367.

Blakemore, S. J. (2008) The social brain in adolescence. *Nature Review Neuroscience*, 9, 267-277

Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M.-C., Mazziotta, J. C., & Lenzi, G. L. (2003) Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 5497-5502.

Cattaneo, L., & Rizzolatti, G. (2009) The mirror neuron system. *Archives of Neurology*, 66, 557-560.

Di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (1992) Understanding motor events: A neurophysiological study. *Experimental Brain Research*, 91, 176-180.

Ferrari, P. F., Gerbella, M., Coudé, G. & Rozzi, S. (2017) Two different mirror neuron networks: The sensorimotor (hand) and limbic (face) pathways. *Neuroscience*, 358, 300-315.

Frith, C. D., & Frith, U. (2006) The neural basis

- of mentalizing. *Neuron*, 50(4), 531-534.
- ギード・J. N. (2016) 10代の脳の謎 日経サイエンス 2016年3月号, 36-42 (Giedd, J.N. 2015 The Amazing Teen Brain. *Scientific American* (June 2015), 312, 32-37. doi:10.1038/scientificamerican0615-32)
- Harenski, C.L., Harenski, K.A., Shane, M.S., & Kiehl, K.A. (2012) Neural development of mentalizing in moral judgment from adolescence to adulthood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, 162-173.
- Huttenlocher, P.R. & Dabholkar, A.S. (1997) Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 387, 167-178.
- 乾 敏郎 (2013) 脳科学からみる子どもの心の育ち: 認知発達のルーツをさぐる. ミネルヴァ書房.
- Monk, C.S., McClure, E.B., Nelson, E.E., Zarahn, E., Bilder, R.M., Leibenluft, E., Charney, D.S., Ernst, M., & Pine, D.S. (2003) Adolescent immaturity in attention-related brain engagement to emotional facial expressions. *NeuroImage*, 20, 420-428.
- Morita, T., Asada, M., & Naito, E. (2016) Contribution of neuroimaging studies for understanding development of human cognitive brain functions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, doi:10.3389/fnhum.2016.00464.

今回のシンポジウムでは、「ヒトにとってオトナになるとはどういうことか？」というテーマのもと、霊長類の形態から現生狩猟採集民までを含む幅広い領域で、4つの発表がおこなわれた。

濱田穰氏は、長年にわたって蓄積した身体計測データにもとづいて、チンパンジーとニホンザルの成長パターンについて様々な角度からの分析を紹介した。興味深かったのは、両者で四肢の成長パターンに大きな違いが見られた点である。懸垂型ロコモーションを進化させたチンパンジーに対して、ニホンザルは樹上も地上も利用する四足歩行者であり、両者の四肢のプロポーシオンには大きな違いが存在する。懸垂型ロコモーションはテナガザルから大型類人猿まで、現生類人猿に共通して見られる特徴的な移動様式であるが、中新世前半にアフリカに生息していた初期の化石類人猿は現生類人猿とは違って一般的樹上性四足歩行者であった。歩行様式からすると、中新世前半の原始的類人猿はどちらかと言えばニホンザルに近い四肢の成長パターンをもっていたのかとも想像した。

現生の類人猿だけを見れば、テナガザルと大型類人猿の共通祖先において四足歩行から懸垂型ロコモーションへ移行したと考えるのが節約的ではあるが、現在知られている化石の証拠を考慮すると必ずしもそうとは言い切れない。現生類人猿の複数の系統で別々に懸垂型ロコモーションが進化した可能性もある。その進化の過程では、四肢の成長のスピードやタイミングの変化が生じたはずである。現生霊長類の成長パターンを知ることは、四足歩行型から懸垂型への移行を考える参考になるだろう。濱田氏がチンパンジーやニホンザルで行ってきた成長の研究は非常に時間のかかるものであり、なかなか実施は難しそうだが、可能であればテナガザルや新世界ザルの成長パターンについても知りたいものである。

また、現生狩猟採集民の生涯を通じたエネルギー（食料）獲得収支の研究が紹介された。ヒトでは離乳後も自力では必要なエネルギーをすべて得ることのできない時期が何年にもわたる。狩猟採集民の男性の場合、十代後半にようやくエネルギー収支がプラスに転じ、その後は60歳頃までエネルギーの生産が消費を大きく超える、つまり他者に供給できる多量のエネルギー剰余を生み出す時期が続く。しかし、女性の場合は、出産や子育てのためにエネルギーの消費が生産を上回る時期がオトナになってからも続き、ようやく収支がプラスに転じるのは生殖を終える40代半ば頃になる。つまり、チンパンジーやニホンザルと違い、母親だけではコドモを育て上げるのに必要なエネルギーを確保できないので、他者による食料供給が必要になる。一般には、特定のオスとメスが長期的に排他的配偶関係を結ぶことで父性の確実性を高め、オスが配偶者であるメスとそのコドモに食料を持ち帰るようになり、それがヒトの家族の成立につながったと考えられている。コドモの養育の負担が増大することで母親以外の個体からの援助が必要になり、その結果発達した食物運搬行動が人類の特徴である直立二足歩行の成立を促したとも考えられている。

現実の狩猟採集民では、実際のところ、父親の存在がどれくらいコドモの養育に寄与しているのかという興味から、アフリカの狩猟採集民サン族（ブッシュマン）に関する今村薫氏の発表では、この点について実地に調査をしている立場の方の意見を聞いた。実際には、現生の狩猟採集民では食物分配についても、より複雑な「社会的保険」のような行動が発達しているためか、父親の存在がコドモの養育に決定的に重要というわけでもないようで、会場の菅原和孝氏からも、ブッシュマンにおいて父親の有無がコドモの生存率に影響を与えないという研究もあるということを教えていただいた。

山内太郎氏の発表は、ネアンデルタール人に関する部分と現生の狩猟採集民に関する部分からなっていたが、個人的には前半のネアンデルタール人に関する発表に強く興味を覚えた。ネアンデルタール人の成長パターンは現生人類とは異なり、成長が早いため、学習期間が短かったという想定である。ただ、人類における成長の遅延は大きな脳の発達と関連付けられることも多いが、ネアンデルタール人の脳が現生人類よりもむしろ大きいという点は気になる。シンポジウムの後のことであるが、スペインのエル・シドロン遺跡で発見されたネアンデルタール人のコドモの骨格に関する研究 (Rosas et al., 2017) が発表され、ネアンデルタール人の成長速度は現生人類と同じくらいで、脳の成長などはむしろ現生人類より後まで続いていた可能性が示唆されており、化石人類の成長パターンの復元に関しては、今後、更に研究が必要であると感じる。

明和政子氏の発表は、現代人の脳の成長に関するものであったが、脳の成長においては、シナプスの増大だけでなく、その後、不要なシナプスの「刈り込み」が行われることによって完成するという点、脳の部位によってシナプスの「刈り込み」が完成する時期が大きく異なるという点が興味深かった。視覚野のような生存に直結する部位は幼い頃に早々に完成するが、前頭前皮質のような高次認知機能に関

連する部位の成熟は 20 代後半までかかるという。その結果、思春期から青年期にかけては、大脳辺縁系が生み出す強い衝動や感情に比して、それらをコントロールするための高次認知機能が未発達で、不安的であるという。このことと、この時期に精神疾患が多発することとの関連が指摘されていた。これは負の側面であるが、性成熟から 20 代後半の時期は、通常、配偶者獲得の時期でもあり、この時期に、衝動や感情が強く発現し、好奇心や冒険心にあふれる状態になるのは、全体としては適応的な意義の方が大きいように思われた。蛇足であるが、若い頃やんちゃだった人が家庭をもつ頃には落ち着いて常識人になるという、ありがちな現象が脳の成熟過程に裏付けられているようで面白い。

引用文献

Rosas, Antonio, Luis Ríos, Almudena Estalrich, Helen Liversidge, Antonio García-Tabernero, Rosa Huguet, Hugo Cardoso, Markus Bastir, Carles Lalueza-Fox, Marco de la Rasilla, Christopher Dean (2017) The growth pattern of Neandertals, reconstructed from a juvenile skeleton from El Sidrón (Spain). *Science*, 37: 1282–1287.

本シンポジウムの中心にすえられた課題は、「ヒトにとってオトナになるとはどういうことか」について、人類学的な見地からの議論があまりなされてこなかったことだった。私は2009年よりボルネオ島でオランウータンの行動研究をおこなってきた。本稿では、オランウータンとヒトの比較の観点からコメントをしたい。

1. オトナと青年期

冒頭、主催者の鈴木先生から「青年期はヒト特有というのは本当か」という疑問が提示された。サルには「サブアダルト（亜成体）」という年齢クラスがあるが、ヒトの「青年期」と具体的に何が違うのだろうか。屋久島のニホンザルにおけるオスの順位上昇の要因として、オスが一定の年齢に達するだけでなく、自分より高順位なオスの移出といった社会的要因の影響が大きいという例をあげ、青年期からオトナへの移行を、年齢だけでなく、多角的に論じる必要性を強調した。

私も「オトナ」について考えることは、その手前にある「オトナ以前」を明らかにし、両者の違いを考えることだろうと考えている。人類学者でヒトの生活史研究で著名なBoginはヒトの思春期に見られる身長成長スパート（puberty growth spurt）を青年期（adolescence）の始まりと定義した（Bogin, 1999）。Boginはこの思春期成長スパートが引き起こされる要因をヒトの脳が骨格に先行して発達することと結論づけ、青年期をヒト固有のライフステージと見なしている（スプレイグ、2004）。

しかし、Boginによる青年期の定義は言わばハードウェアの比較に基づいたものであり、行動や社会性の発達といったソフトウェアについての検討はほとんどされていない。濱田先生は、オトナの条件として性成熟（繁殖能力を有する）、経済活動への参加、社会的な成熟を挙げられた。Bogin（1999）はヒトの

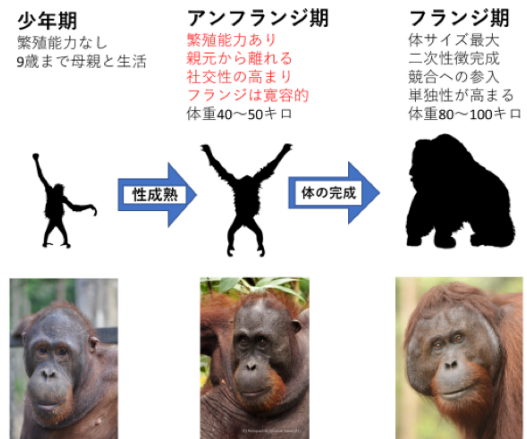


図1 オランウータンのオスの発達段階と特徴

青年期の役割を、オトナになると必要となる繁殖や生存のためのスキルの「見習い期間」として説明するのだが、サルや類人猿のサブアダルトであっても同様の学習はするだろう。

2. オランウータンにみられる成熟のズレ

ヒト科に分類されるオランウータン属（*Pongo spp.*）のオスには、性成熟と社会的な成熟のタイミングの間にギャップが存在する。オスはまず性成熟を迎え繁殖能力を獲得する。その後、頬の肉ヒダやロングコールと呼ばれる長距離音声を発するための喉袋といった第二性徴を発達させ、成熟したオトナのオスとなる（図1）。この第二性徴が発達した大型のオスを「フランジオス」と、第二性徴が未発達で小型のオスを「アンフランジオス」と呼び、これら2つの形態が一般的に見られる。アンフランジオスは形態的に未成熟であっても、繁殖能力は有していることが確認されており、実際に野生下で子どもを残している（Utami Atmoko et al. 2009）。このオランウータンのオスの第二性徴の発達は、自身よりも強いフランジオスが近くに存在すると抑制され、強いオスが死んで優位オスの座が空白になったり、自身が成長して競争力を増したりすると第二

次性徴の発達が開けると言われる。周囲の状況が自身に有利になったタイミングで起こるという点で社会的な現象であると言えるだろう。実際に、野生下では20年以上もの間をアンフランチ状態で過ごし、フランチオスが消失した後にフランチオスへ変身を遂げた事例が報告されている (Utami Atmoko et al. 2009)。

スプレイグ(2004)が、成長を終えてオトナへと転じるタイミングを「生涯で最大の駆け引き」と表現したように、オトナになることにはコストが伴う。オトナになれば苛烈な競争を避けることはできなくなり、受傷や死亡のリスクは高まる。オランウータンが成熟を遅らせる成長戦略を獲得したことは、早くオトナになることが必ずしも有利とはならないことを示唆している。

3. 青年期の生理学的変化と行動との関連

明和先生の発表からは、青年期のヒトの行動特性に生理的要因が大きく影響を与えることが示唆された。青年期のヒト体内ではホルモン環境の大きな変化が生じ、脳の構造再編を促し、ニューロンの刈り込みが起こる (Nelson et al. 2014)。山内先生からは、カメルーン狩猟採集民の若者を対象とした行動調査から、思春期の前後で行動パターンが変わることが報告された。そのような青年期に見られる行動上の変化に生理学的メカニズムによる制御が及んでいるとすれば、そこにはヒトという生物種が受け継いできた進化史的基盤が存在していると考えられる。

オランウータンでは性成熟した若いオスの中に生まれた地域に留まる個体がいると報告されている

(Morrogh-Bernard et al. 2011)。こうしたオスが出生地でどのような行動を見せるのか、どのようなきっかけで出生地を離れるのかについて、今後の研究課題となっている。ただし、ヒトにおいても青年期に関する上記のような知見はまだ多くはないようである。例えば、アメリカの脳神経科学予算は「子ども期」および「老齢期(アルツハイマー型認知症)」の研究テーマに集中してきた背景から、10代を対象とした脳研究が始まったばかりであると言われる (ジェンセン & ナット, 2015)。また、長い研究史

を持つアフリカ狩猟民について青年期の関する知見はほとんどなく、研究はこれから発展するだろうという指摘もある (Hewlett, 2011)。

我々が一夜にしてオトナになることが想像しづらいように、「オトナになること」を構成する性、身体、社会性は同時に成熟するわけではない。もちろん成熟のタイミングには種による差もあるだろう。こうしたトピックは、ヒトを霊長目の1種として相対的に見なし、他系統と比べることを得意とする霊長類学者が取り組むべき命題ではないかと感じる。本シンポジウムで指摘された、「青年期はヒト固有の発達段階か」あるいは「青年期に進化史的基盤はあるのか」という問いについてディスカッションする場を今後も継続して設けることの重要性を強調してコメントを終えさせていただく。

引用文献

- Bogin B (1999) “Patterns of Human Growth.” Cambridge University Press.
- Hewlett BS, Fouts HN, Boyette AH, Hewlett BL (2011) Social learning among Congo Basin hunter-gatherers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 366(1567), 1168-1178.
- ジェンセン フランシス, ナット エイミー エリス (2015) 「10代の脳 反抗期と思春期の子どもにどう対処するか」 文藝春秋.
- Morrogh-Bernard HC, Morf NV, Chivers DJ, Krützen M (2011) Dispersal patterns of orang-utans (*Pongo spp.*) in a Bornean peat-swamp forest. *International Journal of Primatology*, 32(2), 362-376.
- スプレイグ デイビッド (2004) 「サルの子育て、ヒトの生涯」 京都大学学術出版会.
- Utami Atmoko SS, Singleton I, van Noordwijk MA, Van Schaik CP, Mitra Setia, T (2009) Male-male relationships in orangutans. In: “Orangutans: geographic variation in behavioral ecology and conservation.” Oxford University Press, New York, 225-234.

分科会事務局

京都大学大学院理学研究科 自然人類学研究室内

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

電話:075-753-4083

ファックス:075-753-4083

e-mail: jim AT anthro.zool.kyoto-u.ac.jp

http://anthro.zool.kyoto-u.ac.jp/evo_anth/evo_anth.html