

日本人類学会進化人類学分科会

ニュースレター

2014/4



目次

第31回シンポジウム「老年期の進化と社会的意義」

山極 壽一（京都大学 大学院理学研究科）

「はじめに」 3

濱田 穰（京都大学 霊長類研究所進化系統研究部門）

「霊長類の老化：骨格年齢変化を指標として」 4

山越 言（京都大学 大学院アジア・アフリカ地域研究研究科）

「野生チンパンジーにも高齢化社会？：
ギニア・ボッソウの孤立個体群から学べること」 8

奈良 貴史（新潟医療福祉大学 医療技術学部理学療法学科）

「化石人類からみる老年期」 11

松林 公蔵（京都大学 東南アジア研究所人間生態相関研究部門）

「“古い”を考える ―進化と文化の医学的視点から―」 14

次回シンポジウム案内

第 32 回シンポジウム 「人類進化における母乳哺育」

オーガナイザー：久世 濃子（国立科学博物館 人類研究部，日本学術振興会）

薦谷 匠（東京大学 新領域創成科学研究科，日本学術振興会） 18

「老年期の進化と社会的意義」

2013 年 11 月 4 日(月・祝) 国立科学博物館筑波研究施設

オーガナイザー：山極 壽一（京都大学 大学院理学研究科）

中務 真人（京都大学 大学院理学研究科）

「はじめに」

山極 壽一

京都大学 大学院理学研究科

老年期の存在は現生人類に際立つ生物学的特徴であると同時に、現代社会の中でそのあり方が問われている大きな課題でもある。そこで、本シンポジウムでは、まず人間以外の霊長類の老年期を手がかりとして、その進化の道筋を検討する。母系社会に暮らすオナガザル科と父系社会に暮らすチンパンジーから老年期とその実態について報告してもらい、それぞれの分類群における生活史と老年期の関連について議論する。続いて化石人類の研究から人類の進化史のどの段階で老年期が登場したかについて報告してもらい、老年期の進化史的意義について考察を進める。最後に、近年急速に重要性が増している老年医学とその実践について報告してもらい、老年期をめぐる現代の課題について議論を深める。老年期という生物学的特徴が、人類社会のどのような特性と密接に関連しつつ発展してきたのかを考察することで、人類学的な視点から現代の課題に応えることができると期待している。

身体老化と骨格の加齢変化

ヒトにかぎらず生物には老化がある。老化は身体成熟後の身体機能・形態の劣化的変化であり、「死」とは直接には関係しない。ヒトでは生殖後寿命（閉経後寿命）が長く、老齢期とされるが、老化は身体成熟に（成体になったら）始まる。

老化は身体の様々な器官に起こるが、それは種によって異なる。ヒトでは、心血管系、脳神経系などが特徴的である。そうしたなかにあつて骨格の年齢変化は、個体変異は相当にあるものの、感染性の病原体によるものではなく、脊椎動物に共通して見られ、年齢指標となりうる。

骨密度減少と変形性骨関節症

骨格の加齢変化には、骨密度（骨塩量）の減少と、その帰結としての骨形態変化（脊柱の弯曲、キョーシス）、変形性骨関節症、およびその他の変化がある。骨塩量減少によって骨が薄くなり、骨折する、骨折しやすくなる。脊柱の弯曲は、椎体の特に腹側で圧迫骨折が起こり、横から見て長方形だった椎体が台形（または三角形）になることによって起こる。この変形に伴って脊髄や神経が圧迫され、痛みや痺れ、運動障害を引き起こす。骨は皮質骨（長管骨のパイプ状部分）と梁状骨（海綿質、長管骨の関節付近や椎体内部に細い骨棒が密接に張り巡らされている）がある。骨密度減少は海綿質で急速に進む。大腿骨頸部にも椎体と同じく内部に海綿質が発達しており、その骨密度減少により強度が減少し、転んだ際に骨折を引き起こすことが多い。それによって立歩きが困難になり寝たきりとなり、生活の質が損なわれる。

骨関節症は、さまざまな関節（椎間関節、膝、肘、股関節、顎、など）に起こる。関節を形成している骨（硬骨）、靱帯、軟骨、腱、滑液包などに。

特に力学的ストレスによって軟骨厚さの減少や軟骨下硬骨への損傷を引き起こし、そこで異常骨が形成され発達していく（骨棘）。また靱帯への骨形成、関節をまたいで骨の結合に進行し、痛みをもたらす、関節可動性が損なわれ、生活の質を低下させる。

骨密度も変形性骨関節症ともに、年齢に伴って進行する。骨密度減少と変形性骨関節症の間に関係はない、あるいは併発はないと示唆されているが、それらの間の関係は明確にはされていない。

骨密度減少と変形性骨関節症の発症要因

骨密度減少と関節症の要因はさまざまである。病原体による感染などのはっきりした要因は存在しない。骨は硬くて頑丈なので、変化が小さいと思われるかもしれないが、代謝が大きく、変化がいちじるしい。骨格は、身体を支える器官であるが、一方でカルシウムの貯蔵庫でもある。成長期には骨のサイズと形状がつくられていくモデリング過程があり、成体期には吸収と沈着の両方があるリモデリング過程がある。力学的ストレスによって、骨の増殖（蓄積、形成）が起こり、逆にストレスが無いと骨は吸収される。この蓄積と吸収は、骨芽細胞と破骨細胞の作用による。

骨塩量（骨密度）を制御する要素として、力学的ストレスの他に、エストロゲン（女性ホルモン）があり、破骨細胞の作用を抑制し、骨を維持させる。また骨関節症でも症状の抑制に働く。男性ではテストステロンが酵素（アロマターゼ）によってエストロゲンへ変換される。エストロゲンは成人女性では、月経周期にともなって分泌され、閉経によって卵巣からの分泌量が激減する。

生殖ホルモンの他に、副甲状腺皮質ホルモンは骨吸収を引き起こす。腸でカルシウムを体に取り

込む際に働くビタミンDは、食物として摂取されるだけでなく、皮膚で紫外線を浴びて形成される。もちろん、骨の材料になるカルシウムやリン酸などを食物として摂取することも骨塩量維持には重要である。このように骨は、生活習慣に関係が深い。

骨密度と変形性骨関節症の診断

骨密度の計測には二波長X線吸収量計(DXA)、末梢部定量的X線断層計測法(pQCT)、通常X線写真による微小密度法、および超音波海綿質密度測定法がある。最近、開発された定量的X線断層計測法(QCT)は、望む部分(海綿質)容積密度を求められるので、二次元的で、さまざまな要素の塩量を併せて計測するDXAよりも正確である。骨関節症は、X線写真によって関節間幅および骨棘形成の症状何冊評価される。CTによる三次元的評価も有効であろう。

マカクモデル

ヒトで骨格老化の要因を検討することは難しい。ヒト以外での霊長類での研究が必要である。ヒト以外の霊長類での研究によってヒトの生活史特徴の進化の解明にもつながる。霊長類の中で、とりわけマカクが研究によく用いられ、その一種ニホンザルはオトナのオスで体重12kg、メスで8kgと中型で、四足歩行性だが座位では胴体を立てて休息する。寿命が20-30年(場合によっては40才を越える)で、性成熟が3-4才(生殖機能の完成、オスは1年ほど遅い)で、それ以降、生殖を続ける。7-10才で身体成熟する。

生殖停止年齢は、まだ明確には解っていない。それは生殖停止には出産はするが子を育てられない、交尾はするが出産しない、排卵停止(閉経)までのレベルがあり、個体差が著しいため、もっとも決定的な排卵の有無をチェックすることが困難であるからである。報告では、最後の出産は平均22才(18-23才、Takahata et al., 1995)で、閉経はその2年後ほどである。オスの方では明確な生殖関連の身体変化は無い。群れに生活するオス個

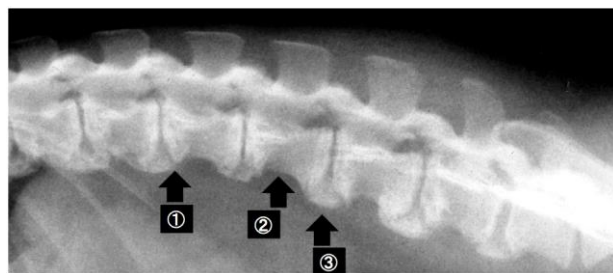


図1. ニホンザル(メス、22.5歳)腰部に見られる骨格変化。①脊椎椎体の腹側高の減少による脊柱弯曲。②椎体海綿質の骨密度減少、③椎間板の菲薄化と椎体間を結びつける骨棘の形成。

体は、社会的順位によって繁殖成績が左右され、テストステロンの分泌によりオスらしさが決まる。オスは生涯のうちいつ、もっとも壮んであるのかは不明だが、身体サイズでは約15歳をピークに、それ以降、減少するので、平均的にそのころだろう。

マカクにおける骨格加齢変化

ニホンザル(マカク)での骨格年齢変化(脊椎)を骨格標本で調べたところ(Pomchote and Hamada, 2013年日本人類学会発表)。椎体の形態変化では、椎体高さ(頭尾径)は、オスでは11-15歳で、メスでは15-20才で生涯最大となり、それ以降は減少する。腹側(前)で背側(後)よりも高さの減少量が大きく、腹/背高比は、20才までは0.8-0.9で変化は少ないが、20歳以降、急速に減少し、0.53から0.68になる。

骨密度の年齢変化では、後述する骨関節症の進行によって椎体にも影響が及ぶ(硬化症)ので、それをコントロールする必要がある。海綿質の骨密度でメスでは150mg/cm³の15歳以降、20才での110mg/cm³まで減少し、それ以降、急速に減少し、25歳では60mg/cm³にもなる。一方、オスでは若成体期(7-10歳)に生涯最大値の125mg/cm³になり、15歳の100mg/cm³まで緩やかに減少し、そして20歳以降に再び減少が進み、25歳では55mg/cm³になる。若成体期での平均値と標準偏差から、70mg/cm³が準危険水準、63mg/cm³が危険水準とみることができる。

マカクの海綿質骨塩密度に比較できるヒトでの値は、QCTで計測されている。それに基づき、骨粗鬆症のDXA計測値に基づくWHOの診断基準に対応する海綿質骨密度危険水準が報告されている：骨密度 $120\text{mg}/\text{cm}^3$ 以上は正常、 80 以上 $120\text{mg}/\text{cm}^3$ 未満で骨質減少症（Osteopenia）、そして $80\text{mg}/\text{cm}^3$ 未満で骨粗鬆症に相当する（ACR-SPR-SSR Practice Guideline for the Performance of Quantitative Computed Tomography (QCT) Bone Densitometry）。

変形性関節症に関して、アカゲザルで椎間板菲薄化（DSN, 0-3のステージによる）と骨棘形成（OST,

0-3のステージによる）が研究されている（Duncan et al., 2012 など）。DSNはオスで8.5歳、メスで12.5歳ごろに発症し、両性でほぼ同様の速度で進行する。25歳でオスは平均1.7、メスでは1.3になる。OSTは12.5歳でオスでは0.95、メスでは0.23で、メスで速度がいくらか大きく、25歳でオスでは1.85、メスでは1.65になる。このように変形性骨関節症は、オスで早くに形成され、メスで重症化速度が大きいという傾向が見られる（オス効果）。

ヒトでのDSNは、男女ともに42歳ぐらいで認められ始めるが、女性では82歳でもあまりスコアは増加せず、男性では0.25に増加する（Duncan et

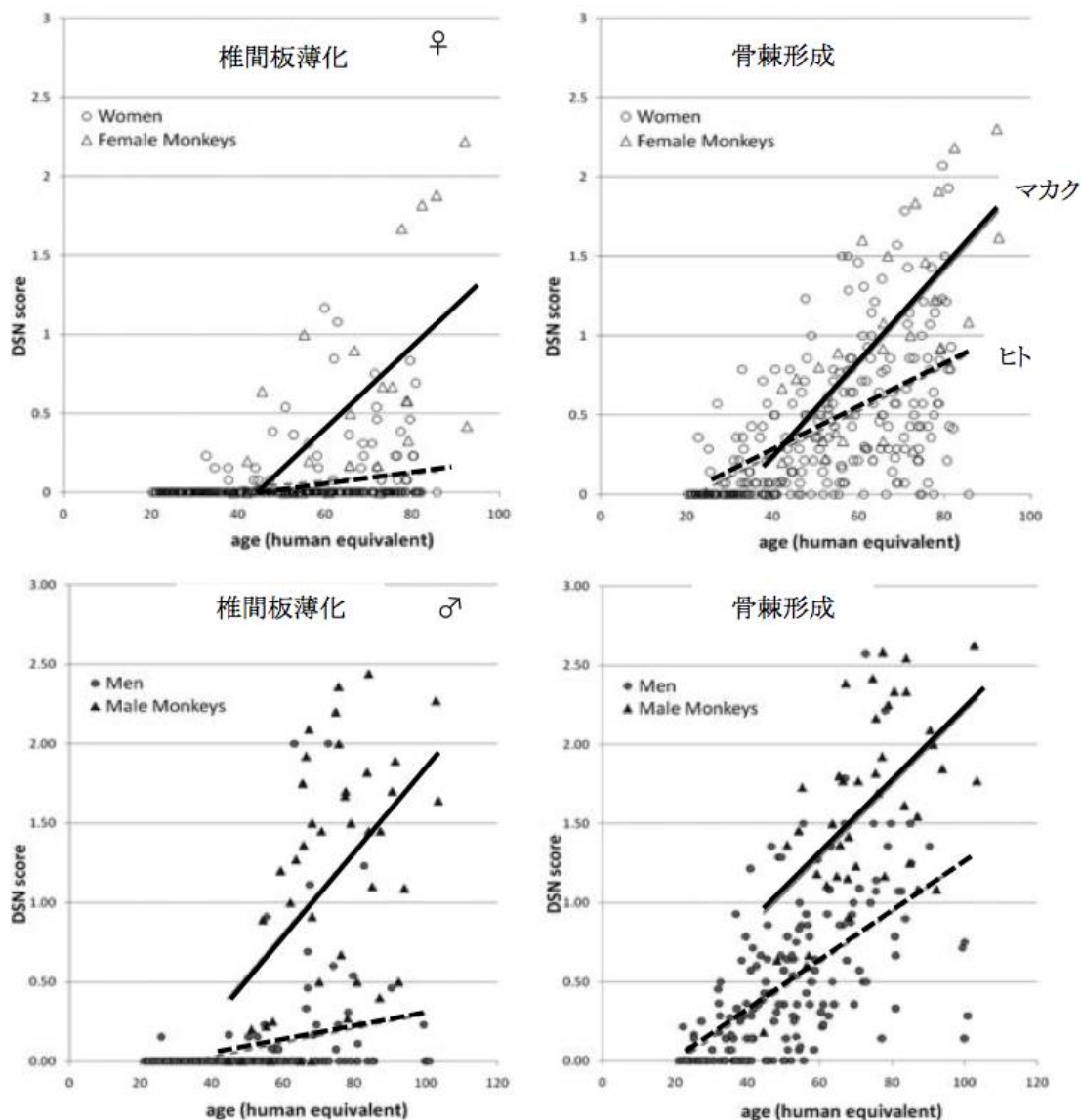


図 2. アカゲザルとヒトにおける椎間板の菲薄化（DSN）と骨棘形成（OST）の年齢変化比較。アカゲザルの年齢に3.5を掛けてヒトに等価の年齢として比較する。実線はマカクの、破線はヒトの年齢変化パターン。

al., 2012)。OST は 22 歳ぐらいで形成され始め、高齢期に男性で 0.95、女性で 0.8 程度に進む。

マカクの年齢をヒトの年齢に換算するパラメータとして、Duncan ら (2012) は 3.5 をとり、アカゲザルとヒトで DSN と OST の進行を比べた。DSN はマカクではメス・オスそれぞれ、男女よりもずっと進行が早く、80 歳での値を比較すると、マカクのメス 0.90 に対して女性 0.15、マカクのオス 1.29 に対して男性 0.21 である。OST では、マカクのメス 1.06 に対して女性 0.65、マカクのオス 1.77 に対して男性 0.96。このようにマカクは、OST でヒトの 1.63–1.85 倍、そして DSN では 6 倍にも症状が進む。

以上のようなマカクとヒトの腰椎の骨密度減少と変形性骨関節症の年齢変化だが、これをどう見るか？第 1 に骨密度減少でマカクは、若成体期の生涯最大値から減少し、20 歳以上、特に 25 歳以上で急速な減少を示し、ヒトのパターンに近い。腰椎海綿質骨密度の危険値として、ヒトで 80 mg/cm³、マカクで 63mg/cm³ が挙げられるが、圧迫骨折や脊柱弯曲に至るのは確率論的（力学的ストレスの有無）である。直立二足歩行者のヒトと躯幹水平位の四足歩行者のマカクの間で力学的ストレスが異なるので、脊柱弯曲の頻度と程度は異なるだろう。変形性骨関節症でマカクがひじょうに著しい症状を示すことが注目される。これについては、位置的行動の違いによる骨・関節にかかる力学的ストレスの違いが示唆される。体重の大きい、そして急激な運動を行う若成体期オスで関節症が早く始まるのはそのためだろう。

骨格年齢変化のメカニズムは、ヒトもマカクも同様であり（と思われる）、マカクはヒト老化研究の良いモデルとなろう。位置的行動の点で骨格にかかる力学的ストレスの方向、そして体重を含めて、ストレスの強さが異なるために、骨密度減少（およびそれによる形態・運動変化）と骨関節症の症状や年齢変化パターンに違いがあるのだろう。密度減少と関節症に関連する骨格の運動・力学的ストレス、および骨密度や関節症への反映の解明が望まれる。そして、マカクにおいて閉経前後の期間における骨格変化の実態を、実験的に若成体メスで卵巣を摘出しての研究でなく（他の器官系は若いまま）、真の老齢個体を用いた研究が望まれる。

文献

- Duncan A, Colman R, Kramer P, 2012. Sex Differences in spinal osteoarthritis in humans and rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Spine* 37: 915–922.
- Pomchote P, Hamada Y, 2013. Age-related changes in osteometry, density, and osteophytosis in long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*). 第 67 回日本人類学会大会（於つくば市 2013 年 11 月 1–4 日）、抄録集, p. 45.
- Takahata Y, Koyama N, Suzuki S, 1995. Do the old aged females experience a long post-reproductive life span? The case of Japanese macaques and chimpanzees. *Primates* 36: 169–180.

「野生チンパンジーにも高齢化社会？：ギニア・ボッソウの孤立個体群から学べること」

山越 言

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

現代の日本は世界に先駆けて少子高齢化が進行しているとされ、主として経済や社会の持続性を危ぶむ視点からさまざまな議論が行われている。合計特殊出生率の低下や平均寿命の伸びなどのマクロな要因が注目されるが、都市への人口集中や中山間地域の過疎化のような社会増減の問題、女性の社会進出や移民受け入れの是非など、少子高齢化問題には多様な要因が関与し、複雑な問題群を形成している。ところで、1976 年以來の長期継続研究が行われているギニア・ボッソウの野生チンパンジー群では、社会滅による人口減少と人口構造の高齢化が顕著となり、上記の日本の中山間地域とよく類似した現象が生じており興味深い。本稿では、ボッソウのチンパンジーの人口構造の変化とその要因を分析し、その高齢化現象の一因となっている長寿現象について報告する。

1960 年代にアフリカ各地で開始された野生チンパンジーの野外研究(例えばグドール, 1990)の研究史は浅く、今日ようやく 50 年のデータの蓄積を持つに至っている。しかし、チンパンジーは個体によっては 50 年を超えて生きるため、視覚的印象による推定年齢に頼らない実証データに基づいた人口学的分析は、あいかわらず困難な状況である。とりわけ、性成熟に同期して群を移籍することが多く観察されているメスについては、仮に一つの群れを長期間継続観察できたとしても、移入時の身体的特徴から年齢を推定せざるを得ないという年齢推定上の限界もあり、その生活史の全容はいまだに不明な点が多い。

近年、閉経がヒトに特異な現象であり、早期に繁殖活動を停止した老齢女性個体が血縁個体にもたらす利益のために進化的に獲得されたものであるという「おばあさん仮説 (grandmothering hypothesis)」が注目を集めている(例えば、

O'Connell et al., 1999)。狩猟採集民とチンパンジーの女性／メスの年齢別出産率の比較から、メスチンパンジーの繁殖停止年齢は個体ごとに異なり、閉経のような現象は見られない一方、ヒトは種レベルで閉経年齢が決められており、その分長期の閉経後生存期間が確保されていることが示唆されている (Emery-Thompson et al., 2007)。「おばあさん仮説」の厳密な検証のためには、より精緻な年齢推定によるチンパンジーのメスの生活史、とくに老年期の生活の解明が必須である。

ギニア共和国ボッソウのチンパンジー集団では、京都大学の研究チームにより、1976 年より今日まで 35 年以上にわたり継続調査が行われてきた(杉山, 1978)。観察当初より、個体数は 20 頭前後と比較的小さな群れであったが、2003 年に起こった呼吸器系感染症のため、いちどに群れの個体数の 4 分の 1 を失い(松沢ほか, 2004)、今日までその減少分を回復していない(図 1)。ボッソウのチンパンジーの主たる生息地は、ボッソウ村を取り巻く小さな丘に残る精霊の森と、それを取り巻く焼畑放棄林などの人為的植生であり(山越, 2009)、近隣のチンパンジー集団との間は、畑地や道路で分断されている。このような生息地の孤立状況が、

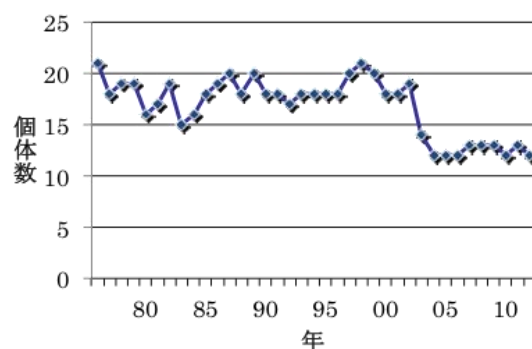


図 1. ボッソウのチンパンジーの個体数変動。

群れサイズや人口学的変数に影響を与えていることが考えられる。

ボッソウ群の人口の自然増加率に寄与するメスのチンパンジーの繁殖成績は、初産年齢が他の群れに比較して早く(10.9歳)、生涯繁殖成功も高い(Sugiyama, 2004)。生息地が分断化されている一方で、アブラヤシなど畑由来の植物が救荒食物として豊富に利用できるため、一年間のうちの端境期の食糧事情が緩和されていることの影響が示唆されている(Yamakoshi, 1998)。

他方、社会増減については、8-12歳のワカモノ期の個体の消失が顕著である(Sugiyama, 2004)。ワカモノメスの出自群からの離脱は、一般に近親交配回避のためのシステムとして理解されているが、ボッソウではほとんどのワカモノオス個体もこの時期に消失している。また、個体の移入については1976年以降一貫して観察されていない。頻繁な若オスの消失(移出?)と移入個体の不在という社会減要因が、好調な出産成績にもかかわらず個体数が増加しないことの原因であるといえる。

社会減の原因として最も大きいと思われる移入個体の不在については、いくつかの理由が考えられる。そもそも生息地が孤立しているために近隣の集団と隣接していないため、異なる群れ同士の接触の頻度は低いであろう。このことがある程度移入個体の少なさを説明するかもしれない。また、ボッソウ群は人口2-3千人という大きな村の周囲に、人々の生活場所と大きく重なりながら生息している。在来宗教に由来する人々のチンパンジーへの寛容さから、観察当初からかなりの程度人に慣れており(Yamakoshi, 2011)、また、1976年以降は個体追跡による徹底した観察により、人馴れがさらに進んだ。人を怖れる近隣のチンパンジー集団の個体にとって、ボッソウの群れは人の存在により近づきたい可能性が高い。人からチンパンジーへの感染症の伝播の可能性(松沢ほか, 2004)、村の子どもたちへの人身被害(Hockings et al., 2009)、農作物被害の深刻化といった、ボッソウで起こっている他の保全生物学的問題をあわせて考えると、人里近くに生息する孤立個体群に

対する過度な人付けが、さまざまな問題の原因となっていると言わざるを得ないだろう。

最後に、このような高齢化問題を考える中で、ボッソウのチンパンジーが並外れて長寿である可能性が浮かび上がってきた。上記のような状況であれば、もっと急激に個体数減少が起こっていてもおかしくないが、興味深いことに、ボッソウでは、1976年当時に在籍していたオトナ8個体が、少なくとも2003年の感染症による大量死までの27年間、一頭も欠けずに群れに存在し続けた(図2)。1976年の時点でオトナと判別されていたため、その時点で15歳と仮定すると、2003年には全員が40歳を超えていたということになる。さらに、2013年の時点で生存していた6個体については、その時点で50歳を越えていたことになる。野生チンパンジーは推定寿命が30歳代であると報告されてきたが(例えばタンザニアのマハレ群では36.3歳、n=26: Nishida et al., 2003)、ボッソウでは何らかの理由で他の集団を大きく上回る長寿が達成されているのかもしれない(図3)。食物の利用可能性や孤立個体群であることによる社会的ストレスの軽減など、現在いくつかの可能性を検討しているところである。

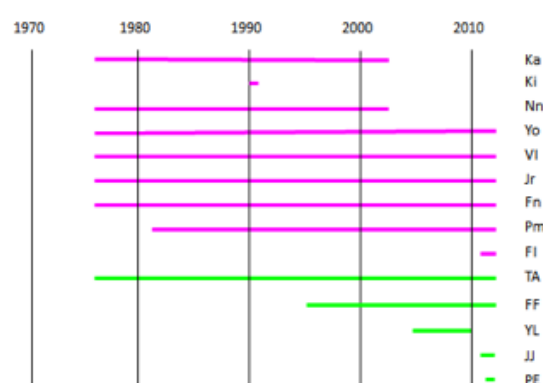


図2. ボッソウ群の成熟個体(>15歳)の個体構成。



図 3. ボッソウの老齢チンパンジーのメス。

文献

Emery-Thompson M, Jones J, Pusey A, Brewer-Marsden S, Goodall J, Matsuzawa T, Nishida T, Reynolds V, Sugiyama Y, Wrangham R, 2007. Aging and fertility patterns in wild chimpanzees provide insights into the evolution of menopause. *Current Biology* 17: 2150-2156.

グドール J 1990. 野生チンパンジーの世界. 杉山幸丸、松沢哲郎監訳. ミネルヴァ書房.

Hockings KJ, Yamakoshi G, Kabasawa A, Matsuzawa T. 2009. Attacks on Local Persons by Chimpanzees in Bossou, Republic of Guinea: Long-term Perspectives. *American Journal of Primatology* 71:1-10.

松沢哲郎、タチアナ・ハムル、カテリーナ・クルプス、ドラ・ビロ、林美里、クローディア・ソウザ、水野友有、加藤朗野、山越言、大橋岳、杉山幸丸、マカン・クールマ 2004. ボッソウ・ニンバの野生チンパンジー：2003年の流行病による大量死と『緑の回廊』計画. 霊長類研究 20:45-55.

Nishida T, Corp N, Hamai M, Hasegawa T, Hi-

raiwa-Hasegawa M, Hosaka K, Hunt KD, Itoh N, Kawanaka K, Matsumoto-Oda A, Mitani JC, Nakamura M, Norikoshi K, Sakamaki T, Turner L, Uehara S, Zamma K, 2003. Demography, female life history, and reproductive profiles among the chimpanzees of Mahale. *American Journal of Primatology* 59:99-121.

O'Connell JF, Hawkes K, Blurton Jones NG, 1999. Grandmothering and the evolution of *Homo erectus*. *Journal of Human Evolution* 36:461-485.

杉山幸丸 1978. ボッソウ村の人とチンパンジー：西アフリカ僻地の生態. 紀伊国屋書店.

Sugiyama Y, 2004. Demographic parameters and life history of chimpanzees at Bossou, Guinea. *American Journal of Physical Anthropology* 124:154-165.

Yamakoshi G, 1998. Dietary responses to fruit scarcity of wild chimpanzees at Bossou, Guinea: Possible implications for ecological importance of tool use. *American Journal of Physical Anthropology*, 106:283-295.

山越言 2009. ギニア南部森林地域における村落林の生態史—ドーナツ状森林の機能と成因. 池谷和信編. 地球環境史からの問い. 岩波書店. pp. 208-216.

Yamakoshi G, 2011. The "prehistory" before 1976: Looking back on three decades of research on Bossou chimpanzees. In: *The Chimpanzees of Bossou and Nimba* (T. Matsuzawa, T Humle, Y. Sugiyama, eds.). Springer, Tokyo, pp. 35-44.

「化石人類からみる老年期」

奈良 貴史

新潟医療福祉大学 医療技術学部理学療法学科

化石人類の存在が知られた当初から、“老人”と愛称がつけられた化石がいくつも存在する。例えば、1868 年、フランスの西南部クロマニヨン岩陰から出土した現代人の祖先として最初に認識されたクロマニヨン 1 号人骨や 1901 年、ラシャペロサン洞窟で発見され古典的ネアンデルタールとして有名なラシャペロサン人骨などが“老人”と呼ばれ親しまれてきた。しかし、頭骨の縫合の癒合状況等からの年齢推定はいずれも熟年段階である。人類学の分野で良く利用されるマルチンの年齢区分で老年段階とされる 60 歳以上の化石人骨の存在を、管見では確認できていない。農耕導入以前の人類社会において老人がどの位いたのかは、はっきりしない。採集狩猟民の人口学研究では、文化人類学者による現在の民族調査の方が、自然人類学者による過去の出土人骨に基づく古人口学調査よりも寿命が長くなることが指摘されている。近年、長岡は、この問題を解決するために日本列島における採集狩猟民である縄文時代人骨の腸骨耳状面の形状を高年齢者の死亡年齢推定に信頼性の高いベイズ法を用いた(長岡, 2010)。その結果、縄文時代人において従来存在しないとされていた 65 歳以上の占める割合が 32%とかなり高いことを示した。この数値の妥当性をここでは判断できないが、国内外を問わず出土人骨の鑑定作業をしていて、歯が全て喪失している、頭骨の 3 主縫合が内・外板とも癒合しているなど明らかに老人と思われる個体が増加するのは中・近世になってからの印象が強い。

また、人類進化における老人の増加について、アメリカの人類学者カスパーリらは、祖父母の存在が人類の社会に大きな影響を与えたと所謂「祖父母仮説」の進化的成り立ちを説いた(Caspari and Lee 2004, 2006)。彼らの研究は、歯の咬

	Old	Young	Total	OY
猿人	37	316	353	0.12
初期ホモ属	43	166	209	0.26
ネアンデルタール	37	96	133	0.39
後期旧石器	50	24	74	2.08

表 1. 人類 4 集団の若年老人比。Caspari and Lee (2004) を改変。

耗の進行状態により、若者と老人の 2 つに化石人骨を分類し、その比 OY (若年老人比) を求め、各進化段階で比較した(表 1)。これによると OY 比は猿人 0.12、初期ホモ属 0.25、ネアンデルタール 0.39、後期旧石器 2.08 と時代が新しくなると OY 比も上昇するが、後期旧石器時代において飛びぬけて高い値を示す。彼らはこの時代になって老人、すなわち祖父母が社会に普遍的に存在するようになり、長寿化によって世代間の情報の蓄積と伝達が高度な狩猟道具や芸術文化を発展させたと考えた。確かに、年代が新しくなるにつれて高齢者の割合が高いのは事実だろう。しかし、彼らが設定した孫がいてもおかしくない祖父母層が、30 歳以上としたのは現実に対応しているのだろうか。彼らは女性の初産年齢を 15 歳と仮定し、その 2 倍の年齢 30 歳以降を祖父母世代とした。20 世紀後半の採集狩猟民グング・サン、アグタ、アチェ、ムカシャイ・ヤノママの 4 集団の平均初産年齢は 18.9 歳であり(木下・浜野, 2010)、カスパーリの祖父母世代は 37.8 歳となり、30 歳から 8 歳ほど差は開く。

また、これらの集団の女性は 40 歳代前半でも若い時ほどではないが、普通に出産をしている。つまり、子育てを終了した女性が増加したことにより社会が変化したのではなく、いわゆる現役世

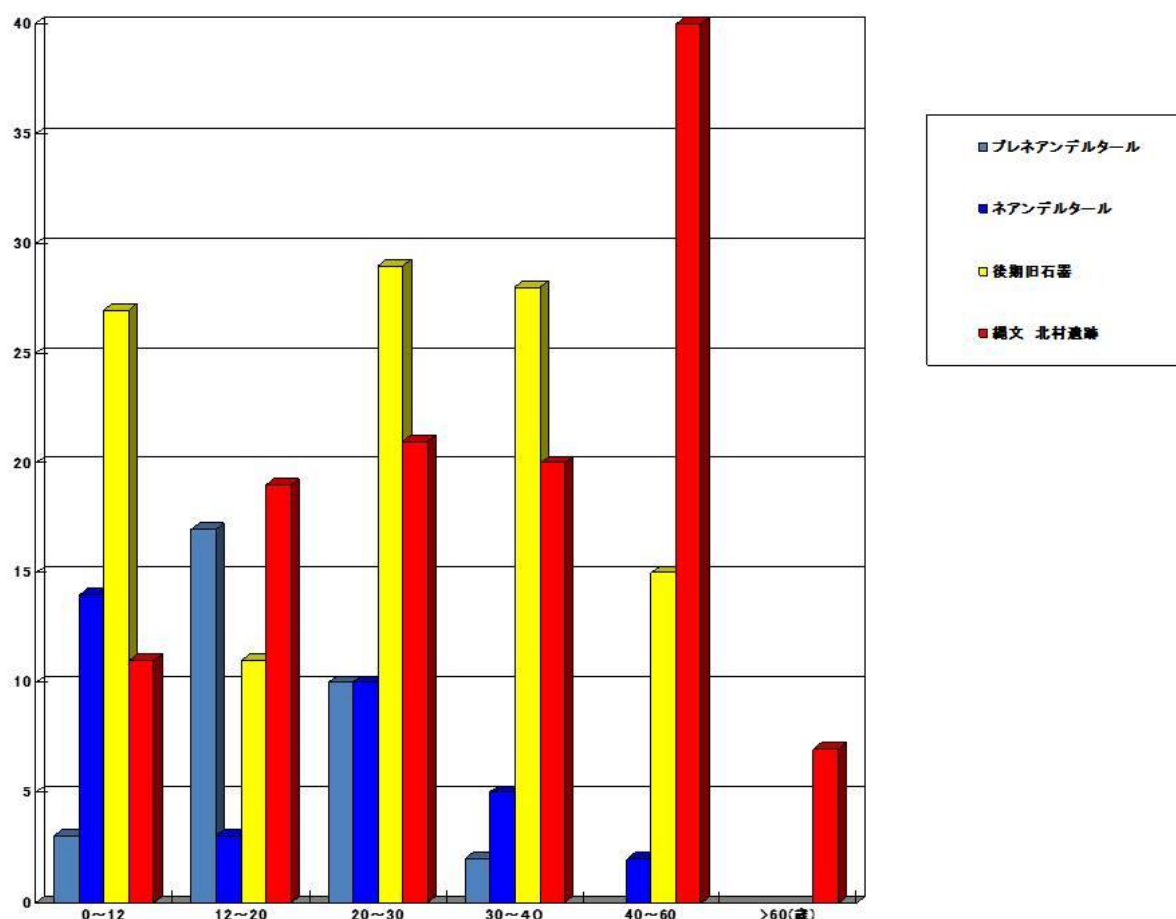


図1. 人類4集団の年齢別死亡分布。

代ともいえる働き盛りの増加によるものではないかという疑問が生じる。つまり、おばあちゃん革命でなくおばさん革命とも云える人口構造の変化が後期旧石器の社会変革を生んだのが実像ではないのか。

そこでヨーロッパを中心に化石人類の死亡年齢分布をもう少し細かく見てみた(図1)。ネアンデルタールの形態を萌芽的に持つとされている約30万年前スペイン・アタプエルカ洞窟出土人骨をプレネアンデルタール人、約20~4万年のヨーロッパと中東のいわゆるネアンデルタールの特徴を示す化石人骨をネアンデルタール人、ヨーロッパの現代人的特徴を備えているものを後期旧石器時代人、日本の縄文時代から長野県の北村遺跡の人骨を縄文時代人として死亡推定年齢を年齢段階ごとに集計した。年齢推定は、各報告書の記載に従ったので、年齢推定法にはばらつきがあるが、主

に頭骨の癒合状況、咬耗状況により判定されたものである。まず、プレネアンデルタール人は、10歳代の死亡がピークであり、30歳以上は稀である。現代では死亡率が低い10代が多く亡くなる傾向が、同時代の他の遺跡でも見られるか不明だが、若死にが社会に及ぼす影響は大きかったと思われる。ネアンデルタール人は死亡のピークが20歳代になり、30歳以上も20%程存在し、プレネアンデルタール人よりか寿命が延びたようである。ヨーロッパの後期旧石器時代死亡のピークは20歳代だが、30歳代以上は40%程度になる。確かに後期旧石器人は、それまでの人類に比較して長寿だが、生殖活動が終了した世代が著しく増加したのではなく、生殖活動が活発な30から40歳代が増えたことである。つまり現役世代が長くなったと理解されよう。老人段階の存在が明確になるのは、完新世の縄文時代になってからである。この推定で

は、老人は 6%と長岡の推定よりも低い、老人の割合が高くなる傾向はつかめているだろう。この時代の死亡のピークは、40～60 歳の熟年層で 34%になり老人を含めると 40%になる。仮に従来の古人骨の年齢推定が若く出る傾向にあるとしても、後期旧石器時代の老人が、縄文時代人を超えることはないと思われる。

一方、老人が社会で果たした役割は、数だけで決まるわけではなかろう。世代を超えた知識の伝達などは、集団に少数いれば十分な場合も考えられる。つまり、長老的存在の個体が集団に 1 人でもいれば良いのかもしれない。そうすると老人が社会で子育てに一定の役割を果たすような生産的なものと知識の伝授などの知的貢献とは分けて考えなければならない。もし、老人に一定の労働力を期待するなら、老人世代の確立は旧石器時代ではなさそうだ。集団に高齢者がいたとしても、偶発的であり、経済的活動を計算できない。しかし、老人の知を生かすという意味ではホモ属の早い段階からあったかもしれない。グルジア共和国のドマニシ遺跡からは約 180 万年の人類化石が複数出土している。中でも D3444/D3900 は歯がほとんど喪失しておるおり、推定年齢は熟年以上で老人の可能性もある。硬い食べ物を食べられない個体が生き続けられたのは周囲の介護があったと想定され、有名になった化石である (Lordkipanidze et al., 2005)。ドマニシ遺跡は、人類が、いつごろ、

どのような状態でアフリカを出たのかを探るのに重要な遺跡である。この個体の存在だけで人類の出アフリカと結びつけるのはあまりにも乱暴だが、老人の知恵が新天地への第 1 歩となったかもしれない。

文献

Rachel Caspari and Sang-Hee Lee, 2004. Older age becomes common late in human evolution. *Proceeding of the national Academy of Sience USA*101(30):10895-10900.

Rachel Caspari and Sang-Hee Lee, 2006. Is human longevity a consequence of cultural change or modern human biology? *American Journal of Physical Anthropology* 129:512-517.

David Lordkipanidze, Abesalom Vekua, Reid Ferring, G. Philip Rightmire, Jordi Agustí, Gocha Kiladze, Alexander Mouskhelishvili, Medea Nioradze, Marcia S. Ponce de León, Martha Tappen and Christoph P. E. Zollikofer, 2005. The earliest toothless hominin skull *Nature* 434:717-718

木下太志 2010. 狩猟採集社会の人口、木下太志・浜野潔編著「人類史のなかの人口と家族」1-22 晃洋書房.

長岡朋人 2010. 縄文時代人骨の古人口学的研究. *考古学ジャーナル* 606:25-28

「“老い”を考えるー進化と文化の医学的視点からー」

松林 公蔵

京都大学東南アジア研究所

はじめに

生命進化の上での基本原理は、「繁殖するのに十分なほど長く生きる」ことであった。しかし、21世紀の人類は、「繁殖後にも十分長く生きる」という、生命進化のプリンシプルでは解けない課題に遭遇している。1950年には日本人の平均寿命は50歳であり、65歳以上の高齢者の割合は5%に過ぎなかった。しかし現在の日本では、平均寿命は80歳を越え、高齢者の割合は24%、人生90年型の世界となった。人の“老い”が、個人の問題をこえて社会として認識され、老化が科学や医学の問題としてとりあげられるようになったのは、近々、この50年以内のことである。本稿では、人間の“老い”を中心に、進化と文化の文脈から考察する。

高齢社会の課題

高齢社会の課題は多岐にわたる。まず、人口学的には、本邦の高齢者のうちでも急速に増加するのが、欧米で「人生第4期」(The Fourth Age)と呼ばれる75歳以上の後期高齢者である。後期高齢者人口は今後20年間に倍増(1千万人増)し、「人生第3期」(The Third Age)といわれる65-74歳の前期高齢者人口を数においてはるかにうわまわる。人生第3期のヘルスケアに関する課題は、生活習慣病の予防と管理、社会活動の維持にあるのに対して、第4期高齢者では、生活機能障害、認知症などの老年症候群が顕在化するため、ひとたび要介護となった高齢者に対する適切な介護システムが必須となる。とくに日本では、生活機能・認知機能において現在自立している第4期高齢者に対する介護予防と健康増進への取り組みは喫緊の課題である。そして、少子高齢化とともに重大な問題が人口の減少、それに伴う労働人口の縮小である。労働人口の縮小は、同時に財政基盤の縮小をもたらし、超高齢化に伴う社会保障費をいかに

まかなうかが将来の経済政策の課題となる。そして、超高齢社会では、日進月歩する高度先進医療と完全には治癒が難しい高齢期慢性疾患とのバランスをどのようにとってゆくか、さらには、虚弱高齢者に対するケアの質の向上が大きな課題となる。

フィールド老年医学における“6D”

老年医学の課題は、多岐にわたるが、私たちはフィールド医学の視点から、英語のDで始まる6項目を重視して活動を展開している。すなわち、(1) Disease (疾病)、(2) Disability (生活機能障害)、(3) Dementia (認知症)、(4) Depression (抑うつ)、(5) Diabetes (糖尿病)、(6) Death (死の看取り) である。

(1)「病気」をあらわす英語には、語感を異にする3つの概念がある。Disease, Illness, Sickness である。Disease (疾病) という語は、人間になんらかの症状をきたす原因が何で、どのようなメカニズムによって、その異状がもたらされたのか、どう対処すれば科学的に適切か、といった近代科学にもとづいた原因志向的概念ともいえる。一方、Illness (やまい) という語は、疾病の結果として患者が体験する苦痛、自覚症状、不安など、患者の主観的体験のありようを重視する概念である。患者が癒しを求めるのは、Diseaseではなく、むしろ Illness である場合が多い。第3の病気の概念は、Sickness (病的状態) という語であらわされる。Sickness という語感は、Illness や Disease が「正常ならざるもの」、「善からぬ状態」、「異状」として社会化された概念である。近代医学の発展は、患者の苦痛をともなわず社会も病気とはとらえ

ていなかった状態から、さまざまな「病的状態」を発見し、社会化してきた。高血圧、高コレステロール血症など、将来の心血管事故の発生を統計確率的にたかめるリスク因子は、Disease ではあるかもしれないが医師から知らされない限り Illness ではなかった。しかし、医師からその存在を指摘されて以降は、Disease、Sickness と自覚するようになる。医療者はともすればこの Disease、Illness、Sickness を一元的に解釈しがちで、科学的前提で疾病の原因説明とその治療に重きをおく傾向があるが、本当に患者が求めているのは Illness の緩解であり、Sickness からの復権であろう。

- (2) Disability (生活機能障害) は、疾病に基づく場合もあるが、加齢そのものによってもたらされる。高齢者の転倒・骨折、寝たきりという生活機能障害は、進化的な文脈から見ると、約 700 万年前に、人類の祖先が直立二足歩行という革命的な能力を獲得した結果の Age-related Trade Off と考えることも可能であろう。
- (3) Dementia (認知症) は、かつては、ごく希な特殊な病態と考えられてきたが、人生 80-90 年の超高齢社会を迎えた現在、Common な疾患となっている。この認知症も、直立二足歩行と同様に、人類が数百万年前に獲得した脳容量の増大に伴う Age-related Trade Off といえるであろう。
- (4) Depression (抑うつ) も高齢者では重大な問題で、あらゆる文明において 8-9% の有病率を有する。
- (5) Diabetes (糖尿病) は、かつては裕福な階層に局限した疾患とみられていたが、現在では、世界中のいたるところで激増している Global な問題である。
- (6) Death (死の看取り) : 高齢者にとって Quality of Life が重要な課題であるのと表裏して、Quality of Death も大きな課題である。

生活習慣病の進化論的意義

少なくとも、人類の祖先がチンパンジーと分岐した 700 万年まえからおよそ 699 万年の間、私たちの遺伝子はその乗り物である身体を狩猟や採集を行いながら小さな集団で暮らすように適応設計してきた。感染症に打ち勝つ免疫系の確立、外傷による出血を最小限に食い止める止血機構の整備、飢餓をのりこえるためのエネルギー貯蔵の機構、激しい運動にも耐え得る神経・筋肉の反応系など、人間の遺伝子は石器時代の人間の生活様式と環境に最大に適応すべく人体を設計してきた。

石器時代の成人の寿命は長くても 30-40 歳ぐらいであったから、この最大の適応は 30-40 年くらいもてばよいように設計されていたに違いない。約 1 万年前から人類は農業を発明し、それまでの狩猟採集経済から農耕生活に徐々に移行し人口は稠密となってゆくのだが、寿命の長さに大きな変化はもたらされなかった。

しかし、とりわけ 20 世紀後半の 50 年間は、人類の生態 700 万年の歴史に驚異的な変革をもたらした。

先進諸国では、食糧供給が安定し人類がもっとも恐れた飢餓から解放され逆に飽食へと変化した。食成分についても貧困時代の糖質主体の食物はより高価な蛋白質、脂質にとってかわられた。産業構造の変化は肉体を動かす農業から終日座業へと人間のライフスタイルを変え、運動不足が恒常化した。しかし医学にとって何よりも顕著な革命は人間の寿命が著しく延長したことである。

石器時代に最適していた人体は、人生 80、90 年を初めて経験することになる。

脂肪、砂糖、塩は、人類の進化の歴史のほとんどすべてを通して常に不足していた。30 歳から 40 歳を人生とするほとんどすべての人が、これらの物質を可能な限り多く摂取するのが健康的であり環境に適応していた。

しかし、近年になって初めて可能となった十分な塩分摂取は 40 歳をこえるころから高血圧をうみ、脳卒中をもたらした。人間が飢餓を乗り越えるためにエネルギーを貯蓄する身体機構は、飽食

にであって糖尿病をうみだした。脂肪を体内に貯蔵して食糧危機の際に有効に利用するシステムであるコレステロール代謝系は、40歳以降血管壁にも沈着し始め、これが動脈硬化となって心筋梗塞をもたらす。高脂肪の食事と寿命の延長のためにがんの発生もうなぎのぼりに上昇している。成長期に骨にカルシウムを取り込む機構は、中年以降、動脈にもカルシウムを沈着させて動脈硬化を促進する。

最近、高齢者の慢性疾患、心筋梗塞、脳卒中、骨粗しょう症などに影響を及ぼす種々の遺伝子多型がぞくぞくと判明している。しかし、これらの遺伝子多型も、若年期には有用な作用をしていたのかもしれない。ここでも、若いときに恩恵を与える効果と、歳をとってからコストを強いる効果の両方をもつ遺伝子のトレードオフは、進化的文脈から考えると理解しやすい。

現在の先進国が直面している多くの慢性疾患は、人生30-40年の石器時代の環境には適応していた身体機構が、環境の急速な変化と寿命の延長によってもはや適応の予想をこえた状況といっても過言ではない。50年という時間は、遺伝子が進化適応して身体の調節機構を変革するためには、

余りにも短すぎるのである。

おわりに

周知のように、「古稀」という言葉が70歳を意味するのは、「人生70古来稀なり」という杜甫の詩句によっている。永い人類の歴史のいつの時代のどのような集団にも“老人”は存在したが、その数はきわめて少なく、人々は個人の「老い」と「死」を、疑う余地のない当然の運命として受け入れ、あらためて問いなおすまでもない自然の摂理と考えてきた。

人の“老い”が個人の問題をこえて社会として認識され、人の「老化」が科学や医学の問題としてとりあげられるようになったのは、近々、この50年以内のことである。

多くの人間が30歳か40歳以前で亡くなっていた数百万年にわたる長い先史時代、また多少の例外を除いて大多数の人が50歳か60歳くらいまでには死を迎えていた数千年におよぶ歴史時代、そして、かなりの人が80歳、90歳まで生きようになったこの数十年、その時代によって、「老人」のとらえかたは各々異なっていたであろう。

私たちは、20世紀後半になって、農業革命以降

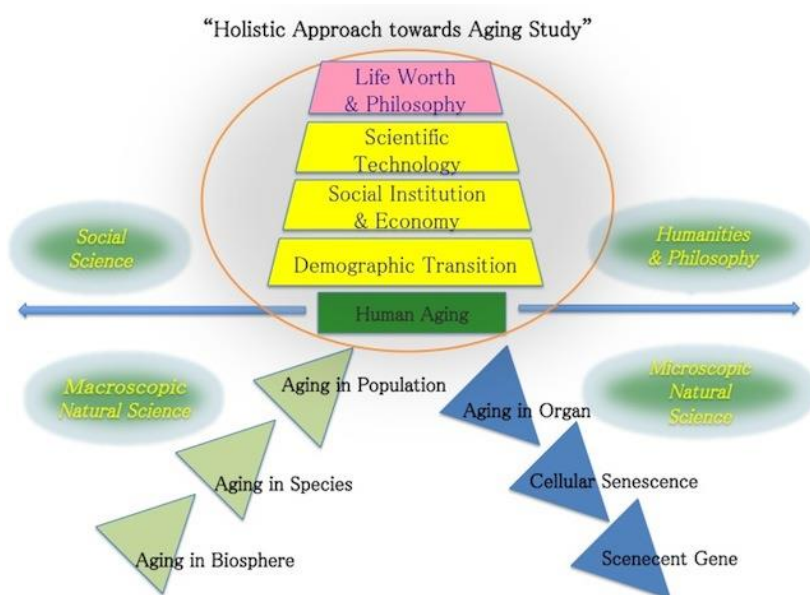


図 1. 老化研究に要請される総合的なアプローチ

最大規模の人口革命、人類史上初の寿命革命を経験したが、人類の文化的遺伝子は、それまでの歴史上のあまたの課題よりもさらに多くの生存基盤にかかわる課題と対峙せねばならなくなった。

高齢者が、生の終わるその最後の瞬間まで、豊かな生きがいと従容とした自得をもって生き、そして尊厳をもって安らかな最期を迎える、という事態は、すぐれて個人的問題ではあるのと同時に、そういった社会の枠組み—人類の生存基盤—を、進化の産物である私たちの「脳-叡智」がはたしてつくりだせるか否かにかかっている。

“老い”に関する考察は、自然科学的にはミクロなレベルからマクロなレベル、さらには制度や経済などの人文社会的な視点と同時に、人間の生き方に関する価値の問題、すなわち哲学が要請される学際的な課題である（図 1）。

文献

- Matsubayashi K, Okumiya K, 2012. Field medicine: A new paradigm of geriatric medicine. *Geriatr. Gerontol. Int.* 12:5-15.
- Matsubayashi K, Ishine M, Wada T, Ishimoto Y, Hirotsaki M, Kasahara Y, Kimura Matsubayashi K, Geriatric issues from the standpoint of human evolution. *Geriatr. Gerontol. Int.* (in press).
- Mizuno Y, Takeshita H, Matsuzawa T, 2006. Behavior of infant chimpanzees during the night in the first 4 months of life: smiling and suckling in relation to behavioral state. *Infancy* 9: 221-240.

第32回シンポジウム

「人類進化における母乳哺育」

日時： 2014年 6月7日（土）13:30～17:30

場所： 東京大学医学部 3 号館N101 教室(本郷キャンパス)

オーガナイザー：久世 濃子（国立科学博物館人類研究部，日本学術振興会）

薦谷 匠（東京大学大学院新領域創成科学研究科，日本学術振興会）

＜シンポジウム趣旨＞

大型類人猿では、他種に比べて授乳期間が長く、成長が遅い「少産多保護」の繁殖戦略がとられている。ヒトは他の類人猿とは異なり、授乳期間を短縮し、短い間隔で次々と出産するが、子の成長は遅い「多産多保護」という独自の繁殖戦略を進化させてきた、と言われている。ヒトの進化の過程で、「授乳（母乳哺育）」がどのように変化してきたのか、を考えることは非常に重要である。しかし、ヒトの授乳行動は文化の影響も強く受ける一方で、近年まで科学研究の対象になることが少なく、現在でも科学的知見は十分ではない。特に20世紀には、先進国を中心に人工乳の利用が爆発的に増えることで母乳に関する伝統（経験知）がすたれ、母乳率（母乳のみで栄養がまかなわれている乳児の割合）が世界的にも激減した。しかし最近では、自然志向の高まりや、人工乳のデメリットを指摘し、母乳育児の推進を掲げるWHO（世界保健機関）や周産期医療・小児医療の専門家による働きかけもあり、母乳率は先進国を中心に増加傾向にある。母乳で育てたいという（母）親は増える一方、母親自身の母乳に関する経験や知識の不足、母乳哺育に「やさしい」とは言いがたい現在の社会環境などの為に、母乳哺育にまつわる悩みをかかえる母親は多い。母乳哺育は人類進化の根幹をなす、重要な生物学的トピックであると同時に、現代社会でも大きな課題になっている。

本シンポジウムでは、まず、霊長類およびヒト（現代人及び古人骨）の授乳と離乳を、地球化学の手法を用いて客観的・定量的に明らかにする研究を報告してもらう。次いで母乳の成分や授乳行動が、母子に与える生理学的な影響や、医学上の知見など、母乳哺育の科学的知見についても報告してもらう。さらに助産師から、日本における母乳哺育の現状と課題について報告してもらう一方、研究者から狩猟採集民社会における母乳哺育の実態を報告してもらい、ヒトの母乳哺育の多様性と共通点を議論する。最後に人類学的な視点から、ヒトの母乳哺育がどのように進化してきたのか考察し、現代の母乳哺育をめぐる諸問題に人類学がどのように貢献できるか、議論したい。

講演者：

薦谷 匠（東京大学大学院新領域創成科学研究科，日本学術振興会）：同位体および微量元素を用いたヒトと霊長類の離乳年齢の推定

沖津 祥子（日本大学医学部）：母乳育児と母親の感染症

松崎 政代（東京大学大学院医学系研究科）：日本の母乳哺育の現状と課題

高田 明（京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科）：狩猟採集社会における授乳の特徴と働き