

## ヒトが獲得した身体と神経系

小寺春人\*

Human body and the nervous system as acquired by human beings

KODERA, Haruto\*

## Abstract

I would like to emphasize that the improvement of moving ability of man has been the main factor responsible for evolution of man from the ape. As for the erect posture, it is especially important to acquire advanced moving ability of arms. With this advanced moving ability, it was necessary to develop brain nervous system further in order to control locomotion. Hypertrophy of the brain may have been caused in response to brain's motion control function, which in turn invented consciousness and language.

Key words: Homininae, evolution, locomotion, ethology, ape

ヒトがサル（類人猿）から、いかに進化してきたのか。この古くて新しい課題を、主として運動能力の向上に焦点をあてて考えてみたい。エンゲルス（1956）は、サルからヒトへの進化に労働の獲得が決定的である、と指摘している。この労働を可能にした身体構造の前提と、労働により改変されてきた身体構造および、身体をコントロールする神経系の変化のいくつかの断面を見てみたい。なお、労働についてエンゲルスは「労働は道具の製作をもってはじまる」とし、そのもっとも古い道具は狩猟（武器でもある）と漁労の道具だとしている。ところが近年の類人猿の研究からの反論もおおく、チンパンジーにも多様な道具の製作や使用が見られ、道具使用による労働の定義とヒトとサルの境界の定義は曖昧だとの見方がある。また、人類の使用するものを道具だと定義すると、循環論法に陥ることになる。エンゲルスは、労働には計画性が含まれるとしており、これもまた定義次第で循環論法になるが、ヒトが自然にはたらかせ、その結果を予想する能力や、完成品をあらかじめ想定した高度な石器類の作製は、類人猿の道具使用から連続しているもの

の、量的にも質的にも飛躍があったものと考えられるのである。

## 1. 直立二足歩行

直立二足歩行がサルからヒトへの分岐点にあったことは、人類学の上で異論の少ないところである。問題は、なぜこの非効率的なロコモーションが成立したのかである。まず前提として類人猿段階での樹上適応により、つまり木に登る際に体幹が垂直になって下肢が下方に向くなど、体軸を水平位から垂直位に変更していた。そこに、手を単なる枝の把握だけでなく、食物の獲得のための何らかの「物」の把握に特殊適応させ、地上での身体の恒常的な支持が不可能になっていたと思われる。たとえば手で石を握り、骨を砕いて食べた（島，2003）ように、手の食性への決定的な適応が先行していた、と考えることによって一定の説明ができよう。なお *Ardipithecus ramidus* の研究（White, T. W. *et al.* 2009）から、この初期人類は C3 および C4 植物食であったとされるので、なんらかの植物採取への手の適応も考える必要があろう。

2009年9月15日受付，2009年12月11日受理

第27回化石研究会総会・学術大会で発表

\* 〒230-8501 神奈川県横浜市鶴見区鶴見2-1-3, 鶴見大学歯学部解剖学教室

Department of Anatomy, Tsurumi University School of Dental Medicine, 2-1-3 Tsurumi, Tsurumi-ku, Yokohama 230-8501, Japan

E-mail address: koderah@tsurumi-u.ac.jp

また、初期人類の二足歩行は非効率的でかつ不安定なために木から木へ移るさいには、地上を「駆け足」により走ったものと推測されるのである。なぜなら、駆け足のほうが安定しており、それはちょうど幼児がゆっくりと歩くのを不得意とするのに類似しているからである。いったん二足歩行を獲得した後に、二足歩行は改良され、とくに長距離移動にすぐれたロコモーションとして確立したのではないだろうか。

直立二足歩行の進歩において、注目すべき骨格の変化は骨盤にある。類人猿の骨盤は頭尾方向に長く幅の狭い構造をしているが、かの「ルーシー」*Australopithecus afarensis* の骨盤は頭尾方向に短く左右に幅が広い。このルーシーの骨盤の幅広さは、現代人の骨盤をはるかに凌いでいる (Berge *et al.*, 1984)。幅広の骨盤は一義的には直立二足歩行への適応であるだろうが、副次的に骨盤と胸郭の間の空間を拡大する結果となった。つまり類人猿では胸郭と骨盤が接近しており、腰椎領域の脊柱の運動範囲が制限されていたが、*Australopithecus* 以降は腰椎の可動域が拡大し、体軸の側屈や回旋がきわめて大きくなった。腰椎領域を中心とした脊柱の可動域の拡大は、次に述べる上肢の自由な運動と強い関連性を持つものであり、よりいっそう高度な上肢の運動能力を獲得するための前提としての二足歩行がはじまったと見られる。

人類が直立二足歩行を獲得した要因については、おおくの諸説と考案があることを承知しているが、手の特殊化に主因をおいた見方を提示しておきたい。

## 2. 手の運動能力

ヒトの手(上肢)の特徴は他の霊長類に比べて、親指が長い、母指対向性によって物を掴むのに優れている、前腕の回旋運動(回内回外運動)の範囲が大きい、肩関節の自由度が高い、などをあげることができる。

手の親指についてみると、チンパンジーの手は掌が長く相対的に指が短い。とくに親指が短く、現代人のように母指対向性による操作が困難である。しかし、*Australopithecus afarensis* ではすでに親指の発達が見られ、現生類人猿より精密な運動が可能であり、道具使用や道具製作に適用していたという (Stern and Susman, 1983)。*Homo erectus* や *Homo sapiens neanderthalensis* の手の骨格は現代人に類似するが、指の骨格が太く短いなどの特徴があり、その把握力は優れているものの操作性が低く、現代人ほどの器用さはなかったと推測されている (Trinkaus, 1992)。その後に見られた新人が現代人的な手、とくに細長い指をもち細かい作業のできる手を獲得し、後期旧石器時代の卓越した石器を生み出したものと考えられる。なお、現生類人猿と現

代人の比較解剖学から、手の親指の末節骨に付く長母指屈筋はヒトでは独立しているが、類人猿では第2-5指の末節骨に付く深指屈筋と一体化した一つの筋であることが知られている (Straus, 1942)。最近の研究から長指屈筋の独立は *Ardipithecus ramidus* の手にすでに見られるという (White, T.W. *et al.* 2009)。

上肢全体の運動能力は、上肢の各関節の自由度のみならず直立姿勢と関連した身体全体の運動のなかで自由な上肢の運動を可能にしている。先に述べたように、とくに幅広の骨盤に伴った腰椎領域の自由度の向上が上肢の運動と深く関連している。たとえば投石を例にとれば、前後に開いた下肢、脊柱の側屈、回旋、前後屈運動、これらと連動して上肢の運動がある。つまり、手の運動能力は直立姿勢の上に成り立っているのである。この点を考慮すると、手と上肢全体の運動能力が二足歩行に先行してあらわれ、上肢の運動のために直立姿勢が二次的に生じてきた可能性もありうるのである。このような脊柱の運動を可能としたのは、寛骨の形状から *Australopithecus* の段階から、あるいはその前段階の *Ardipithecus* にすでに幅を拡張していたとされるので (White, T.W. *et al.* 2009)、初期人類の段階からある程度の腰椎の可動域を獲得していたと考えられる。しかし、腰椎の形態そのものはチンパンジーとの類似性が高く、運動は制限されていたであろう。*Homo erectus* では、棘突起の下方への傾斜が弱いなど若干の原始性を残すとされるが、現代人と類似している。さらに *Homo sapiens neanderthalensis* に至ると、椎骨の形状は現代人の変異に含まれるとされ、いわゆる古代型ホモサピエンスの段階から現代人と同様な脊柱の運動を可能とし、これと連動して手(上肢)の運動能力が向上したと考えられるのである。

## 3. ヒトとチンパンジーの運動比較

では、ヒトが獲得した運動能力はどのような種類の運動であり、その運動能力はどれくらいだと評価できるのだろうか。このためのもっとも簡便な方法として、チンパンジーとヒトとの行動を比較検討することにした。ここでチンパンジーをヒトとの比較対照として選ぶ理由は、化石人類の行動復元は限界があるので現生類人猿との比較をせざるを得ないこと、類人猿のなかでもチンパンジーがヒトに近似した行動をしていると直感的に感じられ、また遺伝学的にも近縁だとされるからである。そこで、多様なチンパンジーの行動をヒトが模倣してみた場合に、どちらが器用で優れているかを検討する。

チンパンジーの行動に関しては、野生および飼育下のチンパンジーの諸研究から、あわせて749項目の行動パターンが分類されている (Plooij, 1984；

Goodall, 1989; Nishida, 1999). ここでは、これらの行動項目が含まれたビデオ・クリップを使用した。このビデオは「岐阜大学ポケットゼミナール」が立ち上げているインターネットサイトによる京都大学霊長類研究所の飼育チンパンジーの行動記録ビデオである。比較の方法は、このインターネットサイトに掲載されている593項目のチンパンジーの行動を、主観的にヒトと比較した。つまり筆者自身がチンパンジーの各々の行動を自分で模倣した場合を想定し、そのシミュレーションを主観的に比較してみたのである。そ

の結果、ヒトのほうが劣るのは「下肢でぶら下がる」や「四足歩行」など限られた約20項目の行動(3.4%)にすぎなかった。つまりヒトがチンパンジーに劣るのは、足の把握能力や四足歩行に関わる行動に限られているのである。なお、チンパンジーの行動項目には「糞食」なども含まれており、これを行動能力の比較項目に入れるには、はばかられるので除外している。これらのチンパンジーの行動目録の一部を抜粋して示したのが表1である(表中、\*印で示した項目はヒトが劣ると判断した)。

表1

|                  |                                      |                                    |
|------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 木登り              | 後転                                   | 左手で小石を拾い右手に集める                     |
| 枝ぶら下がり           | 枝へのジャンプ                              | 右示指で鼻をほじくる                         |
| 二足歩行             | *後ろ足でロープにぶら下がる                       | 左小指で耳孔をほじくる                        |
| *四足歩行            | *後ろ足でぶら下がって揺らす                       | ツメ噛み                               |
| *ギャロップ           | 二本足で回転                               | 寝転んでバタ足                            |
| *ナックルウォーキング      | 左右各両手足打ち                             | 樹皮を歯で剥ぐ                            |
| つまむ              | 前転                                   | 立って見る                              |
| 投げる              | 二本足ジャンプ                              | 唾を飛ばす                              |
| 皮膚を掻く            | ロープ前まわり                              | *足の指をしゃぶる                          |
| *下肢で掻く           | ロープに腹ばいで揺らす                          | 虫を払う                               |
| 掻く               | ロープにつかまり、回る(ターザンごっこ)                 | グルーミング                             |
| グルーミング           | *ロープでのウンテイ                           | グルーミングの要求                          |
| 棒を振り回す           | *鉄棒の上に二本足で立つ                         | 枝を振り回して攻撃                          |
| 蟻釣り              | *ロープに足でぶら下がって葉を取る                    | 互いに慰めあい                            |
| 堅果割り             | 丸太を指でほじくる                            | 抱擁                                 |
| *ブラキエーション        | 噴水の噴水孔を手で押さえて水圧をあげ、そのあと高く噴出した水を上げて取る | スラスト                               |
| 背中のにのる           | 口に含んだ水を吹き飛ばす                         | 挨拶、鼻付け、足に口をつける。                    |
| *腹にしがみつく         | 木の枝を足で折る                             | *毛を逆立てる                            |
| 飛び移る leap        | 足踏み                                  | 投石アンダスロー                           |
| ロープを降下 descend   | *ロープと細枝にのり葉をもぎ取り食べる                  | *四足で走る                             |
| はしごを登る           | 手のひらに顆粒を載せる                          | 木を振りまわす                            |
| はしごを降りる          | 地面の細かい餌を手で寄せ集める                      | 二足歩行において骨盤を回旋させている(他個体に向けてのディスプレイ) |
| *綱渡り             | ロープにぶら下がって葉を食べる                      | 叩く                                 |
| 尻すり移動            | *ひょうたんを噛み砕く                          | ロッキング                              |
| しゃがみ移動           | 蛇口をひねり、水を飲む                          | 木揺すり                               |
| スロープをすべり降りる      | 植物をしがみ、後で吐き出す                        |                                    |
| ロープを揺らす          | *糞食                                  |                                    |
| 木の棒を曲げる          | 吐瀉物食                                 |                                    |
| 木の棒をフィーダーに入れて揺らす | 飲尿                                   |                                    |
| 木の棒で池のコイを追い回す    | 口にくわえて運搬                             |                                    |
| 背中で押しつぶす         | 背に載せて運搬                              |                                    |
| 麻袋をかぶる           | 石を片手で抱えて運搬                           |                                    |
| ホースに棒を突っ込む       | 木を片手でぶら下げ運搬                          |                                    |
| 麻袋をかぶり飛び降り       |                                      |                                    |
| かえるを掴んで遊ぶ        |                                      |                                    |
| 容器に石を詰める         |                                      |                                    |
| 葉の柄を摘み回す         |                                      |                                    |
| 丸太揺らし            |                                      |                                    |

\*印は、ヒトが劣ると思われる項目。

一方、指先で物を掴む、物を投げるなど、ほとんどの行動項目はヒトのほうが圧倒的に優秀である。チンパンジーの器用な行動として知られる棒を使った蟻釣りや、アブラヤシの実を石で叩きつけて割るなど、チンパンジーが道具を使用する場合にも、類人猿の行動としては驚くべき高度な行為ではあるが、ヒトが同じ作業を行うなら、はるかに効率的で器用な操作ができるはずである。

比較項目の中で、投石のように物を投げる行動をとりあげると、ヒトはいわゆるオーバースロー (overarm pitch) によりかなり正確に遠距離へ投げることができるが、チンパンジーはいわゆるアンダースロー (underhanded pitch) しかできず、遠方に物を投げることができない。おそらくこの違いは、ヒトの肩甲骨の上方への回旋の大きさや上腕の外転位での回旋運動、そして直立姿勢が関連しているであろう。このようにヒトの器用さや運動能力の高さは、身体的構造の違いに基づくが、それ以上に神経系のコントロールの違いがあるものと考えられる。

また、チンパンジーとの行動比較において、四足による「ギャロップ」ではヒトがチンパンジーに劣ると判断されるが、テレビタレントの「いとうけんいち」氏は四足走法で100mを18秒台で走った世界記録をもつという (宮崎加菜子, 2009)。これなどは多様な運動へのヒトの適応度の高さを示しており、ヒトの特質というべきであろう。ヒトの行動を評価する場合に、平均的能力 (この内容は議論しない) を対象とするのか、人類集団の突出した能力をもつ個体を比較するのかが今後の問題であろう。上記の「いとう」氏のように、ヒトの運動能力は個人の意思により高めることができるという精神的な能力をもつ点が、むしろヒト固有の特徴として考える必要があるのかもしれない。

省みれば、ヒトの運動能力の多様性と高さは、動物と比較するまでもない。それはスポーツを見れば明らかで、スピードと力において劣る場合があっても、運動の多様性と滑らかさにおいてはヒトが圧倒的に秀でている。

これらのスポーツの運動の起源が労働にあることが推測されており (内海, 1986)、労働、すなわち意識的な運動こそが優れた運動能力を獲得させた源泉であったと考えられるのである。

#### 4. 神経系の発達

神経系の発達、つまり脳の発達はおそらくヒトの運動能力の向上、とりわけ器用でなめらかな運動コントロールに寄与していると考えられる。人類史のなかで *Homo erectus* 段階と *Homo sapiens* の出現期の2段階に飛躍的な脳の肥大化があったことが知られている

(Aiello and Dean, 1986)。したがって、この2つの時期にヒトの運動能力の大きな進歩があったと推測されるのである。先に述べた手の発達とも関連し、石器の進歩と深い結びつきがあると考えられる。また一方でヒトの成長・発育過程においても、脳の肥大化と運動能力の向上の間に関連が推測されるのである。

近年の脳の研究から、視覚的に認識できる遠位空間と、手の届く身体的に接触のできる近位空間が区別されることが知られている。サル (*Macaca*) の実験では、手に熊手を使用させると、熊手を身体の一部とした近位空間が広がることが示されている (Iriki *et al.*, 1996)。このような道具を身体化する神経系の適応がヒトにおいて飛躍的に発達したと推測されるのである。道具で対象物を操るだけでなく、飛び道具により空間的に身体と不連続な空間をも身体化することができたと思われる。飛び道具を正確に飛ばすことができ、スポーツでは野球のようにバットで運動体のボールを打つことができるのは、このためであろう。このような能力は類人猿にはない、と推測される。

脳の「ミラーニューロン」(Rizzolatti *et al.*, 1996) の発見から、他者の行動を見たときに、自己の脳内でその行動と同じ運動性のニューロン活動が現れること、他者の行動を自己の脳内に再現して認識している可能性が明らかになってきた。つまり、他者の行動を理解するには、自己にその模倣シミュレーションが必要になる。自己の運動に他者の行動の認識、理解の基礎があることになる。したがって、短絡的な論理のそしりはあるが、運動能力が発達することは同時に認識能力の向上を意味していることになる。

三次元空間の認識とその意識化はヒトの特徴の大きな一つと考えられる。哺乳類は一般に身体が接触する空間を中心に三次元空間を認識していると推測されるが、先に述べたようにサルでは手に持った熊手を媒介した空間座標を持っているようである。さらに人類では、投石を例に考えるなら、運動に端を発した石の軌道が正確に予測されなければならない。このように身体運動を介して三次元空間が認識され、これが脳内に反映された空間座標が形成されると考えられる。投石の石の軌道は時間軸をも反映しているから、身体運動を介した時間軸を含めた四次元空間の座標が脳内に形成されるであろう。この時間軸の広がり、投石といった短時間にとどまらず、狩における長時間の追跡や待ち伏せのように、活動の進歩にあわせて拡張したことであろう。また、大脳内の座標系は統一された単一の系ではなく、視覚や触覚のそれぞれの異なった多重的な構造をもつものと推測されている (Rizzolatti *et al.*, 1996)。

ヒトの物体認識、わけても人物の認識や記憶はこの

脳内の座標に位置づけられる特徴をもっていると考えられる。たとえば、家族の一員を想起する時、その人物が存在していると思われる地理的な場所とともに思い出すのではないだろうか。人物をはじめ物体の記憶は、脳内の地理的な座標に結びつけて記憶される機構があるものと推測するのである。ところが、死者を想起する時は、生活空間に位置づけると実在性と齟齬をきたすので、墓という死者の居場所を脳の記憶機構が必要とするのではないかと考える。そうであるなら、墓の起源は人を位置づける脳内座標の進化的な起源を意味していると考えられるのである。

最後に言語の起源についても触れておきたい。音声言語が成立するためには、直立姿勢に伴った喉頭の下行による咽頭の拡大が前提となる。一方で、動物の鳴き声が言語に発展する可能性は否定的に考えられている。なぜなら動物の鳴き声は情動の表出であり、言語の本質である抽象的な概念の記号とは隔たりが大きいからである (Hauser, et al., 2002)。そこで、言語の起源は音声言語に先行して身振り語があったとする説がある (コーバリス, 2008)。身振り語には、とくに手の運動が大きく関与している。手の運動は舌の運動との関連性が深く、たとえば針に糸を通す作業をしていると、思わず舌が出たりするのを経験する。感覚における共感覚が知られているが (ハリソン, 2006)、同じように運動系における「共運動」ともいべき現象が見られる。この点を考慮すると、身振り語や手話から容易に音声言語を導いた可能性が考えられるのである。神経生理学からも、運動観察のさいに活性するミラーニューロンの一つの系が運動性言語野 (ブローカー野) に近接もしくは重複していることから、身振りから音声言語が派生した可能性が示唆されるのである (リゾラティ・シニガリ, 2009)。

また、幼児時期の言語獲得には、名詞の発話が動詞としての使用から始まることが知られている。つまり「コップ」という名詞を、幼児は「飲む」という動詞として獲得するという。多様な形状と色のコップを一つのカテゴリーとして抽象する概念を得るには、脳の処理過程としてきわめて複雑な作業の必要があるにちがいない。しかし、飲むという運動行為に伴う動詞としての「コップ」は単純である。ここでも、運動が言語を生み、認識の基礎となったと考えられるのである (Kobayashi, H., 1997; 小林ほか, 2008)。

## 5. まとめ

井尻・後藤 (1996) は、人体の特徴を見るさいに生物学的な観点のみならず、社会科学の観点から見る必要性を述べている。その社会科学の見方の根本は労働にあるという。労働を構成するものは「労働力」「労働

手段」「労働対象」の3つの要素であり、このうちの「労働力」の主体は人体そのものだという。その労働力をにう人体の改変は、すでに現代人 *Homo sapiens sapiens* (新人) が登場するまでの間に完了し、それ以降はおおきな変化がなかったという。近年の化石人類の発見に照らしても、この見方には妥当性があると思われる。したがってこの小論で論じた人体の変化は、人類の起源から新人が登場するまでの範疇に属することになる。自然を改変し物質的および精神的な要求のために生産力を増強させる過程で、合目的な労働力としての行動の結果が運動器を改善させ、飛躍的な神経系の発達をもたらした、と考えられる。ここでとくに強調した点は、労働と結びついた運動能力の進歩こそが人類進化の主因で、そのために発達した神経系の発達が、いわば副次的に高次な精神作用を生み出したと考えられることである。これまでは、ヒトの運動能力の比類のない高さに焦点を当てた人類成立の見方に乏しかったと思われる。

今後は、この人体改変のさらなる具体的な道筋を明らかにする必要があるだろうし、また未来に向かっての人体のあり方を考える時期にきていると思われる。なぜなら、たとえば現代人の精子数は急速に減少し、また精子の奇形化がすすんでいるとされ、人類の存在そのものを脅かしているからである。このような人類の将来的な問題には、人体のたどってきた特異な進化過程が解決の糸口になるのではないだろうか。

## 引用文献

- Aiello, L. and Dean, C. (1990) *An Introduction to Human Evolutionary Anatomy*. Academic Press, London, pp.190-195.
- Berge, C., Orban-Segebarth, R. and Schmid, P. (1984) Obstetrical interpretation of the australopithecine pelvic cavity. *Journal of Human Evolution* **13**, 573-587.
- コーバリス, M. 大久保街亜訳 (2008) 言葉は身振りから進化した。頸草書房, 東京, 260-264頁
- エンゲルス F., 田辺振太郎訳 (1956) 自然の弁証法, X章: サルの人間化するに当たっての労働の役割。岩波書店, 東京, 238-259頁。
- 岐阜大学ポケットゼミナール: <http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/koudou-shinkei/shikou/gifu-poke-web/index.html>
- Goodall, J. (1989) *Glossary of Chimpanzee Behaviors*. Jane Goodall Institute, Tucson Arizona. <http://www.discoverchimpanzees.org/behaviors/top.php>
- Hauser, M. D., Chomsky, N. and Fitch, W.T. (2002) The faculty of language: what is it, who has it,

- and how did it evolve? *Science* **286**, 2526-2528.
- 井尻正二・後藤仁敏 (1996) 新・ヒトの解剖, 築地書館, 東京, 256-278頁.
- Iriki, A. Tanaka, M. and Iwamura, Y. (1996) Coding modified body schema during tool use by macaque postcentral neurons. *Neuroreport* **7**, 2325-2330.
- ジョン・ハリソン, 松尾香弥子訳 (2006) 共感覚—もっとも奇妙な知覚世界. 新曜社, 東京, 235-293頁.
- Kobayashi, H. (1997) The role of actions in making inferences about the shape and material of solid objects among Japanese 2-year-old children. *Cognition* **63**, 251-269.
- 小林春美・佐々木正人編 (2008) 新・子どもたちの言語獲得. 大修館書店, 東京, 91-106頁.
- 宮崎加菜子 (2009) 両手両足で100メートル走の世界記録保持者いとうけんいちさん. 朝日新聞, 44364: 2 (2009年10月25日朝刊).
- Nishida, T., Kano, T., Goodall, J., McGrew, W. C. and Nakamura, M. (1999) Ethogram and ethnography of Mahale Chimpanzees. *Anthropological Science* **107**(2), 141-188.
- Rizzolatti, G. G., Fadiga, L., Gallese, V., Fogassi, L. (1996) Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research* **3**, 131-141.
- リゾラティ・シニガリ, 柴田裕之訳 (2009) ミラーニューロン. 紀伊国屋書店, 東京, 68-150頁.
- 島 泰三 (2003) 親指はなぜ太いか. 中央公論, 東京, 142-255頁.
- Straus, W. L. (1942) Rudimentary digits in primates. *Quarterly Review of Biology* **17**, 228-243.
- Stern, J. T. and Susman, R. L. (1983) The locomotor anatomy of *Australopithecus afarensis*. *American Journal of Physical Anthropology* **17**, 481-496.
- Trinkaus, E. (1992) Evolution of human manipulation. In: Jones, S., Martin, R. and Pilbeam, D. (eds) *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution*, pp.346-349, Cambridge University Press, Cambridge.
- 内海和雄 (1986) スポーツの労働起源論・遊戯論研究. 一橋大学研究年報・人文科学研究 **20**, 123-167.
- Plooi, F. (1984). *The Behavioral Development of Free-Living Chimpanzee Babies and Infants*. Norwood, N. J.: Ablex, 207pp.
- White, T. D., Asfaw, B., Beyene, Y., Haile-Selassie, H., Y., Lovejoy, O.C., Suwa, G. and Gabriel, G. W. (2009) *Ardipithecus ramidus* and the Paleobiology of Early Hominids. *Science* **326**, 64, 75-86.