

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：82617

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24657173

研究課題名(和文) ヒトの生理的早産の進化をさぐる新手法

研究課題名(英文) New approach to the origin of human secondary altriciality

研究代表者

海部 陽介 (Kaifu, Yousuke)

独立行政法人国立科学博物館・人類研究部・研究主幹

研究者番号：20280521

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円、(間接経費) 750,000円

研究成果の概要(和文)：変形性斜頭(赤ん坊の柔らかい頭骨が外圧で歪む現象：DP)がヒト特有で、かつ人類進化史の中で生理的早産と関連して同時に現れ、それゆえ後者の進化を研究する際の示標として使えるという、代表者が提案した新しい仮説を検証することが、本プロジェクトの目的である。ヒトと4種の大型類人猿の頭骨の歪みを表す計測データを解析した結果、予測通り、ヒトの頭骨の歪みは類人猿と比べて顕著に大きいことが示された。この結果を人類化石記録に当てはめれば、人類進化史の中での生理的早産の出現時期について、有効な議論が可能となる。

研究成果の概要(英文)：Unlike other primates, *Homo sapiens* deliver helpless newborns about 10 months earlier than expected from its adult brain size. This unique aspect of human life history, called secondary altriciality, is generally thought as a consequence of the human-specific conflict between the large brain and the small birth canal associated with bipedalism. When hominins developed this radical compromise, which implies considerable selection forces for a larger brain, is an important but difficult question. As a new, potentially effective approach to this question, we hypothesized that "deformational plagiocephaly" (DP) is a directly observable skeletal marker of secondary altriciality, DP is an asymmetrical cranium caused by repeated pressure to the same area of the head during the infancy, and is ubiquitous in modern humans. Our metric comparisons indicate that great apes (*Pan*, *Gorilla*, and *Pongo*) suffer from much less frequently and far lighter degree of cranial deformations.

研究分野：人類学

科研費の分科・細目：自然人類学

キーワード：進化 ライフヒストリー

### 1. 研究開始当初の背景

ヒト (*Homo sapiens*) は直立二足歩行との関係で骨盤サイズに制約があり産道が狭いが、一方で脳を大きく成長させる強い淘汰圧を受けたために、生理的早産および二次的晩成が進化したと考えられている。つまり胎児の脳が大きくなりすぎて産道の通過が不可能になる前に、未熟な状態の赤ん坊を分娩するのである。人類史における生理的早産の起源を探求するため、これまで化石から新生児の脳サイズや母親の産道サイズを推定する試みがなされてきた。しかし不完全な化石の復元や年齢推定の誤差、身体サイズの個人差といった不確定要素があるために、こうした手法での問題解決には限界があった。

我々は、以前にフローレス原人 (*Homo floresiensis*) のタイプ標本の頭骨に、変形性斜頭 (deformational plagiocephaly: DP) が認められることを指摘し、これが生理的早産の証拠になり得るとの仮説を提示した (Kaifu et al. 2009: *Am J Phys Anthropol* 140: 177-185)。DP は現代人にしばしば認められる頭骨変形の形態で、新生児の頭骨が未発達で柔らかいため、頸部筋群も未発達で頭の位置をうまくコントロールできない赤ん坊の頭が、就寝時に床反力によって歪むことに起因するとされる。そうであるなら、この変形は二次的晩成の進化に伴って顕現してきた可能性が高く、DP の存在は化石人類において二次的晩成が存在したかどうかを吟味する際の直接的指標となる可能性がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、変形性斜頭 (赤ん坊の柔らかい頭骨が外圧で歪む現象、以下 DP と略す) がヒト特有でかつ生理的早産と関連しているという新しい仮説を立て、これを検証する。仮説が正しければ、変形のある人類の頭骨化石を探すことにより、生理的早産の進化を直接示すことができる。

### 3. 研究の方法

DP 仮説を検証するため、I) ヒト以外の霊長類に後天的な DP は存在しない、II) ヒト以外の霊長類では出生時の頭骨の成長がヒトよりも進んでいる、の2つの予測について調査した。これらが妥当であれば仮説は支持される。

博物館にある乾燥頭骨を主な調査対象とし、水平方向と前頭面内の2方向における脳頭蓋の歪みを、次に述べる二次元計測値を用いて定量した。水平方向については、片側のフロントモラーレ・アンテリオールから脳頭蓋反対側の最も遠い点までの距離の左右差 (あるいはその割合) を、歪みの指標とした。前頭面内の歪みについては、片側のポリオンから反対側のポリオンを通る前頭面内かつその側の脳頭蓋外面上にある最も遠い点

までの距離の左右差 (あるいはその割合) を、歪みの指標とした。

ヒトは複数地域の日本人で代表し、霊長類はヒトに近縁な大型類人猿4種 (チンパンジー、ボノボ、ゴリラ、オランウータン) に絞って解析した。さらに人類化石頭骨で生前の歪みが大きいものを探し、DP の可能性を検討して、人類史における生理的早産の起源について考察した。

### 4. 研究成果

国立科学博物館 (東京)・沖縄県埋蔵文化財センター (沖縄)・王立アフリカ博物館 (ベルギー)・パウエル・コットン博物館 (イギリス)・動物学博物館 (ドイツ) へ赴き、ヒトの代表としての日本人385個体、チンパンジー392個体、ボノボ164個体、ゴリラ226個体分、オランウータン216個体分の頭骨計測データを収集した。これらは幼年から成人までの個体を様々に含んでいる。このデータから水平方向・前頭面内の脳頭蓋の歪みを調査したところ、各分類群において性差は検出されず、年齢差も有意でないかそうであってもわずかであることが確認された。次に、各種における脳頭蓋の歪みの程度を調べたところ、4種の大型類人猿での歪みの程度は同程度であったが、ヒトの歪みのみ、程度が顕著に大きいことが示された。これらの結果は、我々の作業仮説を支持する (図1; Kaifu et al. in prep.)

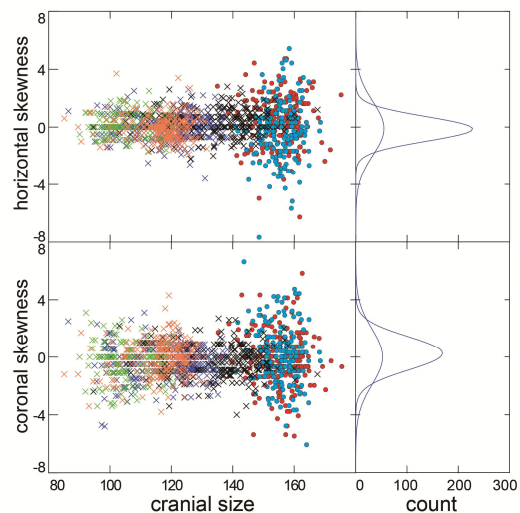


図1. 頭骨サイズに対する水平方向 (上) と前頭面内での脳頭蓋の歪み。x = 類人猿、o = ヒト。右はヒトと類人猿の正規化した頻度分布。成長段階や種間の頭骨サイズの違いに関わらず、ヒトの脳頭蓋は大きく歪むものが多いことがわかる。

上記4種の大型類人猿の乾燥頭蓋コレクションの中で、出生後の頭骨の発育状況を調査するため、乳歯が生え出した頃の個体の頭骨を抽出して、縫合の形成と腺門の残存状態を調べた。その結果、乳歯の萌出が始まる頃から縫合はかなり発達しており、腺門は完全

に閉鎖しているか、残存していてもわずかであることがわかった(図2)。これらに加え、日本国内の飼育施設で死亡した新生児のCT画像を検討し、同様の知見を得た。結果として、同時期のヒトに比べて、大型類人猿の頭骨の発育が進んでいることが示された。



図2. 乳切歯が歯槽外に出現したばかりで生後間もないオランウータンの新生児頭骨。縫合が発達し、腺門も閉鎖していることがわかる。

代表者がCTデータを保持しているインドネシア産の原人化石を中心に、化石人類におけるDPの有無を検討した。結果として、土圧などによる変形の証拠がない原人のいくつかの化石頭骨に、類人猿でみられた幅を超える強度の歪みが認められた(図3)。この知見は、より間接的で誤差の大きい手法に基づく先行研究の結論と異なり、人類進化のこの段階で既に生理的早産が進化していた可能性を強く示唆する。

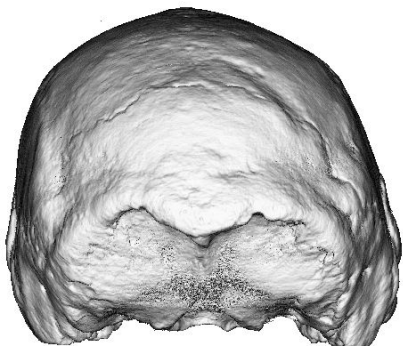


図3. 末期のジャワ原人の1標本であるNgandong 12号頭骨(後面観)。実物化石および高解像度CT画像においてひび割れなど死後の変形の痕跡が認められないにも関わらず、前頭面における強度の左方向への歪みを示す。

その他、頭骨の歪みの程度を定量し、種間比較する際に、頭骨サイズと形態との関連や、頭骨形態の成長による変化について、理解しておく必要がある。その一環として、マカク属にフォーカスした解析を行った結果、マカク属の顎顔面形態にはサイズによるアロメトリックな形態変異だけでなく、気候なども影響していることが示唆された(Ito et al. 2014, in press)。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

Ito, T., Nishimura, T., Takai, M. (2014) Ecogeographical and phylogenetic effects on craniofacial variation in macaques. *American Journal of Physical Anthropology* 154:27-41. 査読あり

Ito, T., Nishimura, T., Ebbestad, J.O.R., Takai, M. (in press) Computed tomography examination of the face of *Macaca anderssoni* (Early Pleistocene, Henan, northern China): implications for the biogeographic history of Asian macaques *Journal of Human Evolution*. 査読あり

〔学会発表〕(計 3件)

海部陽介・金子剛・清水大輔・矢野航・西村剛 (2012)「原人に生理的早産はあったか? ホモ・フロレシエンシスの頭骨化石からの示唆」第28回霊長類学会大会(7月6~8日、梶山女学園大学・星が丘キャンパス)

矢野航・江木直子・高野智・荻原直道・西村剛 (2012)「霊長類3種の頭蓋顔面形態形成の比較研究」第66回日本人類学会(11月2~4日、慶應義塾大学・日吉キャンパス)

矢野航・江木直子・高野智・荻原直道・江尻貞一 (2012)「ニホンザル頭蓋顔面骨格形態形成パターンの種内比較 - 基幹集団と島嶼矮小型集団の頭蓋顔面形態の違いはいかにして生じるか」日本解剖学会第72回中部支部学術集会(10月13~14日、岐阜県瑞穂市じゅうろくプラザ)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等 なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

海部 陽介 (KAIFU, Yousuke )

国立科学博物館・人類研究部・研究主幹

研究者番号：2 0 2 8 0 5 2 1

### (2) 研究分担者

清水 大輔 (SHIMIZU, Daisuke )

京都大学・理学系研究科・研究員

研究者番号：6 0 4 3 2 3 3 2

(平成 25 年度より連携研究者)

西村 剛 (NISHIMURA, Takeshi )

京都大学・霊長類研究所・准教授

研究者番号：8 0 4 5 2 3 0 8

矢野 航 (YANO, Wataru )

朝日大学・歯学部・助教

研究者番号：8 0 6 0 0 1 1 3