

ワオキツネザルの顔面特徴—サル用デジタルカメラ顔認識機能 開発のための試み

The face of the ring-tailed lemur (Lemur catta); for making a facial recognition system of non-human primates to save time to take photographs for identification.

茶谷 薫 *Kaoru Chatani*

(音楽学部教養部会)

宮本 直美 *Naomi Miyamoto*

(京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科)

市野進一郎 *Shinichiro Ichino*

(京都大学霊長類研究所)

川本 芳 *Yoshi Kawamoto*

(京都大学霊長類研究所)

ラザイアリベル・クリスティン *Razaiarivelo Christine*

(マダガスカル共和国チンバザザ動植物公園)

霊長類研究における個体識別

動物の野外研究では個体識別を必要とする場合が少なくない。個体識別をしなければ動物の「社会関係」は分析できないし、定量的なロコモーション研究も、社会心理学的な研究も、その他多くの研究も遂行不可能だ。個体識別が難しい場合はタグを付けたり、毛染め液などで模様や色を付けたりするが、手間がかかる上に動物に大きな負担をかける恐れもあるため、そうした方法を採らない方が望ましい。個体識別時は顔面や耳介、四肢についた傷痕、毛並み、毛の色、大きさ、尾の長さのバランス、歩き方など、さまざまな要素を手掛かりにするが、霊長類研究では所謂「目鼻立ち」「顔立ち」を見分ける方法が一般的だろう。

霊長類の顔は両眼が前を向く、口吻（鼻面）が短いなどヒトと似ているためか、少し慣れれば多くの人々が個体識別できるようになる。ただしそうは言っても難しいことには変わりはない。だから少しでも効率良く個体識別できるよう、顔写真を撮影して手掛かりにする場合も多々ある。無論、サルであっても動物は言葉の通じる人間相手ではないので、モデルのように観察者が欲する角度や表情で顔の動きを止めてくれるとは限らない。だから撮影自体に時間が掛かる事も屢々である。ただしカメラの様々な技術が、困難な顔面撮影を補助してくれている。その代表例がオートフォーカス、オートホワイトバランスなどの自動補正機能である。

カメラの顔認識機能

ところで一般家庭用のデジタルカメラには動画撮影用、静止画撮影用を問わずさまざまな機能が搭載され、撮影技術が未熟でもそれなりの映像が撮れるようになっている。その一つがヒト用の顔認識機能で、2005年に世界で初めてニコンのCOOLPIX 7900/7600/5900に搭載された(1)。その後は他のメーカー発売機種にも次々と搭載されるようになり、2008年からは動画撮影用のVTRカメラでも使えるようになった。今ではほとんどの機種が顔認識機能を備えるようになっている。顔認識機能とはその名の通りヒトの顔を自動的に検出し、焦点、露出、ホワイトバランスなどを顔部に合わせてくれるものだ。構図以外の全てを自動でカメラ任せにする大多数の素人ユーザーでも、人物を入れたスナップショットをかなりの水準で撮影できるようになる。

その仕組みは(1)の加藤がアンケートをしたところ、ニコン、キヤノン、ペンタックス、オリンパス各社の企業秘密であると答え、富士フィルムは「顔を判断するための辞書データをカメラ内部に持っている、そのデータと比較することで人間の顔とそうでないものを判別」「目、鼻、口などのすべての情報を総合的に判断」「特に顔の中のコントラストなどの情報を利用」、ソニーは「人間の目・鼻・口・輪郭や肌の色などから人間の顔を認識」、カシオは「沖電気のソフトウェア『FSE』のバージョン3を搭載」「目・眉・口などの特徴点を1枚の画像から検出」「特徴点の位置は顔の動きに合わせてリアルタイムに追跡」と回答したという。

上記のカシオが出した回答にある沖電気のFSEウェブサイト(2)を見ると、顔の「検出・認識対象」の「基本条件」として「目、眉、鼻、口が見えること」と記されている。また「推奨撮影条件」は照明が「顔全体が均一に照射」、背景は「無地が望まし」く、「最小顔サイズ」として両目の間の距離がピクセル数で示され、顔面を正面からどのくらい傾けるかの指標として「最大顔角度」の上限が示されている。端的に述べれば、照明の角度が偏らず、コントラストが強過ぎず、目・鼻・口・眉などの顔面を構成するパーツが明確で、画面に対する顔のサイズが小さ過ぎず、顔が正面に近い向きである方が認識し易いということである。これは(1)にある加藤の人物を撮影対象にした詳細な比較実験結果と整合する。FSEは「顔特徴点」も捉えた上で、それらを元に「個人識別」も可能にしているらしい。サイトに掲載された写真を見ると、モデルとなった人物の「顔特徴点」と思しきものは左右の眉および両眼の内外端(内眦、外眦)、鼻の突出点、口唇の両端(口角)および上唇の凹んだ点(labrale superius)と下唇の左右、輪郭の耳下端部、下顎の左右角、頤の左右端、頤突出点、の計21点であるようだ。

クロックワークスの報告に、川上義哉デジタルカメラマガジン編集長の発言として「人の顔を極端にデフォルメすると、目が横線、鼻が縦線、口が横線になり」、「その線同士のバランスによって、顔と認識していい」とある(3)。肌の色を「認識」の手掛かりにするか否かなど、各メーカーが独自に開発した顔認識機能の仕組みは同一ではないが、総じ

て、目、鼻、口、眉、輪郭が識別に使われていると推測できる。またソニーのサイトには、ヒトは白黒であっても「16 × 16 画素程度の粗い画像パッチから」顔か否かを判定できることから、「コンピューターでも同程度の大きさの顔画像パターンを扱」えるようにし、幾つかのヒトの顔画像パターンと合致するものの有無を、映像を走査して探し出す仕組みがあるという(4)。

ちなみに顔認識機能の中には顔だけではなく、表情、例えば笑顔まで認識し、シャッターチャンスを逃させない機種もある。また監視カメラには、予め登録した顔写真に近い人物を検索する仕組みもあり、一般家庭用のカメラにも登録した人物を認識する機能を併せ持つものもある。

笑顔の認識や監視はともかく、顔認識機能がヒトのみならず霊長類全般にも働けば個体識別用の顔写真の撮影は容易となろう。しかしヒト用のカメラでは殆ど働かない。次項でそれを報告する。

ワオキツネザルに対する顔認識機能の動作状況

茶谷は2009年8月、2010年12月から2011年1月にかけて、マダガスカル共和国にあるベレンティ保護区においてワオキツネザルの調査を行った(5)。その際、Victor製のデジタルビデオカメラGZ-HD320-Bをワオキツネザルそれぞれの個体の正面顔かそれに近い角度でカメラを3回以上向け、顔認識機能が動作するか否かを確認した。

対象は2009年にはANKOBAに於いてオス16頭(うち1歳児1頭、推定2歳の若オス4頭)、メス10頭(うち1歳児と推定2歳の若メス各1頭)の合計26頭以上(6)、MALAZAではオス27頭(うち1歳の個体が2頭、2歳のが4頭)、メス30頭(うち1歳のが2頭、2歳のが1頭)の合計57頭である。2010年末から2011年初めにかけての対象個体はMALAZAの上記に記した個体以外のオス16頭(うち当歳児9頭)、メス12頭(うち当歳児2頭)の合計28頭である。またこの時、2009年時には2歳だったオス2頭とメス1頭は3歳を過ぎた成体に、1歳だったメスのうち1頭は2歳過ぎの若メスになっており、これらにも改めてカメラを向け、機能を確認した。

その結果、ほとんどの個体に対し、顔認識機能は全く動作しなかったが、当歳児オス2頭(図1)と成体オス1頭(図2Aの左写真)に対しては顔認識機能が働いた。認識した割合は全体で2.7%(111頭中、3頭)、2歳以上では1.1%(のべ95頭中、1頭。2009年当時1歳だったメスが2010年末から2011年初めにかけて2歳を過ぎた時に試行した結果を含む)、生後半年以内の当歳児では18.2%(11頭中、2頭)であった。当歳児を除き、全体としてこの機種は、ワオキツネザルをヒトの顔とは「認識」しない優れたものであるといえる。

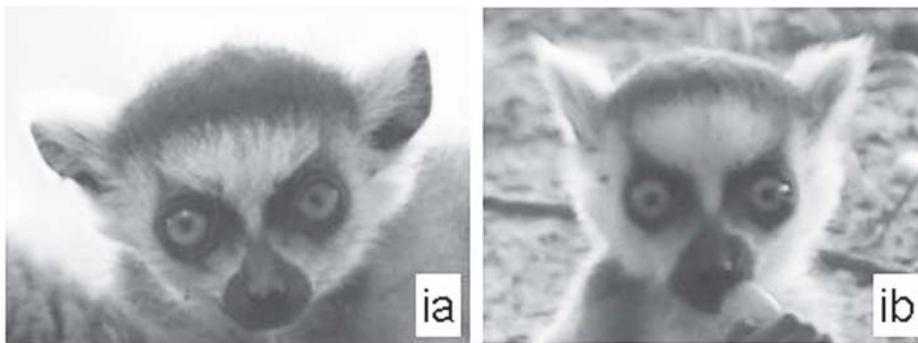


図 1 Victor のビデオカメラ GZ-HD320-B でヒト用の顔認識機能が作動した当歳児。ia と ib は共に同一の群れで誕生した個体。図 2 の A の個体も同様に顔認識機能が働いた。

ワオキツネザルの顔面

上で引用した SONY のサイト (4) にも記載されているように、モザイク写真でもヒトはヒトの顔を識別でき、そのことをカメラの機能にも応用している。つまりモザイク写真でもヒトの顔面にはそれ固有の特徴が出ているということに他ならない。では他の動物についてはどうであろうか。そこでワオキツネザルの顔面の特徴を抽出するため、モザイク画像を作成することにした。

前項で記した Victor のビデオカメラで撮影した静止画もしくは動画を静止画に落とした 2 歳以上のワオキツネザルのオス 8 頭、メス 6 頭合計 14 頭の顔写真を用いた (図 2)。個体識別に有用と考えられる真正面から左右に 15 度以内に傾いた写真も含まれている。これらの幅を 283 ピクセルに揃え Adobe Photoshop Elements 5.0 のモザイク加工機能 (フイ

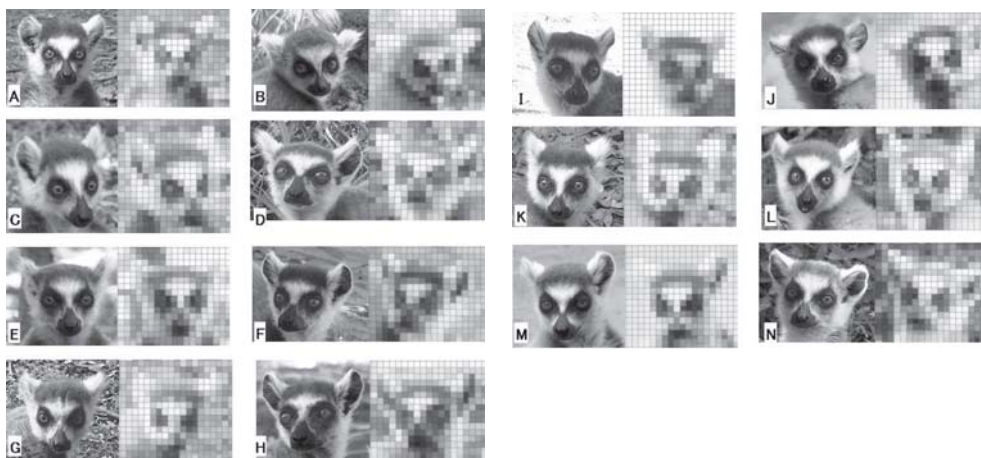


図 2 顔の角度が正面もしくはそれに近いワオキツネザルの二歳以上の個体 14 頭の顔写真 (左) と、それらを顔面の特徴を抽出するためモザイク化したもの (右) を示す。モザイク化すると黒い口吻と両眼周辺、両眼の間と上に広がる白い額周辺部分、更にその上にある黒い毛のある部分、更に上外側に飛び出した両耳介が特徴的な部分であることが明確になる。A ~ H はオス、I ~ N はメス。A の左写真は図 1 の 2 個体とともに Victor のビデオカメラ GZ-HD320-B でヒト用の顔認識機能が作動した個体の顔。

ルタ>テクスチャ>パッチワーク、パッチの大きさ 10、レリーフ 0) を用い、モザイク状にしたところ、図 2 の各個体写真の右側に示したものとなった。

ワオキツネザルの顔は外側上部に張り出した両耳介、額の白い逆三角形になった毛の模様、その上にある頭部の黒い体毛、ジャイアントパンダにも似た目の周囲の黒い体毛、黒いナス状の鼻が抽出しやすい共通点であることが分かる。

ではそれらがどのように配置されているのだろうか。そこで図 3 で示したように写真を計測した。EY (瞳孔間距離) は両眼の瞳孔中心部間の距離、EW (両眼距離) は EY (瞳孔間距離) の直線を左右に延ばし両眼周囲の黒い毛のある部位の外側端を結んだ最大の長さ、EL (眼長) は右眼周囲の黒い毛及び眼球を含む範囲の最大長である。上端は一般的に細くなり頭部の黒い毛に続くが白い額の延長線上と交叉する点とした。FHW (額幅) は額にある白い部分の両上端間の長さ、FHR (額右辺長) と FHL (額左辺長) は FHW (額幅) の右端 (FHR の場合) もしくは左端 (FHL の場合) と、口吻 (鼻づら) の黒い部分とその上の白い毛の境界線で最も下の位置 (以下、口吻上部と表記) を結んだ長さである。この場合「左」「右」とは計測者側の向きではなく、対象個体からみた方向である。両耳介の間にある頭部で最も高い位置と左記の口吻上部を結んだ直線を、上から額の白い毛と頭の黒い毛の境界および EY (瞳孔間距離) の直線の二ヶ所で区切った時の 3 つの長さ、上からそれぞれ H (額上高) と FHH (額中高) と UN (額下高) とした。NL (口吻長) は口吻上部とそこから写真上で最も下に離れた位置を結んだ長さ、NW (口吻幅) は口吻の黒色部分の最大幅とした。ER (耳介間距離) は長く伸びた白い毛を含めて両耳介で最も高い位置を結んだ長さとした。

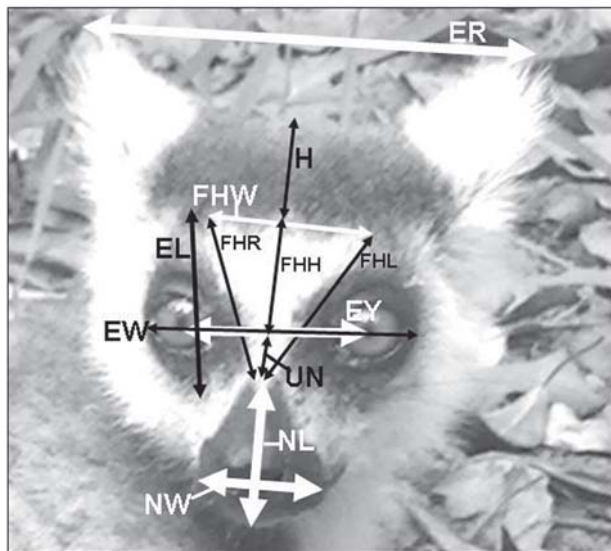


図 3 写真を用いた計測項目。EY:瞳孔間距離、EW:両眼距離、EL:眼長、FHW:額幅、FHR:額右辺長、FHL:額左辺長、H:額上高、FHH:額中高、UN:額下高、NL:口吻長、NW:口吻幅、ER:耳介間距離とした。詳細は本文を参照のこと。

ワオキツネザルの虹彩の色は黄色に近いものから赤茶色にちかいものまで様々だが、カラー撮影写真でもそれをグレースケールに単純変換したものでも、いずれも眼球瞳孔は非常に暗く(黒く)映り、明瞭に識別できるため、顔面の項目間の比率を算出する際に、これを基準とすることにした。具体的には瞳孔間距離を1とした時の値を前段の各項目について計算した。

これらの数値には雌雄の統計学的な有意差が認められなかったため、14 頭全ての平均値と標準偏差を求め、グラフ化した(図4)。顔部に比して可動性の高い耳介間距離の比率に比べ、他の項目の標準偏差が小さく、個体差が小さいことが伺える。

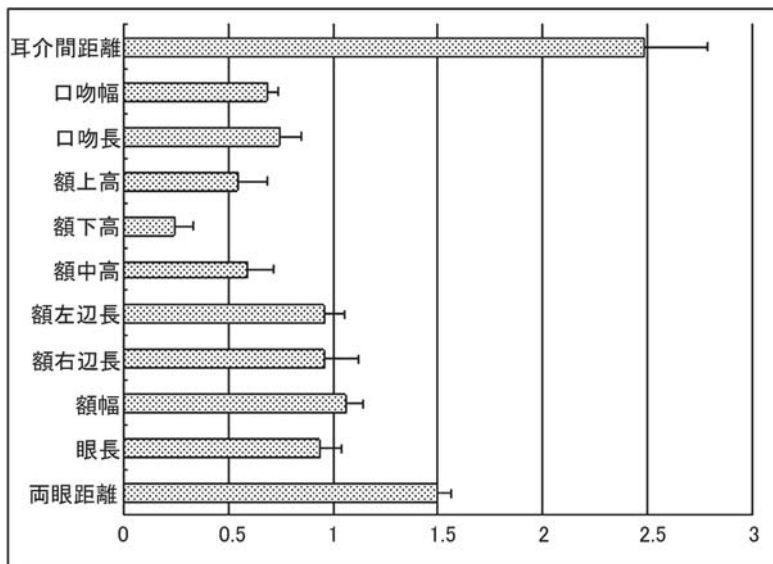


図4 ワオキツネザルの瞳孔間距離(EY)を1とした時の、EW:両眼距離、EL:眼長、FHW:額幅、FHR:額右辺長、FHL:額左辺長、H:額上高、FHH:額中高、UN:額下高、NL:口吻長、NW:口吻幅、ER:耳介間距離の比率。計測項目については図3及び本文を参照のこと。

14 頭の中で各項目の最大値、最小値と平均値に最も近い値の個体をそれぞれ分析してみると、図2のCの個体が11項目中、両眼距離、眼長、額中高、口吻長に置いて最大値であった。最大値もしくは最小値、もしくはその両方に関して、最も多数の項目でこれらの値を持つ個体はこのCであった。またこの個体は額下高および口吻幅が平均値に最も近い値を持っていた。この個体は茶谷にとって非常に識別し易い顔立ちであったのは、鉛直方向に近い長さに関する多くの項目に於いて極端な値を多数持つ「細長い」顔立ちだからかもしれない。またDの個体が眼長および額上高の値が最小値だったのは、上向き加減の角度で撮影した写真だからかもしれないが、額幅および口吻幅が最大値であったのは顔の角度とは無関係であろう。

Victor製のビデオカメラで「ヒトの顔」として認識された図2のAの個体は両眼距離、額中高、耳介間距離が平均値に最も近い値であり、それ以外の項目についても、最小値で

もなければ最大値でもなかった。つまりワオキツネザルとして特殊な顔ではなさそうである、ということだ。このカメラでヒト認識機能が作動した理由を分析するためには本機種
の顔認識システムの機構を知る必要がある。また他社製品ではあるが、ネコが目を瞑った表情であればカメラがヒトの顔として捉える場合もあるため、これと似た仕組みで「誤」作動が起きたのかもしれない(7)。

ヒト以外の動物の顔認識機能

ヒト以外の動物では、近年愛犬、愛猫の顔を認識するためのデジタルカメラが開発された。例えば2010年2月、富士フィルムがイヌやネコを認識して正面を向いた時に自動で撮影する機能を備えたデジタルカメラを、ペンタックスが登録したイヌやネコの顔を認識する製品をそれぞれ発売した(8)。前者に拠ればイヌもネコも品種によって顔の形態が大きく異なるが、人気のある品種の顔を認識するようなプログラムを組んでいるという(9)。飼育しているイヌやネコの顔を鮮明に撮影したい消費者が多数いるため上記のような製品が開発されたが、ペットとして一般的ではないサルの顔認識機能開発は会社経営上、利益が見込めないので開発をする予定もないであろう。しかしこのような機能があればサルの
個体識別に必要な顔面撮影に非常に役立つので開発を望みたい。

前項で説明した数値のうち、耳介が頭部に対し比較的自由に動き、かつ項目の中では標準偏差が大きかった耳介間距離を除いた各項目の平均値を用いて模式的な2歳以上のワオキツネザルの顔立ちを作成し図5で示した。このようなパターンを画面から探し出すプログラムを作成するのはヒトの顔面を探り当てる既存の顔認識システムを応用すればさほど困難ではない筈だ。また今後、ワオキツネザルだけではなくサル一般の顔面を認識するシステムの開発に役立つ形態的なデータを他の種でも集め、分析をする所存である。

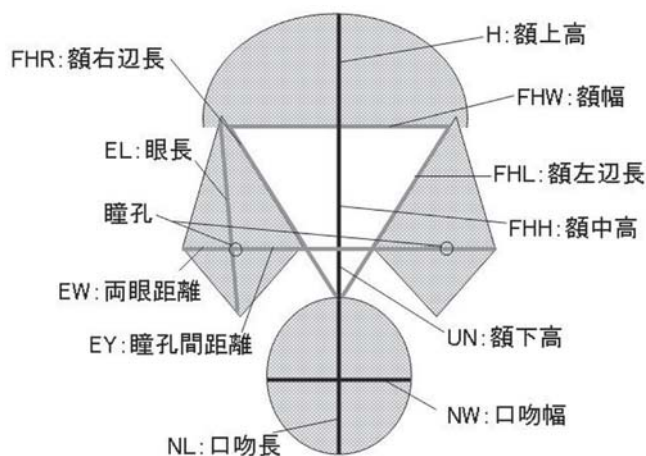


図5 瞳孔間距離を基準としたワオキツネザルの平均的な顔。耳介間距離を除いた値で模式的なモデルを作成した。鼻の形は茄子型であるが、鼻幅と鼻長を径にした楕円とした。

謝辞

本研究は科学研究費補助金（基盤研究（B）海外、課題番号 21405015）の助成および名古屋芸術大学の個別研究費により遂行された。研究代表者の高畑由紀夫氏には研究グループの取りまとめなど研究遂行上の援助を、Jean de Heaulme 氏御一家と STHM には現地調査の便宜をはかっていただいた。

文献および註

- (1) 加藤真貴子、2007 年、【レポート】どこまで見分ける!? デジカメ顔認識対決、マイコミジャーナル、<http://journal.mycom.co.jp/articles/2007/08/07/face/index.html> を含む 6 頁分。
- (2) <http://www.oki.com/jp/fse/specification/>
- (3) クロックワークス、2009 年、どこまでが「顔」? デジカメの顔認識のしくみに迫る! 後編、ぷらら堂本舗、<http://www.plala-do.jp/tamesu/2009/06/index2-2.html>
- (4) http://www.sony.co.jp/SonyInfo/technology/technology/theme/sface_01.html
- (5) その成果の一部は茶谷薫、宮本直美、市野進一郎、川本芳、RAZAIARIVELLO Christine, 2010, ワオキツネザルの尾の中身, 名古屋芸術大学研究紀要、vol.31, pp.285-292. および茶谷薫、宮本直美、市野進一郎、川本芳、RAZAIARIVELLO Christine, 2011, ワオキツネザルの前腕臭腺分析, 名古屋芸術大学研究紀要、vol.32, pp.241-249. で報告した。
- (6) 「以上」とは個体識別をしていなかったため。確認できた数が 26 頭で、それが最低限の数となる。
- (7) 2007 年 4 月 23 日のハンドルネーム「鉄也」氏による、BBS の一つである「価格 com. のユーザー投稿」<http://bbs.kakaku.com/bbs/00500811073/SortID=6261379/> への書き込み。
- (8) Oricon Life、2010 年、高まる愛犬撮影のニーズ、「ペット“顔”認識機能」付きデジカメ発売相次ぐ、<http://life.oricon.co.jp/73055/full>
- (9) 田幸和歌子、2010 年、デジカメの「ペット顔検出」、人間とどう違う?、Excite Bit、<http://www.excite.co.jp/News/bit/E1267884174167.html> を含む 2 頁分。