

## HOPE シンポジウム講演要旨一覧

2007年11月19日 サピアタワー503号室

### ユーラシア大陸におけるマカクとその近縁種の進化史

高井正成 (京都大学霊長類研究所)

ユーラシア大陸におけるオナガザル亜科の進化史について、化石種の分布域の変遷データをもとに検討する。オナガザル亜科は中新世末に北アフリカで起源し、中新世末にユーラシアに侵入した。これまでにユーラシアで見つかっている化石種は、*Macaca*、*Theropithecus*、*Paradolichopithecus*、*Procynocephalus* の4属のみである。このうち後2者は同属にされることがあるが、その系統的位置に関しては議論が多い。今回、タジキスタン南部の後期鮮新世の地層から見つかっている *Paradolichopithecus* の頭骨化石の内部構造と系統的位置に関する議論を報告する。また現生マカクの拡散経路に関しては、南アジアの地理的変遷との関連性から議論されてきたが、*Paradolichopithecus* や *Macaca* の化石種の発見地点のパターンを解析してみると、彼らの拡散経路は従来の南方経路(南アジア地域)ではなく、より北方の中央ユーラシアを経由してきた可能性があることが示唆される。

#### Evolutionary History of Macaques and Close Relatives in Eurasian Continent

Masanaru Takai ( Primate Research Institute, Kyoto University )

The evolutionary history of cercopithecine monkeys in the Eurasian continent is still obscure. Cercopithecines have originated in northern Africa and appeared in Eurasia as early as the latest Miocene. To date continent there are three cercopithecine genera reported in Eurasia: *Macaca*, *Theropithecus*, *Paradolichopithecus*, and *Procynocephalus*, the latter two of which are sometimes regarded as synonymous taxa and the phylogenetic positions of these large cercopithecine monkeys have been discussed by many researchers. New findings of the inner structure of *Paradolichopithecus* discovered from the late Pliocene of Tajikistan provide further controversy on the phylogenetic position of this animal. On the other hand, the dispersal route of extant *Macaca* has so far been discussed only in the context of South Asian geographical changes, the distribution pattern of *Paradolichopithecus* and *Macaca* fossil localities may indicate a more northern dispersal route, such as via Central Eurasia rather than a southern route, such as via South Asia.

**ニホンザルの生態学的多様性**  
**半谷吾郎（京都大学霊長類研究所）**

ニホンザルの生息環境は、東北日本に広がる落葉樹林帯と、西南日本に広がる照葉樹林帯に大きく分けることができる。どちらも生息環境は大きな季節変異を示し、それに応じてニホンザルは春に新葉、夏に果実や昆虫、秋に果実や種子を採食する。冬はもっとも厳しい季節だが、冬のご食物は落葉樹林では冬芽や樹皮であり、照葉樹林では常緑樹の成熟葉と、異なっている。その結果、落葉樹林では冬のご食不足の程度がはなはだしいのに対し、照葉樹林ではそれほどでもない。彼らは、秋に脂肪を蓄積して、冬のご食不足を乗り切っている。落葉樹林と照葉樹林の間には、個体群密度に8倍程度の大きな差がある。これは、冬のご食条件が落葉樹林でより厳しいことを反映していると考えられる。さらに、同じ照葉樹林帯の中でも、屋久島では、標高によって個体群密度に3倍程度の差があり、それは年間のご食実生産量の違いにほぼ対応している。冬のご食条件と、年間のご食実生産量の両方が密度に影響するのは、なぜかについて論じる。

**Ecological Diversity of Japanese Macaques**  
**Goro Hanya ( Primate Research Institute, Kyoto University )**

There are two types in the habitat of Japanese macaques: deciduous forest in the north-eastern Japan and evergreen forest in the south-western Japan. Seasonal variation is large in both of the habitats, and in response to it, macaques change their diet. They eat young leaves in spring, fruits and insects in summer and fruits and seeds in autumn. Winter is the most severe season, and their diet differs in deciduous and evergreen forest. They eat bark and buds in the deciduous forest, and mature leaves of evergreen trees in the evergreen forest. As a result, the extent of food shortage is considerable in the deciduous forest, but not so severe in the evergreen forest. They survive winter by consuming fat which was deposited during autumn, when high-quality fruits and seeds are available. Population density in the evergreen forest is 8 times as high as that in the deciduous forest, because of the difference in the food conditions in winter. Population density varies even in the same forest type. For example, in the evergreen forest of Yakushima, where habitat varies with altitude, population density varies 3 times between the coastal forest and other forests, in accordance to the variations in fruit availability. I discuss why both food conditions in winter and total annual fruit abundance affect the density of Japanese macaques.

**マカクゲノムの細胞遺伝学: 起源、標識順序および新セントロメア  
ロスコー・スタニオン (フローレンス大学動物生物遺伝学研究室)**

比較染色体彩色法や Zoo-FISH 法を用いて、完全なゲノムマップが行われた最初のヒト以外の霊長類はニホンザルである。染色体彩色法は種間の染色体間再配列(転座)を絶妙に示してくれる。50 種を超える霊長類種と外群の哺乳類目の比較解析は、いまや全現生霊長類の祖先型染色体保存部位の正確な再構成を明らかにすることができる。BAC のようなクローン化 DNA プローブは、染色体内変異(逆位)や新生セントロメアを検出し、その組換え部位を鮮明にすることができる。これらの分子細胞遺伝学的技術は、過去 9000 万年に渡って、ヒトおよびマカクの両染色体の起源を追跡することを可能にする。ヒトとマカク間の標識順序の相違は約 20 個の逆位によって説明される。多くのマカクとヒトのセントロメアは進化的に新しく、異なるゲノム構造に埋め込まれている。ヒトとマカク間において、合計 14 の新生セントロメアが発見された。マカクに 9 個、ヒト系統に 5 個である。マカクの新しいセントロメアは全てアルファサテライト DNA の急激に拡張した配列によって安定している。病気と関連する新生セントロメアは進化的に派生した新セントロメアあるいは祖先型不活性セントロメアの近傍に見られることが多い。これらの現象は表裏一体であるといえる。一つの展望は進化的染色体再配列の研究が、病気における染色体再配列の解明に役立つに違いないことである。

**The Cytogenetics of the Macaque Genome: Origins, Marker Order and Neocentromeres  
Roscoe Stanyon ( Department of Animal Biology and Genetics,  
University of Florence )**

The genome of the first non-human species completely mapped using comparative chromosome painting or Zoo-FISH was the Japanese macaque (*Macaca fuscata*). Chromosome painting efficiently reveals inter-chromosomal rearrangements (translocations) between species. Comparisons of over 50 primates species and outgroups from other mammalian orders now allows an accurate reconstruction of the ancestral chromosomal synteny of all living primates. Cloned DNA probes such as BACs can reveal intra-chromosomal rearrangements (inversions), neocentromeres and define breakpoints. These molecular cytogenetic techniques can help trace the origin of both human and macaque chromosomes over the last 90 million years. Differences in marker order between humans and macaque can be accounted for by about 20 inversions. Many macaque and human centromeres are evolutionary new centromeres, which are embedded in different genomic contexts. Between humans and macaques a total of 14 neocentromeres were found: 9 in the macaque and 5 in the human lineage. All new macaque centromeres were stabilized by rapidly expanding arrays of alpha satellite

DNA. Clinical neocentromeres are often found in the sites of evolutionary neocentromere or ancient inactivated centromeres showing that these phenomena are two faces of the same coin. One perspective is that the study of evolutionary chromosomal rearrangements can shed light on chromosomal rearrangements in disease.

\*\*\*\*\*

### 野外観察と実験研究において見出されるテナガザルの音声の柔軟性 香田啓貴（京都大学霊長類研究所）

野外観察研究と動物権における実験研究を通じて見出された、テナガザルの音声の柔軟性に関するわれわれの研究を紹介する。野外においては、スマトラ島に生息する野生アジルテナガザルの音声の個性について検討した。とくに音響的な種特異性が認められメスに固有なグレートコールと呼ばれる音声に関して個性を検討した。分析の結果、グレートコールのある特定の音声の領域に強い個性が認められる一方、柔軟に変わりうる領域の存在も確認した。また動物園の飼育個体においては、発声の訓練を条件付けの手法を用いて行った。その結果、2ヶ月という短期間で発声の訓練がなされ、発声行動に関して高い柔軟性を確認できた。以上の結果はともにテナガザルの音声の柔軟性を示しており、従来考えられているよりも発声柔軟に変更できる可能性を示唆している。

### Variability and Flexibility in Gibbon Songs — Field Observations and Experimental Evidences — Hiroki Koda ( Primate Research Institute, Kyoto University )

Here I present our recent findings about the flexibility or variability of gibbon vocalizations from our field observation and zoo experimental evidence. In the field work, we examined acoustic individuality in wild agile gibbon, *Hylobates agilis agilis*, and determined the acoustic variables that contribute to individual discrimination using multivariate analyses. Significant individual differences were found across six individual gibbons in some parts of the sequential their call of great call. Moreover, the some part contributed little to individual identification and also indicated the great flexibility. In the zoo experiment, we examined the degree of the volitional control of vocal production, using the methods of the operant conditioning. We attempted operant conditioning of the vocalizations of an immature female white-handed gibbon (*Hylobates lar*). During the 2-month period of intensive training for conditioning, the gibbon successfully learned to produce the contingent response of vocalizations. These results directly suggest

greater volitional control of vocal production in gibbons to some extents. Our studies imply the greater flexibility of the vocal control than previously considered.

\*\*\*\*\*

## カオヤイのテナガザルにおける社会の柔軟性 アルリッチ・レイチャード (南イリノイ大学人類学教室)

これまでに多くの反証するような証拠が見つまっているにもかかわらず、依然としてテナガザルの社会は純粋な一夫一婦制型の頑健な社会形態を示すとされている。こうした生態学的な特性は、彼らの小さな体サイズや脳容量などの特徴と同じように、ヒトや大型類人猿から区別する生物学的な特性として取り扱われてきた。今回、テナガザルの社会構造が従来考えられてきたよりも柔軟であることを議論し、ヒトや大型類人猿の社会と比較できるほど近い存在であることを提案したい。そのために、タイ・カオヤイ国立公園で20年以上長期観察を続けている14群のテナガザル野生群に関する人口学的データを紹介する。長期観察のデータは、一般的な事由(例えば出産、個体の移出、または消失や死亡など)により社会構成が変更することを示しているが、なおかつオスの群れからの移出といった現象により社会構造の変化が頻繁に引き起こされることも示していた。オスの移出は、以下の2つの現象を結果的に引き起こすことが多い。一つは、1)オスの交代(male's replacement)である。これは、従前の社会構造を全く変えずにペアオスのみが入替わることを意味する。もうひとつは、複雄単雌型の社会(polyandrous group)である。結局、オスの移出入にともない、従前のペアオスは残留するものの以前のようにメスとは純粋なペアを構成せず、代わりに新しく移入したオスがメスとペアを構成しデュエットや性交渉を行うような、社会を構成するようになる。こうした複雄単雌型の社会は一時的ではなく長期にわたりペア型社会同様に安定した社会形態であることがわかった。さらに、野外観察によると、純粋に完全なペア型に振舞うメスはほとんどいないようだ。近年の報告にある複雄単雌型の社会を許容するメスの存在や、チンパンジーや他の旧世界ザルなどで確認されているメスの性皮腫脹といった現象なども、この観察結果を支持しているといえる。こうした一連の観察は、シロテナガザルの社会構造や繁殖システムにおいて、他の類人猿の柔軟な社会構造と同様な類似性が存在することを明らかにしている。すなわち、社会構造の柔軟性は、ヒトや他のすべての類人猿の共通祖先の段階ですでに存在していた可能性を示唆している。

Social Flexibility in Khao Yai Gibbons  
Ulrich H. Reichard ( Department of Anthropology,  
Southern Illinois University Carbondale )

Despite a growing body of data, gibbons are still sometimes characterized as primates

with a simple, apparently inflexible, monogamous social organization. This, along with their small body and brain size, is commonly used to set them apart from the more derived great apes and humans. In this paper, I will argue that gibbon social arrangements are more flexible than commonly acknowledged, and that this potential closely allies them with other apes and humans. I will present demographic data from the longest ongoing field research of a gibbon species, spanning more than two decades and including fourteen habituated groups, at Khao Yai National Park, Thailand. This data indicates that social change occurs regularly for common reasons, i.e. birth, dispersal, and disappearance/death; however in addition, group composition is also impacted by frequent male immigration. Male immigrations predominantly lead to: (i) a resident male's replacement without altering the group's structure, or (ii) a socio-sexually polyandrous group in which the resident male stays as the female's secondary partner, while the incoming male becomes her primary partner who performs duets, and the majority of copulations and social interactions with the female. Some polyandrous groups are stable over many years, and most groups in the sample experience periods of socio-sexual polyandry as well as pair-living. Investigations of sexual relationships have found that few females are monogamous, which is in agreement with recent descriptions of female sexual polyandry and genital swellings that functionally resemble the exaggerated swellings of chimpanzees and some Old World Monkeys. These observations reveal important similarities in the social organization and mating system of white-handed gibbons when compared to the flexible association patterns of other apes. Thus, it may be argued that a significant predisposition for social flexibility was a trait already present in the last common ancestor of all apes and humans.

\*\*\*\*\*

### テナガザル類の種同定と飼育管理を通しての保全の成果 アラン・ムートニック（テナガザル保全センター）

飼育下におけるテナガザルの繁殖の目的は2つある。種や亜種の多様性を維持すること、ならびに生存に適した遺伝子集団を創ることである。これらは保護された自然生息地に、生まれた子供たちを解放するという最終的なゴールをともなっている。テナガザル類の正確な種同定は幾つかの種および亜種においては難しい。その要因としては下記の7項目があげられる：1) 毛色の幅が広い、2) 毛色が雌雄で異なる、3) 毛色が成長とともに変化する、4) 栄養不良や飼育環境(屋内のみの飼育あるいは直射日光照射など)によって毛色が影響を受ける、5) 性器周辺の尿による脱色や変色、6) 種および亜種の発声の相違を区別する難しさ、7) 押収されたテナガザルの起源の不鮮明性、などである。これらの問題点を考慮すると、いろいろな機関がテナガザル類同定の

困難にでくわすことは何ら驚くことではない。今回の発表するテナガザル類の種および亜種に関わる分類の現状は、世界中の博物館に所蔵されている毛皮、ならびにテナガザル保全センターや世界中の動物園に収容されている個体の比較から決定されたものである。テナガザル15種が、必ずしも全種ではないが、飼育繁殖計画にある。これまでこの計画において、シロテナガザル (*Hylobates lar*)、ミューラーテナガザル (*Hylobates muelleri*)、アジルテナガザル (*Hylobates agilis*)、シヤーマン (*Symphalangus syndactylus*)、およびホオジロテナガザル (*Nomascus leucogenys*) の亜種間雑種が認められた。これらの子供たちは自然界に解放することはできない。テナガザルの飼育繁殖は幾つかの種や亜種において重要である。このたび自然界で最も希な種であるキタホオジロテナガザル (*Nomascus l. leucogenys*) が、飼育繁殖計画において好結果をおさめた。自然界で100,000頭を超える個体数が絶滅に瀕する危険性にあるテナガザル種に、飼育繁殖計画が集中したことは非常にすばらしいことである。

**Gibbon (Hylobatidae) Species Identification, and Conservation Efforts  
Through Captive Management  
Alan Mootnick ( Gibbon Conservation Center )**

Two of the purposes for breeding gibbons in captivity are to retain species and subspecies diversity and to create a viable gene pool, with the ultimate goal of releasing offspring into protected native habitat. Accurate identification of an individual gibbon's species may be complicated within some gibbon species and subspecies by 1) by a wide range of coat colors, 2) the existence of different colors for the two sexes, 3) the occurrence of coat color changes at various stages of their life, and in all species by 4) the impact of malnutrition and housing (e.g. indoors only or in full sunlight) on coloration, 5) the bleaching or staining from their own urine in the groin, 6) the difficulty of distinguishing the different species and subspecies vocalizations, 7) and the loss of information from a confiscated gibbon's origin. Given these problems, it is not surprising that facilities may encounter difficulties in the identification of gibbons. For this presentation, gibbons' specific and subspecific status was determined through the comparison of study skins housed in museums worldwide and live specimens housed at the Gibbon Conservation Center and zoos worldwide. Of the 15 gibbon species, not all of the species are in a captive breeding program. There has been subspecific hybridization in captive breeding programs with the lar gibbon (*Hylobates lar*), Mueller's gibbon (*Hylobates muelleri*), agile gibbon (*Hylobates agilis*), siamang (*Symphalangus syndactylus*), and white-cheeked gibbon (*Nomascus leucogenys*), and those offspring should not be released in the wild. The captive breeding of gibbons is more important in some species and subspecies than in others. At this time the northern white-cheeked

gibbon (*Nomascus l. leucogenys*) is the rarest primate in the wild, which is in a successful captive breeding program. It would be in the best interest for a captive breeding program to concentrate on the gibbon species that are in greater danger of becoming extinct than species which numbers exceed 100,000 in the wild.

\*\*\*\*\*

## チンプハイブンとアメリカ国立チンパンジー・サンクチュアリ・システム リンダ・ブレント (チンプハイブン)

倫理的、資金的、そして科学的観点から、チンパンジーを医学研究に使うことはアメリカ国内で大きな問題となってきた。チンパンジーの HIV 研究を縮小するとともに、政府はチンパンジーの適切な管理に関する提言をまとめた報告書を提出した (National Research Council, 1997)。この報告書の中に、研究に使われたチンパンジーをサンクチュアリで長期的かつ経済的に飼育することを支援する内容が盛り込まれている。チンプハイブンは 1995 年に設立され、研究対象から外れた個体やペットとして飼われた個体、ショーに使われた個体に人道的な待遇を与えることを目的とした施設である。研究から引退したチンパンジーのための法律制定の流れの中で、チンプハイブンは 2002 年に政府によって国立チンパンジー・サンクチュアリ・システムを設立運営する組織として選定された。チンプハイブンのこれまでの活動による飼育・管理・研究の結果に基づいて、他の施設のデザインから事務政策にいたるまでの助言をおこなっている。個体のデータに基づいて需要を見極め、各個体の生涯にわたるコストを算出し、プロジェクトの見通しを立てる作業もおこなう。チンプハイブンはルイジアナ州の北西部に位置し、現在は 115 個体のチンパンジーを飼育している。医学研究や行動研究から引退したチンパンジーである。施設の設計は、種に特有の行動の発現を重視し、社会的グループ化、採食、ネスト作り、遊動などに配慮したものになっている。運営面では、環境エンリッチメントの科学的研究、トレーニング、グループ形成などを審査実施する体制が整えられている。予備的な行動データおよび健康面でのデータから、目標が十分に達成されていることが示された。チンパンジーの群れ作りが進められ、その過程で個体がケガをする率も低く、迅速に進行した。18-19 個体からなる 2 群は、森のある広大な放飼場に暮らしている。野生由来の個体では、ネスト作り、自然植生の採食、境界のパトロール、木登りなどがより頻繁に観察されている。チンプハイブンに移送される前に 70.8% だった異常行動率は 22.5% まで減少した。こうした異常行動は、自傷行動や糞便の壁塗りなど慢性的なものが大半だった。チンプハイブンはチンパンジーの種特有の行動を引き出すのに成功しており、研究から引退したチンパンジーを飼育する他のサンクチュアリにとってモデルとなる施設といえる。



## **Chimp Haven and the U.S. National Chimpanzee Sanctuary System**

**Linda Brent (Chimp Haven, Inc. )**

For ethical, fiscal and scientific reasons, the use of chimpanzees in medical research has been the subject of intense debate in the United States. With the reduction in the use of chimpanzees for HIV (human immunodeficiency virus) studies, the government commissioned a report which outlined recommendations for appropriate management (National Research Council, 1997). Included in the report was support for sanctuaries to provide long term, cost-effective care for research chimpanzees. Chimp Haven was formed in 1995 with the mission to provide humane care for chimpanzees no longer wanted in research, as pets or in entertainment. Chimp Haven was selected by the government to construct and operate the National Chimpanzee Sanctuary System in 2002, which resulted from the passage of a law to institute and fund retirement for research chimpanzees. From the design of the facility to the operations and policies, Chimp Haven has relied on experience and research on chimpanzee care and management to guide decisions. Demographic data were used to determine need, estimate lifetime costs for chimpanzee care, and develop the scope of the project. The Chimp Haven sanctuary is located in northwest Louisiana and currently cares for 115 chimpanzees retired from medical or behavioral research. Facility design emphasizes opportunities for species-typical behaviors, including social grouping, foraging, nesting, and ranging. Operating procedures involve the review and application of scientific studies on environmental enrichment, training, and group formation. Preliminary scientific and subjective evaluation utilizing behavioral and health data indicate success in reaching goals. The chimpanzees were integrated quickly into groups with very low rates of wounding, and two large groups of 18-19 individuals have inhabited multi-acre forested enclosures. Natural behaviors, such as nesting, foraging on native vegetation, boundary patrols, and climbing trees, have been observed more commonly in wild-born chimpanzees. The incidence of abnormal behaviors dropped from 70.8% of subjects prior to transfer to 22.5% at the sanctuary, with chronic abnormal behaviors (e.g., self aggression, feces painting) accounting for the majority of cases. The Chimp Haven sanctuary has been very successful in giving the chimpanzees opportunities to express species-typical behavior, and offers a model for the development of other sanctuaries needed to care for former research chimpanzees.

チンパンジー・サンクチュアリ・宇土と日本のチンパンジーたち  
松沢哲郎（京都大学霊長類研究所）

Chimpanzee Sactuary Uto and the Chimpanzees in Japan  
Tetsuro Matsuzawa ( Primate Research institute, Kyoto University )

－ 準備中 －