比較認知科学：アイ・プロジェクトの30年

京都大学霊長類研究所 松沢哲郎

Comparative cognitive science: The 30 years of Ai project

TETSURO MATSUZAWA
Primate Research Institute, Kyoto University

Abstract This paper aims to reflect the 30 years of Ai project that started in 1978. Ai project started as a sort of ape-language project. However, it was uniquely different from the previous studies in terms of the computer-interfaced system and the introduction of psychophysical measurement. The original version of Ai project may be summarized as an attempt to know the perceptual world of a nonhuman animal. It combined the psychological studies on learning and perception and utilized the language-like skill as a window through which we can access to the chimpanzee mind. This paper put the Ai project in a historical context, summed up the research results, showed the fieldwork on the wild chimpanzees, and illuminated the establishment and the perspective of a new discipline named Comparative Cognitive Science.

チンパンジーの心の研究をしてきた。アイ・プロジェクトと名づけた研究である。1978年に始まったプロジェクトなので、今年で31年目を迎えた。アイ・プロジェクトは、大型類人猿の「言語」習得研究として始まった。しかし当初から、コンピュータを介した学習システムと心理物理学的手法の導入という点で、他の先行研究から際立っていた。学習心理学と知覚心理学の両分野を融合し、言語的スキルを媒介として、人間以外の動物の见ている世界を知る試みだ。本稿では、1) アイ・プロジェクトを歴史的な文脈のなかで位置づけ、2) 研究を通じて見えてきたチンパンジーの心について紹介するとともに、3) 野生チンパンジー研究への展開を踏まえて、4) 人間の心の進化的基盤を探る「比較認知科学」の成立とそこから見えてきた人間の特性について考察したい。

1. アイ・プロジェクトの成り立ち

人間以外の動物はこの世界をどのように见ているのだろうか。見る、わかる、考える、といった心の

はたらきを、人間以外の動物の研究から理解したいと考えた。著者の学生時代、京都大学だけでなく他大学の多くで、心理学はまだ文学部の哲学科に属していた。方法はともかく、問いは哲学そのものである。「见ている世界」の探求として、学部の卒業研究では人間の両眼視の研究をした（松沢、1977）。大学院の修士課程では、ネズミを対象にした分断脳（split-brain）研究で、記憶痕跡の両半球間統合の研究をした。そうした知覚、学習、生理の心理学的基礎知識をもとに、自分なりに立てた目標が、人間以外の動物の心の理解だったといえる（Matsuzawa, 2009a）。

1976年12月1日に京都大学霊長類研究所の心理研究部門の助手として赴任した。チンパンジーのアイがちょうど西アフリカで生まれたころである。当時の応募書類に、「人間以外の動物がこの世界をどのように见ているのか、行動を通して理解する研究をしたい」というように書かれている。赴任当時、霊長類研究所の心理研究部門の構成は、室伏靖子助教授をリーダーに、浅野俊夫と小嶋祥三と、少し歳の離れた著者という3人の若い助手がいた。1960年代なかばに、アメリカでチンパンジーに人間の言語を教える研究がさかんになった。ガードナー夫妻がワ

シューというチンパンジーに北米の手話を教えた (Gardner and Gardner, 1969)。プレマック夫妻はサラというチンパンジーにプラスチックの彩片をもちいた人工言語を教えた (Premack, 1971)。少し遅れて、ランバウはラナというチンパンジーにレキシグラム (背景色のついた図形文字) をもちいた人工言語を教えた (Rumbaugh, 1977)。つまり、1970年代の後半には、手話・プラスチック片・図形文字、という3つの媒体で、「チンパンジーは言語をどこまで習得できるか」という問いに対する答えの探求がなされていた。室伏靖子が、神経生理学者の久保田競との共同研究として、「チンパンジーの人工言語習得とその脳内機構」に関する研究を立案し、文部省科学研究費補助金を得て、1977年度にチンパンジーの研究プロジェクトが始動した。

当時の心理研究部門には、オペラント条件付けを基礎とする「実験的行動分析」と呼ばれる学習心理学と、コンピュータを駆使した自動実験制御の伝統があった (Asano, 1976; 浅野・熊崎, 1975; Murofushi, 1975; Kojima, 1980)。浅野俊夫と南雲純治が自動実験制御を進め、OPEAB (オピーブ, Online Programming for Experimental Analysis of Behavior) という実験制御プログラムが稼動していた。デック社のミニコンピュータ PDP8で、12ビットの演算装置で、記憶容量が全部で8 Kバイトというものである。紙テープリーダーが入出力装置になっていた。当時でまわりはじめた集積回路 (IC) を使って、コンデンサーと抵抗とリレーを組み合わせで入出力のインターフェースを自作した。

霊長類研究所が、理学研究科の動物学専攻のなかで大学院教育をしていた点も銘記したい。約40名の教員に対して大学院生が毎年4名入学していた。心理学を志望するものは、隔年1名程度で、理学研究科の大学院入試を受ける。大学院生・研究生として過ごした、小島哲也、藤田和生、櫻井芳雄、板倉昭二らの諸氏の世代である。教員も学生も、京都大学以外の出身者が多数を占める。しかも心理学という文系の学問でありながら理系の大学院に所属し、他の生物科学と同様のレベルの研究成果が求められた。神経生理学、生理学、生化学、形態学、遺伝学、生態学と横並びの学問としての心理学の位置づけは、今も変わらない。

もうひとつの特徴として、霊長類研究所が「全国共同利用研究所」のため、他大学に在籍する若手研究者や大学院生がいつも多数いた。さらに、先進国のなかで唯一サルがすむ国としての日本という特性もあって、外国人研究者の来訪も多かった。また、浅野が UCSD に2年間、小嶋が NIH に2年間、松沢がペンシルバニア大学に2年間、藤田がブラウン

大学に2年間というように、歴代の助手が必ず海外で長期研修した。そうした結果、他の学問とのあいだの垣根の低い、国内的にも国際的にも風通しのよい環境で、霊長類の心理学的研究がおこなわれた。

アイ・プロジェクトの立ち上げ時に、心理学の外の学問分野から専門家を招いて討論をした。長尾真 (京都大学, 情報学), 神尾昭雄 (1942–2002, 静岡大学–筑波大学, 生成文法理論), 久野暉 (ハーバード大学, 談話の言語学) である。先行する3つの方法を比較検討して、ヤーキス霊長類研究所でおこなったランバウらのコンピュータを使った図形文字の方式が、霊長類研究所の培ってきた基盤に最も沿うものだと判断された。ただし、ヤーキス式図形文字には言語学的な難点がある。第1に、食物は赤い背景色にするというように単語のクラスを色分けしていた。たしかにエスペラントのように語尾が「o」で終わる場合は名詞というような例もあるが、自然言語では通常はこうした制約がなく、語と意味のあいだには任意性が成立する。第2に、すべての文字が左右対称になっていた。第3に、「文章らしく見せる」という外観にこだわって「ブリーズ」「ピリオド」などの語彙が含まれていた。これらの点を改良し、「京大式図形文字 (KU lexigram)」を考案した。第1に、色や品物を表す図形文字は幾何学図形で、品詞を区別するような外形の特徴はない。第2に、9つの要素図形の複数個を組み合わせでできる複合図形が、左右対称、上下対象、点对称、非対称になるように、文字の見え方を多様にした。それとともに、漢字でいえば「上」と「下」のように、英語でいえば「GOD」と「DOG」のように、同じ要素図形を使って違う意味の文字を創れるようなくふうをした。そして第3に、最も重要な点として、チンパンジーの「言語習得」ではなく、あくまで「象徴見本あわせ課題」という弁別学習行動を解析するという態度を採用することにした。象徴とか表象と呼ばれるものを、具体的に記述可能で客観的に検証可能な課題に置き換え、その形成と般化を調べることを目的としたのである。

2. アイ・プロジェクト 1978–1985

チンパンジーはこの世界をどのように見ているのだろうか。アイ・プロジェクトの核となる研究は、コンピュータにつながったキーボードに向かったチンパンジーに、さまざまな弁別課題を与えるものだった。チンパンジーから見た世界を描き出したい。それが研究のねらいである。

1978年4月15日がアイ・プロジェクトの正式な発足の日といえる。アイが、コンピュータのある勉強部屋に来て、キーボードのキイを最初に手で触れた

日である。アイは、当時、推定1歳半だった。勉強以外の時間は、研究所の地下の窓のない飼育室で、ひとりで過ごしていた (Matsuzawa, 2009b)。手を引いて2階の勉強部屋に連れて行った。コンピュータの前に座って課題を解く。チンパンジーへの刺激提示はインライン・プロジェクターと呼ばれる装置で、名刺くらいの大さきの画面に、色や図形を映し出す。豆電球を点滅するとフィルムを透過して色や図形が映るしくみである。チンパンジーからの入力、照光式キイと呼ばれるもので、キイに内蔵された小さな豆電球が点灯すると、光がフィルムを透過して、キイの前面に明るく文字が浮かび上がるしかけだ。そのキイを押すと、信号がコンピュータに伝えられる。プログラムは機械語とBASICで書いた。コンピュータはデック社のPDP11/V03だった。

人工言語習得の研究として始まったので、何かしら言語と関連する弁別課題をおこなうというのがプロジェクトとしての要請だった。そこで「命名(naming)」に焦点を当てた。最初に教えたのは、鍵や手袋といった品物を見本として見せて、それに対応する図形文字の描かれているキイを選択肢の並んだキイボードの中から選び出して押す、という「象徴見本合わせ課題」である。また、赤、黄、緑といった色に対応する図形文字も教えた。アイから半年遅れてアキラとマリというチンパンジーが到来したので、2歳前後のチンパンジー3個体を対象に、品物や色に対応する図形文字を選ぶ訓練をした。その結果、1日1セッションとして、8種類の品物とそれに対応する図形文字を習得するのに、アイは57日、アキラは83日、マリは104日を要した。遅かれ早かれ、どのチンパンジーでも品物と図形文字という象徴見本あわせができた。しかし、個体による違いも明瞭だった。

誤答のあとの行動が三者三様だった。修正法を使っていたので、誤答すると正解が出るまで同じ問題が繰り返される。誤答の次の試行で、アイはじっくりと時間をかけて見本を見て、選択肢のキイの中からさきほど選んだのとは別のキイを選ぶ。アキラは、さきほど選んで誤答だったキイを、よりすばやく選んだり、より強く押してみたりする。誤答を知らせるブザー音にへこたれない。マリは、誤答のあとはこわごわキイを押す。また誤答が続くと顔がひきつる。グリメイスと呼ばれる歯茎を見せる不安の表情で、人間でいえば泣きっ面である。修正法なので、誤答すると同じ問題が繰り返される。こうして同一条件に置き、同じ物差しで測ると、個体差がきわだって見えてくる。もし、これが学校教育の現場のような臨床場面であれば、それぞれに適した個別の指導法があっただろう。打たれ弱いマリに合わせた学習

法を採るならば、ここは非修正法のほうがよかった。つまり、誤答をしたら次の問題にすむ。さらにはエラーレス学習法の導入が妥当だろう。選択肢のキイをひとつにして、毎回、正解だけを経験させて、ゆっくりと弁別学習を進行させる手法である。

プロジェクトの最初の英語論文が1982年に英語で公表された (Asano et al., 1982)。ともかく早く公表する必要があったので、日本学士院の英語紀要というあまりなじみのない媒体になった。3個体を被験者として、8つの品物の命名の習得過程を調べ、そのうちの5物体に5色(マリだけは3物体3色)を施して、色と物の2側面に注目した象徴見本あわせができるという報告である。つまり、赤い手袋を見本として見せると、「手袋」と「赤」に相当する図形文字の描かれたキイを2つ連続して選ぶことができる。ここまでが、類人猿の言語習得研究という既存の研究パラダイムの範疇の研究だったといえる。

この命名という課題をしていて、当時の感覚でいったいへん奇妙な結果に驚いた。対称性が成立しないのである。つまり見本として赤い色を見せられたときに「赤」を意味する図形文字を選ぶようになったあと、逆にその図形文字を見本にして色を選択する課題にすると、赤い色を正しく選ばない。今日の用語でいう刺激等価性が成立しない。その後の研究から、訓練をすれば対称性が成り立つ個体や条件もあるが、一般的にいつてむずかしいことが判明した (Kojima, 1984; Tomonaga et al., 1991; Yamamoto & Asano, 1995)。別の言い方をすると、チンパンジーが習得した「命名」行動は、人間の言語の単語と同等というには必要十分な性質をもっていない。

プロジェクトの発展として最初の個人研究として手がけたのは、色の認識と分類だった。まず、対象個体をアイだけにしぼり、命名する色を増やした。赤・橙・黄・緑・青・紫・桃・茶・白・灰・黒の11色に対応する図形文字を訓練した。そのあと、マンセル色票を使って、さまざまな色相・明度の色が、どのように命名されるかを調べた研究である (Matsuzawa, 1985a)。人間にも被験者になってもらって、同じ装置で同じ手続きで色の命名を調べた。3つの興味深い事実がわかった。第1に、224枚の色票に対する命名の安定度は人間の被験者とチンパンジーのアイとで同じだった。人間にもチンパンジーにも明確に色名を答えられる色と、日によって緑といたり青といたりするような色がある。第2に、どの範囲の色を当該の色名で呼ぶか、色のカテゴリーも両者でよく似ていた。第3に、色彩認識の文化人類学的な調査の結果とチンパンジーの色の命名を突き合わせてみた。人間の文化によって色

彩基本語の焦点（もっともその色名らしい色）は微妙に異なるが、あるクラスターを作る。そのクラスターの範囲は、チンパンジーが安定して命名できる領域と重なっていた。逆に言えば、チンパンジーが判断に困るような色を、色彩基本語の焦点としても人間の言語は無い。つまり、人間の異文化間に共通する色彩認識の普遍性は、じつはチンパンジーにもあてはまるということである。

後年、同じ結論を、べつの手法で確認した(Matsuno et al., 2004; 2006)。色の命名を経験したアイと、色の命名をまったく経験していないペンデーサで、色の分類を比較した。両者はほぼ同年で、コンピュータ制御の弁別学習の経験も同様に豊富だ。ただしアイは、色を意味する図形文字や漢字を学び、ペンデーサにはそうした経験が無い。課題は、たとえば青緑のような色を見本としてコンピュータの画面に出して、青と緑の色の2つの選択肢のどちらかを選ばせる。色の「類似見本合わせ」と呼べる課題である。結果は、経験の有無と関係なく色のカテゴリーの輪郭は同じだった。ただし経験者のほうが色の分類の安定度が高いことがわかった。「言語」を習得することで、世界の見え方がより鮮明になると解釈できる。たとえば、きょうの空が晴れ上がっていたとしよう。青い空である。翌日はややかすんで見える。こうした空の色それ自体は、人間のおとなも子どもチンパンジーも同じものを見ている。しかし、人間のおとなやアイは「青い」という命名によって、空の色の違いをより鮮明に区別し、人間の子どものペンデーサはそうした色合いの区別に敏感でないと解釈できるだろう。

次に手がけたのは形の認識である。アルファベットの26文字の識別をアイに教えた。同一見本あわせ課題である。ただしキーボードには26文字のキがあるから、学習初期にはけっこう間違える。混同行列をもとに、クラスター分析と多次元尺度法を利用して、どの文字とどの文字が似て見えているかを測定した(Matsuzawa, 1990a)。MとW、EとF、LとT、DとOなど、人間に似て見える字はチンパンジーにも似て見えることがわかった。見本の文字を3mの距離において徐々に小さくし、上下法(titration method)で閾値を調べた。両眼で1.5の視力だということがわかった。

さらにこのアルファベットを人間やチンパンジーの名前に使った。Kは室伏、Tは浅野、Sは小嶋、Zは松沢、Lはアイ、Aはアキラ、Mはマリ、Pはペンデーサというように当てはめた。写真を見せて、それがだれであるかをアルファベットの1文字で答える課題を与えた。アイにとって、人間の写真は別の人間と間違えやすく、チンパンジーの写真は別の

チンパンジーと間違えやすい。人間にも被験者をしてもらと、人間が見分けやすくチンパンジーの見分けはむずかしい。しかし、チンパンジーのアイにはチンパンジーが見分けやすく、人間の見分けがむずかしかった(Matsuzawa, 1990a)。

後年、写真をさかさまにみせるテストをした(Tomonaga et al., 1993)。さかさま写真の識別は人間にはむずかしいが、チンパンジーのアイにとってはさほどむずかしくなかった。倒立効果がないという結果である。この結果を、野生チンパンジーの3次元空間を自由に利用する生態学的な特性に由来するものと解釈した。ただし、その解釈の妥当性は、後続の研究で論議を呼んでいる。友永雅己が視覚探索課題をもちいて検討した結果、チンパンジーでも倒立効果が検出されている(Tomonaga, 1999; 2007)。命名と視覚探索というように、効果の検出方法がそもそも違うので、いちがいに結果を比較できない。どのような情報処理について生態学的な制約がかかるのか、今後の課題として残されているといえるだろう(Tomonaga et al., 2007)。

これらの一連の研究は、①コンピュータを介した自動実験制御の学習場面と、②心理物理学的な測定と、③同じ装置で同じ手続きで人間とチンパンジーを比較している点で、それまでの「類人猿の言語習得」研究と明確に異なっている。これらの研究では、図形文字やアルファベットが「言語」であるかどうかは問題にしていない。図形文字等を言語と呼ぶかどうかは別として、それらを媒体として「チンパンジーが見ている世界」を知りたかったのである。

こうした心理物理学的手法の導入を基礎にして、言語習得研究に自分なりの方法で挑戦したのが「数(number)」の研究である。数の概念と論理を言語の部分集合と捉え、数の研究をもって言語の研究への突破口とした。整数で考えてみよう。0から9までの10個の数字から成り立つ世界である。1という数字が1個を表し、または1番目という順番を表す。つまり、基数と序数の区別はあるが、それぞれの字が意味を担っている。言語との対応でいえば単語である。また、1と0を構成要素として組みあわせると10進数で10という意味のまったく別の意味が生じる。さらに加減乗除の4つの記号を付加すれば、変換操作によっても新たな意味が生じる。 $2 + 3 = 5$ というような意味だ。つまり、0から9までの数字を単語ないしは構成要素に見立てると、数の世界は言語の世界と同型的だという主張が成り立つ。数の研究によって、世界で最初に数をアラビア数字で表現したチンパンジーとしてアイは有名になった。色と物と数を表現する「語順」に自発的な規則性のあることもわかった(Matsuzawa, 1985b; 1985c; 1985d; 1985e; 1985f; 1985g; 1985h; 1985i; 1985j; 1985k; 1985l; 1985m; 1985n; 1985o; 1985p; 1985q; 1985r; 1985s; 1985t; 1985u; 1985v; 1985w; 1985x; 1985y; 1985z; 1986a; 1986b; 1986c; 1986d; 1986e; 1986f; 1986g; 1986h; 1986i; 1986j; 1986k; 1986l; 1986m; 1986n; 1986o; 1986p; 1986q; 1986r; 1986s; 1986t; 1986u; 1986v; 1986w; 1986x; 1986y; 1986z; 1987a; 1987b; 1987c; 1987d; 1987e; 1987f; 1987g; 1987h; 1987i; 1987j; 1987k; 1987l; 1987m; 1987n; 1987o; 1987p; 1987q; 1987r; 1987s; 1987t; 1987u; 1987v; 1987w; 1987x; 1987y; 1987z; 1988a; 1988b; 1988c; 1988d; 1988e; 1988f; 1988g; 1988h; 1988i; 1988j; 1988k; 1988l; 1988m; 1988n; 1988o; 1988p; 1988q; 1988r; 1988s; 1988t; 1988u; 1988v; 1988w; 1988x; 1988y; 1988z; 1989a; 1989b; 1989c; 1989d; 1989e; 1989f; 1989g; 1989h; 1989i; 1989j; 1989k; 1989l; 1989m; 1989n; 1989o; 1989p; 1989q; 1989r; 1989s; 1989t; 1989u; 1989v; 1989w; 1989x; 1989y; 1989z; 1990a; 1990b; 1990c; 1990d; 1990e; 1990f; 1990g; 1990h; 1990i; 1990j; 1990k; 1990l; 1990m; 1990n; 1990o; 1990p; 1990q; 1990r; 1990s; 1990t; 1990u; 1990v; 1990w; 1990x; 1990y; 1990z; 1991a; 1991b; 1991c; 1991d; 1991e; 1991f; 1991g; 1991h; 1991i; 1991j; 1991k; 1991l; 1991m; 1991n; 1991o; 1991p; 1991q; 1991r; 1991s; 1991t; 1991u; 1991v; 1991w; 1991x; 1991y; 1991z; 1992a; 1992b; 1992c; 1992d; 1992e; 1992f; 1992g; 1992h; 1992i; 1992j; 1992k; 1992l; 1992m; 1992n; 1992o; 1992p; 1992q; 1992r; 1992s; 1992t; 1992u; 1992v; 1992w; 1992x; 1992y; 1992z; 1993a; 1993b; 1993c; 1993d; 1993e; 1993f; 1993g; 1993h; 1993i; 1993j; 1993k; 1993l; 1993m; 1993n; 1993o; 1993p; 1993q; 1993r; 1993s; 1993t; 1993u; 1993v; 1993w; 1993x; 1993y; 1993z; 1994a; 1994b; 1994c; 1994d; 1994e; 1994f; 1994g; 1994h; 1994i; 1994j; 1994k; 1994l; 1994m; 1994n; 1994o; 1994p; 1994q; 1994r; 1994s; 1994t; 1994u; 1994v; 1994w; 1994x; 1994y; 1994z; 1995a; 1995b; 1995c; 1995d; 1995e; 1995f; 1995g; 1995h; 1995i; 1995j; 1995k; 1995l; 1995m; 1995n; 1995o; 1995p; 1995q; 1995r; 1995s; 1995t; 1995u; 1995v; 1995w; 1995x; 1995y; 1995z; 1996a; 1996b; 1996c; 1996d; 1996e; 1996f; 1996g; 1996h; 1996i; 1996j; 1996k; 1996l; 1996m; 1996n; 1996o; 1996p; 1996q; 1996r; 1996s; 1996t; 1996u; 1996v; 1996w; 1996x; 1996y; 1996z; 1997a; 1997b; 1997c; 1997d; 1997e; 1997f; 1997g; 1997h; 1997i; 1997j; 1997k; 1997l; 1997m; 1997n; 1997o; 1997p; 1997q; 1997r; 1997s; 1997t; 1997u; 1997v; 1997w; 1997x; 1997y; 1997z; 1998a; 1998b; 1998c; 1998d; 1998e; 1998f; 1998g; 1998h; 1998i; 1998j; 1998k; 1998l; 1998m; 1998n; 1998o; 1998p; 1998q; 1998r; 1998s; 1998t; 1998u; 1998v; 1998w; 1998x; 1998y; 1998z; 1999a; 1999b; 1999c; 1999d; 1999e; 1999f; 1999g; 1999h; 1999i; 1999j; 1999k; 1999l; 1999m; 1999n; 1999o; 1999p; 1999q; 1999r; 1999s; 1999t; 1999u; 1999v; 1999w; 1999x; 1999y; 1999z; 2000a; 2000b; 2000c; 2000d; 2000e; 2000f; 2000g; 2000h; 2000i; 2000j; 2000k; 2000l; 2000m; 2000n; 2000o; 2000p; 2000q; 2000r; 2000s; 2000t; 2000u; 2000v; 2000w; 2000x; 2000y; 2000z; 2001a; 2001b; 2001c; 2001d; 2001e; 2001f; 2001g; 2001h; 2001i; 2001j; 2001k; 2001l; 2001m; 2001n; 2001o; 2001p; 2001q; 2001r; 2001s; 2001t; 2001u; 2001v; 2001w; 2001x; 2001y; 2001z; 2002a; 2002b; 2002c; 2002d; 2002e; 2002f; 2002g; 2002h; 2002i; 2002j; 2002k; 2002l; 2002m; 2002n; 2002o; 2002p; 2002q; 2002r; 2002s; 2002t; 2002u; 2002v; 2002w; 2002x; 2002y; 2002z; 2003a; 2003b; 2003c; 2003d; 2003e; 2003f; 2003g; 2003h; 2003i; 2003j; 2003k; 2003l; 2003m; 2003n; 2003o; 2003p; 2003q; 2003r; 2003s; 2003t; 2003u; 2003v; 2003w; 2003x; 2003y; 2003z; 2004a; 2004b; 2004c; 2004d; 2004e; 2004f; 2004g; 2004h; 2004i; 2004j; 2004k; 2004l; 2004m; 2004n; 2004o; 2004p; 2004q; 2004r; 2004s; 2004t; 2004u; 2004v; 2004w; 2004x; 2004y; 2004z; 2005a; 2005b; 2005c; 2005d; 2005e; 2005f; 2005g; 2005h; 2005i; 2005j; 2005k; 2005l; 2005m; 2005n; 2005o; 2005p; 2005q; 2005r; 2005s; 2005t; 2005u; 2005v; 2005w; 2005x; 2005y; 2005z; 2006a; 2006b; 2006c; 2006d; 2006e; 2006f; 2006g; 2006h; 2006i; 2006j; 2006k; 2006l; 2006m; 2006n; 2006o; 2006p; 2006q; 2006r; 2006s; 2006t; 2006u; 2006v; 2006w; 2006x; 2006y; 2006z; 2007a; 2007b; 2007c; 2007d; 2007e; 2007f; 2007g; 2007h; 2007i; 2007j; 2007k; 2007l; 2007m; 2007n; 2007o; 2007p; 2007q; 2007r; 2007s; 2007t; 2007u; 2007v; 2007w; 2007x; 2007y; 2007z; 2008a; 2008b; 2008c; 2008d; 2008e; 2008f; 2008g; 2008h; 2008i; 2008j; 2008k; 2008l; 2008m; 2008n; 2008o; 2008p; 2008q; 2008r; 2008s; 2008t; 2008u; 2008v; 2008w; 2008x; 2008y; 2008z; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2009e; 2009f; 2009g; 2009h; 2009i; 2009j; 2009k; 2009l; 2009m; 2009n; 2009o; 2009p; 2009q; 2009r; 2009s; 2009t; 2009u; 2009v; 2009w; 2009x; 2009y; 2009z; 2010a; 2010b; 2010c; 2010d; 2010e; 2010f; 2010g; 2010h; 2010i; 2010j; 2010k; 2010l; 2010m; 2010n; 2010o; 2010p; 2010q; 2010r; 2010s; 2010t; 2010u; 2010v; 2010w; 2010x; 2010y; 2010z; 2011a; 2011b; 2011c; 2011d; 2011e; 2011f; 2011g; 2011h; 2011i; 2011j; 2011k; 2011l; 2011m; 2011n; 2011o; 2011p; 2011q; 2011r; 2011s; 2011t; 2011u; 2011v; 2011w; 2011x; 2011y; 2011z; 2012a; 2012b; 2012c; 2012d; 2012e; 2012f; 2012g; 2012h; 2012i; 2012j; 2012k; 2012l; 2012m; 2012n; 2012o; 2012p; 2012q; 2012r; 2012s; 2012t; 2012u; 2012v; 2012w; 2012x; 2012y; 2012z; 2013a; 2013b; 2013c; 2013d; 2013e; 2013f; 2013g; 2013h; 2013i; 2013j; 2013k; 2013l; 2013m; 2013n; 2013o; 2013p; 2013q; 2013r; 2013s; 2013t; 2013u; 2013v; 2013w; 2013x; 2013y; 2013z; 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f; 2014g; 2014h; 2014i; 2014j; 2014k; 2014l; 2014m; 2014n; 2014o; 2014p; 2014q; 2014r; 2014s; 2014t; 2014u; 2014v; 2014w; 2014x; 2014y; 2014z; 2015a; 2015b; 2015c; 2015d; 2015e; 2015f; 2015g; 2015h; 2015i; 2015j; 2015k; 2015l; 2015m; 2015n; 2015o; 2015p; 2015q; 2015r; 2015s; 2015t; 2015u; 2015v; 2015w; 2015x; 2015y; 2015z; 2016a; 2016b; 2016c; 2016d; 2016e; 2016f; 2016g; 2016h; 2016i; 2016j; 2016k; 2016l; 2016m; 2016n; 2016o; 2016p; 2016q; 2016r; 2016s; 2016t; 2016u; 2016v; 2016w; 2016x; 2016y; 2016z; 2017a; 2017b; 2017c; 2017d; 2017e; 2017f; 2017g; 2017h; 2017i; 2017j; 2017k; 2017l; 2017m; 2017n; 2017o; 2017p; 2017q; 2017r; 2017s; 2017t; 2017u; 2017v; 2017w; 2017x; 2017y; 2017z; 2018a; 2018b; 2018c; 2018d; 2018e; 2018f; 2018g; 2018h; 2018i; 2018j; 2018k; 2018l; 2018m; 2018n; 2018o; 2018p; 2018q; 2018r; 2018s; 2018t; 2018u; 2018v; 2018w; 2018x; 2018y; 2018z; 2019a; 2019b; 2019c; 2019d; 2019e; 2019f; 2019g; 2019h; 2019i; 2019j; 2019k; 2019l; 2019m; 2019n; 2019o; 2019p; 2019q; 2019r; 2019s; 2019t; 2019u; 2019v; 2019w; 2019x; 2019y; 2019z; 2020a; 2020b; 2020c; 2020d; 2020e; 2020f; 2020g; 2020h; 2020i; 2020j; 2020k; 2020l; 2020m; 2020n; 2020o; 2020p; 2020q; 2020r; 2020s; 2020t; 2020u; 2020v; 2020w; 2020x; 2020y; 2020z; 2021a; 2021b; 2021c; 2021d; 2021e; 2021f; 2021g; 2021h; 2021i; 2021j; 2021k; 2021l; 2021m; 2021n; 2021o; 2021p; 2021q; 2021r; 2021s; 2021t; 2021u; 2021v; 2021w; 2021x; 2021y; 2021z; 2022a; 2022b; 2022c; 2022d; 2022e; 2022f; 2022g; 2022h; 2022i; 2022j; 2022k; 2022l; 2022m; 2022n; 2022o; 2022p; 2022q; 2022r; 2022s; 2022t; 2022u; 2022v; 2022w; 2022x; 2022y; 2022z; 2023a; 2023b; 2023c; 2023d; 2023e; 2023f; 2023g; 2023h; 2023i; 2023j; 2023k; 2023l; 2023m; 2023n; 2023o; 2023p; 2023q; 2023r; 2023s; 2023t; 2023u; 2023v; 2023w; 2023x; 2023y; 2023z; 2024a; 2024b; 2024c; 2024d; 2024e; 2024f; 2024g; 2024h; 2024i; 2024j; 2024k; 2024l; 2024m; 2024n; 2024o; 2024p; 2024q; 2024r; 2024s; 2024t; 2024u; 2024v; 2024w; 2024x; 2024y; 2024z; 2025a; 2025b; 2025c; 2025d; 2025e; 2025f; 2025g; 2025h; 2025i; 2025j; 2025k; 2025l; 2025m; 2025n; 2025o; 2025p; 2025q; 2025r; 2025s; 2025t; 2025u; 2025v; 2025w; 2025x; 2025y; 2025z; 2026a; 2026b; 2026c; 2026d; 2026e; 2026f; 2026g; 2026h; 2026i; 2026j; 2026k; 2026l; 2026m; 2026n; 2026o; 2026p; 2026q; 2026r; 2026s; 2026t; 2026u; 2026v; 2026w; 2026x; 2026y; 2026z; 2027a; 2027b; 2027c; 2027d; 2027e; 2027f; 2027g; 2027h; 2027i; 2027j; 2027k; 2027l; 2027m; 2027n; 2027o; 2027p; 2027q; 2027r; 2027s; 2027t; 2027u; 2027v; 2027w; 2027x; 2027y; 2027z; 2028a; 2028b; 2028c; 2028d; 2028e; 2028f; 2028g; 2028h; 2028i; 2028j; 2028k; 2028l; 2028m; 2028n; 2028o; 2028p; 2028q; 2028r; 2028s; 2028t; 2028u; 2028v; 2028w; 2028x; 2028y; 2028z; 2029a; 2029b; 2029c; 2029d; 2029e; 2029f; 2029g; 2029h; 2029i; 2029j; 2029k; 2029l; 2029m; 2029n; 2029o; 2029p; 2029q; 2029r; 2029s; 2029t; 2029u; 2029v; 2029w; 2029x; 2029y; 2029z; 2030a; 2030b; 2030c; 2030d; 2030e; 2030f; 2030g; 2030h; 2030i; 2030j; 2030k; 2030l; 2030m; 2030n; 2030o; 2030p; 2030q; 2030r; 2030s; 2030t; 2030u; 2030v; 2030w; 2030x; 2030y; 2030z; 2031a; 2031b; 2031c; 2031d; 2031e; 2031f; 2031g; 2031h; 2031i; 2031j; 2031k; 2031l; 2031m; 2031n; 2031o; 2031p; 2031q; 2031r; 2031s; 2031t; 2031u; 2031v; 2031w; 2031x; 2031y; 2031z; 2032a; 2032b; 2032c; 2032d; 2032e; 2032f; 2032g; 2032h; 2032i; 2032j; 2032k; 2032l; 2032m; 2032n; 2032o; 2032p; 2032q; 2032r; 2032s; 2032t; 2032u; 2032v; 2032w; 2032x; 2032y; 2032z; 2033a; 2033b; 2033c; 2033d; 2033e; 2033f; 2033g; 2033h; 2033i; 2033j; 2033k; 2033l; 2033m; 2033n; 2033o; 2033p; 2033q; 2033r; 2033s; 2033t; 2033u; 2033v; 2033w; 2033x; 2033y; 2033z; 2034a; 2034b; 2034c; 2034d; 2034e; 2034f; 2034g; 2034h; 2034i; 2034j; 2034k; 2034l; 2034m; 2034n; 2034o; 2034p; 2034q; 2034r; 2034s; 2034t; 2034u; 2034v; 2034w; 2034x; 2034y; 2034z; 2035a; 2035b; 2035c; 2035d; 2035e; 2035f; 2035g; 2035h; 2035i; 2035j; 2035k; 2035l; 2035m; 2035n; 2035o; 2035p; 2035q; 2035r; 2035s; 2035t; 2035u; 2035v; 2035w; 2035x; 2035y; 2035z; 2036a; 2036b; 2036c; 2036d; 2036e; 2036f; 2036g; 2036h; 2036i; 2036j; 2036k; 2036l; 2036m; 2036n; 2036o; 2036p; 2036q; 2036r; 2036s; 2036t; 2036u; 2036v; 2036w; 2036x; 2036y; 2036z; 2037a; 2037b; 2037c; 2037d; 2037e; 2037f; 2037g; 2037h; 2037i; 2037j; 2037k; 2037l; 2037m; 2037n; 2037o; 2037p; 2037q; 2037r; 2037s; 2037t; 2037u; 2037v; 2037w; 2037x; 2037y; 2037z; 2038a; 2038b; 2038c; 2038d; 2038e; 2038f; 2038g; 2038h; 2038i; 2038j; 2038k; 2038l; 2038m; 2038n; 2038o; 2038p; 2038q; 2038r; 2038s; 2038t; 2038u; 2038v; 2038w; 2038x; 2038y; 2038z; 2039a; 2039b; 2039c; 2039d; 2039e; 2039f; 2039g; 2039h; 2039i; 2039j; 2039k; 2039l; 2039m; 2039n; 2039o; 2039p; 2039q; 2039r; 2039s; 2039t; 2039u; 2039v; 2039w; 2039x; 2039y; 2039z; 2040a; 2040b; 2040c; 2040d; 2040e; 2040f; 2040g; 2040h; 2040i; 2040j; 2040k; 2040l; 2040m; 2040n; 2040o; 2040p; 2040q; 2040r; 2040s; 2040t; 2040u; 2040v; 2040w; 2040x; 2040y; 2040z; 2041a; 2041b; 2041c; 2041d; 2041e; 2041f; 2041g; 2041h; 2041i; 2041j; 2041k; 2041l; 2041m; 2041n; 2041o; 2041p; 2041q; 2041r; 2041s; 2041t; 2041u; 2041v; 2041w; 2041x; 2041y; 2041z; 2042a; 2042b; 2042c; 2042d; 2042e; 2042f; 2042g; 2042h; 2042i; 2042j; 2042k; 2042l; 2042m; 2042n; 2042o; 2042p; 2042q; 2042r; 2042s; 2042t; 2042u; 2042v; 2042w; 2042x; 2042y; 2042z; 2043a; 2043b; 2043c; 2043d; 2043e; 2043f; 2043g; 2043h; 2043i; 2043j; 2043k; 2043l; 2043m; 2043n; 2043o; 2043p; 2043q; 2043r; 2043s; 2043t; 2043u; 2043v; 2043w; 2043x; 204

Matsuzawa et al., 1986)。その後、具体的な品物のかわりにドットと呼ばれる白い丸の数を問う課題にした。このほうが反応時間を正確に測れるからである。さらに、基数の9までの拡張 (Murofushi, 1997)、ドットを短時間提示したばあいの数の命名の研究 (Tomonaga & Matsuzawa, 2002)、基数から序数の導入 (友永ら, 1993; Tomonaga & Matsuzawa, 2000)、数字0の導入 (Biro & Matsuzawa, 2001)、数字の記憶課題 (Biro & Matsuzawa, 1999; Inoue & Matsuzawa, 2007; Kawai & Matsuzawa, 2000)、ドットの数そのものの大小判断 (Tomonaga, 2008) など、多数の研究を生んで今なお継続している。数の研究については、別稿で30年の経過を詳述したのでそちらを参照いただきたい (Matsuzawa, 2009c)。

アイ・プロジェクトの概要については、和英の総説がある (松沢, 1991a; Matsuzawa, 2003a)。アイ・プロジェクトを核とした広汎な霊長類の認知と行動の研究については英文の一書にまとめた (Matsuzawa, 2001a)。なお、霊長類研究所のチンパンジー研究プロジェクトとしては、小嶋祥三による聴覚研究があり英文の一書にまとめられている (Kojima, 2003a)。霊長類研究所のチンパンジーの心の研究を生み出すに到った前史についてもまとめてある。今西錦司と日本の霊長類学の歴史 (松沢, 2009a; Matsuzawa & McGrew, 2008)、日本におけるヒト以外の霊長類を対象とした心理学的研究の歴史 (Matsuzawa et al., 1996)、日本におけるチンパンジーを対象とした心理学的研究の歴史 (Matsuzawa et al., 1997) について、それぞれ参照していただきたい。

3. アフリカの野生チンパンジーの研究 1986—

チンパンジーは実際に彼らの知性をアフリカの自然の生息地でどのように使っているのだろうか。アイと過ごした最初の7年間のあいだに、素朴に芽生えた疑問である。1985年に2年間のサバティカルとして、ペンシルバニア大学のデイビッド・プレマックのもとに留学することにした。「プレマックの原理」の発見者であり、チンパンジーのサラに彩片語を教えた人であり、「心の理論」という用語を創始した研究者である (Matsuzawa, 2003b; Premack, 2007; Premack & Woodruff, 1978)。プレマックとの問答の中から、自分自身の研究のオリジナリティを意識するようになり、まずはアフリカへ行って彼らの野生の本来の姿を見るべきだと思い到了。

アメリカ東海岸とアフリカ西海岸はじつは近い。1986年2月初旬の厳寒のニューヨークから、赤道直下の常夏のモンロビアに飛び、陸路でリベリアを北

上して国境を越え、ギニアのボッソウに到着する一人旅をした。それが最初のアフリカだった。ボッソウの調査地の開拓者である霊長類研究所の先輩教員である杉山幸丸とボッソウ村で固い握手をした。翌日、初めて野生チンパンジーを見た。パンという丘の頂上付近だった。幼子を連れた母親だった。冷涼な森の木々を渡っていく黒々とした毛が朝陽にきらめいていた。ふと見ると、隣の杉山がしゃがみこんでガタガタ震えている。マラリアだった。高熱にうなされる2晩3日の看病ののち、日本への送還を決意した。ンゼレコレの飛行場で飛行機に乗せて見送った。村に帰るとひとりぼっちである。最初のアフリカでいきなり一人になって、すべて自己流でチンパンジーの調査を始めた。

3月3日、チンパンジー調査に一区切りをつけて、西アフリカ・ギニアのニンバ山の山頂に立った。ニンバ山は、世界自然遺産に指定された西アフリカのランドマークである。森林ギニアの中心で、この一帯を水源として、ニジェール川などの大河が流れ出している。ニンバ山は標高こそ1740mと低いが、ギニア・リベリア・コートジボワールの3国の国境に聳えていて、チンパンジーや胎生のカエルなど稀少な動植物種の宝庫だ。頂上に立つと、調査地のボッソウの森が小さな浮島のように見え、反対側のコートジボワール側に黒々とした大森林が広がって見えた。2度のヒマラヤ経験があったので、アフリカの登山がむずかしいということはない。しかし、地図もなく、地元のガイドも登ったことがない。原始の森を踏み分けていく登山に、探検という雰囲気を味わえた。

それから毎年、主として12—1月の乾期に、ボッソウで野生チンパンジーの調査をしている。ここのチンパンジーは一組の石をハンマーと台にしてアブラヤシの硬い種を叩き割って中の核を取り出して食べる (Sugiyama & Koman, 1979)。石器使用とも呼べるその道具使用に興味をもった。1980年代後半は、まだチンパンジーが人になれていなかったのと、石器を使う場所が下敷の濃い二次林なので、直接観察がむずかしかった。チンパンジーを探して森を歩く毎日を繰り返すうちに、月に1—2回程度の観察機会があった。石で叩く音でそれと気がつく。音の聞こえる方に向かってそっと近寄ると、敷の向こうにチラチラと黒い影がわずかに見える程度である。そこで1987年から88年初頭にかけての時期に、まず広域調査から始めた。チンパンジーの踏み跡をたどり、石器使用の場所を特定した。ヤシの木は山麓の平坦地に多く、石器使用の場所はヤシの木の真下かその周辺に限られていた。使用された石に目印をつけて元に戻す。そうした使用場所を定期的に巡

回する作業である。その結果、最大で150mほど石が移動した例があった。石器を運搬することがわかった。それをもとに最初の野外実験を実施した。石器使用の標的となるのはアブラヤシの種だ。3種類の種を用意した。①赤い果肉のついた新鮮なもの、②落果して2週間程度たって果肉が乾燥してかろうじて外皮が残っているもの、③落果して1か月以上たってすっかり果肉も外皮もなくなり種がむき出しになっているもの、である。そこから約3m離れた場所に道具となる石を用意しておいた。定期巡回した結果、種を石に運んで割ることも、石を種に運んで割ることもあることがわかった。落果して2週間程度の中古の種を好んで割る、ということもわかった (Sakura & Matsuzawa, 1991)。新鮮なものは種の中の核がこびりついて取れない。古いものは核が収縮して固くなって味が落ちる。中古のものが取り出しやすく美味でもある、ということのようだ。

こうした予備実験を経て、1988年の調査の終わりに、石器使用の本格的な「野外実験 (field experiment)」に取り組んだ。チンパンジーがよく利用する場所として、遊動域の中心のパンの森の中腹に、大きなアニンググリアの倒木がある。その倒木の上に一組の石と、アブラヤシの種とを置いて、約20m離れた場所に草のフェンスを作って、ビデオカメラを設定して到来を待つという方式である。やがて、ブルーと名づけた7歳の男の子がやってきて、右手でハンマー石をもってアブラヤシの種を叩き割った。そのようすをビデオカメラに収めた。野外実験とビデオ撮影の最初の成功例となった。翌1989年初頭の調査は伏見貴夫が引き継いだ。彼は野外実験場をパンの森の頂上の平坦地に移し、多数のビデオ撮影をすることに成功した。こうして「ビューロー」と呼ぶ現在の場所で、過去20年間にわたって、毎年、同じ年末年始の乾期の時期に、直接観察とビデオ記録

Figure 1. 一組の石を使ってアブラヤシの種を叩き割る野生チンパンジーの母親と、それを覗き込む8歳の息子と、種をもてあそぶ1歳半の娘 (撮影：野上悦子)。

による定点観測が続けられている。膨大な映像資料として、野生チンパンジーの石器使用のようすが記録されている。

その後の野外実験から、石器使用をめぐるいくつかの興味深い発見があった。ハンマーを握る手が個体ごとに決まっておりに利き手がある (Sugiyama et al., 1993)。親子の利き手は4通りのすべての組み合わせがあるが兄弟姉妹間では一致している (Matsuzawa, 1999)。石器使用と他の道具使用とのあいだに明瞭な利き手の関連はないが、多様な道具使用の全体で見ると集団レベルで右手利きが多い (Humble and Matsuzawa, 2009)。石器使用ができる学習の臨界期がある (Matsuzawa, 1994)。石器使用ができるまでのあいだに石や種の操作に不可逆的な発達段階がある (Inoue-Nakamura & Matsuzawa, 1997)。石器使用の遂行は一連の複雑な行動連鎖がある (Carvalho et al., 2008)。飼育下で検証してみると石器使用の習得はチンパンジーにとって困難な認知課題である (Hayashi et al., 2005)。石器使用の獲得には「教えない教育・見習う学習 (Education by master-apprenticeship)」と呼ばれるチンパンジー特有の観察学習がある (Matsuzawa et al., 2001)。また、道具使用には季節変化があり、果実が少なくなると道具使用が増えることがわかった (Yamakoshi, 1998)。こうした多様な事実が判明し、研究は今なお継続している。石器使用の野外実験の研究成果については、別稿で総説されているのでそちらを参照いただきたい (Matsuzawa, 1994 ; Biro et al., 2003)。

なお、石器使用研究の新しい展開に言及したい。2008年7月に、ケンブリッジ大学の大学院生のスザナ・カルバーリョと一緒に、ケニアのコービフォラの化石人類発掘地を訪れた。ホモ・ハビリスが原始的な石器を製作・使用していた場所である。その石をボッソウに運んでチンパンジーに与えてみた。すると10歳になるジェジェという男の子が、コービフォラの石 (玄武岩) を使ってヤシの種割りをしているときに、強く叩いた結果、種を載せている台石 (ラテライト) のほうがまっぴたつに割れた。のちにその半分がハンマーとして使われるようになった。つまり、意図という点を除外すると、石で石を叩き割って、その石をハンマーとして使ったことになる。人類の石器製作の第一歩は、こうした偶然的所与に直面して、チンパンジーのように新たな使用法を考えついたのではないかと推測している (松沢, 2009b)。

石器使用以外に、棒を使った地上性のアリつり (Humble & Matsuzawa, 2001 ; 2002 ; Moebius et al., 2008)、それを転用した樹上性のアリつり

(Yamamoto et al., 2008), 水 藻 す く い (Matsuzawa, 1999; Humle & Matsuzawa, 2009), 葉を使った水飲み (Biro et al., 2006; Tonooka, 2003; Sousa et al., 2009), ヤシの杵つき (Sugiyama, 1994; Yamakoshi & Sugiyama, 1995), 濡れた地面に座るときに葉を敷いて座布団のように使う行動 (Hirata et al., 1998), 木の枝を人形に見立てた子守り行動 (Matsuzawa, 1997), ハイラックスという動物を人形のように持ち歩く行動 (Hirata et al., 2001), などの道具使用がこれまでの調査で発見された。道具使用だけでなく, 出会ったときの挨拶や性行動を誘うしぐさなど, 社会的な行動についてもボッソウに特有のものが見つかった (Nakamura & Nishida, 2006)。つまり, チンパンジーにも人間と同様に他のコミュニティとは異なる文化的伝統のあることがわかった (Matsuzawa, 2003c)。

また, 同じ場所に暮らす人間との関係も見えてきた。こうした社会学的な側面としては, 危険な道路を渡るときに行列に見られる社会的な役割分担 (Hockings et al., 2006), パパイヤの実を「贈り物」として使う男女関係 (Hockings et al., 2007), 栽培食物とくに地下茎の食物利用 (Hockings et al., 2009) などが見えてきた。これらも, ボッソウという人間とのコンタクトの多い場所に特有な, チンパンジーの文化的伝統といえるだろう。

野外の研究は, 基本的には観察研究である。チンパンジーが早朝に樹上のベッドから起きだすところから, 夕方にベッドを作って寝るまでを終日追跡する。いつ, どこで, だれと, 何をしているかを記録する。そうした記録を日々積み重ねていくと, ある程度, 行動のパターンが見えてくる (Goodall, 1986)。いったんパターンが見えると, 次に何をするか, どういう結果になるか, 行動の予測ができるようになる。「行動を予測できる」ということは, 実験であれ観察であれ, 対象を理解したことの具体的な強い証拠だ。そうした行動パターンを理解するというかたちで, チンパンジーの親子関係や, なかま関係や, 子どもの発達に関する知識が積みあがってきた。生息地での日々の観察を通して, チンパンジーの生涯発達をみることになる。

多くの研究者が次々とバトンを受け渡すようにして, ボッソウでは, 1976年11月から2009年4月現在までに, 200か月の調査がおこなわれた。最初の10年間は3年に1度の4か月程度の調査を杉山が3回おこなった。1986年に著者が2番目の研究者として参加して以降は, 毎年調査をするようになり, 観察月数が増加した。1995年の山越言のまる一年間の滞在を契機に, 近年では研究者が通年で常駐する体

制ができた。過去約32年間の総計でいえばその約50%の期間をカバーして観察したことになる。著者自身, 過去23年間で36か月間の現地調査をおこなった。

こうした長期継続研究がアフリカ各地のチンパンジー研究サイトでおこなわれている。各地の調査資料をもちより534例の出産例をもとに, チンパンジーの生存曲線と年齢ごとの繁殖率がわかった (Emery-Thompson et al., 2007)。その結果, 乳幼児死亡率 (4歳以下の死亡率) は約30%と高く, 0歳児の平均余命すなわち平均寿命は約15歳で, 寿命の最長が約50歳ということがわかった。

他の調査地と比べてボッソウの野生チンパンジーはやや早く成熟する。しかし, おおまかにいえば, チンパンジーの生活史はほぼ次のようなものだといえる。まず0歳から4歳未満の最初の4年間の時期をあかんぼう (infant) と呼ぶ。乳を飲み, 夜は母親と同じベッドで眠り, 下の弟妹がいない時期である。次の4歳以上8歳未満の4年間を子ども (juvenile) と呼ぶ。離乳して独立し始め, 男の子は父親たちおとなの男性と行動をともにし始め, 女の子は母親とともに過ごすことが多い。生活史の暦年齢を1.5倍するとほぼ人間と同様なのだが, 8歳 (つまり人間でいうと12歳) ころに, 男子には精通があり, 女子には初潮が来る。8歳から12歳未満が思春期から青年期 (subadult) にあたり, 女性はそのころに群れを出て, 近隣の別の群れに移籍する。12歳を超えるとほぼ大人 (adult) である。女性は子どもを産み始め, 5-6年に1度子どもを産む。際立った特徴として, 死ぬ間際まで子どもを産み, 人間のような更年期や「おばあさん」の時期がないこともわかった。それでも40歳くらいから行動が鈍り始め, 老年 (elderly) と呼んでよいだろう。

ボッソウの群れは, 2003年に呼吸器系の感染症で一時に5個体が亡くなり, 現在13個体である (松沢ら, 2004; Matsuzawa, 2006ab)。腸内細菌叢の研究から, ボッソウのチンパンジーにはヒトとの接触による相互感染の影響が懸念される (Uenishi et al., 2007)。チンパンジーは父系社会で女性は群れを出て行き隣接群に移籍する。若年の消失個体は, 死亡を確認した例 (Matsuzawa et al., 1990) を除けば移籍と考えられる。そこで隣接群の研究を始めた。1993年には, 東に位置するニンバ山のチンパンジーの研究を始めた (Granier et al., 2007; Humle & Matsuzawa, 2004; Koops et al., 2006; Matsuzawa & Yamakoshi, 1996)。さらには, 西に約40 km離れたディエケの森での研究 (Matsuzawa et al., 1999; Carvalho et al., 2007), 南のリベリアの森での研究 (Ohashi, 2006)

を始め、それぞれ人づけが進んでいる。ボツソウを中心とする森林ギニアを覆う広域の研究から、移籍する女性を介しての隣接群での文化の交換や、他地域との対比で見えてくる「文化圏」の存在など、チンパンジーの文化人類学的研究につながる展望が開けてくるだろう。

4. 比較認知科学の成立 1990

1991年に2冊の姉妹書を出版した。「チンパンジーから見た世界」(松沢, 1991a)と「チンパンジー・マインド」(松沢, 1991b)である。前者は学術書で、後者は一般向けにより広い視点で書いた。後者は、のちに認知発達に関する1章を付け加えて、「チンパンジーの心」と改題して文庫化されている(松沢, 2001c)。

「比較認知科学」という用語は現在では人口に膾炙されているが、用語それ自体は、1991年の「チンパンジーから見た世界」が初出となる著者の造語である。類語としての英語表現で Animal Cognition というと、Animal Psychology や Animal Learning や Animal Behavior という既存の用語と同様に、「人間と動物」という二分法が感じ取れるので適切ではない。欧米にほぼ同時にすでにあった Comparative Cognition (比較認知) という用語は、認知という研究対象と種比較という視点にだけ言及していて、認知科学の一種であるという学問のアイデンティティが欠如している。発想の筋道としては、人間の心の科学研究が認知科学 (Cognitive Science) であり、人間の心はその体と同様に進化の産物であり、したがって人間の心の進化的基盤を種間比較研究によって探るというユニークな研究分野が認知科学の中に成り立つ。それを「比較認知科学 (Comparative Cognitive Science, 略称 CCS)」と称すべきだと考えた。そうした論理で成り立った表現である。したがって英語の呼称も著者の造語である (Matsuzawa, 1998; Matsuzawa & Tomonaga, 2001)。

そう考えて20年近くが経過した。もはや誰の創案というほどの必要も無く、「比較認知科学」という用語は広く普及している。それはひとえに、同様の発想をもって志を同じくする研究者が、互いに切磋琢磨して、この新しい研究分野を盛り立ててきたからだろう。人間以外の動物の心の研究はいわば時代の必然だった。そうしたパイオニアとしての役割を果たしてきたのは渡辺茂、藤田和生、友永雅己らの諸氏であり、さらにそれに続く若い世代の参入と努力によっている。学会としては、創立以来75年の伝統をもつ日本動物心理学会がある。その動物心理学を比較心理学と言い換える時代もあった。心理学を

主な母体として、1970年代になって認知科学がさかんになった。心理学も認知科学も心の研究だが、後者のほうが科学的研究という意味合いが強いだろう。「比較認知科学」という若い学問については、その呼称の妥当性を含めてさまざまな議論がある(後藤・牛谷, 2008)。しいていえば、自らの学問をどう称するかは、優れて個々の研究者のアイデンティティの問題だろう。どちらが正しいとか、まちがっているということではないと思う。

同様に付言すれば、「アイ・プロジェクト」という呼び方も、同書の出版を契機につけたものである。それまで霊長類研究所のチンパンジー研究プロジェクトに呼称はなかった。本を書くうえで何か名前がないと不便なので、「アイという名のひとりのチンパンジーから見た世界を描き出した」という意味でアイ・プロジェクトと命名した。アイ・プロジェクトは、比較認知科学という学問が目指すものを、チンパンジーという存在のおかげでビュアに表現することができた。その歴史的な役割は、人間とそれ以外の動物の心を比較することで人間の心の進化的基盤を探索する学問のかたちを、具体的に明示してみせたということにあるのだろう。

アイ・プロジェクトにおいて、数の研究と並んで特記すべきは、人間の言語そのものへのこだわり由来する、認知における階層性とくに自己埋め込み型の階層性の指摘だろう(松沢, 1991a)。人間の言語の特徴は、音声とか文法とかさまざまな観点から規定できるが、二重分節性に本質があると考えた。つまりすべての人間の言語は、談話と呼ばれる文の連なりからなっている。長いものもあれば短いものもあるが、文がない人間の言語は無い。人間の言語の基本を文と捉える。その文は単語からなり、その単語はさらにその構成要素(音素やアルファベット)からなる。そうした文ー単語ー構成要素という二重分節性をもった言語を扱った例は、従来の類人猿の言語習得研究の中になかった (Matsuzawa, 1991a)。

そこで、図形文字の特性を活かして、「構成見本あわせ課題」という新しい課題を考案した。複合図形を見本として、その要素図形から再構成させる課題である (Fujita & Matsuzawa, 1990)。さらに、これに既得の象徴見本あわせ課題を組み合わせる「象徴構成見本あわせ課題」を考案し、それをチンパンジーが習得できることを示した (Matsuzawa, 1986; 1989)。つまり、品物をみて、それを表す図形文字を構成要素から組み立てる課題である。具体的には、「りんご」を表す図形文字があり、その文字は「四角形」と「横線」と「塗りつぶした丸」という3つの要素図形からできている。チンパンジーに実物のりんごを見せると、9つの要素図形だけが

並んだキーボードの中から、当該の要素を選び出して組み合わせて、りんごを表す図形文字を作ることができた。これが語と構成要素の分節に対応する。

語から文を構成する部分については、「AさんがBさんに近づく」という場面をビデオで見せて、それを「A」「近づく」「B」という3つの図形文字の語順で答えることを求めた(松沢, 1991a)。色・形・数のような自発的な語順の生成ではなくて、主体一動作一客体という語順のように外部から与えられた文法規則の習得である。同じ3つの図形文字を使いながら、「誰が・誰に・近づく」のか、その語順が異なるとまったく違う意味になる(松沢, 1991a)。そうした言語習得プロジェクトとしての研究の中から、「わたし」「あなた」といった人称代名詞に相当する表現の習得(Itakura, 1992; Itakura & Matsuzawa, 1993)などの成果も生まれた。しかし、あと一步のつめができていない。統語構造をもった文を単語から構成し、その単語をさらに要素から構成する、という二重分節といえる構造をもったレベルの文を習得させるまでには到らなかった。

言語という認知機能のもつ階層性を意識することで、別の展開があった。「行為の文法 (action grammar)」という新たな視点の誕生である。入れ子のカップを使ったグリーンフィールドの研究(Greenfield, 1991; Greenfield et al., 1972)と、子どもの認知発達研究の田中昌人・田中杉恵(田中・田中, 1981, 竹下・田中・松沢, 1983)との交流から生まれた発想である。言語のもつ統語構造は、日常の物の操作の中にも通底するものがある、と考えた。たとえば大・中・小という大きさの違う3つの器が目の前にあるとしよう。2歳半の人間の子どもは、何が何でもひとつの器の中に入れようとする。たまたま中を大に入れれば、次に小をそこに入れて入れ子が完成する。しかし先に小を大に入れてしまうと、中もそこに入れようとするのでうまく入らない。ひとつの器に次々入れる「ポット型」という入れ方しかない。それに対して、小を中に入れ、そのセットを手を持って大に入れるという「部品集積型 (subassembly)」の手順は2歳後半以降でしか現れない。チンパンジーにも物の操作の手順に同様の発達過程のあることがわかった(Hayashi & Matsuzawa, 2003; Matsuzawa, 1990b; Takeshita, 2001; 竹下・田中・松沢, 1989)。

入れ子のカップ重ね(Hayashi, 2007a; Matsuzawa, 1991b)のほかに、積木つみ(松沢, 1987; Takeshita, 2001; Hayashi, 2007a)、2枚の皿への入れわけ(Matsuzawa, 1989; Tanaka, 1997)、そうした日常の身の回りにある品物を使うことで引き出せる知性があり、言語の文法と同様に、

物を扱う行為にも文法的な規則がある。それはシンボル使用と道具使用の同型性 (isomorphism) という発想と表現に集約されるだろう(Mastuzawa, 1996; 2001b)。実際に、野生チンパンジーの道具使用(Sanz & Morgan, 2009)や、飼育下のチンパンジーの物の操作(Hayashi, 2007b; Poti, 2005; Poti et al., 2009)について、近年さらに精細で画期的な記述法や提案がなされているので、ぜひそちらを参照されたい。

霊長類研究所のチンパンジー研究は、1989年の室伏靖子の退官を契機に言語機能そのものへのこだわりをもった研究の求心力が薄れていったと思う。それはまた、世界的に見ても、ワシュー、サラ、ラナ、カンジ、ココといった「おしゃべりな類人猿 (chattering apes)」という研究パラダイムの終焉とも同期している。2007年は、そういう意味で記憶に残る年である。チンパンジーのワシューが亡くなり、オウムのアレックスが亡くなった。約40年にわたって続いたひとつの時代が終わったのだと思う(Mastuzawa, 2009c)。

1980年代なかばを境に、類人猿の言語習得研究が衰退し、比較認知科学研究が興隆していった。それはチンパンジー以外のサル類の研究にも波及していった。アイ・プロジェクトの興隆以前のサル類の研究は、強化スケジュールの検討や選択行動の解析といった学習心理学の研究そのものだったといえる。チンパンジーの認知研究が先導するかたちで、チンパンジー以外の霊長類の認知研究もさかんにおこなわれるようになった。具体的には、ニホンザルの奥行き弁別(Fuji & Kojima, 1981)、ニホンザルとチンパンジーを対象にした視覚的断崖を使った奥行き知覚(Hayashibe, et al., 1988)、アカゲザルの種認知(Yoshikubo, 1985)、マカクザルの種の好み(Fujita, 1987)、ニホンザルの線画の理解(Jitusmori & Matsuzawa, 1991)などである。ある種のシナジー効果なのだろう。

チンパンジーを対象とした研究も、さまざまな変異を生みだして多様な比較認知科学の研究が生まれた。まずキーボードからモニターつきタッチパネルに入出力装置が変わった(Tomonaga et al., 1991)。それに伴い、行動指標として反応時間も重用されるようになった(Tomonaga & Matsuzawa, 1992)。見本あわせ課題だけでなく、他のさまざまな課題が試された。刺激のもつ感覚性強化(松沢・藤田, 1980)をもとに刺激の見え方を探る試みがチンパンジーでもおこなわれた(Fujita & Matsuzawa, 1986)。視覚探索 (visual search) という簡便な学習課題も導入された(Tomonaga, 1993; 2001; 2007)。たくさんの背景の中からひとつだけ違うも

のを探す課題なので、特別な訓練をしなくてもすぐに視覚情報処理の研究ができる。さらに、「指で画面をなぞる」といった運動制御の側面を取り入れた学習課題 (Iversen & Matsuzawa, 1996; 1997; 2001; 2003) も開発された。また複数の課題を同時平行で与えてどちらの課題を選択するかという行動の解析もおこなわれた (Suzuki & Matsuzawa, 1997)。刺激も静止画だけでなく動画を使うようになった (Morimura & Matsuzawa, 2001)。さまざまな課題と技法が編み出されると同時に、研究対象そのものの多様化も進んだ。じつはチンパンジーでさえ、「まねる」という行為はむずかしい。それと関連して、ボディイメージの研究を手がけた小嶋祥三の研究がある (Kojima, 2003b)。さらには模倣を対面検査場面で研究する試みをした (Myowa-Yamakoshi & Matsuzawa, 1999; 2000)。

しかし世界的な潮流を省みると、1990年代を彩る、人間以外の動物の心を対象にした研究の主流は、そうした1個体を被験者とする研究ではなく、複数の個体間で成立する社会的知性の研究にあったというのが妥当だろう (Matsuzawa, 2009e)。アイ・プロジェクトの原型は、知覚心理学と学習心理学とを融合させた個体レベルで完結する心の研究だった。そういう表現で言えば、対置できる視点としての社会心理学であり文化心理学である。とくに何も特別な訓練をしなくても、複数のチンパンジーを対象にするだけで、興味深い研究の展開がある。つまり、2個体がいって初めて成り立つ、協力する、あざむく、まねる、相手の心を理解するといった研究である。バーンやホイッテンらの「マキャベリの知性」と呼ばれる社会的知性の研究であり (Byrne, 1989)、トマセロらの認知の文化的制約を問う研究である (Tomasello & Farrar, 1986; Tomasello & Whiten, 1999)。

そうした海外の研究に呼応するように、社会的な相互作用に焦点をあてて、複数個体の行動を実験的に検討する心理学的な研究が、ヒト以外の霊長類を対象におこなわれていた。この類の研究の日本におけるパイオニアは、樋口義治の「オペラント・ライフ」の提唱だといえるだろう。従来の個体レベルの研究から意識的に訣別して、ニホンザルの群れそのものを対象にした実験的行動分析の研究をおこなった (樋口, 1992)。同様に、ニホンザル親子間の好みの伝播の研究 (Hikami et al., 1990)、野生ニホンザルの群れを対象とした食物嫌悪条件付けの研究 (Matsuzawa et al., 1983)、ニホンザル2個体のあいだで成り立つ他者の行為を手がかりとした弁別学習の研究 (Fushimi, 1990) などがある。ただしこれらの研究はすべて弁別行動に代表される学習行

動を基礎にしているという点で、1990年代の社会的知性研究の興隆や、現在の比較認知科学の枠組みの中での社会的知性の研究とは趣をやや異にしている。

比較認知科学という研究領域が成立し、その学問の必然として、遅ればせながら社会的知性の研究が始まった。おおまかにいえば、アイというひとりのチンパンジーから見た世界があるならば、2人いて初めて見えてくる世界もあるだろう。さらには同じ1人が見ている世界でも、成長とともにおのずから変化があるはずだ。認知機能を社会的文脈や発達の変化という視点で捉える準備が徐々に醸成されていったといえる。鏡を使った自己鏡映像認知の発達と霊長類の種間比較の研究 (Inoue-Nakamura, 1997)、チンパンジー乳児における舌出し模倣の発見 (Myowa, 1996)、チンパンジー2個体のレバー押しによる摂食行動の協力・競合場面の解析 (Hikami & Matsuzawa, 1991)、食物の隠し場所をめぐるチンパンジーのかけひきを通じて実証した「他者の知識に関する知識」の研究 (Hirata & Matsuzawa, 2001) などの出現である。こうした複数個体間で検証される社会的知性の比較認知科学的研究においても、チンパンジー研究はその先鞭をつけてきたといえるだろう。最近の展開については、他の論文を参照されたい (Hirata & Fuwa, 2007; Yamamoto & Tanaka, 2009ab)。

5. チンパンジーの認知発達研究 2000

2000年4月、アイにアユムという息子が生まれた。同年6月にクロエがクレオという娘を産んだ。同年8月にパンがパルという娘を産んだ。こうして3組の母子がそろった。1群14個体の3世代からなる群れに暮らすチンパンジーの親子である。2000年4月からまる4年間、「参与観察」という手法で研究がおこなわれた。「認知発達」に焦点をあてた比較認知科学の研究の到来である。

従来の欧米の学者によるチンパンジーの認知発達の研究は、チンパンジーの子どもを親から離して人間の家庭で育てるというものだった。物理的に同じ環境で育てるので、人間とチンパンジーのあいだに行動の違いがあれば、それは種の違い、生得的な相違に起因すると考える。しかし、自分自身でチンパンジーを保育した経験から、こうした比較はフェアではないと思うに到った。なぜなら、人間の子どもは両親に育てられて人間の環境に適応していくのに、チンパンジーの子どもは両親も無く別種の生き物に育てられて本来の暮らしではないものに適応していくからだ。母親から引き離されたチンパンジーの幼児は、つねに養親である人間の顔色をうかがい、どんな行動でも学習していくだろう。いわばそうした

悲惨な環境におかれたチンパンジーのもつ知性の柔軟さを見ているに過ぎない。チンパンジーの本来の認知発達を見るには、チンパンジーの子どもはチンパンジーの母親に育てられるべきだと考えた。チンパンジーの母親と研究者とのあいだに築かれた長年の絆を活かして、母親の助けをかりながら子どもの認知発達を引き出す。そのために、母子の日々のくらしにぴったりと寄り添うようにして、彼らの自発的な意思で検査室にきてもらい、彼らの自主的な協力をひだして認知発達をみる。それが参与観察法と呼ぶゆえんである。

さまざまな事実がわかった。チンパンジーにおける新生児微笑の発見 (Mizuno et al., 2006), 新生児の表情模倣の発達的变化 (Myowa-Yamakoshi et al., 2004), 表情認知の発達 (Myowa-Yamakoshi et al., 2005), 見つめあい (mutual gaze) の発達 (Myowa-Yamakoshi et al., 2003) とその文化差 (Bard et al., 2005), 指差しとその理解 (Okamoto-Barth et al., 2008) とくに指差された後方への振り向き (Okamoto-Barth et al., 2004), 視線の理解 (Okamoto-Barth et al., 2002), 社会的参照の存在 (Ueno & Matsuzawa, 2004), 母子間の見守る行動 (Okamoto-Barth et al., 2007), 母子間の食物分配 (Ueno & Matsuzawa, 2004), あくびの伝染を指標とした共感の存在 (Anderson et al., 2004), 親子の関係と見てまねる学習の存在 (Matsuzawa, 2002; Matsuzawa & Nakamura, 2004) など社会的知性の側面の発達が明らかになった。それと平行して、胎児期にさかのぼる聴覚性弁別の学習可能性 (Kawai et al., 2004), 概念形成の発達 (Murai et al., 2005), 奥行き知覚の発達 (Imura & Tomonaga, 2003; Imura et al., 2008), 物の操作の発達 (Crast et al., 2009; Hayashi, 2007ab; Hayashi & Matsuzawa, 2003; Hayashi et al., 2006; 2009; Poti et al., 2009; Takeshita et al., 1996; 2006a), トークン使用の発達 (Sousa & Matsuzawa, 2001; 2006; Sousa et al., 2003), 描画 (Tanaka et al., 2003) など多数の研究を生み出した。チンパンジーの認知発達研究がひきがねとなり、同様の視点ないしは手法をもちいて、マカクザル (Adachi et al., 2006; 2009; Kuwahata et al., 2004) やテナガザル (Myowa-Yamakoshi & Tomonaga, 2001; 2004) さらにヒト (Kawakami et al., 2006; 2007) の認知発達研究もおこなわれた。さらに認知科学の周辺領域でも研究がすすみ、発達に伴う喉頭下降現象がチンパンジーにも認められるという新発見 (Nishimura et al., 2003) につながった。以上のような研究成果は、その途中経過が和英の書物として刊行されているので参照されたい

(Matsuzawa et al., 2006; 友永ら, 2003)。

こうして、参与観察法を通じて見えてきた事実をつなぎあわせることで、チンパンジーの認知発達のストーリーが明確に見えてきた。人間には、生後の9-10か月ころの認知革命があり、3歳ころに迎える言語爆発と呼べる次の発達の節目がある。そうした節目で、チンパンジーの認知発達は人間と大きく異なっていた。人間とチンパンジーの類似と相違が実験的事実をもとに明確に見えてきたといえるだろう。それらについては、チンパンジー認知発達プロジェクト2000の主要な推進者である友永雅己によって総説にまとめられている (Tomonaga et al., 2004; 2006)。チンパンジーの認知発達研究はCDC2000を契機にさらに発展して、胎児の行動学 (Takeshita et al., 2006), 脳波の測定 (Ueno et al., 2008), 注視点の測定 (Kano & Tomonaga, 2009) というように多様な展開をみせている。

この2000年以降の認知発達研究プロジェクトの実践がもたらした成果としては、もちろん個々の事実の集積も重要だが、その研究スタイルの確立にあったのではないだろうか。人間以外の動物の認知発達をどのように研究すべきか。研究する際の妥当な手法と論理を実践的に示した。すなわち、飼育下のチンパンジー研究の背景には、「必ず参照対象としての自然の生息地での研究が必要だ」、「物理的・社会的な飼育環境を自然のそれに近づけるくふうと努力が必要だ」という主張である。従来の研究手法では、実験室では実験をし、生息地では観察する、というのが常套手段だった。しかし、CDC2000は、実験室でも観察 (参与観察) をし、生息地でも実験 (野外実験) するという新しい手法を確立した。チンパンジーという対象をまるごと理解するには、ラボとフィールドの2つの場所と、実験と観察という2つの手法の組み合わせが必要だ。つまり2×2のマトリックスで構成される、「実験室での実験」と「参与観察」があり、「生息地での観察」と「野外実験」がある。それら4つのアプローチを有機的に結びつけてこそ、はじめてチンパンジーの心の研究ができると考えた。

6. 知性のトレードオフ仮説

2004年4月に、参与観察という研究手法に一区切りをつけた。主要な研究対象であるチンパンジーの3人の子どもたちが4歳を迎え、野生でいえば離乳して、親から独立した行動をとるようになる時期だからである。もはやあかんぼうとは呼べない子どものチンパンジーを対象に、ざっくりと「おとな」と「子ども」というような対比のなかから見えてくるチンパンジーの知性に焦点をあてた研究を構想した。

子どもたちが4歳になるころ、ツインブースと呼ぶ部屋を使って、母親による手助けを借りずに子どもの自発性だけにゆだねた認知研究を始めた。屋外運動場にいる親子を認知検査室(勉強部屋)まで呼び入れる。自分たちの意思で部屋まで歩いてくる。そこまでは誕生以来の参与観察研究と同じだ。しかし、実験者は退室して親子だけにした。そして、ツインブースの2つの隣あわせの部屋に、まったく同じコンピュータ制御のタッチモニターの装置をそれぞれ設置した。そして2つの部屋の間仕切りを20cmくらい開けた。こうすると、親は通れないが子どもだけは自由に行き来ができる。こうすると、親がコンピュータに向かって弁別課題を解き始めると、子どもは自発的に間仕切り扉を潜り抜けて、自分専用の装置に向かって、親と同じように問題を解き始めた。

被験者は3組の母子である。与えた課題は、アラビア数字の系列学習である。最初は画面に1が出てくる。それを触れば正解である。次に1と2にする。1を選ぶとそれが消えて2が残る。その2に触ると正解である。正解するとごほうびとして、8mm角に切ったりんご片か半分に切った干しぶどうの小さな粒がもらえる。1日に食べるりんごやバナナの量は決められていてここからもってきたりんごなので、量は変わらない。朝昼晩の3食のどこかでいずれ食べられるものだ。しかし、自分がコンピュータの問題を解き、正解したそのときにもらえるので、それが報酬となる。それができたら123に進む。それができたら1234に進む。こうして毎日20分間ほどのセッションを繰り返していくと6か月後の4歳半の時点で、9つの数字が画面のでたらめな場所にでてきて、123456789の順番に正しく選べるようになった。

さらに数字系列の学習をたしかなものにしたあと、5歳半のときに、数字を使った記憶のテストをした(Inoue & Matsuzawa, 2007)。まず、すでに確立していた「マスキング課題」という記憶課題(Kawai & Matsuzawa, 2000)で人間とチンパンジーを比較した。マスキング課題では、最初に1に触ると、残りの8つの数字がすべて白い四角形に置き換わる。その四角形を、元に2があったところ、3があったところ、4があったところ、という順番に触る課題である。間違えるとそこでブザーが鳴って試行が終了し、ペナルティーとして3から5秒の遅延のあと、次の試行が始まる。この課題をマスターしたアユムは、1から9までの9個の数字を見せられると、平均0.67秒で最初の1に指を触れて、80%以上の正答率で記憶できる(YouTubeという検索エンジンで、“chimpanzee memory”という2語をいれるとたくさんのビデオ・クリップが出てくるのでぜひご自分の目で確かめていただきたい。なおその中で

Figure 2. タッチモニターの画面に出てきた1から9までの数字を記憶する6歳半のアユム(2006年12月)。提示されてから1に触るまでの平均0.67秒間で記憶して、約80%の正答率で再生できる(撮影:松沢哲郎)。

も、「AYUMU」と題した著者らの提供(製作:京都大学野生動物研究センター・中村美穂)による10分間のものをお勧めする)。

同じ装置で同じ手続きで調べたが、これほどの速さと正確さでできる人間のおとなはいなかった。人間のおとなのばあい、どうやっても0.67秒というような反応時間で最初の数字を選んでかつ正答することはできない。ただし数秒間をかけてじっくりと画面をみて9つの数字を憶えるという戦略をとるならば、9数字のマスキング課題の正答率を高めることは可能だ。そこで、人間とチンパンジーの記憶過程を厳密に同じ条件で比較するために、「時間制限課題」を新たに導入した(Inoue & Matsuzawa, 2007)。5つの数字を瞬間的に0.65秒、0.43秒、あるいは0.21秒だけ見せて、すぐに白い四角形で置き換える。それを元の数字の昇順でさわれば正解となる。この課題であれば、すべての被験者を厳密に同じ刺激提示条件で比較できる。チンパンジーの子ども3人の成績はチンパンジーのおとな3人の成績よりもよかった。アユムの成績だけみれば、人間のおとなよりもやはりアユムのほうが優れていた。人間もチンパンジーのおとなも、提示時間が長くなると正答率は低下するが、アユムのばあいは提示時間とは無関係につねに約80%の正答率を保っていた。いわゆる直観像記憶(eidetic imagery)と呼ぶ現象がチンパンジーの子どもに顕著に認められた。

人間でもサバンと呼ばれる高機能自閉の方々に、こうした能力が知られている。また人間でも子どものうちは記憶力にすぐれているが、おとなになると減衰する。チンパンジーの子どもは、多少の差はあれ3人ともが優れた数字の作業記憶を示した。チンパンジーに色濃くこうした能力が残っていることを、どう解釈するべきか。そこで知性のトレードオフ仮

説をたてた。かんたんというと、共通祖先はこうした記憶をもっていた。チンパンジーにそれが残っている。人間はその進化の過程で、言語という象徴機能を獲得し、それとのトレードオフで瞬間的な記憶能力を減衰させた。進化のある時点で脳の容量は一定なので、新たな機能を付加するには、既存の機能の何かを失う必要がある。樹上の運動機能や嗅覚を考えると、人間は他の霊長類よりその機能が低い。一方で、皮質の連合野が増大し、さまざまな高次認知機能が人間で発達している。こうしたトレードオフが進化の過程で起こると同様に、発達過程でも起こると考えられる (Matsuzawa, 2007a ; 2009d ; 2009e)。

脳の容量には限りがあるので、何かを手に入れるためには別の何かを失わなければならない。それが知性のトレードオフ仮説の要点である。そうしたトレードオフが進化の過程で生じるし、発達の過程でも生じると考えた。そうであれば、個性 (personality) と呼べるような認知機能の個体差も、こうした知性のトレードオフという視点で捉えられるかもしれない。一般に、チンパンジーにおいて視覚弁別課題は容易で、聴覚弁別はむずかしいことが知られている (Hashiya & Kojima, 2001 ; Izumi & Kojima, 2004 ; Kojima, 2003a)。従来、1 個体のみのデータで推測されていたことを、6 個体のチンパンジーで検証してみた (Martinez & Matsuzawa, 2009)。視覚を手がかりにした左右の位置弁別課題と、聴覚を手がかりにした左右の位置弁別課題の比較である。その結果、6 人中 5 人が視覚課題を習得し、6 人中 1 人しか聴覚課題を習得できなかった。たしかに前者が容易で後者が困難だったといえる。興味深いことに、個体別にみると、6 人中ただひとり両方の課題をマスターできたのはアイだった。6 人中ただひとり両方の課題をマスターできなかったのがパンである。両者はいずれも子どもを産んだ母親で、20-30 年にわたる学習研究参加の豊富な経験がある。ではアイが何でもできるのかといえば、道具使用の実験ではつねに他の後塵を拝している (Tonooka et al., 1997 ; Hayashi et al., 2005)。アイは視聴覚の広範囲の弁別課題は得意だが道具使用はうまくないといえる。一方のパンは、人やチンパンジーの発声を聞き分ける課題だけはじょうずだがほかの認知課題はおしなべて不得意だ。それぞれ、幼児期に経験した学習課題について得意だ、ということが推測される結果である。もしこの事実が敷衍できるとすると、幼児期の体験が知性の異なる側面のトレードオフをひきおこしているのかもしれない。さらにいえば、そうした個性の基盤に、経験ではなくて生得的な要因も関与しているだろう。実際、チンパンジー

には、セロトニン・トランスポーターやアンドロゲン・レセプターの遺伝的多型が知られており、それと新奇性探索や攻撃性といった性格特性との関連が指摘されている (Inoue-Murayama et al., 2006 ; Weiss, et al., 2009)。個性の比較認知科学は今後の検証課題だろう。

7. 人間の親子関係の進化的基盤

霊長類研究所の 3 人のチンパンジーの子どもたちは、8 歳ころになって男の子は精通があり、女の子には初潮がきた。いよいよ子どもの時代を抜け出して、思春期を迎えている。子どもからおとなへとダイナミックに変わる時期である。認知発達という現象を生涯発達と置き換えて、生まれてから死ぬまでのチンパンジーの心の変化と、それにとまなう社会関係の変化をこれからも追いつけたい。チンパンジーの一生を 50 年と考えると、人類はまだだれもたった 1 人のチンパンジーの誕生から死までさえ見届けていない。ジェーン・グドールのゴンベの研究がようやくその域に達しようとしている。一方、日本の霊長類学は 1948 年に始まり 60 余年の歴史がある (Matsuzawa & McGrew, 2008 ; 松沢, 2009a)。その間に、幸島の野生群でいえば 8 世代にわたるサル群れの歴史がつむぎだされている。ニホンザルで解明されたほどの知識の蓄積はチンパンジー研究には無い。著者自身の 32 年間の研究から見えてきたのはまだチンパンジーの生活史の約 2/3 程度でしかない。それを承知のうえで、チンパンジーの研究から必然的に見えてきた、人間そのものの特性について概要を述べたい。実証的な研究ではない。事実をもとに描かれる、人間という存在の物語である。

アフリカの自然の生息地や日本の施設で彼らを見続けるうちに魅了されたのは、彼らの親子のきずなである。母親は、自分の子どもをけっして叱らない。叩かない。無視もしない。生後の 3 か月ほどのあいだ、子どもは母親にずっとしがみついている。母親は子どもをずっと抱いている。チンパンジーのあかんぼうは夜泣きをしない。呼ぶ必要が無いからだ。人間と違ってチンパンジーには年子がない。2-3 歳離れたきょうだいもいない。チンパンジーは 1 人の子どもをだいに育て上げてから次の子育てにとりかかる。

こうしたチンパンジーの親子関係がわかると、それまでごくありふれたものにみえた人間の親子関係の方が不思議に見える。その進化的基盤にあらためて気づいた (Matsuzawa, 2006c ; 2007a)。まず、「親は子どもを育てない」というのが生物の親子関係の基本だ。約 38 億年前に地球に生命が誕生してから、親は子どもを産むだけで育てなかった。カエルはお

たまじゃくしを育てない。ところが3億年ほど前に「子育て」が始まった。一部の恐竜と鳥類と哺乳類の共通祖先である。親が子どもに投資する。鳥は卵を温め、哺乳類は乳を与える。

子どもを抱くのは霊長類の特徴だ。樹上生活に適応し、四肢の末端で物を握れるようになったからだ。イヌもネコも、ウシもウマも、子どもは母親にしがみつかないし、親も子どもを抱いたりしない。サルはなかまだけがしがみつくと。目と目をあわせるのも興味深い。サルは目を合わせない。まっすぐ目を見ると怒るか逃げる。にらむ、という意味しかないからだ。チンパンジーは親愛の情で相手を見るが、人間ほど深く見つめあったりはしない。

そもそも仰向けに寝かされると、人間以外の霊長類なら起き上がり反射で寝返るか、四肢をばたつかせてもがく。仰向けで安定しているのは人間だけである(竹下, 2009; Takeshita et al., 2009)。

人間の親は子どもの顔をのぞきこむ。微笑む。微笑みを返す。見つめあう。親子の体と体が離れているので、子どもは泣き声で親を呼び、親は遠くからでも子どもに声をかける。背中で体重を支えているので両手が自由になった。両手で物を扱う、口を介して持ちかえる。道具使用もコミュニケーションも、生後のあおむけの姿勢に起因する。

この地球上に、まだ名前をつけていないものも含めれば数千万種の生命がある。そのなかで約4500種類の哺乳類だけが乳で子育てする。約220種類の霊長類だけが「抱く」という親子関係を発達させた。そして人間は、約500万年前にチンパンジーとの共通祖先から分かれ、独自の親子関係を進化させてきた。子どもが独り立ちするまでに時間がかかるので、一人ずつ育てるのをやめた。早めに離乳させて次々と産んで、手のかかる複数の子どもたちをみなで協力して育てようになった。父親という伴侶が子育てに協力する。寿命を延ばして祖父母を作り、孫の世代の面倒をみるようになった。人間は、霊長類のなかで、一夫一婦の「つがい」傾向が強い。世代を越えた愛着もある。メンバーが互いに協力し、他者を思いやる気持ちの強い集団が、現在まで生き延びてきたといえるだろう(Matsuzawa, 2009e)。

8. 人間の本性の研究

チンパンジーを研究することでチンパンジーのことがよくわかる。同様に、他の動物を研究すればその動物のことがよくわかるだろう。研究としての甲乙はない。この世界の森羅万象を知るうえで、どの動物の研究も等しく重要だ。ただし、チンパンジーの研究を通じてよくわかることは、チンパンジーのことだけではない。ふだん何気なく見過ごしがちな、

ごくあたりまえに見える人間のふるまいが、じつはこの自然界できわめて珍しいと思うようになる。

たとえば、街でよく見かける次のような光景を思い浮かべてみよう。乳飲み子を腕に抱えた母親がいる。その横には、もう一人の3歳くらいの幼な子の手を引いて歩く父親の姿がある。母親はときどきあかんぼうの顔を除きこんで微笑みかける。あかんぼうも微笑を返す。父親に手を引かれた幼児が、立ち止まって指差しをする。2人はその方向と一緒に見て、父親が何やらことばで説明している。子どもは父親の顔を見上げて聞き入り、うなずく、あるいは問いを返す。こうした光景や行動は、そもそも男女のペアを形成して子育てしないチンパンジーにはほとんど見られない。つまり、人間だけか、かろうじてチンパンジーやその他のサル類に、そのほんの一部の行動の萌芽を認められる程度だ。チンパンジーを理解することは、じつは人間を深く理解することにはかならない。人間の理解とチンパンジーの理解は、互いに図と地なる多義図形のようなものだ。一方を背景に置くことで、他方の姿がくっきりと浮かび上がる。チンパンジーの研究は、人間の研究でもある。それがチンパンジーを対象とした比較認知科学のもつ特徴だといえるだろう。

人間の体が進化の産物であるのと同様に、その心も進化の産物である。そうであれば、人間の親子関係も、教育も、きずなも進化の産物である。人間を進化の産物とらえる意味では、進化心理学という学問分野がある。比較認知科学と進化心理学は、人間の本性を進化という視点から理解しようとする意味で、精神の双子といえるだろう(松沢・長谷川, 2000)。ただし進化心理学が進化という現象そのものの理解と理論的説明に長じているのに対して、比較認知科学のほうは、より実証的に、実験や観察を通じて繰り返し事実を検証することの方に重きをおいている。現実には、比較認知科学は、比較認知発達学、比較認知神経科学、比較認知感情科学といった、さまざまなバリエーションを生んで、人間の心の進化的基盤を探ろうという方向に進んできている。

まだ学問としてはじゅうぶんに確立していない研究の将来の課題を考えてみたい。比較認知科学は、人間の心を知・情・意に分けるとすると、知に偏った研究を積み上げてきたといえる。しかし、チンパンジーの心の研究でいえば、感情や意思の研究はまだほとんど手がついていない(Kano et al., 2008)。喜怒哀楽といった感情は、伴侶動物だけでなく人間以外の動物に色濃く読み取れる。しかしチンパンジーを見ていて思うのだが、うらむ、ねたむ、恥じる、てれる、そねむ、ひがむ、のろう……といった自他の状況の落差の認識に起因する屈折した感情は薄い。

しかし、うらみ、ねたみ、恥じらいなどは、それではどこから起源したのだろうか。チンパンジーにも萌芽があるかもしれない。人間とチンパンジーの類似点と同様に、その相違点を明らかにし、うらみ、ねたみ、恥じらいといった人間らしい感情の起源の研究が可能だろう。

チンパンジーのお絵かきの研究（松沢，1995；斎藤，2008）から興味深い事実が見つかった。チンパンジーは何の報酬が無くても絵を描く。絵本を渡すといわずらがきをする。そうしたものを背景に、線画のチンパンジーの似顔絵を提示して、その画用紙に自由に落書きをさせた（斎藤，2008）。ただし、この似顔絵は、選挙期間中のだるまのように、一方の眼は描かれているが、他方の眼は欠落している。チンパンジーは、線画があればその線をなぞるのがふつうだ。したがって、ひとつだけ眼があれば、それをマジックでさらに執拗に塗りつぶす。眼がある、眼がある、眼がある、とでも言っているように見える。しかしけっして対となるべきもうひとつの眼を空白の場所に描こうとはしない。人間の幼児であれば、「おめめがひとつないよ」と言って、傍らのおとなのほうをふりかえりつつ、空白の場所に丸を描くだろう。

想像力。イマジネーション。目の前にないものに思いをはせる。それがすぐれて人間を人間たらしめている特徴なのだと思う。逆に言うと、チンパンジーは今、現在、目の前にあるものの中で生きている。メンタル・タイム・トラベル（想像できる時間）、メンタル・スペース・トラベル（想像できる空間）、その範囲が兩種で違うという表現もできるだろう。チンパンジーはニンバ山に登頂したいとは思わない。地球の裏側のことまで考えない。チンパンジーはきのうのことは鮮明に憶えているだろう。しかし、100年前の祖先の暮らしにまで思いをはせない。100年後の未来の暮らしも、ひょっとすると明日の暮らしさえも心配していないように見える。ひとつの例を示そう。レオという名の若い男性のチンパンジーである。23歳で突然発病して、首から下が麻痺して動けなくなった。獣医師や飼育担当者や大学院生たちの不休の努力が実って、2年半後の現在、自力で座れるまでに回復した（宮部ら，2008）。彼を見ると、寝たきりで褥創まみれになり骨と皮だけにやつれたときでも、精神的に落ち込む様子はまったく見られなかった。首から上は元気なころのレオと変わらない。今にして思うのだが、チンパンジーは明日のことをくよくよ考えないのだろう。過去をひきずり、将来を憂え、彼我の差に思いをめぐらす。すべて、目の前にないものに思いをはせる力に起因している。チンパンジーは絶望もしないし、希望も

もたないのだと思う。人間は想像することによって、絶望もするが、希望をもつことができる。

9. 動物福祉と野生保全

2001年にヒトゲノム解読が終わり約30億のDNAの塩基配列が確定した。同様に2005年にはチンパンジーゲノムも解読された。両者のゲノムは98.8%同じだった。生物学上、ヒト科チンパンジー属と分類される。じつは「種の保存法」や「動物の愛護及び管理に関する法律」といった日本の法令上も、「ヒト科チンパンジー属」と明記されている。チンパンジーはサルと違って尻尾がない。人間も尻尾が無い。人間もチンパンジーも、尻尾が無い大型の霊長類なのである。そうした理由もあって、本稿を通じて「人」という数助詞をつけたことをご寛恕いただきたい。

チンパンジーを対象とした比較認知科学の研究がもたらしたものは、突き詰めて言えば、「人間と動物という二分法」への訣別だろう。人間は動物の一種である。さらにいえば、人間と自然という切り分けも妥当ではない。人間は自然の一部である。こうした新しい人間観、世界観が、ゲノム科学の進展によって補強されている。

チンパンジーを深く理解することは、必然的にチンパンジーという存在への対処を変えることにつながる。飼育下のチンパンジーを対象にした研究をするならば、それは動物福祉（animal welfare）への配慮が必要だ。「環境エンリッチメント」への配慮という点で、チンパンジー研究はパイオニアとしての役割を果たしてきた（松沢，1996；1999；竹元・熊崎・松沢，1996；柳原・松林・松沢，1994）。1995年に、霊長類研究所の運動場に植樹をした（Ochiai & Matsuzawa，1997）。高さ8mのタワーが建てられ、1997年にはそれが高さ15mに増築された（落合・松沢，2001）。14年後の今日では、日本の17の動物園等で大型類人猿の運動場にこうした高いタワーを見ることができる。

一方、アフリカの自然の生息地にすむチンパンジーを対象にした研究をするならば、それは野生保全（wildlife conservation）への配慮が必要だ。ボソウのチンパンジーたちでいえば、周囲を耕作地とサバンナに囲まれて孤立している。東に位置するニンバ山にすむチンパンジーの群れとの交流を図るために、あいだを隔てるサバンナに長さ4kmの「緑の回廊」を作る植林事業を進めている（Matsuzawa，2007b；Matsuzawa & Kourouma，2008）。1997年から取り組んで、ボソウのチンパンジーが頻繁にニンバ山の西麓を利用するようになった。実験室での研究には動物福祉、生息地での研究には野生保全、これは車の両輪のように必要なものだという意識が、

人間以外の動物研究に広まることを願っている。

日本には現在345人のチンパンジーがいる。国別に見れば、これはアメリカに次いで2番目に多い。アメリカでは、AZA登録の動物園に299人のチンパンジーがいて、さらにその5倍ほどのチンパンジーが医学感染実験の材料として研究施設に飼育されている。日本でも、C型肝炎の遺伝子治療の開発のために2006年秋まで侵襲の実験が継続していた。関係者の努力で日本における医学感染実験は廃絶された。その結果として残された78個体のチンパンジーに安寧な余生を送らせる努力が継続中である(松沢, 2007)。アフリカには赤道直下の19か国にまたがって、推定18万人の野生チンパンジーがいる。チンパンジーは主要な種子散布者である。果実を食べて植物の種を飲み込み、遠くに運んで撒き散らすことによって、熱帯林の植物の多様性を守っている。熱帯の生態系のアンブレラ種としてのチンパンジーを守ることは、熱帯林とその生物多様性を守ることに他ならない。チンパンジーの心の研究という営為の結果として、チンパンジーたちのために何かをする番がめぐってきた。

1998年に、チンパンジーやゴリラなどの研究者が集まってSAGA(サガ)という運動を始めた(松沢, 2008)。SAGAは「アフリカ・アジアに生きる大型類人猿を支援する集い」の英文の頭文字をとったものである。チンパンジーもボノボもゴリラもオランウータンも自然の生息地でその数は激減している。森林伐採による生息地の減少、密猟によるペットやブッシュミートとしての取引、エボラやエイズやインフルエンザや小児麻痺など人間と共通する感染症、いずれも人間活動がその原因である。また現在、日本にいる個体数も少子高齢化がすすんでいる。ゴリラは25人のみで、過去20年間に1人しか生まれていない。そうした現状を打破するには、広汎な人々の結集が必要だ。SAGAは、研究者だけでなく、動物園関係者や、自然保護活動家や、動物に関わる行政の方や、メディア関係者や、大型類人猿に関心をもつ一般の方々も含めた集いである。ジェーン・グドールさんの参加を得て、SAGAの集いを毎年開催してきた。

研究者だけに限っても、自然の生息地でフィールドワークする研究者もいれば、実験室での研究をおこなう者もいる。フィールドとラボをつなぎ、野生保全と動物福祉をからませる場である。フィールドワーカーが動物福祉に参加し、ラボの研究者が自然の生息地に思いをはせる。そうした2×2のマトリックスのできる研究と社会貢献の全体によって、はじめて進化の隣人たちの暮らしを守ることが可能になるだろう。SAGAは3原則を掲げてきた。①自然

の生息地での暮らしを守る、②飼育下の生活の質(QOL)を高める、③侵襲的な実験を廃絶し、人間の本性の理解につながる研究を推進する。野生保全、動物福祉、人間理解の研究のSAGA3原則を掲げて10年が経過して、チンパンジーの医学感染実験が廃絶され、チンパンジー・サンクチュアリ宇土(CSU)が発足し、大学と動物園の連携が始まった。2008年4月には、SAGAの運動が基盤となり、ゾウやサイやイルカやアホウドリなど絶滅の危惧される野生動物を研究する、野生動物研究センター(WRC)が京都大学に発足した。それに伴い、獣医として現場で働く人が、在職のまま、京都大学の理学研究科の大学院の博士課程で学ぶようになった。すでに霊長類研究所の修士課程を修了して動物園の飼育員になった者もいる。大学と動物園、学問と現場といった垣根を越えて、交流が始まっている。小さな流れが集まって、やがて大河となるだろう。SAGAという英語の原義は、北欧の神話を指し、転じて「たくさんの小さなエピソードからなる大きな物語」という意味である。チンパンジーとともに暮らす。そうした日々の研究の積み重ねから、チンパンジーを架け橋とした人間とそれ以外の動物たちの遠い未来に思いをはせたい。

謝辞

本稿は、日本動物心理学会第68回大会の公開講座「チンパンジーから見た世界：比較認知科学がめざすもの」をもとにした。こうした機会をいただいた大会長の常磐大学・森山哲美先生と大会関係者、ならびに渡辺茂学会長と学会員の皆様方に深く感謝したい。京都大学霊長類研究所におけるチンパンジーの認知研究は、室伏靖子先生の指導によって始まった。1977年11月にアイと名づけられたチンパンジーが研究所に来て以来、今日まで多くの方々の参与があって成り立っている研究である。同様に、西アフリカのギニアにおける野生チンパンジーの研究は、杉山幸丸先生が1976年11月に開始し、今日では国際的な研究チームのもとで長期継続研究が続いている。したがって本研究は、両先生をはじめ多くの皆様方のご支援の賜物であるが、紙幅の関係でお名前を挙げえないことをお許しいただきたい。なお、本研究は文部省科学研究費の特別推進研究の助成を受けて継続している(#07102010, 12002009, 16002001, 20002001)。記して感謝したい。

引用文献

Adachi, I., Kuwahata, H., Fujita, K., Tomonaga, M., & Matsuzawa, T. 2006

- Japanese macaques form a multi-modal representation of their own species in their first year of life. *Primates*, **47**, 350-354.
- Adachi, I., Kuwahata, H., Fujita, K., Tomonaga, M., & Matsuzawa, T. 2009 Plasticity of ability to form cross-modal representations in infant Japanese macaques. *Developmental Science*, **12**, 446-452. DOI: 10.1111/j.1467-7687.2008.00780.x.
- Anderson, J., Myowa-Yamakoshi, M. & Matsuzawa, T. 2004 Contagious yawning in chimpanzees. *Biology Letters (The Royal Society)*, **271**, S468-S470.
- Asano, T. 1976 Some effects of a discrete trial procedure on differentiation learning by Japanese monkeys. *Primates*, **17**, 53-62.
- Asano, T., Kojima, T., Matsuzawa, T., Kubota, K., & Murofushi, K. 1982 Object and color naming in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Proceedings of Japan Academy*, **58(B)**, 118-122.
- 浅野俊夫・熊崎清則 1975 チンパンジーにおける点灯及び消灯オペラント, 動物心理学研究, **25**, 35-42.
- Bard, K., Myowa-Yamokoshi, M., Tomonaga, M., Tanaka, M., Costal, A., & Matsuzawa, T. 2005 Group differences in the mutual gaze of chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Developmental Psychology*, **41**, 616-624.
- Biro, D., Inoue-Nakamura, N., Tonooka, R., Yamakoshi, G., Sousa, C., & Matsuzawa, T. 2003 Cultural innovation and transmission of tool use in wild chimpanzees: evidence from field experiments. *Animal Cognition*, **6**, 213-223.
- Biro, D. & Matsuzawa, T. 1999 Numerical ordering in a chimpanzee (*Pan troglodytes*): planning, executing, monitoring. *Journal of Comparative Psychology*, **113**, 178-185.
- Biro, D. & Matsuzawa, T. 2001 Use of numerical symbols by the chimpanzee (*Pan troglodytes*): Cardinals, ordinals, and the introduction of zero. *Animal Cognition*, **4**, 193-199.
- Biro, D., Sousa, C., & Matsuzawa, T. 2006 Ontogeny and Cultural propagation of tool use by wild chimpanzees at Bossou, Guinea: Case studies in nut cracking and leaf folding. In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, & M. Tanaka (Eds.), *Cognitive Development in Chimpanzees*. Tokyo: Springer. Pp.476-508.
- Byrne, R. 1989 *Machiavellian intelligence*. Oxford University Press.
- Carvalho, S., Sousa, C. & Matsuzawa, T. 2007 New nut-cracking sites in Diecke Forest, Guinea: An overview of the surveys, *Pan Africa News*, **14**, (1).
- Carvalho, S., Cunha, E., Sousa, C., & Matsuzawa, T. 2008 Chaînes opératoires and resource-exploitation strategies in chimpanzee (*Pan troglodytes*) nut cracking. *Journal of Human Evolution*, **55**, 148-163.
- Crast, J., Frigaszy, D., Hayashi, M., & Matsuzawa, T. 2009 Dynamic in-hand movements in adult and young juvenile chimpanzees. *Journal of Physical Anthropology*, **138**, 274-285.
- Emery-Thompson, M., Jones, J., Pusey, A., Brewer-Marsden, S., Goodall, J., Marsden, D., 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**, 1-7.
- Fuji, K. & Kojima, S. 1981 Acquisition of depth discrimination in a Japanese macaque: a preliminary study. *Perceptual and Motor Skills*, **52**, 827-830.
- Fujita, K. 1987 Species recognition in five macaque monkeys. *Primates*, **28**, 353-366.
- Fujita, K. & Matsuzawa, T. 1986 A new procedure to study the perceptual world of animals with sensory reinforcement: Recognition of humans by a chimpanzee. *Primates*, **27**, 283-291.
- Fujita, K. & Matsuzawa, T. 1990 Delayed figure reconstruction by a chimpanzee (*Pan troglodytes*) and humans (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, **104**, 345-351.
- Fushimi, T. 1990 A functional analysis of another individual's behavior as discriminative stimulus for a monkey. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **53**,

- 285-291.
- Gardner, R. A. & Garner, B. T. 1969 Teaching sign language to a chimpanzee. *Science*, **165**, 664-672.
- Goodall, J. 1986 Chimpanzees of Gombe: Patterns of behavior, Harvard University Press.
- 後藤和宏・牛谷智一 2008 動物心理学における「比較」論争の整理と展望, 動物心理学研究, **58**, 77-85.
- Granier, N., Huynen, M., & Matsuzawa, T. 2007 Preliminary surveys of chimpanzees in Gouela area and Dere Forest, the Nimba Mountain Biosphere Reserve, Republic of Guinea, *Pan Africa News*, **14**(2), 20-22.
- Greenfield, P. M., Nelson, K. & Saltzman, E. 1972 The development of rulebound strategies for manipulating seriated cups: A parallel between action and grammar. *Cognitive Psychology*, **3**, 291-310.
- Greenfield, P. M. 1991 Language, tools and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, **14**, 531-595.
- Hashiya, K. & Kojima, S. 2001 Acquisition of auditory-visual intermodal matching-to-sample by a chimpanzee (*Pan troglodytes*): comparison with visual-visual intramodal matching. *Animal Cognition*, **4**, 231-239.
- Hayashi, M. 2007a Stacking of blocks in chimpanzees. *Animal Cognition*, **10**, 89-103.
- Hayashi, M. 2007b A new notation system of object manipulation in the nesting-cup task for chimpanzees and humans. *Cortex*, **43**, 308-318.
- Hayashi, M. & Matsuzawa, T. 2003 Cognitive development in object manipulation by infant chimpanzees. *Animal Cognition*, **6**, 225-233.
- Hayashi, M., Mizuno, Y., & Matsuzawa, T. 2005 How does the stone-tool use emerge? Introduction of stones and nuts to naïve chimpanzees in captivity. *Primates*, **46**, 91-102.
- Hayashi, M., Sekine, S., Tanaka, M., & Takeshita, H. 2009 Copying a model stack of colored blocks by chimpanzees and humans. *Interaction Studies*, **10**, 130-149.
- Hayashi, M., Takeshita, H., & Matsuzawa, T. 2006 Cognitive development in apes and humans assessed by object manipulation. In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, & M. Tanaka (Eds.) *Cognitive development in chimpanzees*, Tokyo: Springer, Pp.395-410.
- Hayashibe, K., Hara, M., Tsuji, K., & Matsuzawa, T. 1988 Japanese monkeys' cardiac responses to visual depth. *Perceptual and Motor Skills*, **67**, 303-310.
- 樋口義治 1992 ニホンザルの文化的行動 獲得と伝播: 動物はどのようにして文化を持つか, 川島書店.
- Hikami, K., Hasegawa, Y., and Matsuzawa, T. 1990 Social transmission of food preferences in Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) after mere exposure or aversion learning. *Journal of Comparative Psychology*, **104**, 233-237.
- Hirata, S. & Fuwa, K. 2007 Chimpanzees (*Pan troglodytes*) learn to act with other individuals in a cooperative task. *Primates*, **48**, 13-21.
- Hirata, S. & Matsuzawa, T. 2001 Tactics to obtain a hidden food item in chimpanzee pairs (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, **4**, 285-295.
- Hirata, S., Myowa, M., & Matsuzawa, T. 1998 Use of leaves as cushions to sit on wet ground by wild chimpanzees. *American Journal of Primatology*, **44**, 215-220.
- Hirata, S., Yamakoshi, G., Fujita, S., Ohashi, G. & Matsuzawa, M. 2001 Capturing and toying with hyraxes (*Dendrohyrax dorsalis*) by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*) at Bossou, Guinea. *American Journal of Primatology*, **53**, 93-97.
- Hikami, K. & Matsuzawa, T. 1991 Lever pressing of two chimpanzees in a competitive/cooperative situation. *Primate Research*, **7**, 12-22. (In Japanese with English abstract).
- Hockings, K., Anderson, J., & Matsuzawa, T. 2006 Road crossing in chimpanzees: A risky business. *Current Biology*, **16**, R668-R670.

- Hockings, K., Anderson, J. & Matsuzawa, T. 2009 Use of wild and cultivated foods by chimpanzees at Bossou, Republic of Guinea: Feeding dynamics in a human-influenced environment. *American Journal of Primatology*, **71**, 1-11.
- Hockings, K., Humle, T., Anderson, J., Biro, D., Sousa, C., Ohashi, G. & Matsuzawa, T. 2007 Chimpanzees share forbidden fruit. *PLoS ONE*, **9**, 1-4.
- Humle, T. & Matsuzawa, T. 2001 Behavioural diversity among the wild chimpanzee populations of Bossou and neighbouring areas, Guinea and Cote d'Ivoire, West Africa. *Folia Primatologica*, **72**, 57-68.
- Humle, T. & Matsuzawa, T. 2002 Ant-dipping among the chimpanzees of Bossou, Guinea, and some comparisons with other sites. *American Journal of Primatology*, **58**, 133-148.
- Humle, T. & Matsuzawa, T. 2004 Oil palm use by adjacent communities of chimpanzees at Bossou and Nimba Mountains, West Africa. *International Journal of Primatology*, **25**, 551-581.
- Humle, T. & Matsuzawa, T. 2009 Laterality in hand use across four tool-use behaviors among wild chimpanzees of Bossou, Guinea, West Africa. *American Journal of Primatology*, **71**, 40-48.
- Imura, T. & Tomonaga, M. 2003. Perception of depth from shading in infant chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, **6**, 253-258.
- Imura, T., Tomonaga, M. & Yagi, A. 2008 The effects of linear perspective on relative size discrimination in chimpanzees (*Pan troglodytes*) and humans (*Homo sapiens*). *Behavioural Processes*, **77**, 306-312.
- Inoue, S. & Matsuzawa, T. 2007 Working memory of numerals in chimpanzees, *Current Biology*, **17**, R1004-R1005.
- Inoue-Murayama, M., Hibino, E., Matsuzawa, T., Hirata, S., Takenaka, O., Hayasaka, I., Ito, S., & Murayama, Y. 2006 The application of a human personality test to chimpanzees and survey of polymorphism in genes relating to neurotransmitters and hormones. In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, M. Tanaka (Eds.) *Cognitive Development in Chimpanzees*. Tokyo: Springer, Pp.113-124.
- Inoue-Nakamura, N. 1997 Mirror self-recognition in nonhuman primates: A phylogenetic approach. *Japanese Psychological Research*, **39**, 266-275.
- Inoue-Nakamura, N. & Matsuzawa, T. 1997 Development of stone tool-use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, **111**, 159-173.
- Itakura, S. 1992 Symbolic association between individuals and objects as an initiation of ownership. *Psychological Report*, **70**, 539-544.
- Itakura, S., & Matsuzawa, T. 1993 Acquisition of personal pronouns by a chimpanzee. In H. Roitblat, L. Herman, & P. Nachtigall (Eds.), *Language and Communication: Comparative Perspectives*. Lawrence Erlbaum, Pp.347-363.
- Iversen, I. & Matsuzawa, T. 1996 Visually guided drawing in the chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Japanese Psychological Research*, **38**, 126-135.
- Iversen, I. & Matsuzawa, T. 1997 Model-guided line drawing in the chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Japanese Psychological Research*, **39**, 154-181.
- Iversen, I. & Matsuzawa, T. 2001 Acquisition of navigation in an automated fingermaze task for the chimpanzee. *Animal Cognition*, **4**, 179-192.
- Iversen, I. & Matsuzawa, T. 2003 Development of interception of moving targets by chimpanzees (*Pan troglodytes*) in an automated task. *Animal Cognition*, **6**, 169-183.
- Izumi, A. & Kojima, S. 2004 Matching vocalizations to vocalizing faces in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, **7**, 179-184.
- Jitsumori, M. & Matsuzawa, T. 1991 Picture perception in monkeys and pigeons: Transfer of rightside-up versus upside-down discrimination of photographic objects across conceptual categories. *Primates*, **32**, 473-482.
- Kano, F., Tanaka, M., & Tomonaga, M. 2008

- Enhanced recognition of emotional stimuli in the chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, **11**, 517-524.
- Kano F, Tomonaga M. 2009 How chimpanzees look at pictures: a comparative eye-tracking study. *Proceedings of Royal Society, B*. Doi: 10.1098/rspb.2008.1811.
- Kawai, N. & Matsuzawa, T. 2000 Numerical memory span in a chimpanzee. *Nature*, **403**, 39-40.
- Kawai, N., Morokuma, S., Tomonaga, M., Horimoto, N., & Tanaka, M. 2004 Associative learning and memory in a chimpanzee fetus: Learning and long-lasting memory before birth. *Developmental Psychobiology*, **44**, 116-122.
- Kawakami, K., Takai-Kawakami, K., Tomonaga, M., Suzuki, J., Kusaka, T., & Okai, T. 2006 Origins of smile and laughter: A preliminary study. *Early Human Development*, **82**, 61-66.
- Kawakami, K., Takai-Kawakami, K., Tomonaga, M., Suzuki, J., Kusaka, F., & Okai, T. 2007 Spontaneous smile and spontaneous laugh: An intensive longitudinal case study. *Infant Behavior and Development*, **30**, 146-152.
- Kojima, S. 1980 Short-term memory in the rhesus monkey: A behavioral analysis of delayed-response performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **33**, 359-368.
- Kojima, S. 2003a *A search for the origins of human speech: auditory and vocal functions of the chimpanzee*. Kyoto University Academic Press.
- Kojima, S. 2003b Experimental analyses of body image in the chimpanzee. *Primates*, **44**, 231-238.
- Kojima, T. 1984 Generalization between productive use and receptive discrimination of names in an artificial visual language by a chimpanzee. *International Journal of Primatology*, **5**, 161-182.
- Koops, K., Humle, T., Sterck, E., & Matsuzawa, T. 2006 Ground-nesting by the chimpanzees of the Nimba Mountains, Guinea: Environmentally or socially determined? *American journal of Primatology*, **65**, 1-13.
- Kuwahata, H., Adachi, I., Fujita, K., Tomonaga, M., & Matsuzawa, T. 2004 Development of schematic face preference in macaque monkeys. *Behavioral Processes*, **66**, 17-21.
- Martinez, L. & Matsuzawa, T. 2009 Visual and auditory conditional position discrimination in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Behavioural Processes*, in press. Doi: 10.1016/j.beproc.2009.03.010.
- Matsuno, T, Kawai N, & Matsuzawa T. 2004 Color classification by chimpanzees (*Pan troglodytes*) in a matching to sample task. *Behavioural Brain Research*, **148**, 157-165.
- 松沢哲郎 1977 短時間提示されたランドルト環の知覚における両眼加重, 心理学研究, **48**, 112-116.
- Matsuzawa, T. 1985a Color naming and classification in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Journal of Human Evolution*, **14**, 283-291.
- Matsuzawa, T. 1985b Use of numbers in a chimpanzee. *Nature*, **315**, 57-59.
- Matsuzawa, T. 1986 Pattern construction by a chimpanzee. *Primate Report*, **14**, 225-226.
- 松沢哲郎 1987 チンパンジーの積木つみ, 霊長類研究, **3**, 91-102.
- Matsuzawa, T. 1989 Spontaneous pattern construction in a chimpanzee. In P. Heltne & L. Marquardt (Eds.), *Understanding chimpanzees*. Harvard University Press, Pp.252-265.
- Matsuzawa, T. 1990a Form perception and visual acuity in a chimpanzee. *Folia Primatologica*, **55**, 24-32.
- Matsuzawa, T. 1990b Spontaneous sorting in human and chimpanzee. In S. Parker & K. Gibson (Eds.), *Language and intelligence in monkeys and apes: Comparative developmental perspectives*. Cambridge University Press, Pp.451-468.
- 松沢哲郎 1991a チンパンジーから見た世界, 東京大学出版会.
- 松沢哲郎 1991b チンパンジー・マインド, 岩波書店.
- Matsuzawa, T. 1991a The duality of language-like skill in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). In S. Ehara, T. Kimura, O.

- Takenaka, & M. Iwamoto (Eds.), *Primateology today*. Elsevier: Amsterdam, Pp. 317-320.
- Matsuzawa, T. 1991b Nesting cups and meta-tool in chimpanzees. *Behavioral and Brain Sciences*, **14**, 570-571.
- Matsuzawa, T. 1994 Field experiments on use of stone tools by chimpanzees in the wild. In R. Wrangham, W. McGrew, F. de Waal, P. Heltne (Eds.), *Chimpanzee Cultures*. Harvard Univ. Press, Pp.351-370.
- 松沢哲郎 1995 チンパンジーはちんぱんじん, 岩波書店.
- 松沢哲郎 1996 心理学的幸福：動物福祉の新たな視点を考える, 動物心理学研究, **46**, 31-33.
- Matsuzawa, T. 1996 Chimpanzee intelligence in nature and in captivity: isomorphism of symbol use and tool use. In W. McGrew, L. Marchant, & T. Nishida (Eds.), *Great Ape Societies*. Cambridge Univ. Press, Pp.196-209.
- Matsuzawa, T. 1997 The death of an infant chimpanzee at Bossou, Guinea. *Pan Africa News*, **4**, 4-6.
- Matsuzawa, T. 1998 Chimpanzee behavior: comparative cognitive perspective. In: G. Greenberg & M. Haraway (Eds.), *Comparative psychology: A handbook*, NY: Garland Publishers Inc., Pp.360-375.
- 松沢哲郎 1999 動物福祉と環境エンリッチメント, どうぶつと動物園, **51**, 74-77.
- Matsuzawa, T. 1999 Communication and tool use in chimpanzee: Cultural and social contexts. In: M. Hauser, & M. Konishi, (Eds.), *The design of Animal communication*, Cambridge University Press, Pp.645-671.
- Matsuzawa T. 2001a (Ed.) *Primate origins of human cognition and behavior*. Tokyo: Springer.
- Matsuzawa, T. 2001b Primate foundations of human intelligence: A view of tool use in nonhuman primates and fossil hominids. In T. Matsuzawa, (Ed.), *Primate origins of human cognition and behavior*, Tokyo: Springer, Pp.3-25.
- 松沢哲郎 2001c チンパンジーの心, 岩波書店.
- Matsuzawa, T. 2002 Chimpanzee Ai and her son Ayumu: An episode of education by master-apprenticeship. In: M. Bekoff, C. Allen, & Burghardt, G. (Eds.), *The cognitive animal*, Cambridge: The MIT Press, Pp.189-195.
- Matsuzawa, T. 2003a The Ai project: historical and ecological contexts. *Animal Cognition*, **6**, 199-211.
- Matsuzawa T. 2003b From chimpanzees to the human mind. *Science*, **300**, 2034-2035.
- Matsuzawa T. 2003c Koshima monkeys and Bossou chimpanzees: Culture in nonhuman primates based on long-term researches. In: F. de Waal, P. Tyack (Eds.), *Animal social complexity*. MA, Cambridge: Harvard University Press, Pp.374-387.
- Matsuzawa, T. 2006a Sociocognitive development in chimpanzees: A synthesis of laboratory work and fieldwork. In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, & M. Tanaka (Eds.), *Cognitive development in chimpanzees*. Tokyo: Springer, Pp.3-33.
- Matsuzawa, T. 2006b Bossou 30 years. *Pan Africa News*, **13**, 16-19.
- Matsuzawa, T. 2006c Evolutionary origins of the human mother-infant relationship. In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, & M. Tanaka (Eds.), *Cognitive Development in Chimpanzees*. Tokyo: Springer, Pp.127-141.
- 松沢哲郎 2007 チンパンジー・サンクチュアリ・宇土, 科学, **77**, 1074-1075.
- Matsuzawa, T. 2007a Comparative cognitive development. *Developmental Science*, **10**, 97-103.
- Matsuzawa, T. 2007b Assessment of the planted trees in Green Corridor Project. *Pan Africa News*, **14**, 27-29.
- 松沢哲郎 2008 進化の隣人への恩返し—SAGAの10年, エコソフィア, **20**, 41-51.
- 松沢哲郎 2009a 霊長類学60年と今西錦司：世界の霊長類学における日本の貢献, 霊長類研究, **24**, 187-196.
- 松沢哲郎 2009b 野生チンパンジーに見る石器製作の起源, 科学, **79**, 272-273.
- Matsuzawa, T. 2009a Q & A Tetsuro Matsuzawa, *Current Biology*, **19**, R310-R312.
- Matsuzawa, T. 2009b Chimpanzee Mind: Looking for the evolutionary basis of human mind. *Animal Cognition*, in press.

- Matsuzawa, T. 2009c Social animal cognition. *Interaction Studies*, **10**, 107-113.
- Matsuzawa, T. 2009d Symbolic representation of number in chimpanzees. *Current Opinion in Neurobiology*, **19**, 1-7.
- Matsuzawa, T. 2009e Cognitive development in chimpanzees: The trade off theory of memory and abstract. In D. Mareschal, P. Quinn, & S. Lee (Eds.), *The making of human concepts*, Oxford University Press, in press.
- Matsuzawa, T., Asano, T., Kubota, K., & Murofushi, K. 1986 Acquisition and Generalization of numerical labeling by a chimpanzee. In D. M. Taub & F. A. King (Eds.), *Current perspectives in primate social dynamics*. New York: Van Nostrand Reinhold. Pp.416-430.
- Matsuzawa, T., Biro, D., Humle, T., Inoue-Nakamura, N., Tonooka, R. & Yamakoshi, G. 2001 Emergence of culture in wild chimpanzees: Education by master-apprenticeship. In: T. Matsuzawa (Ed.), *Primate origins of human cognition and behavior*. Tokyo: Springer, Pp.557-574.
- 松沢哲郎・藤田和生 1980 ニホンザル幼児における感覚性強化の行動分析—時間配分の観点から—, 心理学研究, **51**, 351-355.
- 松沢哲郎・長谷川寿一 2000 心の進化：人間性の起源を求めて, 岩波書店.
- Matsuzawa, T., Hasegawa, Y., Gotoh, S., & Wada, K. 1983 One-trial long-lasting food-aversion learning in wild Japanese monkeys (*Macaca fuscata*). *Behavioral and Neural Biology*, **39**, 155-159.
- 松沢哲郎, ハムル・タチアナ, クープス・カテリーナ, ビロ・ドラ, 林美里, ソウザ・クローディア, 水野友有, 加藤朗野, 山越言, 大橋岳, 杉山幸丸, クールマ・マカン 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.
- Matsuzawa, T., Kojima, S. & Jitsumori, M. 1996 Editorial: A brief note on the historical background of the study of cognition and behavior in nonhuman primates by Japanese researchers. *Japanese Psychological Research*, **38**, 109-112.
- Matsuzawa, T., Kojima, S. & Shinohara, S. 1997 Editorial: A brief note on the background of the study of cognition and behavior of chimpanzees by Japanese researchers. *Japanese Psychological Research*, **39**, 133-139.
- Matsuzawa, T. & Kourouma, M. 2008 The green corridor project: Long-term research and conservation in Bossou, Guinea. In R. Wrangham, & E. Ross (Eds.), *Science and conservation in African forests: The benefits of long-term research*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. Pp.201-212.
- Matsuzawa, T. & McGrew, W. 2008 Kinji Imanishi and 60 years of Japanese Primatology. *Current Biology*, **18**, R587-R591.
- Matsuzawa, T. & Nakamura, M. 2004 Care-giving: mother-infant relations in chimpanzees. In: M. Bekoff (Ed.), *Encyclopedia of animal behavior*, Greenwood press, Pp. 196-203.
- Matsuzawa, T., Sakura, O., Kimura, T., Hamada, Y., & Sugiyama, Y. 1990 Case report on the death of a wild chimpanzee (*Pan troglodytes verus*). *Primates*, **31**, 635-641.
- Matsuzawa, T., Takemoto, H., Hayakawa, S., & Shimada, M. 1999 Diecke forest in Guinea. *Pan Africa News*, **6**, 10-11.
- Matsuzawa, T. & Tomonaga, M. 2001 For a rise of comparative cognitive science. *Animal Cognition*, **4**, 133-135.
- Matsuzawa, T., Tomonaga, M., & Tanaka, M. 2006 (Eds.) *Cognitive development in chimpanzees*. pp.522, Springer, Tokyo.
- Matsuzawa, T. & Yamakoshi, G. 1996 Comparison of chimpanzee material culture between Bossou and Nimba, West Africa. In A. Russon, K. Bard, & S. Parker (Eds.), *Reaching into thought*. Cambridge University Press, Pp.211-232.
- Matsuno, T., Kawai, N., & Matsuzawa, T. 2004 Color classification by chimpanzees (*Pan troglodytes*) in a matching to sample task. *Behavioural Brain Research*, **148**, 157-165.
- Matsuno, T., Kawai, N., & Matsuzawa, T. 2006 Color recognition in chimpanzees

- (*Pan troglodytes*). In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, & M. Tanaka, (Eds.), *Cognitive Development in Chimpanzees*, Tokyo: Springer, Pp.317-329.
- 宮部貴子・兼子明久・渡邊祥平・林美里 2008 寝たきりになったチンパンジー, レオ, 科学, **78**, 34-35.
- 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**, 215-234.
- Möbius, Y., Boesch, C., Koops, K., Matsuzawa, T., & Humle, T. 2008 Cultural differences in army ant predation by West African chimpanzees?: A comparative study of microecological variables. *Animal Behaviour*, **76**, 37-45.
- Morimura, N. & Matsuzawa, T. 2001 Memory of Movies by Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, **115**, 152-158.
- Murai, C., Kosugi, D., Tomonaga, M., Tanaka, M., Matsuzawa, T., & Itakura, S. 2005 Can chimpanzee infants (*Pan troglodytes*) form categorical representations in the same manner as human infants (*Homo sapiens*)? *Developmental Science* **8**, 240-254.
- Murofushi K 1975 Variable criterion analysis of simple reaction time distributions in normal, chiasm-sectioned and chiasm-callosum-sectioned monkeys (*Macaca mulatta*). *Annals of Animal Psychology*, **25**, 1-17.
- Murofushi K 1997 Numerical matching behavior by a chimpanzee (*Pan troglodytes*): Subitizing and analogue magnitude estimation. *Japanese Psychological Research*, **39**, 140-153.
- Myowa, M. 1996 Imitation of facial gestures by an infant chimpanzee. *Primates*, **37**, 207-213.
- Myowa-Yamakoshi, M. & Matsuzawa, T. 1999 Factors influencing imitation of manipulatory actions in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, **113**, 128-136.
- Myowa-Yamakoshi, M. & Matsuzawa, T. 2000 Imitation of intentional manipulatory actions in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, **114**, 381-391.
- Myowa-Yamakoshi, M. & Tomonaga, M. 2001 Development of face recognition in an infant gibbon (*Hylobates agilis*). *Infant Behavior and Development*, **24**, 215-227.
- Myowa-Yamakoshi, M. & Tomonaga, M. 2004 Perceiving eye gaze in an infant gibbon (*Hylobates agilis*). *Psychologia*, **44**, 24.
- Myowa-Yamakoshi, M., Tomonaga, M., Tanaka, M. & Matsuzawa, T. 2003 Preference for human direct gaze in infant chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Cognition*, **89**, 113-124.
- Myowa-Yamakoshi, M., Tomonaga, M., Tanaka, M. & Matsuzawa, T. 2004 Imitation in neonatal chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Developmental Science*, **7**, 437-442.
- Myowa-Yamakoshi, M., Yamaguchi, M., Tomonaga, M., Tanaka, M., & Matsuzawa, T. 2005 Development of face recognition in infant chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Cognitive Development*, **20**, 49-63.
- Nakamura, M. & Nishida, T. 2006 Subtle behavioral variation in wild chimpanzees, with special reference to Imanishi's concept of kaluchua. *Primates*, **47**, 35-42.
- Nishimura, T., Mikami, A., Suzuki, J. & Matsuzawa, T. 2003 Descent of the larynx in chimpanzee infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **100**, 6930-6933.
- Ochiai, T. & Matsuzawa, T. 1997 Planting trees in an outdoor compound of chimpanzees for an enriched environment. *Proceedings of the third international conference on environmental enrichment*. October, Orlando, Florida. Pp.355-364.
- 落合友美・松沢哲郎 2001 飼育チンパンジーの環境エンリッチメントを目的とした木製構造物の導入とその評価, 動物心理学研究, **51**, 1-9.
- Ohashi, G. 2006 Bossou chimpanzees crossed the national border of Guinea into Liberia. *Pan Africa News*, **13**, 10-12.
- Okamoto, S., Tomonaga, M., Ishii, K., Kawai, N., Tanaka, M. and Matsuzawa, T. 2002

- An infant chimpanzee (*Pan troglodytes*) follows human gaze. *Animal Cognition*, **5**, 107-114.
- Okamoto-Barth, S., Kawai, N., Tanaka, M., & Tomonaga, M. 2007. Looking compensates for the distance between mother and infant chimpanzee. *Developmental Science*, **10**, 172-182.
- Okamoto-Barth, S., Tanaka, M., & Tomonaga, M. 2004 Looking Back: The "Representational mechanism" of Joint Attention in an infant chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Japanese Psychological Research*, **46**, 236-245.
- Okamoto-Barth, S., Tanaka, M., Tomonaga, M., & Matsuzawa, T. 2008 Development of using experimenter-given cues in infant chimpanzees: Behavioral changes in cognitive development. *Developmental Science*, **11**, 98-108.
- Poti P. 2005 Chimpanzees' constructional praxis (*Pan paniscus*, *Pan troglodytes*). *Primates*, **46**, 103-113.
- Poti P, Hayashi M, & Matsuzawa T 2009 Spatial construction skills of chimpanzees (*Pan troglodytes*) and young human children (*Homo sapiens sapiens*). *Developmental Science* Published Online: DOI: 10.1111/j.1467-7687.2008.00797.x.
- Premack, D. 1971 Language in chimpanzees? *Science*, **172**, 808-822.
- Premack, D. 2007 Human and animal cognition: continuity and discontinuity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **104**, 13861-13867.
- Premack, D. & Woodruff, G. 1978 Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioural and Brain Sciences*, **4**, 515-526.
- Rumbaugh, D. M. 1977 *Language learning by a chimpanzee*. Academic Press.
- 斎藤亜矢 2008 想像は想像の母?, 科学, **78**, 1346-1347.
- Sakura, O. & Matsuzawa, T. 1991 Flexibility of wild chimpanzee nut-cracking behavior using stone hammers and anvils: an experimental analysis. *Ethology*, **87**, 237-248.
- Sanz, C. & Morgan, D. 2009 Complexity of chimpanzee tool using behaviors. In E. Lonsdorf, S. Ross, & Matsuzawa, T. (Eds.), *The minds of the chimpanzees*. Chicago: University of Chicago Press, in press.
- Sousa, C., Biro, D., & Matsuzawa, T. 2009 Acquisition patterns and handedness in the use of leaves for drinking water by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, in press.
- Sousa, C. & Matsuzawa, T. (2001) The use of tokens as rewards and tools by chimpanzees. *Animal Cognition*, **4**, 213-221.
- Sousa, C., Okamoto, S., & Matsuzawa, T. 2003 Behavioural development in a matching-to-sample task and token use by an infant chimpanzee reared by his mother. *Animal Cognition*, **6**, 259-267.
- Sousa, C., & Matsuzawa, T. 2006 Token use by chimpanzees (*Pan troglodytes*): Choice, metatool, and cost. In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, M. Tanaka, (Eds.), *Cognitive Development in Chimpanzees*. Tokyo: Springer, Pp.411-438.
- Sugiyama, Y. 1994 Tool use by wild chimpanzees. *Nature*, **367**, 327.
- Sugiyama, Y., Fushimi, T., Sakura, O., & Matsuzawa, T. 1993 Hand Preference and tool use in wild chimpanzees. *Primates*, **34**, 151-159.
- Sugiyama, Y. & Koman, J. 1979 Tool-using and making behavior in wild chimpanzees at Bossou, Guinea. *Primates*, **20**, 513-524.
- Suzuki, S. & Matsuzawa, T. 1997 Choice between two discrimination tasks in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Japanese Psychological Research*, **39**, 226-235.
- 竹元博幸・熊崎清則・松沢哲郎 1996 飼育チンパンジーによる植栽樹の採食に見られる選択性, 霊長類研究, **12**, 33-40.
- Takeshita, H. 2001 Development of combinatory manipulation in chimpanzee infants (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, **4**, 335-345.
- 竹下秀子 2009 あおむけで他者, 自己, 物とかわる赤ちゃん: 子育てと子育ての比較行動発達学, 発達心理学研究, **20**, 29-41.
- Takeshita, T., Frigaszy, D., Mizuno, Y., Matsuzawa, T., Tomonaga, M., & Tanaka, M. 2006a Exploring by Doing: How young chimpanzees discover surfac-

- es through actions with objects. *Infant Behavior and Development*, **28**, 316-328.
- 竹下秀子・田中昌人・松沢哲郎 1983 ニホンザル乳児の姿勢反応の発達, 動物心理学年報, **33**, 71-83.
- 竹下秀子・田中昌人・松沢哲郎 1989 霊長類乳児の姿勢反応の発達と対象操作行動, 霊長類研究, **5**, 111-120.
- Takeshita, H., Myowa-Yamakoshi, M., & Hirata, S. 2006b A new comparative perspective on prenatal motor behaviors: Preliminary research with four-dimensional ultrasonography. In T. Matsuzawa, M. Tomonaga, & M. Tanaka (Eds.), *Cognitive development in chimpanzees*. Tokyo: Springer, Pp.37-47.
- Takeshita, H., Myowa-Yamakoshi, M., & Hirata, S. 2009 The supine position of postnatal human infants: Implications for the development of cognitive intelligence. *Interaction Studies*, **10**, 252-269.
- Takeshita, H. & Walraven, V. 1996 A comparative study of the variety and complexity of object manipulation in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*) and bonobos (*Pan paniscus*). *Primates*, **37**, 423-441.
- 田中昌人・田中杉恵 1981 子どもの発達と診断1 乳児期前半(1), 大月書店.
- Tanaka, M. 1997 Formation of categories based on functions in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Japanese Psychological Research*, **39**, 212-225.
- Tanaka, M., Tomonaga, M. & Matsuzawa, T. (2003) Finger drawing by infant chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, **6**, 245-251.
- Tomasello, M. & Farrar, M. 1986 Joint attention and early language. *Child Development*, **57**, 1454-1463.
- Tomasello, M & Whiten, A. 1999 *The cultural origin of human cognition*, MA, Cambridge: Harvard University Press.
- Tomonaga, M. 1993 Use of multiple-alternative matching-to-sample in the study of visual search in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, **107**, 75-83.
- Tomonaga, M. 1999 Inversion effect in perception of human faces in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Primates*, **40**, 417-438.
- Tomonaga, M. 2001 Investigating visual perception and cognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*) through visual search and related tasks. In T. Matsuzawa (Ed.), *Primate origins of human cognition and behavior*. Tokyo: Springer, Pp.55-86.
- Tomonaga, M. 2007 Visual search for orientation of faces by a chimpanzee (*Pan troglodytes*): face-specific upright superiority and the role of facial configural properties. *Primates*, **48**, 1-12.
- Tomonaga, M. 2008 Relative numerosity discrimination by chimpanzees (*Pan troglodytes*): Evidence for approximate numerical representations. *Animal Cognition*, **11**, 43-57.
- Tomonaga, M., Imura, T., Mizuno, Y., & Tanaka, M. 2007 Gravity bias in young and adult chimpanzees (*Pan troglodytes*): tests with a modified opaque-tubes task. *Developmental Science*, **10**, 411-421.
- 友永雅己・板倉昭二・松沢哲郎 1993 チンパンジーにおける数字系列の学習, 霊長類研究, **9**, 67-77.
- Tomonaga, M., Itakura, S., & Matsuzawa, T. 1993 Superiority of conspecific faces and reduced inversion effect in face perception by a chimpanzee. *Folia Primatologica*, **61**, 110-114.
- Tomonaga, M. & Matsuzawa T. 1992 Perception of complex geometric figures in chimpanzees and humans: Analysis based on choice reaction time. *Journal of Comparative Psychology*, **106**, 43-52.
- Tomonaga M, Matsuzawa T. 2000 Sequential responding to Arabic numerals with wild cards by the chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, **3**, 1-11.
- Tomonaga, M. and Matsuzawa, T. 2002 Enumeration of briefly presented items by the chimpanzee (*Pan troglodytes*) and humans (*Homo sapiens*). *Animal Learning and Behavior*, **30**, 143-157.
- Tomonaga, M., Matsuzawa T., Fujita, K., & Yamamoto, J. 1991 Emergence of symmetry in a visual conditional discrimination by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Psychological Reports*, **68**, 51-60.

- Tomonaga, M., Myowa-Yamakoshi, M., Mizuno, Y., Okamoto, S., Yamaguchi, M. K., Kosugi, D., Bard, K. A., Tanaka, M., & Matsuzawa, T. 2006 Chimpanzee social cognition in early life: Comparative-developmental perspective. In E. Wasserman & T. Zentall (Eds.), *Comparative cognition: Experimental explorations of animal intelligence*, New York: Oxford university Press, Pp.639-650.
- 友永雅己・田中正之・松沢哲郎 2003 チンパンジーの認知と行動の発達, 京都大学学術出版会.
- Tomonaga, M., Tanaka, M., Matsuzawa, T., Myowa-Yamakoshi, M., Kosugi, D., Mizuno, Y., Okamoto, S., Yamaguchi, M., K., and Bard, K. A. 2004 Development of social cognition in infant chimpanzees (*Pan troglodytes*): Face recognition, smiling, gaze, and the lack of triadic interactions. *Japanese Psychological Research*, **46**, 227-235.
- Tonooka, R. 2003 Leaf holding for drinking water by wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) at Bossou, Guinea. *Animal Cognition*, **4**, 325-334.
- Tonooka, R., Tomonaga, M. & Matsuzawa, T. 1997 Acquisition and transmission of tool making and use for drinking juice in a group of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Japanese Psychological Research*, **39**, 253-265.
- Ueno, A. & Matsuzawa, T. 2004 Food transfer between chimpanzee mothers and their infants. *Primates*, **45**, 231-239.
- Ueno, A. & Matsuzawa, T. 2005 Response to novel food in infant chimpanzees: Do infants refer to mothers before ingesting food on their own? *Behavioural Processes*, **68**, 85-90.
- Ueno, A., Hirata, S., Fuwa, K., Sugama, K., Kusunoki, K., Matsuda, G., Fukushima, H., Hiraki, K., Tomonaga, M., & Hasegawa, T. 2008 Auditory ERPs to Stimulus Deviance in an Awake Chimpanzee (*Pan troglodytes*): Towards Hom-inid Cognitive Neurosciences. *PLoS ONE*, **3**, e1442. doi: 10.1371/journal.pone.0001442.
- Uenishi, G., Fujita, S., Ohashi, G., Kato, A., Yamauchi, S., Matsuzawa, T., & Ushida, K. 2007 Molecular analysis of the intestinal microbiota of chimpanzees in the wild and in captivity. *American journal of Primatology*, **69**, 1-10.
- Weiss, A., Inoue-Murayama, M., Hong, K. W., Inoue, E., Udono, T., Ochiai, T., Matsuzawa, T., Hirata, S., & King, J. 2009 Assessing chimpanzee personality and subjective well-being in Japan. *American Journal of Primatology*, **71**, 283-292.
- 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.
- Yamakoshi, G. & Sugiyama, Y. 1995 Pestle-pounding behavior of wild chimpanzees at Bossou, Guinea: A newly observed tool-using behavior. *Primates*, **36**, 489-500.
- Yamamoto, J. & Asano, T. 1995 Stimulus equivalence in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *The Psychological Record*, **45**, 3-21.
- Yamamoto, S., Yamakoshi, G., Humle, T., & Matsuzawa, T. 2008 Invention and modification of a new tool use behavior: ant-fishing in trees by a wild chimpanzee (*Pan troglodytes verus*) at Bossou, Guinea. *American Journal of Primatology*, **70**, 699-702.
- Yamamoto, S. & Tanaka, M. 2009a How did altruism and reciprocity evolve in humans?: Perspectives from experiments on chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Interaction Studies*, **10**, 150-182.
- Yamamoto, S. & Tanaka, M. 2009b Do chimpanzees (*Pan troglodytes*) spontaneously take turns in a reciprocal cooperation task? *Journal of Comparative Psychology*, in press.
- 柳原芳美・松林清明・松沢哲郎 1994 ニホンザルにおける飼育環境のエンリッチメント: 給餌方法とケージ環境の検討, 霊長類研究, **10**, 95-104.
- Yoshikubo, S. 1985 Species discrimination and concept formation by rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Primates*, **26**, 285-299.

(2009. 5. 7 受稿, 2009. 5. 21 受理)