

若い研究者へ

小嶋 祥三

わたしの人生には周期的に無闇に元気になる時期、高揚する時期があったように思う。といっても、谷間の時期にそれほど陰々鬱々とした気分ではなかったわけではなく、自分なりにフツーだった。高揚すると、その時々を対象にとりつかれた様になった。高揚は小学生の頃から比較的最近まであったように思う。若い頃は高揚すると食事をとるのが面倒になった（そのためか、結婚した時は体重 48kg、胴周り 68cm だった。どうやら、高揚中に結婚したようだ）。高揚は人生にプラスに働くことが多かったが、霊長類の聴覚と音声の研究もその結果だ。若い研究者の参考になるかもしれないので、その時のことを思い出してみる。聴覚と音声を軸にいろいろな研究領域、テーマが集まってきたが、それらを統合することは、変な表現だが、とても爽快だった。

動物（わたしはサルや類人猿の研究所にいたので、霊長類が対象だが）の感覚・知覚の研究（動物の精神物理学、**animal psychophysics**）に興味があったが、選んだのは聴覚だった。なぜ聴覚だったのか。音声言語の起源や進化といった大問題に興味があったからだろう。当時、類人猿の「言語」は手話や図形語の研究が花盛りだった。しかし、わたしにはへそ曲がりな面があり（他人と同じことをしても仕方ない）、ヒトの言語は音声言語なので、自然に聴覚と音声に興味に向かった。チンパンジーに音声言語を教えたヘイズ夫妻の失敗は周知のことだったので、同僚はわたしの研究テーマを危惧したようだったが、わたしには訓練で「しゃべるチンパンジー」をつくる気などなかった。聴覚と音声の能力がヒトとチンパンジーでどのように異なるのかを知りたかった。その違いの中にヒトの音声言語を可能にしているものがあるはずだった。当時は（今も？）ヒトとチンパンジーの類縁性を強調することが多かったが、この点に関してもわたしは他人と同じことをする気はなかった。テーマを決めると、霊長研の共同利用研究制度を利用して「聴覚と音声」のテーマを設定し、所外の研究者と交流し学んだ。『留学記』に書いたようにアメリカの NIH で学んだし、日本では今はなくなってしまったが東大音声研、新潟大脳研、東京医科歯科大、京大工学部などに話を聞きに行った（とにかく、元気がいいのである）。実際の研究成果（勉強を含めて）の詳細はこのホームページの『霊長類の聴覚と音声』や拙著 **A search for the origins of human speech: Auditory and vocal functions of the chimpanzee** (Kyoto Univ. Press) を読んでいただくとして、研究を行った経緯と簡単な説明をしてみよう。

聴覚の研究となると、当然、音の物理学の初歩やヒトの聴覚の心理学を勉強した。聴取可能な周波数の範囲や音の強さ、区別可能な周波数や強度の差、音源定位など基本的な機能から、聴覚さらに複雑な聴覚認知など多くのテーマがあった。これらについてはチンパンジーの聴感度曲線（刺激閾）、弁別閾、聴覚のワーキング・メモリ、聴覚・視覚のマッチングなどを研究した。これらはほとんどが世界初のデータになった（チンパンジーの聴

感度のデータは 1930 年代に一つ、弁別閾のデータはなかった)。チンパンジーは、ヒトと異なり、他のサルと同じような W 字型の聴感度を持っていた。霊長類は視覚の動物といわれているが、複雑な聴覚の課題をサルやチンパンジーに訓練するのは大変だった。聴覚・視覚のマッチング（音 A では a 反応、音 B では b 反応という Yes/No タイプの学習）は特に難しく、学習には 2 年以上の訓練が必要だった。研究が遅れている一つの要因と思われた。長期間の涙ぐましい？努力の結果、音のでる物体の音とその物体の映像（たとえば、笛の音と笛の写真）の間のマッチングが可能になった。また、音のワーキング・メモリは 10 秒を超えると維持が難しかった。なお、これらの点でヒトはチンパンジーより圧倒的に優れており、ヒトは霊長類の中で視覚だけでなく、聴覚も発達させた動物だと思った。

動物の聴覚にとって重要なのは、かれらの音声の知覚だろう。しかし、音声といえばその受容や音響分析の知識だけでなく、生成も問題となってくる。そのため、音声生成の物理学の初歩や音声の受容、生成に関する学問の音声学、心理学の勉強が必要となった。構（調）音、基音・倍音、母音・子音、音源－フィルター説、カテゴリーカル知覚などである。実験の結果、チンパンジーは基音や低い倍音成分を聴いていることが分かった。それゆえ、第 1 フォルマントの周波数が似ている [u] と [i], [o] と [e] の区別が苦手だった。また、かれらにも子音のカテゴリーカル知覚がみられた。生成面では、様々な音声の分類や機能を勉強した。チンパンジーには **grunt** という母音的な音声があるが、[i] と [e] に聴こえる音声はなかった。声道の形状の種差によるものと考えた。上記の母音知覚、さらには W 字型の聴感度が関係する一致系の例と思われた。かれらの音声生成の訓練をしたが、刺激 A には音声 a, 刺激 B には音声 b を出すことも難しかった（これがチンパンジーに音声言語を教える試みである）。かれらの音声は自発性が少ない。そこで、声帯を除去した人が使う電気喉頭を利用してみた。それをチンパンジーの喉に押し当ててみたが、声門が開いているためか、気管も共鳴腔に含まれてしまいきれいな母音は生成できなかった。

聴覚と音声の研究をする前は脳の研究もやっていたので、受容器の耳、音声器官など末梢器官の構造と機能とともに、神経系にも興味を持った。空気の振動が身体の振動に、そして内耳の蝸牛で神経の電気信号に変換され、いくつかの中継核を通して大脳聴覚野へと上行していった。聴覚誘発電位、聴性脳幹反応（ABR）、聴覚野の機能区分、種特異的音声へのニューロンの応答は興味深いものだった。発声に関しては、音声器官を制御する筋、神経支配などについて学んだ。ただし、発声の実験的な制御が難しいので、受容に比べて、霊長類の脳の侵襲的な研究は進んでいなかった。チンパンジーでは侵襲的研究はできなかったし、麻酔するのも一苦勞だったので、標本で外耳道の共鳴特性を測定した位だった。したがって、誘発電位の実験はニホンザルで行った。ヒト以外の霊長類は W 字型の聴感度を持ち、ヒトで最も感度がよい周波数帯で感度が低下していた。その感度低下の原因を蝸牛の電位を利用して検討し、鼓膜から蝸牛の間にその原因があると結論した。

ヒト以外の霊長類の聴覚と音声の研究は必然的にヒトの音声言語と結びつく。興味は言語の脳内機構にも広がった。聴覚と音声の研究を始めた 1980 年代の前半には脳機能画像研

究はまだ行われていなかった。脳損傷による失語の神経心理学的研究が主だった。失語は左半球の損傷によるのが一般的だった。道具使用、模倣など（失行）も利き手（右手）も左半球が主に関係していた。ヒトのヒトたる特徴が主に左半球に関係していることから、言語と行為の関係、脳の構造を含め霊長類のラテラリティの進化に興味を持った。チンパンジーの脳を侵襲的に研究することは難しいので、行動研究が主になった。行為に関しては模倣とそれに関連した身体像を研究テーマにした。神経心理学の D. Kimura の研究が参考になった。これらの研究は化石人類の言語や行為（道具など）など人類学的な興味につながった。ミラー・ニューロン・システムの研究はこれらの興味と脳を繋げる役目を担った。結論として、ヒトの音声言語の身振り起源説に賛成だった。なお、言語や行為に関して、チンパンジーの能力はヒトよりもはるかに劣っていた。例えば、ヒトの言語（名詞：「フエ」）を聴いて、笛を指差すことはできなかった。そこでオノマトペ（「ピーポー」）を利用したが、期待したほど成績は改善しなかった。チンパンジーは普段名前と呼ばれているのに、例えば「アイ」と聴いて、アイの顔写真を選択することはできなかった。なお、これらの興味はヒトで PET による模倣やオノマトペの研究につながった。

ヒトの音声言語の研究は当然ヒト以外の霊長類の音声コミュニケーションの研究につながる。すなわち、かれらはどのような状況で、どのような音声を発し、それはどのように知覚され、行動に影響を与えるのかを調べた。そうすると、実験室だけでなくフィールドの研究も視野に入ってきた。動物行動学、生態学などの研究である。ニホンザルやチンパンジーが主に低い周波数成分を聴いていることはかれらの音声（それぞれ、*coo* 音や *grunt*）でも確かめた。最も興味深かったのは、チンパンジーが音声だけで簡単に発声者を同定（顔写真の選択）できることだった。音声を聴いただけで、誰と誰がどういう社会的交渉をしているか理解できただろう。ヒトの話者も同定できた。その他、放飼場で若いオスが年長のオスに挑戦するのを音声面から検討した。

最後に、1頭のチンパンジーを育て、音声の訓練をするとともに、その音声発達を追った。発達心理学、発達障がい研究とのかかわりである。ヒトのみが音声言語を持ち得たことを考える際、ヒトとチンパンジーの音声発達の違いに重要なヒントがあると考えた。ヒトは5段階（発声期、*goo* 期、拡張期、喃語期、重複性喃語期）を経ておよそ12カ月で初語を獲得するという。それぞれの段階には特徴的な音声や関連する行動がある。チンパンジーの音声発達を追うと最初の二つの段階はヒトと類似の音声を示したが、拡張期に特有な多様な音声、音声の自発性の増加、音声による遊びは見られない。言語に必須と考えられている喃語はない。喃語の生成には構音に関する運動機能の発達が必要だ。チンパンジーには音声の自発性は乏しく、誘発されることが多かった。また、音声生成に関係する運動機能（それに関係する神経性）もヒトとは大きく異なっていた。これらはヒトの音声言語を可能にした重要な要因と思われた。チンパンジー乳児は環境に馴れるにしたがい誘発される音声は減少し、興奮しない限り、静かな動物になっていった。ただ、この音声訓練をしたチンパンジーが母親になった時、他の母親と異なり、我が子との音声交換が多かった。な

お、この母チンパンジーが育てた子供もヒトが育てた母と同じような音声発達を示した。

以上、わたしの聴覚と音声の研究を駆け足で紹介した。若い研究者の参考になるか分らないが、自分の興味に基づいてテーマを決め、広い視野の中でそのテーマを捉えてみる。そして、自分の興味を追求する。その結果や成果に関して、わたしは何も考えていなかったように思う。ただ、面白いと思うことをやっていたようだ。しかし、現状を考えれば、若い研究者が自分の好きなことだけやるのは難しいだろう。その点、わたしは幸運だった。若い一時期を訓練の時と割り切ってやっていくこともアリだろう。その場合、研究の進んだレベルの高い研究機関、施設で学ぶことが重要だ。その間に興味が変わることもあるだろう。しかし、いずれにしても、その興味を育てるのは自分自身だ。

上に述べたようにいろいろな学問領域、テーマが聴覚と音声を軸に集まってきた。それらを統合して、大型の科学研究費補助金を申請し、領域代表者、計画班代表者としてこの領域の研究に少しは貢献しただろうと思っている。マア、このような「自慢話」やアドバイスは現役から退いたから、恥ずかしくもなく、書けるとおもっている。