The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	音声知覚研究における動物実験の意義
Author(s)	山田, 恒夫
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1991, 17, p. 47-69
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/6561
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

音声知覚研究における動物実験の意義

山　田　恒　夫

はじめに
1　動物における音声知覚研究の目的
2　動物における音声知覚研究の系譜
3　今後の展望
まとめ

音声知覚研究における動物実験の意義

はじめに

音声は広く動物に用いられているコミュニケーションの媒介手段である。コオロギ科の昆虫は翅のすりあわせによって発音した歌を媒介に求愛行動をおこなうし，鳴禽類は学習したさえずりによってさまざまな情報を伝達する。哺乳類に至っては，陸生，水生をとわず，音声コミュニケーションをおこなわない種を見いだすことの方が困難である。しかし，動物の種によって，聴覚－発声器官の解剖学的構造や音声コミュニケーション行動の構造や機能，そして音声の発声や知覚における学習の必要性（あるいは生得性）など，さまざまな点が異なっている。このように広汎にみられる音声コミュニケーション行動において，その進化的相同性・相似性を考えることはきわめて興味深い問題である。

ヒトの場合，音声言語にくわえ，文字言語が存在するという際だった特徴があるし，音声言語そのものも，地球上に現生する動物の中で，最も複雑で洗練されたシステムになっているのは事実である。しかしながら，ヒトをヒトたらしめている特徴の１つだといわれてきた言語の獲得もそのような進化の延長線上にあるものにちがいはない。ヒトの言語能力のどの部分が生得的なのかどの部分が生後獲得されたり修正可能なのか，という言語の生得性に関する問題をはじめ，ヒトの音声知覚－発声システムをめぐる基本的な問題の中には，他の音声コミュニケーションシステムを持つ動物との比較研究が不可欠なものも少なくない。また，比較的観点の必要性ということ以外にも，動物実験では，初期発達環境など聴覚的な生育環境を厳密に統制したり，神経科学的な操作を加え神経回路網的あるいは生化学的な機構にアプローチしたり，人間では実行困難なより厳密に統制された実験デザインで行動を解明することができる。一方，人間における音声知覚機構の解明や人間の音声を認識する技術の開発のように，コンピュータシミュレーションによる数理モデルの構成も未完成な分野では，部分的にでも人間の音声知覚と同じ特徴を示す動物の音声知覚は，現時点において，有用なモデル（動物モデル）となりうるだろう。

言語は，音声を媒介とする音声言語と，文字や身振りなど，視覚記号を媒介とする視覚言語に分類することができる。この２つの言語の形態については，進化的にみてどちらが古いか，その起源に関する決定的な学説が提出されたわけでもなく，また機能的にどちらか重要であるといいきれるものでもない。しかし，本論文ではこうした「言語」の比較研究のなか

から，音声言語の，そのなかでも，音声知覚の分野にかぎって論議をすすめたい。ここでは，知覚される音声は何か，つまり，その動物種固有の音声か人間の音声か，計算機により合成された音声か，という問題が，研究の目的と深く関連した形で提起される。まず，動物の音声知覚研究において，これまで，何が目的とされ，どのような知覚現象の解明が本質的だと考えられてきたのか，まとめておく。

1）動物における音声知覚研究の目的

地球上で最も高度に進化した音声コミュニケーションシステムをもつ動物はおそらくヒトであり，その音声知覚研究が最も進んでいる動物もヒトであろう。動物における音声知覚研究は，動物の音声知覚を，人間の音声知覚の単なる動物モデルと考えるか（動物モデルとしてのアプローチ），種固有の音声コミュニケーションシステムとして独自に進化したものと考えるか（比較生物学としてのアプローチ）によって，大きく分けることができる。ここでは，動物における音声知覚研究の目的がどのように考えられたか，その結果動物実験の対象となった音声知覚の基本的特性は何かを，アプローチごとにまとめる。

1. 1.）動物モデルとしてのアプローチ

動物モデルとしてのアプローチでは，人間の音声知覚に関する次のようなテーマをめぐって研究が進められた。

（音声知覚の「特殊機構」に関する論議）

動物における音声知覚研究がクローズアップされた1つの契機は人間の言語の生得性をめぐる議論にあることはいうまでもない。チョムスキーは，スキナーをはじめとする学習心理学者やピアジェなどの構造主義発達心理学者に対し，言語生得説の立場から，普遍文法などの重要な概念を提出し，言語学に大きな影響を与えた。このような立場からは，生後まもない乳幼児の音声知覚様式が大人のそれと類似すること（Eimas, Siqueland, Jusczyk & Vigorito, 1971）や，文法や音韻などの言語構造が異なる言語間でも類似すること，などの報告は，自説を補強するものとして受け入れられた。しかしながら，霊長類における「言語」能力の研究（Gardner & Gardner, 1969 ; Premack, 1976 ; Rumbaugh, 1977）に典型的に見られるように，人間の言語の機能および構造の少なくとも一部は動物も共有するのであり，言語研究において人間絶対主義がどこまで通用するのかは疑問である。何らかの意味で，人間の言語能力に生得的な基盤があるということは疑いもない事実だから，この問題は，生得的か獲得的かという論議にとどまるのではなく，個体発生過程における発現機制の分析やそ

の種間比較に重点が置かれるべきであろう。

このようなヒトの言語能力が特殊に進化した機構（注1）によるところが大きいという考え方は言語の音韻レベルでも主張された。その例証として，物理的には多様な音が同一の音素として知覚され両者の間に単純な対応関係が見られなかったこと（Liberman, Cooper, Shankweiler & Studdert-Kennedy, 1967），範疇的知覚（categorical perception）とよばれる現象の存在すること（Liberman, 1957）があげられた。音韻の音響的手がかりの解明は長年かなり困難な課題として存在したが，それは同じ音素と判断される音でも音響的には実に多様なためであって，この現象が機械による音声認識の実現を妨げてきたのである。一方，人間では，乳幼児でもこの認識を行なえるという報告がある（Eimas, et al., 1971）。これは，人間に音声知覚のための「特殊機構」が備わっているからだと考えられたのである。音韻レベルにおける「特殊機構」の存在を証明するもう1つの例とされたのは範疇的知覚という現象である。いくつかの音素の群は，その音響的特徴から，物理的に同一の次元（複数であることもある）からなる空間上に位置づけることができる。例えば，無声／有声の違いであればVOT（voice-onset time）という次元，／b−d−g／であれば第2フォルマント遷移部の開始周波数という次元，／r−l／であれば，第2フォルマント周波数，第3フォルマント周波数，第1フォルマント遷移部の開始時間という3次元というように。したがって，計算機により合成することで，ある次元に関して系統的に変化させた音響的特徴をもつ連続体を作成することができる。このように合成された連続体を用いて音韻の同定を求めると，連続体の中間部では，音声は連続的に変化するようには知覚されず，あるところで突然に（不連続に）別の音韻として知覚される，つまり範疇的に知覚されるのである。これが範疇的知覚という現象である（注2）。また，範疇的知覚には，物理的な差異が同じであれば，同一範疇に属する刺激対よりも，異なる範疇に属する刺激対の方が弁別率がよい，つまり，範疇境界付近で弁別率がよくなるという特徴がある。このような範疇的知覚とよばれる現象は，ウェーバーの法則のように聴覚で広く適用可能な精神物理学の法則にも従わないし，同定するよりも弁別する方が容易であり同定するよりも多くの刺激を弁別できるという一般的な命題にも従わない。音声知覚においてこのように特殊な現象が見られるのは，音韻レベルに「特殊機構」の存在するからではないのかというのは一応もっともな仮説といえる。さらに，生後あまり日のたたない乳児の弁別実験でも範疇境界に弁別率のピークが出現するとの報告もあり（Eimas, 1974, 1975），この結果は，「特殊機構」の生得性をも示唆するものと考えられた。

人間には音声知覚に「特殊な」機構が備わっているという論議はその後，「特殊」という用語の意味を巡って，2つの異なる方法からアプローチされることとなった。1つは，人間の音声知覚における「特殊機構」はどのくらい厳密に音声（言語音を代表とする）にチューニングされているのかを問題とするもので，言語音の特徴を抽出したさまざまな非言語音の信号

を用いて検討された（例えば，Miller, Wier, Pastore, Kelly & Dooling, 1976 ; Pisoni, 1977)。いま1つは，この「特殊機構」は，種としての進化の結果あるいは言語環境という人間固有の個体発生条件の結果，人間に「特殊な」機構として備わっているものなのかを問題とするもので，ここで動物における言語音知覚が検討された（例えば，Kuhl, 1987 ; Dooling 1989)。もし，言語音の範疇的知覚が言語をもたない動物においても人間同様観察されるとすれば，「特殊機構」は人間に固有のものではないということになるのである。

（音声の処理レベルに関する論議）

人間の音声知覚処理は大別すると，低次で末梢的な聴覚レベルと，より高次で言語体系の規定をうける音韻レベルに区別できる。人間以外の動物は言語をもたないから当然音韻レベルの処理は存在せず聴覚レベルのみである。このような仮定の下では，動物における言語音の範疇的知覚の実証から，その現象は聴覚レベルの処理で十分実現可能なものとの結論が導かれる（Kuhl, 1987)。しかし，この仮定が妥当かどうかは検討の余地がある。人間以外の動物でも，種固有の音声コミュニケーション行動として範疇的に反応を分化させることは数多く報告されており（例は2. 2. 参照)，人間における音韻レベルの処理機構と同じ機構はなくとも，人間の音韻的処理に対応する処理機構を獲得する能力が備わっていると考えるのは自然である。人間の音声を呈示された動物が，それを聴覚レベルだけで処理するのではなく，その種に備わっている能力に応じて，何らかの範疇の形成など，より高次な処理も行なう可能性は否定できない。

1. 2.）比較生物学的なアプローチ

動物モデルとしてのアプローチが動物の音声知覚を単に人間の音声知覚のモデルとして考えたのに対し，比較生物学的アプローチでは，それぞれの動物種における種固有の音声知覚様式の解明を第1の目的とし，人間の音声知覚との関係は相同（ホモロジー）・相似（アナロジー）においてのみ考察する。したがって，研究方法も，動物モデルとしてのアプローチでは人間の研究で用いられた課題と等価の課題を与える努力が払われるのに対し，比較生物学的アプローチではあくまで種固有の音声コミュニケーションシステムを解明するのに適切な方法がとられる。この比較生物学的アプローチには，さまざまな動物種の音声コミュニケーションシステムを自然状態で研究することを重視する生態学的なアプローチと，ヒト化における音声言語の起源の解明を目的とし高等霊長類を対象とする人類学的なアプローチがある。

（音声知覚の特殊機構の比較研究）

人間において，人間の音声（典型的には言語音）が特殊に進化した機構によって処理され

るのなら，他種の動物においても，その種固有の音声に適応した特殊な音声知覚機構はみられるのだろうか。この種の研究は，聴覚および音声知覚と発声機構の相互適応の問題として，さまざまな種の動物を用いて盛んに行われている。これらの研究の目的は種固有の音声コミュニケーションシステムの解明であるから，研究対象として，音声コミュニケーションの発達した鳥類や哺乳類が用いられることが多い。また，ヒトに近縁である理由で霊長類もよく対象とされる。このような目的をもった研究には，生態学的観点からの野外研究のほか，知覚と発声との関係やその種差・系統差に重点をおいたむしろ実験室的な研究も少なくない。

（ヒトの音声言語の起源に関する研究）

Noback (1982) は，ヒトの音声言語の起源を現生霊長類との比較において研究することの妥当性として，次の3つの可能性のあることを示唆している。1つは，ヒトの音声言語は霊長類の音声コミュニケーション行動から進化したというもの，もう1つは，霊長類の身体的コミュニケーション行動から進化したというもの，いま1つは，ヒトの音声言語はヒトという種において独自に成立したというものである（小嶋，1988)。前2者の立場にたってヒトの音声言語の起源を考える場合，最も重要な動物は，ヒトにもっとも近縁な高等霊長類，なかでも，チンパンジー，ゴリラ，オランウータンということになる。このような目的をもつ研究には，高等霊長類を用いることで比較的な観点は有するが，音声言語の起源を解明するという理由で人間の音声知覚と同じ研究方法をとるアプローチもある（小嶋，1988)。

2）動物における音声知覚研究の系譜

次に，動物を用いた音声知覚研究を，前章において分類したアプローチにしたがってまとめる。

2. 1.）動物モデルとしてのアプローチ

(Kuhl, P. K. の動物を用いた一連の研究)

1975年以降チンチラやサルを用いて音声知覚実験を行ったKuhlは，動物における音声知覚研究の目的として，人間の音声知覚における「特殊機構」の検証と音声知覚の処理レベルの推定をあげている（Kuhl, 1987)。したがって，その方法は人間の音声知覚研究で用いられている題材を動物にも適用してみるというものである。人間で範疇的知覚のみられたさまざまな合成音声を弁別刺激として，弁別あるいは同定課題がテストされた。

初期のチンチラを被験体とした研究（Kuhl & Miller, 1978）では，VOTという次元上に分布する有声閉鎖子音と無声閉鎖子音の組，/d-p/,/b-t/,/g-k/, それぞれの刺激連続体におい

て,「音素」境界がどこにあるかが求められた。人間が有声閉鎖子音と無声閉鎖子音を区別するための知覚の手がかりはいくつかあるが，VOT（voice-onset time）が一番重要であると考えられている（Lisker, 1975)。チンチラに与えられた課題は，嫌悪刺激からの回避事態と報酬による強化事態を組み合わせた同定課題である。訓練では，それぞれの刺激連続体において典型的な音響的パラメタの2刺激（用いた刺激連続体の両端）を弁別刺激（注3）として，一方が呈示されたときは実験箱中央の仕切りを飛び越えて反対側に移動すれば電気ショックとブザー音が回避でき，もう一方の刺激音が呈示されたときはその場でじっとしていることによってチューブから水を飲む機会が与えられる（報酬）という行動を学習させる。そして，遂行が安定すると，刺激連続体の中間の音を用いて般化テストをおこなう。セッション中の般化試行（中間の音が呈示される試行）は全体の半数とし，この場合反応はすべて正反応としてフィードバックを与える。残り半分の試行は訓練時と全く同じとする。チンチラは，初めて出現した刺激連続体中間の音も，必ずどちらかとして同定し行動することが求められているのである。/d-p/,/b-t/,/g-k/ という3つの刺激連続体とも，訓練で用いられた刺激音の VOT は 0msec と＋80msec であり，般化テストでは VOT が＋10msec から＋70 msec の範囲で，10msec 間隔の合成音が使用された。なお，この3つの刺激連続体は同一被験体を用いてテストされた。結果は，/d-p/,/b-t/,/g-k/ という3つの刺激連続体とも，音韻境界をはじめ，英語を母国語とする人間のデータと大変よく似ていることがわかった。特に，人間のデータでは，これら3つの刺激連続体間で有声／無声の音韻境界の絶対値が調音位置によって異なるといわれてきたのであるが（注4)，発声不可能なチンチラで同じような傾向がみられたのは大変興味深い。

しかしながら，このような同定実験だけでは，人間の音声知覚に特有といわれた範疇的知覚と同じだというには不十分である。同一範疇内よりも異なる範疇間の方が弁別がよいという音素境界効果が検討されなくてはならない。通常成人を対象にした実験では，弁別課題として ABX 法，AXB 法，オディティ法などが用いられる。ABX 法は，継時的に3つの刺激を呈示し，最後（3番目）の刺激は，1番目の刺激と同じに聴こえたか，2番目の刺激と同じに聴こえたかを問うもの，AXB 法は ABX 法と異なり判断を求める刺激が2番目に呈示されるもの，オディティ法は他の刺激と異なっている1つの刺激を選択させるものである。刺激としては，刺激連続体からその物理的次元で等間隔にある刺激対をいくつかとりだして使用する。このような刺激対のいくつかはその被験体において同一範疇に属するが，他のいくつかは音素境界をまたぐこととなる。しかし，Kuhl の動物の場合このような方法は用いられておらず，同異法（same-different method）を用いて丁度可知差異（just noticeable difference ; jnd）が求められた（Kuhl, 1981)。これは，弁別率の向上は弁別閾の小ささにも反映されるという前提にたっている。標準刺激として，先ほどの刺激連続体（0～＋80sec）から

10msec 間隔で 9 個選択し，それぞれについて滴定法（titration method）により jnd が測定された。動物に要求された反応は，同定実験の際と同じく，嫌悪刺激からの回避事態と報酬による強化事態を組み合わせた弁別オペラントであるが，弁別刺激がどちらの音声範疇に属するかということではなく音声が変化したかどうかということである点が異なる。結果は，VOT に関する jnd は，VOT 刺激連続体上で U 字型の形状を示し，人間の音素境界付近で最小値を示すことが明らかとなった。このように，Kuhl によるチンチラの実験では，同定課題，弁別課題がともに検討され，人間の範疇的知覚に類似した現象が明らかにされたのである。

さらに，これが動物種あるいは実験方法に固有な現象でないことを検証するために，Kuhl は動物種，訓練するオペラント反応，刺激連続体上の刺激呈示方法，弁別課題を変更して研究を進めた。サルを用いた実験では正の強化で維持された同異課題が用いられた。サルはキーを押しさげることによって試行を開始する（フリーオペラント条件）。試行中，弁別刺激として一連の音声刺激が呈示されるが，ランダムな時点でこの音声刺激は 2 番目の音声に変化する。このときサルが音声の変化を検出してキーから手を離せば強化刺激としてアップルソースが与えられる。また，最後まで音声が変化しない試行もあるが，その場合にはキーを押し続けていれば試行終了時強化刺激が与えられる（注 5）。このような方法を用いて，VOT 次元上での有声無声の弁別や調音位置の弁別の特性が検討されたが，弁別刺激の組合せも，チンチラの実験のように jnd を測定するのではなく，人間の知覚実験のように，刺激連続体上で等間隔な刺激対を用いておこなわれた。その結果，チンチラ同様，VOT 音素連続体（/d-p/,/b-t/,/g-k/）の弁別課題でも，調音位置に関する音素連続体（/b-d-g/，注 6）の弁別課題でも，人間の言語音知覚で異なる範疇に属する刺激の組合せにおいて弁別率の上昇が見られた（Kuhl & Padden, 1982, 1983）。

Kuhl の動物を用いた研究では，同一の被験体で同定・弁別課題がテストされるといった，人間の範疇的知覚の実験で用いられる方法が厳密に再現されたわけではない。しかしながら，少なくとも，有声／無声，および調音位置に関し，動物でも，人間の範疇的知覚に大変よく似た現象が見られたのも事実である。つまり，人間の音声知覚の重要な特徴である範疇的知覚は，進化的に「特殊な」機構を必要としないし，先述した意味の処理レベルも聴覚レベルで十分ということが結論づけられた。また，Kuhl は，乳幼児の音声知覚の研究もおこない，統合的な知覚モデルの構成を試みている（Kuhl, 1989）。

（霊長類を用いた言語音知覚研究）

Kuhl 以外にも，人間の言語音知覚研究で用いられた方法をそのまま動物に適用し，「特殊機構」の存在を検証しようとした研究は少なくない。リーザスサル（*Macaca mullata*）では，

VOT 刺激連続体および調音位置に関する刺激連続体の弁別において範疇的知覚に類似した現象がそれぞれ報告されている（Waters & Wilson, 1976 ; Morse & Snowdon, 1975）。また，小嶋はチンパンジー（*Pan troglodytes*）を用いて言語音知覚に関する一連の研究を行った（小嶋，1988；小嶋ら，1987）。ここでは，反応時間法（注 7）を組み込んだ GO/NO-GO 弁別課題を用いて，合成した日本語 5 母音の知覚，合成したフランス語 20 子音の知覚，および母音知覚における音韻の等価性や正規化，子音における範疇的知覚が検討された。結果は，人間の範疇的知覚によく似た現象が有声－無声破裂子音（/ga-ka/）連続体や調音位置による破裂子音（/ba-da/）連続体で，音韻の等価性が母音知覚（/a/,/i/,/u/）において観察された。なお，小嶋は，ヒトの音声言語の起源を現生霊長類との比較において研究するという比較生物学的な観点にも立っている。その他にも，Sinnott らが旧世界ザル（ベルベットモンキーとニホンザル）を用いて行った英語母音および子音の弁別に関する一連の研究（Sinnott, Beecher, Moody & Stebbins, 1976 ; Sinnott, 1989）や Hienz らのヒヒ（*Papio anubis*）を用いた英語 5 母音の弁別の研究（Hienz & Brady, 1988）がある。

（鳥類を用いた言語音知覚の研究）

鳥類は霊長類とならんで複雑な音声コミュニケーションシステムをもつ動物として知られている。鳥類で範疇的知覚の検証を試みた研究として，セキセイインコを用いた Dooling らの研究がある。彼らは，GO/NO-GO 課題を用いて，合成した VOT 刺激連続体（/da-ta/）に関して，同定課題（Dooling, Soli, et al., 1987）および弁別課題（Dooling, 1989 ; Dooling, Brown, et al., 1990）を行い，ヒトやチンチラと同様の結果がえられたとしている。ただ，これらの研究では，範疇の境界値はヒトのデータとよく似ているが，範疇境界付近での弁別率の上昇（音素境界効果）は検討されていない。また，音韻の等価性について，GO/NO-GO 課題を用いてヒトの自然音声中の英語 4 母音が検討されたが，セキセイインコは発話者（男性 4 名）ではなく母音によって分類した（Dooling, Brown, et al., 1990）。また，ハトやハゴロモガラス（redwing blackbird），コウウチョウ（brown-headed cowbird）を用いて，英語 4 母音の弁別を比較した Hienz らの研究（Hienz, Sachs & Sinnott, 1981）がある。

このような動物実験の問題の 1 つは，動物モデルとしてのアプローチにもかかわらず，人間の音声知覚研究とは異なった方法がとられることである。例えば，動物実験のデータでは同定あるいは弁別のみのデータから範疇的知覚の有無が論じられる。動物の場合，弁別行動そのものを訓練することに多大の時間を要するので，単一の個体で同定・弁別の両課題を行うのは至難であるが，やはり越えなければならない問題である。また，訓練方法にも注意が必要である。どのような音声刺激を用いて弁別行動を形成したかは，般化の問題とからんで，

特に動物においては大きな影響を及ぼすと考えられる。動物ではたやすく同異の概念が形成されるわけではないのである。ただ，この問題は，音声獲得環境を厳密に操作できないヒトと違って，動物では音声入力を操作できるという動物実験の長所として積極的に利用すべきであろう。

なお，人間の音声知覚研究においては，音声のになうもう1つの情報－個人性に関する情報－についての研究もさかんであるが，動物モデルとしてのアプローチでは，言語音を用いての研究はないようである。

動物の言語音知覚を人間の言語音知覚の単純なモデルと考えることはどの程度妥当性のあることなのか。これまでモデルとして用いられてきた動物は，いずれも種固有の音声コミュニケーション行動を有する動物であり，したがって種固有の音声に対して聴覚および音声知覚の選択性があると考えるのが妥当だろう。そのような動物に言語音という新奇な複合音を呈示し，同定あるいは弁別させることの意味は問い直される必要がある。動物には言語音を処理するための特殊機構がないとか，動物では音韻レベルの処理は行われないといった仮説では，多くの研究成果はのぞめないと思われる。

(物まね鳥を用いた言語音知覚研究)

音声模倣能力は物まね鳥に固有の特徴ではない（山田，1988）が，音声模倣に巧みな物まね鳥を用いた研究は，いろいろな意味において，他の動物での研究とは一線を画する豊かな可能性を秘めている。訓練者である人間と「同じ」音声を模倣学習し発声できるという特徴は，人間の音声言語を動物モデルで検証しようとする研究ではきわめて有力な条件といえるだろう。物まね鳥が言語音を模倣できそれに意味づけができる（Pepperberg, 1981；山田，1988）ということは，音声知覚のモデルにとどまらず，音声模倣学習や発声行動の側面，さらには音声言語の機能に関する側面をも含んだ，人間の音声言語行動のモデルとなる可能性を示唆する。

九官鳥の音声模倣は，野生での報告は少なく，むしろ人間の飼育者との間で広く見られる行動である。これは人工的な実験状況にも馴染みやすいことを意味する。さらに，条件づけによる弁別実験では，強化刺激，弁別刺激あるいは誘発刺激を音声にすることにより，社会的な文脈の下で，つまり，音声は動物のコミュニケーション手段であるという本来の性質からはより自然な条件で，実験を遂行することができる（山田，1989)。

これまでの動物を用いた研究では，音韻の範疇的知覚という現象が人間特有のものではないことが明らかにされた。しかしながら，範疇的知覚だけが人間の音声知覚の主たる特徴ではない。人間の日常の音声知覚を考えると，音そのものとしては弁別可能な2音を同一範疇に分類したり（音韻の等価性；例えば，発声者の異なる /a/)，シラブルよりもっと大きな単

位の中で音韻はさまざまな影響をうけることがわかっている。これらの現象は範疇的知覚よりも高次な処理を必要とすると考えられる。

そこで，筆者と松井（準備中）は，九官鳥においても音韻の等価性が成立するかどうかを，日本語5母音の自然音声をどのように分類するかで検討した。人間の乳幼児の場合，音韻の等価性はすでに6ヶ月齢で成立している（Kuhl, 1979, 1983, 1985)。また，動物実験では，チンチラで英語2母音（/a/，/i/）の自然音声を分類させたBurdick & Miller（1975）の研究や前述のDoolingらの研究がある。このような実験では弁別行動獲得の際どのような訓練刺激を用いたかにより，結果は大きく左右されると思われる。そこで，本研究ではGO/NO-GO訓練の際用いる弁別刺激を，飼育者の音響的パラメタを用いた合成5母音とした。使用した動物の飼育者は二人で，ともに日本語を母国語とするが，合成のパラメータとして用いたのはその一方である。結果は，合成母音1組による弁別訓練しか行わない九官鳥であったが，日本人男女数人の発話した5母音を5つの音素範疇に分類して反応した。生後の音声発達環境を完全に統制できた動物ではないので，このような傾向の生得性については語れないが，人間の音声を模倣する九官鳥の知覚は，飼育している人間の音声知覚－音韻の等価性－に類似したのである。この問題は，さらに，音韻の典型理論（prototype theory ; Medin & Barsalou, 1987）や音声知覚のモーター理論（motor theory of speech perception ; Liberman, Cooper et al., 1963）とも関連づけて検証していく必要があるだろう。音声模倣学習には，音声知覚過程に関する要因と模倣発声過程に関する要因が直接作用するが，間接的には音声がどのような意味をになうか，音声がどのような社会的文脈で用いられるかといった社会的な要素も含めた動機づけ要因も作用する（山田，1988，1989)。したがって，さまざまな要因が複雑にからみあったこのような現象を人間で明らかにするのは困難であり，そういった意味でも物まね鳥の動物実験は有用であると考えられる。

2. 2.）比較生物学的なアプローチ

動物において音声知覚研究を進める際のもう1つの方略は，その種固有の音声を動物はどのように知覚しているか，それぞれの種において発声機構と音声知覚との間に相互適応的な関係はあるか，を問題とすることである。動物モデルとしてのアプローチでは，音声知覚を検証するための刺激音は人間の言語音であったわけだが，このアプローチでは，刺激音としてその種固有の音声が用いられ，刺激連続体もその種の動物が手がかりとしている音響的特徴について合成される。こうした場合，実験の対象として，ヒトとの近縁性という点では，高等霊長類，チンパンジー，ゴリラ，オランウータンなどが適切ということになろうが，洗練された音声コミュニケーションシステムを進化させているという点では，鳥類（Marler, 1970）や樹上性霊長類（Snowdon，1987）の方がむしろこのましい。

（霊長類での野外研究）

Masataka（1983）では，ゲルディモンキー（*Callimico goeldi*）が5つの警戒音声に対して2つの異なる反応（フリージング，交唱的発声）を誘発させる習性を利用した。競合的な反応を誘発するこれらの警戒音声の中から，同一の音響的特徴空間に位置づけられる2つのトリル様発声を選び，それぞれの音響的特徴（継続時間，中心周波数，周波数レンジ，バンドパスノイズの幅）について刺激連続体を合成した。そして，プレイバック実験をおこなった結果，周波数レンジについてのみ範疇的に反応することが示唆された。一方，Snowdon & Pola（1978）では，同じく新世界ザルの1種，ピグミーマーモセット（*Cebuella pygmaea*）の2つのトリル発声（Open-mouth Trill と Closed-mouth Trill）が異なる反応（それぞれ，発声はほとんどなく攻撃あるいは恐怖反応が出現するか交唱発声が出現するか）をひきおこす習性が利用された。この研究では，継続時間，中心周波数，周波数レンジ，変調率という4つの次元について連続体が合成されたが，特に継続時間において顕著に，範疇的な反応分化が観察された。このプレイバック実験では，動物が Closed-mouth Trill と判断したとき交唱発声反応が出現するわけであるが，継続時間という音響的特徴では250msec 付近に知覚境界があり，これは発声された音声の分析結果とも対応する。

音声の個体情報に関する研究としては，正高（1988）がある。ジョフロイクモザル（*Ateles geoffroyi*）のコミュニケーション行動を分析することによって，あるクモザルの発したロングコールに対して応答するのは1頭だけであること，発声個体は異なったパターンのロングコールを出しわけること，クモザルは他個体の発したロングコールのうち特定のものにだけ応答すること，ある個体が応答すべきロングコールが呈示されているのにその個体が反応しない場合には，他個体がそちらを注視することを明らかにした。クモザルは自分が応答すべきロングコールが何かということだけでなくロングコールがどの他者に向けて発せられたかも識別していることになる。ただ，ある個体を呼ぶロングコールは発し手ごとに異なり集団の中で統一されていないということだが，知覚のてがかりについてのより厳密な知覚実験は必要であろう。

（霊長類を用いた実験室的研究）

ニホンザル（*Macaca fuscata*）の音声は野外研究において詳細に分類されており，クーと分類される音声などでは，音響的に分類したクー音声のタイプと発せられる状況とに明確な相関のあることが示されている（Green,1975）。しかしながら，これは観察者による分類であって，ニホンザルが手がかりにしている音響的差異ではないかもしれない。そこで，Moody, Stebbins & May（1990）は，実験室での一連の音声知覚実験を行なった。対象とされた音声は，Green の分類で，smooth early high（SEH），smooth late high（SLH）とよ

ばれるクー音声で，これらは周波数変調の時点（相対的なピークの位置）によって区別される。彼らは，ニホンザルの発した2タイプのクー音声（両タイプとも継続時間，調波構造，開始周波数などがさまざまな音声を含む）を弁別刺激としてGO/NO-GO弁別学習を行ったあと，さまざまな自然音声，合成音声を弁別刺激にすることにより，知覚の恒常性（音韻の等価性に対応するもの）やクー音知覚におけるクリティカルな音響的特徴（ピークの位置）を明らかにした。また，範疇的知覚を検討するため，ピークの位置に関して刺激連続体を合成し，GO/NO-GO課題による同定および弁別閾の測定を行なった。その結果，この2タイプのクー音知覚において人間の範疇的知覚と類似した現象が見いだされた（May, Moody & Stebbins,1989)。

（他の哺乳類における音声知覚研究）

Ehret & Haack（1981）は，仔ネズミの超音波発声により授乳雌の探索保護行動が誘発されるという習性を利用し，授乳雌が超音波音声をどう知覚するかを検討したが，バンドパスノイズの幅に関して範疇的に反応していることが明らかとなった。

（鳥類における音声知覚研究）

鳥類の音声行動に関する研究は，これまで述べた音声知覚研究とは別の大きな研究の流れとして存在し，長きにわたり蓄積された豊富な研究成果をもつ分野である（Kroodsma & Miller, 1982ab)。さまざまな鳥類における地鳴きとさえずり（ソング）の分類とその機能の分析，音声学習，音声ミミクリ（他種の音声の模倣学習)，音声による種認知と個体認知など，この分野で音声行動の機構や機能に関して行われた研究は，本論文で述べてきた音声知覚研究となんらかの関係がある。しかし，ここでは，音声知覚研究としての視点が明確な研究にしぼってまとめることとする。

そのような実験室的研究としては，Doolingらのセキセイインコ（*Melopsittacus undulatus*）を用いた一連の研究がある（Dooling,1989)。セキセイインコには，学習によって獲得される数種類の地鳴き（call; それぞれ音響的にも機能的にも異なっている）があるが，反応時間法を組み込んだGO/NO-GO弁別課題と多次元尺度法を用いて，セキセイインコおよびヒトでどのように分類されるか，音響的な手がかりは何かを検討した（Dooling, Park, et al., 1987)。動物モデルとしてのアプローチとは逆に，動物の音声をヒトがどのように知覚するかも検討されたわけであるが，やはりヒトとセキセイインコの音声知覚様式は大変よく似ていた。セキセイインコとヒトでは，聴覚系の解剖学的構造，フィルタ特性などの聴覚特性が異なることを考慮するとこの事実は特筆すべきことであろう。

また，音声による個体の認識に関する研究も，ツバメ類の地鳴きによる個体認知について，

プレイバック法による生態学的実験的観察とGO/NO-GO弁別課題による知覚実験を行った，Beecher & Stoddard（1990）など，多くの研究がある。

野外研究では音声の生物学的機能（意味）の解明に重点がおかれることが多く，実験室の研究では種固有の知覚の特性や機構の解明に重点がおかれることが多いといえよう。ただ，野外研究で用いられる方法の多く（例えば，Snowdon, 1987）では，範疇的知覚という知覚レベルの現象と範疇形成（カテゴリ形成）という認知行動とが分離困難であることに留意すべきである。これら2つの現象は，機能的によくにていても，まったく異なるレベルの処理が行われていると考えられる。例えば，野外研究では，通常その種の動物がもっている反応傾向（主に，本能的行動）を利用したプレイバック（音声再生）実験が用いられるが，このような方法では知覚と概念形成を明確に区別できない。もっとも，生態学的観点にたったこのアプローチでは，個体を1つのブラックボックスと考え，両者を区別しないのかもしれない。また，プレイバック実験では，異なる反応をひきおこすことが知られている音声しか比較できない。そのときの動物において同一の範疇に属する音声間の区別（注8）や，無意味な音声の知覚に関する実験では，それになんらかの意味を付与する学習（条件づけ）が必要となる。一方，実験室の研究では，実験が実験室という人工的で特殊な環境で行われる点に留意し，その結果の解釈は野外研究における研究成果と対応づけつつなされなくてはならない。

3）今後の展望

1970年代後半から盛んに行われるようになった，動物を用いた音声知覚研究は何を明らかにしたのであろうか。1つは，人間の音声知覚の特徴とされた，範疇的知覚や音韻等価性という現象に類似した現象をヒト以外の動物種でも見いだしたことである。しかし，これらの現象面での類似が機構の類似を示すものではないことに留意すべきである。あたかも動物が人間の音声を人間の音韻範疇にしたがって範疇的に知覚するという現象から，ヒトの言語能力の生得性に関して，あるいは，音声知覚における処理レベルに関して議論するには，得られた結果についてのより詳細な検討が必要であろう。また，人間の音声知覚において獲得的な要因が強く関与することは，比較言語学的研究などから明らかである。このことを考えあわせると，生得性の論議に固執するよりも，生得的獲得的両要因を含めた，より統合的立場から，動物実験を見直す必要があるだろう。

人間の音声知覚研究で見いだされた現象を動物モデルで検証するという立場からは，人間で新たに見いだされた現象を次々と動物で検討していくというのも1つの方略かもしれない。しかし，そのような研究では，人間の知覚実験結果と類似した現象を確認することにと

どまってしまう。動物実験には，人間では操作不可能な要因まで厳密に制御できるという，豊かな可能性がある。初期経験の効果など個体発生過程における音声入力の操作，音声知覚および発声における学習過程そのものの操作，音声知覚におよぼす先行音声経験の効果，そして，神経科学的研究との対応など，人間では実現不可能だが問題の解明には本質的な操作も動物実験なら可能である。動物が人間の音声をどのように知覚するかという研究の最も重要な役割は，以上に述べたアプローチを通して，音声知覚学習に関する基礎データを蓄積することであると思われる。この場合，人間の音声を学習対象とすることによって生得的要因を最小限にとどめることができるし，その結果とその種に固有な音声知覚様式との比較は興味深い。このような可能性まで考慮すると，実験動物は何を使用してもよいということにはならないのは明らかで，音声コミュニケーションが発達している種がのぞましい。また，人間の場合，音声知覚はその知覚対象となるもの（音声）を自らも生成するという点で他の知覚に比べて特殊である。人間における知覚と生成の関係は現象面では明らかで，「ことばの鎖」とよばれるくらいである。この知覚と生成の関係にも着目するのであれば，つまり，知覚が生成面からどのような影響を受けるかを検討するのであれば，音声模倣をおこなう動物は人間に類似した音声を生成する能力をもつのであるから最適な被験体の1つといえる。

また，比較生物学的アプローチを統合した観点も必要である。このアプローチの研究対象はその種固有の音声コミュニケーションシステムなのであるから，種固有の音声に対する知覚の相互適応がその主要テーマになろう。この問題は，コミュニケーションシステムが比較的単純と考えられる動物で，基本的な機構が明らかになるであろう。人間の音声知覚における「特殊機構」の問題もこの枠組みで捉え直すと興味深い。

今後，動物の音声知覚研究においては，種固有の音声の知覚の研究と言語音知覚の研究を対照させつつ，生得的獲得的諸要因が個体発生の過程においてどのように作用し音声知覚システムをかたちづくるのかという観点に立った，音声知覚のメカニズムについてのより分析的な研究が必要と思われる。

まとめ

本論文では，動物における音声知覚研究を概観し，音声知覚研究における動物実験の意義と目的を考察した。動物の音声知覚研究には2つの大きなアプローチがある。動物モデルとしてのアプローチと比較生物学的なアプローチである。動物モデルとしてのアプローチでは，動物の音声知覚を人間の音声知覚の単なる動物モデルと考え，人間の音声知覚でみられた現象が動物でどのように再現されるか検証することを目的とする。したがって，刺激音は言語音であり，方法も人間の知覚実験と等価な課題となるよう努力が払われる。一方，比較

生物学的なアプローチでは，それぞれの動物種における種固有の音声知覚とヒトの音声言語の起源の解明を目的とする。したがって，刺激音は種固有の音声で，方法もその種に適したものである。これまで，それぞれの立場から多くの実験がなされたが，動物モデルとしてのアプローチには，動物を用いるという特徴をいかした目的があるとはいえなくなってきている。今後，この立場の研究では，比較生物学的な観点をとりいれつつ，生得的獲得的諸要因が個体発生の過程においてどのように作用し音声知覚システムをかたちづくるのかについて，より統合的でより分析的な研究が必要と思われる。

補　注

1) Kuhl, P. K. は，言語処理には特殊に進化した機構が必要だという考え方を「特殊機構（special mechanisms)」論とよんでいる（1987）
2) 人間における音声知覚研究の系譜については，重野（1985)，Harnad（1987）を参照されたい。
3) 課題としては同定課題であるが，そこで用いられる刺激は，実験的行動分析でいうところの弁別刺激（discriminative stimulus）である。
4) 調音位置によって，VOT 上の有声／無声の境界は変化する。口唇音である /ba-pa/ では，VOT 上の有声／無声の境界は＋25msec 付近であるが，歯音である /da-ta/ では＋35msec，軟口蓋音 /ga-ka/ では＋45msec 付近となる（Abramson & Lisker, 1970)。この調音位置による変化を知覚が補正しているという事実は，音声知覚のモーター説（motor theories）の有力な根拠の１つとなった。
5) このような弁別オペラント行動を獲得させるに際して，Kuhl は，訓練時非音声の純音やノイズ，クリックやバズ音を用いている。つまり，“同”－“異”の区別を容易な音の組合せで訓練し，テストではさまざまな言語音に般化させようというわけである。ただ，サルを用いてのこのような訓練では，“同”－“異”という概念が形成される保証はないから，どの程度広汎な性質をもった音声の集合が訓練刺激として用いられ，しかもそれぞれの組合せにおいてどの程度の差異にまで弁別するように訓練されたかによって，結果が異なる可能性があることは否定できない。
6) 調音位置から区別される音素（/b-d-g/）の音響的手がかりにはいくつかのものが考えられるが，ここでは第２フォルマント遷移部の開始周波数が操作されている。
7) この方法では，類似した刺激間の弁別は類似していない刺激間の弁別にくらべ多くの反応時間を要するという仮定をおき，反応時間の行列を類似度行列あるいは非類似度行列とみなすことによって，クラスター分析や多次元尺度法の適用が可能となる。
8) この場合，「そのときの動物において同一の範疇に属する」ということと，それらの音声が弁別不可能であるということは独立である。同一の範疇に属しているかどうかは，動物のなんらかの反応を指標に判断されるが，単に音声刺激に対する動物の反応が同じだからといって，音声が弁別できないということにはならない。生態学的アプローチが利用する，本能的行動など自然状態で見られる行動は，同じ機能を有する刺激集合に対する反応傾向であるから，たとえいくつかの音声に対する反応傾向が同じであっても，それはその刺激集合の意味が同じということにしかならない。範疇的知覚であるということを証明するためには，動物精神物理学などの手法－例えば，弁別可能性そのものしか弁別のてがかりのない GO/NO-GO 法など－を用いて，区別する必要がないから同じ反応

になるのではなく，区別できない（全く差異を検出できない）から同じ反応になっているということが示されなくてはならない。また，その場合の範疇とはどのような機能をもちどのような音響的特徴に対応しているのかを，操作的に明確に限定する必要がある。

謝　辞

この論文の作成にあたっては，平成２年度文部省科学研究費（課題番号，02851020）の助成を受けた。

引 用 文 献

Beecher, M.D. & Stoddard, P. K. 1990 The role of bird song and calls in individual recognition : Contrasting field and laboratory perspectives. In W. C. Stebbins & M. A. Berkley (Eds.), *Comparative perception : Vol. 2 Complex signals.* New York : Wiley. Pp. 375-408.

Burdick, C. K. & Miller, J. D. 1975 Speech perception by the chinchilla : Discrimination of sustained/a/and/i/. *Journal of the Acoustical Society of America,* 58, 415-427.

Dooling, R. J. 1989 Perception of complex, species-specific vocalizations by birds and humans. In R. J. Dooling & S. H. Hulse (Eds.), *The comparative psychology of audition : Perceiving complex sounds.* Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum. Pp. 423-444.

Dooling, R. J., Brown, S. D., Park, T. J. & Okanoya, K. 1990 Natural perceptual categories for vocal signals in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). In W. C. Stebbins & M. A. Berkley (Eds.), *Comparative perception : Vol. 2 Complex signals.* New York : Wiley. Pp. 345-374.

Dooling, R. J., Park, T. J., Brown, S. D., Okanoya, K. & Soli, S. D. 1987 Perceptual organization of acoustic stimuli in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) : 2. Vocal signals. *Journal of Comparative Psychology,* 101, 376-381.

Ehret, G. 1987 Categorical perception of sound signals : Facts and hypotheses from animal studies. In S. Harnad (Ed.), *Categorical perception. The groundwork of cognition.* Cambridge : Cambridge University Press. Pp. 301-331.

Ehret, G. & Haack, B. 1981 Categorical perception of mouse pup ultrasound by lactating females. *Naturwissenschaften,* 68, 208.

Eimas, P. D. 1974 Auditory and lingustic processing of cues for place of articulation by infants. *Perception and Psychophysics,* 16, 513-521.

Eimas, P.D. 1975 Auditory and phonetic coding of the cues for speech : Discrimination of the / r-l/ distinction by young infants. *Perception and Psychophysics,* 18, 341-347.

Eimas, P. D., Siqueland, E.R., Jusczyk, P. & Vigorito, J. 1971 Speech perception in infants. *Science,* 171, 303-306.

Gardner, R. A. & Gardner, B. T. 1969 Teaching sign language to a chimpanzee. *Science,* 165, 664-672.

Green, S. 1975 Variation of vocal pattern with social situation in the Japanese monkey (*Macaca fuscata*) : A field study. In L. Rosenbloom (Ed.), *Primate behavior* (*Vol.4*). New York : Academic Press. Pp.1-102.

Harnad, S. 1987 *Categorical perception. The groundwork of cognition.* Cambridge : Cambridge University Press.

Hienz, R. D. & Brady, J. V. 1988 The acquisition of vowel discriminations by nonhuman primates. *Journal of the Acoustical Society of America,* 84, 186-194.

Hienz, R. D., Sachs, M. B. & Sinnott, J. M. 1981 Discrimination of steady-state vowels by blackbirds and pigeons. *Journal of the Acoustical Society of America,* 70, 699-706.

小嶋 祥三 1988 チンパンジーの聴覚，音声知覚，発声－ヒトの音声言語の起源を求めて－．霊長類

研究, 4, 44-65.

小嶋 祥三・辰巳 格・桐谷 滋・広瀬 肇 1987 チンパンジーの子音の知覚. 電子通信学会音声研究会, SP86-114, 53-59.

Kroodsma, D. E. & Miller, E. H. (Eds.) 1982a *Acoustic communication in birds. Vol. 1, Production, perception and design features of sounds.* New York: Academic Press.

Kroodsma, D. E. & Miller, E. H. (Eds.) 1982b *Acoustic communication in birds. Vol. 2, Song learning and its consequences.* New York : Academic Press.

Kuhl, P. K. 1979 Speech perception in early infancy: Perceptual constancy for spectrally dissimilar vowel categories. *Journal of the Acoustical Society of America,* 66, 1668-1679.

Kuhl, P. K. 1980 Perceptual constancy for speech-sound categories in early infancy. In G. Yeni-Komshian, J. Kavanagh & C. Ferguson (Eds.) , *Child Phonology : Vol. 2, Perception.* New York : Academic Press. Pp. 41-66.

Kuhl, P. K. 1981 Discrimination of speech by nonhuman animals : Basic auditory sensitivities conducive to the perception of speech-sound categories. *Journal of the Acoustical Society of America,* 70, 340-349.

Kuhl, P. K. 1983 Perception of auditory equivalence classes for speech in early infancy. *Infant Behavior and Development,* 6, 263-285.

Kuhl, P. K. 1985 Categorization of speech by infants. In J. Mehler & R. Fox (Eds.) , *Neonate cognition : Beyond the blooming, buzzing confusion.* Hillsdale, N. J. : Erlbaum. Pp. 231-262.

Kuhl, P. K. 1987 The special-mechanisms debate in speech research : Categorization tests on animals and infants. In S. Harnad (Ed.) , *Categorical perception. The groundwork of cognition.* Cambridge : Cambridge University Press. Pp. 355-386.

Kuhl, P. K. 1989 On babies, birds, modules and mechanisms : A comparative approach to the acquisition of vocal communication. In R. J. Dooling & S. H. Hulse (Eds.) , *The comparative psychology of audition : Perceiving complex sounds.* Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum. Pp. 379-419.

Kuhl, P. K. & Miller, J. D. 1978 Speech perception by the chinchilla : Identification functions for synthetic VOT stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America,* 63, 905-917.

Kuhl, P. K. & Padden, D. M. 1982 Enhanced discriminability at the phonetic boundaries for the voicing feature in macaques. *Perception and Psychophysics,* 32, 542-550.

Kuhl, P. K. & Padden, D. M. 1983 Enhanced discriminability at the phonetic boundaries for the place feature in macaques. *Journal of the Acoustical Society of America,* 73, 1003-1010.

Liberman, A. M. 1957 Some results of research on speech perception. *Journal of the Acoustical Society of America,* 29, 117-123.

Liberman, A. M., Cooper, F.S., Shankweiler, D. P. & Studdert-Kennedy, M. 1967 Perception of the speech code. *Psychological Review,* 74, 431-461.

Lisker, L. 1975 Is it VOT or a first-formant transition detector? *Journal of the Acoustical Society of America,* 57, 1547-1551.

Marler, P. 1970 Birdsong and speech development: Could there be parallels? *American Scientist,*

58, 669-673.

Masataka, N. 1983 Categorical responses to natural and synthesized alarm calls in Goeldi's monkeys (*Callimico goeldi*) . *Primates,* 24, 40-51.

正高 信男 1988 名前を呼びあうクモザル. 日経サイエンス, 18 (3) ,64-73.

May, B., Moody, D. B. & Stebbins, W.C. 1989 Categorical perception of Japanese macaque coo sounds. *Journal of the Acoustical Society of America,* 85, 837-847.

Medin, D. L. & Barsalou, L. W. 1987 Categorization processes and categorical perception. In S. Harnad (Ed.) , *Categorical perception. The groundwork of cognition.* Cambridge : Cambridge University Press. Pp. 455-490.

Miller, J. D., Wier, L., Pastore, R. E., Kelly, W. & Dooling, R. 1976 Discrimination and labeling of noise-buzz sequences with varying noise-lead times : An example of categorical perception. *Journal of the Acoustical Society of America,* 60, 410-417.

Moody, D. B., Stebbins, W. C. & May, B. 1990 Auditory perception of communication signals by Japanese monkeys. In W. C. Stebbins & M. A. Berkley (Eds.) , *Comparative perception : Vol. 2 Complex signals.* New York : Wiley. Pp. 311-343.

Morse, P. A. & Snowdon, C. T. 1975 An investigation of categorical speech discrimination by rhesus monkeys. *Perception and Psychophysics,* 17, 9-16.

Noback, C. R. 1982 Neurobiological aspects in the phylogenetic acquisition of speech. In E. Armstrong & D. Falk (Eds.) , *Primate Brain Evolution : Methods and concepts.* New York: Plenum. Pp. 279-289.

Pepperberg, I. M. 1981 Functional vocalizations by an African Grey Parrot (*Psittacus erithacus*) . *Zeitschrift für Tierpsychologie,* 55, 139-160.

Pisoni, D. B. 1977 Identification and discrimination of the relative onset time of two component tones : Implications for voicing perception in stops. *Journal of the Acoustical Society of America,* 61, 1352-1361.

Premack, D. 1976 *Intelligence in ape and man.* Hillsdale, N. J. : Erlbaum.

Rumbaugh, D. M. 1977 *Language learning by a chimpanzee : The Lana project.* New York : Academic Press.

重野 純 1985 言語音・非言語音の知覚過程ー文脈効果を中心としてー. 基礎心理学研究, 4, 75-87.

Sinnott, J. M. 1989 Detection and discrimination of synthetic English vowels by Old World monkeys (Cercopithecus, Macaca) and humans. *Journal of the Acoustical Society of America,* 86, 557-565.

Sinnott, J. M., Beecher, M., Moody, D. & Stebbins, W. 1976 Speech sound discrimination by monkeys and humans. *Journal of the Acoustical Society of America,* 60, 687-695.

Snowdon, C. T. 1987 A naturalistic view of categorical perception. In S. Harnad (Ed.) , *Categorical perception. The groundwork of cognition.* Cambridge : Cambridge University Press. Pp.332-354.

Snowdon, C. T. & Pola, Y. V. 1978 Interspecific and intraspecific responses to synthesized marmoset vocalizations. *Animal Behaviour,* 26, 192-206.

Waters, R. S. & Wilson, W. A., Jr. 1976 Speech perception by rhesus monkeys : The voicing distinction in synthesized labial and velar stop consonants. *Perception and Psychophysics,* 19, 285-289.

山田 恒夫 1988 鳥類における音声模倣行動－その現象と機能－. 大阪大学人間科学部紀要, 14, 147-190.

山田 恒夫 1989 九官鳥の模倣発声行動を制御する動機づけ要因. 昭和63年度科学研究費補助金（一般研究B）研究成果報告書「九官鳥を用いた難聴児の発語機構に関する実験的研究」（研究代表者宮本健作）Pp.32-42.

Perception of communication sounds by animals : Contributions of animal experiments in speech-perception research.

Tsuneo YAMADA

The purposes of this article is to review various researches on perception of communication sounds by animals, and to discuss about the contributions of such experiments to speech-perception researches.

Perception of communication sounds by animals has been mainly investigated with following two approaches ; animal-model approach and comparative-biological approach. The main purpose of the former approach is to analyze mechanisms of human speech perception. Methods used in such experiments should be similar to those used in human experiments. Natural/synthesized speech sounds are used as stimuli, and discrimination or identification paradigms are used in psychophysical measurement. The purpose of the comparative-biological approach is to analyze species-specific mechanisms in communication sounds perception and to investigate an evolutionary origin of human speech language. Methods used in such approach should be adequate for each species. Natural/synthesized species-specific vocalizations are used as stimuli, and naturalistic techniques, e. g. play-back method, are usually used. In spite of such a lot of reports reviewed in this paper, many questions still remain.

In this paper, the following issue was also discussed ; what is the most important and necessary standpoint for the research about the perception of communication and speech sounds in animals now.