

乳児期における母語音声の聴覚的学習

林 安紀子

東京学芸大学

Auditory learning of native speech in infancy

Akiko HAYASHI

Tokyo Gakugei University

The process of language acquisition consists of phonological, lexical, syntactical, and social-pragmatic learning. Except for social-pragmatic learning, the first stage of language development starts with phonological learning, which involves the auditory learning of the sound system of the native language. For auditory learning in infancy, the main goal might be to acquire the phoneme system and the phonotactic rules of the native language. By the end of the first year of life, infants listen to ambient speech as sequences of word-like units. This speech-perception ability leads infants to lexical learning, which is the next stage of language development. This paper reviews findings related to phonological learning in infancy and discusses how auditory learning relates to lexical development.

Key words: language acquisition, speech perception, phonological development, word segmentation

キーワード: 言語獲得, 音声知覚, 音韻発達, 語のセグメンテーション

1. はじめに

人間は、音声による複雑な記号体系を操り、話し言葉を理解し、しゃべる能力を持っている。それを支える基本的能力として、外界からの情報入力に関わる感覚・知覚能力、情報の構号と解号に関わる諸領域の認知能力、発語動作に関わる運動企画能力、及びコミュニケーションに関わる社会認知能力が重要である。乳児の言語発達過程を検討するにあたっては、これらの諸能力の発達と言語獲得への関与を総合的に考察する必要がある。言語獲得理論においては、言語に特化して働く領域固有の神経機構があらかじめ生物学的に準備されているという仮説 (Pinker, 1994) がある一方で、生物学的に規定された初期状態は言語特有なものである必要はなく、環境からの入力情報の関連性を抽出する一般的な情報処理発達の過程で言語に特化した神経機構が構成されていくという考え方 (Karmiloff-Smith, 1998) がある。また、言語はある共同体における大人たちとの対人的相

互交渉の中で獲得されていく文化的慣習の一つであるとする社会認知的仮説 (Tomasello, 1997) においては、言語を獲得するための前提として他者の意図を知覚する能力を重要視している。いずれの立場の研究者においても、生まれたばかりの新生児から、成人に匹敵する話し言葉の使い手に成長するまでの生後5~6年間に観察される、言語理解や表出能力の発達変化と、環境からの入力情報の質的・量的な特性との関連に注目している。

言語発達は、大きくわけて4領域の学習が相互に関連しあいバランスをとりながら個々の子どもにおいて進行していくものであると考えられる。その4領域とは、音声学習、語彙(象徴機能)学習、文法学習、及びコミュニケーション(語用論的)学習である。これら諸領域の学習過程にある乳児の言語表出面の発達をおおまかにみると、生後半年を過ぎてから母語の音韻として用いられる子音や母音による喃語が徐々に出現し、1歳前後には初めての有意味語をしゃべり、1歳後半では名詞を中心とした表出語彙数の急激な増加を示し(語彙バースト)、さらに2歳前半になると機能語

の使用が増え、いくつかの語を文法的に組み合わせた多語文表出の増加が始まる（文法バースト）。この発達変化の時期や順序性は、母語の違いに関わらず共通して観察されている（Bates et al., 1994; 小椋, 1999）。したがって、有意味語をしゃべり始めるまでの生後1年間は、主として音声学習を中心とした期間であると考えられる。

本稿では、言語発達の最も初期の段階である、生後1年間の母語音声の聴覚学習に焦点を当て、最近の研究動向を概観する。この時期に学習すべき能力とは、音声特徴を記号として体系化するために重要な、二重分節性に対応する音声手がかりへの感受性と、それを利用した連続音声からの意味のある言語構造の切り出し、及びその系列の記憶である。二重分節性とは、音声言語の記号体系が音韻（母音や子音）を最小単位とし、それらの音韻が一定順序で系列をなすことによって意味を担う単位（形態素や語）を形成するという、階層的な構造を持つということである。しかし、大人は乳児に対して、音韻レベルや語レベルで明確に区切った音声刺激を与えているわけではなく、様々な文脈で物理的な特性が大きく変化する音声を連続的に発している。乳児はそのような音声を、母語の音韻の系列として知覚し、語単位の構造に分節化する能力を獲得しなくては、次の語彙学習の段階に進むことはできない。この過程で獲得された母語体系に特化した知覚特性は、無意識的かつ強力なものであり、第2言語獲得のプロセスとは大きく違うところである。さらに、語構造単位の中の音韻系列の記憶や規則性の認知能力は、語彙学習だけでなく、語と語の関係性を規定する文法学習を支える基礎的能力のひとつとなると考えられる。

2. 言語発達における乳児期の音声学習の意義

実際の言語発達過程においては、コミュニケーション学習を土台とした大人との相互交渉の中で、音声学習、語彙学習、文法学習が重なりを持ちながら進んでいくのであるが、音声の聴覚学習はその中でも最も言語に特化した知覚・運動学習の始まりとして、興味深い分野である。音声学習は、大人の話し言葉から母語の音声構造を抽出するための聴覚学習と、言葉をしゃべるための発語動作

に関する運動学習からなる。大人の音声知覚が構音運動の情報に影響を受けるように（McGurk & MacDonald, 1976）、乳児期の音声学習においても、知覚面と運動面の学習が連関していると考えられるが、まず知覚学習が先に進行する必要がある。

鳥類の歌学習は、意味（語彙）学習を発達の目標としない音声学習のプロセスであるが、ヒトの言語発達についても重要な示唆を与えてくれる（小林・奥村・谷・岡ノ谷, 2003; 岡ノ谷, 2003）。鳥類の歌学習は、見本となる同種の個体の歌を聴いて記憶する感覚学習期のあとに、そこで記憶した聴覚鋳型に合うように自分の発声を調整していく運動学習期を経て完了する。この時に重要になるのは自らの鳴き声の聴覚フィードバック情報である。さらに鳥類の歌は素音とその系列からなる文法的構造を持っており、より複雑な文法構造を持った歌を歌うことが音声学習の目標であり、進化の方向であるという。岡ノ谷（2003）は、このような鳥類の歌学習の研究から、意味とは独立して文法が進化しうることを示唆している。彼は、ヒト言語の進化について、社会生活において必要な動作や発声での意味伝達（シンボル）と、異性を惹きつけるための複雑な時系列構造（文法）を持つ歌とが、独立に進化する過程で、音声という共通の媒体において交叉しあい、意味を持った文法的発話へと特有の進化をとげてきたのではないかとの説を提起している。

したがって、ヒト乳児の言語発達の初期段階にあたる音声の聴覚学習においては、音声の形式的構造の知覚能力の発達と、意味学習や意図伝達（コミュニケーション）学習との相互作用を考える必要がある。大人との相互交渉の中で育つヒトの場合は、音声の聴覚的学習の時期に、自分自身の発声の聴覚フィードバックだけでなく、自分の発声に応じて大人から返される口形情報も含めた視-聴覚フィードバックが与えられ、さらに表情や動作など意味的な情報も同時に与えられる。これらの異種感覚情報の統合的知覚能力（Hollich, Newman, & Jusczyk, 2005）や、表情認知や共同注意などの社会認知能力の発達（Dominey & Dodane, 2004）が、音声学習に及ぼす影響を探ることも必要であろう。

乳児期の音声知覚発達研究は、1970年代から

盛んに行われてきた。それらの研究成果は主に、乳児の聴覚刺激への行動反応を指標とした実験手法の発展を背景としてもたらされている（林, 2001; 梶川, 2003）。最近では、脳の認知機能の生理学的測定手法の技術的発展と乳児への適用の拡大に伴い、脳レベルでの音声の聴覚学習の発達データが得られるようになってきたことから、先の行動レベルでのデータとの比較が可能となってきた（森・皆川, 2004）。これらの研究から、初期の乳児期の聴覚学習においては、母語音声の音韻体系の獲得に向けた知覚学習と、音韻系列（語）単位の分節化能力獲得に向けた知覚学習が同時並行的に進行することが示唆されている。たとえば新生児は、音韻範疇に対応する音響手がかりと、音韻系列の群化に対応する音響手がかりへの感受性を示すことが知られている。前者の手がかりは、母音や子音の音色を決定する音声の周波数成分やその動的变化の特徴であり、後者は、リズムやイントネーションなどの韻律の特徴である。また、単に音響の手がかりへの聴覚的感受性だけでなく、入力音声の音響的特性の共通性を検出するための、統計情報など認知の手がかりへの感受性や、話者の個人性や話し方の特徴への社会認知の手がかりへの感受性についても、乳児期早期から示されている。乳児が早期から示すこれらの感受性の生得性や領域固有性については様々な議論があるが（今井, 2000）、本稿では乳児の生後1年間の音声知覚の変化を母語音声によって構成される記号体系の聴覚的学習のプロセスとしてとらえ、母語音声のどのような特徴に対して、乳児がいつ頃から注目するようになるかということと、その発達変化が言語発達の次の段階に向けてどのように貢献するのかということに焦点を当ててまとめてみたい。

3. 音韻知覚の発達

乳児期の音韻知覚発達研究は、Eimas, Siqueland, Jusczyk, and Vigorito (1971) が乳児の吸啜反応に単音節の刺激を付随して提示する馴化法（HAS法：high-amplitude sucking paradigm）を用いることにより、乳児の音韻の弁別能力を測定する研究手法を提案したことから大きく発展した。その後、多くの先行研究が積み重ね

られた結果（例えば、林, 2001; Jusczyk, 1998; Vihman, 1996などのレビューを参照）、乳児は生まれた直後から音韻の特徴に対応する様々な音響の手がかりを分析するために十分な聴覚機能を有しており、音声の子音や母音の音韻範疇に区分けして知覚する能力を持つことが示されている。ただし、発達早期の段階で示される音韻の範疇的知覚は、世界中の全ての言語体系に対応する言語普遍的な側面を持っており、母語には存在しない音韻範疇をも含んでいる。このことから、新生児からすでに示される初期の言語普遍的な音韻知覚特性は、音韻範疇知識やそれに基づく言語特有の知覚機構が生得的に準備されているということの証拠としてとらえられてきた（Mehler & Dupoux, 1990）。しかし、言語を持たない動物においてもヒトと同様の音響の手がかりによって範疇的な音韻知覚を示すという報告があることから、乳児が示す言語普遍的な音韻範疇知覚は、言語に対して特別に働くものではなく、単に末梢的な聴覚システムに基づく音色知覚である可能性も否定できない（Kluender, Diehl, & Killeen, 1987; Steinschneider, Schroeder, Arezzo, & Vaughan, 1995）。

少なくとも、新生児は全ての自然言語の音韻体系を学習することができるような聴覚を持って生まれてくることは間違いない。ヒトが動物と決定的に異なるのは、この後の音声学習において、母語音韻範疇への知覚の再構成がなされることである（Werker & Tees, 2002）。乳児は母語音声環境に晒される経験を通して、母語の音韻体系に適合した知覚を示すようになっていく。その過程は外国語の音韻の弁別能力の消失という現象として示される。母語への適合はまず母音体系から先に進行する。生後6ヶ月くらいまでに外国語の母音への感受性は消失し、外国語の母音はより音響的性質の近い母語の音韻に同化して知覚されるようになる。さらに、生後10ヶ月くらいになると、子音知覚についても同様の母語音韻体系への同化が起こる（Werker & Desjardins, 2001）。日本人乳児を対象とした研究でも、母語の音韻体系にない /ra-la/ の弁別能力が生後6～12ヶ月の間に消失することが報告されている（Kuhl, Kiritani, et al., 1997; 対馬ら, 1994）。このような母語音韻体系への知覚の再構成の背景には、ヒトの新生

児やある種の動物が示すような、聴覚系に依存した知覚特性を初期状態として始まる、統計的学習メカニズム、発話運動学習メカニズムが関連していると考えられている (Peperkamp, 2003)。

上述したように、音声知覚発達においては、母音の方が子音よりも先に母語体系への知覚の適合が進行する。母音は舌の位置と唇の形によって声道の共鳴特性を変化させて構音される。その音響特性は、子音に比べてエネルギーが大きく、定常的で持続時間が長いことから、音声の中では目立つ存在であり、乳児にとっても知覚しやすいと考えられる。また、生後5ヶ月の乳児は、母音の聴覚的情報と視覚的情報(口唇の動き)の対応関係に敏感であることが報告されているように (Kuhl & Meltzoff, 1984)、母音は音響的情報だけでなく、発話者の口形との対応が検出しやすい音韻でもある。

Polka and Bohn (2003) は、母音構音時の舌の動きに対応する第1フォルマント及び第2フォルマントの関係性を示すF1-F2平面において、中央にある母音からより周辺部に位置する母音へと変化する場合の方がその逆よりも弁別が容易であるという、母音弁別能力の非対称性の現象に注目し、ヒトの成人や乳児、及び動物を対象とした先行研究結果を総合的に比較した。その結果、母音弁別能力の非対称性の特性は、母語に関わらず乳児でも大人でも同様であるが、ヒト以外の動物とは異なる傾向があることが示された。このことから、Polkaらは、Kuhl, Williams, Lacerda, Stevens, and Lindblom (1992) の提唱した母音知覚発達における知覚的マグネット効果(perceptual magnet effect) 仮説を発展させ、ヒトにおける言語普遍的で生得的な母音知覚能力として、周辺母音参照仮説(peripherality hypothesis) を唱えている。すなわち、乳児は生得的に、F1-F2平面図における母音スペースにおいて、外縁部に位置する核となる母音(/i/, /a/, /u/)を知覚や産出の参照母音とする知覚的なバイアス(生得的なマグネット)を持って生まれるが、このバイアスは他の動物にも認められるような種普遍的な聴覚メカニズムを反映するものではないと述べている。そして、生後の言語経験によって、この生得的で感覚的なマグネット(natural perceptual magnet)が、母語の母音に適合したマグ

ネット(native language magnet)に再構成されていくとする。この核となる母音(/i/, /a/, /u/)は、世界中のどの言語においても使われているが、複数の言語で母親による対乳児音声サンプルの母音を分析した結果、これらの母音はF1-F2平面上で他の母音と分布が重複しないように強調されて発話されているという報告があり (Kuhl, Andruski, et al., 1997)、入力言語の母音分布の特性を乳児が検出しやすくするような働きかけを大人が無意識に行っていることが示唆されている。

子音知覚においても、初期の言語普遍的な範疇的知覚は、子音の構音点や構音様式及び声帯振動のタイミング(voicing)によってもたらされる基本的な音響的特徴の知覚特性に対応している。音韻知覚発達過程での外国語の子音に対する弁別能力の消失は、共通する部位で構音される知覚的に類似度の高い子音間でおこりやすく(perceptual assimilation model)、そうでない子音間の弁別能力は大人になっても維持される(articulatory-organ-matching hypothesis: Best & MacRoberts, 2003)。このような子音知覚の母語適合化のプロセスに関与する要因として、Maye, Werker, and Gerken (2002) は、統計的学習メカニズムに注目した研究を行っている。この場合の統計情報とは、ある音響特性を持った音韻の出現頻度の分布のことである。彼らは、VOTを等間隔で伸縮させることによって、/ta/から/da/に連続的に変化する8音の刺激音を作成した。まだ子音知覚の母語への適合化が完了していないと考えられる生後6ヶ月児と8ヶ月児の英語学習乳児を対象とした。まず3分ほどの馴化セッションでは、この刺激音をランダムな順番で計96音聞かせた。このとき、/ta-da/連続体の中央に位置する刺激音の出現頻度を最も多くした単極分布条件で聞かせる乳児群と、連続体の両端の刺激音の頻度を多くした双極分布条件群の2群にわけた。その後に行われたテストセッションで、連続体の両端の刺激音対(典型的な/ta/と/da/)の弁別能力を測定した結果、乳児の月齢に関わりなく、馴化セッションの刺激音の統計的分布条件と音韻弁別成績に関係がみられた。双極分布条件の乳児群は2つの刺激音を弁別できたのに対し、単極分布条件の乳児群は弁別できなかったのである。こ

これは、特定の音響的特性において、出現頻度分布が複数の極を持つような音声サンプルを聞く経験によって、聴覚的弁別力が高まるというメカニズム (distribution-sensitive mechanism) の存在を示唆するものであり、個別言語による分布の偏りが言語特異的な音韻知覚への再構成を導くのであろうと考えられる。また、本来 /ta-da/ は英語子音体系に存在する対立であるため、英語学習児であれば6ヶ月齢児でも8ヶ月齢児でも弁別できるはずの音韻対であるが、単極分布条件で2~3分間の聴取経験が与えられることによって一時的にその弁別力が低下したことから、これが外国語の音韻対立に対する弁別能力消失のメカニズムと共通するかどうかについても検討課題である。また、入力音声における出現頻度が複数の極を持つ環境としては、バイリンガル環境にある乳児の場合もあてはまるが、バイリンガル乳児の音韻知覚発達には遅れる (Bosch & Sebastián-Gallés, 2003)、乳児期からバイリンガル環境で育った場合は、大人になる頃にはモノリンガル環境で育った大人と同様の音韻弁別能力を示すようになるが、少なくとも4歳児においてもまだ音韻弁別能力の遅れを示す (Sundara, Polka, & Genesee, in press)、あるいは大人になっても音韻知覚の曖昧さから語彙レベルの間違いをおこす場合もある (Sebastián-Gallés, Echeverría, & Bosch, 2005) というような報告がある。これらの報告は、乳児の音韻知覚発達を方向付ける要因として、入力音声の分布の特性だけでなく、その累積頻度の情報の重要性を示唆するとともに、初期経験においては単一言語の音声環境に限定された場合の方が、音韻知覚発達を早めるだけでなく、語彙レベルでの音韻表象の形成においても有利である可能性を示唆している。

以上の音韻知覚発達研究の結果は、実験室において、音節ごとに区切られた刺激音を、短時間に集中的に聴取する経験のなかで示された音韻弁別能力の発達変化であり、実際の生活場面における言語環境とは異なる。乳児は大人からの言語入力を受動的に聴取しているだけでなく、大人と相互作用をすることによって積極的に多次元な言語的情報を同時に取り入れているらしい。Kuhl, Tsao, and Liu (2003) は、9ヶ月齢の英語学習乳児に対して、英語の音韻体系にない中国語の子

音対立に対する弁別能力が、中国語聴取経験によってどのような発達変化をするのかについて調べた。中国語の聴取環境は、中国語の母語話者が乳児と対面して中国語で本を読み聞かせたり、おもちゃで遊んだりする直接条件、中国語話者による語りかけ場面の表情や口元の情報を明瞭にうつした録画映像をみせるAV条件、映像なしの録音音声のみを聞かせるV条件の3条件を設定した。各条件に割り振られた乳児は、1回25分間のセッションを計12回、4週間にわたる中国語との接触経験を重ねたあと、子音弁別能力が測定された。その時点で乳児はすでに10ヶ月齢を超えていたが、中国語話者との直接的な相互交渉場面で中国語を聴取した乳児群は、中国語の子音対立への感受性が維持されていたが、その他の群では弁別能力が低下していた。このことから、乳児が入力音声から母語音韻の知覚マップを構成するにあたって、単に視聴覚のマルチモダルな情報に晒されるだけでは不十分で、母語話者とのコミュニケーション文脈のなかでそれらの情報が与えられることが重要であることが示唆される。

4. リズム知覚の発達

前項で扱った音韻は音声言語の最小単位であるが、韻律は音韻をまたがった言語的構造のまとまりに対応する音声特徴である。新生児は、まず、この韻律的特徴から母語音声と外国語音声を区別できるだけでなく、積極的に母語音声に注意を向けようとする (Moon, Cooper, & Fifer, 1993)。この個別言語の違いを聞きわける能力は、言語固有のリズムを手がかりとしていると考えられている。それぞれの言語はその時間制御の特徴により、3つのリズムパターンに大まかに分類できる。強勢アクセントの位置を等時的な単位とするもの (英語、ドイツ語など)、音節を単位とするもの (フランス語、イタリア語など) と日本語のようにモーラを単位とするものである。成人を対象とした知覚実験研究から、成人は連続音声を母語のリズム単位に基づいて分節化して知覚するが、外国語音声に対しても母語のリズム単位を用いる傾向が強いため、第2言語習得を困難にしていることが示唆されている (Cutler & Otake, 2002; Ueyama, 2003)。

新生児（生後2～5日）を対象とした言語弁別研究（Christophe & Morton, 1998; Mehler et al., 1988; Nazzi, Bertoncini, & Mehler, 1998; Nazzi, Floccia, & Bertoncini, 1998）では、母語であるかどうかにかかわらず、同じリズムクラスに属する言語同士の弁別は難しく、リズムクラスが違う言語同士の弁別は容易であること、音韻情報のみを除去し、韻律情報のみを残したローパスフィルタ音声を用いた場合でも、乳児は言語間の音声特徴の違いを弁別できることなどが報告されている。さらに、Ramus, Hauser, Miller, Morris, and Mehler (2000) は、このような言語固有のリズムの違いを弁別する能力が、ヒト以外の動物にもみられることを報告し、新生児の言語固有のリズムへの感受性は、初期の音韻範疇知覚の特性と同様に、聴覚系の一般的な処理過程を基盤としている可能性が示唆されている。ただし、音韻性の情報と異なり、音の強弱の時間交替によってもたらされるリズム情報は胎内環境においても伝播しやすいため、胎児は出生前の2～3ヶ月間、母親が他者と会話している音声を繰り返し聞く経験から、母語のリズム構造の共通性を学習していると考えられる（Krueger, Holditch-Davis, Quint, & DeCasper, 2004）。この胎児期からの学習経験が、生後間もなくから母語音声への選択的注意を発現させていると考えられ、この点が音韻知覚発達と韻律知覚発達との違いのひとつであろう。したがって、韻律情報をもとにした聴覚学習は生後間もなくから母語に特化して開始され、主に語単位の構造の切り出しに貢献していく。

言語固有のリズム知覚における発達変化は、同じリズム構造を持つ言語対の弁別能力に示される。初期には、母語であるかどうかに関わりなく、リズム構造の共通性への注目の方が優位であるが、生後5ヶ月くらいまでに、同じリズムを持つ言語のなかまから、母語だけを差別化して知覚するようになる（Nazzi, Jusczyk, & Johnson, 2000）。やはりこの場合もバイリンガル環境ではその発達時期に遅れがみられるという（Bosch & Sebastián-Gallés, 1997）。

Nazzi and Ramus (2003) は、乳児期における言語固有のリズム構造知覚能力と言語獲得の関連を、“rhythmic class acquisition hypothesis”で説明している。すなわち乳児は、まず母語のリ

ズム構造の一般的な特徴をつかみ、その特徴にもとづいた連続音声の分節化が行われるようになる。その過程において、乳児はより母語に特定した詳細な音声特徴の分析を行うようになる。このような発達変化は、音韻体系への母語への適合化の過程と同様であると考えられている。

確かに英語のようにストレスリズムを持つ言語の場合は、後述するように強勢アクセントの位置が、語構造の境界を特徴づける重要な手がかりとなるが、音節やモーラ単位のリズムを持つ日本語のような言語の場合には、リズムという等時性の構造の他に、子音や母音の長さや、ピッチアクセントの情報も重要であると予想される。この点についての研究はまだ少ないが、たとえばHarrison (2000) は、6ヶ月の乳児を対象とした研究において、音韻の情報としてピッチ変化のコントラストが用いられるトーン言語（Yoruba 語）を学習している乳児は、母語領域で重要なピッチ変化に対してのみ、英語学習乳児よりも弁別能力が高いことを示している。また、Bertoncini, Floccia, and Nazzi (1995) は、フランス人の新生児の、日本語の特殊モーラ（撥音、促音、長音）の弁別能力を調べている。その結果、フランス人の新生児は音節数（母音の数）の違いを弁別することはできたが、特殊モーラの数の違いには感受性がなかったと報告している。一方、日本人乳児については、日本語の対乳児音声に頻出する、育児語の典型的なリズム構造を持つ無意味語（特殊モーラを中央に含む3モーラ語）に対する選好が、生後6ヶ月を過ぎてから示されるようになることを示すデータが報告されている（林・為川・馬塚, 2000）。しかし、より早期の発達段階でのモーラリズムに対する弁別能力についてはまだ調べられていない。今後、これらの基本的な韻律情報の知覚発達について研究成果の蓄積が待たれるところである。

5. 音韻系列の学習

乳児が連続音声の音韻系列から、特定のルールに従った順番で並ぶ音韻系列に特に注目するようになるのは、生後6～8ヶ月くらいである。この時期は、音韻知覚がまだ完全には母語音声体系に適合していない頃であるが、乳児はまず連続音声

を語単位のサイズに切り分けることによって、語彙学習に向けての準備を始めているといえる。したがって、この段階では、まだ意味との結合をともしない音韻系列の学習である。最初の段階では、母語の語構造に高頻度で出現するリズム構造をテンプレートとする知覚学習と、連続して現れる音節順序についての頻度情報（遷移確率）をもとにした統計的学習の2つのメカニズムが相互に働いている。

生後7ヶ月前後の乳児は、母語の語単位の構造において高頻度に用いられる典型的なリズムパタンの知識を持ち、そのリズムパターンをもとにして連続音声を語サイズの音韻系列に切り分け、記憶できることが示されている。英語の場合は、語頭音節に強勢アクセントがつく2音節（強/弱リズムパターン）からなる音韻系列を単位とした分節化が行われる。たとえば7ヶ月齢の英語学習乳児は、強/弱リズム（doctor）を持つ語リストの方を、弱/強リズム（guitar）を持つ語リストよりも選択することや、強/弱リズムを持つ音韻系列を連続音声の中から切り出すことができることが報告されている（Jusczyk, 1999; Jusczyk & Houston, 1999）。このような典型的な語のリズムパターンをテンプレートとしたセグメンテーションだけでは、それ以外のリズムを持つ語の切り出しには不向きであるため、7ヶ月齢頃の乳児では語境界検出の誤りがみられるが、その後、語単位の音韻系列の組み合わせに注目できるようになると、母語の音韻配列規則（9ヶ月頃）や、構音連続による異音の音響特性（10.5ヶ月頃）の手がかりを使うことができるようになり、語の切り出しがより正確になってくるといわれている（Jusczyk, Hohne, & Bauman, 1999）。

一方、人工言語を材料とした研究においては、強勢アクセント位置などの韻律情報がなくても、8ヶ月齢児は無意味な3音節語をランダムに切れ目なく2分間聞き続けるだけで、3音節の遷移確率を分析して、人工的に作られた3音節の系列を記憶できることも示された（Saffran, Aslin, & Newport, 1996）。また、このような短時間の経験によって成立する統計情報に基づく学習は、単に音系列の記憶と関連するだけではない。Marcus, Vijayan, Bandi Rao, and Vishton (1999) は、7ヶ月齢児が人工的なルールに基づいた音節反復

のパタン（ABBやABAのような）を短時間の聴取経験から抽出できるのみでなく、新奇な音節に対してこのルールを般化することができることを示した。このような統計学習の発達には、自然音声において母語の音韻配列規則のルールの検出に役立つと考えられ、生後9ヶ月になると母語や人工言語の音素配列規則の知識が獲得されるという報告と一致する（Gerken, 2004; Jusczyk, Friederici, Wessels, Svenkerud, & Jusczyk, 1993; Mattys, Jusczyk, Luce, & Morgan, 1999）。また、語のリズムパターンと音韻系列の遷移確率の2つの手がかりの相互作用について検討した研究では、7ヶ月児においてリズム情報は遷移確率の分析の速度と精度をあげることに貢献すること、自然言語の連続発話中に埋め込まれている既知語に注目する場合にリズム情報が重要な役割を果たすことが示唆されている（Curtin, Mintz, & Christiansen, 2005）。さらに、12ヶ月齢児は人工的な文法規則に基づいた単語の配列を検出できることが報告されている（Gomez & Gerken, 1999; Saffran & Wilson, 2003）。

これらの結果は、音韻知覚やリズム知覚の発達によって、乳児は語を単位とした聴覚的表象を形成するようになり、意味学習の基礎を固めることを示唆している。またこの過程で、乳児は語を構成する音系列の規則を発見して未知の文脈にその規則を応用できるばかりでなく、語と語の連鎖に関わる規則（統語規則）をも抽出する手がかりを発見していくようである。

6. 音韻系列に意味を結びつける学習の始まり

語彙学習のメカニズムについては、本稿が扱う範囲ではないが、ここまで概観してきた生後約1年間の母語音声の聴覚学習が、意味学習の開始によって、どのような影響を受けるのかについての研究について少し触れておきたい。上述した研究成果が示すように、生後8ヶ月くらいになると、日常生活で頻繁に語りかけられる語彙のいくつかの音韻系列は意味との明確な対応のないまま長期記憶にすでに蓄積されていることが予想される。このような原語彙の音韻表象に対して、最初に意味が結びついていくのであらうと考えられる（Swingley, 2003）。14ヶ月くらいになると、視

覚的に提示される物体（実物や映像）に対して、ある音韻系列が随伴して提示されると、乳児は音声と意味とを結びつけられるようになる。その一方でこの時期の乳児は、語を構成する音韻の違いに対して以前のように敏感ではなくなり、類似した音韻であればその違いに気づかなくなってしまう。聴覚的な音韻弁別能力だけを比較すれば、見かけ上は8ヶ月齢児よりも劣る結果を示す時期が、一時的に14～17ヶ月齢あたりで示されることが報告されている（Hallé & de Boysson-Bardies, 1996; Jusczyk & Aslin, 1995; Stager & Werker, 1997）。このような語を構成する音韻知覚の一時的な弁別力低下は、語の中での音韻位置や、子音や母音の違いによって、その現れ方が異なることも注目されている（Mattys & Jusczyk, 2001; Nazzi, 2004）。またこのような語彙レベルにおける音韻の差違への感受性は、未知語で鈍く、既知語で先鋭化する（Fennell & Werker, 2003）ことから、語彙学習の初期段階にある乳児では、情報処理能力に限界があるため、音韻系列情報の詳細は無視され、音声と意味の結合の方により集中した処理が行われているのではないかと考えられている。この情報処理能力の過負荷状態は、生後20ヶ月を過ぎると解消され、語彙の爆発的増加が始まるのであろう。

7. お わ り に

本稿では、生後1年間の母語音声知覚の発達について概観した。我が国では、この時期の音声知覚研究の歴史が浅いため、今後、日本語学習乳児を対象とした同様の研究成果の蓄積が望まれる。また、ここでは主に入力言語の音声特徴と知覚発達との関係に焦点を当てたが、現実の言語発達においては、社会的相互作用における入力言語特性の変化（大人の役割）や、それに対する乳児の音声特徴への能動的注意の変化などの要因が大きく関与していることを忘れてはならない。たとえば、対乳児音声、共同注意（Dominey & Dodane, 2004）、話者への親密度（Barker & Newman, 2004）、声の感情情報（Singh, Morgan, & White, 2004）などが聴覚学習に及ぼす影響についても興味深い。

また、乳児期の音声学習における発達の個人差

が2歳以降の語彙数などと相関するとの報告（Tsao, Liu, & Kuhl, 2004）や、乳児期に中耳炎による一時的な難聴を経験したことが音韻知覚発達に影響を与えるとの報告（Polka & Rvachew, 2005）などもあり、言語発達に何らかの遅れを持つ子どもの支援においても、乳児期の音声知覚学習に関する研究知見は多くの示唆を与えてくれると考えている。

文 献

- Barker, B. A., & Newman, R. S. (2004). Listen to your mother! The role of talker familiarity in infant streaming. *Cognition*, 94, B45-B53.
- Bates, E., Marchman, V., Thal, D., Fenson, L., Dale, P., Reznick, J. S., Reilly, J., & Hartung, J. (1994). Developmental and stylistic variation in the composition of early vocabulary. *Journal of Child Language*, 21, 85-123.
- Bertoncini, J., Floccia, C., & Nazzi, T. (1995). Morae and syllables: Rhythmical basis of speech representations in neonates. *Language and Speech*, 38, 311-329.
- Best, C. T., & MacRoberts, G. (2003). Infant perception of non-native consonant contrasts that adults assimilate in different ways. *Language and Speech*, 46, 183-216.
- Bosch, L., & Sebastián-Gallés, N. (1997). Native-language recognition abilities in 4-month-old infants from monolingual and bilingual environments. *Cognition*, 65, 33-69.
- Bosch, L., & Sebastián-Gallés, N. (2003). Simultaneous bilingualism and the perception of a language-specific vowel contrast in the first year of life. *Language and Speech*, 46, 217-243.
- Christophe, A., & Morton, J. (1998). Is Dutch native English? Linguistic analysis by 2-month-olds. *Developmental Science*, 1, 215-219.
- Curtin, S., Mintz, T. H., & Christiansen, M. H. (2005). Stress changes the representational landscape: Evidence from word segmentation. *Cognition*, 96, 233-262.
- Cutler, A., & Otake, T. (2002). Rhythmic categories in spoken-word recognition. *Journal of Memory and Language*, 46, 296-322.
- Dominey, P. F., & Dodane, C. (2004). Indeterminacy in language acquisition: The role of child directed speech and joint attention. *Journal of Neurolinguistics*, 17, 121-145.
- Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P. W., & Vigorito, J. (1971). Speech perception in in-

- fants. *Science*, 171, 303-306.
- Fennell, C. T., & Werker, J. F. (2003). Early word learners' ability to access phonetic detail in well-known words. *Language and Speech*, 46, 245-264.
- Gerken, L. (2004). Nine-month-olds extract structural principles required for natural language. *Cognition*, 93, B89-B96.
- Gomez, R. L., & Gerken, L. (1999). Artificial grammar learning by 1-year-olds leads to specific and abstract knowledge. *Cognition*, 70, 109-135.
- Hallé, P. A., & de Boysson-Bardies, B. (1996). The format of representation of recognized words in infants' early receptive lexicon. *Infant Behavior and Development*, 19, 463-481.
- Harrison, P. (2000). Acquiring the phonology of lexical tone in infancy. *Lingua*, 110, 581-616.
- 林 安紀子 (2001) 乳児期における音声知覚の発達と言語獲得 児童心理学の進歩 40 (pp. 26-50) 金子書房.
- 林 安紀子・為川雄二・馬塚れい子 (2000) 無意味語のリズムパタンに対する乳児の感受性の発達 東京学芸大学特殊教育研究施設 研究年報: 2000, 67-74.
- Hollich, G., Newman, R. S., & Jusczyk, P. W. (2005). Infants' use of synchronized visual information to separate streams of speech. *Child Development*, 76, 598-613.
- 今井むつみ(編著) (2000) 心の生得性 —— 言語・概念獲得に生得的制約は必要か —— 共立出版.
- Jusczyk, P. W. (1998). *The discovery of spoken language*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Jusczyk, P. W. (1999). Narrowing the distance to language: One step at a time. *Journal of Communication Disorders*, 32, 207-222.
- Jusczyk, P. W., & Aslin, R. N. (1995). Infants' detection of the sound patterns of words in fluent speech. *Cognitive Psychology*, 29, 1-23.
- Jusczyk, P. W., Friederici, A. D., Wessels, J. M. I., Svenkerud, V. Y., & Jusczyk, A. (1993). Infants' sensitivity to the sound patterns of native language words. *Journal of Memory and Language*, 32, 402-420.
- Jusczyk, P. W., Hohne, E. A., & Bauman, A. (1999). Infants' sensitivity to allophonic cues for word segmentation. *Perception & Psychophysics*, 61, 1465-1476.
- Jusczyk, P. W., & Houston, D. M. (1999). The beginnings of word segmentation in English-learning infants. *Cognitive Psychology*, 39, 159-207.
- 梶川祥世 (2003) 乳児の言語音声獲得 日本音響学会誌, 59, 230-235.
- Karmiloff-Smith, A. (1998). Alternatives to innate knowledge: Why development is crucial to understanding human representational change. 認知科学, 5, 25-32.
- Kluender, K. R., Diehl, R. L., & Killeen, P. R. (1987). Japanese quail can learn phonetic categories. *Science*, 237, 1195-1197.
- 小林耕太・奥村 哲・谷 淳・岡ノ谷一夫 (2003) 鳥の歌学習の脳内機構 神経進歩, 47, 653-666.
- Krueger, C., Holditch-Davis, D., Quint, S., & DeCasper, A. (2004). Recurring auditory experience in the 28- to 34-week-old fetus. *Infant Behavior and Development*, 27, 537-543.
- Kuhl, P. K., Andruski, J. E., Chistovich, I. A., Chistovich, L. A., Kozhevnikova, E. V., Ryskina, V. L., Stolyarova, E. I., Sundberg, U., & Lacerda, F. (1997). Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants. *Science*, 277, 684-686.
- Kuhl, P. K., Kiritani, S., Deguchi, T., Hayashi, A., Stevens, E. B., Dugger, C., & Iverson, P. (1997). Effects of language experience on speech perception: American and Japanese infants' perception of /ra/ and /la/. *The Journal of Acoustical Society of America*, 102, 3135 (Abstract).
- Kuhl, P. K., & Meltzoff, A. N. (1984). The intermodal representation of speech in infants. *Infant Behavior and Development*, 7, 361-381.
- Kuhl, P. K., Tsao, F., & Liu, H. (2003). Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 100, 9096-9101.
- Kuhl, P. K., Williams, K. A., Lacerda, F., Stevens, K. N., & Lindblom, B. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255, 606-608.
- Marcus, G. F., Vijayan, S., Bandi Rao, S., & Vishton, P. M. (1999). Rule learning in 7-month-old infants. *Science*, 283, 77-80.
- Mattys, S. L., & Jusczyk, P. W. (2001). Do infants segment words or recurring contiguous patterns? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 644-655.
- Mattys, S. L., Jusczyk, P. W., Luce, P. A., & Morgan, J. L. (1999). Phonotactic and prosodic effects on word segmentation in infants. *Cognitive Psychology*, 38, 465-494.
- Maye, J., Werker, J. F., & Gerken, L. (2002). Infant sensitivity to distributional information can affect phonetic discrimination. *Cognition*, 82, B

- 101-B111.
- McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264, 746-748.
- Mehler, J., & Dupoux, E. (1990). *Naitre humain*. Paris: Odil Jacob. 加藤晴久・増茂和男(訳) (1997) 赤ちゃんは知っている——認知科学のフロンティア 藤原書店.
- Mehler, J., Jusczyk, P., Lambertz, G., Halsted, N., Bertoncini, J., & Amiel-Tison, C. (1988). A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition*, 29, 143-178.
- Moon, C., Cooper, R. P., & Fifer, W. P. (1993). Two-day-olds prefer their native language. *Infant Behavior and Development*, 16, 495-500.
- 森 浩一・皆川泰代 (2004) 乳幼児の音声知覚と脳活動 日本音響学会誌, 60, 85-90.
- Nazzi, T. (2004). Use of phonetic specificity during the acquisition of new words: Differences between consonants and vowels. *Cognition*, 98, 13-30.
- Nazzi, T., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1998). Language discrimination by newborns: Towards an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 756-766.
- Nazzi, T., Floccia, C., & Bertoncini, J. (1998). Discrimination of pitch contours by neonates. *Infant Behavior and Development*, 21, 779-784.
- Nazzi, T., Jusczyk, P. W., & Johnson, E. K. (2000). Language discrimination by English-learning 5-month-olds: Effects of rhythm and familiarity. *Journal of Memory and Language*, 43, 1-19.
- Nazzi, T., & Ramus, F. (2003). Perception and acquisition of linguistic rhythm by infants. *Speech Communication*, 41, 233-243.
- 岡ノ谷一夫 (2003) 小鳥の歌からヒトの言葉へ 岩波書店.
- 小椋たみ子 (1999) 語彙獲得の日米比較 桐谷 滋(編) ことばの獲得 (pp. 143-194) ミネルヴァ書房.
- Peperkamp, S. (2003). Phonological acquisition: Recent attainments and new challenges. *Language and Speech*, 46, 87-113.
- Pinker, S. (1994). *The language instinct*. New York: William Morrow & Co. 椋田直子(訳) (1995) 言語を生み出す本能 上・下 日本放送出版協会.
- Polka, L., & Bohn, O. (2003). Asymmetries in vowel perception. *Speech Communication*, 41, 221-231.
- Polka, L., & Rvachew, S. (2005). The impact of otitis media with effusion on infant phonetic perception. *Infancy*, 8, 101-117.
- Ramus, F., Hauser, M. D., Miller, C., Morris, D., & Mehler, J. (2000). Language discrimination by human newborns and by cotton-top tamarin monkeys. *Science*, 288, 349-351.
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274, 1926-1928.
- Saffran, J. R., & Wilson, D. P. (2003). From syllables to syntax: Multilevel statistical learning by 12-month-old infants. *Infancy*, 4, 273-284.
- Sebastián-Gallés, N., Echeverría, S., & Bosch, L. (2005). The influence of initial exposure on lexical representation: Comparing early and simultaneous bilinguals. *Journal of Memory and Language*, 52, 240-255.
- Singh, L., Morgan, J. L., & White, K. S. (2004). Preference and processing: The role of speech affect in early spoken word recognition. *Journal of Memory and Language*, 51, 173-189.
- Stager, C. L., & Werker, J. F. (1997). Infants listen for more phonetic detail in speech perception than in word-learning tasks. *Nature*, 388, 381-382.
- Steinschneider, M., Schroeder, C. E., Arezzo, J. C., & Vaughan, H. G., Jr. (1995). Physiologic correlates of the voice onset time boundary in primary auditory cortex (A1) of the awake monkey: Temporal response patterns. *Brain and Language*, 48, 26-340.
- Sundara, M., Polka, L., & Genesee, F. (in press). Language-experience facilitates discrimination of /d-δ/in monolingual and bilingual acquisition of English. *Cognition*.
- Swingle, D. (2003). Phonetic detail in the developing lexicon. *Language and Speech*, 46, 265-294.
- Tomasello, M. (1997). The pragmatics of word learning. 認知科学, 4, 59-74.
- Tsao, F., Liu, H., & Kuhl, P. K. (2004). Speech perception in infancy predicts language development in the second year of life: A longitudinal study. *Child Development*, 75, 1067-1084.
- 対馬輝昭・滝澤 修・佐々木 緑・白木智士・西 香苗・河野守夫・Menyuk, P.・Best, C. T. (1994) 日本人乳幼児による非母国語音声の弁別能力に関する発達の変化——アメリカ英語における /r/ と /l/ および /w/ と /y/ に関して 電子情報通信学会技術報告, SP94-31, 1-8.
- Ueyama, M. (2003). Awareness of L2 syllable structures: The case of L2 Japanese and L2 English. *Journal of the Phonetic Society of Japan*, 7, 84-100.
- Vihman, M. M. (1996). *Phonological development*:

- The origins of language in the child.* Malden, MA : Blackwell Publishing.
- Werker, J. F., & Desjardins, R. N. (2001). Listening to speech in the 1st year of life. In M. Tomasello & E. Bates (Eds.), *Language development: The essential readings* (pp.26-33). Malden, MA : Blackwell Publishing.
- Werker, J. F., & Tees, R. C. (2002). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 25, 121-133.
- 2005. 12. 10 受理 —