

## 公開講演2(PL2)

### 乳幼児における聴知覚の発達

出口 利定（東京学芸大学）

#### 1. はじめに

乳児は始語が出現する以前の生後1年間に、音声知覚能力の著しい発達を遂げることが知られている。この場合の発達とは、単に音響刺激に対する聴覚末梢系の分析能力の向上という意味でなく、音声を言語として処理する過程である。したがって、乳幼児における音声知覚研究は、言語獲得に過程における音声言語知覚能力の生得的特性と、その知覚特性が母語環境の影響のもとでどのように母語に特異的に適合/発達していくかを解明するうえで重要である。

1970年代後半からの乳児の音声知覚に関する実験的研究から、多くの興味深い知見が得られている。当初は、音韻弁別能力に関する研究が行われ、それらの成果から、乳児は早期には、その母語にかかわらず、世界中の言語に存在するほぼ全ての音韻（有限ではある）を聴覚的に弁別する能力を有し、そのユニバーサルな音韻知覚能力は、月例が高くなるにつれ、母語特有の音韻体系に規定された、より成人に近い知覚特性を示すようになることが明らかになった。

そしてそのユニバーサルな知覚特性から母語の影響を受けた知覚特性への変化の時期は、母音知覚に関しては、生後6ヶ月前後、子音知覚に関しては生後10ヶ月前後を境に、母語には存在しない非母語の音韻対立の弁別能力は低下する。すなわち、母語の音韻体系のカテゴリーへの同化能力の発達を意味し、音声処理がより母語に適合してきたことを示すと考えられる。

また、乳児は音韻レベルの違いよりも、むしろ音声の韻律的な情報に、かなり早期から注意を向けていることが知られている。従来より、音声言語における韻律の変化は話者の感性情報を伝えるのみでなく、発話の意味的・統語的な分節位置を示す手がかりとなることが知られている。このような観点から、乳児における韻律情報の知覚能力の発達と、節、句、単語などの音声の構造単位のセグメンテーション能力との関連が精力的に研究されている。

乳幼児の音声知覚の発達を明らかにするためには、乳幼児の音声刺激に対する身体的な反応・行動を指標として研究が進められてきた。知覚機構の発達・変化の背景には、音声処理に対する神経回路の発達・再構成の関与が考えられることから、音声獲得、言語獲得の研究においても近年では脳活動の計測技術の飛躍的な進歩により、脳科学的研究が多くなり新しい知見が得られている。そういう時代的な背景にあっても、音声知覚研究における乳幼児の行動を指標とした研究の重要性、困難性、楽しさ？について、既に報告済のややノスタルジックな発表である。なお、紹介する研究は、桐谷滋（東京大学）、林安紀子、加藤ふみ（東京学芸大学）との共同研究である。

## 2. 吸啜行動を指標とした母語-非母語の韻律情報の識別

乳児の吸啜行動を指標とした知覚実験は多くあるが、吸啜そのものの性質、特性、乳児の状態（月齢、空腹度、母乳・人工乳・混合、覚醒度等）との関係は明らかではなく、最適な吸啜行動を得るための条件を決定することが重要である。図1に、吸啜行動が始まってから終了（入眠）までの吸啜行動の実際の状態を示す。

吸啜区間と休止区間が交互に出現し、リズムカルな運動を示している。この吸啜区間と休止区間が交互に出現する、つまり吸啜区間のみが最後まで連続することはなく、この現象は他の霊長類にはみられずヒト特有であるという指摘は、母子コミュニケーション上、非常に興味深い。

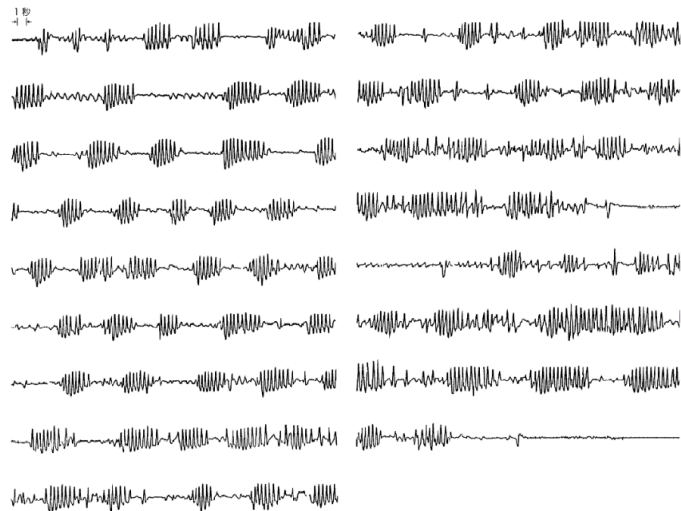


図1. 生後23日の乳児の吸啜

図2に、母語（日本語）と非母語（英語）に対する吸啜回数の変化（平均）を示す。

まず日本語：J（英語：E）を聞かせながら吸啜開始から最初の1分間の吸啜回数をベースラインとし、1分毎の吸啜回数が25%以上、2回連続して観測されたら慣化とみなし、音声刺激を英語：E（日本語：J）に切り替えた。日本語から英語（J→E）、英語から日本語（E→J）ともに刺激変換後に吸啜回数の上昇がみられた。乳児が言語刺激の変化を弁別し、かつ母語に対して親密性を持っている、あるいは母語に新奇性を強めるものがあるのではないかと推測される。

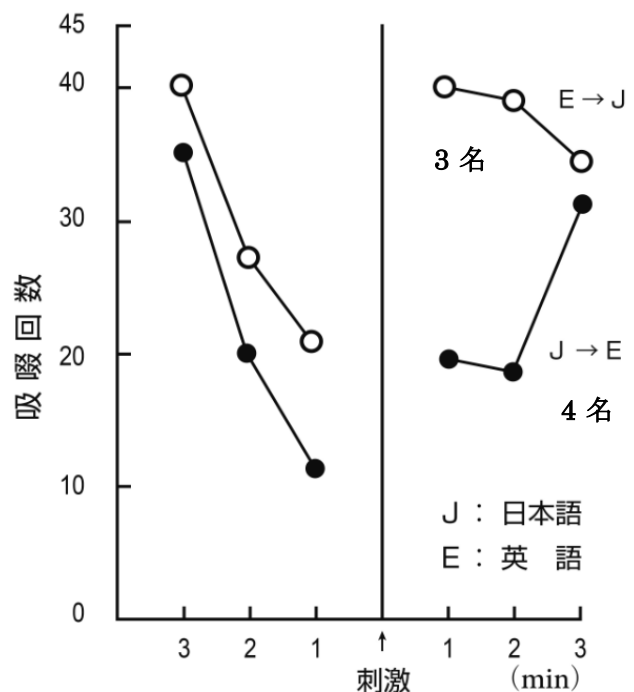


図2. 母語・非母語への変化による吸啜回数の変動

### 3. 母音知覚における正規化能力の発達

図3は、成人男性、成人女性、子どもによって発声された日本語5母音の第1ホルマント、第2ホルマントの平均的な分布を示すよく知られた図である(千葉、1990)。五角形はほぼ相似形を保っているものの位置が異なっている。ホルマント周波数の一様な移動は、計算機モデルで言えば声帯から唇までの長さ、即ち声道長に比例する。

基本周波数、ホルマント周波数は異なっても、同一の母音として知覚しているこの現象は、音声知覚の恒常性、あるいは声道長の正規化と呼ばれ、音声知覚にとっては非常に重要である。

この正規化能力について、幼児・乳児の母音知覚についても成人同様に正規化の過程が作用しているかについて、発達的な観点から検討した。

刺激母音は成人男性、成人女性、子どもを含む多数話者の自発発声サンプルから求めたパラメータを主として用い(Fujisaki,1968)、F1、F2周波数を連続的に変化させ、/o/から/a/へ推移する/o-a/系列11音と、/u/から/e/へ推移する/u-e/系列13音の2系列である。また、各系列に対して、2種類の基本周波数100Hz,220Hzを設定した(図4)。

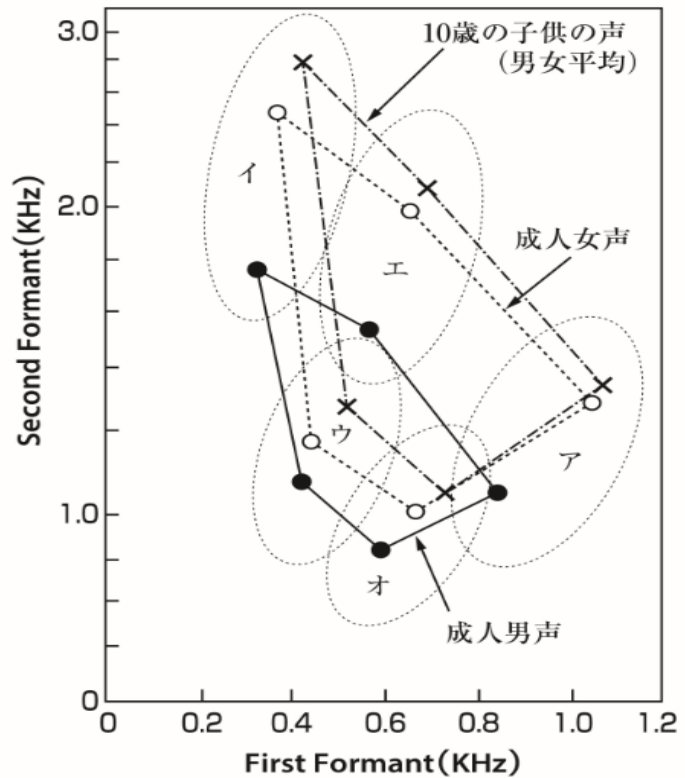


図3. 成人男性・女性、子どもの母音発声における F1,F2 の位置

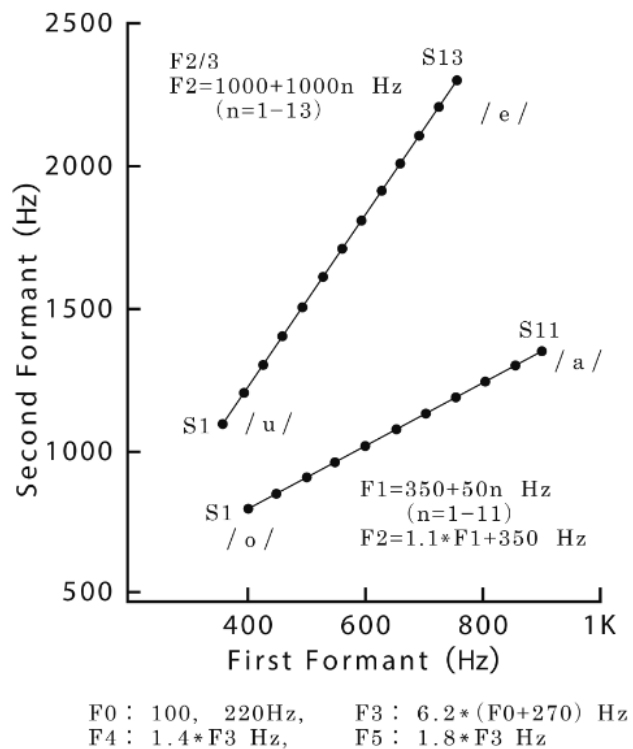


図4. 刺激音

図5は成人12名、3歳児5名の/u-e/系列における聴取結果である。横軸は図4の刺激音番号に対応し、各刺激音に対して/e/と判断した割合を示した。

被験者ごとに各系列における識別カーブから/e/あるいは/u/と判断した割合の推移を最尤法によって正規分布として近似し、平均値と標準偏差を求め、平均値は判断境界の刺激音番号を、標準偏差は判断の精度を示すものとした。

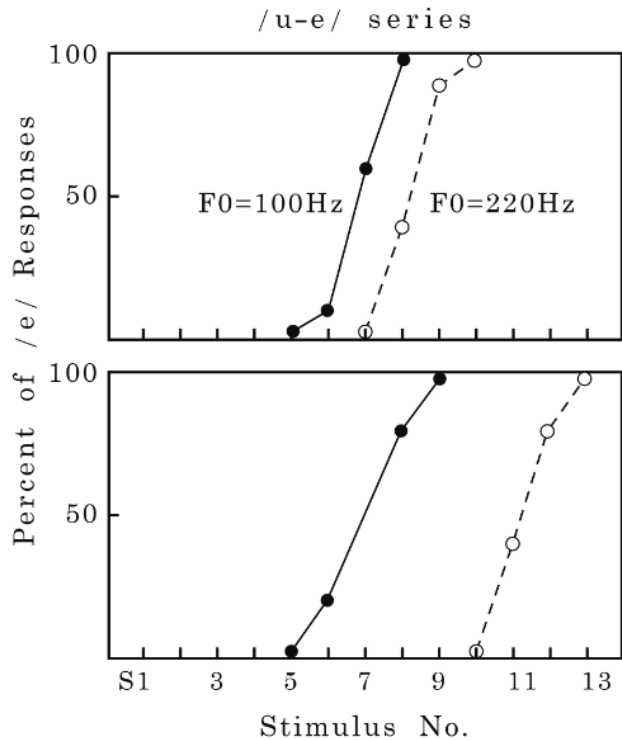


図5. 成人(上)、3歳児(下)の聴取例

図6に/u-e/系列、/o-a/系列における判断境界を示す刺激音番号の平均と範囲を、被験者グループ毎に基本周波数別に示した。

基本周波数の変化に伴う判断境界の移行量は、いずれの系列も幼児の方が成人よりも多い傾向にあった。

幼児は成人に比較して、母音知覚において基本周波数および高次ホルマント周波数の変動による影響を受け易いことが示された。

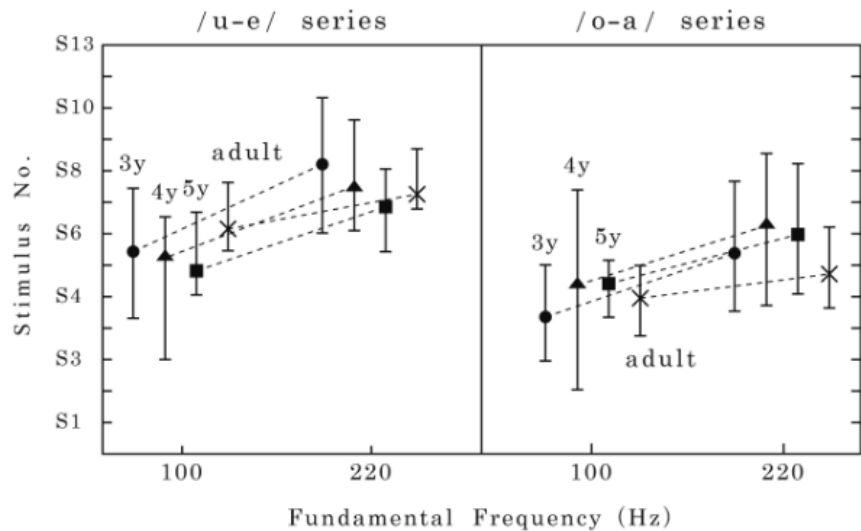


図6. 基本周波数毎の判断境界の平均と判断境界の移行量

#### 4. 乳児における正規化能力

月齢が5か月から7か月までの乳児5名を対象に、乳児を対象とした音声知覚の手法として多く採用されている head-turn 法を用いて、/o-a/系列について母音聴取における正規化能力を調べた。

head-turn 法の概略は、一定間隔で、ある同一の刺激音あるいは同一カテゴリ内の刺激音のセットを提示し続け (background 刺激)、時に新奇刺激 (comparison 刺激) を提示する状況で新奇刺激の出現に気付いたときのみ音源を振り向く反応 (head-turn)、および background 刺激には振り向かない反応を、まずは予備練習によって乳児に習得させる。この head-turn 反応の生起率を、1対の刺激音 (または刺激セット) の弁別判断の指標とする方法である。この方法は、生後約5か月から約8ヶ月までと、適用月齢が限られてはいるが、head-turn 反応を乳児が獲得すれば、統制群の必要がなく、個人内データで音声知覚について議論できることが最大の長所である。しかしながら head-turn 反応の獲得には熟達したテクニックを必要とすることから、多くの時間を要し、乳児の扱いに慣れた実験助手の育成も必要である。

予備練習の段階 (training phase) では、background 刺激 (S11: 典型的な /a/) に対しては head-turn はせず、comparison 刺激 (S1: 典型的な /o/) に対してのみ head-turn するという反応を確実に獲得させる (図7)。その際、正しい反応に対しては、視覚・聴覚的報酬としてブラックボックス内の玩具に照明を当て作動させた (図8)。本実験 (experimental phase) では、comparison 刺激として S1 から S10 の刺激音 (intermediate vowel) を提示した。

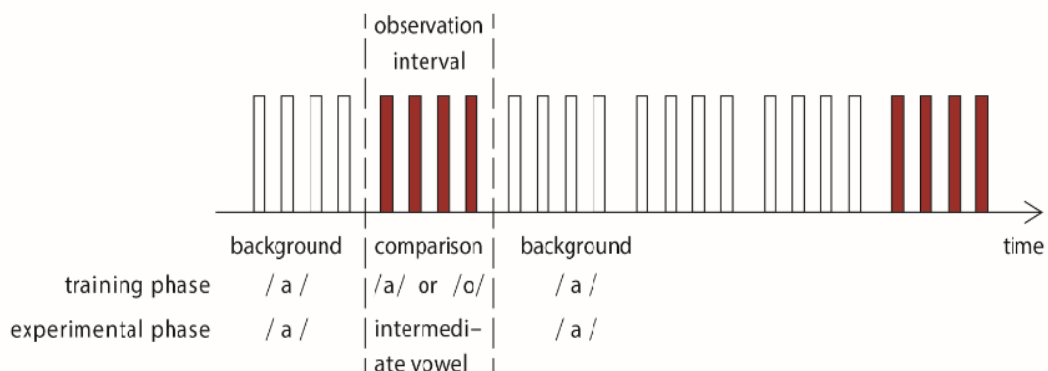


図7. Head-turn 法における刺激音の提示

experimental phase では、comparison 刺激として S1 から S10 をそれぞれ 5 回提示し、head-turn 生起率を求め弁別判断曲線を得た (図 9)。

background 刺激から音響的に離れた comparison 刺激ほど head-turn 反応が増加し、基本周波数及び高次ホルマント周波数の影響を受けて弁別判断境界が移行することが判った (図 10)。

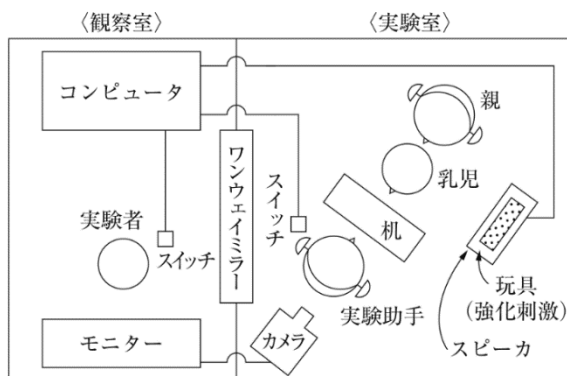


図 8. 実験室の配置

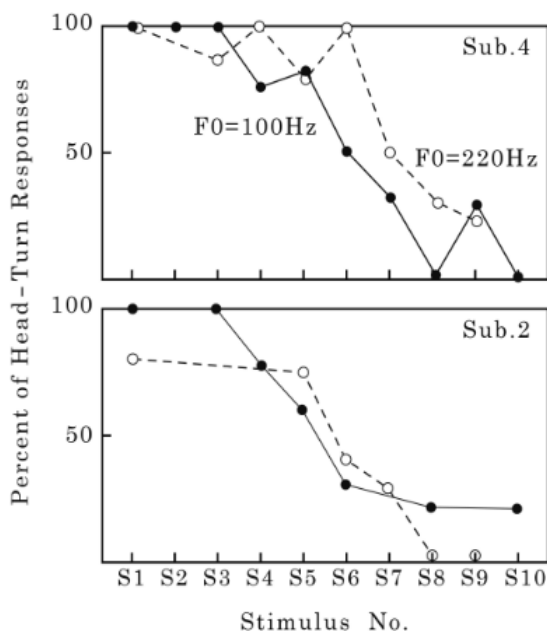


図 9. Head-turn 反応による乳児の弁別曲線例

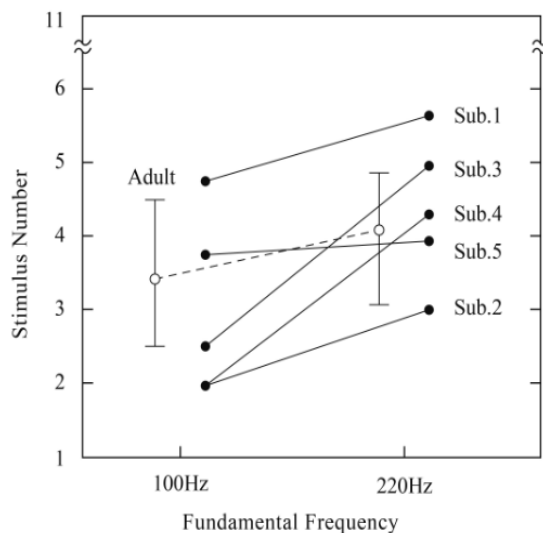


図 10. 乳児 5 名の基本周波数毎の判断境界の平均と判断境界の移行量

吸啜反応 (行動)、head-turn 法を用いた、乳幼児の母音知覚実験について述べたが、特に乳児を対象とした音声知覚実験手法については、より洗練された手法の開発が必要である。また得られた知見を裏付ける脳科学的な解明が望まれる。いかにしてヒトは言語を獲得していくのか? 身近にいるボンヤリした我が孫でも、いざ言語獲得という観点から眺めると神々しくみえ、その計算過程を教えてくださいと言いたくなる。