平成23年度研究助成 【サウンド技術振興部門】より

乳幼児期の喃語における音声生成発達の過程：日本語圏・英語圏の比較

九州大学大学院
芸術工学研究院
応用知覚研究センター教授
芸術工学博士 **中島　祥好**

九州大学大学院
芸術工学研究院
応用知覚研究センター准教授
博士（文学）**上田　和夫**

九州大学大学院
芸術工学府
博士課程　**山下　友子**

京都大学大学院
アジア・アフリカ地域研究
研究科　研究員
文学博士　**嶋田　容子**

University of Sydney
Senior Lecturer
博士　**David Hirsh**

1. はじめに

小学校に英語教育が導入されているが、これで日本人は英語を喋れるようになるのだろうか？ 日本語と英語は、母音・子音の発音、言語リズムが非常に異なる言語であり、うまく言語の切り替えを行うことが難しく、早期英語教育を行う際に、英語の音の聴き取りや発音についての、効果的な指導法を開発することが求められる。そこで、われわれは、まず乳幼児がどういう仕組みで母語の発音やリズムを学ぶのかということに着目し、これが効果的に第二言語を習得するための手がかりになるであろうと考え、研究を行っている。英語あるいは日本語を母語とする乳幼児の音声獲得の過程を比較することで、音声生成の発

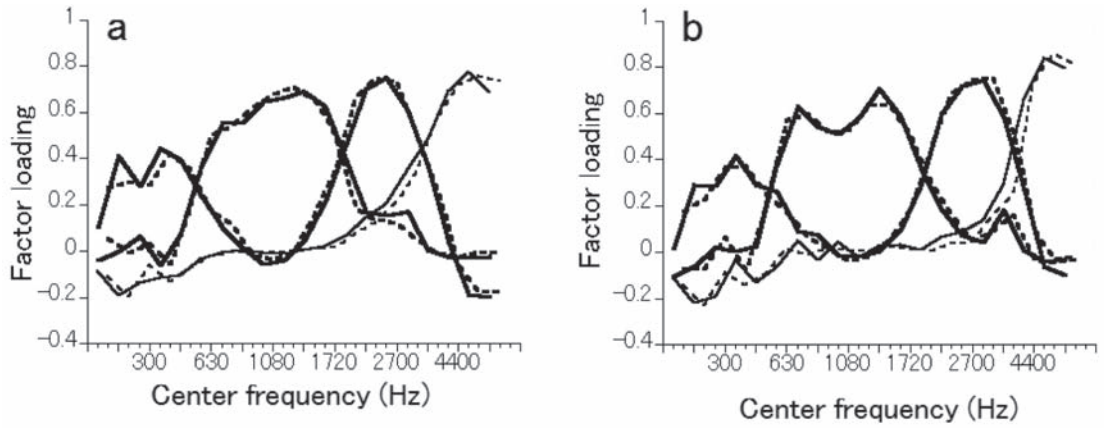

図１　英語母語話者の音声（a）と日本語母語話者の音声（b）における因子分析結果。横軸は、臨界帯域フィルターの中心周波数（center frequency）を示す。縦軸は、因子負荷量（factor loading）を示す。

達が乳幼児の聴く母語に関係なく同じ成長段階をたどるのか、もしくは、母語の影響を受けるのかを検証することにより、言語理解の基礎となる音声獲得の解明につなげたい。さらに、乳幼児の言語習得過程と英語教育とを結びつける研究が、効果的な早期英語教育を考える際に非常に重要になってくると考える。

乳児は月齢６ヶ月を過ぎると、「da da」「ba ba」といった喃語を発するようになり母語が異なっても、喃語を構成する音韻の種類は類似していると言われている[1)]。一方、月齢12ヶ月頃からは母語の音韻を含む単語を発話できるようになる。また､言語のリズムに関しては、乳幼児は母語の母音・子音体系を確立するより先に、言語のリズムを知覚していると考えられている。

われわれは、乳幼児とその養育者との自然な対話を各家庭で録音している。乳幼児は、“キー”という甲高い声、“ギャー”とぐずる声など様々な声を発するため音声の切り出しが難しいこと、また録音を開始すると、突然おしゃべりをやめるため録音することに一苦労することもあり、乳幼児音声の研究は、子育てと同様に忍耐力を鍛えるものである。

本研究では、乳幼児の音声を録音し、音声生成発達の過程における音声とリズムの性質に関しての音響的分析を行っている。

２．臨界帯域フィルターを用いた音声分析

聴覚系末梢の働きを近似すると考えられる臨界帯域フィルターを用いて、われわれは乳幼児音声の分析を行っている。この臨界帯域フィルターは、Fletcher[2)] によって提唱され、音声知覚の研究にも幅広く利用されている。

臨界帯域フィルターを用いた上田・中島の先行研究[3)] においては、英語母語話者と日本語母語話者の音声とを、臨界帯域フィルター群に通し出力パワーの時間変化に対して因子分析を行った。その結果として、２言語に共通する三つの因子が得られ、周波数帯域は四つに分割され、パワー変化の境界周波数がほぼ共通していることを明らかにした（図１）。

本研究では、各家庭で録音した日本語圏と英語圏との乳幼児音声（月齢８ヶ月、15ヶ月）

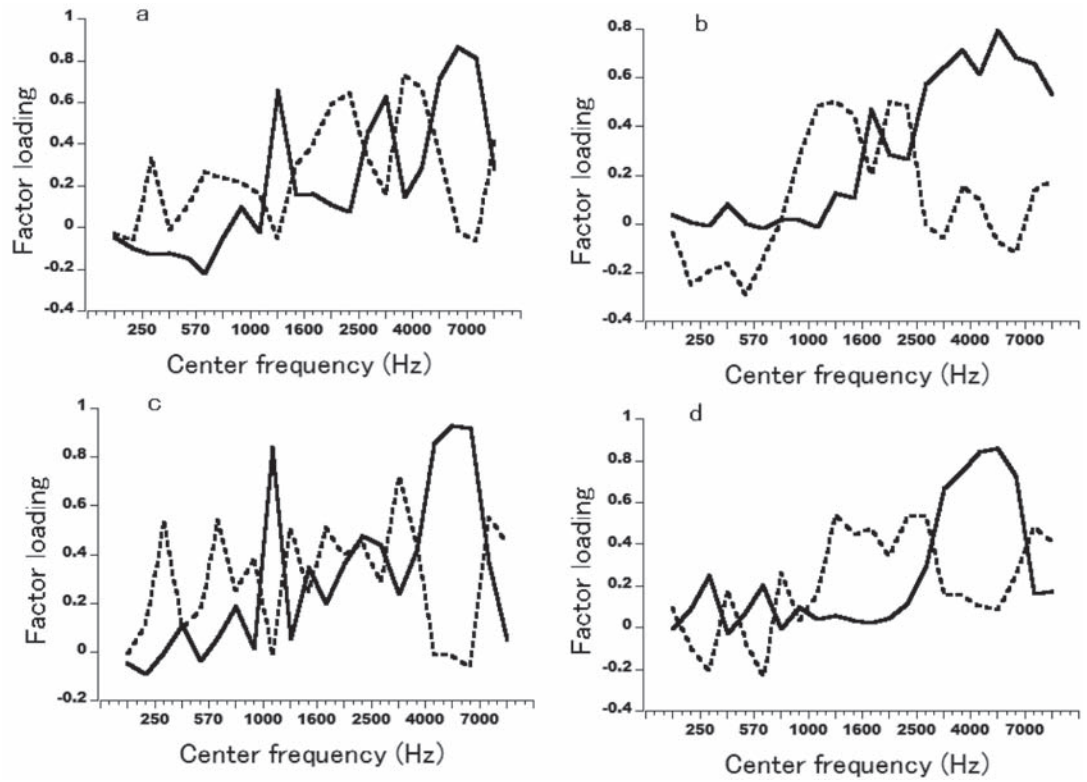

図２　日本語圏の乳幼児月齢８ヶ月３名（a)、15ヶ月３名（b)、英語圏の乳幼児月齢８ヶ月１名（c)、15ヶ月３名（d）の因子分析結果。横軸は、臨界帯域フィルターの中心周波数（center frequency）を示す。縦軸は、因子負荷量（factor loading）を示す。

を分析対象とした。乳幼児の音声は、録音機器（Roland, R-09HR；TASCAM, DR-07）を使い、44.1 kHzサンプリング、16ビット量子化、ステレオ形式という条件で録音を行った。録音したデータの中にある音声のみが聴こえる部分を取り出し、分析対象とした。

録音した乳幼児音声を22個の臨界帯域フィルターを用いて各帯域に分割した。各フィルターの中心周波数および遮断周波数は、FastlとZwicker[4]を参照して設定した。各フィルターの傾斜は、96 dB/oct. 以上であり、全フィルターの通過周波数帯域は、100－12000Hzであった。各帯域の出力を２乗してパワー変化を求め、σ = 5 msのガウス窓による移動平均をかけて平滑化した。１ms ごとに値を取り出し、臨界帯域間の相関係数行列を計算し、主成分を算出した。この結果をバリマックス回転にかけ、因子得点係数（図１のfactor loadingにあたる）を求めた。

３．結果

日本語圏の乳幼児月齢８ヶ月３名（合計60 s)、月齢15ヶ月３名（合計150 s)、英語圏の乳幼児月齢８ヶ月１名（合計40 s)、月齢15ヶ月３名（合計150 s）のデータをそれぞれ第３主成分までにバリマックス回転をかけた結果を図２に示す。

４．考察

日本語圏、英語圏の乳幼児とも、月齢８ヶ月では、まとまった因子を持たないが、月齢15ヶ月になると、１つの因子がピークを持ち、それらがほぼ同じ位置に現れてくるという特徴を持っている。これらの因子が描く因子得点係数のグラフが互いに交差する周波数に注目すると、日本語圏の乳幼児音声では840、2500Hz付近を境界とし、英語圏の乳幼児音声では、770, 2900Hz付近を境界とし、３帯域に音声の帯域を分割することができる。分析結果によれば、英語・日本語を問わず、月齢８ヶ月の乳幼児では因子が安定しないが、月齢15ヶ月になると約700－3000Hzの帯域において同じような因子が現れる。母語の影響を受けない音声生成発達の過程が存在するのではないかと考えられる。

今後、時系列に並んだ因子得点係数から、音声のリズムについて分析を進める予定である。

謝　辞

本研究に、研究助成を賜りましたカワイサウンド技術・音楽振興財団に感謝申し上げます。

文　献

１）Locke, J.L. (1983). Phonological Acquisition and Change. New York：Academic Press.

２）Fletcher, F. (1940). “Auditory patterns” Reviews of Modern Physics, 12, pp.47－65

３）Ueda, K., Nakajima, Y. and Satsukawa, Y. (2010). Effects of frequency-band elimination on syllable identification of Japanese noise-vocoded speech：Analysis of confusion matrices, The 26th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics.

４）Fastl, H. & Zwicker, E. (2007). Psychoacoustics：Facts and Models. New York：Springer.