

令和 2 年 7 月 5 日現在

機関番号：32619

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2019

課題番号：26770194

研究課題名（和文）乳幼児音声の音響的分析と早期外国語教育の可能性の検討

研究課題名（英文）Acoustic Analysis of Infant Speech and Examination of the Possibility of Early Foreign Language Education

研究代表者

山下 友子 (Yamashita, Yuko)

芝浦工業大学・工学部・准教授

研究者番号：10726334

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、日本語圏ならびに英語圏の乳幼児とその養育者の音声分析を行った。その結果、インタラクションにおける時間構造に関して日本語圏と英語圏の乳児に共通する特徴が見られた。次に、早期英語教育の実証的研究を行った結果、英語母語話者とは異なる母音の音響的特徴が明らかになり、2重母音に関しては長母音になる傾向が見られた。また、弱音節と強音節の音響的特徴を調べた結果、幼児は、弱音節と強音節を区別していることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本計画は、これまでに充分行われていなかった音響的分析を中心とするものであるが、それに関係する語彙、文構築力、文理解力などについての過去の研究と、新しく得られた知見を結びつけ、単に雰囲気的に「ことばの学習には音が重要」と言われていることに対して実証的な裏づけを与えたことに学術的意義がある。また、本研究の結果は、早期英語教育の議論の争点である、外国語をどのぐらいの年齢から学ばせるのが適切であるかという問題を、実証的な観点から考察する上で重要である。

研究成果の概要（英文）：The present study analyzed the speech sounds of Japanese- and English-speaking toddlers and their caregivers. The results showed that there were common characteristics of the temporal structure of interactions between Japanese- and English-speaking toddlers. Next, an empirical study of early English education was conducted. The acoustic characteristics of vowels were found to be different from native English speakers. It was observed that some diphthongs were pronounced as long monophthongs. They distinguished weak syllables from stressed syllables.

研究分野：音声

キーワード：言語発達 音声 音韻 早期英語教育

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

経済・社会・文化を一体化するグローバル時代を迎え、世界各国で、国際コミュニケーションの道具として、英語を習得する必要性が増している。日本では、平成23年度より外国語活動が小学校で必修化された。また、幼稚園や保育所でも、英語に慣れ親しむ活動を取り入れているところが増えてきた。これは、乳幼児期は、周囲で話されている外国語の音を習得する能力が高いと考えられているからである。

早期外国語教育の研究においては、外国語教材の活用方法や評価の仕方、授業の実践報告などが多く行われている。また外国語教育を積極的に行っているシンガポール、中国や韓国などのアジア諸国の指導体制や言語教育政策などを調査する研究も多く行われている。しかし、既存の多くの研究では、実証的な観点からの考察は充分であるとは言えない。調音運動の基礎や母語の音韻の基礎が出来上がる乳幼児音声の初期の発達段階を観測し、言語習得の本質を探ったうえで、早期からの外国語教育を考える必要があった。

2. 研究の目的

本研究は、(1) 日本語圏、英語圏、中国語圏における乳幼児と養育者の音声の分析や、知覚実験に関する研究と、(2) 実際に英語教育を行い、科学的根拠に基づく英語教育法の開発に関する、実践的研究に分かれる。まず、言語習得の根本的な仕組みを探るために、ことばの学習プロセスの初期の段階にある就学前の乳幼児の音声を、知覚実験や音声分析を用いて、発達の過程を言語環境ごとに明らかにすることを目的とした。次に、音声やリズムに焦点を当てた外国語教育を行い、音響学的手法を用いることで、科学的根拠に基づいた外国語教育と両立する早期外国語教育の可能性を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 日本語圏、英語圏、中国圏における乳幼児の音声の分析、知覚実験に関する研究

日本語圏、英語圏の乳幼児と養育者との日常生活における音声と、養育者の発する音声とを収集した。録音場所は、乳幼児が生活する一般の家庭であり、乳幼児に発話させるための特別な手順は取らず、日常の自然な発話を収録した。1ヶ月に約2時間の録音を行った。

まず、乳幼児の発達段階に対応した音声の音響的特徴を調べるために日本語圏の乳幼児音声(月齢3カ月から36カ月)について、成人音声、チンパンジーの音声データとともに分析を行った。成人音声・乳幼児音声・チンパンジーの音声を24周波数帯域に分割し、各帯域におけるパワー変動から帯域間の相関係数行列を算出した。行列間のユークリッド距離を求めて非類似度行列とし、多次元尺度構成法で刺激布置を求めた。

中国語圏の乳幼児(月齢15、20、24カ月)の音声については、音声の発達段階における音響的特徴を調べた。乳幼児音声は高周波数帯域を含むため、臨界帯域を模擬した22個の通過帯域フィルター群を用いて臨界帯域間の相関係数行列に基づいた因子分析を行った。

日本語圏の乳幼児音声について、音節がいつから出現するか、聴覚実験を用いて調べるために、録音した音声から、発話音声(月齢3カ月から15カ月)を切り出し、成人に音節(子音+母音)が聴き取れるか、知覚実験を行った。

日本語圏および英語圏の乳幼児(月齢24か月)と養育者との会話音声を分析した。乳幼児と養育者とのインタラクションにおける時間構造(各発話の時間長、発話間のポーズ時間長)、乳幼児と養育者における語彙の種類分析を行った。音声の分析に関しては、音声分析ソフト Praat を用いて、まず全ての会話のアノテーションを行ってから、時間に関する客観的指標を抽出した。

(2) 乳幼児を対象として英語教育を行う実践的研究

実験参加者の幼児は養育者と一緒に、1年6カ月間(1カ月2回程度)、英語の音に慣れ親しむ活動に参加した。1回の活動時間は約60分間であり、活動内容は歌、ダンスやゲームなどであった。まず、英語活動の中で出てきた歌に多く含まれた6母音(/ʊ/, /æ/, /ʌ/, /ɪ/, /ɑ/, /ɛ/)について調べた。分析対象の6母音を含む単語のミニマルペア30個を刺激として作成した。ミニマルペアとは音声上の最小対立のことであり、例えば foot-fat というように1カ所の音素の違いで単語の意味を区別するペアなのである。まず幼児が音の違いを認識できているか確かめるために30個の刺激の音声とイラストをパソコンで提示して、ABX法を用いて知覚実験を行った。幼児はミニマルペアの単語を1回ずつ聞き、そのあとに呈示された単語が、ミニマルペアのうちのどちらの単語か、色つきブザーを押して答えた。

次に、英語のリズムの基礎となる強音節を幼児が意識して発音しているか調べるために、英語と英語から単純借用された日本語(例 lion-ライオン)の単語のペアを、合計4回の英語活動の中で練習した。練習後に、幼児の音声を録音して、基本周波数、音節時間長などに着目して音声分析を行った。

4. 研究成果

(1) 日本語圏、英語圏、中国圏における乳幼児の音声の分析、知覚実験に関する研究

日本語圏の乳幼児音声（月齢3カ月から36カ月）、成人音声、チンパンジーの音声に関して24周波数帯域に分割して因子分析を行い、各帯域におけるパワー変動から帯域間の相関係数行列を算出して、行列間のユークリッド距離を求めて、非類似度行列として、多次元尺度構成法で刺激布置を求めた結果、乳幼児の月齢が上がるにつれて成人音声のデータに近づく傾向が得られた。乳幼児の声道構造は形・大きさともに発達して大人の声道構造に近づくが、これが音声にも反映されていることが、音声分析の結果より示唆された。

中国語圏の乳幼児（月齢15、20、24カ月）の音声についての音響的性質を調べた結果、月齢20カ月、24カ月の乳幼児においては、低周波数因子、1600Hz付近の中帯域因子、高帯域因子の3つの因子を抽出し、それらの因子は先行研究の示した成人音声における因子分析の結果、および日本語圏乳幼児、英語圏乳幼児の音声における因子分析の結果と共通していた。このことから乳幼児の属する言語環境に関わらず、調音器官の発達に伴うスペクトル変動の発達的变化が存在するのではないかと考えられた。

日本語圏の乳幼児音声について、音節がいつから出現するか、日本語母語話者の成人による聴覚実験を行った結果、複数音節を有し、かつ少なくともそのうち一つが子音+母音の音声である発話が、8カ月から12カ月の間に急増していることが明らかになった。

日本語圏の幼児（3歳）とその養育者の会話音声について、話者交替における時間間隔を調べた。その結果、幼児から養育者への話者交替における時間間隔に比べて、養育者から幼児への話者交替における時間間隔は比較的長かったが、幼児は会話の話者交替における適切な時間間隔を身につけていることが明らかになった。日本語圏と英語圏の乳幼児（2歳）とその養育者との間の会話分析を行った。乳幼児または養育者の聞き手としての応答発話、特に「相槌」、「繰り返し」に焦点を当てて会話分析を行った。その結果、養育者の聞き手としての「相槌」、「繰り返し」の総頻度は言語間において差は見られなかった。日本語圏の養育者は英語圏の養育者に比べて、乳幼児の発話内容を繰り返すことが多かった。また両言語において、本研究の乳幼児は2語文を発する言語発達段階であったが、「相槌」、「繰り返し」はほとんど見られず、聞き手としての応答発話はまだ獲得していないことが明らかになった。さらに、乳幼児と養育者とのインタラクションにおける時間構造（各発話の時間長、発話間のポーズ時間長）、乳幼児と養育者の会話音声における語彙に着目した。その結果、日英両グループの乳幼児は、養育者の発話間のポーズ長よりも長かったが、会話においては適切なポーズを使っていることが明らかになった。発話時間長に関しては、各乳幼児とその養育者の発話時間長に正の相関がみられた。つまり養育者の発話時間長が長いほど、乳幼児の発話時間長も長かった。また、語彙（品詞の種類）に関しては、日英両グループの乳幼児の発する語彙の70%以上は名詞であり動詞よりも優位であったが、この傾向は日英両グループの養育者の発する語彙には見られなかった。これらの結果より、乳幼児と養育者とのインタラクションにおける時間構造、乳幼児と養育者との会話における語彙に関して、日本語と英語の言語間に共通する特徴が見られた。

(2) 乳幼児を対象として英語教育を行う実践的研究

6母音を含む英単語のミニマルペア30個を用いた実験では、まず幼児が音の違いを認識できているか確かめるために聞き取りのテストを行った。その結果、平均正答率は90%以上であったが、/ɪ/, /e/については、正答率80%と他のミニマルペアに比べて正答率が低かった。幼児の音声は、母音の音響的特徴を表す第一フォルマントと第二フォルマントを求めた。

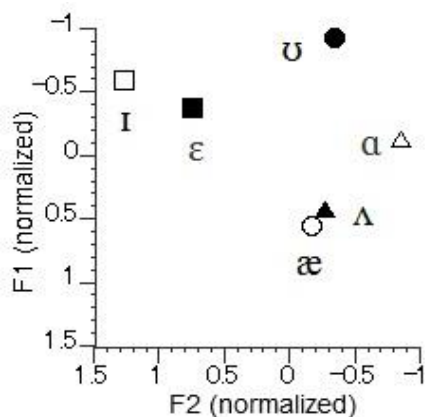


図 1. 全話者の 6 母音の
正規化 F1, F2 値の平均

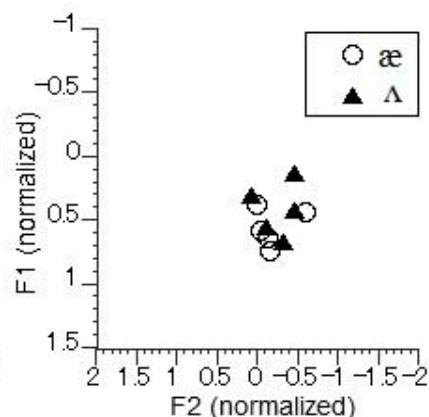


図 2. 各話者の 4 母音
/æ/, /ʌ/ の正規化 F1, F2 値

図1は、全話者の6母音 (/ʊ/, /æ/, /ʌ/, /ɪ/, /ɑ/, /ɛ/) の正規化されたF1とF2値の中央値を示す。/æ/と/ʌ/のF1値とF2値が近いことが明らかになった。これらの4母音に関して、各話者ごとにF1とF2値の平均を図2に示す。/æ/と/ʌ/に関しては、F1値とF2値の値が近く、つまり幼児は、これらの音を区別して発話できていないことが明らかになった。/æ/と/ʌ/に関して、知覚実験では幼児は2つの音を区別していた。これらの結果から、幼児は外国語の音の知覚の習得は早いですが、発話に関しては習得することが難しい音があることが明らかになった。

幼児が発音した英語と英語から単純借用された日本語(例 lion-ライオン)の単語のペアを分析した結果、各単語の音節の時間長や基本周波数は、日本語と英語では異なることが明らかになった。また英語については、強音節と弱音節を意識して発音していることが、明らかになった。

本研究全体を通して、ことばの学習プロセスの初期の段階にある就学前の乳幼児の音声を、養育者とのインタラクションの音声分析や、成人による聞き取りの知覚実験などを用いて、発達の過程を明らかにした。また早期英語教育を実際に行った実践的な研究では、音響学的手法を用いて音声を分析することで、幼児の英語音声の特徴を明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yuko Yamashita	4. 巻 51
2. 論文標題 Inter-turn pauses in the conversations of three-year-old children and their parents	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Linguistic Science	6. 最初と最後の頁 9-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Yuko Yamashita, Akemi Ishii, Emi Hasuo
2. 発表標題 The acquisition of English word stress and vowel with Japanese ESL learners
3. 学会等名 Hawaii International Conference on Education（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下友子, 石井朱美
2. 発表標題 幼児を対象とした英語音声指導と生成された母音の音響分析
3. 学会等名 LET関東支部, 第143回研究支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Emi Shibato, Yoshitaka Nakajima, Yuko Yamashita
2. 発表標題 Pre-speech development of Japanese-learning infants
3. 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuko Yamashita, Akemi Ishii
2. 発表標題 Do young learners have difficulty acquiring English vowels?
3. 学会等名 The 14th University of Sydney TESOL Research Network Colloquium
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuko Yamashita, David Hirsh
2. 発表標題 Conversational styles of Japanese- and English-speaking children and parents
3. 学会等名 33rd Annual Meeting of the International Society for Psycholinguistics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉野強、平松千尋、山下友子、上田和夫、中島祥好
2. 発表標題 霊長類音声の類似度比較：スペクトル変化の分析
3. 学会等名 プリマーテス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuko Yamashita
2. 発表標題 An acoustic analysis of temporal structure in children's speech
3. 学会等名 TESOL Research Network Colloquium (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Zhimin Bao, Yuko Yamashita, Kazuo Ueda, Yoshitaka Nakajima
2. 発表標題 The Acquisition of Speech Rhythm in Chinese-, English-. and Japanese-learning infants
3. 学会等名 ICMPC-APSCOM
4. 発表年 2014年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 David Hirsh, Hua Flora Zhong, Xuan Wang, Warren Matsuoka, Chen-chun lin, Hua Flora Zhong, Apisak Sukying, Yuko Yamashita	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Peter Lang	5. 総ページ数 246
3. 書名 Explorations in Second Language Vocabulary Research	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----