

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K02954

研究課題名（和文）日本人小学生の英語音声の音韻的特徴と音声知覚の追跡的分析

研究課題名（英文）Longitudinal analysis on phonological property of English speech production and English speech perception of Japanese elementary school children

研究代表者

加藤 恒夫 (Kato, Tsuneo)

同志社大学・理工学部・准教授

研究者番号：60607258

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：日本語を母語とする小学生約90名の英語音声を4年生の冬から6年生の夏まで6ヶ月おきに計4期収録した。英語単母音に焦点を当て、音声のスペクトル品質と母音区間の時間長を計測した。その結果、各単母音のスペクトルのばらつきが成長とともに低減されることを確認した。日本語母語話者にとって区別が難しいとされる3つの母音群 /ah/-/ae/-/aa/, /ih/-/iy/, /uh/-/uw/ を分析したところ、/ah/-/ae/-/aa/ ではスペクトル品質で区別する意識が観察された。一方、/ih/-/iy/, /uh/-/uw/ をスペクトル品質で区別することは難しく、かわりに長母音・単母音として区別していた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2020年度より国内の小学校で外国語が教科化される。3-4年生で「外国語活動」が行われ、5-6年生では教科として「外国語（英語）」が教えられる。第2言語音の獲得は早いほどよいとされるが、児童を対象とする従来の研究は第2言語環境に移住した際の変化を測るものが多く、母語環境における外国語教育による発音の変化の継続的な記録は報告されていない。母語環境の場合、第2言語環境の場合に比べて変化が遅く、弱いと考えられる。また、個人差も大きいと考えられ、多数の児童を対象に、より長期に渡って継続的に記録し、定量的に分析することが、エビデンスに基づく議論のための基盤として必要と考えられる。

研究成果の概要（英文）：We recorded English speech produced by 90 native Japanese elementary school children every 6 months from the 4th grade to the 6th grade. Focusing on English monophthongal vowels, we measured spectral quality and segmental duration of the vowel segments. The spectral variance of each monophthong was decreasing over time. We analyzed on three vowel groups, /ah/-/ae/-/aa/, /ih/-/iy/ and /uh/-/uw/, which are difficult for native speakers of Japanese to differentiate. We found that the children tried to differentiate /ah/-/ae/-/aa/ in spectral quality. Meanwhile, the children had difficulty differentiating /ih/-/iy/ and /uh/-/uw/ by spectral quality and differentiated them as long and short vowels, instead.

研究分野：音声信号処理

キーワード：小学生 英語音声 追跡的分析 フォルマント 韻律評価

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

外国語(英語)によるコミュニケーション能力の向上を図るため、2020年度より国内の小学校で外国語が教科化される、2011年度以来5-6年生で行われていた外国語に親しむ活動が3-4年生に前倒しされ、5-6年生では教科として「外国語(英語)」が教えられる。音声教育については、児童が教育によりどこまで到達できるのか、児童の成長過程でどのような変化が起こるのか等がまだ記録されていない。

第2言語音の獲得は早いほどよいとされるが、児童を対象とする従来の研究は第2言語音獲得の臨界期の推定と関連して、学習者が第2言語環境に移住した際の変化を測るものが多い。一方、母語環境における外国語教育による発音の継続的な記録や教育の効果測定はこれまでに報告されていない。母語環境における外国語教育の効果は、第2言語環境の場合に比べて遅く、弱いと考えられる。今後本格化する国内の外国語教育によって児童が何をどれくらいできるようになるか、わからないことは多い。個人差も大きく、多数の児童を対象に、より長期に渡って継続的に記録し、定量的に分析することが、エビデンスに基づく議論の基盤として必要と考えられる。

また、音声認識技術の発達に伴い、コンピュータ支援言語学習(Computer-Assisted Language Learning, CALL)システムの一つとして、コンピュータ支援発音訓練(Computer-Assisted Pronunciation Training, CAPT)システムが教育現場に導入され始めているが、現状は発音の自動評価が中心で、アクセントやイントネーションなど韻律の自動評価には至っていない。技術的にも韻律評価は基本周波数(F0)とインテンシティの利用が中心で、英語らしいリズムの評価は進んでいない。

2. 研究の目的

(1) 今後、国内で英語教育を受ける児童が英語音声教育によって何をどれくらいできるようになるか予測に資するため、既に英語教育に力を入れてきた小学校で児童の英語音声を継続的に記録する。母語環境における外国語教育の効果は、第2言語環境の場合に比べて遅く、個人差も大きいと考えられることから、統計的な処理が行えるように数十名規模で可能な限り長期に渡って英語音声データを蓄積する。蓄積した英語音声データをもとに母音、子音クラスターの発音、韻律などについて経時的な変化を統計的に分析する。

(2) 英語に関するコンピュータ支援言語学習システム、コンピュータ支援発音訓練システムにおいて、発音の自動評価に加えて、韻律の自動評価を実現するため、韻律特にリズムの評価指標を確立する。

3. 研究の方法

(1)

創立以来英語教育に力を入れてきた同志社小学校の1学年90名の児童の英語音声を定期的に収録する。収録した音声は発声単位の分割、発声の分類、音素ラベリング・セグメンテーションを行い、日本語母語児童英語音声コーパスとして整備する。

収録した英語音声コーパスによって母音や子音など分節的な発音、アクセント・イントネーションなど超分節的な韻律の定量的な分析が可能になる。最初に英語単母音の発音を評価する。児童数十名分のフォルマント周波数と継続時間長を計測し、英語を母語とする児童との比較、成長に伴う発音の変化の定量化、母語日本語5母音の発音との比較を行う。

(2)

まず英単語発声を対象に基本周波数(F0)、インテンシティ、継続時間長を用いる韻律自動評価プラットフォームを構築し、韻律に関する主観評価値との相関を高めるように評価方式・指標の改善を図る。従来の韻律評価は基本周波数(F0)とインテンシティに基づく方式提案が多かったが、ここでは音節の長短が形作る英語のリズムに着目し、新たなリズム評価指標を確立する。

4. 研究成果

(1)

プロジェクト着手時に4年生であった同志社小学校の1学年89名の英語音声を6年生6月まで1年半に渡って計4期定期的に収録し、小学生英語音声コーパスを整備した。小学校に引き続き中学生以降も英語音声の変化を追跡するため、多くの児童が進学した同志社中学校と、多数の帰国子女を受け入れている同志社国際中学校の2つの中学校で、2019年度より英語音声収録に着手した。また、同志社小学校では2018年度より第2ラウンドとして、より低学年の小学1年生から英語音声収録に着手、2019年度には小学2年生の英語音声収録を継続した。これらの取り組みは、本科研プロジェクト終了後も後継の科研プロジェクト(基盤(C)20K00789)で継続する予定である。

小学4年生から6年生までの4期18ヶ月、47名分の小学生の英語音声について、母音区間のフォルマント周波数と継続時間長を分析した。分析の結果、成長に伴い、各母音のフォルマント周波数のばらつきが低減されることがわかった。次に日本人にとって識別が難しいとされる3種類の英語単母音の組み合わせ / Λ / - / α / - / α /、/i/ - /i/、/u/ - /u/ の区別に焦点を当てた。/ Λ / - / α / - / α / については、英語母語話者のような分離性はないが、フォルマント周波数のセントロイドは互いに異なることを確認した。/i/ - /i/、/u/ - /u/ についてはフォルマント周波数の分布の重なり

が大きく、音響的な区別は難しい。代わりに母音区間の時間長の対比は英語母語児童よりも大きく、時間的に区別しているといえることがわかった。また、追跡的に分析すると、平均的には発音の区別は進むが、/ə/の音など発音の異化が進む児童と同化が進む児童が居ることが分かった。

これらの研究成果について、音声学の代表的な国際会議 ICPhS 2019, 第2言語音声獲得に関する国際会議 New Sounds 2019, 国内学会として日本音響学会研究発表会, 日本音声学会研究例会で発表を行った。

(2)

日本語母語小学生, 日本語母語大学生の英語音声におけるアクセント評価を通じて, 英語母語話者の音声を参照し, 隣り合う音節の母音区間の長短を評価する参照付き母音継続時間長比 (Referential Vowel Duration Ratio, R-VDR) の考案に至った。提案手法を, 基本周波数 (F0), インテンシティを用いる韻律自動評価と組み合わせると, 英語母語話者による主観評価値との相関が顕著に向上することを確認した。

さらに, 参照付き母音継続時間長比 (R-VDR) のスコア計算を, 英語母語話者の音声を参照する代わりに発音辞書の参照によって行う方法を考案し, 小規模な英単語セットおよびデータセットを用いて有望な結果を得た。

これらの研究成果について, 音声信号処理の代表的な国際会議 IEEE ICASSP 2019 で発表し, 韻律に関する国際会議 Speech Prosody 2020 の採録通知を受けた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Quy-Thao Truong, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Automatic Assessment of L2 English Word Prosody Using Weighted Distances of F0 and Intensity Contours
3. 学会等名 Interspeech 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuneo Kato, Quy-Thao Truong, Kohei Kitamura, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Referential Vowel Duration Ratio as a Feature for Automatic Assessment of L2 Word Prosody
3. 学会等名 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsuneo Kato, Fumika Mizutani, Yuumi Mizukoshi, Kohei Kitamura, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Analysis of L2 English Vowel Production by Native Japanese Children in Domestic Elementary School
3. 学会等名 International Conference on Phonetic Sciences (ICPhS) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumika Mizutani, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 One-year Longitudinal Study of American English Vowel Production by Japanese Children: A Focus on /er/ Sound
3. 学会等名 International Symposium on the Acquisition of Second Language Speech (New Sounds) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Kitamura, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Tree-based Clustering of Vowel Duration Ratio Toward Dictionary-based Automatic Assessment of Prosody in L2 English Word Utterances
3. 学会等名 Speech Prosody 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 日本人小学生の英単語・短文音声の収録と音韻特徴・時間特徴の基礎的分析
3. 学会等名 日本音響学会2017年秋季研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村顕, 安井萌, 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 日本人小学生の英語音声のフォルマントに関する母語音声・母語話者音声との比較
3. 学会等名 日本音響学会2018年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安井萌, 中村顕, 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 日本人小学生の英語音声のフォルマントに関する時期差比較
3. 学会等名 日本音響学会2018年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Quy-Thao Truong, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto
2. 発表標題 Automatic Assessment of L2 English Word Prosody Using Weighted Prosodic Contour Comparison and Phonetic Information
3. 学会等名 日本音響学会2018年秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水谷文香, 北村孝平, 水越有美, 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 日本人小学生による英語音声の追跡的分析 母音フォルマントと継続時間長について
3. 学会等名 日本音響学会2018年秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北村孝平, 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 L2英語音声の自動韻律評価向け継続時間長パラメータの検討
3. 学会等名 日本音響学会2019春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤恒夫, 水谷文香, 山本誠一
2. 発表標題 同志社小学校における英語音声の継続的収録と英語単母音の発音の音響的分析
3. 学会等名 日本音声学会第340回研究例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水谷文香, 加藤恒夫, 山本誠一
2. 発表標題 日本人小学生による英語音声の追跡的分析 - /er/に着目した母音フォルマント周波数の変化について -
3. 学会等名 日本音響学会2020春季研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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
研究 分担 者	山本 誠一 (Yamamoto Seiichi) (20374100)	同志社大学・理工学部・教授 (34310)	