

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 3月31日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2012

課題番号：20300069

研究課題名（和文） 第二言語習得支援のための韻律知覚モデルの研究

研究課題名（英文） A Modeling of Prosody Perception for Second Language Learning

研究代表者

加藤 宏明（KATO HIROAKI）

独立行政法人情報通信研究機構・ユニバーサルコミュニケーション研究所多感覚・評価研究室・主任研究員

研究者番号：20374093

研究成果の概要（和文）：音声のリズムやイントネーションに代表される自然さ・流暢さを人が聞きとる際の様々な特性を推定し、定量的に表現する方法を考案した。これにより、外国語を学習する者が話した外国語音声の良し悪しを主に流暢さの側面から客観的に評価することが可能となった。以上の成果は、パソコン等を介した外国語の学習やテストで音声を自動評価する部品として活用することにより、外国語の習得・検定の効率化に役立てることができる。

研究成果の概要（英文）：Through a series of empirical studies, the present project proposed a model that quantitatively estimates human evaluation of given speech data regarding naturalness or fluency. This model made possible the objective evaluation of a non-native accented voice. These results can contribute to the promotion of effectiveness of so-called computer-assisted language learning/testing framework by providing an element of automatic fluency evaluation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2009年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2010年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2011年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2012年度	2,100,000	630,000	2,730,000
総計	14,400,000	4,320,000	18,720,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：知覚認知学習、音声言語情報処理、聴覚、時間的側面、韻律、音声言語習得、国際情報交換

1. 研究開始当初の背景

(1) 第二言語の音声コミュニケーション能力の育成が喫緊の課題とされ、中でも発話の了解性や自然性を担う韻律的側面をいかに習得させるかという疑問に答えることが急務であった。

(2) 音声情報処理の分野では、従来、自動音声認識技術への必要から子音・母音など音韻

的側面の研究が主であったが、近年、国内外を問わず韻律的側面への関心が急速に高まっていた。心理学・発達科学の分野では、従来は成人してからの習得が困難と考えられていた第二言語の韻律が、近年、適切な訓練によれば習得可能であることが分かってきた。韻律習得に対する音声情報処理の支援が成功する下地がまさに整いつつあった。

2. 研究の目的

(1) 音声の韻律的側面の知覚について人間が内的に行う処理を模擬した計算アルゴリズムを構築し、それを利用して第二言語習得を支援する。

(2) 具体的には、リズムやテンポなどの時間構造と基本周波数の時間変化パターンを対象に、学習者の発話の良し悪しを客観的に評価するしくみを提供する。さらに、第二言語習得における効果を明らかにするため、言語学習場面における実証実験を行う。

3. 研究の方法

(1) 音声の韻律的側面の良し悪しを評価するため、心理物理モデルの構築、言語適応モデルの構築、これらを統合した客観評価モデルの構築に取りくむ。第二言語習得での有効性を実証するために、知覚・学習実験を実施する。研究成果を効果的に発信し、また各国の研究者との情報交換のため、第二言語習得をテーマとする国際ワークショップを開催する。

(2) 連携研究者に研究協力者を加えた研究組織を3つの班、心理物理班、客観評価班、言語適応・実証実験班に分けて役割を分担し、以下の4つの要素課題の解決を図る。

- ・心理物理モデルの構築
- ・客観評価モデルの構築
- ・言語適応モデルの構築
- ・モデルの実証

班相互の連携を常に緊密に保つため、代表者は各班のメンバーと定期的に（少なくとも月2回）直接会合を持つ。

4. 研究成果

(1) 心理物理モデルの構築

基本周波数の時間変化パターンによって人がリズムを感じる際に支配的にはたらく音響手がかりを見積もった。この成果を発展させることで、学習者の発話の良し悪しを客観的に評価するしくみを設計することが可能となる。

上記の結果および従来からの知見をもとに、音響特徴による尺度に人の聴覚特性から得られた重みを付加するアルゴリズムを考案した。このアルゴリズムによる客観評価の結果は、従来のものより人間の専門家による評価に有意に近づくことが分かった。このような心理物理モデルに基づいた重みは言語に依存しないため、適用可能な言語に制約を持たない技術の実現に資する。

(2) 客観評価モデルの構築

タイ語話者の英語習熟度を、学習者音声の時間制御特性から客観的に予測することに

成功した。従来手法と異なる点は、評価の基準となるお手本の母語話者音声を必要としないことである。その代わりに、音声合成規則により生成される英語の時間構造情報を基準とした結果、お手本音声を使った従来手法を凌ぐ予測精度を得た。これは、学習者音声のテキストに制約のない自由度が高い評価技術の実現に資する成果である。

(3) 言語適応モデルの構築

韓国語話者による日本語長短音韻の聞き取り学習実験の結果を英語話者によるものと比較することで、学習者の母語に依存した学習傾向のあることが明確になった。この結果は、韻律知覚モデルの構築において言語固有の要因として取り入れられる。

さらに、韓国語話者による日本語長短音素の聞き取りおよび学習における誤反応の原因を多面的に調査した結果、音の強さに対応する心理物理量（ラウドネス）に関連するらしいことが分かった。この結果は、韻律知覚モデルの構築において言語固有の学習阻害要因を処理するために使われる。

(4) モデルの実証

韓国語話者による日本語長短音韻の聞き取り学習実験を対象とした。まず、学習者が発話した日本語音声の時間構造を客観的に評価する指標を導くアルゴリズムを試作し、その効果を検証した。さらに、学習する項目を絞ることで、PC支援による短期間（5日間）の聞き取り訓練でも有意な成績向上が見られることが分かった。興味深いことに、訓練による聞き取り能力の向上が、発話能力にも般化する傾向のあることも示された。以上の成果を発展させることで、効率の良い第二言語習得支援方法を設計することが可能となる。

(5) 音声データベースの整備

本研究プロジェクトを通じて蓄積された母語話者および学習者の音声データの整備は、学習実験の具体的な枠組みの構築に不可欠な要素である。韻律情報にとっては、時間的に精度が高くかつ音学的に精密な音韻ラベリングの実現が特に重要である。このため、手動ラベリングにおける統一基準を定め、文書化した。これにより、時間精度と分節情報の両方が高いレベルに保たれた音声データベースが整備された。

(6) 国際ワークショップの開催

当初予定どおり、2010年9月に、音声言語処理の国際会議（INTERSPEECH 2010）のサテライト会議として第二言語音声研究に関する国際ワークショップを開催した。3日間の会期で、講演15件、ポスター25件、第二言

語学習システムのデモ 15 件が発表され、約 100 名が参加した。早稲田大学「ことばの科学研究所」、国際音声コミュニケーション学会「教育のための音声言語技術分科会」等との共催であった。

(7) 受賞、招待講演（主要なもの）

2009 年 9 月および 2012 年 9 月に、日本音声学会全国大会において、優秀発表賞を受賞した。特に、2012 年は人の聴覚特性を考慮した評価指標を提案しその有効性を示したことで注目を集め、同大会の第 1 席にあたる受賞であった。いずれも、連携研究者の鮮于媚氏が登壇した発表に対するものであった。

2008 年 10 月に、米国ニューヨーク州 Colgate 大学に招かれ、同大学にて「コンピュータの『耳』は人間の『耳』にどこまで近づいたか」という主題の講演を行った。

2011 年 6 月に、オーストラリア音響学会の日本語教育コミュニティの招きで、シドニー近郊の Macquarie 大学にて日本語長短音素の知覚の手がかりのテーマで講演し、さらに本補助金を受けて開発した実験用の学習ソフトウェアを紹介した。

2012 年度に、慶応大学言語文化研究所大津研究室（9 月）、日本音響学会関西支部（12 月）からそれぞれ招かれ、人が音声の韻律的特徴を聞きとる仕組みを解明・理解するための基盤的研究によって、第二言語習得支援をはじめとする実社会での需要がいかに満たされ得るかを講述した。いずれも、大学院生が中心の若手研究者を対象とした講演であった。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 53 件）

- (1) Sonu, M., Kato, H., Tajima, K., Akahane-Yamada, R., and Sagisaka, Y. (2013). Non-native perception and learning of the phonemic length contrast in spoken Japanese: training Korean listeners using words with geminate and singleton phonemes. *J. East Asian Linguist.* 22, (印刷中). (査読有り)
- (2) グリーンバーグ陽子, 加藤宏明, 津崎実, 匂坂芳典 (2011). 語彙が与える印象にもとづく対話韻律生成. 『日本音響学会誌』 67, 65-74. (査読有り)
- (3) Chatchawarn, H., Kato, H., and Sagisaka, Y. (2010). Model-based automatic evaluation of second-language learner's English segmental duration characteristics. *Acoust. Sci. Technol.* 31, 267-277. (査読有り)

〔学会発表〕（計 17 件）

- (1) Kato, H. (2011.6.16). Native and non-native perceptual cues of length contrasts in Japanese, ASSTA (Australasian Speech Science and Technology Association) Research Event: Workshop on speech production/perception training research focusing on the acquisition of length contrasts in Japanese (and other languages) (Macquarie Univ., NSW, Australia). (招待講演)
- (2) Kato, H. (2008.10.10). Are computer 'ears' better than human ears at evaluating a foreign accent in a second language?, Picker Institute Symposium and Science Colloquium Series "Tongues, hands, and brains: Language learning and development" (Colgate Univ., NY, USA). (招待講演)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 宏明 (KATO HIROAKI)

独立行政法人情報通信研究機構・ユニバーサルコミュニケーション研究所多感覚・評価研究室・主任研究員
研究者番号：20374093

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

匂坂 芳典 (SAGISAKA YOSHINORI)
早稲田大学・大学院国際情報通信研究科・教授
研究者番号：70339737

津崎 実 (TSUZAKI MINORU)

京都市立芸術大学・音楽学部・教授
研究者番号：60155356

田嶋 圭一 (TAJIMA KEIICHI)

法政大学・文学部・教授
研究者番号：70366821

(4) 研究協力者

山田 玲子 (YAMADA REIKO)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・主幹研究員
研究者番号：30395090

鮮于 媚 (SONU MEE)

上智大学・博士研究員

中村 静 (NAKAMURA SHIZUKA)
早稲田大学・学生

Chatchawarn Hansakunbuntheung
早稲田大学・学生

田中 里弥 (TANAKA SATOMI)
京都市立芸術大学・学生

饗庭 絵里子 (AIBA ERIKO)
京都市立芸術大学・学生

平田 由香里 (HIRATA YUKARI)
Colgate University・准教授