

第二言語習得のための日本語特殊拍の発音自動評価システムとその検討*

三輪譲二、山本真人 (岩手大学工学部情報工学科)

1. まえがき

本報告では、第二言語習得のための日本語特殊拍の発音自動評価システムとその検討結果について述べる。特に、特殊拍のスコアリングでは、知覚実験結果に基づき、単語長に依存しないで、特殊拍の持続時間を正規化する方法を提案する。

2. 特殊拍の持続時間統計と正規化関数^[1]

2.1 特殊拍の持続時間統計

日本人アナウンサ2名が、非促音と促音(各10語)、短母音と長母音(各14語)を発声した特殊拍の持続時間と単語長の統計値を、表1と表2に示す。

表1. 特殊拍の持続時間の平均と標準偏差(アナウンサ)

	促音	非促音	長母音	単母音
平均値 μ	247ms	91ms	251ms	118ms
標準偏差 σ	24ms	21ms	37ms	20ms

表2. 単語時間長の平均(アナウンサ)

	促音(4拍単語)	長母音(5拍単語)
平均単語長	722ms	779ms

2.2 持続時間正規化関数

STRAIGHT^[2]を用いた非線形時間軸伸縮の分析合成音による促音の知覚実験結果から、無音部の持続時間と単語時間長の知覚境界の関係を、図1に示す。

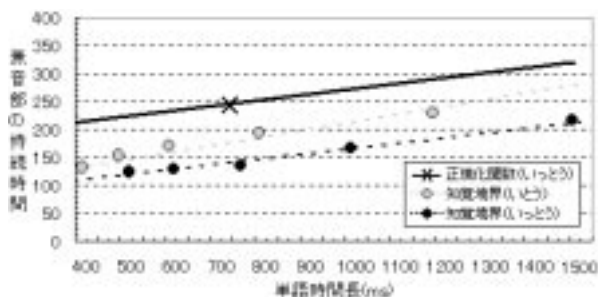


図1. 促音の知覚境界と単語時間長の関係

これより、単語時間長に対する知覚境界の変化量と促音長の変化量が同一であると仮定すると、アナウンサの発声より得られた促音を含む4拍単語の平均時

間長722msと促音平均持続時間247msから、促音の持続時間正規化関数を $\mu_Q(l_w)$ 、単語時間長を l_w (ms)とすると、次式の促音の持続時間正規化関数(4拍)を得ることができる。

$$\begin{aligned} \mu_Q(l_w) &= 0.093(l_w - 722) + 247 \quad (1) \\ &= 0.093l_w + 180 \end{aligned}$$

同様に、長母音の持続時間正規化関数を $\mu_V(l_w)$ 、単語時間長を l_w (ms)とすると、次式の長母音の持続時間正規化関数(5拍)が得られる。

$$\begin{aligned} \mu_V(l_w) &= 0.154(l_w - 779) + 251 \quad (2) \\ &= 0.154l_w + 111 \end{aligned}$$

式(1)と式(2)により、促音と長母音の持続時間を、正規化することができる。なお、長母音が促音より約1.6倍単語長に依存しやすいことがわかる。

3. 日本語特殊拍の発音評価システム

3.1 システム構成

システムは、Javaアプレットで作成^[3]され、処理は、(1)音声データ(8kHz, μ -law)の読み込みと単語音声区間の検出(Load)、(2)FFT、16チャンネル帯域化および正規化(FFT)、(3)動的計画法による単語整合とバックトラッキング(DP)、(4)特殊拍の持続時間の計測、スコアリング、及び、フィードバック情報の表示(Label)の順で行われる。図2に利用例を示す。ここで、スコアは右側に示されている。

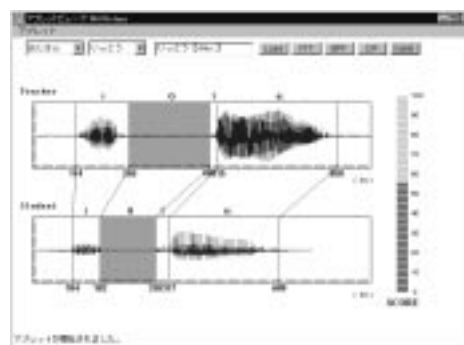


図2. システムの利用例(促音、留学生)

* Automatic Assessment System of Japanese Special Mora for Second Language Learning and Its Evaluation
By Jouji Miwa and Masato Yamamoto (C. I. S., Faculty of Engineering, Iwate University).

3.2 特殊拍スコアリング

特殊拍長のスコアリング関数として、事後確率関数に基づく方法^[4]を用いる。すなわち、特殊拍(促音、又は、長母音)を ω_1 、非特殊拍(非促音、又は、単母音)を ω_2 とすると、スコアリング関数値 s_1 は、次式で与えられる。

$$s_1 = \frac{100 \times p(x|\omega_1)}{p(x|\omega_1) + p(x|\omega_2)} \quad (3)$$

ここで、条件付き確率は、特殊拍の持続時間正規化関数を $\mu_1(l_w)$ 、非特殊拍の持続時間平均値を μ_2 、推定した音素持続時間を x 、標準偏差調整倍数を k (本システム $k=1.5$)とすると、次式で与えられる。

$$p(x|\omega_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi k\sigma_1}} \exp\left\{-\frac{(x - \mu_1(l_w))^2}{2(k\sigma_1)^2}\right\} \quad (4)$$

$$p(x|\omega_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi k\sigma_2}} \exp\left\{-\frac{(x - \mu_2)^2}{2(k\sigma_2)^2}\right\} \quad (5)$$

4. システム評価^[1]

4.1 持続時間正規化関数の効果

岩手大学在学中の15名の留学生を用いて評価を行った。この結果、留学生の特殊拍のスコアリングにおいて、式(4)に持続時間正規化関数を用いた場合のスコア値と用いない場合のスコア値の差の値を縦軸に、単語持続時間を横軸にした時の促音の散布図を図3に示す。この結果から、単語時間長は約500msの開きがあるが、短い単語はスコア値を高くし、長い単語はスコア値を低くしており、単語時間長によりスコア値を正規化し、単語時間長に依存しないスコアリングをしていることが分かる。

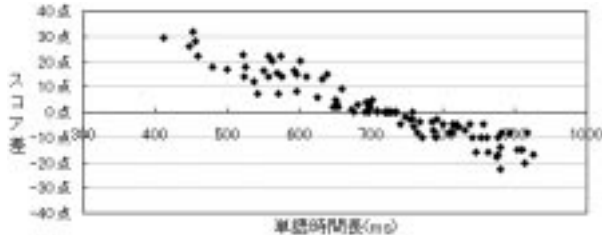


図3. 促音の単語時間長とスコア差(留学生)

4.2 スコア値の分布

留学生音声に対して、正規化関数を用いたスコアの点数が90点未満になったデータは、180個のうち、促音では全体の約25%、長母音が約27%とほぼ同じ割合であった。この90点未満のデータにおいて、スコア値の度数分布を、特殊拍と非特殊拍に聞こえる場合に分けて表示した結果を、促音を図4に示す。

図4では、促音に聞こえる場合と促音に聞こえない場合の二つの分布に分離しており、スコア値が特殊拍の学習に役立つことが分かり、また、促音の発音が苦手な留学生が多いことが分かる。

また、スコア値の有効性を検討するため、90点未満の音声を実際に聞いて判断したところ、促音も長母音も50点付近の音声は、特殊拍と非特殊拍のどちらとも判断つかない音声であるが、全体としては、スコア値による評価と知覚による判断がほぼ一致しているという傾向が得られた。

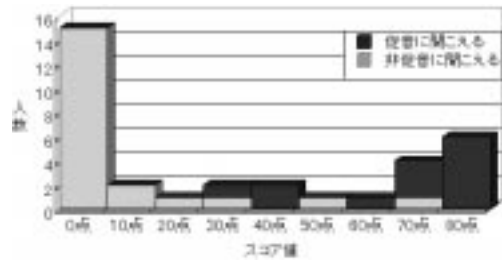


図4. 正規化関数を用いた促音のスコア値の度数(留学生)

5. 結論

本報告では、外国人の日本語学習者にとって習得が困難な音声特徴である特殊拍(長母音、促音)を取り上げ、発声と知覚の両面から分析を行い、4拍の促音と5拍の長母音の持続時間正規化関数を求め、発話速度に依存しない特殊拍長の評価関数を作成した。

今回の知覚実験では、4拍の促音と5拍の長母音の発話速度と特殊拍長の関係について分析したが、今後の課題として異なる拍数の促音と長母音の発話速度と特殊拍長の関係についても調査していく必要がある。また、日本語学習期間が短い留学生等に適応し、標準偏差調整倍率 k などを検討する必要がある。

謝辞

音声変換システム STRAIGHT は、和歌山大学河原英紀教授に提供いただいた。また、本研究の一部は、文部省科学研究費補助金・基盤研究(B)(09558022)によった。

参考文献

- [1] 山本真人、三輪譲二：“日本語特殊拍の発音自動評価システムとその検討”，“留学生による日本語音声聞き取り試験とその評価”，日本音響学会 聴覚研究会資料，H00-1, pp.1-8 (Jan. 2000).
- [2] 河原英紀、東山恵祐、陸金林、中村哲、鹿野清宏：“音声分析・変換・合成方法 STRAIGHT の音声符号化への適応について”，信学音声研技報，SP98-10 (1998).
- [3] 山本真人、三輪譲二：“日本語特殊モーラ長の習得システム”，日本音響学会春季講演論文集，3-3-3, pp.249-250 (Mar. 1999).
- [4] 田嘉鵬、三輪譲二：“音声教育のための中国語有気/無気音の識別”，電子情報通信学会音声研究会技報，SP97-115, pp.55-62 (Feb. 1998).