

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23720212

研究課題名（和文） 日本語ピッチアクセントのスペクトル情報の解明

研究課題名（英文） An Analysis of Spectral Information in Japanese Accent

研究代表者

杉山 由希子 (SUGIYAMA YUKIKO)

慶應義塾大学・理工学部・講師

研究者番号：70525112

研究成果の概要（和文）：本研究では、基本周波数（F0）の他に東京方言アクセントの音響相関物があるのかどうかを明らかにするため、知覚実験と音響分析を行った。自然に発話した音声から F0 と倍音を削除した合成音声を日本語話者に提示したところ、単語同定の正解率はチャンスレベルを超えた。このことは F0 以外のアクセントの音響相関物があることを示す。次に知覚実験で用いた合成音声を分析したところ、F0 とフォルマント周波数には相関が認められなかった。現在はその他のスペクトル情報を分析している。

研究成果の概要（英文）：This research investigated whether acoustic correlates, other than F0, exist for Tokyo Japanese. Stimuli words were created by removing F0 and replacing its harmonics with white noise. Listeners' accuracy at identifying these words exceeded what was expected by chance, indicating that F0 was not the only cue for Japanese accent. Subsequent acoustic analyses of the stimuli did not find a correlation between the F0 and formant frequencies. Further analyses of spectral information other than formant frequencies are currently in progress.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学、言語学

キーワード：日本語、アクセント、スペクトル情報、フォルマント、単語韻律

1. 研究開始当初の背景

単語韻律(word prosody)の特徴に基づいて、世界の言語は大まかにはストレス言語と声調言語に二分される。日本語(東京方言)のアクセントは、構造的にはストレス言語、音響的には声調言語に似た特徴を持つため、分類の際に問題となる。日本語の単語韻律の特徴であるピッチアクセント（以下、アクセントと称する）は主に基本周波数（F0）で実現されると言われるものの、F0 の他にどのような音響特徴があるかは同定されていない。最近の北京語での研究では、声調においても F0 以外の音響特徴が存在すると分かっている。こ

の様な結果に鑑みると、日本語のアクセントにも F0 以外の音響特徴が存在する可能性は十分に考えられる。分類が難しいとされる日本語の単語韻律について新しい知見が得られることは、単語韻律の類型化の精緻化に繋がり、ひいては人間言語にとってどのような韻律体系があり得るのかを考える重要な手がかりとなる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、知覚実験と音響分析を通じて、F0 以外に日本語のピッチアクセントを示す音響特徴があるかどうかを明らかにする

ことであった。詳細は以下の通りである。

(1) 知覚実験: 尾高型と平板型の最小対を成す 28 語(「花」と「鼻」など 14 対)をキャリア文に入れて発音した音声から、F0 を除去して刺激を作成した(囁き声のような音声になる)。この合成音声を東京方言話者に提示し、F0 がなくても単語を正しく判別できるかどうかを調べた(word identification task)。母音や声調の種類を決定する音声特徴には冗長性があり、1 つの特徴が欠けていても、聞き手は他の特徴を手がかりに音声を正しく判別できると知られている。最近の北京語の研究では、超分節的な声調においても、聞き手は二次的な音響特徴に敏感であることが示されている。このことから考えると、日本語のアクセントにも F0 以外の音響特性が存在し、聞き取りの際にも単語を区別する有用な手がかりとなっている可能性があると考えられる。

(2) 音響分析: 知覚実験で得られた結果を参考にして音声刺激を音響分析し、F0 以外でどのような音響特徴が日本語アクセントを特徴づけているのか同定することを目的とした。

3. 研究の方法

知覚実験と音響分析はそれぞれ次のような要領で行った。

知覚実験

以前に実施した産出実験で収集した音声から F0 と倍音を除去して音声刺激を作成した。発話ごとのばらつきは避けられないので、それぞれの単語は、2 回分の発話(生起例、tokens)を用いた。実験で使った単語の主な選別基準や、刺激の特徴は以下のようなものであった。

単語について:

- 尾高型と平板型の 2 音節語で、アクセントの有無のみが異なる 14 の最小対(「花」と「鼻」など)。
- 単語は、天野・近藤『日本語の語彙特性』(1999)で単語親密度が比較的に高いもののみを選んだ。

刺激について:

- 「彼は___がいい」というキャリア文の下線部にターゲット語を入れて読んだものを被験者に提示した。
- 被験者には、F0 を除去していない音声(自然な音声)と除去した音声(合成音声)の両方を提示した。

被験者はターゲット語の挿入されたキャリ

ア文を聞き、ターゲット語は何であったか、モニターに表示された選択肢の中からボタンを押して答えた。個々の試み(trial)で収集した情報は、選んだ単語の正誤とボタンを押すまでの反応時間である。

被験者は、東京方言話者の大学生を 21 名ほど募った。

被験者から収集したデータからは、主に次のような項目を分析した。

- 自然な音声の全体的な正答率
- 合成音声の全体的な正答率
- 単語ごとの、自然な音声と合成音声の正答率の対応関係

上の中で最も関心があったのは、2 番目の「合成音声の全体的な正解率」である。F0 のない音声刺激の正答率がチャンスレベルの 50 パーセントを上回るかどうか重要だ。また、刺激として使った 14 対の単語は、対ごとに音素構成が大きく異なるので、正答率の高いものと低いものが出てくると予想された。

音響分析

知覚実験で使用した刺激を音響分析し、F0 がいない音声のどのような音響特徴がアクセントの知覚を促しているのかを検証した。これまでの研究より、日本語ではアクセントと時間長の明らかな相関は認められていないので、それ以外の音響特徴を測定した。

日本語アクセントのスペクトル分析については適切な先行研究が無いため、他の言語の研究報告を参考にした。英語やオランダ語では、スペクトル傾斜、周波数帯域ごとの振幅が、母音や子音の種類の違い、ストレスのある音と無い音の区別に関連しているとの報告があるので、尾高型と平板型でこれらの音居特徴に違いがないか検証した。また典型的には声帯の振動を伴わない、囁き声を分析した研究では、話者の意図した音の高さとフォルマント周波数には正の相関があるとの報告がある。囁き声と実験で用いた音声刺激は、どちらも F0 がいないという点において共通している。そこでまず、尾高型と平板型でフォルマント周波数に違いがないか分析した。

4. 研究成果

知覚実験と音響分析の結果はそれぞれ以下の通りである。

知覚実験

自然な音声の正解率をペアごとに調べたところ、「持ち」と「餅」のペアは 60 パーセントを切ったため、分析から除外した。以下の結果は 13 対の単語の結果について述べたものである。

自然な音声の正解率は 94.5 パーセント、合成音声の正解率は 64.8 パーセントであった(図 1 参照)。予想通り、自然な音声は合成音声よりもずっと正解率が高かった。アクセント型については、尾高型も平板型も同じくらいの正解率で、アクセント型の違いによる正解率の差は認められなかった。

合成音声の正解率も 50 パーセントを超え、被験者の回答は当てずっぽうではなく、何かしらの音響特徴を手がかりとして単語を判断していることが示唆された。ただ 64.8 パーセントという数字は被験者 21 名全ての平均であるため、半数以上の被験者が 50 パーセントを超える率で正しく単語同定ができているかは分からない。そこで、単語同定の正解率が統計的に有意にチャンスレベルを超えるかどうかを検証するために、一標本 t 検定を行ったところ、有意な結果となった ($t(20)=7.58, p<0.0001$)。このことは、F0 以外にも尾高型と平板型の単語を聞き分ける手がかりとなる音響相関物があることを示している。従来の研究で日本語アクセントの音響相関物を同定する場合には、それが何でありそうか(時間長や振幅など)当たりをつけて音響分析を行うことが多かった。そのため、見当をつけた音響特徴がアクセントと相関しなかった場合には、音響相関物があるのかわからないのかも分からなかった。それに対し本研究では、音響分析に先行して知覚実験を行ったことに特徴がある。F0 を除去した音声に対する被験者の単語同定正解率がチャンスレベルを超えた場合には、音響相関物が何であるかを同定することを待たずに、ひとまずはその存在の有無を確認することができた。

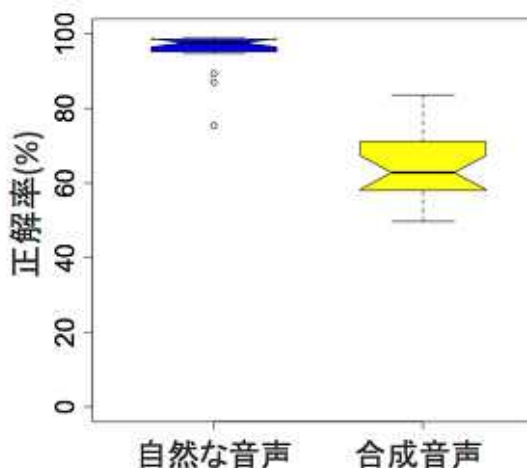


図 1：知覚実験での被験者の正解率

音響分析

知覚実験より、日本語アクセントには F0 以外にもアクセントに相関する音響特徴があ

ることが分かったので、音響分析ではそれが何であるかを同定することを目的とした。

囁き声の音響特徴を分析した研究によると、言語にかかわらず、話者の意図した音の高さ(F0)とフォルマント周波数には正の相関があると言われている。囁き声と知覚実験で用いた合成音声は、どちらも F0 が無いという点が共通しているおり、合成音声も囁き声と同じような特徴を持つのではないかとこの予想の元にターゲット語とそれに続く助詞のフォルマント周波数を計測した。

自然な発話においては、尾高型と平板型の違いは、後続語に最も如実に表れる。すなわち、尾高語に続く語は F0 が急降下するのに対し、平板型の場合には F0 は平らなままか、緩やかに降下する。ターゲット語の語末の F0 の最高値は尾高型の方が平板型よりも高くなる。ターゲット語の語頭の F0 については、平板型の方が尾高型よりも高いとの報告もあるが、その差は小さなものである。語頭と語末の音節(2音節語なのでそれぞれ第1音節と第2音節)とターゲット語に続く助詞の3音節について、音節始点、中間点、終点で第1、第2、第3、第4フォルマントの周波数を計測し、計測値を各単語のペアで比較した。それぞれの音節における、全計測数を分母とし(3箇所×13ペア=39)F0とフォルマント周波数に正の相関があるとの予想に合致する計測結果の数を求めた。結果は表1の通りで、背景が黄色になっているセルは、予想と一致する結果が39の半数以上を占めた箇所である。ここから分かるように、多くの場合はF0とフォルマント周波数の間に正の相関は認められなかった。しかも、尾高型と平板型の型の違いが最も顕著に表れる助詞では、予想に即する結果は第4フォルマントにしか現れていない。つまり第1、2、3フォルマントの周波数は、尾高型に続く助詞の方が、平板型に続く助詞よりも高いことが多かった。

表 1：尾高型と平板型のフォルマント周波数

	予想	F1	F2	F3	F4
第1音節	尾高<平板	19/39	22/39	22/39	17/39
第2音節	尾高>平板	17/39	15/39	25/39	13/39
助詞「が」	尾高<平板	19/39	16/39	2/39	22/39

当初は聴覚実験で用いた2回分の発話を分析する予定であったが、1回目の発話の分析を終えた時点で予測から余りにも大きく離れた結果であったため、2回目の発話の音響分析は中止した。

本研究での音響分析の結果は、従来指摘されてきた F0 とフォルマント周波数の相関とは相容れない結果となった。このような相関関係は囁き声に特有のもので、通常自然発声には当てはまらないものと考えられる。囁き

声を産出する際には、声門上の声道が収縮すると共に、下方に動くことが知られている。この状態で声帯を震わせずに声を出そうとすることが、フォルマント周波数に何らかの影響を及ぼしているものと推測される。

現在は、ストレスや声調の音響特徴を分析した研究を参考に、アクセント型とフォルマント周波数以外のスペクトル情報に相関がないか検証しているところである。

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3件)

Yukiko Sugiyama and Tsuyoshi Moriyama, Do formant frequencies correlate with Japanese accent?, Proceedings of Meeting on Acoustics, 査読有、Vol. 19, 2013、<http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=PMARCW00019000001060196000001&idtype=cvips&prog=normal>

Yukiko Sugiyama, Hearing pitch despite its absence in “whispered” speech, World Wide Press Room, The 162nd Acoustical Society of America Meeting, 査読有、2011、http://www.acoustics.org/press/162nd/Sugiyama_5aSCb.html

Yukiko Sugiyama, “Should the use of the particle to be avoided as a following particle?” Reports of The Keio Institute of Cultural and Linguistic Studies, 査読なし、42, pp. 61-73, 2011.

[学会発表](計5件)

Yukiko Sugiyama, Do formant frequencies correlate with Japanese accent?, 21st International Congress on Acoustics/165th Meeting of the Acoustical Society of America, 2013年6月6日、モントリオール、パラデコングレ(カナダ)

杉山由希子、擬似的なささやきごえにおける、アクセント最小対の聞き取り、東京音声研究会、2012年7月14日、早稲田大学

杉山由希子、日本語ピッチアクセントの2次的な手がかりを求めて、第325回日本音声学会研究例会、2012年6月9日、早稲田大学

Yukiko Sugiyama, Perceiving pitch accent in the absence of F0, 38th Annual Meeting of Berkeley Linguistic Society, 2012年2月11日、カリフォルニア大学バー

クレー校(アメリカ合衆国)

Yukiko Sugiyama, The perception of Japanese pitch accent in “whispered” speech, 162th Annual Meeting of the Acoustical Society of America, 2011年11月4日、サンディエゴ、タウン&カントリーホテル(アメリカ合衆国)

[図書](計1件)

Yukiko Sugiyama, Cambridge Scholars Publishing, The Production and Perception of Japanese Pitch Accent, 2012, 123.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉山 由希子 (SUGIYAMA YUKIKO)
慶應義塾大学・理工学部・講師
研究者番号：70525112

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし