

## 25

# 話速変化知覚閾測定における 局所的話速加工音声の自然性に関する検討

茂木貴弘\* 広重真人 荒木健治 栃内香次

(北大工)<sup>†</sup>

## 1 はじめに

音声を言語として処理する上で、文字に記述すると欠落する音声特有の情報があり、韻律情報と呼ばれる。それら韻律情報を分析し音声情報処理への応用をめざすさまざまな研究が行われている [1]。韻律情報を分析する際には、言語情報以外のすべての情報を考慮する必要があると考えられるが、我々はそのなかでも話速の変化に着目している。

発話速度変化が少ないと言われている日本語においても、会話などにおいては発話速度が急激に変化する部分が存在する。このように発話速度が局所的に変化する箇所には、話者の何らかの意図が含まれる可能性があり、注意して聞くべき箇所として抽出する必要がある。発話速度変化を抽出するための基礎として音声知覚の性質が重要であり、従来より筆者らは単語単位の話速変化の知覚の閾値について検討を行っている [2]。その際、速度のみを人工的に加工した音声を聴取実験に用いている。

しかし速度のみを変化させようとしても、単語には独自のリズム、音素長変化のパターン・イントネーション・基本ピッチ変化があり、加工する段階でそれらが変化してしまっていることも考えられる。また特に速度を大きく加工した場合、加工アルゴリズムによる音質変化も無視できない。話速変化の知覚性質をとらえる上で、聴覚は本当に局所的話速変化だけを感知しているのか、音質変化などの他の要因を手がかりに用いていないか、という点について確認しておく必要がある。そこで本稿では話速変化検出の知覚閾値を求める実験 [2] と同様の方法で作成した音声刺激について漠然と「自然に聞こえるか」と被験者に問い、話速変化以外のすべての要因の影響がどのぐらいの話速加工量で顕在化するかについて調査・検討する。

## 2 聴取実験

### 2.1 概要

大きく分けて 2 種類の実験を行った。(1) 文中のひとつの単語の速度のみを変化させ、文全体を被験者に呈示する。(2) ひとつの単語の速度を変化させ、その単語のみを被験者に呈示する。(1) では被験者は加工単語を含む文全体での自然性を評価し、(2) では被験者は単語のみの自然性を評価すると考えられる。

### 2.2 音声資料

本稿の実験では、文 1「春になって、田植えの季節がやってきた」、文 2「国内線ですから、成田空港ではなくて、羽田空港です」という 2 文章、および単語 1「北広島」、単語 2「品数(しなかず)」という 2 単語を用いた。これらはすべて男性話者によって均一な口調で読み上げられており、話速が極端に変化するところはない。また、サンプリング周波数は 24kHz である。なお、2 単語はそれぞれ「次の停車駅は北広島です」、「品数が少ないので一人 5 個までです」という文から取り出したものであり、単語だけを読み上げたものではない。

### 2.3 刺激

刺激は全 5 回の実験用に 5 種類作成した。1 回目は文 1「春になって、田植えの季節がやってきた」を呈示し「田植え」の部分を変化させた。2 回目は文 2「国内線ですから、成田空港ではなくて、羽田空港です」を呈示し「羽田空港」の部分を変化させた。3 回目は文 1 から取り出した「田植え」の単語のみを呈示し、その「田植え」の単語を変化させた。4 回目は単語 1「北広島」、文 1 から取り出した「田植え」、文 2 から取り出した「羽田空港」の 3 単語を変化させてランダムに呈示した。5 回目は単語 2「品数」のみを呈示し、その「品数」を変化させた。

刺激は 0.5mora/sec ずつ  $\pm 2.5$ mora/sec の幅で変化させた。加工は MACROMEDIA 社の SoundEdit16 を使用し単語全体を均一に伸縮した。刺激は何も変化していない刺激を加えて -2.5mora/sec から +2.5mora/sec まで合計 11 種類用意した。この加工方法は話速変化弁別閾を求める実験 [2] と同一の方法である。

### 2.4 実験

実験は無響室で行い、各刺激を 5 回ずつランダムにヘッドフォンから呈示した。被験者は、実験全 5 回とも日本語を母国語とする成人男性 4 名である。呈示回数は 4 回目の実験以外は刺激が 11 種類あるので合計 55 回呈示した。4 回目の実験は 3 種類の単語を用いたので、3 倍の合計 165 回呈示した。

呈示方法は、まず女性話者による刺激番号アナウンスを呈示し、その後 1 秒間の無音区間を経て、刺激を呈示する。その後無音区間を 5 秒挿入し次の刺激の番号アナウンスへと続く。刺激の後の 5 秒の無音区間で自然性の評価をしてもらい、刺激の聞き直しは許さなかった。実験の前には 5 回の練習を行い、流れを理解してもらっ

\*mogi@media.eng.hokudai.ac.jp

<sup>†</sup>札幌市北区北 13 条西 8 丁目北海道大学工学部

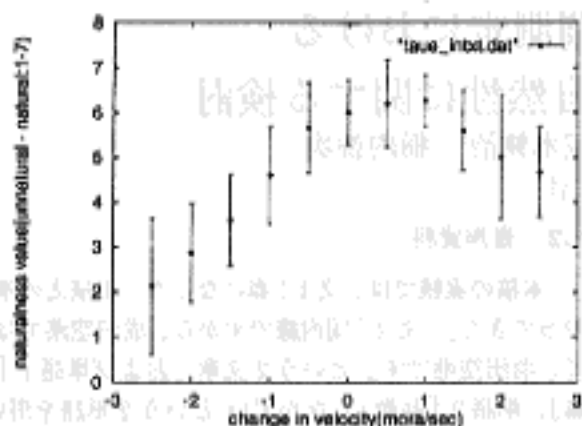


Fig. 1 実験1回目「春になって、田植えの季節がやってきた」という文を呈示し「田植え」の速度のみを変化させた。

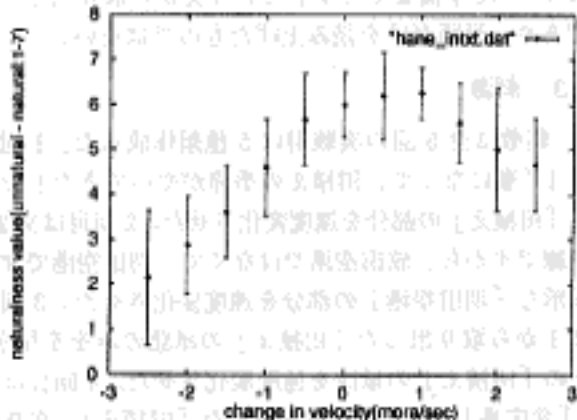


Fig. 2 実験2回目「国内線ですから、成田空港ではなくて、羽田空港です」という文を呈示し、「羽田空港」の速度のみを変化させた。

た上で本実験に移った。

評定は7段階とし、それぞれの段階に付けた名称は、7:非常に自然、6:かなり自然、5:やや自然、4:どちらとも言えない、3:やや不自然、2:かなり不自然、1:非常に不自然、とした。回答用紙ではこれらの段階をグラフ状に左右に並べ右端に近づくほど自然、左端に近づくほど不自然と感じるようにして、段階の名称語感から受ける影響を少なくした。指示では、「自然か不自然かを7段階で評価してください」とのみ提示し判断の基準は被験者に委ねた。

## 2.5 結果

評価値の算出には、各段階の番号を用いた。各段階は互いに等間隔の距離にあると仮定して、刺激の種類ごとに平均と標準偏差を求めた。図1～図7に全5回の実験の結果を示す。なおエラーバーは標準偏差を表す。

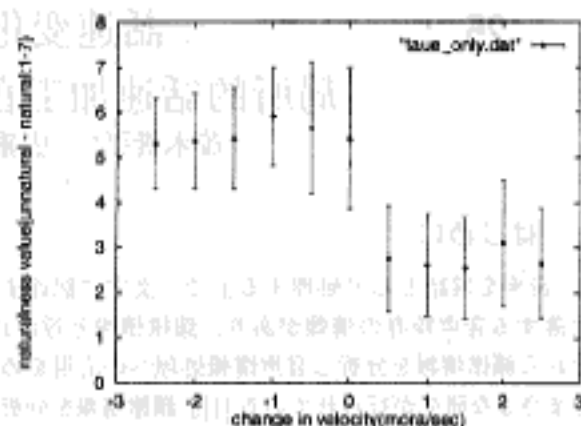


Fig. 3 実験3回目「田植え」の単語のみを取りだし変化させ呈示した。

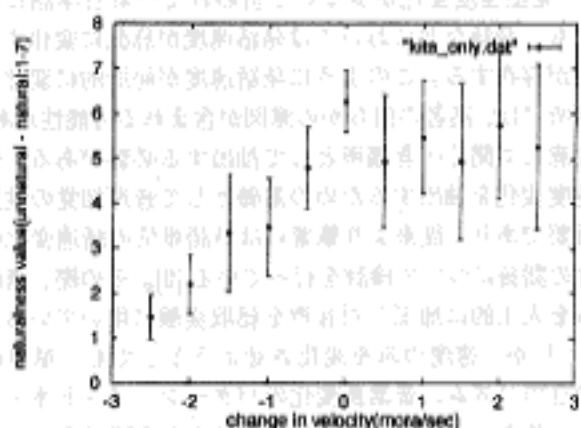


Fig. 4 実験4回目「北広島」の単語のみを取りだし変化させ呈示した。

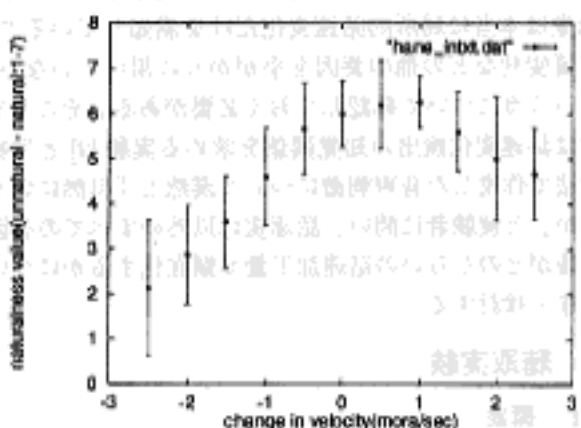


Fig. 5 実験4回目「羽田空港」の単語のみを取りだし変化させ呈示した。

## 3 考察

文中の1単語の速度を変化させ文全体を被験者に呈示させた1、2回目の実験結果は、それぞれ図1、図2である。図1、図2によると単語を速くしても自然性はあまり劣化せず、遅くすると急激に劣化するという。これ

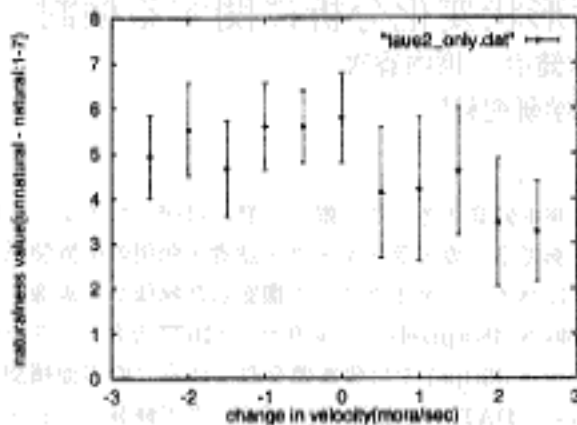


Fig. 6 実験4回目「田植え」の単語のみを取りだし変化させ呈示した。

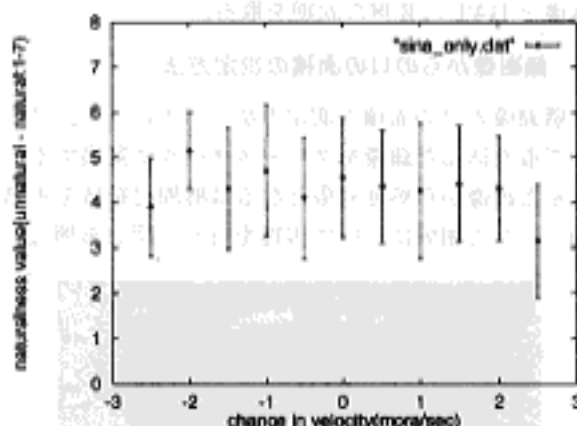


Fig. 7 実験5回目「品数(しなかず)」の単語のみを変化させ呈示した。

は自然性に関して、局所的話速が速くなる変化よりも、遅くなる変化に敏感であるという傾向を示している。

ひとつの単語の速度を変化させ、その単語のみを被験者に呈示させた3、4、5回目の実験結果は、3回目が図3、4回目が図4～図6、5回目が図2である。図4、図5によると単語を遅くすると急激に劣化する傾向があるが、図3、図6、図7によるとその傾向は認められない。そこで、「田植え」「品数」「北広島」「羽田空港」の4単語について考えてみる。これら4単語のモーラ数はそれぞれ3、4、6、7である。モーラ数の少ない単語は持続長が短く、速度を遅くした時にさらにそれが縮むので刺激は短くなり、聞き取りにくくなる。そのため単語の速度を遅くしたときよりも遅くしたときのほうが聞き取り易く、より自然と評価したと考えられる。

また「北広島」「羽田空港」の2単語は遅くする変化には自然性が比較的保たれているので、縮みやすい単語と考えられる。逆に「田植え」は遅くする変化には自然性が比較的保たれているので、伸びやすい単語といえる。「品数」は本稿の実験結果ではどちらともいえない。これらの結果により単語伸縮時の自然性については、単語

ごとに伸びやすい、縮みやすいなどの単語独自の特徴があることが示唆される。

次に単語のみを呈示したときの結果と、その単語を文中で呈示したときの結果について考察する。「羽田空港」の単語のみを呈示した図5においては、文中で呈示した図2と同様の変化をみせている。一方「田植え」の単語のみを呈示した図3、図4においては、文中で呈示した図1とは異なった変化を示している。これは単語だけを取り出したときと、文中での単語の速度を変化させたときとの評価が、必ずしも一致しないということを示している。文を呈示して1つの単語の速度を変化させたときは、文全体を通して自然性を評価していると考えられ、単語独自の自然性より文中の単語としての自然性の影響のほうが大きくなっていると考えられる。言いかえると、単語自体は不自然になっていても、文中では自然に聞こえる場合がある、と言える。

#### 4 まとめ

本稿では聴取実験を行い、話速変化以外のすべての要因の影響がどのぐらいの話速加工量で顕在化するかについて調査した。文中で特定の単語の速度を変化させる場合は、遅くすると自然性が急激に劣化するという結果を得た。また、単語自体は不自然になっていても、文中では自然に聞こえる場合もあることを確認した。

今回の実験では自然性を漠然と被験者に問い掛けた。被験者の感じる自然性は大きな個人差があることが予想されるため、自然性の意味合いをある程度決める必要があるか、今後さらに検討していきたい。

#### 参考文献

- [1] 坂口恒彦, 吉田利信: "音節の持続時間長と基本周波数の相関", 信学技報, SP99-87(1999-10)
- [2] 鈴木他: "単語単位の局所的話速変化の知覚に関する基礎的検討", 音講論, 2-P-1, pp.269-270(1999-03)
- [3] 日本音響学会編: "音の評価のための心理学的測定法", コロナ社(1998)
- [4] 加藤宏明, 津崎実, 勾坂芳典: "聴知覚特性を考慮した音韻長制御規則の客観評価モデル", 音響学会誌, pp.752-760(1999)