

文章発話におけるポーズと前後の発話との関係

鴨井 一人[†] 山本 知仁^{††} 三宅 美博[†]

[†] 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 〒226-8503 横浜市緑区長津田町 4259

^{††} 金沢工業大学情報工学科 〒921-8501 石川郡野々市町扇が丘 7-1

E-mail: [†]kamoi@myk.dis.titech.ac.jp, ^{††}tyama@infor.kanazawa-it.ac.jp, ^{†††}miyake@dis.titech.ac.jp

あらまし 本研究では、発話中のポーズに注目し、ポーズに影響する要因を分析することを目的とした。これまでポーズ直前の発話の影響を与えられてきており、また最近、ポーズ直後の発話も影響を与えることが注目されてきた。しかしながら、ポーズ直前および直後の関係からの影響は取り上げられていない。そこで、われわれはこれらの影響を包括的に分析した。その結果、ポーズに影響する2つの関係が見られた。1つはポーズ直前の発話長からの影響であり、これまでに取り上げられている。もう1つの関係は、ポーズ前後の発話長の変化率により示された。これは、ポーズ直前および直後の関係からの影響があることを示しており、本研究で初めて明らかにされたものである。
キーワード ポーズ長、発話長、音読実験、ポーズ前後の発話からの影響

Temporal relationship between pause and utterance durations in speech of short sentence

Kazuto KAMOI[†], Tomohito YAMAMOTO^{††}, and Yoshihiro MIYAKE[†]

[†] Department of Computational Intelligence and Systems Science, Tokyo Institute of Technology 4259
Nagatsuta, Midori, Yokohama, 226-8503 Japan

^{††} R&D Department of Information and Computer Engineering, Kanazawa Institute of Technology 7-1
Ohgigaoka, Nonoichi, Ishikawa, 921-8501 Japan

E-mail: [†]kamoi@myk.dis.titech.ac.jp, ^{††}tyama@infor.kanazawa-it.ac.jp, ^{†††}miyake@dis.titech.ac.jp

Abstract In this paper we focused on a pause in speech, and analyzed the factors affecting pause duration. It has been considered that utterance duration just before the pause is the only factor affecting pause duration (pre-boundary effect), recently effect of utterance duration just after the pause has also been noticed (postboundary effect). However, the relation between two utterance durations and pause duration sandwiched by the durations has not been analyzed. Therefore we analyzed these factors inclusively, by using a simple sentence (*XY* sentence) consisting of two words in speech experiment. Then we used two-way analysis of variance (ANOVA) for analyzing the contribution of factors, which were the utterance duration of these words. As a result, we found two factors affecting a pause. One is utterance duration just before the pause which was already observed, and the other is the ratio of prior and posterior utterance duration. These results suggest that not only a pre or postboundary effect but also a pre-postboundary effect exist in speech.

Key words pause duration, utterance duration, speech experiment, preboundary or postboundary effect

1. はじめに

人は、音声や身体などの様々なチャンネルを通して、メッセージを受信、発信することでコミュニケーションを行なう。このチャンネルには、言語的なものだけではなく、非言語的なものがあることが知られている [1]。具体的には、発話のタイミングやポーズなどの発話リズムの時系列パターン、声の高さやアクセント、視線やジェスチャーなどの身体動作などが挙げられる。

近年、このような人のコミュニケーションのメカニズムを明らかにし、それらをロボットや音声インタフェースに応用しようとする研究が行なわれている [2]。特に音声工学の領域では、音声情報処理技術が著しい進歩を遂げてきており、その成果を利用して、音声に関わる心理学的知見が報告されている。たとえば山田ら [3] は、テキスト音声合成システムの構築において、 F_0 パターンを生成するための制御要因について分析している。結果として、発話のトーンパターンやポーズの長さなどの制御要

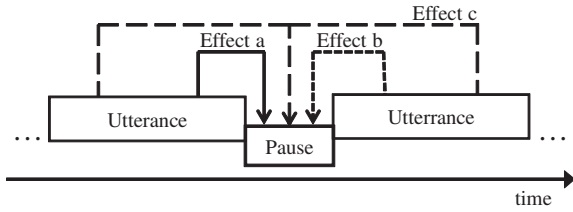


図1 Utterances and a pause in speech

因が、特に重要であることを報告している。

本研究では、このような非言語情報の中でも、音声発話を構成する要素の1つであるポーズに注目する。これまで朗読などにおいて、すでにポーズが重要な要素であることは報告されてきている。たとえば、杉藤ら [4], [5] は、天気予報文や民話の朗読において、発話の長さ (発話長, utterance duration, UD) と、ポーズの長さ (ポーズ長, pause duration, PD) やポーズの取る位置を調査し、ポーズの取る位置が文法的な区切りを示す句読点の位置とほぼ一致することや、長い発話の後のポーズ長が長くなることを報告している。また、自由発話の音声認識と言語解析を目的とし、ポーズの長さや位置、回数について調査した研究もある [6]。このような研究において、ポーズに対する、その直前 (preboundary) および直後 (postboundary) の発話からの影響は、以下の a, b, c の3つの関係に分類することができる (図1)。

- a) ポーズに対する、その直前の発話からの影響
- b) ポーズに対する、その直後の発話からの影響
- c) ポーズに対する、その直前および直後の発話の関係からの影響

これは、朗読などの文章発話が発話している区間と、発話していないポーズの区間が連続して出現する現象であることに起因している。

これまで、ポーズに対する発話からの影響は、句構造や文の接続強度などの言語的屬性 [7] や、発話長、発話速度などの発話リズムの時系列パターン [8]、意図 [9] などの要因によって変化することが分かっている。そしてこれらのほとんどは、ポーズの前の発話からの影響 a において報告された。一方で、Krivokapić [10] が、ポーズ長に、ポーズの前の句の長さだけでなく、ポーズの後の句の長さが影響を与えることを報告しており、ポーズの後の発話からの影響 b についても、近年注目され始めている。しかしながら、ポーズ前後の発話の関係からの影響 c については研究が進められていない。音声工学の分野では、吉村ら [11] のように、前後の呼気段落の長さなどの動的特徴量を考慮して構築することにより、滑らかで自然性の高い音声を得られ、主観品質が大きく改善されることを報告するなど、前後からの影響を分析している例もあるが、ポーズに対する発話からの影響には注目していない。さらに、影響 a, b, c を包括的に分析する研究も不十分である。

この背景として、通常の文章の朗読などにおけるポーズに対する発話からの影響が、複雑であることが挙げられる。たとえば、杉藤 [5] は、息継ぎのあるポーズと息継ぎのないポーズが、

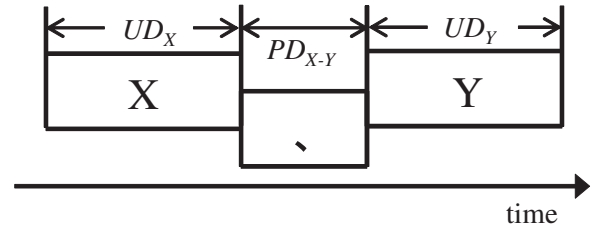


図2 XY sentence

意味上の区切りとしての重要さに影響することを報告している。これより、意味上の区切りや、ポーズを複数含むような長い文章を扱うと、息継ぎが含まれてしまい、ポーズに対する発話からの影響を複雑にしてしまうことが考えられる。また、ポーズを複数含むことにより、注目するポーズによって、前後からの影響が異なってくることも、複雑になる要因と考えることができる。

そこで本研究では、発話におけるポーズがその前後からどのような影響を受けるかを、単純な文章を用いて、定量的に評価する手法を提案することで詳細に分析する。そして、得られた結果から、ポーズの生成機構を明らかにすることを目的とする。以下、第2章では、単純な文章を用いる音読実験と、ポーズに影響する要因の分析手法について説明し、第3章で実験結果について述べる。第4章では本研究において明らかになったポーズの生成機構についての考察を行ない、第5章でまとめを行なう。

2. 実験手法

2.1 課題と条件

本研究では、a) ポーズに対する、その直前の発話からの影響、b) ポーズに対する、その直後の発話からの影響、c) ポーズに対する、その直前および直後の発話の関係からの影響の3つの影響について分析するために、音読実験における文章として1つのポーズのみに注目した、単語 X, Y からなる「XY 文章 (XY sentence)」を提案する。この XY 文章を用いることにより、X, Y の単語長が統制可能になり、ポーズに対する単語 X, Y の発話からの影響を包括的に分析することができる。

XY 文章とは、 $X \cdot Y$ という2つの単語を読点 (、) で区切り、文章の終了を句点 (。) で示した「X、Y。」という文章のことである (図2)。X の発話長を UD_X 、Y の発話長を UD_Y 、X - Y 間のポーズ長を PD_{X-Y} と定義し、これらの時間長間の関係を調べることで、ポーズに対する、その前後の発話からの影響を明らかにする。

本実験では、単語 X, Y の発話長を単語の文字数により統制した。具体的には、3~4文字の単語を用いた発話長の短いグループ S と、8~9文字の単語を用いた発話長の長いグループ L に分けた。単語 X, Y がグループ S、グループ L のいずれかに属することを考慮すると、SS 文章、SL 文章、LS 文章、LL 文章と、4種類の文章を考えことができる (表1)。たとえば、SS 文章の例は「イルカ、ギンコウ。」となる。X・Y の

表 1 Classification of XY sentence

		Postboundary(UD_Y)	
		Group S	Group L
Preboundary (UD_X)	Group S	SS sentence	SL sentence
	Group L	LS sentence	LL sentence

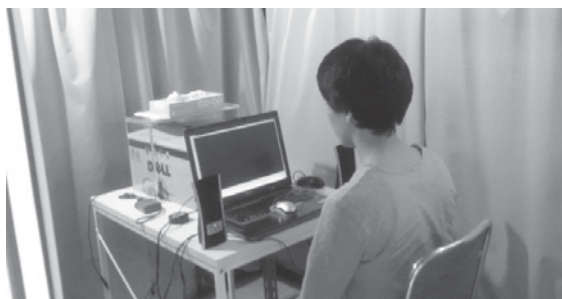


図 3 A scene of speech experiment

各単語は、音読を行なうときの読みづらさを解消するため、基本語データベース [12] における、単語親密度が高いものを選定した。課題に選ばれる $X \cdot Y$ は、各グループから単語をランダムに選定した。

この XY 文章は、ポーズの位置と回数が決まっており、ポーズに対する、その前後の発話からの影響のみに注目することができる。また、この文章は 20 文字未満であり、息継ぎする必要のない短さである。さらに、単語をランダムに選定することで、「イルカ、ギンコウ。」のように、特に意味を持たない文章となっているため、句構造や文の接続強度などの言語的屬性による要因を排除することが可能である。このように、本研究では XY 文章を用いることで、文脈や生理的な制約からの影響を受けずに、ポーズ長に対する、その前後の発話長からの影響を分析する。

2.2 被験者と装置

被験者は、視聴覚および音読に異常のない、日本語を母国語とする学生 13 名であった。平均年齢は 23 歳であり、うち 1 名は女性であった。音読用の文章は、スピーカー (MS-105USV, ELECOM 製) を接続した PC (LATITUDE E5400, DELL 製) のモニタ上に表示された。実験課題は、MAT-LAB (version 7.8.0.347, Psychtoolbox-3 を導入) で自作したプログラムを用いて自動的に提示された。音読された音声は wav ファイルで保存され、1ms ごとの平均音圧を算出した後、発話長、ポーズ長のデータを得た。

実験は防音室 (サイレントデザイン社製、組み立て式防音室、縦 2.1m × 横 2.6m × 奥行き 1.7m, 図 3) の中で、温度、明るさともに快適な環境で行なわれた。実験中、被験者は椅子に座り、50cm 離れた PC のモニタに表示される XY 文章を音読した。

2.3 実験手続き

実験はブロックの繰り返しで行なわれ、ブロック内の基本的な試行手順は次のようなものであった (図 4)。まず、被験者の前にあるモニタに XY 文章が提示され、被験者はその文章の音読練習を行なった。練習時間は、 $SS \cdot SL \cdot LS \cdot LL$ いずれの文章においても 5 秒間であった。練習終了から 2~4 秒間 (ラ

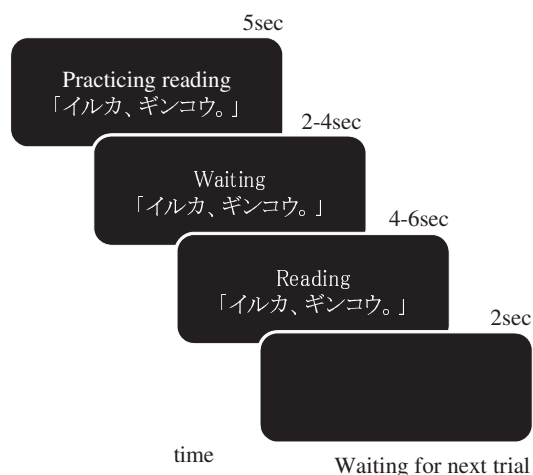


図 4 Experimental procedure

表 2 Two factors effecting the pause of XY sentence

Factor	UD_X (A)	UD_Y (B)
Level 1	short (a1)	short (b1)
Level 2	long (a2)	long (b2)

ンダムに決めた) 経過後、被験者は音読を行なった。

次に、ブロックの繰り返しについてであるが、まず課題に慣れるため、被験者は本実験前に SS , SL , LS , LL 文章それぞれについて 1 試行ずつ練習を行なった。その後、この 4 種類の音読実験を 10 試行ずつ行ない、これを 1 ブロックとした。このとき $SS \cdot SL \cdot LS \cdot LL$ 文章を表示する順番はランダムに決定した。1 回の実験は 3 ブロックで構成され、各ブロック終了後に、被験者には十分な休憩が与えられた。

また、被験者は、読点で区切ることを意識し、かつ自然な速さで (速すぎず、遅すぎず) 音読を行なうように指示された。さらに課題の途中で息継ぎは禁止され、文章における単語の意味のつながりは無視するように指示された。

2.4 解析手法

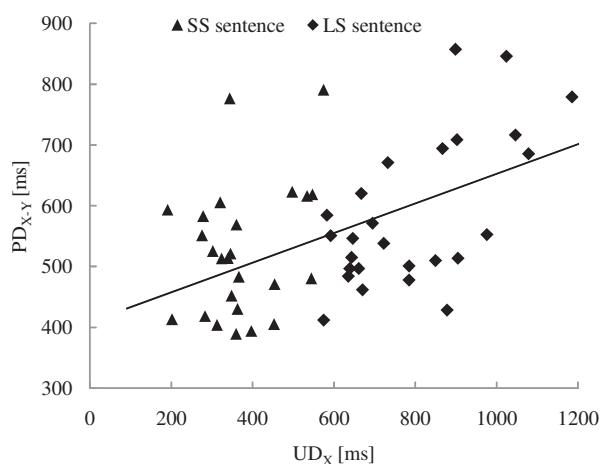
本研究では、ポーズ長 PD_{X-Y} に影響する要因として、ポーズ直前の発話長 UD_X (A), ポーズ直後の発話長 UD_Y (B) の 2 つを考慮し、各文章における、ポーズに対する発話からの影響を前後から包括的に分析した。具体的には、A, B の 2 要因について、各水準における 2 元配置法による分散分析を行なった。なお、要因 A, B は、 XY 文章の文字数を統制することで分析可能となっている (表 2)。たとえば、 SS 文章と LS 文章を比較することで、ポーズ前の発話長の影響を調査することが可能である。

また、各被験者から得られたデータのうち、読みまちがいを行なったもの (全取得データ中 6%程度) を取り除き解析を行なった。

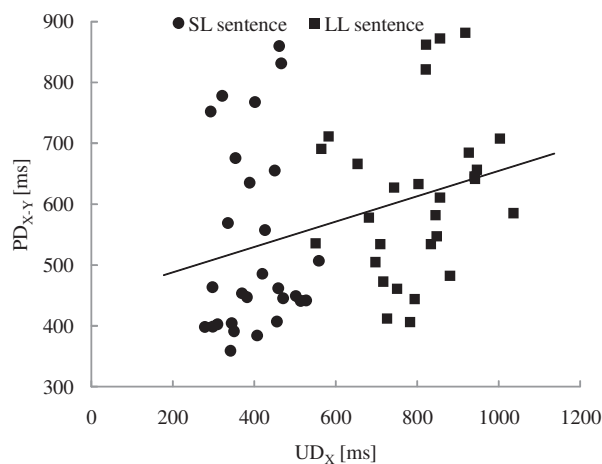
3. 実験結果

3.1 ポーズ長とその前あるいは後の発話長との関係

図 5a に SS 文章と LS 文章, 図 5b に SL 文章と LL 文章,

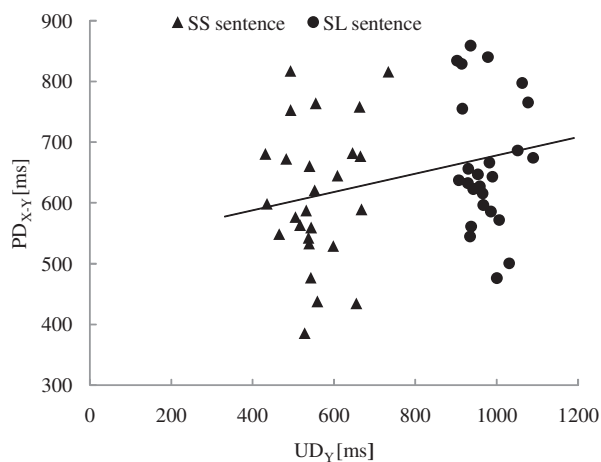


(a) *SS* and *LS* condition

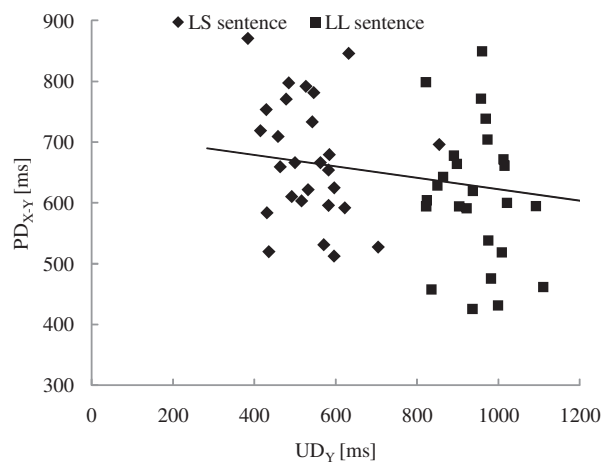


(b) *SL* and *LL* condition

図 5 A relationship between preboundary utterance duration and pause duration in *XY* sentence



(a) *SS* and *SL* condition



(b) *LS* and *LL* condition

図 6 A relationship between postboundary utterance duration and pause duration in *XY* sentence

それぞれにおける UD_X と PD_{X-Y} の関係の一例を示す。また、表 3a に図中の各文章条件に対応するポーズ長の平均値を示す。これらの結果より、*LS* 文章のポーズ長が、*SS* 文章のポーズ長に比べて長く、また *LL* 文章のポーズ長も、*SL* 文章のポーズ長に比べて長くなる傾向があるのがわかる。これは、ポーズ前の発話長が長いほど、ポーズ長が長くなる傾向があることを示している。次に、図 6a に *SS* 文章と *SL* 文章、図 6b に *LS* 文章と *LL* 文章における UD_Y と PD_{X-Y} の関係の一例を示す。また、表 3b に図中の各文章条件に対応するポーズ長の平均値を示す。これらの結果より、*SL* 文章のポーズ長は *SS* 文章より長くなる傾向があるが、*LL* 文章のポーズ長が *LS* 文章のポーズ長より短くなるという傾向があるのがわかる。こ

れは、ポーズ後の発話長が長いほど、ポーズが長くなるという単純な関係がないことを示している。

図 7 にすべての実験データから算出した、各条件におけるポーズ長の平均値を示す。これらの値に対して分散分析を行なった結果、ポーズ直前の発話長の影響(要因 A)が有意であることが示された ($F(1, 12) = 6.466, p < .05$)。一方、ポーズ直後の発話長の影響(要因 B)は有意でないことが示された ($F(1, 12) = 0.036, p = .854$)。また、ポーズ前後の発話長の交互作用 $A \times B$ において有意傾向が確認された ($F(2, 24) = 3.863, p < .10$)。

さらに、先の分散分析の結果に対し、下位検定を行ない単純主効果を分析した結果、ポーズ直前の発話長の影響がすべての組み合わせ ($A[b1](F(1, 24) = 9.298, p < .01)$ 、

表 3 Mean pause durations of each XY sentence shown in Fig.5 and 6

(a) Preboundary				
XY sentence	SS	LS	SL	LL
PD_{X-Y} [ms]	515.82	585.54	529.46	613.57
(b) Postboundary				
XY sentence	SS	SL	LS	LL
PD_{X-Y} [ms]	612.051	670.95	667.27	641.077

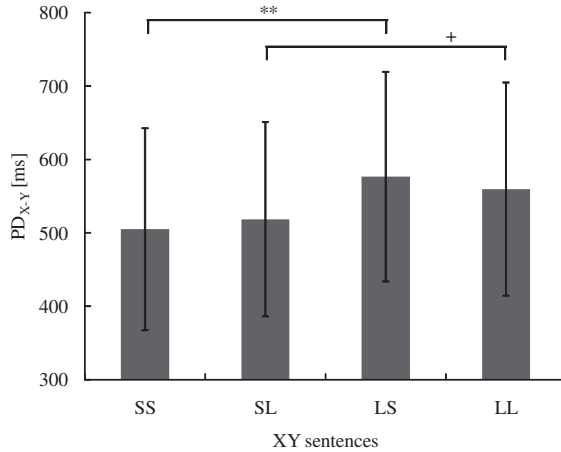


図 7 Mean pause durations of each XY sentence (two-way ANOVA, **: $p < .01$, +: $p < .10$)

A[b2]($F(1, 24) = 3.066, p < .10$) で有意であることが示された, もしくは有意傾向が確認された. 一方, ポーズ直後の発話長の影響はすべての組み合わせ (B[a1]($F(1, 24) = 1.262, p = .272$), B[a2]($F(1, 24) = 1.993, p = .171$)) で有意でないことが示された. これらの結果は, 本実験においてポーズに対するその前の発話からの影響 a が存在するのに対し, ポーズに対するその後の発話からの影響 b が存在しないことを意味している.

3.2 ポーズ長とその前後の発話長の比率との関係

3.1 節で行なった分散分析において, ポーズ前後の発話長の交互作用 A × B が有意であることが示唆された. この結果は, ポーズに対するその前後の発話の関係からの影響 c が存在することを示唆するものである. これまで, ポーズに対する, その前後の発話からの影響を定量的に分析する手法は提案されていない. そこで, XY 文章におけるポーズと発話の関係をもとに, 前後からの影響を分析する指標を導入し, これに基づき分析を行なう.

本実験においては, SL, LS 文章のポーズ長が, SS, LL 文章のそれよりも長くなる傾向があった. このことから, ポーズ前後の発話長の変化率がポーズ長に影響を与えているのではないかと推測できる. よって, この発話長の変化率を定量的に扱うことにする. まず, 発話長の変化率は, 以下の式 (1) の σ で定義する.

$$\sigma = \frac{\text{Max}(UD_X, UD_Y)}{\text{Min}(UD_X, UD_Y)} \quad (1)$$

この定義より, σ が大きいことはポーズを挟む発話長の変化

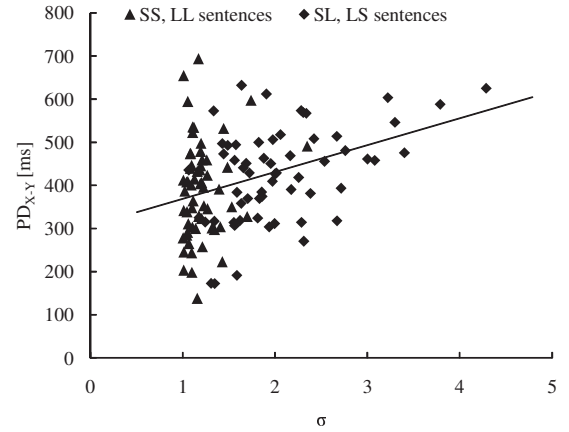


図 8 A relationship between pause duration and the ratio between before and after utterance duration in XY sentence

表 4 Mean pause durations of XY sentences shown in Fig.8

XY sentences	SS, LL	SL, LS
PD_{X-Y} [ms]	388.26	428.18

が大きく, σ が小さいことはその逆ということになる. 具体的には, SL, LS 文章は SS, LL 文章よりも σ の大きい文章だと考えることができる.

図 8 に, σ の大きさとポーズ長の関係の一例を, 表 4 に対応する平均値を示す. 文章ごとのポーズ長の平均値について, σ の大きい SL 文章, LS 文章のポーズ長が, σ の小さい SS 文章, LL 文章のポーズ長に比べて長くなるという傾向があるのがわかる. この結果は, σ の大きさが大きいほど, ポーズ長も長くなることを意味している.

図 9 に全ての実験データから算出した, σ の小さい SS 文章, LL 文章, および σ の大きい SL 文章, LS 文章におけるポーズ長の平均値を示す. これらの値に対し, t 検定 (対応あり) を行なった結果, σ の大きい文章におけるポーズ長が, σ の小さい文章におけるポーズ長よりも有意に大きいことが示された ($t(12) = 2.657, p < .05$). この結果は, ポーズに対するその前後の発話の関係からの影響 c が存在することを意味している.

さらに, 各文章内での σ の大きさによるポーズ長の変化を分析するため, すべての被験者ごとに, 各文章のデータを σ の大きさにより上位半分と下位半分の 2 つに分け, σ の大きい群 G1 と小さい群 Gs を作成した. 次に, 群ごとのポーズ長の平均値を算出し, この値に対して t 検定 (対応あり) を行なった (図 10). その結果, SL 文章 ($t(12) = 3.22, p < .01$) と LS 文章 ($t(12) = 4.22, p < .01$) で, 有意な差がみられた. SS, LL 文章では, 有意な差はみられなかったが, SL, LS 文章と同様の傾向がみられた.

4. 考 察

本研究では, 発話におけるポーズに注目し, ポーズ長がその前後の発話長からどのような影響を受けるかを, 文脈や生理的な制約を受けにくい XY 文章を用いることで分析した. 結果と

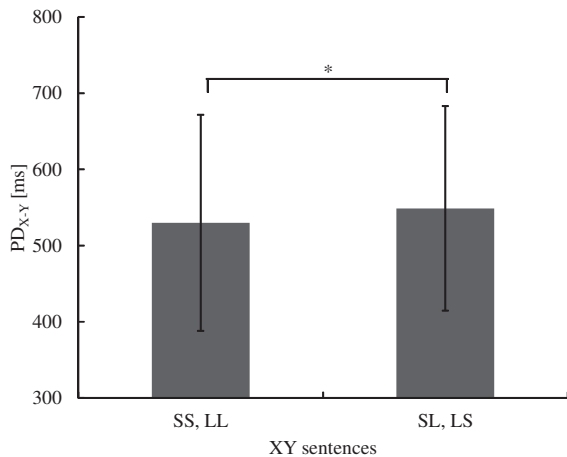


図 9 Mean pause durations of *SS, LL* sentences and *SL, LS* sentences (paired t-test, *: $p < .05$)

して、ポーズ前の発話長からポーズ長が影響を受けること、また、ポーズ前後の発話長の関係からもポーズ長が影響を受けることが明らかになった。これらの結果は、現在のポーズ長が先行する過去の発話長から影響を受ける因果的關係による仕組みと、過去とそれに続く未来の発話長の関係から現在のポーズ長が影響を受ける因果的關係ではない仕組みの2種類の機構から決定されることを示唆している。ここで、本研究では過去と未来の発話長の関係から影響を受ける関係を「共時的関係」と呼ぶことにする。これら2つの仕組みのうち、因果的關係に基づいた仕組みは、これまでの先行研究でも取り上げられている。一方で、共時的関係に基づいた仕組みは、本研究で初めて言及されるものである。

まず、因果的關係に基づいた仕組みについてであるが、たとえば時間知覚に関する研究分野において、人間には内部クロックが備わっているとする仮説がある。その仮説では、脳が入力された時間間隔を保持し、それと一時的に取得した時間間隔を比較することで時間を知覚して、何らかの反応を決定しているとされている[13]。また、この内部クロックは、複数のモダリティにおいて独立に時間知覚を行なうことが可能であるとも報告されている[14]。本研究でみられた影響 a は、以上のメカニズムにおいて入力される時間間隔を発話長に、知覚する時間をポーズ長に対応させることで説明できるといえる。

また、音声合成の分野では、HMM[11]、多空間確率分布[15]に基づいてポーズを決定する例も存在する。たとえば尾関ら[15]は、前後の品詞、文節間の接続強度、直前のポーズ長、直前のポーズまでの距離、発話速度などを数量化し、与えられたテキストの形態素境界に対するポーズ位置とポーズ長に関する評価スコアを算出することで、ポーズの位置と長さを決定している。本研究の影響 a も、これとほぼ同じアプローチでモデル化できる可能性がある。このほかにも、発話速度と休止時間の関係を線形に配分することで話者の性格印象や音声の自然性を分析する[16]研究などもあり、因果的關係に基づいた仕組みについてはこれまでの先行研究でも十分な議論が行なわれている。一方、

これら因果的關係に基づいた仕組みは、ポーズ直前までの発話情報を扱うことができても、ポーズ直後の、まだ発話していない情報まで扱うことができないため、もう1つの仕組みである共時的関係に基づいた仕組みを扱うには不十分である。

このような共時的関係を説明する一つの方法として、知覚における群化という現象を挙げるができる。この群化に関する先行研究において、人間が現在の刺激を知覚する際、その前後の刺激の関係から影響を受けるという報告がある。たとえば黒澤ら[17]は、トーンバースト系列を用いた実験において、前後の刺激の関係が知覚の群化へ与える影響を検討し、先行する刺激の知覚が、続く刺激においても知覚されることを、視覚系に加え聴覚系においても示した。また、米沢と赤木[18]は、当該の刺激に近接する音韻刺激について、同一のものを知覚する際は同化効果があり、知覚するパターンの変動を軽減するのに寄与する一方で、異なるものを知覚する際は対比効果があり、知覚の差を強調して、知覚パターンの分離に寄与することを示し、そのモデル化も行なっている。本研究では、息継ぎの必要のない長さのXY文章を用いて実験を行なったが、この過程において被験者は、XY文章を単語、ポーズ、単語と独立した要素からなる文章と捉えるのではなく、3つの要素からなるひとつのまとまった発話動作として捉えているのではないかと考えられる。その結果として、ポーズとその前後の発話との群化が起こり、本研究で見られた影響 c、つまり共時的な関係が生成されたのではないかと推測される。

先の因果的關係とこのような共時的な関係は人の発話や対話において、その円滑さを実現するために重要な役割を果たしていると考えられる。たとえば因果的關係は、過去の発話を考慮することで、ポーズの時間的逸脱を減らし、発話のリズム構造を安定させるのに寄与していると考えられる。また、共時的な関係は、未来と過去の発話を現在に反映することで、ある時間の幅を持って発話のリズム構造を予測的に安定化させるのに寄与していると考えられる。人の発話においては、このような2つの仕組みが同時並行的に機能することでその円滑さが実現されているのではないかと推測される。

一方、本研究ではポーズ後の発話長からポーズ長への影響は認められなかった。これは、直後からの影響 b に注目したKrivokapićの先行研究[10]と異なる結果となったが、その理由として2つのことが考えられる。1つ目は、杉藤[5]が報告するように、句点によるポーズと、読点によるポーズ長が異なることである。先行研究では文と文のあいだ、すなわち句点によるポーズを扱っているのに対して、本研究では読点によるポーズを扱っており、このことが結果に影響を与えたと考えられる。2つ目は、息継ぎの影響である。第1章で述べた通り、杉藤[5]は、息継ぎの有無はポーズに影響することを報告している。先行研究では音読に利用する文章が長いため、課題の途中で息継ぎを行ない、句点による間に影響する可能性があると考えられる。本研究では、XY文章を用いることで、息継ぎのない読点におけるポーズの影響について分析したため、異なる結果が得られたと考えられる。

本研究は、人間どうし、あるいは人間とロボットとの円滑な

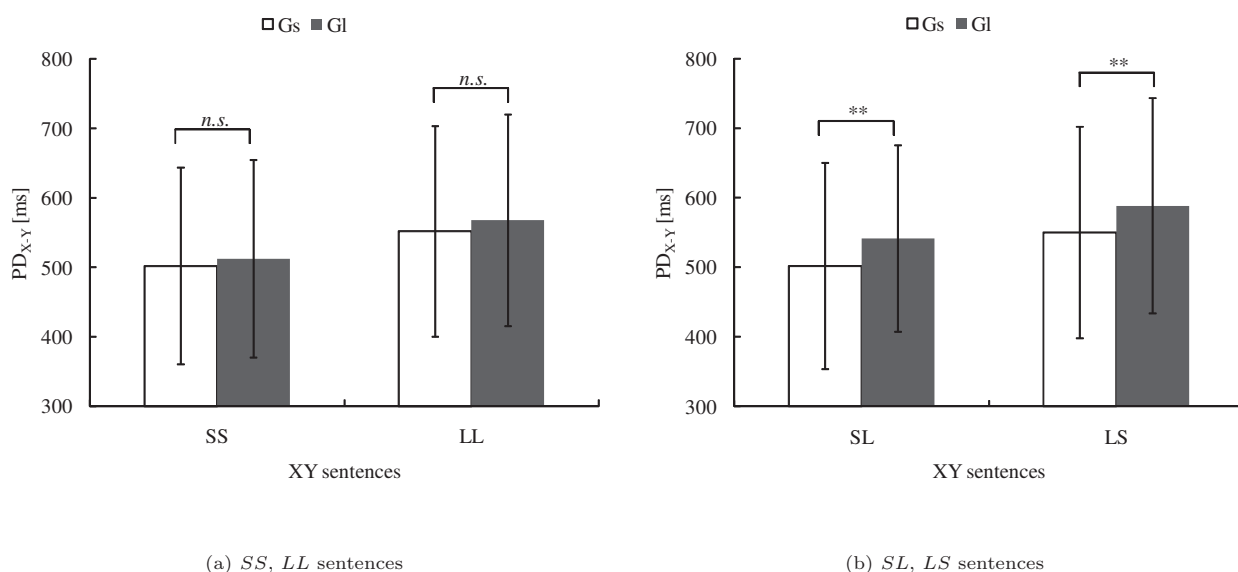


図 10 Mean pause duration of small or large σ group in (a) *SS, LL* sentences, and (b) *SL, LS* sentences (paired t-test, $** : p < .01$, *n.s.*: non significant)

コミュニケーションを実現するための1つの段階として、ポーズに対する前後の発話からの影響を分析した。そして本研究で得られた結果は、このような工学的な観点からみても有効であると考えられる。本研究で得られたポーズに対する発話からの影響は、ポーズがその直前、直後の発話のみから影響を受けると仮定すると、一般的なポーズを複数含む文章にも適用することが可能である。また、図10において、 σ の大きい群 *Gl*、小さい群 *Gs*に関わらず、 σ の大きさによるポーズ長の影響があったことを踏まえ、ポーズに対するその前後の発話の関係からの影響 *c* は、ポーズに対するその前の発話からの影響 *a* と独立に考え、定式化することが可能である。今後、本研究で得られた結果をもとにポーズの決定モデルを推定し、その有効性を評価する必要があると考えられる。

また、本研究で扱った影響は、ポーズから最も時間的に近い、ポーズの直前および直後の発話からの影響であった。一方で、尾関ら [15] が、当該のポーズ長と位置を、文節強度に加え、直前のポーズ長と位置から決定するモデルを作成し、実際に話者が発話したときに近い自然性が得られることを報告しているように、直前のポーズなど、ポーズから時間的に遠い影響についても考慮されている。さらに、第1章で述べたように、ポーズは言語的属性、時間的特徴量、意図など、発話長以外の影響を受ける。本研究では、*XY* 文章を用いることにより、ポーズに対する、その直前および直後の発話からの単純な影響を分析した。今後は、ポーズに影響する要因を十分検討し、メカニズムの拡張を試みる予定である。

5. まとめ

本研究では、発話におけるポーズに注目し、ポーズ長がその前後の発話長からどのような影響を受けるかを、文脈や生理的な制約を受けにくい *XY* 文章を用いることで分析した。結果と

して、ポーズ前の発話長からポーズ長が影響を受けること、また、ポーズ前後の発話長の関係からもポーズ長が影響を受けることが明らかになった。ポーズ長がその直前の発話長から影響を受けることは先行研究でも確認されているが、ポーズ前後の発話長の関係から影響を受けることは本研究で初めて明らかにされた現象である。

本研究で得られた結果は、人間どうし、あるいは人間とロボットの円滑なコミュニケーションの実現において、ポーズの重要性を示すものであり、ポーズの生成機構の1要素を明らかにしたものであると考えられる。今後はポーズを生成するメカニズムを明確化し、その有効性を評価することや、ポーズに影響する要因を十分検討し、生成メカニズムの拡張を行なう予定である。

文 献

- [1] 大坊郁夫：しぐさのコミュニケーション、人は親しみをどう伝えあうか、セレクション心理学 14、サイエンス社、1998。
- [2] 林貴宣、加藤昇平、伊藤英則：パラ言語に基づいた会話ロボットの精神リズム同調モデル、第23回人工知能学会全国大会、1H2-4、pp.17-19、2009。
- [3] 山田真裕、岩野公司、古井貞照：数量化I類による F_0 パターンの生成の制御要因に関する検討、情報処理学会研究報告、38-3、pp.15-20、2001。
- [4] M. Sugitou: The Relation between Punctuation and Prosodic Features of Utterances in Weather Forecast Sentences, Osaka Shoin Women's College collected essays, 22, pp.1-7, 1985.
- [5] 杉藤美代子、大山玄：朗読におけるポーズと呼吸-息継ぎのあるポーズと息継ぎのないポーズ-、音声言語 IV、近畿音声言語研究会、pp.199-211、1990。
- [6] 保坂順子、衛藤純司：話しことばにおけるポーズ節の考察、情報処理学会第48回全国大会、3、pp.65-66、1994。
- [7] 海木延佳、匂坂芳典：局所的な句構造によるポーズ挿入規則化の検討、電子情報通信学会論文誌 D-II, J79-D-II, 9, pp.1455-1463, 1996。
- [8] 小森政嗣、長岡千賀、河瀬諭、M. Draguna、中村敏枝：発話速

- 度がポーズの時間長に及ぼす影響, ヒューマンインタフェースシンポジウム'01 論文集, pp.217-220, 2001.
- [9] 小森政嗣, 長岡千賀, 中村敏枝:「伝えたい」という意図が間に及ぼす効果, ヒューマンインタフェースシンポジウム'00 論文集, pp.307-310, 2000.
- [10] J. Krivokapić: Prosodic planning: Effects of phrasal length and complexity on pause duration, *Journal of Phonetics*, **35**, pp.162-179, 2007.
- [11] 吉村貴克, 徳田恵一, 益子貴史, 小林隆夫, 北村正: HMMに基づく音声合成におけるスペクトル・ピッチ・継続長の同時モデル化, 電子情報通信学会論文誌 D-II, **J83-D-II**, 11, pp.2099-2107, 2000.
- [12] 天野成昭, 小林哲生, NTT コミュニケーション科学基礎研究所: 基本語データベース 語義別単語親密度, 学習研究社, 2008.
- [13] T. Michel: Temporal discrimination and the indifference interval, implications for a model of the 'internal clock', *Psychology Monographs*, **77**, pp.1-31, 1963.
- [14] W. H. Meck, R. M. Church: Simultaneous temporal processing, *Journal of Experimental Psychology*, **100**, pp.1-29, 1984.
- [15] 尾関創, 益子貴史, 小林隆夫: 多空間確率分布に基づくポーズのモデル化, 電子情報通信学会技術研究報告, **104-29**, pp.41-46, 2004.
- [16] 内田照久: 音声の発話速度と休止時間が話者の性格印象と自然なわかりやすさに与える影響, *教育心理学研究*, **53**, pp.1-13, 2005.
- [17] 黒澤智幸, 西村竜一, 鈴木陽一: 時系列音の群化知覚における文脈効果, 電子情報通信学会技術研究報告, **101-512**, pp.13-18, 2001.
- [18] 米沢裕司, 赤木正人: 文脈効果のモデル化とそれを用いたワードスポットティング, 電子情報通信学会論文誌 D-II, **J80-D-II**, 1, pp.36-43, 1997.