

2 単語からなる発話におけるポーズ長とその前後の発話長の関係

○山本知仁（金沢工業大学），鴨井一人，三宅美博（東京工業大学）

Relationship between pause and utterance durations in speech of 2 words

○Tomohito YAMAMOTO (KIT), Kazuto KAMOI, and Yoshihiro MIYAKE (Tokyo Tech)

Abstract: In this paper we focused on a pause in the 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, recently effect of utterance duration just after the pause has also been noticed. However, the relation between two utterance durations and pause duration sandwiched by the utterances has not been analyzed. Therefore we analyzed these factors inclusively. We proposed a simple utterance phrase (XY utterance phrase) consisting of two words in speech experiment and analyzed the relation between pause duration and utterance durations. The results showed that utterance duration just before the pause affected pause duration, and suggested that the relation between prior and posterior utterance duration affected pause duration. With these results, we have proposed a generative model of pause duration.

1. 緒言

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。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。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¹⁾。

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²⁾。たとえば、杉藤ら^{3) 4)}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などを報告している。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（Fig. 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

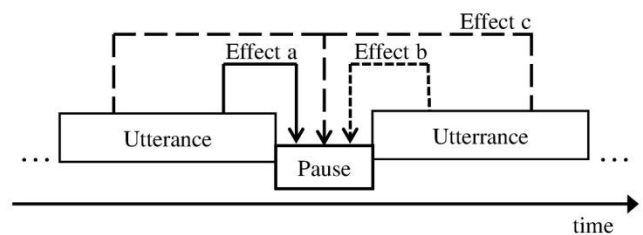


Fig. 1 Utterances and a pause in speech

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属性⁵⁾や、発話長、発話速度などの発話リズムの時系列パターン⁶⁾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、Krivokapic⁷⁾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おらず、影響 a, b, c を包括的に分析する研究についても不十分である。

この背景として、通常の記事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、意味上の区切りとしての重要性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、単純な発話句を用いて、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し、モデル化することを目的とする。

2. 実験手法

2.1 課題と条件

本研究では、1章で説明した a, b, c の3つの影響について分析するために、音読実験における発話句として1つのポーズのみに注目した、単語 X, Y からなる「XY 発話句(XY utterance phrase)」を提案する。この XY 発話句を用いることにより、X, Y の発話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 発話句とは、 $X \cdot Y$ という2つの単語を読点 (.) で区切り、句の終了を句点 (.) で示した「X, Y。」という発話句のことである (Fig. 2)。X の発話長を UD_X (ms)、Y の発話長を UD_Y (ms)、X-Y 間のポーズ長を $PD_{X,Y}$ (ms) と定義し、実験において計測される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, SL, LS, LL 発話句と、4 種類の発話句を考えことができる (Table 1)。たとえば、SS 発話句の例は「イルカ、ギンコウ。」となる。X, Y の各単語は、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⁸⁾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, Y は、各グループから単語をランダムに選定した。

この XY 発話句は、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、この発話句は 20 文字未満であり、息継ぎする必要のない長さである。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発話句となっているため、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 発話句を用いることで、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

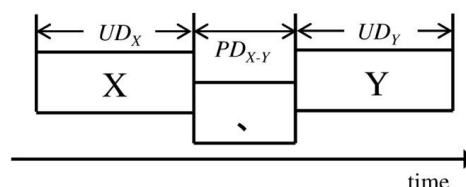


Fig. 2 XY utterance phrase

Table 1 Classification of XY utterance phrase

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

Table 2 Two factors affecting the pause of XY utterance phrase

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

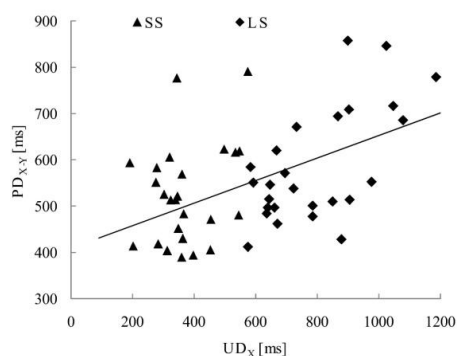
であり、うち1名は女性であった。音読用の発話句は、スピーカー(MS-105USV, ELECOM 製)を接続した PC(LATITUDE E5400, DELL 製)のモニタ上に表示された。実験課題は、MAT-LAB (version7.8.0.347, Psychtoolbox-3 を導入)で作成したプログラムを用いて自動的に提示された。音読された音声は wav ファイルで保存され、1ms ごとの平均音圧を算出した後、発話長、ポーズ長のデータを得た。

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)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 発話句を音読した。

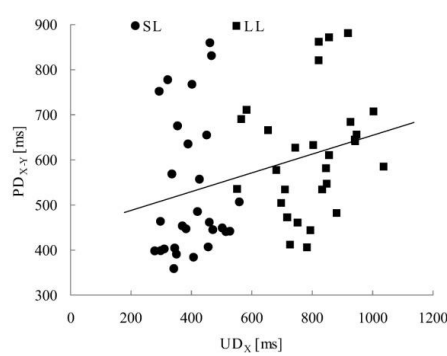
2.3 実験手続き

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。まず、被験者の前にあるモニタに XY 発話句が提示され、被験者はその発話句の音読練習を行なった。練習時間は、SS, SL, LS, LL いずれの発話句においても 5 秒間であった。練習終了から 2~4 秒間 (ランダムに決めた) 経過後、被験者は音読実験を行なった。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 発話句それぞれについて 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, SL, LS, LL 発話句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の息継ぎは禁止

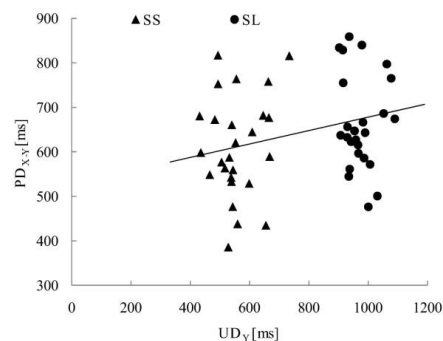


(a) SS and LS condition

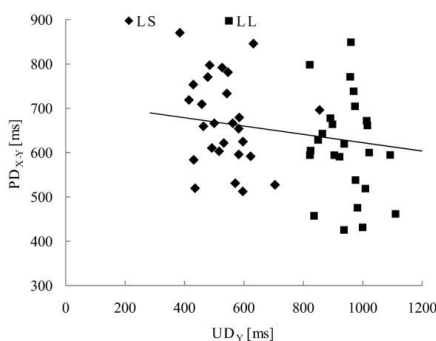


(b) SL and LL condition

Fig. 3 A relationship between preboundary utterance duration and pause duration in XY utterance phrase



(a) SS and SL condition



(b) LS and LL condition

Fig. 4 A relationship between postboundary utterance duration and pause duration in XY utterance phrase

され、XY 発話句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、各発話句における、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発話句の文字数を統制することで分析可能となっている (Table 3)。たとえば、SS発話句とLS発話句を比較することで、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・後の発話長との関係

Fig.3aにSS発話句とLS発話句、Fig.3bにSL発話句とLL発話句、それぞれにおける UD_X と PD_{X-Y} の関係の一例 (ある被験者一人分) を示す。また、Table 3に図中の各発話句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発話句のポーズ長が、SS発話句のポーズ長に比べて長く、またLL発話句のポーズ長も、SL発話句のポーズ長に比べて長くなる傾向があるのが

Table 3 Mean pause durations of each XY utterance phrase shown in Fig.3 and 4

(a) Preboundary				
XY utterance phrase	SS	LS	SL	LL
PD_{X-Y} [ms]	515.82	585.54	529.46	613.57
(b) Postboundary				
XY utterance phrase	SS	SL	LS	LL
PD_{X-Y} [ms]	612.05	670.95	667.27	641.08

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、Fig.4aにSS発話句とSL発話句Fig.4bにLS発話句とLL発話句における UD_Y と PD_{X-Y} の関係の一例 (ある被験者一人分) を示す。また、Table 3に図中の各発話句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発話句のポーズ長はSS発話句より長くなる傾向があるが、LL発話句のポーズ長がLS発話句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。

Table3a,b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 ($F(2,24)=3.863, p=.0729<.10$)。

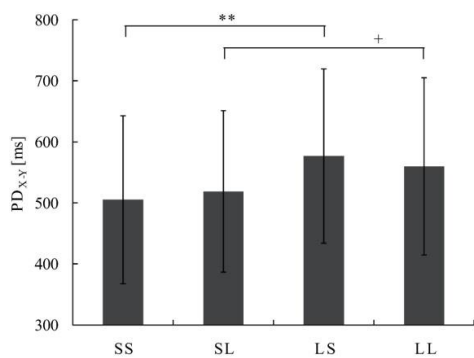


Fig. 5 Mean pause durations of each XY utterance phrase (Sub effect test, **:p<.01, +:p<.10)

さらに、上記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を Fig. 5 に示す。結果より、ポーズ直前の発話長の影響がすべての組み合わせ (A[b1] ($F(1,24)=9.298, p<.01$), A[b2] ($F(1,24)=3.066, p=.0924<.10$)) で有意であること、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直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直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 が有意傾向であることが確認された。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 発話句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 発話句のポーズ長が、SS, LL 発話句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。

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

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 発話句は SS, LL 発話句よりも σ の大きい発話句と考えることができる。

Fig. 6 に被験者の一人における σ の大きさとポーズ長の関係の例を示す。図より、 σ の大きい SL 発話句, LS 発話句のポーズ長が、 σ の小さい SS 発話句, LL 発話句

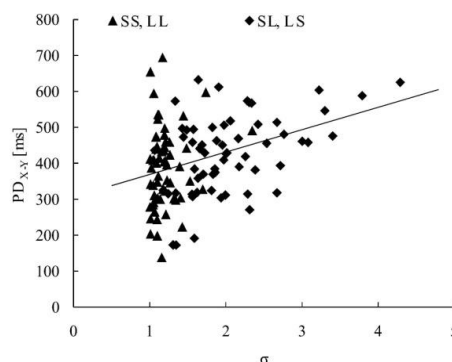


Fig. 6 A relationship between pause duration and the ratio between before and after utterance duration in XY utterance phrase

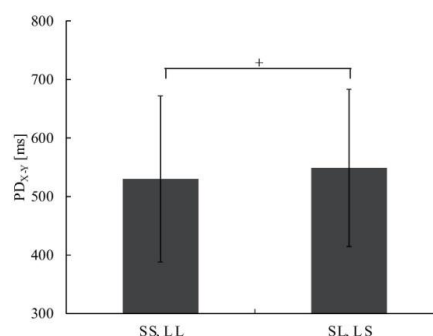


Fig. 7 Mean pause durations of SS, LL utterance phrase and SL, LS utterance phrase (Wilcoxon signed-rank test(two-tailed), +:p <.10)

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、このような傾向は他の被験者でも同様にみられた。

Fig. 7 に、 σ の小さい SS 発話句, LL 発話句、および σ の大きい SL 発話句, LS 発話句におけるポーズ長の平均値を示す。値は、まず被験者ごとに SS, LL 発話句, SL, LS 発話句の平均値を算出し、その後、被験者 13 人分のデータを平均することで求めた。ここで各ポーズ長の代表値に対し、Wilcoxon の符号順位検定を行なった結果、 σ の大きい発話句におけるポーズ長と、 σ の小さい発話句におけるポーズ長の間有意な差がある傾向がみられた ($z=1.782, p=.0747<.10$ (two-tailed))。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し、 σ が大きい発話長の組み合わせの方がポーズ長が長くなる傾向があることを示唆している。

4. 発話長生成モデル

本章では、3 章で得られた結果に基づき、ポーズを複数含む一般的な文章にも適用可能な、ポーズ長生成モデルを提案する。

まず、 $n+1$ 個の発話と n 個のポーズがある文章を考え、 k 番目にとる発話長、ポーズ長をそれぞれ PD_k, UD_k と

定義する。まず、解析結果より得られた直前の発話からの影響 a について考える。この影響は、ポーズ直前の発話長が長いほど（短いほど）ポーズ長が長くなる（短くなる）関係を表している。そのため、文章内での発話長の長短の判断が必要になるが、同じ発話長でも、文章により判断が異なる可能性がある。よって発話長に対して、文章による差を考慮して補正された値を扱うことが必要になる。本研究では、この補正値の候補として、全体の発話長の平均値による正規化を考える。このとき、 k 番目の発話長の補正値を UD'_k とすると、以下の式(1) のように書ける。

$$UD'_k = nUD_k / \sum_{i=1}^n UD_i \quad (2)$$

UD'_k は、それが文章全体の発話長の平均値より大きい場合に、1 より大きくなる値である。

次に、前後の発話からの影響 c について考える。先の3章では、XY発話句における影響 c を定量的に分析するポーズ前後の発話長の変化率を式(1) で定義し、 σ が大きいほどポーズ長が長くなることが明らかになった。モデル化においても、この変化率に注目するが、その際、影響 a と同様に、文章による差を考慮した補正値を扱うことが必要である。ここで、 k 番目のポーズの前後の発話による変化率を σ_k 、この変化率の補正値を σ'_k とすると、これらは以下の式(3),(4) のように書ける。

$$\sigma_k = \text{Max}(UD_k, UD_{k+1}) / \text{Min}(UD_k, UD_{k+1}) \quad (3)$$

$$\sigma'_k = n\sigma_k / \sum_{i=1}^n \sigma_i \quad (4)$$

ここで、2 つの影響 a, c を独立として、発話長の補正値 UD'_k と、ポーズ前後の発話長の変化率の補正値 σ'_k の2要因における、ポーズ長の平均値からの補正値 PD'_k について重回帰式を考えると、以下の式のようになる。

$$PD'_k = \alpha UD'_k + \beta \sigma'_k + \gamma \quad (5)$$

この式中、 α, β, γ は式を構成するパラメータであるが、これらの値は、3章で得られた発話長およびポーズ長のデータから文章内の補正値 UD'_k, σ'_k を算出し、これらの平均値から(5) 式に基づき重回帰分析を行うことで求めた。具体的な値は以下のようなものである。

$$\alpha = 0.1673 (p < .001)$$

$$\beta = 0.0858 (p < .10) \quad (6)$$

$$\gamma = 0.7473 (p < .001)$$

これらの計算に加え、基準となるポーズ長 PD_s を決定し、この補正値によりポーズ長を変化させる要因を導入することで、音読実験に基づいたポーズ長生成モデルを構築することが可能になる。以上より、 k 番目のポーズ長 PD_k は以下の式のように書くことができる。

$$PD_k = PD'_k \cdot PD_s \quad (7)$$

この PD_k を計算することにより、一般的な文章においても前後の発話長からの影響を考慮したポーズ長を求めることが可能になる。

5. 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発話句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示唆され、前後の発話長の変化率が大きいほどポーズ長が長くなることが示された。また、これらの結果に基づき基礎的な数理モデルを提案した。

本研究で得られた2つの結果は、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」と呼ぶことにし、以下にこれらの仕組みについて考察する。

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⁹⁾。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。このように因果的關係に基づいた仕組みは、先行研究においてたびたび議論されているが、この関係に基づいた仕組みでは、ポーズ直前までの発話情報を扱うことができて、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。よって、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説明するには不十分である。

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ことができる。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、その前後の刺激の關係から影響を受けるという報告がある。たとえば黒澤ら¹⁰⁾ は、トーンバースト系列を用いた実験において、前後の刺激の關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ている。本研究では、息継ぎの必要のない長さのXY発話句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発話句を単語、ポーズ、単語と独立した要素からなる発話句と捉えるのではなく、過去の発話長、現在のポーズ長、未来の発話長か

らなる群化された発話動作として捉えたのではないかと考えられる。この際、前後の発話長の変化が小さいときには、発話動作としてのタスクレベルが低く、ポーズ長に影響を与えにくいのに対し、前後の発話長の変化が大きいときには、発話動作のタスクレベルが高くなり、ポーズ長が長くなる方向に影響を与え、本研究のような結果が得られたのではないかと推測される。

先の因果的な関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。たとえば因果的な関係は、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。

本研究では、音読実験にXY発話句を用い、結果として扱った影響は、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¹¹⁾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、1章で述べたように、ポーズは言語的屬性、時間的特徴量など、発話長以外の影響を受ける。本研究では、XY発話句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、XY発話句に用いる単語の組み合わせをランダムではなく、言語的な属性に基づいて選んだり、より長い単語群からなる発話句を実験に用いることで、以上に上げたような様々なポーズに影響する要因を十分に検討し、メカニズムの拡張を試みる予定である。

6. 結言

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発話句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。

本研究で得られた結果は、人間同士、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。

参考文献

- 1) 山田真裕, 岩野公司, 古井貞熙: 数量化I類によるF0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, 38-3,15/20 (2001)
- 2) 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, 65/66 (1994)
- 3) M. Sugitou: The Relation between Punctuation and Prosodic Features of Utterances in Weather Forecast Sentences, Osaka Shoin Women's College collected essays, 22, 1/7 (1985)
- 4) 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, 199/211 (1990)
- 5) 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, 1455/1463 (1996)
- 6) 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, 217/220 (2001)
- 7) J. Krivokapic: Prosodic planning: Effects of phrasal length and complexity on pause duration, Journal of Phonetics, 35, 162/179 (2007)
- 8) 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)
- 9) T. Michel: Temporal discrimination and the indifference interval, implications for a model of the 'internal clock', Psychology Monographs, 77, 1/31 (1963)
- 10) 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, 13/18 (2001)
- 11) 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, 41/46 (2004)