

対話コミュニケーションにおける2種類の発話タイミング構造

山本 知仁*・阿部 浩幸**
武藤 ゆみ子***・三宅 美博***

Two Types of Utterance Timing Structure in Dialogue

Tomohito YAMAMOTO*, Hiroyuki ABE**,
Yumiko MUTO*** and Yoshihiro MIYAKE***

In this research, we analyzed the dialogue that consisted of an instruction and a response utterance to clarify the relation between cognitive process and timing structure of utterance. The results showed that correlation coefficient between duration of instruction utterance and switching pause had diverse values when fluctuation of instruction utterance duration was too small to be recognized. However, the correlation coefficient between them had positive and high value when fluctuation of instruction utterance was explicitly big. From these results, we discussed that there are two types of utterance structure in human dialogue.

Key Words: dialogue, utterance timing, correlation analysis, communication

1. はじめに

人はコミュニケーションによって、他者との相互理解を図ることができる。その際、言語的に表現される情報は不可欠であるが、その一方で、言語的には表現することができない非言語的な情報もまた重要な役割を果たしている¹⁾。この非言語的な情報には、ジェスチャーや視線など視覚的なもの、また音声の韻律情報などの聴覚的なものがあるが、その中でも発話タイミングのような対話の時間的な構造が、コミュニケーションが円滑に行なわれるための重要な要素としてたびたび注目されてきた。

たとえば、Condonらは母子コミュニケーションにおいて、音声リズムと身体リズム間の相互作用が重要な役割を果たしていることを示した²⁾。渡辺らは発話とうなずきのリズムに引き込み現象が観察されることを示し、さまざまな音声インタフェースに応用している³⁾。北岡らも、自然な発話タイミ

ングで対話することのできるシステムを実現するために談話コーパスより発話タイミングを決める決定木を求め、それを用いたシステムの構築を行なっている⁴⁾。また、MatarazzoらやWebbは、発話長、発話速度、反応時間などが、話者間で同調することを報告しており^{5)~7)}、長岡らや小磯らも、交替潜時や発話速度などが話者間で同調することを報告している^{8)~11)}。

しかし、これらの研究は主にコミュニケーションにおける身体的インタラクションを重視しており、認知的側面からの影響については十分考慮されていないという問題が残されていた。一方、われわれはリズム音に合わせてタップを行なう同期タッピング課題や協調タッピング課題を用い、インターパーソナルなタイミング共有機構に関する研究を進めてきた^{12)~16)}。これらの研究において、われわれはタイミング機構が注意資源を必要としない身体的過程と、注意資源を必要とする認知的過程として二重化されており、この「二重性」が人間の共創的コミュニケーションの基盤にあることを明らかにしている。また、このような二重性は対話における交互発話課題においても存在が示唆されている¹⁷⁾。そこで本研究では、タイミング機構に関するこれまでの先行研究を踏まえて、認知的過程と身体的過程の両側面から対話コミュニケーションにおける時間的構造の解析を進める。

本研究において、対話における身体的側面と認知的側面の両方を考慮した実験を行なうためには、対話中の被験者の認知的な状態を実験的に制御することが不可欠となる。そこで具体的には、指示者と被指示者からなる対話において、指示者の発話速度が大きく変化し、その変化に被指示者が気づきやすい対話と、指示者の発話速度の変化が相対的に小さく、

* 金沢工業大学情報学部 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1

** 金沢工業大学大学院工学研究科
石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1

*** 東京工業大学大学院総合理工学研究科
横浜市緑区長津田町 4259

* College of Information Science and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology, 7-1 Ohgigaoka, Nonoichi, Ishikawa

** Graduate School of Engineering, Kanazawa Institute of Technology, 7-1 Ohgigaoka, Nonoichi, Ishikawa

*** Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta-cho, Midori-ku, Yokohama

(Received December 15, 2008)

(Revised August 20, 2009)

その変化に気づきにくい対話の2つの条件を用意した。そして、前者の条件を認知的と呼び、被指示者のタイミング機構における認知的過程を相対的に強く反映しているものと仮定して、後者を身体的と呼び、より身体的過程を反映するものと仮定し、これらの2種類の対話条件における時間的特徴量の相関関係を分析し比較した。

以下、第2章で実験手法について説明し、第3章で結果をまとめ、第4章で本研究において見出された2種類の発話タイミング機構について考察を行なう。

2. 実験手法

2.1 実験タスク

本研究では、指示発話と応答発話からなる対話を実験対象として選び、タスクをつぎのように設定した。被験者は、Fig. 1に示すような10個の同じ形の積み木（木製、5cm × 5cm × 2.5cm）が置かれた机に、1.2m程離れて2人が向かい合って座る。そして、以下の2つの発話からなる対話を行なう。

- 1. 指示者が「積み木を取ってください」という指示を被指示者に出す
- 2. 被指示者はその指示に対して「はい」という応答とわずき動作をしてから机の上の積み木を1つ取る

以上の実験タスクにおいて、発話速度の変化が発話行動の時間的な構造に与える影響を明らかにするために、以下2つの条件を設定した。

- 条件1 指示者の発話速度に制限を加えず、指示と応答を自然に繰り返す
- 条件2 指示者の発話速度を大きく変化させ、指示と応答を繰り返す

条件1は指示者が自然な（普段被験者が発話している）発話速度やタイミングで指示と応答を繰り返す条件であり、この実験によって通常の対話の時間的な構造について調べる。条件2では指示者に発話の速度を「はやい」、「ふつう」、「おそい」の三段階で指示し、指示者の発話速度変化が大きいときの対話の時間的な構造について調べる（この条件において発話速度の変化方法については特に指示しなかったが、結果的に指示者は「ふつう」の指示の場合には条件1と同じ自然な発話速度で、「はやい」もしくは「おそい」の場合には「ふつう」の指示のときに対して相対的に早い、もしくは遅い発話速度で発話した）。さらに実験後、各条件における指示者の発話速度の変化について被指示者が認知していたかどうかの評価を行なった。評価は指示者の「発話速度は変化したか」という質問に対し、「わからない」、「やや変化していた」、「変化していた」、「非常に変化していた」のいずれかを選択する形式で行なった。

実験の説明については指示者、被指示者ごとに行ない、被指示者は、指示者の発話速度の変化に関してナイーブな状態とした。また、実験に慣れてもらうために条件1についてそれぞれ数回、練習を行なってもらった（このことにより、条件1において指示者が何らかの心理的な圧迫を受け、不自然



Fig. 1 A picture of experiment

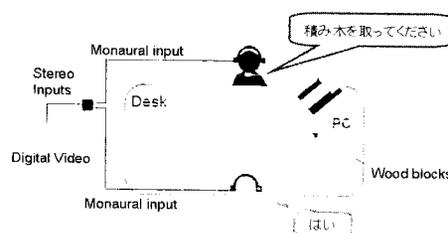


Fig. 2 Experiment system

な発話速度で発話するという事は観察されなかった）。

本実験ではこれら2つの条件において、各被験者の組ごとに続けて3回の試行を行なった。個々の試行は上記の対話を10回繰り返すものとする。ただし、条件1, 2を行なう順番は被験者組ごとにランダムに決めた。

2.2 被験者について

実験には20代の健全な男子大学生20人（平均年齢：21.65歳，21歳：9人，22歳：9人，23歳：2人）が被験者（10人の指示者と10人の被指示者）として参加した。これらの被験者は金沢工業大学の情報工学科に属しており、授業などを通じて互いに顔見知りの関係であった。被験者の組み合わせはランダムに選び、同年齢の被験者組が7組、1歳の年齢差がある被験者組が3組であり、社会的に強い上下関係がある被験者対はなかった。

2.3 実験システム

本研究では、Fig. 2に示すように実験のようすを映像と音声で記録した。記録にはビデオカメラ（SONY社：DCR-PC300）を使用し、音声はヘッドセット（Audio Technica社：PRO8HEW/P）により収録した（本論文では解析しないが、身体動作もマーカーを手の甲とマイク部分に付け計測した）。このとき同一試行内での対話行動がリズム化してしまうのを防止するために、指示者に2~5秒のランダムに設定された待機時間だけ待つようにPCのディスプレイに提示した。また、条件2において、指示者に発話速度を指示する際には「はやい」、「ふつう」、「おそい」のいずれかを同PCを用いて提示し、指示者はこれらの提示を確認した後、意図的に発話速度を変えて発話させるようにした。なお、それぞれの提示回数は試行全体でバランスをとった。

2.4 実験データの解析

本研究では、対話の時間的な構造の解析を行なうために録音された音声データの時間的な側面だけに注目した。実験で用

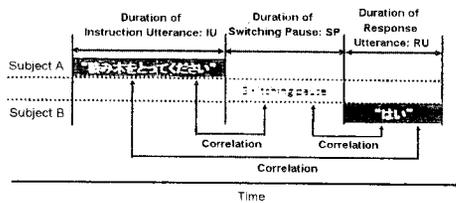


Fig. 3 Indices of dialogue

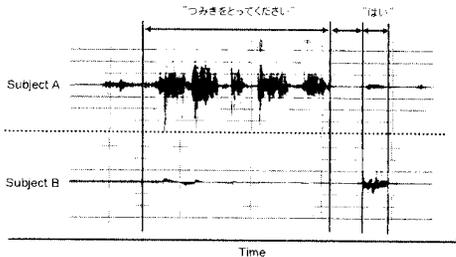


Fig. 4 Calculation of each duration

いた対話における時間的特徴量は Fig. 3 に示すように、指示者の指示発話長 (Duration of instruction utterance; IU), 被指示者の応答発話長 (Duration of response utterance; RU), 交替潜時長 (Duration of switching pause; SP) の3つであり、これらの間の相互相関を解析した。それぞれの時間長は、Fig. 4 に示す音声の録音波形 (WAVE 形式) においてノイズレベルから 5db 以上大きく、発話が続いている区間を有音区間とした。ただし、Fig. 4 にある「つみきをとってください」の「つ」の発音部分にあるように、呼吸によるノイズが重なる場合や音声の録音レベルが小さい場合など、機械的に有音区間を決められないときには、実際に音声データを聴取、目視し有音区間を決めた。

また本研究では、相関係数は各条件における試行 (10 発話分) ごとに計算をした値を用いた。これは、各試行における各時間長の平均値変動からの影響を低減させ、より正確に相関係数を算出するためである。

3. 実験結果

3.1 時間特徴量の変化について

最初に、条件 1, 2 における指示、応答発話および交替潜時の時間長の結果について示す。Tables 1, 2 は各条件における時間特徴量の計測結果である。これらの結果は 1 条件あたり、(積み木 10 個) × (3 試行) × (10 被験者組) の 300 データから算出している平均値と標準偏差値である。Table 1 と Table 2 の結果を比較すると、各時間特徴量の平均値に関しては大きな差がないことがわかる。それに対し、条件 2 において指示発話長の標準偏差が条件 1 に比べ約 1.7 倍大きくなっている (F-test; $p < .05$) ことから、指示者が発話速度を変化させていたことがわかる。一方、他の特徴量の標準偏差値においては条件間による統計的な有意差がなかった (F-test; $p > .15$)。

Table 1 Mean and S.D. of indices in condition 1

Indices (msec)	IU	RU	SP
Mean	1121	214	321
S.D.	61.7	28.3	82.4

Table 2 Mean and S.D. of indices in condition 2

Indices(msec)	IU	RU	SP
Mean	1184	242	311
S.D.	243	36.4	78.6

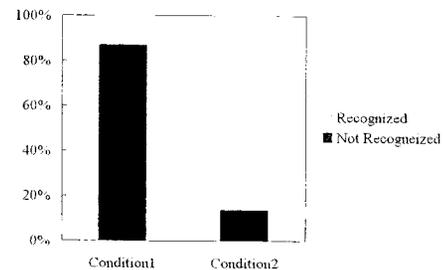


Fig. 5 Recognition to change of utterance speed

3.2 発話速度変化に対する認知状態

つぎに、指示者の発話速度の変化に対する被指示者の認知の状態について示す。Fig. 5 は、条件 1, 2 それぞれにおいて、「発話速度は変化したか」という質問に対し、被指示者が「わからない」と答えた比率と、「やや変化した」、「変化した」、「非常に変化した」のいずれかを答えた比率である。条件 1 では、被指示者が「やや変化した」、「変化した」、「非常に変化した」と答えた試行が 30 試行中 4 試行であったのに対し、条件 2 では 30 試行中 26 試行となった。これらの結果は、条件 1 では発話速度の変化が小さくそれを被指示者も認知しにくいのに対し、条件 2 では指示によって発話速度が大きく変化し、被指示者もそれを認知しやすいことを示している。

3.3 時間特徴量間の相関関係

ここでは、各時間特徴量間の相関関係について示す。Tables 3, 4 は各特徴量間の相関係数の平均値であり、値は 1 試行ごとに算出した相関係数を、(3 試行) × (10 被験者組) = 30 データより求めた。結果より、まず指示発話長と交替潜時の間において、条件 2 でのみ中程度の正の相関関係 ($r = .416$) があるのがわかる。また、値はやや小さい ($r = .366$) が、指示発話長と応答発話長の間においても正の相関関係があることがわかる。

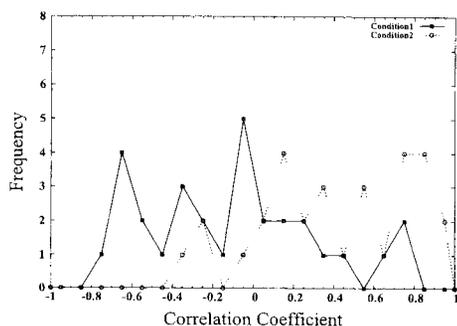
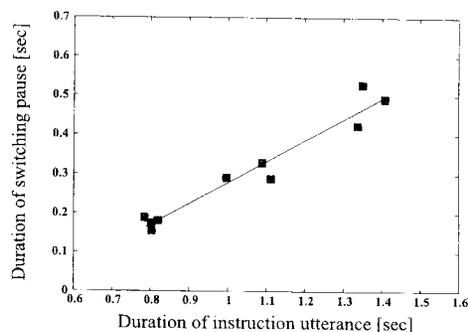
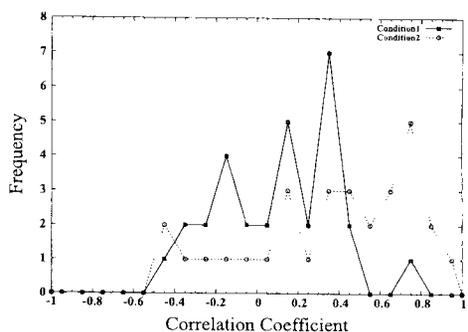
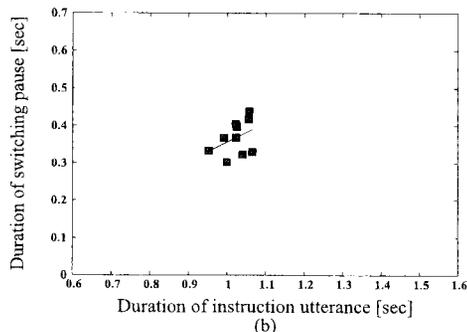
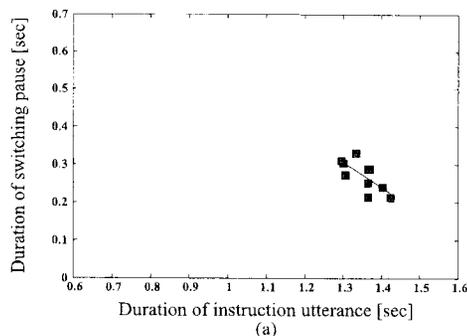
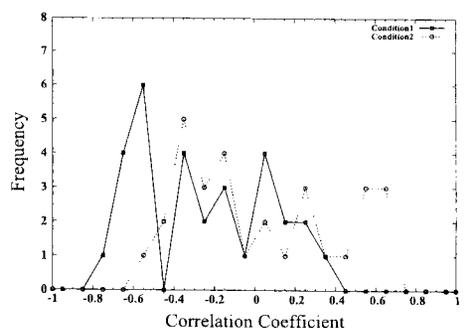
Fig. 6 は中程度の相関関係が見られた指示発話長と交替潜時長の相関係数の出現頻度をプロットした図である。図より、条件 1 では相関係数が負から正まで広く分布していることがわかる。相関関係の中には Fig. 7(a) に示すような強い負の相関関係を示すものや、Fig. 7(b) のように正の相関関係を示すものもあった。一方で、条件 2 では相関係数が正に偏っているのがわかる。特に Fig. 8 に示すような相関係数 0.7 以上の強い相関を得られた結果が 30 試行中 11 試行あり、両条件間で相関係数の平均値の間には統計的な有意差が認められ

Table 3 Correlation coefficient between instruction utterance and switching pause in condition 1

Correlation	IU	RU	SP
IU	1.0	0.095	-0.100
RU		1.0	-0.255
SP			1.0

Table 4 Correlation coefficient between instruction utterance and switching pause in condition 2

Correlation	IU	RU	SP
IU	1.0	0.366	0.416
RU		1.0	0.023
SP			1.0

**Fig. 6** Distribution of correlation coefficient between instruction utterance and switching pause**Fig. 8** An example of correlation between instruction utterance and switching pause in condition 2**Fig. 9** Distribution of correlation coefficient between instruction utterance and response utterance**Fig. 7** An example of correlation between instruction utterance and switching pause in condition 1**Fig. 10** Distribution of correlation coefficient between switching pause and response utterance

た (Mann-Whitney U-test; $p < .05$).

Fig. 9 は、指示発話長と応答発話長間の相関係数出現頻度をプロットした図である。図より、条件 1 では 0 を中心に正負に分布が広がっているのに対し、条件間の平均値に統計的な

有意差はないものの (Mann-Whitney U-test; $p > .25$)、条件 2 ではそれらが正に偏っていることがわかる。一方、今回の実験では交替潜時長と応答発話長の相関係数 (**Fig. 10**) の平均値が大きな値をとることはなく、条件間の平均値の間に統計的な有意差は見られなかったが (Mann-Whitney U-test; $p > .25$)、図より、条件 1 において交替潜時長と応答発話長間の相関係数がやや負に偏った分布になる傾向があることが読み取れる。

3.4 指示発話長と交替潜時長の相関関係

3.3 節では、指示発話長と交替潜時長間の相関係数の分布が条件 1 においては正から負まで広がるのに対し、条件 2 においては、正に偏ることが明らかになった。ここではこの指示発話長と交替潜時長間の相関関係を中心に、各条件に

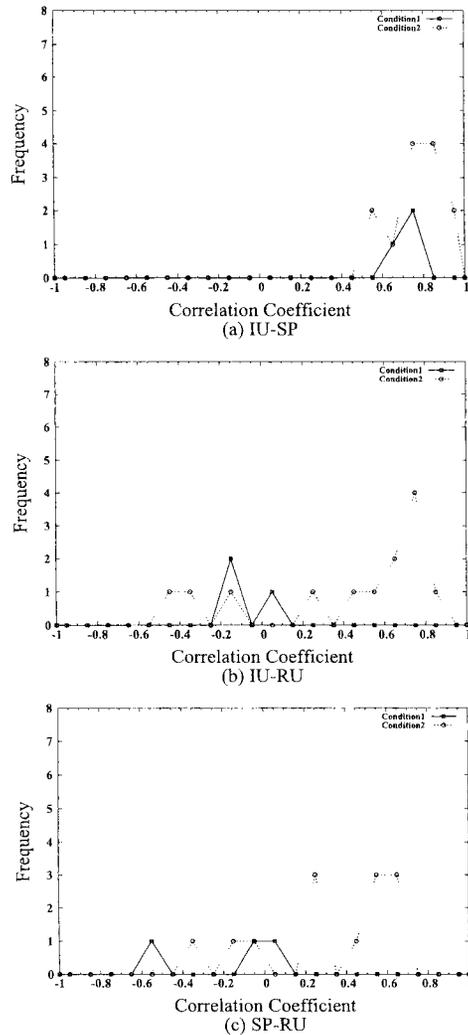


Fig. 11 Variation of distribution of significant positive correlation coefficient between instruction utterance and switching pause

おける相関係数の分布を詳細に解析し、それぞれの相関係数が現われるメカニズムについて調べる。Fig. 11(a)はFig. 6にある指示発話長と交替潜時長の相関係数のうち、正の相関係数で $p < .05$ で統計的に有意な相関係数をプロットしたものである。同様に、Fig. 12(a)は負の相関係数で $p < .05$ で有意な相関係数をプロットしたものである。これらの図より、条件2では正に統計的に有意な相関係数が多く見られるのに対し、条件1では正負の両方にいくつかの統計的に有意な相関係数が見られるのがわかる。

さらに、Fig. 11(b), (c)はFig. 11(a)の図で現われた正の相関係数が、Fig. 12(b), (c)はFig. 12(a)で現れた負の相関係数が、指示発話長と応答発話長の間、交替潜時長と応答発話長の間でどのような関係になっているかを示している(これらの値は必ずしも統計的に有意なものだけではない)。Fig. 11(b), (c)を見ると、Fig. 11(a)の条件2で見られていた相関係数は、その分布がやや崩れるものの、その多くが正にとどまっ

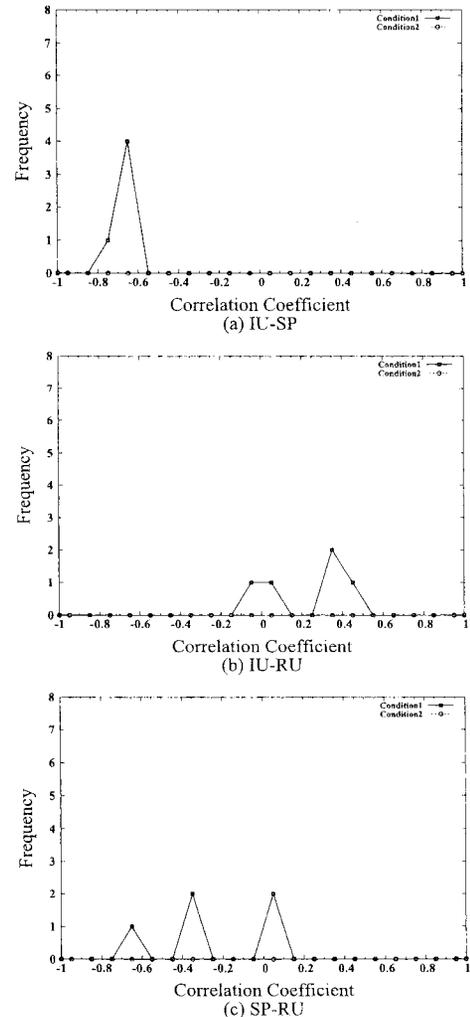


Fig. 12 Variation of distribution of significant negative correlation coefficient between instruction utterance and switching pause

ているのがわかる。それに対し、条件1の相関係数は分布が崩れてしまい、明確な傾向が見られない。一方、Fig. 12(b), (c)を見るとFig. 12(a)において、条件1で負にあった相関係数が、Fig. 12(b)にあるように指示発話長と応答発話長間では正のほうで見られ、Fig. 12(c)にあるように、交替潜時長と応答発話長の相関係数では負のほうで見られることがわかる。

これらの結果より、条件2において指示発話長と交替潜時長の間で正の相関係数が見られる場合には、指示発話長と応答発話長、および、交替潜時長と応答発話長の間においても正の相関係数が現れやすいことを示唆している。つまり指示発話長が被指示者が認知できるほど長く(短く)なる場合には、交替潜時長、応答発話長ともに長く(短く)なり、対話全体が長く(短く)なる傾向があることを示唆している。

一方、条件1において指示発話長と交替潜時長の間で負の相関係数が見られる場合には、指示発話長と応答発話長の相関係数は条件2と同様に正に現われやすいのに対し、交替潜

時長と応答発話長の間においては負の相関関係が現われやすいことが示された。このことは指示発話長が長く（短く）変化しても被指示者がその変化を認知しにくい場合は、応答発話長は長（短く）なるものの、交替潜時長は逆に短く（長く）なり、対話全体の長さがあまり変化しないことを示唆している。

4. 考 察

本研究では、対話における認知的・身体的過程と、対話の時間的構造の関係について調べた。その結果として、以下のことが明らかになった。

- 指示者の発話速度の変化が小さく被指示者がその変化を認知しにくい条件1では、指示発話長と交替潜時長の相関係数の分布は正から負まで広がる。それに対し、指示者の発話速度の変化が大きく、その変化を被指示者が認知しやすい条件2では、指示発話長と交替潜時長の相関係数の分布が大きく正のほうに偏る。
- 指示発話長と応答発話長の相関係数は、条件1では0付近を中心に広く分布するのに対し、条件2では正のほうに分布がやや偏る傾向がある。
- 指示者の発話速度の変化が大きく被指示者がその変化を認知しやすい条件2では、限られたサンプル数ではあるが、指示発話長が長く（短く）なれば、その他の時間長もすべて長く（短く）なる傾向が示唆された。それに対し、指示者の発話速度の変化が小さく被指示者がその変化を認知しにくい条件1では、指示発話長が長く（短く）なるとき、応答発話長は長く（短く）なるものの、交替潜時長は逆に短く（長く）なる傾向があることが示唆された。

指示発話の速度が大きく変化する条件2において、指示発話長と交替潜時長の間、および指示発話長と交替潜時長の間、正の相関関係が表われた結果は、Matarazzoらや長岡ら^{5)~9)}が示している同調傾向¹⁸⁾の1つとみなすことができる。同調傾向とは、コミュニケーションにおいて相手と発話行動や身体動作などが同調してくる傾向であり、円滑なコミュニケーションの指標として捉える研究もある。このような同調傾向が起こるメカニズムとしては、対話者がそれぞれ対話リズムを生成するリズム系をもっており、それらが相互作用する中で引き込み現象を生じている可能性がある。この結果として、Fig. 13に示すように指示発話長が長く（短く）なれば、交替潜時長、および応答発話長も長く（短く）なり、全体として対話長が長く（短く）なっているということが考えられる。

それに対し、指示者の発話速度に制限を加えない条件1においては、指示発話長と交替潜時長の相関係数は負から正まで広く分布した。この結果は、自然な発話速度で対話が行なわれている場合には、被指示者の応答パターンが多様であることを示唆している。それらの多様な応答パターンの中でも、限られたサンプル数ではあるが、指示発話長と交替潜時長のあいだに負の相関関係が観察される結果は、これまで知られておらず本研究が最初の報告である。このような現象は対話者

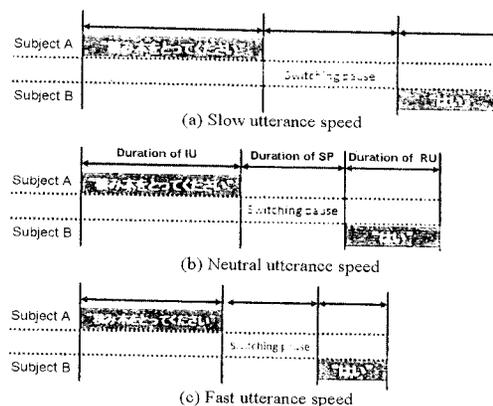


Fig. 13 Variation of durations in condition 2

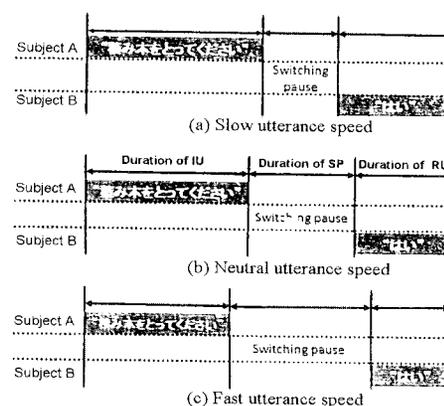


Fig. 14 Variation of durations in condition 1

間の2つの対話リズムによる引き込み現象ではなく、Fig. 14に示すように交替潜時長が他の時間長の変化を吸収し、結果として、2人の対話者から生成される1つのグローバルな対話リズムを一定に保つ現象と考えられる。ただし、今回の実験では相関係数のサンプル数が限られており、このような場合についてはさらなる検証が必要であろう。しかし、いずれにせよ、対話コミュニケーションにおいて発話速度変化に対する認知の差がこのような2つの発話行動のモードを生み出しうるという結果は大変興味深い。

われわれはすでに、同期タッピング課題を用いてインターパーソナルなタイミング機構が二重化されていることを報告してきた^{12)~15)}。そこでは、注意資源を必要としない身体的過程と注意資源を必要とする認知的過程の両方が、共創的コミュニケーションに不可欠であることを議論している。本研究で得られた上記の2つの発話行動モードの結果は、対話における時間的な構造が、認知的な過程がかかわる部分とそうでない部分から構成されていることを示しており、対話と二重性の関係を示唆するものである。たとえば、対話における自己と他者の区別は重要であり、より認知的領域において自己と他者の対話リズムの区別が明確になり、より身体的な領域において自己と他者の対話リズムが一体化し、自他非分離な関係が生成されているという解釈も可能である。しかしながら、

今回の結果からは注意資源がそれぞれの条件においてどの程度必要とされるのかについては明らかにされていないため、被指示者の注意資源を制御する実験が今後必要と考えられる。

最後に、本研究において補足的に考慮されなければならない点についてまとめておく。

まず、本研究では、対面での対話を扱ったが、この場合音声情報だけでなく、視覚的な情報やその他のモーダルによる情報が発話行為に影響を与えている可能性がある。そこで予備的ではあるが、録音された指示者の音声のみを被指示者に聞かせ、同様の対話を行なったところ、条件1では指示発話長と交替潜時の相関値の平均が -0.218 となり、対面対話における条件1の相関値との間に統計的な有意差は見られなかった(Mann-Whitney U-test; $p > .25$)。一方、条件2では指示発話長と交替潜時長との間の相関値の平均が 0.129 となり、対面での実験の条件2との間に有意差が見られた(Mann-Whitney U-test; $p < .05$)。この結果から、実験条件によって、各モーダルからの影響が異なるということが示唆される。よって今後は、発話行為とモーダルの関係も含めて分析することが重要である。

また、今回の実験データの解析では相関係数を各時間長から算出したが、交替潜時長や応答発話長に影響を与える2次的な要因として各時間長の相対的な変化(各時間長における時間的な差分)からの影響も考えられる。実際、指示発話長の相対的な変化と交替潜時長のあいだで相関値の平均値を計算すると、条件1においては -0.0298 であるのに対し、条件2では 0.362 であり、条件2ではこのような相対的な変化からも弱い影響を受けている可能性がある。今後、これらの要因からの影響も分析する必要がある。

さらに、今回の実験では、指示者の発話速度の変化方法については特に指示はしなかった。しかし、発話速度を変化させるうえで、たとえば発話中の単語間のポーズを調整する場合や、1語1語の発話速度を調整する場合など、さまざまな方法が考えられ、これらは統制される必要がある。また、本実験の被験者群は、同じ学科内の学生群で年齢が近く、社会的に強い上下関係をもつような被験者対はなかった。そのため、今回の実験結果は社会的な関係が均質な状況に限定されている。今後このような実験条件についても改善する必要がある。

5. おわりに

本研究では、対話における認知的・身体的過程と、対話の時間的構造の関係について調べた。結果として、指示者の発話速度の変化が小さく被指示者がその変化を認知しにくい条件1では、指示発話長と交替潜時長の相関係数が負から正まで広い分布をとるのに対し、指示者の発話速度の変化が大きくなり、その変化を被指示者が認知しやすい条件2では、指示発話長と交替潜時長の相関係数の分布が大きく正のほうに偏ることが示された。また、指示発話長と応答発話長の相関係数に関しても、条件2では正のほうに分布が偏ることが示され

た。これらの結果から、対話においては発話速度変化に対する認知状態に依存して異なる2つの発話行動のモードが現われることを明らかにした。

参考文献

- 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—, セレクション社会心理学14, サイエンス社(1998)
- 2) W.S. Condon and L.W. Sander: Neonate Movement is Synchronized with Adult Speech, *Science*, **183**, 99/101 (1974)
- 3) 渡辺, 大久保, 中茂, 檀原: InterActor を用いた発話音声に基づく身体的インタラクションシステム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, **2-2**, 21/29 (2000)
- 4) N. Kitaoka, M. Takeuchi, R. Nishimura and S. Nakagawa: Response timing detection using prosodic and linguistic information for human-friendly spoken dialog systems; 人工知能学会論文誌, **20-3**, 220/228 (2005)
- 5) J.D. Matarazzo and A.N. Wiens: Interviewer influence on durations of interviewee silence, *Journal of Experimental Research in Personality*, **2**, 56/69 (1967)
- 6) J.D. Matarazzo, M. Weitman, G. Saslow and A.N. Wiens: Interviewer influence on durations of interviewee speech, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **1**, 451/458 (1963)
- 7) J.T. Webb: Interview synchrony: An investigation of two speech rate measures in an automated standardized interview, In B. Pope and A.W. Siegman (Eds.), *Studies in dyadic communication*, Pergamon, 115/133 (1972)
- 8) 長岡, 小林, 中村: 対話における交替潜時長の2者間相互作用, *人間工学*, **38**, 316/323 (2002)
- 9) C. Nagaoka, M. Komori, T. Nakamura and M.R. Draguna: Effects of receptive listening on the congruence of speakers' response latencies in dialogues, *Psychological Reports*, **97-1**, 265/274 (2005)
- 10) 長岡千賀: 対人コミュニケーションにおける非言語行動の2者間相互影響, *対人社会心理学研究*, **6**, 101/112 (2006)
- 11) 小磯, 下嶋, 岡田, 片桐: 会話相互作用におけるリズム, *人工知能研究会資料 SIG-SLUD-9602*, 19/24 (1996)
- 12) 三宅, 大西, ベッセル: 同期タッピングにおける2種類のタイミング予測機構, *計測自動制御学会論文集*, **38-12**, 1114/1122 (2002)
- 13) 小松, 三宅: 同期タッピング課題における非同期的な時間発展, *計測自動制御学会論文集* **41-6**, 518/526 (2005)
- 14) K. Takano and Y. Miyake: Two types of phase correction mechanism involved in synchronized tapping, *Neuroscience Letters*, **417**, 196/200 (2007)
- 15) 武藤, 三宅, ベッセル: 複雑な環境変動における認知を伴うタイミング機構—環境の複雑性を考慮したインタフェース設計のための基礎的研究—, *計測自動制御学会論文集*, **43-11**, 989/997 (2007)
- 16) 今, 三宅: 協調タッピングにおける相互同期過程の解析とモデル化, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, **7-4**, 61/70 (2005)
- 17) 三宅, 辰巳, 杉原: 交互発話における発話長と発話間隔の時間的階層性, *計測自動制御学会論文集*, **40-6**, 670/678 (2004)
- 18) 大坊郁夫: 同調傾向, *心理学辞典*, 中島・安藤・子安・坂野・繁樹・立花・箱田(編), 有斐閣(1999)

[著者紹介]

山本知仁 (正会員)



2004年東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻博士課程修了(博士(工学))。同年金沢工業大学情報工学科講師,現在に至る。ヒューマンインタフェース,ヒューマンコミュニケーションなどの研究に従事。電子情報通信学会,ヒューマンインタフェース学会各会員。

阿部浩幸



2007年金沢工業大学工学部情報工学科卒業。同年金沢工業大学大学院工学研究科博士前期課程入学,現在に至る。ヒューマンインタフェース,ヒューマンコミュニケーションの研究に従事。

武藤 ゆみ子



2004年~2005年ドイツミュンヘン大学医学的心理学研究所付属GRP研究所にて研究員(感覚運動連関における時間の階層性の研究に従事)。2006年東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻博士前期課程修了。同年同専攻博士後期課程入学,2008年より日本学術振興会特別研究員(DC),現在に至る。

三宅美博 (正会員)



1989年東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了(薬学博士)。金沢工業大学情報工学科助手,講師,助教を経て,96年より東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻准教授,99年よりミュンヘン大学客員教授併任。主として生命的自律性の研究に従事。生物物理学会,IEEEなどの会員。