

## 人間と人工物との対話コミュニケーションにおける 発話速度の引き込み現象

小松 孝徳<sup>†a)</sup>      森川 幸治<sup>††b)</sup>

Entrainment on rate of utterance in speech communication between humans and artifacts

Takanori KOMATSU<sup>†a)</sup> and Koji MORIKAWA<sup>††b)</sup>

**Abstract.** 円滑なコミュニケーションを行っている二者間には、自ら表出した情報が相手のそれに対して相互的に同調していく「引き込み現象」がよく観察される。そこで本研究では、人間が簡便に表出できる音声の「発話速度（話速）」に注目し、人間同士の対話状況において話速に関する引き込み現象が観察されるのか、また、インタラクションの相手が人工物となった場合で観察されるのかを確認する実験を行った。まず、人間同士の対話における話速の引き込み現象の有無を観察するために、英会話の教材のような 10 種類の原稿を 10 人の被験者同士で交互に読みあっている際の話速を計測した。その結果、録音された計 90 発話の約 63%にあたる 57 発話において、相手の話速に自分の話速を合わせようという『話速の引き込み現象』が観察された。続いて、あらかじめ録音された様々な話速の音声を再生する自動応答システムと被験者とが同様の対話を読みあう実験を行った結果、27 人の被験者の計 243 発話のうち約 76%における 186 対話において、話速の引き込み現象が観察された。

**Keywords.** 対話コミュニケーション, 発話速度（話速）, 引き込み, 自動応答システム

### 1. はじめに

円滑な対話コミュニケーションを行っている二者間には、自らの表出した情報が相手のそれに対して相互的に同調していく「引き込み現象」[1,2]がよく観察される。近年、この引き込み現象を積極的に利用して、人間と人工物との間に円滑なコミュニケーションを構築しようという研究が数多く行われている [3,4]。たとえば、小野他 [5] は、道案内をするロボットがジェスチャー交えながら道順を説明すると、それを聞いている被験者の多くがロボットに同調するようなジェスチャーを表出し、ジェスチャーを見せなかった被験者に比べて高い割合で目的地に到達していたことを報告した。また、渡辺他 [6] は、ユーザの語りかけに対して聞き手として反応し、「うなずき」や「まばたき」など

の身体的な反応を適切なタイミングで表出するロボットを開発した。そして、このロボットとのインタラクションを経験した多くのユーザは、このロボットの反応に同調した行動を表出し、その結果としてこの両者間に自然な対話インタラクションが構築されたと報告した。このように、多くの研究が人間の身体的な同調に注目した引き込みに関する研究を行っている一方、人間が簡便に表出できる情報である音声に注目した引き込みに関する研究も存在している。たとえば、長岡他 [7] は、協調的な対話状況では対話者同士がほぼ同じような時間的なパターン（発話長さや交換潜時）で発言や相槌をすることを示している。しかしこのような研究は、対話における大局的な時間的なパターンに注目している一方、発話内容自体と密接な関係を持つような発話速度（以降、話速と呼ぶ）には注目していない。尚、本稿での話速は（発話している文中に含まれる文字数 ÷ 発話に要した時間）で算出した。

そこで本研究では、まず、実際の人間が単独で発話している際の話速を測定し、それを基準として、実際の人間同士の対話コミュニケーションにおいて相手の

<sup>†</sup> 公立はこだて未来大学, システム情報科学部, 〒 041-08655 北海道函館市亀田中野町 116-2

<sup>††</sup> 松下電器産業株式会社, 先端技術研究所, 〒 619-0238 京都府相楽郡精華町光台 3-4

a) E-mail: komatsu@fun.ac.jp

b) E-mail: morikawa.koji@jp.panasonic.com



1 対話実験風景

話速にあわせるように自らの話速を調整するという『話速の引き込み現象』が観察されるかを確認する予備実験を行った。続いて、話速の引き込み現象が人間と人工物との対話インタラクションにおいても同様に観察されるのかを実験的に解析した。そして特に、人間と人工物との対話インタラクションにおける「話速の引き込み現象の有無」を議論した後、発話内容の違いがこの現象に与える影響についても考察を行った。

## 2. 予備実験：話速の引き込みの有無を確認する

### 2.1 目的

人間同士の対話状況を観察し、その話速を記録・解析することで、被験者の話速が相手の話速によって変化するのかを観察した。具体的には、まず、被験者がニュース原稿を朗読している状態の話速（単独話速）を測定し、次に英会話の教材に使用されるような対話状況の原稿を他の被験者と読んでいる際の話速を測定した。そして、単独発話時における話速を基準に、対面発話時の話速がどのように変化しているのかを観察することで、話速の引き込み現象の有無を考察した。

### 2.2 手順

実験者の被験者募集に応じた10人が被験者として実験に参加した。内訳は、教員（33歳）・大学一年生（19歳）各1人と、大学二年生（19-20歳）8人であった。

実験は大きく分けて以下の二つのセクションに分けられた。

- 単独話速測定セッション：被験者の単独発話時の話速を測定するため、実際のニュースで用いられたニュース原稿を朗読している発話を録音し、その際の話速を測定した。そして、ここで測定された話速を、

コミュニケーション時のように発話速度に対して他者からの影響を受けないという意味で、その被験者の単独状態の話速とみなすこととした。

- 対話話速測定セッション：被験者同士が二人一組となり、英会話の例文のような対話文を朗読しあった。今回の実験には10人の被験者が参加し、1人の被験者は残りの9人の被験者と総当り方式で対話を行ったため、一人あたり計9回の対話を行った。この際、異なる対話文を9種類用意したので、被験者は同じ対話文を繰り返して読むことはなかった。対話文には、先に発話を開始するAさん役と、Aさんに続いて発話を行うBさん役とがあるが、この役割は被験者組においてジャンケンなどで任意に決定させた。そして、各対話文における各被験者の発話から、その平均話速を求め、これを各対話における被験者の話速（対話話速）とみなした。よって、一つの対話文中における話速の変遷は考慮していない。この対話話速測定セッションでは、1人の被験者につき9対話の話速を録音するので、計90発話（45対話）のデータが獲得できた。

### 2.3 実験結果

単独話速測定セッションの結果、10人の被験者の平均話速は8.843 [文字/秒] (標準偏差: 1.192 [文字/秒]) であった。また、これらの被験者のうち、最大話速は10.692 [文字/秒] で、最小話速は6.884 [文字/秒] であったため、これより、個人の話速には非常に大きいばらつきが存在しており、1.5倍ほどの話速差が被験者間に存在していたといえる。

単独話速測定セッションで測定された各被験者の単独話速を基準として、「被験者は相手の話速にあわせるように、自分の話速を調整させていたのかどうか」を、対話話速測定実験で獲得した計90発話について調査した。その際、自分の話速が相手のそれに引き込まれていたのか否かを示す判別式を作成した。以下の式は、 $n$ 番の対話を被験者  $a$  と  $b$  が朗読した時における、 $b$  に対する  $a$  の引き込み判別式  $D_{nab}$  である。また、 $abs(*)$  は\*の絶対値を返す関数であり、 $sgn(*)$  は\*の符号を返す関数である。

$$D_{nab} = sgn(V_{db} - V_{da}) * sgn(V_{na} - V_{da}) * abs(V_{na} - V_{da}) \dots (1)$$

$V_{da}$  ... 被験者  $a$  の単独話速

$V_{db}$  ... 被験者  $b$  の単独話速

$V_{na}$  ... 被験者  $a$  の対話  $n$  における平均話速

この判別式の第一項は、「被験者  $a$  と  $b$  の単独話速の

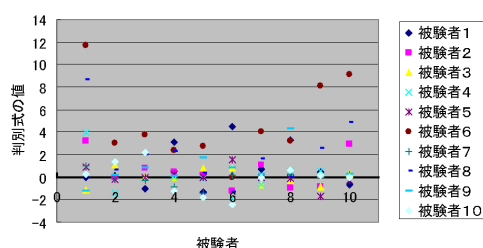
比較から、被験者  $b$  の話速にあわせるために被験者  $a$  が自らの話速を変化させるべき方向」、第二項は、「自らの単独話速と比較して、実際の対話時に被験者  $a$  はどちらの方向に話速を変化させていたのか」を示している。よって、第一項と第二項の積の符号が正の場合には、相手の話速にあわせる話速の引き込みが起こっており、負の時には相手の話速にあわせずに引き込みが起こっていないことを示している。また、第三項では、被験者  $a$  の単独時話速と対話時話速との差を [文字/秒] で示しているため、どのくらい相手の話速にあわせていたのかという引き込みの適応量も併せて理解できる。

以下の図 2 は、観察された 90 発話の判別式の値を示したもので、図中で示されたマーカ（各被験者を示す）の縦軸の位置によって、横軸に配された対話相手に対して被験者がどのくらい話速を適応していたのかを理解することができる。この図より、多くの発話において判別式が正の値をとっていることが理解できる。実際、この実験で観察された 90 発話中 57 発話の判別式  $D$  が正の値を示していたため、これらの被験者は相手にあわせるように自らの話速を変化させていたと考えられ（約 63%）、残りの 33 発話がそうではないことが明らかとなった。よって、個人の単独時話速における当初のばらつきを踏まえると、話速の引き込み現象はかなりの頻度で観察される現象だと考えられる。また、この 90 発話で構成される 45 対話のうち、被験者お互いが相手に合わせようとしている場合（お互いの  $D$  の値が正だった場合）は 18 対話（40%）、A 役が B に合わせようとしているが B さん役が合わせていない場合は 10 対話（22%）、その逆が 11 対話（24%）、お互いが合わせていなかった場が 6 対話（13%）観察された。よって、人間同士の対話コミュニケーションにおいては、ほとんどの対話状況においてどちらかの被験者が相手に合わせる方向に自分の話速を変化していたことが観察された。なお、本論文では主に人間と人工物との間の対話コミュニケーションの観察を主目的としたため、この実験における詳しい説明は割愛した。この実験の詳細については、参考文献 [8] を参照されたい。

### 3. 実験：人間は人工物の話速に適応するのか？

#### 3.1 目的

前章の予備実験の結果から、対話コミュニケーショ



2 人間同士の対話状況における引き込み判別式の値

ンを行っている人間には、相手の話速に自分の話速をあわせようという傾向があると考えられた。では、その対話の相手が先の予備実験のように人間ではなく、自動応答システムのような人工物になった場合でも、人間は相手の話速に合わせる発話を行うのだろうか。そこで本章では、自動応答システムのような人工物とインタラクションを行っている人間にも、話速の引き込み現象が観察されるかを確認する実験を行った。

#### 3.2 手順

実験には、実験者の被験者募集に応じた被験者 27 人が参加した。内訳は、大学院修士一年生 7 人（24 歳が 1 人、23 歳が 6 人）、大学四年生 8 人（22 歳が 3 人、21 歳が 5 人）、大学三年生 12 人（20 歳が 2 人、19 歳が 10 人）であった。被験者には、「自動応答システムの評価のために、実際にこのシステムと模擬対話を行う」というタスクが与えられた。実際に使用された対話文は、実験 1 と同様の英会話の教材のような対話文である（図 4 ~ 6 参照）。また、これらの被験者には対話文における B さんの役割（A さん役である対話システムに続いて発話する役割）が与えられた。この実験で使用された自動応答システムは、ユーザの発話の終了を検出した約 0.5 秒後に、あらかじめ録音しておいた音声ファイルを再生することで、被験者との対話文朗読を実現するものである。この音声ファイルを再生するタイミングはプログラムで固定されているため、対話の間（turn-taking に要する時間）は一定であったといえる。実際にシステムが再生する音声は、一人の女性が単独で対話文を朗読している際の音声を録音したものである。音声編集ソフトウェア CoolEdit2000 を用いて、ピッチ値を保ったまま時間方向に対して 80%・120% に伸縮した音声をこの録音した音声から作成した。つまり、録音時の発話時間に対して 80%(速い-High(H 条件))、100%(変化なし-Middle(M 条件))、120%(遅い-Low(L 条件)) とい

A: 札幌まで特急の往復切符を指定をお願いします。  
 B: 出発とお帰りはいつになさいますか？  
 A: 行きは明日で、帰りはあさってです。  
 B: お席は禁煙・喫煙どちらがよろしいですか？  
 A: 禁煙をお願いします。  
 B: こちらが切符になります。二枚ありまして、一枚が行き、もう一枚が帰りの分になります。ではお氣をつけて。  
 A: 明日の出発時間は変更できます？  
 B: できませんが、自由席になってしまいますので、ご注意ください。

3 対話文1の原稿

A: 普段、何時に起きるの？  
 B: 平日は、7時半にはおきてるよ。  
 A: ということは、月曜日から金曜日まで、いつも授業があるの？  
 B: いや、学校に行く前にラジオ英会話を聞いているんだよ。  
 A: マジメだねえ・・・  
 B: できれば留学したいって考えているからね。このくらいの準備はしておかないと。

4 対話文2の原稿

A: いらっしやいませ。  
 B: チキンバーガーのセットください。  
 A: お飲み物はいかがいたしますか？  
 B: コーラで。  
 A: 今なら、ポテトがナゲットのどちらかを選べますけど。  
 B: ポテトでいいです。  
 A: はい、かしこまりました。では、お会計504円です。  
 B: すいません、細かいの無いんですけど、いいですか？

5 対話文3の原稿

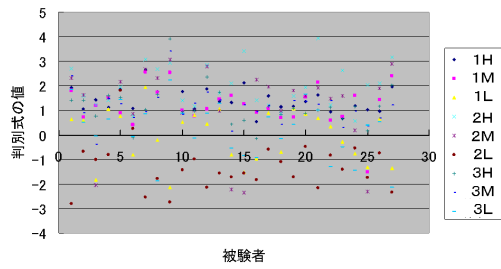
う三種類の話速音声を用意された。また、今回の実験では録音したときの話速そのままを M 条件としているために、各対話文、また発話文ごとに実際の発話速度は異なり、特に話速を単一に調整したものではないことに注意されたい。

一人の被験者は、3種類の対話文×3種類の速度＝9種類の対話をシステムと行う。よって、実験データとしては、27人×9種類＝243対話を取得した。

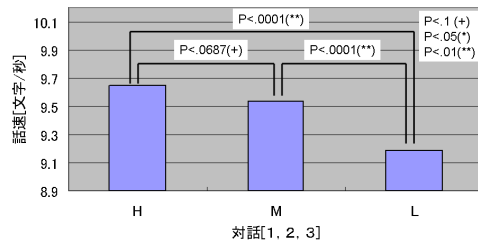
3.3 実験結果

単独発話セッションの結果、27人の被験者の平均話速は 8.111 [文字/秒] (標準偏差: 0.886 [文字/秒]) であった。また、これらの被験者のうち、最大話速は 10.022 [文字/秒] で、最小話速は 6.523 [文字/秒] であったため (最大話速と最小話速の比は、1.536 倍)、予備実験のときと同様に、個人の話速には非常に大きいばらつきが存在していた。

自動応答システムと対話を行った際の被験者の話速がどのように変化していたのかを、先述の引き込み判別式で判定した結果が図6である。この結果、243対話中 186対話 (約76%) において判別式が正の値を示していたことが明らかになった。よって、人間は人工物の発話であっても、その話速にあわせようと自分の話速を調節していたと考えられ、結果として人工物と



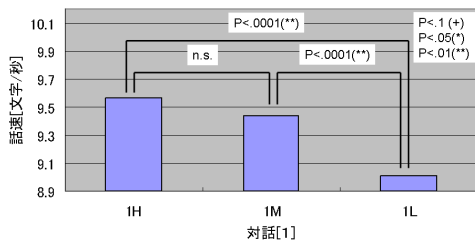
6 人間と人工物との対話状況における引き込み判別式の値



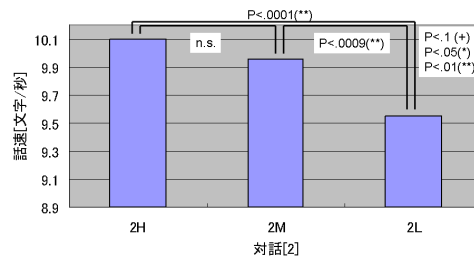
7 H, M, L 条件のシステムと対話した際の被験者の話速

対話コミュニケーションを行っている人間にも、話速の引き込み現象が観察されたといえよう。

図7は、被験者の全243対話をシステムの三つの話速(H, M, L条件)で分類して、それぞれの条件ごとに、有意差が存在しているかを調べたものである。この結果、それぞれの条件における被験者の平均話速は、それぞれ H: 9.643 [文字/秒], M: 9.533 [文字/秒], L: 9.188 [文字/秒] という値を示しており、これら三条件の間には有意差が存在していることが確認された ( $F(2,160)=28.43, p<.01(**)$ )。そのうち、H=M間においては有意傾向が ( $F(1,80)=3.40, p<.0687(+)$ )、また H=L, M=L間には有意差が存在していることが確認できた ( $[M=L]: F(1,80)=31.336, p<.01(**); [H=L]: F(1,80)=45.669, p<.01(**)$ )。この結果、システムの話速に追従するような方向に、被験者は自らの話速を有意に変化していたことが理解でき、この解析からも人工物と人間との対話コミュニケーションにおける話速の引き込み現象の存在が示されたといえよう。



8 対話 1 の H, M, L 条件のシステムと対話した際の被験者の話速



9 対話 2 の H, M, L 条件のシステムと対話した際の被験者の話速

## 4. 議論・考察

### 4.1 対話間において引き込み現象の違いは存在するのか？

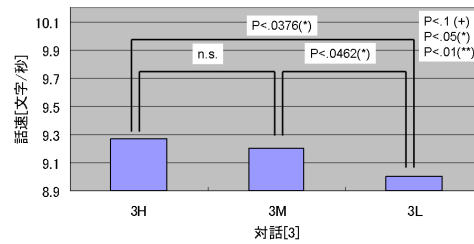
前章では、人工物と対話を行っている人間にも、話速の引き込み現象が観察されることを示した。本章では、それぞれの対話文における話速の引き込み現象について解析を行い、対話内容によって生じる差異について議論する。

#### 4.1.1 対話 1 の場合

図 8 は、対話 1 を読んでいる際の被験者の話速を、システムの話速ごとにまとめたものである。この対話 1 におけるシステム側の平均話速は、H: 11.356 [文字/秒], M: 9.771 [文字/秒], L: 7.913 [文字/秒]であった。それぞれの条件のシステムと対話した被験者の平均話速は、それぞれ H: 9.562 [文字/秒], M: 9.441 [文字/秒], L: 9.011 [文字/秒]であった。そして、これらの人間側の話速の間には有意差が存在していることが確認された ( $F(2,52)=17.21, p<.01(**)$ )。その内容を細かくみても、H=M 間において有意差は存在していなかったものの、( $F(1,26)=1.83, n.s.$ )、H=L, M=L 間には有意差が存在していることが確認できた ( $[M=L]: F(1,26)=16.589, p<.01(**)$ ;  $[H=L]: F(1,26)=45.669, p<.01(**)$ )。

#### 4.1.2 対話 2 の場合

図 9 は、対話 2 を読んでいる際の被験者の話速を示したものである。この対話 2 におけるシステムの平均話速は、H: 8.475 [文字/秒], M: 6.894 [文字/秒], L: 5.549 [文字/秒]であった。しかし、平均話速値は対話 2 文中における、ゆっくりとした発話「まじめだねー」の影響のためにその値が低くなっていたと考えられた。この発話を除いた平均話速は、H: 10.724 [文字/秒], M: 9.001 [文字/秒], L: 7.060 [文字/秒]で



10 対話 3 の H, M, L 条件のシステムと対話した際の被験者の話速

あった。それぞれの条件のシステムと対話した被験者の平均話速は、それぞれ H: 10.096 [文字/秒], M: 9.953 [文字/秒], L: 9.548 [文字/秒]であった。そして、これらの間には有意差が存在していることが確認された ( $F(2,52)=12.45, p<.01(**)$ )。その有意差は対話 1 の場合と同様で、H=M 間において有意差は存在していなかったものの、( $F(1,26)=1.47, n.s.$ )、H=L, M=L 間には有意差が存在していることが確認できた ( $[M=L]: F(1,26)=14.383, p<.01(**)$ ;  $[H=L]: F(1,26)=21.947, p<.01(**)$ )。

#### 4.1.3 対話 3 の場合

図 10 は、対話 3 を読んでいる際の被験者の話速である。この対話 3 におけるシステムの平均話速は、H: 12.124 [文字/秒], M: 9.942 [文字/秒], L: 7.989 [文字/秒]であった。それぞれの条件のシステムと対話した被験者の平均話速は、それぞれ H: 9.272 [文字/秒], M: 9.205 [文字/秒], L: 9.007 [文字/秒]という値であった。そして、これらの間には有意差が存在していることが確認された ( $F(2,52)=3.48, p<.05(*)$ )。その内容は対話 1, 2 と同様で、H=M 間において有意差は存在していなかったものの、( $F(1,26)=.248, n.s.$ )、H=L, M=L 間には有意差が存在していた ( $[M=L]: F(1,26)=4.384, p<.05(*)$ ;  $[H=L]: F(1,26)=4.799, p<.05(*)$ )。

#### 4.1.4 ま と め

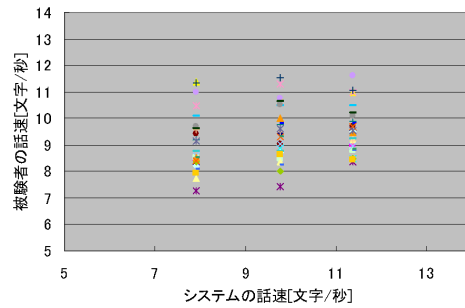
以上の結果、いずれの対話においても話速の速いシステムに対しては被験者の話速は速くなり、話速の遅いシステムに対しては被験者の話速は遅くなっていたということが確認できた。この現象は、前章からも明らかになったように、人間と人工物との間の対話コミュニケーションにおいては話速の引き込み現象が存在していることを支持する結果であるといえる。

また、多くの対話において、M条件とL条件（H条件とL条件）との間には、明確に有意差が観察されていたものの、H条件とM条件の間には有意差が観察されていなかった。この理由としては、システムの対話として録音された音声（M条件）がすでに、標準的な話速よりも速めの話速であったためだと考えられる。なぜなら、このようなシステムの話速よりも遅い話速に対してであれば、被験者は自らの話速を適応できる余裕があったものの、速い話速に対してはそれに適応できるような余裕がなかったためだと考えられたからである。

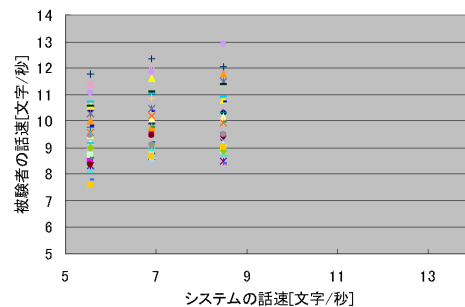
また、この実験の結果からは、被験者の話速がシステムの話速にあわせて変化していることは理解できたものの、対話ごとにも話速の差が存在していたことが推定できる。たとえば、対話3の被験者の話速は全体的に値の低いグラフとして描かれているが、対話2の話速は高いグラフで描かれている。実際に、全243対話を三つの対話内容にわけてそれぞれの差に関する分散分析をしたところ、それらに有意差が確認され（ $F(2,80)=35.403, p<.01(**)$ ）、対話2>対話1>対話3の順に観察される話速が速かったことが明らかになった。このように、対話ごとに異なった話速が観察される理由としては、「対話ごとに異なっているシステムの話速（録音されたシステム側音声の話速のばらつき）」、「対話内容自体」という二つ要素の影響が考えられる。今後は、この点を統制した実験を行うことで、この問題に言及する必要があると考えられる。

#### 4.2 話速の引き込み現象によって人工物と被験者の発話速度は一致するのか？

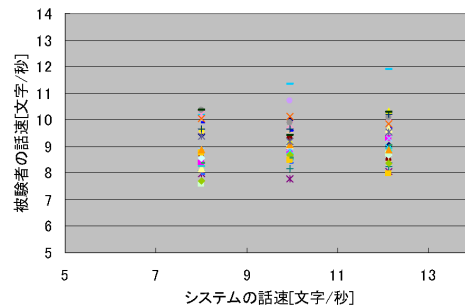
一連の実験的解析によって、人間と人工物の対話コミュニケーションにおいても、人間同士のそれと同じように、人間がシステムの話速にあわせるような「話速の引き込み現象」が存在すると確認できた。では、話速の引き込み現象下では、人間の話速はシステムの話速と同じ値を目指して変化していくのであろうか。それを確認するために、システムの話速を横軸、被



11 対話1におけるシステムの話速と被験者の話速との関係



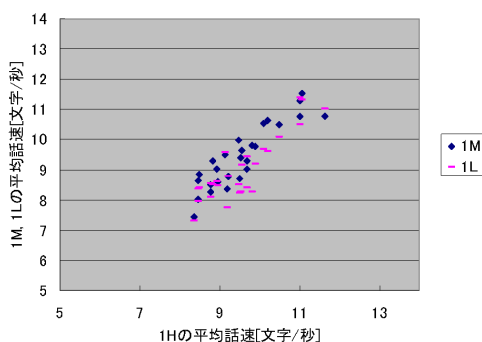
12 対話2におけるシステムの話速と被験者の話速との関係



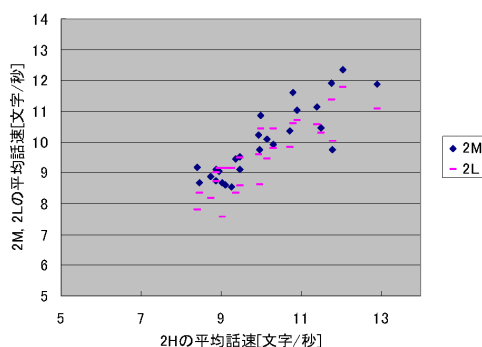
13 対話3におけるシステムの話速と被験者の話速との関係

験者の話速を縦軸にプロットした図を対話ごとに3つ作成した（図11～13）。その際、もし被験者の話速がシステムの話速と一致する傾向にあるとすれば、これらの図中には、 $y = x$ に相当するような線形な関係が観察されるはずである。

しかし、これらの図中においては  $y = x$  のような関係性は観察されず、被験者の話速はシステムの話速に対して広範囲に散らばっていることが理解できた。



14 対話 1 における H 条件の話速と M, L 条件の話速との関係



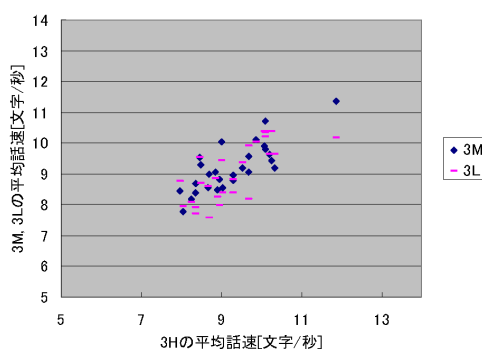
15 対話 2 における H 条件の話速と M, L 条件の話速との関係

ここから、被験者のお話速は対話をしている相手の話速の方向に変化していながら、必ずしもその相手の話速の値を目標にして変化しているわけではないと考えられた。

また、図 14 ~ 16 は各対話における H 条件の際のそれぞれの被験者のお話速を横軸に、そして M, L 条件の際の被験者のお話速を縦軸にプロットしたものである。この図によって、H, M, L 条件に対して、被験者個人がどのような話速の変化をしているのかを知ることができる。これらの図から、被験者の H 条件のお話速は非常に分散しているが（図 14 でいうと、7 ~ 13 [文字/秒] にかけて分布している）、M, L 条件との話速には一定の関係が観察されていることが理解できる。具体的には、H 条件と M 条件との関係は  $y = x$  よりも若干緩い傾きの線形関係を保持しており（傾き：約 0.8 程度）、H 条件と L 条件との関係はさらに緩い傾きの線形関係を示している（約 0.75 程度）。このことから、個々の被験者のお話速の値そのものには大きいばらつきが存在しているが、システムのお話速の変化に対する適応割合に関してはほぼ同じ割合を示していることが確認された。つまり速いシステムのお話速には自分の話速を速めることで対応し、遅いシステムのお話速には自分のそれを遅めているということが重ねて理解できたといえよう。

## 5. おわりに

円滑なコミュニケーションを行っている二者間には、自ら表出した情報が相手のそれに対して相互的に同調していくという「引き込み現象」がよく観察される。近年、このような引き込み現象を積極的に利用するこ



16 対話 3 における H 条件の話速と M, L 条件の話速との関係

とで、人間と人工物との間に円滑なコミュニケーションを構築しようという研究が数多く行われている。本研究では、人間の表出した音声の「話速」に注目し、人間同士の対話において話速の引き込み現象が観察されるのか、また、インタラクションの相手が人工物となった場合でも、話速の引き込み現象が観察されるのかを確認するための実験および解析を行った。まず、人間同士の対話において「話速の引き込み現象」が存在するのかどうかを観察する実験を行った。具体的には、英会話のような 10 種類の原稿を 10 人被験者で交互に読みあい、その際のお話速を計測する実験を行った。その結果、録音された計 90 発話のうち約 63% にあたる 57 発話において、相手の話速に合わせようという話速の引き込み現象が観測された。続いて、あらかじめ録音された音声を再生する自動応答システムと被験者とが、上記と同様の対話文を読みあう実験を行った。その際、27 人の被験者が、三種類の対話 × 三種類のシ

システムの発話速度 = 9 種類の対話をシステムと行い、その際の音声は録音された。その結果、計 243 発話中の約 76%における 186 対話において、話速の引き込み現象が観測された。また、システムの話速に対する被験者の話速を比較したところ、とくにシステムが遅めの発話をした際には、被験者の話速がシステムに対して大きく引き込まれるということが確認され、比較的速い話速にはあまり引き込まれないことが明らかにされた。

この実験からは、異なる対話文によって被験者の話速が上下していたことが観察された。その理由としては、「対話ごとに異なっているシステムの話速」「対話意味・内容自体」のという二つ要素の影響が考えられた。今後は、この点を統制した実験を行うことで、話速の引き込み現象の要因について詳しく言及することが求められる。また、その際に考慮すべきなのが、本研究で定義したような『文字数 ÷ 発話時間』で算出されるような話速を使用するのではなく、『モーラ数 ÷ 発話時間』で算出されるものを新たに使用することである。この変更によって、被験者が原稿を言い淀んだ際にも正確な話速が算出できると期待されるため、より精緻な話速の引き込み現象の観察が可能となると思われる。

本実験の設定は、人間同士の予備実験においても、自動応答システムとのインタラクションにおいても、与えられた対話文の読み上げという状況であったため、本当の対話コミュニケーションの状況を再現できたかという点について疑問が残る。また、対話文の読み上げが自発的な発話ではなかったという意味でも、本来の対話コミュニケーションとはかなり異なった違った設定になっていた可能性があると考えられる。よって今後、制約のない状況の人間の対話を観察することも将来的には必要だと考えられる。

また具体的な次のステップとして、「対話中においてシステムの話速が徐々に速くなっていく場合、または徐々に遅くなっていく場合でも、被験者は自分の話速を動的に適応させていくのか」という点を明らかにするための実験的な解析を行うことを考えている。このような現象の存在が確認されることで、「話速の引き込み現象」の存在をより強く主張できると筆者らは期待している。

## 6. 参考文献

- [1] Condon, S. W and Sander, L. W.: Neonate movement in synchronized with adult speech: Interaction participation and language acquisition, *Science*, Vol.183, 99-101 (1974).
- [2] 渡辺富夫: コミュニケーションにおける身体性, 『ヒューマンインタフェース学会論文誌』, Vol.1(2), 14-18 (1999).
- [3] 上杉繁, 三輪敬之: 伝える身体からつながる身体へ—身体性を強めるインタフェースシステム—, 日本認知科学会学習と対話研究分科会 SIGLAL2004-1, 10-15 (2004).
- [4] 三宅美博, 宮川透, 田村寧健: 共創出コミュニケーションとしての人間—機械系, 『計測自動制御学会論文集』, Vol.37(11), 1087-1096 (2001).
- [5] 小野哲雄, 今井倫太, 石黒浩, 中津良平: 身体表現を用いた人とロボットの共創対話, 『情報処理学会論文誌』, Vol.42(6), 1348-1358 (2001).
- [6] 渡辺富夫, 大久保雅史, 中茂睦裕, 檀原龍正: 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』, Vol.2(2), 21-29 (2000).
- [7] 長岡千賀, 小森政嗣, Draguna Raluca Maria, 河瀬諭, 結城牧子, 片岡智嗣, 中村敏枝: 協調的対話における音声行動の 2 者間の一致 - 意見固持型対話と聞き入れ型対話の比較 -, *ヒューマンインタフェースシンポジウム 2003 論文*, pp.167-170 (2003).
- [8] 小松孝徳, 森川幸治: 人間同士の対話コミュニケーションにおける話速の引き込み現象の解析 (準備中) .