

# エージェントとの話速可変文字対話における引き込み現象

## Entrainment between Human and Agent in Text Chat Which Can Control the Utterance Speed

徳田圭祐<sup>1\*</sup> 北村泰彦<sup>2</sup> 小林一樹<sup>3</sup>  
Keisuke Tokuda<sup>1</sup> Yasuhiko Kitamura<sup>2</sup> Kazuki Kobayashi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 関西学院大学大学院 理工学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Technology Kwansai Gakuin University

<sup>2</sup> 関西学院大学 理工学部

<sup>2</sup> School of Science and Technology Kwansai Gakuin University

<sup>3</sup> 信州大学大学院 工学系研究科

<sup>3</sup> Graduate School of Science and Technology Shinshu University

**Abstract:** Entrainment is a phenomenon of synchronizing non-verbal expression between two people communicating with each other. In this paper, we perform experiments to observe entrainment between a human user and an agent on a text chat system which can control the utterance speed. The agent can change its utterance speed and switching pause during conversation. The result is different from the one observed in voice chat. When the utterance speed is stable, the subjects were not entrained. When they change, they are entrained. This result suggests that people feel the believability of agent toward the change of non-verbal expression.

## 1 はじめに

人間同士の対話においては、対話内容であるバーバル情報以外にも、声の大きさ・高さ、発話速度、交代潜時（一方が話し終えてからもう一方が話し始めるまでの時間）といったノンバーバル情報も伝達されており、話者に対する印象や対話の流れに影響を与えている [1, 2]。コミュニケーションを行っている二者間には、自らの表出するノンバーバル情報を相手の表出しているノンバーバル情報に対して同調していく現象が観察される。これを引き込み現象と呼ぶ。渡辺ら [6] は円滑なコミュニケーションを実現する上で引き込みが重要な役割を果たす事を示した。また、引き込み現象は人間とエージェントとの間にも確認されている。 [3, 4, 5]

人間とエージェントがインタラクションを行う上で対話は代表的な機能である。本研究ではその中でも話速可変文字対話に着目する。話速可変文字対話は、チャット画面に相手の発言が1文字ずつ表示され、話速可変文字対話ではノンバーバル情報である発話速度と交替潜時が表現可能である。金城らの研究 [5] では、エージェントの発話速度と人間の発話速度の間に引き込みがみられる事が示された。本研究では話速可変文字対

話における引き込み現象をより詳しく調べるため、発話速度や交代潜時を一定に保つエージェントと途中で変化を加えるエージェントに対し、どのように引き込みが生じるのかを明らかにする。

## 2 関連研究

ここでは、音声対話及び文字対話における引き込み現象についての研究を紹介する。

### 2.1 音声対話における引き込み現象

長岡ら [1, 2] は、協調的な音声対話では対話者同士がほぼ同じような発言長や交替潜時で発言や相槌をする引き込みを確認している。また、話者やその対話相手の交替潜時が円滑なコミュニケーションを促す役割を果たしている事を示唆した。小松ら [3] は、人間同士の音声対話において、発話速度の引き込み現象が存在することを示し、さらに、この引き込み現象が人間と人工物との音声対話においても同様に観察されることを示した。三宅ら [4] はこれらの研究をより詳細に分析するため2種類の実験を行った。その結果、

\*連絡先： 関西学院大学大学院 理工学研究科  
〒 669-1337 兵庫県三田市学園 2-1  
E-mail: tokuda@ksc.kwansai.ac.jp

1. エージェントの発話特徴量（発話長・発話間隔）が一定である場合，人間は自らの発話特徴量をエージェントの発話特徴量に同調させていく．

2. エージェントが途中で発話特徴量を変化させた場合，人間はその変化後のエージェントの発話特徴量に向けて自らの発話特徴量を同調させていく．

という引き込み現象を確認している．

これらの実験から音声対話において発話長や交代潜時が一定である場合でも，変化する場合でも引き込みが起こる事が確認されている．

## 2.2 文字対話における引き込み現象

金城ら [5] は音声対話において確認されている人間とエージェント間の引き込み現象が話速可変文字対話においても確認できるかを調べている．この研究では発話速度・交代潜時をノンバーバル情報を変化させるエージェントとの対話において人間はエージェントの発話速度に引き込まれることを明らかにした．話速可変文字対話では音声対話において三宅ら [4] らが行ったようにエージェントの発話速度や交代潜時を一定にした場合や途中で変化させた場合について調べられていない．本研究は発話速度と交代潜時を一定に保つエージェント及び途中で変化させるエージェントとの話速可変文字対話において，人間が引き込みを起こすかを調べる事で話速可変文字対話における引き込み現象をより詳しく調べる．

## 3 実験

本研究では三宅ら [4] の研究を参考に，話速可変文字対話においてエージェントの発話速度や交代潜時を一定にした場合と，途中で変化させた場合において，人間が引き込まれるかを調査する事で，話速可変文字対話における引き込みについてより明らかにすることを目的に実験を行った．

### 3.1 文字対話の特徴量

ここでは実験で扱う話速可変文字対話の特徴量について定義する．

発話速度（エージェント）：

エージェントがチャット画面に文字を表示する速度．(単位:文字/秒)

発話速度（ユーザ）：

ユーザの1タイプあたりの速度．(単位:タイプ/秒)

交代潜時：

一方のメッセージ入力が終わった時間からもう一方のメッセージ入力が始まるまでの時間．(単位:ミリ秒)

### 3.2 実験課題

本実験において課される文字対話の内容はエージェントが表示する「りんご」「みかん」といった3文字の言葉をオウム返しにユーザが打ち返し，これを一対話として扱う．これは対話内容を単純化する事で，言語的な意味や文脈に左右されない特徴を調べるためである．この実験により，エージェントのノンバーバル情報とユーザのノンバーバル情報との間に引き込み現象が生じるか検証する．三宅ら [4] の実験をを参考に

1. エージェントの発話速度・交代潜時を固定した場合における人間側の発話速度・交代潜時の計測
2. エージェントの発話速度・交代潜時を変化させた場合における人間側の発話速度・交代潜時の計測

という2つの実験を行う．

実験には金城らの開発した話速可変チャットプログラムを利用する [5]．このプログラムは，対話相手の発言が1文字ずつ表示され，発話速度・交代潜時を体感する事が可能である．

本実験には大学生1名，大学院生4名の計5名の男子学生が参加した．

### 3.3 エージェントの発話速度・交代潜時が一定である場合

実験1ではエージェントの発話速度・交代潜時を固定した場合における人間側の発話速度・交代潜時の変化を調べる事を目的とする．ここでは，エージェントの発話速度・交代潜時を以下の7つの条件に設定し，実験を行った．(数値は発話速度，交代潜時の順)

条件1：(3.33[文字/秒], 1500[ミリ秒])

条件2：(2.50[文字/秒], 1500[ミリ秒])

条件3：(2.00[文字/秒], 1500[ミリ秒])

条件4：(1.67[文字/秒], 1500[ミリ秒])

条件5：(3.33[文字/秒], 2000[ミリ秒])

条件6：(3.33[文字/秒], 2500[ミリ秒])

条件7：(3.33[文字/秒], 3000[ミリ秒])

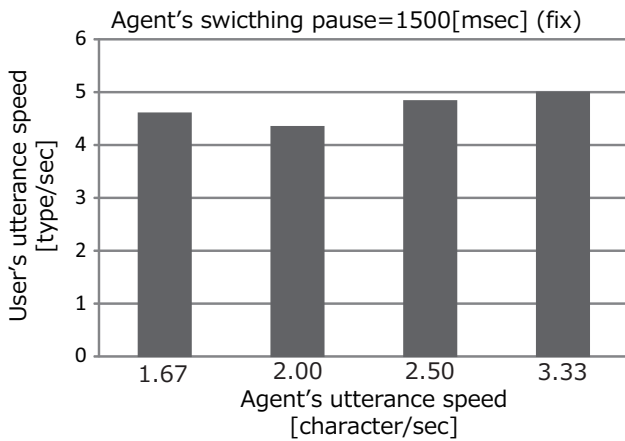


図 1: エージェントの発話速度による被験者の発話速度への影響

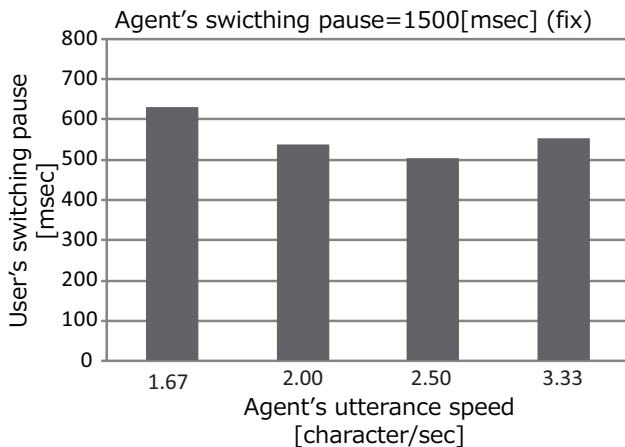


図 2: エージェントの発話速度による被験者の交代潜時への影響

これらの条件に設定されたエージェントと被験者とが話速可変文字対話を行う。また、被験者は条件 1 から 7 まで対話を行うが、その順序はランダム化されている。対話内容はあらかじめ準備した 15 個の単語をランダムで提示した。得られた結果に対しエージェントの発話速度、交代潜時をそれぞれ要因とする分散分析を行う。

図 1 はエージェント側の交代潜時を 1500[ミリ秒] で固定した条件下 (条件 1, 2, 3, 4) でのエージェントの発話速度と被験者の発話速度の関係を示したものである。グラフの X 軸はエージェントの発話速度を示し、Y 軸には各試行において得られた被験者 5 名の発話速度の平均値を示している。

ここでエージェントの発話速度を要因とする 4 水準のデータに対して分散分析を行った。その結果、エージェントの発話速度と被験者の発話速度間に有意な差

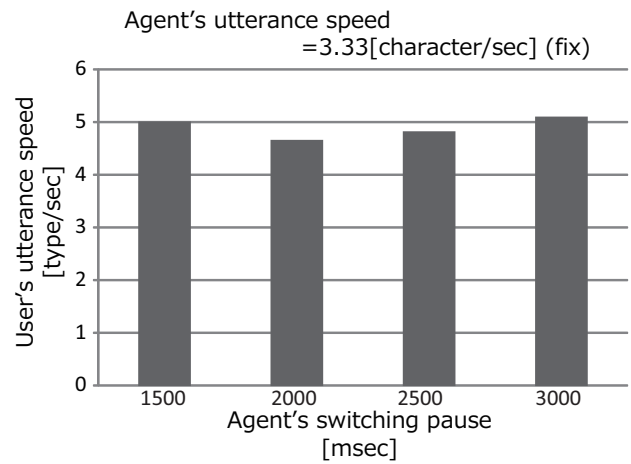


図 3: エージェントの交代潜時による被験者の発話速度への影響

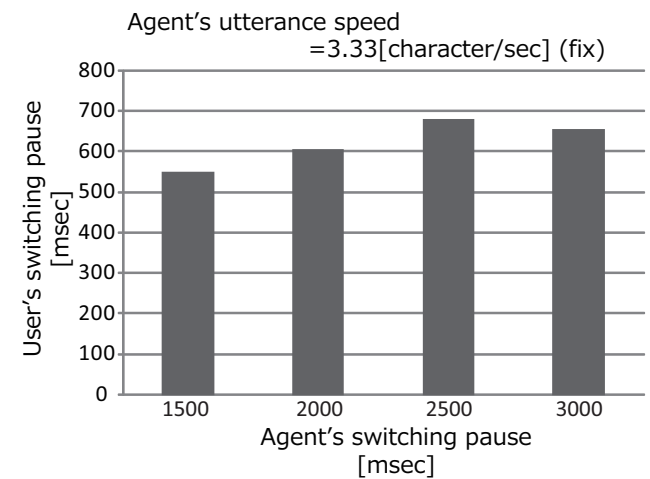


図 4: エージェントの交代潜時による被験者の交代潜時への影響

は認められなかった。図 2 はエージェントの発話速度と被験者の交代潜時間の関係を示している。こちらも分散分析の結果、有意な差は認められなかった。

図 3 はエージェント側の発話速度を 3.33[文字 / 秒] で固定した条件下 (条件 1, 5, 6, 7) でのエージェントの交代潜時と被験者の発話速度の関係を示したものである。X 軸はエージェントの交代潜時を示し、Y 軸には各試行において得られた被験者 5 名の発話速度の平均値を示している。この結果に対してエージェントの交代潜時を要因として分散分析を行ったが、エージェントの交代潜時と被験者の発話速度間に有意な差は認められなかった。図 4 はエージェントの交代潜時と被験者の交代潜時間について比較した結果を示す。こちらも分散分析の結果、有意な差は認められなかった。

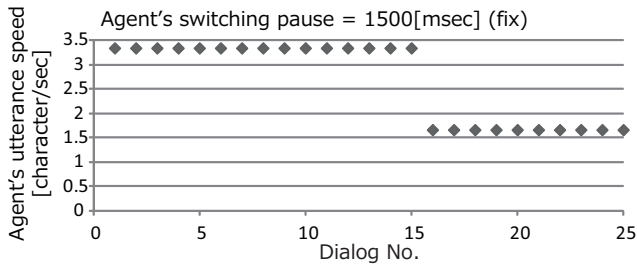


図 5: 条件 8 におけるエージェントの発話速度の動き

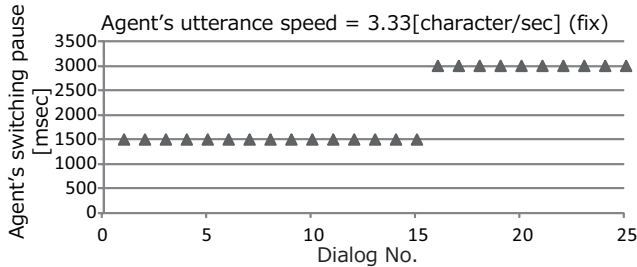


図 6: 条件 9 におけるエージェントの交代潜時の動き

### 3.4 エージェントの発話速度・交代潜時が変化する場合

実験 2 ではエージェントの発話速度・交代潜時を途中で変化させた場合において、人間側の発話速度・交代潜時の変化を調べる事を目的とする。本実験では実験 1 で使用した 15 個の単語を含む 25 個の単語による話速可変文字対話を行った。その際、16 単語目にエージェントの発話速度・交代潜時を変化させた。実験条件は以下の通りである。(数値は発話速度, 交代潜時の順)

条件 8 : (3.33[文字 / 秒], 1500[ミリ秒])  
(1.67[文字 / 秒], 1500[ミリ秒])

条件 9 : (3.33[文字 / 秒], 1500[ミリ秒])  
(3.33[文字 / 秒], 3000[ミリ秒])

条件 8 ではエージェントの交代潜時は 1500[ミリ秒] で固定したまま、発話速度を図 5 のように途中で変化させる。条件 9 ではエージェントの発話速度を 3.33[文字 / 秒] で固定したまま、交代潜時を図 6 のように途中で変化させる。

図 7 は条件 8 (エージェントの交代潜時を一定にし、発話速度を途中で変化させる) において、被験者の発話速度の変化を示したものである。被験者ごとにエージェントの発話速度が変化する前と後で被験者の発話速度の平均を比較している。この差について t 検定を行った結果、エージェントの発話速度の変化前と変化後で、被験者の発話速度の差に有意な傾向がみられた。(t(4)=-2.32, p=0.08)

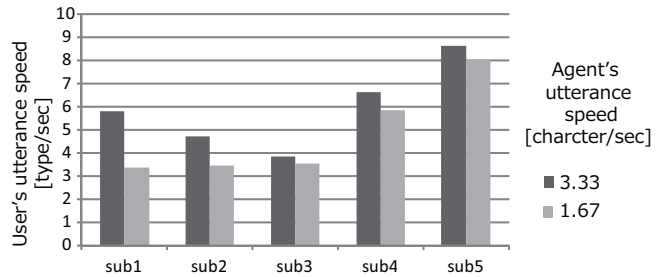


図 7: エージェントの発話速度の変化に対する各被験者の発話速度の変化

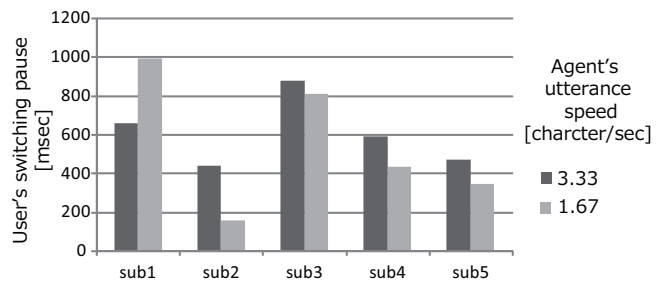


図 8: エージェントの発話速度の変化に対する各被験者の交代潜時の変化

図 8 は条件 8 における被験者の交代潜時の変化を示したものである。この結果に対し検定を行ったが被験者の交代潜時に有意な差は表れなかった。

図 9 では条件 9 (エージェントの発話速度は一定にし、交代潜時を途中で変化させる) において、被験者の発話速度の変化を示したものである。被験者ごとにエージェントの交代潜時が変化する前と後で被験者の発話速度の平均を比較している。この結果に対して同様に検定を行ったが、エージェントの交代潜時の変化前と変化後で、有意な差は表れなかった。

図 10 は同じく条件 9 において被験者の交代潜時の変化を示したものである。この結果に対し検定を行った結果、エージェントの交代潜時の変化前と変化後で、被験者の交代潜時に有意な差がみられた。(t(4)=3.19, p=0.03)

## 4 考察

エージェントの発話速度と交代潜時を一定にして対話を行った場合、被験者の発話速度と交代潜時の変化に有意な差は表れなかった。ノンバーバル情報を変化

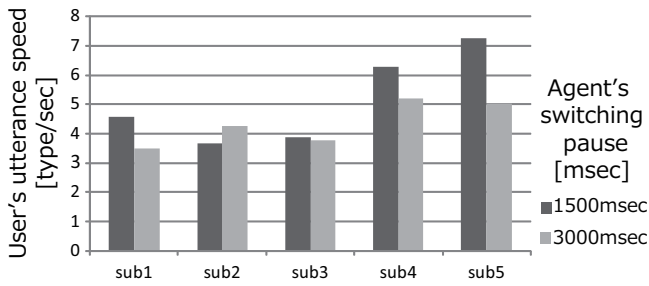


図 9: エージェントの交代潜時の変化に対する各被験者の発話速度の変化

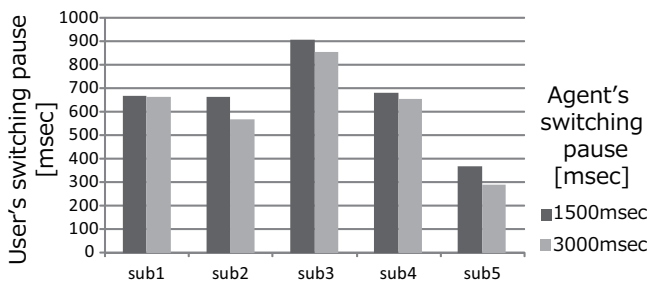


図 10: エージェントの交代潜時の変化に対する各被験者の交代潜時の変化

させないエージェントとの文字対話において人間は引き込まれていないことがわかる。

次に発話速度を途中で変化させるエージェントとの文字対話では被験者は発話速度をエージェントの変化に合わせて変化させた。変化前と変化後の差には有意な傾向が見られた。この結果からエージェントとの話速可変の文字対話において、人間は「エージェントの発話速度の変化」に影響されて引き込みを起こしたと考えられる。

また、交代潜時を途中で変化させるエージェントとの文字対話において被験者は交代潜時を変化させた。エージェントが交代潜時を遅くしたのに対して被験者は逆に交代潜時を早めている。同調させた訳ではないので引き込みとは言えないが、エージェントの動きの変化に被験者が反応を起こしている事が伺える。

次に音声対話と話速可変文字対話の差について注目する。三宅らの実験 [4] ではエージェントとの音声対話においてエージェントのノンバーバル情報（発話長・発話間隔）を一定にした場合においても引き込みが確認されており、この点が話速可変文字対話の場合と異なる。引き込みはもともと人間同士のコミュニケーションにおいて観察されていた。エージェントとの対話に引き込みを起こすという事は人間がエージェントに対し「人間らしさ」を感じている可能性が考えられる。エー

ジェントと人間が音声で対話する時、人間は相手の発話長や発話間隔が一定であっても引き込みを起こす。これは人間が音声を発するものに対して人間らしさを感じている事を示唆している。逆にエージェントと人間が話速可変文字対話を行うとき、発話速度を変化させないと被験者は引き込みを起こさなかった。これはエージェントに対して「人間らしさ」を感じるものが発話速度の変化であった事が示唆される。

## 5 まとめと今後の課題

本研究では話速可変文字対話に注目し、対話の中で人間がエージェントのどの部分に影響されて引き込みを起こすのかを調べるため、三宅らの実験 [4] を参考に実験を行った。その結果、エージェントの発話速度や交代潜時を一定にした場合には、被験者は引き込みを起こさなかった。一方、途中で発話速度や交代潜時を変化させる事で人間は引き込みを起こす事が確認された。これは、エージェントの発話速度や交代潜時は一定であっても途中で変化しても人間は引き込みを起こすという音声対話で確認された結果と異なっている。この差は話速可変文字対話において人間はエージェントの発話速度の変化に対し「人間らしさ」を感じ、引き込みを起こした可能性を示唆している。

今後、発話速度を変化させるエージェントの印象に関してアンケート調査を通して明らかにしていきたい。

## 参考文献

- [1] 長岡千賀, Maria Draguna, 小森政嗣, 中村敏枝: 音声対話における交替潜時が対人認知に及ぼす影響, ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp. 171-174 (2002)
- [2] 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, pp. 167-170 (2003)
- [3] 小松孝徳, 森川幸治: 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, 情報処理学会研究報告-知能と複雑系, Vol. 2004, No. 105, pp. 71-78 (2004)
- [4] 三宅美博, 辰巳勇臣, 杉原史郎: 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, Vol. 40, No. 6, pp. 670-678 (2004)

- [5] Ikuko Kanashiro, Kazuki Kobayashi, Yasuhiko Kitamura; Entrainment in Human-Agent Text Communication, *10th Pacific Rim International Workshop on Multi-agents* (2007)
- [6] 渡辺富夫, 大久保雅史; コミュニケーションにおける引き込み現象の生理的側面からの分析評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, pp. 1225-1231 (1998)