

## マルチエージェント説得におけるエージェント数の効果

藤原 規行<sup>†a)</sup>小林 一樹<sup>††b)</sup>北村 泰彦<sup>†††c)</sup>

Influence of the Number of Agents on Multiagent Persuasion.

Noriyuki FUJIWARA<sup>†a)</sup>, Kazuki KOBAYASHI<sup>††b)</sup>, and Yasuhiko KITAMURA<sup>†††c)</sup>

**Abstract.** Web 上の e ショッピングサイトにおいて、説得効果を高める手段のひとつとして擬人化エージェントが期待されている。本研究ではエージェント数に応じた説得効果を調べる。評価には砂漠遭難問題を用い、エージェントはアイテムをユーザに推薦する。推薦する際には、理由も述べてユーザへの説得を行う。エージェントの説得を行う前にユーザにアイテムをあらかじめ選択させた場合、エージェント数が増えるにつれて説得成功回数が減少し、ユーザはエージェントの説得に応じにくくなることが分かった。ユーザに事前にアイテムを選択をさせない場合では、エージェント数の違いによる説得効果には差が見られなかった。

**Keywords.** カブトロジ 擬人化エージェント マルチエージェント説得 砂漠遭難問題

## 1. はじめに

近年、コンピュータを説得のためのテクノロジーとして利用するカブトロジが注目を浴びている。カブトロジとは、コンピュータが持つ対話性や処理能力などを活かし有効に説得するための手段であり、Web サイト上でのビジネスや教育などに利用されている。カブトロジにおける説得とは「ものの考え方や行動のいずれか、もしくは両方を（強制したり欺いたりすることなく）変えようとする働きかけ」と定義されている [1]。このカブトロジにおいて、擬人化エージェントが重要な役割を果たしている。擬人化エージェントは、自律的で人間らしい振る舞いや社会的インタラクションが可能なユーザインタフェースであり、これらの特徴がユーザを説得しやすい要素であると考えられる。擬人化エージェントを使用した説得手法を適用できる例として、Amazon.com や eBay のような e ショッピングサイトが挙げられる。擬人化エージェントは、ユーザに対して魅力的な説得を行うために有効な手段であ

ると期待されている [2] [3]。また、eShowroom ではマルチエージェントが異なった観点から製品に関する情報を提供する [4]。Venus & Mars と Recommendation Battlers ではマルチエージェントが協調、競争しながら Web 情報を検索したり推薦したりする [5]。このように、複数のエージェントはユーザに対してより説得的に働きかける可能性がある。

本研究では、エージェント数が説得効果に与える影響を調べる。エージェントによる説得において、エージェント数が増えるにつれ、ユーザをより効果的に説得できるのではないかと考える。

本稿では、2 章でマルチエージェントの説得効果を評価するために使用したシステムについて述べる。また、3 章でエージェント数を変化させた評価実験について結果と考察を述べ、4 章でまとめと今後の課題について述べる。

## 2. マルチエージェント説得システム

エージェント数が説得に及ぼす影響を調べるために、マルチエージェント説得システムを使用した [6] [7]。このシステムでは擬人化エージェントとして Microsoft Agent を利用している。Microsoft Agent は 3DCG で表現されたキャラクタであり、人間らしいジェスチャや音声会話によりユーザへの説得を行う。エージェントの制御は JavaScript で記述し、Microsoft Internet

<sup>†</sup> 関西学院大学 理工学研究科 情報科学専攻, 〒 669-1337 兵庫県三田市学園 2-1

<sup>††</sup> 信州大学 大学院工学系研究科 情報工学専攻, 〒 380-8553 長野県長野市若里 4-17-1

<sup>†††</sup> 関西学院大学 理工学部 情報科学科, 〒 669-1337 兵庫県三田市学園 2-1

a) E-mail: n-fujiwara@kwansei.ac.jp

b) E-mail: kkobayashi@cs.shinshu-u.ac.jp

c) E-mail: ykitamura@kwansei.ac.jp



図1 擬人化エージェント

表1 砂漠遭難問題における提示アイテム

| カテゴリ | アイテム             |
|------|------------------|
| 日用品  | タッパー, 水筒, ビニール袋  |
| 医療品  | 傷薬, 胃腸薬, 頭痛薬     |
| 娯楽   | 漫画, 小説, 音楽       |
| 日よけ  | 帽子, タオル, 日傘      |
| 食糧   | 水, 缶詰, レトルト食品    |
| 図鑑   | 動物図鑑, 植物図鑑, 昆虫図鑑 |

Explorer 上で実行した。図1に本システムで採用したエージェントを示す。

エージェントを使用した説得方法について説明する。ユーザは砂漠遭難問題に取り組み、必要だと思われるアイテムを選択する。砂漠遭難問題とは、飛行機が砂漠に不時着して遭難したという状況設定において、手元にあるアイテムの中から生き残るために必要なものを選択する問題である[8]。いずれのアイテムも回答になり得るという特徴がある。エージェントは、アイテム一覧の中から1個を推薦し、ユーザがそれを選ぶように働きかける。

システムでは、18個のアイテムが提示され、6つのカテゴリに3個ずつ分類されている。システムで用いた全カテゴリとアイテム分類を表1に示す。このカテゴリの順序に従い、エージェントがアイテムを推薦し、エージェントはアイテムを推薦する際に理由も述べる。説得手順を以下に示す。

手順1: ユーザにアイテム一覧が提示され、ユーザは必要なアイテムを選択する

手順2: エージェントはアイテムの推薦を行う

手順3: エージェントはアイテムの推薦理由を述べる

手順4: ユーザはエージェントの意見を聞き、アイテムを選択する

手順2でエージェントがアイテムを推薦する際、ランダムに選択されたテンプレートにアイテム名を挿入

表2 アイテム推薦時のエージェントの発言

| No. | 発言内容                           |
|-----|--------------------------------|
| 1   | 「砂漠だからね … おすすめは X だよ。」         |
| 2   | 「遭難してる状況だし … この中なら X がよさそうだね。」 |
| 3   | 「生き残るためには … ぜったい X がいいと思うよ。」   |
| 4   | 「必要なものか … やっぱり X にするべきだよ。」     |

して作成される。表2にアイテム推薦時の発言テンプレートを示す。Xには、表1のアイテム名が入る。手順3のアイテムの推薦理由について、各アイテムには2種類の理由が用意されている。表3に18個のアイテムの推薦理由一覧を示す。エージェント数が異ってもユーザに提示する情報は同等に設定されている。

また、手順2と手順3に関して、エージェント数が1体の場合は、1体がアイテムの推薦と理由の説明の全てを行うが、エージェント数が2体以上の場合はエージェントごとに役割が異なる。アイテムを推薦するエージェントは1体であり、他のエージェントはアイテムを推薦したエージェントに対して「それはいい選択だね」、「それがおすすめだね」など発言し、推薦理由を述べる。2体以上の場合について、それぞれのエージェントの役割を示す。

エージェント数: 2体

- エージェントA…アイテムの推薦と推薦理由1の説明
- エージェントB…推薦理由2の説明

エージェント数: 3体

- エージェントA…アイテムの推薦
- エージェントB…推薦理由1の説明
- エージェントC…推薦理由2の説明

このようにエージェントの数ごとに、それぞれのエージェントがとる行動は異なるが、推薦するアイテムの数や推薦理由の数はエージェントの数も異なっても同じである。

カテゴリ「食糧」においてエージェントが「水」を推薦する場合に、エージェント数が1体から3体のそれぞれについて、説得手順の具体例を挙げる。

表3 アイテム推薦理由

| 日用品   |                       |
|-------|-----------------------|
| アイテム  | 推薦理由                  |
| タッパー  | 「物を保存できる」「持ち運びが便利」    |
| 水筒    | 「水の持ち運びが便利」「水が一番大事」   |
| ビニール袋 | 「細かく物を保存できる」「持ち運びが便利」 |

| 医療品  |                             |
|------|-----------------------------|
| アイテム | 推薦理由                        |
| 傷薬   | 「傷口をすぐに消毒できる」「傷口の悪化も防げる」    |
| 胃腸薬  | 「胃や腸を早く治さないと」「下痢での脱水症状も防げる」 |
| 頭痛薬  | 「早く頭の痛みを治さないと」「痛みの悪化を防がないと」 |

| 娯楽   |                          |
|------|--------------------------|
| アイテム | 推薦理由                     |
| 漫画   | 「一番楽しく時間を過ごせる」「熱中できる」    |
| 小説   | 「一番熱中できる」「リラックスできるね」     |
| 音楽   | 「一番リラックスできる」「楽しく時間を過ごせる」 |

| 日よけ  |                           |
|------|---------------------------|
| アイテム | 推薦理由                      |
| 帽子   | 「顔や頭が熱くなるのを防げる」「熱中症を防げる」  |
| タオル  | 「日差しから体を守る」「熱中症を防げる」      |
| 日傘   | 「体全体を強い日差しから防げる」「熱中症を防げる」 |

| 食糧     |                                 |
|--------|---------------------------------|
| アイテム   | 推薦理由                            |
| 水      | 「水分補給が一番大事」「水分がないと生きていけない」      |
| 缶詰     | 「きちんと栄養を取らないと」「栄養を取って、体力をつけないと」 |
| レトルト食品 | 「きちんと栄養を取らないと」「栄養を取って、体力をつけないと」 |

| 図鑑   |                            |
|------|----------------------------|
| アイテム | 推薦理由                       |
| 動物図鑑 | 「危険な動物が分かる」「食料にできる動物も分かる」  |
| 植物図鑑 | 「危険な植物が分かるね」「食料にできる植物も分かる」 |
| 昆虫図鑑 | 「危険な昆虫が分かるね」「食料にできる昆虫も分かる」 |

1体のときは、

エージェント A 「砂漠だからね...おすすめは水だよ。水分補給が一番大事だね。水分がないと生きていけないよ。」

というように、エージェント 1 体がアイテムの推薦、推薦理由の説明を行う。

2体のときは、

エージェント A 「遭難してる状況だし...この中なら水がよさそうだね。水分補給が一番大事だね。」  
 エージェント B 「それはいい選択だね。水分がないと生きていけないからね。」

というように、エージェント A がアイテムの推薦と理由 1 の説明、エージェント B が理由 2 の説明を行う。

3体のときは、

エージェント A 「生き残るためには...絶対水がいいと思うよ。」  
 エージェント B 「それがおすすめだね。水分補給が一番大事だね。」  
 エージェント C 「うん、そうだね。水分がないと生きていけないからね。」

というように、エージェント A がアイテムの推薦、エージェント B が理由 1 の説明、エージェント C が理由 2 の説明を行う。

このようにエージェントはアイテムの推薦と推薦理由の説明を行い、ユーザへの説得を行う。この説得行動をカテゴリ数だけ複数回を行い、エージェントが薦めたアイテムをユーザが選択した場合、説得されたと判断する。

### 3. 実験

エージェント数の違いによる説得効果を調査するため、マルチエージェント説得システムを用いて実験を行った。

#### 3.1 実験 1

実験では、エージェント数を 1 体から 3 体に変化させ、説得効果を調査する。実験に使用したエージェン



図2 説得システム 事前選択あり (2 体)

トは図1より, 1 体の時は A1, 2 体の時は A1, A2, 3 体のときは A1, A2, A3 である.

### 3.1.1 手 順

実験1の内容について説明する. 被験者は関西学院大学理工学部情報科学科の大学生・大学院生 18 名である. エージェントの数を 1 体から 3 体に設定し, 各条件に被験者を 6 名ずつ割り当てた. エージェントが説得を行う前に, ユーザにあらかじめ 6 カテゴリに分類された 18 個のアイテムを提示し, その中から砂漠遭難時において必要と思われるアイテムを選択してもらう. 全てのアイテムの選択が終わった後, エージェントを用いた説得に移り, エージェントはユーザが選んだアイテム以外の 2 個の中からランダムにアイテムを 1 個推薦し, その理由を述べる. 説得システム画面を図2に示す. 説得画面にはユーザが選んだアイテムが表示される.

エージェントの説得が終わった後, 被験者のエージェントに対する印象を調べるため, 類似と好意に関する質問 6 項目を 5 段階尺度で測定した. 質問項目は類似に関する項目を「意見が合う」「共感できる」「似ている」とし, 好意に関する項目を「好感が持てる」「魅力的に感じる」「好き」とした. 各質問項目について「そう思う」を 2, 「そう思わない」を -2 として評価する. 最後に自由記述式のアンケートを実施し, 実験に対する意見や評価など自由に述べてもらう.

### 3.1.2 結 果

表4にエージェント数を 1 体から 3 体に変化させたときの平均説得成功回数を示す. 実験では参加者ひと

表4 エージェント数と説得成功回数

| 事前選択あり  |        |      |
|---------|--------|------|
| エージェント数 | 説得成功回数 | SD   |
| 1 体     | 3.0    | 1.10 |
| 2 体     | 1.8    | 1.33 |
| 3 体     | 1.3    | 1.21 |

表5 エージェント数と類似・好意に関する評価値

| 事前選択あり  |             |             |
|---------|-------------|-------------|
| エージェント数 | 類似          | 好意          |
| 1 体     | +0.33(0.29) | +0.61(0.38) |
| 2 体     | -0.61(0.31) | +0.14(0.25) |
| 3 体     | -0.69(0.19) | +0.13(0.40) |

() 内は標準偏差

りに対しエージェントは 6 回の推薦を行うため, 説得成功回数の最大値は 6 である.

ユーザが事前にアイテム選択を行った場合では, エージェント数が 1 体の時に最も説得成功回数が多く, エージェントの数が増えていくにつれ, 説得成功回数は減少していることが分かる. エージェント数を要因として分散分析を行ったところ ( $F(2, 15) = 2.97; p = .082$ ) となり有意傾向が認められた. そこで, LSD 法による多重比較を行ったところ, 1 体と 3 体の間に有意差が認められ ( $p = .031$ ), 3 体よりも 1 体の方が説得効果が有意に高いことが示された. これから, エージェント数が増えると説得の効果が低くなることが分かる.

ユーザのエージェントに対する印象評価について, 結果を表5に示す. この結果から, エージェント数が増えるにつれて類似や好意に関する評価が減少していることが分かる. さらに, エージェント数ごとの説得成功回数とエージェントに対する評価値の関連性を見ると, エージェント数が増えると, 説得成功回数とエージェントに対する評価値の両方が減少していることが分かる. これは, 説得を行う前にユーザにアイテム選択をさせた場合, エージェント数が多くなるにつれて, エージェントに対する負の印象が強くなっていることが分かる.

### 3.1.3 考 察

エージェントが説得を行う前にユーザにアイテムを選択させた場合では, エージェントの数が増えるにつれて説得成功回数が減ることが分かった. さらに, 類似や好意に関する印象についても評価値が下がる傾

向が見られたことから、エージェント数が増えるとユーザは負の感情を抱きやすくなることが考えられる。エージェントに対する印象が低くなった原因として、エージェントはユーザが選んだアイテムとは異なるものを推薦していたからだと考えられる。エージェントはユーザの選んだアイテム以外を推薦するため、絶えずユーザの意見に反対することになる。また、今回の実験設定ではエージェント同士は互いに賛成する設定になっていたため、1体よりも3体のほうがユーザとは異なる意見を持つエージェント数が増えることになる。そのため、ユーザは疎外感を感じたり、エージェントの意見に反抗するようになっていたりすることが考えられ、エージェントの説得に応じにくくなることが分かる。

### 3.2 実験 2

エージェントが説得を行う前にアイテムを選択させた実験1では、エージェント数が増えると説得成功回数が減ることが分かった。実験2では、エージェントの説得を行う前にユーザにアイテムを選択させずに説得に移る。アイテムの事前選択がない場合に、エージェント数がどのような効果を及ぼすのか調査する。実験に用いたエージェントは実験1と同様である。

#### 3.2.1 手順

実験2の内容について説明する。被験者は関西学院大学理工学部情報科学科の大学生・大学院生18名であり、エージェントの数を1体から3体に設定し、各条件に被験者を6名ずつ割り当てた。実験1とは異なり、エージェントが説得を行う前にユーザがアイテムの選択を行わず、エージェントの説得に移る。エージェントを用いた説得では、エージェントは3個の中からランダムで1個のアイテムをユーザに推薦し、推薦理由も述べる。説得システム画面を図3に示す。

エージェントの説得が終わった後、被験者のエージェントに対する印象を調べるため、実験1と同様に被験者のエージェントに対する印象評価を行う。

#### 3.2.2 結果

表6にエージェント数を1体から3体に変化させたときの平均説得成功回数を示す。実験1同様、説得成功回数の最大値は6である。

ユーザが事前にアイテム選択を行わない場合では、エージェント数を変化させても説得成功回数に大きな



図3 説得システム 事前選択なし (3体)

表6 エージェント数と説得成功回数

| 事前選択なし  |        |      |
|---------|--------|------|
| エージェント数 | 説得成功回数 | SD   |
| 1体      | 3.2    | 1.47 |
| 2体      | 3.5    | 0.55 |
| 3体      | 3.5    | 0.84 |

表7 エージェント数と類似・好意に関する評価値

| 事前選択なし  |             |             |
|---------|-------------|-------------|
| エージェント数 | 類似          | 好意          |
| 1体      | +0.61(0.42) | +0.33(0.29) |
| 2体      | +0.39(0.40) | +0.45(0.46) |
| 3体      | +0.22(0.30) | +0.24(0.36) |

( )内は標準偏差

差は見られない。そこで、エージェント数を要因として分散分析を行ったところ ( $F(2, 15) = .21; p = .813$ ) となり有意差は認められなかった。

次に、ユーザのエージェントに対する印象評価について見ていく。結果を表7に示す。類似の項目に関してエージェント数が増えるにつれて評価が減少しているが、好意の項目に関しては減少が見られなかった。

#### 3.2.3 考察

エージェントが説得を行う前にユーザにアイテムを選択させない場合では、エージェント数を変化させても説得効果に差は見られない。また、説得成功回数は実験1と比較し大きくなることが分かった。これは、アイテムの事前選択ありの場合では必ずユーザの意見と異なるアイテムを推薦していたためだと考えられる。

エージェントによる説得ではエージェント数が増え

るとその説得効果が高くなると考えられたが、実験の結果よりユーザが事前にアイテムを選択した場合は、エージェント数が増えることによりその効果は低くなることが分かった。ユーザのアイテム事前選択なしの場合において、エージェント数が増えても説得に効果は見られない。また、事前選択アイテムありの場合では、エージェントはユーザの意見に必ず反対することになり、特に負の感情が強くなることが分かった。このように、説得行為は相手の意見を変えるために、異なる意見を持ち相手に反対することである。逆の立場を持つエージェントの数が多くなるほど、説得には逆効果であることが分かる。

#### 4. まとめと今後の課題

本研究では、エージェント数が説得に及ぼす影響を調べた。エージェント数を1体から3体に変化させ説得を行った。実験では、事前にユーザがアイテムを選択する場合と、選択しない場合の2種類の実験を行い説得効果を調査した。その結果、ユーザの事前アイテム選択ありの場合は、エージェントの数が増えるにつれて、説得成功回数が減少する傾向が確認された。一方、ユーザの事前アイテム選択なしの場合では、エージェント数による説得効果の違いは見られなかった。また、エージェントに対する印象を測定すると、エージェント数が増えるにつれて、類似に関する印象が低くなっていくことが分かった。

実験結果からエージェント数が増えるとユーザは疎外感を感じるようになることが示唆されたため、今後の実験ではそれを明確にしていきたい。また、今回の事前アイテムありの実験設定では、全てのエージェントが必ずユーザの意見に反対する立場を取っていたため、今後の実験ではユーザの賛成するエージェントを設定し、エージェント数が説得に及ぼす影響を調査する。

#### 文 献

- [1] B. J. Fogg, 実験心理学が教える人を動かすテクノロジー, 高良理・安藤知華 (訳), 日経 BP 社, 2005
- [2] B. J. Fogg. Persuasive Technology. Elsevier, 2003
- [3] H. Prendinger and M. Ishizuka (Eds.). Life-like Characters: Tools, Affective Functions, and Applications. Springer, 2004
- [4] E. Andre, et al. The Automated Design of Believable Dialogue for Animated Presentation Teams. Embodied Conversational Agents, MIT Press, pp.220-255, 2000
- [5] Y. Kitamura. Web Information Integration Using Multiple Character Agents. Lifelike Characters: Tools, Affective Functions, and Applications, Springer, pp.295- 315, 2004
- [6] 門脇克典・小林一樹・北村泰彦, マルチエージェント説得における社会的均衡関係の影響, Joint Agent Workshops and Symposium, 2007
- [7] Katsunori Kadowaki, Kazuki Kobayashi, Yasuhiko Kitamura: Influence of Social Relationships on Multiagent Persuasion, 7th International Conference on Autonomus Agents and Multiagent Systems, 1221-1224, 2008
- [8] N. Shechtman and L. M. Horowitz, Media inequality in conversation: how people behave differently when interacting with computers and people, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Vol.5, No.1, pp.281-288, 2003.