

幹事エージェントの調整時内部状態モデルに基づく感情表出効果

藤原邦彦^{†1} 長尾圭一郎^{†1} 吉田直人^{†1} 米澤朋子^{†1}

本研究では集団の中で複数のユーザを取り持つ幹事エージェントの実現のために内部モデルの設計を行っている。エージェントが幹事となり、相手や状況に応じて適切な態度をとりながら交渉を行うことで、集団の調整をより円滑なものにできる。また、交渉において適切な態度を示すことでメンバに対し幹事を思いやった意思決定を促すことも可能である。本稿ではユーザとの関係性、調整の状況や会話からの印象に基づく感情モデルを設計し、その内部感情の表出の影響について検討する。

1. はじめに

現代の社会において、人間は多くの場合集団で行動する。そのため、集団を取りまとめる役割が社会において非常に重要視されてきた。この役割は集団のメンバの足並みをそろえると同時にメンバ間の摩擦をなくすことや、できるだけ多くのメンバの都合がよくなるように利害調整を行い、組織の利益のためにメンバ個人に働きかけることで円滑な組織行動を支えている。教育の場であれば、学校教師、部活動の場ではマネージャ、組織でイベントを行う際は幹事などがこの役割に相当する。本稿では、このような各メンバに働きかけることでメンバを取り持つ役割を組織内における調整役と定義する。

これらの調整役は重要であると同時に非常に負担の大きい役割である。例えば、組織内のメンバすべてを取り持つためには各メンバとのコミュニケーションが要求され、普段交流のない人物や立場の違う目上あるいは目下の人物との対話が必要になる。円滑な調整のためにはそういった相手に対して常に相手や状況に応じた適切な態度をとる必要がある。また調整役という立場上、一対多という構造ができやすく、多くのリソースを調整業務に割かなければならないため、負担による疲労やリソース不足が発生し、メンバとの対話不足による情報の伝達ミスや、不適切な態度をとってしまい信用を失うなどトラブルにつながるという問題がある。こうした問題を解消するために、アプリケーションでの補助[a][1]やマルチエージェントによる調整業務の自動化[2-7]など様々な試みが存在する。

我々は、調整役の中でも学校や会社など様々な場所で必要とされるイベント幹事に着目し、各メンバとの交渉を通して予定を調整する幹事エージェントを提案し、交渉の中で相手の立場や調整の状況に応じた適切な感情表出を行うことで、調整への協力を促進するための内部モデルを提案してきた[8]。本稿では、提案する幹事エージェントを用いて、内部モデルに基づく感情表出による予定調整への協力促進効果を検証し、これまでに提案した内部モデルについ

て検討する。

2. 関連研究

組織の利害調整を自動化する手法として、交渉エージェントを複数用いるマルチエージェントシステムによる手法が議論されている[2-8]。これは、組織のメンバが自身の予定や好みなどを入力することで、その情報を持ったエージェント同士が交渉を行い、最適な案を生み出すという手法である。これらのシステムは組織の意思決定を最初の情報入力以外を完全に自動化できるという利点を持つが、反面システムによって自動的に決められた案がユーザに受け入れられない場合も存在する。

こういった問題を解消すべく、福本ら[4]は数値化された好みの情報ではなく、言語を用いた性質の情報をもとに議論を行うエージェントを用い、またエージェント同士の議論を可視化することによって、システムの出した案に対するユーザの理解度を高めようとした。本研究では調整を行うエージェントがユーザと直接交渉することで、より納得できる形で案の形成を行うと同時に、対話中に適切な態度を見せることでユーザを案の形成に対してより協力的にすることや、決定案への理解を促進することを狙いとする。

湯浅ら[9]は、エージェントを用いた人との交渉について、エージェントの表情、視線行動と行動履歴による相手の意思決定への影響について言及し、ユーザの協力行動を引き出すための表情戦略について述べている。本研究では表情に言葉、語尾を組み合わせた態度が調整への協力を促進できるかを検証する。また、エージェントが相手や状況に応じた適切な態度を表出できるよう態度の基準となる内部モデルを設計する。

3. 提案モデルとシステム

3.1 幹事エージェントシステムの概要

本稿ではエージェントが状況や相手に応じた態度で交渉を行い、予定を調整するためのエージェントの内部モデルを設計する。予定調整における交渉中の幹事の感情をモデル化し、モデルの状態をエージェントにより表出することでメンバの予定調整への協力を促進できると考えた。

本稿で提案する幹事エージェントの内部モデルは感情

^{†1} 関西大学
Kansai University.

a) Doodle doodle.com

モデル、関係性モデル、交渉状況モデル、印象モデルの 4 つのモデルで構成されている。これらのモデルを大きく 2 つに分け、感情モデルは態度を決定するモデル、それ以外の関係性モデル、交渉状況モデル、印象モデルは交渉相手や調整の状況を定義するモデルと分類する。交渉相手や調整の状況のモデル状態に応じて、感情モデルの状態が決定し、態度として表出される(図 1)。

このモデルは交渉相手や状況を考えながら交渉を行う人間の幹事の感情の動きを複数のパラメータで部分的に表現し、その状態を表出することで交渉における感情表出による、相手の協力や理解の促進効果をエージェントの予定調整における交渉に付与する狙いがある。以下、各節にてモデルの詳細について説明する。

本稿でのモデルは主に学生の集団を調整する幹事エージェントでの実装を前提に設計している。パラメータの種類や重みを変えることで会社内や家族間など異なる集団を取り持つことも可能と考えられる。

3.2 感情モデル

3.2.1 感情モデルの概要

感情モデルは幹事エージェントの感情を定義するモデルで、エージェントが態度として表出する内部状態である。パラメータは russell[10]の感情円環モデルを参考に快感度、覚醒度の 2 つの要素を持ち、それぞれが 5 つの段階を持っている。

3.2.2 感情モデルの計算

感情モデルの快感度、覚醒度の値は後述する関係性モデル、交渉状況モデル、印象モデルの各モデルで計算される快感値、覚醒値を用い式 1 及び式 2 にて計算される。

$$(1) P = (rp + sp + ip) / 3$$

$$(2) A = (ra + sa + ia) / 3$$

P : 快感度 A : 覚醒度

rp : 関係性モデルの快感値

sp : 交渉状況モデルの快感値 ip : 印象モデルの快感値

ra : 関係性モデルの覚醒値

sa : 交渉状況モデルの覚醒値 ia : 印象モデルの覚醒値

このように計算された感情のパラメータを態度として表出することで、相手や状況を鑑みた幹事の感情表出をエージェントで表現しメンバの協力を促進する効果が期待される。

3.3 関係性モデル

関係性モデルは幹事エージェントと交渉相手のメンバの関係をパラメータ化したもので、エージェントと交渉相手の社会的関係と、エージェントから見た相手の重要性の 2 つの要素を持つ。それぞれの要素が 5 つの段階を持ち、快感値と覚醒値を決定する。以下、それぞれの要素について説明する。

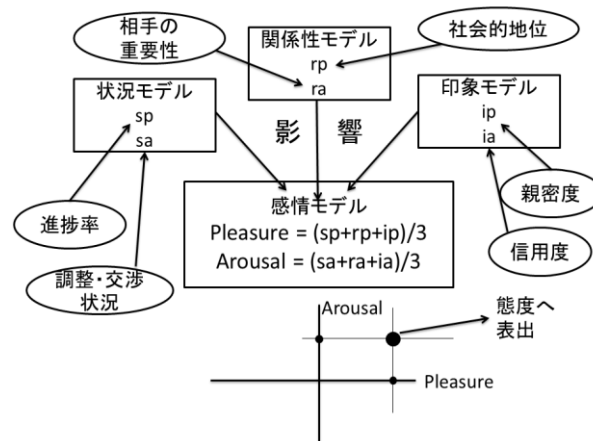


図 1 エージェント内部モデル

3.3.1 関係性モデルの要素 1 : エージェントと交渉相手の社会的関係

エージェントと交渉相手が社会的にどれくらい近い立場にいるかを表すパラメータである。エージェントと交渉相手の社会的地位は社会的地位レベルで定義される。レベルは 1 から 6 の 6 段階に分かれており、所属する組織での地位に応じてその人のレベルが決定される。レベルは地位の高さに応じて高くなる。本稿では大学の研究室での運用を前提とし、表 1 のような立場とレベルを設定した。2 つの地位のレベルの差が小さいほど二者は近い立場であり、差が大きいほど遠い立場であることを示す。レベル化する社会的立場はエージェントを実装する予定調整システム上で定義する。

表 1 立場とパラメータの関連

社会的立場	社会的地位レベル
学部 2 年生	1
学部 3 年生	2
学部 4 年生	3
大学院 1 年生	4
大学院 2 年生	5
教師	6

社会的地位レベルの差から社会的関係の近さを算出する。近さのパラメータは表 2 のようになっており、この立場の近さが関係性モデルにおける快感値となる。

表 2 立場の近さ

立場の近さ	社会的パラメータの差
5	0
4	1,2
3	3
2	4
1	5

3.3.2 関係性モデルの要素 2 : エージェントから見た相手の重要性

エージェントから見た交渉相手のイベントにおける重要度をパラメータ化したものである。重要度とはその相手の都合を他のメンバに比べてどの程度優先すべきかのパラメ

ータである。例えば、学部生の卒業祝いであれば学部4年生は参加必須で、都合を優先する必要がある重要度は高い。相手の都合を他のメンバに対してどの程度優先すべきかの度合であるメンバ優先度は、調整システム上で設定する。メンバの優先度と重要度の関係を表3に示す。このパラメータが関係モデルにおける覚醒値となる。

表3 相手の重要度

相手の重要度	メンバ優先度
5	最優先メンバ
4	優先メンバ
3	やや優先のメンバ
2	普通のメンバ
1	後回し可能なメンバ

3.4 調整状況モデル

調整状況モデルは幹事エージェントの予定調整の状況をパラメータ化したもので、調整進捗率と調整・交渉状況の2つの要素を持つ。それぞれの要素が1から5の5段階のパラメータを持ち、快感値と覚醒値を決定する。それぞれの要素について説明する。

3.4.1 調整状況モデルの要素1：調整進捗率

エージェントの予定調整がどの程度進んでいるかを表したもので、メンバ全員に対する交渉の終了したメンバの割合によって決定される。ユーザがエージェントの提案を承認するか、しないかの結論が出た時点で交渉の終了と、終了したユーザの割合で表4のようにパラメータが決定する。このパラメータの値が調整状況モデルにおける快感値となる。

表4 調整進捗率

調整進捗率	終了の割合
5	81%-100%
4	61%-80%
3	41%-60%
2	21%-40%
1	0%-20%

3.4.2 調整状況モデルの要素2：調整・交渉状況

ユーザの設定する日程の優先度と調整するイベントの重要度を5段階に分類したものである。今回はエージェントを実装する予定調整システム上で、イベントの企画者にあらかじめ日程候補の中で優先度を決定させ、そのデータを参照する(表5)。調整の重要度は覚醒値を計算する際に日程優先度に影響を与えるもので、あらかじめユーザによって決定されたイベントの重要度に応じて以下のように影響する(表6)。

これらのパラメータから計算された最終的なパラメータが日程・調整の重要度となり、このパラメータ値が調整

状況モデルにおける覚醒値になる(表7)。

表5 優先度

その日程の優先度	日程の優先度
最優先	5
優先	4
やや優先	3
普通	2
後回し可能	1

表6 重要度

イベントの重要度	調整重要度
重要	1
普通	0
後回し可能	-1

表7 調整・交渉状況

(日程の優先度)+(調整重要度)	調整・交渉状況
5, 6	5
4	4
3	3
2	2
0, 1	1

3.5 印象モデル

エージェントの交渉相手への印象をパラメータ化したもので、親密度と信用度の2つの要素を持つ。各要素が1から5の5段階のパラメータを持ち、段階に応じて快感値と覚醒値を決定する。

3.5.1 印象モデルの要素1：親密度

エージェントと交渉相手の親しさを表すもので、1から5の値を持ち、やり取りの回数や内容によって決定される。交渉やイベントの企画などでエージェントとやり取りをするごとにパラメータが1増加し、反対にエージェントの交渉要請を無視するなどエージェントとのやり取りを拒否するごとに1減少する。また、交渉を2回行うごとに一度それらの交渉の結果を参照し、エージェントの提案を受け入れた割合が多い場合はパラメータが1増加し、提案を受け入れた割合が少ない場合はパラメータが1減少する。パラメータは1及び5を最小値、最大値とし、その範囲を超えてパラメータが変動することはない。このパラメータが印象モデルの快感値となる。

3.5.2 印象モデルの要素2：信用度

エージェントと現在やり取りしている交渉相手がエージェントの提案を受け入れる確率を表したもので、その交渉相手との交渉の結果全てからパラメータが決定される。交渉結果は「提案承諾」、「提案拒否」、「交渉不成立」の3つに分類され、全交渉のうちの提案承諾の割合でパラメータが決定される(表8)。そして、このパラメータが印象モデルの覚醒値となる。

3.6 内部モデルとエージェントの態度

交渉の中で感情を表出するために、エージェントに内部モデルの状態に応じて変化する表情、言葉、語尾のモダリティ表現を与えた。これらの表現を組み合わせることでエージェントの態度を形成し、内部状態を間接的にユーザに

表 8 信用度

信用度	結果「提案承認」の割合
5	81%-100%
4	61%-80%
3	41%-60%
2	21%-40%
1	0%-20%

伝えることができる[11].

表情と言葉は感情モデルの快感度(P)に応じて変化し(図2)(表9-a), 語尾は感情モデルの覚醒度(A)に応じて変化(表9-b). 各表現はそれぞれニュアンスの異なる5パターンの表現を持ち, 内部モデルのパラメータに応じて選択される.

内部モデルの状態に応じて選択された各モダリティ表現を組み合わせることで, エージェントの態度が形成される. 相手や状況に応じた内部モデルに基づく態度を表出することでユーザに調整への協力や提案への理解を促せると考えられる.

3.7 内部モデルを持った幹事エージェントシステム

幹事エージェントが予定調整を行うための枠組みとして予定調整エージェントシステムを実装した. このシステムは, イベントを企画するメンバによって決定されたイベントに組織のメンバを参加させるために, エージェントが各メンバと適切な態度で交渉を行い, 予定を調整するものである. システムの構成及びシステムでの態度表出までの流れを図3, 4に示す. システムはエージェントの表情や言葉で情報を提示するインタフェース部と, イベントや名前や立場, 交渉ログなど各ユーザに関する情報を持つデータベース部, エージェントの態度を決定する内部モデル部から成る.

はじめに, 企画者のメンバはイベントの概要として, イベント名, 日程の候補, 調整の期日, イベントの重要度, メンバごとの優先度を入力し, その他のメンバは自身の名前と社会的立場を入力する. メンバの優先度としては, 優先度ごとにすでに入力が完了しているメンバを選択する方法と, 社会的立場ごとに優先度を決定する方法を用意した. これらの情報からエージェントの内部モデルのパラメータがある程度決定する.

次に, イベント概要が決定した時点からエージェントは自身の情報を入力し終えたメンバと交渉に移る. 各メンバ

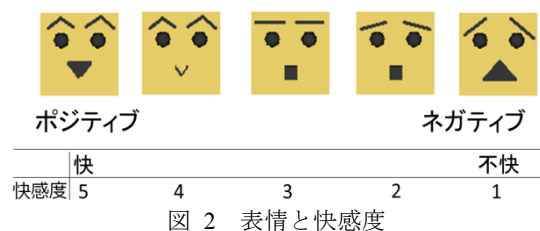


図 2 表情と快感度

表 9 (a)快感度と言葉, (b)覚醒度と語尾

快感度	言葉	覚醒度	語尾
5	～日とか大丈夫？	5	！
4	～日でお願い。	4	っ
3	～日でお願いします。	3	無し
2	～日でお願いできませんか？	2	ー
1	～日でお願いできないでしょうか？	1	・・・

と交渉を1度ずつ行った後, 最も賛成の多かった日程を第一候補, その次に賛成の多かった日程を第二候補とし, それ以外の日に賛成したメンバと再び交渉する. それでもメンバ全員の賛成が得られなかった場合, エージェントは企画者のメンバに, 候補の変更かそのままの日程で交渉を続けるかを質問する. メンバ全員が賛成するか, 設定した期日になるまでこれを繰り返す.

最後に, エージェントが企画者のメンバに最終的な日程と参加者のリストを提示し, 企画者メンバが承認することで予定調整は終了となる.

これらのプロセスの中でエージェントの内部モデルのパラメータは常に変化し, 態度としてそれが表出される. これにより幹事エージェントが適切な態度で予定調整を行い, メンバの協力を促進する効果が期待できる.

4. 検証

内部モデルを持ち, その内部状態を表出しながら交渉を行う幹事エージェントが相手の予定調整への協力や提案の理解を促進できるかについて検証を行った. また, 最も促進効果があるエージェントの実装方法を検討するため, 会話形式やエージェントの立場による効果の違いについて検証を行った.

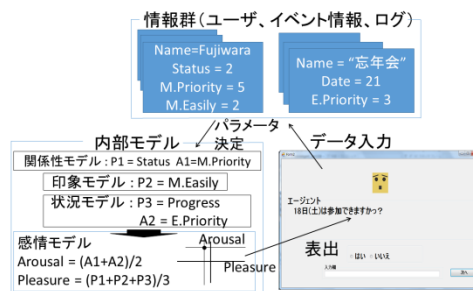


図 3 システム構造図

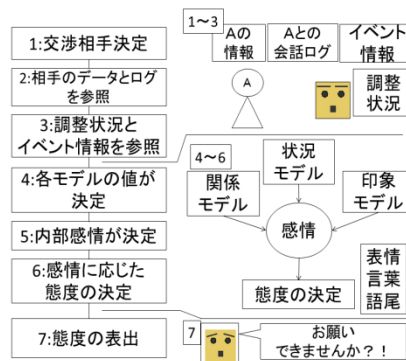


図 4 態度表出までのフロー

4.1 エージェントの介在と会話による交渉の協力促進効果に関する検証

4.1.1 実験概要

実装した予定調整システムの日程交渉部分を用いて、エージェントの介在の有無やエージェントとのコミュニケーションの形式で相手の予定調整への協力促進効果に違いが出るかを検証した。

4.1.2 仮説

検証を行う上で以下のような仮説を立てた。

1. 予定調整にエージェントが介在することの効果
 - a. メンバが幹事をコミュニケーションの相手として意識するようになる。
 - b. エージェントの様子などから幹事側の事情をある程度意識するようになる。
 - c. 予定調整に協力的になる
2. 会話形式で予定調整を進める効果
 - a. メンバが幹事をコミュニケーションの相手として意識するようになる。
 - b. エージェントの様子などから幹事側の事情をある程度意識するようになる。
 - c. 予定調整に協力的になる

4.1.3 実験条件

実験条件を表 10 に示す。実験は要因 A：エージェントの有無(AGENT-agent)、要因 B：コミュニケーション形式(TALK-message)の 2 要因 2 水準 4 条件で被験者内実験を行った。

要因 A において、[AGENT]条件は日程交渉システムに幹事エージェントが介在する条件で、インタフェースにエージェントの表情のグラフィックがあり、交渉の言葉や語尾がその場によって変化する。[agent]条件は日程交渉システムに幹事エージェントが介在しない条件で、エージェントのグラフィックは存在せず、言葉や語尾は常に一定である。

要因 B において、[TALK]条件では、システム上で表示されるエージェントの話が短く区切れられ 1, 2 文ずつ表示される。[message]条件では、エージェントの話は区切れられず、画面上にすべて表示される。

表 10 条件表 (実験 1)

条件 A	エージェントが介在し、言葉と語尾が変化
条件 B	エージェントが介在し、言葉と語尾が一定
条件 C	エージェントが存在せず、言葉と語尾が変化
条件 D	エージェントが存在せず、言葉と語尾が一定

4.1.4 実験手順

実験参加者に実装システムでエージェントと日程交渉を行わせた。システムは条件ごとに計 4 種類用意し、各システムを 1 回ずつ使用させた。各条件のシステムの外観を図



図 5 条件ごとのシステムパターン (実験 1)

5 に示す。実験参加者は情報系学部の大学生 20 名(19 歳から 24 歳、男性 15 名女性 5 名)である。

システムの操作方法について説明する。被験者は最初に自身の名前やイベントへの参加、不参加などの事前情報を入力した後、エージェントと日程について交渉する。交渉はエージェントの「×日は参加できるか」という問いに対して「はい」「いいえ」で答える。エージェントの挙げる候補日は 3 つ存在し、被験者には各候補日に対して回答をさせた。その際、被験者には実験者があらかじめ設定した予定が書かれたカレンダーを渡し、その内容に沿って交渉を行わせた。またカレンダーの特定の日程には印がついており、印ごとに以下のような教示を行った。

- ×印の日：提案された場合は必ず断る
- △印の日：予定があるが、提案を受けるかは自己で判断
- 印無しの日：予定なし、提案を受けるかは自由

4.1.5 評価項目

被験者には各実験システムでのやりとりの後に以下の評価項目に 5：あてはまる 4：ややあてはまる 3：どちらでもない 2：ややあてはまらない 1：あてはまらない、の 5 段階で回答させた。

- 1 幹事をより近くに感じた
- 2 交渉相手に感情を感じた
- 3 エージェントは特定の日を選んでほしいそうだった
- 4 提案に協力してあげたくなった
- 5 自分の予定を変えてもいいと思った
- 6 他のメンバのために相手の提案を受けた
- 7 交渉相手の為に相手の提案を受けた

またシステムでの日程のやりとりに関して感じたことを自由記述方式で回答させた。

4.1.6 実験結果

得られたデータについてエージェントの有無とコミュニケーション形式の 2 要因において、反復分散分析により、 $p < .05$ として検定を行った。

分析の結果を表 11 に、評価項目についての平均を図 6

に示す。有意差の得られた箇所は+ : $p < .10$, * : $p < .05$ として表中に表記する。分散分析の結果から、要因 A(エージェントの有無)では全ての項目で有意差が得られ、要因 B(コミュニケーション形式)では項目 1, 2, 3, 6 で有意差が得られた。また、評価項目 4, 5 で要因 AB 間において交互作用が見られた。

4.1.7 実験考察

表 11 及び図 6 より、エージェントの介在と会話形式による交渉は協力促進効果を生むことが分かった。エージェントのコミュニケーション相手としての存在感に関する項目である評価項目 1, 2 において、エージェントの有無で有意差が得られたことから、介在したエージェントは交渉相手として認識されたものと考えられる。またコミュニケーションの形式において項目 2 で有意差が得られたことから、会話形式で交渉をするエージェントは交渉相手として認識されると考えられる。

項目 3「特定の日を選んでほしいそうだった」において両方の要因で有意差が得られたことから、エージェントの交渉中の態度が日程の優先度という幹事側の事情を暗黙的に伝えたと考えられ、幹事エージェントは人間の幹事らしい振る舞いができたといえる。

協力への意識に関する項目である評価項目 4, 5 においてエージェントの有無で有意差が得られた。予定調整に介在するエージェントが適切な態度でメンバと接することで、エージェントの提案が受け入れられやすくなるだけでなく、エージェントの行う予定調整に自身の予定を多少変更してでも協力するという態度を引き出すことができたと考えられる。ただし、今回の実験では架空の予定を用いたため、実際の予定に対しても同じような態度を引き出せるか検証する必要がある。

4.2 エージェントの介在とエージェントの主体性による協力促進効果に関する検証

4.2.1 実験概要

実装した予定調整システムの日程交渉部分を用いて、エージェントの介在やエージェントがどのような存在として振る舞うかによって、相手の予定調整への協力促進効果に

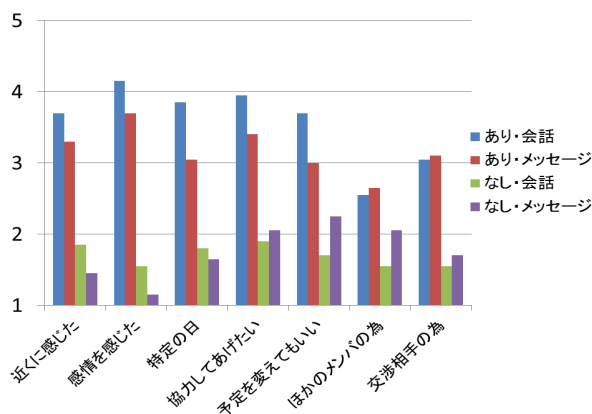


図 6 各項目の条件ごとの平均値 (実験 1)

表 11 分散分析結果 (実験 1)

	F(A)	p(A)	F(B)	p(B)	交互作用
項目1「より近く感じた」	72.05	$p < 0.01$ *	4.25	0.05 +	x
項目2「感情を感じた」	172.13	$p < 0.01$ *	10.34	$p < 0.01$ *	x
項目3「特定の日を選んでほしい」	19.58	$p < 0.01$ *	6.73	0.01 *	x
項目4「協力してあげたい」	65.76	$p < 0.01$ *	1.20	0.29	O
項目5「予定を変えていい」	28.81	$p < 0.01$ *	0.18	0.67	O
項目6「ほかのメンバの為」	15.01	$p < 0.01$ *	4.75	0.04 *	x
項目7「交渉相手の為」	48.57	$p < 0.01$ *	0.23	0.63	x

+ $p < 0.10$, * $p < 0.05$

違いが出るかを検証した。

4.2.2 仮説

検証を行う上で、以下のような仮説を立てた。

1. エージェントがメンバ代表者から独立した主体的な存在として振舞う効果
 - a. メンバがエージェントを感情のある交渉相手として意識するようになる。
 - b. エージェントの感情表出により注目するようになる。
 - c. 日程調整への協力的な姿勢を引き出せる
2. エージェントが主体的な存在として振舞う際、エージェントが介在していたほうがより前述の協力促進効果が増す。

4.2.3 実験条件

実験条件を表 12 に示す。実験は要因 A : エージェントの有無 (AGENT-agent), 要因 B : エージェントの立場 (CHARACTER-avatar) の 2 要因 2 水準 4 条件で被験者内実験を行った。

要因 A において、[AGENT]条件は日程交渉システムに幹事エージェントが介在する条件で、インタフェースにエージェントの表情のグラフィックがあり、交渉の言葉や語尾がその場によって変化する。[agent]条件は日程交渉システムに幹事エージェントが介在しない条件で、エージェントのグラフィックは存在せず、言葉や語尾は常に一定である。

要因 B において、[CHARACTER]条件では、エージェントは自分の口で提案を告げるという設定に基づき会話形式で交渉を行う。またシステムを使用する前にエージェントは幹事から調整の依頼を受けた独立した主体的存在であることを被験者に教示した。[avatar]条件では、エージェントは幹事からのメッセージを伝達する存在として、メール形式のメッセージに付随する形で存在する。またシステムを使用する前にエージェントは幹事の-avatarであり、メッセージの主体は幹事である教示を行った。

表 12 条件表 (実験 2)

条件 A	エージェントが介在し、主体として振る舞う
条件 B	エージェントが介在し、アバターとして振る舞う
条件 C	エージェントが存在せず、主体として振る舞う
条件 D	エージェントが存在せず、アバターとして振る舞う

4.2.4 実験手順

実験では前述した 4.1 節の手順とほぼ同様に、被験者に 4 種類のシステムを使って 1 回ずつエージェントと日程の交渉を行わせた(図 7). それらの手順に加え、事前にエージェントが主体的存在か幹事メンバのアバターかを教示した。実験参加者は情報系学部の大学生 20 名(19 歳から 24 歳、男性 15 名女性 5 名)である。

4.2.5 評価項目

評価項目は 4.1 節と同様の以下ものを用い、5 段階で評価させた。

- 1 幹事をより近くに感じた
- 2 交渉相手に感情を感じた
- 3 エージェントは特定の日を選んでほしいそうだった
- 4 提案に協力してあげたくなった
- 5 自分の予定を変えてもいいと思った
- 6 他のメンバのために相手の提案をうけた
- 7 交渉相手の為に相手の提案をうけた

また自由記述方式での回答も行わせた。

4.2.6 実験結果

得られたデータに関して、エージェントの有無とエージェントの立場の 2 要因において反復測定分散分析により、 $p<0.05$ として検定を行った。検定の結果を表 13 に、評価項目ごとの平均を図 8 に示す。有意差の有った箇所は+: $p<0.10$, *: $p<0.05$ として表中に表記する。分散分析の結果から、要因 A(エージェントの有無)では項目 1, 2, 3, 4, 5, 7 で有意差が得られ、要因 B(エージェントの立場)では項目 1, 2, 3, 4, 5 で有意差が得られた。また、評価項目 1, 2, 3, 4 で要因 AB 間において交互作用が見られた。単純主効果について表 14 に示す。

4.2.7 実験考察

実験の結果から、エージェントの立場は協力の促進に限定的に影響があるということが分かった。

エージェントをコミュニケーションの相手として認識するかに関する評価項目 1, 2、幹事の事情を意識したかに関

表 13 分散分析結果 (実験 2)

	F(A)	p(A)	F(B)	p(B)	交互作用
項目1「より近く感じた」	23.09	$p<0.01$ *	17.11	$p<0.01$ *	○
項目2「感情を感じた」	24.54	$p<0.01$ *	9.52	$p<0.01$ *	○
項目3「特定の日を選んでほしい」	21.38	$p<0.01$ *	5.78	0.02 *	○
項目4「協力してあげたい」	30.91	$p<0.01$ *	9.00	0.01 *	○
項目5「予定を変えていい」	23.82	$p<0.01$ *	24.85	$p<0.01$ *	×
項目6「ほかのメンバの為」	4.13	0.06 +	1.52	0.23	×
項目7「交渉相手の為」	18.97	$p<0.01$ *	2.88	0.11	×

+ $p<0.10$, * $p<0.05$

表 14 AB 交互作用における単純主効果の有意差

組み合わせ	近くに感じた	感情	特定の日	提案協力	予定変更	他メンバの為	相手の為
A(b1)	△	○	○	○	×	×	×
A(b2)	○	○	○	○	×	×	×
B(a1)	×	×	×	×	×	×	×
B(a2)	○	○	○	○	×	×	×

○: $p<0.05$ △: $p<0.10$ ×:有意差なし

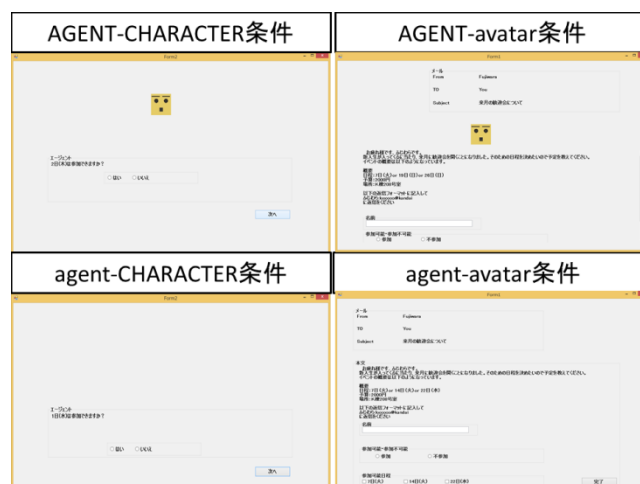


図 7 条件ごとのシステムパターン (実験 2)

する評価項目 3 ではエージェントの立場によって有意差が得られたが、これはエージェントの有無の要因との交互作用の影響が大きいと考えられる。幹事側の事情への意識に関する評価項目 3 である予定調整への協力の意識に関する評価項目 4 でも同じことがいえる。

交渉の場にエージェントが介在せず、主体的に話す存在もない[agent-avatar]条件と他の条件すべてとの間に有意差が得られたことから、モダリティ表現の組み合わせか、教示などの文脈によって交渉相手としての存在を提示しなければ、調整への協力は見込めないと考えられる。幹事が自身のメッセージを一方的に送信するメール等のシステムでは協力の促進は困難であることが示唆される。

しかし AB における単純主効果において B(a1)で有意差が得られなかった。これは視覚的にエージェントの存在を提示された時点で、被験者がそのエージェントをある程度主体的な存在として認識してしまったためであると考えられる。

一方で自身の予定を変更してでも協力するかの項目 5 では要因 B(エージェントの立場)単独で有意差が得られた。このことから主体的な存在として振る舞うほうが交渉相手の意思を変容しやすいことが示唆された。

以上のことから、予定調整のための交渉において、相手に提案を承認させたり、協力を促進したりするには何らか

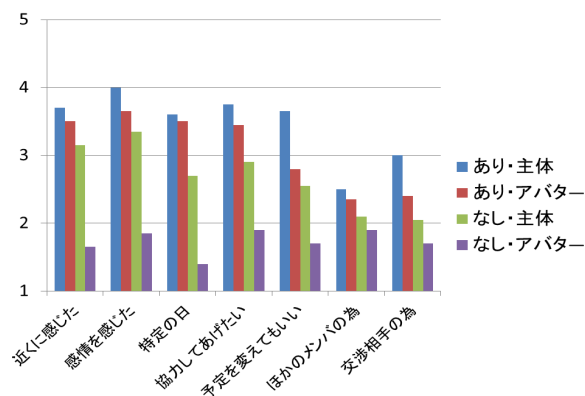


図 8 各項目の条件ごとの平均値 (実験 2)

の存在を交渉の場に立たせる必要があると考えられる。また、交渉相手が自身の利益が左右される決断をする場面では、交渉を行うエージェントの主体性が幹事のための意思変容を促進することが示唆された。

5. 幹事エージェントシステムの協力促進効果に関する考察

内部モデルに応じて態度を表出しながら交渉を行う幹事エージェントは、交渉を通してメンバに予定調整への協力を促進する効果があることが分かった。また、会話形式で交渉を行うことや、エージェントを主体的な存在として振る舞わせることで交渉相手の予定調整に対する協力促進に一定の効果があることが示唆された。このことから、内部状態を態度で表出する幹事エージェントは交渉を通してメンバの協力を促進し、スムーズに予定調整を行えると考えられる。

全体の検証を通して、エージェントの態度として表情に最も注目したという意見が多く見られ、同時に言葉遣いや語尾の変化に気づけなかったという意見が自由記述の中でいくつか見られた。また、エージェントの主体性に関する実験において、エージェント有りの条件でエージェントの立場の間で有意差が得られなかった。また、エージェントの存在を目に見える形で提示した時点でエージェントの主語の違いといった主体が媒体かによるテキスト上での振る舞いの違いが無視される傾向があったように考えられる。このことから、エージェントが表出する態度の中で、各モダリティが伝えている情報や強化している印象を検証し、要素として用いるモダリティの効果を最大限に活かす手法やインタラクションを検討する必要があると考えられる。

今回行った2つの検証の結果から、幹事エージェントの交渉における内部モデルに基づく感情表出は、メンバに幹事側の事情を伝えられ、予定調整への協力を促進できる可能性が示唆された。

6. おわりに

本研究では、メンバとの交渉を通して予定調整を行う幹事エージェントが交渉の中で適切な感情表出を行うための内部モデルと、幹事エージェントを用いた予定調整システムを設計した。そして、幹事エージェントを用いた実験を行い、提案モデルによる感情表出がメンバを予定調整に対して協力的にするかを検証し、その効果をより促進するコミュニケーションの形式やエージェントの立場について検証を行った。その結果、提案する内部モデルによる感情表出は交渉においてエージェントの適切な態度につながり、メンバの協力を促進することが判明した。また、会話形式でのやり取りが促進効果をより高めることが示唆された。

今後は、ユーザとエージェントのインタラクションに着目し、kinectなどを用いたインタラクションを通じて相手

のパラメータを読み取るなど、より幅広いやり取りを視野に入れた設計を行う。また、エージェントとメンバの関係だけでなく、調整するメンバ同士の関係をパラメータ化し、より組織に溶け込める集団内エージェントを設計する。

謝辞 本研究は一部科研費 24300047 および科研費 25700021 の助成を受け実施したものである。

参考文献

- 1) R. Kling: Cooperation, coordination and control in computer-supported work, ACM Communications, Vol.34, No.12, pp. 83-88 (1991).
- 2) 伊藤孝行, 新谷虎松: グループ代替案選択支援システムにおけるエージェント間の説得構造について, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J80-D-2, No.10, pp. 2780-2789 (1997).
- 3) 伊藤孝行, 新谷虎松: モバイルエージェント間の多重交渉に基づくグループ代替案選択支援システムについて, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.12, pp. 3165-3176 (1998).
- 4) 吉田弘司, 吉府研治, 垂水浩幸: エージェント間交渉によるスケジュールの調整方法, 情報処理学会研究報告: マルチメディア通信と分散処理研究会報告, Vol.97, No.13, pp. 91-96 (1997).
- 5) 福本太郎, 沢村一: 議論に基づくスケジュール調整エージェント, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J91-D, No.6, pp. 1506-1514 (2008).
- 6) Faratin, P, Sierra, C, Jennings, N.R: Negotiation decision functions for autonomous agents, Robotics and Autonomous Systems, Vol.24, No.3, pp.159-182 (1998)
- 7) Jennings, N.R, Faratin, P, Lomuscio, A.R, Parsons, S, Wooldridge, M. J. & Sierra C: Automated negotiation: Prospects, Methods and Challenges, Vol.10, No.2, pp.199-215 (2001)
- 8) 藤原邦彦, 吉田直人, 中谷友香梨, 米澤朋子: 幹事エージェントの交渉時内部モデルにおける長期的感情の影響, 情報処理学会関西支部大会講演論文集, 6p (2014).
- 9) 湯浅将英, 武川直樹: ユーザ行動を誘導するための擬人化エージェントの対人印象操作・非言語行動表出モデル, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J94-D, No.1, pp. 124-137 (2011).
- 10) Russell, J.A: A circumplex model of affect, Journal of personality and social psychology, Vol.39, No.6, pp. 1161-1178 (1980).
- 11) 西中順平, 吉田直人, 米澤朋子: エージェントの非言語情報と発話の矛盾による承諾表現の印象変化, 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report: 信学技報, Vol.113, No.283, pp. 1-5 (2013).