原著論文

多人数に基づく協同問題解決に関する 実験的研究のためのプラットフォーム開発†

林 勇吾*・小川 均*

本論文では、ネットワーク上で多人数の協同問題解決を行うための実験装置を開発することを主たる目的とし、この実験装置を用いて、複数を対象とした協同問題解決に関する実験を行った。具体的には、(1) 実験装置としてネットワーク上で動作する対話エージェントを構築し、(2) 協同相手の構えの操作を通じて、多人数による協同問題解決に関する心理実験を行った。実験では、多人数に基づく協同問題解決場面において、異なる視点を有する少数派が存在した場合、その意見に対してどれぐらい問題解決者が影響を受けるのかを検討した。実験の結果、ほぼすべての実験参加者において相手が人間であるという構えを構築していたことが確認された。さらに、少数派の問題解決者がグループに存在する際には、その影響を受けて、視点の変容が起きることも確認された。

キーワード：実験デザイン、協同問題解決、対話エージェント

1. はじめに

多様な観点や知識を有する者同士が集まって問題解決に取り組むことは、一人の時よりもよい成果が得られることが期待される。しかし、多人数による協同問題解決において、どのようなインタラクションのプロセスが協同のパフォーマンスを促進するのかに関しては、あまり多くの実証的研究が行われてきていないというのが現状である。また、そのような多人数による協同問題解決を統一的に検討するための実験のフレームワークも存在しない。そこで本研究では、協同相手の発話内容をコントロールし、問題解決者の認知プロセスをトップダウン的に検証するための実験パラダイムを提案する。具体的には、(1) 実験装置としての対話エージェントを開発し、(2) 協同相手に対する「構え」の操作を通じて仮想的に多人数の協同問題解決を行う実験状況を設定する。そして本論文の最後では、この実験パラダイムを用いた検証実験を行う。

2. 背景

2.1 協同問題解決研究の実験的アプローチ

協同問題解決に関する研究は、これまで認知科学や社会学の領域で数多くの研究が蓄積されてきた。その

中でも実験的アプローチによる研究においては、「ペア」に基づくインタラクションに注目した研究が比較的多く行われている。これらの研究では、問題解決者が他者と一緒にパズルや規則発見課題を実験参加者が解く場面を設定し、そこでのインタラクションのプロセスを分析している[4] [9] [24] [25]。これらの研究を通じて、協同で問題を解く場合では、単独で問題を解く場合に比べていくつかのメリットが存在することが指摘されてきた。例えば、他者への説明活動を通じた理解の深化や知識の再構築、外的表象の再解釈、反証事例の創発による発見のパフォーマンスを改善、異なる見方についての示唆、などである[16] [17] [25]。ここで重要なのは、問題解決のパフォーマンスを促進する要因として、他者との活発なインタラクションが必要という点である。

それでは、「多人数」に注目した協同問題解決の場合、どのようなインタラクションが問題解決のパフォーマンスに効果的なのだろうか。多人数による協同問題解決は、成員の数が増大することで、個人の属性や個人間の関係性が複雑化し、インタラクションのあり方も多様化するといえる。従って、上記の先行研究で得られてきたインタラクションのプロセスが同じように観察されるとは限らない。また、それらのインタラクションが多人数の協同問題解決において効果的かどうかを検討するためには、実際に先行研究で指摘されてきているインタラクションの内容を独立変数として設定し、その効果を検証する必要性がある。

社会心理学の領域では、集団の中にいる個人の行動

† Development of a platform for experimental studies on collaborative problem solving based on large numbers
Yugo HAYASHI and Hitoshi OGAWA

* 立命館大学 情報理工学部
Ritsumei University, College of Information Science and Engineering

特性を分析した多くの研究が蓄積されてきている。これらの研究の多くでは、集団内の他者の振る舞いによって個人の行動特性がどのような影響を受けるのかを調べる実験的な研究が存在する。その実験の検討方法として、複数の実験者(サクラ)が偽の実験参加者として特定の振る舞いを行い、それに対する真の実験参加者の反応を観察するというものである[1][15]。この手法は、集団内の特定の他者の振る舞いが観察対象者の行動にどのような影響を及ぼすのかを検討する上で極めて有効な手法であるといえる。ここでは、実験参加者の周りのメンバーが自分と同じ実験参加者であるという「構え」を教示によって操作している。

しかし、協同問題解決場面において上記で述べた特定のインタラクションのプロセスを独立変数として調べる際には、人間のサクラを用いた方法だと、様々な実験操作上の困難性が生じる。例えば、長時間の実験において多数のサクラが実験毎に一貫して同じ発話を行うことは極めて難しい。また、協同問題解決場面では、活発なインタラクションを必要とするため、人間のサクラが行えるやり取りには限界があると考えられる。このような点を踏まえ、本研究では、多人数に基づく協同問題解決の実験方法として対話エージェントをサクラとして利用する方法を述べる。

2.2 協同相手に対する「構え」の操作

ここでは、人間の仮想的なパートナーとして、対話エージェントを実験装置として利用する方法について述べる。

近年では、対話エージェントに関する研究が数多く行われてきている[8][19][12]。教育工学の分野では、対話エージェントの設計技術を用いて人間の代わりに学習を支援するPedagogical Agentsに関する研究が行われている[14][2][22][7]。これらの研究を通じて、対話エージェントを用いた教育的支援の有効性が示唆されている。

HCI(Human Computer Interaction)やHAI(Human Agent Interaction)の領域では、人間がエージェントに対して人間的な属性を帰属させたり、社会的な振る舞いを行うことについて数多くの研究が行われてきている[19]。また、[26]のElizaに代表されるように、エージェントとの会話場面や話題の内容を限定することによって、人間と同じようなコミュニケーションの印象を創出することが可能であることも指摘されている。[5]や[13]では、対話エージェントとのインタラクションにおいて相手が人間であるという教示を人間に与え、それによって作られる対人的な「構え」が人間と同様のコミュニケーションの感情特性を生み出すこ

とを指摘している。例えば、[5]では、コンピュータターミナルを介してペア同士で規則発見課題に取り組む状況を設定している。そこでは、相手に対する構えの作り方として、実験者は問題解決者に「一緒に課題を解く相手は、この部屋にいる」という教示を与えている。しかし、実際には対話エージェントがスタンドアローンで起動しており、人間の協同相手はそこには存在しない。実験の結果、相手を人間であると教示した場面とエージェントと教示した場面とでは、問題解決者が感じるコミュニケーションの心理特性に違いが現れることを明らかにしている。

このように状況を限定し、構えを操作することによって、対話エージェントを人間のサクラとして利用することが可能であるといえる。本研究では、これらの知見に基づき、(1) 対話エージェントを構築し、(2) 仮想的に多人数で一緒に協同問題解決を行う実験場面を設定する方法を提案し、その評価を行う。

3. 本研究の目的

本論文では、多人数に基づく協同問題解決のための実験方法を提案する。具体的には、次の2点の検討を行う。

- (1) ネットワーク上で動作する実験装置としての対話エージェントを構築する。
- (2) 協同相手の構えの操作を通じて、多人数による協同問題解決に関する心理実験を行う。

4. 実験装置の開発

本システムは、LAN(Local Area Network)上にある複数のコンピュータ端末と通信するネットワークアプリケーションである。対話エージェントは、プロダクションシステムの考えを踏襲して設計されている。個々の対話エージェントは、互いに協調的に会話を行うことができる。以下では、その詳細について述べる。

4.1 対話環境

図1は、対話システムの全体を示しており、各モジュールは、LAN上の複数のコンピュータ端末に分散して配置される。システムは、次の4つのアプリケーションにより構成されている。(1)全データの受け渡しを行うServerと(2)実験参加者が発話の入出力を行うClient、(3)発話の解析と文章の生成を行うAgent、(4)実験課題を生成するProblem Generatorである。図1には、Server 1つ、Client 2つ、Agent 2つ、Problem Generator 1つが設定されている状況を示している。実験参加者は、(2)のClientのアプリケーションで用意されたGUI(Graphical User Interface)

図1 対話システムの構成

を通じて、音声や文字などの情報を入出力する。この入力情報は、まず(1)のServerに送られ、マルチスレッドを利用して、ClientとAgentに情報が転送される。(4)のProblem Generatorでは、課題や刺激の生成を行うためのもので、実験内容に応じて異なる。

4.2 対話エージェント

本研究では、ルールベースで応答する複数の対話エージェントを実験装置として利用し、協同問題解決に影響する要因を検証する。本研究で扱う対話エージェントは、入力された発話文に含まれる単語の解析を行う。ここでは、会話の中に含まれるキーワードとあらかじめ用意された辞書を利用して抽出する。対話エージェントは、抽出されたキーワードのパターンとエージェントが有する複数のルール群とのパターンマッチングを行い、応答文を決定する。ここでのパターンマッチングは、人工知能の分野で検討されてきたプロダクションシステムの推論機構の考えに基づいて設計されている[23]。プロダクションシステムを使用する利点としては、これまでの多くの研究でも実証されているように、特定の場面に依存した推論や多様な状況・状態に関する条件定義がしやすいという点が挙げられる。図2は一体の対話エージェントの構成を示している。

このシステムは、次の3つのモジュールにより構成されている。(1)入力情報を解析するSemantic Analyzer、(2)会話や課題の進行をモニタリングするSituation Monitor、(3)応答文を生成するGeneratorである。

図2 対話エージェントの構成

入力された発話(文字列)は、まずSemantic Analyzerで処理が行われる。ここでは、入力文字列に含まれるいくつかのキーワードに関する検索が行われる。そして、該当するキーワードの有無を特定するための処理が行われる。キーワードは、Dictionaryというデータベースにそれぞれ格納されている。格納されているキーワードは、語彙の意味的な類似性に基づいて分類化されている。例えば、「挨拶」というカテゴリーには、「おはようございます」、「こんにちは」、「こんばんは」などのキーワードのデータが用意されている。もし、Semantic Analyzerに「こんにちは、今日はいい天気ですね。」という入力があれば、「こんにちは」という単語が検知され、「挨拶」に関する発話があったことが同定され、Generatorにその内容が渡される。

(2) Situation Monitorでは、問題の種類や課題遂行時間など問題解決者の状況を定義するために必要な情報が蓄積されている。ここで蓄積されたデータは、対話エージェントの発話の生成にも利用される。具体的には、問題や状況に合わせた応答文を生成する際に利用される。

(3)のGeneratorでは、Semantic AnalyzerとSituation Monitorで受け取った値のパターンに基づいて応答文を生成する。このモジュールでは、プロダクションシステムの基本的特徴である推論エンジン(以後、Inference Engine)と知識ベース(以後、Rule Base)、作業領域(以後、Working Memory)が搭載されている。Inference Engineは、Semantic AnalyzerとSituationsから渡された値のパターンがWorking Memoryに書き込まれる(形式は、図3参照)。

Rule Baseは、IF-THENで入力情報に対する応答パターンのルールが記述されている。IF節には、キーワード群、THEN節には対話エージェントの応答のテンプレート文が記述されている。Inference Engineは、Working Memoryに記述されたデータとRule-Baseの条件部とのパターンマッチングを行う。Rule-Baseの条件が満足されればTHEN節に記述された文章テンプレートが対話エージェントの応答内容として決

定される。以下に具体的な処理の流れを説明する。Working Memoryは、図4の形式で記述される。

このモジュールは、実験課題の種類に応じて問題状況を定義する必要がある。例えば、扱う問題解決課題がいくつかのフェーズに分かれているときは、フェーズごとで問題状況を定義する必要がある。図4のpresentには、Situation Monitorから受け取った問題解決場面の状況を表す値が記述されている。次にdetect 1～3には、Semantic Analyzerから受け取った値が記述される。ここでは、対話エージェントが文字列の解析を通じて同定したキーワードのパターンが作られる。

Rule Baseには、図5の形式で記述された、複数の条件文が用意されている。ここでは、Working Memoryの内容とのパターンマッチングを行い、マッチングに成功した条件文の内容が出力される。出力される内容は、あらかじめ用意された対話エージェントの応答文(テンプレート)である。

それでは、図4と図5の例を用いてある文章が入力された時の処理の流れを簡単に説明する。まず、エージェントのDictionaryには、挨拶や疑問文、規則、仮説に関するキーワード群があり、課題のフェーズが

present: 1～50までであるとする。そこで、フェーズ8において「こんにちは、仮説について、わかりますか?」というような文章が入力されたとする。そうすると、Working Memoryには、(1) present には、8が記述され、(2) detect 1には「挨拶」(「こんにちは」に反応)、(3) detect 2には「疑問文」(「?」に反応)、(4) detect 3には「問題」(「仮説」に反応)が記述される(図4参照)。次に、この内容に対する応答に関する処理が行われる。具体的には、Rule Baseにおいて、この内容とマッチングするルール(rule 8)が発火する。そして、例えば「こんにちは、どのような仮説?」というような応答文が出力される(図5参照)。

5. 実験装置を用いた心理実験

ここでは、本研究で提案する実験手法(対話エージェントの利用と指示による構えの誘導)を用いて心理実験を行い、その検討を通じてシステムの評価を行う。

5.1 検証実験：異なる視点を有する他者

ここでは、異なる視点を有する少数派の意見が問題解決者の視点変化に対してどれぐらい影響するのかを検討する。弁証法に代表されるように異なったものの見方や考えを統合させていくという認知プロセスは、新たな知識を創造するための重要なインタラクションの方法であるといえる。

社会心理学の分野では、集団による意思決定場面で革新的なアイディアや批判的な思考を活性化する方法が取り上げられている。それは、集団による意思決定において、少数派による一貫した批判的意見や反対意見が多数派の認知的変容を促すというものである[18][20][21]。このような現象は「少数派効果(minority effect)」と呼ばれており、近年まで数多くの研究が蓄積されてきている。

本実験は、多人数に基づく協同問題解決場面で少数派効果を検討し、その検討を通じて本研究で提案するシステムの有効性を評価する。具体的には、次の2点を検討する。

- (1) 協同相手と違和感なくインタラクションが行えるかを検討する。
- (2) 社会心理学で得られた知見と同様に、一貫した少数派の意見により視点の変化が生じるのかを検討する。

5.2 実験課題

本実験では、異なる視点に固着するグループを作り出すため、[4]で開発した規則課題を応用する(以後、MOP (Multistable Object Perception) 課題と呼ぶ)。

図3 推論機構の構造

図4 ワーキングメモリの記述の例

図5 Rule Base

表1 Semantic Analyzer の辞書の例

カテゴリー	キーワード
1. 数字	0~9
2. 色	白, 黒
3. 規則	偶数, 奇数, 階乗, 増加, etc
4. 画像の特徴	十字, テトリス, 斑点, etc

図9 チャットの画面

Agent のSemantic Analyzer の辞書には、「数字」、「色」、「規則」、「画像の特徴」のカテゴリーに関するキーワードが用意された。表1は、カテゴリーとそこに含まれるキーワードの例を示したものである。

応答に関する基本的なルールとしては、同定されたキーワードに関係する意味に応答するように設定した。例えば数字と色に関する言及が同定されれば、数字と色に関する応答を行う。規則に関するキーワードが見つければ、辞書の中にある数列規則に関するキーワードが応答に用いられる。画像の特徴に関しては、[26]と同様に、そのキーワードをオウム返しにして応答する方略が設定されている。なお、この応答(Then節にあるテンプレート)の数は、1つのAgentにつき約100種類を用意し、性別や年齢などの属性は判断できないような文章が用いられた。なお、協同相手の属性(年齢や性別、性格など)が結果に影響する点に関しては、考察で詳しく取り上げる。

図9は、ClientのアプリケーションのGUIの例である。実験刺激の提示は、先行研究と同様に画面のボタンをクリックすることにより次の試行に移ることができ、1画像につき1人ずつ交互にメッセージを送受信できるように設定されている。

5.4 実験参加者と教示

大学生95人が実験に参加した(男性39名、女性56名、平均年齢20.2歳)。実験参加者は、各条件に無作為に割り当てられた。

実験はLANが整備されている大学のPC教室において集団で実施し、実験参加者には、本システムがインストールされたUSB(Universal Serial Bus)メモリスティックが渡された。実験参加者は、約30人ごとで一斉に課題に取り組んだ。また、課題遂行時間は、30分の制限が設けられた。

実験の教示では、「この部屋にいる誰かがパートナーとなって課題を行います」という教示を促し、構えを構築した。さらに、会話内容を限定するために「課題に関係すること以外は一切入力してはいけない」という点も強調した。

従属変数として、本課題終了後に課題の規則について2種類の自由記述のテストを行った。1つ目は、協同相手について感じたことを記述する。ここでは、パートナー(4人分)に対しての対人印象を自由に記述する。2つ目は、MOP課題の規則性について問うものであった。白と黒のオブジェクトの関係性についての記述(e.g. 白と黒のオブジェクト数の差分など)があれば、異なる視点を取り入れて問題を解こうとしていたとみなし、これを「視点の変容」とする。自由記述の課題が終了後には、協同相手に関するデブリーフィングを行った。

5.5 結果

5.5.1 教示(構え)の効果

実験終了後に実験参加者が回答した印象評価に関するアンケート結果を分析した。ここでは、(1)協同相手がコンピュータであるという記述を行った人数と(2)それぞれの協同相手の印象に関する自由記述の内容を分類し、その数をカウントした。

まず、(1)に関しては、相手をコンピュータであるという記述を行った実験参加者は8名であった。この結果より、約92%の実験参加者が相手に対して不審に思わなかったといえる。このように対話エージェントの応答を人間であると思わせることができた理由としては、(1)限定された発話空間内において人間と同質の応答を再現できたことと、(2)教示による相手に対する構えを構築したことの双方が効果的であったと考えられる。

次に相手に対する印象をさらに詳細に検討するために上記の(2)に関する分析を実施した。相手がコンピュータであると明示的に述べた上記の8名を除外し、合計87名の対人印象の記述(348事例)を分析し

図10 対人印象の記述の分類

図11 課題達成の割合

た。ここでは、相手とのコミュニケーションを通じてどれぐらいの割合の人が対人的なコミュニケーションの印象を抱いていたのかを検討した。そこで全記述を次の4つに分類し、その数をカウントした：(1) ポジティブな対人印象、(2) ニュートラルな対人印象、(3) ネガティブな対人印象、(4) 対人印象以外の回答、(5) 無回答。(1)～(3)は、相手に対して何らかの対人的な印象を抱いていたことを示し、(4)と(5)は、対人的な印象を抱いていなかったことを示していたと定義する。

(1) に関する記述例としては、「しっかり述べてくださったので、チャットの軸ができたと思います。」、「いつでも丁寧に打ち込んでいてくれて親切だと感じた。」、「進んでいろんな意見を出してくれる」などが挙げられる。また、(2) に関する記述例としては、「個数だけを述べている。たまに規則についても」、「一人だけ黒色のオブジェクトの面を見たり、違う視点で驚いた。」、「数学的なことを言うてくる。」などが挙げられる。(3) に関する記述例としては、「意味の深いことを言うが、結局伝わらない。」、「自分勝手に感じた。」、「同じことをずっと言っていたので、印象悪いです。」などが挙げられる。図10は、実験参加者の記述の分類を示す。

以上より、多くの実験参加者が協同相手とのインタラクションを通じて対人的な印象を抱いていたことが示唆される(対人的な印象のコメントは、全体の約78%)。

5.5.2 視点変容の分析

図11は、課題終了後に実施した自由記述テストに基づいて視点変容が起きた実験参加者の割合(縦軸)を、実験条件ごと(横軸)に示したものである。図中の数値は、各カテゴリーの度数を表す。なお、先の分析と同様、相手をコンピュータと見抜いた参加者は、分析対象から除外された。

ここでは、直接確率検定を実施し、条件ごとで発見者に偏りがあるかどうかを検討した。検定の結果、偏りは有意となり、異視点あり条件のほうが異視点なし条件の場合よりも視点変容が多く行われることが示唆された($p < .01$)。

以上の分析結果より、異なる視点に立った他者がグループに存在すると、その視点を取り入れようとする認知活動が確認された。これは、従来の社会心理学的研究で指摘されてきた内容と同様に、意見の異なる少数派の問題解決者が存在すると、その意見を取り入れようとする活動が生まれることが確認された。

6. 考察

本研究では、多人数に基づく協同問題解決におけるインタラクションを検討するために、対話エージェントを利用した実験手法の提案とその評価を行った。本研究の実験装置を利用することによって、協同問題解決に関わる数多くの要因をトップダウン的に検討することが出来る。以下では、そこで得られるメリットについての考察を述べる。

6.1 協同相手の人数の統制

第1のメリットとして、協同相手の人数を調節できるという点が挙げられる。冒頭でも触れたように、集団の協同問題解決を実験的に検討する際には、多数のサクラが必要となり、実験にかかる人的コストが多くなる。また、多数のサクラを用意したとしても、実験を繰り返す過程でサクラ全員が一貫して同じような発話を行うことは難しく、それが実現できなければ実験データの信頼性が低下する。しかし、対話エージェントにこれらの役割を担わせることで、多数のサクラが必要である場合でも一貫性のある発話行動を振る舞わせることができ、実験時にかかるそのような人的コストも抑えられる。

また、協同相手の人数の要因が、問題解決のパフォー

マンスに影響することが過去の研究から示唆されている[11]。従って、どのような課題でどのようなメンバーのインタラクションがパフォーマンスに影響するのかをより詳細に検討する必要性があるといえる。現時点では、この点を総合的に検討した研究は、あまり行われてきていない。従って、複数の対話エージェントを利用し、この点を多角的に検討していくことが必要であると考えられる。

6.2 コミュニケーション内容の統制

第2のメリットとして、協同相手の言語コミュニケーションを厳密に統制できるという点が挙げられる。言語コミュニケーションの統制が可能であれば、これまで認知科学の領域で行われてきたペアによる協同問題解決研究で得られてきた成果やそれに基づいて作られた理論やモデルの有効性についての検証が行える。

例えば、ペアによる協同問題解決研究では、「説明要求活動」や「メタなサジェスション」などの発話行動が問題解決のパフォーマンスを促進するうえで有効であることがペアによる問題解決を中心に調べられてきた[9][17]。そこで、これらの発話やインタラクションの内容を独立変数とし、それらに対話エージェントに振る舞わせる方法が考えられる。そのような方法を用いることで、それらの要因が多人数の協同問題解決において本当に有効なのか、またどのような振る舞いの中で役に立つのかについて、検証することが可能である。

このように発話モデルをコンピュータに実装し、それを使って実際に人間相手とインタラクションさせて検討する研究は、それほど多くない。過去の研究の成果を様々な状況において検証することは、それらのモデルの有効性を検証するうえで重要である。

6.3 協同相手の属性の統制

第3のメリットとして、協同相手の属性を統制できる点が挙げられる。多くの対人認知の研究では、他者の属性(年齢、性別、性格、所属集団など)や自己と他者の属性の関係によって相手に対する印象が変わることが知られている。また、協同相手に対する既知性や先行知識によってコミュニケーション時の共通理解を作るためのGroundingのしやすさに影響することが知られている[3]。[6]では、ペアによる協同問題解決でコミュニケーションの齟齬の問題を取り上げ、事前のコミュニケーションの経験が問題解決の他者視点の取得のしやすさに影響を受けることが示されている。このように協同相手に対する認識や問題解決者同士の人

間関係は、パフォーマンスに大きく影響するものと考えられ、実験時にこれらを厳密に操作することが望ましい。

実験時にこれらの要因を操作する方法としては、本研究で行った教示による操作が考えられる。つまり、実験時に協同相手に対する属性の情報も操作することが有効であると考えられる。さらに、対話エージェントの言い回しや表現を、これらの属性に合わせてエージェントに実装することも有効である。このような操作を含めたさらなる検討は、今後の課題として取り組む予定である。

7. まとめ

本論文では、ネットワーク上で多人数の協同問題解決を行うための実験装置を開発することを主たる目的とし、この実験装置を用いて、複数人を対象とした協同問題解決に関する実験を行った。具体的には、(1) ネットワーク上で動作する実験装置としての対話エージェントを構築し、(2) 協同相手の構えの操作を通じて、多人数による協同問題解決に関する心理実験を行った。実験では、多人数に基づく協同問題解決場面において、異なる視点を有する少数派が存在した場合、その意見に対してどれぐらい問題解決者が影響を受けるのかを検討した。実験の結果、ほぼすべての実験参加者において相手が人間であるという構えを構築していたことが確認された。さらに、少数派の問題解決者がグループに存在する際には、その影響を受けて、視点の変容が起きることも確認された。本システムの手法は、将来の認知科学における協同問題解決の新たな実験デザインを導くものとしても重要な示唆を与えられる。

謝辞

実験に協力頂いた立命館大学の滝井慎氏、ご討論頂いた名古屋大学教授、三輪和久先生に感謝する。本研究は、科研費若手研究(B)「異なる視点を有する他者との協同問題解決に関する研究」(課題番号23700325、研究代表：林 勇吾)の助成によって行われた。

参考文献

- [1] Asch, S. E. (1951). Effects of group pressure upon the modification and distortion of judgment. Carnegie Press.
- [2] Chi, M., Leeuw, N., Chiu, M., & Lavancher, C. (1994). Eliciting Self-Explanations Improves Understanding. Cognitive Science, 18(3), 439-477.
- [3] Clark, H. H. & Brennan, S. E. (1991). Grounding in communication. In B. L. Resnick, M. R. Levine, & D.

- S. Teasley (Eds.), *Perspectives on Socially Shared Cognition*, 127-149. APA Press.
- [4] 林勇吾・三輪和久・森田純哉 (2007). 異なる視点に基づく協同問題解決に関する実験的検討. 『認知科学』, 14(4), 604-619.
- [5] 林勇吾・三輪和久 (2008). 人間とエージェントが混在する状況におけるコミュニケーションの認知的・感情的心理特性. 『ヒューマンインタフェース学会論文誌』, 10(4), 445-456.
- [6] 林勇吾・三輪和久 (2011). コミュニケーション齟齬における他者視点の理解. 『認知科学』, 18(4), 569-584.
- [7] Heidig, S. & Clarebout, G. (2011). Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?. *Educational Research Review*, 6(1), 27-54.
- [8] Kiesler, S., Waters, K., & Sproull, L. (1996). A prisoner's dilemma experiment on cooperation with people and human-like computers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(1), 47-65.
- [9] 清河幸子・植田一博・岡田猛 (2004). 科学的推論プロセスにおける他者情報利用の効果. 『認知科学』, 11(3), 228-238.
- [10] Kofka, K. (1935). *Principles of gestalt psychology*. Routledge and Kegan Paul.
- [11] Laughlin, P., Hatch, E., Silver, J., & Boh, L. (2006). Groups Perform Better Than the Best Individuals on Letters-to-Numbers Problems: Effects of Group Size. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(4), 644-651.
- [12] Lee, E. J. & Nass, C. (2002). Experimental tests of normative group influence and representation effects in computer-mediated communication when interacting via computers differs from interacting with computers. *Human Communication Research*, 28(3), 349-381.
- [13] 山本吉伸・松井孝雄・開一夫・梅田聡・安西祐一郎 (1994). 計算機システムとのインタラクションー楽しさを促進する要因に関する考察. 『認知科学』, 1(1), 107-120.
- [14] Mayer, E. R., Johnson, L. W., Shaw, E., & Sandhu, S. (2006). Constructing computer-based tutors that are socially sensitive: Politeness in educational software. *International Journal of Human-Computer Studies*, 1(1), 36-42.
- [15] Milgram, S. (1963). Behavioral study of obedience. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 67(4), 371-378.
- [16] Miwa, K. (2004). Collaborative discovery in a simple reasoning task. *Cognitive System Research*, 5(1), 41-62.
- [17] Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the interactive process of understanding. *Cognitive Science*, 10(2), 151-177.
- [18] Moscovici, S., Lage, E., & Naffrechoux, M. (1969). Influence of a Consistent Minority on the Responses of a Majority in a Color Perception Task. *Sociometry*, 32(4), 365-380.
- [19] Nass, C., Moon, Y., Fogg, B. J., Reeves, B., & Dryer, D. C. (1995). Can computer personalities be human personalities?. *International Journal of Human Computer Studies*, 43(2), 223-239.
- [20] Nemeth, C., Brown, K., & Rogers, J. (2001). Devil's advocate versus consistent dissent: stimulating quantity and quality. *European Journal of Social Psychology*, 31(6), 707-720.
- [21] Nemeth, C. & Wachtler, J. (1983). Creating problem solving as a result of majority vs minority influence. *European Journal of Social Psychology*, 13(1), 45-55.
- [22] 緒方広明・矢野米雄・松浦健二 (2002). コンピュータを用いた協調学習支援環境における HAI. 『人工知能学会誌』, 17(6), 672-678.
- [23] 小川均 (2005). 『知識工学』. 共立出版.
- [24] Okada, T. & Simon, H. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 21(2), 109-146.
- [25] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, 26(4), 469-501.
- [26] Weizenbaum, J. (1966). A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 9, 36-45.

(2011年12月15日 受付)
(2012年2月9日 採録)

[問い合わせ先]

〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

立命館大学

林 勇吾

TEL: 090-4304-4230

FAX: 077-561-5203

E-mail: yhayashi@fc.ritsumeai.ac.jp

著者紹介

はやし ゆうご
林 勇吾 [非会員]

2009年名古屋大学大学院情報科学研究科博士課程修了。情報科学博士。現在は、立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科助手。人間同士の協同問題解決場面や対話エージェントとのコミュニケーションに関する研究に従事。電子情報通信学会、ヒューマンインタフェース学会、人工知能学会、日本認知科学会、Cognitive Science Society各会員。

おがわ ひとし
小川 均 [非会員]

1978年大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程修了。大阪大学基礎工学部情報工学科助手。1988年立命館大学理工学部助教授。1992年同教授。2004年情報理工学部教授。現在に至る。工学博士。人工知能システム、ヒューマンインタフェースの研究に従事。人工知能学会、電子情報通信学会、情報処理学会会員。

Development of a platform for experimental studies on collaborative problem solving based on large numbers

by

Yugo HAYASHI and Hitoshi OGAWA

Abstract :

This study focuses on the development of an experimental system for collaborative problem solving in large groups. The goal of this study was to construct and investigate the following two points: (1) to design a prototype of a computer-based conversation system for problem solvers that are distributed in a local network, and (2) To use this system as illusionary collaborative partners and investigate the factors that influences perspective change during problem solving. A conversation agent was constructed where conversations were generated based on the rule based system. In the verification experiment, the participants' attitude was directed in a way that they thought they were interacting with real human partners. The main point of the experiment was to test the reliability of the experimental paradigm. Results show that the use of the conversational agents as illusionary partners was successful. Throughout the experiment, the so-called 'minority influence' was tested and it was found that the presence of a member with different perspectives can influence the problem solvers thinking strategy.

Keywords : experimental design, collaborative problem solving, conversational agent

Contact Address : Yugo HAYASHI

Ritsumei University, College of Information Science and Engineering

1-1-1, Nojihigashi, Kusatsu, Shiga, 525-8577, JAPAN

TEL : 090-4304-4230

FAX : 077-561-5203

E-mail : yhayashi@fc.ritsumei.ac.jp