

EVIDII : 差異の可視化による相互理解支援システム

大平 雅 雄[†] 山本 恭 裕[†]
 蔵 川 圭[†] 中小路 久美代^{†,††,†††}

本研究は、論文査読会議やフォーカスグループといったグループディスカッションにおける意思決定や問題解決などの協調作業をより効果的に行うために、相互理解の構築を目指すものである。外部的に表現された参加者個々人の持つアイデアの違いを可視化することを通してブレークダウンを生じさせ、暗黙のうちに前提としているその背景知識を参加者各人の意識に上らせることにより、参加者間での共有知識を培い相互理解を支援することを目的とする。本論文では、まず本研究の共有知識の増幅のための着目点としてのブレークダウンに関して詳述し、ブレークダウンと相互理解とのかわりについて述べる。続いて、ブレークダウンを生じさせるためのアプローチ「差異の可視化」について論じる。このアプローチに基づき構築した EVIDII (an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) システムは、ユーザが用いた 2 つのデータセット間のアソシエーション、すなわち「人 P_i がオブジェクト O_j を I_k であるとする(考える, 感じる)」という形式を二次元空間上にマッピングし、アソシエーション間の差異をユーザが見てとれるように可視化するインタラクティブシステムである。本システムの利用観察実験の結果に基づき、参加者にブレークダウンを生じさせるか、共有知識を増幅させることができるか、という観点から本システムの有効性を検証する。

EVIDII: A System that Supports Mutual Understanding through Visualizing Differences of Individual Impressions

MASAO OHIRA,[†] YASUHIRO YAMAMOTO,[†] KEI KURAKAWA[†]
 and KUMIYO NAKAKOJI^{†,††,†††}

The goal of our research is to develop computational support to increase mutual understanding among participants of a group discussion (such as review meetings and focus groups) by using “breakdowns” to make them aware of implicit and tacit assumptions and background context of their externalized opinions. This paper first discusses the importance and the role of breakdowns in developing shared knowledge and mutual understanding. Then we describe our approach of using visualizations of differences of individual impressions to cause “breakdowns” during a group discussion. We have developed a prototype system called EVIDII (an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) based on the approach. EVIDII visualizes individuals’ impressions of objects on multiple two-dimensional spaces. Users of EVIDII have been observed to gradually increase mutual understanding among them through interacting with EVIDII.

1. はじめに

複数の人間が参加し共通の問題や話題について話し合うというような協調作業(以下ではグループディスカッションと呼ぶ)では、問題や話題に関して議論し何らかの決定を行うことを目的とする場合が多くある。たとえば学術論文の査読会議やデザインコンテストの

作品評議会などでは、議論の対象(論文や作品など)に対して参加者がグループ全体の総意として妥当な評価を行うことが目的となる。また市場調査手法の1つであるフォーカスグループでは、番組や製品などの開発に有用な情報を得るため司会者のもとに数人の消費者グループが集団討議を行うが、この際、参加者がお互いに納得するような形で議論対象への評価を議論できることが理想である。

議論対象に関する評価を目的とするこのようなグループディスカッションにおいては、参加者個々人が議論対象に関する自己のアイデア(意見, 感想, 評価など)を持ち寄り議論が行われる。参加者の各々のアイデアは、個人の思考や評価といった抽象的な状

[†] 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
 Graduate School of Information Science, Nara Institute
 of Science and Technology

^{††} 株式会社 SRA ソフトウェア工学研究所
 Software Engineering Laboratories, SRA Inc.

^{†††} 科学技術振興事業団さきがけ研究 21「情報と知」領域
 PRESTO, JST

態から、あらかじめ定められた基準を基にした多肢選択や5段階評価など他者と共有可能な外部的表現へと変換された形で参加者同士で互いに共有される。

しかしながら、このようにして外部的に表現された個々人のアイデアは、他者には誤って解釈されてしまったりまた理解されにくかったりする場合が少なくない^{1),2)}。外部的に表現されたアイデアが参加者個々人の歴史性やアイデアのコンテキストを反映されたものである³⁾にもかかわらず、そのアイデアのコンテキストやそのアイデアを提出した人についての背景知識が、その外部的表現から欠落しているためである。参加者全員が納得するような形で議論対象への評価を行うためには、参加者個々人が、議論の中での外部的表現を共有するだけでなく、それらの外部的表現のコンテキストや根拠といった関連情報に対して参加者同士が相互に理解していることが重要となる。

論文査読会議を例として、グループディスカッションにおいて相互理解がどのように重要であるかを説明する。ある論文 *Paper₁* に対する評価が査読者 A と査読者 B の間で二分していたとする。しかしこれらの評価の差は両査読者の *Paper₁* の研究分野における専門性や確信度の違いが背景にあることが分ると、両査読者間で合意が得られる場合がある。また、査読者 C が、他の論文には低い点数をつけているにもかかわらず論文 *Paper₂* に対してだけは高い評価を与えている場合、論文 *Paper₂* に対する査読者 C の評価は、同じ評価点であってもより高い意味合いで解釈される場合がある。このように査読会議では、外部的表現としての評価値だけではなく、その評価値の理由や根拠、背景といったものについて査読者がお互いに理解を深めつつ、論文の正当なかつ納得のいく評価の決定を行うことが重要である。このため、大規模な国際会議においては査読者間でこのような相互理解を構築し評価を行うために査読者が一堂に会して査読会議が行われる。

このように、参加者個々人によって点数や分類などの形で外在化された外部的表現の示す意味は、それを表現した参加者自身の知識や背景との相関を示す。したがって、グループ全体としての評価を決定する際には、参加者によって外在化された表現に加え、参加者自身との相関についての情報を考慮しつつ議論を行う必要がある。ところが、そのような外在化された表現と参加者自身との相関の明示化は、議論を進める議長や参加者自身が意識的に言及したり質問したりすることによってしか行われないことが多いのが現状である。グループディスカッションの参加者間で、このよう

各々の参加者が表した外部的表現とその参加者自身との関係の情報を共有の知識とすることによって、他者がどのようなコンテキストでそのような外部的表現をしているのかを相互に理解することができ、全員が納得した形で評価を決定することが可能となる。

本研究では、上述のようなグループディスカッションにおける共有知識を増幅させるための方法として、人間の認知プロセスにおけるブレイクダウン^{4),5)}という現象に着目した。計算機を用いて参加者個々人のブレイクダウンを促しグループディスカッションにおける共有知識の獲得を支援するための可視化モデルを構築し、この可視化モデルに基づきプロトタイプシステム EVIDII (an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) を実装した。EVIDII システムは、ユーザが用いた2つのデータセット間のアソシエーションを二次元空間上にマッピングし、アソシエーション間の差異をユーザが見てとれるように可視化するインタラクティブシステムである。ここでのアソシエーションとは、「人 P_i がオブジェクト O_j を I_k であるとする(考える,感じる)」という形式の、ユーザが外在化する情報を指す。

本論文では、論文査読会議やデザイン作品評議会といった実際のグループディスカッションでの EVIDII システムの使用を想定して、その前段階となるタスクを設定し実施したシステムの利用観察実験について述べる。本システムの利用観察実験の結果に基づき、参加者にブレイクダウンを生じさせるか、共有知識を増幅させることができるか、という観点から本システムの有効性を検証する。

以下に続く2章では、本研究の共有知識の増幅のための着目点としてのブレイクダウンに関して詳述し、ブレイクダウンと相互理解とのかわりについて述べる。3章では、ブレイクダウンを生じさせるためのアプローチ「差異の可視化」について論じる。4章で EVIDII システムの概要および可視化結果とのインタラクションについて説明し、5章では EVIDII システムの利用観察実験について述べる。6章で実験結果に基づいて考察を行い、7章でまとめと将来展望について述べ本論文を結ぶ。

2. 相互理解の構築のためのブレイクダウン

本研究では、相互理解の前提となる共有知識を構築するために、ブレイクダウンという概念を利用する。グループディスカッションにおいて参加者が外部的に表す評価点などの外部的表現では、その参加者自身の背景やコンテキストが本人にはあまりにも当然のも

のであるためにわざわざ意識的に説明しない場合が多い。参加者がそれぞれ当然のものとして前提としているそれぞれの外部的表現に関連している知識そのもの、またその存在を、ブレイクダウンを生じさせることにより参加者の意識に上らせることで、グループディスカッションの参加者がそれに言及しコミュニケーションを行うことができ共有知識が構築される。

本章では、まずブレイクダウンについて、続いてその役割と効果について述べる。

2.1 ブレイクダウン

WinogradらはHeideggerを援用して、物や属性に対する人間の認識について述べている⁴⁾。彼らによれば、人の日常の認識の中では、物と属性は世界に固有なものとしては存在せず、人が物や属性を意識することができるのはブレイクダウンが生じたときのみである。ブレイクダウンとは、「習慣的、標準的、快適な‘being-in-the-world’（世界内存在）が中断される瞬間」⁴⁾ [pp.70-79]を意味するもので、それまで特に意識してこなかった物事の性質について気づかせることができる、非常に重要な認知機能である。

彼らは、有名な「ハンマーを用いて釘打ちをする人」を具体例として用いている。釘打ちをしている最中の人にとって、ハンマーは、釘打ちをするための「もの」として明示的に意識されず、あまりに当然のものとしてその「もの」としての存在は意識されていない状態となっている。ハンマーとしての存在が顕在化するのは、ハンマーが壊れたり手から落ちたり、釘ではなく木を叩いてしまったり、あるいは打とうとする釘があるのにハンマーが見つからなかったりといった、何らかのブレイクダウンが生じたときのみである。

外部から観察する人間はハンマーについて語りその性質について考えることができるが、釘打ちをしている本人にとってハンマーは「もの」としては存在していない。何らかのブレイクダウンが生じた場合に、釘打ちしている本人はその存在に気づき、その重さや柄の形状といった属性について考えることができる。このような効用を持つブレイクダウンを、本研究では、人間の相互理解をより深めるためのきっかけとして利用する。

図1を用いてブレイクダウンと知識とのかかわりについて説明する。ブレイクダウンが生じることによって、それまで当然のこととしてわざわざ意識していなかった知識や特に意識せずに想定していた状況について、人は目を向けることになる。日常的な状態の中では、我々人間は物や属性に関する知識を明示的に意識することなく利用している(図1(a))。何らかの事象

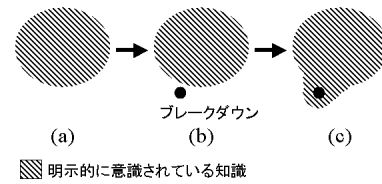


図1 ブレイクダウン
Fig.1 A breakdown.

が発生し「日常的でない」状態になるときに初めて、それまで日常の状態の中では意識していなかった知識が意識される(図1(b))。これをきっかけとして対象となる物や属性に関する知識を意識することが可能となる(図1(c))。つまり、日常の状態から逸脱する瞬間にブレイクダウンが生じ、ブレイクダウンが生じることによってのみ自らの用いている知識について意識して考えることができる。

2.2 ブレイクダウンの役割と相互理解

我々は、上述のように、グループディスカッションにおいて参加者が外部的に表す評価点などの外在化表現において、その外部的表現に付随しているその参加者が当然のものとしている知識を、ブレイクダウンを生じさせることにより参加者の意識に上らせることを目指している。ブレイクダウンが生じた結果、グループディスカッションの参加者がそれに言及しコミュニケーションを行い共有知識が構築される。

前章で述べたように、グループディスカッションでの議論のために参加者各々が議論対象に関するものとして持ち寄るアイデアは、個々の参加者の文化的背景や知識を基にして外部的表現として表されている。本論での「知識」とは、そのような背景情報やコンテキストをも含んだものを指すこととする。参加者 P_1, P_2, P_3 の知識(それぞれ P_1K, P_2K, P_3K とする)の共通部分である共有知識 SK (Shared Knowledge) を利用することによって、参加者 P_1, P_2, P_3 全員が議論を行うことができる(図2(a))。

ここでいう共有知識とは、「 P_1 は、 P_2 が X を知っている、ということを知っている」や「 P_1 は、 P_2 が X を Y であると考えている、ということを知っている」ことである⁶⁾。このとき、 P_1 と P_2 とが X に対して必ずしも同じ意見を抱いているというわけではない。この SK を基盤につつ人間はコミュニケーションを行っている^{6)~8)}。

さらに SK の中において、 P_1, P_2, P_3 が理解することができる(賛同できる)知識(それぞれ P_1U, P_2U, P_3U とする)の重なる部分を相互理解 MU (Mutual Understanding) とする(図2(b))。相互理解は、共

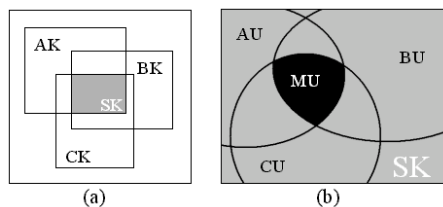


図2 共有知識と相互理解

Fig. 2 Shared knowledge and mutual understanding.

有知識があって初めて成立するものである。

再び論文査読会議を例にとって説明する。ある論文 $Paper_1$ に対する新規性評価が査読者 A と査読者 B の間で高い評点でほぼ一致していたとする。査読者 A は非常に類似した関連研究の存在を知っていたが投稿論文には一般に高い評点をつける傾向があったため $Paper_1$ に対しても良い評価をしていたのに対し、査読者 B は類似関連研究の存在を知らなかったために高い評価点をつけていたとする。

このとき、新規性の評価点という観点からだけ見ると、一見相互に理解しているように見えるが、明らかに背景としての共有知識が欠如している。そこで、たとえば査読会議進行者が、査読者 A が査読を行った論文の新規性はすべて評価点が高いことに気づいたとする。これがブレイクダウンである。このブレイクダウンにより不思議に思った進行者が査読者 A に、どういふ観点で高く評価しているのかを質問する。そうすると査読者 A は、実は類似関連研究はあるが新規性は一般に高くつける方針であるとの説明をしたとする。それを聞いた査読者 B は、類似関連研究の存在を知ることとなり、そうであれば自分の新規性評価は低いものにつけ直すことにするとする。

これらの結果、参加者の間には、 $Paper_1$ の類似関連研究の存在、査読者 A の新規性評価に対する方針、といった事項が共有知識としてできあがる。これを基に新たに議論が行われ結果として $Paper_1$ の新規性はあまり高くない、という相互理解が構築される。

個々の参加者においては、自らにとってのブレイクダウンを何度も経験しながら、共有知識となっている部分が何であるのかを意識することができ、そして共有知識を土台として相互理解を構築していく。本研究では、グループディスカッションにおける協調作業をこのように進展するものとしてとらえている。

2.3 相互理解構築のためのブレイクダウン

上述の論文査読会議の例のようなブレイクダウンの生じる状況は我々の日常生活においてもしばしば経験される。日常生活では、聞き直しや確認、言い換えと

いった行為を通してこのような共有知識 SK を増幅させながら他者との相互理解を構築しており⁸⁾、これは人間が社会生活を営むうえで自然に有している能力であるといえる⁶⁾。

日常のコミュニケーションにおいてはブレイクダウンは自然発生的に認識され、十分な時間をかけて共有知識 SK が構築され相互理解 MU に至る⁹⁾。しかし、査読会議やフォーカスグループといったグループディスカッションにおいては、至るべき合意の重要性や時間的制約といった問題から、自然発生的なブレイクダウンに期待していたのでは効果的に相互理解を導くことは困難である。たとえば上述の査読会議の例では、査読者 A が全体的に同じように高い評点を与えているという事実気づくというブレイクダウンが生じなければ、その後の共有知識の構築へとはつながらない。

時間的な制限のあるグループディスカッションでの参加者の MU を効果的に構築するためには、 MU を構築するための基盤として参加者が利用している SK を増幅させることが必要である。そして、ブレイクダウンが生じることによって、これまで意識しなかった知識にアクセスすることができ、個々の参加者の知識の増加とともに、 SK が増加する。つまり、ブレイクダウンを意図的に生じさせることができれば、グループディスカッションにおける参加者間の相互理解を促進させることができると考えられる。

次章では計算機を利用してブレイクダウンを意図的に生じさせるためのアプローチについて述べる。

3. アプローチ

本章では、グループディスカッションにおいてブレイクダウンを生じさせるために用いる、参加者個々人のアソシエーションについて述べ、アソシエーションの集合を基に参加者間の知識の差異を定義する。続いて差異の可視化および可視化のモデルについて説明する。

3.1 アソシエーションとブレイクダウン

グループディスカッションにおいては、参加者各人は、議論対象に対しての評価値や意見といったアイデアを外部的表現として持ち寄る。本研究では、1人の参加者がいる1つの議論対象と、その評価の何らかの外部的表現とを対応づける際の関連を、アソシエーションと呼び、これをブレイクダウンを生じさせる一方策として採用した。

ここでのアソシエーションとは、参加者 P_i がオブジェクト O_j を I_k であるとする(考える、感じる)、といった参加者が外部的に表す情報を指す(図3)。具体的には、たとえば論文査読において査読者 A が

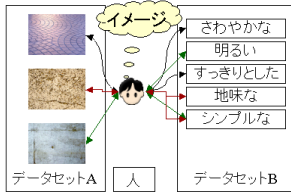


図3 アソシエーション
Fig. 3 Associations.

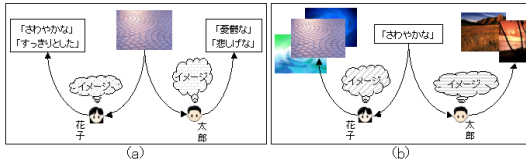


図4 アソシエーションによるブレイクダウンの表出
Fig. 4 A breakdown caused by associations.

Paper₁ に対して「新規性:2」を関連づけることを指す。グループディスカッションでは、参加者が用いる外部的表現の理解のみならず、アソシエーションのコンテキストや表現の仕方、言葉の意味などを理解することがグループ全体としての納得した決定を行うために必要となる。すなわち、査読者 A が他の論文にはどのような新規性の評価を下しているのか、またこの論文の「重要性」にはどのような評点を付しているのか、といった情報が必要である。

個々のアソシエーションは、ある議論対象の評価が表現されたものであると同時に、評価値などの外部的表現についての各人の考えや知識、さらに他の議論対象との比較の結果や根拠といったものを内包しているといえる。個々のアソシエーションを独立的に扱うだけでは、各人にブレイクダウンを生じさせるには不十分であり、共通知識を増大させる手助けとすることはできない。

いくつかの画像を複数の人間の間で各々の印象を述べながら評価する場合を例として考える(図4(a))。ある1つの画像の評価として、花子は「さわやかな」「すっきりとした」とし、太郎は「憂鬱な」「悲しげな」としたとする。このとき2人の間では、その画像の評価そのものが異なると考えられる。ところが、今度は「さわやかな」という言葉に適する画像を2人に選択してもらおうと、実は2人の間では「さわやかな」「憂鬱な」といった言葉自体のとらえ方が異なるということも考えられる(図4(b))。

このように、ある画像とある印象語という1つのアソシエーションを2人が知るだけでなく、「花子が『さわやかな』と感じた他の画像にはどのようなものがあるのか」「太郎が『さわやかな』とした画像はあるのか、

あればどのような画像であるのか」「同じ画像を『さわやかな』と評価した人間はほかに誰がいるのか」という情報を他の参加者と共有することによってブレイクダウンを生じさせようと考えた(図4(b))。つまり、個々のアソシエーションを独立的に扱うのではなく、議論対象、外部的表現としての評価値、参加者各人を媒介としたその他のアソシエーションを、参加者が共有可能な形で提供することにより、何らかのブレイクダウンを生じさせる、というアプローチである。

評価値の違いを2人が共有するだけでなく、何らかのブレイクダウンを通して、評価値に用いた言葉自体、画像自体の捉え方が異なっている可能性が存在することを互いに知ることができれば、共有知識の増大、相互理解の促進につながるというのが本研究の立場である。

3.2 差異の可視化

ある参加者が行った複数の議論対象に対する評価として作成したアソシエーションには、評価を行う際に用いられた知識も含まれていると考えることができる。当然のことながらアソシエーションは参加者によって異なることがあるが、その違いを見ることによって参加者間の有する知識の違い、アソシエーションを行うにあたって用いた知識の違いが表れる。本論文ではその違いを参加者間の「差異」と呼ぶ。

本研究では「差異」を可視化することにより、可視化結果を用いて参加者がグループディスカッション中にその差異を認識しやすくし、可視化結果とのインタラクションを通してブレイクダウンを生じさせる土台とする。そして、生じたブレイクダウンをきっかけとして、様々なアソシエーションを参加者が見ながら共有知識を増大させ相互に理解を深め合うことを目指す。

3.3 可視化モデル

本研究では、各々の参加者が参加者間の差異を認識しやすくなるよう、差異の可視化および可視化結果とのインタラクションに関して図5および図6に示す可視化モデルを構築した。

可視化モデルにおいては、まず議論対象の集合と評価値の集合とをそれぞれ1つの「データセット」とする。2つのデータセット(議論対象と評価値)のそれぞれの要素どうしにつけたアソシエーション(関連づけ)の集合を、各参加者の「プロファイル」と呼ぶ(図5)。

図6は、参加者の集合に対し、各参加者が作成したプロファイルを可視化する枠組みを示すものである。可視化にあたり、個々の参加者のアソシエーションの差異を参加者が見るために、また、生じたブレイクダ

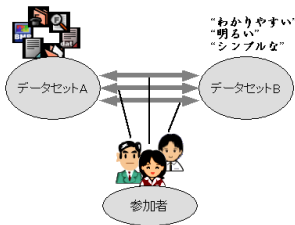


図 5 EVIDII プロファイル
Fig. 5 The EVIDII profiles.

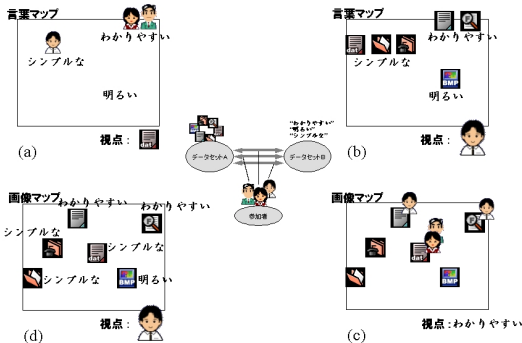


図 6 EVIDII 可視化モデル
Fig. 6 The EVIDII visualization model.

ウンを基に共有知識を構築する手助けとなるインタラクティブ性を提供するために、可視化空間として二次元空間を採用した。これは、リストなどの一次元表現では参加者が差異を読み取ることが困難であり、また三次元表現ではブレイクダウンが生じた場合に可視化されたプロフィールを参加者がインタラクティブにたどるのが困難であると考え、差異の認識のしやすさとインタラクティブ性の両立を目的としたためである。

可視化のための二次元空間では「マップ」と「視点」とを利用して関連づけを表現する。「マップ」は、参加者間の差異を認識しやすくすることを目的に、関連づけられた 2 つのデータセットのいずれか一方のデータセット内の個々の要素を二次元空間上に配置したものである。「視点」は、関連づけをマップ上で見るためのものであり、他方のデータセットあるいは参加者の集合のいずれか一方の 1 つの要素である。「視点」として選択されたデータセットの各要素は、関連づけられた「マップ」上の要素に対応した位置に配置される。可視化される二次元空間の表示は、図 6 に示すように計 4 つの状態が可能である。

4. EVIDII システム

前章で述べた可視化モデルに基づき EVIDII (an

Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) システムの構築を行った。本章では、まずシステムのモデルと概要について説明し、続いてシステム利用の一例を示しながらシステムのインタラクティブ性について述べる。

EVIDII はこれまで「人」「画像」「印象語」の 3 者間の関係を可視化し、画像に対する印象が個人によって異なることを閲覧するためのシステムとして感性情報処理の枠組みの中で構築されてきた¹⁰⁾。本研究では、グループディスカッションでの協調作業における相互理解の促進を目指し、可視化モデルおよびシステムの再構築を行った。システムは、Smalltalk 言語開発環境 VisualWorks2.5J 上で実装されており、Windows9x/NT, MacOS, Linux 上で動作可能である。なお、ランタイム版の EVIDII システムはフリーソフトとして Web ページから入手できるように公開されている¹¹⁾。

4.1 システムの概要

現在の EVIDII システムは、Data Browser, Survey Browser, Profile Browser, Map Viewer, という 4 つのコンポーネントから構成されている。

Data Browser, Survey Browser, Profile Browser という 3 つのコンポーネントは、ユーザ(グループディスカッション参加者)によるアソシエーションなどのデータの入力およびデータの管理のために議論に先立って使用される。たとえば査読会議では、EVIDII を用いて各査読論文に対して評価項目とその値を選択することができる。Map Viewer は、グループディスカッション中にユーザが一堂に会して入力データを見るために使用するコンポーネントで、相互理解支援のためのブレイクダウンを促すインタラクティブ性を備えている。以下に個々のコンポーネントについて説明する。

- Data Set Browser (図 7 (a)):
データセットの作成および管理のためのコンポーネント。現在、データセットの要素として、テキスト、画像 (JPEG 形式, GIF 形式, BMP 形式), サウンド (MIDI 形式, WAV 形式, RMI 形式) が利用可能となっている。
- Survey Browser (図 7 (b)):
2 つのデータセット間のアソシエーションを管理するコンポーネント。ユーザの登録と管理を行うためにも使用される。
- Profile Browser (図 7 (c)):
ユーザが 2 つのデータセット間の関連づけを行いアソシエーションを作成するためのコンポーネン

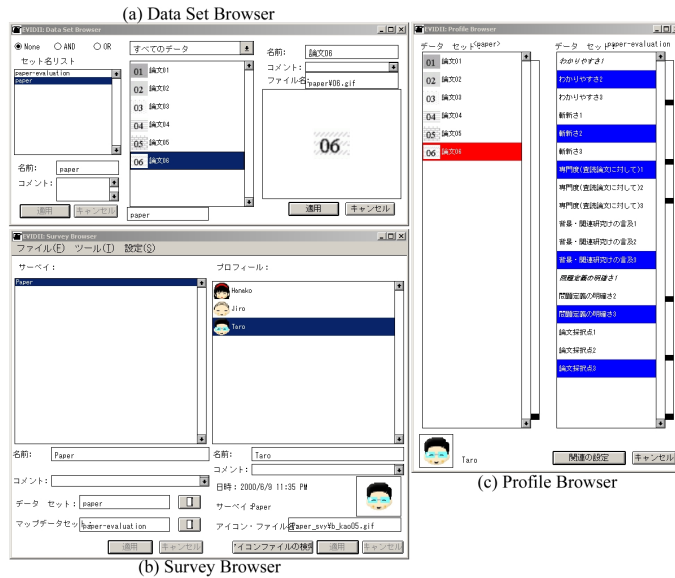


図7 EVIDII システムコンポーネント

Fig. 7 The EVIDII system components.

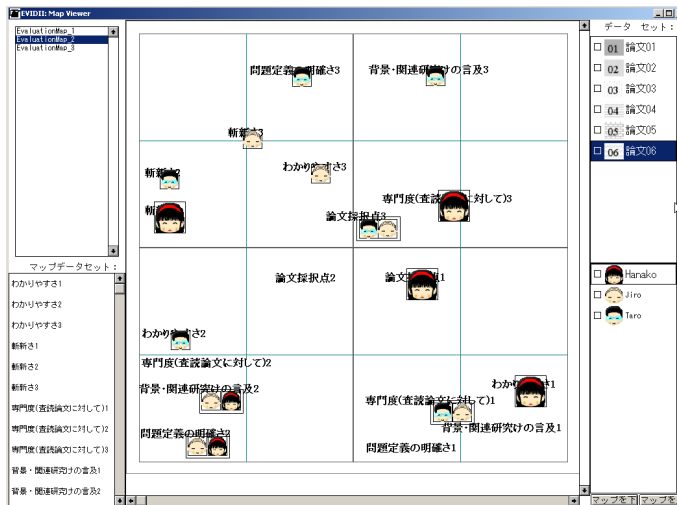


図8 EVIDII Map Viewer コンポーネント

Fig. 8 The EVIDII Map Viewer component.

ト・図7(c)で示した例は、「太郎」がウィンドウ右部の評価リストを「論文06」に関連づけている様子を示すものである。

- Map Viewer (図8):
1つのグループディスカッションにおける各ユーザのプロファイルを可視化するためのコンポーネント。図中の左側は、利用する「マップ」のリスト(上)およびマップに使用されるデータセットの要素のリスト(下)となっており、図中の右側は「視点」として利用可能な2つのリスト、すな

わち、マップに利用されないデータセットとユーザのリストである。各リスト内から要素を選択することにより、対応したアソシエーションの可視化結果が図中央部の二次元空間に表示される。二次元空間内に表示されている軸はあらかじめ決められた意味は持っておらず、データセットの各要素を相対的に配置する際の目安として利用される。図8では、可視化結果は「論文06」が誰にどのような評価を受けているかを示している。

図9に、EVIDIIの各コンポーネントを利用する手

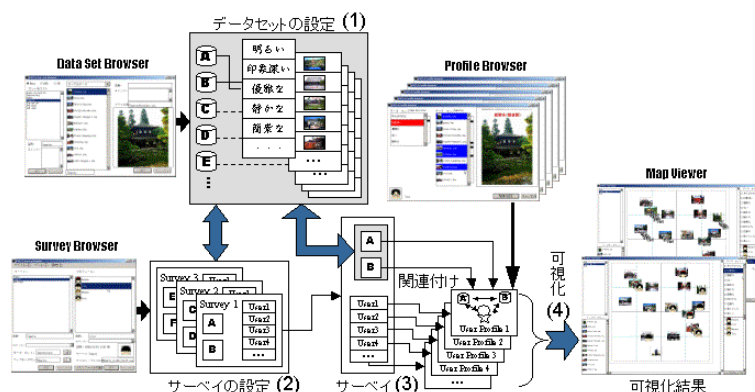


図9 EVIDII 利用の流れ

Fig. 9 A process of using EVIDII.

順を示す．次節では Map Viewer の提供するインタラクティブ性について述べる．

4.2 EVIDII Map Viewer 利用の一例

3.3 節で述べたように，グループディスカッション中のブレークダウンを促し相互理解を促進させるために，EVIDII の Map Viewer は 4 つの状態を可視化する．これらの可視化結果の間は「マップ」および「視点」を随時変更することによってインタラクティブに遷移することができるようになっている．

可視化モデルを用いて Map Viewer の利用について説明する．図 6(a) では，データセット B (言葉の集合) をマップとして利用し，言葉 (オブジェクト) が二次元空間上に離散的に配置され，視点は特定の画像 (データセット A の一要素) となっている．この場合二次元空間上にはこの画像に関するすべての関連づけが可視化されており「この画像が誰にどのように考えられているか」などに関して見る事ができる．図 6(a) では，特定の画像に対して 2 人が「分かりやすい」，1 人が「シンプルな」と関連づけている．

1 人だけ「シンプルな」と関連づけた人物に対して興味が生じたならば，視点をこの人物に切り替えることができる (図 6(b))．可視化結果は視点の切替えとともに変化する．図 6(b) では，この人物の行ったすべての関連づけが表示されており，この人物が「どの画像をどのように考えているのか」を把握することができる．

さらに，興味を持った人物が使う言葉について，たとえば「『分かりやすい』はどのような関連づけをされているか」を見たい場合は，データセット A (画像の集合) をマップとして利用し，視点を「分かりやすい」(データセット B の一要素) に指定する (図 6(c))．「『分かりやすい』が誰にどの画像と関連づけられてい

るか」という可視化結果を導き出すことができる．またこのときのマップを利用して視点を他の人物に変えて可視化結果を見ることもできる (図 6(d))．

グループディスカッション前に入力されているデータの追加や削除を Map Viewer の使用中に行うことはできないが「視点」として用いるデータセットおよびユーザリストの中の各要素ごとに表示/非表示を切り替えることが可能である．これは，Map Viewer を使用しながら，各データセットのサブセットを一時的に作成し可視化するのに相当する機能である．

このように 2 つのデータセットと人の関係を可視化した結果から生じる仮説や疑問に沿って，さらに詳細な関係を調べるためにインタラクティブに可視化を行うことができる．

5. システムの利用観察実験

本章では，論文査読会議やデザインコンテストの作品評議会など，議論対象への評価を目的としたグループディスカッションにおけるシステムの使用を想定して行った EVIDII システム利用観察実験について述べる．議論対象とその評価値という 2 つのデータセットを利用し，それらのアソシエーションの可視化結果を議論するというモデルを，システムキッチンを評価するためのフォーカスグループにおける討議に適用した実験である．実験の主たる目的は，EVIDII を利用することによってグループディスカッションにおける参加者にブレークダウンを生じさせるか否か，共有知識が増幅させるるか否かという観点からシステムの有効性を検証することである．

5.1 実験の概要

本章で述べる利用観察実験において被験者に課したタスクは，工業意匠デザイナーが用いるフォーカスグ

ループにおける討議であり、システムキッチンの画像の評価とそれについてのグループディスカッションである。システムキッチンの描かれた画像 8 枚を議論対象データセットとし、42 個の印象語を評価値データセットとして、被験者 6 人からなるグループに自由討議してもらった。使用したシステムキッチンの画像は 8 枚ともキッチンの空間構造は共通しており、色やテクスチャ、換気扇の形や引出しの把手部分といった細かな形状の違いがある画像である。印象語として利用したのは、工業意匠デザイナーらがしばしば利用するキッチンデザイン評価のための言葉であり、書籍・雑誌などから抽出されたものである。

このタスクを、タスクや実験設定はすべて同一条件とし、ディスカッションに参加する被験者構成のみ異なるようにして、

実験 I: 研究室のメンバ 6 人の被験者、

実験 II: 研究室のメンバ 4 人と工業意匠のデザイナー 2 人、

実験 III: 研究室のメンバ 4 人と他大学の研究者 2 人

という 3 種類のセッティングを用いて行った。

まず EVIDII の Map Viewer を利用しながらの被験者間でのグループディスカッションに先立ち、各被験者のプロファイル作成のために Profile Browser を使用してシステムキッチン画像と印象語との間の関連づけの作業を行ってもらった。関連づけに関しては、個々のシステムキッチン画像に対しふさわしいと感じられる 1 つ以上の印象語を選択するよう教示した。被験者に対してキッチン画像、印象語に関して詳しい説明は行わなかった。

Map Viewer を利用するための「マップ」はあらかじめ実験者側で用意し、必要な際には随時被験者側で自由に作成してもらうことにした。また、Map Viewer 上で被験者自身を識別するためのものとして顔をモチーフにしたグラフィック画像を用いて容易に区別できるようにした。

以上の手順をふまえ、入力された各被験者の作成したアソシエーションを EVIDII の Map Viewer 上に表示したものを液晶プロジェクタを用いてスクリーンに投影した。被験者全員が同一のシステム画面を見る状況で、議論を開始してもらった。3 つの実験のそれぞれにおいて、特にディスカッション進行役は設定しなかったが、被験者の 1 人を代表者としシステムの操作を担当してもらった。他の被験者は操作担当者に望む操作を指示することができることにした。なお操作担当となった被験者も他の被験者と同様にディスカッ

ションに参加する。

タスク終了は、被験者らのディスカッションが収束したと見なせる程度に停滞した状態をもって、被験者に確認してから実験者が実験を終了させた。なお、実験 I, II, III のタスク終了までの所要時間は、Map Viewer の使用開始から計測し、それぞれ約 90 分、約 60 分、約 30 分であった。実験データとして、Map Viewer でのアソシエーション閲覧の開始時点から終了時点までをビデオテープに録画しプロトコル分析を行った。

5.2 実験結果

本節では、システムキッチンの評価についての実験中の議論について、全体の流れ、被験者の特徴的行動、内容という点から述べる。

5.2.1 議論全体の流れ

実験 I, II, III いずれの実験においても開始直後は Map Viewer 上でキッチンの画像 1 枚ずつ順に選択し可視化結果を被験者全員で閲覧していた。画像を「視点」とした可視化結果をひととおり閲覧し終わると、続いて被験者を「視点」とした可視化結果を閲覧する。そして再び画像を「視点」として選択し順に閲覧する。これらの閲覧作業は約 5 分であった。

その後、被験者のうちの 1 人が可視化結果に何らかの関係を発見し、その発見についての発言を行っていた。他の被験者がその発見を知り、Map Viewer を使用しながらシステムキッチンの評価についての具体的な議論が開始された。いったん議論が開始されると Map Viewer の可視化状態の変更機能を利用して、発見したことの確認・検証や個々の被験者の作成したアソシエーション間の関係を詳細に調べるなど様々な行動・発言が行われた。

5.2.2 被験者の特徴的行動

実験の議論中に観察された被験者の特徴的な行動を以下にあげる。

- 実験 I および実験 II では被験者間の意見交換が活発に行われ議論が盛り上がっていた。実験 III では実験開始後約 15 分までは被験者のうちの研究室のメンバから様々な提案がなされていたが、他大学の研究者の積極的な議論参加は見られなかった。
- システムキッチンに関する議論を行うように指示したにもかかわらず、システムキッチンに関する議論よりも、印象語に関する議論の方が多かった。これは実験 I, II, III に共通していた。
- 実験 II の被験者のうちの工業意匠デザイナー 2 人は、研究室のメンバが作成したアソシエーションにはあまり関心がなく、同僚デザイナー同士のアソ

シエーションに興味を抱いている様子がうかがえた。

- 被験者が Map Viewer 上の可視化結果を閲覧中、「あっ」「えっ」などの何らかの発見をしたと見なせる発言がしばしば観察された。
- 被験者らが実験中に作成した「マップ」では、「家庭的な」という印象語と「業務用の」という印象語のように意味的に対立関係にあると思われる印象語をそれぞれ Map Viewer の二次元空間上の右上領域と左上領域とに配置するなど、対立関係が明確になるようなマップを作成する状況が多く見られた。

5.2.3 議論内容

EVIDII の Map Viewer を用いてディスカッションを行ううえでどのようにブレークダウンが生じ、それをきっかけとして共有知識が培われ相互の理解が進むかを表す特徴的な被験者間でのやりとりの対話例を、以下にいくつか示す。

- (1) 実験中に目立って観察されたのは、ある被験者と別の被験者とで関連づけに明らかな違いが存在したという場合の議論である。たとえば、画像「キッチン 1」に対して、被験者 A は「暖かみのある」、被験者 B は「クールな」という印象語を関連づけていることが発見され、下の会話が交わされた(実験 I)。

A: 「えっ、なぜ『キッチン 1』が『クール』なの?」

B: 「だってクールだから ...」

A: 「『キッチン 1』は暖かみがあって家庭的な感じがするんだけどなあ。」

B: 「あっ、そういう解釈ですかあ『キッチン 1』の画像には影がついてるでしょ。影や暗がりのあるものを私はクールだと感じるんだけどなあ。」

- (2) 議論が停滞気味であるとき、システム操作者はマップおよび視点を切り替えるなどして、可視化結果を次々と変えることがよく観察された。このような状況のある瞬間、被験者 C が議論のきっかけとなる発言をしていた(実験 II)。

C: 「ちょっと待って。1つ前に戻してください。」

(1 操作前の被験者 D が「視点」として選択された状態に操作者が戻す)

C: 「D さん変わっていると思いませんか?『家庭的な』と『業務用っぽい』を『キッチン 2』に同時に関連づけていますよ。この 2 つの言葉を同時に使っているのは矛盾していませんか?」

D: 「いえ『キッチン 2』の色使いは家庭的で気に入っているのですが、引出しの把手の部分はどうも業務用っぽくて気に入らないのです。」

- (3) 実験 I において、被験者 E のアイコンと他の被験者を表すアイコンと重なることが少ない(他の被験者とは異なるアソシエーションをつけている)ことが被験者の 1 人によって見出されたが、画像「キッチン 3」に対しては被験者 E を含めた被験者全員が「かわいい」という印象語と関連づけていた。このとき、下のやりとりが行われた(実験 I)。

D: 「あっ、キッチン 3 だけは皆同じですねえ。あっ、でも E さんが用いる『かわいい』は他の人と違う意味かもしれない。」「視点」が言葉「かわいい」に切り替えられ可視化結果が表示される「かわいい」に関連づけられている画像は他の被験者のものとまったく異なっている。

D: 「ああ、やっぱり! そうですね? E さん。」

E: 「そうですね。私は嫌いな物に対して皮肉の意味を込めて『かわいい』という言葉をよく使います。」

D: 「へえ!」

6. 考察

前章で述べた実験の結果を受けて、グループディスカッションにおいて EVIDII を用いることによりどのようにブレークダウンが生じるか、またそれを受けて共有知識がどのように構築されていくのか、という観点から結果の分析を行った。本章では、ブレークダウンの効用、EVIDII を用いた議論のプロセス、および現状の EVIDII システムにおける問題点という 3 つの視点から分析結果を考察する。

6.1 ブレークダウンの効用

3 種の実験のタスク全体を通して、5.2.3 項で示したような議論が観察された。これらの議論は多くの場合「あっ」「えっ」などの言葉が発せられたところから開始していた。この瞬間にその被験者は可視化結果を通して、驚きや疑問、発見といった何らかのブレークダウンを経験しているように見受けられた。

これらのブレークダウンが生じたと思なすことのできる状況では、自分自身とある 1 人の他者の間、ある被験者と他の多くの被験者との間、また他の被験者同士の間、などでのアソシエーションの可視化結果の違いがその原因となっていた。実際、そのようなブレークダウンを示すと思われる発言に続いて、発話者が積

極的にシステムの操作を指示したり、生じた疑問に関する仮説を立てシステムを用いて検証しようとしたりする行動や発言が観察された。

これらの行動は、ブレイクダウンが生じた結果これまで当人が当然のものとしていた知識が顕在化し、それに関連して疑問が生じたことを示しているといえる。また、それらの疑問を解消すべく質問や仮説の確認を求め回答を得るといったコミュニケーションが発生していたのは、ブレイクダウンの効用であると思なすことができる。EVIDIIの可視化結果とインタラクションすることによりブレイクダウンが生じ、それがきっかけとなって被験者間での共有知識を増幅させながら徐々に相互理解を構築していた様子が観察された。

また、ブレイクダウンはシステムがもたらす可視化結果によってのみ生じるのではなく、ブレイクダウンが生じた結果行われる議論の中においても発生することがあった。5.2.3 項(3)に示したやりとりは、ブレイクダウンが発生し、それを受けた質疑応答の中でさらにブレイクダウンが生じたケースである。

6.2 議論のサイクリックなプロセス

観察実験での議論が活性化する過程を、発話に表れた被験者の行動とシステム利用方法との対応という観点からモデル化すると、表1に示すプロセスで表すことができる。このプロセスを繰り返すことによって、被験者が共有知識を増幅させつつ徐々に相互理解を深めていく様子が観察された。

実験においては、表1で示した議論におけるサイクリックなプロセスを経て、

- 同じキッチン画像に対しても被験者間で様々な感じ方が存在すること
- 同じ言葉に対しても様々な意味や使い方が存在すること

表1 議論のプロセスと Map Viewer の利用

Table 1 The process of discussions and uses of the Map Viewer observed in the experiments.

step	参加者の行動	システムの利用
1	アソシエーションの違いを発見する	可視化結果の表示・閲覧
2	発見内容に対する疑問が生まれる	可視化結果の確認
3	仮説を生成する	マップの作成・視点の変更
4	仮説を検証する	可視化結果の表示・閲覧
5	質問・返答を中心に議論を進める	可視化結果の参照・指摘
6	議論の収束にともない他の側面を調べる	マップの作成・視点の変更

- 異なる言葉であっても同じ意味を持つ場合もあること
- 矛盾と考えられる事であっても人によっては矛盾ではないこと

ということを被験者は相互に理解し合っていた。

画像や言葉の感じ方や各人のアソシエーションが人によって異なることが意識され始めると、可視化結果とそれらの意味するところについて注意深く確認をとるようなコミュニケーションをとり始めるといった姿勢が被験者に見られた。このような議論における姿勢は、一方的に自分の解釈を押しつけるのではなく他者の考えを尊重しつつ相互理解を深めていくという点で非常に重要であると考えられる。

6.3 システム利用の評価

本節では、データセットの量的規模の側面からのシステム利用の限界、およびユーザ(参加者)構成における質的側面のシステム利用への影響、という2点から EVIDII システムの評価を行う。

まず第1の評価軸であるデータセットの量的側面から評価を行う。ブレイクダウンを被験者に促した要因として、まず第1に今回の実験において利用したアソシエーションを行うためのデータセットの要素の個数、被験者数6人、という数々がともに適切であったことがあげられる。本論文での実験に先立ち予備実験として同じデータセットを利用し、番号(数字)をアイコンとした60人分のアンケートデータの分析をシステムを用いて行ったが、可視化結果から個人個人が用いたアソシエーションやその違いを視覚的に把握し理解するのは困難であった。これは、人数が大規模で1つの二次元平面上で識別を行うこと自体が無理であったことが大きく影響したと考えられる。

一方、識別性に関連しては、データや被験者数のみでなく、表示のための工夫もブレイクダウンを促す重要な要件であることが分かった。今回の実験では個人個人の被験者を識別しやすくするために被験者の顔を描いたアイコンを用いた。これによって、他者とのアソシエーションの比較の容易さ、システムの可視化結果に注意を引き付ける効果¹²⁾が生まれ「差異の可視化」がより効果的に作用したと考えられる。上述の予備実験では60人分を表示するために Map Viewer 上で人を番号アイコンで表示したことで、直観的な識別をより困難にしておき、このためブレイクダウンがうまく生じていなかった。人を識別しやすくするための顔アイコンの利用などに関しては、可視化表現の細部に至る考慮が非常に重要であることも実験を通じた知見として得られた。

これらの経験から、今後さらなる実験が必要ではあるが、現時点では、システムを有効に利用するためには、関連づけるためのデータの数は画像や言葉なら20個、それらのデータに関連づけを行うシステムのユーザの数は10人程度が、可視化結果の各アソシエーションを識別するのに妥当ではないかと推測している。それ以上の数になると可視化結果が繁雑になるとともに可視化結果を理解するのが困難になってゆくと考えられる。一方、アソシエーションの数が少なすぎる場合には、議論の発展を促し難いということも予想される。

第2の評価軸である質的側面として、グループディスカッション参加者(システムのユーザ)の構成が相互理解のための議論のプロセスにおいて大きな影響を及ぼしていたことが分かった。

システム利用を通してブレイクダウンを生じさせることができても、それが必ずしも議論の活性化や相互理解の促進に貢献するわけではないことが実験IIIで観察された。実験IIIでは、被験者を構成したのは「研究室のメンバが4人と他の大学の研究者2人」であった。研究室メンバらは積極的に他大学の研究者との間に存在する差異について様々な質疑を行っていたが、他大学のメンバである被験者2人は質問に対して返答するものの、自らが積極的に質問することはなかった。一方的な質問をするだけの被験者の質問の数は次第に減少し、実験時間も実験I、IIと比較して最も短いものであった。

ブレイクダウンが生じていても、アソシエーションの違いを理解するための意見交換がなければ、相互理解が培われたとはいえない。相互理解をより促進するためには、システムの利用実験を重ね参加者が積極的に発言しない理由を明らかにし、相互理解の支援を行うために差異の可視化だけではなく別のアプローチからも検討すること、たとえばシステムが能動的にシステム利用者に働きかけブレイクダウンを引き起こすようなメカニズム¹³⁾を取り入れるといったことも必要であると考えられる。

7. まとめと展望

本研究は、グループディスカッションにおける協調作業をより効果的に行うことの支援、相互理解構築の支援、を目的としている。ブレイクダウンの重要性に着目し、ブレイクダウンを効果的に生じさせることにより、これをトリガーとして相互理解の促進を目指す。グループディスカッションの参加者が表出する外部的表現に基づき参加者間の差異を可視化するというアプローチをとった。

本論文では、構築したEVIDIIシステムを論文査読会議やデザイン評価会議での使用を想定して、その前段階としてのシステム利用観察実験について報告した。観察実験の分析では、システムがグループディスカッションの参加者にブレイクダウンを生じさせるか、相互理解を構築するために必要となる共有知識を増幅させるか否か、を確認するという観点からシステムの有効性を検証した。

差異の可視化を通してグループディスカッション参加者が表出したアソシエーションの「違い」が明示化され、グループディスカッション参加者間にブレイクダウンが生じる様子を確認した。このブレイクダウンをきっかけとして様々な議論を行いながら、個々の参加者がアソシエーションに込めた意味を理解するための共有知識を増幅させつつ、徐々に相互理解を構築してゆくというコミュニケーションが生まれた。

観察実験によって得られた結果から、システムは論文査読会議やデザイン評価会議に実際に適用・支援する際に必要とされる要件を満たすことができるものとの結論が得られた。今後は支援の対象を具体的に定めそのドメインに特有の話題や問題、さらにはタスクの分析を行う予定である。対象ドメインの設定に関しては、

- 文化的側面が問題あるいは重要となるドメイン
 - データセットが固定的に利用できるドメイン
 - 意思決定や問題解決の根拠が重要になるドメイン
- を考えている。これらのドメイン間には明確な区切りは存在していない(たとえば論文査読会議ではこれらすべてのドメインを含んでいると考えることができる)が、今後、様々なドメインにシステムを適用する場合の指針として考える。

システムの利用観察実験では扱うことができなかったが、現在の実装での「差異の可視化」は、画像とテキストというデータセットの関連づけだけでなく、画像どうし、音と画像といったデータを関連づけとして扱うことが可能である。今回の実験とは異なる性質を持ったデータセットを用いた場合に起こる変化や相違点、また共通して生じるブレイクダウンや議論のプロセスなどについて検討したいと考えている。

謝辞 本研究における理論的枠組みの構築、システムの設計、評価、および考察を行うにあたって多大なるご協力をいただいた西川典子氏、神田智子氏、Ben Benjamin氏、高田眞吾氏、高嶋章雄氏、浅田充弘氏、杉山仁彦氏、鈴木孝弘氏、また実験にご協力いただきました被験者の皆様に心より感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Greenbaum, J. and Kyng, K.: *Design at Work: Cooperative Design of Computer Systems*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale, NJ (1991).
- 2) Fischer, G., Nakakoji, K. and Ostwald, J.: Supporting the Evolution of Design Artifacts with Representations of Context and Intent, *Proc. Designing Interactive Systems (DIS'95)*, pp.7-15, ACM (1995).
- 3) Nakakoji, K., Fischer, G. and Ostwald, J.: Supporting Asynchronous Collaboration in Evolutionary Design with Representations of Context and Intent, *Designing Communication and Collaboration Support Systems*, Yamashita, Y. (Ed), Chapter 11, pp.193-212, Gordon and Breach Publishing Group (1999).
- 4) Winograd, T. and Flores, F.: *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design*, Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ (1986).
- 5) Ehn, P.: *Work-Oriented Design of Computer Artifacts*, Almqvist and Wiksell International, Stockholm, Sweden (1988).
- 6) Clark, H.: *Arenas of Language Use*, The University of Chicago Press & Center for the Study of Language and Information (1991).
- 7) Clark, H.: *Using Language*, Cambridge University press (1996).
- 8) Krauss, R.M. and Fussell, S.R.: Constructing Shared Communicative Environments, *Perspectives on Socially Shared Cognition*, Resnick, L.B., Levine, J.M. and Teasley S.D. (Eds), Chapter 9, pp.172-200, American Psychological Association (1991).
- 9) Schegloff, E.: Conversation Analysis and Socially Shared Cognition, *Perspectives on Socially Shared Cognition*, Resnick, L.B., Levine, J.M. and Teasley, S.D. (Eds.), Chapter 8, pp.150-171, American Psychological Association (1991).
- 10) 杉山仁彦: 画像情報及び印象の可視化に関する研究, 修士論文, NAIST-IS-MT9651061 (1998).
- 11) EVIDII Web ページ .
<http://ccc.aist-nara.ac.jp/EVIDII/>
- 12) Koda, T. and Maes, P.: Agents with Faces: The Effects of Personification of Agents, *Proc. HCI'96*, Aug, London, pp.98-103 (1996).
- 13) 角 康之: 議論の意味構造の可視化, 可視化情報学会誌, Vol.19, No.72, pp.7-12 (1999).

(平成 12 年 3 月 21 日受付)

(平成 12 年 9 月 7 日採録)



大平 雅雄

1998 年京都工芸繊維大学工芸学部電子情報工学科卒業。2000 年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了。現在、同大学同研究科博士後期課程在学中。ヒューマン・コンピュータ・インタラクション, コミュニケーションデザイン等の研究に従事。ACM 会員。



山本 恭裕

1996 年京都大学工学部情報工学科卒業。1998 年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了。現在、同大学同研究科博士後期課程在学中。テーマは, “Representational Talkback” の増幅による, 情報デザインの特に初期段階のより「自然な」支援。ACM, 日本認知科学学会会員。



蔵川 圭

1994 年東京大学工学部精密機械工学科卒業。1996 年東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻修士課程修了。1999 年同大学院工学系研究科精密機械工学専攻博士課程単位取得退学。1999 年より奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助手。環境調和型設計, 設計工学, CAD, 分散協調設計支援等の研究に従事。ASME, 精密工学会, 人工知能学会各会員。



中小路久美代 (正会員)

1986 年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業後(株)SRA 入社, 現在ソフトウェア工学研究所所属。1993 年 University of Colorado (Boulder) より Ph.D. in Computer Science 取得。現在, 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科認知科学講座客員助教授。1997 年科学技術振興事業団個人推進研究事業(さきがけ 21) 研究員。研究テーマは, Collective Creation 支援, ヒューマンコンピュータインタラクションパターン, デザイン支援知識ベースシステムおよびソフトウェア工学。ACM, Cognitive Science Society, ソフトウェア科学会, 日本認知科学会, 日本デザイン学会, ソフトウェア技術者協会各会員, 情報処理学会論文誌編集委員, 日本人工知能学会評議員。