

議論の内容に集中できる電子ホワイトボード会議環境の提案

市野 順子^{*1*2} 竹内 和広^{*3} 井佐原 均^{*2*3}

1. はじめに

オフィスワークの電子化が急速に進む中、膨大な時間と労力が費やされる会議という業務に関しては、Power Point を使ったプレゼンテーションが行われる程度で、電子的支援がほとんど進んでいない。

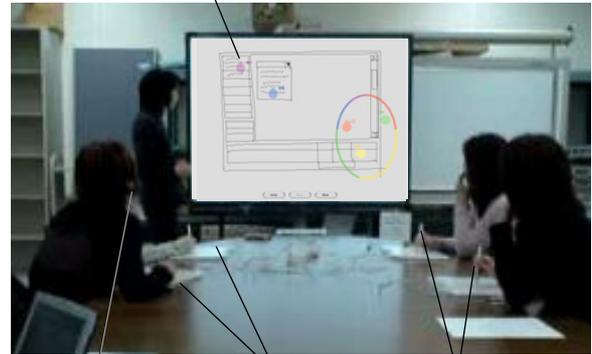
例えば、ノートパソコンの画面をプロジェクタで壁に投影しパソコンに入力しながら会議をする場面で、壁は一つのメディアである。新たなメディアの存在で、参加者同士が互いに向き合って話す密度は低下する。その操作が複雑だったりタイミングに違和感があったりすると、人は議論の内容に注意を向ける代わりに壁の動きに注意を向けてしまう。何を、いつ、どれだけ話す/書くかや、その結果生まれる相互の認識は、メディアがあるときとないときでは異なる。しかし、顔を向き合わせた人間同士は、相手の発する言葉や表情、身振りを見聞きし、何の支援もなくとも十分にコミュニケーションできると考えられがちであるため、その支援が軽視されてきた。

本研究は、このような対面環境での人間同士のコミュニケーションをコンピュータでより積極的に支援することを目的とし、会議本来の目的である複数人による意思決定を支援する電子ホワイトボード会議環境を提案する。リアルタイムの会議において人間が喋りながら自由に絵や文字を書くためには、できるだけ単純なインタフェースであることが重要である。我々は、協調して電子ホワイトボードに記述/発話する行為から、実際には目に見えないがコミュニケーションに含まれる要素を副次的に捉えることができると考えた。それらをユーザの無意識の行為の流れの中に無理なくはめ込むことにより、会議における対話の自然な流れを阻害せず、積極的な意図伝達と対話を促す環境の構築を目指す。

本研究が想定する会議イメージを図1に示す。参加者が電子ホワイトボードの前に一箇所に集まって議論を行う対面同期での会議を取り扱う。会議の加者は、5人程度の少人数である。会議のタイプはあるコンセプトに基づいて仕事の目標を具体化する意思決定型の会議である。

本稿では、提案システムのユーザインタフェースを考察すると共に、コミュニケーションツールの評価手段としての言語分析の可能性について検討する。

電子ホワイトボード



ヘッドセットマイク タブレット スタイラスペン

図1 提案システムによる会議イメージ

2. 関連研究の分析

2.1 SDG における複数ユーザによる入力

複数人で一つのディスプレイを共用し協同編集を行うSDG (Single Display Groupware)に関する研究は主に、同時に複数ユーザが入力可能な並列入力型と、操作権を交替で取得しながら同時には一人だけが入力可能な直列入力型に分けられる。両者の特徴を比較した結果をまとめると以下のことがわかった^[1] (表1)。並列入力はより多くの記述を促すが、参加者の注意の焦点が分散する傾向がある。逆に、直列入力は注意の焦点が集中し記述内容的が絞られやすいが、思いついたその場で入力できないため記述量が少なくなる。また、並列入力は自分も他人も同時に自由に書けるが故に書き込む位置や範囲に気を遣う、一方直列入力は立場の高い相手への操作権の譲渡や譲り合いが発生する、といった心理的負担が発生する傾向がある。

表1 従来のSDG研究における入力方式の特徴

	並列入力	直列入力
参加者の注意の焦点	分散傾向	集中傾向
記述量	多い	少ない
記述に伴う心理的負担	どこ(位置)にどれくらい(範囲)書くか	いつ(タイミング)書くか (操作権の交替)

会話における発言権の交替 (turn-taking) と同様に、協同編集における操作権の交替の調整が、協同作業空間での操作を支援する上での課題の一つと考えられている。しかし従来の研究は、会議におけるインタラクションを

*1: TIS 株式会社 産業第2事業部 産業システム第2部

E-mail: ichino@karl.tis.co.jp

*2: 神戸大学大学院自然科学研究科

*3: 独立行政法人情報通信研究機構

E-mail: {kazuh, isahara}@nict.go.jp

画一的に扱った並列，直列どちらか一方による支援が多く，インタラクションがダイナミックに変化する実際の会議に柔軟に対応できない。また，いつ書くか，どこに書くかといったことに意識を向けなければならないことで，作業や議論の進行が妨げられる可能性がある。

2.2 協同作業空間におけるアウェアネス

Dourish ら^[2]が定義したアウェアネス——understanding of the activities of others, which provides a context for your own activity——の研究は，分散環境にいる人の協調活動の支援を中心に行われてきた。Gutwin ら^[3]は，特に協同作業空間においては，ワークスペース・アウェアネス——the up-to-the moment understanding of another person's interaction with a shared workspace——が重要であると提唱した。Livenotes^[4]は講義での利用を目的とした同期分散型グループウェアであり，各ユーザが現在書き込んでいるページをアイコン化して表示することで作業状況に対するアウェアネスを支援している。研究^[5]は，対面ユーザと分散ユーザが混在したグループウェア環境において，各ユーザのカーソル位置をテレポインタではなく仮想的な腕の影としてディスプレイに表示している。

一方で，分散環境に限らず対面環境においても，各自の入力装置の操作に熱中したり^[6]，共用ディスプレイに表示される他人の入力プロセスや，協同作業空間上の操作権の譲渡や委譲のタイミングを見計らうために自他の操作を凝視したりする^[7]など，参加者の視線が他の参加者ではなく入出力装置に向けられがちであることがわかっている。これは，対面環境であっても，共用ディスプレイの存在が，対面している人間の存在や活動の理解（アウェアネス）を低下させ，他者とのコミュニケーションの妨げになる危険性を示唆する。しかし，対面環境を想定したグループウェアにおいてはアウェアネスがほとんど考慮されていない。

その他に，対面環境での議論の活性化，合意形成，意思決定等を積極的に支援する研究もある。Dimmico ら^[8]は，議論の場で過度に優勢な見解に陥ることを防ぐために，各参加者の発言量をリアルタイムにヒストグラムで表示することで，少数意見を含めより多くの観点で議論が進められる方法を提案している。彼らは社会的な圧力は均衡のとれた参加を促すという理論に基づき発言の制御を試みている。Iqbal ら^[9]は，会議参加者の発言数や，他者の自分に対する視覚的な注意の度合い，自分の他者に対する視覚的な注意の度合いなどを円の色や大きさで視覚化しリアルタイムに表示している。しかし，これらは参加者の行動からキャプチャできる情報を，スクリーン等に周辺情報としてグラフ表示しているため，議論している最中に敢えてその情報の提示先に注意を払わなくてはならないため，ユーザへの負担が大きい点に改良の余地があると考えている。

3. 議論に集中できる会議支援ツールの要件

以上の考察より，会議というコミュニケーション行動を支援するシステムの設計に必要な要素を以下にまとめる。

(1) 複数ユーザによる適切かつ円滑な入力

本研究の目的とする会議支援は，記述のインタラクションを活発にし，かつ参加者の注意の焦点を集中させることで合意の質を高めることである。記述のインタラクションを活発にする並列入力方式がもつ利点と，参加者間の注意の焦点を分散させない直列入力方式の利点の両方の利点を活かした入力方式が必要である。さらに，ユーザが書き込み時の位置・範囲取りや操作権の交替に心理的負担を感じずに，円滑な入力や記述交替を行えることが重要である。

(2) 参加者の視覚的注意を喚起するためのアウェアネス

共用ディスプレイという新たなメディアの介入によって，対面環境であってもアウェアネスを考慮する必要がある。ワークスペース・アウェアネスだけでなく，グループが合意に基づき意思決定を行うためには，参加者の注意の焦点を集中させ，常に何が議論の焦点となっているかを気付かせる機能が必須である。Tse ら^[10]は，協同作業空間にいる複数のユーザが同時に描画するタスクを観察することによって，ユーザは自然に作業を空間的に分割し互いの衝突を避けるリスクの可能性を指摘している。共用ディスプレイ上で協調して記述を行いながら議論を進める場では，この特性をカバーする必要がある。

(3) 自他の参加状況を振り返るためのアウェアネス

さらに，合意の形成や意思決定を支援するためには，自他の行動に気付かせ，活発な記述や発話のインタラクションを促す機能が必要である。また，参加者の記述や発話の行為に沿ったスムーズなインタフェースが必要である。このアウェアネスを促すことにより，特定の参加者のみによる議論が集中することや，議論に積極的に参加していない会議参加者の状況を，参加者全員が意識できるようになることを狙う。その結果，参加者らが自発的に，協調的な議論を展開するようになることを期待する。

4. ユーザインタフェースの設計

前章でまとめた要件を満たす会議支援ツールのインタフェースの設計を行った。

楕円フレーム

電子ホワイトボード上に，記述モード中（後述）のユーザ（複数）のアイコン位置の重心を中心とした楕円フレームを表示する（図2）。同時に表示するフレームは一つである。各ユーザのアイコンの動きに応じてフレームも連動する。楕円フレームの面積は一定だが形は各ポインタの位置に応じて自在に変形する。楕円フレームは以下の3つの機能を持つ。

1 つ目の機能は、入力範囲を制限した並列入力機能である。ユーザの記述行為を近接した場所に限定し、ある一定の範囲（フレーム）内でのみユーザの同時並列入力を許す。アイコンがフレームの内側にあるユーザは、ボード上に記述できる。フレームの外側にいるユーザはポインティングモードであり、記述は行えない。外側にいるユーザがポインティングモードから記述モードに切り替え（スタイラスペンのボタンによる切り替え）ると、そのユーザはフレームの位置や形を決定する一員になる。前章で述べた、ユーザが自然に空間を分割して作業を行う特性をこのフレームによってカバーし、お互いが隣接した空間の中で記述のインタラクションが活発になることを期待する。

また、部分的な同時入力を認めることで、操作権の交替に伴う心理的負担や調整のための他者との発話や操作の軽減を支援する。フレームの位置と形がフレーム内の各ユーザの位置や動きに連動して変化するため、フレーム内での各ユーザの行動をある程度把握できると考えた。

記述をフレーム内に限定することが、2 つ目の、参加者の視覚的注意を喚起する機能につながる。記述モードのユーザらは、記述範囲であるフレームの位置や形が彼ら全員の動作によって決定するため、必然的に現在の議論の焦点を意識すると同時に、周囲にいる残りのユーザも視覚的に表示されたフレームによってボード上での議論の焦点をより明確に認識することを狙う。議論の焦点の明示的な表示により、会議の参加者全員の相互の認識が深まる効果を期待する。

3 つ目の機能は、活発な議論を促すアウェアネス機能である。各ユーザのアイコン（後述）と同じ色で、フレームが囲んだ領域における各ユーザの発話頻度の割合を、円グラフに模して（図 3）楕円上にリアルタイムに提示する。フレームの移動に連動して円弧の色の比率も変化し、その領域における割合を提示する。それにより、現在話題の対象に関して、自分や他者がどれくらい意見を述べた／述べなかったかをユーザに気付かせる。このアウェアネスによって、消極的な参加者に目を向け発言を促したり、極端に発言の多い参加者が発言を控えたりすることで、多様な観点から議論が活性化する効果を期待する。

また、ユーザの注意が集まっているフレームに情報をおせて表示し、かつ、発話中のアイコンは濃く不透明に表示される（図 2 上）。これにより、電子ホワイトボードを使った議論の自然な流れの中でユーザに発話比率情報を気付かせることができることを期待する。

ユーザのアイコン

各ユーザのペンポインタを、ワークスペース・アウェアネス（その瞬間に誰が何をしているかを把握すること）を伝達する手段としてアイコンで表現する。

ユーザがペンを動かす「その瞬間に」、その動作に沿っ

てアイコンも追従する。「誰が」は、アイコンの色をユーザ毎に異なる色にすることで表現される。ユーザが「何をしているか」は、アイコンの向き（記述モード／ポインティングモード）とアイコンの色の濃さ（不透明で濃いときは記述中）で表現される。ポインティングモードから記述モードへの切り替えは、スタイラスペンのボタンを利用して行う。

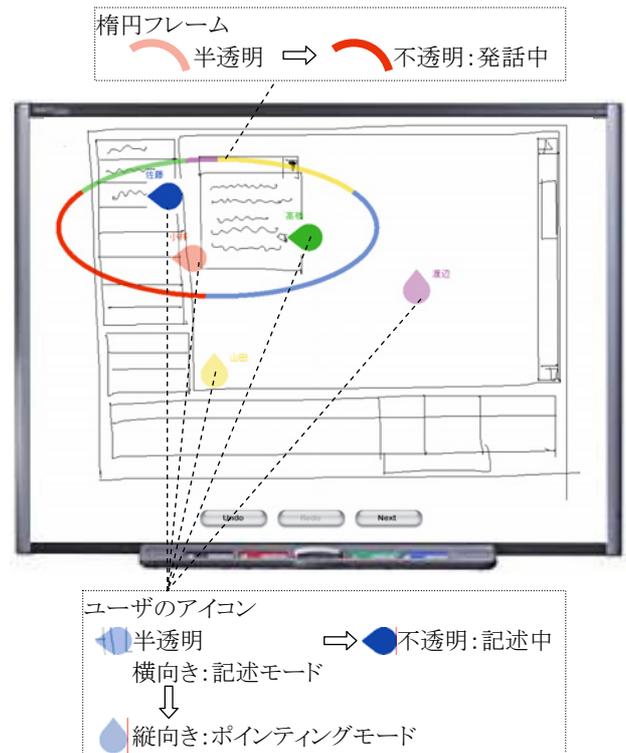


図 2 3 機能をもった楕円フレームとユーザアイコン

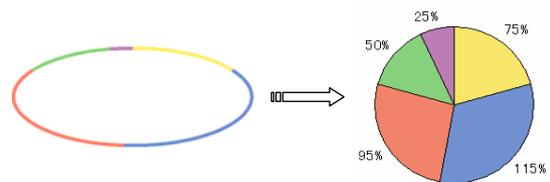


図 3 フレームを構成する円弧による円グラフ情報の提示

5. SDG の評価手段としての言語分析の可能性

SDG を使った会議におけるインタラクションを構成している要素は、参加者の意図、発話、記述、手振り動作、視線などがあり、より深い理解のためにはさまざまな観点からコミュニケーション行動を考察する必要がある。本章では、特に言語がもつ機能に着眼し、SDG の評価方法としての言語分析の可能性を検討する。

5.1 協同記述に関わる言語表現

会議を知識の側面から支援することに主眼を置いた研究 (e.g. 研究^[11]) では、会議における発話を、例えば質

問、回答、説得、妥協、追認に分類し、説得又は妥協の割合が高ければ密度の濃い交渉が行われたと推定する^[12]、といった方法で会議の評価を行っている。

一方、会議をコミュニケーションの側面から支援する場合、会議における発話を知識として扱うだけでは見えてこない点がある。SDGを使った会議におけるインタラクションを構成する発話の機能には様々なものが考えられるが、特に以下の2つのタイプの機能をもつ発話を考えることが重要である。

(i) 行為を制御する発話

例えば、「〇〇さん、ここの上に書き直してもらえませんか。」「私がお後書きます。」「ちょっとその横を見て下さい。」といった、共用ディスプレイへの記述や注意喚起を促す際に利用される発話を指す。

会議の場において、参加者がそのようなポインティングや発話を各々無秩序に行うことは少ない。参加者間には無意識的に、それぞれが連続したインタラクションとなるよう会議を構造化する意識が生じる。人が対話の交替 (turn-taking) を自然に行うのと同様に、協同作業空間における行為にはある程度秩序がある。その秩序を維持・構築するための発話が見られる。

(ii) 共通理解 (基盤化) を促す発話

例えば、「(ある場所をペンで指しながら) ここを直しますか?」「いえ、そこじゃなくて。」といった、共用ディスプレイ上に記述された情報を参加者間で正確に共有、確認するために利用される発話を指す。

対話における相槌、言い直し、問い返しは、対話参加者が協同して情報の正確な共有を実現しようとする基盤化の過程で発生する^[13]。SDGを使って会議を行う場においては、ディスプレイに書く位置や書かれた内容について相互の理解を確認する発話が見られる。

SDGを利用した会議環境のデザインは、共用ディスプレイ上の記述行為やポインティング行為に新たな可能性を生み出すことができる。例えば、通常のホワイトボードでは、書いた文字列を指で示し「この点なのですが」と言語表現によって表してきた対象を、議論が対象としている履歴内容として適切に視覚化できれば、発話行為と指示行為が相互に補完し合いながら、より効率的に議論を進めることができるのではないかと考えている。

上述のような言語表現の量や質の変化を観察できれば、SDGの操作性を評価する手段として有益と考えられる。

5.2 予備実験

提案したシステムのプロトタイプを実装し簡単な実験を行った。事前にインタフェースの各機能の説明は行わずに実験に参加してもらった。その結果、記述を行っていない参加者は、入力制限フレームの外に意識的にポインタを動かす、協調行為を行っている他の会議参加者の活動を邪魔しないようにする行動が見られた。

提案インタフェースの導入以前は、議論となっている修正箇所を、ポインタを動かしながら「この四角の角が…」と発話を伴い互いに共通注意を喚起していたが、このような発話が減り、議論そのものに関する発話に集中できる傾向が見られた。

今後、このような言語分析の定量評価方法を提案し、会議の質的向上について吟味したい。

6. まとめ

本論文では、会議をコミュニケーションの側面から支援することに主眼を置き、対面環境における電子ホワイトボードを使った会議の場を支援するシステムに必要な条件を考察し設計した。また、会議のインタラクションを構成する発話をもつ機能に基づき、コミュニケーションツールの評価手段としての言語表現の分析可能性について考察した。

今後は、実験タスク及び適切な評価手法を検討し、提案システムの有効性を検証するための評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 市野, 他: 場の雰囲気を感じさせるホワイトボード会議支援環境の提案, 情処研報, Vol.2005, No.95, pp.45-51 (2005).
- [2] Dourish, P. and Bellotti, V.: Awareness and coordination in shared workspaces, CSCW'92, pp.107-114 (1992).
- [3] Gutwin, C. and Greenberg, S.: Workspace awareness for groupware, CHI96, pp.208-209 (1996).
- [4] Kam, M., et al.: Livenotes: a system for cooperative and augmented note-taking in lectures, CHI2005, pp.531-540 (2005).
- [5] Tang, A., et al.: Display and presence disparity in Mixed Presence Groupware, AUIC2004, pp.73-82 (2004).
- [6] 石井: リアルタイムグループウェアのデザイン, 情報処理, Vol.34 No.8, pp.1017-1027 (1993).
- [7] 渡辺, 他: 情報入力モデルに基づく電子白板への意見提示方法の比較考察, 情処研報, Vol.97 No.046, pp.31-36 (1997).
- [8] DiMicco, J.M., et al.: Influencing group participation with a shared display, CSCW2004, pp.614-623 (2004).
- [9] Iqbal, R., et al.: User-centred design and evaluation of ubiquitous services, SIGDOC'05, pp.138-145 (2005).
- [10] Tse, E., et al.: Avoiding interference: how people use spatial separation and partitioning in SDG workspaces, CSCW2004, pp.252-261 (2004).
- [11] 網谷, 堀: 知識創造過程を支援するための方法とシステムの研究, 情処学論, Vol.46, No.1, pp.89-102 (2005).
- [12] 加藤: 異なる評価構造を持つ参加者間の合意形成支援法の提案と実装, 情処学論, Vol.39, No.10, pp.2927-2936 (1998).
- [13] Traum, D.R.: A Computational Theory of Grounding in Natural Language Conversation, Ph D Thesis, Univ. of Rochester (1994).