

カード操作ツール KJ エディタを用いた 協調作業における指示操作に関する考察

大見 嘉 弘[†] 河 合 和 久[†]
竹 田 尚 彦^{††} 大 岩 元^{†††}

複数のユーザが協調してカード操作を行えるネットワーク版カード操作ツールを用いた協調作業実験において、コミュニケーション手段の違いが作業にどのような影響を与えたかを考察する。実験は、同期対面型と同期分散型の二種類を行った。この二つをそれぞれ、声によるコミュニケーションと KJ エディタ、文字によるコミュニケーションと KJ エディタを併用した作業としてとらえ、特に、図を指示する操作の違いについて詳細に比較した。その結果、分散型より対面型のほうが、指示操作の回数が 2.77 倍と多いことが分かった。また、対面型は指示しながら発話できるのに対し、分散型は指示しながら文字により発言するのが本能的に困難という質的に大きな違いが観察された。また、カードのまわりをくるくると指したり、カードをつかむことによって指示を強調することが分散型で多く見られた。また、各指示操作ごとのポイントの移動量の分布を調べた結果、分散型で指し示す操作は、指示操作の終了を他人に伝えるために、ポイントを動かしたり、カードをつかむ操作を行っていることが分かった。

Pointing Operations in Cooperative Works using Card-handling Tool "KJ-Editor"

YOSHIHIRO OHMI,[†] KAZUHISA KAWAI,[†] NAOHIKO TAKEDA^{††}
and HAJIME OHIWA^{†††}

This paper describes how different communication media affect collaboration processes during experiments conducted by four people using the KJ editor in network environment. One experiment was done face to face, and voice and KJ chart were the media, whereas the other was done in distributed environment, and textual and KJ chart were the media. Both were done in synchronous mode. We have compared the frequency of operations on the KJ chart in both cases, and found that the amount of pointing operations in the face to face case is almost three times as many as that of distributed case. In the distributed case, textual communication and chart operation cannot be simultaneously done and as a result, holding or repetitive pointing operation of cards was observed. These operations have been found that they were done for indicating the end of pointing.

1. ま え が き

最近、発想などの人間の創造的活動を支援する計算機環境の実現を目指した発想支援ツールの研究が盛んになっている。また、計算機ネットワークを利用して、

グループによる知的作業を支援することを目的とした発想支援ツールも実現されてきている^{1)~4)}。その中で、我々は、個人向けカード操作ツール KJ エディタを拡張し、複数のユーザが協調してカード操作を行えるようにしたネットワーク版カード操作ツールを開発している⁵⁾。本論文では、文献⁵⁾で述べたネットワーク版 KJ エディタを用いた協調作業実験について、コミュニケーション手段の違いが作業にどのような影響を与えたかを分析する。実験は、同じ部屋でグループが同一の図解を見て編集を行った同期対面型のものと、離れた場所で同一の図解を見て編集を行った同期分散型のものを行った。この二つをそれぞれ、声によるコミュニケーションと KJ エディタ、文字によるコミュ

[†] 豊橋技術科学大学 知識情報工学系

Department of Knowledge-based Information Engineering,
Toyohashi University of Technology

^{††} 愛知教育大学 総合科学課程 情報科学選修

Department of Information and Computer Sciences,
Faculty of Integrated Arts and Sciences, Aichi University
of Education

^{†††} 慶應義塾大学 環境情報学部

Faculty of Environmental Information, Keio University

ニケーションと KJ エディタを併用した作業としてとらえ、それらの違いを比較した。そして、図解を指示する操作は、特に顕著な差が見られたので詳細に比較した。

次章ではネットワーク版 KJ エディタについて説明し、3章でその評価実験について述べる。4章では実験の結果について述べ、その評価を行う。

2. ネットワーク版 KJ エディタの機能

ネットワーク版 KJ エディタは、個人向け KJ エディタを拡張し、複数のユーザが協調してカード操作を行えるようにしたものである。

個人向け KJ エディタは、カードをマウスで自由に移動でき、そのカードに文書を書くことができる。カードは何枚でも重ねることができ、カードを線で囲むことでグループを作成したり、任意のカード、グループ間に関係付けのための線を引くことができる。

ネットワーク版 KJ エディタは、協調作業者全員が、一つの机を囲んで、その机上でカード操作を進めていく状況を、計算機上にシミュレートし、支援することを目的とする。このため、ネットワーク版 KJ エディタでは、常にすべてのユーザが同じ図解を見ているようにする。すなわち、いわゆる WYSIWIS (What You See Is What I See)³⁾にのっとった画面表示を行うようにした。これにより、すべてのユーザが共通の図解を理解・納得できるように、互いにまったく同じ表示画面を見られ、図解に対するすべての操作を画面を通して見ることができる。

ネットワーク版 KJ エディタでは、一つの図解を複数人で同時に編集、操作するわけであるが、まったく同時に複数のユーザが一つの図解を編集し始めると、カードをつかみあったり会議の論点がばらばらになったりして秩序のないものになってしまう恐れがある。

そこで、協調作業の秩序を乱さないためにカード操作の「優先権」を導入する。これは、優先権保持者のみはその時点で独占的に図解に操作でき、それ以外のユーザは、優先権保持者の行動(図解への操作)を画面上で確認するというものである。この作業は、優先権保持者が優先権を放棄するまで続けられる。

3. KJ エディタの評価実験

ネットワーク版 KJ エディタを用いて、グループでソフトウェアの要求分析作業を行うことで実験を行った。KJ エディタは、KJ 法だけではなく、カードを用いたさまざまな知的作業に利用することができる。このため、実験では、特定の方法論にこだわらずにカー

ドを用いて要求分析作業を行った。

実験の題材には、要求仕様化問題としてよく用いられる「エレベータ管理ロジックの設計」⁶⁾を用いた。本実験の被験者は4名(以下 A, B, C, D とする)で、いずれもプログラミング経験は豊富である。被験者 A は、ネットワーク版 KJ エディタ開発者の一人で、同ツールをよく理解している。他の被験者は個人向け KJ エディタをよく利用しているがネットワーク版は今回の実験で初めて使用する。

Tatar らは、ソフトウェアシステムの評価のための実験の場合、被験者がそのシステムに対してあらかじめ多くの知識を持っている場合、実験結果に悪影響を与えることがあると指摘している。そして、計算機環境には慣れているが、評価対象システムについては初心者である被験者を選んで実験を行い、有益な結果を得た例を報告している⁷⁾。こうした観点から、本実験では上述のような被験者構成をとった。

あらかじめ被験者 A は、個人向け KJ エディタを用いて、題材に対する要求分析を行い、1枚の図解として要求仕様(案)を作成した。本実験は、この要求仕様に関するレビューを、ネットワーク版 KJ エディタを用いて、被験者4名と行うという形式で進めた。

実験作業は以下の2種類の様式を1回ずつ行った*。以下、ネットワーク版 KJ エディタのことを単に KJ エディタと呼ぶことにする。

(同期) 対面型実験

被験者4名が一つの部屋に集まり4台の計算機を用いて作業を行った。KJ エディタを用いるほかに、声やジェスチャによる被験者間のコミュニケーションが行われた。ただし、被験者は、図1で示す位置に座席したため、後ろにいる者は前にいる者のジェスチャを見ることができたが、前にいる者が後ろを振り向いて、後ろの者のジェスチャを見ることはほとんどなかった。また、ジェスチャ自体の量が少なかったことから、ほとんどのコミュニケーションは声によって行われたとみなすことができる。

(同期) 分散型実験

対面型実験と同一の4名の被験者が、別々の部屋で、4台の計算機を用いて行った。KJ エディタを用いるほかに、チャットプログラム GNU IRC を用いて文字のみによるコミュニケーションが行われた。

実験中に行われた KJ エディタ上のすべての操作は、

* 対面型、分散型という順序で行ったため、分散型の結果には対面型の学習効果が影響している可能性があるが、今回の考察では考慮していない。学習効果の検討には、今後、実験の回数を重ねる必要がある。

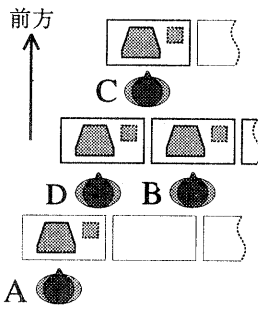


図1 対面型実験での被験者の座席位置

Fig. 1 Sitting position of subjects on face-to-face type experiment.

ログ情報として記録した。このログ情報には、それぞれの操作を行った時間が100分の1秒単位で記録されており、KJエディタ上でのすべての操作をほぼ完全に再生することができる。また、ログ情報を解析することにより、それぞれの操作の回数や操作に要した時間などの細かなデータを得ることができる。

このログデータに加え、対面型実験では、声などによるコミュニケーションを記録するために、VTRを用いた。また、分散型実験では、IRC上に行われたすべてのやり取り（発言）をその時間情報とともにファイルに記録した。

4. 実験結果と評価

4.1 評価の方針

上述した実験については、文献5)で既に評価を行っているが、文献5)では実験中の発言数とKJエディタの操作数を示し、その他定性的に得られた結果を述べるに留まっている。

これに対して、本論文では、対面型実験と分散型実験を、それぞれ声を用いたコミュニケーションとKJエディタ、文字を用いたコミュニケーションとKJエディタを併用した作業としてとらえ、その違いを図解の指示操作を中心に詳しく調べた。

多くの研究により、グループで問題解決や意思決定を行うために、様々なコミュニケーションリンクを用いた際には、音声リンクの有無が効率に大きく影響し、他の文字やジェスチャなどのコミュニケーションの有無は効率にさほど影響がないことが確かめられている^{8)~10)}。前章で述べたように、対面型実験で行われたコミュニケーションは、大多数が声によって行われた。このことから、我々はこの対面型実験を、カード操作ツールと音声を用いて協調作業を行った実験とみなすこととし、ジェスチャなどによる影響はほとんどなかったものとして無視することにする。

表1 発言数の累計

Table 1 Amount of utterance.

実験	A	B	C	D	合計
同期対面型	166	269	134	56	625
同期分散型	127	148	47	37	359

4.2 実験の経過と結果

KJエディタを用いた要求仕様のレビュー作業は、おおむね以下のような手順で進められた。

- (1) 要求仕様作成者（被験者A）が優先権を取る。
- (2) あらかじめ作成した図解を説明する。
- (3) レビュー参加者（他の被験者）からの質問などがあれば論議する。
- (4) 異なる意見や指摘がある場合、優先権を取って図解を書き変える。

表1は、実験中に行われた発言を、VTRならびにIRCの記録から抽出し、被験者別に集計したものである。また、表2は、実験中に行われたKJエディタ上の基本的な操作をログデータから抽出し、被験者別に集計したものである☆。

なお、二つの実験の作業時間は、対面型が97分間、分散型が100分間であった。二つの実験の作業時間はほぼ同じだが、両実験で同一の課題を与えてはいないため、それぞれの作業量は異なる。以下の考察では、両実験について、単位時間当りの発言数や作業量の違いについて考察する。

まず、表1を見ると、発言数は対面型のほうが分散型よりも多い(1.74対1)。これは、音声によるコミュニケーションが文字よりも時間当りに多くの発言ができるからで、文献8)~10)の結果とも合致している。また、チャットを使った文字によるコミュニケーションは日本語によって行われたため、仮名漢字変換による効率の低下も影響していると考えられる。

表2を見ると、KJエディタの操作の総数も対面型のほうが分散型よりも多い(1.69対1)。特に、「カードを指示」、「グループを指示」といったKJエディタ上で扱う物体を指示する操作は4.3対1の違いがある。また、マウスポインタで指し示すだけでなく、カードをつかんで移動することで指示を表現したり(表2では「カードを移動」に分類される)、マウスポインタでくるくるとくりかえし指すといった様々な種類の指示操作が観察された。そこで、KJエディタの操作のうち、被験者がKJエディタ上のカードなどを指示する操作について注目し、以下、詳細に分析する。

☆ 文献5)とは数値が異なっている。これは、指示操作について詳しく調べるために、発言や操作の単位を細分化したためである。

表 2 KJ エディタの操作数の累計
Table 2 Amount of operation on KJ-Editor.

操作	同期対面型					同期分散型				
	A	B	C	D	合計	A	B	C	D	合計
優先権を獲得	13	13	0	4	30	20	10	0	3	33
優先権を放棄	12	12	0	3	27	19	10	0	3	32
優先権を要求	3	7	1	3	14	1	0	0	0	1
バニング	24	12	0	1	37	18	2	0	1	21
文書を指示	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0
カードを指示	83	11	0	9	103	20	1	0	3	24
カードをピックアップ	0	5	0	0	5	5	0	0	0	5
カードを移動	1	4	0	0	5	5	11	0	0	16
カードに書き込み	0	2	0	0	2	4	0	0	0	4
カードをコピー	0	1	0	0	1	3	0	0	0	3
カードを消去	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
カードを発生	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
カードの大きさ変更	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
グループを指示	4	8	0	0	12	6	0	0	0	6
グループをピックアップ	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
グループを移動	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
グループ化	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
グループの消去	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
関係線を指示	0	8	0	0	8	0	0	0	0	0
関係線を消去	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
関係線を引く	0	2	0	1	3	1	0	0	0	1
関係線を修正	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
空白を指示	0	1	0	3	4	0	0	0	0	0
その他	1	1	0	1	3	4	0	0	0	4
合計	141	95	1	26	263	111	35	0	10	156

4.3 指示操作の分類

まず、実験中に行われた指示操作について、指示の目的ごとに以下の 4 種類に分類した。

図説： 図解の内容について説明する。対象は図解であり、会話は図解の内容に伴うものとなる。

意見： 自分の意見を主張する。

論点： 議論中心で進められている時に、その論点に対応する図解中の場所を指示し、議論の助けとする*。

その他： ツールの機能を試したのもや意図が不明のもの。

実験中の指示操作には、ただマウスポインタでカードを指し示す操作だけでなく、カードをつかんで移動することで指示を強調する表現が見られた。また、長時間くりかえしてカードの周りをくるくると指すことで指示を強調する操作も見られた。

これらの被験者が行った強調を評価するために、指示の方法と操作のくりかえしの有無によっても分類を行った。

指示の方法は、(1)「カードを指し示す」、と (2)

「カードをつかむ」の二つである。(1) は、マウスポインタをカード上に移動したり、周りをくるくると指し示す通常の指示操作である。(2) は、マウスポインタをカード上に移動し、マウスボタンを押してカードをつかむことで、そのカードを指示するものである。なお、KJ エディタではカードをつかんだ時には、カードが反転表示されるようになっている。

また、操作のくりかえし（以下、反復操作と呼ぶ）の有無は、被験者が行った操作をログ情報を元に再生し、それを見て判断した。判断の基準として、カード上やカードの周りを 5 回以上くりかえし回したり、上下や左右にくりかえし動かしたものは反復操作とみなした。

以上の分類に基づき指示操作を集計したものが表 3 および表 4 である。

4.4 指示操作の分析

まず、表 3、表 4 からユーザが指示を意図して行った操作は、対面型のほうが分散型よりも多い (2.77 対 1) ことが分かる。これは、対面型の声によるコミュニケーションと、分散型の文字によるコミュニケーションでの発言の効率に影響されたためと考える。

しかし、発言数の 1.74 対 1 という比率と比べて差が大きいことから、指示回数の差は、単に声と文字の

* 論点の指示は、すべてその時点で議論には積極的に参加していない要求分析作成者（被験者 A）が、議論を補助する目的で行ったものである。

表3 同期対面型における指示操作の分類

Table 3 Pointing operations on face-to-face type experiment.

種類	指し示す 操作	つかむ 操作	合計
図説	68 (0.0)	0 —	68 (0.0)
意見	55 (49.1)	1 (100.0)	56 (48.2)
論点	5 (0.0)	0 —	5 (0.0)
その他	3 (33.3)	1 (0.0)	4 (25.0)
合計	131 (20.6)	2 (50.0)	133 (21.1)

※ () 内 は反復操作の割合 (%)

表4 同期分散型における指示操作の分類

Table 4 Pointing operations on distributed type experiment.

種類	指し示す 操作	つかむ 操作	合計
図説	20 (25.0)	4 (25.0)	24 (25.0)
意見	9 (44.4)	14 (92.9)	23 (73.9)
論点	0 —	0 —	0 —
その他	1 (0.0)	0 —	1 (0.0)
合計	30 (30.0)	18 (77.8)	48 (47.9)

※ () 内 は反復操作の割合 (%)

発言効率の違いだけでなく、それらとKJエディタとを組み合わせる場合の性質にも関係したと考える。

それは、発言とKJエディタの操作との同時性の違いである。声による発言の場合、KJエディタの操作と同時に自然に発言が行える。これは、ホワイトボード上やノートに描いた図を示しながら(あるいは図を描きながら)、声で説明するといった、普段から行っている効率的な情報伝達の方法と同様のやり方である。実際、対面型実験では、全指示操作133回のうち、92.5%にあたる123回の場合で指示と同時に発話していた。

これに対して、分散型実験で行ったチャットとKJエディタとの組み合わせでは、機能上の制約により、チャットの発言とKJエディタの操作を一人で同時には行えなかった。また、仮に同時に行えるように改良したとしても、文字による発言とKJエディタの操作を同時に行うことはかなり困難である。なぜなら、キーボードを用いた文字入力とマウスによるカード操作を同時に行うことが困難であるからである。

4.5 反復操作の分析

表3と表4から対面型と分散型実験を反復操作の割合によって比較する。

まず、全体として対面型より分散型のほうが反復操作の割合が多いことが分かる(対面21.1%, 分散47.9%)。これは、対面型では指示する場合に、声の調子などで強調を行えば十分であったものを、分散型で

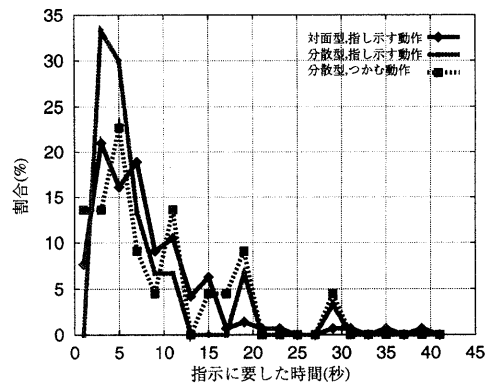


図2 指示操作の所要時間の分布

Fig. 2 Distribution of working time of pointing operation.

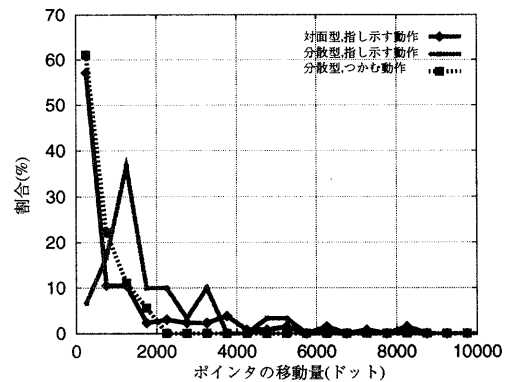


図3 指示操作におけるポインタ移動距離の分布

Fig. 3 Distribution of moving distance of pointing operation.

はKJエディタ上の操作で表現しなければならなかったからであろう。

また、指示の目的については、「図説」は、対面型でも分散型でも反復が少なく(対面0%, 分散25.0%)、「意見」は対面型でも分散型でも反復が多かった(「意見」対面48.2%, 分散73.9%)。

4.6 指示する時間やマウスポインタの移動量の分析

ここでは、被験者が行った指示の詳細を定量的に調べるために、各指示に要した時間やマウスポインタの移動量の分布について調べる。

指示に要した時間は、両実験を行った際に記録したログ情報を再生し、各指示の開始と終了の時刻を秒単位で算出した。

また、マウスポインタの移動量は、ログ情報から指示を行っていた時間のマウスポインタの移動情報を抽出し、直前のマウスポインタの位置と現在の位置との間をマウスポインタが直線に移動したと仮定して、その距離を累計した。

図2は、対面型実験と分散型実験の指示操作のうち、対面型で指し示す操作、分散型で指し示す操作、分散型でつかむ操作に要した時間の分布を示したものである。なお、対面型でのつかむ操作については2回しか行われなかったため、分析対象から除外する。図2より、各種類すべてにおいて2~10秒の辺りが多く、各種類の分布はおおむね似かよっていることが分かる。

また、図3は、各指示中のマウスポインタの移動距離の分布を示したものである。これを見ると対面型で指し示す操作では、ほとんどポインタを動かさない場合(0~500ドット)が57%あることが分かる。また、分散型実験では、つかむ操作は対面型と同様に、ほとんど動かさない場合が61%を占めているのに対して、指し示す操作の場合はほとんどマウスポインタを動かさないことはまれで、1000~1500ドット移動した場合が分布のピークになっている。この範囲では、ほとんどがマウスポインタをカードなどのまわりで1~3回ほどくるくると指したり、左右に動かしたりしている。

我々は、以上のような結果になったのは、指示の意思が他の者に伝わる状況がそれぞれの場合で異なっていることが原因と考える。それは、指示を開始したのか、指示を完了したのか、それともまだ指示を続けているのかといったことが、他の被験者にうまく伝わるかどうかの違いである。

対面型実験の場合は、声によるコミュニケーションが自由に行え、指示操作のうち92.5%は指示と同時に発話を行った。この発話が指示の開始と終了を伝える役割をしており、マウスポインタを動かさなくても、円滑にKJエディタによる指示操作が行えたと考える。

これに対して分散型実験の場合、声は伝わらず、チャットもKJエディタと同時に使用できないため、KJエディタで表現できることだけで相手に意思を伝えなければならない。このため、指し示す場合には、マウスポインタを動かさないでいると指示が終わったのか、まだ続けているのが、相手に伝わりにくいため、マウスポインタの移動量が多くなったものと推測する。

これに対して、つかむ操作の場合、つかんでいる間はカードが反転表示されるため、指示の意思を明確に相手に伝えることができたのであろう。また、マウスボタンを押しながらマウスを動かす操作は、ボタンを押さずに動かすよりも、やや操作がしづらいことも、移動量が少なくなった原因の一つであると考える。

以上のように、一見KJエディタだけでなされているように見える図解の指示操作は、発話やツール上の表示のしかたなどの要因に影響されていることが分

かる。

4.7 考察

今回の実験では、図解上の指示操作が多く見られ、特に、カードをつかむなどの予想していなかった指示方法が見られた。このことから、同期型のCSCWツールでは「参加者は協調作業を行う仮想的空間の特定の位置に対して指示ができ、それが他の参加者にははっきりと伝わるようにすべきだ」と言えると考えられる。実験では、主たるコミュニケーション手段が音声であれ文字であれ、図解に対する指示操作が大きな役割を果たした。一部の同期型CSCWツールでは、指示を他の参加者に伝える機能が不十分であるものがあるが、そのことは協調作業の効率を大きく落とすものであると考える。

文献5)でも述べたように、実験中の議論の中で、すべてのユーザのマウスカーソルを表示すべきだという意見があったが、それを実現する際にも、指示を行おうとしているユーザのカーソルだけを表示するなどの、他の参加者に明確に伝わるような設計上の配慮をすべきであると考えられる。

分散型実験で頻繁に見られたカードをつかむという表現は、カード上にマウスポインタを移動し、マウスボタンを押し続けることで行える。カードの移動操作はユーザが動かすマウスポインタと一緒にカードがそのまま移動するような実現がなされており、実際のカードをつかんで動かす操作に似た感覚で操作を行うことができる。

これに対して、ドローイングツールなどのグラフィックスを扱うアプリケーションでは、同様の際に、図形はそのまま残し輪郭のみを表示して動かすものが多い。これは応答速度をよくするためである。個人で使用する場合は、動かすカードの内容を把握しているであろうから、輪郭のみでも十分使用できると思われる。

しかし、グループで使用する場合、相手に意思を伝えるためには、輪郭のみの移動ではカードの内容を直接示すことができず、十分ではない。KJエディタでのカード移動を輪郭表示で実現していたならば、分散型実験で多く見られたカードをつかむことによる指示操作は効果的でなく、使用しなかったであろう。

KJエディタは、最初にパーソナルコンピュータ上で実現した時から、カードを動かす操作について応答速度面で満足のいく方式を考案し、カードの見た目がそのまま移動するような表示方式を一貫して採用している。この個人向けKJエディタの時点から追求した直接操作の特長が、協調作業においても生かされることが、今回の評価実験で分かった。特に、KJエディ

タ以外に文字でしかコミュニケーションできない分散型実験において、対面型よりも効率が悪かったにせよ実質的な作業が問題なく行えたことは、KJ エディタの潜在的な操作性の高さの現れであると考えられる。

また、今回の実験結果から、「音声によるやりとりが作業効率に大きく貢献する」ことが確認できた。もし、KJ エディタで分散環境で音声のやりとりが行えれば、余分なマウスポインタの動きや指示の強調をする必要がなく、より円滑に協調作業が行えたであろう。このため、我々は現在、KJ エディタを分散型で使用した場合に音声のやりとりが行えるような環境の開発を進めているところである。

加えて、ネットワークの帯域や計算機能力の問題などで音声のやりとりが難しい環境では、カード付近に文字による発言を表示するチャット機能を設ければ便利であろう。この機能は、ユーザが図解上にマウスポインタを置いて文字を入力すると、その場所にその文字が表示されるもので、マウスポインタをほとんど移動せずに発言ができ、図解と発言との関連を明確に伝えることが可能となる。

5. ま と め

複数のユーザが協調してカード操作を行える、ネットワーク版 KJ エディタの評価実験について考察した。

同期対面型と同期分散型の二つの実験において両者に違いが確認された。音声によるやりとりが同時に行える対面型実験では、分散型の 2.77 倍の回数の指示操作が行われた。分散型ではチャットによる文字のやりとりが行えるが、KJ エディタと同時に使用できず、KJ エディタ単独で意思伝達しなければならず、指示を強調する操作が顕著に観察された。特に、分散型では、指示操作で、指示を終えたのか、まだ続けるのかを他の被験者に伝えるために、ポインタを移動したり、カードをつかんで指示する操作が頻発した。

以上の結果から、分散環境での音声チャンネルの確保が必要であることが分かった。また、個人向け KJ エディタで応答速度や直接操作の追求を行ったことが、協調作業においても有用であった。そして、指示操作が頻繁に見られたことから、同期型の CSCW ツールでは、参加者は作業空間への指示ができ、それが他の参加者にはっきりと伝わるようにすべきだと考えた。

今後は、さまざまな協調作業に関する実験を行いながら、分散型での音声通話機能を備えるなどのネットワーク版 KJ エディタの評価、拡張を続ける予定である。

謝辞 本研究の一部は、国際コミュニケーション基

金と、情報処理振興事業協会 (IPA) の「独創的情報技術育成事業」、および内藤科学技術振興財団の研究援助を受けた。関係各位に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 國藤 進, 上田晴康, 須永知之, 井深克憲, 岩内雅直: グループ知識獲得支援システム GRAPE における初期知識ベース獲得機能, 人工知能学会研究会資料 SIG-HICG-8903-5, pp.41-50 (1989).
- 2) 宗森 純, 堀切一郎, 長澤庸二: 発想支援システム郡元の分散協調型 KJ 法実験への適用と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.1, pp.143-153 (1994).
- 3) Stefik, M., Foster, G., Bobrow, D., Kahn, L. and Lanning, S.: Beyond the Chalkboard, *Comm. ACM*, Vol.30, No.1, pp.32-47 (1987).
- 4) 三末和男, 杉山公道: 図的発想支援システム D-ABDUCTOR の開発について, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.9, pp.1739-1749 (1994).
- 5) 河合和久, 塩見彰陸, 竹田尚彦, 大岩 元: 協調作業支援機能を持ったカード操作ツール KJ エディタの評価実験, 人工知能学会誌, Vol.8, No.5, pp.47-56 (1992).
- 6) Davis, N.: Problem #4, *The 4th Int. Workshop on Software Specification and Design*, p.x, IEEE-CS Press (1987).
- 7) Tatar, D.G., Foster, G. and Bobrow, D.G.: Design for Conversation: Lessons from Cognoter, *Intl. J. Man-Machine Studies*, Vol.34, No.2, pp.185-209 (1991).
- 8) Chapanis, A., Ochsman, R.B., Parrish, R.N. and Weeks, G.D.: Studies in Interactive Communication: I. The Effects of Four Communication Modes on the Behavior of Teams during Cooperative Problem-solving, *Human Factors*, Vol.14, pp.487-509 (1972).
- 9) Ochsman, R.B. and Chapanis, A.: The Effects of 10 Communication Modes on the Behavior of Teams during Co-operative Problem-solving, *Intl. J. Man-Machine Studies*, Vol.6, pp.579-619 (1974).
- 10) Oviatt, S.L. and Cohen, P.R.: The Effects of Interaction on Spoken Discourse, *Proc. 27th Annual Meeting of the Association of Computational Linguistics*, pp.126-134 (1989).

(平成 7 年 4 月 11 日受付)

(平成 7 年 9 月 6 日採録)



大見 嘉弘 (学生会員)

1968年生。1989年高松工業高等専門学校電気工学科卒業。1991年豊橋技術科学大学情報工学課程卒業。1993年同大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了。工学修士。

現在、同大学院工学研究科博士後期課程に在学中。日本語入力、創造的活動における計算機支援、HCIの研究に従事。



竹田 尚彦 (正会員)

1958年生。1982年名城大学理学部電気工学科卒業。同年、株式会社金陵入社、メカトロニクス関連ソフトウェア開発に従事。1990年豊橋技術科学大学同博士後期課程単位取得退学。博士(工学)。

1990年同大学情報処理センター助手。現在、愛知教育大学総合科学課程情報科学選修助教授。ソフトウェア工学に関する研究に従事し、要求工学、ネットワークを用いた知的作業環境の構築、発想支援などについて興味を持つ。



河合 和久 (正会員)

1981年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業。1986年同大学院博士課程修了。工学博士。同年豊橋技術科学大学情報工学系助手。1991年より同知識情報工学系。現在、助教授。

創造的活動における計算機支援、HCIなどの研究に従事。電子情報通信学会、日本ソフトウェア科学会、AAAIなどの会員。



大岩 元 (正会員)

1942年生。1965年東京大学理学部物理学科卒業。1971年同大学院博士課程修了。理学博士。同年東京大学理学部助手。1978年豊橋技術科学大学情報工学系講師。1980年同助教授。1985年同教授。1992年慶應義塾大学環境情報学部教授。

1974年～1976年英国ケンブリッジ大学キャンベディッシュ研究所客員研究員(ブリティッシュ・カウンシル・スカラ)。1979年～1980年米国コーネル大学応用物理学科客員準教授。キーボード入力、情報教育、ソフトウェア工学などの研究に従事。