

テーブルトップインタフェースを用いた 直接操作による発想支援システムの提案

大橋 誠[†], 伊藤淳子^{††}, 宗森 純^{††}

和歌山大学

計算機を用いて行う KJ 法(計算機型 KJ 法)には様々な種類の支援システムが存在する。Lumisight-Table を使用して計算機型 KJ 法(Lumisight KJ 法)を行うシステムの開発・適用を行ったが、作業時間の削減やコミュニケーションの増加は見られたものの、作業領域が狭く、また長時間の作業には不向きであることや、操作性に関する課題が浮上した。これらの課題を解決するため、本研究では Lumisight-Table よりも作業領域が広く、指で直接操作可能なマルチユーザタッチスクリーンシステム”DiamondTouch-Table”を用いて計算機型 KJ 法支援システムを構築した。さらに、提案手法を実装したシステムを用いて実験し比較・評価を行った。

Proposal of an Idea Generation Support System Using Direct Manipulation on a Tabletop Interface

Makoto Ohashi[†], Junko Itou^{††}, Jun Munemori^{††}.

Wakayama University

There have been many computerized KJ method support system, which support KJ method on computers. We had developed and applied a computerized KJ method support system, which used the Lumisight-Table. The results of the experiment indicated that the system reduced the working time and increased the numbers of remarks. But the size of working area of the system is somewhat narrow. The system seemed to be inefficient for the working of the long time and seemed to have some problem about operability. Therefore, we have developed an idea generation support system, which used direct manipulation on a tabletop interface (DiamondTouch-Table). We applied the system for experiments and evaluated it.

1. はじめに

近年、発想法の重要性が再認識され、あらゆる場面で広く活用されている。その中でも、アイデアを収束させて発想する手法で著名な KJ 法は[1]、日本で広く使われている手法であり、雑多なデータを元に仮説を立てる作業や、多様な側面を検討して全体像を組み立てる作業に有効とされている。これまでに、テーブルトップインタフェースの 1 種であり、同一のディスプレイ平面を共有しながら、正立像も表示でき、位置をそのまま見る方向により異なる画

像を提示可能な Lumisight-Table を使用した計算機型 KJ 法(以下、Lumisight KJ 法と記述する)を開発し、実験・評価を行ってきた[2]。実験の結果、Lumisight KJ 法は従来の計算機型 KJ 法よりも作業時間が短縮され、コミュニケーションの活発化が見られた。しかし、対面でコミュニケーションを取るが、指での直接指示は可能だが指でラベルを動かすなどの操作が不可能であり、また Lumisight-Table は非常に画面が眩しいため、長時間の作業が困難であることや作業領域が狭いなど様々な問題点が浮き上がった。

そこで本研究では、従来のマウスによる操作では

なく、指で直接操作可能なマルチユーザタッチスクリーンシステム”DiamondTouch-Table” [2]を用いて計算機型 KJ 法支援システムを構築し、上記の課題の改善を行った。

2. KJ 法と計算機型 KJ 法

KJ 法とは、データをまとめる際に考案された発想法である。KJ 法は、日本でブレインストーミングと並んで広く活用されており、多くの断片的なデータを統合し、創造的なアイデアを生み出す場合や問題解決の糸口を探り出す場合に使用される、アイデア発散収束型の手法である。KJ 法は、主に「ラベル作成」「グループ編成(島作成)」「図解化」「文章化」の4ステップからなる。

(1) ラベル作成

参加者があるテーマに沿って、アイデアや元からあるデータを各々ラベルに記入する。

この際に、複数人で作業する場合は、他人のアイデアや意見を批判してはならない。

(2) グループ編成(島作成)

参加者は作成したラベル群を吟味し直感的な類似性を基にグループ分けをし、それぞれのグループに、グループ内に存在する各ラベルの内容を要約した表題をつける。この表題を以下では“島名”、グループを“島”と記述する。

(3) 図解化

ラベル・グループ間の相互関係を考慮しながら空間的に配置を行う。それぞれの関係が理解できるよう、グループ間を線または輪でくくり、関連づけを行う。

(4) 文章化

図解化の結果をふまえ、抽出されたアイデアを収束して内容の文章化を行う。

以上が KJ 法の主な作業の流れである。文章化を行った後に発見された疑問、アイデアなどを抽出し、ラベルを作成して再度 KJ 法を行うこともある。KJ 法は、紙面上で行う KJ 法と計算機を使用する計算機型 KJ 法の2つに大別される。紙面上で行う KJ 法の特徴として、協調作業時の対面コミュニケーションが可能である、必要最低限のラベル用のカードと紙を用意することで KJ 法を行うことが可能である、という点が挙げられる。しかし、作業結果の保存が簡単でないことや、ラベルの正面以外の文字を読み

取ることが容易でないという問題点がある。

計算機型 KJ 法は計算機を1台または複数台使用して行う手法である。計算機上での作業のため保存が容易でログも簡単に取ることが可能である、という利点がある。計算機型 KJ 法の既存のシステムとして郡元[4]、GUNGEN DX II [5]が挙げられる。郡元は分散協調型 KJ 法支援システムと、データベースとして用いる知的生産支援システムから構成されている。分散協調型 KJ 法の実行時に行われた発言、雑談、ラベル・島の移動等のユーザの操作ログを保存することが可能で、このログによって実験を再現することが可能である。GUNGEN DX II は郡元をもとに改良された分散協調型 KJ 法支援システムであり、テキストデータと PDA に入力された手書き文字データをラベルとして利用することができる。従来のシステムから作業領域の拡大を行うことで、数百枚のラベルを扱うことが可能である。共有ウィンドウには全体の一部が表示され、全体のシステム画面はスクロールウィンドウに縮小表示される。

これらのシステムは正立した液晶ディスプレイ等を使用して作業を行うため、物理的に指などで画面上のオブジェクトを指示することが不可能である。そのためチャットやマウスポインタなどを共有してラベル、島の移動や作成等の指示を行わなければならない。指示や操作に手間がかかるため、正確に伝達するのが困難という問題が生じる。

3. テーブルトップインタフェース

従来の CRT や液晶パネルではなく、テーブル状の入出力インタフェースをテーブルトップインタフェースと呼ぶ[6]。代表的なものとして、Lumisight-Table [7]、DiamondTouch-Table [3]などが挙げられる。

Lumisight-Table は同一画面を共有しながら、ユーザの見る方向によって異なる画像を提示することで視認の平等性の保持を可能にしている。画面の大きさは 55cm × 55cm である。非常に画面が眩しいため長時間の作業には不向きであるという問題点がある。

DiamondTouch-Table は、複数のユーザによる協調作業支援を行う卓上ディスプレイ付きマルチユーザタッチスクリーンシステムである。画面の大きさは 68cm × 87cm である。DiamondTouch-Table は、プロジェクタの映像をタッチスクリーンに投影することで画面を表示させている。テーブルのスクリーン上

に複数の微小なアンテナが埋め込まれており、ユーザは、アンテナと専用の装置に同時に触れることでユーザの身体に微弱な電流が流れ、ユーザ毎の接触情報を独立に検知することが可能となっている。そのため、専用のタッチペンなどを使用する必要がなく、タッチスクリーンに物体を置いても検知されることがない。また、グループ発想支援システムにも用いられている[8]。

本研究では、Lumisight-Table を使用して行った計算機型 KJ 法の問題点を解消するため、紙面上で行う KJ 法に近い感覚で指による直接操作が可能で、作業領域の大きい DiamondTouch-Table を用いてシステムを構築した。

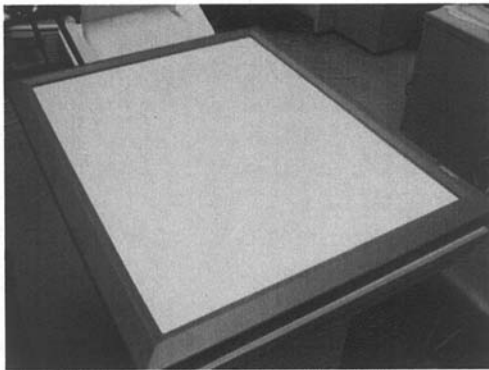


図1 DiamondTouch-Table 外観図

4. GUNGEN-TOUCH

3章で述べた DiamondTouch-Table(図1)を用いて、計算機型 KJ 法を支援するシステムを構築する。DiamondTouch-Table を用いることで、2章で述べた計算機型 KJ 法では物理的に不可能であった指で対象を指し示すことによる対面コミュニケーションが可能となる。SquareSystem[2] を DiamondTouch-Table 用に改良したものが GUNGEN-TOUCH である。

本システムは、以下のハードウェアおよびソフトウェアによって開発および適用を行った。

●ハードウェア

Microsoft Windows XP Professional version
2002 Service Pack 2
IBM Corporation Intel Pentium 4 CPU
3.4GHz

DiamondTouch-Table(65cm×87cm)
EPSON LCD PROJECTOR MODEL:EMP-1715

●ソフトウェア

Sun Microsystems 社の JDK1.5.0_06 を使用、開発環境は Apache Software Foundation の Eclipse SDK version 3.1.1, MERL の DiamondTouchSDK2.1 である

本システムのプログラムの行数は約2500行となっている。次に、本システムの使用時の主な流れを記述する。

(1)初期画面

図2はシステムを実行すると最初に現れる画面である。画面左側には、ツールウィンドウの中に5種類のボタンが表示される。ラベル生成ボタン、島生成ボタンを押すとラベル、島が生成される。ラベル・島削除ボタン、ラベル・島サイズ変更ボタンは、ON の状態でラベルまたは島をクリックするとそれぞれの操作が実行される。ラベル表示 ON/OFF ボタンは、OFF 状態にするとラベルの表示が消え、島だけの表示となる。

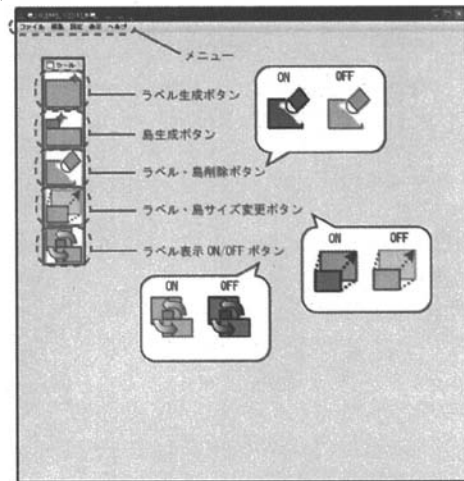


図2 システム初期画面

(2)計算機型 KJ 法の開始

ラベル、島の生成を行い、各ユーザから出されたアイデアをオブジェクトに記入していく。生成されたオブジェクトをタッチすることで文字入力、色設定ができるようになっている。本システムでは操作権は設定しておらず、

操作は原則的に 1 人が行う。また「表示」→「チャット」を選択することで、遠隔地にいるユーザともコミュニケーションが行えるようチャットウィンドウを表示させることが可能である。図 3 はシステムの実行画面である。

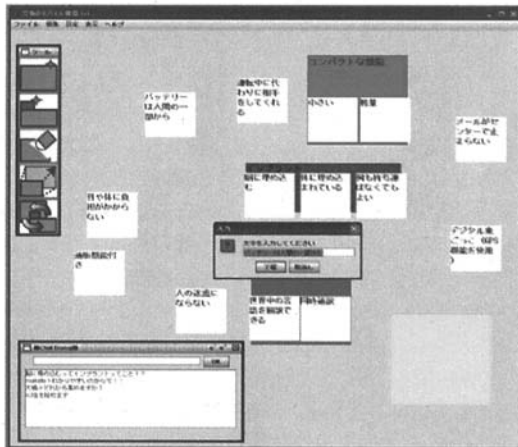


図3 システム実行画面

被験者が行った。

DT KJ 法の実験は、DiamondTouch-Table 上で GUNGEN-TOUCH を用いて、図 4 のように被験者 4 人を DiamondTouch-Table を 4 方向から囲むように配置し作業を行った。作業中のコミュニケーションは口頭での会話である。実験場所は和歌山大学システム工学部 A 棟 801 号室である。

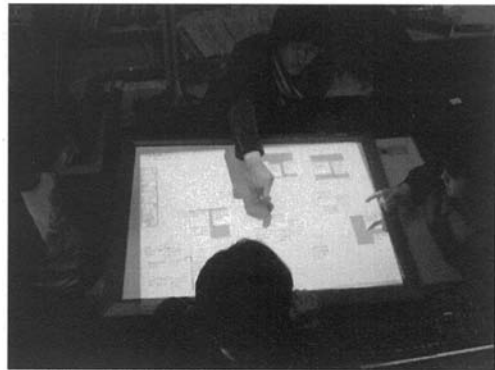


図4 DT KJ 法の実験の様子

(3) 複数の計算機で計算機型 KJ 法を行う

メニューバーにある「設定」→「プロパティ」を選択し、名前、議題名、サーバの IP アドレス、各クライアント毎にマシン番号を設定する。この設定の下で、各クライアントとサーバ間でデータのやり取りを行うこともできる。

5. 実験

実験は 4 章で提案した GUNGEN-TOUCH を使用して行った。被験者を 4 名 1 組のグループとして、DiamondTouch-Table を使用した計算機型 KJ 法(以下、DT KJ 法と記述する)をそれぞれ 1 度ずつ行い、その結果を検証した。被験者 20 人を対象に 4 人 1 組で計 5 組のグループ A から E に分かれて作業してもらった。被験者は和歌山大学システム工学部 17 名、教育学部 2 名、経済学部 1 名の学生である。テーマは「究極の携帯電話」を用意した。実験では特に時間制限を設けず、Lumisight-Table 上で行った計算機型 KJ 法と比較ため、Lumisight KJ 法の実験時と同じ条件である「あらかじめラベルを 30 個表示させた状態で、ラベルを集めて島を作成し、島名を付ける作業」を行ってもらった。操作は原則的に 1 人の

表 1 DT KJ 法の作業時間

	DT KJ 法
グループ A	33 分
グループ B	22 分
グループ C	25 分
グループ D	25 分
グループ E	28 分
平均(標準偏差)	26.6 分(4.2)

表 2 アンケートの結果

Q1. システムは容易に扱えたか?	3.2(1.0)
Q2. 画面は見やすかったか?	3.7(1.1)
Q3. コミュニケーションは容易だったか?	4.4(0.7)
Q4. 操作者に自分の意図した作業を正確に伝えることができたか?	4.2(0.8)
Q5. 指での操作性は良かったか?	3.3(1.1)
Q6. 逆方向からの文字の読み取りは容易であったか?	2.6(0.6)

*() は標準偏差

表3 DT KJ法における指での画面指示回数

	指での指示回数
グループA	49回
グループB	50回
グループC	25回
グループD	50回
グループE	44回
平均(標準偏差)	43.6回(10.7)

表3 DT KJ法における発言回数

	発言回数
グループA	226回
グループB	216回
グループC	171回
グループD	219回
グループE	242回
平均(標準偏差)	214.8回(26.5)

記述式アンケートの結果

良い例

- ・ 楽しく作業ができた
- ・ 指で簡単に操作できるので良い
- ・ 横からの文字の読み取りは苦にならなかった
- ・ Lumisight-Tableより作業しやすかった
- ・ 使いやすかった

悪い例

- ・ 文字が見えにくい
- ・ キーボードの機能も画面に入れて欲しい
- ・ 反対方向からの文字の読み取りがしにくい
- ・ フォントサイズをもう少し大きくして欲しい
- ・ マウスポインタがちらつくのが気になった
- ・ 指でタッチしても読み取れないことがあった
- ・ 操作可能なユーザが1人と限られているため、1つのラベルに全員が集中してしまう
- ・ ラベルがすこし小さい

6. 実験結果の考察

今回得られたDT KJ法の実験データとLumisight KJ法およびSquareSystemを使用して行った計算機型KJ法の実験結果を比較した。

それぞれの作業時間については、DT KJ法が平均26.6分、Lumisight KJ法(指さし)が平均18.0分、

Lumisight KJ法(座標変換なし)が平均19.4分、計算機型KJ法が平均30.8分となっている。DT KJ法以外はまとめて実験を行っているため、操作や実験の慣れによる時間短縮が起きている可能性がある。

また各実験の平均口頭発言回数、平均チャット発言回数を比較すると、DT KJ法が平均214.8回、Lumisight KJ法(指さし)が平均150.0回、Lumisight KJ法(座標変換なし)が平均174.2回、計算機型KJ法の口頭発言回数とチャット発言回数を足したものが平均115.8回となっている。1分間の平均発言回数を計算したところDT KJ法が8.2回/1分間で約7.3秒に1回、Lumisight KJ法(指さし)が8.3/1分間で約7.2秒間に1回、Lumisight KJ法(座標変換なし)が9.0回/1分間で約6.7秒間に1回、計算機型KJ法が3.8回/1分間で約15.8秒に1回の割合で発言を行っていた。このことから、DT KJ法は単位時間あたりの発言回数はほぼLumisight KJ法と同程度だということがわかる。

DT KJ法とLumisight KJ法(指さし)の指示回数を比較すると、DT KJ法の平均指示回数が43.6回、Lumisight KJ法(指さし)の平均指示回数が50.4回となっている。

次に、実験時に行ったアンケートの比較を行う。Q1の「システムは容易に扱えたか？」ではDT KJ法が3.2、Lumisight KJ法(指さし)が3.8、Lumisight KJ法(座標変換なし)が3.4、計算機型KJ法が3.4とDT KJ法の評価が低い値となっているが、これはDiamondTouch-Tableが周辺に設置されている電気製品の影響を受け誤作動を起こしてしまうことが原因と考えられる。Q2の「画面は見やすかったか？」の質問は、DT KJ法が3.7、Lumisight KJ法(指さし)が2.4、Lumisight KJ法(座標変換なし)が2.6とLumisight-Tableの長時間作業が不可能となってしまう最大の原因である眩しさが軽減されたためDT KJ法の評価が高くなっている。Q3の「コミュニケーションは容易だったか？」やQ4の「操作者に自分の意図した作業を正確に伝えることができたか？」の問いでは、それぞれDT KJ法とLumisight KJ法(指さし)が4.4と4.2、Lumisight KJ法(座標変換なし)が3.7と3.8、計算機型KJ法が3.0と3.4となっており、DT KJ法とLumisight KJ法の特性である「対面での状態で直接言葉をやりとりする」というコミュニケーション方法が有効であったためと考えられる。また、Q5の「指での操作性は良かったか？」やQ6の「逆方向からの文字の読み取りは容易であった

か?」に関しては、DT KJ 法のみアンケートを実施しているものである。Q5 は 3.3 とあまり良い評価ではなく、タッチの認識が時々誤作動を起こしたりしてラベルの移動ができなかったことが原因と推察できる。Q6 に関しては画面の向きが反対に見える被験者のみに実施したものである。逆方向からの評価は 2.6 でそれ以外の方向の被験者の文字の読み取りやすさは 3.7 と 1 ポイント以上差があり、反対方向から文字を読み取ることは困難であり作業効率を悪くすると考えられる。

またアンケートの記述結果より、DT KJ 法の作業時に同時に操作可能にし、ラベルの文字が読めるような工夫をする必要があることがわかった。

以上から、画面の見易さに関しては改善が見られたが、作業時間に関してはあまり大きな変化が見られなかったということがわかった。しかし、DiamondTouch-Table の誤作動を減少させ、逆方向からの文字の読み取りの問題を克服することで、作業時間の短縮を図ることができる可能性があり、システムを改良し再実験を行う必要がある。

7. おわりに

本研究では Lumisight KJ 法の問題点を解消するため、DiamondTouch-Table を用いてシステムの開発を行った。その上で DT KJ 法と Lumisight KJ 法を本システムを用いて比較実験し、評価を行った。

その結果、DiamondTouch-Table を使用し、タッチスクリーンによる直接操作が可能な本手法では、Lumisight KJ 法の問題点となる作業時の疲労に関しては軽減が見られたが、作業時間に関しては改善が見られなかった。今後は、同時に操作を可能にすることや、ラベルをタッチすると自分の方向にラベルが回転するなどの機能を加えるなどして文字の読み取りやすさを改善し、作業時間の短縮を進めていきたい。

参考文献

- [1] 川喜田二郎:発想法,中公新書(2002).
- [2] 大橋 誠, 伊藤 淳子, 宗森 純, 松田 昌史, 松下 光範 :方向依存ディスプレイテーブルが発想支援システムに及ぼす影響マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2007)シンポジウム,pp150-154 (2007).

[3] Dietz, K. and Leigh, D.:DiamondTouch:A Multi-User Touch Technology,proc.UIST.2001,pp.219-226(2001).

[4] 宗森純,五郎丸秀樹,長澤庸二:発想支援グループウェアの実施に及ぼす分散環境の影響,情報処理学会論文誌,Vol.36,No.6,pp.1350-1358(1995).

[5] 重信智宏,吉野孝,宗森純:GUNGEN DX II :数百のラベルを対象としたグループ編成支援機能を持つ発想支援グループウェア,情報処理学会論文誌, Vol.46, No.1,pp.2-14(2005).

[6] 松下光範,土方嘉徳,杉原敏昭:テーブル型システムの現状,ヒューマンインタフェース学会誌,Vol.1,9, No.1,pp35-59(2007).

[7] 松下光範,白井良成,大黒毅,飯田誠,寛康明,苗村健:天地問題を解消した対面協調作業支援システム,情報処理学会論文誌,Vol.46,No.7, pp.1603-1617 (2005).

[8] 川島弘毅,杉山公造:マンダラ図形を用いたグループ発想支援システムの研究開発,The3rd Conference on the Support System for Knowledge Creation,pp.1-8(2006).