JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	デジタルペンを用いたグループKJ法支援システム
Author(s)	三浦，元喜；杉原，太郎；三村，修；國藤，進
Citation	第六回知識創造支援システムシンポジウム報告書：45-52
Issue Date	2009-03-30
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7973
Rights	本著作物の著作権は著者に帰属します。
Description	第六回知識創造支援システムシンポジウム，主催：日本創造学会，北陸先端科学技術大学院大学，共催：石川県産業創出支援機構文部科学省知的クラスター創成事業金沢地域「アウェアホームのためのアウェア技術の開発研究」，開催：平成21年2月26日～28日，報告書発行：平成21年3月30日

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

デジタルペンを用いたグループKJ法支援システム

Group KJ Method Support System Utilizing Digital Pens

三浦 元喜
Motoki Miura
北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
miuramo@jaist.ac.jp, http://css.jaist.ac.jp/~miuramo/

杉原 太郎
Taro Sugihara
北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
sugihara@jaist.ac.jp

三村 修
Osamu Mimura
みむら創造技法研究所
Mimura Creative Technology Institute
mimura-shu@k9.dion.ne.jp

國藤 進
Susumu Kunifuji
北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
kuni@jaist.ac.jp

Summary

Usually practitioner of KJ method utilizes paper labels and four-colored ball-point pens to externalize their thoughts and ideas during the process. The similar approach and method are taken in group KJ lessons. However the conventional way restricts effective capturing and sharing of outcomes due to the large paper size. Considering merits of the conventional paper-and-pen approach and the demand for quick sharing of outcomes after the session, we have designed and implemented a system to digitize the group KJ session not only the outcomes but also detailed creative work processes. We employ digital pens to capture position and orientation of labels as well as the contents written on the labels during the session. We confirmed the efficiency of our system from several KJ sessions.

1. は じ め に

アイディアや思いつきを複数の付箋紙や紙片に記録しておき，それらを机に並べたり壁に貼り付けたりしながら思考を整理する手法は，川喜田が提唱した KJ 法 [川喜田 70][*1]をはじめ一般的に行われている．こうした紙ラベルの空間配置に基づく思考作業は，

(1) 手作業による直感的な操作が可能である

(2) 2〜6 名程度の複数のメンバーが同時に参与できる

といった特長をもつため，少人数の創造会議において有効である．しかし紙ラベルは誰でも自然かつ手軽に操作できる半面，作業プロセスを詳細に記録しておくことが難しい．また最終的な紙ラベル空間配置の結果は模造紙などの台紙に貼り付けるなどして保存されるが，それを会議参加者に配布したり，後日参照したり再検討してもらうといった場合においては，再利用可能な状態で電子データ化されていたほうが便利かつ好都合である．

紙ラベルの空間配置に相当する作業を電子的に行うシステムの研究としては，カード操作ツール KJ エディタ [小山 92] や郡元 (GUNGEN)[Munemori 96, 重信 05, 由井薗 04]，D-ABDUCTOR[三末 94] などがある．またインスピレーションなどの市販パッケージソフトウェアも多数存在する．これらのシステムを最初から用いて紙ラベルの空間配置に相当する作業を行った場合には，上記で述べた配布時の問題は解消されると考えられる．しかしこれらのシステムでは基本的にマウスやキーボード，タブレット等の操作によって空間配置を行うため，上記 (1) (2) で述べた実物の紙ラベルの高い操作性が失われる．これまで紙と電子の両方の長所を享受するには，最初に紙による手作業で行った結果を後日担当者が電子化するといった作業が必要であるため，担当者の負担となっていた．

本稿では，実世界での手作業による直感的な紙ラベル空間配置を自然かつ簡単に電子化するためのデジタルペンを用いる方法を提案する．また我々は提案手法の有効性を確認するため，それを実現するシステム GKJ を開

*1 KJ 法は川喜田研究所の登録商標です．

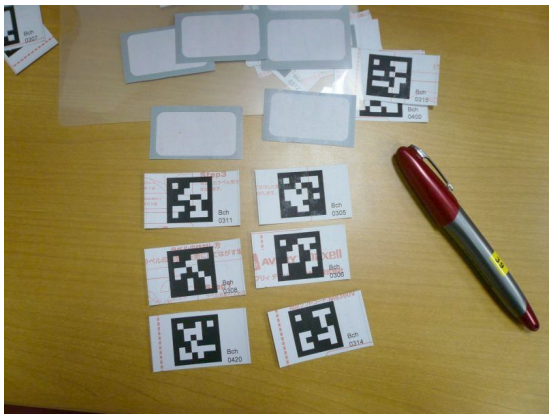

図 1　デジタルペンとラベル用紙

発した．GKJ システムを用いると，実世界における手作業の空間配置を，詳細な経緯を含め，再現性および再利用性の高い状態にて電子データ化できる．また作成した電子データから再度，紙作業用のラベルセットを簡単に生成することも可能である．ラベルの空間配置について，実世界と仮想世界双方をシームレスに行き来できる機能により，利用者は上記 (1) (2) の紙ベース作業の利点と，電子化による共有・再利用時の利点を同時に享受できることになり，空間配置に基づく思考作業の円滑化や会議の効率化が期待できる．

2. 提　案　手　法

提案手法では，アノト方式のデジタルペンと用紙 (**図 1**) を利用し，従来の紙ラベルへの筆記や，空間配置手作業の電子化を行う．アノト方式のデジタルペンは，ドットパターンが印刷された特殊な紙 (アノト用紙) 上で筆記した際の座標系列と筆記時刻を電子的に記録・送信することができる特殊なボールペンである．ペン先に赤外線カメラが内蔵されており，筆記中のドットパターンを高速に読み取る．これにより,「いつ」「どのペンで」「どのパターンの紙の」「どこの座標に」筆記が行われたかを正確に記録することができる．

一般的なアノト方式デジタルペンの使い方としては，帳票用紙に書かれた手書き筆記データを文字認識し，電子帳票化するといったものであり，筆記範囲は用紙内に限定されている．提案手法では，別々のパターンをもつ複数の用紙をまたぐ筆記を行ったときの特性を，紙ラベルの位置取得や，紙ラベルの階層化 (グループ化，グループ解除) に応用する．

2·1　紙ラベルの位置取得

アノト方式デジタルペンを利用した紙ラベルの位置取得についての具体的な方式について以下に述べる．

(1)　あらかじめ，模造紙サイズの作業台紙と，複数の紙ラベルをアノト用紙で準備しておく．作業台紙，紙ラベルのパターンには重複しないものを用いる．

(2)　紙ラベル内のみ，もしくは，作業台紙内のみに書かれたストローク筆記は，従来どおり「手書き文字」として，そのまま電子筆記データとして記録する．

(3)　「紙ラベルと作業台紙をまたいだストローク筆記」については，デジタルペン内部では紙ラベル上で行われた筆記と，作業台紙上で行われた筆記の 2 ストローク (または 3 ストローク) に分断されて処理される (**図 2**)．これらのストロークがほぼ同じ時刻に行われていた場合，紙ラベル上で最後に認識された座標と，作業台紙上で最初に認識された座標を用いれば「接続点」が求まるため，作業台紙上における紙ラベルの位置を特定することができる (**図 3**)．

(4)　接続点が 2 点ある場合は，位置に加えてラベルの傾きも特定できる (**図 4**)

(5)　複数の紙ラベルが重なっている場合についても，赤丸で示した点 (各ラベル毎に 2 点) の接続点が取得できれば，位置と傾き，および重なり状態を特定できる (**図 5**)．

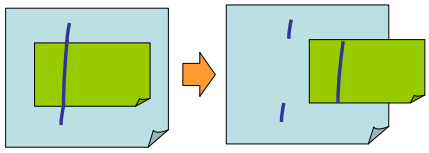

図 2　複数パターンの用紙をまたいた筆記は分断される

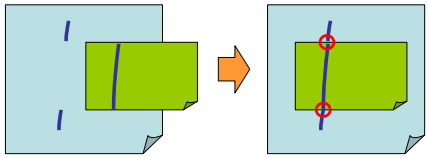

図 3　分断筆記が短時間で行われていた場合は右状態とみなす

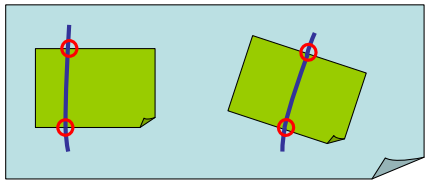

図 4　接続点 2 点による傾きの検出

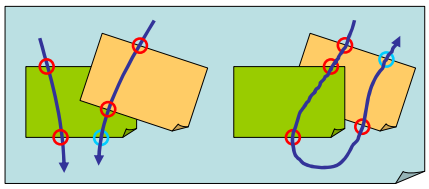

図 5　重なり状態の検出

こうした位置確定のためのストローク操作 (以降「スキャン操作」と呼ぶ) により紙ラベルや台紙にボールペン筆記が残ると作業の支障となるため，クリアファイル等

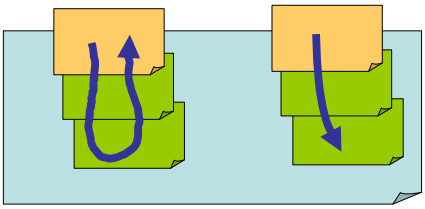

図 6　グループ化とグループ解除のジェスチャ

表 1　本提案手法における，デジタルペン筆記の処理方法

ラベルへの筆記	単一のラベル用紙に書かれた筆記は，そのままラベルへの筆記とみなす.
台紙への筆記	台紙用紙に書かれた筆記は，そのまま台紙への筆記とみなす.
ラベルと台紙をまたぐ筆記	台紙とラベルの位置関係の入力操作とみなす.
複数ラベルをまたぐ筆記	ラベルのグループ化/グループ解除操作とみなす.

の透明シートを被せ，その上からスキャン操作する．なおデジタルペンに内蔵のカメラは，クリアファイルが間にあっても紙パターンを正確に読み取ることができる．

2·2　紙ラベルの階層化

我々は上記の手段 (複数の用紙をまたぐ筆記に，別の意味を与えること) を応用し，さらに KJ 法のプロセスをデジタルペンのみで詳細に電子化できるようにするため，紙ラベルの階層化 (グループ化，グループ解除) の方法を考案した．

(1)　「紙ラベルのグループ化」は，KJ 法における下位ラベルを代表する「表札ラベル」から，含めたい下位ラベル上を経由して，再び表札ラベルに戻る操作に割り当てる (**図 6** 左)．本操作のメタファとしては，グループに対する “輪取り” 筆記の手の動きに基づいている．

(2)　「グループ解除」は，表札ラベルから，解除したい下位ラベル上を 1 ストロークで払い出すようにするジェスチャを用いる (**図 6** 右)．

上記で述べた，デジタルペン筆記を用いた紙ラベル位置および階層構造の編集方法を**表 1** にまとめる．

2·3　本方式のメリット

本方式のメリットを以下にまとめる．

(1)　デジタルペンとクリアファイルという比較的安価で扱いやすい道具を使って，紙ラベルの位置情報や構造化情報など，パソコンを利用して付与するのに匹敵する高度な編集情報をダイレクトに付与できるようになる．デジタルペンは 1 本 3 万円程度であり，クリアファイルは 1 枚 100 円程度である．

(2)　提案手法における「スキャン」や「ジェスチャ」操作は (パソコンにおけるマウス操作に比べて) 直感的である．筆記や手による配置作業との親和性も高く，思考を妨げにくい．

(3)　参加者が個別にペンを持っていれば，筆記操作やスキャン操作を分担しながら行うこともできる．

(4)　電子化されたデータは，個々の紙ラベルを独立して扱っているため，移動や再編集といった操作が容易である．(デジタルカメラやデジタルビデオカメラで静止画像または動画像として作業を撮影した場合は，記録という点では残るが，再利用性に欠ける．)

(5)　デジタルペンは無線で筆記情報を送信するため，複数人での同時多発的作業に適している．

(6)　Designer’s Outpost システム (5 章にて後述) の方式では，複数人が同時に付箋紙を動かした場合に，対応がとれないという問題がある．しかし提案手法では複数人が同時に紙ラベルを移動し，スキャンしても問題は発生しない．また，システムの構造的にも提案手法のほうが軽量かつシンプルであり，持ち運び性に優れているため，さまざまな場面にて運用可能である．

3.　対象とする作業

本研究が対象とする作業は，KJ 法における「点メモ花火図解」と「KJ 法図解」の 2 種類のラベル図解作成タスク，およびラベル集めタスクである．詳細な手順については川喜田の著作や三村の論文 [三村 05] に記されているが，ここでは 2 つの図解作成作業の概要について述べる．

3·1　点メモ花火図解

点メモ花火図 (**図 7**) は，KJ 法のラベル集めの前段階として，ラベル同士の「類似性」と全体の距離感をあらかじめ把握するために用いられる．紙ラベルで作成する場合，中央の「問題意識」あるいは「テーマ」から，放射状にラベルを配置していく．このとき，類似度が高いラベルは同じ放射線上に配置されるか，近くに配置される．またそれらは「関係線」で結ばれる．図解作成作業中は，一時的な関係線の表現として，クリップが用いられることがある．

3·2　ラ ベ ル 集 め

図 8 に，ラベル集め作業を示す．KJ 法では，各ラベルについて「相対的により近い」ものを集め，表札ラベルに含めていく (階層化する) ことによって抽象度を高めていく作業を行う．ここで，ラベル集め作業は個人の解釈によって多少ばらつきが生じる部分であるため，記録に基づき他人の作業過程と比較することにより対象への理解や，参加者間の相互理解を深める効果が期待できる．

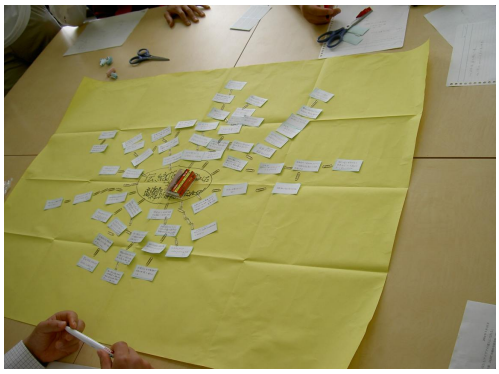

図 7　点メモ花火図解

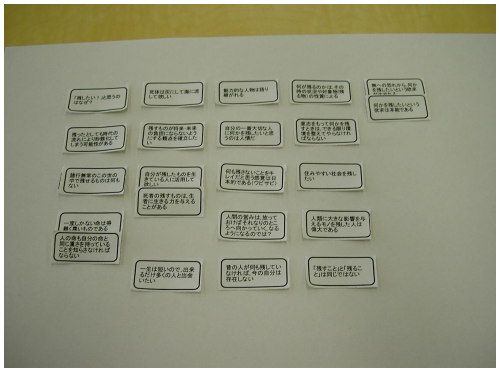

図 8　ラベル集め

3·3　KJ 法 図 解 化

「ラベル集め」終了後，それぞれの「表札ラベル」に含まれる下位ラベルを展開し，階層的な構造の図解を作成する (**図 9**)．この際，階層数や下位ラベルの枚数が多いと,「島」が予想以上に大きくなるため，互いが重ならず，かつ関係性を考慮した最適な空間配置を考えるのは難しい.「ラベル集め」で電子化した情報を用いて，自動的に「島」を仮展開することによって,「島」の大きさをあらかじめイメージし，配置を行うことができる．

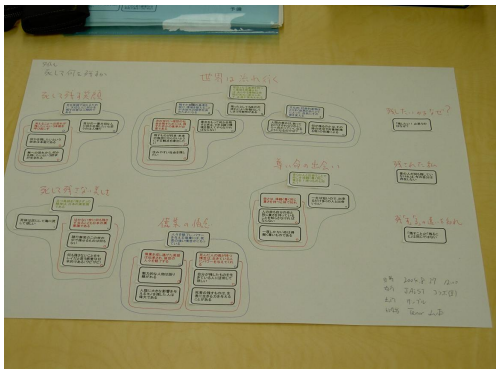

図 9　KJ 法図解化

4.　GKJ システム

デジタルペンを用いたグループ KJ 法支援システム (GKJ) は，上記で述べた方法により，デジタルペンを用いて紙ラベルによる手作業を自然に電子化する機能を備えており，主にグループ KJ 法作業後に作業プロセスをふりかえったり，成果物を電子的に配布・共有しやすいようにすることを目的として構築している．しかし同時に，デジタルペンによる入力以外にも，マウスやキーボードを用いたラベル操作も可能としている．その理由は，デジタルペンを用いたセッション後に，成果物を継続的に追加編集できることが必要不可欠であり，そのためのインタフェースを整備する必要があったからである．なお基本的に GKJ ソフトウェアはペンによる筆記，スキャンおよびジェスチャ操作による入力と，マウスによるラベル操作による入力を常時受け付け，随時表示画面に反映していく仕組みとなっている．

GKJ システムは Java 言語を用いて，Java Web Start で提供している*2．**図 10** に起動時のシステム画面を示す．**図 10** では，5 名のセッション参加者を想定し，5 つの台紙 (灰色の部分)，その上のラベル用紙 (黄色の部分) を仮想的に表示している．大きい数字 (01–05) は台紙番号 (= ペン番号，参加者番号) を示し，その右下の小さい数字 (01) は，筆記転送先ペン番号を示している．筆記転送先ペン番号は，ペン/台紙毎に自由に設定できる．**図 10** の例では，01–05 のペン筆記はすべて図解 01 に転送し，集約する設定となっている．これは 5 名が 1 つの台紙を囲みながら，共同で作業する際の設定である．学習を目的としたグループ KJ 法セッションでは，途中までグループで作業しながら概略をつかみ，その後個人作業に移行するといった運営がなされることがある．こうした場合は，上記の転送設定でグループ作業を行ったあと，黄色部分の筆記から紙ラベルのセットを印刷して 5 人分複製し，個人作業にスムーズに移行するといったことが可能である．個人作業では，各参加者がそれぞれのペースで作業が行える．グループ KJ 法の指導者は，**図 10** における各台紙を拡大表示しながら，作業の進捗度合や，過去にさかのぼって作業プロセスを確認することができる．

4·1　デジタルペンを用いる場合の典型的な作業例

デジタルペンを用いる場合の典型的な作業例について述べる．

(1) 紙ラベルセットを配布し，各参加者に自由に記入してもらう．黄色のラベル用紙部には，ラベル用紙に記入した筆記がそのまま表示される．

(2) 記入した紙ラベルを用いて，点メモ花火図解を作成する．指導者の進行指示に従い，各参加者は自分が記入したラベルを台紙上に置き，スキャン操作を

*2　GKJ システムを起動するには，Java6 が導入された計算機で，`http://css.jaist.ac.jp/~miuramo/test/java/jws/GKJ.jnlp` をブラウザで開く．Java Web Start の機能により，ネットワークに接続していれば，GKJ システムは自動的に最新版にアップデートされる．詳細や使用方法は `http://css.jaist.ac.jp/~miuramo/cgi-bin/fswiki/wiki.cgi/gkjman` を参照．

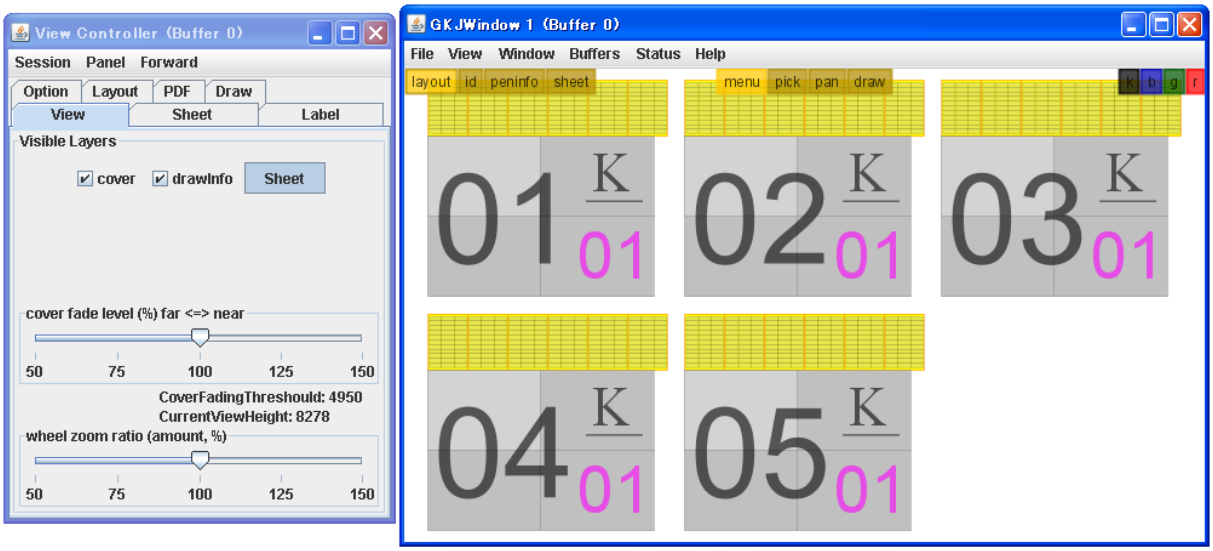

図 10　起動時の画面

行う．必要に応じて，新しいラベルを追加で作成したり，既存のラベルに説明を追記したりすることもできる．

(3) 点メモ花火図ができあがったら，多段ピックアップにより代表ラベルを選出する．

(4) 代表ラベルを用いて KJ 法のラベル集め (第一段階) を行う．まず縦横に配置した初期状態でスキャンを行っておく．内容が「近い」ラベルを寄せる操作を行うたびに，可能であればスキャンを行う．

(5) 「近い」ラベルに表札をつける．新しい表札ラベルを用意し「近い」ラベルと並べ，輪取りジェスチャ操作によりグループ化する．グループ化した紙ラベルについては従来と同様にクリップや輪ゴムで束ねていく．

(6) 第一段階のラベル集めが終わったら，同様に第二段階のラベル集めを行う．これを繰り返していく．システム画面では，**図 11** のようにラベルがスタックされた状態となる．

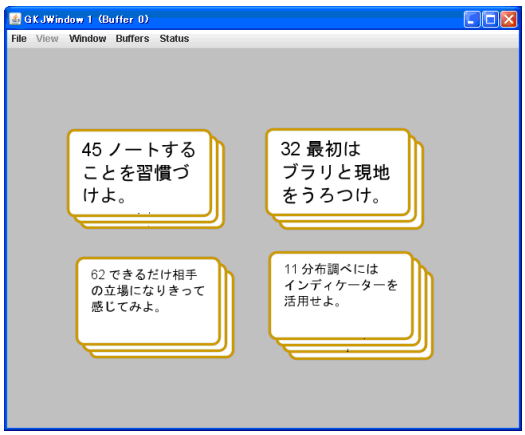

図 11　ラベル集めの結果，スタックされたラベル

(7) ラベル集めが終了したら，ラベルの展開と空間配置に移行するが，デジタルペンを使用したスキャンやジェスチャはひとまず終了となる．従来の紙環境でラベル展開を行う際は，紙ラベルの階層に 4 色ボールペンでマーキングしておき，階層構造を見失わないように注意深くクリップを外していく．また展開サイズを予測しながら複数の紙を同時平行移動しながら微調整を行っていた．GKJ システムではこの仮配置作業を劇的に簡易化することができる．**図 11** のスタックラベル上で [w] キーを押すと，ラベルの階層がすべて展開され，表札ラベルをドラッグするだけで台紙上に仮配置を行うことができる．これにより，どの位置にどの程度のスペースが必要かをあらかじめ予測しやすくなり，実際の紙配置を行う前に目安をつけることができる．

電子化されたラベルはデジタルペンの手書き情報に加えて，テキスト情報を持つことができ，またその表示方式を選択できる．現在は手書き情報を見ながらテキストを入力する必要があるが，将来的には手書き文字認識による半自動化したテキスト変換も可能である．**図 12** に，テキストにより清書した図解作成例を示す．**図 12** における手書き風輪取り表示は，グループ内ラベル頂点の convex hull を計算し，その構成点をベジエ曲線により繋ぐことで実現している．計算量はそれほど多くないため，ユーザのラベルの移動操作に沿ってリアルタイムに形状変更できる．輪取り上に沿って表示するラベル外テキストは，ラベル上で [^] キーを押すことで簡単に生成できる．またラベル外テキストのサイズはマウスドラッグにより自由に変えることができる．

なお**図 12** ではアウトラインテキストからラベル情報を読み込んでいる．GKJ システムは，保持しているラベルの階層構造とラベルテキスト情報から，アウトラインテキストを自動生成する機能も備えている．また**図 12** で作成した図解は，PDF ファイルとして出力することも可能である (システム内部では PDF 作成ライブラリ iText を用いている)．

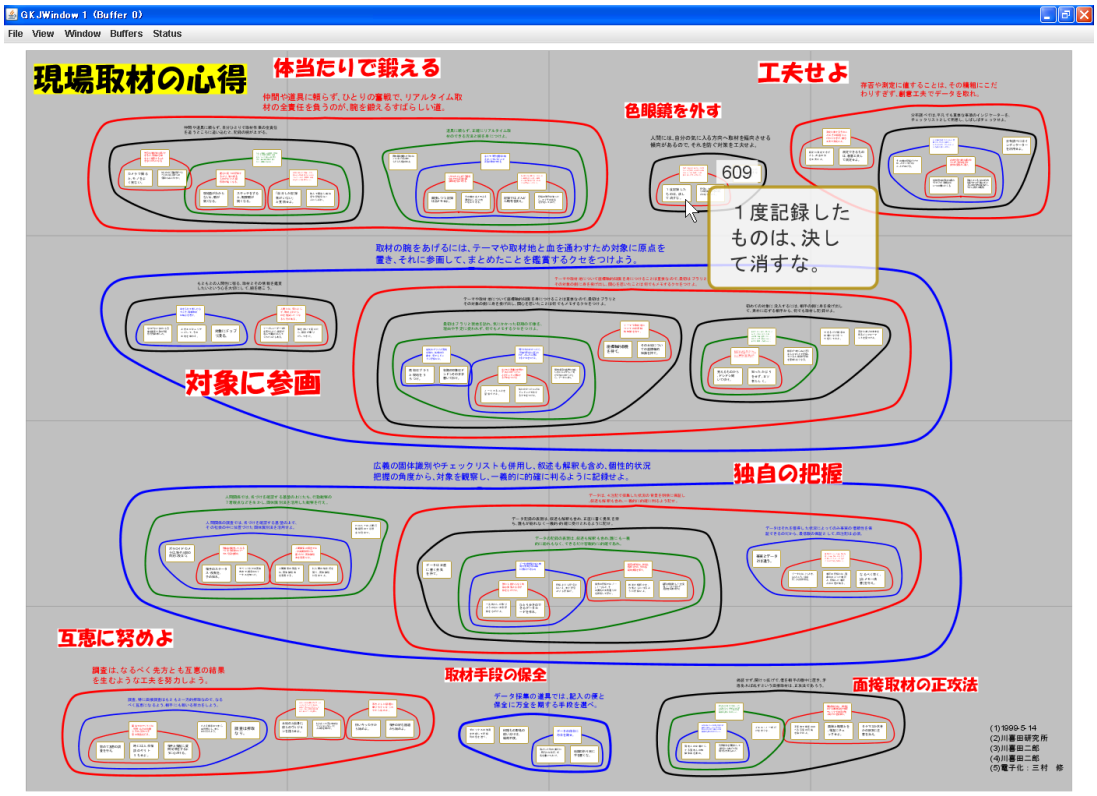

図 12 GKJ システムで作成した図解 (アウトラインテキスト読み込み機能を用いた後，手動で配置や文字サイズ調整を行った．アウトラインテキストは文字色および輪取り色を決定するための階層レベル情報を含んでいる．本図解の配置・調整にかかった時間は習熟者でおよそ 30 分であった．)

4·2 マウスとキーボードを用いる場合の操作方法

グループ KJ 法には向かないが，マウスとキーボードを用いる場合の操作方法について述べる．

(1) (ラベルの新規作成) マウス長押しで円形メニューを表示し「新規ラベル作成」を選択する．その後，キーボードからラベルテキストを入力する．

(2) (ラベルの移動) ラベルはマウス左ボタンでドラッグし，移動できる．

(3) (階層構造) ラベルを移動中に，他のラベル上に重ねた状態で [Shift] キーを押すと，そのラベルの子ラベルになる．

(4) 輪取りモードの変更は [w] キーで行う．それ以外では 4·1 節の (7) で述べた操作が可能である．

4·3 時系列再生によるふりかえりと再編集機能

各スキャンやグループ化によって記録されたラベル操作情報は，時間とともに保存している．それを再生することにより，過去の任意の時点の状態にさかのぼったり，過去の時点から再度編集を開始するといった作業が簡単に行える．

ただし紙ラベルを用いて再編集を行う場合は，印刷により紙ラベルセットを準備し，台紙上に配置する必要があるため現実的ではない．我々は，現実世界で行ったほうが直感的で効果的な操作と，マウスやキーボードを用いて電子的に行えたほうが効率良い操作があり，それらを随時選択し，切り替えながら作業が行える点が本 GKJ システムの最大の特長であると考えている．

5. 関 連 研 究

5·1 実世界の付箋紙ベースの発想環境

Klemmer らはリアプロジェクション型壁面ディスプレイに貼りつけた付箋紙の筆記内容と位置をカメラによって取得する Designer's Outpost を構築している [Klemmer 01]．Outpost システムでは，筆記内容を取得するために作業面を高精細に記録する匡体外部のカメラと，付箋紙の移動を追跡するための匡体内部のカメラを用いている．

著者らも Outpost システムに類似したシステムとして，紙ラベルの位置を匡体内部のカメラで取得するテーブル型システム AwareTable[Miura 08, 三浦 07] を構築している (**図 13**)．Outpost システムのオクルージョンの問題や，匡体外部カメラの設置がしづらい問題を考慮し，テーブル天板に透過調光ガラスを用いて紙ラベルの ID を読み取る仕組みにより，匡体内部にプロジェクタとカメラを配置できるようになり，可搬性が高まった．しかし，Outpost システム，AwareTable ともにシステムの匡体が比較的大きいため，常に会議室に据置きしておき利用することはできても，別の会議室に気軽に持ち運んで利用するといった手軽な運用はしづらかった．本稿で述べた方式はデジタルペンと専用紙およびデジタルペン受信機とパソコンがあれば，よいため移動しやすく，出張先などでも利用することができる．

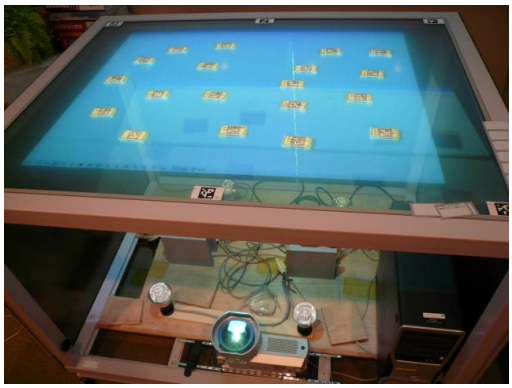

図 13　AwareTable：匡体内部のカメラでラベルを特定し，ラベルの内容はデジタルペンで取得している．

5·2　デジタルペンを使用した環境

古川らはデジタルペンを用いて，実験結果をまとめる研究ノートの電子化 [古川 07] をおこなっている．本稿におけるデジタルペンを用いたラベル位置決めの手法は，古川らの手法に類似しているが，我々は古川らの手法をラベル操作に適用するとともに，KJ 法において必要不可欠なグループ化情報を直感的なジェスチャによって電子的に付与する方法を追加した．

6.　運　　用

これまでにいくつかの KJ 法の講習会で，GKJ システムを実際に使用してもらった．運用では主に点メモ花火図の作成に用いた．また演習ではあらかじめ教材となるラベルを印刷しておいた．**図 14**，**図 15** は筆者らが所属する大学院での講習会であり，**図 16** は同大学院の東京キャンパスにおける講習会の様子である．本システムを使用した場合も紙ベースの作業スタイルは踏襲されるため，通常の活動における支障は生じなかった．**図 14** に示すように指導者はラベルを直接手に持ち，受講者に見えるように示して説明していた．このような操作は紙ラベルだからこそ可能であり，効果的な提示方法であるといえる．また本システムを使った場合でも複数の参加者が対等な立場で，ラベルをいつ，どこに出すかといった操作を相手の動きを見ながら自然に振る舞えていた．

さらに GKJ システムを用いることで演習直後に作成した図解をメール送信や印刷して配布することができ，演習の余韻を長く感じてもらうことが可能となった．ちなみに従来の演習でもふりかえりによる教育効果向上のため，講師が演習を撮影したビデオ DVD や図解を書き起こして電子化したデータを受講者に配布していたが，編集や書き起こしには数日程度かかっていた．

6·1　問　　題　　点

操作が即座に電子化されることが面白いと好評であったが，特にスキャン操作時の問題がいくつか確認された．

(1)　筆記によるスキャン操作については，A0 サイズの台紙を構成するために同一パターンの A2 サイズの台紙を 4 枚組み合わせ，スキャン前にどのパート (右上，右下，左上，左下) でスキャンするかをあらかじめペンに覚え込ませておく必要があった*3．そのためこの操作を忘れたり，間違えて違う設定のペンでスキャン操作してしまい，現実に合わない結果が得られるハプニングがあった．

しかしスキャン操作は何度でもやりなおせるため修正は容易であった．緩和策としてはあらかじめパート設定したペンを 4 本用意し，各パートに配置しておくといった運用上の工夫が考えられる．

(2)　上記のパート分けの問題に関連し，中央や十字境界線上のラベルを，どのようにスキャンさせればよいか戸惑う場面があった．特に点メモ花火では，最初に中央に目印となるラベルを配置するため，この仕様による混乱が目立った．

(3)　ラベルの配置が近い場合に，どのようにスキャンしたらよいか直感的に把握しづらい場面があった．本システムでは複数のラベルを 1 回のストロークでスキャンすることが可能であるが，ラベルとラベルの間が 1cm ほど離れていないと，ペンが台紙を認識

図 14　演習の様子 1 (石川キャンパス)

図 15　演習の様子 2 (石川キャンパス)

*3　技術的な問題ではなく，予算の都合上ドットパターンを潤沢に使用できなかったことによる．なおパート指定操作は，台紙用紙の四隅に置かれたチェックボックスにチェックすることで行っている．

図 16　演習の様子 3 (東京キャンパス)

しない場合があった．また，スキャン時の筆圧が弱いと，ストロークが不必要に分断されてしまうため，ラベル上にスキャン時の線が表示されてしまうなどのトラブルがあった．これを解決するには，ペン設定に「スキャン専用」モードを設けておき，スキャンに失敗しても筆記と認識させないような工夫が必要であると感じた．なお失敗したときの線は，システム上でクリックして [Del] キーを 2 回連続して押すことにより，個別に削除することは可能である．

(4) (2) とも関連するが，“スキャン操作” にはある程度の慣れが必要であった．具体的にはペンのカメラ位置や，読み取り時の特性を理解していないと，スキャン操作が早すぎたり遅すぎたりして適切に処理できない場合があった．この問題の一部についても，「スキャン専用」モードで緩和可能である．

(5) ごく稀に，正しいスキャン操作を行っても，筆記とみなされてしまう場合があった．この問題はスキャン方式の制約と，ラベルに使用したパターンに由来する．ラベル用紙には A4 サイズのシール紙を切り離して使用しているが，空間配置後のラベルが，切り離す前のラベルの並びと同じ場合には，連続スキャンが筆記と誤認識される場合があった．

(6) 本システムで使用しているデジタルペンシステムの都合により，スキャン操作や筆記を行った後，明示的に台紙上のチェックボックスをタップすることにより筆記送信を行う必要がある．そのためスキャンにかかる手間が 1 ステップ増えてしまい，スキャンの操作性が軽減してしまう点が指摘された．この点についてはペンと受信機の改良で，筆記の随時送信が可能な技術が開発されているため，近い将来は解決されると予想される．

7. お わ り に

グループ KJ 法演習を支援するための，デジタルペンを用いた手作業の電子化手法とそのシステム GKJ について述べた．本システムではスキャンとジェスチャ操作を KJ 法に関連する作業に特化して割り合てたが，スキャンやジェスチャ操作自体は他の分野にも応用可能な手法である．たとえば子どもがキャラクターを動かしながらストーリアニメーションを作成したり，現実世界の “行き先掲示板” の情報を Web で公開したりといった応用が考えられる．またラベルの移動と構造化編集であっても，たとえば同室または遠隔にて行う創造的な会議における意志疎通の円滑化や効率化に寄与すると考えられる．

本システムは制限はあるものの簡単なペン筆記ができれば誰でも使用することができる．そのため，子どもからお年寄りまで老若男女問わず参加できるユニバーサルな知識創造支援環境として発展可能であると考えている．

謝　　辞

本研究の推進にあたりデジタルペン技術を提供いただいた NTT コムウェア東海株式会社に感謝いたします．本研究の一部は大学院教育改革支援プログラム「グループワークによる知識創造教育」および科学研究費補助金 20680036 , 20300046 の支援によるものです．

◇ 参　考　文　献 ◇

[Klemmer 01]　Klemmer, S. R., Newman, M. W., Farrell, R., Bilezikjian, M., and Landay, J. A.: The Designers’ Outpost: A Tangible Interface for Collaborative Web Site Design, in *Proceedings of UIST’01*, pp. 1–10 (2001)

[Miura 08]　Miura, M. and Kunifuji, S.: A Tabletop Interface Using Controllable Transparency Glass for Collaborative Card-based Creative Activity, in *Proceedings of KES2008, LNAI5178*, pp. 855–862 (2008)

[Munemori 96]　Munemori, J.: GUNGEN: Groupware for a new idea generation support system, *Inf. Soft. Technol.*, Vol. 38, No. 3, pp. 213–220 (1996)

[古川 07]　古川 直広, 池田 尚司, 小西 康介：デジタルペンを用いた研究ノートの開発, インタラクション 2007 論文集, pp. 59–60 (2007)

[三浦 07]　三浦 元喜, 國藤 進：AwareTable: 透過調光ガラスを用いたテーブルトップシステムの試作, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol. 2007, No. 68, pp. 43–48 (2007)

[三村 05]　三村 修：KJ 法における作法の研究, Master’s thesis, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 (2005), `http://hdl.handle.net/10119/537`

[三末 94]　三末 和男：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)

[重信 05]　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 (協創グループウェア)(特集:知の共有から知の協創へ), 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 1, pp. 2–14 (2005)

[小山 92]　小山 雅庸, 河合 和久, 大岩 元：カード操作ツール KJ エディタの実現と評価, コンピュータソフトウェア, Vol. 9, No. 5, pp. 416–431 (1992)

[川喜田 70]　川喜田 二郎：続・発想法—KJ 法の展開と応用—, 中公新書 (1970)

[由井薗 04]　由井薗 隆也, 宗森 純：発想支援グループウェア郡元の効果：数百の試用実験より得たもの, 人工知能学会論文誌 = Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence : AI, Vol. 19, pp. 105–112 (2004)