

Title	大画面共同作業インタフェースを持つ発想支援グループウェアKUSANAGIが数百データのグループ化作業に及ぼす効果
Author(s)	由井 蘭, 隆也; 宗森, 純; 重信, 智宏
Citation	情報処理学会論文誌, 49(7): 2574-2588
Issue Date	2008-07-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8558
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 由井蘭隆也, 宗森純, 重信智宏, 情報処理学会論文誌, 49(7), 2008, 2574-2588. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

大画面共同作業インタフェースを持つ 発想支援グループウェア KUSANAGI が 数百データのグループ化作業に及ぼす効果

由井 蘭 隆也^{†1} 宗 森 純^{†2} 重 信 智 宏^{†3}

発想支援システムの課題である画面の一覧性を克服する発想支援グループウェア KUSANAGI を開発した。このグループウェアは複数の PC 画面を並べた大きな共同作業空間により、数百枚規模のラベルデータを一覧できる。また、複数のネットワークマウスによる並行操作によって参加者が同時に別々の共有オブジェクトを操作できる。このグループウェアを用いて物理的に 10 画面大である共同作業空間を構築し、約 300 枚の意見データを視覚的にグループ化することにより概念形成を行う島作成の作業に適用した。その結果、過去の発想支援グループウェアと比べて、(1) マルチカーソルの同時操作により、参加者の共有画面への操作密度が高くなり、島作成時間が短縮されること、(2) 島の数は増加し、島に含まれる意見の一覧性は確保されるとともに、島作成に関する共有画面操作が増加しており、丁寧な島作成が行われていることが分かった。さらに、(3) 会話は紙面上の作業と同等であるとともに、島作成の時間効率が紙面上の作業と比べて優れているという傾向が得られた。

Effects of Groupware for an Idea Generation with a Large Collaboration Interface

TAKAYA YUIZONO,^{†1} JUN MUNEMORI^{†2}
and TOMOHIRO SHIGENOBU^{†3}

Groupware for an idea generation support system named KUSANAGI has been developed to overcome the problem of looking through the few hundreds of data that is a major problem of idea generation support systems with hand-operation. The groupware has a large collaboration workspace showing few hundreds of data and supports multi cursors for parallel works by users. Trials of the grouping task for shared windows using about three hundreds of labels for concept formation with the groupware showed; (1) the multi cursors with concurrent access for shared windows made substantial collaboration and shortened the working hour of the grouping task significantly, (2) the large workspace

caused detailed grouping work that kept glancing all label data and increased the operation of the group objects, and (3) the frequency of conversation was not inferior to those cases with paper and the time efficiency of the grouping task had a tendency to be superior to those cases with paper.

1. はじめに

21 世紀は知識の時代といわれ、個々の人間が持つ知識を組織的に活用できるような情報環境の充実が期待される。すでに、インターネットの主要サービスである Web は情報伝達基盤としての地位を確立している。この情報基盤は、知識の伝達・生成・蓄積を支える基盤として成長することが期待されており、会社組織における知識経営への検討が進みつつある^{1),2)}。

そのなか、グループによる知的生産活動を支援するためのグループウェア研究が数多く行われており、知的触発を促す技術としての発展が囑望されてきた³⁾。特に、日本では、衆知を集める発想法である KJ 法^{4),*1} に影響を受けた発想支援システムやグループウェアの研究開発が数多く行われてきた^{1),5),*2}。代表例として、KJ-Editor⁶⁾、図的発想支援システム D-Abductor⁷⁾、発想支援グループウェア郡元^{8),9)} があげられる。KJ-Editor と D-Abductor は図解エディタとしての検討が進められた。KJ-Editor は PAN-WWW¹⁰⁾ として Web との連携機能を実現した点、D-Abductor は優れた自動描画機能が実現した点に特徴がある。また、郡元はグループウェアとしての実現が特徴であり、分散環境下での利用が実証されている。

会議技法としての KJ 法は 1960 年代後半頃から、日本国内で普及し始めたが、その作業は 4 段階である。それら作業は、アイデアを出す意見出し、意見をまとめるグループ編成、グループ関係の図解化、そして、叙述化または文章化に分かれる。その意見出しの作業は 1950 年代に広く普及したブレインストーミングの手法¹¹⁾ に準じる。一般的に、問題解決の

†1 北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advanced Institute of Science and Technology

†2 和歌山大学

Wakayama University

†3 独立行政法人情報通信研究機構

National Institute of Communications Technology

*1 「KJ 法」は、株式会社川喜田研究所の登録商標である。

*2 これら研究開発の対象は作業環境の実現であり、KJ 法の作法（精神）まで支援しているわけではない。

プロセスとして、発散技法を用いて多くのアイデアを出した後、収束技法を用いて多くのアイデアを集約する手法をとるとされている¹²⁾。ここで、ブレインストーミングの作業は発散技法に位置づけられるが、その後の収束技法では、出されたアイデアを取捨選択することが一般的である。KJ法において、意見出し後における一連の作業は収束作業と位置づけられるが、その作業において、すべての意見を使用しなければならないとされている（つまり、意見の取捨選択は行わない）。したがって、他の収束技法と比べて、KJ法の特徴的な作業はグループ編成といえる。また、そのグループ編成で得られる図解は、構造が曖昧な情報の整理に適しているとされる空間的なハイパーテキストである Spatial Hypertext¹³⁾ と似通っている。よって、KJ法支援システムの成果は先進的なハイパーテキスト技術との親和性は高く、将来的には、Web技術への応用も期待できる。

KJ法は人類学者である川喜田二郎によって考案されたものであり、その構想はフィールドワークにおいて収集されたデータから仮説をいかに生み出すかという問題意識から始まっている。したがって、本格的なKJ法では、データ収集を行い、その収集データをもとにKJ法を行う⁴⁾。よって、数百のデータを用いたKJ法を行うことは少なくない。また、アリゾナ大学で行われた意思決定会議支援システムの研究においては、ブレインストーミング会議において参加者10~20人の場合、1時間内に数百のコメントが集まるとされている¹⁴⁾。そして、PDAによるデータ収集を含めたKJ法支援システムの研究では、数百枚の意見ラベルが収集されることが明らかにされている¹⁵⁾。以上より、本格的なKJ法の支援を行うには数百枚のデータを取り扱える必要がある。

このKJ法を対象とした計算機環境の研究開発において、紙面上のKJ法と比較した場合、意見データを1度に画面表示できないことが解決課題とされ、一覧性が問題とされている⁵⁾。そこで、1台の計算機画面でより多くのデータを人間が取り扱うために仮想インタフェースによる工夫が実装されてきた。KJ-Editorでは全体を示すユニバーサル画面、D-Abductorではフィッシュアイ技術、郡元では拡大縮小表示機能⁹⁾、そして、郡元から派生したGUNGEN-DXII¹⁶⁾においてはテトリス型インタフェースが開発されている。特に、GUNGEN-DXIIは数百枚レベルの収集データを利用した評価実験において、郡元より早い時間で作業を行えるという結果を得ている。いずれにしても、紙面上で行われるKJ法が持つ一覧性は確保されず、全部の意見データを把握するための画面切替え作業または拡大縮小の作業が生じることには変わらない。

近年、複数の計算機が持つ出力画像を合成した大画面ディスプレイが実現されるようになり¹⁷⁾、それらを用いた共同作業の調査も進められつつある¹⁸⁾。したがって、紙面上のKJ法

が持つ一覧性を実現する方法として大画面ディスプレイの適用が期待される。そこで、我々は、数百のデータを使用できる共同作業環境として発想支援グループウェア KUSANAGI を研究開発した。KUSANAGIは、従来のKJ法支援システムの共同作業環境と比べて、大画面環境である点と複数のカーソルを用いた共同作業が同時に行える点異なる。

本論文では、2章でグループウェア向けKJ法と従来システムにおけるグループ編成作業について述べ、3章で、数百枚規模の意見データを取り扱うための大画面共同作業環境を持つ発想支援グループウェア KUSANAGI の実現内容を示す。4章で、その評価実験内容について説明し、5章で、実験結果を示すとともに考察する。

2. グループウェア向け KJ 法と島作成支援機能

2.1 概念形成としての島作成作業

発想支援グループウェア郡元の研究においてグループウェア向けにアレンジした発想法として分散協調型 KJ 法が支援されてきている^{8),9)}。その分散協調型 KJ 法の作業は、意見入力、島作成、文章化の3段階である（KJ法は4段階であるが、分散協調型 KJ 法ではグループ関係の図解化を省略している）。意見入力段階では、ブレインストーミングの精神の通り思いつく限り意見を出す。島作成段階の作業では、似たような意見を直感的に集めるグループ化を行い、かつ、分類作業を行わないことを作業指針としている*1。そのグループ化された集まりを島と呼び、それぞれの島には、内容を反映した名前、島名を付ける。最後の文章化段階では、それまでに得られた島作成の図をもとに結論であるまとめ文章を作成する。

これらの3段階の中で本研究では、発想法としてのKJ法の特徴を示し、空間的な収束的思考が要求される島作成の段階に注目する。島作成段階によるグループ化と島名付けの一連作業はある種の概念形成と見なすことができ、すべての意見をよく吟味して関連づけることが要求される。したがって、数百枚の意見を取り扱うためには、すべてのデータを一覧できる作業空間の実現が課題となる。

2.2 発想支援グループウェアの島作成支援

従来のグループウェア向けKJ法を支援するシステムとして、発想支援グループウェア郡元とその派生であるGUNGEN-DXIIが持つ島作成機能について説明する。

*1 この島作成作業は空間型配置による概念形成作業であり、KJ法元来で行われるボトムアップ作業を綿密に繰り返す、階層構造を得るレベルまで要求していない。

郡元⁹⁾が支援する島作成段階のための共同作業インタフェースについて説明する．共同作業画面に対する操作を行うには操作権をとる必要がある．その操作として、島の作成、ドラッグによる意見や島の移動、島枠の変更、島名付けの機能が GUI による直接操作などを用いて行われる．これら島作成に必要な作業は操作権を持った人しか行えない．他の人はコミュニケーション機能を用いて自由に議論に参加する．似たような意見を直感的に集めてグループ化する島作成の作業を行い、各島に内容を反映した島の名前を付ける．

GUNGEN-DXII¹⁶⁾は、数百枚の意見ラベルを処理するために作成された発想支援グループウェアである．その島作成段階を支援する機能は、半自動化処理により島作成の案を提示する仮の島作成機能である．その機能を用いた最初の作業は、個人で行い、個々のデータが落ちてくる約 15 秒の間に所属する島を決定する．その時間制約によって、数百個の意見ラベルを扱う時間を短くするという効果に加えて、直感的な判断を促している．参加者全員の判断終了後、システムは島作成の叩き台となる仮の島を作成し、画面表示する．参加者は、その結果をもとに従来の郡元と同様のインタフェースを用いて島作成を行う．

3. 発想支援グループウェア KUSANAGI

3.1 システム概要

KUSANAGI は分散協調型 KJ 法を支援するシステムであり、クライアント・サーバ構成においてグループウェア向け KJ 法の作業を行うことができる．その KJ 法支援機能として、意見の作成、意見の移動、島の作成、島の移動、島枠の変更、島名付けなどを共有画面上で行える．また、それら共有画面に対する操作をログデータとして記録しており、後から実験の様子を再生したり、作業分析に応用したりできる．そして、従来システムと同様に、モニタ 1 台でも大きな共同作業空間を仮想的に扱うための仮想ウィンドウ機能を備えている．そのほか、GUGEN-SECI²⁰⁾の知識創造プロセス支援に利用されており、島作成結果とタグ情報を用いた知識獲得の支援機能を備える．表 1 に KUSANAGI の機能一覧、図 1 に KUSANAGI を構成する画面の 1 画面分を示す．

KUSANAGI は、大きな共同作業空間を構築するために、ミドルウェア GLIA¹⁹⁾が提供する GUI クラスを継承した開発が行われた．そして、従来の KJ 法支援システム^{6),7),9),16)}と比較して次の 2 点の特徴がある．

(1) 拡張性を持つ画面結合機能

物理資源とメモリ資源の許す限り、自由に N 行 M 列に計算機を配置した共同作業空間を構成できる．図 2 は計算機 10 台を用いた例であり、A0 サイズの模造紙と比較して大きな

表 1 KUSANAGI の支援機能一覧

Table 1 A list of supported functions of KUSANAGI.

	仕様	説明
基本 ウィ ンドウ	共有 ウィンドウ	ブレインストーミングや島の作成に使用．各計算機で同一内容を表示．
	会議情報 ウィンドウ	会議の参加者、意見の数、島の数などの会議情報を表示．
	まとめ文章 ウィンドウ	文章化用のウィンドウ．各計算機で同一内容の文章を表示．
	入力ウィン ドウ	意見作成や島作成のためのウィンドウ．各自が自由に使用可能．
	仮想ウィン ドウ	大きな共同作業画面から一部を選択して表示するために使用．
分散 協調型 KJ 法 支援	意見入力	入力ウィンドウに書いた文字を意見として出せる．特定 XML 形式ファイルから読み込み可能．
	島作成	同一島内の意見は島を動かすと一緒に移動．
	文章化	記入された文章が共有．
大画面 共同 作業 環境	画面結合	別 PC にあるウィンドウを指定して接続可能．ウィンドウをまたがる意見や島の移動が可能．
	マルチ カーソル	複数のマウスを接続して複数のカーソルを表示できる．また、意見や島に関する並行操作を実現．
その他	ログ機能	操作に対応した命令を時間とともに記録．ログ再生機能あり．作業理解に利用．
	タグ連結 機能	GUGEN-SECI ²⁰⁾ の知識創造プロセス支援において、島作成結果とタグ情報を用いた知識獲得を支援．

作業空間が構成されている．

過去に行われてきた分散協調型 KJ 法の研究では、普通表示の際、意見数 50 個が 1 画面（縦 768 画素、幅 1,024 画素）で取り扱うために適切であった．したがって、図 2 の場合、500 枚の意見を表示して取り扱える．

(2) ネットワークを介した共同作業

ある計算機に接続されたマウスは、そのマウスごとにカーソルが現れ、どの計算機画面にもカーソル移動できる．そして、画面上に表示された意見ラベルや島を操作できる．そして、SDG (Single Display Groupware)²¹⁾と同様に同一計算機画面に表示された意見ラベ

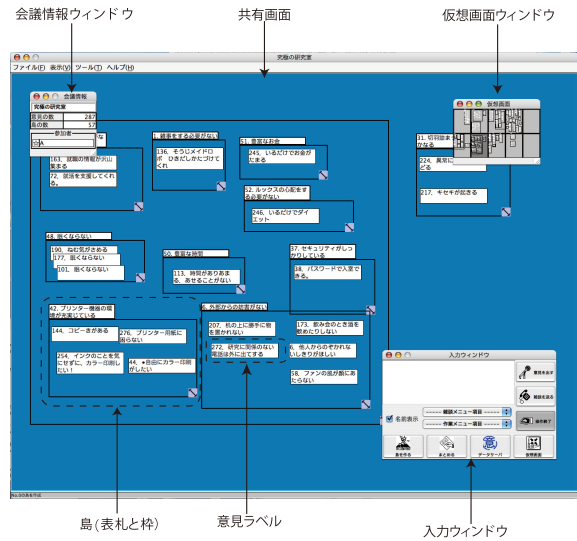


図 1 KUSANAGI の 1 画面分の様子
Fig. 1 One part of KUSANAGI screen.



図 2 計算機 10 台を用いた KUSANAGI のハードウェアと構造紙
Fig. 2 Hardware of KUSANAGI using 10 computers and A0 sized paper.

ルや島を複数の人がマルチカーソルで操作できる。

システムの開発には、オブジェクト指向や並行処理などのプログラミング環境が整っている Java を用いている。従来の郡元^{9),16)} は開発環境に HyperCard (Apple Computer)

を使用していたが、その利用環境は MacOS8~9 (Apple Computer) であり、近年、利用環境が制限されていた。それに対して、KUSANAGI の開発環境である Java はマルチプラットフォーム対応であるため、Macintosh OS X (Apple), Windows 系 OS (Microsoft), UNIX 系 OS 上で使用できる。KUSANAGI の開発にかかったプログラムは約 1 万 2 千行、総クラス数 128 (そのうち、内部クラス数 35) である。そのうち、GLIA による拡張にかかったプログラムは約 600 行で総クラス数 9 である。

3.2 KUSANAGI の大画面共同作業環境化

大画面共同作業環境を持つ KUSANAGI を実現するためにミドルウェア GLIA¹⁹⁾ を適用した際の検討事項とその対処プログラムについて述べる。元々の KUSANAGI^{*1} において、Java の JFrame クラスを CollaboFrame クラスに置き換えるのみで、複数のカーソルを表示できるとともに、それらカーソルをネットワーク接続された他計算機に移動させることができた。しかし、これだけでは各カーソル操作を区別した処理や画面上に表示された意見ラベルを隣の計算機画面にドラッグするなどの連続操作を行えない。そこで、各カーソル操作を識別するためのマウスイベント処理と計算機を跨る継続的な GUI 操作を実現する処理を開発した^{*2}。表 2 には、この開発のために作成したクラス 9 個のうち主要クラス 6 個を示している。

マルチカーソルを識別するためには、マウスイベントに集中したプログラム開発を行う¹⁹⁾。元々の KUSANAGI においてマウスイベント関連の処理を担うとともに、共有画面制御のためのイベント発生 の 起 点 となる クラスは、表 2 右側の項目“継承したクラス”に示す 5 つである。これらの部品を継承し、マウスイベント関連メソッドをオーバーライドすることにより大画面共同作業環境用のクラスを作成している。それらメソッド内部で GUI 操作を行ったカーソル情報を取得し、操作権制御や共同作業のログ機能を実現している。

次に、マウスカーソルが隣の計算機画面に移動しても継続的な GUI 操作を実現する仕組みについて説明する。図 3 (a) に、KUSANAGI で使用している JFrame クラスを CollaboFrame クラスに置き換えただけの状況を示す。一般的に GUI のプログラムを組む場合は、ユーザがどのような操作状態であるかの情報 (以下、コンテキストと呼ぶ) を GUI 部品のプログラム内に混在していることが多い。そして、マルチユーザを想定せずにプログラム開発が行われており、1 つしかコンテキストを保持していないことも多い。したがって、

*1 既存の発想支援グループウェア郡元⁹⁾ を Java 環境上に移植したもの。

*2 そのほか、GLIA を用いた大画面共同作業化のために、KUSANAGI のプログラムを整理しモジュール化をはかるとともに、OS 依存部分のカーソル処理を除去している。

表 2 KUSANAGI における大画面共同作業環境のためのクラス部品

Table 2 A class list of KUSANAGI for collaboration environment with a large screen interface.

	クラス名 (行数)	説明	継承した クラス (行数)
GUI 関連 部品	GKJMain (187)	マウスエージェント移動 にともなうコンテキスト処理.	KJMain (898)
	GKJLabel (84)	意見の移動, 意見変更.	KJLabel (246)
	Gisland (141)	島の移動, 島枠変更, 島名変更.	KJIsland (477)
	GKJLabel Manager (48)	意見の管理, 意見作成.	KJLabel Manager (161)
	GIsland Manager (49)	島の管理, 島作成.	KJIsland Manager (133)
コンテ キスト の移動	KJContext Data (89)	マウスエージェント に付加されるコン テキスト情報.	なし

図 3(a) に示すように計算機 B はマウス B のコンテキスト B のみを保持しているような状態が多いと推測される。この状態で、計算機 A にいたマウスエージェント A が計算機 B に移動した場合、いい換えれば、GUI 操作を別の計算機に移動した場合、次の問題が生じる。計算機 B はコンテキスト A を知らないで、マウス A の入力に対して適切な反応を行えない。加えて、マウス A の操作がマウス B のコンテキスト B を破壊しうる。

そこで、図 3(b) に示すように、マウスのコンテキストをマウスエージェントに密結合し、複数の計算機にまたがる操作を実現した。マウスに対応したマウスエージェントごとにコンテキストが管理されている状態になっており、コンテキストが混在しないですむ。よって、マルチカーソルがどこの計算機画面上に移動しても上記の問題が生じない。実際のプログラム記述では、分散協調型 KJ 法の共同作業として行う意見の作成・移動、島の作成・移動・枠変更というコンテキストを適宜マウスエージェントに付加している。また、各計算機がカーソル移動を知るために、他計算機からマウスエージェントが移動した場合、GLIA が自動発生させるメソッドを利用している。そのメソッドはクラス GKJMain (表 2) 内に記述されており、コンテキスト処理による連続した GUI 操作を実現している。

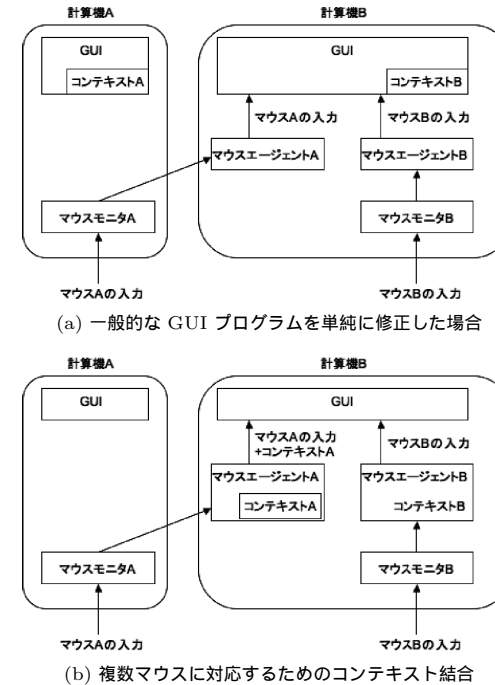


図 3 大画面共同作業環境のための KUSANAGI の開発

Fig. 3 Development of KUSANAGI for collaboration environment with a large screen interface.

4. 評価実験

4.1 実験タスクと実験環境

大画面インタフェースを持つ KUSANAGI の共同作業環境が島作成のタスクに及ぼす影響を調べるために 287 枚の意見データを用いた評価実験を行った。実験では、過去に行われた研究¹⁶⁾ で使用された意見データと同じデータであり、PDA で収集されたテーマ「究極の研究室」の意見データ 287 枚を使用した*1。また、大画面 (10 画面) の場合と 1 画面

*1 過去のデータは手書きデータであったが、今回は、そのデータをキー入力によって文字データに変換したものを使用した。



図 4 大画面インタフェース使用時の実験風景

Fig. 4 A scene in an experiment with the large screen interface.

の場合の使用感を比較するために、テーマが異なるが同枚数のデータを用いた作業を 1 画面で 30 分間行ってもらった。1 画面の場合、過去に行われた研究によると平均で 6 時間かかったとされており¹⁶⁾、ここでは、30 分間のみの作業に制限した。

実験は 3 人を 1 グループとして 5 回行われた。実験の被験者は、A 大学の博士前期課程の学生 12 人、博士後期課程の学生 3 人の計 15 人であり、この 5 回の実験において、大画面の実験と 1 画面（仮想的に 10 画面を持つが 1 つのみ使用）の試用実験は交互に行われた。いずれの実験でも開始時に 287 枚の意見を 10 画面上にランダム配置した。これら実験の終了後、5 段階評価を中心としたアンケート調査を行った。また、その調査において評価項目ごとに理由を自由記述させるとともに、実験システムへの提案や実験への感想を自由記述させた。

実験環境の大画面インタフェースは図 4 に示すように 10 台の 19 インチモニタを縦 2 行、横 5 列に配置し、解像度は全体で幅 6,400 画素、高さ 2,048 画素である。真ん中に座った参加者に対して画面の水平視野角は、 -51 度から 51 度であり、通常の視野より広角であった。各モニタごとにクライアント計算機 1 台を使用し、各計算機上で KUSANAGI を動かすことにより、10 台が協調して共同作業環境を作り出している。そのほか、KUSANAGI の共有イベントについては配信専用のサーバ計算機を 1 台用意した。このような環境で、各参加者は、別々のマウスとキーボードを用いて、すべての計算機画面に対して操作可能であった。

一方、1 画面インタフェースの場合の実験環境は図 5 に示すように、各参加者がそれぞれ 1 台のクライアント計算機を使用した。その計算機画面の解像度は幅 1,280 画素、高さ 1,024 画素であり、各自が仮想ウィンドウ機能を用いて、10 画面の中から好きなウィンドウ



図 5 1 画面インタフェース使用時の実験風景

Fig. 5 A scene in an experiment with the one screen interface.

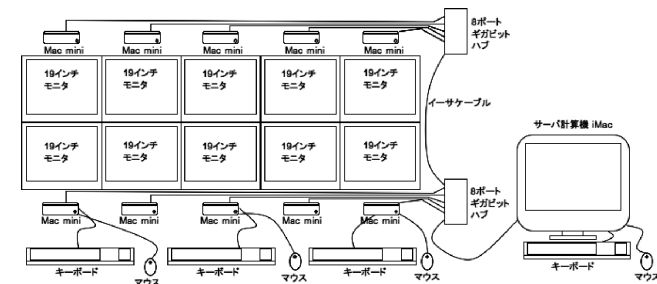


図 6 実験システムの構成

Fig. 6 System configuration for an experiment.

を表示することや、スクロールバーによる縦横方向への画面移動を行えた。

実験に使用した装置のシステム構成を図 6 に示す。クライアント計算機として Mac mini (Apple Computer, CPU: Intel Core duo 1.66 GHz) と 19 インチモニタ FlexScan S1961 (ナナオ) を 10 組 (大画面インタフェースの場合) または 3 組 (1 画面インタフェースの場合)、サーバ計算機として iMac (Apple Computer, CPU: Intel Core duo 2 GHz) を 1 台使用した。また、ネットワークには、2 台の 8 ポートギガビット HUB (SANWA) を使用し、各計算機とイーサケーブルで接続した。各計算機が使用する OS は Mac OS 10.4.x (Apple Computer) であり、Java の実行環境として JRE1.5.x (Sun Microsystems) を使用した。

4.2 比較実験データ

KUSANAGI の効果を比較によって明らかにするために、4.1 節と同じ意見データを用いた結果¹⁶⁾を用いる。比較実験に使用したシステムは発想支援グループウェア郡元と GUNGEN-DXII であり、島作成のために使用した議題と意見データは、KUSANAGI で使用したものと同じである。実験は 3 人を 1 グループとしてそれぞれ 3 回ずつ行われた。実験の被験者は B 大学の学部 3 年生～修士 2 年生の学生である。また、同じ意見データを用いるために、すべて異なる被験者により作業が行われた。

KUSANAGI を使用した実験との違いは次の 3 点である。(1) 最初に、使用するディスプレイの大きさは 1 画面であり、物理的に表示される共有画面の解像度は幅 1,024 画素、高さ 768 画素であった。もちろん、スクロールウィンドウを用いた画面切替えにより、幅 6,144 画素、高さ 4,608 画素の領域を仮想的に使用できた。(2) 次に、共有画面に関する操作を行うには操作権と呼ばれる権利をとる必要があり、同時に 1 人しか操作を行うことはできなかった。(3) 最後に、コミュニケーション環境については、同一部屋であり、チャット会話の使用を推奨していた。

表 3 に KUSANAGI を用いた実験と過去のシステムを用いた場合の実験参加者の構成をまとめる。ここで、KUSANAGI を用いた場合の実験参加者と従来システムの実験参加者に学年の違いが見られるが、島作成作業の比較において問題ないと判断し、比較対象としている。その判断根拠として、過去の発想支援グループウェアの 200 回に及ぶ実施において、学部生より大学院生（博士学生が参加した実験も含む）のほうが島作成の効率が必ずしも良

表 3 実験参加者の構成
Table 3 Members of each experiments.

システム	参加者			
KUSANAGI	実験 K1	修士 2 年	修士 2 年	修士 2 年
	実験 K2	修士 2 年	博士 3 年	修士 2 年
	実験 K3	修士 1 年	修士 1 年	修士 2 年
	実験 K4	修士 2 年	修士 2 年	修士 2 年
	実験 K5	博士 1 年	修士 2 年	博士 2 年
GUNGEN-DX-II	実験 DX1	学部 3 年	学部 3 年	学部 3 年
	実験 DX2	学部 4 年	学部 3 年	学部 3 年
	実験 DX3	修士 1 年	修士 1 年	修士 1 年
郡元	実験 G1	修士 1 年	学部 4 年	学部 4 年
	実験 G2	修士 1 年	修士 1 年	学部 3 年
	実験 G3	修士 2 年	学部 4 年	学部 4 年

い結果とはなっていないこと²²⁾、分散協調型 KJ 法の最終結果としてまとめられた文章の評価方法を検討した研究において、学部 2 年生 3 人による結果と学部 4 年生 3 人による結果において差が見られないこと²³⁾があげられる。

5. 実験結果と考察

5.1 実験結果

KUSANAGI を用いた場合の実験結果および過去のシステムを用いた場合の実験結果を表 4 にまとめる。島数は作られたグループの数であり、グループを示す枠の中に 1 つでも意見や島があるものを数えた。この島数が多いほど丁寧な島作成が行われた可能性がある。島作成時間は、すべての意見データをグループ化するとともに、各グループに名前を付け終わるまでの時間である。この島作成時間が短ければ、作業効率が改善された可能性がある。

ここで、KUSANAGI を用いた場合の結果のみを見ると、博士学生が含まれている場合（K2 と K5）が修士の学生のみの場合（K1, K3, K4）と比較して良くなっているわけでもなく、島作成時間においては最小値と最大値を記録していた。また、比較的学生の構成が似ている実験 K3（修士 1 年、修士 1 年、修士 2 年）、実験 DX3（修士 1 年、修士 1 年、修士 1 年）、実験 G2（修士 1 年、修士 1 年、学部 3 年）を比較しても、KUSANAGI は島数は多く、島作成時間も短くなっている。よって、KUSANAGI を用いた場合の実験参加者と従来システムの実験参加者に学年の違いが見られるが、島作成作業の比較において問題ないと判断し、5.2 節以降の考察を行う。

表 4 KUSANAGI および過去のシステムを用いた場合の実験結果
Table 4 Results of experiments with KUSANAGI and past systems.

システム	島数	島作成時間(分)	
KUSANAGI	実験 K1	62	160
	実験 K2	57	176
	実験 K3	54	154
	実験 K4	51	107
	実験 K5	55	99
GUNGEN-DXII	実験 DX1	39	235
	実験 DX2	24	237
	実験 DX3	32	236
郡元	実験 G1	35	520
	実験 G2	37	239
	実験 G3	44	308



図 7 島作成結果の様子 (実験 K3)

Fig. 7 A result of grouping label data into islands in the experiment K3.

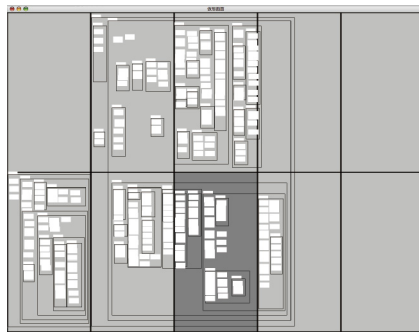


図 8 島作成結果の様子 (実験 K5)

Fig. 8 A result of grouping label data into islands in the experiment K5.

島作成の全体を示した例を図 7 と図 8 に示す。それぞれ、図 7 は実験 K3 の結果、図 8 は実験 K5 の結果である。黒い枠が 1 つの画面を示している。その中で黒くなっている部分は、全共同作業空間の中で使用モニタが表示している領域である。

表 5 に 5 段階評価によって大画面環境と 1 画面環境に対する印象の結果を示す。また、表 6 に大画面環境に対する 5 段階評価の結果を示す。これら 5 段階評価において、数値が 5 に近ければ「とても良い」、3 であれば「ふつう」、1 に近づけば「とても悪い」と評価されたことになる。

5.2 定量データの比較

大画面の場合の実験結果と、郡元または GUNGEN-DXII を用いて同じ収集データを用い

表 5 5 段階評価による大画面と 1 画面の比較

Table 5 Comparisons between the large screen interface and the one screen interface by rating on five scales.

質問項目	大画面	1 画面	
作業しやすいですか?	3.9	1.5	**
作業に有効ですか?	4.1	1.7	**
画面の大きさは適切ですか?	3.9	1.7	**

t 検定: *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

表 6 大画面環境に関する 5 段階評価の結果

Table 6 Results of questionnaire about the large screen interface by rating on five scales.

質問項目	評価値
意見や島は移動しやすいですか?	3.9
マウスは操作しやすいですか?	3.3
ドラッグ機能は作業に有効ですか?	4.5
島作成作業を複数人で有効に行えましたか?	3.8
共同作業のために画面の大きさは適切でしたか?	3.7
操作権機能は共同作業に必要と思いますか?	3.1

表 7 数百データの島作成結果の比較

Table 7 Comparison of results from grouping few hundreds data into islands.

システム	島数	島作成時間 (分)
	**	*
KUSANAGI	55.8	139.2
GUNGEN-DXII	31.7	236.0
郡元	38.7	355.3

一元配置の分散分析: *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

て島作成を行った場合の平均値を表 7 に比較する。また、島作成時間の比較を図 9 で、島数の比較を図 10 で行う。両図とも棒グラフで比較しており、左から 5 本分は KUSANAGI の結果、続いて 3 本は GUNGEN-DXII の結果、残り 3 本は郡元の結果である。そして、一元配置の分散分析の結果より、島作成時間 ($F(2,8)=7.42$, $p < 0.05$), 島数 ($F(2,8)=22.03$, $p < 0.01$) とともに平均値に有意差が見いだされた。

図 9 より、KUSANAGI の最大時間 176 分は、郡元を用いた場合の島作成時間の最小時間 239 分と比較して、約 1 時間の短縮結果である。そして、テューキー・クレーマの方法を用いて対比較を行った結果、KUSANAGI を用いた場合、郡元と比べて島作成時間が短縮されることに有意差が見いだされた ($q(3,8)=5.43$, $p < 0.05$)。一方、GUNGEN-DXII の

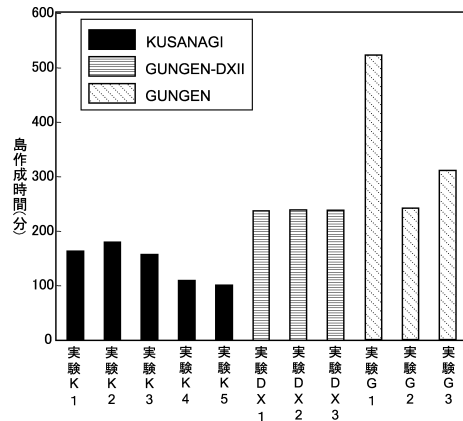


図 9 島作成時間の比較

Fig.9 A comparison in the time of grouping label data into islands.

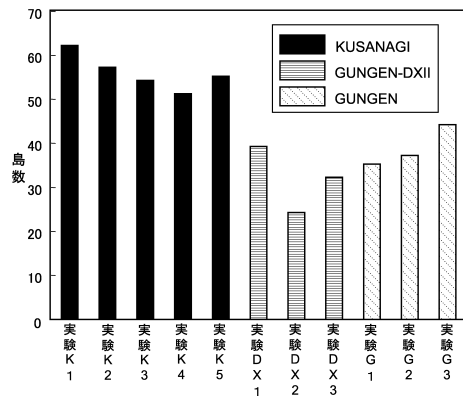


図 10 島数の比較

Fig.10 A comparison in the number of islands.

最小時間と比べても同様に約 1 時間の短縮結果であったが、現状では、対比較による差は見られなかった。

図 10 より KUSANAGI の島数の最小値は 51 個であり、GUNGEN-DXII の最大値 39 個、郡元の最大値 44 個より約 10 個多い結果となった。島作成時間と同様な対比較を行っ

た結果、KUSANAGI の場合の島数は、GUNGEN-DXII ($q(3,8)=8.83, p<0.01$), 郡元 ($q(3,8)=6.27, p<0.01$) と比べて島数が多くなるという結果になった。

したがって、KUSANAGI を用いた大画面環境は島作成の共同作業を充実させて、島作成時間を短縮、かつ、島数を増やした可能性がある。5.4, 5.5 節では、この原因について共有画面に対するイベントを記録したログデータを中心に検討する。また、5.4 節ではデジタルビデオの記録をもとに共同作業の様子について会話を加えて検討する。

5.3 アンケートによる評価

表 5 の結果より、数百枚の意見を使用する場合、大画面の方が 1 画面より作業の行いやすさ、有効さ、画面の大きさのいずれについても良い評価であった。大画面では、すべて見渡せる点や意見の移動が楽な点が評価されていた。一方、大画面ゆえの問題点としてマウスを見失いやすいこと、左側に座ると右端にあるモニタ画面が見られないことがあげられていた。1 画面については、意見の移動や島の移動およびスクロールの移動に手間がかかることに対する点が指摘されていた。また、意見全体が把握できないこともよく指摘されていた。

表 6 より、共同作業の対象である意見や島の移動の評価は高く、他計算機画面に意見や島を移動できるドラッグ機能が最も高く評価されていた。また、島作成作業の共同作業は複数人で行え、画面の大きさは適切と感じている傾向が得られた。一方、マウスの操作については、他の項目と比べて高くない結果となった。マウスの操作の問題点として、多く取り上げられていたのはカーソルを見失うという点であった。

大画面インタフェースの改良案に対しては、マウスカーソルについてのものが多く見られた。それらは、カーソルのロスト対策としてカーソルを大きくする機能や他者のカーソルと識別できるよう色づけなどが提案されていた^{*1}。ほかには、特定領域を拡大/縮小するインタフェースの提案や意見データの文字情報を検索する機能などがあげられていた。実験の感想としては、島の作成、移動など紙の媒体より作業自体はやりやすかったというものがあった。一方、大画面は良かったが 1 画面は 30 分でも大変という感想があれば、数百枚のデータを処理すること自体に疲れを感じた者もいた。そのほか、(郡元や郡元 DXII で) 他人が作成したデータよりは、自分が整理できずに困っているデータで作業を行いたいという感想もあった。

*1 現在、カーソルロスト対策として、色付きカーソルが使えるように GLIA を変更している。また、2 秒以上マウスを押した状態にすると、マウスがある作業画面全体の色が変わるように KUSANAGI を変更している。

表 8 イベント密度 (1 分あたりの共有イベント数) による比較
Table 8 Comparison by number of shared events per a minute.

システム		意見 関係 **	島 関係 **	画面 移動	全体 **
KUSANAGI	実験 K1	12.8	8.2		21.0
	実験 K2	16.0	8.1		24.2
	実験 K3	13.9	7.7		21.5
	実験 K4	13.3	8.4		21.7
	実験 K5	15.5	13.9		29.4
	平均	14.3	9.2		23.6
GUNGEN -DXII	実験 DX1	2.0	1.4	1.2	4.6
	実験 DX2	2.9	2.0	2.1	7.0
	実験 DX3	2.2	1.1	1.4	4.7
	平均	2.4	1.5	1.6	5.4
郡元	実験 G1	7.2	1.3	1.0	9.5
	実験 G2	8.3	2.7	1.4	12.4
	実験 G3	7.1	2.3	1.1	10.5
	平均	7.5	2.1	1.2	10.8

一元配置の分散分析: *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

5.4 時間短縮について

KUSANAGI を用いた島作成時間が短縮される理由として、単位時間あたりの共同作業空間への操作が多い可能性がある。そこで単位時間あたりの共有イベントの回数であるイベント密度 (回/分) を調査し、表 8 にまとめた。この表中では、個別の意見に関するもの、島に関するもの、そして、スクロール機能を用いた画面移動に関するものに分けた結果も示している。また、GUNGEN-DXII の場合は、仮の島作成以降における郡元と同様のインタフェースを使用している作業区間を調査対象としている。

一元配置の分散分析の結果より、全体のイベント密度に有意差が見いだされた ($F(2,8)=48.4, p < 0.01$)。そして、対比較を行った結果、KUSANAGI を用いた場合、郡元 ($q(3,8)=9.2, p < 0.01$) と GUNGEN-DXII ($q(3,8)=13.1, p < 0.01$) と比べてイベント密度が高い結果となった。意見と島に関するイベントそれぞれについても、全体結果と同様に、KUSANAGI のケースが高いという結果となった。また、意見に関するイベント数については、郡元のほうが GUNGEN-DXII より多いという結果となり ($q(3,8)=8.4, p < 0.01$)、GUNGEN-DXII では、仮の島作成機能により意見に関するイベントが減っていることが分かった。

表 9 参加者 (3 人) の操作割合による比較

Table 9 Comparison by the access rates of a participant to the shared workspace.

システム		参加者の操作 割合 (%)		
KUSANAGI	実験 K1	38.0	30.6	31.5
	実験 K2	36.9	31.4	31.7
	実験 K3	37.5	35.2	27.3
	実験 K4	29.2	29.7	41.1
	実験 K5	28.6	44.4	27.0
GUNGEN -DXII	実験 DX1	25.3	30.9	43.8
	実験 DX2	32.6	29.5	37.9
	実験 DX3	47.2	39.1	13.7
郡元	実験 G1	15.2	19.4	65.4
	実験 G2	55.9	21.0	23.1
	実験 G3	43.0	33.2	23.8

表 10 5 分単位の共同作業空間への操作者数

Table 10 Number of workers having some operation on the collaboration space counted by the five minutes.

システム	操作者数 **	サンプル数
KUSANAGI	2.97	132
GUNGEN-DXII	1.14	90
郡元	1.06	203

一元配置の分散分析: *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

表 9 に共有画面に対する参加者の操作割合を調べた結果を示す。たとえば 3 人で実験を行った場合、3 人がまったく均一に操作をすると 33.3%となる。マルチカーソルによる並行操作が行える KUSANAGI では、最小値で 27.0%であった。一方、操作権制御により同時に 1 人しか共同作業を行えない郡元の場合、実験参加者 9 人の半分以上を越える 5 人が KUSANAGI の最小値より下回る操作率の結果となった。一方、GUNGEN-DXII については、13.7%という操作割合が最小値の場合が見られたが、郡元と比べて操作割合の偏りが少なかった。これは、相手に操作権を譲渡したり、相手から奪取したりする機能が GUNGEN-DXII¹⁶⁾ に追加されていることが影響していると考えられ、実際、GUNGEN-DXII の操作記録を見ると、操作権の譲渡や奪取の機能が頻繁に使用されていた。

さらに、単位時間あたりの共有画面に関する操作を行った参加者の数を調べた結果を表 10 に示す。この調査は、誰かが共有画面に関する操作を行った時間を単位の開始時間として、

表 11 大画面環境における会話数—10 分間隔の会話数 (1 分内)

Table 11 Number of conversation over the large screen environment in one minute by sampling per ten minutes.

	修士 1 年	修士 1 年	修士 2 年	合計
0 分から 1 分未満	11	10	6	27
10 分から 11 分未満	12	7	8	27
20 分から 21 分未満	9	1	11	21
30 分から 31 分未満	14	8	4	26
40 分から 41 分未満	12	6	4	22
50 分から 51 分未満	7	3	6	16
60 分から 61 分未満	8	7	5	20
70 分から 71 分未満	10	5	9	24
80 分から 81 分未満	11	7	4	22
90 分から 91 分未満	9	8	7	24
100 分から 101 分未満	12	9	6	27
110 分から 111 分未満	5	2	3	10
120 分から 121 分未満	11	4	6	21
130 分から 131 分未満	7	4	3	14
140 分から 141 分未満	6	4	4	14
150 分から 151 分未満	8	4	6	18
平均	9.5	5.6	5.8	20.8

5 分刻みで共有画面に対する操作を行った参加者数を調べたものである。また、5 分以上、誰も操作を行っていない時間は除外している（これにより、ログに含まれる途中休憩の影響を除外している）。その結果、KUSANAGI を使用した場合、単位時間あたりの共同作業者が全員の 3 人に近いのに対して、他の環境では 1 人に近い結果となり差が見られ、一元配置の分散分析の結果において、有意差があることが分かった ($F(2,424)=2596.9, p<0.01$)。よって、マルチマウスを用いた共同作業が行える KUSANAGI の環境は、操作権制御によって同時に 1 人しか作業を行えない従来環境と比べて、共同作業の参加密度を向上させることが分かった。

今回は、ログデータだけでなく参加者の共同作業の様子をデジタルビデオカメラで記録したデータをもとに検討する。解析対象とする実験データは、比較実験と学生構成が近い実験 K3 のものである。表 11 に 10 分間隔で、1 分内の各参加者の会話数を調べたものを示す*1。ここで、会話はある参加者が話し始めてから、意味のとれる区切りまでを 1 つの会話とした。そして、ある参加者が少し話しをして、ある程度空いてから話し始めた会話は別の会話とした。また、相づちなどの短い音声も 1 つの会話とした。

その結果、3 人による会話数の平均値は 20.8 個であり、共同作業の開始から終わりにわたって頻繁に会話が行われていることが分かった。そして、3 人全員がマウス操作だけでなく会話を使用していることが分かった。その会話において、大画面環境において特徴的と思われる会話は、参加者が操作している意見の内容を復唱しているというものであった。これは、(大画面であるために、他の部分に注目していることが多い)他の参加者に、自分が操作している意見の内容を知らせる効果を持つ。また、その操作状況を話している場合、複数の人がそのまま同時に会話を行うという並列会話状況が見られた点も特徴的であった。一方、判断に迷う意見については、「xxxx (意見の内容)は xxx 関係 (グループ化の方針)でいいかな?」などといった他の参加者に判断を求める発言もよく見られた。そして、このような発言に対しては別な参加者から何らかの応答が得られていた。

過去に我々は、修士の学生複数人が行った紙面上の KJ 法をビデオテープに記録し、島作成段階の作業様子を観察したことがある。そのとき、作業者は、ひっきりなしに会話を行うとともに手や体を動かしていた。そして、10 分間の会話数を数えたところ 175 個であり、1 分あたりの会話数は 17.5 個であった。また、テーブルトップインタフェースである Lumisight-Table を用いた KJ 法支援システムの研究では、テーブルを 4 人で囲んだ場合の島作成の共同作業の会話数が調査されている²⁵⁾。その会話数は、うなずきを入れずに 1 分あたり 13.3 個である。そして、KUSANAGI の大画面共同作業環境の場合、会話数が 20.8 個であり、かつ、並行したマウス操作が行われていた。よって、KUSANAGI は紙面上の KJ 法で行われる作業に劣らない共同作業環境を提供できたといえる。

最後に、過去の発想支援グループウェアの実験データ²²⁾と比較するために、島作成時間を意見数で割った値を島作成の効率としてとらえて検討する。意見数と島作成時間との間に相関があるかどうかという問題があるが、意見数を 58 個、287 個、544 個と幅広くとった過去の研究¹⁶⁾では、GUNGEN-DXII を使用した場合の相関値は 0.99、郡元を使用した場合の相関値は 0.94 と高い相関を示しており、問題ないと判断した。過去の実験データを調べると、最も島作成の効率が良いケースは紙面上で行った学部 3 年生 3、4 人による島作成作業であり、その値は 0.84 (49.6 分/59.1 個)であった。また、郡元を用いた場合で、紙面上の環境に近い隣接環境で学部 2、3 年生 3 人が行った場合の値は 1.59 (75.2 分/47.4 個)であり、見劣りする結果となっていた。今回の KUSANAGI を用いた場合の値は 0.54 (139.2

*1 我々の実験では、共同作業に集中してもらうとともに自然な会話データを収集するために、参加者に対して考えていることを話すことを要求する方法²⁴⁾は利用していない。

分/256.0 個)であり、過去の研究と比べて最も良い値であるとともに紙面上の結果よりも効率が良い。したがって、KUSANAGIの大画面共同作業環境は、数百個の意見データを扱う環境としては紙面上より効率が良い作業環境を提供している可能性が高い。

以上より、KUSANAGIは操作の参加密度を増やす、すなわち、同時に複数人が操作することにより、多数の操作が素早くできるために、短時間で島作成の作業ができることが分かった。また、参加者の会話も紙面上の作業と変わらない頻度であり、マウス操作と並行して会話を利用できていることが分かった。さらに、過去の発想支援グループウェアの研究では超えることができなかった紙面上の結果と比べて、島作成の作業において効率面で良い結果を得ることができた。

5.5 島数増加について

KUSANAGIを用いた場合、島数が多い原因について最終的に得られた島作成図と共有イベントの回数をもとに探る。

KUSANAGIの場合は、細かくデータの中身を整理した丁寧な島作成が行われていた。これは大画面インタフェースでは画面が一覧できることが影響したと推測される。最終的に得られたすべての実験における島作成結果を見ると、図7のように、その島は6画面から8画面の間に配置されていた。そして、ほとんどの実験では、島は各計算機画面の枠内に収められる傾向が見られた。一方、実験K5の結果を示した図8のように、島が複数の画面にまたがって作成されるときも、島の中に島が入る島の階層において3つ以上の階層を持つものが作られる場合もあった。階層の深いグループ化は、元来のKJ法で作成されるような階層化を持つグループ編成に近づいた結果である。一方、1画面である郡元の結果では島の階層化があっても2段階どまりであるとともに、1画面に収まりきれない島が作成されることはなかった。これらより、数百データを俯瞰した島作成の作業を丁寧に行うには、KUSANAGIが持つ大画面インタフェース環境が望まれる。

1画面環境である郡元において、最終的に作成された島作成結果を見ると、図11のように十数枚の意見データが重ねられたままの場合があり、中身の意見データが一覧できないものが数多く見られた。その結果、実験G1では20枚、実験G2では215枚、実験G3では245枚の意見データが一覧できないという結果となっていた。これは全意見の57%にも及ぶ。これは画面が狭いために関連がありそうなものは重ねて整理し、作業場所を確保するためである。それに対して大画面環境であるKUSANAGIでは、意見が重なって中身が見えないということとはなかった。また、GUNGEN-DXIIでは、最終的な島作成を半自動化によって生成された仮の島をベースに作業を行う。その作業では、複数の仮の島を大きな島

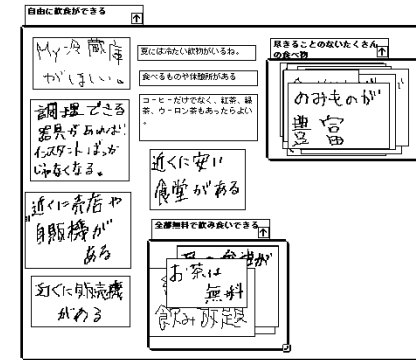


図 11 郡元(1画面)における意見が重なりあった島

Fig. 11 An example of an island having piled labels in the case of GUNGEN using one-sized screen.

にまとめる傾向があった。元々の仮の島数は平均50.0個であったが、最終的な島数は平均31.8個まで減るといった結果となった。KUSANAGIのような全体を閲覧できる大画面インタフェースを使用することによって、仮の島を無理矢理まとめることもなく、丁寧な島作成を行える可能性がある。

次に、共同作業空間への操作回数について調べた結果を表12に示す。この表では、共有イベントを意見に関するもの、島に関するもの、画面移動回数に分けたものも同時に示している。一元配置の分散分析の結果より、全イベント数 ($F(2,8)=13.0, p<0.01$)、意見関係 ($F(2,8)=10.7, p<0.01$)、島関係 ($F(2,8)=38.9, p<0.01$) に有意差が見いだされた。

対比較を行った結果、全イベント数についてはKUSANAGIとGUNGEN-DXII ($q(3,8)=6.1, p<0.01$)、郡元とGUNGEN-DXII ($q(3,8)=6.6, p<0.01$)の間に差が見られ、GUNGEN-DXIIの全イベント数が少ないという結果となった。同様な結果は、意見関係のイベントについても得られた。一方、島関係のイベントについてはKUSANAGIの場合、郡元 ($q(3,8)=7.0, p<0.01$)とGUNGEN-DXII ($q(3,8)=12.2, p<0.01$)より多いという結果となった。また、郡元はGUNGEN-DXIIより多いという結果となった ($q(3,8)=4.7, p<0.05$)。したがって、KUSANAGIを使用した場合、郡元と比べて島関係の共有操作が増えていることが特徴として分かった。

以上より、KUSANAGIを用いた大画面インタフェースでは、多くの意見や島のデータを一覧できるために、それらデータの違いを吟味しやすく、多くの島が作成される、そして、島関係の操作が増えるという結果となったと推測される。

表 12 共有イベント数の総計による比較
Table 12 Comparison by the number of shared events.

システム		意見 関係 **	島 関係 **	画面 移動	全体 **
KUSA NAGI	実験 K1	2,053	1,304		3,357
	実験 K2	2,821	1,431		4,252
	実験 K3	2,133	1,182		3,315
	実験 K4	1,424	898		2,322
	実験 K5	1,538	1,376		2,914
	平均	1,993.8	1,238.2		3,232.0
GUN	実験 DX1	362	258	209	829
GEN	実験 DX2	483	330	353	1,166
-DXII	実験 DX3	305	152	195	752
	平均	384.3	246.7	252.3	915.7
GUN GEN	実験 G1	3,743	670	504	4,917
	実験 G2	1,989	641	342	2,972
	実験 G3	2,189	709	337	3,235
	平均	2,640.3	673.3	394.3	3,708.0

一元配置の分散分析：*：p<0.05，**：p<0.01

5.6 関連研究

近年行われた大画面インタフェースの共同作業環境の研究¹⁸⁾において、マルチカーソル環境と単一カーソル環境の比較が行われている。そこでは、12分という時間制限の中、14を超えない範囲で文章を選択し、新聞記事1面を構成するという調整タスクが使用されている。また、新聞記事に含まれるキーワード数に応じて各ユーザに点数が加算されるゲームにもなっている。その結果、マルチカーソルの場合、並列作業が増すことが定量的に明らかにされている。しかしながら、実験参加者が採点付けした7段階評価によると議論の質が従来のシングルカーソルのほうが優れていると報告するとともに、最終的に各ユーザが獲得した点数もマルチカーソルとシングルカーソルと変わらないという結果となっている。我々の結果は、並列作業が増すことは同じ傾向であるが、大画面インタフェースを持つ共同作業空間が数百枚のデータを用いた概念形成というタスクに対する効果を実証したものであり、より本格的なタスク（大量の情報があふれるようになったネットワーク環境下での人間を中心とした知識獲得）を指向している点が異なる。

アリゾナ大学で行われたGDSSの研究¹⁴⁾では、数百のデータを処理するためにニューラルネットワーク技術などの知識処理技術を用いたグループ化技術の検討を行っている。その

試みは自動処理技術として先駆的取り組みを提示した段階であり、その計算機が生成した結果は、優れたエキスパートが行った結果にはいまだ及ばないという結果であった。本研究は、人間の共同作業を支援するための大画面共同作業インタフェースの使用を数百のデータ使用を検討したものであり、自動化技術を検討したものでないため、目的が異なる。一方、対象とするデータのオーダが数千、数万と増えた場合は、同じ意味を持つデータの出現頻度も増加すると予想される。また、パターン照合レベルでの知識処理であれば、人間より計算機のほうが高速に処理できる。よって、精度が保証された計算機の知識処理技術と人間の処理を統合するシステムの開発が今後の課題である。

6. おわりに

発想支援グループウェアの研究において数百枚のデータを利用できる作業環境の実現が期待されている。そこで、大画面インタフェースを持ち、かつ、マルチカーソルによる共同作業を可能とする発想支援グループウェア KUSANAGI を開発した。このグループウェア環境では、従来の発想支援グループウェアと異なり、複数の参加者が同時に共有データに対する操作ができるとともに、画面切替えを行わずに数百枚のデータを眺めることができる。この KUSANAGI を約 300 枚の意見データを視覚的にグループ化することにより概念形成を行う島作成に適用し、従来システムと詳細に比較するとともに、従来システムでは性能面で超えることができなかった紙面上の作業と比較した。その結果、次のことが分かった。

- (1) マルチカーソル機能によって、参加者による共有画面への操作密度が高くなり、数百枚のデータに対する島作成時間が短縮される。
- (2) 大画面環境では、島の数は増加し、島に含まれる意見の一覧性は確保され、かつ、島作成に関する共有画面操作が増加しており、丁寧な島作成が行われる。
- (3) 会話量は紙面上の共同作業と同等であるとともに、島作成の時間効率が紙面上と比べて優れているという過去の発想支援グループウェアでは得られていない傾向が見られた。

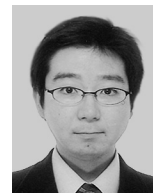
今後は、島作成の評価を量だけでなく、内容を考慮するために知識処理技術の適用を検討する予定である。さらに、その知識処理技術と人間の処理を統合することによって数千規模のデータを取り扱えるシステムを目指したい。

参 考 文 献

- 1) 國藤 進 (編): 知的グループウェアによるナレッジマネジメント, 日科技連出版社 (2001).
- 2) 島津秀雄, 小池晋一: KM 再考: Web2.0 時代のナレッジマネジメント, 情報処理, Vol.47, No.7, pp.768-774 (2006).
- 3) 松下 温, 岡田謙一, 勝山恒男, 西村 孝, 山上俊彦 (編): 知的触発に向かう情報社会—グループウェア維新, 共立出版 (1994).
- 4) 川喜田二郎: 発想法—混沌をして語らしめる, 中央公論社 (1986).
- 5) 國藤 進: 発想支援システムの研究開発動向とその課題, 人工知能学会誌, Vol.8, No.5, pp.552-559 (1993).
- 6) 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.38-53 (1992).
- 7) 三末和男, 杉山公造: 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).
- 8) 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).
- 9) 由井園隆也, 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, Vol.19, No.2, pp.105-112 (2004).
- 10) 大見嘉弘, 中村勝利, 河合和久, 竹田尚彦, 大岩 元: インターネット上の情報を利用できるカード操作ツール PAN-WWW, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.1, pp.154-162 (1996).
- 11) Osborn, A.F.: *Appleid Imagination - revised edition*, Charlse's Scribner's Sons (1957).
- 12) ミラー, B., ヴィハー, J., ファイアステイン, R.: 創造的問題解決, 北大路書房 (2006).
- 13) Marshall, C.C. and Shipman, F.M. III: Spatial Hypertext: Designing for Change, *Comm. ACM*, Vol.38, No.8, pp.88-97 (1995).
- 14) Chen, H., Hsu, P., Orwig, R., Hoopes, L. and Nunamaker, J.F.: Automatic Concept Classification of Text From Electronic Meetings, *Comm. ACM*, Vol.37, No.10, pp.56-73 (1994).
- 15) 吉野 孝, 宗森 純, 湯ノ口万友, 泉 裕, 上原哲太郎, 吉本富士市: 携帯情報端末を用いた発想一貫支援システムの開発と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.9, pp.2382-2393 (2000).
- 16) 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).
- 17) Robertson, G., et al.: The large-display User Experience, *IEEE Computer Graphics and Applications*, pp.44-51 (2005).
- 18) Birnholtz, J.P., et al.: An Exploratory Study of Input Configuration and Group Process in a Negotiation Task Using a Large Display, *Proc. CHI2007*, pp.91-100 (2007).
- 19) 西村真一, 由井園隆也, 宗森 純: 複数のネットマウスにより大きな共同作業空間構築を支援するミドルウェア GLIA, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.7, pp.2278-2290 (2007).
- 20) 由井園隆也, 宗森 純: 研究グループの知識創造活動を支援する GUNGEN-SECI の表出化と連結化, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.1, pp.30-42 (2007).
- 21) Stewart, J., Bederson, B.B. and Druin, A.: Single Display Groupware: A Model for Co-present Collaboration, *Proc. CHI'99*, pp.286-293 (1999).
- 22) 宗森 純: 発想支援とグループウェア, 情報処理学会研究報告, 1999-GW-32, pp.41-46 (1999).
- 23) 八木下和代, 宗森 純, 首藤 勝: 内容と構造を対象とした KJ 法 B 型文章評価方法の提案と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.7, pp.2029-2042 (1998).
- 24) 海保博之, 原田悦子: プロトコル分析入門, 新曜社 (1993).
- 25) 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 (DI-COMO2007) シンポジウム, pp.150-154 (2007).

(平成 19 年 10 月 10 日受付)

(平成 20 年 4 月 8 日採録)



由井園隆也 (正会員)

1999 年鹿児島大学大学院理工学研究科システム情報工学専攻博士課程修了。同年同大学工学部情報工学科助手。2002 年島根大学総合理工学部数
理・情報システム学科講師, 同学科助教授を経て, 2006 年より北陸先端科学
技術大学院大学知識科学研究科准教授。博士 (工学)。2005 年 KES'05
Best Paper Award, 2006 年 DICOMO2006 優秀論文賞をそれぞれ受賞。
グループウェア, 知識メディア, システムソフトウェア等の研究に従事。ACM, IEEE, 電
子情報通信学会, ソフトウェア科学会各会員。



宗森 純 (正会員)

1984年東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻博士課程修了。工学博士。同年三菱電機(株)入社。鹿児島大学工学部助教授,大阪大学基礎工学部助教授,和歌山大学システム情報学センター教授を経て,2002年同大学システム工学部デザイン情報学科教授。2005年システム情報学センター長(兼務)。1997年度本会山下記念研究賞,1998年度本会論文賞,2002年IEEE-CE Japan Chapter若手論文賞,2004年度本会学会活動貢献賞,2005年,2006年DICOMO優秀論文賞,2005年KES'05 Best Paper Awardをそれぞれ受賞。本会論文誌編集委員会ネットワークグループ主査等を歴任。現在,グループウェアとネットワークサービス研究会主査。グループウェア,形式的記述技法,神経生理学等の研究に従事。IEEE,ACM,電子情報通信学会,人工知能学会各会員。



重信 智広 (正会員)

2003年和歌山大学大学院システム工学研究科博士前期課程修了。2006年同大学院システム工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。現在,(独)情報通信研究機構研究員。異文化コラボレーションに関する研究に従事。