

## カード操作ツール KJ エディタを用いた協調作業実験

竹田 尚彦 豊橋技術科学大学情報処理センタ  
塩見 彰睦 豊橋技術科学大学情報工学系  
河合 和久 豊橋技術科学大学知識情報工学系  
大岩 元 慶應義塾大学環境情報学部

複数のユーザがネットワーク化されたワークステーションを介して、一つの図解に対する編集を行なうネットワーク版 KJ エディタを用いて、協調したカード操作作業の実験を行なった。その結果、画面に表示されるカード操作がユーザ間のコミュニケーションに有効であることが示された。特に、図解中の特定の要素（カードやグループなど）に全ユーザの焦点が集中されやすく、議論への各ユーザの意識の集中に効果的であることが分かった。反面、図解を操作する一人のユーザ以外のユーザは、受動的に図解を見ているだけであるため、ときに画面に表示されていない部分の図解を見たいという欲求が生じ、フラストレーションの原因となることも分かった。

### Preliminary Experiments with A Distributed and Networking Card-handling Tool Named KJ-Editor.

Naohiko Takeda Toyohashi University of Technology  
Akichika Shiomi Toyohashi University of Technology  
Kazuhisa Kawai Toyohashi University of Technology  
Hajime Ohiwa Keio University

An experiment that four collaborators made a specification of a middle-scale software using a distributed and networking card-handling tool named KJ-Editor was conducted. According to our observation and analysis on this experiment, some features of cooperative work activity using KJ-Editor are identified: (1) a computer-supported card-handling tool is a useful resource for the group in mediating their cooperative work; (2) pointing a card or an element of the chart by a mouse has an effect for concentrating the discussion, and (3) WYSIWIS facilities sometimes become obstacles for personal viewing of the card-arrangement and cause collaborators to be uncomfortable.

## 1 まえがき

我々の進めている KJ エディタの研究 [小山 86, 小山 88, 小山 92, 冨田 91] は、カードの優れた特性、特にその高い操作性を保持した支援ツールを計算機上に構築し、カードを用いた発想や情報整理などの創造的な知的作業が効率的に行なえる環境を実現することを目的としたものである。具体的には、KJ エディタは、ユーザがカードと鉛筆をもって机上（においた大きな模造紙の上）でカード操作を行なう状況をシミュレートするもので、KJ 法のみならず、カードを用いたさまざまな知的作業に利用できる。KJ エディタはあくまで支援ツールであり、ユーザの知的作業（例えば、どのカードをグループにまとめるか）を代行するものではない。本稿では、複数のユーザが協調してカード操作を行なえるようにしたネットワーク版 KJ エディタを用いた協調作業実験ならびにその結果の分析について述べる。

## 2 協調作業支援ツール：ネットワーク版 KJ エディタ

本章では、まずネットワーク版 KJ エディタの基盤である個人向けカード操作ツール KJ エディタについて概観し、次いで、協調作業支援機能をもったカード操作ツール：ネットワーク版 KJ エディタについて述べる。

### 2.1 個人向けカード操作ツール KJ エディタ

個人向けカード操作ツール KJ エディタは、最も普及しているパーソナル・コンピュータ（以下、パソコンとする）である PC-9801 上 [小山 88] ならびに代表的なエンジニアリング・ワークステーション（以下、EWS とする）である SPARCstation 上 [冨田 91] に実現した。その設計にあたっては、KJ 法 [川喜田 86] を参考にした。KJ エディタのもつ主な機能は以下のとおりである。

1. 画面上に表示されたカードをマウス操作によって自由に移動できる。
2. カードは何枚でも重ねられ、その下方に埋もれているカードをマウス指定ですぐ取り出せる。
3. カードには、キーボードから文章を入力できる。
4. 仕切り線で囲むことにより、グループを作ることができる。グループは、グループ単位で移動できる。
5. カード、グループ間に、関係付けのための線を引ける。この関係線を付けられたカードやグループを移動すると、自動的に関係線もその動きに追従して引き直される。
6. KJ 法の B 型文章化のようなカードからの文章作成を行なうための文章化ウィンドウをもち、指定したカードの内容を文章化ウィンドウに複写できる。
7. 画面上で作成した図解をファイルに保存できる。またファイルからの図解の呼出しが行なえる。
8. 完成した図解をプリンタに出力できる。
9. 種々のコマンド入力はマウスを用いたポップアップメニューによって行なう。

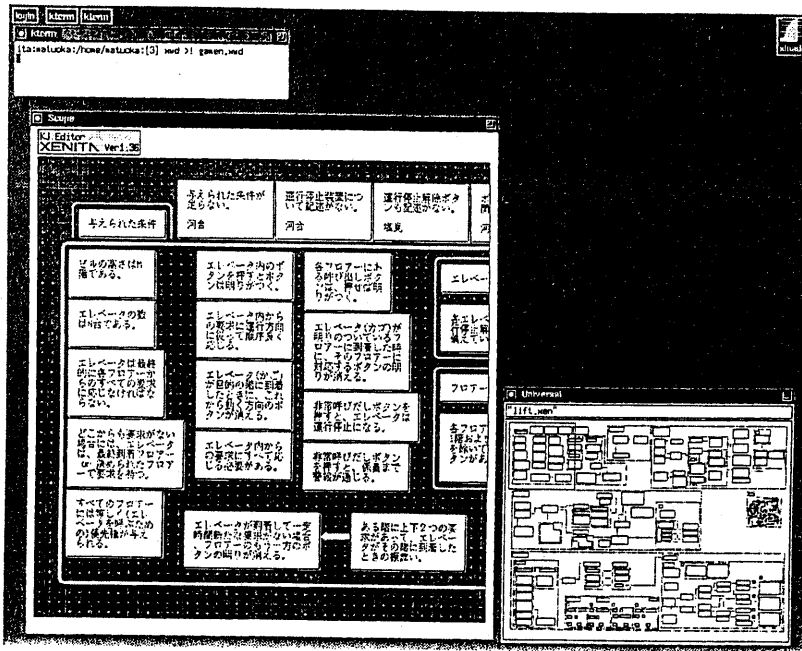


図 1 ネットワーク版 KJ エディタの画面構成

KJ エディタのように仮想的な広い作業領域 (=机) を扱う計算機ツールにおいては、計算機に限られた大きさの画面しかもたないことが、システム実現上の大きな問題となる [三末 90]。KJ エディタでは、作業領域の一部分を表示する画面 (ローカル画面) を、マウスの動きに従って高速にパニングすることによって、この問題に対処している。作業領域の一部分を表示したローカル画面内のマウス・カーソルを、この画面からはみ出させると、その方向に画面がパニングし、表示内容が書き変わる。これは、机上でカードを手を持ち、図解全体を走査するように眺めまわして、適当な位置にカードを配置するという実際の作業にできるだけ「近い」方法で、カード操作が行なえるよう意図したものである。なお、ローカル画面が作業領域全体のどの部分にあたるかを示すための、補助的な画面 (ユニバーサル画面) も同時に表示している (図 1 参照)。ローカル画面のパニングは、実現上の工夫によって、十分高速なものが得られた [小山 92, 富田 91]。

## 2.2 ネットワーク版 KJ エディタ

カードを用いた情報操作は、複数人のグループで行なわれることも多い。例えば、KJ 法の第一ステップ (材料集め) では、複数人が集まり、ブレインストーミングによって、意見や考えを出し合うことが一般的である。

こうした観点から、我々は、個人向け KJ エディタをもとに、複数のユーザが協調してカードによる情報操作を行なうための計算機支援ツールであるネットワーク版 KJ エディタの開発を進めている。具体的には、協調作業員全員が、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ものである。

ネットワーク版 KJ エディタでは、協調作業員全員が、一枚の共通の図解を見なが

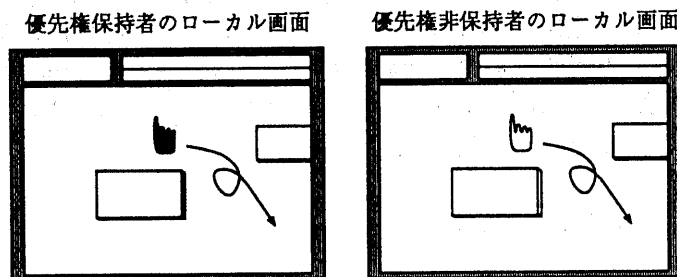
ら、個人向け KJ エディタと同等のカード操作機能をもった計算機ツールによって、その共通の図解を操作するという支援環境を想定した。これは、CSCW ツールでよく用いられる時間的・空間的特性による分類 [石井 89] における同期・対面型、ならびに、同期・分散型の利用形態を支援対象とするということである。より具体的には、以下の二つの利用形態を想定している。

1. 同期・対面型：一つの部屋にユーザ全員が集まり、それぞれ一台の計算機の前に座り、同一の図解を同時に複数人で編集できるようにした KJ エディタで、図解を編集する。その際、声やジェスチャによるコミュニケーションも行なえる。
2. 同期・分散型：同時刻に、互いに離れた計算機で、同一の図解を同時に複数人で編集できるようにした KJ エディタを利用し作業する。

上記二つの利用形態のいずれにおいても、ネットワーク版 KJ エディタ利用時には、一つの図解を複数人で同時に編集、操作することになる。このため、まず、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) [Stefik87a] にのっとった画面表示を行なうようにするわけである。

上述のように、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、同時といっても、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ようカード操作の「優先権」を採用する。あるユーザが優先権を得ると、他のすべてのユーザの画面上には、優先権保持者の画面上のものとまったく同一のローカル画面とユニバーサル画面が映し出される (WYSIWIS)。そして、図 2 のように優先権保持者のマウスカーソルの動きを表示するための疑似マウスカーソルが現われ、優先権保持者のマウスカーソルの動きに合わせて、疑似マウスカーソルも移動する。



優先権保持者のローカル画面上でのマウスカーソルの動きに合わせて優先権非保持者のローカル画面上の疑似マウスカーソルも移動する。

図 2 優先権保持者と非保持者

どのユーザも優先権をもっていないときには、各ユーザは個別にローカル画面をパニングさせて、図解中の見たいところを自由に見られるようにする。ただし、この場合は、あくまで図解を「見る」だけであって、編集操作は許されない。

優先権の要求（獲得）と放棄は、他のコマンドと同様に、ポップアップメニューによって指定する。

### 3 ネットワーク版 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ない、協調作業支援ツールとしてのネットワーク版 KJ エディタの分析、検討を行なった。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」[Davis87]を用いた。

本実験の被験者は四名（A, B, C, D とする）で、いずれもプログラミング経験は豊かである。さらに、被験者 C と D は、SE（システム・エンジニア）経験もある。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、個人向けの EWS 版 KJ エディタをよく利用しているが、ネットワーク版 KJ エディタは初めて使用する者である。

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ない、一枚の図解として要求仕様(案)をまとめた。本実験は、この要求仕様に対するレビューを、ネットワーク版 KJ エディタを用いて、被験者四名で行なうという形式で進めた。

実験作業はこれまでに二回行なった。最初は、被験者四名が一つの部屋に集まり四台の計算機を用いて作業を行ない、二回目は、同じ四名の被験者が、別々の部屋で、四台の計算機を用いて行なった。以後、前者を同期・対面型実験、後者を同期・分散型実験と呼ぶ。

同期・対面型実験では、ネットワーク版 KJ エディタを用いる他に、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なわれた。一方、同期・分散型実験では、チャット・プログラム GNU IRC[Viljanen90]を用いたコミュニケーションを用いた。

実験中に行なわれるネットワーク版 KJ エディタ上のすべての操作は、いわゆる「ログ」情報として記録した。このログ情報は、ネットワーク版 KJ エディタ上でのすべての操作を完全に再生できるものである。

また、同期・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。同期・分散型実験では、IRC 上で行なわれたすべてのやりとり（発言）をその時間情報とともに記録した。

### 4 実験結果と論議

ネットワーク版 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、議論する。
4. 異なる意見や指摘がある場合、優先権を取って図解に書き込む。

表1は、実験中に行なわれたネットワーク版 KJ エディタ上での基本的な操作を、ログデータから抽出し、被験者別に累計したものである。なお、二つの実験の作業時間は、同期・対面型が97分間、同期・分散型が100分間であった。図1の画面は、同期・対面型実験時のもので、ローカル画面に要求仕様図解の一部が示されている。

表 1 操作数累計

操作	同期・対面型					同期・分散型				
	A	B	C	D	合計(百分比)	A	B	C	D	合計(百分比)
優先権を獲得	12	12	0	4	28 (15.1)	20	10	0	3	33 (22.3)
優先権を放棄	12	11	0	3	26 (14.0)	19	10	0	3	32 (21.6)
優先権を要求	1	6	1	1	9 (4.8)	1	0	0	0	1 (0.7)
ローカル画面をパニング	12	8	0	1	21 (11.3)	15	2	0	1	18 (12.2)
カード中の文章を指示	0	3	0	0	3 (1.6)	0	0	0	0	0 (0.0)
カードを指示	32	14	0	9	55 (29.6)	23	10	0	3	36 (24.3)
カードを移動	0	1	0	1	2 (1.1)	3	1	0	0	4 (2.7)
カードに書き込み	0	2	0	0	2 (1.1)	2	0	0	0	2 (1.4)
カードをコピー	0	1	0	0	1 (0.5)	3	0	0	0	3 (2.0)
カードを消去	0	0	0	0	0 (0.0)	1	0	0	0	1 (0.7)
カードを発生	0	0	0	1	1 (0.5)	1	0	0	0	1 (0.7)
カード形状を修正	0	0	0	0	0 (0.0)	2	0	0	0	2 (1.4)
グループを指示	3	9	0	0	12 (6.5)	6	1	0	0	7 (4.7)
グループ化	0	1	0	0	1 (0.5)	0	0	0	0	0 (0.0)
グループを消去	0	1	0	0	1 (0.5)	0	0	0	0	0 (0.0)
関係線を指示	0	11	0	0	11 (5.9)	0	0	0	0	0 (0.0)
関係線引き	0	2	0	1	3 (1.6)	1	0	0	0	1 (0.7)
関係線の修正	0	0	0	0	0 (0.0)	1	0	0	0	1 (0.7)
関係線の消去	0	0	0	0	0 (0.0)	0	0	0	0	0 (0.0)
その他	1	5	0	4	10 (5.4)	6	0	0	0	6 (4.1)
合計(百分比)	73(39.2)	87(46.8)	1(0.5)	25(13.4)	186	104(70.3)	34(23.0)	0(0.0)	10(6.8)	148

実験結果を概観すると、我々は、画面に表示されるカード操作がユーザ間のコミュニケーションに有効であったと考えている。

その理由として、まず、図解中の特定の要素（カードやグループなど）に全ユーザの焦点が集中されやすく、議論への各ユーザの意識の集中に効果的であったことがあげられる。例えば、図3のように、被験者が表示されている図解中の要素を「これ」や「その」といった指示詞で指定するなど、特定の図解要素を指示しながら行なわれた発言が、二回の実験中合わせて72回あったが、そのうち発言者以外の被験者が指示するものを理解できず議論が中断したのは、1回のみであった。

さらに、表1中の「カード・カード中の文章・グループ・関係線の指示」の各操作の総計から明らかのように、特定の図解要素を指定するような発言を伴わないで、図解要素を指示する操作が多く行なわれていることも、図解要素の指示が被験者間のコミュニケーションに利用されていることを示唆するものといえる。

我々は、こうした全ユーザの焦点の集中を生んだ要因を、WYSIWISと優先権にあると考えている。優先権保持者のマウスカーソルの動きを、WYSIWISのとられたローカル画面上で全ユーザが見ているからこそ、このようなコミュニケーションがとれる。これは、ネットワーク版 KJ エディタに限らず、同期型の協調作業支援ツール全般に成り立つと考えている。

B: 基本的にここでの要求仕様は、m は 30 程度までとかね。っていうのは一つの方法だと思うよ。  
B: それで、これ何?  
A: 例えば、ビルの高さが非常に大きい場合にどうすればいいのかなというものです。  
B: この矢印はなに?  
A: だから、このカードの「例えば」の例として次に挙げるようなものが考えられるということです。  
B: で、ここに結論ってあるでしょ。結論からまだ先にあるっていうのは何なの?  
D: 希望? それとも提案?

### 図 3 図解要素を指示する発言の例

反面、実験作業をとおして、ネットワーク版 KJ エディタのもつ問題点も明らかになった。

まず、優先権非保持者が、ときにローカル画面に表示されていない部分の図解を見たいという欲求が生じ、フラストレーションの要因となることが分かった。KJ エディタでは、図解全体の一部分しかローカル画面上に表示されない。優先権保持者は、自身の説明に必要な部分が表示されるようにローカル画面をバニングさせる。当然、優先権非保持者のローカル画面にも同じ内容が表示される。ほとんどの場合、優先権非保持者もローカル画面に表示されている内容のみを見ていけばよいのであるが、ときに、その周辺部分を見たいという欲求が生じる、という意見がすべての被験者から報告された。

表 1 から、被験者 A が、同期・対面型実験に比べ、同期・分散型実験において、頻繁に優先権を獲得・放棄していることが分かる。これは、一回目（同期・対面型）の実験後、上記の不満を聞き、原図解作成者として図解を説明する際に、「こまめに」優先権を放棄し、他ユーザがローカル画面をバニングし、図解中の見たい部分を見られるよう配慮したためである。

この問題の解決には、優先権非保持者にローカル画面のバニングを許す必要がある。しかし、そのバニングは他のユーザのローカル画面表示に影響を与えるものであってはならず、あくまで優先権非保持者の画面のみにとどめなければならない。また、そうした場合、当然 WYSIWIS も失われてしまう。この問題に対しては、優先権保持者のマウスカーソル位置を示す疑似マウスカーソル（図 2 参照）が、優先権非保持者のローカル画面内にとどまる範囲内で、バニングを許す方式を検討している。この方式では、厳密な WYSIWIS は失われるが、優先権保持者のマウスカーソルのある位置周辺は、優先権非保持者のローカル画面にも常に表示される。これにより、上述の WYSIWIS と優先権によるコミュニケーションの有効性は保持されよう。

二つ目の問題点として、カードなどを指示するのに、まず優先権を獲得しなければならないことが、議論の円滑な進行を妨げることがあった。この問題に対しては、優先権保持者のものだけでなく、すべてのユーザのマウスカーソルを表示する方式の検討を進めている。当然、優先権非保持者のマウスカーソルは単に位置を示すだけで、図解を編集するためのものではない。なお、この解決方法は、同期・対面型実験の中で、被験者ら自身が議論していたものである。

しかし、画面上に優先権非保持者のマウスカーソルが多数表示されると、先に述べた優先権保持者のマウスカーソルへの焦点の集中という特質がそなわれる恐れがある。これについては、全ユーザのマウスカーソルが表示される方式を実現した上で、本研究と同様の実験を行ない、本実験のような各ユーザの意識の集中が得られるかたしかめる予定である。

さらに、すべてのユーザのマウスカーソルを表示する方式をとった場合、KJエディタではローカル画面のパニング機能のために、他のユーザのマウスカーソルが、ローカル画面からはみ出してしまう場合が起こりうる。最悪の場合、計算機画面からもはみ出してしまう場合もあることに注意しなければならない。

## 5 むすび

複数のユーザが協調してカード操作を行ない、一つの図解を編集するための計算機支援ツールであるネットワーク版KJエディタの評価実験について述べた。本実験でとったあらかじめ作成した図解をレビューする形態は、主に説明を行なうユーザが優先権を保持することにより、協調作業の効果をうまく発揮できた。しかしながら、これはネットワーク版KJエディタの利用の一例にすぎない。今後、グループKJ法のように、まったくカードのない状況からカード操作をはじめの実験など、さらにさまざまな協調作業に関する実験を行ない、ネットワーク版KJエディタの評価、改良を続けていく考えである。

## 参考文献

- [Davis87] Davis, N.: Problem #4, Problem Set for the Fourth International Workshop on Software Specification and Design, IEEE-CS Press, pp.x (1987).
- [石井 89] 石井裕: グループウェア技術の研究動向, 情報処理学会誌, Vol.30, No.12, pp.1502-1508 (1989).
- [川喜田 86] 川喜田二郎: KJ法, 中央公論社, 581p. (1986).
- [小山 86] 小山雅庸, 河合和久, 大岩元: 発想支援ツールとしてのエディタ, 昭和61年度電気関係学会東海支部連合大会, pp.472 (1986).
- [小山 88] 小山雅庸, 河合和久, 大岩元: 発想支援ツールKJエディタの設計と試作, 情報処理学会「1988情報学シンポジウム」, pp.43-54 (1988).
- [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(日本ソフトウェア科学会論文誌), Vol.9, No.5, pp.38-53 (1992).
- [三末 90] 三末和男, 杉山公造: 複合グラフ描画における全体と詳細を同時に見せる遠近画法, 情報処理学会ヒューマンインタフェイス研究会資料, 29-5, (1990).
- [Stefik87a] Stefik, M.J., Foster, G., Bobrow, D.G., Kahn, K., and Lanning, S.: Beyond the Chalkboard, Comm. of ACM, Vol.30, pp.32-47 (1987).
- [富田 91] 富田理, 重盛勝, 竹田尚彦, 河合和久, 大岩元: カード操作ツールのC++によるUNIXへの移植, 日本UNIXユーザ会「18th unix symposium」, pp.79-96 (1992).
- [Viljanen90] Viljanen, L and Husa, A.: IRC - Internet Relay Chat, The Free Software Foundation (GNU), 1990.