

発想支援グループウェアを用いた分散協調型 KJ 法における 作業過程の時系列表示と実験結果の関係に関する一検討

由井 蘭 隆也[†] 宗 森 純^{††} 長 澤 庸 二[†]

計算機を介してしかコミュニケーションをとることができない分散環境下で、マルチメディア（画像+音声+テキスト）を用いてコミュニケーションをとることができる発想支援グループウェア郡元を用い、分散協調型 KJ 法学生実験を 18 回行った。過去に行ってきた評価は結果から得られる定量的なパラメータだけによるものだったが、今回は作業過程を考慮した評価を行った。作業過程を考慮するために操作を時刻とともに記録したログデータを利用した。コミュニケーションをとるために音声の主として用いられた実験とコミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験に分けて実験結果を比較した。その結果、コミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験では、操作権を 3 人で協同してとりながら行う実験が多いこと、そして、KJ 法の実験結果にかかわる島の数、まとめ文字数が多くなることが分かった。

A Study of Relation between Cooperative Process and Result, on the Distributed and Cooperative KJ Method Using Groupware for a New Idea Generation Support System

TAKAYA YUIZONO,[†] JUN MUNEMORI^{††} and YOJI NAGASAWA[†]

GUNGEN, a groupware for a new idea generation support system, equipped with multimedia communication functions (movie, voice, and text based chat), was implemented on a network consisting of three personal computers which are set in distributed environment (i.e. in different rooms on different floors). We tried experiments involving students as subjects on a distributed and cooperative KJ method 18 times. We have used the quantitative parameters in order to estimate the results of experiments. We also used time sequence of operations in order to estimate the results of experiments, in this time. The time sequence data consisted of operation data and voice data. We distinguished the results of experiments, mainly using voice based communication from the results of experiments, mainly using text based communication. The results of experiments suggested as follows: When subjects mainly used text based communication, they cooperated with one another very much in the most of experiments and the number of islands and the number of characters of a conclusion were increased.

1. はじめに

近年、ネットワークで結合された複数の計算機を用いてグループによる知的生産活動を支援するグループウェアの研究が盛んに行われている^{1)~3)}。その中で、我々は、衆知を集める発想法として著名な KJ 法⁴⁾を、ネットワークで結合された複数の計算機で支援する発想支援グループウェア郡元 (Groupware for a new

idea generation support system) を開発し、それを様々な種類の学生実験に適用し評価を行ってきた^{5)~7)}。

過去に行った実験の評価は、学生実験において被験者が行った KJ 法の結果から得られる意見数、島の数、まとめ文字数、時間などをパラメータとしていた。数々の実験結果より、郡元を用いた分散協調型 KJ 法は、計算機が異なる階にある分散環境でも、計算機が隣同士にある隣接した環境と比較してパラメータ的に違いが見い出されなかった。しかし、異なる階という分散環境で、テキストだけでなく画像と音声によるマルチメディアコミュニケーションを用いることができる実験の結果をみると、グループによる音声利用数に大きな違いが見られるなど作業内容に違いが見られた。

今回、実験結果から得られるパラメータだけでなく、

[†] 鹿児島大学工学部情報工学科

Department of Information and Computer Science, Faculty of Engineering, Kagoshima University

^{††} 大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻

Department of Informatics and Mathematical Science, Graduate School of Engineering Science, Osaka University

グループがどのようにして共同作業を行ったかという作業過程の影響について調べることにした。作業過程を調べるために、計算機が操作内容を時間とともに記録した、ログデータを利用することにした。作業過程を調べるためには、IBIS モデルのような議論モデル³⁾を用いて内容分析が行われることもあるが、ログデータから定量的に調べやすい、どのような支援機能が用いられたかを中心に調べた。ただし、ログデータを直接見るだけで実験全体の作業過程を理解することは困難である。よって、視覚的に作業過程が分かる時系列表示を作成し、その時系列表示をもとに作業過程を分類した。その作業過程をもとにした分類と実験結果の関係を検討する。

郡元と同じく KJ 法を支援するシステムである、KJ-Editor^{8),9)}、D-ABDUCTOR^{10),11)}でも操作記録をとる機能を備えている。KJ-Editor では、作業課題として、グループで行う要求仕様に関するレビューを行い、評価している。その実験は音声が使え同一部屋で 1 回、テキストだけでしかコミュニケーションがとれない分散環境で 1 回ずつ行われている。その実験結果から、コミュニケーション環境の違いが指示操作に影響を及ぼすことが定量的に示されている。

過去にチャパニス¹²⁾や Olson ら^{13),14)}によって人間の協同作業に関する統制実験が行われている。これらの研究では、実験環境の違いによる協同作業への影響を考察している。特に、Olson らによる ShrEdit を用いた一連の研究^{13),14)}では、開発した議論モデルを用いて、会議のために用意されたコミュニケーション手段による作業過程の違いが詳しく調べられている。我々が今回行う評価は、マルチメディア（画像+音声+テキスト）すべてをコミュニケーションのために用意して、同一実験環境において作業過程の違いに着目しているところがそれら研究と異なる。

本論文では、発想支援グループウェア郡元を用いた分散協調型 KJ 法における作業過程の時系列表示と実験結果の関係について検討する。以下、2 章では発想支援グループウェア郡元の概要について述べ、3 章では今回行った実験について述べる。4 章では、実験結果を示すとともに、その作業過程の時系列表示を考慮した解析について述べ、作業過程と実験結果の関係について考察する。5 章では実験結果を踏まえた支援機能について検討する。

2. 発想支援グループウェア郡元

2.1 郡元のソフトウェア構成

郡元は、3 つのソフトウェアから構成されている。

表 1 郡元の仕様
Table 1 Specification of GUNGEN.

仕様	説明
接続台数	4台まで接続可能。
画面サイズ	20インチ(1152×870ドット)。
画面縮小	4画面分の縮小表示と2画面分の縮小表示が可能。
基本機能	操作権あり、但し意見入力、コミュニケーション機能は関係なし。
ログ機能	操作に対応した命令を時間と共に記録。通信内容を記録。
ウインドウ	共有ウインドウ ブレーストローミングや島の作成に使用。各計算機で同一内容を表示(WYSIWISを実現)。
会議情報ウインドウ	会議の参加者、操作権利用者、意見の数、島の数などの会議情報を表示。
まとめ文章ウインドウ	文章作成用のウインドウ。各計算機で同一内容の文章を表示。
入力ウインドウ	文字入力(意見入力)のための専用のウインドウ。ローカルで使用。
雑談ウインドウ	テキストによる会話を順次表示。スクロールが可能。
画像ウインドウ	1秒間に数コマ程度の画像をモノクロで表示。NetGearによって表示。
KJ法支援機能	意見 操作権に関係なく、常時、入力ウインドウに書いた文字を意見として出せる。匿名機能も装備。
テキストベースの会話機能	常時可能。会話相手の選択や匿名機能も装備。簡単な会話メニューもあり。
マルチメディアコミュニケーション機能	常に利用状態。音声はマイクに向かって話すだけで利用可能。画像はカメラを通して逐次送信される。
島作成	同一島内の意見は島を動かすと一緒に移動。
文章作成	4台まで別れて作成可能。
データベース	データベースとしてWADAMANが存在。実験結果を自動的に保存し、再利用が可能。

それらは分散協調型 KJ 法支援ソフト、知的生産支援システム WADAMAN¹⁵⁾、マルチメディアコミュニケーションツール NetGear¹⁶⁾である。分散協調型 KJ 法支援ソフトはコンピュータネットワーク上で分散協調型 KJ 法を複数の計算機で行うことを可能とする。知的生産支援システム WADAMAN は 1960 年代に梅棹忠夫により、知的生産の技術として広く紹介された京大式カードシステムを参考にして作成したシステムであり、現実の箱を模擬するなど仮想的なインターフェイスに特徴がある。WADAMAN は、郡元において KJ 法に使うデータの収集、KJ 法の結果の保存を可能にし、一貫した KJ 法を支援するシステムの一部として位置づけている¹⁷⁾。NetGear は画像と音声によるマルチメディアコミュニケーションを実現する通信ソフトである。郡元は、TCP、UDP を使用しインターネットでも利用可能である。以上の構成によって表 1 のような仕様を実現するとともに、図 1 のように分散協調型 KJ 法を行うことができる。

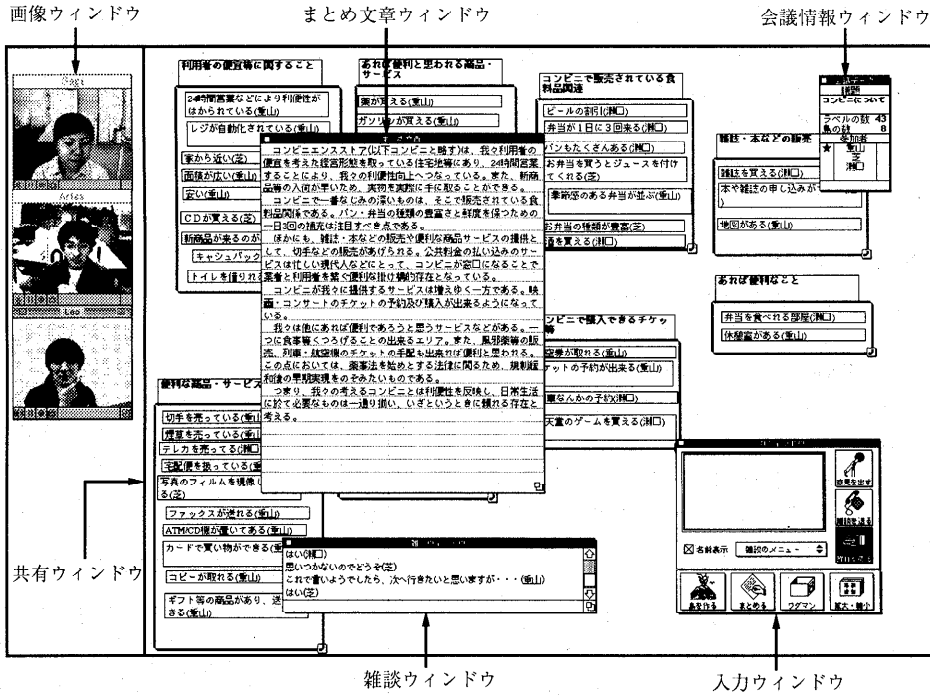


図 1 郡元の画面例

Fig. 1 An example of GUNGEN screen.

表 2 ログデータのコマンド内容

Table 2 Explanation about commands of time sequence of operations.

コマンド名	作業内容	操作権取得
KJOpen	分散協調型 KJ 法支援ソフトを開く。	不要
KJStart	KJ 法の開始。	
KJEnd	KJ 法の終了。	
ShowLabel	意見の表示。	
showchat	テキスト会話の表示。	
Point	操作権の取得 (操作権取得者がいないとき)。	
NoPoint	操作権の解除 (操作権取得者のみ)。	
ComUpdateLabel	意見の修正。	
ComMoveLabel	意見の移動。	
ComMakelsland	島を作る。	
ComUpdateIslandName	島名を付ける (修正も含む)。	
ComMoveIsland	島の移動。	
Resize	画面の大きさの拡大、縮小。	
ComIslandZoom	島の大きさの拡大、縮小。	
matome	まとめ文章化開始。	
SendMatomeData	まとめ文章の変化を 7 秒おきにチェックし、自動的に送信、または受信。	

2.2 分散協調型 KJ 法支援ソフト

分散協調型 KJ 法支援ソフトでは、意見は操作権に無関係に出すことはできるが、意見や島が表示された共有画面に対する操作を行うには操作権をとる必要がある。よって、分散協調型 KJ 法の島作成段階以降の操作は、操作権を持った人が中心に行うことになる。操作権は、操作権取得者が放棄しない限り他の人がとれない制御を行っている。共有画面への操作に関しては直感的なインターフェイスが重要と考え直接操作¹⁸⁾を用いた作業が行える。郡元と同じく KJ 法を支援するシステムである KJ-Editor でも共有画面へ操作を

行うためには操作権が必要である^{8),9)}。

2.3 ログデータ

紙面上の KJ 法と違い、郡元を用いて行う分散協調型 KJ 法の利点の 1 つに作業過程を随時記録することができる点があげられる。学生実験では、作業内容が時間とともに記録されたデータ (ログデータ) が残る。具体的には、作業を行った時刻、作業内容を表すコマンド、中身、作業者の順で記録される。ここでの作業内容を表すコマンドを表 2 に示す。分散協調型 KJ 法支援ソフトの通信内容は文章転送内容以外、すべてログデータに含まれている。

```

2930304240,KJOpen
2930304319,KJStart
2930304759,showchat "始めましょう(田中)"
2930304787,showchat "わかった(永川)"
2930305061,showchat "森さんの旅行の話は?(永川)"
2930305103,ShowLabel "行ってみたいところ(森)","58,56","1"
2930305173,ShowLabel "まずは外国ならどこでもいい(永川)","141,108","2"
2930305232,ShowLabel "イギリスかオーストラリア(田中)","63,167","3"
2930305278,showchat "私が一番行きたいのは、カンボジア(森)"
2930305316,ShowLabel "カンボジアに行きたい(森)","418,63","4"
2930305352,ShowLabel "それがダメならイギリス(森)","474,102","5"
2930305384,showchat "カンボジアってどんな国ですか?(田中)"
2930305411,showchat "どこにあるんですか?(田中)"
2930305421,ShowLabel "アンコールワットが見たいの(森)","486,156","6"
2930305467,ShowLabel "くつろげる所がいい(永川)","801,591","7"

```

(a) 意見入力段階

(a) Input phase.

```

2930311147,ComMakeIsland1 "1","141,166"
2930311178,ComIslandZoom "1","782,231,946,345","782,231,949,411"
2930311187,ComMoveIsland1 "1",cd fld "LabelList",cd fld "IslandList","-1,149"
2930311189,ComMoveLabel "44","682,262"
2930311192,ComMoveLabel "48","685,335"
2930311206,NoPoint
2930311291,Point "田中"
2930311308,ComMoveLabel "69","502,652"
2930311311,ComMoveLabel "70","503,668"
2930311314,ComMoveLabel "71","500,685"
2930311320,showchat "だれがやる?(森)"
2930311321,NoPoint
2930311357,showchat "田中さんしていいよ(永川)"
2930311366,showchat "うんうん(森)"
2930311433,showchat "がんばってー(森)"

```

(b) 島作成段階

(b) Formation of islands.

```

2930315978,matome
2930316229,showchat "誰が書く?(森)"
2930316495,showchat "まず書いてみて見てもらおう(田中)"
2930316609,Point "森"
2930316726,SendMatomeData "森","38"
2930316809,SendMatomeData "森","50"
2930317193,NoPoint
2930318823,Point "永川"
2930318956,SendMatomeData "永川","538"
2930319727,SendMatomeData "永川","666"
2930319877,KJEnd

```

(c) 文章化段階

(c) Formation of a sentence.

図 2 ログデータの例

Fig. 2 Example of time sequence of operations.

表 2 において作業内容の「操作権の解除」以下は、操作権が必要な作業である。また、実験時に保存されるログデータの例を図 2 に示す。(a) は意見入力段階、(b) は島作成段階、(c) は文章化段階のログデータの例である。

3. 分散協調型 KJ 法学生実験

3.1 学生実験内容

分散協調型 KJ 法学生実験は平成 8 年度後期において、情報系 2 年生の学生に対して行われる電気電子情報工学実験 I の中で行った。実験は被験者 3 人 1 組で行い、18 回分のデータを得ることができた。被験者は情報系 2 年の学生であるが、そのほとんどは利用する計算機に関する知識をあまり持たず、キー入力能力

に関して表 3 に示すとおりであり、学生はあまり計算機に慣れていないことが伺える。キー入力速度は、ランダムに表示されたアルファベット 26 文字を打つ速度を測定したものである。

次に、学生実験の手順について説明する。まず、実験で行うテーマに関して被験者である学生に興味のあるテーマを考えてもらう。テーマ決定後、被験者をそれぞれの使用する計算機に案内し、実験を開始する。実験時間については特に制限を設けていない。意見入力段階では、参加者は思いつくままにテーマに関する意見を出す。島作成段階では、似たような意見を直感的に集めて島作成(グループ化)を行う。そして、島には島の内容を反映した島名を付ける。文章化段階では、意見、島名をもとにテーマについての結論である

表3 被験者のキー入力能力
Table 3 Typing literacy about subjects.

キー入力評価項目	人数	キー入力速度(文字/分)
ほとんど初めて	32	22.8
見ながらならなんとか打てる	22	30.7
見なくても打てる	0	

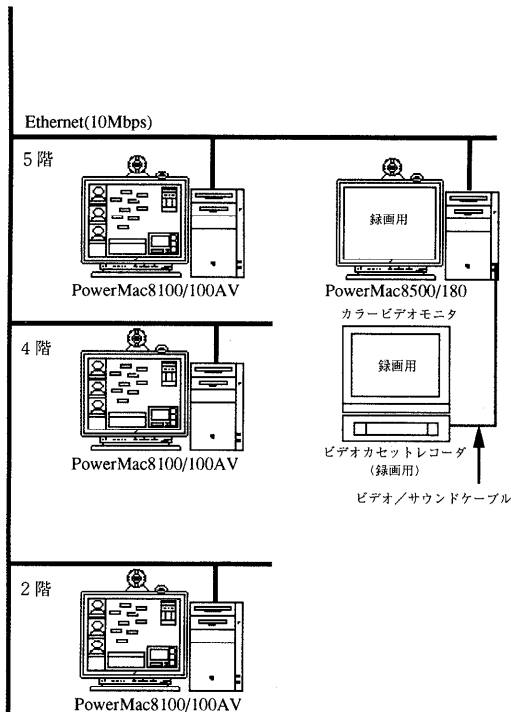


図3 実験システム

Fig. 3 Experimental system.

まとめの文章を書く。特に、島名をキーワードとして文章に入れ込むように指導している。また、文末に要旨を書くように指導している。

3.2 実験環境

パーソナルコンピュータと Ethernet で構成されるシステムで実験を行った(図3)。それぞれの計算機には画像入力用としてモノクロデジタル CCD カメラ QCAM (Connectix)、音声入力用に PlainTalk マイク (AppleComputer)、音声出力用のスピーカ (2組は Fujitsu, 1組は Creative) が付いている。画像の切り替え速度は 3~4 コマ/秒で音声遅延がある環境であった。それぞれの被験者は 5 階, 4 階および 2 階にある計算機を用いて分散協調型 KJ 法を行うことになる。被験者はマルチメディア (画像+音声+テキスト) を用いたコミュニケーションをいつでも行うことが可能であった。

3.3 ビデオテープによる音声解析

郡元から直接得られるログデータだけでは、画像と音声を用いたマルチメディアコミュニケーションの利用について知ることはできない。そこで、マルチメディアコミュニケーションを記録したビデオテープの中から、画像と比べてテキストで表現しやすい音声会話を調べた。テキスト会話のログ記録と同様な形式で音声会話のデータ「時刻情報, showvoice “音声会話内容(発話者)”」をログデータの中に組み込んだ。音声会話はある被験者が話し始めてから、話し終わるまでを 1 つの会話とした。ある被験者が少し話しをして、ある程度空いてから再び話し始めた場合はそれまでを 1 つの会話とした。相づち等の短い音声も 1 つの会話とした。

4. 実験結果と考察

4.1 実験結果と時系列表示

全 18 回の実験結果は表 4 に示すとおりである。意見数は 25 個から 79 個、島の数は 3 個から 15 個、文章の文字数は 248 文字から 562 文字、テキスト会話数は 17 個から 351 個、音声会話数は 0 個から 1918 個、全所要時間は 107 分から 278 分であった。

過去の評価は、このような実験結果から得られたパラメータを中心として行ってきた。その結果より、郡元を用いた分散協調型 KJ 法は、計算機が異なる階にある分散環境でも、計算機が隣どうしにある隣接した環境と比較してパラメータ的に違いが見出されなかった。また、同様に今回の実験結果の平均値 (意見数 52.7 個、島の数 7.2 個、文章の文字数 351.2 文字) を過去の実験結果と比較すると、差がなく、結果に影響を及ぼす要因を考えていくことは困難である。過去の実験の観察より、どの実験も作業過程が同じというわけではない。そこで、どのような機能が用いられて作業が行われているかという作業過程についてログデータを用いて調べる。

実験結果として得られたログデータは 462 行から 2568 行で平均 1192 行の長さである。このログデータを見るだけでは 3 人の被験者がどのように支援機能を利用して、実験にかかわりあっているか知ることは困難である。そこで、実験の全体的な様子が分かるようなログデータをもとにした時系列表示を作成することにした。

時系列表示とは、作業の様子を時間の経過とともに、視覚的に理解できる図と定義する。各実験ごとに、それぞれのログデータを利用し、横軸に時間軸とり、個人別に操作内容を表示した。図 4、図 5 に時系列表示

表 4 実験結果
Table 4 Result of experiments.

議題 18項目	意見入力段階					鳥作成段階					文章化段階					総合		
	意見 数 (個)	意見 文字数 (文字)	テキスト 会話数 (個)	音声 会話数 (個)	時 間 (分)	鳥 数 (個)	鳥名 文字数 (文字)	テキスト 会話数 (個)	音声 会話数 (個)	時 間 (分)	まとめ 文字数 (文字)	テキスト 会話数 (個)	音声 会話数 (個)	時 間 (分)	全テキ スト会 話数 (個)	テキ スト会 話文字 数 (文字)	金音 声会 話数 (個)	金所 要時 間 (分)
96.10.18 究極の大学	25	12.6	19	0	52	6	12.0	36	2	96	475	60	9	85	115	10.0	11	233
96.10.22 究極の友達	57	16.0	29	83	89	5	36.6	11	217	77	287	2	63	22	42	9.9	363	188
96.10.25 究極のバイク	43	10.3	7	13	51	8	7.9	25	92	68	336	40	165	80	72	8.2	270	199
96.11.01 究極の人	38	20.7	34	127	81	5	13.4	23	202	41	305	17	255	38	74	10.7	584	160
96.11.05 究極の音楽	40	14.0	46	216	129	3	11.3	0	222	35	366	9	292	65	55	6.2	730	229
96.11.08 究極の旅	78	17.4	71	75	114	6	7.7	71	14	81	335	44	33	65	186	11.5	122	260
96.11.12 究極の大学生	39	12.0	33	642	90	6	12.7	42	804	104	334	2	472	55	77	8.4	1918	249
96.11.22 究極インスタントラーメン	50	11.0	121	7	77	9	12.1	133	9	61	562	97	160	69	351	7.4	176	207
96.11.26 究極大学生	66	11.6	5	202	82	7	8.9	11	685	82	299	1	298	78	17	6.2	1185	242
96.11.29 究極ラーメン	66	9.7	64	29	76	6	11.2	6	129	42	248	39	198	82	109	6.1	356	200
96.12.03 究極の観察	47	20.4	70	19	86	6	9.7	66	83	60	472	78	367	100	214	10.0	469	246
96.12.06 究極のゲーム	27	24.7	17	0	135	7	9.0	12	0	72	338	6	0	48	35	8.5	0	255
96.12.13 究極のストレス解消法	40	8.4	11	92	39	3	11.7	0	217	29	326	57	260	53	68	12.3	569	121
96.12.17 究極の人間	58	9.1	40	148	48	7	9.3	17	198	34	248	4	128	25	61	9.0	474	107
96.12.20 究極の友達の作り方	74	10.0	37	109	69	10	8.8	47	242	67	383	40	170	62	124	8.2	521	198
96.12.24 究極の人	79	10.3	108	86	98	15	12.3	93	70	117	429	15	269	63	216	7.6	425	278
97.01.10 究極の大学生	56	28.5	29	6	97	8	9.2	1	144	36	283	1	12	23	31	8.6	162	156
97.01.14 究極の人	66	13.9	18	31	77	13	9.7	1	29	54	296	30	55	51	49	9.5	115	182
平均値	52.7	14.5	42.2	104.7	82.8	7.2	11.9	33.1	186.6	64.2	351.2	30.1	178.1	59.1	105.3	8.8	469.4	206.1

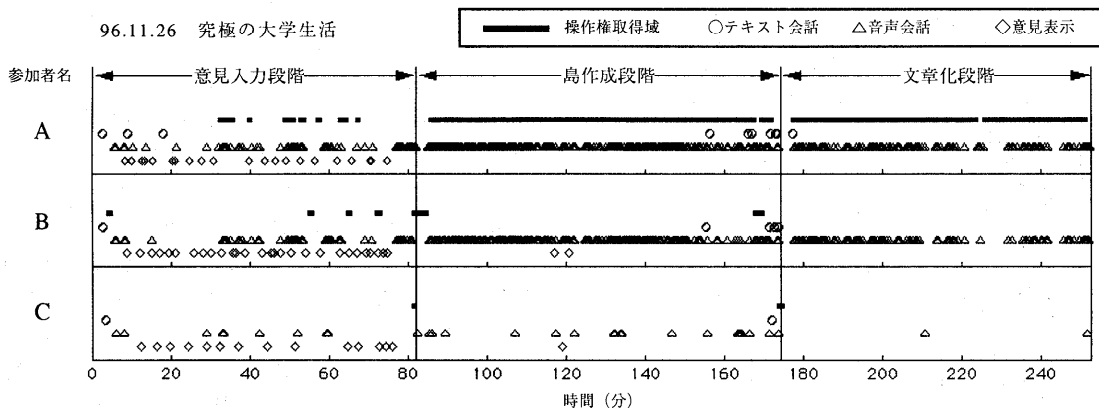


図 4 音声为主として用いられ、操作権利用者が 1 人である会議の時系列表示
Fig. 4 An example of time sequence chart, in which only one person keep having control right, mainly using voice based communication.

の例を示す。

時系列表示を作成するにあたっては下記の点に留意した。共有画面に関する操作に必要な権利である操作権は、1 度に 1 人しか所有できないために鳥作成以降の作業は、操作権所有者を中心に行われる。また、協同作業において、コミュニケーションをとることが重要と考えられる。そこで、ログデータをもとに、操作権を取得している時間帯を表示する操作権取得域とテキスト会話と音声会話の 3 つを個人ごとに時系列表示することにした。また、意見入力段階では意見を出すことが重要な作業であるので意見表示も同様に時系列表示した。

時系列表示の左側には、被験者の名前を表示し、誰がどのような作業を行ったか分かるようにした。実験開始から終了までの時間を横軸にとり、時間軸は、意

見入力段階、鳥作成段階、文章化段階と左から順に区切られている。そして、個人別に以下の内容を表示させた。ログデータから操作権取得を表す「Point」と解除を表す「NoPoint」をもとに操作権所有時間域を“太い横線”で表示した。同様にして、テキストベースの会話の表示に対応する「showchat」を“丸印”、音声会話に対応する「showvoice」を“三角印”、さらに、意見表示に対応する「ShowLabel」を“ひし形”で、それぞれ時間に合わせて表示した。

4.2 時系列表示をもとにした作業過程による分類

コミュニケーション利用や操作権利用等を表示した時系列表示を見ると、テキストや音声のコミュニケーション利用に違いがあること、また、議題ごとに操作権を利用している人数に違いがあることが分かった。そこで、コミュニケーション利用や操作権利用という

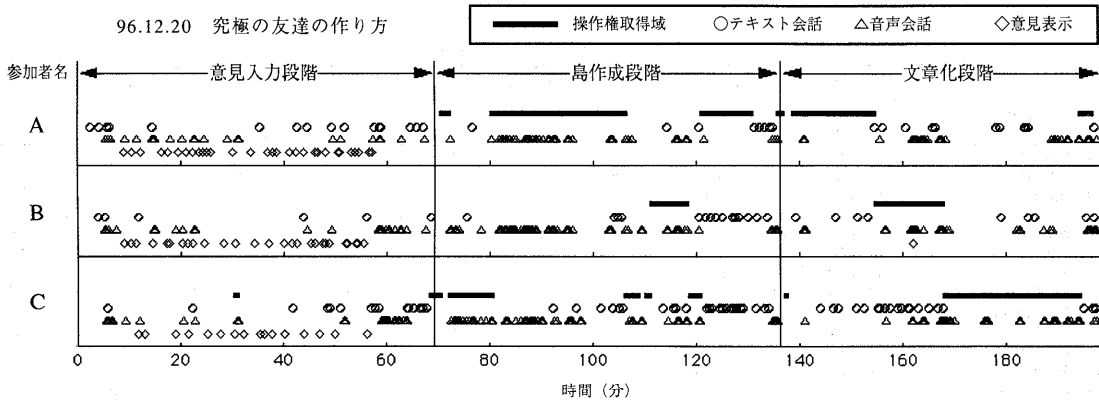


図5 テキストが主として用いられ、操作権利用者が3人である会議の時系列表示
 Fig. 5 An example of time sequence chart, in which three persons use control right, mainly using text based communication.

表5 各議題ごとのコミュニケーション利用
 Table 5 The choice of media for communication in each experiment.

議題 18項目	コミュニケーション利用		
	音声会話数/ テキスト会話数	主として 音声	主として テキスト
96.10.18 究極の大学	0.1		○
96.10.22 究極の友達	21.5	○	
96.10.25 究極のバイク	4.0		○
96.11.01 究極の人	11.4	○	
96.11.05 究極の音楽	57.1	○	
96.11.08 究極の旅行	0.4		○
96.11.12 究極の大学生生活	29.0	○	
96.11.22 究極インスタントラーメン	0.7		○
96.11.26 究極大学生生活	81.9	○	
96.11.29 究極ラーメン	7.3	○	
96.12.03 究極の娯楽	3.1		○
96.12.06 究極のゲーム	0.0		
96.12.13 究極のストレス解消法	8.4	○	
96.12.17 究極の人間	15.5	○	
96.12.20 究極の友達の作り方	4.7		○
96.12.24 究極の人	3.1		○
97.01.10 究極の大学生生活	78.0	○	
97.01.14 究極の人	2.7		○

観点から分散協調型 KJ 法の協調作業を分類することにした。分散協調型 KJ 法では島作成段階と文章化段階は特に、協同作業が重要である。そこで、時系列表示やログデータをもとに島作成段階以降の協同作業に関して調べ実験結果を分類する。

4.2.1 コミュニケーション利用内容による分類

協同作業を行う際にコミュニケーションをとることは重要である。そこで、島作成段階以降コミュニケーションをとるために何が主として用いられたかをもとに実験結果を分類する(表5)。

島作成段階以降の“平均の音声会話数/平均のテキスト会話数”が5.8であるので、その値を分類に用いた。“音声会話数/テキスト会話数”の値が5.8以上の場合にはコミュニケーションをとるために音声の主として用

いられた実験であり、5.8より小さい場合はコミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験とした。表4では、上記で定めた基準に従い各実験議題ごとに、コミュニケーションをとるために利用した項目に丸印を記している。時系列表示の例である図4は音声の主として用いられた実験であり、図5はテキストが主として用いられた実験である。

4.2.2 操作権利用者数による分類

郡元を用いた分散協調型 KJ 法では島作成段階以降、操作権を持った人が中心になって共有ウィンドウに対する操作を行うことになる。そこで、実験18議題分の時系列表示をもとに島作成段階以降、主として操作権を利用した人数を調べた(表6)。最初に、4人の人間(筆者の1人と研究室の学生3人)によって操作権利用者数を調べた。判定は、それぞれに時系列表示18議題分を印刷した紙を渡し、島作成以降、操作権を何人が利用したかの人数を判定してもらった。このさい、判定のための基準は設けていない。また、暗黙的な判定の基準が生じないようにするために各自で作業を行ってもらった。表6の「時系列表示をもとにした操作権利用者数の判定」の欄に、4人の人間(A, B, C, D)それぞれが判定した操作権利用者数を議題ごとに示す。4人の人間による判定の相関の平均値は0.93と高い。

今度は、ログデータを用いて計算した各被験者の操作権取得率をもとに、操作権利用者数を割り出す値を決定する。操作権取得率は議題ごとに島作成段階と文章化段階に操作権が使われた時間の中で、ある被験者が操作権を所有している時間の割合である。表6の「ログデータをもとにした操作権利用者数の判定」の欄の項目「操作権取得率(%)」に、議題ごとに、5階、

表 6 各議題ごとの操作権利用者数

Table 6 The number of person using control right in each experiment.

議題 18項目	時系列表示をもとにした 操作権利用者数の判定				ログデータをもとにした操作権利用者数の判定			操作権利用 者数(人)
	A	B	C	D	操作権取得率(%)			
					5階	4階	2階	
96.10.18 究極の大学	3	3	3	3	56.1	16.8	27.1	3
96.10.22 究極の友達	3	3	3	3	20.0	42.4	37.6	3
96.10.25 究極のバイク	3	3	3	3	52.4	28.6	19.0	3
96.11.01 究極の人	1	1	1	1	0.0	97.3	2.7	1
96.11.05 究極の音楽	2	2	2	2	2.3	26.1	71.6	2
96.11.08 究極の旅行	3	3	3	3	38.4	33.9	27.7	3
96.11.12 究極の大学生活	2	2	2	1	77.0	4.6	18.4	2
96.11.22 究極インスタントラーメン	3	3	3	3	56.6	19.8	23.6	3
96.11.26 究極大学生活	1	1	1	1	0.0	97.4	2.6	1
96.11.29 究極ラーメン	2	2	2	2	75.2	23.9	0.9	2
96.12.03 究極の娯楽	1	1	1	1	83.7	11.6	4.7	2
96.12.06 究極のゲーム	2	3	3	2	22.2	9.9	67.9	2
96.12.13 究極のストレス解消法	2	2	2	2	35.5	1.3	63.2	2
96.12.17 究極の人間	1	1	1	1	100.0	0.0	0.0	1
96.12.20 究極の友達の作り方	3	3	3	3	35.5	16.4	48.1	3
96.12.24 究極の人	3	3	3	2	45.8	11.1	43.1	3
97.01.10 究極の大学生活	1	1	1	1	98.3	0.0	1.7	1
97.01.14 究極の人	3	3	3	2	42.2	15.6	42.2	3

表 7 コミュニケーション利用と操作権利用者数の関係

Table 7 Relation between the choice of media for communication and the number of person using control right.

操作権利用者数	コミュニケーション利用	
	音声	テキスト
3人	1回	7回
2人	4回	1回
1人	4回	0回

4階, 2階, それぞれにいる被験者ごとの操作権取得率を示す。4人の人間による判定と各被験者の操作権取得率を見比べ、操作権取得率が10%以上であるとき、その被験者を操作権利用者数として数えた(表6の右端の列)。この操作権取得時間の割合をもとにした判定と4人の人間による判定間の相関の平均値は0.92と高い値を示し、操作権取得時間の割合が10%以上である被験者を操作権利用者数として扱うことにした(表6の右端の列)。時系列表示の例である図4は操作権利用者数1人の実験であり、図5は操作権利用者数3人の実験であった。

4.3 作業過程による分類をもとにした定量的評価

時系列表示を考慮した作業過程の分類により、表5, 表6のように作業過程をもとにした実験の分類を行うことができた。この結果をもとに定量的な評価を行う。

表5と表6をもとに、コミュニケーション利用内容と操作権利用者数の関係を示す(表7)。コミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験は、音声の主として用いられた実験と比べて操作権を3人で協同してとりながら行った実験が多いことが分かった。

表 8 コミュニケーション利用による実験結果の比較

Table 8 Comparison of the results of experiments, mainly using voice based communication, with the results of experiments, mainly using text based communication.

	コミュニケーション利用	音声	テキスト	p値
意見入力段階	全意見数(個)	51.1	57.8	
	意見文字数(文字)	14.4	13.2	
	テキスト会話数(個)	32.3	56.4	
	音声会話数(個)	171.7	42.5	
	意見入力時間(分)	81.2	78.0	
鳥作成段階	鳥の数(個)	5.6	9.1	*
	鳥名文字数(文字)	13.8	10.0	
	テキスト会話数(個)	12.3	59.0	**
	音声会話数(個)	313.1	67.6	*
	鳥作成時間(分)	53.3	75.5	
文章化段階	まとめ文字数(文字)	299.6	411.0	**
	テキスト会話数(個)	14.7	50.5	**
	音声会話数(個)	219.8	153.5	
	文章化時間(分)	49.0	71.9	*
総合	操作権利用者数(人)	1.7	2.9	**
	キー入力速度(文字/分)	26.3	26.2	
	全テキスト会話数(個)	59.3	165.9	**
	テキスト会話の文字数(文字)	8.6	9.1	
	全音声会話数(個)	704.6	263.6	*
	全所要時間(分)	183.5	225.4	
	実験回数	9	8	

*p<0.05 **p<0.01

コミュニケーションをとるために音声の主として用いられた実験の結果とテキストが主として用いられた実験の結果を表8に比較する。実験結果を比較する各表には、一元配置分散分析による統計的な有意差に関する情報を付けている。「**」はp値が0.01より小さい場合を、「*」はp値が0.01より大きく0.05より小さい場合を示す。コミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験は、音声の主として

表9 コミュニケーション利用によるアンケート結果の比較

Table 9 Comparison of the results of questionnaire, mainly using voice based communication, with the results of questionnaire, mainly using text based communication.

質問事項	音声	テキスト	p値
イメージのどのくらい離れて実験していると感じますか	2.7	3.6	**
相手とうまくコミュニケーションがとれましたか (全体的な感想)	3.6	4.0	
◇ (画像)	3.6	4.0	
◇ (音声)	3.7	3.9	
◇ (テキスト)	3.8	4.5	**
キーボードでうまく入力できましたか	2.7	3.8	**
周囲が気になりましたか	3.3	3.1	
画面で相手の表情が伝わりましたか	4.0	4.0	
マイクでうまく相手と話せましたか	3.5	3.7	
相手との会話ははずみましたか	3.4	3.8	
実験結果に満足していますか	3.4	3.8	
報告者数	27	22	

*p<0.05

**p<0.01

用いられた実験と比べて、島の数、まとめ文字数は多いという結果となった。

過去に行った紙面上のKJ法で得られた結果⁵⁾は意見数62.8個、島の数10.3個、まとめ文字数367.5文字である。この結果と比較してみるとコミュニケーションをとるために音声の主として用いられた実験で得られた島の数、まとめ文字数が紙面上のKJ法と比べて少ない結果となっている。それに対して、テキストが主として用いられた実験で得られた島の数、まとめ文字数は紙面上のKJ法で得られた結果に近く良好な結果と考えられる。また、川喜田によれば、KJ法¹⁹⁾の島作成では無理に意見をまとめて大きな島を作り、島の数を減らす必要はないとされている。したがって、島の数が多くは悪くない結果と考えられる。

実験終了後、被験者に対し、実験の印象を5段階で評価するアンケートを行った。コミュニケーションをとるために音声の主として用いられた実験の結果とテキストが主として用いられた実験の結果を質問事項ごとに比較して表9に示す。アンケート結果は、1行目のイメージ的な距離に関する質問は値が小さいほうがよい結果であるが、それ以外の質問は数値が大きいものほど、良い評価であることを示す。コミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験は音声の主として用いられた実験と比べて、離れて実験をしているように感じているが、キーボードでうまく入力できたと感じていることが分かる。キーボードでうまく入力できたと感じたのは、表8より被験者のキー入力速度が速いからではなくテキスト会話などを含めキーボードをよく利用したためだと考えられる。

4.4 考 察

コミュニケーションをとるために音声の主として用

いられた場合に比べて、テキストが主として用いられた場合、操作権を3人が利用するとともに、島の数やまとめ文字数が多いという実験結果について考察する。土橋らは、KJ法のような思考作業を支援するシステムを評価するさい、テーマを変えると作業ごとの難易度が異なることを問題点として考え、「地球温暖化の原因とその対策について」という同一テーマを用いて彼らが開発した発想支援機能について実証的な評価を試みている²⁰⁾。そこで、我々も同一テーマの実験について注目し、比較してみた。テーマが議題「究極の人間」である場合、コミュニケーションをとるために音声の主として用いられるとともに操作権利用者数が1人である場合が2議題、テキストが主として用いられるとともに操作権利用者数が3人である場合が2議題あった。それぞれの議題ごとに、ログデータと時系列表示をもとに作業過程について述べる。5階の被験者をA、4階の被験者をB、2階の被験者をCとして記述する。

音声の主として用いられ、操作権利用者数が1人である場合について述べる。「96.11.01 究極の人間」(図6)では、島作成段階では、Bが操作権を持ち、AとBは音声をを用いて作業の確認を行いつつ協調作業を行っていた。ただし、Cは途中から音声で冗談を言い始めていた。文章化段階になるとCは作業に参加しなくなり、AとBはCの言うことは無視して2人で協力しあって文章を書いていた。「96.12.17 究極の人間」(図7)では、Aが中心になって、作業を行った。Aが進行もすべて行い、BとCはAに意見を求められて発言することが多かった。また、BとCは、積極的に操作権を使うような態度をみせず、Aに操作を任せていた。

テキストが主として用いられ、操作権利用者数が

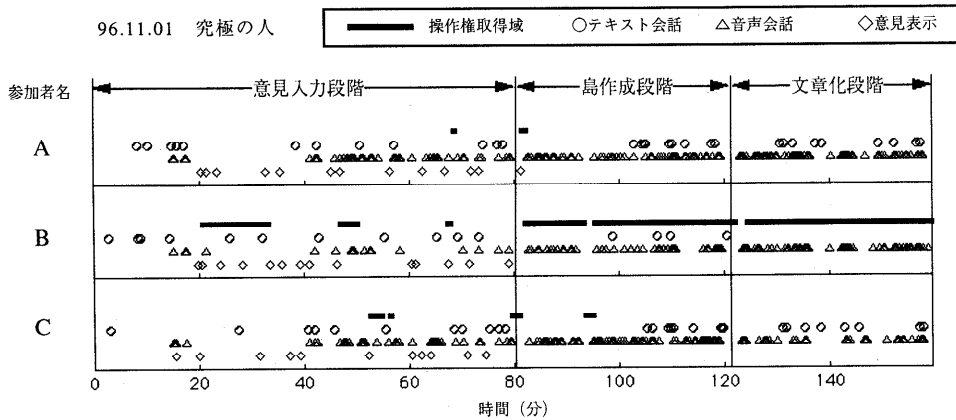


図 6 音声为主として用いられた「96.11.01 究極の人」の時系列表示
 Fig. 6 The time sequence chart of theme “96.11.01 ultimate man”, mainly using voice based communication.

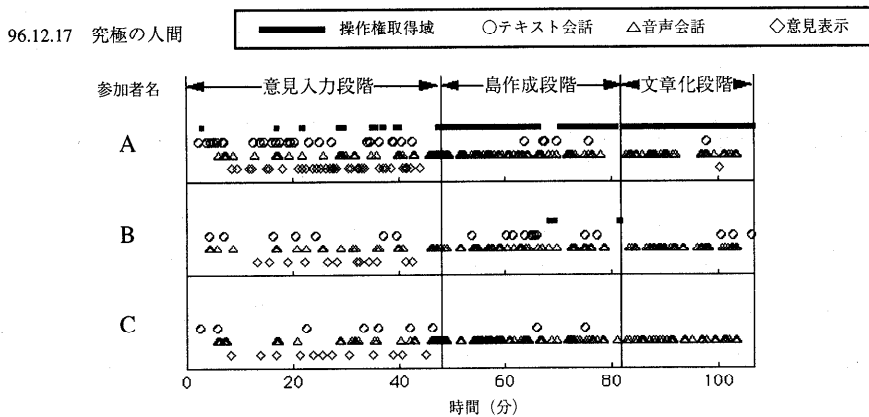


図 7 音声为主として用いられた「96.12.17 究極の人間」の時系列表示
 Fig. 7 The time sequence chart of theme “96.12.17 ultimate man”, mainly using voice based communication.

3人である場合について述べる。「97.01.14 究極の人」(図8)では、島作成段階では、あまりコミュニケーションはなく、黙々と操作権を廻し合いながら作業を行っていた。たまに、操作権移譲に関する会話や作業内容の了承に関する会話がなされていた。文章化段階でも、黙々と操作権を廻しながら作業を行っていた。「がんばれー!!!」というようなテキストの会話など、相手を励ますような会話も見られ、協力して作業する意識がグループに見られた。「96.12.24 究極の人」(図9)では、島作成段階では、テキストが主として用いられ、最初に「操作権を交代交代で利用しよう」という提案があり、黙々と操作権を廻しながら、3人で作業を行っていた。まとめ文章では、途中まで3人会話があり協力して作業を行っていたが、Cが「いいか俺が読み上げるからそのとおり書け」と音声で話したことをきっかけに、Cが話したことをAが打ち込む、

口述筆記状態になり、音声によるコミュニケーションがほとんどAとCでなされるようになった。もう1人のBは、口述筆記になった状態以降、ほとんど実験に参加しなくなった。

テーマが「究極の人」であり、テキストが主として用いられた実験の作業過程を見ると、島作成段階や文章化段階で音声为主として用いられている場合が見受けられた。そこで、テキストが主として用いられたと判断された実験8回について、意見入力段階、島作成段階、文章化段階の各段階ごとにコミュニケーション利用を調べた。その結果、全般的に図5のようにテキストが全段階において主として用いられていたが、図8および図9のように文章化段階や島作成段階でテキストが多用された例もあった。

以上、テーマが議題「究極の人(人間)」の実験データより以下のようなことが観察された。音声による会

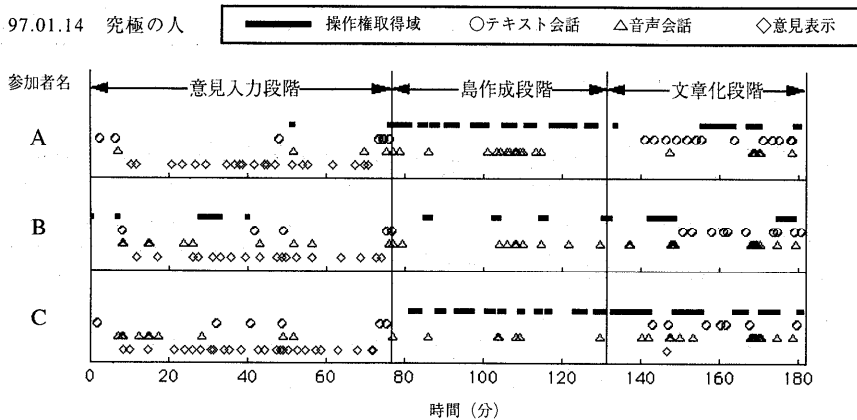


図8 テキストが主として用いられた「97.01.14 究極の人」の時系列表示

Fig.8 The time sequence chart of theme "97.01.14 ultimate man", mainly using text based communication.

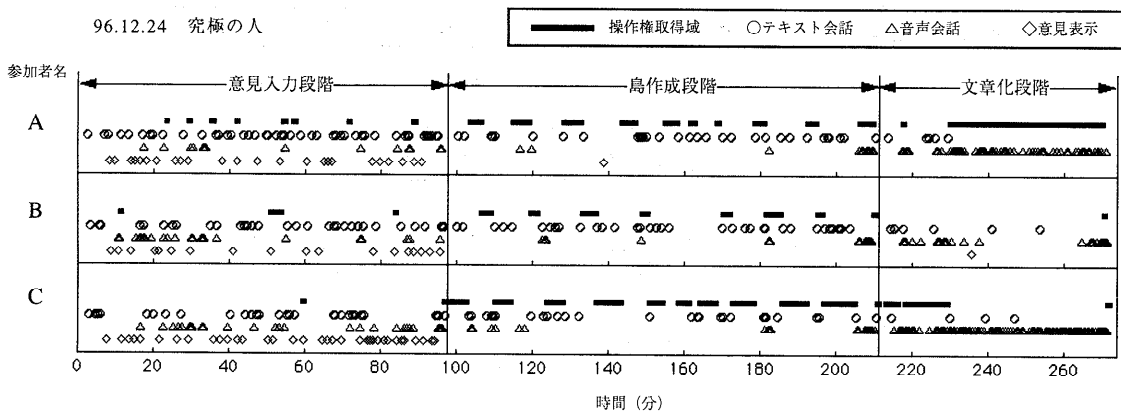


図9 テキストが主として用いられた「96.12.24 究極の人」の時系列表示

Fig.9 The time sequence chart of theme "96.12.24 ultimate man", mainly using text based communication.

話は、同時に1人の話しか聞き取れないという問題がある。また、音声による会話は、1対1の会話で進むことが多く、他の参加者は参加しにくくなり、参加意識が低くなると思われる。それに対して、テキストによる会話には、参加者がいつでも使用し、参加できるという良さがある。また、テキストによる会話を行うためにはキーボード入力をしたり、雑談のアイコン(図1)をクリックしたりと計算機に対して各種の操作を行うことになる。つまり、受け身でなく積極的な動作を行うことから参加意識が高くなると考えられる。よって、郡元を用いた分散協調型KJ法学生実験において、コミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験では、音声の主として用いられた実験と比較して、参加者全員が操作権をとるなど積極的に会議に参加したと考えられる。その結果、島の数やまとめ文字数が、音声の主として用いられた

実験と比較して多くなったと考えられる。

画像通信に関して、Olsonらによる研究¹⁴⁾では、コンピュータネットワーク上に実装されたShrEditとコミュニケーションをとるためのアナログ画像通信で視線の一致などが実現されている。そして、音声のみの実験と音声に画像を加えた場合とを比較すると、画像を加えた場合が対面環境の実験結果に近づくという結果が得られている。これに対して、我々が今回行った実験は、コンピュータネットワーク上に実現された画像と音声によるマルチメディアコミュニケーション機能だけでなく、テキストによるコミュニケーション機能も揃えて行ったものであり、実験環境が違うので実験結果を単純に比較できないと考えられる。

5. 実験結果を考慮した支援機能の検討

作業過程と実験結果の関係を考慮した支援機能につ

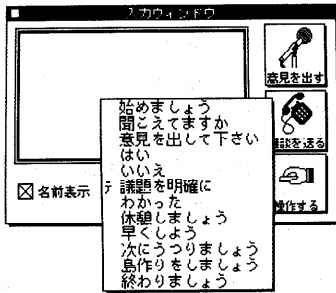


図 10 入力ウィンドウの雑談メニュー
Fig. 10 Chat menu of the input window.

いて検討する。実験結果より、テキストが主として用いられた場合、操作権利用者数が多く、島の数、まとめ文字数が多くなるという結果が得られた。

よって、テキストを積極的に利用できる機能を付け、会議に積極的に参加させる機能が考えられる。具体的に、意見入力ウィンドウについた雑談メニュー（図 10）を高機能化することがあげられる。雑談メニューは、キーボード入力の負担を軽減するために設けられた機能である⁶⁾。今回の学生実験において出された全雑談の 24.5% (465 個/1896 個) は雑談メニューと同じ文字列を含む内容である。よって、雑談メニューはキーボードの入力を軽減しテキストによる会話を促しているといえる。ただ、現在の雑談メニューは簡単な会話のやりとりしかできない。被験者のレポートで、テキストによる会話に関する感想をみると、“雑談メニューは手軽で便利である”，だが、“もう少し使える内容をいれて欲しい”という意見が多かった。よって、雑談メニューを高機能化することが期待される。実際の分散協調型 KJ 法におけるコミュニケーション内容を調べ、操作権のやりとりを促すような会話など協調作業にかかわるような内容を加えることが効果的と考えられる。

一方、3 人が積極的に参加するためには操作権方式をやめて、並列式にするという考えもある。しかし、同時並列方式には、自分の作業に夢中になり、他の人が何をしているのか分からなくなる問題も指摘されている。それを踏まえて、渡辺らは共有画面に関しては操作権による制御を行い、ほかに、参加者がアイデアを保持できるような空間を用意するハイブリッド方式のシステムを提案している²¹⁾。郡元の支援機能には、操作権に関係なく利用できる意見入力機能、テキスト会話機能が付いており、郡元の支援方式はハイブリッド方式とほぼ同じといえる。よって、操作権方式ではなく並列式にする必要はないと考えられ、テキストを積極的に利用できる機能の追加で十分と考えられる。

また、操作権を 1 人の人間が保持しすぎるという操作権方式の問題に対して、1 人の人が操作権をとりすぎないように時間制限を付けることによって防ぐことも考えられる。

6. おわりに

計算機を介してしかコミュニケーションをとることができない分散環境下で、マルチメディア（画像+音声+テキスト）を用いてコミュニケーションをとることができる発想支援グループウェア郡元を用い、分散協調型 KJ 法学生実験を 18 回行った。過去に行ってきた評価は、結果から得られる定量的なパラメータだけによるものだったが、今回は作業過程を考慮した評価を行った。コミュニケーションをとるために音声の主として用いられた実験とコミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験に分けて実験結果を比較検討すると、操作権利用者数や実験結果に以下のような違いが生じることが分かった。

- (1) コミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験では、操作権を 3 人で協同してとりながら行う実験が多い。
- (2) コミュニケーションをとるためにテキストが主として用いられた実験では、KJ 法の実験結果にかかわる島の数、まとめ文字数が多くなる。

過去の分散環境の影響⁶⁾やマルチメディアコミュニケーションの影響⁷⁾をみた研究では、KJ 法の実験結果に及ぶ影響が見られず、結果に及ぼす影響という観点からみた機能改善の指針を得ることができなかった。しかし、今回は、テキストを積極的に利用できる機能を付け、会議に積極的に参加させるという指針を得ることができた。

今後は、このような指針をもとに新たな分散協調型 KJ 法支援機能を開発し、分散協調型 KJ 法学生実験に適用したいと考える。雑談メニューの強化等により、操作権を 3 人が利用する、島の数が多くなる、まとめ文字数が多くなるという効果を期待する。その実験結果を今回の解析データと比較検討することにより効果的な支援機能について検討していく予定である。

参 考 文 献

- 1) 松下 温：図解グループウェア入門，オーム社，東京（1991）。
- 2) 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，bit 4 月号別冊，共立出版，東京（1994）。
- 3) 石井 裕：CSCW とグループウェア，オーム社，

- 東京 (1994).
- 4) 川喜田二郎: 発想法—創造性開発のために, 中央公論社, 東京 (1967).
 - 5) 宗森 純, 堀切一郎, 長澤庸二: 発想支援システム郡元の 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).
 - 6) 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).
 - 7) 由井蘭隆也, 宗森 純, 長澤庸二: 学生実験用発想支援グループウェアの実施に及ぼすマルチメディアコミュニケーションの影響, 電子情報通信学会論文誌 (D-II), Vol.J80-D-III, No.4, pp.884-891 (1997).
 - 8) 河合和久, 塩見彰陸, 竹田尚彦, 大岩 元: 協調作業支援機能をも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.585-592 (1993).
 - 9) 大見嘉弘, 河合和久, 竹田尚彦, 大岩 元: 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, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.11, pp.2720-2727 (1995).
 - 10) 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).
 - 11) 三末和男, 杉山公造: 図的発想支援システム D-ABDUCTOR の操作性の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.1, pp.133-143 (1996).
 - 12) A. チャパニス: 人間相互のコミュニケーション, サイエンス, No.5, pp.62-69 (1975).
 - 13) Olson, J.S., Olson, G.M., Storvøsten, M. and Center, M.: Groupwork Close Up: A Comparison of the Group Design Process With and Without a Simple Editor, *ACM Trans. Information Systems*, Vol.11, No.4, pp.321-348 (1995).
 - 14) Olson, J.S., Olson, G.M. and Meader, D.K.: What Mix of Video and Audio is Useful for Small Groups Doing Remote Real-time Design Work?, *Proc. CHI '95*, pp.362-368, ACM Press (1995).
 - 15) 由井蘭隆也, 宗森 純, 長澤庸二: 知的生産支援システム Wadaman の仮想環境の評価, 情報処理学会, 人文科学とコンピュータ研究会, 24-4 (1994).
 - 16) 宗森 純, 由井蘭隆也, 長澤庸二, 首藤 勝: 遠隔研究指導支援システムの開発, 情報処理学会, グループウェア研究会, 18-8 (1996).
 - 17) 由井蘭隆也, 山元一永, 丸田和輝, 宗森 純, 長澤庸二: 発想一貫支援グループウェア郡元の開発, 情報処理学会, マルチメディアと分散処理研究会, 65-19 (1994).
 - 18) Shneiderman, B. (著), 東 基衛, 井関 治

(訳): ユーザー・インターフェイスの設計, 第2版, 日経 BP 社, 東京 (1993).

- 19) 川喜田二郎: 続・発想法—KJ 法の展開と応用, 中央公論社, 東京 (1970).
- 20) 土橋 喜, 堀 浩一, 中須賀真一, 山内平行, 立花隆輝: 電子図書館における発想支援機能の評価方法, 「デジタル図書館」, No.9, ISSN 1340-7287, http://www.dl.ulis.ac.jp/DLjournal/No_9/ (1997).
- 21) 渡辺 理, 小幡明彦, 松倉隆一, 佐々木和雄: 情報入力モデルに基づく電子白版への意見提示方法の比較考察, 情報処理学会, グループウェア研究会, 23-6 (1997).

(平成 9 年 5 月 14 日受付)

(平成 9 年 11 月 5 日採録)



由井蘭隆也 (学生会員)

昭和 47 年生。平成 6 年鹿児島大学工学部情報工学科卒業。平成 8 年同大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程修了。現在同大学院工学研究科システム情報工学専攻博士後期課程在学中。グループウェアに関する研究に従事。電子情報通信学会会員。



宗森 純 (正会員)

昭和 30 年生。昭和 54 年名古屋工業大学電気工学科卒業。昭和 56 年同大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。昭和 59 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。昭和 59 ~ 平成元年同社情報電子研究所にて、通信ソフトウェア開発環境の研究開発に従事。平成元年鹿児島大学工学部情報工学科助教授。平成 8 年大阪大学基礎工学部情報工学科助教授。現在大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻助教授。平成 9 年度山下記念研究賞受賞。グループウェア, ヒューマンインタフェース, 形式記述技法, 神経生理学などの研究に従事。電子情報通信学会, オフィスオートメーション学会各会員。

**長澤 庸二**

昭和 14 年生。昭和 38 年東北大学工学部通信工学科卒業。昭和 43 年同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。同大助手、助教授、教授を経て、現在鹿兒島大学工学部情報工学科教授。高周波伝送工学、衛星を介した計算機ネットワーク、環境電磁工学の研究に従事。昭和 61 年度電子情報通信学会論文賞受賞。電子情報通信学会、映像情報メディア学会、IEEE 各会員。
