

## EVIDII利用時における共有情報空間の特性と コミュニケーションへの影響に関する考察

大平 雅雄<sup>†§</sup>, 中小路 久美代<sup>†§</sup>, 松下 光範<sup>¶</sup>, 大和田 龍夫<sup>¶</sup>, 桑原 和宏<sup>¶</sup>

e-mail: { ohira, kumiyo }@ai.rcast.u-tokyo.ac.jp, { mat, owada, kuwabara }@cslab.kecl.ntt.co.jp

<sup>†</sup>奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

<sup>‡</sup>東京大学先端科学技術研究センター

<sup>§</sup>科学技術振興事業団 PRESTO

<sup>¶</sup>日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

**概要:** 我々はこれまで、画像に対する個々人のイメージの差異を可視化することによって少人数での対面コミュニケーションにおける相互理解を支援する EVIDII システムを開発してきた。本論文では、システム使用時に共有情報空間として用いるデバイスがコミュニケーションに与える影響を、垂直設置型ディスプレイと水平設置囲み型ディスプレイとの比較対照実験から考察する。水平型共有情報空間を使用した場合には、指示語やジェスチャを使いながらコミュニケーションを巧みに調整し議論を行っている様子が観察された。一方垂直型では、発言の重複が生じるという状況が多発したが、デザインラショナルの分野において重要とされる articulation(言葉の明示的な発言)を水平型よりも多く行っている様子が観察された。

### Horizontal vs. Vertical Shared Information Space: A Study of Influences on Communications during Using the EVIDII System

Masao Ohira<sup>†§</sup>, Kumiyo Nakakoji<sup>†§</sup>, Mitsunori Matsushita<sup>¶</sup>, Tatsuo Owada<sup>¶</sup>, Kazuhiro Kuwabara<sup>¶</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

<sup>‡</sup>Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

<sup>§</sup>PRESTO, Japan Science and Technology Corporation

<sup>¶</sup>NTT Communication Science Labs., NTT Corporation

**Abstract:** We have developed the EVIDII system that supports mutual understanding among people in face-to-face small group meetings through visualizing differences of individual impressions of images. This paper describes a comparative study that we have conducted to investigate effects of properties of devices used as shared information space have on communications during the use of EVIDII. In case of using a horizontal shared information space, users were able to communicate each other naturally using demonstrative words such as “this” and “that”, and gestures. In case of using a vertical shared information space, users tend to begin to speak simultaneously but tend to articulate what they thought.

## 1 はじめに

情報技術の進歩によって、mimio<sup>TM</sup> や SmartBoard<sup>TM</sup> などのデバイスに代表されるように、会議やミーティングなどで協調作業のための計算機環境を日常的に利用できるようになりつつある。こうした新しいデバイスを利用することによって、グループでの情報共有、協調作業は今後ますます便利なものとなることが予想される。

CHI (Human-Computer Interaction) や CSCW (Computer Supported Cooperative Work) の分野では、ホワイトボードやオフィスの壁、掲示板などのデバイスと計算機の機能とを融合させることによって、協調的なデザインやコミュニケーションを支援するための、人間と計算機との新しいスタイルのインタラクションの方法が提案されている [1][2][3]。一方、こうした新しいスタイルのインタラクションが、グループでの協調作業やコミュニケーションの方法にどのような変化や影響を与えるのかを、使用するデバ

イスの特徴や特性などから調査した研究はまだ少ないのが現状である。

グループでの情報共有や協調作業を効果的に行うためには、どのようなデバイスがどのようなタスクタイプを有効に支援することができるのかを明らかにすることが重要であると考えられる。本研究は、情報共有、協調作業のために使用する様々なデバイスの特性とそれらを利用した際の人間の思考プロセスやコミュニケーションプロセスにどのような影響があるのかを明らかにすることを目的としている。

本稿ではその第一歩として、垂直設置型ディスプレイと水平設置型ディスプレイという情報共有のためのデバイスとを、我々がこれまで開発してきた、イメージの差異を可視化することによって少人数での対面コミュニケーションを支援するシステムである EVIDII をアプリケーションとして使用し、システム使用時に共有情報空間として用いるデバイスがコミュニケーションに与える影響を、垂直設置型ディスプレイと水平設置型ディスプレイとの比較実験から考察する。

次章では比較実験のためのアプリケーションとして使用した EVIDII システムについて紹介し、続く 3 章では実験に使用したデバイスの特性の違いと、それらの違いから考えられる仮説について述べ分析の視点を明らかにする。4 章において、垂直設置型ディスプレイと水平設置型ディスプレイという情報共有のために利用するデバイスの特性の違いが EVIDII 使用時のコミュニケーションに与える影響を調べるために行った比較実験とその結果について述べる。5 章で考察を行い、6 章で関連研究を紹介し、最後にまとめを述べる。

## 2 EVIDIIシステム

これまで我々はグループミーティングにおける相互理解を支援するために、人が用いる言葉や画像といった表現形態に対する印象の違いをインタラクティブに可視化するシステム EVIDII (an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) (図 1) を構築してきた[4]。EVIDII はコミュニケーションを行う者同士の間

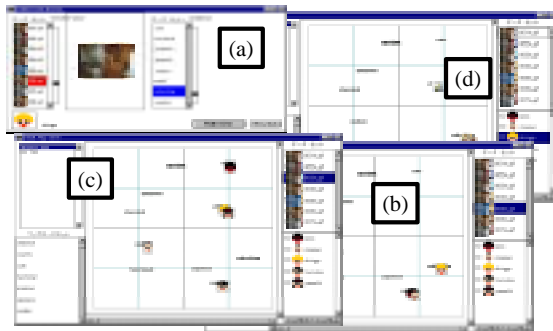


図1 EVIDII システム

存在する「違い」を認識させることで、その「違い」についての議論を促し相互理解の獲得を支援するシステムである。

### 2.1 ブレークダウン

グループミーティングにおける相互理解を支援するために、コミュニケーションにおけるブレークダウンの重要性に着目した。ここで言うブレークダウンとは、「習慣的、標準的、快適な 'being-in-the-world' (世界内存在) が中断される瞬間」[5]を意味するもので、それまで特に意識してこなかった物事の性質に気付かせてくれる、非常に重要な認知機能である。

お互いが納得するような形で議論対象に対する評価を議論するためには、参加者がそれぞれ当然としている知識そのもの、またその存在を、ブレークダウンを生じさせることにより参加者の意識に上らせることで、参加者がそれらに言及することを可能とし共有知識を増幅させることが重要となる。

### 2.2 EVIDIIシステムの機能

EVIDII は人が用いる言葉や画像といった表現形態に対する印象の違いをインタラクティブに可視化するシステムである。2つのデータセットと1つの人集合を関連付け、その関連情報(アソシエーション)を可視化する。今、

$$\text{データセット } A = \{ a_1, a_2, \dots, a_l \}$$

$$\text{データセット } B = \{ b_1, b_2, \dots, b_m \}$$

$$\text{人集合 } P = \{ p_1, p_2, \dots, p_n \}$$

という3つのデータセットがあると仮定する。システムの利用に際しては、データセットAとBはあらかじめシステムに用意しておき、ユーザ  $p_n$  がデータセットAの集合要素  $a_i$  に対してふさわしいと思うものをデータセットBの中から  $b_j$  を選択するという方法でアソシエーションが作成される(図 1-(a))。

アソシエーションを可視化した結果はMap Viewerを使用して閲覧する。Map Viewer 上では主に以下の操作が可能である。

- マップの作成
- 視点の切り替え
- 表示モードの切り替え

「マップ」はデータセットA、Bのうち1つを二次元空間上に固定し可視化結果を見る際の土台を提供する。「マップ」はMap Viewer 左下のウィンドウ(図 1-(c)左下部)から、使用するデータを drag & drop で二次元空間上に自由に配置することで作成することができる。

Map Viewer 右上のリストは残りのデータセットであり、右下は人集合のリストである。図 1-(B)(C)(D)のように、右上

のリストから何か1つ ( $a_i$  とする) を選択すると、二次元空間上に固定されたデータの上に人のアイコンが重なる。これは「 $a_i$  に対して誰がどのような関連付けを行ったか」を意味している。右下のリストから人アイコン ( $P_{Taro}$  とする) を選択すると、「Taro が行ったすべての関連付け」が表示されることになる。 $a_i$  に着目する場合と  $P_{Taro}$  に着目する場合で、データセット間の関係を2通りの視点から見ることが出来る。

各種アイコンの表示サイズや表示・非表示、表示モード(重ねて表示・タイル状に表示)選択等が、ユーザの見たいような見方で可視化結果を表示するために用意されている。

### 2.3 EVIDII 利用時のコミュニケーションモデル

これまで行ってきたシステムの利用観察実験から、EVIDII 利用時のコミュニケーションは以下のようなプロセスで表わすことがわかった[4]。

- (1) 議論の参加者間で可視化結果をみながらデータセット間の関係などを調べる。
- (2) 可視化結果を調べるうちにデータセット間の関係の中に何らかの発見する(ブレイクダウン)。
- (3) 生じた発見から疑問や仮説が生まれ、それを検証するために他者に質問などを行う。

(1) から (3) までの過程をサイクリックに繰り返すことで、共有知識を増加させつつ徐々に相互理解を構築していく様子が観察された。EVIDII システムが提供するインタラクティブに視点を変えながら可視化結果を閲覧することの出来る機能が、このサイクリックなプロセスを生み出すということが検証された。

### 2.4 情報共有のために使用するデバイスがコミュニケーションに及ぼす影響

これまで EVIDII は、プロジェクトを使用しコンピュータ画面をスクリーンに投影することによって議論の参加者間で可視化結果を共有するという利用方法(垂直設置型共有情報空間)を想定してきた。しかし、近年情報を参加者間で共有するために多様なデバイスが利用可能となってきたことを受け、本稿では、これまで利用を想定してこなかった水平設置型共有情報空間を、垂直設置型共有情報空間との比較実験によって対比させることで、これら2つのデバイスの特性が EVIDII 利用時の参加者間のコミュニケーションにどのような影響を与えるかを明らかにしたい。

次章では、まず垂直設置型ディスプレイと水平設置型ディスプレイのデバイスの特性の違いについて対面コミュニケーションにおける情報共有という観点から述べる。次に、その特性の違いが会議やミーティングの場での情報共有やコミュニケーションにどのような影響を与えるか

の仮説を立て、比較実験のための分析の視座とする。

## 3 垂直設置型ディスプレイと水平設置型ディスプレイの特性の違い

複数の人間が同時に1つのコンピュータディスプレイを共有し協調作業を行うというインタラクションスタイルを支援するために、Shen や Inkpen らは SDG (Single Display Groupware) の研究を行っている[6][7][8]。共有ディスプレイの同時使用を支援するための技術やその技術が、業務、学習、遊びの場の中での協調作業やインタラクションにどのような影響を与えるかの調査を行っている。本研究の実験対象も複数人が同時に1つのディスプレイを情報空間として共有するという点で SDG の研究と共通するものがある。本稿では共有情報空間の特性の違い、すなわち垂直型ディスプレイと水平型ディスプレイの特性の違いに焦点を当てた比較実験を行い、その特性が情報共有やコミュニケーションにどのような影響を及ぼすのかを明らかにしようとするものである。

### 3.1 共有情報空間の特性の違い

本稿での比較実験は、図2のように人の配置をほぼ同一にし、プロジェクトで投影した垂直型の共有情報空間(図2左)とプラズマディスプレイを横置きにした水平型共有情報空間(図2右)[9]の共有情報空間を利用して行った。この条件のもとでの共有情報空間の特性の違いは大きく以下の4つ(Difference1-4)が考えられる。

#### (D-1) 共有情報空間までの距離の違い

我々が会議やミーティングなどで一般的に利用しているプロジェクトを用いてスクリーン等に投影した垂直型の共有情報空間では、グルーピング参加者と共有情報空間までの距離がある程度必要であり、やの参加者は共有空間から最も遠くなる。これに対し、プラズマディスプレイを横置きした水平型共有情報空間では、参加者はある程度近距離かつ均等な距離で共有空間を共有することができる。

#### (D-2) 共有情報空間への視野角の違い

垂直型と水平型では、参加者の共有情報空間への視野角に大きな違いがある。垂直型では

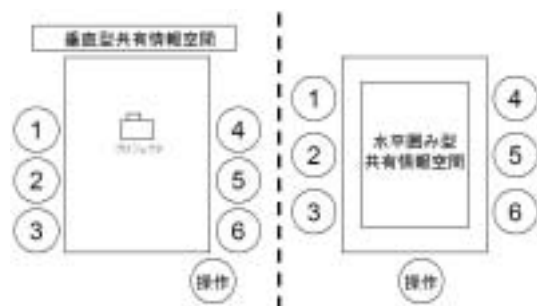


図2 共有情報空間と被験者の座席配置

参加者それぞれがほぼ同一の視野角を持つことが出来ると見なせるのに対し、水平型では個々の参加者付近に表示される情報までの視野角と対角に配置する参加者付近に表示される情報までの視野角とが大きく異なる。

(D-3) **共有情報の見え方の違い**

垂直型共有情報空間上に表示される情報は参加者全員に同一の見え方であると考えてよいのに対し、水平型共有情報空間上に表示される情報は、個々の参加者で見え方が大きく変わってくる(例えば図2右の参加者と)。したがって水平型共有情報空間上では、参加者が座る座席の位置によって、情報の見え方が上下逆転してしまう場合がある。

(D-4) **対面性の違い**

座席配置の条件的には、垂直型、水平型、どちらも同程度に参加者間の対面性が保たれるかのように思えるが、議論が始まり共有情報空間が使用され始めると、参加者の視線および姿勢は主に共有情報空間へ向けられることとなる。したがって、垂直型(図2左)では参加者が発言しているときのジェスチャや表情は、前列に座っている参加者が振り返らない限り見られることがない。一方水平型の場合は、普段我々がテーブルを囲んで議論を行う状況により近い状態の対面性が保たれる。

分から遠くになればなるほど情報が見えづらくなるという事態が予想される。結果として水平型の場合は、個々の参加者は当人の近くの情報に注目・参照することが多くなり、議論内容に偏りが生じる可能性がある。

(H-3) **座席配置によって議論対象に対する発言のしやすさに違いがある**

一般の多くのアプリケーションと同様に、今回の実験で使用する EVIDII システムも水平型の共有情報空間の使用を前提としてデザインされておらず、EVIDII が可視化する情報の向きや角度を個々のユーザの座席配置に最適な方法で表示することができない。したがって水平型共有情報空間上の議論対象に対する発言のしやすさ・しにくさが、参加者個々人の座席の位置によって変わってくる可能性が考えられる。

(H-4) **コミュニケーションの行いやすさに違いがある**

図2のように、座席配置をほぼ同一の条件にしたとしても、垂直型と水平型とでは参加者の姿勢や視線が異なってくるのが予想される。したがって、議論を行う際の発話交代のルール[10]にも違いが出てくるものと考えられる。垂直型の場合では、視線やジェスチャが伝わりにくいので会話の重複が多くなるのに対して、水平型の場合では、垂直型に比べてより自然な対面コミュニケーションを行うことができるものと予想される。

### 3.2 デバイスの特性の違いによる

#### コミュニケーションへの影響に関する仮説

前節で述べたような共有情報空間の特性の違いから、複数人で共有情報空間を利用した情報共有やコミュニケーションのプロセスにどのような影響を与えるのかの仮説(Hypothesis 1-4)を立てた。

(H-1) **議論の内容に違いがある**

垂直型では詳細な情報を表示しても参加者全員で議論対象である情報に注目することが困難となる。(プロジェクタによる投影をどの程度拡大するかにも依存するが、)後部に座る参加者は共有情報空間上の議論対象から遠くなるため、このさらに傾向は強くなるはずである。逆に水平型では、参加者全員の共有情報空間までの距離が均等か近距離であるため、詳細な情報を参加者全員で共有しやすいはずである。この違いによって議論の内容に何らかの違いが見られるものと予想される。

(H-2) **参加者個々人が注目する議論対象に偏りがある**

垂直型では座席配置による視野角の問題は生じにくいと予想されるのに対して、水平型では視野角が座席配置に依存して大きく異なるため、自

次章では、これらの仮説を分析のための視座とし、情報共有に使用するデバイスの特性の違いが、EVIDII を利用したコミュニケーションにどのような影響があるのかを調べるために行った比較実験について述べる。

### 4 デバイスの特性がコミュニケーションに与える影響を比較するための利用観察実験

#### 4.1 実験の概要

観察実験において被験者に課したタスクは、工業意匠デザイナーが用いるフォーカスグループにおける討議であり、システムキッチン画像の評価とそれについてのグループディスカッションである。システムキッチンの描かれた画像8枚を議論対象データセットとし、42個の印象語を評価値データセットとして、被験者6名からなるグループに自由討議してもらった。

使用したシステムキッチンの画像は、キッチンの空間構造は8枚とも共通しているが、色やテクスチャ、換気扇の形や引き出しの把手部分といった細かな形状の違いがあるという画像である。印象語として利用したのは、工業意匠デザイナーがしばしば利用するキッチンデザイン評価のための言葉であり、書籍・雑誌等から抽出された最頻出の42語である。

このタスクを、タスクや実験設定はすべて同一条件としディスカッションに参加する被験者構成のみ異なるようにし、

- 実験 A-I, B-I: 同一組織のメンバ 6 名の被験者
- 実験 A-II B-II: 同一組織のメンバ 4 名と他組織のメンバ 2 名の被験者 (4 名のメンバと 2 名のメンバは初対面)

という合計 4 グループを構成し実験を行った。実験 A の 2 グループは垂直型、実験 B の 2 グループは水平型の情報共有空間を利用する。座席は図 2 のように配置した。実験 A-II と B-II のそれぞれで異なる組織のメンバからなるグループを構成した理由は、異なる組織のメンバ同士で被験者を構成した場合、ブレークダウンが生じにくい場合や、議論が活性化されない場合があるという結果がこれまでの(垂直型共有情報空間利用時での)利用観察実験から得られており[4]、今回の水平型共有情報空間を利用した場合でのタスクでこの状況がどのように変わるのかを観察するためである。

まずグループディスカッションに先立ち、各被験者のプロフィール作成のために Profile Browser を使用してシステムキッチン画像と印象語との間の関連付けの作業を行ってもらった。関連付けに関しては、個々のシステムキッチン画像に対しふさわしいと感じられる 1 つ以上の印象語を選択するよう教示した。被験者に対してキッチン画像と印象語に関しての詳しい説明は行わなかった。

Map Viewer を利用するための「マップ」は予め実験者側で用意し、必要な際には随時被験者側で自由に作成してもらったこととした。Map Viewer 上で被験者自身を識別するためのものとして、顔をモチーフにしたグラフィック画像(アイコン)を用いて容易に区別できるようにした。

以上の手順を踏まえ、入力された各被験者の作成したアソシエーションを EVIDII の Map Viewer 上に表示し、液晶プロジェクタを用いてスクリーンに投影した(垂直型共有情報空間を利用した)実験 A(図 3)と、水平に設置したプラズマディスプレイに投影した(水平型共有情報空間を利用した)実験 B(図 4)とを行った。

ディスカッション進行役は設定せず、システムの操作は実験者が担当した(議論には参加しない)。被験者は操作担当者に望む操作を指示することができることにした。システムの操作(依頼)権は被験者全員が等しく持つことが出来る。

タスクの所要時間は約一時間を目処に、被験者らのディスカッションが収束したと見なせる程度に停滞した状態をもって、被験者に確認してから実験者が実験を終了させた。なお、実験データとして、Map Viewer でのアソシエーション閲覧の開始時点から終了時点までをビデオテープに録画しプロトコル分析を行った。



図 3 垂直型共有情報空間を利用した実験風景



図 4 水平型共有情報空間を利用した実験風景

## 4.2 垂直型情報共有空間における観察実験の結果

実験結果の定量的なデータと仮説に対して観察された被験者の特徴的な言動(A 1-4)を示す定性的なデータは以下の通りである。

### 実験 A-1

被験者: 東京大学先端科学技術センター(RCAST) の同じ研究グループに所属するポスドク, 博士課程, 修士課程の学生からなる 6 人。

実験時間: 60 分。

総発言回数: 818 回。操作指示回数: 61 回。

発言回数の内訳(回(%)):

被験者 1: 101 回 (12.3%) 被験者 2: 248 回 (30.3%)

被験者 3: 94 回 (11.5%) 被験者 4: 263 回 (32.2%)

被験者 5: 54 回 (6.6%) 被験者 6: 58 回 (7.1%)

### 実験 A-II

被験者: 東京大学先端科学技術センター(RCAST)の同じ研究グループに所属する博士課程, 修士課程の学生からなる 4 人と, 東京大学人工物工学センター(RACE)の同じ研究グループに所属の助手とポスドクからなる 2 人(被験者 5・6)。RCAST 所属の学生 4 人と RACE 所属の 2 人は初対面。



実験時間: 54 分.

総発言回数: 577 回. 操作指示回数: 50 回.

発言回数の内訳(回(%)):

被験者 1: 186 回 (32.2%) 被験者 2: 66 回 (11.4%)

被験者 3: 103 回 (17.9%) 被験者 4: 86 回 (14.9%)

被験者 5\*: 62 回 (10.7%) 被験者 6\*: 74 回 (12.8%)

(\*は RACE 所属)

#### 被験者の特徴的な言動

(A-1) 被験者の何人かは共有情報空間上の議論対象を見失うことが何度かあった。「どれ?」、「どこ?」といった発言があり, 誰かが参照した議論対象を見つけにくい, 見つけ出すのに時間がかかるという場合である.

システムキッチン画像に対して自分たちで新しく名前をつけるという行動がしばしば観察された. システムキッチンに対して「バイオっぽい」「京都駅風」「社長宅」といった名前をつけ, 情報を明示的に共有するためにその名前を利用していた.

システムの操作を依頼するために, 投影画面の前に立ち操作を指示する被験者がいた.

(A-2) 共有情報空間上に表示される議論対象をまんべんなく閲覧し議論していた.

(A-3) 実験 A-I と A-II の発言回数の内訳からもわかるように, 座席配置と発言のしやすさには相関は見られなかった. 実験 A-I では修士 1 回生の 2 人(被験者 5 と 6)の発言回数が極端に少なく, 実験 A-II では(発言回数自体は少なくないものの)同じ組織(RACE)の 2 人だけで質疑や議論をしよう場合が多いなど, グループ構成に関係する要素が発言のしやすさに関係があるようであった.

(A-4) 発言の重複がしばしばあった. 特に A-I では発言回数が示すように非常に活発に議論が行われた一方で, 2 人(場合によっては 3 人が)が同時に発言してしまうという状況が頻繁に起きた. 前列の被験者には見えないにもかかわらず後列の被験者が指差しなどのジェスチャをおこなっていた.

### 4.3 水平型情報共有空間における観察実験の結果

実験結果の定量的なデータと仮説に対して観察された被験者の特徴的な言動(B 1-4)を示す定性的なデータは以下の通りである.

#### 実験 B-I

被験者: NTT コミュニケーション科学基礎研究所 (NTT-CS)の同じ研究グループに所属する研究者, プログラマ, 秘書からなる 6 人.

実験時間: 57 分.

総発言回数: 472 回. 操作指示回数: 24 回

発言回数の内訳(回(%)):

被験者 1: 115 回 (24.3%) 被験者 2: 101 回 (21.4%)

被験者 3: 100 回 (21.2%) 被験者 4: 172 回 (36.4%)

被験者 5: 64 回 (13.6%) 被験者 6: 20 回 (4.2%)

#### 実験 B-II

被験者: NTT コミュニケーション科学基礎研究所 (NTT-CS)の同じ研究グループに所属する研究者, プログラマ, 秘書からなる 4 人と奈良先端大情報科学研究科(NAIST)の同じ研究グループに所属する修士課程の学生からなる 2 人(被験者 2・3). NTT-CS 所属の 4 人と NAIST 所属の 2 人は初対面.

実験時間: 60 分.

総発言回数: 643 回. 操作指示回数: 37 回.

発言回数の内訳(回(%)):

被験者 1: 177 回 (27.6%) 被験者 2\*: 27 回 (4.2%)

被験者 3\*: 43 回 (6.5%) 被験者 4: 79 回 (12.3%)

被験者 5: 122 回 (19.0%) 被験者 6: 195 回 (30.3%)

(\*は NAIST 所属)

#### 被験者の特徴的な言動

(B-1) キッチン画像を表示し, キッチン画像そのものあるいはキッチンに関連した議論する場面が多く観察された. その際, 「これ」「あれ」「それ」などの指示語が極めて頻繁に使用されていた. あるシステムキッチン画像の右下部分を指差しながら「これがいけないんだよ, これ」が, といった発言をするという場合である.

キッチン画像だけではなく, マップの右上部付近を指差しながら「ここら辺りで色調が分かりますよ」と発言したり, マップ上の言葉の対比について言及する場合に「これとこれはどうなの?」と発言するなど, 指差し等のジェスチャと指示語とを同時に使用することが非常に多かった.

(B-2) 被験者各々は自分の座席位置から近い場所に表示される情報に対して言及する傾向があった. 各々の被験者がこの傾向をもつため, 全体としては表示される議論対象をまんべんなく議論していた.

(B-3) 実験 B では被験者 1 と 4 が方向的に最も情報が見やすい(最も見にくいのは被験者 3 と 6)座席位置となる. 情報を見やすくするために立ち上がったりがみこむように姿勢を変えたりする被験者がいたが, 発言のしやすさは実験 A と同様にグループを構成する人間関係に大きく依存するようであった. 実験 B-I では若年層の 2 人(被験者 5 と 6)の, 実験 B-II では NAIST の学生 2 人の発言回数が少ない.

(B-4) 指示語と指差し等のジェスチャとを同時に使用するという行動が非常に多く行われ、この際のジェスチャは議論対象へ注目させたり、発言権を取得するというコミュニケーションを調製する効果[11]があった。その結果、発言の重複は実験 A と比べて非常に少なかった。

## 5 考察

垂直型、水平型、どちらの共有情報空間を使用した場合においても、2.3 節で述べたようなサイクリックな議論のプロセスを観察することができた。操作者に EVIDII の操作を指示する回数が多グループ、すなわち多くの可視化結果を閲覧したグループの発言回数が多くなる傾向があった。これは多くの可視化結果を閲覧することでブレークダウンがより促されやすく、ブレークダウンによって生じた疑問を解消するためのコミュニケーションにつながったためであると考えられる。

仮説 H-4 のコミュニケーションの行いやすさの観点では、垂直型の場合では発言の重複が頻繁に発生したが、水平型の場合では「これ」「あれ」「それ」などの指示語と指差しなどのジェスチャを多用して議論対象へ注目させたり、ジェスチャを使用することによって発言権の取得を意味するなどして会話の調整[11]をうまく行いながら議論をしていることがわかった。水平型の共有情報空間を使用したコミュニケーションでは、机やテーブルをとり囲んで我々が普段行っているようなコミュニケーションにより近い形で議論を行うことができるといえるであろう。

しかしながら、より自然な形でコミュニケーションのプロセスというものが、EVIDII システムが支援しようとする相互理解にとって良いものであるとは一概に言い切れない。EVIDII はブレークダウンを促しこれまで当人が当然のものとして気付くことが出来なかった事柄に気付かせ、それに対し言及することができるようにするという認知的な側面を支援するシステムである。他者に自分の考えを伝えるには何が必要かを内省し、articulate (思想・考えを明確に表現する) できるようになることで、他者との相互理解が構築されるのである。

仮説 H-1 の議論内容に違いが生じるか否かという観点では、垂直型では議論対象へ注目させるために、(指示語とジェスチャを使用して議論対象へ注目させることができない分) 新しく名前を付けるなどして言葉を明示的に使用していることがわかった。こうした明示的な言語の使用は一見無駄とも思えるが、複雑なデザイン問題を強制的に解決するプロセスにおいては言外にある意図やコンテキストを明示する必要のあることは、デザインラショナル支援の研究等が示している[12][13]。したがってこの観点から見た場合、指示語やジェスチャを多用することで議論が曖昧になってしまう(articulation が行われぬ)の

であれば、EVIDII を利用して議論を行う価値も半減してしまっているといえる。

仮説 H-2 や H-3 における視野角や情報の見え方による違いの観点では、実験 A、実験 B ともに視野角や情報の見え方が議論に重要な影響を与えているという現象は観察されなかった。議論の流れや発言回数に大きな影響を与えているのは、グループ構成の年齢的側面や組織的側面であることがわかった。こうしたグループにおける人的要因はコミュニティ研究[14][15]などから改めて検討し、デバイスの特性の違いが議論に影響を与える様子をより純粋に観察・分析する必要がある。

今回の実験では、実験 A と実験 B とでそれぞれ 2 回ずつと実験のサンプル数が少なく、被験者の個人的な特徴や議論に目的を与えないというタスクの性質が実験結果に大きく反映されることが予想されたため、心理実験的な厳密な統制実験を行わなかった。turn-taking (発言権取得) の順序や、視線やジェスチャと turn-taking との関係、またそれらが議論に与える影響など、デバイスの特性の違いによるコミュニケーションへの影響を明らかにするにはさらに心理実験的な要素も取り入れながら今後詳細に調べていく必要がある。

また一方で、デバイスの特性の違いそのものがコミュニケーションに与える影響と、使用するデバイス上で行う計算機システムを利用したタスクそのものがコミュニケーションに与える影響とを切り分けて考えることが非常に困難であることがわかった。心理学、特に社会心理学の分野では対面コミュニケーションに関する知見が数多くある[10]ものの、計算機システムと複数の人間との協調的なインタラクションが織り成す複雑なコミュニケーションのプロセスを説明するには不十分である。使用するデバイスの特性、被験者の特徴や被験者の数、タスクタイプなどを包含した(プロトコル)分析のためのコーディングスキーマなどが必要となることが分かった。

## 6 関連研究

1 章では垂直型の共有情報空間を利用した協調作業支援の研究について取り上げた。近年では特に、計算機の機能をテーブル(水平型共有情報空間)に付加し、テーブルの周りを囲んでコミュニケーションや協調作業を行うというインタラクションスタイルの支援も数多く提案されてきている。円形のテーブルトップインタフェースを持ち、複数人での情報の共有と加工・編集を支援する PDH (Personal Digital Historian) [16]、喫茶店などにテーブル型の情報端末を設置しコミュニティでの情報共有を支援するために LIME project[17]、様々な文化や背景をもつ者同士がテーブルを囲み都市計画などについて議論し合うといったサイン活動を支援する EDC[18]などがある。

## 7 まとめ

本稿では、共有情報空間と水平設置共有情報空間との特性の違いがEVIDII利用時のコミュニケーションに与える影響を調べるための比較対照実験を行った。水平型共有情報空間を使用した場合には、指示語やジェスチャーを使いながらコミュニケーションを巧みに調整し議論を行っている様子が観察された。一方、垂直型では発言の重複が見られるなどの状況が多発したが、デザインラショナルの分野では重要とされる articulation(言葉の明示的な発言)が水平型に比べて非常に多い結果となった。

今回の実験ではシステムの操作を実験者が行い、特別なタスクは課さなかったが、タッチパネルなどの使用によってユーザが均等に操作権をもつ状況、旅行のプランニングなど意思決定を行う必要のあるタスクなどを題材にしてさらに実験を行う予定である。

## 謝辞

本稿を執筆するにあたり、実験準備にご尽力くださいました奈良先端大の高嶋章雄氏、実験の被験者として快くご協力してくださいました、NTT コミュニケーション科学基礎研究所の皆様、東京大学先端科学技術研究センター並びに人工物工学研究センターの皆様、奈良先端大情報科学研究科の皆様にご心より感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Ishii, H., Kobayashi, M. and Grudin, J.: "Integration of Interpersonal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiments", ACM Transactions on Information Systems, ACM Press, Vol. 11, No. 4, pp. 349-375, 1993.
- [2] Winograd, T. and Guimbretiere, F.: "Visual Instruments for an Interactive Mural", Conference Proceedings on Human factors in computing systems (CHI'99), ACM Press., pp. 234-235, 1999.
- [3] Mynatt, E.D., Igarashi, T., Edwards, W.K. and LaMarca, A.: "Flatland: New Dimensions in Office Whiteboards", Conference Proceedings on Human Factors in Computing Systems(CHI'99), ACM Press., pp. 346-353, 1999.
- [4] 大平雅雄, 山本恭裕, 蔵川圭, 中小路久美代: "EVIDII: 差異の可視化による相互理解支援システム", 情報処理学会論文誌, 知識と情報の共有特集号, Vol. 41, No. 10, pp. 2814-2826, 2000.
- [5] Winograd, T. and Flores, F.: "Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design", Norwood, NJ, Ablex, 1986.
- [6] Shen, C., Lesh, N.B., Vernier, F., Forlines, C. and Frost, J.: "Sharing and Building Digital Group Histories", ACM Conference on Computer Supported

- Cooperative Work 2002 (CSCW2002), November, 2002. (to appear)
- [7] Inkpen, K., Booth, K.S., Klawe, M. and McGrenere, J.: "The Effect of Turn-Taking Protocols on Children's Learning in Mouse-Driven Collaborative Environments" Proceedings of GraphicsInterface (GI 97), Canadian Information Processing Society, pp. 138-145, 1997.
  - [8] Stewart, J., Bederson, B. and Druin, A.: "Single Display Groupware: A Model for Co-present Collaboration", Conference Proceedings on Human factors in computing systems (CHI'99), ACM Press., pp. 286-293, 1999.
  - [9] 大和田龍夫, 中村竜也, 亀井剛次, 桑原 和宏, 須永 剛司: "コラボレーションシステムデザインの評価 - 大型共有画面の方向性の影響", 日本デザイン学会秋季大会概要集, pp. 240-241, 2001.
  - [10] 齊藤勇(編): "対人コミュニケーションの心理," 対人社会心理学重要研究集, Vol. 3, 誠信書房, 1995.
  - [11] 喜多荘太郎: "人はなぜジェスチャーをするのか?", 認知科学, ジェスチャーの認知科学特集号, Vol.7, No. 1, pp.9-21, March, 2000.
  - [12] Rittel, H.: "Second-Generation Design Methods" In N. Cross (Ed.), Developments in Design Methodology, John Wiley & Sons, New York, pp.317-327, 1984.
  - [13] 中小路久美代: "インダストリアルセッションズ 非同期協調作業における意図とコンテキストの役割", 情報処理学会グループウェア研究会, pp. 19-24, October, 1996.
  - [14] Lave, J. and Wenger, E.: "Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation", Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1990.
  - [15] Fischer, G.: "External and Sharable Artifacts as Sources for Social Creativity in Communities of Interest", Proceedings of the Fifth International Roundtable Conference "Computational and Cognitive Models of Creative Design", December, 2001.
  - [16] Vernier, F., Lesh, N.B. and Shen, C.: "Visualization techniques for circular tabletop interfaces", Proceedings of Advanced Visual Interfaces 2002 (AVI2002), pp. 257-265, Trento, Italy, May, 2002.
  - [17] Kyffin, S.: "The LiME Project", Philips brochure published at: <http://www.design.philips.com/lime/download/brochure.pdf>
  - [18] Arias, E., Eden, H., Fischer, G., Gorman, G. and Schaff, E.: "Transcending the Individual Human Mind - Creating Shared Understanding through Collaborative Design", ACM Transaction on Computer-Human Interaction, Vol. 7, No. 1, pp.84-113, 2000.