

デスクトップ会議における3次元仮想空間の効果

中西英之[†] 西村俊和[†] 石田 亨[†]

我々は、従来のデスクトップ会議システムや対面でのコミュニケーションと3次元仮想空間を用いたデスクトップ会議システム(3次元環境)でのコミュニケーションとの比較実験を行った。3次元環境として我々が開発したFreeWalkを、従来のデスクトップ会議システムとしてSGI社のInPersonを用いた。実験では3つの会話環境でミーティングを行った。ミーティング中のワークステーションの画面や対面での会話を録画し、FreeWalkの3次元仮想空間内での移動を記録した。これらの実験データから会話パターンを可視化するSimTalkと、移動パターンを再現するSimWalkの2つのツールを開発して用いた。分析の結果、3次元仮想空間の2種類の効果が分かった。1つはデスクトップ会議システムでのコミュニケーションを対面でのものに近づける効果で、雑談の発生と参加者の行動の2点において影響がある。もう1つは、3次元仮想空間特有のもので、3次元仮想空間内では他の会話環境に比べ、発話量が参加者間でより均等になり、話者切替え回数が増加し、ときには自由な会話を行うために参加者が活発に移動する。

Effects of a Three-dimensional Virtual Space in Desktop Conferences

HIDEYUKI NAKANISHI,[†] TOSHIKAZU NISHIMURA[†] and TORU ISHIDA[†]

We compared communications in a video conferencing system with a 3-D virtual space (3-D environment) to a conventional video conferencing system and a face-to-face meeting. We used our FreeWalk as a 3-D environment, and SGI InPerson as a conventional video conferencing system. In the experiment, meetings were held in the three environments. During FreeWalk and InPerson meetings, the screen images of the workstations were recorded, and the scenes were recorded in face-to-face meetings. Also, participants' moves in a 3-D virtual space were recorded in FreeWalk meetings. We developed two tools to analyze the experimental data. One is SimWalk, which reproduces participants' moves. The other is SimTalk, which visualizes conversation patterns. As results of the analysis, we categorized the effects of a 3-D virtual space into two types. The first type is to make video communication resemble face-to-face one. This type of the effects are found in the frequency of chat and the behavior of participants. The second type is peculiar to 3-D environment. 3-D environment equalizes the amount of utterances for each participant more than the other environments, increases the number of turns, and sometimes stimulates participants in moving around to realize free conversation.

1. はじめに

従来のデスクトップ会議システム(従来型ビデオ環境)で行われるコミュニケーション(従来型ビデオコミュニケーション)と対面で行われるコミュニケーション(対面コミュニケーション)の違いを調べた研究がこれまでにいくつかある^{1)~3)}。これらの研究を通して、従来型ビデオコミュニケーションの様々な特徴が明らかになっている。一方、3次元仮想空間を用いたデスクトップ会議システム(3次元環境)で行われるコミュニケーション(3次元コミュニケーション)の特

徴は明らかになっていない。我々は、対面コミュニケーションや従来型ビデオコミュニケーションと比較して、3次元コミュニケーションがどのような特徴を持つのかを明らかにするために、これら3つのコミュニケーションを比較する実験を行った。従来型ビデオ環境と3次元環境の比較における我々の論点を次に示す。

- 従来型ビデオ環境では他の全参加者の顔がつねに画面に表示されており、正面から向かい合う形で固定されている。このため参加者が緊張する傾向があり、会話が円滑に進まない。3次元仮想空間内では各参加者は自由に移動でき、他の全参加者とつねに向かい合っている必要がないので、このような緊張感が取り払われる。
- 従来型ビデオ環境では実世界で見られる移動をと

[†] 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻
Department of Social Informatics, Kyoto University

表1 機能比較
Table 1 Functional comparison.

	FreeWalk	InPerson
参加手順	自由意志で3次元仮想空間に入る	参加者の誰かに呼ばれる
最大参加可能人数	無制限(実用上20人程度)	7人
会話の発生	参加者の意志で近づくことにより開始	ミーティングの主権者によるシステムの起動
会話グループ	複数可	単一

もなうコミュニケーションが再現されないが、3次元仮想空間内では再現可能である。

本論文の2章では従来型ビデオ環境と3次元環境の機能比較について述べる。3章では実験結果に対する仮説を立てる。4章では実験の概要を説明し、実験データの分析結果を5章にて述べ、それについて6章で考察する。

2. 会話環境の機能比較

従来型ビデオ環境としてSGI社のInPerson⁴⁾というデスクトップ会議システムを使用した。このシステムを用いたミーティングの各参加者のワークステーションの画面上には他の全参加者のカメラ画像が表示される。また、各参加者に他の全参加者の音声合成されて聞こえる。一方、3次元環境として、我々が開発したFreeWalk^{5),6)}というデスクトップ会議システムを使用した。このシステムの特徴は全参加者が集まる3次元仮想空間を提供し、参加者間の位置関係に基づいて、視野や音像を提供する点である。音声の音量は空間内での距離が離れるほど減衰する。これら2つのデスクトップ会議システムの機能的な違いを表1にまとめる。従来型ビデオ環境と3次元環境では再現可能なミーティングの形式が異なる。今回の実験では比較を行うために双方で再現可能な形式を用いた。

● 参加の手順

FreeWalkの場合、3次元仮想空間に入ることによってミーティングに参加する。各利用者はシステムの起動時に入りたい仮想空間を指定する。InPersonの参加手順は電話を模倣している。2人でミーティングを開くには、一方がもう一方をInPersonを通して呼び出す。ある人がInPerson上で行われているミーティングに参加するには、参加者の誰かから呼び出してもらう必要がある。InPersonを用いたミーティングでは、新規参加者は自由に参加できない。

● 最大参加可能人数

InPersonの最大参加可能人数はシステム側で7人と定められている。この制限はワークステーションの画面サイズからくるものであろう。一方、FreeWalkはシステム側で最大参加可能人数を制

限していない。だが、現在のコンピュータネットワーク環境では、参加人数が20人を超えるとシステムの動作性能が使用に耐えられないものになる。

● 会話の発生

FreeWalkの場合、会話は参加者同士が自分の意思で近づくことによって始まる。3次元仮想空間内を歩いている参加者同士が偶然出会うことで会話が始まることもある。InPersonの場合、ミーティングの主権者がシステムを起動し、全参加者を呼び出すことで会話が始まる。

● 会話グループ

FreeWalkでは、参加者同士が近づいて会話グループを作る。他の会話グループの声が聞こえてこないように十分な距離を置いて集まれば、複数の会話グループを同時に構成することができる。InPersonの場合、他の全参加者と向き合っており、他の全参加者の声が聞こえるので、つねに単一の会話グループを構成して会話しなければならない。

3. 会話環境に対する仮説

対面コミュニケーションとコンピュータ支援によるコミュニケーションを比較した研究の中からいくつかの例をあげる。Fishら⁷⁾はCRUISERというデスクトップ会議システムを使って、23人の間のコミュニケーションを21日間観察した。CRUISERにはインフォーマルコミュニケーションを支援するために、他人の様子を気軽に観察できるGlanceや、ランダムに会話の相手を選択し、偶然の出会いを模倣するAutocruiseという機能を備えている。この実験で、CRUISERでの会話の内容があいさつやスケジュール調整が中心であり、電話に近い使われ方をしたという結果が出た。McDanielら⁸⁾は、対面での会話とテキストチャットシステムでの会話の違いを調べる実験を行った。結果は、チャットシステムの会話にはしばしば複数のスレッドが存在したが、両方の会話の内容は類似するというものであった。Bowersら⁹⁾は、3次元仮想空間内での会話においてアバターの動きがどのように使われるかを調べた。アバターの動きは会話の主導権の移動に用いられた。

Sellenは、HydraとPIPという2つのデスクトップ

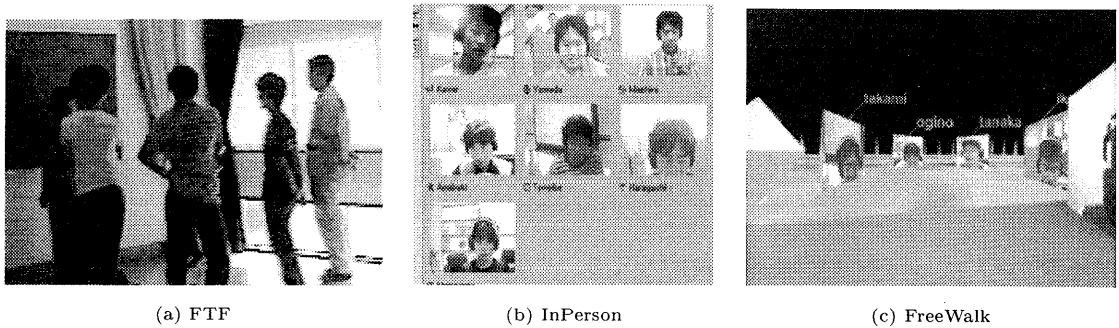


図1 3つの異なる会話環境

Fig. 1 Three different environments for conversation.

会議システムと対面環境との間でコミュニケーションの比較実験を行った²⁾。Hydraは1人の参加者に対し複数のカメラ、モニター、スピーカを用いており、頭の向きや視線による合図を伝えることができるので、誰が誰に話しているのかを第三者が識別することが可能である。PIPは従来型デスクトップ会議システムである。この実験で、発話量や話者切替え（会話の主導権の移動）回数は、異なる会話環境の間に差がないが、発話の衝突量は、対面が2つのデスクトップ会議システムに比べ多いという結果を得た。

3次元コミュニケーションは従来型ビデオコミュニケーションに比べて、対面コミュニケーションにより近いと我々は考える。そこでSellenの実験を参考にし、会話パターンについて次の仮説を立てる。

- H1 発話量は、異なる会話環境の間で差がない。
 - H2 話者の切替え回数は、異なる会話環境の間で差がない。
 - H3 発話の衝突量は、対面環境、3次元環境、従来型ビデオ環境の順に多い。
- 3次元コミュニケーションについては、比較実験による評価の前例がないので、次の仮説を追加する。
- H4 対面環境と3次元環境の両方の会話環境において、参加者は同様の移動パターンをとる。

4. 実験

4.1 実験の内容

実験の参加者は大学の一回生21人である。比較実験を行うために以下に示す3つの会話環境を用意した。

- (1) 対面環境 (FTF)
参加者は小さな会議室 (25m²) で議論した (図1(a))。議論の間移動できるように、立ち続けることを要求された。
- (2) 従来型ビデオ環境 (InPerson)
100 Mbps のイーサネット で接続された7台の

SGI社のワークステーションO2を用意し、その上でInPersonを動作させた。システムを通さずに直接他の参加者の音声を聞くことがないように、各参加者はヘッドホンを着用した。各参加者の画面には全参加者のカメラ画像が図1(b)に示すように表示された。

(3) 3次元環境 (FreeWalk)

FreeWalkをInPersonと同じワークステーション上で動作させた。図1(c)にFreeWalkの画面を示す。

ミーティングにおいて行うタスクとして、過去の研究などを参考に以下の3つを設定した。

- (1) 旅行先の決定 (タスク1)
これは全員の意思決定を行うタスクである。参加者は1カ月後に皆どこに旅行に行くかを決定した。参加者は高校時代の同級生で、大学に入ってから会う機会が少ないという設定でタスクを行った。参加者が話しやすいように、題材に旅行を選んだ。
 - (2) 社会問題についての議論 (タスク2)
これは他人との議論を通して自分の考えをまとめるタスクである。参加者は同じ講義を受講していて、レポートを提出するという設定でタスクを行った。キーワードとして、高齢化社会、消費税、年金制度、終身雇用、年功序列、情報化社会の6つを与えた。参加者にとって現実味があるように、レポートの提出という目的を選んだ。
 - (3) 自由な会話 (タスク3)
参加者は何の指針も与えられずに会話をした。
- 3つの会話環境と3つのタスクの組合せによる9つのミーティングが行われた。この組合せを表2に示す。実験全体は1日で遂行され、次のように進められた。実験の参加者はまず、声と顔を一致させるために各グループ内で自己紹介を行った。また実験を始める前に、

表2 タスクとグループの組合せ
Table 2 Combination of tasks and groups.

	タスク1	タスク2	タスク3
グループ1	FTF	FreeWalk	InPerson
グループ2	InPerson	FTF	FreeWalk
グループ3	FreeWalk	InPerson	FTF

FreeWalkの移動操作を5分間練習した。参加者は7人ずつの3つのグループに分けられてミーティングを行った。各グループは異なる会話環境で各タスクを行った。各ミーティングは20分間であった。ミーティングの議長をあらかじめ指定することはしなかった。各グループは3つのタスクを行った後、アンケートを書いた。

4.2 実験データ

ビデオ録画とアンケートを用いて実験データを取った。それに加えて、ミーティング中の3次元仮想空間内での参加者の移動パターンを調べるために、FreeWalkのシステムログを分析した。

● ビデオ録画

FreeWalkやInPersonでのミーティングでは各ワークステーションの画面をVTRで録画した。対面でのミーティングの様子は8mmビデオで録画した。そしてこれらの録画映像を観察して会話ログを生成した。この観察の際に、それぞれの発話を「反応的発話」と「通常の発話」の2種類に分類した。前者は他者の発話に対する反応で、相槌や笑いなどである。後者はすべての発話から反応的発話を取り除いたものである。会話ログは次のデータから成る。

- 発話した話者の名前
- 発話の開始時刻
- 発話の終了時刻
- 発話の種類

● アンケート

「最も面白かったタスク」という質問に対して、自由な形式で答えを書いてもらった。

● システムログ

FreeWalkのシステムは各参加者に対応するクライアントと3次元仮想空間を管理するコミュニティサーバから成る。コミュニティサーバは参加者の位置関係のみを管理し、マルチメディアデータの送受信はコミュニティサーバから送られる位置関係に基づいてクライアント間で行われる。コミュニティサーバは、1秒ごとに各参加者の次に示すデータをシステムログとして記録する。

- クライアントマシンのIPアドレス
- 参加者の名前

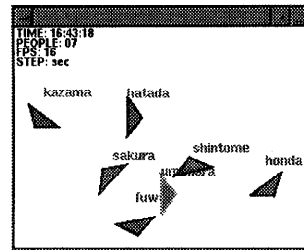


図2 SimWalkの画面

Fig. 2 Screen image of SimWalk.

3次元仮想空間内での参加者の位置

3次元仮想空間内での参加者の向き

マイクから拾った音声の音量

4.3 分析用ツール

実験データを分析するために以下の2つのツールを開発した。

(1) SimWalk

SimWalkは3次元仮想空間内での参加者の移動パターンを分析するためのツールである。これを用いて、システムログをもとにして移動の再現や位置のプロットを行う。

● 移動の再現

SimWalkは各参加者を表す三角形を画面に表示する。その三角形の座標と角度は、3次元仮想空間内での参加者の位置と向きに対応している。三角形は時間の進行に合わせて動く。SimWalkは通常の再生の他に、逆再生、ポーズ、コマ送りなどのVTRに類似する機能を持つ。図2は移動を再現しているSimWalkの画面である。

● 位置のプロット

SimWalkは各参加者の位置を移動した順番に直線で結び、移動の軌跡を描画することができる。

(2) SimTalk

SimTalkは会話パターンを分析するためのツールである。これを用いて、会話ログをもとにして、会話の衝突や話者の切替えなどの分析対象をグラフ化する。この際、以下のように、分析対象に適した描画形式を選択することができる。発話の流れ それぞれの発話が黒色の矩形領域で描かれる。

会話の衝突 グラフが同時に発話している人数によって色分けされる。

話者の切替え グラフ中の話者が切り替わった時刻に印が付く。

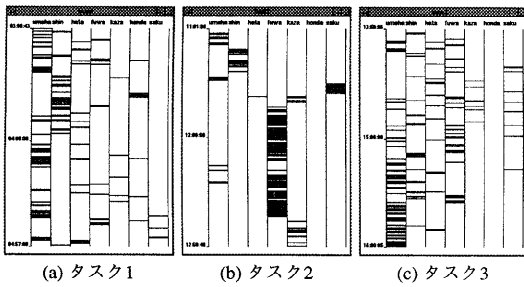


図3 発話の流れ (グループ2)
Fig. 3 Flows of utterances (group 2).

SimTalk はまた、発話量や発話率の標準偏差などの値を計算するのにも用いる。

5. 分析結果

5.1 会 話

会話の分析は以下の5つの項目について行った。

発話量は、各参加者の発話時間の合計である。

発話率の標準偏差は、全参加者の発話量に占める各参加者の発話量の割合(%)の標準偏差である。

話者の切替え回数は、会話の主導権が移った回数である。話者の切替えは、ある参加者が話している間または話し終わった後に、別の誰かが話し始めると起こる。

発話の衝突量は、複数の参加者が同時に話している時間の合計である。

雑談の発生は、タスクの達成に直接貢献しない会話の始まりを指す。タスクの達成に貢献する会話とは、タスク1では旅行先や交通機関の提案であり、タスク2では各キーワードの意味やキーワード間の関連についての受け答えである。

雑談の発生はミーティング中の18分間を調べた。それ以外の値は、システムトラブルなどの特殊な出来事の影響を除くために、各ミーティング中の2分間の会話ログから計算した。この2分間においては、FreeWalkを用いたどのミーティングでも、参加者全員が互いの声を聞ける位置関係にいた。図3はSimTalkが可視化したこの2分間のグループ2の発話の流れである。これを見ると、タスク1やタスク3に比べ、タスク2では発話がまばらであることが分かる。

(1) 発話量

図4(a)を見ると、発話量はグループの違いに影響を受けており、タスクおよび会話環境からは、あまり影響を受けていない。グループを発話量の多さの順に並べたものを次に示す。

グループ3 > グループ2 > グループ1

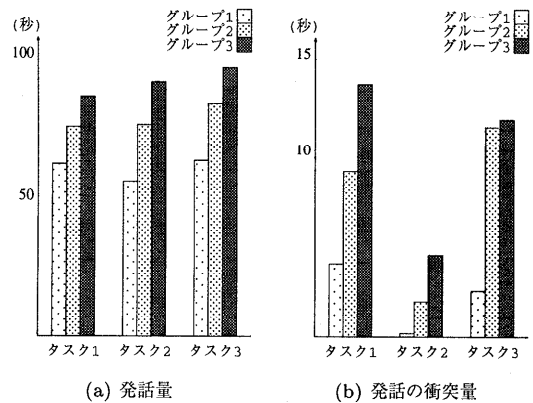


図4 発話の量と衝突量
Fig. 4 Amount of utterances and simultaneous utterances.

表3 発話率の標準偏差

Table 3 Standard deviation of utterance.

	タスク1	タスク2	タスク3
FTF	13.93	19.19	14.07
InPerson	12.31	15.97	17.25
FreeWalk	9.28	15.45	13.45

(2) 発話率の標準偏差

表3は各ミーティングでの発話率の標準偏差をまとめたものである。全員の発話量の合計が100であり、各グループは7人であるので、平均発話率は14.29である。各タスクにおいて会話環境を標準偏差の大きさの順に並べたものを次に示す。

タスク1 FTF > InPerson > FreeWalk

タスク2 FTF > InPerson ≈ FreeWalk

タスク3 InPerson > FTF ≈ FreeWalk

発話率の標準偏差はタスクと会話環境から影響を受けている。興味深いことに、どのタスクにおいてもFreeWalkにおける標準偏差が最小である。これはFreeWalkが、発話量を参加者間でより均等にする会話環境であることを意味する。

(3) 話者切替え回数

図5(a)を見ると、タスク2における話者切替え回数が全タスク中で最少であることが分かる。図5(b)の話者切替え率とは、話者切替え回数を発話量で割ったものである。これを見ると、話者切替え率と会話環境の間に明確な関係があることが分かる。よって、話者切替え回数はタスクや会話環境の違いに影響されている。タスクと会話環境を話者切替え回数の多さの順に並べたものを次に示す。

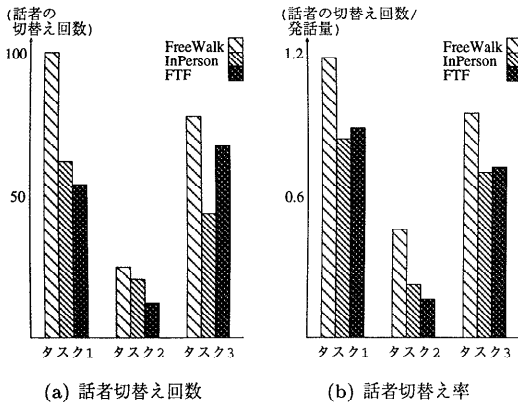


図5 話者切替え回数
Fig. 5 Number of turns.

タスク1 ≈ タスク3 > タスク2

FreeWalk > FTF ≈ InPerson

タスク2では、問題提起や主張を述べる事が中心で、話者切替え回数が少ないのに対し、タスク1とタスク3では、質疑応答などの短いやりとりが多く、話者切替え回数が多い。会話環境の違いによる影響は、FreeWalkの3次元仮想空間が話者の切替えを促進することを示している。

(4) 発話の衝突量

図4(b)を見ると、タスク2における発話の衝突量が全タスク中で最小であることが分かる。また、グループ1、グループ2、グループ3の順に多くなっていることも見てとれる。よって、発話の衝突量はタスクとグループの違いに影響されていることが分かる。タスクとグループを発話の衝突量の多さの順に並べたものを次に示す。

タスク1 ≈ タスク3 > タスク2

グループ3 > グループ2 > グループ1

タスクの違いが発話の衝突量に影響する理由は話者の切替え回数の場合と同様である。グループの違いによる影響は、発話量の場合と同様である。ここで、タスク3におけるグループ2のミーティングでの発話の衝突量が多過ぎるように見える。これは会話環境からの間接的な影響である。このミーティングの会話環境はFreeWalkで、参加者の移動の様子が他のFreeWalkを用いたミーティングとは著しく異なり、無秩序な位置関係で会話がなされた。

(5) 雑談の発生回数

図6は各会話環境におけるタスク1とタスク2での雑談の発生を示したもので、横軸が時間であり、それぞれの印が雑談の発生を表している。

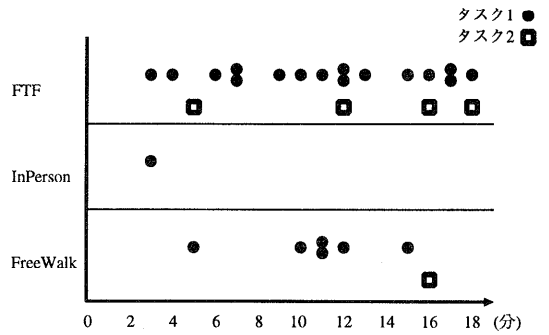


図6 雑談の発生
Fig. 6 Occurrence of chat.

これを見ると、タスク1はタスク2に比べて雑談の発生がより活発である。また、対面はFreeWalkに比べて発生がより活発であり、InPersonではほとんど発生がない。雑談の発生はタスクと会話環境の違いを反映している。タスクと会話環境を雑談の発生の活発な順に並べたものを次に示す。

タスク1 > タスク2

FTF > FreeWalk > InPerson

InPersonでは他の全参加者と向き合って会話を行ったのに対し、FreeWalkでは円陣を組んでいたため、参加者の間の緊張感が緩和されたと考えられる。

5.2 参加者の移動

対面でのミーティングでは、参加者は会話を行うために円陣を組んだ後はほとんど移動しなかった。InPersonでのミーティングでは、各参加者は画面に表示された他の全参加者のカメラ画像を見ながら会話を行った。

図7にFreeWalkを用いたミーティングにおける参加者の移動の軌跡を示す。これは、SimWalkを用いてプロットした15分間の軌跡である。タスク1とタスク2では対面と同様に、参加者は円陣を組んだ後はほとんど移動しなかった。これら2つのタスクとは異なり、タスク3では図7(c)に示すように参加者は3次元仮想空間内を活発に移動した。これは自由な会話を行うタスク3のミーティングにおいて、3次元仮想空間が参加者の移動を活性化したことを意味する。このミーティングの経過を以下に述べる。

(1) 3次元仮想空間内での移動を楽しむ

タスクの始めでは、3次元仮想空間の端まで移動したり、他の参加者に突進するなど、参加者は活発に移動した。会話の発生はまばらであった。

(2) 向かい合って挨拶する

タスクの半ばでは、参加者は頻繁に互いに向か

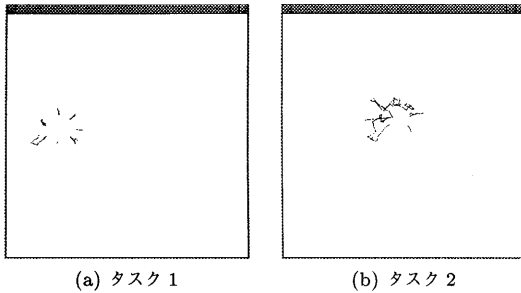


図7 3次元仮想空間内での移動パターン

Fig. 7 Pattern of moves in a three-dimensional virtual space.

い合って挨拶をした。会話の長さは非常に短かった。内緒話をしようとしていた参加者が、そこに割り込んできた他の参加者を非難する現象が見られた。

(3) 集合して会話を始める

タスクが終わりに近づくと全参加者が集まって会話が始まり、活発に移動しなくなった。話すのを嫌がって集合場所から逃げ回る参加者や、どこかへ行ってしまった者を探す参加者などがいた。

実世界では、横に並んで歩きながら話すなど、移動しながら会話する光景がしばしば見られる。タスク3のFreeWalkを用いたミーティングでは、参加者はコミュニケーションを行うために移動したが、ともに移動しながら会話することはほとんどなかった。この理由は次の3点である。

- タスクの達成に、移動しながら話すことは必要ではなかった。
- 実世界での歩行は無意識的に行われるのに対し、マウス操作による3次元仮想空間内での移動は意識的に行わなければならない。
- FreeWalkの画面に表示される3次元仮想空間では自分の隣に立っている人が見えないので、参加者同士が横に並んでいっしょに移動するのは困難である。

表4 最も面白かったタスク

Table 4 Most favorite task.

	タスク1	タスク2	タスク3	合計
FTF	2 (G1)	2 (G2)	2 (G3)	6
InPreson	3 (G2)	0 (G3)	3 (G1)	6
FreeWalk	5 (G3)	2 (G1)	2 (G2)	9
合計	10	4	7	

表5 仮説と結果

Table 5 Hypotheses and results.

仮説	結果
話す量について	(受理) 発話量はグループにのみ依存し、異なる会話環境の間で差がない。
H1 発話量は、異なる会話環境の間で差がない。	(棄却) 雑談の発生は3次元環境より対面環境の方が活発であり、従来型ビデオ環境ではほとんど発生しなかった。
話す頻度について	(受理) 話者の切替え回数は従来型ビデオ環境と対面環境の間で差がなかった。
H2 話者の切替え回数は、異なる会話環境の間で差がない。	(棄却) 3次元環境においては、話者の切替え回数は他の会話環境より多く、さらに興味深いことに、他の会話環境に比べて各参加者の発話量がより均等になる。
話し易さについて	
H3 発話の衝突量は、対面環境、3次元環境、従来型ビデオ環境の順に多い。	(棄却) 会話環境の違いによる発話の衝突量への明確な影響はなかった。
移動について	(受理) 対面環境と3次元環境の両方において、円陣を組んで会話をする光景が見られた。
H4 対面環境と3次元環境の両方の会話環境において、参加者は同様の移動パターンをとる。	(棄却) 参加者は対面環境ではほとんど移動しなかったが、3次元環境では移動を楽しんだ。

5.3 アンケート

全員の答えをまとめたものを表4に示す。“G1”はグループ1を意味する。たとえば、グループ1の2人のメンバーが対面で行ったタスク1を最も面白かったタスクに選んだ。この表を見ると、グループ1とグループ2の答えは一樣に分布しているのに対し、グループ3の答えは偏っていることが分かる。

6. 考察

仮説とそれに対応する結果を表5にまとめる。分析の結果、デスクトップ会議における3次元仮想空間の2種類の効果が見られた。1つ目の効果は、デスクトップ会議システムでのコミュニケーションを対面環境でのコ

コミュニケーションに近づける効果である。これは雑談の発生と、参加者の行動の2点において影響がある。2つ目の効果は、3次元仮想空間特有のものである。3次元仮想空間内では他の会話環境に比べ、発話量が参加者間でより均等になり、話者切替え回数が増加し、ときには自由な会話を行うために参加者が活発に移動する。

以上の実験結果は、ユーザインタフェースの問題を提起する。3次元表示によって全員の顔をはっきりと見ることができないことや、離れている相手の声が小さく聞こえることは会話の障害になりうる。それと同時に、社会的な要素を含んでいる。自由に移動できる空間の中で皆で集まって話していることによる、緊張感が緩和された雰囲気が、会話に影響していると考えられる。

7. おわりに

我々は、3次元仮想空間を用いたデスクトップ会議システム（3次元環境）でのコミュニケーションと、対面環境でのコミュニケーションや従来のデスクトップ会議システム（従来型ビデオ環境）でのコミュニケーションを比較する実験を行った。実験には我々が開発したFreeWalkという3次元環境を使用した。この実験によって、デスクトップ会議システムへの3次元仮想空間の導入が与える効果が明らかになった。

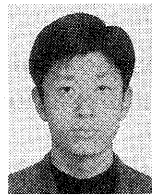
この実験はあくまで1つの事例であり、3次元仮想空間の一般的な性質を導出するための統計的な実験は今後の課題である。また今後、この実験での経験に基づき、FreeWalkを発展させる予定である。

参考文献

- 1) Cohen, K.M.: Speaker Interaction: Video Teleconferences versus Face-to-Face Meetings, *Teleconferencing and Electronic Communications*, pp.189-199 (1982).
- 2) Sellen, A.J.: Speech Patterns in Video-Mediated Conversations, *CHI92*, pp.49-59 (1992).
- 3) Storck, J. and Sproull, L.: Through a Glass Darkly What Do People Learn in Videoconferences?, *Human Communication Research*, Vol.22, No.2, pp.197-219 (1995).
- 4) 日本シリコングラフィックス: InPerson デスクトップ会議ソフトウェア, http://www.sgi.co.jp/Products/inperson_main.html.
- 5) Nakanishi, H., Yoshida, C., Nishimura, T. and Ishida, T.: FreeWalk: Supporting Casual Meetings in a Network, *CSCW96*, pp.308-314 (1996).
- 6) 中西英之, 吉田 力, 西村俊和, 石田 亨: FreeWalk: 3次元仮想空間を用いた非形式的なコミュニケーションの支援, *情報処理学会論文誌*, Vol.39, No.5, pp.1356-1364 (1998).
- 7) Fish, R.S., Kraut, R.E. and Root, R.W.: Evaluating Video as a Technology for Informal Communication, *CHI92*, pp.37-48 (1992).
- 8) McDaniel, S.E., Olson, G.M. and Magee, J.C.: Identifying and Analyzing Multiple Threads in Computer-Mediated and Face-to-Face Conversations, *CSCW96*, pp.39-47 (1996).
- 9) Bowers, J., Pycock, J. and O'Brien, J.: Talk and Embodiment in Collaborative Virtual Environments, *CHI96*, pp.58-65 (1996).

(平成10年2月26日受付)

(平成10年6月5日採録)



中西 英之 (学生会員)

平成8年京都大学工学部情報工学科卒業, 平成10年同大学院修士課程修了. 同大学院博士後期課程在学中. 日本学術振興会特別研究員. コンピュータネットワークを用いたコミュニケーション支援の研究に従事.



西村 俊和 (正会員)

平成2年京都大学工学部情報工学科卒業, 平成4年同大学院修士課程修了. 平成7年同大学院博士後期課程単位取得退学. 同年京都大学大学院工学研究科情報工学専攻助手. 工学博士. 人工知能, インタラクティブシステム, マン・マシンインタフェース関連の研究に従事. 電子情報通信学会, 人工知能学会各会員.



石田 亨 (正会員)

昭和51年京都大学工学部情報工学科卒業, 昭和53年同大学院修士課程修了. 同年日本電信電話公社電気通信研究所入所. 横須賀研究所においてソフトウェア工学, 知識処理などの研究開発に従事. 昭和58年から59年にかけて, 米国コロンビア大学計算機科学科客員研究員. 現在, 京都大学大学院工学研究科情報工学専攻教授. 工学博士. 問題解決, 分散人工知能, コミュニケーション, 社会情報システムに興味を持つ. 平成5年人工知能学会論文賞受賞, 平成8年人工知能学会10周年記念論文賞. 電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本ソフトウェア科学会, IEEE, ACM, AAI各会員.