

Title	映像文法に基づいた遠隔リアルタイム会議システムの インタフェース制御法
Author(s)	橋本, 昌嗣
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1036
Rights	
Description	Supervisor:篠田 陽一, 情報科学研究科, 修士

修士論文

映像文法に基づいた遠隔リアルタイム会議システムの 画像インタフェース制御法

指導教官 篠田 陽一 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報システム学専攻

橋本 昌嗣

1997年2月14日

要旨

遠隔リアルタイム電子会議システムのユーザーインターフェースにおいて、会議の目的や進捗に合わせて、会議参加者の顔や表情などの表示を切り替えるための手法を考案し、その評価を行った。この手法は、映像文法という映画などの撮影を行う場合の技法を応用している。この手法によって、従来の電子会議システムの問題点であった、会議の参加者が他者の様子を容易に知ることができないといった点などを改善することができた。

目次

1	序論	1
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	2
1.3	本論文の構成	3
2	遠隔リアルタイム会議システム	4
2.1	グループウェアとしての位置づけ	4
2.2	画像インタフェース	5
2.3	遠隔リアルタイム会議システムの例	6
2.3.1	VideoWindow	7
2.3.2	MAJIC	8
2.3.3	HERMES	9
2.3.4	Hydra	11
2.3.5	vic	11
2.3.6	CU-SeeMe	12
2.3.7	MERMAID	12
2.3.8	DOOS	12
2.3.9	Clear Board	13
2.3.10	テレビ番組のカメラワークの知識も基づいた TV 会議システム	16
2.4	アウェアネス	17
3	映像の文法	22
3.1	画像インタフェースにおける映像の文法の必要性	22

3.2	映像の文法の要素	23
3.2.1	ショット	23
3.2.2	シーンの編集	24
3.3	カメラ配置の3角形の原則	27
3.3.1	基本的な体の位置	27
3.3.2	関心を示す線	28
3.3.3	顔の重要性	29
3.3.4	外側から切り返すショット	29
3.3.5	内側から切り返すショット	29
3.3.6	平行な位置関係	30
3.3.7	直角の位置関係	31
3.3.8	共通の視軸	32
3.3.9	画面構成による強調	32
3.4	人物の対話におけるカメラポジション	33
3.4.1	2人の人物の対話	34
3.4.2	3人の人物の対話	35
3.4.3	4人以上の人物の対話	41
3.5	対話のシーンの編集パターン	42
3.5.1	接近後退のパターン	42
3.5.2	状況を再設定するショット	43
3.5.3	沈黙の反応の重要性	44
4	画像インタフェース制御法	45
4.1	画面の切替えと発言権の遷移	46
4.2	発言権の制御	47
4.3	発言権遷移モデル	48
4.3.1	発言権を機械的に遷移させる場合	48
4.3.2	司会者が発言権を制御する場合	50
4.4	カメラ・ポジションの仮想的な配置	53
4.5	全体図を捉えるマスター・ショット	55
4.6	映像の切替え	61

4.6.1	機械的に発言権を遷移させる場合	61
4.6.2	議長によって発言権を遷移する場合	64
5	画面切替えの効果	67
5.1	評価実験の目的	67
5.2	アルゴリズムの評価実験	67
5.3	分析結果	69
6	結論	73
	謝辞	74
	参考文献	75

目 次

2.1	遠隔リアルタイム会議システムの構成要素	6
2.2	VideoWindow	7
2.3	MAJIC のシステム構成図 1	8
2.4	MAJIC のシステム構成図 2	9
2.5	HERMES	10
2.6	Hydra	11
2.7	映像の提供	13
2.8	DOOS 内でのオフィス風景 1	14
2.9	DOOS 内でのオフィス風景 2	15
2.10	ClearBoard	15
2.11	ClearBoard	16
2.12	映像の構成	16
2.13	テレビ番組のカメラワークの知識も基づいた TV 会議システム	17
2.14	映像演出アルゴリズム	18
3.1	ショットの種類	25
3.2	位置の一致	26
3.3	動きの一致	26
3.4	視線の一致	26
3.5	2 人の人物のシーン中の配列	27
3.6	4 つの基本的な位置関係	28
3.7	カメラの配置	29
3.8	外側から切り返すアングル	30
3.9	内側から切り返すアングル	30

3.10	平行なカメラ・ポジション	31
3.11	直角をなすカメラ・ポジション	31
3.12	カメラを共通の視軸上で進める場合	32
3.13	縦と横の比が3対4のスクリーンにおける画面構成	33
3.14	ワイドスクリーンにおける画面構成	34
3.15	2つの外側から切り返すショットで捉えた直線状の人物配置	36
3.16	2つの外側から切り返すショットで捉えたC字型の人物配置	36
3.17	2つの外側から切り返すショットで捉えたL字型の人物配置	37
3.18	3角形状に配置された人物を外側から切り返す6つのカメラ・ポジション	37
3.19	公式A	38
3.20	公式B	38
3.21	公式C	39
3.22	外側あるいは内側から切り返すカメラ・ポジション1	39
3.23	外側あるいは内側から切り返すカメラ・ポジション2	40
3.24	内側から切り返すカメラ・ポジション1	40
3.25	内側から切り返すカメラ・ポジション2	41
3.26	横向きの人物を捉える平行なカメラ・ポジション	42
3.27	平行なカメラ・ポジション2	43
3.28	横向きの人物を捉える平行なカメラ・ポジション	44
4.1	発言権制御モデル1	49
4.2	発言権制御モデル2	51
4.3	在席会議システムのカメラ・ポジション	53
4.4	仮想的なカメラ・ポジション	54
4.5	伝達会議のレイアウト	56
4.6	創造会議のレイアウト	57
4.7	調整会議のレイアウト	58
4.8	決定会議のレイアウト	58
4.9	会議のレイアウト	59
4.10	創造会議のレイアウトの実現例	60
4.11	決定会議のレイアウトの実現例	60

4.12 映像の切替えモデル 1	61
4.13 ショット決定アルゴリズム 1	62
4.14 どの聞き手に切替を決定するかの要因 1	63
4.15 映像の切替えモデル 2	64
4.16 ショット決定アルゴリズム 2	65
4.17 どの聞き手に切替を決定するかの要因 2	66
5.1 実験システム構成図	68

表 目 次

2.1	空間・時間特性によるグループウェアの分類と応用例	5
2.2	話者交代時のシステムの遷移確率行列	18
2.3	話者非交代時のシステムの遷移確率行列	19
2.4	システムが支援するアウェアネス一覧	21
5.1	評価結果	70
5.2	システムが支援するアウェアネス一覧2	72

第 1 章

序論

1.1 研究の背景

近年，計算機ネットワークの充実および計算機の高速度により，計算機に支援された遠隔リアルタイム電子会議システムが開発されている．この技術によって，地域的に離れた作業者同士の共同作業を，より効果的に行うことが可能となってきた．このようなシステムのユーザーインタフェースは，通常以下のようなものから構成されている．

- ワードプロセッサや表計算ソフトウェアなどの通常のソフトウェア．
- 共有黒板などのグループウェアツール．
- 会話のための音声送受信システム．
- 個々の参加者の映像を映し出す画像インタフェース．

画像インタフェースの目的の 1 つは，共同作業におけるアウェアネスを維持することである．アウェアネスとは，コミュニケーションの際に，相手がそこにいることに気付くこと，また協同作業をするために，相手が何をしているのか，注意を払っているのか気付くことであり，本来は，“知ること” や “気づくこと” を示す語である．共同作業においてアウェアネスを維持することの重要性は古くから指摘されており [1]，よって，画像インタフェースがシステムで果たす役割は大きい．

しかし，既存のワークステーションやパーソナルコンピュータなどの限られた画面空間を利用して電子会議システムを行う場合，個々の構成要素に割り当てることのできる面

積は必ずしも広いとはいえない。特に，画像インタフェースの場合には，会議の参加人数が増加によって，必要な面積が単純に増加するため，ユーザーインタフェースの構成を圧迫する。また，圧迫をしないために，単純に参加者の増加に合わせて，個々の画像インタフェースを小さくすると，本来の目的であるアウェアネスの維持が困難となる。また，会議の目的や会議の場面ごとに，参加者が“アウェア”したい情報が異なることも考慮する必要がある。そこで，限られた空間内で，目的や場面に応じて，高いアウェアネスを維持できる画像インタフェースを提供するための研究が必要とされている。

1.2 研究の目的

本研究では，対象を1地点に1人が参加する多地点の遠隔リアルタイム会議システム（以後，誤解のない限り単にシステムと呼ぶ）に限定する。そして，そのようなシステムを利用した会議において，場面場面に適した画像インタフェースを，個々の参加者に，系統的に与える方法を構築する。このような方法を，本論文では，画像インタフェースの制御方法と呼ぶことにする。本方法で制御される画像インタフェースは，以下の要件を充足する。

- 参加者の人数の増加しても，個々の参加者のアウェアネスが低下しない。
- 参加者の立場に合わせて画像インタフェースを調整することで，高いアウェアネスを維持する。特に発言権に注目する。
- 同様に会議中の場面に応じた画像インタフェースの調整を行う。

上記の要件を満すような画像インタフェースの制御を行うために，映像の文法と呼ばれる手法を利用する。[2] 映像の文法とは，映画制作の中で培われた映像の撮影と編集の技法である。この技法では，撮影映像の系統的な編集方法が提供されており，それによって，映像に対して特定の意味を与えることが可能となる。例えば，場面を再設定や，叙述の間などの意味を，場面全体の映像を間に挟むことで表現することが可能となる。映像文法では上記のような“場面全体の映像”を記録することのできるカメラポジションのことをマスターショットと呼び，映像に意味を与える重要な要素の一つとして利用されている。

本論文で提供する制御方法では，まず，会議や会議中の目的に応じた会議室の種類，例えば円卓型とか教室型とか，を定義する。そして，会議の進行に応じて，参加者を適切な種類の会議室に仮想的な配置する。そして，それぞれの部屋のマスターショットから撮影

することができるであろう映像や，個々の参加者の映像などを画像インタフェースとして提供する．個々の参加者の画像インタフェースに表示される具体的な映像の変化は，その参加者の会議室内の席次や，発言権の推移などをもとに決定する．これによって，限られた画面上の空間の中で，高アウェアネスを維持できる画像インタフェースを構築することが可能となる．

1.3 本論文の構成

2章では，遠隔リアルタイム会議システムの位置付けを他の共同作業支援システムと比較しながら説明する．そして，その目的や重要性についてのべる．また，画像インタフェースについての詳細な定義を与える．そして，既存の遠隔リアルタイム会議システムを紹介し，その対象領域や問題点について考察する．特にアウェアネスという観点から，それぞれのシステムの比較を行い，本論文で提供する方法が満すべき要件を明らかにする．

3章では，映像の撮影と編集の技法を，画像インタフェース制御へ応用する観点から説明する．

そして，4章では，具体的な画像インタフェースの制御方法を紹介する．そして，この制御法，特にの有用性を，アウェアネスの観点から評価し，その有用性や問題点を議論する．また，制御のモデルの改善点として，仮想空間により形成された全体図の挿入を述べ，全体図の決定要因や，その提供方法を議論する．

5章では，従来の画像インタフェースを並べただけの会議システムと画面の切替えを行なう本論文で提案したシステムを比較し，アウェアネスの観点から評価する．

6章では結論と今後の課題について述べる．

第 2 章

遠隔リアルタイム会議システム

2.1 グループウェアとしての位置づけ

これまで人々がチームで仕事を遂行する場合，そのチームのメンバーは同じ場所にいる同じ組織に属する人々で構成されることが常であった．しかし，ネットワークインフラの転換はそのチームの構成を，より柔軟にし，遠隔にいる人々の協調を可能にした．さらに VLSI 技術の急速な進歩とともに，パソコンやワークステーションの性能向上と小型化も同様に遠隔協調作業を促進した．[3]．

これに伴うコンピュータ資源のパーソナル化と新しい通信網への転換は，コンピュータが人間を支援する形態を大幅に変革し，人間の代理人として複数のコンピュータ同士が互いに協調する環境を構築することによって，人間同士が助け合う仕組みに近付くことが可能となった．

このような通信回線，コンピュータ，ソフトウェアなどで複数の人間の協調作業を支援するテクノロジーやシステムをグループウェアと呼び，そのような環境をまたはそこで行なわれる協調活動のことを CSCW(Computer Supported Cooperative Work) と呼ぶ [4]．

コンピュータ技術とテレコミュニケーション技術を駆使したグループウェアは，空間的と時間の制約を超えて，広く人々の協調活動の支援を可能とする．その時間的特性(リアルタイム型/蓄積・非同期型) および空間的特性(対面/分散型) によりグループウェアは表 2.1 のように分類できる．リアルタイム型は複数のユーザが音声や画像通信チャネル，あるいは共有ウィンドウ/共有スクリーンなどを介して同時に作業を行なうタイプのシステムである．蓄積・非同期型は電子メールや電子掲示板のようなストア & フォワード方式の

表 2.1: 空間・時間特性によるグループウェアの分類と応用例

	リアルタイム型	蓄積・非同期
対面型	電子会議室システム 発想支援システム	グループメモリ
分散型	グループエディタ 共有ウィンドウ/共有画面 在席マルチメディア会議システム テレビ会議システム	コンピュータ会議 タスクコーディネーション 協同文書作成, レビュー オフィスプロシジャ制御 プロジェクト管理

蓄積型通信機構,あるいは分散データベース,ハイパーテキストシステムなどの蓄積情報共有機構を基本としたシステムである。また対面型は複数のユーザが1つの会議室などに集合して対面 (face-to-face) で使用するタイプのグループウェア,分散型は空間に分散した複数のユーザが通信機能を用いて使用するタイプのグループウェアである。ただし分散型グループウェアは,必ずしもユーザが地理的に分散している環境を想定してはいない。同じ建物の別の部屋の間であっても分散型グループウェアはLANを介して利用される。

2.2 画像インタフェース

遠隔リアルタイム会議システムを分類すると,大きく2つに分類される。1つは地理的に分散した会議室どうしを映像+音声通信により結び距離の制約を超えた会議空間を提供するテレビ会議システムである。もう1つは会議室ではなく,各人の席から会議に自由に参加したいという要望から生まれた,汎用ワークステーションをベースとし,これにビデオ/音声会議機能やグループエディタなどの協同作業支援ツールを付加し,総合的なグループワーク支援プラットフォームを構築した「在席型」のパーソナル通信会議システムである。

それらの遠隔リアルタイム会議システムを構成する要素には,個人の作業をする個人作業空間,参加者が参加できることのできる共有作業空間,参加者の映像を撮影し,映し出す画像インタフェース,相手の音声を集音し,伝える音声インタフェースの4つがある。

(図 2.1) 本論文では特に，画像インタフェースを取り上げる [5] .

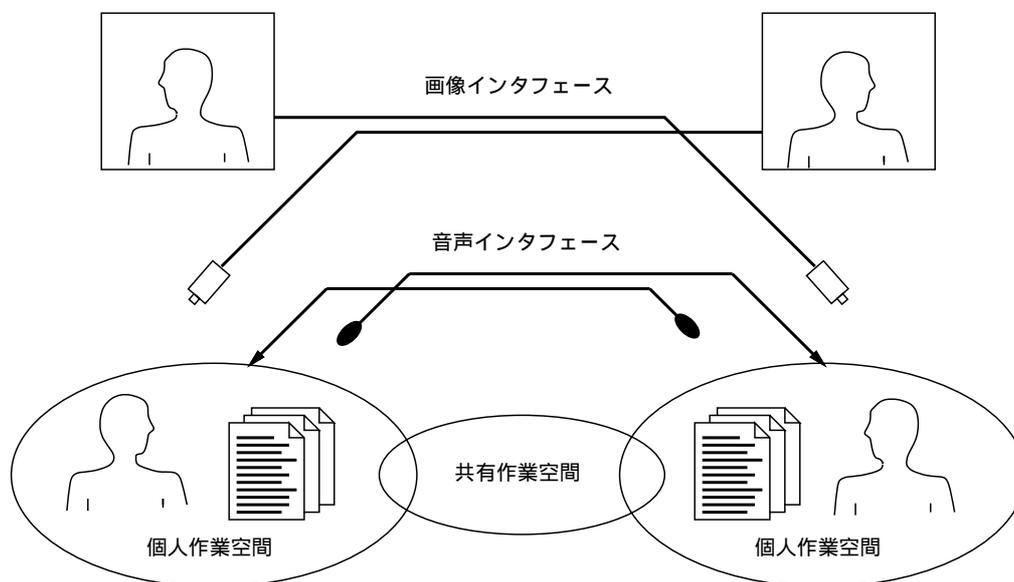


図 2.1: 遠隔リアルタイム会議システムの構成要素

遠隔リアルタイム会議のような臨場感通信において自然な双方向コミュニケーションを実現のためには，画面上の人物サイズをどのように表示すればよいのかを実験的に検討した研究がなされている．それによると，画面上に人物のサイズを 3 段階に変えた実験で，その自然さを評定させた結果，視覚にして 27 度の条件が最も良いという傾向が見受けられた [6] . この条件は日常的な対人距離を 2m 前後にした場合には等倍表示の条件に相当するものであり，違和感に関する評定が等倍で最も低かったことと合わせると，人物サイズを等倍で提示することの妥当性が支持されるように考えられたという報告がなされている .

2.3 遠隔リアルタイム会議システムの例

テレビ会議システムにあたるのが Video Window や MAJIC であり，パーソナル通信会議システムにあたるのが，MERMAID や DOOS である．その中で，TV 番組のカメラワークの知識を利用した TV 会議システムや映像通信機能とグループウェア機能をより有機的かつ自然な形で統合することを目指した ClearBoard といった新しい試みが生まれてき

ている。

2.3.1 VideoWindow

VideoWindow は、遠隔地の会議室どうしを「ビデオウォール」を介して結ぶ1種のテレビ会議システムであり、B-ISDN を指向した実験システムとして Bellcore 内で使用、評価されている。空間的に配置された2台のカメラによって作られる NTSC 画像の2倍の幅をもつ映像を作り出し、壁面に配置された大型スクリーン(3 フィート×8 フィート)を用いて臨場感のある会議を可能にしている。音声に関しては4つの独立した双方向音声リンクを配置し、同時にどちら側の会議参加者も話をする事ができる。図 2.2 にその使用風景を示す。VideoWindow では相手の上半身映像を見ながらの会話はできるが、協同作業のための空間は特に提供されておらず、グループウェアと呼ぶことはできない[7]。

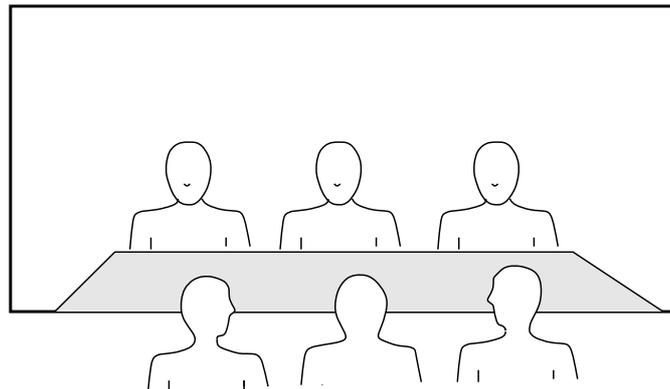


図 2.2: VideoWindow

インフォーマルコミュニケーションについて、VideoWindow の使用時と同じ部屋内の場合とで比較したとき、VideoWindow 使用時に「同じ部屋にいるかの状況」をある程度実現することに成功はしたが、依然本当に同じ部屋にいるのに比べてユーザは明確なギャップを認知することを確認された。これにはアイコンタクトの欠如、画像に近づき過ぎるとカメラの視界からはずれること、映像の品質、音響空間の性質など、多くの技術的要因と認知的要因が複雑に絡みあっている。

2.3.2 MAJIC

多地点にいる複数の相手との視線一致を支援する方式として、半透明曲面スクリーンを用いた MAJIC システム (Multiple Attendant Joint Interface for Collaboration) が開発されている。MAJIC で使用したスクリーンは、薄い透明フィルムの上に黒色の小さな六角形を、さらにその上に白色の六角形を重ねて印刷したもので、どちらの面から見ることによって全く異なった性質を示す。すなわち、白色の面は光の反射が目立つため、通常のスクリーンと全く同じように使え、黒色の面は光が吸収されるため、すき間を通して反対側を見ることが可能となる。このスクリーンの特性を利用した視線一致の原理を図 2.3 に示す。利用者の後ろ上方に設置された液晶プロジェクタが、スクリーン上に相手の等身大画像を投影する。一方、スクリーンの後ろ、相手画像の顔の位置に投影されたビデオカメラが利用者を撮影し、その画像が相手に送られる [8]。

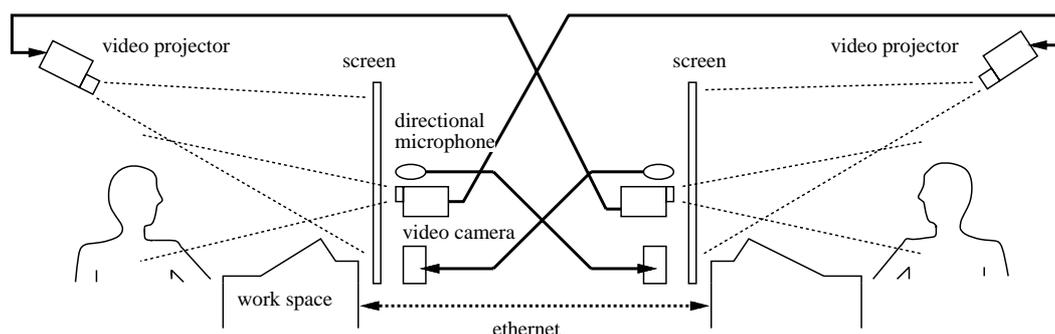


図 2.3: MAJIC のシステム構成図 1

MAJIC では、多視線一致を実現するためには、相手 1 サイト 1 つに対して 1 セットの液晶プロジェクタを用意する。すなわち、3 地点会議のためには 2 セット、4 地点会議のためには 3 セットの液晶プロジェクタとビデオカメラが各サイトの MAJIC に備え付けられる。多地点会議システムで重要なもうひとつの要件は、誰が誰を見ているかを認識することが可能なことである。このようなゲイズアウェアネス (視線の察知、ふっと気付くことといったはっきりと意識する一歩手前の雰囲気) は、曲面上のスクリーンに投影された相手画像と MAJIC の利用者を、ちょうど丸テーブルを囲んでいるように配置することにより実現される。図 2.4 は MAJIC を使用した 3 地点会議の構成図である。利用者は MAJIC の中央に座り、机を囲んで他の参加者のビデオ映像と正 3 角形を構成する。

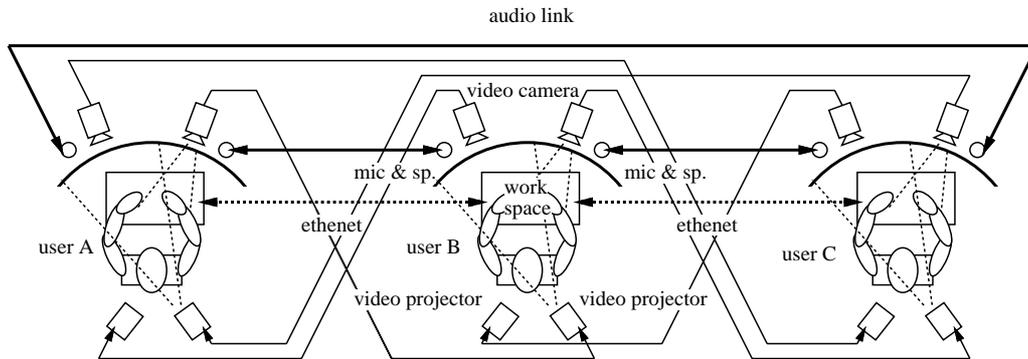


図 2.4: MAJIC のシステム構成図 2

臨場感を得るために MAJIC で実現したことは、前述の等身大画像との視線一致、視線認識、曲面スクリーンによるパンorama効果、そして画面の連続性である。この画面の連続性は、異なったサイトから送られてくる画像をスクリーン上に少しオーバーラップさせて投影することによって実現される。背景は連続していないが、画面が連続していることにより、いかにも画面上の 2 人が同じ場所にいるような感覚が得られる。

2.3.3 HERMES

参加者がモニタに対して横 1 列に並び、列席型の 1 地点複数参加 TV 会議システムの使用状況の観察から、参加者が画面ばかりを見、そのため会話が遠隔地点間でのみ行なわれることに注目した。この問題の主要因を座席の配置にあると考え、同一地点参加者とのコミュニケーションを支援するために開発されたのが 2 地点間多人数 TV 会議システム HERMES (Hermonious Environment by Round MEeting) である。HERMES は参加者を円形に配置し、複数モニタの映像を自動制御することにより、対面会議と遠隔会議を融合したシステムである。

図 2.5 にシステムの構成を示す。2 地点間はビデオリンクとオーディオリンクで直接つながれる。ビデオカメラは 1 地点に 3 台使用される。カメラは専用のスイッチャで切り換えられる。またズームイン、ズームアウトも制御される。カメラとスイッチャは Sun ワークステーションにより RS232-C 経由で制御される。制御のアルゴリズムはテレビの討論番組の分析に基づいており、映像は自動制御される。他地点からの NTSC ビデオ信号は

分配器によって3系統に分けられ、3人の参加者が同じ映像を見ることができるよう3台のモニタにより表示される。音声信号も同様に分けられ、モニタに内蔵のスピーカから出力される。反対に参加者ごとのマイクロフォンによって集められた、この地点の音声は、他地点のミキサを通して送られ、同時に話者を識別するためにそれぞれワークステーションに送られる。話者の識別は、各参加者の音量を比較し、最も大きいものを現在の話者のものであると自動的に判断する。

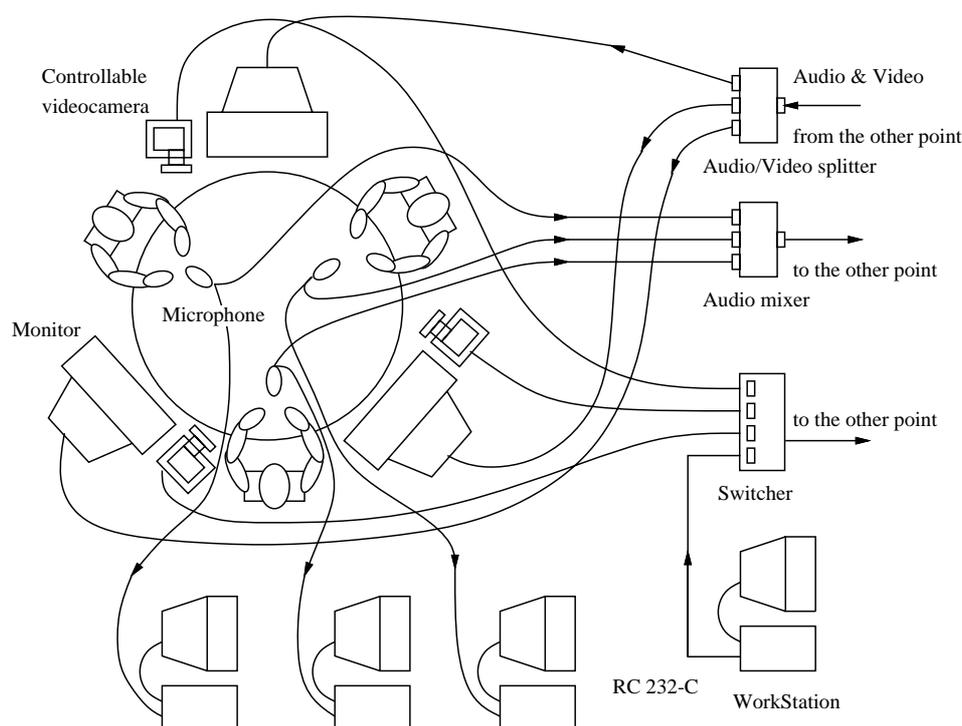


図 2.5: HERMES

HERMES では、同一地点の参加者に対しては、対面状況を作っているため特定の相手を選択的に指示することはできるが、他地点の参加者についてはできない。また各モニタは各参加者の専用であるので、参加者が皆モニタを見ているときには、同じ映像を見ているにもかかわらず向いている方向が異なる。同じ理由で他地点の参加者に対する身振りは、同一地点の他の参加者には不自然に見えると思われる。

2.3.4 Hydra

Hydra は複数地点を結ぶ遠隔テレビ会議システムで、その最大の特徴は相手が誰に視線を向けているのかがわかることにある。遠隔地にいる各参加者に対応する小型スクリーンとカメラ、スピーカ、マイクロフォンを1つのケースに収めたものをあたかも参加者が机を囲んで座っているように机の上に配置し、その位置関係を参加者間で同じに保つ(図 2.6)。この空間配置によりアイコンタクトだけでなく、頭の回転による視線の移動(誰に視線を向けたか)がわかるようなより自然なテレビ会議を可能としている [9]。

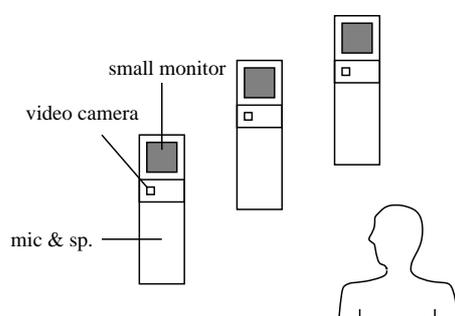


図 2.6: Hydra

Hydra はそれぞれの参加者に対応するスクリーンとカメラをペアにして、空間的に机を囲むように配置することによりアイコンタクトと視線の方向を知ることが可能にした。またスピーカも空間的に配置されるため、それぞれの声は別々の方角から聞こえてくることとなり、誰かの発言だけ選択的に注意を向けることも容易になった [10]。

2.3.5 vic

vic(Video Conference) は、1対1あるいは1対多の映像会議を、インターネット上で行なうためのツールである。1対多の会議を行なうためにはOSがマルチキャスト [11] に対応している必要がある。vicはプログラムソースとコンパイル済みのバイナリ形式の両方で配布されている。

映像を送信するためにはvicが対応しているビデオカードとビデオカメラを装着する必要がある [12]。

2.3.6 CU-SeeMe

CU-SeeMe は、インターネット上で複数参加者間のリアルタイム映像会議を提供する。CU-SeeMe は画面を送り、画像をお互いの画面上にリアルタイムに表示する。利用者は、画面に映し出される他の相手の顔を見ながら会話することができる。CU-SeeMe 単体では1対1の通信しか行なえないが、reflector というツールを用いれば、複数間の通信が可能となる [12]。

2.3.7 MERMAID

MERMAID は日本電気 C&C 研究所においてグループウェアのプラットフォームとして1989年に開発されたマルチメディア遠隔多者間会議システムである。地理的に分散した多者間で動画を含む多様なメディアの同時利用を可能にすることを目的に設計され、日本電気のエンジニアリングワークステーション EWS 4800 をベースに動画像通信表示機能、会議制御機能、グループエディタ機能などを提供する。その特徴を以下に示す [13][14]。

- グループ通信アーキテクチャ(GUA)に基づく通信プロトコルの採用により、通信インフラに依存しない柔軟なシステム構成を実現
- ISDN や高速デジタル網、衛星などを用いた高速通信による分散した多者間におけるリアルタイム会議の実現
- 文字、図形、イメージ、グラフ、手書き文字・図形、音声、動画の同時利用が可能
- 柔軟な画面操作権利の制御機能の提供。議長指名、要求順、バトン、非制御の4つの制御モードから選択できる
- 会議途中の参加・退席が自由

2.3.8 DOOS

DOOS(Distributed Oriental Office System) では、一般的に利用されているワークステーション上に作業空間として仮想的な大部屋を提供し、さらに仮想の席にメンバを配置することで、メンバの疎外感を減少し現実のオフィスで行なわれている自然なコミュニケーションを支援している。

メンバに、その部屋の席に座って作業しているかのような印象を与えるためには、席に応じた映像と音声を提供する必要がある。DOOS では1つの大部屋にメンバをシュミレートし各々のメンバに固定の席を提供してある。

実世界で得られるような位置関係に応じた映像を提供するために、各メンバに自分の席と相手の席の位置に応じて自分の視点から見えるべき映像を試みてある。この実現にあたりDOOS では次のような手法をとった。図2.7のようにメンバの回りに数台のカメラを設置し、相手のいる方向から取り込んだ映像を転送した。また距離感を出すために、映像を映し出すウィンドウの大きさから相手からの距離に応じて変化させた [15]。

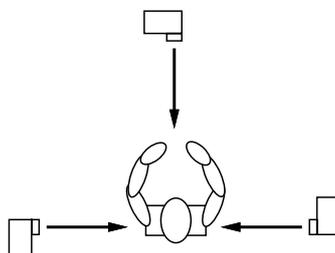


図 2.7: 映像の提供

そして、カメラからの入力を ATM-LAN を通じて送信し、また、相手から送られてきた画像を Mesa を用いて構築した仮想オフィス空間内に適切な大きさ、場所に表示する。(図 2.8, 図 2.9)

DOOS では、これまで在宅勤務者が感じていた疎外感を減少するため、これまで個室ベースであった仮想オフィスに大部屋を導入し、メンバの空間的配置を考慮することにより、他のメンバの存在を感じさせ、大部屋特有のインフォーマルコミュニケーションを実現している。

2.3.9 Clear Board

ClearBoard-1[16] は視線一致が可能な等身大のテレビ電話機能と画面に直接カラーマーカーで描画できるグループウェア機能の両者を兼ね備えている。描画結果だけではなく描画を行う相手のジェスチャも連続した映像として伝わる。このような映像をシームレスな映像と呼ぶこともある。

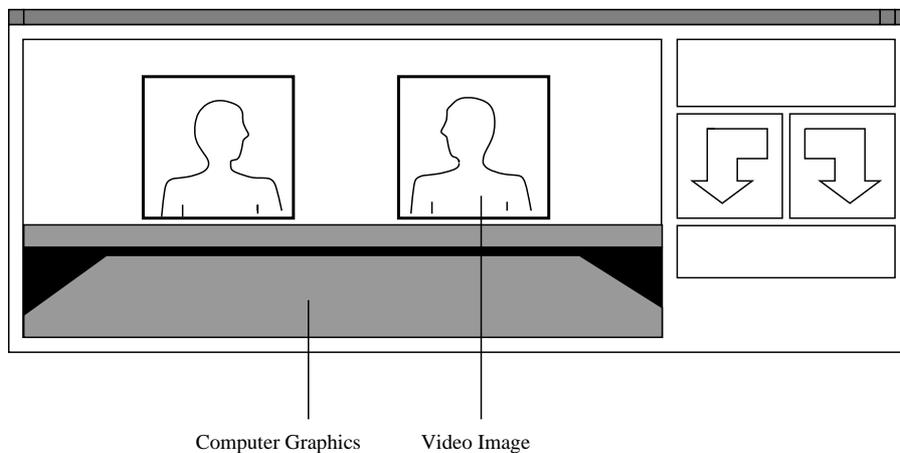


図 2.8: DOOS 内でのオフィス風景 1

さらに ClearBoard は相手が自分を見ているかどうか (視線一致) だけでなく、画面上のどこを見ているかもわかるという新しい効用を持っている。この効用を gaze awareess と呼ぶ。

図 2.10 に ClearBoard-1 のシステムアーキテクチャを示す。ClearBoard-1 は以下の設計の要求条件を満たすようにデザインされた。

- スクリーン上の表面に直接描画が行なえること
- アイコンタクトを実現するために、ユーザのビデオ映像をスクリーンの表面を通して撮影すること
- 双方の端末において描画の左右の向きが同一であること

ClearBoard-1 端末はハーフミラー、偏向板、スクリーン、カメラ、液晶プロジェクタより構成される。端末上部にあるカメラはユーザの上半身像とハーフミラー上の描画像の 1 つの連続した映像として撮影し、ビデオネットワークを介して相手の端末に送る。送られた映像は左右反転されて見えるように液晶プロジェクタにより投影される。このため相手の映像は左右反転して見えるが、描画像は正しい方向で見ることができる。偏光板はビデオループを防ぐ目的でスクリーン表面とカメラのレンズの前にそれぞれ軸が直行するように付加されている。

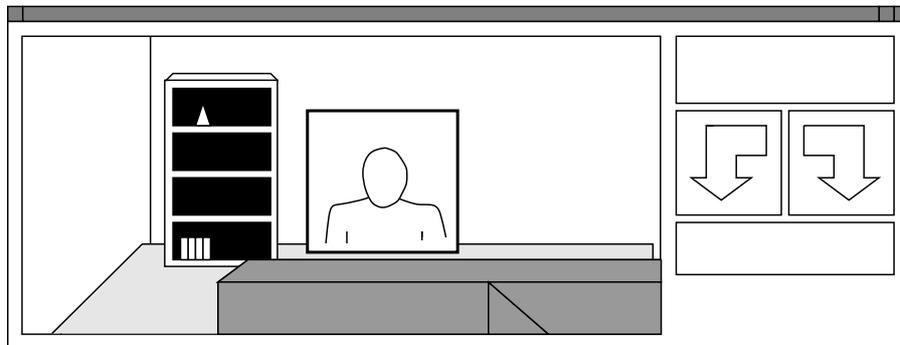


図 2.9: DOOS 内でのオフィス風景 2

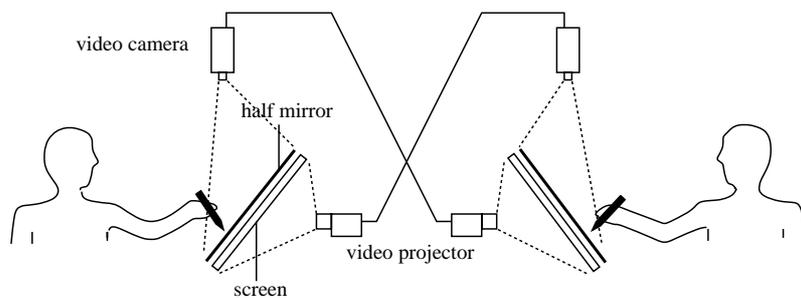


図 2.10: ClearBoard

ClearBoard-1 はカラーマーカーを使ってガラス板表面へ直接描画する方式をとっており、相手の描画結果はビデオ映像として見える。このビデオ描画方式からくる問題として、細かい描画が困難、描画結果の記録と再生が困難、描画の消去が煩雑、コンピュータで作成された図面を利用できないなどの問題があった。これらの問題を解決するため、ビデオ描画をコンピュータ描画に置き換えた新しいシステム ClearBoard-2 (図 2.11) が開発された [17]。コンピュータ描画機能としては、グループペイントエディタ TeamPaint を利用し、透明デジタイザと電子ペンの利用によりアイコンタクトやゲーズアウェアネスなどの効用を保ったまま、協同描画結果の記録と再利用、他のアプリケーションで作成した画面などの利用を可能にし、その実用性を大きく高めることに成功した。

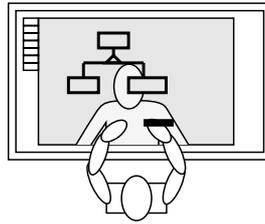


図 2.11: ClearBoard

2.3.10 テレビ番組のカメラワークの知識も基づいた TV 会議システム

TV 会議システムに適した映像表現方法を得るために、テレビ討論番組の映像手法を分析し、そこから得た知識を利用した TV 会議システムを試作している。分析の結果、討論番組の映像は、図 2.12 のように主として話者のショットからなりその間にときどき、他の短いショットが挟まれることが報告されている [18]。

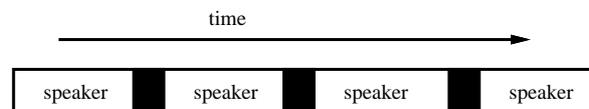


図 2.12: 映像の構成

このシステムの構成図を図 2.13 に示す。このシステムでは 1 地点の参加者を 4 名とし、隣り合った 2 室を 2 地点とした。2 地点は NTSC 映像とアナログ音声でつながれ、これらは 17 型 TV モニタを通じて参加者に伝えられる。直接他地点が見えたり、声が聞こえることはない。参加者とモニタの距離は 1.6m である。モニタの上部に設置された 1 台のビデオカメラ (キャノン VC-C1) は、RS-232C を通じてワークステーションにより制御されパンとズームを行なう。パンの可動範囲は左右 50 度であるが、システムでは左右 30 度弱を使用している。その回転速度は毎秒 38 度である。このシステムでは、参加者以外に 1 人のオペレータを使用する。オペレータの役割は話者を認識することで、その時点での話者をキーボードを通じてコンピュータに指示する。しかし、カメラは必ずしも話者に向けられるわけではなく、周囲の人物も一緒に映したり、全体を捉えたりといったことが自動的に行なわれる。

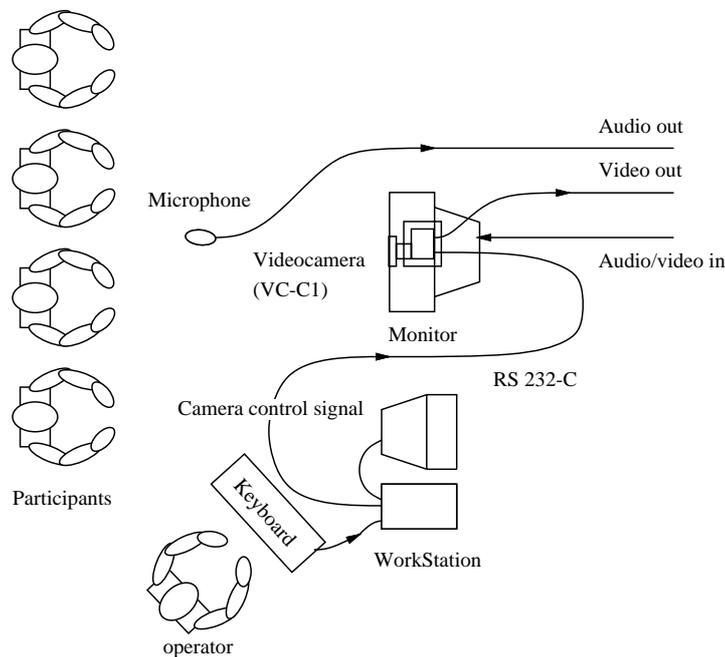


図 2.13: テレビ番組のカメラワークの知識も基づいた TV 会議システム

テレビ討論番組の分析結果に基づき、映像アルゴリズムを作成している。アルゴリズム (図 2.14) は、話者交代またはショットの持続時間超過に対して、それぞれの遷移確率行列 (表 2.2, 表 2.3) により次のショットを決定し、実際のショットを決め、ショット持続確率表により、その持続時間を決定している。

映像演出アルゴリズムを利用し、クローズアップや変化のある映像を TV 会議に導入することによって、より豊かな非言語情報の伝達や、参加者の注意の保持などの効果の獲得できたとしている。

2.4 アウェアネス

自然なコミュニケーションのきっかけは、一般的に他者の存在・行動を知ることによる第一歩であるとして、他者に関する情報を明示的に提供することによって、コミュニケーションを支援しようとする“アウェアネス”という概念がある。この単語の元の意味は「気付くこと・意識・認識」であるが、ここでは「コンピュータを用いて他の人物 (特に協同作業) の存在・行動などを認識させ、そこから生じるコミュニケーションを支援

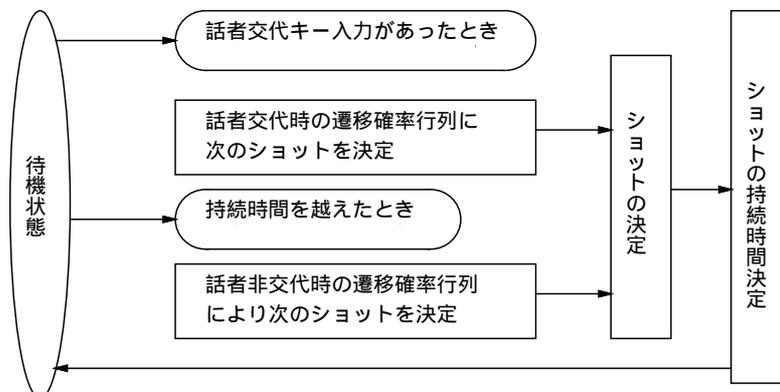


図 2.14: 映像演出アルゴリズム

表 2.2: 話者交代時のシステムの遷移確率行列

	話者単独	話者と周囲	第三者単独	第三者複数	全体
話者単独	65.12%	16.49%	3.38%	4.02%	10.99%
話者と周囲	65.88%	25.88%	4.71%	1.18%	2.38%
第三者単独	54.29%	31.43%	2.86%	2.86%	8.57%
第三者複数	52.00%	36.00%	0%	8.00%	4.00%
全体	82.22%	13.33%	0%	0%	4.44%

する技術」と定義する [5] .

アウェアネスにはその提供する情報の種類から様々なレベルが考えられ、個々の人間の行動 (図を書いた、こちらを見た、など) を認識させるレベルのアウェアネスや、人間の存在やその状況 (忙しいのかなど) を認識させるレベルのアウェアネスなどがある。前者のレベルのアウェアネスは、比較的小さい空間の中での、既知の相手とのコミュニケーションを支援するものであり、組織的活動全般に存在するインフォーマルコミュニケーションのきっかけを与えない。

これに対し、より広い空間の中での後者のレベルのアウェアネスは人間の存在や状況を認識させ、作業者同士の偶発的なコミュニケーションを誘発することを目的としている。これは人間同士の偶発的な出会いなどによって誘発されるインフォーマルコミュニケー

表 2.3: 話者非交代時のシステムの遷移確率行列

	話者単独	話者と周囲	第三者単独	第三者複数	全体
話者単独	9.78%	26.97%	35.61%	20.67%	6.98%
話者と周囲	64.39%	7.42%	15.43%	10.68%	2.08%
第三者単独	67.20%	10.85%	15.08%	3.97%	2.91%
第三者複数	65.16%	19.00%	6.33%	7.24%	2.26%
全体	83.10%	14.08%	1.41%	1.41%	0%

ションが可能としようとするものである。

画像インタフェースから得られる具体的なアウェアネスは以下のようなものが考えられる。

1. シームレスな映像で参加者間で一体感が得られる (臨場感):

シームレスとは、共同作業空間と画像インタフェースが継ぎ目なく連続しているような状態を示す。シームレスな遠隔共同作業システムは、他の参加者の関心や行動を容易に把握できることが可能となる。あるいは異なる複数の参加者が1つの画像インタフェースにシームレスに映し出されるシステムの状態を示す。

2. シングルアイコンタクト (1対1での視線の一致):

相手と視線が合うことが可能なことである。“目は口ほどに物を言う” 諺があるように目の動きも重要な表情の1つである。

3. マルチプルアイコンタクト (複数間でのアイコンタクト)

複数の参加者間で視線を合うことが可能なこと。これを実現するためには参加者のそれぞれのサイトに映像を送らなければいけないので、1サイトに複数のカメラが必要である。

4. ゲイズアウェアネス:

誰が誰を向いているのかを知ることである。これにより他の参加者がどの参加者に関心を示しているかなどの情報を得ることができる。

5. 画面上のどこを指で指し示しているのか

共同作業空間と画像インタフェースが融合しているシステムでは，参加者がどこを指しているのかを知ることができる．これにより，現在の話題が共同描画している図のどこを指しているかという情報を得ることができる．

6. 誰が話しているか

会議中に誰が話しているのかを知ることである．

7. 参加者の行動の認識 (何をしているのか)

遠隔地での共同作業中，相手が作業をしているのか，あるいは考えているのかを知ることである．これは話しかけるタイミングを知る重要な情報である．

8. 会議のメンバの参加状態の認識

誰が参加しているのかを知ることである．システムによっては，途中参加，途中退出をサポートしているシステムもある．

9. 会議の参加者の仮想的な配置の認識

遠隔地における会議には実際，左に誰が座っているなどの位置情報はない．システムによっては参加者を仮想的に配置することに，参加者に位置情報を与え，誰が誰を向いているかという情報を得たり，仮想オフィス内で参加者に定位置のデスクを与えているものもある．

全節で取り上げたシステムが支援するアウェアネスの一覧を表 2.4 に示す．番号は上に示したアウェアネスに対応している．

MAJIC, ClearBoard は様々なアウェアネスが提供されているのが分かる．ClearBoard は 1 対 1 の協同描画にのみ特化されており，MAJIC は 1 サイト 1 人 4 サイトまでに限定されている．また，参加人数 3 人の場合，ビデオカメラ，プロジェクタが 6 台ずつ必要で，参加人数 4 人の場合，ビデオカメラ，プロジェクタが 12 台ずつ必要である．その上，参加人数によりハードウェアを変更しなくてはならない．本論文では，ハードウェアを変更することなく，ソフトウェア上で参加人数の変化に対応し，高いアウェアネスを提供する画像インタフェースを目指す．

表 2.4: システムが支援するウェアネス一覧

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VideoWindow		×	×	×	×				×
MAJIC					×				×
HERMES	×	×	×	×	×				×
DOOS		×	×	×	×	×			
MERMAID	×	×	×	×	×				×
Clear-Board			×						×

第 3 章

映像の文法

3.1 画像インタフェースにおける映像の文法の必要性

前章で示したように高いアウェアネスを提供するシステムは，遠隔リアルタイム会議の参加人数の増加に伴い，カメラの数，プロジェクタの数，画面の大きさも増やさなければならない．これらのシステムの対応できる人数はせいぜい4人までである．しかしながら，実際の会議などでは，4人を越える多人数が参加することはめずらしくない．また，衛星による遠隔授業などのプロジェクトなども行われており，限られたハードウェア資源，画面の大きさで，多くの参加者を対象としたより高いアウェアネスを提供する画像インタフェースの必要性が迫られている．

そこで，映像の文法と呼ばれる技法を，画像インタフェースに適用することで，上記のような問題点を解決できると思われる．映像の文法とは，映画撮影などの分野で，限られたTV画面やスクリーン上で，ニュース，ドキュメンタリー，劇などを視聴者に効果的に伝えるための技法の体系である [2]．編集には，あらかじめその方法を決めておく静的な編集 (バッチ的) と，観客の反応に影響を受ける動的な編集 (リアクティブ的) とがある．映画などの編集では前者が生中継でのカメラの切替えなどは後者が対応している [19]．映像の文法は，フィルム言語とも呼ばれることがある．本章では，この映像の文法が提供するさまざまな技法について，概観し，その技法をどのように画像インタフェースの構築に適用すべきかについて議論する．

3.2 映像の文法の要素

映像文法とは、前述のように、限られた TV 画面やスクリーン上で、ニュース、ドキュメンタリー、劇などを、視聴者に効果的に伝えるための技法の体系である。その起源は、制作者の意図を映画などの映像作品の中に明確に表現するために、撮影した映像を、撮影した順序や位置のまま提供するのではなく、いくつかの場面に分割し、再構成する経験的な知識がもとになっている。

1 つの映像作品は、通常、シーンと呼ばれる複数の部分に分割することができる。シーンを撮影する場合、撮影対象の移動、これをアクションと呼ぶ、などによって、大きな影響を受ける。そこで、シーンを以下の 2 つのカテゴリーのどれかに分類する。

1. アクションのない対話: たとえば、着席したままで会話を行うようなシーンがこれに該当する。
2. アクションのある対話: たとえば、話者がジェスチャーなどを行いながら、対話を行うシーンなどがこれに該当する。

電子会議システムでは、作業員毎に撮影用のカメラが与えられるため、前者のシーンがほとんどである。そこで、本論文では、アクションのないシーンについて主に議論する。また、シーンを構成するためには、撮影するためのカメラの位置や、その変化も重要な要素となる。これも、同様の理由で、固定したカメラ位置の場合に限定する。以下では、シーンを構成するために必要な概念について説明する。

3.2.1 ショット

ショットとは、テイクとも呼ばれ、1 つのカメラで連続的に撮影される映像の記録である。1 つのショットの間、カメラは固定することも可能であるし、パン (カメラの軸のまわりの水平な動き) やティルト (カメラの軸を中心とした上下の動き) を行なうことも可能である。あるいは、動く乗物上に固定することによって、さまざまなスピードで移動することも可能である。また、カメラのズームなどの光学的な機能によって、撮影対象を追跡することも可能となる。

これによって、以下のような効果を得ることができる。

- 移動を伴うようなアクションを 1 つのショットに納めることができる。

- 撮影者の意図にしたがって、ショットの中に現れる撮影対象の数や部分をとらえることができる。たとえば、撮影者が強調したい部分にズームすることで、その意図を表現することができる。

特に、あるシーンにおける撮影対象全体を包含するような映像の記録をマスターショットと呼ぶ。一般に1つのシーンに対して、複数のマスターショットが存在する。これによって、この映像の視聴者に、そのシーンの状況を容易に伝えることができる。

次に、一人の人物を撮影する場合のショットについてのべる。図 3.1に、その基本的な種類を示す。これらは、カメラと記録される対象との距離によって決定づけられる。

- クローズ・アップ、または超クローズ・アップ:
- クローズ・ショット:
- ミディアム・ショット:
- フルショット:
- ロング・ショット:

より前者のショットを使うことで、被撮影者の感情の動きや集中の度合いなどを、より明確に伝えることができる。それに対して、ロングショットなどは、その被撮影者の周辺の状況などを同時に表現することができるため、被撮影者の社会的背景、たとえば人種や職業などを伝えることができる。尚、上記以外、特に複数の人物が登場するショットに関しては、3.3節と3.4節で詳説する。

3.2.2 シーンの編集

素材としてのショットから必要な部分を選択し、それらを接続し1つのシーンを作り上げる作業をシーンの編集と呼ぶ。シーンの編集の方法には次の3つがある。

1. 1つのマスター・ショットを1つのシーンとする。
2. 複数のマスターショットを接続して1つのシーンを構成する。これによって、視点の移動などを表現することができる。

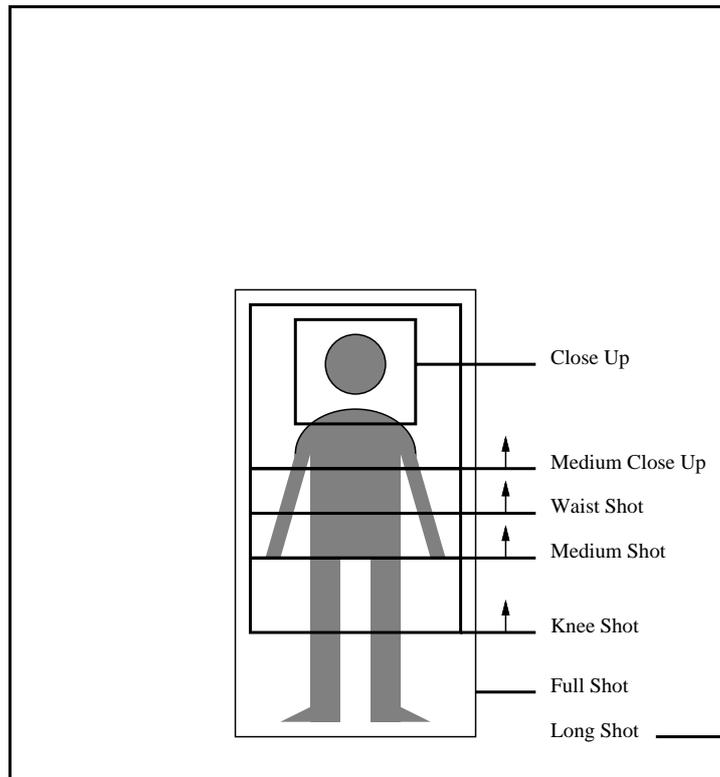


図 3.1: ショットの種類

3. マスター・ショットに他のいくつかの短いショットが挿入する．これらの挿入によって，異なる距離からシーンの部分をとらえたり，別の場所にいる対象を導入したり，シーンの重要な個所を強調することが可能となる．

特に複数の人物が登場し，対話を行っているような複雑な場合については，後述の 3.5 節でのべる．

また，1 つのシーンを構成する複数のショットの断片は，以下のような条件を満たさなければならない．

1. 位置

映画のスクリーンは固定した空間である．図 3.2 のように人物がスクリーンの右側にフル・ショットで現れているとき，同じ視軸（被写体とカメラを結ぶ直線）からのクローズ・ショットへカットをつなぐには，その人物は同じ右側にいなければならない．

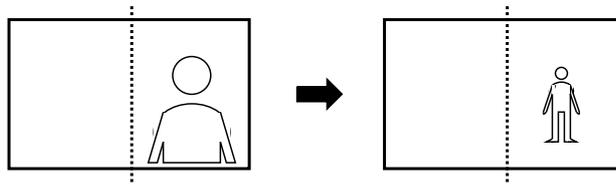


図 3.2: 位置の一致

2. 動き

人物のとぎれのない動きを撮影した2つの連続した2つのショットでは、動きの方向が同じでなければならない(図 3.3)。

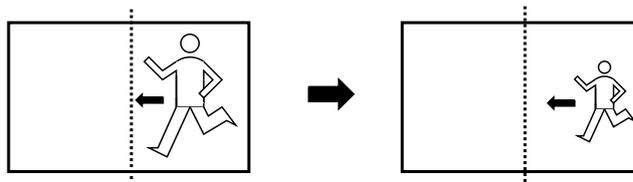


図 3.3: 動きの一致

3. 目線

スクリーン上で一致している目線はいつも向かいあっている。図 3.4に示されているように、視線を交わしている人物は対立する方向を向いている。2人の人物が別々のショットで示されてもこの方向上の対立は正しい視覚的連続性を保っていなければならない。

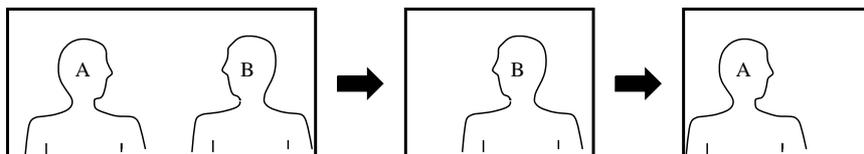


図 3.4: 目線の一致

続く節では、マスターショットやクローズショットなどの単純なショット以外のショットについて説明する。

3.3 カメラ配置の3角形の原則

3.2.2節で述べたシーンの編集において、位置の一致、動きの一致、目線の一致が必要であることを述べた。本節では、これらを充足するような映像を撮影可能なカメラ・ポジションについて説明する。

3.3.1 基本的な体の位置

対話のシーンにはすべて中心となる2人の人物がいる。これら2人の主要人物を映画のシーンの中で次のような直線状あるいは直角状の一对の線的な配列の中に置くことが可能である(図3.5)。

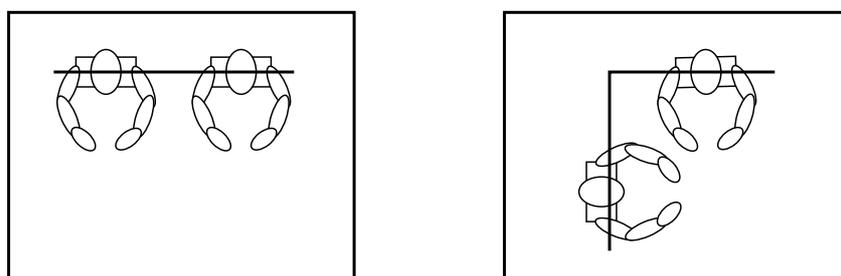


図 3.5: 2 人の人物のシーン中の配列

会話をしている2人の人物の体の位置関係には、下記の配列の枠内で4つの関係を想定することができる(図3.6)。

1. 人物が互いに向き合っている。
2. 人物が同じ方向を向いている。
3. 1人がもう1人に背を向けている。
4. 人物が互いに背を向けている。

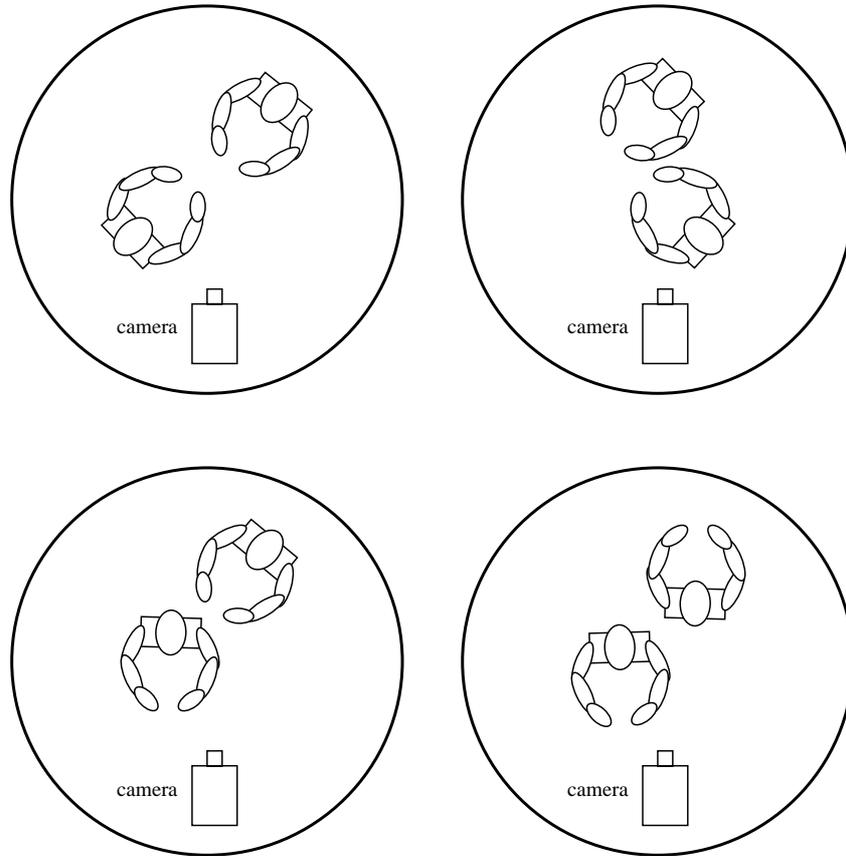


図 3.6: 4 つの基本的な位置関係

3.3.2 関心を示す線

シーンの中心になる 2 人の人物間の関心を示す線は、2 人の間に交わされる目線の方向に基づいている。関心を示す線は、互いに遠く離れた 3 つのカメラ・ポジションから、線を交差させることなくとらえることを可能とする。これらの互いに遠く離れた 3 つのカメラ・ポジションは関心を示す線と平行な底辺を持つ 3 角形を形づくる (図 3.7)。

マスター・ショットを撮るカメラの視点はこの 3 角形の各頂点にある。この方法の利点は、どのショットでも画面左に人物 A、画面右に人物 B というふうに各人をいつも画面の同じ側でとらえることができることである。

関心を示す線の両側に 1 つずつ、つまり 2 つの 3 角形をつくる位置にカメラを据えることができる。しかし、1 つの 3 角形を作っているカメラ・ポジションから、別の 3 角形を作っているカメラ・ポジションへとカットで支障なくつなぐことはできない。

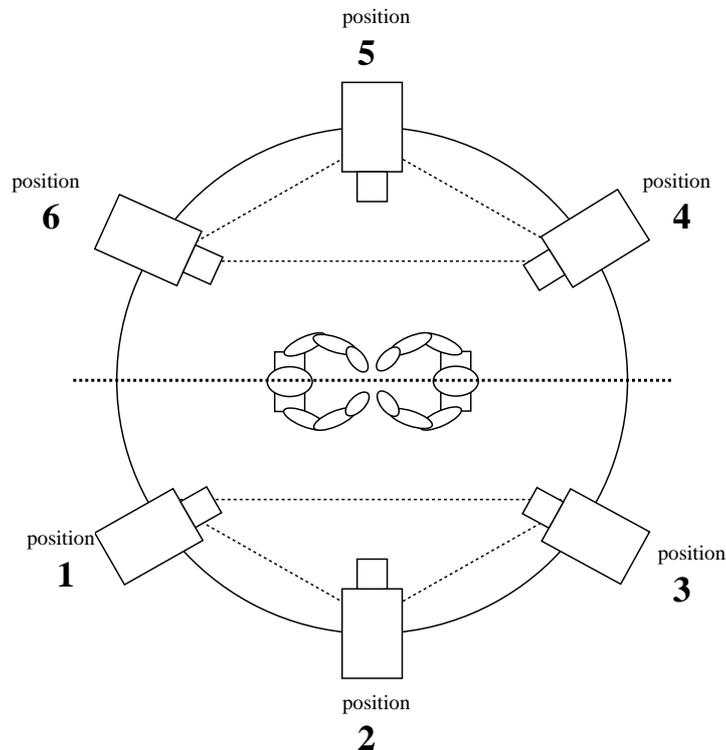


図 3.7: カメラの配置

3.3.3 顔の重要性

2人が同じ方向に並んでいたり、あるいは、反対の方向に向いているときには、関心を示す線は、互いに話しをしている2人の人物の中心点がそれぞれの顔にある。

3.3.4 外側から切り返すショット

外側から切り返すショットでは、3角形の底辺をなすカメラ・ポジションは中央の2人の人物の背後にあって、人物間の関係を示す線と鋭角をなし、それぞれ人物を2人ともとらえている(図3.8)。

3.3.5 内側から切り返すショット

内側を切り返すショットでは、2台のカメラは2人の人物の間であって、3角形の2点から外側を向いている(図3.9)。人物の関心を示す線に近付いているが、人物の視点を表

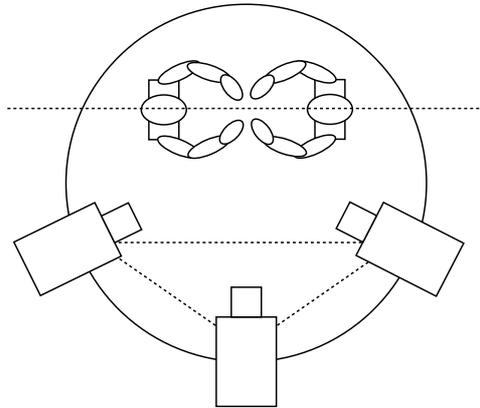


図 3.8: 外側から切り返すアングル

しているわけではない。両方のカメラとも、カメラの方向と関心を示す線は、両者が真正面に向き合った関係ではないが、実際にはそれとたいへん近いものになっている。

3角形の底辺のどこかで2台のカメラが背中合わせになれば、画面には写っていない人物の主観的な視点を表す効果が生まれる。

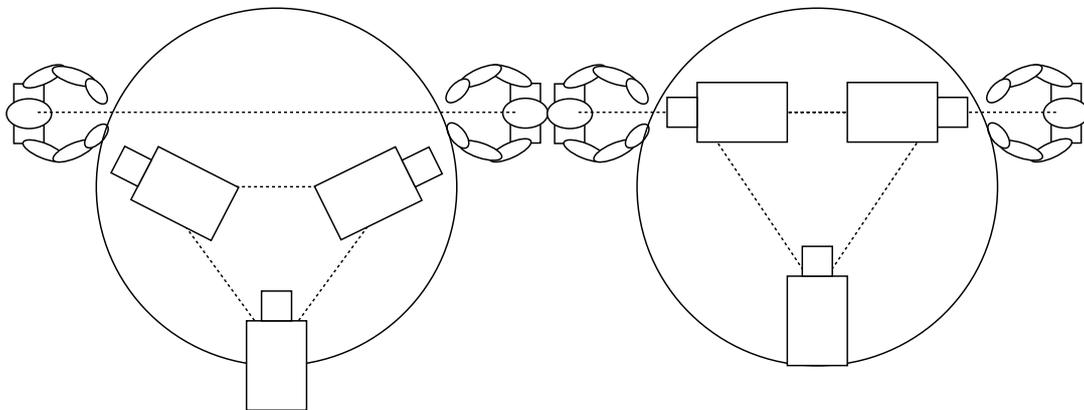


図 3.9: 内側から切り返すアングル

3.3.6 平行な位置関係

カメラの位置が関心を示す線に近い3角形の底辺上にあって、両方のカメラの視軸が互いに平行になっている(図 3.10)。このとき2台のカメラは人物を別々にとらえる。

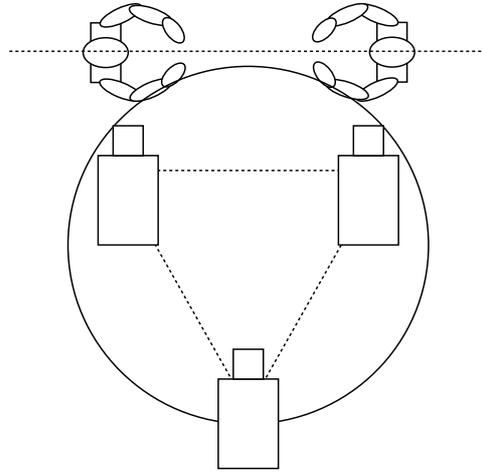


図 3.10: 平行なカメラ・ポジション

3.3.7 直角の位置関係

2人の人物がL字型に並んでいるとき、想像上の3角形の底辺をはさむカメラの視点は、人物間の関心を示す線の近くで直角の関係になる。このとき、カメラは人物を向いている(図3.11)。

同じような位置関係は人物の背後からでもとることが可能である。この位置を使えば対話をとらえる新しいヴァリエーションが成り立つ。

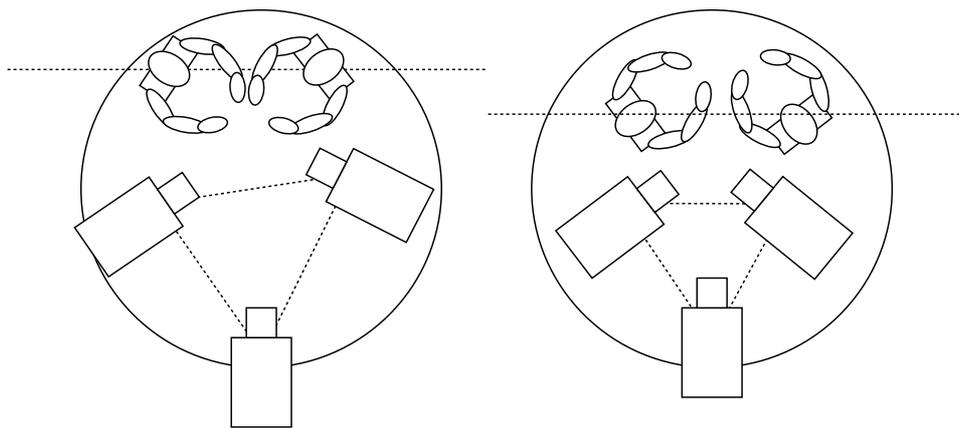


図 3.11: 直角をなすカメラ・ポジション

3.3.8 共通の視軸

1台のカメラで2人の人物をとらえながら、マスター・ショットで人物のうちの1人だけとらえるためには、3角形の底面をなす2つの視点に1方にあたるカメラを視軸に沿って前進させなければならない(図3.12)。2つの視点のどちらかを1方を対象に近付けることによって(物理的に、あるいは光学的に)選んだ人物により近いショットを得ることができる。こうしてより人物をきわ立たせることが可能である。

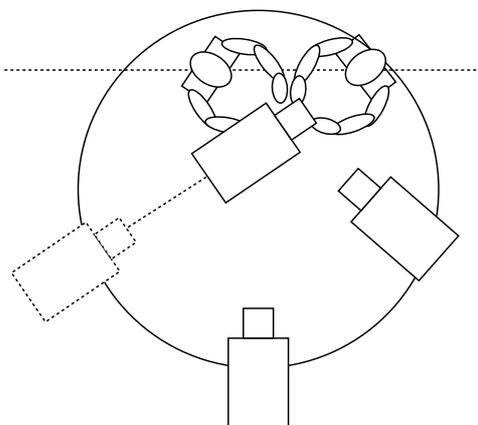


図 3.12: カメラを共通の視軸上で進める場合

3.3.9 画面構成による強調

話をしている2人の人物が互いに向き合っているとき、彼らの対話をとらえるのにもっとも効果的なカメラ・ポジションは関心を示す線と平行な3角形の底辺上に置かれる。外側からの切り返しショットを見せるカメラ・ポジションの1と3(3角形の底辺の両端)は、3角形の頂点に位置しているカメラの位置よりも2つの点で直接的な長所を持っている。第1に、ポジション1と3は、構図に奥行きを与えらる。なぜなら、その視点からだとも、人物の一方はカメラに近く、もう一方はずっと後ろという異なる面に置かれているからである。

第2の長所は、人物の1人がカメラの方を向いて観客の注視をまともに受けながら、もう1人の人物は観客に背を向けているということにある。そして、カメラの方を向いている人物がスクリーン上で優勢になる。

スクリーン上では、ショットの構成のさいに画面の空間を配分することによって著しいアクセントをつけることができる。

通常のサイズのスクリーン（縦と横の比が3対4）では、会話をしている人物は画面空間の3分の2を占めるが、その相手は3分の1を占めるにすぎない（図3.13）。

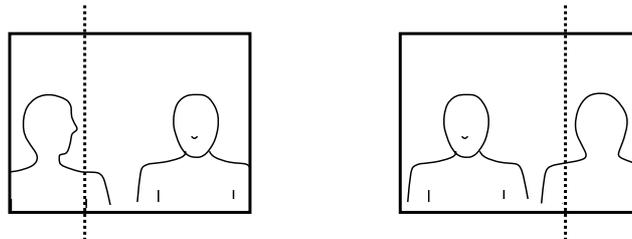


図 3.13: 縦と横の比が3対4のスクリーンにおける画面構成

3角形のカメラ配置のポジション2(3角形の頂点)は3つのポジションのなかで最も力が弱い。なぜなら、この位置のカメラは2人の人物を横からとらえて(半分体を開いた位置)、2人を同じ平面上の等分された画面空間の中で見せるからである。

上で述べたような、1対2、あるいは、2対3という画面の配分関係はワイドスクリーンの空間にも適用可能である。

しかしながら、このようなワイドスクリーンに、クローズ・ショットで示された2人の人物の対話は、ショットからショットへ移っていくスクリーン上の画像が大きいため、視覚的な見地からは大変目ざわりなものになる。その解決策として、構成上の目的から画面を3等分して1つ1つの繰り返しショットで主となる人物をいつも画面の中央部に配置する。つまり、1つのショットで人物Bをカメラ・ポジション1の視点から画面の中央に、また繰り返しのショットで人物Aをポジション3の視点からやはり中央に置くというものである（図3.14）。

3.4 人物の対話におけるカメラポジション

本節では、3.3節で示したカメラ・ポジションを利用して、人物の対話を撮影する基本的な手法を説明する。

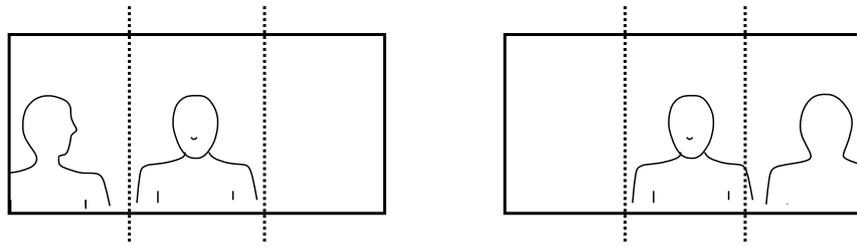


図 3.14: ワイドスクリーンにおける画面構成

3.4.1 2人の人物の対話

互いに向き合う人物

人物が互いに向き合う対話を最も簡単にとらえるには、外側から切り返すカメラ・アングルを使用する。画面の前景に現れる人物（観客には背を向けている）が切り返しショットで示されるとき、その人物の鼻先は頬の線を越えては伸びてはいけぬ。なぜなら、このカメラ・アングルから前景の人物の鼻はまったく見えないからである。

以下の図は古典的な配置を示す。内側から切り返すカメラ・ポジションは外側から切り返すカメラ・ポジションと組み合わせて使用可能である。その場合、内側からの切り返しショットで選ばれた人物がより目立つことになる。

その他の手法としては、内側からの切り返しショットを使用することによって、2人の人物を別々にとらえるものがある。

数のコントラスト

外側からの切り返しと内側からの切り返しを組み合わせると、画面に人物の数のコントラストが生まれる。ショットと人物の関係には以下の3つがある。

1. 2つのショットとも2人の人物

2つのマスター・ショットは両方とも外側から切り返すカメラ・ポジションを使用

2. 1つのショットに2人の人物

1つのマスター・ショットが外側から、もう1つのマスター・ショットが内側から切り返す。

3. 1つのショットに1人の人物

2つのマスター・ショットは両方とも内側から切り返すポジションを使用

横に並んでいる人物

外側から切り返すアングル，内側から切り返すアングル，人物を正面をとらえるための2台のカメラを平行に配置する手法が想定できる．

縦に並んでいる人物

この状態は極めて特殊なケースである．2人が乗物などの乗って，定められた位置で会話する場合である．通常，前にいる人物がふり向いてうしろの人物を横目で見たりする．このようなシーンでは，外側から対象をとらえるカメラ・ポジション，あるいは側面から対象をとらえるカメラ・ポジションが使用される．

3.4.2 3人の人物の対話

3人の人物の対話を捉えるためには，人物に関して3つの基本的な線状の配置が存在する．

1. 直線
2. 直角，またはL字型
3. 3角形

規則的な場合

マスター・ショットを得るためには，カメラは関心を示す視線に近くに配置する．3人の人物が直線状に並んでいる場合，外側から切り返すカメラ・ポジションで捉え，ショットごとに各被写体が占める画面空間を維持させる(図3.15)．

縦に並んだ2人の人物が第3の人物と向かいあっている場合にも，外側から切り返すカメラ・ポジションで捉え，人物はどちらのショットでも同じ位置を維持させる(図3.16)．

直角をなすカメラポジションが捉えるL字型の人物の配置の場合，両方のマスター・ショット内の人物を同じ位置を維持させる(図3.17)．

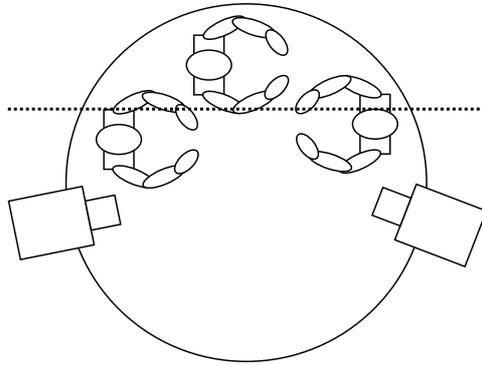


図 3.15: 2 つの外側から切り返すショットで捉えた直線状の人物配置

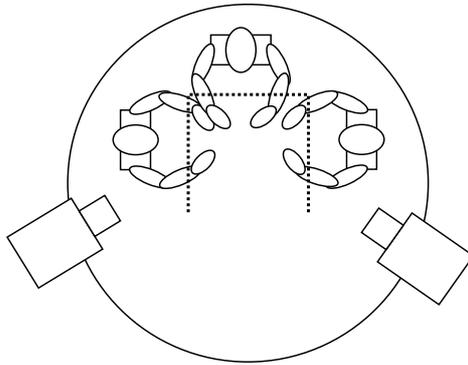


図 3.16: 2 つの外側から切り返すショットで捉えた C 字型の人物配置

不規則な場合

3 人の人物が 3 角形に配置されている場合、2 つの関心を示す線は 1 人の主要人物に集中するが、そのうち 1 つが主なものとなる。観客にとって、あるいは、画面上の人物のグループにとって、注意の中心は任意の副次的な人物に移すことが可能である。つまり、その人物は注目の方向を引き受ける役を担う。その人物が、主要な人物がそのシーンの重要な人物になる。この手法の応用には次の 2 つがある。

1. 注意の中心が 2 人の人物の間を往復して動く。第 3 の人物は受動的な役割しか持たず、頭を動かすことによって、2 人の主要人物のうち中心となる方を、そのつど決定していく。

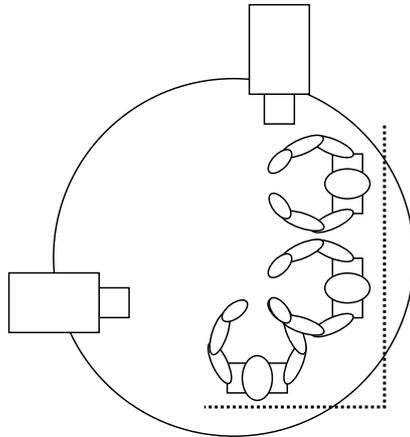


図 3.17: 2 つの外側から切り返すショットで捉えた L 字型の人物配置

2. 注意の中心は 3 角形をなす人物のまわりを円形に動いていって, 3 人が順次, その中心となる .

外側から切り返すカメラ・ポジション

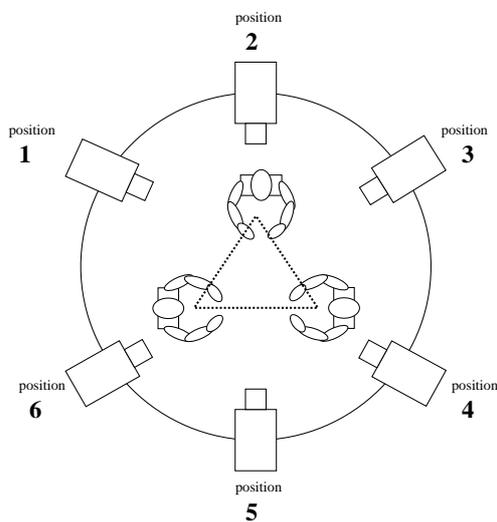


図 3.18: 3 角形状に配置された人物を外側から切り返す 6 つのカメラ・ポジション

外側から切り返すカメラのショットには, 3 つの基本的な公式が存在する . これらの公式のためのカメラの位置は, 図 3.18 に示されている 6 つの位置のうちの 2 つを選ぶこと

によって得ることが可能である。

- 公式 A

グループの中心にいる主要人物はどちらのマスターショットでも同じ位置を保っているが、両脇にいる人物がショットごとに位置を変える (図 3.19)。

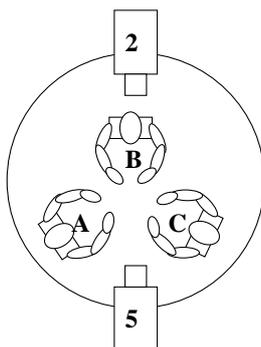


図 3.19: 公式 A

- 公式 B

注目の方向を引き受ける役として作用する人物が図の人物 A のように、画面の一方の端に配置される。次のショットで、その人物は画面の反対側に現れる (図 3.20)。

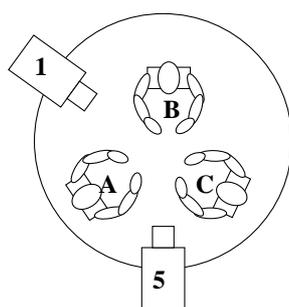


図 3.20: 公式 B

- 公式 C

画面の一方の端にいる主要人物は，両方のショットでもその同じ場所にいるが，その一方で他の 2 人の人物がショットごとに位置をとり変える (図 3.21) .

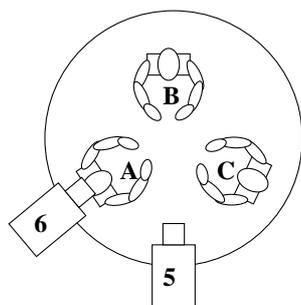


図 3.21: 公式 C

外側あるいは内側から切り返すカメラ・ポジション

外側から，あるいは内側から切り返すカメラ・ポジションを対立させて使うと，画面上に”数のコントラスト”と呼べるにちがいない効果が生まれる．なぜなら，外側からのポジションはグループ全体をとらえるのに対し，内側のポジションはその 1 部しかとらえないからである (図 3.22, 図 3.23) .

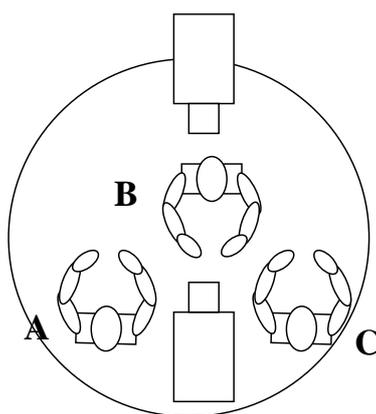


図 3.22: 外側あるいは内側から切り返すカメラ・ポジション 1

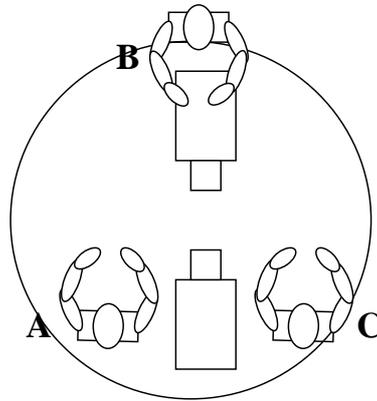


図 3.23: 外側あるいは内側から切り返すカメラ・ポジション 2

内側から切り返すカメラ・ポジション

2つの画面に分割された3人のグループについては2対1のコントラストで捉える方法(図3.24)と、内側から切り返す3つのショットによってほぼ3角形に配置された3人の人物を個々に捉える方法(図3.25)である。後者の場合、外側から切り返すカメラポジションはグループ全体を画面におさめるので、状況設定のショットと観客にグループ全体を思い起こすため再挿入されるショットの役割を担う。

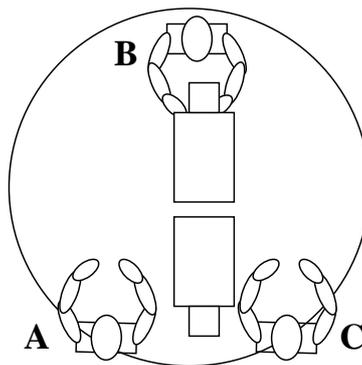


図 3.24: 内側から切り返すカメラ・ポジション 1

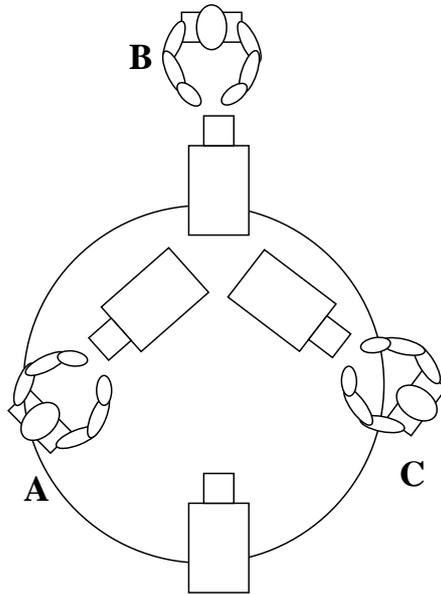


図 3.25: 内側から切り返すカメラ・ポジション 2

平行なカメラ・ポジション

全て平行なカメラ・ポジションから捉えられた 3 つのグループが 2 つに分割される場合、人物はカメラ・ポジションに対し、横向きに現れる。この場合、状況設定ショットはシーンの始まり、中盤、終わりに使用される(図 3.26)。

中央の人物が注目の方向を引き受ける役を演じる場合、グループの両端の人物が横を向き、中央の人物が正面を向くという形でグループを 3 つに分割可能である。(図 3.27)。

共通の視軸上でカメラを前後に移動させる場合、退いた位置からはグループ全体を近寄った場合からは主要人物を示すことが可能である。主要人物は中央に配置されてもよいし、グループの端に配置されてもよい(図 3.28)。

3.4.3 4 人以上の人物の対話

4 人以上の人物の対話では、4 人が同時に対話を続けていくことはめったにない。そこには常にリーダーが存在し、司会者の役割を担い、人物から人物へと注意を移すことによって場所ごとに対話を移動していく。

最も単純な場合、対話をしている 2 人の中心人物の他の人々がたまに口をはさむだけ

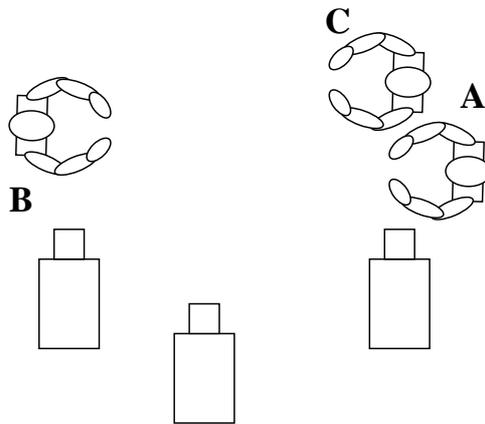


図 3.26: 横向き的人物を捉える平行なカメラ・ポジション

である．このようなグループでは，もし立っていたり，他の人物が座っていたりすれば，観客に強調される．

グループ全体と中心の両方を視覚的にとらえなければならない場合，少なくとも2つの基本的なマスターショットが必要である．1つはグループ全体のフル・ショットであり，もう1つは中心となる人物のクローズショットである．

3.5 対話のシーンの編集パターン

電子会議システムでは，人物が1つの場の範囲で動くが，その場から出ることなく，カメラも動かないという状況がほとんどである．よって，シーンを構成するために利用できるショットの数は限られており，その限られたショットで，より高いアウェアネスを得るためには，シーンを構成する編集パターンに工夫が必要である．以下では，映像文法で提唱されているいくつかの編集パターンについて紹介する．

3.5.1 接近後退のパターン

長い対話は興味の高まるピークをいくつか持っているべきであり，観客の注意を極度に集中させておく必要はない．対話に適切な高まりのパターンがあれば，観客に安らぎと重要な部分での緊張を与えることが可能である．そのシーンの視覚的部分は，シナリオ作家の意図と親密に結び付いていなければならない．

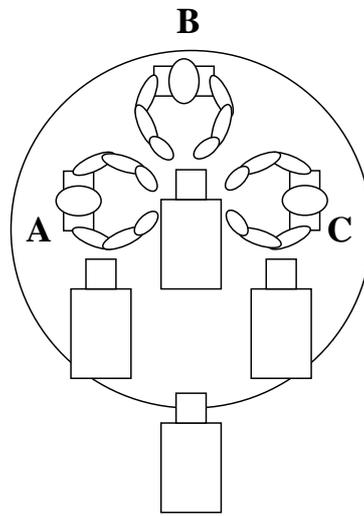


図 3.27: 平行なカメラ・ポジション 2

3.5.2 状況を再設定するショット

視聴者の関心を十分維持するためには、注意を引き付けられたアクションが生じている場所をときどき思い出させることが必要である。そのためには、シーンの中に少なくとも1度、状況を再設定するショットを使用しなければならない。そのショットの効果には以下のようなものがある。

1. 場を再設定し、観客に人物と人物のいるセット上の位置と空間的關係を思い出させる。
2. 対話が進展する間に積み重ねられたクローズ・ショットの飽和状態を破る視覚的な間を提供する。
3. シーンを終わらせるのに使用し、人物が入出する空間を表現する。
4. シーンが長引く場合、編集パターンの変更を隠す。
5. 中心的な人物に集中したクローズ・ショットの交錯のために一時的に排除された人物を状況を再設定することによって、人物の存在を観客に思い出させる。

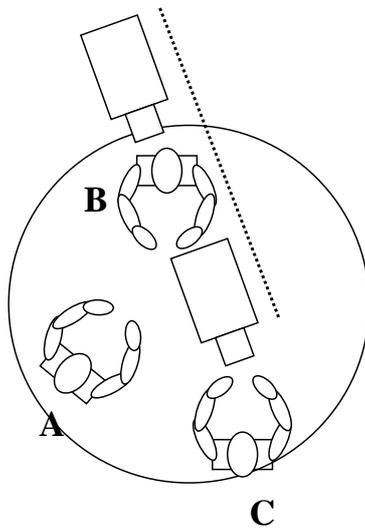


図 3.28: 横向きの人物を捉える平行なカメラ・ポジション

3.5.3 沈黙の反応の重要性

聞き手の沈黙の反応は、聞き手に向かってしゃべっている人物の顔より表現豊かなことがしばしばある。

マスター・ショットをカット割りして、話し手が次の画面へどのくらいかぶさるかを決めたり、聞き手の一連の無言の反応を提示したりという表現形式の洗練は、シーンの文脈や、意味や、物語全体に占める位置から決定しなければならない。

ある人物がグループと向かい合ったまま、1人で長い時間話す場合には、声が引続き流れている間、黙って話を聞いている人のさまざまなショットを挿入する必要がある。

第 4 章

画像インタフェース制御法

討論番組の映像は主として話者のショットから構成されているという分析結果がある [18]。これより、画面の切替えは話者中心に行なうのが有効だと思われる。そこで、画像インタフェース上に投影される人物の映像も、話者を中心とすべきである。話者の交代は、発言権の遷移によって発生するため、画面の切り替えを計算機によって行うには、発言権の遷移の情報を計算機に与える必要がある。

さらに 3.5.3 節で示したようにある人物がグループと向かい合ったまま、1 人で長い時間話す場合には、声が引続き流れている間、黙って話を聞いている人のさまざまなショットを挿入する必要がある。この挿入する人物を決定するために、発言権の状態を分類し、誰が話そうとしているのかといった情報を抽出し、状態によって挿入する人物を決定する。

発言権の遷移は、現在の話題と関連した話題の発言を申請した参加者に優先的に発言権をシステムが機械的に与えるモデルと、議長や司会者といったコーディネイタが意図的に発言者を選択できるモデルの 2 つを提案した。この発言権の遷移に伴い、システムは基本的に話者の映像を提供し、その間に直前に話した人、発言を申請した人、議長といった映像を挿入させる。

このときのカメラポジションは仮想的に図 3.25 の内側から切替すカメラポジションを採用する。このとき、外側から切り返すカメラポジションはグループ全体を画面におさめるので、3.5.2 節で示した状況設定のショットと観客にグループ全体を思い起こすため再挿入されるショットの役割を担う。

4.1 画面の切替えと発言権の遷移

3.4.3節では、人物の対話において、4人以上が会話を行なうときには、ある人物が司会者の役割を担い、人物から人物へ注意を移していくことを述べた。また討論番組の映像は主として話者のショットからなら構成されているという分析結果がある [18]。これより画面の切替えは話者中心に行なうものとする。さらに 3.5.3節で示したようにある人物がグループと向かい合ったまま、1人で長い時間話す場合には、声が引続き流れている間、黙って話を聞いている人のさまざまなショットを挿入する必要がある。このために発言権を制御し、発言権の状態を分類することによって、現在の話者と挿入すべき人物の情報を抽出する。

1人が長い間話す場合、挿入すべき人物は以下のものがあると考える。

- 議長、司会者といったコーディネイター

会議を運営する責任者であり、彼らの意見により、発言を中断されたりすることもある。彼らの表情は発言を進める上で重要な情報である。

- 前に話した発言者

前に話した人の意見に対して、賛成、または反対といった意見を言っている場合が考えられる。

- 今から話そうとする人

今から意見を述べようとする人には現在話している人に対して、賛成、あるいは反対といった意見を持っている人である。彼らの表情を見ることによってその情報は得られるはずである。

- 顔を見たい人

互いの利益や損益を調整する会議などでは対立する人物あるいはグループの人物は表情は気になるものである。

または自分が発言したとき、自分の上司はどんな表情をしているのであろうなどと気になるものである。これは場面、場面に応じてシステムに入力することによりインタラクティブに挿入されるべきである。

- 第3者

第3者の表情も知る必要がある。このような挿入はシステムに自動的にランダムに挿入させると効果があると思われる。

4.2 発言権の制御

会議中に司会者、議長といったコーディネイターが行なう発言権の制御には以下のようなものがある [20]。

1. 相乗効果を生み出す

会議の目的が問題を解決して決議へと導くことにある場合は、参加者が相互に影響し合って相乗効果を生み出さなければ意味がない。

会議の知恵出しに用いられる手法としては、自由にアイデアを出し合うブレイン・ストーミングがよく知られている。参加者の情報や知識が豊富な場合は、各々が解決策を書き出して発表する形(ノーマル・グループ・テクニク)をとれば効率がよい。逆に、あまり情報も知識も豊富でなく新たな発想の喚起を期待する場合は、ブレイン・ストーミングによる方が効率が高い。

2. 集中力を保つ

参加者全員の集中力を高いレベルで保てるかどうか、会議の効率と生産性はこの一点にかかってくる。参加者の興味が薄れてきたと感じたら、声の調子を変えてみたり、興味を取り戻すような質問を行なうなどして会議の流れを変えてみる。とにかく全員が討議の流れにかかわれるようにすることが重要である。

3. 課題を明確にし時間を管理する

議題とは無関係な話しに話題が流れたり、討議したいのにだれも意見を言わなかったりすることはしばしばである。また参加者のキャラクターによっては、自分の意見をなんとしても通そうと他人の意見に耳を傾けない人や、1人だけ長々と話す人、ほとんど何も意見を言わない人もいたりする。

こうした会議中にぶつかる難問も、進行役のテクニクしだいで突破できる。

話題が本論からそれた場合は、議論を巡り「本日の議題ではない」ことを告げて本来の議論に軌道修正する「時間が余れば、会議の最期に取り上げる」ことを付け加えると良い。1人の発言時間が長すぎる場合は、話題を他の参加者に振る配慮が必要である。

4. 発言を促す

発言を促すときは、答えにくい質問は行なわないことが原則である。あいまいな質問は間違った答えを導きやすいので、具体的に細かくかみ砕いた質問を行なうように心がけたい。また、いくつかの意見が出たところで、参加者にまとめを依頼するのも1つの手段である。

5. 意見の調整を行なう

意見の衝突はやり方によっては会議のテンションを高めるうえで最も効果的である。感情的になることなく、意見の相違点に関して正確なデータを意欲的に収集・研究することで、より効率的な新しい問題解決対策を見つけ出すことが可能になる。

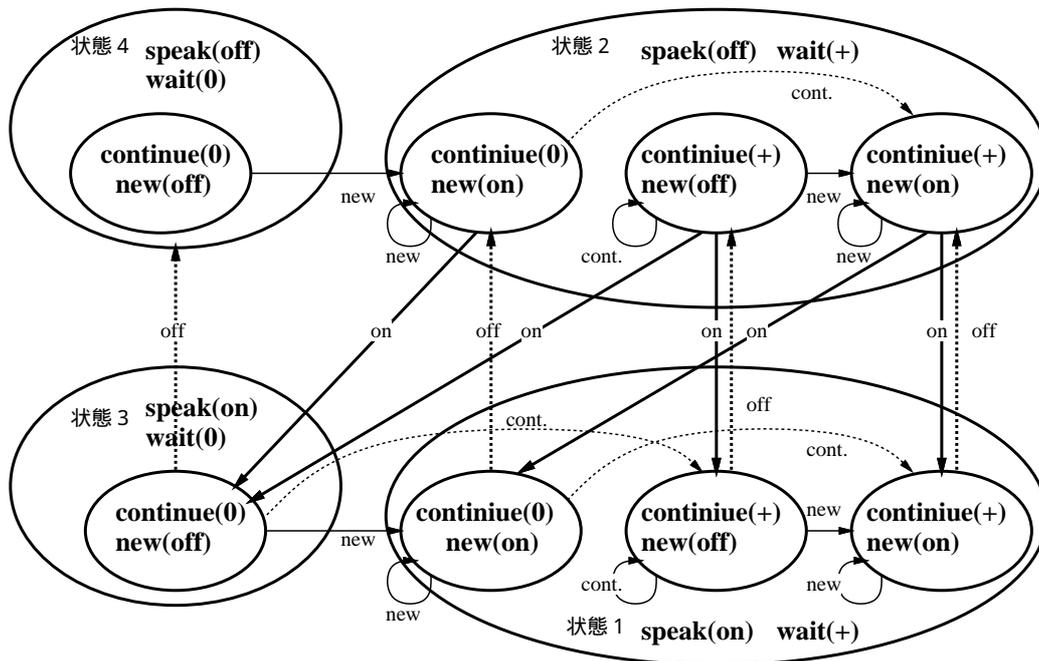
場合によっては、妥協や提携、どちらかの一方の意見を採用する実力行使も必要となってくるが、これはあくまでも補助的な解決法であって、衝突は真正面からぶつかるのが原則である。

4.3 発言権遷移モデル

発言権遷移モデルの目的は話者の判定と話者の途中で挟む他の参加者のショットの優先度を決定付けるため状態を分類することにある。発言権の状態の遷移モデルと現在の話者からインタフェースに映すべき画像の種類と挿入すべき画像の種類を決定することができる。発言権の遷移を機械的に管理する場合と議長の意図により発言権を制御できる場合の2つのモデルを提案する [21]。

4.3.1 発言権を機械的に遷移させる場合

図4.1のモデルは、参加者がシステムに発言権を申請し、システムが関連する話題を発言しようとする参加者に優先的に発言権を与えるモデルである。計算機では、リアルタイムにコンテキストを理解し、状況を判断し、議題を修正したり、発言を促したりすること



on	発言を開始	cont	関連した話題の発言申請者を continueのキューに入れる
off	発言を終了	new	新しい話題の発言申請者に フラグを立てる

図 4.1: 発言権制御モデル 1

は、困難であると判断し、本モデルでは支援されていない。システムによる発言権の遷移では、参加者が発言を申請する際に、現在話されている話題に関するものかあるいは全く新しい話題なのかを示し、現在話されている話題と関連する人に優先的に発言権を与えることによって、議論の腰が折られることなく進められるように考慮してある。

状態を構成するパラメータは、現在、発言をしている人が存在することを示す $\text{speak}(\text{on})$ と現在発言者がいないことを示す $\text{speak}(\text{off})$ 。それに加え、発言を待っている人を示す $\text{wait}(n)$ から成る。n は発言を待っている人の人数を示し、2 人待っているなら、 $\text{wait}(2)$ となり、誰も待っていないなら、 $\text{wait}(0)$ となる。さらに $\text{wait}(n)$ は continue というキューと new というフラグからなる。現在、発言している人の話題と関連する話題を話そうとする人は、 continue のキューに入れられ、Fast-In Fast-Out の手法で発言権を得ることができる。同様に新しい話題を話そうとする人が発言を申請したとき、その人には new の

フラグが立てられる．そして，continue のキューが全て終わり，new のフラグが立っている人が発言権を得たときはじめて，new の受け入れを開始する．

発言権の状態は以下の 4 つがある．

- 状態 1 speak(on),wait(+)

現在, 発言をしている人がいる (speak(on)) . 発言を待っている人がいる (wait(n)($n > 0$)) 状態である．発言を待っている人が増えると wait(n) のキュー内が 1 人増加し，状態 1 を保持したままである．発言者が話し終わると，発言者が終了をシステムに入力することにより speak(off) となり，状態 2 へ遷移する．

- 状態 2 speak(off),wait(+)

現在, 発言をしている人がいない (speak(off)) . 発言を待っている人がいる (wait(n)($n > 0$)) 状態である．このとき，発言を待っている人が増える wait(n) 内のキューに 1 人増加し，状態 2 を保持したままである．wait(1) のときには，発言を行なう状態 3 に自動的に遷移する．wait(n) ($n > 1$) のときには，発言を行なう状態 1 に自動的に遷移する．

- 状態 3 speak(on),wait(0)

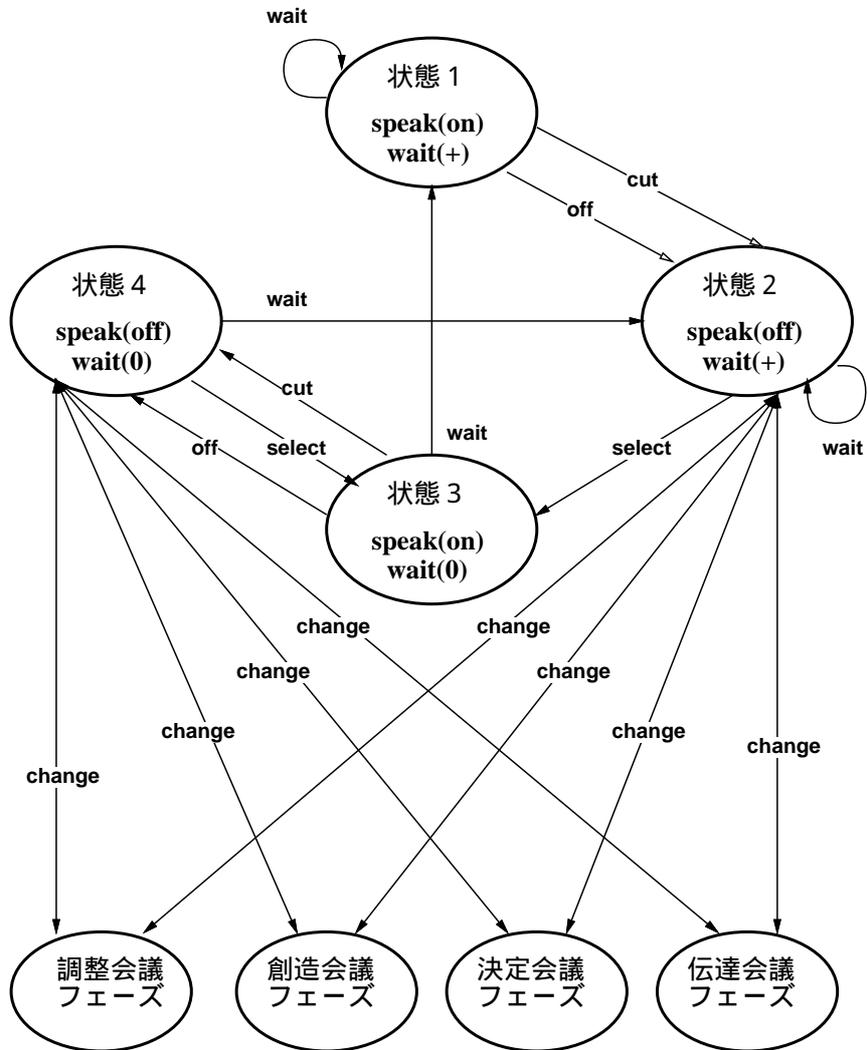
現在, 発言をしている人がいる (speak(on)) . 発言を待っている人がいない (wait(0)) 状態である．このとき発言を待っている人が増えると，wait(1) となり，状態 1 に遷移する．発言者が話し終わると，発言者が終了をシステムに入力することにより speak(off) となり，自動的に状態 4 へ遷移する．

- 状態 4 speak(off),wait(0)

現在, 発言をしている人がいない (speak(off)) . 発言を待っている人がいない (wait(0)) 状態である．このとき発言を待っている人が増えると wait(1) となり，状態 2 に遷移する．

4.3.2 司会者が発言権を制御する場合

図 4.2 のモデルは，司会者，議長といったコーディネイターが会議システム上で発言を参加者に与えるモデルである．発言権は select という操作で議長が参加者の中から発言者を選択することができる．



- select** コーディネイタが発言者を指名
- cut** コーディネイタが発言者から発言権を取り上げる
- off** 発言者が発言を終了
- wait** 発言者が発言を申請
- change** コーディネイタがフェーズを変更

図 4.2: 発言権制御モデル 2

前節で述べた発言を促すといった発言権の制御は、発言を待っている人、そうではない人どちらにも `select` という操作で発言権を与えることによって表現した。

また、課題を明確にするという発言権の制御は、あまりにも長い発言や余りにも議題から離れた場合には、`cut` と操作で議長が発言者の発言権を剥奪することで実現可能にした。

状態を構成するパラメータは、現在、発言をしている人が存在することを示す `speak(on)` と現在発言者がいないことを示す `speak(off)`。それに加え、発言を待っている人を示す `wait(n)` から成る。 n は発言を待っている人の人数を示し、2人待っているなら、`wait(2)` となり、誰も待っていないなら、`wait(0)` となる。

発言権の状態は以下の4つがある。

- 状態1 (`speak(on),wait(+)`)

現在、発言をしている人がいる (`speak(on)`)、発言を待っている人がいる (`wait(n)` ($n > 0$)) 状態である。発言を待っている人が増えると `wait(n)` のキュー内が1人増加し、状態1を保持したままである。発言者が話し終わると、発言者が終了をシステムに入力することにより `speak(off)` となり、自動的に状態2へ遷移する。あるいは議長が `cut` という操作によって発言権を剥奪し、同様に状態2へ遷移する。

- 状態2 (`speak(off),wait(+)`)

現在、発言をしている人がいない (`speak(off)`)、発言を待っている人がいる (`wait(n)` ($n > 0$)) 状態である。このとき、発言を待っている人が増えると `wait(n)` 内のキューに1人増加し、状態2を保持したままである。議長が `select` という操作によって、状況により発言を待っている人、発言をしない人の中から任意に発言権を与えることが可能である、発言権を与えたとき、状態3に遷移し、そのとき `wait` の内のキューは全て放出される。また、この状態のとき議長はマスターショットを決定付ける4つのフェーズを変更することができる。

- 状態3 (`speak(on),wait(0)`)

現在、発言をしている人がいる (`speak(on)`)、発言を待っている人がいない (`wait(0)`) 状態である。このとき発言を待っている人が増えると `wait(1)` となり、状態1に遷移する。発言者が話し終わると、発言者が終了をシステムに入力することにより `speak(off)` となり、自動的に状態4へ遷移する。あるいは議長が `cut` という操作によって発言権を剥奪し、同様に状態4へ遷移する。

- 状態 4 (speak(off),wait(0))

現在,発言をしている人がいない(speak(off)).発言を待っている人がいない(wait(0))状態である.このとき発言を待っている人が増えると wait(1) となり,状態 2 に遷移する.あるいは,議長が select という操作によって,任意に発言権を与えることが可能である.このとき状態 3 に遷移する.また,この状態のとき議長はマスターショットを決定付ける 4 つのフェーズを変更することができる.

4.4 カメラ・ポジションの仮想的な配置

通常,在席会議システムは,図 4.3 のようになるべくアイコンタクトできるようにディスプレイ付近にカメラを配置する.そのカメラで撮影される映像は参加者を正面から捉えたショットである.

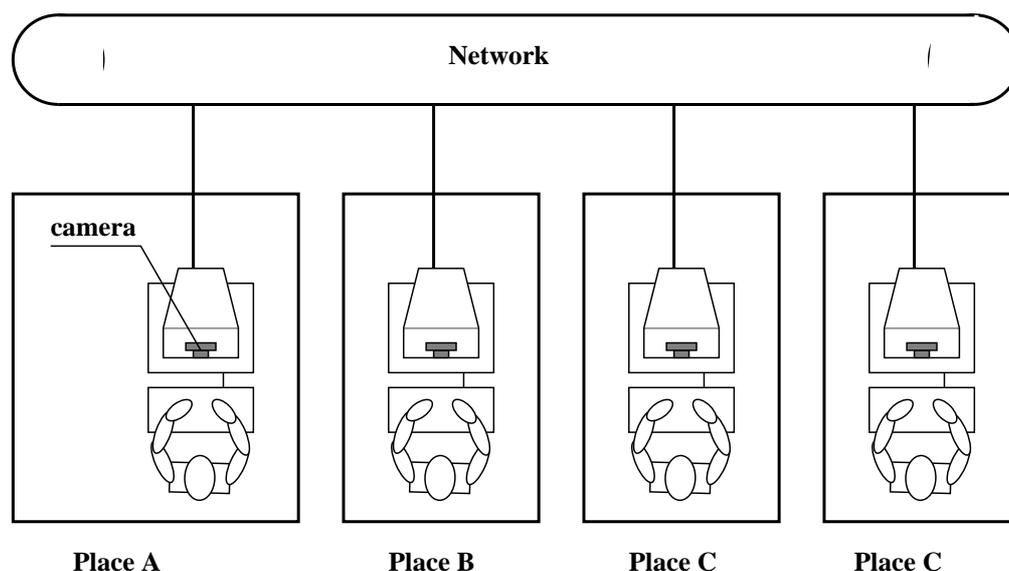


図 4.3: 在席会議システムのカメラ・ポジション

図 3.25 で示したカメラの配置に,内側から切り返すショットは人物を個々に捉え,外側から切り返すカメラ・ポジションでグループ全体を画面に収めるという手法があった.

在席会議システムのディスプレイ付近に配置されたカメラを内側から切り返すカメラ・ポジションだと見立てると,グループ全体を捉える外側からのカメラ・ポジションを加え

ると図 4.4のように仮想的には同義となる。しかしながら，実際にはそのような映像は存在しない。よって，仮想空間による全体図の映像の提供が必要となる。この全体図は，観客にグループ全体を思い出させる機能を持つ状況設定ショットとなる。

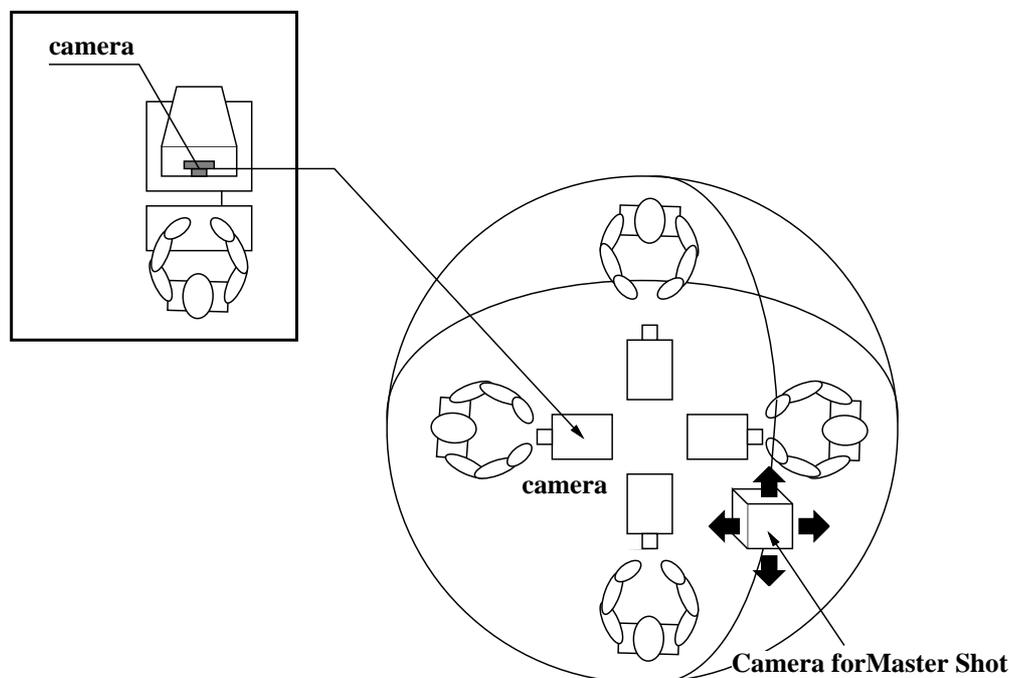


図 4.4: 仮想的なカメラ・ポジション

この仮想的なカメラ・ポジションの利点は参加人数が増えても，仮想空間による全体図を捉えたマスターショットを提供するカメラ・ポジションを加えるだけで簡単に対応できることである。

また，全体図を仮想空間を用いて提供することによって，重力や席の固定，物理的に移動可能なカメラ・ポジションといった現実世界での束縛を逃れることができる。これによって，人物を仮想空間内で好きな位置に配置したり，簡単に鳥瞰図を提供したり，状況を設定するためのフレキシブルなマスターショットを提供可能となる。

4.5 全体図を捉えるマスター・ショット

3.5.2節でも述べたように提案するカメラポジションでは、全体図を捉えるマスター・ショットは、全体を把握するための状況設定のショットである。

現実世界では、私達は状況をより把握するために、会議の形態、種類によって、席の配置など気を配っている。一般的に会議の種類は目的によって以下の4つに分類されている[22][23][24]。

1. 伝達会議

情報の伝達とその確認を目指す会議のこと

2. 創造会議

様々な課題に対して、問題点を分析したり、その解決策を考えるために行なう会議

3. 調整会議

組織全体の目標に対して、各部門ごとの行動が適切であるか、また部門ごとに重複などの無駄がないかをチェックする会議

4. 決定会議

企業行動を決定するために意思決定をするための会議

創造会議と調整会議の場合の配置は、ラウンド型のレイアウトが良いとされている。なぜなら、ラウンド・テーブルでは上席と末席がないので、自由な発言ができる雰囲気を作り出させるからである。

伝達会議や決定会議の場合、教室スタイルにして、参加者を分断した方が良い。なぜなら、議長団は参加者と対決的に向かい合って、伝達をする、決定をせまるといったことが可能だからである。

この現実世界を踏まえ、仮想空間でより会議の目的ごとに全体を把握できるレイアウトを提案する。

1. 伝達会議 (図 4.5 参照)

実世界にもあるように伝達者と参加者を向かい合わせて配置する。

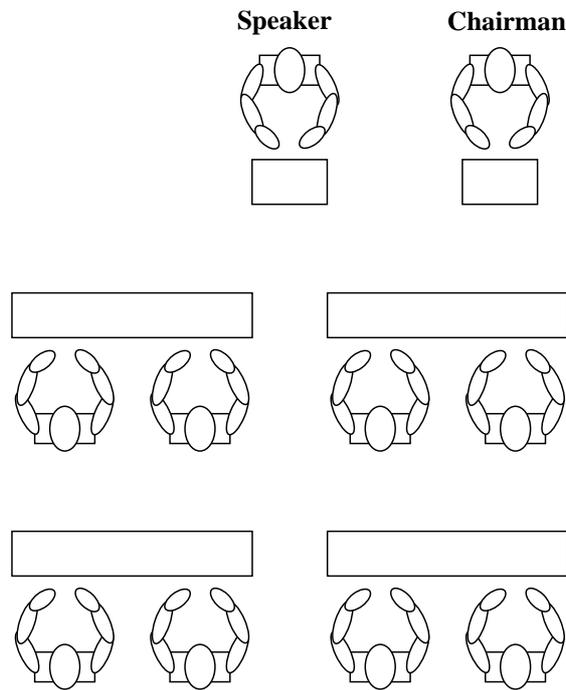


図 4.5: 伝達会議のレイアウト

2. 創造会議 (図 4.6 参照)

実世界にもあるようにラウンドテーブルに参加者を配置し、自由な発言が可能な雰囲気を作る。

3. 調整会議 (図 4.7 参照)

調整を行なうグループごとに 1 まとまりの席に配置し、対峙させる。さらに、参加者の中で利害関係、意見の変更などにより、グループを変更する必要があるときには、席を明示的に移動させる。鳥瞰図によって、全体を眺めることも可能である。

4. 決定会議 (図 4.8 参照)

U 字型の席に参加者を配置させ、ある議題に対し、Yes であれば左側に、No であれば右側に参加者を配置する。意見を保留する場合、どちらとも言えない場合は U 字型の下の部分に参加者を配置する。鳥瞰図によって、全体を眺めることも可能である。

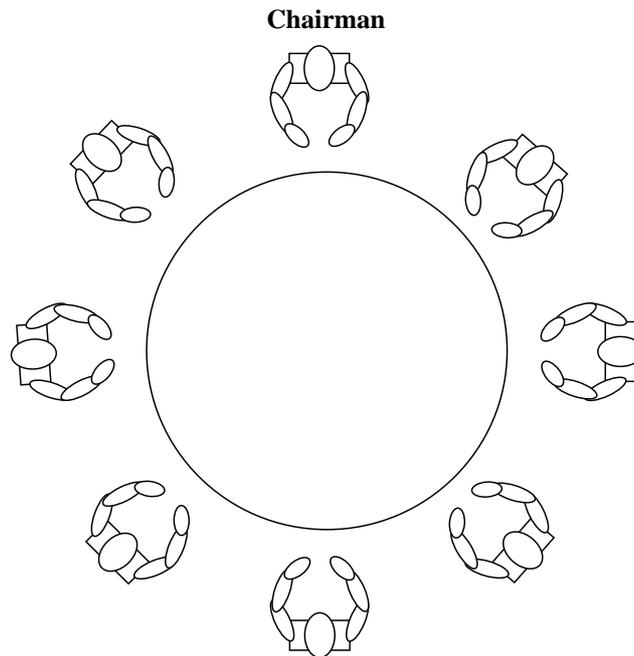


図 4.6: 創造会議のレイアウト

会議の概観を捉えるマスターショットの決定は議長により行なうものとする。システムに議長の有無，会議の種類，参加人数を入力すると全体図を捉えるマスターショットを一意に決定することが可能である。ただし，調整会議では，派閥は何派閥に別れ，その派閥に誰が属しているか，また伝達会議では発表者を明示することが必要である。決定されるレイアウトを図 4.9 に示す。例えば，議長有で，会議の形態が創造会議で，参加人数が 4 人とするとき，それに対応する会議全体を概観するレイアウトはラウンドテーブルとなる。

計算機上で会議の概観を捉えるマスターショットを仮想空間上で提供するために，直方体にビデオ画像をテクチャマッピングを行ない配置する手法を提案する。OpenInventor を用い，作成したサンプルを図 4.10 図 4.11 に示す [25] [26] [27]。

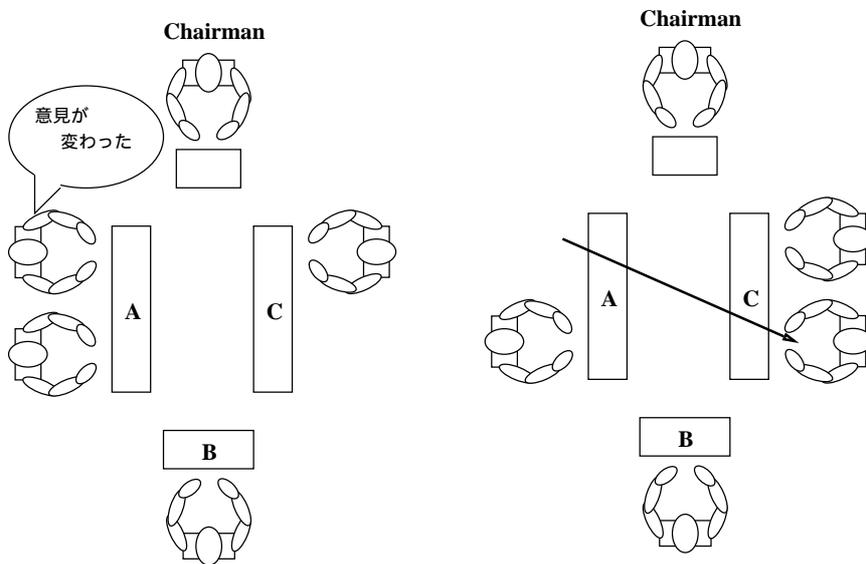


図 4.7: 調整会議のレイアウト

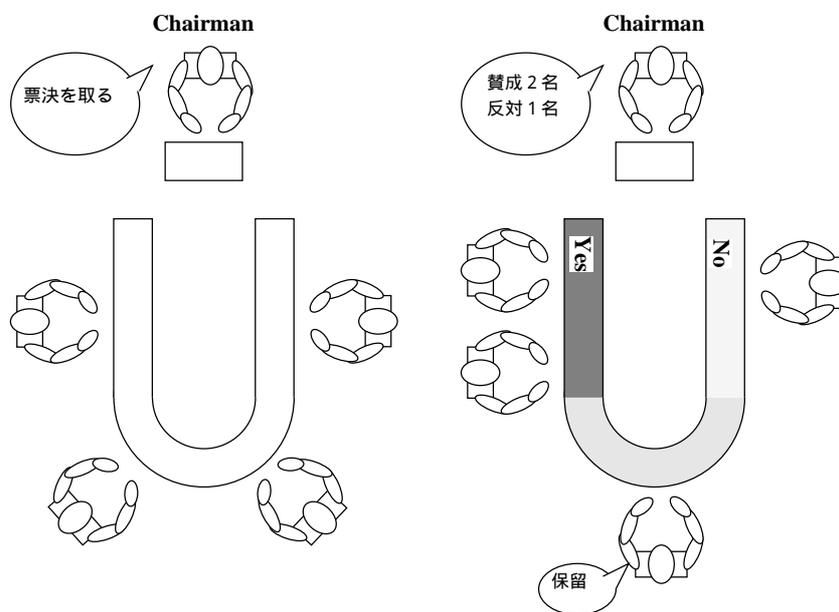


図 4.8: 決定会議のレイアウト

	2	3	4	5	6	7	8	
創造会議								議長無
								議長有
調整会議								議長無
								2 派閥
								3 派閥
決定会議								議長無
								議長有
伝達会議								議長無
								議長有

図 4.9: 会議のレイアウト

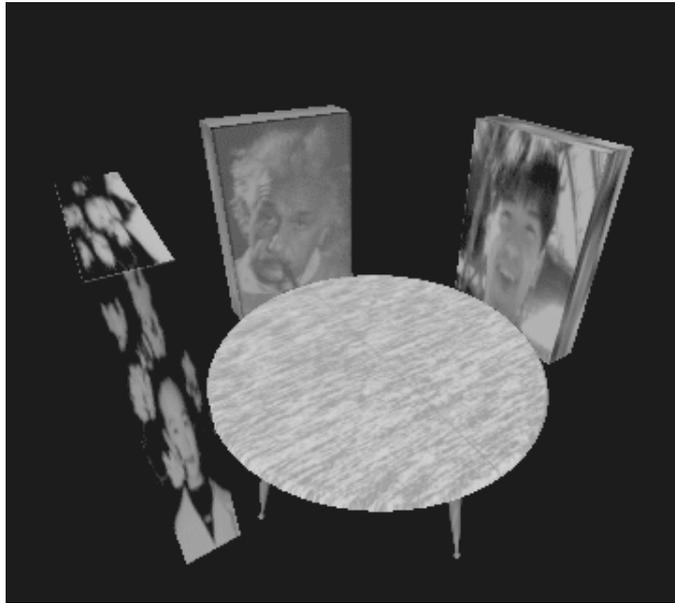


図 4.10: 創造会議のレイアウトの実現例

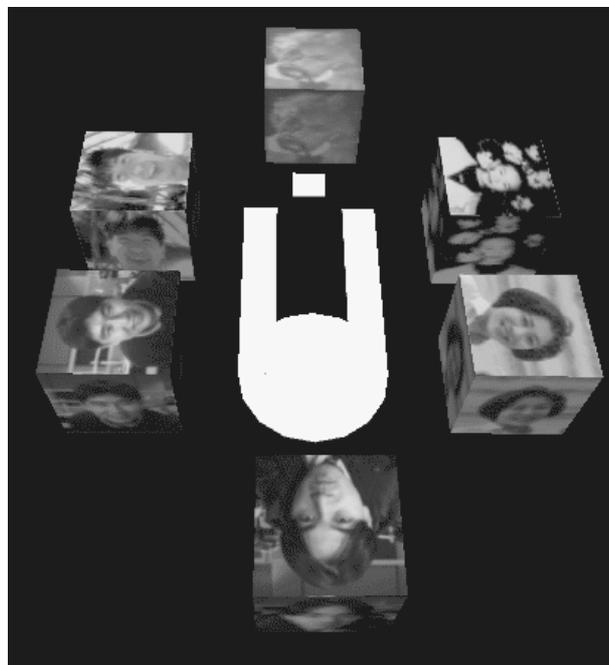


図 4.11: 決定会議のレイアウトの実現例

4.6 映像の切替え

本システムの映像の切替えの特徴は、参加者が現在、聞き手であるのか、あるいは発言しているのかによって、それぞれに適したと思われる画面の切替えが行なわれる。

4.6.1 機械的に発言権を遷移させる場合

画面の切替えは図 4.12 に従って行なわれる。まず、4.3 節で示した発言権の状態の判定する。次に発言者か、あるいは、聞き手かを判定する。そして、発言者、聞き手が有用な情報が得られるような画面の切替えが行なわれる、このとき使用されるアルゴリズムを図 4.13 に示す。例えば、聞き手は話者を中心とした映像を、話し手は聞き手の映像が提供されるようなアルゴリズムが採用されている。状態 2 の場合、状態 1 あるいは状態 3 に瞬時に遷移するので、映像は提供されない。また図 4.13 で挿入されるべき他の聞き手の映像を図 4.14 に列挙した。挿入される他の参加者の映像は、いつも参加者が見たい人をインタラクティブに挿入することが可能であることが重要だと考えた。そして、システムが自動的に挿入する場合には、例えば、話し手の画像インタフェースには、自分の発言に反応したにちがいない発言を申請した人、話の相手にちがいない直前に話した人などが列挙してある。

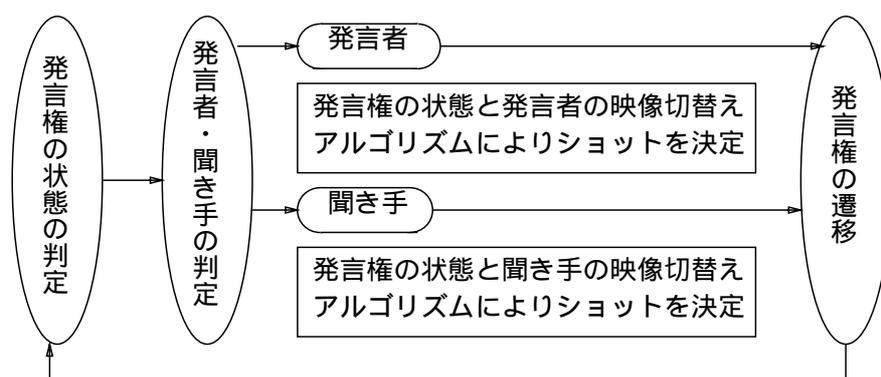


図 4.12: 映像の切替えモデル 1

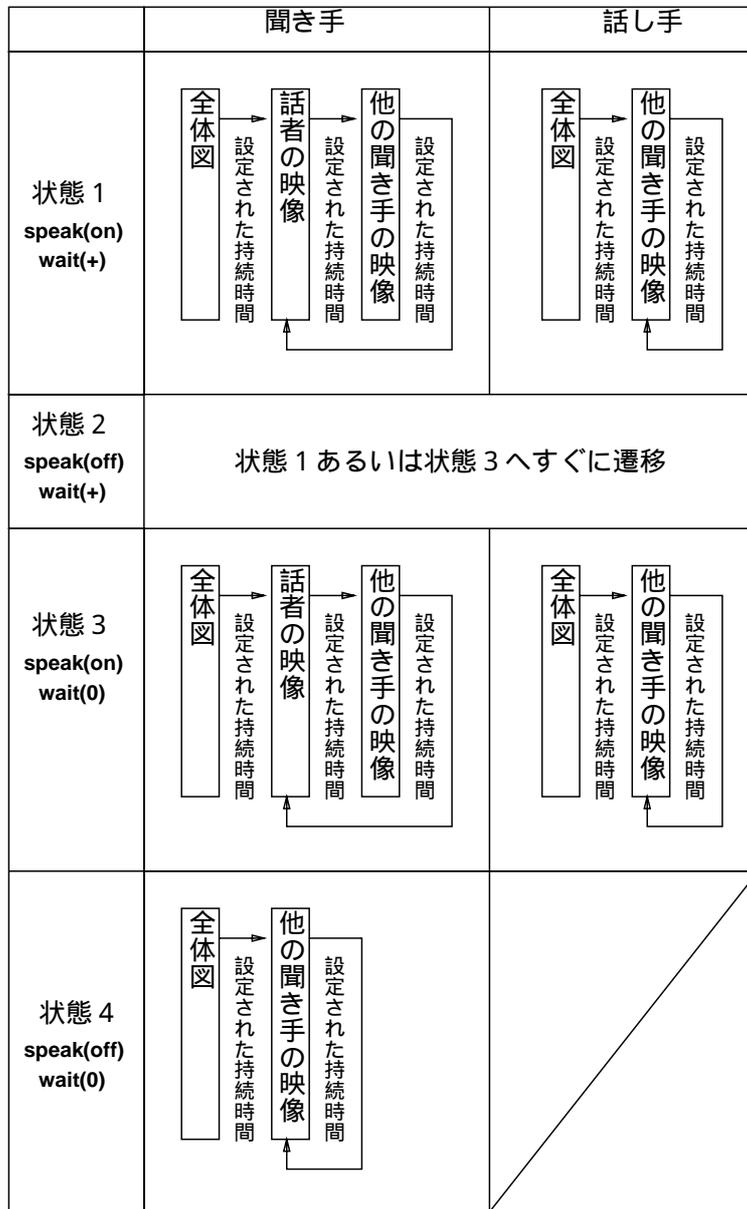


図 4.13: ショット決定アルゴリズム 1

	聞き手	話し手
状態 1 speak(on) wait(+)	顔を見たい人 発言を待っている人 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 発言を待っている人 直前に話した人 第 3 者
状態 2 speak(off) wait(+)	状態 1 あるいは状態 3 へすぐに遷移	
状態 3 speak(on) wait(0)	顔を見たい人 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 直前に話した人 第 3 者
状態 4 speak(off) wait(0)	顔を見たい人 直前に話した人 第 3 者	

図 4.14: どの聞き手に切替を決定するかの要因 1

4.6.2 議長によって発言権を遷移する場合

画面の切替えは図 4.15に従って行なわれる。まず、4.3節で示した発言権の状態の判定する。次に発言者か、あるいは、聞き手か、議長かを判定する。そして、議長、発言者、聞き手が有用な情報が得られるような画面の切替えが図 4.16に示すようなアルゴリズムに従って行なわれる。また自分以外の他の聞き手の映像を切替えるために有効だと思われる参加者の人物の映像を図 4.17に示した。ここでもいつも参加者が見たい人をインタラクティブに挿入する可能であることが重要だと考えた。そして、システムが自動的に挿入する場合には、例えば、話し手の画像インタフェースには、自分の発言に反応したにちがいない発言を申請した人、話の相手にちがいない直前に話した人、会議の進行をする議長などが列挙してある。

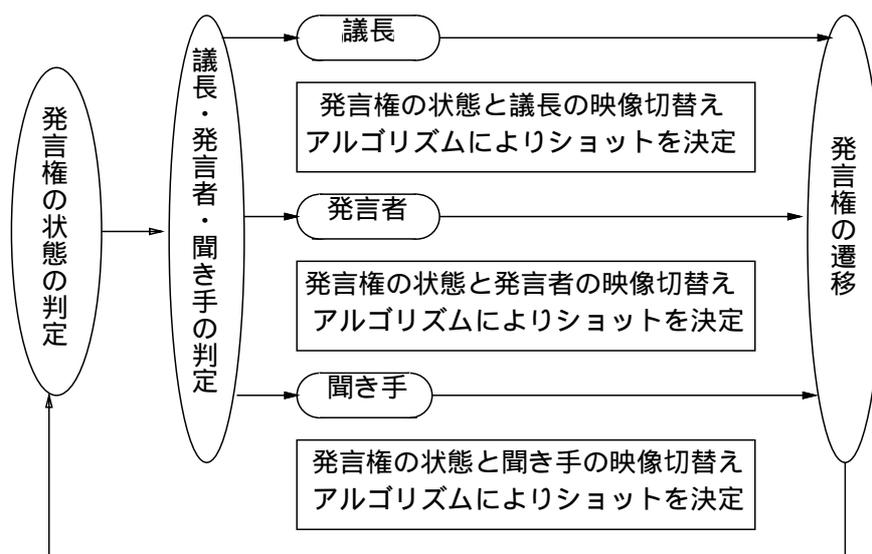


図 4.15: 映像の切替えモデル2

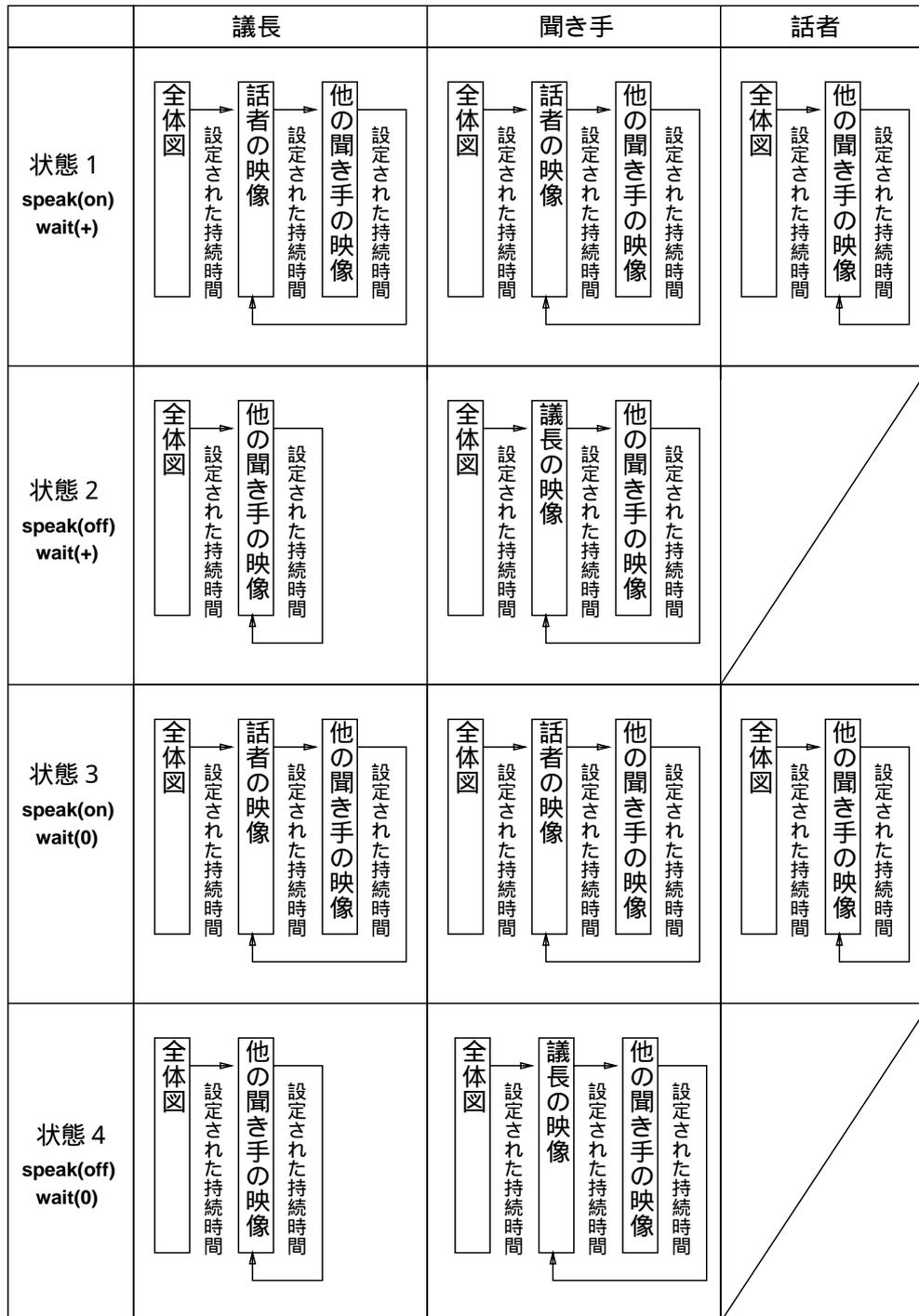


図 4.16: ショット決定アルゴリズム 2

	議長	聞き手	話者
状態 1 speak(on) wait(+)	顔を見たい人 発言を待っている人 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 議長 発言を待っている人 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 議長 発言を待っている人 直前に話した人 第 3 者
状態 2 speak(off) wait(+)	顔を見たい人 発言を待っている人 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 発言を待っている人 直前に話した人 第 3 者	
状態 3 speak(on) wait(0)	顔を見たい人 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 議長 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 議長 直前に話した人 第 3 者
状態 4 speak(off) wait(0)	顔を見たい人 直前に話した人 第 3 者	顔を見たい人 直前に話した人 第 3 者	

図 4.17: どの聞き手に切替えを決定するかの要因 2

第 5 章

画面切替えの効果

5.1 評価実験の目的

前章で示した画像インタフェースの切替えについて電子会議システムと従来の参加者の映像を並べるだけの電子会議システムをアウェアネスの観点から比較する。

5.2 アルゴリズムの評価実験

1 サイト 1 人の 3 地点会議で各個人の参加者の映像と 4 分割した画面に参加者を配置した映像を切替えるシステムと常に 4 分割した画面に参加者を配置した映像を利用したシステムの比較実験を行なった。

実験システムの構成図を図 5.1 に示す。スイッチャ 2 の入力 1 (カメラ 1), 入力 2 (カメラ 2), 入力 3 (カメラ 3), 入力 4 (4 画面分割ユニット) を選択して, 出力 12 に出すことによって, 人物 3 人それぞれの映像と 3 人が映った映像の切替えを実現した。出力 12 から出る切替えられた映像は, 8mm ビデオに録画した。

被験者は各地点 1 人ずつが参加し, 3 地点で行なった。画面切替えのアルゴリズムは, 図 4.12, 図 4.13, 図 4.14 を使用した。今回, 仮想空間で提供できない全体図は, 4 画面分割ユニットで 3 人の人物を 1 つの画面に統合したものを代替した。各ショットの持続時間は, 全体図のショットの持続時間は 5 秒, 話者のショットの持続時間は 10 秒, 聞き手のショットの持続時間は 5 秒とした。画面の切替えは, 参加者が発言する際に, 挙手してもらい, それに従って, オペレータがスイッチャを切替え, 画面を切替えた。

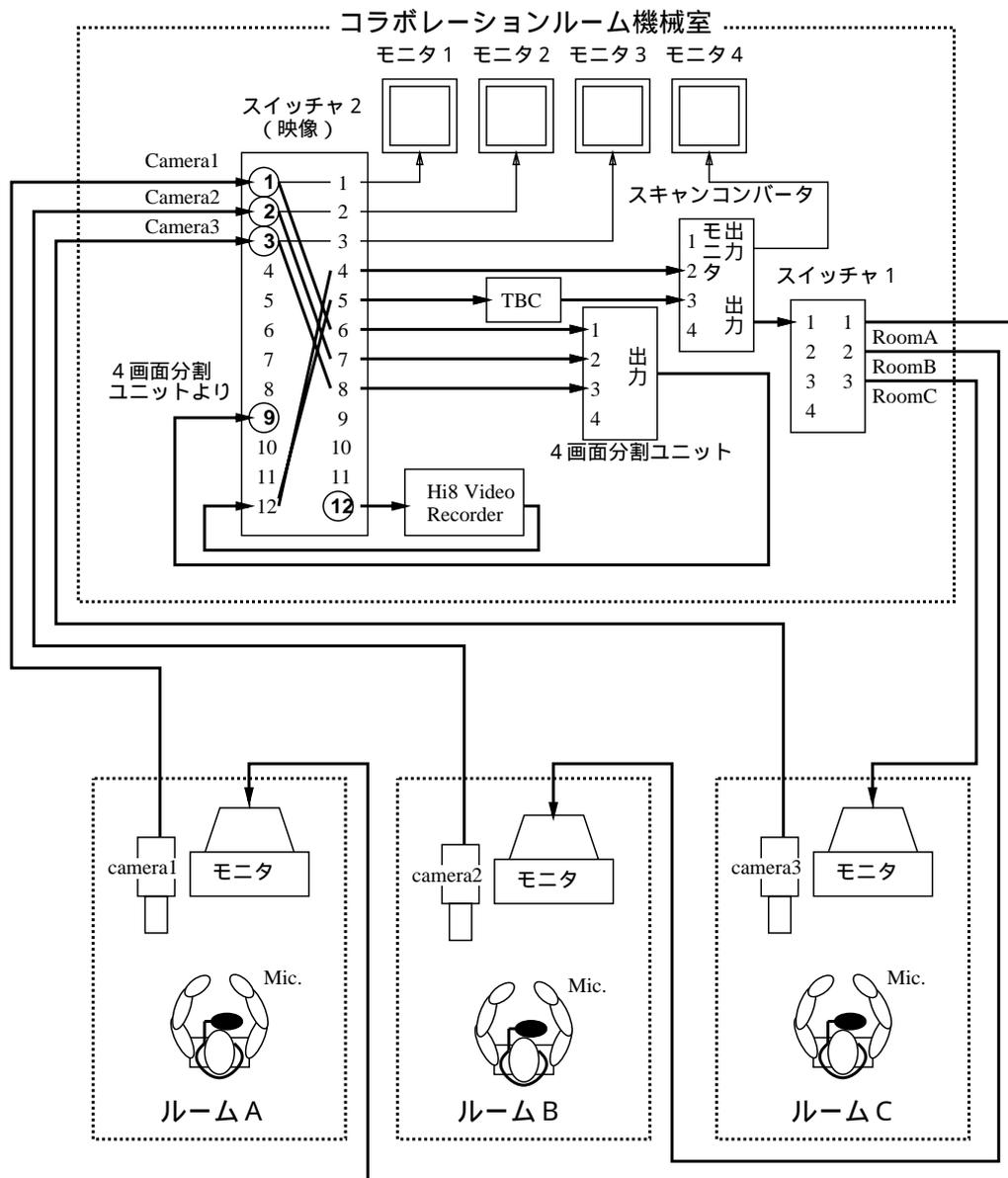


図 5.1: 実験システム構成図

まず、つねに4分割した画面で15分程度の討論を行なった。その後、各地点の参加者に会議の流れに沿って、映像を切替えて提供するシステムを利用した討論を行なってもらった。議題は研究室に導入するノートパソコンの選定とした。被験者は全員、情報科学研究科の大学院生で、各実験で全て異なる。

両システム使用後に、それぞれのシステムについてのアンケートを実施した。質問項目は両システムに共通で、表5.1の通りである。各質問について「全く当てはまらない」「やや当てはまる」「かなり当てはまる」「非常によく当てはまる」の4段階で回答してもらった。回答数は9人であった。

回答の4段階にそれぞれ1点から4点を与え、各質問項目の平均得点を求めた。回答数は9名であった。

5.3 分析結果

回答結果から、私の提案したアルゴリズムは「画面上の人物の表情」が分かりやすいと評価された。また、より「画面の人物の存在感」があり「気持ち」が伝わると評価された。この結果は、画面上の人物の表情が分かりやすかったことと関連していると考えられる。

また、4分割された画面よりも1人の画像に切り替えた方が身振りもより認識することが可能であった。より大規模な会議になるほど、分割するよりも1人を映し出す手法の方がより効果があると考えられる。

また本システムは「映像が退屈」ではないと評価された。これは変化のある映像による効果であると考えられ、この結果「画面に注目していた」と思われる。「話し手が良く分かった」というのも、映像の変化の中で、話者が映ることが多かったためである。

また4分割画面の方が「その場の状況が分かりやすい」傾向が見られたことは、全員を映し出していることが、状況を確認させるショットが反映したと考えられる。それによって「発言のきっかけがつかみやすい」という状況が生み出されると考えられる。

また「本システムが面白い」という評価は本システムが被験者に受け入れられたと考えられる。

慶応大学のシステム [18] と比較すると、カメラパンやズームを利用したシステムと私の考案したシステムは「画面上の人物の表情」や「存在感」といった臨場感を表現するのに効果を発揮している。しかしながら、参加の全員の状況を認識させる効果が低い。効果的に全体図を挿入する必要がある。

表 5.1: 評価結果

No	質問項目	1 サイト 1 人 3 地点会議	
		4 分割	画面の切替え
1	画面上の人物の表情は分かりやすかった。	2.22	3.22
2	画面上の人物の存在感がある。	2.22	2.77
3	システムはおもしろい。	2.66	3.11
4	映像は退屈であった。	2.44	2.11
5	画面上の人物の気持ちが伝わった。	2.00	2.77
6	画面に注目していた。	2.00	2.33
7	またこのシステムを使いたい。	2.77	2.77
8	画面上の人物の意図が伝わった。	2.55	2.55
9	話し手がよく分かった。	2.88	3.44
10	その場の状況が分かりやすい。	3.11	2.77
11	画面から圧迫感を感じた。	1.44	2.00
12	このシステムを使うのが好きではない。	1.88	2.33
13	会話の流れがつかめた。	3.11	3.22
14	コミュニケーションがうまくとれた。	3.11	2.44
15	画面上の人物の身振り・しぐさは分かりやすかった。	2.66	3.00
16	画面は見やすい。	2.55	3.00
17	ストレスを感じた。	1.44	1.77
18	発言のきっかけがつかめた。	3.00	2.22
19	視線が合わなくていやだ。	2.22	2.11
20	応答速度は満足できる。		3.00

慶応大学のシステムは、1台のカメラのパンやズームを行なうので、応答速度に遅いようである。そのため、被験者にストレスを与えている。

本システムは発言権によって画面の切替えを行なっているため、同時に2人以上が話すような会議よりも、議長によって、発言権が制御されるような会議に適しているようだ。

多数決をとるような場面では、全員が映っている映像の方が会議が円滑に進行するような場面が見られた。

現アルゴリズムでは、時間の経過によって、画面が切り替わることがあるので、発言者が、身振り、手ぶりで物の大きさを表現する様子が見れないという場面もあった。音声が大きくなったときにも画面が切り替わらないなど音声による支援も必要がある。

また発言者が自分が発言するときに自分の映像が出されていないために、システムの挙動や自分の映りばえを不安に思う表情を見せる人もいた。

本論文で示した画像インタフェース制御法、特に発言権の遷移に着目した画面の切り替えの機能の有効性を評価するために、本方法を取り入れたシステムと、常に参加者の映像を並べるだけのシステムとの比較実験を行なった。その結果、本方法がアウェアネスの向上に有効であることが確認できた。

1. シングルアイコンタクト (1対1での視線の一致)
2. マルチプルアイコンタクト (複数間でのアイコンタクト)
3. ゲイズアウェアネス:
4. 画面上のどこを指で指し示しているのか
5. 誰が話しているか
6. 参加者の行動の認識 (何をしているのか)
7. 会議のメンバの参加状態の認識
8. 会議の参加者の仮想的な配置の認識

2.3節で取り上げたシステムが支援するアウェアネスの一覧を表5.2に示す。番号は上に示したアウェアネスに対応している。

は本論文では実現できなかったが、今後、実現可能なアウェアネスを示している。本システムは特別なハードウェアを使用せずに既存のシステムを使用しているものの中で

表 5.2: システムが支援するアウェアネス一覧 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VideoWindow		×	×	×	×				×
MAJIC					×				×
HERMES	×	×	×	×	×				×
DOOS		×	×	×	×	×			
MERMAID	×	×	×	×	×				×
Clear-Board			×						×
本システム			×	×	×				

は、高いアウェアネスが得られていることが分かる。また、既存のシステムを使用しているため、スケーラビリティに容易に対応できることが期待される。

第 6 章

結論

遠隔リアルタイム電子会議システムのユーザーインタフェースにおいて、会議の目的や進捗に合わせて、会議参加者の顔や表情などの表示を切り替えるための手法を考案し、その評価を行った。この手法は、映像文法という映画などの撮影を行う場合の技法を応用している。この手法によって、従来の電子会議システムの問題点であった、会議の参加者が他者の様子を容易に知ることができないといった点などを改善することができた。

今後の課題の課題として、以下のようなものが考えられる。

- ・参加人数を増やした場合の評価を行なう必要がある。
- ・現在、ショットの持続時間を全体図については 5 秒、話者は 10 秒、聞き手は 5 秒としたが、個人差や会議の形態によってショットの継続時間を評価してみる必要がある。また、多数決を採る場面などには、画面を切替えないという機能も盛り込みたい。
- ・本システムでは聞き手は 1 人ずつ画面に映し出したが、何人位まで同時に映し出しても参加者にストレスを与えないなどの評価もする必要がある。
- ・映像の文法では、話の高まりにときには、参加者をズームアップするとより臨場感が生まれるという技法もあった。声のトーンやボリュームが大きくなったときには、それに合わせて、画像もズームアップするという機能も今後、盛り込みたい。

謝辞

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 ソフトウェア計画講座の落水浩一郎教授には、日頃からあたたかい御指導と重要な御助言を受けた。私のわがままに御理解頂き、見守って下さったことに深く感謝する。

同講座の主テーマ指導教官である篠田陽一助教授には、数々の有用な御指摘を受けた。日頃から叱咤激励して下さい、高い理想を与えて下さったことに深く感謝する。

同講座の海谷助手には、私の研究信念を尊重しながら、多くの時間を割き、御助言と御助力して頂いたことに深く感謝する。

研究室の方々には、数多くの議論や助言を頂き、日々切磋琢磨できたことに感謝する。特に、藤枝和宏氏にはプレゼンテーションに関して、村越広享氏にはコミュニケーションの分析に関して、数々の御助言を頂いた。

本研究で行なった実験の被験者として、参加して下さいった本学の同僚、後輩に感謝の意を示す。これらの方々の協力なしには、本研究は為し得なかった。

研究をまとめるにあたり、東京工業大学 佐伯元司助教授と同研究室の方々には、適切なコメント、御助言頂いたことを感謝する。

副テーマ指導教官であった 高度マンマシンシステム学講座の Jonathan Brandt 元客員助教授 (現米国 Silicon Graphics) には、電子会議システム構築にはアウェアネスの重要性を御指摘して頂いた。また、日本シリコングラフィックス・クレイの技術統括本部の方々には、仮想空間のみの電子会議システムの提供するアウェアネスの限界とビデオ映像から得られるアウェアネスの重要性を御指摘頂いた。ここに記して感謝する。

大学時代より、常に温かく見守って頂いた東北大学 情報科学研究科の中村維男教授に心から感謝する。

最後に、長い間の学生生活を陰ながら支えて頂いた両親、家族に心から感謝する。

参考文献

- [1] P. Dourish and S. Bly. Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work Group. In *CHI'92 Proceedings*, 1992.
- [2] ダニエルアリホン. 映画の文法. 紀伊國屋書店, 1980.
- [3] 松下 温 岡田 謙一編著. コラボレーションとコミュニケーション. 共立出版, 1995.
- [4] 石井 裕著. CSCW とグループウェア. オーム社, 1994.
- [5] 吉田 真・編. ヒューマンマシンとインタフェースのデザイン. 共立出版, 1995.
- [6] 黒須 正明他. 臨場感通信における画面上の人体サイズ. 情報処理学会 グループウェア研究会 13-8, 1995.
- [7] Robert Kraut 他 Robert Fish. The videowindow in informal communication. *CSCW'90*, 1990.
- [8] et al Okada, K. Multiparty videoconferencing at virtual social distance:majic design. In *Proc. of CSCW'94*, 1994.
- [9] Bill Buxton 他. Using spatial cues to improve desktop videoconference. In *in Video Proceedings of CHI '92,ACM*, May 1992.
- [10] Abigail J.Sellen. Speech pattern in video-mediated conversations. In *Proceedings of CHI'92 ,ACM SIGCHI*, pp. 49-59, May 1992.
- [11] Hans Eriksson. MBONE: The Multicast Backbone. *Commun. ACM*, Vol. 37, No. 8, pp. 54-60, Aug. 1994.

- [12] WIDE Project 編. インターネット参加の手引き 1995 年度版. 共立出版, 1995.
- [13] 渡部和男他. マルチメディア分散在席会議システム mermaid. メディア情報と分散協調シンポジウム, Nov 1989.
- [14] et al Kazuo Watanabe. Distributed multiparty desktop conferencing system:mermaid. In *CSCW'90*, Oct 1990.
- [15] 本田新九郎. メンバの空間的配置に着目した大部屋的仮想オフィス環境. グループウェア 18-7, 1996.
- [16] H.Ishii. Translucent multiuser interface for realtime collaboration. 電子情報通信学会基礎英語論文誌, 第 75 巻, Feb 1992.
- [17] H.Ishii 他. Integration of inter-personal space and shared workspace : Design and experiments of clearboard. In *Proceedings of CSCW'92, ACM, Toronto*, Nov 1992.
- [18] 井上 智雄他. テレビ番組のカメラワークの知識に基づいた tv 会議システム. 情報処理学会論文 Vol.37 No.11, 1996.
- [19] 中村昌志原田 康徳. 映画の文法のマルチメディアシステムへの応用. In *WISS'95*, 1995.
- [20] 本田こずえ監修. Forbes manual 能率的会議マニュアル. *Forbes*, April 1996.
- [21] J. ランボー他. オブジェクト指向方法論 OMT-モデル化と設計-. プレンティスホール—トッパン, 1991.
- [22] 高橋誠. 会議の進め方. 日本経済新聞社, 1987.
- [23] 魚津欣司. 成長する企業の会議マニュアル. 風雅書房, 1996.
- [24] 福田健. 会議ミーティングの上手なやり方. かんき出版, 1995.
- [25] Josie Wernecke. *The Inventor Mentor*. Addison-Wesley, 1994.
- [26] Jockie Neider. *OpenGL Programming Guide*. Addison-Wesley, 1993.
- [27] 相川恭寛. OpenGL プログラミング・ガイドブック. 技術評論社, 1995.