

全方位カメラによる会議撮影システムが 意思決定の非同期的伝達に及ぼす影響の評価

坂本 竜基^{†1,†2} 金 韓成^{†3} 伊藤 禎宣^{†2,†4}
鳥山 朋二^{†2,†5} 北原 格^{†2,†6} 小暮 潔^{†2}

オフィスにおける会議やミーティングをビデオを用いて録画することに関する研究が行われている。ここでビデオを用いる主な目的は意思決定の過程を包括的に保存・伝達することであり、既存の文字ベースの議事録以上の情報共有が期待できる。近年は、ビデオを録画する機材として全方位カメラを利用し、特に小規模なミーティングを録画するシステムが利便性の面から提案されているが、それが意思決定の伝達に有効か否かという評価はなされていない。また、議論を撮影する研究では、カメラの切替え方法を主とする提示方法が提案されているが、表現様式と議論内容の伝達の関係に対する議論もなされてこなかった。本稿では、全方位カメラを用いた自動化された簡便な会議撮影システムが撮影するビデオが閲覧者の意思決定の質に及ぼす影響を測定することで、意思決定に関わる伝達用メディアとしての会議撮影システムの特徴を評価する。このため、まず全方位カメラを用いる場合において必要なビデオの提示様式を検討した。この結果、カメラ切替えがある映像と単に参加者の映像を並べた映像間には会議の内容を伝達するという目的に関して差はないことが分かった。次に、ビデオが意思決定に及ぼす影響を、専門家によるコンセンサスによって解が与えられる意思決定型の問題解決作業を題材にした被験者実験を基に分析した。この結果、会議を撮影したビデオは意思決定の質に強い影響を及ぼすことが示唆された。

Effectiveness of Small Meeting Capturing System for Asynchronous Decision Making Sharing

RYUUKI SAKAMOTO,^{†1,†2} HANSUNG KIM,^{†3}
SADANORI ITO,^{†2,†4} TOMOJI TORIYAMA,^{†2,†5}
ITARU KITAHARA^{†2,†6} and KIYOSHI KOGURE^{†2}

This paper describes the effectiveness of recording meetings, where decisions are made using a meeting capturing system. There have already been some studies on how to capture meetings at the office as videos. The aim of that

is to preserve and distribute the process of decision making totally which provides more information than text-based information such as minutes. In several studies of such meeting capturing system, omni-directional camera systems have been adopted because of their convenience. The potency to convey the process of decision making, however, has not been studied. Although several camera switching methods for filming meetings are proposed in studies on video teleconferencing or meeting capturing, it has hardly been mentioned that the relationship between these expression of switching and the effectiveness of conveying meetings. In this paper, we discuss on videos expression for capturing meetings with omni-directional cameras. As the result, there is little difference between switching shots and whole group shot in conveying processes of meetings. We also analyzed the influence of videos for the decision making by NASA's moon survival problem. It is shown that the video captured meetings, have the capacity to influence decision making better than the paper-based minute.

1. はじめに

稟議書や会議の議事録をはじめとする組織において成員の活動を記録する行為は、オフィスにおいて頻繁に行われる。ここで記録された情報は後に閲覧されることによって新たな知的活動に役立たせるためにあり、ナレッジマネジメントにおいて基本となる知識共有のための基盤的情報となる。近年は、紙媒体に保存されていたこれらの情報は電子化され、検索や再利用が容易になってきた。

このようなオフィスにおける電子化に限らず、人間の活動を電子的に保存して後に役立てる研究は多数行われてきた。これらは、単なる文字情報だけではなく画像や映像もあわせて

†1 和歌山大学

Wakayama University

†2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所

Advanced Telecommunications Research Institute International

†3 サリー大学

University of Surrey

†4 東京農工大学

Tokyo University of Agriculture and Technology

†5 富山県立大学

Toyama Prefectural University

†6 筑波大学

University of Tsukuba

保存する研究が多い。オフィスでの知的活動の代表例である会議を保存対象にした例としては、文字ベースの議事録だけでなく会議全体の映像と音声（以下、映像と音声を統合した媒体をビデオと呼ぶ）を保存するシステムがある。このようなシステムによって会議を撮影したビデオは、議論の結果だけを記述することが多い文字ベースの議事録に比べて、意思決定の過程を含む議論全体の包括的伝達が可能である。

オフィスにおける意思決定では、議論される項目や要素が多く、かつ各要素が複雑に影響しあうため、その時点で入手可能な情報では正解を明確に判断することができない問題を扱うことも多い。このような問題は合意形成に至らず、同じ問題に対して何度も会議を重ねることもある。また1度は意思決定をしたものの、それを試した後に失敗であることが分かれば、再度会議をすることもある¹⁾。しかし、現実的には時間や場所の制約によって参加すべきメンバが参加できない場合もあるため、回数を重ねるほどメンバ間の状況理解に格差が生じてしまう可能性がある。また、最初はその会議に参加していなかったが、配置移動などでその会議に参加する必要が生じた人物は過去の議論の変遷がよく理解できていないため、他のメンバに比べ会議への参画度が低くなってしまいうことも考えられる。これに対して、ビデオに記録した後に非同期的に閲覧することを目的とした会議のビデオ撮影システム（以下、会議撮影システムと呼ぶ）がいくつか提案されている。これらのシステムは、会議に参加しなかった人物にも過去の会議の内容を把握させるため、次の会議時におけるメンバ間の情報格差を低減させる効果が予想できる。これにより、グループとして最終的に正しい問題解決方法を選択するという、意思決定の質の向上が期待できる。

会議撮影システムとして全方位カメラを会議をする机の中央に設置することで撮影を行うシステムが複数提案されている²⁾⁻⁵⁾。このようなタイプのシステムは可搬性に優れるが、大人数の撮影にはあまり適しておらず、既存研究では、いずれも3~4名程度が参加する会議での例があげられている。この程度の人数の会議は、多様な視点に欠けるという欠点があるものの、最も集まりやすい、柔軟性がある、全員が話しやすいという利点があり⁶⁾、課長と課員による会議として一般的であるとされている¹⁾。本研究では、このように実用性や適用可能な頻度が高い全方位カメラによる会議撮影システムを用いて、オフィスにおいて一般的に行われる3~4名程度の比較的小規模な会議を撮影対象とする。

一方、会議撮影システムによって撮影された同じ会議のビデオを複数人が閲覧した場合、個々の人物の立場や問題領域への知識、問題解決能力などに差があるため個々に対する影響力には差が生じてしまうことが予想される。しかし、既存の研究では、どのような情報伝達になされ、閲覧者の問題意識にどのように影響するのかといった具体的な伝達の特性につい

ての調査はなされてこなかった。このような意思決定の伝達に関する特性を明らかにすることは、今後、状況によって会議撮影システムを導入するか否かを決定する指針となるであろう。また、既存の会議撮影システムの研究ではカメラの切替えを主とした映像表現上の機能付加が提案されているが、どのような提示様式が意思決定の伝達からみて基本となるのかという機能要求の議論もされてこなかった。これを明らかにすることは既存の同期的環境における図示機能⁷⁾や議論構造の可視化機能⁸⁾などを含む総合的システムの非同期環境への応用システムを設計する際に有用であると考えられる。

本稿では、既存の研究において全方位カメラを用いた自動化された簡便な会議撮影システムが撮影するビデオが意思決定に及ぼす影響を測定することにより、意思決定が会議撮影システムのビデオによって閲覧者にどのように伝達されるのかについて分析を行い、その有用性を示す。このため、まず予備実験を通して意思決定の伝達に十分な会議撮影システムにおけるビデオの提示様式と必要機材を検討する。次に、この様式のビデオが意思決定に及ぼす影響を、専門家によるコンセンサスによって解が与えられる意思決定型の問題解決作業を題材にした被験者実験を基に分析し、特に意思決定の質に対する影響とビデオに写る会議に参加していた人物とビデオの閲覧者との知人関係に着目して、その影響力と特性を明らかにする。

2. 関連研究

2.1 ビデオによる会議撮影システム

ビデオを利用して複数人が参加する会議を支援するシステムは、同期型のテレビ会議システムと非同期型の会議撮影システムに大別できる。テレビ会議システムは、遠隔地にある会議室に参集したそれぞれの会議参加者が、あたかも同じ会議室において議論をしているような環境の構築を目的としている。従来の研究では、単純に1組ずつのビデオとモニタによって部屋どうしを仮想的に接続する問題点として、発話者の把握が困難である点や会議の雰囲気といった非言語的情報の共有が困難である点を指摘し、これを解決するシステムが提案されている^{9),10)}。

一方、本研究が対象とする会議の非同期的伝達が目的である会議撮影システムを実現する方法としては、単純に会議室に複数のビデオカメラを設置することによって会議を撮影するアプローチが考えられる^{11),12)}。しかし、このアプローチでは撮影対象となるすべての会議室にビデオカメラを設置しなければならないというコストの問題と会議室以外で行われるインフォーマルな会議は撮影できないといった対象制約の問題をはらんでいる。これに対し

て、可搬性が高い全方位カメラを用いた簡便な会議撮影システムが提案されている²⁾⁻⁵⁾。

これらは参加者が着席する机の上に1組のマイク付き全方位カメラを設置するものであり、複数のビデオカメラを用いるものに比べ利便性の面で有利である。このうちのいくつかの研究では全方位カメラとその下に数個程度のマイクロフォンアレイをつけた特殊な機材を使用している。マイクロフォンアレイは主に話者位置の特定のために使用される^{2),3)}。また、フレーム間差分や顔認識と組み合わせて人物の周りだけをトリミングした映像を出力する機能も提案されている⁵⁾。

テレビ会議システムと会議撮影システムはどちらも会議における議論の過程を含む包括的な議論の伝達を目的としている。この際、単に会議場全体を写した映像を撮影するだけでは、参加者個々の画像の解像度が低下してしまい、表情や誰に対する発話なのかといった会話意図の把握に関する情報が劣化してしまう。しかし、個人に特化した十分な解像度を持つ映像を撮影した場合、それを同時に表示するには限界があるうえ、誰が誰にむけて話したのかという発話方向の把握が困難になる。井上らは、この問題を解決するためにテレビで放映されている討論番組のカメラ切替えに着目し、実際の番組におけるカメラ切替えの確率遷移モデルをテレビ会議システムにおいて実装した¹⁰⁾。この結果、発話者の存在感が増したり、映像の退屈さが減少したりするといった効果が確認されたとしている。しかし、会話の流れや状況の把握という点ではカメラの切替えがない映像に対して有意差はないという結果が示されている。また、竹前らは、会議撮影システムにおける発話者と聞き手に着目した切替え方法を提案しており、発話の方向性の把握が向上するとしている¹³⁾。しかし、発話者と聞き手の特定が前提となっているため完全な自動化は困難であると考えられ、会議撮影システムに適用するには実用性に疑問が残る。ほかにもカメラの切替えに着目した研究がなされているが、自動化されたカメラの切替えに失敗するケースでは効果が発揮できないことが報告されている^{14),15)}。

2.2 意思決定におけるビデオの影響

意思決定を撮影した映像の影響は、テレビなどマスメディアにおける明確なメッセージ性を持つ映像の影響とは明らかに異なるが、グループウェアやCSCWの分野においてビデオを用いたシステムの提案を行う研究の中で、ビデオがグループの意思決定に及ぼす影響を計測した研究は少ない。小幡は、テレビ会議システムにおけるビデオの役割を数学の問題のように明確かつ客観的な解がある問題解決作業と、明確な解はないがその分野の専門家によってコンセンサスがとられた適切な解が存在する意思決定型問題解決作業において検証した¹⁶⁾。客観的な解が存在する問題解決作業では、1対1の議論において共有電子黒板の有

無と互いの顔が映るビデオの有無の4通りの組合せがある環境において行われ、結果、ビデオがある環境では問題解決作業よりも対人関係維持に比重がおかれるとしている¹⁷⁾。また、意思決定型問題における解決作業では、対面の環境、音声のみ、ビデオの3種類の環境設定下での比較を行っている。この結果、客観的な解がある問題における結果とは逆に、ビデオが意思決定の質の向上に有意な影響を及ぼすとしている。

本稿は、このような同期的なコミュニケーションを対象にしていなが、ビデオが意思決定に有用であるという示唆は、意思決定を保存する目的である会議撮影システムが記録媒体としてビデオを用いる理由となりうる。

意思決定とカメラ切替えに関しては、Takaoらは複数人が別々の場所から参加するテレビ会議において発話に基づいて話者だけを映すカメラの切替えと意思決定との関係を調べている。この結果、切り替えない場合に比べて質の高い意思決定が可能であるとはいえなかったと報告している¹⁸⁾。

2.3 講義撮影システムにおけるカメラの切替え

同期的なコミュニケーションではなく、人間の行動をビデオによって保存して後に役立てる非同期的にビデオを活用する研究としては、講義自動撮影システムがあげられ、自動撮影の技術面やビデオが及ぼす影響など詳しく研究されている¹⁹⁾⁻²¹⁾。これらの研究は、大学における広い講堂を撮影環境として設定しており、発表者が移動する範囲や黒板のサイズも大きい。このような環境下では、全体を概観するようなカメラを用いては講義内容を把握するために十分な解像度を得ることができないので、複数台のカメラの切替えや話者だけを切り出すトリミングを行う必要がある。切替えはマイクロフォンアレイを用いた話者位置の特定や、画像処理を用いた動物体の検出および状況理解に基づいて行われる。村上らは、このような講義自動撮影システムを運用しアンケート調査を行った¹⁹⁾。これによると、映像、音声、電子白板、スライド、インデックススライドの中で講義の理解のうち役立ったものを調査するアンケートにおいて音声とスライドが有用であり、映像はこれらに比べて重要ではないという結果を得ている。一方で、カメラワークは適切であったかというアンケートにも低い回答が得られていることから、映像の有用性の低下はカメラワークの問題に起因する可能性も否定できない。一般的にカメラワークとはカメラの移動や切替えの双方を指す用語であるが、ここではカメラの移動は行われず主にカメラの切替えのことを指す。亀田らも閲覧者の心理的負荷を低減させる目的で講義撮影システムのカメラの自動的な切替え手法を提案している²²⁾。実験のアンケート結果によるとカメラの切替えを行う映像は、長時間見るに耐えるコンテンツとして成立するものの、適切な切替えが行われないと不自然な印象

を与えるとしている。

3. 予備実験：全方位カメラにおける映像表現の検討

本章では、会議撮影システムに必要な映像様式を予備的実験を通して検討する。全方位カメラの解像度を生かして人物の周りだけをトリミングした映像を生成すると、それをどのように配置、もしくは切り替えるのかといった問題が発生する。上にあげた既存研究における切替え方法の完全な自動化は困難であるという現実に鑑みると単純に切り替えた映像のほうが有用とはいえない。また、全方位カメラは机の上という特殊な位置からの撮影であるため、既存のカメラ切替え手法の有用性がそのまま継承されるか否かも不明である。さらに、切り替えない単純な映像では、会議映像として不適切か否かということも検討されていない。よって、本実験では、全方位カメラのトリミングを行った映像において、切替えがある場合とない場合におけるビデオの差異を主観評価によって調べる。

3.1 実験準備

まず、評価する対象映像の準備として、全方位カメラで会議を撮影した映像から人物を抜き出し、カメラの切替えを行った映像と参加者全員を映した映像を作成する。会議参加者は3名の大学生および大学院生であり、課題の回答を全員の意思決定の下に1つ作成するタスクを与えた。与えた課題は、既存の意思決定の質とテレビ会議との関係の研究で用いられた月面サバイバル問題を採用した。この問題は、専門家のコンセンサスによって正解が規定されており、グループでの意思決定の質を定量的に測定することができるため、グループウェアの研究において意思決定に関する質の改善の評価に向いている^{16),18),23)}。問題は故障して月に軟着陸した宇宙船の乗組員になるという状況設定のもと、15個ある装備品を重要だと考える順に番号を与えていく課題である。この問題の得点は各装備品において専門家が順番付けを行った正解番号との差分絶対値の和によって与えられ、0点から112点までの値をとる。この点数は、正解からの差分の合計なので0点が最高点となり、112点が最低点となる。

会議参加者が行う手続きは小幡の実験設定¹⁶⁾に準じた。まず、参加者個々に問題を解いてもらい、次に、それを持ち寄って会議室を想定した部屋のテーブル上で参加者全員の総意として1つの回答を作成する意思決定作業をもらった。議論の時間制限は25分とし、参加者に終了10分前と5分前にアナウンスを行う旨を議論前に伝えた。テーブルの上にはPointGray社製の全方位カメラであるLadyBug2^{*1}をテーブル中央に高さ約20cm



図1 全方位カメラとマイク

Fig. 1 Omnidirectional camera and mic.

の台とともに設置した。また、音声を記録するため、テーブルの1辺にソニー社製マイク、ECM-CZ10を設置した(図1)。両者ともデータ記録用のPCに接続し、会議の様子をビデオとして記録した。意思決定の結果、議論は16分の時点で終了したため、撮影されたビデオもこの時間記録されたものとなった。図2に実験風景と実験環境を示す。

LadyBug2が記録する映像は縦2,048ピクセル横1,024ピクセルであり参加者の画像の解像度としては、各参加者の顔が約300ピクセル四方内に収まるサイズで撮影されていた。全方位カメラを用いた既存研究においてもなされているように、各被験者の解像度は誰がどのように発話しているのかを伝達するという観点からは重要な要素であると考えられるため、元の映像から各被験者を中心とした映像をトリミングして抜き出した。既存研究では、このトリミングの際に顔認識を行っているが^{2),24)}、単に参加者の位置やサイズを知る目的では動物体のセグメンテーションを行えば十分である。セグメンテーションの手法は数多く提案されているが、ここでは室内において頑健な手法であるKimらによるセグメンテーション手法²⁵⁾により各参加者の抜き出しを行った。図3に全方位カメラからの入力映像を、図4に、参加者のセグメンテーションの結果を示す。このセグメンテーション手法は、セグメントされた各物体にラベルをつけることが可能であり、図4における各参加者の色の差異は、各々の参加者に異なるラベルがつけられていることを示している。この各ラベルを撮影した全フレーム内で追跡し、各ラベルにおける重心の平均を中心に縦600ピクセル横400ピクセルの長方形にトリミングすることによって、各参加者の映像を作成した。

このトリミング済みの映像を単純に横に並べた映像を音声と同期させたものを参加者全員

*1 <http://www.ptgrey.com/products/ladybug2/index.asp>

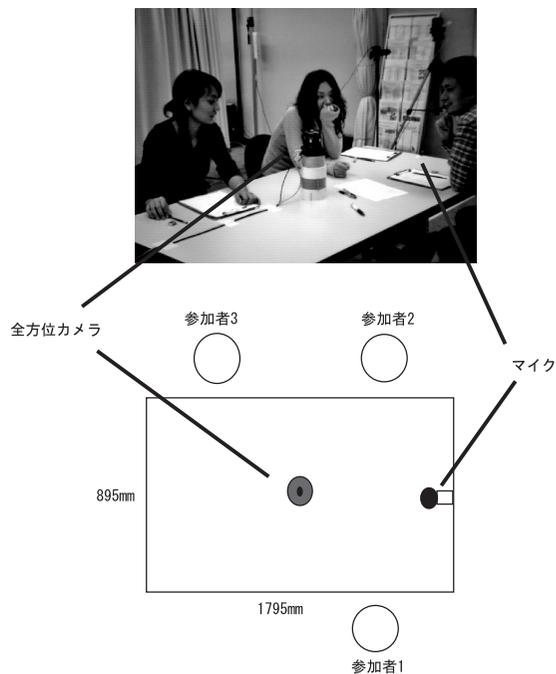


図2 議論の様子と実験環境
Fig.2 Picture of meeting and allocation.

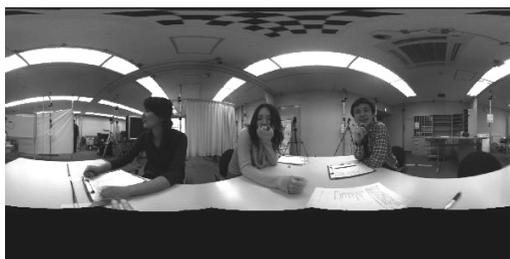


図3 入力映像
Fig.3 Source video.



図4 ラベル付きセグメンテーションの結果
Fig.4 Result of labling and segmentation.



図5 トリミング後の全体映像
Fig.5 Tile style video with trimming.

が撮影されたビデオとして作成した．以下，このビデオを「全体映像」と呼ぶ（図5）．また，この映像の発話者と受け手を人手で分析し，井上らの研究¹⁰⁾におけるカメラ切替えの遷移確率におおよそ沿うように切替えを人手で行った映像も作成した．すなわち，発話者が話している映像は比較的長く映し，発話者以外の映像は2秒程度になるような長さの制約や，発話者が交代したときは必ず新たな発話者の映像に切り替わるといった遷移の制約を盛り込んだ．また，制約以外の箇所や切替えタイミングによって奇妙な映像にならないよう，編集作業は，映像製作現場での作業経験が1年以上ある人物によって行われた．以下，このビデオを「切替え映像」と呼ぶ（図6）．

3.2 実験

これら「全体映像」，「切替え映像」の2本のビデオを15インチの画面サイズを持つノートPC上で11名の被験者に見せてアンケート調査を行った．被験者は19歳から30歳までの大学生，大学院生，事務職の社会人であった．アンケート項目は井上らの研究における調査項目のうち，テレビ会議システムに深く関連している項目を取り除き，かつ会議撮影シス

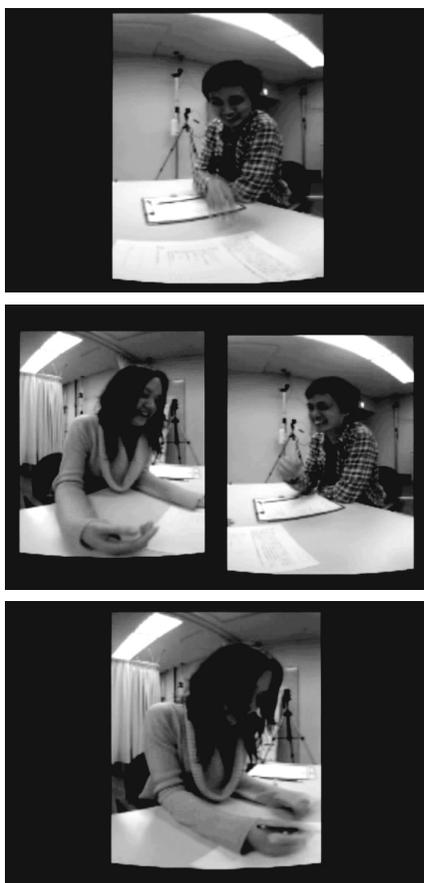


図 6 切替え映像

Fig. 6 Video with camera switching.

テムの議論の過程の伝達に関連すると考えられる項目を追加した全 15 項目の質問を作成した。各項目は 1 に「まったくそう思わない」、4 に「どちらともいえない」、7 に「とてもそう思う」と設定された 7 段階のスケールが示され、被験者には各ビデオを閲覧した直後に各項目に関してどれか 1 つを選ぶ作業を課した。表 1 における質問内容の列に各項目の内容を示す。なお、被験者ごとにビデオを見せる順番をランダムに選ぶことによってカウンタバ

表 1 アンケート項目と結果

Table 1 Questions and scores of questionnaires.

質問番号	質問内容	切替え映像		全体映像	
		平均	分散	平均	分散
q1	人物の表情は分かりやすかった	5.09	2.89	5.73	1.01
q2	人物の存在感がある	5.27	2.21	5.36	1.26
q3	映像は退屈だった	3.36	2.46	3.73	1.21
q4	人物の気持ちが伝わった	5.18	1.36	5.55	0.47
q5	人物の意図が伝わった	5.36	1.66	5.18	0.96
q6	話し手がよく分かった	5.91	1.49	5.00	2.00
q7	その場の状況が分かりやすい	4.55	2.67	5.18	2.56
q8	映像から圧迫感を感じた	3.00	1.60	2.27	1.21
q9	議論の流れがつかめた	5.73	1.21	5.91	0.49
q10	人物の身振り・しぐさが分かりやすかった	5.64	2.66	5.55	2.07
q11	映像は見やすい	4.27	3.42	5.18	1.16
q12	ストレスを感じた	3.64	4.66	2.27	3.02
q13	議論に参加している気分になった	3.82	2.56	3.18	3.36
q14	議論の雰囲気が分かった	5.18	2.76	5.64	1.46
q15	話している人物が誰に語りかけているのか分かった	5.36	2.26	3.55	2.67

ランスをとった。

3.3 結果と考察

まず議論の前に個別に行った回答の得点はそれぞれ、70、52、46 点であった。これに対して、議論の意思決定の結果として出された回答は 44 点であり、どの参加者よりも点数が低い、つまり得点が高いことから、意思決定の改善がなされたことが分かる。よって、ここでは建設的な議論がなされたと見なしてよいであろう。

次に、表 1 の「切替え映像」および「全体映像」の列に各項目の平均と分散を示す。また、各項目ごとに Wilcoxon の符号付順位検定を行ったところ、q15 にだけ 5%水準で有意差が認められたものの、他の項目には有意差は認められなかった。井上らによる NTSC 映像と 17 インチモニタを使用したテレビ会議システムにおける切替え映像と全体映像の比較実験では q1、q2、q3、q4 にあたる項目に 1%水準で、q5、q6、q7 にあたる項目では 5%水準で有意差があったと報告されている。しかし、表 1 の結果によると撮影対象人物 1 人あたりの解像度が高い全方位カメラを用いた映像ではカメラ切替え映像の利点は失われ、全体映像との差はほとんどないといってよいであろう。有意差が認められた q15 は誰が誰に話しかけているかという発話の方向性に関する質問であり、適切な切替えを行った映像では話者の方向性がよりよく理解できるという既存研究の結果と一致している。しかし、q6、q5 に差

表 2 因子分析結果
Table 2 Result of factor analysis.

質問番号	因子			
	1	2	3	4
q10 (しぐさ)	0.875	0.330	0.523	-0.314
q2 (存在感)	0.825	0.640	0.560	-0.414
q1 (表情)	0.753	0.282	0.150	-0.330
q13 (参加)	0.734	0.550	0.441	-0.114
q3 (退屈)	-0.722	-0.377	-0.308	0.196
q9 (流れ)	0.582	0.319	0.324	-0.035
q4 (気持ち)	0.446	0.823	0.221	-0.154
q14 (雰囲気)	0.676	0.807	0.610	-0.250
q7 (状況)	0.448	0.705	0.367	-0.634
q5 (発話の意図)	0.190	0.692	0.090	-0.185
q11 (見やすさ)	0.604	0.616	0.307	-0.515
q6 (話し手)	0.544	0.181	0.934	-0.093
q15 (誰に対して)	0.159	0.178	0.695	-0.013
q12 (ストレス)	-0.350	-0.546	-0.182	0.863
q8 (圧迫感)	-0.026	0.082	0.072	0.669

因子抽出法：主因子法

回転法：Kaiser の正規化をとまなうプロマックス法

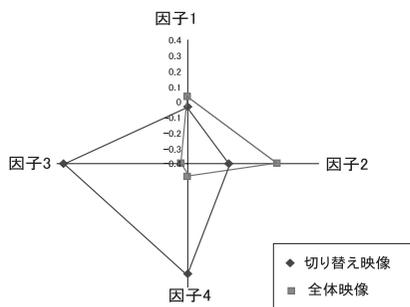


図 7 各映像における因子負荷量

Fig. 7 Factor loading on each video.

がないということから、議論の把握という意味では全体映像でも問題がないと考えられる。

最後に、表 2 は、各質問項目の回答に対して因子分析をした結果であり、.625 の KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) による標本妥当性で 4 因子が抽出された。4 因子の累積寄与率は 65.9%である。図 7 は、各映像の因子負荷量を示したものであり、因子 1 と因子 2 につい

ては全体映像のほうがむしろ高い値を示していることが分かる。これらは状況や雰囲気といった会議全体の流れや、発話の意図や表情といった参加者個人の情報である。因子 3 は発話の方向性に関する因子であり、切替え映像のほうが高い得点を得ている。因子 4 は映像の受け入れやすさに関する因子であり、全体映像のほうが自然な映像であるという評価となっている。

以上のことから、議論の流れや雰囲気といった会議の把握に最も重要であると考えられる情報について、切替え映像と全体映像は同程度、もしくは映像の自然さも考慮すると全体映像のほうが優れていることが示唆された。発話の方向性の表現に関しては切替え映像のほうが有利であるが、Takao らの研究¹⁸⁾において切り替えない映像に問題がないと報告されているとおり、議論の把握の点で差がないのであれば、会議撮影システムにおいてこの点を優先させる必要はない。また、今回の切替え映像は人手によって自然な形で行われたものであり、これを自動化すると発話者を誤検出して切替えがうまくいかないケースも考えられる。講義撮影システムにおいて村上らが指摘しているように必ずしもカメラの切替えは適切に行われないこと¹⁹⁾、および亀田らが指摘しているように適切なカメラ切替えが行われないと不自然な印象を与えること²²⁾を考慮すると、頑健に生成可能な全体映像のほうが議論の内容を安定して伝達するために適した媒体であるといえる。

4. 実験：ビデオが意思決定にあたる影響

3 章の結果により、会議撮影システムでは参加者全員の姿を示した映像を並べれば議論過程の把握という点で十分であることが分かった。しかし、この映像が会議の意思決定を伝達する媒体として機能するか否かについては不明である。本章では、このような様式で保存された会議映像の閲覧が意思決定に及ぼす影響を測定することで、会議撮影システムが持つ意思決定を伝達するための媒体としての有用性を議論する。

会議撮影システムがオフィスにおいて利用者に与える最大の利点は、過去に行われた意思決定の内容を、その合意形成過程を含めて包括的に把握可能な点にある。これに対して、通常の会議では、議論の結果を簡潔に紙にまとめた会議サマリと呼ばれるもので情報共有を行うケースがある¹⁾。ここでは結論のみが記載された会議サマリを閲覧した場合と会議ビデオとともに閲覧した後の意思決定の質の差を比較することで、会議ビデオが持つ情報である議論の過程が閲覧者にどのように影響を及ぼすのかを評価する。

4.1 実験手順

まず計測対象となる会議撮影システムが撮影したビデオとして、3 章で用いた月面サバイ

表 3 各参加者個人の回答と会議の結果得られた回答
Table 3 Results of participants and the meeting.

装備品	参加者 A	参加者 B	参加者 C	会議サマリ	正解
数箱のマッチ	12	10	13	13	15
宇宙食	6	7	4	4	4
太陽電池で動く FM トランシーバ	10	13	10	12	6
シルクでできたパラシュート	13	9	12	14	8
携帯用の暖房	2	11	5	6	13
0.45 インチ口径の拳銃 2丁	15	12	15	15	11
粉ミルク 1 ケース	8	15	9	9	12
45.5 kg の酸素ボンベ 2 缶	1	1	1	1	1
星座表	5	3	8	7	3
自動的に膨らむ救命ボート	11	2	14	10	9
方位磁石	4	4	11	11	14
約 25 リットルの水	7	5	3	2	2
照明弾	3	8	7	5	10
注射器を含む救急セット	14	14	6	8	7
太陽電池で動く FM トランシーバ	9	6	2	3	5
スコア	70	52	46	44	0

バル問題を意思決定して解いたものを利用した。以下、このビデオを「会議ビデオ」と呼ぶ。また、会議サマリに相当する媒体として、この会議ビデオで撮影された会議の意思決定において解かれた回答結果が示された A4 用紙 1 枚を用意した。以下、この用紙のことを単に「会議サマリ」と呼ぶ。会議サマリには議論の様子を細かく記述せず、後述する表 3 における会議サマリと書かれた列（ただし、スコアを除く）に示された、最終的な回答とした装備品とその順番だけを記載した。

被験者は予備実験における被験者は含まない 17 名の大学生、大学院生であり、以下の順序で月面サバイバル問題を 3 回解いてもらった。

回答 1 1 人で月面サバイバル問題を回答

回答 2 会議サマリを閲覧してから回答

回答 3 会議サマリと会議ビデオを閲覧しながら回答（図 8）

各回答は、時間無制限で熟考してもらい、被験者が回答が終わったことを申告して実験を終了するという形態を採用した。回答 3 については、会議ビデオを最後まで再生していない状態でも、自分の回答が完了した時点で終了してよい旨、また会議ビデオは途中で巻き戻しなどを行ってもよい旨を事前に通達した。

全回答終了後、アンケート調査を行い、会議ビデオ中に登場する会議参加者と、被験者と



図 8 会議ビデオを閲覧している様子

Fig. 8 Picture of a subject viewing video.

の知人関係を質問した。

4.2 会議サマリと会議ビデオの内容

本実験で用いた会議サマリと会議ビデオの内容を説明する。表 3 は、3 章の実験における参加者 3 名が事前に問題を回答した結果（それぞれ参加者 A、参加者 B、参加者 C の列）と、会議において 3 名の意思決定として出された回答（会議サマリの列）、および正解の番号（正解の列）である。会議サマリに記載されたのは、このうちの会議サマリの列に示されたスコアを除く装備品とその番号であり、参加者の個別の番号やスコアは記載されていない。

会議ビデオには、会議サマリの結論に至るまでの過程が撮影されている。会議は、各参加者が重要であると考えた装備品を 1 番から順にそれぞれいい合い、意見の相違があった場合はなぜその順番と考えたのかを議論する形態で進行していった。たとえば、1 番と回答された酸素ボンベでは元々の意見が参加者間で一致したためそのままの順番であるが、2 番目以降に重要と考えた装備品は別々であるため、これらに関して活発な意見交換がなされている。全体的には最もスコアの高かった参加者 C の意見が最も説得力を持っていたようであり、会議サマリは参加者 C の回答に最も近くなっているが、たとえば救命ボートに関しては参加者 C は当初重要ではないと考えていたが、参加者 B のとても重要であるとの意見に一部賛成し、最初に回答した順番よりも重要度を上げたものを結論としている。

4.3 評価指標

本実験は会議ビデオと会議サマリによって「意思決定の質の変化」と「各媒体が及ぼす影響」がどの程度なされるかを観測することが目的である。これらの観測のための評価指標を、月面サバイバル問題において出題される装備品の一部とそれぞれの正解、会議サマリに記載された順序、および被験者 2 名の回答を示した表 4 を例にあげて説明する。

表 4 回答例
Table 4 Example of answer.

装備品 (抜粋)	正解	会議サマリの回答	被験者 A の回答			被験者 B の回答		
			回答 1	回答 2	回答 3	回答 1	回答 2	回答 3
数箱のマッチ	15	13	10	12	15	6	14	15
宇宙食	4	3	5	5	4	8	3	2
星座表	3	7	2	3	7	7	2	3

まず、この実験によって得られた回答 1 の月面サバイバル問題における得点、つまり正解からの差分絶対値の合計を $s(i)$ とする。例では、被験者 A の $s(i)$ は $|15-10|+|4-5|+|3-2|=7$ となり、被験者 B のそれは 17 となる。この場合は、被験者 A のほうが質の高い意思決定がなされていることになる。同じように、回答 2 の得点を $s(m)$ 、回答 3 の得点を $s(v)$ とする。例の場合、被験者 A の $s(m)$ は 4、 $s(v)$ も 4 となり被験者 B の $s(m)$ は 3、 $s(v)$ は 2 となる。

この $s(i)$ は月面サバイバル問題に対する被験者個々が持つ月面サバイバル問題における基本的な意思決定能力を示すことになる。よって会議サマリと会議ビデオの閲覧した場合の質の変化を比較するには、 $s(m)$ 、 $s(v)$ と $s(i)$ の差分値である $s(m)-s(i)$ と $s(v)-s(i)$ を計算すればよい。

もし、被験者が会議サマリを参考に、自分 1 人の場合に対して意思決定の改善に成功したとすると $s(m)-s(i)$ は負の値をとる。また、会議ビデオは会議サマリに比べ回答までの導出過程を参照可能な媒体であるため、被験者が会議サマリでは得られなかった新たな改善点を見出すことが期待できる。この場合、 $s(v)-s(i)$ は $s(m)-s(i)$ よりも低い値になる。逆に、会議ビデオを閲覧して意思決定が改悪された場合は $s(v)-s(i)$ は $s(m)-s(i)$ よりも高い値となる。

例では、被験者 A の $s(m)-s(i)$ は -3 であり $s(v)-s(i)$ も -3 であることから会議サマリによって質は改善されたが、会議ビデオによってさらなる改善は起こらなかったことになる。これに対して被験者 B の $s(m)-s(i)$ は -14 、 $s(v)-s(i)$ は -15 であり、会議サマリによって質が改善されたうえ、会議ビデオの閲覧によってさらに質が改善されたことになる。

しかし、 $s(i)$ の時点で十分高得点であり、会議サマリや会議ビデオから改善点は見い出ることができない場合などには逆に悪影響を受けてしまう可能性も考えられる。つまり、被験者が自分に足りない正しい答えに関する情報だけを抽出できた場合は負の値になるが、誤った情報を正しいと信じるなど、質が改悪される方向に影響した場合は正の値になってしまう。

う。以上の $s(i)$ 、 $s(m)$ 、 $s(v)$ を用いた評価を「意思決定の質の変化に対する評価」と呼ぶことにする。

上述の $s(v)-s(i)$ と $s(m)-s(i)$ は意思決定の質の変化という点から、会議サマリと会議ビデオが被験者に与えた影響を知る指標とした。しかし、質が改善されたからといって各媒体の影響を受けたとは必ずしもいえない。なぜならば、媒体の情報以外を思い出したり、長く思考したりすることによって質が改善されることも十分考えられるからである。

よって、正解からの得点ではなく、会議ビデオに映っている意思決定の結果、つまり会議サマリにある回答結果からの差分絶対値の合計も算出し、各媒体から受けた影響を考察することを考える。この、会議サマリの回答結果からの差分絶対値の合計のうち、回答 1 に対する得点を $e(i)$ 、回答 2 と回答 3 に対する得点を $e(m)$ 、 $e(v)$ とする。これらの値は通常の月面サバイバル問題に対する採点方法と同じなので $s(i)$ 、 $s(m)$ 、 $s(v)$ と同じように $e(i)$ 、 $e(m)$ 、 $e(v)$ も 0 から 112 までの値をとる。また、同じく値が低いほど高い評価であるため、 $e(i)$ 、 $e(m)$ 、 $e(v)$ が 0 点の場合は、3 章の意思決定と同一の回答を行ったことになる。例では、被験者 A の $e(i)$ は $|13-10|+|3-5|+|7-2|=10$ となり、 $e(m)$ 、 $e(v)$ はそれぞれ 7、3 である。また被験者 B の $e(i)$ 、 $e(m)$ 、 $e(v)$ はそれぞれ、12、6、7 となる。

被験者が各メディアに影響を受け、提示された回答に近づいたのであれば $e(m)-e(i)$ と $e(v)-e(i)$ はともに負の値を示し、会議ビデオが会議サマリよりも影響を与えやすいのであれば $e(m)-e(i)$ と $e(v)-e(i)$ 間に差が認められるはずである。例では被験者 A の $e(m)-e(i)$ は -3 、 $e(v)-e(i)$ は -7 であり、会議サマリよりも会議ビデオを閲覧したときのほうが各媒体の意思決定により近づいた、つまり影響を受けたことが分かる。これに対して被験者 B の $e(m)-e(i)$ と $e(v)-e(i)$ はそれぞれ -6 、 -5 であり、会議ビデオの閲覧時にはむしろ提示された回答から遠ざかっていることが分かる。以下では、これらの $e(i)$ 、 $e(m)$ 、 $e(v)$ を用いた評価を「各媒体が与えた影響の評価」と呼ぶ。

以上をまとめると、 $s(m)-s(i)$ と $s(v)-s(i)$ を用いて、被験者が各媒体から受けた影響と特に自分の意思決定の質を高めることができたかが判別でき、 $e(m)-e(i)$ と $e(v)-e(i)$ は単純にメディアから受けた影響を計測することができる。

4.4 実験結果

まず意思決定の質の変化に対する評価を表 5 に示す。撮影ビデオの会議が出した意思決定の得点が 44 点だったのに対し、被験者全員の $s(i)$ の平均は 48.71 点であった。また、 $s(v)-s(i)$ と $s(m)-s(i)$ がともに負の値を示し、なおかつ $s(v)-s(i)$ のほうが低い値を示していることから、会議サマリ、会議ビデオともに改善がみられる。一方、表 6 は各媒体が

表 5 意思決定の質の変化に対する評価
Table 5 Effectiveness of decision making.

	s(i) 平均 (分散)	s(m) - s(i) 平均 (分散)	s(v) - s(i) 平均 (分散)	t test
全員 (n = 17)	48.71 (116.97)	-3.12 (74.74)	-5.12 (164.24)	t(16) = 1.028, n.s.
スコアが悪い (n = 10)	55.20 (70.40)	-3.30 (95.57)	-9.60 (182.04)	t(9) = 2.611, p < .05
スコアが良い (n = 7)	39.43 (35.62)	-2.86 (55.81)	1.29 (83.57)	t(6) = -3.561, p < .05
知人 (n = 10)	46.60 (94.27)	-1.90 (39.21)	-2.80 (65.96)	t(9) = 0.347, n.s.
知人ではない (n = 7)	51.71 (152.57)	-4.86 (134.48)	-8.43 (317.29)	t(6) = 1.164, n.s.

表 6 各媒体が与えた影響の評価
Table 6 Effectiveness of each media.

	e(i) 平均 (分散)	e(m) - e(i) 平均 (分散)	e(v) - e(i) 平均 (分散)	t test
全員	83.65 (74.12)	-2.53 (29.26)	-2.76 (86.94)	t(16) = 0.151, n.s.
スコアが悪い	82.80 (69.51)	-2.00 (47.11)	-0.40 (120.71)	t(9) = -0.746, n.s.
スコアが良い	84.86 (90.48)	-3.29 (6.24)	-7.29 (10.24)	t(6) = 3.822, p < .01
知人	83.20 (103.29)	-1.10 (20.10)	-2.40 (32.71)	t(9) = 0.796, n.s.
知人ではない	84.29 (41.90)	-4.57 (39.62)	-3.29 (182.24)	t(6) = -0.420, n.s.

与えた影響の評価であり、その全員の行を見ると $e(m) - e(i)$, $e(v) - e(i)$ とともに負の値を示している。しかし、「t test」と書かれた列に示されるように、 $s(v) - s(i)$ と $s(m) - s(i)$ 間、および $e(m) - e(i)$ と $e(v) - e(i)$ 間の t 検定では両者に有意差は認められなかった。

しかし、各媒体に含まれる情報の有益さは、各媒体と被験者の関係に依存する。つまり、最初から優秀な意思決定をしている人物からみて、会議サマリや会議ビデオの中に知らない情報がなければ、それ以上の改善はできない。逆に、与えられた情報にその被験者にとって未知であり、正解のものが多く含まれているとすると、意思決定が改善する可能性が高い。そこで、同じデータを $s(i)$ が、会議ビデオにおける意思決定の点数である 44 点より良い群と悪い群に被験者を別けて再集計した。これを表 5 と表 6 における「スコアが悪い」「スコアが良い」と書かれた行に示す。これによると $s(i)$ のスコアが悪い被験者は、 $s(m) - s(i)$, $s(v) - s(i)$ においてスコアが改善がされている。特に、スコアが悪い被験者の $s(v) - s(i)$ は -9.60 と改善の幅が大きい。また t 検定の結果も 5%水準で有意差が認められている。しかし、 $e(m) - e(i)$, $e(v) - e(i)$ 間に有意差が認められないことから、単に直接回答を真似たわけではなく、必要な情報だけをピックアップして回答の改善を行ったと考えられる。

$s(i)$ のスコアが良い被験者は $s(m) - s(i)$ では改善されているものの、 $s(v) - s(i)$ では逆に

改悪されており、5%水準の有意差が認められている。また、 $e(e) - e(i)$ と $e(v) - e(i)$ 間にも 1%水準で有意差があることから、被験者は会議ビデオに影響を受け、元来正解であった箇所を会議ビデオと同じ誤りを含む回答に変更してしまったケースが多かったといえる。つまり、会議ビデオの内容よりも優秀な意思決定ができない人物は、会議ビデオの中から自分に不足している情報を取り出し、改善の方向に向かう。逆に、優秀な意思決定ができる人物は、会議ビデオに強い影響を受け、その意思決定と同じ誤りをしてしまうことで改悪する傾向があるといえる。

このようなスコアの変動について各被験者の回答を個別に調査した。スコアの悪い被験者は「水 (正解は 2)」や「トランシーバ (正解は 3)」といった重要な装備品を極端に間違えてスコアを悪くしていることが多く、これを会議サマリや会議ビデオを閲覧することにより改善している。また、このような重要装備品の番号を正しい番号に近づける行為は、会議ビデオ閲覧後のほうが顕著である。つまり、会議サマリだけでは半信半疑であり修正も少しだけの変化にとどめていたが、会議ビデオの議論を閲覧することで、より確信を持って大胆に番号の訂正を行っていた。一方で、装備品の全体的な順列については自身の最初に出した結論に固執している例が散見され、その結果が $e(m) - e(i)$, $e(v) - e(i)$ 間に有意差が認められない結果となって現れている。

逆に、スコアの悪い被験者は装備品を大きな間違いがなく並べることができており、会議サマリ閲覧時は、そこに含まれる間違いに影響されて正しい順序を乱すことはあまりなかった。しかし、会議ビデオにおいて装備品の番号の理由が説明されると、それが間違っているにもかかわらず大きく順序を変化させてしまうことが多かった。具体的には「暖房」「粉ミルク」「照明弾」に関しては、結果的に正しくない番号に結論付けられる形で会議ビデオの中でも詳しく議論されており、この議論に説得される格好でこれら装備品に対する自身の回答を会議ビデオの結果にかなり近づける例が散見された。このような現象が、スコアの悪い被験者群において $s(v) - s(i)$ においてスコアが改悪されて、かつ $e(m) - e(i)$, $e(v) - e(i)$ 間に有意差を生む結果となって現れている。

被験者が登場人物と知人であるならば、被験者はその個人的プロフィールを知っており、まったく知らない人物が閲覧する場合よりも正しい情報選択ができる可能性がある。このため、被験者と会議ビデオの各登場人物の知人関係を調査した事後アンケートによって、登場人物のうち 2 名以上お互いに挨拶を交わす程度以上の知人がいる被験者群とそうでない群に分けて再集計した。しかし、表 5 と表 6 における「知人」「知人ではない」の行に示されるとおり、 $s(v) - s(i)$ と $s(v) - s(m)$ 間、 $e(e) - e(i)$ と $e(v) - e(i)$ 間の双方に有意差は認め

られない。これは知人関係は意思決定の質に影響するとはいえないことを示唆している。

この知人関係の影響を個別に調べるため、会議ビデオを閲覧した後の回答と各登場人物が事前に1人で回答した内容からの差分絶対値 $d(v)$ を個々に算出した。会議ビデオにおける登場人物は3名なので、被験者1名に対して $d(v)$ は3つ算出される。会議ビデオでは、各登場人物は各々の回答結果に基づいた主張と議論をしていたので、知人関係にある登場人物に強く影響されたとすれば $d(v)$ の平均は偏るはずである。しかし、知人関係にある登場人物とない人物との間で平均を比較したところ、それらに有意差は認められなかった ($t(49) = .982, n.s.$)。

これらをまとめると、まず、意思決定の伝達の性能という観点からは、結論だけが書かれた会議サマリよりも意思決定の過程を示す会議ビデオのほうが有利である。しかし、意思決定の質の点からは、閲覧者の資質に依存してしまい、必ずしも質が改善されるとはいえない。また、会議ビデオ中に表れる人物と閲覧者との知人関係は意思決定の質に影響を与えないといえなく、かつ知人関係だからといって特別に強い影響を与えるわけではない。つまり、会議ビデオは被写体と閲覧者の知人関係に関係なく、誰に対しても意思決定の伝達が可能な媒体であるといえる。よって、仮に後日行われる会議ビデオにおける会議の継続的な会議に面識のない新しいメンバが加わる場合でも、通常のメンバが閲覧する場合と同じように意思決定の伝達が行われると考えられる。以上の結果は、会議撮影システムを用いて撮影された会議ビデオがオフィスにおける意思決定を伝達する媒体として機能することを示唆している。

なお、表5と表6における分散が比較的大きい値になっているのは、月面サバイバル問題の持つ特性として、少しの回答の変化で得点が比較的大きく変動してしまう点によるところが大きい。たとえば、装備品がA, B, Cの3つしかないとして、重要度の正解番号をそれぞれ1, 2, 3とする。ここで被験者が回答において装備品Aの番号を正解から1つ後ろの2として考えてしまったとする。この部分のペナルティはただか1点であるが、この被験者は装備品BはAよりも順番が後ろであると考えているとすると装備品Bの順番は3となりここでも1点のペナルティを受ける。さらにCの番号は残った1とすることになるので、1つの装備品に対する順位の間違いから全部で4点のペナルティを受けることになる。実際の問題は装備品が15品目あるため、1つの装備品に対する考えの違いから大きな得点の相違となるケースが多く見受けられ、これが得点のばらつきを生む結果となった。

最後に、各被験者が会議ビデオをどのように閲覧していたのかを示すデータを報告する。まず会議ビデオは自由に巻き戻してもよいルールであったが、結果的に全員の被験者が1度も巻き戻し操作を行わなかった。全員がビデオ閲覧用ソフトウェアの操作方法は理解してい

ることは事前に確認しているため、この結果は今回用いた会議ビデオが1度で内容を十分に把握できる様式であったことを示唆している。また、各回答は時間無制限で行われたが、回答開始から、終了であると申告されるまでの平均時間は回答1, 回答2, 回答3の順にそれぞれ7分46秒, 3分24秒, 13分56秒であった。会議サマリは結果のみが記述されているため、元々の意思決定にかかった時間の約半分で意思決定が終了しているのに対し、会議ビデオではより多くの時間がかかっている。一方で、全部で16分24秒の内容であった閲覧した会議ビデオに対して13分56秒という回答3の平均回答時間は、多くの被験者が会議ビデオの終了より前にこれ以上の閲覧は不要と判断して閲覧を打ち切ったことを示している。以上のことから、情報を得ることのできる時間という観点からは、会議サマリは会議ビデオよりも有利であることが示された。また、会議ビデオは最初から最後まで有用とされたわけではなく、ある程度の内容が把握できれば最後まで閲覧する価値がないと判断されることも示された。これらの結果は、会議の内容や会議ビデオの長さ、閲覧者の議論に対する興味などに強く依存すると考えられるが、少なくとも今回の議論では議論全部を撮影、提示するのではなく重要な場面だけを要約する余地が存在したようである。なお、上記の回答時間は、表5と同様にスコアが良い・悪い、知人・知人ではないグループに分けて集計も行ったが、それぞれの群に有意差は認められなかった。

5. まとめ

本稿では、会議における意思決定を非同期的に伝達する目的で提案される会議撮影システムが、閲覧者の意思決定に及ぼす影響を評価した。このために、まず会議撮影システムに適した映像表現様式の検討として、既存の会議撮影システムやテレビ会議システムにおいて用いられてきた会議参加者の顔映像の切替えを行う表現と、参加者全員の顔映像を単に並べる表現を比較する実験を行った。この結果、全方位カメラを用いた場合、意思決定の伝達という観点からは議論の把握が十分に可能な参加者の画像を並べる表現を用いれば十分であることが示唆された。最後に、この表現様式のビデオが意思決定に及ぼす影響を測定する実験を行った。ここでは、月面サバイバル問題の意思決定作業がなされた3名が参加する会議における、結果のみが記載された紙の回答と議論の様子が全方位カメラによって撮影されたビデオを被験者に順に閲覧してもらおうのと並行して各被験者に同じ問題を回答してもらい、スコアの改善性や閲覧媒体の影響度を計測した。この結果、紙媒体よりもビデオのほうが回答の変化に対する影響力が高いこと、また、閲覧後の意思決定が改善するか否かは閲覧者の資質に依存することが判明した。さらに、会議ビデオ中に現れる人物と閲覧者との知人関係

は意思決定の質に影響を与えるとはいえず、またその影響力も知人関係にあるか否かで差がないことも示唆された。以上の結果から、会議撮影システムを用いて撮影された会議ビデオはオフィスにおける意思決定を伝達する媒体として機能すると結論づけた。

本研究において会議撮影システムの撮影対象となったのは3名が参加する小規模な会議であり、参加者全員が多く発言する形式で行われた。しかし、オフィスではこのような小規模な会議とともに、大人数による会議も多くとり行われる。この場合、本稿での会議ビデオのように全員をつねに映す様式であると1人あたりの解像度が低くなり表情などを読み取ることが困難になるため、何らかの表現上の工夫が望まれる。よって、このような中・大規模な会議を撮影した会議ビデオの作成方法や評価も望まれる。

また、本実験では月面サバイバル問題を対象に意思決定の質や影響を評価したが、実際の会議やミーティングでは意思決定だけを行うわけでない。特に月面サバイバルのような解を追求する意思決定ではなく単なるアイデア出しやブレインストーミングといった会議やミーティングを撮影した会議ビデオの場合は、その影響は本結果と異なる可能性がある。これら、中・大規模の会議への適用と月面サバイバル問題とは異なる目的を持った会議における評価は今後の課題とする。

謝辞 実験にご協力いただいた皆様に深く感謝いたします。本研究の一部は、科研費(20700122)の助成を受けたものである。本研究の一部は、情報通信研究機構の研究委託により実施したものである。

参 考 文 献

- 1) Doyle, M. and Straus, D.: How to Make Meetings Work, Jove Books (1976). 斎藤聖美(訳): 会議が絶対うまくいく法, 日本経済新聞社 (2003).
- 2) Lee, D.-S., Erol, B., Graham, J., Hull, J.J. and Murata, N.: Portable meeting recorder, *MULTIMEDIA '02: Proc. 10th ACM International Conference on Multimedia*, New York, NY, USA, pp.493-502, ACM Press (2002).
- 3) Cutler, R., Rui, Y., Gupta, A., Cadiz, J., Tashev, I., wei He, L., Colburn, A., Zhang, Z., Liu, Z. and Silverberg, S.: Distributed meetings: A meeting capture and broadcasting system, *MULTIMEDIA '02: Proc. 10th ACM International Conference on Multimedia*, New York, NY, USA, pp.503-512, ACM Press (2002).
- 4) Rui, Y., Gupta, A. and Cadiz, J.J.: Viewing meeting captured by an omnidirectional camera, *CHI '01: Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, pp.450-457, ACM Press (2001).
- 5) Stiefelwagen, R., Chen, X. and Yang, J.: Capturing Interactions in Meetings with

- Omnidirectional Cameras, *International Journal of Distance Education Technologies*, Vol.3, No.3, pp.32-45 (2005).
- 6) 吉田新一郎: 会議の技法, 中央公論新社 (2000).
- 7) 宗森 純, 重信智宏, 丸野善治, 尾崎裕史, 大野純佳, 吉野 孝: 異文化コラボレーションへのマルチメディア電子会議システムの適用とその効果, *情報処理学会論文誌*, Vol.46, No.1, pp.26-37 (2005).
- 8) Nagao, K., Kaji, K., Yamamoto, D. and Tomobe, H.: Discussion Mining: Annotation-Based Knowledge Discovery from Real World Activities, *The 5th Pacific-Rim Conference on Multimedia* (2004).
- 9) 井上智雄, 岡田謙一, 松下 温: 空間設計による対面会議と遠隔会議の融合: テレビ会議システム HERMES, *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol.J80-D2, pp.2482-2492 (1997).
- 10) 井上智雄, 岡田謙一, 松下 温: 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, *情報処理学会論文誌*, Vol.37, pp.2095-2104 (1996).
- 11) Chiu, P., Kapuskar, A., Reitmeier, S. and Wilcox, L.: Room with a Rear View: Meeting Capture in a Multimedia Conference Room, *IEEE MultiMedia*, Vol.7, No.4, pp.48-54 (2000).
- 12) Rui, Y., Rudolph, E., He, L.-W., Malvar, R., Cohen, M. and Tashev, I.: PING: A Group-to-individual distributed meeting system, *Proc. IEEE ICME 2006* (2006).
- 13) 竹前嘉修, 大塚和弘, 武川直樹: 対面の複数人対話を撮影対象とした対話参加者の視線に基づく映像切り替え方法とその効果, *情報処理学会論文誌*, Vol.46, No.7, pp.1752-1767 (2005).
- 14) 大西正輝, 影林岳彦, 福永邦雄: 視聴覚情報の統合による会議映像の自動撮影, *電子情報通信学会論文誌 D-II*, Vol.J85-D-II, pp.537-542 (2002).
- 15) 西崎隆志, 尾形 涼, 中村裕一, 亀田能成, 大田友一: 会話シーンの複数視点からの自動撮影・編集, 第1回デジタルコンテンツシンポジウム (DCS2005), pp.2-4 (2005).
- 16) 小幡明彦: 組織の知識創造に対して効果的なビデオ画像通信の利用方法に関する研究, 博士論文, 北陸先端科学技術大学院大学 (2001).
- 17) 小幡明彦: 遠隔の共同作業における映像通信, 共有黒板の効果, *情報処理学会論文誌*, Vol.39, No.10, pp.2752-2761 (1998).
- 18) Takao, S. and Innami, I.: The effects of the two modes of video-conferencing on the quality of group decisions, *SIGCPR '98: Proc. 1998 ACM SIGCPR Conference on Computer Personnel Research*, New York, NY, USA, pp.156-158, ACM Press (1998).
- 19) 村上正行, 西口敏司, 亀田能成, 角所 考, 美濃導彦: 京都大学での実践に基づく講義アーカイブの調査分析, *日本教育工学会論文誌*, Vol.28, pp.253-262 (2004).
- 20) 大西正輝, 村上昌史, 福永邦雄: 状況理解と映像評価に基づく講義の知的自動撮影, *電子情報通信学会論文誌 D-II*, Vol.J85-D-II, pp.594-603 (2002).
- 21) 西口敏司, 亀田能成, 角所 考, 美濃導彦: 大学における実運用のための講義自動アーカ

- イブシステムの開発, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J88-D-II, pp.530-540 (2005).
- 22) 亀田能成, 新 康孝, 西口敏司, 美濃導彦: 撮影対象の運動履歴に基づく固定ショット切り替え式撮影法, 電子情報通信学会技術研究報告 MVE, Vol.103, pp.1-6 (2003).
- 23) Takao, S.: The effects of narrow-band width multipoint videoconferencing on group decision making and turn distribution, *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, Vol.24, No.2, pp.109-116 (1999).
- 24) Stiefelwagen, R.: Tracking Focus of Attention in Meetings, *IEEE International Conference on Multimodal Interfaces*, pp.273-280 (2002).
- 25) Kim, H., Sakamoto, R., Kitahara, I., Toriyama, T. and Kogure, K.: Robust Foreground Segmentation from Color Video Sequences Using Background Subtraction with Multiple Thresholds, *KJPR*, pp.188-193 (2006).

(平成 20 年 4 月 15 日受付)

(平成 20 年 10 月 7 日採録)



坂本 竜基 (正会員)

2003 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士後期課程修了。同年 ATR 知能ロボティクス研究所研究員, ATR 知識科学研究所研究員を経て, 2008 年より和歌山大学システム工学部講師。ATR 客員研究員 (兼任)。CSCW, グループウェアの研究開発に従事。ACM, 日本創造学会各会員。博士 (知識科学)。



金 韓成

2005 年延世大学校電気電子工学科博士課程修了。Ph.D. 取得。同年より 2008 年まで ATR 知識科学研究所研究員。2008 年より, 英サリー大学映像音声信号処理センター研究員。3 次元映像処理, コンピュータビジョン, 複合現実感に興味を持つ。IEEE 会員。



伊藤 禎宣 (正会員)

2003 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士後期課程修了。同年 ATR メディア情報科学研究所研究員。2006 年より NICT ユニバーサルメディア研究センター短時間研究員, ATR 知識科学研究所客員研究員, 東京農工大学大学院工学府特任講師, 2007 年より同特任准教授。博士 (知識科学)。HCI, CSCW に興味を持つ。



鳥山 朋二

1987 年富山大学大学院工学研究科修了。同年 NTT 厚木電気通信研究所入所。リアルタイムシステム設計方式, ヒューマンインタフェース等の研究に従事。2005 年富山県立大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年より ATR に出向。知識科学研究所知識入出力研究室室長を経て 2008 年より富山県立大学工学部情報システム工学科教授。電子情報通信学会, ヒューマンインタフェース学会, 画像電子学会各正会員。博士 (工学)。



北原 格

1996 年筑波大学大学院理工学研究科修了。同年シャープ (株) 入社, 2000 年筑波大学先端学際領域研究センタ助手, 2003 年 ATR 知能ロボティクス研究所研究員, 2005 年筑波大学大学院システム情報工学研究科講師, 2008 年同准教授。ATR 客員研究員 (兼務)。コンピュータ・ビジョン, 複合現実感, 多視点映像メディアに関する研究に従事。博士 (工学)。



小暮 潔 (正会員)

1981 年慶應義塾大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年日本電信電話公社に入社。現在, ATR 知識科学研究所所長。博士 (工学)。自然言語処理, エージェント, ロボット, 知的環境等の研究に従事。電子情報通信学会, 人工知能学会, 言語処理学会, 日本認知科学会, 日本音響学会各会員。