

# 超臨場感テレワークシステム

徳満 昌之 野中 雅人

電話やTV会議システムなどの従来のコミュニケーション技術に対して、より進化した技術である超臨場感コミュニケーション技術が注目されている。ここでの「超臨場感」とは、現実を忠実に再現する「高い臨場感」という意味ではなく、現実以上の経験をすること、つまり「臨場感を超える」ということを表している。この技術の適用先としてテレワークを考えている<sup>1)</sup>。

通常、テレワークとしてイメージされるものは、在宅勤務であろうが、オフィスとオフィスを繋いだ形のテレワークもある。我々のターゲットはオフィスとオフィスを繋いだテレワークである。

企業での業務は、個人作業と共同作業に大別される。個人作業をテレワークで行うことは、既に在宅勤務として可能である。一方、共同作業については次の通りである。共同作業は、複数の人がコミュニケーションを行いつつ進めるものである。コミュニケーションは、会議のような計画的に実施されるもの（フォーマルなコミュニケーション）から、立ち話のような無計画なもの（インフォーマルなコミュニケーション）まで色々な種類がある。これらのコミュニケーションが開始されるには、相手の状況情報（何をしているのか、どのメンバーとどのメンバーが話しているのか、忙しいのか／話しかけてよいのか、など）への気付きが必要である。この気付きはアウェアネスと呼ばれている<sup>2)</sup>。計画的なコミュニケーションはTV会議システムで実現可能であろうが、立ち話のようなコミュニケーションまで含めた場合は、アウェアネスを十分考慮する必要があり、TV会議システムでは難しい。

## 超臨場感テレワークシステムとは？

前述のような背景の下で、我々は新しいテレワークシステムの開発を行っている。コンセプトは、離れていても場を共有できること、同じオフィスにいるという臨場感を得られること、である。このコンセプトに基づいたテレワークシステムを、前節で述べた「臨場感を超える」という意味で、超臨場感テレワークシステムと呼んでいる。

このシステムは、多チャンネルの音や映像、そして各種センサ情報を活用したマルチメディア・コミュニケーション・システムである。本稿では、この超臨場感テレワークシステムに関する技術的な解説を行う。

## ターゲットシチュエーション

オフィスでの行為状態は、思考／アイドリング／作業／相談／会議（打合せ）に区分できると考えている。これに「様子見」（話しかける前に相手の状況［忙しさなど］を窺う、周りの状況から何かに気付くことができる、といった行為状態）を加えた6種の行為状態を、作業の種類と生理状態という二軸からなる平面にマッピングしたものが図1である。

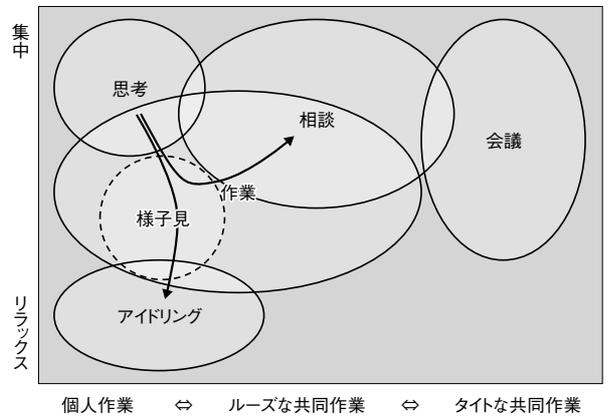


図1 オフィスの行為状態

これらの行為状態は時間とともに推移していくと考えられる。たとえば、集中した個人作業を行っている状態（思考）からは、誰かに相談をしようかと思った場合、「様子見」を経由して相談に移行する。超臨場感テレワークシステムでは、図1の「個人作業」から「ルーズな共同作業」の範囲をターゲットとしている。

図2に遠隔地のオフィスの雑談に参加をする際の超臨場



図2 遠隔オフィスとのコミュニケーション

感テレワークシステムの実現動作イメージを示す（以降、遠隔地のオフィスを遠隔オフィス、自分のいるオフィスを自オフィス、と呼ぶことにする）。図の左側の写真の状態が「様子見」に対応する。この状態で、話しかけてよさそうであると判断すれば、右側の写真のように近づいて行って雑談に参加することができる。前述のように、個人作業からルーズな共同作業の推移を考えると「様子見」は重要である。したがって超臨場感テレワークシステムでは、様子見をサポートする機能が鍵になる。

図1の会議の部分は、テレワークにおいてはTV会議システムで実現することになる。表1に超臨場感テレワークシステムとTV会議システムの違いを示す。超臨場感テレワークシステムは、情報発信者が伝えようと意図しておらず、どこで発生するか、いつ発生するか、わからない情報も扱う。そのため、遠隔オフィスと自オフィスの間で常に通信状態を保っておく（常時接続）必要がある。

表1 TV会議システムとの違い

|      | 超臨場感テレワークシステム                        | TV会議システム                        |
|------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 設置場所 | オフィス(居室)                             | 会議室                             |
| 利用者  | オフィスワーカー、テレワーカー                      | TV会議参加者                         |
| 利用時間 | 業務時間中                                | 会議時間中                           |
| 扱う情報 | オフィスで発生する情報(物音、人の動き、機器の状態、同僚の様子・声など) | 会議で発生する情報(発言者の声、参加者の反応、板書、資料など) |

### システム構成

超臨場感テレワークシステムのシステム構成を説明する。このシステムは、俯瞰映像撮影用カメラや音声収集用マイク、各種センサでオフィスの状況を捉えて遠隔オフィスに伝送し、遠隔オフィスではそれらを共有モニターや、スピーカへ出力する機能を持つ。また、遠隔オフィスの人

とコミュニケーションを行うための機能も持つ。そのため一つのオフィス内のシステム構成は、俯瞰映像撮影用カメラや音声収集用マイク、各種センサ、共有モニター、スピーカ、そして、遠隔オフィスの人と対面し映像と音声で会話を行うためのコミュニケーション用端末が管理装置に接続された構成になる。遠隔オフィスにある同様の構成のシステムと、自オフィスのシステムが接続することで、遠隔オフィスにいるという臨場感が得られる。図3にシステム構成を示す。

次に、システムに含まれる以下の3つの構成要素について述べる。

- オフィス内の位置に基づいたメディア制御
- 超低演算量映像符号化による多視点映像伝送
- 音源分離による多チャンネル伝送

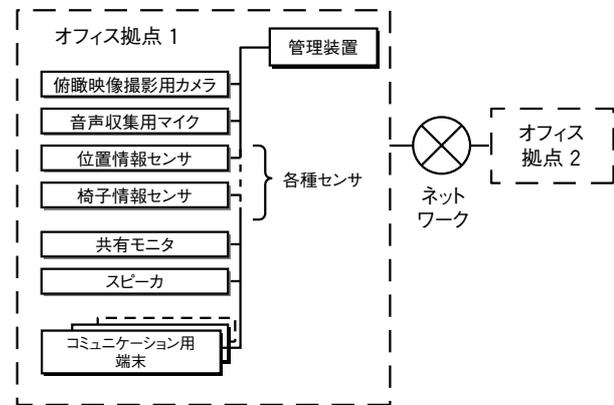


図3 システム構成

### オフィス内の位置に基づいたメディア制御

本システムではオフィスの中の人や機材の空間的な位置関係に基づく制御も取り扱う。これによって、たとえば、図2で説明したように、オフィスの中で話しかけたい人に対して近づいていくというような効果を実現する。具体的には、画面をクリックすると人物の位置情報を元にその人物にアクセスできる仕組みを実現している。この場合のアクセスとは、対象人物がズームされ、そのズーム先の周辺の音だけが聞こえる状態になることである。また、同様の操作で対象人物付近のコミュニケーション用端末へ自動的に接続し対話を開始することも可能である。その他、人の位置情報が変化することで、歩行音を遠隔地で発生させるといった、センサ情報の提示も可能である。これらの制御のため、センサによってオフィスの人の位置情報を取得している。また、機器の位置情報も管理している。

## 超低演算量映像符号化による多視点映像伝送

本システムは遠隔地オフィス内に複数のカメラを設置し、映像を符号化し遠隔地へと伝送している。通常MPEGなどの映像の符号化は、動きベクトル探索処理の処理負荷が高いため、高い処理能力が必要となる。本システムにはDistributed Video Coding という動画像符号化技術を搭載している。この方式では動きベクトル探索を使わないために、極めて少ない演算量で符号化が可能である<sup>3)</sup>。機器の小型化にも効果があり、複数の機器設置の際における利便性向上を期待している。

## 音源分離による多チャンネル伝送

遠隔オフィスでの音の方向感を伝えるため、複数チャンネルで音を取得し、伝送し、再現している。すべての音を1チャンネルで收音してしまうと、受信側で人の声が混ざって聞こえてしまうため方向感が得られないし、話の内容も分からなくなる。そのため、送信側で複数チャンネルを用意して收音し、受信側も複数チャンネルで再生することが必要となる。

送信側で音の收音に通常のマイクを使うと、受信側でどの方向から音が来ているが判別がつかなくなってしまうという事象が発生する。これは收音時に複数のマイクに同じ音源からの音が入ってしまうためである。これが音の方向感が損なわれるという問題に繋がる。この解決のため、特定の方向からの音だけを分離して收音する音源分離マイク<sup>4)</sup>を使って收音を行っている。図4に音源分離マイク<sup>4)</sup>による方向感の再現の原理を示す。写真1に、複数の音源分離マイクを扇形に配置したものを示す。

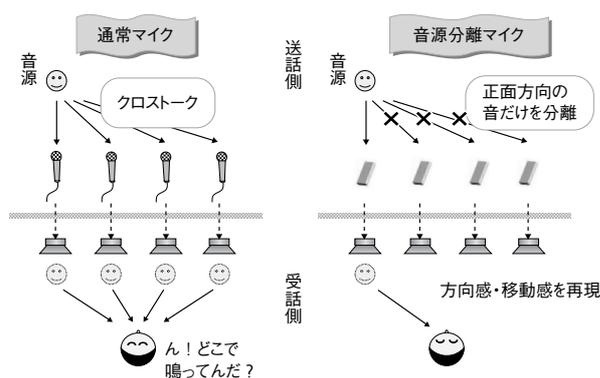


図4 音の方向感・移動感の再現

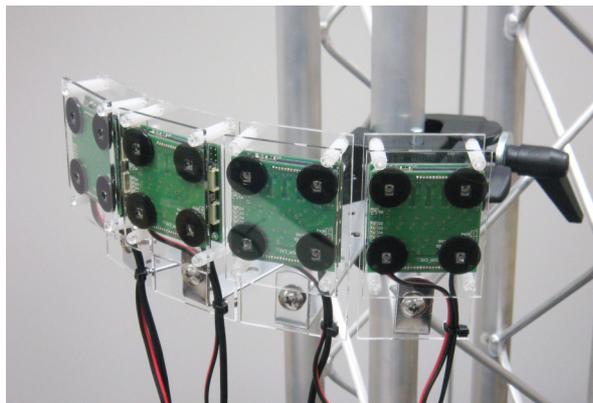


写真1 音源分離マイク

## システムの動作

テレワークにおいては、物理的に同じオフィスにいる人々と同じように、周りの人の状況を伝えることが、インフォーマルなコミュニケーションを発生させることや、場の共有に繋がると考えている。現在でも、コミュニケーションをするつもりになれば、コミュニケーションを行うことができる。ところが実際には、緊急性や重要性が乏しい、ちょっとした雑談などはあまり行われたい。

図5にコミュニケーションの始まりの部分の状態遷移を時系列に並べたものを示す。状態遷移は (A) 何らかのきっかけ、(B) 話そうとする意思の発生、(C) 話しかけやすさの判断、(D) 実際の話しかけ行為、の4つの段階にそって進むと考えている。これを受けて、システムの検討の際、特に (A) (C) (D) の段階がスムーズに行われるよう機能を検討した。その結果、機能として (1) 強調された臨場感、(2) 任意地点のアクセス、(3) 参加者の提示、(4) 遠隔地への話しかけ、を実現することとした。

以下にこれらの機能の動作について述べる。なお、TV電話などの場合「(C) 話しかけやすさの判断」を行うために相手の情報を使えないため、図5の点線のように推移すると考えている。

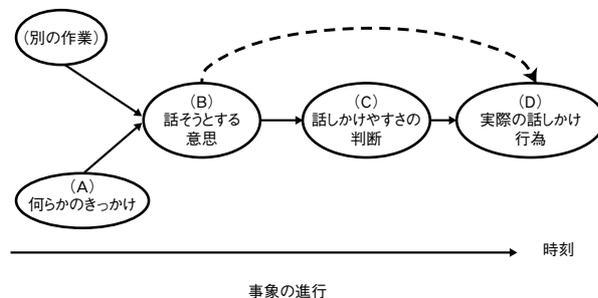


図5 コミュニケーションの始まり

### (1) 強調された臨場感

強調された臨場感は、背景音の伝達に関連する機能である。前述の「映像・音メディア情報とセンサ情報の連携処理」で実現する。これは、(A) および (C) に影響を与えると考えている。オフィスには背景音として実際にはいろいろな音であふれている。この中でも人の行動によって発生する音はコミュニケーションのきっかけになる可能性があると考えている。たとえば、近くで椅子に座ったことがわかるような音がしたとする。するとちょっとその人の様子が気になり、場合によっては話しかけに発展する。このような人の行動に関係する事象を遠隔オフィスでセンサにより取得し、通信で伝送し、自オフィスであらかじめ用意した音響効果によって再現をする。なにかイベントがあった（イベントはたとえば人が席を立った）ことを、映像だけでは気がつきにくいので、積極的に音を使うようにして伝えている。

### (2) 任意地点のアクセス

遠隔オフィスで任意の地点への視点の移動を行うための機能であり、また遠隔オフィスのいろいろな情報を取得するための機能である。「オフィス内の位置に基づいたメディア制御」の節で述べた技術を使用する。また、単一のカメラからの映像では隠れた場所ができるため複数カメラが有効であると考えている。

### (3) 参加者の提示

上述の仕組みにより、遠隔オフィスで発生するイベントを感じ取ったり、話しかけるタイミングを知ったりすることが可能となる。ただ、このままでは、遠隔オフィスで働く人にとっては、とつぜん前触れも無く話しかけられてしまうことになり、一方的に監視されている印象を持ってしまおう。そのような印象をもたれてしまうことはシステムの普及の阻害要因となる。そのため、遠隔地からアクセスがある場合に、それを伝えるための仕組みを備える必要がある。これは、自オフィスからの話しかけ操作を行う際に、遠隔オフィス側に、遠隔地（自オフィス）から話しかける人の代わりとなるものを提示することで実現する。後述する遠隔地への話しかけ操作を自オフィスから行った場合、遠隔オフィス側では、コミュニケーション用端末に自オフィスからの映像が表示され音声が届く状態となるが、この状態では、遠隔オフィス側の映像が自オフィスには届かないようにしている。この状態が、自オフィスから話しかけていることがわかる状態（提示をしている状態）である。この後、遠隔オフィスでアクセスに気がついた場合には、所定の操

作等により自オフィスとの相互通信が確立する。

### (4) 遠隔地への話しかけ

自オフィスから遠隔オフィスへの話しかけ、および、双方向会話のための機能である。できるだけ自然な方法で相手に話しかけられるようにすることが重要である。前述の「オフィス内の位置に基づいたメディア制御」で説明したアクセス方法を使用し、対象人物付近のコミュニケーション用端末へ自動的に接続し双方向のコミュニケーションができるようにしている。

## まとめ

本稿では、超臨場感システムの構成、技術要素、システムの機能について説明した。本システムは実際に業務を行っているオフィスへ適用しつつ稼働するものである。今後、社内外の実証実験において課題の抽出と解決を進めていきたいと考えている。 ◆◆

## 参考文献

- 1) 野中雅人：組織的知識創造を実現する次世代テレワークシステム, OKIテクニカルレビュー213号, Vol.75 No.2, pp.4-7, 2008年10月
- 2) 石井裕：CSCWとグループウェア, 電子情報通信学会, p107, 1994年
- 3) 西敬：テレワークに有効な映像メディアに関する取り組み, OKIテクニカルレビュー213号, Vol.75 No.2, pp.12-15, 2008年10月
- 4) 矢頭隆, 他：臨場感テレワークにおける音処理技術, OKIテクニカルレビュー213号, Vol.75 No.2, pp.16-20, 2008年10月

## ● 筆者紹介

徳満昌之：Masayuki Tokumitsu. 研究開発センタ ヒューマンコミュニケーションラボラトリ

野中雅人：Masato Nonaka. 研究開発センタ ヒューマンコミュニケーションラボラトリ