



超臨場感テレワークシステムの開発

徳満 昌之 野中 雅人

OKIは、既存の大部屋オフィスでのコミュニケーション、マネジメントの良さを維持しつつテレワークを実現する「超臨場感テレワークシステム」(以降、超臨場感TWS)を開発した。本開発は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究に基づくものである。

本稿では、超臨場感TWSで目指した利用イメージと、それを実現するシステム、技術について報告する。また、本誌別稿¹⁾で、同システムの実証実験とその評価結果を報告する。

研究開発の背景と経緯

テレワークは災害時等の事業継続性や労働力確保など企業が抱える課題の解決に繋がると期待されている。自然災害やテロ行為などが発生した場合でも事業継続が可能であることは企業にとって重要である。そのような事態に対して、内閣府の事業継続ガイドライン²⁾では、事業拠点における事業継続戦略・対策の具体例としてサテライトオフィスでの勤務・在宅勤務、拠点の多重化・分散化をあげている。また労働力確保の観点では、テレワークにより、育児や介護で従来であれば離職していたはずの人材や、高齢のためリタイヤする人材を在宅で雇用継続させることができる³⁾。

以上で述べた働き方は、サテライトオフィスの場合は毎日の勤務が拠点を維持するために必要であり、在宅の場合であれば自宅での生活を行いつつ業務を行うので、どちらも、ほぼ毎日テレワークを行う形態である常時テレワークになる。しかしながら、常時テレワークでは、離れたオフィスの雰囲気や同僚の状況が分かりづらくなることから、コミュニケーションが行われ難くなり、同じオフィスにいれば共有できていた情報が共有できなくなる。さらに、様子が分かりにくくなることで孤立感・孤独感を感じてしまう場合がある。さらに組織の一体感を損ない⁴⁾、経営的な影響を受ける恐れがある。そのため、特に常時テレワークのような分散環境では、大部屋オフィスのような、同僚の様子がわかり、様子をうかがって話しかけるといったコミュニケーションが必要である。これは、現在よ

く利用されるコミュニケーションツール(メール/TV電話/チャット/プレゼンス等)だけでは難しい。

超臨場感TWSに関する委託研究は、OKI、日本電気株式会社、シャープ株式会社、国立大学法人京都大学、国立大学法人東京農工大学、学校法人立正大学学園立正大学が共同で受託し、2009年度にスタートした。OKIは幹事会社としての役割も担った。最初の2年間はフィージビリティスタディーにより研究目標を具体化し、最終的に目指すべき超臨場感TWS像を実現イメージビデオとしてまとめた。2011年度から要素技術の確立と同技術を搭載したサブシステムを開発した。2014年度にはサブシステムを統合した超臨場感テレワーク実証実験システムをOKI 蕨システムセンター(埼玉)-けいはんなオープンラボ(京都)-ホームオフィス(大阪他)に構築し、最終年度である2015年度に実際のオフィス業務を対象に実証実験を実施し、その効果を検証した¹⁾。

実現を目指した機能と利用イメージ

超臨場感TWSで実現する機能として、従来型コミュニケーションの4つの機能に着目した。

- ・遠隔地の雰囲気が伝わる機能：常時、遠隔地がどのような状態かが伝わる機能である。大部屋オフィスにいと、同じオフィスの人の様子(忙しそうにしているなど)が分かるが、それを分散環境で実現するものである。
- ・注目したエリアの様子が分かる機能：自分の仕事に関係ある事象が発生した場合などに、その場所に注意を向けて詳しく知ることができる機能である。
- ・注目していたことが相手に伝わる機能：近くにいる人の様子を見ると、相手が視線を感じて、見ていることが分かるが、これを分散環境で実現するものである。
- ・対面で共同作業ができる機能：操作対象を共有しつつコミュニケーションと共同作業を行う機能である。

実現イメージビデオをもとに、着目した機能の利用シーンを説明する(同ビデオはインターネット上で公開⁵⁾している。併せてご覧いただきたい)。

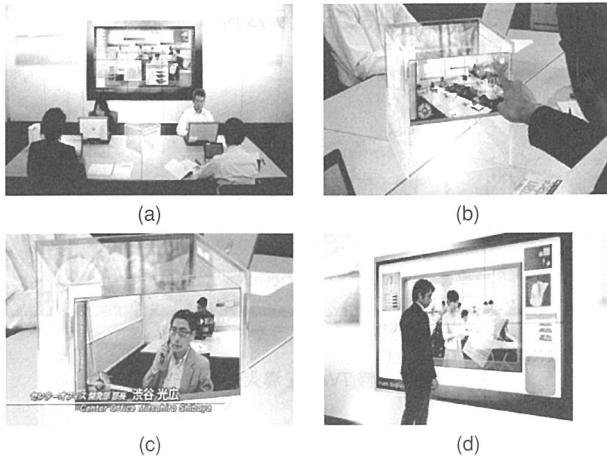


写真 1 実現イメージビデオのシーン

舞台は、センターオフィスとサテライトオフィスに分かれている職場である。

(1) 遠隔地の雰囲気が伝わる機能の利用シーン

オフィスには大画面ディスプレイがあり、卓上にはコミュニケーション端末がある(写真1(a))。大画面ディスプレイには伝言メモや遠隔地にあるオフィスの状況、オフィスで働いている人の割り込み許容度の推定値などがAR(拡張現実: Augmented Reality)表示されている。また、遠隔地の音もスピーカーから流れ、会話内容までは聞き取れないが、誰が会話しているかなど雰囲気は伝わる。

(2) 注目したエリアの様子が分かる機能の利用シーン

自分の仕事に関係のある会話が聞こえてきたように思った主人公はコミュニケーション端末を操作しセンターオフィスの様子をうかがう(写真1(b))。すると視点に合わせてセンターオフィスの音が次第にはっきりとし、自分の上司の会話が源であることが判明する。

(3) 注目していたことが相手に伝わる機能の利用シーン

上司の様子をうかがっていると、気づいた上司が主人公に目配せをする(写真1(c))。後で連絡してきた上司が、さっき聞いていた通りだと、前置きをして話し出す。

(4) 対面で共同作業ができる機能の利用シーン

遠隔地の二人が大画面ディスプレイを通じて対面し、共同作業を行う(写真1(d))。画面に両方で共有できる作業対象のオブジェクトが表示されている。

開発したシステム

以上の説明のように、オフィスでは様々なコミュニケーションのシーンがある。そのため、シーンに応じた機能を実現するためサブシステムやモジュールを委託研究共同受託各者で開発し、最終的に統合することで超臨場感

TWSを開発することとした。超臨場感TWSは大きく分けると、以下のサブシステムから構成される。

・遠隔オフィスの状況を推定するサブシステム:

遠隔地の雰囲気が伝わる機能のうち、遠隔地にあるオフィスで働いている個々の人やオフィス全体の状況を推定する機能を提供する。

・注目エリアにアクセスして会話するサブシステム:

遠隔地の雰囲気が伝わる機能のうち、遠隔地の様子を音や映像で相互に伝送し共有する機能を提供する。また、注目したい遠隔地のエリアを指定することで、そのエリアを詳しく知ることができる機能を提供する。

・情報を共有しながら共同作業するサブシステム:

大画面端末で、対面で共同作業ができる機能を提供する。

OKIはこのうち遠隔オフィスの注目エリアにアクセスして会話するサブシステム(注目エリアアクセスサブシステム)の研究開発を担当した。また、システム統合もOKIにて行なった。

図1に超臨場感TWSの構成を示す。超臨場感TWSは複数のカメラ・マイクやコミュニケーション端末、大画面ディスプレイ、制御PCで構成される。コミュニケーション端末は、タブレット型の卓上個人端末であり、常時遠隔地の映像・音響等の情報を提示している。同端末はTV電話の機能も備える。また、大型ディスプレイは情報を共有しながら共同作業するサブシステムが使用するものである。注目エリアアクセスサブシステムは、制御PC、コミュニケーション端末、カメラ、マイクを使用する。遠隔オフィスの状況を推定するサブシステムは、制御PC、カメラ、マイクを使用する。以降の説明では超臨場感TWSの中で、OKIの取り組んだ注目エリアアクセスサブシステムに関連する部分について述べる。

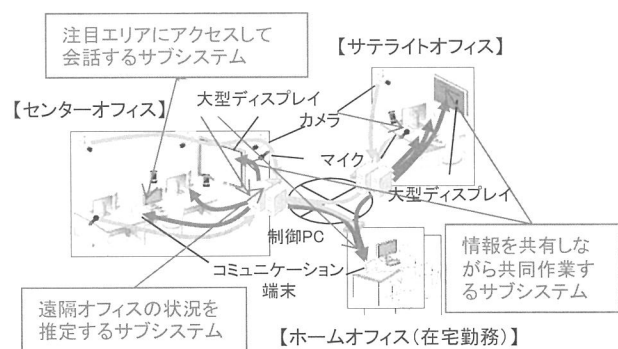


図1 超臨場感テレワークシステムの構成

コミュニケーション端末が備えるユーザーインターフェース(以下、UI)を図2に示す。コミュニケーション端末は通話機能を持つタッチパネル付12インチタブレット

型の端末であり、同端末は下記のメディア情報と直観的な操作UIをユーザーに提供する（図2(b)(c)）。



図2 超臨場感テレワークシステムのUI

- ・俯瞰（ふかん）映像：
他拠点オフィスを俯瞰的に撮影した映像（映像内に吹出の形状をしたメッセージ表示領域（後述の「吹出し」）と、視点切換操作UI（後述）をAR重畳することができる）
- ・オフィスマップ：
同僚の離在席状況等のプレゼンス情報を含む、俯瞰映像に対応したオフィス平面図
- ・視点切換操作UI（Halo-UI⁶⁾）：
俯瞰映像とオフィスマップに重畳描画されるAR型の視点切換操作UI
- ・吹出し：
発信人物の俯瞰映像内人物像の頭上にAR表示されるつぶやきテキストメッセージ
- ・場の雰囲気グラフ：
俯瞰映像や環境音の情報変動量からその場の活性度を推定し時系列表示するグラフ
- ・様子見通知：
様子をうかがっている者の存在を教える他者顔映像を含んだプッシュ型通知（以降、様子をうかがうことを「様子見」とも言う）
Halo-UIと様子見通知は、双方向インターフェース技術として後述する。
実際のオフィスに導入した超臨場感TWSを図3に示す。

2015年度の実証実験時のシステム規模を表1に示す。



図3 超臨場感TWSを導入したオフィス

表1 システム規模（実証実験オフィス）

	センター オフィス	サテライト オフィス	ホーム オフィス
利用者数	16人	4人	2人
コミュニケーション端末 台数	17台	4台	3台
カメラ数	7台	2台	
マイク数	6台	2台	
大型ディスプレイ	1台	1台	

注目エリアアクセスサブシステムの要素技術

注目エリアアクセスサブシステムを実現するため、以下に述べる要素技術を開発した。

(1) 位置連動型メディア制御技術

この制御技術は、複数あるカメラやマイクなどのデバイスから得られるメディア情報の配信を制御するものである。UIより視点（注目エリア）として指定された位置座標を入力とし、指定位置に応じた場所にあるデバイスのメディア情報を送出制御する。そのためメディアの通信に必要なセッション管理やデバイスの設置位置を管理している。この機能により端末上で遠隔地の俯瞰映像や音声を提示し、常時俯瞰映像でお互いが見える状態となる。また、見たい場所（注目エリア）の指定に従って視点が移動し、その視点移動にあわせて当該エリアの映像/音響情報が再現される。この機能により遠隔地の様子を見て話しかけることができる。位置情報を管理しているので映像内の指定位置へAR重畳表示によりメッセージを提示することができる。

(2) エリア收音技術

これは指定した特定のエリアの音だけを收音する技術であり、エリアの周囲に雑音源が存在していてもエリア内の音のみ收音することができる。目的エリアの周囲に配置した2つのマイクロホンアレイから入った音を周波数領域で解析することで実現している（図4）。

前述の位置連動型メディア制御技術と組み合わせて、オフィスを複数エリアに分割し指定位置に応じて選択さ

れたエリアだけの音を収集するとことで、視点に応じて遠隔地のエリア音を取得・再生することができ、臨場感のある遠隔地の音を体感することができる。これは実現イメージビデオで主人公の視点に応じて上司の声がはっきり聞こえてくるシーンに対応する動作である。このエリア收音技術は、OKIニュースリリース⁷⁾にて紹介されているので、そちらを参照していただきたい。

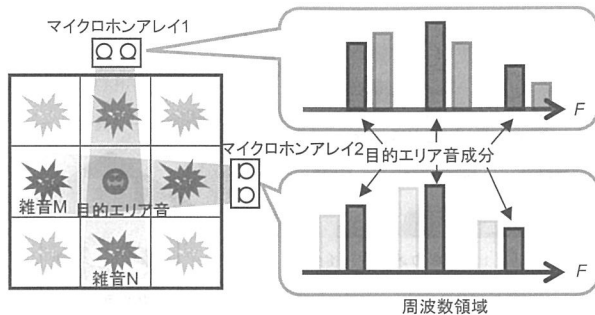


図4 エリア收音技術

(3) 双方向インターフェース技術

ユーザーの所望する遠隔地の視点への容易な切り替え（自由度の有る様子見機能）とともに、遠隔地の特定のエリアに注目したことを遠隔地に周知（様子見通知機能）する双方向性を高めたインターフェース技術である。これにより様子を見て話しかけるといふ行為が自然にできるため臨場感を得られる。

同一対象に対して複数視点位置を容易に切り替えて見ることができるインターフェース技術で、自由度のある様子見機能を実現している。この機能は単一視点位置とくらべ相手の状況把握に有効である⁶⁾。前述のHalo-UIとして実装している。

様子見通知機能により遠隔からの一方的な様子見を防止し被監視感の問題にも配慮している。さらに、たとえば見られている側が相手の様子見に気づいて逆に話しかけることで通話が始まるというような、会話前のインタラクティブな行動（イメージビデオで上司が目配せしたシーン）が離れていても実現できるようになる。画面上の操作とコミュニケーション端末のカメラによる顔認識を組み合わせ、様子見有無の判断をしている。

おわりに

以上で述べた通り、同僚の様子をうかがって話しかけるといった大部屋オフィスで普段行われているコミュニケーションを再現する超臨場感TWSを実現した。さらに、冒頭でも述べたが超臨場感TWSがオフィスのコミュニ

ケーションに与える影響について、実際のオフィスでの長期的評価を実施しており、その結果は有効性を実証するものであった。本誌文献1)を参照いただきたい。

また、本稿で述べた超臨場感TWSの研究開発の成果をもとに、事業部と連携して事業化を進めている。商品化プロトタイプが完成し、社内評価や、弊社プライベートフェアへの出展を行なっている。

謝辞

本研究開発は国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究「革新的な三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」において実施したものである。ここに謝意を表します。◆◆

参考文献

- 1) 深澤伸一 他：超臨場感テレワークシステムの実証評価、OKIテクニカルレビュー229号、VOL.84 No.1、May 2017
- 2) 内閣府、事業継続ガイドライン 第三版、平成25年8月改定、<http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/pdf/guideline03.pdf>（2017年2月3日）
- 3) 社団法人日本テレワーク協会：THE Telework GUIDEBOOK 企業の為のテレワーク導入・運用ガイドブック、2009年2月
- 4) 石井裕：CSCWとグループウェア、第1版、pp.109-111、(1994) オーム社
- 5) 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム、実現イメージビデオ、<http://reality.ei.tuat.ac.jp/urcf/URCFTW/senario.html>（2017年3月3日）
- 6) 深澤伸一 他：複数視点の映像切替支援インタフェース Halo-UIの提案と遠隔オフィスの状況把握効果の評価、HIシンポジウム2016論文集、1A3-1、pp.41-46、2016
- 7) 沖電気工業（株）、プレスリリース「特定のエリア内の音のみ收音する「エリア收音システム」を開発、2015/4/15、<https://www.oki.com/jp/press/2015/04/z15004.html>（2017年3月3日）

●筆者紹介

徳満昌之：Masayuki Tokumitsu. 情報・技術本部 研究開発センター コミュニケーション技術研究開発部
野中雅人：Masato Nonaka. 情報・技術本部 研究開発センター コミュニケーション技術研究開発部