遠隔で居を共にするコミュニケーションメディア i-JOHS の提案および開発

伊東　究[†]　　竹内　勇剛[‡]

障子は古来より日本家屋において空間と空間を仕切る役割を果たしてきた．障子によって仕切られた空間は，完全に隔絶されるわけではなく，内部にいる人と外部をゆるやかにつないでいる．これにより内部にいる人はプライバシーを保護しつつ，外部と完全に隔絶されないことで心理的な安心感が得られる．本稿ではこの障子の機能を用いることで遠隔の利用者同士をゆるやかにつなぎ合わせるコミュニケーションメディア i-JOHS(Interactive JOint (seperated) Home Spaces)を提案する．これにより遠隔の利用者同士のコミュニケーションを促進し，離れていても居を共にしているような感覚が得られるようになることを狙う．

Development of communication media "i-JOHS" for sharing remote home spaces

KIWAMU ITO[†]　　YUGO TAKEUCHI[‡]

The present paper proposes a new communication media called “i-JOHS” (Interactive Joint Separated Home Spaces). The system is based on the function of a shoji, a traditional Japanese door consisting of translucent paper over a wooden lattice which divides rooms within a Japanese house. The peculiarity of the shoji as a room divider exists in its structure which does not separate completely the spaces between them. Thus, it enables those who are inside the room to feel not totally isolated from the exterior. They communicate with others through the closed shoji without losing their sense of privacy. The system proposed here intends that the users should communicate on their computer displays through this shoji-simulated device, which make them to feel like sharing the spaces even they are physically distant.

1. はじめに

情報技術の発展により，我々は遠隔にいる相手と簡単にコミュニケーション出来るようになった．家庭内だけでも，固定電話や FAX，携帯電話，PC の E メールや Skype を用いて気軽に相手とコミュニケーション出来るようになっている．このような通信環境では，ユーザは明確に相手とコミュニケーションしたいという意思を持って通信を行う．Skype のようなビデオチャットは，身振りや手ぶり，相手の表情や周辺の状況のようなアウェアネス情報を相互で共有することを可能にし，遠隔にいながら相手と対面で話しているかのようなコミュニケーションの機会を提供している．

現代の社会では家族であっても同じ家ではなく別々の家で生活することは珍しくはない．このような社会では，明確に相手とコミュニケーションしたいと考えたときだけでなく，近くに相手を感じたいというニーズを満たすメディアも求められる．Skype のようなメディアを常時接続して相手の存在感を感じようとする場合，お互いのプライバシーの問題がある．また別々の土地に住む人同士はそれぞれ別の生活を営んでおり，常に顔を合わせてコミュニケーションする Skype で常時接続した場合は，その応答義務感からお互いの生活を壊してしまうのではないかという懸念もある．常時接続しない場合でも，例えば単身赴任の父親に対して，子どもが顔を合わせて話したいと考えた場合，Skype の場合では子供は父親が仕事から帰宅後，Skype にログインするのを待つ必要がある．

本稿では，遠隔に住む親しい関係の人同士がお互いの存在感を共有でき，そこから得られたアウェアネス情報からスムーズに対面のような状況に移行が出来るメディアとして障子コミュニケーションメディア i-JOHS(Interactive JOint (separated) Home Spaces)を提案する．これは遠隔地と常時接続された状態で，普段は影によって互いの存在感を共有する．そして，利用者が相手と対面でコミュニケーションしたいと考えた場合は，CG で表示される障子をスライドして遠隔地を覗き込み，相手とコミュニケーションできるメディア

† 静岡大学　情報学研究科
Shizuoka University
‡ 静岡大学　情報学部
Shizuoka University

である．単にボタン操作で相手の影と映像を切り替えて会話を開始するのではなく，互いの存在感が感じられる状態から障子をスライドさせて覗きこむという身体的な行為を用いて会話することで，利用者により居を共にしているかのように感じさせることを狙う．

2. 先行研究

石井は，ヒューマンコミュニケーションをフォアグラウンド／バックグラウンド視点で分類している[1]．さらに以下のようにフォアグラウンド・コミュニケーションをコラボレーション，コミュニケーションの 2 段階に分類し，バックグラウンド・コミュニケーションをアウェアネスとし，3 段階で述べている（表 1）．

表1 ヒューマンコミュニケーションの 3 つの段階

ヒューマンコミュニケーションの分類	ヒューマンコミュニケーションの段階
フォアグラウンド・コミュニケーション	コラボレーション
	コミュニケーション
バックグラウンド・コミュニケーション	アウェアネス

コラボレーションは，共通のタスクを遂行する目的的な行動，協調作業である．コミュニケーションは会議や電話のような計画的であり目的的なものと，廊下などでばったり会って無計画的に始まる立ち話のようなものの 2 種類がある．アウェアネスは，特別意識してコラボレーションもコミュニケーションもしていないが「互いが何をしているか，どんな状況にあるかをある程度把握できる」ことを意味している．さらに石井はこのアウェアネスを維持することでお互いの一体感が維持され，フォアグラウンド・コミュニケーションの促進につながると述べている．このことから遠隔コミュニケーションにおいて，フォアグラウンド・コミュニケーションだけでなく，バックグラウンド・コミュニケーションも含めた両面を支援することで，利用者が互いにコミュニケーションしやすい環境を構築できると考えられる．

現在，遠隔コミュニケーションに関する研究が盛んに行われている．これらは以下の 2 つに分類される．

- 対面での遠隔コミュニケーション（フォアグラウンド・コミュニケーション）の支援
- アウェアネス情報を用いた遠隔コミュニケーション（バックグラウンド・コミュニケーション）の支援

対面での遠隔コミュニケーションとは，電話や Skype のように，相手とコミュニケーションしたい，というような明確な目的を持って開始されるコミュニケーションである．一方でアウェアネス情報を用いた遠隔コミュニケーションとは状況の変化に対する気付きによるコミュニケーションである．つまり自分や相手の気配や挙動，表情などから今何しているのか，何を考えているのか，といった情報をやりとりするコミュニケーションである．本章ではこれらの 2 つのコミュニケーションを支援する先行研究について述べる．

2.1 対面での遠隔コミュニケーションを支援する先行研究

遠隔にいる人同士が同じ空間を共有しているかのように感じられる，または遠隔にいる相手が自分の存在する場にいるかのように感じさせる遠隔コミュニケーション研究は盛んに行われている．平田らは複数の遠隔地にいる人同士があたかも同じ空間で対面しているかのような環境の再現を目指すビデオコミュニケーションシステム t-Room の開発を行っている[2]．t-Room はユーザを囲い込む大型液晶ディスプレイである．このディスプレイに複数の遠隔地のユーザを表示することで，移動する人やモノの間に成立する空間キューを再現し，利用者にあたかも同じ空間にいるような感覚を得させることを目指している．また，竹中らはカメラから取り込んだ利用者の身体映像を抽出してアニメーション上に表示し，互いの手が触れあった時に，ぬくもりを感じるケアコミュニケーションシステムを開発している[3]．これらの研究ではお互いの身体の映像を，ディスプレイ上に表示することでお互いがあたかも同じ空間で対面してコミュニケーションしているかのような体験を利用者に得させている．

一方浅野らは，カメラから取り込んだ映像から，利用者やオブジェクトの影を生成し，影が映像から遠隔地へと延びることであたかも遠隔の空間が繋がっているかのような状況を再現している[4]．また吉田らは遠隔の対話者間を仮想的な「窓」でつなげ，実世界で窓越しの対面会話を行っているかのような体験を利用者に得させるためのシステムを開発している[5]．このシステムでは利用者の動作によって視線移動を可能にすることで窓越しの会話を行っているかのような状況を再現している．

上記の研究はそれぞれ，遠隔のユーザが互いにコミュニケーションする意志を明確に持つことを前提として，互いが同じ場でコミュニケーションしているかのような体験をユーザに提供している．

2.2 アウェアネス情報を用いた遠隔コミュニケーションを支援する先行研究

一方で，互いに明確にコミュニケーションする意思は無くとも，なんとなく相手と繋がっていたい，相手の存在を感じたい，相手が今どんな状態なのか知りたいという要求を満たす，アウェアネス情報を用いたコミュニケーションに関する研究も行われている．橋本らは影を使った電話 Teleshadow plus の開発を行っている[6]．これは，遠隔の利用者同士の影と音声を再生するコミュニケーションメディアである．これにより，今相手が部屋にいるのか，どんなことをしているか，といったアウェアネス情報がわかる一方，詳細に何をしているかはわからないため，プライベートな情報を相手に見せないことを可能にしている．辻田らは，遠隔地に住む利用者同士の家具や日用品が同期することで相手の状態がわかるシステム SyncDecor の提案を行っている[7]．郡山らは離れて暮らす家族とさりげなくコミュニケーション出来る足拭きマット型デバイス Limonect を提案している[8]．これはマットの上に人が乗ると遠隔地にあるマットに足跡が表示され周囲の生活音を遠隔に伝えるものである．また，辻田らは遠隔に住む人同士で日常的な動作に偶然の一致があった時にそれを効果音で伝えるコミュニケーションシステム InPhase を提案している[9]．しかしこれらのアウェアネスを伝え合う研究では，アウェアネス情報を伝えることは出来るため対面コミュニケーションへのきっかけにはなるが，対面しているような状況にスムーズに移行できるものではない．つまり，アウェアネス情報を得たのちに，電話や E メールのような手段を用いてコミュニケーションするため，相手と居を共にしているような感覚は限定的であると考えられる．

3. 障子コミュニケーションメディアi-JOHS

我々が同じ住居で生活を共にする場合，常に相手を見ているわけではないが，なんとなく誰が何をしているかを感じることが出来る．また，話をしたいと考えた時は相手の状況を見て話しかけることが出来る．つまり普段は互いのアウェアネス情報を伝え合いながら，対話したいと考えた時には相手のアウェアネス情報を利用して，対話する目的を持って対面会話に移行していると考えられる．2 章で述べた先行研究のように対面もしくは非対面のコミュニケーションの一方だけを支援するメディアでは上で述べた同じ住居で生活しているかのような感覚を得させるには不十分であると推測される．

宮島らは遠隔コミュニケーションにおいてつながり感醸成を目的とする場合以下のような制約を課す必要があると述べている[10].

- 空間を共有している時と同型性を保つ
- 送受信する情報に曖昧さや不完全性を持たせる
- 通信装置を生活環境に自然に溶け込ませる

現在普及している Skype のようなメディアは，相手の身振り，手ぶりや表情といった情報が得られる半面，利用者は自分で得られる情報を選択できない．利用者は一方的に情報を受け取っているに過ぎず，空間を共有している時と同型性を保つ制約は満たされていない．具体的には，相手側の空間の見たい部分を見ようとして相手の空間を覗き込んでも映像は変わらないことが挙げられ，空間を共有している時と同型性が保たれているとは言い難い．2.1 節で述べた対面の状況を再現する先行研究ではこの制約を満たすことを目指していると考えられる．一方で送受信する情報に曖昧さや不完全性を持たせるという制約に関しては，曖昧さや不完全性を持つ情報として相手の存在感や雰囲気といったアウェアネス情報が挙げられ，2.2 節で述べたゆるやかなつながりを支援する先行研究ではこの制約が満たされている．しかしこれまで述べてきた先行研究ではこれらのいずれか一方の制約を満たしているが，両方を満たすものは見受けられない．そこで上記の 2 つの制約を満たすことで遠隔で居を共にするような新たなコミュニケーションメディアの開発を目指す．また，通信装置を生活環境に自然に溶け込ませるという制約を満たすためには，通信装置を生活環境内にある家具などを模したデザインにするべきであると考えられる．そこで本稿では，日本で古来より用いられている障子に着目し，遠隔コミュニケーションメディアとして障子コミュニケーションメディア i-JOHS(Interactive Joint (separated) Home Spaces)を提案する（図 1）.

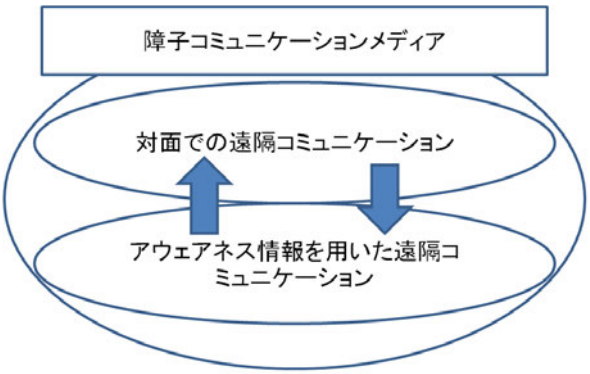

図1 提案するメディアの狙い

3.1　日本家屋における障子の機能

障子は，我が国において古来より空間と空間を仕切るものとして利用されてきた．障子はもともとは古代中国語で「障」は間を遮ること，「子」は小さいものや道具を表している[11]．障子はもともと唐戸のような作りつけの扉や，屏風や衝立のように持ち運びが出来るようなものであった．しかし，平安時代のころになると庶民の家屋にも使われるようになった．

居住空間において障子は以下の働きを持つ．

- 外からの光を居住空間内部に取り入れる働き
- 必要に応じて外部と内部をつなぐ働き
- 必要に応じて外部と内部を仕切ることで，居住者のプライバシーを守る働き

宮田は，障子は雨戸とは異なり外界との隔絶が不完全であるが，この不完全さが外界との連携の感覚を残し，室内の心理的圧迫感を和らげると述べている[11]．また障子は直接的な視線は遮るが，障子に打つ絵う庭の樹木や室内にいる人の影は，詩心や想像力をかきたてる．例えば与謝蕪村の「住むかたの秋の夜遠き灯影哉」という句のように障子越しの淡い光は人々の生活を黙示している．

上述のように，障子には外界の光を取り込み，必要に応じてプライバシーを守るという機能的な役割と，完全に外界とは隔絶されないことによる安心感が得られるという精神的な役割がある．また障子によって内部と外部が隔てられていても，障子に映る影は外部への想像力を掻き立てる役割がある．生活空間におけるコミュニケーションメディアにもこのような役割が満たされることで，より相手を身近に感じつつもお互いのプライバシーは守られることが期待できる

3.2　i-JOHSの概要

本稿で提案する i-JOHS の概要を以下に述べる．

- Kinect の深度センサを利用して，深度マップを取得する．これを仮想的な障子上に表示することで障子に浮かび上がる影を再現する（図 2(a)）．これにより利用者は遠隔のアウェアネス情報を得ることが出来，ゆるやかなつながりが形成される．
- Kinect を利用して取得した手の動作によって互いの空間を仕切る障子をあけることが出来る（図 2(b)）．これにより利用者は遠隔の映像を表示させ，遠隔の利用者と会話することが出来る．
- Kinect を利用して取得した頭部動作によって障子で仮想的に遮られた遠隔の映像を覗き込むことが出来る．これにより対面の状況が再現される（図 3）．

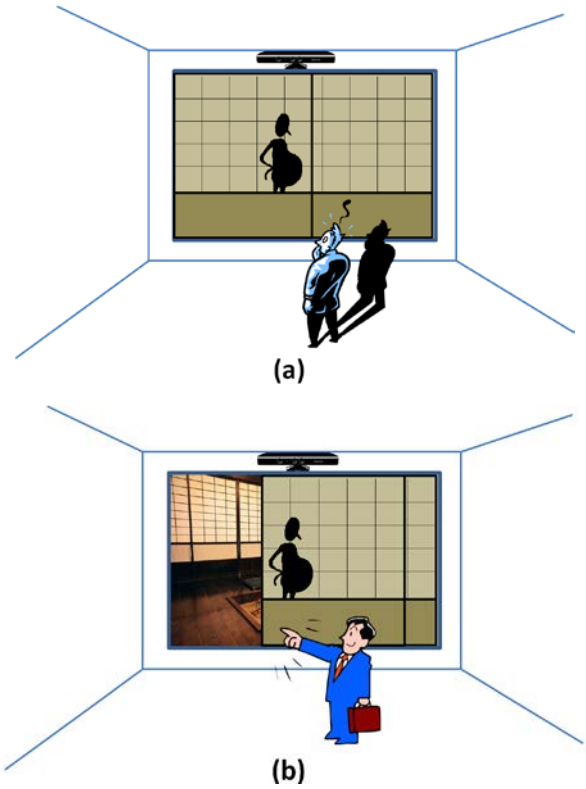

図2　提案する i-JOHS のイメージ

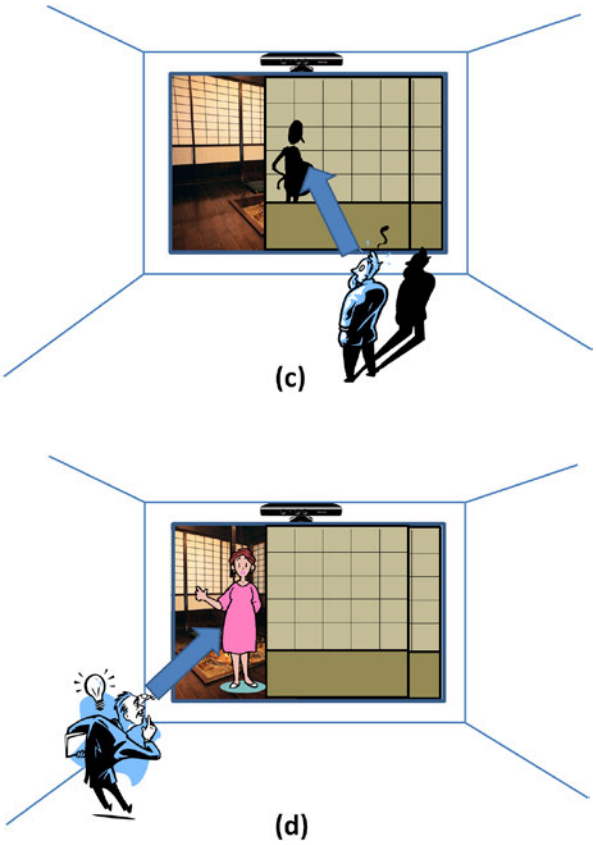

図3　右側から見た場合(c)と左から見た場合(d)のイメージ

普段は単に遠隔の映像を再生するのではなく，影によってアウェアネス情報をやり取りすることで，プライバシーを保護しつつも相手を身近に感じることが出来る．また，身体動作を用いて遠隔の映像を覗き込めるようにすることでより相手と居を共にしているような感覚を得させる．また，遠隔の空間をあえて障子を用いて区切ることで，よりリアリティのある環境が再現されることを目指す（図 4）．

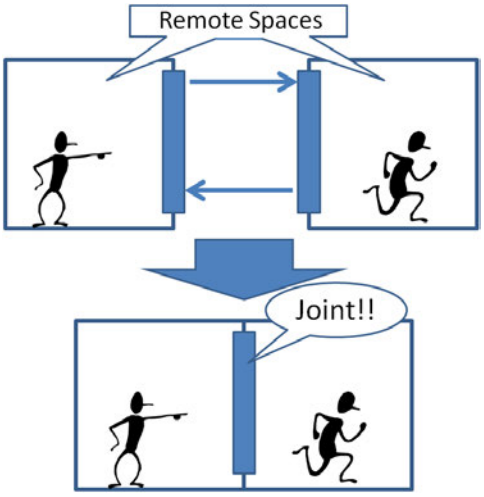

図4 i-JOHS によって再現される環境イメージ

4. システムの開発と評価

4.1 システムの開発

i-JOHS の開発にあたって，重要なポイントは以下の点である．

- 映像の取得
- 深度マップの取得
- 利用者の身体動作の取得
- 音声の取得
- インターフェースの作成
- 映像，深度マップ，音声のストリーミング配信
- サーバから受信した映像の再生
- 身体動作による映像の変化
- 身体動作による障子の開け閉めとその共有

前述したように映像，深度マップ，利用者の身体動作の取得には Kinect を用いる．音声は Kinect とは別にマイクを設置し取得する．利用者の身体動作の取得を行うシステムは Kinect のライブラリである OpenNI を利用して C++で作成する．このシステムでは利用者の頭部の動作と障子を開け閉めするポーズ・動作を検出し，そのパラメータをインターフェースに送信する．インターフェースは Adobe Flash CS4 を用いて作成する．また，インターフェースでは映像・深度マップ・音声の配信，受信した映像・深度マップ・音声の再生，身体動作に応じた映像の変化と障子の開け閉めを行う．Flash から Kinect のカメラを利用するためのフィルタとして Kinect Virtual Camera を利用する．ストリーミングサーバと障子の開け閉めの共有は Red5 を用いて実装する．

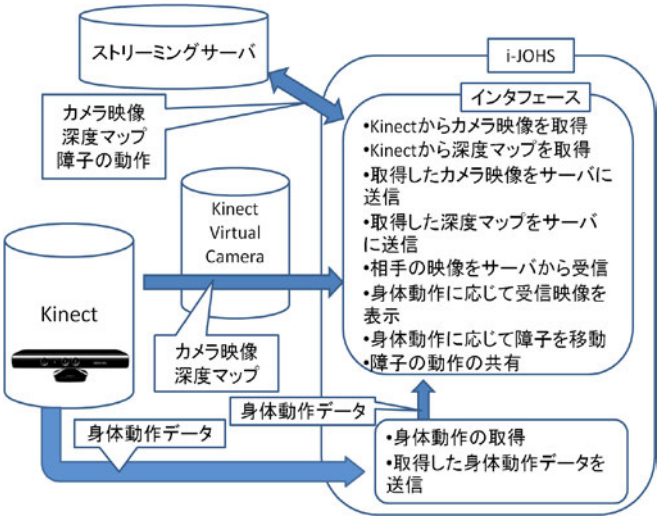

図5 開発するシステムの構成図

4.1.1 利用者の身体動作に応じた映像の再生

遠隔の映像と深度マップの再生，身体動作による映像の変化について説明する．インターフェースの障子の開いている部分では遠隔の映像を再生し，障子上ではデプスマップを再生する（図 5）．

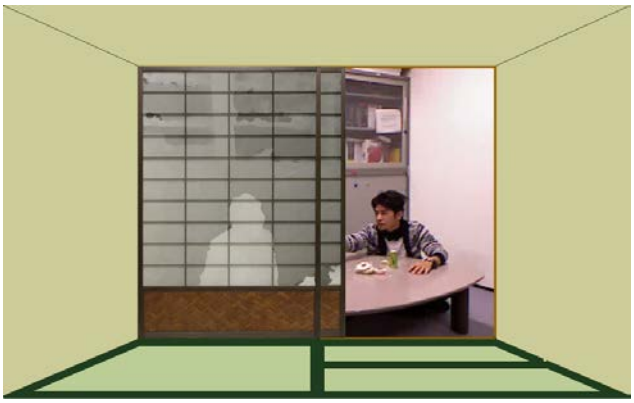

図6 i-JOHS による遠隔の映像と深度マップの再生イメージ

また，再生する映像と深度マップの範囲は利用者の身体動作によって変化する．再生する範囲は以下のようにして決定する（図 6）．

- まずインターフェースの障子の開いている範囲(X)の中心の値(m)を算出する
- 上で算出した値(m)と頭部の位置の値(h)の差(t)を算出する

- 上で算出した値(t)だけ表紙する映像の範囲(A)を移動させる

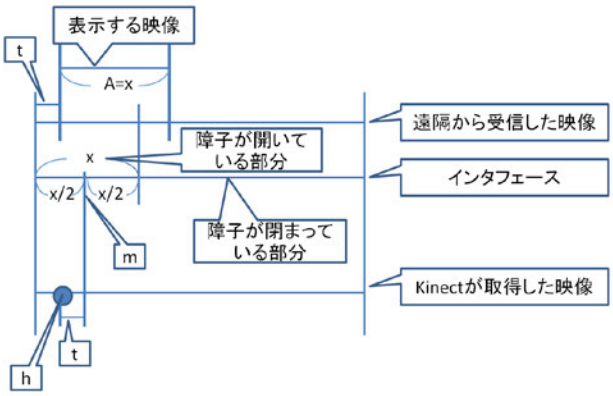

図7 表示する映像の範囲の算出

4.2 システムの評価

i-JOHS を使用した際の効果を検証するため，実際にこれを長期間設置して，どのように利用されるかを観察する．特に設置した初期段階から時間がたつごとにコミュニケーションの取り方が変わるか，会話の頻度，会話内容，どのような時に障子を開け閉めするかを観察する．またアンケートを用いて主観評価を行う．アンケートの内容は「相手と生活を共にしているように感じたか」,「相手とのコミュニケーションが促進されたか」「お互いのプライバシーについて気になったか」といった項目を設定し，i-JOHS の有効性を評価する．

5. まとめ

本稿では，障子コミュニケーションメディア i-JOHS という新たなコミュニケーションメディアについて提案し，その効果について考察を行った．i-JOHS は日本家屋における障子のようにプライバシーを保護しつつも外部（遠隔の相手）と緩やかにつながることが出来る．このため，既存のコミュニケーションメディアである Skype と比較して常に遠隔の相手を身近に感じることが出来る．また必要に応じてスムーズに対面での会話に移行することが出来るため，コミュニケーションが促進されることが期待出来る．

今後はシステムの評価実験を行うとともに，i-JOHS の使い道や，利用者同士のコミュニケーションに与える影響などの考察を進めていく．

参 考 文 献

1) 石井裕，“フォアグラウンドからバックグラウンドへ：コミュニケーションの文脈の拡張とシームレスな支援環境”，電子情報通信学会技術報告．OFS，オフィスシステム，Vol.94，No.373，pp.1-6，1994.
2) 平田圭二，梶克彦，“未来の電話 t-Room 対面環境の再現を目指すビデオコミュニケーションシステム”，電子情報通信学会総合大会講演論文集 2009 年_基礎・境界，”SS-23”-“SS25”，2009.
3) 竹中陽亮，井上絢介，荒井順平，小山明夫，“つながり感と空間共有機能を持つケアコミュニケーションシステム”，電子情報通信学会技術研究報告．IN，情報ネットワーク，VOl.107，No.222，pp.179-184，2007.
4) 浅野裕紀，渡辺貴文，上杉繁，三輪敬之，“空間共有に仮想影を適用した対面型映像ディスプレイの開発”，電子情報通信学会技術研究報告．HIP，ヒューマン情報処理，Vol.107，No.60，pp163-168，2007.
5) 吉田亮彦，伊藤禎宣，中川正樹，“動作による視線移動を可能にする遠隔多地点対話システム”，電子情報通信学会技術研究報告 HIP ヒューマン情報処理，Vol.107，No.553，pp.85-89，2008.
6) Yasuda S., Hashimoto S., Koizumi M., Okude N. “Teleshadow:feeling presence in private space”，SIGGRAPH ’07: ACM SIGGRAPH 2007 sketches, ACM，2007.
7) 辻田眸，塚田浩二，椎尾一郎，“遠距離恋愛者間のコミュニケーションを支援する日用品“SyncDecor”の提案”，コンピュータソフトウェア（日本ソフトウェア科学会），Vol.26，No.1，pp.25-37，2009.
8) 郡山和彦，戸松綾，小泉麻理子，大澤公美子，奥出直人，“Limonect:離れて暮らす家族のアンビエントコミュニケーション”，インタラクション 2007，2007.
9) 辻田眸，塚田浩二，椎尾一郎，“InPhase:日常の偶然の一致に着目したコミュニケーションシステムの提案”，コンピュータソフトウェア，Vol.27，No.1，pp.18-28，2010.
10) 宮島麻美，伊藤良浩，伊東昌子，渡邊琢美，“つながり感通信:人間関係の維持・構築を目的としたコミュニケーション環境の設計と家族成員間における検証”，ヒューマンインタフェース学会論文誌，Vol.5，No.2，pp.19-28，2003.
11) 林雅子：障子の本，同和製紙株式会社，1978.