

多人数が自由に行動する実空間への 身体性を有した レイグジスタンス技術の研究開発

慶應義塾大学 舘璋

ICT イノベーションフォーラム2011SCOPE成果発表会

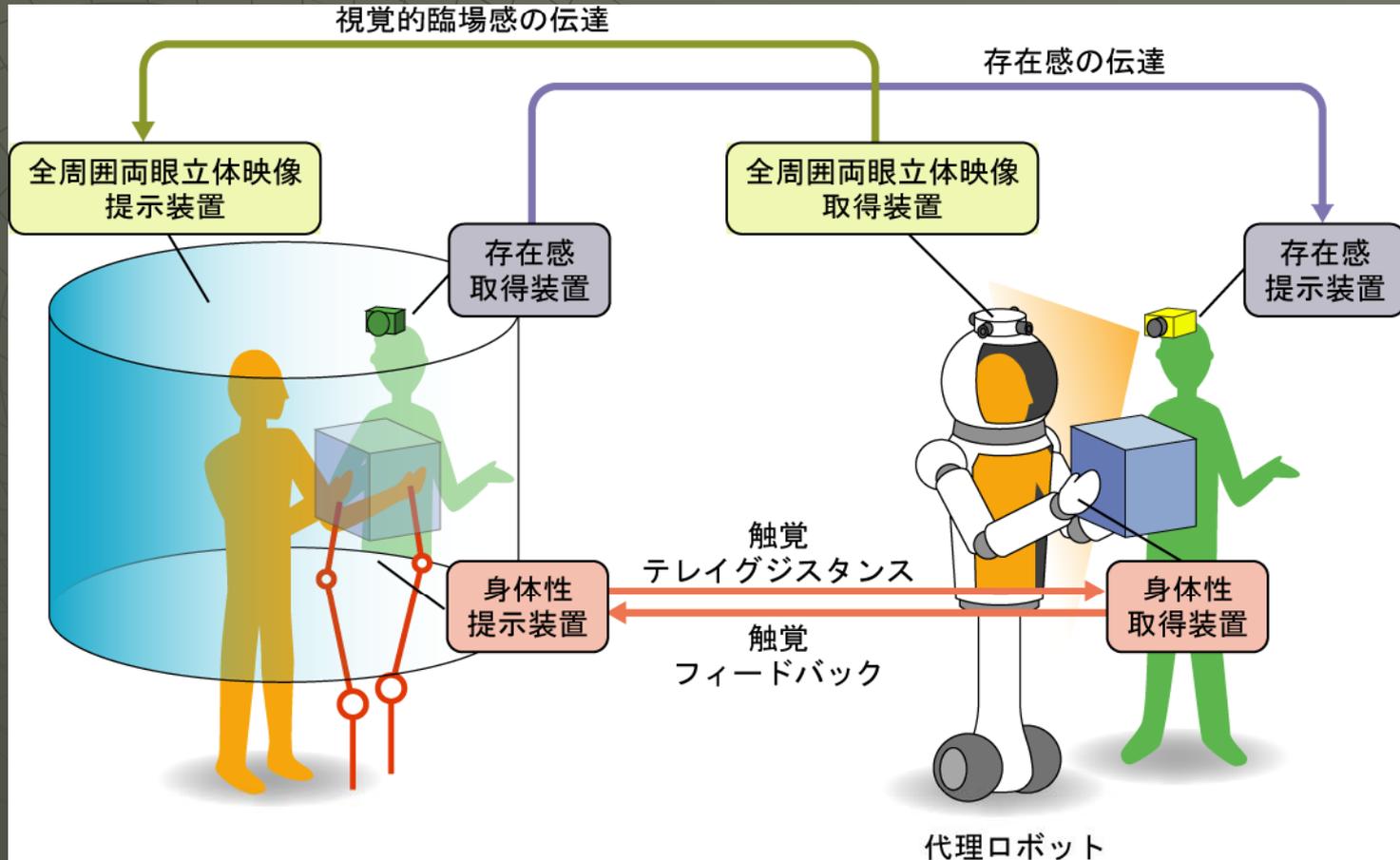
幕張メッセ 国際会議場 1F 会議室

2011年10月4日(火) 14:50-15:10

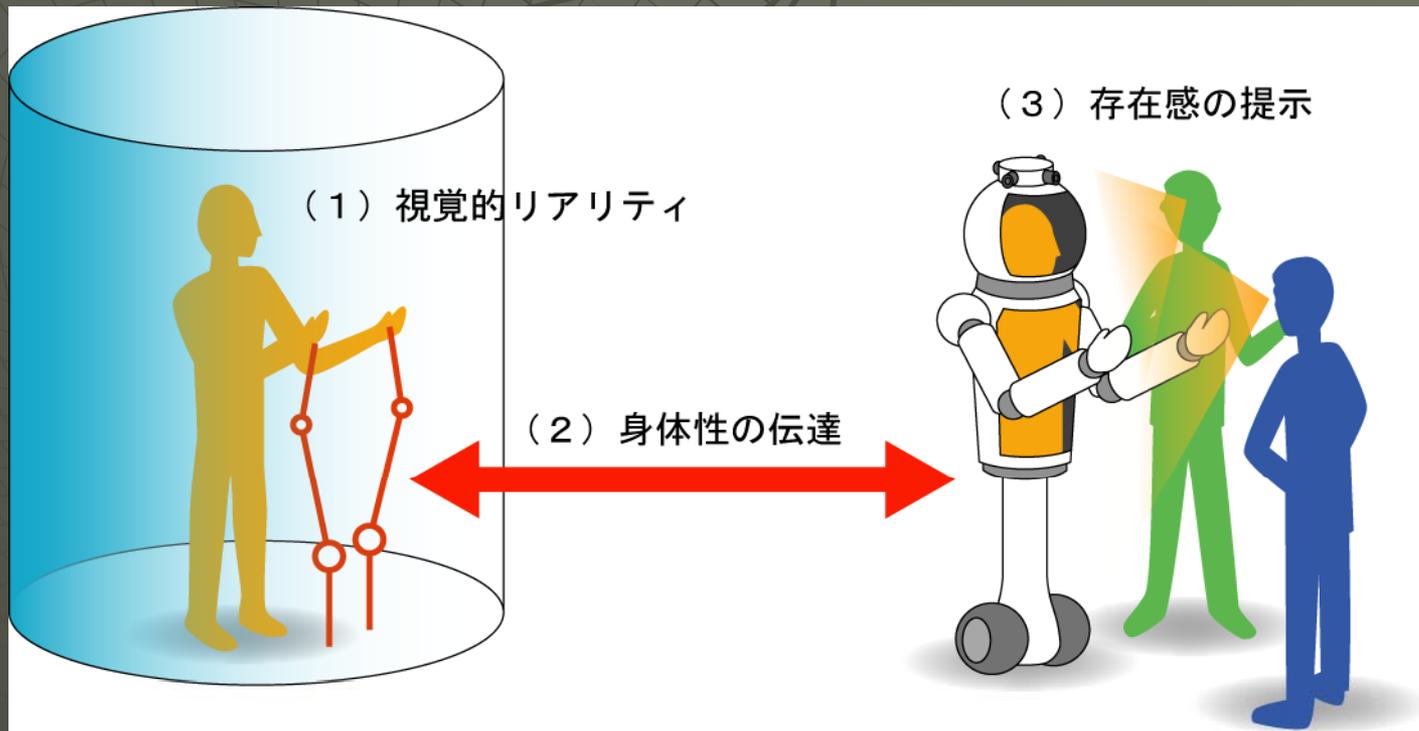
本研究開発の概要（要約）

本研究開発は、実世界と情報世界の融合を図る超臨場感コミュニケーション技術の実装方法に関する研究開発である。この最終目標は、パーティ会場などの多数の人が集まり自由に行動しながらコミュニケーションを行う場において、その場にいる参加者に加えて空間的に離れた参加者も、その場にいるかのように相手と触れるなどの身体性を伴ったコミュニケーションを実現することである。そのため、レイグジスタンス技術の核となる「代理ロボット」を開発し、超臨場感コミュニケーションを実現した。

パーティ会場などの多数の人が集まり自由に行動しながらコミュニケーションを行うに場において、その場にいる「現地参加者」に加えて空間的に離れた「遠隔参加者」も、あたかもその場にいるかのようにパーティに参加して、相手と触れるなどの身体性を伴ったコミュニケーションを実現することを目指している。

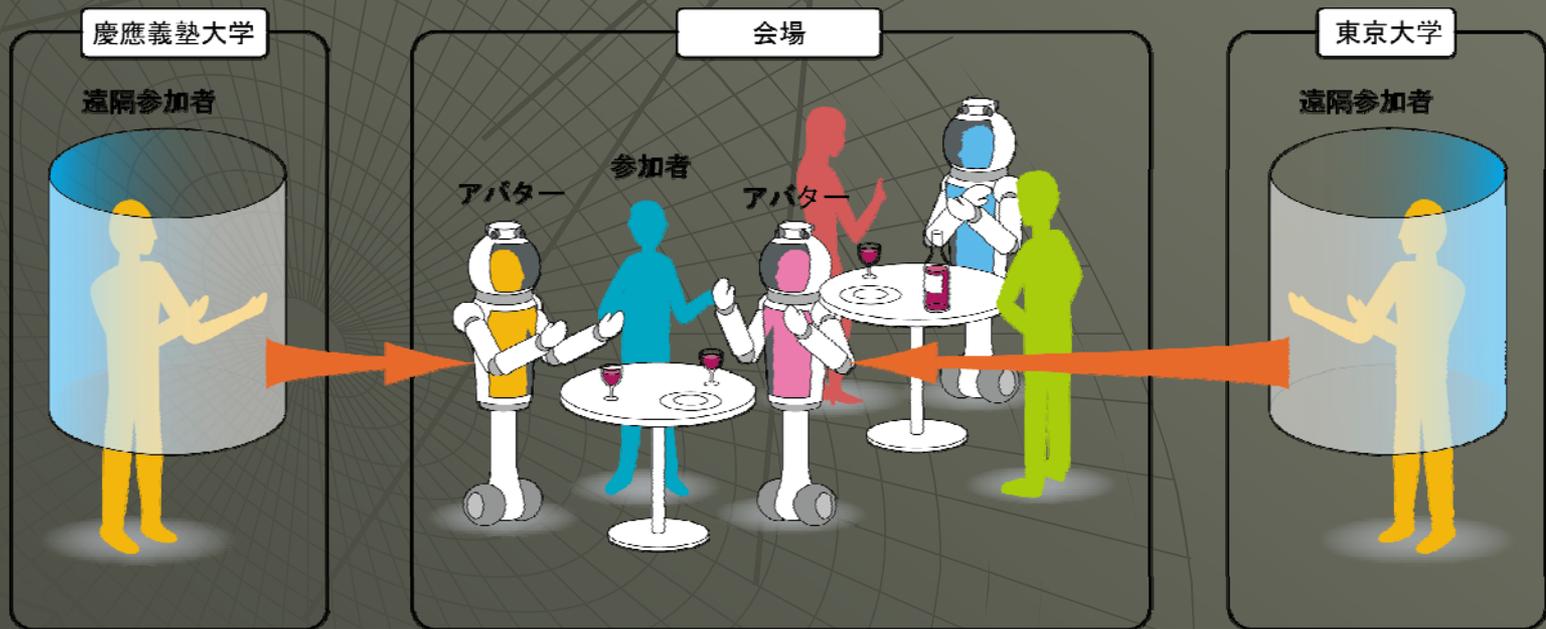


本研究では「視覚的リアリティ」、「身体性」、「存在感」の各研究要素において、実証システムを実装し実証実験を繰り返す方法により、高度な要素技術を統合した超臨場感コミュニケーションの実証システムの構築に成功し、研究提案書において設定した研究項目を全て達成することで、本研究提案課題であるパーティ会場などの多人数が自由に行動する実空間への身体性を有したテレプレゼンスによる超臨場感コミュニケーションを実現した。



主要成果（1）超臨場感コミュニケーション

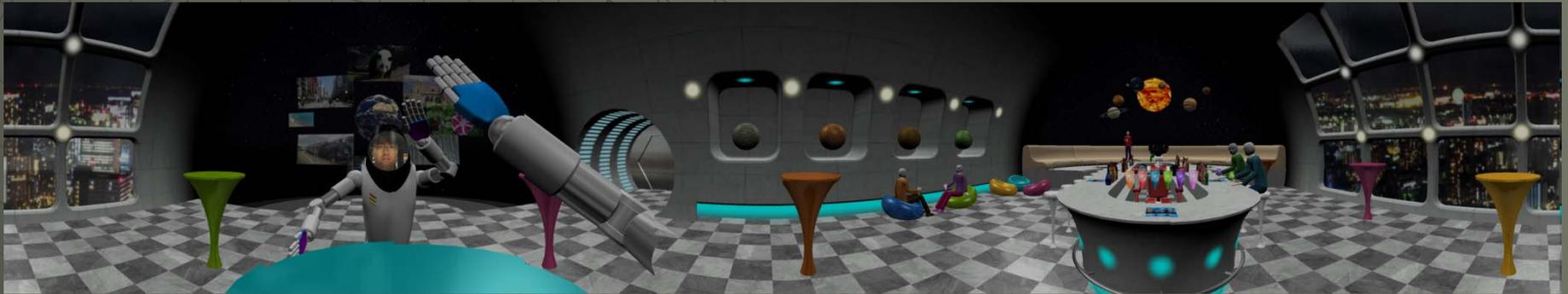
概要：ICT分野に対するイノベーション創出の観点から、全周囲立体映像および立体音響の伝送による超高臨場感コミュニケーションシステムを構築し、東京大学—慶應義塾大学間での超臨場感コミュニケーションの実証実験に成功した。これは世界に先駆けた成果として報道発表が行われ、ICT分野における革新的なイノベーションを生み出すことができた。



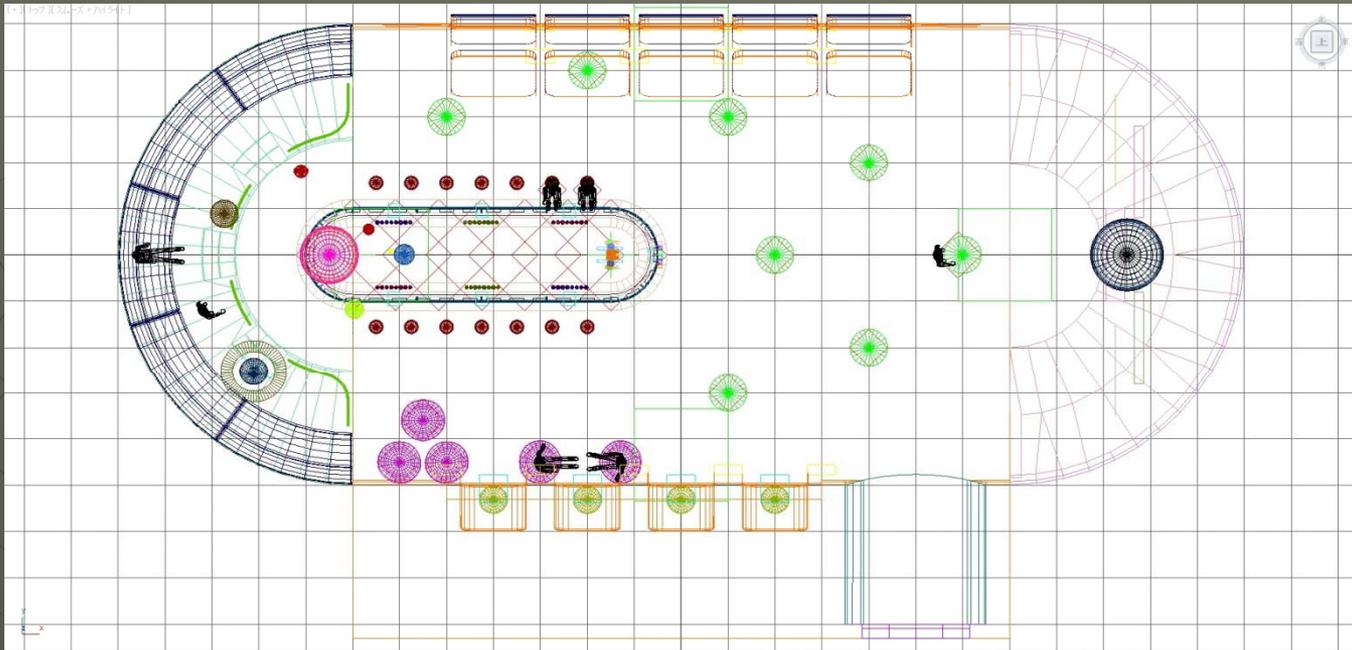
全周囲裸眼3DによるFace to Faceコミュニケーションを実現
～ 慶應義塾大学と東京大学間で高臨場感通信実験に成功～
2011年2月28日

この研究は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)の下で行なわれた「多人数が自由に行動する実空間への身体性を有したレイゲジスタンス技術の研究開発」プロジェクト(研究代表者: 舘暲)の研究成果として発表された。

全周囲裸眼立体映像提示装置TWISTERを2台利用した遠隔通信システムの構築を行った。VR空間に各ユーザの代理となるアバターを設置し、開発した移動式ステレオカメラより取得した各ユーザの顔画像、モーションキャプチャシステムにより取得した手や腕の運動情報、およびジョイスティックから得られたアバターの移動情報を適用した。生成した3D環境はそれぞれのTWISTERで共有しているので、それぞれが同じ環境で動作している感覚が持つことが可能となった。

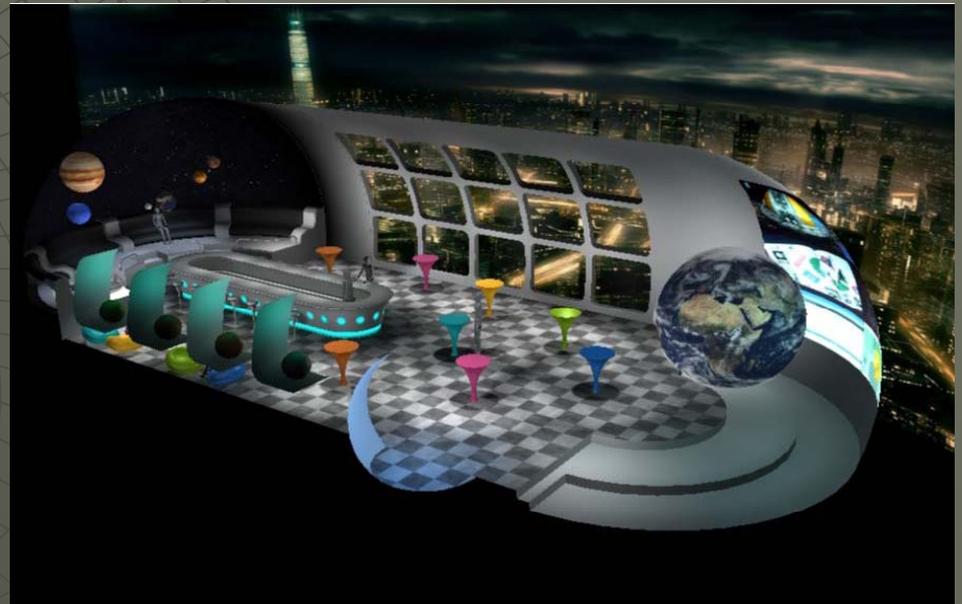


全周囲裸眼立体映像の例
(上：慶應義塾側，下：東京大学側)

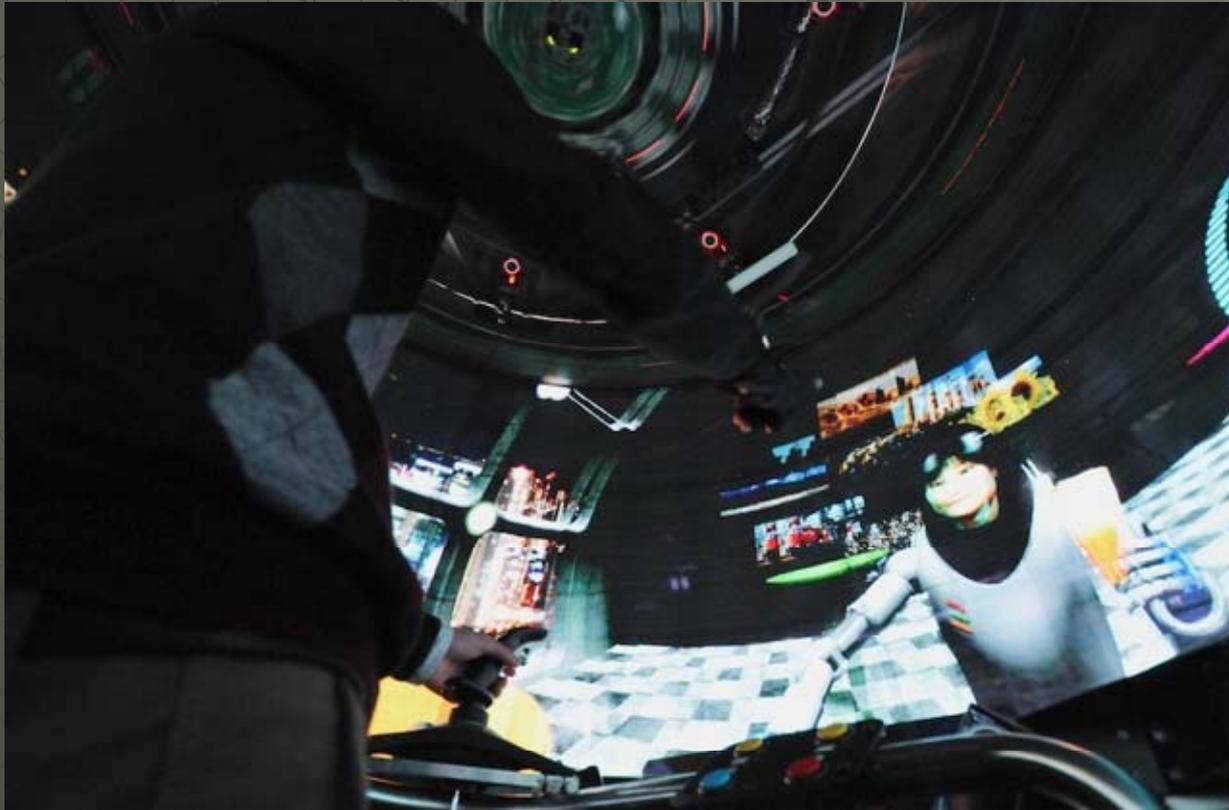


今回の会場図面と俯瞰

これらの情報を構築した通信ソフトウェアに与え、高臨場感通信を実現した。相互通信のリアルタイム性が最重要であるという指針のもと、VR空間のデータは各TWISTERで保持し、上記の変動データのみを通信することで情報量を軽減した。さらに10Gbイーサネットによる高速通信を採用することで、カメラの撮影レートである60Hzでのリアルタイム高臨場感通信を実現した。



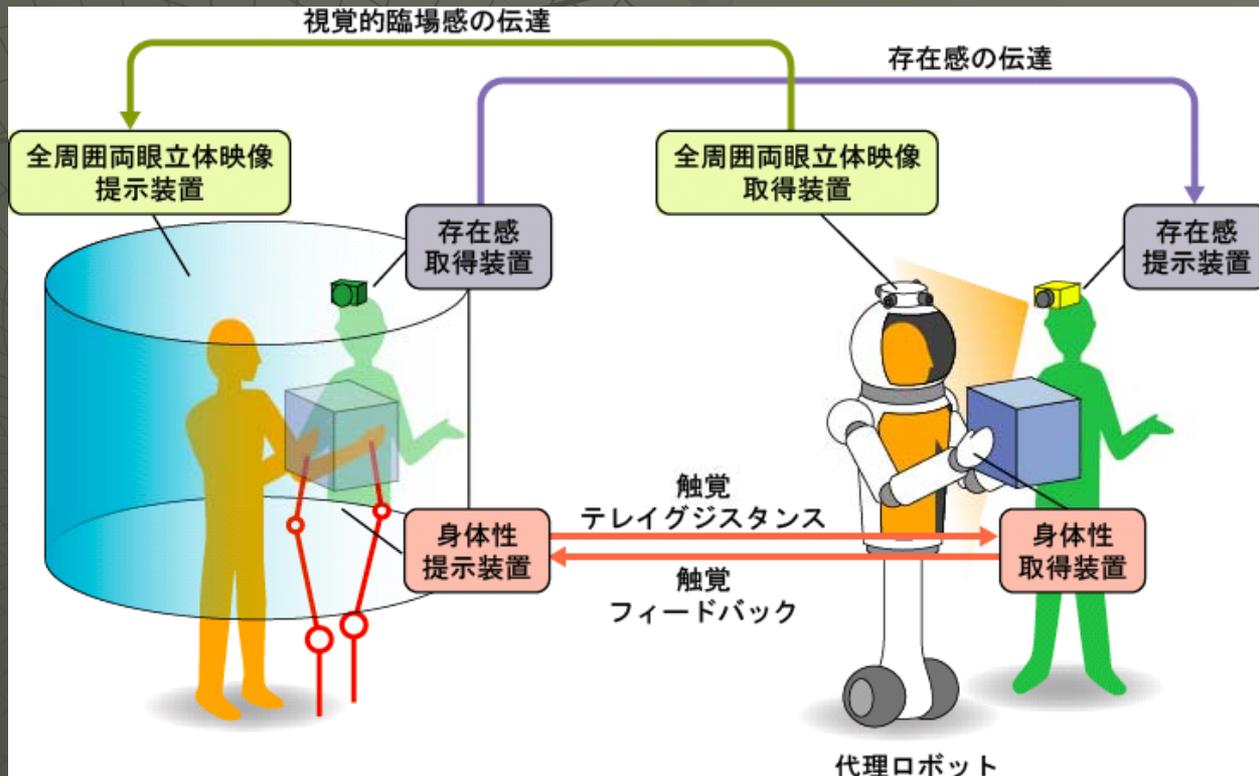
今回の実験では、近未来の装飾を施した会場に集う状況を想定し、ロボットの身体を借りて自身のアバターとし、ロボットの中にテレイグジスタンスした。ロボットの中に利用者が入りこんだ状態が作られるので、ロボットの顔の部分には、それを利用している人の顔が3次元でみえる。従って、リアルタイムで変化する相手の表情と動作を見ながらコミュニケーションが行えた。また、コンピュータで生成した全周囲3D環境を遠隔地の二人が共有し、二人が共有環境にある自身のアバターに入り込んだ感覚でそれぞれのアバターを操作することで、互いの顔を3Dで見ながら会話することに加えて、互いに握手をしたりジェスチャーを伝えたりすることが可能となった。



相手アバターとのコミュニケーション

主要成果（２）身体性を有するテレプレゼンスシステム

概要：代理ロボットを用いた身体性を有するテレプレゼンスシステムを新規に構築し、従来の超臨場感コミュニケーション技術に不足していた身体性・存在感を提示する手法を確立しその有効性を実験的に実証したことは、今後のICT分野のイノベーションの礎となる先導的な知見である。



代理ロボットTelesar4を用いた臨場感と存在感を有したテ レイグジスタンス実験に成功 2011年3月9日

本成果を、知能ロボットとシステムに関する国際会議(IROS2011)にて、2011年9月26日に発表した。

S. Tachi, K. Watanabe, K. Takeshita, K. Minamizawa, T. Yoshida and K. Sato: Mutual Telexistence Surrogate System: TELESAR4 - telexistence in real environments using autostereoscopic immersive display -, Proceedings of 2011 IEEE/VRSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2011), San Francisco, USA, 2011.

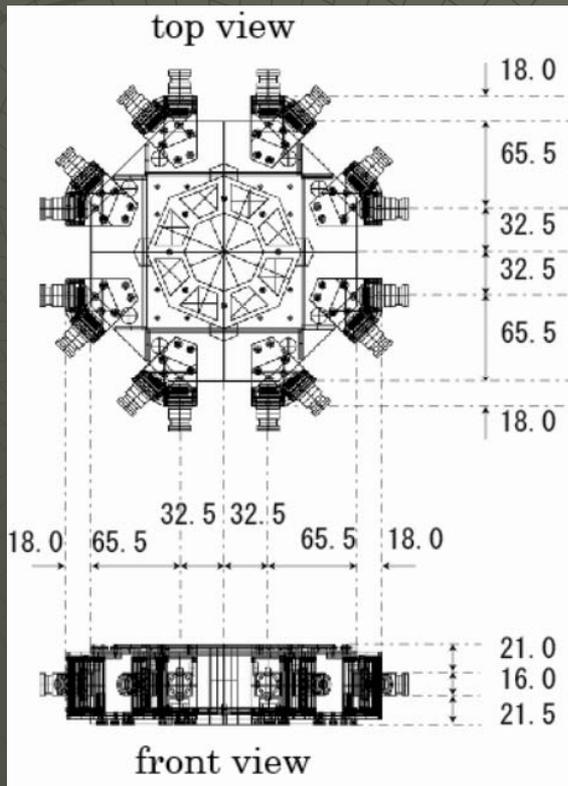
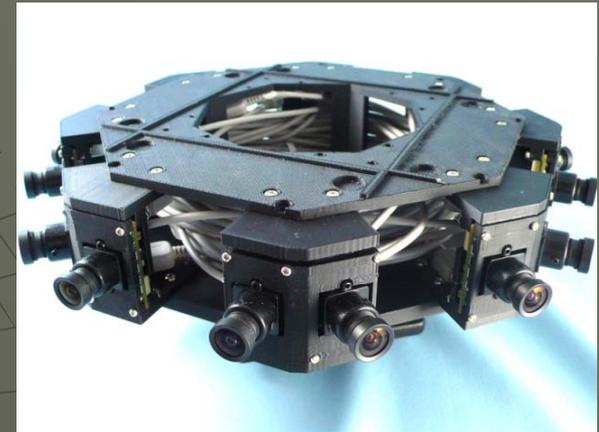
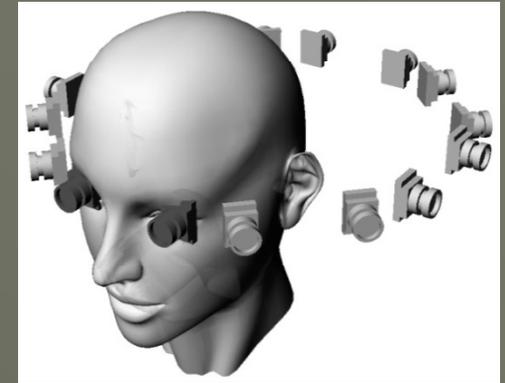
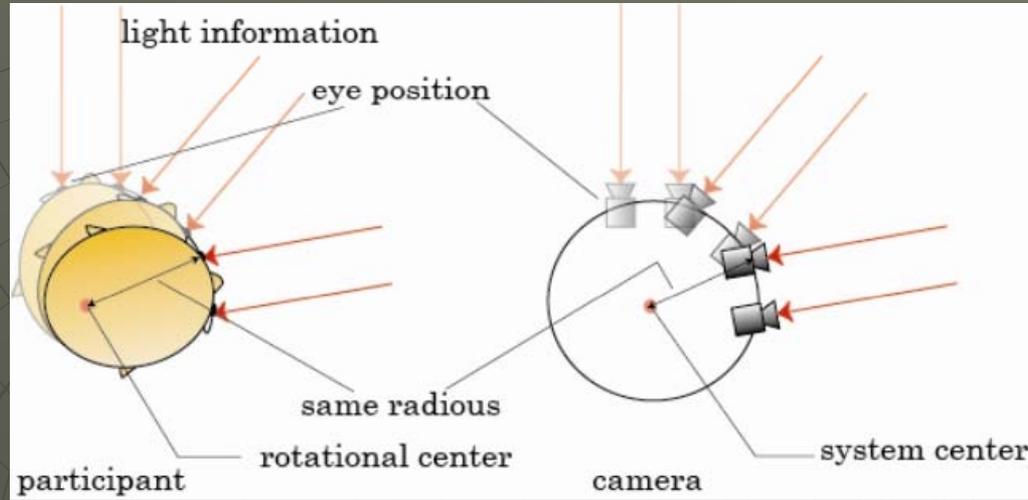


代理ロボットTELESAR4の相対位置にあわせてTWISTER周囲を回る可動カメラが遠隔参加者の表情をリアルタイムで取得伝送し、それを再帰性投影技術（RPT）を用いて代理ロボットTELESAR4に投影することで、現地参加者は遠隔参加者の存在感を感じながらコミュニケーションできる。

代理ロボットTELESAR4に搭載した全周囲立体カメラが、現地の360度のステレオシーンを取得伝送し、それをTWISTERに提示することで、遠隔参加者は、その場にいるのと同等の臨場感ある光景を享受しつつ現地参加者とコミュニケーションできる。



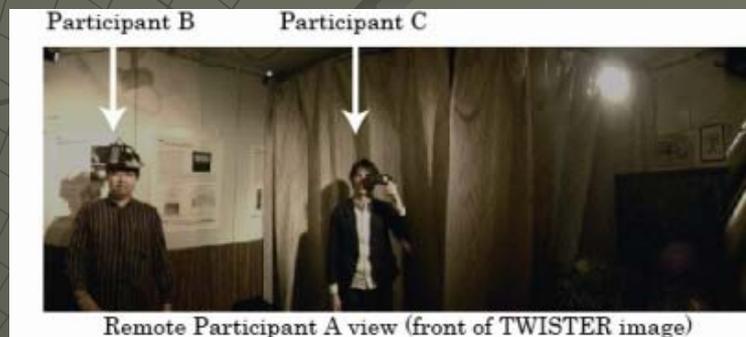
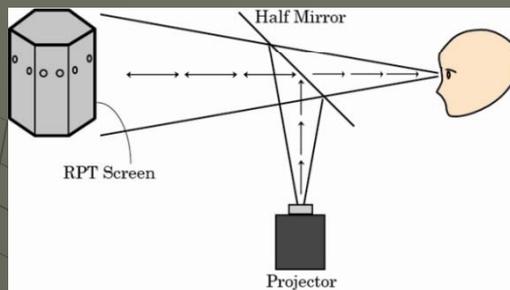
全周囲音響ステレオカメラVOLTEX



任意の位置からの投影が可能な再帰性投影システム



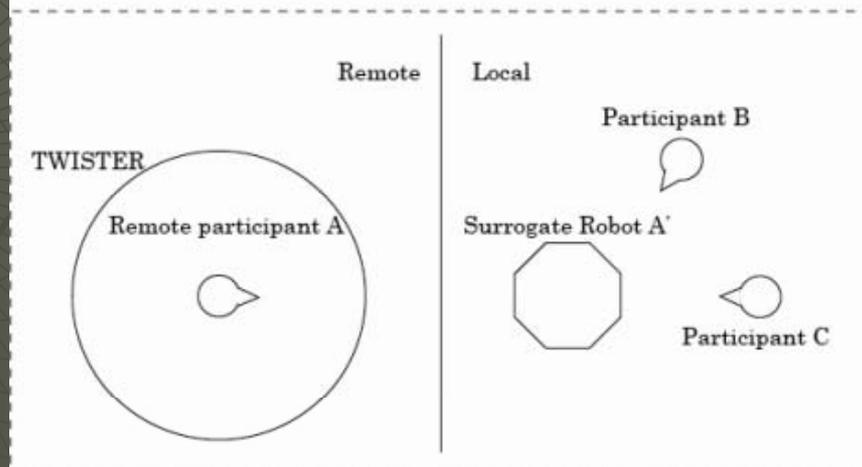
携帯型 RPT Viewer



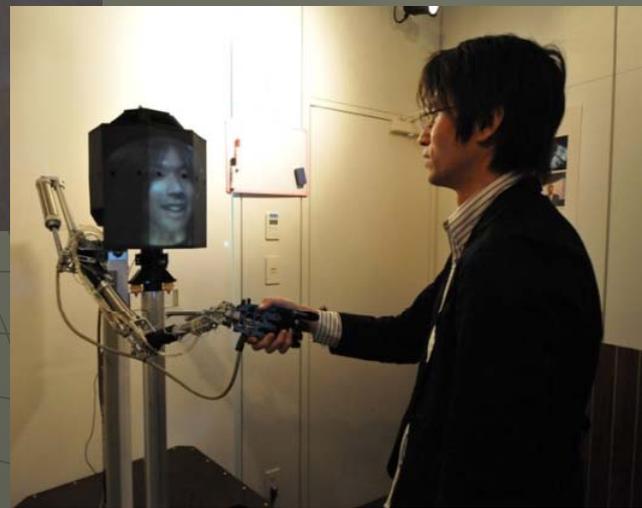
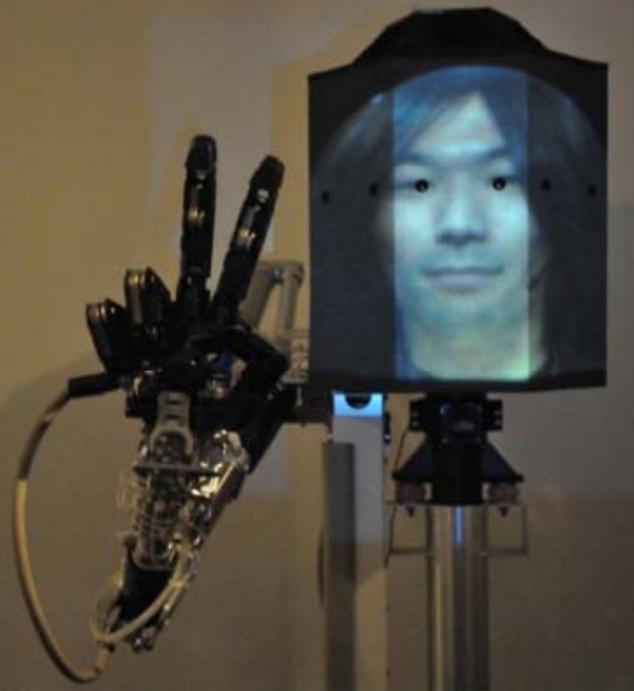
Participant B view



頭部搭載型 RPT Viewer



Participant C view

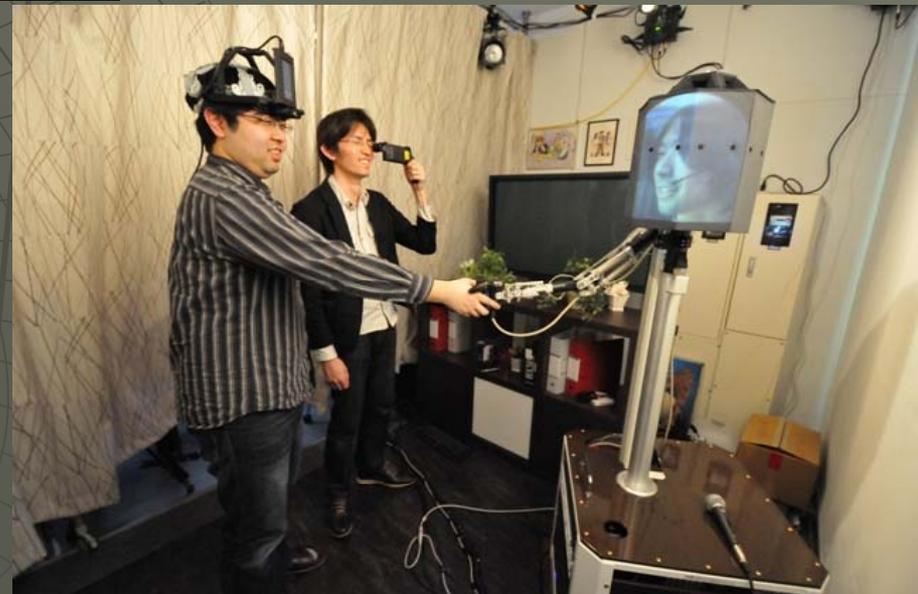


再帰性投影による表情の伝達とジェスチャーや握手など身体性の伝達による存在感の向上



実験風景：遠隔参加者の臨場感：
360度の裸眼立体ディスプレイ
TWISTERにより臨場感を向上させるとともに、レイグジスタンス代理ロボットTELESAR4を開発して、代理ロボットを介して遠隔参加して会場を自由に動き回り、現地参加している相手にコップを受け渡したり、身体に触れ合ったりすることを可能とした。

実験風景：現地参加者からみた存在感：
TWISTERに付加した可動カメラと再帰性投影システムを用いて、現地の参加者が、遠隔からの参加者の表情をリアルタイムに任意の位置から享受することを可能とした。



まとめ:

本研究開発の目的は、日本発の超臨場感コミュニケーションシステムとして、全周囲裸眼立体視ディスプレイや再帰性投影技術を応用し、体性感覚を含む高臨場感コミュニケーションシステムを実現することである。実世界とのインタフェースとして、レイグジスタンスシステムを用い体性感覚と映像を融合した代理ロボットシステムの開発を目指した。

最終年度である平成22年度において、これまでの各研究成果を集積し、統合システムの構築を行った。遠隔参加者が全周囲立体映像提示装置を用いたコックピットに入り、右手・右腕を自在に動かすことで代理ロボットの右手・右腕を操作し、左手でジョイスティックを操作することで代理ロボットを移動させることが出来る。システムの総合的な評価を行うため、参加者の目を見ながらの日常会話や握手、ジェスチャーなどの簡易な身体コミュニケーションや、参加者に近づきコップを受け取った後に別の参加者へ渡すような身体性を利用したタスクを実施し、複数の参加者との高臨場感コミュニケーションが行えることを確認した。この結果、本研究提案課題である、パーティ会場などの多人数が自由に行動する実空間への身体性を有したレイグジスタンスによる超臨場感通信が達成されたことを確認した。

【主要な誌上発表】

- [1] 渡邊孝一、川上直樹、舘暲、“レイグジスタンス・マスタスレーブシステムにおける操縦者とスレーブロボットとの間の寸法不一致の影響”、日本VR学会論文誌 Vol.14 No.3 pp.391-394, 2009.
- [2] K. Sato, K. Kamiyama, N. Kawakami, S. Tachi, “Finger-Shaped GelForce - Sensor for Measuring Surface Traction Fields for Robotic Hand”, IEEE Trans. on Haptics, Vol.3 No.1 pp.37-47, 2010.
- [3] K. Watanabe, S. Tachi, “Verification of Out of Body Sensations, Attribution and Localization by Interaction with Oneself”, Proc. IEEE ISVRI 2011 pp. 111-118 , 2011.
- [4] S. Tachi, K. Watanabe, K. Takeshita, K. Minamizawa, T. Yoshida and K. Sato, "Mutual Telexistence Surrogate System: TELESAR4 - telexistence in real environments using autostereoscopic immersive display -", Proceedings of IEEE/RSJ IROS 2011, San Francisco, 2011.

【申請特許】

- [1] 川上直樹、舘暲、佐藤克成、古明地秀治、南澤孝太、入力インタフェース、日本、特願2008-137521、2008年5月27日

【受賞リスト】

- [1] 渡邊孝一、“日本バーチャルリアリティ学会 学術奨励賞”、2011年3月30日

【報道発表】

- [1] “リアルな映像体験が実現！世界初の立体ディスプレイ登場”、BS JAPAN 世の中進歩堂、2009年6月21日
- [2] “Popular Science’s Future of Communication”、Science Channel、2009年9月28日
- [3] “立体映像で相手と対話 – 慶大がシステム開発 眼鏡なし、周囲ぐるり”、日本経済新聞、2011年5月9日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】 <http://tachilab.org/>