

# レイグジスタンスの研究 (第31報)

—次世代レイグジスタンスシステムのための頭部映像撮影・提示系の構築—

Study on Telexistence (XXXI)

-Implementation of the visual system for the next generation Telexistence -

川上直樹<sup>1)</sup>, 稲見昌彦<sup>2)</sup>, 財津義貴<sup>1)</sup>, 柳田康幸<sup>1)</sup>, 前田太郎<sup>3)</sup>, 舘 暲<sup>1)</sup>

Naoki Kawakami, Masahiko Inami, Yoshitaka Zaitzu, Yasuyuki Yanagida, Taro Maeda and Susumu Tachi

1) 東京大学 工学系研究科

(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, {kawakami,z2,yanagida,tachi}@star.t.u-tokyo.ac.jp)

2) 東京大学 国際・産学共同研究センター

(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, minami@star.t.u-tokyo.ac.jp)

3) 東京大学 情報学環

(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, maeda@star.t.u-tokyo.ac.jp)

**Abstract:** By using X'tal Vision, robots that its surface is painted by retro reflective material and stereoscopic camera, we can implement a next generation telexistence system. In this paper, we describe details of camera-display system, which enables face-to-face communication through robots. And we also implement a trial system named X'tal Head. X'tal Head allows users to observe a stereoscopic head image of a remote person.

**Key Words:** Telexistence, X'tal Vision, Next Generation Telexistence, Constant-Orientation Camera

## 1. はじめに

レイグジスタンス (Telexistence)とはオペレータが高度な臨場感を有し、遠隔に存在するロボットをあたかも自分の分身のように自在に制御し精密な作業を行うことを可能にする技術である [1][2]。従来レイグジスタンスは遠隔ロボット側の環境情報を高臨場感で操作者に提示することを行っていた。このシステムは極限作業をはじめとする遠隔地のロボット作業には非常に有効である。しかし、遠隔地で「人」とのコラボレーションを行う際、遠隔地にロボットと共存する人 (以降「共同作業員」) にとって、そこにあるのはロボットである。今後ロボットと人間の協調作業というシチュエーションが増えていった際、操作者の存在感(そこに操作者がいるという感覚)を共同作業員が意識することが重要であり、次世代型レイグジスタンスは存在感の提示を目指す。換言すると、従来のレイグジスタンスは Tele-presence にすぎず、次世代型で初めて Telexistence が実現されるといえるであろう。

(図 1)

筆者らは頭部搭載型プロジェクタ(HMP)を利用することにより遠隔にいるロボットの操作者の「存在感」の提示を目指した次世代レイグジスタンスシステムを提案して

いる[3]。本発表では新たに構築した操作者画像の撮像、提示システムについて報告を行う。

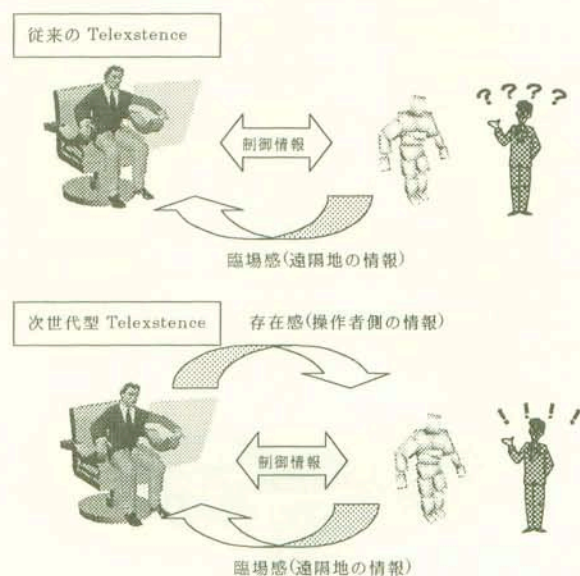


図 1 次世代型レイグジスタンス



## 2. 次世代型トレイグスタンスシステムの実証システムの構築

次世代型トレイグスタンスシステムを構築するにあたり、まず、存在感の提示のため人間の顔（表情）を提示し、存在感提示の実証システムを構築した。図 2 に今回試作したシステム図を示す。本システムはロボットの頭部の代わりとして再帰性反射材を貼付した立方体状のスクリーンを 5 自由度ロボットアームに取り付け、これに操作者（図中 Operator A）の頭部を投影し、操作者の存在感を共同作業者（図中 Operator B）に提示する。この際操作者の頭部運動はロボットアームに取り付けられたスクリーンの運動に反映される。また、操作者の映像を、共同作業者の頭部運動に追従するカメラで撮影し、X'tal Vision を用いて共同作業者に提示する。

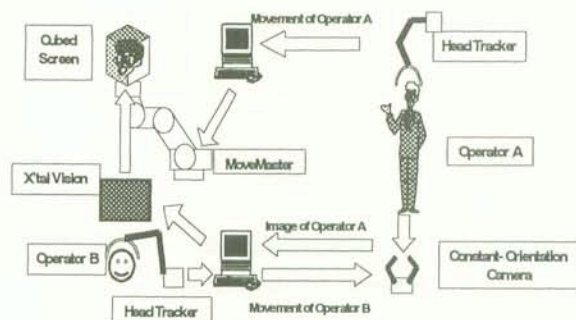


図 2 試作したシステム

### 2.1 X'tal Vision

筆者らは、観察者の目と光学的に共役な位置に、光量の許す限り小さな絞りを設けたプロジェクタを用い、再帰性反射材を貼付した任意形状の物体を立体ディスプレイとして用いる光学系を提案している[3]。この、光学系を 2 組用いた X'tal Vision（立体視版、図 3）を利用することにより機械的部品によっては実装困難な細かい表情、色、質感の表現を視覚的に再現することが可能となる。特に、立体視を行うことで、高い臨場感を得るのみではなく、距離感を正しくつかむことが可能なためスクリーンの表面を意識することなく、あたかもスクリーンの内部に顔が存在し、スクリーン面が透明であるかのように観察することが可能となる。本試作システムではアームの可動域があまり広くないため固定型の投影系を用いたが、頭部搭載型[4]にすることも可能である。

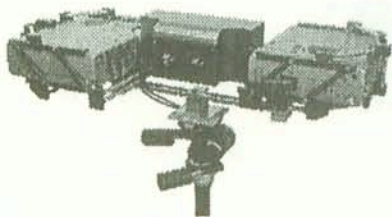


図 3 X'tal Vision（立体視版）全体図

### 2.2 Constant-Orientation Camera

また、本システムにおいて立体カメラが必要であるが、プロジェクションベースであるため、視点移動に伴うビューイングボリュームの変化が生じないカメラが必要である。筆者らは、この条件を満たすカメラとして Constant-Orientation Camera(図 4)を提案しており[5]、本システムではこれを用いた。

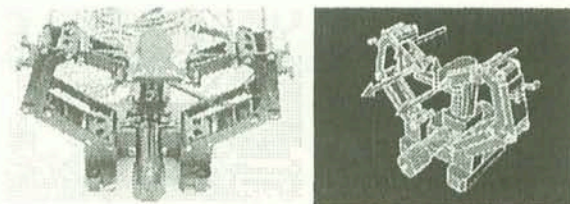


図 4 Constant-Orientation Camera

### 3. おわりに

図 5 に実装されたシステムと観察される映像を示す。本稿では臨場感 (presence) 提示だけでなく、存在感 (existence) 提示に着目した次世代トレイグスタンスシステムを提案し、システム構築の上では特に撮像・提示系に関して Constant-Orientation Camera、X'tal Vision を利用することが有効であることを示した。

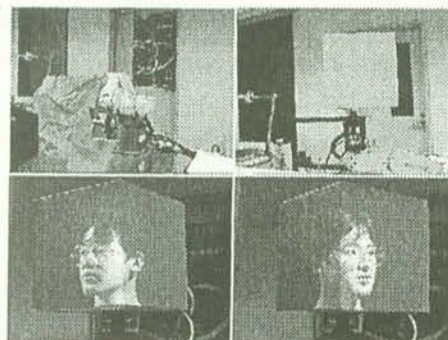


図 5 左上:アームロボット 右上:アームロボットにディスプレイ部を装着 左下、右下:人間の頭部を投影

### 参考文献

- [1] 館、阿部：トレイグスタンスの研究(第 1 報)第 21 回 SICE 学術講演会, pp.167-168, 1982.
- [2] 館：人工現実感, 日刊工業新聞社, 1992.
- [3] 稲見, 川上, 関口, 柳田, 前田, 館：トレイグスタンスの研究(第 30 報), 第 17 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.839-840, 1999
- [4] 川上, 稲見, 柳田, 前田, 館：オブジェクト指向型ディスプレイの研究, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.6, pp.2725-2733, 1999.
- [5] 稲見, 川上, 関口, 柳田, 前田, 館：頭部搭載型プロジェクタの研究, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.1, No.3, pp.39-42, 1999
- [6] 三津橋, 柳田, 前田, 館：IPT 用カメラシステムの実装と評価, 日本バーチャルリアリティ学会第 4 回大会論文集, pp.161-164, 1999