

平成19年度  
研究開発成果報告書

テレ・イマーシブ・カンファレンス・  
システムに関する研究

委託先： (株)ケイ・ジー・ティー

平成20年4月

情報通信研究機構

# 平成19年度 研究開発成果報告書 (一般型)

「テレ・イマーシブ・カンファレンス・システムに関する研究開発」

## 目次

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | 研究開発課題の背景   | 3  |
| 2     | 研究開発の全体計画   |    |
| 2-1   | 研究開発課題の概要   | 5  |
| 2-2   | 研究開発目標  | 6  |
| 2-2-1 | 最終目標  | 6  |
| 2-2-2 | 中間目標  | 6  |
| 2-3   | 研究開発の年度別計画  | 8  |
| 3     | 研究開発体制  | 9  |
| 3-1   | 研究開発実施体制  | 9  |
| 4     | 研究開発実施状況  |    |
| 4-1   | IPT(Immersive Projection Technology)用VR基盤ライブラリの研究開発 | 10 |
| 4-1-1 | 序論  | 10 |
| 4-1-2 | OpenCABINライブラリのチュートリアルとサンプルの開発                      | 10 |
| 4-1-3 | Fusion基盤ソフトウェアの開発                                   | 12 |
| 4-1-4 | まとめ   | 17 |
| 4-2   | 空間共有アプリケーション構築用ライブラリの研究開発                           | 18 |
| 4-2-1 | 序論  | 18 |
| 4-2-2 | ライブラリの整備とドキュメント開発                                   | 18 |
| 4-2-3 | アプリケーションの開発   | 19 |
| 4-2-4 | まとめ   | 21 |
| 4-3   | 知識創造プロセスの支援のためのデータベース開発                             | 22 |
| 4-3-1 | 序論  | 22 |
| 4-3-2 | タイル型ディスプレイ表示制御システムの開発                               | 22 |
| 4-3-3 | タイル型ディスプレイを用いた遠隔コミュニケーションにおけるアイコンタクトの評価実験           | 25 |
| 4-3-4 | まとめ   | 27 |
| 4-4   | 空間共有会議システムの構築と評価                                    | 28 |
| 4-4-1 | 序論  | 28 |
| 4-4-2 | 可視化コラボレーションシステムの開発                                  | 28 |
| 4-4-3 | 教育用空間共有システムの開発                                      | 29 |
| 4-4-4 | 建築設計向けアプリケーション開発                                    | 31 |
| 4-4-5 | 医療分野における需要調査  | 36 |
| 4-4-6 | まとめ   | 38 |
| 4-5   | 総括  | 39 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 5 参考資料・参考文献.....    | 41 |
| 5-1 研究発表・講演等一覽..... | 41 |

## 1 研究開発課題の背景

### (1) 既存コミュニケーションツールの意思疎通力や臨場感の不足

ネットワークの発達によって、今日の社会では遠隔地の利用者と協調して意思決定や共同作業を行うことが多くなってきた。このような遠隔協調作業を行うためには、E-mail や WWW ブラウザ、TV 会議システム等を使用し、マルチメディア情報を活用したコミュニケーションが有効的である。しかしながら、これらのシステムでは扱える情報が限られ、感情が伝わらないなどの制約が多く、実空間でのコミュニケーションの補佐的役割でしか使用されていないのが現状である。特に、遠隔授業や研究開発、プロダクトデザインなどの分野では対象に三次元表現が必要となる場合も多く、現行の遠隔コミュニケーション・システムでは、意思疎通力や臨場感不足という問題がある。

### (2) IPT に求められる知識発見、知識創造支援機能

一方、全国各地に点在している CAVE や CABIN に代表される IPT(Immersive Projection Technology)をネットワークで接続し、没入型の VR 空間を共有しようという試みが行われている。これらの研究では、お互いがアバタ(代理人)と呼ばれる CG のキャラクターや、カメラで撮影されたユーザの映像を相手の VR システムに投影することによってコミュニケーションを実現する。またお互いの VR 空間に同じオブジェクトデータ(物体)を表示することによって、あたかも同じ空間を共有しているような高い臨場感を生成する。これらの高臨場感のある協調作業では、お互いの利用者が知恵や知識を共有し、膨大なデータの中から有益な情報を抽出し、問題解決にあたるデータマイニング等の知識発見や知識創造支援機能が重要な要素となっている。IPT は、大画面表示機能があるので、多様なデータやコンテンツを一覧できるので、知識創造支援機能を本質的に有しているといえる。

### (3) IPT に必要な互換性

共有 VR 空間に関する研究はいくつかのプロジェクトで研究され、ある一定の成果を収めてはいるが、いずれもプロジェクト間での互換性が乏しいという問題がある。例えば、あるグループが開発した共有 VR 空間と、他のグループが開発した共有 VR 空間を接続することは通常困難であり、現状では閉鎖されたグループの中でしか利用することができない。

この原因としては、システム間の互換性の低いハードウェアと、個々のシステムが異なるライブラリを用いているというソフトウェアの要因が考えられる。IPT のシステムは非常に高価であるがゆえ、通信相手ごとに新規のシステムを導入することは困難であり、新たなライブラリやフレームワークを導入することも、これまでに蓄積されてきたソフトウェア資産を捨てることになり、普及の妨げとなっている。

### (4) IPT に必要なアプリケーション・ソフトウェア

VR 装置の本来的な価値は、上述のアプリケーション・ソフトウェア感があり、多様なデータを一覧的に表示でき、コミュニケーション力と知識創造支援力を有していることである。しかしながら、この特長を生かして、普段利用しているアプリケーション・ソフトを IPT でも利用したいと思っても、極めて困難である。これは、アプリケーション・ソフトウェアが、IPT で利用されることを想定されていないからである。

その理由は、IPT 機能を組み込むコストが高いからである。組み込み用のライブラリは、非常に高価であるし、情報もないからである。もし、費用をかけずに、簡単に組み込みができれば、IPT 対応のアプリケーション・ソフトウェアは、増大すると思われる。

なぜなら、普段利用しているソフトウェアのプルダウン・メニューの中に、「IPT 出力」や「ネット会議の実行」等のボタンが埋め込まれていたら、ユーザにとっては、非常に便利な機能であり、気軽に利用ができるようになるからである。

例えば、現在でも、マイクロソフト社のネット・ミーティングを利用する人が少ないのは、わざわざ別アプリケーションを立ち上げなければならないからと考えられる。研究者らの経験では、「素人度が高いほど、一つのアプリケーションで済ませたい」というのが、

現実であるからである。

## 2 研究開発の全体計画

### 2-1 研究開発課題の概要

本研究では、VR空間を共有しながら人間相互の意思疎通や協調作業を行うためのコミュニケーション環境を構築するためのソフトウェア・ライブラリを提供し、遠隔地間での協調的なデータマイニングやナレッジマネジメントを実現することを目指している。

本研究の課題は、

- ・ データベースを介在させ、「空間、時間、人物、物体、操作、情報の共有化」を有機的に、他のアプリケーション・ソフトウェアと連携利用できる事
- ・ TV会議以上のスケーラビリティを有し、実用レベルまで実装することができる事
- ・ 両方のライブラリが他のアプリケーション・ソフトウェアの開発基盤に資することができる、汎用性、オープン性、互換性を実現する事、である。

具体的な研究開発課題のサブテーマとしては、(1) IPT用VR基盤ソフトウェアの開発、(2) 空間共有アプリケーション構築用ライブラリの開発、(3) 知識創造プロセス支援のためのデータベースの開発、(4) 空間共有会議システムのプロトタイプ開発とその評価を行う。

図2-1に具体的なテレ・イマーシブ・カンファレンスを実施している想定図を示す。

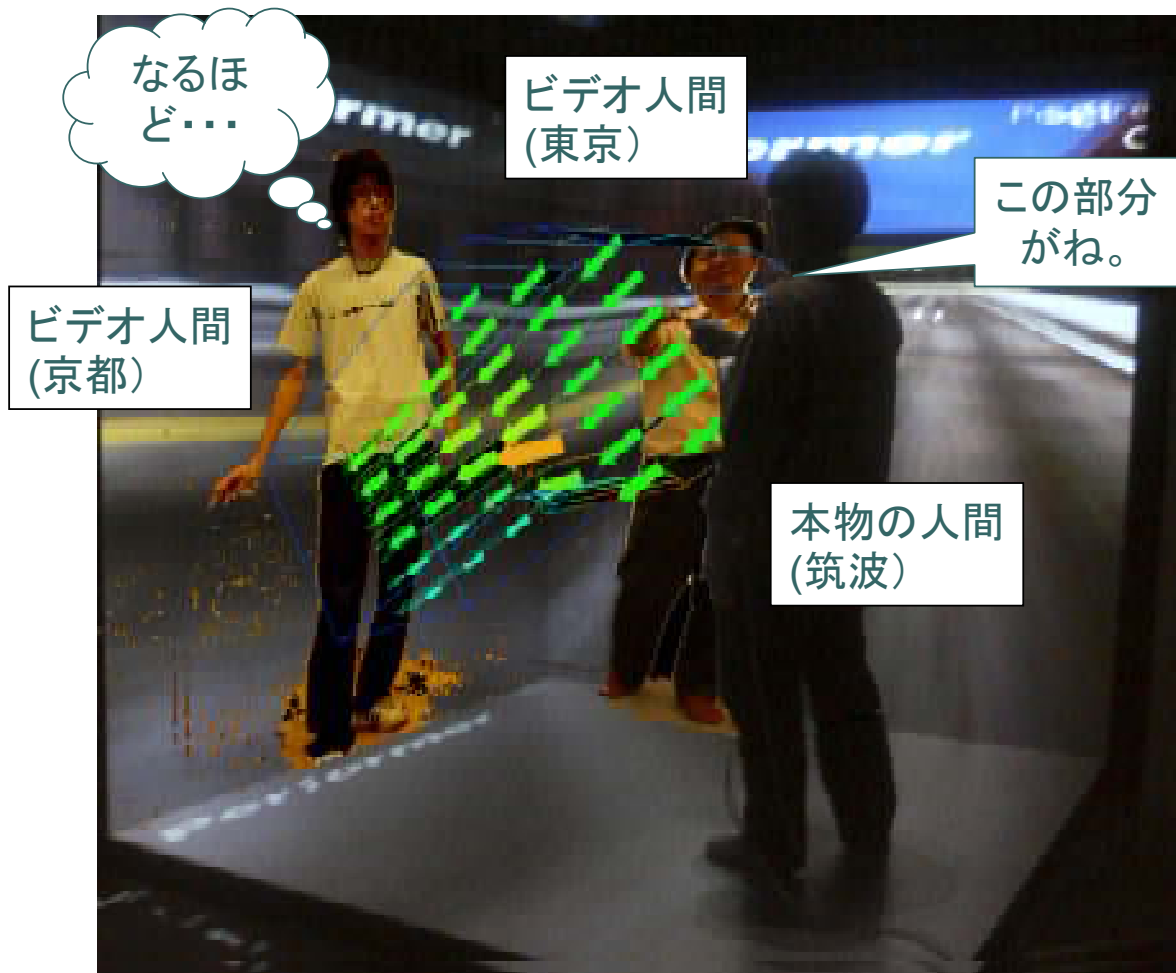


図2-1 テレ・イマーシブ・カンファレンスの様子 (合成イメージ図)

## 2-2 研究開発目標

### 2-2-1 最終目標（平成 20 年 8 月末）

#### (1) IPT 用 VR 基盤ソフトウェアの開発

##### 1) VR 基盤ソフトウェア

デスクトップ環境から IPT 環境まで同じ API で、設定ファイルを変更することによって対応できる VR 基盤ソフトウェアを整理する。コンソーシアムを設立し一般公開を行う。

##### 2) 携帯端末インターフェイス

GUI 評価を行い、VR 空間に提示される 3 次元 GUI より使いやすいように改良を行う。

##### 3) グラフィカル開発環境

サンプルプログラムとヘルプ機能を参照しながら利用者が独自のアプリケーションを構築できる環境と、モジュールの整備。

#### (2) 空間共有アプリケーション構築用ライブラリの開発

空間共有アプリケーション構築のための、空間共有機能、時間共有機能、人物共有機能、操作共有機能、情報共有機能、物体共有機能をライブラリとして整理する。これらのライブラリは、IPT 用 VR 基盤ソフトウェアを始め、CABIN Lib 等の VR 構築用ライブラリとの併用も実現する。またコンソーシアムを設立し一般公開を行う。

#### (3) 知識創造プロセスの支援のためのデータベースの開発

情報の相互影響を考慮し、関連情報の変化に対応しながら、情報のリンク関係を動的にグラフィカル提示する機能を組み込む。

#### (4) 空間共有テレビ会議システムの構築と評価

アドバイザーグループと連携し、プロトタイプの実証。オーグメンテッド・リアリティ・プロトタイプを試作し、機能の評価を行う。

### 2-2-2 中間目標（平成 19 年 1 月末）

#### (1) IPT 用 VR 基盤ソフトウェアの開発

##### 1) VR 基盤ソフトウェア

デスクトップ版と 1 面スクリーン対応版を試作し、実空間の 3 次元知覚と差のない視覚情報を提示できる。多面スクリーンに用いた場合にスクリーンのつなぎ目に違和感がないようにする。入力デバイスからのデータを管理するデーモンの試作。国際化のための仕様の決定。

##### 2) 携帯端末インターフェイス

GUI を用いたインタラクションを VR 空間で実現するために PDA と携帯電話をベースとしたユーザインタフェースを開発する。設定ファイルによって GUI が自動的に再構築できるようにする。

##### 3) グラフィカル開発環境

ネットワークエディタの設計。グラフィックス関連、インタラクション関連、割り込み処理関連、デバイス関連の各モジュール群を構築する。

#### (2) 空間共有アプリケーション構築用ライブラリの開発

空間共有アプリケーションの構築に必要な、空間共有機能、時間共有機能、人物共有機能、操作共有機能、情報共有機能、物体共有機能をそれぞれ実装し機能評価を行う。たとえば、人物の共有機能に関しては、アバタによる指差し位置がセンサ誤差と同等 (5cm 以内) の精度で伝達されること、時間の共有に関してはビデオ映像の 2 コマ (0.06 秒) 以内の時間同期を実現する、また情報の共有機能では SQL を介した種々のデータベースへのアクセス機能を実現することを目標とする。

#### (3) 知識創造プロセスの支援のためのデータベースの開発

データベースに蓄積された情報から利用者が求めるデータを的確に抽出するデータマイニング機能を開発する。登録するデータに属性を持たせ、関連ある情報を自動的にリンクする機能を持たせること。

#### **(4) 空間共有テレビ会議システムの構築と評価**

アドバイザーグループと連携し、VRタイプ、デスクトップタイプの仕様の決定。



## 2-3 研究開発の年度別計画

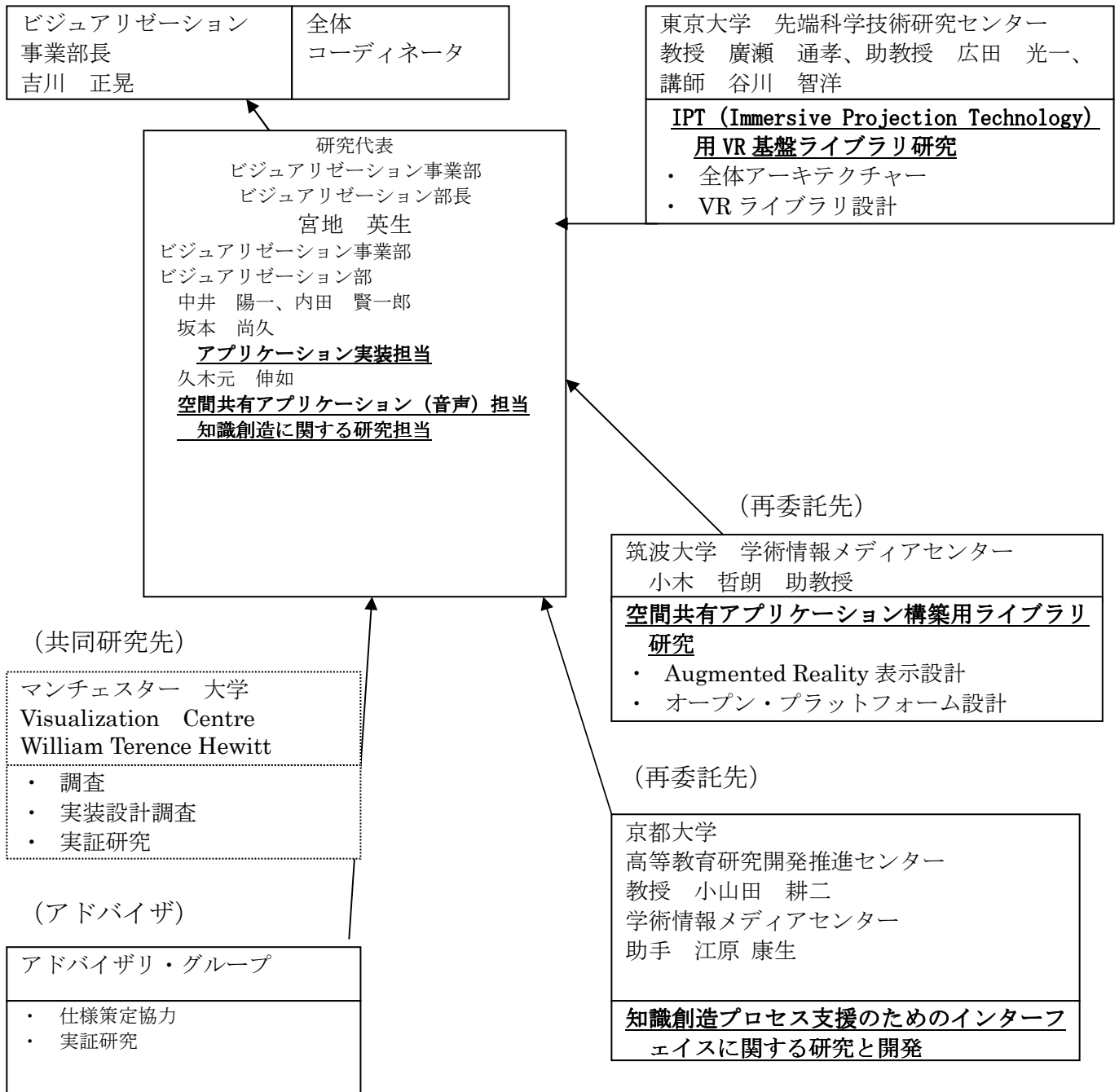
金額は非公表

| 研究開発項目                           | H16年度 | H17年度 | H18年度 | H19年度 | H20年度 | 計 | 備考              |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|-----------------|
| (1) IPT用VR基盤ソフトウェアの開発            |       |       |       |       | →     | - | 東京大学            |
| (2) 空間共有アプリケーション構築用ライブラリ<br>の開発  |       |       |       |       | →     | - | 筑波大学            |
| (3) 知識創造プロセスの支援のためのデータベ<br>ースの開発 |       |       |       |       | →     | - | (H17から)<br>京都大学 |
| (4) 空間共有会議システムの構築と評価             |       |       |       |       | →     | - |                 |
| 間接経費額（税込み）                       | -     | -     | -     | -     | -     | - |                 |
| 合 計                              | -     | -     | -     | -     | -     | - |                 |

- 注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上（消費税を含む）。  
 2 備考欄に再委託先機関名を記載  
 3 年度の欄は研究開発期間の当初年度から記載。

### 3 研究開発体制

#### 3-1 研究開発実施体制



## 4 研究開発実施状況

平成18年度まで、基盤ソフトウェアの開発と基本試験を実施してきた。平成19年度は、それらの利用環境整備と、それらを使ったアプリケーション開発と実証試験を行い、ビジネスに直結するアプリケーション開発を実施した。

具体的には、次の開発を行った。

### ① VR 基盤ソフトウェアの開発

- (1) 安定性の向上と改良/ホームページの充実（ヘルプ、サンプル拡充など）
- (2) N3VR や利用コンソーシアムを通しての普及活動
- (3) Fusion 基盤ソフトウェアの開発
  - ・ビジネスアプリケーション向けに Fusion 技術の SDK の開発
  - ・FusionViewer の開発

### ② 空間共有アプリケーション構築用ライブラリの開発

- (1) 安定性の向上と改良/ホームページの充実（ヘルプ、サンプル拡充など）
- (2) N3VR や利用コンソーシアムを通しての普及活動

### ③ 知識創造プロセスの支援のためのデータベースの開発

- (1) K J 法のアプリケーション改良と実証試験の実施。

### ④ 空間共有会議システムの構築と評価

- (1) 可視化コラボレーションシステムの開発
- (2) 教育用空間共有システムの開発
- (3) 自動車設計向けデザイン共有システムの開発
- (4) 建築設計向けアプリケーション開発
- (5) その他の分野開発（医療分野など）

## 4-1 IPT(Immersive Projection Technology)用 VR 基盤ライブラリの研究開発

### 4-1-1 序論

このサブテーマでは、大きく2つの研究開発を進めている。

1つは、IPT システム、タイル型ディスプレイ用の基盤ライブラリ(OpenCABIN library)の開発、もう1つは市販アプリケーションとの容易な連携を図るための OpenGL フェージョン技術の開発である。

OpenCABIN library に関しては、第1版（バージョン1.2）を用いた各種プロトタイプアプリケーション開発の中でバグ修正を行ってきた。並行して、チュートリアルガイドやサンプルプログラムの拡充を図り、それらを使った入門講習会を実施することで改良を行った。日本バーチャルリアリティ学会のテレイマージョン研究会でもチュートリアルセッションを持った。

OpenGL フェージョン技術に関しては、SDK 版の開発と、非立体視版の FusionViewer(製品名：3D Chimera-GL)を製品化し、販売を開始した。

### 4-1-2 OpenCABIN ライブラリのチュートリアルとサンプルの開発

ライブラリの使い勝手向上のため、チュートリアルなどのドキュメントの充実を図った。また、その品質改良のために、ドキュメントをテキストとして利用した講習会を実施した。

#### (1) 第5回テレイマージョン研究会(N3VR) OpenCABIN チュートリアルの実施

実施日時： 2007年11月22日（木） 講師：坂本尚久（KGT/京都大学）

内容： OpenCABIN プログラミングと既存プログラムからの書換え

参加者： 約20名

参加費： 無料

## (2) バーチャルリアリティ開発者のための「OpenCABIN 講習会」の実施

実施日時： 2007年11月22日(木) 10:00-17:00

場所： 株式会社ケイ・ジー・ティー 東京本社(新宿区新宿2-8-8)

- 講習内容：
- (1) バーチャルリアリティ概論 小木哲朗 (筑波大)
  - (2) OpenCABIN プログラミング実習 坂本尚久 (KGT/京都大学)
    - ・ OpenCABIN プログラミング説明
    - ・ GL-UT プログラムからの VR 化プログラミング
    - ・ CAVELIB プログラムからの OpenCABIN への移植例
  - (3) バーチャルリアリティ体験デモ

Flock of Birds 磁気センサと簡易立体システム PortableVR を利用

参加者： 8名

参加費： 35,000円

図 4-1-1~4-1-3 に典型的なサンプルの表示例を示す。図 4-1-1 は、OpenGL の典型的なデモプログラム(Teapot)を OpenCABIN 化した例、図 4-1-2 は典型的な動画事例として Atlantis の OpenCABIN 化例、図 4-1-3 に筑波大学で作成していた太陽系のグラフィックスプログラムの OpenCABIN 化例を示す。

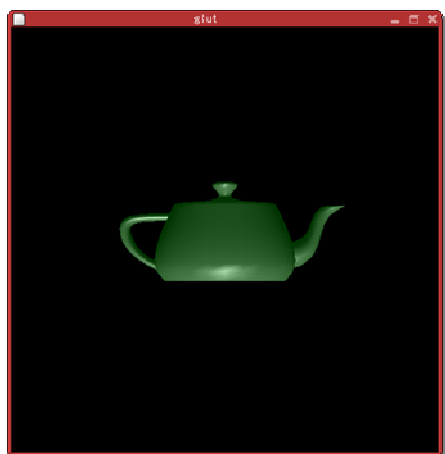


図 4-1-1 ティーポットの OpenCABIN 化例



図 4-1-2 Atlantis の OpenCABIN 化例

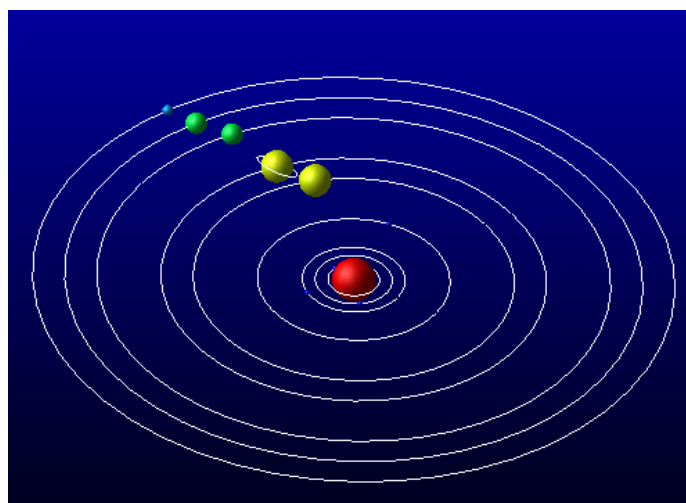


図 4-1-3 太陽系デモプログラムの OpenCABIN 化例

チュートリアルテキストおよびユーザーズガイドの1ページ目を図 4-1-4 に示す。

|  |   |
|--|---|
| OpenCABIN ライブラリ 第1.22版<br>マニュアル 第1版<br>立山義祐<br>平成 19 年 10 月 24 日 | OpenCABIN プログラミングチュートリアルガイド(V1.0) <sup>4)</sup><br>2007.11.22.<br>1.<br>はじめに <sup>4)</sup><br>本書は、 <a href="#">CnG</a> プロジェクト（「テレ・イマージョン・カンファレンス・システムに関する研究」、情報通信研究機構（NICT）委託）において開発が進められる高臨場感 VR アプリケーション向けの開発基盤である OpenCABIN ライブラリの基本的な利用方法を、簡単なプログラム開発を通して習得することを目的としている。また、本書では、グラフィックス API として広く利用されている OpenGL（GLUT）による簡単なプログラムを例にあげ、それらを OpenCABIN 環境へ移植するための手順を示す。さらに、没入型の表示装置向けの開発基盤である CAVE ライブラリを利用したプログラムからの移植方法も説明する。本書は、OpenCABIN ライブラリ、OpenGL（GLUT）、CAVE ライブラリを利用して同機能のプログラムを作成することにより、各ライブラリを用いたプログラムとの違いを確認し、多くの VR アプリケーション開発者にとって、過去のプログラム資産の移植作業のガイドラインとなるものである。<br>本書の構成は以下のとおりである。<br>2章では、OpenCABIN ライブラリの概要と基本機能の説明を行う。<br>3章では、簡単なプログラムを作成することにより OpenCABIN ライブラリの基本機能を確認し、OpenCABIN プログラミングの基本構造を説明する。<br>4章では、まず、3章で利用したプログラムと同機能のプログラムを、OpenGL（GLUT） |
|--|---|

図 4-1-4 OpenCABIN ユーザーズガイドおよびチュートリアルテキスト

### 4-1-3 Fusion 基盤ソフトウェアの開発

OpenGL フュージョン技術の拡張と SDK 版の開発および、非立体視版の FusionViewer を開発した。

#### (1) Fusion 基盤ソフトウェアの拡張開発

OpenGL フュージョンを使って複数の 3 次元グラフィックスを合成するとき、位置合せの問題とカメラ情報のスキップの課題がアドバイザー・グループより要望があった。

##### ・ 位置合せの課題

複数の 3 次元表示を合成するとき、原点位置の違い、メートルやインチなどのスケールの違い、座標系の違い（右手系/左手系）を補正しなければ想定どおりの配置ができない場合がある。従来、対話操作によって位置合わせを可能としていたが、それだけではソフトウェアを起動するたびに同じ操作が必要になってしまう。

これを解決するために補正を行った変換量を保存し、2 回目からの実行では Fusion アプリケーションを起動した時、バッチ的に位置補正を行う仕組みを実装した。

##### ・ カメラ情報のスキップの課題

OpenGL では、原理的にカメラの移動と物体の移動を区別しない。したがって、アプリケーションがその内部でカメラと物体の変換マトリックスを合成して OpenGL ボードに命令を送る場合、OpenGL フュージョンのステップでは両者を分離することが不可能となる。この場合、運用によってアプリケーション上でカメラの変換マトリックスを操作しないようにして合成することになる。但し、これまで試験してきたアプリケーションで、そのような動作をするものは無かった。

一方、カメラマトリックスを特定のルール（順序）で送るアプリケーションは多数存在し、これに対しては、その順序に従ってカメラマトリックスをスキップすることで物体に対する変換マトリックスだけを取り扱うことができ、普遍的な位置合せが可能となる。従来、このスキップは経験則によってプログラム内部に記述してきたが、それでは都度コンパイルが必要となる。そこで、マトリックスをスキップするための GUI を作成し一定の範囲でのカスタム化を可能とした。

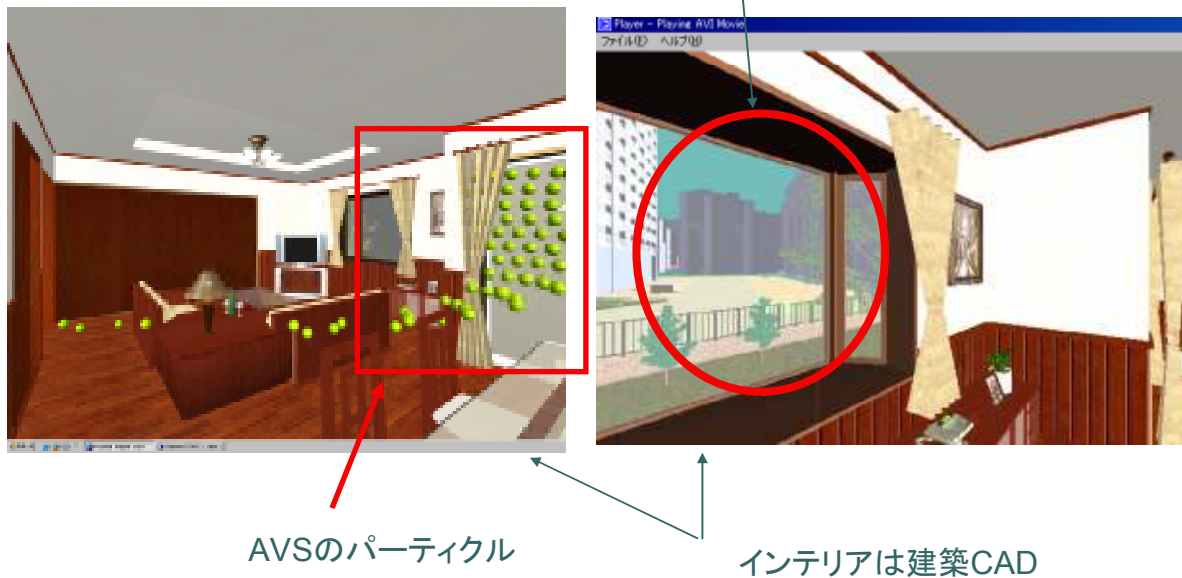
これらの機能追加により、正確な位置合せを容易に再現することが可能となった。図 4-1-5 は、建築 CAD（中央のモニター上）、流体解析のポスト処理（右モニターの左下ウイ

ンドウ：AVS/Express)、町並みウォークスルーアプリケーション（右モニターの右ウインドウ：国土交通省のフリーソフト）の3つを位置合せして合成している様子を示したものである。左端のモニターに合成表示されている。この3つのデータは、元々別々に作成されたものなので、座標値やスケールはまったく異なっている。しかし、一旦手動で位置調整した後は、その情報を保存できるようになったので、デモンストレーションとして簡単に再現できる。



図 4-1-5 3つのアプリケーションの位置合わせ合成。

窓の外は“町並みウォークスルー”



AVSのパーティクル

インテリアは建築CAD

図 4-1-6 合成表示の拡大図

図 4-1-6 に合成ウインドウでの動作の様子を拡大したものを示す。流体挙動を示すパーティクルが建築 CAD の室内をアニメーションで飛び、窓に近づく外には町並みウォークスルーソフトウェアが表示する街を見ることができる。

## (2) Fusion SDKの開発

これまで Fusion 基盤ソフトウェアに対して多くの要望が上がってきた。その中で基盤ソフトウェアの本質部分は前項のように拡張できるが、合成ウインドウに対する操作インターフェイスに関わる部分は、都度、開発が必要となる。Fusion 基盤ソフトウェアは、プログラミング無しで複数の 3次元表示を合成することを目的としているが、全く手を入れることができなければ基盤にならない。そこで、Viewer に対しては自由に拡張開発が可能となるよう SDK(Software Development Kit)の開発を実施した (図 4-1-7)

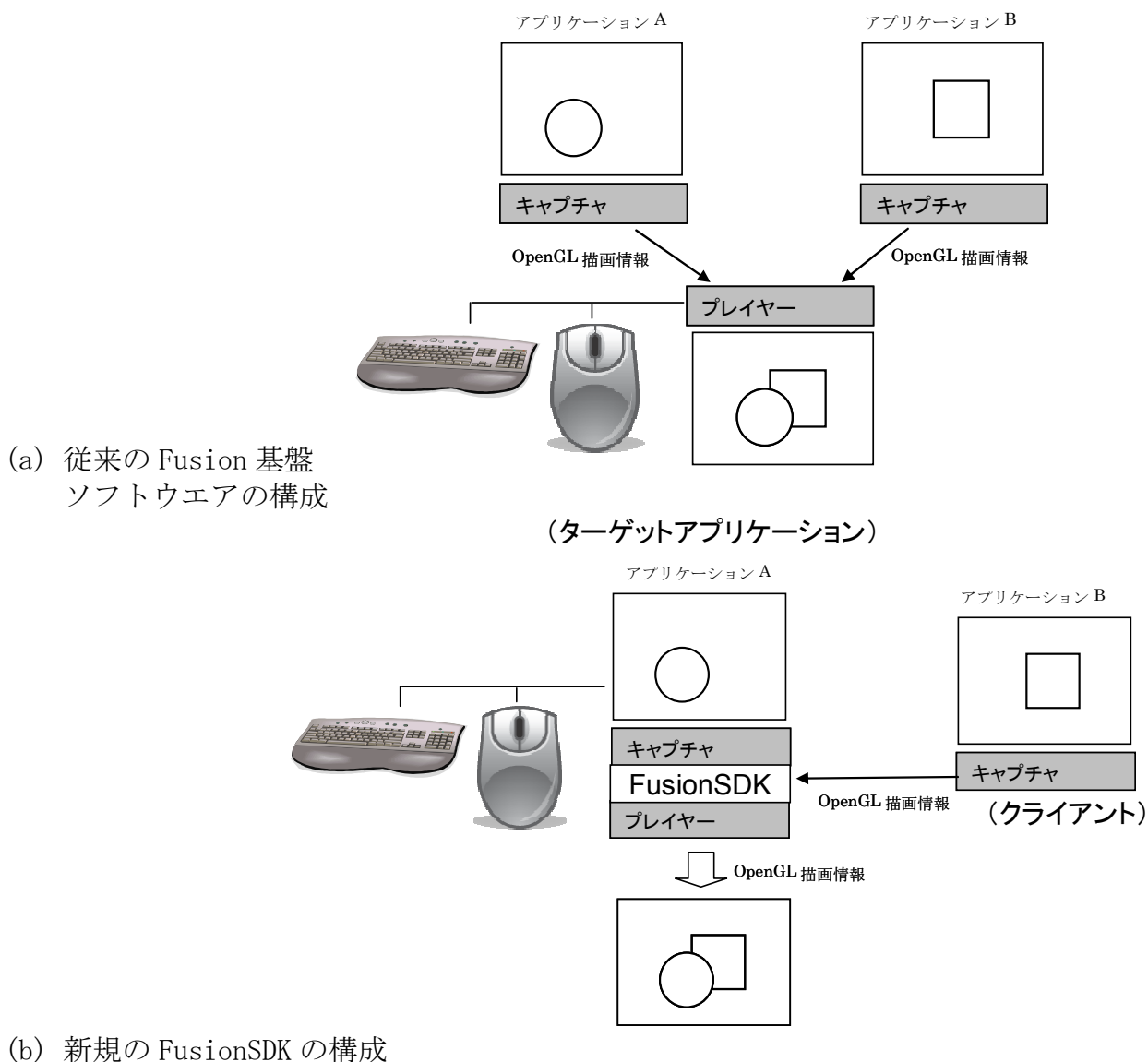


図 4-1-7 FusionSDK の概念図

新しい FusionSDK の最大の特徴は、ターゲットアプリケーションという概念の導入である。従来、アプリケーション A とアプリケーション B の合成結果を第 3 のプレイヤー (FusionViewer) に表示していた。このため合成画面への操作は Fusion のプレイヤーの機能となる。一方、図 4-1-7 (b) に示すように、FusionSDK は、ある意味、自分のビューを持たない。ターゲットアプリケーションの持つウインドウ内に別のアプリケーション B の表示内容を挿入する形を取る。これにより、合成ウインドウ内で、ターゲットアプリケーションの操作が可能となる。例えば、画像の印刷やカットバッファへのコピーが可能となる。また、1 台のコンピュータ上で動作させるとき、従来は、A、B、A+B と、2 倍の表示



が行われていたのに対して、新しい構成ではB, A+BとAの1個分グラフィックス負荷が軽くなる。

もう1つの特徴は、SDKとしての機能で、図中 FusionSDK と示した部分にユーザがCのコードを自由に挿入できることである。ユーザは、この部分に前項で問題となったカメラマトリックスの扱いなどを自由にカスタマイズできるので、自由に Fusion の対応アプリケーションを増やしていくことが可能である。また、ここに新しいGUI、その他のアプリケーションとの通信を付加することで、例えば、電車でGOのような特殊な操作装置とのインターフェイスを付けたり、車載のGPSから送られてくる情報を元に地図情報を更新するというアプリケーションを開発することができる。

この新しいアーキテクチャを、我々はChimeraと名づけている(図4-1-8)。次項で述べる製品”3D Chimera-GL”も、将来、このコンセプトを採用することを考慮して命名している。

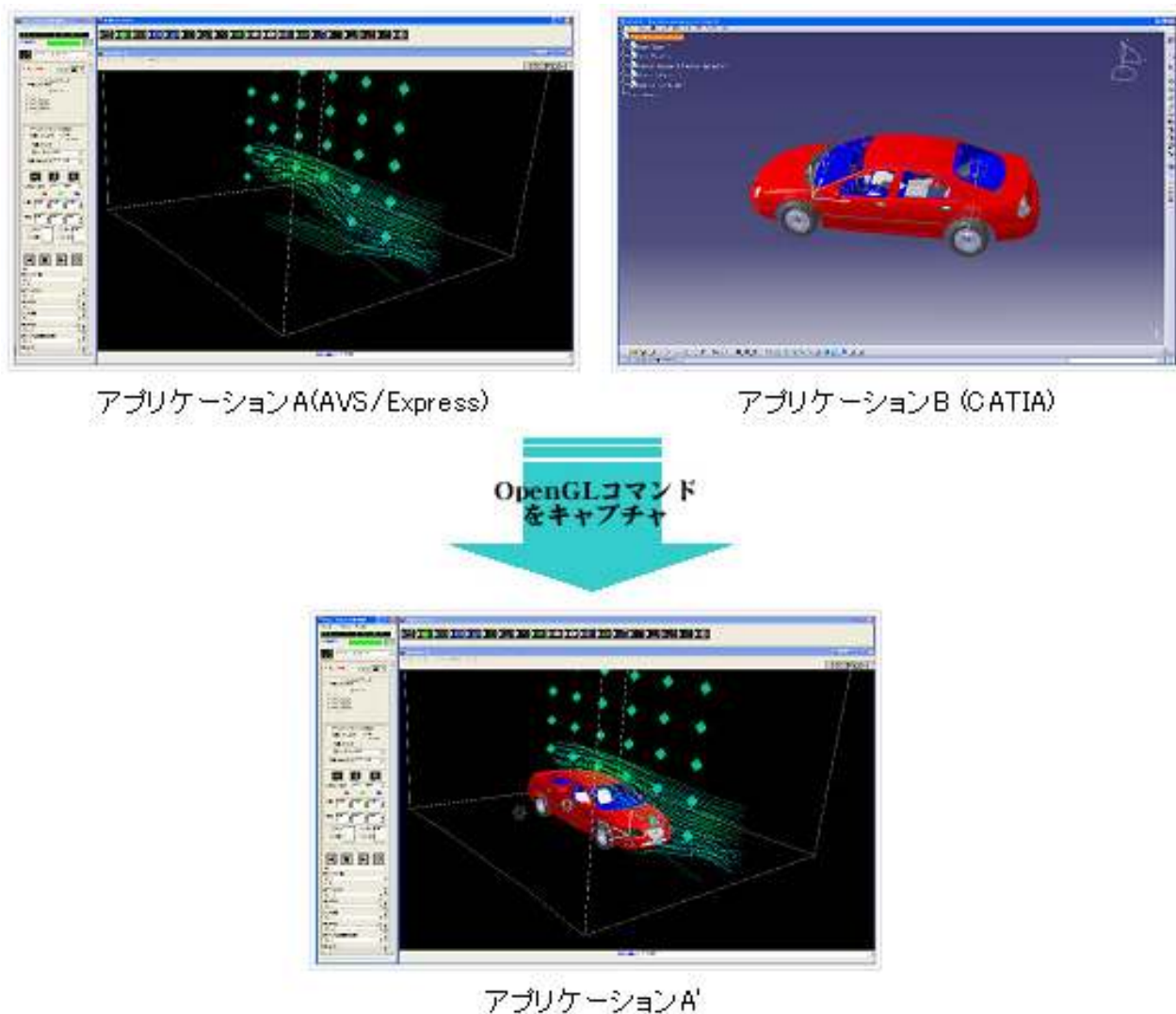


図 4-1-8 Chimera のコンセプト

Chimera 技術の開発は、図 4-1-8 に示した AVS/Express を CATIA V5 に挿入する事例では成功しているが、まだ、適応できるアプリケーションが少ない。SDK がリリースされることで、ユーザが適応アプリケーションを増やすことが可能となるので、適応アプリケーションが増えることが期待できる。SDK 化については、現在、設計が終わった段階であり、製品化は平成 20 年度になる。



### (3) FusionViewer の開発

すでに、図 4-1-5 や 6 に示したように OpenGL フュージョンで合成した画像を提示する場所は IPT システムだけでなく、通常のウインドウでも有効である。むしろ、このように報告書掲載用の画像を取得する場合、IPT 装置でなく通常のウインドウの方が便利である。

すでに昨年度、OpenGL フュージョン技術を用いた FusionVR を製品化、販売していたが、平成 19 年度は、VR 機能（立体視やヘッドトラッキングが無い）を抜き、通常のウインドウ PC 上で合成表示をするだけの製品” FusionViewer” を開発し、製品名を” 3D Chimera-GL” として販売を開始した（図 4-1-9）。

2007 年 6 月の産業用バーチャルリアリティ展に出展し、2008 年 1 月より大学向けのキャンペーン営業活動を開始、3 ヶ月で 2 本販売した。

民間向けには単品としての製品ではなく OEM 販売を展開している。



図 4-1-9 3D Chimera-GL 製品カタログ

民間向けでは、例えば、株NTT データ GC の景観ソフトウェア Overscene と計算結果を合成するサービスを考えている（図 4-1-10）。

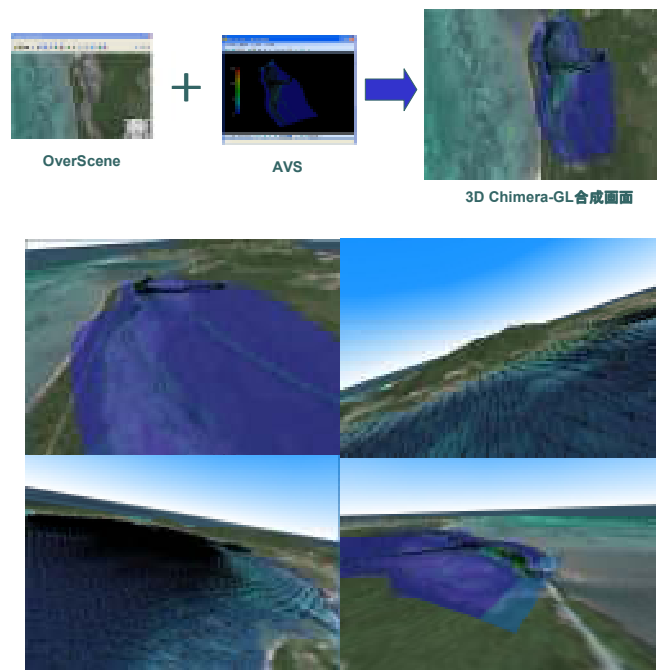


図 4-1-10 Overscene に解析結果をオーバーラップさせた事例

計算結果は、琉球大学の赤松准教授によるもので石垣島沿岸における栄養塩の動態をシミュレーションしている。

この 3D Chimera-GL には、すでに述べた位置合せ情報の保存機能は付いている。

しかし、この株式会社NTTデータGCとの試験では新たな課題がでている。

それは、合成されるソフトウェアが OpenGL 命令を送らない部分については、合成画面に表示ができないという問題である。表示物が非常に複雑な景観シミュレーションのようなソフトウェアでは、視線方向に無い物体（視ボリュームの外の物体）をカリングと呼ばれる処理で描画対象から外してしまい、OpenGL コマンドとしてグラフィックスボードに送信しない機能がある。しかし、この問題だけであれば、合成されるソフトウェアは全体が表示されるように遠くからのビューにしておけば良いのだが、ここに LOD (Level Of Detail) の機能が追加されると、十分に引いた視点位置でレンダリングさせると粗い情報しか描画せず、合成画面でズームアップしても詳細な情報を見ることができない。

これについては、すぐに解決する方法は見当たらないが、今後の解決すべき課題の 1 つであると考えている。

#### 4-1-4 まとめ

OpenCABIN ライブラリ普及のための課題となっていたドキュメントの整備を行った。また、講習会を通してドキュメントの品質を向上し、ユーザーズガイドとチュートリアルガイドをダウンロード可能にした。特にチュートリアルガイドでは、既存の OpenGL コードからの OpenCABIN 化、既存の CAVElib を用いた VR アプリケーションの OpenCABIN 化という具体的な移植方法を解説している。また、いくつかの著名なサンプルコードを OpenCABIN 化した。

OpenGL フュージョンには位置合せ情報の保存機能を追加した。また、OpenGL フュージョン技術を広く普及させるために、VR 機能を外した製品”3D Chimera-GL”を開発し発売を開始した。

## 4-2 空間共有アプリケーション構築用ライブラリの研究開発

### 4-2-1 序論

本ライブラリも、OpenCABIN ライブラリと同じくドキュメント整備が遅れていた。

平成19年度はライブラリとしての整備とドキュメントの拡張に重点を置きながら、いくつかのアプリケーション開発を行った。また、その中でバグフィックスを行い、安定性を向上させた。ホームページは英語ページを開発し、英語版ドキュメントをダウンロードできるようにした。

### 4-2-2 ライブラリの整備とドキュメント開発

空間共有ライブラリについては、次のカテゴリ分類でリファレンスガイドを開発した。

- ・ CCBASE : 情報共有機能
- ・ Cskey : 操作共有機能
- ・ SVW : 空間・物体・人物共有機能
- ・ VideoAvatar : 人物共有機能

(図 4-2-1)

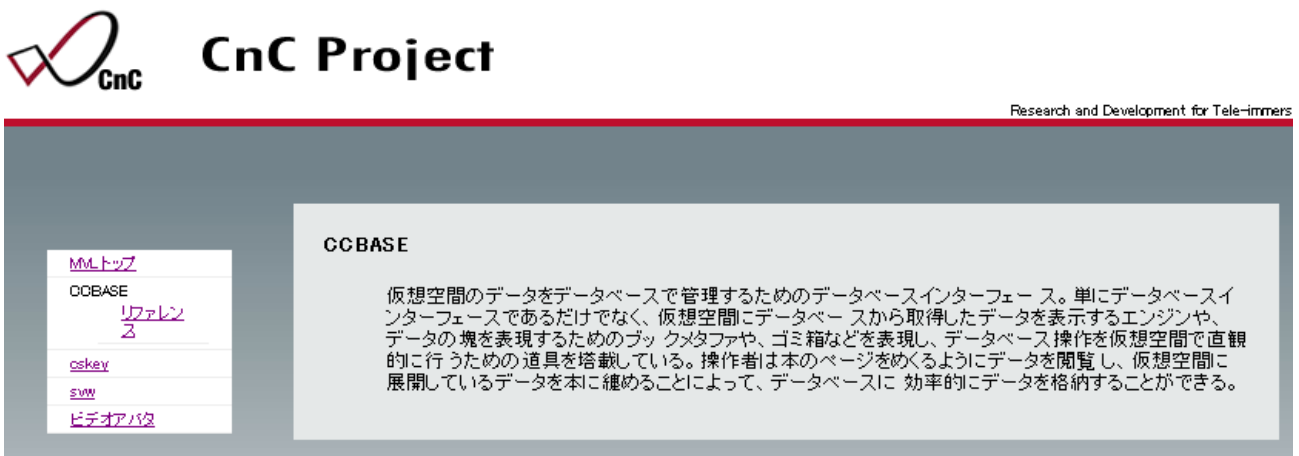


図 4-2-1 空間共有アプリケーション構築用ライブラリのマニュアルホームページ

また、ホームページの英語化を行った。(但し、2008年3月末現在、リファレンスガイドを除く。(図 4-2-2、図 4-2-3))



図 4-2-2 C n Cプロジェクトトップページ (日本語と英語)

## Background of Research and Development Issues



Through network development, in today's world users in distant lands have increased activities to coordinate cooperation, but existing communication tools are insufficient to bring about better understanding and feeling of immediacy. At present, they only serve to assist communication in bridging actual space.

Cooperative activity in high virtual reality has spurred on IPT (Immersive Projection Technology) and functions assisting in the discovery and creation of knowledge have become important factors. Since IPT high virtual reality allows the overview of diverse data and contents, it may be said to intrinsically possess functions assisting in the creation of knowledge.

### (a) プロジェクト概要

(a). In short, latency overhead which comes from load imbalance of drawing in renderers spaces is reduced and the efficiency of drawing in all open spaces is improved. However, since the space that appears in each renderer may partially or entirely overlap, to prevent the development of a parallel world due to differences in the processing time of each screen, a variable that shares each render space and data size is necessary. In the OpenCABIN Library, this kind of variable is called a shared variable and stipulates the utilization of any number of macro functions (Table 3). Using Definition / Initialization / Modification / Reference, the user can simply share variables.

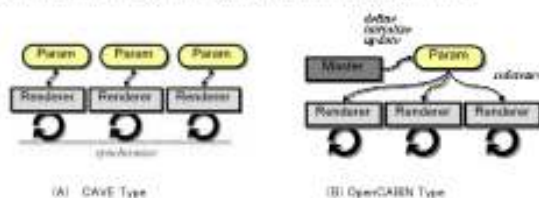


Figure 3 Data synchronization

When shared shared variables are described in the code of master and renderer programs in the same

### (b) OpenCABIN チュートリアル

#### 図 4-2-3 ホームページ英語版

#### 4-2-3 アプリケーションの開発

##### (1) IPT 用 VR 基盤ライブラリと空間共有アプリケーション構築用ライブラリの結合試験

##### ・ OpenCABIN ライブラリとビデオアバタの結合

1つのプログラムの中で、OpenCABIN ライブラリと空間共有アプリケーション構築用ライブラリ（人物共有機能：ビデオアバタ）を用いて、空間共有システムを構築した。通信試験は、筑波大学－東京大学間で JGN 2 を利用した（図 4-2-4）



図 4-2-4 筑波大学の CAVE に東京大学からビデオアバタを送信中の様子



- ・ Fusion 基盤ソフトウェアを使った市販アプリケーションとビデオアバタの結合

図 4-2-5 は、バーチャルリアリティ空間構築用ソフトウェアであるオメガスペース（株式会社ソリッドレイ研究所開発）と筑波大学で開発したビデオアバタの結合したときの様子である。Fusion 基盤ソフトウェアを利用することで、プログラムの改変無しで複数の 3 次元表示が合成できる。

したがって、ソースコードを入手できない市販アプリケーションとビデオアバタ（アプリケーション）の結合が可能となる。

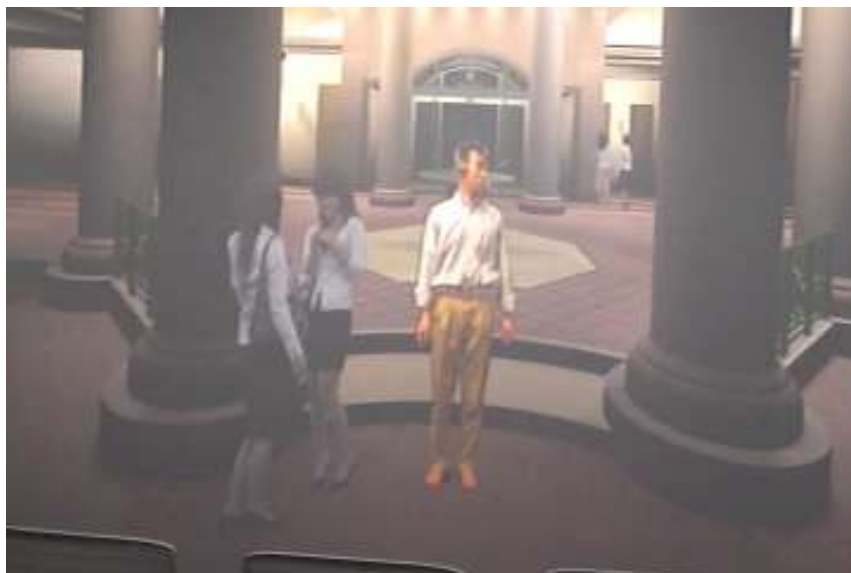


図 4-2-5 市販アプリケーションとビデオアバタを合成している様子

## (2) 地震情報共有プロトタイプシステムの開発

実用的なアプリケーションのプロトタイプとして、東京大学地震研究所および理化学研究所との共同研究の中でプロトタイプを開発した。地震研究者は震源データや地震波伝播のシミュレーション計算の結果を可視化し、他の研究者と可視化データを共有しながら議論することへの要求がある。図 4-2-6 は、筑波大内でのローカルな通信時の様子であるが、そのままWAN環境を使うことで遠隔地間の通信が可能となる。これは Fusion 基盤ソフトウェアではなく、ビデオアバタのライブラリをコールしている。

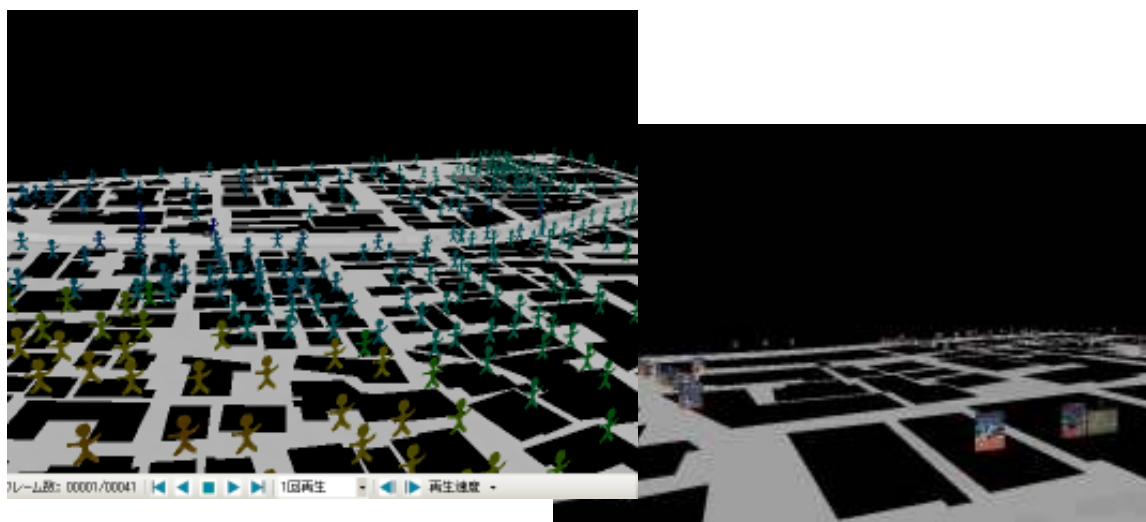


図 4-2-6 日本の地下の震源情報の可視化映像とビデオアバタを合成した様子

## (2) 災害時避難シミュレーションプロトタイプの開発

中央大学では、津波などの災害時における避難行動の研究用に没入型のバーチャルリアリティシステムの利用を考えている。そこで、避難シミュレーションで計算された時系列の人の位置にビデオアバタを配置するプロトタイプを開発した。図 4-2-7 の(a)は、汎用の可視化アプリケーション AVS/Express(株)ケイ・ジー・ティー)を用いて作成したアニメーションの一画面である。ここでは避難する人の位置に人型の 3 次元物体を配置しているが、ビデオテクスチャを利用することができないため、これ以上臨場感のあるシーンを作ることができない。VR 空間で被験者が他人の避難行動に影響を受けるか否かを試験するためには、もう少しリアリティのある「人」が要望されていた。そこで Fusion 基盤ライブラリを用いて、ビデオアバタを避難シミュレーションの表示に合成した (図 4-2-7(b))。ここでは適当な動画が板に貼り付いているだけだが、データを変更することでリアルな実物大の人間像と置き換えが可能となる。

但し、被験者が避難行動を見て対話的に避難経路を変更するシステム構築では、ビデオアバタをビルボード (視点位置に応じて回転し、常に本物らしい状態を見せる) 化する必要がある。このようなとき、複数のアプリケーションに対して対話操作をフィードバックしなければならないという新しい課題があることが判った。



(a) 人型が移動するケース (AVS) (b) ビデオアバタが移動するケース(Fusion)

図 4-2-7 避難行動シミュレーション結果のバーチャルリアリティ化

### 4-2-4 まとめ

本年度は、空間共有アプリケーション構築用ライブラリのドキュメント整備、IPT 用 VR 基盤ライブラリとの結合アプリケーションの開発、そして、いくつかのプロトタイプ開発を実施した。リファレンスガイドは予定通り開発が終了したが、チュートリアルガイドの整備と英語化は完了できなかった。すでに、いくつかのサンプルプログラムが開発を終えているので、平成 20 年度は、これらをベースにチュートリアルガイドなどのドキュメント整備を進めていく予定である。結合アプリケーション開発と試験は順調に終了した。

プロトタイプアプリケーション開発は、本プロジェクト外の研究者との共同研究の中で進めているので、今後どこまで開発を進められるか確定できないが、現状、本プロジェクトの成果は有効に機能しており、来年度も利用は進むと考えている。

## 4-3 知識創造プロセスの支援のためのデータベース開発

### 4-3-1 序論

本項目では、平成18年度から没入型ではなくタイル型ディスプレイを使ったKJ法のアプリケーション開発を進めてきた。しかし、KJ法のアプリケーションは世の中に存在しており、そのままKJ法のアプリケーションとして完成度を高めただけでは採算を取ることが困難と判断した。そこで、今年度は、そこで培った技術エッセンスをシステム化する方向で拡張開発を進めた。

また、タイル型ディスプレイを会議システムに利用した場合を想定したアイコンタクトの研究も継続的に行っている。平成18年度は2x2のタイル型ディスプレイを利用した定性的試験を報告した。本年度は、引き続き同じ装置により、定量的評価を行った。

### 4-3-2 タイル型ディスプレイ表示制御システムの開発

#### (1) 大量画面の一覧表示

事業化を推進する(株)ケイ・ジー・ティーの顧客層は、シミュレーション研究者が主体となる。そこにおける典型的なタイル型ディスプレイの活用方法の1つは、複数のシミュレーション結果を人間が比較判断するため、その広い領域に可視化画像を並べることである。

小さなCRTに並べたのでは1つの画像が小さくなり十分に観察できない。ウィンドウを切り替えながら使ったのでは比較が困難となる。プロジェクタによって大画面に投影しても解像度が不足する。アドバイザー・グループからは、高解像度で全体と細部を自由に組み合わせて利用できるタイル型ディスプレイが活用される可能性が指摘されている。

特に複数の研究者でディスカッションを行うとき、いわゆるウォールムのように壁一面に情報を紙として貼り付け議論するので、それをタイル型ディスプレイにより電子化したいという要望である。(日本原子力研究機構様)

#### (2) moui 動作概要

複数の画像を表示した例を、タイルドディスプレイを図4-3-1に示す。従来のKJ++uiでは、マスターノードで生成した画像を分割してタイルドディスプレイに表示するためにXdmxを用いていたが、この場合、入力ユーザインタフェースがXdmxを起動したマスターノードのキーボード・マウスに限定される。それでは、一対の入力デバイスしか使用できないため、複数の研究者による自由な討議は行えない。



図 4-3-1 タイル型ディスプレイ (4x4) への複数画像の表示例

そこで、今年度は、複数のユーザが1つのタイルディスプレイに提示される画像を制御するためのインターフェイス(moui: Mobile User Interface)を開発した(図4-3-2)。

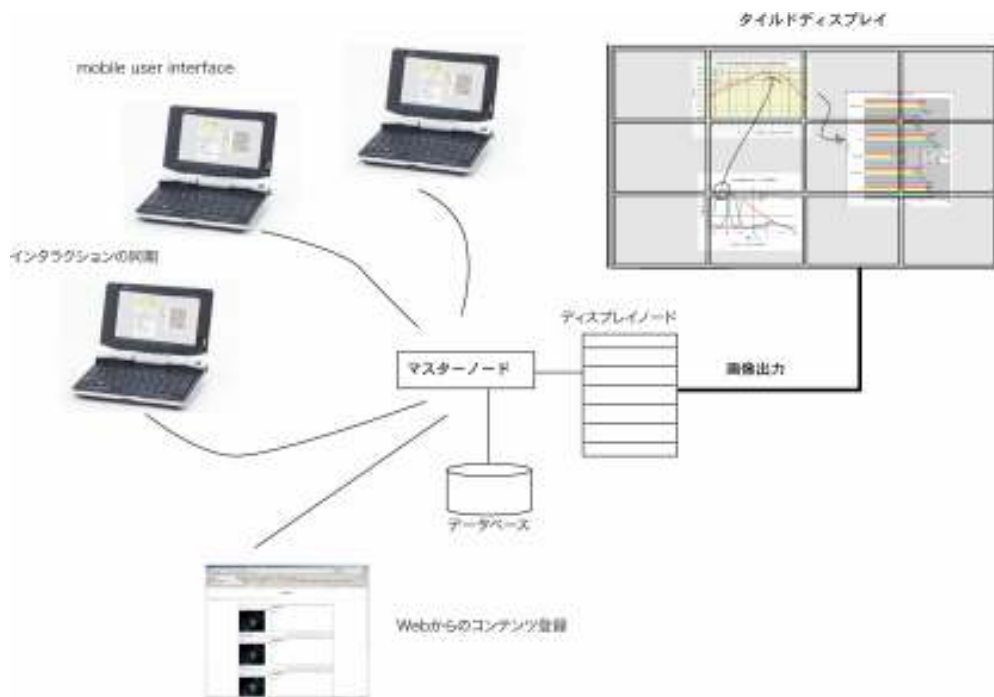


図 4-3-2 moui を利用したタイル型ディスプレイの制御概念図

Moui の端末は、ラップトップ PC やタブレット PC が利用できる。各端末のウィンドウにはタイル型ディスプレイと同じレイアウトで画像が表示されている。ユーザは、それを見ながら手元の操作にて、各画像を任意の大きさで、任意の位置に配置できる。これにより複数人数の自由なディスカッションが可能となる。

マスターノードで高解像度の画像が管理され、解像度の低い端末と解像度の高いタイル型ディスプレイ(ディスプレイノード)に対して、それぞれ最適な解像度の画像を提供する。また、それらの画像登録は moui インターフェイスか Web ブラウザで可能となり、そこにコメントや登録者、付加情報として検索時のキーワードを登録することができる。これらの画像管理の方法は、KJ++ui の機能をすべて踏襲している。

### (3) moui ユーザインターフェース

次に、moui に実装されているいくつかの具体的な操作とシステムの動作を示す。

- 画像の読み出しと配置

タイル型ディスプレイに表示する画像は先に述べた方法により既に登録されていると仮定する。ユーザは、まず、画像データベースにアクセスして画像一覧ダイアログを moui に表示する。次に、任意の画像をダイアログから選び moui のウィンドウにドラッグ・アンド・ドロップして表示する。このとき選ばれた画像の属性データが、端末からマスターノードに送信され、マスターノードは同じ画像を、相対的に同じ位置へ高解像度でタイル型ディスプレイに表示する(図4-3-3)。

- 配置画像のレイアウト

タイルディスプレイに表示されている画像の位置の変更は、moui に表示されている画像をスタイラスペンでドラッグして動かす。画像の座標位置が、逐次マスターノードに転送され、タイル型ディスプレイ上の対応する画像の位置も変わる。ここでも、その位置は端末側とタイル型ディスプレイの解像度の違いを考慮したものとなる。



- 手書き注釈機能

moui は、タイル型ディスプレイに対し、手書きによって文字や図形などの注釈を付加する機能を提供する。ユーザは端末上の moui を見ながら操作し、そこで描かれた注釈は、画像位置と同様、解像度の違いを考慮してタイル型ディスプレイに表示される。

- 複数ユーザの識別

複数の moui が 1 つのタイル型ディスプレイに画像を表示しているとき、各 moui から送られる情報には識別番号が付けられており、マスターノードは、すべてのコマンドがどこから操作されたものかを識別する。

- 操作履歴の保存と再実行

タイル型ディスプレイに表示された画像や位置の情報は保存が可能で、一旦、作業を中断し、後日に継続作業をすることができる。この情報は moui 端末側に残すことができるので、複数のメンバーが任意の時点の状態をそれぞれ保存しておくことができる。

- スタイラスペンによるプルダウンメニュー操作

タブレット PC を利用した場合、moui では、スタイラスペンを画面上で 1 秒程度長く押しつけることでプルダウン・メニューを表示する。

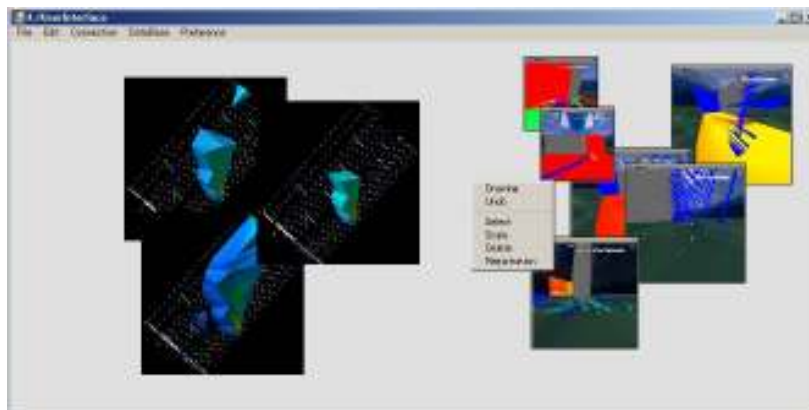


図 4-3-3 moui ユーザインタフェース

#### (4) xK の開発と特許出願

KJ++ui の開発から継続して開発してきた、解像度の異なる複数の端末におけるシームレスな画像レイアウトの制御技術は、「タイルドディスプレイ表示制御プログラム、及びタイルドディスプレイ表示制御システム」として特許出願された（特願 2007-199926）。

また、これらの技術エッセンスをシステム化したものを x K という名称で製品化し平成 20 年度から販売を開始する予定である。製品カタログを図 4-3-4 に示す。



図 4-3-4 x Kカタログ

### 4-3-3 タイル型ディスプレイを用いた遠隔コミュニケーションにおけるアイコンタクトの評価実験

#### (1) はじめに

インターネットを通じての遠隔コミュニケーションでは、実映像転送による相手の存在の提示に加え、実世界での face-to-face によるアイコンタクトなどの非言語コミュニケーションが重要な役割と考える。しかし今日の遠隔コミュニケーション向けアプリケーションやビデオ会議システムで使用する映像撮影用のカメラはディスプレイとずらして設置することが多い。この場合、お互いに視線を合わせて face-to-face での会話は行うことが困難であり、コミュニケーションに支障をきたす要因とされる。

本研究では、LCD をタイル状に配置して大画面かつ高解像表示が可能なタイル型ディスプレイに注目する。タイル型ディスプレイは LCD のフレームを利用して、カメラ位置を自由に設定できるので、様々な視点からの映像撮影が可能になる利点がある。本研究ではタイル型ディスプレイ環境を LAN を介した 2 地点に設置し、撮影用の小型カメラの位置を変更させ、遠隔コミュニケーションでの視線一致に与える効果について実験的検証を行う。

#### (2) 実験方法

実験用ネットワーク環境として、図 4-3-5 に示すようにタイル型ディスプレイを学内に 2 箇所設置し、LAN を介して 1Gbps で相互接続されている。但し、リモート側のタイル型ディスプレイは 4 台の LCD で構成している。それぞれのタイル型ディスプレイのフレームに設置されている小型カメラで撮影された映像をリモートに転送し、リモートで撮影された映像をローカル側のタイル型ディスプレイに表示することにより、対面型の遠隔コミュニケーションを実現させる。

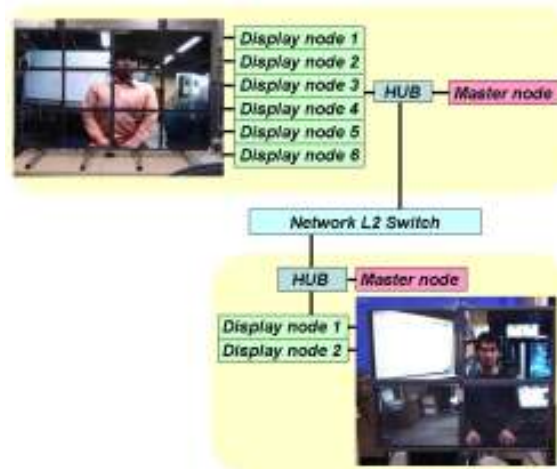


図 4-3-5 実験用ネットワーク環境

実験方法として、図 4-3-6 に示すように評価者(gazer)と被験者(estimator)がタイル型ディスプレイから 1.5m の距離でお互いの表示映像を椅子に座って見るようにする。互いの表示映像の解像度は 2560×2048 ピクセルに合わせている。本実験では、評価者側のカメラを図 4-3-7 にある A~D の位置で上下方向にずらして設置する。各位置において、評価者は約 10 秒間隔で図 4-3-7 に示す 1~9 の方向に視線をランダムに変化させる。被験者はタイル型ディスプレイに表示されている評価者の毎回の視線方向を判別する。被験者の判別回数は、A~D の各位置で 20 回行い、10 回毎にカメラ位置を変更して繰り返し実験を行う。さらに被験者は、毎回の視線方向判別の際に映像の評価者と視線一致しているかを回答する。本実験の被験者数は 10 名、評価者は 1 名とする。さらに実験終了後に被験

者に対し、タイル型ディスプレイの表示映像、環境についてアンケートによる主観評価を実施した。

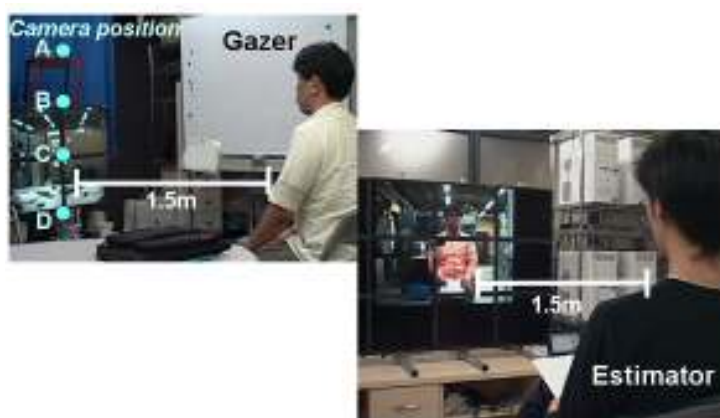


図 4-3-6 評価者(gazer) と被験者(estimator)

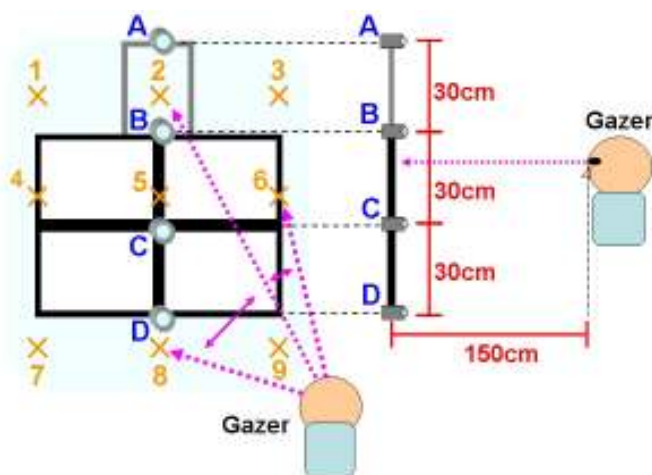


図 4-3-7 評価者(gazer) とカメラの位置関係

### (3) 実験結果

図 4-3-8 に各カメラ位置において、被験者がタイル型ディスプレイに表示された評価者の視線方向を正しく判別できた割合(正解率)を示す。縦軸は全被験者の各カメラ位置に対する正解率の平均値を表す。B, C といった評価者が正面を向く方向に近い位置にカメラが設置される場合に、被験者が正しく視線方向を判別している傾向が高いことがわかる。

次に、被験者が評価者の映像に対し、どの程度視線一致を感じたかについて考察する。図 4-3-9 に、評価者が図 4-3-7 の 5 の方向、つまり被験者の映像に対して視線を向けた場合における被験者が視線一致を感じた割合を示す。こちらも全被験者の結果より算出した。A, D でほとんど視線一致していないのは明らかであるが、B, C の場合も視線一致の割合が高いこともわかる。図 4-3-10 に評価者が各カメラ位置に近い方向に視線を向けた場合の視線一致の割合を示す。つまり、A, B では 2, C では 5, D では 8 の方向を向いた場合を考える。結果より、A, D の場合において、視線一致の割合が高くなっている。以上より、遠隔コミュニケーションの参加者がカメラに対して視線を向けることが、視線一致にとって重要な要素になることが実験的に示された。

実験後に被験者に対して行ったタイル型ディスプレイ環境について、アンケートによる主観評価の結果を行った。評価者の映像に対して、鮮明さ、臨場感、評価者の表情のつかみやすさについて、それぞれ 5 段階評価を行い、全被験者の平均値を示している。全ての結果で平均値が 3 以上の値が得られており、比較的良好な結果が得られたと思われる。

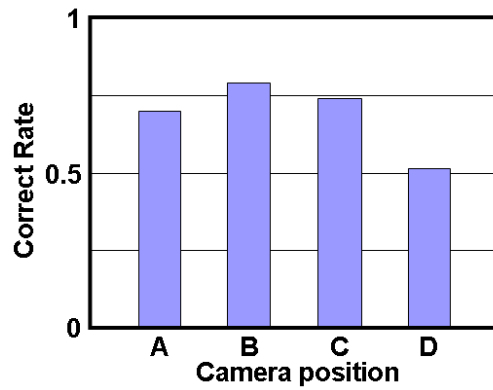


図 4-3-8 各カメラ位置に対する視線方向判別の正解率

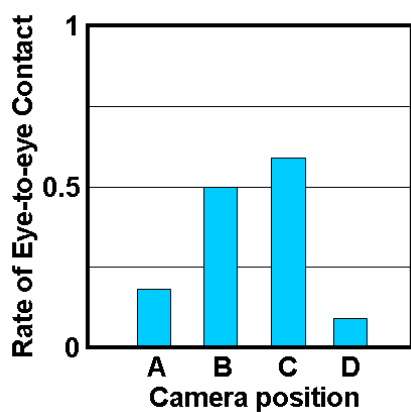


図 4-3-9 各カメラ位置に対する視線方向 5 における視線一致の割合

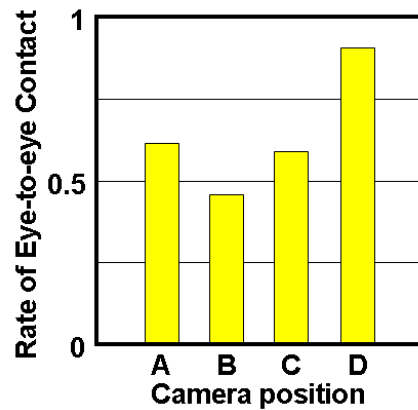


図 4-3-10 各カメラ位置の方向に視線を向けた場合の視線一致の割合

#### 4-3-4 まとめ

本テーマでは、これまで開発してきたK J法アプリケーションの技術エッセンスを抽出し、タイル型ディスプレイの制御用システムとしての拡張開発を行い、特許申請と製品化を行った。平成20年度は、これを利用したアプリケーション開発の調査を進める予定である。

また、アイコンタクトの試験では、定量的評価を行い、タイル型ディスプレイを使って視線による情報伝達がある程度可能であることがわかった。



## 4-4 空間共有会議システムの構築と評価

### 4-4-1 序論

本プロジェクトでは、先端技術の開発とそれを用いた収益事業の構築を目標に、利用者となるアドバイザー・グループと共にアプリケーション開発を進めてきた。今年度は5つのテーマにおける開発を目標としてきたが、自動車設計向けの開発は実施できなかった。

これは、実際に活動している設計現場では、適当なプロトタイプでは実証試験に不十分で、しかし、“十分に利用できるソフトウェア”を開発するには時間とコストが足りないということに依る。同様に、医療の分野でも、診断の現場でいきなり新しいシステムを運用することは不可能だが、こちらは㈱ケイ・ジー・ティーが医療分野でビジネスを展開しているので、そこに本研究に関わる新しい機能を部分的に追加することで需要調査を実施した。以下、プロトタイプ開発を実施した3件と需要調査を実施した医療分野に関して、その結果を報告する。

### 4-4-2 可視化コラボレーションシステムの開発

本開発は愛媛大学総合情報メディアセンター村田健史准教授と㈱ケイ・ジー・ティーが開発した Shared 3D AVS Player に、本プロジェクトの空間共有アプリケーション構築用ライブラリの一部として開発した通信サーバ機能を適用したものである。

3D AVS Player は、AVS/Express が提供する GFA と呼ばれる四次元情報記録フォーマットを再生するフリーのビューワである。このビューワに対する操作をインターネットで共有しコラボレーションを可能とするものが 3D AVS Player である。このシステムでは、コラボレーション時に扱う中で最も大きな4次元可視化情報を予め会議参加者に配布しておくことを前提に、会議中は「30度回す」とか「アニメーション開始」「停止」という短いコマンドしかネットワークを流れないようにしている。そのためコマンドは相対的な操作を排除し、一度通信ロスが発生しても、その後のコマンドを受け取ることで状態を回復することができるようなプロトコル設計になっている。

このシステムは有償のVPNソフトウェア「ソフトイーサー」でバーチャルなLAN環境が確立した上で動作していた。これを我々の開発した通信サーバに適応することで、利用者はフリーのOpenVPNのクライアントを入れるだけで会議を可能とした。また、VPNサーバを立てることがセキュリティ上または技術上困難な人のために、京都にフリーのVPNサーバを設置した。このコラボレーションシステムはCDROMに収録し、2007年6月の地球惑星連合大会（幕張メッセ）の展示会場で配布された（図4-4-1）。

簡単可視化ツール **AVS/Express**  
AVS/Express Vix  
AVS/Express Developer

**特徴:**

- ・ビジュアルプログラミングで可視化
- ・プログラム追加やGUI設計が可能
- ・可視化結果を4次元フリービューワで共有可能

インターネット4次元情報共有システム  
**Shared 3D AVS Player**

4次元シナリオファイル  
GFAデータをダウンロード  
**特長1**

VPNサーバサービス  
**特長2**

細い回線でも  
快適コラボレーション  
**特長3**

回って  
いるよ

回転  
するよ!

OK

インターネットに接続すれば  
情報共有が可能。

- ・チャット機能
- ・同期回転・拡大縮小機能
- ・動画同期再生機能

ソフトウェア起動画面

Shared 3D AVS Player (愛媛大学とKGTが共同開発)

3次元  
可視化共有

チャット

インターネットで  
3次元情報共有  
(お試しCD配布中)

3D AVS/Expressは  
日本原子力研究開発機構  
KGTが共同開発したものです。

KGT 株式会社ケイジーティー  
http://www.kgt.co.jp  
お問い合わせ: ㈱ケイジーティー  
シェアリング事業部 営業部  
北川 03-3225-0742

Shared 3D AVS Playerは愛媛大学と㈱ケイジーティーが共同  
開発したフリーソフトウェアです。  
VPNサーバサービスは独立行政法人高度情報研究機構からの  
委託研究「テレ・イマージング・カンファレンスに関する研究」の中で  
開発しています。  
3D AVS Playerは日本原子力研究開発機構と㈱ケイジー  
ティーが共同で開発したフリーソフトウェアです。  
開発環境:  
OS: Windows

CITE  
CITE  
CITE

図 4-4-1 通信サービス付 Shared 3D AVS Player の配布カタログ

このサービスを活用して、6月に愛媛大学から埼玉工業大学への遠隔講義が実施された。そのときの様子を図 4-4-2 に示す。



図 4-4-2 愛媛大学から埼玉工業大学への遠隔講義でのシステム利用風景

Shared 3D AVS Player だけを使う場合は、コミュニケーションは、システムについているチャットと Skype による音声を利用しているが、ここでは別途市販の会議システムを併用して利用した。

この後、1年間の VPN サービスを設置したが、肝心の(株)ケイ・ジー・ティーからの VPN 接続が禁止されたため、十分な活用はできなかった。VPN クライアントを動作させるだけでありセキュリティ上の問題は無いと思われるのだが、これが現在の情報システム部門の平均的な対応と考えると、たとえ外部に VPN サービスを設置しても不特定拠点間のインターネットコラボレーションシステムの普及が困難となることが良くわかった。

#### 4-4-3 教育用空間共有システムの開発

##### (1) 筑波 JGNセンター筑波大学間遠隔講義

今年度は正規の講義の中ではなく、学部学生への研究室紹介で遠隔説明を実施し、通常の TV 会議システムを利用した場合と、本研究で用いているビデオアバタを利用した場合の比較アンケート調査を実施した。ビデオ会議はビデオ映像を CAVE の正面スクリーンに投影したもの。ビデオアバタは PowerPoint データの共有機能を使用した (図 4-4-3)。



(a) ビデオアバタ利用



(b) 通常のテレビ会議利用

図 4-4-3 遠隔説明実施の様子

アンケートの結果は、次の通りとなった（被験者3名）。

- |                              |     |
|------------------------------|-----|
| (1) どちらのほうの説明を理解しやすいか        | 4.7 |
| (2) どちらのほうの説明者に見られていると感じるか   | 3.3 |
| (3) どちらのほうの説明者に話しかけやすいか      | 5.0 |
| (4) どちらのほうの説明者の身振り手振りがよくわかるか | 3.0 |
| (5) どちらのほうの説明に集中できるか         | 3.3 |

それぞれの項目に対して、5段階評価で3点を“どちらも同じ”とし、“ビデオ会議が良い”を1点、“ビデオアバタが良い”を5点として回答してもらった。

その結果、(1)、(3)の項目でビデオアバタの方が効果的との結果が出た。

## (2) 京都大学におけるタイル型ディスプレイ活用事例

京都大学ではタイル型ディスプレイを活用した授業を実施した（図4-4-4）。

グループワークで2枚のLCDを、全体討議では4x3の12枚のLCDによるタイル型ディスプレイを活用して授業を行った。全体討議ではグループワークで作成したPowerpointの資料提示に利用した。



図4-4-4 タイル型ディスプレイの講義への活用例（左：タイル型ディスプレイを大画面として利用。右：グループワークで分割して利用）

さらに、他の建物で同時に行っている授業と連携して、タイル型ディスプレイを使用した遠隔授業を実施した（図4-4-5）。互いの受講者がプレゼンテーション及びディスカッションを行ったところ大きな不具合は見られなかったが、効果的な利用のために、映像と資料の提示方法について、検討が必要であることがわかった。

しかし、各LCDのフレームにより提示情報の一部が隠れて見にくいとのコメントが多く、重要課題として浮き彫りとなった。また、授業内で動的に画像をタイル型ディスプレイの送信なども計画していたが、確実に且つ、簡単に起動できるソフトウェアが存在しないので、定期的な授業に使うことが現状の構成では困難であることがわかった。

一方、教員や学生のノートPCの画面を専任のオペレータを必要としない簡単な操作でタイル型ディスプレイに貼り付けることができれば電子黒板としては有用と考えられる。これはオペレータが必要になると対話的な授業スタイルに支障をきたすため、受講生には受け入れられない場合が予想される。今後は、教員が簡単にかつ自由に操作可能なタイル型ディスプレイ向けのインターフェイスへの要求が高まることが考えられる。





図 4-4-5 タイル型ディスプレイを使った遠隔授業の様子

#### 4-4-4 建築設計向けアプリケーション開発

##### (1) アドバイザリ・グループのニーズ

本試験はアドバイザリ・グループの1社である大成建設株式会社技術開発センターの協力を得て実施した。同社では、横2面の大型スクリーンに立体映像を投影できるシアターを持っており、そこでクライアントに設計段階での建築物を見てもらっている。ソフトウェアはオメガスペースと呼ばれる市販のVR空間構築用のソフトウェアをベースに各種建築物を、実物大の大きさでかつ、高品質な映像で体験することができる。

例えば、家を建てる場合、施主は内装のクロスを選択できるが、クロス一覧の冊子や小さな切れ端で選択したものと、それが壁一面に貼られた場合では全く印象が異なる。小さな布では赤くて綺麗に見えたものが、壁全面になると派手すぎて家の中が落ち着かない雰囲気になってしまう恐れがある。その点、バーチャルシアターでは、広い面積に内装を施した場合のイメージを共有することが可能となる。

しかしながら、このシステムは日本に一箇所しかないと、施主の方にそこまで来てもらう必要がある。現在は、簡易的なVR装置もでてきているので、それらの物理的な装置を各営業所へ設置することも不可能ではないが、ソフトウェアコンテンツの開発、その管理、オペレーション要員、説明員といった人員の確保と教育を各営業所で実施することは不可能と言える。そこで、既存のバーチャルリアリティ・コンテンツを遠隔地へ配信するというニーズが登場する(図4-4-6)。

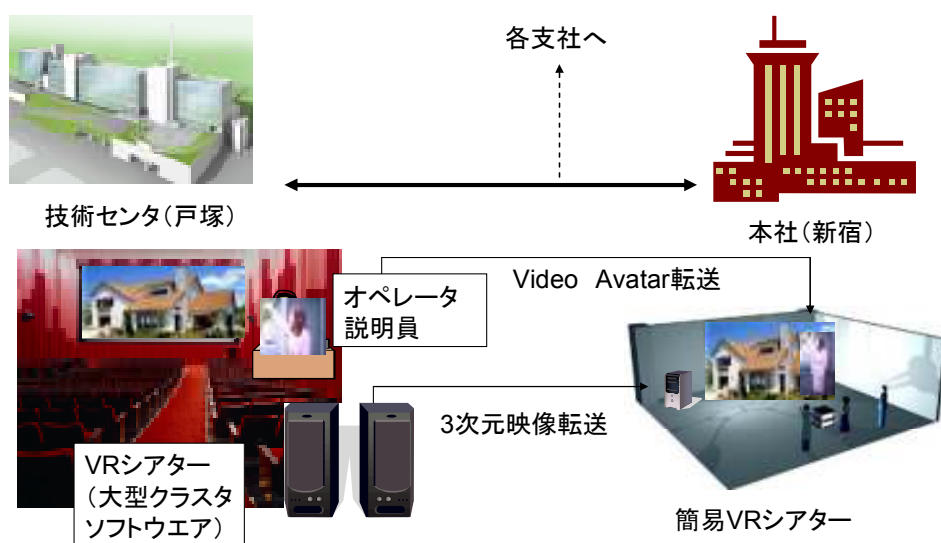


図 4-4-6 VRコンテンツの遠隔配信構想図



## (2) 試験環境

最終的にはインターネットを使ったバーチャルリアリティ・コンテンツの配信が目的だが、今回は戸塚の研究所内にて擬似的なネットワーク環境を作成して試験を実施した。

- 試験日と試験場所：

2007年12月17日(月)～20日(木)

大成建設(株) 技術センター (神奈川県戸塚市)

スケジュール

- 12月17日(月) 機材設置、試験環境構築
- 12月18日(火) アプリケーション調整
- 12月19日(水) 計測試験
- 12月20日(木) デモ、プレゼンテーション

- コンピュータ構成

試験環境を図4-4-7に示す。

試験施設は、既存のVRシアターの、すぐ隣の部屋に設置し、100MbpsのFASTイーサで両者を結んだ。但し、既存の設備と仮想リモート拠点の間には擬似的に遅いネットワークを作る帯域制御用のマシンを設置した。さらに、一般のインターネットの利用も考え、VPNサーバとクライアントを配置した。

仮想リモート拠点は、偏光方式による簡易立体装置 PortableVR を設置した。

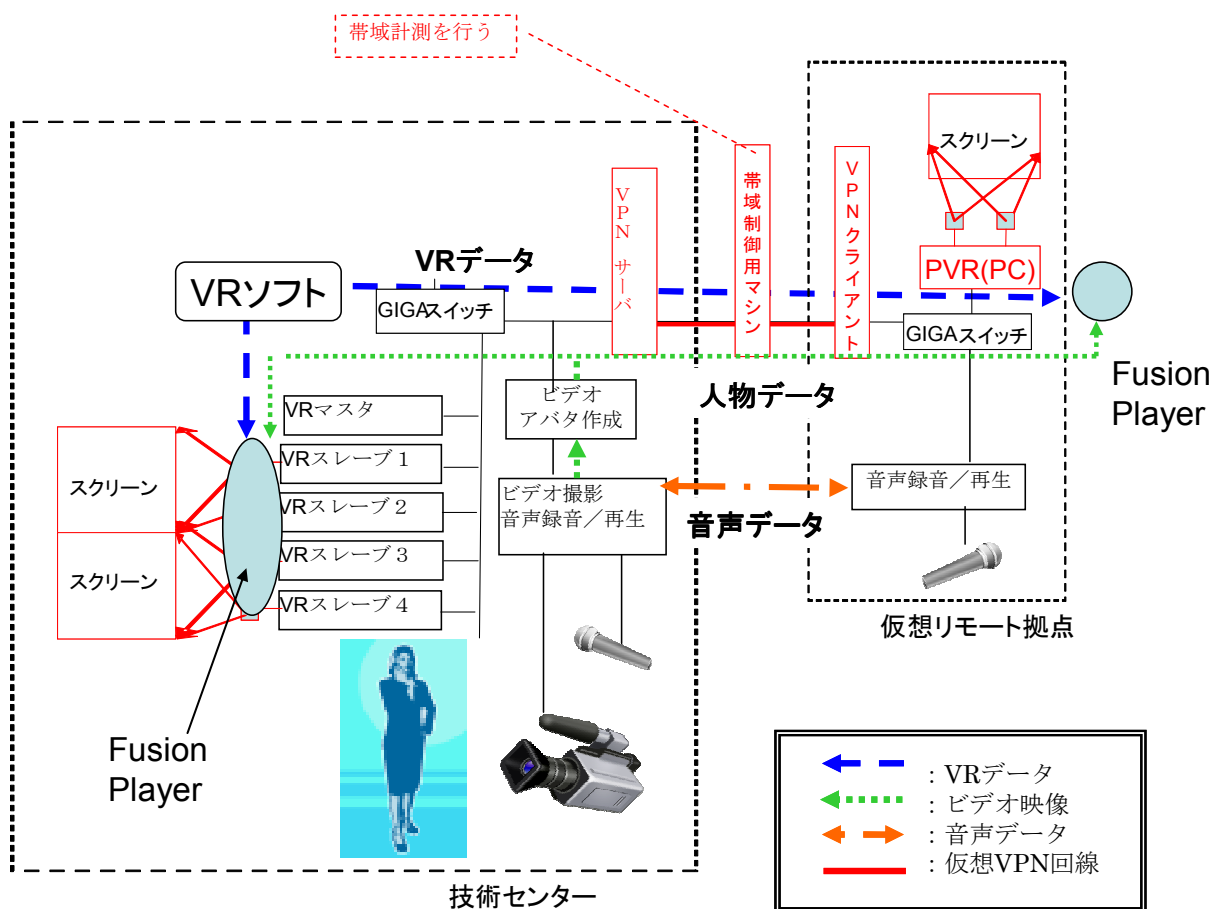


図 4-4-7 試験環境概略図

また、各マシンの構成を表 4-4-1 に示す。

表 4-4-1 マシンの構成表

| 名称               | システム    | アドレス                            | 起動アプリ                                     | 接続機器               | 備考                             |
|------------------|---------|---------------------------------|---|--------------------|--------------------------------|
| VR マスタ           | Windows | 100.117.96.23                   | オメガスペース<br>FusionManager<br>FusionCapture | ゲームパッド             |                                |
| VR スレーブ          | Windows | 100.117.96.24–<br>100.117.96.27 | FusionPlayer                              |                    | 4 台構成。                         |
| ビデオ撮影<br>音声録音／再生 | Linux   | 100.117.96.52                   | アバタ recode<br>音声 vocAL                    | IEEE カメラ<br>ヘッドセット | 説明者の撮影と、<br>音声録音。遠隔地<br>音声再生   |
| 動画再生             | Windows | 100.117.96.51                   | アバタ player<br>FusionCapture               |                    |                                |
| 音声録音／再生          | Linux   | 100.117.96.102                  | 音声 vocAL                                  | マイク<br>スピーカ        | 遠隔地での、説明<br>者音声再生と、<br>遠隔地音声録音 |

・ ソフトウェア構成

バーチャルリアリティ・コンテンツはオメガスペースを 5 台クラスタの 1 台 (PC0) で動作させその OpenGL コマンドを FusionVR がキャプチャし 4 台の PC および仮想リモート拠点の PVR 装置に同じ映像を表示する。但し、クラスタ側は横にプロジェクタを 2 台配置した横長のスクリーンなので、厳密にはクラスタ側の中心の 1 面分が仮想リモート拠点で共有できることになる。

ビデオアバタは本プロジェクトで利用している筑波大の avaplay を利用した。

技術センタ側で IEEE1394 カメラで撮影された映像は背景差分処理で人間だけが切り抜かれ、それが 2.5 次元の板にテクスチャとして貼られる (これをビデオアバタと呼ぶ)。そのビデオアバタはモニターに表示されると同時に FusionVR でキャプチャされ、バーチャルリアリティ・コンテンツの中に合成される。

ウォークスルー操作や内装の変更操作は、技術センタではオメガスペースへの操作として可能である。仮想リモート拠点では、ゲームパッドを使って、ウォークスルー操作だけが Fusion プレイヤーに対して行うことができる。Fusion プレイヤーに対するウォークスルー操作では、視点情報は共有できるもののオメガスペースへのフィードバックがかからないので、フラスタムカリングなど視点位置に応じて行われる負荷軽減処理はオメガスペースの視点に対して施される。そのため、Fusion プレイヤーで歩いていっても、オメガスペースの提供するビデオアバタは不在 (カリングされている) になることがある。

拠点間の音声通信は本プロジェクトの成果である voCAL を使った。

以上、マシン間の通信の状況とソフトウェアの動作について表 4-4-2 に一覧として示す。

表 4-4-2 マシン間通信一覧

| サーバの IP アドレスと<br>ポート番号 | クライアントの IP アドレス                | プロトコル | アプリケーション                                   |
|------------------------|--------------------------------|-------|--|
| 100.117.96.23:22303    | 100.117.96.23<br>100.117.96.51 | TCP   | FusionManager と<br>FusionCapture の<br>コマンド |

|  |                                |     |  |
|--|--------------------------------|-----|--|
| 100.117.96.24:22401<br>100.117.96.25:22401<br>100.117.96.26:22401<br>100.117.96.27:22401 | 100.117.96.23                  | TCP | FusionPlayer と FusionManager の コマンド      |
| 100.117.96.24:22402<br>100.117.96.25:22402<br>100.117.96.26:22402<br>100.117.96.27:22402 | 100.117.96.23<br>100.117.96.51 | TCP | FusionPlayer へ FusionCapture から キャプチャデータ |
| 100.117.96.51:5432   | 100.117.96.52                  | UDP | アバタ record                               |
| 100.117.96.52:20100  | 100.117.96.102                 | TCP | vocAL 制御コマンド                             |
| 100.117.96.102:20100   | 100.117.96.52                  | TCP | vocAL 制御コマンド                             |
| 100.117.96.52:20000  | 100.117.96.102                 | UDP | vocAL 音声データ                              |
| 100.117.96.102:20100   | 100.117.96.52                  | UDP | vocAL 音声データ                              |

各ソフトウェアの動きは以下の通りである。

- (1) オメガスペース表示内容を FusionCapture でキャプチャする。
- (2) ビデオアバタ撮影/送信プログラムによって説明員を撮影し、アバタ化する。
- (3) 音声記録プログラム (vocAL) によって、説明員の音声を録音する。
- (4) FusionCapture で、オメガスペース表示とビデオアバタ表示を合成し、VR システム上に表示同時に、PVR PC 上にも表示。
- (5) vocAL によって録音された音声は、受信側 vocAL によって再生される。

また、試験環境を1枚にまとめたものを図4-4-8に示す。

図中、左側が技術センターのシアターで、右側が仮想リモート拠点の様子である。バーチャルコンテンツは長崎県の西海橋にあるコラソンホテルの玄関で、操作によって内装を変更することができる。図では白のワイシャツを着た男性が説明員という想定で、コンテンツの中に挿入されている。そのビデオアバタの左側にいる2名の女性は、コンテンツ内に組み込まれたビデオアバタであり、彼女らは一定の動作を繰り返すだけで、お客さまの声に反応することは無い。一方、説明員だけはライブ映像なので、床を指差したり、指示によって移動することができる。

図中、右側は仮想リモート拠点で、椅子に座ってゲームコントローラを操作しているのがお客様の想定である。お客様は、ゲームコントローラで移動ができ、マイクを通して技術センター側に内装の変更などを要求できる。

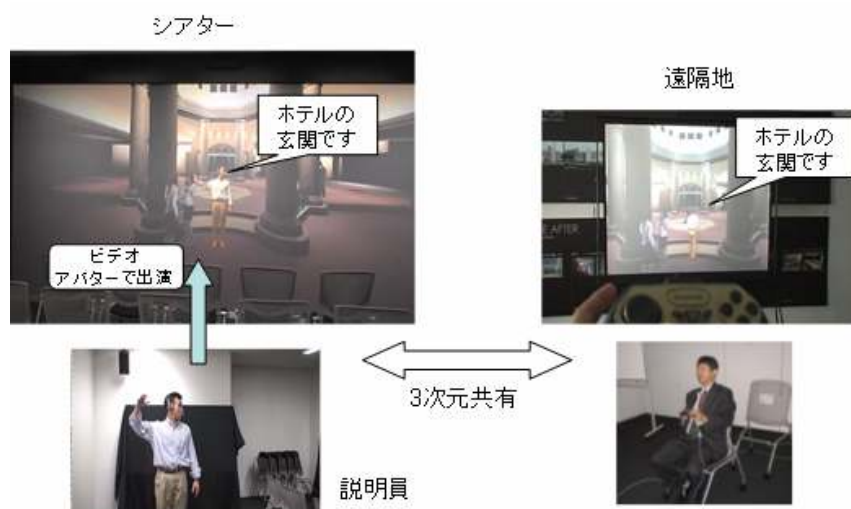


図 4-4-8 バーチャルリアリティ・コンテンツ配信試験の概要

### (3) 試験結果

データ転送路は、公衆インターネット回線もしくは専用線で技術センタと新宿にある本社を繋ぐことを前提に、VPN(Virtual Private Network)で構成し、VPN サーバと VPN クライアントの間に計測用に帯域制御マシンを挟んだ構成とした。

帯域の計測は、帯域制御マシンで行なった。転送されたデータはポート番号毎に集計したので、

- voCAL (ポート番号：20000, 20100)
- PVR (ポート番号：22401, 22402) VR データとアバタデータ

の2つに分割して、各々のデータ通信に必要な帯域がわかるようになっている。

図 4-4-9 に、トラフィック量を示す。各折れ線グラフは、転送データ毎に変化していることがわかる。最も通信帯域を消費しているのが、22402 番ポートを使っている PVR データの通信であることが分かる。

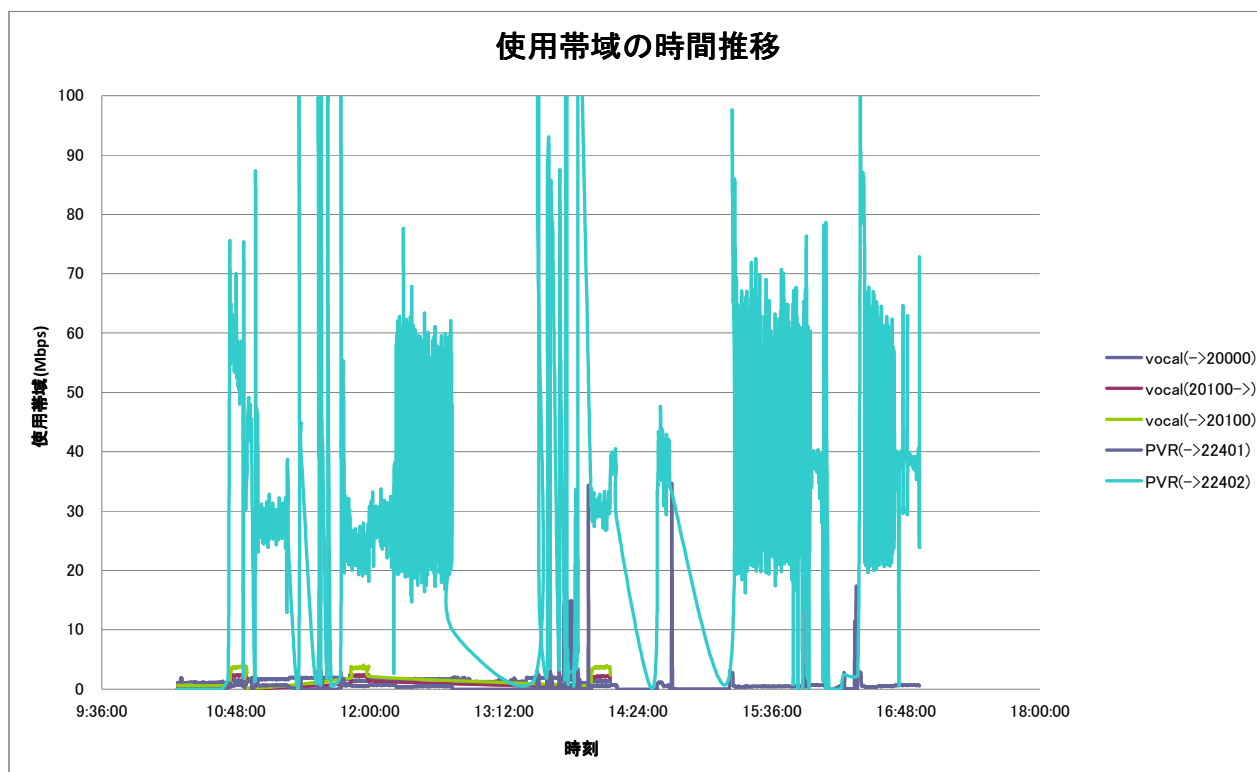


図 4-4-9 使用帯域の時間推移

VPN サーバと VPN クライアント、及び帯域制御用マシン間はギガビットイーサで接続し、十分な帯域がある状態で試験を行ったので、技術センタ側及びリモート拠点側いずれにおいても、描画速度や音声の聞き取りなど体感的にストレスと感ずることはなかった。そのような状態で、帯域の変化を計測したものが、図 4-4-9 のグラフだが、平均して 50Mbps 程度の帯域であり、ピーク時でも 100Mbps を越えていないことが分かる。

従って、VPN 通信のオーバーヘッドを加味して 50~100Mbps のスループット性能を持つ VPN ルータを用意し、その間を 100Mbps 程度の回線（ベストエフォートではなく、数社で共有もしくは占有的に使えるもの）で接続すれば、バーチャルリアリティを使った建築デモンストレーションにおいて、十分な応答性が得られると結論付けることができる。

#### 4-4-5 医療分野における需要調査

医療分野において遠隔医療は注目される分野ではあるが、今すぐにテレ・イマーシブ・カンファレンスのプロトタイプを開発して実験をしたいというアドバイザーを探すことはできなかった。図4-4-10(図2-1の改造版)のようなイメージが想定できるものの、現実からの距離がありすぎて開発の話に進めないからである。

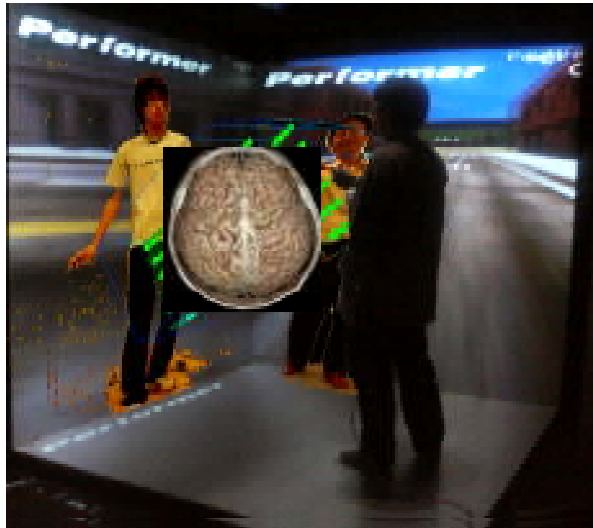


図4-4-10 遠隔医療カンファレンスの想像図

そこで、次の2つのパーツに分けてプロトタイプ開発をし、需要調査をしてきた。

#### (1) 医療データベースサーバと3次元ビューワの統合プロトタイプ開発

##### ■知識創造支援コラボレーション用コンテンツ蓄積と配信

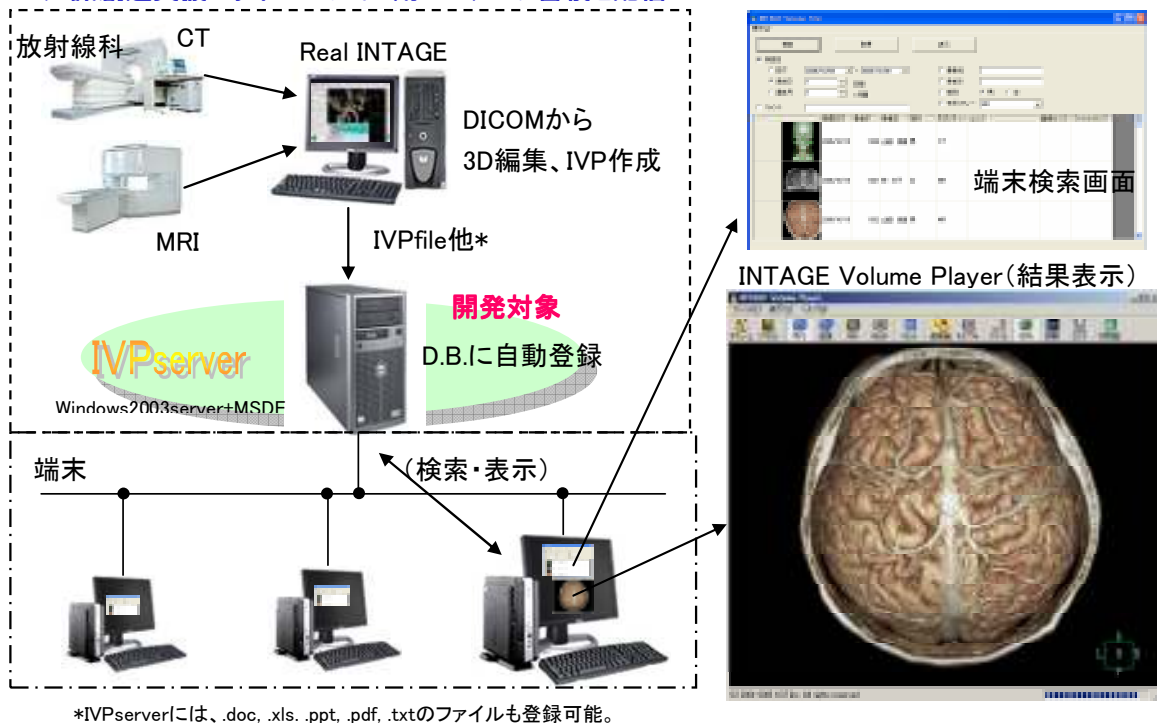


図4-4-11 医療症例データベースシステムの構成

従来、医療現場では放射線科のDICOMサーバに、CT、MRIの断層撮影画像が管理されている。しかし、DICOM規格には3次元映像が定義されていないので、放射線



科の医師が作成した3次元映像をDICOMサーバに保存することはできない。

それを解決するために、3次元映像の保存形式としてIVPと呼ばれる形式を定義し、それを表示するIVP(Intage Volume Player)と、管理配信するIVPサーバと検索・取り出しを行うIVPクライアントを開発し、すでにくつかの大学病院で利用してもらっていた(図4-4-11)。これにより放射線科で作成した3次元映像をネットワーク上のどこからでも閲覧が可能となり、臨床医が診断支援に3次元映像を利用することが可能となった。

その結果、臨床医から、臨床医の診断結果や治療方針をコメントとして3次元映像に付加しておきたいという新しい要望が挙がってきた。

本年度は、この要望に応じてIVPサーバとクライアントにコメント付加機能と検索機能を追加した。これによって過去の症例や治療例といった情報入力による3次元映像検索をしてIVPで3次元映像を閲覧できるようになった。

これは、放射線科と臨床医のコラボレーションによって生まれた知的創造結果をコメントとして保存・再利用するという、知的創造プロセス支援のためのデータベース開発を具現化したシステムと考えることができる。しかし、そこで、過去のコメントを残した臨床医とテレ・イマーシブ・カンファレンス・システムで対話的なコミュニケーションをするという要望はまだ無い。

### (3) TV会議システムと3次元ビューワの統合プロトタイプ開発

一方、アドバイザーであるPACS(Picture Archiving Computer System)システムの開発会社である健栄株(現Viewsend社)と、IVPと同社PACSと連動して利用する実験を北里大学で開始した。図4-4-12はIVPとTV会議システムを統合した表示例を示す。TV会議画面を見て会話をしながら3次元映像について議論することができる。

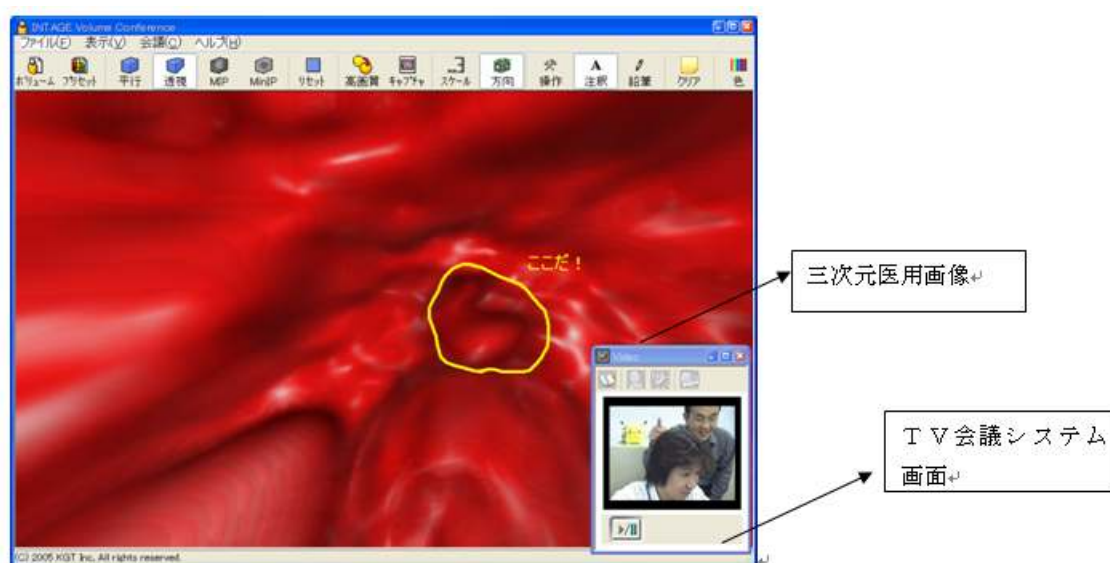


図4-4-12 IVPとTV会議システムの統合

本システム利用の評価結果は、平成20年度に報告する。

これら2つの事例を組み合わせるとTV会議と3次元ビューワ、知的創造データベースの連携が完成する。その後、TV会議の部分でテレ・イマーシブ・カンファレンスのような臨場感のあるコミュニケーションが必要となり、3次元的な没入空間で議論をすれば、注釈も3次元的な配置で記録・再生が必要になるだろう。

しかし、医療システムは既に運用されているものであるため、既存データとの互換性があり、既存システムへの機能追加でなければ広く受け入れられないと思われる。ただし、病院間連携は解決すべき大きなテーマで、限られた分野においてテレ・イマーシブ・カンファレンス・システムの需要が出てくる可能性はあると考えている。

#### 4-4-6 まとめ

可視化コラボレーションの開発では、通常のTV会議システムを組み合わせることで遠隔講義に充分役立つことが実証できた。一方で、技術的な問題ではないものの、セキュリティに対する考え方は年々厳しくなっており、固定した2拠点におけるコラボレーションは可能なものの、不特定の2拠点で思い立ったときにコラボレーションを実施するという事は極めて難しい社会環境にあることが判った。

教育用空間共有システムについては、筑波の試験ではビデオアバタが有効に機能することが、被験者数が少ないものの、アンケートの結果実証できた。京都大学の事例からは、定期的な講義では製品レベルの品質と使い易さが無いと利用が困難であることがわかった。

建築設計向けアプリケーション開発ではバーチャルリアリティ・コンテンツの擬似遠隔配信試験を行った。Fusion基盤ソフトウェアにより市販ソフトにビデオアバタを組み込んだ映像を共有でき臨場感のあるVR映像が共有できた。このデモで、帯域は40Mbps程度使用したが、その内容はビデオアバタが75%を占めており、バーチャルリアリティのコンテンツだけを共有するのであれば、100Mbpsの専用回線である程度の品質のものが共有できることがわかった。

#### 4-5 総括

平成19年度は、中間ヒアリングのご指摘を受け、ドキュメントの整備と、そのための講習会実施やサンプル的なプログラム開発に重点を置いた開発をしながら、最終年度に向けてビジネスに直結する研究開発を実施した。

IPT用VR基盤ライブラリとして整備したOpenCABINライブラリ普及のための課題となっていたドキュメント（ユーザズガイド、チュートリアルガイド）の開発を行った。これらのドキュメントは講習会を通して品質をチェックし、配布を開始した。特にチュートリアルガイドでは、既存のOpenGLコードからのOpenCABIN化、既存のCAVElibを用いたVRアプリケーションのOpenCABIN化という具体的な移植方法を解説している。

同サブテーマのOpenGLフュージョン技術は改良を施し、合成技術を普及させるためにVR機能を外した”3D Chimera-GL”という新製品を開発し発売を開始した。この技術を使った製品は”3次元アプリケーション融合技術 Fusion”という名称で㈱フィアラックスが2007年度東京都ベンチャー技術大賞に応募し、応募総数115件から最終受賞候補8件に残り奨励賞(2007/10/25)を獲得した。

空間共有アプリケーション構築用ライブラリの開発でも、ドキュメント（リファレンスガイド）の整備、IPT用VR基盤ライブラリとの結合テストを実施した。国際語化のために英語版ホームページを作成しオープン、IPT用VR基盤ライブラリのドキュメントは英語版のダウンロードを始めた。但し、空間共有アプリケーション構築用ライブラリのチュートリアルガイドの作成、英語化は最終年度になる。

知的創造支援のためのデータベース開発では、KJ法アプリケーションの技術を整理してタイル型ディスプレイ制御システムとして特許申請をし、xKという名称で製品化した。アイコンタクトの研究では、昨年度の定性的評価を受け、定量評価を実施し、タイル型ディスプレイにおいてアイコンタクトが有効に働くことが解った。平成20年度は、ビジネス展開のためxKを用いたアプリケーション開発の調査を進める予定である。

空間共有会議システムの構築と評価では、3つのシステムを構築・評価した。

可視化コラボレーションシステムは、通常のTV会議システムを組み合わせ、愛媛一埼玉間の遠隔講義に利用され、十分に役立つことが実証できた。

教育用空間共有システムは、筑波大学—JGN筑波センターで研究室紹介に利用され、被験者数が少ないものの、アンケートによりビデオアバタ（空間共有アプリケーション構築用ライブラリの機能）の有用性が実証できた。京都大学のタイル型ディスプレイを利用した講義事例からは、品質と使い易さが重要であることが再認識できた。

建築設計向けアプリケーション開発では、バーチャルリアリティ・コンテンツの擬似遠隔配信試験を行った。Fusion基盤ソフトウェアにより市販ソフトにビデオアバタを合成した映像をネットワークを通して共有できた。このデモで使用した通信帯域は40Mbps程度であり、多少の改善でWAN環境での共有が可能であるという結論が出た。平成20年度はアドバイザー・グループの会社との共同でWAN環境でのVR共有試験を実施する予定である。



## 5 参考資料・参考文献

### 5-1 研究発表・講演等一覧

| 通し番号   | 発表方法     | 発表雑誌名、講演会名、学会名等   | 発表者                          | 発表タイトル  | 発表予定月日        | 知的財産権処理状況 |
|--------|----------|---|------------------------------|---|---------------|-----------|
| 19-001 | 口頭発表     | 第12回計算工学講演会論文集、Vol. 12, No. 2, pp. 403-410  | 宮地英生, 大吉芳隆、松尾武洋              | OpenGL フェージョンによる3次元画像合成事例   | 2007.5        | 無し        |
| 19-002 | 口頭発表     | 日本バーチャルリアリティ学会第4回テレマージョン技術研究会   | 宮地英生                         | OpenGL の技術と応用   | 2007.6        | 無し        |
| 19-003 | 口頭発表     | 第35回可視化情報シンポジウム   | 宮地英生、伊藤嘉浩、松尾武洋、大吉芳隆、谷前大基     | OpenGL フェージョンによる可視化結果と高品質レンダリング画像の合成  | 2007.7        | 無し        |
| 19-004 | その他資料    | 産業用バーチャルリアリティ展、東京有明：国際展示場   | (株)フィアラックス                   | FusionVR を出展。(株)クレセントブース  | 2007.6        | 無し        |
| 19-005 | その他資料    | 産業用バーチャルリアリティ展、東京有明：国際展示場   | (株)ケイ・ジー・ティー                 | 3D Chimera-GL を出展。(株)ケイジーティーブースにて。  | 2007.6        | 無し        |
| 19-006 | 査読付き国際会議 | IEEE International Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-Existence (INVITE'2007) | 江原康生、久木元伸如、Jason Leigh、小山田耕二 | Tele-immersive Collaboration Using High-resolution Video in Tiled Displays Environment                        | 2007.5        | 無し        |
| 19-007 | 論文       | 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 6, pp. 2153-2163  | 久木元伸如, 江原康生, 古川雅人, 小山田耕二,    | 没入型共有 VR 空間での遠隔協調作業における手書き注釈付与を用いた思考支援に関する実験的検証   | 2007.6        | 無し        |
| 19-008 | 査読付き国際会議 | INVITE07, Niagara Falls, Canada   | Tetsuro Ogi, Hiroaki Sakon   | Distance Learning in Tele-immersion Environment, Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-existence | 2007.05.21-23 | 無し        |
| 19-009 | 口頭発表     | 日本バーチャルリアリティ学会第12回大会、福岡   | 酒井満隆、小木哲朗                    | テレマージョン環境における3次元ビデオアバタの実時間表現  | 2007.9.19-21  | 無し        |
| 19-010 | 口頭発表     | 日本バーチャルリアリティ学会第12回大会、福岡   | 内野孝哉、小木哲朗                    | CAVE 環境における動的負荷分散を用いたボリュームレンダリング  | 2007.9.19-21  | 無し        |
| 19-011 | 口頭発表     | 日本バーチャルリアリティ学会第12回大会、福岡   | 江原康生、久木元伸如、小山田耕二             | タイルドディスプレイを用いた遠隔コミュニケーションにおける視線一致に関する実験的検討  | 2007.9.19-21  | 無し        |
| 19-012 | 口頭発表     | 日本バーチャルリアリティ学会第12回大会、福岡   | 宮地英生、大吉芳隆、松尾武洋、谷前太基          | OpenGL 合成技術の応用に関する研究  | 2007.9.19-21  | 無し        |
| 19-013 | その他資料    | 光産業技術振興協会報告書  | 大吉芳隆、松尾武洋、谷前太基               | 立体ディスプレイ調査報告書   | 2008.2<br>発刊予 | 無し        |

|             |              |  |  |   |                       |    |
|-------------|--------------|--|--|---|-----------------------|----|
|             |              |  |  |   | 定                     |    |
| 19-014      | 口頭発表         | 日本バーチャルリアリティ学会<br>第12回大会、福岡  | 久木元伸如  | タイルド ディスプレイ<br>を用いた大量画像一覧シ<br>ステムに関する検討,  | 2007.9<br>.19-21      | 無し |
| P19-01<br>5 | 口頭発表         | 日本バーチャルリアリティ学会<br>第12回大会、福岡  | 立山 義祐, 谷川<br>智洋, 廣瀬 通孝   | OpenCABIN ライブラリに<br>おける情報共有機構   | 2007.9<br>.19-21      | 無し |
| P19-16      | その他資<br>料    | 公開講座 2007 年度 メディア情<br>報処理専修コース ビジュアライ<br>ゼーション(京都大学学術情報メ<br>ディアセンター)                                   | 立山 義祐  | OpenCABIN 概要  | 2007.1<br>0.5         |    |
| P19-17      | 査読付き<br>国際会議 | IEEE e-Science PSE Workshop<br>2007  | Hideo Miyachi  | Network OpenGL Fusion<br>to make Effective<br>Presentation System   | 2007.1<br>2.10        | 無し |
| P19-18      | 口頭発表         | 数値流体力学シンポジウム   | 宮地英生、小笠温<br>滋、野田茂穂   | ノンプログラミングで実<br>現する連成解析のビジュ<br>アルトラッキングシステ<br>ム  | 2007.1<br>2.20        | 無し |
| P19-19      | 口頭発表         | 日本バーチャルリアリティ学会<br>テレ・イマージョン研究会   | 宮地英生   | Fusion 実践例の紹介   | 2008.3<br>.21         | 無し |
| P19-20      | 口頭発表         | SIAM Conference on Parallel<br>Processing for Scientific<br>Computing                                  | Tetsuro Ogi,<br>Hanxiong Chen,<br>Takashi<br>Furumura, Shoji<br>Itoh, Takahiro<br>Katagiri,<br>Atsuyuki<br>Morishima, Kengo<br>Nakajima, Osamu<br>Tatebe | VINDAM: Data<br>Visualization and Data<br>Mining in<br>Tele-immersion<br>Environment                                | 2008.3<br>.12-14      | 無し |
| P19-21      | 査読付き<br>国際会議 | 17th International Conference<br>on Artificial Reality and<br>Telexistence                             | Tetsuro Ogi,<br>Masahiro<br>Hayashi,<br>Mitsutaka Sakai  | Room-sized Immersive<br>Projection Display for<br>Tele-immersion<br>Environment                                     | 2007.1<br>1.28-3<br>0 | 無し |
| P19-22      | 口頭発表         | 日本バーチャルリアリティ学会<br>テレ・イマージョン研究会   | 久木元伸如  | タイルドディスプレイ・<br>システムの応用と現状   | 2008.3<br>.21         | 無し |
| P19-23      | 査読付き<br>国際会議 | IEEE International Workshop on<br>Network-based Virtual Reality<br>and Tele-Existence<br>(INVITE'2008) | Yasuo Ebara,<br>Nobuyuki<br>Kukimoto, Koji<br>Koyamada   | Evaluation Experiment<br>on Eye-to-eye Contact<br>in Remote Communication<br>with<br>Tiled Displays<br>Environments | 2008.3<br>.25-28      | 無し |