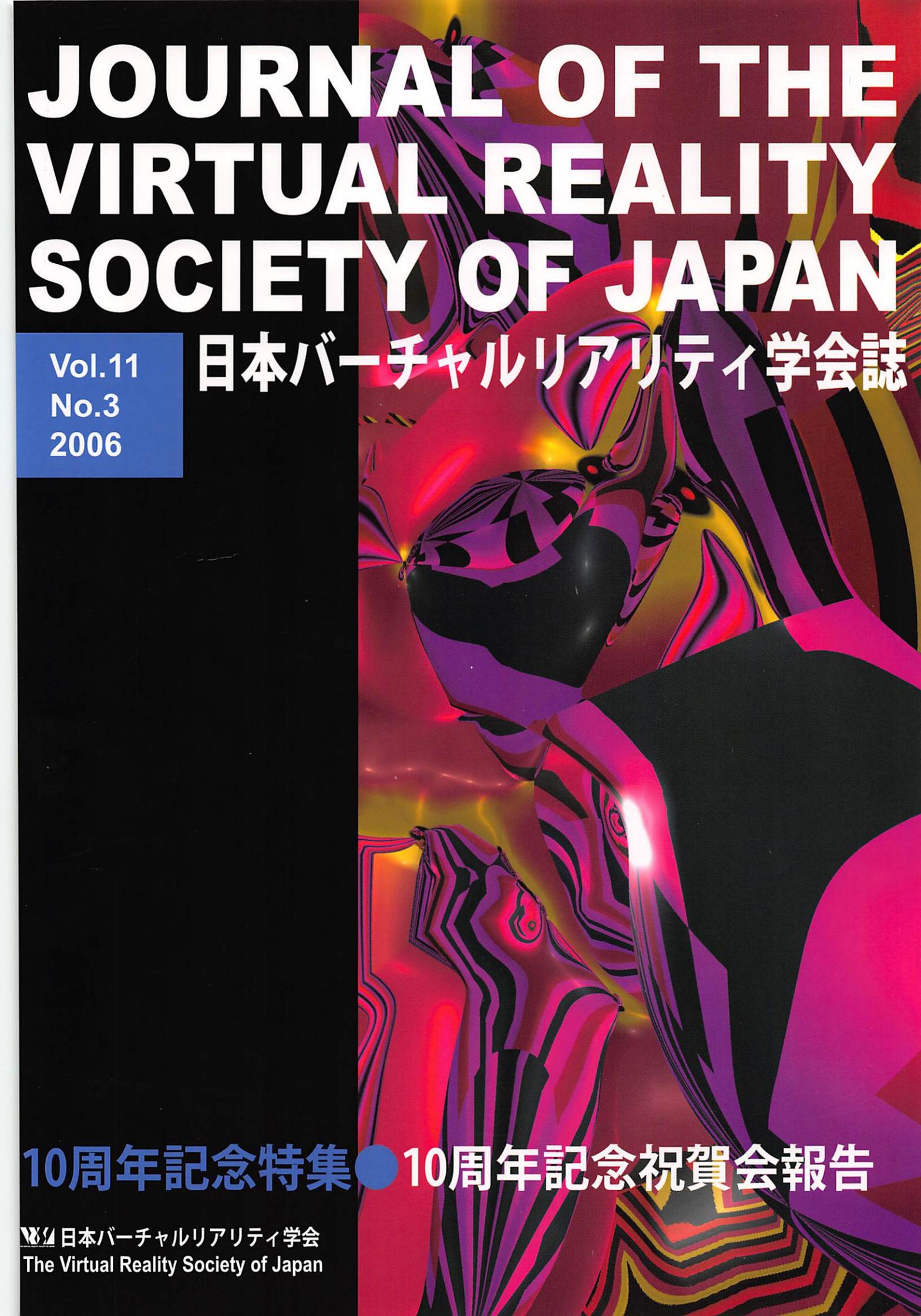


# JOURNAL OF THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN



Vol.11  
No.3  
2006

日本バーチャルリアリティ学会誌

10周年記念特集 ● 10周年記念祝賀会報告

VRV 日本バーチャルリアリティ学会  
The Virtual Reality Society of Japan



▲  
記念式典が行われた東京大学  
武田先端知ビル 武田ホール (6頁参照)

▼  
記念パネルディスカッション (6頁参照)



▲  
懇親会で行われた鏡割りの様子  
(6頁参照)



▲  
河口洋一郎氏による作品上映 (6頁参照)



▼  
▲  
貢献賞表彰式の様子  
(詳細は「貢献賞報告」26頁参照)



研究室紹介 ● 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報システム学専攻

横矢研究室



▲  
光学的整合性を考慮した現実世界への  
CGオブジェクトの重畳合成 (詳細は45頁参照)



▲  
平常給跡ナビ  
(左：利用イメージ、右：第二対極殿の基壇において  
CG復原された対極殿の内部から外を眺めたときの提示映像)  
(詳細は45頁参照)

**日本バーチャルリアリティ学会誌**

**Journal of the Virtual Reality Society of Japan**

**第 11 卷第 3 号**



**THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN**

**September 2006**

**Vol.11, No.3**

■ CONTENTS

# Journal of the Virtual Reality Society of Japan



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

September 2006  
Vol.11 No.3

■ 巻頭言

- 
- 4 ● 音声研究から VR 研究へ  
原田哲也 (東京理科大学)

■ 10 周年記念特集

## 10 周年記念祝賀会報告

- 
- 6 ● 10 周年記念祝賀会
  - 6 ● 祝賀会式次第
  - 6 ● 10 周年記念シンポジウム企画  
パネルディスカッション「VR の未来を語る」  
パネリスト：安藤 真 (凸版印刷)  
稲見昌彦 (電気通信大学)  
木村朝子 (立命館大学)  
清川 清 (大阪大学)  
谷川智洋 (東京大学)  
長谷川晶一 (東京工業大学)  
司会：廣瀬通孝 (東京大学)
  - 24 ● 参加報告  
黒木 忍 (東京大学)  
渡邊将人 (東京工業大学)
  - 26 ● 貢献賞報告  
岸野文郎 (大阪大学)

## これからの VR

- 27 ● VR と CSCW  
葛岡英明 (筑波大学)
- 28 ● 想像の世界と現実の世界  
小木哲朗 (筑波大学)
- 29 ● 世界に生きる日本の VR  
北村喜文 (大阪大学)
- 30 ● 五感へ広がる VR のインタフェース技術  
柳田康幸 (名城大学)
- 31 ● 大切にしたいこと  
関口大陸 (ビュープラス)

- 32 ● 10 年前の自分へ  
- これからの日本 VR 学会と自分の 10 年のために -  
野間春生 (ATR)
- 33 ● 「バーチャル VR」～バーチャル化する VR 技術  
清川 清 (大阪大学)
- 34 ● 脳科学が拓くこれからの VR  
仁科エミ (メディア教育開発センター)
- 35 ● 国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト  
にみるこれからの VR  
長谷川晶一 (東京工業大学)  
稲見昌彦 (電気通信大学)
- 36 ● VR 教育の充実への期待  
竹村治雄 (大阪大学)
- 37 ● バーチャルリアリティ 2.0 への期待  
池井 寧 (首都大学東京 / 東京都立科学技術大学)

#### ■会議参加報告

- 38 ● Pervasive2006  
塚田浩二 (産業技術総合研究所)
- 39 ● 第 39 回「人工現実感」研究会  
久木元伸如 (東和大学)
- 40 ● ACE 2006  
栗林 賢 (慶應義塾大学)
- 40 ● 2006 ASIAGRAPH  
橋本弘太郎 (東京大学)
- 41 ● SESAM 2006  
黒田知宏 (京都大学)
- 41 ● EuroHaptics2006  
嵯峨 智 (東京大学)
- 42 ● ISBMS 2006  
Mikko Rissanen (京都大学)
- 43 ● SIGGRAPH 2006  
杉本麻樹 (電気通信大学)

#### ■研究室紹介

- 44 ● 奈良先端科学技術大学院大学 横矢研究室  
横矢直和 (奈良先端科学技術大学院大学)

#### ■製品紹介

- 46 ● 人型ロボットハンド Universal Hand  
(株式会社 川渕機械技術研究所)  
川渕一朗 (株式会社 川渕機械技術研究所)

#### ■ラクス実践 VR -手と足と頭を使い！ VR システムの作り方-

- 48 ● 第 11 回 USB2.0 対応 PIC の紹介  
村田浩士, 清水俊治 (諏訪東京理科大学)

#### ■書評

- 50 ● 皮膚は考える  
仲谷正史 (東京大学)

#### 51 ■研究会開催についてのお知らせ

#### 53 ■理事会だより

#### 54 ■カレンダー

(2006 年 10 月以降開催イベント情報)  
国内会議 / 国際会議

#### ■編集後記

■日本バーチャルリアリティ学会ホームページ

<http://www.vrsj.org/>

●表紙 CG 作品提供: 河口洋一郎 (東京大学) ●表紙デザイン: 柳沼潔野

## 巻頭言

## 音声研究から VR 研究へ



原田哲也

東京理科大学

## 1. はじめに

今年度より、企画担当理事を仰せつかりました。これまで学会では、ニューズレター編集委員会幹事、評議員を務めさせていただいておりました。学会のお役に立てるよう、初心に戻って努力したいと存じます。皆様よろしく願い申し上げます。

## 2. 10 周年記念祝賀会の報告

VR 学会は本年 5 月 27 日、めでたく 10 周年を迎えました。学会のこの 10 年の歩みは、前号の 10 周年記念特集などをご覧になっていただくとして、委員長を務めさせていただいた記念祝賀会についてこの場を借りて簡単に報告させていただきます。

当日は東京大学の五月祭の中、同大武田先端知ビル 5 階武田ホールにおいて記念祝賀会が、同ホワイエにて懇親会が開催されました。参加者は、祝賀会 75 名、懇親会 61 名でした。祝賀会では、会長の岸野先生の挨拶から始まり、来賓として横幹連合副会長江尻正員氏、ヒューマンインタフェース学会会長渡辺富夫氏、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーショングループ次期運営委員長長行場次朗氏からご祝辞をいただき、最後に初代会長館先生から挨拶をいただきました。

続いて行われた記念パネルディスカッションは、昨年の第 10 回大会で行われたパネルディスカッションが、VR のこれまでの 10 年を振り返ったのを受けて、廣瀬先生の司会のもと、新進気鋭の若手研究者 6 名が自由闊達な雰囲気の中、VR の将来について考えを述べ

合いました。詳細がこの誌面に掲載されていますのでぜひご覧ください。

懇親会は、前会長原島先生の挨拶、歴代会長と河口先生による鏡割り、河口先生の乾杯で幕を開け、歓談の中、ビデオによる河口先生の商品紹介、作成中の記念 DVD の紹介、学会功労者の表彰が盛大に行われ、最後に 10 周年委員長の佐藤先生から閉会の辞がありました。

当日はお忙しい中、ご参加くださいました大勢の方々どうもありがとうございました。また、準備段階から裏方としてご尽力いただいた、JAXA 野嶋さん、東大梶本先生、事務局の田中さん、柳沼さんはじめ多くの方々に感謝いたします。また、当日のすべての司会を快くお引き受けくださった東北芸術工科大学杉原先生に感謝いたします。

## 3. 音声研究から VR 研究へ

さて、ここからは私が VR の研究を通して日頃感じていることを述べさせていただきたいと思います。

私は音声の研究(音声の特徴抽出・認識)から VR の世界に入りました。VR における音について考えてみると、音は臨場感を高めるのに必要であることは間違いなのですが、視覚や触覚の補助的役割に甘んじている場合が多いと言えます。音が重要な場面の一つは、視覚で認知できない、認知できるが時間がかかる場合であると言えます。ちょうど前号の学会誌で、伊福部先生が、音は気配を感じるのにとっても重要な役割を担っているとおっしゃっておりました。私も同感で、気配というのは

かすかな感覚情報であり、中でも音が最も重要な役割を果たしているということができます。そのかすかな情報を提示することができれば VR もある意味で本物と言うことができるでしょう。

私は音声認識の研究をしていたわけですが、人間のパターン認識能力のすばらしさを強く感じておりました。皆さんもよくご存じのことと思います。それは、原始生命の誕生から何十億年もかけて作り上げられた、たくさんの脳細胞により構成されるハードウェア+ファームウェアと、一人の人間が生まれてからの、時間をかけた経験により得られた記憶と知識、知恵に支えられた優れたシステムによるものです。ですからパターン認識を機械に行わせることは非常に難しいと言えます。

機械による音声認識はこの 10 年ほどで大幅に進歩しました。しかし、人間並みに、というのはまだまだです。この難しさは話者の個性、環境に起因するノイズなどが大きな要因となっています。一方、音声合成は、情報を伝えるという意味では、音声認識に比べ早い時期から実用化されていました。これはやはり、人間のパターン認識能力の高さゆえ、少々品質が悪くても人間が適応できてしまうためと考えられます。

VR は人間に感覚情報を提示し、人間の行動を計測します。情報提示という観点から、この感覚情報を提示する部分＝音声合成と考えると、人間の高い能力による補正が利用できるのです。そう難しい問題ではないとも考えられます。確かにそういう面はありますが、これは大きな間違いであることは明らかです。現状の音声合成において伝えられるのは発話の内容、つまりシンボリック情報のみであり、これは人間の発話音声の持つ情報の、ごく一部に過ぎないということです。一方 VR は、このシンボリック情報以外の多くの複雑な情報を対象としています。(機械による音声認識の困難

さは、この様々な“ノイズ”の中からシンボリック情報のみを抽出することの難しさなわけです。)しかも人間はその情報のすべてを同時に感じ取ることができます。そういうすばらしい能力を持つ人間相手に情報を提示するということは、あるレベルまでは人間の能力に頼り、容易に提示ができるものの、高いレベルを実現しようとするとは非常に困難で、とても奥深く難しいものなのだと思います。

さてそのような奥深い面を持つ VR システムの評価はどのように行えばよいのでしょうか。音声合成や認識であれば、シンボルがどれだけの時間にいくつ正確に伝達されたかで評価ができます。これに対していわゆる感性の定量化は非常に困難です。VR システムには様々なものがありますから一概には言えません。例えば、私が興味を持っている教育・訓練システムなどは、消極的ですが確実な方法としては、長い年月使われ続けたシステムはよいシステムであるという評価方法があります。総合的な評価としてはこれが一番よいのではないかと私は思います。でも今の世の中そうは言っていられないので、作業効率の計測、疲労度の計測、アンケート、ペーパーテストなどの方法が考えられるわけです。これからは人間の状態を、リアルタイムで定量的に計測し評価するということが必要ではないかと考えています。

#### 4. おわりに

今まで書いてきた文章の中に“難しい”という言葉が何回も出てきてしまいました。結局私にとっては分からないことだらけということなのですが、これがたくさんある方が楽しみが多いということでしょうから、よいことなのでしょう。“分からない”を少しでも減らして、学会のお役に立てればと思います。

#### 【略歴】

原田哲也 (HARADA Tetsuya)

東京理科大学 基礎工学部電子応用工学科 助教授

1980 年東京工業大学工学部卒業、1986 年東京工業大学大学院電子システム専攻博士課程単位取得退学。同年同大学精密工学研究所助手、1989 年東京理科大学基礎工学部助手、同講師を経て 2000 年より現職。工学博士。

## 10 周年記念特集 ■ 10 周年記念祝賀会報告



### 10 周年記念祝賀会

日本バーチャルリアリティ学会は 1996 年 5 月 27 日、東京代々木で開催された設立総会で産声をあげた。以来発展を続け、現在では会員数も千人を超え、会長も舘先生、原島先生、岸野先生と 3 代目となっている。去る 2006 年 5 月 27 日は、本学会設立後ちょうど 10 年であり、これを記念すべく日本バーチャルリアリティ学会 10 周年記念祝賀会が東京大学武田先端知ビルで開催された。当日は、祝賀会 75 名、懇親会 61 名の参加があった。本稿では祝賀会について、当日行われたパネルディスカッションを中心に報告する。

### 祝賀会式次第

記念祝賀会は、会長式辞に始まり、江尻正員横幹連合副会長、渡辺富夫ヒューマンインタフェース学会会長、行場次朗電子情報通信学会 HCG 時期運営委員長、舘暉本学会初代会長から祝辞をいただき、記念パネルディスカッションが行われた。

祝賀会に続いて懇親会が行われ、前会長原島先生の挨拶、鏡割り・乾杯、河口先生の商品紹介、学会貢献賞授賞者の表彰式などが行われた。

### 10 周年記念パネル

祝辞に続いて、昨年の VR 学会大会のパネル、「VR のこれまでの 10 年これからの 10 年」の続編として、新たに若手研究者をパネリストとして企画された。東京大学の廣瀬通孝先生の司会のもと、次項で紹介する 6 名のパネリストで行われた。木村先生は当日体調を崩されビデオでの参加となった。以下パネルの内容を紹介する。

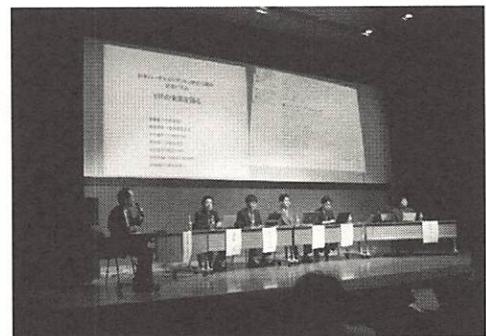
### 10 周年記念シンポジウム企画パネルディスカッション 「VR の未来を語る」

パネリスト：

安藤 真氏（凸版印刷）  
 稲見昌彦氏（電気通信大学）  
 木村朝子氏（立命館大学）  
 清川 清氏（大阪大学）  
 谷川智洋氏（東京大学）  
 長谷川晶一氏（東京工業大学）

司会：

廣瀬通孝氏（東京大学）



**廣瀬**：昨年の VR 学会で「VR の過去と未来」を語るというパネルディスカッションを企画したのですが、時間がなくなり、過去を語るに終わってしまいました。そこで今回は「VR の未来を語る」というテーマで、若手の研究者の方に、VR という分野はどういう方向に伸びていくのか、伸びていかなくは成らないのかについて語って頂きたいと思います。

今回、ステージのスクリーンに、話の内容がリアルタイムに表示されていきます。また、書き込みが出来るようになっていきますので、質問、意見等を送っていただければ、表示されるようになっていきます。では、前振りとして、私から話をさせていただきます。

結構10年という長いです。例えばコンピュータにおける10年とはどのような変化だったのかを振り返ってみます。1980年代初めのコンピュータのスペックは、ほとんどKBくらいのオーダーでした。それが10年経って90年代になると、パソコンみたいな話からワークステーションに変わっていきます。ワークステーションのメモリ実装容量はMBのオーダーとなり、約1000倍になります。それからLANなんて言われたのが、丁度そのころなのですが、何Kbpsのスピードから何Mbpsのオーダーになってきていました。90年代はMの時代ですね。2000年になるとGという単位が一人歩きするようになってきました。K, M, Gと、単に1000倍になっているだけではなく、かなり質的な違いが出てきています。そこが大事なところですね。Kだと、ようやく文字や数字がハンドリング出来る時代でした。Mの時代になると、静止画の入った、絵本のようなものがコンピュータの中で見られるようになります。Gの時代になると、動画や3Dがコンピュータの中で自由に扱えるようになります。10年は結構短いようですが、実はかなりの変化があったということがわかると思います。ネットワーキングに関しても振り返って考えてみます。インターネットというものが技術者の中でブームになって、外国の計算機が使えると話題になっていたのが1985年くらいだったと思います。その当時は繋がると感動していました。例えば、今CSCWなどをやっている葛岡先生が学生だったころ、彼は繋がると喜んでいました。計算機のところに相手のプロンプトが出てくると感動していて、それを何に使うかまでは頭が回っていませんでした。10年ぐらいたって1995年になりますと、WEB, WWWなど、閲覧ソフトが出てきます。そうすると、シェアされた計算機の中で、ファイルをどうやって見るかということが話題になってきました。その時も、見えたことに感動したというのが普通の人の反応でした。2005年になって、ブログなどの新しいネットワークの使い方が出てきて、ようやく使ってなんぼという時代になりました。それから、HPがあれば済むという話ではなく、Googleなどの検索エンジンで検索するということが出てきました。このように考えてみますと、ネットワーク、インターネットというキーワー

ドに関しても10年ごとに質的な変化が起きていると言えると思います。

VRに関しましても、10年ごとにどのような変化があったかをまとめてみます。1985年はNASAのAmesあたりでVRが始まったころです。このころはHMDやデータグローブなどというものが研究所で使われていて、PCの中で絵が描けるんだといったことが話題となっていました。1995年になると、CAVEやCABINといったIPTなど大画面系のテクノロジーが登場してきて、Gビットネットワークがキーワードとなっていました。また、MRというものが出てきたのも95年頃だったと思います。2005年になりますと、コンテンツの方が重要になってきます。そして、ライフログ、五感、BCI、ユビキタス、モバイルなどがキーワードとなって来るかも知れません。このように、VRにおいても使える技術が随分変わってきたと言えます。

私は過去のことはしか調べてなかったのですが、こういったことを外挿すべきなのか、全然違う方向に行くのか分かりませんが、これから10年先、20年先を語っていくということになると、この先の年表を埋めて行くような形になって行くのだろうか、ということが、今日皆さんの話から会場の方々が推測できるようになると嬉しいなと思います。

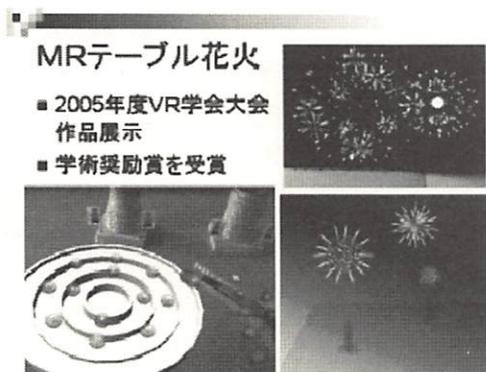
まず、木村先生のビデオを流していただきたいと思います。



ビデオ参加となった木村氏

**木村(ビデオ参加):**私は2005年度のVR学会で「MRテーブル花火」という作品のデモ展示を行いました。ここで学術奨励賞を頂いたことがきっかけで、今回のディスカッションに参加させて頂く事になりました。(「MRテーブル花火」についてのビデオ <http://www.rm.is.ritsumei.ac.jp/Juvenile/> を上映しながら)「MRテーブル花火」とは、複合現実感(MR)技術を用いて、テーブル上でCGの花火の作成、打ち上げを楽しむことが出来るというものです。星と呼ばれる火薬をピンセット型のデバイスで掴んだり、

離したりすることで、花火玉の枠にセットしていきます。星のセットが終われば、終了星と呼ばれる星をセットすることで花火玉が完成します。完成した花火玉はピンセット型デバイスで掴むことができ、掴んだ花火玉を筒の中に入れると、その筒から導火線が現れます。CG で描かれた火を導火線に近づけると、導火線が燃え始め、これが燃え尽きると、花火が打ち上がります。この作品では、体験者自身が好きな花火をデザインし、様々なタイミングで打ち上げることが出来ます。



### MRテーブル花火

- 2005年度VR学会大会  
作品展示
- 学術奨励賞を受賞

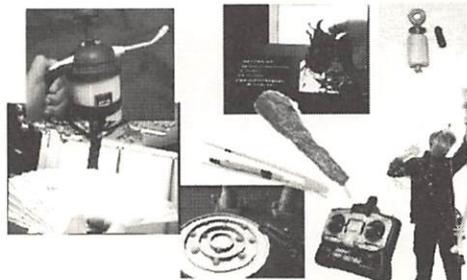
実は、私はアート作家というわけではなく、VR や MR 分野を含めた様々な環境のインタフェースについて研究しているのですが、今回はアートエンターテインメントの視点から VR の未来について語ってくださるとのご依頼を受けましたので、その分野について考えていきたいと思います。

実は、先ほどの「MR テーブル花火」もそうなのですが、私が所属する研究室では、配属された新3年生に自分達で MR 作品のアイデアを練ってもらい、2ヶ月間かけてその作品を学生自身が実現するという初等教育(ジェベナイル・プロジェクト)を行っています。ジェベナイル・プロジェクトでは、アートやエンターテインメントというテーマで作品作りを行っていますので、このプロジェクトを通して、未来の VR にとってどのような要素が重要かについて思ったことを述べたいと思います。

実際に作った作品は、2004年からの3年間で以下の7作品(MR 昆虫図鑑, MR お花見システム, MR テーブル花火, 花咲バーチャン, MR ラジコン, MR バードウォッチ, MR アーチェリー)になりますが、学術奨励賞を頂いた「MR テーブル花火」や2004年度に VR 学会で学術奨励賞を頂いた「MR 昆虫図鑑」も、その中の一つです。学生達と作品を作る中で、作品を面白く、魅力的なものにするために、また体験者にとってもわかりやすいものにするために、どのようなことが重要であったかと

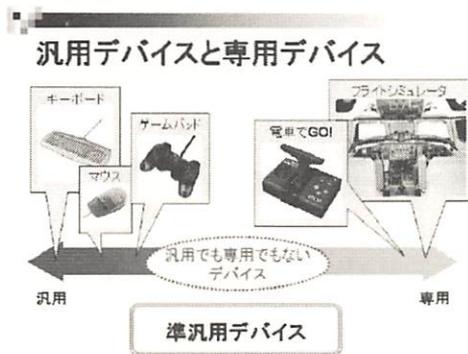
言うと、仮想物体に働きかけるために、どのような対話デバイスを採用するかでした。実際に、このジェベナイル・プロジェクトの中で作成したデバイスはたくさんあります。例えば、アーチェリーやラジコン、これらは実際にスポーツやゲームなどで使われる実物のデバイスを再利用しました。「MR お花見システム」では霧吹き型のデバイスを使用しました。花を咲かせるという行為を行うときに、花咲かじいさんでは灰を撒きますが、このシステムは霧を吹くことで花を咲かせました。また、扇子型デバイスを使い、咲いた花を散らせるために扇いだり、花びらを受け止め、また落としたり出来るようにしました。「MR テーブル花火」で利用していたピンセット型のデバイスは、仮想物を掴み、動かすという行為に使っています。これらのデバイスは、市販のものをそのまま使うだけでなく、作品の中で実現している機能のイメージに合うデバイスを、自ら作って評価しているものがほとんどです。

### ジェベナイル・プロジェクトと対話デバイス

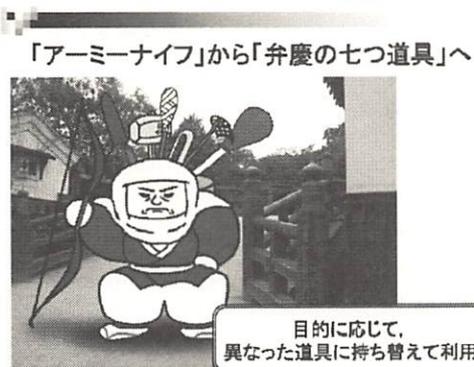


そもそも、対話デバイスというものを考えると、汎用のものから専用のものまで様々なものがあります。例えば、汎用的なデバイスとしてはキーボードやマウス、ゲームパッドなどが考えられます。「電車でGO」や「フライトシミュレータ」用のコントローラなどはアプリケーションに依存した対話デバイスと言えると思います。これらのデバイスの操作対象は画面に表示されるような平面的なゲームやシステムです。しかし、VR や MR のような空間性の高い技術を利用するアートエンターテインメント作品では、もっと「空間性」というキーワードを意識した、触感やグリップ感のあるデバイスが望まれるのではないかと考えられます。今後、VR 技術の向上にともない、このような空間性の高いメディアアートやエンターテインメントが増加することが期待されますから、このような作品に利用できる、楽しくて使いたくなるような対話デバイスがもっとあっても良いのではないかと思います。そこで、今後の VR におけるアートエンタテイン

メントを考えていくのであれば、このような触感やグリップ感を重視した、汎用でも、専用でもない、中間的なデバイス、すなわち「準汎用デバイス」というものが必要とされていくのではないかと思います。



私は現在このような「準汎用デバイス」を目指して様々な対話デバイスを作成しています。このデバイスのスタンスとしては「アーミーナイフ」のような、一つで多目的に利用出来るものではなく、「弁慶の七つ道具」のような、目的に応じて異なった道具に持ち替えて利用出来るものがよいのではないかと考えています。



今後10年のVR学会の中で、出来るだけたくさんのインタラクションデバイスを提案し、実際に皆さんに触っていただければと思います。

**廣瀬:** 先ほど「遠隔授業みたいですね」というコメントがありました。今のガリアルタイムだったと言えぶんからいけません。そのあたりがVRの危ないところかも知れません。

**安藤:** 私共は1997年からVRにとり組んでいまして、VR学会とほぼ同じくらいの期間、VRの研究開発やコンテンツ製作などを行っています。今日は私共で行って

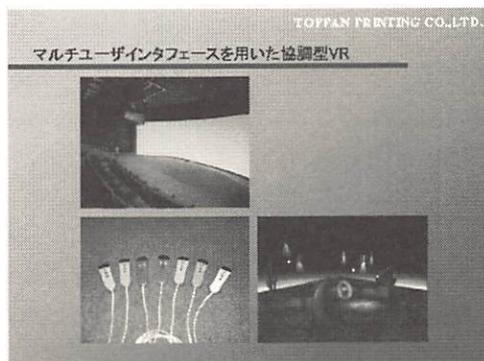
おりますVRビジネスを簡単にご紹介しつつ、未来について少し触れたいと思います。

一番初めに製作したVRコンテンツは、シスターナ礼拝堂の中を自由にインタラクティブに動きまわることが出来るというものです。従来の書籍やテレビなどのメディアでは伝えきれなかった、壁画の空間的なつながりというような情報を体験出来ることを目指して作ったものです。次の「洛中洛外散歩」は、重要文化財で普段は公開されていないものをVRコンテンツ化したものです。これは、屏風絵を単にデジタルアーカイブしただけではなく、そこに描かれている世界の中に実際に入り込んで、当時の、安土桃山時代の京都の町並みを実際に体感出来るというものです。この製作に当たっては実際の考古学的検証に基づいて行っているため、検証結果を可視化したということで、高い評価を得ました。当社は印刷会社ですので、印刷で培った技術をうまく使い高品質なVRコンテンツを提供出来るのが強みだと思っています。VRがこういった文化財を観賞したり、研究に使ったりすることに対して非常に有効であるということが分かりましたので、私共は文化財をテーマにしたコンテンツ制作を続けて参りました。

2002年頃になると、PCの性能も向上しまして、それまでは専用のハードウェアが必要だったものが、PCでも同程度のクオリティが得られるようになりました。「二条城」は初めてPC上で実現したVRコンテンツです。PC上で使える当時最新のレンダリング技術を使い、例えば金屏風の表現など、文化財の表現の向上を実現しました。

その後もPCを使ったVRコンテンツの制作を行ってきまして、1番新しいコンテンツは、現在、国立科学博物館で行われているナスカ展で上映されていますナスカの地上絵を見ることが出来るVRコンテンツです。

今まで紹介したVRコンテンツは、カーブスクリーンを使った、非常に臨場感の高いVRシアターで上映することを前提に開発して参りました。VRシアターを使う



と、一度にたくさんのお客様に、ある程度高い没入感でバーチャル空間を体験して頂くことが出来ます。一方、本来の VR の特徴であるインタラクティブ性を出しにくいという問題があります。私達はマルチユーザインタフェースのようなものを作り、さらにインタラクティブ性を高めると、どんなことが出来るかという模索も行っております。

しかし、なかなかこういった機能をコンテンツの方にうまく生かすというのは少し難しいということを感じているところです。最近では、スクリーンの前でガイドがお客様と対話しながら、VR 空間をリアルタイムで操作し、みんなで体験するという試みを行っています。そうすることによりある程度の対話性と、多人数が同時に参加出来るということを両立しています。この試みは 2003 年のマヤ文明展で実践しています。このマヤ文明展では、他にもシアターの外に PC を使った VR 端末を置きまして、ネットワークを介してシアターのガイドツアーに参加出来るという仕組みを用意するなど、VR が博物館展示にどのように応用出来るかという研究も行いました。



一方で、少し小さめの VR というものも販売しております。例えば、タッチパネルを利用したスペース・シミュレータという、子供達が直感的に太陽系を操りながら、太陽系の学習が出来るというものを作りました。このように VR を教育方面に応用する試みも行っています。例えば、学校の教室に多数の PC を置き、同一のバーチャル空間にいろいろな視点から参加することが出来るという仕組みを用意することで、理科教育を支援するための研究を廣瀬先生と共同で行いました。

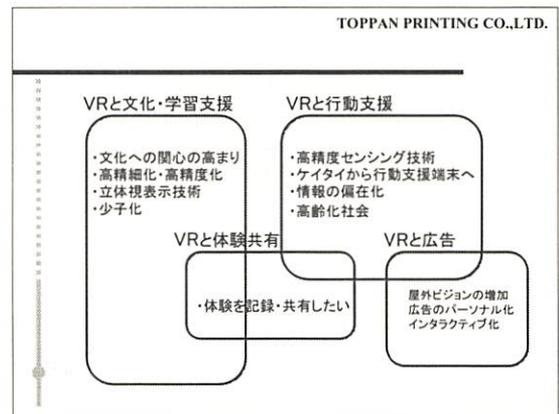
これから近い先のことですが、一般家庭にハイビジョンクラスのデバイスが入ってきておりまして、映画の世界でも 4K と言われている、デジタルシネマの規格が実用化のフェーズに入ってきております。こういった表示環境が出てきたときに、そこに VR を出したらどうなる



かという取り組みも行っております。ここで大事なことは、このような環境があったときに、VR をどのようにアプリケーション化して行くか、その際にその上にどのようなコンテンツを乗せて行くかということをしっかりと考えていくことだと思います。

VR シーンの方に関しては、実際に計測を通じて、より正確で高精度なモデリングが出来るようになってきておりまして、現状は解決すべき技術的課題は多いですが、着実に進歩しています。今後より効率的に高精度な VR が実現出来ると思っております。

以上のような話の流れを踏まえまして、主にコンテンツを製作している立場から見たときに、この先 VR がどういうところと絡んで、コンテンツが重要になってくるかを考えてみました。



まず一つは、私共が得意とする、文化・学習の支援というフィールドがあります。今後、文化に対する関心はより深まって行くということもありますし、表示環境や取り込む環境が高精度化されて行く中で、今までの実物展示のみに頼っていた博物館というものが、VR を使うことによって価値をより高めて行くことができるということもあります。

また、センシング技術が高精度化し、最近の携帯はジャ

イロなども乗っかり、かなり高度なものになっています。そういう意味では携帯から行動支援端末になってきています。そういうことを考えて行くと、今までのように2Dの情報だけでよいのかという話になります。このような行動支援の分野においてもVRというものが入って行くことでより効果的なことが出来るのではないかと思います。ここでも、どういうものを実用化して行くかということを考えたときに、コンテンツの部分で議論していく必要があります。

他には、体験共有という、ライフログ的なフィールドがあります。ブログが流行っていることを見ると分かりますが、多くの人は体験を共有したいという欲求があります。今はテキストベース、せいぜい写真や動画ですが、VRを使えばより高度な体験共有が可能になります。10年のできるかわかりませんが、個人的には触った感覚やにおいを共有出来れば非常に面白いと思います。

後は、VRとやや遠いところではありますが広告というフィールドがあります。例えば屋外ビジョンは非常に増加してきています。また、広告はパーソナル化され、かつインタラクティブなものがどんどん入ってきています。そういった状況においては、広告そのものがVR的なものになってくるというように考えられます。ここもやはり、どのようなコンテンツがあり得るかを考えていく必要があります。

**廣瀬:** VR学会はアカデミックなものですが、アカデミックなものが成長していくためには、博物館などの新しいビジネス展開などの、ある種の産業的な広がりが必要だと思えます。

**稲見:** 先ほど廣瀬先生とも話していたのですが、第1回VR学会の頃では、例えばパワーポイントを使っている人はほとんどいませんでした。そのころは私も一生懸命OHPを作っていましたし、廣瀬先生がスライドを選んでいらっしゃいました。このような光景が、確実に10年前はありましたが、現在はパワーポイントを使ってプレゼンテーションを行い、壇上から書き込みをすることが出来るようになりました。10年前は想像しなかった事だと思えます。

これからの10年ということで、自分の今までの10年を簡単に話したいと思えます。

私がVRをやるきっかけは、1990年に、関口君、川上先生、森君と一緒に、東工大のロボット技術研究会という学生向けのサークルの中でARMSというVRを始

## 東工大ロボット技術研究会 Artificial Reality Management Systems (ARMS) Project 1990-



めるグループを立ち上げ、第1回のIVRCというものが1993年位にありました。

初めの頃は趣味でやっていましたが、それがそのうち研究としておもしろくなってきて、1996年に館研究室の方にお世話になりました。1996年がどういった年であったかということ、まさにVR学会が立ち上がった年です。私のVR研究者としての10年とVR学会の10年はまさに重なっているような気がします。そういう意味では、まだ非常にワクワクした気持ちで(今もワクワクしていますが)第1回の学会に参加した記憶があります。

私の研究のバックグラウンドを挙げますと、VRを核にしまして、ロボットがあります。そして、そのアプリケーションとして、コミュニケーション工学、レスキュー工学、また、長谷川先生達とのエンタテインメント・ゲーム工学、医療への応用が挙げられます。

今後を語るにあたりまして、最近どういうことに興味を持っているかをお話します。まずは、廣瀬先生はコンテンツが重要であるというお話しをしていましたが、インタフェースそのものが持つ本質的な面白さというものがあると思います。岩田先生がおっしゃっていたのですけれども、インタフェース自体や新しいデバイスに新しいインタラクティブなもの、そういったもの自体が、特に日本においては、他の機械、自動車やパソコンには無い面白さがあると思います。インタフェースそのものがコンテンツであると感じています。コンテンツと直結するインタフェースというのは確かに作っていきたく思っています。そして、これは今までも面白かったと思っていたことです。もう一つ、表現の支援技術があります。これは非常に大きな言い方になってしまっていますが、人が何か情報を出しようとしたときに、どのように支援出来るかということ非常に大きな枠組みとして考えています。

また、よりマルチモーダルな AR そして MR を追求していきたくと思っています。これは前田さん達と一緒にやっています。VR は「ビジュアルリアリティ」ではないよと言われてはや 10 年かもしれません。ハプティックや音の研究がされていますが、もっと人の様々な感覚チャンネルというものを刺激する、ただし、本物と間違わないようなチャンネルの刺激の仕方をするということだけではなく、リアルな触覚やリアルな音という方向もありますが、何かうまくインタラクティブ性を生かし、我々の普段の行動を支援出来るような様々な感覚チャンネルのいじりかたというところを興味の対象として持っております。

そして、最近始めたことなのですが、VR インタフェースの無駄遣いが出来ないかと考えています。VR、ヒューマンインタフェースと言われているものは本来何のために作られたかという、我々人間の感覚刺激出力装置だったわけです。現在、様々な VR やインタフェースが開発されていますので、そろそろ無駄遣いをやりたくなくなってきました。つまり、せっかくいろんなことが出来る VR インタフェースなので、人に何か刺激を提示するだけではなく、何かもっと別の用途、例えば機械と通信したり、機械を制御したりするようなことに使えないかということを考えています。インタフェースの量的な変化ではなく、質的な変化へと持って行けたらと思っています。

最後にもう一つ、こちらは関口さん達と一緒にやっていることなのですが、インタフェースの研究の中では、Cool なインタフェース、格好良く見えるインタフェース、格好良い VR というものはたくさんあるのですが、もう少し「カワイイ」ということを真面目に考えていきたいと思っています。カワイイが出来ると何が出来るかと言いますと、例えば格好良いゲームはたくさんありますが、カワイイゲームはあんまりありません。女性の方や子供の方に興味を持たせる、新しいユーザーを増やすことの出来る力を持っていると思います。場合によると、秋葉原などでは「カワイイ」より「萌え」の方が良いという人もいるかもしれませんが、「カワイイ」を工学的に設計するにはどうしたら良いかを真面目に考えていきたいと思っています。

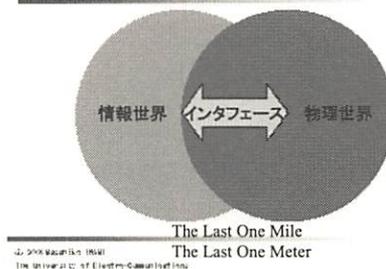
(プロジェクターを使ったラジコン制御についてのビデオを上映しながら)今現在行っている無駄遣いでは、プロジェクターから投影された CG 映像とラジコンカーがリアルタイムで連動してゲームが出来る作品があります。本来映像出力すべきプロジェクターを使いロボットと光通信を行い、ロボットの位置を計測しています。本来は人に対して映像を出すべきプロジェクターの利用の



仕方を変えて行くと、全然違った、機械に対して影響を及ぼすデバイスにも使えるかも知れないということを考えています。

今後を語るにあたりまして、VR というからには、界面をどう設計していくかということになっていくと思います。物理世界と情報世界のインタフェースは双方向の矢印であるのかということに疑問に思っています。バーチャルの世界とリアルの世界、もしくは人とコンピュータの世界のインプットとアウトプットは本当に対称的なものなのかを考えています。

### 物理世界と情報世界の 界面(インタフェース)の設計



人に対して入力するという事は意外と簡単です。例えば、我々は絵を見て、理解することが出来ます。しかし、同じ絵を作ろうとすると非常に時間がかかります。本を読むことは出来ますが、本を書くことは非常に難しい。人間には五感がありますが、五出力はありません。出力は話すこと、体を動かすことなどしかありません。人間の出力チャンネルは非常に少なく、しかも非常にエネルギーが必要です。同様に、物理世界と情報世界ではデジタルアーカイブは可能であっても、本当に作るということは非常に難しいです。つまりインプットとアウトプットではアウトプットの方が非常に難しいと言えます。そこは人と外の世界に対して、もしくは、リアルとバーチャルの世界に対しても感じています。そこでアウトプット

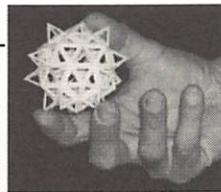
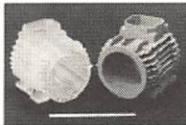
というものを今後どう都合よくしていくかということは今後10年で考えて行きたいと思っています。

例えば、だいぶ前から流行り始めた3次元造型装置は、レーザープリンターが出始めたところに近いなという感じがします。現在リアルなものを作るスピードは速くなっていると思います。今までリアリティというのは、人間に対して何か働きかけるというものでしたが、それを、実際にものを作る、機能を作るというものへ、インタラクティブなアウトプットを目指して行きたいと思っています。最後のキーワードとして「バーチャルリアル」というものを今後の課題として挙げさせていただきたいと思っています。

### リアルvsリアリティ バーチャルリアル？ リフレクティブリアリティ？



- インタラクティブなAtom
- 形だけでなく機能もコピー
- 瞬間物質輸送機？



© 2006 Masahiko INAMI  
The University of Electro-Communications

**廣瀬:** 非常に面白い点があいくつもありません。センシングとアクチュエーションは確かに難しいです。リアリティとリアルは違うということが発見でした。

**清川:** まず、VRの定義をおさらいしたいと思います。「見かけや形は現実そのものではないが、本質的あるいは効果としては現実であること」。一言で言うと「現実のエッセンス」です。これからのVRということですが、まず、私とVRの出会い、過去のことについて話したいと思います。

これがVRの定義だとすれば、私が一番最初に出会ったVRは1975年のプラネタリウムです。大阪市立電気科学館（今は名前が変わっていますが）は、日本で最初にプラネタリウムが入りました。プラネタリウムというのは、非常によく出来たシステムで、VRの3要素AIP (Autonomy, Interaction, Presence) が全部入っています。Interactionの部分では、操作する人は一人に限られていますが、Autonomyでは時間の経過に従ってそれぞれの星の動きを再現出来る、Interactionの部分で言えば、時間や地球以外から見た映像を再現出来る、Presenceは非

常に優れている全天周映像です。これで全て、ほぼパーフェクトなリアルを再現していることになっています。これが私の原点だったのかなと思います。

#### 1975年 大阪市立電気科学館

□ プラネタリウム

- VRの3要素を内包
  - Autonomy
    - 星の運行
  - Interaction
    - 時空を往来
  - Presence
    - 全天周映像



http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~kazu/zeiss/zeiss.html

それから10年ほどたって、私はゲームにのめり込みました。AIPのAIという部分には、ゲームがいろいろ優れたものが出ていましたが、おそらくセガさんのスペースハリアーが一番最初の(擬似)3次元を使った体感ゲームであると思います。2次元のsprayを拡大し、前後方向に重ねることで、高速な3次元動画を一応していたということで、1985年の時点では、VR的なものが巷に出回っていたと言えます。これに非常に100円玉を吸い取られた覚えがあります。

#### 1985年 アーケードゲーム

□ スペースハリアー (セガ)

- 初の(擬似)3次元体感ゲームに熱中
- Autonomy & Interaction



http://www.get-ready.org/index.html

全く同じ年に、私の過去の中で一番衝撃的な体験をしました。つくば'85、科学万博です。中学生の時に大阪から2回も富士通パビリオンに行きました。AutonomyとInteractionではゲームの方が優れていたかもしれませんが、Presenceでは未だにこれ以上衝撃的なものに出会った事はありません。アナグリフ式のフル全天周立体映像で、映像的にはあまり美しいものではなかったのですが、非常にPresenceの高いものを体験しました。

それから10年たって1995年に、奈良先端に伺いまして、横矢先生、竹村先生のご指導のもとで、いろいろとVRのものを作り出したというのが私の歴史になります。



では、VR の現在はどうなっているかという話なのですが、Presence は格段に進歩しました。逆に言うと AIP は均等に育ってきていません。Autonomy, Interaction はまだ二の次にされている気がします。こちらは長谷川さんのほうが詳しいと思いますが、物理演算ユニットの方で A と I がクリアされていくのではないかなど期待しています。究極的には、VR はすべてのルールを書く必要は無く、全部セットアップをして物理シミュレーションに任せればリアルになるというのが一番優れていると言えます。風が吹けば、砂が舞い上がり、バーチャルの人々の目が悪くなり、三味線職人が増え、バーチャルの猫が減り、そのおかげでバーチャルのネズミが増え、桶屋が儲かる、というのが究極の VR ということで、ここまでいけば VR は完成と言えるのではないかと思います。ここまでは 10 年では難しいかもしれませんが、

### VR の現在

- Presence は格段に進歩
  - Autonomy, Interaction は二の次
  - 物理演算ユニットに期待
  - 「風が吹けば桶屋が儲かる」のが究極
- もはや個人レベルでは手に負えないクオリティ
  - ゲーム業界の後塵を拝している
  - 家庭 > 研究室 の逆転現象
  - やむなく研究者はイロモノに走る
    - 立体視、広視野、高精細、触力覚、嗅覚...

一方、Presence 部分で見ると、もはや個人、研究室のレベルでは手に負えないクオリティとポテンシャルを持つようになってしまっています。安藤さんからお話がありましたように、クオリティの優れたものが出ていますが、逆にいうと研究者レベルでは、例えば研究室で見学者を迎えて「HMD かぶってみてどうでしたか？」と聞くと「面白かったけど、絵がショボイね」というような意見をもらってしまったりします。そのへんのギャップ

に苦しんでいるところがあります。ムービーやゲームでは莫大なお金をかけてプロダクションを作っているのに対して、我々は技術的なポテンシャルは高いのですが、それを活かすコンテンツが出来ていない。ゲーム業界では特に日本は優れていて、そちらに関しては完全に後塵を拝していると言えます。ある意味、家庭用ゲーム機が優れているのに対して、研究室の方が劣り、環境の中に完全に没入させるという意味では、家庭用ゲーム機の方が優れているという、逆転現象が起きてしまっています。やむなく研究者はイロモノに走っている。家庭用ゲーム機では実現出来ない部分で勝負しようとしているのではないかという気がしています。もちろん皆さん好きでやっているのですが、逆に言えば、そこに頼らざるを得ないという状況もあると思います。

そういう意味では、VR そのものというのは技術的には十分なところまで来ていて、ポテンシャルを活かすという意味では、研究者の役割はまだ違う方向に走るべき、走らざるを得ない状況になってきています。VR そのものを活かす観点に関して言いますと、閉じた VR の世界から、脱却して、実世界に飛び出して行こうという方向に向いてきていると感じます。

### VR の周辺 (1)

- VRは閉じている
  - 実世界を置換
  - 疑似体験
  - 普通、いらない
- ARは開いている
  - 実世界に追加
  - 日常作業の補助
  - 普段から便利

(a) DMR

(b) Virtual Reality

(c) Ubiquitous Computers

(d) Augmented Interaction

Jun Rekimoto and Katashi Nagao, "The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments", User Interface Software and Technology (UIST '95), pp.29-36, 1995.

VR の周辺を振り返り、VR 学会誌や論文誌のキーワードを拾ってみますと、一見 VR っぽくないというものが出てきました。アウトドアやウェアラブルという言葉は、本来は VR と対極の位置にあるはずなのに、アウトドア VR やウェアラブル VR という訳の分からない言葉が出てきています。(廣瀬先生すみません。)ある意味 VR 技術の社会進出を図った形だと思えます。あるいは別のキーワードを拾ってみますと、安全、健康、快適性、スポーツ、子供、これは社会に出ていくだけでなく、そこで使われる人の適応性を図った方向の研究が盛んになっているということだと思えます。また別のキーワードを拾ってみますと、メディアとしての VR という意味で、

エンタテインメントを中心として、VR そのものではなく、VR を使って何かをしようという動きが活発になっていると感じます。ある意味クラシックなりアル VR ではないネタがほとんどになってきていて、但し、どれもが VR のココロは備えている、言い換えると、これは言葉遊びですが、「VR のバーチャル化現象」が起きているのではないかという気がしています。

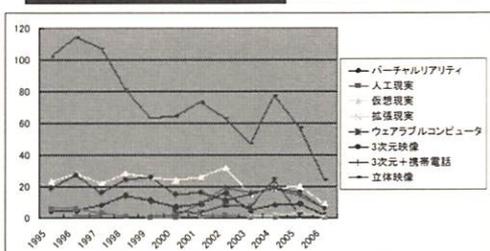
### VR の周辺 (2)

- VR学会誌・論文誌のキーワード
  - アウトドア、ウェアラブル、ユビキタス、複合現実
    - VRの社会進出
  - 安全・健康・快適性、スポーツ、子供
    - VRの社会適応
  - インタラクティブアート、エンタテインメント、コミュニケーション
    - メディアとしてのVR
- もはやクラシックなVRではないネタがほとんど
  - VRのココロは備えている
  - VRのバーチャル化現象

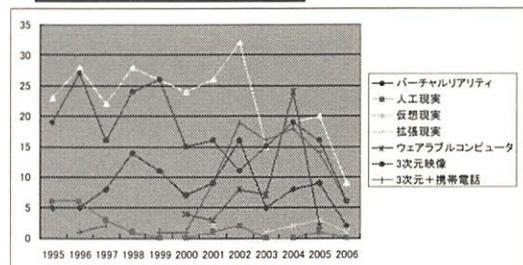
「バーチャル VR」、「みかけや形は VR そのものではないが、本質的あるいは効果としては VR であること」、ということが流行ってきているのではないかと感じます。VR のエッセンスを備えたものがどんどん増えていくと感じます(会場笑)。逆に、ある意味これは正しい方向で、要素技術ができれば応用アプリケーションが発展していくことは正常なので、こういった方向に向かうのではないかと思います。

突然話が変わるようで、変わらないのですが、特許に流行り廃りがあります。(特許公開件数の図を映しながら)VR、人工現実、仮想現実、拡張現実、ウェアラブルコンピュータ、3次元映像、3次元映像と携帯電話の両方が備わったもの、立体映像の特許の件数を見ますが、毎年どれくらい特許公開があるかということなのですが、1996年にいちばん多く、それからどんどん減っているのが立体映像です。VRは増えたかと思いきや、増えたり減ったりということが続いています。人工現実は、

特許で見る流行り廃り(「特許公開」の分)



特許で見る流行り廃り(「特許公開」の分)



1995年頃いくつかあったのですが、それからほとんど0に近い状態となっています。仮想現実、人工現実より数が多いです。仮想現実と人工現実を足したものがVRの分野に関する特許件数になります。実は、10年前からそれほど上がっていません。10年前VR学会が設立され、早くもそれほど盛り上がりを見せていない状況になっています。一方、ウェアラブルコンピュータや3次元映像と携帯電話を組み合わせたものは、2004年ごろに非常に件数が増えており、VRのココロを持ったバーチャルVR的な技術というものが広がっている気がしています。

これからは異種混合のインタフェース、VRっぽい、またはVRではないものをくっつけたようなインタフェースが増えてくるのではないかと思います。GUIのバーチャル化といった協調作業環境(GUI + 3D + 多人数)や、環境を撮り、テレプレゼンスの上に3次元モデルを解析したものを重ね、テレプレゼンスのAR化をしたものの中で、仮想化された3次元モデルを表示しながら、ロボットを操作するといったもの(Real + AR + AV + VR)を今行っています。RealやAR、AV、VRといった技術が当たり前のように異種混合していくのではないかと気がしています。

### 異種混合インタフェース

- GUI+3D+多人数
- Real + AR + AV + VR



今後のVRについてですが、バーチャルVRが進展し社会に浸透していくのではないかと思います。AR、MRに関しては、もう当たり前になって、10年後にはトラッ

キングの問題は解決されていて欲しいと思います。一方出力はマルチプロジェクションが当たり前になり、入力はまだ、複数並べたからといって、入力チャンネルが増えると言うわけには行かず、例えばカメラを複数並べたからと言って、高解像度になるわけではありません。よってカメラの技術的問題が深刻になるだろうと思います。そして、カメラの方はAR、MRであちこちで使われ、社会的問題も深刻になると思われます。

一方、一般向けのリアルVRが普及するのではないかと考えています。トータルリコールという映画にある、夢見させ屋さんに行ってヘルメットをかぶって今日は火星に行こうというような、簡単にVRを楽しんで帰ろう、仕事の疲れを癒していこうというのや、喫茶店やカラオケ、寝室などの一般的なところでVRを活かしていこうというものが増えていったら面白いなあと思います。また、繰り返しになりますが、異種混合インタフェースがますます増えるのではないかと考えています。

**廣瀬：**バーチャルVRというのは非常に重要な話で、最近心の問題とか言われていますが、VRの心を持ったVRというものは重要です。多分10年経ったときに、今の形のままのVRが残っていたとすると、VR学会というものはあまりたいしたものじゃなくて、これはちょっと違うのではないかとという形で、VRの心を持ったVRというものが残っていると、10年後は非常に未来があるなと思います。

**谷川：**私は主にPresenceの方をずっとやってきました。そもそも、VRの研究室に配属になって、1番最初に行った仕事は、六本木ヒルズがまだ計画段階だったところに、どういうふうに見えるのか、というものでした。「これまでのピュアなVRではだめだね」と言われ、一生懸命作ったのですが、結局ピュアなものしか出来なかったということが、結構トラウマになっています。こういうものに対し、1から自分達で作っていくのではなく、いろいろなデータを集め、それを基にデータを作っていくことで、より良い空間が再構築できるのではないかと、というのが私の基本的な研究の方向になっています。現在、実世界情報の取り込みが非常に容易になってきています。というのは、大量のカメラやセンサ情報がインターネットを通して探せば取ってこられるようになっていますし、いろんな人がカメラを利用しいろんなデータをアップロードしています。また、表示に関しては、プロジェクターやディスプレイが非常に安くなって、誰もが持つ

ていて、町中にもたくさん配置されているのが現状です。バックボーンとなるべき計算機の処理能力や通信速度もどんどん大きくなっています。そういうものを使えば、人に対してもっとより良い体験を与えることが出来るのではないかと考えています。Presenceから見ると精神的リアリティの高い空間を取得し提示したり、写真的リアリティの高い人物を伝送して、遠隔地間で通信したりすることが可能になっていきます。視覚だけではなく、それ以外の感覚を積極的に利用し臨場感の高いものが与えられるのではないかと考えています。

写真的リアリティの高いVR空間を構築するためには、実環境からの積極的な取り込みが大切だと思います。これは多分今後10年に渡っても、やはり変わることはない技術だと思います。

最初に行ったものでは、昔、Canonと共同研究していたときに、MRシステム研究所というところと共同研究していたのですが、車の上にカメラをたくさん配置し、町中をずっと取り込んでいくということをしました。これをするとうまくいくことが出来るかという、自分があたかもその場所に立っているような空間というものを、自由に動き回ることが出来る空間を作ることが出来ます。



さらに、それだけではなく、いろいろなりモータリングデータやレンジデータ、また実際の地球のシミュレーションを組み合わせることで、端的なデータから自分がいつも見ている情報まで滑らかに出来る大規模な空間を構築出来るのではないかと考えています。実際Google Earthみたいなものが出来始めていますが、さらに、モニターで見るだけではなく、自分がいつも体験出来るような空間まで表示出来るようなものが出来るのではないかと考えています。

また、基本技術として、我々特殊な人が今までモデルの構築をしていたのですが、そうではなくて、気軽に写



真をアップロードするのと同じように、自分の取った写真から風景を再現して、自分が新しい情報を追加することが出来るようになっていくのではないかと思います。世の中に色々なイベントが起きているにもかかわらず、取り込める人が限られている現状というのが、やはり、自分たちの記録をすべて取り込むには至らない。自分たちが取りたいものを取っていくことにより、今まではサポート出来なかった空間を再現出来るのではないかと考えます。

来ます。今までは、表示する共有空間を遠隔地から共有しようとしたときに、ディスプレイの前に立って共有する場合がほとんどだったのですが、そうではなくて、スターウォーズのような、空間中にプログラムのように浮き上がって表示出来るのではないかと考えています。

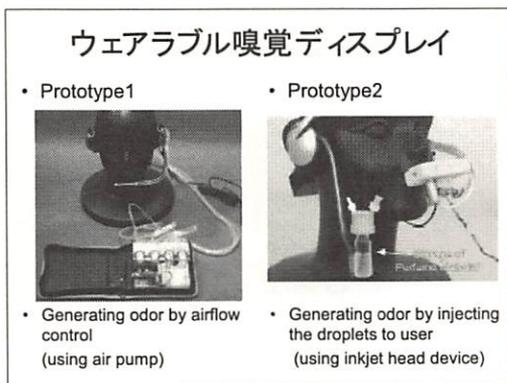


さらに進めた考えとして、写真的リアリティを高く再現するだけでなく、自分が実際見ている風景を再現すること、例えば写真を撮ったとき、その時には気づかなかった電柱など、後から見たときに「こんな風景だったっけ？」と思うようなことがあります。自分がより良い体験が出来るのが可能なのではないかと思います。例えば、写真の中の障害物を除去し、その向こう側をいつでもどこでも透かして見えるようにすることで、いま我々がいる現実環境がもっと豊かなものに、また、支援をすることが出来るのではないかと考えています。

現在開発している回転ディスプレイでは、遠隔地の人物が名前前で実際に浮かびあがっています。取り込む方も、室内に閉じこもっているのではなく、街中を歩いているときに、ちゃんとそれをそのままデータとして取り込むことが可能になるのではないかとこのことを現在行っています。(屋外撮影環境の実験についてのビデオを上映しながら)庭にカメラを複数配置し、それを基に、3Dデータを取り込み、遠隔に伝送できるようにするというものです。これを世の中にたくさん出回っているカメラで取り込むことにより、いつでもどこでも、わざわざブースに入らずに行うことが可能になるのではないかと考えます。

人物像に関しても同様に、写真的リアリティの高いものを実現しようということを考えています。全周方向から人物をリアルタイムにデータとして取り込むことが出

私の研究では嗅覚も扱っています。嗅覚と言うのは、今いろいろな方々が、研究に集まってきて、うれしく思っています。私は屋外において様々な嗅覚体験を可能にするディスプレイを研究しています。嗅覚を使うと、これまで視覚だけでは伝えることが出来なかった臨場感を与



えることが出来ると考えています。そういうものを使うことによる、より豊かな空間を作ることが出来るのではないかと思います。

まとめますと、私の考えでは、VR と言うのは今後、より実世界に密接な情報を扱う必要があると思います。しかも、写実性の向上だけではなく、きちんとその人が見ているものを、体験として見ているものを伝えられるような仕組みが必要になってくると思います。そのための仕組みとして、大量のカメラやディスプレイ、そして、そういう情報を共有出来るような枠組み、例えばブースにいちいち入るのではなく、実世界の中において、その場で体験が出来るような、実体性を意識したディスプレイが必要になってくると思います。そうすることで、五感覚全てに対して、リアルタイム性と臨場感を追求した研究というもの在今后 10 年にわたって重要になっていくのではないかと思います。

**廣瀬:** 未来の話があまりなく、現在の話がちょっと多かったような気がするのですが、また未来の話をあつと伺おうと思います。

**長谷川:** これから 10 年の話ということなのですが、これからのことを、順を追って話していくということとは

無理なので、まず、これまでの話をさせていただきます。

先ほど稲見先生からも紹介があったのですが、ARMS という東工大のロボット技術研究会が、私の最初の VR との出会いです。このサークルは私が入る 3 年前からありまして、稲見先生、森さん、川上先生、関口さんの 4 人の方が立ち上げていました。

私はそこに 93 年に入りました。そこには巨大なアーム(力覚インタフェース)がありまして、プログラムを書いて作っていました。この力覚レンダリングのプログラムを作ることが私の初の VR 開発であり、体験と開発がほぼ同時でした。



それからずっとサークルで活動を続けていまして、力覚インタフェース ARMS III を作りました。これは付かず離れず、普段は手に触らないで追いかけてくる、何かものを提示したいときは停止して、その壁に触ることが出来るというインタフェースです。このときに私はセンサを担当しました。このようなシステムはこれが最初かなと思ったのですが、MIT で 95 年に作っていたことを後で知り、特許を出したのが無駄になったなと思った記憶があります。

その後 95 年に、ただ単純に楽しめる VR を作ろうということで、VR の空間をジャンプしながら移動出来るというインタフェースを作りました。3 次元と言いながら人間はめったに縦方向の移動をしないのですが、縦方向でも直感的に移動出来るようなシステムを作りました。

96 年に、また大きな機械を作ったのですが、歩行しているのに前に進めないというインタフェースを作りました。

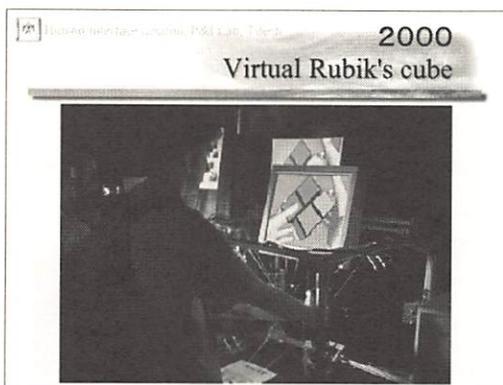
ここまでが ARMS というサークルで作ってきたもので、このときに大学 4 年になり、SPIDAR を作っている佐藤誠研究室に入りました。

佐藤研究室ではご存知のように SPIDAR というハブ



ティックインタフェースを89年からずっと続けています。私も入った当初はどうなるのかなと思いましたが、やはりSPIDARの研究をするようになりました。

実は、これが大きな転機となり、インタフェースはスパイダーを使い、その中で何を作っていくかという方向に研究が進んでいきました。97年にバーチャルバスケットというものを作りました。ボールだけが物理シミュレーションをしてリアルに動いています。当時はこれぐらいがぎりぎりでした。またバーチャルルービックキューブというものも作りました。これには物理モデルはあまり入っていませんが、ルービックキューブを手で操作出来るというものを作りました。

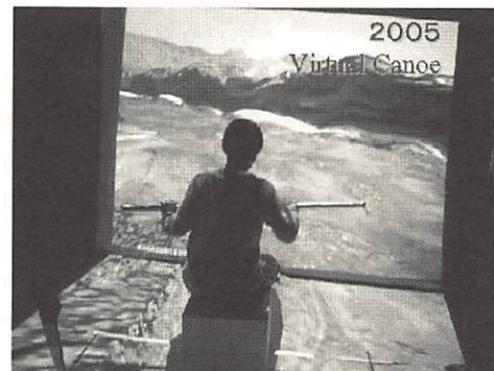


これまでいろいろなアプリケーションを作ってきたのですが、どんなアプリケーションも作れるような、すぐ簡単にソフトを書き換えずに作ることが出来るものを作りたいと思っていました。そこで、汎用のソフトウェアを作ろうということになり、汎用の物理シミュレーションを作りました。物理シミュレータで何がありがたいのかと言いますと、逆立ち独楽の形だけをモデリングし、物理シミュレータの上でまわしますと、勝手に独楽は逆立ちします。これは逆立ちしろというプログラムを書いたわけではなく、逆立ち独楽の形をしたものを書けば、

勝手に逆立ちしてくれます。「風が吹けば桶屋が儲かる」とまでは行きませんが、逆立ち独楽が逆立ちする所までは行きました。



最近スパイダーと物理シミュレータを組み合わせ、カヌーを漕ぐシミュレーションを作りました。これは、画面は大きいですが、インタフェースはスパイダーのパドルだけです。頑張っているのは、むしろ、物理シミュレーションできちんとカヌーの動きを作ることや、手に帰ってくる力を計算すること、波の形を作ることなどです。こちらを頑張ってみると、けっこう面白いことが出来るということが分かりました。



これまでを振り返ってみますと、ハードウェアとしては93年に作ったものはリンク、ジンバルを使い、94年にはボールねじ、95年には足場パイプ、電磁ブレーキなどを使いました。一番大変だったのが96年で、ACサーボモータやレールを使いました。研究室に入るとハードウェアは縮小していき、大型と小型のスパイダーだけで済んでしまうようになりました。

逆に、ソフトウェアはどうだったかと言うと、93年の時はSense8社のWorld Tool Kitというものを使っていました。皆さんには懐かしいと思います。これ以前はシリコングラフィクスしかなかったと思います。ちょ

うど 93 年は PC が出て、World Tool Kit が出て、初めて PC で VR が出来るというときだったと思います。96 年にやっと、Rend386 を参考に自分で作りました。それから 2000 年に Direct3D が出てきて、グラフィックスは Direct3D に任せ、シミュレーションの部分で自分で作るようになってきました。実は先ほどのバーチャルバスケットでは、シミュレーションは名古屋大の遠藤さんが作り、私はグラフィックスを担当しました。

Software	
<input type="checkbox"/> 1993 ARMSII	既製品 Sense8 World Tool Kit
<input type="checkbox"/> 1994 ARMSIII	既製品 Sense8 World Tool Kit
<input type="checkbox"/> 1995 G.O.D.	既製品 Super Scape VRT
<input type="checkbox"/> 1996 ARMSV	Rend386 を参考に自作
<input type="checkbox"/> 1997 Virtual Basket	
<input type="checkbox"/> 2000 Virtual Rubik's Cube	
	Direct3DRM / 専用シミュレーション & 力覚制御
<input type="checkbox"/> 2004 力覚 + 物理シミュレーション	
<input type="checkbox"/> 2005 Virtual Canoe	
	Direct3D or OpenGL / 汎用物理シミュレーション Springhead

やっていることがだんだんインタフェースからソフトウェアに移ってきたことのまとめなのですが、これから自分は一步先のリアリティを追求していきたいと思います。何が一步先なのかというと、今までのインタフェースより人間に近い側のリアリティを追求していきたいと思います。感覚のリアリティ、例えば解像度や視野角などとハードウェアの話が多かったと思いますが、これを一歩進めると映像のリアリティになり、例えば静止画であればポリゴン数が多いということや、照明モデルなど、動画であればモーションキャプチャや物理シミュレータを使ってアニメーションを作っていくという話になります。現在私がやっていることはこのあたりになると思います。このずっと先に映画のリアリティということがあ

ると思います。映画のリアリティというと、映像の問題ではなく、役者の演技やセリフ、舞台設定やストーリーなどの問題になってくると思います。その先に小説のリアリティがあり、VR がなくなり AI になる部分だと思います。小説を自動生成するなどという話は AI の話だと思いますし、感覚側から攻めてきたのが VR だと思います。これから 10 年間でどこまで行くか分かりませんが、少しずつ映画のリアリティ、小説のリアリティへ近づいて行きたいなと思います。

**廣瀬:** 前半はすごく懐かしい話で、このまま行ったら過去の話だけで終わってしまうと思ったのですが、最後に未来の話をしていただきました。

これから、いくつか重要なテーマにつきまして、皆さんがどのようにお考えになっているかお聞きしたいと思います。

非常に重要なのが、コンテンツですね。VR の分野というのは、技術中心に走って来たというのは事実ですが、やはり、稲見さんもおっしゃったようにコンテンツという問題は避けて通れない。その一方で、象徴的なものがあるのですが、技術そのものがコンテンツであったりするので、映画やアニメのコンテンツに妙に擦り寄る必要は無いのではないかと思います。その辺についてどのようにお考えになっていますか？



司会：廣瀬氏

1 歩先のリアリティ	
<input type="checkbox"/> リアリティ	
<input type="checkbox"/> 感覚のリアリティ	● 解像度、視野角、色再現性...
<input type="checkbox"/> 映像のリアリティ	● 静止画: ポリゴン数、照明モデル... ● 動画: Mocap、アニメーション...
<input type="checkbox"/> 映画のリアリティ	● 役者の演技、台詞 ● 舞台設定、ストーリーの自然さ
<input type="checkbox"/> 小説のリアリティ	

**安藤:** コンテンツを実際に製作している立場から話したいと思います。VR のコンテンツと言っても普通の人が抱くイメージというのは、Presence の部分で、これをどこまでリアルにするかという議論になってきます。しかし、私はコンテンツについては必ずしもそれだけではないと思います。新しい VR の技術が出てきたときに、そこに与えられる意味づけというものがあると思います。先ほど谷川先生もおっしゃったように、実世界の情報というものをたくさん取り込んでいき、情報を蓄積し

ていくという話もありましたが、例えばそれがコンテンツかということではありません。そこから意味のある情報を人々に提示したとき、人々にとって価値をもたらすような、加工をするということがコンテンツだと思います。そういう意味では、視覚情報に頼る部分では多くの使い方をしていますが、それ以外の部分でも先を見たときにコンテンツについて考えることが必要になってくるのではないかと思います。

**稲見：**コンテンツが大切という話なのですが、コンテンツの問題というのは、作るものの変遷さというものが変わってくる気がします。最近テレビや映画が出てきて、情報やコンテンツの大量消費社会となっています。しかし、それをなかなか大量生産する技術は出てきていない。但し、最近流行りの Web2.0 などは、自分がコンテンツを作るのが楽になってきている。フラッシュとかも、そういう仕組みが出来た途端に、いろいろアートなどが出来てきた。まだまだ、技術が面白いと言っている段階では、コンテンツを本当は作りたいと思っている人々が、使いやすい VR のシステムは残念ながら提供出来てはいなかったと言えます。そういう意味では、簡単にコンテンツを作れるものを作っていくところも大切かと思えます。

**清川：**稲見さんはデバイスそのものがアートになるとおっしゃっていて、もちろんその通りだと思います。システムアートはデバイスに限らず、VR システムはそもそも作品であり、アートであるという認識をもつ、ある意味開き直りなのですが、我々はあくまで技術者ですから、その住み分けは大事なのかなと思います。稲見さんや会場の前田さんからツールを提供するのが大事ですよという話もありましたが、そのところは、ツールを提供するのは非常に大事ですが、だからといって、ツールがあれば誰でも素晴らしい作品を作れるかということというわけではない。そのツールを提供することと、ツールを使う人たちとは別話です。ツールを使う人たちはあくまで、作品を提供したいという志のある人であって、彼らが育って、技術を必要とするということです。技術者として私たちが何をすべきかということ、ツールを提供して、そのエッセンスが入っているシステムは、それ単体で作品なのですよと主張し、開き直りも必要なのかなと思います。

**谷川：**安藤さんがただ情報を蓄積したものがコンテンツではないとおっしゃったのは非常に納得する話で、作った後にそれをどういう風に切り出していくかという



パネリスト

左より、安藤氏、稲見氏、清川氏、谷川氏、長谷川氏

のが、私としてはコンテンツではないかと思っています。結局、これまでのコンテンツ、映像メディアだったり、文字情報だったりするものは、文字や映像で自分の持っている体験を上手く切り出して、相手に提供してあげるといって、単に写実的に見せるだけでは当然コンテンツではなく、どういうところを見せたいかを含めて、見せることが出来て初めてコンテンツであると思います。そのための仕組みとして、人がアップロードしているときに、客観的なものが出来るのではなく、その人が体験した、その人のバックグラウンドを合わせたようなものが出来ていくと思います。そういうものを上手く蓄積し、体験出来る仕組み、稲見先生がおっしゃられたように、出力の部分というのが今後の研究として重要になってくると思いますし、やっていきたいと思っています。

**廣瀬：**さっきの清川さんの意見で、「我々はエンジニアだから、枠組みの所を越えてコミットするというのは無条件ではどうなのだろうか？」という話はどう思いますか？

**谷川：**私たちとしては、文字とか、映像では伝えきれないものを伝える方法として、新しい切り口を持つツールを提供することが大切なのかなと思います。

**廣瀬：**コンテンツそのものに対しては、やや距離をおいたほうが良いというのは？

**谷川：**もちろん、このツールでは切れないんだ、という事が分かってくると思います。こういうコンテンツにはこういうツールが出せますよ、という感じにしていきたいです。

**長谷川：**私は、システム屋がコンテンツを作るというのは違うと思いますが、何をコンテンツと言うか、どう

いうふうにコンテンツを作るかということは考えなくてはいけないと思います。ゲームの場合、私はシミュレーションが好きなので、Autonomy と Interaction を重視して考えたいです。今の VR のシステムは A と I などところのコンテンツよりも、Presence を頑張っているように思います。A と I を頑張っているのはどこかなと思うと、ゲームだと思います。でもゲーム屋さんには、本当に不自由なツールの中で頑張って作っています。本来ゲーム屋さんには我々が提供するべきだと私が考えるのは、完全な世界シミュレータです。完全なシミュレータがあって、風が吹けば桶屋が儲かるというところまで出来て、そのうえで、シミュレーションされた世界の中で面白いイベントがそこら中で起こるようにコンテンツを作ることが、本来コンテンツ屋さんの仕事だと思います。人がどう動くかとか、モーションはどうやってつぎはぎをするかとか、そういうところにゲームさんは苦労しています。そういうところに苦労しないように、本当のコンテンツに集中出来るようなところまで VR の技術を持っていきたいと思います。そうすれば自然とコンテンツ屋さんがコンテンツを作ることになると思います。

**廣瀬：**完全にリアルなやつが出来てしまうと、例えばこの人をこっちに動かすといったときに、ニュートンの法則にしたがって動かさなくてはならないので、難しくなりますよね？

**長谷川：**難しくはならないですよ。コンテンツ屋さんは、その人にあっち行けと言えば良いだけです。人間シミュレータ、役者シミュレータが入っていれば、言われた通りに動いてくれますから。

**廣瀬：**フィジックスは現実よりはかなりデフォルメ出来るようなシミュレータが必要になりますよね？

**長谷川：**もちろんデフォルメしても良いと思います。でも、作品性としてデフォルメした世界が欲しければ必要ですが、普通にドラマのようなものを撮りたいときはデフォルメする必要はないですよ？

**廣瀬：**演出的なものというのは、今の話には入ってこないわけですよ？

**長谷川：**そうですね。我々は道具を用意して、そこから先の演出はコンテンツを作る人がどう考えるかですか

ら。道具としては演出に使って頂いて良いと思いますが、まずは使えるものが出来てから、という気がします。

**廣瀬：**VR を研究する人はほとんどがエンジニアですよ。VR 学会の中にはアーティストの方も結構います。エンジニアの人達とコンテンツという最近現れてきた領域の関係というのは非常に微妙なところがあって、コンテンツというのが非常に上手くこなされている分野というのは建築だと思います。建築屋さんは文化的な背景を後ろに持ちつつ、例えばホールなどを造った建築家というのは、ホールの中身に関しては、あまり語っていません。でも良いホールは良い演劇が創られるという意味では、付かず離れずといった感じがします。その辺の距離感について、5 人の先生方はそれぞれ立場が違い、微妙に温度が違う感じがしまして、そういう関係なのかなと思いました。

もう一つ、バーチャル VR というのが非常に気になっておまして、お聞きしたいと思います。例えば、今は全然違った分野だと思われるけれど、将来非常に密接な関係になりそうなものは何かありますか？先ほども「Google Earth は VR なんですか？」という書き込みがありましたが、私は近いところがあるのかなと思います。今は関係ないけれど、これから 10 年後に向けてお友達になっておきたいものがありましたら、企業秘密かも知れませんが、教えてください。

**安藤：**私は、Google Earth は VR だと思っています。今後 VR という分野に対してインパクトが大きいのではないかと考えています。実は 10 年位前に、みんなでバーチャル空間に入って、好き勝手に街を作っていくという試みがありました。それは確かに面白かったのですが、当時の技術では、家に帰って PC を立ち上げアクセスするというのに敷居の高さがあり、街を作って何？というところもありました。Google Earth も技術的にはユーザサイドからどんどんモデルを追加することが出来るものです。Google Earth の面白いところは、単に地球という世界を写像しただけではなく、今の技術ではいろんな地点に行きアクセスすることが出来る。例えば、実際に出来るか分かりませんが、携帯のカメラが 3 次元計測器になって、自分の関心のある場所を撮影すると、それが即座に Google Earth に入っていくという形で、みんなでリアルな世界を構築していくことが出来る可能性を秘めていると思います。そういう意味で私は、Google Earth は VR だと思っています。

そういう世界を作っていくことを考えたとき、そこに社会性だとか、意味を含めていくことが求められてくると思います。

**稲見：**Google Earth という話が出てきましたが、最近こちらにいらっしゃるような若い先生方とネットワークをやっている方と、次に作っていくとしたら「Google Real」とかを創りたいなという話をしました。例えば、あの時いたあの人って誰だっけ？あれって何処行ったっけ？といった時があると思います。もし実世界の人や物や状況を探したいときに、キーワードを入力するのではなく、Google Real というものが出来たときに、検索ということが必要となったとき、VR やウェアラブルのインタフェースが、言語だけではなく検索システムに必要になってくるのではないかと思います。

もう一つ、それでも、尚且つ Google Earth はアーカイブ技術だと思います。Google Earth でいくら地面を突っついて、地震が起きるわけではありません。Google Earth はあくまで受身な技術ですが、ここに何かしたいというような、地球全体に対して何か働きかける、ゲーグルにインタラクティブ性を持たせていこうという考えがあると思います。

**廣瀬：**Google Earth とか私が口走ってしまい、イメージが出て行かない気がしますが、他のことでも構いませんので。書き込みの中で面白いのは、「Google Earth をずっと覗いていくと、Google Earth を操作している自分が見えるというのが究極である」というのがあって、その通りですね。どなたが書かれたのでしょうか？

**清川：**私です。

**廣瀬：**上で盛り上がっているだけかもしれませんね。

**清川：**VR という言葉を創ったラニアさんの言葉に、「VR というのは欲望のスポンジである」というのがあります。要するになんでもありなんですね、きっと。廣瀬先生から、次は何を巻き込むか、バーチャルVRの次のターゲットは何でしょう？という話がありましたが、わかりません。何でもありだと思います。経済学でも、海洋学でも、何でも、それを時間軸方向や空間軸方向に、追体験も含めて、あるいは自分が操作しているものをなにかしら変化させたいもの、自分の行動に関係するものはVR化出来る、VRに関係する接点は必ずあると思います

ので、答えになっていませんが、何でもありだと思います。

私自身が注目しているものは何かな、と考えていたのですが、私の過去の研究を見てみると、何でもありになった時点で出ているものを、いろいろくっつけてしまえという方向に発展してしまっていて、そのシームレス性を追求しているなどという印象があるので、新たにこちらの分野にというのは、まだないです。申し訳ないですが、そう考えております。

**谷川：**Google Earth から私もまだ脱出出来ていないのですが、今後仲良くしていくとしたら、例えば物流とか、実際にカメラを設置しているような土木とか、そういう方達と一緒にいけると、要は、Google Earth が出来ることは今手に入るネットワーク上の映像情報だったり、衛星の情報だったりを使っている。そうではなく、ずっと見ていると自分が操作しているのが見えるようになっていたり、ここでちょっといじったら現実に反映されるようになっていたりするためには、そういうことが可能な、実際ロボットが歩き始めるかもしれませんし、物を運ぶ人たちが運んでくれるなど、リアルとの繋がり、逆方向の矢印が今後より強くなっていく方向になっていくのではないかと。ある意味強化された現実になりつつあって、欲しい本が、気が付くと手に入るようになる状態になってきている。そういうようなものに、VR と現実がより密接に繋がっていく方向が考えられていくのではないかなと思っています。

**廣瀬：**郵便屋さんや Yahoo オークションと一緒にになると、ちゃんと翌日までには届くような、そういう感じですね。

**長谷川：**最初に AI と VR という話をしましたが、AI とか、その先に行くとなると文学とか、人間の脳科学とかが普通に思い浮かびます。そういうものと同時に社会に出て行くというか、人間の表現力やインタフェースの進歩を考えていくと、体育、スポーツの方もあってはならないかと思っています。エンタテインメントなのかもしれません。

**廣瀬：**体育とは体を動かすということですか？

**長谷川：**そうです。体を動かす、スポーツ全般です。スポーツの世界にもっと VR が進出しても良いのではないかと、日々思っています。

**廣瀬：**バーチャルで、家で何かやるよりは、外で何かスポーツしなさいと言われてやると、それがまたバーチャルだったりして。これは冗談ですが。

という訳で、10年後、いろいろな形でVRというものが変わっていくというのが非常に重要であり、変わっていかないと、VRの技術の未来はないのだと思います。今後のVRについて、きちんと将来的なことはどうだとおっしゃっていただいた方と、わからないという方と、何でもありだという方とありました。いずれにしても、いろいろなことが変わっていかなくてはならないのだと思います。

最後に一言ずつおっしゃって頂き、終わりにしたいと思います。

**安藤：**先ほど、清川先生から、あまりにコンテンツの部分、表現の部分のレベルが上がり過ぎてしまい、もうモチベーションが上がらないよと、お叱りを受けたのですが、全くその通りでして、ある意味クオリティのインフレのようなものが起きてしまい、逆にコンテンツを作る側の立場からしても、あまりにも求められるクオリティが高くなり過ぎてしまい、普通に作るとコストが掛かりすぎる、コストに見合わないという問題が起きています。その一方で、新しい使われ方をするコンテンツを作っていきたいと思うのですが、すぐには基礎技術のところは初められないわけですね。そういう意味では、昨今言われているような、研究的な部分と、コンテンツを作り出す部分が上手く連携をして、新しいシーズからシーズを作り出していくというようなアプローチも同時に必要なのかなと思います。簡単に言いますと、「一緒にやりませんか？」ということなんですけどね。

**稲見：**さっきの物理モデルを作るとというのがそうなのですが、地球や世界をコンピュータの中で創造していく、自分がもし神様だったらやりたかったことという、現実を作っていく、例えば閻魔帳だって、いつどこで誰が何をしたかをすぐ調べられる、きっとそれが今までもVRの作り方だったのかなと感じます。私としては、神様は神様でも、崇りが起こせるような、ギリシャのようないたずら好きの神様のように対象にいろいろ影響を及ぼすことが可能なシステムを今後のVRとして考えていきたいなと思っています。

もう一つ、私の元々の専門は生物だったのですが、きっと今後、生物学もどんどんバーチャル化していくというのがあります。もしかすると10年後は、私は生物学者に戻っているかもしれません。

**清川：**このパネルを開催するに当たって、準備ご足労頂いた野嶋さんから、お題を頂いていたのですが、全然時間がなく、そこまで行かなかったのですが、そのうちの一つで、一部で「VRは悪である」という議論があるのですが、それをどう考えるかという話があります。平成12年教育改革国民会議という議事録をインターネットで調べてみますと、某曾野綾子さんが「VRは悪である」とはつきりおっしゃって頂きたいという議事録を残しています。結局その心は、実際にやっていないのに、やった気になるのはよくない、という話だと思うのですが、先ほどから風が吹けば・・・という話をしていきますけれど、それくらい、叩かれるくらいのVRというものを作りたいものだな、というのが正直なところですね。人生味わった気になるというのは良くないということですが、そのくらい感じられるVRを作りたいと思います。

**谷川：**VRというのは私にとって、現実をサポートするものにどんどん変わっていくと思っています。VRは完全に、自分が神のような空間を1から作り上げて、その中で楽しむようなものではなく、遠隔地へ一瞬で飛んだり、過去へ戻ったり、あくまで現実で出来ないようなことを可能にする可能性を秘めているのではないかと考えています。例えば体験の記録をしていれば、自分の過去に戻っていくことが出来ますし、遠隔地に飛ばせば遠隔地と会話が出来る。そういうような現実をさらに良くする可能性を秘めている、その面は自分も含め、いろんな研究者がやり始めている。それに向けて我々は行動を取っていくべきだと思います。

**長谷川：**先ほど、コンテンツとシステムという話で、シミュレーション原理主義みたいなことを言ってみたのですが、技術屋の夢としては間違いなくそう思っているのですが、現実にはきっとコンテンツを製作している人にも、新しい技術はまだ熟していないので、大変なこともいろいろあると思うのですが、それをあえて使ってみて頑張って作ってみようという人もいます。そういう人と一緒に作っていくうちに、理想はあるとして、それを置いていて、今出来ることは何だろうということを探すという話になると、きっといろいろ妥協しながら、良いところを探していくということになると思います。そういうことをやっていくのだから、やっていきたいなと思っています。それで良い作品が出来ていくのが良い未来なのではないかなと感じています。

**廣瀬**：今の議論を聞く限りは、あと10年くらいは大丈夫かなと思います。「VRは悪である」という話を振らなかったのは、多分このメンバーに聞くと「どこが悪なの？」という話が聞こえてくるだろうし、清川さんがおっしゃったように、それが悪だと十分叩かれるくらいの、ちゃんとしたVRを育てていくことが、技術者としての我々の使命かなと思います。そういう意味において、10年後、こういったパネルが行われるのだろうと思いますが、今回のパネルを後ろで見ている学生が、10年後ステージに上がり、10年前はこうだったと、今回のパネルが引き合いに出されれば光栄かなと思います。

10年後を担うことになるかもしれない現在の学生に、記念祝賀会参加の感想を書いていただいた。

## ◆参加報告

### 黒木 忍

(東京大学)

館研究室に籍を置き、研究をする者として歩み始めたばかりの修士1年生の多くにとって、VR学会は初めての参加学会となる。その学会に名を連ねる諸先生方から、ありがたいお話をお聞きできるのだから是非参加しなさい、ということで我々は偶然今回の行事に参加させていただいた。「VRの未来を語る」というテーマを掲げて始められたセッションで、新参加者として最も驚いたのは『10年後に今と同じVR、今と同じVR学会であってはいけない』という皆様の共通見解である。変化の容認ではなく、変化を要請している所に意外性と面白みを感じた。確かに技術的に成熟してきたVRは、そのポテンシャルを生かす為のフィールドや考え方そのものが今、広がりを見せていると言われる。パネリストの先生方の意見ベクトルが様々であるのも、そういう意味では非常にVR学会らしかったのだろう。これまでのVR進化の方向性を更に突き詰めようとする方、転機を迎える準備をされる方、両者が主張をした上で認め合い、興味を共有される姿勢には、個にして全、全にして個といった印象を受けた。

懇親会の席で原島先生が口にされた「VR学会とは実に色っぽい学会である」というご意見。何だか心惹かれる、けれどどこかに危うさも併せ持つ、そんな学会であるということ。VRという言葉は、新しいものが生まれるたびにそれらを内包していく恐ろしく便利な言葉であ

るので、今や何を見てもVRだと言ってしまうのではないかという思いさえする。しかし常に斬新でありながらも色っぽさを忘れずに、また10年後を迎えられたら良いものだな、と初参加にして先の展望について思いを馳せるに至った次第である。

## 渡邊将人

(東京工業大学)

今回、VR学会の行事に参加するのは初めてで、また学会の刊行物は、自分の所属する小池研究室の先輩の書いた論文くらいしか読んでいなかったのですが、今回のパネルを通じてVR学会がどういうところなのか掴むことができました。

パネリストの方がこれまでやってこられた研究の内容とその位置付けおよびそれが今後どのようにつながっていくかということをお話してくださったので、研究の流れを掴みやすかったです。

話を聞いた後は小池研究室の研究とVRの関係を考えていました。小池研ではサイズウェイトイリュージョンやボールキャッチングの実験装置にVRを利用しています。心理実験装置としてのVRを考えたとき、余計な現象が起こらない世界を作り出せるのがVRのいいところでもあると思いました。

清川先生がVRは一言で言えば現実のエッセンスだとおっしゃっていましたが、実験装置としてはエッセンスだけ実装されていたほうが関係ない現象の影響をなくできるので便利です。現象の引き算ができるというか、世界をゼロから構築できることが実験装置としてVRのありがたみだと思いました。

小池研で色々な論文を読んでいると悪い実験環境で行ったために、本当にその現象によって起きたデータなのか、それとも他の要因によって起きたデータなのか疑わしい論文に出くわすことがあります。VRを使って実験環境を統一することができれば、そうした疑わしいデータにも出くわさずに済みそうです。

もちろん風が吹けば桶屋が儲かる世界の実現も非常に興味深く、VRで表現されるものがどんどん広がっていくのは楽しみです。

## ◆ 10周年記念企画

## 日本バーチャルリアリティ学会貢献賞報告



## 貢献賞報告

## 3代目会長 岸野文郎(大阪大学)

10周年記念企画実行委員会(委員長は佐藤副会長)からの提案で、10周年を記念してVR学会に貢献された方を表彰しようということになりました。原島前会長のお言葉をお借りすると、学会員全員が役員と認めて学会活動に貢献いただいています。特にこの10年間の学会における諸活動の裏方になってバーチャルに支えていただいた方々(長の付く理事の方々がノミナルでは決していないのですが)を対象とさせていただきました。

比較的若い方々が受賞されましたので、前号では多くは理事の方にVRを自分史に絡めて語っていただきましたが、今号では受賞者にはVRの将来「これからのVR」について語っていただきました。陰で支えていただいた方々を顕彰するとともに、できるだけ10周年の記念祝賀会を賑やかに、かつ意義深い会にしたいという思惑もありました。

ところで、将棋ファンの方はご存知のように、将棋の名人は5期以上獲得した棋士は、引退すると永世名人の称号が与えられるそうです。今までの長い将棋界の歴史でも木村義雄、大山康晴、中原誠、谷川浩司の4棋士だけだそうです。それに倣った訳でもありませんが、館初代会長、原島前会長は各々5年間会長を務められましたので、永世会長の称号を名乗っていただこうと思ったの

ですが、まだまだ引退することなく第一線でご活躍いただこうと思い、特別功労賞をお贈りしました。お二人には急なお話でしたが、ご挨拶にあったように館教授が将棋ファンとは存じませんでした。

## ■貢献賞授賞者 (以下敬称略)

葛岡英明	論文誌編集
小木哲朗	学会誌編集
北村喜文	学会誌編集
柳田康幸	ニューズレター編集
関口大陸	WEB管理
野間春生	ICAT運営
清川清	ICAT運営
仁科エミ	VR文化フォーラム運営
稲見昌彦	IVRC運営
長谷川晶一	IVRC運営
竹村治雄	理事として学会運営
池井寧	理事として学会運営
田中あづさ	事務局として学会運営

## ■特別功労賞授賞者 (以下敬称略)

館 暁	初代会長として
原島 博	2代目会長として

## 10周年記念特集■これからのVR

## VR と CSCW

葛岡英明 (筑波大学)

1988年頃だったであろうか。当時まだ学生であったのだが、私は幸運にも海外視察に同行させていただく機会に恵まれ、いくつか研究室や企業を訪問することができた。その一つにあのVPL Researchがあった。そこで見せられたデモの一つは、バーチャルな空間の中に2人のユーザが入り込んでインタラクティブをするというものであり、VRによる協同作業支援の可能性を印象づけられたことを記憶している。

実は、すでに1985年には、バーチャルな町を複数のアバタが共有する、Habitatというサービスが、ルーカスフィルムによって開始されていたし、そもそもMyron KruegerがArtificial Realityという言葉を作ったのは、コンピュータが作り出す映像空間が、複数の参加者が相互理解しあえる共有の場となることを見いだしたからであった。このようにVRは、その黎明期から協同作業支援に対する可能性が期待されてきた。しかし現状では、VRという分野と協同作業支援という分野(CSCW)の相互交流はあまり活発ではないように思える。

CSCW(Computer Supported Cooperative Work)とは、文字通りコンピュータを利用した共同作業支援を目的とした研究分野である。この分野の特徴は、技術開発を中心とした科学/工学的側面と、共同作業の本質を解明しようとする心理学/社会学/人類学的側面の両方にわたる学際性にある。しかしこのために、技術的に興味深い提案であっても、協同作業支援という側面からその有効性が適切に議論されていない研究は、評価が低くなる傾向がある。

一方、VR関連の学会における協同作業支援の研究では、技術的側面が優先される傾向がある。例えば、装置の制御性の向上であるとか、共有オブジェクトに対する排他制御をいかに厳密にするかといったことが議論されることが多く、それが本当に共同作業支援に有効なのかどうかということは二の次になっているのである。しかし、協同作業においては、こうした厳密な制御は必要ではない場合も多い。例えば排他制御の例では、同じオブジェクトに対してアクセスしようとしていることにお互

いに気づくような機能を導入すれば、ユーザ同士は会話をしつつ制御権を譲り合うことができるであろう。このように、協同作業における人の特性を理解していないがために、必要以上に問題を難しくしたり、その反対に問題を軽視しすぎたりする例が少なくないのである。

このためか、CSCWに関する主要国際会議で発表されたVR研究は非常に少ない。また採録された論文の適用分野は、わずかな例外を除いて、ほとんどは共有バーチャル空間におけるアバタ同士のコミュニケーションを扱ったものである。これは、実際のVR研究の多様性を考えると、非常に残念なことである。

このような問題が起こる原因の一つは、システム評価の難しさにある。工学的な研究では、一般に定量的な評価が求められるが、協同作業がうまく進んでいることを定量的に評価することは難しい。そこで、協同作業支援という本来の目的を少しずらして、数値データを得やすい、システムの技術的な性能向上を目的としてしまうことが多いのである。これに対してCSCWでは、社会的な手法によって、システムを利用したときの人々のインタラクティブを詳細に記述する。必ずしもシステムが良いことを示そうとするのではなく、そのシステムによって人々がどのように協調するのかということを理解することに重点を置くのである。ところが工学ではこうした記述は単なる実験メモであると批判されることも多いのである。しかし数値データを取得するために、研究の本質を見失うくらいであれば、実際のインタラクティブを詳細に観察しこれを理解する方が、学術的な発展には有効ではないだろうか。VR研究がこうした手法を採用できるようになるには、VRコミュニティがそれを受け入れられるようになることが重要であろう。

最後になったが、私が今後のVR研究に期待することは、人々の協同作業を真に理解するというアプローチをより積極的に取り入れ、VRコミュニティとCSCWコミュニティがより深く相互交流し、刺激を与え合えるような関係になること、さらには、これによって協同作業を支援するVRの研究がますます活性化することである。

## 10周年記念特集■これからのVR

## 想像の世界と現実の世界

小木哲朗（筑波大学）

私がVRの世界に初めて接した頃、VRはそれ自体が未来の技術として語られていたように思う。コンピュータによって仮想の現実を作り出すという概念はいかにもSF的であり、魅力的な領域であった。その当時の「現実」の技術は、立体視映像、3次元音像定位、力覚フィードバック等の技術のプロトタイプ装置が研究室内で作られ始めた頃である。今では、特集としてVRの「未来」というテーマが与えられるようになったが、これはVRそれ自体がもはや未来ではなく、現実の技術として認知され定着してきた結果であろう。

そもそも、科学技術というものは未来への想像と現実の技術との追いかけてこいた側面を持っている。研究者は次の時代の技術を頭に描き、それに向かって研究を続け、それが現実味を帯びてくると、それを前提としてまた次の時代を想像する。ところで、未来の科学技術を想像するという点では、SF作家の仕事も同様であろう。研究者が未来を予想する場合は、どうしても現実の技術から想定される実現性や可能性といった縛りに拘束されるが、SF作家にはこのような拘束がない。そのため、フィクションとしてのSFの中では、ある意味、自由で無責任な想像を行うことが許され、逆に研究者が啓発を受けることも多い。

特にVRはその分野の特殊性からSFの世界との関係は深い。古くはウィリアム・ギブスの「ニューロマンサー」(1984年)が挙げられるが、この小説が出版された頃はまだインターネットの普及前であり、ネットワークの中に世界があるという概念は一般に理解しがたいものであったようだ。ところが、最近ではブロードバンドネットワークの普及やテレメーション技術の登場等により、サイバースペースの世界はかなり現実味を帯びてきた。また「マイノリティ・リポート」(2002年)で描かれた虹彩認証による情報提示等の技術は、現実の技術動向を意識しながら半歩先の世界を見事に描いていたように思う。ここで描かれた世界も、ユビキタス技術と結び付くことで、そう遠くない未来に実現されることが期待される。また「トータルリコール」(1990年)や「マ

トリックス」(1999年)では仮想世界に入るために、頭に電極を付けるという姿が描かれ、現実の技術としては無理があるように感じられたが、これも最近研究が盛んになってきたBCI(Brain-Computer Interface)の研究等とつながり、今後が注目される領域である。

私自身の研究で言うと、ここ数年ビデオアバタに関する研究を行っているが、これはかなり昔に見た映画「スターウォーズ」(1977年)の中で描かれたレイア姫のホログラム映像から受けたインパクトが大きい。その後、「タイムマシン」(2002年)の中で人工知能を具現化したアバタとしてボックスが描かれると、現実の表現手法としては競いながらも、アバタの利用方法としては強い印象を受けた。この他にもSF作品の中では、じっくりと検証してみたい技術が数多く描かれてきたが、紙面の都合上また別の機会に試みたいと思う。

ところで、SF(サイエンス・フィクション)という分野は、もともとは小説の中の一つのジャンルであったが、現在では映画、アニメ、ゲーム等のいろいろなメディアを用いて表現されるようになってきた。VRの面白いところは、このSFの世界を表現するための道具としても、多くのVR技術が使われている点である。映画製作における、実写とCGの融合、特殊撮影技術など。現実には存在しない世界を映像として描こうという訳だから、仮想現実を作り出すVR技術が必要とされるのは当然と言えば当然である。

しかしながら、SFとして描かれた世界が現実の技術として実現されてくると、その描写にはもはやVRの技術は必要なくなってくる。例えば、ロボットはカレル・チャペックの戯曲「RUR」(1920年)で描かれたのが最初であるが、今日では人型ロボットのASIMOがそのままTVコマーシャルに登場する時代になってきた。またロバート・ハインラインの「宇宙の戦士」(1959年)で描かれたパワードスーツも、HAL3等により現実の技術として登場するようになってきた。

映像表現の分野で考えると、VRの最終的な「未来」とは、VRという概念が無くなる時かもしれない。

## 10周年記念特集■これからのVR

## 世界に生きる日本のVR

北村喜文 (大阪大学)

学会の10周年という記念の節目に、貢献賞という名誉ある賞を頂きました。ありがとうございます。これまで他の委員の皆さんと一緒に勉強させていただいてただけなのに、身に余る賞だという思いもありますが、これからは学会のためにもっと働きなさいという意味が含まれているのであろうと理解しています。今後の学会活動を通して、少しでもお返しして行きたいと思っています。

さて、学会誌委員会のこれまでの10年の歩み(の一端)は、前号(第11巻2号)で紹介させていただきました。委員会の一員として、学会誌のすべての記事に気を払ってはいますが、その中で、「学会参加報告」は、私が毎月特に楽しみにしている記事の1つです。ニュースレター委員会との共同企画なので、先行して発行されるニューズレターに速報性の面では劣るところもありますが、報告して下さる方には、写真の追加や加筆等をお願いし、資料性を高めてもらう工夫をしてもらっています。参加したかったのに都合で叶わなかった国際・国内会議や、新しく生まれた会議・イベント、自分自身は今のところ参加しないかもしれないが将来は関係するかもしれない関連分野の動向、また、これらのイベントで活躍された方の紹介など、いつも楽しみに読ませてもらっています。

今や日本のバーチャルリアリティ研究のレベルの高さは世界中で周知のことで、それは、SIGGRAPH Emerging Technologies での学会員の皆さんの毎年のご活躍の例などを持ち出すまでもありません。特に、こうしたご活躍に触発されて、さらに若手の皆さんが世界の舞台で奮闘され始められている姿を見ると、日本の地位が今後も揺ぎ無いものとなるであろうということを確認できます。そして、こうした若手育成の仕組みを築かれた関係の皆様のご努力に感謝し、敬服いたします。私もそうした皆さんのご活動に刺激を受け、世界への情報発信に少しでも貢献したいと思い、最近私が国際会議関係で関わって来たことに関して、抱負のようなものを少し述べさせていただきます。

研究成果を国内の論文誌などに投稿するだけでなく、国際会議などに投稿して発表する重要性は今更言うまでもありませんが、私は、かねてより、IEEE VR等に加えて、ACM VRST (Symposium on Virtual Reality Software and Technology) によく出席し、発表もしていま

した。おそらく、日本人では最多の参加回数であると思っています。そうした中、2003年10月には、第10回VRSTを大阪で開催し[1]、Program Chairを勤めさせていただく機会を得ました。多くの皆様のお力添えもあり会を無事に終えることができましたが、この年のVRSTでは、それまでには無かった試みとして、全発表論文の中から2件の優秀論文を選び、これらをSIGGRAPH 2004のReprise Sessionでも発表してもらうことができました。この特別セッションはSIGGRAPHの通常のPaperセッション等と同じ大きさの部屋で行われ、バーチャルリアリティの研究の一端をSIGGRAPHの聴衆に知らせてもらうことができたと同時に、メジャー会議への道筋を付けられたことで、特にバーチャルリアリティの若手研究者のモチベーションを少しでも高めることができたのではないかと考えています。今後もチャンスがあればこのような企画にもチャレンジし、VR研究の裾野を広げる一助としたいと考えています。

また、2004年より2年に渡ってIEEE VRで企画したWorkshopを格上げし、2006年には第1回IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)を開催しました[2]。3次元インタフェースというバーチャルリアリティを補完する要素技術をテーマとするシンポジウムで、これまでのところ幸いにも毎年多くの投稿を受け付けていますが、優秀論文をPresenceなどのジャーナルに推薦して特集号を企画することなどを通して、この分野全体のレベルアップを図ることに少しでも貢献したいと考えています。

早いもので、私も大阪大学に職を得てから約10年になろうとしています。大学に来た頃には若手研究者の一人であったと思いますが、年齢だけは中堅(中年)の仲間入りをしてしまいました。私自身の研究実績もまだまだなのですが、そろそろ、自ら研究したり発表したりするのではなく、バーチャルリアリティ研究の第一線を担う若い人をやや後方から支援して行くようにすることが、これからの私の役割なんだろうと思いはじめています。こうした活動を通して、バーチャルリアリティの発展に、少しでも貢献したいと思っています。

[1] <http://www-human.ist.osaka-u.ac.jp/VRST2003/>[2] <http://www-human.ist.osaka-u.ac.jp/3dui2006/>

**10 周年記念特集 ■ これからの VR****五感へ広がる VR のインタフェース技術**

柳田康幸 (名城大学)

**1. はじめに**

VR 学会設立以来、主としてニューズレター編集の仕事を通して学会の発展をお手伝いさせていただいた。このたび VR の未来に対する期待を書く機会をいただいたので、VR のインタフェース技術について、現状分析と展望を行ってみたい。

**2. これまでの VR インタフェース**

この 10 年間、コンピュータやネットワークの進歩と並行して、VR の分野では数々の新しいデバイスやシステムの研究開発が行われてきた。視覚、聴覚ディスプレイの進展もさることながら、日本においては力・触覚分野の研究のアクティビティが極めて高いことが特徴的であり、最近では嗅覚提示へも分野が広がりつつある。VR 学会発足以前 (1993 年) に編集された日本のバーチャルリアリティ研究紹介のビデオを見ると、当時既に多くの研究者が力点を haptics に置かれていた様子がかげえ、今見ても新鮮に映る。現在の VR 研究は当時の方向性の延長上に成り立っていることが感じられる。世界的に見ると、VR を狭義に解釈し「視覚ディスプレイと CG」の世界でまとまろうとする傾向もない訳ではないが、日本の研究者たちが貪欲に究極の VR へ向けて五感の提示技術を磨いてきたことがわかる。

デバイスやシステムの研究開発に関して、これまでは発想をまず形にする仕事メインであり、いい意味で「やった者勝ち」という側面があったように感じている。分野全体が重箱の隅をつつくような雰囲気ではなく新しいものが次々と生み出されているということは、この分野が現在進行形で発展している証拠で喜ばしいことであり、この傾向はこれからも続けていきたいものである。

その一方で、数々の新しいアイデアや研究開発の成果が十分なクオリティに到達し、世の中で使用されるようになったかという、あまり自信がない。もちろん一部の成果は実際に商品化され使用されているが、まだ多くの技術が研究室レベルで留まっている感も否めない。

**3. これからの VR インタフェース**

新しいデバイスやシステムを作り出している、いつまでも「これ、面白いね、で、何に使うの?」で終わっている、VR 技術が真に世の中のために役立っているとは言えない (面白くなければ、そもそも見向きもされないが)。これからの VR は、さらに新しい分野や新しい方式の開拓を推進するとともに、より一層世の中で使われ、人々の役に立つようにしていくことも必要と思われる。

すなわち、一方では力・触覚、嗅覚、さらには味覚へと広がる五感提示技術の流れを加速し、嗅覚、味覚、ならびに複数感覚相互作用に関する基礎的な知見の蓄積と提示技術開発を行うことが重要となってくるであろう。VR 研究コミュニティは感覚インタフェース技術の研究開発に関して最もアクティブな集団であり、人間中心の考え方に基づくインタフェース技術への期待も高いと考えられる。

そして他方では、VR 技術を世の中へ送り出すための努力を継続しなければならない。1990 年代後半に非常にコンパクト・軽量で画質もよくなった HMD が国内各社から発売されたが、一般消費者の市場にはあまり定着することなく製造打ち切りとなっていった。我々は、何故このようなことになったかについても考えてみる必要があるだろう。そして、どのような場面に VR 技術の活躍する場があるか (創出できるか)、研究者自身がアンテナを巡らし、役に立つ VR 技術の研究開発を行っていくことが求められていると感じている。むしろ、言うは易く行うは難しであるが、自戒を込めて今後の方針としたい。

**4. むすび**

VR 学会 10 周年の節目を迎え、筆者なりに将来への展望を述べた。筆者はこの分野の素晴らしい研究者の方々と巡り会い交流することができたおかげで、現在に至っている。この場を借りて、お世話になったすべての関係者の方々に感謝したい。

## 10周年記念特集■これからのVR

## 大切にしたいこと

関口大陸 (ビュープラス)

## 1. VR とのファーストコンタクト

これからのことを考える時にまず過去を振り返るというのも変な話であるが、自分が初めて Virtual Reality というものにふれたときの感覚を思い返してみるところからまずはじめてみたい。

私が HMD、データグローブ、3次元位置センサから構成されるいわゆる Virtual Reality の基本的なシステムの存在を初めて知ったのは、学部一年生の時(1990年)に大学の図書館で日経サイエンスのバックナンバーをめぐってめぐりあった「近未来のインタフェース」[1]と題された記事からである。特に Scott Fisher 氏と見られる人物が HMD とデータグローブを装着している様子を写した写真とその HMD に表示されていたと思われる 3D User Interface のスクリーンショットに目を奪われ、こんなに面白そうなものが世の中にあるのだという衝撃に近い感覚を受けた。さらに、「なにがなんでも一度 HMD やデータグローブを装着してみたい!」と思ったのを覚えている。しかし、何処に行ったらそのようなシステムがあって体験できるのかも当時はわかるはずもなく、次にとった行動は、「無いのならば自分たちで作ってみる!」であった。その頃、大学でちょうどロボットなどを作る技術系のサークルに所属していたので、サークル内に VR システムを自分たちで作ることを目的としたグループを稲見(現在、電通大教授)、川上(現在、東大講師)、森(現在、ビュープラス)とともに立ち上げた。そのグループで最初に作ったのが、光ファイバを自分たちで削って作ったデータグローブと手首位置検出用のパッシブリンクを組み合わせた部屋の中の家電製品を指さしてコントロールできるシステムであった。

## 2. 大切にしたいこと

このように、自分が VR に初めて出会った後にとった行動は、とにかく面白そうだから自分たちで作ってしまうという、今考えればやや突拍子もなく思われるものであった。しかし、当時は全く意識していなかったが、これがその後 VR に関わっていく契機となった

のは間違いない。最初は単純に「面白そうだから自分たちで作ってみよう!」から始まり、実際に作ったものも既存システムのデッドコピーとよべるようなシロモノだった。しかし、その後自分たちで手を動かしている間に VR の奥深いところなども見えてくるようになり、いつのまにか気づけば VR を研究する立場になっている。当時感じた面白さというのは、いまだに自分の中には残っており、今度は自分たちからそれを超えるような面白さを発するようになりたいという研究のドライビングフォースにもなっている。VR とのファーストコンタクトから現在までを振り返ってみて思うのは、やはり自分が「面白い!」と感じる対象だけではなく、そう感じる自分の感覚自体も大切にしていかなければならないなという事である。

## 3. 最近面白そうだと思っていること

それでは、最近面白そうだと思っていることは何かと問われれば、やはり実世界・人間と情報世界との界面(インタフェース)の入力と出力のバランスに興味が集まる。なぜなら、情報世界の出力側は高精細ディスプレイなどに見られるように出力のバンド幅がどんどん上がっているのに、入力側のバンド幅は未だにキーボードやマウスを使っており、入力と出力がどんどんアンバランスになっていくように見えるからである。この問題は、人間が視覚情報など外部からの情報は多く取り込めるのに対して、声や動作などの自ら出力する側のバンド幅が相対的に低いことにも起因していそうである。したがって、情報世界の入力と出力のバランスをとっていく方向で突き詰めていくと、計算機のインテリジェンスのところまで行ってしまうかもしれないが、今後のインタフェースを考える上では避けて通れない話題なのではないかと最近感じている。

## 【参考文献】

[1] J.D. フォーレイ著、森健一訳:近未来のインタフェース、日経サイエンス、1987年12月号、pp.102-111(1987)

## 10 周年記念特集 ■ これからの VR

## 10 年前の自分へ - これからの日本 VR 学会と自分の 10 年のために -

野間春生 (ATR)

私は 94 年 4 月に筑波大学の岩田教授の研究室をなんとか卒業し、そのまま現職の株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) に入社しました。そして、その 2 年後の 96 年 5 月に日本バーチャルリアリティ学会が設立されました。そこから始まった私の学会活動は、学会の人手不足のドタバタと上司の理解にかこつけて、各委員会のメンバーや大会、国際会議の運営、あるいは、論文の査読に関わり、研究者としての学会活動のイロハを教えて頂く機会を得ました。時には忙しさ故に不満も覚えました。今となっては深く感謝しております。

今回、“これからの VR” というテーマを頂き、いろいろなことを考えましたが、10 年の節目に、10 年前、今、そして、10 年後の自分を見渡して、その中からこれからの 10 年に活躍される方々へのエールを送らせて頂くこととしました。

私の所属する ATR は 86 年に設立されていますので、日本バーチャルリアリティ学会よりもちょうど 10 才上となり、現岸野会長をはじめ多くの OB が本学会の運営スタッフとして活躍しています。名前の割には余り知られていないのですが、ATR の実体は、普通の株式会社です。その収入の多くは政府、あるいは、民間が募集する研究ファンドに応募し、これを獲得することで得ており、その運営は決して安泰ではありません。反面、民間企業としての高い自由度とアクティビティが実現されているため、プロの研究者としては大きなチャンスが得られる場でもあります。

このような環境にいる立場から、次の学会を担う世代である若い学会員の皆さんへの期待です。お願いします、どんどん“無茶”をやってください。学会の活動や大学で接する学会員さんに感じるのですが、皆さん非常にスマートです。最近の大学は教育体制が完備しているそうですし、忙しい職活のおかげで非常に博識な学生さんが多いように感じます。しかし、表から見ると同じような型にはまっている方が多いように感じます。悪く言えば自己主張が控えめな金太郎アメ的な感触がどうしても拭えません。

ATR の研究スタッフは、その多くは職業を研究とする研究員が大半ですが、近隣大学のみならず、諸外国からの実習生も多数受け入れています。ATR に来ている学生は、特別な学生ではなく、普通の学生です。そして、当たり前ですが大学から派遣された直後は、生活の

かかっている研究者の勢いに呑まれるせいか、その環境に戸惑い小さくなっています。それでも、日々 ATR での研究活動を通して数回の研究会・学会発表・宴会を重ねるうちにどんどんと研究員らしく、むしろ我々職員以上に“無茶”を始めしていきます。

もちろん ATR の伝説を紐解けば、最初から無茶な学生もいます。大学を卒業した 4 年生がいきなり ATR を訪ねてきて我々にプレゼンをし、気が付けば 4 月から実習生になっていました。まともに海外旅行をしたことも英語を話したこともない学生を焚きつけ、あの IEEE-VR の学生ボランティアとして、Jangllish を駆使しながら立派に活動してもらった事もありました。夜間コースに在籍の学部 1 年生が ATR を見学に来て、いつの間にか最年少実習生になっていました。これらの学生は決して特別な人材だとは思いません。ただ“無茶”の仕方がとても上手な人材だったと思います。

学生という立場は、年齢的にも社会的にも時間だけは何とでもなると思います。インターネットや携帯電話といった武器と職活で発揮したアクティビティを駆使して、大学の中だけで完結する研究ではなく、学会での活動はもちろん、インターンや留学、国際会議のボランティアなど、積極的に幅の広い“無茶”を今のうちにやって下さい。そして、学会とはそのような“無茶”を支援することが一つの目的であり、払った会費以上に学会を活用してください。IVRC はその典型的な例ですが、このような枠すらも越えて学会を利用することを積極的に自分で考えてください。その“無茶”は次の 10 年の皆さんの研究活動にかならずプラスとなり、また、その結果として次の 10 年の日本の VR 研究を大きく躍進してくれると期待しています。

ここまで読んで私の過去を知る皆さんは何を生意気などニヤニヤされていることと思います。もちろんこの提言は 10 年前の私への反省すべきことです。そんな私を一応は研究者らしく育てて下さいました、筑波大学の皆様、ATR 関係者、そして、日本バーチャルリアリティ学会の皆様へ感謝致します。私が今すべきことは、次の 10 年を楽しむ方の土壌を作るお手伝いをする事、自分自身も後悔することなく日本バーチャルリアリティ学会を“無茶苦茶”利用することとしています。

## 10周年記念特集■これからのVR

## 「バーチャルVR」～バーチャル化するVR技術

清川 清 (大阪大学)

## 1. はじめに

思いもよらずこのような紙面を頂くことになったが、VRの未来を(しかも1ページで)語るのは大変気恥ずかしく難しい。しばらく悩んだところ、先日の学会創立10周年記念祝賀会のパネルの席で、今後のVRの方向性を示すキーワードとして「バーチャルVR」という言葉を提案して、意外にも笑いが取れたことを思い出した。ウケることは関西人にとって何より嬉しく、気を良くしたのでここでもしつこく書かせていただく。

## 2. クラシックVR

「見かけや形は『現実』そのものではないが、本質的あるいは効果としては『現実』であること」、これがお馴染みのクラシックなVRの定義である。つまり、VRは現実のエッセンスを再現することを志向する。VRの現状は、ZeltzerのAIPキューブで言うところのPresenceについてはグラフィック性能が過多となり、研究者レベルでは能力を十分に活かしたコンテンツの開発がままならない一方で、AutonomyとInteractionはおざなりにされている。HDRレンダリングやソフトシャドウ、物理演算プロセッサなど新しいソフトウェア・ハードウェア技術がどんどん取り入れられ、AIPキューブの極限座標(1, 1, 1)に近づこうとする意欲が見えるゲーム業界に比べて、ある意味でVR業界は立ち遅れていると感じざるを得ない。今後は、全世界で2兆円市場となったゲーム業界との連携、簡便・高性能なVRオーサリングツールの開発などがより求められるのではないだろうか。

## 3. バーチャルVR

現在ではVRの技術が原型のまま用いられるよりは、むしろ他の要素と融合してシステム全体の構成要素として用いられることが多い。本来「閉じた」系であるVRを開かれた外界で用いる「アウトドアVR」や「ユビキタスVR」といった撞着語法的ジャンルは、そのような融合システムの典型である。その意味で、VRのココロは備えるが見かけ上VRではないシステムが増加して

いる。すなわち、「VRのバーチャル化」が進んでおり、この傾向は今後益々強くなるだろう。

「見かけや形は『VR』そのものではないが、本質的あるいは効果としては『VR』であること」、これが「バーチャルVR」の定義であり、これからのVRの方向性を示すキーワードと考えた。単なる言葉遊びとも言えるが、それほど的外れでもないように思われる。

## 4. これからのVR

では今後どのようなバーチャルVRシステムが盛んになるだろうか。Milgramと本学会岸野会長の提唱による「Reality-Virtuality Continuum」はバーチャルVRを検討する上で有益な概念である。この軸を左右に取れば、左端から右端にかけて完全な現実世界、拡張現実感(AR)、オーグメンテッドバーチャリティ(AV)、クラシックVRを順に位置付けられる。VRのココロを備えたこれらの複合現実感(MR)システムが実社会で活躍する場面は今後益々増えるだろう(増やしたい)。

また、マルチユーザサポートの度合いに関する軸やシステムのユビキタス性に関する軸を考えることもできる。ウェアラブルARやユビキタスARは利用者や利用場所を限定せず、「いつでもどこでも(誰とでも)」利用できることを目指している。屋内から屋外へ、シングルユーザからマルチユーザへ、VRのココロを備えたシステムの利用環境は今後益々広がるだろう(広げたい)。

今後は、こうしたVR技術の多次元のバーチャル化が益々進展するだろう。各々のシステムには適した場面があり、適宜異なるシステムを切り替える必要がある。従って、異種インタフェースをシームレスに接続・融合するインタラクション技術が重要になると考える。

## 5. おわりに

奈良先端大の横矢直和教授・竹村治雄助教授(当時)の指導の下でVRに魅せられて以来、あっという間に10年が経過したが全ての面でまだまだ未熟だと痛感する。今後もVRのココロを大切にして多次元的に精進したい。

## 10周年記念特集 ■ これからのVR

## 脳科学が拓くこれからのVR

仁科エミ (メディア教育開発センター)

## 1. VRと脳科学

学術・技術・芸術を架橋することがバーチャルリアリティの本質であるがゆえに、その将来に大きな影響を及ぼす知見は多様な領域からもたらされる。いうまでもなくVRの主領域である理工学領域では、計算機科学をはじめとする諸科学技術の急速な刷新は、これまでにないVRを次々に実現して私たちを驚かせ、感動させてくれるに違いない。

一方、そうして実現されるVRは、最終的には人間の脳内に生起する生命科学的現象を一つの到達点としていることも忘れてはならない。「そもそも人間が捉らえている世界は人間の感覚器を介して脳に投影した現実世界の写像であるという見方に立つならば、人間の認識する世界はこれも人間の感覚器によるバーチャルな世界であると極論することさえできよう」[1]というVR学会設立以来の卓見からすれば、現実世界が投影される脳での情報処理の解明はVRのこれからに直結する大きな影響を持つだろう。

人間の「知覚」に関する脳科学の知見の進展はとくに著しく、それらを応用した新しいVRもすでに数多く登場している。さらに、知覚限界をこえる超高周波空気振動や高密度映像がもたらす感性効果も、そのメカニズムを含めて明らかになりつつある[2]。知覚・超知覚を融合させた新しい情報表現がVRにおいて実用化される日も遠くないだろう。それはデカルト以来の知覚情報に偏重した芸術を含む表現メディアのあり方を大きく転換させる可能性を持っている。

## 2. 「物質と情報の等価性」の発見

脳科学によってもたらされる多くの果実の中で、これからのVRに特に大きな意味を持つと思われる知見の一つとして、私は、脳における<物質と情報の等価性>の発見に注目している。古典的な例で言えば、脳内のモノアミン神経系の活性を特異的に低下させうつ状態を導く化学物質・レセルピンをブザー音と同時にラットに注射することを繰り返すと、やがてラットはブザー音を聞いただけでレセルピンを投与されたときと同じ状態を呈す

ようになる。また、サルに覚醒剤の主成分アンフェタミンを連日投与すると統合失調症や自閉症とよく似た異常行動を示すようになる一方、サルを一匹だけ群れから引き離れた情報遮断環境のもとで長く飼育すると、サルはアンフェタミン投与時とよく似た異常行動を呈するようになる[3]。つまり、環境から脳への入力としてみた<物質>と<情報>とは脳に対して同じ効果をもち、<薬品>によって起こる異常は<情報>によってでも起こりうることを否定できなくなってきた。

さらに近年では、ポケモン事件で話題になった光感受性発作やいわゆる<映像酔い><VR酔い>などのように、ある種の情報が人間の脳に負の影響を及ぼす場合があることも看過できなくなっている。人工物や電子情報が情報環境に占める比率が飛躍的に高まりつつある現在、それらの影響は日を追うにつれて強烈に表れてくる可能性は高い。VRに潜在する負の効果の出現を防ぐ上でも、脳科学は有用な知見を提供してくれるに違いない。

## 3. 新しい情報倫理・生命倫理を視野に

こうした知見をふまえ、情報に関わる産業界には、食品製造業や製薬業と同じような生命倫理に基づく研究姿勢や社会責任が問われ始めている。VRもその例外とは言えない。これからは、研究の自由で伸びやかな発展と生命倫理との間の矛盾について本格的に取り組まなければならない局面も出てくるだろう。

しかしこのような課題がVRに問われるということは、とても喜ばしいことだと思う。それはVRによる表現がより高度かつ深みを増し、強い訴求力をもって普及しつつあることの何よりの証でもあるのだから。

## 参考文献

- [1] 舘 暉: バーチャルリアリティとは, <http://www.vrsj.org/>  
 [2] Oohashi T, Nishina E et al.: The role of biological system other than auditory air-conduction in the emergence of the hyper-sonic effect, *Brain Research*, 1073-1074: pp.339-347 (2006) など  
 [3] 野村総一郎: うつ病の動物モデル, 海鳴社 (1984)

**10周年記念特集■これからのVR****国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストに見るこれからのVR**

長谷川晶一（東京工業大学）、稲見昌彦（電気通信大学）

**1. はじめに**

国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト (IVRC) に関し、今までお手伝いさせて頂いたことに対し貢献賞を頂きました。コンテストに関し、筆者ら2名に対し授与されましたがIVRCは数十人もの学生ボランティア、教員、研究者、スポンサー、事務局の方々により支えられております。まずこの場をお借りしてIVRCを支えて頂いた皆様に厚く御礼申し上げます。

**2. IVRC とのかかわり**

筆者らがバーチャルリアリティコンテストにかかわり始めたのは、今から13年前、長谷川は学部1年、稲見は学部4年の頃です。IVRCは、国際会議ICATに併設の大学対抗バーチャルリアリティコンテストとして、1993年に第1回が開催されました。当時学部生の我々には国際会議が何なのかは分かりませんでしたが、時々ホールからホワイエに訪れ、熱心に質問される先生方に、作品の説明をしたことを記憶しています。今から振り返ってみれば、参加経験のある学生もボランティアスタッフもない状態で、第1回のコンテストを始められた舘先生・前田先生・日本工業技術振興協会の石川さんのご苦勞がしのばれます。

**3. IVRC の作品から見る未来**

最近のIVRCは非常にレベルが高くなってしまい、IVRCで優勝するのは、SIGGRAPH Emerging Technologies (Etech)に出展するよりも難しいと言われるほどになっています。実際、IVRC2004、2005では、IVRCの上位3作品がすべてEtechに通じ展示をしています。

Etechは、世間に有名になる5年前に、面白い研究や作品を取り上げていると言えますが、IVRCはEtechよりもさらに5年前に、流行が来るように感じます。というのも初期IVRCの参加者が10年後の現在まさにVRの研究の現場で活躍しており、ある意味当然の話かもしれません。10年後のVRを知りたいければ、VRコンテストの今を見ればよいというわけです。

**新感覚・新原理**

IVRCの作品を見てみると、IVRC2000のバーチャルチャンバラのように提示の原理(角運動量を利用)が新しいもの、IVRC2004のConspiratioのように提示感覚(ストローで物を吸う感覚)が新しいものも、時々現れます。世界中でたくさんの研究者がVRの研究をしている現在でもときどき新しい原理・新しい提示感覚があらわれることから考えると、10年後までにもいくつか発明がありそうです。

**影に隠れるバーチャルリアリティ**

IVRC2002のThe Dimension Book、IVRC2004のKobito、IVRC2006のInvisible～影を追う者～を見てみると、バーチャルリアリティ世界の映像提示がどんどん減っていることに気づきます。The Dimension Bookは、ハンドヘルドディスプレイの向こうのバーチャル世界に現実世界の光や風が届く作品であり、画面の向こうはバーチャル世界でした。IVRC2004のKobitoになると、Mixed Reality映像を小さなディスプレイに映し出すだけになっています。さらに、Invisibleでは映像提示は影だけになります。しかも現実の影と見分けがつかないように作られているため、バーチャルリアリティを感じさせません。現実世界に対する変更をできるだけ小さくしつつ、人間の補完を利用しながら必要な情報を提示するという手法は、ユビキタス・ウェアラブルの研究とも融合しながら発展していくのではないのでしょうか。

**作品の中のバーチャルリアリティ**

IVRC2005のbubble cosmosは、シャボン玉に煙を閉じ込めて映像を提示することで、幻想的なシャボン玉とのインタラクションを実現します。何らかの目的のための非常に特化した提示技術と言うよりも、提示技術がそのまま作品になっているアート作品と言えると思います。

これをバーチャルリアリティ作品と呼ぶのはちょっと違和感があります。逆に、作品の中にバーチャルリアリティの技術や考え方が取り込まれていくことで楽しい作品が生まれることを期待します。

## 10 周年記念特集 ■ これからの VR

## VR 教育の充実への期待

竹村治雄 (大阪大学)

この 10 年の間に、VR の V、いわゆるバーチャルという言葉は、その意味が正しく一般の方々に理解されているかどうかは別として、非常に多くの分野で利用されるようになったのは間違いない。その背景にはいわゆる情報通信技術の急速な普及により、我々自身のコミュニケーションのあり方が大きく変わったことにある。あらゆる場面で、バーチャルなコミュニティが形成されている。いわゆる Social Networking Service (SNS) を利用したコミュニティ、携帯メールを介したコミュニティなどである。

一方、VR に関しても、情報通信技術の発展は大きく貢献し、ビデオゲームなどの視覚的な写実性は飛躍的に発展した。また、すべてがモデル化された真の VR 環境だけでなく、現実環境への VR 環境の融合である Mixed Reality などの研究分野が加わり、VR 技術の適用可能な分野は大幅に拡大しつつある。

そういった状況の中、これからの VR への期待として、教育の充実について記すことにする。昨年 NPO 法人化された VR 学会であるが、より公益的な立場から VR 分野への貢献が期待される。ここで教育分野への貢献というのは、VR に関する教育環境を整えることと、様々な教育の場面での VR 技術の利用のことを考えたい。

まず、VR 教育に関しては様々な分野にまたがる VR 関係の要素技術を整理し、最新の学術成果を取り組んだ教育体系の構築が望まれる。筆者は、情報科学分野でも HCI (Human Computer Interaction) が専門であるが、ACM (Association for Computing Machinery) の SIGCHI (Special Interest Group on Computer-Human Interaction) による Curricula for Human-Computer Interaction (<http://www.sigchi.org/cdg/>) に相当するような VR におけるカリキュラムの構築が必要である。ACM SIGCHI のカリキュラムは、学際的分野である CHI を情報科学、デザイン、心理など様々な分野の学生に対して教えるべき内容を整理して、体系的にまとめたものである。VR 教育でも、情報科学、芸術、心理など多くの分野の専門性が要求される。したがって、カリキュラムの作成にあたっては VR 学会会員のそれぞれの

専門分野の集結による作業チームの構成が不可欠であることはいうまでもない。各要素技術間の関係を明確にし、学問分野としての体系を確立することは、学術団体としての学会の責務であると考えられる。

VR 教育のカリキュラムを構築することのメリットは、これらのカリキュラムにより教育された専門家に、共通の背景知識を与えることができる点である。また、異なる講義の内容を、標準カリキュラムへの充足度の観点から比較することができ、複数の授業科目を用意する場合の内容の切り分けのための基準としても用いることができる。また、ACM SIGCHI のカリキュラムが発表されてから、それに準拠した教科書が多数出版されたことからわかるように、体系的に教材を整備することができると期待できる。

もう一つの VR 教育は、VR 技術を利用した教育である。三次元計測技術の進捗により、電子顕微鏡により撮影された微細構造物から、遺跡などの大型の構造物まで様々な三次元データが蓄積されつつある。これらを、教材として提示する場合に VR 技術を用いることが、効果的である。一方、日本では教育の情報化が欧米に比べて遅れており、いわゆる授業支援システム (CMS - Course Management System) などの導入も始まったばかりである。しかしながら、VR コンテンツを取り扱えるような CMS は欧米でも無く、日本の得意とするモバイル、ユビキタス、VR 技術を駆使した教育の情報化を推進することは有意義である。世界に先駆けての開発を期待したい。VR 技術を用いて三次元コンテンツやリアルタイムシミュレーションなどを気軽に教材として利用できれば、初等、中等教育により多くの体験型の学習機会を提供でき、理科教育の質の向上が図れると考えられる。

以上、VR と教育の観点からの期待を述べた。今後の学会の発展の中で、研究分野だけでなく VR 教育への取り組みが大きく進展することを期待する。

## 10周年記念特集■これからのVR

## バーチャルリアリティ 2.0 への期待

池井 寧 (首都大学東京 / 東京都立科学技術大学)

日本バーチャルリアリティ学会の設立10周年にあたり、貢献賞を賜る一人となり、誠に光栄という他なく、拙い身をご推薦下さった皆様にあらためて感謝を申し上げたい。思えば偶然の邂逅と経緯から本学会で仕事をさせて頂く機会を得ることができ、その活動のいろいろな側面に関与することができたが、受賞に値するほどのものであったかは心もとないところではある。ともかく、学会の法人化担当としてNPO認証へとなんとか進めることができたのも、初代会長館先生、前会長原島先生のご指導あってのことと認識している。

2001年に学会誌の巻頭言で設立5年のVR学会の21世紀について思いをめぐらしてから再び5年が経過した。計算機と通信の性能向上は、継続して誠に素晴らしく、使用環境は一層改善した。従来の形態をとった小型PCや携帯電話は、これまでの用途での付加価値は最早飽和しつつあるように見える。しかしながら、一方でVRが人々の手の上に載るほどにはシステムは成熟してはいない。映画などの高品質コンテンツは、デジタル技術の恩恵を受けたが、VRのインタラクティブ性を取り込むには至っていない。インタラクティブを前提としたゲームも表現のリアリティを高めているが、むしろネットゲームの人間参加によるリアリティが注目されている。

2004年以来、webの世界における(ビジネス)モデルで成功した仕組みを、web2.0と呼ぶ(Tim O'Reilly, Dale Dougherty)慣例が広まりつつある。Webが誕生した(Sir Tim Berners-Lee)のも、1989年のことであり、VR出現と同じ年であるが、バーチャルリアリティもそろそろ2.0となるべき頃であろうか。(ちなみに、JPドメインも1989年に開始され(村井純氏)ら、現在の日本のインターネット基盤の一つも同年齢とも言える)Web 2.0として言及されるものの特徴はいくつかあるが、その主要点として、プラットフォームとしてのwebに良いツール(web service)が提供されて相互に利用できることであったり、大量のユーザがコンテンツあるいはデータを持って参加してくる、あるいは参加しやすい仕組みが準備されている、ことなどが含まれるであろう。

バーチャルリアリティにおいて、これまでの10年がその基本機能を実現した1.0のところまでであると仮に想定(仮想)すると、これから2.0の様相が展開されると期待されるが、新しい展開の方向とは何か?一般的なデジタル技術は、リッチなコンテンツへの指向を強めており、VRもよりリッチな世界を描き出すことが求められている。この点は、最初のVRが描き出した子供のおもちゃにも足りそうにない世界を見せられてから、研究者が常に念頭に置いて来たことだが、現実空間の複雑さは非常に手ごわいことが判明した。検索で著名なG社が地球空間を検索対象とするため、地図情報と俯瞰写真を基底において情報をリンクする手法で空間性への接近を導入し、またGPSによればユーザの瞬間現実を地図上へリアルタイム投影することも可能だが、没入的3次元空間として期待される密度には遠く及ばない。

Tim Berners-Leeの構想したwebは、当初からviewerとしてのwebではなく、ユーザが書きこめる、正に2.0仕様であったが、漸くblog, wiki的ツールで実現に近づいた。VR2.0においても、現実世界の密度と多様性をVR空間に投影し、もう一つの現実として使いきれるようにユーザの手を(VRの場合、足も、目、耳、鼻も)借りることが期待される。そうした暁におけるVRとして筆者が望むことは、この地球上の人間の生きる空間と社会を、子供でも分かるVRの利点による表現で、お互いに理解する道具立てである。Webによる伝達形態は、確かに地球上の情報と瞬時に与えるが、非母国語圏となった時点で、極一部の人間しか実質的に利用できなくなる。まして通信インフラやPCを有さない人々が極めて多数地球上には存在する。地球空間と人々をより易しく理解する方法は、今後の人類の安全な生存には是非とも必要である。

もう一つ、VR2.0に望むことは、現物の実体性を補完し代替する感性表現のツールたりえるメディアとなることである。未来を駆動するのは、感動であり(良い作品、良い演技など)、また豊かなイマジネーションである。とりわけ日本人の優れた感性と知性を強力に増幅する新しいメディアが、VRから立ち上がることを期待したい。

# 会議参加報告

Journal of the Virtual Reality Society of Japan

## ■ Pervasive 2006

塚田浩二

産業技術総合研究所

Pervasive は、2002 年から始まったユビキタス・コンピューティング関連の国際会議であり、UbiComp と並んで当該分野の二大国際会議の一つである。第4回目にあたる Pervasive2006 は、2006 年 5 月 7 日～10 日にかけてアイルランドの首都ダブリンの Burlington Hotel で開催され、300 名程度の参加者を集めた。

なお、Pervasive とは、直訳すると「浸透する」という意味である。Pervasive Computing は生活空間の中に浸透していくコンピュータの利用形態を表し、現在ではユビキタス・コンピューティングとほぼ同義で扱われている。

発表は 24 本のフルペーパー、18 本のポスター、9 本のデモ、および 5 本のビデオから構成される。

フルペーパーはブラインドでレビューされ、採択率は 178 本中 24 本 (13.5%) と、国際会議の中でもかなり厳しい部類に入る。また、ポスターの採択率は 41 本中 18 本 (44%) であり、デモ、ビデオは投稿本数は公開されていないが、採択率は 50% 程度の様子だった。

キーノートは、A9.com Chief Executive Officer の David Tennenhouse 氏により、“Proactive Computing” と題して行われた。コンピュータを Interactive な存在から Proactive な (= 人々のニーズを予測できる) 存在にするために必要な要素について説明し、ユビキタス・コンピューティングの研究目標を再確認する比較的一般的な内容であった。

Paul Lukowicz 氏らによる “Detecting and Interpreting Muscle Activity with Wearable Force Sensors” は、筋肉の動

きを圧力センサで取得するシステムを提案している。筋肉の動きは、EMG (Electromyography) を用いて取得する方式が一般的であるが、電極を肌に密着させた上で正確な位置に配置する必要がある。ユビキタス環境での利用は困難であった。本方式では、運動に伴って筋肉の形状が変化する性質を用いて、FSR (Force sensitive resistor) をゴムバンドなどで固定することで、洋服の上からでも手軽に筋肉の動きを取得できる点が興味深い。

Richard Sharp 氏らによる “Secure Mobile Computing via Public Terminals” は、キオスクのような安全性の低い公共端末と、認証されている携帯端末を組み合わせることで、小さな画面で安全な情報提示を行いつつ、大きな画面を用いた使い勝手のよいユーザ・インタフェースを実現するアプローチである。

例えば、大きい画面にはデスクトップ全体が表示され、文字情報がモザイクなどで覆われている。小さい端末を用いることで、それらの文字情報を自分だけが確認することができる。システムの実現に VNC を用いており、二つの画面バッファを大画面表示用/セキュア画面表示用として使い分けている点も興味深い。

Shwetak N. Patel 氏らによる “iCam: Precise at-a-distance Interaction in the Physical Environment” は、携帯端末とカメラ、方位センサ、位置取得用タグを備えた携帯型 AR システムに、レーザーポインタを加えることで、実世界のオブジェクトを正確に指示したり、直線距離を取得したりできるシステムである。非常にシンプルな構成で、実世界オブジェクトとの距離を活用した新しいインタラクションを行える点が興味深い。

ベストペーパーは Elaine M. Huang 氏らの “Displays in the Wild: Understanding the Dynamics and Evolution of a Display Ecology” に与えられた。NASA のマーズミッションで用

いられた複数ディスプレイ環境においてフィールド調査を行い、そうしたディスプレイ環境をデザインしたり、その有効性を評価する際の指針を示す内容であった。

なお、筆者はポスターセッションで“PhantomParasol: a parasol-type display transitioning ambient to detailed”のデモ発表を行った。PhantomParasolは、モバイル環境においてなめらかに情報の「粒度」をコントロールできる傘型情報提示機構であり、傘の内側に組み込まれた複数列のLEDアレイとジャイロセンサーを中心に構成される。ユーザが傘をさした状態ではアンビエントな情報提示を行い、くるとまわすことで、LEDの残像効果を用いて空間上に像を描き、段階的に詳細な情報を提示することができる点が特徴である。小型の傘型デバイスを持参してデモを行った成果か、なかなか好評を博すことができたようである。

Pervasive2006の傾向としては、実用的なセンサ/インフラの構築、新しいユーザ・インタフェースの提案、実証実験や社会学的な考察などユビキタス・コンピューティングの領域をカバーする幅広い発表テーマが見られた。一方、前述したUbicompと比較すると、アートやデザインよりのテーマや、アイデア重視の発表などは少なく、全体的に実用/実証を重視したやや固い印象を受けた。

また、学会内容とは直接関係ないが、学会二日目の夜にはギネスストアハウスでディナーが開催され、現地の独特のオペラ的なショーや、本場のギネスビールを存分に楽しむことができたのも印象深かった。

来年度のPervasive2007は、5月13日～16日にかけて、カナダのトロントで行われる。ちょうどサンノゼで行われるCHI2007の一週間後ということで、「西海岸からドライブしてくるとちょうどいいよ」と会場の笑いを誘っていた。論文投稿の締め切りは10月半ばとまだ先なので、投稿を検討してみたいはかがだろうか。

関連サイト

Pervasive2007: <http://www.pervasive2006.org/>

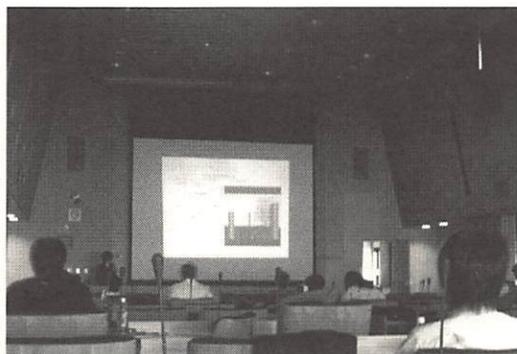
Ubicomp: <http://ubicomp.org/>

## ■第39回「人工現実感」研究会

久木元伸如

東和大学

2006年6月6, 7日、東京大学山上会館にて日本バーチャリアリティ学会「人工現実感研究会」が電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究会、映像



人工現実感研究会 会場の様子

情報メディア学会、ヒューマンインタフェース学会との共催で行われた。2日間で24件の発表があり、力覚や触覚提示、VR空間の構築やCGの生成に関する発表、視覚提示系ディスプレイの応用など多岐にわたる研究発表などが行われ、活発な議論がかわされた。その中でも私が個人的に注目した発表について、概要報告する。

今回の発表では企業による発表も行われ、VRを一般社会で用いて、VRを用いたコンテンツに関する発表や、ソースコードを改変することなく既存のアプリケーションのVR化を試みる発表が行われた。10年経ってVRが一般社会に浸透している印象を受け、今後は社会とVRの関係についても考える必要性が感じられた。

私が注目した発表は、生体情報とコンピュータの融合に関する研究として、脳波を使ったオブジェクトの操作に関する発表である。これは没入仮想空間において、steady-state型視覚誘発電位を利用したBCI(Brain Computer Interface)を試作し、仮想物体の把持を試みた研究内容である。VRは黎明期より心理学や認知科学と密接な関係にあり、脳波を用いたインタフェースの可能性に注目していたが、計測器や処理アルゴリズムの発達により、現実化が近づいているという印象を受けた。この分野の今後の研究発展に注目したい。

また、ユーザを誘導するインタフェースとして、レーザを網膜に投射して視覚情報を提示する透過型HMDを用いた歩行者経路提示に関する研究発表があった。同様に歩行者を誘導するインタフェースとして、電流を用いた前庭感覚刺激(GVS)を用いたインタフェースに関する研究発表もあった。前者は提示情報に関する研究であり、後者はGVSシステムを設計する上で、具体的な指針を得ることを目的とした研究内容であった。

いずれも直接生体に情報を提示する方法であり、従来のユーザインタフェースとは一線を画するが、今後のユーザインタフェースは生理生体工学・バイオメカニクス

ムと誘合する方向にあることを感じさせる発表だった。

しかし、脳波を用いた BCI や生体情報を用いたインタフェースは、ユーザの個人差による問題も山積していると思われる。質疑応答でもあったように、未開の技術だからこそ、挑戦する価値があると思う。最近ユーザインタフェースの分野も飽和状態になっていると思っていたが、ユーザインタフェースの将来を予見させる有意義な研究会であった。

## ■ ACE 2006

栗林 賢

慶應義塾大学

コンピュータエンタテインメント技術に関する国際会議である ACE2006 は、6 月の 14 日から 16 日までアメリカのハリウッドにて開催された。インタフェース、オンラインゲーム、システム、モバイル、ストーリーテリング、コンピュータグラフィックスなどエンタテインメントに関わる様々な研究の発表が行なわれた。芸術科学会が企画する Leonardo というインタラクティブアートとデジタルシネマの展示が ACE のアートショーとして併催されていた。展示会場では、中心にてデモの発表が行なわれ、その周りに派手な仕掛けを持ったインスタレーション作品が囲んでいた。デモも含め、見ても体験しても楽しい作品が並んでいたため、学会というよりは展覧会として見応えがあった。これが ACE の一番の特徴と言える。

Leonardo とデモセッションでは金銀銅の 3 つの受賞作品が選出された。Leonardo の金賞を受賞した "Sky Reverie" はプラスチックでできた大きなバルーンが青く光っていて、手で触れることで星のグラフィックを動かすことができる作品だった。デモセッションでは、電極を挟み込んだゴム板にスイッチやセンサーをピンのように差し込むことで、リアルタイムにインタフェースを作り替えられるようにした "VoodooIO" が金賞を受賞した。銀賞を受賞した "Paravie" は自分の踊っている映像と他の人の踊っている映像をたくさん並べることで、踊りを楽しむメディアだった。スクリーンの前で、参加者が楽しく踊っていた風景は見ている方をも楽しませていた。

ACE への参加を通して、エンタテインメントというテーマで集まった様々な分野の異なる視点を共有することができた。デザイナーとアーティストとエンジニアが

交わる良い機会であった。個人的な感想としては、同じ大学や日本人の参加者が多く、参加しやすい学会だった。そして、デモセッションにて以前の研究室での集大成であった "PlantDisplay" を発表し、銅賞を受賞することができ、とても思い出が残る参加であった。また来年も参加したい。

関連サイト：<http://www.ace2006.org/>

## ■ 2006ASIAGRAPH

橋本弘太郎

東京大学

2006 年 6 月 22 日～23 日の二日間、中国は上海において、亜州芸術科学学会による 2006ASIAGRAPH が開催された。本学会は東京大学の河口洋一郎教授、韓国東西大学の金鐘棋教授が中心となって設立された科学と芸術の融合分野の学術団体であり、中国、韓国、日本の研究者や CG アーティストが会員の中心となっている。今回は中国から 40 名程度、韓国から 40 名程度、日本から 20 名程度の学生・研究者が参加した。

22 日は、上海音楽学院において国際デジタルメディアシンポジウムが開催され、招待講演が 4 件行われた。講演者は日中韓のそれぞれの国から招待されたこの分野で著名な方である。日本からの講演者の一人として東京大学の河口教授が講演をされ、あわせて CG とダンスを組み合わせたインスタレーションが発表された。夜には上海音楽学院主催による亜州芸術科学学会・年会音楽会が開催され、音楽学院の学生、教官らによる素晴らしい演奏が披露された。

23 日は会場を上海工程技術大学に移し、学術論文発表大会が開催された。上海工程技術大学は上海中心部か



2006ASIAGRAPH 主題発表の様子

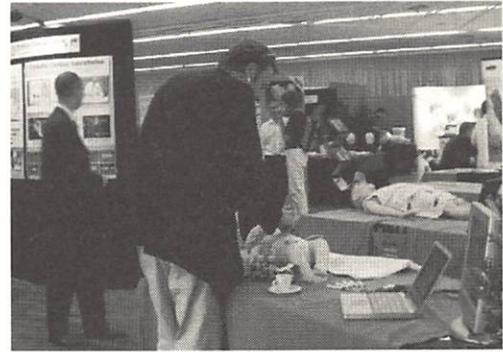
らバスで1時間ほどのところにある。午前中は開会の式典が催され、引き続いて河口教授と金教授によってASIAGRAPHの主題が発表された。昼食の後、午後から六つの部屋に分かれて論文発表が行われた。日本からの発表ではCG・VRなどが中心であり、韓国・中国からの発表ではゲームに関連する発表が多かったように思う。アジアという共通の基盤の中で、国境を越えた実りのある議論ができたのではないかと考えている。別会場では、2006 ASIAGRAPH CG部門の作品展示が行われていた。

本学会の特徴として、会員同士の交流を深めるための懇親の場が、学会によって数多く用意されていることがある。22日の夜もレストランでの会食があったのだが、この日の夜も全参加者によるレストランでの会食があった。上海工程大学長や金教授が各テーブルを回り、乾杯の掛け声が相次いだりするなど、非常に和やかかつ盛大な会食であった。

引き続き場所を移して、参加者による懇親会が行われた。こちらでも学会がバスと場所を用意してくださったものであり、多くの学会参加者がこの懇親会にも参加した。この日の夜(明け方)にW杯サッカーの韓国-スイス戦が予定されていたこともあって、韓国からの参加者の多くが赤いTシャツに着替えてきていた。自分を含めた日本からの参加者は途中でホテルに戻ったが、韓国からの参加者はそのまま韓国戦を観戦し、大変盛り上がったという。

来年度の開催地についての言及はなかったが、開催されるとのことである。おそらくまたこの時期に開催されるのではないだろうか。ASIAGRAPHの詳細情報については以下のページを参照されたい。

亜州芸術科学学会(韓国語以外のページは情報が古い)  
<http://www.asiaas.org/>



SESAM2006 シミュレータ展示会場の様子

バイスとして様々な反応を計算機でシミュレーションするAR型のものまで様々な物が含まれる。機器展示では、これらのAR型シミュレータ、内視鏡手術用器具を用いた物に加えて、臓器の機能を仮想的に置き換えて、人工心肺装置の取り扱い方法を学ばせる新しいタイプのシミュレータも展示されていた。

学会を通じて感じたことは、シミュレータ教育が医学教育カリキュラムにとって「当たり前」に成りつつあることである。本学会中、ドイツの大学は自前で、英国の大学はEUから160万ユーロの融資を受けて、スペインでは地方自治体が一千万ユーロを投下してシミュレーションセンターを設立、運営している例が紹介された。これは、病院機能と教育機能を分離する動きと、動物の医療教育・訓練への利用を禁止する動きが強まっていることによるものである。欧米とも動物利用を禁止し、シミュレータを代替として義務化する方向であることが見て取れた。我が国でも本学会などを中心にVR技術の医療分野などへの実際的な応用研究が推奨・強化される必要があることを強く感じた。

なお、2007年度の年次大会はコペンハーゲン近郊の大学に新設される医療シミュレーション教育センターで6月18日～20日に行われる予定である。

関連サイト：<http://www.sesam.ws/>

## ■ SESAM 2006

黒田知宏

京都大学

SESAM (Society in Europe for Simulation Applied to Medicine)の第12回年次大会が、ポルトガル・ポルトにて開催された。本学会はシミュレータを医療教育に用いる取り組みについて情報交換を行うことを目的に開かれ、欧州域内を中心に200人強の参加者があった。

本学会で対象とされるシミュレータには、BOXYTYPEと呼ばれるマネキンなどの「模型」から、これを入力デ

## ■ EuroHaptics 2006

嵯峨 智

東京大学

例年はさほど暑くならないため、冷房設備の少ないフランスはパリ、今年は30℃をこえる猛暑の中、EuroHaptics 2006 conference は2006年7月3日～6日の

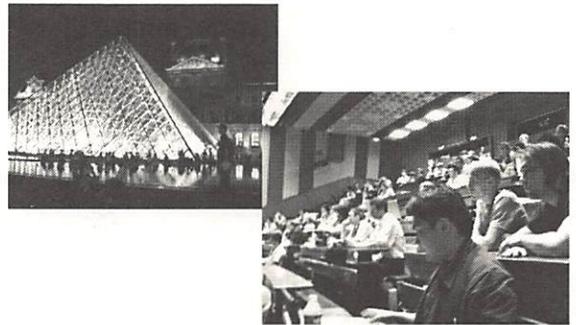
4 日間に亘り、Telecom Paris (Ecole Nationale Supérieure des Telecommunications) を会場として開催された。発表件数は、口頭発表が 69 件、ポスターが 45 件、デモが 10 件であった。参加者は約 300 名であり、日本人は 20 名程度参加していた。

口頭発表の Best Student Paper Award は Haptic Tweezer を発表した東京大学樋口・山本研究室の Ewoud Van West 氏が受賞した。これは VR 学会においても発表されているのでご存知の方も多いと思うが、非接触マニピュレーション制御に Haptic Device を利用したものである。今回は本来の目的のスケールに近づけた実装も紹介された。Haptic Device とセンサの組み合わせが新しい価値をもたらす好例であろう。Best Paper Award は視覚、力覚情報など複数の感覚情報提示下においても、重さ判別が文字で書かれた意味情報に影響されることを示した Israel Institute of Technology の Miriam Reiner 氏である。

また、ポスターおよびデモの Award は参加者の投票により選ばれた。Best Poster Award は Nokia Research Center の Topi Kaaresoja 氏が、タッチスクリーンにクリック感を出すデバイスを用いて、例えばテキスト選択やドラッグ & ドロップなど、より多くの動作に感覚を付加する発表で受賞した。Best Demo Award は棒の中を転がる玉の感覚を擬似的につくことで長さ感覚を提示する装置のデモをしていた McGill University の Hsin Yun 嬢が受賞した。仕組みは単純で、傾きセンサとパイプレータを用いて、傾きに依じた玉の転がり、壁と玉との衝突を振動でつくるだけである。これだけなのにまるで質量が移動しているような感覚が得られる。単純ながら virtual を感じる事ができ、大変興味深い研究であった。

デモの Award をとった研究もそうであるが、筆者の興味を惹く発表として、Haptic / Tactile の錯覚についての研究がいくつか見られた。マウスポインタの動きだけで重さを感じさせる Pseudo Haptics や、Active Touch における皮膚感覚の誤認、電気振動覚の圧覚への変容、把持感覚提示による屈曲運動の反射的停止など、各研究について詳細は述べないが、大仰なデバイスを用いなくても、感覚の本質をとらえることによりディスプレイが構成できる可能性を見せてくれるこれらの研究は大変興味深い。

余談だが、本学会ではレセプションはルーブル美術館のレストラン、バンケットはセーヌ川の川下りをしながらという贅沢な環境で、海外の研究者とのコミュニケーションの機会にも多く恵まれ、おみやげにワインまで付いてしまう大変バラリしい学会であった。



EuroHaptics2006  
レセプション会場となったルーブル美術館と発表会場の様子

来年は Haptics Symposium と共催となり、2 回目を迎える World Haptics Conference として筑波で開催される。

<http://www.worldhaptics.org/>

<http://www.eurohaptics.net/>

## ■ ISBMS 2006

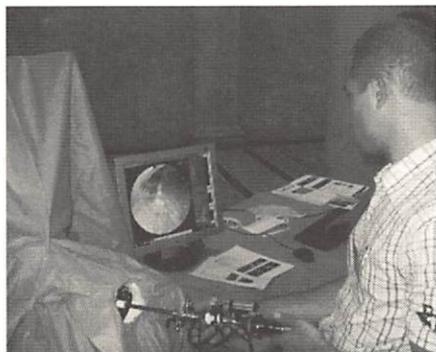
Mikko Rissanen ミッコ・リッサネン  
京都大学

The 3rd International Symposium on Biomedical Simulation (ISBMS) は、手術シミュレーションや生体組織シミュレーションを対象とし、2006 年 7 月 10 日～11 日の 2 日間に渡りスイスのチューリッヒで開催された。ISBMS は IS4TM (2003)、ISMS (2004) に続く 3 回目の会議になる。

今回の会議はチューリッヒ工科大学によって主催され、比較的若いシンポジウムながら約 13 ケ国から 50 名以上の参加者が集まった。口頭セッションは生体工学シミュレーション、システム・アプリケーション、解剖学モデルと生体組織特性モデリングの三つに分類され、1 日半の日程で行われた。

チューリッヒ工科大学の Petros Koumoutsakos 氏による“質点モデルを用いたマルチレゾリューションシミュレーションの現状”という基調講演の中で紹介された、水中に落とされたカップの中に入っていた気泡が漏れ出てきて水面まで上がってくるシミュレーションは非常に印象的であった。

口頭セッションにおいて今回最も印象的であったのは、マンハイム大学の Kathrin Weber 氏による EYESI シミュレータである。眼球モデルの表面をメッシュ再構成しながらリアルタイムで角膜を切り取り、剥離



チューリッヒ工科大学による産婦人科内視鏡シミュレータのデモ

ることができる。二つのデモが行われ、一つはチューリッヒ工科大学による産婦人科内視鏡シミュレータ ([www.hystsim.ethz.ch](http://www.hystsim.ethz.ch) を参照) であり、システム全体を作り上げており印象的であった。もう一つはブリティッシュ・コロンビア大学の製作した ArtiSynth simulation platform ([www.artisynth.org](http://www.artisynth.org) を参照) であり、有限要素法を用いて舌の筋肉の動きをシミュレートすることができるが、リアルタイムではなかった。

論文は全てフルペーパー (10 ページ以内) として投稿され、37 の投稿論文のうち、23 の論文が採択された (採択率 62%)。査読を通過した論文は Springer から Lecture Notes In Computer Science Vol.4072 として出版され、<http://www.springer.com> から入手することが出来る。

非公式ながら、次回の会議は 2008 年に予定されている。学会 HP : <http://www.vision.ee.ethz.ch/~medsim06/>

## SIGGRAPH2006

杉本麻樹

電気通信大学

2006 年 7 月 30 日から 8 月 3 日の 5 日間、米国の Boston Convention and Exhibition Center (BCEC) で、ACM SIGGRAPH 2006 が開催された。SIGGRAPH は、コンピュータグラフィクスとインタラクティブテクニクの祭典として広く知られている。

今年度の Papers では、21 セッション 86 件の発表が行われた。一部のセッションでは慶応大学と、ビデオ会議システムでの接続が行われ、このシステムを介して日本側からも発表者に対して質問を行う光景が見受けられた。各セッションでは、近年の映画制作技術に適合した

液体シミュレーションや群衆シミュレーションなどを含んだ興味深い発表が多く行われた。Papers のセッションの間に表彰と Keynote が行われ、昨年度、東京大学の西田先生が The Steven A. Coons Award を受賞したのに続き、3D お絵かきソフト「Teddy」で知られる東京大学の五十嵐先生が Significant New Researcher Award を受賞した。日本の研究者の CG やインタラクティブテクニクへの貢献が高く評価されていることが伺われる場面であった。

Emerging Technologies では、38 件の展示が行われ、例年のように日本からの出展が非常に多く見受けられた。中でも、産業技術総合研究所などのレーザープラズマを利用した三次元ディスプレイが多くの注目を集めていた。また、昨年度の本学会大会で特別展示された NHK 放送技研の「MORPHOVISION」も好評を博していた。

企業展示では、今年度 Autodesk 社が、Alias 社を買収した影響で著名な 3DCG アニメーション制作ソフトウェアである 3ds Max と Maya の新バージョンが同じブースでアナウンスされるという状況であった。また、SoftImage や LightWave などのソフトウェアは、メジャーバージョンアップのアナウンスがない谷間の年であり、少々寂しい印象であった。一方、企業展示の中には CAD/CAM との連携を意識した 3 次元造形装置も並んでおり、映画撮影用の小道具の制作やキャラクターグッズなどのアフターマーケットを狙った試作を意識した展示も行われていた。

期間中には Emerging Technologies の Chair を迎えて、本学会ともゆかりの深い国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト (IVRC) の Birds Of Feather が開催された。今年度は IVRC 作品 3 点の出展が実現しており、SIGGRAPH と IVRC の交流を年々深めることが出来ていると考えられる。

次回の SIGGRAPH 2007 は、カリフォルニア州サンディエゴで、2007 年 8 月 5 日から 9 日の日程で開催される。



SIGGRAPH2006 が開催された BCEC

## ● 研究室紹介



### 奈良先端科学技術大学院大学

情報科学研究科

情報システム学専攻

### ● 横矢研究室

横矢直和

#### 1. はじめに

本研究室は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科が学生の受入れを開始した平成 5 年 4 月に設立され、今年で 14 年目に入った。この間に学内組織上の ID である講座名が 1 度変わったが、研究室ではコンピュータビジョン (CV)、コンピュータグラフィクス (CG)、ヒューマンインタフェース (HI) の 3 分野を中心に視覚メディア全般の研究を行っており、「見る」技術と「魅せる」技術を標榜している。特に近年は、3 分野の融合領域において現実世界の情報を扱う複数現実感分野でのテーマ設定が多い。研究室には現在、教員 5 名、博士後期課程学生 10 名 (社会人学生 4 名を含む)、博士前期課程学生 17 名、共同研究員 2 名、秘書 1 名の計 35 名が在籍している。

研究室では、学生自身が主体的に研究テーマを設定することを基本方針としている。また、研究発表に加えて各種コンテスト等への積極的な応募やプロトタイプシステムの実装を通じた学内外でのデモ展示を奨励しており、外から顔の見える存在になることを求めている。学内外の他グループとの共同研究や教員の兼務による外部プロジェクトへの参画を通じた外部機関との積極的な交流も研究室の特徴の一つである。学内では 21 世紀 COE プログラム「ユビキタス統合メディアコンピューティング」のコア研究室として活動している。

#### 2. 最近の研究事例

以下では、最近の研究室での代表的な研究事例を簡単に紹介する。

##### (1) 全方位視覚

側方 360 度の視野を有するいくつかの全方位画像センサの設計・試作を行っているが、研究の重点はセン

サ開発そのものよりも全方位カメラを用いたメディア研究にある。これまでに、テレプレゼンス、移動体の遠隔操縦、ビデオサーベイランス等に取り組んだ。最近の代表的なものは、全方位ビデオストリームのマルチキャスト配信に基づく実時間ネットワークテレプレゼンスである。図 1 にプロトタイプシステムを利用している様子を示す。このシステムでは、単一視点制約を満たす全方位画像からの利用者の視線に追従した平面透視投影画像の実時間生成によって、複数利用者による独立したインタラクティブ観察を可能にしている。

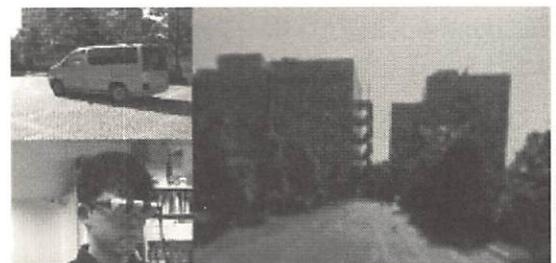


図 1 全方位カメラを用いた実時間ネットワークテレプレゼンス (左上: 走行中の全方位カメラ搭載車両, 左下: HMD を装着した利用者, 右: 利用者への提示映像)

##### (2) 動画像からの 3 次元復元

移動カメラで撮影した動画像からの特徴点追跡によってシーンの 3 次元復元とカメラパス推定を行う Structure from Motion の応用に取り組んでいる。代表的なものは NEC インターネットシステム研究所との連携ラボにおいて実施しているビデオモザイクの研究である。従来の画像間の平面射影行列を計算する方法との違いは、撮影時のカメラが紙面に対して傾いている場合にも正対したモザイク画像を生成できるところにあるが、3 次元

復元を利用する最大の特長は、見開き本のような湾曲した紙面に対しても平面に展開したモザイク画像を生成できる点である。湾曲した紙面を対象としたビデオモザイクキングの例を図2に示す。

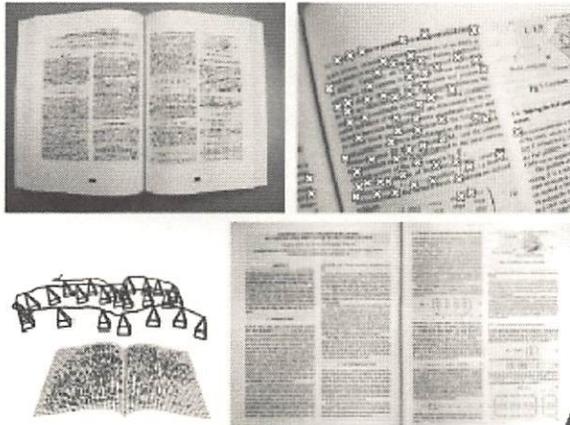


図2 ビデオモザイクキング (左上:見開き本, 右上:実時間特徴点追跡, 左下:復元された特徴点の3次元座標とカメラパス及び推定された紙面の3次元形状, 右下:平面に展開されたモザイク画像)

### (3) 拡張現実感

複合現実感分野において、コンピュータで管理される場所に依存した情報を現実世界に重畳表示することによって現実世界を増強・強化する拡張現実感の研究を行っている。拡張現実感においては、自由な視点移動を行う利用者に対して現実世界と仮想世界を継ぎ目なく融合提示するために、両世界の座標系の位置合せである幾何的整合性と陰影合せである光学的整合性の確保が重要である。この二つの問題を同時に解決するために図3のような正方形マーカに鏡面球を埋め込んだ3次元マーカを提案した。撮影された正方形マーカの頂点座標を用いて幾何的位置合せを行い、鏡面球の像から光源環境を推定し、陰影合せを行う。

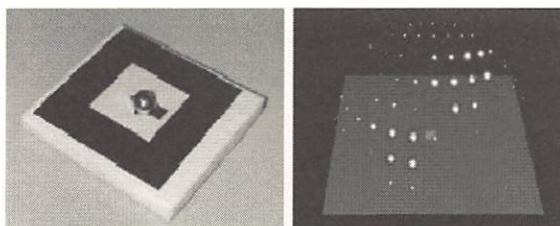


図3 3次元マーカと推定された光源環境

図4は変化する光源環境の下で現実世界の映像にCGオブジェクト(ティーポット)を実時間重畳合成した結果である。

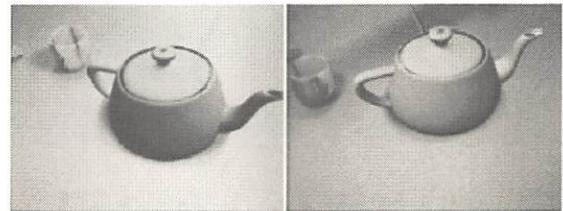


図4 光学的整合性を考慮した現実世界へのCGオブジェクトの重量合成  
\*口絵にカラー版掲載

### (4) ウェアラブル拡張現実感システム

前述の拡張現実感を利用者が装着したウェアラブルコンピュータ上で実現して観光案内を行う「平城宮跡ナビ」システムを開発している。このシステムは、HMDに利用者の視点に応じてCGオブジェクトの重畳映像を提示し、映像と音声によって観光地の案内と説明を行う。利用者に対する提示コンテンツはサーバ上の共有データベースに蓄えられており、利用者が装着したクライアントシステムは無線ネットワークを介して場所依存情報を取得する。平城宮跡での実際の利用例を図5に示す。



図5 平城宮跡ナビ (左:利用イメージ, 右:第二大極殿の基壇においてCG復原された大極殿の内部から外を眺めたときの提示映像) \*口絵にカラー版掲載

### 3. おわりに

本稿では、研究室の活動の中からVR学会に関連の深い最近の事例を紹介した。いずれも現実世界の情報を扱うことを基本としている。最近の研究成果はWebで公開しているので、他のテーマについては下記のURLを参照されたい。

#### 【連絡先】

奈良先端科学技術大学院大学  
 情報科学研究科 情報システム学専攻  
 視覚情報メディア講座 (横矢研究室)  
 所在地: 奈良県生駒市高山町 8916-5  
 TEL: 0743-72-5290 FAX: 0743-72-5299  
 E-Mail: yokoya@is.naist.jp  
 URL: <http://yokoya.naist.jp/index-j.html>

## ● 製品紹介

# 株式会社川渕機械技術研究所

## 人型ロボットハンド Universal Hand

川渕一郎



### 1. はじめに

近年益々盛んになっているヒューマノイドの研究開発は、次のような大きな期待を受けております。(1)人間に応じて作られた生活環境や道具などへの高い適応性が求められる作業、例えば介護、看護や、日常における煩雑、危険な作業を人間に代わって行う機械が実現される。(2)ヒューマノイドの開発を通じて発明される新規な機構や運動制御系が、義手や義足など人体代替機械へ発展する。(3)人間自身の行動原理や認知機能などを解明する際の、理論のテストベッドとしてヒューマノイドは必須である。いずれにおいても、形状、大きさ、質量、運動範囲、出力など全てが人間に等しいヒューマノイドを構築することが究極の開発目標です。

ところが、ホンダのASIMOを筆頭に、多くの大学や企業などにおいて精力的になされている研究開発では、人間全身の形状や2足歩行など、全身的な運動機能を模すことに主眼が置かれ、人間特有の手や指先を用いた細かな作業は実現されておられません。もちろん指先を用いた作業の重要性は強く認識されていることであり、人間の手の機能を高度に模擬する多くの人型ロボットハンドが開発されております。しかしながら、大きさや重さの問題から、人間並みのヒューマノイドとの結合はなされておられません。

筆者はその根源的理由を、現在実用的なアクチュエータが電動モータに限られる点にあると考えます。ロボットハンドの運動性能の高さはおおよそモータの数と出力に比例するので、その設計目標に人間並みの運動性能を盛り込むと、現状のモータや減速機を用いる限り、ロボットハンドはどんどん大きく重くなり、それをヒューマノイドや人間の腕先へ装着して用いることは

困難となります。

そこで筆者らは、指を伸ばした状態における掌部の下辺から中指先端までが180mm程度、質量が500g以下という小型軽量性を必須条件とした上で、できるだけ多く、かつ出来るだけ高出力のモータを内蔵する観点から、人型ロボットハンドの機構の工夫を重ねて来ました。2001年初頭から段階的に発展させてきた“Universal Hand”を紹介します。

### 2. 主な特徴

ジャンケン、手話などを実現する指の豊かな運動をできる限り少ないモータで実現するためには、一つのモータで複数の関節を連動させる手法が合理的です。それは、人間が例えば人差し指を何気なく曲げる際に三つの関節が連動して曲がることに相似して、さほど不自然な運動ではありません。これを機械的に実現するために、各部にワイヤ・プーリ機構やリンク機構による連動機構が組み込まれております。

他方で、その実用性を向上させるために、人間ではあまり目立たない運動自由度の付加も行っております。各指の先端の関節が独立に動く機能と、親指を捻る機能です。これらの付加的な自由度によって、図1に示すように、カー

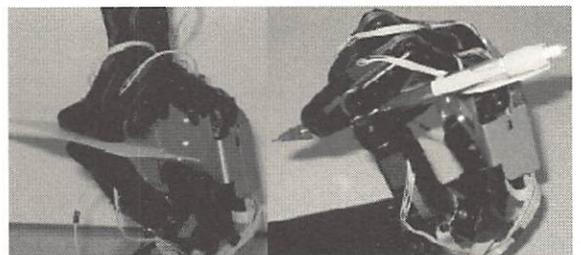


図1 カードやペンのハンドリング

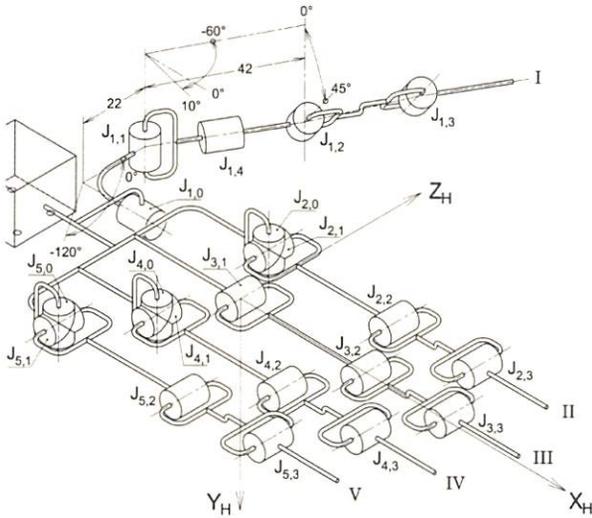


図2 関節の配置

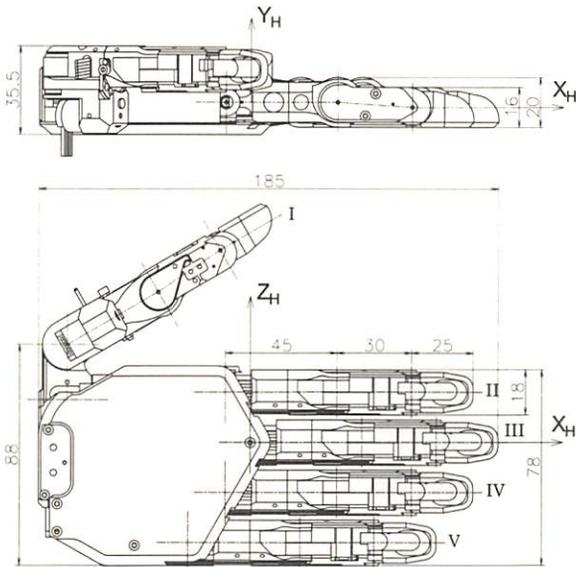


図3 全体像

ドやペンなどを安定かつ柔軟に操作することが可能です。

さらに、モータ数を僅少化したことによって得られた掌内部の余裕空間を活用して、モータ制御系およびアンブなど電装回路一式を内蔵します。

関節の配置を図2に、個々のモータによって駆動される関節または関節群を表1に示します。全体像を図3に、主な仕様を表2に示します。

### 3. おわりに

弊社は2006年7月7日に誕生したばかりです。その代表である筆者は、これまでの約10年間、別会社内で研究機関向けの実験装置の研究開発をほぼ一人でやって

表1 能動関節一覧

モータ番号	関節駆動機構種類	駆動対象
1	A	J1,0
2	A	J1,1
3	A	J1,2
4	A	J2,0+J4,0+J5,0
5	A	J2,1+J2,2
6	A	J3,1+J3,2
7	A	J4,1+J4,2
8	A	J5,1+J5,2
9	A	J1,4
10	(予備ポート)	
11	B	J1,3
12	B	J2,3
13	B	J3,3
14	B	J4,3
15	B	J5,3
16	B	J2,1(差動駆動用)

表2 主な仕様

関節駆動機構 A	モータ定格出力:約 1.6 W 最大関節トルク:約 0.5 Nm 理論最大指先力:約 5 N
関節駆動機構 B	モータ定格出力:約 0.15 W 最大関節トルク:約 0.02 Nm 理論最大指先力:約 1 N
接続ケーブル	デジタル信号ケーブル(φ2.4mm)×1 電力ケーブル(φ4.5mm)×1
質量	500g 弱 (接続ケーブル含まず)
外部装置	Xilinx チップ搭載, 専用 PCI ボード×1 DC12V3A+DC5.4V1.5A 電源 ×1

まいりました。大きなものでは、東京大学館研究室生まれの全周型立体表示装置“Twister”があり、“日本科学未来館”などへ納入しました。このたびは、開発能力の拡大を目指して独立した次第です。

弊社の名前が示すとおり、筆者の専門は昔ながらの機構学を活用した機械設計です。機械式時計の衰退に見られるように、電気・電子工学の発展によって、機械設計の工夫に呻吟する必要性が薄れてきた感があります。しかしながら、VR 研究においても、計算機内の VR 世界が物理シミュレーションを取り込んで拡張されるにつれ、実世界との物理的インタフェースとして、多種多様な高度な機械装置が今後益々求められてゆくと考えます。弊社はそのような開発のお手伝いを多くの研究者へ提供できるようになることを目指して行きます。

#### 【連絡先】

会社名：株式会社川渕機械技術研究所  
所在地：東京都大田区蒲田 2 丁目 10 番 1 号  
E-mail：info@kawabuchi-lab.com  
URL：http://kawabuchi-lab.com/

# ラク楽実践 VR

## - 手と足と頭を使え！ VR システムの作り方 -

今回は、少々硬派路線のラク楽です。USB といえばもう何処にでもあるインタフェースですが、VR デバイスには相変わらず伝統的なシリアルインタフェースを使ったものが多いのが現状です。今回は、この USB を誰でも手軽に使える可能性を秘めた便利な組込マイコンを紹介してもらいます。たかだか千円以下のマイコンで自由自在に USB を使えるとなると、皆さんの開発装置にも非常にお気楽に利用出来るのではないのでしょうか。報告は諏訪東京理科大学の村田さん、清水先生です。

野間春生 (ATR)

### 第 11 回

### USB2.0 対応 PIC の紹介

村田浩士、清水俊治 (諏訪東京理科大学)

ワンチップマイコンである PIC【Peripheral Interface Controller】は、Microchip Technology 社 (以下 Microchip 社) [1] が販売しているマイコンで、秋葉原では一つ 100 円台から購入できるものもあり、趣味で扱っているユーザーが多いマイコンである。PIC が持っている基本機能として、デジタル信号の入出力、外部信号をカウントするカウンタ、定期的にプログラムを実行できるタイマ、モータの回転速度制御などに利用できる PWM、入力電圧を比較するコンパレータ、AD 変換、RS232C を持つコンピュータやハードウェアと通信できる USART 機能などが挙げられる。

PIC における最新の話題としては、USB2.0 対応 PIC が挙げられる。この USB2.0 対応 PIC は上記の基本機能に加えて USB2.0 規格のコントローラを内蔵した PIC のことである (ただし、USB2.0 のハイスピード 480Mbps には未対応)。図 1 が USB2.0 対応 PIC の一つである

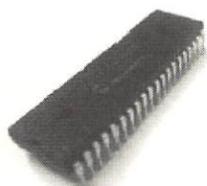


図 1 PIC18F4550

PIC18F4550 の外観である。この PIC の USB 機能を活用するためには、USB コネクタや水晶発振子、さらにプログラムを書き込むハードウェアと、USB 規格の通信をするために USB 規格に準拠したプロトコ

ルソフトウェアと開発環境用ソフトウェアが必要だ。

プロトコルソフトウェアに関しては、Microchip 社 [1] から「USB フレームワーク」と称して無償で配布されている。この USB フレームワークは評価用ボード PICDEM FS USB(図 2)のサンプルプログラムと一緒にあって、コンパイルをし、評価ボードの PIC に書き込むことで

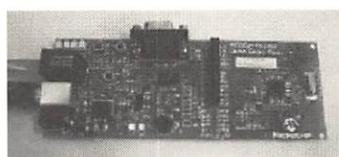


図 2 PICDEM FS

ぐに動作させることができる。なお、この評価ボードは先ほど紹介した PIC18F4550 の小型の基盤実装タイプが載っている。

開発ツールは Visual Studio のような統合開発環境の「MPLAB IDE」と PIC 用の C コンパイラ「MPLAB C18 Student Edition」を利用した。この二つも Microchip 社 [1] のホームページからダウンロードすることができる。MPLAB IDE は無償で、MPLAB C18 Student Edition は 60 日間機能限定無しで利用できる。



図 3 MPLAB ICD 2

PIC のフラッシュメモリにプログラムを書き込むために必要なハードウェアは PIC プログラマーと呼ばれる。今回利用した「MPLAB ICD 2」(図 3) は MPLAB IDE から操作できる PIC プログラマーで、デバックを行うこともできる。パソコンと ICD2 は USB ケーブルで接続し、ICD2 と評価ボ

ードはモジュラーケーブルで接続する。

まず、提供されている USB フレームワークについて、分類されるデバイスクラスの一部を紹介する。

HID クラス (Human Interface Device Class Firmware) を用いると USB キーボード、マウス、ジョイスティックのように入出力デバイスとしてコンピュータが認識する。この HID クラスでは OS 付属の汎用ドライバで動作するのでドライバのインストールは必要ない。

CDC クラス (Communication Device Class Fireware) はコンピュータ側で COM ポートデバイスとして認識されるので、ターミナルソフトウェアや既存のソフトウェアで利用する際に向いている。Windows 2000 や XP では汎用のドライバを用いるため新たにドライバのインストールをす

る必要はないが、認識させるための INF ファイルは必要だ。

汎用 USB クラスはデータ転送するだけのクラスである。コンピュータ側では USB フレームワーク付属のドライバ、INF と DLL を用いてアプリケーションを作成する。

PIC を入出力インタフェースとして使うのであれば、上記の三つのクラスはどれでも利用可能だ。ただし、HID クラスはマウスやキーボードとして動作するので OS やソフトウェアの制限がないが、CDC クラスと汎用クラスの場合は専用のソフトウェアを作る必要がある。

パソコンとデータ転送をする場合には HID クラスを使わず、CDC クラスか汎用クラスを使う。CDC クラスで約 80kByte/s、汎用クラスで約 1MByte/s となる [2]。汎用クラスで転送速度を上げる場合は、PIC から連続的にデータを送るようにする工夫が必要だ。

以下では、デバイスクラスを利用した PIC の動作実験として、USB 電圧計と USB マウスなどを作って検証した。

**USB 電圧計**

CDC クラスを使って USB 電圧計を作ってみた。3チャンネル分の AD 変換値をコンピュータに送る。評価ボードに三つの可変抵抗器を接続した。

Microchip 社 [1] のホームページから MCHPFSUSB.ZIP をダウンロードしてインストールすると、各種クラスのサンプルプログラムが展開される。CSC クラスのサンプルプログラムは、初期化処理を行う UserInit 関数とメインループ処理の ProcessIO 関数を主に修正するだけでオリジナルのプログラムが作られるようになっている。USB の通信部分に手を加える必要はほとんどない。今回は AD 変換を利用するための設定を UserInit 関数に加えた。ProcessIO 関数にはコンピュータから「V」という文字を受信すると電圧値を返すよう修正した。また、USB デバイスの接続時に表示されるメッセージも変更した。

MPLAB IDE でコンパイルをしたら、ICD2 を用いて評価ボードの PIC に書き込みをする。そして、パソコンと評価ボードを USB ケーブルで接続すると図 4 のようにメッセージが表示される。次に「新しいハードウェアの検出ウィザード」が表示されるので、CDC クラスサンプルの INF ファイルが入っているフォルダを特定の

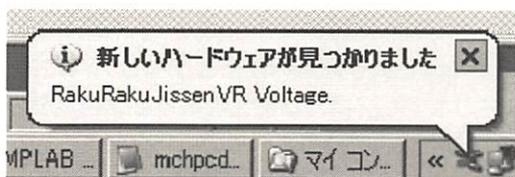


図 4 USB デバイス接続時のメッセージ

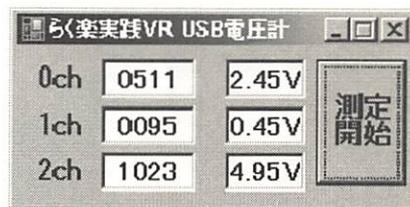


図 5 電圧の表示ソフト

フォルダとして選択してインストールを完了させる。

図 5 は VB .NET で作った AD 変換の値を表示するプログラムである。左が 10 ビット、右が電圧換算の値だ。PIC は「COM7」として認識されたので、シリアル通信の関数を使って、「V」の文字を送信し、AD 変換の値を取得した。USB のフルスピードは 1msec の周期でパケットを送れるので、この周期で 3 チャンネルの電圧を測定できた。

**USB マウス、キーボード、ジョイスティック**

HID クラスのサンプルプログラムは 2 ボタンの USB マウスとして動作する。サンプルプログラムはこれだけしかないが、pic18fusb.online.fr [3] という Wiki のサイトには HID クラスで 3 ボタンホイールマウス、キーボード、ジョイスティックとして動作させる設定方法が載っている。これに従い、サンプルプログラムを修正して動作検証をしてみた。

3 ボタンホイールマウスは AD 変換の値からホイール回転量やマウスポインタの移動量を変えることができた。キーボードは PIC に接続したスイッチを押して、Ctrl キーや半角 / 全角、Windows キーなどの確認ができたことから、一般の 109 キーには対応しているようだ。ジョイスティックはアナログ入力、POV、12 ボタンに対応している。

**Linux 動作検証**

Fedora Core 5 で作ったデバイスを接続してみた。CDC クラスの USB 電圧計は「/dev/ttyACM0」に割り当てられ、Windows と同じようにシリアル通信で利用できた。HID クラスの各インタフェースも汎用のドライバで動作し、すぐに利用できた。

複数の USB デバイス同時利用における影響や、より実践的な応用例などを今後追って報告したいと思う。

**参考文献**

[1] Microchip Technology 社 : <http://www.microchip.com>  
 [2] 後閑哲也 : PIC で楽しむ USB 機器 自作のすすめ ISBN4-7741-2715-9  
 [3] pic18fusb.online.fr : <http://pic18fusb.online.fr>

## BOOK REVIEW

## 皮膚は考える

傳田 光洋 著

岩波書店 ISBN4-00-007452-0 C0345 2005 年発行

評者：仲谷正史（東京大学）

思考するもの、といえば、脳や人工知能といったものを容易に想像してしまうが、このタイトルは目を引く。なぜなら、「皮膚は考える」など、なかなかお目にかかれぬ単語の組み合わせであるからだ。しかし、このタイトルの真意は本書を読んで行くうちにのぞくと明らかになって行く。

本書は、皮膚科学の視点から人間の身体で起きている現象を明らかにしようという試みへのプロローグである。これまで身体を守る「単なる包装紙」としてしか見られていなかった皮膚の役割を、著者らの研究成果を中心に定義し直している。一口に皮膚と言っても、特に筆者は外界との境界にある「表皮」に注目している研究者であり、本書の中で皮膚という言葉は多くの箇所表皮のことを指している。筆者は、表皮が外部から身を守るための適応型の「防壁」であり、身体外部の情報を内部へ伝えるための「情報管理室」であり、かつ皮膚内部で可能な限りの情報処理・応答機構すらも兼ね備える「制御室」でもあることを、豊富な具体例と共に示している。

1章では、「皮膚は臓器である」と題して、皮膚、特に表皮の内部構造、およびそれ自身が外部から身を守るために持つバリア機能について説明し、表皮が中枢からの信号に従うだけなのではなく、自律的な再生・修復の機能を持った器官であることを説明している。2章では、生化学的な観点から、その自律的な皮膚バリア機能が表皮の表と裏の電位差によって保たれていることを、先行研究と自身の研究成果を交えて述べている。

続けて、表皮が免疫に関わる物質サイトカインや神経伝達に関わる物質ドーパミン等を生成し情報伝達に利用している(3章)、機械刺激によって神経発火を促す受容体が表皮に存在する(4章)という実験データに基づいて、「表皮そのもの」が外界情報の検出・処理システムとして機能するという考えを導いている。さらには発達の過程で皮膚と脳が同じ外胚葉と呼ばれ

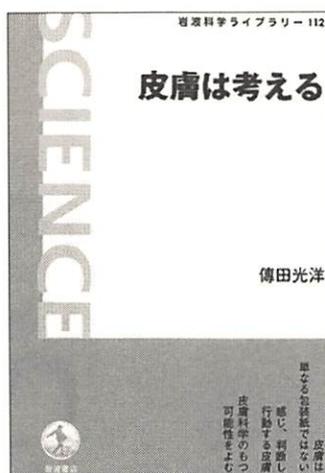
る部位から分化し、かつ脳内で機能する物質と同じものが表皮のバリア機能回復に影響を与えることから、表皮にも脳が行っているような高度な情報処理機能があるのではないかという仮説を提出している(5章)。

6章では、表皮の状態が外部環境のみならず、こころの状態の変容をも表す指標として利用できるという研究を示した上で、東洋医学と皮膚科学との接点の可能性を述べている。特に、鍼灸治療で広く用いられている「経絡」について、筆者らの過去の研究と照らし合わせながら大胆な仮説を立てている。これらの仮説は近い将来検証されるべきとして、若手研究者が皮膚科学研究へ積極的に参入することを勧めている。

皮膚科学研究は医学基礎研究の中ではあまり重きを置かれていない分野であり、皮膚科学に関するジャーナルのインパクトファクタも外科・内科のそれに比べて低いと言う。その理由は、重症の火傷や皮膚ガン等を除いて、命の別状に関わる医療行為を必要とする症例が他分野と比べて少数であることが挙げられる。

それがゆえに、皮膚科学研究がまだまだ発展の可能性を秘めているのではないかと評者が筆者と面会した際に談話している。加えて、本書でも触れられている「皮膚の健康が身体全体の健康をもたらす」と信じているという故松本元博士との言葉が、筆者を皮膚科学研究に駆り立て、本書を著した強力な原動力となっていると思われる。このような使命感を感じさせる話や、本書の随所にちりばめられた、科学者としての、かつ企業研究者としての泣き笑い話は、他の研究者にとっても共感でき、かつ勇気を与えるものであろう。

脳や心の仕組みは皮膚科学の視点からも論じてゆくべきである、という筆者の所信表明にも似た本書は、VR研究の中でも直接的な関係のある触覚研究者のみならず、脳に関心を持つすべての方にとっても一読を勧めることができる、格好の良著であろう。





# 研究会開催についてのお知らせ

## ■サイバースペースと仮想都市研究委員会

委員長：岡田謙一，副委員長：小林 稔  
幹 事：坂内祐一，本田新九郎，渡辺喜道

[研究会ホームページ] <http://www.sigcs.org/>

[研究会等開催予定]

### ●第9回シンポジウム

開催日：2006年12月1日(金)

会 場：筑波大学(大塚キャンパス，東京)

テーマ：サイバースペースがもたらすもの：社会と個人へのインパクト検証(仮題)

内 容： 個と個，あるいは個と社会を結ぶIT技術が社会システムを支える基盤となり，これらの技術なくしては我々の生活は成り立たなくなっています。情報科学分野に限らず，社会学，人間科学領域からの専門家を迎え，今後ますます進展するサイバースペース技術が何をもたらすのか，社会全体，個人等，多角的な視点から検証していきます。

※詳細・申込方法はホームページをご確認下さい。

2007年度の予定

最新の情報はホームページでご確認下さい。

- 第30回研究会 2月
- 第31回研究会 5月
- 第32回研究会 9月

発表の申込み締切は通常開催日の約45日前です。

nabe@yamanashi.ac.jp宛に以下を明記の上emailでお申し込み下さい。

発表題目

発表者名(登壇者に) および発表者の所属

概要(50字程度)

申込者連絡先(住所，氏名，Tel.，Fax.，e-mail)

[問い合わせ先]

山梨大学 渡辺喜道

Email: nabe@yamanashi.ac.jp

## ■複合現実感研究委員会

委員長：横矢直和，副委員長：竹村治雄

幹 事：加藤博一，苗村 健

[研究会ホームページ]

<https://sigmr.ime.cmc.osaka-u.ac.jp/>

[研究会等開催予定]

12月末まで研究会開催予定は無し。

## ■ウェアラブル/ユビキタスVR研究委員会

委員長：池井 寧，副委員長：広田光一

幹 事：上岡玲子

[研究会ホームページ]

<http://www.cyber.rcast.u-tokyo.ac.jp/wearable/>

[研究会等開催予定]

### ●第2回ウェアラブル/ユビキタスVR研究会

開催日：2006年11月21日(火)

会 場：秋葉原ダイビル

<http://www.daibiru.co.jp/tokyo/akihabara.html>

主 催：ウェアラブル/ユビキタスVR研究委員会

共 催：ヒューマンインタフェース学会

<http://www.cyber.rcast.u-tokyo.ac.jp/Wearable/>

原稿締切：2006年10月20日(金)

## ■変形と力覚に関する研究委員会

委員長：藤本英雄，幹 事：坂口正道

[研究会ホームページ]

<http://drei.mech.nitech.ac.jp/~deform/>

[研究会等開催予定]

10月～12月に、名古屋工業大学を会場に、医学工学に関する研究会の開催を予定しています。詳細はメール等にて連絡致します。

## ■アート&エンタテインメント研究委員会

委員長：苗村 健

幹 事：長谷川晶一，渡邊淳司

[研究会等開催予定]

●エンタテインメントコンピューティング第五回研究会 (共催)

開催日：2006年12月(予定)

会 場：京都(詳細未定)

主催：情報処理学会 EC 研究会

●エンタテインメントコンピューティング第六回研究会 (共催)

開催日：2007年3月(予定)

会 場：慶応大学(詳細未定)

主催：情報処理学会 EC 研究会

## ■VR 心理学研究委員会

委員長：伊藤裕之，幹 事：北島律之

[研究会ホームページ]

<http://www.design.kyushu-u.ac.jp/~ito/VRpsy.html>

[研究会等開催予定]

●第8回研究会

開催日：12月16日(土)～17日(日)

会 場：九州大学大橋キャンパス(福岡市)

共 催：日本音響学会聴覚研究会，九州大学 21 世紀 C  
OE プログラム

詳細は決まり次第，研究会 HP にてお知らせします。

<http://www.design.kyushu-u.ac.jp/~ito/VRpsy.html>E-mail:  
kitajima@csce.nias.ac.jp

## ■手ほどき研究委員会

委員長：原田哲也，幹 事：小池康晴

[研究会ホームページ]

[http://www.te.noda.tus.ac.jp/~harada/VRSJ\\_SIGET/](http://www.te.noda.tus.ac.jp/~harada/VRSJ_SIGET/)

[研究会等開催予定]

12月開催予定(詳細未定)

## ■テレ-immージョン技術研究委員会

委員長：廣瀬通孝

幹 事：柴田義孝，小山田耕二，土井章男

[研究会ホームページ] <http://www.n3vr.org/>

[研究会等開催予定]

●第2回テレ-immージョン技術研究会

開催日：2006年10月10日(火)

会 場：京都大学 学術情報メディアセンター(北館)

<http://www.media.kyoto-u.ac.jp/access/>

本研究会はテレ-immージョン (Tele-Immersion：臨場感通信) の基礎及び応用分野の研究開発支援を目的とし、今年の4月に発足いたしました。また、研究会の活動として、高速ネットワークを活用したシステム開発及びコンテンツ制作側双方の交流を促進するコミュニティ形成を目指しており、様々な研究分野の方からの参加を呼びかけております。

今回はイリノイ大学シカゴ校 Electronic Visualization Laboratory の Jason Leigh 氏による基調講演を予定しております。さらに本研究会では、テレ-immージョン技術に関連する研究発表を基に活発な意見交換をしたいと考えております。皆様のご参加をよろしくお願い致します。

【参加申込方法】

以下の情報を下記の問合先までメールで送信ください。

氏名：

所属：

住所：

電話番号：

E-mail：

(問い合わせ先)

テレ-immージョン技術研究委員会 事務担当：石田智行

E-mail: [ishida@cap.ocn.ne.jp](mailto:ishida@cap.ocn.ne.jp)



## 第 90 回理事会

平成 18 年 7 月 7 日：学士会分館

### 1. 各種共催・協賛・各種依頼について

- ・ IDW' 06 の協賛を承認.
- ・ 2007IEEE/ICME 複合医工学国際会議の協賛を承認.
- ・ 第 7 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2006) の協賛を承認.
- ・ 高臨場感ディスプレイフォーラムの共催を承認.
- ・ 科学技術政策研究会の調査における回答候補者依頼について本学会より 10 名を推薦.
- ・ ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 の協賛を承認.
- ・ 第 8 回日本感性工学会年次大会の協賛を承認.

### 2. 10 周年企画について

- ・ 10 周年記念祝賀会報告  
開催日時：2006 年 5 月 27 日 (土) 15:00-20:00  
開催場所：東京大学 武田先端知ビル 5 階  
武田ホール・ホワイエ  
参加人数：祝賀会 75 名 (登録者) アルバイト数名  
懇親会参加人数：正会員 41 名 学生会員 3 名  
招待者 17 名 (来賓+貢献賞受賞者)

### 3. 第 11 回大会進行状況報告

- ・ 口頭発表, 学術展示は, ほぼ例年並の件数となった.

### 4. 第 12 回大会進行状況報告

- ・ 候補日程：2007 年 9 月 19 日 (水) ~ 21 日 (金)  
会場予定：九州大学
- ・ 大会長：源田悦夫教授 (九州大学)

### 5. 論文誌

- ・ 11 巻 3 号「グラフィックスとアルゴリズム」特集
- ・ 11 巻 4 号「教育・訓練」特集

### 6. 企画

- ・ 認定制度に向けて大学の先生方にシラバスの調査依頼中, また CG-ARTS 検定の調査を考えている.

### 7. 芸術

- ・ 6 月 22 日~ 23 日に行われた 2006ASIAGRAPH (亜州芸術科学学会) は, 22 日は上海音楽学院にて国際デジタルメディアシンポジウムが開催され, 23 日は会場を上海工程技術大学に移し, 学術論文発表が行われ, 日本からは 19 件の発表があった.
- ・ 11 月に VR 文化フォーラム 2006in バリ島を計画.



# カレンダー

～ 2006 年 10 月以降開催イベント情報～

## ■国内会議

### ■ ASME Japan 設立 20 周年記念講演会

期日：2006 年 10 月 20 日 (金)  
会場：東京電機大学 神田キャンパス  
<http://sections.asme.org/japan/>

### ■ ロボット工学セミナー 第 37 回シンポジウム

期日：2006 年 10 月 30 日 (月)  
会場：東京大学 山上会館 大会議室  
[http://www.rsj.or.jp/Seminar/2006/RSJ\\_Sympo\\_37.htm](http://www.rsj.or.jp/Seminar/2006/RSJ_Sympo_37.htm)

### ■ 高臨場感ディスプレイフォーラム

期日：2006 年 11 月 10 日 (金)  
会場：工学院大学 新宿キャンパス 3F 講堂  
[http://www.ite.or.jp/kenkyukatsudo/schedule\\_index.html](http://www.ite.or.jp/kenkyukatsudo/schedule_index.html)

### ■ 第 56 回システム制御情報講習会

「工学が切り開く未来の医療」  
期日：2006 年 11 月 13 日 (月)～14 日 (火)  
会場：立命館大学大阪オフィス  
<http://www.iscie.or.jp/koushu.html>

### ■ 立体 Expo'06 (立体映像産業展 2006)

期日：2006 年 12 月 6 日 (水)～8 日 (金)  
会場：パシフィコ横浜  
<http://www.rittaikeio.jp/expo2006/index.html>

### ■ 第 7 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2006)

期日：2006 年 12 月 14 日 -16 日  
会場：札幌コンベンションセンター  
<http://www.sice.or.jp/~si-div/SI2006HP/>

### ■ ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007

期日：2007 年 5 月 10 日 -12 日  
会場：秋田拠点センター ALVE  
<http://www.robomec.org/news/news06.html>

## ■国際会議

### ■ ICAT2006

16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence  
Date: November 29-December 1, 2006  
Place: Hang Zhou, China  
<http://www.icat2006.org/>

### ■ IDW' 06

The 13th International Display Workshops  
Date: December 6-8, 2006  
Place: Otsu Prince Hotel, Otsu, Japan  
<http://idw.ee.uec.ac.jp/>

### ■ MVA2007

IAPR Conference on Machine Vision Applications  
Date: May 16-18, 2007  
Place: Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Japan  
<http://www.cvl.iis.u-tokyo.ac.jp/mva/>

### ■ CME2007

2007 IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering  
Date: May 23-27, 2007  
Place: Beijing Jingfeng Hotel, China  
<http://frontier.eng.kagawa-u.ac.jp/CME2007/>

### ■ World Haptics 2007

Second Joint EUROHAPTICS CONFERENCE and SYMPOSIUM ON HAPTIC INTERFACES FOR VIRTUAL ENVIRONMENT AND TELEOPERATOR SYSTEMS  
Date: March 22 - 24, 2007  
Place: EPOCHAL TSUKUBA, Tsukuba, Japan  
<http://www.worldhaptics2007.org/>

## ■日本バーチャルリアリティ学会理事

会 長	岸野文郎	(大阪大学)
副会長	野村淳二	(松下電工)
	佐藤 誠	(東京工業大学)
理 事	池井 寧	(首都大学東京)
	岩田洋夫	(筑波大学)
	伊福部 達	(東京大学)
	岡田謙一	(慶應義塾大学)
	小木哲朗	(筑波大学)
	河口洋一郎	(東京大学)
	竹田 仰	(九州大学)
	武田博直	(セガ)
	竹村治雄	(大阪大学)
	仁科エミ	(メディア教育開発センター)
	浜田浩行	(NHK)
	原田哲也	(東京理科大学)
	廣瀬通孝	(東京大学)
	藤生 宏	(NTT アドバンステクノロジー)
	柳田康幸	(名城大学)
	山本裕之	(キヤノン)
	横矢直和	(奈良先端科学技術大学院大学)

監 事	舘 瞳	(東京大学)
	中津良平	(関西学院大学)

## ■日本バーチャルリアリティ学会賛助会員

株式会社 ソリッドレイ研究所  
ヤマハ株式会社  
旭エレクトロニクス株式会社  
株式会社 日立製作所 研究開発本部  
株式会社 エヌ・ティー・エス  
松下電工株式会社  
オリンパス株式会社  
関西電力株式会社  
スイートバレー推進協議会  
三菱電機株式会社  
リードエグジジションジャパン株式会社  
キヤノン株式会社  
日商エレクトロニクス株式会社  
株式会社 スリーディー  
ソフトキューブ株式会社  
日本バイナリー株式会社  
株式会社 エクサ  
日本 エス・ジー・アイ株式会社  
アイスマップ有限公司  
有限会社 ILTJ  
株式会社 JP ビジネスサービス

(会員番号順)

### ■ニュースレターに関するお問い合わせ

E-mail : vrsjoffice@vrsj.t.u-tokyo.ac.jp

### ■論文誌に関するお問い合わせ

E-mail : vrsjoffice@vrsj.t.u-tokyo.ac.jp

### ■学会誌に関するお問い合わせ

E-mail : vrsjoffice@vrsj.t.u-tokyo.ac.jp

### ■ホームページに関するお問い合わせ

E-mail : www@vrsj.t.u-tokyo.ac.jp

### ■本誌への広告掲載に関するお問い合わせは

下記契約代理店まで

株式会社インターブックス

担当：松元洋一

E-mail info@interbooks.co.jp

TEL 03-5485-7544

FAX 03-5485-7545

## ■日本バーチャルリアリティ学会学会誌委員会

委員長	伊福部 達	(東京大学)
副委員長	小木哲朗	(筑波大学)
幹事	井野秀一	(東京大学)
幹事	北村喜文	(大阪大学)
委員	矢野博明	(筑波大学)
	山田俊郎	(岐阜県生産情報研究所)
	清川 清	(大阪大学)
	北崎充晃	(豊橋技術科学大学)
	長谷川晶一	(東京工業大学)
	佐藤慎一	(日本福祉大学)
	小林 稔	(NTTサイバーソリューション研究所)
	茅原拓朗	(宮城大学)
	野間春生	(国際電気通信基礎技術研究所)
	星野 洋	(松下電工)
	舟橋健司	(名古屋工業大学)
	清水俊治	(諏訪東京理科大学)
	渡辺哲也	(国立特殊教育総合研究所)
	梶本裕之	(電気通信大学)
	西村邦裕	(東京大学)
	檜山 敦	(東京大学)
	島田茂伸	(東京都立産業技術研究センター)
	山下和彦	(東京医療保険大学)
	河合由起子	(京都産業大学)

## ■編集後記

惨敗だったサッカーの世界カップも終わり、前回編集後記を担当してからちょうど4年経ったことに気づきました。新体制の下で編集スタッフが大幅に拡充され、いつの間にか私も古株の一人です。月日の経つのは早いものです。

さて、前々号の「世界のVR」、前号の「日本のVR」に続き、10周年記念特集第3弾として、今号は10周年記念祝賀会報告の特集をお送りします。パネルディスカッションでは、それぞれのパネリストが異なる角度からVRへの熱い思いを語っています。祝賀会に参加された方も、参加されなかった方も、ツッコミを入れながら読んでいただければと思います。また、貢献賞を受賞した方々に「これからのVR」と題してVRの未来を語っていただいています。お楽しみください。

こうして、一連の特集記事をみますと、学会誌に掲載された方々だけではなく、すべての会員の皆さんの「VR10年史」が織り重なって、この学会が支えられてきたのだ、と感じずにはいられません。今後もVR学会は皆様の研究活動とともに発展していきます。末永くお付き合いのほど、宜しくお願いします。

清川 清(大阪大学)

**Journal** 日本バーチャルリアリティ学会誌  
of the Virtual Reality Society of Japan

**September 2006**  
**Vol.11 No.3**

発行日 2006年9月25日

- 無断で複写・転載することを禁じます。
- 落丁・乱丁はお取り替えいたします。お手数ですが、学会事務局までご連絡下さい。

Copyright © 2006 by the Virtual Reality Society of Japan

- 発行人 特定非営利活動法人  
日本バーチャルリアリティ学会
- 事務局 〒113-0033  
東京都文京区本郷 2-28-3 山越ビル 301  
TEL (03) 5840-8777  
FAX (03) 5840-8766  
E-mail vrsjoffice@vrsj.t.u-tokyo.ac.jp
- 学会ホームページ  
URL: <http://www.vrsj.org/>
- 印刷所 生々文献サービス  
TEL (03) 3375-8446



軽量化!

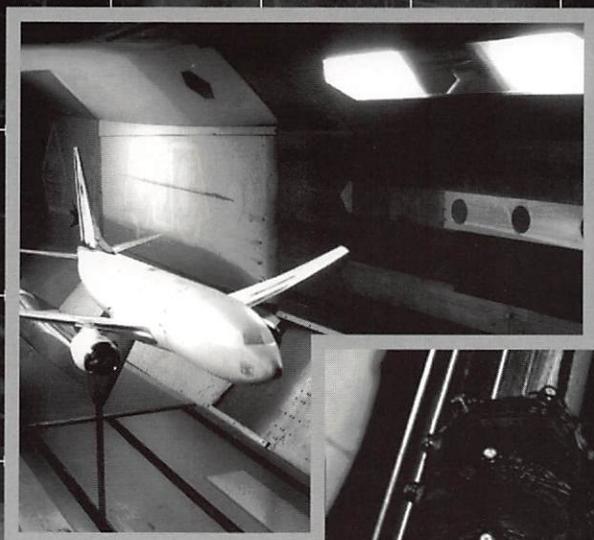
高精度3次元運動計測システム

OPTOTRAK<sup>®</sup> CERTUS



RMS精度 : 0.1mm  
サンプリング速度 : 4600Hz

MEASUREMENT YOU CAN TRUST™



ADVANCED  
SYSTEMS

正規代理店  
ADVANCED SYSTEMS CO.,LTD.  
アドバンスシステムズ株式会社  
〒190-0022 東京都立川市錦町2-9-7 営業部 プロダクツ営業  
TEL.042-523-3290 FAX.042-524-2013  
URL <http://www.asco.jp> e-mail [nisitani@asco.jp](mailto:nisitani@asco.jp)

開発: Northern Digital Inc.

3次元感触インターフェイス  
**PHANTOM Omni**  
フォースフィードバックデバイスのエントリーモデル

- 動作範囲 160 x 120 x 70 mm
- 座標分解能 450dpi (0.055mm)
- 最大提示反力 3.3N
- IEEE1394接続

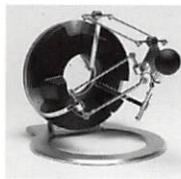


SensAble

3自由度  
force dimension  
パラレルリンク機構  
**Omega カ覚デバイス**

ワークスペース  
φ160mm x 120mm  
連続提示反力 12.0 N

分解能 0.009mm以下  
剛性 14.5 N/mm  
USB 2.0(標準)  
PCIボード(オプション)  
Windows / Linux  
MacOSX



CATIA V5対応  
産業用途のための力覚フィードバック  
**Virtuose**



- 作業空間 450 mm
- 最大フォース 35 N
- 連続フォース 10 N
- 最大トルク 3 Nm
- 最大連続フォース 1 Nm

アドミタンス制御  
ロボットアーム型力覚デバイス  
**Force MASTER**



最大提示力覚 250N  
3自由度  
位置分解能 <math>4 \times 10^{-6}</math>m  
疑似環境慣性 2 - kg  
最大疑似硬度  $5 \times 10^4$  N/m  
最大速度 1.0 m/s  
最大減速度 50 m/s<sup>2</sup>  
リフレッシュレート 2500Hz  
インターフェース  
100Mbit Ethernet

グラフィックとハプティックの同位置レスポンス  
**Reachin Display**



・力覚フィードバックとステレオ表示による高度にリアルなシミュレーション

データグローブ  
**5DT**  
5DT DataGlove Ultraシリーズ



- ・14個または5個のセンサー
- ・USBまたはシリアル(オプション)
- ・ワイヤレス(オプション)
- ・クロスプラットフォームSDK
- ・MRI用グローブ(オプション)

リアルタイム ポジショントラッカー  
**Visualeyez**



・空間分解能 0.015 mm (1D/距離1.2 m)  
・精度 0.65 mm (3D/距離1.2 m)  
・視野角 90°

赤外線光学式トラッキングシステム  
**A.R.T. System**



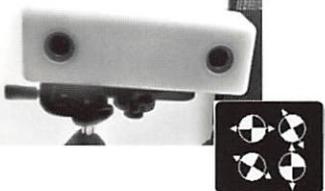
反射マーカを利用した、6DOFのトラッキングシステム。  
計測位置分解能 0.4 mm (3x3m)  
計測方向分解能 0.12° (3x3m)

リアルタイムモーションキャプチャ  
**PhaseSpace**



● 高速 480フレーム/秒  
● 最大 128マーカー  
● 分解能 30000 x 30000 (サブピクセル)  
● カメラ 4~32台  
Arrayプロセッサ、DSP内蔵  
● 座標 X・Y・Z座標リアルタイム

リアルタイム・光学ポズトラッカー  
マイクロトラッカー-2



白黒クロスパターンをマーカーとして認識するビデオ方式トラッカー。  
・キャリブレーション精度 0.2 mm

HDTV品質 42インチカラー液晶  
ステレオ3次元ディスプレイ  
**EON Artificial I**



- ・1920x1080 HDTV品質
- ・高輝度・高コントラスト
- ・特殊なメガネの装着不要

3D空間を簡単構築  
**Vizard**



様々なVR装置に対応した3Dコンテンツを迅速に作成するツールです。  
・Pythonスクリプトでインタラクティブ  
・SDKによる機能拡張

ビデオフィードバックシステム  
**SIMI VidBack**



キーを押すだけで動作を記録。連続遅れ再生により、記録後直ぐにフィードバック可能。  
スポーツ科学による運動解析に最適。市販のカメラ及びコンピュータを使用。

超軽量モバイル型  
眼球運動計測システム  
**Mobile Eye**



- 装着感のない超軽量メガネ型
- 行動の制約を受けない完全モバイル
- 2時間以上の長時間データ記録
- カラー視界画像上に注視点表示
- データ解析ソフトウェア

視線入力装置  
**QuickGlance 3**



手足が不自由な方、視線入力研究に最適。  
● ハンズフリーでパソコン操作  
● まばたきでクリック・ダブルクリック  
● 精度約1°  
● 30 フレーム/秒

視界180° 半球ドーム型プロジェクタ  
高臨場感ディスプレイシステム  
**VISIONSDOME 2**



- ・直径2メートルの球面状スクリーン
- ・折りたたみ可能
- ・TruTheta 180° 無限焦点レンズ
- ・2000 ANSI Lumen
- ・DirectX、OpenGL対応API提供

没入型ヘッドマウントディスプレイ  
**nVisor SX**



ヘッドトラッカー付  
● 1280x1024 画素  
● 視野角 60°  
● ステレオ。

ポータブル型ステレオ3次元  
プロジェクタ  
**VIZ 3D**



- 1400x1050 SXGA+
- 3Dステレオコンバータ
- 複数台組合せて2046x1050

立体的映像シアター、商業展示に最適。

3次元レーザー計測器  
**MicroScan 3D**



- アーム型で、対象物の裏側も計測可能
- 0.2mm高精度3D計測
- 6自由度の動作範囲
- コンパクトなデスクトップタイプ

非接触光学式  
3次元デジタイザ  
**inSpeck**



0.7秒 高速デジタイザ  
人体/顔 カラー複製  
全大リーガー顔写真撮影実現  
● 130万画素 高分解能  
● フルカラーテクスチャ  
● 3ds Max等モデリングソフトへのデータ出力  
● IEEE 1394インターフェース



ISSN 1342 6680

**VRSJ**

The Virtual Reality Society of Japan

日本バーチャルリアリティ学会誌 第11巻第3号

編集・発行：特定非営利活動法人

日本バーチャルリアリティ学会

〒113-0033 東京都文京区本郷2-28-3 山越ビル301

TEL:03-5840-8777 FAX:03-5840-8766