

# JOURNAL OF THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

Vol.12  
No.1  
2007

日本バーチャルリアリティ学会誌

特集●VRの原点を求めて～江戸・明治～

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



# Virtual Reality 2007 @Fukuoka



日本バーチャルリアリティ学会第12回大会福岡  
会期：2007年9月19日(水)–9月21日(金)  
会場：九州大学大橋キャンパス

■主催

日本バーチャルリアリティ学会

■共催

九州大学感性融合創造センター

九州大学先導的デジタルコンテンツ創成支援ユニット

■発表申し込み締め切り

2007年6月22日(金)

■発表原稿締め切り

2007年7月27日(金)

■企業展示申し込み締め切り

2007年7月27日(金)

■申し込み受付開始

2007年5月予定

■問い合わせ先:

〒815-8540

福岡市南区塩原4-9-1

九州大学感性融合創造センター

日本バーチャルリアリティ学会第12回大会事務局

Email: vr12info@design.kyushu-u.ac.jp

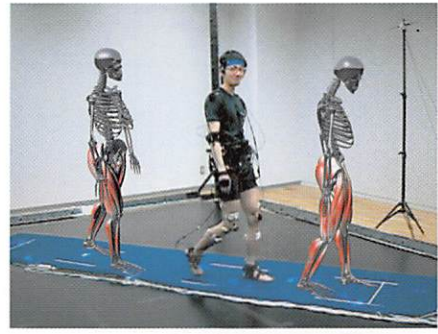
URL: <http://www.design.kyushu-u.ac.jp/~vr12info/>







▲  
3DCG化された対象の傾きによる表情の変化  
(詳細は「仮想身体による映像コミュニケーション」10頁参照)



▲  
節電及び足圧分布の測定を同時に行うMC装置  
(詳細は「仮想身体による映像コミュニケーション」12頁参照)



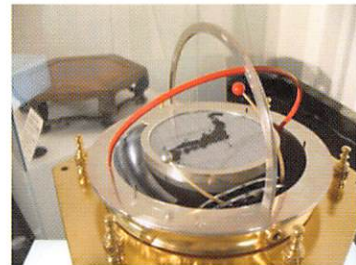
▲  
熊谷と敦盛を演じる子役  
(詳細は「歌舞伎の中の<現実>と<現実らしさ>」20頁参照)



▲  
千畳敷の遠見の例。舞台は「重の井子別れ」  
(詳細は「歌舞伎の中の<現実>と<現実らしさ>」22頁参照)



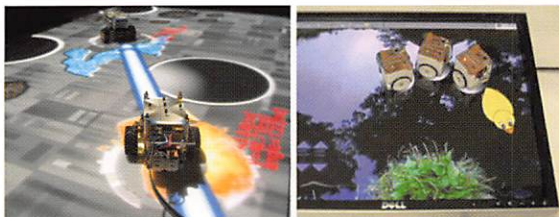
▲  
万年時計 (オリジナル) の全体の姿  
(詳細は「田中久重の万年時計：その構造と特徴」24頁参照)



▲  
ガラスを取り除く (レプリカ)  
(詳細は「田中久重の万年時計：その構造と特徴」26頁参照)

研究室紹介●電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科

大学院 電気通信学研究科 知能機械工学専攻 稲見研究室



▲  
Display-Based Computing (左: Augmented Coliseum,  
右: 画像提示装置による小型移動ロボットの制御)  
(詳細は38頁参照)



▲  
Robotic User Interface (RUI)  
(詳細は39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 12 卷第 1 号**



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

**March 2007**

**Vol.12, No.1**



■ CONTENTS

Journal of the  
Virtual Reality  
Society of Japan



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

March 2007  
Vol.12 No.1

■ 巻頭言

- 
- 4 ● VRと情報発信  
    小木哲朗（筑波大学）

■ 特集

VRの原点を求めて～江戸・明治～

- 
- 6 ● ゲストエディタ巻頭言  
    虚実の粹  
    鈴木一義（国立科学博物館）
  - 8 ● 仮想身体による映像コミュニケーション  
    源田悦夫（九州大学）
  - 13 ● 100年前の日本語音声を探して  
    清水康行（日本女子大学）
  - 18 ● 歌舞伎の中の<現実>と<現実らしさ>  
    児玉竜一（日本女子大学）
  - 23 ● 田中久重の万年時計：その構造と特徴  
    橋本毅彦（東京大学）
  - 29 ● 自動ピアノと再現芸術～本物を求めて～  
    林 英治（九州工業大学）

■ 会議参加報告

- 
- 34 ● ICAT 2006  
    Ronald Sidharta（東京大学）
  - 35 ● 第1回横幹連合シンポジウム  
    高橋正人（情報通信研究機構）
  - 36 ● SD&A2007  
    小池崇文（日立製作所）
  - 37 ● MMVR15  
    桑 直人（京都大学）

■ 研究室紹介

- 
- 38 ● 電気通信大学 稲見研究室  
    稲見昌彦（電気通信大学）



## ■製品紹介

- 40 ● Bluetooth 小型無線加速度センサ WAA-001  
(ワイヤレステクノロジー株式会社)  
森山正吾 (ワイヤレステクノロジー株式会社)

## ■ラク楽実践 VR -手と足と頭を使え！ VR システムの作り方-

- 42 ● 第 12 回 DS Lite 振動カートリッジの解析と活用  
大西克彦 (大阪電気通信大学)
- 44 ● コラム / お役立ち SHOP 情報  
Hansung Kim  
(Knowledge Science Lab, ATR-International)

## ■書評

- 45 ● 皮膚感覚の不思議  
下条 誠 (電気通信大学)

## ■2005 年度 研究委員会報告

- 46 ● サイバースペースと仮想都市研究委員会
- 46 ● 複合現実感研究委員会
- 47 ● ウェアラブル / ユビキタス VR 研究会
- 47 ● 変形と力覚に関する研究委員会
- 47 ● アート & エンタテインメント研究委員会
- 48 ● VR 心理学研究委員会
- 48 ● 手ほどき研究委員会
- 48 ● テレイマージョン技術研究委員会

## ■学術奨励賞授賞報告 第 11 回日本バーチャルリアリティ学会大会

### <口頭発表部門>

- 49 ● 視覚誘発電位を利用した CAVE 内の仮想物体制御に関する研究  
唐山英明 (東京大学)
- 49 ● MR 環境下における時空間ズレの生体影響とその軽減策の提案  
中島佐和子 (東京大学)
- 50 ● バーチャルリアリティシステムによる視野制限が半側空間無視へ及ぼす影響  
Baheux Kenji (東北大学)
- 50 ● 聴覚ゲーム練習による転移効果：聴覚 VR ゲーム研究の新しい展開と今後の展望

本多明生 (いわき明星大学)

- 51 ● テレイグジスタンスの研究 (第 50 報) - 外骨格遭遇型マスタハンドによる触力覚テレイグジスタンス -  
南澤孝太 (東京大学)

### <技術展示部門>

- 51 ● 反射像を利用した高解像度触覚センサ  
- アクティブパターンの検討 -  
嵯峨 智 (東京大学)
- 52 ● 低周波振動刺激を用いた圧覚ディスプレイの開発  
横田 求 (東北大学)

### <芸術展示部門>

該当者なし

## 53 ■研究会開催についてのお知らせ

## 55 ■理事会だより

## 56 ■カレンダー

(2007 年 4 月以降開催イベント情報)  
国内会議 / 国際会議

## 57 ■ご案内

入会案内, 他

## ■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

## VR と情報発信



小木哲朗

筑波大学

### 1. はじめに

昨年より、学会誌担当理事を努めさせていただいています。私と学会誌との関係は、本学会に学会誌編集委員会が設立された1998年から委員、幹事という形で関わってきたため、今年で10年目に入ることになります。これまでは、委員として記事の企画や編集が主な仕事でしたが、これからは記事内容だけではなく、学会誌のあり方等についても考えていきたいと思っています。

本学会誌は、当初は経験の少ない事務局や編集委員による試行錯誤の編集でしたが、最近では体制も整い編集作業も軌道に乗ってきました。昨年は、学会創立10周年記念ということで、学会誌においても幾つかの特別企画を行いました。無事に皆さんにお届けすることができました。これを節目として、本学会誌も次の段階としてその真価が問われてくる頃かと思っています。

ここ数年は、インターネットの普及により出版業界では雑誌という媒体の存在意義が問われ始めているようです。本学会誌も例外では無く、皆さんに読んでいただくためには、これまで以上に魅力のある内容が要求されてくるものと思います。昨年は編集委員会のメンバーも大幅に増強されたため、新しいアイデアがどんどん加えられてきていますので、ご期待いただければと思います。

また、学会誌を魅力的なものにしていく方法として、編集委員長である伊福部先生は、動画や3次元情報を扱うことができるWebと学会誌を連携させていくことを提案されていますが、このような手法は今後必須になると考えられます\*。VR技術の魅力は難しい理論を唱え

るのではなく、体験によって直感的に理解させられるところにあります。このような分かりやすさを追求した情報発信は、VR学会が率先して行っていく必要があります。

### 2. 可視化とVR

私の研究におけるVRとの係わりも情報をいかに分かりやすく提示するかという可視化(ビジュアライゼーション)の研究から始まりました。可視化とは、計算機で生成された数値データや計測器から得られるデータを、人間が直感的に理解できるような映像として提示する技術ですが、この可視化技術はVRの登場によって大きく変化してきました。

私がこの分野の仕事に携わった1980年代の初めは、スーパーコンピュータで計算された構造解析等の結果を、当時のPATRAN等のポスト処理システムを用いて1枚ずつプロッタで紙に出力していた時代でした。数値データを絵として表現することは行われていましたが、それを人に伝えるための媒体には紙を使用していた訳です。またマルチプランやExcel等の表計算ソフトウェアが登場してきたのもこの頃だったと思います。情報を分かりやすい形に加工しグラフ化するという処理を個人レベルで行うことができるようになったのは大きな変化でした。

その後SGIのグラフィックスワークステーションが登場し、コンピュータグラフィックスのライブラリが、GKSやPHIGSからOpenGLへと整備されるにつれ、3次元CGが一般的に利用可能な技術となってきました。



計算結果をその場でCG映像として提示することが可能になり、映像を見ながらの議論やプレゼンテーションとしての可視化が行われるようになりました。AVS等の可視化のツールも利用されるようになり、ビジュアライゼーションという言葉が広く使われるようになってきたのもこの頃です。

更にVR技術の登場は、3次元CGを立体視映像として提示するとともに、可視化という技術の利用方法そのものを変えてきました。利用者はあらかじめ描かれた静的な映像を見るのではなく、その場で視点位置を変更しながらリアルタイムに映像を生成する等、インタラクティブな可視化が可能となり、利用者は自分自身の体験を通して情報を得ることが可能になりました。またVR技術は五感情報の利用を可能にするため、CG映像による視覚化だけではなく、聴覚情報や触覚・力覚情報等を用いたセンシュアライゼーション(情報の感覚提示)も可能にしました。

情報が氾濫してくると、これらのデータを単に提示するだけではなく、大量なデータから新たな知識を発見することを支援するデータマイニングも重要視されるようになりましたが、VRによって構築されるインタラクティブな可視化環境は、ビジュアルデータマイニングの技術としても注目されている領域です。

可視化が個人的なデータの分析だけではなく、協調作業やプレゼンテーションに利用される場合は、複数の人間が可視化情報を見ながら議論することが必要になりますが、この方法もネットワーク技術の進歩に従って大きく変わってきています。従来は可視化された映像やVR装置の周りに人が集まる必要でしたが、広帯域のネットワーク環境では、遠隔地の利用者がネットワークを介して3次元可視化情報を共有しながらコミュニケーションを行うことが可能になってきました。これは、テレメーションと呼ばれる研究領域ですが、近い将来は当たり前前の技術として使われるようになっていくことが期待されます。

### 3. VRと情報発信

可視化技術に関するここ20年程の技術の変化を概観しましたが、技術の進歩によって情報を分かりやすく提示するための方法は大きく変化してきています。プロッタで紙の上に描かれた図面を用いていた時代から、モニタ上での可視化、VR環境での体験、そしてネットワークを介したテレメーションへ。私自身の研究も環境の変化に従って、数値計算の可視化を行っていた時代からいつの間にか、ネットワーク上のコミュニケーション技術に移ってきています。

これからのIT技術がどう進み、それに従って情報の提示技術がどう変わっていくかは興味深いところです。学会誌においても、時代の流れに乗りながら分かりやすい情報発信を行っていくことはきわめて重要です。そのためには、インターネットを始めとしたIT技術をどう活かしたらいいか、VR技術をどう活用できるか等、現在の雑誌の形態にこだわらない情報発信の方法を考えていくことも今後は必要になってくると思います。

### 4. おわりに

最後になりましたが、学会誌の編集という仕事は、原稿を執筆して頂いている諸先生方をはじめとして、情報を提供して頂いている企業や研究者の方々等、たくさんの人達のご協力で成り立っています。この場をお借りしてお礼を申し上げるとともに、学会という場が人と人、研究者同士のつながりを形成していく場としての役割りを持つことは大きな使命の一つと考えています。学会誌を始めとした学会からの情報発信がこのような機会を作っていくことに少しでも役立っていくことに、微力ながら努めていきたいと思っています。



\* QRコードでのアクセス

#### 【略歴】

小木哲朗 (OGI Tetsuro)

筑波大学 大学院システム情報工学研究科 助教授

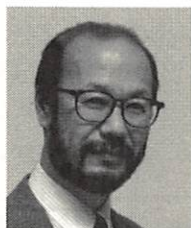
1984年東京大学工学部卒業、1986年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了、1994年同博士課程修了。博士(工学)。1986年三菱総合研究所入社、1996年東京大学大学院工学系研究科助教授、1999年通信放送機構研究員等を経て、2003年より現職。



# 特集 ■ VRの原点を求めて～江戸・明治～

ゲストエディタ巻頭言

## 虚実の粹



鈴木一義

国立科学博物館

SUZUKI KAZUYOSHI

「虚を以て虚と為さずして、実を以て虚と為す。」

南宋の詩人范曄文は、詩文の創作において、虚を虚としては心動くものがなく、実を実としては意味がない。虚を実、実を虚とする妙こそが深い詩情を生む、とする。

本特集がVRの原点を、過去に求めようとするこの意味とは、この言葉の中に尽くされていると考える。VRの発展において、その対象が、変わることなく‘人’である限りは、単に技法や技術だけではなく、あまたある虚実を融通無碍に組み合わせる発想こそが、人に感動を与えることができるのは間違いないと思うからである。「虚実」とは「VR」に他ならない。

さて、もう少し冒頭の話が続ければ、この虚と実、夢と現実を行き来する詩文や山水画は、東洋の精神性を表現したものとして、日本でも好まれ独自の発展を遂げた。畏敬する書家の吉澤大淳氏によれば、山水画は自然を描く風景画として、西暦4世紀末に中国で始まった。対して西欧の風景画はルネッサンス以後で、19世紀の印象派により確立された。西欧の人々はなぜこうも自然への接近が容易にできなかったのだろう。つまるところ、自然と自己、客観と主観とは永劫に相交わることのない対立関係にある、と考えていたからではないか、と言う。

共感するところ大であり、東洋の山水画は自然を描写する風景画として、基本的に「写實的」で「精神的」な理想郷を描いてきた。技法で言えば、北宋末に提唱された詩画一致があげられよう。すなわち山水画には、写実(実)としての絵、精神(虚)としての詩が同居する。近代以降の「絵画」ではなく「書画」なのである。画中に詩文をおくことで、人々は描かれた自然・空間を理解し、そこに同化・同調したのである。しかしまた、そのような手法を取った(好んだ)から、平賀源内や小田野直武、佐竹署山らの「秋田蘭画」などを除けば、江戸時代には近代的な写実風景画への発展がなかったとも言えるが、VRとして考えた時、このような東西の違いは、リアルさを人に与えると言う点から興味深い。実は印象派絵画は、それまで肖像画などで発展した写実主義的な絵画が、写真の出現で揺らいでいた時期、日本から伝わった浮世

絵などの色遣いや空間表現にヒントを得て、「印象」という写実に精神を加えた絵画である。詩文という表現と、印象という表現が、ともに「実」に「虚」を組み合わせることになったが故に、素晴らしいリアリズムを生んだと言えようか。

筆を進めるのに、印象派にも影響を与えた、この浮世絵の「色」へ話を移そう。現在我々が使っているパソコンのディスプレイは、その性能にもよるが、例えば一般的な24ビットのカラーディスプレイであれば、レッド(R)が8ビット、グリーン(G)が8ビット、ブルー(B)が8ビットで、1色あたり256(2の8乗)階調の中間色が表現できることを示す。すなわち、約1670万色(256×256×256)の色を表現することが可能である。釈迦に説法であろうが、ビット数をあげれば表現色は億単位に増える。使われている方もあろう。ところでしかし、それを扱う人間の目、感覚はどうなのであろうか。市販の色見本が1500~2000色で、単色としてみた時、人間が判断できる色の数は、せいぜい1万色というから、通常はその程度あればディスプレイも大丈夫のように思うが、物足りなく思うことがあるのは事実である。

それでは江戸時代に、印象派に影響を与えた我々の祖先は一体いくつの色を持っていたのであろうか。実はわずか300色程度なのである。日本の伝統的な色名には、鶯色、朱鷺色、鼠色、玉虫色、桜色、山吹色、露草色、藍色、萌葱色等、鳥や獣や虫、花や草木、鉱物等、自然界の物や現象をそのまま色名とした物が多い。

「春はあけぼの。やうやうしろくなり行く、山ぎはすこしあかりて、むらさきだちたる雲のほそくたなびきたる(『枕草子』第一段)」

日本人なら誰もが、その素直に描き出された春の夜明けの色彩豊かな情景を思い浮かべることができるだろう。千年を超える時の隔たりがあるにもかかわらず、我々は彼女と共通の認識を持つことができる。それは自然が変化せず、また異なる自然環境にすむ他民族との交流が薄かったことにより、語彙を増やさずとも、色に関する情報を交換できたことによる。欧米のように万の単位



のプリズム分光的な色定義は行われなかった。しかし自然を挑戦し征服するものと捉えてきた欧米と異なり、自然と融和し共存するなかで培われた観察眼と洗練された感性によって、例えば水の変化について、雨、霧、靄、霞、露、霜、雪、等の微妙な現象を識別し表現しているように、千年変わらずにある自然のなかの「表意 300 色」で、単なる「表音色」を越えた無限の色彩・情景表現を可能としていたのである。江戸時代に磨き上げられた、このような「実」と「虚」を合わせ持つ伝統色は、わずか 300 色で万の分光プリズム色の「実」を超えた表現力、リアリティーを持ったのである。

その表現方法の一つが、「重ねの色」である。一二単衣に代表されるように、四季の変化に心を動かし、虫の音に癒しを感じる、日本人独特の季節感や「もののあわれ」のような感情を、自然に学んだ色の組み合わせで表現したのである。そして浮世絵の色遣いは、この重ねの色を逆手に取って立体感や迫力を出しているのだと、現代の浮世絵師として実際に伝統木版画の製作を行っている安達以乍牟氏から伺ったことがある。写楽の「大首絵」のような誇張表現、「富岳百景」のような平面的な浮世絵に、あえて、色の不自然を行って出した立体感、遠近表現、これらの虚実が浮世絵のリアリティーに繋がっているのである。

江戸時代を見回せば、このような事例はいくらでもある。日本庭園の枯山水や借景、さらにそれを凝縮した箱庭のような、概念的には「真行草」から「見立て」のような、形や発想もそうであろう。そして最も虚実を交えて、見る者を別世界へ誘うものが、芸能であろう。浮世絵などに代表されるように、芸術や芸能、娯楽の分野での、当時の日本の評価は世界的にも高い。紙面の都合もあるので、一例にとどめるが、「からくり」という日本独自の機械人形も、江戸時代の代表的な大衆芸能、娯楽のひとつである。この大衆芸能であることが、からくり独自の虚実を与えた。上流階級の芸能である「能」が、見る者に教養を求め、芸能の様式を変化させないのに対し、大衆芸能である「人形浄瑠璃」や「歌舞伎」は、飽きられないように、その演目や演出、舞台すら、まさに

劇的に変化させた。からくりも、西洋のオートマタが基本的に一部の人々のための、一度(数度)の見せ物であったのに対し、連続興行に耐えられるように、より人間に近いリアリティーを求められたのである。

今日に残る中部地域のからくりの中に、「綾渡り」という山車からくりがある。このからくりは、棒から棒へ唐子人形が移ってゆくものであるが、たまに失敗して落ちることがある。観客はこのことを知っていて、ハラハラ、ドキドキしながら見ている。落ちれば、あーっと声を出して残念がり、見事渡りきれば、我が子のことのように手を叩いて喜ぶのである。漫画の鉄碗アトムのように、失敗したり悩んだりするロボットを、日本人は何百年も前から当たり前のように思ってきたのである。綾渡りのように、失敗を演出の中に取り込んだロボットは、世界でおそらく日本だけであろう。「弓射童子」というからくりも、簡単な構造であるのに、矢を外すという失敗も含め、その動きは極めて巧妙である。特に顔の部分には、糸の半分が集中して微妙な仕草を可能にしている。西洋のオートマタであれば、目や口が動くことでリアリティーを求めるのであるが、弓射童子は「能」にみられるような極めて日本的な所作を行うことで、同じ動きであるのに、矢が当たったときは嬉しさを、外れたときは悔しさを見事に観客に伝えてくる。日本人の心の機微を心憎いばかりに捉え、飽きさせないリアリティーを与えているのである。

江戸時代、すなわち世界が交流を密にし始めた 17 世紀から、日本は鎖国という自主独立の立場を取って、開国の 1868 年までの約 260 年間、わずかに中国やオランダ、朝鮮以外は、まったく他国との交流なく過ごした。それ故、江戸時代やそれに続く明治時代には、述べてきたような我が国独特の美意識やその表現を特化させたものを、数多く見ることができる。そのいくつかは、本特集で執筆各位により解説されよう。それは、「虚実」の粋である。急速に進みつつある現実(虚の技術)は、ややもすれば目的(仮想現実=虚実)を置き去りにすることになろう。現代の虚実、VR の発展に少しでも、本特集がお役に立てば幸いである。

#### 【略歴】

鈴木一義 (SUZUKI Kazuyoshi)

国立科学博物館 理工学研究部 主任研究員

1957 年生まれ。新潟県出身。1981 年東京都立大学工学部機械工学科卒。1983 年同大学院工学研究科材料力学専攻修士課程終了。同年、日本 NCR 株式会社 技術開発部勤務。1987 年より国立科学博物館理工学研究部勤務。現在にいたる。研究対象は、日本における科学及び技術の発展過程、特に江戸時代から現代にかけての科学、技術の発展状況を、博物館的な実物資料の視点から実証的な見地で、調査、研究を行っている。経済産業省「ロボット大賞」選考委員、「ものづくり日本大賞」選考委員、「ものづくり政策懇談会」委員、トヨタ産業技術記念館、江戸東京博物館、その他博物館の構想委員や展示監修委員など。主な著書『見て楽しむ江戸のテクノロジー』(監修 数研出版)、『日本人の暮らし』(監修 講談社)、『20 世紀の国産車』(三樹書房)、『日本の鉱山文化』(国立科学博物館 特別展図録)、『からくり人形』(学研)、『日本の産業遺産 300 選』(共著 同文館)、『技術史教育論』(共著 玉川出版)、『技術史の位相』(共著 東京大学出版)。



## 特集 ■ VRの原点を求めて～江戸・明治～

## 仮想身体による映像コミュニケーション



源田悦夫

九州大学

GENDA Etsuo

## 1. はじめに

急速なメディアテクノロジーの進展は、多様な映像表現を生み出しコミュニケーションの領域を拡大させた。コミュニケーションとは情報の発信者 (sender) と受信者 (receiver) が相互に、記号を介して意味概念を共有するということである。情報の発信者が、伝達する内容 (context) を身振りや言語などの記号 (sign) に変換し、受信者に伝えることが行なわれている。確実なコミュニケーション成立のためには、発信者側の伝達したい意味内容の適切な記号化 (encode) とともに、受信者側における記号を解釈 (decode) における配慮が必要となる。

また、この両者のコミュニケーションを成立するためには、共通基盤 (Common Ground) としての背景が必要であり、通信環境や通信上の規約とともに、人間の側における文化的・言語的・感性的な背景が情報共有の基盤となり、コミュニケーションの成立を決定する要因となっている。

コミュニケーションの側面から仮想身体を考えたとき、その目的に応じて仮想身体の役割をいくつかに分類することができる。仮想身体を、「意味としての記号性が高い仮想身体」、「人間行動の記録や再現としての仮想身体」、「自律性を持ち自分の判断で反応や行動をする仮想身体」などに分類することができる。これらはユーザの要求に従った仮想身体の機能や属性として具備される。ここでは仮想身体の内部機能まで及ぶ自立的な仮想身体ではなく、形態的で表面的な姿としての仮想身体について、制作事例と応用について述べる。

## 2. 記号性とリアリティ

コンピュータ仮想空間内で行動する仮想身体は、その身体動作や顔の表情は、実世界における人間と人間

とのコミュニケーションと同様に、伝達における充足的な役割を持っている。一般に抽象度や記号性の高い仮想身体としてナビゲータやアイコン、エモティコンなどの人間とコンピュータインタフェースとして存在する仮想身体から、具象度が高くリアリティのある人間の容姿や振る舞いの代行者としての役割を持つ仮想身体まで様々な種類の仮想身体が存在する。特に、これらの顔表情は伝達上重要な役割を果たしており、これらの記号化・具象化に応じて、顔や全身の表情や形状、身振り、着衣、化粧、音声などが仮想身体の構成要素として選択される。

## 3. 感情のインタフェース

情報の発信者および受信者が、お互いに共通の基盤としている感性のプラットフォームがある。仮想身体顔の表情や姿振る舞いから受ける感情の構造を知ることが、仮想身体制作において重要な要素となる。デジタル化されたフェイシャルモデルについても、実在の人間と同じようにコミュニケーション上重要な役割を果たしている。受信者のイメージ評価の構造を知ることが、伝達の効率化や、意図的な表現方法に適応できると考え、仮想身体顔の表情に注目し、インタフェースとして制作に応用した事例を紹介する。

＜リアルタイムで動作する放送用バーチャルキャラクターの開発としての顔表情の制御についておこなった事例＞

ここで使用するフェイシャルモデルは、骨格 (Skeleton) 及びこれにバインドする変形多面体 (Flexors) を用いた人体モデリングを行い (図1)、基本となるフェイスモデルを設定し変形多面体上のコントロールポイントを制御することによって、特徴的な顔表情モデルを作成し





図1 ポーンにバインドされた曲面の制御範囲

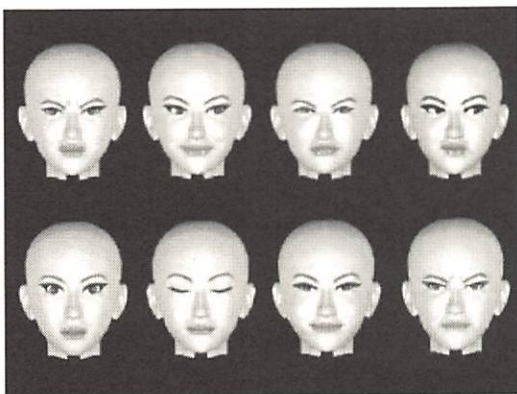


図2 印刷評価に用いたフレクサーの制御により生成される各種顔表情の一部



図3 タレントと対話するバーチャルキャラクター (NHK、九州大学との共同研究 2003)



図4 キャラクターの表情を制御するデータ・グローブ

ている(図2)。解剖学的な視点からみると、顔の表情は人間の筋肉の複雑な相互関係から形成されており、これをこのままの構造をシミュレートしていくことは困難であり、効率的であるとは言えない。ポリゴンの設定にあたっては、解剖学的な骨格や筋肉からの配置ではなく、様々な表情を表現するための、CG制作上都合の良いスケルトンの位置関係を求めることを考えた。バーチャルキャラクターは記号性が高く、リアルタイム性ととも、強調された表情や身振りを通して意味を伝えることが要求される。ここでは顔のモデリング上の問題とのキャラクターの表情との関係を調べ感情の制御要素を、印象評価から求めた。

簡単な操作で様々な表現のできるリアルタイム性のあるフェーシャルモデルの制作を目指した。刺激となるデジタル化した顔のサンプルをもとに、SD法による印象評価を行い、尺度化されたデータを主成分分析を行なった結果、以下の三つのファクタを抽出した。明るい、楽しげな、機嫌のいいといった「好感度」に関する因子、激しい、はっきりとした、派手なといった「パワー」に関する因子、知的な、どっしりとした、落ち着いた、自信のあるといった「インテリジェンス」に関する因子が挙げられた。さらにこれらの因子に対応したモデリングとの関係性をみると「好感度」の因子においては、口の上、下部の制御点の組み合わせによって作られる口角や口の形状、頬の高低との関連性が予想された。第2ファクタである「パワー」に関しては眼の上下の制御点は眼の大きさや眼の向き、眉間の皺などの影響が考えられる。第3ファクタである「インテリジェンス」の因子に関しては、眼の形状、頬の高低などが関連している。この結果から、この三つのファクタを顔表現因子として仮定し、これらの重みづけによって表情を作り出すモデルを設計した。少ない制御要素で、リアルタイムに様々な表現が可能になるように、三つの感情評価要素の重み付けをデータ・グローブに割付け、上記に上げた顔の各部位を制御するバーチャルキャラクターを作成した。NHKと源田らとの共同研究でおこなったこの実験では放送レベルでの実用性について良好な結果を得た(NHK,Genda,Sakai2004)(図3)(図4)。

<閲覧者の感情を考慮した仮想展示システム>

同様な方法で行った実験として、閲覧者の感情評価を用いた3D展示手法の研究を行った。(註1)韓国の伝統面ハフェタルや日本の能面を用い、展示におけるライティングや対象物の面の向きの変化の名の違いによる印



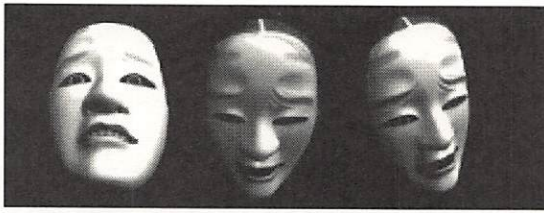


図 5 3DCG 化された対象の傾きによる表情の変化  
\*口絵にカラー版掲載

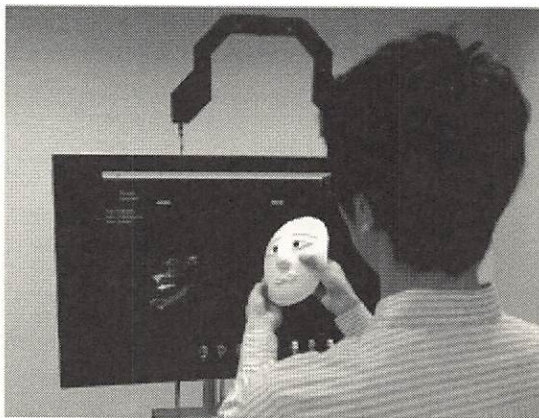


図 6 閲覧者の感情評価軸を応用した VR 展示装置

象評価をおこなった結果、上記に類似した「安定性」、「パワー」、「知性」の因子を得ており (Son,Genda2007), これらは顔の表情評価因子とて共通に考えることができる (図 5)。さらにこの実験をもとに閲覧者の感情評価軸を応用した VR 展示装置を開発した (図 6)。

さらにこの実験をもとに、閲覧者の感情評価軸を応用した VR 展示装置を開発した。閲覧者が自分の得たい感情を、安定性、知性、パワーの三軸の感情操作軸を操作しイメージを決定すると、それにふさわしいライティングや展示対象物の向きがリアルタイムに対応する装置である。また逆に、閲覧者が保持するレプリカの仮面の回転や移動の情報をスクリーンの仮想展示物として表示するとともに、さらにコンピュータ空間内の仮想ライトを変化するとその状況がリアルタイムに再現される。そしてこの状況における印象が意味空間上に提示する。仮想展示の仮面と感情というインタフェースを通して、器物のもつ形状のみならず意味的な側面も理解するための装置として試作した。

#### 4. リアルな仮想身体をつくる

実在の人体をヌードでしかも実体感を持って人間らしく豊かに表現する技法については、芸術的感性を必要とした領域であり、実用的な 3D モデリングデータは世界

的にみても極めて少ない。

我々は、このような身体データを作成するために以下のような手順を基本にしている。ここで作られる仮想身体は手術用身体データやバーチャルオーガンの自律的な身体モデルではなく、コミュニケーションの目的が前提となっているため体表モデルに限定している。ここでは、画家や彫刻家が業として持っている能力を積極的に生かし、制作時における対象の把握方法や対象の省略・強調法に注目している。これは、受け取り手側にとって伝達性を高めるものであり、データ量の削減に資するものと考えている。論理的な実証は今後必要ではあるが、数学的アルゴリズムによるデータリダクションを用いながら、芸術的な手法によるモデリング手法は仮想身体データの生成上、データの削減や意味伝達の効率の上から効果的であると考えている。

こうした考え方の基に、われわれは、実在感のある仮想身体制作の手順として、人体の観察・表現と人体計測の両面から行っている。

まず、制作にあたって形態の成り立ちや運動に伴う体表変化を把握するため、生体の観察をデルマトグラフおよびデッサン、写真撮影などによって特徴の把握を行うとともに体表解剖学的な所見からの特徴の抽出を行う。さらに、表現上のポイントはデッサンなどによっても把握する。

デルマトグラフとは、皮膚にある種のパターンを描いて人体の体表の変化によって生じるパターンの偏位から膚や筋肉の変化を把握するための手法として中尾による「デルマトグラフィ」におけるパターンのことである。このパターンは、明確には定義されていないが、観察する部位によって種類が変化し、観察者の主観に左右されにくい特長の抽出が可能である。

図 7 及び図 8 は、Kono,Genda による CG モデリングに適した人体顔部分におけるデルマトグラフ用のパターンを提案したものである (Kono Genda SIGGRAPH2004 Sketch)。

CG に適した Feature Line と呼ぶパターンは、全身形状制作に対応したパターンを現在開発中である (図 9)。今後より効率的な実態データをもとにした、モデリングの手法を開発していく。

全身デジタイザ (図 10) は直立時の重心のかかり方による体の歪みなどが正確に再現され、重力感のあるデータが得られる。また、計測としては、参照用として全身デジタイザによる形状データの採取、小型デジタイザによる精密部分データの採取、直接計測不能部の石膏に



よる形状の採取などを基本データとして採取する工程を通して全身モデルとして再構築する。ここでは、芸術家のもつ対象に対する強調や省略を意識しながら特長を捉え、特徴ある部分や表現性の必要な部分を考慮しながらデータのリラクショナルを行なう。いわばバーチャル彫刻を行う(図11)。



図7 StructureLines(Kono2005)によるデルマトグラフ

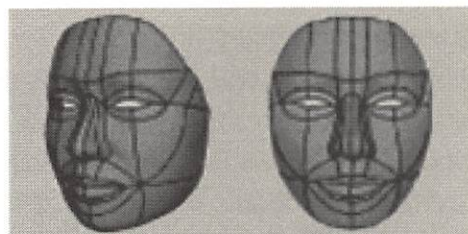


図8 StructureLinesに基づいたCGモデリング

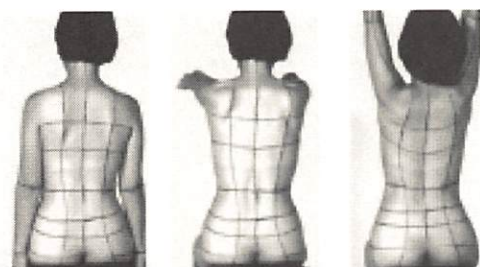


図9 肩部のデルマトグラフによる体表の変形

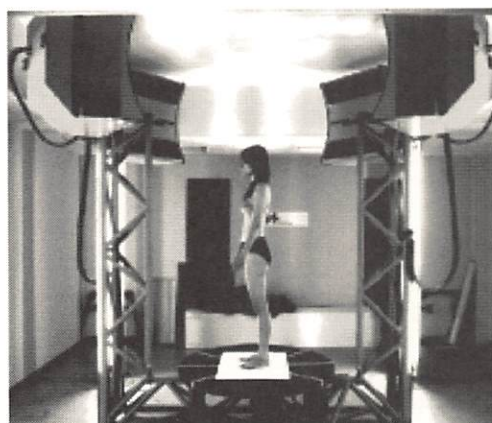


図10 全身用3Dデジタイザ

### 5. 仮想身体データベース

上記で示したような制作手法を用いて、高品位な人体データの制作とともに、観賞にも堪えうるような表現性のある、人体モデル作成を行っている。現在までに年齢、性別、体形の異なった被験者数十名から、形状および動作を採取し、デジタルデータを構築した。ここでは、日常的な一般動作に加えファッションモデル、介護士、空手選手、ストリート、ダンサー、ヨガ、バレリーナ、漁師などの専門的職業に伴う動作とともに、高齢者や歩行障害者のデータも含まれている。

これらのデータに対して、美術解剖学的、人間工学的知見から作成したデータは、エンタテインメントやその他の様々な用途に応えることができる。

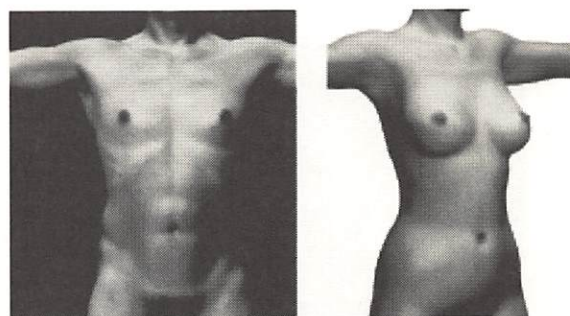


図11 人体データベースの一部

また文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「江戸のモノづくり」では、伝統芸能、動き、およびエンタテインメントの観点から、伝統芸の保持者のデジタルアーカイブの制作を行った。ここでは、詳細については省略するが、歌舞伎および韓国伝統芸能のサムルノリを取り上げ、形状の記録方法、創作的表現としての運動ノーションの方法の開発、伝承性についての研究をおこなった(図12, 13)。モーションキャプチャを中心にした運動データの採取が基本となった。しかしサムルノリにおけるモジャ(帽子)の上に、取り付けられたリボンの動きなどは、参照するマーカの数量、重さ、形状が運動に影響を及ぼさないような条件設定のための実験を行い、数理的に処理できるようリボンの表現方法を独自に考えた。またサムルノリは群舞として演じられるが、参加する演者の個々データと全体との関係性を構文的な構造のノーションを構築し再編や応用を可能とした。また歌舞伎の見栄のキャプチャリングでは、マーカの空間上の時系列データのみでは、見栄の演技に内包する力強さや運動の溜めは表現しきれない。これをおぎなうデータとして現在、複数のポイントにおける筋電位の推移や

量についての採取や、物理情報として、重心位置や足圧分布の変化の採取も行いこれら複数の情報からアニメーションを制作することについて検討している。(図 14)ここでは、データの削減を行う一方で、伝承や記録のポイントとなるデータを見極めアニメーション制作の手法に生かしていくことが重要である。

仮想身体制作には、芸術的視点のみならず人間のダイナミクスや解剖学的視点とともに人間工学や計測学的視点等の広範な知的連携に基づく研究が必要である。

今後は、より広範囲な用途に適用することが可能なデータを作成するとともに、より人間的な仮想身体を作成していくことを目指す。また、医学や人間工学といった異分野の専門家との連携によって、基本となる人体アトラスの制作やモデルの精度を高めていくことが課題である。

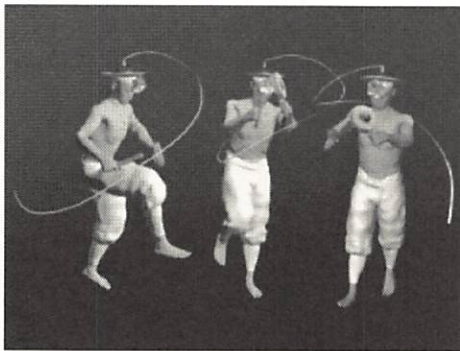


図 12 “SAMURUNORI” EUROGRAPHICS2005 Animation (Theater Grand Prix Choi+GENDA Lab)



図 13 歌舞伎隈取 江戸のものづくり 2006 (Genda Lab)

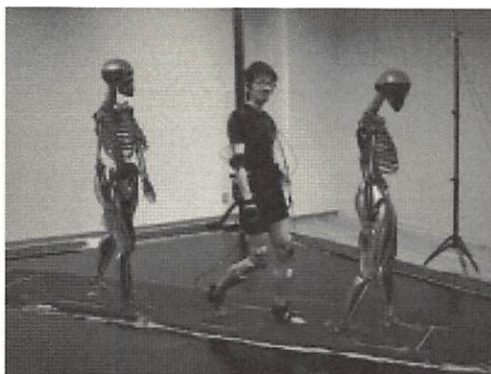


図 14 節電及び足圧分布の測定を同時に行う MC 装置  
\* 口絵にカラー版掲載

## 参考文献

- [1] Hiroshi Kono, Etsuo Genda: 3D featurelines dermatograph for Generating-3DFace Geometry, Bulletin of 5th Asia Design Conference (2001)
- [2] Etsuo Genda: Digital Mybridge SIGGRAPH2000 Animation theater
- [3] 中尾喜保: 生体の観察, メディカルフレンド (1981)
- [4] Masato Yako, Etsuo Genda: Analysis of KABUKI Dance Using Motion Capture System International Journal of Asia Digital Art and Design (2004)
- [5] Winkle Generation Model for 3D Facial Expression SIGGRAPH 3003 Sketches & Application

## 【略歴】

源田悦夫 (GENDA Etsuo)

九州大学 大学院芸術工学研究院 教授

東京生まれ。1976年東京藝術大学大学院修士課程修了。その後映像プランナーとして実務に携わる。1984年東海大学短期大学部助教授、1992年九州芸術工科大学助教授、同大教授。2004年統合のため九州大学大学院芸術工学研究院教授、現在に至る。2005～2011年文部科学省科学振興調整費新興分野人材養成事業「先導的デジタルコンテンツ創成支援ユニット」代表、2006年九州大学感性融合創造センター長、2006年度文化庁文化交流使(メディア芸術)。専門は映像デザイン、コンテンツデザイン教育。



## 特集 ■ VRの原点を求めて～江戸・明治～

## 100年前の日本語音声を探して



清水康行

日本女子大学

SHIMIZU YASUYUKI

筆者ら、科研「江戸モノ」蝋管班 [1] は、蝋管等の初期録音資料群に関する所蔵調査、音声復元、内容分析に取り組み、現在も、研究を継続発展中である [2]。その詳細については、近刊書 [3] を御覧いただくこととし、本稿では、それに関わる幾つかの話題を紹介したい。

## 1. 録音再生装置の開発と活用

## 1.1 エジソンによる発明

発せられると同時に消えてゆく定めのある音声の保存し、再生することは神話時代からの人類の夢であったが [4]、それを最初に実現したのは、1877年、発明王 Thomas A. Edison が開発した Phonograph (図1) である。同機は、録音時には、音による空気の振動を針先の震えに伝えて、回転する円筒軸に巻いた錫箔に刻みをつけ、再生時には、錫箔の凹凸を針先で拾って、空気を振動させる仕組みとなっていた。この空気振動と針先の振動との間で物理的

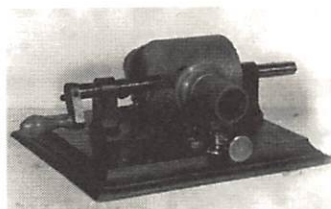


図1 エジソンの錫箔式フォノグラフ

に情報を遣り取りするという発想は、媒体が錫箔から蝋管・円盤へと移り、振動方向も縦刻みから横揺れに代わり、後には電気信号による増幅を利用するようになるものの、LP時代に至るまで、長く受け継がれていく。

エジソンが最初に録音したのが『メリーさんの羊』であるのは周知のエピソードだが、同機の録音精度は低く、錫箔も数回の再生にしか耐えられなかったため、この人類最初の録音内容は、既に消失したと思われる。現時点で聴取可能な最古の録音は、その数ヶ月後、同機を模した装置に刻まれた Frank Lambert なる人物の声である。

媒体を錫箔でなく鉛円筒にしたため、現在まで生き残った。tinfoil.com というサイトで、その声が聴ける [5]。

## 1.2 蝋管式蓄音機と円盤式蓄音機の開発

その後、エジソンが白熱電球の研究に集中し、録音装置の改良を放擲している間に、同機に注目した Graham Bell の研究所で、Charles S. Tainter らが研究開発に取り組み、1885年、Graphophone と名付ける録音再生機を完成させる。錫箔に代わり、記録媒体に蝋管を用い、針の部分にも新たな工夫を加えたものであった。

これに激怒したエジソンは、数日間の徹夜の末(「天才は1%のひらめきと99%の努力で作られる」という

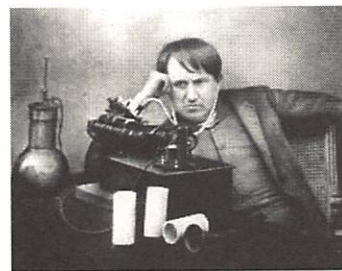


図2 蝋管式の改良フォノグラフを試聴するエジソン

言葉は、この折に発せられた)、同じように蝋管を用いた改良機(図2)を製作すると共に、ベルを特許侵害で訴えた。その後、両者は和解し、合同で新会社を設立、蝋管式円筒蓄音機の製作を進めることとなる。

蝋管式開発の少し後、1887年、ドイツ系米国人 Emile Berliner が、Gramophone と名付ける装置(図3)を開発する。同機は、エジソンらとの異なり、円盤に横揺れの溝を刻む方式を採った。円盤式蓄音機の誕生である。

世紀の境目を挟み、蝋管式と円盤式との市場競争が暫く続くが、縦刻み方式より横揺れ方式の方が音の歪みが少なかったこと、円盤型の原盤をプレスすることで大量複製が容易だったこと等により、円盤式が勝利を得る。グラモフォン側が、Fred W. Gaisberg (円盤式の日本初録





図 3 ベルリーナの円盤式  
グラモフォン

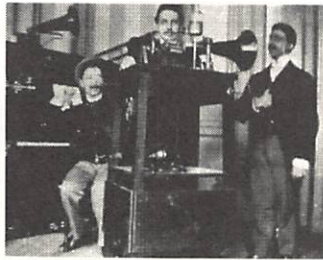


図 4 グラモフォン録音機の前で  
ポーズを取るゲイスバーク

音も手がける)(図 4)の活躍により、シャリアピンやカルーソーといった人気オペラ歌手の録音に成功したことも大きかった。ソフト戦略の勝利であり、レコード業界が巨大な音楽産業に飛躍する道が開かれたのである。

### 1.3 録音再生装置の日本への紹介

エジソン発明の翌 1878 年、東京大学御雇教師の英国人 James A. Ewing が、雑誌記事に基づき、エジソン式の機械を製作する。日本での録音再生機第一号である。同機は、現在、国立科学博物館に所蔵されているが、本機が採録した音は、既に歴史の彼方に消えたい。

蝋管式蓄音機が日本に初めて到来するのは 1889 年、各地で試聴会が開かれている [6]。しかし、この頃に録音された蝋管が現存しているかは、不明である。

平円盤式の登場は少し遅れ、1903 年、東アジア巡行中の英国グラモフォン社により、東京で、諸芸能の録音を行なわれたのが最初である。この時の録音は、ほぼ全てが CD 復刻され、聴くことができる [7]。

### 1.4 録音再生装置の学術的利用

さて、1890 年代になると、アメリカの人類学者たちが、漸く実用化されてきた録音機器を利用し、アメリカ原住民たちの歌や物語を録音するようになる。

さらに、世紀の境目の頃になると、ヨーロッパで、本格的な録音アーカイブが設立されてくる。

1899 年、ウィーン大学医学部教授(生理学) Sigmund Exner の提唱により、ウィーンに世界最初の録音アルヒーフが創設される [8]。同アルヒーフは、1901 年から、自作の平円盤式録音機を用い、国内外で、比較方言学・民族言語学・民族音楽学の資料となる録音を行ない、1920 年代半ばまでに録音された言語数は約 200 に及ぶ。

次いで、1900 年には、ベルリンでも録音アルヒーフが開設される [9]。ウィーンが世界の諸言語を主対象とするのに対し、ベルリンでは、世界の諸音楽を主対象として、民族音楽学者 Erich Moritz von Hornbostel を中心に、

活発に録音活動を展開し、数多くの蝋管を残していく。

こうした中、1900 年パリ万国博覧会開催を期に、パリ人類学協会は、同地を訪れる世界各国の人々の言語による録音を企画する。提唱者 Léon Azoulay は、録音資料が医学・生理学・言語学・民俗学に益するとし、約 70 の言語で、『聖書』朗読・会話・舞台台詞・歌唱などを 350 本余の蝋管に録音した [10]。それらは、現在、パリ人類学博物館内の民族音楽学研究室に保管されている。

## 2. 欧州で録音された 1900 年代初頭の日本人の声

### 2.1 1900 年パリ万国博での録音

前節で述べた 1900 年代初頭のウィーン、ベルリン、パリでの録音の中に、当時、現地を訪れていた日本人による吹込みが、それぞれ何点か残されている。現存最古の日本語録音資料群と言え、日本の言語史・文化史上、極めて貴重で興味深い資料群である。

とりわけ、パリ録音は、その中でも最も早く、内容的にも際立って面白いものである。なお、ウィーンとベルリンの録音内容は、既に別の研究者により部分的に報告されているが、このパリ録音は、筆者らが初めて日本に紹介したものである。

録音資料には、レコード(記録)と言いながら、その録音時期や吹込者が明らかでないものが少なくないが、当初から学術目的で企画された当該録音では、個々の録音について、図 5 に示すように、内容・吹込者(年齢・出身・職業等)・使用機材・時期などに関する詳細な記録台帳が作成されている。朗読等の台本が残るものもある。

それにより、1900 年 7 月と 8 月に、日本人による録音が合計 14 本の蝋管に残されたことが分かる。録音時間は各 1 分～2 分半程度、保存状態は極めて良好である。録音音声を一般公開する許諾は未だ得ていないが、所蔵

SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS  
Musée Phonographique  
N° 197

Phonogramme N° 99

Langue: Japonais  
Dialecte: Dialecte de Kōbe  
Tribu: Japonais  
Lieu géographique: Japon  
Date: 1899  
Circumstances: ...  
Instruments: ...  
Conditions de l'enregistrement: ...

図 5 1900 年パリ録音の記帳台帳



者の好意と共同研究者・豊島正之の努力により、その抜粋をネット公開することが可能となっている [11].

## 2.2 最初の吹込者となった人見一太郎

これらを吹き込んだ人物は、録音時期により、二つのグループに大別される。7月20～23日に録音された6本の吹込者は、全て男性(4名)で、女性は居ない。一方、8月21～31日に録音された8本の吹込者は、主に女性(職業「芸者」)で、男性は1名のみである。ここから、7月の吹込者たちと8月のそれとは、別個のグループに属するのではないか、と推察される。

7月組の一人については、記録台帳中、唯一、Hitomi という名が記され、さらに「男性、35歳頃、九州出身、フランス駐在、仏語堪能」という情報が与えられている。アズレーの報告にある謝辞に「台湾総督府代表」Hitomi 氏という名も見える。これらを手掛かりに、筆者らは、この人物が、人見一太郎(当時35歳、熊本県生まれの評論家。1899年渡仏、仏文著書 *Le Japon* を著す。後に台湾で実業家)であることを突き止めた。日本人による録音中、最初の1900年7月20日に『聖書』「放蕩息子の帰還」の朗読を吹込んだ彼こそが、現存最古の日本語録音音声の主である。他の7月組も、人見と何らかの関係を持つ人物かと推測される。

なお、人見の録音は、独特の一本調子のものだが、同じ箇所を朗読した他の三つの録音(東京・女性(=後述の岩間くに)、東京・男性、静岡・男性)は、より自然な抑揚のものである。出身方言の影響も考えられよう。

## 2.3 東京弁によるオシャベリを残した岩間くに

一連の録音のうち、言語資料として特に興味深いのは、8月29日録音の1分余のオシャベリで、パリでの珍体験が、生き活きとした東京弁で語られている。専ら女性が話し、男性が相槌を打つ。以下に、男性相槌を除き、女性の話の主要部分を示そう。

(前略)昨日ねー、うちのおたまさんとねー、おえいさんがね、パノラマからずーっとね、博覧会の見物に出掛けたんで。そうしたところがねー、やりつけない洋服で行ったってもんでさ。そうするとね、足ィ豆ェこしらいちまったん(中略)それから、奥宮さんと大林さんでね、何のことはない、引きずってきたようなものさ。実にお目にかけたかつたんですよ。あんまり、やりつけないこと、やってねー。えばって歩いたりなんかしたんでさー(中略)ずーっと見得いって、パリっ子だろって風でやったんです

よ。そりゃどうも、よほど妙でしたね。うちィ帰ってくると泣きっ面で。それから今朝は、豆の水、出してやるの。よほど面白うございましたよ。

全般的な発音・アクセントは、現代東京方言とほぼ同じであり、語中ガ行鼻音、母音の無声化、連母音音訛など、顕著な東京方言的特徴が観察される。「足ィ(足へ)」、「えばって(威張って)」、間投助詞「ねー、さー」等、いかにも東京方言的な表現も随所に聴かれる。何より、こんな風に話すおばさん、確かに居たなあ、と思わせる、懐かしさも調子の良い語り口である。

記録台帳には、「40歳頃の女性との会話」とある以外、この女性を特定する情報は示されていない。しかし、会話中の「奥宮さん」が重要な鍵となる。この人物は、後に大逆事件に連座して処刑される民権思想家・奥宮健之のことで、彼を内偵した官憲が作成した秘密文書『巴里博覧会二本邦芸妓ノ渡航方奥宮健之及仏人「ロバート、ミッシヨ」等ニ於テ計画一件』(外交資料館蔵)により、彼が、東京・新橋の料亭・扇芳亭の主人と語り、「博覧会」の「パノラマ」館に出演する芸者を斡旋し、その中に「寿美龍こと鈴木たま(=おたま)」「太助こと前田糸い(=おえい)」が含まれていることが明らかになる。これと『海外旅券下付(附与)返納表進達一件』(同館蔵)や当時の新聞記事とを照合し、「大林通三(=大林、通訳)」ら、万博パビリオン「世界一周」館のパノラマに出演していた芸妓一行全員の氏名や年齢が判明した。件のオシャベリの主は、記録台帳での「40歳頃」という年齢からみても、一行の「監督」たる扇芳亭・女将の岩間くに(東京出身、当時42歳)であるとするのが妥当であろう。8月組の一連の録音も、同一行によるものと考えられる。

図6は、パリ万博の様子を描いたグラビア誌 [12] に載る扇芳亭一行の「パノラマ」出演風景である。右端に座る年配の芸者姿が岩間くにであろう。同誌のキャプ



図6 パリ万博に出演中の扇芳亭一行



ションに、彼女は Mlle Pays Nippon( 日本国＝くに )として言及されている。ちなみに、「パリっ子」を気取った「おたまさん」も、Mlle Boule d'épingle( 針の玉<針山> )として登場する。画面左端に立つ色白の若い芸者が彼女だろうか。

#### 2.4 1901年ウィーンとベルリンでの録音

ウィーンには、それぞれ1901年、13年、36年に当地で学んだ3人の日本人留学生による録音が残る [13]。

同アルヒーフに現存する記録台帳から、最も早い録音は、1901年4月11日、今村新吉(当時27歳、留学後に京都帝国大学医学部教授)によるものと分かる。「やや古い文章語」「現在の口語」「百年前の口語」と題される3枚に、とぎれとぎれに語る彼の声が収められている。

ベルリンには、日本の伝統音楽の録音が幾つか残っており、最も早いのは、1901年11月、当地に興行に来ていた川上音二郎一座の演芸である。同一座は、1900年にパリ万博で興行した際にも録音を残したが(前述のパリ録音とは別物の円盤録音、復刻CDあり [14])、座長の音二郎と看板女優の貞奴は、なぜか参加していない。一方、このベルリン録音には、当時の欧州を魅了した貞奴と思われる女性の歌唱付き琴演奏が含まれており、その歌声は、復刻CDで聴くことができる [15]。

### 3. さらなる音声を探して

#### 3.1 意外に明瞭な蠟管再生音

古い蠟管からの再生音というと、ザーザーという針音の彼方によく聞き取れるかどうかの音が、といったイメージを持たれ勝ちだが、保存状態の良い蠟管から聞こえてくる音声は、思いの外に明瞭である。

1889年1月、東京の鹿鳴館で本邦初の蠟管試聴会が開かれた際、「三千里外の米国ワシントンに在る陸奥宗光氏」(当時、在米公使)が吹き込んだ挨拶を聴いた伊藤博文や井上馨らが「恰も陸奥氏に面話の心地したる」と驚嘆したと伝える新聞記事も、あながち誇張でもなからう。

筆者らも、前章で紹介した1900年パリ録音を初めて試聴した折、予想外に鮮明な再生音に驚きの声を挙げ、その愉快な中身に思わず吹き出したものである。

今後も、状態の良い蠟管が見つかりさえすれば、我々は、100年以上の時を超えて、当時の人々の警咳に直接接することができる。

#### 3.2 表面状態が劣化した蠟管の問題

一方で、長い年月の間に表面状態が劣化して、音溝も

定かでなくなった蠟管も少なくない。温度・湿度の季節変動が大きい日本の風土は蠟管の保存に適しておらず、筆者らが各地の博物館等で調査した蠟管の多くは、白や黄色のカビのようなもので覆われている。具合の悪いことに、それらは、表面に付着したカビや汚れでなく、素材の蠟じたいが変質してしまったものである場合が多いようだ [16]。以下の図7は、良好な蠟管表面と、劣化したそれとの顕微鏡写真である。劣化蠟管では音溝の形状が失われているのが分かる。

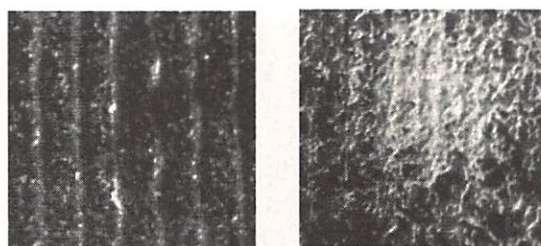


図7 良好な蠟管表面(左)と劣化した蠟管表面(右)

1905年、東大教師時代の夏目漱石が、教え子・加計正文の求めに応じ、自宅で、彼が持参した蠟管蓄音機に談話を吹き込んでいる。その蠟管自体は、現存するが、劣化が著しく、これまで複数の研究グループが再生に挑んだものの、成功していない [17]。この蠟管から何とかして漱石の「声」を探り出すこと、加えて/或いは、当該蠟管のこれ以上の劣化を防ぐ手立てを講じることは、我々のプロジェクトの大きな課題の一つである。

#### 3.3 非接触式蠟管再生装置の開発

前述のとおり、良好な状態の蠟管に針を当てれば、100年前の音声が発せられる。しかし、蠟管を所蔵する博物館等では、大切な資料に針を落として傷付けることを強く警戒する。実は、「針」といっても、再生に用いる針先は球状のサファイアで、数回の再生では、蠟管表面への損傷は殆ど無い。それでも、勿論、物理的な摩擦による音溝の磨耗は皆無ではないし、蠟管に大きな傷や割れ目などがあると、音溝を辿るのは困難ないし不可能となる。

そこで、研究分担者の伊福部達は、レーザービームを用いた非接触の再生装置を開発した。1980年代にピウスツキ蠟管(1900年代初頭、ポーランド人 Bronislaw P. Pilsudski が採録したアイヌ語録音)プロジェクト [18]に参加した際に朝倉利光・岩井俊昭らと共に開発した再生方式を継承するもので、これなら、蠟管を全く傷付けることなく再生でき、破損蠟管の再生も可能である。



さらに、国内外の出張訪問調査に携行できるような装置が欲しいという筆者の要求に応え、東京大学先端科学技術研究センター（伊福部達・井野秀一・黒木速人）と有限会社トライテック（宍戸達也代表）の共同開発により、触針とレーザーの両方式が切り替え可能で、その場の簡単な操作によって蝋管が再生でき、かつ、本体重量3.4kg、堅牢な専用ケース（アタッシュケース大）込みでも5.6kgという携帯型蝋管再生装置（図8）が製作された（御希望の向きには販売も可能）。おかげで、筆者は、これを提げ、国内外の蝋管所蔵機関への訪問調査や研究発表会等に駆け回ることができるようになった。



図8 携帯型蝋管再生装置  
レーザー部（左）、ケースと本体（中央）触針部（右）

これからも、研究分担者・吉良芳恵が猪狩眞弓（日本女子大学院生）の協力を得て蝋管の所蔵を確かめた国内の諸機関や、本稿で触れた以外にも世界各地に存在する録音アーカイブ等を訪ね、埋もれている古い日本語録音を探し当て、そこに眠る100年前の声を甦らせていくつもりである。もしや、という情報をお持ちの方、お手持ちの蝋管の内容を知りたい方があったら、ぜひ御一報を賜りたい。喜んで飛んで参る所存です。

## 参考文献

- [1] 研究代表者 清水康行：科研費研究課題「蝋管等の古記録媒体の音声表現に関する非接触的手法の開発と活用に関する研究」、特定領域「江戸のモノづくり」計画研究(2002-2005)
- [2] 研究代表者 清水康行：科研費研究課題「蝋管等の録音資料からの音声復元と内容情報の分析に関する横断的研究」、基盤(A)(2006-2009)
- [3] 清水康行(編著)：『百年前の音を探し、甦らせ、聴く』、三元社、近刊
- [4] 山川正光：『オーディオの一世紀』、誠文堂新光社、(1992)
- [5] <http://www.tinfoil.com/cm-0101.htm>
- [6] 倉田喜弘：『日本レコード文化史』、岩波書店(2006)
- [7] 『全集 日本吹込み事始』(CD)、東芝EMI、TOCF-39061～71(2000)
- [8] Schüller, Dietrich : *Austrian Academy of Sciences Phonogrammarchiv*, Austrian Academy of Sciences, Wien, (1999)
- [9] Berlin, Gabriele & Simon, Arthur : *Music Archive in the World*, VWB, Berlin (2002)
- [10] Azoulay, Léon : “Liste des phonogrammes composant le Musée phonographique de la Société d’anthropologie”, *Bulletins et Memoires de la Société d’anthropologie de Paris*, 3 (V s’erie),(1902)
- [11] <http://joao-roiz.jp/PHONARC/>
- [12] *Le Panorama -- exposition universelle 1900 --*, Baschet, Paris, 1900.
- [13] 縄田雄二：「ウィーンに保存されていた一九〇一年の日本語録音」、『言語』32-3(2003)
- [14] 『甦るオッペケペー—1900年パリ万博の川上一座—』(CD)、東芝EMI、TOCG-5432
- [15] *Walzenaufnahmen japanischer Musik 1901-1913* (CD), Berliner Phonogram-Archiv Historische Klangdokumente 1, Staatliche Museen zu Berlin
- [16] 伊福部達・清水康行：日本語・アイヌ語を録音した100年前の蝋管の修復・保存及び音声再生、*日本音響学会誌* 60-67(2004)
- [17] 鈴木英夫ほか：蝋管に記録された夏目漱石の音声再生の試み、*千葉工業大学研究報告 理工編* 50(2003)
- [18] 加藤九祚・小谷凱宣：『国立民族学博物館研究報告別冊5 ピウスツキ資料と北方諸民族文化の研究』、国立民族学博物館(1985)

## 【略歴】

清水康行 (SHIMIZU Yasuyuki)

日本女子大学 文学部 教授

1976年東京大学文学部卒業、1981年東京大学大学院人文科学研究科博士課程中退。名古屋大学教養学部助教授などを経て、1996年より現職。専門は日本語学。編著書『日本語表現法』、『百年前の音を探し、甦らせ、聴く』など。



## 特集 ■ VRの原点を求めて～江戸・明治～

## 歌舞伎の中の〈現実〉と〈現実らしさ〉



児玉竜一

日本女子大学

KODAMA Ryuichi

すべて、演劇と名のつくものが提示するものは、〈真の現実〉ではない。

目の前でなにごとかをしている人間が、例えば本名堀越夏雄である一個人でもなく、芸名十二代目市川団十郎なる俳優であるだけでなく、役名武蔵坊弁慶という人物であるという約束に従う、との默契によってはじめて、観客と俳優の「見る」「見られる」関係は成立する。その前提に立ってのはじめて観客は、舞台上でなされているなにごとかに、なんらかの意味を見出すことができる。もとよりことは、例に取った歌舞伎のような、様式という名の約束事から成り立っていると思われる古典劇に限るわけではない。すべての演劇に様式は存在し、能には能の、新劇には新劇の、小劇場演劇には小劇場演劇の様式が付随する。〈真の現実〉らしさを追求するかに見えるリアリズムに立脚するものは、リアリズムという様式を奉じているまでのこと、舞台の上に〈真の現実〉は存在しない。

従って、演劇や芸能において行われることどもは、すべて〈真の現実〉を越えた作用であり、すべてがVRであるという極論さえも成り立たないわけではない。はるかに遠く江戸の昔から、芸術上の〈真実〉とは、〈真の現実〉でもなく虚構でもなく、その間に成立する、と説く近松門左衛門の「虚実皮膜論」もある。

しかし、そのように話を拵げては詮方もない。

本稿では、歌舞伎という演劇の中に見られる、具体的な演技・演出をめぐる雑考を通して、歌舞伎という演劇に携わった芸能者たちが、どのような〈現実らしさ〉を創り上げていったか、その過程を瞥見したいと考えている。

## 化粧声

歌舞伎役者にとって、一つの理想は「大きい」と言わ

れることである。

物理的な大きさではない。「舞台が大きい」「芸が大きい」ということである。まことに抽象的なようだが、舞台を見る観客の側からすれば、具体そのものである。舞台間口二十八メートルという、歌舞伎を演じるには少々広すぎる歌舞伎座の舞台上、標準的な現代人としてもやや小柄な身長百六十センチの十代目坂東三津五郎が、大きく感じられる。そういう瞬間が演者にとっての理想であり、観客にとっての理想でもある。

そうした瞬間を招き寄せるための仕掛けが、歌舞伎には工夫として様々に凝らされている。

例えば、「ふたつちようちようくるわにつき双蝶々曲輪日記」という、相撲取りを主人公とする芝居がある。相撲取りに扮する役者をより大きく感じさせるために、小屋の木戸口を狭く作っておく。木戸が開いても役者は腰のあたりまでしか見えず、よっこらしよと屈んで登場すれば、これはかなり大きく見える。

そうした具体的な工夫とは別種の例もある。

江戸歌舞伎の正月の演目に決まっていた曾我狂言で、曾我兄弟が親の敵工藤祐経に初めて出会う「曾我の対面」。曾我五郎と十郎の兄弟が花道から本舞台へかかると、後ろにずらりと並んだその他大勢の大名が、「アーリャ、アーリャ」と奇声をあげる。「アーリャ、アーリャ」は、兄弟がキッと見得をしたところで「でっけえ」と声を揃えて終わる。これを「化粧声」という。文字通り、「大きい」ことを褒めそやす「でっけえ」という言葉を、舞台から登場人物にかけるという風習が異彩を放つが、この声に彩られた役者は格別の視線を受ける。

化粧声の例は多く、市川団十郎家の芸「荒事」の典型と目されるしばらく「暫」でも、主人公が本舞台にかかると、その他大勢の仕丁たちから「アーリャ、コーリャ」と声があげられ、肌脱ぎになっての大見得で「でっけえ」と褒



めそやされる。人形浄瑠璃のために書き下ろされて、のちに歌舞伎化された「菅原伝授手習鑑」の「車引」の場でも、主人公である三つ子の兄弟の一人、松王丸の大見得にこの化粧声かけられる。

この化粧声の「化粧」というのが、〈現実らしさ〉の鍵であろう。いうまでもなく、歌舞伎では扮装として顔に化粧をほどこす。当たり前のようにあるが、芸能史の上で歌舞伎の先輩にあたる能は仮面劇であり、狂言は化粧を用いないので、素顔に直に化粧をほどこすというのは、歌舞伎の大いなる特色である。「化粧」とつく言葉をころみに拾ってみれば、化粧軍は本気ではない見せかけの戦、化粧立は相撲用語で、本気ではない見せかけの立ち会い、同じく相撲用語の「化粧廻し」も実際に取組に使用する締め込みではなく、「化粧」という語に通じる〈真ならぬ〉語感をみることができようか。

こうした〈現実らしさ〉をよりよく現す「化粧手」という用法も、歌舞伎の中にある。例えば前掲の「車引」のような様式的な芝居などで、互いに争う双方が刀に手をかけてにらみ合うとする。その際に、実際に刀の柄には手をかけず、刀から少し離して手をかけた形をして見せる。それが「化粧手」で、明らかに現実ではないが、超現実的な様式の中では、その方が却って真実らしく見えるという工夫である。

ちなみに言えば、この「車引」では、「三本太刀」という扮装もあり、荒事のいでたちの梅王丸や松王丸が腰に三本の太刀を佩いて、いやが上にも力感を誇示する。これはどうも江戸の演出であつたらしく、文化五年(1801)に江戸に下った上方の名優三代目中村歌右衛門は、初めて目にした扮装を「顔は筋隈にて太刀三本さいて出るに候、とんと気違ひにて御座候」と書簡(神楽岡幼子『歌舞伎文化の享受と展開』所収)に記している。実利的な上方には、おそらくこうした超人的な扮装はな

かったものと思われ、同時代の人間でありながら歌右衛門は、率直すぎるほどの感想をもらしたのである。

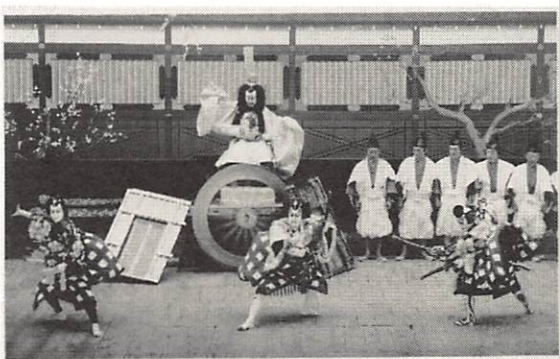
### 遠見

では、上方にはこうした〈現実らしさ〉のための仕掛けはなかったかと言えば、そんなことはない。

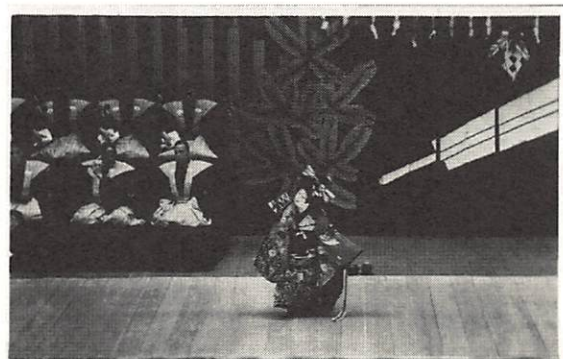
役者を大きく見せるために、舞台装置を小さく眺める例を先に挙げた。逆に、役者を小さく見せるために、舞台装置を大きく拵えた例もある。わざわざ小さく見せるのは異例であるが、昭和の名優六代目尾上菊五郎が舞踊「羽根の禿」で、禿すなわち廓育ちの少女に扮した時、小村雪岱に舞台装置を大ぶりに作らせ、小道具などの出し入れを手伝う後見にもわざわざ大男を指名した。そのように、自らを小さな少女に見せる工夫を凝らした甲斐あって、身長百六十センチ、腰回り九十センチ超(早稲田大学演劇博物館に残る衣類からの推定)という現実の巨体は、まんまと幼い少女に化けおおせることに成功した。六代目菊五郎が後ろ向きにちょこんと座った姿の可愛らしさに、客席はどよめきが止まなかった、と昭和初年の舞台を見ている劇評家の古老にうかがったことがある。

舞台装置の大小を利用して、同じ大きさの人間を、大きく、もしくは小さく、錯覚して見せることができるとすれば、人間の大きさを利用した錯視の方法もまた可能である。それが、おそらく大坂で考案されたと思われる「遠見」とよばれる演出である。

例えば、「恋飛脚大和往来」の「新口村」という芝居がある。公金横領という大罪を犯した亀屋忠兵衛は、恋人梅川とともに、実父孫右衛門のもとからさらに逃げ延びてゆく。遠ざかる二人を見送る孫右衛門に容赦なく雪が降り注いで幕となる。その二人が、舞台奥へ遠のいてゆくのだが、日本の劇場は伝統的に奥行きがあまりない。

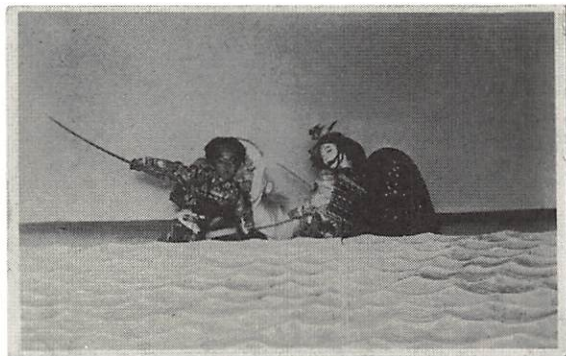


「車引」の舞台面



六代目菊五郎「羽根の禿」





熊谷と敦盛を演じる子役  
\*口絵にカラー版掲載

従って、上手から下手へ、下手から上手へ、とジグザクに奥へ行く、その間に演じ手が変わる。途中から子役に、梅川と忠兵衛の扮装をさせるのである。それによって、遠ざかったことを示す、いわば即物的遠近感の表現なのである。これを「遠見」という。

同様の演出は、「一谷<sup>みちや</sup>嫩軍記」の「須磨浦」でも見られる。沖合の船に向かう平敦盛を、海岸にいる熊谷直実が呼び止めて組打となる、『平家物語』でも知られた場面である。花道から登場した平敦盛が、海に白馬を乗り入れると子役に変わる。その後を追ってきた熊谷も、海に馬を乗り入れると子役に変わる。海中はるかに遠ざかったということになる二人が、海中で太刀打ちをする件は、子役同士によって演じられる。やがて二人が組み合せて馬から落ちると、幕をふりかぶせて姿を隠し、ついでその幕を切って落とすと、大人の役者に再び戻ってセリ上がりで登場する、というのが現行の段取りであるが、天保二年(1831)に三代目中村歌右衛門が上演した際の台本の写し(阪急学園池田文庫所蔵)に、ほぼ同様の手順が記されているので、江戸時代の内に確立された演出といっても間違いではない。ただし、寛政年間(1790年代)の台本の写し(京都大学附属図書館所蔵)を見ると、子役は影も形もなく、大人の役者同士が組み合っているようなので、十九世紀に入ってからの工夫らしいという見込みが立つ。

こうした「遠見」の演出が、大坂で考案されたと推測できるのは、大坂には子供芝居の伝統が根強くあったからである。

大坂随一の興行街であった道頓堀に軒を並べる「中の芝居」「角の芝居」が最高級の「大芝居」とすれば、同じ道頓堀にも一つ格の落ちる「中芝居」があり、さらに少年俳優が活躍する「ちんこ芝居」と呼ばれた子供芝居があった。「大芝居」とそれ以外との格差が厳しかった

江戸とは異なり、大坂では「中芝居」や「ちんこ芝居」は俳優修業の階梯と位置づけられており、ここで腕を磨いて大芝居に進出する例が多かった。そしてこの子供芝居で演じられる演目は、人形浄瑠璃のために書き下ろされた作品を歌舞伎化したもので、子供たちは、義太夫節の浄瑠璃にあわせて演技をした。場合によっては、台詞もすべて浄瑠璃の太夫が語り、子供たちは人形のように無言で動き続けるだけだったこともあり、そのような子供芝居を「首ふり」とか「肉あやつり」(「あやつり」すなわち人形芝居の人間版、の意。それにしてもすごい呼称だ)と呼んだ。

三代目歌右衛門は、まさにこの「首ふり」の子供芝居の大スターから出発した。彼は十八世紀半ばの大坂で敵役の名人とうたわれた初代中村歌右衛門の実子であるが、子供芝居で認められて、子供時代に大芝居へ特別出演した。寛政元年(1789)三月大坂中の芝居で上演された「大振袖粧湖」という芝居の合戦場面で、十一歳のかれが馬に乗って遠景の太刀打ちを演じた様子が、当時の絵尽しというパンフレットに描かれているのである。文化四年(1807)正月刊の役者評判記『役者真行草』の尾上鯉三郎評に「馬上にて切結ぶ間は子供にさせて」と明記されているので、三代目歌右衛門以前、須磨浦に子役を使った例もあったようだ。しかし、後世に彼の俳優に因んだ「梅玉の型」という呼称がうまれるほどに師表と仰がれ、後進に圧倒的な影響を残したという点で、三代目歌右衛門を上越す存在はない。その三代目歌右衛門が、子供時代の体験をもとにして「遠見」の演出を採用し、確立したことが、こんにちの「一谷嫩軍記」の「須磨浦」演出につながっていると思われるのである。

映画監督の小津安二郎は画面上のバランスをとるために小道具を使い分けた、と専属カメラマンだった厚田雄春が証言している(厚田雄春・蓮實重彦『小津安二郎物語』)。カメラに近い位置にあるビール壺は小瓶を、遠くにある時は大瓶を、同じ場面でも指定して使い分けたという。映画といえども<真の現実>を撮すわけではないことの証左でもあるが、歌舞伎の「遠見」は、いわばこの逆をいって人工的な遠近感、<現実らしさ>を作り出すものと言えよう。

### もうひとつの遠見

歌舞伎において「遠見」というテクニカルタームは、もうひとつの意味を持っている。

それは、大道具用語としての「遠見」で、舞台背景となる「書割」に関連して用いられる。遠景として野原が



描かれているものを「野遠見」、山が描かれているものを「山遠見」、以下それに準じて「海遠見」「河岸遠見」「町家遠見」など、いくつかの種類がある。もちろん、細密に写実に描けばよいというものではない。それぞれの芝居の様式に見合ったくらしさが要求される。

歌舞伎は江戸時代に大成された演劇であるが、近現代を通じての同時代演劇としての側面を持っているため、近現代に付与された要素も極めて多い。とりわけ舞台技術の面でその傾向は著しく、例えば「照明」などという部門は、江戸時代には存在すらしていないことを想起すればよい。江戸時代の照明は自然光が基本で、蠟燭を用いた夜間興行は特別な場合を除いて原則としてなかった。

大道具も近代以降の工夫によるところが多めで、劇聖とうたわれた明治の名優九代目市川團十郎は、

わが国の演劇に関するものゝ中にて道具立程進歩したるはなかるべし、今は一寸したる遠見の書割などにも油画若くは長谷川が工夫に成れる折衷の書割を用ふる杯、追々真に迫らむとする有様なれど、其以前は今日に比較すれば御話にならぬ程未なるものなりき(松居真玄『團洲百話』)

と言いつ残している。ここでいう「油画」とは、西洋画全般のことをさし、團十郎は別に、

遠見の書割は油絵が起源なれば、隈(投影法)によりて遠くを見せるだけの工風はつき居りしものと覚ゆれど、何程の距離に何程宛縮まるといふ様な学問的の事は、一向に分らざりしものと覚ゆ(同書)とも言う。

こうした「油絵」による遠見の書割の元祖として、團十郎は司馬江漢の名前を挙げているが、残念ながら江漢が芝居の現場に携わった記録は見いだせない。しかしこれが、遠近法に基づく図法が書割に流入したことを指し、そうした図法を駆使した絵師の一人として司馬江漢の名が挙げられたと考えると、決して的外な話ではないようだ。

洋風画家としての江漢の名声を確立したのは、天明期に発表した江戸名所の銅版眼鏡絵であった(神戸市立博物館等『司馬江漢百科事展』図録など参照)。「眼鏡絵」とは、西洋風の遠近法をとり入れた風景画を覗き眼鏡で反転して鑑賞させるもので、円山応挙や秋田蘭画の小田野直武にも作例がある。それを銅版のエッチングで描いたところに江漢の独創があったわけだが、こうした眼鏡絵を用いた見世物もあり、その系譜はさらにレンズを着した箱を覗かせて物語を展開する「のぞきからくり」

にもつながってゆく。

かつて日本中に遍在していたのぞきからくりは、昭和五十年代まで四天王寺境内で演じられていたが、現在では途絶え、全国の数カ所で復興上演が試みられているのみとなっている。残された機構を調査すると、箱の中の絵は、なるほど極度に遠近法を強調した構図で、レンズを通して見た遠近法による景色のく現実らしさが売りものであることを確認し、実感することができる。普賢岳の火砕流で有名になってしまった雲仙の深江町にも、のぞきからくりの遺構が保存されているが、それを見ると、明かり障子や地獄の針の山、水面や月光など、およそ光に反射するものは、画中のその部分が透けるように工夫され、お客が前から覗くのに対して、絵の後ろ側に光源を置けば透けた部分が光を放つようになっている。これは、歌舞伎に用いる「灯入り」といって、江戸時代以来おなじみの原理である。現在の歌舞伎では照明を援用するが、江戸時代は月や日は、糸で舞台の天井からぶらさげたそれを明示すれば、月の出や雲間の日をあらわし、さらに強調したい時には蠟燭を中に入れた。劇場内をひとつの国に見立てて、その芝居国の様子を面白おかしくうかがってみせた式亭三馬の『戯場訓蒙図彙』が、「日の光きわめて赤く中に火を燈したる如くてらてらすなり」と茶化すゆえんである。

このようなのぞきからくりにまで応用される遠近法と、歌舞伎をつなぐもうひとつの絵画を挙げておきたい。それが浮世絵のなかの「浮絵」と呼ばれるジャンルで、線遠近法を極端に強調して奥行きをみせる風景画である。歌川豊春などは明和末年から浮絵による江戸名所を発表しており、司馬江漢より早く洋風遠近法の翻訳に着手していたところから、江漢も豊春を相当に意識していたとされている。

さて、司馬江漢と直接には結ばれぬ歌舞伎の書割であるが、浮絵との関わりは証拠立てることができる。歌舞伎の書割は消耗品であるから江戸時代のそれがどのようなであったか、現品を確認することは不可能だが、上演台本に舞台装置の指定が細かに記される。それを「舞台書き」といい、上演台本はこの舞台書きから始まるのを常とする。そこに、浮絵との関わりを明瞭に示す記述が残ってきてくれる。

・本舞台三間の間、向う一面打抜き、浮画の書き起し、花道際へ浮洲、芦原、片瀬川と記したる傍示杭、よき所に渡し船、この道具すべて詔らへの通り、船頭二人、蓑をのみ、河岸をついてゐる。日覆より半月出て居る。浪の音にて幕明く。(文化八年正月江戸市村座「障



蓬萊曾我」四立目『鶴屋南北全集』第二巻)

・本舞台、向かう打抜き、遠見に見たる奥座敷、障子たてきり、浮絵心に飾り、前通り築山、皐月の盛り、石灯籠、よき所に樋の口、泉水に花あやめ、柳の吊り枝。上の方に枝折り戸、庭井戸。すべて岩藤玄蕃屋敷奥庭の体、よろしく、蛙の声、螢数多飛び廻り、時の鐘、琴唄にて幕明く。(文政八年五月江戸中村座「初冠曾我皐月富士根」第二番目『鶴屋南北全集』第十巻)

「浮画の書き起し」「浮絵心」というほかに、「向う打抜き」という指定が共通していることに注目したい。先にもいうとおり日本の劇場は奥行きがないのであるが、それをめいばいに奥深く使う指定と、浮絵風に描く「遠見」の指定が共通するとすれば、

- ・本ぶたい三間の間、向ふ打抜、真崎、夜の景色遠見に見せ、上の方へよせて詠への川の洲(以下略)
  - ・本ぶたい正面打ぬき、亀山の城、大手の体(以下略)
- (ともに文化六年四月江戸市村座「靈験曾我籬」『鶴屋南北全集』第二巻)

といった例から、「遠見」の書割を想起することも許されるかもしれない。

西洋風の遠近法という新しい現実の見方を、こうして歌舞伎はみごとに消化して我がものとしてしまった。そこから例えば、「仮名手本忠臣蔵」で大星由良助(史実の大石内蔵助にあたる)が敵討をめざす本心を同志に打ち明ける場面で、後ろの銀襖を取り払わせると、奥の千畳敷の大広間の遠見があらわれる、といった演出が生まれる。それは目先の雰囲気を変える効果以上に、人物の内面が舞台装置といわば一体化して、「奥にあるものを見せる」ということを視角化しているところに面白さがある。由良助に限らず、重要な告白、意外な回想、緊迫した首実検などが行われる場面では、ほぼ例外なく、後ろに大広間の遠見や、山遠見などがあらわれる。

現実的に考えれば、そのような重要な密談に際して後ろの襖を取り払わせる必要はないはず、ともいうべきところだが、内面はつねに視角化されるというのが衣裳や化粧にまで通底する歌舞伎の文法である以上、奥深い「遠見」の装置は、光景の見え方の〈現実らしさ〉を越えて、主人公の深慮遠謀を何よりも実感させる〈現実らしさ〉へとすり替わっているのである。

「忠臣蔵」の大星由良助の場合、さらに興味深い舞台装置との関わりがある。城を明け渡した由良助が、ひとり城門を振り返りながら退出する。そこで、遠ざかったことを示すために、「煽り返し」といって、城門の書割が上下にぱたんと折り返されるのである。折り返された



千畳敷の遠見の例。舞台は「重の井子別れ」  
\*口絵にカラー版掲載

下には、小さくなった城門が描かれている。紙芝居めいた単純な仕掛けだが、これこそ「のぞきからくり」を髣髴とさせる演出である。ところが、明治になって城門の装置自体を後ろに引く、という演出が考え出された。現在はこちらが主流で、煽り返しは上方歌舞伎の演出として残っている。

明治政府は、江戸時代の歌舞伎が育てた虚の感覚を否定して、民衆教化の手段と位置づけたのだった。それに呼応した九代目団十郎は、「正しい歴史」をめざすとともに、極度に内面化された演技「肚芸」<sup>はらげい</sup>を得意とするに至る。「忠臣蔵」の城門そのものを引くという現実感には、のぞきからくり風の仕掛けの楽しさとは感触の異なる実感主義があり、それがこの明治以降の演技に見合っているのである。

歌舞伎をとりまく現実が変われば、舞台にあらわれる〈現実らしさ〉にも、おのずから変化が生じる。歌舞伎は、江戸時代に大成されて近現代を経た複合体であって、江戸そのものではありえない。だが、それゆえに一層、我々にとって現実とはなにか、現実らしさとはなにかを、考えさせる要素をふんだんに含んでいるとも言えよう。

#### 【略歴】

児玉竜一 (KODAMA Ryuichi)

日本女子大学 文学部日本文学科 助教授

1998年早稲田大学大学院博士後期課程を単位取得退学。日本学術振興会特別研究員、東京国立文化財研究所(芸能部)を経て現職。専門は、歌舞伎研究と評論。早稲田大学演劇博物館客員研究員として展示等に携わるほか、雑誌『演劇界』・「朝日新聞」で歌舞伎評を担当。



## 特集 ■ VRの原点を求めて～江戸・明治～

## 田中久重の万年時計：その構造と特徴



橋本毅彦

東京大学

HASHIMOTO TAKEHIKO

## 1. 田中久重と万年時計

「からくり儀右衛門」の異名で知られる田中久重は、江戸時代後期から明治時代にかけて活躍した優れた職人である。多くのからくり人形を作ったが、中でも「弓引き童子」として知られるからくり人形は、弓を引いて一本一本の矢を放ち的に当ててにっこり笑う、実に見事なからくり人形である。久重は、これら多くの作品を作った後に、自分のからくり技術の総決算として「万歳自鳴鐘」、通称万年時計なるものを製作した。1851年のことである。

田中久重は、1799年(寛政11年)久留米藩の龜甲職人の子供として生まれた。幼少の時から工作や細工作りに才を表し、8、9才の時に硯箱を作ったり細工を施した箱を作成したりした。15才の時には、近隣の井上伝女とともに絵模様を生み出す久留米緋の織機を開発した。その後も水を利用したカラクリ装置を発明し、神社でそのカラクリを披露して人々を喜ばせたという。そのために人々から「からくり儀右衛門」の異名をもらうようになった。また22才の時には、空気銃と考えられる「風砲」を発明したと久重本人の手記に記されている。

久重は、26才から京都、大阪、江戸をまわり、自ら工夫して製作したからくり人形を披露した。郷里に帰っても、様々なカラクリ人形を工夫して開発し、興業活動をしていった。その中でも、傑作とされるのが、茶酌み人形と弓射り人形である。茶酌み人形は、手に盆を持ち茶の入った茶碗を運んでいく。見物人が茶碗を取ると、その場で立ち止まり、飲み干した茶碗を盆に戻すと、くるりとまわって元の場所にしずしずと戻っていく。一方、弓射り人形は、左に弓をもち、右手で矢を抜いて弓にかけ、的に射るといった動作を繰り返すものである。人形は7本の矢をもっており、的に狙い7本の矢を放つのである。

その後、数多くのからくりの製作に着手したが、1850年(嘉永3年)、50歳の時に、万年時計の製作を開始し、翌年にこれを完成させた。当時、久重の工房には、久重

の他にも相当数の職人が助手として働いていたが、万年時計の製作にはこれらの人々が協力して作業に従事したようである。歯車などの仕上げの仕方に精粗が認められるからである。

万年時計の製作後、久重は佐賀藩に招かれることになる。その「精錬所」において、他の洋学者や職人たちとともに、蒸気船や蒸気車の製作に携わることになるのである。そして明治維新後は、西洋技術の導入と消化に積極的に取り組み、蒸気機関の製作ばかりでなく、明治以降には電信機の製作などにも取り組んでいくことになる。

2004年4月から2005年3月にかけて、万年時計の分解調査ならびに複製製作の作業が、科学博物館ならびに東芝の援助の下に遂行された。万年時計の本体となる機構部分の分解調査と複製製作を担当したのは、セイコーの元技術者であった土屋榮夫、大石昌明、結束美之助らの各氏で、それぞれの専門の立場から分解と複製製作に携わり、それぞれの立場から万年時計の技術的特徴に関する所見を述べて頂いたが、それらは、2006年にまとめられた科研費研究「時計の技術的特徴と社会的意義に関する歴史的研究」の報告書の一部としてまとめている。

ここでは、それらの詳細に立ち入ることはできないが、以下では、万年時計の各機構の中で、その顔とも言うべき二つの装置 - 天文儀と和時計 - について、その仕組みについて簡単に解説するとともに、分解調査を通じて得た田中久重の苦心に関する知見の一端を紹介することにしよう。

## 2. 万年時計の機構と構造

万年時計(図1)は、高さ約60cm、重さ約38kgの時計装置である。それは、6面で表示される各種の時計やカレンダーを表示する側面部、日本地図の上で太陽と月の運行を示す上面の天文儀、そしてこれらの仕掛けを動かし、時鐘を鳴らすための強力なゼンマイが



収納される下部から構成されている。また、時計には、タイムキーパーの役割を果たす輸入品の西洋時計と、江戸時代の時刻を表示する和時計の面があり、万年時計の技術上の真骨頂は極めて複雑な仕組みを持つこの和時計の部分にある。



図1 万年時計（オリジナル）の全体の姿  
\* 口絵にカラー版掲載

内部機構でもっとも工夫されている機構は、この和時計の部分にある。江戸時代の時刻制度は、昼と夜の長さを等分する不定時法であり、そのために季節とともに「一刻」の時間の長さが増減していく。この「不定時法」を文字盤で表示するために、江戸時代の時計師は様々な和時計を工夫してきた。久重の万年時計では、この不定時法を表示するために「割駒式」と呼ばれる方式を採用しており、しかも文字盤上で時刻を表示する数字の「割駒」を自動的に動かすメカニズムを内蔵している。一年を周期として、ゆっくりと駒を文字盤上で振動させるわけであるが、そのメカニズムは久重独特の工夫であり、他には例のない珍しいものである。

もう一つの独特の構造を示すのが、時計の上部の天文儀である。そこには、半球のガラスがはめられ、日本地図の描かれた円盤の上を太陽と月がまわる仕掛けになっている。太陽と月は季節とともに軌道を変えて、夏には太陽の高度が上がり、冬には高度が下がるようになっている。

### 3. 和時計ブロックに関して

和時計ブロックは、直径約5.5センチの円盤の表示板(図2)を持ち、その裏側約1センチの厚さの間隔に多数の小さな歯車を内装した構造(図3)を持っている。



図2 和時計の表の文字盤

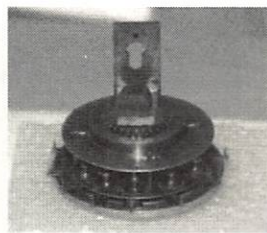
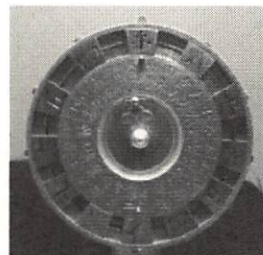
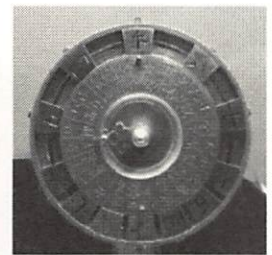


図3 和時計の裏の内部構造

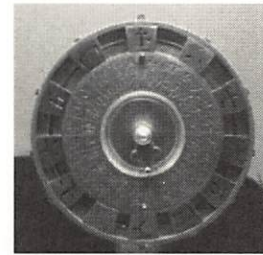
表の文字盤は割駒式になっており、真夜中を表す「子」から始まり、八、七、六、五、四の各時刻を表示する割駒に続き、正午を表す「午」の割駒、さらに再び八、七、六、五、四と割駒が並べられている。これらの割駒は、一年の間、少しずつ位置を移動し、季節ごとに変化する不定時法の時刻を表示していくことになる。



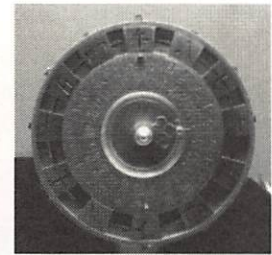
春分における割駒配置



夏至における割駒配置



秋分における割駒配置



冬至における割駒配置

図4 和時計文字盤

上の4枚の写真(図4)は、修正を施した後のオリジナル和時計の、春分、夏至、秋分、冬至の各4分点における文字盤上の割駒の配置具合を表すものである。この和時計自体は、1日を通じて1回転し、写真のように午の表示が一番上に来るときには午の刻を表していることになる。円盤の後ろ側には各時刻に相当して突起が出ており、その突起が頂点に来ると、「アゲカマ」と呼ばれる部品を持ち上げて、鐘を鳴らすメカニズムが作動し始めることになる。円盤の盤面で割駒よりも内側に記載されているのは、24の節気であり、中心からの針はその時の節気を指している。写真左上では針は春分を指し、右上は夏至、左下は秋分、そして右下では針は冬至を指している。それぞれの節気の時期において、二つの「六」の位置に着目すると、春分・秋分の時期において二つの六、すなわち「明け六つ」と「暮れ六つ」の位置は水平の位置からはやや下がった箇所位置している。これはすなわち春分・秋分の時点においても、昼の時間が夜の時間よりも若干長いことを表している。一方、夏至の時点においては、夜を表す割駒はすべて下の方に局在し、夜の時間が極端に短いことを表している。

表の表示板における12個の割駒のうち、可動な割駒



は子と午を除く10個の割駒である。それら10個の割駒を、一年を通じてゆっくりと動かしていく仕掛けが文字盤の裏に隠されている。それは下の写真(図5,6)のように、数多くの小さな歯車からなるメカニズムであり、これこそが万年時計の最も複雑で精妙な仕掛けを構成している箇所となっている。

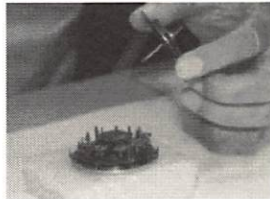


図5 和時計の二つの機構



図6 和時計の割駒駆動メカニズム

和時計全体は、1日に1回転する回転運動を行う。一方、和時計の表示板の針は、1年で1回転する。それによってその時その時の節気を表す。この1年で1回転する回転運動が、和時計の軸を動かしている運動である。図6の割駒駆動メカニズムは、この1年で1回転する中心軸の回転運動を、半年ごとに順方向と逆方向とに交互に回転運動をさせる独特の回転運動に変換させる役割を果たしている。

その独特の運動を生み出す変換機構が、中央の歯車の下に隠されている割駒駆動カナとそれに噛み合う横軸である。

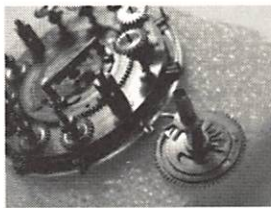


図7 割駒駆動メカニズム  
割駒駆動カナ



図8 割駒駆動カナ拡大図

写真上(図7,8)は、和時計の中心軸の部分抜き取り、逆さに立てたところを撮影したものである。「割駒駆動カナ」と称されるその部品は、片側半分だけに4枚の歯が付けられている奇妙な形状の歯車が2枚、上下に配置されている。

その上下の歯車に噛み合うのは、横軸カナ(図9)と呼ばれるこれも独特の形状をしている歯車である。この歯車は、その形状から「虫歯車」と呼ばれるが、この虫歯車から横軸(図10)を通じて、横軸歯車(図11)に運動が伝えられ、さらに横軸歯車に直交する二つの大きな歯車を回転運動させる。それらの二つの大きな歯車は、午前の五つの時刻を表示する割駒を動かす役割を果たす「午



図9 横軸カナ  
(虫歯車)

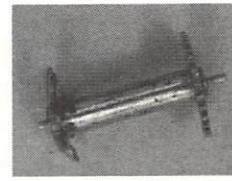


図10 横軸

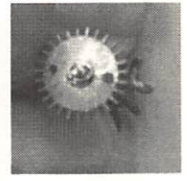


図11 横軸歯車

前歯車」と、午後の五つの時刻を表示する割駒を動かす役割を果たす「午後歯車」である。

万年時計の主要部分である和時計の、その最も中心となる独特の機構を示すのが、この二つの片側歯車と虫歯車との噛み合わせによる、回転運動から反転回転運動を生み出すメカニズムである。その機構の噛み合わせ具合を分析するために、複製の製作にあたってはその紙製のモデルが作られ検討された。



図12 割駒駆動カナと虫歯車の噛み合いを表す紙のモデル

上の写真(図12)を参考にして、回転運動から反転回転運動への変換機構を再説すれば、まずは一方の片側歯車が虫歯車に噛み合い、虫歯車(和時計の中では横軸カナ)を一方方向に回転させる。4枚の歯による噛み合いが終了すると、続いてもう一方の片側歯車が虫歯車に噛み合う番になり、すると反対側で噛み合うことによって虫歯車は反対方向に回転することになる。こうして2番目の片側の噛み合いが完了すると、再び1番目の片側歯車が虫歯車と噛み合い、再び虫歯車を順方向に回転させる。このようにして片側歯車の軸が回転し続けると、虫歯車は反転回転運動をし続けることになる。和時計においては、片側歯車の一回の回転、虫歯車一回の反転が、それぞれ1年で1回のゆっくりとした速度で進行することになる(このメカニズムについては、シミュレーションが製作され、NHKの番組においても放映されたが、静止画と文章による説明よりも、動画による説明によってより一目瞭然と理解されるだろう)。

片側歯車から虫歯車へ、虫歯車から横軸歯車を通じて



午前歯車ならびに午後歯車に運動が伝えられると、それらの大きな歯車から各割駒の運動を担当する小さい歯車に反転回転運動が伝えられる。小さい歯車は「クランク歯車」と呼ばれ、クランクにつながり、クランクが反転回転する。そしてクランクの反転回転運動が、割駒を半年ごとに上下に振動運動させる役割を果たすのである。振動の幅はクランクの長さに依存する。六つの時刻を表示する割駒には長いクランクが、八つや四つの時刻を表示する割駒には短いクランクが連結されている。

#### 4. 天文儀

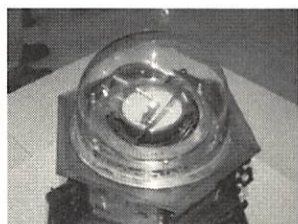


図13 天文儀



図14 ガラスを取り除く  
(レプリカ) \*口絵にカラー版掲載

上の写真左(図13)が天文儀である。写真右(図14)はその天文儀(レプリカ)のガラスドームを除いたところの姿である。日本地図の上に太陽を表す赤玉(日球)と月を表す銀玉(月球)が浮かんでいる。太陽の赤玉と月の銀玉は1日をかけてゆっくりと地図の上と下を一回転する。日本地図の東側から西側へやや斜めに傾いて架かっている赤い円環は、春分秋分時に日球が通過する軌道を表し、それに直交し地図の南から北に伸びる銀色の円環が子午環である。日球は赤い円環のやや下に位置し子午環をちょうど横切っているが、その位置から、季節は秋分の少し後あるいは春分の少し前、時間はちょうど正午であることを見て取れる。このように、日球は季節に応じて高さを変化させ、月球も日によってその高さと日球との相対的位置を変化させていく。筆者は、初めてこの万年時計を見た時に、天文儀の赤玉や銀玉が月日により高さを変えることを知らず、変化できると知らされたことを覚えている。そのメカニズムは以下のようになっている。

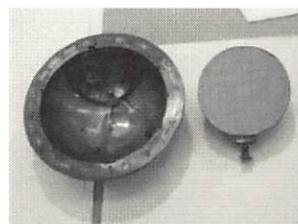


図15 天球儀と経緯度椀



図16 日月機構

地図を載せる内側の半球(天球儀椀)を取り除くと、外側の凹面の半球(経緯度椀)の中に赤玉と銀玉を回転させる小型のディスク(日月機構)が備わっている(図15)。そのディスク(日月機構)の裏側には、ディスク自体を回転させる歯車があり、周囲には一年の季節を表す24の節気(节气)が書き込まれている(図16)。

この日月機構は、赤玉(日球)と銀玉(月球)をそれぞれ別々に回転させるよう、2枚のディスク機構が重ね合わされている。日球と月球はそれぞれのディスクの中心ではなく、ディスクの縁に近い位置を中心としてゆっくりと回転するような機構になっている。

例えば、下の4枚の写真は、太陽の側のディスク(日月機構下板)の内側を示すものであるが、それぞれ太陽の一年を通じての回転の動きを示している。

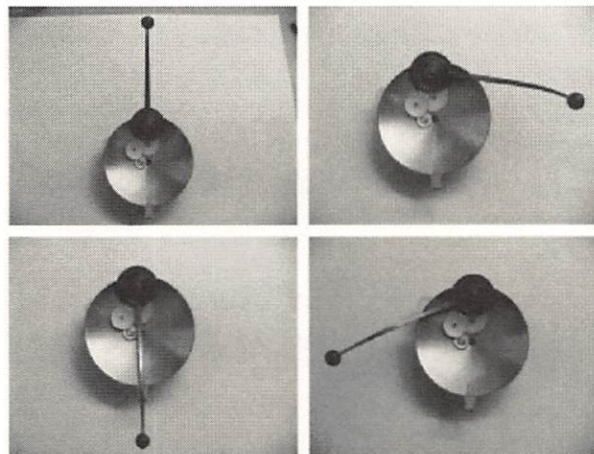


図17 日月機構の太陽側の内部機構(レプリカ)  
内部を太陽の軸が一年かけて回転する

図17(写真左上)は、夏至の時点での太陽の位置であり、日球はディスクから最も離れた地点に位置している。日球を支える日針は、ディスクの中心からは反対の方向を向いており、太陽のディスク中心からの距離は最長になる。次に夏至から秋分を経て、図17(写真左下)の位置に日球が来ると、太陽の高さの一番低い冬至が表されることになる。ディスク中心から太陽までの距離は最短になり、日針は偏心の位置からディスク中心をちょうどまたいで伸びていることになる。すなわち、太陽の高度が最も低くなる時点において、それを支える針はディスクの中心をまたいで横切ることになる。

日針が回転するディスク中心を横切ること、同様にして月針も月の高度が最低になるときにディスク中心を横切ることが、日月機構の構造を難しくさせている。日月機構は、ディスク自体が回転することによって内部の歯車の輪列を回転させ、日針・月針を動かしていく仕組み



になっている。ディスクが回転することによって日針月針が回転していくのは、逆に、ディスクの中心にある軸が停止していることによってそのような動きを作り出しているのである。しかし、上記の通り日針と月針がディスク中心を横切ってしまうために、その軸はディスクを構成する上板と下板を貫通することができない。すなわち、一つの軸だけで上板下板の内部の輪列を回すことはできず、日球の下板用、月球の上板用に別々の静止軸を当てなければならない。そこで久重は、下板用には天球儀腕から軸を突き出し、上板用には日本地図を載せた経緯度腕の下部に尻尾のようにして軸を突き出させている(図18)。

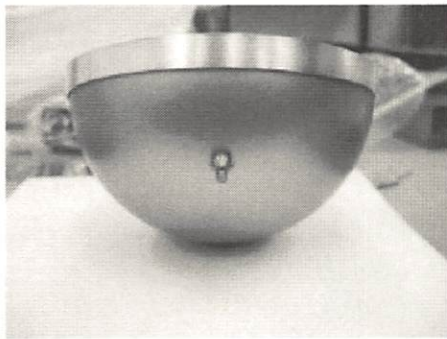


図18 経緯度腕支え軸(レプリカ)

このように日月機構には二つの独立した静止軸が使われているが、この二つの軸は、本来同一線上に固定されていなければならない。だが、久重の製作したオリジナルの天球儀においては、それらが同一線上に乗っていない。そのために軸の傾き、すなわち回転する日針と月針の回転軸の傾きが正確には決定できないことに、分解調査の過程で判明した。結局、レプリカの製作においては、久重の意図を鑑みて京都の緯度35度に統一して下板の軸と上板の軸とを定めて設計されることになった。

これらの構造を模式的に説明するのが、下の日月機構の内部の輪列の様子を示す図(図19)である。

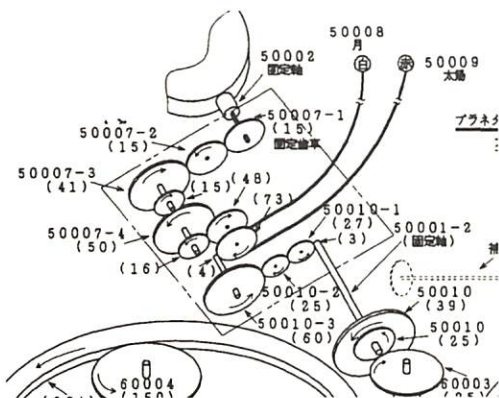


図19 日月機構の輪列の見取り図

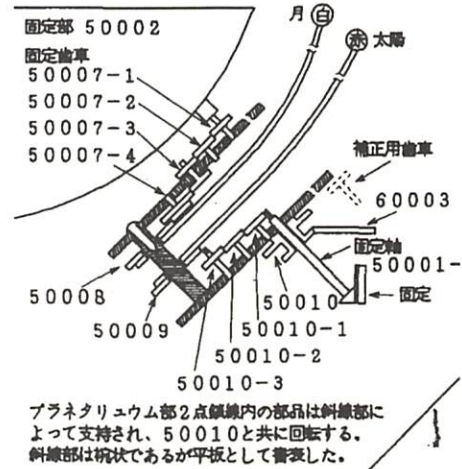


図20 日月機構の輪列の側面図

上の側面図(図20)に見られるように、下板の中心部には、下板のディスクを回転させる60003番と50010番の歯車の噛み合わせがあり、内部の輪列に対しては下板の中心部を突き抜ける50001番の細い固定軸が最初の50010-1番の歯車と噛み合っている。固定軸は動かないが、50010-1番の歯車は下板の回転とともに回転し、次の歯車を回転させ、それらが日球を回転させることになる。日球の回転は当然のことながら、一年に一回転の回転スピードであり、下板の1日1回転のスピードが内部の輪列によって365日1回転のスピードに減速されていく。固定軸は3本の小さな棒が立ったカナになっている。50010-3番の歯車は60枚の歯車と4枚のカナとできており、それが日針の根元の歯車の73枚の歯と噛み合うことで、結局365分の1に減速される計算になる。このような1年をかけての回転には不可欠となる73枚の歯を持つ歯車、それはどのように製作されたものなのだろう。改めて興味をそそられるところである。

久重の製作技術の特徴を垣間見せてくれる歯車の写真がある。それはこのディスクを動かす本体内部の「天球駆動歯車」と呼ばれる歯車である。

それには図21のように、軸穴が四角に空けられている。強い駆動力がかかるような箇所の歯車は、厚めの

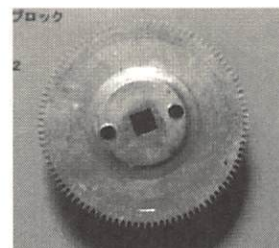


図21 天球駆動歯車四角穴

材料で作られるとともに、このように四角穴にすることによって強い駆動力にも耐えられる強度をもたせることになった。だがこのような四角穴では中心の位置を定める「芯取り」が困難になり、近代的な機械技術では全く使われていない方式である。





図22 天球駆動歯車に残される罫書きの跡

また図22はこの歯車の上部の拡大図であるが、そこには、歯車の100枚の歯のそれぞれの位置を定めるための補助線の罫書きの跡がきれいに残されている。

ここには残されていないが、歯の谷に相当する箇所にも一本の円周方向の円も罫書きされていたことだろう。久重は、その円と径方向に精密に描かれた100本の罫書き線を頼りに、一つ一つ歯を削っていったのだろう。円周の罫書き線を目安に一定の深さになるまで削り、歯の高さと深さをそろえる。歯の形はその後、手で丁寧にヤスリがけをして整えていったのであろう。

#### 4. 結語

田中久重が製作した万年時計に関して、その和時計と天文儀について構造を紹介した。双方ともに1日の回転と1年をかけての位置の変化を機構的に生み出すもので、外から一見しただけでは中の構造はなかなか想像できないような複雑な機構を有するものである。製作者であり設計者である久重は、それらの機構をあらかじめ頭の中で構想し、細部の機構を矛盾無く定めていかなければならない。それまで様々なカラクリ作りに携わってきた経験をもつ久重にとっても、それは挑戦的な課題であったに違いない。万年時計の製作を開始した当時、久重はちょうど50歳になるところだった。彼にとって、この時計はそれまでのカラクリづくりの経験を集大成するような代物だったのである。

それにしてもその機械は、当時江戸時代の技術の水準をはるかに上回る構造を持つ作品であった。和時計の内部の小さな細かい歯車、奇妙な形をして反復運動を生み出すための歯車、あるいは天文儀の日球と月球

とを実際の季節や月日上の位置と合わせて日本地図の上を回転させる巧妙な仕掛け、それらいずれをとっても他の職人にはまねのできないものであり、外国人が目によれば日本の技術の高さを見直したのではないだろうか。万年時計が作られた年、1851年は、西洋ではちょうどロンドンで第一回万国博覧会が開催された年にあたる。もしロンドンの万博に久重の万年時計が出品されていたら、どのような評価を得ていたろうか、と思わず想像してみたくなる。明治維新後、1873年のウィーン万博では出品を依頼されることになったが、運搬の期日が間に合わず出品を取りやめたという。その当時であっても、久重の万年時計は日本の技術の最高の成果の一つであると考えられていたのである。

時代を超えた成果とはいえ、万年時計はやはり当時の技術の水準に大きな制約を受けていることも確かである。罫書き線に現れているように、歯車の歯はヤスリによって丁寧に削りあげられ、力のかかる箇所には四角い穴が空けられた。手作りであるが故にネジには互換性がなく、対称に思える六角形の本体も完全な正六角形ではないために柱と板の穴には番号がふられている。今日の技術者の目から見ればこのように近代以前の代物のように見えるこの時計であるが、逆に言えば、そのような技術的制約を持ちつつもこれだけの製品を作り上げた久重の技術力と構想力を高く評価すべきだとも思うのである。

#### 【略歴】

橋本毅彦 (HASHIMOTO Takehiko)

東京大学 総合文化研究科 教授

1957年東京生まれ。1980年東京大学教養学部卒業。同大学院博士課程中退。1991年ジョンス・ホプキンス大学にてPh.D.取得。同年東京大学教養学部講師、1996年同大学先端科学技術研究センター助教授、2006年より同大学大学院総合文化研究科教授。専門は科学技術史、時計・時間をめぐる歴史。著書に『物理・化学通史』（放送大学教育振興会）、『<標準>の哲学』（講談社）、共編著『遅刻の誕生』（三元社）などがある。



## 特集 ■ VRの原点を求めて～江戸・明治～

## 自動ピアノと再現芸術 ～本物を求めて～



林 英治  
HAYASHI Eiji

九州工業大学

### 1. はじめに

バーチャルリアリティは仮想現実という言葉で理解されているが、本学会のバーチャルリアリティの定義として、“みかけや形は原物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り原物であること”としている。このような意味において、日本人は元来類稀な能力を持っていると言える。工業製品、衣食・芸術文化、スポーツ分野のどれをとってみても、日本流に設え、“もの”によっては本来のあるべき姿よりも、優れた姿を作り出しているように感じる。実のところ、この感じるという言葉に常日頃、意識しない感覚があるのではと考えている。しかし、その意味を理解するには険しい道であるだろう。本稿では、これまで研究してきた自動ピアノをテーマとして取り上げる。

自動ピアノは、ピアノを自動的に演奏するものであり、ピアノ本来の演奏を正しく奏でられることが重要となる。

では、正しく奏でられるとは？良い演奏とは？という定義はどうなるだろう。工学においては定性や定量の評価に及ぶことになるが、そもそも上記の言葉は感覚であり、感じることで何となく理解し、あるいは、自分の嗜好で判断されているため、工学的評価においては非常に苦しむところである。

自動ピアノの開発(図1参照)[1]～[5]においても、例外ではなかった。音楽は一種の再現芸術であり、通常、人間でさえも、楽譜の中の音符を感じ、理解しながら演奏を再現させていく。本研究の自動ピアノの場合には、音の高さ、強さ、高さをアクチュエータの動きに変換し、鍵の速度、深さに関わる位置を表現しながら、演奏を再現する。そして、ピアノの本物とはなんであろうか。現在の世の中で“本物”はなんであるかなどという愚問を



図1 開発した自動ピアノ

考えることはないだろうと思われる。しかしながら、自動ピアノの開発を進めるうちに、そのような疑問が沸き起こった。

本稿では、バーチャル技術の開発で重要となる本質、本物を探究することへの一助となることを念頭に、自動ピアノを題材として述べる。

### 2. ピアノの歴史

もともと、ピアノは16世紀に製作されたチェンバロ(ハープシコード)やクラヴィコードを起源として創りだされた楽器である。図2に示すのは、現在のグランド

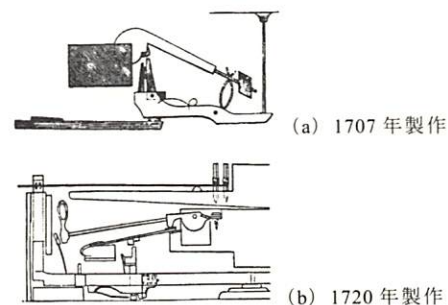


図2 クリストフォリのアクション機構



ピアノの内部機構の原型とされているピアノアクション機構である [6]。この機構は 1709 年にイタリアのクリストフォリによって製作され、19 世紀後期頃には、スタインウェイのグランドピアノのアクション機構が製作された。図 3 に示すのは、現在のグランドピアノに用いられているアクション機構で、1900 年頃にはほぼ完成していた。

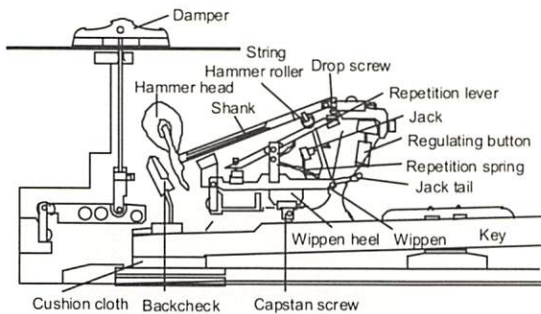


図 3 グランドピアノのアクション機構

ちょうど、時期を同じくして、J.S. バッハ、F. リスト、F. ショパン、L.V. ベートーヴェンなど優れた作曲家、演奏家が現れ、数多くの曲を残していた時期でもある。その後は、グルダ、ケンペ、バックハウス、ホロビッツ、そして、ミケランジェリなどの偉大な演奏家が現れる。

ピアノアクションの研究は極めて少ないのであるが、1930 年に熟練したピアニストの音の音色に関する報告を初めとして、タッチによって音色が変わるかどうかと言うことを主に考察が行われている。また、自動ピアノはオルゴールに端を発し、19 世紀中ごろに製作されたバレルピアノ、19 世紀終わりごろにフランス人によって考案されたロールピアノが製作されている。1910 年頃には、リプロデュースピアノが製作され、音の強弱を付けることが可能となり、記録・再生の性能も飛躍的に向上した。リプロデュースピアノの代表的なもの [7]、アメリカンピアノ社の AMPICO (図 4 参照)、エオリアン社の Duo-Art、ヴェルテ・ミニョン社の Welte-Mignon などであった。しかしながら、これら自動ピアノは大変高価であったため、1930 年代の世界恐慌によって、製作されることがなくなった。

日本ではどうであったろうか。

ピアノの発展時期は、日本ではちょうど江戸時代にあたり、ピアノは西欧でその文化を開花させ、言うに及ばず、その技術が世界に広まった。日本にいつ頃入ってきたのかは議論されるどころであるが、1823 年にシーボ



図 4 Steinway&Son Model B AMPICO

ルトが日本に来たときに、ピアノを持ってきたのが最初であり、現存する最古のピアノというのが一般的な見解である。実際に、日本で製作されたピアノとしては、日本楽器(現ヤマハ)が 1900 年(明治 33 年)にピアノの重要部品である響板、外装などを製作し、完成させたピアノが日本の最初のピアノとして認知されている。このとき、既に、ベーゼンドルファやスタインウェイなどの諸外国のメーカーから 50～100 年くらいの遅れがあり、スタインウェイは販売台数 10 万台に達する時期でもあった。日本楽器の創業者である山葉寅楠氏は楽器製造に関わる技術要素として、河合喜三郎氏が飾り職人であったことや、愛弟子であり、後の河合楽器の創業者となる河合小市氏が車大工の息子であったことから、日本の伝統工芸に着目していたことが伺える。

時を経るごとに、日本のピアノは世界のレベルに近づいていったが、これは弛まぬ努力によって成し遂げて至ったものと言える。

日本楽器(現ヤマハ)は、50 年の歳月を費やし、フルコンサートピアノを 1950 年に完成させているが、実際にはスタインウェイなどには遠く及ばない状況であったという。ヤマハが世界と肩を並べるようになるには、その後、十数年の歳月を費やすことになる。

### 3. 検知することの必要性

前章で述べたように、ピアノは 1800 年以降急激な進歩を遂げていることが伺える。

ものを創ることは発明した人以外は模倣から始まる。奇しくも、日本でのピアノは模倣から始まったが、世界と肩を並べるまでには、半世紀以上を費やしている事も事実である。

ただ、初期の頃は、江戸から明治にかわり、近代国家へと歩みはじめるときであり、それまで、士農工商によって職を分担していたものが(実際は階級であるが)、大きく変わり、様々な人々が交流できる社会となったことが



物創りに貢献していると考える。

本物を志向すればするほど、模倣は重要となり、歳月を必要とし、さらに、模倣するだけでは本物に近づくことはできないことも確かであろう。模倣するのであれば、その手本となる本物とはどういうことなのであろうか。

楽器は音が命であるが、演奏する者を選ぶ、どんなに楽器の音が良くても、演奏者が稚拙な技巧であってはいけけない。演奏者が優れた技巧を持っていたとしても、表現が拙くとも楽器は答えてくれない。

音楽は音と時間の共演である。楽譜には、その音が時系列に並べられてはいるが、音と時間の関わりは、演奏者の表現に委ねられ、自動ピアノやコンピュータ音楽では、ここにも、難しさが潜んでいる。それは、演奏に表現付けを行う時、ピアニストのように動作によるタイミングをユーザは図ることが出来ず、時間を数値で表現しなければならないことである。人は楽譜を見て演奏したとき、テンポを崩さずに弾けるだろうか。テンポを崩さずに弾く修練が必要となるくらい難しいことだと感じる。そして、音楽は楽器や演奏者の技巧と表現がバランス良く保たれなければいけないのである。

ピアノを演奏するという行為は、楽器、演奏者、調律師が必要であり、自動ピアノの開発においては、さらに、エンジニアが加わり、場合によっては、演奏を評価する人や演奏家によって構成させることが基本となることを意味する。

自動ピアノの開発は、当初、技術者と共同研究者である森一氏(アペックス㈱創業者:自動ピアノによって演奏を表現するユーザ)とで始まった。その後、ピアニストの深沢亮子先生に指導を賜り、自動ピアノの性能が微妙に、そして、確実に向上した。

演奏が向上するにつれ、ヤマハC7では満足できなくなり、スタインウェイタイプCとヤマハCFⅢのどちらかで演奏させたいという要求があった。この選定では、その難しさに直面した。たったこれだけのことであっても、開発した自動ピアノとともに、調律師の手をかりてピアノアクション機構を調整し、何度となく計測を行った。音質、音のダイナミックレンジ、演奏表現に関わるタッチの観点からのピアノアクション機構の動的な特性などを考察した。その結果として、本物とはなんであろうかという問が残ったのである。

このとき、早稲田大学の助手を務めており、研究者としての端くれであったが、この嗜好というのが厄介なもので、私の嗜好は定量や定性に大きく依存していた。

ピアノを紐解けば、前述したような歴史をもち、その

発達過程では、ピアノと音楽、そして、演奏法が巧みに組み合わせりながら楽器が誕生していることが伺い知れる。特に、音質というものは非常に難しい。計測器で計測しても、人はピアノの音として認知しているわけであるから、計測上、大きく異なることはない。さらに、演奏したときの音は複数の音が混じりあい、また、ピアノ全体が響き合っている。

また一方で、音の調律という問題がある。現在の調律は十二平均律である[8]。この調律も、ピタゴラス音律などの純正律から始まり、中間音律法を経て、現在に至っている。十二平均律は、J.S. バッハの平均律クラビーア曲集のプレリュードとフーガが有名である。しかし、1700年代初頭では、中間音律法が主流で、その後、1900年ごろまで、中間音律法と十二平均律が混在していたようである。中間音律法は、日本では雅楽などの古典音楽に適用されている。私たちのように、十二平均律で耳が慣れていていると、その音程で調律されたピアノで、バッハやベートーヴェンなどを演奏したならばどのような感慨を受けるのだろうかとか考えると、さらに、混沌としてくる。

そんなおりに、次のような内容を目にした[6]。大正も終わりごろに、当時有名であったドイツのペビシュタイン社の技術者であるエール・シュレーゲルを招いた。しかし、山葉直吉や河合らはシュレーゲルを受け入れなかったという。これは当然である。技術者という生き物は己の知識、経験に絶対の自信を持っているからである。

音やピアノアクションの挙動は、スタインウェイ、ヤマハのそれぞれに特徴はあるが、最後は嗜好によって選ぶほかないという状況であり、嗜好が最後の砦となり、自分自身が問われていることに気づいた。

自動ピアノの開発途中で、もっと綺麗な音にして欲しいという要求があった。どういうことなのか？

私の場合、やはり、工学に過信してしまう。振り返れば、私の見地である工学の知識が壁に突き当たったとも言える。過信を捨て、素直に感じ入り、検知することに務め、森氏とともに、自動ピアノの演奏の芸術性を極めることに邁進した。

#### 4. 再現芸術を求めて

ピアノは、猫が鍵の上を歩いても音色は変わらないと言われる。しかしながら、ピアニストはタッチによって音色が変化するという。

図5は、種々の打鍵方法とハンマ打弦速度の関係である[9]～[11]。打鍵方法の違いにより、音圧の曲線は



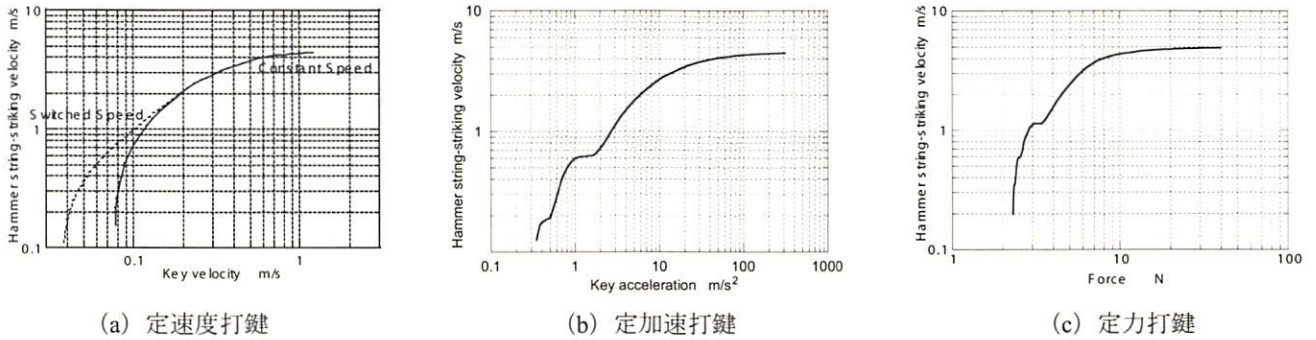


図5 異なる打鍵法によるハンマの打弦速度

異なるが、打鍵方法による音色の差は見られない。工学的な検地から言えば、鍵を動かしてからハンマが打弦するまでにおよそ0.02～0.2秒を費やし、演奏中に一度鳴った音を削除することはできない。そして、タッチによって音色を変えることは出来ず、ハンマの打弦速度と音色は対応関係がある。

確かに、鍵を動かしてからハンマが打弦するまでを考えた場合、音色を変えることはできないが、それだけをタッチとして捕らえるにはあまりにも短絡的であった。

タッチを表現する言葉[12]は様々で、軽く、重く、軽やかに、遠くを見渡すようになど、数え切れないが、これらの言葉の真意を汲み取ることができなかったのである。

ある時、気づいた。それまで、何回も聞いていたCDの演奏で、その音に気づいたのである。気づくと、僅かな異音にも気づく。楽譜を見ながら聞くと、さらにその異音の偉大さに気づいた。

図6はハンマが打弦後、鍵の深さを変化させたときの鍵とハンマの挙動である[13]。ハンマ打弦後に、鍵が待ち受ける位置によって、ハンマが素早く安定に静止することが見て取れる。

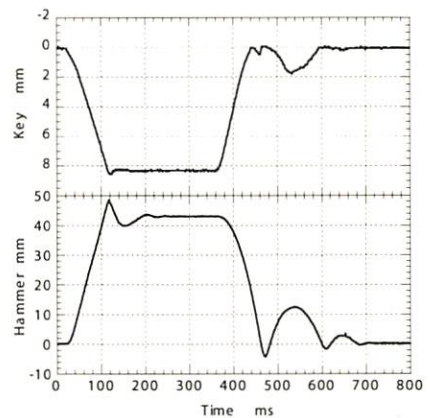
このような結果から、綺麗な音とは、ハンマが図に(b)のように弦の近くで振動せず、淀みなく動作させることが必要であることがわかった。そして、ハンマが打弦した直後の鍵さばきが重要であり、計測を超えた人間の耳だけに、音質の変化、つまり、音色の変化を伝えてくれる。そういう意味において、私はタッチで音色は変わると今では理解している。

ある機会にピアニストに、タッチについて話したら、子供と私が弾いた音は違うでしょうと、言われた。全くその通りである。

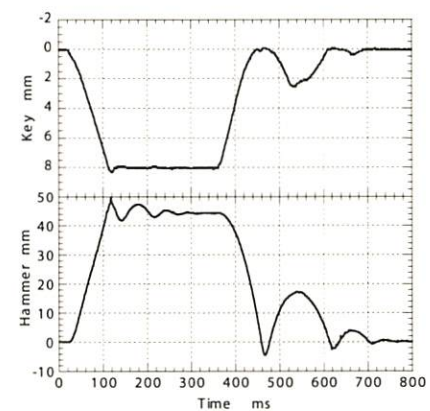
5. おわりに

本物を求めるとき、己の知識だけで判断することは非常に危険である。

星の王子さまの著者であるサン・テグジュペリが“What is essential is invisible to the eye”(もっとも本質なものは目に見えない)と言っている。



(a) 鍵深さ 82.5%



(b) 鍵深さ 80%

図6 鍵深さの違いによるハンマの挙動



本物、本質を追うとき、この言葉の意味が重くのしかかる。

本質を見極めるには、何度も繰り返し思考し、試行錯誤することが肝要であることは確かであろう。そして、日本人は元来、わび・さびの見極めを持っていると信じて疑わない。

最後に、2005年愛知博覧会出展など数々の貴重な機会、ご助言、ご支援を与えてくださった方々、鈴木一義氏(国立科学博物館)、ピアニストの深沢亮子氏、調律師の辻文明氏(故人)、瀬川宏氏、音楽プロデューサーの中野雄氏、そして、共同研究者の故森一氏(故人、㈱アベックス創業者)に謝辞を申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 林英治, 山根雅巳, 森一: ピアノ打鍵装置の開発, 精密工学会誌, Vol. 59 No.4, pp135-140 (1993)
- [2] Eiji Hayashi, Masami Yamane and Hajime Mori: Development of Moving Coil Actuator for an Automatic piano, Int.J.JSPE, Vol.28 No.2, pp164-169 (1994)
- [3] 林英治, 山根雅巳, 森一: 自動ピアノの開発に関する研究 第1報, ハンマ打弦に至るまでのピアノアクションの挙動の解析, 日本機械学会論文集C編, 60巻 579号, pp325-331 (1994)
- [4] 林英治, 山根雅巳, 森一: 自動ピアノの演奏情報に関する研究 第1報, ピアノアクションの挙動に基づく基本的な打鍵のための変換処理方法, 平成12年7月, 情報処理学会論文誌 Vol. 41 No. 7, pp2049 ~ 2061
- [5] 林英治, 山根雅巳, 森一: 自動ピアノの開発に関する研究 第2報, ピアノアクションの挙動に基づく同一鍵の反復打鍵の研究, 日本機械学会論文集C編, 61巻 587号, pp339-345 (1995)
- [6] 楽器の事典ピアノ - 改訂 -, (株)東京音楽社 (1990)
- [7] Encyclopedia of Automatic Musical Instruments, The Vestal Press (1994)
- [8] 竹内雄三郎: ピアノ調律・整調・修理の実技, (株)日本ピアノ総合センター
- [9] Eiji Hayashi, Masami Yamane and Hajime Mori :Behavior of Piano-action in a Grand Piano for an Automatic Piano, Proceedings of 1st Pioneering International Symposium on Motion and Vibration Control in Mechatronics, pp80-85 (1999)
- [10] Eiji Hayashi, Masami Yamane and Hajime Mori: Behavior of Piano-Action in a Grand Piano I : Analysis of the Motion of the Hammer Prior to String Contact, Journal of Acoustical Society of America, Vol.105, pp3534-3544 (1999)
- [11] E.Hayashi, M.Yamane and H.Mori : Behavior of Piano-action in a Grand Piano for an Automatic Piano, Proceedings of 1st. Pioneering International Symposium on Motion and Vibration Control in Mechatronics, pp80 ~ 85 (1999)
- [12] Jozef Gat, The Technique Of Piano playing, London and Welling-borough (1974)
- [13] Eiji Hayashi :Development of an Automatic Piano that Produce Appropriate- Touch for the Accurate Expression of a Soft Tone-, International Symposium on Advanced Robotics and Machine Intelligence(IROS06) WorkShop, p6 (2006)

#### 【略歴】

林 英治 (HAYASHI Eiji)

九州工業大学 情報工学部 助教授

1966年生。1989年3月早稲田大学理工学部機械工学科卒業。1991年3月早稲田大学理工学研究科修士課程修了。1994年3月早稲田大学理工学研究科博士課程単位取得退学。1994年4月早稲田大学理工学部助手。1996年3月早稲田大学にて博士(工学)取得。1997年2月九州工業大学情報工学部講師を経て、1999年8月同大学助教授、2003年8月～2004年7月マサチューセッツ工科大学機械工学科客員研究員。機械力学・制御、ロボティクス・メカトロニクスと情報による融合研究に従事。



# 会議参加報告

Journal of the Virtual Reality Society of Japan

## ICAT 2006

Ronald Sidharta ロナルド・シドハルタ  
東京大学

International Conference in Artificial Reality and Telexistence (ICAT) was established 1991.

For those not familiar with ICAT yet, it is interesting to note that unlike other notable conferences that were pioneered by American/European institutions or universities, ICAT was pioneered by VRSJ, as a result, we can always see a strong presence of Japanese research works and Japanese committee members. However, in a good balance, there are also many international participants from other Asian and Western researchers.

This conference is held annually, and this year, the 16th conference, was held from Nov 29th - Dec 1st in Hangzhou, PRC, with Zhejiang University of Technology as the host.

This year's conference, however, took a different approach in proceedings publications compared to previous years. There are two types of proceedings in this year's ICAT. Out of 523 total submissions, 138 papers was accepted as a Springer Lecture Notes in Computer Science type proceedings, and 142 papers was accepted as IEEE workshops type proceedings (with 92 being full papers, and 50 short papers). Furthermore, 11 best papers from the LNCS proceedings were invited to appear in September 2006's edition of IJVR. In comparison, last year's ICAT only had 69 total submissions, from which 34 was accepted as full papers in ACM publication.

There were about 8 invited speakers in the conference, and my impression was that each speaker was an expert in one of the main theme present at this year's ICAT. Those

themes were: artificial life, real time simulation, ubiquitous computing, virtual heritage, virtual reality, vr interfaces, tools and technique for modeling VR systems, motion tracking/haptic, and mixed reality. I personally thought each invited speakers delivered very interesting talk, and it would be too long to summarize each of them. However, since I am in the MR field, I was particularly interested by the message delivered by Dr. Mark Billinghurst regarding the future direction of MR research.

He first began his talk by showing the video of "Eye of Judgement", the first commercial MR game that will be soon available for the PS3 console. Excited with the good progress of MR finally being used commercially, he stated that MR must contribute to what Gilbert&Pine called the experience economy, in which experience is the new sell, above old paradigm such as service, product and base component.

And as the next step forward, he strongly suggested that MR researchers should include user study as a part of their research. This is because his recent field research showed that 92% of MR/AR research publications in recent years didn't include user studies. He argued that a user study is beneficial to show the effectiveness of MR, for example, in aspects such as improving perception, interaction, and collaboration.

Most of the conference itself was held in the main hotel (New Century Zhejiang Resort), instead of in Zhejiang University. That was nice because we didn't have to spend time in transportation in the morning to attend sessions. On the last day (Dec 1st), the conference was done at noon, and we had the chance to visit Hangzhou's famous West lake, and in the evening we visited Song Dynasty Town. Song Dynasty town is a theme park that recreated the civilization during the time of Song Dynasty, I felt like I traveled back in time to the



kung-fu era; I think the whole the theme park could be used as an outdoor set for kung-fu martial arts movies. The highlight of the attraction here was the music/acrobatic show showing the history of Hangzhou. The show was fabulous, featuring many good dances, acrobatics, and colorful costume. The setup was also very elaborate, some of my favorites were the indoor waterfall, projection onto rain mist, and green laser shows. I think the show was as good or better than many Las Vegas shows.

A combination of interesting technical talks, good entertainment, getting to know many smart people, and delicious Chinese food makes this year's ICAT a success.

In 2007 it will be held in Aalborg, Denmark hosted by Aalborg University.

This year's website is: [www.icat2006.org](http://www.icat2006.org)

## ■ 第1回横幹連合 総合シンポジウム

高橋正人

情報通信研究機構 / 東京大学

2006年12月1日(金), 2日(土)の2日間にわたり, キャンパス・イノベーションセンター(東京都港区)において, 第1回横幹連合総合シンポジウムが開催された。今回の総合シンポジウムは, 横幹連合を構成する会員学協会が, 昨年11月, 長野で一同に会した第1回横幹連合コンファレンスでの成果を踏まえ, 「統合知の創生と展開を目指して」を全体のテーマに, 学の連携, 横の連携の強化を目標として開催された。

第1日目には, 吉川弘之氏(横幹連合会長)による基調講演「人工物を考える—人工物観と横幹技術」が行わ



横幹連合会長吉川弘之氏による基調講演

れた。統合知の創生と展開の, 基礎を構成する真摯な議論が, 機械工学を例に示され, 真に有意義なものであった。恐れつつではあるが, 以下に要約を試みさせていただく。複動回転蒸気機関の生成を含め, 新しい機械の誕生は, 新たな価値創造と言え, 人工物が構成する総体としての人工環境の究極の像, つまり, その時代の人工物観の影響を受ける。とすれば, 逆に, 機械工学の生成物群から, 人工物観の歴史的な変遷を辿ることもできよう。将来, 工学教育では, 実用的方法の側面同様, 領域固有の人工物観の認識の側面も重視されることになるものと予想される。環境問題など現代的問題の解決には, 過去の人工物観を点検し, 新たな価値を持つ人工物観の創生が要求される。その一環として, 物質循環などの価値を入れ込んだ設計学の再構成を開始しており, 新しい人工物観の創生に, 大きな決意を持って取り組んでいる。諸領域でこのような取り組みの発生が見られると, 横幹のエッセンスそのものに重なりと期待している。という, 真に貴重な講演であった。垂直方向への「大きな決意を持って」行う深化により, 意義深い水平連携の共通価値基盤の醸成を試みるとの方針は, 一昨年の長野での第1回カンファレンスの柘植綾夫氏(内閣府総合科学技術会議前議員)の特別講演を締め括る「横幹連合はわが国の科学技術創造におけるリーダーたれ」という激励への, 学の側からの極めて真摯な応答と位置づけられるようにも思われ, 両講演を繋ぐ連続性にも, 感激を深めた。

続くパネル討論「縦と横の連携が新たなイノベーションを拓く」では, 日本の伝統的な工学を代表する学会のトップの方々に講演をいただいた後, 学の連携や知の統合の実現とそれによるイノベーション創成の仕組みに関して豊かでたいへん示唆に富む討論が行われた。パネリストとして中島秀之氏(情報処理学会副会長, はこだて未来大学), 滝沢照広氏(電気学会副会長, 日立製作所), 濱田政則氏(土木学会会長, 早稲田大学), 笠木伸英氏(日本機械学会会長, 東京大学), 木村英紀氏(横幹連合副会長, 理化学研究所)を, 司会者として安岡善文氏(横幹連合理事, 東京大学)を迎え, 我が国の学术界を牽引される錚々たるメンバーで行われたパネル討論は活発で真に実り多いものとなった。例えば, 人間中心の情報処理系の視点, マルチスケール方法論の視点, 大規模地震対策の成功要因の視点, 学会の成長曲線の視点, 第三の科学革命の視点など, 現代的課題に対する優れた示唆が得られた。同時に, 問題意識の詳細化と共有に見事に成功し, 将来に向けてたいへん良い印象を残したパネル討論であったと思う。



第2日目には、横断知のコラボレーションを実践する9件のオーガナイズド・セッションと、特別セッションが企画された。オーガナイズド・セッションは、以下の視点から三つのグループに分類されるテーマが採り上げられており、横幹連合ならではの複合的な視点を楽しむことができた。第一に、自然、社会、人工物などが抱える諸問題を横断型科学技術の視点から展開し、解決策を探ることを目指したものであり、第二に、横断型科学技術を推進するための仕組み、コトづくりの方法論、さらに人材育成の課題を探ることを目指したものが検討されている。第三に、横断的知、普遍性、共通原理などを発見、活用し、新展開を探ることを目指したものが議論された。特別セッションとして、「横幹思考と技術ロードマッピングによる異分野技術の融合」(横幹連合-経済産業省連携企画)が企画され、実に活発な討議が行われ、現状の分析と課題の共有がなされた。いずれも内容の充実した素晴らしいものであった。

今回の総合シンポジウムも、多くの参加者が、その内容の豊かさと意義深さに、率直に賛辞を述べておられたのが印象的であった。わが国の自然科学・社会科学・人文科学の諸分野が、連携し、進むべき方向を考え、提案を共有する貴重な討議に参画できたことは真に幸いであった。ご関係の皆様へ、心よりの感謝を申し上げたい。

## SD&A 2007

### 小池 崇文

日立製作所

2007年1月29日から31日にかけての3日間、アメリカはサンノゼのサンノゼコンベンションセンターにて、Stereoscopic Displays and Applications (以下、SD&A) XVIII が開催された。



サンノゼコンベンションセンター



SD&A2007 口頭発表会場の様子

SD&A は、立体ディスプレイとその応用に関する国際会議で、今年で18回目の開催であり、Electronic Imaging 2007開催中に行われた20のコンファレンスの内の一つである。SD&A は、毎年、一番大きな会場で開催され、会場には、偏光メガネ対応の大型立体ディスプレイも設置される。会場では、偏光式とアナグラム方式の二つのメガネが配られ、発表者も自由に活用でき、最も3Dを有効に活用したプレゼンテーションに賞が与えられるなど、ユニークな点もある。

今年は、口頭発表は全44件で、アメリカ13件、日本9件、イギリス6件、オランダ5件が主要な発表国で、ポスター発表は全15件で、日本6件、韓国4件が主要な発表国であった。口頭・ポスター含めると、カナダ、イスラエル、台湾、ドイツ、オーストラリア、オーストラリア、ベルギー、ポルトガルから発表があった。

参加者は200人程度で、今回のSD&Aは、全12のセッションで、裸眼立体視ディスプレイに関する研究が主流であるが、アプリケーションなどのコンテンツに関した発表も多かった。多視点画像生成やクロストークに関するセッションなどはSD&Aならではのものと思われる。初日の夕方には、2時間弱の3D Theatreがあり、その後、会場を近くのレストランに変えて、非公式のSD&Aコンファレンスディナーに突入するのも、毎年の恒例となっている。

国別には、日本や韓国は、インテグラルイメージングの研究が盛んで、アメリカはコンテンツなどのアプリケーションの研究、ヨーロッパは多眼式ディスプレイと、その実用化に必要な研究と、かなり明確に研究分野が分かれているのも面白い。

モバイルデバイスセッションでの発表は、どれもディスプレイ完成度が高く、すぐにでも商品化できそうなものばかりで、大いに刺激となった。また、NHK 洗井氏の、ミラーアレイを用いたインテグラルイメージング



グなどは、レンズアレイの欠点を補うべく提案された研究で、ナノテク技術の発展と連動して、今後が楽しみな研究であった。

二日目の夜には、デモセッションも行われたが、こちらも盛況で、実機をみながら、研究者と議論できる貴重な場となっていた。報告者も、口頭発表と実機展示を行い、世界各国の研究者と貴重な議論を経験することができた。

学会の実際の様子は、多数の写真とともに、下記サイトに掲載される予定である。

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

## MMVR15

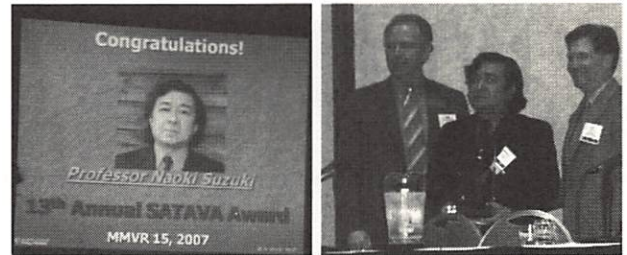
### 桑 直人

京都大学

The 15th of Medicine Meets Virtual Reality (MMVR15) は、2007年2月6日～2月9日の4日間に渡り、Long Beach (Los Angeles) の Hyatt Regency Hotel にて開催された。MMVRは工学系と医学系の関係者が集まるため、手術シミュレータの要素技術やロボット技術、遠隔医療といった技術的な内容だけでなく、シミュレータのリハビリテーション応用、各種手術シミュレータ製品の臨床教育への導入、さらには医学教育カリキュラムのあり方等にも焦点が当てられる学会である。今年度の口頭発表は170件程度、ポスターは100件程度であった。

今大会で目を引いたトピックとして、ウェブアプリケーション型手術シミュレータの開発動向、医療における技能伝達に手術シミュレータが果たす役割に関する議論、手術シミュレータ開発のフレームワークの動向、の三つを挙げることができる。一つめのトピックは、パフォーマンスを多少犠牲にしても安価にウェブアプリケーションで力覚フィードバックを伴うシミュレーションを実現しようという流れである。一例として、Project Hydra ではユーザ側は手元のPCにハプティックデバイスを接続しプラグインをダウンロードするだけで手術シミュレーションを開始できる仕組みを提供している。二つめのトピックは、手術教育においていったい何を教えるべきか再定義が必要であるという問題意識が大きくなってきたことを反映している。生理学モデルと一体の手術手技訓練環境の必要性や、シミュレーション記録の利用、臨床カリキュラムの構成事例などが紹介された。三つめのトピックは、オープンソースプラットフォーム

ムを元にした手術シミュレーションライブラリの比較検討に関するもので、本大会2日目に、ワークショップが開かれた。GipSi, SOFA, Spring, Chai3D, VRASSなどが現在もっとも着目されているライブラリで、物理変形や力覚レンダリングなど手術シミュレーションに不可欠な技術の比較、統合、標準化を目指している。



MMVR15

本年度の Satava Award に選ばれた鈴木直樹先生（東京慈恵会医科大学）

最終日の午後の特別セッションでは、恒例の Satava Award が発表され、慈恵医大の鈴木先生が受賞された。鈴木先生の長年の貢献が認められた形で、幅広い研究内容の紹介、先生の気さくな人となりなどが紹介された。

単体の手術シミュレータや要素技術の開発だけでなく、今後の臨床教育のあり方を問う段階への移行が始まっていることが伺える大会であった。

[http://www.nextmed.com/mmvr\\_virtual\\_reality.html](http://www.nextmed.com/mmvr_virtual_reality.html)



## ● 研究室紹介



### 電気通信大学

電気通信学部 知能機械工学科  
大学院

電気通信学研究科 知能機械工学専攻

### 稲見研究室

稲見昌彦

#### 1. はじめに

稲見研究室は2003年に電気通信大学知能機械工学科に誕生した研究室です。2006年度メンバーは教員1名、研究員2名、博士後期課程学生2名、博士前期課程学生11名、学部学生8名の総勢24名にて構成されています。

学科名の知能機械工学科という名前にあるように機械系のバックグラウンドの学生がメンバーの多数を占めており、自作ハードウェアを中心に据えた各種デバイスの研究開発を得意としています。

#### 2. 人間の入出力機能を拡張する

稲見研究室はバーチャルリアリティ技術により人間の入出力機能を拡張することを目指して研究を進めています。

我々は五感により身体の外に広がる世界を理解していますが、五感をはじめとする身体機能は情報主体としての人間にとって大きな物理的制約条件とも言えます。我々は「身体性」、「インタラクティブ性」、「臨場感」に着目してインタフェースを開発することで人間の入出力機能をあたかも人が超能力を有したかのように拡張することを目指しています。

以下研究トピックスの一部を紹介します。詳しくは末尾のwebサイトをご覧ください。

#### 3. 研究トピックス

##### スマートツール

作業支援のために、道具とセンサ部・力覚提示部とを一体化し、実時間での変化する環境の計測と作業への提示を行なうスマートツールの開発を行っています。スマートツールを用いることで本来人間の触覚では知覚で

きない画像情報や対象物質の化学的な情報を「可触化」することができます。将来的には医療に応用することにより、血管や重要臓器等を傷つけることなく安全に手術を行うことが可能なシステムの構築を目指します。

##### 前庭感覚電気刺激インタフェース

NTT(現 大阪大学)前田研究室と共同で前庭感覚を電気刺激することにより小型の装置で歩行誘導や全身での音楽体感が可能な装置の開発を行っています。

##### Display-Based Computing

稲見研究室ではディスプレイを利用することによって通信や計測・制御を実現するため情報システムとしてDisplay-Based Computing (DBC)を提案しています。ディスプレイは「人」に視覚的情報を提示するための装置として主に利用されてきました。それに対しDBCはディスプレイを用いて人だけでなく「人工物」に対し情報を提示することで実世界指向の新たな情報システムを構築することを目的としています。

DBCに関する一連の研究により小型ロボットの位置・角度の計測手法、複合現実感と小型ロボットを用いたゲーム環境 Augmented Coliseum (図1左)などを開発してきました。

プロジェクタにより投影された指標画像を受光センサユニットにて計測することでセンサユニットの位置・角度を検出可能なシステムや、PCの画面上で指標画像を動かすだけで、複数台のロボットの位置・姿勢を簡単に制御することを可能とする手法(図1右)を提案しています。一方、LEDを画素とすることで映像でなく情報を出力することに特化した超高速プロジェクタ



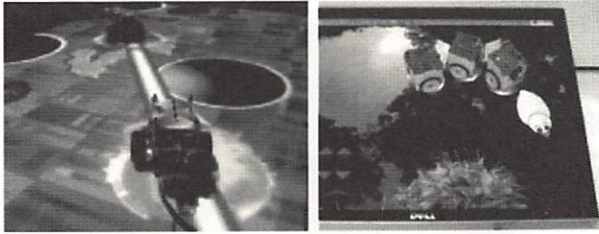


図1 Display-Based Computing (左: Augmented Coliseum, 右: 画像提示装置による小型移動ロボットの制御)  
\*口絵にカラー版掲載

の研究も併せて行っています。

#### Robotic User Interface

ロボティック・ユーザ・インタフェース (Robotic User Interface, 以下 RUI) とは、ロボットを使ったインタフェースです。インタフェースのハードウェアにロボットを用いることで「動き」や「力」を入出力することが出来ます。RUI を用いることにより、遠く離れた場所にあるもう一体のロボットを操作したり、コンピュータ内のアバターを操作することが出来ます。

ロボットをぬいぐるみのように可愛らしく設計することで、女性や子供など幅広いユーザが親しみを持つことが可能なインタフェースとすることも目的の一つとしています。

将来はテレビゲームのコントローラとして用いるような応用も考えています。(図2)

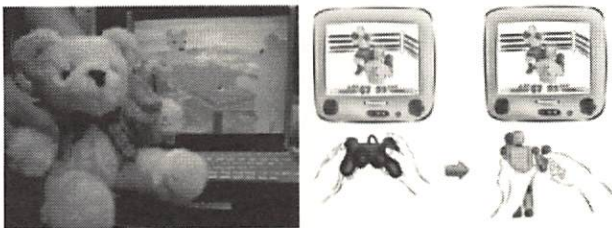


図2 Robotic User Interface (RUI)  
\*口絵にカラー版掲載

#### 国際学生対抗 VR コンテスト (IVRC)

稲見研究室では学部・修士課程に新しく所属したメンバーには教育(武者修行)の一環として IVRC に出場することを必須課題としています。一見、卒業研究とは別にコンテストに参加させることは遠回りにも見えます。しかしながら学生自らアイデアを出し手を動かして作品を制作することにより、一般的な学部教育では身につけることの困難な研究への主体性と当事者意識、自ら必

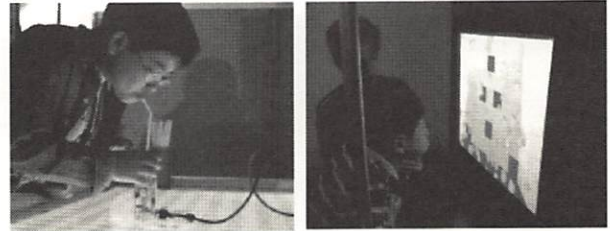


図3 IVRC 出展作品  
(左: Conspiracy, 右: ビュービュー View)

要なことを学ぶ力、アイデアを人に伝えるための能力を養うことができるため、結果的に研究も効率的に進められているようです。(図3)

#### 4. おわりに

我々は問題に対し、高度な技術を積み上げてゆくような知識集約型のアプローチではなく、複雑な問題をできるだけシンプルに解く、たとえば言うなら初等幾何の証明問題の補助線を探すような研究スタイルを目指し日々試行錯誤を続けています。

面白い研究のデモンストレーションに触れると専門家でなくても自然と笑顔になります。日々、研究そのものが有する「世界中で共有できる本質的な面白さ」を見つけることで、研究室のメンバー一同、楽しみながら研究を続けてゆくことができると考えています。

社会人博士課程への進学、他大学からの大学院進学ともに大歓迎ですので興味をお持ちの方は是非ともご一報いただきたく存じます。

#### 【連絡先】

電気通信大学 知能機械工学科

稲見昌彦(教授)

所在地: 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

TEL&FAX: : 042-443-5316

E-Mail: inami@inami.info

URL <http://www.inami.info>

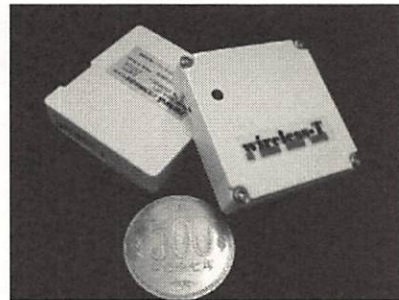


## ● 製品紹介

# ワイヤレステクノロジー株式会社

## Bluetooth 小型無線加速度センサ WAA-001

森山正吾



### 1. はじめに

バーチャルリアリティシステムにおいては、ユーザの動きを計ることは古くからの課題でした。これまでの多くのVR研究においては、動きを位置の時系列情報として逐一トレースするモーショントラッキングが主流でしたが、最近リリースされた最新の家庭用ゲームでは、もっと簡便に動作を計測するシステムが次々と実用化されています。例えば、リモコンを刀のように握って動かすと、その動作に応じてキャラクタが同じように動くといった、直感的な操作が当たり前になってきました。

これらのコントローラにはMEMS加速度センサが採用されています。そして、これらのコントローラは、おしなべてコードレスです。結果的に、操作範囲もあまり限定を受けず、また高速の応答を可能とした、快適なユーザインタフェースが実現されています。

本稿では、これらのゲーム機に採用されたようなユーザインタフェース開発プラットフォームを目指し、ATR社と共同で設計・開発、弊社にて製品化した小型無線加速度センサについてご紹介致します。

### 2. 小型無線加速度センサ

この小型無線加速度センサの当初の開発目標は、①容易に利用できること、②高い拡張性、③小型軽量性、を備えたセンサデータの取得と情報提示を兼ねるウェアラブルデバイスのプラットフォーム化でした。

一連の研究開発では、厳密に位置を計測する必要は無いが精度の高い高速の動作計測、センサを装着すること自体が本来計るべき動作を阻害しないこと、さらに、複数のセンサ間での計測タイミングが同期するこ

とを、それぞれ要求目標としてATR社とともに開発を進めました。

最終的に製品化したデザインスペックを表1にまとめます。マッチ箱程度の小型のパッケージには、本製品のコアであるセンサとして日立金属社製3軸MEMS加速度センサを搭載しています。このセンサの出力を内蔵するH8にて読み取り、Bluetoothによってこれをホスト計算機に最大200Hzのサンプリングで送信します。

ケーブルによって計測する動作自体を阻害することがなくなり、Bluetoothのピコネット機能により、一台のホスト計算機に最大で7台のセンサを接続して同時計測が可能です。

複数のセンサを同時に使用した場合に重要なことは、それぞれのセンサが同期して加速度計測を行わねばなりません。Bluetoothは厳密には転送遅れを保証できるプロトコルではありませんので、単純に計測値を送る

表1 WAA-001

CPU	ルネサステクノロジ社 H8 7.3728MHz
サイズ 重さ	38.0mm(W) × 39.0mm(H) × 10.0mm(D) ※1 17g ※1
稼動時間 通信機能	最長4.5時間(200Hzサンプリング時) Bluetooth ※2 Ver.1.2 Class2 (バンド幅:最大700kbps, 通信距離:最長10m)
標準センサ 拡張I/O	加速度センサ ±3G, 200Hz(日立金属社製) A/D x 1ch PWM output x 1ch PIO 2ch

※1 パッケージ及びバッテリーを含みます。

※2 Bluetoothは米国Bluetooth SIG Inc.の商標です。



だけではランダムな通信遅れが生じます。そこで、本製品では、内蔵する H8 に時計機能と時刻同期機能を実装し、計測された加速度データに計測したタイミングをミリ秒単位でタイムスタンプを付加して送信しています。これによって、ホスト計算機に記録されるデータの上では厳密な時刻管理と複数のセンサ間での同期が実現されます。現状の構成では約 50msec 程度の精度での同期が可能で、さらにオプションの同期装置を用いれば 1msec 単位での同期を可能とします。

パッケージ内には二次電池と充電回路を備えているため、運用においては電池交換は必要なく、AC アダプタを接続するのみで充電が可能です。

また、本製品では製品名称は加速度センサとなっておりますが、拡張用 I/O が用意されており、各種センサやバイブレータなどを接続することで、リモートブザーやリモートバイブレータなどの多彩なウェアラブルシステムを実現できます。

一方、本製品を利用するためのホスト計算機側には、特別なドライバは必要ありません。ホスト側の条件は Bluetooth とその最も基本的なプロファイルである SPP をサポートしていることですが、これまでに Windows はもちろん、OSX, Linux, Windows Mobile, 一部の携帯電話(図1参照)と多くの環境で動作確認されています。

ホスト計算機での開発環境での利便性も非常に高くなっています。例えば Windows 環境では、利用する Bluetooth ドライバによって、各センサの入出力が仮想シリアルポートに割り当てられます。ユーザアプリケーションでは、シリアルポートをオープンして、モデムへコマンドを送るように、テキストで“sens”等のコマンドを送るだけで加速度データが受信できます。もちろん

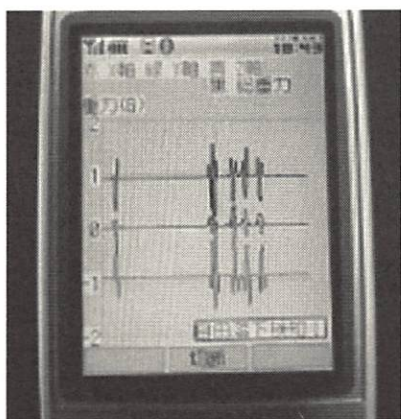


図1 携帯電話表示例  
(KDDI Bluetooth 搭載機 BREW 画面)

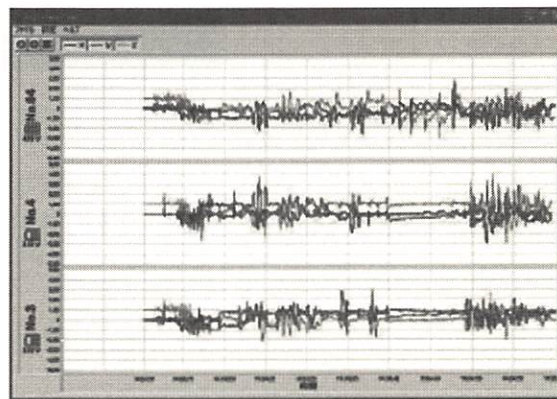


図2 AccelRealtime 画面  
(ATR-Promotions 提供)

開発言語はシリアルポートの操作が可能ならば、どのようなものでも使えます。

それをご面倒な方には、サンプルソフトとして、図2に示すようなアプリケーションを ATR-Promotions 社が無料で提供しています。最大7台のセンサの制御と加速度が記録可能ですので、簡単な計測ならば十分に事足ります。

### 3. おわりに

弊社は、社名が示すように無線技術、特に Bluetooth を用いた各種デバイス、アプリケーションの設計・開発に長年の経験を有しておりますので、無線化に関するご相談などありましたら是非ともご連絡下さい。

#### 【連絡先】

会社名：ワイヤレステクノロジー株式会社  
所在地：〒140-0013 東京都品川区南大井六丁目 25 番  
14 号 OSK ビル 7 階  
TEL：03-5767-6011 FAX：03-5767-6022  
E-Mail：info@wireless-t.jp



# ラク楽実践VR

## - 手と足と頭を使え！VRシステムの作り方 -

実に多くのゲームソフトとオプションが次々に登場するゲーム業界では、各社熾烈な戦いが日々繰り広げられています。しかしよく見るとそこはまさにアイデアの宝庫。研究の参考になるものがたくさんあります。触覚はまだまだわからないことも多く、視覚や聴覚との相互作用や感性の増強効果などおもしろい現象が多数存在します。そこで今回は、ゲームでも研究でも様々に使われる振動による触覚刺激を、簡単に作り出す一例をご紹介します。報告は大阪電気通信大学の大西克彦先生です。

山下和彦(東京医療保健大学)

### 第12回

#### DS Lite 振動カートリッジの解析と活用

大西克彦(大阪電気通信大学)

#### 1. はじめに

DS Lite 振動カートリッジは、携帯ゲーム機「ニンテンドー DS Lite」に振動機能を付加するカートリッジである [1]。振動カートリッジ対応ソフトウェアを利用することで、イベント発生時にユーザが持つゲーム機本体に振動を発生させる。図1が振動カートリッジの外観であり、内部の振動子の振動が本体を持っているユーザに伝わる。また、振動カートリッジ対応ソフトウェアによっては、複数の振動パターンが見られる。振動カートリッジ単体は、周辺機器として安価な値段で販売されている。そこで、今回はこの振動カートリッジを複数の振動パターンを制御できる安価なデバイスとして利用できる可能性がないか検討してみた。



図1 振動カートリッジ外観

#### 2. 内部構造

振動カートリッジの内部については、既に詳細な記事が公開されている [2]。その記事によると、振動素子にはアルプス社の単振動フィードバックデバイス フォースリアクタ™ AFシリーズ [3] が利用されている。試しに振動カートリッジに電源とグラウンド信号、およびチップセレクト信号と、PCのイヤホン端子からの音楽の信号を入力すると振動が得られた。このときの振動の状態としては、まさにスピーカユニットのウーファのように低音に反応しているような感覚であった。そこで、もう少し詳しく調べてみるために、音響合成ソフトウェア Pure Data [4] を利用して振動カートリッジの駆動を試みた。

#### 3. Pure Data による振動制御

Pure Data は、2次元 GUI を用いて信号制御アプリケーションを作成することができるオープンソースのソフトウェアである。図2の画面例のように、予め用意されている各種モジュールをウィンドウ内に配置し、それらを繋ぎ合わせて行くことで、利用者が処理の流れを把握しながらオシレータやフィルタ、アナログシンセサイザーなどの信号処理アプリケーションを容易に作成することができる。また、Pure Data の拡張モジュールが幾つか公開されており、簡単な通信アプリケーションや、グラフィックスアプリケーションなども作成できるようである。本記事では Pure Data によって作成したオシレータアプリケーションを利用して、振動カートリッジに音声信号の入力を試みた。なお、振動の様子を簡単に測るために振動カートリッジに PC 用のマイクを付けて、その振動音を録音した。

前述のように音楽を入力した際には、比較的低音に反



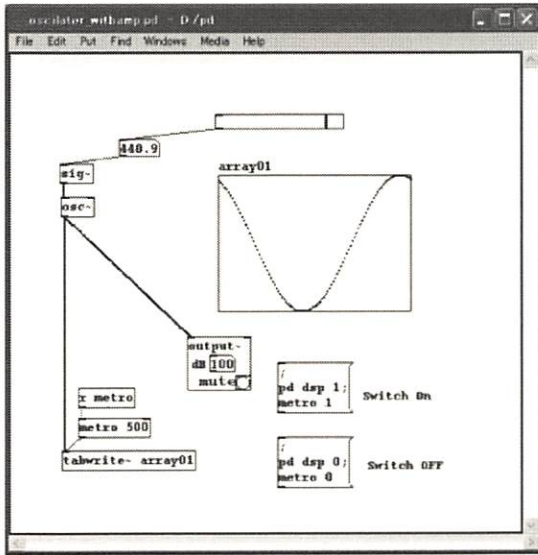


図2 Pure Data 画面例

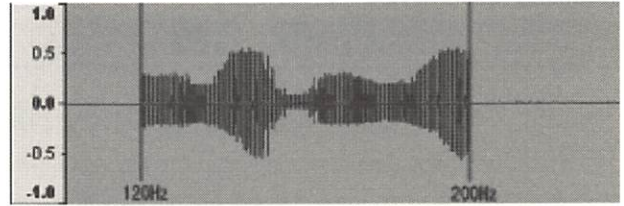


図3 振動音測定結果



図4 振動音測定結果 (入力信号 :120Hz)

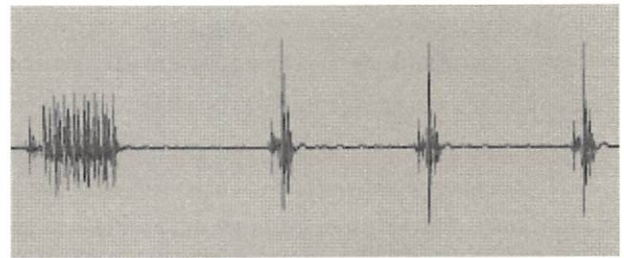


図5 振動音測定結果 (入力信号 :150Hz)

応している様子だったので、音声信号の周波数を 100Hz 前後から徐々に周波数を上げながら入力した。そして、その時の振動音を測定すると、入力信号の周波数が 120Hz 前後から振動が開始し、200Hz 前後で振動が停止した。また、その間に振動の強弱の変化があった。図3に測定時の周波数の変更による振動音の変化の概略を示す。入力信号の周波数の変更に伴って振動音の振幅の大きさが変化していることから、振動の強弱が発生していることがわかる。

次に入力信号の周波数ごとの振動を観測するために、周波数が 120Hz と 150Hz の振動音を測った。図4と図5にそのときの一定時間の振動音の大きさを示す。信号を入力した瞬間は振動回数が多いが、その後は振動回数が少ないものが等間隔で続く様子がわかる。また、入力信号の周波数の違いによって振動音の振幅の大きさが異なることから、入力信号の周波数によって振動の強弱があることが確認できる。

4. おわりに

今回は、市販されているニンテンドー DS Lite 用の振動カートリッジの紹介として、複数の振動の制御方法について少し検討してみた。その結果、周波数の異なる音声信号を入力することで、振動音の振幅が変化することから、ある程度の振動を制御できることがわかった。周波数の大きさと振動の強弱の関係などについては、簡単な計測のため未知の部分が多いが、安価な触覚フィードバックデバイスとして利用できる可能性はあるのではないかと思う。

最後に、本記事の内容は、この製品の安全性についての保証対象外の利用方法である。そのため、本記事に従っての実験は、怪我や製品の破損等の恐れがあり危険です。どうぞ遠慮頂きたい。

参考 URL

- [1] ニンテンドー DS 周辺機器  
<http://www.nintendo.co.jp/ds/accessories/index.html>
- [2] ゲームグッズ研究所【第 65 回】(Impress Game Watch)  
<http://www.watch.impress.co.jp/game/docs/20060628/ggl.htm>
- [3] アルプス電気 HP  
[http://www.alps.co.jp/j/news\\_release/2005/0608\\_01.htm](http://www.alps.co.jp/j/news_release/2005/0608_01.htm)
- [4] Pure Data Japan  
<http://sound.jp/puredata/>



## ラク楽実践 VR ■コラム

## お役立ち SHOP 情報 (韓国)

**Hansung Kim (Knowledge Science Lab, ATR-International)**

In 80s and 90s, Sewoon-Sanga and Cheongyecheon were the best places to get rare electronic components or devices. They were deep and huge area behind the downtown of the capital, Seoul, where small shops stood roof by roof. Most

storekeepers were real experts in their fields and well acquainted with the structure of the markets though they didn't get regular education. Most of them were wholesale dealers but many manias wandered over the areas to look for something special.

From the middle of 90s, the areas were getting smaller with the reconstruction of the downtown. Then the center of the market moved to Yongsan. Yongsan is a well-organized big shopping area for electronics. They sell products and components at both retail and wholesale, so it became popular even to the general public. Yongsan has very similar atmosphere to Akihabara and Denden town in Japan, and still it is the biggest market place for electronics.

Now Korea is one of the most progressed country in the rate of internet in use. Naturally, internet markets grew up quickly. Many shopping sites provide search engines for shopping, and it makes customers find the cheapest shop where it sells what they want. Many shops in Yonsan and Namdaemoon markets are running their own internet shopping malls.

There is also a knowledge-sharing site such as "Naver". It is a kind of Q&A boards in all fields, so anybody can ask and collect information about anything. We can have a doubt who on earth are willing to answer the questions, but incredibly many people are sharing their knowledge there. Therefore, we can seek or ask information for some products or components on the board. There is every possibility of being answered already about your question by the previous questioner.

If you want to get very rare components or products, however, it is still the best way to go to the bystreet of the downtown. The best specialists are not people who majored in the fields, not salesclerks in a retail shop, but the old storekeepers of shabby shops in obscurity.



## BOOK REVIEW

## 皮膚感覚の不思議 「皮膚」と「心」の身体心理学

山口 創 著

講談社 ISBN4-06-257531-0 2006 発行

評者：下条 誠 (電気通信大学)

手は第二の脳であるとはよく言われる言葉である。本書で著者は「皮膚は露出した脳」とあると言っている。皮膚は脳や神経系と同じく、その発生過程では外胚葉から形作られる。脳や神経系は内側に入り込むのに対して外側のまま露出しているのが皮膚であり、皮膚自体が脳の働きをしてもおかしくはないとのこと。この皮膚感覚には識別感覚と原始感覚の二つの面がある。前者は運動制御などで巧みな操作を実現させ、後者は人間の心に大きな影響を与えている。本書では「皮膚＝心」、即ち皮膚感覚と心の関係を探ることを主としている。例えば、痛みは我慢できるのに、なぜ痒みは搔かずにいられないのか。見ず知らずの人に触られると“ぞっと”するのに、恋人に触れると“うっとり”するのか？を触覚の生理、心理学的側面から解説している。

第1章では、触覚のしくみを主に生理機能から述べている。触覚受容器の種類と機能、脳への伝達路の違いおよび神経線維の種類、筋肉や関節にある固有感覚、アクティブタッチによる知覚の仕組み、五感の中での触覚の特徴など触覚に関する基本事項を的確に記述している。また第六感としての皮膚感覚まで述べている。と言っても疑似科学的なことを述べているのではない。バーチャルな触覚としての遠隔メスや触覚ジャケットなどの遠隔触覚などの事を指す。但し触覚の心の機能に関して、バーチャルな触覚の効果は疑問としている。触覚の基礎を知るのはこの章だけでも充分と思われる。

第2章では、痛みについて述べている。痛みには刺激部位を素早く伝えるファーストペインと、遅れて届き、不快な感情を起すセカンドペインがある。これらの痛みのメカニズムについて述べた後、痛みはその心理的側面が大きく影響するとして、痛みの意味づけ、個人差、男女差、民族差について記している。また適切な心の発達には適度な痛みが必要であることを、これまでの研究例を基に述べている。

第3章では、痒みについて述べている。痒みとは弱い痛みの感覚であるとの説があるが、痒みと痛みは異なる感覚であるとしている。また痒みは何故不快なのかを説明している。もしかしたら痒みは進化の名残りで、必要なくなった現在でもそのまま残っている感覚であるかもしれないとのことである。

第4章では、くすぐったさについて、自分で触れてもくすぐったくないのに、なぜ他人が触るとくすぐりたいのか、その正体について述べている。

第5章では、皮膚感覚による気持ちよさについて述べている。味覚では美味しい、嗅覚ではよい匂い、など五感には気持ちよい刺激がある。触覚で触れると気持ちよき刺激とは何か、何故気持ちよきのか、その正体とその意味について述べている。

第6章では皮膚感覚と心について述べている。触覚は、その特徴として自己の身体のイメージ(身体像)や他人とは異なる自分という自己意識の基盤を形作っている。つまり触覚は、自己を知り、外界を知り、対人関係を築き、生命を支える必要不可欠な感覚であるとしている。また日本人の触覚は敏感だったらしい。その証拠としてオノマトペ(擬声語や擬態語)で触覚に関するものが圧倒的に多いそうだ。例えば粘土、ガム、ゼリーなどを指で触らせネチネチ、クチャクチャ、ベタベタなどの擬声語と、指先の感覚がほぼ完全に一致するとのことである。こうした精巧な擬声語を操れるのは日本人だけだそうだ。

以上、触覚は外界にあるものを認識するための機能のみではなく、対人間関係や社会性を築くための重要な役割を持つとしている。視覚優位の現代において「触れることが心を育てる」として触覚の重要性を説いている。内容が面白く、文章もわかり易く、分量も適切である。ハプティクスインターフェースの分野の研究者は一度手にとってみると良いと思う。







## 2006 年度 研究委員会報告

バーチャルリアリティ学会では各種の研究委員会が設立され、それぞれ活発な活動を行っています。しかし、これまでその活動内容については、学会誌 Vol.6, No.1 の特集で扱ったのみで報告する場があまりありませんでした。そこで、Vol.10 より毎年 No.1 にて、各研究委員会の委員長、幹事の方々にそれぞれの研究委員会で行った前年度の活動内容について報告していただいております。

本企画を機に、研究委員会の活動が会員の皆様に認知され、ますます活性化されていくことを期待します。

### ■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

第 27 回研究会 (一般)

開催日: 2006 年 2 月 7 日

場 所: 東京, お茶の水女子大学

参加数: 20 名

第 28 回研究会 (一般)

開催日: 2006 年 5 月 26 日

場 所: 山梨, 山梨大学

参加数: 12 名

第 29 回研究会 (一般)

開催日: 2006 年 9 月 12 日 ~ 13 日

場 所: 北海道, 北海道大学

参加数: 12 日 -50 名, 13 日 -43 名

第 9 回シンポジウム

テーマ: 「変わる社会, 変わらない人間」

場 所: 筑波大学・大塚キャンパス

参加数: 40 名

#### 活動概要

今年度も例年通り 3 回の研究会と 1 回のシンポジウムを計画し実施した。3 回の研究会では、最新の研究発表報告と活発な議論を行った。第 27 回研究会では、MR 技術を使った協同作業技術、温熱感提示インタフェース、第 28 回研究会では香りのインタフェース技術等、新しいインタフェース技術実現に向けた取り組みが発表され、全体にわたり活発な議論が行われた。また、第 29 回研究会は、複合現実感研究会、信学会 MVE 研究会と

の共催で開催し、VR 技術を応用したスポーツ体験施設の見学会も実施し盛況であった。12 月のシンポジウムは「変わる社会, 変わらない人間」をテーマに開催し、社会環境の変化と、それに対する人の性質について、工学、社会学の両面からご講演いただき議論を行った。これらの活動を通じ、サイバースペース技術と社会・生活との接点に着目した特徴ある研究議論の場を提供するよう努めている。

### ■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

第 19 回研究会 & 第 24 回研究委員会

テーマ: ユビキタスメディアの将来展望

開催日: 2006 年 1 月 19 日 ~ 20 日

場 所: 大阪大学コンベンションセンター / 情報系総合研究棟

参加数: 約 120 名

第 20 回研究会 & 第 25 回研究委員会

開催日: 2006 年 5 月 31 日

場 所: 立命館大学情報理工学部

参加数: 約 40 名

第 9 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2006)

開催日: 2006 年 7 月 19 日 ~ 21 日

場 所: 仙台市青年文化センター

参加数: 約 450 名

第 21 回研究会 & 第 26 回研究委員会

共 催: 電子情報通信学会 MVE, VR 学会 SIG-CS

場 所: 北海道大学学術交流会館

参加数: 約 40 名



## 活動概要

独立した研究会を1回開催するとともに、関連する技術内容を扱う電子情報通信学会 PRMU 研究会及び MVE 研究会と研究会を各1回共催し、計3回研究会を開催した。うち2回は、MR 関連研究室の見学会を実施した。また、例年通り、画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2006) を協賛し、関連分野との連携を図った。

2006年10月に米国・サンタバーバラで開催された第5回複合現実感国際会議 (5th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 06)) に、国際推進委員3名と共同プログラム委員長1名を出し、複合現実感分野における国際貢献に務めた。

第6回複合現実感国際会議 (ISMAR 07) の奈良開催が正式に決定した。これに伴い、SIG-MR メンバーを中心とする実行委員会を立ち上げ、2007年11月の開催に向けて準備活動を開始した (実行委員長: 竹村治雄 (SIG-MR 副委員長), 共同プログラム委員長: 加藤博一 (SIG-MR 幹事))。

## ■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

第1回ウェアラブル/ユビキタス VR 研究会  
開催日: 2006年6月7日  
場 所: 東京大学山上会館 2F 会議室  
参加数: 約30名

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  
場 所: 秋葉原ダイビル 13F 大会議室  
参加数: 約30名

## 活動概要

第1回および第2回のウェアラブル/ユビキタス VR 研究会を開催した。第1回研究会はヒューマンインタフェース学会「人工現実感」研究会と併催とすることで、VR 関係の研究者にウェアラブルに関心を持ってもらうことを狙った。昨年度まで活動してきたウェアラブル/アウトドア VR 研究会の枠を広げてユビキタス技術の議論を活性化することを考えて、IC タグ技術に関する特別講演を企画した。第2回研究会はヒューマンインタフェース学会「ユーザビリティ」研究会と共催とすることで、おもにヒューマンインタフェース学会で活動し

ている携帯型の情報提供に関する研究者との交流を深めることを狙った。

## ■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

研究会開催報告なし

\* 2006年度末活動終了。

## ■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

エンタテインメントコンピューティング第3回研究会  
開催日: 2006年3月13日~14日  
場 所: ATR  
参加数: 50名

エンタテインメントコンピューティング第4回研究会  
開催日: 2006年5月3日~4日  
場 所: 日本科学未来館  
参加数: 50名

エンタテインメントコンピューティング第5回研究会  
開催日: 2006年12月16日  
場 所: 京都工芸繊維大学  
参加数: 50名

## 活動概要

本研究委員会では、大きく分けて三つのアクティビティに取り組んできた。一つは、情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究委員会と共催で3回の研究会を開催してきた、いわゆるアカデミックな活動である。もう一つは、東京都写真美術館・日本科学未来館・科学技術館などにおける一般向けの技術および作品展示会の企画や協力という、より一般に開かれた啓蒙的アクティビティである。三つ目は、少人数によるレビューツアーを企画し、技術系と芸術系の異なる背景を持つ人々の交流を促すアクティビティである。三つの特徴あるアクティビティを今後も継続していく所存である。



## ■ VR心理学研究委員会

委員長 伊藤裕之

幹事 北島律之

### 第7回研究会

共催：電子情報学会ヒューマン情報処理研究会

開催日：2006年7月6日～7日

場所：那覇市IT創造館 大会議室

参加数：約40名

### 第8回研究会

共催：九州大学21世紀COEプログラム「感覚特性に基づく人工環境デザイン研究拠点」、日本音響学会聴覚研究会、日本人間工学会聴覚コミュニケーション部会、および日本音響学会九州支部

開催日：2006年12月16日～17日

場所：九州大学大橋キャンパス

参加数：約50名

### 活動概要

今年度は2回の研究会を開催した。いずれも参加者は多く、活発な議論がなされた。7月の研究会は22件、12月の研究会は15件の一般講演があった。特に12月はMaloney氏(ニューヨーク大学)、宮野秀市氏(宮崎大)を招き、招待講演をお願いした。Maloney氏は、VR環境構築に欠かすことができない両眼視による三次元知覚に関する基礎的知見を、新しい研究データとともに解説頂いた。一方、宮野氏からは、VRを用いた心理療法について、臨床現場の様子などの貴重な映像をもとにお話頂いた。研究会で発表される研究テーマの幅が広がっており、質、量ともに充実したものになってきていると思われる。なお、2006年9月には講談社ブルーバックスより、VR心理学研究委員会で作成した「脳をだます-バーチャルリアリティと知覚心理学入門-」を出版した。

## ■手ほどき研究委員会

委員長 原田哲也

幹事 小池康晴

### SPIDAR 研究会

開催日：2006年1月23日

場所：東京工業大学

参加数：39名

### 「手」研究会

開催日：2006年12月7日～8日

場所：東北大学

参加数：7日-67名、8日-49名

### 活動概要

教育・訓練へのVRの応用、効果の評価について、力覚を中心に議論することを目的とし、昨年1月に発足した。1年目の活動としては次の通りである。SPIDAR研究会：一般講演8件、招待講演1件であった。SPIDAR利用者を中心として、力覚に関する議論が活発に行われた。「手」研究会：電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会「手」研究会と共催、講演14件。手をテーマに、幅広い分野の専門家が集まり、有意義な討論が行われた。当初の予定では、年3回を計画しており、7月頃に教育工学分野の専門家を招待し、研究会を行う予定であったが、諸般の事情により実現できなかった。次年度は、ぜひともこの分野の研究者と交流を持ちたいと考えている。なお、すでに今年1月29日に次年度第1回目の研究会を行った。

## ■テレ-immージョン研究委員会

委員長 廣瀬通孝

幹事 柴田義孝、小山田耕二、土井章男

### 第1回テレ-immージョン技術研究会

開催日：2006年5月12日

場所：筑波大学 公開講義室

参加数：25名

### 第2回テレ-immージョン技術研究会

開催日：2006年10月10日

場所：京都大学 学術情報メディアセンター

参加数：30名

### 活動概要

平成18年度の活動概要として、筑波大学(発表件数：6件)、京都大学(発表件数：10件)にて計2回の研究会を開催。また、IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)のワークショップとして、International Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-existence (INVITE2006)をオーストリアのウィーンで開催。更に、日本バーチャルリアリティ学会第11回大会では、「テレ-immージョン」セッションを設けて頂き、活動の範囲を広げることが出来た。

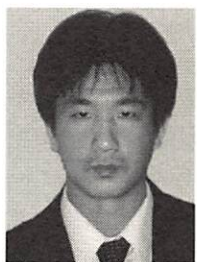




## 第11回日本バーチャルリアリティ学会大会 学術奨励賞授賞報告

### ● 口頭発表部門

#### ◆ 視覚誘発電位を利用した CAVE 内の仮想物体制御に関する研究



唐山英明 (とうやま ひであき)  
東京大学

1999年大阪大学大学院理学研究科博士課程修了(物理学)。同年株式会社テクニカルソフトウェアコンサルタント。2001年岡山市情報政策部。2003年大阪大学産業科学研究所。2005年東京大学インテリジェント・モデリング・ラボラトリー。2006年東京大学大学院情報理工学系研究科。脳-コンピュータインタフェースの研究に従事。(正会員)

#### 論文概要

受賞の対象となりました発表は、「視覚誘発電位を利用した CAVE 内の仮想物体制御に関する研究」です。これは、人間の脳活動を利用し、高い信頼性をもってリアルタイムで仮想物体の位置を制御した脳-コンピュータインタフェース(BCI)に関する研究報告であります。J. P. ホーガンによる SF 小説「創世記機械」の中に登場する万能の思考インタフェース BIAC に少なからず影響を受け、着手しました研究でありました。

BCI という研究分野はたいへん若い分野であります。多分野において今後の発展が期待されております一方で、挑戦的な研究分野でもあり、解決すべき課題は山積しております。本学会におきまして BCI の研究パラダイム、研究コミュニティの形成に貢献させていただければ幸いです。

#### ◆ MR 環境下における時空間ズレの生体影響とその軽減策の提案



中島佐和子 (なかじま さわこ)  
東京大学

2003年東京工業大学大学院生命理工学研究科修士課程修了。2004年より東京大学大学院工学系研究科博士課程に在籍。人工現実感の生体影響を中心に福祉工学に関する研究に従事。

2006年生体医工学シンポジウムベストリサーチアワードを受賞。(学生会員)

#### 論文概要

VR や MR(Mixed Reality) によって生み出される人工的な環境に身体が接すると、日常的な感覚統合のパターンとの僅かな違いが原因で、「酔い」や「錯誤」などを生じてしまう場合がある。

本論文では、自動車の運転支援として開発された光学式 MR ディスプレイを取り上げ、振動環境において生じる生体への影響を計測し、振動に伴って生じる実像と虚像の間のずれ(時空間ズレ)をどこまで許容できるかを評価した。さらに生じた生体影響を、視覚や前庭覚以外の他の感覚刺激によって軽減することはできないかと考え、特に、聴覚への刺激によって酔いの兆候が軽減できる可能性を示した。発表では、時空間ズレによる生体影響とその軽減までの過程を、呈示映像の遅延特性と身体特性をあわせた仮説によって統一的に解釈し、①ハードウェア設計方法、②感覚提示方法の二つの視点から「生体影響の軽減策」の可能性をまとめた。

このような研究アプローチにより、評価研究に留まりがちだった本研究分野を、最終的には、人と機械のインタラクションの際に生じる特有な現象から出発した新しいヒューマンインターフェースのデザイン方法として発展させることはできないかと考えている。



## ◆バーチャルリアリティシステムによる視野制限が半側空間無視へ及ぼす影響



**Baheux Kenji (バウ・ケンジ)**  
東北大学 (現在シャープ)

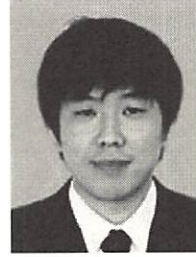
1977年フランス北端のダンケルク生まれ。1997年フランスのヨーロッパ・リセ所属の特別進学クラス、高等専門大学進学準備コース卒業。2000年フランスのHenry Poincaré大学所属

の高等専門大学情報科学情報通信専攻 (ESIAL) 修士課程修了。情報科学エンジニア。2001年フランスの義務兵役 (技術部隊) 終了。2000年産業技術総合研究所東北センター (旧東北工業技術研究所) で短期インターンシップ、ビデオミーティングのソフトウェア開発。2003年東北大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻 大学院研究生修了。2006年東北大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻 吉澤研究室 博士課程修了、工学博士。研究テーマは半側空間無視の患者のためのバーチャルリアリティ・リハビリシステム。専門は情報通信、マルチメディア情報処理、ハプティックインタフェースとバーチャルリアリティ。2006年10月シャープ株式会社入社、先端映像技術研究所勤務。(正会員)

### 論文概要

高次脳機能障害の検査及びリハビリテーションを目的とした、バーチャルリアリティシステムの研究開発を行っている。システムの特徴といたしましては裸眼立体視のバーチャル空間、ハプティックインタフェースでの操作と視線追跡装置に依存したシナリオと評価です。最新の成果として、半側空間無視のために作られたシステムで臨床実験を行い、新たなリハビリテーション方法を提案した。半側空間無視とは脳の損傷の反対側における刺激が無視されて反応しなくなるという病状です。半側空間無視の患者は意識が低いいため、リハビリテーションの最も重要な課題は自覚の向上です。そのため、従来の線分二等分試験をバーチャル化し、視野制限を用いることによって無視されている空間の認識を高めることに成功した。実験後、従来の評価にも改善を確認した。今後の課題は開発されたリハビリテーションシナリオへ視野制限を適応し、臨床実験を行って評価することです。

## ◆聴覚ゲーム練習による転移効果：聴覚VRゲーム研究の新しい展開と今後の展望



**本多明生 (ほんだ あきお)**  
いわき明星大学

2006年東北大学大学院文学研究科博士後期課程修了。博士(文学)。在学時は日本学術振興会特別研究員としても研究活動に従事。同年いわき明星大学人文学部心理学科研究助手。三次元聴覚ディスプレイを応用した聴覚ゲーム練習の転移効果研究に従事。専門は応用認知心理学。(正会員)

### 論文概要

聴覚ディスプレイは、頭部伝達関数を音源に畳みこむことによって三次元仮想空間内の任意の位置に音像を生み出すVR技術である。本研究では、我々 (Honda et al., in press) が行った聴覚ディスプレイ技術を応用した聴覚ゲーム練習による転移効果研究から得られた知見を紹介した。我々が行った心理実験をもとにした研究から、聴覚ゲーム練習を一定期間 (三十分×七日間) 行うことによって、実音源定位行動、コミュニケーション行動、衝突物体回避行動に高い転移効果が生じることが明らかとされた。さらに、実音源定位行動における転移効果は、聴覚ゲーム練習を止めた1ヵ月後においても持続することが明らかとされた。これらの研究結果は、聴覚ディスプレイ技術が、視覚障害者支援などの教育・福祉領域にも貢献することが可能であり、高い実用可能性を有していることを示している。本研究では、国内外の最新の聴覚VRゲーム研究の動向も紹介し、聴覚VR研究の新しい展開と今後の展望や指針について述べた。



## ◆ テレイグジスタンスの研究 (第50報) - 外骨格遭遇型マスタハンドによる触力覚テレイグジスタンス -



南澤孝太 (みなみざわ こうた)  
東京大学

2005年 東京大学工学部計数工学科卒業。現在、同大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻修士課程在籍。テレイグジスタンス、触力覚ディスプレイの研究に従事。(学生会員)

学生会員)

### 論文概要

相互テレイグジスタンスにおけるハンドのマスタスレーブシステムを実現するため、外骨格遭遇型マスタハンドを開発している。本マスタハンドは人間の手の動きに追従して機構を非接触駆動することで少ない拘束感で動作を計測し、また逆に人間の運動に対向するように機構を駆動することで遭遇型の力覚提示を行うことができる。遭遇型の触力覚提示は、接触と非接触状態の区別が可能である・非接触時の拘束感が少ない・物体に接触する際の衝突感を得られるなどの利点がある。また指の稼動範囲を妨げずに装置の小型化を図るために、迂回ジョイントと呼ばれる外骨格型の関節機構を開発することで、遭遇型力覚提示と外骨格型機構の両立を図っている。さらに人間の拇指は複雑な自由度と大きな稼動範囲を持っているため、我々のマスタハンドにおいても、拇指における遭遇型触力覚提示を実現するため他の四指とは大きく異なる構造を採用している。

本大会では、本マスタハンドによる双方向型マスタスレーブシステムを体感していただくため、発表と併せて技術展示も行った。

## ● 技術展示部門

## ◆ 反射像を利用した高解像度触覚センサ - アクティブパターンの検討 -



嵯峨 智 (さが さとし)  
東京大学

1998年東京大学工学部計数工学科卒業。2000年同大学院修士課程修了。同年セコム株式会社研究員、2004年東京大学大学院博士課程入学、現在に至る。力覚教示、触覚センシング

に関する研究に従事。(学生会員)

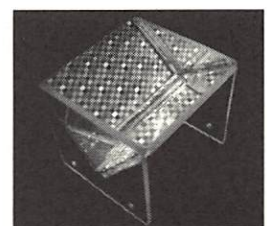
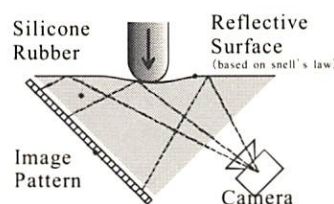
### 展示概要

近年、技術の発展に伴い、多くの触覚センサが開発されている。これらの触覚センサの欠点として、センサユニットの数と配線数があげられる。センサの分散配置のため、各ユニットは計測面に近い場所に配置され、ユニットからの情報を集約するための配線も同様に配置される。そのため測定を繰り返すほどユニットはストレスを受け、配線も困難なものとなりがちである。

そこで我々は、光てこに着目した光学式センサを提案する。本センサは変位の解像度を上げるために光てこを利用し、カメラの空間解像度を十分に生かすため、反射像を利用した新しい方式の触覚センサである。これらの性質を満たすために我々は柔軟な鏡面を利用した。

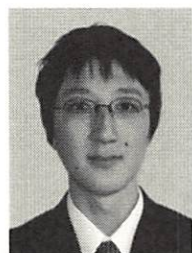
柔軟な鏡面として、今回は透明なシリコンゴムを用いる。シリコンゴムと空気の境界の屈折率の分布により、境界面が鏡面としての反射特性を持つこととなる。この特性を利用し、柔軟な鏡面を持つセンサを構成した。

加えて、本センサの最大の特徴である構成の簡便さにより、他の技術との組み合わせが容易である。例えば異種情報の同時計測、非接触計測、インタラクティブデバイス、アクティブセンシングなどさまざまな応用が可能になる。





## ◆低周波振動刺激を用いた圧覚ディスプレイの開発



横田 求(よこたもとむ)

東北大学

2005年神戸大学工学部情報知能工学科卒業。現在、東北大学大学院情報科学研究科応用情報科学専攻博士前期課程在学中。触覚呈示に関する研究に従事。(学生会員)

### 展示概要

本研究では、皮膚表面感覚の一つである「圧覚」のディスプレイを、ヒトの振動刺激に対する錯覚を利用することによって実現した。圧覚は、ヒトがものに触れたときに必ず起こる基本感覚であり、対象の剛性や形状の判定、接触面積の判定などに利用される。たとえば、ヒトは圧覚を利用して、対象の硬さを過度の力を加えずに知覚することが可能である。この能力は人同士の触れ合いのあるコミュニケーションの基盤となっている。

本研究が提案する圧覚呈示手法は、振動という比較的実装が容易な機械刺激によって、振動せずに静的に圧迫されている感覚(静的圧覚)を呈示するものである。これは、ヒトの知覚特性に着目し、圧覚と振動を感じる触覚受容器の応答特性の差を利用することで実現された。

本展示では、手軽に提案手法を体験できるように簡易的な振動刺激装置を展示し、来場者の方々に実際に静的圧覚を感じていただいた。この静的圧覚ディスプレイは、ソレノイドを用いた装置によって発生させた振動刺激を指腹部に呈示し、振動振幅を変化させることによって静的圧覚の主観的強度を変化させるものである。

### ● 芸術展示部門

該当者なし





# 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31回研究会

開催日：2007年6月14日(木)，15日(金)

会 場：たざわ湖芸術村

(秋田県仙北市田沢湖卒田字早稲田 430)

発表申込締切：2007年4月27日(金)

申込方法：nabe@yamanashi.ac.jp (渡辺喜道)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)

発表申込者連絡先(住所，氏名，Tel.，Fax.，e-mail)

備 考：Tele-Immersion 研究会との合同開催です。

2007年度，第32回以降の開催予定

●第32回研究会 9月

複合現実感研究会，電子情報通信学会マルチメディア・  
仮想環境基礎研究会との共催を予定しています。

●第10回シンポジウム 11月

研究会の発表の申込み締切は通常開催日の約45日前で  
す。詳しい日程及び申込み方法は，決定し次第，研究会  
ホームページに掲載しますので，御確認下さい。

[問い合わせ先]

山梨大学 渡辺喜道

Tel: 055-220-8651 Fax: 055-220-8651

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]

未定

## ■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3回 ウェアラブル/ユビキタス VR 研究会

日時：2007年6月4日(月)または5日(火)

場所：東京大学山上会館

(人工現実感研究会と併催の予定)

◎詳細は決まり次第 web ページに掲載。

## ■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7回研究会  
(共催)

開催日：2007年5月10(木)，11日(金)



会 場：パナソニックセンター東京

主 催：情報処理学会 EC 研究会

●第3回デジタルコンテンツシンポジウム(協賛)

開催日：2007年6月5日(火)～7日(木)

主 催：デジタルコンテンツシンポジウム実行委員会

### ■ 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]

未定

### ■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]

未定

### ■テレイマ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]

未定





# 理事会だより

## 第 93 回理事会

平成 19 年 1 月 17 日：学生会分館

### 1. 各種共催・協賛・各種依頼について

- ・日本感性工学会第 3 回春期大会の協賛を承認.
- ・スプリング・サイエンスキャンプ 2007 参加者募集の協力を承認.
- ・ロボット工学セミナー 第 39 回シンポジウムの協賛を承認.
- ・3 次元画像コンファレンス 2007 の協賛を承認.

### 2. ICAT2006 報告

- ・日程：2006 年 11 月 29 日～12 月 1 日
- ・開催地：中国 杭州 浙江工科大学
- ・参加人数は 13 カ国から約 220 名の参加があった.
- ・投稿数は 523 件. その中から, 138 件の論文が Main Conference の Proceedings として採録され, Springer の LNCS(Lecture Notes in Computer Science) として出版された. さらに, Main Conference から選外となった論文から, 144 件 (フルペーパー 88 件, ショートペーパー 56 件) が, Workshop の proceedings として, IEEE の Computer Society から出版された. また, Main Conference の Proceedings に採録された論文から, 10 件が International Journal of Virtual Reality への推薦論文として選ばれた.

## 第 94 回理事会

平成 19 年 3 月 8 日：学生会分館

### 1. 各種共催・協賛・各種依頼について

- ・21 世紀 COE7 大学拠点合同シンポジウム協賛を承認.

- ・エンタテインメントコンピューティング 2007 共催を承認.
- ・第 15 回産業用バーチャルリアリティ展 後援を承認.

### 2. ICAT2007 について

- ・日程：2007 年 11 月 28 日～11 月 30 日
- ・開催地：Aalborg University Esbjerg, Denmark
- ・大会長：Tony Brooks (AAUE, Denmark)

### 3. 第 12 回大会について

- 会期：2007 年 9 月 19 日 (水)～9 月 21 日 (金)  
 会場：九州大学 大橋キャンパス
- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 発表申し込み締め切り   | 2007 年 6 月 22 日 (金) |
| 発表原稿締め切り     | 2007 年 7 月 27 日 (金) |
| 企業展示申し込み締め切り | 2007 年 7 月 27 日 (金) |
| 申し込み受付開始     | 2007 年 5 月を予定       |

### 4. 学会誌

- ・Vol.12, No.1 より学会誌の発行日を論文誌にあわせ現在の 25 日から月末発行に変更.

### 5. 研究委員会

- ・「変形と力覚に関する研究委員会」終了.

### 6. 企画

- ・V R 技術者認定制度の試行を行うべく準備を開始する.

### 7. 芸術

- ・昨年延期された VR 文化フォーラム in バリ島の企画を再度計画中.
- ・ASIAGRAPH を 5 月と 11 月に開催予定.





# カレンダー

～ 2007年4月以降開催イベント情報～

## ■ 国内会議

### ■ ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 (ROBOMECH 2007)

期日: 2007年5月10日(木)～12日(土)

会場: 秋田拠点センター ALVE

[http://www.robomech.org/robomech2007/index\\_j.htm](http://www.robomech.org/robomech2007/index_j.htm)

### ■ シンポジウム「モバイル」2007

期日: 2007年5月10(木)～11日(金)

会場: 財団法人 先端医療振興財団 臨床研究情報センター

<http://www.mobilergo.com/>

### ■ 第12回 日本計算工学会講演会

期日: 2007年5月22日(火)～24日(木)

会場: 国立オリンピック記念青少年総合センター

<http://www.jsces.org/html/index.html>

### ■ 3次元画像コンファレンス 2007

期日: 2007年7月12日(木)～13日(金)

会場: 東京大学 武田先端知ビル武田ホール (予定)

<http://www.3d-conf.org/>

### ■ 第25回 日本ロボット学会 学術講演会

期日: 2007年9月13日(木)～15日(土)

会場: 千葉工業大学

[http://www.rsj.or.jp/events/rsj\\_conf.html](http://www.rsj.or.jp/events/rsj_conf.html)

### ■ 日本バーチャルリアリティ学会第12回大会

期日: 2007年9月19日(水)～21日(金)

会場: 九州大学 大橋キャンパス

### ■ エンタテインメントコンピューティング 2007

期日: 2007年10月1日(月)～3日(水)

会場: 大阪大学コンベンションセンター

## ■ 国際会議

### ■ MVA2007

IAPR Conference on Machine Vision Applications

Date: May16-18, 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: May23-27, 2007

Place: Beijing Jingfeng Hotel, China

<http://frontier.eng.kagawa-u.ac.jp/CME2007/>

### ■ ICAT2007

17th International Conference on Artificial Reality and Telexistence

Date: November 28-30, 2007

Place: Aalborg University Esbjerg, Denmark

<http://www.icat2007.org/>

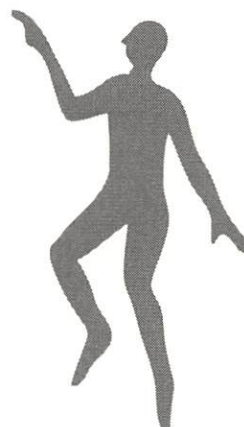


**■日本バーチャルリアリティ学会 入会のご案内**

日本バーチャルリアリティ学会は、広くバーチャルリアリティの技術と文化に関わる人々を対象として、会員を募集しています。日本バーチャルリアリティ学会は、バーチャルリアリティに関係する研究者間の情報交換の場をつくり、もって、バーチャルリアリティに関する学術技術及び芸術の進歩発展をはかり、国内外の文化・福祉の向上と発展に寄与することを目的としています。工学、理学、医学、生理学、心理学、社会学、哲学、芸術などのあらゆる分野でバーチャルリアリティに関連する研究を行っている方、及びバーチャルリアリティの工学・技術的な面、あるいは生理的、心理的、哲学的、社会・経済的な側面に興味をおもちの方は、是非本学会に御入会下さるようお勧め致します。

**■会員特典**

1. 機関誌（論文誌・学会誌）の配布 各年4回
2. ニュースレターの配布
3. 大会、講習会、研究会の諸行事案内
4. 大会での発表
5. 論文の投稿、発表
6. 本会発行書籍の割引購入



**■会員資格と会費**

会員の種別は次のとおりです。

正会員：バーチャルリアリティ又はそれに関連する分野を専門とする個人

学生会員：バーチャルリアリティ又はそれに関連する分野を研究中の学生（大学院生を含む）

賛助会員：本学会の目的に賛同する、バーチャルリアリティに関係ある会社、工場、研究所、財団等の団体

	会 費	入 会 金
正 会 員	10,000円	4,000円
学 生 会 員	4,000円	4,000円
賛 助 会 員	100,000円	(一口につき)

★本学会の会計及び事業年度は毎年1月～12月で、会員は一年分前納を原則とします。

★年度の途中で入会される場合も、その年度分の会費を納入して下さい。この場合、論文誌及び学会誌は、その年度の第1号からお送りいたします。

本学会に入会を希望される方は、学会事務局までお問い合わせ下さい。

また、学会ホームページ（ <http://www.vrsj.org/> ）からオンライン入会申込みご利用いただけます。

お問い合わせ

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



## ■連絡先および送付先等の変更届けのお願い

進学や就職、所属の異動、移転等による学会登録内容の変更はお済みですか。  
変更のご連絡がないと学会からのお知らせ・刊行物等が届きません。

進学や就職、所属の異動、移転等により、学会へお届けいただいている事項（現住所、勤務先、勤務先住所、電話番号、FAX番号、刊行物送付先、E-mail）に変更の必要がある場合は、速やかに下記の学会事務局までお知らせ下さい。

学会ホームページ（<http://www.vrsj.org/>）会員サービスのページより会員登録内容変更届をダウンロードいただき変更事項を記入して郵送あるいはFAXでお送りいただくか、E-mailでご連絡下さい。

### ■日本バーチャルリアリティ学会事務局

〒113-0023 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

# 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム

## Ultra-Realistic Communications Forum

会員募集中

### 設立の趣旨

独立行政法人情報通信研究機構および関連分野の企業、有識者、総務省は、超高精細・立体映像、高臨場感音場再生、五感通信技術などの進歩発展に資するため、「超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム」の3月の設立に向けて発起人会（代表：東京大学教授 原島 博）を平成18年12月20日（水）に開催しました。

本フォーラムは、研究者・技術者の議論・調査の場の提供、実証実験、展示会・シンポジウム等を通して、超臨場感コミュニケーションの重要性を社会に喚起し、産学官の研究開発の活性化、研究成果の実社会への積極的な展開に貢献することを目的としています。

### フォーラムの活動概要

#### ● 普及促進部会

- ・実証実験の実施
- ・標準化の推進
- ・アプリケーション開発
- ・啓発・普及の促進

#### ● 技術開発部会

- ・超高精細・立体映像の研究開発を促進
- ・高臨場感音場再生の研究開発を促進
- ・触覚・嗅覚を含めた五感通信の研究開発を促進
- ・心理的・生理的効果の研究開発を促進

#### 〈入会申込方法〉

本フォーラムに参加ご希望の方は、下記の本フォーラムのホームページをアクセスしていただき、事務局（(財)テレコム先端技術研究支援センター内）までお申込下さい。 [http://www.scats.or.jp/urcf/urcf\\_kickoff.htm](http://www.scats.or.jp/urcf/urcf_kickoff.htm)

超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム(URCF)準備会事務局

〒160-0022 新宿区新宿1丁目20番地2号 小池ビル6階

財団法人 テレコム先端技術研究支援センター内 刑部、山形

TEL:03-3351-8166 FAX:03-3351-1624 E-mail:urcf@scats.or.jp

## ■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	館 暲	(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  
リードエグジビ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  
有限公司 ILTJ  
株式会社 JP ビジネスサービス  
クリスティ・デジタル・システムズ日本支社  
株式会社リアルビズ

(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	(電気通信大学)
	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

Vol.11の10周年記念企画号、大会・IVRC特集号を終え、久しぶりに一般の特集記事となった本号ですがいかがでしたでしょうか。

10周年企画では、世界のVR、VRとVR学会のこれまで、これからと特集してきましたが、本号では、さらにさかのぼって、日本の歴史の中、江戸・明治の文化の中にVRの源流を求めてみました。と、本号の編集をしたかのような書きぶりでしたが、今回の特集は、鈴木一義ゲストエディタを中心に伊福部編集長、井野幹事が中心となって企画されたもので、小生はIVRC/ITokyo特集を終えて一息つかせていただいております。

特集以外にも、大阪電通大の大西先生に振動カートリッジを解析いただいた「ラク楽実践VR」、電通大下条先生の「書評／皮膚感覚の不思議」、設立3年目の電通大稲見研究室の紹介と、注目記事沢山の今号です。どうぞお見逃しなく。

長谷川晶一（電気通信大学）

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

**March 2007**  
**Vol.12 No.1**

発行日 2007年3月31日

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

Copyright © 2007 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® 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.





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12巻第1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