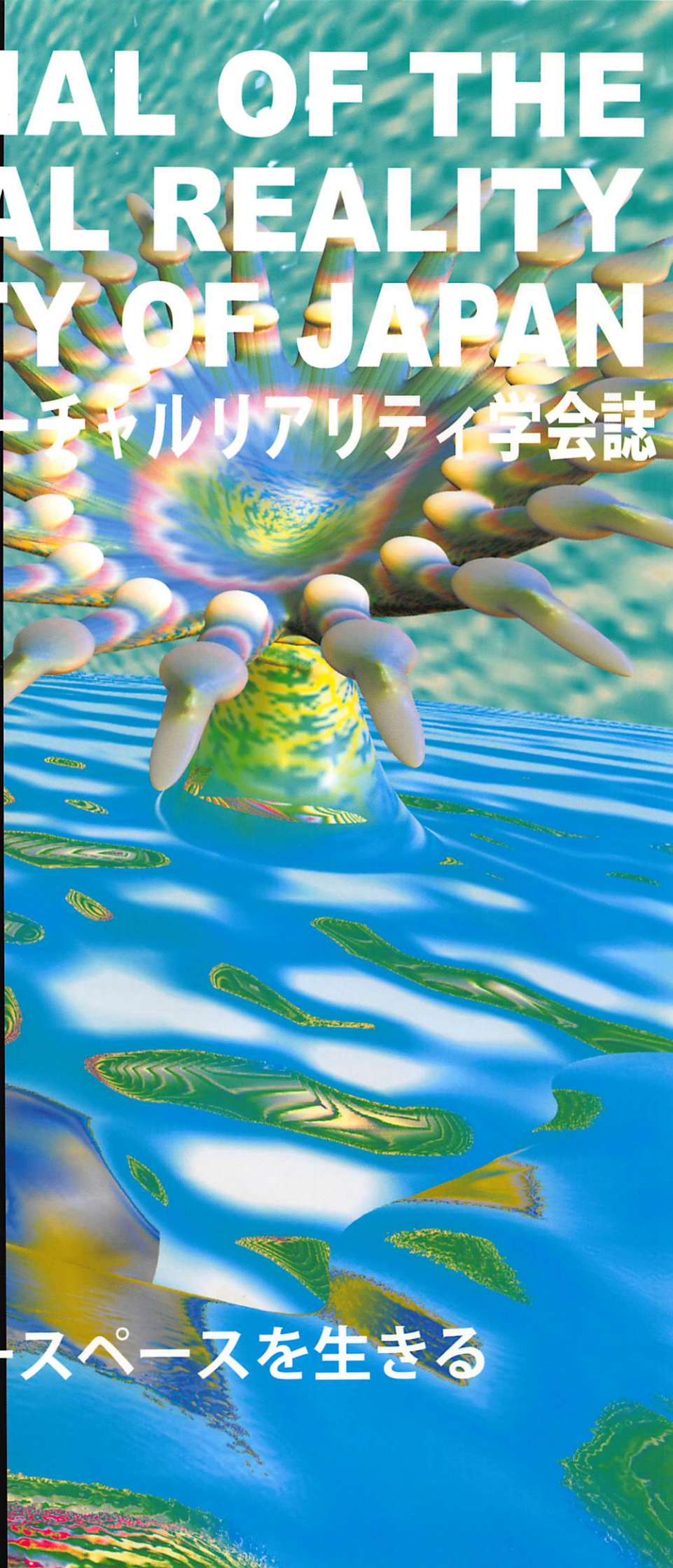
JOURNAL OF THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

日本バーチャルリアリティ学会誌

Vol.13
No.1
2008



特集●サイバースペースを生きる

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



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

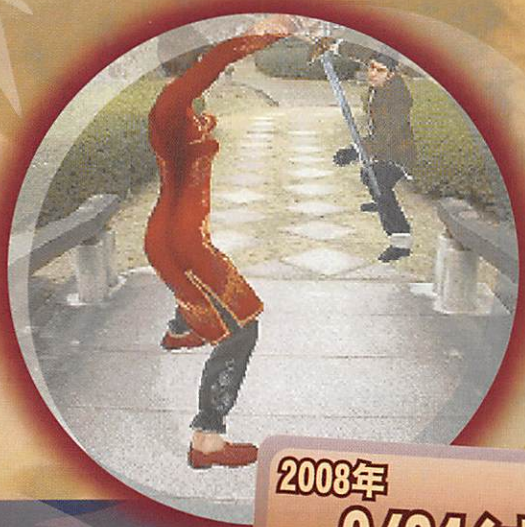
http://vrsj2008.org/

主催：日本バーチャルリアリティ学会
共催：奈良先端科学技術大学院大学

発表申込締切：2008年6月27日(金)
発表原稿締切：2008年8月1日(金)
企業展示申込締切：2008年8月1日(金)

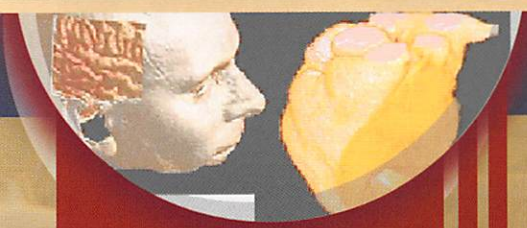
問い合わせ先：
〒630-0192
奈良県生駒市高山町8916-5
奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
第13回日本バーチャルリアリティ学会大会事務局
E-mail: vrsj2008-office@is.naist.jp
Tel: 0743-72-5330, 5334
Fax: 0743-72-5339

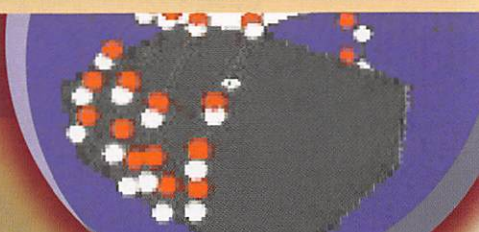




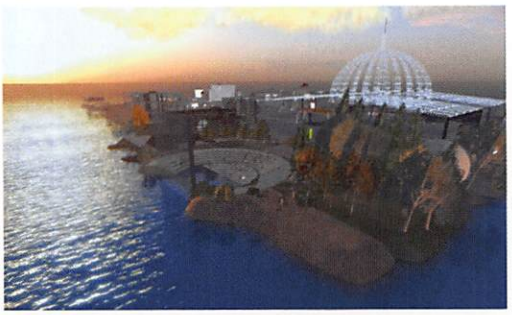
2008年
9/24(水)～26(金)
会場：奈良先端科学技術大学院大学

第13回 日本バーチャルリアリティ学会大会





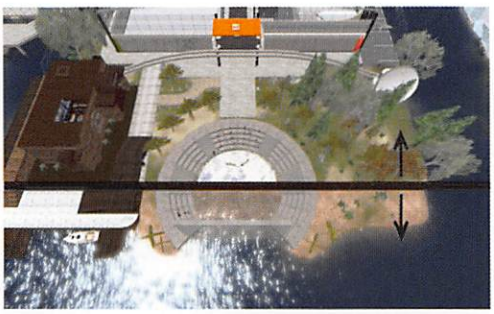
特集●サイバースペースを生きる



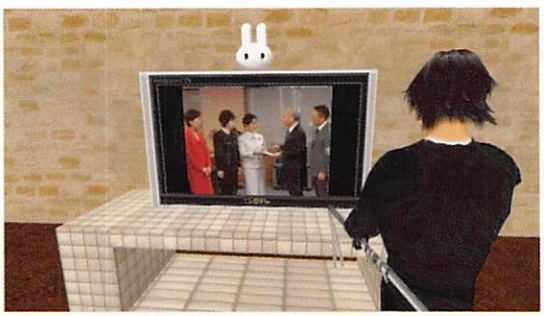
▲
Shiodome Island全景
（詳細は「セカンドライフにおけるTV局の挑戦」14頁参照）



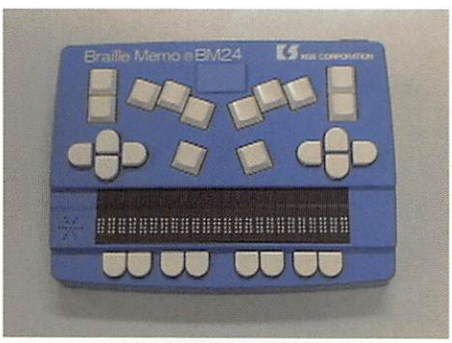
▲
出演者のアバタ
（詳細は「セカンドライフにおけるTV局の挑戦」14頁参照）



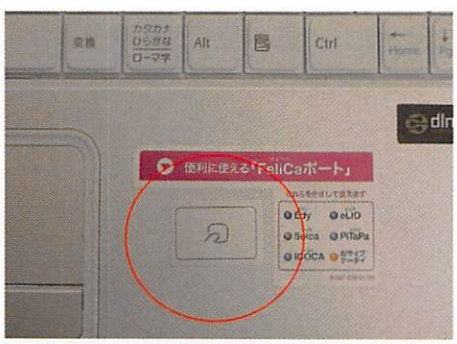
▲
2つのSIMをまたぐイベント会場
（詳細は「セカンドライフにおけるTV局の挑戦」15頁参照）



▲
無料配布テレビの「SiodomeTV」
（詳細は「セカンドライフにおけるTV局の挑戦」16頁参照）

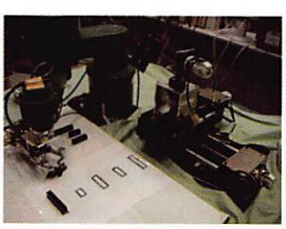


▲
点字ディスプレイ
（詳細は「VRと支援技術」25頁参照）



▲
FeliCaポートが搭載されたノートPC
（詳細は「VRと支援技術」27頁参照）

研究室紹介●京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻
工学部物理工学科機械システム学コース 横小路研究室

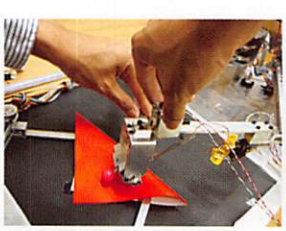


(a) スレーブ

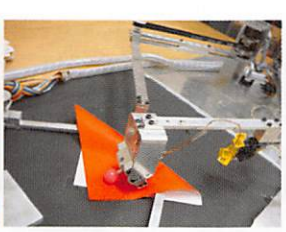


(b) マスタ

▲
腕，手，視覚の機能を統合した遠隔操縦システム
（詳細は40頁参照）



(a) 直接教示



(b) 再生動作

▲
折り紙ロボット
（詳細は41頁参照）

SONY



その映像に、"4K"というリアリティーを

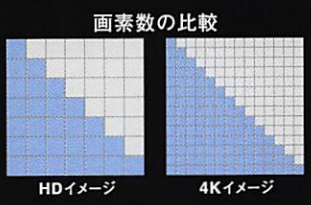
ソニー独自の液晶ディスプレイデバイス「4K"SXRD"」を搭載。

◎ CGやVRシミュレーションの臨場感を再現する885万画素（4,096×2,160）の高解像度

◎ 豊かな色再現性と1,800:1以上の高コントラストにより、色鮮やかな映像を表現

◎ 2kWキセノンランプを2灯使用し、隅々まで明るく投影する10,000ルーメンの高輝度
（SRX-S105は1kWキセノンランプ2灯で5,000ルーメン）







SXRD Silicon X-tal Reflective Display

「4K"SXRD"」プロジェクター
SRX-S110/S105
レンズ・ランプ・各種入力ボートは別売

業務用商品相談窓口 受付時間 9:00～18:00（土・日・祝日、および年末年始は除く）
0120-788-333
携帯電話・PHS・一部のIP電話からは 0466-31-2588

「4K"SXRD"」プロジェクターの詳細はこちらから
www.sony.co.jp/SXRD

◎画像はイメージです ◎価格は、オープンです ◎ルーメンは、出荷時における本製品全体の平均的な値を示しており、JIS X 6911:2003 データプロジェクターの仕様書様式に則って記載しています（測定方法、測定条件については付属書2に基づいています） ◎接続するコンピューターの信号の解像度と周波数は、プリセット信号の範囲内に設定してください ◎商品を安全に使うため、使用の前に必ず「取扱説明書」をお読みください

日本バーチャルリアリティ学会誌

Journal of the Virtual Reality Society of Japan

第 13 巻第 1 号

THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

March 2008
Vol.13,No.1

■ CONTENTS

Journal of the Virtual Reality Society of Japan

THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

March 2008
Vol.13 No.1

■巻頭言

4　●新会長挨拶
佐藤　誠（東京工業大学）

6　●会長退任の挨拶
岸野文郎（大阪大学）

■特集

サイバースペースを生きる

8　●ゲストエディタ巻頭言
２つの空間で生きる世界の展望
葛岡英明（筑波大学）, 小林　稔（NTT）

10　● 3D 仮想世界の未来
三淵啓自（デジタルハリウッド大学）

15　●セカンドライフにおける TV 局の挑戦
安藤聖泰（日本テレビ放送網）

20　●バーチャルとリアルの連動を支える基盤技術
苗村　健, 木田　巧, チェン ドミニク（東京大学）

25　● VR と支援技術
- 視覚障害者及び盲ろう者を支えるバーチャルリアリティの世界 -
大河内直之（東京大学）

30　●オンライン・コミュニティの日韓比較
橋元良明 (東京大学)

34　●サイバースペースの発展から考える ICT 産業の担い手の変化
湯川　抗（富士通総研）

■会議参加報告

主催会議参加報告

38　● ICAT 2007
内山英昭（慶應義塾大学）

その他の会議参加報告

39　● WISS 2007
丹羽真隆（大阪大学）

40　● VIMS 2007
松田浩典（芝浦工業大学）

40　● MMVR16
黒田嘉宏（大阪大学）

■研究室紹介

42　●京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻
工学部物理工学科機械システム学コース

横小路研究室（メカトロニクス分野）
横小路泰義（京都大学）

■製品紹介
44 ●歌声合成システム Vocaloid ～初音ミクとその仲間たち～
（ヤマハ株式会社）
剣持秀紀（ヤマハ株式会社）

■ラク楽実践 VR - 手と足と頭を使え！ VR システムの作り方 -
46 ●第 15 回 Phidget 奮闘記 - 応答速度編 -
五味秀敏，清水俊治（諏訪東京理科大学）

■ワクワク留学体験記
48 ● Helsinki University of Technology
佐藤宗彦（東京大学）

■書評
50 ●「ブレイン・マシン・インタフェース - 脳と機械をつなぐ」,「ブレイン・デコーディング - 脳情報を読む」
雨宮智浩（NTT）
51 ●ヒトと機械のあいだ - ヒト化する機械と機械化するヒト
茅原拓朗（宮城大学）

■ 2007 年度 研究委員会報告
52 ●サイバースペースと仮想都市研究委員会
52 ●複合現実感研究委員会
53 ●ウェアラブル / ユビキタス VR 研究会
53 ●アート＆エンタテインメント研究委員会
53 ● VR 心理学研究委員会
54 ●手ほどき研究委員会
54 ●テレイマージョン技術研究委員会
54 ●触覚デザイン研究委員会

■学術奨励賞授賞報告 第 12 回日本バーチャルリアリティ学会大会
＜口頭発表部門＞
55 ●幻肢リハビリテーションのための鏡と CG による視覚刺激効果の比較
飯田 拓（奈良先端科学技術大学院大学）
55 ● Adaptive IP Imaging における自由視点画像合成の検討
上田健介（東京大学）
56 ●キャラクタとの物理的なインタラクションのための剛体モデルと多次元キーフレームアニメーションの連動による動作生成方
三武裕玄（東京工業大学）
56 ●半側空間無視患者用 VR リハビリシステムの改良
吉田泰子（東北大学）
56 ●曲がった空間上の多対戦型シューティングゲーム
渡辺啓蔵（数理設計研究所）

＜技術展示部門＞
57 ● EmiTable: 映像と連携してメタ情報を発信するテーブル型ディスプレイ
木村 翔（東京大学）
57 ●テレイグジスタンスの研究 (第 55 報)
-Haptic Telexistence: 分布型触力覚 情報を伝達するロボットハンドシステム -
佐藤克成（東京大学）

＜芸術展示部門＞
58 ●模型と 3DCG による歌舞伎化粧アーカイブに関する研究
松永孔梨子（九州大学）

59 ■研究会開催についてのお知らせ

61 ■理事会だより

62 ■カレンダー
（2008 年 4 月以降開催イベント情報）
国内会議 / 国際会議

■編集後記

■日本バーチャルリアリティ学会ホームページ
http://www.vrsj.org/

●表紙 CG 作品提供：河口洋一郎（東京大学） ●表紙デザイン：柳沼潔野

巻頭言

新会長挨拶



佐藤　誠

東京工業大学

この度，岸野文郎先生の後任として，NPO 法人日本バーチャルリアリティ学会の会長を引き受けさせていただくことになりました．このような責任のある立場は初めてのことで，果たしてどこまで務めることができるか，大変不安ではありますが，どうぞよろしくお願いいたします．

始めにこれまでの本学会の歩みを振り返ってみたいと思います．舘　暲先生を初代会長として本学会が創られ，設立総会が開かれたのが，1996 年の 5 月 27 日のことです．設立までの経緯については，2001 年 6 月の本学会誌第 6 巻第 1 号の舘先生の会長退任の挨拶に詳しく書かれています．この年に原島博先生が第 2 代の会長に就任されています．原島会長の下，法人化の準備がすすめられ，本学会が NPO 法人として認可されたのが 2005 年 6 月 7 日のことです．2006 年 3 月に第 3 代の会長として岸野先生が引き継がれ，法人化後の本学会の礎が築かれました．

本学会の歩みを駆け足で辿ってみましたが，10 余年の間に本学会が着実に成長を遂げてきたのが分かります．これは一重に歴代の会長の強いリーダーシップによるものに他なりません．ここにあらためて歴代会長の果された偉業に思いを致し感謝したいと思います．翻って，次代の会長として果たしてどのようなことができるのか，その重責に身の引きしまる思いがいたします．

さて，原島先生と岸野先生のお二人はいずれも会長就任の挨拶の中で，徳川幕府の歴代将軍のことを引き合いに出してお話をされています．初代将軍家康に当たるのが舘先生，2 代将軍秀忠が原島先生，そして 3 代将軍家光が岸野先生です．これらの将軍はいずれも歴史上の大きな足跡を印した将軍たちであり，この例えはとても的を射ているように思えます．このような将軍との対応付けは，3 代までで打ち止めにすべきではないかと思うのですが，どうも 4 代目の将軍のことが気にかかります．日本史に疎い私には，将軍の名前さえ思い出すことができません．早速調べてみることにいたしました．

4 代将軍は徳川家綱です．ご存知でしたか？ちなみに 5 代将軍は，生類憐れみの令を出したりして，とても存在感のある綱吉です．家光と綱吉に挟まれて家綱はどうもあまり人気がないようです．さらに，こんな説明が書いてありました．

「浪人の騒擾未遂事件 (慶安事件) が起こるなど政情不安に見舞われたが，叔父保科正之や家光時代からの大老酒井忠勝，老中松平信綱，阿部忠秋らの補佐によりこの危難を乗り越え，29 年間の安定政権をみた．家綱の時代には幕府機構の整備がさらに進められ，殉死禁止令が出されるなど，これまでの武力に頼った武断政治から，文治政治への政策切り替えが行われた．」(出典：wikipedia　徳川家綱より)

なるほど，確かに家綱は地味ではありますが，結構苦労しながらも徳川三百年の長期政権の基盤作りに努力したようです．

ついつい話が脱線してしまい，歴史の話題になってしまいました．本題に戻りたいと思います．4 代目の会長として為すべきことは何かです．それは，岸野前会長が敷いたレールに沿って，本学会を着実に前進させていくことではないかと思います．もとより非力な私には，家康，秀忠，家光を目標とすることはとてもできませんが，家綱ならば何とか目標になりそうですので，精一杯の努力を傾けたいと考えております．

＊＊＊＊＊

「学遊一如」．学びながら遊ぶ，遊びながら学ぶ，ということでしょうか．私の好きな 4 文字熟語の 1 つです．

数多くある学会の中で日本バーチャルリアリティ学会の特色は何かと問われると，自然とこの言葉が思い浮かんできます．

「バーチャル」とは何か，「バーチャルリアリティ」とは何か．舘先生がしばしば会員の私達に語りかけて来て下さいます．漫然と研究をするのではなく，常にこのような根源的な問いかけをし続ける「学問」としての深い洞察や探求の心．一方では，研究の枠組みにとらわれることなく，新しいことにどんどんチャレンジして楽しい研究をしよう，という原島先生の遊びの心．一見相反するこの2つの心が渾然と一体化しているところが，他の学会にはない，本学会の「らしさ」であり，魅力であると信じています．この「らしさ」をこれからも一層磨いていきたいと思います．

「バーチャルリアリティがNSFの重要課題に選定されました．」というVRSJ Announceがこの3月に会員の皆様に配信されました．憶えておられますでしょうか．今春，全米科学財団(NSF： National Science Foundation)が人類の生活水準に大きな向上をもたらす「今世紀中に達成すべき14の重点技術目標(14 grand engineering challenges for the 21st century)」を発表して，その1つに，バーチャルリアリティ(課題名はEnhance virtual reality)が選ばれた，という内容の記事です．

http://www.engineeringchallenges.org/にその詳細が載っています．まだご覧になっていない方は是非見ていただければと思います．(ちなみに，14の課題の中で最も重要と思う項目の視聴者による投票があります．私が投票したときには，残念ながらまだ Enhance virtual reality は下位の方でした．是非，投票に参加して，応援してください．)

この課題には，副題として下記のような説明文が添えられています．

True virtual reality creates the illusion of actually being in a difference space. It can be used for training, treatment, and communication.

True という言葉がなかなか意味深長ですが，NSFがこの課題を取り上げたこと自体，バーチャルリアリティ技術に対する社会の期待がいかに大きいかを如実に示していると思います．本学会が世界に先駆けて創られたバーチャルリアリティの学会であることの自負を持ち，その社会的責任を果たすべく，真に社会で役立つことのできる研究開発の取り組みにも力を注いでサポートして行きたいと思います．

これからの本学会の展望を少し述べてみましたが，今すすめられている具体的な取り組みについてもご紹介したいと思います．

(1) 研究委員会活動の充実：バーチャルリアリティという言葉が生まれて，すでに20年の歳月が経ち，確立した学問分野として認知されていると思います．しかし，本学会が魅力のある研究活動の場であり続けるためには，既存の研究の枠に囚われることなく，新しい活躍の場を押し広げていくことが大事であります．そのような新天地を見つけ出し，切り拓くための触手となるのが研究委員会の活動ではないでしょうか．若い会員の皆様の活発な活動を資金的にもサポートできるような体制を理事の岡田謙一先生が中心となって検討して頂いています．

(2) 産業，社会への貢献：これからの社会が直面する様々な課題にバーチャルリアリティ技術の果たすことのできる役割は決して小さくないと考えています．課題を的確に捉え，問題解決のできる人材を育てていくことがNPO法人としての本学会の役割の一つだと思います．このための仕組みの1つとして，元理事の岩田洋夫先生が中心となってVR技術者認定制度の創設を準備していただきました．本年度は，まだ試行試験の段階ですが，少しずつ整備をして立派な認定制度に育てて行きたいと思います．この認定制度には受験者のための技術講習会も併せて企画されています．これは，学問としてのバーチャルリアリティの体系化の促進にもなることでしょう．

前述いたしましたように，岸野前会長が敷かれたレールに沿って本学会を前進させるためには，取り組むべきことは少なくありません．もとより，会長一人でできることには限りがあります．野村淳二副会長と廣瀬通孝副会長という頼りになる両副会長をはじめ，多数の理事の方々に支えられて一歩ずつ進めて行きたいと思います．本年度は何人かの理事の方が退任され，交代が行われました．特に，本学会の設立から学会活動の中心的な役割を担ってこられた岩田洋夫先生，NPO設立に際して心血を注いでいただいた池井寧先生には，この場を借りて心より感謝の意を表したいと思います．一方，大変幸いなことにフレッシュで有能な若手の方々に新理事になっていただくことができました．本学会の次世代を担うこれらの若い理事の方々には，豊かな発想とチャレンジ精神を大いに発揮して活躍していただきたいと思います．

学会発足後12年の節目を迎え，本学会のこれからの益々の発展は，会員の皆様方一人ひとりに支えられ，委ねられています．本学会が皆様方の活動の場として，今まで同様に，またそれ以上に魅力溢れるものとなるように，及ばずながら全力を傾けたいと思いますので，ご協力とご支援を何とぞよろしくお願いいたします．2年前

に原島元会長が退任のご挨拶の中で若い会員の方々に向けて熱いメッセージを投げかけられています．再度，ここにその文章を掲載させていただき，私の会長就任のご挨拶とさせていただきます．

「日本バーチャルリアリティ学会は，いつも外に向かって情報を発信している．そういう場であって欲しいと願っています．学会がサービスをしようとしている相手は，学会内部の会員ではありません．会員はサービスの受け手ではなく，むしろ送り手です．その意味では，学会の会員全員が役員なのです．いま学会には約 1000 名の会員がいますが，その全員が外に向けた活動の中心になったら，日本の VR は磐石なものになります．」

【略歴】
佐藤　誠（SATO Makoto）
東京工業大学　精密工学研究所教授
1951 年名古屋生まれ．1978 年東京工業大学大学院電気工学専攻博士課程修了，工学博士．現在同研究所教授．東京工業大学総合理工学研究科知能システム科学専攻教授を併任．専門は知覚情報処理メカニズムの解明とそのバーチャルリアリティやヒューマンインタフェースへの応用．VR 世界を直接触れるための蜘蛛の巣状ハプティックインタフェース SPIDAR やマルチプロジェクション / マルチ PC/ マルチモーダルの没入型 VR 環境の研究開発に従事．

会長退任の挨拶



岸野文郎
大阪大学

この度，日本バーチャルリアリティ学会の会長を退任することになり，事務局より恒例の退任挨拶を依頼されましたので，ご挨拶申し上げます．先ず最初に，活動を支えていただきました，理事・役員の方，日常業務を地道に続けていただく事務局の方，そして何よりも日頃の学会活動を，一人ひとりが役員のつもりで支えていただいた一般の会員の方に，厚くお礼申し上げます．有難うございました．

本学会の実質の創始者である初代の舘先生，2 代目の会長として本学会の特定非営利活動法人 (NPO 法人) 化を成し遂げられた原島先生の後継として，3 代目の会長に就任させていただきました．唐様で書く事態に陥ることもなく，職を賭す場面もなく，偉大なお二人でなくても普通の会員として会長を務め得ることを実証できたのではないかと考えています．本学会が NPO 法人として組織基盤が堅固になったことも大きな理由の 1 つだと思います．

原島前会長の退任挨拶に倣って「達成度評価」をする必要があります．先ずは，巡り合わせかと思いますが，就任早々学会の創設 10 周年の各種事業を盛大に催すことができました．佐藤副会長 (次期会長) を中心に検討していただき，日本における代表的な VR 研究を一堂に集めた 10 周年記念 DVD を発行し，また，学会誌も特集号として編集し，「世界の VR」，「日本の VR」を紹介しました．特に「日本の VR」では学会の理事を中心に，日本の VR 研究開発を支えて来られた方々に，自分にとっての VR を熱く語っていただきました．更に，2006 年 5 月 27 日に記念シンポジウムを開催し，廣瀬先生 (次

期副会長)にコーディネーションをしていただき，若手の関係者により「VRの未来を語る」をテーマにパネル討論を行い，好評を博しました．若手パネリストの方々には，20周年記念特集号でVRとの関わりを熱く語っていただけることを期待しています．

就任挨拶では陽には公約としては述べていませんが，「今後の益々の発展を期し，学問として体系化する必要がある」と言っています．VRに関連する学問は，要素技術は多岐に亘っており，また，芸術と科学技術が統融合する総合科学としての新しい学問分野を形成しております．学会の責務として新しい学問分野の「知」を系統立てる必要があります．企画担当理事の岩田先生を中心に学問体系を整理していただき，これをもとにVR技術者認定制度を策定いただきました。この4月には，策定いただいた先生方による講義の後，試行試験を実施する予定になっています．

また，「今後は若手の方にもどんどん参加いただき，できるだけ多くの方に学会活動を支えていただくように考えております」とも述べています．就任挨拶でもお話ししましたが，学会組織が確立するまでは，多くの理事の方には継続してお願いしていましたが，NPO法人として確立したこともあり，できるだけ多くの会員の方に理事になっていただくため，役員の任期を1期2年，2期の4年とする案を規程に盛り込むことにさせていただきました．ただし，1年間の間(サバティカルと考えることもできます)を置くと再度，理事になることができます．一度，外部から学会を見つめることができますので，更なる学会の発展に繋がるのではと期待しています．

＊＊＊＊＊

この2年間は，必ず月に1回は理事の方々と顔を合わせて，いろいろとお話しをさせていただきました．その多くの回には心強いことに舘先生，原島先生の両監事もご出席いただきました．皆さん方は超多忙で，この分野では超一流の方々ですが，毎回顔を合わせるのは誠に面白く，話題が発展したときは大阪へ帰る最終の新幹線のぞみの時刻が心配の時も度々でした．個別ではなかなかお会いできない方々と情報交換をすることができ，大きな楽しみでもありました．

さて，学会としての活動ですが，VR学会の大会は代々の大会長が工夫を凝らし，益々盛大になってきています．幸い，多くの会員の方からは新しい研究発表が多く，また，各種展示や催し物も面白く，最も参加したい学会の大会であるとお聞きしています．その他にも，学会誌，論文誌，各種研究会，VR文化フォーラムなどの各種行事，ニューズレターなどの広報活動など，担当理事を中心に活発にご活動いただいています．その成果として，VR分野は学術面だけでなく，産業面においても着実に発展してきていると思います．更には，国際的な貢献として，VR分野での国際会議であるICATを世界でいち早く開催した他，最近は日中韓を中心としたアジアの文化遺産を尊重して科学と芸術の融合を目指し，この地域が世界を牽引しているコンテンツを中心に世界に情報を発信すべく，ASIAGRAPHの日本の窓口学会としても協力するようになりました．

＊＊＊＊＊

センサを含むコンピュータ類が環境，移動物体(人に帯同する場合はウェアラブルとなる)などあらゆるものに埋め込まれ，現実社会とコンピュータ内のバーチャル社会とが融合した社会が現実のものとなりつつあり，人間の本質をも考慮に入れて本学会が取り組むVR研究が，今後益々重要性を増すものと思われます．この重要な時期に，4代目学会長として，満を持して4番バッターの佐藤先生にご登場いただきます．私が会長を務めさせていただいた2年間を含め，5年間を副会長としてご活躍いただきましたので，安心して引き継ぐことができます．佐藤新会長のもと，VR学会が益々発展することを切に願っております．

【略歴】
岸野文郎（KISHINO Fumio）
大阪大学大学院情報科学研究科教授
1946年7月三重県美杉村生まれ．1971年名古屋工業大学大学院電子工学専攻修士課程修了．同年，日本電信電話公社(現NTT)電気通信研究所入社．同ヒューマンインタフェース研究所において，高速・広帯域通信システムの研究・実用化，画像処理の研究に従事．1989年国際電気通信基礎技術研究所(ATR)に出向．ATR通信システム研究所 知能処理研究室長．臨場感通信会議，画像処理等の研究に従事．1996年大阪大学大学院工学研究科教授．2002年より同大学大学院情報科学研究科教授，現在に至る．2003年8月から2005年8月まで大阪大学サイバーメディアセンター長，評議員併任．工学博士．臨場感通信，ヒューマンインタフェース等の研究に従事．

特集 ■サイバースペースを生きる

ゲストエディタ巻頭言

2つの空間で生きる世界の展望



葛岡英明　筑波大学
KUZUOKA HIDEAKI



小林　稔　NTT
KOBAYASHI MINORU

サイバースペースという言葉の生みの親，ウィリアムギブソンの作品の中で，登場人物はコンピュータが作り出すサイバースペース (cyberspace) と現実世界 (meatspace) の間を行き来しながら，双方で生活をします．現実世界での生活とサイバースペースでの生活は相互に関係しあい，それぞれ独立した生命活動としては語られていません．こうした世界観が描かれたのは 1980 年代初期のことです．

それから 20 年あまりが経過し，最近マスメディアや学会でセカンドライフ (Second Life) に代表されるメタバース (Metaverse) の話題が取り上げられることが多くなりました．アバタを介してバーチャルな空間に入り込み，1 日に何時間もその中での生活を楽しむ人の話を聞くと，いよいよサイバースペースが現実に近づきつつあるという期待を抱きます．こうした潮流の中で，読者の中にはメタバースや SNS (Social Network Service) の研究を始めた方，あるいはこれから始めようと構想を練っている方も少なくないと思われます．そこで，今回の特集号では，サイバースペースの現状の一端を探るために，セカンドライフを中心とした技術的な現状と，その周辺の社会的な要因についてご執筆いただける方にご寄稿をお願いすることにしました．サイバースペースの研究を成功させるためには，サイバースペースと現実世界の両方の関係性を知っておく必要があると考えたのです．

さて，私たち本特集号エディタは SNS には参加していましたが，セカンドライフは未経験でした．特集の企画にあたり自身の体験が重要と思い立ち，セカンドライフに入ってみました．ログインすると，そこには既に何人ものアバタが歩き回っているではありませんか．次に，はからずも私達が同様にとった行動はと言えば，話しかけられないように，なるべく目をそらしつつアバタ達の間を通り抜け，離れた場所に逃げ出すということでありました．せっかくメタバースに入り込んだというのに，現実の自分の性格を捨てきれなかったのです．3D の空間を散策するのは多少楽しむことはできましたが，見ず知らずのアバタと会話をするのはかなり抵抗を感じたのです．

そもそもバーチャルリアリティが作り上げる空間は，実世界を超越した魔法を使えるからこそ良いのだと言われます．確かにそのような面は大きいのですが，その一方で，現実世界における人々の社会性の影響を強く受けざるを得ないのも現実です．事実，メタバースの 1 つである Habbo では，日本人は特に部屋に閉じこもってしまいがちだという分析結果も報告されています．実際，冷静になって周囲を見回してみると，日常的にメタバースにアクセスしているという人の数は非常に少なく，SNS のユーザの多さとは比べるべくもありません．

メタバース人口がまだ少ないのは，まだ新しい潮流であるからだと思われる方もいるかもしれません．しかし実際には，その歴史は結構長いのです．まず有名なのが，マイロンクルーガー (Myron Krueger) が 1970 年代に発表した Videoplace です．この作品では，複数参加者のシルエット映像がリアルタイムに 1 つのビデオ映像に合成されます．クルーガーは，その人工的なビデオ空間の中においても，社会的なルールにのっとったインタラクションが行なわれることを見いだしたのです．しかしこれはアート作品であったため，一般の人々が日常的に参加できるようなシステムではありませんでした．1970 年代後半になると，MUD (Multi-User Dungeon) と呼ばれるテキストベースのマルチプレーヤーゲームが登場し，コンピュータにアクセス可能な多くの大学生を夢中にさせました．1985 年になると，パーソナルコンピュータとモデムが普及し始めたことによって，一般家庭に CG の表示と通信機能を持ったコンピュータが普及し始めました．これにともなって，ルーカスフィルム (LucasFilm) はハビタット (Habitat) という，2 次元グラフィクスによるバーチャル共有空間の

サービスを開始しました．Habitat では既にバーチャルなお金を使えるようになっていましたが，そうなるとこの空間内で泥棒が出現したり，それに対抗する自衛組織が構成されたり，果てはこの空間内で結婚式が行なわれたりなどという社会性が見られるようになったのです．1990年代に入ると，3 次元 CG が徐々にパーソナルコンピュータでも利用できるようになるとともにインターネットが普及し始めました．これにともなって，NTT のインタースペースに代表されるような 3 次元のバーチャル共有空間が盛んに開発されるようになりました．

これらの試みは，ある程度のユーザ数を獲得することに成功したり，学問的に重要な貢献を残したりしたことは確かです．しかし三淵氏が書かれているように，セカンドライフほどの登録者数を獲得し，世の中の話題に上ることはありませんでした．三淵氏，安藤氏，苗村氏の記事を読むと，セカンドライフが成功した要因の 1 つはリンデンスクリプトやオブジェクト編集機能による拡張性の高さであることがわかります．これによって，利用者自身が様々なサービスを生み出し，他の利用者に提供することができるようになり，世界の拡大を促したわけです．

こうした技術的な特徴と同様に興味深いのは，現実世界との結びつきです．多くの企業が宣伝効果を狙ってセカンドライフ内に島を作っています．これは当然セカンドライフ内の経済活動をターゲットとしているわけではなく，実世界において利益をあげることを目的としているわけです．三淵氏の記事から，システムを運営するリンデンラボ社も，決してボランティアではなく，ユーザの満足度を高めつつ，いかにして現実世界の収益をあげるかということを試行錯誤しながらシステムの改変を進めてきたことがわかります．一般ユーザから見ても，RMT (Real Money Trading) の対象としていることが少なくはなく，結局は実世界におけるビジネス活動の一環としてセカンドライフで活動している人々が多いことがわかります．

湯川氏の記事は，我々はこうした効果にもっと注目しなければならないということを気付かせます．サイバースペースを開発し提供するためには，そのビジネスモデルが良く考えられていなければなりません．日本がこのようなネットビジネスの新しい潮流に乗り遅れないようにするためには，積極的な資金的支援が重要になってきます．

このような経済的活動の一方で，実際には多くのユーザにとってセカンドライフは，他のアバタとコミュニケーションをすることが目的です．チャットをしたり，一緒に活動をしたり，自分の作り上げたオブジェクトを他のアバタに見てもらったりすることが目的なのです．このようなコミュニケーションや協調活動の場としての側面も考える必要があります．ここで思い出されるのは，セカンドライフの中で私達がつい他のアバタを避けてしまったという事実です．橋元氏の記事からもわかるように，我々はサイバースペースの中でも実世界で身につけた社会性の影響を強く受けてしまうのです．メタバースの一種である Habbo において日本人は自分の部屋の中で閉じこもる傾向が高いとの報告があることを紹介しましたが，日本においてサイバースペースを成功させるためには，そのような日本人的な社会性に適合した仕組みを考えるべきかもしれません．例えば，mixi のような SNS は日本でも多くの人々に受入れられています．これは，知り合いや同じ興味を持つ人が明確に指定できるということ，メール感覚で非同期的にコミュニケーションできることが大きな理由です．日本のサイバースペースはそうした SNS 的な機能を合せ持った仕組みを持つと良いのかもしれません．

大河内氏の記事は新しい視点に気付かせてくれます．セカンドライフは視覚的な世界なので，盲ろう者にとって難しい面もあります．しかし，すべてが電子的データで表現されているこの世界は，例えばテレビドラマの副音声のようにアバタやオブジェクトの様子を言葉で伝えるなど，盲ろう者にとって有効なコミュニケーションツールとなる大きな可能性を持っています．

これから，拡大していくであろうサイバースペースでの多様な活動を考えるにあたり，サイバースペースと現実世界の相互作用を考えることは重要です．今回の特集が読者の皆様の研究の一助となり，日本発の優れた技術発信につながることを願います．

【略歴】
葛岡英明（KUZUOKA Hideaki）
筑波大学大学院システム情報工学研究科　教授
1992 年東京大学大学院情報工学専攻修了，博士 (工学) 取得．CSCW，グループウェア，バーチャルリアリティの研究に従事．特に遠隔共同作業支援に興味を持つ．著書，「ヒューマンコンピュータインタラクション」(岡田謙一，西田正吾，仲谷美江，塩沢秀和と共著，オーム社)．日本バーチャルリアリティ学会，情報処理学会，日本ロボット学会，電子情報通信学会，ソフトウェア科学会，ACM 会員．

小林　稔（KOBAYASHI Minoru）
日本電信電話株式会社サイバーソリューション研究所　主幹研究員
1990 年慶応義塾大学大学院 (計測工学専攻) 修士課程修了．同年日本電信電話 (株) 入社．1994 ～ 96 年米国マサチューセッツ工科大学大学院修士課程修了．主に，映像を用いたコミュニケーションメディア，情報インタフェースの研究に従事．日本バーチャルリアリティ学会，電子情報通信学会，情報処理学会，画像電子学会，ACM，IEEE Computer Society，各会員．当学会サイバースペースと仮想都市研究委員会副委員長．博士 (工学)．

特集 ■サイバースペースを生きる

3D 仮想世界の未来



三淵啓自　　デジタルハリウッド大学
MITSUBUCHI KEIJI

1. はじめに

2007 年は，3D インターネットや 3 次元仮想世界 (メタバース) などの言葉が，マスコミを騒がせました．特にアメリカで始まったセカンドライフが，登録会員数 1500 万人を超え，現実社会の企業や社会にまで影響されるまでになりました．しかし，3 次元仮想社会は，新しいものではなく，90 年代後半には日本でも NTT の InterSpace やソニーの Community Place システムなどが実験用システムとして紹介されています [1]．また，ソニーの PAW^2 は，共有仮想社会として 1998 年からインターネットでの実験を始め，2001 年からは商用運用され，仮想社会におけるいろいろな実験が行われました [1][2]．残念ながら普及までには至らず，2004 年 9 月にサービスを終了しています．

では，なぜここにきて，セカンドライフが爆発的に普及し始めたのでしょう？　外部的要因として，インターネット回線の高速化やパーソナルコンピュータの 3 次元の描画能力 (レンダリング) の向上などハード的なものと，社会的なトレンドとして，Web2.0 のソーシャルネットワークサービスの普及や，オープンソース Linux の成功事例という参加型の情報構築サービスやコミュニティの流れが，セカンドライフの追い風になりました．さらに，内的要因としてセカンドライフの特徴とそのようなシステムに至った開発経緯が，現実社会と仮想社会の距離を，より近付ける結果になったのではないかと思っています．セカンドライフでは，今まで行われてきた 3 次元の仮想社会研究では観測されなかった現象や，企業の参入など，今までの閉じられた世界とは異なる仮想世界が急成長しています．将来的な可能性も広がる中，厳格な法的で国境のない世界でそれに伴う問題点や未解決の問題点が山積みでもあります．

2. セカンドライフの特徴

私は，取材や講演で，セカンドライフの大きな特徴として 4 点ほど挙げています．

まず第一に，セカンドライフは，その見た目から MMORPG (ネットゲーム) の一種として語られることもあるのですが，ゲームとは根本的に異なるということです．もっとも，「人生がゲームだ！」と言ってしまえば全てが当てはまってしまうのですが，ここで言うゲームとは，一般的に商用開発されている物をさし，全てのコンテンツ (キャラクタ・シナリオ・ストーリー・世界観・ルールなど) は開発側が，ユーザに提供するというものとします．それと比較すると，セカンドライフにおいては，リンデンラボ社がシナリオや世界観など全てを作ってユーザに提供するのではなく，世界中のユーザが参加して空間自体を作り上げていく，参加型の 3 次元仮想世界なのが最大の特徴だと思います．Web に置き換えてみると，今までのゲームが Web1.0 的なコンテンツ提供型であるのに対し，セカンドライフはまさしく Web2.0 的な，参加型で個々のユーザの小さなクリエーションが集まって，巨大なコンテンツを作り上げています．MIXI や，YouTube にみる動きと酷似してます．ではなぜそんなことが可能であったかと言うと，リンデンラボ社が，クリエイターと協同してセカンドライフを開発してきたからだと言えます．例えば，大手プロバイダが，3 次元仮想世界を作り上げ，出来上がったシステムを一方的に提供していたら，過去の事例にあるように，クリエイターたちが自発的に参加するようになるには，かなりのコストと時間がかかったことでしょう．リンデンラボ社は，クリエイターの参加を促し，耳を傾け，クリエイターのコミュニティと共に開発を進めてきたのです．ある種，究極のコミュニティマーケティングを活用した開発手法で

あったとも言えます．今までの2Dやテキストの仮想世界では，一般ユーザには可視化できないので，理解しにくく，開発には参加できないものでしたが，3次元仮想世界においては，ユーザはその世界の住人，つまり，ユーザをシステムの一部として開発していく必要があるのかもしれません．

次に，セカンドライフのアーキテクチャ(システム構造)が，クリエイター主体であるということです．セカンドライフの中で，ユーザは建物や道具などありとあらゆるものを作り出すことができ，これらの著作権がユーザにあります．通常のゲームでは，コンテンツの著作権は当然，ゲーム会社が持っていますから，これは大きな違いです．またすべてのオブジェクトの著作権は，制作したユーザが，クリエイティブコモンズのライセンスにのっとり，使用するための条件を細かく指定することができ，しかも全ての創造物が固有IDを持っていて，製作者の名前はつねにDBを介して紐付けされています．現実社会に置き換えると，ICタグが付いているようなものです．また，そこで可能になるのがセルフ・ブランディングという概念で，自分自身をブランド化し，商品化していくことで，海外では成功事例も多くアメリカンドリームも一種のセルフ・ブランディング的なものが多いです．しかし，日本では個人よりも企業の方が力があるので，なかなか現実社会で実行するのは大変ですが，仮想空間においては，それも可能なのです．

第三に，極めて公共性の高い3次元のコミュニケーションツールであるということが挙げられます．誰でも，どこからでも，無料で三次元画像の表現をコミュニケーションできるインフラは，これまでになかったと言えるでしょう．また，3次元の画像を用いることで，離れたところにいる人同士が空間を共有し，体験共有できたり，3次元で表現された画像を2次元に移し変えたりすることなく，そのまま表示しながら打ち合わせをしたりすることができます．今まで，人類が体験したことがない共有空間であり，情報空間でもあり，メディアでもあります．さらに，3次元仮想空間は，人と人のみならず，人と情報のインタフェースの可能性も飛躍的に進化していくのではないかと思っています．仮想現実や，拡張現実，ロボット工学などの研究も，研究室や限られた情報空間から公共空間の中で，実験検証なども可能になります．

最後に，RMTやビジネスとしての側面が挙げられます．セカンドライフの中では，リンデンドルという架空の通貨を用いて様々な物が売買されていますが，このリンデンドルはリンデンラボ社の仲介によって，現実のドルとの換金が可能です．現在，一日に日本円で二億円ぐらいのリンデンドルが売買に使われていて，小さな独立国ぐらいの経済規模を持っています．ただし，セカンドライフの経済圏が堅固かというとそんなことはなく，ユーザ規約でも，リンデンラボ社は，リンデンドルを買い取らないと明記しているので，ゲーム内のコインと同じ位置づけです．ではなぜ，USドルに変える事ができるのかというと，セカンドライフのユーザ間で，オークションのように，売りたいユーザと買いたいユーザで取引が成立しているというしくみになっています．現にアメリカでは，リンデンラボ社だけでは無く，オークションサイトのEBAYでも，リンデンドルの取引がなされています．しかしながら，日本のリンデンドルに対する位置づけの本格的な議論はこれからです．リンデンドルは貨幣なのか，もしくは，ゲーム内のコインのようなものなのか，明確な定義がありません．米ドルに換金できるので，もし貨幣であれば，日本円からリンデンドルへの換金は，国の許可が必要になります．またもしゲーム内のコインとするならば，日本円への換金はできません．故に，現状は実験レベルの経済だと私は認識しています[3][5].

3. セカンドライフの略歴

爆発的に膨張し続けている，セカンドライフを構築したのは，アメリカのリンデンラボ社です．1999年，サンフランシスコ市内の片隅にあるリンデン通りからスタートしました．今のセカンドライフの母体ができたのは，2002年3月頃のことです．この当時，「リンデンワールド」と呼ばれていた実験用のバージョンがまず立ち上がり，リンデンラボ社の7人のクリエイターたちが，仮想空間に置く様々なオブジェクトを作っていきました．2002年11月にベータテストが始まり，ちょうど6ヶ月後に一般公開されました．ベータ版には，土地管理料金に加えて，テレポート料金とプリム(プリミティブ(primitive)の略)に課される税金が含まれていました．このプリム課税は運用側としては，きわめて合理的で，仮想空間を維持するためのサーバ負荷に連動していましたが，住民の製作物に税金を課すというのは，コミュニティの運営という観点からは問題があり，後に大きな事件をもたらします．

2003年6月23日，正式なセカンドライフが誕生しました．この年の10月，メジャーアップデートによって多数の新機能が導入されました．まず，検索機能と世界

地図が改善され，新しい土地管理オプションが導入され，住民の製作物に対する新しい著作権 / 許諾システムが導入さました．しかし，このアップデートには税金逃れを最小限に抑えるコードも含まれていました．その埋め合わせとして，ドエルと呼ばれる新しい給付金が導入されました．これにより，クリエイティブなセカンドライフ住民は，創作活動をしていない住人との不公平感を積もらせていきました．そして，特定のテーマの表現をしていたテーマ別コミュニティーが，ついに崩壊する事件が起き，それがきっかけで革命が起こりました．2003 年 12 月，革命軍は勝利し，プリム税のない，土地所有に基づく新しい税金システムが，次のアップデートで導入されました．このアップデートでは，スクリプティングおよびインタフェースの新しい機能も多数導入されました．ここで，セカンドライフ内におけるデモクラシーが確立しました．

アップデートと改善はその後も続きました．カスタムアニメーションとジェスチャが導入され (2004 年 6 月)，LindeX 両替所が設けられた (2005 年 10 月)，ベーシック会員プランの給付金が廃止されました (2006 年 5 月)．また，経済活動が大きくなると，米国政府内でも課税の議論がされたり (2006 年 12 月)，ギャンブルの禁止令 (2007 年 7 月) そして，ユーザの保護ということで，居住国での銀行許可登録していない場合は禁止されたり (2008 年 1 月)，現実の法規制などの影響が強くなってきました．このように変遷を繰り返しながら，コミュニティと共にリンデンラボ社は，セカンドライフを開発してきました [3][4].

4. 右脳型コミュニケーション

3 次元仮想空間のメタバースを，3D インターネットと同等に扱われ，Web2.0 の次に Web3D が来たと評されることがありますが，基本は，情報が単に 2 次元から 3 次元に変化しただけではない，大きな違いがメタバースとウェブの間にはあると考えています．

ここ数年で生み出された画期的なサービス，例えば，検索エンジン，オンラインショッピング，ウィキペディア，そしてセマンテック・ウエブによる情報の概念化など，これらはいずれも優れた要素技術を組み合わせて，ユーザの視点に立ったサービスを実現しています．一方のセカンドライフは，これらのインターネット上の技術革新とは，次元が異なるものです．インターネット技術は言葉の概念で整理され，これを継承していくものですが，セカンドライフは空間，シチュエーションなどを，すべて相対的なメタ情報として受け継いでいくことができるからです．ここがインターネットと仮想空間との決定的な相違です．例えば，シェイクスピアが生きた当時の劇は見ることができません．映画で再現したものは，残っていた文字情報から起こしたもので，すでに人間が失ってしまった空間の再生は，当然ながらできないのです．しかし，仮想空間で創造したデータを保管しておけば，いつの時代にもその空間を，まったく同じ状況，同じ状態にして再現し，また，継承していくことができるのです．これらの違いを，私は，人間の脳の構造の比喩を用いて，ウェブを左脳型，メタバースを右脳型と位置づけています．ウェブに代表される左脳型情報空間とは，情報を，符号化，数値化することで管理 (蓄積，整理，検索，伝達) し，論理的に構築された情報空間で，セマンテック・ウエブや Google の目指す知の集合体がこれにあたります．かたやメタバースのように 3 次元空間に情報を配置し，相互関係から情報を管理していく，感性の表現が可能で，極めて直感的や感覚的な右脳的情報空間は，環境，コンテクス，時間，受信者の状態によって，情報の評価や結果が，相対的に変化していくものでもあり，絶対的な指標はあまり意味を持たない情報空間でもあります．

さらにコミュニケーションとして見た場合，これまでのウェブ上では，セカンドライフのように環境を共有できるものはありませんでした．例えばグランドキャニオンを見て，壮大なスケールに感動したとします．それを人に教えたくても言葉や写真だけでは，真の感動は伝わりません．しかしセカンドライフでは一緒にその場所へテレポートして，同じ感動を共有することができます．セカンドライフ内で多くの人が集まる人気のエリアが，カフェや足湯など，雰囲気が重視されるスポットだというのもうなずけます．メタバースにおける，コミュニケーションとしてより重要な点は，環境，経験を共有できることです．私はこの要素を，右脳型コミュニケーションと呼んでいます．

今までの人の歴史も，美術工芸などを除くと，ほとんどが左脳的情報の蓄積であったと言えますし，現代の文明，科学といったものに関しても，左脳的な情報として進化してきたと言えるのでしょう．メタバースの概念は，目新しいものではないですが，地球規模で多くの人間が活用したときには，今までにない全く新しい文化や価値観が広がる可能性を秘めていると考えられます．例えば，今の社会的価値は，言語や数値に置き換えられる物ですが，今後右脳的コミュニケーションが発達すると，感覚

的，直観的，曖昧な価値観が共有できるようになる新しい社会が構築されるかも知れません [5].

5. セカンドライフの課題

世界規模で，誰でも体験したり共有できる 3 次元仮想社会は，人間が初めて体験する世界です．期待が多い反面，様々な課題も見えてきています．現状で見えている課題は，大きく 4 つ挙げられます．それは，1) 法律の問題，2) システムの問題，3) 日本市場の成熟，4) 仮想社会がもたらす文化，社会的な影響が挙げられます [3][5].

法的な問題点ですが，まだ法整備はされてない状況です．例えば，著作権は，クリエイターに与えられていますが，著作権に抵触するオブジェクトも，制作・販売できてしまうし，実際そのような現象は，多く見られます．また，セカンドライフでは，クリエイターが直接消費者に売れる環境ができますが，この場合の商品の保証問題 (PL 法) や，クーリングオフは可能かなど，まだ議論が始まったばかりの段階です．リンデンドルの扱いも，今は担保がない架空通貨の状態ですが，これに対する解釈はアメリカと日本で異なります．アメリカでは US ドルと換金できても，日本はどう扱うのか？　正式な見解はまだ出されていません．さらに，国境のない世界なので，セカンドライフ内の住人に執行される法律も，ケースバイケースで，異なる国同士では明確な対処法すらないのが現状です．

次に，システム的な問題点として，規模の拡張性が最も大きいと思っています．現状のセカンドライフは，1500 万人以上の登録ユーザ，1 万 800 以上の SIM (1100 平方 Km 以上)，数億にのぼるオブジェクトの管理が，すべてアメリカの一企業の運営に任されています (参考：東京都，人口 1200 万人，面積 2164 平方 Km).

また，インターネット経由でセカンドライフに接続していないと，オブジェクトの制作や，コミュニケーションができない問題点や，機密保持的な観点から，社用では使えないなども指摘されています．企業用には VPS (Virtual Private Space) の提供とか，切り離した単独サーバの提供なども，話したことはあるのですが，一昨年の時点では，システム的に，切り離しできない構造になっていました．現在では，いくつかの点は改造され，さらに，IBM 等の大規模サーバ管理技術の導入なども考慮しているそうです．また，シミュレーションの部分は，切り離しオープンソース化の予定もあるので，こうした環境が整備されていくことで，柔軟性のあるシステムに進化していくでしょう．

第三に，セカンドライフのような仮想社会を，日本市場に結びつけていくための問題点は，ほとんどの日本人の見ている視点とセカンドライフの立ち位置が違うという点にあります．一般的なゲームにおいて，ゲーム内の CG のインパクトや，キャラクタや世界観の魅了が，ユーザを引き付け，ヒットさせるきっかけになっています．そして，次の段階はネットワーク対応で，他の人との対戦が可能になり，そこでコミュニティが出来上がります．コミュニティ内では，自己主張が芽生え，キャラクタからアバタ (自己の分身) に変化していきます．自己主張の延長に創作活動があり，いいものができれば，トレーディング等でビジネスにつながっていきます．セカンドライフは，コミュニティが形成されてからのインフラしか提供していません．一方ゲームは，導入部分のコンテンツ制作に予算のほとんどをかけていると言っていいでしょう．なので，セカンドライフを日本で広げていくには，しっかりとした戦略が必要になります．日本には，アニメーション，ゲーム分野では世界に誇る成熟した文化，市場があります．仮想社会の市場が拡大する上では，ここにとどまることなく，自己主張，創作活動ができる新しいインフラである点を，啓蒙していくことが重要です．また，MMORPG のようにコミュニティを形成できる 3D のゲームは，メタバースの一種と考えています．今後日本でも多様なメタバースが生まれて来ますが，市場に合わせてゲーム性の濃いものになると想定されます．ゲームからセカンドライフへの導線や，セカンドライフ内にゲームを開発する試みもされています．しかし，メタバースの真の普及は，誰でも，何も考えずに仮想世界に入れるようになった時だと思っています．

最後の，文化，社会面での影響はとても大きな問題で，メタバースの中では，発見しにくい上に，奥が深く多岐にわたるので今回は省略します．詳しくは参考文献を参照してください [5].

6. 仮想社会の進展に向けて

メタバースの発展は世界的な徴候で，海外では，研究所や学会の動きもさかんです．また，業界を超えた情報交換も行われるようになってきました．ウェブや携帯電話などの連動のみならず，TV やラジオといったメディアとのコラボレーションも始まっています．仮想世界は，法律，経済，社会，文化などの観点から，世界的な対応が不可欠です．また，仮想世界が現実に近づくことで，アバタの人格や権利などの問題も発生してくるでしょう．現在のセカンドライフの中のコミュニティは，実態

の薄いゲームコミュニティに近いものから，現実を巻き込んだ仮想組織に発展しているものまで，多種多様で，小さな都市国家を思わせるような地域まで生まれてきています．しかし，個々のコミュニティ間の情報格差が生じ，孤立するところも多々見受けられたので，研究者を核とした取り組みの他に，「市民ネットワーク」というセカンドライフ内の住民主体の団体を組織し活動しています．メタバースの成長には，技術面だけでなく，住民の視点からのアプローチが欠かせないからです．研究者のグループとコミュニティのネットワーク，そして政府関連の団体が密接に連携することによって，メタバースの全体が進むべき方向性を模索しています．

こうした動きの先には，世界中に多種多様な 3 次元仮想空間が生まれてくるでしょう．人間の欲求は多様ですから，それに合わせて様々な形のメタバースが形成されます．人々の趣味趣向や生活の多様化に対応して，情報システムも多様化していくことは避けられません．それが，マルチバース (Multiverse) の仮想世界で，それらがゆるやかに連携することにより，インターバース (Interverse) へと進化していくのではないかと考えています．また，多様化に向かう中でも，いくつかの公共的なインフラ的仮想空間の必然性も生まれてくると考えられます．現に，3DMPEG の標準化の動きや，リンデンラボ社や IBM などが，メタバースの共通化に関して動き出しています．セカンドライフが公共的なインフラに発展するかどうか分かりませんが，今は一番近い位置にあることは確かです．

7. おわりに：セカンドライフとバーチャルリアリティ

セカンドライフは表現力にあふれた 3 次元空間ですが，空間そのものは 3 次元で作られていても，私たちはそれを 2 次元モニタで見ているという現実があります．今のコンピュータ画面とキーボードの限界が，3 次元仮想空間を一般の人に理解し難くしています．そこで，セカンドライフの世界と人間をつなぐインタフェースとして，「バーチャルリアリティ (仮想現実感)」の進展に大きな期待がかかっているのです．

バーチャルリアリティのデバイスは，数年前に，3 次元の立体メガネやデータグローブなど開発され，中には一般向けに販売されたものもありましたが，装着して，3 次元で体感できるコンテンツはあまりにも少なく，普及しませんでした．そのため，生産台数も少なくなるのでワンセットが数百万～数千万円と高額で，大学でも簡単に買えるものではありませんでした．

演算能力やシステムやデバイスの完成度は，飛躍的に向上しましたが，それを使って体感できるコンテンツの制作コストは，いぜん高いので，量産型の VR 商品は，市場では元気がありません．

しかし，セカンドライフのような参加型の 3 次元仮想世界では，コンテンツは無尽蔵にあり，また日々変化し，急増しています．なので，企業も量産型 VR 機器を安価販売し，コンテンツ制作に関しては，ユーザにまかせるというようなビジネスモデルが成り立つ可能性が出てきました．メタバースと VR を結びつけることで，VR 機器の市場拡大の可能性が多くなります．また，VR インタフェースが広まれば，仮想世界に一般消費者が入りやすくなり，相乗効果で，新しい市場や労働や文化が，メタバースから生まれてくるのではないかと考えています [5].

参考文献

[1] 遠藤　薫編，松田晃一：環境としての情報空間，アグネ承風社，pp.90-116
[2] 松田晃一, 三宅貴浩：パーソナルエージェント指向仮想社会 PAW(第 2 版) の構築と評価，情報処理学会論文誌，Vol.41, No.10, pp. 2698-2707 (2000)
[3] 三淵啓自：セカンドライフの歩き方，アスキー出版
[4] マイケル・リマスゼウスキ他：セカンドライフ公式ガイド，インプレス R&D
[5] 三淵啓自：超実践セカンドライフ，角川 21 世紀文庫

【略歴】
三淵啓自　(Mitsubuchi Keiji)
デジタルハリウッド大学大学院コンテンツ研究科　教授
1988 年サンフランシスコ大学コンピュータサイエンス学部卒業，1991 年スタンフォード大学コンピュータ数学部専攻修士課程終了．2004 年より現職．専門は人工頭脳，画像認識，システム工学．著書『セカンドライフの歩き方』アスキー，『超実践セカンドライフ』角川出版，『セカンドライフビジネス成功の法則』DHC 出版，他．

特集 ■サイバースペースを生きる

セカンドライフにおけるTV局の挑戦



安藤聖泰　日本テレビ放送網
ANDO KIYOYASU

1. はじめに

テレビ番組では，CG (コンピュータグラフィックス) を用いた演出が多く行われている．現実の美術セットを一切使わず，CG で制作した「バーチャルセット」と呼ばれる 3D グラフィックスに出演者を合成する番組制作も 10 年以上前から実現されている．

しかし今回紹介する番組は，今までの CG による番組制作とは少々毛色が異なる．「美術セットを一切使わない」「3D グラフィックス」というキーワードは共通だが，出演者，スタッフ，さらには番組観覧者までがすべて「バーチャル」な世界に入り込み，セカンドライフ [1] という世界的なバーチャルワールドで番組を構成する全く新しい番組制作手法を採用した．

本稿では，これら番組手法をはじめ，セカンドライフを利用した日本テレビの様々な挑戦を紹介する．

2. セカンドライフとは

セカンドライフとは米国リンデンラボ社が運営するバーチャル世界のことで，ユーザはインターネット上に接続された自分の PC から，アバタと呼ばれる自分の分身を操作し，その中で様々な人と交流したりすることができる．また，全ての物体に物理属性がシミュレートされ，これによって，現実の世界と同様，重力のある空間を実現している．さらに Linden Script Language (LSL) と呼ばれるセカンドライフの制御言語を用いることで，様々な機能を持つ創作物の開発が可能になっている．

この世界では現実社会と同様に土地を購入し，家を建て，物を作り，販売したり，仕事をするといった経済活動も営むことができる．

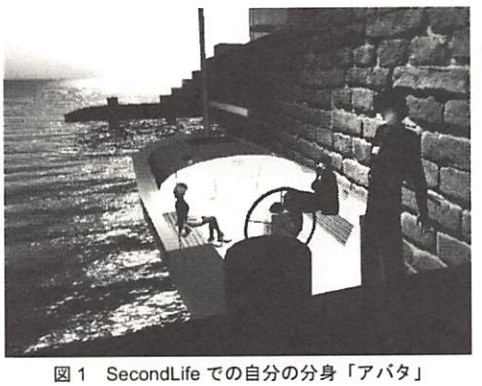


図 1　SecondLife での自分の分身「アバタ」

3. 日本テレビのセカンドライフ展開

3.1　経緯

リアルのスタジオを使用せず，セカンドライフの中で完全収録を行う“世界初”の地上波レギュラー番組を作ろう！

こんな構想が持ち上がったのは 2007 年の夏のことであった．その約半年前から社員数人でセカンドライフに取り組み，日本テレビの実験局舎を建築し，動画配信や外部サーバと連携した制御技術検証など様々な実験を繰り返していた．しかしこの時点では具体的な番組応用は決まっていなかった．

そうこうしているうちに，各部署から“隠れ SecondLife ユーザ”が集まり始め，有志のプロジェクトが立ち上がった．プロジェクトメンバーは「デザイン」，「プログラム制作」，「演出」，「営業」のスタッフで構成され，それぞれの視点でのアイデアを持ち寄ることによってイメージを膨らませていった．番組の企画が持ち上がったのはその直後である．

3.2　Shiodome Island (汐留島)

日本テレビのセカンドライフ展開の中心となる“島”は約 1 か月かけて建設した (図 2).



図 2　Shiodome Island 全景　＊口絵にカラー版掲載

この島は 2 つの巨大な日本人居住区の間に位置し，ユーザのアバタが簡単に橋で往来可能となっている．我々はこの島に，現実の日本テレビの本社所在地である「汐留」にちなみ Shiodome Island [2] と名付けた．

この島の中には，実際のテレビ局に存在するような，スタジオや報道フロア，番組スペース，イベント広場などを設け，現実の放送局同様にセカンドライフ内でも番組収録を行える準備を進めていった．

世界初の地上波レギュラー番組「デジタルの根性」は，まさに島内のこれら設備を利用し，公開収録を行うこととした．

セカンドライフの中では SIM (シム) と呼ばれる土地の単位がある．SIM は 1 つのサーバが処理する範囲であり，1SIM=65536 ㎡となる．Shiodome Island の広さは，1SIM に相当する．

4. 世界初の地上波番組「デジタルの根性」

4. 1 番組の概要

2007 年 10 月から開始した番組「デジタルの根性」(毎週水曜日深夜 1:29) は，出演者やカメラマン，一般の視聴者全てがそれぞれの PC からログイン，自分にそっくりなアバタを操作するといったテレビ業界初の番組制作方式を採用している．セカンドライフ内に仮想的に構築したスタジオセットのみを使用するため，現実世界では収録場所を選ばない．撮影カメラマンもアバタであり，その目線を通したセカンドライフ内の会場で繰り広げられる掛け合いの模様を，画面から PC の出力でそのまま収録している．



図 3　出演者のアバタ　＊口絵にカラー版掲載

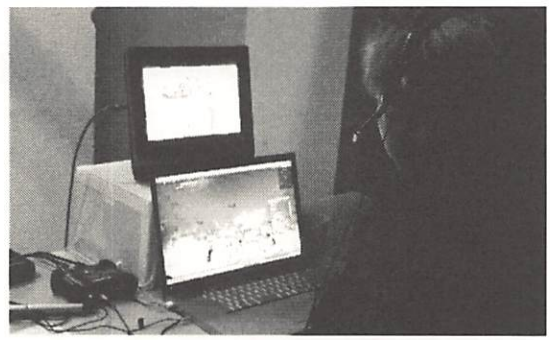


図 4　自身のアバタを操作する出演者

音声については，仮想空間のアバタの位置関係に応じて聞こえるボイスチャットという機能を活用し，出演者は装着したヘッドセットのマイクで自由に会話を行う．この会話を，カメラマンアバタが聞いた音として同時に



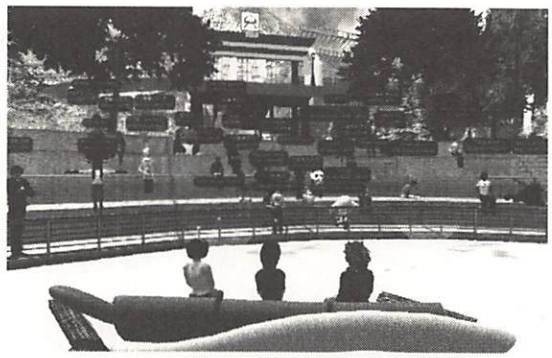


図 5　公開番組収録の様子

収録している．セカンドライフ内では誰もが自由に番組観覧できることから，一般のユーザも自宅にいながら，臨場感のある番組観覧を体験することができる．

4.2 「デジタルの根性」を支える様々な独自工夫

LSL によるプログラムと外部のサーバと連携した制御技術に，独創的な映像配信技術を組み合わせ，イベント会場の大型モニタに静止画や動画を即座に表示し切り替える仕掛けや，照明機器の制御や，大道具舞台セットの出し入れなど，番組制作者の様々なアイデアを生かした演出が自由に展開できる独自技術を開発した．これらにより現実世界の番組制作のフローのまま，仮想世界におけるスムーズな番組制作を可能にした．

・制御系

演出や制御装置を操作する担当者も，他の収録スタッフと同様に，アバタとしてログインし，番組進行に合わせて，ステージ上の様々な演出装置を操作する．

図 6 は，その担当者が操作する PC の画面である．画面右にはサムネイル化された静止画，再生する動画番号などのボタンなどがリモコンの様に配置され，番組進行に合わせてスタッフが操作し複雑な演出を実現させている．

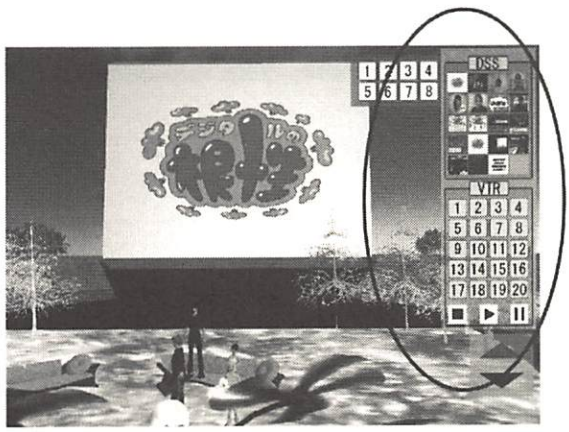


図 6　各種制御リモコン（画面右）

毎週番組のスタートでは，出演者が上空から同時にステージ上に落下して登場する．こういった細かい演出も，セカンドライフならではであり，LSL を用いた制御技術により実現できている．

・100 人の壁の克服

地上波テレビ局は通常数千万人の視聴者をターゲットとしたサービスを行っている．しかしながらこの 1 つの SIM には最大で 100 人分のアバタしか入ることができない．これまで私たちはセカンドライフ内で番組収録やイベントを数十回実施してきたが，この SIM の収容人数の限界が課題となっている．この課題を緩和するため，Shiodome Island の隣にもう 1 つ別の SIM を隣接させ，2 つの SIM をまたぐイベント会場を建設した．

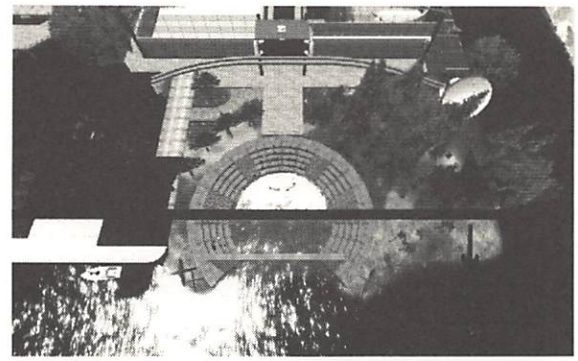


図 7　2 つの SIM をまたぐイベント会場

図 7 はそのイベント会場の上空からの写真である．円形の建造物がイベント会場の観客席となり，黒いラインで区切ったところが SIM の境界である．

これによりこのイベント会場には最大 200 人収容できることになり，より多くのユーザに楽しんでいただける環境が整った．

4.3　CGM (Consumer Generated Media) としての活用

本番組では，出演者の衣装やアニメーションなどは一般公募している．紹介しきれないほど多くの個性的な衣裳やダンスなどが届き，毎週そのいくつかを番組で紹介している．

また一般の方が作った高いクオリティの建物や面白い場所などを紹介し，月に 1 回のペースでアバタのコンテストを実施し，優勝者にはセカンドライフ内で使用できるリンデンドルという仮想通貨を賞金として渡す企画を実施している．一般ユーザのパワーや発想に毎回驚かされるが，こういった発想を吸収できるところがセカンドライフを利用するメリットである．

また番組中では，日本テレビの動画サイト“第 2 日本テレビ”に投稿された動画なども紹介し一般のユーザやクリエイターと一緒に作る番組として，様々なトライアルを続けている．

5. SecondLife を活用した番組以外の展開

・「無料テレビ」の配布

前述の工夫により，イベント会場には最大 200 人のアバタを収容することができることになったが，収容人数が倍になる程度である．そこでそれ以上の数のユーザに情報を一斉に配信する手段として，テレビを開発し無料で配布している．このテレビをセカンドライフ内の自宅の壁などに設置すれば，最新のニュースや様々な日本テレビの動画コンテンツを視聴することができる．このテレビであれば SIM の制約が無い為，セカンドライフ内の視聴ニーズに対応することができ，テレビ普及台数も順調に増えている．現在順次チャンネルを増やしているが，セカンドライフのヘビーユーザからは，日々のニュースはこのテレビから得るなど，好評である．

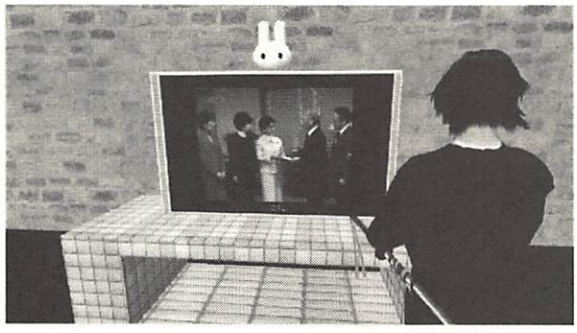


図 8　無料配布テレビの「Shiodome TV」
＊口絵にカラー版掲載

・コミュニケーションツール

島には「TV Cafe」と呼ばれるコミュニケーションスペースがあり，訪れるユーザのアバタ達と私たちスタッフの交流の場となっている (図 9).



図 9　カフェの賑わい

放送は基本的に片方向のサービスであり，視聴者側からの声が届きにくい．掲示板活用なども考えられるが，匿名性が高すぎるためか，不適切な書き込み等も多く課題となっていた．

セカンドライフの場合，アバタも基本的には匿名ではあるが，現実の人間同士が向かい合った状態であるため，中傷や不適切な発言はほとんどない．セカンドライフは一般的なインターネットのコミュニケーションツールでは考えられないほど，視聴者とのコミュニケーションが可能である．

・テレビ局内疑似体験

実際の日本テレビの報道フロアは一般視聴者には公開していないが，この Shiodome Island の報道フロアなら誰でも自由に入り，テレビ局の仕事を仮想体験することができる．放送機器も操作することができるほか，フロア内の大型モニタの動画映像は，実際の最新ニュースが常に表示されている (図 10).



図 10　報道フロア

・プロモーション・広告展開実験

セカンドライフでは，アバタは自分のお気に入りの服を着たり，様々なアイテムを身につけており，それらが口コミで広がり，一瞬で流行することが多い．

Shiodome Island では，日本テレビの番組や事業に関連したキャラクターや T シャツ，便利なグッズ，などを無料配布している．

日テレジェニックなどのアイドルのポスターや，番組，映画のポスターも訪れたアバタが自由に持ち帰ることができ，セカンドライフ内の自宅に貼ることが可能である．

各オブジェクトのコピーコントロールは詳細に設定することができるため，アイドル，俳優，番組などのポスター配布においては，権利内容に応じた設定を施している．この機能は，今後のプロモーション，広告展開に向け非常に有効である．

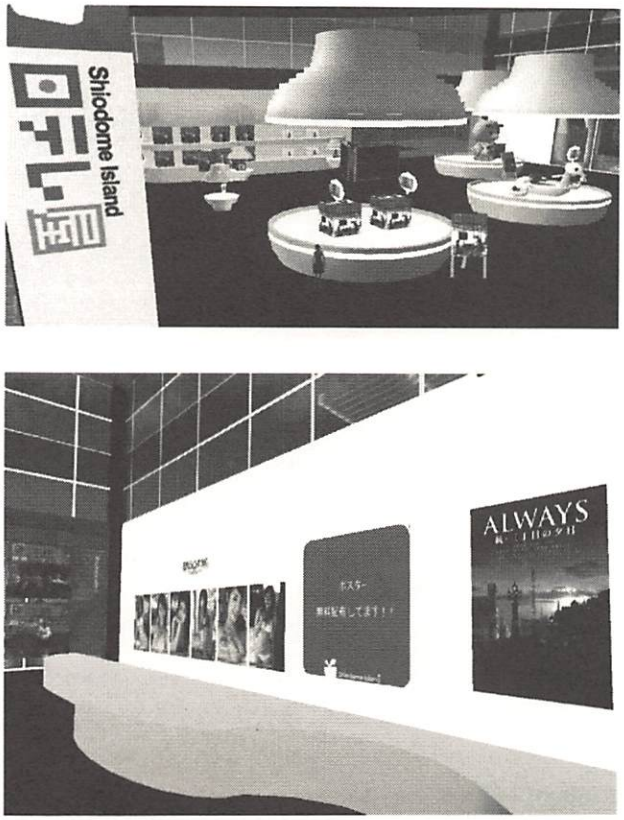


図 11　日テレ屋 SecondLife 店

なお，ポスターには，クリックすることで様々なメディアへリンクするスクリプトを埋め込んでおり，用途に応じて，WEB への誘導やセカンドライフ内のスポンサー SIM へ瞬間移動 (テレポート) できる．この機能を用いて，番組収録やイベント等で集客したアバタを他へ誘導するビジネスモデルの実験も行っている．

6. おわりに

セカンドライフを利用した全く新しい番組制作のスタイルの確立により演出面でも今までにない効果を得ている．出演者自身が手元の PC を操作し，現実では実現できない演出の操作を容易に行えるほか，遠隔地の出演者も仮想世界のスタジオで共演できる．

またそれ以上に，一般の視聴者が，いつでも自宅から参加することが可能で，より臨場感のある番組観覧を実現している．出演者の衣装やジェスチャなどもすべて視聴者からの投稿であり，多くの一般ユーザのアバタも番組に出演している．

テレビ局の取り組みの中で，もっとも視聴者に近いサービスとして，また一般ユーザやクリエイターが元気になる取り組みとして，CGM とテレビの新しい連携を今後も進めていきたい．

参考 URL

[1] http://secondlife.com/
[2] http://slurl.com/secondlife/Shiodome%20Island/128/134/26/
[3] 日本テレビ SecondLife 公式ブログ：http://www1.ntv.co.jp/sl/

【略歴】
安藤聖泰（ANDO Kiyoyasu）
日本テレビ放送網株式会社
技術統括局技術戦略センター技術開発部
1997 年同志社大学工学部卒業，1997 年日本テレビ放送網株式会社入社．2003 年より現職．地上デジタル放送やインターネットサービスなど放送を軸としたクロスメディア的な調査研究や技術開発を担当．

特集 ■サイバースペースを生きる

バーチャルとリアルの連動を支える基盤技術



苗村　健　東京大学
NAEMURA TAKESHI



木田　巧　東京大学
KIDA TAKUMI



チェン ドミニク　東京大学
CHEN DOMINIQUE

1. はじめに

ネットワークで結ばれた複数のユーザが，3 次元的に構成されたバーチャルな空間の中で，アバタと呼ばれる自身の分身を介して，他のユーザとコミュニケーションをとる．Neal Stephenson が，小説 Snow Crash の中で提起したメタバース (Metaverse) の概念が，まさに現実のものとなった．

There [1]，meet-me [2]，splume [3]，Croquet [4] など，新たな試みが次々に登場し，百花繚乱という様相を呈している．日本バーチャルリアリティ学会の会員各位には，やっと周辺技術が夢を叶えるだけのレベルに達してくれた結果であると受け止められるかも知れない．しかし，これが商業的であれ何であれ，成功しているかと言えば，技術だけではない様々な要素によって，いまだ懐疑的な状況にある [5].

それはさておき，バーチャルリアリティ分野の研究者の立場からすれば，自らの研究成果を世界に向けてバーチャルな空間の中で発信していく絶好の道具を手にしたことは確かであろう．Web やビデオなどの従来のメディアでは伝えきれなかった成果を，一歩進んだ手段で発信することが可能になったのである．これは，アーティスト達にとっても，新たな表現手段を手にしたことを意味している．

研究者や表現者のような，能動的にバーチャル世界に向けて発信していくことを志す者にとって重要なことは，自らの発想をバーチャル空間に展開していくための基盤的な手段の簡便性をいかに確保するかにある．

バーチャルな世界に閉じた展開であれば，ソフトウェア開発の手段がいくつも提供されている．本稿では特に，バーチャルとリアルの連動，すなわち，現実世界の出来事をバーチャル世界に反映したり，バーチャル世界の状況を現実世界に提示したりすることを目的として，ハードウェア (センサやアクチュエータ) も含めた開発基盤技術を提供する試みについて報告する．

2. セカンドライフと Pri/Pro

2.1 セカンドライフ

様々なメタバースの中で，我々は米リンデンラボ社から提供されているセカンドライフ [6] に着目した．

セカンドライフの最大の特徴は，その自由度の高さにある．専門的な知識や経験のない初心者でも，比較的簡単に扱えるモデリングツールやプログラミング言語が提供されており，それらを利用した自由な創作活動が可能となっている．モデリングツールを使うことで，ユーザはプリムと呼ばれる直方体や球などの部品を組み合わせて自由に 3 次元オブジェクトを作ることができる．また，C 言語に構文が似た平易なスクリプト言語 Linden Script Language (LSL) が提供されており，これを用いることで，セカンドライフ内で動作するプログラムを自由に作製することができる．スクリプトをオブジェクトに組み込むことで，オブジェクトの動作を制御することができるのである．LSL を用いることで，HTTP を用いた外部との通信も可能になっている．そして，創造したコンテンツの所有権・著作権が作製者自身に与えられている点も利点として挙げられる．さらに，Viewer と呼ばれるクライアントソフトウェアがオープンソース化されて配布されている点が，セカンドライフの自由度の高さ・拡張性の高さを決定づけている．独自の機能を追加した Viewer を開発することで，新たな情報発信が可能になるのである．

例えばこれまでに，既存の Web ベースの授業支援システム (Learning Management System: LMS) とセカンドライフを連携させ，LMS において Web ブラウザ上で見る情報をセカンドライフ内の 3D オブジェクトで表現する試みが報告されている [7]．このような試みは，Web との単純な連携として，LSL の仕様の範囲内で実現可能である．

また，現実世界からのセンサ入力を，セカンドライフ内のオブジェクトに反映させる試みが，Matt Biddulph の Blog hackdiary [8] において公開されている．具体的には，Arduino [9] に接続したダイヤルを回すことで，セカンドライフ内のオブジェクトを動かすことが可能になっている (図 1)．Arduino は，ハードウェアとソフトウェアとを柔軟に組み合わせてラピッドプロトタイピングをするためのプラットフォームである．オープンソースでの開発が進められ，多くのユーザに支持されている．このような試みは，我々が目指す方向性に合致するものであり，たいへん参考になる．本稿では，後述するように，導入障壁となる回路知識などの要求レベルを下げることを目指して，Pri/Pro をプラットフォームとして採用する．

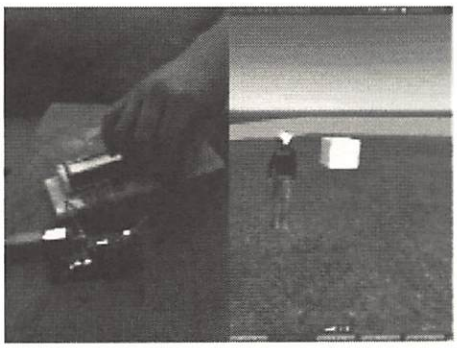


図 1　Arduino との連携 [8]

さらに，2007 年の ARS Electronica において，Drew Harry らによる Stiff People's League [10] が，セカンドライフと現実世界をインタラクティブに結びつけたコンテンツとして話題になった (図 2)．Stiff People's League では，現実世界に設置されたテーブルサッカー台のバーの回転をセンシングして，セカンドライフに送信する．セカンドライフ内にも 3 次元オブジェクトとしてテーブルサッカーのフィールドが作られており，現実世界のバーの回転に応じてオブジェクトが回転する．そして，現実世界のサッカー台にセカンドライフ内の映像をプロジェクタで投影している．これを用いて，現実世界のユーザとセカンドライフ内のユーザが，

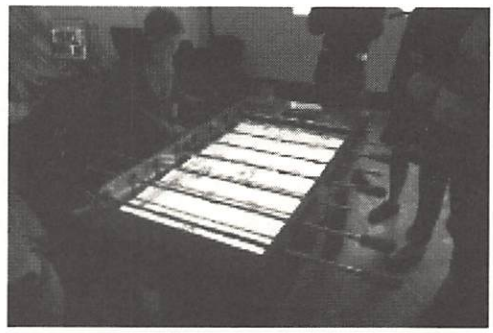


図 2　Stiff People's League [10]

テーブルサッカーゲームの対戦に興じることができる．このような魅力的なコンテンツを，容易に開発できるようになる基盤技術の確立が急務であると考える．

2.2 Pri/Pro

センサ・マイクロプロセッサ・アクチュエータなどを駆使して，物理的な入出力と PC 上のソフトウェアを連携させる Physical Computing の分野では，様々なプラットフォームが提供されている．このようなハードウェアとソフトウェアを連携させたインタラクティブなコンテンツは，メディアアート作品としても高い評価を集めつつある．しかし，高度な回路知識を有さないデザイナやアーティストにとって，簡易なプロトタイピングを行うための基盤技術が必要不可欠である．

ソフトウェア面では，Processing [11] に代表される平易なプログラミング環境が広く受け入れられている．ハードウェアとの連携に関しては，先に述べた Arduino [8] の他に，ブレッドボードで容易に回路を組み合わせていく GAINER [12] などが広く利用されている．

一方，Pri/Pro [13] は，メディアアーティストであるクワクボリョウタが開発している回路キットで，入出力デバイスが装着された基板モジュールを，図 3 のようにコネクタで接続して全体を構成する方式を採用している．Pri/Pro はその構成の簡単さから，美術大学での授

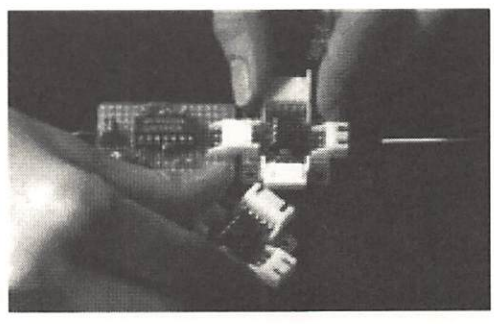


図 3　Pri/Pro [14]

業や小学生向けのワークショップでも使われており，多くの小学生が 2 時間で簡単な作品を動作させるに至ったという実績を持つ [14]．Pri/Pro とセカンドライフを結ぶインタフェースを設計することで，リアルとバーチャルを連携させた表現が，美大生や小学生まで含めた多くのユーザにとって可能になるものと期待し，本稿ではこれを採用することにした．

3. セカンドライフにおける通信方式

セカンドライフに対して，現実世界から得られたセンシングデータを送信する方法として，以下の 3 通りの方法を検討した．

1. LSL で提供されている HTTP 通信の機能を利用する方法：図 4 (a)
2. センシングデータを，キーボードからの入力であるかのように見せかけることで，Viewer に直接指示を与える方法：図 4 (b)
3. オープンソースとなっている Viewer のソースコードの一部を書き換えることで，センシングデータの送信を拡張機能として実装する方法：図 4 (c)

3.1 HTTP 通信

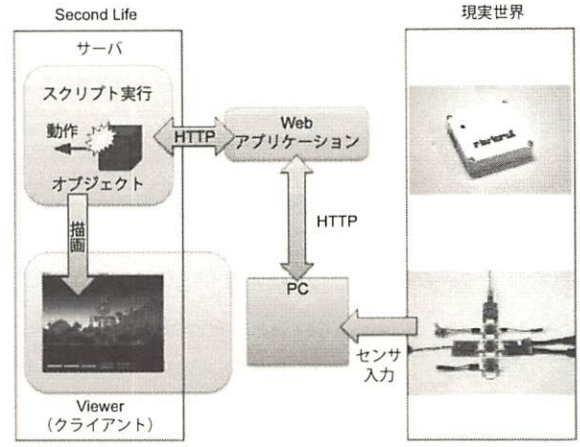
LSL には，HTTP による外部システムとの通信を実現するための機能が盛り込まれている．この機能を利用することで，センサなどから取得した情報を送信することができる．さらに，外部から XML-RPC を受け取ってスクリプトを実行する機能も提供されている．

また，llHTTPRequest 関数を用いることで，指定された URI に対して HTTP リクエスト (POST または GET) を送ることができる．これにより，セカンドライフと現実世界の間で双方向の通信が可能になる．

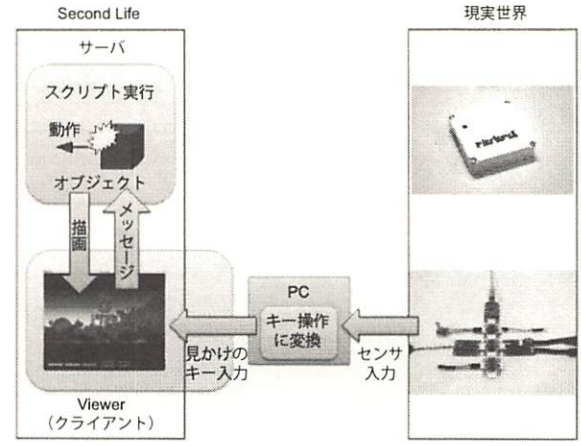
HTTP 通信のメリットは，LSL が提供する機能を単に利用しているだけなので，既存システムや今後のバージョンアップに対して親和性が高い点にある．

3.2 キーボード入力のように見せかける

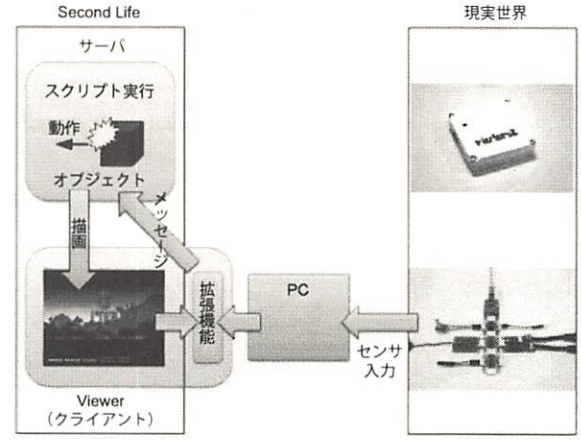
ユーザが Viewer を操作する方法として，通常はキーボードを用いる．アバタの移動だけでなく，チャットの際にメッセージを送る操作もキーボードで行っている．このようなメッセージは，他のアバタに対してだけでなく，オブジェクトに対しても送ることができる．そこで，センシングデータを，文字列データに変換した上で，キーボードからの高速入力のように Viewer に見せかけることで，オブジェクトに対するデータ送信が可能になる．



(a) HTTP通信



(b) キーボード入力のように見せかける



(c) Viewerの拡張機能

図 4　3 通りの通信方式

これは，実際のキーボード入力を遮って，センシングデータからの入力をキーボード入力として提示する常駐プログラムを挟むことで実現される．

この方法のメリットは，HTTP 通信と同様に，Viewer 自体の改造を要さない点にある．しかし，通常のキーボード操作ができなくなるというデメリットを有している．

3.3 Viewer の拡張機能

最後に，オープンソースとして公開されている Viewer のソースに対して機能拡張を行うことで，現実世界との通信機能を直接的に追加する方法も考えられる．

Viewer のメインループでは，「マウス・キーボードからの入力処理」，「それに応じたサーバとのトランザクション処理」，「画面の描画」という一連の処理が繰り返されている．ここに，「センサデータを読み出してメッセージとして整形してから SendChatFromViewer 関数で送信する」という処理を追加すればよい．

この方法のメリットは，ほぼフレームレートと同じ間隔でデータを送ることができる点にある．一方，Viewer プログラムを書き換えるため，Viewer のアップデートに応じて，その都度，ソースの書き換えが必要になる．

3.4 通信実験

以上の 3 通りの方法に対して，メッセージがセカンドライフに届く時間間隔を定量的に把握するための予備実験を行った．

実験では，センサからシリアル通信でデータを読み取り，セカンドライフ内のオブジェクトにメッセージとして届けた．オブジェクトでは，llGetTime 関数 (精度 10ms) を用いて，メッセージの到着時刻の間隔を計測した．通信を始めてから安定するまで待った後，各方法につき 300 回ずつ計測を行った．

実験結果を表 1 に示す．単位は ms である．LSL の HTTP 機能を用いる単純な方法では 1 秒間に約 1 回，高速キーボード入力に見せかける方法では約 3 ～ 5 回，Viewer を拡張した場合には，約 10 ～ 15 回のデータ送信が可能であることが分かった．

表 1　データ送信の時間間隔 (ms)

方法	平均値	最大値	最小値
HTTP	1,176	1,600	899
キーボード	271	332	222
Viewer 拡張	89	113	65

以上の結果は，ネットワークの状況やサーバの負荷状態によっても変動し得るものである．しかし，導入障壁の高い方式の方が，よりインタラクティビティの高いコンテンツの作製に適していることが確認された．

4. 実装

ここでは，最も高速な通信が可能になる Viewer 拡張の基本方針について述べる．

まず，機能拡張を最小限に留めるために，デバイスとのやりとりに関する部分は外部ライブラリの形式で呼び出す構成を採用した．Viewer のアップデートが行われても，この外部ライブラリはそのまま利用ができる．このライブラリにおいては，様々なデバイスに対応できるように，デバイスに依存する処理をモジュール化して分離した．

Pri/Pro 用の処理モジュールは，以下のようにして実装した．まず，Pri/Pro の仕様として，PC との接続はシリアル通信 (RS232C) を用い，データはすべてアスキーコードで行うことになっている．ボーレート 9600bps，パリティなし，ストップビット 1 で，処理モジュールを実装した．詳細は紙面の都合で割愛するが，Pri/Pro の仕様に従って，およそ下記の規約で通信を行っている．

1. PC からソフトリセットを行うと，Pri/Pro に接続されているモジュール (基板) の数が返ってくる．
2. Pri/Pro への送信は，“+xxyyzz...\ 0” という形の文字列で行う．“xx”“yy”“zz” は，各 Pri/Pro モジュールに対する 16 進数のデータであり，モジュール数が増えるに従って送信すべき文字列も長くなる．
3. Pri/Pro からは，同様に “+xxyyzz...\ 0” という文字列でデータが返ってくる．これが各センサからの入力値 (0 から 255) を表している．

このように，センサを逐次追加していくことが容易である点が，Pri/Pro の特徴の 1 つである．シンプルで高速な作品から，複雑な挙動をする作品まで，コネクタの接続を通じて多様に対応することができる．

Viewer からセカンドライフに送るメッセージは，“/cc xxx,yyy,zzz...” という形式の文字列で行う．“/cc” は，セカンドライフのチャットシステムでメッセージを送るチャンネルを指定するものであり，0 から 100 までの整数値をユーザが自由に設定できる．これは，受信するオブジェクトが用いるチャンネルにあわせておく必要がある．データは整数値を CSV 形式で送っている．

以上のようにして，下記のような作品を作製した．

・フォトセンサに手をかざすと，それに応じてセカンド

ライフ内のオブジェクトの色が段階的に変化する作品
・圧力センサを指で摘まむと，圧力に応じてセカンドライフ内のオブジェクトが上下に移動する作品
・加速度センサを張り付けた板を傾けると，それに応じてセカンドライフ内の板が一緒に傾く作品

いずれも，インタラクティブな操作が容易に実現されている．自らの PC 画面で動作を確認している範囲では，センサ入力に応じて CG が変化しているだけのように見える．しかし，世界中のどこにいても，一緒に作品の変化を観察できる点が，メタバースの魅力である．

5. おわりに

現実世界のセンシングデータでセカンドライフ内のオブジェクトを変化させる基盤技術について述べた．これを用いることにより，例えば，現実世界におけるドアの開閉や人の行き来などに反応するバーチャル世界を容易に構築することができる．

また，本稿では割愛したが，セカンドライフから現実世界に働きかける枠組みとして，ソケット通信を用いた方法の実装も完了している．

あとはアイディア次第で，様々な形でのバーチャルとリアルの連動が可能になっている．我々の実験は下記で行っている．まだ実験的な段階であるが，今後は魅力的な常設コンテンツの設置へと結び付けていきたい．

http://slurl.com/secondlife/JAPAN%2004/173/154/26

参考文献

[1] http://www.there.com/
[2] http://www.meet-me.jp/
[3] http://www.splume.com/
[4] http://www.opencroquet.org/
[5] http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0711/23/news005.html
[6] http://secondlife.com/
[7] http://www.sloodle.com/whitepaper.pdf
[8] http://www.hackdiary.com/archives/000101.html
[9] http://www.arduino.cc/
[10] http://www.stiffpeoplesleague.com/
[11] http://processing.org/
[12] http://www.iamas.ac.jp/ mayfair/publications/NIME06_81_GAINER.pdf
[13] http://pripro.org/
[14] クワクボリョウタ，チェンドミニク，苗村健：キットになった電子技術であなたもメディアアート作家に -Pri/Pro-，第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム，pp. 2-5 (2007. 6)

謝辞

Pri/Pro を用いた開発にご協力をいただいたクワクボリョウタ氏に感謝いたします．

【略歴】

苗村　健　（NAEMURA Takeshi）
東京大学大学院　情報理工学系研究科　准教授
1992 年東京大学工学部卒業，1997 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了．博士 (工学)．同大助手，講師を経て，2000 年米国スタンフォード大学客員助教授 (日本学術振興会海外特別研究員)．2002 年東京大学大学院情報学環助教授．2007 年より現職．メディア＋コンテンツ，複合現実感，空間共有通信の研究に従事．日本バーチャルリアリティ学会学術奨励賞 (1997 年), 同論文賞 (2006 年，2007 年) など受賞．アート＆エンタテインメント研究委員会委員長 (2006 年～), 複合現実感研究委員会幹事 (2004 年～ 2007 年).

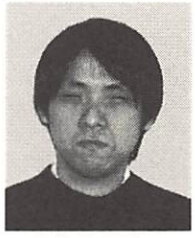
木田　巧（KIDA Takumi）
東京大学　工学部　電子情報工学科　4 年生
2008 年東京大学工学部卒業 (予定). 実世界とメタバースを結ぶインタラクション経路の研究に従事.

チェン　ドミニク（CHEN Dominique）
東京大学大学院　学際情報学府　博士 2 年
NPO 法人クリエイティブ・コモンズ・ジャパン理事
2003 年 University of California in Los Angeles (UCLA) 卒業．2006 年東京大学大学院学際情報学府修士課程修了．NTT InterCommunication Center (ICC) 研究員を経て，同大学院博士課程在籍 (日本学術振興会特別研究員).

特集 ■サイバースペースを生きる

VRと支援技術

- 視覚障害者及び盲ろう者を支えるバーチャルリアリティの世界 -



大河内直之　東京大学
OKOCHI NAOYUKI

1. はじめに

バーチャルリアリティ(以後基本的にVR)という言葉は，この分野の専門家にとどまらず，現在では一般的に幅広く認知されるようになった．各種映像メディア，ゲーム，シミュレータ等，その概念や技術の活用範囲も多種多様であり，私たちの生活に深く溶け込んでいる．

一方，このVRという言葉が日本語では「仮想現実」と訳され使用されていることにより，この概念や技術が一般的には狭義な意味で捉えられることが多いのも事実である．つまり，一部の仮想的な空間を作り出すコンピュータグラフィックスや立体音声技術等のみがVRの全てであるという誤解である．しかしながら，「Virtual」という言葉は実際は「実質上」という意味で使われており，表面的な違いはあるものの，ユーザが得るものは結果的に現実であることから，VRは仮想的な空間のみを作り出す概念ではなく，現実世界の本質を実質的に作り出すものという意味も込められている．その意味で，エンドユーザにとっては，日常生活に深く関わっている存在でありながら，その実それほど身近な概念としては捉えられていないのが実情である．

障害を持つ当事者にとっても，それは同様であり，自らを支えている支援技術がVRと深く関係しているという意識をもつユーザは意外と少ない．そういう筆者の意識も数年前まではほぼ同様で，VRはエンタテインメントや訓練のためのシミュレータに使われる特殊な技術というイメージしか持っていなかった．しかし，全盲である筆者が今こうして皆さんに紙面を通して言葉を伝えることが現実的に可能となっていることからもわかるように，合成音声技術による画面読み上げソフト「スクリーンリーダ」という技術は，視覚障害者とその周辺にいる人たちの身近なアイテムとして普及しており，そこには「何も見ずに見える文字を書く」というVRの要素を持つ世界が当たり前のように構築されていた．

それに対し，技術者・開発者の支援技術に対する「小さな誤解」があることも否めない．確かに，支援技術はニーズが少なく，さらにそのニーズを満たすために特殊な技術が用いられているケースが散見される．またその傾向は，障害が重度になるにつれて顕著に現れており，その一部は「オーファン・テクノロジ」[*1]という分野として確立されている．しかしながら，支援技術の多くは一般技術の発展がベースとなっており，それらを「マイナーチェンジ」することで実現していることが多い．前述の「スクリーンリーダ」は視覚障害者向けの特殊技術であるが，そもそもコンピュータの発達による文字の電子化という技術革新がなければ，さらには音声合成技術の発達とコンピュータ上での普及がなければ，視覚障害者の情報アクセシビリティは成立しなかった．

本論では，こうしたVRと支援技術を取り巻くユーザならびに開発者の意識の中に存在する乖離(かいり)を踏まえ，本来VRと支援技術はどのように結びついてきたのか，また今後どのように結びついていくことが，ユーザとりわけ視覚障害や盲ろうという障害を持つユーザにとって必要であるのかを，具体的な事例を手がかりに若干の紹介を試みることとする．さらに，こうした感覚器障害を持つユーザにとっての代替技術として，今後VRがどのような可能性を秘めているかについても，その他のユーザのニーズとも関連させながら考察する．

2. インターネット空間がもたらした視覚障害者の新たな生活スタイル

視覚障害とは，文字通り視覚に何らかの障害を持つ人で，大きく分けて全く見えない全盲と少し視力がある弱視という障害種別が存在する．ここでは，VRあるい

[*1] オーファンテクノロジ：特定の障害に特化した支援機器及び技術

はその関連技術が視覚障害者にもたらした可能性について，特徴的な事例を紹介しながら考察する．

2.1 「買い物」の概念が変わる

買い物という行為は，現代社会において視覚に障害のある人たちにとって大きなバリアである．以前は，商品の売買は人と人とが対面し，言葉を交わし成立していた．しかしながら，社会が高度化する中で，商品の販売方法も多様化し，視覚障害者には買い物がしにくい要素が増加してきた．例えば，スーパーマーケットやコンビニエンスストアのような「セルフサービス」の販売方式では，自力で商品を選ぶ事が難しく，必ず誰かの目を借りて一緒に店内を回りながら商品を選ばなければならない．さらには最近普及が著しい機械による自動販売においては，その場に商品が販売されているか否かすらわからない状況となった．つまり，セルフサービスや自動販売の利便性とは，視覚機能に強く依存することで成り立っており，結果，視覚障害者には大きなバリアとなってしまったのである．

そうした中，視覚障害者が注目したのがインターネットショッピングである．このコンテンツはもちろん視覚障害者向けに普及したものではなく，一般のユーザが場所や時間を選ばずにゆっくりと自宅等で買物ができるというメリットを背景に爆発的に普及が進んだものである．しかし，これが視覚に障害のある人たちにとっても大きなメリットをもたらした．

視覚障害者が買い物をするときに発生するバリアは 1) 目的の店までの移動，2) 商品の探索，3) 商品・価格情報の取得，4) 自動販売機における販売機の操作等，に大別して考えることができる．この機能を踏まえると，インターネットショッピングはそのほとんどを満たすことになる．つまり，移動をする必要がなく，自力で商品のみならず店も探索することが実現でき，さらに自分の一番使い慣れているインタフェースにて一連の操作が可能なのである．しかし，それ以上に大きかったことは，視覚障害者は目的の商品をある程度絞り込んで，店員や動向の介助者にその目的物を探してもらうというこれまでの買い物スタンスが，インターネットショッピングサイトに自らスクリーンリーダ等を利用して自力でアクセスすることにより，目的物を絞り込まずに商品を閲覧する，いわゆる「ウィンドウショッピング」というスタンスに初めて発展したことである．これは視覚障害者の悲願であり，誘導システムなどこのスタンスを保障するために様々な方法が提案されてきたが，インターネットという普遍的な空間を活用することで，簡単に実現することとなった．

現在，視覚障害者がインターネットショッピングで不可能なことは，写真等の商品のイメージを確認できず，すべて言語情報に依存することであるが，それでも視覚障害者の QOL や満足度はここ数年で非常に向上したと言える．

2.2 金銭の管理が自分でできる

金銭の管理をする場合，ほとんどの人が銀行等，金融機関を利用するであろう．様々な取引がある中で，日常的に最も行う取引がお金の引き出し及び預け入れである．このサービスも，以前は窓口で対応されていたが，およそ 30 年ほど前から CD 機あるいは ATM などの機器による自動化が図られた．さらに，近年ではそれら機器の多機能化，高機能化を受けて，タッチパネル式のインタフェースを持つ機器が増加している．

こうしたサービスの変化は，結果的に視覚障害者のバリアを増大させることとなった．特に，ATM のみが設置される店舗が増加し，視覚障害者も ATM を利用せざるを得ない状況となった．しかし，画面に様々な情報が表示される ATM は，視覚障害者が自力で取引金額や残高を確認することができず，さらにはタッチパネルの導入により，操作することすら自力では不可能となってしまった．したがって，現状では，郵便局等，一部の金融機関が採用しているボタン式及び音声案内対応の ATM を視覚障害者は利用するにとどまっており，自分の口座から現金を自由に出し入れしにくい状態が続いている．

ところが，この状況が意外にもネットバンキングという新たな取引方法の普及に伴い，視覚障害者の金融機関へのアクセスを少しずつ改善させている．つまり，前述のインターネットショッピング同様，ネットバンキングはウェブブラウザを利用して金融機関のサイトにアクセスすることから，スクリーンリーダ等自分の利用しやすいアクセス方法が利用可能であり，結果，1) 取引金額の確認，2) 口座残高の確認，3) 振込，振替の操作等が，視覚障害者でも自力で行えるようになった．さらに近年，無店舗型のネット銀行は，ATM の機能を視覚障害者でも利用可能な郵便局に依存し，その他のオンラインでの取引はインターネット上で行えるというサービスを提供するようになってきたことから，現金の出し入れのバリアそのものは軽減されていないものの，複数の金融機関を最低限のアクセシビリティを確保しながら実質的に利用できるようになった．

以前では，タッチパネル式の ATM の改修によるアクセシビリティの確保が，ユーザから求められていたわけであるが，ネットバンキングというバーチャルの空間が，はるかに低コストで現実的なアクセシビリティを実現さ

せたと言える．もちろんだからと言ってATMのアクセシビリティが必要ないわけではない．繰り返しになるが，ネットバンキングによるアクセシビリティは，郵便局のATMというアクセス可能な端末とそのネットワークの広さが前提で実現したわけであり，したがって，今後普及が進むであろうコンビニエンスストア等のATMには，より多くの人がアクセス可能な配慮が必要なことは言うまでもない．

3. 盲ろう者の生活を支える電子情報技術

3.1　盲ろう者とは

視覚障害に加え，聴覚にも障害を併せ持つ人を盲ろう者という．しかしながら，その障害の程度や重複の状況によって個々のニーズは多様であり，単独の視覚障害・聴覚障害に比較してその不便さは10倍とも言われている．下表(表1, 表2)は，盲ろうという障害の複雑性及び多様性について示したものである．

表1　障害の程度

	見えない	見えにくい
聴こえない	全盲ろう	弱視ろう
聴こえにくい	盲難聴	弱視難聴

表2　受障時期の違いに伴うタイプ

		聴覚障害の受障時期		
		先天的～乳幼児期	～成年	～老年期
視覚障害の受障時期	先天的～乳幼児期	先天的盲ろう者（盲ろう児）	盲ベース盲ろう	
	～成年	ろうベース盲ろう	成人期盲ろう	
	～老年期			

3.2　電子メールは盲ろう者の生活を支えるツール

音声合成技術と平行して，約20年前にピンの上下駆動による点字表示装置が市販化され，視覚障害者をはじめ音声の活用が難しい盲ろう者にも文字情報へのアクセスが可能となった．さらに，10年前には電子メールが普及し，盲ろう者にも点字ディスプレイとパソコンを利用して，文字によるメールの送受信が可能となった．

盲ろう者，とりわけ全盲ろう者にとって，電子メールの普及は，革命的なことである．全盲ろうの状態では，電話，ファックス，一般郵便等[*2]，遠隔地の人と連絡を取り合う手段が，自力では全く利用できず，それまで多くの盲ろう者が人的な支援に依存して連絡手段を確保していた．さらに，遠隔地ではなく隣にいる人であっても，盲ろう者は指点字や触読手話等特殊なコミュニケーション手段を利用しないと他者と会話ができないことから，コミュニケーションを取ることすら通訳という人的支援に依存せざるをえないという状況であった．

ところが，電子メールの普及により，この状況が大きく変貌した．まず，盲ろう者が遠隔地の人と，自力で連絡を取り合うことが可能になり，さらには，通訳者がいなくとも，電子メールを通して盲ろう者向けコミュニケーション手段を習得していない人とも直接的に会話ができるようになった．それに加えて，通訳者という第三者を介さずとも，盲ろう当事者同士でコミュニケーションを取ることが可能となり，盲ろう者の自主的な活動が活発に行われるようになった．

電子メールの普及は，盲ろう者に一般の人々が当たり前のように享受している「普通の生活」の一部を提供することとなった．これは，文字が電子化されたことにより盲ろう者が利用しやすい点字という触覚インタフェースにて文字にアクセスすることが可能となり，その文字情報がネットワークでつながることにより様々な人とのコミュニケーションを実現させた．それには，点字ディスプレイ(図1)やスクリーンリーダ等の支援技術が不可欠であったが，それ以上に一般技術である電子メールの機能が盲ろう者の生活に大きな影響を与えたことが興味

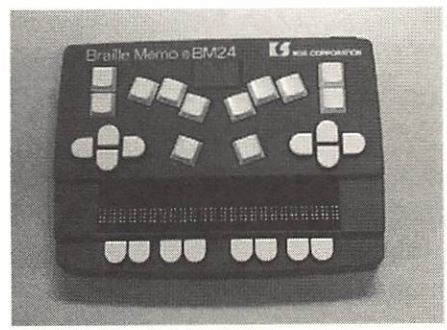


図1　点字ディスプレイ　＊口絵にカラー版掲載

[*2] 一般郵便：通常は年末年始の年賀状等と区別して使われるが，ここでは視覚障害者向けの「点字郵便」に対して使用する

深い．今日も，世界各地の盲ろう者たちは，メールという一見実態のない世界の中で，送られてくるメールの文字を介して，その向こうにいる相手の実態を自らの指先でしっかり掴み続けているのである．

3.3　インターネットは盲ろう者の数少ない情報源

電子メールと同様，インターネットの Web ページからもたらされる情報も，盲ろう者にとっては，自らの生活を支える重要な情報源である．繰り返しになるが，視覚と聴覚の活用が難しい盲ろう者にとって，一般の人々が普段情報を得ているテレビ，ラジオ，新聞，雑誌等を利用することは不可能である．したがって，盲ろう者はインターネットの普及以前は，週に 1 度発行される点字新聞かあるいは周囲の人からもたらされる情報でしかニュースや世の中の動きを知ることができなかった．したがって，情報は常に遅れがちかあるいは届かないことが多く，また緊急時の情報伝達が大きな課題となっていた．

インターネットの発達と点字ディスプレイでアクセス可能なブラウザの普及により，この状況は大きく改善された．現在では，盲ろう者も自由に最新のニュースを知ることができるようになり，また興味関心のある情報にも自力で自由にアクセスすることが可能となっている．

このように，必要な情報に自力で手軽にアクセスできるという状況は，一般の人にとってはごく当たり前のことであるが，盲ろう者がその当たり前の自由を手に入れられたのはここ 5, 6 年前のことである．よって，盲ろう者にとってインターネットという空間は他の人以上に大きな財産であり，現段階では社会とつながることのできる数少ないツールと言える．

これまで述べてきたように，インターネットの普及により盲ろう者の情報環境は爆発的に変化した．おそらく，この 5, 6 年の間に，盲ろう者の生活の質は格段に向上したものと思われる．しかし，視覚障害者の音声環境と比較して，点字ディスプレイでアクセスできる環境はまだ限定的であること，また点字の触読ができなければ文字情報にはアクセスができないこと等，今後解決が望まれる課題も山積している．

4. 新たなメディアやコンテンツが視覚障害者や盲ろう者にもたらす可能性

電子化やネットワーク化の技術の進化はとどまることを知らず，現在でも新たなサービスやコンテンツが次々と登場し，社会に大きな影響を与えている．ここでは，今後視覚障害や盲ろうという障害を持つ人たちにとって，新たなサービスがどのような可能性を持つか，二つのサービスを取り上げて考察する．

4.1　電子マネーの可能性

我が国では，90 年代後半より IC カード技術を用いた非接触型の電子マネーサービスが開始され，現在コンビニエンスストアや鉄道会社を中心に，小額の決済を主なターゲットに，その普及が図られている．電子マネーの導入目的は，1) 決済時間の短縮及びオフライン化，2) 決済方法の簡素化，3) 他チャンネルとの共通化 (乗車券・認証カード等) 等であり，その普及のスピードは目覚ましい．読者のみなさんも，おそらく電子マネー機能を持つカードを 1 枚くらいはお持ちであろう．

視覚障害者や盲ろう者にとっても，決済の簡素化や他チャンネルとの共通化は一般ユーザ同様非常に便利なことである．しかし，それ以上に注目したいのは「キャッシュレス」の機能である．これまでキャッシュレスの決済方法としては，クレジットカードによる支払い，あるいは銀行のキャッシュカードによるデビットサービスによる決済が知られている．しかし，クレジットカードは決済場面でサインをしなければならないことが多く，またデビットサービスは導入店舗の数が少ない等，視覚障害者や盲ろう者には必ずしも便利なサービスとはなりえていなかった．その点，電子マネーは決済が簡略化しており非常に使い勝手が良い．ただし，視覚障害者や盲ろう者のメリットはそうした決済場面ではなく，実は「チャージ」と言われる入金の機能である．つまり，現金を引き出すという作業を簡略化できることが大きなメリットであり，移動のバリア，ATM へのアクセスのバリアを一気に緩和することが可能である．

ところが，現在の電子マネーサービスは決済場面の利便性に注目が集まっているため，チャージに関するサービスが充実していない．電子マネーへのチャージは，現状，現金によるものが圧倒的に多く，また ATM 等公共端末に依存するため，視覚障害者や盲ろう者にはきわめて利用することが難しい．しかし，一部の電子マネー事業者では，パソコンに専用のリーダ・ライタを接続し，登録したクレジットカードによるチャージが行えるようになるなど，視覚障害者や盲ろう者でも普段使い慣れたパソコンを端末に，自宅でチャージが可能となるサービスが開始されている (図 2). また，近年では一定の残額以下になると決済時に設定した金額を自動的にチャージするサービスや電子マネーで決済した金額をクレジットカードで後払いするサービス等も導入され始めている．

こうしたキャッシュレス化のサービスが普及することにより，一般ユーザはもちろんのこと，視覚障害者や盲ろう者にとっても一定のバリアが軽減されることは間違いない．ただし，決済時の金額の確認方法や電子マネー内の情報の読み書きの操作の複雑性等課題もある．また，

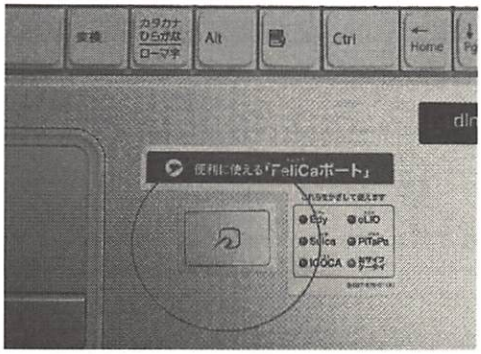


図 2　FeliCa ポートが搭載されたノート PC
＊口絵にカラー版掲載

現金という実感しやすいものから電子マネーという実態のつかみにくいものにその機能を代替させることへの不安も否めない．そのため，視覚障害者や盲ろう者が安心して電子マネーを利用できるようになるためには，今後のサービスの動向とそうした現状の欠点を克服することが重要であろう．

4. 2　メタバースの可能性

メタバースと呼ばれる 3 次元電子世界も，新たなコンテンツとしてここ数年注目が集まっている．代表的なサービスは，米国リンデンラボ社が提供する「セカンドライフ (Second Life)」が知られている．

メタバースは，「アバタ」と呼ばれる自らの存在を代替する主人公を通じて，3 次元に構築された電子世界にて，実社会に限りなく近い活動が行える．特にセカンドライフでは，経済活動，創作活動，プライベートな活動等，様々な活動が行われている．また，電子世界で取引される通貨「リンデンドル」を実際の通貨 (US ドル等) に換金することが可能であり，これが他の 3 次元オンラインゲームと大きく異なるところである．したがって，セカンドライフには，単にオンラインゲームを楽しむというユーザに加え，各種シミュレーションや教育等を目的として，多数の企業や教育機関も参加している．

このメタバースというコンテンツが，視覚障害者や盲ろう者にとってどのような意味を持つであろうか．現状では，他の 3 次元オンラインゲームと同様，スクリーンリーダではアクセスすることが難しい．また，たとえテキスト部分を読み上げたとしても，視覚的な刺激を頼りに 3 次元上の画面でアバタを操作することが求められるため，視覚障害者や盲ろう者がアクセスするためには，多くの配慮事項が必要であろう．

しかし，この電子世界上での活動は，視覚や聴覚に制約を受ける視覚障害者や盲ろう者にとって大きな可能性が秘められているとも言えよう．つまり，移動，状況把握，コミュニケーション等に困難を抱えるユーザたちにとって，パソコンという普段から使い慣れたインタフェース上で，実社会ではなかなか自力では行いにくい活動が，案外簡単に実現できる可能性があるからである．無論，こうした電子世界には実社会との乖離 (かいり) も多く存在し，その乖離 (かいり) の中で様々な問題が生じていることも見逃せない事実である．その一方，このコンテンツが持つ多様性は，社会の中で様々な制約を受ける障害者，とりわけ重度の障害者の代替機能として非常に優れているとも言える．したがって，今後さらに普及するであろうこうした電子社会と実社会を横断的に接続していくという課題の中に，多様なユーザをどのように想定するかという議論も大いに必要である．

5. おわりに

視覚障害者や盲ろう者を支えている技術は，特別な支援技術だけではなく，一般のユーザが普段から利用している技術や概念が広く利用されていることがお分かりいただけたであろう．この傾向は，今後更なる電子化，ネットワーク化の普及が進むにつれてより顕著になるものと思われる．つまり，様々な媒体やインタフェースによるアクセスの可能性が拡がる電子化と，それらをつなぐことのできるネットワーク化という技術は，感覚機能に制約を受ける視覚障害者や盲ろう者にとって大変魅力的な存在だからである．無論，これは視覚障害者や盲ろう者のみならず，様々な障害者，高齢者においても同様である．

しかしながら，電子化やネットワーク化のみがバリアを軽減するわけではなく，それは同時に個別のニーズを踏まえたインタフェースやハードウエアの開発があってこそ実現するものでもある．よって，今後障害を持つユーザからより強く求められるであろう「多様性」と「汎用性」を踏まえた場合，個別なニーズに対応するインタフェースの開発と，それらを普遍的につなげ合わせる VR 技術はより密接に結びついていくことが重要である．そうした結びつきこそが，障害を持つユーザと一般ユーザとのニーズの垣根を取り払う大きな原動力になることであろう．

【略歴】
大河内直之（OKOCHI Naoyuki）
東京大学先端科学技術研究センター　リサーチフェロー
1996 年和光大学人文学部人間関係学科卒業．1997 年和光大学人文学専攻科心理学専攻修了．2001 年 (株) オリジナルデザインにおいて，SP コードを利用した活字文書読み上げ装置「スピーチオ」を開発．2002 年東京大学先端科学技術研究センター　特任研究員．2006 年より現職．

特集 ■サイバースペースを生きる

オンライン・コミュニティの日韓比較



橋元良明　東京大学
HASHIMOTO YOSHIAKI

1. 問題意識と調査の概要

韓国インターネット振興院の「情報化実態調査」によれば 2006 年下半期の韓国のインターネット人口普及率は 74.8% である．一方，総務省の通信利用動向調査によれば，同時期 (2006 年) の日本のインターネット普及率は 68.5% である．日本の数値は携帯電話を通した利用も含むものであり (パソコンによる利用は 63%)，また韓国調査では「過去 1 ヶ月間にインターネットの利用経験のある場合」に限定していることを考えれば，現在でもパソコンによるインターネット利用に関しては，韓国が日本より普及が進んでいる．

インターネットの利用の形態でも日韓では相違がある．韓国では，盧武鉉大統領の当選にも貢献したと言われる OhmyNews 等のネットニュースへのアクセス頻度が高く，高い信頼性評価を得ており，紙媒体の新聞社が開設しているオンライン・サイトにも膨大なアクセスと掲示板への書き込みが行われている．また，ネットの普及初期から “I love School” などのコミュニティサイトが隆盛を誇り，近年では最大の SNS であるサイワールド (Cyworld) への会員登録者数が人口の 3 分の 1 にあたる 1600 万人 (2006 年) に達している．利用率自体では日韓で大きな差はなくなってきたとはいえ，オンライン上での交流の活発度では，日韓ではまだかなりの相違がある．

「オンライン・コミュニティの利用」に限定して見た場合，日韓では，その利用の実態，コミュニティの性格にどのような差異が見られるのだろうか．また，その差異は，どのような実社会の違いを反映したものなのだろうか．このような問題意識の上で 2005 年の 11 月から 12 月にかけ，東京 23 区とソウル市 25 区の住民 (20 歳以上 69 歳以下の男女) を対象に質問票調査を実施した．有効回収票は東京 455，ソウル 1,013 でいずれも調査方法は層化二段無作為抽出，調査員による訪問留置回収法による (回答者バイアスを避けるため，あえてネット調査を避け，無作為抽出を選択した).

2. インターネット利用の概況

日本調査の対象が東京ということと調査対象年齢が 20 歳以上ということもあり (日本では大都市部の利用率が高く，また韓国では 10 代の利用率が非常に高い)，我々の調査では「パソコン (以下，PC) によるインターネット利用率」は東京が 71.0%，ソウルが 68.8% と 2 地域でほぼ同様であった (ちなみに携帯電話を通したネット利用は東京が 60.7%，ソウルが 9.7%)．年代別にみれば利用率は 30 代半ばまではソウルの方が高く，それ以降で東京の方が高くなっている．しかし，自宅での利用時間 (自己申告による 1 日平均「分」数，母数は PC ネット利用者) では，東京が 60.4 分に対し，ソウルが 80.6 分と韓国の方が長い．ちなみに他のほとんどの調査でもネット利用時間は韓国が日本を上回る結果が示されている．

具体的なネットサービスの利用率では，ほとんどの項目で韓国が日本を上回っており，とくに「ネットゲーム (日本 18.6%，韓国 50.4%，母数は PC ネット利用者で以下同じ)」「映画・ビデオの視聴 (日本 23.3%，韓国 47.6%)」「ネット・バンキング (日本 21.6%，韓国 43.0%)」「メッセンジャー (日本 20.8%，韓国 43.9%)」などでは日韓で大きな相違が示された．

3. オンライン・コミュニティ (OC) の利用実態

調査の焦点である「オンライン・コミュニティ (以下，OC と表記する)」に関しては様々なものがあり，また定義自体も多様であるが，今回の調査では A，B の 2 タイプを区別し，それぞれについて質問した．すなわち，「A

タイプ＝交流タイプ」として「グループの情報交換・交流の場として作られているサイト．電子掲示板，グループでのブログ利用，mixi のコミュニティなど」，「B タイプ＝情報発信タイプ」として「主に個人の情報発信の場として作られているサイト．mixi，サイワールド (韓国)，ブログ，個人のホームページなど」の 2 タイプである．B タイプの「ブログ」などを「コミュニティ」と呼ぶことに異論の余地はあろうが，調査ではとりあえず B タイプで一括し，調査票の中でさらに「mixi(韓国ではサイワールド) などの SNS」と「ブログ」「個人ホームページ」を分けて質問している．本稿で報告する分析結果は上記のうち A タイプの OC についてのものである．

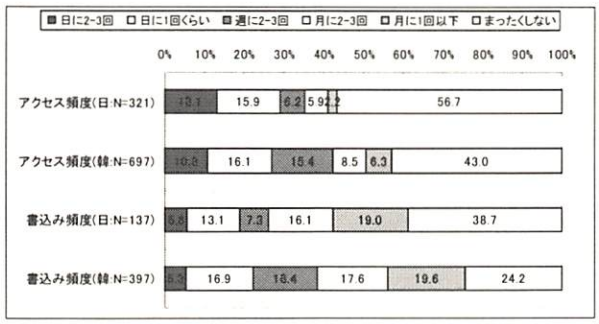


図 1　交流タイプの OC へのアクセスと書き込み頻度

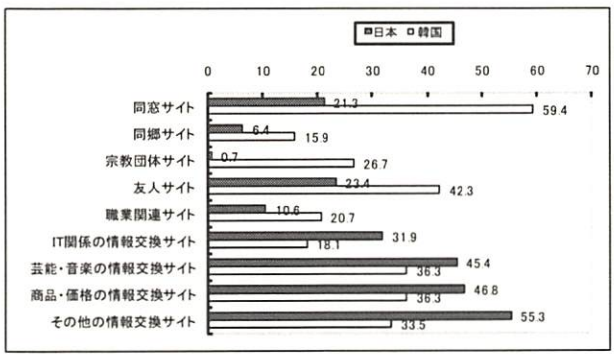


図 2　種類別にみた OC の利用率

図 1 は「交流タイプの OC」へのアクセス頻度，書き込み頻度を日韓で比較したものである．図に示されるとおり，交流タイプの OC のアクセス率 (アクセスしている人の比率．母数は PC ネット利用者) は，日本が 43.3%，韓国が 57.0% と韓国の方が高く，また書き込み率 (書き込みをする人の比率．母数は交流タイプ OC サイトにアクセスする人) も日本が 61.3%，韓国が 75.8% と韓国の方が高い．ただし，図から示唆されるように，アクセスする人，書き込みする人に限定すれば，それぞれの頻度は日韓で大きな差はない．

図 2 は，交流タイプの OC をいくつかの種類に分け，比較的利用率の高かったものについて日韓のアクセス率 (アクセスしている人の比率．複数回答) を比較したものである．図に示されるとおり，日韓では利用するサイトの種類に顕著な相違が見られる．すなわち，学縁，地縁，職業縁というような社会関係資本に結びついたコミュニティに関しては，圧倒的に韓国の方が利用率が高い．一方，IT 情報，芸能情報，商品情報のように現実世界での交流とは直接結びつかない情報縁サイトに関しては，日本の方が利用率が高い．ちなみに，書き込み率を比較すれば，学縁・地縁・職業縁サイトに関しては，日韓の差は更に拡大する．また，情報交換サイトに関しても，書き込み率では韓国が日本を上回る．つまり日本では，情報交換サイトにはよくアクセスするが，自ら書き込む人の比率はあまり高くない (例えば「芸能・音楽の情報サイト」への書き込み率は日本が 4.3% に対し韓国は 10.8%).

表 1 は，交流タイプの OC サイトのうち「最もよくアクセスするサイト」の性格を尋ねた結果である (表中の数値は「はい」と答えた比率).

表 1　最もよくアクセスする交流タイプの OC の性格
(数値は「はい」の比率)

	ネット以前からあった集まり	参加者は互いに知り合いが多い	書き込みは大部分実名	オフ会がある
日本	30.5	30.5	20.6	31.9
韓国	48.1	61.2	54.9	54.9

表 1 に示されるとおり，韓国でよく利用される交流タイプの OC は，日本に比べ，ネットにかかわらず現実世界でも存在し，参加者が互いを知り，オフ会も催されることの多いコミュニティである．

次に最もよくアクセスする交流型 OC の性格の 4 特性に基づき，日韓でそれぞれクラスター分析 (最近隣重心ソート法) を試みた．その結果，日韓ともにほぼ同型の 2 クラスターで適切な分布が得られた (表 2.1 および表 2.2). いずれも一つは最もアクセスする OC サイトが，「ネット以前から存在」「メンバーは互いに知り合い」「書き込みは実名が多い」「オフ会あり」の OC と答えた人のクラスターであり，ここでは「実世界型 OC 嗜好タイプ」と呼ぶ．もう一方のクラスターは上述 4 点に関し，反対の傾向を持つ OC に最もよくアクセスする人のクラスターであり，ここでは「バーチャル型 OC 嗜好タイプ」と呼ぶ．

表 2.1　最もよくアクセスする交流型 OC 特性に基づいた利用者類型【日本】
（左 4 列の数値はクラスターごとに各項目が妥当する比率）

既存	知合い	実名	オフ会	N	構成比(%)	クラスター
56.8	57.4	23.4	97.8	47	36.7	実世界型
38.6	19.8	6.2	0.0	81	63.3	バーチャル型

表 2.2　最もよくアクセスする交流型 OC 特性に基づいた利用者類型【韓国】

既存	知合い	実名	オフ会	N	構成比(%)	クラスター
86.2	98.5	82.1	89.7	195	49.1	実世界型
15.5	25.3	28.7	21.3	202	50.9	バーチャル型

「実世界型 OC 嗜好タイプ」は，日本が 36.7%，韓国が 49.1% と韓国の方が多い．男女別にみれば，日韓とも女性より男性が多い (日本 : 男性 42.9%, 女性 29.3%, 韓国: 男性 52.5%, 女性 44.9%)．さらに「実世界型 OC 嗜好タイプ」の比率を年代別にみれば，20 代では日韓で差異がないが，年齢を重ねるに従い，韓国ではリニアにその比率が増していく (図 3).

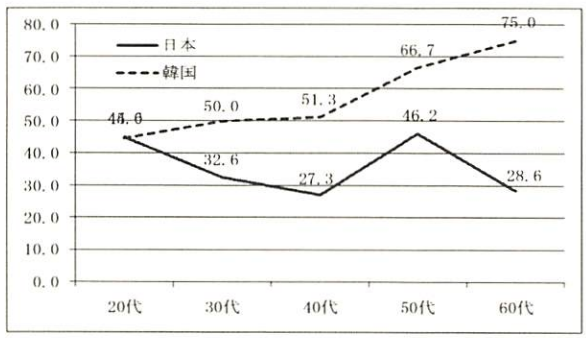


図 3 「実世界型 OC 嗜好タイプ」の比率の日韓比較

4. 社会風土との関連

これまで，交流型 OC に関し，(1) アクセス率や書き込み率で韓国が日本を上回ること，(2) サイトの種類別にみて，学縁，地縁，職業縁に関連したサイトに関しては，圧倒的に韓国の方が日本より利用が活発であるのに対し，IT 関連や芸能，商品などの情報交換サイトに関しては，日本の方がアクセス率が高いこと，(3) サイトの性格で，韓国では「ネット上でのサイト開設以前から存在していたコミュニティ」「メンバーが互いに知り合い」「実名主義」「オフ会あり」といった「実世界型 OC」の利用が盛んであること，しかも「実世界型 OC 嗜好タイプ」は，比率的に女性より男性 (日韓とも)，年層が上になるほど高い (韓国) こと，を見てきた．

こうした傾向は，現実社会の風土と強い関連を持っている．調査では，「(ネット上ではなく) 次のような集まりに参加しているか」という質問を設けているが，「在校または卒業した学校の人が参加する集まり」(日本 36.3%, 韓国 43.7%),「同郷の人の集まり」(日本 6.4%, 韓国 14.8%),「職業関連の集まり (商工会，業種組合など)」(日本 12.1%，韓国 17.6%) 等，学縁・地縁・職縁に関する現実の共同体組織に参加する比率が韓国の方が高い．韓国で，その種の絆の OC への参加が高いのは，現実組織の延長としてネット上のコミュニティが形成されていることが一因となっていると考えられる．

さらに，現実の共同体組織への参加率が高い背景の 1 つとして，ふだんから韓国の方が人と人とのコミュニケーションが密であり，集うことを好むという特性が挙げられる．調査では「次のような人とふだんどの程度つきあいをしているか」という質問を設けているが，選択肢のうち「月に 2，3 回以上」と答えた比率で，「親戚・親類」(日本 23.1%，韓国 34.8%),「ご近所の人」(日本 20.1%, 韓国 43.0%),「(職場の外で) 職場の同僚」(日本 34.9%，韓国 50.6%) と，いずれも韓国の方が頻度が高い．よく言われるように「人と人との距離が近い」のである．

現実世界でもネット上でも，韓国においてとくに学縁・地縁・職縁に関するコミュニティへの参加率が高いことのもう 1 つの理由は，韓国が日本以上に「縁故主義社会」であるということによる．

調査では「あなたが成功する上で，何が大事か」という質問を設け，「血縁」「学縁」「地縁」「その他の人脈」「努力」「能力」「運」の 7 つの選択肢に順位をつけてもらっている．その結果，第 1 位に挙げられたものの比率を見ると，日韓とも最も多かったのが「能力」(日本 38.2%, 韓国 34.1%), 2 番目が「努力」(日本 36.7%，韓国 30.8%) で同じ順序であったが，3 番目，4 番目に多かったのが韓国では「血縁 (15.3%)」「学縁 (8.0%)」であった．日本の 3, 4 位は「運」(10.3%)」「血縁 (9.2%)」で「学縁」を挙げた人はわずか 1.3% であった．

図 4 は調査でずばり「縁故社会」に関する意識を質問した結果である (数値は「非常にあてはまる」「少しあてはまる」の合計比率).

図に示されるとおり，韓国人は日本人に比べ，「組織や集まりに所属することが社会生活上で非常に重要」と答え，また相手が「血縁関係／学縁関係／地縁関係」にあることが「仕事上，有利」と考えている．さらにずばり日本人よりも「社会で成功する上でコネが大事」と答える比率が高くなっている．こうした縁故を重要視する

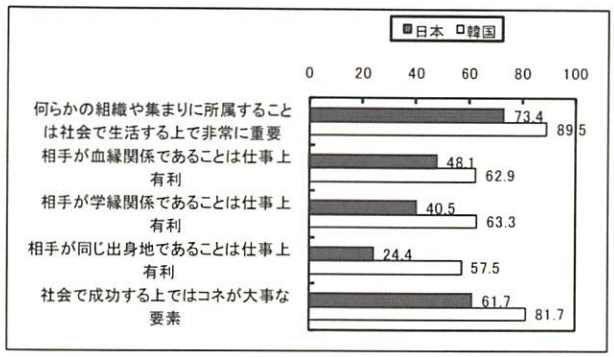


図 4　縁故主義にかかわる意識の日韓比較

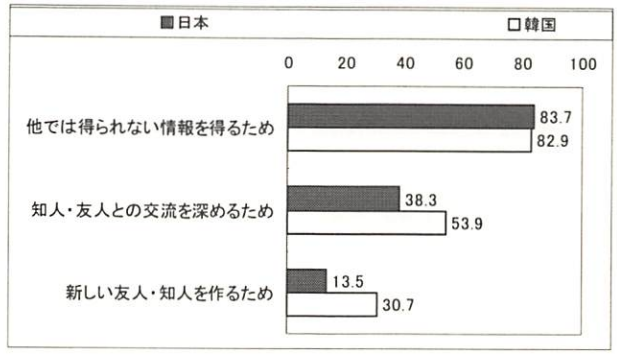


図 5　交流型 OC の主な利用目的

傾向は，韓国では年代が上になるほど顕著であり，それは韓国が近代化する過程でも，社会で生活する上で縁故が重要な要素であったという実体験を反映したものと思われる．

韓国で情報交換を主な目的とする「バーチャル型 OC」よりも「実世界型 OC」への嗜好度が高いのは，実生活上の共同体活動の多くがそのままネット上のコミュニティ参加と結びつく側面があるからであり，またネット上でのコミュニケーションが，実生活での実利に反映する可能性を意識的／無意識的に期待しているからだと考えられる．そして，年層が上になるほど「縁故」の重要を強く認識しているからこそ，年層が上になるほど，実世界型 OC の嗜好度が高いと推測される．

5. 交流拡大志向の韓国

ネットのサイト開設以前から存在し，メンバーには互いに知り合いが多い OC に参加するのは，既存の絆を強めるためだけなのだろうか．

調査票では，交流型 OC への利用目的について 21 の選択肢を設け質問している (複数回答)．これらを因子分析した結果 (主成分法，バリマックス回転)，固有値 1 以上で日韓ともに 4 因子が抽出された (分析結果の詳細は省略)．それぞれの因子の因子負荷量の高い質問項目に基づき，4 つの因子を (1) 気晴らし・時間つぶし因子，(2) 新たな関係形成因子，(3) 関係維持・強化因子，(4) 情報収集因子と名付けた．「関係維持・強化因子」の因子負荷量の高い典型質問「知人・友人との交流を深めるため」に対して「あてはまる」(「非常にあてはまる」「少しあてはまる」の合計) と答えた人の比率は，日本 38.3%，韓国 53.9% と予想通り韓国の方が高かった．しかし，一方で，「新たな関係形成因子」の因子負荷量の高い典型質問の「新しい友人・知人を作るため」に対しても，「あてはまる」と答えた人の比率は日本より韓国の方が高い (図 5)．

また，「(a) 交流型サイトを利用していて，インターネット上で初めて知り合い，E メールや電話などで個人的に連絡をとった人は何人いるか」「(b) さらに，インターネット上で初めて知り合い，その後直接会ったことのある人は何人いるか」と質問したところ，(a) については平均で日本が 2.7 人，韓国が 4.2 人，(b) については日本が 2.4 人，韓国が 3.2 人といずれも韓国の方が多かった．

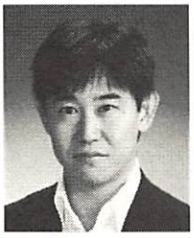
すなわち，韓国人は，学縁・地縁等，縁故と関連し，現実世界でも既に存在している共同体組織が発展的に開設したサイバーコミュニティにも参加し，既存の絆を深める一方，その中で新たな出会いを求め，人的な社会資本の拡大を図っているのである．韓国の OC でオフ会が盛んなのも，このことと無関係ではない．また，出身大学の水準も加味した分析によれば，OC 参加後の新たな人的交流の拡大は非名門大学出身者の方が活発であり，また職種別にはフルタイムよりパートの方が積極的である．

つまり，現在でも強固な縁故主義が残る韓国では，縁故による社会的な上昇を求め，縁故に関連するサイバーコミュニティに参加し，さらにその中で新しい絆を形成しようと努力している様子が調査の分析から見てとれる．

【略歴】
橋元良明（HASHIMOTO Yoshiaki）
東京大学　大学院情報学環　教授
1978 年東京大学文学部心理学科卒業，1982 年東京大学大学院社会学研究科修士課程終了．1983 年東京大学新聞研究所助手，2000 年より現職．専門は社会心理学，コミュニケーション論．著書『背理のコミュニケーション』，『コミュニケーション学への招待』(編著)，『ネットワーク社会』(編著) 等．

特集 ■サイバースペースを生きる

サイバースペースの発展から考える ICT 産業の担い手の変化



湯川　抗　　富士通総研
YUKAWA KOU

1. はじめに

昨年日本でもサービスを開始した Second Life の例を挙げるまでもなく,「サイバースペース」,あるいは「バーチャルワールド」は，インターネットバブル以前に勝るとも劣らないほど関心を集めている．そして，現在こうした世界を考察するにあたり，「バーチャル」＝「本物ではない」という考え方では，進化しつつあるインターネットビジネスの世界を理解するのは困難になりつつあることは確かであろう．例えば，Second Life や habbo に代表される，メタバースの世界における，RMT (Real Money Trading) は既に一般的なものと言えるし，こうした仮想空間におけるマーケティングや，PR 等には大企業が積極的に取り組み始めている．

確かに，我が国における Second Life は，今のところ盛り上がりに欠けるという点は指摘されているものの，こうした 3D のインターネットビジネスこそが，次世代のネットビジネスとして最も有望であるとの見方もある．メタバース内で展開されるビジネスや，情報の交換，個人の交流などは，確かに 3D であるかどうかには関らず，SNS やブログといったユーザ参加型のインターネットビジネスに特徴的なものと言えるし，SNS やブログの進展自体がサイバースペースの発展を意味していると考えてもいいだろう．このようなインターネットビジネスは，一言で言えば Web2.0 的ビジネスと捉えることができる．

こうしたビジネスに関する関心は世界的に見ても非常に高く，テクノロジ系の海外メディアでは，毎日のように先進的な Web2.0 企業の動向や買収話が報じられている．我が国においても「Web2.0 とはなにか」といった議論を経て，現在は Web2.0 的サービスをどうビジネスに組み込むかが注目されている．日米に共通するのは，こうしたサービスを積極的に展開しているのが既存の大企業ではなく主にベンチャー企業だということだろう．

では，近年上場が続く Web2.0 ベンチャーにはどのような特徴があり，どのように成長しているのだろうか．そして，これら Web2.0 ベンチャーを大企業の資本関係からみた場合，我が国 ICT 産業にはどのような変化が起こりつつあるのであろうか．

以下では 2007 年 8 月に，富士通総研と NPO 法人 Japan Venture Research (JVR) が公表した「Web2.0 企業の実態と成長の動向」から Web2.0 ベンチャーの実態を明らかにすると共に，この調査結果を 2007 年 7 月に総務省が公表した「平成 19 年度版情報通信白書」と比較して大企業とベンチャーとの資本関係の側面から，我が国 ICT 産業の担い手の変化を考察する．

2. Web2.0 的ビジネス，ブーム以前から注目

Tim O'Reilly が 2005 年 9 月 に “What is Web 2.0:Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software” という論文を発表して以降，“Web2.0” というコンセプトは爆発的に普及した [3]．この普及の原因は，O'Reilly 論文の内容が非常に魅力的であり，進化の途上にあったインターネットビジネスの側面を非常に的確に捉えていたということにつきるだろう．しかし，一方で，O'Reilly 論文に，どのような新味があったのかには疑問の余地がある．例えば，O'Reilly が，Web 2.0 の “ 原則 ” として挙げた (1) プラットフォームとしてのウェブ，(2) 集合知の利用，(3) データは次世代の「インテルインサイド」，(4) ソフトウエアリリースサイクルの終焉，(5) 軽量なプログラミングモデル，(6) 単一デバイスの枠を超えたソフトウエア，(7) リッチなユーザ体験，という 7 つのコンセプトは，1990 年代後半から語られてきたものである．

表 1　IPO 時点における Web2.0 企業と ICT 企業の比較

	Web2.0(17 社)	ICT(103 社)
公開時の合計時価総額	1 兆 400 万円	2 兆 6,411 億円
公開時の平均時価総額 (初値ベース)	611 億 8,500 万円	256 億 4,200 万円
公開時の平均調達金額	23 億 9,700 万円	18 億 9,500 万円 (2006 年マザーズ:13 億 7,000万円)
公開時の PER の平均 (初値ベース)	301 倍	229 倍 (2006 年マザーズ:155 倍)
IPO までの平均調達額 (=流入したリスクマネーの平均)	10 億 1,400万円	12 億 4,700 万円
公開時の平均 VC 比率	12.44%	17.96%
公開時の社長の平均持分比率	36.64%	21.92% (2006 年マザーズ:38.00%)
IPO までの年数時期	6 年	6 年 (2006 年マザーズ:9 年)
社長の年齢	36 歳	45 歳 (2006 年マザーズ:46 歳)

(出所 :「Web2.0 企業の実態と成長の動向」2007 年　富士通総研，JVR)

1990 年代後半以降，インターネットの普及とその影響は様々な識者によって予見されてきた．例えば，ネグロポンテは 1995 年に著した「ビーイング・デジタル」で「オンデマンドの拡大」,「一人ひとりがテレビ局」という言葉を用い，インターネット経由での個人の映像配信を予測している [4]. もし, 素直にネグロポンテの予測，言い換えればインターネットの普及とそれによって開かれる未来を信じていれば，YouTube の出現や，同種のビジネスが大きな影響力を持つことは予想できたのではないだろうか．このように考えると，Web 2.0 は，以前から語られてきたインターネットを通じたユーザ参加型の社会，言い換えれば民主化への流れの側面を切り取ったものと捉えることができる．

富士通総研と JVR の調査では，Web2.0 企業を「ユーザ参加を促すことで企業の価値を向上させている ICT 企業，及びそのためのアプリケーション開発，技術開発を行っている ICT 企業」と定義し，1994 年以降設立，2003 年以降に国内の新興市場に上場した企業の中から，Web2.0 企業 17 社を抽出して分析している．

この調査では特に，設立以降の資金調達の方法や，これらの企業に積極的な投資を行った VC (ベンチャー・キャピタル) や事業会社等の投資家，及びこれら企業の成長過程に注目した．

興味深いのは，近年上場を果たした 17 社の中に，Web2.0 というコンセプトが爆発的に普及し始めた 2004 年以降に設立された企業は含まれていなかったことである．上場までに必要な期間を考えると，これは当然のこととも考えられる．しかし，これら 17 社の中には設立当初から一貫してユーザ参加型のビジネスを行ってきた企業もあり，起業家や投資家の一部は「Web 2.0」という言葉が流行する以前から現在の Web2.0 的なビジネスに注目していた可能性が高い．

3. 1 兆円超える時価総額を創出

調査対象とされる Web2.0 企業 17 社は株式公開当時，市場から非常に高い評価を獲得している．17 社の時価総額の合計は 1 兆円を超えており，この時点では非常に高い価値を創出したと言えよう．公開時の平均時価総額を同時期に上場した ICT 企業と比べても，Web2.0 企業は ICT 企業の約 2.3 倍の市場価値を生み出している．こうした市場からの高い期待を背景に，Web2.0 企業は，ICT 企業の約 1.3 倍の資金調達に成功している (表 1).

ただし，これらの企業の平均 301 倍にものぼる公開時の PER(株価収益率) が高すぎることは否めないだろう．1999 年ごろのインターネットバブル時には，一部インターネット企業の PER が 500 ～ 600 倍に達する現象も起こっているが，全体として，株式公開時における Web2.0 企業の株価は「ミニバブル」の様相を呈している．

これらの企業に対する出資者を見ると，商社やネット企業など事業会社が占める割合が大きい．これらの企業に対する事業会社の 1 回平均投資金額は 1 億 3000 万円であり，これは VC の 1 回平均投資金額である 6907 万円の 2 倍近い額である．

Web2.0 企業は，まず VC からの資金を確保した後に

事業会社から出資を受けているが，これらの企業にとっては，事業会社からの出資はその後の成長にとって必須であり，事業会社との間でなんらかの事業アライアンスなどに関する合意等がなされている可能性が高い．

4. 資金調達と急成長

一方，Web2.0 企業に投資した VC は最大で 805 倍，平均でも約 27 倍ものリターンを得ている．通常，VC の行う投資は 10 倍程度のリターンでも十分とされるため，今回分析対象とした Web2.0 企業に対する投資は極めて収益性の高いものだったと考えられる．

これら VC の投資実績をみると，Web2.0 企業に積極的に投資をしていない大手 VC がある一方で，積極的に Web2.0 企業に投資をしている銀行系の VC もある．銀行系の VC は一般的に，Web2.0 企業のようなハイリスクといわれる投資案件に対して消極的なイメージがあるが，本調査の結果は，こうしたイメージとは異なるものであった．

投資実績の高い事業会社の内訳を見ると，目立つのは伊藤忠商事など総合商社の一部が Web2.0 企業に積極的に投資をしている点である．また，自らが Web2.0 的なサービスを行っているため新興企業と資本関係を結ぶことに積極的だと思われるサイバーエージェントなどのインターネット企業や，事業会社というよりは，インターネット企業への投資に特化した VC 的な事業を行うデジタルガレージなどの企業も目につく．

大手のインターネットビジネス事業者にとって，これら新興の Web2.0 企業は，自らがさらに成長するための有力なパートナーとして捉えられる．こうした積極的な事業会社がある一方で，既存の大手 ICT 企業は Web2.0 企業にほとんど投資を行っていない．

調査結果のなかで，最も印象的なのは，Web2.0 企業が非常に意欲的な資金調達を行うとともに，急速に成長しているという点である．これらの企業は会社設立から 2 年半程度で 3 ～ 4 回の第三者割当増資を行っており，第 3，第 4 ラウンドでは 1 億円以上の資金調達を果たしている企業も多い．

また，この期間に従業員数は 6 倍に，売上高は約 8 倍へと増加している．そして多くの企業が会社設立から約 6 年後の IPO 直前期の決算で，売上高 8 億 5000 万円，最終利益 1 億 5000 万円，従業員 40 人程度に成長している．

5. インターネットの進化をどう取り込むのか

分析対象とされている Web2.0 企業は，公開時には非常に大きな市場価値を生み出している．そして，公開までのリスクマネーの流入状況からは，既存の事業会社との資本的アライアンスは不可欠であったと考えられる．しかし，こうした事業会社には，既存の大手 ICT 企業はほとんど含まれておらず，これまで日本の ICT 産業を牽引してきた大手 ICT 企業は，自らの足元で起こった，1 兆円を超える市場価値の創造に資本的には関与してこなかったと言えよう．確かに，公開時点での Web2.0 企業の株価はミニバブルと考えられるが，とはいえ，株価はある時点における真実の企業価値であり，公開後も順調に成長している企業も存在する．

もちろん，これらの企業とのパートナーシップを築くのに，必ずしも投資をする必要はないだろう．しかし，第三者ではなく当事者として成長企業の一部を取り込むという姿勢も時には重要だろう．Web2.0 企業への事業会社の 1 回の平均投資金額である 1 億 3 千万円は，大手 ICT 企業が投じる，年間数千億円にも上る研究開発費に比べればわずかだ．例えば，先進的ベンチャー企業への投資を，非常に低コストの研究開発投資とする発想があってもよかったのではないか．

6. 大手インターネット企業と Web2.0 ベンチャー

アメリカの事情をみると，Google の積極的な買収戦略を挙げるまでもなく，すでに世界的に認められたインターネット企業が，周辺分野で新たな技術やサービスの開発を行うベンチャーに，自らのさらなる成長の糧を求めると共に，投資回収のパターンを増やしてベンチャー企業の成長や創出を支えている．

実際，Web2.0 ベンチャーは次々と生まれている．プログラミング言語「LISP」のプログラマであり，エッセイストとしても名高い Paul Graham は 2007 年 10 月に発表した “The Future of Web Startups” というエッセイの中で，ネットベンチャーの数が劇的に増えることで，買収者は「良い買収案件を見つけ契約を結ぶ CAO (Chief Acquisition officer，最高買収責任者) を置くようになる」とすら予測する．

先に見た調査結果からは，規模は小さいものの，米国と同様の現象が日本のベンチャー企業にも起こりつつあることを示している．現在積極的に Web2.0 ベンチャーに資本参加している大手インターネット企業は，10 年前は自らもベンチャー企業であり，インターネットビジネスがいかに急速に拡大していくのかを実体験しているため，進化するインターネットに迅速に対応できているとも考えられる．これらの企業は次世代のインターネッ

トビジネスの成長を内部に取り込む準備を整える反面，資本参加することでWeb2.0ベンチャーを支えている．

7. 大手ICT企業とICTベンチャー

これまで，我が国においても大手ICT企業とICTベンチャーは欠かせないパートナー同士であった．7月に総務省が公表した「平成19年度版情報通信白書」では，例年以上にICTベンチャーの分析に多くのページを割いているが，特徴的だったのは，ICTベンチャー企業が資本関係も取引関係も大手ICT企業に依存しているという点である．

この分析で，「大手企業を中心とする既存のICT企業」とされているのは，NTT，NEC，富士通，日立，といった既存の大手ICT企業のことを指すと思われるが，これらの企業がベンチャー企業の筆頭株主になっているケースは，個人(恐らく経営陣)に次いで多く，ICTベンチャー全体の20％程度の株式を保有している．このことは，ベンチャー企業に対して，長期的資本政策を有利にする効果をもたらしてきたと言えよう．さらに，ICTベンチャーの業種別仕入先，販売先といった取引関係を見ても，仕入先も販売先も6割以上を既存のICT企業が占めており，ベンチャー企業の成長に不可欠な存在であったと言える．

これは，ベンチャーからみれば大手ICT企業への依存かもしれないが，大手ICT企業からみれば，成長分野と積極的にかかわってきたことの証拠と見ることができる．そして，ICT産業という大きなくくりで見た場合，我が国においては，これまでも大手ICT企業がICTベンチャーの成長を支えてきたのである．

8. 変化するICT産業の担い手

だが，これまで解説してきた2つの調査結果が示すことには大きな違いがある．先に述べたように，情報通信白書で「大手企業を中心とする既存のICT企業」とされているような大企業は，ICTベンチャーといってもWeb2.0ベンチャーにはほとんど投資をしていない．このことは，長らく日本のICT産業をけん引してきた大企業が，進化するインターネット上で展開されつつあるビジネスに関し，今後の自らのビジネスとのシナジー効果は低いと見ているか，シナジー効果自体を発見できないかのどちらかを指している．確かに，現在のこれら大企業の事業内容を考えると，Web2.0ベンチャーとのシナジー効果は薄く，よほど想像力を働かせない限り，資本的にコミットするという判断を下すのは難しいだろう．しかし，実際には大手ICT企業は自らの足元で起こった成長のチャンスにうまく対応できなかったケースが多いことも否めない．

Tim O'Reillyは今年の1月に「『WEB3.0』があるとすれば何か」という日経産業新聞の質問に対し，「十年後にはネットはあらゆるものの中心になっているだろう．だが我々は『WEB3.0』とは呼ばない．なぜなら次に来る変化は今ある(ビジネスの)エコシステム(生態系)を超えるものになるはずだからだ」と答えている．これだけでは，なんともつかみどころがないが，控えめな予測でも4年後の2011年度までに，消費者向けのECの市場規模は現在の1.5倍に，インターネット広告は1.6倍程度に成長するとされる．確かに，O'Reillyの言う10年後のインターネットビジネスの世界は，現在とは全く違う規模のものになるだろう．

このように考えると，ICT産業におけるインターネット企業の存在感は高まっていくのは間違いない．そして，上に見たような資本関係を考えると，このことは必然的にICT産業全体の担い手の変化につながる可能性が高い．すなわち，既存の大手ICT企業に代わって，この10年程度で成長した大手インターネット企業が，我が国ICT産業をけん引する日もさほど遠くないと思われる．

参考文献

[1] 湯川抗： Web2.0企業の実態と成長に関する研究，富士通総研　研究レポート (2007)
[2] 平成19年度版情報通信白書，総務省編 (2007)
[3] Tim O'Reilly:"What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software" (2005) http://www.oreillynet.com/lpt/a/6228
[4] ニコラス・ネグロポンテ：ビーイング・デジタル，アスキー (1995)

【略歴】

湯川抗 (Yukawa Kou)
富士通総研　経済研究所上級研究員
1989年上智大学法学部卒．1996年コロンビア大学大学院修了 (MS)．2005年東京大学工学系研究科博士課程修了 (Ph.D.)．専門はインターネット企業の動向と企業間ネットワーク．

会議参加報告

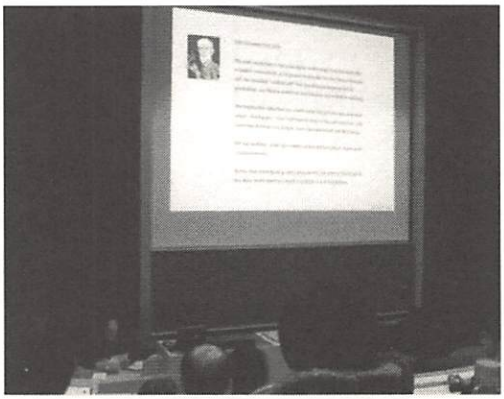


主催会議参加報告

ICAT2007

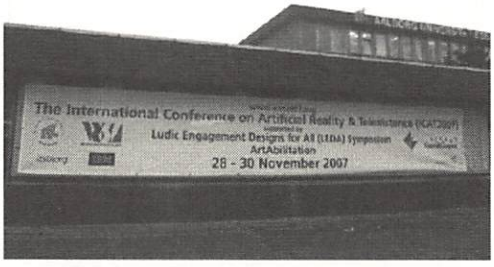
内山英昭
慶應義塾大学

2007 年 11 月 28 日より 3 日間，デンマークの西海岸にあるエスビエル市の Aalborg University Esbjerg において ICAT2007 (International Conference on Artificial Reality and Telexistence) が開催された．今年で 17 回目の開催となる本会議は，初めてのヨーロッパでの開催となった．今回はアートやエンターテインメントに関する会議 ArtAbilitation Conference と LEDA symposium が併催され，本会議後には ICAT Workshop on Technologies for Entertainment, Art, and Culture と題したワークショップが開催された．また，本会議の基調講演は Roy Ascott 氏による "Syncretic Fields: Art, Mind, and the Many Realities" と題したデジタルアートに関する講演であり，VR とアートのつながりが強く感じられる会議となった．



Roy Ascott 氏による基調講演

本会議の投稿件数は 63 件であり，そのうち 35 件が口頭発表，20 件がポスター発表として採択された．口頭発表はすべてシングルトラックによる発表で，8 つのセッションから構成された．今回は VR や AR を医学，アート，ゲームへ応用したアプリケーションに関する発表が多く，将来の実用化への期待を感じさせるものが目立った．例えば，Peter Brandl らは，デジタルペンと手のジェスチャーを複合的に用いることで様々なインタラクションを可能にするシステムを提案した．また，Jonathan J.Hull らは，紙面上に書かれた英文の単語とスペースの位置関係を利用した位置合わせ手法を用いて，携帯電話のカメラを使って新聞を見るとウェブサイトのように紙面の文字をクリックできるというアプリケーションを提案した．そうした中，Best Paper



ICAT2007　会場となった Aalborg University Esbjerg

Award を受賞したのは Kadowaki らによる香りの連続提示に関するものであった．これは，従来香りの提示の際に問題となっていた残り香や順応の問題を，射出時間の短いパルス射出を用いて人間の嗅覚特性を測定し，最適なパルス射出間隔を算出することで解決するというものであった．これにより，香り通信において，ユーザが順応せずに長時間香りを感じることができるようになることが期待できる．また，Best Paper Award の他に，MR，AR の研究でしばしば用いられる ARToolKit の功績で，奈良先端科学技術大学院大学の加藤博一先生が The Honorary Mention Award を受賞された．本会議では，手術のシミュレーターやバーチャルミュージアム，ゲームに関する発表もあり，VR，MR，AR の様々な方向への発展の可能性を感じることができた．

レセプションでは，東京大学の河口洋一郎教授による物理シミュレーションに基づくアートに関する講演と，映像と音楽のコラボレーションさせたライブが開催された．会議後にはグラミー賞を受賞したことのあるデンマーク人のミュージシャン Allan Olsen によるライブもあり，本会議以外においても趣向を凝らした会議であった．

協賛会議参加報告

■ WISS2007

丹羽真隆
大阪大学

2007 年 12 月 5 日から 7 日にかけて，長崎県佐世保市ハウステンボスにて WISS 2007 (15th Workshop on Interactive Systems and Software) が開催された．WISS は，日本ソフトウェア科学会 インタラクティブシステムとソフトウェア (ISS) 研究会主催のワークショップで，毎年冬に 2 泊 3 日の泊り込み形式で，インタラクティブシステムに関する新しい実装技術や面白い応用などに関して昼夜通して議論が行われる．

WISS では毎年，チャットツールが用意されており，口頭発表を聞きながら会場の聴衆同士が話し合うことができる．チャットへの参加は実名が推奨されているが，本年のシステムでは，匿名への切り替えを行うことができるようになっており，匿名で積極的に発言を行っている参加者もいた．また各口頭発表は，音声・画像情報処理を用い，機械的に，話速度，声の抑揚，聴衆とのアイコンタクトの度合いを評価した結果と，聴衆の投票から，各プレゼンテーションの評価及びランク付けを行うツールを用いて評価された．これらのツールの利用や，発表賞や対話発表賞の投票などを行う為，参加者はほぼ全員がノート PC を持参しており，各席には AC 電源及びネットワークに接続するためのケーブルが用意されていた．

口頭発表セッションでは，投稿 37 件から査読を通過した 18 件が発表された．発表賞に選ばれた「Music Mosaic Generator: 高精度時系列メタデータを利用した音楽リミックスシステム」は，音楽知識を持たない一般ユーザを対象とし，楽曲に高精度時系列メタデータを付与し，それを利用し自動的に複数の楽曲を組み合わせるシステムである．また，曲をどのようにリミックスしたかという著作権情報を持たないレシピを利用することにより，合法的に原曲を持っている人にのみ，作成した楽曲を聴かせることが可能になっている．本発表中のチャットでは，同一性保持権の侵害に当たるのかといったことや，レシピを得て聞くきっかけとなるサムネイル的なものはどうするのかなどの議論が行われていた．

デモ・ポスターセッションでは，飛び込み参加 2 件を含む，52 件が 3 セッションに分けて発表された．対話発表賞に選ばれた，「持ち運び可能な傘型仮想音響場生成デバイス」は，傘の親骨の先端に取り付けられた 4 つの振動モータを用い，傘を共振させ，空気を振るわせることにより音を発生させるものである．スピーカなどに用いられる駆動方法とは異なる振動モータを用いて，この音質で音が発生できることが驚きであった．

また，ナイトセッションでは，査読を通過できなかった論文の発表や，1 日目のナイトセッションで盛り上がった話題を元に作成されたプレゼンテーション，発表から派生した話題や，様々な研究に関する議論などが深夜 4 時過ぎまで行われた．

WISS は，必ずしも完成した研究の結果を発表する場ではなく，研究途上の研究を大いに議論する場として，毎年盛り上がりを見せている．今年も約 200 名もの人が集まり，昼夜を問わず議論に花が咲いた．来年は関西で開催されるかもしれないとの噂である．私も研究ネタを持ち込んで議論を盛り上げたいと思っている．

関連サイト：http://www.wiss.org/

その他の会議参加報告

■ VIMS2007

松田浩典
芝浦工業大学

The First International Symposium on Visually Induced Motion Sickness, Fatigue, and Photosensitive Epileptic Seizures (VIMS2007) は，映像によって誘発される動揺病に関するはじめての国際学会として，2007 年 12 月 10 日から 2 日間，香港で行われました．会場である香港科学技術大学 (The Hong Kong University of Science & Technology) は，山の上に位置していることもあり，テラスからは海を眺望することができ，このような素晴らしい環境の下で，全部で 6 つのセッションと 3 件の基調講演が，シングルトラックで行われました．

会議は，Simulator Sickness Questionnaire (シミュレータ症アンケート，以下 SSQ) の提唱者として有名である Robert Kennedy 教授による基調講演によって始まり，SSQ を用いて研究を進めている筆者にとって，SSQ の考え方や適用事例を提唱者から直接拝聴する絶好の機会となりました．その後は Visual Induced Motion Sickness と Visual stress に関するセッションがそれぞれ行われ，発表者との活発な議論が行われていました．また，多くの研究において SSQ が評価指標として使用されており，様々な適用方法を知ることができたのは大変参考になりました．

2 日目は Arnold Wilkins 教授の，特殊な画像による視覚へのストレスに関する基調講演から始まりました．この日は日本人の参加者による発表が比較的集中しており，筆者も発表すると同時に，著名な日本の先生方の発表を拝聴することができました．また，発表後には Robert Kennedy 教授から声をかけていただき，貴重なアドバイスをいただくことができました．

会期中には，学内の見学ツアーとして，高層ビルの風による揺れを再現したシミュレータを体験させていただきました．香港は島全体が小さく土地が少ないため，建物はほぼすべてが超高層になっています．それ故に，風によるビルの高階層の揺れは，就労環境としても居住環境としても，極めて深刻で重要な問題になっているそうです．

大学院修士課程の筆者は，参加者のほとんどが大学教員や企業の研究者だったので，会場の雰囲気に圧され気味でしたが，このように，自分自身の研究に直接役立つ助言や知識のみならず，その土地特有の問題に対する研究についても知ることができ，大変有意義な 2 日間を過ごすことができました．また同時に，世界で活躍するためには，英語によるコミュニケーション能力は必要不可欠なものであると実感させられました．次回は VIMS2009 として，2009 年の同時期にオランダでの開催が予定されています．

なお，本会議の詳細情報は以下の URL を参照されたい．
http://www.vims2007.org/

■ MMVR16

黒田嘉宏
大阪大学

2008 年 1 月 29 日より 4 日間，米国カリフォルニア州ロングビーチにて VR 技術の医療応用に関する国際会議 MMVR16 (Medicine Meets Virtual Reality 16) が開催された．本会議は例年ロサンゼルス近郊で開催されており，第 16 回目となる今回もロス国際空港から車で約 40 分の地で行われ，会場周辺の湾岸にはヨットが数多く並んでおり参加者は穏やかな雰囲気の中でリラックスして会議に参加することができた．

今回の会議では，最先端トピックとして細胞手術のオーガナイズドセッションが企画され，従来の器官や組織といったスケールではなく細胞といったナノスケールの生体を対象とした物体操作や可視化，可触化に関する研究動向が紹介された．メリー大学の Desai らのチームからは，細胞を操作する際に力覚を提示することで細胞を操作する際の操作性が向上したという報告がなされた．

一般の口頭発表は各日 2 セッションパラレルで行われた．ポスターセッションではコアタイムは早朝 7 時の開始であったが，多くの参加者がポスター会場に足を運び，熱心に説明に耳を傾けていたのが印象的であった．口頭発表セッションの構成としては，基盤技術と応用システム・検証に分けることができた．基盤技術は，可視化，可触化，物理法則モデリング，トラッキング等のセッションが従来通り組まれた．応用システム・検証は，教育・訓練システム，手術計画，術中支援システム，セラピー・



MMVR16　口頭発表セッションの様子

リハビリシステムといったシステムの構築やその検証に関するセッションが組まれた．但し，従来は教育・訓練システムといったセッションに分類されていた内容が，学習理論・評価指標といった独立したセッションに分けられており，応用技術の発展，細分化が進んだことを感じさせられた．

検証方法の確立やそれを用いた報告事例の増加も目覚ましいものがあった．ワシントン大学の L.Rosen らは，5 年間にわたる長期間の記録データに基づくスキル分析の結果を報告していた．以前は発表者の大半が工学者であったが，今回の会議では医師による発表も多く，医師への VR 技術の浸透もみてとれた．一方で，外科医のスキルとは何か，またその分析の前段階として必要な，一連の操作からの個々の操作の抽出・記号化については，まだ技術的に確立されていない点が多い．それに対して，John Hopkins 大学の C.E.Reiley らは確率モデルを用いて外科的操作を自動認識する試みを報告しており，今後の発展が期待される．

次回の会議 MMVR17 の詳細は，今後，下記 URL にて掲載される予定である．

http://www.nextmed.com/mmvr_virtual_reality.html

■寄稿募集案内

◆会議・イベント参加報告募集

本学会の会員の皆様向けの出版物における会議・イベント参加報告は，多くの学会員の皆様にご興味を持って読んでいただいている記事の一つであると思います．会員の皆様の活動範囲とご興味の拡大につれ，会議参加報告で取り扱う会議やイベントの範囲も幅広くなってきました．学会誌委員会とニューズレター編集委員会では，世界の VR に関する会議やイベントへの参加報告を広く会員の皆様から募集しております．ニューズレターでは，原則としてテキストのみ，本文 1000 字程度の報告を掲載いたしますが，学会誌では可能であれば図や写真なども付して，半ページから 1 ページ程度を掲載いたします．学会誌委員会とニューズレター編集委員会からなる会議参加報告企画委員会で検討いたしますので，国内外の学会，研究会，展覧会，展示会，今までに取り上げられなかった会議，新しく始まった会議など，本学会員の皆様の興味を引きそうなものについて，お気軽にお問い合わせをいただき，情報をお寄せ下さい．なお，採用された方には，規定に従い薄謝を差し上げます．

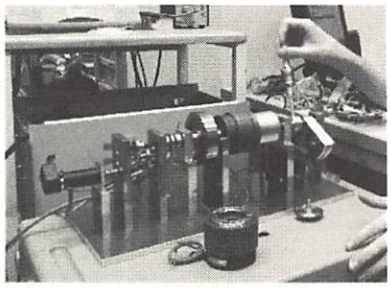
◆留学体験記募集

学会誌委員会では、Vol.12 No.2 より始まった新企画「ワクワク留学体験記」の原稿を募集しています．これまで研究室紹介で扱っていた，留学先の研究室を，もう少しくだけた感じで留学体験記をメインにご紹介いただこうという企画です．留学から帰ったばかり，もしくは留学中の学会員の皆様，ぜひ留学体験記をお寄せ下さい．

詳細については下記にお気軽にお問い合わせ下さい．なお，採用された方には，規定に従い薄謝を差し上げます．

お問合せ・寄稿先：
日本バーチャルリアリティ学会
学会誌委員会
E-mail: office@vrsj.org

● 研究室紹介



衝撃力提示用ハプティックデバイス

京都大学

大学院工学研究科機械理工学専攻
工学部物理工学科機械システム学コース

横小路研究室（メカトロニクス分野）

横小路泰義

1. はじめに

横小路研究室は，2005 年度から活動を開始した研究室で，工学研究科機械理工学専攻機械力学講座メカトロニクス分野というのが正式名称です．学部学生は工学部物理工学科機械システム学コースに属する学生が配属されています．2007 年度のメンバーは，教員 1 名，技術専門職員 (技術協力) 1 名，博士課程学生 2 名 (うち 1 名 6 月に学位取得)，修士課程学生 5 名，学部学生 2 名，海外からの研究生 2 名 (本原稿執筆時には既に帰国) という構成です．

2. 研究テーマ

現在の当研究室の研究テーマの 3 つの柱は，ロボティクス，VR，テレオペレーションです．またこれらには当然人間自身も大いに関係してきます．これらの関係を図に表したのが図 1 です．人間とロボット，実環境と仮想環境とが鏡像の関係にあり，また人間 - 仮想環境，ロボット - 実環境とがテレオペレーションを介して相補的関係にあることが分かります．以下では，これら個々のテーマの中から代表的な研究について紹介して行きます．

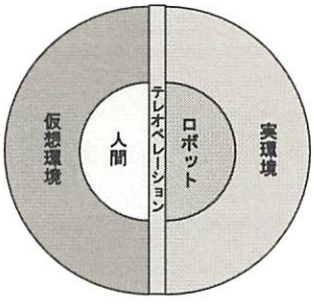


図 1　人間と VR，ロボットの関係

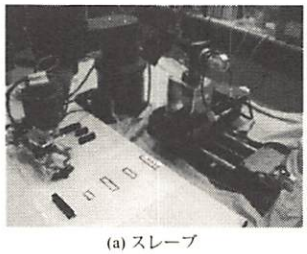
3. ハプティックインタフェースに関する研究

バーチャルリアリティの中でも当研究室は主にハプティックインタフェースの研究を中心に行っています．これまでにも遭遇型ハプティックインタフェースの動作計画や多指遭遇型ハプティックデバイスの開発などを行ってきましたが，ここでは遭遇型の考え方を発展させた衝撃力提示用ハプティックデバイスについて紹介します．タイトル枠内の写真は試作した装置の外観です．これまでハプティックデバイスで剛体壁を提示するのは難しい問題でしたが，我々は衝突の際の衝撃力を提示するためにデバイスに取り付けたフライホイールにあらかじめ適量の運動量を蓄えておき，仮想環境内での衝突の瞬間にフライホイールとデバイスとをクラッチで一瞬のうちに結合させることで，危険な大出力のモータを使うことなく衝撃力を発生させる装置を開発しました．

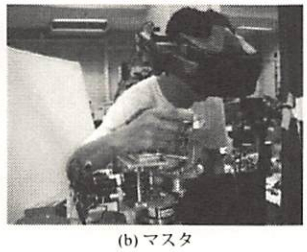
これ以外にも，遭遇型ハプティックインタフェースの動作計画について従来の方法よりもより優れたものを現在研究しています．

4. テレオペレーションに関する研究

当研究室で最も長い歴史を持つのがテレオペレーションに関する研究です．ここではまず，当研究室で開発した腕，手，視覚の機能を統合した遠隔操縦システム (図 2) を紹介します．組立作業など器用さが要求される作業を遠隔操縦で行うためには，人間と同様に操縦型ロボットにも腕と手と目の機能が必要です．図 2 (a) は，2 自由度の腕，各指 2 自由度の指を 2 本持つ手，ステレオカ



(a) スレーブ



(b) マスタ

図 2　腕，手，視覚の機能を統合した遠隔操縦システム
＊口絵にカラー版掲載

メラを備えた頭部から構成されるスレーブロボットであり，図2(b)はそのためのマスタ装置です．この遠隔操縦システムを用いて，複雑な作業をするためにはどんな機構やセンサが必要なのかを調べたり，操縦者である人間がどのように操作するのかを見ることで，最終的に同じような作業を自律型ロボットを実現するための知見を得ることを目的にしています．

当研究室ではこのような基礎的な研究と平行して，テレオペレーション技術の実用化を目指した研究も行っています．図3は，株式会社テムザックが最近開発・発表したレスキュー活動支援用の双腕型油圧駆動重作業ロボット(T-53 援竜)ですが，アームの制御技術等で我々も協力をしました．これ以外にも油圧制御システムの性能向上に関する研究や，微細手術への適用を目標に据えた可変スケール型のバイラテラルスケールドテレオペレーションの研究なども行っています．

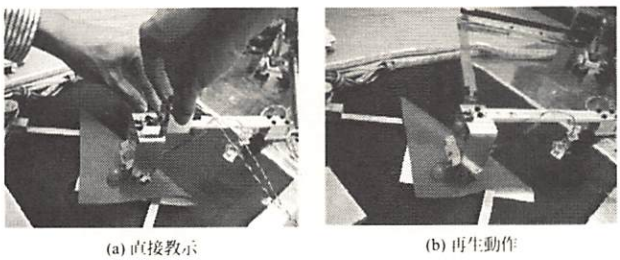


図3　柏崎で実証実験中のT-53援竜

5. ロボットハンドに関する研究

ロボットの研究の1つとして，折り紙を折るロボットハンドの研究を紹介します．これまでのロボットの研究では，人間の手の外観を模したロボットハンドを作るというアプローチが取られることが多かったのですが，我々は人間の手の外観にとらわれずに人間の行う作業を実現できるロボットハンドを作るというアプローチを取りました．作業対象を折り紙とし，そのようなアプローチを取った結果出来上がったのが図4のロボットハンドです．

人間が折り紙を折る様子をじっくりと観察して検討した結果，4本の指があれば簡単な折り紙作品であれば折れることが分かりました．現在は図4に示すように，人間による直接教示からロボットの動作を生成させる研究を行っています．折り紙のような柔軟物体は挙動に揺らぎがあるため，人間は施行毎に微妙な調整をしていますが，複数回の教示データから得られる統計的性質からこの調整法則を自動的に抽出することで，毎回失敗せずに紙を折る動作を生成させることができるようになりました．



(a) 直接教示　　(b) 再生動作

図4　折り紙ロボット
＊口絵にカラー版掲載

6. 人間の手に関する研究

最近は，人間の手そのものの機能の理解を目指した研究も行っています．人間の手は多くの筋肉と腱の複雑なネットワークによって運動が実現されており，その機能はまだ工学的に厳密に説明されているとは言えません．そこで我々は，図5に示すような指の筋骨格モデルを構築し，数値シミュレーションを通して手の機能の解明を目指しています．現在は手の筋肉の中でも特に虫様筋に注目しており，数値シミュレーションによって虫様筋によって指の動きの細かな調節が可能となり，また指先力の分解能の向上にも役立っているらしいことが分かってきました．

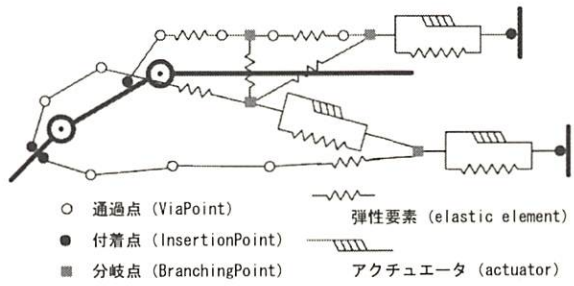


図5　ヒトの示指先端部の筋骨格モデル

7. おわりに

以上紹介した研究テーマからお分かりいただけるように，現在のところ当研究室では様々な側面から「手」に焦点を当てて研究を進めています．VRの研究もロボティクスの研究も結局は「人間の機能面での理解」が究極にあるのではないかと思います．我々も様々な側面から人間の理解を目指しており，VRはそのための重要な側面の1つであると言えるでしょう．当研究室では，理論と実験の両方を重視しており，研究の一連のプロセスを学生に体験してもらうよう心がけています．当研究室に興味をお持ちの方は，是非下記までご連絡ください．

【連絡先】
京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻
准教授　横小路泰義
〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町
TEL：075-753-5222　FAX：075-771-7286
E-mail：yokokohji@me.kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.mechatronics.me.kyoto-u.ac.jp/personal/yokokohji/index.html

● 製品紹介

ヤマハ株式会社

歌声合成システム Vocaloid
～初音ミクとその仲間たち～

剣持秀紀



Vocaloid2「初音ミク」
© Crypton Future Media,Inc

1. はじめに

"Vocaloid" とはヤマハ株式会社が開発した素片連結型の歌声合成技術およびその応用商品の総称である．商品は現在のところヤマハの商品としては販売されていない．ヤマハが技術およびソフトウェアを国内外の数社にライセンスし，そのライセンス供与先の会社が独自の歌声のライブラリを開発し，ヤマハ製のソフトウェアをバンドルし，製品として販売している．

2004 年に最初のバージョンをリリースし，2007 年には改良版である Vocaloid2 を発表した．これを応用した「初音ミク」(クリプトン・フューチャー・メディア株式会社) は，販売開始からわずか 3 ヶ月で 25,000 本以上の売上となっており，音楽制作ソフトウェアとしては異例のヒットとなっている．また，それを使った楽曲が数多く動画共有サイトに投稿され，そこでの人気曲が着うた® やカラオケに配信されるなど，単なる音楽制作ソフトウェアを超えた現象が起こっている．

本稿では，Vocaloid の開発の狙いとシステム概要，各構成要素の説明，そして今後の見通しについて述べる．

2. VOCALOID の狙い

歌声を合成しようという試みは 1960 年代から行われていた．その後も研究レベルでは様々な試みが続けられ，コンシューマー用の製品もいくつか販売されたが，合成音の品質の面で，実際の音楽制作シーンで広く用いられるまでには至らなかった．

Vocaloid は実際の音楽制作シーンで「使える」歌声合成を目的として開発してきた．「使える」とは，(1) 歌詞が聞き取れること，(2) スムーズであること (ノイズ等がないこと)，(3) 自然であること (ブザー音的な不自然感がないこと，自然な表情) である．これらに加えて，使いやすい楽曲制作環境も音楽制作シーンで「使ってもらう」ためには重要である．

Vocaloid では実際の人間の歌声の録音から取り出した断片 (音声素片) を連結する方式となっている．純粋に技術的な興味だけから言えば，実際の歌声をベースにせず，物理モデルをもとにゼロから合成するような方式の方が面白いかもしれないが，音楽制作シーンでの使用に耐えうる歌声を合成するのは，現在のシミュレーション技術ではまだハードルが高いと思われる．

Vocaloid 歌声合成システムは，図 1 のように，(a) ユーザが歌詞や音符を入力する**スコアエディタ**，(b) 実際の歌声の録音をもとに取り出した音声素片の集まりである**歌手ライブラリ**，(c) 歌手ライブラリ中の音声素片を連結・変換する**合成エンジン**から構成される．

以下それぞれの要素について説明する．

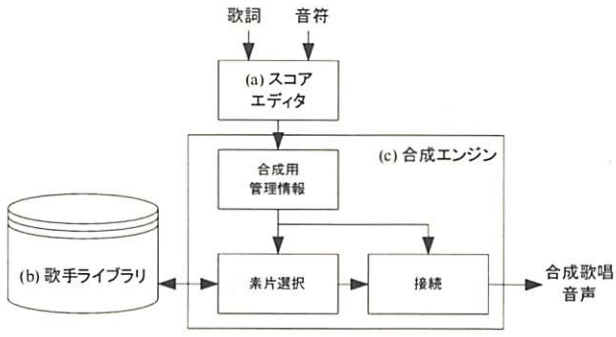


図 1　Vocaloid の構成

3. Vocaloid 構成要素

(a) スコアエディタ

スコアエディタの外観を図2に示す．歌声に必要な基本要素，すなわち歌詞と音符(音程，タイミング，長さ)を効率的かつ直感的に入力できるように，ピアノロールを基本にしたユーザインタフェースとなっている．歌詞に関しては，日本語の場合は平仮名または片仮名，英語の場合は単語をそのまま入力し，内部で自動的に音声記号に変換される．ユーザが音声記号をエディットして変更することも可能である．

歌詞と音符に加えて，歌声に必要な歌い出しや音符間の歌い回し，伸ばし音中のビブラートなども簡単に調整できるようになっている．

その他合成音の声質も時変的にコントロールできる機能も備えている．

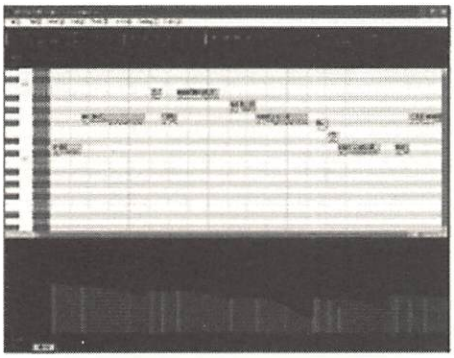


図2　スコアエディタの外観

(b) 歌手ライブラリ

歌手ライブラリは，diphone すなわちある音素から別の音素の変化部分と，母音の伸ばし音が含まれる．diphone の数は，1ピッチあたり日本語の場合約450，英語の場合は2500である．歌手の歌声の音色は音域によって異なるため，同じ音素の diphone であっても複数の異なるピッチについてそれぞれ素片を持つ．

歌手ライブラリ制作にあたっては，実際の歌手に特別な歌詞を歌ってもらい，その録音から必要な部分を切り出して登録する．ライブラリ制作はある程度自動化されているが，最終的には人間の耳と目による調整が必要である．

(c) 合成エンジン

合成音声は歌手ライブラリから必要な素片を選択し，接続する．例えば「咲いた」([saita]) という歌詞を合成するためには，#-s, s-a, a, a-i, i, i-t, t-a, a, a-# (# は無音，下線は伸ばし音を示す) という素片を接続する．

もちろん単純に素片を接続しただけでは歌にならない．ユーザが指定した音符の音程，音符のタイミングや長さに合うように素片を加工しつつ接続する必要がある．

タイミングに関しては，歌声特有の制御が必要になる．「咲いた」の例で言えば，[sa] という音節の開始部分を音符の開始時刻に合わせたのでは，人間の耳には遅れて聞こえる．人間は無意識に音節内の母音の位置でタイミング合わせを行っているからである．そのため，s-a という素片の母音部分の開始位置が音符の開始時刻に合うように，素片の使用タイミングの調整を行う．

ピッチに関しては，ユーザの指定した音符や表情に合うように内部的にピッチ曲線が描かれる．このピッチ曲線で指定されるピッチに合うように素片のピッチ変換を行なう．ピッチ変換は波形をFFTし，周波数軸上でスケーリングすることで行う．

ピッチ変換を行っただけでは，素片間に音色の違いがあるため，そのまま接続すると音色が突然変化するためにノイズとなる．そこで伸ばし音の間で音色の補間を行うことで音色の突然の変化を避けるようにしている．「咲いた」の例で言えば，s-a の最後の [a] のスペクトル包絡と a-i の最初の [a] の音色を補間することで a の伸ばし音区間のスペクトル包絡を作る．s-a および a-i の区間では素片が持つスペクトル包絡をそのまま用いる．このようにして求めたスペクトル包絡に倍音に相当するスペクトルのピークが沿うように，ピーク近傍の強度の調整を行う．

最終的に逆 FFT を行い，時間領域の波形が得られる．

4. 今後の見通し

多くのユーザが楽曲制作に Vocaloid を利用するようになったとは言え，実際の人間の歌声と Vocaloid の合成音声を比較すると克服しなければならない要素が多くある．今後とも合成のクオリティを高め，人間の歌声により近い歌声が作り出せるように開発を進めていきたい．

【連絡先】
ヤマハ株式会社
サウンドテクノロジー開発センター
担当者：剣持・大下
静岡県磐田市松ノ木島 203
TEL：0539-62-6448
FAX：0539-62-5363

ラク楽実践 VR

- 手と足と頭を使え！ VR システムの作り方 -

今回はラク楽実践 VR の名にぴったりの製品を紹介いたします．一昔前の PC ならば，本体だけでもシリアルやらパラレルやらと，多くの I/O を持っていましたが，今どきの PC は USB ばかりでお手軽な I/O ポートがどんどん無くなってきており，VR 関係者にとっては寒い時代となっています．このような状況に一石を投じてくれる PhidgetInterfaceKit を今回は取り上げてみました．要は USB を使った汎用 I/O なのですが，特筆すべきはそのソフトウェアの対応の幅です．これが VR 研究に対してどの程度使えるかを，本企画の常連としてご活躍いただいております諏訪東京理科大学の五味さん，清水先生に奮闘いただきました．

野間春生 (ATR)

第 15 回
Phidget 奮闘記 - 応答速度編 -

五味秀敏，清水俊治（諏訪東京理科大学）

Phidgets は，物理デバイス (スライダー，スイッチ，LED，モータなど) を PC 上の GUI と同じ感覚で利用することを目標としたデバイス & ツールキットの総称だ．もとになったのはカルガリー大学の Saul Greenberg 氏らによって始められたプロジェクトの成果物らしい [1]．今回使用したのは Phidgets 社製品 [2] Phidget Interface Kit Package #1 というキットで，国内代理店のぷらっとホーム [3] より 28,400 円 (税込) で販売されている．

■ Phidget Interface Kit Package #1

内容物は

【インターフェース】

・PhidgetInterfaceKit 8/8/8 (図 1)

【センサ】

・タッチセンサ　　・力量センサ
・スライダーセンサ　　・光センサ
・プッシュボタン (8 個)
・LED (緑・赤・黄　各 8 個)
・USB ケーブル (1.8m)

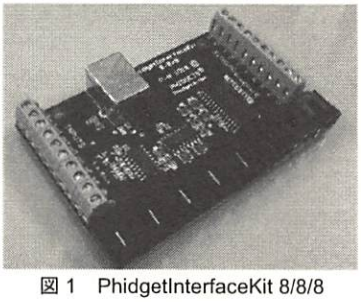


図 1　PhidgetInterfaceKit 8/8/8

■ハードウェア

この他にもいくつか違う種類の基盤 / センサやセットがあり，RFID やサーボ制御用の基盤もある．今回使用したメイン基盤の PhidgetInterfaceKit 8/8/8 には，アナログ入力 / デジタル入力 / デジタル出力がそれぞれ 8 ポートずつ用意されており，PC とは USB を介して通信を行なう．

入出力端子はコネクタになっており，ケーブルを差し込むだけでセンサモジュールを接続する事が出来る．半田付けは一切要らない仕様になっており，デジタル出力端子には直接 LED を繋げられるよう内部回路に抵抗 (300Ω) が組み込まれている．

■ソフトウェア

Phidgets 社のホームページに Phidgets のドライバとサンプルプログラムが用意されており，

・Windows　　・Mac　・Linux
・Windows Mobile/CE

4 種類の OS に対応したドライバと，サンプルプログラム，特に Windows に関しては，以下 14 種類が用意されている．

・VBScript　　・VB.NET　　・VB6
・VBA　　・C#　　・Labview
・Matlab　　・Delphi　　・Java
・Python　　・ActionScript 3.0 (Flex/Flash)
・Max/MSP - Windows　　・VC/VC++/Borland
・Microsoft Robotics Studio

■サンプルプログラム動作

動作は Windows 環境の，VC/VC++/Borland のサンプルプログラムを用いて，開発環境 Microsoft Visual Studio 2005 で行った．セッティングは非常に簡単で，ソフトウェア開発環境さえインストール済みであれば，10 分程で動作させる事ができる．また，ドライバと同時にインストー

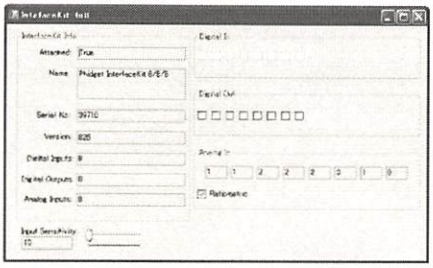


図 2　Interfacekit-full ウィンドウ

表 1　デバイスの実行サイクル

	カタログ値	実測値
	(samples / second)	
デジタル出力	～125	125
デジタル入力	～125	125
アナログ入力	～65	65

ルされる Phidgets21Management 内の, Intefacekit-full (図 2) を用いれば，ソフトウェア開発環境が無い状態でも簡単な動作確認や操作を行う事が出来る.

次に，提供されるサンプルプログラムの仕様について特長的な部分を挙げる．通常 H8 マイコンボードのプログラムであれば，入力された値がレジスタ及び特定アドレスに格納される．だが，サンプルプログラムでは，入力に変化があった時に CallBack 関数らしきものが実行され，その引数として，変化したポート番号とポートの値が示される間接的で PC ライクなものであった.

■デバイスの処理速度測定

始めに動かそうとしたのはサーボだった．そこで high, low を繰り返すプログラムを組んでデジタル出力をオシロスコープで見たところ，最短パルス幅が 3ms だった．仕様書の Digital Output Update Rate は 125 samples / second であり，逆数の 2 分の 1 では 4ms となるはずである．この点と，入出力の同時実行についても調べた (図 3).

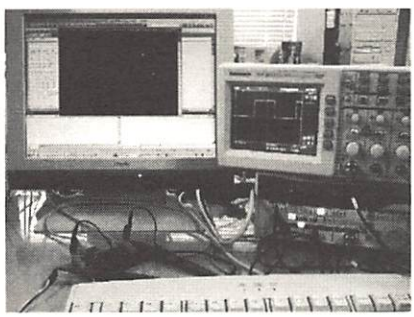


図 3　測定風景

測定方法は，Phidgets のデジタル及びアナログ入力端子それぞれに，ファンクションジェネレータから方形波パルスを入力し，パルスを 20 回カウントする毎に Phidgets のデジタル出力 (high/low) を反転するようにした．この出力をオシロスコープに取り込む事で，表示された方形波のパルス幅から 20 回分のデータ取得までの時間が分かる．あとはパルス幅からデータ取得可能な間隔時間を算出する．表の実測値については，信号が安定しなかったため，一番短いパルス幅を用いて算出した.

測定結果を表 1 に示す．測定値の全ての値が，カタログ値と並んだ．デジタル出力の最短パルス幅は，カタログ値の 4ms を上回る 3ms だったが，4ms を上回ると次の low 時間が伸びて，結果的に平均すると 4ms で，カタログ値と等しくなった.

追加実験として，デジタル入力で方形波を読み取り，デジタル出力から同じ波形を出力するプログラムを組んで実行した．結果は 18ms 以上遅れて同じ波形が出力された．この遅延時間は一定せず，動作環境により大きく異なり，以下の遅延が常に変動しながら含まれる．遅延時間は，18 ～ 24ms(P4 3GHz USB2.0), 18 ～ 68ms(P Ⅲ 550MHz USB2.0) であった．因みに，1 秒周期の方形波入力であっても，遅延時間は上と同様に変動する．よって，速度の問題もあり，PhidgetInterfaceKit 8/8/8 のデジタル出力では，直接サーボを動かすことは出来ない.

最も良い値である 18ms の値については，デジタル出力とデジタル入力のサイクル時間を合計したものだと考えられるが，カタログ値 (入力 8ms+ 出力 8ms ＝ 16ms) 以上の遅れが生じている．どうやら，カタログにも記されているように，デジタル出力であれば～ 125samples / second と，最大値が 125 であり，常時この値で実行できる訳ではないようだ.

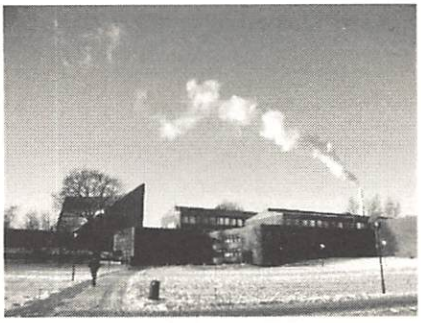
個人の HP を見ていると，主にコントローラやデータロガー等の使い方が殆どであったが，動画共有サイト youtube に投稿されていた動画では，模型車に Phidgets を載せ，PC から操作していた．動画では有線だったが，ワイヤレス USB (WUSB) を使用すれば無線で動作させる事も可能であろう．LAN 経由での遠隔操作も含めて，遊びの幅は広いように思う.

参考 URL

[1] デバイスふらり旅 HP：http://mobiquitous.com/device/
[2] Phidgets Inc HP：http://www.Phidgets.com/
[3] ぷらっとホーム HP：http://www.plathome.co.jp/

ワクワク留学体験記

Helsinki University of Technology



佐藤宗彦（東京大学）

1. はじめに

私は，修士 1 年であった 2006 年の 9 月から 2007 年の 7 月まで，フィンランドの Helsinki University of Technology は Department of Computer Science and Engineering で，交換留学として滞在しました．大学やそれ以前の頃から，漠然と「若いうちに 1，2 年海外で生活をしたい」と考えていたことが，背景としてあります．しかし，修士から国外で学ぶべく計画を推し進める友人達を横目に，そこまでの思い切りや行き先の当ても無く，具体的な行動を起こさずに過ごしていました．ところが，その「若いうち」が間もなく終わろうとしていることにはたと気付き，折衷案として 1 年間の交換留学を選びました．

さて，私がフィンランドに行ったというと誰もが (フィンランド人もが) ひとしなみに発する問いが，「何故わざわざフィンランドに ?」というものです．コンピュータサイエンスの学生の端くれとしては，Linux の生みの親 Linus Torvalds の国だからという理由も無い訳ではありません．むしろ，日本と全然違う文化と環境の下で生活したいという，単純な理由によります．英語で勉強ができ，かつ奨学金を頂ける交換留学提携校としては，他にアメリカの大学もあったのですが，アメリカならいつでも行けるだろうということで，フィンランドを選びました．

2. 大学生活

修士レベルでの交換留学の場合，人によって研究中心であったり講義のみであったりと幅があるのですが，私は両方適度に行うつもりでした．しかし，研究のスーパーバイザーをしてもらおうにも，面識やつながりのある教授は，残念ながら私にはいません．そこで，大学の研究室のウェブページをいろいろと調べ，マルチメディアやシアターパフォーマンス等，面白い研究を行っていた Professor Tapio Takala 宛に，打診のメールを送りました．ところが，正式な留学許可が下りたのが 6 月，そのメールを送ったのが 7 月頃と，かなり遅くなってしまったことが仇となり，休眠状態の大学と夏季バカンス中の教授に連絡が取れないままの渡航となってしまいました．

気を取り直して，前半は，英語とフィンランド語の語学の授業と，Takala 教授が教鞭を執る，グループでパフォーマンス作品をつくるプロジェクトワークの授業と，ゼミを履修しました．そして，年が明けた頃から研究プロジェクトに Visiting Student として在籍しました．

このプロジェクトワークの授業で印象的だったのは，作品案を提出する際に，作業内容の分担とそれらの推定所要時間・スケジューリングも合わせて提出を求められた事です．日本で私が受けた大学の授業では無かった事でした．また，作品制作後のレポートでも，実際に作業に要した時間・プロジェクトの進行について報告する必要がありました．限られたリソースの中での目標達成について，重要視しているなと感じた点です．

Takala 教授は，2 つの研究プロジェクトを持っており，それぞれ 5 人程度の研究員や学生がついていました．日本との大きな違いの 1 つは，修士課程の学生も給料を貰って研究を行うという点です．それ以外に，成人の年齢と意味，徴兵制，無償の高等教育，卒業までの年数の自由さ等，日本とは様々な相違点があります．ですので，単純な比較は無意味ですが，様々な事を考えさせられる日々でした．

研究室では，1 日 7-8 時間・週 5 日の規定勤務時間以上は働かず，例えば学会への論文提出で週末にも作業が発生したら，その分は翌週休むといった徹底ぶりでした．また，それぞれの生活を大切にする国らしく，22 時頃まで太陽の照る夏至頃は，7 時から 15 時まで働き，その後は自分と自分の家族のために時間を使う人も居まし

た．30歳前後だった研究プロジェクトの責任者が，ある金曜日の15時頃に「今週はこれでおしまい！」と，もう1人の研究員とスケートボードを片手に研究室を後にした時は，ライフスタイルの違いを肌で感じました．

ここで，言葉について，簡単にまとめておきたいと思います．フィンランドの公用語は，歴史的な事情によりフィンランド語とスウェーデン語の2つであり，標識や広告，公式文書は2言語での表記があります．また，フィンランド語は500万人のフィンランド国民にしか使われない言語であり，ローカライズのコストに見合った市場が無い場合が多々有ります．そのため，映画や教科書，テレビ番組・ゲームまで，必然的に英語によるものが多くなります．そのような理由もあって，地元のおばちゃんから場末のバーの酔っ払いにいたるまで，殆どのフィンランド人は英語が非常に上手で，滞在中に相手の英語力が問題でコミュニケーションに困るということは，まずありませんでした．ヘルシンキの現代美術館で行われたメディアアート関連のワークショップに参加した時も，エピソードとして印象に残っています．ヘルシンキのローカルなイベントであったにも関わらず，数十人中2人フィンランド語が分からない人が居ただけで，その場でプレゼンテーションをすべて英語に切り替え，ジョークを交えつつ，聴衆も誰1人として嫌な顔をせずに議論が交わされました．その状況に，日本との大きな違いを痛感しました．

3. 文化の違い・環境の違い

ここでは，更に文化や環境の違いについて記しておきます．

まず，文化面です．上で述べたように人口500万人の国であるからか，コミュニティが小規模で，概して他者を信用し，情報をオープンにする傾向があります．それは，例えば，国民背番号制を早くから取り入れていたり，学生寮のネットワークが固定IPで，さらに各部屋のIPが公開されていたり，SNSのFacebookのプロフィールで住所・携帯電話番号・パートナーを広く公開したり，と言った点でも感じられますし，Linuxが生まれた国であることも納得がいきます．

また，ナンセンスであったり不条理であったりするシステムが少ない事も印象的でした．電車やバスの車内での携帯電話の通話はもちろんOKですし，スーパーのレジ袋は有料で，多くの人が当然のように手持ちの袋を使います．日本で侃々諤々の議論が行われている対象は，些細な事があまりに多く，滑稽にさえ思えました．

研究室の勤務状況を前章で挙げました．仕事に対してのこのような向き合い方は，一見自由な反面，ある種厳しい側面もあります．仕事によって他者の自由を制限しませんが，これは同時に，仕事を自分の人生の言い訳や，唯一の目的には出来ないという事も意味します．それゆえに，仕事以外の生き甲斐や目的，大切な人等を持っていない人は，そこで苦しむ事となります．フィンランドは，自殺率が高かった事で有名です．それは，寒く暗くそして長い冬の間ではなく，雪が融けて春が訪れ，皆が胸を躍らせる時期に，「でも，自分はどうも幸せを感じられない」という場合によく行われるのだと，フィンランド人の友人から聞かされ，大変納得した記憶があります．

もう1点述べておかねばならない話題は，他の外国人留学生です．アメリカと同じく，中国やインドからの留学生が多かったのですが，やはり彼らの意気込みや将来のビジョンには目を瞠るものがあり，日本の大学生と比べると，この国の将来への大きな危機感を新たにしました．

4. おわりに

留学中，ヨーロッパを始め世界中からの留学生と触れ合い，交わした議論は，そのひとつひとつが忘れがたいものです．

私の留学は，研究に中心をおいたものでなく，学会誌には相応しいものではないかもしれません．しかし，このような留学もあるのだということを知っていただき，思い思いの留学をする方が増えたならば，望外の喜びです．



研究室のサウナパーティのひとコマ
向かって左がTakala教授

【著者略歴】
佐藤宗彦：東京大学大学院・情報理工学系研究科修士課程1年．実空間型ディスプレイの研究に従事．

BOOK REVIEW 1

ブレイン・マシン・インタフェース - 脳と機械をつなぐ
ブレイン・デコーディング - 脳情報を読む

BOOK REVIEW

「脳を活かす」研究会 (編)
オーム社　ISBN 427450140X, ISBN 4274501418　2007 年発行

評者：雨宮智浩（NTT コミュニケーション科学基礎研究所）

人間は感覚器を通じて外界から刺激を受容し，中枢系による処理を経て，状況を判断し，情動が生成されたり，外界に骨格筋を通じて働きかけたりする．この図式に情報を提示する装置 (ヒューマンインタフェース) を介入させる場合，一般に感覚器あるいは骨格筋と外界の接面にこの装置が置かれる．

しかし，ブレイン・マシン・インタフェース (BMI) あるいはブレイン・コンピュータ・インタフェース (BCI) はこうした図式の前提を根底から覆す可能性を秘めている．なぜなら，感覚器や骨格筋ではなく，中枢系の処理に直接アクセスできるからである．もはや，感覚器を介すことなく感覚を惹起させ，骨格筋を介することなく外界へ働きかけることが可能となりつつある．



BMI/BCI 研究への関心は高まりつつあり，本学会論文誌でも特集号が組まれたことは記憶に新しい．BMI/BCI 研究には神経生理学，脳科学，心理物理学だけでなく，電気工学，ロボット工学，信号処理技術，さらに倫理学や経済学なども関連し，まさに学際的な領域へと展開している．

「ブレイン・マシン・インタフェース」は 2006 年 11 月に開催された「脳を繋ぐ」研究会の成果をまとめたものである．fMRI などの非侵襲型だけでなく，神経プローブ技術などの侵襲型の脳機能計測装置を用いた報告や，筋電からロボットハンドを制御する報告などが扱われている．

さらに人工内耳や網膜電気刺激による視力回復など，中枢系ではなく感覚器を対象とした先端的なサイボーグ技術についても触れられている．このようなサイボーグ技術が着実に日常生活に浸透していることは，BMI/ BCI の実用化においても同様の機能回復がキラーコンテンツの 1 つであることを示唆しているように感じた．

「ブレイン・デコーディング」は 2006 年 12 月に大阪大学で開催されたシンポジウム「脳を読む」の成果をまとめたものである．ただし，タイトルに反して，「脳情報を読む」技術や方法や事例について扱っているのは 6 章中 2 章のみであることに注意しなければならない．それ以外の章については芸術，マーケティング，経済学，ゲーム理論，ヒヨコの動物行動学等の事例が紹介され，各分野の観点から脳科学の基礎研究に対する期待が末尾に記述されている．おそらく，脳から何をデコードすることが求められているのか，脳からデコードされたものが何に役立つのかという点が本の趣旨であり，基礎研究の出口を探ろうとする試みが垣間見える．

紹介した 2 冊の本はともに「脳を活かす研究会」の分科会の成果をまとめたものである．このように，国内外の多くの学会で，BMI/BCI に関するワークショップが開催され，1 つの潮流となっていることを実感している読者も多いだろう．特に米国では非常に大きな研究費のもと，ヒトを対象とする臨床応用の研究までもが進められている．国内では倫理面などからヒトへの侵襲は現状では難しいが，BMI/BCI を使いたい人，あるいは使わせたい人の強い要望が事態を変える可能性もあろう．脳の信号を使って心の状態をより正確に推定して，潜在的な経済活動を探るなどのニューロマーケティングに代表されるように，基礎研究を社会的，産業的にどう還元するかは議論が続いているが，逆に社会的，産業的な展開が基礎研究にどう還元されるのか．双方向での展開も期待したい．一方で，現状で何が出来ていて，何が分かっていて，何が将来できそうか，という点が不明確なまま議論が進んでしまいがちなところが，学際研究の難しさの 1 つであろう．

日進月歩の脳研究の展開を見れば，数年後 (ややもすれば数ヶ月後？) にはこれまでの定説あるいは常識 (とされていたもの) が覆っている可能性もある．近い将来，SF の技術と現代の先端技術を比べるように「あの頃はこう考えられていたのか」と振り返る格好の材料となるかもしれない．

BOOK REVIEW 2

ヒトと機械のあいだ - ヒト化する機械と機械化するヒト

BOOK REVIEW

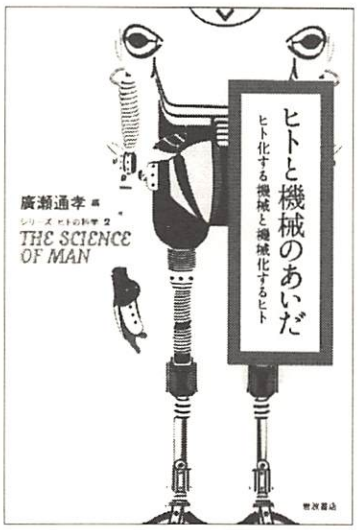
廣瀬通孝　編

岩波書店　ISBN 978-4-00-006952-6 2007 年発行

評者：茅原拓朗（宮城大学）

檜山巽氏のイラストが，やや版ズレを起こした昔の少年雑誌の未来グラビアページ風に印刷されている，ベージュ・黄色・ピンク基調の可愛らしくも美しい表紙のこの小さな本は，最近，私のデスクの傍らに置かれ，私を初心に帰しアイデアの源泉となる座右の書となっている．

本書では，第 1 章で本書を貫くモチーフが提示された後，第 2 章・第 3 章で機械のヒト化・ヒトの機械化という観点から論考が進められ，最後に第 4 章でヒトと機械のこれからの関係が指し示される．また，第 4 章をのぞく各章は，編著者による概説と各領域の研究者との対談がセットになった構造になっている．



第 1 章では，生の一回性 (個人差) を含む広義の「意味」の扱いがヒトと機械を巡っての中核をなす問題であることが本書に通底するモチーフとして提示される．編著者である廣瀬通孝氏と石井威望氏の対談の中でも，明示的に記号化＝プログラムされないレベルでの＜共感＞がヒトと機械のこれからの関係として示される．また，同じ対談の中で，機械＝機能＝シミュレーション (機能を論じることもまさに 1 つの意味論である) という興味深い議論が行われるのだが，機械のヒト化を論じる第 2 章では，まさにヒューマノイドの機能＝意味論を巡って廣瀬氏と比留川博久氏との間でスリリングな対談が展開される．速く効率よく移動するためなら二足歩行よりむしろ車輪を使うべき (機械＝機能) という工学の立場からヒューマノイドの意味論に切り込む廣瀬氏に対し，比留川氏はサイエンスとしてのヒューマノイド研究の立場を認めつつ，工学的意義を破棄しない (あるいは「出来ない」)．ヒューマノイドは工学の対象か，サイエンスの道具か，という議論は今後ますます熱いものになってゆくだろうし，評者の個人的見解だが，ある質的な転換をもたらす段階まで社会的リソースを集め続けるためにヒューマノイド研究が工学として振る舞いきれるかどうかがカギとなる，という面は否定しがたくあるだろう (むろんそれがヒューマノイドという存在の面白さであるわけだが)．第 3 章では，廣瀬氏と伊福部達氏との間でヒトを機械化する技術を巡って対談が行われる．技術的観点から個人差や学習など幅広い問題が論じられる一方，大変興味深いのは，今後起こり得る社会的問題の議論に多くが割かれ，かつそれらの議論がとてもリアルに感じられる点である．自律的な知能機械に対して技術的には後発のサイボーグだが，道具による身体拡張が社会を変えてきたことを私たちは経験済みなので，その点では私たちの社会は実はサイボーグに対して既にある程度成熟していると言えるのである．逆から言えば，自律的な知能機械と共存する社会はまだ私たちの想像の外にある (ヒューマノイドと廊下で鉢合わせしたときよけるべきは人間だろうか，「彼ら」だろうか)．

そして，第 4 章では，廣瀬氏によって意味というヒトと機械のアポリアに対して意味＝時間 (あるいは歴史) という，衝撃的なビジョンが提示される．確かに，21 世紀の技術は時間の制御あるいは無効化を目指していて，人間の非時間化＝機械化なことは経験的にも明らかだし，ロボットの創発的アプローチはまさにロボットに一回性を導入すること＝時間化だったではないか！

ここに至って，やはり，本書からひと月遅れて発行された『生物と無生物のあいだ』(福岡伸一著，講談社現代新書) のことに言及せずにはいられない．この 2 つの書物のタイトルの酷似ぶりには，素直にワクワクさせられてしまうものがある．というのも，本書が結局のところ問題にしているのは，機械という非時間的な「遺伝形質」を得てしまったヒトとはなにか，ヒトとその社会はこれからどこへゆくのか，ということなのだし，『生物と無生物のあいだ』はまさにその中に流れる不可逆の時間こそが生物を無生物から区別するのだと主張しているからである．奇跡の「豪華 2 本立て」として併読をお勧めする．

2007 年度研究委員会報告

■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 30 回研究会 (参加数：12 名)
開催日：2007 年 2 月 8 日
場　所：大阪大学 (大阪)
●第 31 回研究会 (参加数：27 名)
開催日：2007 年 6 月 14 日～ 15 日
場　所：たざわ湖芸術村 (秋田)
●第 32 回研究会 (参加数：4 日 - 45 名，5 日 - 39 名)
開催日：2007 年 10 月 4 日～ 5 日
場　所：旭川市科学館サイパル (旭川)
●第 10 回記念シンポジウム (参加数：40 名)
テーマ：「仮想都市を生きる」
場　所：筑波大学大塚地区 (東京)

活動概要

サイバースペースと仮想都市研究会では，2007 年度も例年通り 3 回の研究会と 1 回のシンポジウムを開催し，最新の研究発表報告と活発な議論を行った．第 30 回研究会では，分散仮想環境のデータ配信方式や嗅覚特性の測定に関する研究などの成果が報告された．第 31 回研究会はテレイマージョン研究会と併催し活発な議論を通じて参加者相互の親交を深めた．また，昨年度発表から選んだ優秀論文 2 件についてサイバースペース研究賞を授与し，受賞者による記念講演を行った．第 32 回研究会は，複合現実感研究会と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共催し北海道旭川市において開催した．2005 年に函館で始めた北海道での共催は今回で 3 回目となり，恒例の発表の場として定着した．11 月 30 日に「仮想都市を生きる」をテーマとして 10 周年記念シンポジウムを開催した．セカンドライフ等のサイバースペースサービスを個人，社会，技術の面から議論した．ここでの議論を発展させ，学会誌特集の準備を開始した．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 22 回研究会＆第 27 回研究委員会 (参加数：約 80 名)
開催日：2007 年 1 月 18 日～ 19 日
場　所：国際電気通信基礎技術研究所 (ATR)
●第 10 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2007)
第 28 回研究委員会
開催日：2007 年 7 月 30 日～ 8 月 1 日
場　所：広島市立大学
参加数：約 400 名
●第 23 回研究会 (参加数：約 50 名)
開催日：2007 年 10 月
場　所：旭川市科学館
●第 6 回複合現実感国際会議 (ISMAR 07)
第 29 回研究委員会
開催日：2007 年 11 月 13 日～ 16 日
場　所：奈良県新公会堂
参加数：約 230 名

活動概要

今年度は例年の独立した研究会の開催に替えて，第 6 回複合現実感国際会議を IEEE Computer Society と共催し奈良県新公会堂を会場として 11 月 13-16 日に開催した．運営には，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) を含め研究委員会委員が多数参画し，複合現実感分野における国際貢献に務めた．その結果，参加者約 230 名の参加があり，その半数以上が国外からの参加者で，昨年の同会議よりも多くの参加者を得ることができた．第 7 回会議は 2008 年 9 月に英国ケンブリッジで開催されることが決まり，共同プログラム委員長として斎藤英雄 (SIG-MR 委員) が選出された．関連する技術内容を扱う電子情報通信学会パターン認識・メディア理解 (PRMU) 研究会と 1 月に共催研究会を開催し，同学会マルチメディア仮想環境基礎 (MVE) 研究会と本学会サイバースペースと仮想都市 (SIG-CS) 研究委員会と 10 月に共催研究会を開催した．例年通り，画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2007) を協賛し，関連分野との連携を図った．2008 年度に論文誌において「複合現実感 4」特集 (発行：2008 年 6 月 (Vol.13, No.2)) を組むための論文募集を行なった．現在査読プロセス中である．

■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 3 回ウェアラブル／ユビキタス VR 研究会
開催日：2007 年 6 月 5 日

場　所：東京大学山上会館 2F 会議室
参加数：約 30 名

●第 4 回ウェアラブル／ユビキタス VR 研究会
開催日：2007 年 11 月 22 日
場　所：東京大学先端科学技術研究センター 3 号館
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．第 3 回および第 4 回のウェアラブル／ユビキタス VR 研究会を開催した．第 3 回研究会は昨年と同様にヒューマンインタフェース学会「人工現実感」研究会と併催とし，また実演展示の実施などにより，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．特別講演には，ウェアラブル技術の今後の重要な応用領域の 1 つになると予想されるアートに関するものと，ウェアラブルの実現の基盤技術であるテキスタイルセンサに関するものを企画した．第 4 回研究会も昨年度同様にヒューマンインタフェース学会「ユーザビリティ」研究会と共催とした．ユーザビリティの分野においてはおもに行動計測などを目的としてウェアラブル技術への関心は高く，このような研究交流の機会が相互に有益であると考えられる．特別講演としては，参加者の興味を考慮して，日常生活の活動のセンシングとこれを利用した支援技術に関する講演を依頼した．

■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 6 回研究会
開催日：2007 年 3 月 2 日
場　所：慶應義塾大学
参加数：50 名

●エンタテインメントコンピューティング第 7 回研究会
開催日：2007 年 5 月 10 日～ 11 日
場　所：パナソニックセンター東京
参加数：50 名

●エンタテインメントコンピューティング第 8 回研究会
開催日：2007 年 12 月 8 日～ 9 日
場　所：長崎県五島コンカナ王国
参加数：20 名

活動概要

アート＆エンタテインメント研究委員会では，大きく分けて 3 つのアクティビティに取り組んできた．1 つは，9 月に発行した本学会論文誌 (Vol.12, No.3) におけるアート＆エンタテインメント論文特集の企画である．54 件の投稿を集め，厳正な査読の結果，27 件を採録した．技術と表現の境界に挑む意欲的な論文の数々が，この分野の道標となり，さらなる発展に繋がるものと期待している．もう 1 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 回開催した研究会や，ACM ACE (International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology) やデジタルコンテンツシンポジウム，エンタテインメントコンピューティング 2007 の協賛など，いわゆるアカデミックな研究会活動である．3 つ目は，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．特に，メディア芸術祭併催の先端技術ショーケースは，アートの祭典に先端技術の魅力を持ち込む企画として，高い評価を得ている．以上，3 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 9 回研究会
共　催：電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会
開催日：2007 年 6 月 28 日～ 29 日
場　所：北海道大学百年記念会館
参加数：約 50 名

●第 10 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」
開催日：2007 年 12 月 14 日
場　所：東京ミッドタウンデザインリエゾンセンター
参加数：約 30 名

活動概要

2 度の研究会を開催した．第 9 回研究会は 6 月に北海道大学にて電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会と共催し，24 件の発表があった．前年度までの 2 年間，この時期に沖縄で行っており，日本列島を縦断した形となった．委員のみならず参加者からも非常に好評であり，大いに会を盛り上げることができた．発表テーマは多岐に渡っており，この分野の研究の裾野の広がりには驚かされた．一般セッションの他，「実・仮想空間の知覚・認知」のテーマセッションを行い，実空間と仮想空間の関係について考えさせられた．第 10 回研究会は 12 月に東京ミッドタウン内のデザインリエゾンセンターにて 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」と共催した．発表件数は 9 件とやや少な目であったが，その分，三次元知覚，触知覚，眼球運動，姿勢制御，運動知覚，メディア心理などについての議

論を深めることができた．さらに，近年注目を集めている「脳－コンピュータインタフェース」について東京大学の唐山先生を招いて講演をお願いした．多くの映像を見せて頂き，この技術の現在の状況，目指すところ，問題点などが明確になった．質疑応答も活発であり，話を聞いた人たちには大いに刺激になったはずである．

■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：2007 年 1 月 29 日
場　所：東京工業大学
参加数：45 名
●技能の情報化・訓練システム研究会
開催日：2007 年 11 月 6 日
場　所：神戸大学
参加数：15 名
●「手」研究会
開催日：2007 年 11 月 19 日～ 20 日
場　所：金沢工業大学
参加数：19 日 - 67 名，20 日 - 56 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，活動をしている．2 年目の活動としては次の通りである．SPIDAR 研究会 (第 3 回)：一般講演 5 件，招待講演 1 件．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．技能の情報化・訓練システム研究会 (第 4 回)：電気学会技能の情報化・訓練システム協同研究委員会と共催，講演 3 件，見学会．見学会では，付属練習船深江丸に乗り，神戸港を見学，船員教育に関する興味深い説明を受けた．「手」研究会 (第 5 回)：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，一般講演 7 件，招待講演 11 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．

■テレイマ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 3 回テレイマージョン技術研究会
開催日：2007 年 1 月 26 日
場　所：岩手県立大学アイーナキャンパス
参加数：20 名
●第 4 回テレイマージョン技術研究会
開催日：2007 年 5 月 12 日
場　所：秋田県たざわ湖芸術村
参加数：30 名
●第 5 回テレイマージョン技術研究会
開催日：2007 年 10 月 19 日
場　所：奈良女子大学
参加数：25 名

活動概要

平成 19 年度の活動概要として，岩手県立大学，秋田県たざわこ芸術村，奈良女子大学にて計 3 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 (INVITE2007) をカナダのナイアガラで開催．更に，日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会では，「テレイマージョン」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．

■触覚デザイン研究委員会

委員長　**篠田裕之**

副委員長　**梶本裕之**

幹事　**仲谷正史**

●皮膚ラボ
開催日：2007 年 11 月 5 日
場　所：東京大学
参加数：13 名
● TECHTILE 展
開催日：2007 年 11 月 23 日～ 27 日
場　所：東京大学
参加数：400 名 (5 日間の来場者数)

活動概要

2007 年 10 月 1 日より発足した触覚デザイン研究委員会は，2001 年より開催を続けている皮膚ラボ (主に皮膚感覚に関する研究会) の開催を 11 月 5 日に行った．今回は直前の連絡であったにもかかわらず，主に，東大・電通大・名工大からの参加者があり，VR 学会大会にて発表内容を中心に，限られた時間内で議論しきれなかった最新の皮膚感覚の知見に関して自由闊達な意見交換が行われた．2007 年 11 月 23 日～ 27 日には，アカデミアの触覚研究成果と，アプリケーションとを結びつける，TECHTILE (TECHnology based tacTILE design) 展を行った．JST さきがけ研究員の筧 康明氏，およびデザイナの nosigner 氏を主要な実行委員に迎え，学会で広く行われている Hands On Demo とは異なる形で，触覚技術を利用したデザイン・アプリケーションの未来を一般来場者に対して示した．合計 7 作品および空間デザインを上述の 2 名および建築デザイナの小川将克氏，東大工学系研究科の学生である大杉哲也氏を交えて製作を行った．5 日間の会期中，アカデミアのみならず私企業の研究者も数多くご来場をいただき，計 400 名余りのご参加をいただいた．詳しくはホームページ (http://techtile.org) を参照されたい．2008 年度も 7 月に触覚講習会の共催，11 月に TECHTILE 展の主催を予定する．

第 12 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

◆幻肢リハビリテーションのための鏡と CG による視覚刺激効果の比較



飯田 拓（いいだ たく）
奈良先端科学技術大学院大学
2006 年九州工業大学工学部機械知能工学科卒業．現在，奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科情報処理学専攻博士前期課程在籍．バーチャルリアリティの医療応用に関する研究に従事．（学生会員）

論文概要

切断などにより失われた肢体が切断後も存在するように感じる幻肢という症状がある．幻肢の治療では，鏡を用いて視覚と体性感覚の不一致を引き起こすことにより脳の可塑性を刺激する手法が効果をあげている．しかし，鏡を用いた手法では身体を拘束されるなどの問題があり治療部位に制限がある．本研究では，鏡の代わりに CG を利用して幻肢部位を表示するリハビリテーションシステムを提案する．本発表では，鏡に比べ解像度などで劣るディスプレイに被験者自身の腕をカメラで撮影し提示した場合と，CG により腕画像を作成しディスプレイ上に提示した場合のそれぞれにおいて，鏡同様に視覚と体性感覚，その中でも運動感覚や位置感覚との不一致を引き起こすことが可能であるか定量的に検証した実験について述べた．実験の結果，ディスプレイ上へ提示した場合のいずれも視覚と体性感覚の不一致を引き起こすことが可能であり，CG を用いたリハビリテーションでも幻肢に対する治療効果を得られるのではないかという結論を得た．

◆ Adaptive IP Imaging における自由視点画像合成の検討



上田 健介（うえだ けんすけ）
東京大学
2006 年東京大学工学部電子情報工学科卒業，現在東京大学大学院情報理工学系研究科修士課程に在籍中．3 次元映像記録・コンピュテーショナルフォトグラフィの研究に従事．（学生会員）

論文概要

動的に制御可能な光学系を用いた撮影技術であるプログラマブルイメージングの一応用として可変焦点レンズアレイを用いた適応的インテグラルフォトグラフィを提案する．

可変焦点レンズは高速に焦点距離を変えられる流体レンズであり，通過する光線の経路を動的に制御できる．そのため，レンズアレイを用いて多視点画像を撮影する技術であるインテグラルフォトグラフィに可変焦点レンズアレイを用いると，シーンに対して適応的にサンプリングする光線を調整することが可能となる．

本発表では，提案手法を用いると撮影シーンをユーザの望む方向から見た画像を合成する手法である自由視点画像合成の品質を改善できることを示した．従来の固定焦点レンズアレイを用いたインテグラルフォトグラフィでは，シーンによって被写体の奥行きを推定できないことが画像品質の向上を妨げていた．一方，可変焦点レンズを用い取得する光線を制御すると，被写体の奥行きを必要十分に推定できるように光学系をシーンに対して適応的に調整できる．結果，事前に物体の奥行き位置がわからない任意のシーンに対しても鮮明な自由視点画像合成をすることが可能となった．

◆キャラクタとの物理的なインタラクションのための剛体モデルと多次元キーフレームアニメーションの連動による動作生成法



三武 裕玄（みたけ ひろのり）
東京工業大学

2006 年東京工業大学工学部情報工学科卒業．現在同大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻修士課程在学中．バーチャルヒューマンの動作生成に関する研究に従事．（学生会員）

論文概要

バーチャル世界との直接的・物理的なインタラクションの実現に伴い，バーチャル世界に登場するキャラクタにも力学に従った多様な反応動作が求められている．この多様な動作を全て準備しておくことは困難なため，キャラクタ動作の自動生成が必要である．一方で，モーションデザイナによる個性やシナリオに合わせた様々なモーションの制作・調整は，魅力的なコンテンツを実現する上で重要である．

本論文では，少ないモーションデータから力学に従った多様な反応動作を自動生成でき，さらに現在のモーションデザイナが持つ知識やスキルを活用してキャラクタの個性や作品のシナリオに応じたモーションをデザインできる動作生成手法を提案した．提案手法では，キャラクタを単一の剛体モデルで近似したリアルタイム剛体シミュレーションによってキャラクタ全身の移動・回転動作を生成する．さらに剛体のシミュレーション結果に対し，モーションデザイナが準備した多次元キーフレームアニメーションを連動させることでキャラクタの動作を生成する．

大会では実際に提案手法により生成された様々な動作の例を動画で紹介し，提案手法の有効性を述べた．

◆半側空間無視患者用 VR リハビリシステムの改良



吉田 泰子（よしだ やすこ）
東北大学

2006 年東北大学工学部通信工学科卒業．現在，同大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻博士課程前期に在学中．半側空間無視患者を対象とした，バーチャルリアリティ・リハビリシステムに関する研究に従事．（学生会員）

論文概要

半側空間無視は，脳損傷後に見られる後遺症の 1 つで，脳の損傷と反対側への注意が著しく低下することで特徴付けられる障害である．これまで，半側空間無視のリハビリとして様々な方法が提案されてきたが，未だリハビリ方法の確立には至っていない．

これまでに著者らは，VR 技術を用いた半側空間無視患者用検査・訓練システムの開発を行ってきた．先行研究のシステム（第 11 回大会にて発表）では，患者が行う仮想空間内でのタスクに視点位置を反映させており，これにより患者の注意を無視側に効果的に誘導できることが明らかになった．しかし，視点計測装置は高価であるばかりでなく，現行のシステムでは全ての患者で視点位置を正確に計測することは難しい．

そこで本論文では，視点位置の代わりに操作器の位置情報を用いて，提示刺激を変化させ，患者の注意を効果的に無視側に誘導するような VR リハビリシステムを構成し，健常者及び左半側空間無視患者による評価実験を行った．その結果，本システムで訓練を行うことにより，無視改善効果が得られることが示唆された．今回提案した操作点情報を用いたシステムでは，高価な視点計測装置を必要としないため，多くの施設への適応が期待できる．

◆曲がった空間上の多対戦型シューティングゲーム



渡辺 啓蔵（わたなべ けいぞう）
数理設計研究所

1998 年横浜国立大学工学部卒業．2000 年同大学院工学研究科博士課程前期修了．コンピュータグラフィクス，コンピュータゲームの研究に従事．（正会員）

論文概要

家庭用コンピュータの高性能化に伴い，1990 年代以降，現実を模した演出が可能な 3D ゲームが多く作られるようになった．しかし，ディスプレイに表示されるのは投影図であるため，プレイヤーがゲームの進行を把握できないこともある．これに対し，1980 年代以前に盛

んに作られた2Dゲームは，演出方法こそ限られるものの，明確なルールの下で直観的に操作することが可能である．このため本質的な面白さでは2Dゲームが3Dゲームに優る場合も多い．

本研究では，キャラクタやオブジェクトを双曲平面上に配置し，その様子をポアンカレ円板モデルを用いて表す新しい2Dゲームを提案した．この手法を用いると，2Dゲームであるにもかかわらず，自キャラクタの近くのオブジェクトは大きく，遠くのオブジェクトは小さく表示される．このためプレイヤーは直観的な操作性を確保しつつ，遠くの様子を知ることが可能になる．本ゲームは多人数による同時対戦が可能であり，各プレイヤーには，自らが操作するキャラクタを中心としたポアンカレ円板が提示される．このとき各プレイヤーは，双曲平面上のあらかじめ定められた領域全てを視認でき，ゲームの進行を正しく把握することが可能になる．

● 技術展示部門

◆ EmiTable：映像と連携してメタ情報を発信するテーブル型ディスプレイ



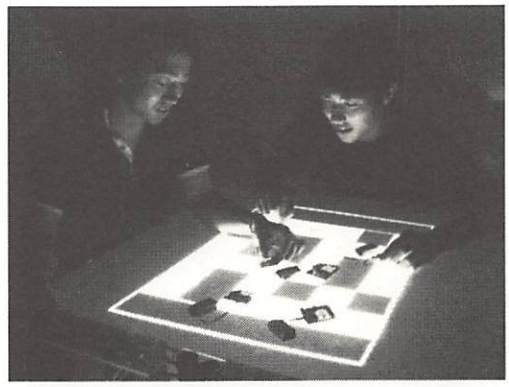
木村 翔（きむら しょう）
東京大学
2006年東京大学工学部電子情報工学科卒業．現在，同大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻修士課程在籍．拡張現実型情報提示の研究に従事．（学生会員）

展示概要

テーブル型システムの構築において，テーブル上のオブジェクトの位置を認識することは，ユーザの直感的で自然な入力やインタラクションを実現する上で，重要なトピックの1つとして挙げられる．

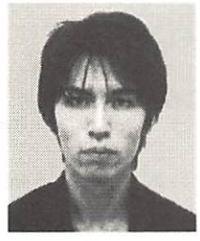
本研究では，映像信号中に人間に知覚できないメタ情報（位置に応じた情報）を埋め込むことで，映像とメタ情報を同時に発信できるテーブル型ディスプレイEmiTableを提案する．本システムは，テーブル上のディスプレイ映像から卓上オブジェクト（受信機）に対して直接メタ情報を送ることにより，テーブル型ディスプレイと卓上オブジェクト間における通信を，よりシンプルに実現する．メタ情報は可視光通信の原理を利用し，高速の光のビットパターンとして映像信号中の各ピクセルに埋め込まれるため，ユーザには何の仕掛けもない映像が提示されているように見える．しかし，受信機をテーブル型ディスプレイ上に置くことで，映像中に埋め込まれたメタ情報を読み取ることができる．さらに，メタ情報は各ピクセルにおいて独立に埋め込むことができ，映像と深く結びついた情報提示が可能である．

本展示では，パズルゲームのアプリケーションをユーザに体験していただいた．



◆テレイグジスタンスの研究（第55報）-Haptic Telexistence：分布型触力覚情報を伝達するロボットハンドシステム -

佐藤 克成（さとう かつなり）



東京大学
2006年東北大学工学部電子・応物・情報学科卒業．同年東京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入学，現在に至る．テレイグジスタンスにおける触力覚センサ及びディスプレイの研究に従事．（学生会員）

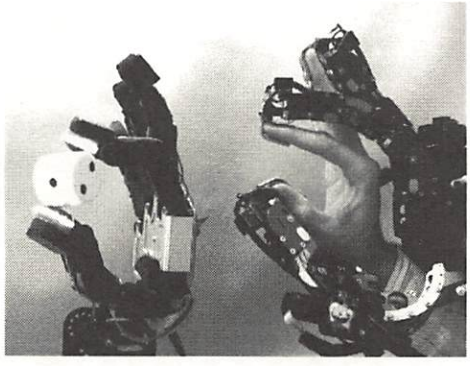
展示概要

近年，遠隔地やバーチャル環境に存在するヒトやモノとの，視覚や聴覚を介したインタラクションが可能になってきている．遠隔地のモノの存在感を感じ，円滑なインタラクションを可能にするためには，モノに触れた感覚，触力覚が重要な要素と考えられる．しかし，これまで構

築されてきた遠隔インタラクションシステムは，触力覚情報のうち力覚情報だけを伝達するものであった．

“Haptic Telexistence” では，より直感的でリッチな触力覚情報を伝達し，円滑な遠隔インタラクションを実現することを目標とした．これを達成するために，我々は人型スレーブハンドと指型の光学式力ベクトル場センサ，遭遇型マスタハンド，電気触覚ディスプレイの４つのデバイスを開発してきた．さらに，それらを用いてロボットハンドのマスタスレーブシステムを構築し，分布型触力覚情報の遠隔伝達を実現した．

本大会においては，ACM SIGGRAPH2007 の Emerging Technologies に出展した作品の技術展示を行った．学会参加者には，遠隔地のモノの反力だけでなく，指腹部におけるモノの接触位置や表面形状を知覚しての，遠隔インタラクションを体験していただいた．



● 芸術展示部門

◆模型と 3DCG による歌舞伎化粧アーカイブに関する研究



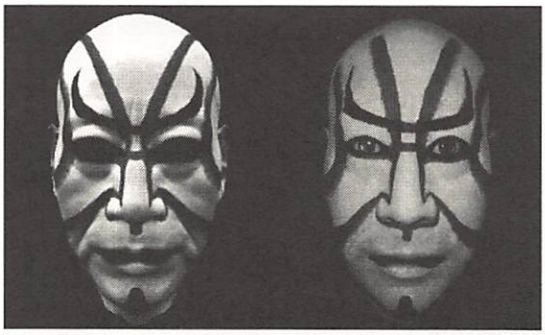
松永 孔梨子（まつなが くりこ）
九州大学
福岡県出身．九州芸術工科大学卒業．九州大学大学院芸術工学府修士課程修了．九州大学大学院芸術工学府博士 1 年 (2008 年 2 月現在). 文部科学省科学技術振興調整費振興分野人材養成「先導的デジタルコンテンツ創成支援ユニット」所属．(学生会員)

展示概要

本研究は歌舞伎化粧のアーカイブ化を目的とする.「パターン」,「顔形状」,「化粧料」,「表情変化」,「光環境」の情報の資料化に重点を置き，模型と 3DCG との情報伝達の特性を考慮しながら資料化を行なう．

この作品では，歌舞伎役者の顔形状と表情をデジタイザで記録し，CG と模型により表現をおこなった．3DCG ではおもに，表情変化にともなう隈取の歪みを表し，模型においては，光造形による計測データの立体出力をベースに，毛穴や肌理など化粧ののりに関わってくる部分の造形を行ない，実際に化粧するのに適したモデル制作を目指した．現在，見得の表情変化を行なうアニマトロニクスの研究を行なっている．

隈取に役者の名前が残ることからもわかるように，化粧はその土台となる顔形状や表情の動きも含め役者固有のものであり，イラストや絵画，写真などでは補いきれない部分がある．3DCG や模型のように，立体造形として表示することで，歌舞伎化粧の資料化においてより適した表現となると考えられる．化粧という観点から時代の流れや風俗文化を読み取れるようなデジタルコンテンツを制作していきたい．



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 34 回研究会
開催日：2008 年 5 月 30 日 (金)
会　場：新潟大学 (予定)
発表申込：2008 年 4 月 25 日締切

●第 35 回研究会
開催日：2008 年 10 月 2 ～ 3 日
会　場：釧路市観光国際交流センター (北海道釧路市)
発表申込：2008 年 8 月中旬締切予定

●第 11 回シンポジウム
開催日：2008 年 12 月 11 日 (予定)
会　場：筑波大学・大塚キャンパス (予定)

通常の研究会の発表の申込み締切は開催日の約 45 日前です．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)

最新の予定，及び詳しい申込規定はホームページに掲載します．
［問い合わせ先］
山梨大学　渡辺喜道
Email: nabe@yamanashi.ac.jp

■複合現実感研究委員会

委員長：竹村治雄，副委員長：加藤博一
幹　事：内山 晋二，蔵田 武志

［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］
●第 25 回複合現実感研究会
開催日：2008 年 5 月 10 日 (土) ～ 5 月 12 日 (月)
会　場：韓国ラマダプラザ済州ホテル (予定)
(/http://www.ramadajeju.co.kr/Default_japan.asp)
テーマ：複合現実感一般
申込締切，原稿締切：未定
参加費：未定
URL: https://sigmr.ime.cmc.osaka-u.ac.jp/

［問い合わせ先］
〒 630-0192　奈良県生駒市高山町 8916-5
奈良先端科学技術大学院大学　情報科学研究科
加藤博一 (SIG-MR 幹事)
Tel: 0743-72-5330　FAX: 0743-72-5339
E-mail: kato@is.naist.jp

■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 5 回ウェアラブル / ユビキタス VR 研究会
開催日：2008 年 6 月 2 日 (月) ～ 3 日 (火)
会　場：東京大学山上会館
(人工現実感研究会と併催の予定)

■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

[研究会ホームページ]
http://www.sigae.org/

[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 10 回研究会
開催日：2008 年 6 月 (予定)
開催地：北海道 (予定)
共　催：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

■ 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/

[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

■触覚デザイン研究委員会

委員長：篠田裕之，副委員長：梶本裕之
幹　事：仲谷正史

[研究会ホームページ]
http://www.sig-tactile.org/

[研究会等開催予定]
未定

■香りと生体情報研究委員会 (新設)

委員長：坂内祐一
幹　事：外池 光雄，谷川智洋

[研究会ホームページ]
立ち上げ中

[研究会等開催予定]
●第 2 回研究会
開催日：2008 年 5 月
会場：未定

●第 3 回研究会
開催日：2008 年 9 月
会　場：未定
詳細は研究会ホームページに掲載予定

理事会だより

第 99 回理事会
平成 20 年 1 月 18 日：学士会分館

1. 各種共催・協賛・各種依頼について
・第 13 回日本計算工学会講演会の協賛を承認.
・ロボティクス・メカトロニクス講演会 2008 の協賛を承認.
・「∞のこどもたち」展協賛を承認.
・スプリングサイエンスキャンプ 2008 募集協力願いを承認.
・第 14 回画像センシングシンポジウム協賛を承認.
・CG-ARTS 協会　2008 年検定実施に対する後援を承認.

2. 文化・芸術
・昨年 12 月に学会内のアジアグラフ委員会を開催した.
・6 月 27 日～ 7 月 1 日に，上海 Shanghai Exhibition Center にて ASIAGRAPH を開催予定.
・昨年に引き続き秋葉原でも ASIAGRAPH を開催予定.

3. 広報・出版担当報告
・年度内公開の予定にて用語集の準備を行っている.
・Web のアクセス解析についての準備を進めている.

4. ICAT2008 について
会期：2008 年 12 月 1 日 (月) ～ 3 日 (水)
(ACM ACE2008, 12/3-5 と併催)
会場：慶應義塾大学日吉キャンパス

5. 次年度大会について
・2009 年度大会は早稲田大学で開催予定.

第 100 回理事会
平成 20 年 3 月 7 日：学士会分館

1. 各種共催・協賛・各種依頼について
・ロボット工学セミナー「第 44 回シンポジウム」の協賛を承認.
・3 次元コンファレンス 2008 の協賛を承認.
・生体医工学シンポジウム 2008 の協賛を承認.
・第 16 回産業用バーチャルリアリティ展の後援を承認.
・ロボット工学セミナー「第 45 回シンポジウム」の協賛を承認.

2. 論文誌
13 巻 2 号　特集「複合現実感 4」
13 巻 3 号　特集「テレイマージョン」
13 巻 4 号　特集「ウェアラブル・ユビキタス技術の実用展開」
14 巻 1 号　特集「安心・安全ＶＲ (仮題) 」

3. 学会誌
13 巻 2 号　特集「アクチュエータ・テクノロジー」

4. 企画
認定試行試験
日時：2008 年 4 月 1 2 日
会場：東京大学　山上会館
参加申込締切：3 月 31 日
参加費：無料
参加資格：会員

5. 文化・芸術
ASIAGRAPH2008 in Shanghai
Full Paper
Digital Gallery Extended Abstract
Sketch & Poster
Entertainment Science
・上記についての申込経過報告があった.

6. 第 13 回大会について
会期：2008 年 9 月 24 日 (水) ～ 26 日 (金)
会場：奈良先端科学技術大学院大学
発表申込締切　2008 年 6 月 27 日 (金)
原稿締切　2008 年 8 月　1 日 (金)
参加申込受付開始　2008 年 6 月　2 日 (月)

カレンダー

～ 2008 年 4 月以降開催イベント情報～

■国内会議

■ロボット工学セミナー　第 45 回シンポジウム
期日：2008 年 4 月 25 日 (金)
会場：サピアタワー 9 階
http://www.rsj.or.jp/events/Seminar/2007/RSJ_Sympo_45.htm

■第 13 回日本計算工学会講演会
期日：2008 年 5 月 19 日 (月) ～ 5 月 21 日 (水)
会場：仙台市民会館
http://www.jsces.org/koenkai/13/

■ロボティクス・メカトロニクス講演会 2008
期日：2008 年 6 月 5 日 (木) ～ 7 日 (土)
会場：ビックハット (長野市若里多目的スポーツアリーナ)
www.jsme.or.jp/rmd/robomec2008/index_j.htm

■第 14 回画像センシングシンポジウム (SSII08)
期日：2008 年 6 月 11 日 (水) ～ 13 日 (金)
会場：パシフィコ横浜アネックス・ホール
www.ssii.jp/contents/ssii08.html

■第 16 回産業用バーチャルリアリティ展
期日：2008 年 6 月 25 日 (水) ～ 27 日 (金)
会場：東京ビックサイト
http://www.ivr.jp/

■シンポジウム「モバイル 08」
期日：2008 年 7 月 3 日 (木) ～ 4 日 (土)
会場：産業技術総合研究所　臨海副都心センター別館 11F
http://www.mobilergo.com/symposium/2008/index.html

■ 3 次元画像コンファレンス 2008
期日：2008 年 7 月 10 日 (木) ～ 11 日 (金)
会場：東京大学　武田先端知ビル　武田ホール
http://www.3d-conf.org/index.php

■生体医工学シンポジウム 2008
期日：2008 年 9 月 19 日 (金) ～ 20 日 (土)
会場：大阪大学大学院基礎工学研究科
http://bmes2008.bpe.es.osaka-u.ac.jp/

■日本バーチャルリアリティ学会第 13 回大会
期日：2008 年 9 月 24 日 (水) ～ 9 月 26 日 (金)
会場：奈良先端科学技術大学院大学
http://www.vrsj2008.org/contact.php

■国際会議

■ SCME2008
The Second International Symposium on Complex Medical Engineering
Date : May 30-31, 2008
Place : Takamatsu, Kagawa, Japan
http://frontier.eng.kagawa-u.ac.jp/SCME2008/

■ CollabTech2008
The Fourth Annual Conference on Collaboration Technologies
Date : August 30-31, 2008 (changed from August 21-22)
Place : Wakayama, Japan
http://www.collabtech.org

■ ICAT2008
18th International Conference on Artificial Reality and Telexistence
Date : December 1-3, 2008
Place : Keio University, Yokohama, Japan
http://icat2008.hvrl.ics.keio.ac.jp/

■ SYROCO2009
9th International IFAC Symposium on Robot Control
Date : September 9-12, 2009
Place : Nagaragawa Convention Center, Gifu, Japan
http://www.syroco2009.org/

■日本バーチャルリアリティ学会理事

（2008年4月より）

会　長	佐藤　誠	（東京工業大学）
副会長	廣瀬通孝	（東京大学）
	野村淳二	（松下電工）
理　事	石橋　聡	（NTT）
	稲見昌彦	（慶応義塾大学）
	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）
	神部勝之	（ソリッドレイ研究所）
	北村喜文	（大阪大学）
	斎藤英雄	（慶應義塾大学）
	苗村　健	（東京大学）
	浜田浩行	（NHK）
	原田哲也	（東京理科大学）
	広田光一	（東京大学）
	柳田康幸	（名城大学）
	山本裕之	（キヤノン）
	横小路泰義	（京都大学）
	横矢直和	（奈良先端科学技術大学院大学）
	吉澤　誠	（東北大学）
監　事	岸野文郎	（大阪大学）
	原島　博	（東京大学）

■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
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
アイスマップ有限会社
株式会社 ILTJ
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
京セラ株式会社

（会員番号順）

＜会費納入のお願い＞

本年度（2008年1月～12月）の会費納入はお済みでしょうか．学会への支払い口座は以下の通りです．なお，会費納入についてのご連絡・質問等がございましたら，学会事務局までお問い合わせ下さい．

■郵便振替
口座名：日本バーチャルリアリティ学会
口座番号：００１２０－８－１６１７０２

■みずほ銀行　本郷支店　普通口座
口座名：特定非営利活動法人日本バーチャルリアリティ学会
口座番号：２５７８２５７

■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　横小路泰義　(京都大学)
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)
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　(国立特別支援教育総合研究所)
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

そういう年頃なのでしょうか，最近ふとした折に，自分の夢は何だったろうかと考えます．日頃学生には夢と仕事を区別しないでよいのが研究という職業の醍醐味であると言っているのですから，これではいけません．

結論は身も蓋もないもので，どうやら自分は昔から「ここではない世界」で「私ではない私」になりたいと思っているらしいということでした．今回の特集で取り上げられたサイバースペースは，まさに私にとってはこの夢と仕事を結びつける象徴です．おそらくこの分野で研究している多くの方が，サイバーパンク的な作品群を通じて同様の可能性を感じてこの分野に入ったのではないかと思います．

しかしここで一度慎重になる必要がありそうです．純粋なサイバースペースは，出来が良くなればなるほど，「ここではない世界」は提供しますが，「私ではない私」をはぎ取っていきます．今回の特集でも多くの著者が指摘されたように，セカンドライフではまさにそういうことが起きているようです．ダメな私は生まれ変わってもダメと言われ続けてしまうのです．

そう考えると，最も古いメディアである本が，「ここではない世界」と「私ではない私」を共に提供できていたことには驚きます．これは本というよりも物語の力なのでしょう．物語は自由度の低さが欠点と思われがちですが，世界の自由度が増し，自由にふるまってよければよいほどに変身の呪文は解けていくのですから，台本があった方が良いのです．この観点からすると，別人格を演じることをサポートする演技増強インタフェース，人格化粧インタフェースを真面目に検討すべきかもしれません．

今のところ私は物語が好きです．研究をしていなければ毎日本を読んでいたでしょうし，定年を迎えたらきっとそういう生活をすると予想できます．しかしサイバースペースが，「ここではない世界」の自由度を保ったまま，私ではない私をも提供してくれるなら，物語はその役割を終え，私はサイバースペースを老後の移住先として選ぶのかもしれません．

梶本裕之(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 2008
Vol.13 No.1

発行日 2008年3月31日

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

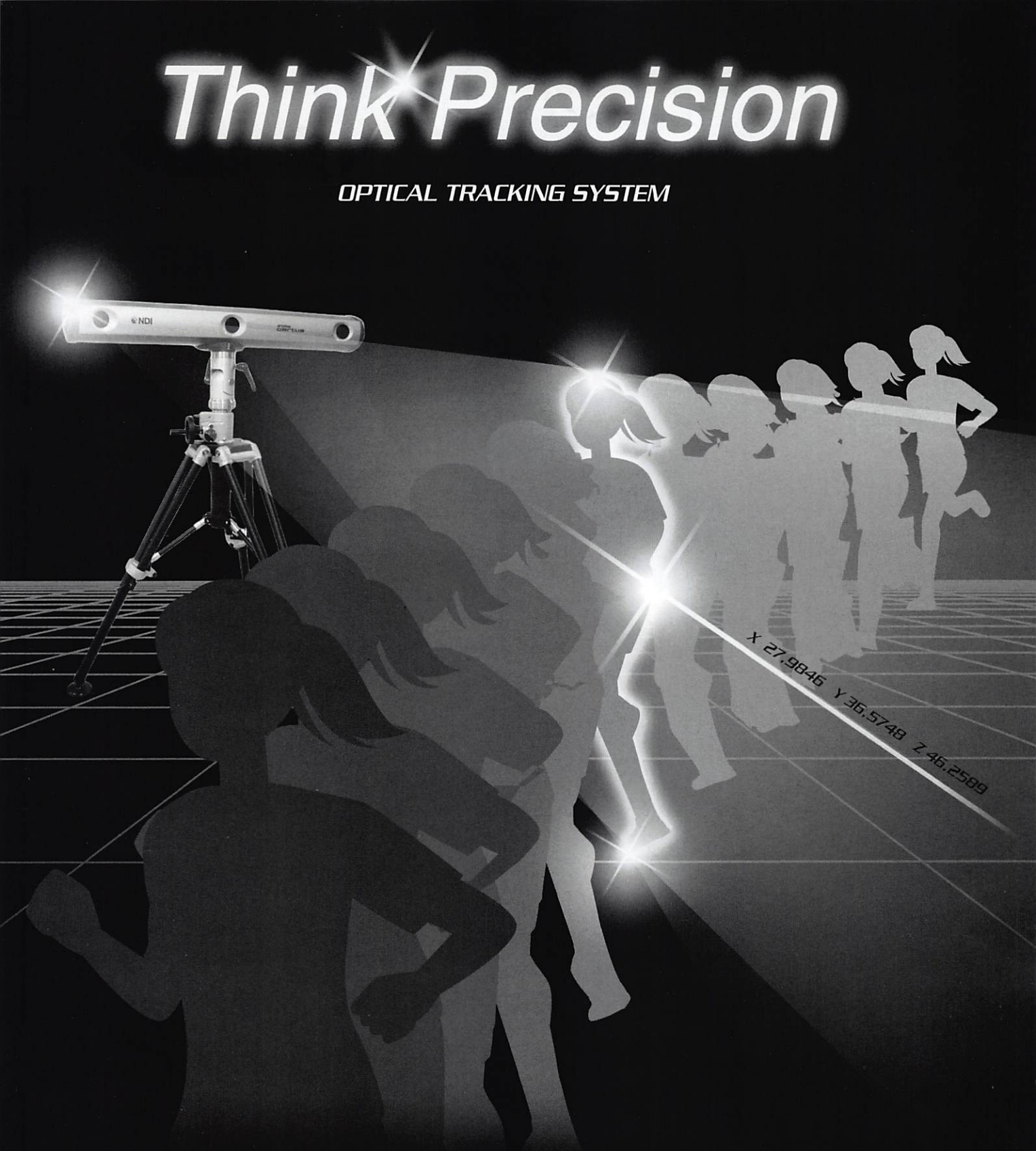
Copyright © 2008 by the Virtual Reality Society of Japan

■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 office@vrsj.org
■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

Think Precision

OPTICAL TRACKING SYSTEM



OPTOTRAK® CERTUS

high accuracy RMS 0.1mm

high speed 1,500Hz

開発：Northern Digital Inc.

ADVANCED SYSTEMS

正規代理店
ADVANCED SYSTEMS CO.,LTD.
アドバンスト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

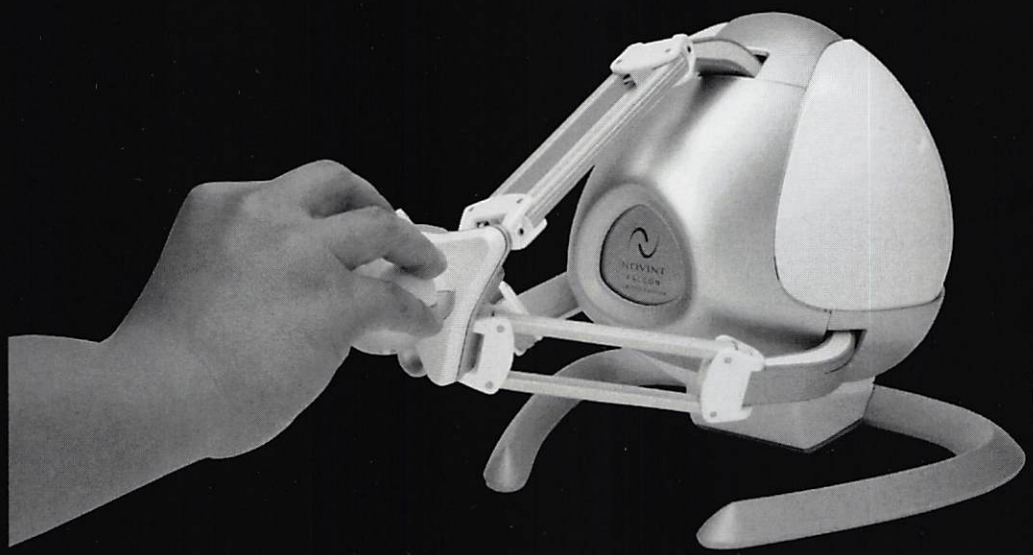
NDI

HAPTX®

力覚SDK

¥199,000. core Version

HaptX®は 3Dグラフィックスに感触を付加する最先端のハプティックエンジンで、力覚インターフェイス装置を用いてあらゆる物体やサーフェスに触れて感じることが可能となります。HaptX®は ユーザーとコンピュータとの間に革命的に新しいコミュニケーション手段を追加、グラフィックスとその物理的属性とシームレスに結合します。



NOVINT FALCON

¥79,900.

(簡易SDK付)

パラレルリンク方式による堅牢デザイン

サーフェス

ユニークなハイトマッピングテクノロジーは、HaptX®独自の最適化アルゴリズムによって、CPUリソースを最小限に抑えながら、サーフェスへのかつてないレベルの精巧な触覚表現を提供します。

力覚ライブラリ

重力、跳ね返り、振動、粘性、衝撃波などいった感触効果がすぐに使えるライブラリとして提供されています。既存の3Dアプリケーションを簡単に3D感触対応にすることができます。

インテグレーション

あらゆるグラフィックおよびフィジックスエンジンとのシームレスなインテグレーションを提供、3Dアプリケーションにまったく新しい次元の臨場感と操作環境をもたらします。

3Dインタラクション

感触による効果は単に革新的な操作インターフェイスをもたらすばかりでなく、現実の3次元空間内での直感的なインタラクション再現するものです。現実世界にあるかのナビゲーションやコントロールを可能にします。

要求システム構成

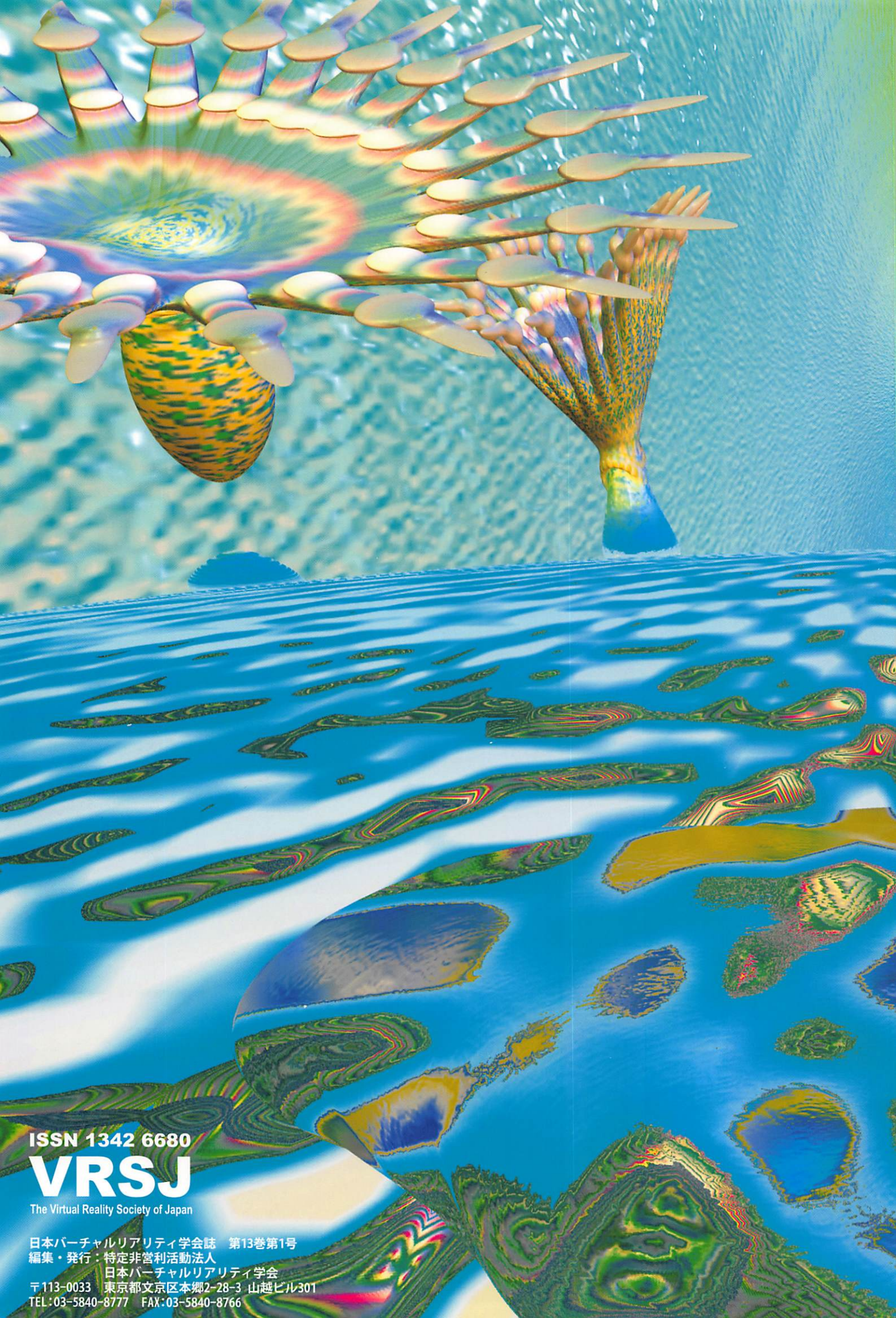
マイクロソフトWindows®
ハイパースレッディング、デュアルコアあるいは同等のプロセッサ推奨
NVIDIA®、ATI®またはDirectX®/OpenGL®互換グラフィックカード
マイクロソフトVisual Studio 2005®

アクティベーション

本製品はアクティベーションを行うためにインターネットへの接続が必要となります。

Copyright c 1997-2007, Reachin Technologies AB
HaptXおよびHaptXのロゴはReachin Technologies ABの登録商標です。
WindowsおよびVisual Studioは米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。
その他の商品名は各社の登録商標です。

日本バイナリー株式会社
〒105-0014 東京都港区芝2-3-3 芝二丁目大門ビル
TEL (03) 5427-7111 FAX (03) 5427-7123
E-mail: email@nihonbinary.co.jp



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13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