

高精細テレビから超臨場感コミュニケーションへ

榎並 和雅

独立行政法人 情報通信研究機構 (NICT) けいはんな研究所長

URCF 企画推進委員長

1. はじめに

NHK 技研がハイビジョンの研究を開始したのは1964年である。その当時はカラーテレビが市場に出始めた頃で、人々はカラーテレビで十分として高精細テレビに関する研究の必要性を認めようとしなかった。しかししつこく研究を継続し、40年以上経過した今、薄型テレビとデジタル放送との相乗効果もあって、ハイビジョン受像機の販売台数が2007年度の国内だけでも約500万台になるなど、大きな市場を確立した。

HDTV が普及しつつある今、同じことが起きている。すなわちポスト HDTV としての次世代放送サービスとして、超高精細映像スーパーハイビジョンや立体映像などの超臨場感技術の研究が活発化している。

独立行政法人 情報通信研究機構 (NICT) では、臨場感が生成される認知メカニズムの解明や電子ホログラフィによる理想的な立体映像や高臨場感音場再生技術そして触覚・嗅覚を含めたマルチモーダルの研究など、「超」臨場感システムの実現に向けた研究を進めている。

また、超臨場感システム実現にあたっては、多くの異分野の技術者・研究者の協調が不可欠であり、産学官連携した研究推進が重要であることから、NICT は2007年3月、超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (URCF) を設立し、その運営を支援しているところである。

講演では、こうした超臨場感コミュニケーションの研究動向について、NICT および URCF の活動を中心に紹介する。

2. NAB ショー(全米放送機器展)に見る超臨場感システムの動き

2008年4月、ラスベガスで開催されたNAB ショー (全米放送機器展) へ久しぶりに視察に行った。展示されているビデオカメラから編集機、特殊効果機器、送出設備などの映像機材がほとんどHDTV 対応になっている。1990年ごろ、HDTV を米国で普及させるために、その放送用実験装置をNAB で展示した時のことを思うとまさに隔世の感がある。

今年のNAB の話題は、2009年2月に迫った米国のHDTV デジタル放送への完全移行とアナログテレビ放送の停波、およびブロードバンド (IPTV) による映像コンテンツの配信システムが数多く展示されていたことである。そして、4K デジタルシネマやスーパーハイビジョン、立体映像システムなどの高臨場感システムに関連する機器展示やセミナー、コンテンツ上映が増え、実用化へ多に進んでいたことも大きな話題となっていた。

超高精細映像システムに関しては、デジタルシネマ用カメラがずいぶん低コストになったことにはびっくりした。2009年発売予定とのことだが、3K カメラで3,000US ドル、5K カメラで40,000US ドルである。また4K 対応の編集システムも複数の社から発表されている。スーパーハイビジョンに関しても、NHK がこれまでのプロジェクタータイプでなく、4K 液晶薄型ディスプレイを4台並べた直視型表示システムを使って、明るい部屋でフットボールなどの魅力的なコンテンツを見せており、家庭への導入をイメージさせていた。

立体映像についても、偏光めがねを用いるデジタル3D シネマのコンテンツを専用会場で上映していたが、特にロックコンサートの映像は実に自然で3D の魅力に溢れていた。セミナーやパネルディスカッションでも、昨年盛んであった4K や3D の規格の議論はすでになく、それらのコンテンツの具体的な制作手法や課題など実用面での議論が活発になされていた。

このように、超高精細映像や立体映像などの高臨場感システムについては、もはやその必要性が議論さ

れる段階ではなく、実用化へと突き進む段階にきているといえる。様々な機器開発とコンテンツ制作をどんどん進めていかないと取り残されてしまうのではないかとの感すら持ったところである。しかし一方で、枠のない1枚の直視型ディスプレイでスーパーハイビジョンを見たいし、偏光めがねなどが不要な自然な形で立体映像を楽しみたい。本当の高臨場感システムを実現するにはまだまだ課題が多く、研究を着実に進める必要性も感じた次第である。

3. 超臨場感コミュニケーションと実現に向けた技術課題

3.1 超臨場感コミュニケーションとは

ここで、「超臨場感コミュニケーション」について、筆者なりに定義しておきたい。

○ 「超高」臨場感

視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚といった五感情報をできるだけ忠実に伝達、再生することによって、あたかもその場にいるような高い臨場感を提示する。「超」高臨場感 (Super-Reality、Super-Presence) の実現、そしてそのことによって時空間を「超」える手段を追求するものである。

言い換えると、五感に関する情報をできるだけ物理的に忠実に取得・伝達・再生することを目指すもので、4K デジタルシネマやスーパーハイビジョンといった UDTV (Ultra-High Definition Television) のように、臨場感を上げるための高精細化情報を伝達することはこれに相当する。また、人間の両眼視差機能によりあたかも立体的に見せるというのではなく、空間に光学像を物理的に再生するホログラフィのような立体映像方式もこの方向である。

○ 臨場感の「超越」

一方、こうした物理的に伝達される情報以上に、より大きな感動やより深い理解を与えるようなコミュニケーション手段としての、臨場感を「超」えるコミュニケーション手段を追求する方向もある。CG 映像による VR (Virtual Reality)、CG と実写を組み合わせた MR (Mixed Reality)、現実の世界をメタファーなどによって現実感を強化する AR (Augmented Reality) などはその例である。また、一方的に送られてきた五感情報を提示するだけでなく、触覚(力覚)センサーを使って映し出される映像を積極的に変化させるインタラクティブシステムなどもそうした例の一つである。

さらに、小説や詩、ラジオドラマが、映画やテレビよりも大きな感動を与えることがあるように、送られてくる情報量が少ないにもかかわらず、臨場感をより感じるケースもある。このような人間の記憶や経験などを活用して「臨場感」を一層向上させる技術の実現も「超臨場感コミュニケーション」の目指す方向と考えている。

3.2 超臨場感コミュニケーション実現のための技術課題と応用分野

超臨場感コミュニケーションを実現するためには、多くの課題を克服する必要がある。映像、視覚関係の課題だけでも、下記の課題がある。

○ 臨場感と映像

広視野・包囲感、立体感、動き感などに関する心理的・生理的認知メカニズムの解明と画角、空間解像度、3次元奥行き解像度、動画解像度、色再現など映像システムへの要件の確立

○ 超高精細大画面映像技術

超高精細撮像技術、表示技術、圧縮・伝送技術、記録技術

○ 立体映像技術

3次元光線空間再生技術、超多眼立体映像表示技術、3次元映像情報取得技術、立体映像圧縮・伝送・記録技術、立体映像制作技術

○ 没入型空間構築技術

広視野・立体映像表示技術、実写・CG合成技術、MR・ARコンテンツ技術、インタラクティブ技術

○ 多感覚統合化技術

視覚、聴覚、触覚、嗅覚などの同時提示による臨場感や共感覚の認知メカニズム解明、多感覚情報の取得・伝送・統合提示技術、インタラクション技術

○ 感性、認知メカニズム

臨場感の感性的要因の解明、感性を伝達するプロの技の分析とナレッジデータベース化、感性の定量的測定と臨場感システムの人間への影響評価、雰囲気や直感、第六感などの分析、記憶・経験と臨場感超臨場感コミュニケーションの一例として、図1のような放送・通信の未来が期待される。



図1 (a) 未来の立体テレビ放送



(b) 五感によるテレショッピング

3.3 立体映像など関連技術の国家的プロジェクトの動向

まえがきに記したように、超臨場感システムへの関心が固まりつつあり、国内外で、産学官連携の研究推進体制や国家プロジェクトでの研究が進められている。

わが国では、本稿で紹介する産学官連携のフォーラム URCF⁽¹⁾ や民間中心の3D コンソーシアム、立体映像産業協議会などが活発に活動している。

また、欧州ではEU 研究開発支援プロジェクト「3DTV(2004-2008)」や「ImmerSence(2006-2009)」プロジェクト、米国では3D@Home コンソーシアム、韓国では、「3Dvision2010(2007-2011)」や「ARMI (Association of Realistic Media Industry)」、台湾では「3DIDA」などがある。

4. NICTにおける超臨場感コミュニケーションの研究

NICTのユニバーサルメディア研究センターでは、超臨場感基盤グループと超臨場感システムグループの2つの研究グループで超臨場感コミュニケーションシステムの研究を推進している。

4.1 超臨場感基盤グループ

3.1項で紹介した「物理的に」忠実に立体映像を再生することを目指して、電子ホログラフィの研究を進めている。ホログラフィは、光線空間を再生する理想的な立体映像方式であり、特殊なメガネなどを使った両眼視差方式と違って、眼精疲労などが少ない。

ホログラフィは、参照光と物体光の干渉により生じる微細な干渉縞を記録再生するものである。通常の静止画像のホログラフィでは、その記録材料として1mmあたり1000本を超える解像力を持つ写真乾板が用いられる。我々は、カラー動画の立体映像をリアルタイムで取得・伝送・再生する必要があることから、液晶パネルのような電子的な映像取得・表示デバイスを用いる。しかしたとえば、通常の液晶表示デバイスでは高精細なものでも画素密度が1mmあたり100本前後であり、現状では性能の上でかなりの隔りがある。このため粗い干渉縞しか記録・表示することができない。本来のホログラフィであれば、干渉縞のパターンにより、光を様々なコントロールし、被写体から発せられるものと同様の光線を再生するが、粗い干渉縞では回折角すなわち光線の方向を制御する作用が大幅に制限される。

当グループの目的は、電子ホログラフィの基本的な特性の改善、すなわち妨害のないフルパララックスの映像を視域を十分確保した状態で観察できるシステムを実現することである。高精細なデバイスの検討とともに、システム構成上の技術を研究している。

最近、プロジェクター用の液晶ディスプレイデバイスを3枚用いて、視域を15度程度に広げること成功した⁽²⁾。図2はその実験装置の外観である。

また、映像入出力を備えたリアルタイム映像システムとしての実現をめざし、表示だけでなく実写動画

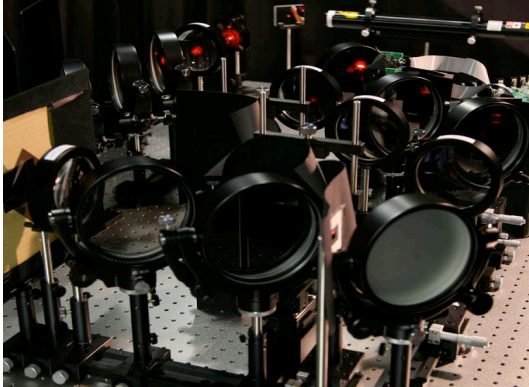


図2 広視域化ホログラフィ表示実験装置



図3 インテグラルフォトグラフィ方式立体映像カメラからの信号を変換によって液晶パネルで表示したホログラフィ再生(動)画像

像の入力が可能な手段の研究開発も行っている。NHK技研が開発しているインテグラルフォトグラフィ方式の立体撮像装置からの映像情報からホログラフィ変換して表示する検討を行っている⁽³⁾。図3にその表示例を示す。

4.2 超臨場感システムグループ

人間の知覚認知メカニズムの解明を行う人間科学的なアプローチからの研究と、この研究から得られた知見を基に人に最適化された「超臨場感」を生成するシステムの研究を進めている。

(1) 臨場感・没入感の知覚認知メカニズムの解明

臨場感や没入感を人間がどのように感じているかを、生理的、心理的な観点から解明しようとしている。特に、視覚と聴覚、視覚と触覚、視覚と嗅覚、あるいは視覚・聴覚・嗅覚など複数の感覚間の総合作用はほとんど解明されていない。これらの複数の感覚情報を組み合わせた場合の総合作用を、心理物理実験、脳活動計測、生体信号(心拍、呼吸、発汗、瞳孔径)の分析などを通じて明らかにしようとしている。図4は視覚と触覚の相互作用の脳活動計測から明らかにすることを目的に行っている実験の様子である。

(2) 超臨場感システムの構築

「超臨場感」とは「場・雰囲気」、「人の気配」、「物の操作感覚」を人に最適化して提示することで得られる感覚であると我々は考えている。例えば、図1(b)に示したように日本にいながらにして、パリの街角で開かれている青空市場で香水を買うような状況が考えられる。これを実現するためには、あたかもパリにいる感覚を出すために「場・雰囲気」の生成が、店の人があたかもそこにいる自然な会話ができるように「人の気配」の生成が、商品を手にとって確かめるために「物の操作感覚」の生成が必要になる。このような状況を視覚、聴覚だけでなく触覚や香りなどの五感情報を統合して提示する技術の研究を進めている。具体的な研究テーマは以下の通りである。

(a) 環境映像および手元立体映像の提示技術

視点位置からの距離に応じて、手元・近景・遠景と分類し、環境映像(遠景、近景)と手元の立体映像を提示する技術を研究している。具体的には、メガネ不要な立体映像を大画面で提示する技術や手に持った箱型の表面に立体映像を映し出し、あたかも箱の中に立体物があるように見える技術の研究を推進している。

(b) 一体感のある音場提示技術

相互の環境の音響特性を接続して遠隔地と一体感を生成する音響技術や触覚・視覚とリンクした音の生成・HRTF(Head Related Transfer Function)による立体定位技術。さらには、遠隔地にいる話者の位置、顔の向き、距離に応じて音声を提示する技術。

(c) 触覚(力覚)および嗅覚情報の提示技術

大掛かりなデバイスを必要とせず、装着感をあまり感じさせない日常サイズの触覚(力覚)提示デバイスおよび香りの提示制御技術。

(d) 多感覚情報の統合化技術

一体感（共有感）を高めるため、人の視線や動作解析などの行動評価や心理的評価手法などに基づいて多感覚情報の最適な統合提示技術。具体的な成果として、**図5**に示すような多感覚インタラクティブシステムを開発した⁽⁴⁾。立体映像（ここでは、まだ偏光メガネを使った立体映像システムを使っている）と立体音響、触覚ディスプレイを組み合わせた装置で、視覚・聴覚・触覚を同時提示することで、あたかも和太鼓をたたいているような感覚を与えることができる。

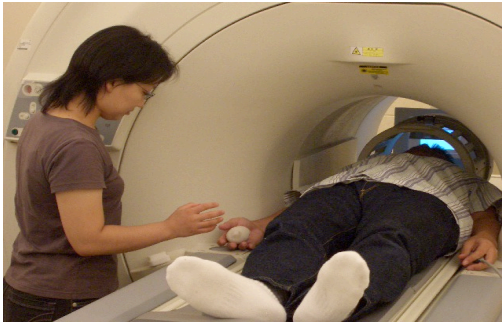


図4 視触覚間の相互作用解明のための脳活動計測

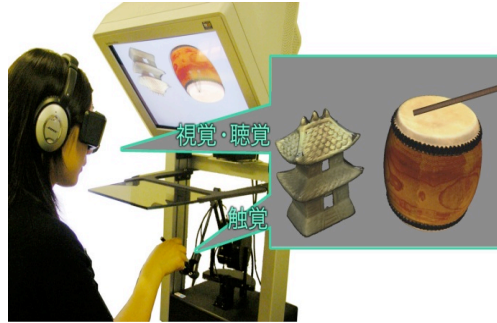


図5 映像・音・触覚の情報をリアルタイムで統合・再現

5. 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム(URCF)⁽¹⁾

3.2 項で述べたように、超臨場感コミュニケーションの実現には、多様な科学技術の課題を克服することが必要であり、多くの異分野の協調が不可欠であることから、国、産業界、大学など関係機関が睿智を結集して推進することが必要となる。またシステムが多様化するため、機能ブロック間のインターフェース等を容易にするために、標準化を念頭において進めることが求められる。そこで、総務省が発表した「ユニバーサル・コミュニケーション技術に関する調査研究会」（座長：東大原島博教授）の報告（http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/051215_3_2.pdf）も踏まえ、「超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム(URCF)」を2007年3月7日に設立した。URCFの会長は、東京大学の原島博教授である。

このフォーラムURCFでは、研究者・技術者の議論・調査の場の提供、実証実験、展示会・シンポジウムでの技術発表等を通して、超臨場感コミュニケーションの重要性を社会に喚起するとともに、産学官の研究開発の活性化、研究成果の実社会への積極的な展開に貢献することとしており、随時、入会を受け付けている。

URCFの会員は、企業・団体からの参加者である正会員（年会費10万円）と大学教授など有識者による特別会員（会費無料）から成る。2008年3月現在、正会員101社、特別会員89名という大規模なフォーラムとなっている。また会員の構成も、放送通信、コンテンツ制作、家電、放送・映像・音響機器、コンピュータ関連、ゲーム、印刷、建設、自動車、シンクタンク・研究所、医療、など極めて多様な分野から参加されている。

図6に、URCFの推進体制を示す。

URCF設立以来、シンポジウムや展示会、セミナーなど活発な活動を行ってきた。また、各分科会、WGでは、適宜会合を開き、超臨場感に関する各社の取り組み状況の報告や見学会などを開催し、情報交換や議論を進めてきている。

6. まとめ

最近、映像ディスプレイデバイスの高性能化、とりわけディスプレイデバイスの画素の微細化と超多画素化は、ひとつのディスプレイでステレオ立体あるいは多眼立体といった複数映像をきめ細かく表示できるようになる。一方、ファンクショナルMRI（Magnetic Resonance Imaging：核磁気共鳴画像法）などの脳機能を計測するツールが医学分野だけでなく、人間科学などの研究者にも簡便に使えるようになったことにより、立体映像をはじめとする臨場感情報を人間がどのように感じているかといった認知メカニズムを解明することが容易になってきた。

こうした関連技術の進展によって、立体映像をはじめとする超臨場感コミュニケーションが着実に現実的なものになってきている。

また、第5章で紹介した調査研究会の報告から3年経過した2008年現在、総務省情報通信技術審議会研究開発WGでは、国のUNS (Ubiquitous Network Society) 研究戦略の見直しを進めている。その中で超臨場感コミュニケーションの研究について、スーパーハイビジョンの実用化に向けた研究、立体映像・音響のより詳細な研究ロードマップの作成、五感や感性の研究の追加など、さらに強化する方向で議論が進められているところである。

このように、超臨場感コミュニケーション技術に関して研究機運が一層高まりつつある。「超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (URCF)」によって、立体テレビなど関連分野の国内外の研究者、技術者の情報交換の場の提供や連携強化、応用分野の開拓などがなされ、この分野がおおいに進歩発展することを期待したい。

高齢化社会に入りつつある中で、心豊かで安心安全な生活のために、立体映像を含めた超臨場感システムは大いに貢献すると考えている。

参考文献

- [1] 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム ホームページ <http://www.scat.or.jp/urcf/>
- [2] Mishina, Okui: Reconstruction of three-dimensional images of real objects by electronic holography, Optical Society of America (OSA), 2008/03/17
- [3] 三科、大井他: インテグラル・フォトグラフィー・ホログラム変換による実写入力電子ホログラフィの検討、3次元画像コンファレンス 2007、2007/07/12
- [4] Juan Liu, Ando: Psychodynamic Appraisal Mechanism for Emotional Development through Multi-modal Interaction, IEEE International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications 2007

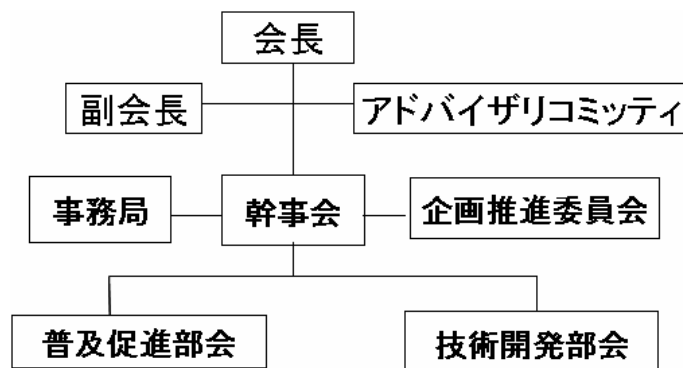


図6 URCF体制図