

招待講演

わが国における超臨場感システムに関する研究と産学官フォーラム

榎並 和雅

独立行政法人 情報通信研究機構 ユニバーサルメディア研究センター

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1

E-mail: [enami@nict.go.jp](mailto:enami@nict.go.jp)

あらまし 見る、聞く、触る、香るといった五感を伝送する超臨場感コミュニケーションの実現を目指し、(独)情報通信研究機構(NICT)は、電子ホログラフィ技術を中心とした立体映像・音響技術の研究と、認知メカニズムの解析などによって人間にとって最適化された臨場感を実現する技術の研究を進めている。また、産学官で連携して関連科学技術の研究を進めるために、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)」を立ち上げた。このURCFでは、100社以上の企業と60人以上の有識者が一同に会し、実証実験や標準化、アプリケーションの開発、関連技術者・研究者の目指すべき方向とロードマップ作成を行っている。

キーワード 臨場感、立体映像、立体音響、五感通信、電子ホログラフィ、知覚認知、産学官連携フォーラム

Research on Ultra-realistic Communications System in Japan  
~ Research at NICT and Ultra-Realistic Communications Forum~

Kazumasa Enami

Universal Media Research Center

National Institute of Information and Communications Technology

4-2-1 Nukui-kitamach, Koganei, Tokyo 184-8795, Japan

E-mail: [enami@nict.go.jp](mailto:enami@nict.go.jp)

**Abstract** Universal Media Research Center of National Institute of Information and Communication Technology (NICT) started to research ultra-realistic communications technologies that provide natural and realistic information to everybody. Main research subjects are holographic 3D video and audio systems and necessary requirements for ultra-realistic systems based on underlying principles of human information processing. NICT set up the Ultra-Realistic Communications Forum for industries, academia, and the government. The Forum will play actions such as experiments, standardization, developments of applications, and making of roadmaps relating ultra-realistic system.

**Keyword** Ultra-reality, Three dimensional video, Three dimensional sound field reproduction, Multi-sensory communication, Electronic holography, Human information processing, Forum

1. はじめに

「見る、聞く、触る、香る、あなたのそばに超臨場感環境を実現」。これは、筆者の所属する(独)情報通信研究機構(NICT)ユニバーサルメディア研究センターの研究目標キャッチフレーズである。遠く離れた場所からでも同じ空間を共有でき、互いに“その場”にいるような自然でリアルなコミュニケーションを実現するため、立体映像や超高精細映像、3次元音響

の取得再生技術や、超臨場感をもたらす知覚・認知メカニズムの解明とそれを実現する技術の研究開発を推進している。こうしたバーチャルとリアルの境目のない自然な通信・放送基盤を実現することによって、だれにとっても心豊かで便利な情報化社会の創生に役立てたいと考えている。

ところで総務省は、2005年末に少子高齢化などさまざまな社会的課題を解決するために、様々な壁を乗り越

えてユニバーサル・コミュニケーションを可能とする研究推進が重要であると報告した。その中で、距離の壁を超越し、リアルワールドとバーチャルワールドをシームレスにつなぐ超臨場感システムの研究の重要を謳っており、NICTでの研究の強化や産学官連携した研究推進が必要であると提言している<sup>(1)</sup>。

これを受けNICTでは、2006年4月に5カ年の中期計画を取りまとめ組織改正をしたのを機に、現在のユニバーサルメディア研究センターを新設し、多感覚情報の伝達による超臨場感環境を実現を目指して研究を開始したのである。

また、産学官から関連の研究者、技術者が参加する「超臨場感コミュニケーションフォーラム」を、2007年3月に設立した。

## 2. 国家戦略としての超臨場感コミュニケーションに関する研究推進<sup>(1)</sup>

総務省は2005年12月、「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)の報告書を発表した。その報告では、従来のテレ・コミュニケーションから、すべての人に優しく、さらに価値の創造を可能とする「ユニバーサル・コミュニケーション」へと発展していくことが重要であり、その実現のためには、「言語や文化、価値観、知識、経験、身体能力などの壁の超越」、「あたかもその場にいるように見え、音が聞こえ、香りをかぐことができるような自然な表現の伝達」、「意味や意図、感情や雰囲気などを正確に伝え、安全で信頼感があり、共感や感動できる技術」の研究が重要であるとしている。

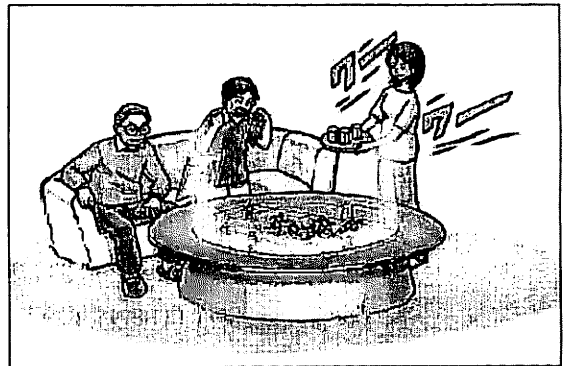
特に超臨場感コミュニケーション技術については、

○ 映像の受け手である人間の視覚機能や特性、音の認知特性、マルチモーダル(複数の感覚器官から受け取る刺激情報の相互作用)に関する理解や、これらの高度な技術にふさわしいコンテンツの表現・演出技法を深めること

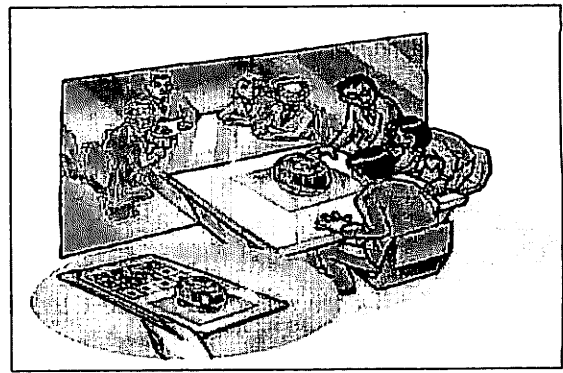
○ 現実世界と仮想世界の違いから受ける違和感を解消する工夫や、必要なときには人間がそれらの違いをはっきりと認識できるような工夫

○ コンテンツの利用者の信頼感を得るために、意図的に誤りを含んだ映像情報の真贋を自動的に評価できるような取り組みや、バーチャルとリアルを組み合わせた人間同士のコミュニケーションのあり方についての研究

が重要であり、そのために、情報処理、心理学、認知科学、脳科学、芸術・音楽・デザイン、コミュニケーションなどの関わりが求められるとしている。超臨場感システムの応用例として、図1のような利用シーンをイメー



(a) サッカー中継を立体テレビで観戦



(b) 立体映像を囲んで遠隔会議

図1 超臨場感コミュニケーションのイメージ

ジしている。そして調査研究報告のまとめとして、以下を提言している。

(1) 基盤性が高く民間では取り組みが困難な技術は、NICTが中核として取り組むこと

(2) 基礎的研究は、短期間で商用化に直結するものでないため、課題公募型の競争的資金を活用するなど、国が中心となって推進すること

(3) 競争的資金等による基礎研究、NICTによる基盤から応用までの研究、産業界による基礎から実用化までの研究、実証実験、標準化活動、を産学官連携して推進すること

(4) 中堅・若手研究者の育成、海外研究機関・研究者との連携・協力を推進すること

(5) 産学官フォーラムを立ち上げ、異分野間交流、社会的受容性の向上、共同実験、成果の発信を推進すること

## 3. NICTにおける超臨場感コミュニケーションの研究<sup>(2)(3)</sup>

上記調査報告を受けNICTでは、2006年4月に5カ年の

中期計画を取りまとめ組織改正を行う中で、ユニバーサルメディア研究センターを新設した。当研究センターには、「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つの研究グループがある。

### 3.1 超臨場感基盤グループ

立体映像・音響のハードウェアの研究を進めているグループである。このグループで目指している立体映像の実現技術は、特殊なメガネを必要としない究極の立体映像といわれている電子ホログラフィである。

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、この記録材料として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。一方、電子的な映像表示デバイス（液晶パネルが用いられることが多い）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、光を様々にコントロールし、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角を制御する作用が大幅に制限される。具体的には、

- (a) 再生時に照射する照明光が直接透過する成分が視野に入る
  - (b) 共役像と呼ばれる偽の像が正しい再生像に重なって妨害となる
  - (c) 観察範囲（視域）が狭い
- などの問題が生じる。

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。プロジェクター用の液晶ディスプレイデバイスを複数用いて、視域を10度程度に広げることが当面の目標としている（図2は実験装置の外観）。

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<sup>(4)</sup>。図3にその表示例を示す。また、通常の2次元映像情報とレーザーキャナーで測定した奥行き情報からホログラフィ情報に変換し表示する方式の検討も行っている<sup>(5)</sup>。

そのほかカラー化手法なども検討し、将来的には図1に示したようなリアルタイムカラー動画の立体映像



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

システムの実現を目指していく。

また、自然でリアルな立体映像再生が可能になった場合、それと整合する音の再生システムの研究も進めている。具体的には、ホログラフィによる立体映像と組み合わせ可能な近接音場再生技術の検討を進めている。

### 3.2 超臨場感システムグループ

このグループでは、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」を生成する多感覚インタフェースを有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、ステレオ立体像と触覚ディスプレイを組み合わせて、視覚と触覚の相互作用を解明するための実験の様子を示している。

また、図5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。

このように視覚、聴覚だけでなく触覚、嗅覚などの多感覚情報を統合して、人が臨場感を感じている知覚認知メカニズムを解明するための測定手法・手順の開発、および測定データの分析により臨場感システムの要件を明らかにしていく。このようなシステム要件を明らかにすることで、人に最適化された臨場感の生成が可能になると考えている。

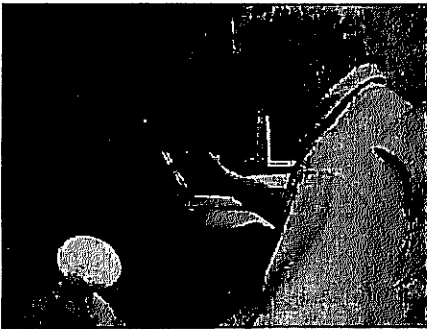


図4 視触覚間の相互作用解明のための実験



図5 視触覚間の相互作用解明のための脳活動計測

## (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、日本にいながらにして、パリの街角で開かれている奇空市場で陶器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おいて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。図6に当グループの研究課題をまとめた。

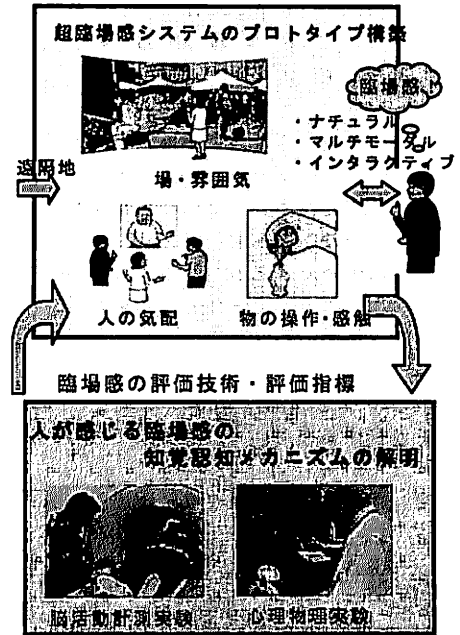


図6 超臨場感システムグループの課題

具体的な研究課題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。メガネ不要な立体映像を大画面で提示する技術の確立。
- (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

(e) 多感覚コンテンツ作成技術

触覚情報も含んだ多感覚コンテンツを容易に作成可能とする技術

4. 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (URCF) (6)

超臨場感コミュニケーション技術は、「超高精細・立体映像」、「高臨場感音場再生」、「触覚・嗅覚を含めた五感通信」などの要素技術からなり、それらの研究開発においては、設備やシステムが大規模になることに加え、撮像・入力、ディスプレイ・再生、光学機器、画像・音声処理、伝送・通信、コンテンツ制作、ヒューマンインターフェース、心理評価・認知メカニズムなど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叡智を結集し、標準化を念頭において推進することが必要となる。

そこで、第2章で紹介した「ユニバーサル・コミュニケーション調査研究会」の提言も踏まえ、関係する研究者・事業者・利用者等が広く参集し、相互の情報交換や異分野間交流を推進するとともに、産学官連携による研究開発・実証実験・標準化等の効率的な推進を図ることを目的として、「超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム, Ultra realistic Communications Forum (URCF)」を、2007年3月7日設立した(会長: 東京大学原島博教授)。

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。<http://www.scat.or.jp/urcf/>を参照されたい。

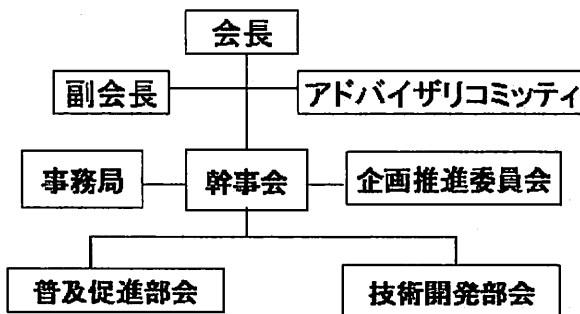


図7 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (URCF) の推進体制

2007年5月現在、正会員(企業・団体)101名、特別会員(有識者等)60名という大規模なフォーラムとなっている。図7にURCFの推進体制を示す。

2007年3月の設立総会の後、会員から具体活動に向けた検討テーマ提案の募集を行った。その結果、普及推進部会に20件、技術開発部会に15件の提案があった。現在、これらの提案をベースに両部会の活動方針と作業班の設置、部会と作業班への参加メンバーの募集を行っているところである。なお企画推進委員長に筆者が就任している。

(1) 普及促進部会(部会長: 岡野文男 NHK技研研究主幹)

会員から提案される立体映像や超高精細映像などのシステムの実証実験の支援、テストセンターの設置、標準コンテンツの作成や異なる方式の機器間インタフェースの共通化、国内外の展示会への出展のアレンジや臨場感システムの応用分野の発掘などを行う。図8に示すように、この普及促進部会の下に3つの分科会を設置し、さらに各分科会にはいくつかの作業班を設置した。

- 実証実験分科会(主査: 石橋聡 NTT首席研究員)
- 標準化分科会(主査: 酒澤茂之 KDDI研主任研究員)
- アプリケーション開発分科会(主査: 森田茂 日本SGI本部長)

(2) 技術開発部会(部会長: 東倉洋一 国立情報学研究所副所長)

「超」臨場感システムのイメージの明確化、高精細大画面映像やHi-Fiオーディオに求められる高スペックな音響システムの検討、各種立体映像方式の比較、五感通信や認知メカニズムから求められる超臨場感システムの機能・性能調査などを行う。こうした調査を通して、超臨場感に関連する分野に従事している研究者・技術者に対して、進めるべき方向や目標などの指針を与えることを目標としている。また国としての研究開発のロードマップを作成するとともに、必要な予算を求めていくこととしている。

図9に示すように、技術開発部会の下に3つの分科会、2つのWGを設置した。さらに、各分科会、WGの下にはいくつかの作業班を設置した。

- 映像分科会(主査: 岸野文郎 大阪大学教授)
  - > 超高精細映像WG(リーダー: 相澤清晴 東京大学教授)
  - > 立体映像WG(リーダー: 高木康博 東京農工大准教授)
- 音響分科会(主査: 鈴木陽一 東北大学教授)

- 五感・認知分科会（主査：廣瀬通孝東京大学教授，河合隆史早稲田大学准教授）

調査研究会（座長，原島博），最終報告，[http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/051215\\_3\\_2.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/051215_3_2.pdf)

- [2] 榎並：総論 高臨場感システムの研究推進に向けて，映情学会誌，Vol. 61, No. 5 (2007. 5)
- [3] 榎並，奥井，井ノ上：N I C Tにおける超臨場感コミュニケーションの研究戦略，映情技報，pp. 1-6, Vol. 30, No. 58 (2006. 11)
- [4] 三科，奥井，岡野：NHK 技研 R&D pp. 14-19, No. 93 (2005. 9)
- [5] 大井，奥井：映情技報，pp. 3-6, Vol. 30, No. 43 (2006. 9)
- [6] 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/>

5. むすび

図10に、超高臨場感コミュニケーションの応用分野を示した。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、高臨場感システムは大いに貢献すると考えている。以上に述べたように、高臨場感に関する技術については、NICTをはじめとする研究機関が本格的に取り組み始めた。また、産学官が参集したフォーラムも活発に活動し始めた。欧州や韓国でも国家的なプロジェクトで研究を推進している。国内外の関係者が連携して研究することで、この分野が一層発展することを期待してやまない。

参考文献

- [1] ユニバーサル・コミュニケーション技術に関する

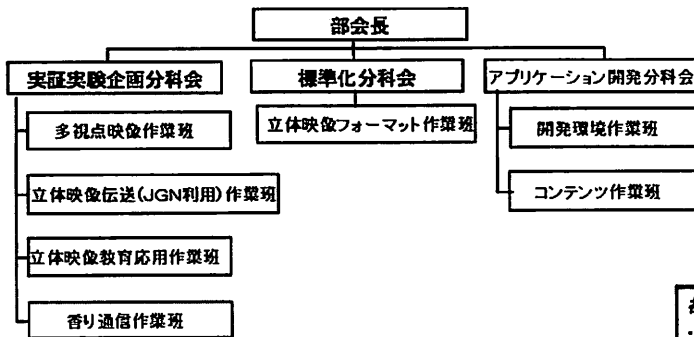


図8 普及促進部会の検討体制

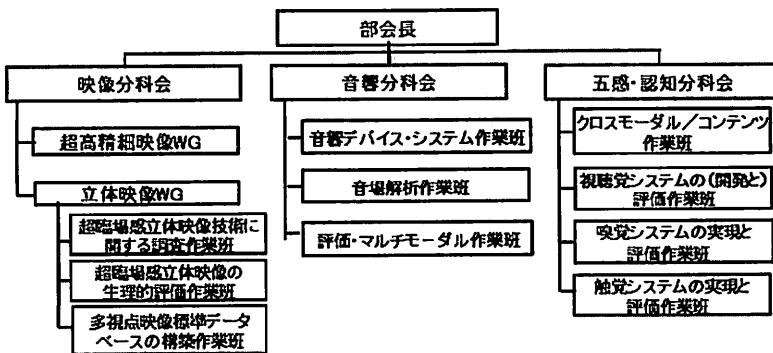


図9 技術開発部会の検討体制

超臨場コミュニケーション

- ・あたかもその場にいるような臨場感
- ・五感への訴え
- ・時空の超越
- ・情報の高付加価値化

- ・未知の世界の直感的な理解
- ・異文化間の理解
- ・事象のより忠実な再現・伝達
- ・新しい表現手法

<p><b>社会への応用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・遠隔会議，遠隔監視</li> <li>・教育，訓練，技能伝達</li> <li>・医療，介護</li> <li>・科学解析，シミュレーション</li> <li>・設計，デザイン</li> <li>・プレゼンテーション</li> </ul>	<p><b>新たな文化の創造</b></p> <p>文化の忠実な伝承</p> <p>より豊かな生活，体験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・芸術，デジタルアーカイブ</li> <li>・エンターテインメント，ミュージアム</li> <li>・劇場，ホームシアター</li> <li>・アミューズメント，ゲーム</li> <li>・テレショッピング</li> <li>・ファッション</li> <li>・旅行</li> <li>・バーチャルペット</li> </ul>
--	--

図10 超臨場感コミュニケーションの可能性と応用分野