

2.9 超臨場感コミュニケーション技術

NICTでは、遠く離れた場所からでも同じ空間を共有でき、お互いに“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、平成18年から超臨場感コミュニケーション技術の研究開発を進めてきた。この研究開発では、立体映像技術、立体音響技術の他にも、触覚・香りなどの多感覚情報伝達技術、人間の知覚認知メカニズムを解明することにより、人が感じる臨場感を定量的に評価する技術の研究開発を進めてきた。

以下では、まず、第2期中期計画(平成18～22年度)で実施した**2.9.1**多次元超臨場感環境再現技術の研究開発、及び**2.9.2**超臨場感コミュニケーション技術の研究開発について記す。次に、第3期中期計画(平成23年度～)で実施した**2.9.3**超臨場感立体映像の研究開発、及び**2.9.4**多感覚技術・臨場感評価技術の研究開発について記す。

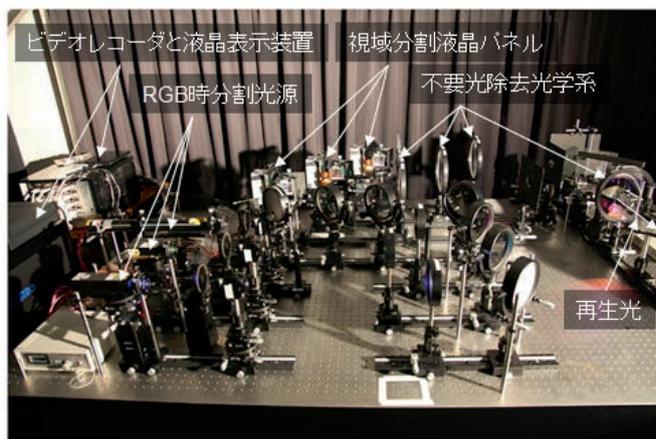
2.9.1 多次元超臨場感環境再現技術の研究開発

実空間において3次元で映像・音響を再現することを

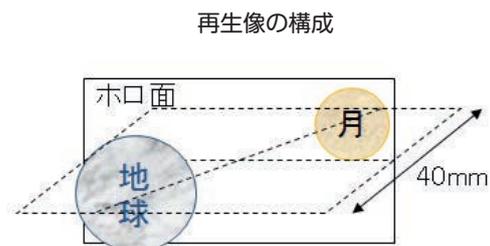
可能とするため、立体映像情報のリアルタイム再現技術、多次元高臨場感音響情報の定位技術の研究開発を行い、実空間3次元環境再現システムのプロトタイプを構築した。

(1) 電子ホログラフィ技術

ホログラフィは、究極の映像表示技術として期待され、各国の研究機関で精力的に研究開発されている。これは、被写体からの光の情報を“波面”として理論的に正確に記録・再生する技術であり、両眼視差や運動視差・輻輳・調節といった、奥行きを知覚する全ての手がかり(視覚生理的要因)を再現できる技術である。当然ながら、眼鏡等の器具装着も必要としない。特に、ホログラムの表示に電子デバイスを用いる技術は電子ホログラフィと呼ばれ、ホログラフィを動画像化できる技術である。しかしながら、視域角(立体像を観視できる角度範囲)の拡大や表示サイズ(表示できる立体像のサイズ)の拡大、スペckルと呼ばれる粒子状のレーザー特有のノイズの低減技術、被写体を自然光のもとで撮像する技術(ホロ



(a) システム全景

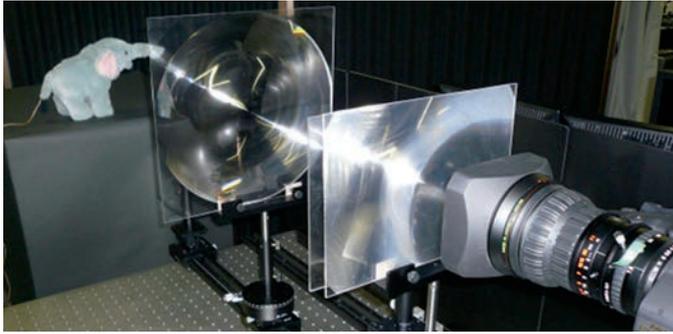


(b) CG データ

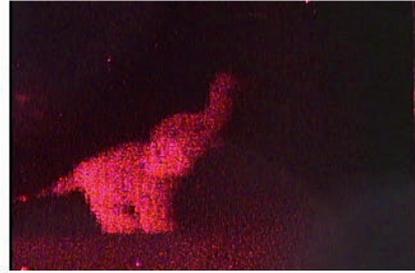


(c) 電子ホログラフィで再生した立体像

図2.9.1 世界初の表示サイズ対角4cm、視域角15°のカラー電子ホログラフィ装置



(a) IP 映像を撮影する様子

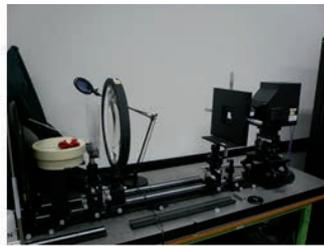


(b) 電子ホログラフィで再生した立体像

図2.9.2 研究当初のリアルタイム電子ホログラフィ装置



(a) IP 映像を撮影する様子



(b) 電子ホログラフィで再生した立体像

図2.9.3 リアルタイム電子ホログラフィ装置

グラフィの原理では被写体を暗室においてレーザー光を当てて撮像するため、自然光のもとで撮像はできない)、ホログラムデータを高速に計算する技術、など解決すべき課題が多数ある。

NICTにおいては、視域角の拡大を検討し、平成22年9月に世界で初めて、表示サイズ対角4 cmで視域角15°のカラー電子ホログラフィ装置を開発した。一般的に電子ホログラフィにおいては、不要な光が発生して観察を妨害してしまうが、この装置では妨害光を除去できる構成にしてあるため自然に立体像を観察できる。図2.9.1 (a)はシステムの全景、(b)は表示したコンピュータグラフィックス(CG)データ、(c)は再生した立体像を一般のカメラで撮影したものである。(c)では地球にはピン트가合い月はぼやけていることから、また見る位置に応じて地球と月の間隔が変化することから、地球と月が奥行の異なるところに再生されていることが分かる。

また、被写体を自然光のもとで撮像する技術と、ホログラムデータを高速に計算する技術の研究を進めた。そして、実際に装置として、自然光のもとでインテグラル・フォトグラフィ(IP)により被写体を撮像し、リアルタイムにホログラムに変換(IPホログラム変換)して、電

子ホログラフィで動画表示する技術を開発した。IPとはレンズアレイを通して被写体を撮像する技術で、撮影される映像(IP映像)は、1台のカメラでありながら多視点映像を撮影した映像、つまり、多数の超コンパクトな低画素カメラを縦横に整然と並べて撮影したのと同等の映像になる。そのためIP映像には被写体の立体情報が含まれている。この映像からホログラムを計算する技術がIPホログラム変換である。NICTでは、IP映像を撮影する際のレンズの焦点距離や空間フィルタの工夫により、高速に、しかも不要な光を再現しないホログラムを作り出す技術を確認した。その結果、自然光のもとでの撮像から電子ホログラフィ表示までを、従来では不可能であったリアルタイム装置で実現した。図2.9.2は平成20年3月の研究当初の様子で、図2.9.3は平成23年3月時点の様子である。IP映像のキャリブレーション技術の検討、計算アルゴリズムの最適化などで、カラー化や画質改善されている様子が分かる。

(2) 立体音響技術

ある音源から出た音は四方八方に伝搬するが、理想的な点音源であれば、音源から出た音はすべての方向に均一

に伝搬する。しかし、現実の世界ではこのような点音源はほとんど無く、それぞれの方向に異なった特性で伝搬する。そのため、遠隔地にある音源から出た音をこの場に再現するためには、どの方向にも実物と同様な音響が再現できる異なる放射指向性を持った音の再生技術が必要になる。本研究では、周囲全方向に異なる特性の音響を放射する技術の研究開発を進め、複数のリスナーが周囲のどこから聴いてもリアルな現実と同じように音響を再生できるスピーカシステムのプロトタイプを平成19年に開発した。図2.9.4にそのスピーカ（球形スピーカ）を示す。

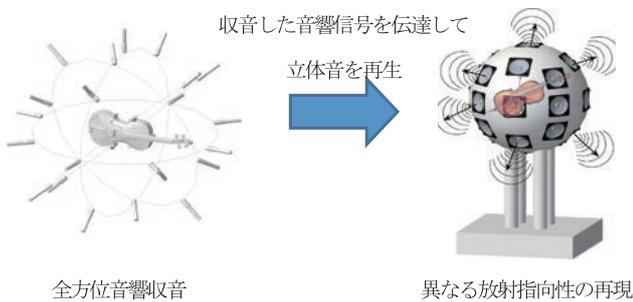


図2.9.4 異なる放射指向特性を持つ球形スピーカ

さらに、このスピーカと実音源との比較評価を平成21年に行った。壁の裏で実際に人がギターを弾いた場合と、球形スピーカでギターの音を再生した場合とで、壁の前にいる人がどちらで再生された音かを区別ができるかブラインドテストを行った（図2.9.5）。

- その結果、以下の知見を得ることができた。
- ・ブラインドテストでは、実音源と球形スピーカとの区別は困難である。
 - ・人間は音源の大きさにより、音のリアリティ評価を行っている可能性がある。



図2.9.5 ブラインドテスト

2.9.2 超臨場感コミュニケーション技術の研究開発

遠隔地の人とあたかも同じ空間を共有して臨場感の高いコミュニケーションを実現することを目的として、研究開発を進めた。図2.9.6に示すように、コミュニケーションには様々な形態が考えられる。



図2.9.6 立体映像によるコミュニケーション形態

これらのコミュニケーション用ディスプレイとして遠隔地の3次元空間や環境も共有できる大画面裸眼立体ディスプレイ、テーブルを取り囲んだ人々が空中に浮かんだ立体映像を全周囲から観察できるテーブルトップ型立体ディスプレイ、箱の中の立体映像を手に持ち指や箱の動きに応じてインタラクティブに映像が変化する箱型立体ディスプレイの研究開発を進めた。これらは、特別な眼鏡をかけずに立体視できるディスプレイであり、以下にその概要を示す。

(1) 大画面裸眼立体ディスプレイ

複数の人々が大きな立体像を観察して、3次元空間や環境を共有できるディスプレイであり、人や車などを等身大（実物大）で表示することで、高い臨場感を感じることができる。

図2.9.7に示すように、このディスプレイはプロジェクタアレイとディスプレイスクリーンから構成されている。ここでプロジェクタアレイは各々 Full HD の解像度を持つ多数のプロジェクタユニットで構成されており、プロジェクタユニットは2次的に配置されている。一方、ディスプレイスクリーンは縦方向には拡散するが横方向にはほとんど拡散しない拡散特性を有する特殊な拡散フィルムと集光レンズから構成されている。

このディスプレイの原理を図2.9.8に示す。これはスクリーンを上から見た図である。全てのプロジェクタユニットから出た光はスクリーン上に同時に重ねて投影される。しかし、スクリーンに貼られた特殊な拡散フィル

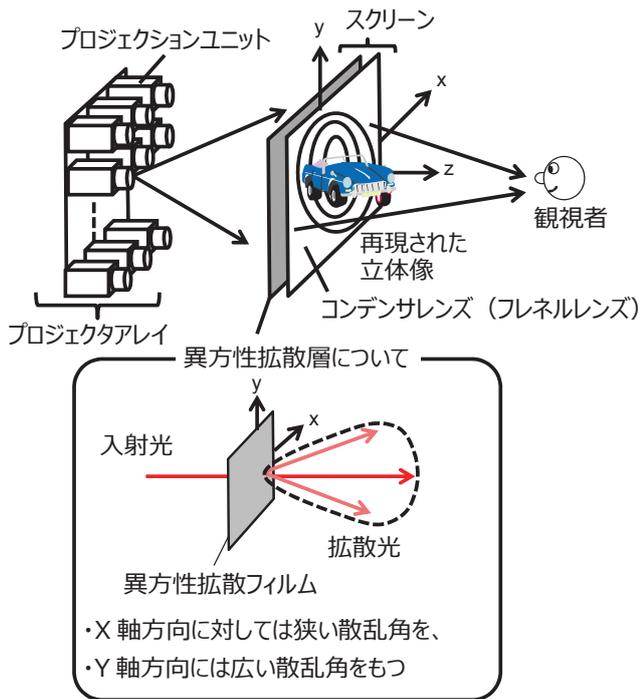


図2.9.7 大画面裸眼立体ディスプレイの構成

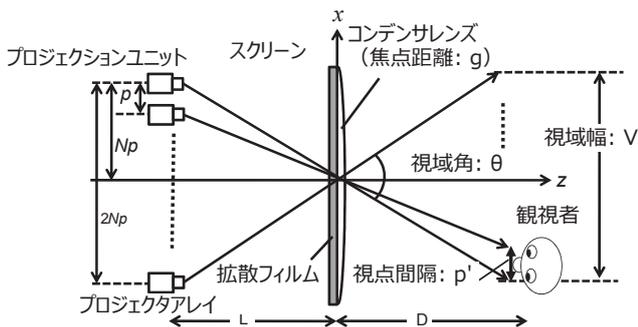


図2.9.8 ディスプレイの基本原理

ムによって、プロジェクタからスクリーンに入射した光は横方向には拡散せず直進する。また、この光はスクリーン上にある集光レンズによって観視者の左目（または右目）に入射される。このように、観視者の左目（または右目）では1つのプロジェクタユニットから出た光を見ることになる。同様に、観視者のもう一方の目では別のプロジェクタユニットから出た光を見ることになる。両目に入射される光は別々のプロジェクタからの光であり、これらを両眼視差映像とすることで、観視者は立体映像を見ることができる。

このアーキテクチャにより、観視者が水平方向に移動することによって、それぞれの場所で別のプロジェクタユニットからの光を見ることができる。つまり、それぞ

れの観視場所に合った映像をプロジェクタユニットから送出することで、このディスプレイは運動視差を再現できる。この基本原理に基づいて、平成20年9月に画面サイズ70インチの裸眼立体ディスプレイを開発した。さらに改良を加えて画質を改善し、平成23年1月に画面サイズ200インチのものを開発した。このディスプレイの映像表示例を図2.9.9に、仕様を表2.9.1に示す。このディスプレイは、平成25年4月から大阪駅前のグランフロント大阪のナレッジキャピタル内に設置して運用している。



図2.9.9 大画面裸眼立体ディスプレイ

表2.9.1 ディスプレイ仕様

スクリーンサイズ	16.9 対角 200 インチ
視差画像解像度	水平 1,920, 垂直 1,080 画素
フレームレート	60 フレーム毎秒
プロジェクションユニット数	170 台
視点間隔	22.8mm (視距離 5.5m において)
視域角	40°

(2) テーブルトップ型立体ディスプレイ

テーブルを取り囲んだ人々がテーブル上に表示された映像を見ることができるディスプレイである。このディスプレイを研究開発するに当たり、以下に示す条件を設定した。

- ・ テーブルの周囲からはそれぞれの位置に応じた角度の映像を見ることができる。
- ・ 通常のテーブル上での作業が邪魔されることが無いように、ディスプレイ面はフラットである。
- ・ 観視者の数に制約は設けない。つまり、テーブル周囲(360°)どこからでも映像を見ることができる。
- ・ 観視者は特別な眼鏡をかけることなく立体映像を見ることができる。

これらの条件をすべて満たすことで、テーブルを取り囲んだ人々は同時にテーブル上に浮かび上がった映像を異なった方向から見る事ができる。このディスプレイを fVisiOn と名付けた。構成を図2.9.10に示す。この図に示すように、テーブル内に多数の小型プロジェクタから成るプロジェクタアレイを配置し、特殊な形状(円錐型)と拡散特性を持つスクリーンを開発した。この円錐型スクリーンは、スクリーンのエッジ方向に光を拡散させるが、水平方向には拡散させない特性を有する。小型プロジェクタは、スクリーンのエッジに対して垂直に光線を入射させることができるように円周上に配置されており、各プロジェクタから出た光線は水平方向には拡散せずスクリーン上を直進し、テーブル上の観察者の目に入る。テーブル上のある位置にいる観察者の右目(左目)は、図2.9.11に示すように、各プロジェクタから出たスリット光の一群を見ることになる。なお、図ではスリット光の間に黒い縞があるが、映像を表示する時はこの黒い縞は消される。この一群のスリット光で映像を構成すると観察者は右目の位置から観察されるべき映像を右目で見る事ができる。

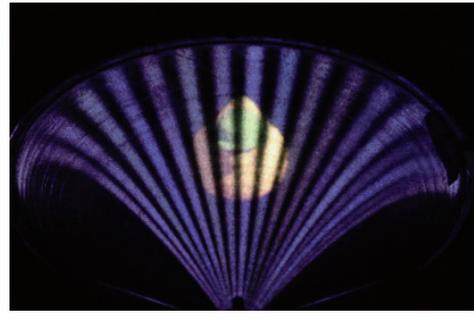


図2.9.11 スリット状の光線群

もう一方の左目では、別の一群のスリット光を見ることになり、観察者は左右の目で別々の映像を見ることで立体視が可能となる。同様に、テーブル上の他の位置にいる人は、また別の一群のスリット光から構成された映像を見ることができ、これにより、テーブル上の360°の位置からそれぞれの角度に応じた映像を見ることが出来る。この原理に基づいたプロトタイプを平成22年7月に開発した(試作では約130°の観察範囲まで実現)。図2.9.12にプロトタイプ映像表示例を示す。

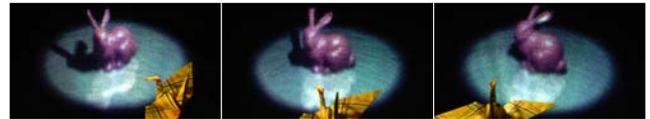
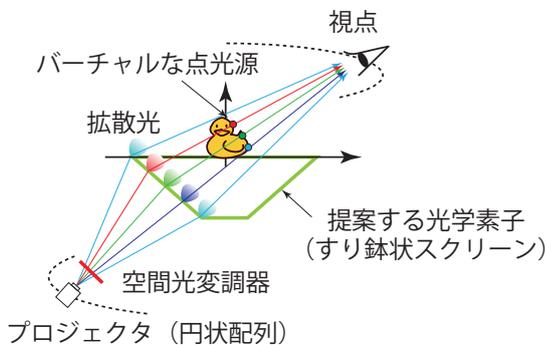
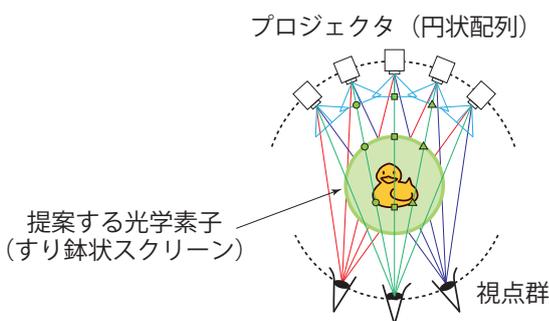


図2.9.12 映像の表示例



(a) ディスプレイを横から見た断面図



(b) ディスプレイを上から見た図

図2.9.10 fVisiOnの構成

(3) 手持ち箱型立体ディスプレイ

このディスプレイは実物が箱の中に入っているのと同様に映像を表示できるディスプレイである。そのためには、どんな方向から見てもその角度にあった立体映像が見えなければならず、再生される立体映像は縦横全方向に運動視差を再現することが要求される。この要求を実現するための条件をシミュレーションにより設計した。映像の再生方式はIPとして知られる方式を用いたが、従来は数十度の視野角を有するIPレンズしか実現できていなかったのに対し、120°の超広視野角を有するIPレンズアレイが必要となる。そこで、このIPレンズを新たに設計し、箱の6面それぞれの液晶パネル上に実装したプロトタイプを平成20年6月に開発した。このプロトタイプは、箱の中に実物が入っているかのように、複数の人が同時にどの方向から映像を見ても、それぞれの方向から見た映像表示を実現した。図2.9.13にある一方向から見た映像を示す。

また、このディスプレイではタッチパネルとジャイロセンサーを実装し、さらにリアルタイムレンダリング機能も平成21年7月に実装した。これにより、あたかも実物を手に持って操作している感覚で、指や箱の動きに応じてインタラクティブに映像を変化させることができた。



図2.9.13 ある方向から見た映像

(4) 臨場感評価指標の体系化

第2期中期計画では、人が感じる臨場感を規定する要因の体系を提案した(図2.9.14)。

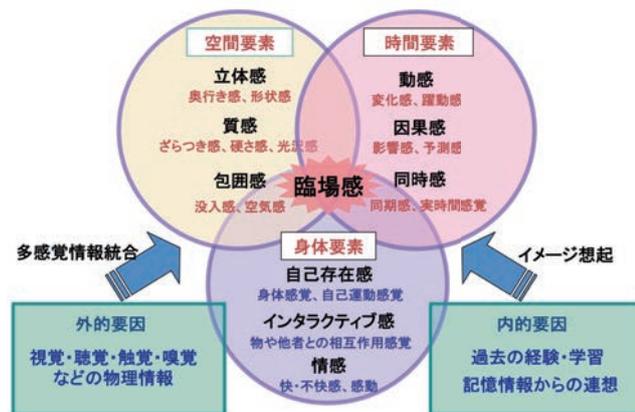


図2.9.14 臨場感の体系化

本体系では、臨場感を構成する要素として、立体感・質感・包囲感から成る空間要素、動感・因果感・同時感から成る時間要素、自己存在感・インタラクティブ感・情感から成る身体要素を規定した。このような臨場感は、外界からの多感覚情報の統合により生起する外的要因とともに、過去の学習・記憶に基づくイメージ想起による内的要因が寄与していると考えられる。

このような臨場感の構成要素の中で、物の質感、特に物体表面の光沢感を定量的に評価する心理物理学的手法を平成20年8月に開発し、多視点立体映像によってもた

られる両眼情報及び頭部運動に伴う時間変化情報が、光沢知覚の再現性に大きく寄与することを明らかにした(図2.9.15)。



図2.9.15 光沢感の心理物理実験

さらに、3次元映像が与える包囲感・没入感を脳活動で捉えるために、fMRI(機能的磁気共鳴撮像)装置で作動可能な超広視野立体映像提示装置を平成22年11月に開発した。本装置を用いることで、高磁場かつ頭部周辺の狭空間においても、水平視野角100°の超広視野立体映像をHDの高解像度で提示することができるようになった(図2.9.16)。



図2.9.16 fMRI用超広視野立体映像提示装置

(5) 多感覚インタラクションシステムの開発

人が感じる臨場感を定量的にとらえるためのシステムとして多感覚インタラクションシステム(MSenS)の開発を平成18年度に開始した(図2.9.17)。本システムを用いると、3次元デジタイザで取り込んだ実物の立体映像に対して、力覚提示装置を用いて、物体表面の感触(凹凸、硬軟、ざらつき等)をリアルに体感できる。また、

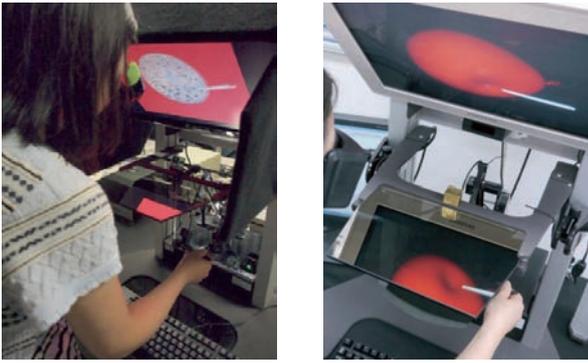


図2.9.17 多感覚インタラクションシステム

仮想物体の触り方(叩く、擦る等)に応じて、個々の材質特有の接触音を実時間で再現できる。

接触音は、実物に触れたときの音を事前に収録・分析し、多数の周波数モードのパラメータ値(振幅値・減衰係数)として表現し、実際に仮想物体に触れたときの力と統合して、実時間で多様な音を生成する。

さらに、香りの時空間制御を可能にするために、香りを含む空気を広く拡散させずに、鼻に向けて局所的に提示可能な香り噴射装置「マイクロ・アロマ・シューター」(図2.9.18)を平成21年11月に開発し、多感覚インタラクションシステムに組み込んだ。これにより、四感覚(視覚・聴覚・触覚・嗅覚)を統合して、リアルで自然なバー

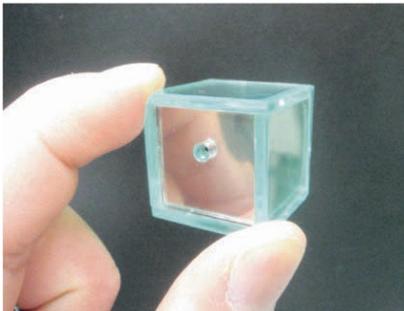


図2.9.18 香り噴射装置マイクロ・アロマ・シューター



図2.9.19 貴重な文化財の多感覚コンテンツ

チャル体験を世界で初めて可能にした。

本システムを用いて、通常触ることができない貴重な文化財の多感覚コンテンツを制作し、国内外の多数のイベントにおいて体験デモを実施した。図2.9.19は、国の重要文化財「海獣葡萄鏡」(奈良文化財研究所所蔵)、及び「銀薫爐」(宮内庁正倉院事務所所蔵)の多感覚コンテンツを示している。

2.9.3 超臨場感立体映像の研究開発

第2期中期計画で実現した技術を背景に、第3期中期計画では究極の立体映像技術と期待されている電子ホログラフィ技術、及び次世代の立体映像技術である超多視点立体映像技術の研究を中心に進めている。

(1) 電子ホログラフィ技術

電子ホログラフィについて、第3期中期計画では立体像の表示サイズ拡大を最重要課題として研究を進めており、平成27年度までに、表示サイズ対角5インチ(約12cm)・視域角20°の表示技術の確立を目標としている。

表示サイズ拡大については、図2.9.20のように、複数の表示デバイス(シリコン液晶デバイスを使用)を近接配置し、これらからの表示光を、複数の拡大光学系と1つの縮小光学系を組み合わせることで1つの表示光として合成する光学技術を考案した。ここでは、表示デバイスを拡大光学系の最終レンズ上に結像させることで、デバイス毎の光が連続的につながるようにしてある。また、表示デバイスを照明するためにプリズムを1個ずつ段々状に配置する必要があるが、照明部分のサイズ縮小を目的に、偏光を利用して2個ごとに段々状にしている。

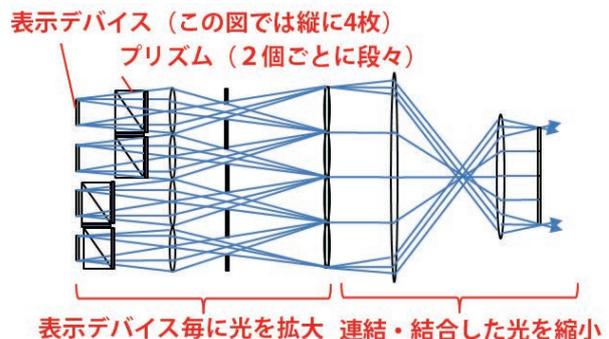


図2.9.20 考案した表示光合成技術

このような技術により、表示デバイス間の間隔に起因する光の間隙を低減し、表示サイズを拡大した1つのホログラフィ立体像を表示できる。平成26年6月には、800万画素の表示デバイスを縦横に4素子ずつ(合計16素子)持たせ、かつ光源をRGB3色とした電子ホログラフィ装置を試作して(図2.9.21)、対角8cmのカラーホログラフィ立体像表示を確認した。

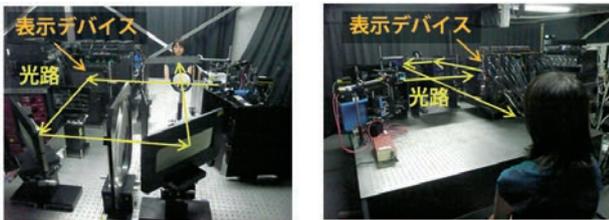


図2.9.21 試作した表示装置

ホログラムの生成方法としては、被写体を点光源の集合として取り扱って生成する方法、被写体を平面サーフェースの集合として取り扱って生成する方法、第2期中期計画のリアルタイム電子ホログラフィで使ったようなIP映像からの高速変換など、種々の方法があり、NICTでもいくつか検討している。なかでも、コンピュータグラフィックス(CG)のレンダリング技術を流用して、光線サンプリング面を利用する簡便かつ高度な計算方法に特に着目している。図2.9.22は、この方法を用いて電子ホログラフィ装置で表示したものである。図2.9.22(a)は、非常に複雑な背景を持つコン

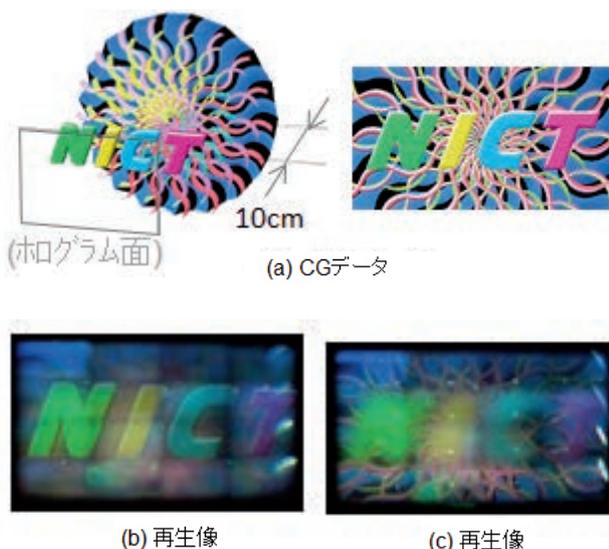


図2.9.22 電子ホログラフィで再生した立体像

ピュータグラフィックス(CG)データ、(b)は再生した立体像を「NICT」にピントを合わせて撮影したもの、(c)は背景にピントを合わせて撮影したものである。(b)では背景がぼやけており、(c)では「NICT」がボケていることから、奥行の異なるところに再生されていることが分かる。

(2) 超多視点映像圧縮符号化技術

次世代の立体映像として期待されている超多視点立体映像システムについては、超多視点立体映像の伝送を実現するための圧縮符号化方式を最重要課題として研究を進めており、平成27年度までに、圧縮効率が2倍の圧縮符号化方式や処理時間の半減が可能な圧縮符号化方式の研究開発を目標としている。

超多視点立体映像は、一般的な立体映像(2眼ステレオ方式)とは違い、多くの視点の映像を同時に表示する技術であるため、一般的な立体映像をはるかに凌ぐ臨場感を提供できるという特徴がある。こういった映像を滑らかな運動視差で実現するためには、例えば200視点級の多視点映像を扱う必要があり、その実用化には伝送技術の確立が不可欠となる。これに対し、平成23年度に、NICT独自の圧縮符号化方式を提案し、その後もアルゴリズムの検討を進めている。2倍以上の圧縮映像をNICTが第2期中期計画で開発した200インチ裸眼立体ディスプレイに表示する実験を行い、本方式により高品質な復号映像が得られることを確認した(図2.9.23)。

NICTの提案方式では、多視点映像と奥行きデータの類似性を使うことで情報低減を可能としている(SECOND-MVD方式、図2.9.24に概要)。これは、H.264などの一般的な圧縮符号化方式の前後にフォーマット変換部を設けて、多視点映像と奥行きデータの類似性を使うことで、単純に符号化するのに比べて高い圧縮率を実

表示実験(200インチ裸眼立体ディスプレイ)



図2.9.23 原画と本方式画像
(違いが分からないと確認できる)

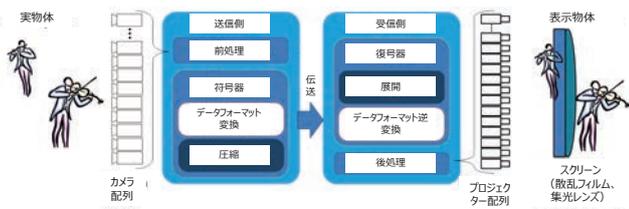


図2.9.24 超多視点映像圧縮方式概要

現するという方式である。このように一般的な圧縮符号化方式を変えても適用できることも本方式の特徴である。

(3) 超多視点映像取得技術

実写映像を超多視点立体映像として表示するためには、被写体を多視点で撮影するのが望ましい。NICTでは、200視点級の動画撮影を可能とするために、専用の小型ハイビジョンカメラを開発して、マルチカメラシステムを構築している。平成25年6月には、グランフロント大阪の200インチ裸眼立体ディスプレイ付近に設置し、来場者の動画ライブ撮影をデモ形式の実験として約4か月間実施し、安定した画質の映像を提供できることを実証した(図2.9.25)。



図2.9.25 マルチカメラシステムと200インチ裸眼立体ディスプレイの実証実験

また、マルチカメラシステムにおいては、すべてのカメラを理想通りに配置するのは不可能なため、カメラの実際の配置状態を計測するキャリブレーションと、撮影した映像をキャリブレーションデータを使って補正する技術が不可欠となる。200インチ裸眼立体ディスプレイを使い、超多視点立体映像における補正精度と画質改善の関係を明らかにするための初歩的な主観評価実験を平成25年12月に行った。

2.9.4 多感覚技術・臨場感評価技術の研究開発

第3期中期計画では、立体映像、音響、感触、香りにより人が臨場感を感じる仕組みの解明を目指し、臨場感を定量的・客観的に評価するための技術開発を実施している。また、立体映像の安全規格確立に向けたデータ解析や多感覚情報の相互作用・相乗効果の検証等を通じて、人にとって自然で快適な多感覚情報の技術要件の策定を目指している。

(1) 映像の知覚認知・評価技術

眼鏡をかけて見る3Dテレビの視聴による視覚疲労の実態を明らかにするために、成人500名・未成年者131名に対する大規模評価実験を実施した。視差がほとんど1°以内に収まるTV番組の1時間程度の視聴前後で、疲労の主観評価・客観評価を行い、その分析結果をとりまとめた実験結果報告書を平成24年2月に公表した(図2.9.26)。また、成人の実験結果に関しては、国際標準化団体ITU-Rに対して寄与文書を提出し採択された。

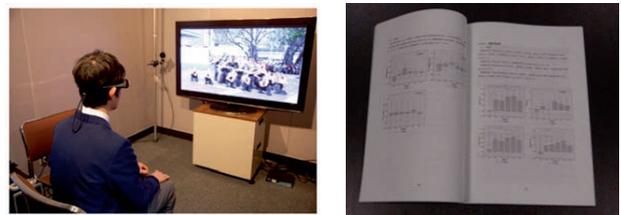


図2.9.26 3Dテレビ視聴による疲労評価実験と報告書

また、3D映像による視覚疲労・不快の一因とされている、眼の調節情報と輻輳情報の不一致に関する心理物理解析を行い、2眼立体映像の視差量が大きくなると、実物と比較して、調節・輻輳応答の矛盾が生じることを検証した(図2.9.27)。一方、超多眼立体映像や電子ホログラフィでは、より実物に近い応答特性が得られるこ

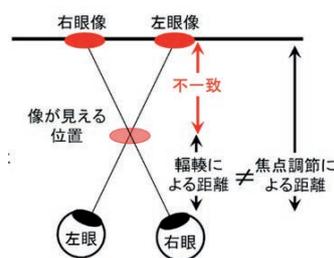


図2.9.27 3D映像観視時の眼の調節・輻輳機能の解析

とも確認した。

さらに、これまで定量化が困難とされてきた、人が感じる質感(光沢感・ざらつき感等)のより客観的な評価技術の確立に向けて、物体表面の光沢知覚に関わる脳部位を fMRI 脳活動解析により特定した(図2.9.28)。

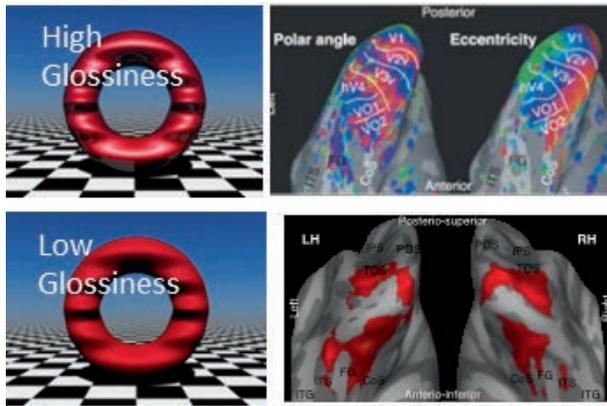


図2.9.28 光沢知覚に関わる脳部位の特定

(2) 音響の知覚認知・評価技術

大画面裸眼立体ディスプレイ上の映像を、どの視聴位置からでもより正確に定位させるための技術として、MVP方式の立体音響システムを構築し、その映像定位効果を心理物理実験により検証した(図2.9.29)。また、平成25年6月には、本音響システムをグランフロント大阪に設置し、様々な方々に参加いただく社会実証実験を実施した。

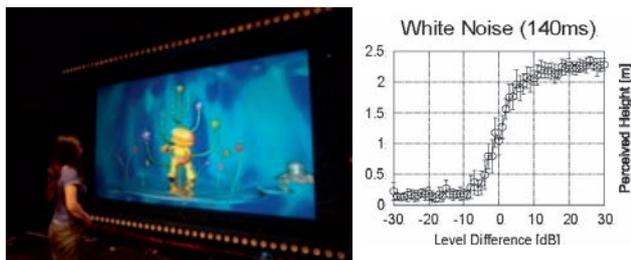


図2.9.29 立体音響システムと映像定位効果の検証

さらに、通常のステレオ音と比較で、バイノーラル音(耳介内部にマイクロフォンを設置して収録した音)は、頭部伝達関数(HRTF)の情報を含むため、一般に音が頭外に定位する。このような頭外に定位する音の情報処理に関わる脳部位を特定するために、fMRI 脳活動実験を実施し、バイノーラル音に特異的に応答する脳部位を明らかにした(図2.9.30)。

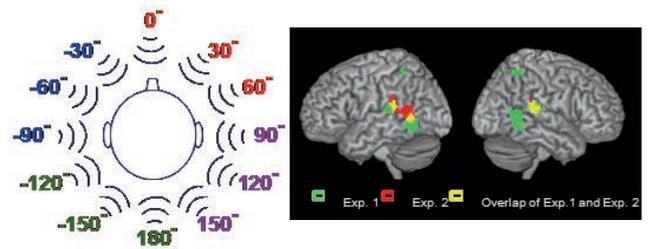


図2.9.30 音の頭外定位に関わる脳部位の特定

(3) 触覚の知覚認知・評価技術

手の自己固有感覚と視覚情報の3次元空間内における不一致が物の操作性に与える影響を明らかにする心理物理実験を実施し、手と映像の位置が空間的に一致しない状況(例えば拡大鏡手術や遠隔作業状況)においても、物の操作が容易になる条件を明らかにした(図2.9.31)。



図2.9.31 自己運動感覚と視覚の空間的不一致状況の解析

また、災害復興時に人が入れない危険な場所での遠隔作業効率を向上させるために、臨場感の伝達による建設機械の遠隔操作性を評価する実験を独立行政法人土木研究所と共同で平成25年10月から実施している。特に、高精細(4K)3D映像を用いた場合の作業状況の視認性や作業効率の向上を定量的に測定する実験に取り組んでいる(図2.9.32)。



図2.9.32 高精細立体映像を用いた建設機械の遠隔操作実験

(4) 香りの知覚認知・評価技術

6種類の香りを瞬時に切り替えて、映像と同期して提示可能なマルチ・アロマ・シューターを平成24年11月に開発した(図2.9.33)。

本装置を応用して、デジタル方式の嗅覚検査装置の開



図2.9.33 6種類の香りを提示可能な香り提示装置

発に取り組んでいる。従来の嗅覚検査では、複数の香り溶液に浸した検査紙を用いるアナログ方式の嗅覚検査装置が用いられてきたが、検査に手間がかかることから一般には普及していない。そこで、香りの微細な濃度調整を可能にする技術を開発し、デジタル嗅覚検査のプロトタイプシステムを平成25年11月に構築した(図2.9.34)。

さらに、嗅覚情報が物の感触(硬さ感・ざらつき感)に与える効果を心理物理実験により検証した(図2.9.35)。

2.9.5 今後の超臨場感コミュニケーション技術

NICTでは、平成18年から遠隔地の人とあたかも同じ場所にいるような自然でリアルなコミュニケーションの実現を目指して、超臨場感コミュニケーションの研究開発を推進してきた。その結果、ここで記したような多くの技術を開発してきたが、実用化にはまだ多くの研究課題が残っており、今後も残された課題を解決すべく研究開発に取り組む予定である。



図2.9.34 デジタル嗅覚検査のプロトタイプシステム

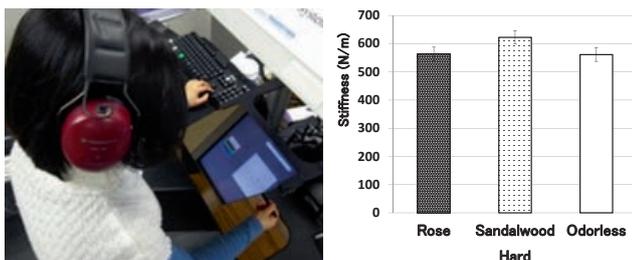


図2.9.35 嗅覚情報が感触に与える効果の検証