

## 裸眼立体映像提示の高画質化に関する研究開発

## ( 1 ) 研究の目的

特殊なメガネを装着しないで自然な裸眼立体映像を提示する技術の研究開発が種々進められている。この最も理想的な方式は光の波面を再現する電子ホログラフィーであるが、利用する空間光変調素子の画素ピッチが最小で7 $\mu$ m程度までのものしか実用化されていないことに起因し、表示される画質および視域（頭を動かしても再生像を違和感無く見ることができる範囲）には限界がある。

また、理想的なホログラフィーに準ずる立体映像提示方式（以下、準ホログラフィー方式）である膨大な数の光線による空間像再生方式（超多眼表示や高密度指向性表示）においても、空間光変調素子などの表示デバイスの画素数が少ないことに起因し、表示される画質および視域には限界がある。

このような限界を打ち破り、高画質な立体映像を再生できる立体映像提示技術の研究開発は、米・欧・アジアの各国が積極的に立体映像技術の研究開発に取り組んでいる現状を考えると、日本の技術力の高さを示し国際競争を勝ち抜く上で緊急に取り組むべき課題である。

本研究開発課題は、電子ホログラフィーや準ホログラフィー方式などの立体映像提示技術で共通に利用可能な超高精細な空間光変調素子の開発、開発素子を用いた立体映像提示システムの要素技術開発と、視聴による人体への影響を指標とした評価検証技術の研究開発を産学連携で推進し、世界最高水準の高性能立体映像提示システムのためのデバイス技術および映像技術を確立することを目的とする。

## ( 2 ) 研究期間

平成 20 年度から平成 23 年度（4 年間）

## ( 3 ) 委託先企業

JVC・ケンウッド・ホールディングス株式会社（JKHD）＜幹事＞  
国立大学法人東京農工大学（農工大）  
株式会社国際電気通信基礎技術研究所（ATR）

## ( 4 ) 研究予算（百万円）

平成 20 年度 89（契約金額）

平成 21 年度	84 ( " )
平成 22 年度	79 ( " )
平成 23 年度	74 ( " )

( 5 ) 研究開発課題と担当

課題ア：空間光変調素子の画素高密度化に関する技術 ( J V C ・ケンウッド・ホールディングス株式会社 )

課題イ：再生立体像の人体に与える影響の評価に関する技術

1. 評価用裸眼立体映像提示システムの開発( 国立大学法人東京農工大学 )
2. 再生像の人体に与える影響の評価( 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 )

( 6 ) これまでの主な研究成果

特許出願：国内出願	1 件	( 0 ( JKHD ) , 1 ( 農工大 ) , 0 ( ATR ) )
外国出願	0 件	( 0 ( JKHD ) , 0 ( 農工大 ) , 0 ( ATR ) )
外部発表：研究論文	3 件	( 0 ( JKHD ) , 2 ( 農工大 ) , 1 ( ATR ) )
その他研究発表	7 件	( 1 ( JKHD ) , 2 ( 農工大 ) , 4 ( ATR ) )
報道発表	0 件	( 0 ( JKHD ) , 0 ( 農工大 ) , 0 ( ATR ) )
展示会	3 件	( 1 ( JKHD ) , 0 ( 農工大 ) , 1 ( ATR ) , 1 ( 全体 ) )
標準化提案	0 件	( 0 ( JKHD ) , 0 ( 農工大 ) , 0 ( ATR ) )

( カッコ内は委託先毎の内訳 )

**具体的な成果**

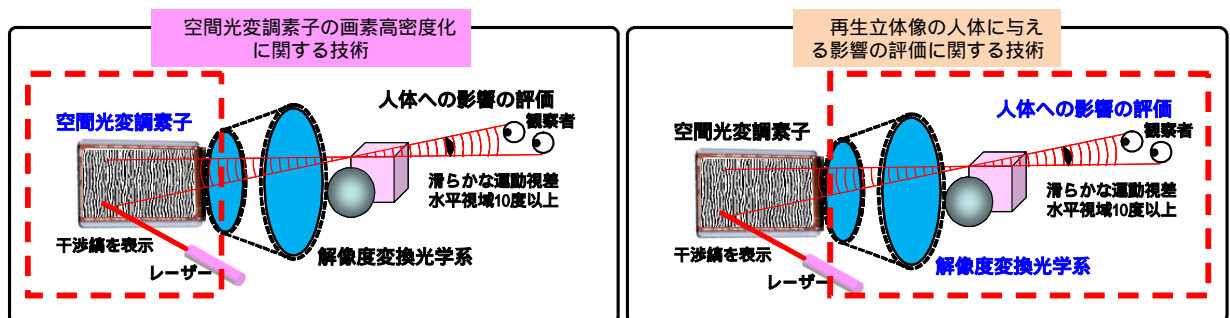
- (1) ホログラフィック表示デバイス用超高精細空間光変調素子として、画素ピッチ 5 μm 未満、総画素数 850 万画素以上の画素構造及びフレームレート 60fps 以上の高精細反射型液晶表示素子を完成させるとともにその駆動回路を開発し、ホログラフィック表示素子として機能することを確認した。同駆動回路は、D V I 入力を可能にするなど、P C との親和性が高く、ローコストのシステム構築に資する
- (2) ホログラム表示モジュールのスタディモデルを設計、試作した。平成 20 年度の試作結果をもとに、迷光除去のための反射防止、偏光ビームスプリッタ導入による光利用効率向上、およびファイバアレイのモジュール内収納を実現した。さらに、課題アで開発した空間光変調器との組み合わせも可能にした。また、高画質化のための共役像除去を、フーリエ変換光学系でのフィルタの変更と、これに対応

したホログラム計算プログラムの開発を行い、実現した。高画質化のための高次回折像除去については、フーリエ面で高次回折像を発生する成分の位置を特定し、これを打ち消すプログラムを開発した。

- (3) 視標観察時の観察者の調節、輻輳、瞳孔径を同時に測定する手法を確立した。その手法を用いて、実物体、平面画像、二眼式立体画像、多眼式立体画像を対象とする測定を行い、調節、輻輳等の測定結果が、対象となるディスプレイの持つ特徴をよく反映していることを確認した。また、実物体観察時であっても、調節と輻輳が一致しない場合があることがわかった。来年度は超多眼式立体画像を対象とする測定を実施する。これらの測定結果は、最終的な成果物であるホログラフィー観察時の調節、輻輳等の評価基準のデータとなる。

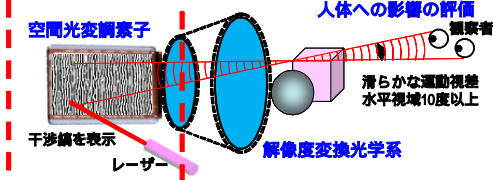
(7) 研究開発イメージ図

(研究開発イメージ図は、別紙2-1参照。)




## 空間光変調素子の画素高密度化に関する技術の主な成果

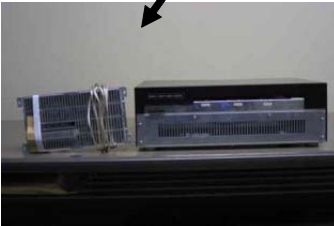
空間光変調素子の画素高密度化に関する技術



空間光変調素子の画素高密度化に関する技術  
・ホログラフィック素子の完成  
・駆動回路の開発



画素ピッチ5μm未満、総画素数850万画素以上の画素構造をもつ反射型液晶表示素子を完成



空間変調素子の駆動回路を新規開発し、評価用裸眼立体映像システム用のホログラフィック表示素子として機能することを確認。なお駆動回路は、DVI入力を可能にするなど、PCとの親和性が高く、ローコストのシステム構築に資するものである。

主な仕様

表示解像度: 4,096 × 2,400 (最大)

入力フォーマット: 48/50/60p (プログレッシブ信号の対応); 4096 × 2400 / 4096 × 2160 / 3840 × 2400 / 3840 × 2160 / 2048 × 1200 / 2048 × 1080 / 1920 × 1200 / 1920 × 1080 / 1600 × 1200 / 1280 × 1024 / 1024 × 768 / 800 × 600 / 640 × 480

映像入力: DVI-D (Dual Link) 24ピン (12bit拡張入力対応) × 4系統 (HDCP対応)

LAN: RJ45 × 1系統

USB: Type B (Slave) × 1系統

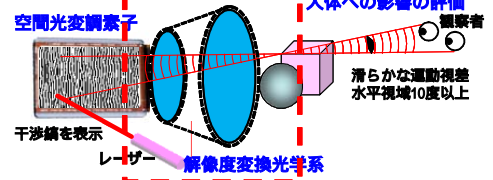
RS232C: D-sub 9ピン (オス) × 1系統

フレームロック: (48/50/60p) ON/OFF可能; 入力フレームレート 48/50/60 ± 0.5Hz以内

テストパターン: Cross Hatch / Color Bar / Staircase / Ramp / Flat (100%)


## 再生立体像の人体に与える影響の評価に関する技術の主な成果

再生立体像の人体に与える影響の評価に関する技術 (イ-1)



イ 再生立体像の人体に与える影響の評価に関する技術  
イ-1 評価用裸眼立体映像提示システムの開発  
(1) ホログラム表示モジュールスタディモデルの設計・試作  
(2) 高画質化のための共役像除去  
(3) 高画質化のための高次回折像除去

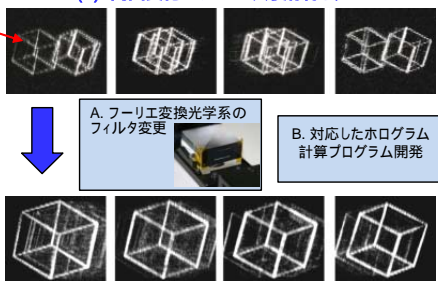
(1) ホログラム表示モジュールスタディモデルの設計・試作



ファイバレイのモジュール内蔵対応  
迷光除去のための反射防止  
光利用率向上のための偏光ビームスプリッタ導入  
課題アて開発した空間光変調器への対応

1. Photonics West 2010, Practical Holography XXIV  
2. 3次元画像コンファレンス2009

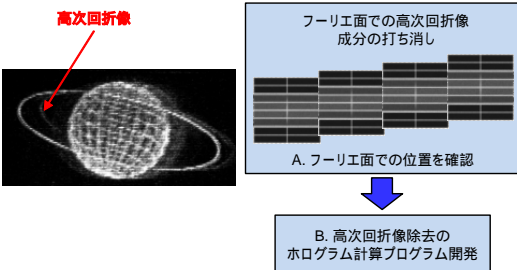
(2) 高画質化のための共役像除去



A. フーリエ変換光学系のフィルタ変更  
B. 対応したホログラム計算プログラム開発

Appl. Opt., vol.48, no.34, pp.H64-H70(2009)

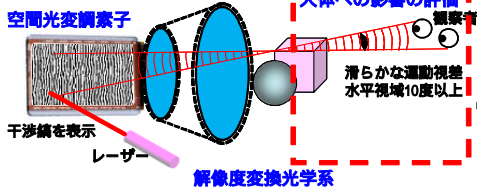
(3) 高画質化のための高次回折像除去



フーリエ面での高次回折像成分の打ち消し  
A. フーリエ面での位置を確認  
B. 高次回折像除去のホログラム計算プログラム開発

## 再生立体像の人体に与える影響の評価に関する技術の主な成果

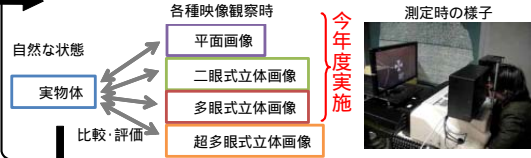
### 再生立体像の人体に与える影響の評価に関する技術 (イ-2)



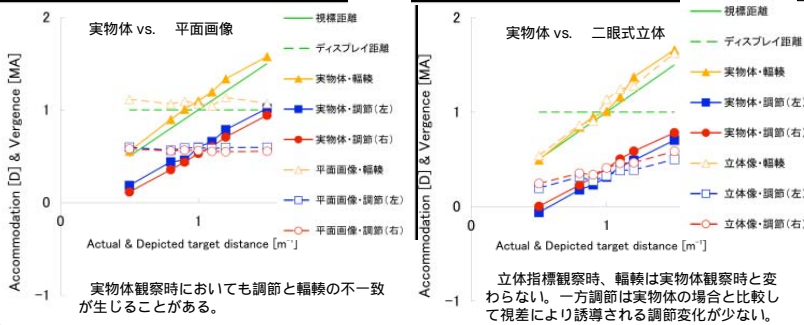
イ再生立体像の人体に与える影響の評価に関する技術  
イ-2 再生像の人体に与える影響の評価

### 再生像の人体に与える影響の評価 (概要)

指標観察時の焦点調節・輻輳応答の測定装置の拡充・測定手法を確立。実物体( )と既存の各種映像提示方式(平面ディスプレイ、二眼式立体ディスプレイ、多眼式立体ディスプレイ)について、指標観察時の焦点調節・輻輳応答を測定。  
実物体観察時の調節・輻輳応答を、自然な観察状態における視機能の基準データとし、各種映像観察時の調節・輻輳応答と比較。



### 実物体と各種立体映像観察時の調節・輻輳応答の比較 (結果)



### まとめ

指標観察時の焦点調節・輻輳応答の測定手法を確立した。

実物体、平面画像、二眼式立体画像、多眼式立体画像を対象とする測定を行い、調節、輻輳等の測定結果が、対象となるディスプレイの持つ特徴をよく反映していることを確認した。

来年度は超多眼式立体画像を対象とする測定を実施する。

これらの測定結果は、ホログラム観察時の調節、輻輳等の評価基準のデータとなる。