

# 複合撮像面による空間情報取得システムの研究開発 (121803023)

Research and development on spatial information acquisition system using multiple image sensors

## 研究代表者

洗井 淳 日本放送協会

Jun Arai Japan Broadcasting Corporation (NHK)

## 研究分担者

山下 誉行<sup>†</sup> 三浦 雅人<sup>†</sup> 日浦 人誌<sup>†</sup>

中須 英輔<sup>††</sup> 金澤 勝<sup>††</sup> 山崎 順一<sup>††</sup> 富田 豊<sup>††</sup>

Takayuki Yamashita<sup>†</sup> Masato Miura<sup>†</sup> Hitoshi Hiura<sup>†</sup>

Eisuke Nakasu<sup>††</sup> Masaru Kanazawa<sup>††</sup> Junichi Yamazaki<sup>††</sup> Yutaka Tomita<sup>††</sup>

<sup>†</sup>日本放送協会 <sup>††</sup>NHK エンジニアリングシステム

<sup>†</sup>Japan Broadcasting Corporation (NHK) <sup>††</sup>NHK Engineering System, Inc.

研究期間 平成 24 年度～平成 26 年度

## 概要

高品質な裸眼立体映像システムによる、自然で円滑なコミュニケーションの実現に向けて、三次元空間を伝搬する光線の方向と強度の情報を、撮像素子と光学素子アレイを用いて取得する装置を開発した。裸眼立体映像では膨大な情報量が必要になるため、複数の撮像素子を接合した取得装置を開発することで多画素化を実現した。複数の撮像素子を接合する手法は拡張性があるため、立体映像のさらなる高品質化を見込むことができる。

## 1. まえがき

わたしたちは三次元の空間で生活している。そのため、人と人の自然で円滑なコミュニケーションの実現に向けて、高品質な裸眼立体映像システムの開発は、重要な技術課題である。本研究は、立体映像システムのうち、三次元空間を伝搬する光線の方向と強度の情報を取得する技術を、拡張性のある手法で創生することにより、わたしたちの豊かな生活の基盤となるコミュニケーションの実現に資することを目的とする。

## 2. 研究開発内容及び成果

裸眼立体映像システムとして様々な手法が提案されている。このうち、インテグラル方式は、被写体の撮影と立体映像の表示の際に特殊な光源が不要で、水平・垂直方向の運動視差を伴った自然な立体映像の提示が可能であることから、人への負荷を掛けずに自然で円滑なコミュニケーションを図る手段として好適である。そのため、インテグラル方式を基本原理とした、空間情報を取得する装置について研究開発を行った。

インテグラル方式では、三次元空間を伝搬する光線の方向と強度の情報を、撮像素子と光学素子アレイを用いて取得するが、高品質で自然な三次元映像を提示するためには、膨大な量の空間情報を動画として取得できるシステムを構築する必要がある。そこで、「複合撮像面構成技術」「複合光学素子アレイ化技術」「空間情報処理技術」「光学像シフト技術」の4つの技術を軸に研究開発を進めた。空間情報を取得するシステムにおける、各技術の位置づけを図1に示す。

「複合撮像面構成技術」では、二回の露光でシリコンウエハ上に回路を転写することで、1億3300万画素（水平15360画素×垂直8640画素）を有する撮像素子を試作した。撮像素子にはR、G、Bのカラーフィルタ（ベイヤー構造でGはR、Bの2倍の画素数）が装着されており、1秒あたり60フレームで、各色が水平7680画素×垂直4320画素のカラー画像を取得できる。

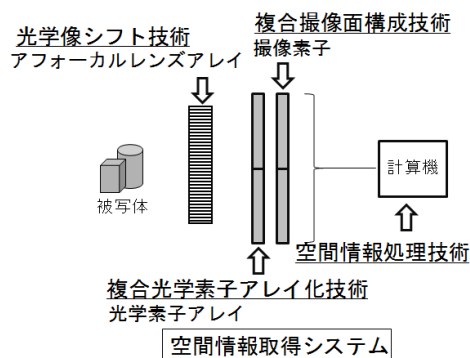


図1: 空間情報取得システムにおける各技術の位置づけ

「複合光学素子アレイ化技術」では、基本となる要素光学素子アレイを二枚接合することで、全体として多数の光学素子を有する光学素子アレイを構成する技術を開発した。具体的には、水平188個×垂直211個の光学素子アレイを二枚接合し、全体として水平376個×垂直211個の光学素子を有する光学素子アレイを試作した。

「空間情報処理技術」では、複合撮像面で生じる信号レベルの違いや、複合光学素子アレイで生じる信号レベルの低下を抑圧するための信号処理技術を開発した。複合撮像面では左右二回の露光で回路パターンをシリコンウエハ上に転写しているため、左右の露光領域で、撮影される映像信号のレベルに差が生じる。そこで、レベル差を補正する係数を映像信号に乗算することで、左右領域における信号レベルの差を抑圧した。また複合光学素子アレイでは、二枚の光学素子アレイの接合部分で、接着剤により光の透過率が低下し、結果として複合撮像面で取得される映像信号のレベルが低下した。そこで、接合部分の周囲の映像信号を用いて、信号レベルの低下を補正する係数を接合部分の信号に乗算することで、信号レベルの低下を抑圧した。

「光学像シフト技術」では、被写体の奥行き方向の幾何学的なひずみを抑圧した状態で、被写体の光学像をシフトする技術を開発した。具体的には、屈折率分布レンズを用

いたアフォーカルレンズアレイを構成することで、光学像のシフトを実現した。

「複合撮像面構成技術」「複合光学素子アレイ化技術」「空間情報処理技術」を用いて空間情報取得システムを構築し、被写体の空間像を表示する実験を行った。実験で用いた空間情報取得装置(1)を図2、被写体(1)を図3、表示した立体映像(1)の例を図4にそれぞれ示す。図4は、撮影した領域の一部を切り出して立体映像を表示した様子を示しており、実際の被写体を観察する場合と同様に、視点位置に応じて観察される立体映像が変化する(例えば、点線白枠内の見え方の変化)ことが確認できる。

さらに「光学像シフト技術」を組み合わせ、被写体を撮像し、その空間像を表示する実験を行った。実験で用いた空間情報取得装置(2)を図5、被写体(2)を図6、表示した立体映像(2)の例を図7にそれぞれ示す。図7は、撮影した領域の一部を切り出して立体映像を表示した様子を示しており、実際の被写体を観察する場合と同様に、視点位置に応じた立体映像が観察されることを確認した。

複合撮像面+複合光学素子アレイ



図2: 空間情報取得装置(1)の外観



被写体  
表示領域(一部切り出し)  
図3: 被写体(1)

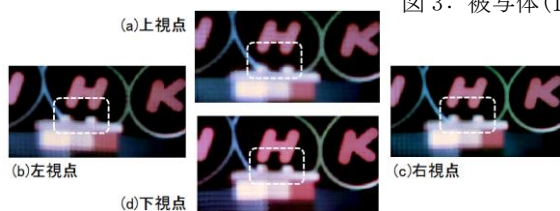


図4: 表示された立体映像(1)の例

複合撮像面+複合光学素子アレイ

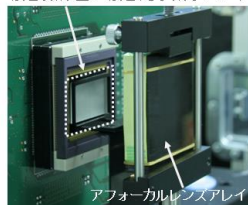
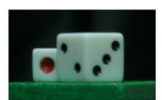


図5: 空間情報取得装置(2)の外観



被写体  
表示領域(一部切り出し)  
図6: 被写体(2)

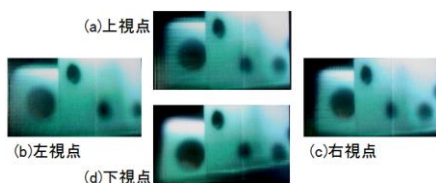


図7: 表示された立体映像(2)の例

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

裸眼立体映像技術を適用することで、放送、教育、医療、デザイン、防災、広告など多様な新規サービスや産業への展開が見込まれる。特に放送では、現行の二次元映像に比べて、臨場感や実物感の高い立体映像コンテンツを視聴者へ提供することが可能になるため、SCOPEプロジェクト終了後も継続して実用化を目指した研究開発を進めている。地域社会の活性化の観点では、観光情報や文化遺産、産

業を魅力的な裸眼立体映像として国内外に発信し、世代間で継承することで、継続的に観光客や世帯数が増加し、地域の活性化が期待できる。

さらに今後の情報化、高齢化社会では、コンテクストアウェアネス技術やユーザインターフェース技術の高い需要が想定される。これらの技術では、人間、構造物等に対する高度な三次元空間センシングや、人にやさしいコミュニケーション環境を実現するための、3D等の超臨場感インターフェース提示が課題となる。奥行きを含む空間情報が取得できる本空間情報取得システムは、こうした技術の研究開発分野に波及して技術的なブレークスルーを生じ、その結果、社会経済への大きな波及効果を見込むことができる。

### 4. むすび

本研究提案では「複合撮像面構成技術」「複合光学素子アレイ化技術」「空間情報処理技術」「光学像シフト技術」の4つの技術課題に取り組み、空間情報取得システムを開発した。本システムは、複数の素子を接合する拡張性のある手法を用いているため、立体映像のさらなる高品質化を見込むことができる。また本研究課題の実用化には、高品質な裸眼立体表示システムを併せて開発する必要があると考えられ、今後とも継続的な進展が期待される。

#### 【誌上发表リスト】

- [1] J. Arai, T. Yamashita, H. Hiura, M. Miura, R. Funatsu, T. Nakamura, and E. Nakasu, "Compact integral three-dimensional imaging device", Proc. SPIE Vol.9495 pp.94950I-1 - 94950I-7 (2015年4月21日)
- [2] 中須英輔、金澤勝、山崎順一、富田豊、岡野文男、洗井淳、"アフォーカルアレイを用いたインテグラル立体像の奥行き制御手法の検討"、映像情報メディア学会年次大会予稿集 23-2 (2014年9月2日)
- [3] J. Arai, T. Yamashita, M. Miura, H. Hiura, N. Okaichi, F. Okano, R. Funatsu, "Integral three-dimensional image capture equipment with closely positioned lens array and image sensor", Optics Letter Vol.38 No.12 pp2044-2046 (2013年6月4日)

#### 【申請特許リスト】

- [1] 洗井淳、山下誉行、日浦人誌、三浦雅人、岡野文男、富田豊、沼澤俊義、撮影装置、日本、2013年12月3日
- [2] 洗井淳、三浦雅人、日浦人誌、佐々木久幸、三科智之、立体画像取得方法および装置、日本、2012年9月19日

#### 【受賞リスト】

- [1] 洗井淳、山下誉行、三浦雅人、日浦人誌、岡野文男、船津良平、第30回電気通信普及財団賞(テレコムシステム技術賞)、“Integral three-dimensional image capture equipment with closely positioned lens array and image sensor”、2015年3月23日

#### 【報道掲載リスト】

- [1] “究極の立体テレビを目指して”、電波タイムズ、2013年5月22日
- [2] “インテグラル立体テレビの画質を向上”、電波タイムズ、2013年3月27日
- [3] “インテグラル立体テレビカメラ”、電波新聞、2013年3月21日

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.nhk.or.jp/str/publica/nenpou-h26/index.html>