

平成18年度 新規委託研究  
「多並列・像再生型立体テレビシステムの研究開発」

研究計画書



## 1. 研究テーマ

「多並列・像再生型立体テレビシステムの研究開発」

## 2. 研究開発の目的

放送・通信をはじめとした現在の映像技術のほとんどの応用分野では、映像の立体化に大きな期待が寄せられている。しかし、実際の導入は進んでいない。この要因は種々考えられるが、自然さなど立体映像としての基本性能を満足していないことがあげられる。この基本性能とは、

(1)眼鏡不要

(2)眼の輻輳点とピント点が一致する

(3)見る位置に応じた立体像になる運動視差を伴う（水平にも垂直にも）

であり、実物を見たときと同じ効果をもたらす。そのため、眼が疲れず、自然な立体視ができる。本テーマによる研究開発の目的は、この基本性能を有する立体映像方式を実現することにある。

このため、本研究開発では、従来の立体映像方式に比べ、より理想的な特性を持つ立体映像システムの実現を目標とする。立体映像システムで扱う信号は膨大な情報量となることから、信号を統合化して扱う処理技術の開発も実施する。また、立体表示とともに自由な視点操作による多様な表示形態の実現についてもあわせて実施する。

本研究開発では、現実的な利用を念頭とした解像度や視域を有する、撮像、伝送、表示に到る統合的な立体テレビシステムのプロトタイプを構築し、立体テレビシステムの将来的な実用化や有効性の検証を行う。

## 3. 研究開発期間及び予算

研究開発期間：平成 18 年度から平成 22 年度末までの 5 年間。

予算：平成 18 年度は 150 百万円程度を上限とする。

なお、平成 19 年度以降の予算については未定ではあるが、提案を行う前提として、平成 19 年度以降の予算については平成 18 年度提案額と同額或いは未満の金額で提案を行うこと。

#### 4. 研究開発課題

本研究テーマにおいては、多並列・像再生型立体テレビシステムの実現に必要な、以下に示す 6 つの内容を含む研究開発を行うものとする。

|                   |
|-------------------|
| 課題ア：立体映像用超高精細映像技術 |
| 課題イ：多並列光学システム技術   |
| 課題ウ：奥行き制御技術       |
| 課題エ：伝送・処理技術       |
| 課題オ：走査型光線空間取得・再生法 |
| 課題カ：統合試験・検証       |

##### 課題ア：立体映像用超高精細映像技術

眼鏡なし、目のピント調節が可能（輻輳点とピント点が一致する）、フルパララックス（実物を見たときと同様、上下左右の観察位置に応じて像が変わる）等の特徴を備えた多並列・像再生型立体テレビシステムを、インテグラル方式による手法で実現し、高品質な立体映像を得るためには、撮像、表示双方に数千万画素程度の非常に多くの画素数を扱う超高精細映像技術が必要となる。これらは現行の試作・開発レベルを超えた性能が必要となるため新たな設計・開発を行う。

##### (a) 超高精細撮像技術

3次元実写映像の入力を実質 3000 万画素程度で構成する新たな超高精細撮像方式の基盤技術の研究開発を行う。超多画素化は、4板撮像方式に加え、多数の撮像機能単位を配列・アレイ化し、それらを精度良く配列、特性差を吸収する技術など画像処理的な手法を適用する手段を含めたものを検討・実施対象とする。

##### (b) 超高精細表示技術

撮像技術と同様、実質 3000 万画素程度で構成する新たな超高精細表示方式の基盤技術の研究開発を行う。超多画素化は、4板表示方式に加え、並列化し、特性差を吸収する技術など信号処理的な手法を適用する手段を含めたものを検討・実施対象とする。

##### 課題イ：多並列光学システム技術

眼鏡なし、目のピント調節が可能、フルパララックス等の特徴を備える立体映像システムをインテグラル方式による手法で実現し、高品質な立体映像を得るためには、超高精細撮像・表示に整合した高精度な光学系が必要となる。数十万個の微小な要素レンズを 2次元状に配列したレンズアレイが撮像、表示双方に用いられる。要素レンズの基本特性（収差など）と、これらを正確に配列する位置精度は立体再生像

の品質に直接関係する。現在はこれらの要求を満たす光学系がなく、このため新たな設計・開発を行う。

#### **課題ウ：奥行き制御技術**

眼鏡なし、目のピント調節が可能、フルパララックス等の特徴を備える高品質な立体映像システムをインテグラル方式による手法で実現し、多様な応用を可能にするには、再現する立体像の位置を任意の場所に制御することが求められる。一般にテレビジョンでは、被写体は近距離から無限遠まで広い奥行き範囲に存在する。空間像再生型の立体映像システムでは、それらの空間情報をすべて扱うと、膨大な情報量を扱う必要が生じ、現実的なシステム構成が極めて困難となる。そのため、撮像時に奥行き情報のある程度圧縮し、扱う情報量を低減することが必要となる。そのため、撮影時に奥行きを制御する光学系を導入すること、また、表示システムに応じて、その奥行きを制御する手法が必要である。そのため、光学的手法と信号処理手法を併用した新たな制御方式を開発する。

#### **課題エ：伝送・処理技術**

眼鏡なし、目のピント調節が可能、フルパララックス等の特徴を備える高品質な立体映像システムでは、撮像された信号は超高精細映像と同等かそれ以上の膨大な情報量をもつため、信号を統合化・処理し、効率良く伝送することが求められる。表示装置では、この伝送された信号を表示素子に適する形に分配処理し、素子の駆動を行う。そのため、伝送・処理技術の開発を、圧縮を含めて検討・実施対象とする。

#### **課題オ：走査型光線空間取得・再生法**

本件の目標とする多並列・像再生型立体テレビシステムを実現する手法として、走査型光線空間取得・再生法による研究開発も行う。立体映像の様々な応用分野を考えた場合、被写体周囲の広い観察領域の再生も重視する必要がある。その際、被写体周囲に多数の撮像装置を配列するのではなく、高速入力・出力技術に基づき、光学的な走査を用いて、広い観察領域からの光線情報を取得・表示する。撮影する被写体の大きさや動きの速さに制限があるものの、水平方向 180 度またはそれ以上回り込んでみられるような特性が効果的な対象物には有効である。インテグラル式による手法で必要とする超高精細技術への負担を低減できる現実的なシステムである。一方、回転光学系による走査手法、高速度撮影手法などそれに伴う要素技術の開発も研究対象の重要な位置を占める。扱う情報量は、通常の 2 次元情報に比較して多量となるため効率的に取り扱う技術が必要となる。本手法に特有の符号化方式や視点数を効率的に設定して後に補間処理する手法の開発を行うとともに、これらの評価を行う。また、立体映像情報の立体表示や視点を制御する 2 次元の自由視点表示においての円滑な視点変化を実現する手法を開発する。このほか光学系の特性や位

置精度を補完するための映像信号処理技術も必要である。

#### 課題力：統合試験・検証

本件の目標は、各技術課題への取り組みをすすめ試作・装置化を行うことであるとともに撮像・伝送・表示の統合された立体映像システムとしての機能実現にある。このため、上記各課題の研究成果をもとに、インテグラル式、走査型光線空間取得・再生法について撮像・表示間のリアルタイム伝送を実施し、統合試験・動作検証を行う。また、これらを踏まえ、立体映像システムの実用化や有効性についても検証する。

### 5. 研究テーマ選定の背景、研究開発の必要性及び他で実施されている類似研究との切り分け

#### 1) 当該研究テーマを取り巻く現状

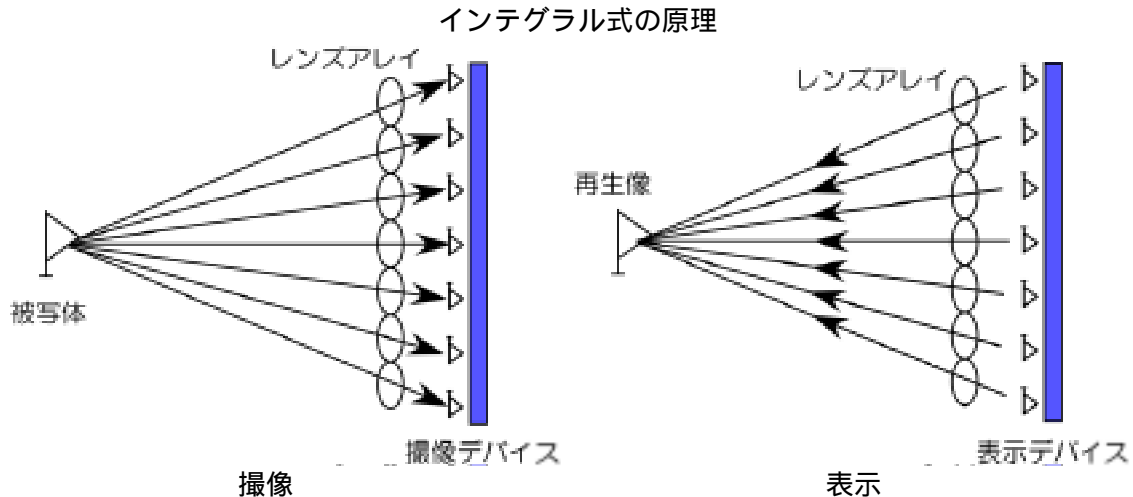
立体映像技術には、特殊な眼鏡を利用した方式と、眼鏡なしで立体映像を利用できる方式とがある。立体映像を見るのに特殊な眼鏡を使用するのは煩わしいことから、眼鏡なしで立体映像が見られることが望ましい。

眼鏡なしの立体映像技術は、像の性質から 2 眼式、多眼式、体積表示式、空間像再生型の 4 つに分類できる。2 眼式では、視点を変化させても得られる像は同じになり運動視差を再現することができない。また、眼の輻輳（右眼と左眼の視点の交差）によって立体感を得る方式であり、眼のピント位置（画面上）と輻輳点が異なるため疲労が生じやすいという問題がある。多眼式では運動視差を持つものの、実用化されている視差数は水平方向で 10 程度のものが多く、自然な運動視差を得るには至っていない。また、輻輳によって立体感を得る方式であることは 2 眼式と同じであり、眼の疲労の問題を伴う。体積表示式は奥行き方向に表示面を配置し、奥行きに応じた位置に画像を表示する。眼の輻輳点とピント位置は概ね一致するが、基本的には運動視差を持たない。従ってこれらの 3 方式は、基本性能を満足するシステムになっていない。

一方、空間像再生型は被写体の光そのものを再生する方式である。実物を見るのと同じ効果をもたらすため基本性能を満足する。ホログラフィがその代表である。ホログラフィは光の波動そのものを再現する方式で、究極の立体映像方式と言える。しかし、その実現には、サブミクロンの画素ピッチを持つ撮像素子や表示素子が必要であり、現在の技術では、実用に供するレベルのものを開発するには多くの困難が伴う。

本研究テーマで扱う多並列・像再生型はインテグラル式を基本とする立体方式としている。光を光線として扱い、被写体から発せられたと同じ光線空間を再現する。光の波面そのものは再現できないが、人間の眼は、光を主にエネルギーとして受容

するとされており、光線的な扱いによって被写体からの光をほぼ同等に再現できる。そのため、インテグラル方式は空間像再生型の特徴を有し、理想的な立体映像が本来持つべき基本性能を満足する。



インテグラル式は、撮像素子の前に多数のレンズからなる 2 次元状のレンズアレイを置く。この撮像素子にはレンズの数に応じた多数の要素画像が撮影される。再生時には、この撮像素子から得た信号を表示素子に与え、表示素子の前に撮影時と同じレンズアレイを置き、これを前面から観察する。このとき、表示素子から発せられた光は撮影時と同じ経路を通ることから、被写体と同じ光線が再現されるので、もとの物体の位置に立体像が再現される。

インテグラル方式を用いた立体映像システムには NHK 放送技術研究所のインテグラル立体テレビがある。1 万 8000 個以上 (縦 117、横 160) のレンズアレイを用いて、立体映像システムを実現しているが、解像度は現行のテレビの数分の一程度である、視域が限定されるなど、実用的なテレビとするにはさらに研究開発を進めていく必要がある。

## 2) 研究開発の必要性

我が国では大学、民間企業等において、立体映像技術に関する研究開発が行われているが、2 眼式、多眼式によるものが多く、輻輳と調節の矛盾を解決しているものは少ない。また、水平方向の視差のみに限定したものや、実現する視差数が限定されているものが多いといった課題がある。

これに対し、多並列・像再生型は、被写体から発せられたと同じ光線空間を再現するものであり、理想的な立体映像が本来持つべき基本性能を満足することができる。このような眼が疲れず、自然な立体視が行える立体映像技術は、将来の超臨場感テレビの実現に関わる重要な技術であり、研究開発を進めていく必要がある。しかしながら、その研究開発には、超高精細映像技術の開発などに多額のコストを要

するなどリスクが非常に高いため、大学や民間企業が単独で実施することは不可能である。

本研究開発において必要となる超高精細映像技術は、ハイビジョンの16倍の解像度をもつスーパーハイビジョンを実現するなど、我が国が得意としている分野であり、本研究開発を通じて、超高精細映像技術の研究開発を推進するとともに、その活用による新たな映像技術を確立することは、我が国の技術的優位性を確保する上でも必要である。また、超高精細映像技術は、多眼式やホログラフィなどの他の立体映像技術においても根幹となるものであり、これらの発展にも寄与することが期待できる。

### 3) 他で実施されている類似研究との切り分け

情報通信研究機構では、平成4年度から平成9年度にかけて「高度立体動画像通信プロジェクト」(第1期3Dプロジェクト)を実施し、電子ホログラフィックディスプレイに関する研究開発が行われた。これに対し、本研究テーマでは空間像再生型ということでは同じアプローチであるが、撮像素子や表示素子にサブミクロンの画素ピッチが要求されるなど実用レベルに達するには多くの困難を伴うホログラフィではなく、ミクロンオーダーの画素ピッチによるインテグラル方式による立体映像システムの実現を目指すものである。

また、情報通信研究機構では平成10年度から平成14年度にかけて「高度三次元動画像遠隔表示プロジェクト」(第2期3Dプロジェクト)を実施している。同プロジェクトでは、違和感なく自然に長時間観察しても疲れのない立体映像表示方式として、観察者の左右それぞれの眼の瞳に複数の視差画像が入力される「超多眼条件」を満足するシステムの実現が目指された。また、10~20視点の映像から100視点程度の多視点画像を生成する技術が開発されている。これに対し本研究テーマでは、光を光線として扱い、被写体から発せられたと同じ光線空間を再現する像再生型の立体映像システムを、撮像、処理、伝送、表示にわたり統合的に実現することを目指すものである。

## 6 . 研究開発の到達目標

- ・眼鏡不要、眼の輻輳点と調節点が一致する、フルパララックスなどの特長をもつ、眼が疲れず自然な立体視が可能な立体映像システムを実現する。
- ・課題アにおいては、3000 万画素レベルの撮像技術と、表示技術の両者を開発し、撮影した 2 次元の超高精細画像の撮影と表示を行うシステムとして実装する。
- ・課題イにおいては、課題アで実装されたシステムに、新規開発したレンズアレイを適用することで、3 次元画像の撮影と表示が可能になることを示す。
- ・課題ウにおいては、課題アと課題イの成果と統合することで、眼鏡なし、ピント調節が可能、フルパララックスという条件を満たし、再生される立体映像の解像度(レンズアレイを構成するレンズ数)  $250 \times 450$  以上、視域約 20 度の性能を有する多並列・像再生型立体テレビシステムを構築する。
- ・課題エにおいては、まず、課題ア、イ、ウによるシステムで出力されるスタジオ信号形式を定める。また、50-100Gbps 程度と見込まれる同スタジオ信号を 1-2Gbps 程度に圧縮する技術を開発する。
- ・課題オにおいては、被写体周囲の水平方向 360 度の領域から、視点数 300 に対応する光線空間を、空間解像度  $250 \times 250$  画素、時間解像度 30fps の性能で取得・再生する走査型光線空間取得・再生法によるシステムを構築する。この時の信号レート(空間解像度  $\times$  視点数  $\times$  時間解像度)は約 5Gbps となる。
- ・課題カにおいては、統合システムの動作実験を行い、その有効性を検証する。
- ・なお、立体映像システムに関する ITU 等における国際標準化動向を踏まえながら、研究開発を進めることとする。

## 7 . 期待される波及効果

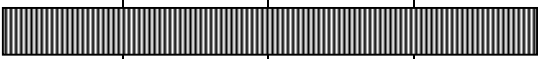
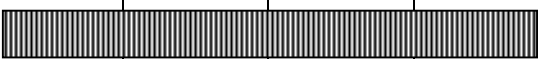
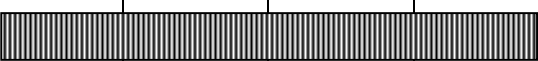
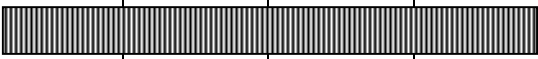
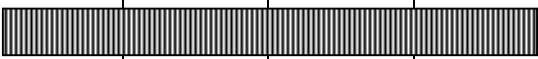
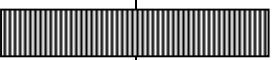
本研究テーマを通じて、自然な立体映像システムや数千万画素程度の超高精細映像技術が開発されることにより、超臨場感コミュニケーションの実現に資するほか、立体という特性を活かした新たな映像コンテンツの創造や、立体映像システムの活用による医療分野や製造分野などの高度化などに寄与することが期待される。例えば、内視鏡手術の適用範囲の拡大や遠隔医療の推進等が図られている医療分野では、正確な立体映像を、長時間、疲労せずに利用可能になることの社会的な意義は高いものと考えられる。

また、本研究テーマを通じて開発される成果は、多眼式やホログラフィなどの他の立体映像技術においても重要な技術であり、これらの発展にも寄与するものと考えられる。



## 8. 研究開発スケジュール

本研究テーマの研究開発期間は、平成 18 年度から平成 22 年度の 5 年間であり、スケジュールは概ね以下のとおりである。

|                   | 18 年度  | 19 年度 | 20 年度 | 21 年度  | 22 年度 |
|-------------------|--|-------|-------|--|-------|
| 課題ア：立体映像用超高精細映像技術 |  |       |       |  |       |
| 課題イ：多並列光学システム技術   |  |       |       |  |       |
| 課題ウ：奥行き制御技術       |  |       |       |  |       |
| 課題エ：伝送・処理技術       |  |       |       |  |       |
| 課題オ：走査型光線空間取得・再生法 |  |       |       |  |       |
| 課題カ：統合試験・検証       |  |       |       |  |       |
|                   |  | 中間評価  |       | 中間評価   |       |