

平成22年度「多並列・像再生型立体テレビシステムの研究開発」の開発成果について(1)

1. 施策の目標

像再生型立体テレビシステムについて、2010年までに、解像度QVGAレベル・フレームレート30fps以上の動画の撮像・表示技術の実現をするとともに、2030年までに、解像度HDTVレベル・フレームレート60fps以上の動画の撮像・表示技術の実現を実現し、あたかもその場にいるかのような感覚や、より深い理解や感動を共有することができる超臨場感コミュニケーションの実現に寄与する。

2. 研究開発の背景

デジタル技術の進展によって映像によるコミュニケーション手段が多くの分野において一般化し、さらにマルチメディアに代表される多様なサービスへの期待がある。特に、立体映像は、テレビに限らず、生産技術、セキュリティ、医療、ゲーム、アミューズメントなどの幅広い応用の可能性が言われており、実現できれば、その広がりにはかり知れない。そのため、いろいろな方式の検討が進められている。立体映像技術は、多くの要素技術が必要であるが、撮像技術、信号処理の高速化やディスプレイ技術の発展により、高度な立体映像技術の可能性を検討できるようになってきた。これらの立体映像技術は、像の性質から2眼式、多眼式、体積表示式、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で運動視差を再現することができない。両眼視差と眼の輻輳(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、両眼視差と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、自然な立体視を得るための基本性能を満足するシステムに至っていない。このことが、立体映像に対する期待に反し、実際の導入は進んでいない大きな要因と考えられる。

3. 研究開発の概要と期待される効果

本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である。光を光線として扱い、被写体から発せられたもの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、インテグラル式は空間像再生型の特徴を有し、以下に示す理想的な立体映像が本来持つべき基本性能を満足する。

(1)眼鏡不要

(2)眼の輻輳点と調節(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:フルパララックス)

平成22年度「多並列・像再生型立体テレビシステムの研究開発」の開発成果について(2)

これらにより、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。

また、本テーマ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、本テーマを通じて、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。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。

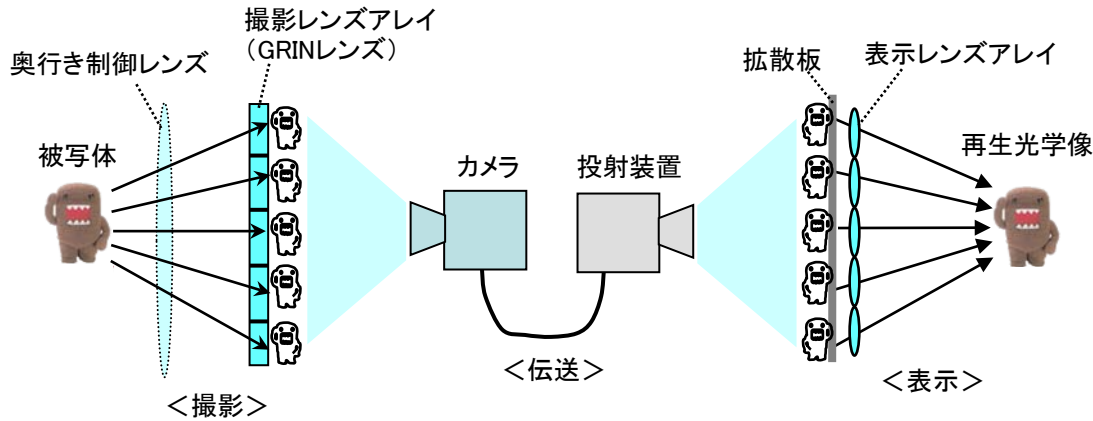
多並列・像再生型立体テレビシステム

⑤ 統合・検証

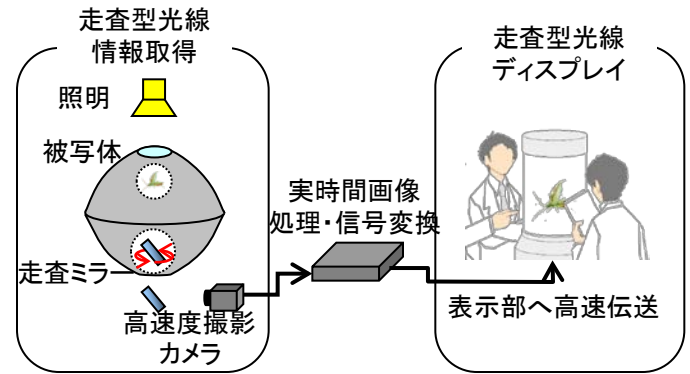
① 立体映像用超高精細映像技術

② 多並列光学システム技術

③ 奥行き制御技術、 ④ 伝送・処理技術



⑥ 走査型光線空間取得・再生法



4. 研究開発の期間及び体制

平成18年度～平成22年度(5年間)

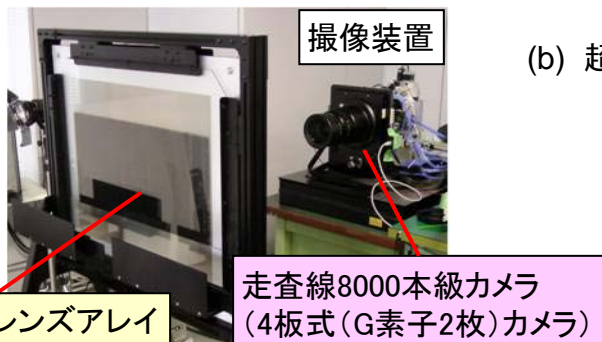
NICT委託研究(日本放送協会、JVC・ケンウッド・ホールディングス株式会社、名古屋大学)

① 立体映像用超高精細映像技術の主な成果

① 立体映像用超高精細映像技術

- スーパーハイビジョン(SHV)技術による超高精細映像を用いた撮像技術および表示技術をインテグラル式に適用し、800万画素素子をグリーン(G)に2枚適用(画素ずらし法)する4板式システム、3300万画素フル解像度SHV素子による3板式システムを順次構築した。最終段階では、Gチャンネルに3300万画素素子の画素ずらし法を適用した走査線8000本級映像技術によるインテグラル式立体テレビシステムを構築した。

(a) 超高精細撮像技術

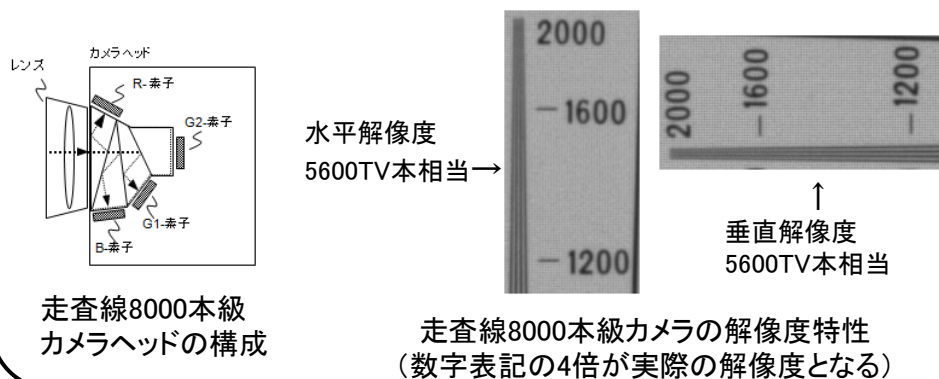


(b) 超高精細表示技術



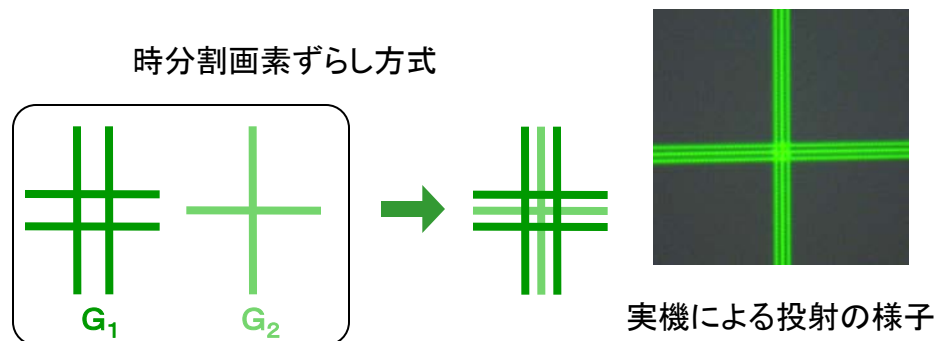
(a) 超高精細撮像技術

- Gチャンネルに3300万画素(SHVフル画素に相当)撮像素子の画素ずらし法を適用した走査線8000本級のカメラを試作し、5600TV以上の限界解像度が得られることを確認した。
- 本カメラをインテグラル式に適用し、再生立体像の画質を改善した。



(b) 超高精細表示技術

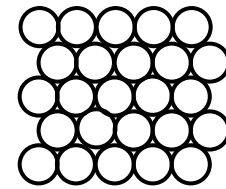
- SHVプロジェクターに時分割画素ずらし機能を搭載した走査線数8000本級プロジェクターを試作し、インテグラル式に適用した。
- プロジェクターの解像度向上および、インテグラル式立体装置における立体表示を確認した。



② 多並列光学システム技術の主な成果

② 多並列光学システム技術

- 撮影用、表示用ともに、要素レンズ数:450(水平)×250(垂直)のレンズアレイを開発した。要素レンズの並びにデルタ配列(右図)を採用することで、レンズ数以上の性能を確保した。これらのレンズアレイをそれぞれ走査線8000本級のカメラ、プロジェクターに適用することにより、約10万画素のインテグラル立体表示を可能とした。



レンズアレイのデルタ配列

撮影側システム

- 要素レンズに屈折率分布レンズ(GRINレンズ)を用いた、要素レンズ数:450(水平)×250(垂直)の撮影用レンズアレイを試作した。
- この撮影用レンズアレイと走査線8000本級カメラとを組み合わせ、インテグラル式撮像系を構築した。これにより、より高い解像度で要素画像を取得できることを確認した。
- GRINレンズの長さを、蛇行光路の3/4周期とすることで、再生像の奥行きが逆転する現象を回避した。

撮影用レンズアレイ最終仕様

要素レンズ数	450(水平)×250(垂直) [有効部 400(水平)×250(垂直)]
直径	1.085 mm
ピッチ	1.14 mm
レンズ長 (GRINレンズ)	20.25 mm (蛇行光路の周期の3/4)
焦点距離	-2.65 mm

表示側システム

- 要素レンズに凸レンズを用いた、要素レンズ数:450(水平)×250(垂直)の表示用レンズアレイを試作した。
- この表示用レンズアレイと走査線8000本級プロジェクターとを組み合わせ、インテグラル式撮像系を構築した。これにより、奥行きが深い立体像において画質向上を図ることができた。

表示用レンズアレイ最終仕様

要素レンズ数	450(水平)×250(垂直) [有効部 400(水平)×250(垂直)]
直径	1.34 mm
ピッチ	1.44 mm
焦点距離	2.754 mm

③ 奥行き制御技術の主な成果

③ 奥行き制御技術

- 再生像位置を制御する光学系および信号処理法を検討した。光学系を用いる手法では、被写体の実像を奥行き制御光学系で生成し、この実像を被写体とみなすことでレンズアレイの前後に立体像を再生することを実現した。(図1)
- 信号処理法については、撮影した要素画像からの光を、波動光学的あるいは幾何光学的な手法にて計算機で再現し、任意の奥行きでの再生像に対応する要素画像群を求める。この手法は、光学系の歪みや色収差の影響を受けないことが特長である。(図2)

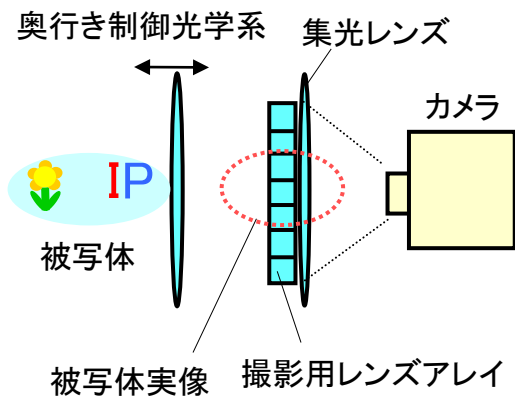
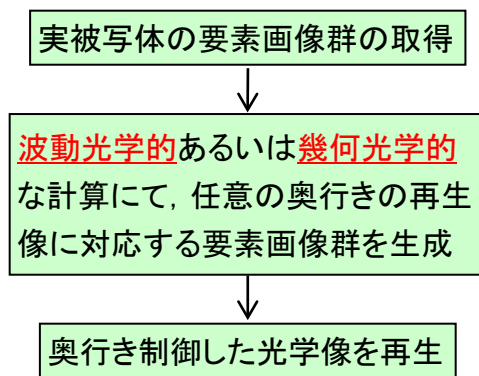


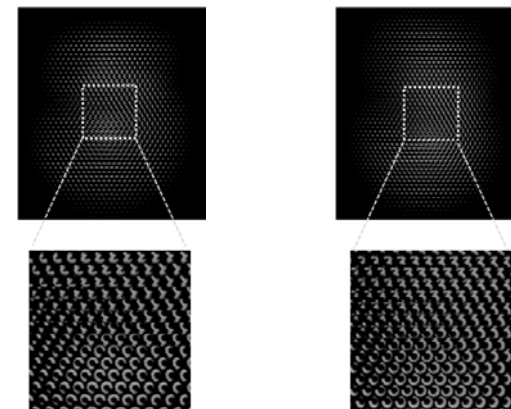
図1 光学系による要素画像群の撮像



奥行き制御処理の流れ



(a) 奥行き制御処理前の要素画像群(一部拡大)



レンズアレイの手前100mm レンズアレイの奥100mm
(b) 奥行き制御処理後の要素画像群(一部拡大)

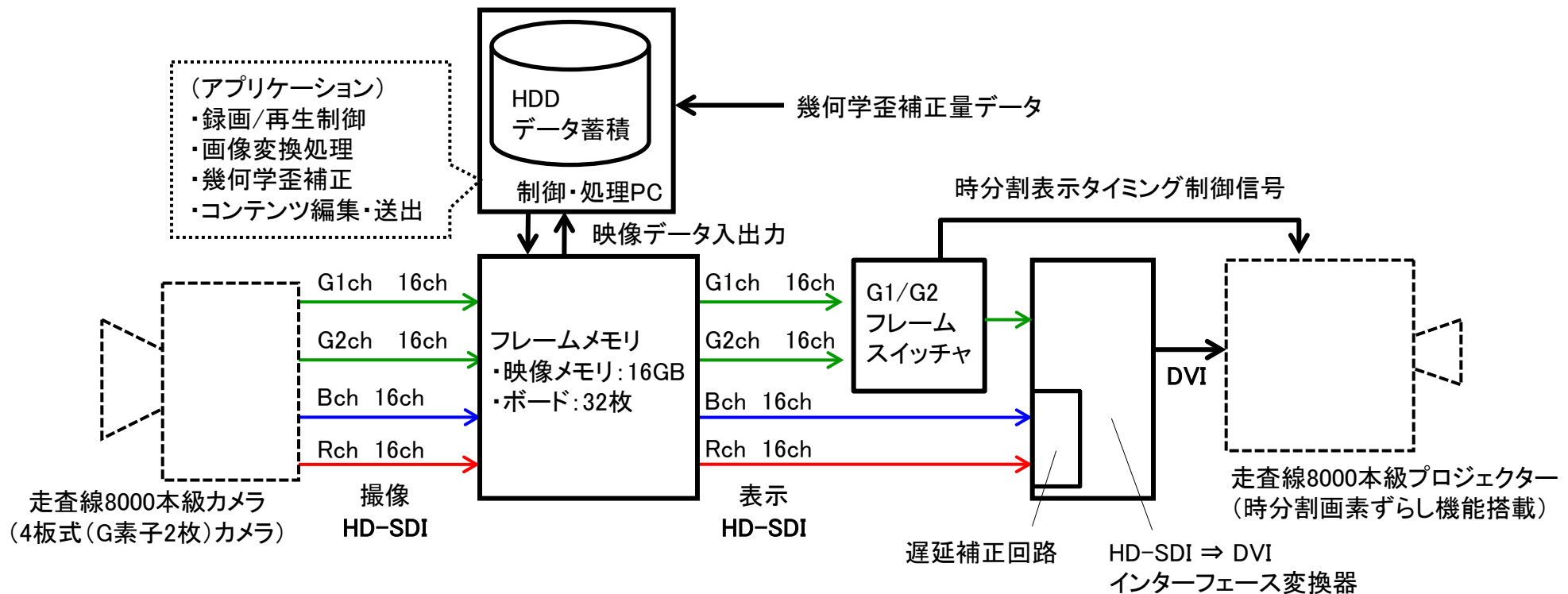
奥行き制御処理により生成された要素画像の例

図2 信号処理法による奥行き制御技術

④ 伝送・処理技術の主な成果

④ 伝送・処理技術

- フル解像度SHVIに画素ずらし法(G1、G2、B、R)を適用した走査線8000本級映像システムをベースとしたインテグラル立体システムの撮像・表示信号系統を、ハイビジョンデジタルシリアルインターフェース(HD-SDI)規格信号を64ch並列接続することで構成した。これにより、実時間での撮像・表示が可能となる。
- 撮像・表示で生じ、立体画質に大きく影響する図形ひずみを補正するアルゴリズムを開発した。
- カメラ、プロジェクターともに、画素ずらしの位置を高い精度で調整する手法を開発した。

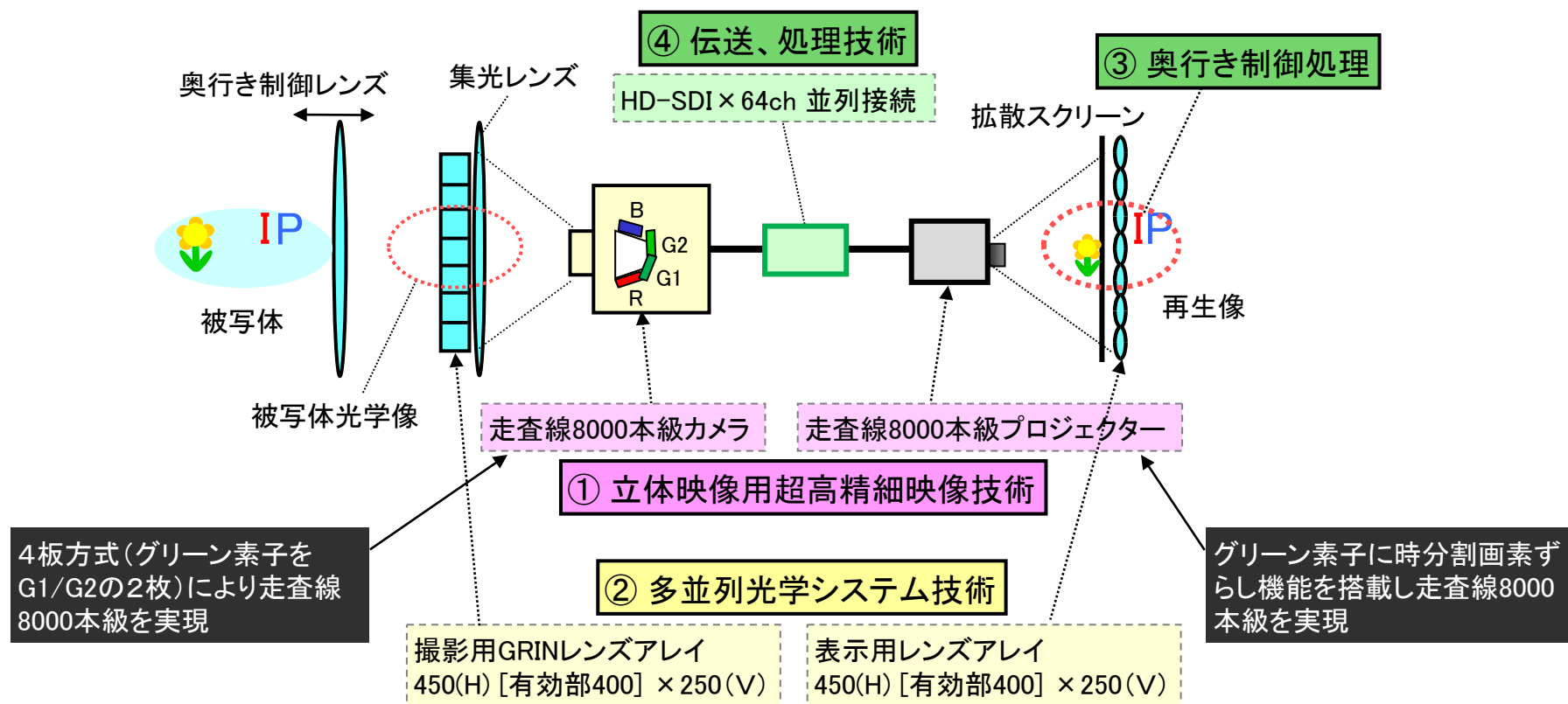


ハイビジョンデジタルシリアルインターフェース(HD-SDI)規格信号を並列接続したシステム

⑤ 統合・検証の主な成果

⑤ 統合・検証

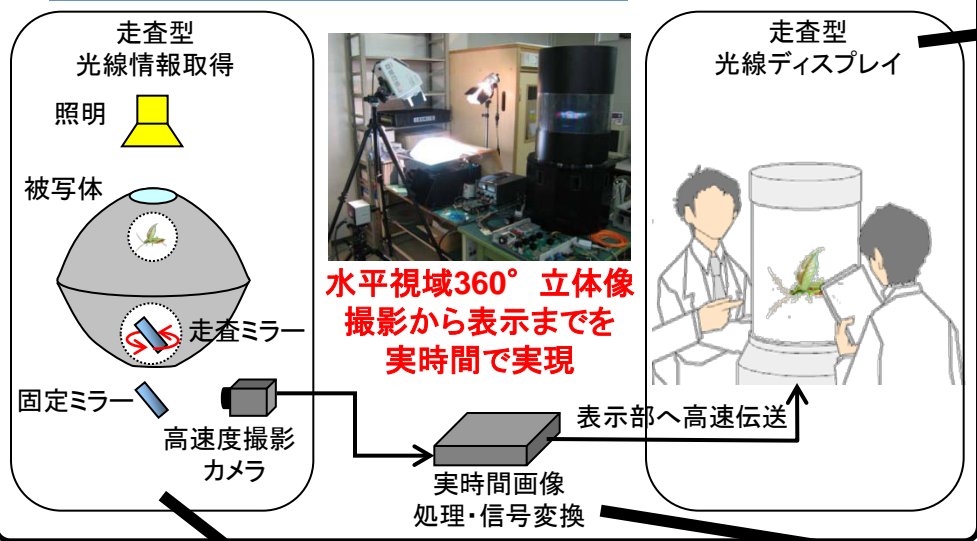
- 超高精細映像技術として走査線8000本級撮像・表示システムを構築し、これと高精度なレンズアレイとを組み合わせたインテグラル式立体テレビシステムを試作した。これに、HD-SDI信号を並列に接続する手法を用いた記録・伝送システム、および種々の補正や奥行き制御のための処理技術を適用することで、インテグラル式によるフルカラー立体動画像が撮影、伝送、表示できることを確認した。これにより、テレビシステムを構築する上で基本となる機能を実現し、当初の目標を達成した。



インテグラル立体テレビ装置の試作全体図

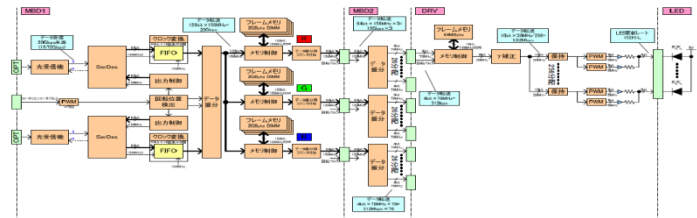
⑥ 走査型光線空間取得・再生法の主な成果

⑥ 走査型光線空間取得再生法



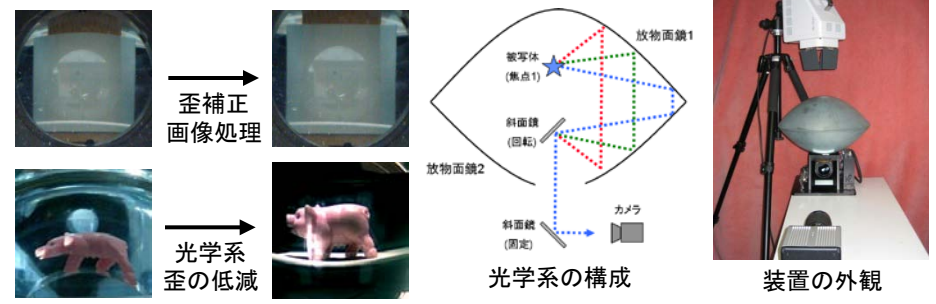
走査型光線ディスプレイ技術

- 水平360度方向への高密度な光線情報の再現が課題。
- 回転スリットによる走査光学系と1次元LEDアレイを組み合わせた方式を採用し、ディスプレイ装置を開発した。300視点以上の光線情報の同時再生が可能であり、LEDの高速多階調駆動によるフルカラー表示、光ロータリージョイントを用いた実時間伝送に対応。



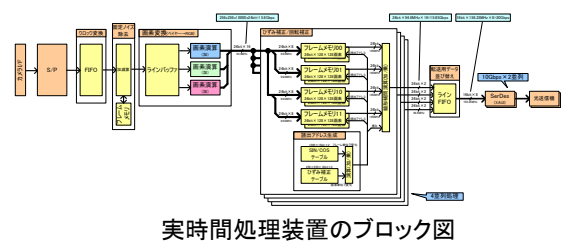
走査型光線情報取得技術

- 被写体の周囲360度からの高密度な光線情報の取得が課題。
- 本研究開発では放物面鏡による結像光学系と走査光学系・高速撮影カメラから成る装置を提案し、30fpsで300視点以上の光線取得を実現。さらに光学系の改善により歪みの低減に成功するとともに、光学歪みを画像処理で補正する手法を開発。



実時間光線情報処理・伝送技術

- 光線情報の大容量データの伝送および信号変換を実時間で実現することが課題。
- 10Gbps光インタフェース×2システム利用し、光線情報の非圧縮伝送に対応。
- 画像回転および光学歪みを画像処理にて実時間補正する装置を開発。16Gbpsの広帯域光線信号に対応。



1. これまで得られた研究成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	報道発表	展示会	標準化提案
多並列・像再生型 立体テレビシステム の研究開発	16	0	8	90	1	12	0

(1) 表彰・受賞

1. 映像情報メディア学会 「画像ずらし表示系におけるレンズアレーを利用した素子位置調整方法」で優秀研究発表賞を受賞（平成21年度）
2. International Broadcasting Convension [IBC 2010] Conferenceにて IET Journals “The Best of IET and IBC”を受賞。“Integral three-dimensional television using a full-resolution super hi-vision”（平成22年度）