

〔非公開〕

TR-C-0002

3次元画像通信に関する基礎研究

肥塚 隆

秋山 健二

小林 幸雄

TAKASHI KOBUKA

KENJI AKIYAMA

YUKIO KOBAYASHI

1987. 10. 7

A T R 通信システム研究所

テクニカルレポート

『 3次元画像通信に関する基礎研究 』

知能処理研究室 肥 塚 隆
秋 山 健 二
小 林 幸 雄

1. はじめに

メディアの多様化、コンピュータの利用、周辺技術の進歩などに伴って、通信システムの高度化が進んでいる。しかしながら通信本来の目的は、人間どうしの、あるいは人間とシステムとの「意思の疎通」であり、通信システムがどれほど複雑化しても、その主体はあくまで人間でなければならない。即ち通信システムにおける将来像は、人間にとって「わかりやすい」、「使いやすい」、「作りやすい」ものでなくてはならない。

ところで、人間は言語や音声以外にも動作や絵などの画像を用いて、より理解を深めあったり、共通の認識を得たりすることが多い。換言すると意思疎通の場において視覚を有効に利用することができる。将来の通信を考えると、高精細度であることと同時に、あたかもその「場」にいるが如く錯覚できる程度の臨場感が得られることが重要である。

従来画像通信に関する研究において臨場性を追究する研究は少ない。本研究においては、通信システムの臨場性を追求することを目的とし、まずその基礎となる3次元画像通信システムの基礎研究を行う。

2. 必要性

3次元画像に関する研究は、立体視やコンピュータグラフィックスなど様々に行われてきている。しかしながら、

- ・物体の立体形状データを自動的に計算機に入力する技術は未だ確立されていない。
(そのため、例えばコンピュータグラフィックスのためのデータ入力には多大な労力を必要としている)
- ・3次元物体を立体感豊かに表示処理するための技術は確立されていない。
- ・物体の立体表示システムに関してはいくつかは実用化されているものがあるが、

人間の視覚特性を総合的に活用して、さらに質の高い臨場性を追究する余地がある。というのが現状である。従って、臨場性豊かな通信システムの実現には、(i) 立体形状の自動入力技術、(ii) 3次元画像の表示技術、(iii) 3次元画像処理技術等に関する基礎技術の研究が必須である。

3. 背景技術

(1) 立体形状の自動入力技術 [1]

これ迄研究がなされた立体形状の自動入力技術の特徴を表1に示す。非接触の立体形状の自動入力技術としては、大きく分けると対象物の自然の照明下での画像を扱う受動的な方法と対象物に対して光やパターンを投射した画像を扱う能動的な方法とがある。前者の代表的なものに単眼視(1枚の画像)や多眼視(複数枚の画像)があり一般に物体の表面性状に依存するという制約がある。後者の代表的なものには投光法や時間伝播法があり物体の制約は少ないが物体に光などを投射するための装置が必要である。

表1 立体形状の自動入力技術

方法	特徴
単眼視	物体表面の濃淡・テクスチャ・輪郭などから見え方をあらかじめ「ルール化」しておいて、形状を得る。但し3次元の絶対的な位置は得られない。
多眼視	複数の視点から得られる画像により、三角測量の原理を利用して3次元の形状・位置を得る。画像間の同一点を見い出す、「対応付け」が難しい。又、「死角」が不可避である。
投光法	両眼視の一方の目から、スポット状、スリット状、格子縞、などのパターンを投影してもう一方の目で撮像し、三角測量の原理で距離情報を得る。実用化されつつある技術であるが「死角」の問題は残る。
時間伝播法	光や音が物体から反射して戻ってくる時間から距離を求める。死角はほとんどないが、計測に時間がかかり装置が高価である。

2) 立体表示技術 [2]

これまで研究がなされた立体表示技術を表2に示す。立体表示技術としては、透視図などのように2次元ではあるが奥行き感を出せる方法と、両眼視により立体視させる方法、並びに空間内に像を再生する方法に大きく分けられる。

表2 立体表示技術

方法	特徴
奥行き画像表示	単眼情報だけで奥行き知覚できる心理的要因を表示する方法(透視図法、照明効果etc.)と表示面での観察像が特定位置に固定されない状態を作り出す方法(虚像、大画面etc.)がある。
立体画像表示	両眼視差効果を利用して左右それぞれの眼用の画像を映し出すことにより立体画像を得る。メガネを用いる方法に、偏光式、アナグリフ式、時分割式etc.があり、メガネを用いない方法にバララックスバリア(スリット)式、レンチキュラー板式etc.がある。
3次元画像	立体画像よりもさらに多方向からの画像を加えたり空間像を作り出す方式で、より自然な立体画像の再現を行うものである。多眼式にはハエの眼レンズを用いたIntegral Photographyがある。また空間像再生には、バリフォーカルミラー、空間スクリーン、ホログラフィーがある。

3) その他

3次元物体をリアルに表示処理する技術としてコンピュータグラフィックス、計算機を用いて様々な演算処理を行うデジタル画像処理技術(ハード・ソフト)、人間の知的な活動をモデル化する知識工学、人間の視知覚特性を追求する認知科学などがある。

4. 技術的特徴

(1) シンプルで高精度の立体形状の自動入力技術

立体形状の自動入力技術にはさまざまな方法があるが、複雑な信号処理を必要とせず、装置もなるべく単純なものが望ましく、又静止画のみでなく、動画も扱える方法を活用したい。Moire 撮像系は3次元情報を2次元のパターンとして扱え信号処理装置と共に比較的簡易なシステムを作ることが出来るが、従来は一方向のみからの撮像が主であり応用範囲も限られていた [3]。本研究では多方向からの画像や、その変化を取り入れて、シンプルかつ高精度の立体形状の自動入力技術を確立する。

(2) リアルに見せるための表示処理技術

現在のところ、3次元画像処理はコンピュータグラフィックスやCAD、CAMなどで応用されている。さらにリアリティを追求し、質感や立体感を豊かに表現するために、幾何学的処理や光学的処理を高度に用いた表示処理技術を確立する。

(3) 視覚情報の多角的活用

人間が、立体像を認識したり、立体感を感じたりするのは、心理的、生理的、物理的…等々さまざまな要因が有機的に作用し合って生ずる機能であると考えられる。たとえば、立体映画などは両眼視差に加えて映像を視野全体にわたって表示することにより立体感を表出している [4]。本研究においては、視覚情報を単なる距離といった定量的な情報だけでなく、物の異なる方向からの見え方やその変化といった定性的情報をもとり入れて3次元画像の入出力、認識に取り組む。

参考文献

- [1] 「視覚を用いた3次元位置・形状の計測とその応用」 谷内田、システムと制御
(1985)
- [2] 「3次元ディスプレイ」 畑田、0 plus E(1985)
- [3] 「モアレトポグラフィー」 高崎、計測と制御(1973)
- [4] 「ザ・3D」 安居院、中嶋

5. 研究内容

5. 1 立体形状自動入力技術の研究（2年）

任意物体の立体形状を精度良く高効率で自動的に入力し、データベース化する技術を開発する。 先ずその基本原理として、多方向からの Moire画像をもとにした立体形状合成アルゴリズムの開発を行う。 次いで、ワイアフレームモデルの自動生成アルゴリズムの検討を行い、グラフィックワークステーションを用いて立体形状自動合成技術の開発に取り組む。 具体的な進め方としては、先ず、スライドプロジェクター及び高精細度カメラによる Moire撮像系を構成し Moire画像生成の基礎実験を行い、物体の奥行き情報抽出のための信号処理ソフトを製作する（年内）。 次いで、物体移動・回転系を導入し奥行き測定之感度及び精度の検証を通じて Moire法の特性解析を行い、多方向からの Moire画像からの奥行き合成の実験を実施し、最適な立体形状入力系の構築を目指す。 入力対象としては、当面の所おもちゃの積み木や石膏製の静物・マネキン人形等を考えている。

図5. 1に実験装置のシステム構成及び図5. 2に信号処理フロー図を示す。 研究項目及びスケジュールを表5. 1に示す。

現在までのところ、デジタルサンプリングによる Moire画像生成の基礎実験を進めており、今年度内には図5. 2に示すフロー図に基づく立体形状合成のための信号処理ソフトを製作し立体形状自動入力の基礎技術の確立を目指す。

表5. 1 研究スケジュール（立体形状自動入力技術）

研究項目	61/9	62/9	63/9
立体形状自動入力			
①基本原理探索	←→		
②基礎実験	←→		
③信号処理ソフト 設計・製作		←→	
④実験装置設計・ 製作		←→	
⑤実験		←→	
⑥立体形状合成ア ルゴリズムの検討		←→	
⑦ワイアフレーム モデル生成アルゴ リズムの検討		←→	
⑧まとめ			←→

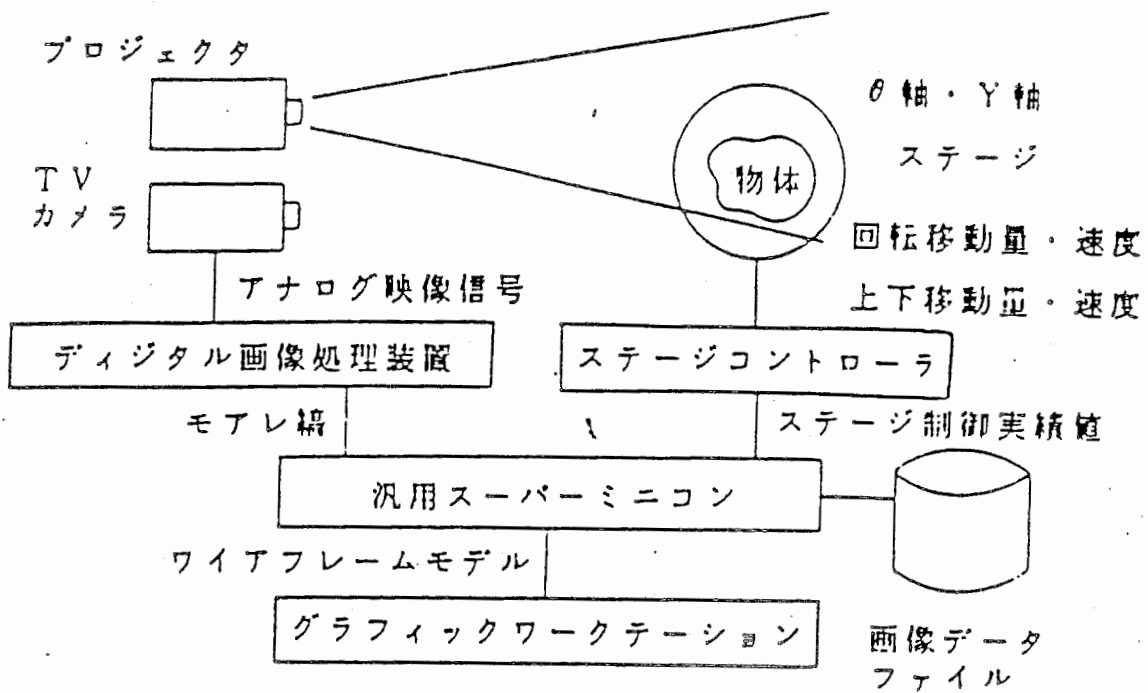


図5.1 形状入力実験装置のシステム構成

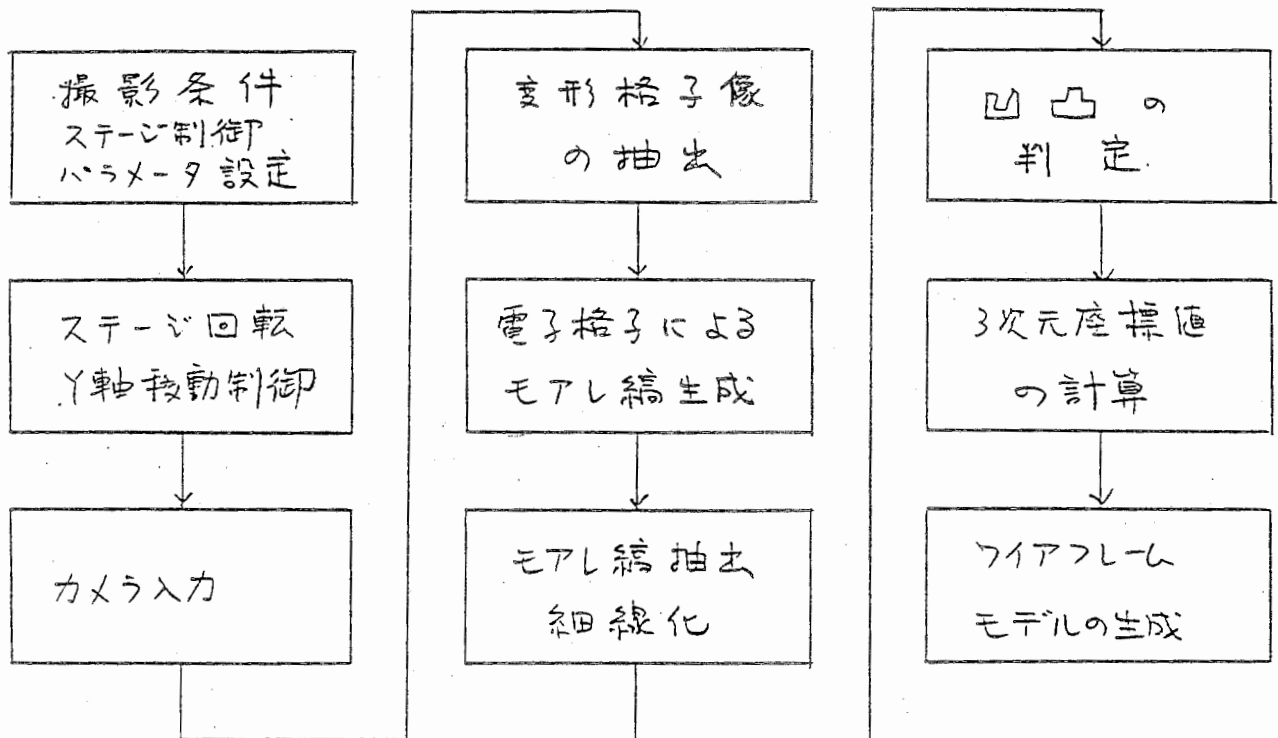


図5.2 信号処理フロー図

5. 2 画像処理技術の研究 (2年)

コンピュータグラフィックスの分野においては、入力された物体についての3次元座標にもとづいてワイアフレームモデルを生成し、シェーディング・スムージング・レンダリング等様々な処理を施し、物体の質感や奥行き感を表出する研究が進められている。しかしながらその処理には非常な時間とコストを要し、また画像の質についてもさらにリアリティを追求していく余地がある。

本研究においては、3次元物体をよりリアルに、立体感豊かに表現できるように幾何学的処理(大小・高低・重なり等)や光学的処理(明暗・コントラスト等)技術の確立を目指す。具体的には、自動生成した任意形状のワイアフレームモデルにたいして、TVカメラからの色・テクスチャ・濃淡情報をマッピングする技術を開発する。さらに、カメラや光源の特性並びに対象物体の形状・色・表面性状等をパラメータとして得られた画像の立体感との関係を定量化し、効率的に立体視を可能とするための左右両眼から見た画像対を生成する画像処理技術に関する研究を行う。現在はその実験ソフトのアルゴリズムの検討を進めている段階である。

研究項目及びスケジュールを表5. 2に示す。

表5. 2 研究スケジュール (画像処理技術)

研究項目	61/9			62/9				63/9		
画像処理技術										
①基本原理探索	←→									
②WAVEFRONソフトの習得		←→								
③実験用ソフトの設計・製作			←→							
④画像データ製作						←→				
⑤実験の実施										
⑥評価								←→		
⑦まとめ									←→	

5. 3 立体表示技術の研究（2年）

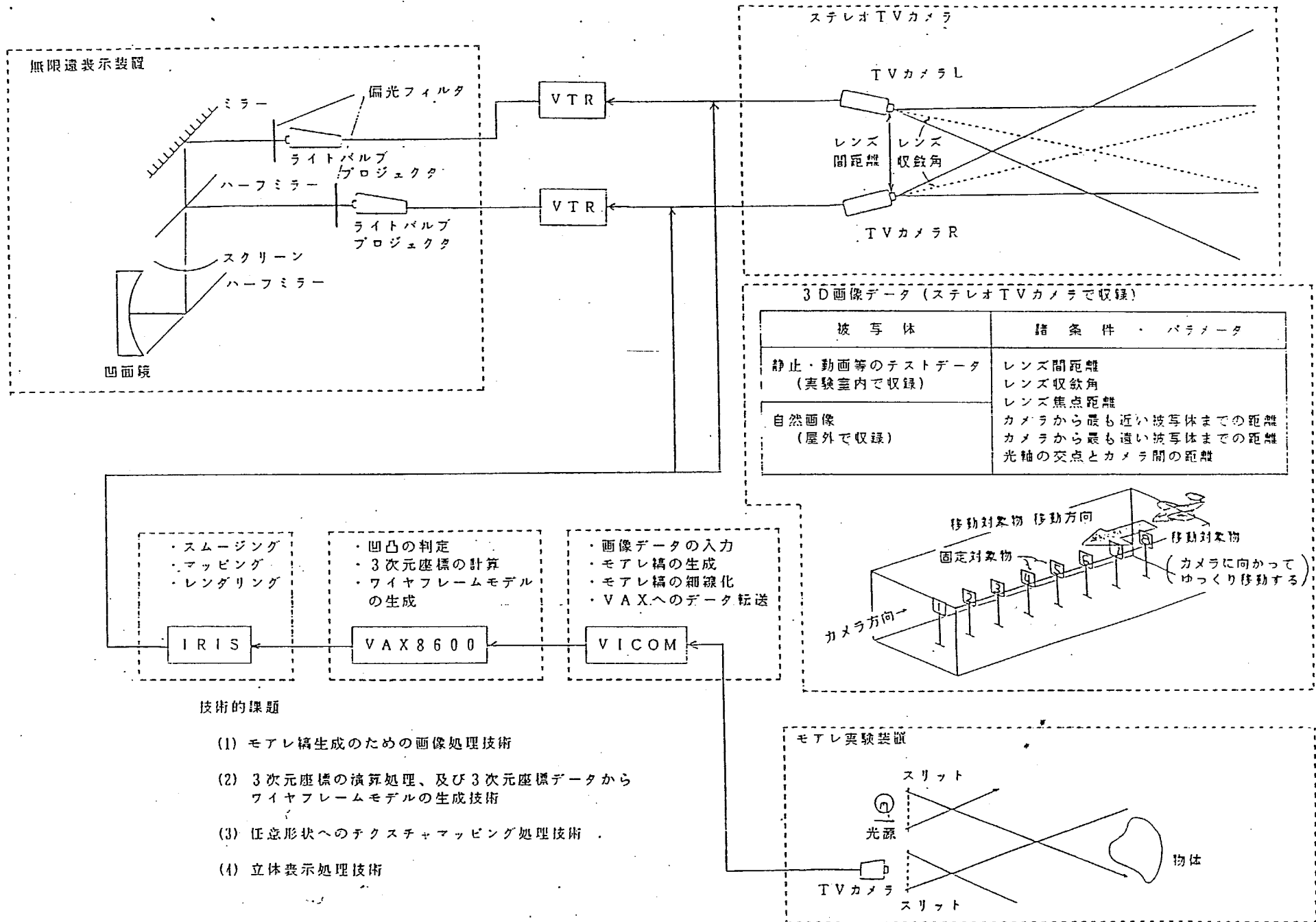
臨場感通信システムの基礎技術として、高品質の立体表示技術の確立は極めて重要である。現在実用化されているシステムとしては、アナグリフ式、時分割式（液晶シャッター）等があり、基本的に両眼視差にもとづく立体視覚の応用技術である。しかしながら、前者にはモノクロしか表示できない、後者には画面が暗くフリッカーがある等といった問題点があり、また両眼視差のみによる方法であるため、奥行き感はあるとしても立体感の表現にはさらに改善の余地が残されている。従って本研究においては両眼視差にさらに人間が心理的・物理的に立体知覚を行う要因、例えば眼球の焦点調節作用や輻輳作用を活かせる機能を表示装置自身に備える形で、見易い・疲れのない立体表示技術の確立を目指す。

具体的には、別紙の資料に示すようにフライトシミュレータ等で利用されている無限遠表示装置に提示することに加え、画像自身もライトバルブのような高輝度の表示装置を用いれば従来法の問題点の改善が図れることが期待出来る。それ以外にも超大型スクリーンにより視野を大幅に拡大する方法を考えている。

研究項目及びスケジュールを表5. 3に示す。

表5. 3 研究スケジュール（立体表示技術）

研究項目	61/9			62/9				63/9		
立体表示技術										
①基本原理探索	←→									
②実験装置設計・製作	←→			←→						
③画像データ製作		←→		←→						
④実験				←→						
⑤評価							←→			
⑥まとめ									←→	



- (1) モアレ縞生成のための画像処理技術
- (2) 3次元座標の演算処理、及び3次元座標データからワイヤフレームモデルの生成技術
- (3) 任意形状へのテクスチャマッピング処理技術
- (4) 立体表示処理技術