

プロジェクタとカメラを利用した、 ワンショットスキャンによる 動的シーンの形状計測

広島市立大学

講師

埼玉大学

准教授

大阪大学

助教

教授

情報科学部

古川 亮

工学部

川崎 洋

産業科学研究所

佐川立昌

八木康史

研究背景

- 現実世界の3次元データの利用拡大
 - 映画・テレビ・ゲーム・VR・CGのコンテンツ
 - 現実世界のシミュレーション(医療、環境、交通)
 - 遺跡や文化財の保存(デジタルアーカイブ)
 - 3次元的な検査、実験記録の必要性

→今後さらに、現実世界を3次元化し、再利用する
必要性が高まることが予想される

研究の目的

- 過去の代表的な3次元計測 → 静止物体が対象
- 研究目的 → **動物体**の3次元形状の計測

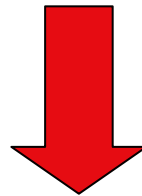
• 応用例

- 3次元ビデオ
- 顔の表情のモーションキャプチャ
- 高精度な構造解析
- 医療・VR利用

従来技術とその問題点

従来の形状計測技術

- レーザ光源の走査を利用する方法
- プロジェクタで**複数の**パターンを投影する方法

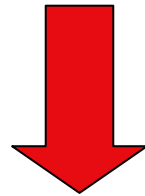


計測に時間がかかるため、
高速に運動する物体の形状計測には不向き

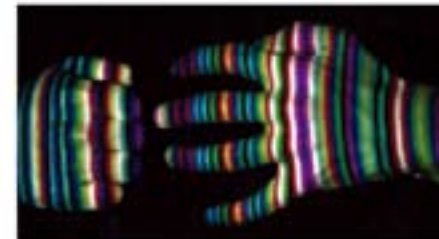
従来技術とその問題点

従来の形状計測技術

- プロジェクタで**単一**のパターンを投影する方法



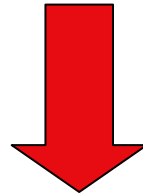
多数の色や、複雑なパターンの利用のために、
画像処理上の問題点が多く、
精度と密度の両立が困難



従来技術とその問題点

従来の形状計測技術

– 複数カメラでのステレオ法

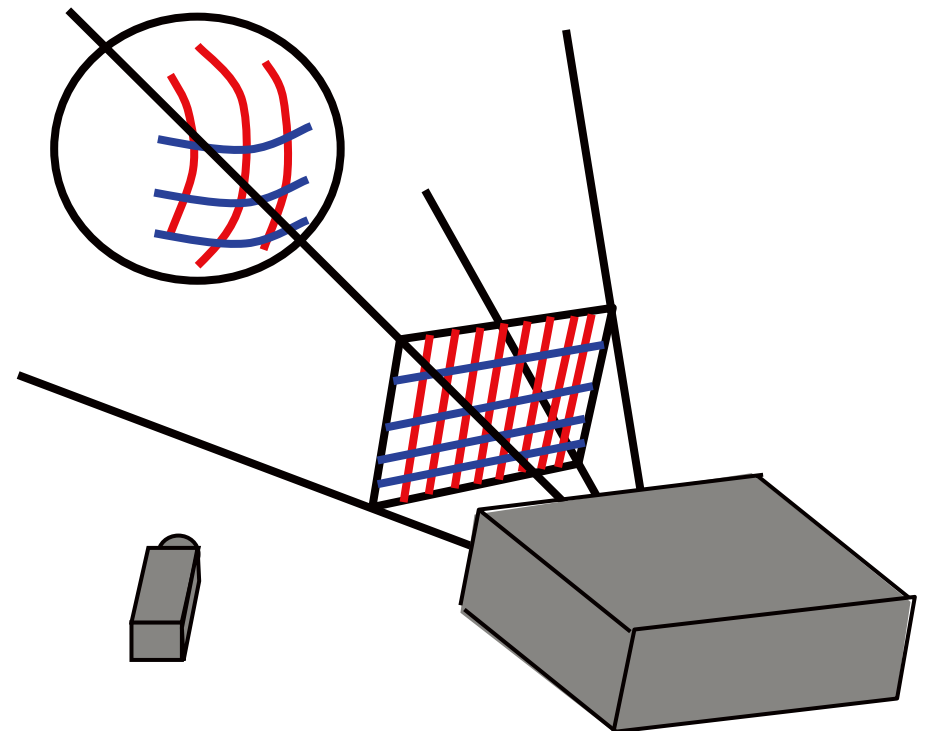


高速な物体の計測では、カメラ同士の同期が困難
特徴点が必要となるため、テクスチャの無い物体への
適用が困難

高密度な計測が困難

新技術の特徴・従来技術との比較

- プロジェクタで単一のグリッドパターン(格子模様)を投影する方法
- 単純なパターン(一色でも良い)を利用するので、画像処理上の問題点が少ない
- 高密度、高精度な計測が可能



想定される用途

- 高速に運動する物体の形状計測
 - 衝突実験や破壊実験の記録
 - タービンの羽などの、動作中での変形の測定
 - 固体や、液体に伝わる波の計測
- 顔の表情などのモーションキャプチャ
 - 皮膚の表面の移動なども含めた記録

想定される業界

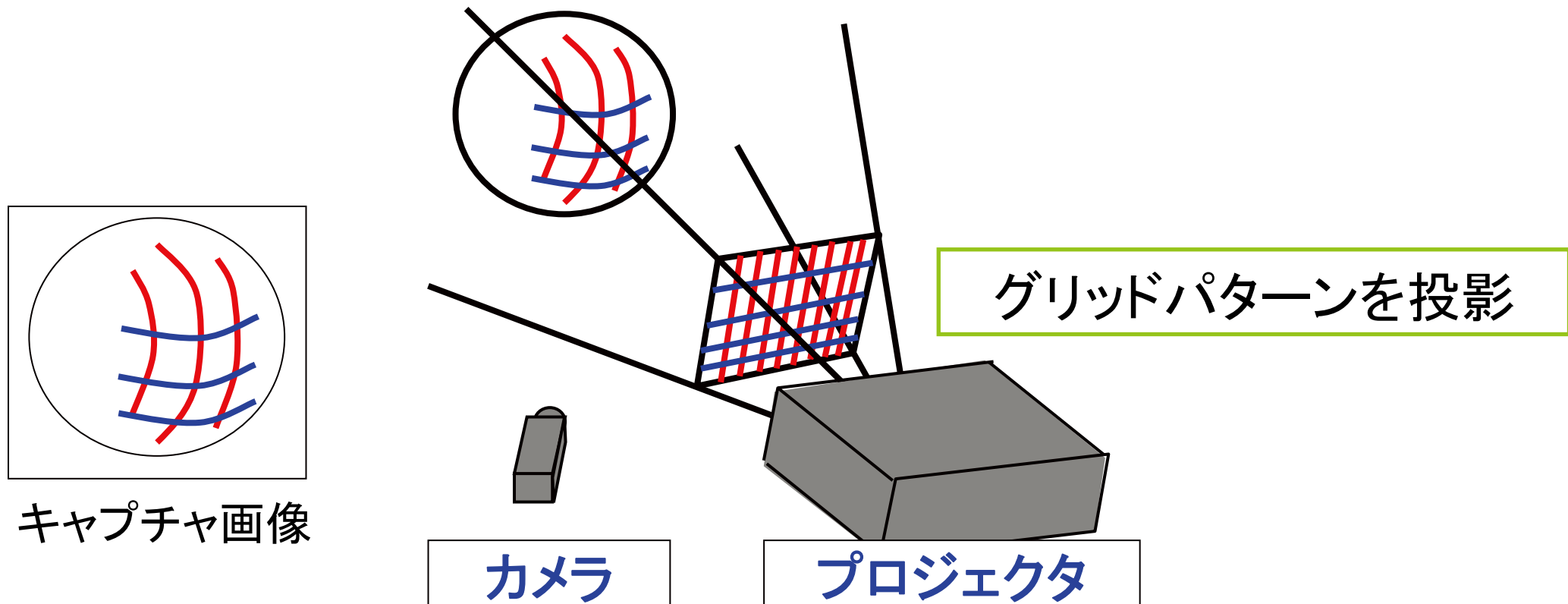
- 利用者・対象

各種の衝突実験や、材料試験を行う企業（自動車メーカー等）

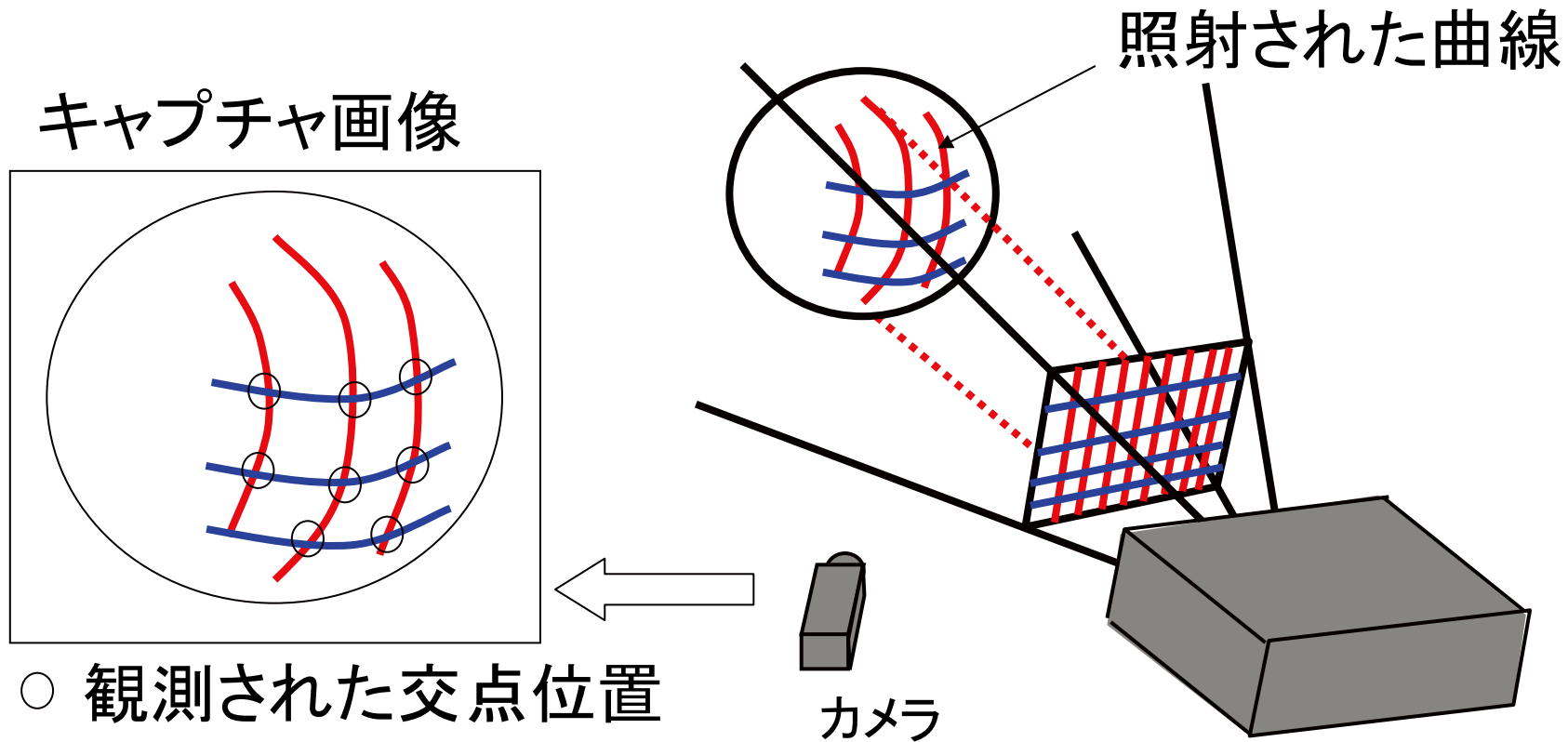
高速移動する物体の形状検査（発電設備の検査等）

グリッドパターンによる ワンショットスキャン

- 川崎、古川、佐川、八木を含む研究グループ(CVPR2008, ICCV2009で発表)
 - 1枚の画像から3次元復元が可能



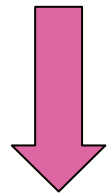
グリッドパターンによる ワンショットスキャン



- プロジェクタから照射されるパターンが表す平面位置を、カメラから観測された交点位置から解く

交点による共面性制約

視線 $(x, y, z) = (su, sv, -s)$



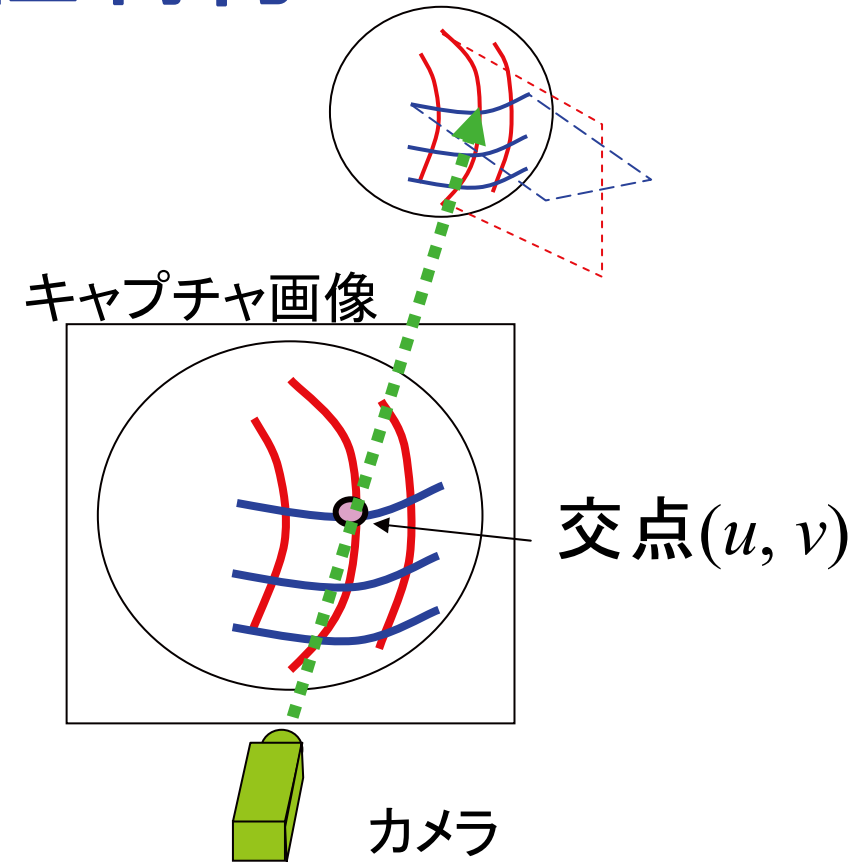
$$a_1 x + b_1 y + c_1 z + 1 = 0 \quad \text{縦平面}$$

$$d_1 x + e_1 y + f_1 z + 1 = 0 \quad \text{横平面}$$

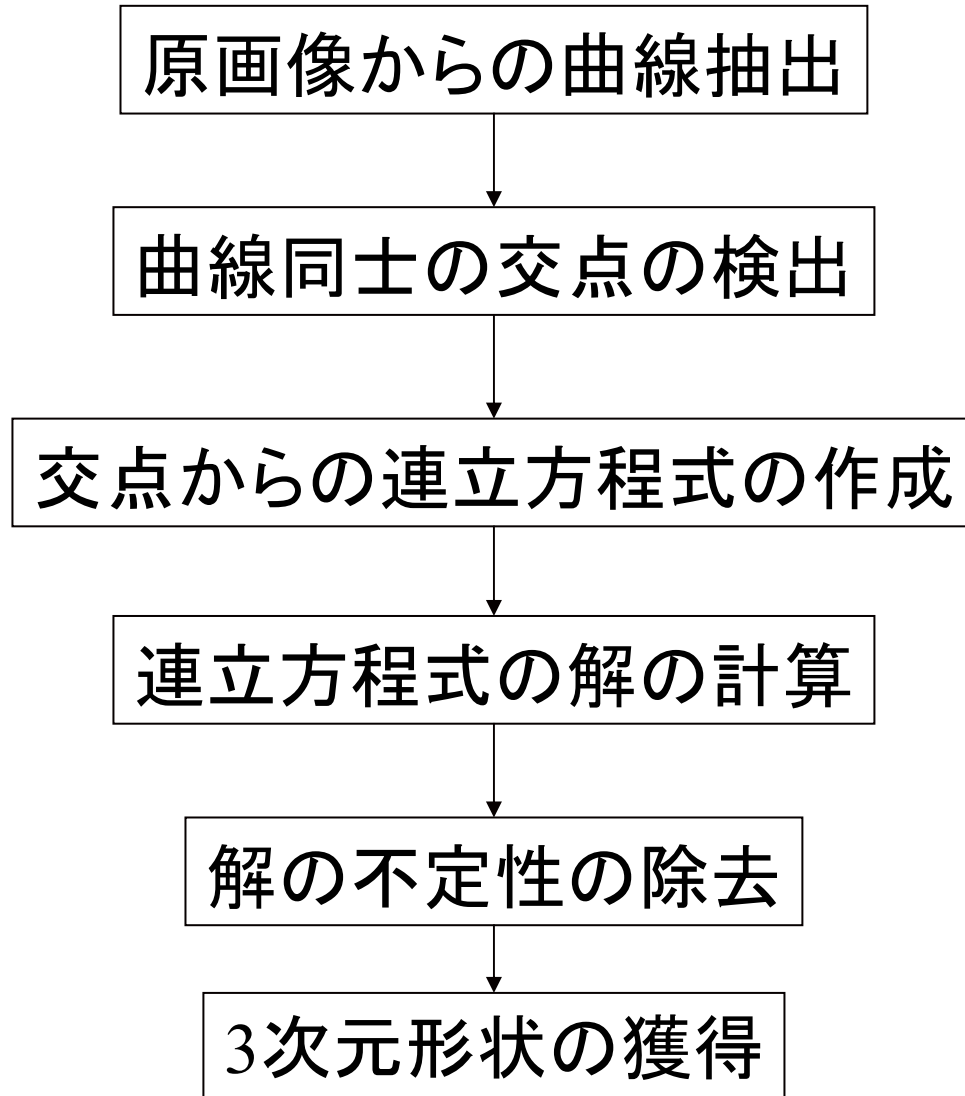
$$u a_1 - u d_1 + v b_1 - v e_1 + c_1 - f_1 = 0$$

1つの交点から1つの制約式

→ 連立一次方程式として解ける

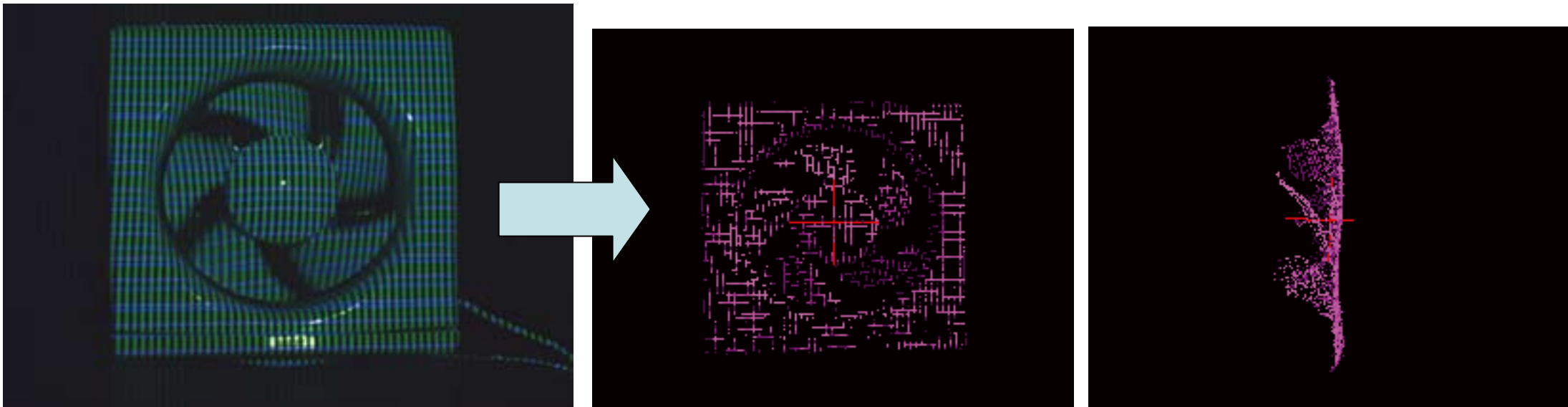


手順



写真からの復元結果

- 回転中の換気ファンの形状測定
 - シャッター速度 1/2000秒



動画を用いた復元結果

- 顔の形状計測



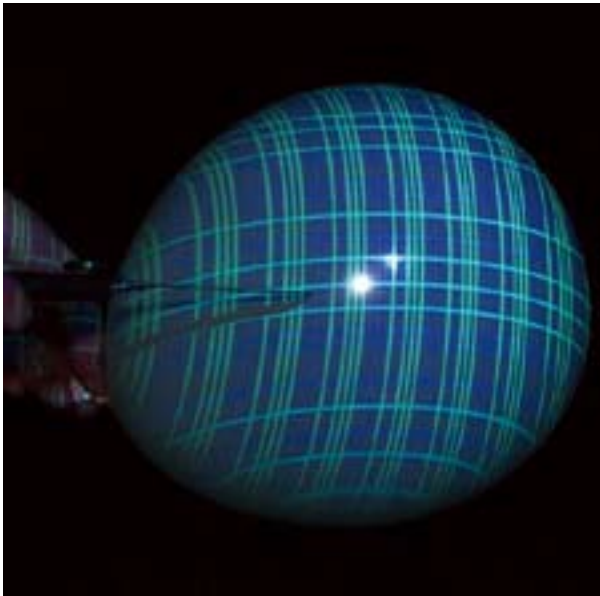
撮影シーン



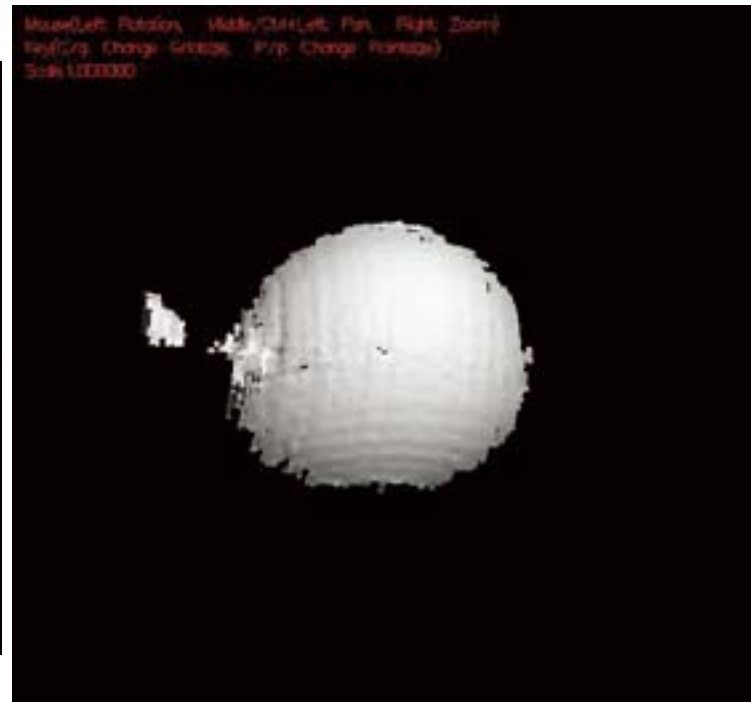
復元結果

高速度カメラで撮影された 動画からの形状復元結果

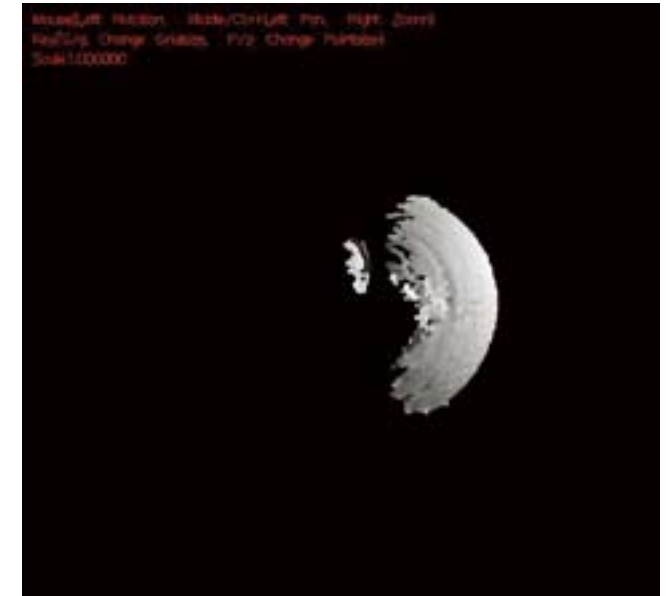
- 風船の破裂
– 1000fps



撮影シーン



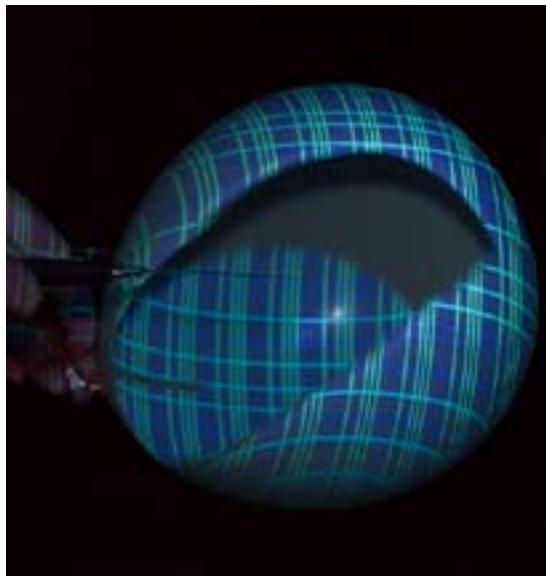
正面視点



横視点

高速度カメラで撮影された 動画からの形状復元結果

- 風船の破裂
– 1000fps



撮影シーン



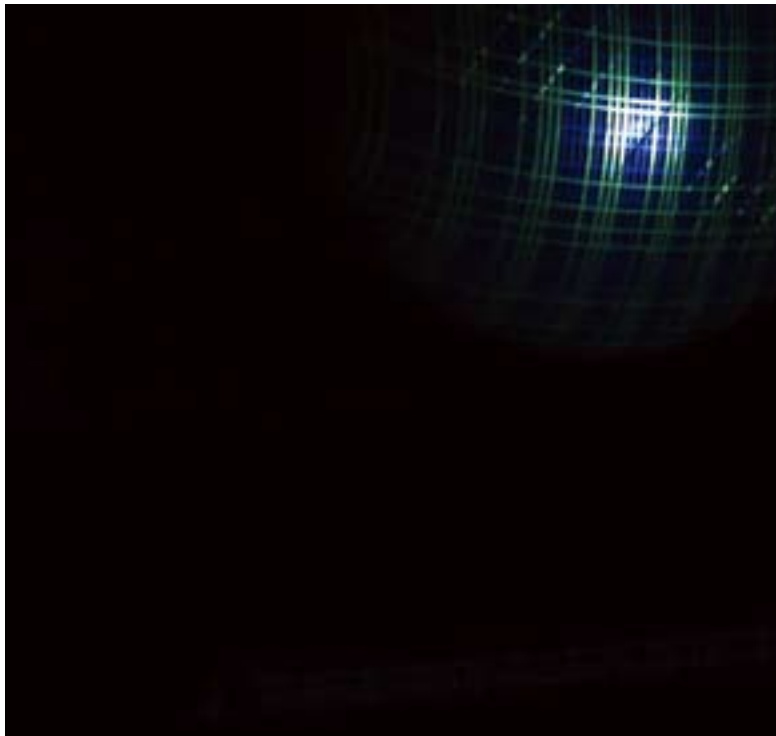
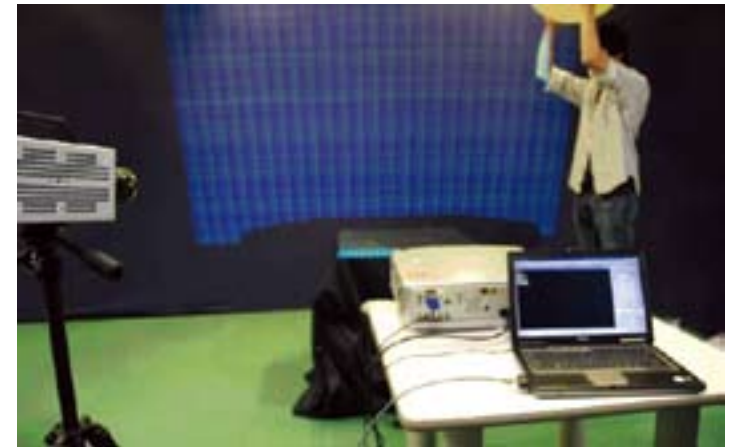
正面視点



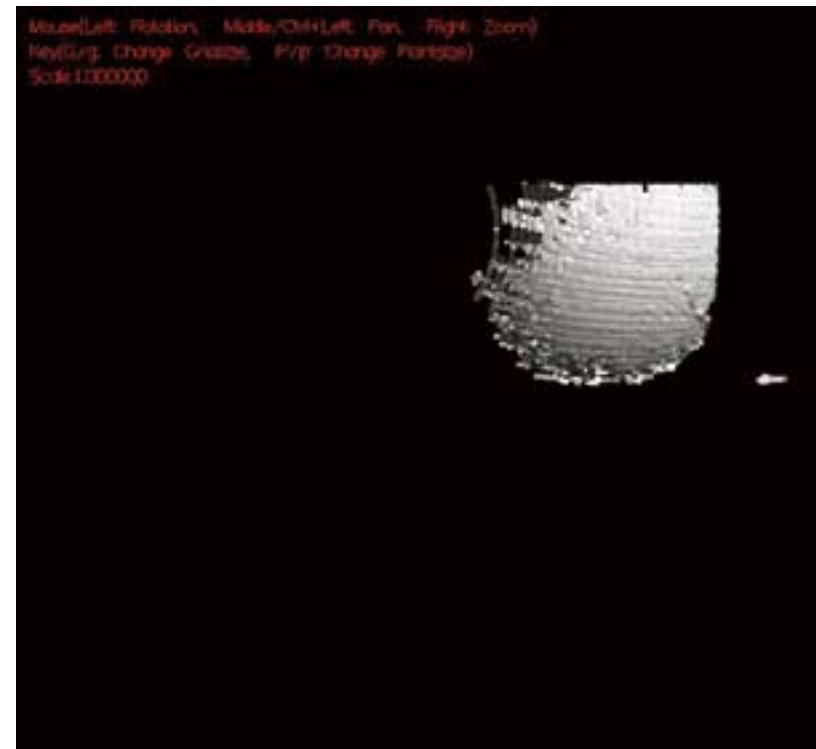
横視点

高速度カメラで撮影された 動画からの形状復元結果

- バランスボールのバウンド
 - 2000fps
 - 表面を伝わる波を観測可能



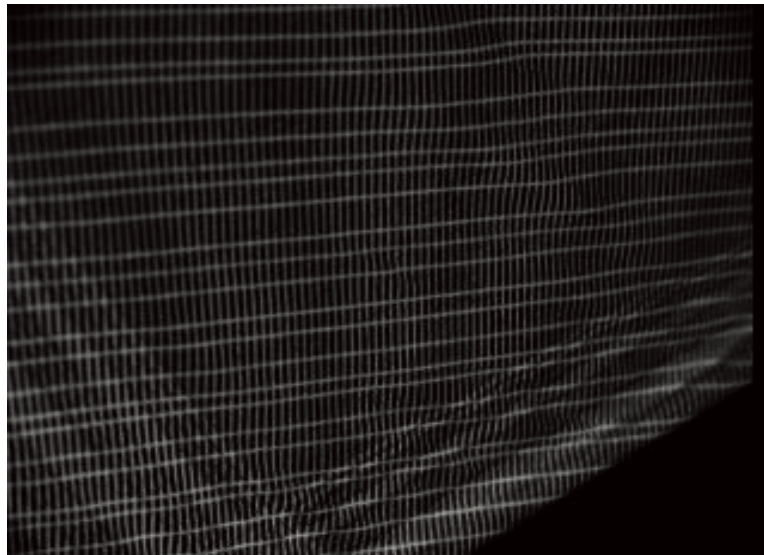
撮影シーン



復元結果

高速度カメラで撮影された 動画からの形状復元結果

- 旗を振るシーン
– 16000fps

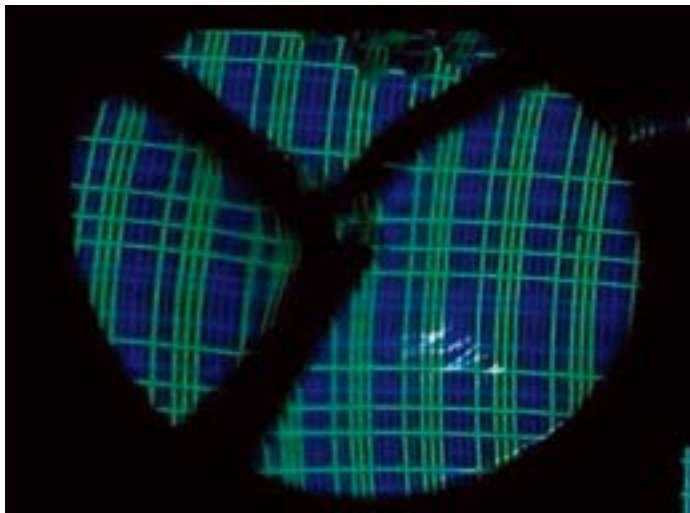


撮影シーン

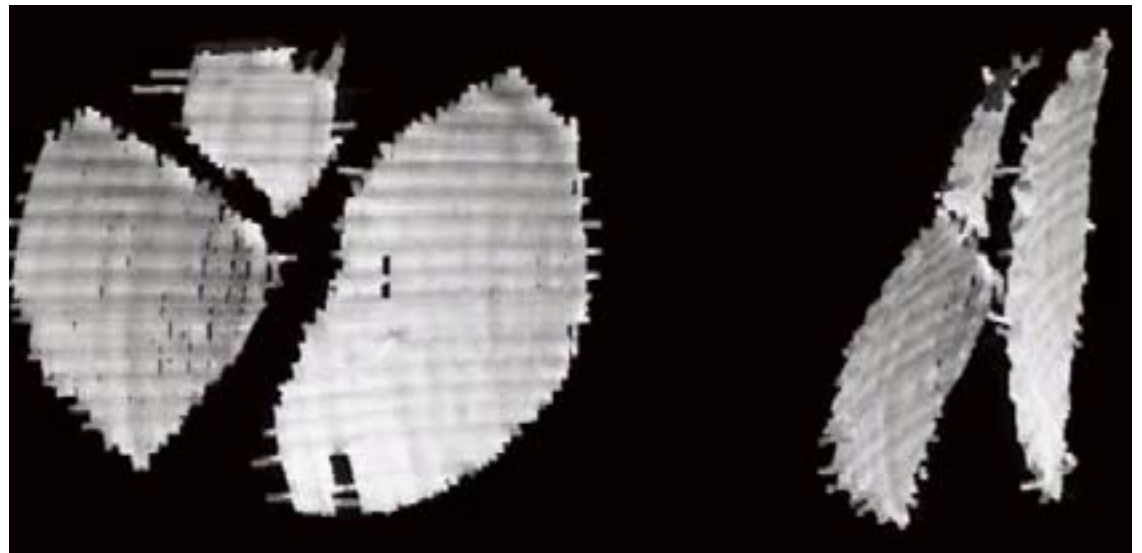


復元結果

高速度カメラで撮影された 動画からの形状復元結果



撮影シーン



復元結果

実用化に向けた課題

- 高速度カメラで撮影された画像を解析し、高速度な現象の3次元形状を計測できることを確認済み
 - 例
 - 風船が割れる過程
 - 柔らかい物体に衝撃を与えたり、動かしたりした時の形状変化
- 今後、精度や密度を高めたり、多数の方向からの形状計測を行えるように開発を進めていく予定

企業への期待

- 高速移動物体の3次元計測技術の利用を検討中の企業との、製品化を含む共同研究

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 画像処理装置、画像処理方法およびプログラム
- 出願番号 : 特願2008-155605
- 出願人 : 埼玉大学 広島市 (有)テクノドリーム二十一
- 発明者 : 川崎 洋 古川 亮 佐川 立昌 八木 康史

お問い合わせ先

**広島市立大学 社会連携センター
産学連携コーディネーター 山田 洋**

TEL / FAX 082-830-1545

e-mail ymda@office.hiroshima-cu.ac.jp