

課題番号	LR030
------	-------

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実施状況報告書(平成23年度)

本様式の内容は一般に公表されます

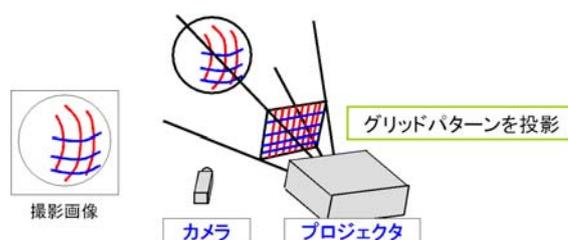
研究課題名	人体の内外表面形状すべてをリアルタイム計測するシステム ～表情筋の動き計測から腸内壁の形状取得まで～
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人 鹿児島大学・理工学研究科・教授
氏名	川崎 洋

### 1. 当該年度の研究目的

本研究の目的は、人体を内側・外側からリアルタイムかつ高精度に小型3次元計測する方法を開発することである。その目的は、1. 超ハイスピード計測による人体の細かい動きの計測、2. 超小型化による内視鏡を用いた体内形状の取得、3. 手術の様子を全て3次元ビデオとして記録する手法の開発、4. 高精度な形状データのリアルタイム伝送による遠隔医療システムの実現、である。そのため、平成23年度は、①超ハイスピードカメラによる計測実験、②高密度な形状計測手法の開発、③超小型パターン光源の試作、④赤外光源による形状計測システムの構築、⑤全周形状計測システムの構築、を行う。また、「国民との科学・技術対話」の推進のため、オープンキャンパスで講演・デモを行う。

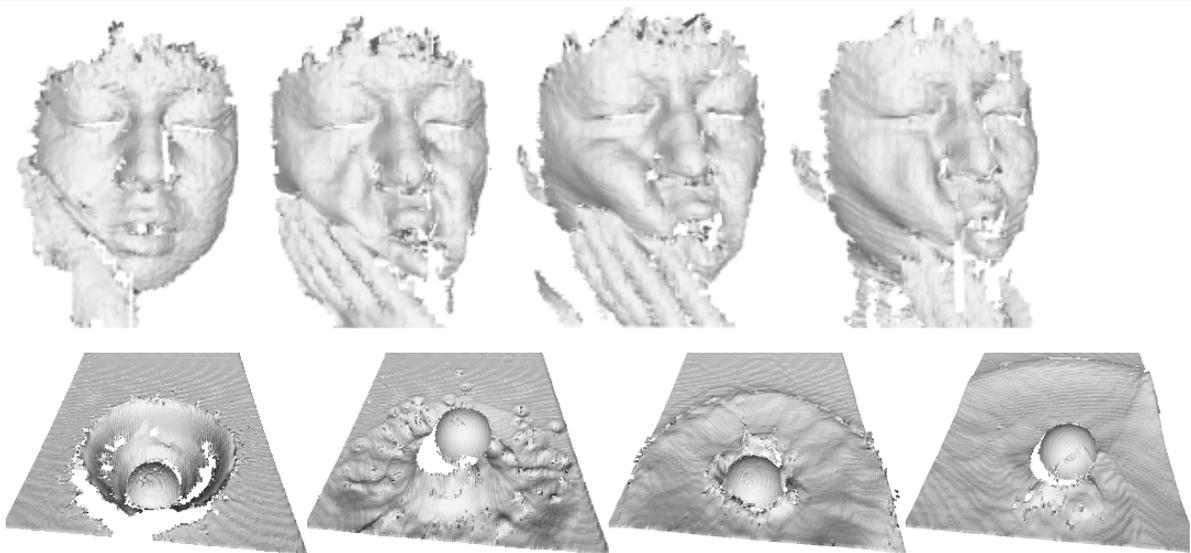
### 2. 研究の実施状況

本提案では研究目的に挙げた課題を、これまで研究者が開発してきた、ワンショット3次元形状計測法を拡張することによって実現する。ワンショット3次元形状計測法とは、1回の撮影で3次元形状計測を行う方法である(下図)。以下に平成23年度の成果の詳細を述べる。



#### ①超ハイスピードカメラによる計測実験、および②高密度な形状計測手法の開発

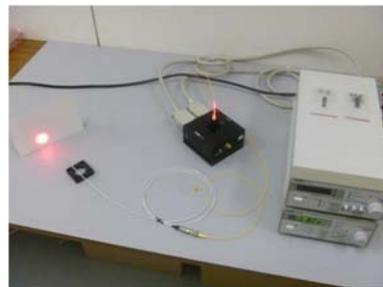
提案手法の目的である動きのある3次元形状は、人体の動きや顔の表情変化などの取得に適している。特に非常に速い動きでも計測できるため、従来誰も実現したことのないハイスピード形状計測が実現できる。さらに、パターンの周期性を用いることで高精度な補間も可能である。そこで本年度は、前年度の成果であるハイスピード計測アルゴリズムに、新たに開発した高密度な補間アルゴリズムを組合せて、実際に超高速で人体や流体の形状変化を計測した。以下に復元結果を示す。



本成果は、コンピュータビジョンに関する最難関の国際会議 ICCV2011 に採択された他、国内最大の画像処理に関する会議である画像の認識・理解シンポジウムにおいて200件超の中で1件の最優秀論文賞を受賞した。さらに、本内容を特許出願した。

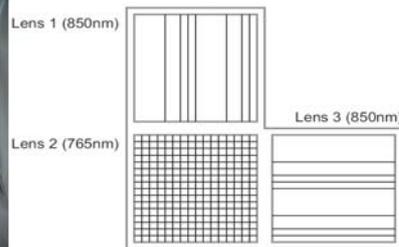
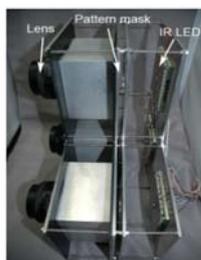
③超小型パターン光源の試作

内視鏡の先端に本装置を設置し、体内の3次元形状を取得するための超小型光源の試作を行った。下図は、その先端部(左)と全体図(右)である。要求されるサイズが非常に小さいため、非球面レンズを設計・特注し小型化を実現した。その結果、内視鏡の鉗子口を通過可能なサイズで、焦点距離40mmで集光させることに成功した。また、半導体用のマスク作成技術を用いて超微細投影パターンを作成した。来年度はこれらを用いて、光学系の性能評価および形状復元を行う予定である。



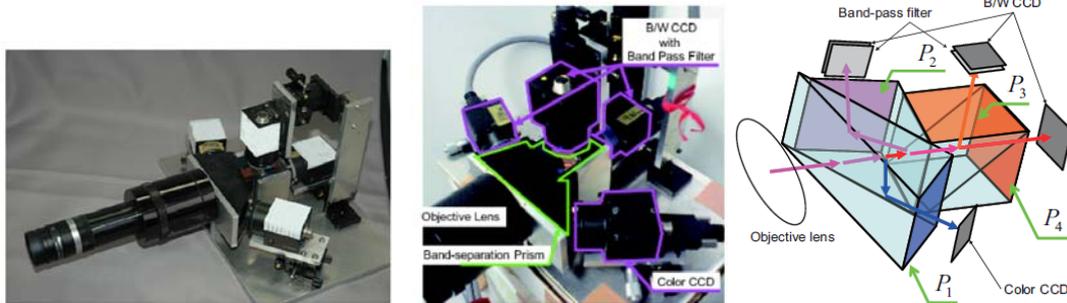
④赤外光源による形状計測システムの構築

これまで用いてきたプロジェクタは市販の液晶プロジェクタであり、可視光を投影するため、計測と同時に、物体表面の模様を取得することができなかった。そこで、近赤外波長の光を用いたパターン投影プロジェクタを試作した(下図左)。異なる波長の光を、プリズムを用いて合成すると投影する光量が大幅に低下するため、本試作では3つのレンズを用いて、それぞれのレンズから下図右のように異なるパターンを投影し、対象物体上で合成する方法を採用した。



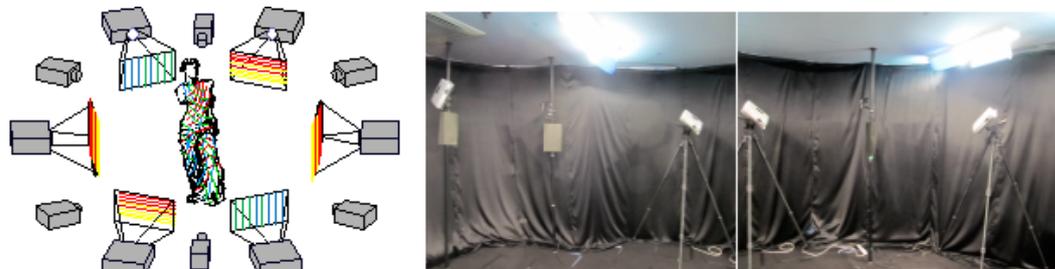
また、赤外パターン光と可視光テクスチャ同時に撮影するマルチバンドカメラを製作した(下図左)。入射した光は、波長によって光路を分離する複数のダイクロイックプリズムによって、近赤外(2波長)および可視光に分離される(下図右)。

本システムを用いたテクスチャ付きの3次元形状を取得する手法は、3次元形状計測に関する国際会議3DIMPVTに採択された他、情報処理学会論文誌に採録された。



⑤全周形状計測システムの構築

対象物体全体の形状を一度に取得するため、対象物体を取り囲むように配置した全周形状システムの構築および復元アルゴリズムの開発を行った。システムの様子を下図に示す。



単純に各システムから得られる3次元形状を同じ空間内に配置しても、各々の形状間にはずれがあるため精度が低くなり、また、どのシステムからも観測されない部分に穴が開く。そこで複数のカメラとプロジェクタ間で復元した形状が首尾一貫するよう最適化することで、高精度かつ穴の少ない形状復元を実現する手法を開発した。結果を下図に示す。



提案手法は、画像の認識・理解シンポジウムにおいて最優秀論文賞候補(8件)となった他、難易度の高い国際ワークショップにも採択され、海外にて発表を行った。さらに、本内容を特許出願した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 24 件</p>	<p>[1] 古川亮, 川崎洋, 佐川立昌, 阪下和弘, 大田雄也, 頭師陵太, 八木康史, 浅田尚紀, “複数プロジェクタを用いた線形解法によるワンショットアクティブ形状計測”, 情報処理学会論文誌, vol.52, no.5, pp.1923-1938, (2011.5).</p> <p>[2] I. Daribo, R. Furukawa, R. Sagawa, H. Kawasaki, S. Hiura, N. Asada, “Efficient Rate-Distortion Compression of Dynamic Point Cloud for Grid-Pattern-Based 3D Scanning Systems”, to appear in 3D Research Journal, 3D Research, Volume 3, Issue 1 (2012).</p> <p>[3] 佐川立昌, 川崎洋, 古川亮, 清田祥太, “平行線投影を用いた連続領域の検出による高密度なワンショット形状復元”, 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).</p> <p>[4] 清田祥太, 川崎洋, 古川亮, 佐川立昌, “多視点プロジェクタ・カメラシステムによる動的シーンの再構成手法”, 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).</p> <p>[5] Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, Ryo Furukawa, Shota Kiyota “Dense One-shot 3D Reconstruction by Detecting Continuous Regions with Parallel Line Projection”, Proc. 13th International Conference on Computer Vision, pp. 1911-1918, Spain, (Nov. 8-11, 2011).</p> <p>[6] Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Amael Delaunoy, Hiroshi Kawasaki, “Multiview Projectors/Cameras System for 3D Reconstruction of Dynamic Scenes”, Proc. 4DMOD Workshop on Dynamic Shape Capture and Analysis, pp. 1602-1609, Spain, (Nov. 13, 2011).</p> <p>[7] I. Daribo, R. Furukawa, R. Sagawa, H. Kawasaki, S. Hiura, N. Asada, “Point Cloud Compression for Grid-Pattern-based 3D Scanning System”, IEEE VCIP, Tainan City, Taiwan, (Nov. 2011).</p> <p>[8] I. Daribo, R. Furukawa, R. Sagawa, H. Kawasaki, S. Hiura, N. Asada, “Dynamic Compression of Curve-based Point Cloud”, PSIVT, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, Gwangju, South Korea, (Nov. 2011).</p> <p>[9] Kazuhiro Sakashita, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa, Hiroshi Kawasaki, Yasushi Yagi “A System for Capturing Textured 3D Shapes based on One-shot Grid Pattern with Multi-band Camera and Infrared Projector”, In Proc. 2011 International Conference on 3D Imaging, Modeling, Processing, Visualization and Transmission (3DIMPVT), pp.49-56, Hangzhou, China, (May 16-19, 2011).</p> <p>[10] Koichi Ogawara, Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, “Marker-less Motion Capture using Dense Human-body Shape Scanning System”, Proc. Short Papers &amp; Technical Demonstrations of 3DIMPVT2011, Hangzhou, China, (May 16-19, 2011).</p> <p>[11] Yohan Thibault, Hiroshi Kawasaki, Ryusuke Sagawa, Ryo Furukawa : “Retrieving textures for 3D scanning system based on grid pattern method”, IMPRESS DEXA 2011, (2011.9).</p> <p>[12] 若元 友輔, 川崎洋, 鈴木 亮, 子安 大士, 前川 仁, “ドライビングシミュレータのための車載ステレオカメラ画像を利用した写実的レンダリングシステムの提案”, 第 10 回 ITS シンポジウム 2011, pp 1-6, (2011.11).</p> <p>[13] Ryo Furukawa, Ryusuke Sagawa, Hiroshi Kawasaki, Kazuhiro Sakashita, Yasushi Yagi, Naoki Asada: “Entire Shape Acquisition Technique Using Multiple Projectors and Cameras with Parallel Pattern Projection”, IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, Vol.4, pp40-52 (2012.3)</p> <p>[14] 野中 伴文, 子安 大士, 前川 仁, 川崎洋, 小野 晋太郎, 池内 克史, “全方位ステレオ視を用いたスキャンマッチングによる6自由度 SLAM”, Proceedings 2011 JSME Conference on Robotics and Mechatronics (ROBOMECH2011), 1P1-M05, (2011.5).</p> <p>(掲載済み一査読有り) 計 14 件</p> <p>[1] 阪下和弘, 佐川立昌, 古川亮, 川崎洋, 八木康史, “近赤外グリッドパターンを用いたワンショット形状計測” 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).</p> <p>[2] 師岡大志, 古川亮, 川崎洋, 佐川立昌, 日浦慎作, 浅田尚紀, “複数のプロジェクタ・カメラを用いた形状計測システムにおける未復元投影パターンの再推定” 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).</p> <p>[3] イスマイル ダリボ, 古川亮, 佐川立昌, 川崎洋, 日浦慎作, 浅田尚紀, “Curve-Based Representation of Point Cloud for Efficient Compression”, 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).</p> <p>[4] チボー ヨハン, 川崎洋, 佐川立昌, 古川亮, “Inpainting for one shot 3D scanning system based on grid pattern”, 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).</p> <p>[5] 清田祥太, 坂口裕一, 小野智司, 中山茂, 川崎洋, 古川亮, 佐川立昌, “赤外光源を用いた 2 プロジェクタワンショットスキャンによる形状計測システム”, 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).</p> <p>[6] 川崎洋, 佐川立昌, 古川亮, “チュートリアル:動物体のアクティブ 3 次元計測”, 情報処理学会研究報告, vol.2011-CVIM-177, no.30, (2011.5.20).</p>
------------------------	--

様式19 別紙1

	<p>[7] 清田祥太, 川崎洋, 古川亮, 佐川立昌, “平面板を用いたプロジェクタの効率的なキャリブレーション手法の提案”, 情報処理学会 CVIM, Vol.2012-CVIM-180 No.35, (2012.1).</p> <p>[8] 川崎洋, 河合由起子, 古川亮, 小野晋太郎, 池内克史, “招待講演:Web 上における大規模データの効率的構築および有効利用に関する試み”, 情報処理学会 CVIM, Vol.2012-CVIM-181 No.1, (2012.3).</p> <p>[9] 松下 侑輝, 福元 伸也, 川崎洋, 山口 拓真, 古川 亮, 福田 悠人, “3 次元形状を含むシーンにおける手ぶれ映像の超解像処理”, 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2011), pp 951-958, (2011.7).</p> <p>[10] 福元 伸也, 松元 貴寛, 川崎洋, 古川 亮, 福田 悠人, 山口 拓真, “連続画像における強いむらのあるヘイズ除去手法の提案”, 第 14 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2011), pp 1111-1118, (2011.7).</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 10 件</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 7 件</p>	<p>[1] Hiroshi Kawasaki, Ryusuke Sagawa, “Tutorial: Recent Active 3D Scanning System and Techniques”, 3DIMPVT 2011: The First Joint 3DIM/3DPVT Conference 3D Imaging, Modeling, Processing, Visualization, Transmission, (May 20, 2011).</p> <p>[2] 古澤孝元, 河合由起子, 川崎洋, 張建偉, “画像類似度および意味的特徴量に基づくコメント推薦手法の提案”, 電子情報通信学会総合大会, DS-1-2, (2012.3).</p> <p>[3] 古川真行, 福元伸也, 川崎洋, 河合由起子, “WebGLを用いたアニメーション3次元電子マニュアルの提案”, 電子情報通信学会 ISS 学生ポスターセッション, ISS-P-257, (2012.3).</p> <p>[4] 川上雄大, 伊藤拓也, 澤井陽輔, 小野智司, 川崎洋, 中山茂: “歪みの補正を目的とした補助線入り二次元コードとその復号方式の提案”, パターン認識・メディア理解研究会, (2012.3).</p> <p>[5] 伊藤拓也, 川上雄大, 澤井陽輔, 小野智司, 川崎洋, 中山茂: “局所的な歪みを含む QR コードの復号方式に関する研究 ～位置検出パターンの発見方法について～”, 情報処理学会火の国情報シンポジウム, C-5-4 (2012.3).</p> <p>専門家向け 計 5 件</p> <p>[1] Hiroshi Kawasaki, “Challenges on capturing dense 3D data of fast moving objects”, 2011 Japan-America Frontiers of Engineering Symposium, (2011.6).</p> <p>[2] 川崎洋, 清田 祥太, 小野 智司, 澤井 陽輔, 宮本 龍二, 尾脇 拓朗, Yohan Thibalt Claude, Amael Delaunoy, “人体の内外表面形状全てをリアルタイム計測するシステム”, “食と健康”シンポジウム, pp 1-1, (2011.11).</p> <p>一般向け 計 2 件</p>
<p>図書 計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状況 計 2 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>[1] 川崎洋, 古川 亮, 佐川 立昌, “3次元形状の取得装置, 処理方法およびプログラム”, 日本, 出願 JP2011-157249, 出願日 2011/7/15</p> <p>[2] 川崎洋, 古川 亮, 佐川 立昌, “画像処理方法および装置”, 日本, 出願 JP2011-158175, 出願日 2011/7/19</p> <p>(出願中) 計 2 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>URL: <a href="http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~cgv/">http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~cgv/</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>[1] オープンハウス 2011 開催場所: 鹿児島大学, 開催日: 2011.8.6 対象者: 高校生, 一般市民、大学生, 参加者数: 370 名 研究発表: アクティブ3次元形状復元やその他研究のデモおよび内容解説</p> <p>[2] かがしまITフェスタ 開催場所: 鹿児島アリーナ, 開催日: 2011.12.2~12.4 対象者: 一般市民, 参加者数: 14,500 人 内容: 研究紹介ワンショットスキャナによるリアルタイム全周3次元形状獲得システムや体験(プロジェクタカメラによる3次元計測システム)など</p>

様式19 別紙1

新聞・一般雑誌等掲載 計0件	
その他	

4. その他特記事項

[1] MIRU 長尾賞(200超の中から1件のベストペーパー),「佐川立昌, 川崎洋, 古川亮, 清田祥太, “平行線投影を用いた連続領域の検出による高密度なワンショット形状復元”, (2011.7).」

[2] 最優秀論文賞候補(200超の中から8件),「清田祥太, 川崎洋, 古川亮, 佐川立昌, “多視点プロジェクタ・カメラシステムによる動的シーンの再構成手法”, 第14回画像の認識・理解シンポジウム予稿集, (2011.7).」

実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	123,000,000	50,152,000	0	72,848,000	0
間接経費	36,900,000	15,045,600	0	21,854,400	0
合計	159,900,000	65,197,600	0	94,702,400	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	48,305,654	0	0	48,305,654	38,768,452	9,537,202	0
間接経費	13,999,200	0	0	13,999,200	13,999,200	0	0
合計	62,304,854	0	0	62,304,854	52,767,652	9,537,202	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	26,832,158	実験装置等
旅費	3,937,800	研究成果発表旅費等
謝金・人件費等	7,136,354	研究員・技能補佐員人件費等
その他	862,140	学会参加登録料等
直接経費計	38,768,452	
間接経費計	13,999,200	
合計	52,767,652	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
EPSONプロジェクタ	EB-Z8050W	1	867,000	867,000	2011.4.1	鹿児島大学
制御装置	VP-4450HD	1	2,147,250	2,147,250	2011.11.30	広島市立大学
光源装置	XL-4450	1	1,212,750	1,212,750	2011.11.30	広島市立大学
フォトロン 高速度カメラ	フォトロン FASTCAM	1	4,357,500	4,357,500	2011.12.19	鹿児島大学
上部消化管用スコープ	EG-590WR2	1	2,910,600	2,910,600	2011.12.19	広島市立大学
workstation pc	日本HP FF825AV	1	983,850	983,850	2011.12.20	鹿児島大学
ズーム式実体顕微 鏡	ZEISS2000-C	1	483,525	483,525	2011.12.22	鹿児島大学
workstation	日本HP FF825V-BUTR	1	607,530	607,530	2011.12.22	鹿児島大学
小型光源	810nmレーザー光源	1	945,000	945,000	2011.3.30	鹿児島大学
小型光源	φ2.8mm小型光源	1	1,659,000	1,659,000	2011.3.30	鹿児島大学