

課題番号	LR027
------	-------

**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24年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	コンピュータショナルフォトグラフィによる安全な人体内部3次元構造の可視化
研究機関・ 部局・職名	大阪大学・産業科学研究所・准教授
氏名	向川康博

1. 当該年度の研究目的

平成24年度は、前年度の研究を発展させ、主に以下の3テーマの研究に取り組むことを目的とした。

(1) 高周波照明による散乱光の分離

前年度に考案した「平行高周波照明」の計測システムを完成させ、鮮明な透視画像が得られるコンピュータショナルフォトグラフィ技術を開発し、その性能評価を行う。

(2) 散乱光の空間分布解析

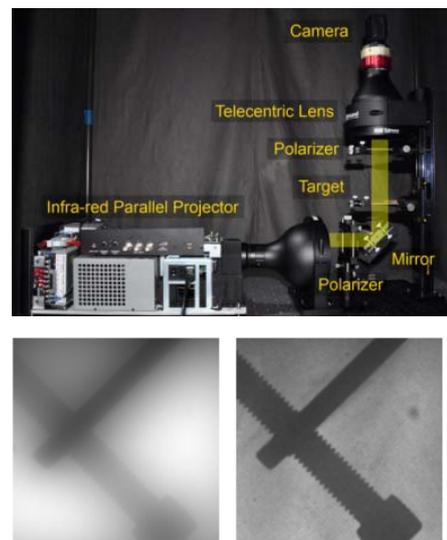
散乱光がどのように空間的に広がるかをモデル化し、観測された散乱光を手がかりに、散乱体の内部構造を推定する逆問題を解くアルゴリズムを開発する。

(3) 近赤外光の光伝播の解析

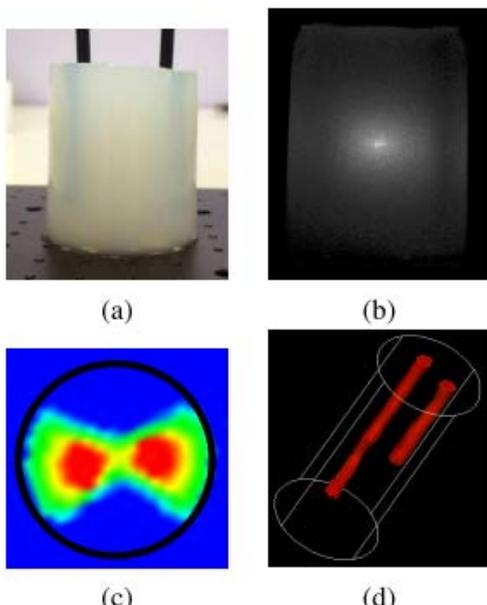
近赤外光を用いて、人体やプラスチック等の散乱体の光伝播を計測する装置を開発し、計測した光伝播から、散乱体内部で光を遮蔽する物体の3次元位置を推定するアルゴリズムを開発する。

2. 研究の実施状況

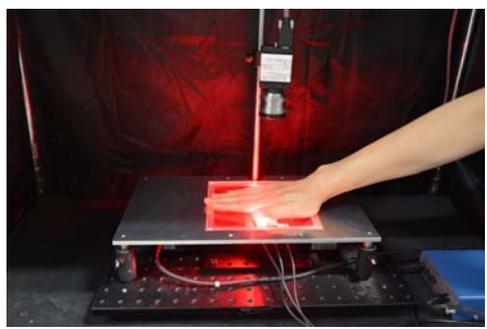
前年度は、研究目的(1)の散乱光分離のために、「平行高周波照明」と呼ぶ透視画像を鮮明に撮影する技法を考案し、望遠レンズを用いた簡易なシステムによって基本原理を検証した。今年度は、この原理をさらに詳細に検証するため、右図に示すように、テレセントリックレンズを用いた光学系を新たに開発し、カメラとプロジェクタの両方において厳密な平行投影を実現した。また、カメラとプロジェクタの光軸を一致させる校正法も考案し、プロジェクタの投影画素とカメラの観測画素が一对一に対応づく観測系を設計した。これにより、右図のように、白濁した液体中の金属部品の輪郭を鮮明に撮影できる技術を開発した。また、様々な条件で性能評価を行うことで、本手法が適用できる光学濃度を明らかにし、当初の目標を達成した。



また、研究目的(2)の散乱光の空間分布を解析するために、右図(a)のような内部に遮蔽物体が存在する散乱体を対象として、(b)のように様々な角度から照明した場合の散乱光を手がかりとして、遮蔽物体の3次元分布を推定する手法を開発した。物体に入射した光線が、散乱体内部の微粒子と衝突する過程を、乱数に基づくモンテカルロシミュレーションによってモデル化し、(c)のように光路上のどこに遮蔽物があるかを投票によって推定する「モンテカルロ投票」と呼ぶアルゴリズムを新たに考案した。これにより、(a)のようにはっきりとは見えない内部の3次元構造を、(d)のように可視化することが可能となり、当初の目的を達成した。



さらに、研究目的(3)の近赤外光の光伝播を解析するために、波長が 660nm の赤色可視光に加えて、波長が 850nm と 940nm の近赤外光の光源が平行移動し、それぞれの光源位置における透過光を観測できる右図のような光伝播計測装置を開発した。計測した光伝播から、遮蔽物の深さを推定するための手法を新たに考案し、現在、その評価実験を進めており、当初の目的をほぼ達成している。



3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 4 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計1件                  1. 井下智加, 向川康博, 松下康之, 八木康史, ``単一散乱の減衰に基づく半透明物体の形状推定'', 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J95-D, No.8, pp.1598-1608, Aug. 2012.                  (掲載済み一査読無し) 計0件                  (未掲載) 計3件                  1. C.Inoshita, S.Tagawa, M.A.Mannan, Y.Mukaigawa, Y.Yagi, ``Full-dimensional Sampling and Analysis of BSSRDF'', IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 2013.                  2. K.Inose, R.Kawakami, Y.Mukaigawa, K.Ikeuchi, ``Refining Outdoor Photometric Stereo based on Sky Model'', IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 2013.                  3. 田中賢一郎, 向川康博, 八木康史, ``平行高周波照明による透視画像の散乱光除去'', 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.8, Aug. 2013.</p>
<p>会議発表 計 17 件</p>	<p>専門家向け 計 16 件                  1. K.Tanaka, Y.Mukaigawa, Y.Matsushita, Y.Yagi, "Descattering of Transmissive Image using Parallel High-frequency Illumination", A Joint Workshop of Osaka-Univ. and Peking-Univ. Groups, Osaka, Mar. 2013.                  2. C. Inoshita, Y. Mukaigawa, Y. Matsushita, Y. Yagi, "Shape Estimation based on Attenuation of Single Scattering for Translucent Objects", The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, Osaka, Jan. 2013.                  3. S. Tagawa, Y. Mukaigawa, Y. Matsushita, Y. Yagi, "Computation of 8-D Reflectance Field for Imaging", The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, Osaka, Jan. 2013.</p>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. T. Morimoto, R. T. Tan, R. Kawakami, <u>Y. Mukaigawa</u>, K. Ikeuchi, "Accuracy of the Spider model and its Applications" The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, Osaka, Jan. 2013.</li> <li>5. K. Tanaka, <u>Y. Mukaigawa</u>, Y. Matsushita, Y. Yagi, "Sharpening Transmissive Images using Parallel High-frequency Illumination", The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, Osaka, Jan. 2013.</li> <li>6. T. Takatani, <u>Y. Mukaigawa</u>, Y. Matsushita, Y. Yagi, "Multiple Weighted Measurements for Decomposition of Photometric Components" The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, Osaka, Jan. 2013.</li> <li>7. Y. Kobayashi, T. Morimoto, I. Sato, <u>Y. Mukaigawa</u>, K. Ikeuchi, "Image based BRDF Estimation of Thin Film Interference", The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, Jan. Osaka, 2013.</li> <li>8. K. Inose, R. Kawakami, <u>Y. Mukaigawa</u>, K. Ikeuchi, "An application of geometric and photometric stereo under a light source with straight motion", The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, Osaka, Jan. 2013.</li> <li>9. T. Aoto, T. Taketomi, T. Sato, <u>Y. Mukaigawa</u> and N. Yokoya, "Position Estimation of Near Point Light Sources using Clear Hollow Sphere" Proc. IAPR ICPR2012, Tsukuba, Nov. 2012.</li> <li>10. S. Tagawa, <u>Y. Mukaigawa</u> and Y. Yagi, "8-D Reflectance Field for Computational Photography", Proc. IAPR ICPR2012, Tsukuba, Nov. 2012.</li> <li>11. C.Inoshita, <u>Y.Mukaigawa</u>, Y.Matsushita and Y.Yagi, "Shape from Single Scattering for Translucent Objects", Proc. ECCV2012, Firenze, Oct. 2012.</li> <li>12. 高谷剛志, <u>向川康博</u>, 八木康史, ``多波長画像を用いた照度差ステレオ法の精度向上'', 情処研報 CVIM 183-12, 東京, Sep. 2012.</li> <li>13. 田中賢一郎, <u>向川康博</u>, 八木康史, ``平行高周波照明による透視画像の鮮明化'', 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), OS10-02, 福岡, Aug. 2012.</li> <li>14. 井下智加, <u>向川康博</u>, 八木康史, ``単一散乱強度に基づく半透明物体の形状と散乱特性の同時推定'', 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), OS10-01, 福岡, Aug. 2012.</li> <li>15. 青砥隆仁, 武富貴史, 佐藤智和, <u>向川康博</u>, 横矢直和, ``中空透明球体上の鏡面反射光を用いた近接点光源位置の推定'', 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), OS7-01, 福岡, Aug. 2012.</li> <li>16. 田中賢一郎, <u>向川康博</u>, 八木康史, ``平行高周波照明による透過光の抽出'', 情処研報 CVIM 182-5, 愛知, May 2012.</li> </ol> <p>一般向け 計1件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>向川康博</u>, ``光線空間の計測と解析'', 日本情報技術センターセミナー, 東京, Mar. 2013.</li> </ol>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>大阪大学・最先端・次世代研究開発支援プログラム <a href="http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next">http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next</a></p> <p>大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室・最先端・次世代研究開発支援プログラム <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html</a></p> <p>研究課題: コンピュータショナルフォトグラフィによる安全な人体内部3次元構造の可視化 <a href="http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/~mukaigaw/saisentan2010/index.html">http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/~mukaigaw/saisentan2010/index.html</a></p> <p>研究代表者: <a href="http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/~mukaigaw/">http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/~mukaigaw/</a></p>
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>大阪大学「いちよう祭」 日時: 2012/5/1 場所: 大阪大学産業科学研究所 対象者: 近隣の一般人, 大学生, 高校生, 研究者等 参加者数: 約50名 内容: 本プロジェクトの目的や意義を直感的に理解してもらうために, 本プロジェクトに関連の深い撮影技術の例として, 近赤外光を用いた透視画像撮影や, 光線空間カメラを用いた被写界深度の制御法を解</p>

	<p>説・実演した。</p> <p>大阪大学基礎工学部「オープンキャンパス」          日時:2012/8/10          場所:大阪大学基礎工学部          対象者:高校生, 引率教員, 高校生の父兄          参加者数:約120名          内容:本プロジェクトの基礎となる光線の記録について, その理論背景を説明すると共に, 実際に25個のカメラカメラアレイを用いた撮像システムを用いて, フォーカスを変えるデモを実演し, カメラが撮影する画像は光線の演算で表現できる原理を直感的に体験してもらった。</p> <p>サイエンス・カフェ          日時:2013/3/21          場所:大阪大学 中之島センター          対象者:一般人          参加者数:約40名          内容:本プロジェクトの基礎となる撮影の原理を, 「計算機の演算で見えないものを見るカメラに鏡を組み合わせると」と題して講演し, 新しい撮影技法を紹介すると共に, 実際に多面体鏡を手にとってもらい, どのように反射するのかを直感的に体験してもらった。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計0件</p>	
<p>その他</p>	<p>Best Poster Award 受賞          T. Takatani, Y. Mukaigawa, Y. Matsushita, Y. Yagi, "Multiple Weighted Measurements for Decomposition of Photometric Components", The 7th International Workshop on Robust Computer Vision, 2013/1/5 受賞.</p>

4. その他特記事項

学会での成果発表だけではなく, 国民との科学・技術対話の一環として, 積極的にサイエンス・カフェ等を開催するだけではなく, 本プロジェクトの研究内容や達成状況を紹介するための専用のホームページを作成し, 一般の方々へわかりやすく伝えられるように努めている。

## 実施状況報告書(平成24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せん

## 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	117,000,000	32,000,000	43,000,000	42,000,000	0
間接経費	35,100,000	9,600,000	12,900,000	12,600,000	0
合計	152,100,000	41,600,000	55,900,000	54,600,000	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	10,840,528	43,000,000	0	53,840,528	30,221,265	23,619,263	0
間接経費	7,523,782	12,900,000	0	20,423,782	10,710,228	9,713,554	0
合計	18,364,310	55,900,000	0	74,264,310	40,931,493	33,332,817	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	21,995,568	計算機, カメラ, 光源, 光学デバイス等
旅費	2,401,878	情報収集, 研究打合せ, 研究成果発表等
謝金・人件費等	4,653,111	特任研究員人件費
その他	1,170,708	学会参加料, ソフトウェアライセンス等
直接経費計	30,221,265	
間接経費計	10,710,228	
合計	40,931,493	

## 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
特注θ軸ステージ	WXB-119	1	672,000	672,000	2012/8/22	東京大学
プロジェクターEH-R4000		2	595,350	1,190,700	2013/2/20	大阪大学
超小型18bit高感度 カメラ(カラー)	18G-01C-S-AC	1	945,000	945,000	2013/3/21	奈良先端大学院 大学