

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 19 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23300066

研究課題名(和文) 視覚メディアのための次世代マルチバンドイメージングシステムの開発と応用

研究課題名(英文) Development and Application of a Next-Generation Multi-Band Imaging System for Visual Media

研究代表者

富永 昌二(Tominaga, Shoji)

千葉大学・大学院融合科学研究科(研究院)・特任研究員

研究者番号：10103342

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、次世代のマルチバンドイメージング技術を開発し、その技術をすべての人々に有益なユニバーサル視覚メディアシステムに適用することを目指した。

まず、画像獲得の段階において、ハイダイナミックシーンや全方位シーンを含む、様々な実シーンに適したマルチバンド画像系を開発した。次に、画像解析の段階において、シーン光源、物体の表面反射特性、および偏光特性を推定する各種アルゴリズムを開発した。さらに、画像生成の段階において、照明環境を均一に制御できる実験室を構築し、人の視覚効果を考慮した画像レンダリングアルゴリズムを開発した。

研究成果の概要(英文)：This project aimed at developing the next generation multi-band imaging technology, and applying the technology to universal visual media system useful for all people.

First, in the image acquisition stage, we developed several multi-band imaging systems suitable for various real scene environments including high-dynamic scene and omnidirectional scene. Second, in the image analysis stage, we developed a variety of algorithms to estimate scene illuminant, surface reflection properties, and polarization properties of objects. Third, in the image rendering stage, we constructed an experimental room with uniformly controlled illumination environments and developed image rendering algorithms taking account of human visual effects.

研究分野：視覚情報学

キーワード：マルチバンド画像系 分光画像処理 分光画像レンダリング 反射モデル 全方位光源分布 HDR画像処理 色順応モデル

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 従来のカラーカメラによるビジョン研究には下記の理由で限界があった。①3バンドカメラでは人間の等色性を満足できないこと、②カラーコンスタンシーの実現が困難なこと、③現実シーンは分光解析で、画像生成は分光計算による等の理由である。

(2) 分光情報をビジョン問題に適用した試みはあるが、①分光情報獲得の速度と安定性、②HDR 分光画像を獲得できないこと、③自然環境の連続光源情報を獲得できないこと、④表面形状情報と質感情報を獲得できない、⑤人間の視覚効果等の問題があった。

## 2. 研究の目的

(1) これまでの検討結果に基づいて、次世代のマルチバンド分光イメージング技術を開発し、その技術とデバイスを人々に有益なユニバーサル視覚メディアシステムに適用することを目指した。

(2) 多様な実シーンと、種々の視覚メディア問題に対処するため、多機能マルチバンドイメージング技術を開発する、具体的に、①全方位シーンの分光画像を高速に獲得する計測系、②分光画像から分光関数の推定、3次元反射のモデル化、物体識別するアルゴリズム、③人視感効果を予測してリアルな画像レンダリングする技法等の開発を目指した。

## 3. 研究の方法

(1) **画像獲得**: 3種類のマルチバンド系(①偏光分光カメラシステム、②実時間イメージングシステム、③マルチバンドスキャナ)を構築する。

(2) **画像解析**: 分光画像から、①全方位マルチ照明環境の光源分布、表面分光反射率の推定、②蛍光物体の同定、③物体表面の3次元反射モデル推定、④物体の識別、⑤分光データの圧縮の各アルゴリズムを開発し、実験によって信頼性を検証する。

(3) **画像生成**: 任意の照明環境・視環境における質感溢れる物体とシーンの映像をディスプレイ上で生成するために、①光学的レンダリングアルゴリズム、②人間の色順応を予測するモデルと推定法、③カラーマネージメントアルゴリズム、④HDR 画像の生成法、⑤3D映像生成の各要素技術を開発する。

(4) **応用**: 開発したビジョン技術の応用として、①物体や材質の効率的な識別、②絵画のデジタルアーカイブ、③全方位シーンの解析とレンダリング、④化粧肌の光学特性の実時間計測と評価、⑤視覚効果を考慮した視覚メディアシステムの構築などに取り組む。

## 4. 研究成果

### (1) アクティブ分光イメージング系の構築

従来のマルチスペクトルイメージング系は、ほとんどはパッシブ照明を想定して、センサ側

分光メカニズムをもたす方式であった。一方、分光メカニズムを光源側にもたせたり、あらかじめ照明光の分光分布をデザインしたりして、既知の光を照射するアクティブ照明を利用するイメージングが近年注目を集めてきた。本研究では、光源としてプログラマブル光源を用い、これと高速カメラを同期させることによって、任意の分光エネルギー分布を高速に生成することができるアクティブ分光イメージング系を構築した(図1)。この系は3つの課題に適用できることがわかった。①実シーンにおける3次元物体の高精度分光レンダリングが可能である。②物体表面の分光反射率が効率よく推定できる。すなわち、光源から狭帯域のスペクトル光を高速に発生できるので、カメラ分光感度の逆関数を物体表面にスペクトル光の時系列として照射することによって、分光反射率をカメラ出力から、ピクセルの空間解像度で直接得ることができる。③構築したイメージング系を利用すれば、高速かつ高解像の測色が可能となる。この技法は tristimulus imager と呼び、等色関数を照明光として物体表面に投影することに基づく。図1で3つの等色関数を物体に時系列で投影すれば、物体表面の三刺激値 XYZ がカメラ出力からカメラピクセルの空間解像度で得ることができる。(論文⑫, ⑭)

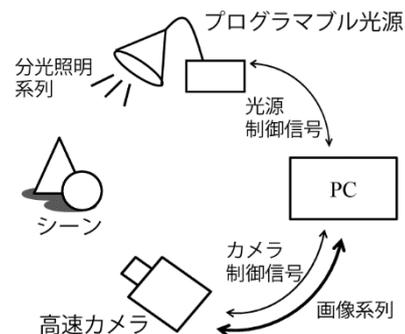


図1 アクティブ分光イメージング系の構成

### (2) 実時間イメージング系の構築

One-shot の画像中に4枚の異なる分光特性の画像を計測できる光学素子を用いることで、フィルタの交換を必要としない1台のRGBカメラによる分光動画像計測システムを開発した。このシステムでは、1枚の画像から得られる4枚の同一シーン画像の位置を一致させ、事前に求めておいた分光情報推定変換行列を用いて画素単位で分光情報の推定を行う。さらに、1フレーム毎にこの処理を行うことで、分光動画像の取得が可能となる。図2にカメラの光学素子の仕組みを示す。まず、入射光は機器内で4つの像に分割される。分割された4つの像は異なるフィルタを透過した後に、撮像素子上に結像され、色の異なる4枚の同一シーン画像となる。最終的に、これらの画像を1枚の画像として取得する。本研究では、CMYの補色フィルタを用いることで、12バンドの情報を一度に撮影する。すなわちCMYの画像とフィルタ無しの4種類の画像が1フレーム内に撮影されていることがわかる。実験で、Macbeth ColorCheckerを撮影した画像か

らの 24 色の分光反射率を推定し、真値と比較したところ、24 色の平均二乗誤差が 0.00072 となり、精度良く推定できることがわかった。このように提案システムを用いることで、対象物体の分光反射率を精度よく推定することができ、様々な光源下での見えを再現することがわかった。今後推定アルゴリズムを改良し、高速化を行う必要がある。(論文⑦)

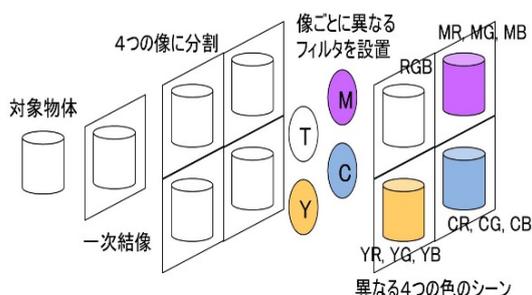


図2 システムの仕組み

### (3) HDR シーンにおける色信号推定

自然シーンは、暗い影から太陽のような明るい光までを含むハイダイナミックレンジ (High dynamic range, HDR) シーンである。従来、シーンの色信号を推定する手法として Wiener 推定法が用いられてきたが、HDR シーンに対して適切なパラメータを決定する研究はされていなかった。本研究では、カメラノイズと色信号データセットに関する統計量を画素毎に適切に決定する色信号推定法を提案した。まず、ノイズに関する統計パラメータを適切に決定するために、HDR 画像のノイズモデルを提案した。具体的には、色信号推定において、センサ出力値の  $xy$  色度を用いて最適色信号データセットを決定した。また、ノイズの統計量は HDR 画像のノイズモデルにより決定した。最後に、上の方法で画素毎に決定した最適統計パラメータを Wiener 推定法に適用することで、HDR シーンにおける色信号推定を行った。実験の結果、提案手法は従来手法に比べ、高い精度で推定できることを確認した。特に輝度スケールに対する推定精度が高いことがわかった。(論文⑤, ⑬, ⑯)

### (4) 複数光源の分光分布の推定

シーン照明の推定には長い歴史があり、シーンに存在する物体の画像データから照明光源分光分布を推定する手法は数多く提案されてきた。それらのアルゴリズムは単一の光源から照射される均一な照明を仮定していた。しかし我々の生活照明は、人工的な光源や太陽からの自然光が入り混じった複雑な照明環境である。本研究では、複数の照明環境下で、シーン中の物体からそれらを照明する光源の分光分布を推定する手法を検討した。図3のように、不均質誘電体の曲面をもつ物体表面が異なる方向から複数の光源によって照らされると想定した。物体からの光反射は二色性

反射モデルで説明され、鏡面反射成分にはシーンの照明に関する多くの情報が含まれている。まず、高次元分光イメージングシステムを構築した。次に、獲得画像上でハイライト領域の候補を検出する手法を検討し、照明光推定に適したハイライト領域を決定した。さらに、各ハイライト領域から光源分光分布を推定するアルゴリズムを開発した。なお推定された照明の分光分布は類似度に基づいて統合した。提案法の有効性は、いくつかの光源の下で実在の物体を用いた実験で確認した。(論文⑰, ⑱, ㉓)



図3 ハイライトを含む物体のシーン

### (5) 6色スキャナによる絵画表面の推定

絵画のデジタルアーカイブの研究が近年盛んであるが、入力装置としてカラーカメラを使用することが多い。しかしカラーカメラによる撮影には、レンズの歪みや照明環境などの影響が含まれる。一方、スキャナはレンズの歪みもなく、しかも高解像度である。本研究では、2つの異なった光源を持ち、各光源で RGB 値を獲得する 6 色 (6 バンド) スキャナを用いて、高解像度で歪みなく分光反射率や 3 次元形状を推定するシステムを開発した。図4に、6 色スキャナの構造を示す。スキャナ面上に置かれた撮影物体は、2つの異なった光源で照明され、2枚の画像が取得される。6 色の出力信号から、分光反射率と 3 次元形状の推定するアルゴリズムを開発した。この 6 色スキャナシステムを用いて、絵画の解像度、位置ずれ、法線誤差、3 次元形状、分光反射率を求め、従来のカラーカメラを用いた手法と比較評価を行った。結果として、スキャナはカメラに比べ約 1.8 倍の高解像度な上、位置ずれを起こさないことがわかった。法線誤差と分光反射率の推定精度はカメラとほぼ同程度であった。(論文④, ⑩)

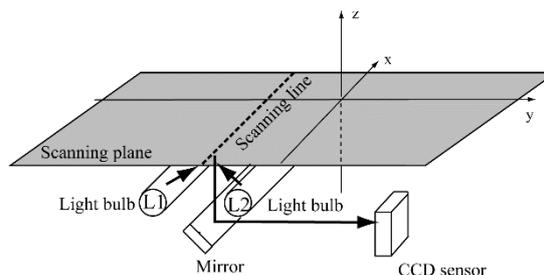


図4 6色スキャナの構造

#### (6) 皮膚の分光反射率推定とその応用

文化やイメージング、産業応用を含めた様々な見地から化粧品を肌に塗布した色の解析は重要である。化粧品を塗布した肌の色は3つの要素、①化粧品の光学特性、②肌に塗布した化粧品の厚み、③肌の色に依存する。本研究では、流行や色彩嗜好、個々人の価値観や生活面に影響する口紅に着目し、光学特性に基づいた口紅塗布唇の表面分光反射率の推定手法を第一番目の課題とした。このため Kubelka-Munk 理論に基づき散乱係数と吸収係数を計算し、5種類で計20色の口紅の光学特性について解析した結果、口紅の光学特性は低散乱物質であることがわかった。次に、唇と口紅の2層の光学モデルを仮定して、口紅塗布唇の表面分光反射率の推定式を導出した。提案した推定手法の妥当性を検証するために、パール材が配合している口紅と、パール材が配合していない口紅を用いて実験を行った。実験において、推定した表面分光反射率と実測値とを比較し、提案法の有用性を確認した。

第二番目の課題として、人間の肌の見えに角層の影響は無視できないので、角層の諸特性の推定を検討した。角層には水分や脂質が含まれており、これらの量や割合は同じヒトでも大きく変動する。そこで肌の分光反射率データから角層の厚さと透過率を推定する方法を開発した。まず、実際のヒト皮膚から採取した角層サンプルを用いて散乱係数と吸収係数を算出する。次に、角層内での光の減衰を考慮して皮膚の分光反射率のモデル式を定義し、皮膚の分光反射率から角層の厚さと透過率を推定するアルゴリズムを提案した。実験では、推定した角層の厚さと透過率を別の手法で求めた実測値と比較し、これらの推定値の信頼性を確認した。(論文⑭, ⑳)

#### (7) 不完全色順応予測とレンダリング

これまでにリアルな映像を生成するために多くのレンダリングアルゴリズムが開発されてきたが、人間の視覚系に重要な色順応特性を考慮したアルゴリズムは存在しなかった。例えば、絵画のデジタルアーカイブのために、分光反射率と表面形状から絵画のリアルな画像を生成する手法が目玉されている。しかし美術館の白熱電球下の絵画を測色的に再現しても、実物の絵画の見えよりも黄みを強く感じる。本研究では、人間の不完全色順応効果を実験的に検討してモデルを作成し、絵画の画像データから不完全色順応予測するアルゴリズムを開発して、人の目に適合した画像生成のレンダリングシステムを構築した。照明光源を黒体放射と想定して、観測光を色温度で表現し、黒体軌跡に沿って不完全色順応を推測する色温度予測手法を開発した。そこで厳密な視感評価実験のために、被験者が空間の照明に順応するよう、部屋全体を均一に照明できるような環境の部屋を構築して、さらに実印刷物や絵画とディスプレイ上の画像

を比較評価するシステムを構築した(図5)。この視環境のもとで色順応効果が大幅に改善された。葉書、印刷物、絵具といった異なる材質を用いて、単色パッチ、多色パッチ、カラー絵画のサンプルを作成した。これらを被験者に提示して不完全順応の度合いを求め、色温度予測式と比較する。CIECAM02のような他の手法と比較して、色温度手法の有効性を示した。次に、順応度は対象の画像に依存するので、画像データから最適な順応度を自動的に算出して、画像をレンダリングするアルゴリズムを開発した。視感評価実験において、人間の不完全色順応にほぼ適合した画像を生成できることを確認した。(文献②, ㉑)

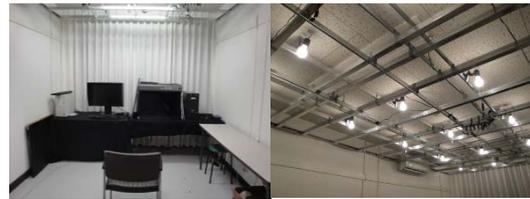


図5 構築した実験室の視環境と天井照明

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計34件)

① R.Nakahata, K.Hirai, T.Horiuchi and S.Tominaga, "Development of a Dynamic Relighting System for Moving Planar Objects with Unknown Reflectance", Lecture Notes in Computer Science Volume 9016, 査読有, 2015, pp. 81-90, (DOI: 10.1007/978-3-319-15979-9\_8).

② S.Tominaga, T.Horiuchi, S.Nakajima and M.Yano, "Prediction of Incomplete Chromatic Adaptation under Illuminant A from Images", Journal of Imaging Science and Technology, vol.58, no.3, 査読有, 2014, pp.28-36, (DOI: 10.2352/J.ImagingSci.Technol.2014.58.3.030403).

③ S.Tominaga, K.Hirai and T.Horiuchi, "Measurement and Modeling of Bidirectional Characteristics of Fluorescent Objects", Lecture Notes in Computer Science, vol.8509, 査読有, 2014, pp.35-42, (DOI: 10.1007/978-3-319-07998-1\_5).

④ S.Tominaga, S.Nakamoto, K.Hirai and T.Horiuchi, "Estimation of Surface Properties for Art Paintings Using a Six-band Scanner", Journal of the International Colour Association, vol.12, 査読有, 2014, pp.9-21 (<http://aic-colour-journal.org/index.php/JAIC/article/viewFile/146/121>).

⑤ K.Hirai, N.Osawa, T.Horiuchi and S.Tominaga, "An HDR Spectral Imaging System for Time-Varying Omnidirectional Scene", Proc. 22nd International Conference on Pattern Recognition, 査読有, 2014, pp.2059-2064, (DOI:

10.1109/ICPR.2014.359).

⑥ S.Tominaga, D.Nishioka and T.Horiuchi, "An integrated spectral imaging system for producing color images of static and moving objects", Color Research and Application, 査読有, (Early View, 2014) (DOI: 10.1002/col.21893).

⑦ R.Miwa, Y.Manabe and N.Yata, "Real-time Spectral Imaging System Using Complementary Color Filter and RGB Camera", Proc. the International Colour Association, 査読有, 2014, pp. 567-571.

⑧ N.T.D. Hang, T.Horiuchi, K.Hirai and S.Tominaga, "Estimation of Two Illuminant Spectral Power Distributions from Highlights of Overlapping Illuminants", Proc. IEEE Workshop on Colour and Multispectral Imaging in SITIS 2013, 査読有, 2013, pp.434-440 (DOI: 10.1109/SITIS.2013.77).

⑨ K.Hirai, T.Tanimoto, K.Yamamoto, T.Horiuchi and S.Tominaga, "An LED-based Spectral Imaging System for Surface Reflectance and Normal Estimation", Proc. IEEE Workshop on Colour and Multispectral Imaging in SITIS 2013, 査読有, 2013, pp.441-447 (DOI: 10.1109/SITIS.2013.78).

⑩ S.Tominaga, S.Nakamoto, K.Hirai and T.Horiuchi, "Estimation of Painting Surfaces Using a Six-band Scanner", Proc. Congress of the International Colour Association (AIC), vol.2, 査読有, 2013, pp.355-358.

⑪ N.Yata, R.Miwa and Y.Manabe, "An Estimation Method of Spectral Reflectance from a Multi-band Image Using Genetic Programming", Proc. Congress of the International Colour Association (AIC), 査読有, 2013, pp.1773-1776.

⑫ S.Tominaga, D.Nishioka, K.Hirai and T.Horiuchi, "An Integrated Spectral Imaging System or Exact Color Image Production", Proc. OSA Imaging Systems and Applications, IM2E.3, 査読有, 2013 (DOI: 10.1364/ISA.2013.IM2E.3).

⑬ 平井経太, 富永昌治, "ハイダイナミックレンジシーンにおける色信号推定", 日本色彩学会誌, Vol.37, No.2, 査読有, 2013, pp.149-158.

⑭ 大槻理恵, 丹野修, 坂巻剛, 富永昌治, "皮膚の分光反射率を用いた角層の特性の推定", 日本色彩学会誌, Vol.37, No.2, 査読有, 2013, pp.132-140.

⑮ 大槻理恵, 引間理恵, 坂巻剛, 富永昌治, "ファンデーション塗布顔画像を用いたテカリ評価法", 日本色彩学会誌, Vol.37, No.2, 査読有, 2013, pp.113-123.

⑯ K.Hirai and S.Tominaga, "A LUT-based Method for Recovering Color Signals from High Dynamic Range Images", Proc.

IS&T/SID's 20th Color Imaging Conference, 査読有, 2012, pp.88-93.

⑰ S.Tominaga, T.Horiuchi and Y.Kato, "Scene Illuminant Estimation of Multiple Light Sources", Proc. IS&T/SID's 20th Color Imaging Conference, 査読有, 2012, pp.47-51.

⑱ Y.Kato, T.Horiuchi and S.Tominaga, "Estimation of Multiple Light Sources from Specular Highlights", Proc. IEEE 21st International Conference on Pattern Recognition, 査読有, 2012, pp.2083-2086.

⑲ M.Do, A.Kimachi, S.Nishi and S.Tominaga, "Robust Estimation of Pigment Distributions from Multiband Skin Images and its application to realistic skin image synthesis", Lecture Notes in Computer Science, ECCV2012, LNCS7584, PartII, 査読有, 2012, pp.421-430 (DOI: 10.1007/978-3-642-33868-7\_42).

⑳ T.Horiuchi, A.Ibrahim, H.Kadoi and S.Tominaga, "An Effective Method for Illumination-Invariant Representation of Color Images", Lecture Notes in Computer Science, ECCV2012, LNCS7584, PartII, 査読有, 2012, pp.401-410 (DOI: 10.1007/978-3-642-33868-7\_40).

㉑ A.Ibrahim, T.Horiuchi and S.Tominaga, "Illumination-Invariant Representation for Natural Color Images and Its Application", Proc. IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation, 査読有, 2012, pp.157-160 (DOI: 10.1109/SSIAI.2012.6202477).

㉒ T.Horiuchi, T.Tanimoto and S.Tominaga, "Color Analysis and Image Rendering of Woodblock Prints with Oil-based Ink", Proc. 24th IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging, Vol.8292, 査読有, 2012, pp.8292R-1-8 (DOI: 10.1117/12.909809).

㉓ 今井良枝, 加藤優, 堀内隆彦, 富永昌治: 「ハイライト検出に基づく複数光源の分光分布の推定」, 日本画像学会誌, Vol.51, No.6, 査読有, 2012, pp.597-606.

㉔ S.Tominaga and T.Horiuchi, "Spectral imaging by synchronizing capture and illumination", The Journal of the Optical Society of America A, Vol.29, No.9, 査読有, 2012, pp.1764-1775 (DOI: 10.1364/JOSAA.29.001764).

㉕ R.Ohtsuki, S.Tominaga and O.Tanno, "Multiple Reflection Model of Human Skin and Estimation of Pigment Concentrations", Optical Review, Vol.19, No.4, 査読有, 2012, pp.254-263 (DOI: DOI: 10.1007/s10043-012-0039-1).

㉖ A.Ejiri, Y.Manabe and N.Yata, "Developing of High Dynamic Range Display using Plasma and Liquid Crystal Panel, Proc. of the Asian Symposium on Printing Technology, 査読有, 2012, pp.116-

121.

⑲ K.Hirai and S.Tominaga, "Color Signal Estimation in High Dynamic Range Scenes", Proc. IS&T/SID's 19th Color Imaging Conference, 査読有, 2011, pp.298-303.

⑳ T.Horiuchi, Y.Suzuki and S.Tominaga, "Material Classification for Printed Circuit Boards by Kernel Fisher Discriminant Analysis", Lecture Notes in Computer Science, Computational Color Imaging, Vol.6626, 査読有, 2011, pp.152-164 (DOI: 10.1007/978-3-642-20404-3\_12).

㉑ Y.Imai, Y.Kato, H.Kadoi, T.Horiuchi and S.Tominaga, "Estimation of Multiple Illuminants Based on Specular Highlight Detection", Lecture Notes in Computer Science, Computational Color Imaging, Vol.6626, 査読有, 2011, pp.85-98 (DOI: 10.1007/978-3-642-20404-3\_7).

㉒ M.Do, A.Kimachi, S.Nishi and S.Tominaga, "Human Skin Color Simulator Using Active Illumination", Lecture Notes in Computer Science, Computational Color Imaging, Vol.6626, 査読有, 2011, pp.75-84, (DOI: 10.1007/978-3-642-20404-3\_6).

㉓ M.Tanaka, T.Horiuchi and S.Tominaga, "Color control of a lighting system using RGBW LEDs", Proc. 23rd IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging, Vol.7866, 査読有, 2011, pp.78660W-1-9 (DOI: 10.1117/12.872374).

㉔ 大槻理恵, 富永昌治, 引間理恵:「光学特性に基づいた口紅塗布唇の表面分光反射率の推定」, 日本色彩学会誌, Vol.35, No.4, 査読有, 2011, pp.289-300.

㉕ A.Ibrahim, S.Tominaga and T.Horiuchi, "Invariant Representation for Spectral Reflectance Images and Its Application", EURASIP Journal on Image and Video Processing, Vol. 2011, 査読有, 2011 (DOI: 10.1186/1687-5281-2011-2).

㉖ A.Ibrahim, S.Tominaga and T.Horiuchi, "A Spectral Invariant Representation of Spectral Reflectance", Optical Review, Vol.18, No.2, 査読有, 2011, pp.231-236 (DOI: 10.1007/s10043-011-0047-6).

〔学会発表〕(計29件)

①渡瀬健, 平井経太, 堀内隆彦, 富永昌治, 偏光特性を利用した金属物体の識別法の検討, 電子情報通信学会総合大会, 2014年3月18日~21日, 新潟大学.

②眞板周志, 平井経太, 堀内隆彦, 富永昌治, 屈折率の波長依存性を考慮した半透明物体のレンダリング, 日本色彩学会第21回視覚情報基礎研究会, 2014年9月20日, 工学院大学.

③山本一矢, 平井経太, 堀内隆彦, 富永昌治, LEDを利用した油彩画の表面特性獲得システムの構築, 画像関連学会連合会第一回秋季合同大会, 2014年11月20日~21日, 京都

工業繊維大学.

④久万悠紀子, 富永昌治, 堀内隆彦, 平井経太, Kubelka-Munk 理論の二定数法を用いた水彩画の分光反射率推定, 日本色彩学会第22回視覚情報基礎研究会, 2014年12月6日, 中央大学.

⑤三輪遼太郎, 眞鍋佳嗣, 矢田紀子, 補色フィルタとRGBカメラによる分光動画像計測, 日本色彩学会第44回全国大会, 2013年5月25~26日, 早稲田大学.  
他, 24件

〔産業財産権〕

○出願状況(計3件)

①名称: 色情報を推定する方法及び色情報推定プログラム

発明者: 眞鍋佳嗣, 田谷沙世子, 鈴木卓治, 矢田紀子

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 特許願 2014-109599 号

出願年月日: 2014年5月27日

国内外の別: 国内

②名称: プロジェクタ装置

発明者: 眞鍋佳嗣, 三輪遼太郎, 矢田紀子

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 特許願 2014-109598 号

出願年月日: 2014年5月27日

国内外の別: 国内

③名称: 画像作成装置及び画像作成方法

発明者: 眞鍋佳嗣, 矢田紀子, 三輪遼太郎

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 特許願 2013-110998 号

出願年月日: 2013年5月27日

国内外の別: 国内

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

富永 昌二 (TOMINAGA, Shoji)

千葉大学・大学院融合科学研究科・特任研究員

研究者番号: 10103342

### (2) 研究分担者

①堀内 隆彦 (HORIUCHI, Takahiko)

千葉大学・大学院融合科学研究科・教授  
研究者番号: 50272181

②眞鍋 佳嗣 (MANABE, Yoshitsugu)

千葉大学・大学院融合科学研究科・教授  
研究者番号: 50273610

③平井 経太 (HIRAI, Keita)

千葉大学・大学院融合科学研究科・助教  
研究者番号: 30583405