# 画像情報に基づく物体の質感解析

## 富永昌治

千葉大学 融合科学研究科





#### **Outline**

# 画像に基づく物体の質感計測・表現・解析・生成に向けて

- 1. 基礎
- 2. 色名を用いた質感や見えの表現
- 3. 絵画の質感計測と再現
- 4. 蛍光物体の見え解析と再現

# 1. 基礎

## 画像から物体の材質判定が可能か?

- 我々は多様な質感を視覚を通して現実世界を実感している.
- 我々は生存に必要不可欠な質感の情報を得るとともに、その 物体を評価して価値を決めている.

例えば

伝統工芸の漆器の魅力はどこにあるのか.

その質感を合成樹脂といった他の素材で実現できないか.

現実には、本物と贋物を見た目で区別できないことが多い

• 画像(視覚情報)から材質判定がどこまで可能か?

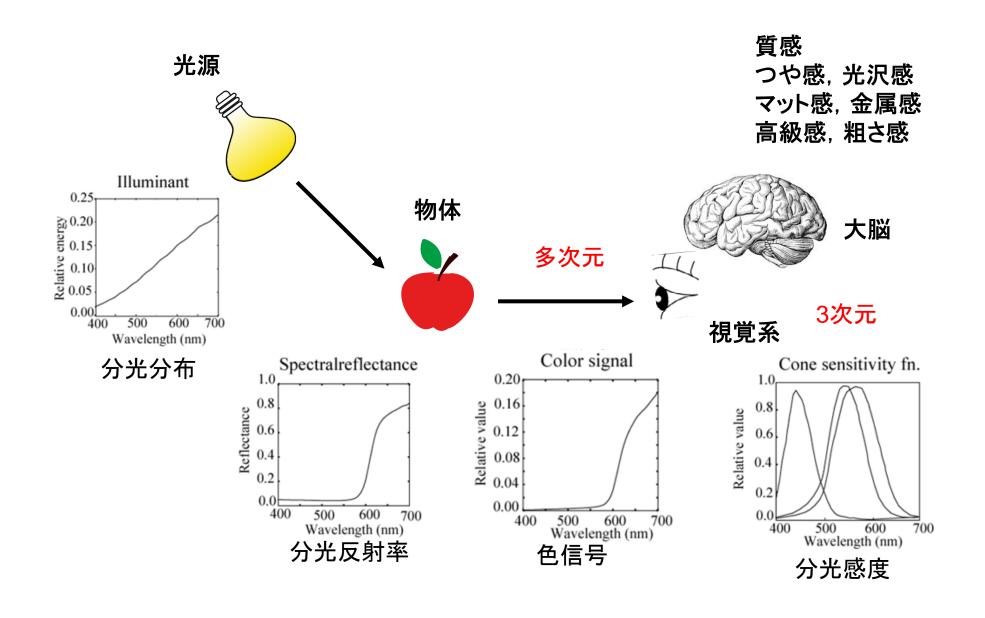
# 漆器の質感





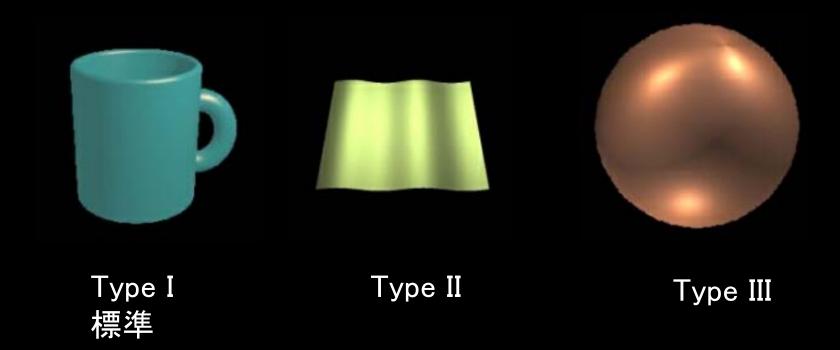


# 画像生成の過程

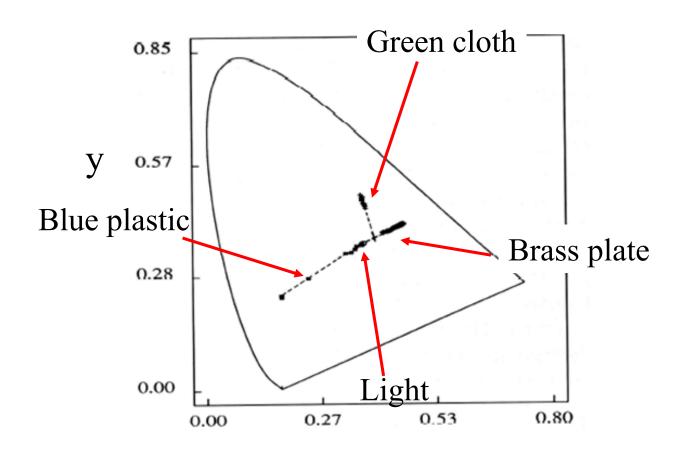


# 材質の見えと反射モデル

2色性反射モデル



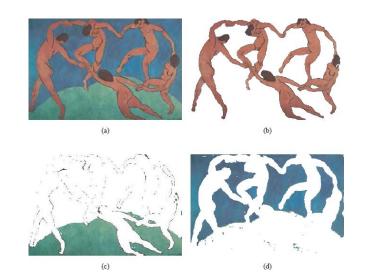
#### 色度軌跡による材質分類



2. 色名を用いた質感や見えの表現

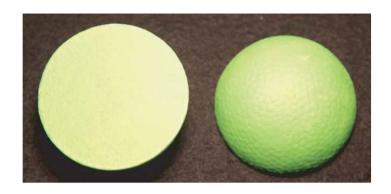
### 色名表現の有用性

- 色名表現は色知覚の高次の表現方法といえる.
- 人は日常生活において色知覚を表現する際,数値や座標ではなく,色名を使用している.
- 色名表現は直感的な見えの表現方法といえる.
- 画像分割,見えの表現,色の編集等に有効に応用される.



# 物体の見えの表現

Color Naming Experiments Using2D and 3D Rendered Samples, M. Tanaka et al., Color Research and Application, 2014



# Color Naming研究

#### The anthropological study by Berlin and Kay, 1969

- They suggested that most languages used in the world have the common system for fundamental color specification.
- They claimed that there were 11 basic color terms found in any human language.
- This theory is widely verified and supported by many studies (P.Kay et al., 1978, R.M.Boynton et al.,1987 etc.).

Basic color terms (基本色名), 11色 {white, black, red, green, yellow, blue, brown, purple, pink, orange, grey}

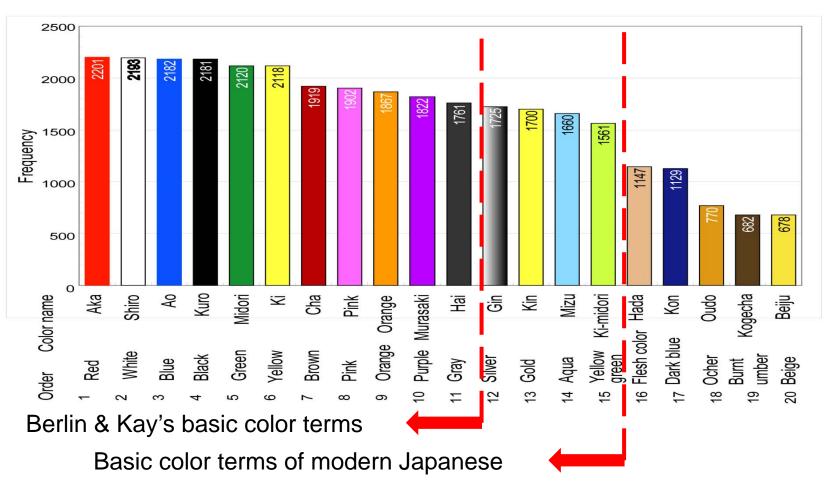
#### 日本人を対象とした色彩語彙の調査と分析

富永,現代色彩語彙の調査と分析,日本色彩学会誌,1991 小野,他,現代日本人を対象とした色彩語彙の調査と分析, 日本色彩学会誌,2010

- 色見本(color sample)を用いないで、想起色名の調査
- 20年間以上にわたり、2000人以上に対する調査
- 基本色名を重要度の応じて2レベル(基本,絶対)
- ・ 同意義語の処理,橙とオレンジ, 桃とピンク, 灰と鼠とグレー
- 性別,年齢別による語彙の分析

# 調查解析結果

Color vocabulary in the levels of importance Top 20 color names in basic color terms



# 解析結果

- BerlinとKayのBasicColor Termsの11色は日本語の基本的な色名として、やはり最も重要なクラスといえる。しかし、これらが他と比べて特別重要視されてるわけではない.
- Basic ColorTermsに金,銀,黄緑,水を加えた15色の集合がむしろ安定した基本的色名のクラスを形成する.
- 基本色名:赤,青,白,黒,緑,黄,茶,ピンク,オレンジ,紫,灰,金,銀,水,黄緑

### 類似研究

Prof. Angela Brown (The Ohio State University)

日本人対象で、色見本を使用した調査

Berlin & Kay (11 color names)
+
Yellow-green (抹茶)
+
Mizu (水)

# 2. 絵画の質感計測と再現

# Is spectral information sufficient?

The digital archiving should be based on both shape information for describing surface geometries and spectral information for color reproduction.

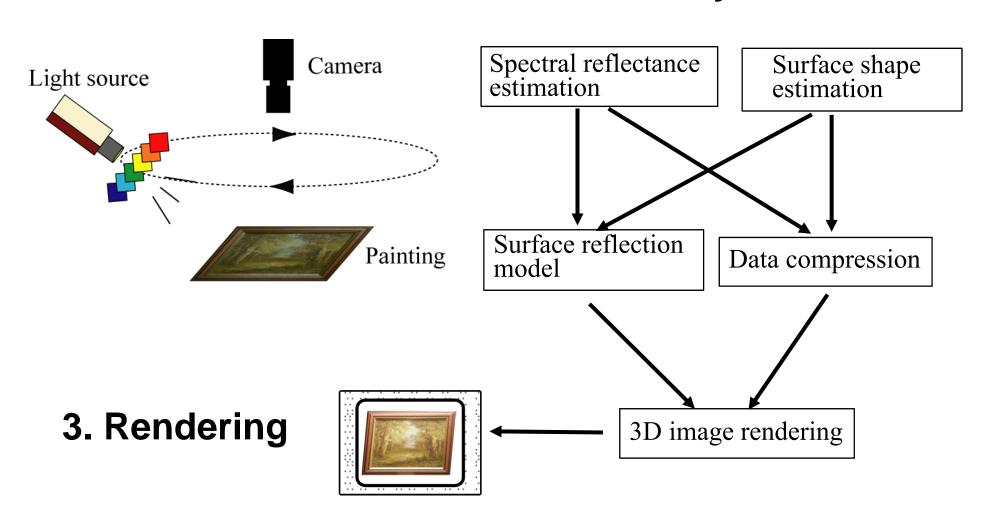


Oil painting including surface specularity and roughness

### **Procedure for Digital Archiving**

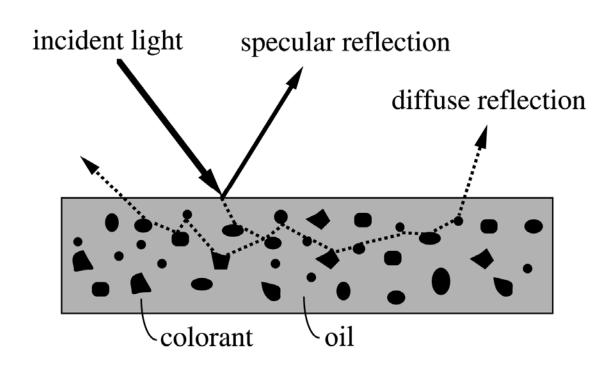
#### 1. Acquisition

#### 2. Analysis



#### **Reflection of Painting Material**

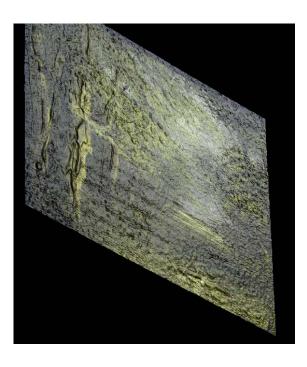




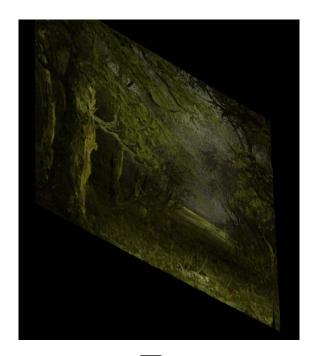
Light reflection model for oil painting

# **Image Analysis**

Original

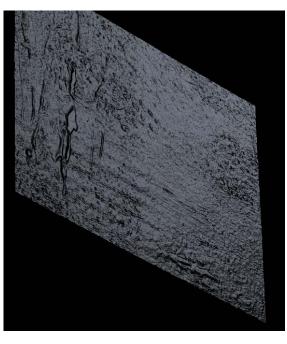


Diffuse component



Spectral reflectance Surface normal

Specular component



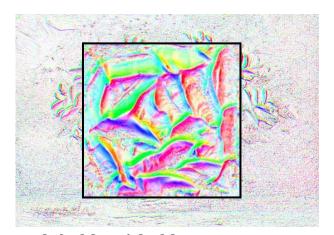
Specular reflection parameters

#### **Surface Normal Estimate**



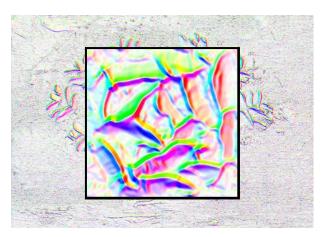
Oil painting: Flowers

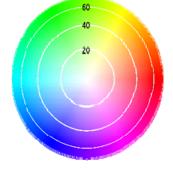
Surface normal estimate



3069x4363 Resolution:39.7µm/pix

Direct measurement

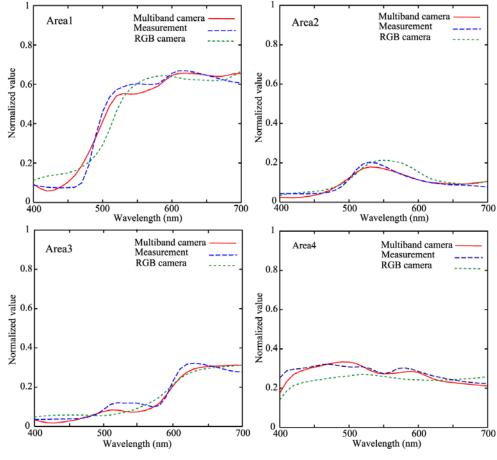




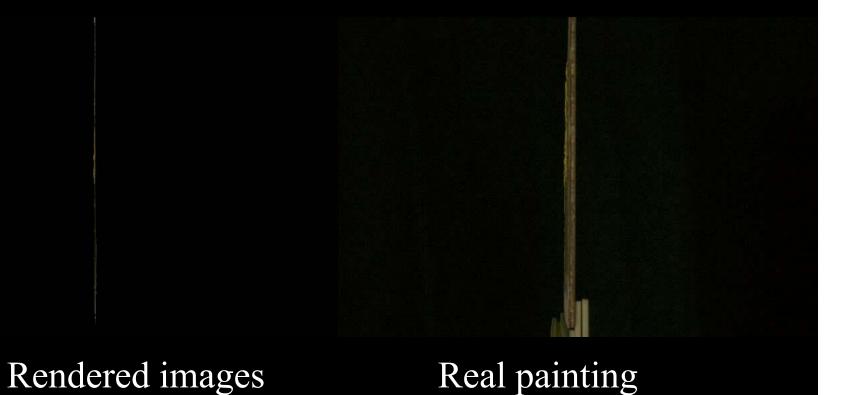
Estimation error: 13.9°

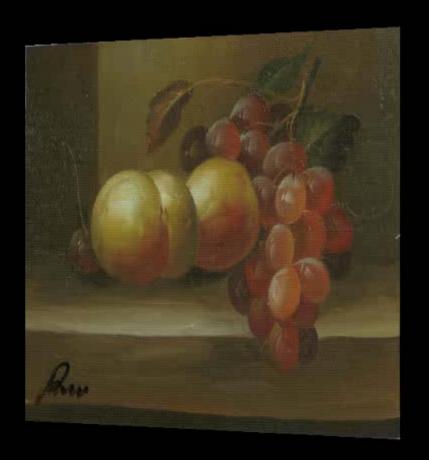
## **Spectral Reflectance Estimates**





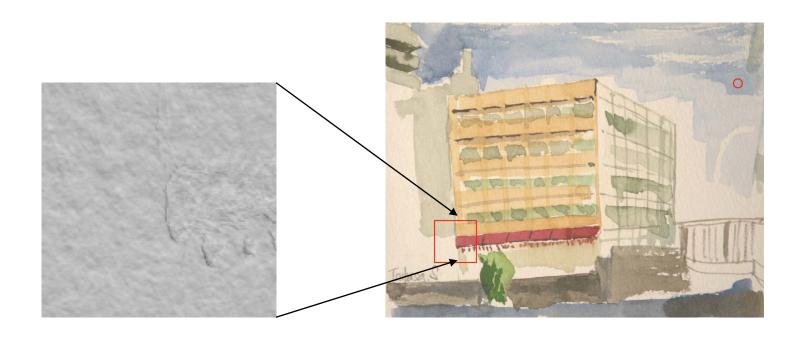
# **Rendering Results**





## **Application to Watercolor Painting**

- Watercolor paints easily soak into the paper.
- Little specular reflection.
- Rough surface of the paper, not by paints.



4. 蛍光物体の見え解析と再現

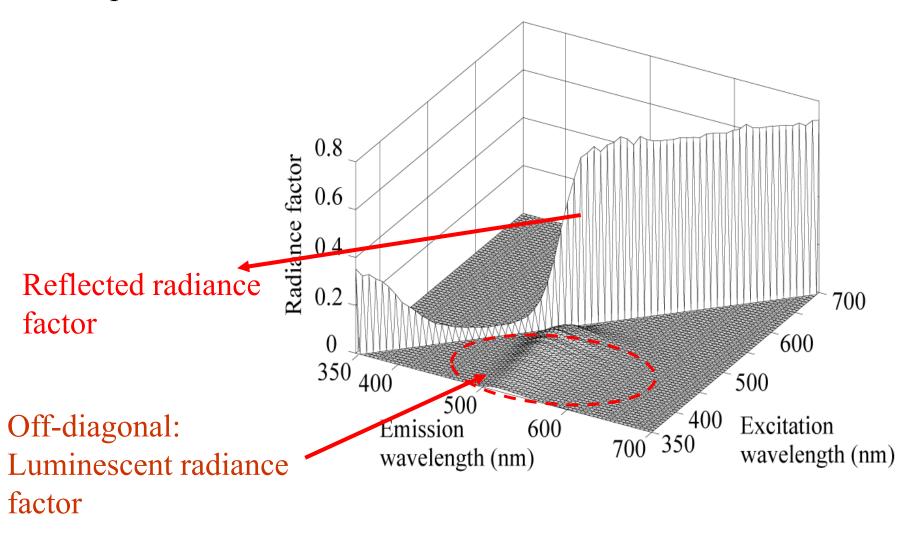
### 背景



- ・ 蛍光によって、元の物体色よりもより明るく、鮮やかに見える 質感向上効果は知られている。
- ・ 蛍光物体は反射と発光特性を有し、両者の特性は2次元の Donaldson行列にまとめられる.
- ・ 従来、Donaldson行列を求めるために、2つのモノクロメータが必要で、高価な設備と長時間計測が必要とした.

# **Bispectral Radiance Factor**

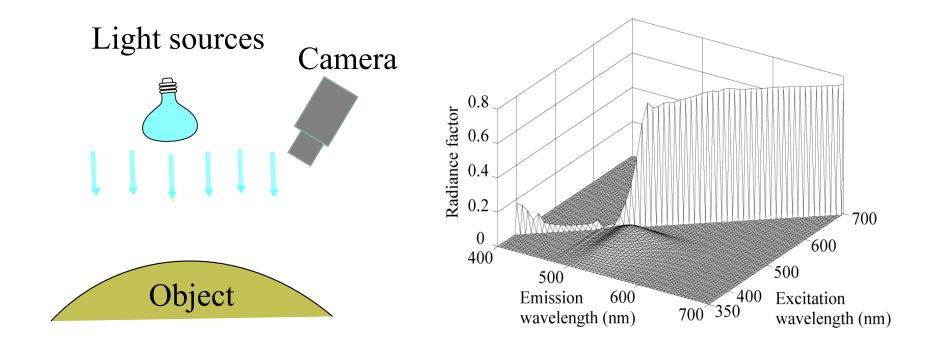
Bispectral characteristics are summarized as a **Donaldon matrix** 



R. Donaldson, British J. of Applied Physics, Vol.5, pp.210-214, 1954.

# ドナルドソン行列の推定

S. Tominaga, K. Hirai, and T. Horiuchi, Estimation of bispectral Donaldson matrices of fluorescent objects by using two illuminant projections, JOSA-A, 2015.



# 見えの分解と生成

The observed image y under illuminant e is predicted as

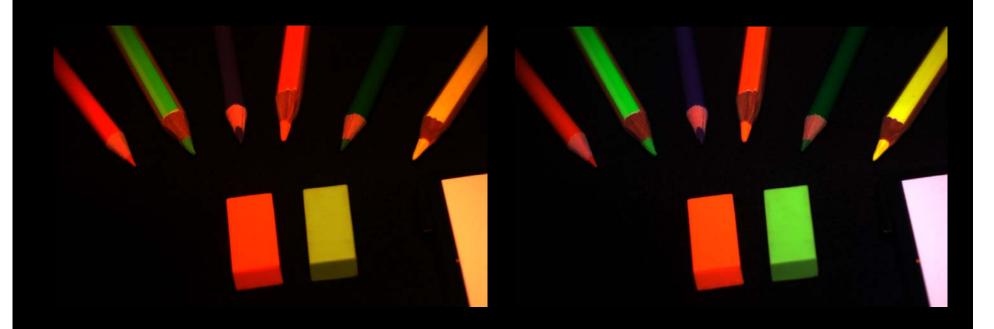
$$y = De$$

**D**: Donaldson matrix

The image is decomposed into the reflection component and the luminescent component.

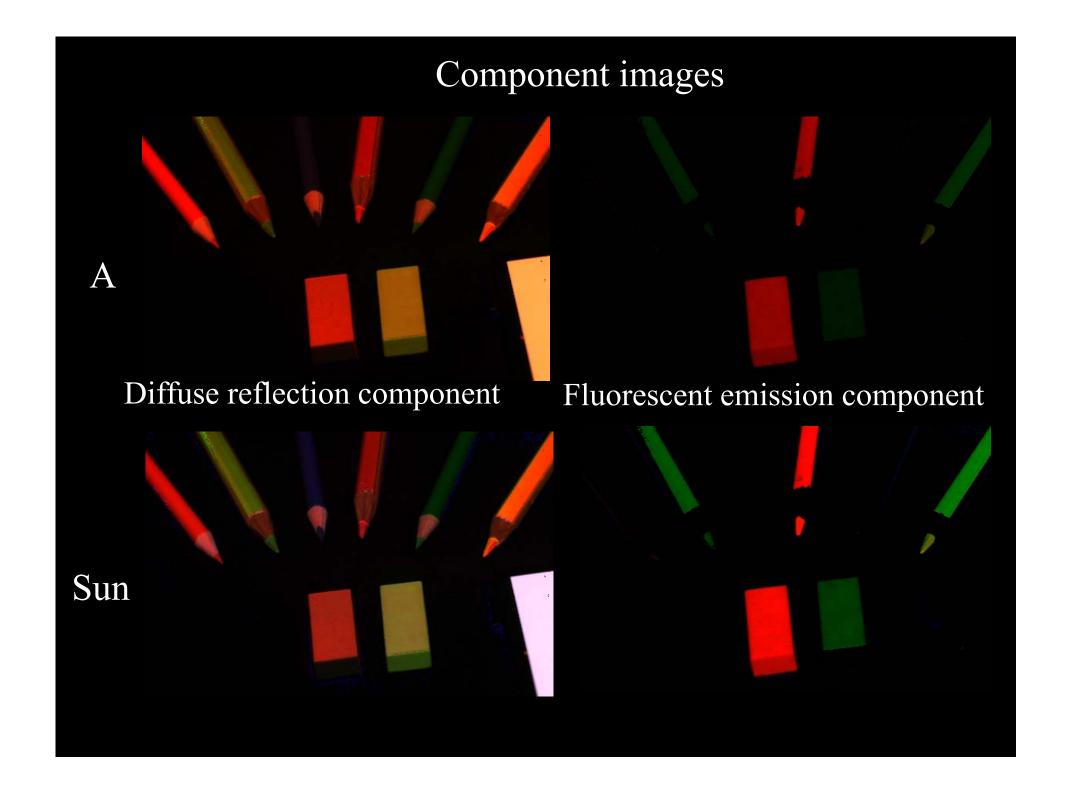
$$y = De = D_R e + D_L e$$

#### **Observed images of fluorescent samples**

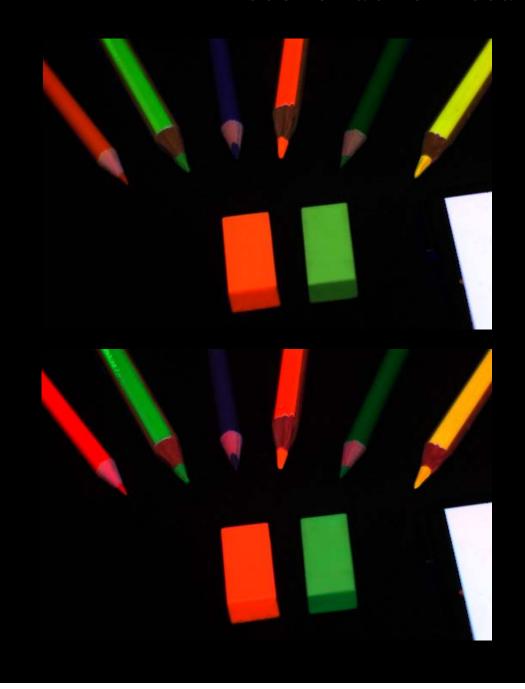


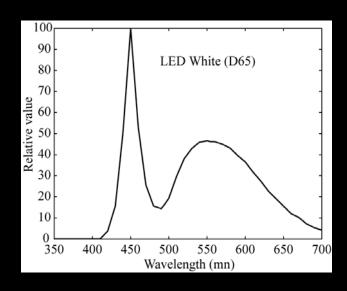
Captured image under incandescent lamp

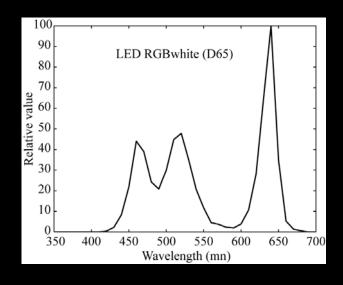
Captured image under artificial sun lamp



#### Reconstruction results







# おわりに

画像に基づく物体の質感計測・表現・解析・生成に向けて基礎、色名表現、絵画質感、蛍光見え解析

• 視覚情報から物体の見えを解析・再現



新たな質感の創造へ
 新たな材質開発,表面加工技術,塗料・塗装,布
 =>産業界(車,美術工芸,化粧品,...)