

# 紫外領域から赤外領域の写真撮影について

鷺野谷秀夫

筑波大学体育芸術系支援室

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

肉眼では観察しえない赤外線・紫外線画像を一眼レフデジタルカメラで同一被写体を撮影し、その不可視画像と通常撮影による画像を合成して、360 nm から 720 nm の広い波長範囲を持った画像を制作した。その撮影により得られた画像と肉眼による通常画像を比較検討した。

## 1. はじめに

一般に紫外線写真とは、約 360 nm の近紫外線波長の光で撮影する写真であり、赤外線写真は、約 600 nm から 900 nm の赤外線波長の光で撮影する写真である。肉眼は、約 400 nm から 600 nm の光を網膜の錐状体細胞で感じて脳で判断している。そのため、紫外線や赤外線を人間が感じることは不可能である。しかし、写真用フィルムやデジタルカメラに使用されている CCD は、紫外域や赤外域にも感度を持っているため不可視光撮影することが可能である。我々は以前に、紫外線写真・赤外線写真を個々にデジタルカメラで撮影し、報告してきた。今回は、それらの不可視光画像と通常の画像を合成し、一枚の画像を制作したので報告する。

## 2. 撮影に使用したカメラとレンズ

カメラは、紫外線撮影と赤外線撮影のデジタルカメラに使用したニコンデジタルカメラ D70 ボディを使用した。(図 1) 通常の一見レフデジタルカメラは、偽色やモアレを低減させる目的で、ローパスフィルターを使用しているため、通常撮影には有害な紫外線や赤外線をカットしている。しかし、ニコンデジタルカメラ D70 は、ローパスフィルターを使用していないため、不可視光撮影に向いている。

レンズは、紫外線撮影用レンズ・ニコン UV ニッコール 105 mm レンズ F4.5 を用いた。

図 2 は、今回使用したフィルターである。左上のフィルターは、720 nm 以上の赤外線を透過して、可視光をカットするケンコー製赤外線透過可視光吸収フィルターである。右上のフィルターは、360 nm にピークを持つ紫外線を透過して、可視光をカットするケンコー製紫外線透過可視光吸収フィルターである。この両方のフィルターは、可視光をほぼ完全にカットしているため、肉眼でピント合わせをすることができない。そのため、可視光撮影をした後にフィルターをして、ファインダーを使用せず撮影した。

左下のフィルターは、550 nm にピークを持つ緑色の BPN-55 フィルターである。右下のフィルターは、600 nm 以上の赤色および、赤外線を撮影するシャープカットフィルターである。



図 1. 使用したカメラとレンズ



図 2. 使用したフィルター

## 3. 撮影法と画像の合成

撮影は、カメラを三脚に固定し、同一被写体を、可視光撮影、緑色のフィルター撮影、そして紫外線撮影と赤外線撮影の順に撮影を行った。撮影は、すべて露出が異なるため、シャッタースピードの調整で撮影を行った。デジタルカメラでの設定は、ISO 感度を 800 で設定し、ホワイトバランスは太陽光に設定した。

合成は、パソコンで Adobe Photoshop CS4 のソフトを用いて行った。

## 4. 結果

図 3 は、通常の写真用レフランプで撮影した The Maccbeth ColorChecker である。このカラーチャートは、可視光の色彩を調整するためのものであり、紫外線や赤外線に対応することは考えにくい、一定の基準を観察するために使用した。

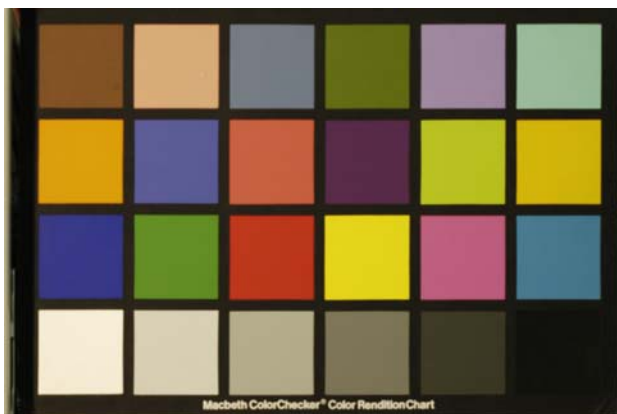


図 3. The Macbeth ColorChecker

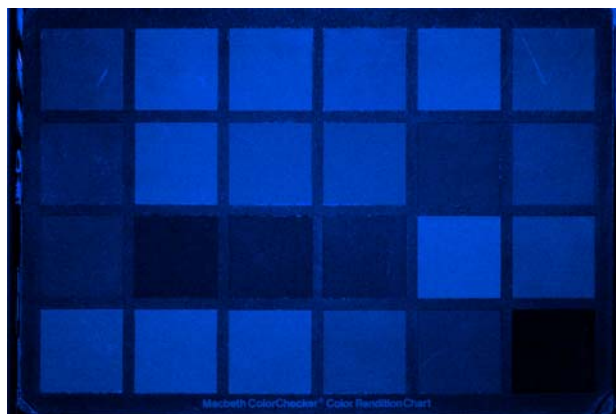


図 7. 画像処理した紫外線画像

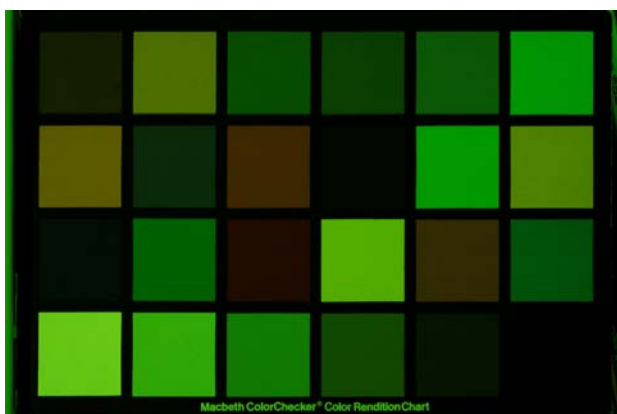


図 4. 530 nm にピークを持つ緑色の画像

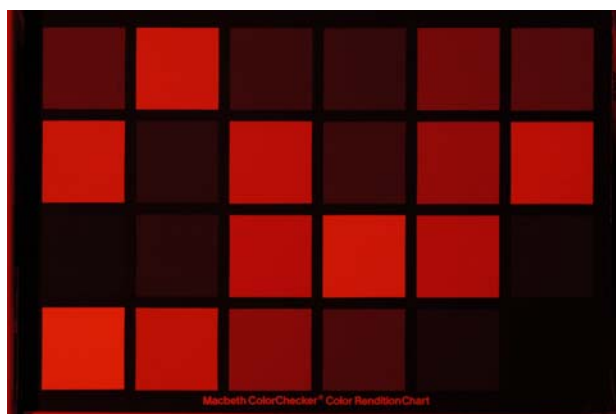


図 8. 600 nm のフィルターで撮影した画像

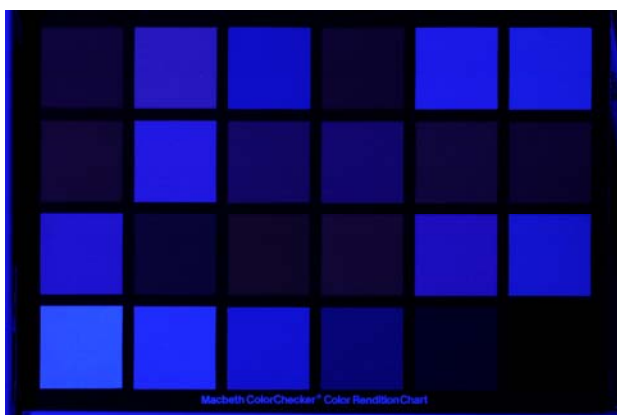


図 5. 450 nm にピークを持つ青色の画像

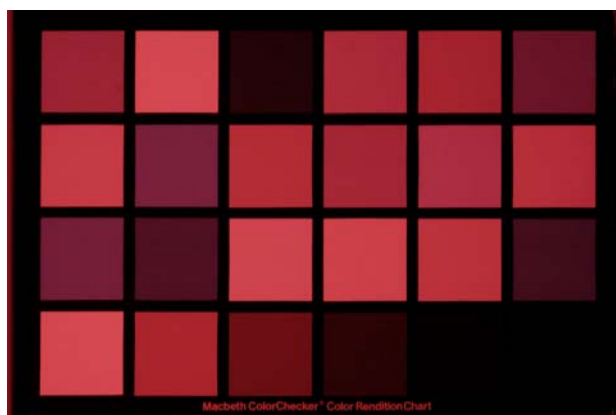


図 9. 720 nm のフィルターで撮影した赤外線写真

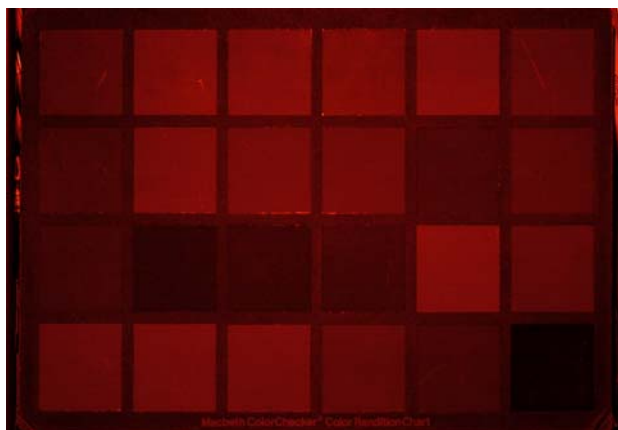


図 6. 360 nm にピークを持つ紫外線画像



図 10. 三枚の写真を合成した画像

図 4 は、530 nm にピークを持つバンドパスフィルターで撮影した緑色の画像である。このフィルターは、主にモノクロ撮影で赤を強調するために使用される三色分解フィルターである。

図 5 は、450 nm にピークを持つ三色分解フィルターで、可視光の青色の画像である。

図 6 は、360 nm にピークを持つ紫外線画像である。撮影は、サンパック製の紫外線ストロボを用い、レンズにも 360 nm にピークを持つ紫外線フィルターを使用して撮影した。

図 7 は、図 6 の紫色の画像を、Adobe Photoshop CS4 を用いて、三色分解フィルターの青と同様な色彩に変換した画像処理像である。図 5 の 450 nm にピークを持つ青色の画像と比較すると、各色彩の資料は、各種異なった濃度を示し、紫外線写真の特徴を示している。

図 8 は、600 nm のシャープカットフィルターで撮影した画像である。このフィルターは、赤外線撮影ではなく、主にモノクロ撮影や三色分解フィルターとして使用されている。

図 9 は、720 nm の赤外線用フィルターを用いて撮影した赤外線写真である。図 8 の 600 nm の画像と比較すると、各種の色彩資料は、各種異なった濃度を示し、赤外線写真の特徴を示している。

図 10 は、図 4 の緑色の画像と、図 7 の青色に画像処理した紫外線画像、そして、図 9 の赤い赤外線画像を Adobe Photoshop CS4 を用いて、合成した画像である。この画像と、図 3 の可視光撮影による画像と比較すると、各種資料は、特異な色彩を示している。



図 11. 通常の風景写真

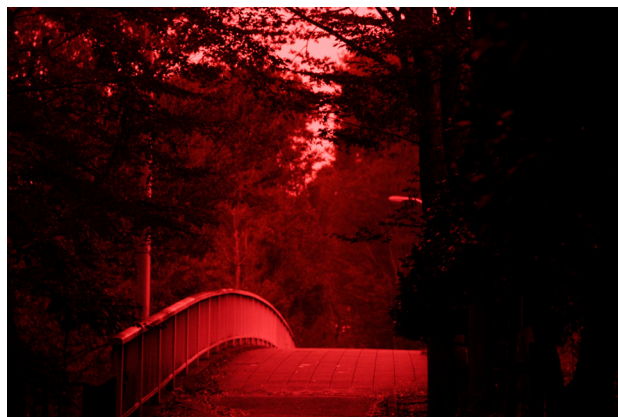


図 13. 360 nm にピークを持つ紫外線画像

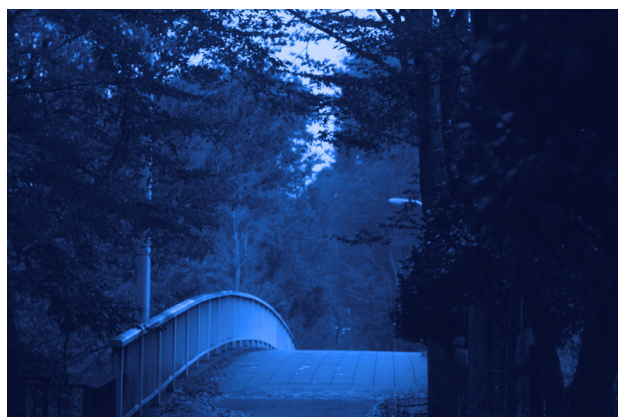


図 14. 画像処理した紫外線画像

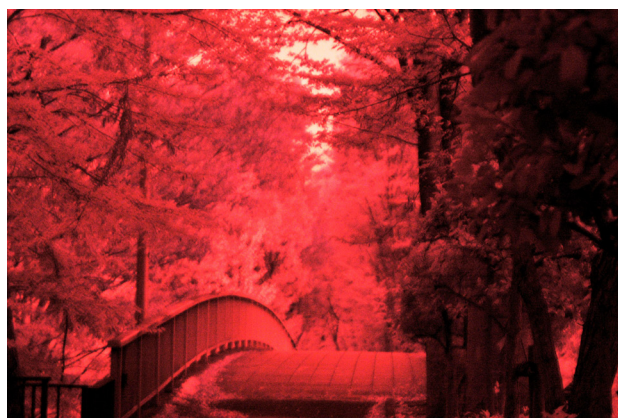


図 15. 720 nm のフィルターで撮影した赤外線写真

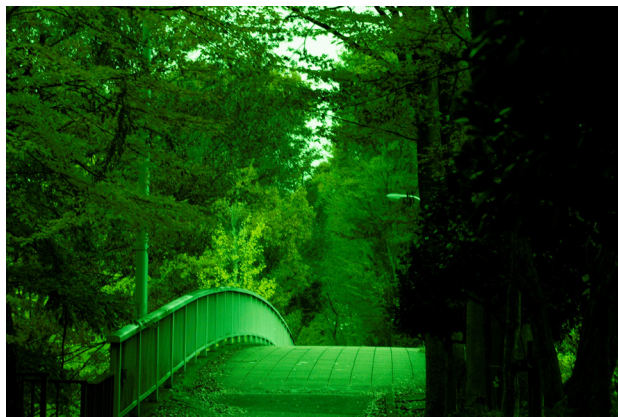


図 12. 530 nm にピークを持つ緑色の画像

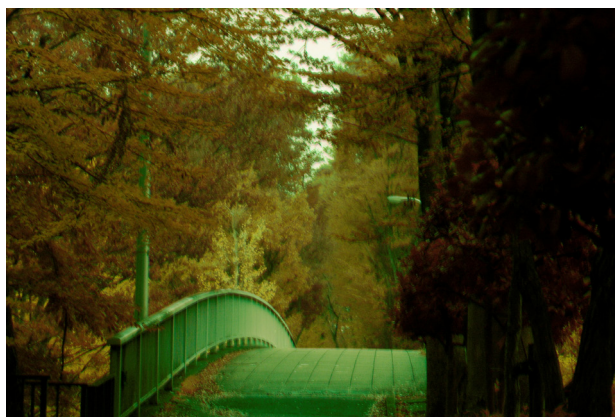


図 16. 三波長の写真を合成した画像

図 11 は、通常撮影した風景写真である。

図 12 は、530 nm にピークを持つバンドパスフィルターで撮影した緑色の画像である。

図 13 は、紫外線画像である。撮影は、360 nm にピークを持つ紫外線フィルターを使用して、太陽光で紫外線撮影を行った。

図 14 は、図 13 の紫色の画像を、Adobe Photoshop CS4 を用いて、三色分解フィルターの青色と同様な色彩に変換した画像処理像である。

図 15 は、720 nm の赤外線用フィルターを用いて撮影した赤外線写真である。撮影光源は、紫外線撮影と同様に太陽光で行った。

図 16 は、図 12 の緑色の画像と、図 14 の青色に画像処理した紫外線画像、そして、図 15 の赤い赤外線画像を Adobe Photoshop CS4 を用いて、合成した画像である。

図 11 の通常の風景写真と、図 16 の紫外・赤外合成画像を比較すると、光の当たっていない木の影の葉などが、赤外線写真の特徴により、より詳細に表現されている。

## 5. 考察

人間が観察できる光の波長は、約 400 nm から 600 nm である。色彩は、この波長の中にあり、400 nm は青色、500 nm は緑色、600 nm は赤色を示し、その間に黄色や紫色、茶色やオレンジ色など、数多くの色彩を視覚として感じることができる。しかし紫外線の波長範囲は、約 400 nm から 1 nm と広く、380 nm から 200 nm を近紫外線、200 nm から 10 nm を遠紫外線、10 nm 以下を極端紫外線と呼んでいる。また赤外線も、約 700 nm から 1 mm と波長範囲は広く、同様に近赤外線、中赤外線、遠赤外線に分類されている。今回の撮影は、近紫外線と近赤外線の波長を利用した。

紫外線撮影や赤外線撮影は、肉眼では観察できない不可視光の撮影のため、常識では説明のつかない不思議な世界を撮影することができる。例えば蝶などの昆虫は、紫外線を見ているという理論があり、花や昆虫を紫外線撮影してみると、肉眼とは異なった画像を示し、不思議な世界を撮影することができる。また、赤外線撮影においても、物質の差により反射吸収が異なるため、航空写真の地表撮影や古美術の分析などに用いられていた。

カメラのフィルムやデジタルカメラに使用されている CCD や CMOS センサーは、紫外域や赤外域に感度があるため、紫外線撮影や赤外線撮影をすることが可能である。私は以前の報告で、デジタルカメラによる紫外線撮影法の開発<sup>[1]</sup>とデジタルカメラによる赤外線撮影<sup>[2]</sup>を報告した。今回は、それらの撮影の特徴を一枚の画像として表現した実験である。

図 17 は、通常フィルムの分光吸収曲線である。このように、通常フィルムによるカラー撮影は、青色、緑色、赤色の三原色を利用した表現であり、それらの色を合成することにより、多くの色彩を表現している。図 18 は、紫外線と赤外線、緑色の可視光線を合成した画像の分光吸収曲線である。今回の実験は、紫外線を青色、可視光線を緑色、赤外線を赤色として合成して、疑似カラー化したものである。

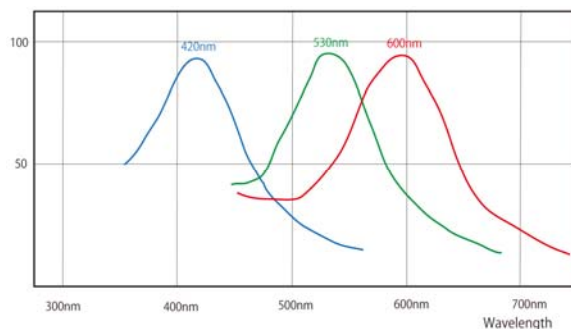


図 17. カラーフィルムの分光吸収曲線

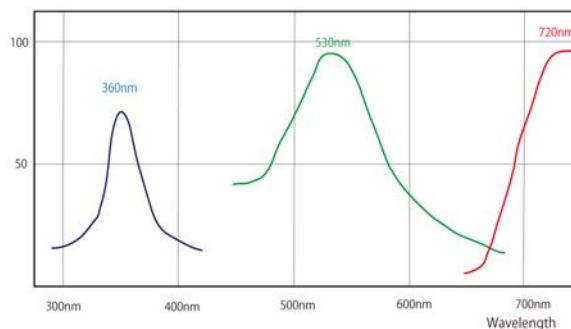


図 18. 紫外・赤外合成画像の分光吸収曲線

## 6. まとめ

今回、360 nm にピークを持つ紫外線画像と、530 nm にピークを持つ緑色の可視光画像、そして 720 nm 以上の赤外線画像を撮影し、Adobe Photoshop CS4 を用いて合成した。その結果、通常の撮影画像とは異なり、特異な画像が得られた。

今後、多くの撮影分野に応用すれば、通常写真では得られない情報が得られ、多くの新知見が得られるものと確信する。

## 参考文献

- [1] 鷺野谷秀夫：デジタルカメラによる紫外線撮影法の開発，筑波大学技術報告 No.26, 30-33, 2006.
- [2] 鷺野谷秀夫：デジタルカメラによる赤外線撮影，筑波大学技術報告 No.28, 45-50, 2008.



図 19. 蘭の紫外・赤外合成写真



図 20. 蘭の通常写真



図 21. ポインセチアの通常写真

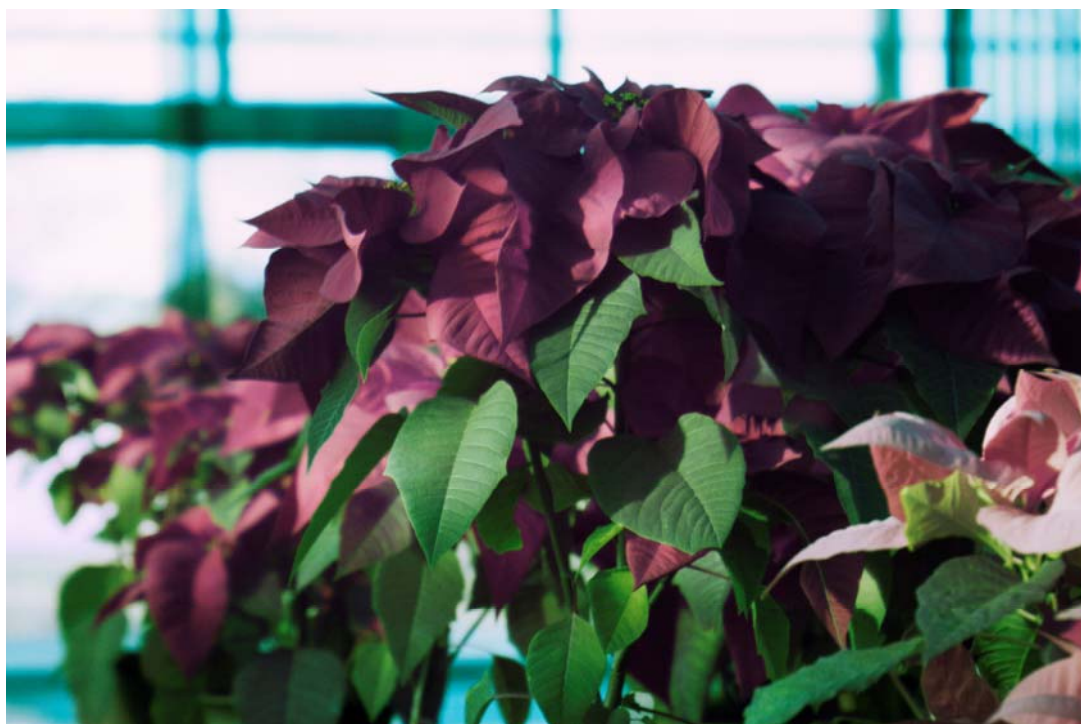


図 22. ポインセチアの紫外・赤外合成写真

## Photography from ultraviolet to infrared

Hideo Saginoya

Academic Service Office for Art and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki,  
305-8573 Japan

Images of the same objects were taken in the infrared to ultraviolet ranges, which are invisible to the naked eye, using a digital single-lens reflex camera. Images of the non-visible spectrum and images taken normally were combined to produce images at a range of wavelengths from 360 nm to 720 nm. Images obtained by non-visible imaging and images taken normally were compared.