

平成21年 6月16日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19700669

研究課題名 (和文) 新しい展示照明光源—白色LEDに対する染料耐光性の検証

研究課題名 (英文) Investigation of dye sensitivity against white LED light

研究代表者

吉田直人 (YOSHIDA NAOTO)

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・保存修復科学センター・主任研究員

研究者番号：80370998

研究成果の概要：近い将来、博物館や美術館での展示用照明として利用が進むと考えられる白色LED光の資料への影響を検討した。染織品を想定した試験試料を対象とした照射実験で、特に黄色染料の色変化が起りやすい可能性が示唆される結果を得た。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	0	2,100,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,700,000	180,000	2,880,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：文化財科学、光化学、照明、解析・評価

## 1. 研究開始当初の背景

白色LEDは、低い消費電力や長寿命、高発光効率などという特徴を持ち、白熱灯や蛍光灯に代わる省エネ時代の照明光源として、近年普及が進みつつある。文化財施設においても、省エネ化が求められており、展示用照明として、将来導入が進むものと思われる。

資料への退色などの影響についてはほとんど検討されていないのが現状である。

言うまでもなく、文化財施設における照明は、作品を鑑賞するためには不可欠なものである。一方照明によって、資料の劣化、彩色や紙、また繊維などの変退色や脆弱化がきわめてゆるやかであるが、不可逆的に進行する

ことは避けられない。文化財の公開と保存は本質的に矛盾するものであるが、人々の目に触れる機会を確保しつつ、より長く保存するために、資料の材料などに応じた様々な環境基準が設定されている。

照明に関しては、国際博物館会議 (ICOM) や照明学会などが照度基準を公表している。1日8時間、年間300日の公開とした場合、最も光に対して脆弱な染織品などは50lux (120,000lux・hrs/yr)、油彩画などは150lux (360,000lux・hrs/yr) を上限としており、文化財施設ではこれらの数値を参考に照度の設定を行っている。また、紫外線や赤外線はフィルターなどでカットすることとしている。

この照明基準は既存の光源、すなわち、白熱灯や蛍光灯での検証をもとにしたものであるが、白色 LED はこれらの光源とは発光特性が大きく異なり、400-500nm という比較的エネルギーの強い波長帯における出力が大きいことを特徴とするものである。

従って、従来の照度基準のもとで白色 LED による展示照明を行った場合、従来の光源に比べ、劣化の進行が速まるのではないかという懸念が生じる。しかし、これまで検討を行った例はほとんどない。

## 2. 研究の目的

白色 LED の文化財資料に対する影響評価。特に耐光性が低いとされる染織品を想定した長期間照射試験による変退色を実測し、照度基準の再検討必要性の有無を検証するための基礎データを得ることを目的とする。

## 3. 研究の方法

### ・照射試験システム

照射試験用設備として、暗幕で全面を覆った簡易暗室内に、リング型 Single-chip 型白色 LED 光源（照度可変）を取り付けたスタンド（写真 1）を設置した。用いた白色 LED 光源の発光スペクトルを図 1 に示す。この発光特性は、現在普及しつつあるタイプと同様のものであり、色温度は 5500K である。また、LED の電力は安定化電源より供給した。これにより、長期間に渡ってほぼ一定の照度を維持した照射試験が可能となった。

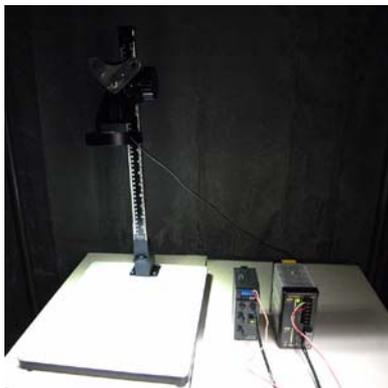


写真 1. 照射試験に用いたシステム  
安定化電源を用い、長期間にわたって安定した照度での照射試験を実施した。

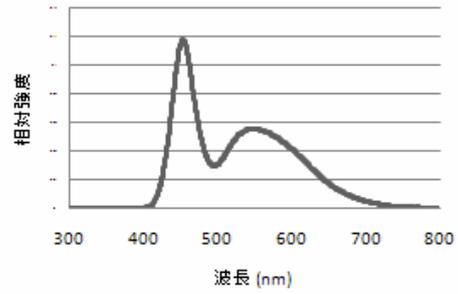


図 1 白色LED光の発光スペクトル

### ・試料

試験試料は、青色染料（indigo）、黄色染料キハダの色素成分 berberine、および赤色染料アカネ（西洋アカネ）の色素成分 arizarine を絹布と木綿布に染色したものを準備した（写真 2）。試料の大きさはそれぞれ、横 1.5cm、縦 2.0cm で、照射試験中の固定のため、ガラス板に薄い膠を使って接着した。



写真 2. 試験試料（上段：絹布、下段：木綿布）  
左端はコントロール試験のための無染色布

### ・照射試験

照射試験に先立って、試料の可視反射スペクトルを測定した。測定は、大塚電子製ハロゲン光源 MC-2530 からの白色光を、同軸光ファイバー経由で試料に照射し（照射径 3 mm）、反射光強度を大塚電子製超高感度分光光度計 MCPD-7000 によって測定、（財）日本色彩研究所の標準白色版を基準とした反射スペクトルを測定した。また、ハンディ型顕微鏡と組み合わせた簡易顕微分光システムでも同様の測定を行った。

照射試験は、先に述べた試験試料をスタンドのステージに設置、固定し、全試料に対し、ほぼ同じ照度で白色 LED 光が照射されるよう、光源と試料の位置関係を微調整したうえで行った。照度の均一性は、デジタル照度計を

使って確認した。また、照射試験中の温度や湿度をデータロガーを使って測定したが、電源からの発熱に起因するような変化はなく、暗室外と同じ変動をしていた。

照射試験終了後、反射スペクトルを前述の方法で測定した。

#### 4. 研究成果

通算約 500 時間、3000lux の照射を行った結果について述べる。この条件での積算照度(照度×時間)は約 150,000lux・hrs であり、染織品の 1 年の積算照度の基準 120,000lux・hrs をやや上回る照射量である。

まず、コントロール実験として行った、無染色の布では 500 時間の照射前後で、反射スペクトルに有意な変化が見られなかった(図 2, 3)。このことから、この条件下では布地に白色 LED 光との光化学的反応による変色などの劣化は起こらなかったといえる。

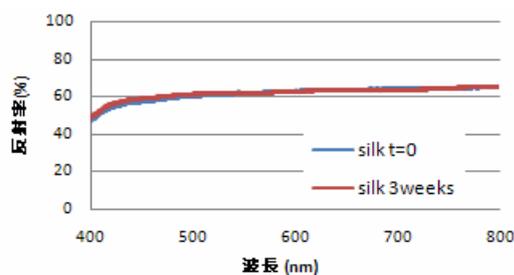


図2 無染色絹布 照射試験前後の反射スペクトル

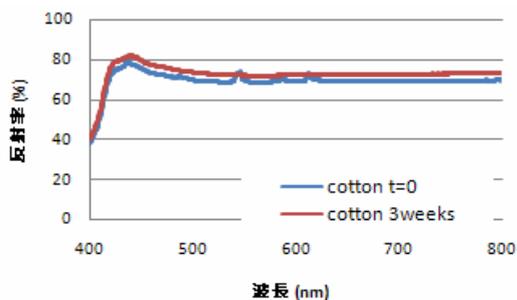


図3 無染色木綿布 照射試験前後の反射スペクトル

染色した木綿布試料では、3 種類の染料すべてにおいて、照射試験後の反射スペクトルから、試験前に比べて反射率の低下が起こっていることが認められた(図 4-6)。白色 LED 光による光化学的作用による色素成分の退色が起こっているといえる。一方、スペクトルのパターンには変化がほとんどないことから、色相の変化などは生じていないと推定できる。

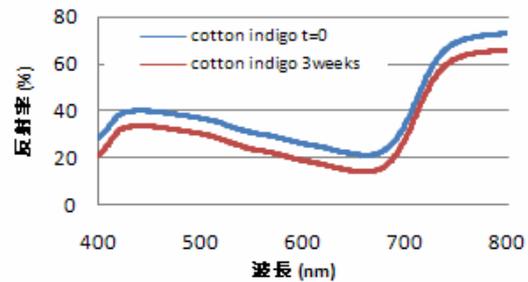


図4 木綿布 (indigo) 照射試験前後の反射スペクトル

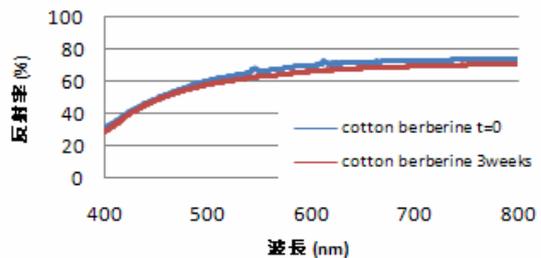


図5 木綿布 (berberine) 照射試験前後の反射スペクトル

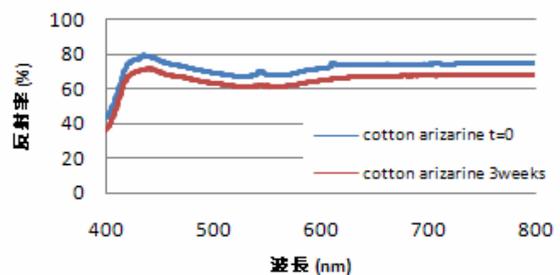


図6 木綿布 (alizarine) 照射試験前後の反射スペクトル

絹布試料では、indigo と alizarine で木綿布と同様に反射率の低下がみられた一方、スペクトルパターンに変化はみられなかった(図 7, 8)。一方、berberine では、400-500nm において反射率の増加、500-700nm において減少がみられ、その結果、スペクトルパターンにも変化が生じた(図 9)。

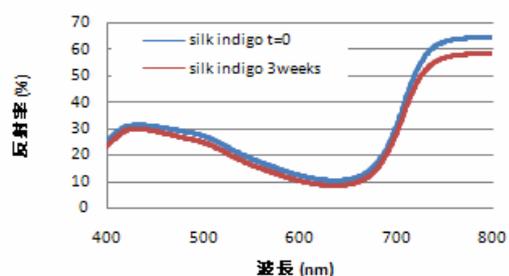


図7 絹布 (indigo) 照射試験前後の反射スペクトル

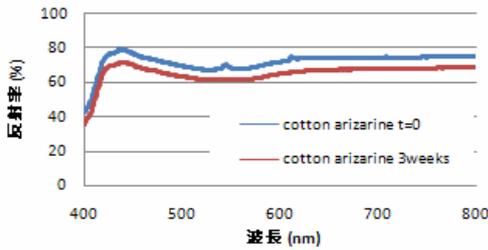


図8 絹布(alizarine)照射試験前後の反射スペクトル

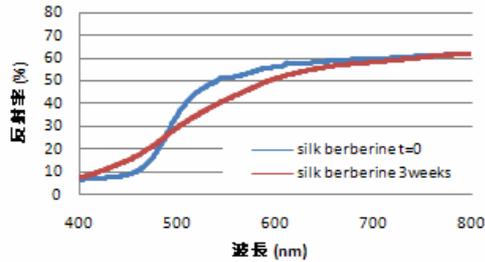


図9 絹布(berberine)照射試験前後の反射スペクトル

以上の結果をまとめると、表 1 のようになる。

表 1 照射試験後のスペクトル変化に関するまとめ

	反射率低下	反射率増加	スペクトルパターン変化
木綿布			
indigo	○	×	×
berberine	○	×	×
alizarine	○	×	×
絹布			
indigo	○	×	×
berberine	○(400-500nm)	○(500nm-700nm)	○
alizarine	○	×	○

Berberine で染めた絹布試料では、スペクトルパターンに変化が起こったことから、変色が発生していることが強く示唆された。

この試料にのみ、上記のような作用が起こった理由については、現時点で特定できていない。しかし、黄色染料、特に berberine を含むフラボノイド系物質は、特に光に対して脆弱であることは先行研究によって知られている。また白色 LED の発光波長帯のうち、エネルギーが大きい短波長側の発光(400-500nm)と berberine の吸収帯の重なりが大きく、光化学的反応が起こりやすくなっていることが一因ではないかと考えている。ただし、同じ現象が木綿に berberine で染色した試料では起こらなかった理由については、まだ解明には至っていない。今後も引き続き検討していきたい。

また、白熱灯や蛍光灯との結果の比較についても、今後検討するつもりである。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

吉田直人 「ハンディ型光学顕微鏡との組み合わせによる彩色材料の可視反射分光分析」  
日本文化財科学会第 25 回大会 鹿児島国際大学 06. 6. 14-15

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田直人 (YOSHIDA NAOTO)

独立行政法人国立文化財機構

東京文化財研究所・保存修復科学センター

主任研究員

研究者番号 : 80370998