

# みんなくりポジトリ

国立民族学博物館学術情報リポジトリ National Museum of Ethnology

## Color Fading under Cool Beam Spot Light

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2010-02-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 森田, 恒之 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.15021/00004398">https://doi.org/10.15021/00004398</a>

## 民族資料の展示におけるクールビーム ライト照明の影響について (1)

森 田 恒 之\*

Color Fading under Cool-Beam Spot Light

Tsuneyuki MORITA

Although cool-beam light has good color rendering and reflects only the visible light forwards, under this source typical changes were observed on some organic colors, such as those of colored-papers used for festival decorations, and on the red ornaments of African calabashes, and the others items. Results of IR absorption analysis (qualitative) revealed few changes in the chemical composition of the dyes of colored-papers, before and after fading. Spectro-reflectographs (by visible light) of color-faded objects indicate that the faded color is a result of the visual mixture of tinted colors and that of the support layer. Consequently, we could say that the partial sublimation of surface color is a source of this color-fading.

The thermal radiation image from the calabash under the spot light, obtained by thermovision, corresponds approximately with an appearance of the faded objects and shows a maximum temperature difference of 3°C. The other micro-climatic data recorded at various points under the same lighting also registers a continuance of more than 3°C of difference between the directly radiated areas and the shadow areas, over 7 hours per day. Differences in the stored energy (heat) might be also a source of fading.

---

\* 国立民族学博物館第5研究部

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1. はじめに               | 6. 退色原因の推定           |
| 2. クールビーム型白熱灯の特性      | 7. サーモビジョンによる展示標本の画像 |
| 3. 分光反射率で見た色紙の色彩変化    | 8. 多点温度計で得た展示物の温度分布  |
| 4. 分光反射率で見たフルベ族のひょうたん | 9. おわりに              |
| 5. 赤外吸光法による色紙の色料変化    |                      |

## 1. はじめに

本来、長期に及んで保存されることを予想されなかった各種の着色材料の耐久性や保存方法について 近年いくつかの関心が生まれている [LAFONTAINE 1978; FLIEDER 1982]。しかし繊維染色用の染料、水性絵具など耐久消費財や美術工芸品に使われるものに較べると、博物館に収納された一般的な生活文化の関係資料の色彩保存に関する研究はまだ着手されたばかりといえる。

これまで、変退色の原因を求める研究の多くは光の持つエネルギー量が大きい短波長側の放射、それも自然光や蛍光灯に含まれる微量の紫外線の影響を中心に考えて来た。

アメリカの Feller は、タングステン型スポット照明が可視光とともに放射する 750-2,500 nm の赤外線が木材、紙、皮革、繊維などに当たると、その衝突エネルギーが熱に転換されてこれらの材質中に蓄積され、有害な作用を及ぼすことが理論的に予測できるので、赤外線放射温度計を用いた展示資料の温度計測の導入が必要であることを、既に15年以上以前に提言している [FELLER 1968]。しかし 当時は赤外線放射温度計があまりに高価であり、またこれに代わって多点の微小域温度を同時記録できる多点温度計も十分に普及していなかった。このために貴重な提言は何も実現しないままに忘れられかけて来た。

近年、国立民族学博物館で導入した新しい温度計測機器を使用して展示場の温度環境を観察したところ、白熱灯のスポットライトで直射を受けている場所の温度分布と、直射下に展示された標本資料の一部に生じた色彩の変化の間には明らかな関係を持つことが見出されてきたので とりあえず概略について報告する。

国立民族学博物館に展示中の標本資料の一部が強い白熱灯のスポット照明の直射を受けて顕著な色彩の変化を呈しはじめたのは、開館後一年半ほどを経た時期からである。変化の著しいものはその後展示場から撤去し収蔵庫に移しているの、照明の

影響は受けなくなるものの、対策としては不完全なものであるのは言うまでもない。

色彩変化が顕著に認められたものは、主として祭礼・年中行事などに使用する紙製の飾りもの（日本展示）や天然染料を簡単に塗布してある資料類である。とくに前者はごく短時日だけの飾りとして当初の目的を達したのちは廃棄され、次回に同種のものを使うときは改めて新調する、いわば「一時使用」のためのものが多い。従って長期保存のための条件はほとんど考慮されていないし、長く保存すべき対象物として考慮されたこともない。後者も多くは日用消耗品に近く、壊れたり色が消えたら廃棄や修理、塗り直しをすればよく、実用上は原型保存の必要がほとんどないものといえる。しかし、これらが生活文化の側面を示す「もの」であることは間違いなく、これからの民族学（民俗学を含む）博物館では十分に対策を考えねばならない課題の一つである。

この種の資料の保存方法として、大きく二つの方法が考えられる。

第一は、色彩・材質等をなるべく再現可能な形で記録保存する方法である。祭礼飾りの例のように元来、廃棄と再制作を繰り返して来たものにとっては、再制作に当たっても前作を忠実に模写複製するのではなく、製作者の記憶に頼って前回と似たものを再現している場合が大方であるが、ある特定時期に製作されたものを客観的にデータとして記録保存することにも意味はある。色彩記録の方法としてはマンセル式、CIE方式、分光反射率方式などのいずれによっても目的は達せられよう。作り直しごとに使用する絵具や染料は必ずしも同一でなく、色彩も厳密に一致していないはずなので、一定の範囲内に納まるものは許容されるのが現実である。測色も高い精度は必要とせず、色票比較法でも十分に間に合うことも少くない。

第2の方法は博物館に収蔵されたもの自体をなるべく良好な状態で現状維持する対策を講ずることである。色彩の変化が生じないように彩色材料そのものに加工を加えたり、保護層を作るか、あるいは変化の原因となる外的因子を除去するいずれかの方法に頼ることになる。

実際には両者併用方式をとるのがよい。

## 2. クールビーム型白熱灯の特性

国立民族学博物館が展示に用いているスポット照明用電球はクールビーム型白熱灯（以下、単に白熱灯と記す）である。この白熱灯は通常のタングステンフィラメントの照明灯であるが、前面に特殊な2色性フィルター、後方に特殊反射板を備え、可視

光のみを前方へ、赤外・熱線は反射板を透して器具後方へ放射するように設計されている。

使用電力量当りの光束量 (lm/elect. W) は12.6で通常のタングステン灯と同じであるが、全放射束に対する光束量の比 (lm/rad. W) は通常タングステン灯 (16)、ハロゲン灯 (20~25) に対し40と大きい。照明器具としては低効率 (高演色性) 蛍光灯の80に次ぐ高い効率がある。[THOMPSON 1978: p. 180] 即ち光源からの放射のかなりの部分が可視光で、熱部分が少く、かつ演色性の点でも蛍光灯と比較して黄から赤色の範囲で、はるかに優れたものである。

### 3. 分光反射率で見た色紙の色彩変化

展示された場所の真上の位置から白熱灯のスポット照明を受けて、色彩に変化が生じたため展示場から撤去した「花笠」(標本番号 H36819, 兵庫県・ざんざか舞に使用) の色彩変化を調べてみた。この標本は赤紫、ピンク、黄、緑の各色の色紙と白紙に星形と縞模様を印刷した図案紙を細長く短冊状に刻み、一端で太く束ねて強く締めたものである。色紙はどこにもあるごく安価なものに見える。

色彩の変化は垂れ下がった短冊の外側で著しく、照明の影に入る内側では弱く、また強く縛ってある元結の部分では光が入らないためにほとんど変化が生じていない。

なお本稿ではこの「花笠」に使われた着色紙を単に「色紙」と表記することとする。

色紙の変色した状態を知るために、①変化の著しい部分、②中程度の部分、③無変化に近いと思われる部分のそれぞれについて分光光度計 (島津製作所製, MPS-5000 改造型) を用いて各色ごとに分光反射率を測定した。測定範囲は可視域を中心とした 340-740 nm である。この測定器は標本資料から試料を切取らずに、直接に測定用光束を資料面の望む位置に当てて非破壊計測が可能に作られている。光束被照射面が常に完全な平面であることはあまり得ないので、光源から測定面で反射して光量センサーに達するまでの距離は試料ごとに異なる。同一の色彩を有する試料でも凹凸の関係で光軸の距離が長くなるほど感受される反射率は小さくなるが、今回の測定では試料ごとに光軸距離の補正を加えていないので、得られた測定値をそのまま比較すること避け、変化率すなわち反射率曲線の形に注目することとする。

測定結果は図1~6であるが、不 (または微) 変色部分と比較した変色部分の顕著な特長は次のようである。

1) 印刷した星型 (淡紫色): 480-600 nm の間にある2つの大きい吸収帯が失われ、410 nm 附近の小さい反射ピークを除いて長波長側へゆるやかな上昇傾向を示す。

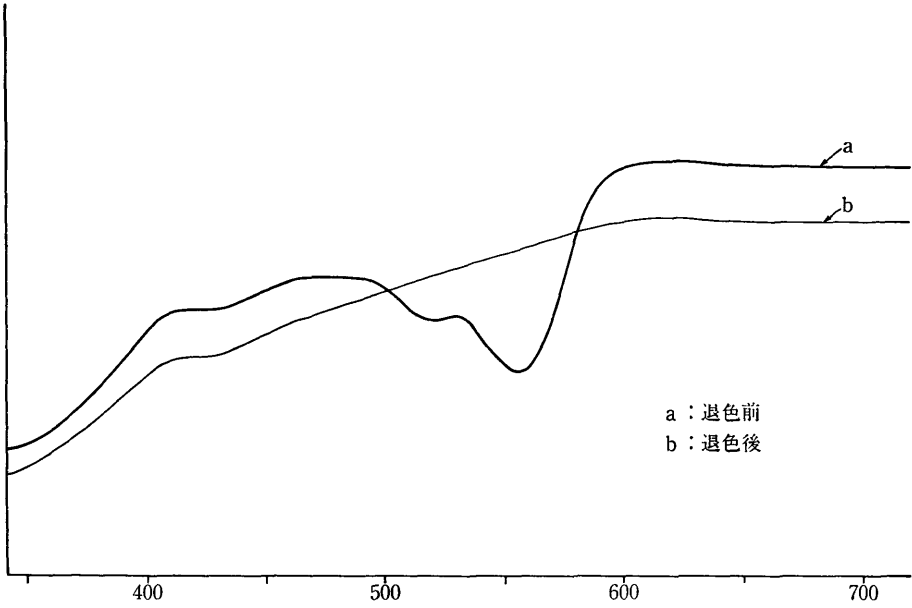


図1 淡紫色星型の色彩変化

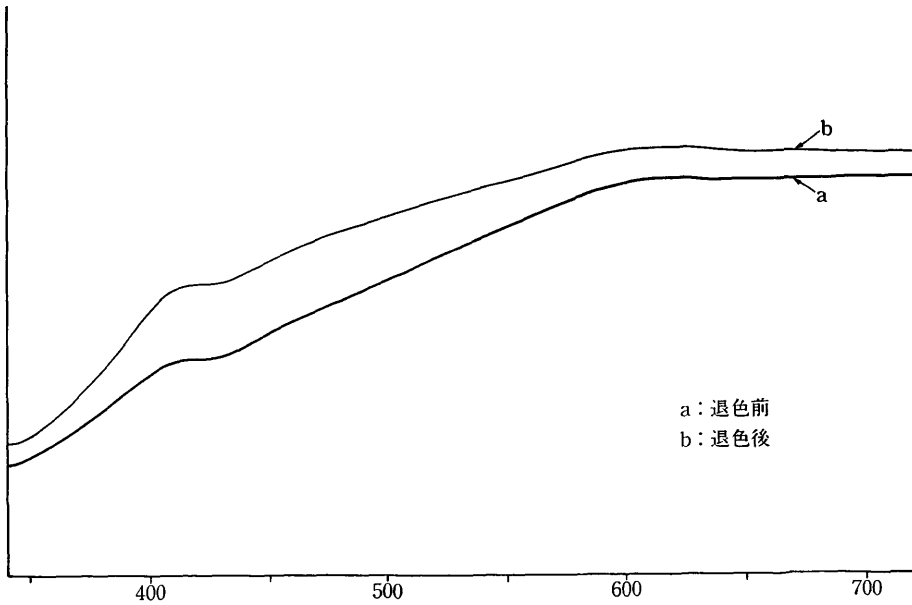


図2 白紙部分の色彩変化

340-460, 620-740 nm の範囲では波形の変化がない(図1)。

2) 前項印刷紙の白紙部分: 変化に伴い全体に一律な反射率の低下が見られるが、とくに 370-550 nm にかけての低下が目立つ(図2)。

なおこの紙については変化前・後の測定条件がほぼ一致している。

3) 黄色の色紙: 390-420 nm で小さく、470-580 nm で大きく反射率が低下する

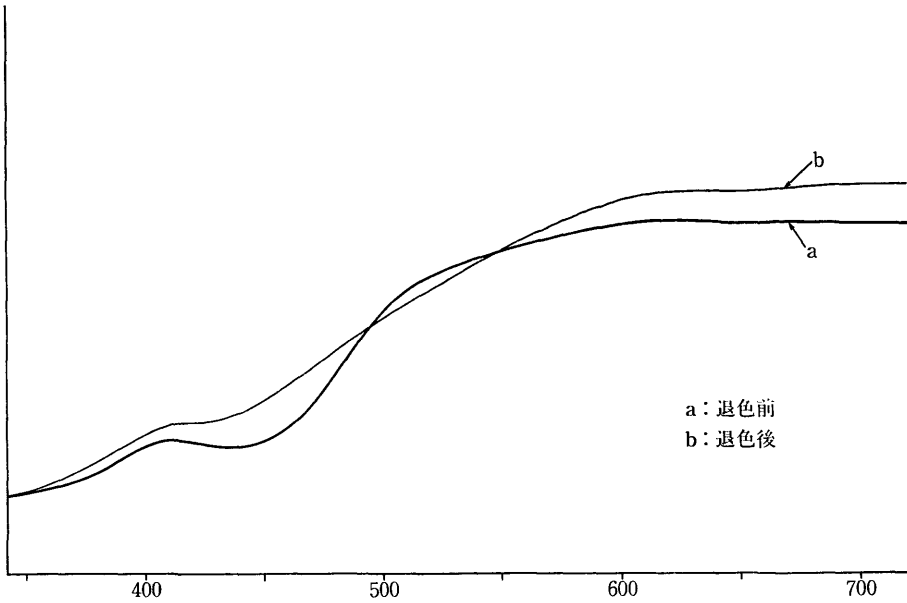


図3 黄色の紙の色彩変化

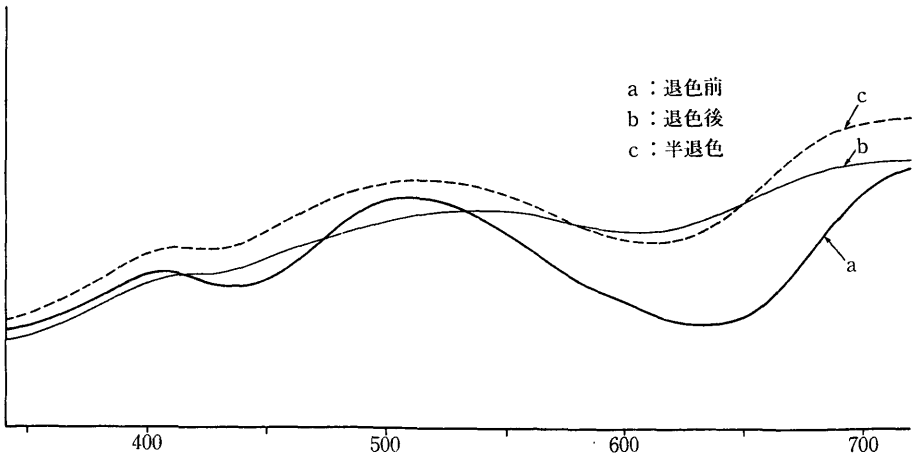


図4 緑色の紙の色彩変化

(図3)。

4) 緑色の色紙：630-670 nm の範囲を除いて全体に反射率が低下するが、とくに370-430, 460-630, 670-740の範囲の低下が目立つ(図4)。

参考までに同色色紙で中程度の変化が認められる試料について測定した結果が図4の曲線cである。曲線の曲り方は丁度 a (変化前) と b (顕著な変化後) の中間に位置し、a→c→b と変化してゆく様子が分る。

600-640 nm での変化は、照明の光を受けて短波長側の反射が鈍くなり、曲線の谷の位置が少しずつ左へ移動してゆくことが分る。また、400-420 nm の間でも短波長側で反射率が急速に低下し、ここで山の位置が右へずれてゆく。視覚的には暗黄色が

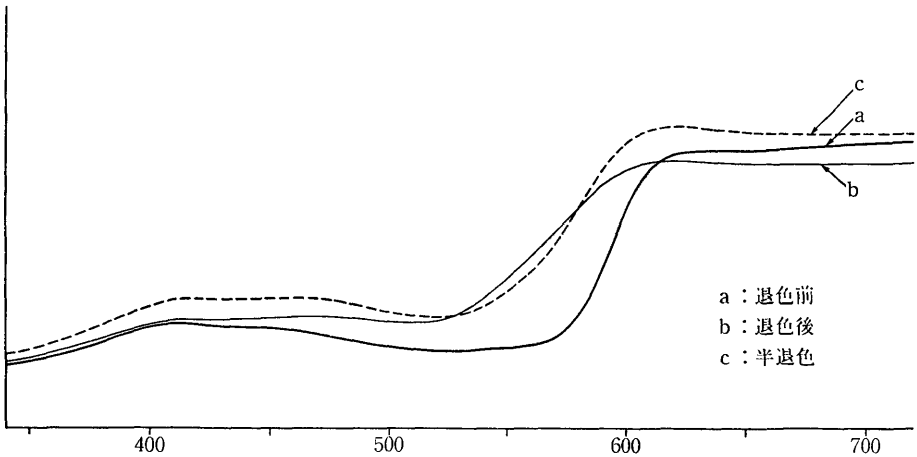


図5 ピンク色の紙の色彩変化

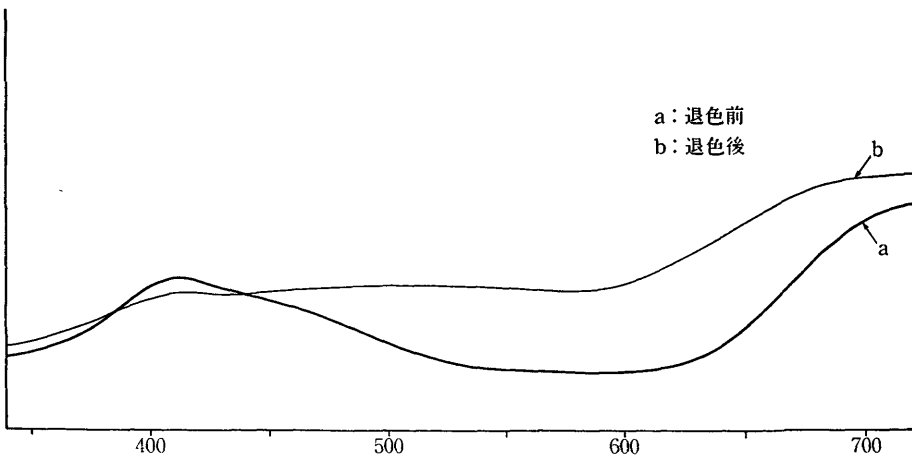


図6 紫色の紙の色彩変化



かった色に見える結果になる。

5) ピンクの色紙：変化前と変化後では 590nm 以上（赤色域）と 500nm 以下（青色域）の両域での変化が目立つ。

この色についても中程度に変色したものを測定したところ（図5-曲線c）、640nm 以上の範囲で反射率の低下が認められる。それ以下では変色前の曲線とほぼ平行しているが、変色が進むと 500nm 以下が低下するのが分る。この色はまず長波長側、次に短波長側の2段階変化をする（図5）。

6) 紫色の色紙：405-410付近を頂点とする 520 nm 以下の範囲での低下が顕著である。次に 620 nm 以上の赤色域でも低下が生じる（図6）。

各色ごとに変化の仕方は相異しているが、変化後の状態のみに注目してみると、印刷紙の星型部分と黄色色紙、白紙（印刷紙の余白部）の三者は分光反射率分布が酷似しているのが分る。また緑、ピンク、紫の三者も互によく似た形に近づいてゆく傾向があり、到着する形はやはり白紙のそれにかかなり近いものと考えられる。

従って、これら色紙の色彩変化は着色料そのものの色が別種の色に変化したのではなく、着色料（染料）が次第に失われて、下にある紙の色が目立って来たために生じた見かけ上の変化といえる。これは「変色」ではなく「退色」現象である。

#### 4. 分光反射率で見たフルベ族のひょうたん

フルベ族の作る赤い彩色を施したひょうたんをスポット照明直下で長期間展示したところ、やはり色紙に似た退色が視判によって認められて来た。退色した標本資料の一点について前項と同様の方式で分光反射率を利用して変化の様子を見た。対象としたのは標本名「赤ひょうたん」（収集地・カルメーン；標本番号 H6287）である。

半球形のひょうたんの内外両面に赤い彩色があり、硬く滑らかな表皮を持つ表側面には線刻と染抜きを併用して簡単な施紋がなされている。彩色は植物色素を利用したものと思われる。退色らしい変化は半球の頂部付近に認められ、側面では赤い色が相当よく残っている。このひょうたんは鉢を伏せた形で展示されていたものである。

色の測定を行ったのは、㊸赤色がよく残っている側面部分、㊹著しく変化が生じている頂部、㊺文様デザインに合わせて赤い彩色を塗り残した部分（ひょうたん地色が現れている）、である。

結果は図7に示すとおりである。退色前 (a) から退色後 (b) への変化は 480- 600 nm（黄色域）と 700 nm 以上の近赤外域で相対的に反射率の向上が見られる。この

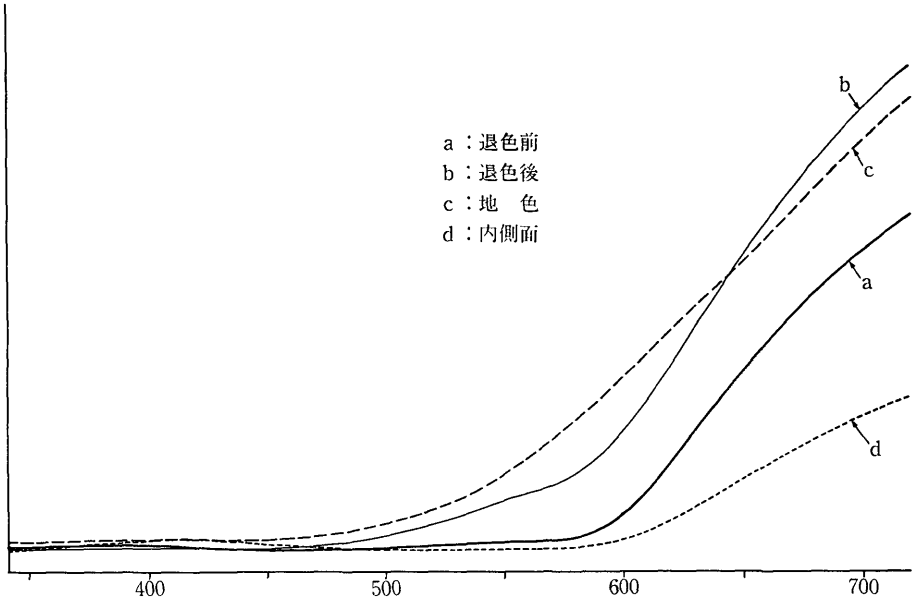


図7 フルベ族の赤いひょうたんの色彩変化

両領域での曲線は、ひょうたんの地色が描く曲線(c)にほぼ平行である。すなわち退色後の色は地色が強く影響していることが確認できる。

参考までにひょうたんの内側の色をも測定したところ、反射率は異なるが波形は表側の赤色(a)とよく似ており、同一の色料を用いて着色しているのが分る。肉眼で見た色は表と裏でかなり違っているが、面の粗密の差から生じるみかけの差であろう。

## 5. 赤外吸光法による色紙の色料変化

退色を生じた色料の一部について、未退色のものとともに溶剤で色素を抽出し赤外分光光度計にかけてみた。

抽出に用いた溶剤はメタノール、アセトン、ジクロロエチレンの3種である。各溶剤10ccほどの中に標本資料から切取った5×10mmほどの色紙紙片を1カ月ほど液浸した。メタノールが最も良好な抽出をした。栓をした抽出液容器にピンホールを開けて3ヶ月ほど放置し、自然濃縮した抽出液を試料に用いた。

赤外分光装置は日本分光製K-202型である。

錠剤型した臭化カリKBrの面に乾燥空気の中でメタノール抽出の濃縮液を適下し、溶剤が揮発したのちにわずかに残る着色層について測定を行った。この方法では、

メタノール中に含まれる水分のために KBr 錠剤の表面に軽い曇りが生じ、試験光束の透視率が低下するが、定量測定を目的としないので、感度を増幅補正して間に合わせてある。

測定結果は図8～10に示すとおりである。1030, 1100 nm 付近, 2800 nm 以上に

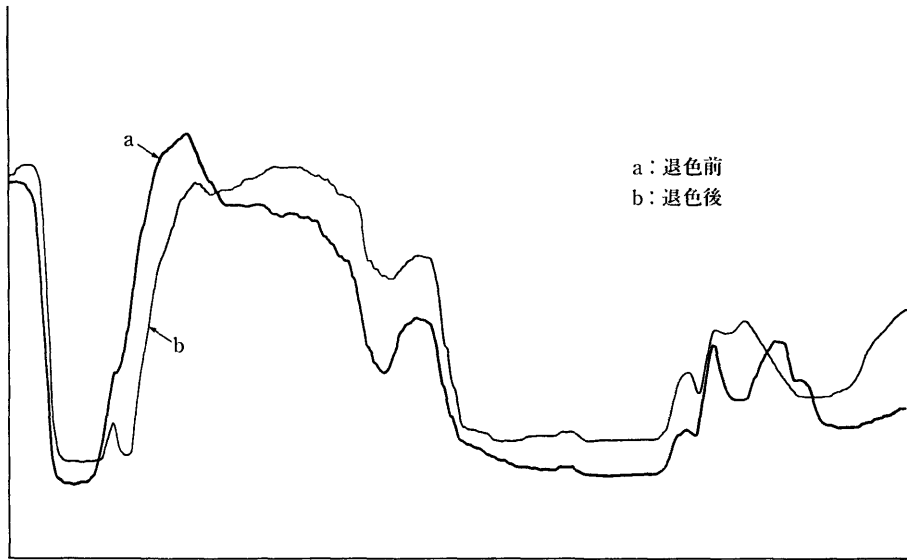


図8 赤外吸光図—試料：色紙（黄）

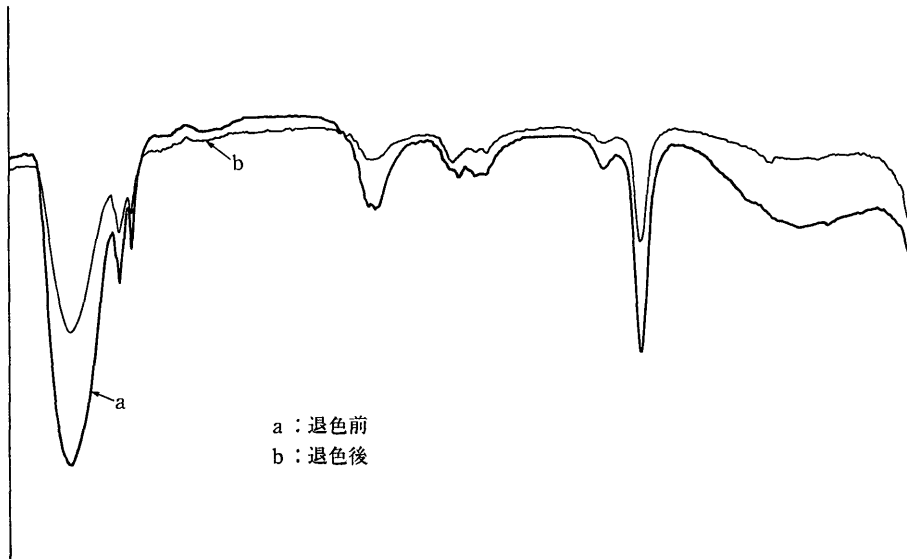


図9 赤外吸光図—試料：色紙（紫）

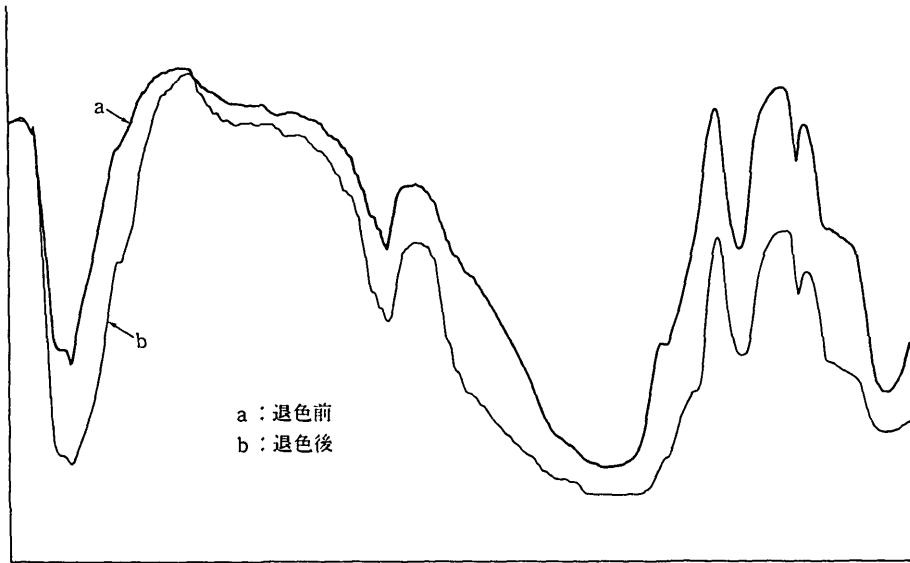


図10 赤外吸光図—試料：色紙（ピンク）

メタノールの影響が強くあり、試料の波が小さいのでやゝ見にくいですが、測定を試みた紫、ピンク、黄のいずれについても退色の前と後では波形に顕著な変化がない。すなわち両者は定性的には同一物であって、照明のために物質に変化は生じていないと判定できる。

なお物質の同定については、分析未了のものがあるのであわせて後報で報告する。

## 6. 退色原因の推定

分光反射率、色紙色料の赤外分光分析の結果から判断すれば、今回とりあげた資料の退色原因は着色材料の組成に変化を生じたものではなく、色料そのものが表面から失われて支持体の面の色が露出したために生じたものであると考えるに到った。

染料や色素の類には加熱すると昇華するものがあることはよく知られているが、白熱灯照明下でもこの変化が生じたことが予想される。

## 7. サーモビジョンによる展示標本の画像

フルベ族の赤いひょうたんを展示している場所でサーモビジョンを用いて温度測定を試みた。この場所は前記の退色したひょうたんが、かつて展示されていたところで

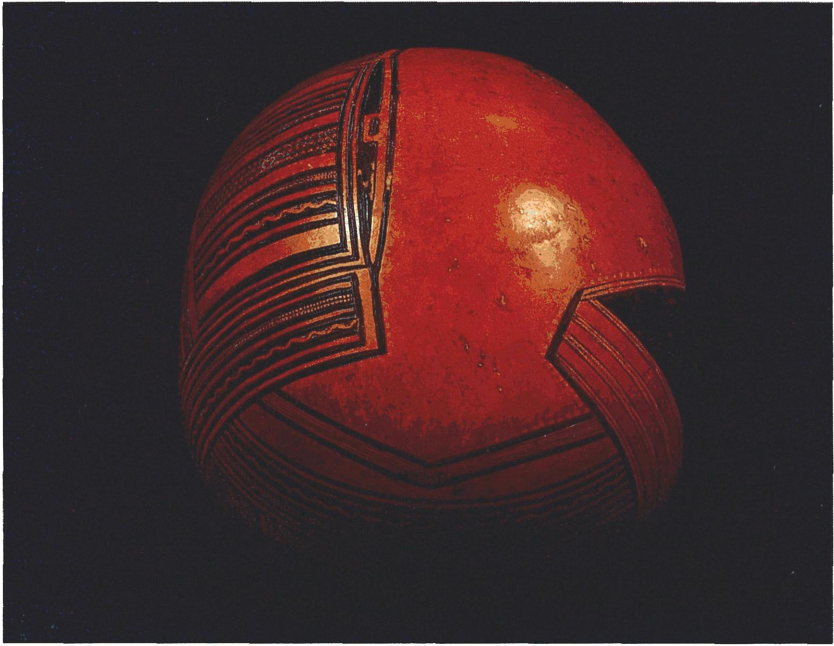


写真1 頂部が退色したフルベ族のひょうたん

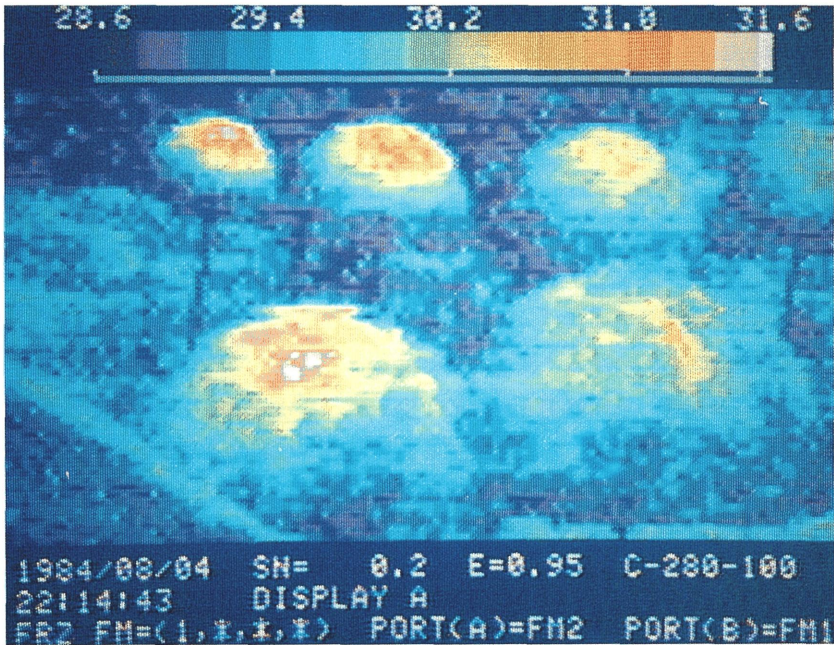


写真2 アフリカ展示・フルベ族のひょうたんのサーモビジョンによる映像

ある。使用した機器は日本アビオニクス製 TVS-4300 である。この装置は物体から放射される赤外線等特殊センサーで感知し、放射量の多少をカラー画像で（以下画像と記す）表示するとともに放射量を温度に換算して同時に表示するものである。

熱画像としてとらえられたフルベ族のひょうたんの展示場風景（写真2）のうち、手前左側のものには真上から白熱灯のスポットが当たっている。照明の影響が最も大きい頂部の温度は 30.1-31.3°C、照明の陰になる側面（周囲からの反射はある）は 28.2°C であり、2-3°C の差がある。頂部の最高温度は 32.5°C を示し、側面との差は 4°C 以上である。この撮像時の室温は 26.5°C、照明点灯後 6 時間ほど経過している。

サーモビジョンで得た熱画像は、同じ位置で長期展示して退色した同種ひょうたんの外観とかなりよく似ている（写真1）。

## 8. 多点温度計で得た展示物の温度分布

白熱灯スポット照明による局部温度の経時変化と場所による温度差を知るために、日本展示の一部にサーミスタ式多点記録式温度計（宝工業製：K-220 型）を設置した（写真3）。測温部は径 2.5 mm、長さ 15 mm の金属管内にサーミスタセンサーを内蔵したものである。

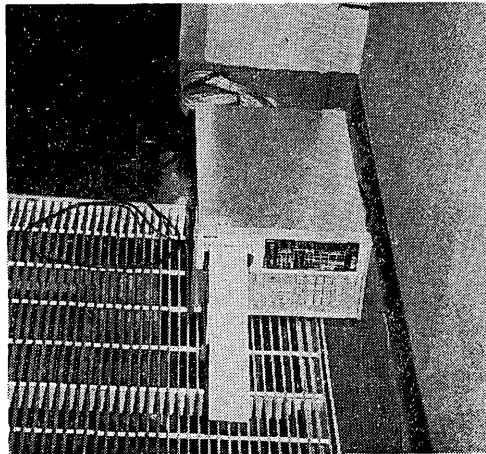


写真3 展示場裏側に設置した温度記録装置

測定場所を選んだのは前掲の「花笠」(H36819) がかつて展示され、現在その代品が置かれている周辺である。上記の「花笠」のあった位置に隣接する「花笠舞の花笠」



写真4 展示場における多点温度計センサー配置状況



写真5 矢印の位置にセンサー(04, 06)がある

の展示を中心に下記の7カ所に測温部を設置した(写真4,5)。

- 00 後部壁面より前方 25 cm, 床面より 120 cm の位置に釣り下げ。他の展示物のためにスポット照明の影に入り周辺の標準気温に近いと思われる位置
- 01 赤い造花の表面(照明直下。光源より 4 m)
- 02 01の裏面(照明の陰に入る)
- 03 花笠の中心部分(暗い影に入る)
- 04 白紙製花笠天井部分(照明直下)
- 05 半間接に照明が当たる赤い造花の裏面
- 06 展示台の床面(黒塗鉄板。照明直下。光源より約 5 m)

測定場所に当たるスポット照明は白熱灯(ナショナル・ハイビーム PAR・100 V, 150 W 散光型)1灯であり、床上約 5 m の高さから直下へ向けて照射している。このほか周辺には別方向を向けた白熱灯が多く使われており、測定場所への直射はないが室温への影響は大と思われる。

測定時間は8時より18時30分まで。照明の点灯は8時15分、消灯は17時40分である。この間、9時30分より17時数分前まで冷房装置が作動している。

照明下における温度の経時変化は図11に示すとおりである。

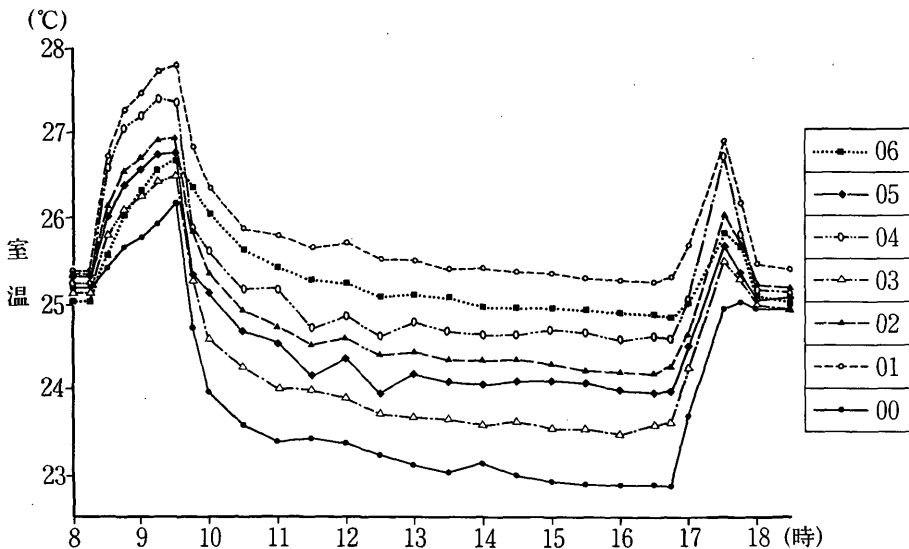


図11 照明直下にある「花笠」各部の温度変化



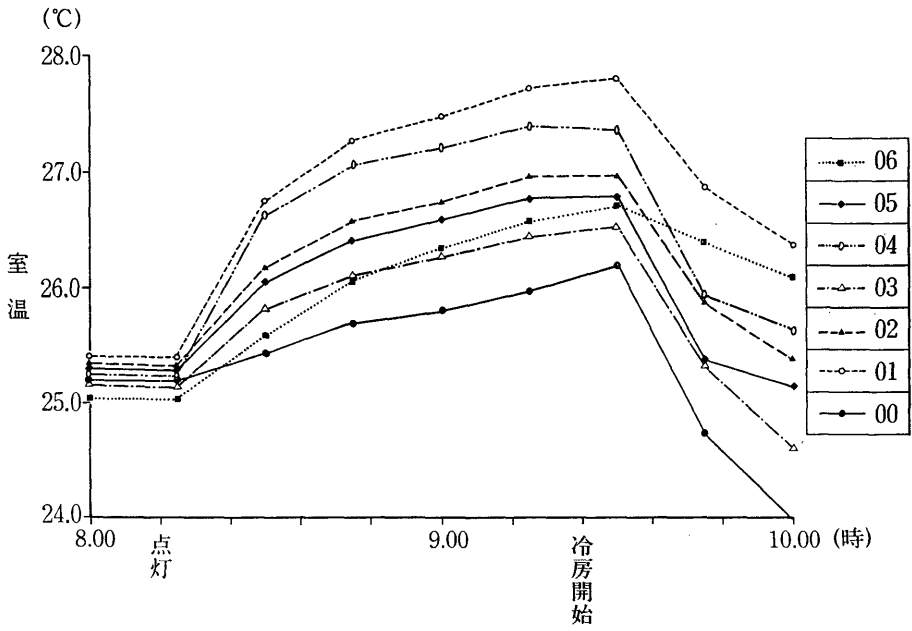


図12 図11の部分拡大(1) 10時以前

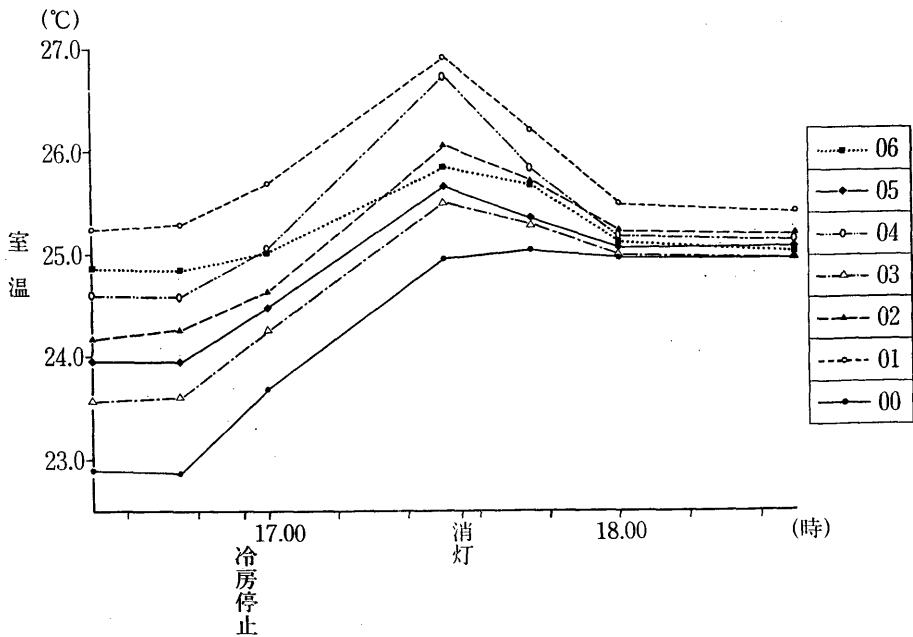


図13 図11の部分拡大(2) 16時30分以後

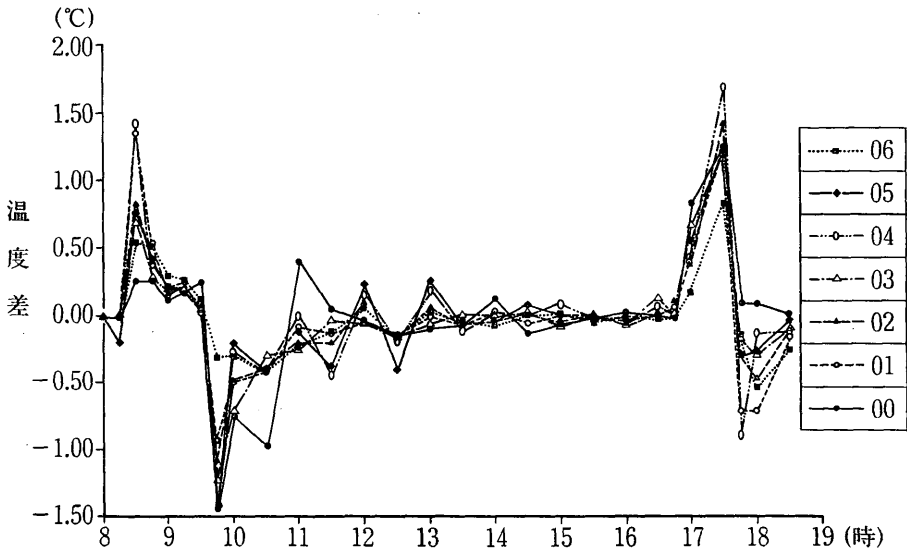


図14 照明直下にある「花笠」各部の温度差変化

測定点それぞれの位置での温度は、点灯後100分ほどの間、場所に応じて一定比率で上昇を続け(図12)、その後、消灯までは一定温度を維持する。消灯後は急速に冷却され1時間強で全測定点が室温にもどる(図13)。

各測定点ごとに測定時ごとの温度差の変化を求めたものが図14である。この図からも分るように、室温を除き点灯から2時間後にはどの測定点でも変化がほとんどなくなる。室温のみは安定までに少し時間がかかる。

ほとんどの測定点で温度変化が一樣になる11時頃から17時までの6時間は、図11からすぐ読みとれるように、照明直下の01と室温の間には2.5°C以上の差がある。

この測定では測温体を標本資料と接する位置に固定しているが、完全に密着させることが困難なので、実際の表面温度と表示値の値には若干の誤差があるかも知れない。しかし照明直下と陰影部との差は、フルベ族のひょうたんの展示場でサーモビジョンによって得た値とほぼ一致している。

なお、この花笠の展示場ではサーモビジョンによる測定を行っていない。

## 9. おわりに

熱線放射が少ないとされてきたクールビーム型白熱灯の照明下でも、耐熱性の乏しい染料や色素に対しては、照明の放射によって昇華や分解が生じて色が失われる実例が確認できた。本元、耐久性のないものとはいえ、色が失われてゆくプロセスを解明

しつつ、防御策の立案を急がねばならない。その作業は着手したものの、まだ解明途上にあるので研究の進行に合わせ、順次報告する予定である。

## 文 献

FELLER, Robert L.

1968 Control of deteriorating effects of light on museum objects: heating effects of illumination by incandescent light. *Museum News* 46(9): 33-47.

FLIEDER, Françoise

1982 L'analyse et la révélation chimique des encres métalliques. *Restorator* 5(1-2): 57-63.

LAFONTAINE, R. H.

1978 The lightfastness of felt-tip pens'. *J. of the Int. Institute for Conservation—Canadian Group* 4(1): 9-16.

THOMSON, Garry

1978 *The Museum Environment*. Butterworth.