

調色現場とコーティング製品における 人工太陽照明灯の活用事例

佐藤 郁夫*

まず、右の二つの写真を見比べてみていただきたい。

写真-1は蛍光灯下で、写真-2は人工太陽照明灯下で撮影された、修理でフェンダーを塗装した同じ車の写真である。明らかに見え方が違う。写真-1は同じ色に見えるフェンダーとボンネットが、写真-2では違う色に見える。

“照明が違くと色が違って見える”のは塗装のプロなら誰(だれ)でも知っている。では、そこにはどのような物理的理由があるのだろうか。

照明が違くと色が違って見える物理的理由を解明するための実験を紹介する。

カラーサンプル(紙、自動車塗装の塗り板でないことはご容赦いただきたい)にさまざまな光を当て、サンプルからの反射光の分光を測定した(写真-3参照)。当てる光は7種類で、それぞれの分光は第1図の通りである。実際の実験では5種類のサンプルに照射し反射光を測定したが、紙面の関係で二つのサンプル(肌色、赤)のみの紹介とさせていただく。

また、反射光の分光データを第2図、第3図に示す。これを見れば各光源下の反射光の分光の違いは一目瞭然(りょうぜん)である。興味深いのは、波長の振幅の大きい光源下の反射光は、エネルギーの高い波長の反射が大きいことである。自然太陽光や人工太陽照明灯のブロードな分光の光の反射光と、蛍光灯やLED



写真-1 蛍光灯下で撮影

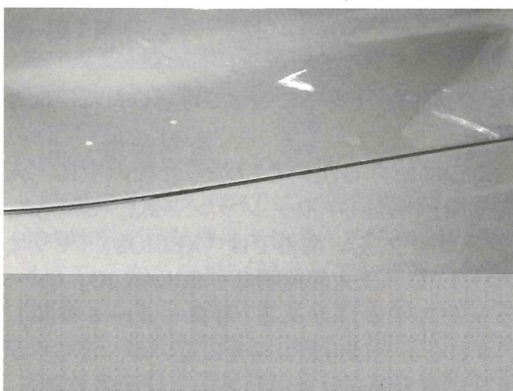


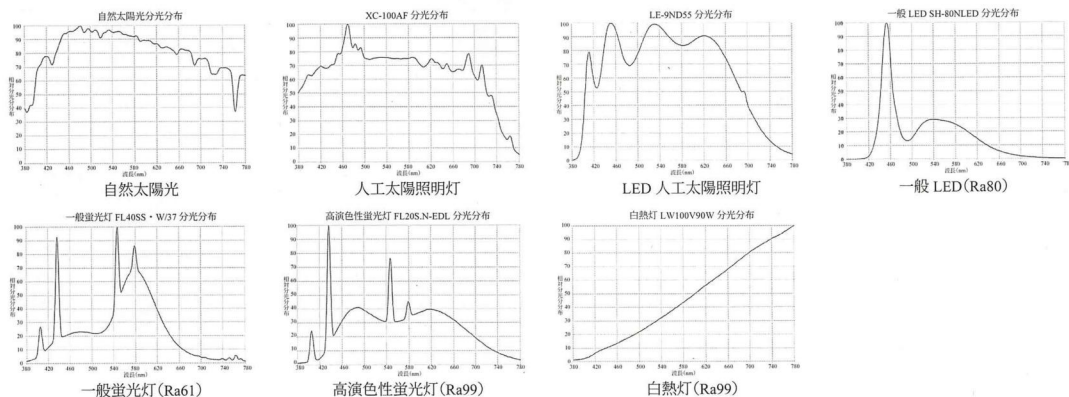
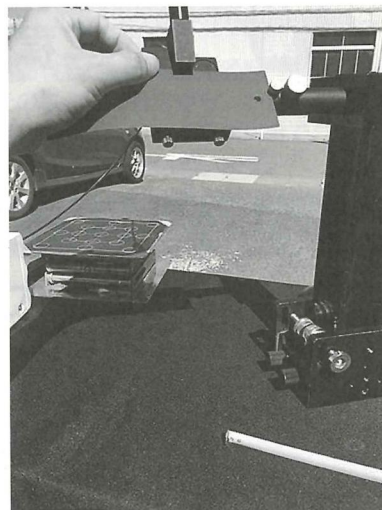
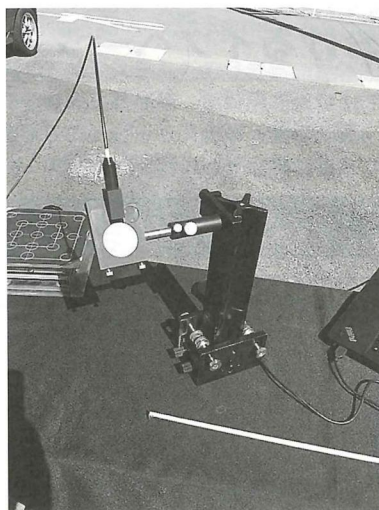
写真-2 人工太陽照明灯下で撮影

といった振幅の大きい光源の反射光の分光は、これだけ違うのである。人間の視感度に当てはめたとしてもこれらが同じに見えるわけではない。これが、「照明が違くと色が違って見える

*さとう いくお セリック㈱ 代表取締役社長

写真-3 測定の様子

〔注〕 左：太陽光の分光測定中。右：太陽光照射による色見本の反射光の分光測定中。



第1図 各光源の分光特性

物理的理由」であることはご理解いただけたと思う。

ここに紹介したいいくつかの光源の中に、人工太陽照明灯(キセノンランプ式、「SOLAX」(ソーラックス)、海外では「XELIOS」(ゼリオス)), LED 人工太陽照明灯(「SOLAX-iO」(ソーラックスイオ))がある(写真-4~6 参照)。いずれも分光は自然太陽光に近いが、どちらがより自然太陽光に近いかといえば前者であり、精度は世界最高である。

一方、LED 人工太陽照明灯は、現在世界で市場に出回っている LED のの中ではベストであり、長寿命であることはもちろん、経時的な変化もほかの LED に比べ圧倒的に小さいのが特徴である。

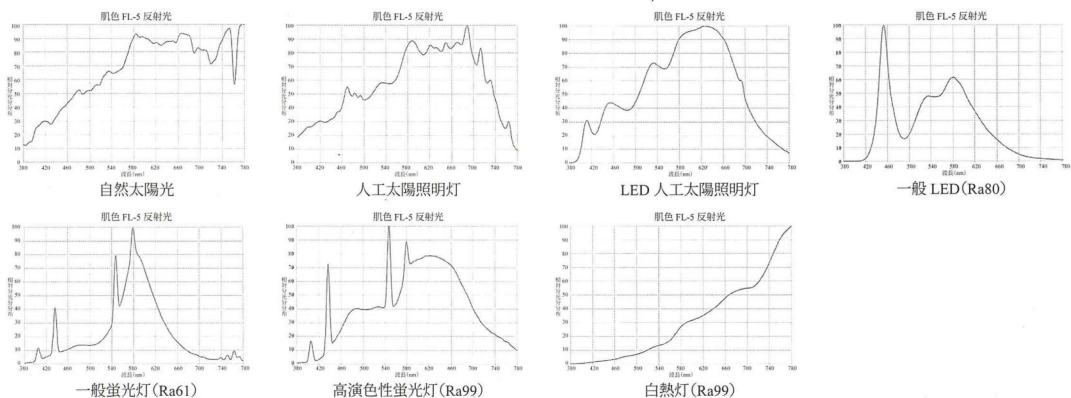
SOLAX と SOLAX-iO のそれぞれの優位点をまとめると、SOLAX は高精度で高照度、SOLAX-iO は安価で長寿命、となる。

ここまでは人工太陽照明灯が色彩評価・管理に大変有効であることを記してきたが、実はコーティングや保護ガラス、保護シールなどの検査にも効果を発揮している。具体的な用途は後述するが、検査用途は多岐にわたる。

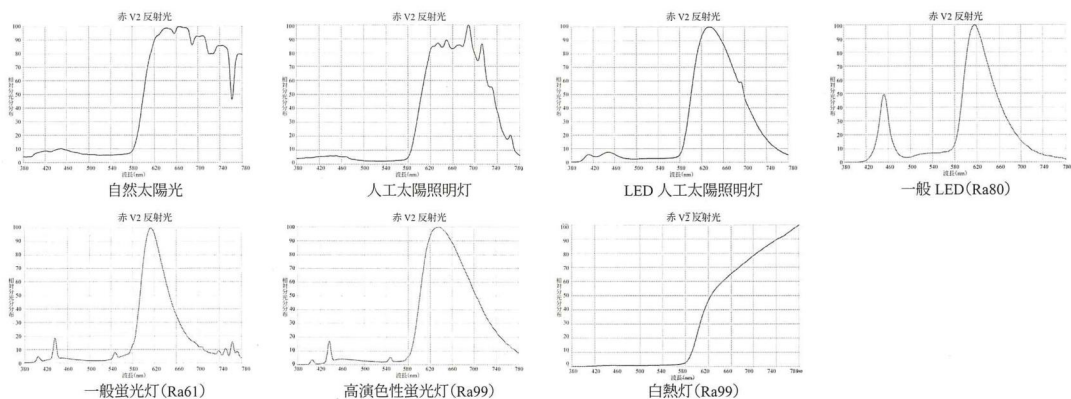
まず、人工太陽照明灯が自動車業界でどのように使用されているのか、用途と使い方を紹介する。ただし、秘密保持の観点から、ユーザー名はお出しできないことをお断りしておく。

1. デザイン

フルモデルチェンジやマイナーチェンジで新



第2図 サンプル（肌色）の反射光の分光特性



第3図 サンプル（赤）の反射光の分光特性

車を投入する際、塗装色も重要なファクターとして位置づけられている。自動車の外装は屋外での見え方が肝心で、天気の良い日や日没後は思うように評価ができない。そのため、デザイン・色彩を屋外と同一条件で検討するために、人工太陽照明灯を使用している。特にデザイン部門では、車数台を一度に見られるように部屋全体を人工太陽照明灯で照射できるように設置されている。

ある自動車メーカーでは、スタジオの天井に自動走行機能を付加した人工太陽照明灯 500W シリーズを設置し、太陽の入射角度の変化と車体の色の見え方についての評価を行っている。

同様のことは塗料メーカーにもいえる。塗料メーカーが新色を自動車メーカーにプレゼンする際、屋外と同じ光環境をつくるために人工太陽照明灯が使用されている。

近年、自動車塗料はどんどん複雑になってき

ており、塗料の効果を見てもらうための光環境は自然太陽光か、それに準じた光源が求められる。人工太陽照明灯は塗料メーカーが求める光の質を十分に満たしているといえる。

2. 塗装検査

車体の塗装ラインでは塗装色を変える場合、前の塗料が塗装機のタンク、ノズルに残ってしまい、次の塗料に混じってしまうことが稀（まれ）にあると聞いたことがある。もちろんメーカーは万全を期していると思うが、可能性が全くないわけではないらしい。もし前の塗料が混じった状態で塗装してしまうと、メタリックの粉末が若干混じるなどの不具合が発生する。そして普通の照明では、この不具合を発見するのは困難だといえる。人工太陽照明灯は塗料の色が管理された通りの色であることの確認のほか、交換前の塗料が微量に混じった塗装の



写真-4 人工太陽照明灯 SOLAX 100W シリーズ

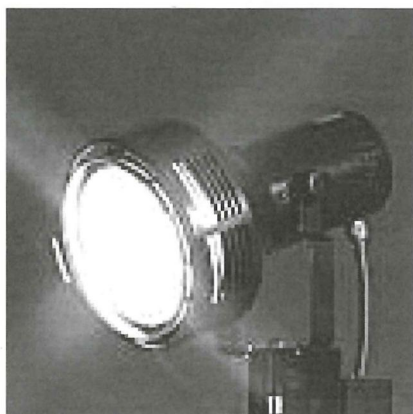


写真-5 人工太陽照明灯 SOLAX 500W シリーズ



写真-6 LED 人工太陽照明灯 SOLAX-iO ハンディタイプ

確認に大きな効果を上げている。

同じ車種の同じ色の塗装を一定期間継続する場合、塗料の補充の際も注意が必要である。塗料そのものにも若干のロット間の誤差は存在するし、酸化の程度（入荷してから経過時間や保存時の空気の接触量などによる）でも色は変化する。どこまで細かく管理するかは各メー

カーの基準によるが、厳しく管理しているメーカーでは本塗装前に古い塗料を廃棄することもあると聞いたことがある。このような細かい管理をする際に、人工太陽照明灯は高い効果を発揮する。

3. 出荷前検査

人工太陽照明灯は、色彩管理はもちろんのこと、製造ライン上での出荷前検査として塗装色の確認、キズ、ムラ、スクラッチ、汚れ、磨き残し、バフ（研磨キズ）、異物混入の検査などに使われている。光の当て方には工夫が必要でユーザーのノーハウはあるそうだが、塗装ムラや汚れ、磨き残し、バフは特によく見えると出荷検査担当者から聞いたことがある。

4. 修理①：仮塗り前の調色チェック

車種や年式によって塗料の型番は決まっている。その塗料を塗れば問題ないはずだが、中古車には日焼け・色褪（あ）せがあり、普通は色が合わない。また、古い車になると顔料の構成が変わっていたり、製造中止になっていたりと、調色によって色を整える作業が必要になる。この時、自然太陽光に準じた光の下で色を確認しないと、色の間違いを起こすことになる。

間違いとは、違う色で塗ってしまってクレームになる、または出荷前に気づいて塗った塗料を剥（は）がして塗り直す、ということである。これは板金修理業者にとって痛手で、特に塗り直しにはコストと労力の両方が負担になる。クレームの場合は評判を落とすことになる。

人工太陽照明灯のユーザーである板金修理業者は、調色後の塗料をはがき大の板に仮塗りし、塗り直さない部位の車体と合わせて調色の具合を確認する。人工太陽照明灯はこのような不具合を直接防止する機能はないが、調色の精度を高めるサポート役として相当に優れているといえる。

5. 修理②：塗装後の色の検査

上述の4項の工程で調色した塗料を準備し、本塗装する。しかし塗装の厚みや下処理の違いなどから、仮塗りの板の色でボディーの色との整合性を確認した後であっても、色見が違ふこ

とが起こりうる。つまり塗料の準備の段階で色が合ったとしても、本塗装後のチェックは必須である。

4 項の工程での仮塗りは塗膜の厚さや下地も色の見えに関係するので、実際の塗り方も考慮が必要であるが、品質に関して意識の高い板金修理業者ほど出荷前の色の検査は怠らない。

6. 外装品の色彩評価

車体だけでなく、バンパー、フェンダー・ドアミラーなどの外装品の色彩管理・評価にも使用されている。外装品は車体(アルミ)と違う素材(樹脂など)でつくられており、違う素材に同じ塗料を塗っても発色が違うことが多い。提供される限度見本の範囲内に塗装して納品するためには、部品メーカーそれぞれが塗料の調色に細心の注意が必要であるし、実際、非常に細かく管理している。

7. 内装品の色彩評価

プラスチック、樹脂成型品、革製品、テキスタイル、ゴムなど、内装品の素材は多岐にわたる。それぞれの表面反射率が違ううえに凹凸もそれぞれなので、管理は難しい。要求される色彩管理も納入する自動車メーカーによってさまざまなようだが、ロット間の誤差や部位による違いがあってはならない。

たとえばトランクルームに貼(は)る生地と室内床の生地の色は合わせなければならないなど、車内インテリアメーカーが同一車種に違う製品を納入する場合、納入ロットの違う製品が同じ車に取り付けられるケースがある。このような場合、車内インテリアメーカーはロット間の誤差をなくす努力が求められ、その管理のために人工太陽照明灯を使用している。

8. 電装品の研究開発・検査

車載ディスプレイやインストルメントパネル(インパネ)には、反射防止膜が施されている。フィルムやガラス、アクリルなど素材は部位や電装メーカーによってさまざまであるが、車内に入り込む太陽光などの外乱光の反射が大きければ視認性を確保するためにディスプレイの輝度を高く設定する必要がある、バックライト等の寿命に影響を及ぼす。したがって反射防止が

施されるわけであるが、反射防止性能を含めたディスプレイ・インパネの視認性評価のために人工太陽照明灯が使われている。ここで使われる人工太陽照明灯は色彩評価よりもずっと高照度で照明できるスーパースポット形が使われるケースが多い。

9. 自動運転, ADAS 関連

調色やコーティングとは関係ないが、近年の自動運転技術開発のための LiDAR や車載カメラ、センサー評価用に人工太陽照明灯の応用製品が使われることが多くなってきた。色関連の用途であれば可視光が自然太陽光に近似していればいいが、近年の車載センサーは赤外線を使うことが多く、可視光に加え、近赤外域の光も自然太陽光近似が求められる。

また、光の平行度を要求するメーカーもあり、より高精度に太陽を模擬したソーラシミュレータの導入を検討推進するメーカーが増えてきた。

10. 反射防止材の開発, 評価

コーティングや保護ガラス、保護シールなどの検査における事例を紹介する。

8 項でも触れたが、近年、反射防止性能を高める製品・素材の開発が盛んに行われている。代表例はスマートフォンの保護シートである。反射特性を抑え透過特性を高め、さらに波長依存性を極限まで抑えたタッチパネル対応の保護シートがスマートフォン用に採用されている。

ディスプレイの見えはカメラ性能の向上と共に色再現性が高まり、保護シートがディスプレイの性能の邪魔をしないことが求められる。ディスプレイメーカー、スマートフォンメーカー、保護シートメーカーがこれらの評価をする際に人工太陽照明灯を使用している。

11. 赤外線カット・吸収体の評価

特に自動車用ガラス、建築用ガラスなどの赤外線カット機能の評価に人工太陽照明灯が使用される。

赤外のエネルギー量も自然太陽光の近似が求められ、人工太陽照明灯用にラインアップした特殊な光学フィルターを選択することで要求仕様を満たすことが可能になる。

12. コーティングの評価

製品の表面のコーティングは、製品そのものにキズを付きにくくしたり強度を保ったり、放熱性や耐紫外線性を高めたりする効果が期待され施される。塗装がコーティングの役割を担う、つまりデザインと保護が塗装で両立することはあるが、製品によっては塗装できない場合もあり、この場合はコーティングで保護することになる。

コーティングにデザインの役割やキズ防止が求められる場合は色彩評価用人工太陽照明灯が、耐紫外線性や放熱性が求められる場合は紫外・赤外が太陽光に近似した太陽エネルギー評価用人工太陽照明灯が使用される。これらの用途の違いはフィルターの選択で対応できる。

13. 光触媒の開発

多くの光触媒製品は紫外線に反応して汚れ防止などに効果を発揮する。特に建物の外装に光触媒を施す場合は、太陽光での評価検証が必須である。多くの光触媒製品の研究開発に人工太陽照明灯が使用されている。

最近では、展示会で光触媒効果をアピールするため人工太陽照明灯が使われるケースも増えてきている。

14. 保護ガラスの評価

保護ガラスの性能評価については前述の通りであるが、保護ガラスは透明体であるため、ガ

ラスメーカーはキズや歪(ゆが)みの検査にも注意を払っている。太陽のもとではキズがよく見えるという声もあり、実際、人工太陽照明灯が使われるケースもあるが、実は万能とはいえない。キズの種類やサイズ、背景などさまざまな要因で、見える場合と見えない場合がある。

当社でもどのようなキズなら見え、どのようなキズなら見えないのかは把握できていない。キズの検出で使用したいと問い合わせられてくるユーザーにはデモ機を貸し出し、ご自身で評価していただくことで対応している。

15. カメラレンズ

カメラレンズメーカーは、素材のみならずコーティングで収差をなくす(小さくする)工夫をしている。カメラの性能が非常に高くなり、レンズに求める性能も過去に比べ相当に高くなってきている。最終的に出力される画像・映像が重要であるので、レンズは「いかに邪魔せずに入力と出力をつなぐか」が要求される。カメラレンズの収差や透過特性の評価に、人工太陽照明灯が使用されている。

本稿では、人工太陽照明灯の調色、コーティング・保護材料の用途、アプリケーションについて紹介した。精密な製造管理、品質管理は日本のものづくりの生命線であり、当社がこれを支える一助になっているとすれば素敵なことである。この場をお借りしてすべてのユーザーに感謝を申し上げる。