



COB スポットライトの設計について

目次

1. 概要.....	2
2. COB の特長.....	2
3. スポットライトの構造.....	3
4. 小 LES の優位性について.....	3
5. 設計時の注意点.....	7
6. 高彩色 COB について.....	10
7. まとめ.....	14

本書内に記載する型番 NTCWS024B-V2、NFDWJ130B-V2、NFCLL036B、NFCLL036B-M2、NFCLL036B-M3 および NFCLL036B-M7 は弊社製品の型番であり、商標権を有する可能性のある他社製品といかなる関連性・類似性を有するものではありません。

1. 概要

近年、LED の普及により種々の照明器具の光源が LED へと置き換わり、LED 照明がますます身近なものとなっています。スポットライトについても例外ではなく、従来の HID ランプやハロゲン電球を用いたスポットライトから LED を用いたスポットライトへ、LED もパッケージを複数実装したものから COB へと移行が進んでいます。

LED スポットライトは低消費電力、長寿命であることはもちろん、次のようなスポットライトとしての用途に適した特長があります。

LED の光には可視光以外の放射がほとんどないため、熱や紫外線を避けるべき被照射物(生鮮食品、冷凍食品、衣服、絵画、写真等)への照明に適しており、食品スーパー、飲食店、アパレル等の商業施設や美術館、博物館での設置に特に有効です。また、ランプ表面温度が低いため発熱が少なく、空調への負荷も低減できます。

スポットライトの重要な役割として、用途に応じて照射対象の本来の色を再現したり見た目を良くしたり質感を高めること、空間を効果的に演出することなどがあります。これまで LED スポットライトは、省エネで経済的、環境的に優れてはいるものの、前述のような光の質的な要素に課題がありました。しかし最近では、COB を光源として採用することで多重影を解消し、ムラのない均一で自然な光を実現しています。さらに、高演色や高彩色(特殊演色)のラインナップにより、光の質に関しても従来の光源と遜色ないほどに向上しています。

本書では、一般的な COB の特長、COB スポットライトの構造について示すとともに、弊社 COB の特長とする小 LES(Light Emitting Surface: 発光面)の持つスポットライト設計上の優位性、そしてスポットライト設計時の注意点について解説します。また、用途に応じた弊社高彩色 COB について、高効率、高演色 COB との比較例を示して紹介します。

2. COB の特長

COB は複数のチップを基板上に直接実装した構造のため、照明器具を設計するうえで表 1 のような特長があります。

表 1. COB の特長

特長	解説
組み付けが容易	従来のLEDは基板にLEDを実装した状態でヒートシンクに組み付けますが、COBの場合はヒートシンクに直接組み付けることが可能です。 ⇒ 基板不要, 基板実装(リフロー)工程不要
放熱に有利	従来のLEDと比較し、基板を含めた熱抵抗は低くなるため、放熱に有利な構造です。
照明器具の小型化が可能	高光束の照明器具とする場合、従来の数WクラスLEDを複数個並べるより、10WクラスのCOBを用いることで部品点数の削減、照明器具の小型化が可能です。
多重影のない自然な光	複数のLEDを並べた際に生じる多重影や光のムラは、1個のCOBに置き換えることで解消することができます。

これらの特長を活かし、COB はスポットライトの光源として広く採用が進んでいます。

3. スポットライトの構造

COB を用いたスポットライトの構造の一例を図 1、各構成要素の主な機能を表 2 に示します。

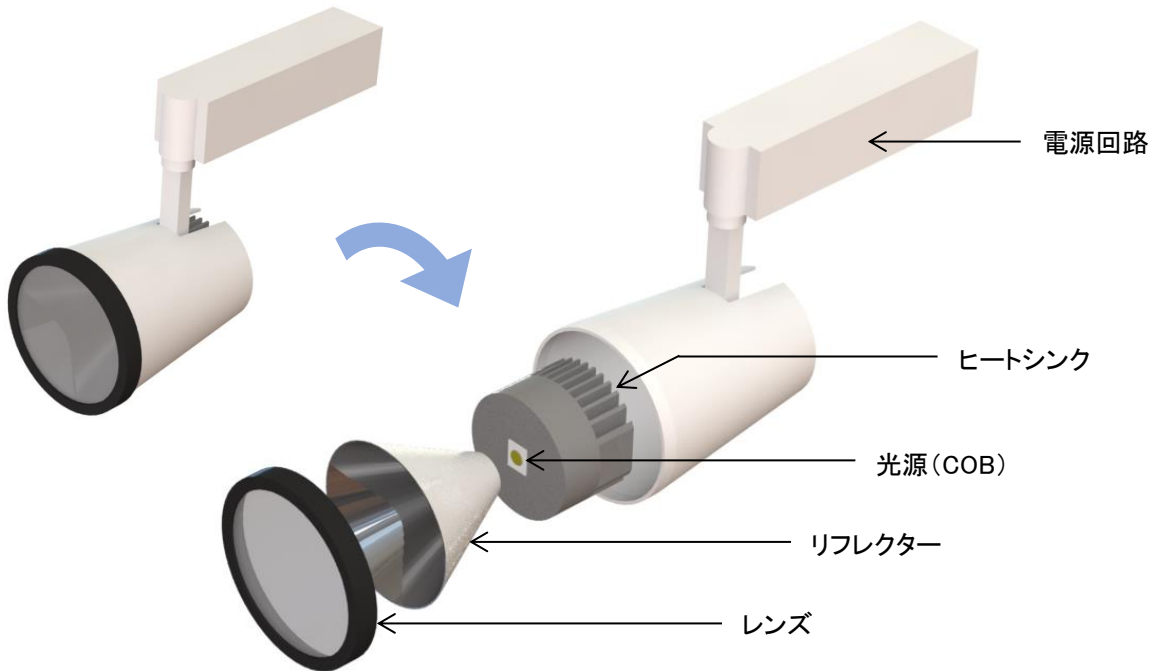


図 1. COB スポットライトの構造の一例

表 2. 各構成要素の機能

構成要素	機能
レンズ	光源からの光を屈折させて発散、集束させることにより配光を制御します。または、透過する光を拡散させて照射面の色や明るさのムラを軽減します。
リフレクター	光源からの光を反射させて効率よく照射方向に光を取り出します。また、配光を制御します。
光源(COB)	照明の明るさ、光色、演色性はCOBの仕様に基づきます。
ヒートシンク	LEDから発生する熱の放熱性を高め、光束低下や寿命悪化を抑制します。
電源回路	商用交流電源より入力された電力をLEDを駆動させるための直流電力に変換します。

4. 小 LES の優位性について

弊社 COB は、LES サイズが他社製 COB に比べて小さく、特に狭角配光のスポットライトを設計する際には次のような優位性があります。同じサイズ・形状のリフレクターを用いる場合、LES の小さい方がより狭角に集光させることが可能です。また、指向角を一定にする場合、LES の小さい方がリフレクターのサイズを小さくできるため、スポットライトの小型化に有利です。

本章では、LES サイズの異なる COB と大きさ・形状の異なる狭角配光リフレクターを組み合わせたモジュールを用い、配光特性を比較した試験および結果について示します。

4.1 試験方法および条件

試験に用いた4種類のCOBを表3に、2種類のリフレクターを表4に示します。COBは、出力がほぼ同等でLESサイズの異なるものを2組選定しました。

表3. 比較に用いたCOB

試験	比較1		比較2	
	①-S	①-L	②-S	②-L
COB	①-S	①-L	②-S	②-L
型番	NTCWS024B-V2	Sample L1	NFDWJ130B-V2	Sample L2
色温度/演色性	5000K / Ra ≥ 80		5000K / Ra ≥ 80	
外形図 [mm]				
LES直径 [mm]	φ 6.7	φ 9.0	φ 14.6	φ 18.5
LES面積 [mm ²]	35.3	63.6	167	269
LES面積比	0.55	1.00	0.62	1.00
指向角 [°]	118	121	116	120

表4. 評価に用いたリフレクター

リフレクター	A	B
メーカー	NATA Lighting	
型番	2-1120-E	4-1761-E
サイズ	図3参照	
外観※		

※ヒートシンクに取り付けた状態(図2参照)

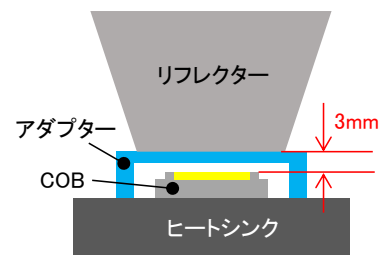


図2. 評価モジュール

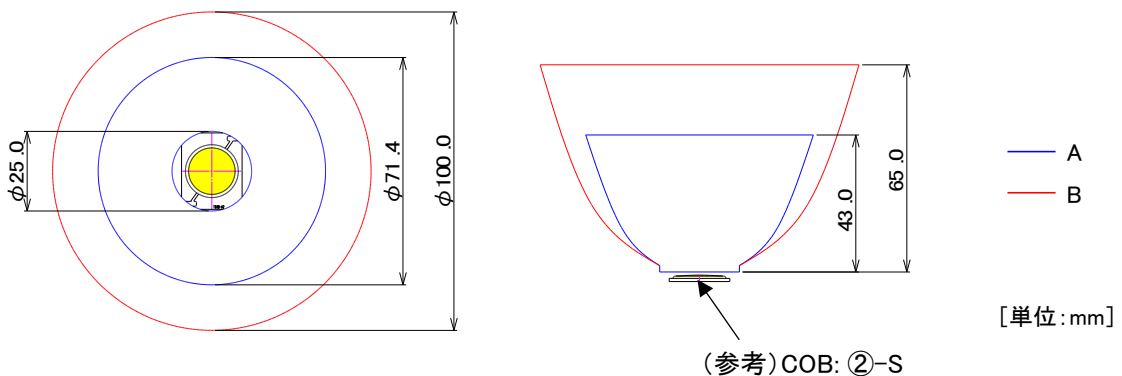




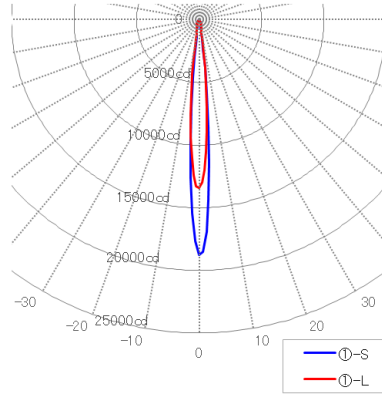
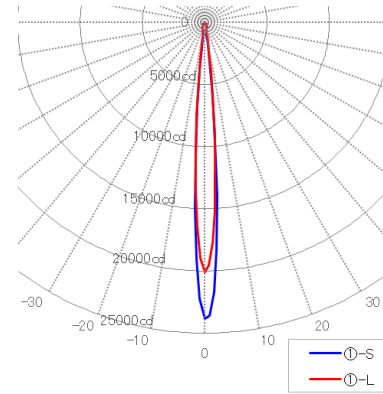
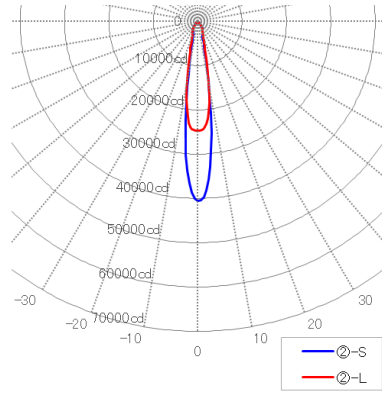
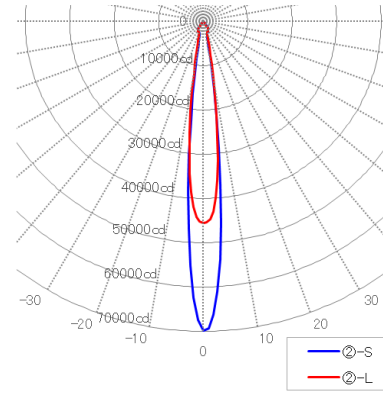
図3. リフレクターのサイズ

This document contains tentative information, Nichia may change the contents without notice.

4.2 光束一定での配光特性

光束を一定にした場合の配光特性について、比較結果を表5に示します。LESサイズの小さいCOBの方が中心光度は高くなり、指向角は狭くなることが分かります。つまり、より効率的に狭角に集光できるということです。

表5. 光束一定での比較

リフレクター	A		B	
モジュール外観				
COB	①-S	①-L	①-S	①-L
LES直径 [mm]	Φ6.7	Φ9.0	Φ6.7	Φ9.0
光束 [lm]	1000	1000	1000	1000
中心光度 [cd]	18763	13428	23818	20060
中心光度/光束 [cd/lm]	18.8	13.4	23.8	20.1
指向角 [°]	8.3	10.0	7.4	8.3
配光				
COB	②-S	②-L	②-S	②-L
LES直径 [mm]	Φ14.6	Φ18.5	Φ14.6	Φ18.5
光束 [lm]	6000	6000	6000	6000
中心光度 [cd]	40498	24708	69804	45585
中心光度/光束 [cd/lm]	6.7	4.1	11.6	7.6
指向角 [°]	15.1	21.1	10.7	14.9
配光				

4.3 中心光度一定での配光特性

中心光度を一定にした場合の配光特性について、比較結果を表6に示します。指向角に着目すると、LESサイズの小さいCOB①-SとリフレクターA、LESサイズの大きいCOB①-LとリフレクターBの組み合わせ、またCOB②-SとリフレクターA、COB②-LとリフレクターBの組み合わせでそれぞれの指向角がほぼ等しくなっています。このことから、中心光度と指向角を設定した場合、LESサイズの小さいCOBの方がリフレクターを小さくできることが分かります。

表 6. 中心光度一定での比較



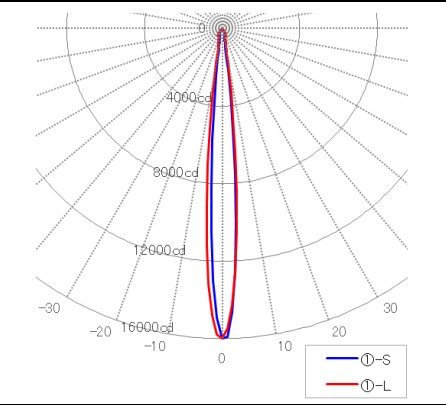
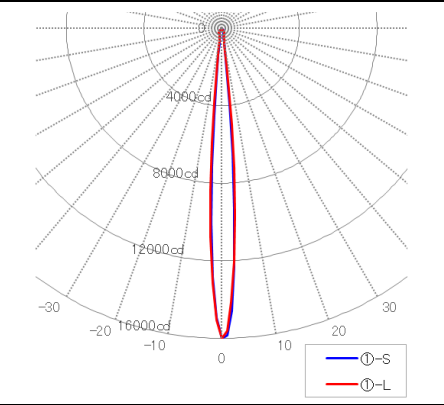
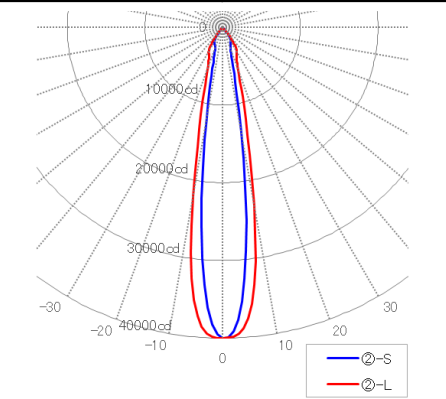
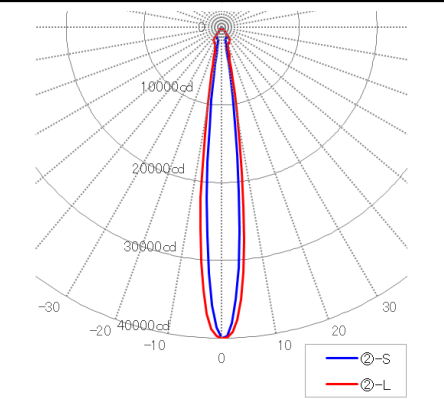
リフレクター	A		B	
モジュール外観				
COB	①-S	①-L	①-S	①-L
LES直径 [mm]	Φ6.7	Φ9.0	Φ6.7	Φ9.0
光束 [lm]	853	1192	672	797
中心光度 [cd]	16000	16000	16000	16000
中心光度/光束 [cd/lm]	18.8	13.4	23.8	20.1
指向角 [°]	8.2	10.1	7.4	8.3
配光				
COB	②-S	②-L	②-S	②-L
LES直径 [mm]	Φ14.6	Φ18.5	Φ14.6	Φ18.5
光束 [lm]	5926	9746	3443	5262
中心光度 [cd]	40000	40000	40000	40000
中心光度/光束 [cd/lm]	6.8	4.1	11.6	7.6
指向角 [°]	15.1	21.2	10.8	14.9
配光				

表 6 の結果より、光束に着目すると、LES サイズの小さい COB の方が一定の中心光度を得るのに必要な光束は低いことが分かります。このことから、光束を低減できることによる効率の向上が見込まれます。

比較する LES 大小 2 つの COB (①-S と①-L、②-S と②-L) の光束・効率に関する特性が同じであると仮定した場合、両 COB の効率の差は図 4 に示す通りとなります。

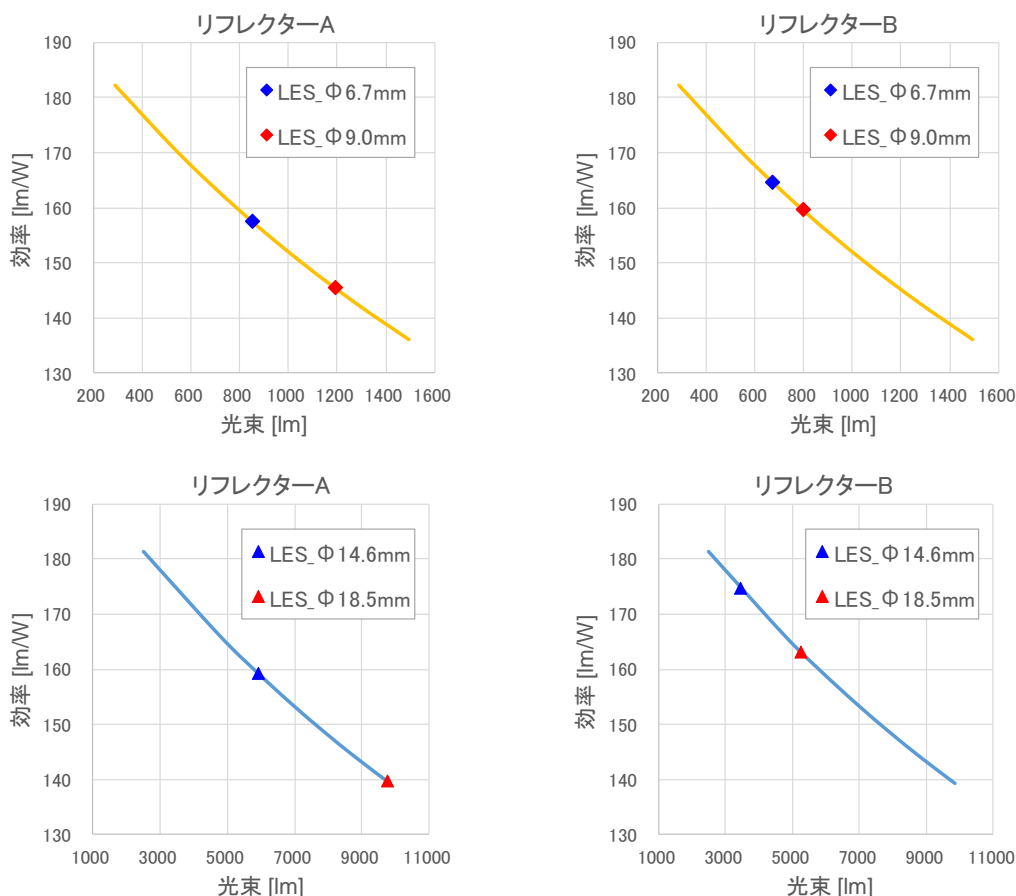


図 4. 中心光度一定における小 LES の効率の優位性 (T_j=85°C)

5. 設計時の注意点

LED の寿命はジャンクション温度 (T_j) が大きく影響します。点灯時のジャンクション温度 (T_j) の上昇を抑制するために、照明器具の放熱設計は非常に重要なポイントとなります。また、照明器具の耐電圧設計を検討する際にも、放熱性への影響を考慮しなくてはならない場合があります。

本章では、COB を光源としたスポットライトを設計する際の注意点について解説します。

5.1 COB のヒートシンクへの組み付け方法

COB をヒートシンクへ組み付ける際、ヒートシンクとの密着性を高めより良い放熱効果を得るために、COB とヒートシンクの間には放熱材 (特に放熱グリス) を用いること、専用の COB ホルダーを用いることを推奨します。ただし、放熱材は熱伝導率や厚さなどの条件によって十分な放熱効果が得られない場合がありますので、十分に検証を行ってください。

ホルダーは一般的にねじで固定する仕様です。その締め付けトルクはヒートシンクとの密着性に大きく影響しますので、締め付けトルクの管理は重要です。適正な締め付けトルクはホルダーによって規定されていますので、その適正範囲から外れないように管理値を設定してください。必要以上に高くし過ぎると、COB のセラミック基板に割れが生じる恐れがあります。

また、これらの部材を選定する際、熱や光の影響によって発生する揮発成分が下記のような COB の不点灯や性能低下の原因となる場合がありますので、十分な注意が必要です。

- ・腐食性ガス：電極部分で化学反応を起こすことによって、導通・接続不良に繋がる可能性があります。
- ・揮発性有機化合物 (VOC)：樹脂内部で VOC が変色し、光束低下・色ずれを発生する可能性があります。
- ・ハロゲン化合物、リン化合物：樹脂割れの発生により、光学特性へ悪影響を及ぼす可能性があります。

放熱材やホルダーを使用する場合、熱や光による経年劣化 (特性の劣化や寸法の変化) が生じると保持状態が変化し、放熱悪化による COB の性能低下や不点灯の原因となりますので、信頼性についても十分に確認してください。

端子電極部の接続を手はんだ作業で行う場合、リード線接続後の過度の負荷により電極剥がれの懸念がありますので注意してください。また、はんだの含有成分 (ハロゲン等) が電極部と基板の密着強度を低下させる場合がありますので、はんだの選定についても注意が必要です。

5.2 COB 組み付け面の平坦性

COB とヒートシンクの密着性は、組み付ける面の平坦性も大きく影響します。表面が粗い、凹凸形状、穴がある、異物がある等の場合、放熱性が著しく低下する可能性があります。

また、このような平坦性を欠いた面へのホルダーでの COB 組み付けは、たとえ適正な締め付けトルクであっても、セラミック基板の割れを引き起こす可能性があります。

5.1～5.2 節で述べた内容に関する詳細は、アプリケーションノート「COB 組み立て・取り扱いについて」「COB 筐体との密着性と放熱効果」「COB へのリード線取り付け作業」をご参照ください。

5.3 COB のジャンクション温度 (T_J)

COB のジャンクション温度 (T_J) は、以上のような内容に注意して効率的な放熱対策を施し、仕様書に記載の最大ジャンクション温度 (T_{Jmax}) を超えることがないようにしてください。ジャンクション温度 (T_J) を推定する方法として、次の式①から算出することが可能です。

熱抵抗値 ($R_{\theta JC}$) は仕様書をご参照ください。ただし、個体差 (ばらつき) を考慮して、標準値ではなく最大値を使用してジャンクション温度 (T_J) を算出してください。

$$T_J = T_C + R_{\theta JC} \times W \quad \dots \text{式①}$$

T_J	: ジャンクション温度 [$^{\circ}\text{C}$]
T_C	: ケース温度 [$^{\circ}\text{C}$] (図5参照)
$R_{\theta JC}$: チップから T_C 測定ポイントまでの熱抵抗 [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$] ※仕様最大値で計算
W	: 投入電力 ($= I_F \times V_F$) [W] (I_F : 順電流, V_F : 順電圧)

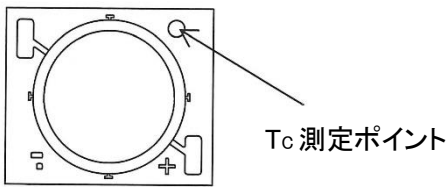

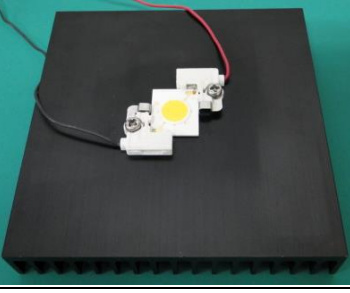



図 5. T_C 測定ポイント

なお、放熱材の熱抵抗やヒートシンクの材料特性および表面状態により熱抵抗値 ($R_{\theta JC}$) が変化することがあります。そのため、サーモグラフィ等で COB 発光部の表面温度や熱分布 (均一性) を確認することは非常に有効です。ただし、得られる表面温度は LED 上面を覆う樹脂層表面の温度であり、実際のジャンクション温度 (T_J) とは異なります。あくまでジャンクション温度 (T_J) 算出値の妥当性を確認するための参考値としてください。

表 7 に、ケース温度(T_c)測定値を用いて式①より求めたジャンクション温度(T_j)と、サーモグラフィを用いて測定した COB 発光部表面温度(最大値)の比較例を示します。両値はよく近似しており、推定したジャンクション温度(T_j)は妥当であることが分かります。もし、両値に極端な差が生じている場合は、COB の組み付け状態不良等が考えられますので、再度確認を行ってください。

表 7. サーマグラフィによるジャンクション温度(T_j)算出値の妥当性確認例

型番	NFCLL036B	ヒートシンクへの組み付け	サーモカメラ	FLIR T620									
外観													
色温度	4000K	中央部にホルダーを用いて固定 放熱グリス使用	<table border="1"> <tr> <td>最大</td> <td>58.9</td> </tr> <tr> <td>最小</td> <td>42.4</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>51.7</td> </tr> </table>		最大	58.9	最小	42.4	平均	51.7			
最大	58.9												
最小	42.4												
平均	51.7												
演色性	R8000												
$R_{\theta_{JC}}$ (最大値)	2.1 °C/W												
エージング 条件	投入電力	10 W	<table border="1"> <tr> <td>発光部表面温度(※) [°C]</td> <td>最大</td> <td>58.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最小</td> <td>42.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>平均</td> <td>51.7</td> </tr> </table>		発光部表面温度(※) [°C]	最大	58.9		最小	42.4		平均	51.7
発光部表面温度(※) [°C]	最大	58.9											
	最小	42.4											
	平均	51.7											
	時間	60 min											
T_c 測定値	38.7 °C												
T_j 算出値	$T_j = 38.7 + 2.1 \times 10 = 59.7$ [°C]		※円内領域の表面温度(最大▲, 最小▼)										

両値はよく近似しているため、 T_j 算出値は妥当

有効な熱評価を行うための注意事項として、想定される最大の周囲温度、可能な限り最終製品に近い照明器具状態、実際の使用状態を想定した照明器具姿勢や取り付け状態、エージング後の完全な熱飽和状態で評価してください。

ジャンクション温度(T_j)は COB や電源回路等、個々の部材の特性ばらつきによっても変動する可能性がありますので、必ず余裕を持った設計を行ってください。

5.4 COB への入力電流

COB への入力電流は、いかなる場合でも仕様書に記載の最大定格電流を超えないよう電源回路設計を行ってください。COB の性能低下や不点灯を引き起こす恐れがあります。リップルの大きな電流波形の場合、平均値が最大定格値以下であっても瞬間的に超える恐れがありますので、必ずオシロスコープ等でピーク電流が最大定格値を超えていないことを確認してください。

また、電流値を高くすることで COB の光束は上昇しますが、前節の式①からも分かるようにジャンクション温度(T_j)も上昇しますので、電流値の設定は寿命への影響も考慮してください。

5.5 COB 充電部とヒートシンク間の耐電圧

電気機器の耐電圧は、電源系の種類と公称電圧によって規定されています。固定配線設備中の照明器具、例えば屋内店舗用スポットライトの場合、定格電圧 AC100V であれば耐電圧 2.5kV が要求されます。

COB 充電部とヒートシンク間の必要な耐電圧を確保するためには、絶縁体であるセラミック基板の COB が有効です。また、場合によっては、さらに絶縁シートを施すなどの COB 充電部とヒートシンク間の沿面距離を延長する工夫が必要になります。ただし、絶縁シート等の使用は放熱性の悪化に繋がりますので、耐電圧だけでなく放熱性に関しても十分に検証を行ってください。

6. 高彩色 COB について

スポットライトの用途によっては、照射対象をより効果的に見せるという光の質的な要素も設計上必要になります。弊社では、照射対象や目的に応じて照射物の彩度を高める特殊な演色性仕様の高彩色 COB (下表 8) を取り揃えています。

本章では、高彩色 COB について一般的な高効率 COB (演色性ランク R8000) および高演色 COB (演色性ランク R9050) との比較例を示しながらご紹介します。

なお、比較例で示したデータは、無作為に抽出したサンプルの測定データです。同じ色調の COB でもスペクトルや他の数値は異なる可能性がありますので、参考としてお取り扱いください。

また、高彩色 COB のラインナップにつきましては、弊社ホームページよりご確認ください。

表 8. 高彩色 COB の種類

演色性ランク	旧識別型番	用途
Rs020	M2	精肉用
Rs030	M3	生鮮品用
Rs075	M7	服飾用

6.1 高彩色 COB の色度ランク

高彩色 COB Rs020 (M2)、Rs030 (M3)、Rs075 (M7) の色度ランク (3step*) を図 6 に示します。

※2step の色度ランクが設定されている品種もあります。

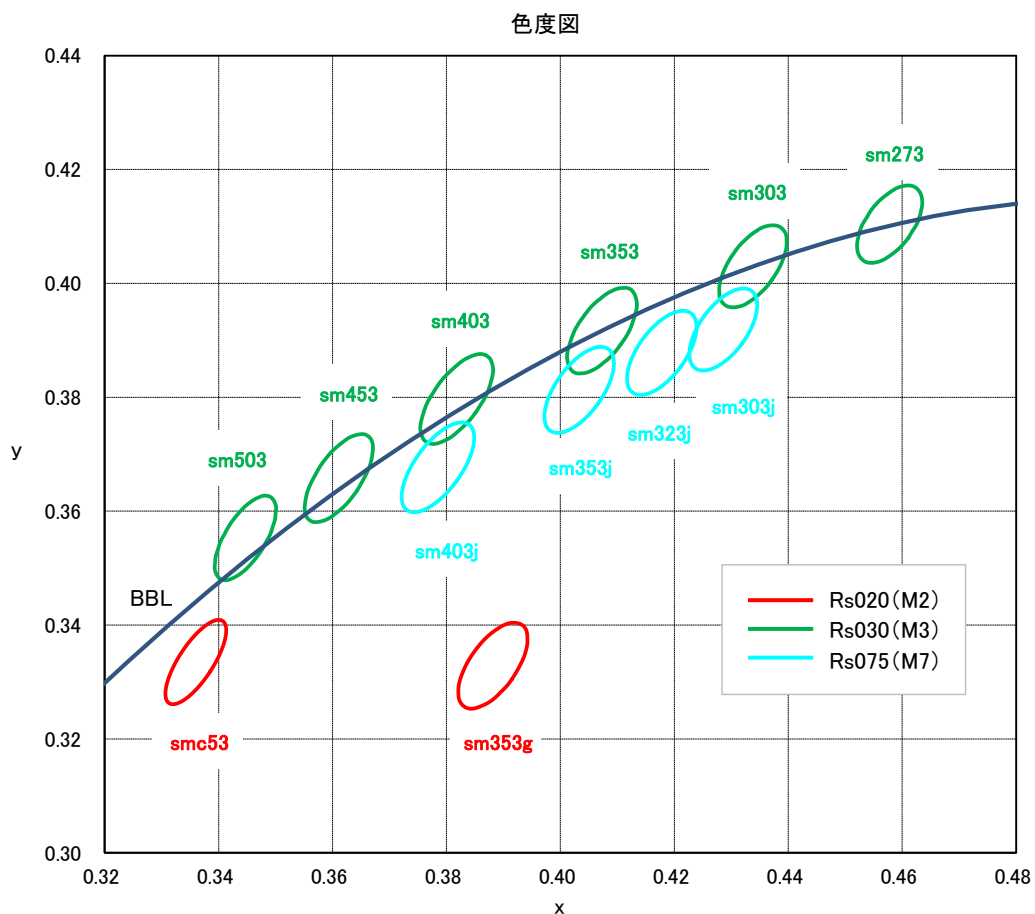


図 6. 高彩色 COB の色度ランク

6.2 演色性ランク Rs020(旧識別型番:M2)

演色性ランク Rs020 は、赤スペクトルを強調し赤色に映える光質を再現するとともに、黄スペクトルを抑えて白色の黄ばみを抑制した光源です。具体的には、精肉等の照明用光源に適しています。

型番 NFCLL036B-M2 色度ランク sm353g を例に、sm353 演色性ランク R8000、R9050 との比較を表 9 に示します。

表 9. 演色性ランク Rs020(M2)と R8000、R9050 との比較例

型番	NFCLL036B	NFCLL036B	NFCLL036B-M2	
色度ランク	sm353	sm353	sm353g	
演色性ランク	R8000	R9050	現行ランク Rs020 に相当	
外観				
順電流 [mA]	260	260	260	
順電圧 [V]	36.0	36.0	36.0	
光束 [lm]	1350	1130	635	
発光効率 [lm/W]	144	121	68	
色度座標	x	0.413	0.409	
	y	0.395	0.391	
見え方 $T_a=25^{\circ}\text{C}$ $I_f=260\text{mA}$				
発光スペクトル	<p>赤色に映える光質 白色の黄ばみ抑制</p> <p>赤スペクトルを強調</p> <p>黄スペクトルを抑制</p> <p>R9 の赤色を忠実に再現しているわけではありません</p>			
演色性	Ra	83	92	57
	R1	82	95	47
	R2	89	93	74
	R3	96	90	85
R4	83	92	46	
R5	82	94	49	
R6	86	91	68	
R7	85	93	72	
R8	64	87	18	
R9	12	66	-75	
R10	75	83	48	
R11	83	92	35	
R12	71	75	53	
R13	83	95	51	
R14	98	93	88	
R15	75	92	32	

6.3 演色性ランク Rs030 (旧識別型番 : M3)

演色性ランク Rs030 は、光の 3 原色として LED チップの青、蛍光体で緑および赤のスペクトルを強調し彩度の高い光質を意識した光源です。具体的には、生鮮野菜・果物等の照明用に適した光源です。

型番 NFCLL036B-M3 色度ランク sm353 を例に、sm353 演色性ランク R8000、R9050 との比較を表 10 に示します。

表 10. 演色性ランク Rs030 (M3) と R8000、R9050 との比較例

型番	NFCLL036B	NFCLL036B	NFCLL036B-M3														
色度ランク	sm353	sm353	sm353														
演色性ランク	R8000	R9050	現行ランク Rs030 に相当														
外観																	
順電流 [mA]	260	260	260														
順電圧 [V]	36.0	36.0	36.0														
光束 [lm]	1350	1130	815														
発光効率 [lm/W]	144	121	87														
色度座標	x	0.413	0.409														
	y	0.395	0.391														
見え方 Ta=25°C If=260mA																	
発光スペクトル	<p>彩度の高い光質</p> <p>青、緑、赤スペクトルを強調</p>																
演色性		Ra	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
	R8000	83	82	89	96	83	82	86	85	64	12	75	83	71	83	98	75
	R9050	92	95	93	90	92	94	91	93	87	66	83	92	75	95	93	92
	M3/Rs030	78	75	94	82	68	78	92	80	57	15	90	60	95	79	88	71

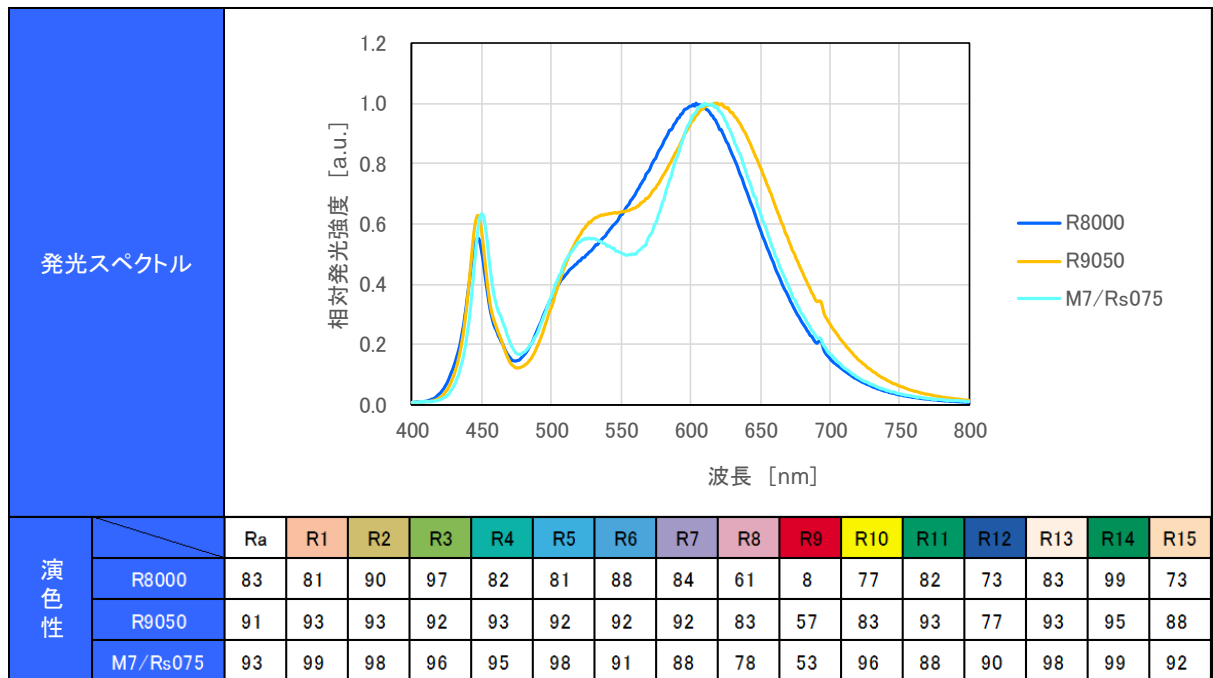
6.4 演色性ランク Rs075 (旧識別型番:M7)

演色性ランク Rs075 は、白色を美しく照射する光質を蛍光体の組み合わせで再現し、発光効率を高いレベルで維持したモデルです。具体的には、服飾等の照明用に適した光源です。

型番 NFCLL036B-M7 色度ランク sm303j を例に、sm303 演色性ランク R8000、R9050 との比較を表 11 に示します。

表 11. 演色性ランク Rs075 (M7) と R8000、R9050 との比較例

型番		NFCLL036B	NFCLL036B	NFCLL036B-M7
色度ランク		sm303	sm303	sm303j
演色性ランク		R8000	R9050	現行ランク Rs075 に相当
外観				
順電流 [mA]		260	260	260
順電圧 [V]		36.0	36.0	36.0
光束 [lm]		1310	1090	1155
発光効率 [lm/W]		140	116	123
色度座標	x	0.435	0.436	0.428
	y	0.405	0.404	0.392
見え方 Ta=25°C If=260mA	R8000			
	R9050			
	M7/Rs075			
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 白色を美しく照射 高い発光効率を維持 </div>		



7. まとめ

弊社 COB は、ヒートシンクへ組み付ける際の放熱設計を確実に行うことで、スポットライトの光源としても優れた性能と高い信頼性を発揮します。

また、弊社では単に高光束、低消費電力、長寿命、高信頼性を目指す照明だけでなく、光の質が要求される用途に対しても有効な光源として COB を提供しています。

本書に記載の注意事項をよくお読みいただき、正しくご使用いただきますようお願い致します。

<免責事項>

本書は、弊社が管理し提供している参考技術文書です。
本書を利用される場合は、以下の注意点をお読みいただき、ご了承いただいたうえでご利用ください。

- ・本書は弊社が参考のために作成したものであり、弊社は、本書により何らの保証をも提供するものではありません。
- ・本書に記載されている情報は、製品の代表的動作および応用例を示したものであり、その使用に関して、弊社および第三者の知的財産権その他の権利の保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- ・本書に記載されている情報については正確を期すべく注意を払っておりますが、弊社は当該情報の完全性、正確性および有用性を一切保証するものではありません。また、当該情報を利用、使用、ダウンロードする等の行為に関連して生じたいかなる損害についても、弊社は一切の責任を負いません。
- ・弊社は、本書の内容を事前あるいは事後の通知なく変更する場合がありますのでご了承ください。
- ・本書に記載されている情報等に関する著作権およびその他の権利は、弊社または弊社に利用を許諾した権利者に帰属します。弊社から事前の書面による承諾を得ることなく、本書の一部または全部をそのままあるいは改変して転載、複製等することはできません。

日亜化学工業株式会社

<http://www.nichia.co.jp>

774-8601 徳島県阿南市上中町岡491番地

Phone: 0884-22-2311 Fax: 0884-21-0148