

報 告

車室内照明へのLED適用

帯刀慶真*1， 稲垣 聡*2， 木野徳人*3

LED Applications for Vehicle Interior Lighting

Yasumasa Tatewaki*1， Satoshi Inagaki*2， Norihito Kino*3

要 旨

震災後の電力不足を背景に，住宅をはじめ店舗・オフィスにおける一般照明のLED化が急速に進んでいる．

車室内においてもLEDの採用が広がっており，近年のLEDの高光度化に伴い，ルームランプ，マップランプといった，機能照明部分にもLEDが採用されはじめており，今後の採用拡大が期待されている．

本報では，これまで豊田合成が手掛けた量産事例，新製品の紹介を交え，長寿命・低消費電力・小型といったLEDの特徴を活かした車室内照明へのLED適用動向と課題，豊田合成の取組みについて報告する．

Abstract

With the rise of the eco-consciousness of these days, LED is progressing quickly as a light source of the interior lighting in residence, store and office.

In the vehicle, LED had begun to be used as the light source of the interior illuminations. Along with the high brightness of LED in recent years, LED is beginning to be adopted also as a functional lighting portion, it called the room-light and map-lamp which need high brightness than interior illuminations, and a future adoption expansion is expected.

In this paper, with the introduction of mass-production examples and new products, we report the trend and the problem to be solved of LED application for vehicle interior lighting.

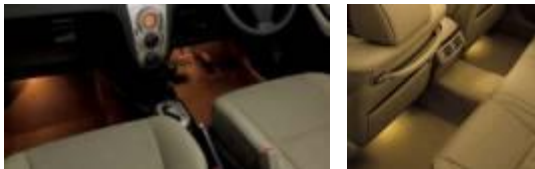
*1 Yasumasa Tatewaki 内外装部品事業部 第1技術部 内装照明設計室
*2 Satoshi Inagaki 内外装部品事業部 第1技術部 内装照明設計室
*3 Norihito Kino 内外装部品事業部 第1技術部 内装照明設計室

1. はじめに

昨今のエコ意識の高まりと共に、住宅をはじめ店舗・オフィスにおける照明のLED化が急速に進んでおり、家電量販店の店頭には様々なLED照明製品が立ち並ぶようになった。

自動車においてもストップランプをはじめとした外装用照明からLED化が始まり、車室内においても足元照明、間接照明といった雰囲気演出を目的としたイルミネーションとしてLEDが採用されてきた。これらイルミネーションに使用される照明は白色以外の有色光（例：青色、アンバー色等）を使用することが多く、また低照度で照明することで落ち着いた空間の演出を行っている。（図 1）

一方、近年のLEDの高光度化に伴い、車室内照明においても明るい白色光を必要とするルームランプ、マップランプといった、いわゆる機能照明部分にもLEDの採用が広がりはじめており、これまで主流であった電球からの置き換えが進んでいる。（図 2）



a) 足元間接照明



b) 天井間接照明

図 1. 当社LED車載製品事例（間接照明）



a) マップランプ

b) ルームランプ

図 2. 当社LED車載製品事例（機能照明）

2. 車載照明へのLED適用

当社における車載照明のLED化は、1996年、小型、長寿命、低消費電力などLEDの特長を生かしたコンソールBOX照明用ランプユニットから始まり、LEDの性能アップの経緯と共にその適用範囲は更に広がる。

ここでは、LEDの特徴、LEDの採用動向、豊田合成の取組み、量産事例について述べる。

2-1. LEDの特徴

LED車載照明を語るにあたり、従来の電球に対するメリット、デメリットを明確にする。

1) メリット

一般的な電球との比較を表 1 に示す。中でも最も知られる低消費電力について、従来の電球を用いた車室内照明を全てLEDに置き換えた際の消費電力低減効果（試算）を図 3 に示す。これはLED化により大幅な消費電力の低減が期待でき、燃費向上・CO₂排出量の削減への貢献が可能となることを示す。

また、赤、緑、青の光の3原色が開発されたことにより、フルカラー表現が実現し、車載照明としての用途が広がった。

表 1. LEDの特徴（メリット）

項目	対電球比較	メリット
長寿命	10倍 以上	・メンテナンスフリー ・交換構造不要
消費電力	約 1/5	・低発熱 ・ランプの小型化
応答性	1/100万 以下	制御のしやすさ
環境負荷物質	水銀レス (対蛍光灯)	適応可

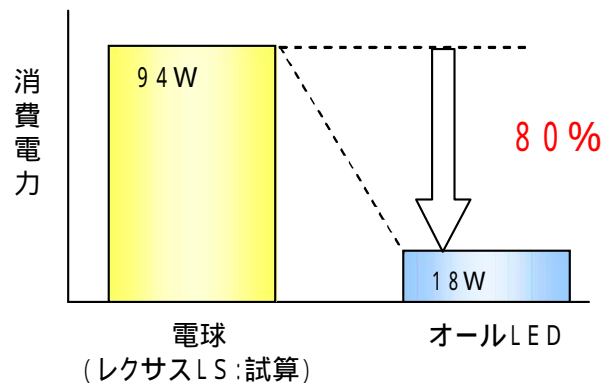


図 3. 室内照明消費電力試算

2) デメリット

車載照明で電球を点灯するには、バッテリーに直接接続することが可能であるが、LEDは電流を制御するため抵抗器が必要となる。(表 2)

更に、車載照明に要求される電気的な信頼性を確保するため、電気ノイズから保護する電子デバイス(整流ダイオードなど)が必要である。つまり、従来、電球1個で成立していた回路がLEDとそれを保護する電子デバイスが必要となり、対電球単品比較ではコストが課題となる。

表 2 . LEDの特徴(デメリット)

電球回路	LED回路
<p>バッテリー</p> <p>電球</p>	<p>抵抗器</p> <p>LED</p>

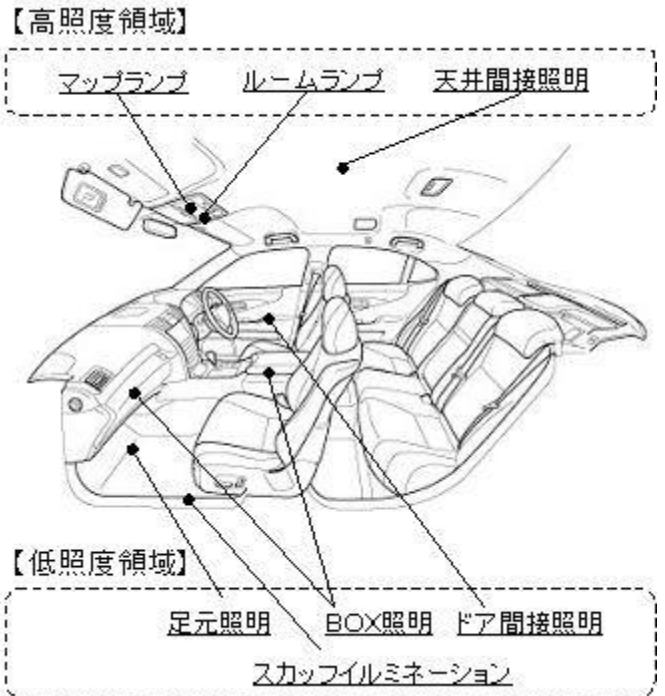


図 4 . 代表的なLED適用部位

2 - 2 . LED化動向

これまで豊田合成で開発した車載照明について解説する。

1) 適用部位の流れ

代表的なLED照明製品の適用部位を図 4 に示す。

開発当初の製品は比較的明るさを必要としない【低照度領域】、足元照明、センターコンソールBOX、グラブBOXやスカッフプレートのイルミネーションとしての用途が一般的であった。更にディーラーオプションで採用となったメータ、天井イルミネーション(図 5)などLEDの特性を生かした色変わりをセールスポイントとする製品用途から広がる。

次に白色LEDの開発とLEDの高光度化により【高照度領域】、マップランプ、ルームランプへの適用が拡大して行く。



a) メータ b) 天井イルミネーション

図 5 . 色変わり製品例

2) LED照明の演出

LED照明の普及と共に、夜の車室内雰囲気演出という考え方が取り入れられる。例えば、従来、電球の足元照明ではドアの開閉によって点灯・消灯という単純な点灯制御が行われてきたが、LED化されたことにより、車両停車中は明るく点灯（図 6）、走行中は薄ぼんやりと点灯するなど、ユーザーの動作に合わせた点灯・消灯ロジックが取り入れられるようになった。

これは先に述べたLEDの特徴である制御のしやすさにより実現した技術であり、車室内の高級感演出に大きく貢献した事例である。

LEDの点灯・消灯制御は、様々な車両信号を基にボディーECU（ECU：Electronics Control Unit）の制御によって行われる。制御ロジックの事例を図 7 に示す。



図 6 . LED照明の事例

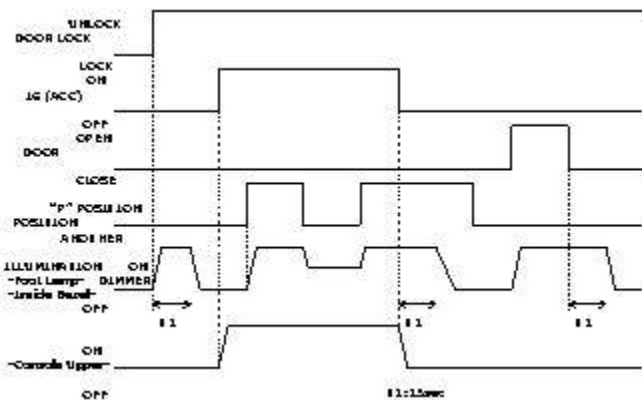


図 7 . 制御ロジック事例

3) 白色LEDの適用

白色LEDの実用化・高照度化により、マップランプ、ルームランプへの適用が可能となった。

当社では、2002年、トヨタセンチュリー用にリア席読書灯を開発・量産化したのを始め、マップ

ランプの光源ユニット化（図 8）により複数の車種に展開を図っている。また、2012年、レクサスGS用に世界初となる面発光ルームランプを開発・量産化に至る。



図 8 . マップランプ光源ユニット

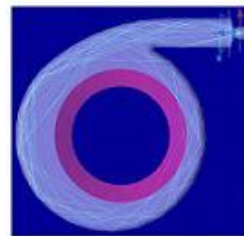
2 - 3 . 豊田合成の取り組み、量産事例

豊田合成の取り組みとして、LEDデバイスの開発はもちろん、意匠部品とのセット開発、更に導光レンズ開発が強みとなる。

光学シミュレーションは短期開発、試作回数の削減に貢献し、更に照明品質向上の手段となる。以下にトヨタbB向けに開発・量産化したスピーカーイルミネーションの事例を示す。（図 9）



a) トヨタbB



b) 光学シミュレーション c) アッシー

図 9 . スピーカーイルミネーション

3 . 新規開発製品

3 - 1 . 面発光ルームランプ

前述の通り、近年ルームランプやマップランプといった機能照明にもLED化が広がっている。アフターマーケット分野においても、電球と交換出

来るLEDランプが市販されているが、点発光のため輝度ムラと光源のグレア感が発生する。

更に、電球では発熱が大きく放熱スペースの確保が必要となるため、ルームランプ等の天井取付け機器においては、頭上スペース確保に障害となる。

これらの問題点を解決すべく『面発光ルームランプ』を開発した。(図 10, 11)

<面発光ルームランプユニット>

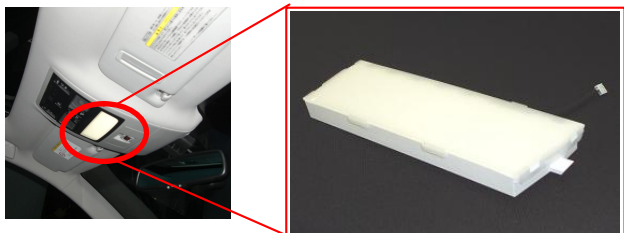


図 10 . 面発光ルームランプ (LEXUS GS)

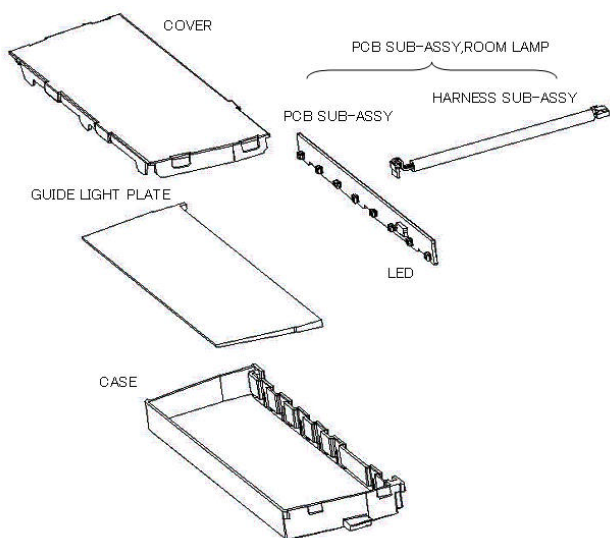


図 11 . 面発光ルームランプユニット構成図

本開発品の特徴を以下に示す。

均一発光：輝度ムラMAX/MIN比 2以下

薄型：導光方式の採用により光源部厚さ15mm

低消費電力：高輝度LED光源により 1.9W

高照度：高輝度LED光源により従来電球品の2倍以上

均一発光、薄型化の実現には導光板の開発がある。電球タイプのほとんどが車両下方にダイレクトに照射する事に対して、本開発品では導光板を使ったエッジライト方式を採用し、光源部厚み1/2以下を実現した。(図 12, 図 13)

<従来の電球ルームランプ>

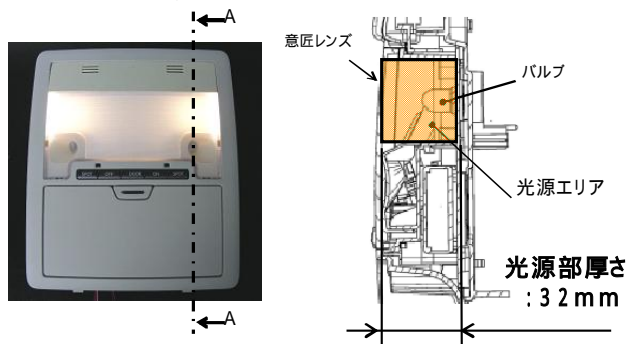


図 12 . 従来の電球ルームランプ

<面発光ルームランプ>

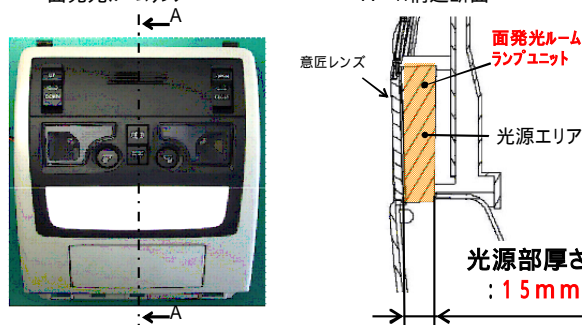
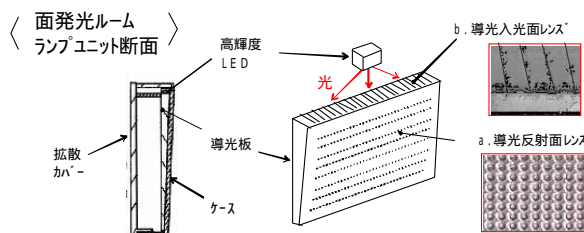


図 13 . LED面発光ルームランプ

更に光学シミュレーションを用い、導光板反射面のレンズ形状/ピッチを最適設計することにより、均一発光と高輝度化を実現した。(図 14)



<光線解析>

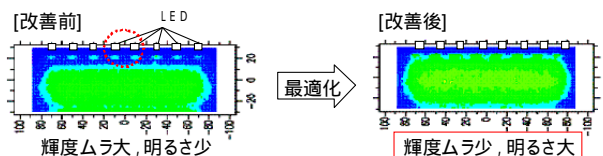


図 14 . 導光板反射面形状と光線解析

LEDを使用し、ランプ全面がムラ無く均一に光るルームランプは世界初の製品であり、高照度、低消費電力かつ、均一面発光照明により、車室内の照明品質の向上への貢献が可能となる。

3 - 2 . マップランプモジュール

ルームランプと並び、高照度なランプとしてマップランプがある。マップランプはルームランプより比較的早くLED化された。これはマップランプが、点発光照明というLEDが比較的得意とする発光方式であるためである。

今回は点発光するLEDマップランプに加え、LEDを点灯・消灯させるスイッチも一つのモジュールに一体化した『マップランプモジュール』を紹介する。(図 15)



<マップランプモジュール>



図 15 . マップランプ (日産アルティマ)

マップランプが搭載されるランプアッシーは高級車を中心に多様化されてきた。従来のランプアッシーにはマップランプの他、ダウンライトやスイッチ等の各種部品が個々に点在しており、レイアウト設計が複雑となると共に、多くの組立工数が必要になる。

本開発品はマップランプ、ダウンライト、スイッチを一つのモジュールにすると共に、スイッチをモジュール内に構成させることで、小型・低コスト・高機能化を実現した。(図 16)

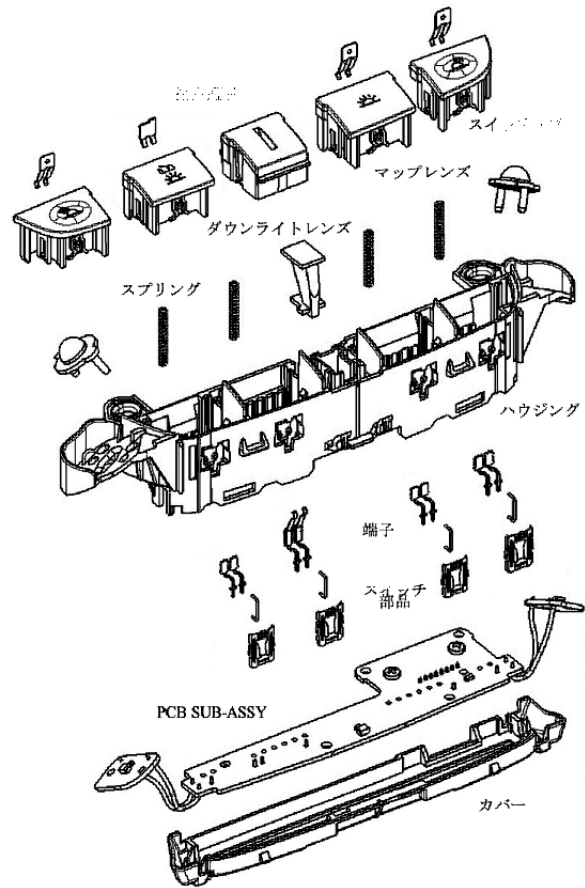


図 16 . マップランプモジュールの部品構成

4 . LED化推進における課題

4 - 1 . 高光度化に伴う問題

高い照度を必要とする機能照明領域のLED化には高光度なLEDが必要となる。近年の急速な高光度LEDの開発に伴って、大きな電流を流す事ができる大電流パッケージのLEDを適用する場合があるが、LEDの寿命や信頼性を確保するために大型の放熱部材が必要となり、省エネ/省スペースといったLEDの特徴を生かす事ができない場合がある。

そこで豊田合成では熱抑制技術を活用し、照明ユニットやASSYの高発光効率化/小型化を実現した。事例として、高輝度な2in1LEDの開発がある。通常1パッケージに1つのLED素子が配置されるのに対し2つのLED素子が配置されているLEDである。同じ明るさを照射するために、2個のLEDを直列に並べるよりも小型化が可能となる。また、大電流パッケージのLEDを使用した場合に対しては、エネルギー活用率(回路全体エネルギーに対するLED投入エネルギーの比)が2倍となり、ムダなエネルギーの発生を抑え、発光効率の向上を図る事が可能である。(図 17)

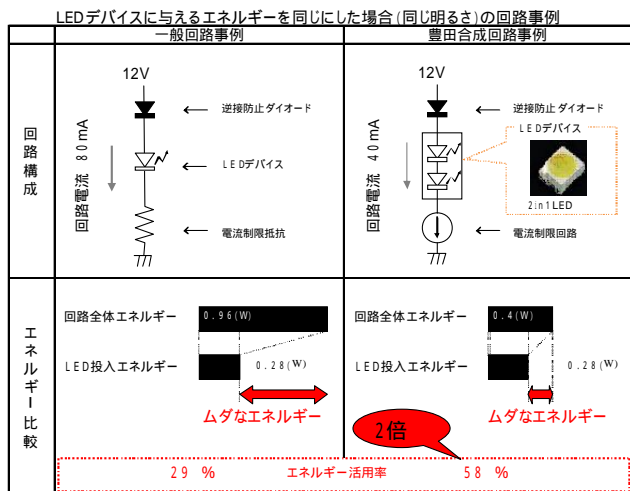


図 17. 高発光効率の例

次に、バッテリー電圧変動を考慮した『電流制御回路』の適用例を紹介する。通常の抵抗制御回路ではバッテリー電圧が10Vから15Vまで変動した際、連動して照度と電流が変動する。ちらつきによる不快感や電流増加による発熱量の増加が発生する。しかし定電流制御回路を搭載した場合、ほぼ一定の電流/照度を得られ、発熱量を抑える事が可能となる。LEDの寿命や信頼性を確保するための放熱板の追加や基板サイズの拡大化などが不要となり、放熱スペースの削減が可能となる(図 18)

・バッテリー変動を考慮した場合の影響

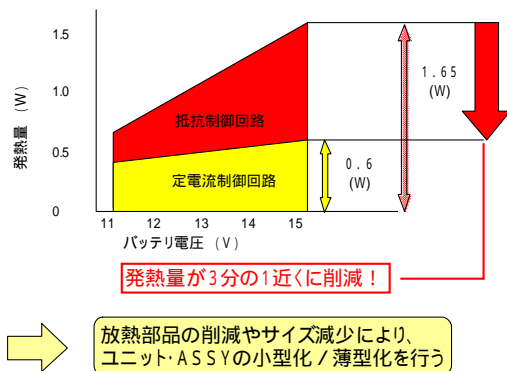


図 18. バッテリー電圧変動時の比較

4 - 2 . コスト

LEDにとってコストは以前からの重要課題であった。光源としてのコストは1lm(ルーメン:光束)を得るためのコストを目安として、光束単価(円/lm)を用いる事が多い。近年の急速な技術開発により、蛍光灯並の光束単価1円/lmの領域にまで近づきつつあるが、照明器としては熱マネジメント、ドライバー、光学部品等の周辺部品を含

めたコスト低減が求められる。

豊田合成は駆動回路の構成を簡素化し、低コストなモジュールを提案している。(図 19)

また当社は、LEDを含めた駆動回路、放熱部品などを一つにモジュール化し、車室内LEDランプモジュールとしてラインナップしている。これらのモジュールをいろいろな室内照明器に適用する事で車両トータルでの低コスト化に取り組んでいる。(図 20)

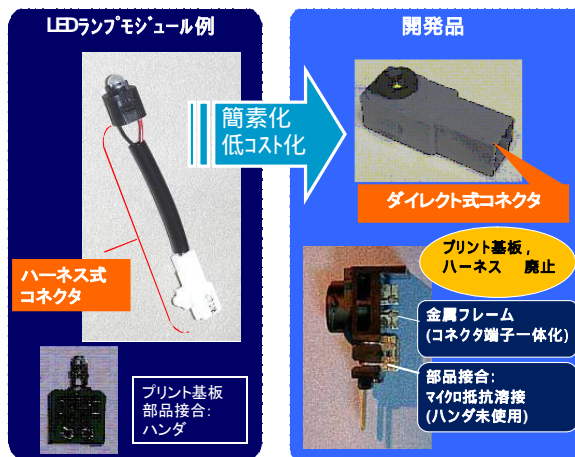


図 19. ランプモジュールの低コスト化の例

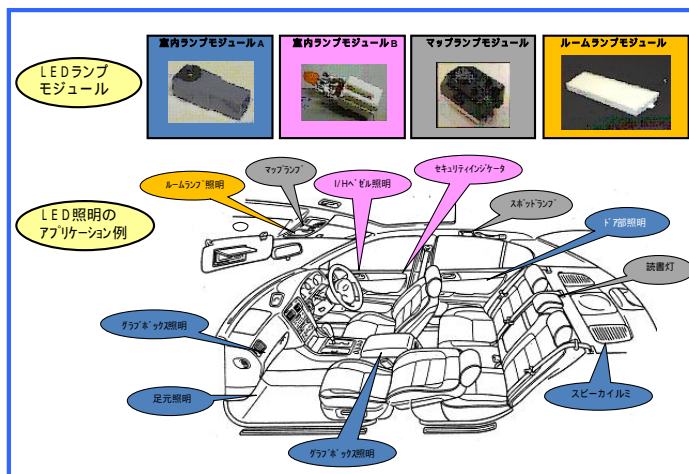


図 20. LEDランプモジュールとアプリケーション例

5 . おわりに

世の中の照明がLEDに切り替わっていく中、車両においてもLED化が進んでいくと考えられる。

日々進化する照明に対し情報のアンテナを高く張り、ニーズを先取りすると共に、車両インテリアの商品力向上の一助となるよう、お客様に満足頂けるLED照明製品の開発に注力していきたい。