自動車用照明の変遷

Transition of Automotive Lamps

1962年生。1987年、山梨大学大学院応用化学専攻課程修了。同年、小林糸製作所に入社。研究部、開発企画室を経て、現在は、技術管理部に所属。

小林 正 幸
Masayuki Kobayashi

◀キーワード：自動車照明，歴史，ヘッドランプ

1. はじめに

近年、巷のカー用品店を回ると、クリアーレンズタイプの標識灯や、高出力電球・着色電球などの自動車ランプの改装用部品が多数店頭に並んでいる。一般の方が自分の自動車を好みに合わせて改造するニーズが高まるほど、ランプは自動車の部品の中ではデザイン性が重要視されている。

自動車ランプは、昼夜を問わず、それぞれの車両をイメージさせる“顔”であり、さらに人の顔に例えるとまさにその人の個性を引き出す“目”である。それ故自動車メーカーもランプのデザインには仕上がりの美しさや斬新さにもかなりの神経を使い、車両の設計を行っている。

しかしながら、このように自動車の主要なデザイン部品の一つであるランプ、特にヘッドランプは、夜間の走行安全を確保するための重要保安部品でもあり、光度、照度、色度、照射範囲（配光）から取り付け位置、個数などが「道路運送車両法の保安基準」で厳しく規定され、この基準を満たさないランプは公道を走行する車両に取り付ける事ができない。つまりは、ランプの認可が下りなければ、市販の自動車は生産する事ができないのである。

自動車の“顔”として、また、安全装備としてそれほどまでに重要な部品である自動車ランプも、自動車の誕生の頃にその姿がなかった事は、あまり知られていないようである^{1)~3)}。

そこで、はなはだ簡単ではあるが、ここに自動車用照明器（ヘッドランプ）の歴史を紹介する。

2. 自動車用前照灯の変遷

2.1 無灯火の時代

様々な見解はあるようだが、一般的に1886年ドイツのBenzによって開発された3輪自動車が自動車の誕生と言われている⁴⁾⁵⁾。

これは、1879年のトーマス・エジソンがフィラメントによる白熱電球を発明してから7年後のことであるが、当時、自動車にはランプは装備されておらず、自動車はもっぱら昼間の乗り物とされていた。

但し、当時の道路交通の主流である馬車にはろうそくや灯油によるランプが装備されており、これらのランプ

が自動車用ランプの原点となる（図1）。

2.2 ろうそく、灯油ランプの時代

自動車ランプの原点は、上述のようにろうそくや灯油ランプであり、ろうそくのランプは1890年頃から1898年頃、灯油ランプはそれ以後1902年頃まで使われていたと言われている。これらのランプは暗く、路面や路上の障害物、人を照らすには至らないもので、他車両の運転手や通行人に自車両を認識させる程度の信号のようなものであった。

従って現在のような道路舗装がされていないこの時代、例え自動車にランプが装備されたといえども無灯火の時代同様に自動車の夜間走行は困難なものであった。

2.3 アセチレンランプの時代

1902年頃より、アセチレンガス灯を利用したヘッドランプが登場し、ようやく自動車による夜間の走行ができるようになった。

このランプはカーバイドと水の反応によりアセチレンガスを発生させ、ノズルより噴出するアセチレンガスを燃焼させる事によって光を得るタイプが主流であった。

アセチレンガスの炎による青白い光はそれ以前のランプとは比較にならないほど明るく、また、この頃には光学技術も進歩してきており、光源となるガス灯と、平たい放物面を持つ反射鏡、素通しレンズによる構成で、中心光度は最大で約5000cdを得る事ができた。

しかしながら、アセチレンガスのヘッドランプは、ヨーロッパの厳冬期には水を供給するパイプ内の水の凍結により、ガスを発生させる事ができなくなるという問題や、雨、突風などにより炎が不安定な状態になる問題、また、ノズルの定期的な清掃を必要とするなどの問題を抱えていた。

いくつかの問題点はあったが、その当時は、路上の車の数は限られており、光の眩しさも問題にはならなかったため、この画期的な明るさを有するアセチレンガスのヘッドランプは、1912年頃までに多くの新型車に搭載された。

2.4 白熱ランプの時代

1908年アメリカで、カーボンフィラメント電球を用いた電気式ランプが自動車ヘッドランプにはじめて使われた。この電球は真空中で現在の電球のようなガス充填式のものではなかった。

但し、この頃の自動車には発電装置はなく、電球に常

図1 光源による自動車用ヘッドランプの変遷

図2 白熱電球ヘッドランプの例

時電気を供給し、光を安定して出し続ける事が難しかったこともあり、電球式ヘッドランプはオプション品で、標準は上述のアセチレンガスのヘッドランプであった。

その後、光源である電球はフィラメントの材料がカーボンから、オスミウム、タンタルを経てタングステンに、そして真空電球がガス充填電球へと改良されていき、最大光度は約30000cdにまで至った(図2)。

そして、1912年世界で初めて電気式スターターを備えたキャデラックに量産モデルとして初めて電球式ヘッドランプが標準装備された。以後他モデルにも電球式ヘッドランプは随時採用され、1915年には窒素ガスを充填したタングステンフィラメント電球が量産モデルに搭載され、1920年頃には欧米の自動車のランプは全て電気式になっている。

そしてこの頃、自動車の走行速度が速くなってきたことも相まって、ヘッドランプの明るさの条件が規定され

るようになり1915年米国・マサチューセッツ州で初めて法制化がなされた。

同じ時期、眩しさに対する議論も盛んになり、通常走行用(遠距離用)の照射とすれ違い用(近距離用)の照射を、ランプ自体を上下に動かすことで切り換える技術がヘッドランプに付加された。また、薄暮時や駐車用と、走行用、または、遠距離用と近距離用の2個の電球を備えるランプも登場した。

そして、1924年米国で、1個の電球で走行用とすれ違い用を切り替えることを可能とするダブルフィラメント電球が開発され、今日の自動車用ランプの原型となっている。

先にも述べたが、明るさの追求と同時に眩しさを抑える必要性により、従来のスポット配光から光の向きや広がり制御するような光学技術が必要となった。そのために、素通しであった全面のレンズは、1920年代より光学制御のためのステップ付のレンズに進化し、不要な方向への光を遮断するためのシェード(遮光板)も1937年頃より登場するようになった。また、これらの技術より、左右対称であったスポット配光のヘッドランプは、現在のような左右非対称となった。

また、当時の電球は(現在でも基本的には同じであるが)フィラメントであるタングステンを電氣的に高温に発熱させ光を発する原理であり、使用中に徐々に昇華したタングステンがより温度の低いガラス内面に付着し、電球が黒くなるため寿命末期において光量が低下してい

図3 シールドビームヘッドランプの例

図4 ハロゲンヘッドランプの例

た。このような劣化の対策として、また、より明るいランプを求めて1939年には米国でシールドビームが開発された。シールドビームはランプ自体が大きな電球のようなもので、ガラス内面が黒色化し難いためランプ寿命の末期に至るまで明るさを確保できるようになり、車両ごとの最大光度も75000cdにまで至った（図3）。

シールドビームはハロゲン電球が登場する60年代までヘッドランプの主流となり、現在でも使用されている。

そして、ランプのデザインに変化が見られるようになったのもこの頃で、当初砲弾型のランプが車の左右に車体から離れて取り付けられていたヘッドランプは、次第に車体と一体化するが、レンズの形状は相変わらず丸形のみであった。

その後、1957年にキャデラックなどに4灯式ヘッドランプが採用され、また、1961年にはシトロエンに角形ヘッドランプが採用された。丸形と角形、2灯式と4灯式というランプデザインの選択肢が広がっていった。

2.5 ハロゲンランプの時代

1962年レース車両にハロゲン電球（H 1バルブ）が初めて採用され、60年代後半より量産車に普及していった。1969年にはフィラメント2個を有するハロゲン電球（H 4バルブ）が開発され、現在でも多くの車両に使われている。

ハロゲン電球は、ハロゲンガスの作用により昇華したタングステンをガラスに付着させずに、再びフィラメント（タングステン）に返すハロゲンサイクルの理論により、小型の電球ではあるが明るく、長寿命で、さらには寿命末期まで明るさが低下しにくい電球である。

図5 HIDヘッドランプの例

(a) H 4 電球

(b) HID 電球

図6 ハロゲン（H 4）電球とHID電球

そして、1978年には米国NHTSA（National Highway Traffic Safety Administration）が車両ごとの最大光度をそれまでの75000cdから150000cdに引き上げるに至った（図4）。

ハロゲン電球の登場により、ヘッドランプのデザインも自動車のデザインニーズに合わせて1970年頃より異形化が始まり、日本でも1979年から異形ヘッドランプが普及し始めた。当初の異形ヘッドランプはガラスレンズに金属反射鏡と、非常に重たいものであったが、ランプを構成する材料もレンズはガラスから樹脂へ、反射鏡は金属から樹脂へと変化し、加工性の向上と軽量化の実現によりますますランプデザインが多様化していく。

2.6 HIDランプの時代

1996年には非常に明るく、青白い光を放つHID（High Intensity Discharge）ヘッドランプが登場する（図5）。

HIDランプは放電灯であり、ハロゲンランプと比べ、消費電力は2/3であるが、明るさが約2倍、寿命も2～3倍という画期的なランプである。但し、ハロゲン電球などと異なり、蛍光灯で言うところのインバータに相当する電子装置（バラスト&スタータ）が必要となること、また、ハロゲン電球ではH 4電球のように電球内に2つの光源を配置できるのに対し、放電灯ゆえ単一光源となる。従って4灯を装備する高級車から採用され始めることとなった（図6）。

最近ではシェードや電球を動かすことにより、ハイビーム（走行用）とロービーム（すれ違い用）を切り換えることを可能とする2灯式HIDヘッドランプも開発され、大衆車や軽自動車にまで普及するに至っている。

HIDランプは、非常に明るいですが、同時に対向車への眩

しさも大変問題となっており、ヨーロッパでは、HID ランプ搭載車には、オートヘッドランプレベルリングとヘッドランプクリーナーの装着が義務づけとなっている。オートヘッドランプレベルリングとは、荷物や搭乗者の満載時や加速時などにヘッドランプの光軸が上方に向く現象を自動的に修正し、ヘッドランプが常に一定の位置を照らすようにする装置である。ヘッドランプクリーナーは、レンズ表面に付着した汚れによる散乱光や光度低下を防止するための装置である。日本ではこれらの装置はまだ義務付けではないが、58年協定（国際的な自動車法規の統一と相互承認を目的として、1958年に関係国間で結ばれた協定）への準拠により、近い将来は義務付けとなるであろう。

2.7 機能性の追求

2 灯式 HID ランプやオートヘッドランプレベルリング、ヘッドランプクリーナーなど最近のヘッドランプには駆動装置や電子装置が装着されるようになってきている。また昨今の安全性追求の動きに伴い、ITS (Intelligent Transport System: 高度道路交通システム) に関連した技術開発や、AFS (Adaptive Front lighting System: 先進前方照明システム) の開発など、ヘッドランプは今後ますます多機能化、高機能化が進展していく(図7)。

AFS とは、自動車の夜間走行安全性向上のため、道路環境（高速道路、郊外、市街地道路、カーブや交差点、対向車の有無、悪天候など）に応じて自動的にそれぞれの環境に合わせた配光になるように制御するヘッドランプシステムであり、近く普及し、将来の主流になることが予想される。

2.8 将来展望

上述の AFS をはじめ、今後ますます安全性の追求が進み、ヘッドランプもより複雑な制御がなされるようになるかもしれない。また、それと共に環境対応も重要視されていき、軽量化やリサイクル、環境負荷物質（有機溶剤や重金属類など）の除去、省エネルギー化が求められる。

そのような中、現在注目されている自動車用ランプの光源には、水銀フリーHIDやLEDなどがある。特にLEDの進化は目覚ましく、現在自動車用途にはハイマウントストップランプやテールランプ、ストップランプなどにごく一部使用されているのみであるが、標識灯の

図7 AFS ヘッドランプの例

LED化は今後ますます進み、いずれは前照灯に使用できるレベルまで明るくなる事が予測されている。LEDのヘッドランプが登場すれば、ヘッドランプの形状はさらに自由度を増し、これまでの常識を覆すようなデザインの自動車が登場するだろう。

また、導光体技術など光学技術を駆使した斬新なデザインのランプもいずれお目見えすることだろう。

3. おわりに

理想的な夜間交通環境（照明環境）がどのようなものであるかは計り知れないが、自動車照明は今後とも夜間の走行安全性向上のため、また、カーデザインニーズやユーザーニーズ、そして環境ニーズに応え、新素材や新技術を取り込みつつ様々に変化していく。

しかし、使い方を誤るとランプは十分な機能を発揮できないばかりか、かえって危険を誘発する。製造者、使用者が一体となり交通事故のない世の中がくることを祈念しつつ自動車照明の歴史の紹介を終わりにしたい。

参考文献

- (1) 石井英機, 小林正自: 自動車と光技術, O plus E, No.174, p. 111 (1994).
- (2) 渡部隆夫: 自動車用照明器の動向と展望 前照灯の動向と光源, 電気・情報関連学会連合大会予稿集 S12-3 (1991).
- (3) 技術探訪シリーズその3・ヘッドランプの最新技術を知る, モーターファン, No.10, p.219 (1991).
- (4) David. W. Moore: Headlamp History and Harmonization, UMTRI-98-21 (1998).
- (5) 山村良夫: Car Watching [ヘッドランプ] その1~その3, トヨタ博物館だより, No.39~41 (1999).