

灯体の違いによる出力光の性質

メタルハライド照明機器の場合

平成13年7月

株式会社 **ナツク** イメージテクノロジー

はじめに

メタルハライド照明機器の光は、3つの構成部品が協力し合った結果が出力光の性質となります。

それは、ランプ、バラスト、灯体です。

ランプはその使用時間、製造過程のばらつき、メーカーによる内部封入物質の違いなど個々に個性があります。

バラストは、メーカーの違いによりランプの個性に影響を受けやすい製品や、ランプの計時変化に対し補正機能が強いものなど、個体差よりも製造メーカー差が大きいようです。

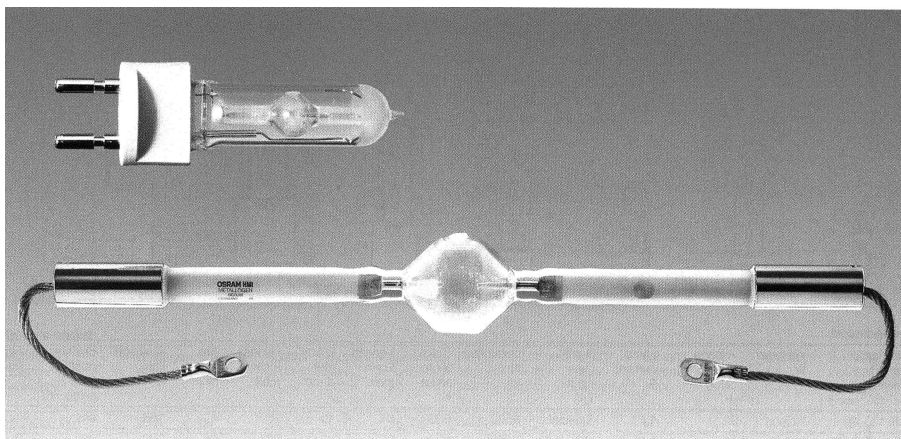
灯体は、数種類の光学系が存在し、その設計によっては光の性質に差が生じます。

以下では、ランプの特徴、特に原理に関わる部分の説明と灯体の種類による光の性質について解説します。

ランプの種類

メタルハライドランプ（通称：HMI、ドイツ・オスラム社の登録商標）は2種類に大別されます。

ダブルエンドタイプ（写真下側）とシングルエンドタイプ（写真上側）です。



【写真1】シングルエンドとダブルエンド

ダブルエンドタイプは全長が長いので、主にフレネルスポットライト用として使用されています。

一方、シングルエンドタイプは電気接点の口金を片側にまとめる方法を採用したので、フレネルスポットを始め、PARスポットライト、オープンフェイスフラッドライトなど光学的に特徴の違う灯体が設計・販売されています。

現在、ダブルエンドタイプはフレネルスポットライトの12KWと18KWのみが製造・販売されています。

それ以外の灯体は、シングルエンドランプを使用するライトと考えて良いと思います。

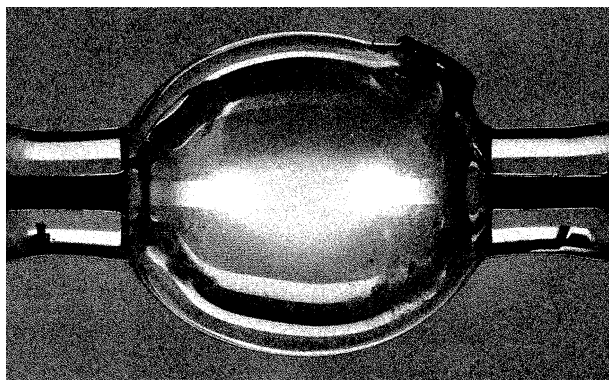
ランプの放電状態

メタルハライドランプは交流方式の放電ランプなので一定時間ごとに放電の方向が変化しています。

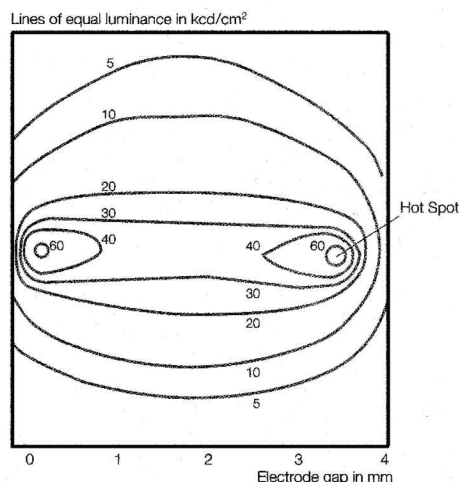
アリ製バラストの場合、フリッカーフリーモードは 75Hz で点灯駆動しています。

【写真2】に基づいて説明しますと、右側電極からの放電が75回 / 秒、左側電極からの放電が75回 / 秒、これが交互に繰り返されます。合計すると1秒間に150回の放電現象が起きています。

ランプは矩形波（くけいは）と呼ばれる特殊な電流で放電発光しています。この電流では交流用ランプでもその光はほとんど一定光量になります。バラストはこの特殊な矩形波を作り出すことと、ランプを発光始動させ安定した発光を維持する役割を果たしています。



【写真2】電極の放電状態



【図1】電極の輝度分布（明るさ）

【図1】はオスラム社発行資料（Metal halide lamps Photo Optics）からの出図です。

ランプメーカーの資料によると各ランプの電極間距離は、

125W	4mm	±0.5mm
200W	5mm	±0.5mm
400W	5.5mm	±0.5mm
575W	7mm	±0.5mm
1200W	10mm	±0.5mm
2500W	14mm	±1mm
4000W	20mm	±1.5mm
6000W	24mm	±2mm

で製造されています。この間隔で放電して光を発します。

【図1】は、オスラム HTI 400W（HMIではないが同等のランプ）の発光状態を示しています。

ランプは左右の電極が一番明るくなっていることがわかります。その2点の間を放電して光を放ちますが、中央部分は電極の半分の光しか発しないことが読みとれます。

【写真2】からもわかるように電極の先端が一番明るく光っている様子が伺えます。

今までこのランプは点光源として認識をしていましたが、正確に分析すると2点の発光点とそれを結ぶ線上を放電して光が出ています。

灯体の種類

アリ社では、シングルエンドランプを使用するライトとして、下記の3種類を製造・販売しています。

オープンフェイスフラッドライト

フレネルスポットライト

PARスポットライト

オープンフェイスフラッドライト

アリ社では、"ARR X"と称する製品を製造・販売しています。

機種は、200W, 575W, 1200W, 2500/4000W兼用, 6000W の5種類。

このライトは、前面に紫外線を吸収するクリアガラスのみが配置された構造になっており、正面から見るとランプそのものが見える状態です。ランプから後方に出た光はランプ中心部には戻りません。出来るだけ広範囲に均一な光が照射されるように配光設計されています。

均一な光が水平・垂直方向に 100°以上の角度で照射されます。

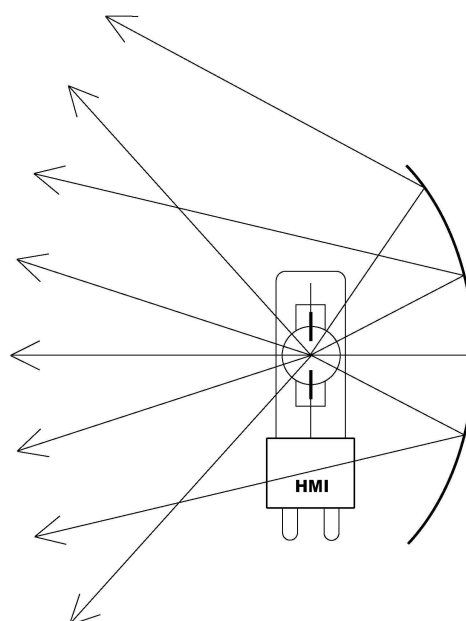
主に水平壁面への均一な照明や天空光用に多く使われています。



【写真3】ARRI X 40/25 (2.5/4KW)

このライトは、ランプの発光そのものの光を照射します。灯体の光学系にほとんど影響を受けていない素直な光が得られます。

他社製品では、デシスティ社(イタリア)のGOYAがあります。



【図2】配光(オープンフェイス)

フレネルスポットライト



【写真4】COMPACT 4000W

アリ社では、"COMPACT" と称する製品を製造・販売しています。

機種は、125W、200W、575W、1200W、2500W、4000W、6000W の7種類。

特徴は、フォーカスノブを回転させることでスポットからフラッドまで連続的に可変できるライトです。

微妙な光量調整ができるので、現在日本では主流に使われています。

ランプから後方に出た光は、リフレクタで反射され、ランプの発光点に戻ります。さらに強められた光が前面に出ます。

しかしレンズ面から見て上下左右の灯体内壁面に照射した光は、反射されることなくロス（損失）となります。

PARスポットライトに比べ、同じ出力のランプでは出力光は弱くなります。

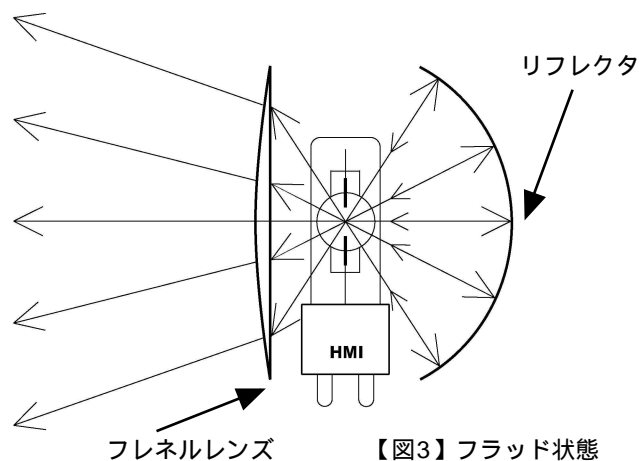
光学的な配置は、図のようになっています。

フォーカスは、ランプとリフレクタが一体となってレンズに近づいたり遠ざかったりして照射角度を変えています。

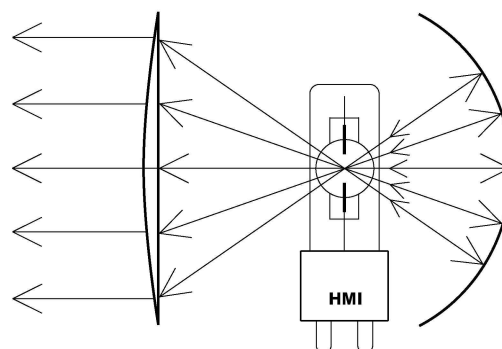
レンズに近づいた状態がフラッド側です。

遠ざかるとスポット光になります。

約6°～55°の照射範囲を連続的に調整できます。



【図3】フラッド状態



【図4】スポット状態

他社製品では、デスティ社（イタリア）の PICCOLO が
あります。

PARスポットライト



【写真5】ARRISUN 40/25 (2.5/4KW)

アリ社では、"ARRISUN, MINISUN, POCKET PAR" と称する製品を製造・販売しています。

機種は、21/50W (MINISUN), 125W, 200W, 400W (POCKET PAR),
200W, 575W, 1200W, 2500/4000W兼用, 6000W, 12000W (ARRISUN) の10種類。

直進性が強い光なので、付属品の拡散レンズ(4~5種類)を取り付けることで、スポットからフラッドまでの配光を行います。照射角度は拡散レンズでおおまかに決めます。

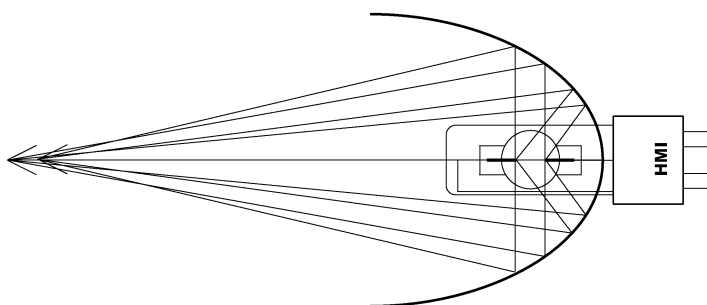
灯体後部にフォーカスノブがあるので多少の照度調整が可能です。照射角度も多少変化します。

ランプは製造誤差によりランプの中心高(発光の中心点)に多少のばらつきがあります。このフォーカス機構により、より正確な焦点出しが可能になります。

PARスポットライトは、フレネルタイプと比較して強い光を出せるのが特徴です。

【図5】スポット状態

光学的な配置は、図のようになっています。

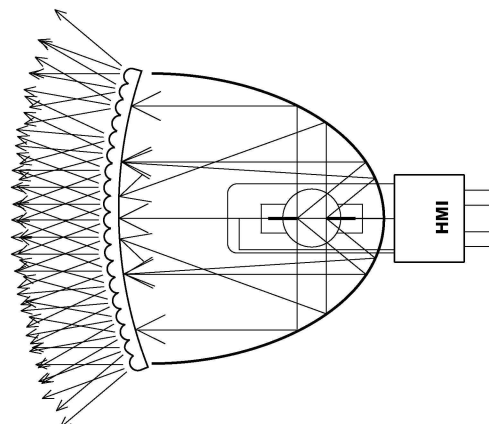


PARとは、Parabolic Aluminum Reflector の略。

ランプを包み込むようにリフレクタが配置されているので

出てきた光はほとんど前面に向かって照射されます。

その直進する光を拡散レンズで広げたりして使われています。



【図6】拡散レンズ取り付け状態

他社製品では、LTM社(フランス)の CINEPAR が
あります。

PARスポットライトの出力光の性質

今までメタルハライド照明機器の灯体における主な特徴を述べてきましたが、いろいろな検証実験を繰り返し行いました結果、下記の事実が確認されました。

この現象はアリ製品だから起こる事ではなく、同じ光学系を持った他社ライトでも起こります。
このことは十分にご理解下さい。

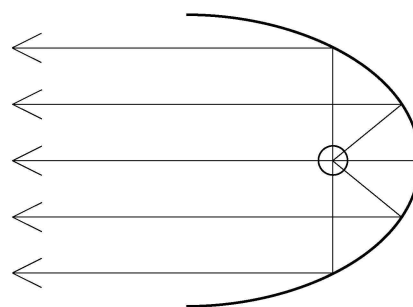
PARスポットライト（アリ社では ARRISUNなど）では、バラストの点灯方式を フリッカーフリーモード（矩形波）で点灯していても、ランプのフォーカス位置によって、又は拡散レンズを使わない使用の場合、出力光にフリッカー成分が多くなることが確認されました。

以下その原因を順に説明します。

焦点位置

【図7】はリフレクタの焦点位置にランプの発光点が位置した場合の図です。

この場合、出力光はほとんど平行光線になり、効率的に照射され、遠くまで明るく照らすことができます。



【図7】

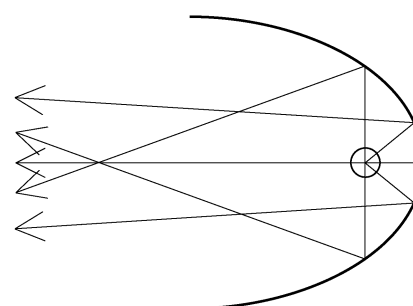
焦点外位置

【図8】は、ランプの発光点がリフレクタの焦点からずれている場合です。

この場合、出力光は平行光線ではなく方向がずれた光になります。
この光を平面壁面に照射すると、照射ムラができてドーナツ状の配光になります。

通常、このような光の状態では使用されません。

ARRISUNシリーズには、フォーカス機構があるのでこのような光の状態を故意に作り出すことができます。



【図8】

実際のランプでは・・・焦点位置

【図9】は、実際にランプの発光点を考慮した図です。

3 ページ【図1】，【写真2】でランプの光は電極部分が一番明るいことを説明しました。

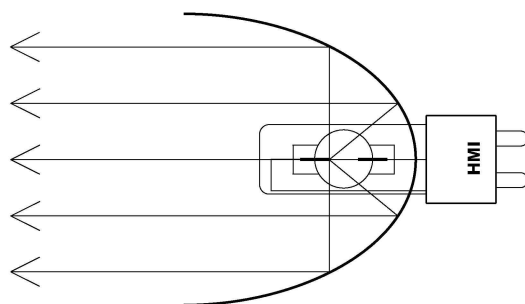
図では左側電極（ランプの上側）がリフレクタの焦点位置に

あり、その電極から放電されている状況を説明しています。

この場合、光はほぼ平行光線で出力されます。

反対側の電極は、電流を受け止める時なので光っていない

状態と考えられます。



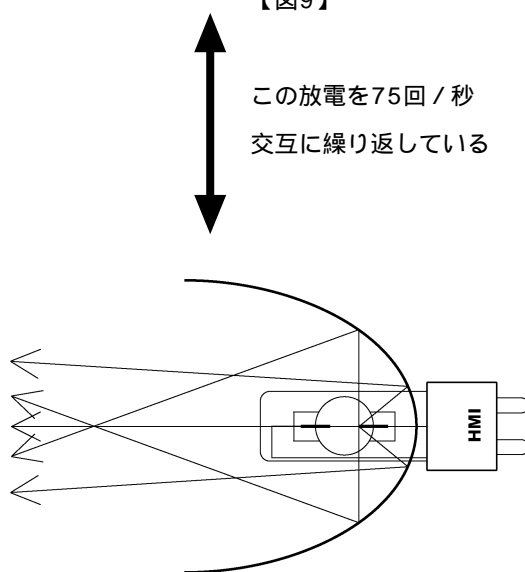
【図9】

実際のランプでは・・・焦点外位置

【図10】は、時間が経過し、反対側の右側電極（ランプの下側）が光放電を始めた状態を示しています。

この場合、とは違って発光点が焦点位置からずれています。

出力光は焦点からずれた状態で照射されます。



【図10】

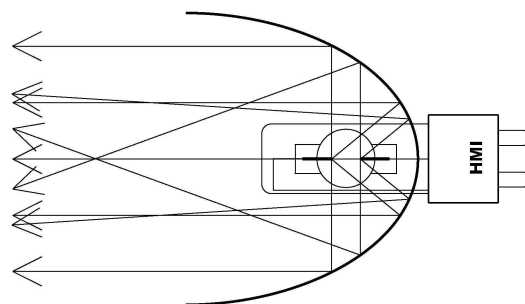
ライトを設計する際、便宜的にランプを点光源と想定して設計します。しかし、PAR光学系ではその想定が良い結果をもたらしません。フォーカスがずれていると、ページ3で説明したように電極間の距離は無視できないのです。

フォーカスがずれていると【図11】のように光がミックスさせて照射されます。

この光線の乱れは、実際には1秒間に75回繰り返されています。

（パラストの点灯周波数 75Hz の場合）

ランプは安定して矩形波で定常光のように発光しているのにこの光学系に取り付けられて光ることで出力光にフリッカー成分が多くなります。



【図11】

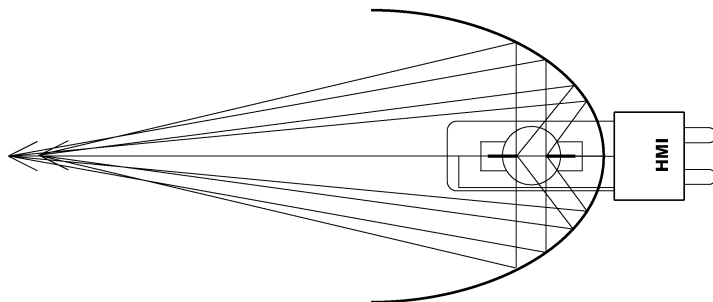
正しい使い方

PARスポットライトは、以下で説明する方法でを使用することをお勧めします。

一番集光する位置で使用する

拡散レンズを使わないで使用する場合、アウトフォーカス位置ではフリッカーが大きくなります。

ところが【図12】のようにフォーカスを調整して見た目に一番集光した状態を調べてみるとフリッカーがかなり少なくなります。



【図12】

拡散レンズを使用する

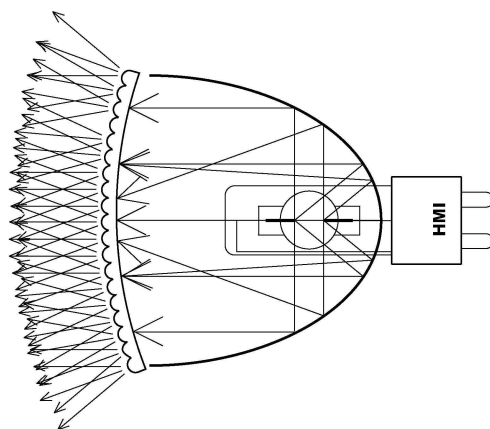
【図13】は、乱れた照射を繰り返しているライトに拡散レンズを取り付けるとどうなるかを説明した図です。

拡散レンズは、表面にあるレンズの数だけ小さなライトを集めたような

効果があります。1つ1つが発光体のように光を照射します。

灯体内部で攪乱した光線は、この拡散レンズを通過することで

安定した光になります。



【図13】

株式会社 **ナック** イメージテクノロジー

東京都千代田区三番町8-7

映像制作営業グループ 鳥飼 康男

TEL 03-5211-7932

FAX 03-5211-7973