

屋外高倍率監視カメラの夜間高画質化のための赤外線照明技術

Infrared Lighting Technology for High Image Quality at Night of Outdoor High Magnification Surveillance Cameras

片岡 哲志*

Satoshi Kataoka

屋外対応監視カメラにおいて、赤外線照明搭載と高倍率化が普及しつつある。本稿では、屋外高倍率監視カメラの夜間高画質化を実現するための赤外線照明技術（①集光レンズ、②可視光／赤外光の混合光下での照明／フォーカス制御）について解説する。

Infrared lighting and high magnification are becoming popular in outdoor surveillance cameras. In this paper, I explain infrared lighting technology (condenser lens and lighting/focus control under mixed visible light/infrared light) for achieving high image quality at night in outdoor high magnification surveillance cameras.

1. 赤外線照明搭載カメラにおける課題認識

近年、省エネや景観維持の観点から、屋外の夜間照明は消灯もしくは明るさを抑える傾向にある。また同時に、カメラ設置費用削減のために、1台でより広範囲を監視できるように、カメラの高倍率化も求められている。現在すでに、夜間照明のない環境でも監視できるように近赤外線照明を搭載した屋外高倍率監視カメラが従来技術として一般に使われているが、問題が2点ある。1点目は、近距離から遠距離までレンズのズームに連動してむらなく赤外線照明を照射できていない点、2点目は、画角内に可視光も存在する場合に、波長による合焦位置のずれによりフォーカスボケが発生する点である。これらの問題に対して、集光レンズ、ズームに連動させた赤外線照明の光量制御、可視光と赤外光の割合に応じた照明制御およびフォーカス制御の工夫によって、夜間視認性を向上させた屋外高倍率監視カメラを実現した。

2. 赤外線照明技術

2.1 一体型集光レンズによる遠近両用照明の実現

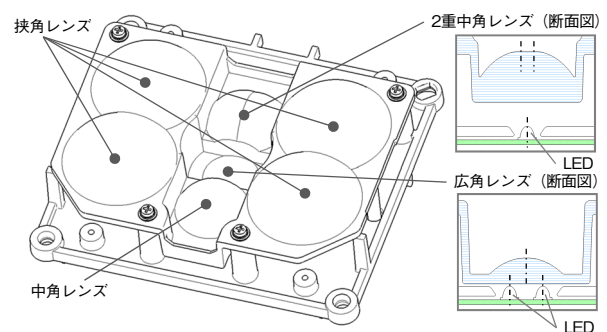
近距離（数10m）から遠距離（数100m）までカバーする赤外線照明を実現するためには、大きく2つの方法がある。LEDと集光レンズの距離を可変させる方式（方式①）と、複数の照射角の照明を点灯切り替える方式（方式②）である。方式①はむらなく照射できるが、レンズのズーム速度に対して照明のズーム速度を追従させるためには大型化と高コスト化が避けられない。また方式②はむらをなくするためには大型化が必要という問題があった。

本開発では、方式②を採用して、かつ複数の焦点距離の集光レンズを一体化部品にすることで、小型かつ低コスト

で、むらのない照明を実現した。

第1図に集光レンズの構造を示す。4種類の集光レンズ（①中央：広角レンズ1個、②中央上：2重中角レンズ1個、③中央下：中角レンズ1個、④左右：挟角レンズ4個）から構成されている。筐体（きょうたい）で遮られたりむらができないように、照射範囲が広い広角レンズは中央に配置し、挟角レンズは端に配置することで、高密度でコンパクトな一体型集光レンズを実現した。また、広角レンズと2重中角レンズについては、LEDの光軸と集光レンズの光軸をずらして配置することで、照射を絞つつも角度強度分布を必要なだけ広げ、画角に対して必要最小限の分布を実現した。

第2図に各集光レンズの角度強度分布を示す。ズーム倍率に応じてこれらの照明を切り替えることでむらのない照度分布を実現できる。

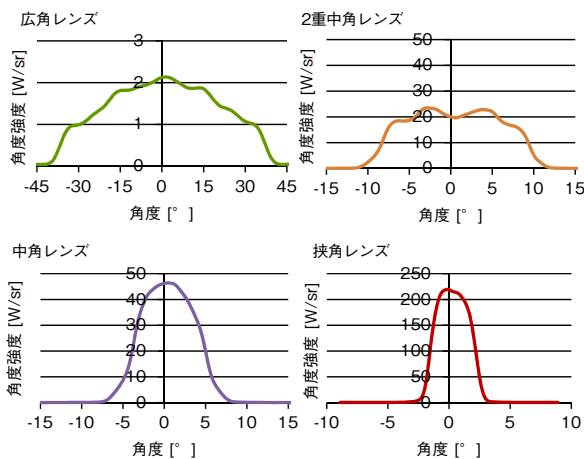


第1図 集光レンズの構造

Fig. 1 Structure of condenser lens

* パナソニック i-PROセンシングソリューションズ（株）

Panasonic i-PRO Sensing Solutions Co., Ltd



第2図 角度強度分布
Fig. 2 Angular intensity distribution

2.2 可視光／赤外光の混合光下でのフォーカス制御

従来技術の問題として、画角内に可視光と赤外光の両方が同程度に混在する被写体を高倍率で監視する場合に、フォーカスポケが発生する点があった。この原因は、波長による合焦位置のずれである。高倍率になるほど、ずれは大きくなる。ズームレンズの設計でずれを抑制する手段もあるが、レンズの大型化とそれに伴う耐振動性の低下、ズーム／フォーカス速度の低下、コストアップというトレードオフがある。

上記問題の解決方法として、被写体における可視光と赤外光の割合を検知して、赤外光比率に合わせて赤外線照明の光量制御、およびフォーカス制御する方法を新しく考案した。この方法により、夜間街灯が点在する環境において、可視光が少ない広角での監視中は、赤外光量を増やす制御で視認性を上げ、可視光が十分ある街灯周辺を高倍率で監視中は、赤外光量を弱める制御で視認性を上げることができる。さらに、可視光用／赤外光用に合わせたオートフォーカスパラメータを用いたフォーカス制御も同時にすることで、フォーカスポケによる視認性低下を抑制できる。以上の制御を実現するためには、赤外光比率の算出が課題となる。

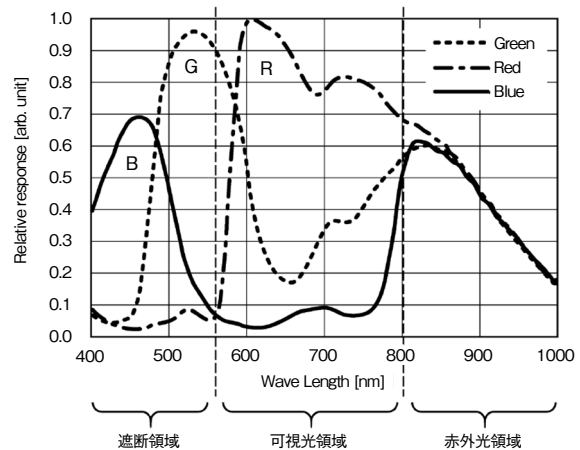
第3図に、後述する当社のIR-PTZカメラ^(注1)に搭載しているCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサの分光特性を示す。このセンサと組み合わせるレンズに560 nm以下の成分をカットするフィルタを搭載することで、赤外光比率の算出を実現した。可視光領域のR成分をr、B成分をb、赤外光領域のR成分をI、B成分をI'とすると、(1)式が成り立つ。

$$B = b + I' = I(b \div 0, I' = I) \dots\dots\dots (1)$$

$$R = r + I$$

したがって、R成分の全光量に対する赤外光領域の割合(赤外光比率)を、(2)式より、R成分とB成分の比率から算出することができる。

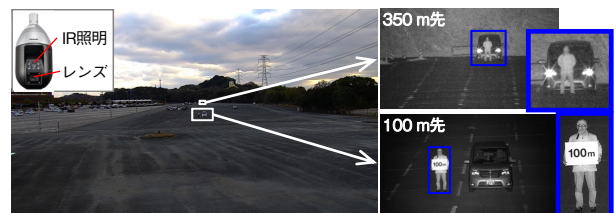
$$\text{赤外光比率} = \frac{I}{R} = \frac{B}{R} \dots\dots\dots (2)$$



第3図 CMOSイメージセンサの分光特性
Fig. 3 Spectral characteristics of CMOS image sensor

3. 屋外高倍率監視カメラへの応用

赤外線照明技術を応用して商品化したのが、IR-PTZカメラである。ズーム倍率40倍、赤外線照明の照射距離350 mであり、昼夜問わず1台で広範囲の監視を可能としている。第4図の右に示すように、100 m/350 mともに、前述の赤外線照明制御とフォーカス制御によって、白飛びやフォーカスポケもなく、視認性の高い画質を実現できている。また、第5図に示すように、他社製品ではフォーカスポケが発生する被写体(可視光／赤外光の混合光下)においても、フォーカスを改善できている。



第4図 100 m/350 m先の夜間画質
Fig. 4 Image quality at night 100/350 meters ahead

(注1) PTZカメラとは、レンズを上下左右に動かし、かつズームイン・ズームアウトできるカメラ。IRは赤外線。



第5図 可視光／赤外光の混合光下での他社比較
Fig. 5 Image comparison with a competitor under mixed
visible/infrared light

4. 動向と展望

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会の競技会場や選手村の警備に、当社のセキュリティカメラを納入する。

今後、IoTの活用やスマートシティの普及が進むにしたがって、夜間の屋外での人物／車両認識、顔認証、ナンバープレート認証が必要となり、本稿で解説した赤外線照明技術が有効活用される。さらに、AI（人工知能）も活用することで、被写体やシーンに応じた赤外線照明制御の最適化などにも応用されることが期待される。