

CCD カメラによる広範囲視野の輝度分布測定について

坂本 一朗^{*1} 森田 和元^{*2} 益子 仁一^{*2} 岡田 竹雄^{*2}

Measurement of Luminance Distribution in the Wide Visual Field Using CCD Still Camera

by

Ichiro Sakamoto^{*1} Kazumoto Morita^{*2} Jinichi Mashiko^{*2} Takeo Okada^{*2}

Abstract

It is possible to capture the luminance distribution in the wide visual field in a short time by means of CCD (Charge-Coupled Device) still camera. This paper presents the method to obtain the accurate luminance distribution out of an image of the camera. First, the authors revealed the linear relationship among the pixel values, shutter speeds, and actual luminance by conducting basic experiment indoors. Second, the influence of iris diaphragms of the camera was investigated. Moreover, we discuss the method to correct the unevenness of the pixel values on the image by polynomial approximation. These findings make it possible to obtain the exact luminance distribution under various bright conditions. We could examine the validity of the correction method by measuring the change of ambient luminance distribution on the road at dusk.

原稿受付：平成 14 年 8 月 28 日

*1 環境エネルギー部（元自動車技術評価部）

*2 自動車安全部

1. まえがき

自動車を運転する際に、運転者に与えられる情報の大半は視覚を通じてのものであることから、視野内の輝度分布とその変化を把握することが、運転者の視覚情報処理を検討するために重要な要因となることがある。たとえば、薄暮時に自動車を運転しているとき、空と路面では輝度が異なるので、運転者の目が空の明るさに順応している場合、路面の輝度が相対的に低いため、路面が見えにくくなる可能性がある。また、雨天の夜間時においては、路面上の水などで対向車の前照灯や街灯などの光が反射するため、前方の対象物が見えにくいと感ずることがある。このような場合、運転者の視野内の輝度分布を的確に把握することができれば、見えにくいと感ずる要因を解明するのに役立てることが可能となる。

しかし、従来の輝度計による輝度測定では、ある1点での輝度を測定することしかできず、広範囲の輝度分布を同時に測定することは困難であった。路上を走行する自動車の運転者にとって視野内の輝度は時々刻々と変化しているため、瞬時に広範囲の輝度分布を求める技術が必要である。このため、最近急速に進歩を遂げている CCD カメラと画像処理技術を利用して、従来の輝度計では困難であった広範囲の輝度分布を測定する方法がこれまでも検討されている⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、CCD カメラによる方法では、画像の全面における均一性が保証されていないため、正確に輝度分布を求めるためには、画像全面にわたる不均一性を補正する必要がある。

そこで、本研究では、従来よりも精度の高い輝度測定を行うことができるようにするため、CCD カメラによる画像を均一に補正するための手法を詳細に検討した。はじめに、CCD カメラのピクセル値と輝度計による輝度との対応を調べた。次に、CCD カメラの画像全体での不均一性を調べ、これを補正する手法を検討して画像全面でほぼ正確に輝度を求めることができるようにした。この補正法を、輝度の時間的な変化が大きい薄暮時の道路風景の画像に適用し、薄暮時の広範囲にわたる空と路面の輝度変化を調べて、その有効性を確認した。

2. CCD カメラのピクセル値と輝度計の測定値との対応

2. 1 実験方法

CCD カメラで撮影した画像のピクセル値と輝度計で測定した輝度との対応を、CCD カメラ画像の中心

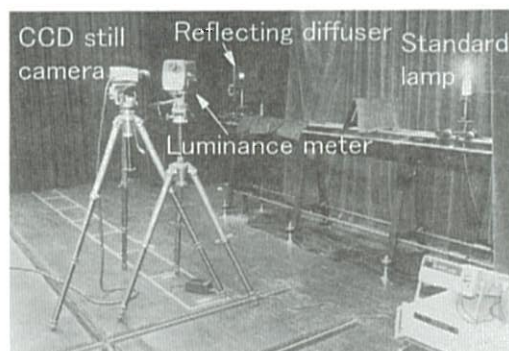


Fig.1 Experimental setup for photographing a standard reflecting diffuser by using CCD camera in a darkroom

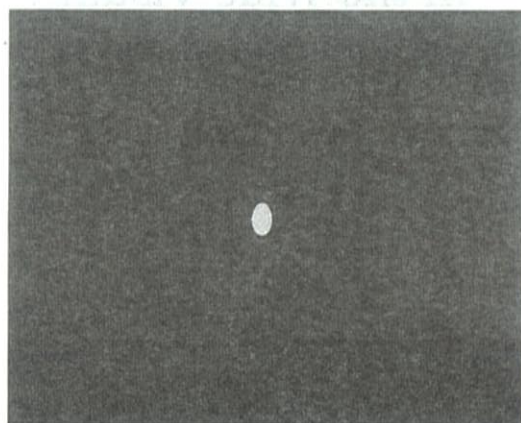


Fig.2 Image of the standard reflecting diffuser

で測定した場合について調べた。暗室内に測定対象となる標準拡散反射板を設置し、45 度の方向で約 1.5m 離れた位置に CCD カメラ(画素数 1280×1024、12 ビットモノクロ)を設置した。図 1 に測定状況を示し、また図 2 に CCD カメラによる拡散反射板の撮影画像を示す。拡散反射板はカメラ画像の中心に位置するようにした。CCD カメラにはレンズ(CANON 11-70mm 1:1.4)及び視感度補正フィルタが取り付けられており、フィルタを取り付けた状態での CCD カメラの相対分光応答度特性は図 3 に示すように標準分光視感効率とほぼ一致している。なお、CCD カメラのレンズのズーム(焦点距離)は 50mm に固定して撮影した。

拡散反射板に標準電球(2856K)からの光をあて、標準電球と拡散反射板との距離を変えて拡散反射板の輝度を変え、それぞれの輝度において、CCD カメラのレンズの絞りと露光時間を変えて撮影した画像が

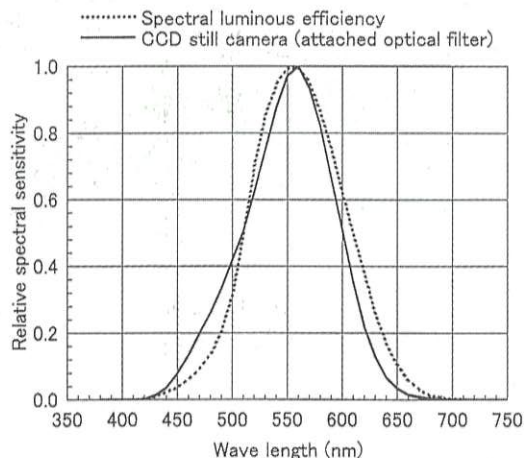


Fig.3 Comparison between relative spectral sensitivity of CCD camera and spectral luminous efficiency for the CIE standard photometric observer

ら拡散反射板のピクセル値を求めた。同時に、CCDカメラに近接して設置した輝度計(トプコン BM-5A)で拡散反射板の輝度を測定した。CCDカメラのレンズの絞りは $f=1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16$ の8種類で、露光時間(シャッター開時間) E_t は $E_t=1/9, 2/9, 3/9, 4/9, 8/9, 11/9, 16/9, 32/9$ (秒)の8種類とした。拡散反射板の輝度は、約 0.3cd/m^2 から約 310cd/m^2 まで12段階に変化させた。後述するように、CCDカメラのピクセル値は各ピクセルごとにばらつきがあるため、拡散反射板の全面でのピクセル値の平均を求めた。

2. 2 露光時間の影響の解析

まず、絞りを一定としたときに CCD カメラのピクセル値と輝度との関係を調べた。絞りを 8 にして、露光時間を変化させたときの CCD カメラのピクセル値と輝度計による測定値との関係を図 4 に示す。ここで、CCD カメラのピクセル値はすべて暗電流補正を行った値である。この図から、露光時間が同じであれば CCD カメラのピクセル値と輝度計による測定値は比例していることがわかる。図 5 は、図 4 と同じ結果について、横軸を露光時間にとり輝度を変化させたときのピクセル値との関係を示したものである。図から、輝度が同じであればピクセル値は露光時間に比例していることがわかる。

以上の結果から、CCD カメラのピクセル値は輝度と露光時間に比例していることが明らかとなった。

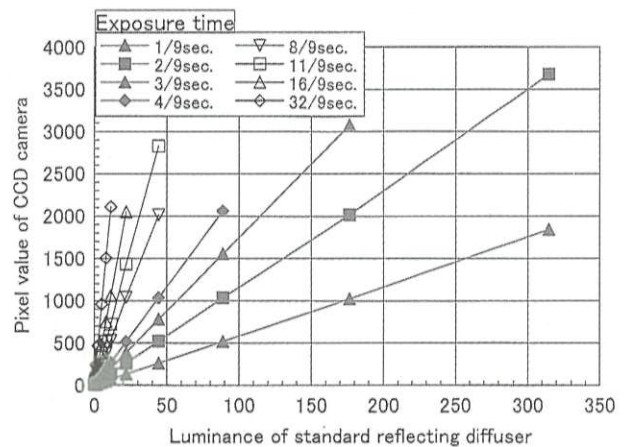


Fig.4 Relationship between luminance of the standard reflecting diffuser and the mean of pixel values measured at the center of CCD camera image

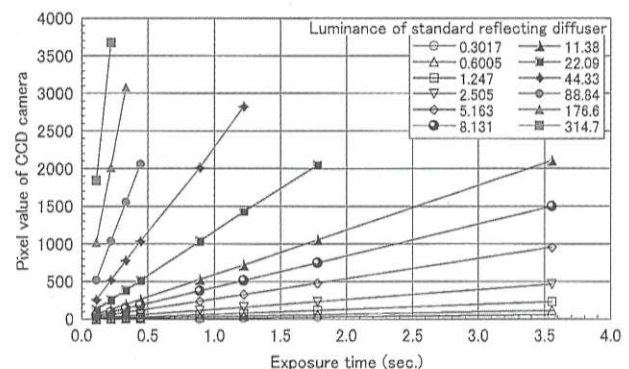


Fig.5 Relationship between exposure time of CCD camera and the mean of pixel values measured at the center of CCD camera image

したがって、CCD カメラのレンズのズームと絞りが一定で、ある輝度をある露光時間で測定したときのピクセル値が1つだけ分かっているならば、他の測定条件においてもピクセル値と測定時の露光時間から輝度を求めることが可能である。

2. 3 絞りの影響の解析

つぎに、絞りを変えたときにピクセル値がどのように変化するかについて調べた。図 6 は、露光時間が $2/9$ 秒のときに絞りを変えたときの輝度別のピクセル値の変化を示したものである。横軸は絞りで、縦軸はピクセル値である。この結果から、絞りとはピクセル値は比例関係にないことがわかる。したがって、絞りを変えた場合にピクセル値から輝度を求め

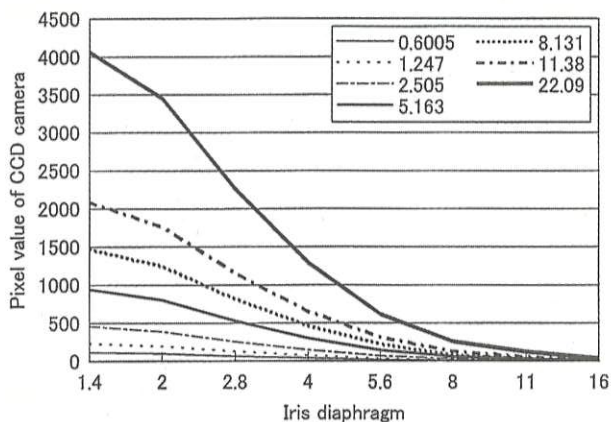


Fig.6 Relationship between the mean of pixel values and iris diaphragm (exposure time : 2/9 sec.)

る場合には、各絞りにおけるピクセル値と輝度との関係をあらかじめ求めておく必要がある。すなわち、任意の測定条件において、ピクセル値から輝度を計算で求めるためには、すべての絞りの条件で、一つの輝度についてある露光時間のときのピクセル値を測定しておく必要がある。

3. CCD カメラの画像全面での輝度の測定方法

3. 1 画像におけるピクセル値の不均一性

上記の結果は、測定対象が CCD カメラ画像の中心にある場合の結果であり、測定対象が CCD カメラ画像の端にある場合にピクセル値が同じ値になるかどうかについては明らかにされていない。そこで、まず、輝度が等しいものを測定したときに、水平方向にわたってピクセル値の差があるかどうかを、CCD カメラの画像中央と画像上端とで調べた。前章の測定と同様に、暗室において拡散反射板に標準電球の光をあて、拡散反射板が CCD カメラの画像中央の水平方向にわたるように CCD カメラの測定方向を左右に少しずつ移動させて繰り返し撮影を行い、水平方向のピクセル値の分布を求めた。また、画像上端についても同様の測定を行った。測定条件は、拡散反射板の輝度 8.12cd/m^2 、レンズの絞りは 8、露光時間は 8/9 秒とした。

測定結果を図 7 に示す。横軸のピクセル番号については、水平方向のピクセル位置を x とすると、 $x=1$ が CCD カメラ画像の左端、 $x=1280$ が右端に対応している。ピクセル値のばらつきが大きい、画像中央のピクセル値は画像上端のピクセル値よりも大きく、また、水平方向では中心付近のピクセル値が大きいことがわかる。画像中央でのピクセル値の最大

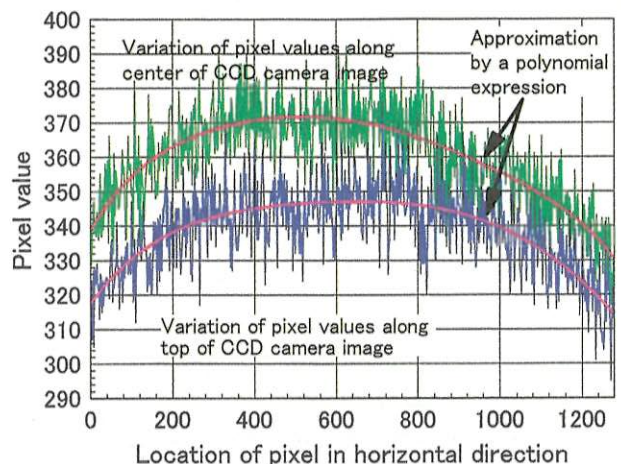


Fig.7 Variation of pixel values along horizontal direction in CCD camera image
(Luminance of standard reflecting diffuser : 8.12cd/m^2 , exposure time : 2/9 sec.)

値は約 390、最小値は約 320 であり、画像上端での最大値は約 360、最小値は約 300 である。したがって、画像全面でのピクセル値の差は最大で約 90 であり、最大値の 20%以上となり、CCD カメラ画像の端では、測定されたピクセル値をそのまま用いて輝度を求めると誤差が大きいと考えられる。そこで、誤差を少なくするためにピクセル値から輝度を求めるときの補正法を検討した。

3. 2 画像全面での輝度の補正方法

水平方向のピクセル値の分布を求めたときと同じ条件で、CCD カメラの測定方向を上下左右に少しずつ移動させて拡散反射板が CCD カメラの画像全面にわたるようにくり返して撮影を行い、画像全面でのピクセル値の分布を求めた。図 8 に輝度が 8.12cd/m^2 の拡散反射板を測定したときのピクセル値の分布を示す。レンズの絞りは 8、露光時間は 8/9 秒である。この結果を基にピクセル値から輝度を求めるための補正法を求める。まず、画像全面でのピクセル値のばらつきが大きいことから、画像全面でピクセル値の平滑化を行うために、水平方向と垂直方向のピクセル値の変化から多項式近似曲線を求めた。

水平方向のピクセル値の変化は図 7 に示すように画像中央、画像上端ともに中心のピクセル値が大きく端にいくほど小さくなっている、偶数次の多項式曲線とし、両者がうまく近似できるように 6 次の多項式曲線で近似を行った。しかし、画像の垂直

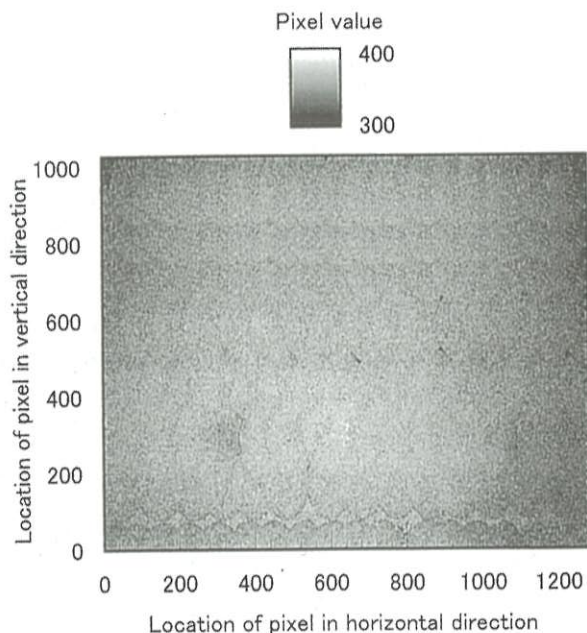


Fig.8 Distribution of pixel values in all over CCD camera image when measuring the standard reflecting diffuser of 8.12cd/m²

方向の画素数は 1024 であるため各々について水平方向での多項式曲線を求めると多大な量になる。そこで、画像の垂直方向を 32 等分に分割し、分割した区間の中央における水平方向のピクセル値の分布から 6 次の多項式曲線を求め、その分割した区間での水平方向のピクセル値の分布は、その多項式曲線の係数を持つと仮定した。すなわち、垂直方向のピクセルの位置を y とすると、総数は 1024 であるためそれを 32 等分すると 32 となり、たとえば、 $y=1$ から $y=32$ の区間について考えると、その区間の水平方向のピクセル値の分布は $y=16$ における水平方向の多項式曲線の係数を持つと仮定した。

しかし、図 8 からわかるように、垂直方向でも端にいくほどピクセル値が小さくなっているため、分割した区間(上述の例では $y=1$ から $y=32$ までの区間)内の水平方向の多項式曲線をすべて同一とすると誤差が大きくなると考えられる。そこで、多項式曲線の切片は垂直位置 (y) によって異なるようにした。水平方向の多項式曲線の係数は既に決まっているので、切片はいずれかの x の位置における値が決まれば自動的に定まる。そこで、画像の中心である $x=640$ におけるピクセル値を基準とした。まず、 $x=640$ に

おける垂直方向について、水平方向と同様にピクセル値の分布を 6 次の多項式曲線で近似した。つぎに、この垂直方向の多項式から垂直位置が y のときの値を求めた。この値と、水平方向の多項式から求めた値(水平方向 $x=640$ 、垂直方向 y) とが一致するように水平方向の多項式の切片を求めた。このようにして求めた水平方向の多項式により画像全体でのピクセル値を平滑化した。

なお、平滑化の方法としては、上記以外の方法として、たとえば、画像を細かい領域に分割してその区間での平均値を求める手法などが考えられるが、ほぼ同様の結果が得られたので、本稿では、上記の平滑化方法を採用することとした。

上記のようにしてばらつきの大きい CCD カメラ画像全面でのピクセル値を平滑化して求めた値を、輝度が 8.12cd/m²、絞り 8、露光時間 8/9 秒で測定したときの各ピクセルにおけるピクセル値と仮定した。そして、前章の結果から、ピクセル値は輝度と露光時間に比例することがわかっているので、ピクセル値を V_p 、輝度を L_p 、露光時間を E_t 、比例定数を c とすると、 $V_p=c \cdot L_p \cdot E_t$ と表すことができる。比例定数は $c=V_p/L_p/E_t$ であり、この関係からすべてのピクセルについて比例定数を求めることができる。すなわち、今回の測定条件(輝度 $L_p=8.12\text{cd/m}^2$ 、露光時間 $E_t=8/9$ 秒)の場合における比例定数 c を各ピクセルについて求めると、この比例定数を使用することにより、画像全面にわたる不均一を補正して、各ピクセル値から輝度を求めることが可能となる。

ここで、各々のピクセルの比例定数と $L_p=V_p/c/E_t$ の関係から、露光時間を変えてもその値が既知であれば、ピクセル値から輝度を求めることが可能となる。なお、ここで得られた補正を行うための比例定数は、レンズのズーム 50mm、絞り 8 の時のものであるので、ズームと絞りが変われば、比例定数を求め直す必要がある。

3. 3 レンズのズームと絞りの影響

レンズのズームや絞りを変えた場合に、画像全面でのピクセル値の分布がどのように変化するかについて確認を行った。上記と同じ方法で CCD カメラ画像全面にわたって測定を行うと時間がかかるため、CCD カメラ画像の左上端から中心まで対角線上のピクセル値の分布を調べた。拡散反射板の輝度が 8.12cd/m² のときに、レンズのズームを 50mm と 70mm の 2 種類において、絞りを 1.4 から 16 まで 8 種類に

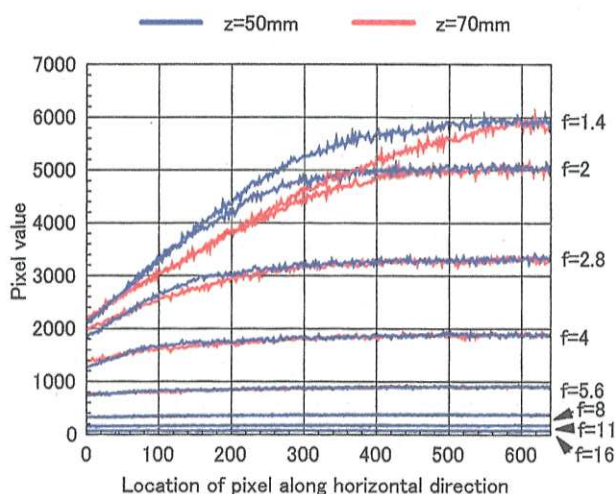


Fig.9 Variation of pixel values along the diagonal of CCD camera image

変え、それぞれの絞りについて露光時間を変えて測定を行った。図 9 にその結果を示す。ピクセル値の比較を行うため露光時間が 8/9 秒で測定したときの値になるように換算を行った結果について示した。横軸のピクセル番号は 0 が CCD カメラ画像の左上端で、640 が画像の中心に対応している。図 9 において、いずれの絞りの場合でも、中心位置(ピクセル位置 640)でのピクセル値はズームによらず同じピクセル値である。絞りが 1.4 と 2 の場合には、中心位置から左上端に向かうにつれてピクセル値に差が出ており、ズームが 50mm の方が 70mm の場合よりもピクセル値が大きい。それ以外の絞りではズームの違いによるピクセル値の差は小さく、絞りが 5.6 から 16 ではズームによるピクセル値の違いはほとんどなかった。したがって、絞りを絞っている場合はズームの影響はある程度無視できるが、絞りが開いている場合はズームによって補正のための比例定数を求め直す必要がある。

絞りによる違いについては、絞りが開いているほど中心のピクセル値と左上端のピクセル値との差が大きく、絞っているとその差が小さい。したがって、絞りを変えると対角線方向のピクセル値の変化が大きく変わり、絞りを変えた場合はそれぞれの絞りについて、補正のための比例定数を求める必要がある。なお、図では絞りが 16 の場合、中心でのピクセル値と左上端のピクセル値との差がないようにみえるが、中心のピクセル値は約 175 で左上端のピクセル値が約 150 で、中心に比べて左上端のピクセル値は約

15%程度小さく、この場合でも補正は必要であると考えられる。

以上の結果から、測定を行うときは同一の絞りでズームも変えない方が望ましいと考えられる。

3. 4 補正方法のまとめ

上記の結果を基に、CCD カメラ画像の全面で輝度を測定する場合の補正方法をまとめると次のようになる。

まず、レンズのズームと絞りを決定する。ズームと絞りを変えると補正のための比例定数がすべて変わってしまうため、測定開始後は変更しない方が望ましい。つぎに、輝度が均一で既知のもの(たとえば拡散反射板)を用いて、CCD カメラ全面で測定を行う。対象物が小さい場合は、CCD カメラの測定方向を少しずつ移動させて画像全面にわたるように繰り返し測定を行う。このとき、露光時間はピクセル値がアンダーフローまたはオーバーフローをしなければ任意でよい。

測定終了後、画像全面でのピクセル値を求め、暗電流の補正を行う。補正後のピクセル値について画像全面でピクセル値の分布を求める。一般にピクセル値にかなりばらつきがあると考えられるので、平滑化を行う。本研究では、垂直方向を 32 分割して分割した区間の中心での水平方向の分布を多項式曲線近似したが、精度を上げるためには分割数をさらに多くすることも考えられる。

平滑化後の各ピクセルにおけるピクセル値が、そのときの輝度におけるピクセル値となる。上記で述べたように、ピクセル値(V_p)は輝度(L_p)と露光時間(E_t)に比例するため、 $V_p = c \cdot L_p \cdot E_t$ (c は比例定数)という関係が成り立つ。この式により、この測定条件(輝度、露光時間)における比例定数を各ピクセルについて求めると、画像全面における不均一を補正してピクセル値から輝度分布を求めることが可能となる。ここで、同一のズームと絞りで測定を行えば、露光時間を変えて測定を行っても、そのときのピクセル値と露光時間から $L_p = V_p / c / E_t$ によって輝度を求めることができる。

なお、一度、補正のための比例定数を求めたのなら、次節に示すように、その値を用いて実測時のピクセル値を補正することが可能である。

3. 5 実際の測定解析方法のまとめ

上述の説明は測定前の事前の検討であり、実際に

対象を測定する場合は、以下の方法による。

- (1) 上記の補正のための比例定数を求めたときのズームと絞りに設定する。
- (2) 露光時間は、画像全面でアンダーフローまたはオーバーフローしなければ任意の値でよい。
- (3) 測定条件が決まったら、輝度計と CCD カメラによって同一対象物を同時に測定する。測定は任意の 1 点について、1 回のみの測定でよい。これは、後述のようにピクセル値から輝度を求めるための換算に使用する。
- (4) 上記が終了したら測定を行う。露光時間は測定途中で変更してもよい。
- (5) 実験の前または後において、シャッターを閉じた状態にして撮影を行い、暗電流を測定する。なお、暗電流は露光時間に依存しないので任意の位置でよい。
- (6) 測定が終了したら解析を行う。まず、暗電流の補正を行う。ピクセル値から暗電流に相当するピクセルの値を差し引く。
- (7) 次に、ピクセル値の補正を行う。(3)の測定結果から、ある 1 点におけるピクセル値と輝度とその時の露光時間が分かっているの、それぞれの値を、 Vp' 、 Lp' 、 Et' とすると、

$$Vp' = c \cdot Lp' \cdot Et' \quad \cdots (1)$$

の関係がある。ここで c はこの条件のときの輝度からピクセル値へ換算する比例定数である。また、前節の結果から、同一のピクセルに対して、

$$Vp = c \cdot Lp \cdot Et \quad \cdots (2)$$

という関係がある。これらの値は前節の事前実験時の測定結果からすべて既知である。これら二つの式の露光時間において、 $Et = k \cdot Et'$ (k は比例定数) という関係が成り立てば、式(1)より

$$Et = k \cdot Et' = k \cdot Vp' / c' / Lp'$$

となるので、両式より輝度 Lp' は

$$Lp' = k \cdot Vp' / Vp \cdot c / c' \cdot Lp \quad \cdots (3)$$

となる。

式(3)において、 c の値は各ピクセル位置によって異なるものの事前実験により求めてあり、また、他の変数の値は実験結果から求まるので、この式と同様の方法により画像全体の輝度分布を求めることが可能となる。

4. 薄暮時の測定結果

上記の補正法を基に、輝度の変化が大きい薄暮時



Fig.10 Scene of measurement of the ambient luminance distribution by using CCD camera

の環境輝度の測定を行った。

測定場所は、埼玉県熊谷市にあるテストコースで、空と路面を含む広範囲を CCD カメラで測定した。図 10 に測定状況を示す。CCD カメラのピクセル値と輝度の校正を行うため、CCD カメラに近接して輝度計を設置した。両者をテストコースの路面から 1.15m の高さに設置し、50m 遠方に灰色紙を貼り付けた縦横 50cm の平板を立て、灰色紙の輝度を輝度計(視野角 0.2 度)で測定し、CCD カメラで測定した画像の灰色紙のピクセル値と対応させた。測定日の日没は 17 時 19 分であり、測定は 16 時 55 分から 5 分間隔で 17 時 30 分まで行った。測定条件は上記で求めた補正値が使用できるように CCD カメラのレンズのズ

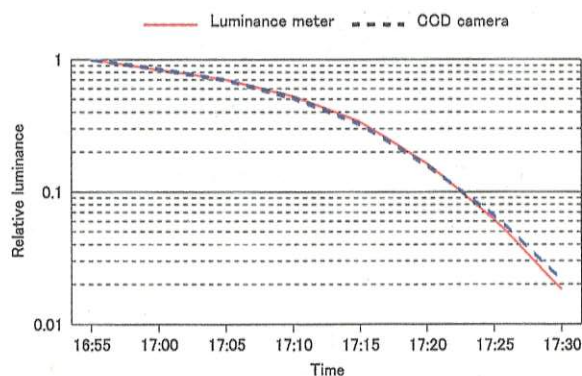
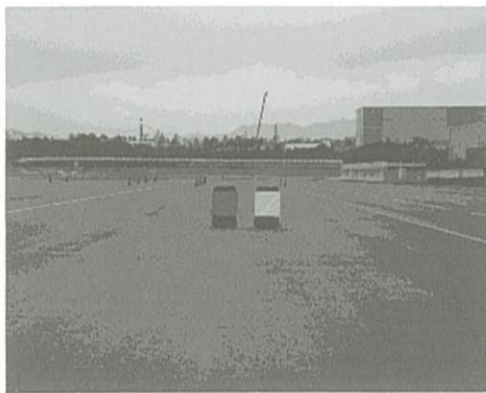


Fig.11 Relative changes of the luminance of a gray paper measured by means of the CCD camera and the luminance meter

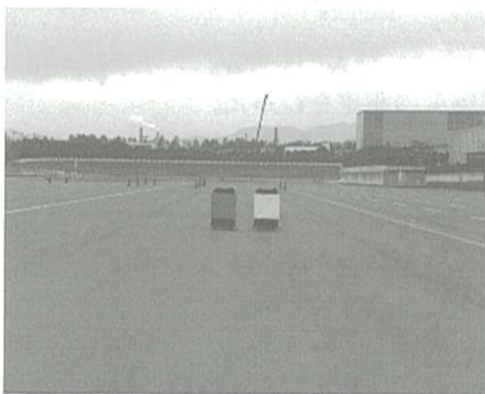


(a) Before correction



(b) After correction

Fig.12 Comparison of the ambient luminance distribution at 17:00 between before and after correction



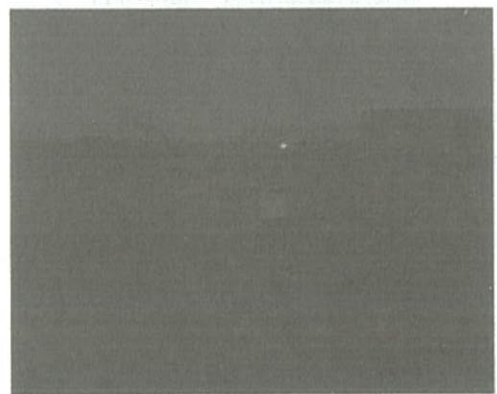
(a) 16:55



(b) 17:05



(b) 17:05



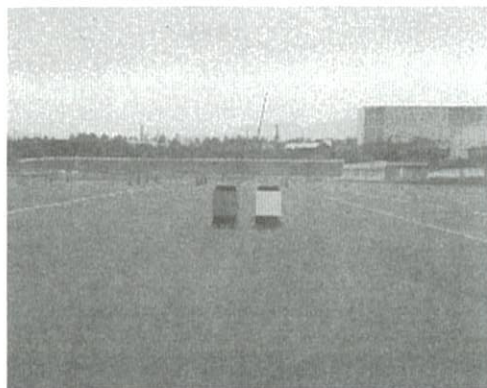
(d) 17:25

Fig.13 Change of the ambient luminance distribution at dusk (in linear units)

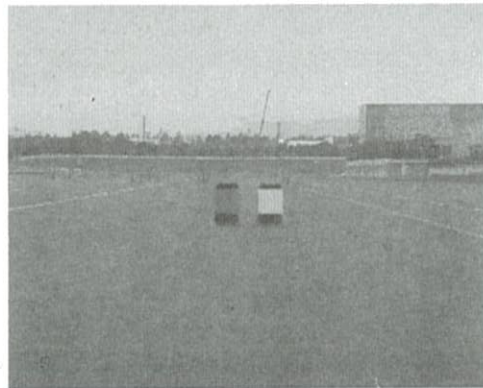
ームは 50mm、絞りは 8 とした。露光時間は測定開始時は 1/9 秒で、暗くなるとともに少しずつ長くして最長は 32/9 秒であった。

まず、灰色紙の輝度について、輝度計の値と CCD

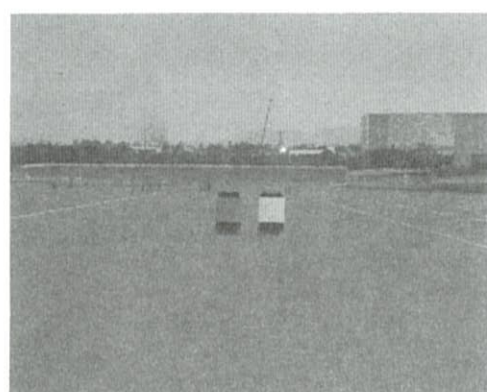
カメラのピクセル値を比較する。灰色紙が CCD カメラ画像の中心付近にあるので、補正を行わないで比較した。輝度の比較については、16 時 55 分における灰色紙の輝度計の値と CCD カメラのピクセル値



(a) 16:55



(c) 17:15



(b) 17:05



(d) 17:25

Fig.14 Change of the ambient luminance distribution at dusk. (in logarithm units)

を基準とした相対値で比較を行った。図 11 に示すように、両者はよく一致している。

次に、画像全面に対する補正の妥当性を検討した。図 12 に時刻が 17:00 の測定結果について補正前と補正後の結果を示す。補正前は画像上部の空において、中央付近に比べて端の方の輝度が小さくなっており、また、画像下部の路面においても右端の輝度が小さいことがわかるが、補正後はこのような輝度の違いが改善されており、この補正法が妥当であることが示された。

次に時間とともに変化する空と路面との輝度分布を求めるために、補正後の各時刻ごとの画像を求めた(図 13)。図中の明度の度合いは輝度を線形表示で示している。また、人間の感覚は刺激値の対数に比例していると考えられるので、輝度を常用対数により変換して図 14 に示す。このように時間とともに変化する広範囲の環境輝度分布を求めることが可能と

なった。

5. まとめ

CCD カメラを用いて広範囲の視野の輝度を瞬時に測定する方法を検討した。CCD カメラの画像の中心付近で測定した結果、レンズのズームと絞りが一定ならば、CCD カメラのピクセル値と輝度は比例関係にあり、また、ピクセル値と露光時間が比例関係にあることがわかった。したがって、ズーム、絞り、露光時間および測定対象の輝度に関する測定条件があらかじめ 1 種類求められれば、ズームと絞りを同一で測定した場合は、露光時間とそのときのピクセル値から輝度を求めることが可能となる。

また、同一輝度の拡散反射板を画像全面で測定しピクセル値の分布を求めて、その結果を基に、画像全面におけるピクセル値から輝度を求める補正法を求めた。この結果、CCD カメラを用いて広範囲の輝度を正確に測定することが可能となった。さらに、

実際の薄暮時の環境輝度を測定し、空と路面との輝度変化を求めるとともに、この補正法の妥当性を示すことができた。

CCD カメラを利用した輝度測定は、広範囲の視野の輝度分布を瞬時に測定することが可能であるので、この特長を生かした応用が考えられる。たとえば、自動車の前照灯の路面照射状況を測定する場合、あるいは、雨天時において対向車の前照灯からの光が路面に反射する状況を測定する場合などが考えられる。また、画像上の測定物体の面積を考慮することにより、輝度だけでなくその物体の光度を容易に求めることも可能となる。

逆に、この測定法の問題点としては、画像全面にわたる正確な輝度を求めるためには補正を行う必要があるため、リアルタイムで結果を得ることができないこと、また、測定値はピクセル値であるので、そのピクセル値を輝度に換算するために測定時に一度は輝度計による任意の1点の輝度の測定が必要であることが考えられる。

本報告では、CCD カメラを用いた広範囲の輝度分布の測定の可能性を検討した。特に今回は従来の輝度計による測定では条件が変化しやすい空の輝度を短時間で測定できることに重点を置いた。精度を求めるならば、輝度計による測定が最も良いと考えられる。しかし、輝度計では時々刻々と変化する、例えば日没時の輝度変化を広い範囲で測定することは困難である。今回の検討では、このような状況において比較的瞬時に輝度を測定することができる手法を検討したものである。

なお、今回使用した CCD カメラは1種類であったため、今回の検討結果に一般性があるかどうかという点については言及できない。また、今回は精度よりも輝度分布を瞬時に測定し、輝度計による値とある程度の相関が求められればよいとしたため、精度について詳細な検討は行わなかった。この手法により精度の良い輝度を求めるのであれば、更に詳細な検討が必要である。

参考文献

- (1) 岩田利枝, 塚見史郎: CCD カメラの光環境計測への応用技術, 照学誌, 81-3, pp.246-249 (1997)
- (2) H. Ishida and S. Kobayashi: Development of Visual Measurement System Using Digital Still Camera, SAE Technical Paper Series, No.980318 (1998)