

グレア効果のヘッドランプ設計検証への応用

柿本正憲[†](正会員) 西田友是^{††}(正会員) 苗村 健^{†††}
原島 博

[†] 日本 SGI (株)

^{††} 東京大学大学院新領域創成科学研究科

^{†††} 東京大学大学院情報理工学系研究科

あらまし グレア効果はゲームやエンタテインメントにおける CG 特殊効果技術として広く使われている。本稿では、実世界で起こるグレア現象をより忠実に再現するレンダリングを行い、グレア効果のランプ設計分野への応用を提案する。人間の眼で起こる回折現象をシミュレートし、光源の波長特性（分光分布特性）を反映したグレアのパターンをテンプレート画像として前計算する。レンダリング時には、光源の配光特性のシミュレーションまたは計測結果を元に見る角度に応じた HDR 画像を生成しトーンマッピングを施し合成する。車のヘッドランプのような高輝度光源を人が見たときの実際の見え方を模擬し、グレアの影響評価に応用できる良好な結果を得た。

キーワード：グレア、回折、分光分布特性、HDR 画像

Summary Glare effect is widely used in games and entertainment field as a computer graphics special effect. In this paper, we propose a method to render glare phenomena with high reproduction fidelity and introduce its application to lamp design. Our method simulates a diffraction phenomenon which takes place in the human eye visual system, and pre-computes a glare pattern taking the spectral energy distribution of the light source into account. In rendering, it generates an HDR image from the directional energy distributions of the light source in accordance with the viewing angle, tone-maps and composes the image at the light location. We visualized high intensity light sources such as automobile headlamps directly viewed from the eye and produced results useful to evaluate how glare affects the eyesight.

Keywords: glare, diffraction, spectral power distribution, high dynamic range imaging

1. はじめに

グレア効果は、光を強調するためにゲームやエンタテインメントなどの CG 制作で広く使われている。一方で、グレアは人間の視界に悪影響を与える現象であり、工学や医学の分野ではこれを解析・制御する研究が行われている。ヘッドランプ設計では、右の対向車の運転手の眼

にグレアをできるだけ生じさせないようにしながら左の歩行者を明るく照らす必要がある¹⁾。白内障患者や視力矯正手術後の患者は眼球で生じるグレアで悩まされる場合があり²⁾、グレアを軽減することが重要である。

しかしながら、CG におけるグレア生成は特殊効果として意図的に付加されるもので、定量的なデータを元実際にどの程度のグレアが生じるか画像生成によって評価する研究はほとんど行われていない。

与えられた条件において人間の眼にどのようなグレアが見えるかを再現できれば、工学・眼科学・眼光学分野への応用が広がると考える。筆者らの研究では、ヘッドランプの設計検証を例に実世界で見られるグレアを模擬する試みを行った。

“A Glare Effect Application to Headlamp Design Verification”

Masanori KAKIMOTO[†] (Member), Tomoyuki NISHITA^{††} (Member), Takeshi NAEMURA^{†††}, Hiroshi HARASHIMA

[†] SGI Japan, Ltd.

^{††} Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

^{†††} Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

2. 従来研究

CG 研究で最初にグレア効果を試みた実験は Shinya ら³⁾ によって行われた。Nakamae ら⁴⁾ は夜のシーンで車のヘッドライトや街灯で生じるグレアを画像のフィルタリング処理で実現した。Spencer ら⁵⁾ は眼球構造に基づきグレアを分類しそれらを組み合わせるグレアフィルタを提案した。

2000 年代に入ると実時間処理を目指したグレア効果が研究された。Mitchell⁶⁾ は、長時間のレンダリング処理で制作された CG 作品⁷⁾ のインタラクティブ版を同等の画質で実現した。柿本ら⁸⁾ は車のボディ形状をインタラクティブに評価するために太陽光反射にグレアを合成した。Kawase⁹⁾ はピクセルシェーダでのグレア効果を、Ando ら¹⁰⁾ は頂点シェーダによるグレア合成を提案した。

グレアの形状そのものを模擬する研究として、波動光学の理論を利用してまつ毛で起こるグレアの形状を生成した例¹¹⁾ や、眼球内の多数の微粒子による放射状のグレア形状生成例¹²⁾ がある。Ritschel ら¹³⁾ はこれらの手法を統合した上で GPU 上で高速化を行った。

これらの研究はいずれも特殊効果を目的としたもので、分光や HDR (High Dynamic Range) 画像は考慮されていても、実世界で取得した光源データを元にグレアを再現したものではない。

3. グレア生成表示手法

提案手法の流れを図 1 に示す。まず、回折をシミュレートして単一波長の入力光源に対するグレア形状画像の生成を行う。次に光源の分光分布特性を入力とし、サンプリングした各波長に応じたグレア画像を合成する。以上を前計算で行い、描画処理では光源の輝度に応じてグレア画像を変化させ、最後にトーンマッピングを施し合成表示する。

3.1 グレア形状の生成

グレア形状は Kakimoto らの方法¹¹⁾ を用い、点光源の回折をシミュレートして生成する。回折を起こす障害

物は開口部である瞳の形状（ほぼ真円）およびまつ毛とする。回折光がレンズを通して焦点距離にある投影面に結ぶ像はフラウンホーファー回折によって近似計算できることが知られている¹⁴⁾。フラウンホーファー回折では、障害物の画像を二次元フーリエ変換することで光波の結像面での振幅を得る。従って、人間の眼のレンズが網膜に焦点を合わせている状態では、瞳形状・まつ毛の画像から二次元フーリエ変換によって網膜像を求める。網膜像の輝度は光のエネルギー、すなわち光波の振幅の二乗によって得られる。網膜像の座標系 (x_f, y_f) における出力画像の輝度 $I_f(x_f, y_f)$ は次のようになる。

$$I_f(x_f, y_f) = \left| \frac{A}{\lambda f} \right|^2 \left| \iint_{-\infty}^{\infty} t_o(x_o, y_o) e^{-i\Omega_o f} dx_o dy_o \right|^2 \quad (1)$$

ここで、 A 、 λ は光波のそれぞれ振幅および波長、 f はレンズと網膜間の距離（焦点距離）、 (x_o, y_o) は回折を起こす障害物の座標系、 $t_o(x_o, y_o)$ は障害物の画像で、図 1 左端の二つの入力画像の積をとった画像である。また、 $\Omega_o f = \frac{2\pi}{\lambda f} (x_o x_f + y_o y_f)$ 、⁽²⁾ であり、これは式 (1) の二重積分が二次元フーリエ変換であることを示す。

3.2 分光分布特性

式 (1) で、波長 λ を変数と見なし、光波の振幅 A を暫定的に定数 1 とし、焦点距離 f を定数と見なせば、出力画像は次式のように書ける。

$$I_f(x_f, y_f, \lambda) = \frac{1}{\lambda^2 f^2} \left| \mathcal{F} \left\{ t_o(x_o, y_o), \frac{x_f}{\lambda f}, \frac{y_f}{\lambda f} \right\} \right|^2 \quad (3)$$

ここで、 \mathcal{F} は空間 (x_o, y_o) から $\left(\frac{x_f}{\lambda f}, \frac{y_f}{\lambda f} \right)$ への二次元フーリエ変換を表す演算子である。実際に網膜に投影される画像を求めるには、画像 I_f に光源の分光分布特性と人間の眼の受光波長特性である等色関数とを乗じて、波長方向に積分すればよい。XYZ 表色系の画素をベクトル形式 C_{XYZ} 、等色関数を $C_{\bar{x}\bar{y}\bar{z}}(\lambda)$ で表すと、網膜での画像は次式で表せる。

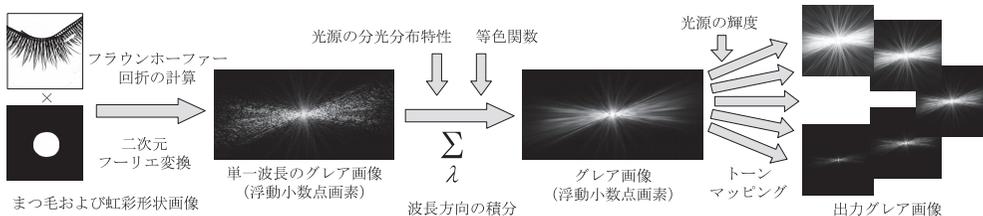


図 1 グレア生成表示処理の流れ

Fig. 1 The processing flow of the glare generation and rendering

$$C_{XYZ}(x_f, y_f) = \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} I_f(x_f, y_f, \lambda) C_{\bar{x}\bar{y}\bar{z}}(\lambda) S(\lambda) d\lambda. \quad (4)$$

ここで、 $S(\lambda)$ は入力光源の分光分布特性、 λ_{min} 、 λ_{max} は可視光の波長範囲を表す。詳細は付録 A に示す。

上記積分は、計算処理の際には波長をサンプリングして総和をとる。このとき、各波長に対して式 (3) のフーリエ変換を行う必要はない。式 (3) の λ に注目すると、出力画像について次のことがいえる。

1. 各画素の輝度は波長の二乗に逆比例する
 2. 出力画像は波長に比例したサイズの相似画像となる
- このことから、一度代表的な波長 λ_0 に対して式 (3) の計算を行って画像 I_{f0} を求め、別の波長 λ の画像は、 I_{f0} の各画素に対して $(\lambda_0/\lambda)^2$ を乗じ、画像を λ/λ_0 倍に拡大すればよい。

このように各波長の画像を合成して得た XYZ 表色系の HDR 画素を RGB 表色系に変換する必要がある。そのための 3×3 行列を M とすると、HDR の RGB 画像は

$$C_{RGB}(x_f, y_f) = MC_{XYZ}(x_f, y_f), \quad (5)$$

によって得られる。詳細は付録 B に示す。

画像 C_{RGB} は、次の処理で光源の輝度を反映させるため、この段階で正規化を行う。具体的には、画像中の最も明るい画素（グレア中心部）が 1 になるようにしておく。この正規化画像 C_{RGB} を前計算結果の中間画像として保持しておく。

3.3 輝度の反映とトーンマッピング

ヘッドランプ評価では、輝度変化を迅速に確認することが重要で、見る人の眼の特性やヘッドランプの分光分布特性を連続的に変える必要はない。そのため前節までの前計算をいくつかの条件で行って複数の中間画像を保持しておけば十分である。

一方で、輝度変化は実時間で反映させる必要がある。本節ではその処理内容を述べる。中間画像を入力とした処理手順は以下のとおりである。

1. ランプを見る角度に応じた輝度を乗じる
2. トーンマッピングを行う
3. テクスチャとしてランプ位置に合成する

ヘッドランプは見る角度によって輝度が異なる配光特性を持つ。見る角度が決まったとき、ランプからの輝度を L_0 とするとそのとき見えるグレア画像 $L_{RGB}(x_f, y_f)$ は

$$L_{RGB}(x_f, y_f) = L_0 C_{RGB}(x_f, y_f), \quad (6)$$

によって求める。

次にトーンマッピングであるが、多くの手法があるうち、シンプルで制御しやすく複数レイヤー画像を扱うの

に適している Tumblin ら¹⁵⁾ のシグモイド関数を採用した。この関数は

$$sig(x) = \left(\frac{x^g + (\frac{1}{k})}{x^g + k} \right) \cdot D, \quad (7)$$

によって与えられ、両対数グラフにしたとき対称形となる。ここで $x = L/L_{wa}$ 、 L は入力変数となる輝度である。 D はディスプレイの最大輝度、 k は k^2 が出力画像のコントラストとなる定数である。通常は $D = 255$ 、 $k = 16$ に固定する。以下は事前設定する定数で、一度設定したら、ヘッドランプ評価中は一貫して使う。 L_{wa} はシグモイド曲線の傾きが最大となる入力輝度、 g は傾きの最大値を決める定数でガンマ変換のガンマ値に近いものである。図 2 にトーンマッピングの設定例を示す。こうして得た画像をテクスチャとして車の CG 画像中のヘッドランプ位置に合成する。

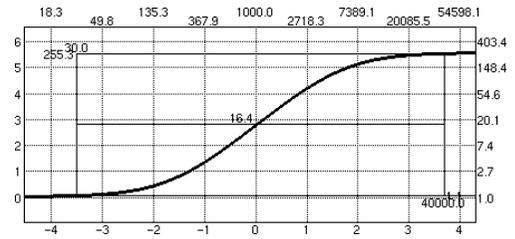


図 2 トーンマッピングの設定例 ($L_{wa} = 1000$ 、 $D = 263$ 、 $k = 16$ 、 $g = 1.7$)。ここでは横軸の入力輝度 (値は上に記載) を [30, 40000] でクランプし、縦軸の出力輝度 (値は右に記載) [1, 255] に対応させている

Fig. 2 A sample curve of the tone mapping

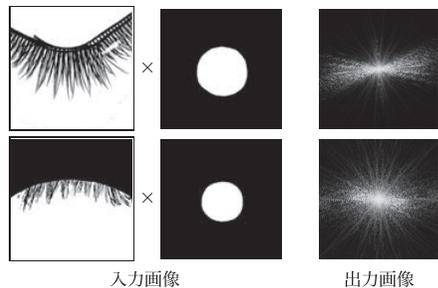


図 3 FFT によるフラウンホーファー回折の計算結果
Fig. 3 Calculation results of Fraunhofer diffraction using FFT



図 4 暗所での瞳とまつ毛の赤外線撮影例。瞳が黒く写る
Fig. 4 An infrared shot of a pupil and eyelashes in a dark place. The pupil appears black

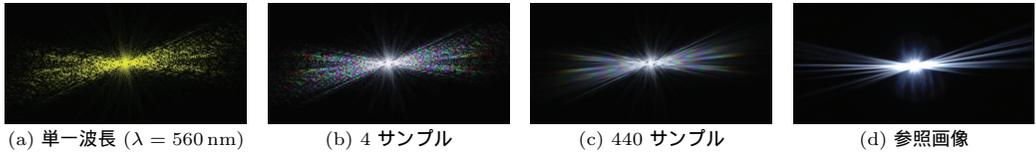


図 5 波長のサンプリング数の違い

Fig. 5 Spectral effects with different wavelength samplings

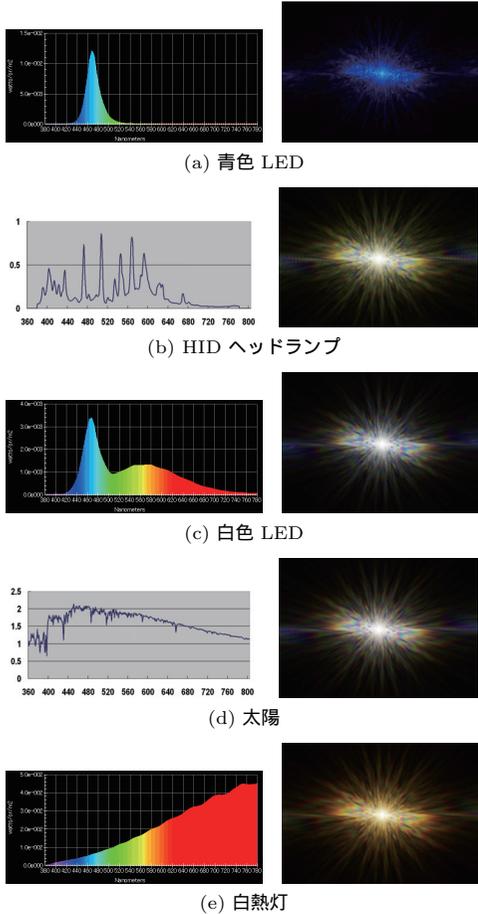


図 6 各種分光分布特性に対するグレア出力画像

Fig. 6 Spectral power distributions and output glare images

4. 結 果

入力となるまつ毛画像と瞳を模擬する円盤の画像として 2 種類用意した。図 3 の上段は、つけまつ毛をスキャンしたもの、下段は人のまつ毛を撮影したもので、いずれもノイズ除去・2 値化の前処理を施した。夜間のヘッドランプの見え方を評価するために、瞳は大きめにして瞳内の半分程度の部分にまつ毛がかかるようにした(図 4 参照)。図 3 の右には、それぞれの入力画像に対して FFT を施し、単一波長 ($\lambda = 560 \text{ nm}$) の光源を正面から照ら

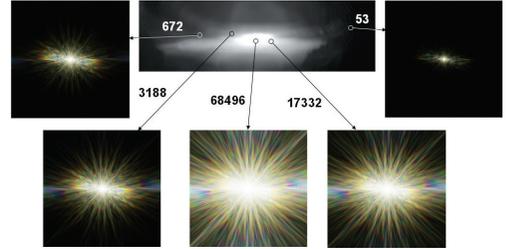


図 7 異なる入力輝度(図中の数値・単位 cd)に対するグレア画像生成結果

Fig. 7 Glare results with different input luminance intensities (unit: cd)

した場合の回折計算結果を示す。

図 5 は分光分布特性および等色関数に従ってグレア画像を波長方向に合成した結果である。つけまつ毛の画像を入力とし、分光分布特性は白色 LED ライトを計測したものをを用いた。図中の参照画像 (d) は、つけまつ毛をカメラレンズに取り付け、白色 LED ライトを直接撮影した結果で、グレア形状は類似したものが得られた。分光(色)の見え方が異なるのは、提案法(図 5(c))のトーンマッピングとカメラ(図 5(d))の CCD 受光輝度特性との違い、および提案法で用いた等色関数とカメラの CCD 受光波長特性との違いが主な理由と考えられる。

図 6 は異なる分光分布特性の光源に対して一定の輝度を与えてグレア画像を生成した結果である。

図 7 は、特定の分光分布特性(HID (High Intensity Discharge) ヘッドランプ)の光源に対して異なる輝度を与えてグレア画像を生成した結果である。中央の横長の画像はあるヘッドランプの配光特性(左ランプのハイビーム)で、単位 cd (カンデラ)の輝度を並べた HDR 画像である。配光特性は画像中央が正面の輝度で、横方向は -50° から 50° 、縦方向は -15° から 15° の向きに対する輝度を 0.5° きざみで計測して画像とした。図 7 では、配光特性のいくつかの点を選び、その輝度(図中の数値)に対するグレア画像を生成した結果を示す。トーンマッピング関数は同一条件 ($L_{wa} = 3.0 \times 10^{-4} \text{ cd}$, $g = 0.8$) とした。

図 8 は車のモデルを回転させヘッドランプの向きに応じて配光特性から対応する輝度を取り出し、グレア画像

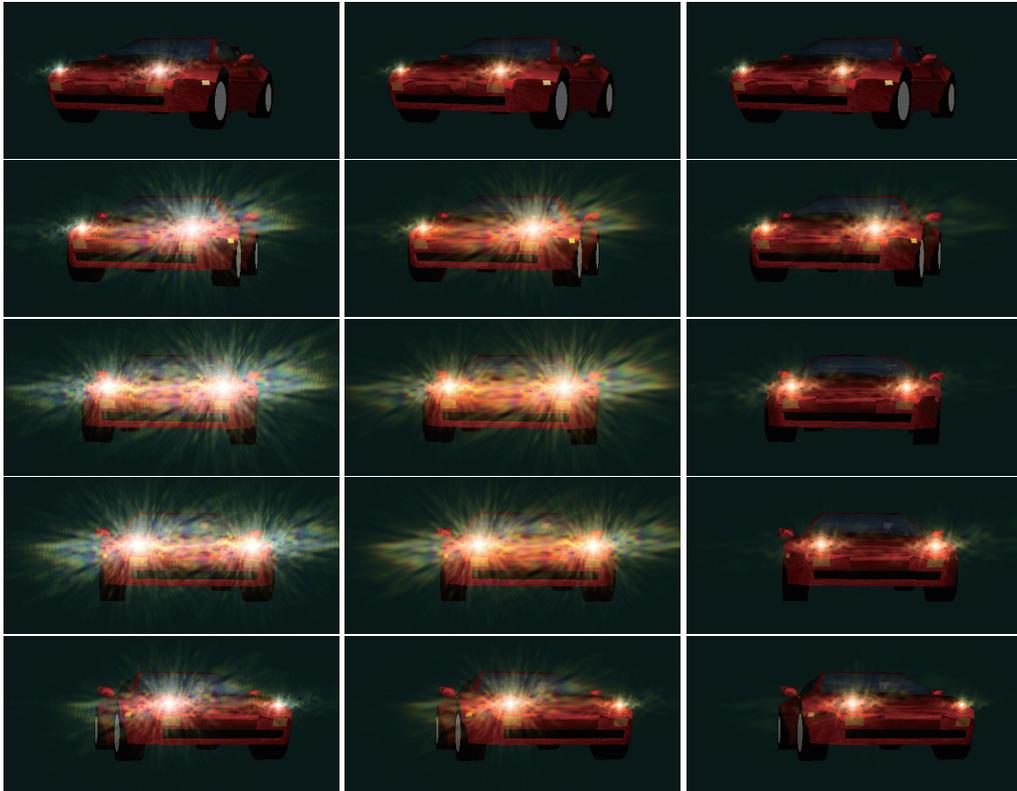


図8 ヘッドランプによるグレアのシミュレーション結果．左：HID (High Intensity Discharge) ランプのハイビーム．中：白熱灯ランプのハイビーム．右：白熱灯ランプのロービーム．車モデル中心から視点に向かう直線に対する車進行方向の角度は、上段より -19.5 、 -10.7 、 -2.1 、 6.8 、 15.5 (単位：度)

Fig. 8 Headlamp glare simulation results. Left column: High beams with HID lamps. Center column: High beams with incandescent lamps. Right column: Low beams with incandescent lamps. Angles of the car front direction relative to the line from the car model center to the viewer are -19.5 (top images), -10.7 , -2.1 , 6.8 , and 15.5 degrees (bottom images)

を計算してトーンマッピング ($L_{wa} = 1.0 \times 10^{-4}$ cd, $g = 0.8$) を施した上でテクスチャ合成した結果である．トーンマッピングの設定は、白熱灯ランプのハイビームを用いた結果画像を表示しながら主観的な調整を行い、同じ条件で統一した．

図中下2段の画像の角度は対向車の運転手の視点であり、ハイビームでは車体以外の部分にはみ出す強いグレアが生じるような条件でも、配光特性だけを変えたロービームではみ出しがほとんどなく、視界の妨げになるグレアにはなっていないことがわかる．

処理速度は、前計算がFFTによるグレア形状画像 (512×512 画素) 生成および波長方向 (440 サンプル) の合成で約20秒、表示処理が、輝度の乗算とトーンマッピングとテクスチャ合成を含め、4~8fpsであった．ヘッ

ドランプ評価の際は、見る角度によって輝度が変わりグレアが変わる様子を観察する．そのためのマウス操作で問題ない表示速度が得られた．CPUがIntel Core2 Duo 2.6GHz、グラフィックスがNVIDIA GeForce 8400MのノートPCを用いた．

5. まとめと今後の課題

実世界の計測データに基づいてリアルなグレア画像生成を行い、ヘッドランプのグレア評価に応用した．従来は配光特性を見てヘッドランプ設計評価を行っていたが、本提案手法により、それに加えて配光特性を反映したヘッドランプの強さを、実際に見えるのと同様の画像でインタラクティブに確認することもできるようになった．

今後は、人間の眼の明暗順応を考慮した動的なトーン

マッピングや、ディスプレイ表示と基準光源を並べて被験者に同じように見えるようトーンマッピングを調節するキャリブレーション方法など、より高精度の評価手法を確立していきたい。

参考文献

- 1) 橋本 博, 横井清和: “乗用車のすれ違い用 HID 前照灯のまぶしさに関する研究”, 自動車研究, Vol.23, No.2, pp.90-93 (2001-2).
- 2) R. Superstein, D. Boyaner, and O. Overbury: “Functional complaints, visual acuity, spatial contrast sensitivity, and glare disability in preoperative and postoperative cataract patients”, J. Cataract Refract. Surgery, Vol.25, No.4, pp.575-581 (1999).
- 3) M. Shinya, T. Saito, and T. Takahashi: “Rendering Techniques for Transparent Objects”, Proc. Graphics Interface '89, pp.173-182 (1989).
- 4) E. Nakamae, K. Kaneda, T. Okamoto, and T. Nishita: “A Lighting Model Aiming at Drive Simulators”, Proc. ACM SIGGRAPH '90, pp.395-404 (1990).
- 5) G. Spencer, P. Shirley, K. Zimmerman, and D.P. Greenberg: “Physically-Based Glare Effects for Digital Images”, Proc. ACM SIGGRAPH '95, pp.325-334 (1995).
- 6) J.L. Mitchell: “RADEON 9700 Shading”, State of the Art in Hardware Shading, Course Note 17, ACM SIGGRAPH 2002 (2002).
- 7) P. Debevec: “Rendering synthetic objects into real scenes: bridging traditional and image-based graphics with global illumination and high dynamic range photography”, Proc. ACM SIGGRAPH '98, pp.189-198 (1998).
- 8) 柿本正憲, 向井亨光, 芳賀剛士, 西田友是, 苗村 健, 原島 博: “反射特性を考慮した実時間グレア描画手法”, 画像学誌, Vol.32, No.4, pp.336-345 (2003-7).
- 9) M. Kawase: “Frame Buffer Postprocessing Effects in DOUBLE-S.T.E.A.L (Wrechless)”, Game Developers Conference 2003 (2003-3).
- 10) H. Ando, N. Torigoe, K. Toriyama, and K. Ichimiya: “Real-time Rendering of High Quality Glare Images Using Vertex Texture Fetch on GPU”, GRAPP 2006, pp.19-25 (2006).
- 11) M. Kakimoto, K. Matsuoka, T. Nishita, T. Naemura, and H. Harashima: “Glare Generation Based on Wave Optics”, Proc. Pacific Graphics 2004, pp.133-142 (2004-10).
- 12) T.J.T.P. van den Berg, M.P.J. Hagenouw, and J.E. Coppens: “The Ciliary Corona: Physical Model and Simulation of the Find Needles Radiating from Point Light Sources”, Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol.46, No.7, pp.2627-2632 (2005).
- 13) T. Ritschel, M. Ihrke, J.R. Frisvad, J.E. Coppens, K. Myszkowski, and H.P. Seidel: “Temporal Glare: Real-Time Dynamic Simulation of the Scattering in the Human Eye”, Computer Graphics Forum, Vol.28, No.2 (Proc. Eurographics 2009), pp.183-192 (2009).
- 14) J.W. Goodman: “Introduction to Fourier Optics”, McGraw-Hill (1968).
- 15) J. Tumblin, J.K. Hodgins, and B.K. Guenter: “Two methods for display of high contrast images”, ACM Trans. on Graphics, Vol.18, No.1, pp.56-94 (1999).

(2010年2月5日受付)

(2010年4月30日再受付)

付 録

A1 等色関数 (CIE 1931)

単一波長 λ の光源に対するグレア画像 $I_f(x_f, y_f, \lambda)$ が得られれば人の眼に見える画像の XYZ 表色系での色は次式ようになる。

$$\left. \begin{aligned} X(x_f, y_f) &= \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} I_f(x_f, y_f, \lambda) \bar{x}(\lambda) S(\lambda) d\lambda \\ Y(x_f, y_f) &= \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} I_f(x_f, y_f, \lambda) \bar{y}(\lambda) S(\lambda) d\lambda \\ Z(x_f, y_f) &= \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} I_f(x_f, y_f, \lambda) \bar{z}(\lambda) S(\lambda) d\lambda \end{aligned} \right\} \text{(付 A-1)}$$

ここで, $S(\lambda)$ は入力光源の分光分布特性 (図 6 にいくつかの例を示す), $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ は付図 A1 に示すような等色関数, λ_{min} , λ_{max} は可視光の波長の範囲である。

式 (4) は, 式 (付 A-1) を 3×1 ベクトルで表記したものである。

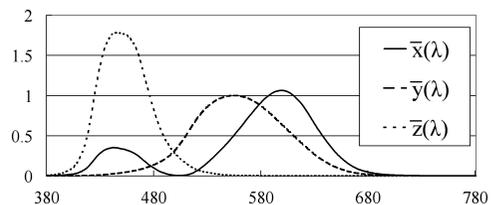
A2 XYZ から RGB への変換

XYZ 表色系はディスプレイ装置で表示する際に使う RGB 系よりも広い色空間を扱えるため, 色計算はできるだけ XYZ 系で行い, 必要ときに RGB 系に変換する。正規化された XYZ として以下のような x, y, z が定義される。

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{X}{X+Y+Z} \\ y &= \frac{Y}{X+Y+Z} \\ z &= \frac{Z}{X+Y+Z} = 1-x-y. \end{aligned} \right\} \text{(付 A-2)}$$

NTSC 標準では次のような関係を規定している。

$$\left. \begin{aligned} x = 0.67, y = 0.33 \text{ のとき } G = B = 0 \\ x = 0.21, y = 0.71 \text{ のとき } B = R = 0 \\ x = 0.14, y = 0.08 \text{ のとき } R = G = 0 \end{aligned} \right\} \text{(付 A-3)}$$



付図 A1 CIE 1931 の等色関数

Fig. A1 The CIE 1931 color matching function

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ のとき } \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.9804 \\ 1 \\ 1.1812 \end{pmatrix}.$$

(付 A-4)

これら式 (付 A-3), (付 A-4) によって得られる九つの拘束条件から, X, Y, Z を R, G, B に変換する 3×3 行列 M は以下のように得られる.

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}, \quad (\text{付 A-5})$$

ただし,

$$M = \begin{pmatrix} 1.9106 & -0.5326 & -0.2883 \\ -0.9843 & 1.9984 & -0.0283 \\ 0.0584 & -0.1185 & 0.8985 \end{pmatrix}. \quad (\text{付 A-6})$$



柿本 正憲 (正会員)

1982年, 東京大学工学部電子工学科卒業. 同年, (株)富士通研究所入社. 以来, コンピュータグラフィックスの研究開発に従事. 1989~1990年, 米国プリガムヤング大学訪問研究員. 1993年, 富士通研究所退職. CG 機器メーカー, 映像制作会社を経て, 1995年, 日本シリコングラフィックス(株)(現, 日本SGI)入社, 現在に至る. 2005年, 在職のまま東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了. 博士(情報理工学). 情報処理学会, 可視化情報学会, 日本眼光学学会, 日本感性工学会, ACM SIGGRAPH 各会員.



西田 友晃 (正会員)

1971年, 広島大学工学部卒業. 1973年, 同大学大学院工学研究科修了. 同年, マツダ(株)入社. 1979年, 福山大学工学部講師. 1984年, 助教授. 1990年, 同教授. 1998年, 東京大学理学部教授. 1999年, 同大学大学院新領域創成科学研究科教授となり, 現在に至る. 2005年, ACM SIGGRAPH より Steven A. Coons 賞を受賞. コンピュータグラフィックスの研究に従事. 学会誌 IEEE TVCG, The Visual Computer のエディター, 画像電子学会会長, ビジュアルコンピューティング委員長を歴任. 工学博士. 情報処理学会, 電気学会, 電子情報通信学会, 可視化情報学会, ACM, IEEE 各会員.



苗村 健

1997年, 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了. 博士(工学). 助手, 講師を経て, 2000年, 米国スタンフォード大学客員助教授(日本学術振興会海外特別研究員), 2002年, 東京大学大学院情報学環助教授, 2006年, 同情報理工学系研究科電子情報学専攻(2007年准教授), 現在に至る. メディア+コンテンツ, 複合現実感, 空間共有通信の研究に従事.



原 島 博

1945年東京生. 1973年, 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了. 同年, 講師. その後助教授, 工学部教授, 大学院情報学環教授などを経て, 2009年に東京大学を定年で退職. 現在, 東京大学名誉教授. 明治大学, 女子美術大学などの客員教授, 総務省電波監理審議会会長もつとめる. コミュニケーション工学の研究に従事.