

薄明視における人間の 視覚特性を考慮した トーンリプロダクション手法

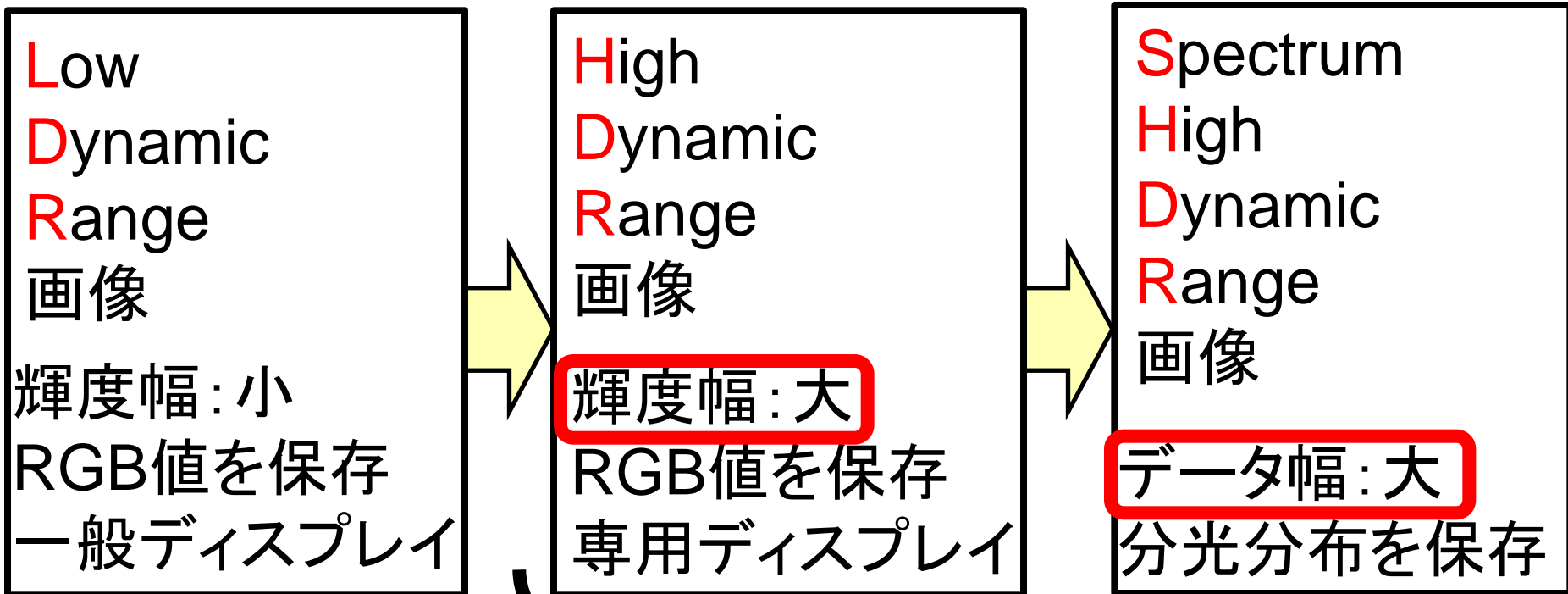
三嶋道弘[†] 島田洋輔[‡] Marcos Slomp[‡]

玉木徹[‡] 金田和文[‡]

[†]広島大学工学部

[‡]広島大学大学院工学研究科

研究背景



トーンマッピング手法
輝度幅を小さくし表示させる

トーンマッピング手法

輝度幅を小さくし表示させる

Schlick	SIGGRAPH.1995	γ 関数を利用
Ferwerda	SIGGRAPH.1996	弁別閾を考慮
Reinhard	SIGGRAPH.2002	アナログ写真技術を利用
Mainituk	APGV.2006	知覚特性を考慮

トーンマッピングした画像



Maitiuk '06



Reinhard '02

- いずれの画像も高輝度から低輝度領域を含む画像が対象

薄明視

- 薄暗いときの眼の状態
- この状態では赤みを感じにくい



月夜の実写画像



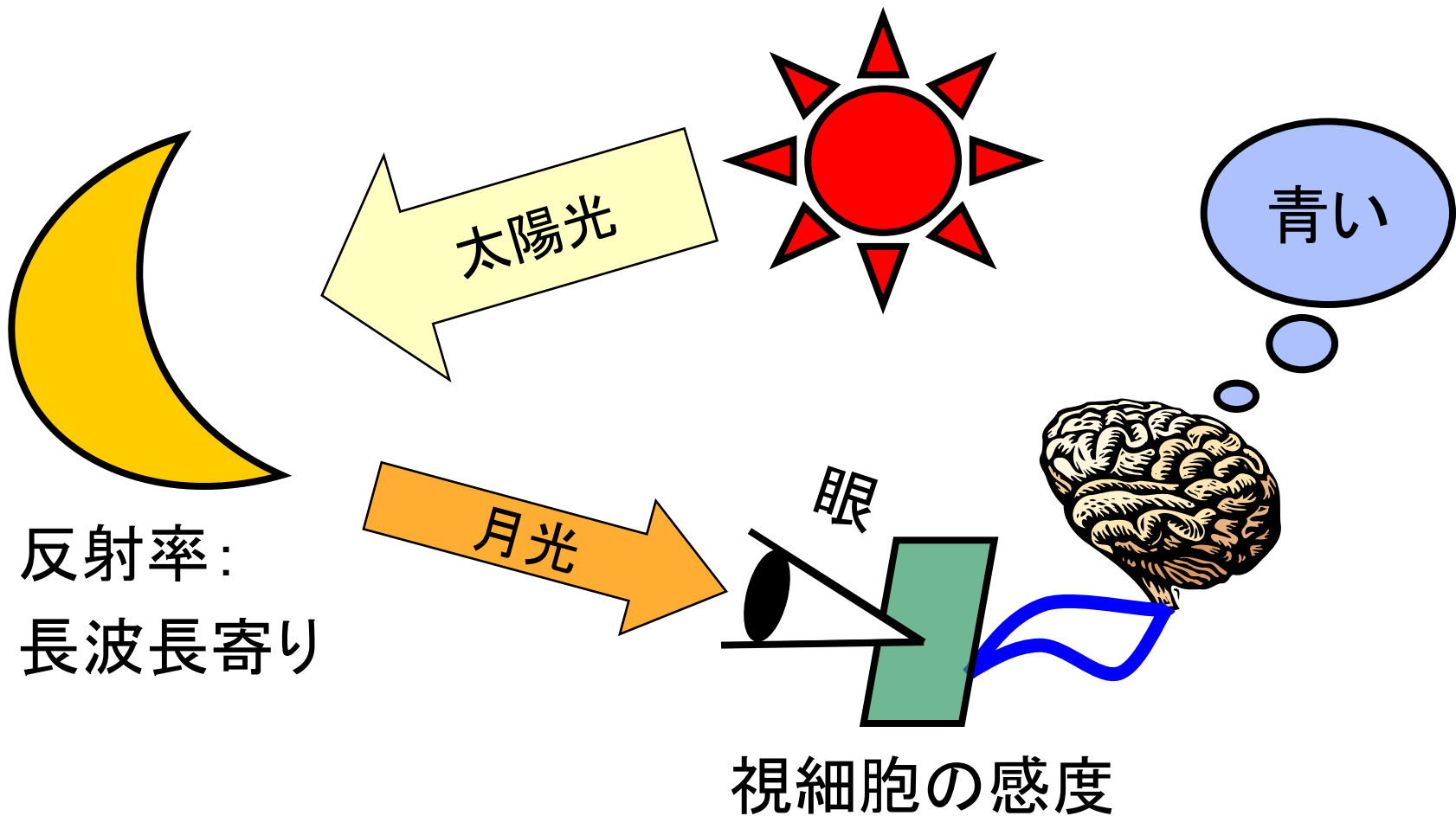
赤成分を小さくした画像

提案手法

薄明視での色相変化を考慮した
トーンリプロダクション手法

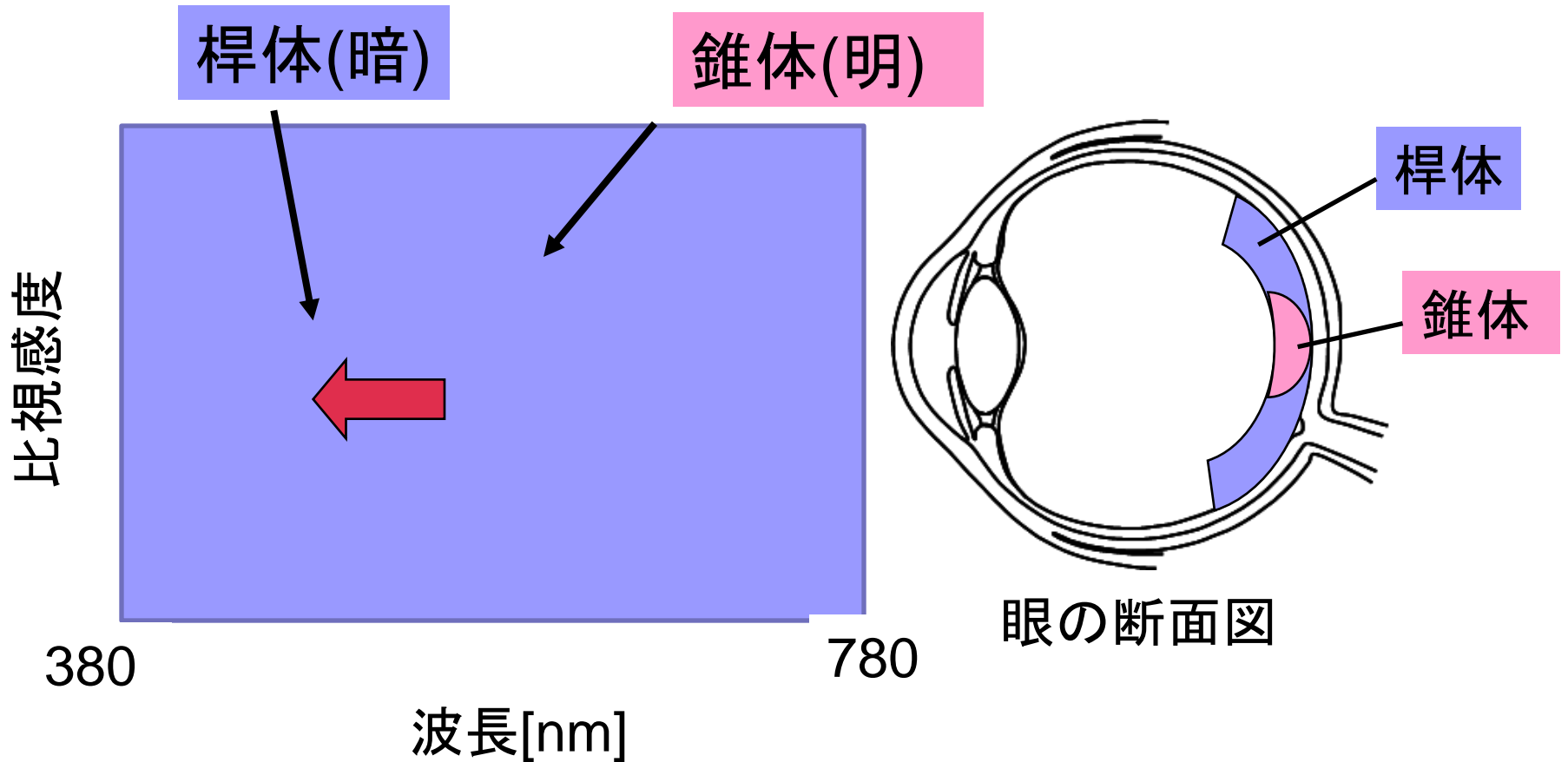
- 輝度と色相の変化
- 等価明度
- 反対色表色系

プルキニエ現象



視細胞の影響で青く見える

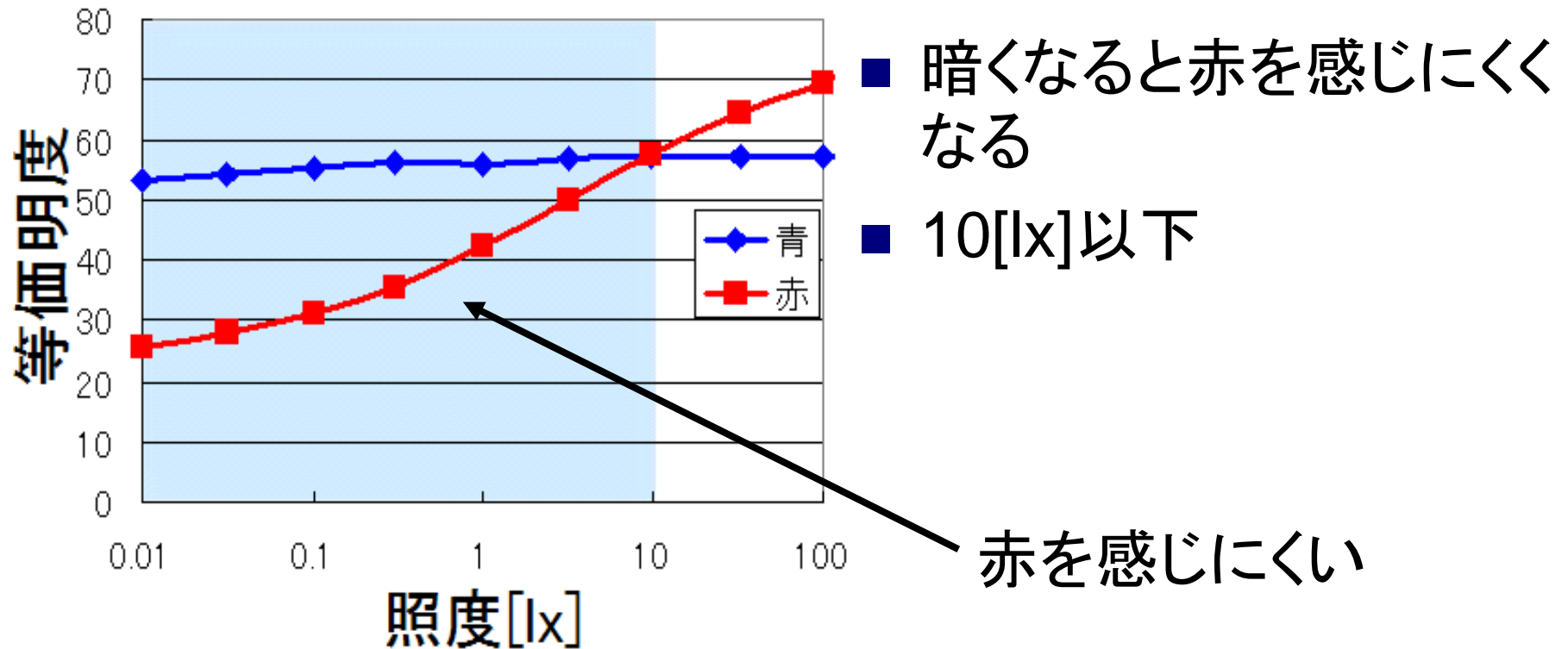
視細胞(桿体)の影響



感度は短波長側へ移動する

薄明視での色相変化

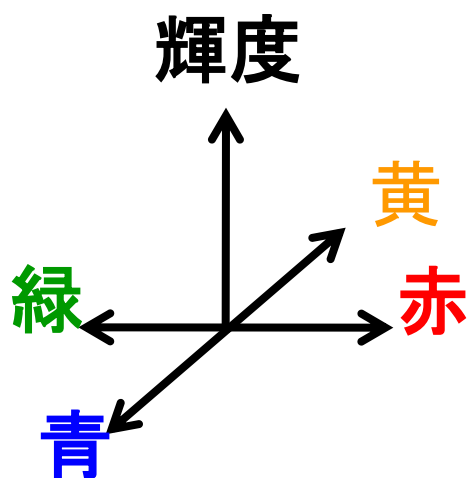
[池田ら'83照明学会誌]



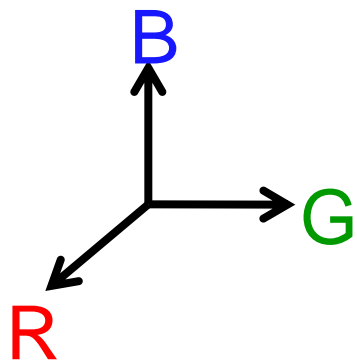
照度による等価明度の変化

反対色表色系

[新編色彩科学ハンドブック第2編]



反対色表色系:
輝度と色相成分の関係が**考慮できる**
人間の知覚を考慮している



RGB表色系ほか:
輝度と色相成分の関係が**考慮できない**

提案手法の流れ

入力

反対色表色系

画素ごとの輝度算出

色相を变化

輝度成分

色成分

$$C_{RGnew}(I) = k_r(I) C_{RGstd}$$

トーンマッピング処理

色相処理

I :輝度

輝度成分'

色成分'

RGB表色系へ変換

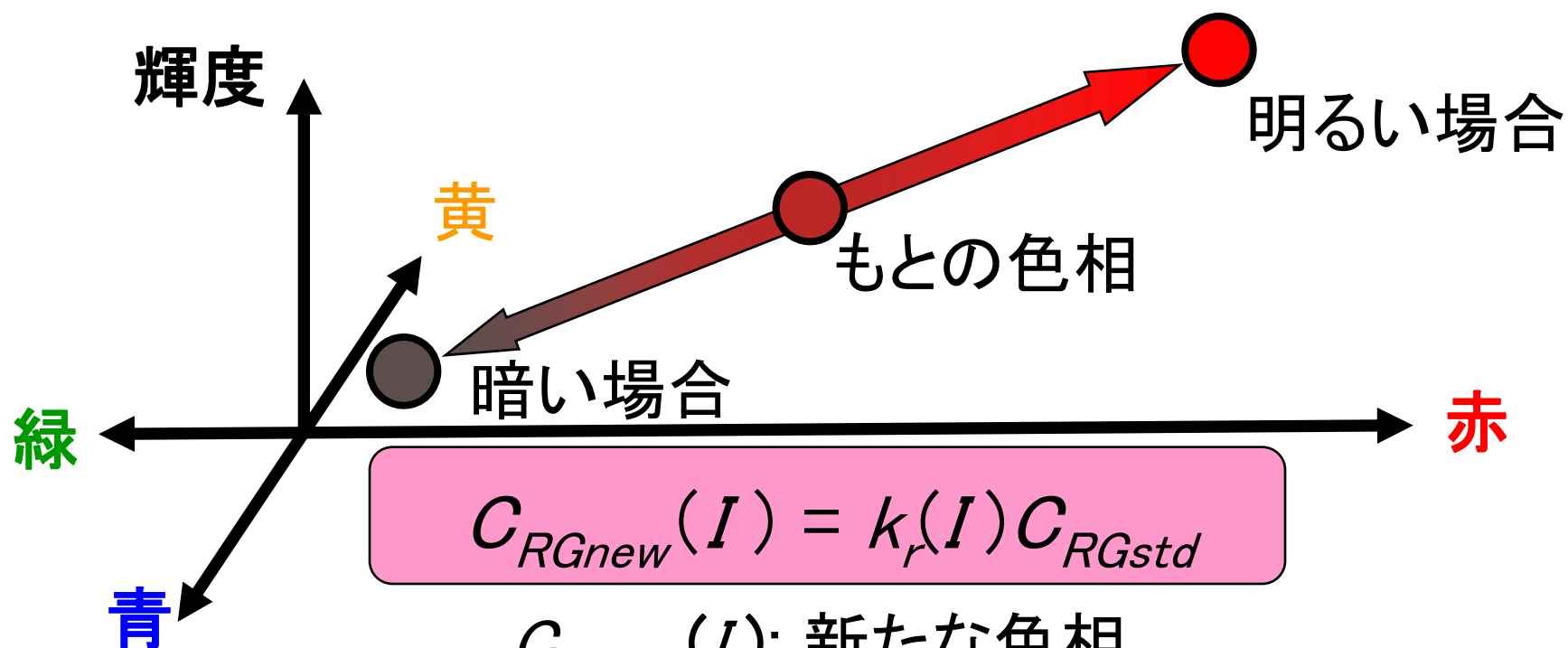
ディスプレイに出力

トーンマッピング処理

[Reinhardら'02SIGGRAPH]

反対色表色系

反対色表色系: 色相は輝度に依存する



$$C_{RGnew}(I) = k_r(I) C_{RGstd}$$

$C_{RGnew}(I)$: 新たな色相

C_{RGstd} : もとの色相

$k_r(I)$: 感度推移量

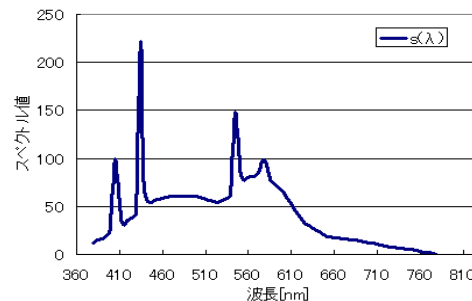
反対色表色系への変換

反対色表色系

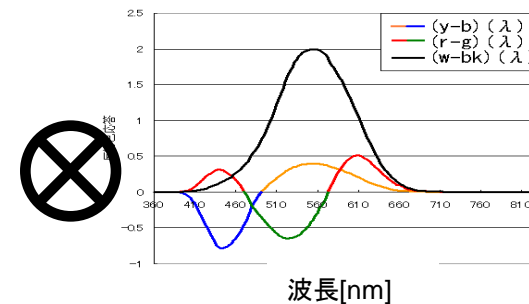
$$C_{WB} = \int s(\lambda)(w-bk)(\lambda)d\lambda$$

$$C_{RGstd} \stackrel{\lambda}{=} \int s(\lambda)(r-g)(\lambda)d\lambda =$$

$$C_{YBstd} = \int_{\lambda} s(\lambda)(y-b)(\lambda)d\lambda$$

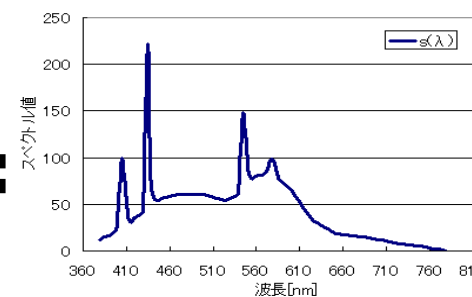


分光分布 (光成分)

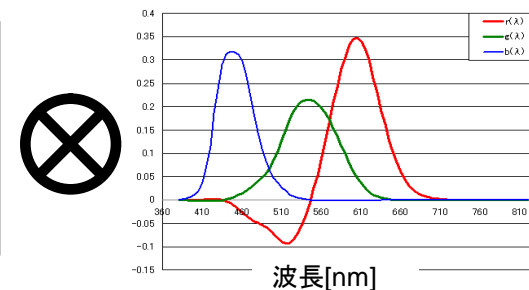


反対色応答

$$R = \int_{\lambda} s(\lambda)r(\lambda)d\lambda =$$

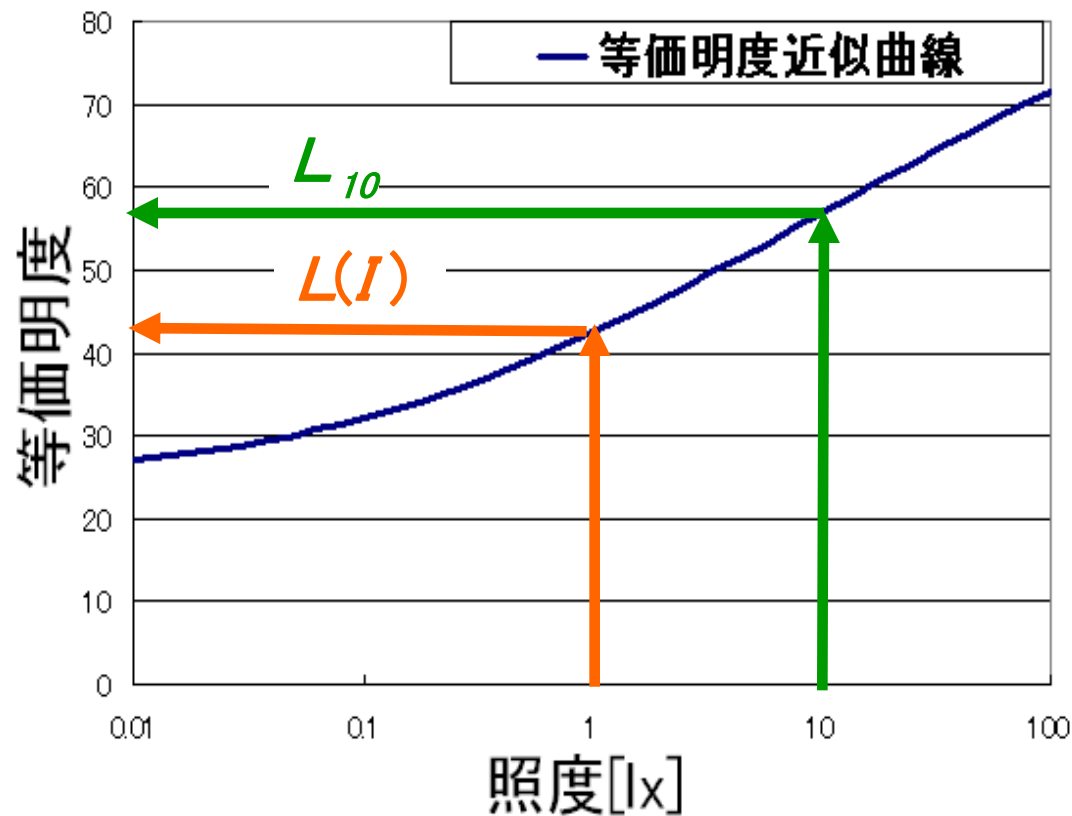


分光分布 (光成分)



等色関数

提案手法: $k_r(I)$ の決定方法



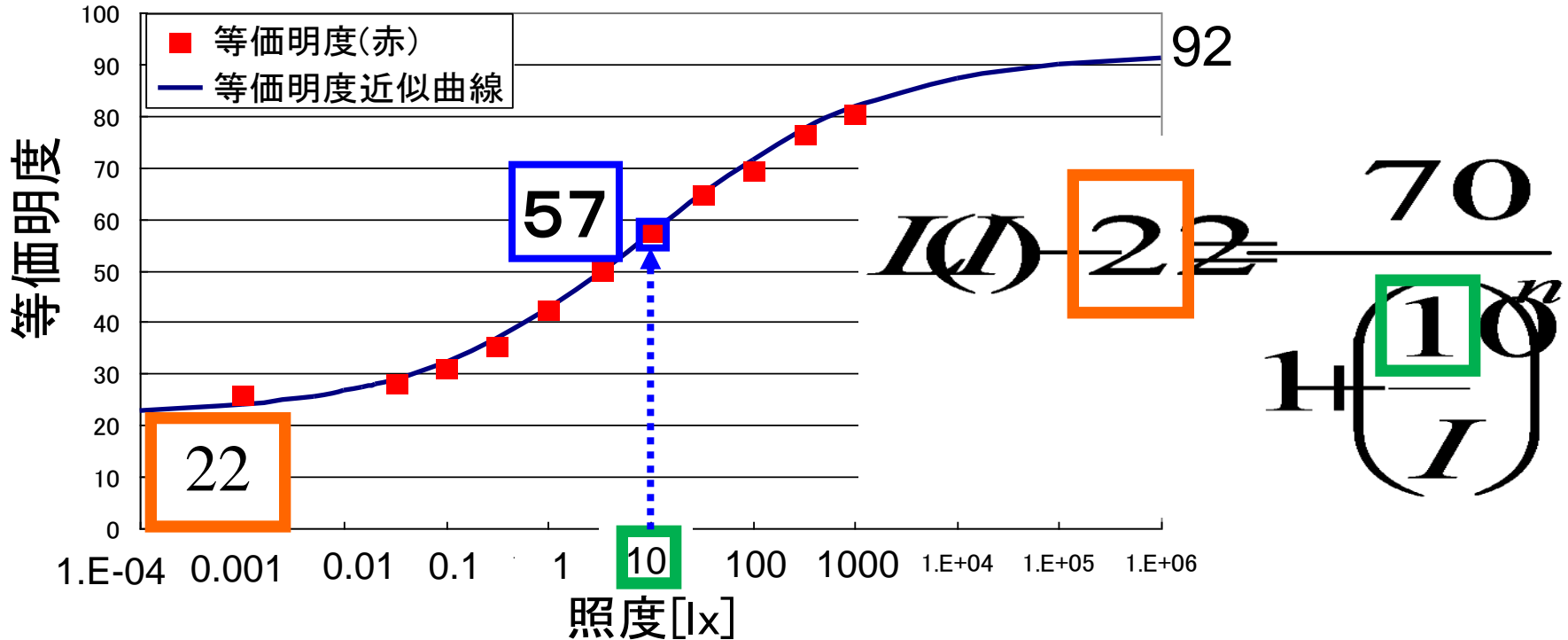
$$k_r(I) = \frac{L(I)}{L_{10}}$$

L_{10} : 10[lx]での等価明度

$L(I)$: 画像平均輝度 I
での等価明度

照度による等価明度の変化

S字曲線への当てはめ

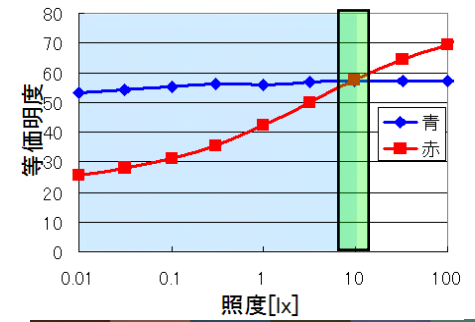
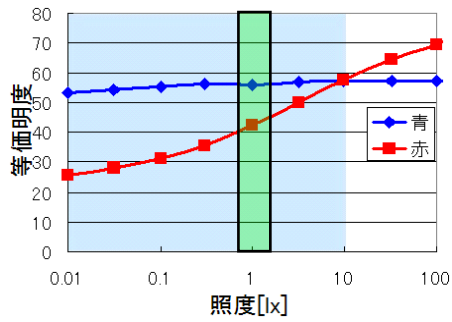
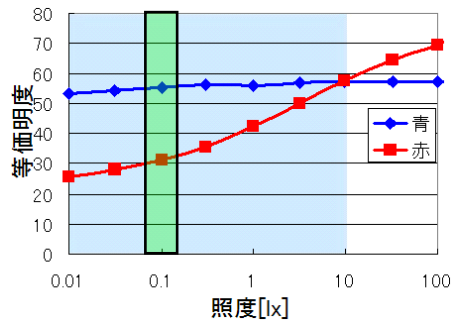


最少二乗法より $n=0.383$

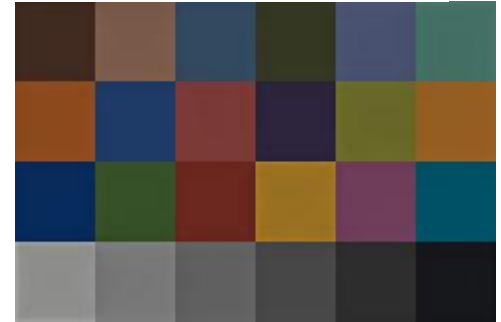
グラフから読み取るもの

- ・10[lx]のとき等価明度57
- ・飽和(照度:小 等価明度22(=57-35))
(照度:大 等価明度92(=57+35))

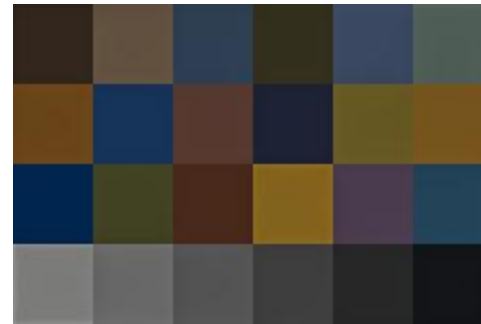
マクベスカラーチャートで比較



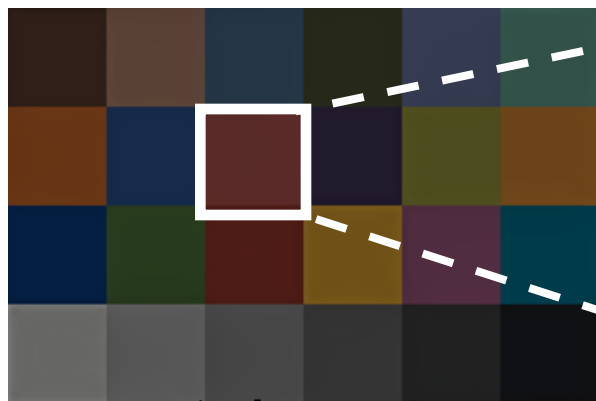
従来手法



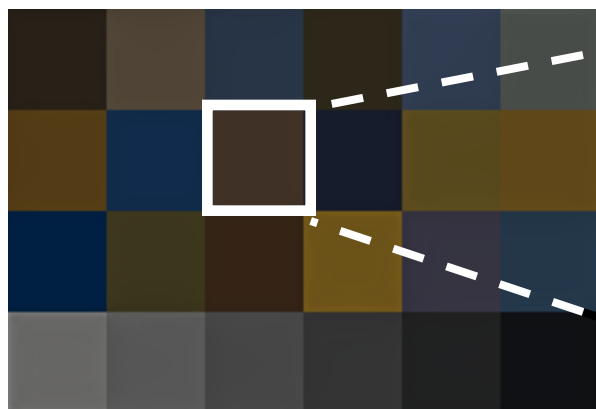
提案手法



単色で比較(最も暗い場合)



従来手法

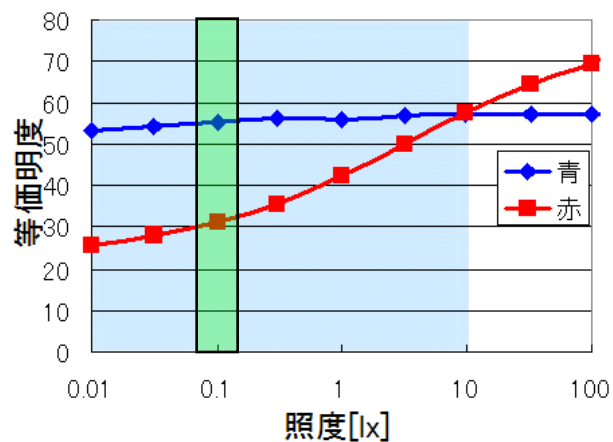


提案手法



提案手法では赤みが減る

CG画像で画像比較

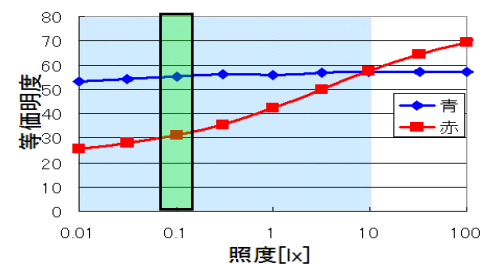


従来手法

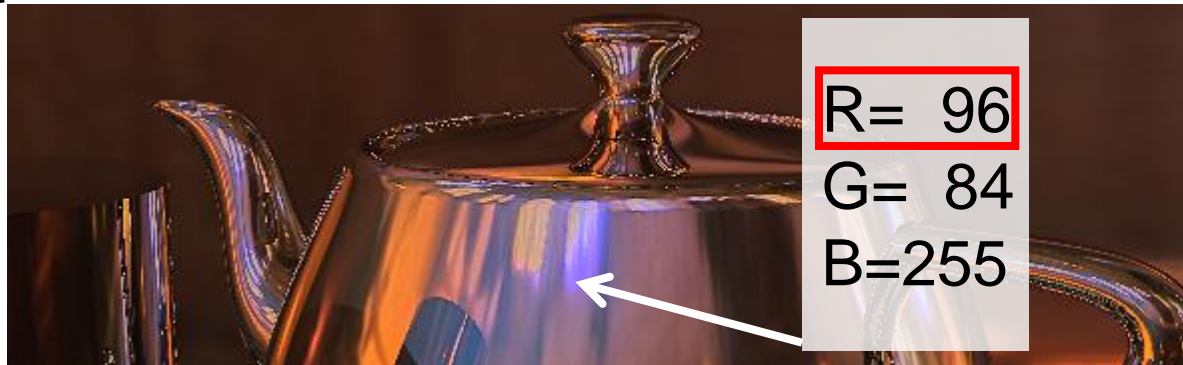


提案手法

CG画像で比較(拡大図)



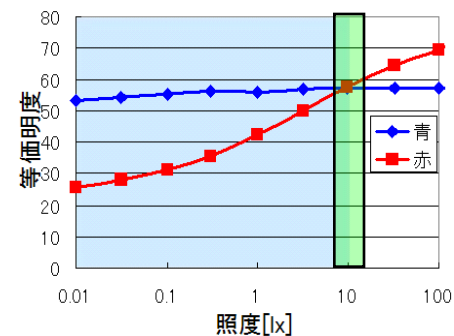
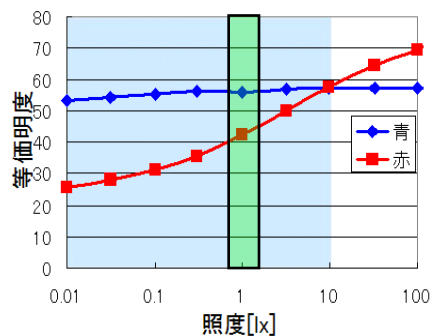
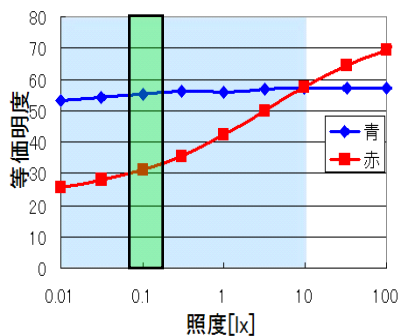
従来手法



提案手法



CGによる画像



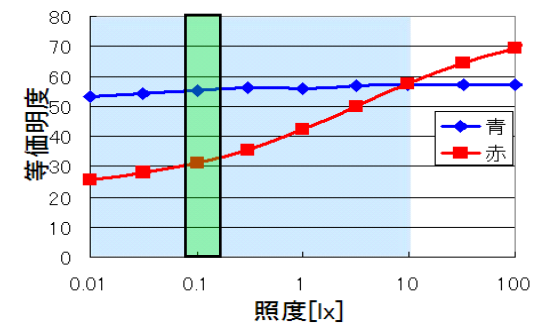
従来手法



提案手法



実写画像で比較(屋内)

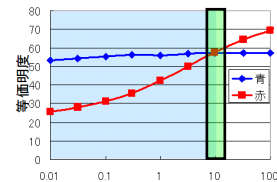
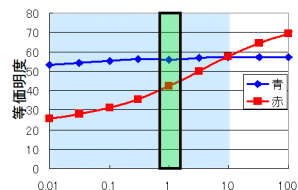
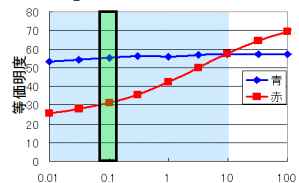


従来手法



提案手法

実写画像(屋内)



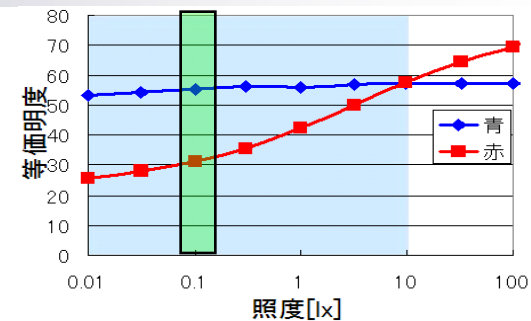
従来手法



提案手法



実写画像で比較(屋外)

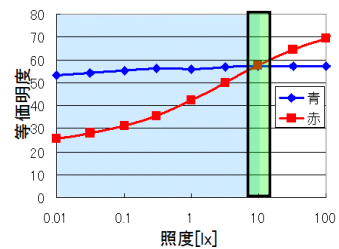
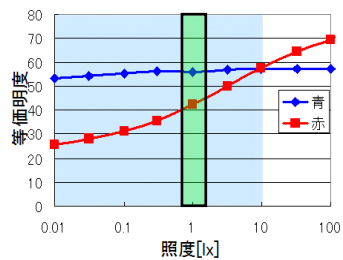
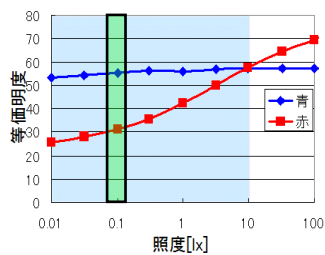


従来手法



提案手法

実写画像(屋外)



従来手法



提案手法



まとめ・今後の課題

まとめ

- 薄明視における視覚特性を考慮したトーンリプロダクション手法の開発
 - 明るさによる色相の変化を実現

今後の課題

- 評価方法