

色の知識を利用する被写体に忠実な色画像再現

藏田 敦之[†] 石川 智治[†] 宮原 誠[†]

[†] 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 〒923-1292 石川県能美郡辰口町旭台 1-1

E-mail: [†]{a-kurata, ishikawa, miya}@jaist.ac.jp

あらまし 電子映像は、色再現理論を駆使しても、被写体の本来の色と異なる色、質感で画像が再現されてしまうことが多い。本研究では、新たな考え方の方法を示す。恐らくは数百年は変わっていないであろう自然界の被写体に対して人が持っている色の知識に基づいて、忠実な色再現をしている。本報告は、変化(調整)しうる手段を γ カーブと黒(輝度)の補正の2つに限定して、入力、出力機器を含めた色再現システム total の歪を補正することを試みた。その結果、 γ と黒の調整だけでも、かなり、被写体の本来の色、質感に近づけることができた。

キーワード 知識ベース, 色再現, γ カーブ, 黒, 質感, 自然界の被写体

Image restoration utilizing knowledge on objects in natural world

Atsuyuki KURATA[†] Tomoharu ISHIKAWA[†] and Makoto MIYAHARA[†]

[†] School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

1-1, Asahidai, Tatsunokuchi, Ishikawa, 923-1292 Japan

E-mail: [†]{a-kurata, ishikawa, miya}@jaist.ac.jp

Abstract Reproduced colors of electric image devices such as by CRT (LCD,PDP) are different from colors and textures of real objects. New idea is based on the knowledge of color objects in nature world that may be having been keeping their own colors long years. We have adjusted only the value of display gamma and dark level. We have tried to compensate the distortion of total color reproduction system including input and output devices. We have successfully reproduced close colors and textures to objects than traditional color reproduction method.

Keyword based on knowledge, color reproduction, gamma curve, dark level, texture, objects of nature

1. はじめに

1.1 本研究の背景と目的

現状のディスプレイ機器では、忠実さよりも見栄えのよさを求める傾向がある。これは、20世紀の帰結としての人々の好みが所謂“キレイ”であり、また、色度及び輝度の再現域、解像度、画素数、階調性等の点で、制約のあるディスプレイ機器では、ある程度仕方のないことでもあろうか。しかしながら、伝統芸能の匠や画家、陶芸家達が、精魂込めた作品をこのような歪を持ったシステムで十分に再現することは難しいといわざるを得ない。“キレイ”であることよりも本物が伝えたいものに忠実であるようにするためには、心理物理的検討が必要であり、我々は、多くの地道でまじめな研究を行ってきた。[1-4]

我々は、芸術作品などを見ることによって喚起される感動に関係する情報を“高度感性情報”と定義し、それを電子映像で再現することに取り組んできた。しかしながら、高度感性情報が、今のところ、どのよ

うな情報なのかを特定できていないため、芸術作品などの画像情報を無歪に忠実に再現することを目指してきた。芸術作品作者の芸術的センスは偉大なものであり、いじるべきではないと考えている。

本研究は、芸術作品などの被写体の色を全く新しい考え方で、忠実に再現することを目的とする。

1.2 新たな研究手法と物理要因・特性の発見

画像情報伝達は無歪であっても、入力、出力機器の性能が、画像の品質に大きな影響を与え、画質を劣化させる。即ち、忠実な画像の再生のためには、それを可能とする性能を持つ機器が不可欠である。我々は、従来の「試行錯誤的に、関連のあるらしき物理要因にあたりをつけ、これが目的のテーマにどう影響するか順次調べていく演繹的研究方法」に代わる研究方法として、「画像を観察し、深い洞察に基づく帰納的研究方法」を用いて、忠実な画像の再生のために必要な物理的・特性を発見し、それらを考慮した機器の開発

発を行っている。人間が大脳中枢で感じたものは言葉：形容詞で表される。よって、画像に関連する形容詞に注目し、観察することで、画像に影響する物理要因を探し出すことが可能となる。

そのような研究方法をとることにより、物理要因とその特性を発見した。それは、以下のとおりである。

- (1) 色差 ≤ 1 の実現；12bit(RGBでは36bitの量子化)
- (2) γ の精度；僅かな γ 値、カーブの狂いにより、画像の質感、高度な色再現が著しく損なわれること。
- (3) 黒の再現性；黒の良し悪しが、画像の品位を大きく左右する。黒が浮いた画像、黒の階調の悪い画像では、締まりのない、迫力のない画像となる。
- (4) R、G、B発光における Cross Modulation の存在を発見し、許容範囲を求めた。
- (5) 正確な step response, 十分な slew rate を確保すること。
- (6) コモンモードノイズ、電源ノイズを減じること。
- (7) 蛍光体構造による輪郭強調の少ないこと。
- (8) ハレーションを減じることである。

2. 従来の色合わせの方法とその問題点

電気信号として色の情報を扱う入力機器、出力機器においては、色情報は、RGB 信号で取り扱われることが多い。しかしながら、入力機器であるテレビカメラ、デジタルカメラ、スキャナ、出力機器である各種のディスプレイ等、異なる機器において、同じ RGB 信号が、同じ色を示すことは、ほとんどない。

これは、入力手段では、色分解系の違い、光学フィルター特性の違い、出力手段である CRT ディスプレイでは、蛍光体の色の違い、CRT を構成する真空管、電子銃の特性等に起因するものである。

よって、色を忠実に再現するためには、そのような機器による色の違いを補正する(色合わせする)必要がある。

一つの方法として、a; 機器に依存しない表色系を用いて色を合わせる方法がある。測色上は、R、G、B の三原色の色度座標と基礎刺激とが得られれば、変換マトリクスを作成して、演算により、入力機器と出力機器のそれぞれにおいて、RGB 信号であらわされる色を XYZ 表色系(またはそれ以外の色空間)で表現することができる。よって、変換マトリクスを2つ作成することにより、入力機器の RGB 表色系から、XYZ 表色系へ、XYZ 表色系から出力機器の RGB 表色系へ色変換することにより、色合わせを行うものである。

もう一つの方法として、b; カラーチャートを、被写体と同時に撮影し、その情報に基づき、後で、画像信号の補正もしくは出力機器の調整を行うことで、色合わせを行う方法がある。それは、入力時の光源あるい

は、入力機器、出力機器の特性により、出力が、本来、被写体、即ち入力画像に対して出力されるべき出力と異なってしまうことがある。この場合に、予め、カラーチャートを被写体と同条件で、入力しておき、入出力カーブの形状などの階調特性の補正、色補正(基礎刺激・レベル補正)などの画像信号の補正、または、出力機器のカラーバランス調整や輝度調整を行うことによって、本来の、期待される出力を得ようとするものである。

しかしながら、上記2つの色合わせは、主として、明度 $V=5$ 程度の色再現、彩度の高い領域での色再現しか言及していないものであり、その色票で、色差が分からない程度の精度、つまり色差 ≤ 1 の精度で、入力と出力とを対応させることは困難である。特に、カラーチャート自体に、画像の品位に大きな影響を及ぼす黒、明度 $V \leq 1$ の領域に対応したものは、ほとんどなく、このような情報を元に調整した色再現精度では、我々が再現しようとする高度感性情報の再現は不十分である。

実際、前記の調整を行ったディスプレイ機器においても、一見“キレイ”であるが、品位に欠けた画像、不自然に鮮やかな画像の再現がなされることがある。

また、形や意味を持たない色彩論の色差 ≤ 1 の精度よりも、実際の画像、映像の場合の色の違いを人が感じる色差精度は、特に、 V を中心として、その一桁以上精度が高い。だから、例え、カラーチャートが同時に撮影された画像であっても、カラーチャートの色差を1以内に再現したからと言って、その画像の色再現は不十分であり、実際には、更なる手直しが必要となる。

3. 本研究の特徴;新たな色合わせの方法

我々は、「数百年は、色・姿を変えていないであろう、自然界の物体の色に対する人の知識が、色彩理論の色差1よりはるかに精度が高いこと」に注目した。そこで、運良く、画像の中に自然界の被写体がある場合に、それに対する色の知識に基づいて、色合わせをする方法が良いことに気が付いた。

“色の知識”とは、色について、人が記憶している情報のことであるが、“人の好みに影響する記憶色”とは異なっている。一般に、人が記憶した色のことを“記憶色”と呼び、“記憶色”は、本当の色よりも、明るく、鮮やかなものであるとされている。確かに、人の顔の写真は、明度の低いものよりも、明度の高いものの方が好まれ、空の青も、鮮やかな青が好まれる。これは、好みの問題だから、被写体の本来の色に対して忠実であるか否かとは、別の判断がなされているからだと考え。以上のように記憶色とは、冷静な観察より高次

元な見方であり、本報告では、その曖昧さを排除した忠実な観察眼に注目する。記憶色に関する議論は、本報告では、排除する。観察眼の忠実な人の記憶は、それほどいい加減なものではない。記憶色は、観察眼の確実な人の知識とは別のものである。

本研究は、そのような本物に対する色の知識を用いて、本来、被写体が持っている色を忠実に再現するものである。

だから、本研究では、画像の評価は、多人数による多数決や、平均値を求める手法を取らない。従来の一般的な多人数による画像評価は、良さについて個人の好みの差によるデータのバラツキを平均化する役割を果たしている。しかしながら、本研究では、本物に近づける事を目的としており、好みは排除している。評価能力の低い人は不要である。すなわち、しっかりした色の知識を持つ人を測定器に使っているのである。

ある画像が忠実に再現されたか否かを評価して、調整するためには、その元画像をよく知る人が適切である。本研究では、科学的に観察眼の優れた人や、可能な範囲で、写真家や芸術家といった高度な画像評価が可能な人物に協力をお願いしている。色の調整は、最良点を選ぶだけだから、難しくなく、また、知識は同じだから、個人差はない。

また、色の知識を用いて画像を評価するにあたって、付録(1)に示す人の刺激情報の処理ステップ3つ[8]のうち、最も高度な認知を用いて行うことになる。

即ち、本報告で新しく提案した方法は、評価というより、人の知識と感度を測定器に使っている。

3.1 色の知識に基づく色合わせのための手段； γ と黒

本報告では、色合わせを行うための手段は、 γ と黒に限定するものとした。

その理由は、過去の多くの経験・実験[1-4]によるものであり、①黒がつぶれたり、浮き上がったりしたら、深い映像の印象は全く無意味なものとなり、また、② γ によって、著しく印象が変わってしまう。これは、 γ が合わないときR,G,B値の比が変わり、色が変わるからである。この事は、もし経年変化も含めて、画像の色が劣化(変化)した時、積極的に、 γ を設計規定値より変化させて、より本物の色に近づけることの可能性を示している。即ち、僅かな γ のズレが、引き起こす色の変化を逆手に取って、 γ の調整を、忠実でない色を忠実な色に戻すための手段とすることとする。この際、 γ は、3原色全てのものについて、同様に変化させるものとする。これは、ある一つの原色についてのみ、 γ を変更すると、本来、色相をもたない無彩色

にまで、色がついてしまい、画像の印象を大きく変えてしまうことの弊害が大きいからである。

γ を調整することによる色の変化を付録(2)に示す。

4. 実験

4.1 実験方法

γ と黒の詳細なコントロールを行うため、この2つ特性が精密に規定され、可変可能であることが必要である。且つ、最終的に高度感性情報の再現を目指すので、テスト画像の表示ディスプレイは、既に発見された物理要因を考慮して、開発されたExtra High Quality Imaging Systemを用いることとし、暗室環境で画質評価を行うものとした。 γ 値は、Look-Up-Tableを用いて、0.05刻みで設定可能に用意した。

図1に示すような種々のテスト画像毎に、3.の方法に従い、色の知識に基づいた色合わせ実験を行った。

Group1のテスト画像は、風景、静物、人物が被写体であり、Group2のテスト画像は、絵画が被写体である。Group1. (a)~(j)は、リバーサルフィルムに撮影した写真を、Group2. (k)は、高品位印刷物を、それぞれ大日本印刷株式会社にて、ドラムスキャナにより、 $1/\gamma=1/3.00$ のpre-gamma collectionで読み取ったものである。Group2. (l)(m)のテスト画像は、デジタルカメラにより、撮影されたものである。そして、入力機器と出力機器以外では、 γ の補正等を行っていない。システム全体の γ を1となるように、テスト画像は、まず、 $\gamma=3.00$ に精密に補正したディスプレイで表示した。そして、画像全体の観察をし、画像全体の印象を捉えるとともに、被写体が本来表現されるはずの色と異なる色で表現されている箇所を探した。その後、 γ と黒を調整して、色合わせを試みた。

4.2 実験結果

テスト画像毎に、好適とされた γ 値を表1に、また、テスト画像毎の実験結果を付録(3)に示す。

観察により発見された、鮮やか過ぎる、安っぽい、漆や果物が、プラスチックのような質感で表現されている等の、被写体が本来持っているものと異なる色、



図1 テスト画像例(左: 糺森 右: 蓮花寺の庭園)

質感で表現された箇所のはほとんどは、 γ と黒の調整を行うことにより改善された。しかし、一部の被写体の画像においては、十分な改善が行えなかった。

表 1. テスト画像、好適 γ 値及び取り込み方法一覧

テスト画像	total γ	取り込み
(a) 虹の森	0.867	ベルビア・スキャナ
(b) 蓮花寺の庭園	0.900	プロビア II・スキャナ
(c) 卵とオレンジとポット	0.950	RDP・スキャナ
(d) 食品	0.883	RDP・スキャナ
(e) トランベットと食器とワインと果物	0.900	RDP・スキャナ
(f) ワイングラスと庭の小道	0.950	RDP・スキャナ
(g) 古楽器(楽琵琶・笙・箏(二十一等))	0.900	RDP・スキャナ
(h) ポーズを取ったモデル	0.950	RDP・スキャナ
(i) メタルハット	-	RDP・スキャナ
(j) 保津狭の山霧	-	ベルビア・スキャナ
(k) 若沖	-	高品位印刷物・スキャナ
(l) コロー	-	デジタルカメラ
(m) コーエック・コーエック	-	デジタルカメラ

5. 考察

テスト画像を再現するディスプレイの γ 特性を補正した結果、それぞれのテスト画像について、ある特性(γ 値)で、再現画像の本物に対しての“忠実さ”が向上した。これは、被写体の光像から、入力、伝送、出力機器を経て、人が、感覚器で、出力された光像を知覚し、再現画像を認識するに至る経路のシステム total の歪を補正したからであると考えられる。

今回の実験において、入力から、出力に至る情報伝送経路の各段階の内、歪の生じる段階を、①光像を化学変化により印画紙上に固定化する写真の露光及び現像段階、②スキャナにより、光像をデジタル化する読み取り段階であるとして、これらの歪をディスプレイの γ の調整で補正したものとする。各段階の歪を γ で捉えることができると仮定し、①写真の露光及び現像段階の歪、②スキャナの読み取り段階の歪、③ディスプレイで調整した γ をそれぞれ γ_{photo} 、 $\gamma_{scanner}$ 、 $\gamma_{Display}$ と表すとすると、 γ の歪及び補正に関して、以下の式が成り立つ。

$$\gamma_{photo} \cdot \gamma_{scanner} \cdot \gamma_{Display} = 1 \quad (式 1)$$

今回用いた業務用の大日本スクリーンのスキャナの精度は、非常に高いことが分かっているので、仮に、 $\gamma_{scanner} = 1.00$ とすると、ディスプレイで調整した γ は、平均値を用いると $\gamma_{Display} = 2.73$ と表すことができるので写真の露光及び現像段階の歪が、 $\gamma_{photo} = 1.10$ と求められる。

この点について考察すると、原物より、所謂、鮮や

かで、キレイな絵が求められ、その要求に答えるべく、“ベルビア”に、また“プロビア”(Fuji 写真フィルム(株))にも同様の傾向がある。しかし、本来は、鮮やかでない緑色でさえも、明るく、彩度の高い色で表現してしまい、所謂あっぱく表現されてしまう。今回の実験で、 γ 値が高い方にズレると所謂キレイになる傾向があること、リバーサルフィルムは、 γ 値が高くなる傾向にあることが考察された。フィルムの個性はともかくとして、今回の結果は、この2点を補正、改善していると考えられる。

6. 結論と今後の課題

上記のように、色の知識に基づいた γ と黒の調整による色合わせにより、被写体の、より忠実な色再現が可能であることを示した。

これは、本来、入力から出力に至る複雑なプロセス毎に高い精度の調整が必要であったことを、画像再生の最終段階で、システム total の歪を補正するという大変画期的な方法である。しかしながら、その限界があることも確かである。また、補正した歪がどこに起因したものであるかは特定できない。原因の特定は、様々な入出力経路を比較検討することにより、可能になると考えており、今後の課題の一つである。その結果、黒以外の要因・特性が発見できると考えている。

7. 謝辞

テスト画像にご協力して下さった Professor H. Marite, Professor F. Schmitt (ENST in Paris, Le Louvre), Professor K. Martinez (University of Southampton, London National Gallery), 写真家中田 昭様、フジ写真フィルム株式会社に深く感謝いたします。画像の読み込みにご協力いただきました大日本印刷 C&I 総合企画開発本部 会津昌夫様、画像の補正実験にご協力いただいた京都デジタルアーカイブ研究所の皆様、宮原研究室各位に深く感謝いたします。

文 献

- [1] 宮原 誠, 亀田昌志, 小林幸夫, 白井英樹, 岸本貴行: “全く新しいテスト画像の考え方—奥行き感の熟慮—” 信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE, CQ98-67(1998)
- [2] 宮原 誠: “高度感性情報(感激、深い感動、実在感、アウェアネス)を電子画像システムで表示するにはどうすればよいか; コペルニクスの転回の研究方法—発見された物理要因と、それを實現した開発状況—”, 映像情報メディア学会技術報告, VOL23, No. 70, PP61-65 IDY' 99-279, AIT99-90 (1999)
- [3] Makoto Miyahara, Takao Ino, Shuji Taniho, Ralph Algazi: “Relationship between Reproduction of High Order Sensation on a Display and Cross

Modulation among R, G and B, Gamma and Step Response", SPIE vol. 3025 PP23-27(1997)

- [4] 白井英樹, 亀田昌志, 宮原 誠, 寺田正和: "CRT ディスプレイで生じるハレーション歪みに起因する高度感性情報の劣化", 信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE, IE98-80(1998-11), PP45-50(1998)
- [5] 宮原 誠: "系統的画像符号化", 株式会社アイピーシー, PP79-96, 128-151(1990)
- [6] 日本色彩学会編: "新編 色彩科学ハンドブック", 東京大学出版会, PP1-8, 83-157
- [7] 宮原 誠, 甘青: "カラーモニタによる印刷物の色再現", 画像電子学会誌 第 22 卷 第 3 号, PP189-194 (1993)
- [8] 樋渡涓二編: "視聴覚情報概論", 昭晃堂, PP1-7, 92-93, (1987)

付録(1) 刺激情報の処理ステップ

人による、刺激情報の処理ステップとして、以下の3つに分けることが考えられる。[8]

- (1) 感覚(視覚); 感覚器(眼)が刺激(光)によって反応して、生ずる意識。知覚を構成する基本的要素。
- (2) 知覚; 総合的、客観的な判断内容を持っている感覚よりも高次の働き。感覚器官に与えられた刺激作用を通して、外界の事物・事象を、ひとまとまりの有意味な対象としてつかむ働き。
- (3) 認知; 既に経験や学習によって知識や言語体系としてもっている(記憶している)内容と照合して、ある事柄の概念や意味を汲み取り、知識とする働き多くの機能を含んだ非常に高度な精神活動である。

付録(2) γ とその変化に伴う色変化

シミュレーションとして、異なる値で、理想的な γ 特性を与えることができるディスプレイに、同じ画像信号(R, G, B)を与えた時の、色変化を求めた。

ディスプレイの色の再現域は、蛍光体の色の影響を受けるものであるが、一つの基準として、その3原色と基礎刺激(白)とを以下に示すように NTSC 規格で定められたものと同様であると仮定する。

$$\begin{aligned} \text{Red } (x_r, y_r, z_r) &: (0.67, 0.33, 0.0) \\ \text{Green } (x_g, y_g, z_g) &: (0.21, 0.71, 0.08) \\ \text{Blue } (x_b, y_b, z_b) &: (0.14, 0.08, 0.78) \\ \text{White } (x_w, y_w, z_w) &: (0.310, 0.316, 0.374) \quad (\text{式 } 2) \end{aligned}$$

最終的には、 γ 値を変えた場合の色差を示したいので、ディスプレイの出力を均等知覚色空間である CIE L*a*b*色空間に変換する。そのため、一旦、ディスプレイの出力を XYZ 色空間に変換するものとする。

詳細は参考文献 1 及び 2 に開示されているので、ここでは、省略するが、所定の R, G, B の信号を与えられたディスプレイの出力は、式 2 を用いて、CIE XYZ 色空間上の色度座標へ変換できる。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.608 & 0.174 & 0.200 \\ 0.299 & 0.587 & 0.144 \\ 0.00 & 0.066 & 1.112 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 3)$$

そして、CIE XYZ 色空間上で表される色を CIE L*a*b*色空間上に変換する式は、参考文献[5]-[7]等に記載の事項から式 3 で表すことができる。

$$\begin{aligned} \frac{Y}{Y_0} &= 1.2219L * \times 10^{-3} - 2.3111L *^2 \times 10^{-5} \\ &+ 2.3951L *^3 \times 10^{-6} - 2.1009L *^4 \times 10^{-8} + 8.404L *^5 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a^* &= 504.3 \left\{ \left(\frac{X}{X_0} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{\frac{1}{3}} \right\} \\ b^* &= 201.7 \left\{ \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{\frac{1}{3}} \right\} \end{aligned} \quad (\text{式 } 4)$$

そして、CIE L*a*b*色空間上で、(L1, a1, b1) 及び (L2, a2, b2) で表現される 2 色の色差は、式 4 で表される。ここで、 ΔE_{ab}^* は、概ね NBS 色差に対応する。ここで、 ΔE_{ab}^* は、概ね NBS 色差に概ね一致する。1NBS は、最も良い条件で識別できる最小色差の 5 倍、素人には分からない程度の色差に対応する。

$$\Delta E_{ab}^* = \left(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned} \text{但し、} \quad \Delta L^* &= L1 - L2, \quad \Delta a^* = a1 - a2, \\ \Delta b^* &= b1 - b2 \quad (\text{式 } 5) \end{aligned}$$

そして、R または G 信号のみを与えた場合と、RGB 各信号を同じ強度与え、無彩色とした場合について、V=1, V=5 それぞれの場合において、 γ を 3 から 0.1 増減した際の色差を表 2 に示す。表 2 より、 γ 値の変化が同じであっても、色相によって、また、明度によって、色差は異なることが明らかである。注目すべきは、V=1 の場合、V=5 の場合よりも、大きな色度差となっている。よって、 γ を調整することが、特に、

表 2 γ の変化に伴う色差

画像信号	γ	色差 (V=1)	色差 (V=5)
G 信号のみ	2.9	2.32	1.62
	3.1	2.21	1.61
R 信号のみ	2.9	2.25	0.72
	3.1	2.16	0.72
RGB 信号均等	2.9	1.32	1.20
	3.1	1.22	1.18

$V \leq 1$ の黒の調整に有効であると認められる。

付録(3) 各画像の実験結果

Group 1.

(a) 糺の森(京都)

着目点(1)緑が新緑的に鮮やか過ぎる。

- (2)先端の枯れた去年の熊笹の緑が明るく鮮やか過ぎる。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.60$ で、(2)の点は改善された。
- ・ これよりも、低い γ 値では、全体の色が淡くなり、特に、木の葉の色が不自然となる。
- ・ 落ち葉の色にあわせて黒を調整すると、信号の Gain 調整をしていないので、画面全体が暗くなり過ぎる。
- ・ 以上の調整をしても、緑や去年の熊笹が新緑的に鮮やか過ぎ、この補正までは、できないことが分かった。

(b) 蓮花寺の庭園

着目点(1)緑が鮮やか過ぎる。

- (2)左手前の枯葉の色が赤過ぎる。
(3)池の奥にある石が、池の奥側にあるように見えない。
(4)雨上がりのように見える。(実際は違う。)

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.70$ で、(1)-(4)の点は改善された。
- ・ 枯れた葉の赤っぽい鮮やかさが落ち着き、違和感を感じなくなった。
- ・ 晴れた夏の昼に池から上がる水蒸気で、庭の奥の方、特に、石がぼける感じが表現されるようになり、池の奥にある石が、本来あるべき池の奥側の位置にあるように見えるようになった。

(c) オレンジとポット

着目点(1)使い込んだホーローの古い質感がない。

- (2)オレンジの切断面の赤味が強すぎる。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.70$ で、(1)(2)の点は改善された。
- ・ $\gamma=2.70$ よりも低い γ にしても、ホーローの古くなった質感に変化は少ないが、オレンジの色が白く淡くなってしまふ。

(d) 生鮮食品

着目点(1)トマトが、プラスチックのように表現されている。

- (2)魚が、生乾きのように表現されている。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.65$ で、(1)(2)の点は改善された。
- ・ これより低い γ 値だと、ロブスターやト

マトの鮮度が下がった感じで表現される。

(e) トランペットと食器とワインと果物

着目点(1)果物が、プラスチックのように表現されている。

- (2)コップと、トランペット、コルク抜きの光沢、質感に違いがない。

- (3)ワインボトルのコルク周囲の包装の光沢が固く表現されている。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.70$ で、(1)(2)(3)の点は改善された。
- ・ γ 値を低くすると、トランペットの質感は、悪くなる。

(f) ワイングラスの置かれたテーブルと庭の小道

着目点(1)テーブルクロスを束にする陶器製留め具が、プラスチックのように表現されている。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.85$ で、留め具は、陶磁器らしい質感で表現された。
- ・ より低 γ では、小道の菊の色から、赤味が消え、不自然になる。

(g) 古楽器(楽琵琶・笙・箏(二十一箏))

着目点(1)楽器の木の質感が表現されるか否か。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.70$ で、素材である木の質感、木目の感じがよく表現された。
- ・ γ を高くすると、木の痛みが少なく、硬い質感で、 γ を低くすると木の傷みが大きく、柔らかい質感で表現された。
- ・ 木質の赤っぽい感じは改善されない。

(h) ポーズを取ったモデル

着目点(1)服の光沢部が安っぽく表現されてしまっている。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.85$ では、光沢に深み、重み、品位が出るようになった。

(i)(j) メタルハット・保津狭の山霧

備考・実際、どのようであったのかを特定する情報が不足しており、 γ を変えると、色・質感・印象が変化するものの、いずれの γ 値が好適であるのか特定できない。

Group 2.

(k)(l)(m) 若沖・コロウ・コーエック=コーエック

着目点(1)色落ちしているはずの色が鮮やか過ぎる。

- (2)全体の印象が硬すぎる。

画質の変化に関して：

- ・ $\gamma=2.6\sim 2.7$ で、(1)(2)は改善されたが、知識不足のため最良点は決定できず。