

3. 画質の主観評価技術

正会員 三橋 哲雄[†]

キーワード：画質、主観評価、デジタル画像、DSCOS、SSCQE

1. ま え が き

画像システムの最終的評価は、人間による評価、すなわち主観評価による必要がある。主観評価の対象となる項目は種々あるが、なかでも画像の品質を示す画質は、システムや機器の総合性能を示す指標として重要であるところから、多くの検討が行われている。

画質の主観評価(以下、単に主観評価と呼ぶ)では、評定尺度法などの心理学的測定法に画像特有の条件を加味した評価法が、これまで用いられている¹⁾²⁾。デジタル画像の主観評価に際しては、したがって、デジタル画像特有の条件を考慮する必要がある。

本稿では、主観評価法の基本的な性質について改めて述べた後、デジタル画像特有の条件という観点から、現在最も広く用いられている主観評価法であるITU-Rの勧告について述べる。なお、デジタル画像特有の画質の特徴については前章で詳細に述べられているので、そちらを参照されたい。

2. 主な主観評価法

主観評価法は、心理反応をデータ化するための心理学的測定法と、データ分析のための統計処理の2つの部分からなる。後者は、基本的には一般的な統計処理手続きであるが、測定法に固有の手続きを必要とする測定法もあるので、注意が必要である。

2.1 主観評価法の望ましい条件

物理的測定において信頼度の高い再現性のあるデータを得るためには、測定器、測定法に十分な注意を払う必要がある。主観評価においても、測定器に相当する評定者の統制や測定法としての評価法について、同様に充分注意する必要がある。具体的には、

- (1) 評定者が容易に的確な判断ができ、誤差が少ないこと。
 - (2) 結果の処理が容易で、わかりやすいこと。
 - (3) 専門家でなくても容易に実施できること。
- 等が評価法として基本的に重要である。また、新しいシステムの検討を行う場合には、
- (4) パラメータが独立に制御できない場合でも測定が可能。
 - (5) 心理尺度構成*ができること。

も重要となる。さらに、マルチメディアやカラーマネージメントに見られるように、メディアミックスの進展を考えた場合、

- (6) 異種メディア間にわたる評価が可能なこと。

が重要となる。

2.2 主観評価に用いられる主な心理学的測定法

人間の心理反応を測定するため、心理学において極限法、恒常法、PSE法、カテゴリール法等、多くの手法が提案されている²⁾。画質評価では評定尺度法、系列範疇法、一対比較法がよく

用いられる。

(1) 評定尺度法

数値を付与した一連のカテゴリール(範疇、例えば、1 やや良い、2 良い、3 非常に良い、等)から、対象が位置するカテゴリールを選択させる。結果は、カテゴリールの数値を用いた平均や標準偏差などで表され、平均をMOS (Mean Opinion Score: 平均評点)と呼ぶ。

評定尺度法は、実験やデータ処理の容易さから、しばしば用いられている。結果の安定性が良くなることから、判定時に基準を明示することもある。次節で述べるEBU法がこれに当たる。前提として、カテゴリール間の心理的な差(心理的距離)は等しいとされているので、その保証がない場合は、系列範疇法等で心理尺度を構成し、カテゴリール間の間隔を求める必要がある。

(2) 系列範疇法

輝度やコントラストなど、画質の要因を実験者が自由に設定・制御できる場合でも、美しさのようにできない場合でも適用可能な、最も広い一般性を持つ測定法である。標準偏差を単位とする心理尺度を構成し、その上に対象を位置付ける。計算がやや煩雑であることからあまり用いられないが、評定尺度を用いてよいかわからない場合には、有効な方法である。

(3) 一対比較法

対象すべての対を作り比較する。その結果、評価回数は多くなるが、心理尺度が構成でき、対象の尺度値も求められる。一対の刺激のいずれが大きいか、良いかなどを、yes, no で答えるサーストンの方法、yes, no の代わり

[†] 尚美学園短期大学 音楽情報学科
“Subjective Assessment Techniques of Digital Image Quality” by Tetsuya Mitsuhashi (Shobi Junior College, Saitama)

* 心理反応を数値化した目盛りを持つスケール(尺度)を構成すること。数値による演算が可能になり、心理量と物理量の対応も求められる。

に多段階のカテゴリーを用いるシェッフェの方法がよく用いられる。

以上の他、評価画像のみを提示して判定を求める単一刺激法もしばしば用いられる。単一刺激法は所要時間が短いと評定者によるばらつきが大きくなることがあり、目的に合わせて適切な手法を選ぶことが必要である。

3. 標準観視条件と標準画像

主観評価の信頼性を高めデータの交流を図るためには、観視条件、表示画像の内容、表示法、評定者などの標準化が望ましい。表示法は、基本的には、評価法に含まれるので、本節ではそれ以外の項目について述べる。

3.1 観視条件

観視条件は、システム設計の資料を得るなど画質の微小変化も判別しやすい研究用の条件と、家庭を含めた実際の使用条件とを、分けて考える必要がある。テレビジョン放送画像を対象に、ITU-R(International Telecommunication Union-R:国際電気通信連合無線通信部門)において勧告されている基本的項目を表1に示す³⁾。なお、コントラストや輝度、視距離など、個々のテレビ方式毎に詳細が別個に規定されているので、使用に際してはそちらも合わせて参照されたい⁴⁾。

表1 観視条件の例³⁾

(1) 研究用

項 目	値
a. ピーク輝度に対する非発光時の画面輝度の比	≤ 0.02
b. ピーク白の輝度に対する暗室中の黒レベル輝度の比	≈ 0.01
c. 輝度, コントラスト	ITU 勧告 BT. 814, 815 参照
d. 最大観視画角 (CRT 時)	30°
e. ピーク輝度に対するモニタ背面の輝度の比	≈ 0.15
f. モニタ背面の色度	D 65
g. その他の室内照明	低

(2) 家庭用

項 目	値
a. ピーク輝度に対する非発光画面の輝度比	≤ 0.02
b. 輝度, コントラスト	ITU 勧告 BT. 818, 815 参照
c. 最大観視画角 (CRT 時)	30°
d. スクリーンサイズ (4/3 時)	PVD による (注)
e. スクリーンサイズ (19/9 時)	同上
f. 信号処理	デジタル処理のないこと
g. 解像度	報告記載要
h. ピーク輝度	200 cd/m^2
i. 周囲光による画面輝度	200 lx

(注) preferred viewing distance

表2 評定者の分類

	日常業務	細かな違い	熟練度	再現性	安定性	目的・対象
専門家	画質関係	わかる	高	高	高	研究・開発
経験者	映像関係	少しわかる	高	高	高	実用規格
非専門家	それ以外	わからない	低	低	低	市場調査

専門家の例: Golden Year, 開発担当者。

経験者: 通常は専門家に含める。

3.2 標準画像

標準画像の望ましい条件としては、

- ① テレビ番組でよく用いられる絵柄であること。
- ② クロマキー処理や符号化等、処理固有の画質変化を反映すること。
- ③ 画質劣化(変化)が目立ちやすいが過度ではないこと。

等の他、

- ④ 1枚の絵柄の中に多くの評価項目を含むこと。

も総合的な画質評価に際して必要となる。したがって、1種類の画像では困難であり、複数の画像が必要となる。同様に動画像も定められている^{2)~4)}。

各画像は、その物理的特性と共に、どのような項目の評価に適しているかを明らかにしておく必要がある。特に最近の高能率符号化においては、動画の評価が重要となっており、コンテ

ストディペンド(文脈依存)の度合いが高くなっていると考えられる。したがって、時系列的变化についても明らかにしておくことが望ましい。

3.3 評定者

評定者の望ましい条件としては、

- ① 対象を正しく判断する能力を有すること。
- ② 評価が安定していること(誤差が小さい)。

が挙げられる。これらは2.1節(a)(c)とも関連する。

①は視機能等の基本的な生理機能が正常であるだけでなく、評価対象を正しく理解できる能力も含む。そのため、評価の実施に際しては、教示や練習などで評価対象を正しく理解させることが必要である。②は統計的にスクリーニングが可能である。簡易な手法が文献3)中に具体的に述べられているので、参照されたい。再現性、安定性が異常に低い時は原因を調べ、実験計画を立て直すことが必要である。

専門家と非専門家の分け方は必ずしも明らかではない。例を表2に示す。通常専門家は非専門家に比べ分散が半分程度といわれる。評定者数は、ノンパラメトリック検定の面からは6名程度以上あればよい⁵⁾が、ITUでは非専門家15名以上を推奨している。音響では専門家が推奨されており、ゴールドデンイヤーに対するゴールデンアイなど、今後のマルチメディア評価を考慮すると、統一が望ましい。

4. デジタル画像の評価法⁶⁾⁷⁾

以上の各項を含めた主観評価法全体に関する勧告が、ITU-Rによりなされている³⁾⁴⁾。一部の項目についてはすでに関連する項目中で触れた。ここでは測定法として推奨され、最も広く

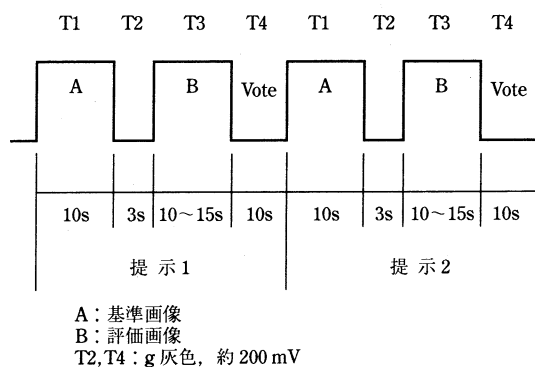


図1 DSISの提示法

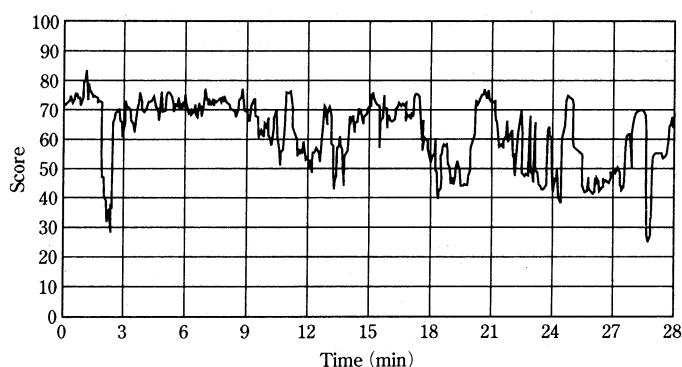
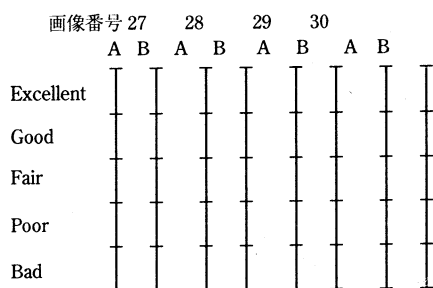
図3 連続品質評価法の測定例⁴⁾

図2 DSCQSの評価用紙の例

用いられている二重刺激妨害尺度法(Double-Stimulus Impairment Scale Method: DSIS法), 二重刺激連続品質尺度法(Double-Stimulus Continuous Quality-Scale Method: DSCQS法)について紹介する。また, DSCQSの改善案として提案された単一刺激連続品質評価(Single Stimulus Continuous Quality Evaluation: SSCQE)についても紹介する。

4.1 DSIS法

(二重刺激妨害尺度法)

DSIS法はEBU(ヨーロッパ放送連合)で開発された妨害の評価法で, EBU法とも呼ばれる。提示法は図1の順序を1回または2回繰り返す。繰り返すにより精度が向上する⁸⁾。

基準画像に対して, 5: 妨害がわからない, 4: わかるが気にならない, 3: 気になるが邪魔にならない, 2: 邪魔になる, 1: 非常に邪魔になる, の5段階妨害尺度を用いる評価尺度法の一つである。結果の処理は, 先に述べた評価尺度法の手続きが用いられる。5と4および4と3の間がそれぞれ検知限, 許容限となり, 限界値が求められる。

4.2 DSCQS

(二重刺激連続品質尺度法)

図2に評価尺度を示す。グラフ尺度を用いた評価尺度法である。AまたはBのどちらか一方は常に基準画であるが, 割当はランダムであり, 評価者には知らせない。評価者は非専門家15名以上で, 判定結果に対応する尺度上の位置にマークをつける。下端からマークまでの長さを読んでデータとする。

対提示であるので, 両者の差は比較的安定であると考えられる。また, 微小な画質差を判別するのに適しているといわれ, デジタル処理画像の画質評価に適した手法として, MPEGの主観評価など, 広く国際的なデータ交換に用いられている⁹⁾¹⁰⁾。しかし, 最近, 単一刺激法の方が僅少な画質差の検出に優れている, との報告もされている¹¹⁾。基準の提示側を固定しないことにより系統誤差を避けられる。カテゴリ間の等間隔性や評価レンジの狭さを指摘する研究もある¹¹⁾¹²⁾。

4.3 SSCQE

(単一刺激連続品質評価法)

高能率符号化等のデジタル信号処理において発生する妨害は, 動きや精細度などの画像内容に依存する。したがって, 多数の動画像について主観評価が必要となる。DSCQSでは実験時間が長くなり, 評価者の負担増はもちろんである。結果の再現性, 安定性にも影響を与えるおそれがある。また, アナログ画像に比べ妨害の時空間分散性が強い。実際の番組を考慮した時間長の評価も必要となる。

SSCQE(Single Stimulus Continuous Quality Evaluation)では, 30分から60分の種々の場面を含むテスト(動)画像のみを継続的に提示する。評価刺激だけを提示する単一刺激法であり, 二重刺激に比べ評価者の負担は少なくなる。評価者は, 時々刻々, 連続的に評価を行う。番組終了後に番組全体としての評価を求め, 連続評価との対応を検討することにより, 妨害の時空間効果を知ることが可能となる。

連続的評価を得るため, 図2に示したDSCQS尺度上を連続的に移動するレバーを持った, スライド式の評価装置が考案されている¹³⁾。結果の一例を図3に示す。

連続評価に伴う評価者の負担については, 更に検討が必要と思われる。同様な手法による音の評価での検討結果によれば⁵⁾, 全体評価を求める時期, 画像を見てから評価を下すまでの反応時間と評価との関係, 全体評価と連続評価との関係の求め方など, 今後検討すべき課題は多いと思われる。また, 多次元への拡張も今後検討課題となる。

4. む す び

デジタル画像固有の条件をクリティシティなど, 物理量の面から定義しようとする試みがなされている。標準画像の選定や, 主観評価との対応づけによる客観評価法への応用が期待される。映像の役割は今後マルチメディアの主役としてますます重要となる。その最終的評価もまた人間により行われねばならないことはいまうまでもな

い。本稿で述べた主観評価法はその基本となるものである¹⁴⁾。

画像の表現力をより高めるため、さらなる高品質化も図られつつあり、画像の心理要因や物理要因の研究も進められている¹⁵⁾。音響の高品質化はすでに市場レベルで進められており、両者による高品質マルチメディアも視野に入りつつある。マルチメディアで重要な文字についての評価も進められている¹⁶⁾¹⁷⁾。別項に述べられる客観評価法と合わせ、主観評価もまた、これらの新しい課題に対して答えていくことが今後重要となろう。

(1999年6月28日受付)

〔文 献〕

- 1) “小特集・視覚と画質”，映情学誌，**45**，3 (1998)
“小特集・画像評価技術とその応用”，映情学誌，**46**，2 (1999)
- 2) テレビジョン学会編：“テレビジョン画像の評価技術”，コロナ社 (1986)
- 3) Recommendation ITU-R BT. 500-8, “Methodology for Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures”, ITU (1998)
- 4) Recommendation ITU-R BT. 1128-2, “Subjective Assessment of Conventional Television Systems”, 同 BT. 1129-1, “Subjective Assessment of Standard Definition Digital Television (SDTV) Systems”, 同 BT. 710-3, “Subjective Assessment for Image Quality in High-definition Television”, ITU (1998)
- 5) 難波清一郎，桑野園子：“音の評価のための心理学的測定法”，日本音響学会編，コロナ社 (1998)
- 6) 湯山一郎：“2. デジタル放送技術の現状 2-1 情報源符号化技術とその品質”，映情学誌，**51**，9，pp. 1341-1344 (1997)
- 7) 中須英輔：“テレビ画像のデータ圧縮とその画質評価”，ディスプレイ アンド イメージング，**5**，pp. 241-249 (1997)
- 8) 成田長人：“画像符号化の主観評価法に関する考察”，信学論 (B-I)，**J77-B-I**，2，pp. 102-111 (1994)
- 9) 中須英輔：“画質とユーザ要求”テレビ誌，**49**，4，p. 497 (1995)
- 10) 日高恒義，小沢啓爾：“画質評価の実際”テレビ誌，**49**，4，p. 502 (1995)
- 11) 成田長人：“動画質の絶対評価法および評点処理方法の検討”，NHK 技研 R & D，**43**，11 (1996)
- 12) Kees Teunissen：“The Validity of CCIR Quality Indicators Along a Graphical Scale”，SMPTE J.，**105**，3，pp. 144-149 (1996)
- 13) Huib Ridder and Roelof Hamberg：Continuous Assessment of Image Quality，SMPTE J.，**106**，2，pp. 123-128 (Feb. 1997)
- 14) 三橋哲雄：“マルチメディアと画像の主観評価”，日本写真学会誌，**59**，1，pp. 179-185 (1996)
- 15) 近藤千之，小林幸夫，宮原誠：“高品位 Audio-Visual に重要な物理要因の発見—高度感性情報を表す評価語を手掛かりとして—”，信学技報，CQ 97-47，pp. 35-44 (1997)
- 16) 加井謙二郎，妹尾宏，磯部忠：“ハイビジョンにおける字幕(クローズドキャプション)提示条件の検討”テレビ学技報，**19**，10，pp. 19-24 (1995)
- 17) Recommendation BT. 812, “Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures Including Alphanumeric and Graphic Pictures”，ITU (1994)



みつはし てつお
三橋 哲雄

1964年，電気通信大学卒業。NHK入局。福岡放送局を経て，1967年より，放送技術研究所にて，ハイビジョン，立体テレビの方式，システム，機器開発や視覚心理特性，バリアフリー放送技術などの研究開発に従事。現在，尚美学園短期大学教授。正会員。

1999年10月号「動画ディスクカメラ」小特集 予定目次

- 【ふ お ー か す】地下マグマ変動による激震—アナログ/デジタルと走査方式— ----- 東京工科大 吹抜敬彦
- 【小 特 集】1. 概 要 ----- 東北大 中村慶久
2. PC動画ディスクカメラ -----
- 2-1 HDD動画カメラ ----- 日立 衣笠敏郎
- 2-2 FDD動画カメラ ----- ソニー 上野克彦・塩野 徹・富田芳紀
3. 小形大容量ディスクの動向 -----
- 3-1 光ディスクの標準化動向 ----- 松下電器 村瀬 薫・中村和彦・津賀一宏
- 3-2 高密度MDの動向 ----- ソニー 野中千明
- 3-3 小形HDDの動向 ----- 日本IBM 青柳充彦
- 【技 術 解 説】最近の高密度記録技術 ----- ソニー 金子正彦
- 【講 座】コンテンツの著作権保護とそれを支える技術 (第10回): 電子透かし技術の応用 ----- 日本IBM 森本典繁
- 【映像現場訪問記】(株)KDD研究所 ----- 電通大 玄蕃一輝・徐 光哲・傅 杭・泉 克彦
- 【論 文】A Shape-Constraint-Based Active Contour Model ----- 北大 鐘 文・長谷山美紀・北島秀夫
- 地図リンクした実写映像のインタラクティブ操作 ----- 東工大 谷田部智之・川崎 洋・坂内正夫
- 【研 究 速 報】帯域制限補間モデルを用いた連続的なテンプレートマッチング手法 ----- 愛媛大 山田芳郎・都築伸二
- Method of Accelerating GPS Navigation Program for a 32bit MCU without FPU ----- 三菱電機 郭 柳宗・浅井 敬・樽木麻衣子・坂本直史・長谷智弘