

画質評価技術 —液晶テレビからプリンターまで—

香林さやか* 山岸宜比古*
安井裕信* 中村芳知**
福田智教*

Evaluation Technology for Image Quality—from Liquid Crystal Display to Printer—

Sayaka Kobayashi, Hironobu Yasui, Tomonori Fukuta, Nobuhiko Yamagishi, Yoshitomo Nakamura

要 旨

従来、ディスプレイに表示される映像の画質は、①明るさ・コントラスト、②階調、③色表示・色再現、④精細さ、⑤動き、⑥ノイズの6項目に分類され、評価されてきた。しかし、実際に映像を視聴する視聴者はこれら6つの特性を複合的に知覚しており、人に合わせた・人に見やすい映像や画質を提供するためには、①～⑥の物理量による評価と主観評価を組み合わせる必要がある。

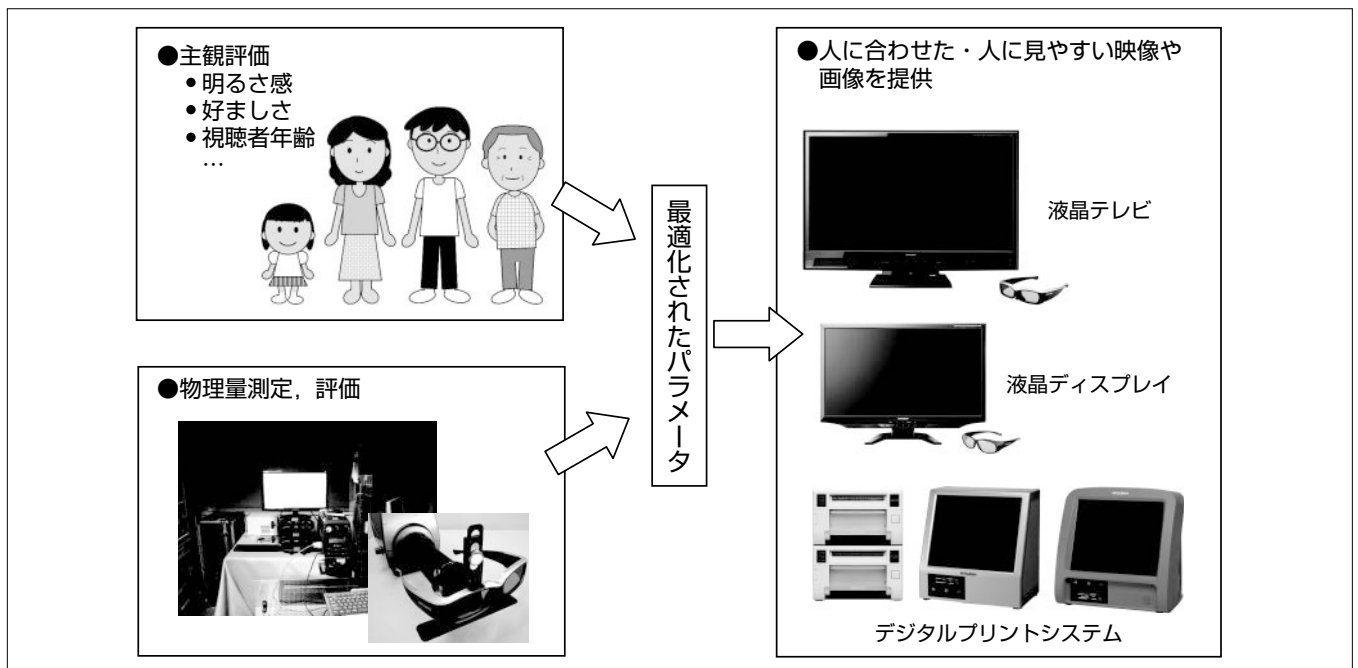
物理量による評価と主観評価の双方の視点から開発された機能には、液晶テレビに搭載されている家庭画質(輝度制御技術)がある。これは部屋の明るさと視聴する年代層に応じて好ましい輝度に設定することで、まぶしさを抑えさせた映像表示を実現している。更なる省エネルギー化を目的に明るさ感の主観評価を実施し、液晶パネルのバックライトの消費電力を抑えつつ、暗いと感じさせない適度な明るさに制御する省エネルギー家庭画質(省エネルギーバックライト制御技術)を開発した。

近年、注目されている3Dテレビでは、2眼立体視の得やすさが人によって異なることに着目し、3D映像の視差と見やすさについての主観評価を行い、視差量を視聴者が

調整できる奥行きアジャスター機能を開発した。また、3Dメガネ方式における3Dテレビ画面の輝度を正確に測定する目的で、3Dメガネを輝度計に取り付けるための3Dメガネアダプタを開発し、3Dメガネを使用した状態での輝度測定を可能にした。

店頭で設置されるデジタルプリントシステムでは、利用者が撮影した写真データを自ら持ち込んで印刷するため、暗い場所で撮影したものや逆光の強いものも自動的に画質を補正して印刷する必要がある。補正量によって明るさや色の鮮やかさが変わり、写真の印象が異なるため、写真データが持つ輝度ヒストグラムの特徴ごとに分類し、多くの人が好ましいと感じる画質に補正するための補正量を主観評価によって求めた。この機能によって、コンビニエンスストアなどの店頭で手軽にきれいな写真がプリントアウトできるようになった。

本稿では、これらの事例を紹介し、様々な画質評価技術とそこから開発された、人に合わせた・人に見やすい高画質化機能について述べる。



画質評価技術と人に合わせた・人に見やすい映像や画像を提供

ディスプレイの画質評価には、利用者が見やすいと感じる画質を調べる主観評価とディスプレイの性能を評価する測定の双方が必要である。主観評価及び測定の結果から、人に合わせた・人に見やすい映像を表示するための最適化されたパラメータを求め、製品開発に反映させている。

1. ま え が き

従来、ディスプレイの画質は、①明るさ・コントラスト、②階調、③色表示・色再現、④精細さ、⑤動き、⑥ノイズの6項目に分類され、評価されてきた。しかし、これらの評価はディスプレイの性能を数値化したものであり、実際に映像を視聴する視聴者はこれら6つの特性を複合的に知覚し、“きれい、見やすい”などの判断をしている。人に合わせた・人に見やすい機能を開発するためには、①～⑥を物理量によって評価するだけでなく、主観(感性)評価と組み合わせることが必要である。

物理量の評価と主観評価との組合せによる高画質化は、主に2Dテレビの画質改善のために行われてきたが、一般家庭への普及が進んでいる3Dテレビや非発光メディアであるプリント写真にも展開しており、その事例も述べる。

2. 液晶テレビの明るさ感評価

一般的に輝度の高いディスプレイは、視認性が高く高画質に見えるため、液晶パネルなどのデバイス性能の向上に当たって、表示輝度の値が高くなってきている。そのため、液晶テレビの画質が上がったと言われる反面、視聴者からまぶしいという声が聞こえてきた。

明るさ感是人によって異なるが、年齢に依存する点が大きい。図1は、若齢者(20代)と高齢者(60~70代)にスクリーンに映った表示サイズの異なる丸いパターンを見せ、順応輝度(何も写っていないスクリーンの輝度。周囲の明るさを示す。)に対してまぶしさを感じる始める輝度を調べたものである。

表示サイズが大きい(刺激サイズが大きい)場合には年齢差が見られないが、表示サイズが小さい(刺激サイズが小さい)場合には若齢者の方がまぶしさを感じる輝度が低くなる結果が得られた⁽¹⁾。さらに、子供のテレビ視聴距離は大人の0.8倍という調査結果⁽²⁾があり、これらを踏まえて視聴環境の明るさと年齢による特性(高齢者、若齢者、子供)に応じてまぶしさ感を抑える輝度制御技術(家庭画質)を開発した。三菱電機では2006年に発売した液晶テレビ“REAL MX60シリーズ”から、人間を中心とした設計思想

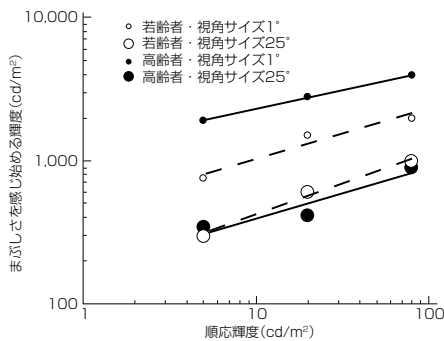


図1. 順応輝度に対する明るさ感の評価

を取り入れ、まぶしさや見えにくさ等、人が感じる明るさ感の評価結果を基にした輝度制御技術(家庭画質)を搭載している。

また、近年では地球環境の観点から消費電力を下げることが求められている。液晶テレビの消費電力の大半を占めるのは液晶パネルのバックライトであるが、単純に画面輝度を低下させて消費電力を下げようとする、視聴者に暗さを感じさせてしまう。そのため、被験者が自由に明るさを調整できるテレビを使い、①好ましい輝度と②許容下限輝度を調整法によって評価した⁽³⁾。

図2に示すように実際の製品を複数台用いた比較法による明るさ感の評価を行い、先に述べた家庭画質に加え図3に示すような、視聴者に暗さを感じさせない好ましい明るさの領域内で、バックライトを入力平均映像信号レベルによって制御する省エネルギーバックライト制御技術(省エネルギー家庭画質)を実現している。

3. 3Dテレビの画質評価

3Dテレビでは、従来の画質評価のほかに立体感という新たな軸が加わった。一般的な3Dテレビでは、左目用と右目用画像のずれによる両眼視差を利用した両眼式立体表示が用いられており、左右の視差量が大きいほど映像の飛び出し及び引込みは大きなものとして知覚される。

3.1 立体視の見やすさ評価

左右の視差量は、画面の手前で像を結ぶ飛び出しの場合も、画面の奥で像を結ぶ引込みの場合も限界があり、大きすぎると立体視を得られない⁽⁴⁾⁽⁵⁾。また、両眼視差を使った立体表示は立体視を得やすい人と立体視を得にくい人がある。この特性を評価し、多くの視聴者に立体視を得やすくする



図2. 比較法を用いた明るさ感の評価

ことは、家庭視聴における立体映像表示には欠かせない。

左右画像に表示された物体を同じものだと認識して、一つに

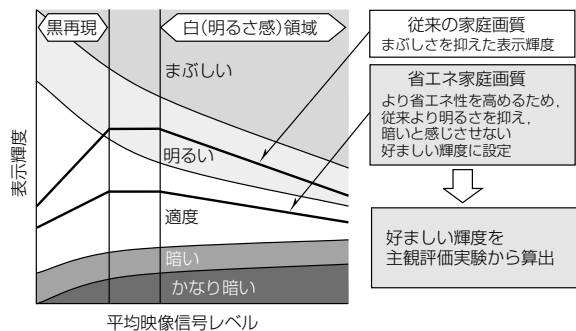


図3. 明るさ感による表示輝度制御

見えた状態を融合、視差が大きくなりすぎて一つに見えなくなる状態を分離として、立体視が得られる融合の視差と立体視が外れる分離の視差量を計測した。図4はこの評価に用いた画像である。左の写真は白いコップが机の手前にあり、立体視すると画面よりも飛び出して見えるようになっている。また、右の写真は同じコップが机の奥にあり、画面よりも引き込んで見えるようになっている。

融合開始視差の評価は、視差が大きくなり分離した状態から開始し、被験者が自分で視差を小さくしていき、立体視が得られた視差角を調べた。分離開始は、立体視が得られている状態から視差を大きくしていき、立体視が得られなくなった視差角を調べた。図5、図6は飛び出し方向への立体視についての結果だが、融合開始視差と分離開始視差に差があり、一旦融合ができると分離しにくい特徴がある。また、融合・分離ともに分布が広がっており、立体視の得やすさには個人差があることがわかる⁽⁶⁾。なお、引込み方向についても同様の傾向が見られた。

また、立体映像が融合するまでにかかる時間についても調べた。図7に示すように、飛び出し部(A)と引込み部(B)のある立体映像を作成し、被験者に引込み部と飛び出し部を交互に見てもらい、融合までにかかる時間を測定した。その結果、図8のとおり、41歳以上の被験者では立体視を得るまでの時間が長くなることがわかった。これらのことから、家庭で3D映像が視聴される際には個人差や視聴環境に合わせて立体感を調節することが望ましく、2010年発売の液晶テレビ“MDR1シリーズ”及び2011年発売の液晶ディスプレイ“RDT233WX-3D”から奥行きアジャスター(視差調整機能)を搭載している。

3.2 3Dメガネ使用時の輝度測定

3.2.1 3Dメガネ方式の輝度測定の課題

3Dメガネ方式の3Dテレビでは、3D映像視聴輝度を測定する際、輝度計に3Dメガネを取り付け、左右の映像を分離して測定する必要があるが、多くの輝度計では3Dメガネを取り付ける構造になっていない。3Dメガネレンズは、輝度計の対物レンズよりも小さいため、3Dメガネレンズ外の左右の映像が分離できていない光が混入する問題があり、混入を防ぐために3Dメガネレンズ外の光を遮断すると輝度計に入射する光量が減少し、輝度が正確に測定できない。

3.2.2 3Dメガネアダプタ

上記の課題を解決するために、図9に示すような輝度計の対物レンズに装着できる3Dメガネアダプタを開発した。3Dメガネアダプタの入射口の直径は20mmと小さく、3Dメガネレンズを通した光だけを測定できる反面、入射口が輝度計の対物レンズよりも小さくなるため、輝度計に入射する光量が減少する。また、測定対象との距離が変わると焦点角度が変わるため、取り入れる光量も変化する。このため、3Dメガネアダプタを装着・非装着の状態(3Dメガネレンズは設置しない)の輝度を、測定対象の輝度及び測定距離を変えながら測定し、それぞれの比(補正係数)を求めたところ、測定対象の輝度による変化はなく、距離によって変化することを確認した⁽⁷⁾。これによって、測定距離に応じて補正係数を求めておき、3Dメガネアダプタを装着した時の測定値に乗算すれば、3Dメガネアダプタを装着していない時の輝度を求められることがわかり、3Dメガネレンズを通した輝度測定を正確に測定する環境が整備できた。

4. デジタルプリントシステムの画質評価

当社では、コンビニエンスストアなどの店頭でデジタルカメラの写真データを印刷するプリンター及びシステムを開発している。利用者が撮影した写真データを扱うため、暗い場所で撮影した写真や逆光の強い写真等多様なコンテンツに合わせた画質補正が必要である。

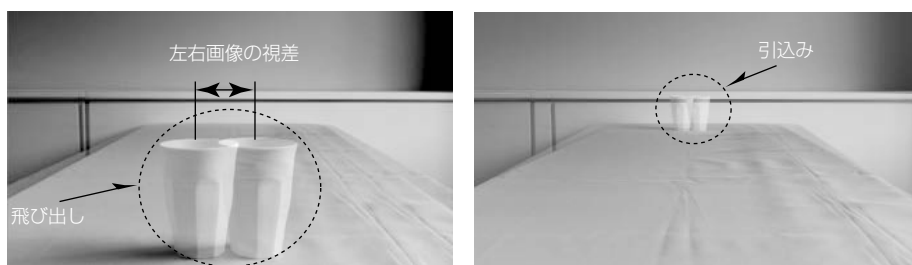


図4. 融合分離限界評価に用いた画像

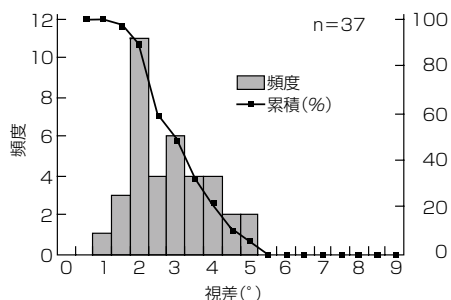


図5. 融合開始視差分布と累積頻度比(飛び出し)

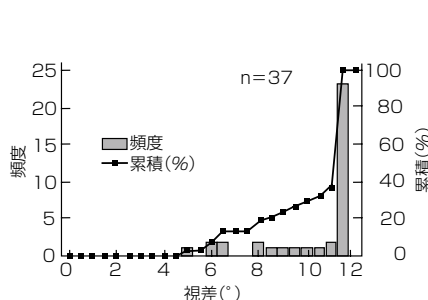


図6. 分離開始視差分布と累積頻度比(飛び出し)

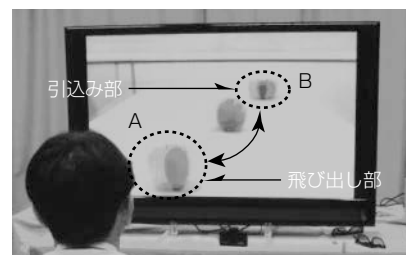


図7. 視点移動による立体映像視認性評価

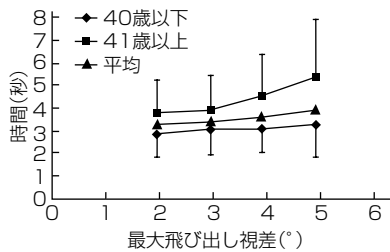


図8. 年齢別に見た融合にかかる時間

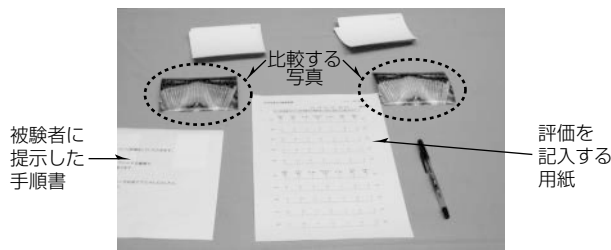
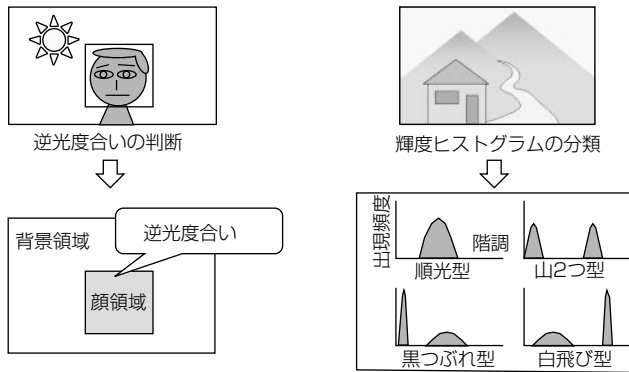


図10. 補正量の差による印象の比較評価



図9. 3Dメガネアダプタ



(a) 人物写真の場合

(b) 非人物写真の場合

図11. デジタル写真の輝度特徴による分類

4.1 一対比較法による主観評価

画質補正を行う際、写真の特徴によって、明るさやコントラスト等の補正パラメータを変化させているが、それぞれのパラメータをどの程度変化させるかという補正量によっても明るさや色の鮮やかさが変わり、写真の印象が異なってくる。

補正量によって印象が変わるサンプルデータを用い、どの補正量が好ましいと感じるかを一対比較法によって評価した。同じサンプルデータを異なる補正量で印刷し、その中から2枚を1組として全パターンの組合せをランダムに被験者に提示した。どちらの方が好ましいと感じるかを評価スケール(7段階)に記入してもらい、結果を解析した(図10)。店舗では多様な写真データが持ち込まれることを想定し、すべてのサンプルの評価結果から総合的な満足度の高かった補正量を採用している。

4.2 デジタル写真のコンテンツ分類と画質補正

デジタルプリントシステムでは多様なコンテンツに合わせた画質補正を自動で行う必要があるが、人物写真では逆光となっている顔の明るさを改善し、肌を滑らかにする補正が好まれる。また、人物写真以外の風景写真など(非人物写真)では逆光のほかに、全体的に明るさが足りずに画像の詳細がわからないケースがある。持ち込まれた写真データがどのような特徴があるかを判定し、補正パラメータを算出するため、ディスプレイの画質評価の一要素である輝度に着目した。

人物写真・非人物写真ともに補正が必要な写真データを集め、輝度情報を調査した結果、図11のように、人物写真では、顔領域と背景領域の輝度情報の差分を基にして、写真の逆光度合いに応じて補正パラメータを算出、非人物写真では、画像全体の輝度ヒストグラムの特徴から4種類(逆光3種類、順光1種類)に分類し、逆光を改善しつつ、全体のコントラストのバランスを保つ画質補正を行っている。

5. むすび

画質評価事例や評価結果から開発された機能について述べた。画像に関する当社製品は幅広く、画質評価技術が必要とされる機会も多い。今後も人にとって見やすい画質を追求し、高画質化へとつなげていきたい。

参考文献

- (1) 窪田 悟, ほか: 画像の平均輝度レベル, 観視者の年齢, 照明環境を考慮した液晶ディスプレイの輝度制御, 映像情報メディア学会誌, **62**, No. 6, 931~936 (2008)
- (2) 窪田 悟, ほか: 子供のテレビ視聴距離, 映像情報メディア学会誌, **61**, No. 2, 234~236 (2007)
- (3) 中村芳知, ほか: 家庭環境における好ましい輝度と許容下限輝度の検討, 電子情報通信学会 総合大会, 59 (2009)
- (4) 矢野澄男: 両眼融合可能な視差の範囲-視標の大きさと空間周波数の変化に対する検討-, 電子情報通信学会論文誌, **J75-D-II**, No.10, 1720~1728 (1992)
- (5) 長田昌次郎: 両眼式立体画像観視における両眼融合限界の画角および視距離依存特性, テレビジョン学会誌, **43**, No. 3, 276~281 (1989)
- (6) 中村芳知, ほか: 融合する視差と分離する視差の評価, 映像情報メディア学会技術報告, **35**, No.22, 33~36 (2011)
- (7) 安井裕信, ほか: 3Dメガネを使用した輝度測定方法の検討, 映像情報メディア学会年次大会, 4~8 (2011)