

視聴環境に適応するテレビ技術

Automatic Image Quality Control Technology for TV Displays according to Viewing Conditions

阿部 裕俊

■ ABE Hirotooshi

テレビの画質は、ユーザーの視聴環境によって要求されるレベルが異なるため、東芝は従来、いくつかの映像モードを用意し、視聴環境に合わせて切り替えられる機能を搭載してきた。しかし、この機能ではユーザーが自分で映像モードを選択する必要があることから、ほとんどのユーザーがこの機能を使わずにテレビを見ていることがわかった。

当社は、この課題を解決するため、時々刻々と変化するユーザーの視聴環境に合わせて、最適な画質にきめ細かく自動調整する“おまかせドンピシャ™高画質”機能を開発した。この機能は、日中だけでなく日の出や日の入り時刻にも周囲の輝度変化に対応して、テレビ画面の明るさ、色の濃さ、シャープネスなどを、ユーザーに意識させることなく、細かく最適に調整する。

The required image quality for the display of a TV set differs according to the environment in which it is viewed. Conventionally, Toshiba has provided a function allowing selection of the image mode suited to the conditions of viewing. However, this function has been insufficient to optimize the level of image quality corresponding to the viewing conditions because it requires manual selection by the viewers.

To rectify this situation, we have developed an automatic mode selection function that enables viewers to watch TV with the optimal quality of image display under any viewing conditions. The brightness, color tone, and sharpness of the TV display are automatically adjusted by taking into consideration changes in ambient light conditions at various times such as sunrise, sunset, and during the daytime.

1 まえがき

テレビ映像を最適な画質で視聴するには、ユーザーの視聴環境に合わせて映像の設定を適宜変える必要がある。

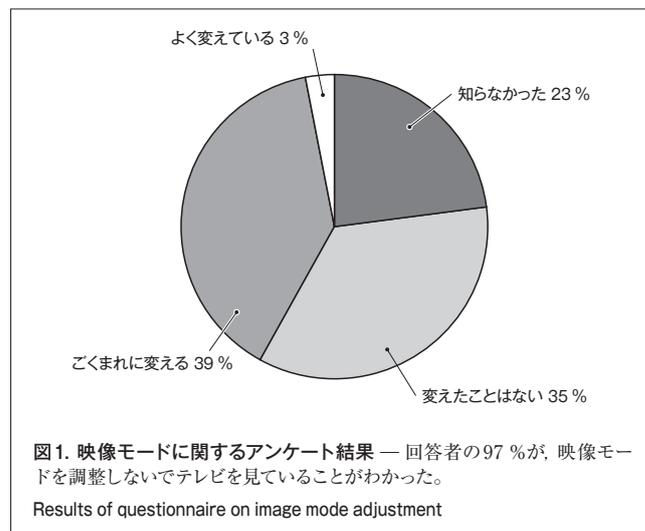
東芝は従来、“あざやか”、“標準”、“映画”、“テレビプロ”、及び“映画プロ”という五つの映像モードを用意し、ユーザーが切り替えられるようにしてきた。

例えば、あざやかモードは外光が差し込む500 lx以上の環境を想定し、明るくめりはりのある画質に調整する。また、映画モードは100 lx程度のやや暗い部屋を想定し、バックライトの輝度や色温度を下げて、映像コンテンツの制作者の意図をそのままユーザーに伝えるように自然な画質に調整する。

しかし、ユーザーが自分自身で映像モードをいちいち切り替える必要があるなど、使い勝手の面で課題があった。また、一部のユーザーからは、当社のテレビを購入したが家で見るとまぶしすぎるという意見もあった。

以前、当社製テレビの購入者向けに実施したアンケート調査では、映像モードを「よく変えている」と回答したのは全体のわずか3%にすぎず、実に回答者の97%が「最適な画質に調整していない」という結果だった(図1)。これでは、テレビ自体の画質をいくら高めたとしても、ユーザーは高性能な映像処理機能を有効に活用しておらず、最適な画質で見ていないことになる。

この課題を解決するため、当社は、時々刻々と変化する視聴



環境に合わせて、最適な画質にきめ細かく自動調整する技術を開発した。ここでは、この技術の概要と特長について述べる。

2 人間の目の生理的機能

この技術の開発のポイントとなるのが、ユーザーの視聴環境をいかに把握するかである。そのための重要なパラメータとなるのが、“テレビ周囲の明るさ(照度)”と“照明の色合い”の二つである。これは、人間が“明暗順応”と“色順応”という

生理的機能を持つことに関係する。

明暗順応は、人間の目が周囲の明るさに適応する機能である。例えば、太陽が照っている屋外から暗い屋内に入ると一瞬何も見えなくなるが、その後は明るさに対する感度(視感度)が高まって徐々に見えるようになる。これが暗順応である。明順応はこの逆で、暗い屋内から晴天の屋外などに出たときに体験する。

このように、人間の目は周囲の明るさに応じて、認識できるもっとも明るい部分と暗い部分の幅、いわゆるダイナミックレンジをシフトさせている(図2)。部屋が明るければ、人間の目は明るい物体が見えるようにダイナミックレンジを自動的に明るい方向へシフトするため、逆にテレビ映像の暗い部分の階調を認識できなくなる。

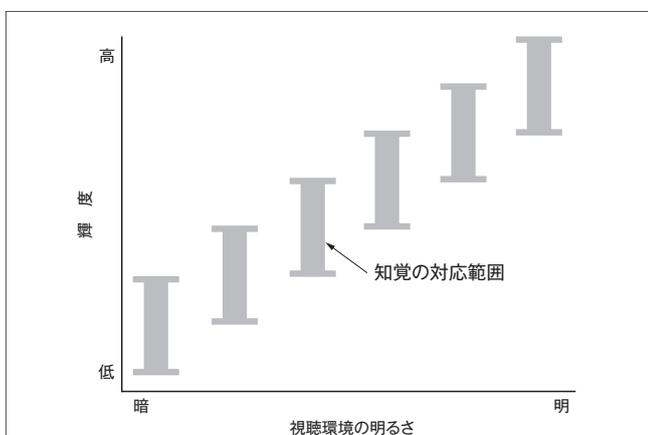
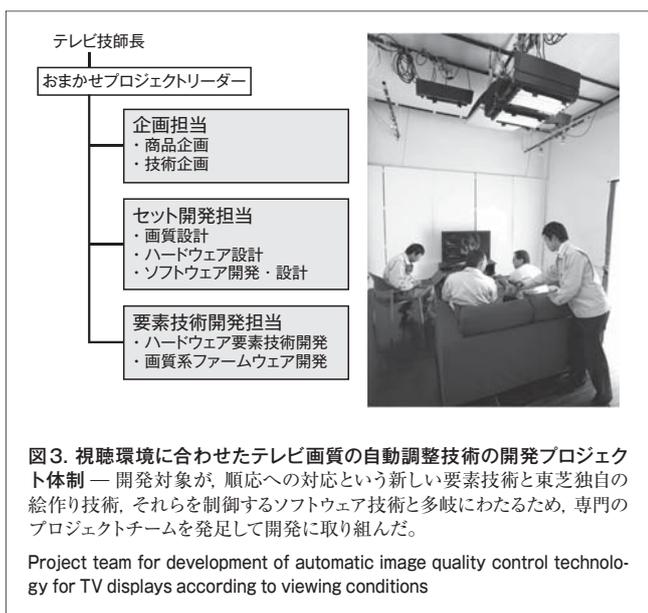


図2. 人間の目のダイナミックレンジー人間の目は周囲の明るさに応じて、認識できるもっとも明るい部分と暗い部分の幅、いわゆるダイナミックレンジをシフトさせている。

Dynamic range of human eyes



また、人間の目は、照明の色が変わった場合に物体の色が同じに見えるように保つ機能も備えている。これが色順応である。例えば、屋外の太陽光下で見ていた白い紙を、より色温度が低い室内の電球照明下で見ると、最初は紙がやや赤みを帯びて見える。しかし、しばらくすると色順応によって紙が白く見えるようになる。

今回の開発対象が、順応への対応という新しい要素技術、当社独自の絵作り技術、及びそれらを制御するソフトウェア技術と多岐にわたるため、専門のプロジェクトチームを発足させ、開発に取り組んだ(図3)。このプロジェクトチームは、現在、総合的な高画質検討プロジェクトとして進化し、機能している。

3 テレビ背面の壁と色順応

プロジェクトチームで考えた自動調整の目標は、“この機能が動作しているということをユーザーに意識させない”ということであった。“自動的に動作する”ということを目指した場合は、動作しているということを前面に押し出すため、これをユーザーに意識させることを目標にしてしまいがちである。しかし、これはユーザーに最適な視聴環境を提供していることにならず、違和感を与えるデメリットになってしまう。あくまでも視聴環境に応じた最適な画質をユーザーにわからないように提供することを目標にした。

視聴環境に応じた最適画質の提供には、従来からの当社の強みである絵作り技術と視聴環境の変化の関係を明らかにすることが重要である。当社の研究結果による理論的なアプローチと絵作り技術のノウハウの融合だけでなく、ユーザーの視聴環境に即した大規模な実験を行った。実験では、スタジオを借り切って家庭のリビングルームを再現し、そこで様々な視聴環境を演出して、テレビ開発者数人が最適な画質に調整するテストを繰り返した。

今回当社が目にしたのは、ユーザーがテレビを見る際に、テレビを設置した背面の壁が原因で色順応が起こるという事実であった。これは、開発の際に実施した実験によって判明した。家庭のテレビは多くの場合、リビングルームの白い壁の前に設置されることが多い。白い壁はテレビを見るときに必ずユーザーの視界の一部に入るが、その色温度は室内の照明環境などによって決まってくる。例えば、外光が差し込む日中の壁面の色温度は6,000 K程度であるが、夜間の照明に電球を使っている場合は3,000 K程度に下がる。ここで人間の目に色順応が働く。

電球照明の点灯直後は、日中に白だった壁はやや赤みがかって見える。しかし、色順応によって、しだいに電球照明下でも白に見えるように調整される。そして、その状態でテレビ映像を見ると、本来は白である映像が、より色温度が高い青白に見えるようになる。これが、照明環境の変化によって画質

が違って見える理由である。

4 画質の自動調整機能 “おまかせドンピシャ高画質”

前述の実験結果などから、画質の自動調整機能“おまかせドンピシャ高画質”(以下、おまかせモードと呼ぶ)を開発した。おまかせモードは、こうした視聴環境に関する情報を画像処理システム“メタブレインプロ™”上で解析し、60フレーム/sで表示される各フレームごとに画質を自動調整する。重要なのは、視聴環境の変化に応じて画質の設定が変わったことをユーザーに気づかせないことである。このため、メタブレインプロが持つ処理能力の範囲で、可能なかぎり画質を細かく調整できるようにした。具体的には、明るさは100段階、色の濃さ(カラーゲイン)は64段階、シャープネスは32段階、色温度は6,500~12,000 Kの1,024種類などである。

なお、映像素材の内容については、放送パターンを解析して、素材が24フレーム/sの映画か60フィールド/sのビデオかを判別する。映画の放送パターンは、同じ画像を2フレーム及び3フレーム繰り返して、24フレーム/sの映像を60フィールド/sの地上デジタル信号に変換していることからわかる。素材が映画のときは、前述した映画モードのように設定を自動変更する。

もう一つのポイントは、昼間と夜間、照明をつけた場合とつけない場合をどう整理するかである。ユーザーが照明をいつ点灯するかを推測するのに、今回は初期設定時にユーザーが入力する二つの情報を使った。それらは外光が部屋に入るかどうかということと郵便番号である。外光が入らない場合は、一日中、照明が点灯していると仮定する。外光が入る場合は、日の入りの1時間前から日の出の1時間後までの時間帯に照明をつけると仮定した。日の出及び日の入りの時刻は、郵便番号から得られる地域情報とテレビが内蔵するカレンダー情報を組み合わせて算出する。例えば、東京の8月の場合、日の出は朝5時くらいなので、照明は朝6時くらいまでつけると仮定する。

これらをおまかせモード機能として、当社のハイビジョン液晶テレビ“レグザ(REGZA)™”ZV500シリーズに搭載した。

5 周囲輝度によるガンマ特性の制御

更に、レグザ Z7000シリーズには、周囲の輝度によるガンマ特性の制御機能を追加した。

背景の明るさが変わると、見えの明るさも変化する(図4)。図4では横方向に同じ明るさの正方形が並んでいるが、それぞれの背景の明るさが異なっているので、正方形の明るさが異なって見える。つまり、周辺の明るさにより見え方が違ってしまう。

自然画の場合の例を図5に示す。同じ画像であるが、背景

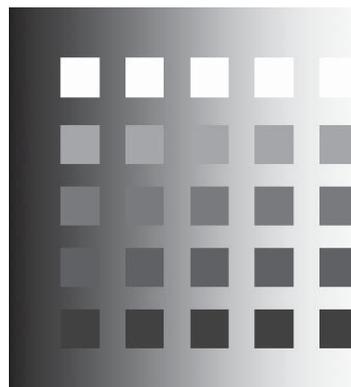


図4. 背景の明るさと画像の見えの違い — 正方形の明るさが背景の明るさで異なって見える。

Variation in image brightness according to background



(a) 周囲が明るい環境



(b) 周囲が暗い環境

図5. 背景の明るさと画像の見えの違い(自然画) — 同じ画像であるが、背景が白い場合、画像の暗い部分がつぶれて見える。

Variation in image brightness according to background (in case of natural image)

が白い場合、画像の暗い部分がつぶれて見える。このことをテレビに置き換えて考えると、テレビの周辺が明るい場合には、実際の映像より暗い部分がつぶれて見えることになる。これを解消するため、明るさセンサの照度に連動してガンマ特性を変えることにした。また、超解像技術を搭載したモデルでは、超解像技術の効果も明るさによって変えている。

6 明暗順応時間への対応機能

レグザ Z8000 シリーズでは、明暗順応時間への対応機能を追加した。

暗順応の経過は緩やかであり、約10 minで色感度の変化が完了し、30 minで明るさ感度の変化が完了する。これに対して、明順応の経過は急速であり、約0.2 minで急激な変化を終わり、10～15 minで完了する。

このようなことから、時間軸での自然な輝度変化を実現するには、視聴環境が暗→明へ急変する場合にはすばやく明るくし、明→暗へ急変する場合にはゆっくりと暗くすることが必要である。そのためZ8000では、暗→明の場合と明→暗の場合で制御の時間を変えている。

7 省エネと視聴環境適応技術

視聴環境適応技術のもう一つの利点に省エネ効果がある。ユーザーにとって、過度のまぶしさを抑えるということは、明るさを抑えることになり、その結果、最適画質と省エネを両立させることになる。あざやかモードに比べて、画質を変えるおまかせモードでは、室内の明るさによって30%程度の省エネ効果がある(図6)。

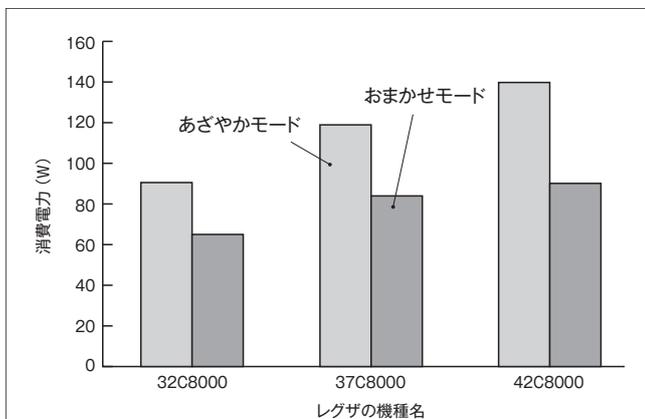


図6. おまかせモードによる省エネ効果 — あざやかモードに比べて、室内の明るさによって画質を変える おまかせモードでは、30%程度の省エネ効果がある。

Energy-saving effect of automatic image quality control technology

レグザ C8000 シリーズのコンセプトは、画質を犠牲にして低消費電力を実現するのではなく、“高画質を楽しみながらエコ”を訴求している。そのため、重要な技術の一つとして、視聴環境適応技術を搭載している。

8 あとがき

視聴環境に適応する技術は、最近ワールドワイドに数多くの機種に展開され、テレビに必須の機能となった。この技術の搭載は、ユーザーの視点に立った利点の提案、及び省エネと高画質の両立という二律背反する課題解決の面で大きな意味を持っている。視聴環境適応技術は、将来に向けて、今後も非常に多岐にわたる開発が必要となる。

人間の脳が感じる色彩や精細感と実際の映像との関係など人間工学的な研究分野へのアプローチや、照明環境だけでなくテレビとユーザーの位置関係など真の視聴環境への適応技術の開発、更には照明機器の積極的な制御による最適な視聴環境の提案などを行っていく。

文献

- (1) 阿部裕俊. 視聴環境に応じてテレビの画質を調整する技術. 日経エレクトロニクス. 2008-8-11, p.91-98.



阿部 裕俊 ABE Hiroto

デジタルメディアネットワーク社 テレビ事業部 TV設計第三部 参事。デジタル映像処理の設計・開発に従事。
TV Division