

高画質化技術の動向と東芝の取組み

Trends in High-Quality Imaging Technologies and Toshiba's Approach

渡邊 敏明

■ WATANABE Toshiaki

近年、大画面テレビ (TV) や大画面パソコン (PC) などの普及が進み、ユーザーの高画質化志向が高まっている。これに対応するためには、大容量の画像を少ない情報量でいかに高精細に表現するか、また、表示する前に、主観画質を向上させるような画像処理をいかに適用するかが重要な課題となる。

東芝はこれまで、動画像の効率的な圧縮技術、解像度向上技術、及び動きやコントラストの改善技術など、様々な高画質化技術を開発してきた。現在更なる性能改善に注力しているが、今後はこれら技術を統合し全体として最適動作させることで、相乗効果も狙ったトータルの高画質化に取り組んでいく。

In recent years, TV sets and PCs equipped with a large display have become widespread, and there is increasing demand for higher-quality images. In response to these circumstances, it is important to create new algorithms both for coding large-volume video contents efficiently, and for increasing subjective image quality before displaying them.

Toshiba has been developing a variety of high-quality imaging technologies such as effective compression methods, resolution enhancement methods, and methods for improved smoothness of motion and contrast of objects. We are making continuous efforts to improve performance, and to produce a synergistic effect for optimal performance by integrating each method and adjusting the parameters.

大画面化に伴う高画質化要求

地上デジタル放送やBS (放送衛星) デジタル放送が普及し、ユーザーの高画質化志向はいっそうの高まりを見せている。しかし、伝送路や記録媒体の容量は無尽蔵ではなく、画像データをより効率的に圧縮する技術の開発も必要となっている。

また、TVなどの表示側も、各種デバイスや信号処理LSIなどの発達により、急速に高画質化と大画面化が進んでいる。今や1,920×1,080画素のHD (High Definition) サイズは一般的になりつつあるが、HDに対して縦と横の画素数が2～4倍の製品が登場する日もそう遠くないであろう。そのような大画面では、単なる画像の表示だけでなく、質感や臨場感といった人間の感性に強く訴えかける高画質化 (絵作り) の技術が不可欠となる。

一方、急激な表示サイズの拡大とは裏腹に、放送には規格化が必要であり、一朝一夕に画像の大きさや伝送手法を

変更することはできない。つまり、大画面TVに表示される画像は、過去に放送され記録された小サイズ画像の拡大版である場合も多い。そのため、拡大画像をいかにきれいに表示するかも重要な課題となる。

東芝は、このような背景のなかで、質感を保持したまま画像を効率よく圧縮する技術や、低解像度画像を大画面に高精細表示する技術、大画面TVが持つ表示性能を最大限発揮できるような臨場感あふれる画像の生成技術など、様々な高画質化技術を開発してきた。

ここでは、これら独自の高画質化技術を一堂に集め各技術の位置づけと効果、そして将来に向けた当社の取組みについて述べる。

高画質化技術の概要

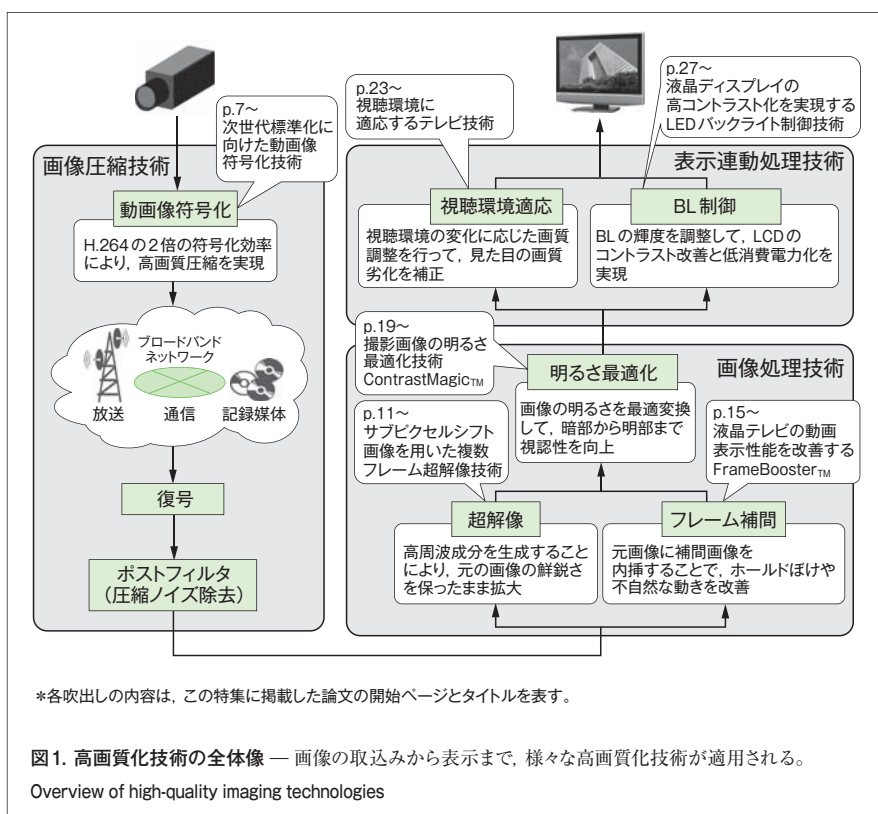
図1は、画像の取込みから表示までの一連の流れと各段階で適用される高画質化技術、更にこれらの技術を主題にしたこの特集の掲載論文名を示した

ものである。

撮影された画像を、限られた容量の伝送路や記録媒体を介して配信する場合は、伝送レートに応じた“画像圧縮技術”が適用される。例えば、HD画像の場合は約1.2Gビット/sの情報量があり、これをBS放送 (約24Mビット/s) で伝送する場合は1/50に、ブロードバンド (約6Mビット/s) で配信する場合は1/200に圧縮する必要がある。これらの技術は一般に動画像符号化と呼ばれ、国際標準として規格化されることが多い。動画像符号化ではいかに画質の劣化を抑えて情報量を削減するかが重要な課題となる。

受信側では圧縮情報を復号するとともに、通常は圧縮で発生したノイズを除去するためのポストフィルタが適用される。

復号画像に対しては、表示前に各種の高画質化技術が適用される。これらの技術は、主に画像データだけを対象とした信号処理で高画質化を行う“画像処理技術”と、TVのバックライト (BL) の輝度を制御したり、周囲の視聴環境



情報を利用することで目的の高画質化を達成する“表示連動処理技術”に分けることができる。

画像処理技術のうち“超解像”は、画面内の情報だけから高周波成分を作り出すことにより、拡大表示させても元の画像の鮮鋭さを保持できる技術、“フレーム補間”は、元画像に補間画像を内挿することで、動きの不自然さを低減する技術である。一方、“明るさ最適化”は、撮影時の照明条件にかかわらず暗部から明部までの視認性を向上させる技術で、同時にノイズ抑制効果も実現している。

また、表示連動処理技術のうち“視聴環境適応”は、周囲の視聴環境の変化を検知し、その時々最適な画質で表示できるよう自動的に調整する技術、“BL制御”は、液晶面の裏にあるBLの輝度を調整することでコントラストを改善し、特に深い黒を効果的に表現する技術である。BLを適応的にオフにする処理が伴うため、低消費電力化にも効果がある。

以下に各技術の詳細を述べる。

画像圧縮技術

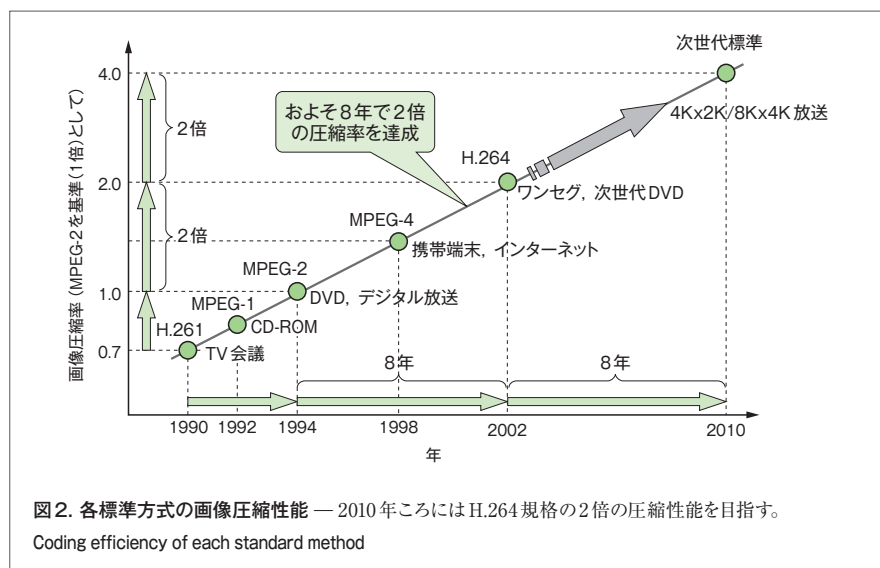
画像圧縮技術に関しては、これまでISO（国際標準化機構）とITU-T（国際電気通信連合-電気通信標準化部門）という二つの標準化機関が中心となって国

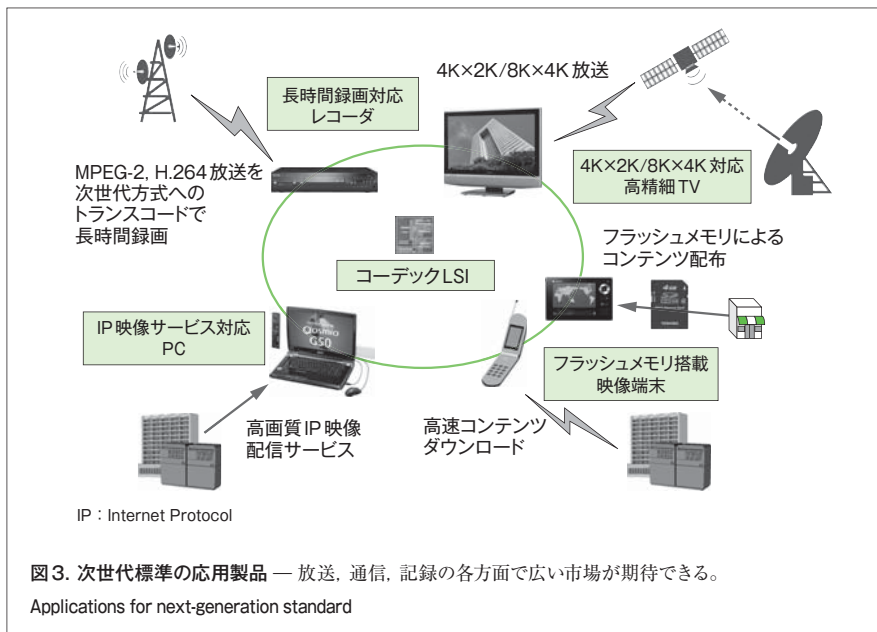
際標準方式を策定してきた。

図2は、これまでの標準方式の圧縮性能と応用例をまとめたものである。MPEG-X（Moving Picture Experts Group-phaseX）はISO主導の標準、H.26YはITU-T主導の標準である。およそ8年で2倍の圧縮性能を達成してきたことがわかる。これは、世界中の画像関連技術者が英知を絞って新たな理論やアイデアを開発してきた結果とも言えるが、LSIやCPUの処理能力が飛躍的に向上し、昔は机上でしか実現できなかった技術が実用に供されるようになったことも大きな要因である。

このスピードで圧縮性能が向上すると、2010年ころには、現在主流となりつつあるH.264規格の2倍の性能を持つ次世代規格が実現できることになる。既に、規格化の準備段階として、事前検討用ソフトウェアが構築されており、新技術の追加によって圧縮性能が日々向上している。

当社も早くからこの作業に参画し、性能改善に大きく貢献してきた⁽¹⁾。この技術が完成すれば、図3に示すような次世代の大画面放送（例えば、8K×4K画素のスーパーハイビジョン）や、高画質インターネットTV、高速映像ダウンロードサービスなど、広範囲な応用市場の開拓が期待できる。





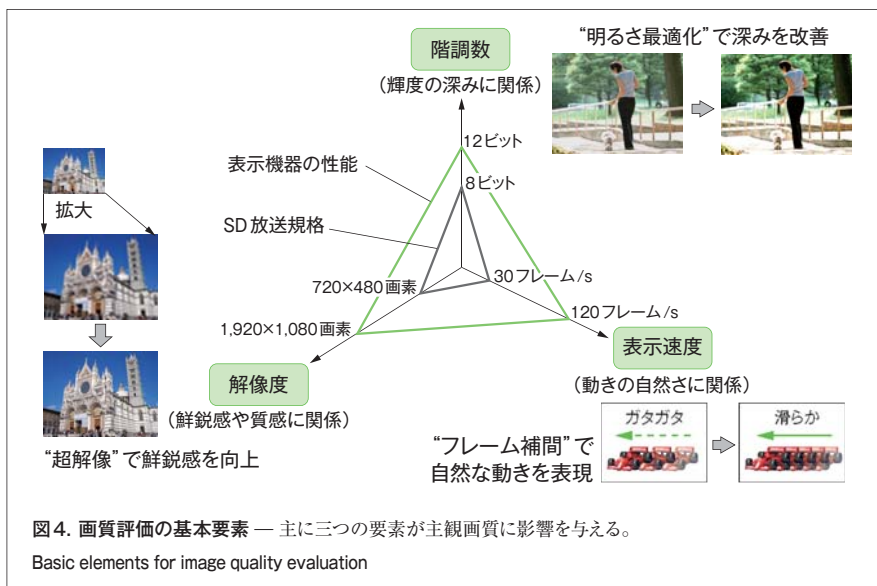
画像処理技術

図4は、画質を主観的に評価する(囲み記事参照)際に基準となる三つの基本要素を示したものである。現在の表示機器の性能に対して、従来のSD (Standard Definition) 放送規格で表現できる画質はすべての点で下回っており、TVがその能力を十分に発揮していないことがわかる。画像処理によって高画質

化したいという要求は、このような現状から生じていると言える。

■超解像

一般に画面サイズの拡大は、画素値の線形補間(注1)によって実現するが、この手法では、拡大した画像はぼけることになる。当社は、エッジ付近では同じ輝度変化が連続して存在するという“自己合同性”に着目して、拡大による



(注1) 画素値の線形補間
撮影画素間の画素値を、その変化が直線で近似できると仮定して求める手法。

ぼけを回避した⁽²⁾。

図5は、エッジ部分の走査線(画素ライン)のようすを示したものである。本来存在する画素(撮影画素)の間を、その周辺の画素ラインから適切な画素を見つけてコピーすることで補間する。

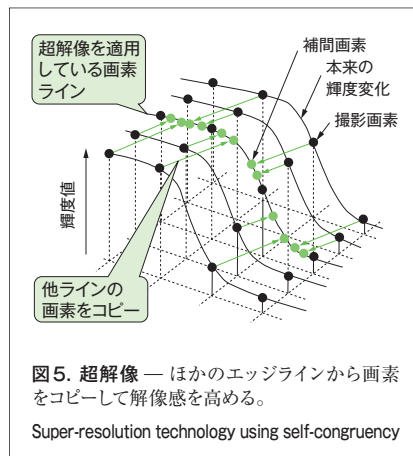
この手法は、1枚の画像だけから解像度の高い絵を作り出せることが特徴であるが、複数枚の画像を使えばコピー画素の候補が増えるため、いっそうの性能向上が期待できる。

■フレーム補間

液晶ディスプレイ(LCD)はブラウン管に比べると応答速度が遅く、動く物体がぼけるという問題がある。しかし、表示速度は放送規格を大きく上回っているため(図4)、このメリットを生かしたぼけ改善技術が開発されている。

ぼけ改善技術の一例として、本来の画像の間に黒い画面を挿入する技術があるが、その場合、シーン全体が暗くなるという問題がある。一方、黒の代わりに中間的な動きの画像(補間画像)を挿入することで、滑らかな動きを表現する手法もある。この場合、明るさを保持したままぼけを改善することができるが、いかに自然な補間画像を生成するかが課題である。

当社は、2枚の画像からその間の動きを推定し、その中で不自然な動きと判定された部分を適応的に修正することで、自然な動きの画像を生成する独自

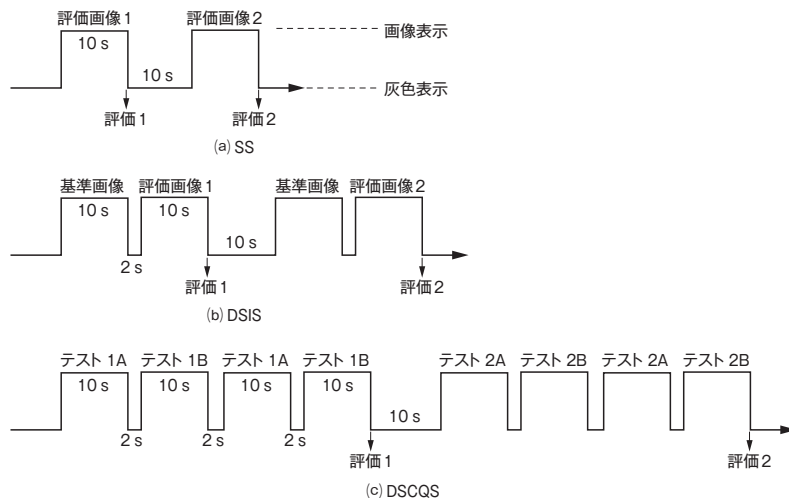


画質の評価

何をもって高画質と定義するのは難しい問題である。解像感やコントラスト、色合いなど、それぞれに尺度が異なっており、また、各人の好みも少なからず影響する。これらを一括して数値表現しようとするとき、現在もっとも利用されているのがいわゆる“主観評価”である。意外なほど再現性があることが経験的に知られており、評価手法や手順もITU規格で決められている。

以下に評価手法の一例を示す。それぞれで評価値の意味が異なり、また、評価にかかる時間も大幅に違うので、一般には、複数の手法で評価し、それらの結果から総合的に判断することが多い。

(1) 単一刺激法 (SS : Single Stimulus Method) 評価画像を一定間隔で表示させ、画質を5段階で評価する手法である。最近では、10段階のほうが精度が高まることが指摘され、MPEGでも10段階評価を使用している。



*A, Bの一方が基準画像で、他方が評価画像。
s : 秒

(2) 二重刺激妨害尺度法 (DSIS : Double Stimulus Impairment Scale Method) 基準画像と評価画像を連続表示し、基準画質からの劣化度を5段階で評価する手法である。相対評価となるため、低画質どうしの優劣も判定できる。

(3) 二重刺激連続品質尺度法 (DSCQS : Double Stimulus Continuous Quality Scale Method) 基準画像と評価画像を順不同で2回繰り返して表示し、双方の画質の差分値を求める手法である。微妙な画質の差を評価する際に有効である。

のフレーム補間技術 FrameBooster™を開発した。

明るさ最適化

逆光で撮影すると、人物が暗く写ってしまう場合がある。また、深い階調表現が可能なTVであっても、撮影した画像そのものに階調数が少ないと、浅い(少ない)輝度変化で表示される場合もある。このような不自然さを解決し、画像

の明暗を領域ごとに最適変換する明るさ最適化技術 ContrastMagic™を開発した。その概要を図6に示す。

まず、画像を照明光成分(画面全体の光の変化)と反射率成分(局所的な光の変化)に分離する。照明光成分は光の分布に応じて明るさを変換し、反射率成分はノイズを抑えたまま鮮鋭感を増加させる。最後にこれらを合成することで、暗部から明部まで視認性が向上した画像

を作ることができる。

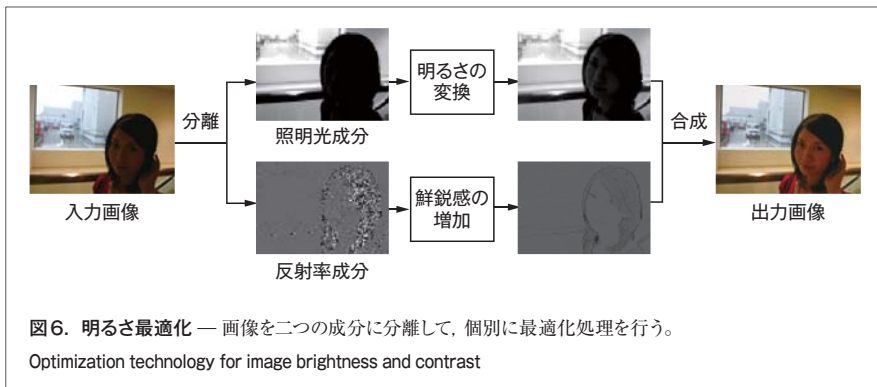
表示連動処理技術

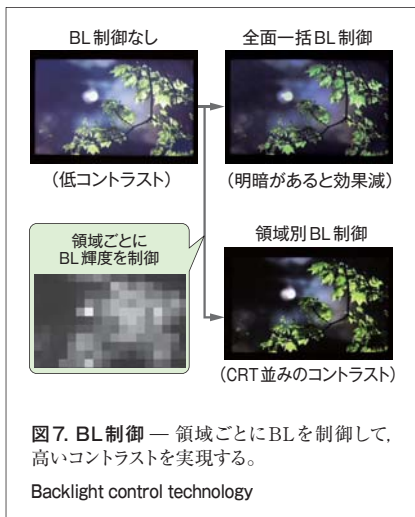
高画質化技術の中には、表示機器の構成要素を利用することで、より主観画質を高めることができるものもある。以下にその例を述べる。

視聴環境適応

TVの主観画質は、周囲の視聴環境によって異なることが経験的に知られている。TVには明るさやコントラストの調節機能がついているが、それを毎回設定しなおすのは煩雑である。

そこで、周囲の明るさや照明光の違いなどをセンサで測定し、色の濃さやシャープネス、バックライト輝度などを自動的に制御して、最適な表示状態を作り出す技術を開発した。これは“おまかせドンピシャ™高画質”という機能名で、





当社の液晶テレビ“レグザ (REGZA)™”シリーズに搭載されている。

■ BL 制御

LCDは、ブラウン管に比べてコントラストが低いため、黒が浮いたように見える。それを改善するため、バックライト (BL) の輝度を調整して、黒の深みを表現する技術を開発した。

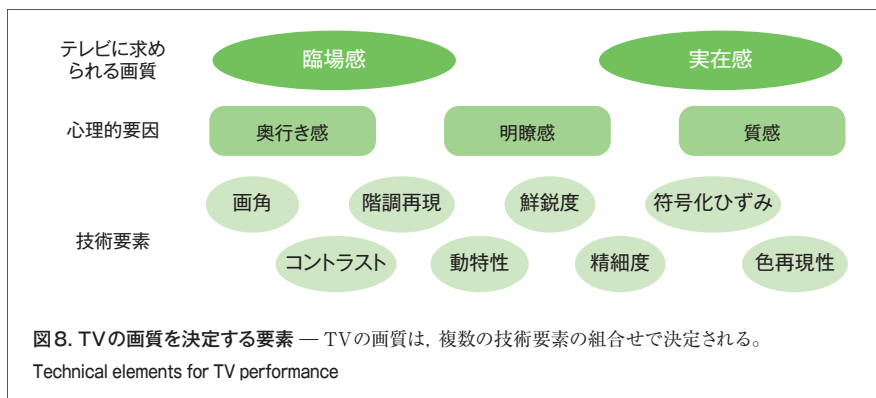
黒を表現する場合、単純に考えれば画面全体のBL輝度を低くすればよい (全面一括BL制御)。しかし、画面全体が暗くなるため、図7に示すように明暗が混在する場合はその効果が半減する場合もある。

そこで当社は、領域ごとにBLの輝度を制御し、表示する画像の局所的な明るさに応じて輝度レベルを調節する手法を開発した (領域別BL制御)⁽³⁾。これによりブラウン管並みのコントラストが得られると同時に、領域に応じてBLをオフにする部分があるため、省電力化にも寄与している。

今後の高画質化に向けて

図8は、TVに求められる画質とそれを決定する技術要素を示したものである。

(注2) 鮮鋭度
いかにくっきり見えるかの指標。
(注3) 精細度
いかに細かい部分まで見えるかの指標。



る⁽⁴⁾。より迫力ある臨場感や実在感を表現するためには、心理的要因としての奥行き感や明瞭 (めいりょう) 感、質感を高める必要がある。そのための技術要素として、コントラストや、階調再現、動特性、鮮鋭度^(注2)、精細度^(注3)、符号化ひずみ (圧縮性能) の改善があり、これまで述べてきた。一方、画角はTVの大型化で実現できる要因であるため、残る技術要素は色再現性である。

TVやPCの世界では広色域ディスプレイが続々と投入され始めており、今後は、図4で示した基準に色再現性を追加した技術検討が必要となる。既にデジタルカメラなどの世界では、記憶色^(注4)を効果的に使用し、印象の良い絵作りを行っているものも多い。画像の色再現性を表示機器の性能に合わせて拡張する際に、心理的要因への影響を考慮したカラーマネジメント技術を構築することも重要である。

これまで述べたとおり、高画質化技術は、画像を圧縮し伝送する側とそれを受けて表示する側の双方で、様々な手法が検討されている。図8に示したように、ユーザーが最終的に感じる画質の良さは、様々な技術要素の改善効果が相乗された結果である。今後は、これまで個別に開発してきた高画質化技術を統合し (トータル高画質化)、全体として最適に動作させるための細かな調

(注4) 記憶色
多くの人がイメージとして記憶している実際よりも鮮やかな色。

整 (パラメータ調整) が重要な研究課題となる。

一方では、人間の視覚特性を積極的に利用した、新たなアプローチによる効果にも期待したい。例えば画像圧縮において、人間が検知できない信号は冗長成分であり、これをいかに削減するかがキーとなる。また、表示しているコンテンツの種類によっては、前述したトータル高画質化のための各パラメータ調整量もダイナミックに変化させたほうが効果的な場合もある。

当社は今後も、これら多方面かつ統合的視野から技術を構築し、製品に結び付けていく。

文 献

- (1) 中條 健. 次世代動画像符号化標準への Exploration. 映像情報メディア学会誌. 61, 4, 2007, p.431 - 434.
- (2) 井田 孝, ほか. 画像の自己合同性を利用した再構成型超解像. 信学技報. IE2007, p.135 - 140.
- (3) Nonaka, R, et al. "Development of a WDR-LCD Prototype Based on a Subjective Assessment of Hardware Parameters and Picture Qualities". IDRC. p-20. Orlando, Florida, 2008-11, SID, 2008, p.200 - 203.
- (4) 吉田律生. デジタル映像機器における画質改善技術. 東芝レビュー. 61, 10, 2006, p.74 - 75.



渡邊 敏明
WATANABE Toshiaki, D.Eng.

研究開発センター マルチメディアラボラトリー 研究主幹、工博。画像符号化及び画像処理の研究・開発に従事。IEEE、電子情報通信学会、映像情報メディア学会会員。Multimedia Lab.