

UHDTVへ向けた東芝の取組みと最新の技術動向

Trends in UHDTV Technologies and Toshiba's Approach

宮崎 通

■ MIYAZAKI Toru

2000年に国内でデジタルHDTV(高精細度テレビ, 1,920×1,080画素)放送が開始され,これをきっかけに,旧来のアナログ放送(640×480画素相当)に替わる新しい高画質方式として,HDTV方式が広く普及した。現在ではTV放送に限らず,映像を扱う多くの機器へ適用されている。そして,近年では,HDTVに替わる次世代のTV映像方式として,UHDTV(超高精細度テレビ, 3,840×2,160画素又は7,680×4,320画素)方式が目立っている。

東芝は,かねてよりUHDTV技術を基礎とする製品の開発を推進しており,専用眼鏡を使わないガラスレス3D(立体視)TV用のLCD(液晶ディスプレイ)へ適用して,2010年12月に初めて商品化した。UHDTVは従来のHDTVの延長線上にある高画質TVではなく,更に臨場感を高めうる情報量を持っており,当社の新しい映像エンターテインメントの基礎となる技術として捉え,製品の開発に取り組んでいる。

Since the introduction of digital high definition television (HDTV: 1,920 x 1,080 pixels) broadcasting services in Japan in 2000, image resolution has become increasingly sophisticated compared with the previous analog-broadcasting television (equivalent to 640 x 480 pixels). With the wide dissemination of HDTV broadcasting, HDTV technologies have been applied to many devices handling video contents in addition to TVs. In recent years, ultra-high definition television (UHDTV), which has a resolution of 3,840 x 2,160 pixels or 7,680 x 4,320 pixels, has been attracting attention for next-generation motion picture services with high picture quality.

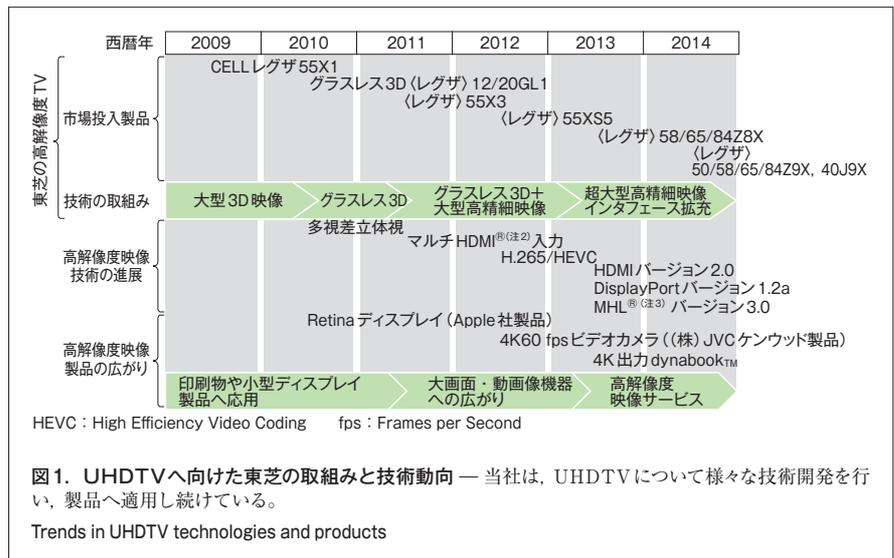
Toshiba applied UHDTV technologies to liquid crystal displays (LCDs) for the world's first glasses-free three-dimensional (3D) TVs in December 2010. We are making continuous efforts to commercialize cutting-edge products that can display images with high picture quality and a more realistic sensation by positioning UHDTV as a key technology for image entertainment devices.

UHDTVへの歩み

1980年代にデジタル技術によるTV放送が世界各地で開始され,その後2000年頃からHDTV放送が開始されて,より高画質な番組を楽しめるようになった。HDTV技術は,TV放送にとどまらず,ブルーレイ^(注1)やインターネットをはじめ,様々な形式で広く一般に普及している。この間,プログレッシブ方式の導入や3Dの実用化など,リアリティを高める様々な映像技術が進化を遂げてきている。

UHDTVは,HDTVを超える解像度を実現し,一段飛躍した臨場感を再現できる技術として近年注目を集めている。

東芝は,高解像度・高画質映像技術に長年にわたって注力して開発を続けており,早い段階から応用製品を商品化してきた。



ここでは, UHDTV技術に関わる当社製品の取組みと, 最近の動向について述べる。ITU-R(国際電気通信連合—無線通信部門)の規定では, UHDTVに

(注1) Blu-ray DiscTM(ブルーレイディスク), Blu-rayTM(ブルーレイ)は, ブルーレイディスクアソシエーションの登録商標。

(注2) HDMIは, 米国及びその他の国におけるHDMI Licensing, LLCの商標。

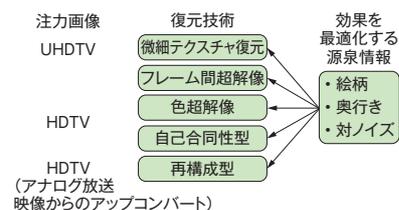
(注3) MHLは, MHL, LLCの登録商標。

東芝の超解像技術

当社は、2008年9月に世界で初めて超解像技術を搭載したTVである〈レグザ〉ZH7000/Z7000/FH7000シリーズを発表した。超解像技術は、映像信号が持ちうる情報を極限まで引き出し、UHDTVをはじめとした高解像度映像製品には不可欠な技術として確立している。当初の方式は再構成型と呼ばれ、現画像からTV映像向けに処理する際に発生する誤差分を推定し、これをもとに精細情報を復元していた。当

時はアナログ放送映像からアップコンバートされたHDTVコンテンツも多くあったことに配慮した方式であった。

その後は、HDTVで作られたコンテンツ向けに、実物がまさにその場に置かれているようなリアリティ感の復元を追及している。自己合同性型、色超解像、フレーム間超解像と復元方法を進化させ、併せて効果度を最適化させるような制御技術も開発を進めてきている。UHDTV向けには、更に、



東芝の超解像技術への取組み

物体が持つ表面質感の復元を狙って、微細テクスチャによる復元方式を取り入れている。

は4K (3,840×2,160画素)と8K (7,680×4,320画素)の2種類が定義されている。以下では、特記しない限り、4K方式のUHDTVについて述べる。

UHDTV技術を取り入れた当社製品の取組み

UHDTV技術に対する当社の取組みと技術動向を図1に示す。

当社は、国内でデジタルHDTV放送が始まった2000年から、高画質デジタルTVを開発してきた。2008年には世界で初めて^(注4)“超解像技術”(囲み記事参照)を搭載した液晶テレビ〈レグザ〉ZH7000/Z7000/FH7000シリーズを商品化して高精細映像の道を開き、また2009年には高画質液晶テレビ“CELLレグザ 55X1”を商品化した。55X1にはCell Broadband EngineTM ^(注5)を搭載した新映像処理エンジン“CELLプラットフォーム”を世界で初めて^(注6)採用して、それまでの〈レグザ〉シリーズに比べて143倍^(注7)の演算処理速度を実現した。これにより超解像処理を向上させ、より高精細な映像を再現できるようにして大画面化への道を開いた。

2010年には、世界初^(注8)のグラスレス3D〈レグザ〉12GL1/20GL1を製品化した。グラスレス3Dを実現させるためには、3D用に多視差画像を表示させる能力が不可欠である。このため、20GL1には表示画像の解像度を超えたディスプレイ技術を採用し、そのベースとしてUHDTV技術である3,840×2,160画素の解像度を持つLCDパネルを搭載した。20GL1は小型製品ではあるが、これが当社にとってUHDTV技術を応用した最初の製品である⁽¹⁾。

このように20GL1にはUHDTV技術を採用してはいるが、グラスレス3D専用のTVであり、UHDTVの完全な解像度を表現することは実現できていなかった。当社は2011年に、HDTV画質の3D映像とUHDTV画質の2D(平面視)映像を切り替えて表示できる〈レグザ〉55X3を製品化した(図2)。この製品で初めて大画面でUHDTV解像度の映像を実現し、映像表現能力として大きな進化を遂げることができた⁽²⁾。当時、一般のHDTV製品でも専用眼鏡を用いた3D表示機能の普及と3Dコンテンツの流通が始まり、当社はこのトレンドと歩調を合わせる形で大型UHDTV技術を



図2. 〈レグザ〉55X3 — 初めて大画面でUHDTV解像度の映像を実現し、映像表現能力として大きな進化を遂げた製品である。
REGZA 55X3 UHDTV with large LCD screen

使った製品を開発してきた。

2013年以降、当社は、本格的なUHDTV製品ラインアップの投入を開始した。2012年に商品化したのは55型である〈レグザ〉55XS5の1機種だけであったが、2013年に商品化した〈レグザ〉Z8Xシリーズでは58型から84型までの3機種、また2014年に商品化した〈レグザ〉J9X及び〈レグザ〉Z9Xシリーズでは40型から84型までの5機種(図3)、と複数サイズの製品ラインアップをそろえ、UHDTVの普及を加速させるために製品の拡充を進めている。

UHDTV技術と臨場感の再現

高画質映像処理技術は、映像技術研究の中でも各組織で継続的に開発が推進されている。最近では、臨場感を強く伝えられる方法が模索される傾向にあ

(注4) 2008年9月時点、民生用液晶デジタルテレビにおいて再構成型超解像技術を採用、当社調べ。
(注5) 当社、IBM社、ソニー(株)、及び(株)ソニー・コンピュータエンタテインメントの4社で開発した高性能プロセッサ。Cell Broadband Engineは、(株)ソニー・コンピュータエンタテインメントの商標。
(注6) 2009年10月時点、デジタルハイビジョン液晶テレビとして、当社調べ。
(注7) ZX8000搭載のメタブレイン・プレミアム1.4 GFLOPS (Giga Floating-Point Operations per Second) との比較。理論値ピーク性能で浮動小数点演算速度 200 GFLOPSを実現。
(注8) 2010年12月時点、民生用デジタル液晶TVにおいて、当社調べ。

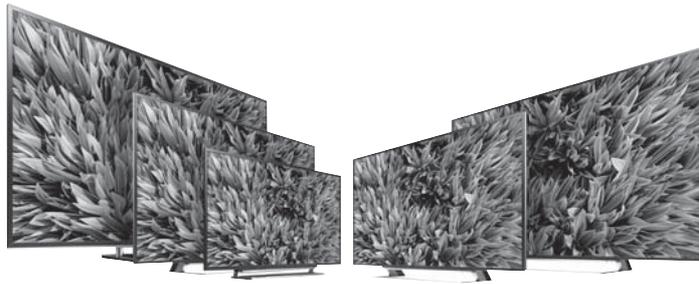


図3. (レグザ)J9X及び(レグザ)Z9Xシリーズ — 映像の色彩、コントラスト、及び輝きを向上させ、40型から84型までの5機種をラインアップした最新のUHDTVである。
Lineup of REGZA J9X and Z9X series UHDTVs

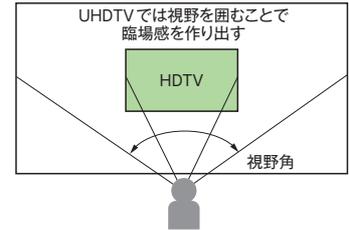


図4. 広視野画像を使った臨場感の再現 — 広い視野角を確保することで臨場感を体感できる。
Reproduction of realistic sensation based on wide viewing angle

り、UHDTVはその基礎技術として注目されている。臨場感を出すための映像技術として、大きくは立体感と没入感が検討されている。ここでは特にUHDTVの特長を生かすことができる、没入感について述べる。

人の視野を広く覆うような大きな映像で囲うと、あたかもその場に居るような感覚にとらわれることはよく知られている(図4)。このことは、映像で作られる視野を広くとることで臨場感を体感できることを示しており、視野角がおおむね30°を超えると臨場感を得ることができると考えられている。

しかし、現在のTV放送は、視距離3H(H:TV画面の高さ)を標準として検討されている。この前提では、確保できる視野角は30°程度にとどまってしまう、臨場感を得るためには必ずしも十分ではないと考えられる(図5)。

広い視野角を確保するためには、画面を大きくするか、視距離を従来の3Hより近い距離で視聴する必要がある。実際に、広い視野角による臨場感を得るため、最近の特に大画面を持ったTVでは、従来よりも近づいて視聴することが推奨される傾向にある。

このように従来のTV視聴スタイルよりも近い距離で視聴する場合、ディスプレイの画素が見えやすくなり、映像の精細感を損なってしまうという問題が生じる。TV画面の精細度を表す指標の一つに“角解像度”^(注9)がある。視距離と角解像度の関係を図6に示す。現在

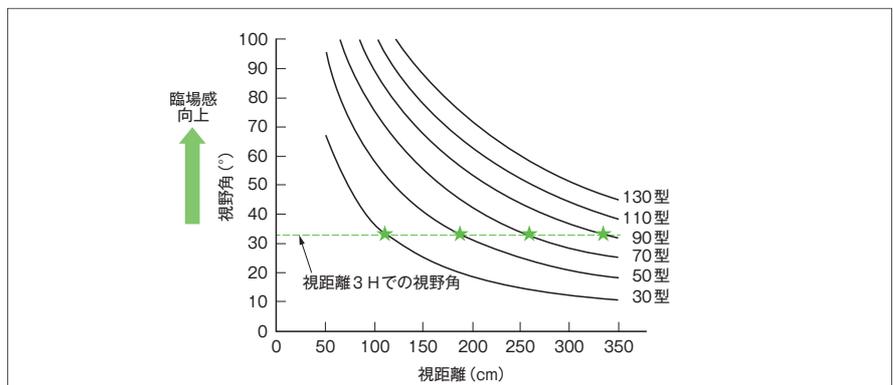


図5. HDTVの視野角 — 視野角は、視距離が増えると減少する。現在のTVは、3Hの視距離を基準として検討されており、この条件下では、画面サイズに関わらず30°程度になる。
Relationship between viewing angle and viewing distance in case of HDTV

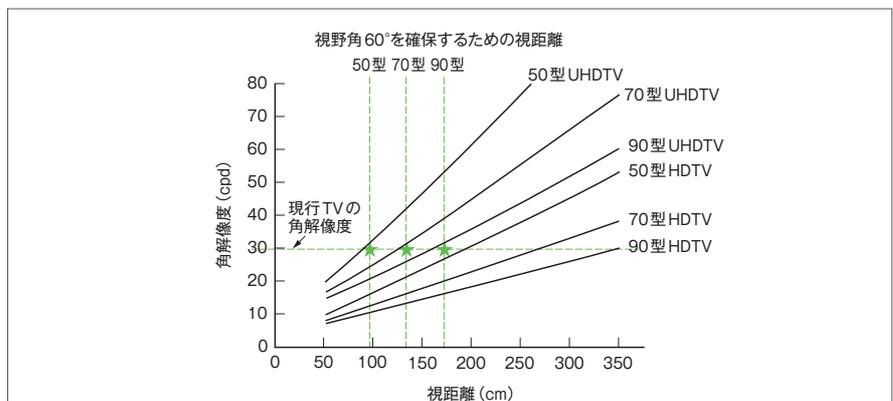


図6. UHDTVで実現できる角解像度 — UHDTVには、視聴者が現在HDTVで認知している精細感を損わず、更に臨場感を追求できるポテンシャルがある。
Relationship between angular resolution and viewing angle in case of UHDTV

のTV放送の前提となっている視距離3Hでは、角解像度は約30cpdになる。

一方、十分な臨場感を得るため、例えば60°の視野角を確保するのに必要な

視距離も図6に示す。

視距離は画面サイズによって異なるが、50型から90型の画面を前提にすると、おおむね1～2mの距離が必要に

(注9) 水平方向の視野角1°当たりに見える、2画素を1組とした組の数。単位はcpd (Cycles per Degree)。

なる。この視距離で現行のHDTV解像度である1,920×1,080画素の画面を直視した場合には、いずれも30 cpdを下回り、標準的な3Hの視距離で直視した場合よりも画面の精細感が失われてしまうことになる。しかし、UHDTVを適用することで、30 cpdを超えた角解像度を確保可能であり、精細感を確保できるようになる。

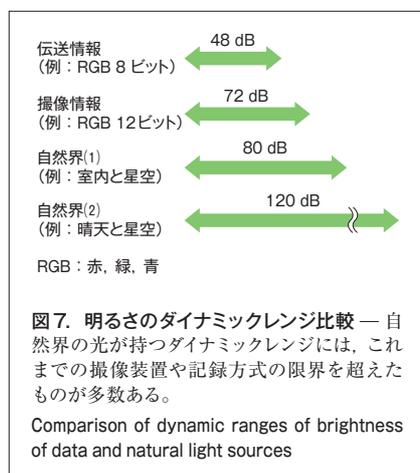
このようにUHDTVは、精細感とこれまでにない臨場感を両立させる高いポテンシャルを持った、新しい映像機器製品として期待されている。

UHDTV 映像技術

ここでは、UHDTVを実現するために注目されている種々の技術について述べる。

■映像ダイナミックレンジ

一般の映像機器が取り扱うことができる光の強さの範囲は、自然界に比べて狭く、限定されていることが知られている。例えば、通常みられる明るさの中で、晴天と星空の明るさの差は、おおむね120 dBのダイナミックレンジを持っている。室内と星空を比べても、おおむね80 dBのダイナミックレンジがある(図7)。他方、CCD(電荷結合素子)イメージセンサで撮像された映像情報は、例えば、デジタル一眼レフカメラで使用されているような12ビットのRAWフォーマット(画像処理されていない画像デー



タ)を例にとると、72 dB程度しか確保できない。また、撮像された映像を、放送やインターネットを仲介して伝送する場合、現行方式のほとんどは、8ビットのダイナミックレンジで運用されており、映像情報を更に圧縮してしまうことになる。

一例として、逆光で写真撮影を行う場合について考える。背景の日光と比べて、被写体が認知できないほど暗くなってしまうことがある。これは、明るさのダイナミックレンジを圧縮したために、背景よりも暗い被写体表面が暗く飽和してしまった結果である。このように、ダイナミックレンジを圧縮することで撮影対象が正しく撮影できなくなってしまうという弊害が生じる可能性がある。

明るさのダイナミックレンジを拡大させるためには、情報ビット数を増加させる必要がある。より現実近く、高い臨場感を求めるうえで、ビット数の増加が求められている。

更に、人間の目にもダイナミックレンジの限界があるが、視覚には、被写体の明るさに応じて適切に被写体が認知できるような補正機構が備わっていると考えられている。単純にビット数を増やすだけではなく、より人の視覚に近い特性を効率的に表現できるような仕組みの検討が進められている。

光の強さに加え、色の表現能力についても同様に検討が進められている。映像伝送技術では、従来、ITU-Rの勧告BT.709に規定されている色域表現に関する方式が採用されている。この方式では、自然な色の一部を情報圧縮した形で映像伝送に用いており、一部の色は完全には再現ができていない。よ

り現実感に近い映像を再現させるために、広い色域を表現できるBT.2020が既に定義されており、実現に向けた取組みが進められている。

当社が2014年に商品化したUHDTV(レガザ)Z9Xシリーズでは、“ハイダイナミックレンジ復元技術”や“広色域復元技術”を採用し、従来以上の臨場感を実現している(この特集のp.7-10参照)。

■映像信号処理能力

UHDTVを製品化するうえで、膨大なデータを効率的に処理する技術も重要な要素になっている。

各種の映像方式が扱うデータを表1に示す。

UHDTVは、従来のHDTVと比べて4倍のデータ量を持つうえに、前節で述べたようにダイナミックレンジを拡大するためにビット数を増やすことも配慮すると、更にデータ量が増加してしまうことになる。このことは、TVの開発にとって、特にLSI技術に大きな負担になる。また、近年のTV用LSIの多くが、CPUとソフトウェアを駆使した構成になっており、単にLSIの回路規模の課題だけでなく、システム全体の処理能力にも影響を与えることが想定される。

論理的に大量のデータを処理するために、内部のバスやメモリインタフェースの高速化が進められていることは言うまでもない。並行して、一部の映像処理においては、メモリに記憶させる映像にも高度な映像圧縮技術を取り入れることもある。更に、処理の一部をソフトウェアで行うことで、回路を効率的に運用することも検討されている。

表1. 各映像方式のデータの比較

Comparison of data rates of analog-broadcasting TV, HDTV, and UHDTV

方式	水平解像度(画素)	垂直解像度(画素)	1画素あたりのビット数(ビット)	1画面のデータ量(Gビット)	データ速度(Gビット/s)
アナログ放送	640(相当)	480(相当)	8	0.06	3.58
HDTV	1,920	1,080	8	0.40	23.89
UHDTV(8ビット)	3,840	2,160	8	1.59	95.55
UHDTV(10ビット)	3,840	2,160	10	1.99	119.44

当社は、UHDTV解像度の映像信号を処理する映像エンジンLSI レグザエンジンCEVO 4Kを開発して、UHDTVの高画質化を実現している(同p.23-26参照)。

■UHDTV映像インタフェース

UHDTVの解像度を持つ映像インタフェースは、フレームレートが30 fps (Frames per Second) 以内であれば、2011年の時点でHDMIバージョン1.4として規格が確定されていた。しかし、スポーツなど動きの激しい映像には30 fpsでは、画面上の動きがぎこちなくなり、映像サービスとしては不十分であった。当時は、このような放送に期待される60 fpsのUHDTVを伝送できる方式は、まだ市場では確立されていなかったため、当社はHDMIケーブルを複数本使ってUHDTVを受信する方式(マルチHDMI)を、一部のプロフェッショナルユース向けに提案していた。

2012年に、60 fpsへ対応できるインタフェース技術が提案され、HDMIバージョン2.0や、DisplayPortバージョン1.2a、MHLバージョン3.0などとして、技術規格が公開されている。従来よりも高い物理伝送路を使用する方式が採用されており、今後、広く普及が進むと期待されている。

当社は、HDMI技術標準の設立時企業(Founder)のうちの1社として、創設時から標準化活動、技術開発、及び製品化に取り組んできた。また、2009年9月MHL技術標準のプロモーターのうちの1社としても、創設時から標準化活動、技術開発、及び製品化に取り組んできた。2013年に製品化した〈レグザ〉Z8XシリーズではHDMIバージョン2.0に対応している(同p.11-14参照)。

更に2012年には、H.265/HEVC (High Efficiency Video Coding) と呼ばれる新しい映像圧縮方式がITU-T (ITUの電気通信標準化部門) で策定され、UHDTV技術開発の加速につながっている。新しい映像圧縮方式では、従来のH.264/AVC (Advanced Video Cod-

ing) と比べて、データ量をおおむね50%程度削減できるとみられており、UHDTVを扱う場合の基礎的な圧縮技術として、既にいくつかのインターネットメディア方式にも採用されている。今後、更に多くのメディアにもこの方式が採用されるとみられており、具体的な検討が着手されている。

当社は、H.265/HEVCによって実現するこれまでにない高品質な放送や配信サービスに向けて、規格化活動に積極的に取り組んでいる(同p.19-22参照)。

UHDTVの普及へ向けて

UHDTVを使った放送方式について、国内外で議論が進められている。国内では、一般社団法人 次世代放送推進フォーラム (NexTV-F) が中核となり、業界を超えた組織で議論が進められている。この組織から、UHDTVを一般視聴者が体感できる環境を2014年中に整備し、東京オリンピックが開催される2020年には、8K-UHDTVを視聴できる環境を構築するという目標が公表されている。

当社は、この一連の審議や標準化活動に当初から参画し、UHDTVによる高臨場感で高品位の映像を家庭のTVでも手軽に楽しめるよう、積極的に活動している(同p.15-18参照)。

海外でも同様に議論が進められており、欧州では、DVB (Digital Video Broadcasting) を中心とした技術検討と、各国ごとの運用検討が議論され始めている。

北米では、主に地上TV放送規格を定めているATSC (Advanced Television Systems Committee) でバージョン3.0規格が議論されるなかで、UHDTVが一つのテーマとして採用されている。他方、従来から大容量の伝送能力を持つ衛星放送やIPTV (IP: Internet Protocol) 事業者が先導する傾向があり、既に非常に近い将来にUHDTVサービスを開始する可能性を示唆している特定IPTV業者もある。

UHDTVを使うサービスは放送に限られたものではない。パソコンやスマートフォンをはじめ、各種のデジタル機器で写真や動画が広く使われるようになってきている。同様に、グラフィックスカードや、ストリーミング用メディアプレーヤ、エンコーディングソフトウェアなどにUHDTV技術が適用され始めており、一部は既に市販されている。また、民生品向けの動画撮影用カメラ製品にも適用されつつあり、UHDTVで撮影された各種コンテンツの一般普及の加速に寄与するものと考えられる。

当社は、UHDTV技術と医療技術を融合させた商品である“医療用裸眼3Dディスプレイ”を発表するなど、UHDTV技術のBtoB (Business to Business) 領域への展開も図っている(同p.27-31参照)。

今後の展望

UHDTVは、単に現行HDTVの延長線上にある高画質TVという位置づけではなく、視聴者が画面の中の世界に居るような臨場感を再現できる新しい技術として期待されている。

基礎となる、膨大な情報処理技術を強固に確立させ、情報を視聴者が十分に楽しめるサービスと製品を提供できるよう、今後も開発を推進する。

文 献

- (1) 平山雄三 他. グラスレス3Dレグザ (REGZA) のインテグラルイメージング方式とLCDパネル技術. 東芝レビュー. 66, 5, 2011, p.10-13.
- (2) 森 正法 他. 大型化と高解像度を実現したグラスレス3Dテレビ レグザ55X3. 東芝レビュー. 67, 5, 2012, p.48-51.



宮崎 通
MIYAZAKI Toru

東芝ライフスタイル(株) 設計センター VS設計第四部長。
映像機器製品の開発・設計に従事。
Toshiba Lifestyle Products & Services Corp.