

4Kテレビの高画質化を実現する レグザエンジンCEVO 4K

"REGZA Engine CEVO 4K" Video Processing Engine Realizing High Picture Quality in 4K Ultra HD TVs

佐藤 考

■ SATO Ko

近年、テレビは大画面化とともに表示画素数の増加が進んでいる。東芝は、民生用テレビとして世界初となる4K解像度(3,840×2,160画素)の液晶テレビ(レグザ)55X3を2011年12月に商品化した。これ以降、各社から4Kテレビが商品化され、4Kテレビの市場が立ち上がりつつある。映像信号における解像度の拡大は次世代高画質テレビの重要項目とみなされており、わが国では総務省主導の下で、4K放送の早期実現に向けた検討が開始されている。今後、テレビの高解像度化の流れはいつそう加速していくと考えられる。

当社は、4Kテレビで求められる高いレベルの画質を実現するため、4K解像度の映像信号処理に対応したデジタルテレビ向け映像エンジン“レグザエンジンCEVO 4K”を新たに開発した。超解像スケーリング処理からフレームレート変換(FRC)処理に至るまでの、様々な4Kテレビ向け高画質化処理を1チップで実現した。

The popularization of liquid crystal display (LCD) TVs with a large display has led to an increase in the number of display pixels. Since Toshiba launched its REGZA 55X3 model, the world's first 4K ultra-high-definition (Ultra HD: 3,840 x 2,160 pixels) LCD TV, in December 2011, the market for 4K Ultra HD TVs has been growing with new model releases from other companies. In Japan, studies in response to the increase in video signal resolution toward the early realization of 4K Ultra HD TV broadcasts are being conducted under the initiative of the Ministry of Internal Affairs and Communications, and further expansion of the 4K Ultra HD TV market is anticipated in the future.

To meet the demand for high picture quality for such high-resolution TVs, Toshiba has developed a new video processing engine called the "REGZA Engine CEVO 4K" to deliver superior picture quality appropriate for a 4K Ultra HD TV. The REGZA Engine CEVO 4K makes it possible to improve various aspects of picture quality processing, from the 4K super-resolution processing to the frame rate conversion processing, with all of its functions integrated in one chip.

1 まえがき

テレビでは高画質化のために様々な解析処理や、映像信号への補正処理を行っているが、映像信号の解像度(画素数)の増大に比例してこれらの処理量も増大する。4K解像度の映像信号では、従来のフルHD(High Definition)(1,920×1,080画素(以下、2Kと呼ぶ))の映像信号と比べ約4倍相当の演算処理を行う必要があり、これまでは、複数の専用映像処理プロセッサやFPGA(Field Programmable Gate Array)を使用しなければならなかった。

そこで東芝は、1チップで4K解像度の映像信号処理を実現したデジタルテレビ向け映像エンジン レグザエンジンCEVO 4Kを新たに開発し(図1)、これを当社の第2世代4Kテレビ(レグザ)Z8Xシリーズに搭載した。

ここでは、(レグザ)Z8Xシリーズの高画質化処理を担っている新映像エンジンの概要と特長について述べる。

2 映像処理機能の集約

4K放送開始の動きが活発化する一方で、既存のテレビ放

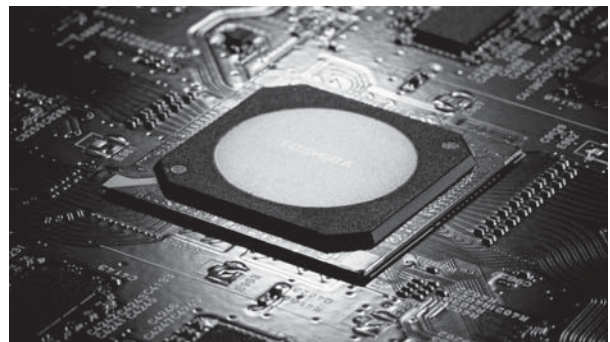


図1. レグザエンジンCEVO 4K — 4Kテレビ向けの高画質化処理を1チップで実現した東芝独自開発の新映像エンジンである。
REGZA Engine CEVO 4K video processing engine for 4K Ultra HD TVs

送や、パッケージメディア(Blu-ray DiscTM(注1)、DVD)などの一般ユーザーが接する映像コンテンツの大部分は、その解像度がまだ2K以下である。また、全てのコンテンツが4K解像度になることは今後もないため、4Kテレビにはこれら2K以下

(注1) Blu-ray DiscTM、Blu-rayTMは、Blu-ray Disc Associationの商標。

の解像度の入力映像を含めて高画質に表示することが求められる。ここで、2K以下の解像度の入力映像に対しては、撮影された映像が本来持っている精細感を忠実に再現しながら入力映像信号を4K解像度へと伸張する超解像スケージング処理が重要になる。

一方、デジタルテレビに用いられている表示パネルは、2K対応パネルや4K対応パネルともに、その大部分は液晶パネルが占めている。液晶パネルではホールド型表示方式に起因する“動画ぼやけ”が原理的に避けられないため、これまで2K液晶テレビでは、MEMC (Motion Estimation Motion Compensation) に基づくフレーム補間を行うFRC処理の導入などにより動画表示性能の改善が行われてきた¹⁾。

液晶パネルのホールド型表示による動画ぼやけの問題は、4K解像度のパネルでも同様に存在する。このため4K液晶テレビでも、表示パネルとして120 Hz駆動の倍速パネルが採用されている。また、フィルム撮影された映画などオリジナル映像のフレームレートが低いコンテンツに対して、滑らかな動きの表示を求めるユーザーの要求も高まってきており、この観点からも高画質な4Kテレビの実現にあたりFRC処理での対応は不可欠となっている。

しかし従来の4Kテレビ向けの映像処理ソリューションでは、主に以下に示す二通りの構成をとっていたが、それぞれに課題があった。

(1) 映像処理構成 (タイプ1) タイプ1のソリューションで核となるのは、**図2**に示すように、2K向けのFRC処理チップ×1個と4K超解像スケージングチップ×1個の2チップである。

この構成では、2K以下の映像入力に対してはFRC処理後に4K超解像スケージング処理が行われ倍速パネルに表示されるため、前述した高画質化に求められる処理を不足なく行うことができる。

しかし一方で、4K映像入力に対しては入力フレームの

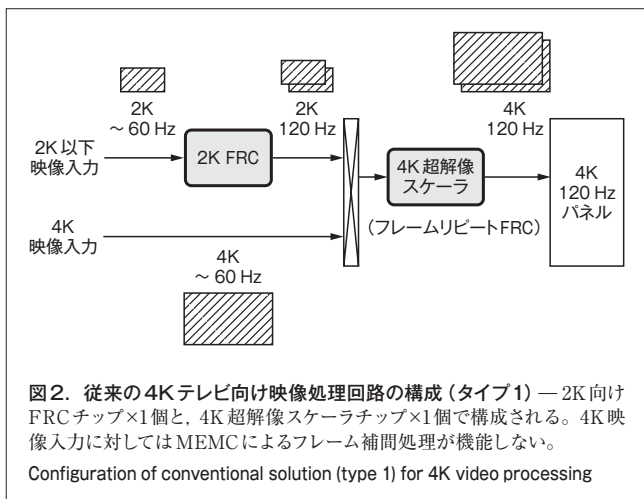


図2. 従来の4Kテレビ向け映像処理回路の構成 (タイプ1) — 2K向けFRCチップ×1個と、4K超解像スケージングチップ×1個で構成される。4K映像入力に対してはMEMCによるフレーム補間処理が機能しない。
Configuration of conventional solution (type 1) for 4K video processing

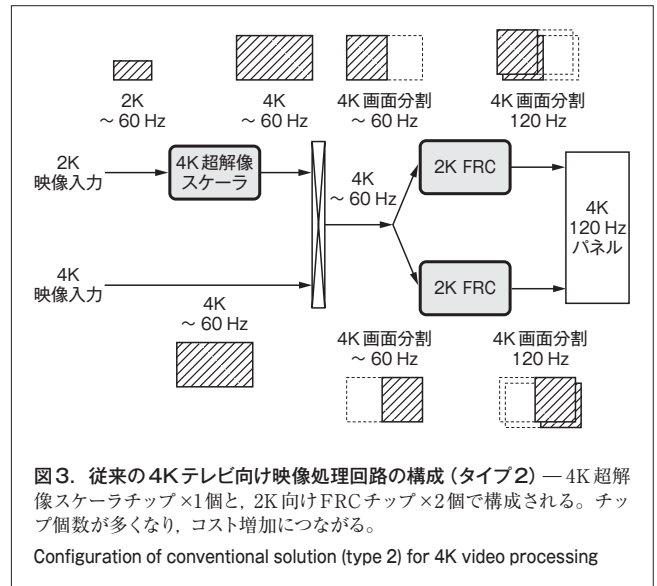


図3. 従来の4Kテレビ向け映像処理回路の構成 (タイプ2) — 4K超解像スケージングチップ×1個と、2K向けFRCチップ×2個で構成される。チップ個数が多くなり、コスト増加につながる。
Configuration of conventional solution (type 2) for 4K video processing

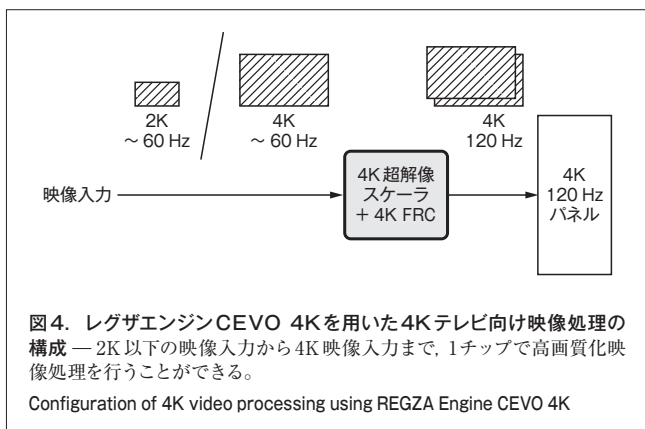
単純なリピート処理だけによるFRC処理しかできないため、動画ぼやけの改善や低フレームレートコンテンツに対する滑らかな表示を実現できないという課題がある。

(2) 映像処理構成 (タイプ2) タイプ2のソリューションでは、**図3**に示すように、4K超解像スケージングチップ×1個と2K向けFRC処理チップ×2個から構成される。

この構成では、2K以下の映像入力に対しては、最初に4K超解像スケージング処理が行われ、この時点で4K映像入力と同じ扱いとなり、その後FRC処理が行われる。ただし、4K映像に対して1チップでFRC処理を行う能力はなく、二つの2K向けFRCチップに4K解像度の映像フレームを画面分割したデータを入力し、それぞれが受け取った領域の映像データにFRC処理を行った後パネルへと出力される。このように画面を分割して2チップで各種の映像処理を行う場合には、通常、画面分割境界部で画像の連続性に不整合が生じないようにするため、それぞれのチップに入力される分割映像には互いにオーバーラップ部分が存在する。

この構成では、2K以下の映像入力及び4Kの映像入力ともにFRC処理を行うことができ、高画質化に必要な処理を不足なく行うことが可能であるが、使用するチップ数が多くなり、チップ間の信号インタフェースや配線などが増えることでコスト増加につながるという課題がある。

これに対し今回開発したレガザエンジンCEVO 4Kでは、効率的な集積化を行うことで、4K超解像スケージングと、4K対応のFRC処理機能を含めた様々な高画質化処理を1チップに集約することができた。これにより、従来以上に高画質な4Kテレビを、**図4**に示すように、よりシンプルな構成で実現することが可能になった。



3 高画質化処理の特長

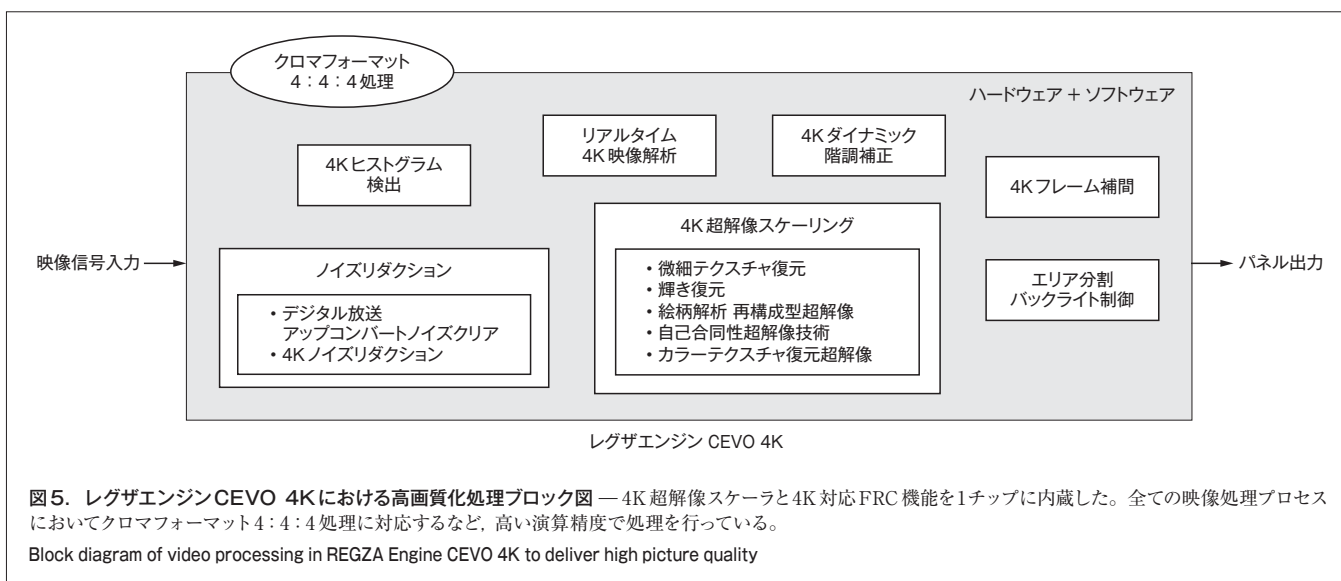
レグザエンジンCEVO 4Kにおける映像信号処理機能の概略ブロック図を図5に示す。レグザエンジンCEVO 4Kには、2Kテレビ向けの高画質化技術として培ってきた各種の映像処理技術^{(1), (2)}を網羅する形で搭載している。それらに加えて、微細テキストチャ復元や、輝き復元といった新規開発の処理を4K超解像スケーラ部に導入し、4K映像ならではの精細感や光沢感をよりリアルに再現できるようにしている。

一般に高精細な大画面テレビでは、オリジナル映像にノイズが多く含まれるコンテンツの表示品位が問題となるケースがある。そのような場面は、ブロックノイズやモスキートノイズが発生しやすいデジタル放送の視聴時に起きることが多い。レグザエンジンCEVO 4Kでは、このようなデジタル放送をより高画質にするため、“デジタル放送アップコンバートノイズクリア”

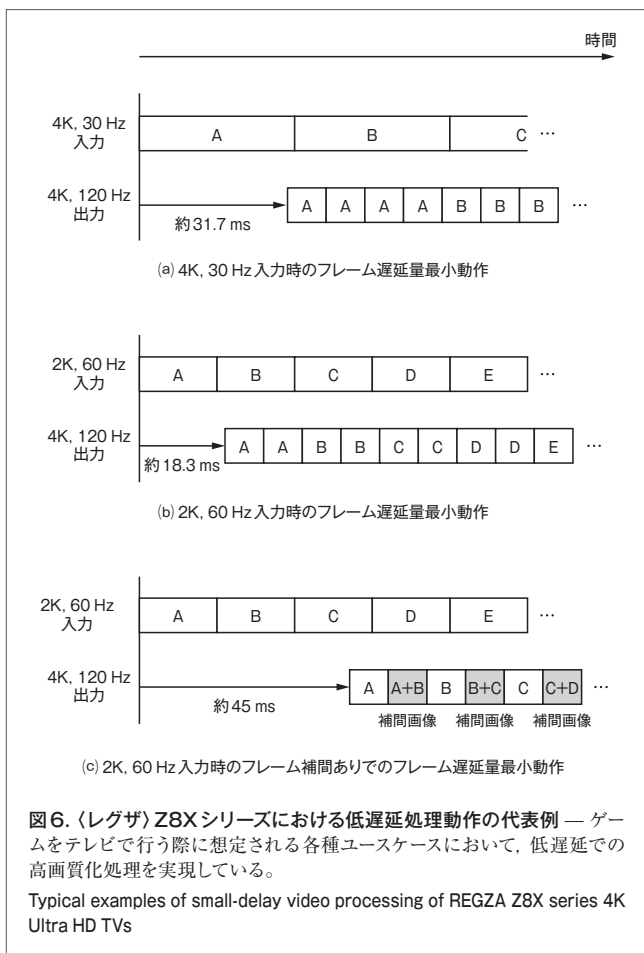
と呼ぶ新開発のノイズリダクションアルゴリズムを導入した。映像に含まれるエッジ部と平坦（へいたん）部の検出を行い、エッジ部に隣接するノイズを除去するとともに、デジタル放送に固有のノイズパターンを識別して処理の最適化を図ることにより、映像全体の鮮明さと文字などの高い視認性を同時に実現している。

レグザエンジンCEVO 4Kの最大の特長は、4K解像度での様々な映像処理のため、画素数増加に伴うデータ処理量の増加に対応しながらも、各映像処理における演算精度に関して妥協することなく高精度な処理を実現している点である。クロマフォーマット4:4:4^(注2)、映像データビット精度10ビットの映像信号品質を、全ての内部映像処理ブロックにおいて保持したシステムとなっており、映像のディテールまでを忠実に再現することに寄与している。また、パネル出力直前までの全ての映像処理を12ビット及び非圧縮のデータ精度で行い、より豊かな階調と微細な質感を再現する動作モードも備えている。

レグザエンジンCEVO 4Kのもう一つの大きな特長は、前述したような高精度な演算処理を行いながらも、最終映像出力までに要する処理時間を短縮する動作モードを実現していることが挙げられる。外部機器から入力された映像がテレビ画面に表示されるまでの遅延時間は、アクションゲームなどボタン操作タイミングの正確さが求められるゲームをテレビで行う際に重要になる。〈レグザ〉Z8Xシリーズに搭載されたゲーム用の“4Kゲーム・ターボ”と呼ぶ動作モードを例に、レグザエンジンCEVO 4Kの低遅延処理動作時における映像入力と映像出力との時間差、及び映像のフレーム並びのイメージを図6に示す。現時点で一般的と思われる以下に述べる二つの



(注2) 輝度 (Y) と二つの色差 (Cb, Cr) 信号とデジタル化する際のサンプリング周波数の比。データ量を小さくするため輝度に対し色情報を減らす処理を行う場合も多いが、4:4:4では全ての画素の輝度及び色情報を保持している。



ユースケースにおける動作例である。

一つ目の例は、4K解像度対応のパソコンなどから4K解像度でフレーム周波数30 Hzで出力した映像を最小遅延で表示するケースである(図6(a))。この場合の遅延は約0.95フレーム(約31.7 ms)で、30 Hzの入力映像の1フレームが入力し終える前に映像出力が開始されており、原理的な限界にかなり近い低遅延処理となっている。

二つ目の例は、現行のゲーム機器においてもっとも一般的な2K解像度でフレーム周波数60 Hzの出力映像を表示するケースである。図6(b)は最小遅延での表示モードであり、遅延量は約1.1フレーム(約18.3 ms)となっている。一方、図6(c)は動画の残像を低減するフレーム補間処理までを含めた高画質化処理を行う表示モードでありながら、約2.7フレーム(約45 ms)という低遅延での処理を実現している。

(注3) HDMIは、HDMI Licensing, LLCの商標。

そのほか、レグザエンジンCEVO 4Kは高速演算処理が可能なクアッドコアCPUと、デュアルコアRISC (Reduced Instruction Set Computer) プロセッサを内蔵しており、高画質化処理の演算の一部をソフトウェアが担っている。このため、高画質化処理アルゴリズムを改良しソフトウェアの更新を行うことにより、同一のエンジンを使いながら、将来にわたってより高品位な映像処理へと継続的な進化を図っていくことが可能なシステムになっている。

4 あとがき

大画面の4Kテレビ〈レグザ〉Z8Xシリーズの高画質化処理を支える新開発の映像エンジン レグザエンジンCEVO 4Kの概要と特長について述べた。超解像スケーリング処理からFRC処理に至るまでの、4Kテレビ向け高画質化処理機能を1チップに集積化したことで、高画質な4Kテレビをよりシンプルな構成で実現することが可能になった。

4Kテレビの市場は立ち上がったばかりであるが、高解像度の映像・音声信号のデータ伝送インターフェースとして、4K解像度でフレーム周波数60 Hzのデータ伝送に対応したHDMI^{®(注3)} 2.0が新たに規格化されるなど、4Kテレビを取り巻く環境も着実に整ってきており、今後いっそうの発展が見込まれる。当社は今後も、4Kテレビの更なる高画質化を図るための技術開発を進めていく。

文献

- (1) 山内日美生. 進化する高画質化デジタル要素技術. 東芝レビュー. 63, 6, 2008, p.15-18.
- (2) 住吉 肇. 高画質化のための絵作り技術. 東芝レビュー. 63, 6, 2008, p.11-14.



佐藤 考 SATO Ko

デジタルプロダクツ&サービス社 プラットフォーム&ソリューション開発センター オーディオ&ビジュアル技術開発部主務。高画質化技術の開発に従事。Platform & Solution Development Center