

# CELLレグザ™のソフトウェア

Software of CELL REGZA™

加藤 宣弘      雨宮 治郎

■ KATO Nobuhiro

■ AMEMIYA Jiro

デジタルハイビジョン液晶テレビ (TV) “CELLレグザ” は、高性能なマルチコアプロセッサであるCell Broadband Engine™(注1) (以下、Cell BEと略記) を用いることにより、従来のTVセットでは提供できなかった新しい機能を実現した。特に、CELLレグザの新機能である“マルチ画面”，“動画番組表”，及び“高速選局”を実現するため、動的なソフトウェアの構成変更を行い、計算資源やメモリを有効活用できるようにした。

CELLレグザでは、様々な機能をソフトウェアで実現しているため、ソフトウェアを更新していくことにより、新しい機能を追加していくことができる。

The CELL REGZA, Toshiba's leading-edge LCD TV, incorporates the Cell Broadband Engine™ (abbreviated as Cell BE) high-performance multicore processor and offers new features that have never been realized by conventional TV sets. To realize key features including multiple display, electronic program guide (EPG) with moving pictures, and high-speed channel tuning, the software structure of the CELL REGZA is dynamically changed by making effective use of its computing power and memory. The CELL REGZA also has the capability to acquire new functions by software updates.

## 1 まえがき

CELLレグザは、従来のTVセットで使われているSoC (System on Chip) に加えて、高性能でコストパフォーマンスの高いCPUであるCell BEを利用している<sup>(1), (2)</sup>。Cell BEは、東芝が(株)ソニー・コンピュータエンタテインメント、ソニー(株)、IBM社とともに開発した高性能プロセッサであり、一つのPPE (Power Processor Element) と複数のSPE (Synergistic Processor Element) から成るマルチコアプロセッサである(図1)。CELLレグザでは、高性能プロセッサを用いることにより、従来のTVセットで提供できなかった新しい機能を実現できる<sup>(3)</sup>。

CELLレグザのソフトウェア構成を図2に示す。CELLレグザは、モニター部とチューナ部から構成される。チューナ部のソフトウェアは、Seine4L (デジタルTV用SoC) で動作するソフトウェア、TVマイコンで動作するソフトウェア、及びCell BEで動作するソフトウェアに分類される。そして、Cell BEで動作するソフトウェアの一つとして“Cell BEアプリ”が動作する。Cell BEアプリは、上位ソフトウェアとストリーム処理部<sup>(注2)</sup> から構成され、上位ソフトウェアがストリーム処理部と連携して動作することにより、放送受信、録画、再生、画面制御などの機能を実現する。

(注1) 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2) アンテナやネットワークから受信したストリーム (デジタル信号の流れ) に対してデコード処理などを行い、映像及び音声を同期して出力するソフトウェア。

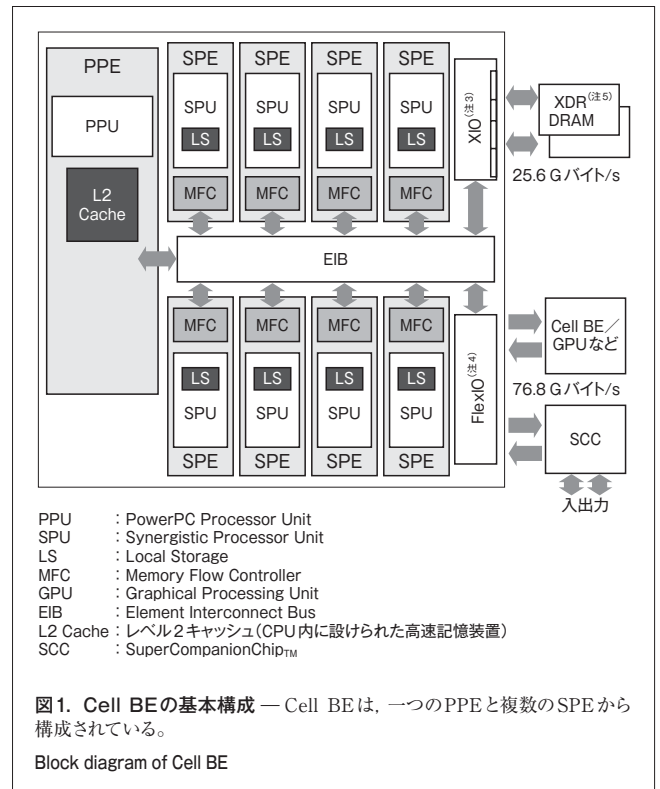
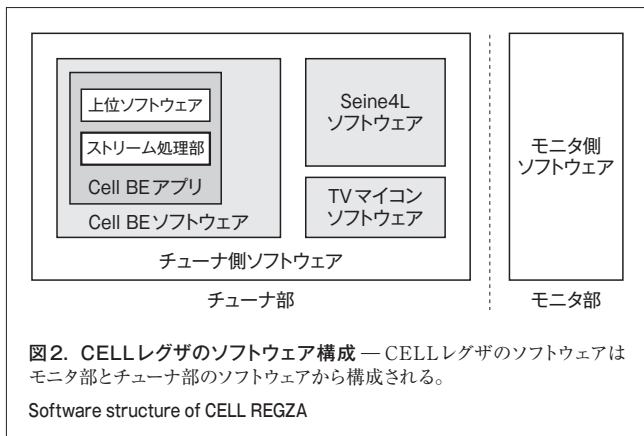


図1. Cell BEの基本構成 — Cell BEは、一つのPPEと複数のSPEから構成されている。

Block diagram of Cell BE

ここでは、CELLレグザのソフトウェアの中で、特にCell BEアプリのストリーム処理部に焦点を当て、Cell BEでどのよう

(注3)、(注4)、(注5) XIO, FlexIO, XDRは、米国及びその他の国におけるRambus社の登録商標。



にストリーム処理を行っているか、それを用いてCELLレグザの新機能をどのように実現しているかについて述べる。

## 2 ESPフレームワークとCareidVideo

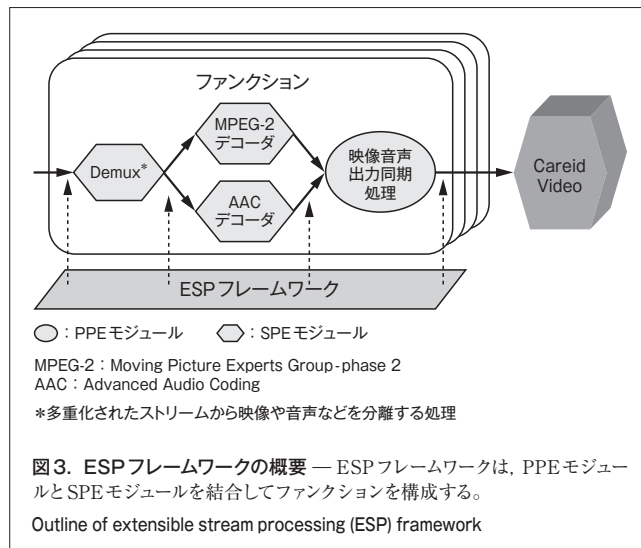
Cell BEアプリのストリーム処理部では、リアルタイム処理を実現するために、ESP (Extensible Stream Processing) フレームワークと呼ばれるソフトウェアを活用している。ESPフレームワークは、Cell BEリファレンスセットで開発された“AVフレームワーク”<sup>(4)</sup>をベースとして、CELLレグザ向けに新たに開発されたものである。

ESPフレームワーク上で、Cell BEのPPE及びSPEで動作するモジュール (それぞれPPEモジュール、SPEモジュールと呼ぶ) が結合される。例えば、チューナから放送ストリームを受信するモジュールはPPEモジュールとして、チューナで受信した多重化されたストリームから映像や音声を分離するモジュールあるいは映像ストリームや音声ストリームをデコード (復号) するモジュールはSPEモジュールとして実装される。放送受信や録画などの機能を実現するために必要なPPEモジュールとSPEモジュールをESPフレームワークで結合する。このようにいくつかのPPEモジュールとSPEモジュールを結合した機能モジュールをファンクションと呼ぶ。ファンクションは、必要に応じて生成、削除できる。

ストリーム処理部の最終段で動作するのがCareidVideo (Cell Accelerated Real Time Digital Video) である。CareidVideoは、フルブラウザ<sup>(注6)</sup>や高度なGUI (Graphical User Interface) といったグラフィックス出力を表示するために新たに開発されたモジュールであり、複数の映像及び音声のベースバンド信号とグラフィックスデータを入力とし、フレームごとに画面を生成する。

ESPフレームワーク、PPEモジュール、SPEモジュール、ファンクション、及びCareidVideoの関連を図3に示す。

(注6) パソコン向けに作られたWebサイトを利用、閲覧できるソフトウェア。



### 2.1 ESPフレームワーク

ESPフレームワークは、XML (Extensible Markup Language) 形式で記述された構成ファイルの機能定義記述に基づき、PPEモジュールとSPEモジュールを結合してファンクションを構成する。ファンクションは、デジタル放送の視聴や磁気ディスク装置 (HDD) 再生といった一つのまとまりのある機能を提供する。ESPフレームワークで構築されたファンクションは、ストリームデータを順次処理していくストリームモデルを採用している。また、ESPフレームワークは階層的な構造を持つ設計を前提としているため、ファンクションの部分的な生成や削除も可能である。

ESPフレームワークは、Cell BEリファレンスセットのAVフレームワークに対していくつかの機能拡張を行っている。特にCELLレグザ向けに、SPEを効率的に利用するため以下に述べる機能を新たに追加している。

Cell BEのSPE実行環境は、各SPEモジュールに対してSPEの計算資源を割り当てる。AVフレームワークでは、計算資源はあらかじめ構成ファイルにより設定され、アプリケーション動作中はそのSPEモジュールが割り当てられた資源を確実に使えるように保証されていた<sup>(5), (6)</sup>。したがって、あるSPEモジュールが十分に少ないSPE資源でも処理可能な場合や、アプリケーションがまったくそのモジュールを使用しない場合でも、起動時に決められたSPE資源が割り当てられるという問題があった。

ESPフレームワークではSPEモジュールへのSPE資源割当てを動的に変更できるようにした。すなわち、SPEモジュールへの負荷に応じて、アプリケーションソフトウェアが動的にSPE資源割当てを変更できる。これにより、SPEを効率的に利用できるようになり、アプリケーションソフトウェアが機能を切り替えた場合もSPEの計算資源の有効活用ができる。

この機能拡張では、ESPフレームワークだけでなくSPE実

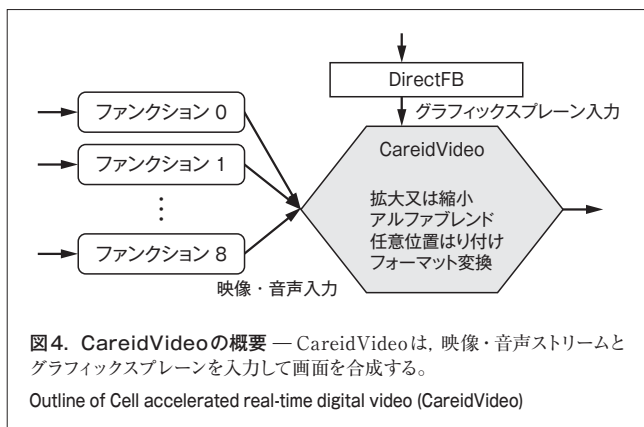


図4. CareidVideoの概要 — CareidVideoは、映像・音声ストリームとグラフィックスプレーンを入力して画面を合成する。  
Outline of Cell accelerated real-time digital video (CareidVideo)

行環境の改良が必要である。CELLレグザの製品化に向けて基本ソフトウェア (OS) を含めたレイヤ (階層) での機能拡張を行っている。

## 2.2 CareidVideo

CareidVideoはストリーム処理部の最終段で、図4に示すように、映像と音声の同期や、複数の映像ストリームの合成、各種の映像処理 (単純な拡大縮小処理や高画質化処理) を行う。

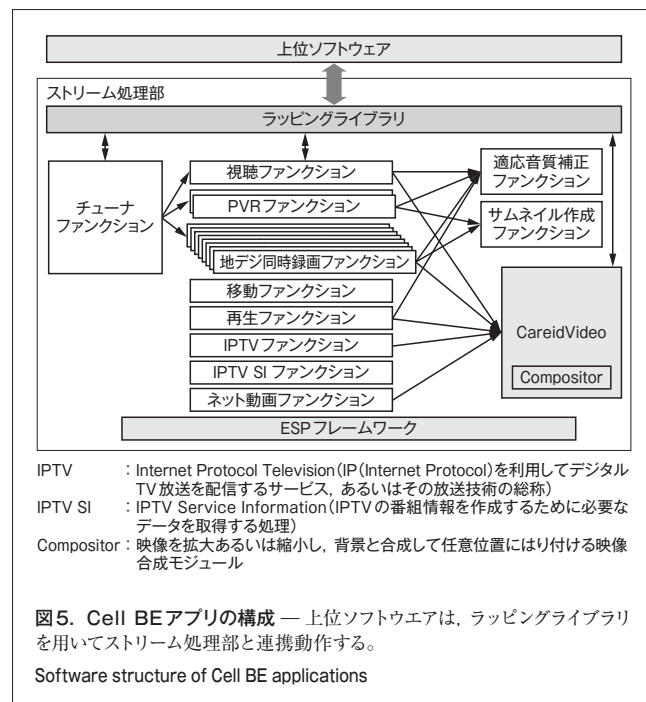
CareidVideoは9本のHD (High Definition) 映像ストリーム入力を同時に処理することができ、各入力映像のサイズを変更し、画面上の所定の位置にはり付けて合成する。また、音声ストリームとの同期 (リップシンク) をとって、デジタルTVとしての基本的な制御も行っている。これらは、CELLレグザのマルチ画面表示を行うために必要な機能である。

CareidVideoは映像・音声ストリーム処理だけではなく、グラフィックスプレーンを入力として映像ストリームを合成する機能を持つ。グラフィックスプレーンとはDirectFB (Framebuffer)<sup>(7)</sup>により描画されるARGBフォーマット<sup>(注7)</sup>のプレーンである。DirectFBは、Linux<sup>®</sup><sup>(注8)</sup>のフレームバッファデバイス上に実装されたグラフィックスAPI (Application Programming Interface) であるが、CELLレグザ向けに、グラフィックスプレーンをCareidVideoへ出力できるようにした。それによりCELLレグザのGUIやフルブラウザは、DirectFBのAPIを使用して描画することで、CareidVideoにグラフィックスプレーンを出力することができる。このように、CareidVideoはCELLレグザの画面設計の自由度を高めるのに必要な機能を提供している。

## 3 ストリーム処理部

Cell BEアプリの構成を図5に示す。上位ソフトウェアは、

(注7) 計算機上で色を表現するためのフォーマットのひとつで、光の三原色の赤 (R)、緑 (G)、青 (B) と透過度 (A) の各値から構成される。  
(注8) Linuxは、Linus Torvalds氏の日本及びその他の国における登録商標又は商標。



IPTV : Internet Protocol Television (IP (Internet Protocol) を利用してデジタルTV放送を配信するサービス、あるいはその放送技術の総称)  
IPTV SI : IPTV Service Information (IPTVの番組情報を作成するために必要なデータを取得する処理)  
Compositor : 映像を拡大あるいは縮小し、背景と合成して任意位置にはり付ける映像合成モジュール

図5. Cell BEアプリの構成 — 上位ソフトウェアは、ラッピングライブラリを用いてストリーム処理部と連携動作する。  
Software structure of Cell BE applications

ラッピングライブラリ経由で、ストリーム処理部の各ファンクションを生成、削除する。各ファンクションへの指示や状態変化の取得もラッピングライブラリ経由で行う。主要なファンクションについて、その概要を以下に述べる。

### 3.1 チューナファンクション

一つの視聴チューナ、二つのPVR (Personal Video Recorder)<sup>(注9)</sup> チューナ、八つの地デジチューナから送られてくる11本のトランスポートストリームを受けて、それぞれのストリームを後段の適切なファンクションへ送信する。Cell BEアプリの起動時に生成され、削除されることはない。

### 3.2 視聴ファンクション

視聴チューナからのトランスポートストリームを映像・音声ストリームに分離し、それらをデコードした後にCareidVideoへ送る。Cell BEアプリの起動時に生成され、再生などが動作するときに削除される。

### 3.3 PVRファンクション

PVRチューナからのトランスポートストリームを元に録画用のストリームを生成して上位ソフトウェアへ送る。録画を開始する際に生成され、録画終了時に削除される。2番組を同時に録画する際には二つのファンクションが同時に動作する。

### 3.4 地デジ同時録画ファンクション

地デジチューナからのトランスポートストリームをデスクランブルして、そのまま上位ソフトウェアへ送る。Cell BEアプリの起動時に生成され、削除されることはない。上位ソフトウェアへのデータ転送を停止することで録画を停止する。8ストリー

(注9) TV放送などの映像をHDDに記録するビデオレコーダ。

ムを動作時に録画できるように、八つのファンクションが同時に動作する。

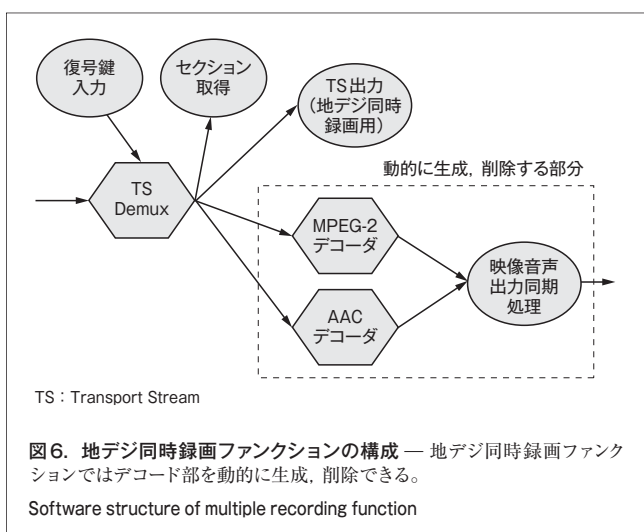
### 3.5 再生ファンクション

PVR機能あるいは地デジ同時録画機能によりHDDに保存されたストリームを受けて、映像・音声ストリームに分離し、それらをデコードした後にCareidVideoへ送る。録画リストから番組を再生する際に生成され、放送視聴へ戻る際に削除される。つまり、視聴ファンクションと再生ファンクションは排他的に動作する。

## 4 CELLレグザの新機能の実現

ストリーム処理部の各ファンクションを用いてCELLレグザの新機能を実現している。ここでは、CELLレグザの新機能であるマルチ画面、動画番組表、及び高速選局が動作する際に、ストリーム処理部でどのような制御を行っているかについて述べる。これらの機能が動作する際には、地デジ同時録画ファンクションでデコーダが動作する（以下、マルチデコードと呼ぶ）。

地デジ同時録画ファンクションの構成を図6に示す（主なPPEモジュールとSPEモジュールだけを記載）。地デジ同時録画ファンクションはCell BEアプリが起動された際に生成されるが、その際には図6の破線で囲まれた部分以外のPPEモジュールとSPEモジュールが生成される。マルチデコードを起動する際には、図6の破線で囲まれた部分のPPEモジュールとSPEモジュールが生成される。そして、マルチデコードから戻る際には、図6の破線で囲まれた部分のPPEモジュールとSPEモジュールが削除される。このように、地デジ同時録画ファンクションを動的に変更することにより、マルチデコードを必要としない利用シーンでSPEの計算資源及びメモリを削減することができる。



また、マルチデコードを起動する際には、七つの地デジ同時録画ファンクションでデコーダを動作させる必要があるため、SPEの計算資源が逼迫（ひっばく）する。そこで、マルチデコードを起動する際には、視聴ファンクションの一部のSPEモジュールを負荷の軽い処理へ切り替え、SPEの計算資源をマルチデコードで活用できるようにしている。

## 5 あとがき

CELLレグザのソフトウェアについて、Cell BEのストリーム処理部に焦点を当てて、その構成と仕組みを述べた。Cell BEのマルチコアを活用するためのESPフレームワークを用いて、ストリーム処理に必要なモジュールを結合し、CELLレグザが必要となる機能を実現した。特に、CELLレグザの新機能であるマルチ画面、動画番組表、及び高速選局を実現するために、各ファンクションを動的に変更して、SPEの計算資源やメモリを有効活用できるようにした。

CELLレグザでは、様々な機能がソフトウェアで実現されている。そのためソフトウェアを更新していくことにより、新しい機能を追加していくことができ、今後、更なる高機能化が期待できる。

## 文献

- (1) 林 宏雄, ほか. Cell Broadband Engineの設計思想. 東芝レビュー. 61, 6, 2006, p.2-8.
- (2) 黒澤泰彦, ほか. 次世代プロセッサCell Broadband Engine. 東芝レビュー. 61, 6, 2006, p.9-15.
- (3) 石川 禎, ほか. Cell Broadband Engine™が実現する未来のテレビ機能. 東芝レビュー. 63, 6, 2008, p.23-27.
- (4) 小森達也, ほか. Cell Audio Visualアプリケーション. 東芝レビュー. 61, 6, 2006, p.52-55.
- (5) 前田誠司, ほか. ヘテロマルチコアプロセッサCell上でのスレッド実行環境. 情報処理学会会誌 “情報処理”. 47, 1, 2006, p.34-40.
- (6) 前田誠司, ほか. Cellプログラム実行環境. 東芝レビュー. 61, 6, 2006, p.42-46.
- (7) DirectFBホームページ. <<http://www.directfb.org/>>. (参照2009-12-11).



加藤 宣弘 KATO Nobuhiro

ビジュアルプロダクツ社 コアテクノロジーセンター エンベディッドシステム技術開発部グループ長。組み込みシステムのソフトウェアの研究・開発に従事。  
Core Technology Center



雨宮 治郎 AMEMIYA Jiro

セミコンダクター社 システムLSI事業部 先端SoC開発センター 参事。Cellリファレンスセットのソフトウェアの設計・開発に従事。  
System LSI Div.