

アップルによる RED 特許訴訟の背景と最近の話題

川上 一郎

8月にアップル社が、RED社のカメラRAWデータ圧縮技術に関する特許に対して特許性が無いのではとの異議申し立てを行った事が話題になっていたが、9月8日付けで米国特許商標庁はアップル社による異議申し立ては無効であるとの裁定をくだした。(https://www.newsshooter.com/wp-content/uploads/2019/11/IPR2019-01065-DI.pdf)

このアップル社による REDCODE 特許に対する異議申し立ての背景には、アップル社の画像データ圧縮技術である ProResRAW コーディックを提供している ATMOS 社が RED 社にライセンス料を支払わないと RED カメラと接続して使用できない問題があり、競合各社との競争において REDCODE の特許無効が確定すればライセンス料の支払いが無くなるとの観察とは別に、現在アップル社が開発を進めているリアルタイム R3D 再生のための METAL ワークフレームと RED の協業が進んでおり、新しい Mac Pro と XDR Pro ディスプレイ等の製品開発において RED 社保有技術の経済的価値を確定するための

経済的価値を査定するためとの観測も報じられている。

数年前のソニーとの特許有効性についての係争も含めて RED 社が勝っているために、現時点では CMOS バイバイメージセンサの RAW データを、視覚的に劣化を感じさせないように圧縮する RED の特許 (US 9,245,314 B2, Jan.26,2016) が有効と判断されたことになる。

今月号では、この RED の特許について詳細に解説を行っていく。

図1に示しているのが、一般的な CMOS 単板イメージセンサ画像の RAW データ処理ワークフローである。コダックの特許による市松模様の GBR 画素構成は発明者の氏名からバイヤー配列と称されている。この CMOS 単板イメージセンサの画素情報から RGB 各色のデータを読み出し出力することになるが、Green 画素は全画素数の 1/2 でしか無く、Red と Blue は全画素数の 1/4 しか無いことから、RGB3 板イメージセンサの画素数と比較すると 1/2 のデータ量でしか無い。したがって、

RGB3 板方式カメラで非圧縮 RGB データを収録するよりはデータ転送効率がよいが、CMOS 単板イメージセンサの間引かれた画素配列から画像データを再構築する必要がある。

民生用デジタルカメラでは、イメージセンサ画像データを直接 JPEG 変換処理してしまうために編集時点での画質改善や色味の改善には限界がある。一方で、RAW データはバイヤー配列の RGB 画素データが元々の画素位置のまま収録されるために、バイヤー配列に特有のモアレ発生等を抑制することができる。したがって、RAW データを非圧縮と誤解して最良の画質が得られると誤解している論評も見受けられるが、バイヤー配列の画素構成であることで撮像時点から色情報が間引かれており、かつ帯域圧縮や階調変換などの処理が行われていることを理解して欲しいところである。

図1の右下に示している RAW コンバータに示しているように、カメラ内部の 12 から 14 ビットの A/D コンバータ出力をイメージセンサ近傍に設置した温度センサ

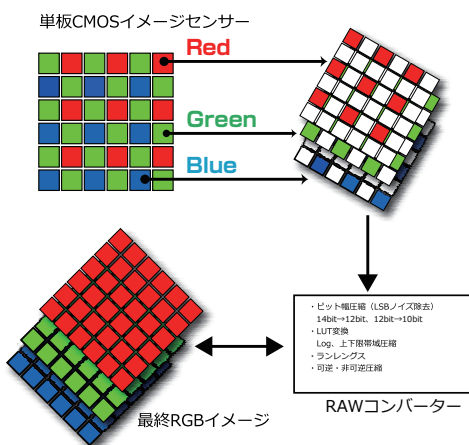


図1 CMOS 単板カメラ RAW データのワークフロー

	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4
n-3	B _{m-3,n-3}	G _{m-2,n-3}	B _{m-1,n-3}	G _{m,n-3}	B _{m+1,n-3}	G _{m+2,n-3}	B _{m+3,n-3}	G _{m+4,n-3}
n-2	G _{m-3,n-2}	R _{m-2,n-2}	G _{m-1,n-2}	R _{m,n-2}	G _{m+1,n-2}	R _{m+2,n-2}	G _{m+3,n-2}	R _{m+4,n-2}
n-1	B _{m-3,n-1}	G _{m-2,n-1}	B _{m-1,n-1}	G _{m,n-1}	B _{m+1,n-1}	G _{m+2,n-1}	B _{m+3,n-1}	G _{m+4,n-1}
n	G _{m-3,n}	R _{m-2,n}	G _{m-1,n}	R _{m,n}	G _{m+1,n}	R _{m+2,n}	G _{m+3,n}	R _{m+4,n}
n+1	B _{m-3,n+1}	G _{m-2,n+1}	B _{m-1,n+1}	G _{m,n+1}	B _{m+1,n+1}	G _{m+2,n+1}	B _{m+3,n+1}	G _{m+4,n+1}
n+2	G _{m-3,n+2}	R _{m-2,n+2}	G _{m-1,n+2}	R _{m,n+2}	G _{m+1,n+2}	R _{m+2,n+2}	G _{m+3,n+2}	R _{m+4,n+2}
n+3	B _{m-3,n+3}	G _{m-2,n+3}	B _{m-1,n+3}	G _{m,n+3}	B _{m+1,n+3}	G _{m+2,n+3}	B _{m+3,n+3}	G _{m+4,n+3}
n+4	G _{m-3,n+4}	R _{m-2,n+4}	G _{m-1,n+4}	R _{m,n+4}	G _{m+1,n+4}	R _{m+2,n+4}	G _{m+3,n+4}	R _{m+4,n+4}

U.S. Patent Jan. 26, 2016 US9,245,314B2 Fig.3

図2 RED 特許のバイヤー配列引用図

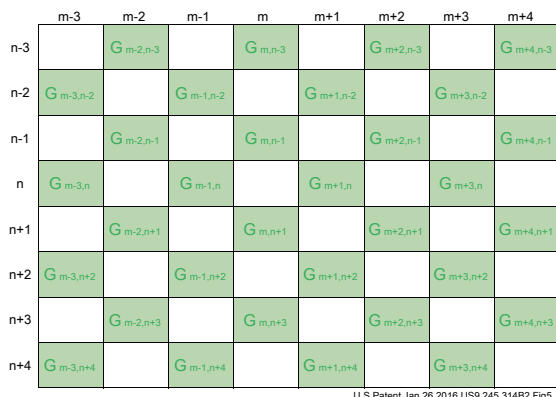


図3 RED 特許の緑色画素配列引用図

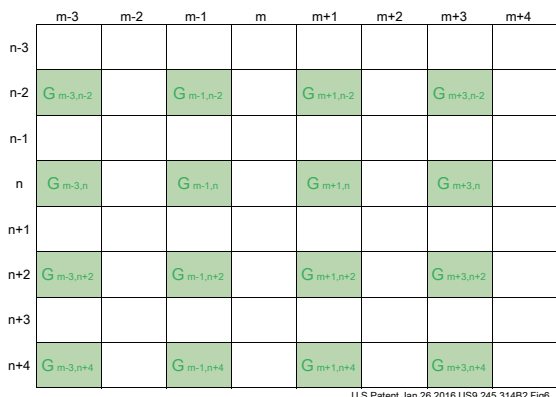


図4 緑色サブ配列の引用図

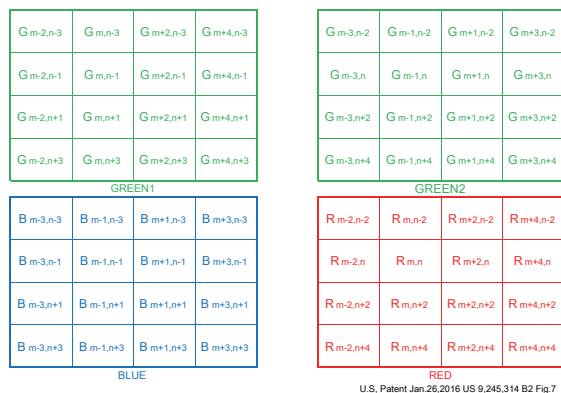


図5 G1G2BR 配列の引用図

情報から熱雑音を除去しデータ帯域圧縮 (12 → 10, 14 → 12 ビットなど) を行う手法や、下限側や上限側の信号帯域を間引く LUT (ルックアップデータ) 変換や Log 変換を行い、引き続きデータ自体をランレングスや DCT 変換などでの可逆・非可逆処理を行って出力している。

このカメラメーカーや機種毎に異なる RAW データから RGB 画像を再構成して、最終 RGB イメージとする処理が RAW データの後処理工程となる。

図 2 は、RED 特許の明細書で Fig.3 として引用されているベイヤー配列の解説図である。縦方向は中心を n 行として上方向に n-1、n-2、n-3 と展開し、下方向には n+1、n+2、n+3、n+4 と配置され、横方向は m 列を中心として左方向には m-1、m-2、m-3 と展開し、右方向には m+1、m+2、m+3、m+4 と展開している。

緑色画素は、最上行の n-3 行では G_{m-2}、n-3/G_m、n-3/G_{m+2}、n-3/G_{m+4}、n-3 と 1 画素毎にずらして配置され、2 行目の n-2 行では、G_{m-3}、n-2/G_{m-1}、n-2/G_{m+1}、n-2/G_{m+3}、n-2 と配置され、以下の行と列では交互の市松模様状に緑色画

素が配置されている。

緑色は、人の視覚感度特性で最も中心となる波長帯であることからテレビ放送で採用されている色差信号の Y'CbCr の Y' 成分は大半が緑色の信号強度である。

青色画素は、図 2 左上の n-3 行に B_{m-3}、n-3/B_{m-1}、n-3/B_{m+1}、n-3/B_{m+3}、n-3 と 1 画素置きに配置され、n-2 行には配置されず、n-1 行に B_{m-3}、n-1/B_{m-1}、n-1/B_{m+1}、n-1/B_{m+3}、n-1 と配置され、以下 1 行おきに交互に配置されている。

赤色画素は、図 2 の第 2 行目に R_{m-2}、n-2/R_m、n-2/R_{m+2}、n-2/R_{m+4}、n-2 と 1 画素置きに配置され、n-1 行には配置されず、n 行に R_{m-2}、n/R_m、n/R_{m+2}、n/R_{m+4}、n と配置されており、以下 1 行おきに交互に配置されている。

今回の特許明細書とは直接関係が無いが、RGB フルサンプリングの映像を 4:4:4 と称しているが、テレビ放送の映像信号



図6 前段階処理フローの一例 (その1)

図7 前段階処理フローの一例 (その2)

は Y'CbCr と青色・赤色の色信号を 2 画素毎に間引いており 4:2:2 と称されている。このベイヤー配列の色信号配置は、最も安価な民生用 DV カメラで使用されている 2:0:0 の色信号サンプリングとなる。したがって、CMOS 単板イメージセンサで 4K・8K と称していても実態は 2K/2.6K 程度の色信号サンプリングでしか無いことを理解していただきたい。

図 3 は、緑色画素の全配列を示しており、図 4 はデータ量削減を目的とした場合の間引かれた緑色画素配列を示している。

図 5 は、データ圧縮アルゴリズムを適用する処理に用いる G1G2BR 画素配列の一つの例を示しており、JPEG 画像圧縮で使用される DCT (Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換) の処理を適用しやすくするように画像情報の平面的位置関係を一定の間隔に揃えている。

図 6 は、図 5 に示された RGB 配列の画像情報を処理する前段階処理のワークフ

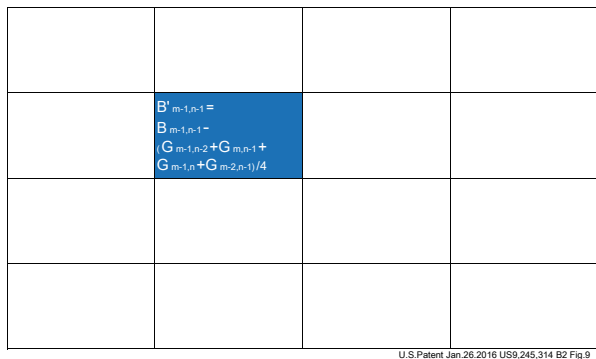


図8 青色画素のモザイク解除処理例

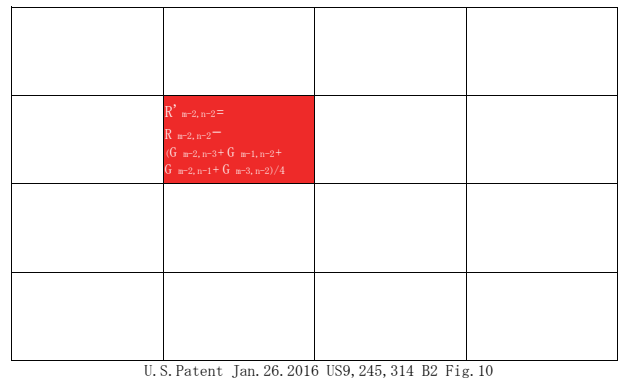


図9 赤色画素のモザイク解除処理例

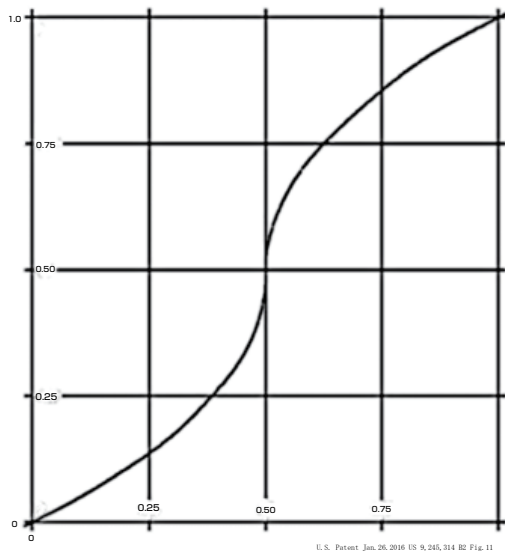


図10 ルックアップテーブルの一例

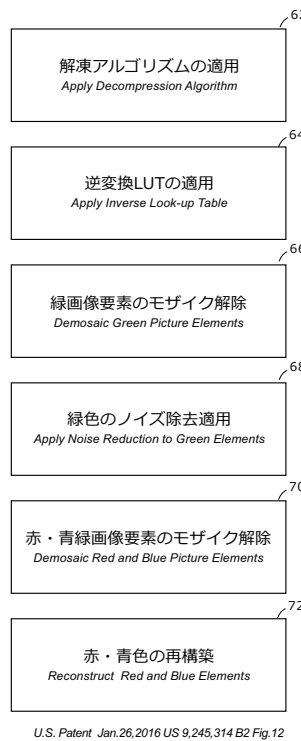


図11 後段処理の一例(その1)

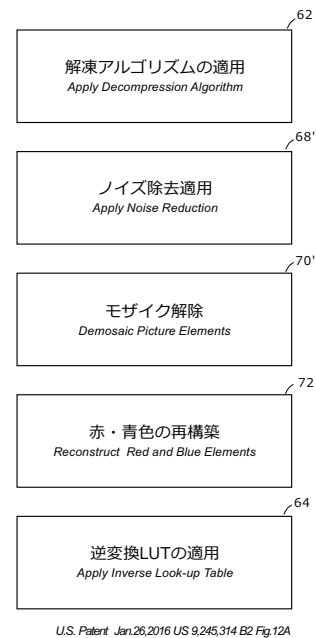


図12 後段処理の一例(その2)

ローを示しており、センサデータの取得後に、画像データの前処理として強調処理を行い、その後に4画素に1画素しか存在しない赤・青の画像データを二次元平面で補間処理を行い、最終的に圧縮アルゴリズムを適用しコンパクトなRAWデータに変換する。

図7は、図5に示されたRGB配列の画像情報を処理する前段階のワークフローの別の実施例であり、図6に示している実施例と並行して使用できる。

センサデータの取得後に、赤・青の画像要素変換を行い、図10に一例を示しているような階調再現範囲の強調・最適化を行うLUT変換処理を行った後に圧縮アルゴリズムを適用する実施例である。

図8は、図6や図7で示した前処理を適用した後の青色画素情報再構成事例であり、元々の $B_{m-1, n-1}$ 画素の映像信号を $B_{m-1, n-1} - (G_{m-1, n-2} + G_{m, n-1} +$

$$G_{m-1, n} + G_{m-2, n-1}) / 4$$

として周辺の緑色画素の輝度信号近傍補間処理演算結果で減算し、処理後の $B'_{m-1, n-1}$ 画素とする事になる。

図9は、同様に前処理を適用した後の赤色画素情報の再構成事例であり、元々の $R_{m-2, n-2}$ 画素の映像信号を $R_{m-2, n-2} - (G_{m-2, n-3} + G_{m-1, n-2} + G_{m-2, n-1} + G_{m-3, n-2}) / 4$ として周辺の緑色画素の輝度信号近傍補間処理演算結果で減算し、処理後の $R'_{m-2, n-2}$ 画素とする事になる。

図10はガンマ補正の為に使用されるルックアップテーブルの一例をしめしている。ガンマ補正は一般的なRec.709やシネガンマ等多様な手法があるが、この図10に示されているのはイメージセンサ出力の上限側と下限側を帯域圧縮する目的と

判断される。

図11は、これまでに述べてきた前処理段階の画像データを後処理するワークフローの一例を示しており、最初に適用した圧縮処理の解凍(伸張展開処理)を行い、図10で示しているガンマ補正のルックアップテーブルを逆変換して本来の階調情報に戻した後に、イメージセンサーのベイヤー構造に起因する緑色画素のモザイク情報を解除し、その後緑色画素の色信号からノイズを除去する処理を行う。その後、赤・青画素情報のモザイク構造を解除し、赤色・青色の色信号として二次元空間に展開する処理を実行する。

図12は、図11に示した後処理工程のワークフローの異なる実施例であり、圧縮処理の解凍を行った後に、雑音成分の除去

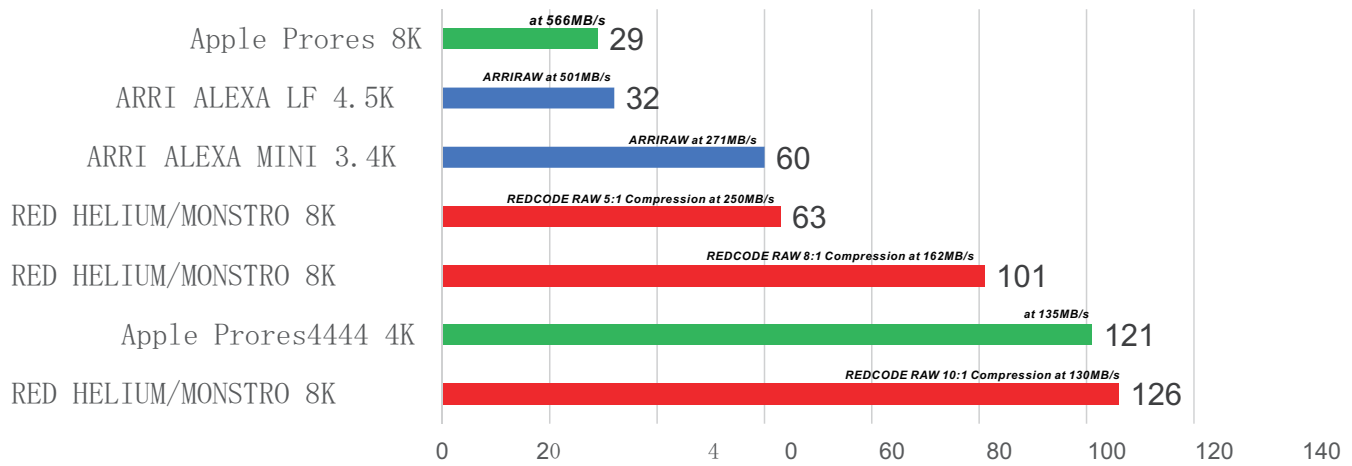


図 13 代表的な RAW データの 1TB 収録可能時間 (分)

処理を行い、ベイヤー配列に伴うモザイク構造のパッキングを解除し、赤・青色の信号を再構築・展開し、最終的に逆変換 LUT 処理を行うワークフローの一例を示している。

この特許明細書では、カメラから出力される RAW データに対して、前段階の処理として視覚的に画質劣化を感じさせない程度に緑色画素の間引きや、帯域圧縮処理を行った上で、一般的に使用されている JPEG2000 や Motion-JPEG 等の圧縮処理を行い、カメラから記録媒体に出力されるデータ量を削減することができる。

アップル社による特許無効の申し立てに対して、特許商標庁が下した裁定は RED の特許に記載されている 30 の請求項に対して無効と裏付ける先行発明や公知の資料が存在しなかったと述べており、また RED の圧縮方式は数学的に可逆性を追求する手法ではなく、視覚的に画質劣化を感じさせない手法であるとしている。

特許の審判は、具体的かつ詳細な技術的効果を明記しなくても、ワークフローの新規性があれば特許が認められる場合があり、今回の RED の特許は 13 年前の技術水準を踏まえるとワークフローの新規性があると判断され、アップルが状況証拠として提出した先行特許や各種文献の内容が特許としての新規性を覆すほどの内容ではなかったと結論づけられる。

したがって、RED の特許出願前に同様な手法が公知の事実として存在していた事を立証するまでは特許が有効となる。

冒頭でも紹介した、アップルと RED のパートナーシップによりリアルタイム 3D 変換の新技术が誕生するのか、ストリーミン

グサービスに注力を始めたアップルが RED と連携してあらたなネット視聴に特化したストリーミング向けコーデック技術を確立するのかが注目されることである。

11 月初旬にストリーミングサービスを開始した Disney Plus は、初日に 1,000 万アクセスが集中して一部の視聴者がストリーミングエラーとなる事態が発生したが、数日後にディズニーの担当役員がネットワーク機器では無く、コーデックシステムの問題で配信トラブルとなったと発表している。

動画ストリーミングサービスでは、ロイヤリティフリーのコーデックを採用するのが大半であり、ライセンス料の発生する MPEG 関連コーデックは放送関係に限定されているのが現状であるが、家庭に届く映像の大半がネット配信となっている現状では、今回のアップルによる RED 社の特許無効審判請求に代表されるように、画像に特化した新規コーデックが出現すれば撮影から編集、そして配信までが同一の高効率かつ限りなく遅延の無いコーデックで統一される可能性がある。

この REDCODE の処理により、図 13 に示しているように代表的な 1TB の記録装置への収録時間は RED 製品が強みを発揮しており、ネット配信市場向けのドラマ制作では RED カメラ支持されている理由の一つである。

映画館上映を目的とした本編撮影では ARRI カメラを使用し、テレビシリーズ撮影では制作コストや収録機器のコスト優先で RED を使用するのが定番化してきているところが現在の流れである。

また、今週に入って REDCODE 新バー

YM. Cinema Magazine



<https://ymcinema.com/2019/11/20/red-explains-how-redcode-works-plus-new-luts-are-coming-soon/?fbclid=IwAR1x3bc7loJPZ0qv7ZWH0likRwPNUwUGgQemluUgivDhw7HLP4BvaGCbn54>

図 14 RED による新 REDCODE ワークフロー & ST4LUT

ジョンの発表があり、図 14 に示しているように新規の ST4LUT は、より広範囲のダイナミックレンジで撮影ができるとしている。

さて、米国時間の 11 月 20 日に、以前の連載記事でも紹介したハリウッドスタジオと映画興行業界とのさまよえる亡霊、もしくは悪夢とも言える 70 年前の合意文書(いわゆる“パラマウント合意”)が無効であるとの判断が米国司法省から発表された。

このパラマウント合意は、70 年前のハリウッドスタジオが直営映画館を多数展開していた時代に独立系映画館への作品配給で系列作品の押しつけ契約(まだ企画段階の作品なども含めて配給を強要する等の事案)が横行しており独立系映画館のオーナーが最高裁判所に訴訟を起こし、その年のハリウッドスタジオの幹事会社であったパラマウントの役員に対して出頭命令がだされ、その裁定の場合合意文書にサインするか、公正取引委員会での調査に入るのか選択を迫られた事件である。

この合意文書がでた結果、映画配給側が直営映画館を展開することが規制され、中小の映画興行チェーンが乱立する事になったが、現在では AMC Entertainment、Regal Entertainment、Cinemark の3社が米国・カナダで展開されている4万スクリーンのおおよそ半分を支配している状況である。

このパラマウント合意が無効と判断された結果、米国映画興行チェーンのさらなる統廃合や集約化が進むのか、はたまた配給作品のフリーブッキングが進み、従来とはことなる映画興行の形態が誕生してくるのには興味深いところである。

また、9月に入り裁判所に会社更生計画を裁判所に提出していた世界最大のポストプロダクションサービス企業であるデラックスが、10月に入って裁判所の認可がおりたことから日本の会社更生法に相当するチャプター11による会社再建を図ることになった。

デラックス本体の負債を10億ドル

削減する株式交換により、デラックス本体の事業や資産を半減させ、ポストプロダクションの事業を行っている EFILM、Company3、Encore、VFX house Method を持ち株会社として管理する形になる。

デラックスは1915年にWilliam Foxによって設立されたが、2006年に投資ファンド会社を買収されていた。映画のデジタル化や、映画制作関連ユニオンの労使紛争でフィルムによるテレビドラマ撮影が一挙にデジタル化されたワークフローの激変がポストプロダクション業界に与えた影響は非常に大きいものがある。ハリウッドハイランドから海岸側に向かっていく地域は映画テレビ関連の様々な企業が集積したメディアディスクリクトと称されているが、現在では人通りもめっきり減ってしまっている。

この背景には、ハリウッドの映画制作やテレビドラマの制作がクラウドで行われる形態に移行した影響が大きい。撮影時にプロキシと称されるタイムコード付きサムネイル動画が制作関係者向けクラウドにアッ

ロードされ、撮影と同時進行でプロキシベースでの編集作業が進行し、撮影終了時にはラッシュがその場で確認できるワークフローが一般化してきている。

また、本編映画の制作でもVFXプロダクションの外注が激減し、撮影所の敷地内に高速ネットワーク端末のみを設置し、フリーランスクリエイターによるプロジェクトチーム形式で作業を行うワークフローが一般化していることから、数年前からハリウッド地域でのVFX関連プロダクションの倒産・廃業が相次いでいる。

ネット配信による動画視聴の業界も、Disney Plusは年内にも会員数が8,000万人に到達するのではとの観測記事もでており、傘下となったHuluもチャンネル構成の再編を行う等Netflixの牙城がいつまで続くのか、虎視眈々と新規参入により業界地図を一挙に書き換えようとしているアップルの動画配信サービス等、2020年はなにかと話題が多くなりそうである。

Ichiro Kawakami
デジタル・ルック・ラボ

Cinegy マルチチャンネル・マルチフォーマット リアルタイムインジェスター Capture PRO



- Wrappers
- AAC
 - Cinegy Daniel2 Raw
 - DV Raw
 - H.264 Raw
 - M2V
 - MOV
 - MP4
 - MPG
 - MXF AS02
 - MXF OP1A
 - MXF OPAtom
 - Raw
 - VANC
 - Wave
 - Y4M

- Audio Codecs
- 16-bit PCM
 - 24-bit PCM
 - AAC audio
 - MPEG audio

- Video Codecs
- Apple ProRes 422
 - AVC-Intra
 - Avid DNxHD
 - Cinegy Daniel2
 - Cinegy Daniel2 Nvidia GPU
 - Cinegy H.264
 - Cinegy MPEG-2
 - H.264 Nvidia GPU
 - MPEG-2 XDCAM EX 35 Mbit
 - MPEG-2 XDCAM HD
 - MPEG-2 XDCAM HD 50 4:2:2
 - Uncompressed Video
 - Y4M

- ・ネットワークにも対応したインジェスタプライアンスWindowsソフトウェア
- ・マルチチャンネル/マルチフォーマット/マルチプロキシ/マルチユーザーをシングルアプリでコントロール
- ・HDで最大8入力チャンネル、1入力チャンネルに対して最大8個のマルチコーデック同時収録
- ・OPAtom Avid形式MXF、Apple認証ProResキャプチャ対応
- ・キャプチャ先を複数指定可能
- ・Gangでグループ化、またカレンダーや時刻によるスケジューリング可能
- ・Sonyプロトコルデッキコントロール
- ・ドロップフレーム検出
- ・メインおよびプロキシ収録映像にBurn In Time Code可能
- ・新たに1080/23.98PsFと非圧縮コーデックを対応



伊藤忠ケーブルシステム株式会社
クロスメディアソリューション本部
TEL.03(6277)1854

〒141-0022 東京都品川区東五反田 3-20-14 高輪パークタワー