



Apple ProRes 422

White Paper
2007年4月

目次

Page 3	はじめに
Page 4	主な機能 衝撃のHD画質 非常に低いデータレート 高速なエンコード&デコード処理
Page 6	Final Cut Proを使用した編集とビデオI/Oに対する利点 キャプチャ トランスコーディング リアルタイム再生 レンダリング ビデオ出力
Page 9	技術詳細
Page 11	結論

はじめに

画質の真価は、アーティストのオリジナルビジョンがスクリーン上で如何に再現されているかという点で決まります。アップルの新しいProRes 422ビデオフォーマットでは、まさにこの点が重視されています。ProRes 422は各種のアプリケーションで使用でき、映像編集や特殊効果ワークフローにも最適です。ProRes 422を標準採用しているFinal Cut Studio 2では、映像の取り込みから最終出力まで、クリエイティブな作業工程のすべての段階においてオリジナルの色やディテールを維持することができます。

ここ数年、Final Cut Proを使用してネイティブフォーマットのままでリアルタイムのマルチストリーム映像編集をする場合、多くはDVCPRO HDやHDVなどのHDフォーマットに依存して来ました。そのようなワークフローにおける作業効率や画質は、それらのフォーマット内で終始するコンテンツに関しては優秀です。しかしながら、それらのフォーマットはカムコーダーの延長上の技術で開発されているため、HD信号として表現できる最高画質には達しません。

その後技術が進み、さらに高画質なHD信号が普通に使われるようになりました。例えば、デジタルインターメディアイトワークフロー用にスキャンされた映画フィルム、ハードディスクドライブに直接記録されたライブイベント、ほぼ非圧縮で使えるHD-SDI編集デッキ、新世代のカムコーダーフォーマットなど、非常に高画質なコンテンツが既に使われています。それらに対応することの出来るポストプロダクション用の新しい、コンパクトなHDフォーマットが求められています。

HD画質の最高峰として、Final Cut Proのリアルタイム編集フォーマットでは非圧縮HDがサポートされています。しかしながら、非圧縮HDに必要とされる高いバンド幅やRAIDストレージは、多くのユーザの予算では高い障壁となっていたため、大規模なポストプロダクション組織や、豊富な予算に恵まれた制作会社以外ではあまり採用されていませんでした。

高品位なHD画質のために開発された新コーデック「Apple ProRes 422」では、経済的なハードウェア構成で高いパフォーマンスを発揮できます。Final Cut Proでのリアルタイム・マルチストリーム編集にも対応し、HDおよびSDフォーマットの両方を高画質で扱えます。Apple ProRes 422の主な機能は以下の通りです:

- 非圧縮SDより少ないデータレートおよびストレージ容量で非圧縮HD相当の画質を実現
- Final Cut Proで使用されている既存のHDコーデックと同等以上のパフォーマンス
- 通常速度のハードディスクドライブでもHD映像を編集可能。共有ストレージではより多くのユーザによる同時使用が可能。

主な機能

画期的な性能のApple ProRes 422は、Final Cut Proでの映像編集に様々な新機能をもたらします。

衝撃のHD画質

- **ほとんどのオリジナルソースと区別がつかない高画質** 複数回のエンコーディングやデコーディングを経ても優れた画質を維持できます。
- **1,920×1,080および1,280×720ピクセル解像度をサポート** HDフォーマットでの最高解像度をサポートしています。
- **4:2:2クロマサンプリング** 精密な合成と色にじみの少ないブレンドが可能です。
- **10ビット深度処理** 夕焼けやグラフィックイメージなど、10ビットソースの微妙なグラデーションを、バンディングを発生させることなく維持できます。
- **1フレームのみのエンコーディング** 各フレームで均一な画質を維持できるため、複雑な動きの映像でもブロックノイズが発生しません。

非常に低いデータレート

- **VBR (可変ビットレート) エンコーディング** 画像を解析して、複雑なフレームにより多くのビットデータを割り当てる、インテリジェントなエンコード方式を採用。単純なフレームにおける無駄なビットを削減できるため、効率の良いエンコードが可能です。
- **選べる2つのHDビットレート** 標準画質では145Mbps、高画質 (HQ) では220Mbpsを標準としています。特に複雑な映像を除いては、実際のビットレートは標準より5%~10%程度低くなります。
- **低いビットレートにより機器の拡張も容易** 通常速度のハードディスクドライブでも、より多くのストリーム編集やリアルタイムエフェクトが可能です。Xsanを使用している場合は、より多くのユーザがメディアに同時アクセスできます。ストレージインフラの速度を上げれば、パフォーマンスもより向上します。
 - ProRes 422では、非圧縮SDより少ないストレージ容量で非圧縮HD相当の画質を実現しています。ストレージやアーカイブのコストが理由で高品質HD編集への移行を見送って来たのなら、新規に機材を導入することなしにHD編集に参入するチャンスです。
 - MacBook Proラップトップコンピュータでも、ProRes 422を使用して、フル画質のHD映像をリアルタイムに再生できます。23インチまたは30インチのApple Cinema HD Displayや、さらに高解像度のプロジェクトを接続すれば、ロケの撮影現場やクライアントの試写室でも高品質なHD映像を再生できます。

高速なエンコード&デコード処理

- **優秀なデコード速度** フルサイズでも、ハーフサイズでも、非常に高いデコード速度を実現しています。ProRes 422はFinal Cut ProのDynamic RT機能にも完璧にマッチするため、毎日の編集作業ではより多くのエフェクトやストリームが扱えます。
- **画期的なエンコード速度** 任意のHD-SDIソースをリアルタイムでProRes 422フォーマットにエンコード可能です。

Final Cut Proを使用した編集とビデオI/Oに対する利点

多くのFinal Cut Proワークフロー、特に、最高画質のHDビデオソースを編集している場合には、Apple ProRes 422を導入することで大きなメリットが得られます。

キャプチャ

HD-SDIビデオカードを搭載したMac ProでApple ProRes 422を使用すれば、HDテープデッキ、放送フィード、ビデオカメラのHD-SDI出力、テレシネ装置などの各種HD-SDIソースから、最高解像度で最高画質の10ビット4:2:2 HDビデオをキャプチャできます。ProRes 422のソフトウェアエンコーダでは、入力されたビデオフレームを圧縮して、QuickTimeファイルとして通常速度のハードディスクドライブに保存できます。

ユーザはProRes 422またはProRes 422 HQの画質を選択できます。いずれの画質設定の場合でも、複数回の再エンコーディングを重ねた後の画質は、オリジナルとほぼ遜色ないHD品質を維持することができます。標準画質のProRes 422では、経済的なビットレートで8ビットまたは10ビットのソース画質を十分に維持します。さらに高画質のProRes 422 HQでは、複雑な映像でもエンコーディング後の画質に影響を与えない、より余裕のある高品質が実現されています。

標準画質のProRes 422、またはさらに高画質のProRes 422 HQでキャプチャされたHD-SDIビデオソースは、非圧縮のSDビデオよりも小さなファイル容量になります。実用的な用途のほとんどにおいて、ProRes 422 HQの画質は非圧縮HDとほとんど区別できません。

Apple ProRes 422は、8ビットSDソースだけではなく、10ビットSDソースのキャプチャや保存にも最適です。8ビットしかサポートしていないDVCPRO50やIMX50と同程度のデータレートなら、8ビットまたは10ビットの任意のビット深度でキャプチャ可能です。

トランスコーディング

新世代のカムコーダーでは、最新の洗練されたコーデックを使用して、フラッシュメモリやハードディスクドライブなどの内部ストレージメディアに映像を記録するものがあります。例えば、RED ONEデジタルシネマカメラでは、Wavelet圧縮方式を使用して、4:4:4 4K/24p RAWイメージシーケンスのデータレートを200Mbps程度までに下げています。また、パナソニックのP2 AVC-Intraフォーマットでは、H.264イントラフレーム圧縮方式を使用して、フル解像度の10ビット4:2:2 1080i60または720p60 HD シーケンスを100Mbps丁度にまで下げています。

これらの新しいコーデックフォーマットは、そのような高品質ソースイメージを圧縮して、カムコーダーの内部ストレージに記録できる程度のデータレートにするという点では理想的とも言えます。しかしながら、これらの新しいコーデックフォーマットの幾つかは複雑過ぎるため、ソフトウェアデコード時間が掛かり過ぎ、Final Cut Proユーザが期待するようなレベルでリアルタイムのマルチストリーム編集パフォーマンスを発揮することが難しいのが現実です。

Apple ProRes 422は、Final Cut Proでのマルチストリーム編集時のリアルタイムパフォーマンスを十分に活かせるように開発されたコーデックです。ソース映像のネイティブ画質を損なわずに、各種の新しいコーデックフォーマットを扱うための素晴らしい解決策でもあります。実際、ProRes 422は、Final Cut Proがネイティブにはサポートしていない各種ビデオフォーマットに対する優れたソリューションとも言えます。

リアルタイム再生

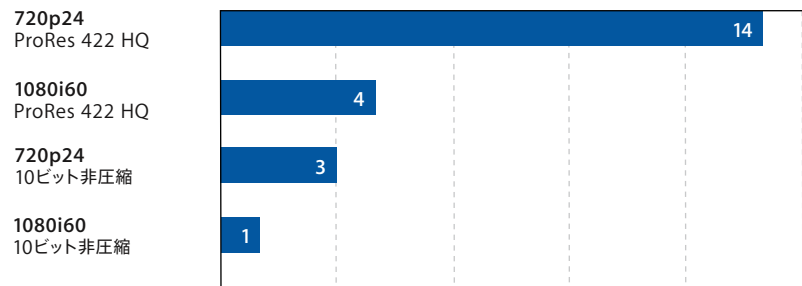
映像素材をHD-SDIソースからApple ProRes 422にエンコードするか、その他のフォーマットからトランスコードすれば、ProRes 422コーデックの素晴らしいリアルタイム再生パフォーマンスが利用できます。Final Cut Proユーザならご存知のように、プロジェクトのタイムラインでは各種のビデオ品質でのリアルタイム再生が行えます。

高品質のリアルタイム再生では、Final Cut Proはビデオ映像とエフェクトをフル解像度で表示します。中画質再生では、ビデオストリームとエフェクトの処理にCPUパワーを温存して、-halfサイズのビデオ映像が表示されます。Apple ProRes 422ではフル解像度再生でのデコード速度に重点を置いていますが、halfサイズでのデコード速度はさらに驚異的です。halfサイズでのビデオ再生を選択すれば、実用レベルの編集における作業効率を大幅に向上させることが可能です。

ProRes 422のパフォーマンスの利点:

- Apple ProRes 422 HQ (220Mbps) のリアルタイムパフォーマンス 高価なRAIDアレイではなく、通常速度のハードディスクドライブを使用した場合の、マルチストリーム非圧縮HD再生に相当するリアルタイム編集速度を示します。再生可能なリアルタイムストリーム数はHDフォーマットに依存します。(下表を参照)

ビデオフォーマットとコーデック



ストリーム数 (制限無しRT)

このテストはMac Pro (3.0GHz/8コア) の試作ユニットを使用して、2007年4月にアップルにより実施されたものです。250GBの内蔵ハードディスクドライブにオペレーティングシステムをインストールし、RAID 0 (ストライピング) として構成された3台の内蔵750GBハードディスクドライブにメディアを保存しています。テストにはプレリリースバージョンのFinal Cut Pro 6.0を使用しています。各ソースファイルの長さは10分間で、それぞれに個別のファイルです。パフォーマンステストは特定構成のMac Proモデルを使用して行われており、Mac Proの各種構成モデルの概ねの性能を示しています。

- さらに優れたリアルタイムパフォーマンスのhalfサイズ再生 Final Cut Proでのリアルタイム再生を中解像度に設定すれば、水平および垂直解像度をそれぞれ半分にしたhalfサイズ再生が行われ、ProRes 422の驚異的なパフォーマンスを体感できます。エフェクト、トランジション、マルチストリーム再生などのリアルタイムパフォーマンスが大幅に向上します。

- **Apple ProRes 422 (145Mbps) のリアルタイムパフォーマンス** 標準画質のProRes 422では、ほとんどのビデオ素材の画質を損うことはありません。このモードでは、さらに低いデータレートで、より一層速いデコード速度を実現しているため、リアルタイムパフォーマンスは更に向上します。
- **ラップトップでのリアルタイムHD ProRes 422再生** Final Cut ProとProRes 422なら、MacBook ProでもHD映像をリアルタイム再生できます。1080i60フォーマットのProRes 422 HQストリームなら、ほとんどのラップトップコンピュータでFinal Cut Proの中画質設定（ハーフサイズ）を使用したリアルタイム再生が可能です。24p HDフォーマットなら、ProRes 422 HQストリームではほとんどのMacBook Proラップトップでフル解像度再生が行えます。標準画質のProRes 422では、ラップトップでもマルチストリームHD再生が実用になります。

レンダリング

Final Cut Proを使用した、HDVやXDCAM HDフォーマットのネイティブ編集はよく見られますが、ProRes 422を利用するとレンダリングも大幅に高速化できるという利点があります。長いGOPフォーマットは複雑で圧縮率も高いため、レンダリングが遅くなると同時に、ストリームでの余裕が無くなって画質が低下する傾向があります。Final Cut Pro 6.0の新しいユーザ設定では、HDVやXDCAM HDでのエフェクトレンダリングにProRes 422を利用するオプションが用意されているため、高速レンダリングと高画質の4:2:2コンポジット処理が行えます。ProRes 422のレンダリング機能は、HD-SDIへのマスタリングを行うプロジェクトに最適です。

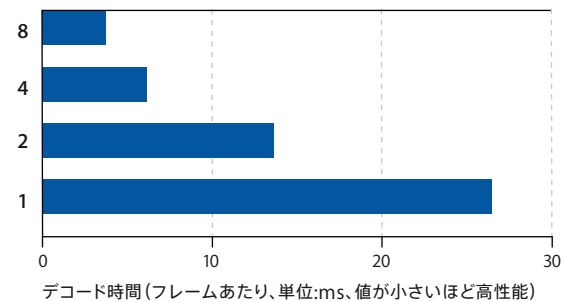
ビデオ出力

ProRes 422を使用すれば、サードパーティ製のビデオI/Oデバイスを使用して10ビットのHD-SDI信号を出力する場合にも利点があります。ビデオI/Oデバイスを出力先として選択し、Final Cut ProのタイムラインからProRes 422を使用してリアルタイム再生を行えば、HD-SDIテーブデッキに出力できます。ProRes 422のデコード速度はその他の多くのフォーマットよりも優れているため、Web用のH.264やDVD用のMPEG-2などのフォーマットへのエンコードは非圧縮HDよりも高速に行えます。同様に、ProRes 422の優秀なデコード速度は、複数のHD-SDIストリームを同時に再生するなど、サーバ用途での使用も十分に期待できます。

技術詳細

Apple ProRes 422は、ソフトウェアの柔軟性とパフォーマンスを求めて新たに開発されました。外付けのハードウェアを必要とせずにエンコードとデコードを行えます。マルチコアプロセッサの利点を活かした設計になっているため、プロセッサの数に応じてProRes 422のパフォーマンスは向上し、フレームあたりのデコード時間はより短くなります。各フレームのデコード時間が短いことで、より多くのリアルタイムエフェクト処理時間が得られることになります。

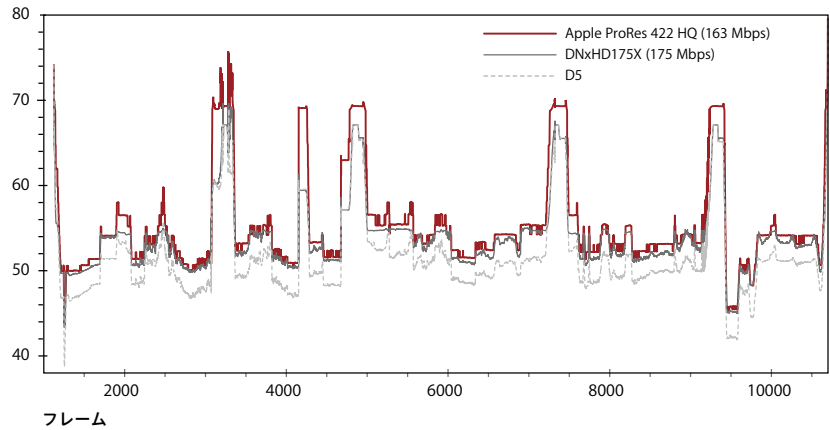
プロセッサ数



さらに、Apple ProRes 422はHDでの最高画質もサポートします。各種のビデオコーデックの最終目的は映像品質です。エンコードされた映像はオリジナル映像と遜色ないレベルであるべきです。技術的には、コーデックの画質を評価する指標として、ピークS/N比 (PSNR) がよく使われます。PSNR値が大きいほど、エンコードされた映像フレームの画質はオリジナル映像に近くなります。

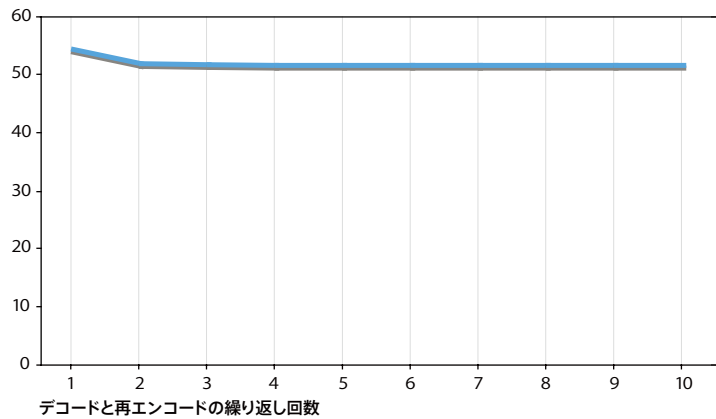
次のグラフは、Digital Cinema InitiativesのStEM (Standard Evaluation Material、=標準評価映像) シーケンスの各映像フレームのPSNR値を示したものです。このシーケンスのHDバージョンを10ビットのRec. 709準拠シーケンスに変換したものをソースとして、10ビット処理が可能な各HDコーデック (Apple ProRes 422 HQ、Avid DNxHD、Panasonic D5) のPSNR値を計算しました。PSNRの平均値は、ProRes 422 HQが56.4dB、Avid DNxHDが54.4dB、Panasonic D5が52.2dBでした。これらの平均値とグラフは、ProRes 422 HQの映像品質が、低いビットレートにおいても、その他のコーデックよりも優れていることを示しています。

輝度PSNR (dB)



ProRes 422では、エンコーディング後も高画質が維持されるだけでなく、エンコードとデコードを複数回繰り返しても画質劣化が極めて少ないという特徴も併せ持っています。前のグラフでのStEMシーケンスを使用して、ProRes 422 HQでデコードと再エンコードを繰り返した結果を以下のグラフに示します。デコードと再エンコードの繰り返し回数とPSNRの平均値との関係が示されています。

輝度PSNR (dB) - Apple ProRes 422 HQ



ProRes 422では、以下の表に示されるデータレートとストレージ条件を想定して設計されています。

データレート一覧

フレーム 解像度	フレームレート (fps)	ターゲット HQデータレート (Mbps)	ストレージ条件 (GB毎分)	ターゲット データレート (Mbps)	ストレージ条件 (GB毎分)
720×486	29.97	63	0.47	42	0.32
720×576	25	61	0.46	41	0.31
1,280×720	23.976	88	0.66	59	0.44
1,280×720	25	92	0.69	61	0.46
1,280×720	29.97	110	0.82	73	0.55
1,280×720	50	184	1.38	122	0.92
1,280×720	59.94	220	1.65	147	1.10
1,920×1,080	23.976	176	1.32	117	0.88
1,920×1,080	25	184	1.38	122	0.92
1,920×1,080	29.97	220	1.65	147	1.10

結論

Apple ProRes 422はポストプロダクションのこれまでの仕事の仕方を変革しようとしています。業界最先端の高画質と低いデータレート、そしてFinal Cut Studio 2のリアルタイムパフォーマンスを組み合わせて使用できるProRes 422は、今日のHD制作ワークフローに求められる各種の難題を解決することが可能な理想的なコーデックといえるでしょう。