

## AG-DVX200 TECH BRIEF

パナソニックのカムコーダーの操作に関する多数の著書をもつプロデューサー／ライター

**バリー・グリーン** 著



## センサースキャンと画角

記録モードを変えるとなぜ画角も変わるのか？DVX200 ユーザが抱く疑問の一つであろう。本稿では、DVX200 のセンサーの動作原理と画角が変わる要因を考察する。



4/3 型センサー

まず重要な点として、DVX200 は、アスペクト比が 4:3 になるように製造された 4/3 型センサー（17.3 mm×13 mm）を搭載しているが、基本的に 16:9（または 17:9）のアスペクト比で映像を生成する。アスペクト 4:3 の画素全体を使用せずに、「ウィンドウイング（windowing）」と呼ばれる機能を用いてセンサーの中心から 16:9 の縦横比（アクティブ領域：17.3 mm×9.73 mm）で画像を切り出すのだ。



4/3 型センサーから  
アスペクト比 16:9 の  
画像を切り出す

「センサーのウィンドウイングした範囲だけをスキャンする」というこの発想は、なぜ DVX200 がこれほど多様な動画記録モードとアスペクト比を実現できるのか、そして、なぜ記録モードによって画角が変化するのかを理解する上で重要な要素となる。

DVX200 は、超高精細 UHD 50p/60p（フレームレート 50 fps/60 fps）、UHD（4K）24p/25p/30p、フル HD（FHD）の 3 つの基本スキャンモードで映像を収録可能である。記録モードごとにセンサーレベルで異なるアプローチを採用した結果、それぞれ独自のアスペクト比となった。

### なぜセンサーをウィンドウイングするのか

話を進める前に、なぜすべてのフレームレートで毎回センサーの一つ一つの画素をスキャンしないのかという疑問に答えなければならない。その答えは簡単だ。できないからである。ハードウェアの制約上、不可能なのだ。任意の時間内にセンサーは限られた画素数しか読み出すことができない。フレームレートが高いほど読み出せる画素数は少なく、逆に低フレームレートほど多くの画素を読み出すことができる。このような理由から、最高クラスの性能を発揮できるように記録モードごとに異なる技術的アプローチを採用した。

### UHD モード：3840×2160 画素、23.976 fps/25 fps/29.97 fps



最初に UHD モードを見てみよう。UHD モードは、フレームサイズ 3,840×2,160 画素、フレームレート 24 fps/25 fps/30 fps、アスペクト比 16:9 で撮影を行う。30.6 mm レンズを搭載したフルフレームカメラに近い広い画角が得られるが、これはセンサーが対応可能な最大幅をわずかにクロップしたものとなる（スチルカメラで 28 mm レンズを使用した場合の最大画角並み）。横幅を若干クロップすることで 29.97 fps というやや高いフレームレートに対応し、複数の UHD モード間で可能な限り一貫した画角を維持できる。

UHD 撮影時の有効画素数は約 1,289 万画素であるが、最終的に収録される映像はわずか 829 万画素である。なぜこんなにも違うのだろうか。DVX200 は、きわめて多くの画素を読み出して目的

の画像サイズに縮小する「オーバーサンプリング」という手法を採用している。実際には、4,787×2,692画素を読み出した上で3,840×2,160画素に縮小、記録しているが、最初から3,840×2,160画素を読み出す場合と比べてはるかに鮮明な映像が得られる。ただし、これほど高い画素数を読み出すためには相当の時間を要することから、本モードは低フレームレート（24p/25p/30p）のみの対応であり、UHD/50p および UHD/60p では使用できない。

#### 4K モード : 4096×2160 画素、24 fps



4K モードは、フレームサイズ 4,096×2,160 画素、フレームレート 24 fps、アスペクト比 17:9 で撮影を行う。29.5 mm レンズ搭載フルフレームカメラで撮れるようなやや広い画角が得られる。UHD/24p、25p、30p 時と比べると、画像の縦幅は同じであるが両サイドに画素が追加される分、横幅が若干広くなる。結果としてセンサーはレンズが写す像をより多く「見る」ことができ、同じ焦点距離で横長の画像が得られるため、効率的に広画角を実現できる。

UHD モードと比較して、4K モードはやや低いフレームレートで動作するため（最大速度 UHD : 29.97 fps、4K : 24 fps）、フレーム両端に追加される画素を読み込むために時間がかかる。総フレームサイズは約 1,335 万画素（5,032×2,654）と実に豊富なデータをオーバーサンプリングする。実は、4K 時に DVX200 の内部は「5K」カメラとして動作している。チップを 5K サイズで部分的に使い、4K フレームを生成するのだ。DVX200 はオーバーサンプリングによって、4K 撮影と同等の鮮明さを持つ画像を実現するのである。

#### UHD モード : 3840×2160 画素、50 fps/59.94 fps



高速フレームレートの UHD モード（毎秒 50 枚または 60 枚のプログレッシブフレームを記録）では、センサーは一層のウィンドウイングが求められる。任意の時間内にセンサーが読み出すことができる画素数は限られていることを思い出してほしい。フレームレートを 2 倍にすれば、読み出し可能な画素数は少なくなる。UHD/50p および UHD/60p 時、カメラは 3,934×2,213 画素（871 万画素）を用いて最終的に 3,840×2,160 画素の画像を生成する。センサーが切り出す画像が小さいほど、狭い画角になる。UHD 50/60 モードでは、37.2 mm レンズ搭載フルフレームカメラと同等の画角が得られる。

他の記録モードと比較して UHD 50/60 モードは有効画素数が少ないが、それでもなお画素全体（871 万画素）をサンプリングした上で 829 万画素のフレームを生成する点に注目してほしい。他の 4K/UHD カメラと同等の解像度で、DVX200 は超高精細（UHD）映像を撮影できるのだ。読出、処理の遅れを防ぐために画素数を抑えていることから画角は狭くなるが、24p/25p/30p 時と比べて「ローリングシャッター現象」が大幅に軽減されるという副次的メリットが UHD 50/60 モードにはある。1 フレームで読み出す総画素数が少ないため、センサーはより高速で読み出しが可能となり、その結果、「ローリングシャッター現象」が少なくなるのである。

## FHD モード : 1920×1080 画素、23.976 fps～59.94 fps



フル HD (FHD) モードは最も広い画角で撮影を行う (28 mm レンズ搭載カメラと同等)。有効画素数は 1,549 万画素と最も多く、フレームレートも最速である。これはつまり、ローリングシャッター現象が最も少ないということだが、どのようにしてこれらすべてを可能にするのだろうか。

その答えは、FHD モードで用いる「画素ミックス」という技術にある。複数の画素をまとめて一つの大きな「スーパーピクセル」として読み出すこの技術は、センサー自身が 5,248×2,952 画素を使って FHD 画像を生成する。当然のことながら HD 画像 (1,920×1,080 画素) を得るためにこれほど多くの画素は必要ない。実際の必要数の 8 倍に近い膨大なデータを高速フレームレートで読み出すのである。このデータ処理のために DVX200 は、高画素センサーによる信号読み出しに適した定評ある手法を採用している。それが、同色の 2×2 画素を一つの「スーパーピクセル」にまとめる「画素ミックス」である。画素ミックスでは、センサーは実質上、複数の画素を平均化して一つの大きな画素にし、個々の画素でサンプリングした画像を全体で表示する。したがって、カメラは個々の画素データではなく、「スーパーピクセル」を読み出すだけでよい。データ処理の負荷が著しく低減されるため、フルフレームレートでセンサーの全幅を使用した撮影が可能となる。さらに、高速読み出しが可能になるため、ローリングシャッター現象も大幅に改善される。

画素ミックスには、解像度低下、ノイズ低減、エイリアシングの増加という三つの副次的作用がある。解像度低下の効果は明らかであろう。2×2 画素単位のミックスにより一つのスーパーピクセルを生成する場合、画質は同レベルまで高くはならない。画素ミックスには高度な計算式が用いられており、高品質な HD 映像を得るためには十分なものになっている。画素ミックスが FHD モードでのみ適用されることもふまえると、技術的に手堅く妥当な選択といえよう。

もう一つの効果は大幅なノイズ低減である。4 画素を一つのスーパーピクセルに平均化することでノイズによる軽微な輝度のばらつきも平均化され、ノイズが目立たなくなる。個々の画素と比較して「スーパーピクセル」は SN 比が 2 倍になると考えてよい。そのため FHD モードでは、UHD/4K 映像よりもはるかにノイズの少ない鮮明な映像が得られる。

## FHD モード : 1920×1080 画素、2～120 fps

バリエブルフレームレート(VFR)に設定すると、DVX200 ではスキャンモードと、フレームレートの設定によっては画角が変更される。

2～60 fps のフレームレート設定では、DVX200 は全センサー幅と、上記で示したような画素ミックス技術を使用する。同様に、これらのフレームレートでの映像は、23.98、25.00、29.97、50.00 もしくは 59.94 fps の標準的な FHD 映像と同等の解像度、シャープネス、画角、エイリアシングとなる。より高いフレームレート(つまり 60 fps 以上)に設定した場合、DVX200 は高いフレームレートを実現するため、異なるスキャン技術を用いる。画素ミックスやラインスキッピング、(フレ

ームレート設定により異なるが)画角クランプなどの組み合わせである。これらの技術により、より速いセンサーの読み出しを可能にし、より高いフレームレート(つまり、よりゆっくりとしたスローモーション)を可能にする。ただし映像フレームの解像度は低下する。

画素ミックスにはこのようなメリットがあるが、最高水準のフル HD 画質を追求するなら、4K/UHD 映像を後から FHD にダウンコンバートする方法もある。画素をひとまとめにする画素ミックスでは解像度が低下するが、スーパーサンプリングした 4K/UHD 映像をダウンコンバートすれば、解像度を最大限に維持することができる。FHD 映像の画素ミックスには、広画角、高速読み出し、最小限のローリングシャッター、ノイズ低減といったメリットがある。一方、4K/UHD 映像をダウンコンバートすると、同等のノイズ低減が可能な上、画像全体の解像度と再現性が向上し、有効なカラーサンプリングおよびビット深度が増加する。ただし、FHD 映像の画素ミックスで得られるようなローリングシャッター現象の改善と広画角は期待できない。

## まとめ

DVX200 は、ウィンドウイング、すなわちセンサーの画像切り出しによって、各モードで画素密度、センサー読み出し速度、画角の最適な組み合わせを実現する。そのため FHD、4K、UHD (24p/25p/30p) の各モードで画角が若干異なり、とりわけ UHD50/60 モードではクランプが不可欠となる。カメラの処理能力とセンサー読み出し速度の制約上、このような違いはやむを得ないものであり、DVX200 が提供する各モードにおいて解像度、画角、ローリングシャッター現象の技術的バランスを慎重に検討して決められている。

---

パナソニック業務用カメラの詳細は  
<http://panasonic.biz/sav/dvx4k/>  
をご覧ください

---

