

Atomos HDR テクニカルガイド

HDRのように制作現場を大きく変えるような技術革新はそう多くはありません。近年多数の企業がHDRを手掛けたように、ATOMOSもHDR (High Dynamic Range)技術を向上しました。HDRとはまさに「百聞は一見に如かず」の技術で、従来のモニター表示の限界を押し広げ、実際に目で見えている景色とTVモニターの映像を近づけます。HDRは画素数を増やすわけではなく、輝度の階調を広げ-ハイライト部からシャドウ部にかけて同時に表示します。例えば、日没でも鮮明にみえますし、映像制作現場でもハイライトの飛びを抑えたり、シャドウ部のディテールをつぶさずに処理を行うことができます。

この素晴らしいHDR機能は、新しく設備を揃えなおさなくても導入できるのも大きな特徴です。みなさまがお使いのカメラには、HDR撮影に必要なlog収録機能が備わっているかと思います。HDから4Kに移行した時とは異なり、ファイルサイズは変わらないのでNetflix（カリフォルニア州に本社を置くビデオオンデマンドを提供する企業）やBBC（英国放送協会）などのコンテンツデベロッパーは配信用のHDRコンテンツを求めています。2016年には各ご家庭にもHDR対応のテレビが普及しています。そんななかHDRの導入が遅れていたのはフィールドモニターとポストプロダクションの編集ワークフローでした。そこで、ATOMOSはHDから4Kに移行したときと同様に、HDR環境をより速く、簡単かつ手ごろな価格で提供できるよう努めました。

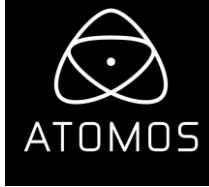
テクニカルガイドでは、HDR（ハイダイナミックレンジ）、SDR（スタンダードダイナミックレンジ）とはなにかをテクニカル面を学び、HDRの一般的な用語を解説したいとおもいます。

ATOMOSのHDRはユーザーインターフェースのAtomosSDR to HDRスライダーを使用してSDRからHDRに切り替え、シーンにあわせて最適な映像確認を行うことができます。

*AtomosSDR to HDRスライダーなどNINJA V以降の機種ではUI操作画面が異なります。

本紙はFLAME/ INFERNOシリーズ用のテクニカルガイドのためNINJA V以降では異なるUI操作画面があります。同様に輝度も機種により異なっているため詳細は製品仕様をご確認ください。





クイック用語集

HDR を解説する前に、事前に覚えておきたい用語について。詳細は付録を参照ください：

HDR 用語：ダイナミックレンジ、コントラスト、明るさ、ニット、絞り値

カメラセンサー：光をデジタルに変換するイメージセンサー

モニターの基本：コントラスト比とダイナミックレンジの関連性

レコーディングの基本：Log カーブが使用される理由。

明るさ基準：Rec709 標準輝度と HDR（ST2084 または、PQ）

色基準：Rec709 色基準および HDR(DCI-P3、BT2020)用拡張色空間（ガモット）

基礎を理解し、HDR と SDR の実際の利点について解説。まずワークはワークフローをご確認ください。

例：

カメラ出力：Slog2、SGamut

モニタリング：HDR や SDR

録画：Slog2 (Atomos は HDR 映像を表示しますが、オリジナルの Log で記録します)

ポストプロダクション：ProRes/DNxHR ファイルを使用した標準の編集と Adobe Premier Pro や AVID Media composer の HDR ツールを使用したカラーマスタリング（例。HDR から SDR への変換、輝度波形の NIT スケールなど）または、AtomHDR モニターを使用した HDR グレーディング参照モニターでのモニタリング。

HDR と SDR の違い

階調の広い HDR は、編集に有利かと思われませんが、すべてのシーンに必要なわけではありません。場合によっては SDR やその間をモニタリングする方が良いことがあります。実際にユーザーインターフェースの AtomHDR スライダーを操作し階調の広い HDR と標準階調の SDR を比較しました。



A)SDR=100%Rec709

B) HDR 中間=400%Rec709 Slog2 用

C)HDR 最大=1490% Rec709 Slog2 用

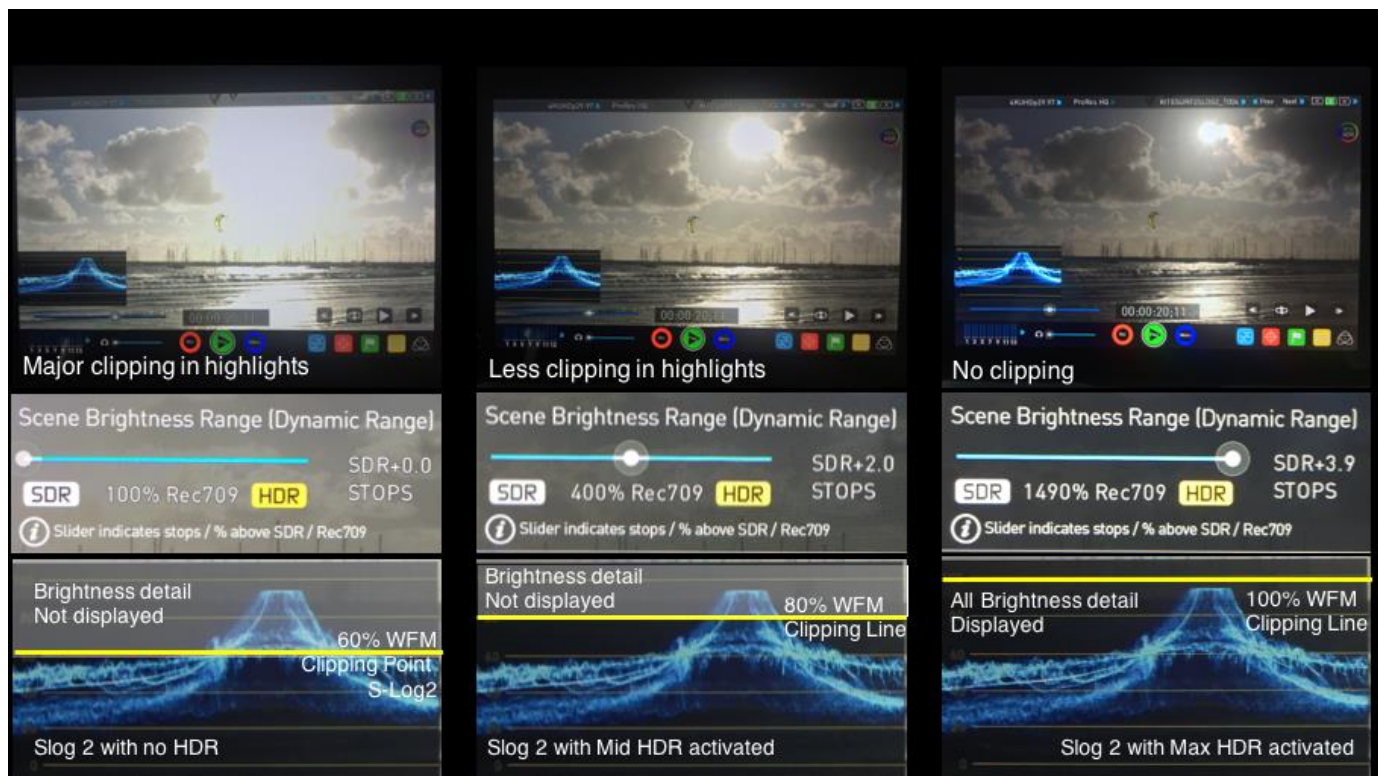


図 1 - Slog2 の輝度階調の比較（%と絞り値は Log カーブに併せて調整）


注意：SDR：HDR スライダー  は AtomOS7.01 の新機能です。古いバージョンをお使いの場合には、ファームウェアをアップデートしてからご利用ください。

図 1 をご覧ください。ハイライト部分が SDR と HDR では大きく異なることがわかります。HDR を最大にしますと、雲と空の微妙な階調まで再現します。基本的に、HDR スライダーで増加しますと、ハイライト部の階調が広がり、波形モニター上の映像全体が表示されます。図 1 の 3 つの例はすべて最大輝度 1500 ニットですので、HDR モードを最大にしたときには、ハイライト部の階調が出る代わりに全体的に暗くなります。HDR の中間（図 1 の B）では、画像の明るさとハイライトの再現が SDR と HDR の中間になります。

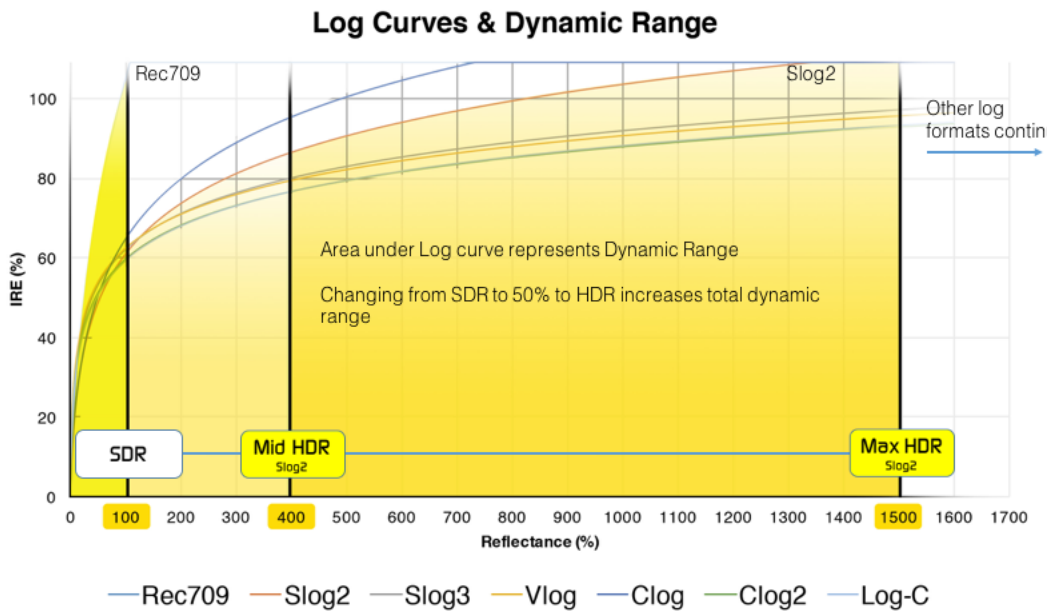


図 2- Log 輝度曲線とダイナミックレンジ

図 2 は、Rec709 と Log の輝度曲線の変換例です。Log 曲線の下の数値はダイナミックレンジを表しています。Log 曲線の横軸に沿って SDR (Rec709 の 100%)、HDR50% (Rec709 の 400%)、HDR (Rec709 の 1490%)とスライドしたとき、SDR よりも広いダイナミックレンジが表示されます。

図 1 のような輝度階調が広いシーンでは、SDR よりも広い階調の HDR を使用したほうが良いのは明確です。(SDR ではハイライトが飛んでしまい、階調が失われてしまいます。)

ですが、キャッチライトがなく、輝度の階調が狭い撮影シーンでは、SDR の方が画面全体を明るく活用することができます。

ここで、HDR に対応した ATOMOS 製品にモニターフードが同梱されている理由について説明します。モニターフードを装着しますと外光を抑え、モニター画面の輝度を最大限に活用することができ、HDR の確認作業がしやすくなります。

HDR ではハイライトのダイナミックレンジが広がり、ストーリーテリングの制作がしやすく、CRT 用に用意された標準の Rec709 を使用するよりも、HDR はより先進的であるかお分かりいただけたいと思います。



今までのご説明させて頂いたことは、輝度の階調を広げる内容でしたが、色の仕様は変更されていないものの、10bit 処理で改良されています。また、幸いなことに、SMPTE ST 2084 や PQ といわれる HDR の輝度に合わせた基準も開発されました。Atomos は、ポストプロダクション用に PQ でモニタリングする入力機能や、HDR 対応テレビに PQ 出力する機能を備えています。

HDR について学ばれた今、どうして AtomHDR では階調ごとにモニター設定ができるようになっていて、HDR モード（ダイナミックレンジ 10 ストップ以上で 10bit 処理、輝度 1500 ニット）や広い階調が必要ない時、明るく見やすく SDR モードで表示できるようになっているのかお分かりいただけたいと思います。

AtomHDR エンジンでは、大雑把な露出をみるのではなく、実際に撮影している適切な露出を確認できます。波形モニター（ルマパレード）では、広いダイナミックレンジを表示し、ハイライトのディテールを確認することができます。また、SDR 撮影時には、屋外でも見やすい 1500 ニットの輝度モニターとしてお使い頂けます。

Atomos は、SDR と Log 撮影時の HDR 両方に対応し、Rec709 の領域や Log 収録時の HDR を表示することができます。

わたしたち ATOMOS は、カメラのイメージセンサーの性能を活かした HDR 制作で、お客様のお役にたてることを嬉しく思います。もっとも大切なことは、わかりやすい ATOMOS のユーザーインターフェースで、より多くの制作者がクリエイティブし、より多くの HDR コンテンツをエンドユーザーの皆様にお届けすることです。

付録 1-用語集

ダイナミックレンジ、コントラスト、ブライツネス

これらの用語は、いずれもシーンの明るさを示しています。ブライツネスは光量で単位は『ニット』（1 ニット=1 カンデラ/平方メートル）- ニット数が大きいほど明るくなります。シーンのもっとも明るい部分と、もっとも暗い部分の差がコントラスト比となりますが、白のニット値を黒のニット値で割ったものです。ダイナミックレンジは輝度の階調幅で、『stop（段）』で表示し、stop（段）ごとに明るさが倍になります。

ダイナミックレンジとコントラスト比は別のものですが、それぞれ画像の暗い部分と明るい部分の範囲を示しています。

カメラ撮影用語 - stop（段） & Bit（ビット）

ビデオカメラは、光の強弱をレンズを通して取り込み、イメージセンサーでデジタルに変換し録画します。





図3 - HDR は目でみているような映像をリビングルームにお届けします。

イメージセンサーは、光の強弱を 1 と 0 のデジタル信号に置き換える重要な装置で、センサー精度はパーツに依存しますが、目安として 1 と 0 がどのくらい取り込めるかが参考になります。理論上では、10 ビットのアナログデジタル変換では、10 stop (段)、12 ビットは 12 stop (段)、14 ビットは 14 stop (段) のダイナミックレンジとなります。簡単に考えますと、広いダイナミックレンジを使用したければ、ビット数が多いカメラのイメージセンサーが必要です。光の強弱のアナログ信号をデジタルに変換する stop (段) 数は、変換で使用するビット数と、ノイズの範囲によって定まります。

カメラで Log を活用する理由は、少ないビット数でも多くの stop (段) を取り込めるためです。

モニター再生用語 - stop (段) & Nit (ニット)

モニターはデジタル信号を光の強弱に変換し表示します。そのノウハウは各モニターメーカーの技術ですが、精度を決める基準があります：

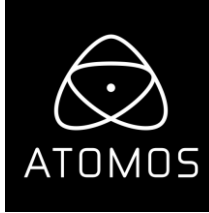
$\text{Log}_2(\text{コントラスト比}) = \text{ダイナミックレンジの stop (段)}$

例えば、Atomos Flame シリーズの画面は最大輝度 1500 ニット、黒は 1.3 ニットですので、コントラスト比 1153、ダイナミックレンジ 10.2 stop (段) に相当します。

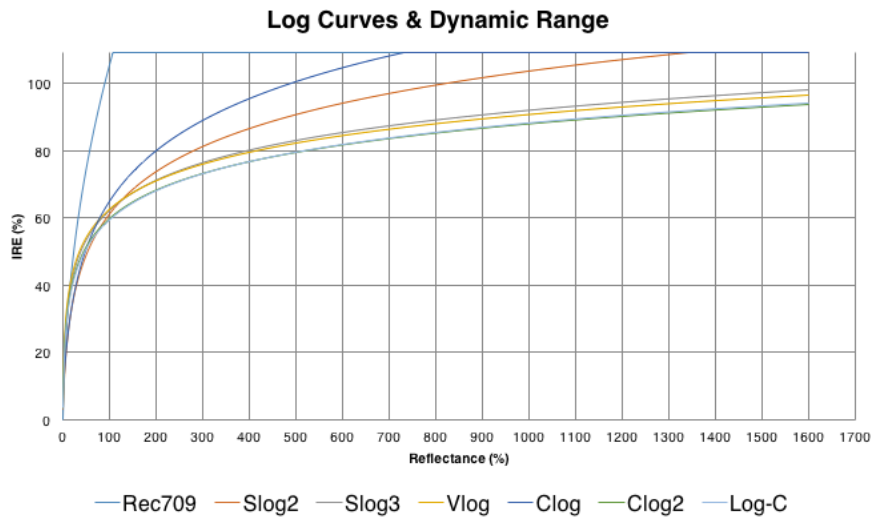
録画用語 - Log カーブ vs スタンダードビデオ

映像を記録するには、イメージセンサーで光を取り込み、12 ビットセンサーでは、4096 stop (段) の階調で光の強弱を計測します。そのとき、録画とモニター表示を合わせることができます。テレビ規格のひとつ (Rec709) は 5~6 stop (段) しかなく、12 stop (段) 強のダイナミックレンジが出せる最近のカメラのイメージセンサー性能を





活かしきれません。この問題を解決するために Log カーブを活用し、12 もしくは 14 stop (段) のダイナミックレンジの輝度信号を対数で取り込み、8 ビット、もしくは 10 ビットの信号に取り込みます。
この映像は視覚的に、淡くのっぺりとして見た目と合わなくなり、適正露出を判断しづらくなります。
この問題を取り除くために、AtomHDR が用意されました。



明るさの基準

ダイナミックレンジは、色にではなく、輝度にも作用します。明るさの基準は色の基準とは全く異なります。標準輝度 Rec.709 は、100 ニットの CRT テレビの性能に併せて開発されたもので、技術の向上によりテレビの性能は格段に向上し、それに伴い、HDR の新しい基準の SMPTE ST 2084 や PQ が開発されました。
Atomos は、このような新基準で取り込まれた映像の入出力に対応しています。

色の基準

明るさの基準があるように色にも基準があります。Rec.709 カラー基準は当時の CRT テレビ性能にあわせて開発されたものですが、コンシューマー向け及び、プロ向けのテレビやディスプレイのテクノロジーが急速に進歩し、より広い色域の P3 や BT2020 などにも対応できるようになりました。
HDR は、輝度の範囲を広げる目的で開発されましたが、輝度範囲が広がったことで、表示できる彩度領域も向上しました。

