

# バイオイメージングニュース

特集: シグナル対ノイズ比の改善 PrimeEnhance



Vol.2

## 微弱光イメージングでのシグナル対ノイズ比の改善

昨今のCMOS, sCMOSカメラは解像度、フレームレート、価格等でCCD/EMCCDを上回る利点があります。一方、CMOS, sCMOSにはEMCCDにあるような電子増倍機能が無く、微弱光のイメージングにおいては通常、長時間露光を行わざるを得ないケースが発生します。このような場合、フォトンショットノイズの克服が重要な課題となるケースがあります。

フォトンショットノイズは光の固有の特性です。フォトンショットノイズは低照度・微弱光での観察時、シグナルレベルが低い時に相対的に大きくなり、S/N比が悪化するという特徴があります。つまりフォトンショットノイズは微弱光での観察に重大な影響を与える事を意味します。

このような課題をsCMOSカメラで解決するため、TELEDYNE Photometrics社は2Dアクティブ・デノイズ技術である「PrimeEnhance」機能を提案しています。

今回のニュースレターではTELEDYNE Photometrics社のPrimeEnhanceの説明ページより和訳・要約して同機能を紹介します。

### 1. PrimeEnhanceとは

PrimeEnhanceは、フランス国立情報学自動制御研究所(INRIA)で発明されたアルゴリズムを使用しています。このアルゴリズムは、キュリー研究所との共同研究により蛍光顕微鏡用に最適化されました。アルゴリズムはショットノイズは光の基本的な性質である一方、ショットノイズによる揺らぎはポアソン統計に支配された予測可能な振る舞いをするという事実を利用しています。

PrimeEnhanceは、入力画像をリアルタイムで評価・処理する2次元ノイズ除去プロセスをカメラ内に実装し、低シグナルレベルでのフォトンショットノイズの影響を低減します。また、このアルゴリズムは、生体サンプルの細部を維持し、アーチファクトを発生させません。さらに、PrimeEnhanceは定量的アルゴリズムであり、強度値が変化しないことを保証します。

#### ハイライト:

- ・フォトンショットノイズの克服
- ・アーチファクト無し
- ・定量性を維持
- ・露光時間を大幅に短縮

## 2. PrimeEnhanceの評価

図1はどちらも同じサンプルであり、同じ露光時間です。平均、最小、および最大強度の値は変更されていません。行われた全ての測定は定量的であり、それぞれ比較可能です。

PrimeEnhance適用画像では、標準偏差は低減されており、ノイズの除去を示しています。また、ショットノイズが低減され、画像の特徴を維持し、アーチファクトを生成せず、Raw Imageではノイズと区別のつかなかった細部を現しています。

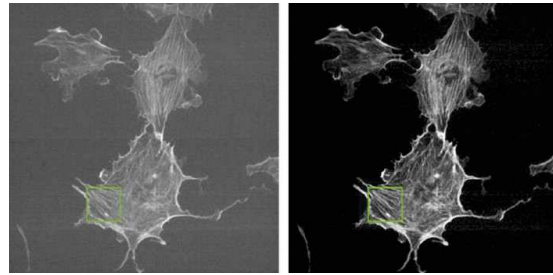


図.1  
左: Raw Image  
右: PrimeEnhance適用

各フレームの効果的なS/N比を改善することにより、少ない露光時間で高品質の画像を取得し、サンプルに対する光毒性と退色の影響を軽減することができます。

図.2 デモンストレーションとして、以下に3つの画像条件を示します。100ミリ秒と800ミリ秒の露光時間で撮影されたRaw Imageと、100ミリ秒の露光時間で撮影されたPrimeEnhance画像。すべての画像には、ノイズの存在と信号の鮮明さを示すラインプロファイルが付属しています。

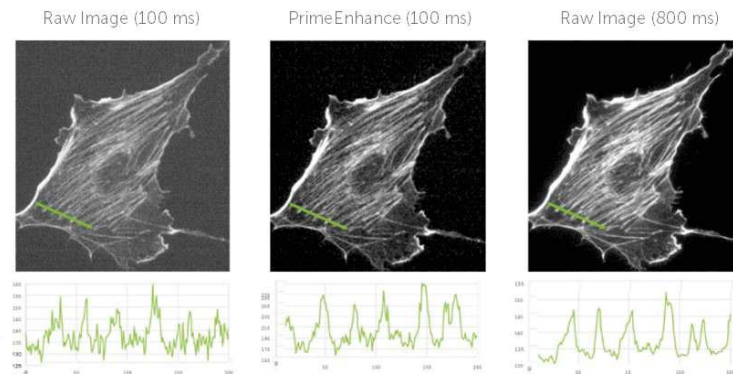


図2: PrimeEnhanceと露光時間。100ミリ秒のRaw Imageはシグナルが低く、フォトンショットノイズの影響がより大きくなります。これは、露光時間を8倍(800ミリ秒の画像)で増やすか、PrimeEnhanceを使用して改善できます。

100ミリ秒Raw Imageにはかなりのノイズが含まれており、細部は不鮮明です。800ミリ秒への露出を増やすと、シグナルが8倍になり、画像がより鮮明になります。ただし、露光時間を増やすとカメラの速度が制限され、サンプルがより励起光に曝され、退色や光毒性につながる可能性があります。代替案は、露出を100ミリ秒に保ち、ラインプロファイルと画像のより鮮明な細部からわかるように、ノイズも除去するPrimeEnhanceを使用することで、露光時間を抑えながら、画質を高めます。

### まとめ

PrimeEnhanceは、低照度でのフォトンショットノイズの影響を低減することにより、S/N比をリアルタイムかつ定量的に改善し、イメージデータの品質を向上します。画像のより細部が保持され、不要なアーチファクトは生成されません。本文の例では露光時間100ミリ秒のPrimeEnhance適用イメージでは800ミリ秒の標準イメージと同等の画質が得られており、露光時間を1/8に短縮しています。 PrimeEnhanceは露光時間を大幅に短縮する事を可能にします。



SGサイエンス合同会社

〒248-0002  
神奈川県鎌倉市二階堂267-237

電話: 070-6467-0632  
FAX: 050-3588-0935  
電子メール: info@sg-science.jp

<https://www.sg-science.jp>



## PrimeEnhance対応sCMOSカメラ



**PRIME<sup>TM</sup>**  
**95B**

- 最大量子効率 95%
- ピクセルサイズ 11 $\mu$ m x 11 $\mu$ m
- 1200 x 1200



**PRIME<sup>TM</sup>**  
**BSI**

- 最大量子効率 95%
- ピクセルサイズ 6.5 $\mu$ m x 6.5 $\mu$ m
- 2048 x 2048



TELEDYNE Photometrics社はアリゾナ州Tucsonに本社を置き、1978年創業以来、ライフサイエンス研究のための最先端、堅牢かつ、非常に競争力のあるイメージング機器を提供してきました。

サプライチェーンの構築も安定しており、製品の標準納期は約2ヶ月と比較的短納期となっております。