

ラズパイで体験!

CMOSイメージセンサ性能の測定評価

第13回 明るい被写体の周りに生じる水平スミア(前編)

米本 和也

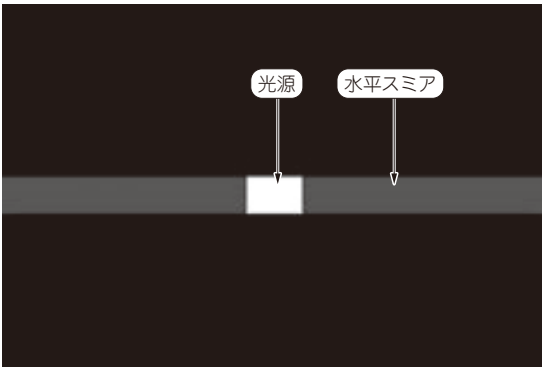


図1 水平スミアの見え方(筆者制作のイメージ)

水平スミアは、被写体中の画素信号が飽和する明るい部分に対して、その横にだけうっすらとした帯状のコントラストの異なる部分が発生してしまう現象です。ストリーキングとも呼ばれます。特に明るい被写体の周りが、ほぼ真っ暗な状態で目立つ性質があります。

画素が飽和、または飽和に近く、かつカメラのISO感度が高い(イメージセンサの内部利得が高い)状態で見えてくるノイズの一種で、CMOSイメージセンサ特有です。

今回は水平スミアの特徴や性能基準などを解説した後、ラズベリー・パイのカメラ・モジュールPiCamera V1、V2(以降、V1、V2)を用いて実際に測定を行い、結果を分析します。

特徴

● 見え方

文章ではピンとこないと思われるので、図1に見え方の一例を示します。CMOSイメージセンサの内部ゲインが高い状態で、画角の1/10くらいの大きさを持つ明るい光源を用意して、その明るさまたは蓄積時間を画素のフォトダイオードが飽和するくらいに調整^{注1}し、周りは真っ暗にします。本来なら光源以外の部分は均一な黒レベルの信号が現れるはずですが、光源と同じ行に位置する画素から黒ではない小さい信号が現

注1: 内部ゲインを最低に設定しても信号が飽和している状態。

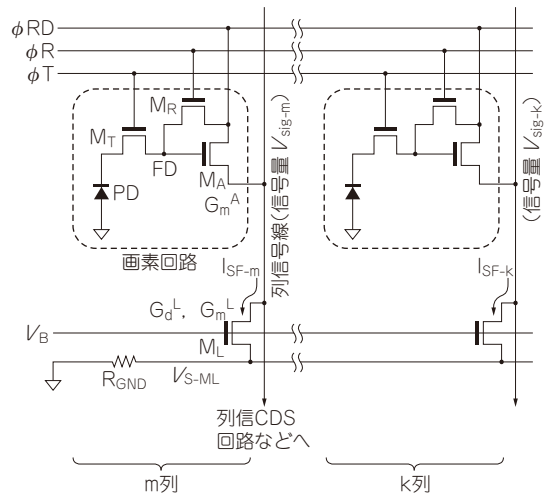


図2 画素回路に光が当たっているm列と当たっていないk列から発生原因を考察する

れ、それがグレーの帯状に見えています。

● 発生する原因の一例

CMOSイメージセンサで水平スミアが発生する原因は幾つかあり、そのメカニズムは簡単ではありません。そこでここでは、最も起こりうる原因を図2をもとに解説します。

▶ 画素回路に光を当てる/当たらないによって起こる変化

撮像面に配置された画素回路を光が当たっているm列と当たっていないk列だけ選び、そこで起こっている現象を考察します。m列の画素に強い光が入っているので、画素の動作原理から画素回路内のフォトダイオードの電圧が低い状態にあるはずですが、すると、その電圧をMOSトランジスタ M_A が受けて増幅し列信号線に電圧の低い画素信号が現れますが、その先に接続されている M_L は M_A の負荷として働き、そのドレイン端子にその電圧に応じた電流 I_{SF-m} が流れます。 M_L は理想的には定電流源であってほしいところ、完ぺきな定電流源ではないので、暗い状態に比べて電流が小さくなります。 M_L は撮像面の下端に配置され、もう一方のソース端子は水平に伸びるGND配線に接続されていますが、このGND配線は撮像面の右端か