

CMOS イメージセンサ高感度化技術

キヤノン株式会社 半導体デバイス第一開発センター
豊口銀二郎

1. はじめに

近年、イメージセンサの応用範囲はますます拡大し、人が鑑賞・確認するイメージング用途においてはデジタルカメラ・ビデオカメラ、スマートフォンに加えて、監視・防犯などのネットワークカメラの需要が年々拡大している。さらには、機械が正しく認識するためのセンシング用途として、運転支援・自動運転車向けの車載カメラ、天体などの自然観測、不良品選別等を自動化する産業用カメラ、距離計測や検知・認証のための近赤外線カメラ等、今後ますますの拡大が見込まれている。

2. 高感度イメージセンサへの要求

イメージセンサの感度は一般的に $[e^-/lx \cdot s]$ という単位で表現され、ある明るさ $[lx]$ の光が単位時間 $[s]$ にイメージセンサの各画素へ照射された場合に、画素内の光電変換部(フォトダイオード)で何電子 $[e^-]$ に変換されるか、という指標である。感度の値が大きいイメージセンサほど、より暗い撮影環境においてもより多くの信号電子を扱えることから、SN 比の高い画像を得られる。したがって、イメージセンサの感度をより高めることで、観賞用のイメージング用途においては夜間や照明を抑えられた環境においても鮮明な撮影が可能となる。センシング分野においても、肉眼では検知できない低照度下でも物体を認識したり、より等級の低い暗い天体を観測したりすることが可能となる。

一方、ISO 感度 (ISO speed) は写真フィルム用に国際標準化機構 (ISO) で策定された規格 (ISO 5800 : 2001 等) であり、ある写真フィルムがどの程度弱い光まで記録可能かを示す指標である。デジタルカメラにおいては写真フィルムではなくイメージセンサを用いるため、ここでの ISO 感度は写真フィルムの ISO 感度相当の値である。さらにデジタルカメラにおける ISO 感度は、ある基準光量での SN 比を基とし、各社でその基準は異なるため、同じ最高 ISO 感度設定であっても感度が異なる可能性がある。しかし、図 1 では簡易的な比較のため、各社が公表しているカメラ仕様をそのまま載せた(当社調べ)。図 1 の点線は抽出した全 DILC (Digital Interchangeable Lens Camera) 製品から導いた指数近似線である。2002 年 12 月に当社が発売した EOS-1Ds の ISO1250 に始まって、最高 ISO 感度は年々指数関数的に向上し、2019 年現在で、近似線が ISO20 万相当に達している。

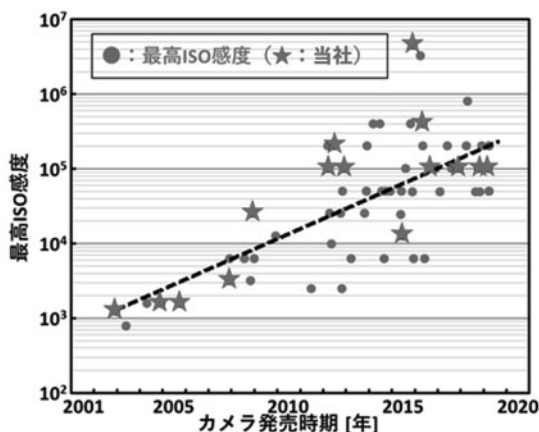


図 1 ISO 感度の推移

3. 当社におけるイメージセンサの開発

当社では、2000 年 10 月発売の EOS D30 で一眼レフカメラとして初めて APS-C サイズ相当 (約