

V279a 木曾 30cm 望遠鏡による SPAD イメージセンサの性能評価

倉島啓斗, 酒向重行, 高橋英則, 近藤莊平 (東京大学), 東京大学木曾観測所グループ

SPAD (Single Photon Avalanche Diode) イメージセンサは, 光電子の大電圧加速で大量の 2 次電子を生成するなだれ効果型の光子計数センサを 2 次元に並べた可視光アレイセンサである. なだれイベントの回数をカウントする方式のため, CCD や CMOS イメージセンサと異なり読み出しノイズを実質的にゼロにすることができる. SPAD イメージセンサは, 天体光の検出において読み出しノイズが支配的となる高速撮像観測や高分散分光観測などにおいて, 単光子検出レベルの劇的な感度の向上が期待できる.

本研究では, 2024 年 12 月に東京大学木曾観測所 30 cm 望遠鏡に SPAD カメラモジュールを搭載して天体に対する撮像性能を中心とした評価試験を実施した. SPAD イメージセンサを望遠鏡に搭載するために, 市販の光学部品を組み合わせた再結合光学系を製作し, 中心波長 550 nm, 波長幅 93 nm (おおむね V バンド) の光学フィルタを通して, 4 等級から 13 等級程度までの幅広い明るさの複数天体の連続撮像データを取得した. 試験観測で得られたデータを解析した結果, 天体のフラックスおよび積分時間に対する測光値の良質な線形性, およびダークカウントと背景光カウントの和における良質なポアソン統計が確かめられた. また, 明るい点源を視野内で移動した際のカウントのヒステリシスは 0.1 秒後において 0.5 % 以下 (上限値) であった. 大気の透過率を含めた全体のシステム効率が 0.29 であったことから, 評価したセンサの量子効率 は 0.7 程度であると見積もられた. 今回の試験観測と過去に実施した実験室での評価試験により, SPAD イメージセンサが天文学の科学観測で有用であることが確かめられた.