

CCD 校正・検査システム

7B-7

高橋宏幸 山田新一 藤川英司 志田晃一郎 関口真木† 宮崎聡†
 武蔵工業大学工学部 †国立天文台

1 はじめに

CCD は天文観測において重要な検出器として活躍している。天文観測用の CCD の性能は観測者が評価する必要がある。

CCD の性能測定は製造したメーカーで出荷時に行なわれるが、非常に簡単なものである。加えて半導体メーカーは天体観測の実態を理解していない。そこで我々が購入した CCD や、新たに開発を依頼した CCD が天体観測の使用に耐えることができるかをテストしなければならない。

天文用には非常に数多くの CCD を使用するため性能の測定をできるだけ短時間でこなす必要がある。CCD の性能を決定するパラメータは数多く存在するが、我々は以下の3つのパラメータを重視する。

1. 分光感度, 2. 読みだしノイズ, 3. 直線性

我々はモザイク CCD カメラなどで活躍しているテキサスインスツルメンツ社の TC215 の性能を測定する。このシステム開発のため、望遠鏡またはシュミレーションを用いて性能を測定してあるものと、我々の測定結果との比較を行なう。

2 量子効率

現在の天体観測で使われている CCD は写真乾板などに比べて遥かに高感度ではあるが、さらに改善の余地がある。CCD の感度は量子効率 QE

$$QE = \frac{\text{出力電子}}{\text{入力光子}} \quad (1)$$

で定義されている。現在の CCD は QE が最高で 40%~60% であるが、原理的には 100% 近くまで上げることが可能である。実際、研究室レベルではすでに QE95% 以上のものも開発されている。「すばる」のような大口径の望遠鏡ではその集光力を生かすため、できるだけ高い QE が必要である。例えば QE が 50% の CCD では望遠鏡の集光力を半分しか生かしていないことになる。このため天文台では現在、高 QE の CCD を設計開発している。開発にあたって QE を正確に、短時間で測定するシステムが必須である。本研究ではこのためのシステムを開発し、実際に CCD の性能を測定することが目的である。

3 実験装置

前述した3つの性能の中で量子効率の測定を中心に述べていく。図1に測定装置を示す。

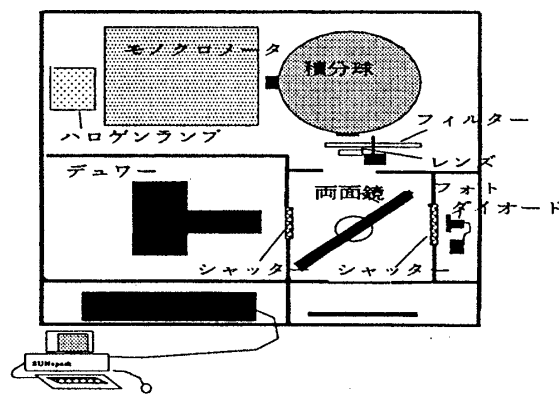


図1: 測定装置

⁰ CCD's Calibration and Examination System
 Hiroyuki Takahashi, Shin-ichi Yamada, Hideji Fujikawa,
 Koichiro Shida
 Musashi Institute of Technology
 Maki Sekiguchi†, Satoshi Miyazaki†
 †National Astronomical Observatory of Japan

QEを測定するためには、上式より入力される光子量と出力される電子量を測定する。入力する光子量はメーカーにより感度を350nm~1100nmまで測定してあるフォトダイオードを使用する。このフォトダイオードにより CCD に入力される光子量を測定する。それに対して出力する電子はフォトダイオードを用いて測定した光と同等な強さのものを CCD に照射し、その出力を電子に換算し量子効率を算出する。

このシステムでの光の照射について説明する。光源は白色ハロゲンランプを使用する。この光を i. 積分球を通して空間的な一様光にする。ii. モノクロメータに入力し、回折格子により 10nm ほどの単色光にする。iii. 中央に両面鏡を設置してあり、反射を利用してそれぞれ CCD, フォトダイオードへ照射させる。

以上のようなシステムで QE の測定を行なった。

4 測定結果

図2にこのシステムで測定した TC215 の可視光領域(350nm~1100nm)での QE(分光感度)を示す。

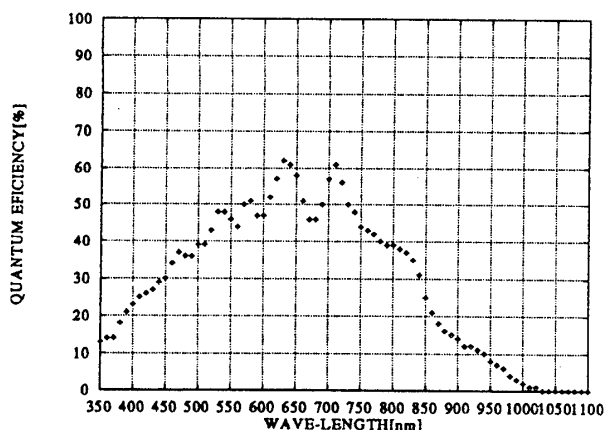


図2: 可視光領域での分光感度

測定は天対観測の使用状況と同じく低温度(この測定では-147℃)で行なっている。これは温度によって急激に増加する暗電流を防ぐためである。

測定結果から分かるように CCD にはいくつかの感度のピークが見られる。このピークは CCD の表面にあるシリコンにより薄膜干渉が起き、ある波長の光が強められることに起因する。この感度のピーク

ク値を念頭に置き、上で示した結果と日本テキサスインスツルメンツ社より提供されたデータシートをもとに作成した可視光領域での分光感度との比較を行なった。日本テキサスインスツルメンツ社による分光感度はシミュレーションの結果より得られたものである。

比較の結果よりそれぞれの方法で得られた分光感度において感度がピークとなる波長は誤差3%以内で一致していた。それに加え測定結果からシミュレーションでは得ることのできなかったピーク値まで知ることができ、より正確に CCD の特徴を数値として現している。この測定結果は天体観測上、非常に重要なこととなるはずである。

また先に示した読みだしノイズ、直線性の測定も同時に行なった結果、信頼できる結果を得ることができた。

5 おわりに

このシステムの測定法により天体観測の使用に耐える CCD か否かを判断することが可能となった。またこの CCD 素子(TI215)の感度の測定を天文観測時と同様の状況で行なったのは我々が初めてである。

この種の測定では光の扱いが非常にデリケートな問題となる。今後、単色光を両面鏡を使わずに、CCD カメラであるデューア内には CCD 及びフォトダイオードを入れ同時に光を照射し、鏡の影響を考慮しなくても良いシステムに改良する予定である。

参考文献

- [1] Maki Sekiguthi, "Development of a 2000 × 8144-Pixels Mosaic CCD Camera", Publications of the Astronomical Society of the Pacific, pp.744-751, September 1992.
- [2] 柏川 伸成, "モザイク CCD カメラの開発および QSO サーベイ", 東京大学理学系研究科天文学専攻修士論文集, Feb 1993.
- [3] 牧野 泰丈, "広視野モザイク CCD カメラの開発", 平成4年度武蔵工業大学電気電子工学科卒業論文集, May 1993.