

簡易積分球の製作と性能評価

愛知県立一宮高等学校地学部

1. 積分球とは

天文学では、撮影されたデータを科学的に処理するために、データ解析の前の一次処理としてノイズやゴミ、光学系のくせなどを取り除く必要がある。そのため、ゴミや光学系のくせの成分のみを撮影したフラット画像で、ライトフレームを割り算する処理がフラット補正である。

フラット画像は、均一な明るさをもつ面を撮影することで得られる。その均一な明るさの面を作るものが積分球である。今回私たちはこの積分球を製作し、同時にその性能評価も行った。

フラット補正の原理

①がライトフレーム、②がフラット、③が処理後の画像である。①・③中の数値はカウント値、②中の数値はカウント値の平均を1としたときのカウント値である。①の2つの星のカウント値は本来等しいが、むらやゴミのせいで一方のカウント値が小さい。そこでフラットにより画像を補正し、本来のカウント値にする。①を見ると中央の背景部分のカウント値は100であるのが、ゴミの部分は50となっている。つまり②のように中央のカウント値を1とすると、ゴミの部分は0.5になっている。そこで①を②で割ると、この例では $50 \div 0.5 = 100$ となり、カウント値が補正される。同様に星のカウント値と周辺部の背景も補正されて③の画像が得られる。



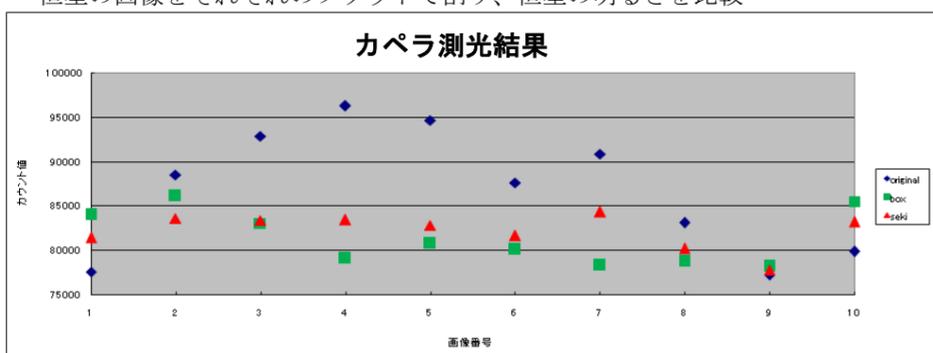
2. 製作

直径30センチの発砲スチロール製半球2個の内側を紙ヤスリで磨いて滑らかにし、光源のハロゲン球をはめる穴を120度間隔で3つあけ、望遠鏡をはめる穴もあけた。次に艶消し白色塗料で内側を塗装し、半球を固定するために木材を内部に干渉しないようにはさみ半球を合わせた。また、ハロゲン球の熱で発砲スチロールが溶けないように銅版と塩ビパイプでハロゲン球を覆い、ヒンクシートにつなげて放熱機構を作った。最後にそれらを固定し、完成とした。

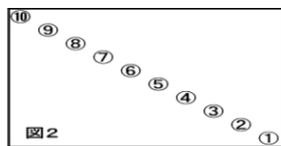
4. 従来のフラットとの比較

積分球の製作以前は乳白色の亚克力板で光を拡散させたものをフラットとしていた。そこで、積分球と亚克力板とではどちらが正確に画像を補正できるか比較した。

- 望遠鏡とカメラを用いて恒星(カペラ)を画面右下から左上(図2参照)に写るように10枚の写真を撮影した
- 積分球と亚克力板のフラットを12枚ずつ撮影し、それぞれを平均して一枚ずつにした
- 恒星の画像をそれぞれのフラットで割り、恒星の明るさを比較



| | 補正なし | 亚克力板 | 積分球 |
|------|---------|----------|----------|
| 平均 | 86923.9 | 81440.8 | 82253.6 |
| 標準偏差 | 7050.69 | 3028.683 | 1971.001 |



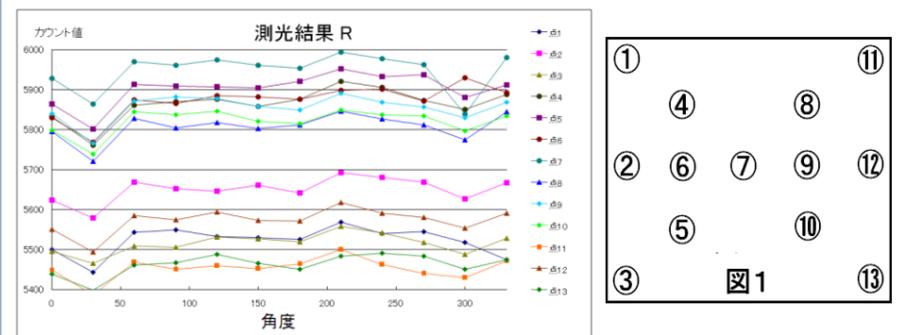
グラフとデータより、補正なしの画像はカメラの周辺減光の影響で画面端のカウント値が低くなっている。それに対して亚克力板はカウント値がほぼ一定になり、正確な補正ができています。さらに標準偏差を比べると積分球の値が低く、最も正確な補正ができています。

6. まとめ

今回製作した積分球は、今まで使用していた乳白色の亚克力板によるフラットより正確に補正できることが確認できた。今後はこの積分球で撮影したフラットを用いて、画像の補正を行い、測光観測の精度を上げたい。

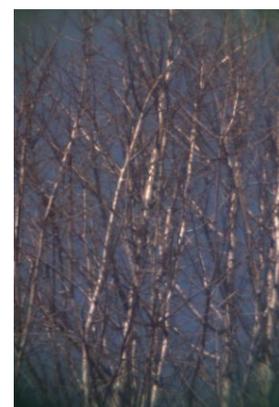
3. 性能評価

- 積分球の穴を下に向けて固定し、その下にカメラを上に向けて設置
- 暗い部屋の中で安定電源につなぎ、カメラのレンズの中心を軸に回転させ、30度ごとに撮影
- 3色分解して画像内に一定の座標を13箇所(図1参照)定め、 40×40 pixelずつを測光、画像毎に平均してカウント値をグラフにまとめた



グラフより、カメラを回転してもカウント値が一定なので均一な光であることが分かった。また、周辺部のカウント値が低いのはレンズの周辺減光のためで予想通りの結果が得られた。

5. 簡易積分球による画像補正



左が補正前、右が補正後の画像。補正により、周辺減光が改善された。

今回製作した積分球でフラット補正を行った。使用したレンズは虫眼鏡を使って自作したものである。そのため、補正前の画像では、周辺減光が極めて目立つ。しかし、フラット補正を行った後の画像では、周辺減光は大幅に改善され、簡易積分球による補正の有効性が示された。

参考文献・使用ソフト

惑星地質ニュース(<http://kumano.u-aizu.ac.jp/PlaGeoNews/Site01/>)
すばる望遠鏡画像解析ソフト: マカリ Ver. 1.4a