

## 連載

## うちの卒論【6】

## 35cm 反射望遠鏡の光学性能の研究

高橋 一栄 (香川大学)

## 1. はじめに

天体観測をする際に、私たちは望遠鏡を使う。望遠鏡の役割は、天体からの光を凸レンズまたは凹面鏡により光を集めて像を結ぶことなので、この光学的な性能が望遠鏡の精度を決める大きな要因になる。

2001年5月、香川大学研究交流棟の屋上に3.5mドームが設置され、口径35cmの望遠鏡と冷却CCDカメラST-9Eが納入された。これらの性能調査として、望遠鏡の指向精度、追尾精度(松村、森 2003[1])、冷却CCDカメラST-9Eの性能(鈴酒 2002[2])、及び測光の精度(松村、森 2003)の評価が行われている。ここでは、ハルトマンテストを用いて望遠鏡の基本的な性能である光学系の精度について調査を行った。

## 2. 方法

ハルトマンテストは、光線追跡法の一つであり、実際に観測ができる状態で望遠鏡の光学系の精度を調査できるという利点がある。

ハルトマンテストを以下に説明する。まず、望遠鏡の鏡筒の先端に多数の小孔をあけた板(ハルトマン板、図1)を装着する。

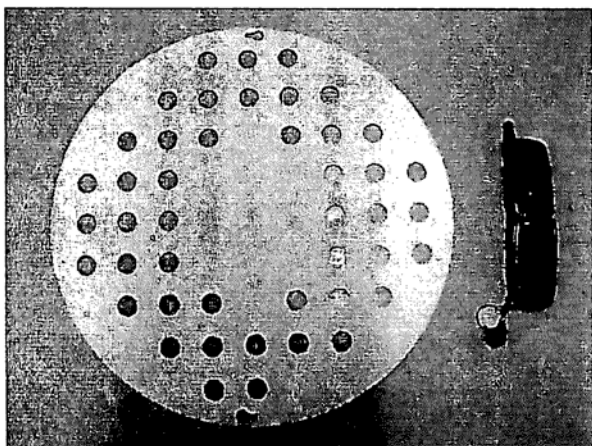


図1 今回作成したハルトマン板

この状態で恒星を CCD カメラによって撮影するが、このときピントを実際の焦点位置より一定の距離だけ内側および外側にずらした2枚の画像を撮る。これらの画像にはハルトマン板の小孔像が写るので、これらの小孔像の座標を測定する。2枚の画像における同一の小孔像の座標より、その孔を通過した光線の経路を求める。理想的には、すべての光線の経路が焦点面で一致するはずであるが、実際には光学系の精度により必ずしも一致するとは限らない。光線が収束してつくる最も小さい像のことを最小錯乱像という。ハルトマン定数  $T$  および一次元ハルトマン定数  $T_x$  は、この像の大きさの指標の一つである。また、ずれを小孔ごとにベクトルで表示し、これらのベクトル(収差ベクトル)が作るパターンを調べることで、光学系の収差の特性を知ることができる。

## 3. 結果・考察

表1にハルトマンテストで撮影した天体の一覧を示した。

露出時間が短いと、シーイングの効果により精度が落ちることが知られている(横尾ほか 1991[3])。このため露出時間を変えて、得られたデータの評価を行なった。1秒間露出した  $\alpha$  Lyr と 45秒間露出した  $10\kappa$  Peg においては、小孔のとり位置および一次元ハルトマン定数  $T_x$  の誤差が大きい(図2)。誤差は露出時間に関して単調に減少し、露出時間が90秒より長いと、露出時間に依存しないように見える。よって露出時間が90秒より長いと、シーイングの影響は少ないと解釈される。

また、フィルターごとにハルトマン定数  $T$  および一次元ハルトマン定数  $T_r$  の値を調べると、I フィルターで撮影したものがほかのものと比べて値が大きかった(表 2)。また、I

フィルターを用いた時の収差ベクトルのパターンは、ほかの場合と異なる。これは、I フィルターの面精度が必ずしも良好ではないことを示していると解釈される。

表 1 撮影した天体の一覧

日付	天体名[m <sub>v</sub> ]	露出時間(秒)	フィルター
10月16日	α Lyr(ベガ)[0.0 等]	1	I
10月17日	10 κ Peg[4.1 等]	45	I
			B
			V
10月24日	32 Peg[4.8 等]	90	R
			I
12月3日	99 η Psc[3.6 等]	105	R

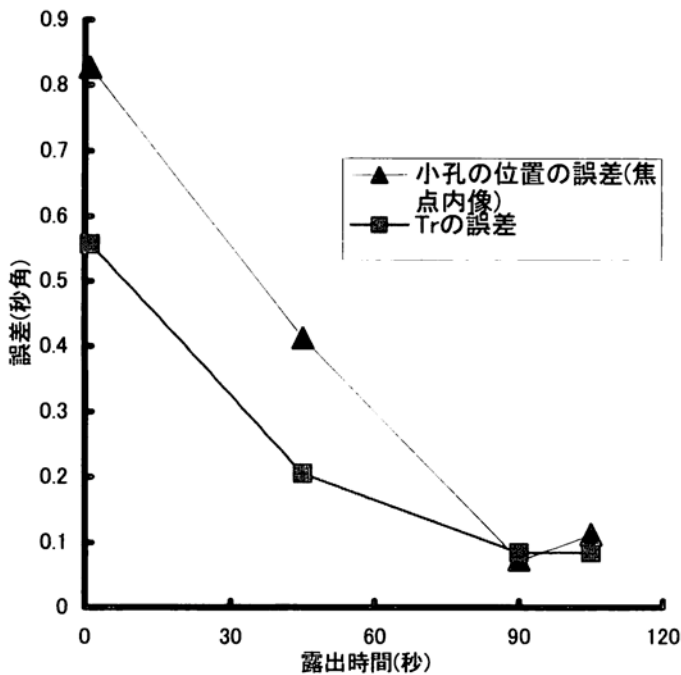


図 2 露出時間と誤差の関係

B、V、R フィルターを用いたときの一次元ハルトマン定数  $T_r$  は似た値であった。そこで、この3つの一次元ハルトマン定数  $T_r$  には有意な差がないと考えて、平均を求めると、 $T_r = 0.71'' \pm 0.01''$  となった。

表 2 フィルターごとのハルトマン定数  $T$  と一次元ハルトマン定数  $T_r$  の結果

フィルター	T(秒角)	Tr(秒角)
B	1.13 ± 0.04	0.70 ± 0.02
V	1.12 ± 0.05	0.67 ± 0.02
R	1.17 ± 0.06	0.73 ± 0.02
I	1.51 ± 0.07	0.86 ± 0.04

またハルトマンテストにより得られた収差ベクトル(図 3)のパターンは、コマ収差のパターン(図 4)と比較すると両者が似ていることが判る。この望遠鏡の光学系にはコマ収差の傾向があると推定される。

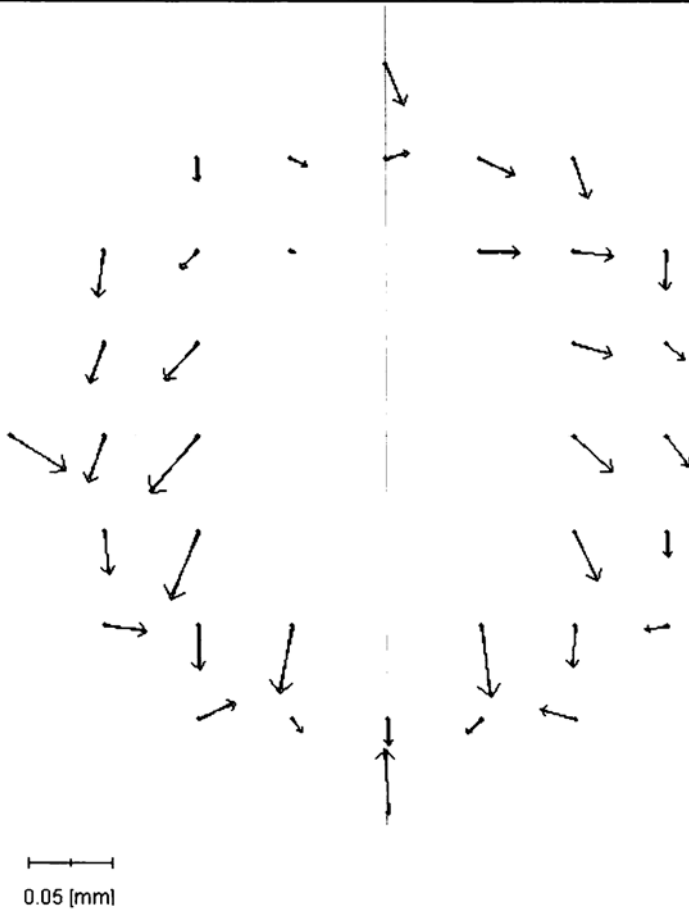


図3 99 η Psc の収差ベクトル (R フィルタ)

4. 結論

今回の研究では、35cm 反射望遠鏡の光学精度をハルトマンテストを用いて調べた。その結果、B、V または R フィルターを用いたときの一次元ハルトマン定数として  $T_r = 0.71'' \pm 0.01''$  を、I フィルターを用いた場合、 $T_r = 0.86'' \pm 0.04''$  を得た。

35cm 反射望遠鏡の場合、光の回折による像の大きさは、 $0.29''$  (B) から  $0.60''$  (I) 程度である。今回得られた一次元ハルトマン定数

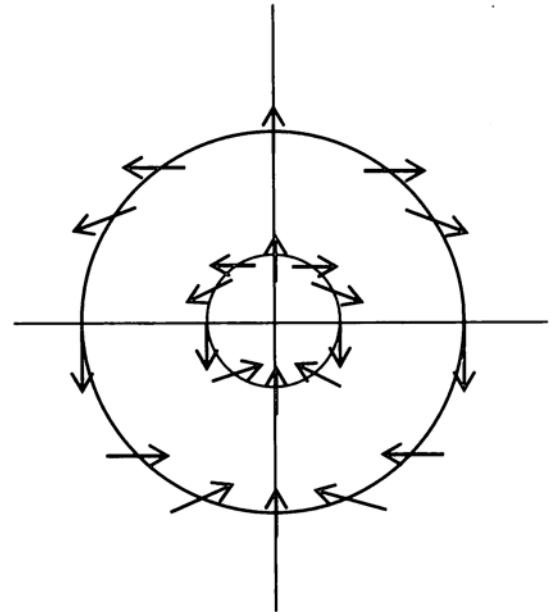


図4 コマ収差に見られる収差ベクトルのパターン。横尾ほか (1991) P. 46 を参考にして再現した。

は、これらの値よりも大きい。

星像の大きさが、回折像の大きさと一次元ハルトマン定数の2乗和の平方根で与えられるとすると、 $0.77''$  (B) から  $1.93''$  (I) になると予測される。実際の観測例では、 $2.2 \sim 3.0''$  が報告されている(松村、森 2003[1])。このような例では、さらに別の要因(例えば地球大気の揺らぎの効果、すなわちシーイング)が影響して星像の大きさを決めていると考えられる。

参考文献

- [1]松村雅文、森 征洋、2003、香川大学教育学部研究報告 第二部、53、29
- [2]鈴酒明日香、2002、香川大学教育学部卒業論文
- [3]横尾武夫 編、1991、『宇宙を観る II』、恒星社