



Title	白色光天体スペックル干渉法による2重星の観測
Author(s)	馬場, 直志; Baba, Naoshi; 山本, 将史 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 125, 85-89
Issue Date	1985-03-29
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/41925">https://hdl.handle.net/2115/41925</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	125_85-90.pdf



## 白色光天体スペックル干渉法による2重星の観測

馬場直志 山本将史\* 村田和美

(昭和59年11月30日受理)

### Observation of Binary Stars by Stellar Speckle Interferometry with White Light

Naoshi BABA, Masafumi YAMAMOTO and Kazumi MURATA

(Received November 30, 1984)

#### Abstract

The observation of binary stars were carried out by using our developed speckle camera with a white light. A comparison between observational results with a white light and those with narrow bandwidth is described. From this comparison, it is confirmed that the stellar speckle interferometry is feasible even with white light. This fact extends the applicability of the stellar speckle interferometry to the observation of dark stellar objects.

#### 1. はじめに

地上から星を通常の方法で観測すると、大気ゆらぎのため、望遠鏡の口径の大きさによって決まる回折限界の星像を得ることはできない。しかし、Labeyrieによって提唱された、天体スペックル干渉法<sup>1)</sup>で星を観測すると、望遠鏡の理論的分解能までの星像情報を得ることが出来る。

天体スペックル干渉法は、一般に、観測波長幅を狭くし、大気の時間的ゆらぎを凍結するように短時間露光で行なわれる<sup>2,3)</sup>。このため、スペックル像検出時の光量が著しく減少するので、観測可能な天体は、比較的明るい天体に限られてしまう。ところで、ある等級に属する天体の数は、明るさが暗くなるにつれて等級に対し指数関数的に増加する。したがって、より暗い天体まで高解像の情報得られるならば、宇宙に関する我々の知識が飛躍的に増えるといえる。

大気ゆらぎを時間的に凍結することは、天体スペックル干渉法においては、必須と考えられ露光時間の観点から光量の改善は難しいと思われる。一方、観測波長の帯域制限（通常、波長幅は10~50nm）の緩和は可能である。BatesとCady<sup>4)</sup>は、広帯域光によるスペックル干渉法の有効性を、シミュレーション実験により示した。また、Hegeら<sup>5)</sup>は実際光量をかせぐために、クエーサーを広帯域光で観測したと報告している。

我々は、天体スペックル干渉法により、2重星を狭帯域光および白色光で実際に観測し、これらの結果を比較し、天体スペックル干渉法が白色光でも可能であり、これにより暗い天体の観測にも適用出来ることを、以下において示す。

## 2. 観測システム

今回の観測は、東京天文台岡山天体物理観測所の91cm望遠鏡のF/13.0カセグレン焦点に、我々が作製したスペックルカメラ<sup>6)</sup>を接続して行なった(図1参照)。スペックルカメラの構成を、概略的に図2に示す。30mmφの干渉フィルターが4枚ターレットに装着出来るようになっている。干渉フィルターは、狭帯域光で観測する場合に用いる。星によるスペックルパターンを拡大するため、10倍の顕微鏡対物レンズを使用した。露光時間は、像増倍管の前の電気シャッターにより制御する。像増倍管と1:1リレーレンズ部には、フジノンの暗視管ユニットを用いている。像増倍管は、1段のマイクロチャンネルプレート型で、光の増幅度は約50,000倍である。スペックル像は、ニコンFカメラボディに装填されたTriXフィルムに記録した。

今回のスペックルカメラには、大気分散補正用プリズムが組み込まれていないが、観測対象星を赤緯が $10^{\circ}$ ~ $55^{\circ}$ の星に限定し、南中時に観測を行なうことで大気分散効果の問題を回避している。

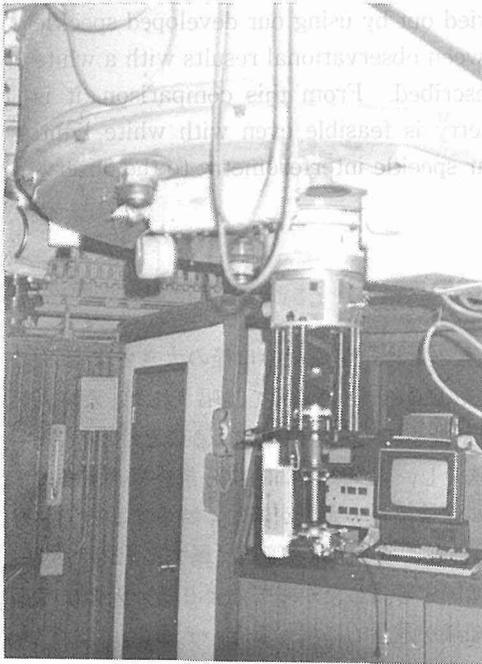


図1 岡山91cm望遠鏡に取り付けられたスペックルカメラ

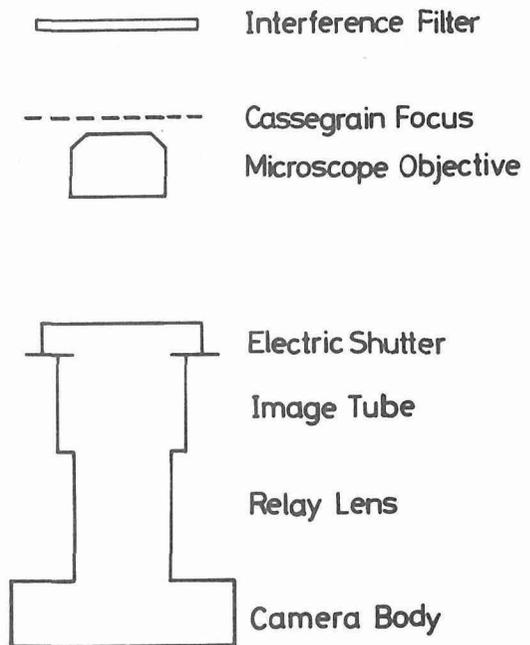


図2 スペックルカメラの構成

## 3. 観測結果と解析

1984年2月16日に、 $\alpha$ Gemを17日に、 $\alpha$ Comをそれぞれ白色光および青の干渉フィルター(中心透過波長420nm, 波長幅18nm)を透過させた光を用いて観測した<sup>7)</sup>。図3に、それぞれの場合に対する代表的スペックル像を示してある。露光時間は、 $\alpha$ Gemの場合1/400s(白色光), 1/250s(青色光),  $\alpha$ Comの場合1/250s(白色光), 1/60s(青色光)である。これらのスペックル像を観察すると、 $\alpha$ Gemの白色光スペックル像に、白色光での観測時のシーイングの劣化に基因すると思われる個々のスペックル径の増大化が見られるが、 $\alpha$ Comの場合には、白色光スペックルと青



色光スペckルとでは顕著な差異は見られない。また、 $\alpha$ Gemと $\alpha$ Comとにおける白色光スペckルパターンでは、両星のスペckルタイプ( $\alpha$ GemはA型、 $\alpha$ ComはF型)の相違によって、その発現性が部分的に影響されているかも知れない。

天体スペckルパターンは、天体からの光が、大気というゆらぎ媒質を通り、望遠鏡の主鏡の種々の点で反射され、像面上で複雑に干渉する結果現われる。これは、2次元的なYoungの干渉縞とも考えられる<sup>9)</sup>。Youngの干渉縞は、白色光でも観察されることを思い起せば、白色光でスペckルパターンが形成されることに不思議はない。

$\alpha$ Gemと $\alpha$ Comは2重星であるが、このことは多数枚のスペckル像の平均パワースペckルを調べることにより明瞭となる。2重星の場合、観測されるスペckルパターンは、2重星であることに対応してスペckル対から構成されるはずであるが、これを記録されたスペckルパターンから人間が識別し、2重星の分離角距離と位置角を推定することは非常に難しい。しかし、ダブルピンホールによる回折パターンに干渉縞が現われるのと同様の原理で、2重星のスペckルパターンのフーリエスペckルを求めると、フリンジが生じる。このフリンジの間隔と方向から、2重星の分離角距離と位置角を精度よく推定できる。通常、一枚のスペckル像だけのフーリエスペckルではS/Nが悪いので、多数枚のスペckル像の平均パワースペckルを求める。

多数枚のスペckル像の平均パワースペckルを求めるのに、コヒーレント・フーリエ変換光学系を用いた。このため、TriXフィルムに記録されたスペckル像を、ミニコピーフィルムにネガポジ反転した。ポジ反転したスペckル画像を、フーリエ変換光学系の入力面に次々と置き、これらのフーリエスペckルをSSフィルム上に重ね露光した。

図3には、 $\alpha$ Gem、 $\alpha$ Comに対するパワースペckルが示されている。ここで、パワースペckルを求める際に使用したスペckル像の枚数は、 $\alpha$ Gemの白色光、青色光および $\alpha$ Comの白色光、青色光に対して、それぞれ60枚、39枚、89枚、56枚である。

$\alpha$ Gemは2重星としての角距離が大きいため、干渉縞の間隔が小さくなっている。また、干渉縞がほぼ垂直方向に向いていることより、 $\alpha$ Gemの2星は東西方向に並んでいることがわかる。白色光スペckルに対するパワースペckルの拡がりやや小さいのは、前述した個々のスペckル径の増大化に因るものである。

$\alpha$ Comに対するパワースペckルは、図3から明らかなように、白色光および青色光スペckル像について、ほとんど差異はない。このパワースペckルより、今回の観測時における $\alpha$ Comの分離角距離は $0.66''$ と推定された。

$\alpha$ Gem、 $\alpha$ Com以外に、ADS9578を白色光で観測した。この星は7等星と暗く、今回の観測装置では白色光のみで観測可能であった。ADS9578に対するスペckル像のパワースペckルの拡がりから、狭帯域光で得られるであろうと同様の情報を知ることが出来たと推定された。

以上の観測結果と解析から、天体スペckル干渉法は白色光でも十分可能で、狭帯域光スペckル像から得られる情報と、ほぼ同等の情報が白色光スペckル像からもたらされるといえる。

#### 4. おわりに

現在、天体スペckル像から、その天体の像再生を行なう方法がいろいろと研究されている<sup>4,8-14)</sup>。これらの中で、信頼のおける像再生法は、スペckルホログラフイー法<sup>8,9)</sup>とスペckルマスキング法<sup>13,14)</sup>であろう。しかし、スペckルホログラフイー法は、被観測天体の近傍に、参照星の存在が必要であり、実際の適用範囲は極端にせまい。また、スペckルマスキング法は、実用上2

重星を含めた多重星について有効と思われる。したがって、現状において、天体スペックル干渉法が天文学で最も有効な領域は2重星の観測であろう。

2重星のうち、特に興味あるのは、軌道運動を示す星対すなわち連星である。連星の軌道を求めるには、周期にも依るが、長年にわたる分離角距離と位置角の測定が必要である。この連星軌道運動を特性づける2要素の測定は、白色光スペックル像から十分得られることを、本報告で示した。このことから、より暗い連星の軌道が、白色光天体スペックル干渉法で決定出来る様になると思われる。

最後に、天体スペックル干渉の観測に対して、多大の御便宣と御協力をいただいた、東京大学東京天文台の磯部瑠三氏、乗本祐慈氏、野口本和氏に深謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) A. Labeyrie, *Astron. Astrophys.*, **6**(1970), 1, p.85.
- 2) D. Y. Gezari, A. Labeyrie, and R. V. Stachnik, *Astrophys. J.*, **173**(1972), 1, p.L1.
- 3) A. Labeyrie, *Nouv. Rev. Optique*, **5** (1974), 3, p.141.
- 4) R. H. T. Bates and F. M. Cady, *Opt. Commun.*, **32** (1980), 3, p.365.
- 5) E. K. Hege, E. N. Hubbard, P. A. Strittmatter, and S. P. Worden, *Astrophys. J.*, **248** (1981), p.L1.
- 6) 馬場直志他, 日本天文学会1983年秋季年会予稿集, B13.
- 7) 馬場直志他, 日本天文学会1984年春季年会予稿集, B92.
- 8) R. H. T. Bates, P. T. Gough, and P. J. Napier, *Astron. Astrophys.*, **22** (1973), p.319.
- 9) G. P. Weigelt, *Appl. Opt.*, **17** (1978), 17, p.2660.
- 10) C. Y. C. Liu and A. W. Lohmann, *Opt. Commun.*, **8** (1973), 4, p.372.
- 11) K. T. Knox and B. J. Thompson, *Astrophys. J.*, **193** (1974), 1, p.L45.
- 12) J. R. Fienup, *Opt. Lett.*, **3** (1978), 1, p.27.
- 13) G. Weigelt and B. Wirtzner, *Opt. Lett.*, **8** (1983), 7, p.389.
- 14) A. W. Lohmann, G. Weigelt, and B. Wirtzner, *Appl. Opt.*, **22** (1983), 24, p.4028.