

## 画像処理方式レーザガイド星システム撮像系性能と対策

Imaging subsystem performance problem of a laser guide-star system by means of image processing and a countermeasure

吉門 信<sup>1</sup>, 大屋 真<sup>2</sup>, 國森裕生<sup>1</sup>, 青木哲郎<sup>1</sup>, 有賀 規<sup>1</sup>, 板部敏和<sup>1</sup>  
Shin Yoshikado<sup>1</sup>, Shin Oya<sup>2</sup>, Hiroo Kunimori<sup>1</sup>, Tetsuo Aoki<sup>1</sup>, Tadashi Aruga<sup>1</sup>,  
and Toshikazu Itabe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>通信総合研究所, <sup>2</sup>国立天文台ハワイ観測所

<sup>1</sup>Communications Res. Laboratory, <sup>2</sup>National Astronomical Observatory of Japan

**Abstract:** A laser guide-star(LGS) system by means of image processing based on the simultaneous image data acquisition of an object's and an LGS' images has been developed. We found a more severe synchronization level desirable for two ICCD cameras of the imaging subsystem than is realized, and propose a countermeasure against that performance problem.

### 1. はじめに

地上の望遠鏡で天体や人工衛星等、大気圏外にある対象物の画像を取得する場合に避けることができない大気揺らぎの影響を補正するために、レーザガイド星を上層大気中に生成し、参照光源として利用することが提案され、実用の段階に達しつつある。大気揺らぎの影響補正の具体的な過程として、波面センサや可変形鏡等による補償光学 (Adaptive Optics) とは異なり、対象物の画像取得と同時に撮像装置の同一視野内にレーザガイド星を生成・撮像し、その画像をレファレンスとする対象物の画像処理により補正する方法を提案し、システム開発と実証を重ねてきた。この場合、一般に対象物とレーザガイド星は、望遠鏡からの距離が当然異なる。特に我々の現在の段階ではレーザガイド星として成層圏における Rayleigh 散乱光を利用しているために、撮像光学系内で像の位置がずれるのに対応して、それぞれの画像取得用に2個の ICCD カメラを設置している。この撮像システムの機能・性能上の問題点と対策について、以下に述べる。

### 2. 2 ICCD カメラ撮像システム取得画像の要求性能と問題点

2 ICCD カメラ撮像システムにより取得される対象物とレーザガイド星の画像は、同期精度が十分であれば、視野内の位置、したがって望遠鏡に至る経路が厳密には異なることによるわずかな違いを除けば、ほぼ同一の大気揺らぎの影響を受けているはずである。この同期の精度については、システム的设计・製作において当然最大限の配慮がなされ、それぞれの ICCD カメラへの駆動信号としては、もともと単一のパルスがケーブルの分岐コネクタによって分割

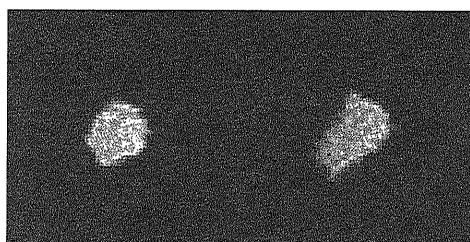


Fig. 1 Example of a pair of image data of the same star acquired with two ICCD cameras in the imaging subsystem operated by a single trigger pulse signal synchronized with a laser pulse. The difference is undesirable.

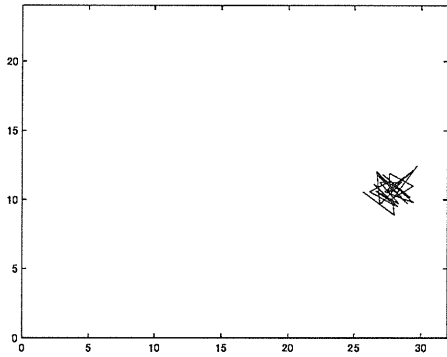


Fig. 2 A result of synchronization tests of the two ICCD cameras utilizing the flickering of a fluorescent light. The ordinate and the abscissa show the average image brightness of each ICCD camera, respectively.

プロットは1つの点に収束しなければならない。理想からのずれは相対的に小さいとも言えるが、目的とする画像補正への影響は小さくない。

### 3. 対策とまとめ

上述の問題への当面の対策として、Fig. 3に示すように Michelson の干渉計に類似の光学素子配置を撮像光学系に挿入することにより、対象物とレーザーガイド星の像位置のずれを吸収し、単一の ICCD カメラで両者の画像取得を実現することが可能である。挿入部分の設置スペースが限られていることと、ビームスプリッタによる受信信号の減衰という問題が加わる一方、同期の完全性に対する不安は解消する。したがって、明るい天体等の観測への応用がまず期待され、実装のために細部の検討を進めている。

されるだけで、理論的には同時に二つの ICCD カメラに到達してそれらを作動させる。ただし現状では同期が不完全と考えざるを得ない、Fig. 1に例を示すような画像データ対の出現の比率が小さくない。この画像例は、たてまえとしては同時に、同一の恒星を二つの ICCD カメラで撮像したものである。この不一致の原因としては、二つの ICCD カメラの反応特性における差異や抑圧が不十分なノイズの影響、等々が考えられるが、完全には同定されていない。Fig. 2は、蛍光灯の明滅を利用した同期テストの一結果を示し、両軸にそれぞれ一方のカメラ取得画像の明るさの平均値がプロットされている。二つの ICCD カメラは、繰り返し周波数 20Hz のレーザパルスに同期してほぼ同時に作動しているので、理想としてはこの

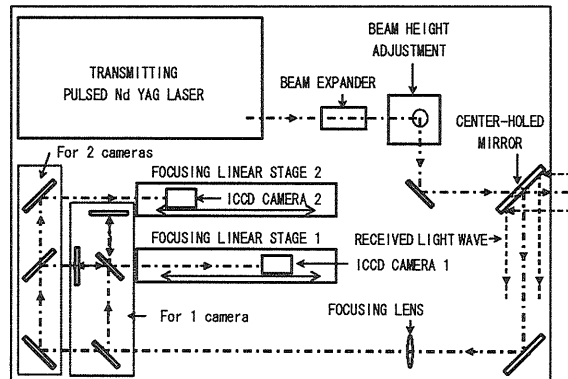


Fig. 3 Transmitting and newly-proposed imaging subsystems for laser guide star generation installed in the Coude room of the 1.5 m-diameter telescope. Originally, the ICCD camera 1 is for the laser guide star, and the ICCD camera 2 is for objects concerned.

参考文献 吉門 信、大屋 真、李 樹榮、有賀 規：レーザー研究 28 (2000) 819.