

大型望遠鏡のための観測装置

友野大悟

<tomono at subaru.naoj.org> <http://www.naoj.org/staff/tomono/>

まとめ

- 大きい望遠鏡が作れるからといって、それに見合った大きい観測装置が作れるわけではない
- 視野を分割して小さい観測装置を多数作ることによって対処が可能
- このような装置のデザインの例
- 依然として、望遠鏡には、広い視野のイメージローテータが必要

望遠鏡視野の巨大化

図1に、望遠鏡の視野の大きさの歴史的变化を示す。これまで作られてきた望遠鏡の視野に比べて、今後計画されている巨大望遠鏡の視野は大きい。

視野の大きさと観測装置の大きさ

図2に、観測装置の視野の大きさと、その観測装置で使われているレンズのうち最大のものの直径の関係を示す。視野が大きいほど、レンズが大きい。

大きい観測装置は作るのが大変

大きいレンズは入手性が著しく落ちる。写真にはSPIFFIの直径220mmのBaF₂レンズである。研磨中に割れた晶材が3つ、冷却中に割れた晶材が1つあり、製作がほぼ1年遅れた。

さらに、光学系が大きくなると、それに伴ない装置全体が大きくなり、真空引きの時間や冷却時間が長くなって開発速度が低下する。

そういうわけで

次世代の巨大望遠鏡は、どれも焦点距離と比較して広大な視野を得られるように工夫されている。しかし、図3のようにこの視野を覆うことのできる光学系は入手性が低く、この視野を生かしきる近赤外観測装置の製作は困難である。

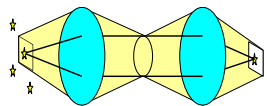


図3:望遠鏡視野をひとつの光学系で覆う観測装置

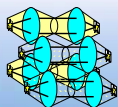


図4:望遠鏡視野を分割し、多数の光学系で覆う観測装置



写真:VLTの面分光器SPIFFI(SINFONIの分光器部分)の直径220mmのBaF₂レンズ。冷却中に割れた。
<http://www.mpe.mpg.de/SPIFFI/>

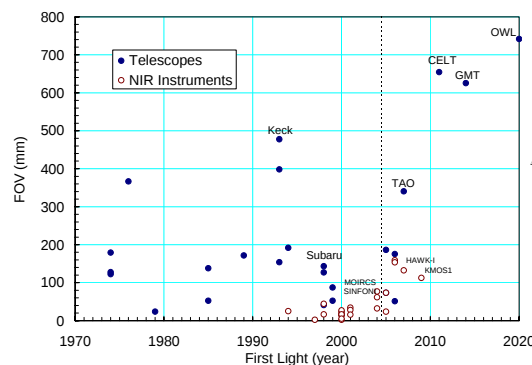


図1:3.5m以上の望遠鏡(理科年表2003)と、計画中の大望遠鏡のうち、WWWから情報が得られたもの。さらにこれらの望遠鏡の、Kバンドでの観測が可能で、視野の大きさとファーストライトの年が判明した観測装置。

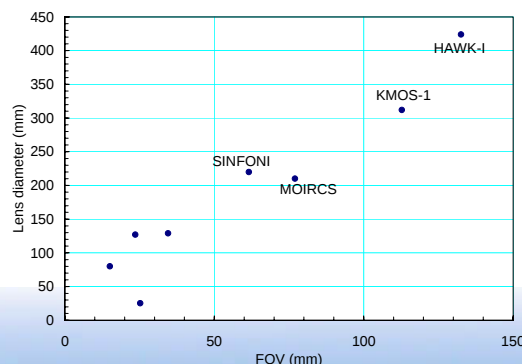


図2:観測装置の視野の大きさと最も大きいレンズ

望遠鏡の広大な視野を生かしつつ 小さい観測装置を作る

望遠鏡と同じく、大きな鏡面を得られる反射光学系を用いる可能性もあるが、巨大な視野をケラレ無く再結像するには、広い空間が必要。

望遠鏡視野のうち、観測対象や解析に必要なスカイ以外の領域全てを観測する必要はないことに着目する。図4のように、望遠鏡の視野を小さく分割し、視野全体を覆う光学系は設けないように工夫する。類似した小さな観測装置を多数作り、それらで望遠鏡視野を覆うことにより、

- レンズの入手性の向上
- 開発期間の短縮
- 量産効果による製作期間の短縮
- 製作と並行して完成した部分から観測が可能という利点が得られる。というわけで、多数ある分割小視野それぞれに
- 視野のなかから観測視野を選択する機構と
- 瞳面でのティップティルト補正を含めた補償光学系(AO)

を持つ光学系を考えた。図5に例を示す。

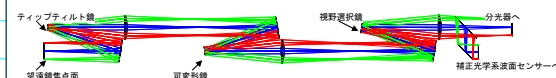


図5:分割小視野それぞれでティップティルト・AO・視野の選択が可能な光学系。下流にイメージスライサーを設置すれば、望遠鏡視野内の多数の天体を面分光する観測装置となる。

広視野望遠鏡のローテータ

経緯台式の望遠鏡では、観測対象を追尾した際に観測装置に対して視野が回転する。

すばるでは、インストルメントローテータやイメージローテータによってこれを防いでいる。残念ながらナスミス焦点のイメージローテータは視野にケラレを生じ、望遠鏡光学系の視野を生かしきることができない。一方、VLTではナスミス焦点でもインストルメントローテータを用いている。視野は広くとれるが、積分中に観測装置の姿勢が変化してしまうため、巨大なケーブル巻き取り装置が必要であり、観測装置自体も強固に作らなければならない。

次世代の巨大望遠鏡では、光学設計の段階からバックフォーカスを十分に確保し、ナスミス焦点に十分な視野を持ったイメージローテータが設置されるべきである。