

最近の天文補償光学について：すばる望遠鏡での取り組み

Recent progress of astronomical adaptive optics system for Subaru Telescope

国立天文台 高見英樹

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan, Hideki Takami

E-mail: takami.hideki@nao.ac.jp

地上からの光学天体観測では大気ゆらぎによる光の位相の乱れのために光が一点に集まらず、望遠鏡の解像度は光の回折限界より一桁悪いものになってしまう。補償光学系は、この大気ゆらぎをリアルタイムで打ち消して、光の回折限界の鮮明な像を得る技術である。この技術は天文学においては1980年代に実現し、現在ではほぼすべての大望遠鏡に搭載され、天の川銀河の中心核にあるブラックホールの存在の証拠や、太陽系外の惑星の発見などで大きな成果を上げている。

それでは、補償光学はもう完成された技術であろうか？ 実はそうではなく、新しいアイデアを生み出しながら大きく発展している途上である。現在、天文分野では様々な新しい補償光学の研究開発が進められているが、その中ですばる望遠鏡の取り組みについて紹介する。

「広い視野で解像度を高める補償光学」 Ground Layer Adaptive Optics (GLAO)

補償光学は観測したい天体（もしくは近くにある星）からくる光の位相ずれを測定し、それを補正している。観測天体から離れた星の光を使って測定すると、異なる場所のゆらぎからの光のために補正精度が悪化する。これが「視野が狭い」という補償光学の欠点である。ところが、ゆらぎの多くは地表（Ground Layer）に存在することが解っている。望遠鏡に近い地表のゆらぎは違った角度から来た光でも補正誤差は小さいので、これを利用して、上空のゆらぎは補正せず地表付近のゆらぎだけを補正することで、広い視野で補正が働く GLAO を開発している。このシステムでは、上空のゆらぎが残るため解像度の改善は約2倍であるが、宇宙の広い範囲でシャープなイメージが得られるようになる。ただし、このために望遠鏡の副鏡（直径1.3m!）を可変形鏡にするという技術開発を進めている。

「極限までゆらぎを補正して太陽系外の惑星を観測する」 Extreme Adaptive Optics (ExAO)

現在の補償光学は赤外線波長ではほぼ回折限界の解像度が得られる性能を持っている。しかし、補正できなかった波面誤差のために、星の周りに広がった成分が残る。これは、恒星の近くを回っている非常に暗い惑星を観測するためには邪魔である。この問題を解決するために、極限までゆらぎを補正する極限補償光学を開発している。ここでは、4000素子もある可変形鏡を使い、新しい方式の波面計測センサーを開発し、かつ観測の邪魔となる広がった成分を除去するコロナグラフ技術の開発も進めている。また大気ゆらぎの変動に追従するために非常に高速の補正（数千Hz）の制御システムが必要となるなど、複雑なものになっている。ただし、こちらは観測視野は狭い範囲で良いので、全体の光学システムも小型のものでよいという利点がある。