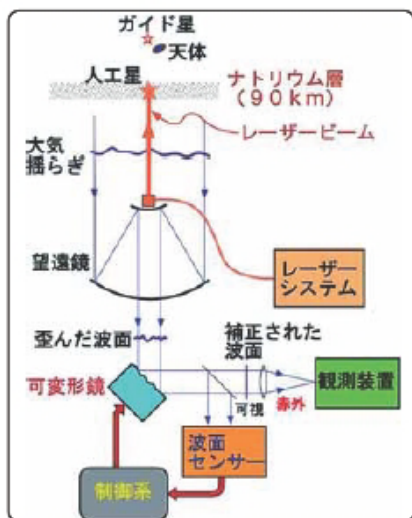


サイテク

Science & Technology



上図=188素子補償光学系とレーザーガイド星生成システムの原理と構成概要
右写真=188素子補償光学オン時とオフ時の星像。揺らぎを補正しシャープな画像を得た(いずれも国立天文台提供)



空に射出されているレーザー光。離れたところからは細い線状に見えるが(写真右)、近くで見るとレーザーに幅があることが分かる(写真上)=いずれも国立天文台提供



人工の星が導く鮮明画像

大気揺らぎを補正

望遠鏡の理論的な解像力の限界は、光の波の性質を持つために生じる「回折限界」と呼ばれ、望遠鏡の口径と観測に用いる光の波長で算出される。口径が2.5mの望遠鏡で波長500nmの可視光線を用いた観測の場合、その回折限界における星の像の直径は0.06秒角(一秒は3600分の1度)だ。しかし、実際の観測では、大気揺らぎの影響で、星の像は0.6秒角程度まで大きくなってしまふ。これは、宇宙からやってくる星の光が、大気揺らぎによってぼやけてしまうからだ。すばる望遠鏡のあるハワイ島マウナケア山頂(海拔4199m)では、大気揺らぎの影響が非常に大きい。そこで、大気揺らぎの影響を補正するための「人工の星」が用いられる。

レーザーで人工星

補償光学による観測を実現

国立天文台ハワイ観測所は、レーザーで作った「人工の星」を頼りに観測性能を飛躍的に向上させる装置をすばる望遠鏡に搭載し、これまでの10倍の解像力での天体観測に成功した。技術の核となったのは、大気揺らぎによる解像度の劣化を修正する「補償光学」装置と、レーザービームによって高層大気中に作り出す大気の揺らぎを測るための「人工の星」だ。

すばる望遠鏡

2000年は大気揺らぎが少なく、世界でも最も天体観測に適した場所だといわれる。にもかかわらず、実際の観測では、解像力が回折限界の約10倍も悪くなってしまう。大気揺らぎによる光の乱れを測り、即座に補正して、望遠鏡が本来持つ理論的な空間解像力を実現する技術が「補償光学」だ。補償光学による観測では、観測対象の近くにある「人工の星」を利用し、大気揺らぎを測る。

今回開発された補償光学装置の核は、ガイド星からの光を188個に分割してそれぞれを188個の分光器で測定する。この分光器は、大気揺らぎを測るための「人工の星」を利用し、大気揺らぎを測る。この分光器は、大気揺らぎを測るための「人工の星」を利用し、大気揺らぎを測る。

すばるは、観測対象の近くに明るい「ガイド星」が必要だが、そのような領域は全天の1%程度しかない。つまり、補償光学を用いた観測は、非常に限られた場合でしか実現できなかった。この課題に克服したのが、地上からのレーザー照射により、高層大気中に人工のガイド星を作り出す。

下星を作り出す方法で、補償光学による天体観測を半分の半分以上で実現することが可能になった。

高度約90kmの高層大気中には、微量ながら存在する原子のうち、ナトリウムの集積層がある。これに地上からレーザーを照射し、ナトリウム原子の励起を引き起こして発光させることで、人工のガイド星を作り出す。

今回用いられたレーザーは、ナトリウム原子が放出吸収する光の波長589nmのレーザー光だ。このレーザー光は、アルミニウムガリウムナトリウム合金の反射鏡で反射され、大気中に射出される。上空での光の広がりは抑えられ、ほぼ同様の領域を照射することが可能となり、強く発光する人工のガイド星が実現した。

期待掛かる新発見

10月に行われた188素子補償光学装置の試験では、0.6秒角に広がっていた星像が0.06秒角にまでシャープに絞ることが実証された。レーザーガイド星生成装置と組み合わせたことで、全天のどの領域でも回折限界での観測が可能になる。これにより、これまで困難だった遠方銀河や球状星団、クエーサー、超新星などの新発見に期待がかかる。

「レーザーガイド補償光学」

する波面センサーと電圧を与える。このセンサーは、星の像の揺らぎを測るための「人工の星」を利用し、大気揺らぎを測る。