

天文学の主役に踊り出る光学干渉計

Telescope arrays give fine view of stars

ERIC HAND 2010年4月8日号 Vol. 464 (820-821)
www.nature.com/news/2010/100407/full/464820a.html

複数の光学望遠鏡を結合して、大口径の光学干渉計を実現する技術が成熟した。
 星の表面の詳しいようすも観測できるようになった。

米国・ロサンゼルス街を見下ろすウィルソン山の山頂、松林の中に6つの小さなドームがY字型に並んでいる。このドームにはそれぞれ、直径1メートルの望遠鏡が1基おさまられている。1基ずつの能力は、最大の地上望遠鏡や宇宙望遠鏡に遠く及ばない。しかし、6つの望遠鏡を合わせることで、天文学において最も鮮明なレベルの画像を作り出せるのだ。

この望遠鏡アレイ、つまり複数の望遠鏡を並べて結合したシステムは、CHARA (Center for High Angular Resolution Astronomy = 高角分解能天文学センター) とよばれている。個々の望遠鏡でとらえた光は、真空チューブを通じて中央の建物に送られ、そこで干渉法という方法で結合される。こうして作られたCHARAの画像は、直径330メートルの望遠鏡に相当する分解能、わかりやすくいえば「鮮明さ」をもつ。これは

ハッブル宇宙望遠鏡の分解能より50倍以上も高く、ほかの望遠鏡ではぼやけた光のしみにしか見えない、星の表面の詳しいようすも見ることができる。

電波天文学の分野では、半世紀以上も前から干渉法が使われてきたが、可視光や赤外線 astronomy では、その採用は立ち遅れていた。しかし、今や光学干渉技術は成熟しつつある。CHARAの望遠鏡アレイを使った成果がNature 2010年4月8日号870ページで報告されているのをはじめ¹、いくつかの天文台が重要な研究結果を出し始めた。

Natureに報告した研究チームは2009年末、巨大な古い星の前を太陽系ほどの大きさの塵の円盤がゆっくりと移動し、その光を覆い隠す情景を撮影した。この主星は食が起るため連星系と考えられていたが、伴星が見つかっていなかった。天文学者たちは1世紀以上にわたつ

てこの食連星の正体を突き止めようとしてきたのだ。食連星が食の状態にある様子を直接画像でとらえたのはこれが初めてだ。デンバー大学(米国コロラド州)の天文学者で、この論文の共著者であるRobert Stencelは、「電波天文学者たちは数十年間にわたって干渉法の恩恵にあずかってきました。光学干渉計は、可視光や赤外線で観測する私たち天文学者たちを、ようやく同じ世界に連れて行ってくれようとしています」と話す。

電波天文学者たちは昔から、可視光で観測する天文学者より有利な立場にあった。電波より波長が短い可視光による像は、地球大気によってぼやけてしまうが、電波による像は可視光ほどにはぼやけない。さらに、別々のパラボラアンテナで集めた電波信号をデジタル化し、電氣的に伝送し、再結合して干渉縞を作ることにもできる。干渉縞は高分解能画像のもとになるものだ。このように、電波信号は取り扱いが容易なため、電波天文学者たちは、世界中のパラボラアンテナからのデータを一緒にして、地球の直径に匹敵する長さの基線をもった望遠鏡アレイを作ることができた。

しかし、可視光で観測する天文学者たちが干渉法を採用しようとする、光をナノメートルレベルの精度でトンネルを通して送り、しかも、かすかな光のビームをリアルタイムで組み合わせなければならない。適応光学という複雑な技術を



チリの超大型望遠鏡干渉計 (VLTI) では、各望遠鏡で集めた光のビームを、地下トンネルを通して送り、結合する。

使って、大気のぼやけの効果を減殺することも必要だ。また、多くの光学望遠鏡アレイは比較的小さな望遠鏡を使うので、地球近くにある明るい星を除き、十分な光を集めるのに苦勞する。

急増する論文

こうした制約にもかかわらず、光学干渉法は次々と新しい知見をもたらしている。連星系はどのようにして質量を交換するのか、星は自転するときどのように膨らむのか、といったこともわかってきた。天文学者たちは今、3つ以上の望遠鏡の光を結合する技術開発に取り組んでいる。複数のビームを使うと、より多くの光子を捕まえて利用できるので、効率的なデータの集積だけでなく、データのクロスチェックも可能になって、干渉縞から画像を作ることが容易になる。CHARA は、2007 年に 4 本のビームの結合を初めて実現し²、来年には最多となる 6 ビームの結合を計画している。

かつては難しかった観測が日常的な観測になった。チリにある欧州南天天文台 (ESO) の超大型望遠鏡干渉計 (VLTI) の干渉計グループの責任者 Françoise Delplanck は、「私たちの望遠鏡を使う研究者にも、干渉計の専門家ではない人が増えています」と話す。光学干渉計を使った科学論文の数も、1999 年の 9 本から 2009 年は 56 本へと急増した。欧

州の研究資金が集中する VLTI は、その約半数を生み出す舞台となっている。

一方、米国の研究施設への資金援助は、欧州と比べると分散気味だ。CHARA は、大学が運営し、米国科学財団 (NSF; バージニア州アーリントン) が資金提供しているプロジェクトだが、そのライバルとなりうるはずのニューメキシコ州のマグダレナリッジ天文台は、資金の問題で遅れている。米国航空宇宙局 (NASA) が資金を提供する光学干渉計は、ハワイ・マウナケア山頂の 2 基のケック望遠鏡 (口径 10 メートル) を使い、4 基から 6 基の小望遠鏡を少し離れた位置に追加して、VLTI 並みの能力を達成する計画だった。しかし、この山頂への追加建設計画は、2006 年、環境面と文化面の懸念から頓挫してしまっ

ただし、巨大望遠鏡が地球上で最も集中しているマウナケア山頂に、全員が見切りをつけたわけではない。パリ天文台の天文学者で OHANA (Optical Hawaiian Array for Nano-radian Astronomy = ナノラジアン天文学のためのハワイの光学干渉計) 計画の代表研究者である Guy Perrin は、マウナケア山頂の 7 基の巨大望遠鏡を結びつけ、800 メートルの基線をもつ光学干渉計とする計画を進めている。これがうまくいくことを実証するため、Perrin は既に 2 基のケック望遠鏡の光をありふれた光ファイ

バーで結合している。光ファイバーを使えば、望遠鏡をトンネルで接続する必要がなくなる³。

マウナケア山頂にいる Perrin に電話で連絡を取ったところ、彼は 3 月末から 4 月初めにかけて、計画の第二段階、つまり、ジェミニ北望遠鏡とカナダ・フランス・ハワイ望遠鏡とを光ファイバーでつなぐ作業で忙しかったという。Perrin は、チリの VLTI では光集積回路の開発に協力している。光集積回路を使えば、複雑な装置をおさめた大きな部屋を使わずに、小さなシリコンチップ上で効率的にビームを結合させることができる。

OHANA 計画が越えるべき技術的なハードルはまだ高いが、Perrin は「もっと大きな問題は、マウナケア山頂のすべての天文台に、望遠鏡を使える時間を同時に提供してくれるよう説得することかもしれない」という。研究者にとって望遠鏡を使える時間は貴重であり、そう簡単には譲れないものだからだ。彼は、「もし、干渉法が今日の天文学において極めて重要な技術であることを私たちが事前に示すことができれば、各望遠鏡を運営している科学者たちへの説得交渉は、ずっと簡単になるはずですよ」と話している。■

(翻訳: 新庄直樹)

1. Kloppenborg, B. et al. *Nature* **464**, 870-872 (2010).
2. Monnier, J. D. et al. *Science* **317**, 342-345 (2007).
3. Perrin, G. et al. *Science* **311**, 194 (2006).