博士論文ダイジェスト
Doctoral Dissertation Digest

Observational Studies of Dynamic and Long-Term Multi-Layered Mass Loss from Asymptotic Giant Branch Stars

漸近巨星分枝星における動的および長期的な多層的質量放出現象の観測的研究

甘田　渓

太陽と同じくらいの質量を持つ恒星は、進化の終盤に「漸近巨星分枝星（AGB 星）」と呼ばれる段階を迎えます。AGB 星は大きく膨らみ、周期的に星自身が膨張と収縮を繰り返しながら、自らを構成するガスや塵を宇宙空間へ放出します。この現象を「質量放出」と呼びます。しかし、物質が AGB 星の星表面付近からどのように持ち上げられ、長い時間をかけて星の周囲へ広がり、星間空間へ放出されるのかは、まだ十分に分かっていません。

本研究では、異なる分子が放つ電波を観測することで、AGB 星の質量放出を複数の空間・時間にわたって調べました。星のすぐ近くにある大気、過去に放出された物質からなる広大な星周縁、そして進化末期に高速双極流が形成される段階という、3 つの領域を対象としています。

第 1 の研究では、AGB 星である きりん座 BX 星 の星周分子ガスを観測しました。AGB 星の大気では、一酸化ケイ素（SiO）分子が強い電波を放つ「メーザー」という現象が見られます。本研究では、東アジア VLBI 観測網を使用して、そのメーザーを観測しました。VLBI とは超長基線電波干渉法の略で、遠く離れた複数の望遠鏡を一つの巨大な望遠鏡のように利用する観測方法です。

その結果、SiO メーザーは星を取り囲むリング状に分布し（図 1）、そのリングの大きさとガスの速度が、星の明るさの変化に合わせて変動していました。また、星に近い内側のメーザーが、外側のメーザーより先に外向きへ加速し始める様子が捉えられました。これは、星の周期的な膨張によって発生した衝撃波が、内側から外側へ伝わりながら周囲のガスを動かしていることを示唆します。さらに、一部のメーザーは特定の方向に遠く離れて現れ、星の近くですでに物質放出が一様ではない可能性も示されました。

第 2 の研究では、野辺山 45 m 電波望遠鏡を使って数多くの AGB 星を観測しました。この研究では、一酸化炭素 (CO) 分子ガスが放つ電波を利用し、星から遠く離れた低温のガスを調べました。その結果、従来調べられてきた CO ガス分布より 2 倍以上広い領域まで捉えることに成功しました。これにより、数千年から 1 万年以上にわたる質量放出の履歴を調べることができました。

第 3 の研究では、水分子のメーザー放射によって非常に高速な双極噴出流が観測される「宇宙の噴水」天体について調べました。特に、IRAS 16552–3050 という星において、これまで一度も検出されたことがなかった SiO メーザーを世界で初めて検出しました。この結果は、この星の質量放出が最近活動的になったことを示唆します。

以上の研究から、AGB 星の質量放出は、星の脈動や衝撃波によって短期間に変化し、長い時間をかけて広い星周縁を形成しながら、進化末期には非球対称な高速双極流へ移行する、多層的で時間変動する現象であることが示されました。今後、星の近くで起こる物質の運動と、遠方に残された質量放出の記録を結び付けることで、質量放出が恒星の進化をどのように左右するのかを明らかにしていきます。

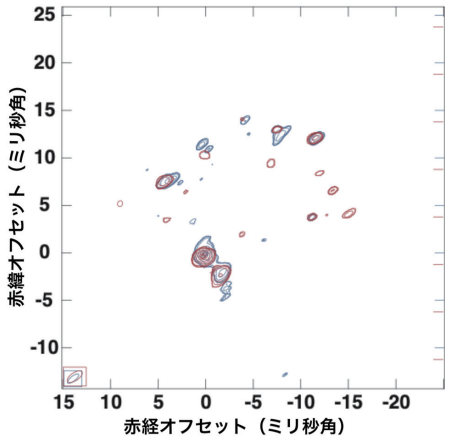


図 1: きりん座 BX 星の周囲で観測された SiO メーザーのリング状分布。赤色と青色の等高線は、異なるエネルギー状態にある SiO 分子から放射された電波の強さを示す。