

論文審査の結果の要旨

氏名 金 美京 (Kim Mikyoung)

本論文は、天体の「絶対」位置を精度良く求めることができる超長基線電波干渉計 VERA を使用して、オリオン KL 領域から放射されるレーザー輝線を観測し、この領域にある大質量原始星周囲のガスの運動を研究したものである。これまでの超長基線電波干渉計 (VLBI) による観測では、天球面上での絶対位置決定精度は 0.1 秒角程度であったが、本研究ではそれが 0.001 秒角程度と飛躍的に向上しているため、天球面上でのレーザースポットの絶対位置とその時間変化を精度良く求めることができている。

第 1 章では、大質量星形成の研究に関する現状が概観された後、本研究の観測対象とした水蒸気 (H_2O) レーザーと一酸化ケイ素 (SiO) レーザーの説明が行われている。次に、観測対象であるオリオン KL 天体の研究の現状として、この領域内にソース I と呼ばれる大質量原始星が存在し、レーザー等で観測されているアウトフローの駆動源と推定されていること、またその星周構造として円盤の存在が示唆されていることが述べられる。その後、VLBI による位置測定の実験原理が説明され、実際に使用した電波干渉計 VERA が解説されている。最後に、本研究の目的として、オリオン KL 領域のレーザー放射の 3 次元運動構造を明らかにし、この領域における大質量星形成に関する知見を得ることが述べられる。

第 2 章では、VERA を用いたレーザーの観測とデータ処理について述べられている。 H_2O レーザーは異なる 6 回の時期に、また SiO レーザーは異なる 11 回の時期にわたって観測されている。これらのデータから、レーザースポットの天球面上での絶対位置を観測時点ごとに求めることができ、その時間変化を年周視差 (1 年周期の成分) と固有運動 (直線) に分離することで、レーザースポットの絶対的な固有運動が求められる。

第 3 章では、オリオン KL 領域で観測された多数の H_2O レーザースポットについて、各スポットの天球面上での位置と視線速度が観測結果として提示される。大部分の H_2O レーザースポットは、ソース I を横切って北東から南西に伸びた長さ約 20 秒角の直線上に分布しており、その直線上での系統的な視線速度の変化は見られないが、固有運動としては、この直線に沿ってソース I 近傍から外側に向かう運動が卓越していることが示される。

引き続き第3章で、SiO メーザースポットについても、天球面上での分布と視線速度のデータが提示される。その分布は、ソース I から約 0.05~0.1 秒角離れて、東西南北4か所に集中しており、視線速度は北と西の集団では赤方偏移、南と東の集団では青方偏移を示す。また、それぞれのメーザースポットの集団内で、ソース I から離れるにしたがって赤方偏移や青方偏移の大きさ（ソース I に相対的な視線速度の大きさ）が小さくなる。これらの SiO メーザーに関する結果は先行研究を確認するものだが、それに加えて本研究ではスポットの絶対的な固有運動が求められるため、メーザースポットが天球面上で幾何学的中心、すなわちソース I から離れる運動を示すことが明確に示している。また、異なった振動励起状態 ($v=1$ と 2) における SiO メーザーの位置を比較することで、 $v=2$ のメーザースポットの位置がよりソース I に近いことも初めて明らかにしている。

第4章では、第3章で得られた2次元的な結果を、3次元的な位置・速度モデルでフィットし、この領域の活動性や運動に関する考察を行っている。H₂O メーザーについては、北東から南西に伸びる直線に沿った外向きのスポットの運動を、3次元的な膨張を仮定してフィットすることにより、その中心が 1σ 以内の位置精度でソース I に一致することを初めて解明した。これは、オリオン KL 領域で低速の H₂O メーザーとして観測される広がったアウトフローが、ソース I に起因することを示した初めての結果である。また SiO メーザーについては、3次元的な位置・速度モデルを用いてフィットした初めての研究である。その結果として、SiO メーザーの運動は、H₂O メーザー方向を軸とする回転が優勢な円盤モデルでフィットできることを示し、中心星（ソース I）の質量を 14 太陽質量以上と推定した。

以上の結果は、VERA の特徴を生かした観測を行うことにより、H₂O アウトフローの駆動源をソース I と特定し、その周囲にある SiO メーザーの膨張運動を明らかにし、ソース I の質量をこれまで以上に正確に推定したという点で、これまでになく知見を与えるものである。

なお、本論文中の SiO メーザーに関する研究は、論文提出者を主研究者とし、廣田朋也他 30 名との共同研究として出版された内容であるが、論文提出者が中心となって観測、解析、考察を行ったものであり、その寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。