

Correlation between Infrared Colors and Intensity Ratios of SiO Maser Lines

SiO メーザー輝線強度比と赤外カラーの相関関係

中島淳一¹⁾ (ASIAA/イリノイ大),

出口修至 (国立天文台野辺山)

ApJ, 667, No. 2 (October 1, 2007 issue)

一酸化珪素 (SiO) メーザーは、1974 年に発見されて以来 30 年以上の月日が経つが、そのポンピング機構はいまだに十分理解されているとは言えない。一酸化珪素メーザーの観測的性質には、理論的に未解明の部分が多く残されている。その一つの例として、不自然に弱い $J=2-1 v=2$ ラインの輝線強度や、不自然に強い $J=1-0 v=2$ ラインの輝線強度などが挙げられる。

これら既存の理論モデルでは再現できない不自然なライン強度を説明するために、一酸化珪素の赤外線と、波長が重複する水分子の赤外線 (オーバーラップライン) によるポピュレーションの汲み上げが 1980 年代前半から提案されている。

本研究では、広いダスト温度範囲に分布する IRAS 点源サンプルに対して、振動励起状態の異なる複数の一酸化珪素のミリ波輝線を同時に観測することにより、一酸化珪素メーザーのポンピング機構の考察、とくに水分子のオーバーラップライン仮説の考察を行った。

サンプルは既知の一酸化珪素メーザー源から選出したが、ダスト温度が 250 K 以下の天体に関しては、最近われわれが行った低温 IRAS 源に対する、一酸化珪素サーベイ観測によって検出された天体をサンプルとして用いた。160 K から 2,000 K の温度範囲を均一に覆うように、最終的に 75 個の天体を選出し、これらの天体に対して一酸化珪素の 7 本のミリ波ライン (SiO $J=1-0 v=0, 1, 2, 3, 4$, および $J=2-1 v=1, 2$), と 3 本の同位体分子のミリ波ライン ($^{29}\text{SiO } J=1-0 v=0, J=2-1 v=0$, $^{30}\text{SiO } J=1-0 v=0$), および水メーザーライン ($\text{H}_2\text{O } 6_{1,6}-5_{2,3}$) の各輝線を、野辺山 45 m 望遠鏡を用いて、ほぼ同時に観測した。

結果として、われわれ自身が 2005 年に示唆したとおり、 $J=1-0 v=2$ と $J=1-0 v=1$ の間の輝線強度比と赤外カラーの間に明確な相関関係が存在することを確認した。また興味深いことに、 $J=1-0 v=3$ と $J=1-0 v=2$ の間の強度比、および $J=1-0 v=3$ と $J=1-0 v=1$ の間の強度比と赤外カラー間に明確な相関関係があることを確認した。これらの相関関係は、水の赤外線 ($11_{6,6} v_2=1 \rightarrow 12_{7,5} v_2=0$ と $5_{0,5} v_2=2 \rightarrow 6_{3,4} v_2=1$) の一酸化珪素メーザー領域におけるフラックス密度が、赤外カラーの増加とともに大きくなると仮定すれば説明がつくと考えられる。ただし、その一方で、ダストエンベロープの光学的深さの変化によって、これらの相関関係を説明することも理論的には可能である。この問題を追及するためには、回転遷移状態が異なるラインも含めて、より多くのラインを同時に観測する必要がある。

¹⁾ 現在の所属: Department of Physics, University of Hong Kong

A Spitzer IRS Low-Resolution Spectroscopic Search for Buried AGNs in Nearby Ultraluminous Infrared Galaxies—A Constraint on Geometry between Energy Sources and Dust—

Spitzer 赤外線天文衛星 IRS 分光器を用いた低分散分光による、超高光度赤外線銀河中に埋もれた AGN の探査: エネルギー源と塵の空間分布への制限から

今西昌俊 (国立天文台), et al.

ApJS, 171, 72 (2007)

太陽の 10^{12} 倍以上もの莫大な光度を、赤外線で放射している天体を、超高光度赤外線銀河 (ULIRGs) と呼ぶ。その莫大な赤外線光度は、塵 (ダスト) の向こう側に非常に強力なエネルギー源が存在し、そこからのエネルギー放射が一度周囲の塵に吸収され、赤外線で熱再放射されていることを意味する。星生成、活動銀河中心核 (AGN) のどちらが主要なエネルギー源かを区別することは、この種族の正体を正しく理解するだけでなく、初期宇宙の塵に隠された側での AGN と星生成の結び付きの解明とも密接に関係する。

ドーナツ (トーラス) 状の塵に隠された AGN ならば、トーラスと垂直方向に AGN からの電離放射が十分漏れ出るので、可視光線分光観測で、AGN のサインを比較的容易に見つけることができる。しかしながら、ULIRGs の中心核には大量の塵が集中しているため、存在しているであろう AGN は、全方向、塵の奥深くに埋もれてしまい、見つけるのが困難になる。このような埋もれた AGN のエネルギー重要性を見積もることが ULIRGs 研究において、今最も重要なテーマになっているが、その目的には、塵吸収の影響の小さな波長での観測が必須である。その一つに、波長 5–35 μm の赤外線分光観測がある。この波長帯に観測される PAH (芳香族炭化水素) 放射と塵吸収フィーチャーの等価幅に基づく従来からの診断法に加え、異なる波長での塵吸収フィーチャーの光学的厚さの比較から、エネルギー源と塵の空間分布、すなわち、星生成のように両者が空間的に混在しているか？、あるいは、埋もれた AGN のようにエネルギー源が塵に比べて中心集中しているか？、を分光学的に区別する独自の手法を、われわれが見いだしたからである。

われわれは、サイクル 1 のわれわれ自身のプログラムに、アーカイブデータを加え、可視光線で AGN のサインのない近傍 ULIRGs の完全なサンプルに対して、Spitzer 赤外線望遠鏡 IRS 赤外線分光器による、波長 5–35 μm の低分散スペクトルを取得した。そして、約半数の ULIRGs で、強力な埋もれた AGN のサインを見いだした。埋もれた AGN は、ULIRGs で一般的に存在するようである。