

Evolution of Molecular Abundance in Gaseous disks around Young Stars: Depletion of CO Molecules

Y. Aikawa, S.M. Miyama, T. Nakano, & T. Umebayashi
Astrophysical Journal, in press (1996)

太陽系のような惑星系は、生まれたばかりの星を取り巻く原始惑星系円盤のなかで形成されたと考えられている。技術の進歩によってこの円盤の存在は観測的にも確認されるようになった。特に近年は円盤内のガス分子の輝線をとらえられるようになり、従来のダストの観測との組み合わせによって惑星系形成について多くの情報が得られると期待される。しかし、個々の分子輝線のデータから円盤の進化の全体的描像を得るためには、円盤の分子化学組成を正確に知っておかなくてはならない。

例として一酸化炭素(CO)の減損が挙げられる。現在までの観測は主にCO輝線で行われており、星間空間の化学組成を仮定してそのデータから円盤の質量が見積られた。円盤の質量は円盤の進化を考える上で最も基本的な物理量である。しかし分子輝線から求められた質量は、ダストから求められた質量よりけた違いに小さくなるのが指摘されたのである。

我々はガス分子のダストへの吸着蒸発過程まで考慮した化学反応ネットワークを数値的に解き、円盤内での分子化学組成の進化を調べた。そしてCO分子の分布を求め観測結果と比較した。その結果、中心星から離れた20Kより低温の領域ではCO分子がダスト上に凍りつき、気相の化学組成は星間空間とは全く異なることが分かった。即ち上記の観測事実は円盤の低温部でCO分子が氷になっているためと考えられるのである。我々のモデルによればCOガスの柱密度は温度が約20Kとなる半径を境に大きく変わるので、輝線観測を高分解能で行えば円盤の温度分布の指標となるであろう。また円盤低温部でのCOガスの凍りつきは時間とともに進行するためガス分子の減少の程度から円盤の年齢が推定できる可能性もある。

相川祐理 (東大理)

原始惑星系円盤での空隙の形成 Gap formation in protoplanetary disks

T. Takeuchi, S. M. Miyama, D. N. C. Lin
Astrophysical Journal, 460, 832-847(1996)

原始惑星の重力によってひきおこされる原始惑星系円盤の構造の変化を求めた。原始惑星は、自分の軌道のまわりにある原始惑星系円盤のガスを押しのけて、ガスのない空隙を円盤内に形づくる。粘性の小さい原始惑星系円盤ではこの空隙の幅はかなり大きくなり、惑星の軌道より内側にある円盤ガスすべてが中心星に落ち込んでしまうことがわかった。これは以下のように説明される。

原始惑星のそばにある円盤ガスの運動は、原始惑星の重力によってかき乱される。このガスの運動の乱れは、密度波(音波)となって円盤内を伝わっていき、円盤内のガスの運動が次々とかき乱されていく。密度波が伝播するさいに、惑星の軌道より内側にある円盤ガスは角運動量を失い中心星に向かって落下し、外側にあるガスは角運動量を得て中心星から遠ざかっていく。このようにして惑星の軌道のまわりにはガスがなくなり空隙が形成される。この空隙の幅は、密度波が伝播し運動がかき乱された領域の大きさによって決定される。原始惑星系円盤の粘性が小さければ、密度波はガスの粘性によって減衰を受けることなく遠くまで伝播するので、空隙の幅は大きくなるのである。もし、密度波が中心星に達するほど粘性が小さければ、惑星軌道の内側にある円盤ガスは全て中心星に落ちこんでしまう。

この惑星重力によるガスの中心星への落下は、原始惑星系円盤のガスの散逸の有効なメカニズムになると思われる。また、密度波の伝播によってできた幅の広い空隙は、これまでに赤外線および電波によって観測された若い連星系における原始惑星系円盤の空隙をよく説明することができる。

竹内 拓 (総研大)