

GRRM により探る星形成領域の複雑な有機分子

前澤裕之(大阪公立大学理学部 宇宙・高エネルギー物理学講座)

これまで隕石からアミノ酸や核酸塩基などの生体高分子が検出されており、最近でははやぶさ2においてもアミノ酸の検出がホットな話題となっている。地球上で生命が使用しているアミノ酸や核酸塩基などの生体高分子は地球上で作られた可能性もあり、また細胞自身でこれらを形成することも出来る。それでもこうした生体高分子の起源を宇宙に探る理由は、1つには現在の地球上の生命が使用しているアミノ酸のほとんどが光学異性体(L体)からなり、それが隕石からも検出されているためである。

宇宙では星間物質としては水素やヘリウムが主成分であるが、自己重力収縮により分子雲コアから原始惑星系円盤が形成されていく過程で、密度の上昇とともに様々な化学反応が進行する。現在は100を超える分子のスペクトルも検出されている。これら分子の形成ではダストの表面の助けも重要となる。最近では、アグリゲートと呼ばれる密度の低いダストが、分子だけでなく原始惑星系の形成過程にも重要な役割を果たしている可能性が示唆されている。こうした気相・固相からなる星間物質、特に分子雲/暗黒星雲はおよそ10~数+K程度の低温環境にあるが、内部で星が形成され始めると原始惑星系円盤中心近傍は1000Kを優に越える高温や紫外線~赤外線にさらされる。近年、こうした星形成領域において、化学的環境・分布の多様性も見出され、物理的な形成・進化過程の違いが影響している可能性も示唆されるようになってきた。こうした星間空間における多様な環境が、地球にも供給したかもしれない生体高分子の形成にどのように影響するのかが今後重要な研究テーマとなる。

こうした星間分子の気相シミュレーションは、分子雲の時間進化(密度変化)も考慮し、700を超える分子・原子・イオンや7500を超える反応ネットワークを実装した時間依存の化学数値計算により展開されている。ただし、星間ダスト表面や彗星・隕石などでの分子の形成プロセスを直接観測的に捉えることは難しく情報が限られているため、アミノ酸や核酸塩基などの生体高分子とその構造異性体までをカバーしたモデルは未開拓となっている。

現在、我々は開発したプラズマシステムを用いて、こうした星間物質を模したアグリゲート状のダストを形成し、そこで生成される分子とその形成過程について実験的な探索を行い、電波望遠鏡による星形成領域の分子の観測との比較を推進している。プラズマ分光診断では、可視分光や質量分析装置以外にも、電波天文観測のために開発した超伝導ミキサ検出素子を搭載したミリ・テラヘルツ波ヘテロダイナミック分光を行うことで、気相分子を同定している。実際にプラズマ放電により有機分子を合成すると、固相として様々な構造異性体も形成・積層されてくる。このため、構造異性体まで含めた分子の形成過程の多様性のモデル化が鍵を握り、GRRMを用いた探索に着手させて頂いた次第である。本講演では、これらの背景や望遠鏡による観測、実験、そして現在GRRMで着手しつつある取り組みについて報告する。