

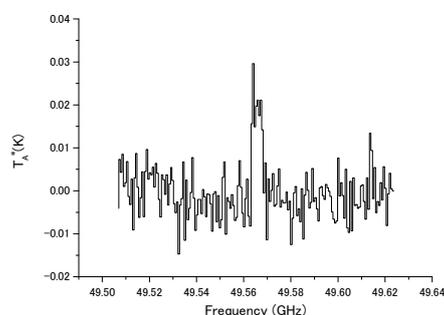
ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	1. 分子分光学および分子集合体の構造
中項目	1-1. 高分解能分光
小項目	1-1-7. 星間分子の高分解能分光

概要（200字以内）

星間空間で存在が確認されている分子は130種以上になるが、その多くは電波観測で同定されている。最近の負イオン C_6H^- , C_4H^- の電波スペクトルは宇宙におけるその存在を初めて確定した（図）。星間化学反応中間体として重要な役割を持つ環状- $C_3H_3^+$ イオンなどの実験室データ、アミノ酸など生体関連分子の実験室での分光と星間空間での観測が課題である。可視・近赤外領域の未同定線の帰属も依然問題である。

星間分子— C_6H^- , $C_3H_3^+$ の高分解能分光



晩期型星 IRC+10216 における
HCCCCC⁻ の観測スペクトル

現状と最前線

星間空間で存在が確認されている分子は130種以上になる。その多くは電波での観測の結果であり、現状は以下のようにまとめられる。(i)オリオン分子雲などの星形成領域には多くの未帰属ラインが残されている。それらは $HCOOCH_3$ のような有機化合物の振動励起状態における純回転遷移である可能性が高い。(ii) HD_2^+ など重水素置換物が異常に多く存在している天体が見つまっている。(iii)晩期型星周辺部では多くの炭素鎖分子が検出されているが、未同定のスペクトル線も多数残っている。星形成領域と異なり、有機化合物は少ないので、それら未同定線は未知の金属化合物によるかも知れない。(iv) 酢酸、アセトアミドなど、いわゆる Pre-biotic molecules の観測が報告されているが、アミノ酸など生体関連分子の検出は確定されていない。(v) 陽イオン種はこれまで13種類検出されているが、負イオンは最近電波スペクトルが帰属された C_6H^- , C_4H^- のみである。

日本、アメリカ、ヨーロッパの共同で建設中の大型電波干渉計 ALMA による観測では現在に比べて1桁以上の感度の向上が期待できるので、星形成領域における未同定線の数も格段に増えるだろう。それゆえ内部回転などをもつフロッピーな分子の低い振動励起状態における回転スペクトルデータが ALMA で観測可能な全周波数域で望まれる。具体的には、 CH_3OH , CH_3CHO , C_2H_3CN , $HCOOCH_3$, CH_3CONH_2 , C_2H_5OH などである。

このような星間分子が現在の地球上での生命体と如何なる関係があるか興味ある問題である。観測的に最も関心を持たれているのは、アミノ酸他生命関連有機分子の存在である。最も簡単なアミノ酸グリシンについては電波望遠鏡での探査が行なわれたが、検出について相反する結果が報告されていて確定的でない。アミノ酸は蒸気圧の関係から比較的高温の狭い領域に存在している可能性が高いので、小さなビーム幅をもつ望遠鏡での新しい高感度な検出システムが必要である。現在計画中の大型電波干渉計での観測は一つのアプローチであろう。

電波では観測できない H_2 , H_3^+ , C_2H_2 , CH_3^+ , CH_3 , CH_4 等の中で CH_3^+ は炭素化合物生成に重要な中間体だが未だ検出されていない。星間化学反応では存在が予想されるので大型赤外望遠鏡に搭載された高分散分光器により検出が期待される。

実験室での星間分子の赤外スペクトル測定は必ずしも十分ではない。たとえば純回転スペクトルがいくつかの天体で既に観測されている C_3H , C_4H , C_5H , C_6H , C_7H , C_8H ラジカルの赤外スペクトルは実験室でも未だ測定されていない。赤外領域ではほとんどあらゆる分子が吸収を持つので、高感度化が実現できれば、応用の可能性は高い。また電波で観測できない正三角形の $C_3H_3^+$ は星間空間で検出されている環状- C_3H_2 , 環状- C_3H , 直線状- C_3H_2 , 直線状- C_3H の前駆体と推定され多くの研究者が検出を試みてきたが、実験室データも得られていない。その検出は星間化学に重要な位置を占めている。

1930年代の可視領域における吸収スペクトルとしての発見以来、天体観測者、実験科学者の興味を引きつけてきた未同定スペクトル線 (DIBs) の帰属に対して、多くの仮説が提案されているが依然未解決のままである。DIBs が観測されている天体方向で赤外線吸収スペクトルが観測できれば、その特性吸収 (CH, OH, NH 結合はそれぞれ特有の波長に吸収を持つ) によりキャリアーの解明に貢献できる。そのためには背景の星を光源とした弱い吸収スペクトル線を観測できる高感度システムが必須である。また確認のための実験室分光測定も必要である。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
星形成領域に存在する安定分子の振動励起状態の分光
 C_4H , C_6H , C_8H などの赤外高分解能データ
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
星間での生体関連分子の検出
キラリティーとの関連

キーワード

星間分子、生体関連分子、電波観測、赤外線観測、星間未同定線

(執筆者: 川口 建太郎)