

地球外有機物の起源解明を目指した
蛋白質骨格シアネートイオンの実験室生成と分光測定

Laboratory Production of Protein-Skeleton Cyanate Ion and its Spectroscopic
Measurement to Clarify Origin of Extraterrestrial Organic Materials

東京理科大学（現：マックスプランク地球外物理学研究所） 荒木光典

地球外生命の発見を目指すにあたり、地球の生命と地球外の生命の共通性は大きな関心事である。生命の起源は、彗星により原始地球に運ばれた有機物されている。もしその有機物が原始太陽系形成の少し前にその周辺で形成された若い物質ならば、有機物の歴史は短いことになる。有機物の化学進化は宇宙の局所な現象となり、宇宙全体では“生命の多様性が高い”ことになる。逆にもし、その有機物が原始太陽系形成のはるか以前に形成された古い物質ならば、有機物の歴史は長いことになる。有機物の化学進化は何処でも共通の原料を利用した現象となり、“生命の普遍性が高い”ことになる。仮説の検証のカギを握るものは、希薄な星間分子雲 Diffuse Cloud の化学組成である。この雲は原始太陽系の形成のはるか以前から存在するため、ここに有機物を含む豊富な化学組成があれば、有機物の歴史は長いことになる。Diffuse Cloud の化学組成の解明には、そこで可視光で観測されている未同定の吸収線の同定が必要である。ゆえに、実験室で人工的に分子を生成し、その吸収線を未同定吸収線と比較しなければならない。

本研究では、計画段階において、シアネートイオン NCO^+ に着目した。しかし、実験室における人工生成が難しく、測定できなかった。そこで、星間空間にシアン化物が多いことから、ハロゲン化シアンに注目した。特に塩素 (Cl) は星間空間に最も多く存在しているハロゲン類の元素であるため、 ClCN^+ が未同定吸収線の有力候補となる。この分子の電子遷移の波長はすでに正確にわかっている。ところが、電子遷移により可視光を吸収する際の、分子構造の変化量がわかっていない。ゆえに、星間空間における吸収線のスペクトル形状である回転プロファイルが推定できない。回転プロファイルが分かれば、未同定吸収線とこの分子の定吸収線を比較し、未同定吸収線を同定できる可能性がある。この回転プロファイルの推定を本研究の新たな目的とした。

そのため、可視光を吸収する際に ClCN^+ と同様の分子構造変化を起こす ICN^+ に着目した。この分子のスペクトルは、これまでにキャビティーリングダウン分光装置により測定できていたが、不純物のシグナルが大量に混合し、解析できない状況にあった。そこで不純物だけを生成して、そのスペクトルを取得した。そして、差分を得ることにより、不純物との混合スペクトルの中から純粋な ICN^+ のスペクトルを得ることに成功した。つづく解析により、 ICN^+ について、分子構造変化量の実験値を決定した。この実験値を基準にした理論計算から、 ClCN^+ の分子構造変化量を明らかにできた。そして、星間空間における ClCN^+ の吸収線の回転プロファイルが正確に推定できるようになった。その結果、今後の天文観測で ClCN^+ の吸収が未同定吸収線として検出されれば、回転プロファイルの一致により、正確に同定することが可能になった。

なお、本研究で用いた測定装置について、その技術の向上を目指し、2021年12月と2022年12月に、それぞれ第3回と第4回のキャビティー分光ユーザーズミーティングを zoom にて開催した。海外からの招待講演も含め、各5件と4件の講演が行われた。両年度とも50人以上の参加があり、活発な議論と情報交換が行われた。(http://molecules-in.space/umcs/)

【参考文献】

- Araki *et al.*, Journal of Molecular Spectroscopy, **388**, 111675-111675 (2022)
- 荒木光典、「星間分子の探査と深淵なるその実態」、日本光学会機関誌「光学」、**25**, 36-40, (2023)