

星間炭素鎖分子と謎の吸収線 (Diffuse Interstellar Bands)

岡 武史 シカゴ大学、天体物理教室、化学教室、Enrico Fermi 研究所

僕達が直線炭素鎖分子 $\text{HC}\equiv\text{CC}\equiv\text{CC}\equiv\text{N}$ (HC_5N) を電波望遠鏡で発見したのは 1975 年 11 月 12 日です。その後 2 年位の間に HC_7N と HC_9N が見つかりました[1]。三つの分子の回転スペクトルが手製のマイクロ波検波器の僅か 700MHz の帯域にすべて入ったのは大変好運でした。しかし何よりも協同観測者であった Kroto さんが炭素鎖化合物を伸ばす実験をして、まったく予期していなかった C_{60} を発見したのは凄い好運でした[2]。

それから丁度 36 年、2011 年 11 月 12 日に可視領域の謎の吸収線、Diffuse Interstellar Bands (以下 DIBs)の中に炭素鎖分子を"見た"時は戦慄し、鳥肌が立ちました。頭の回転が遅いので、鳥肌はじわじわと立ちました。その後この問題はいろいろな観測結果に飛び火し、ここ数年忙しくなりました。今日はその話をしたいと思います。

DIBs は主に可視領域に観測される、電子遷移の強く幅の広い吸収線です。ある程度赤味がかかった星の方向には必ず観測され、可視吸収は今まで 300 以上の星の方向に見えています。吸収線の数は 500 本くらいで、線により形が違います。吸収線が最初に見えてから 100 年以上、多数の優れた天文・分光学者が、吸収線を与える分子について推測しましたが、いまだに定説がありません。長命だった Fermat の最終定理と似ています。

僕はシカゴ大学の DIBs 観測グループに属しており、この大問題を解きたいと野心を燃やしていました。しかし十万本もある吸収線を漫然と眺めていたのでは、神経衰弱になるのが落ちです。僕には問題解決の糸口となる、Rosetta stone が必要でした。それで 4 年足らず前、僕たちの観測から、Herschel 36 (Her 36) という星の方向の DIBs が非常に特徴的[3]で、それが炭素鎖分子を示唆していると知ったとき鳥肌が立ったのでした。

Herschel 36 の視線方向が他の星と画然と違うのは、 CH^+ と CH の回転状態が励起されていることです。これは星間空間の輻射温度が高いことを示しています。 CH^+ と CH の吸収線に対するこの効果は小さいが、DIBs に対する効果は絶大です。これを説明するには輻射と衝突による分子緩和を計算する必要がありました。これは霜田光一先生から相続した二重共鳴を使って修行した僕の数少ない得意技なので、観測した吸収線を極性分子と非極性分子にわけて、Herschel 36 の方向の DIBs を説明することができました[4]。

第二の Rosetta stone は 5797.1 \AA に観測される明らかに Parallel band と思われる特徴的な線形をもった DIB です。この場合は輻射温度は宇宙マイクロ波背景放射の 2.73K に近いので、計算は比較的簡単です。この結果この DIB を示す分子は、重い原子を 5 から 7 個くらい含む炭素鎖分子であることが示唆されました[5]。その他続々と Rosetta stone が出てきています。鳥肌は少なくともあと 5 年は消えそうにありません。

[1] T. Oka, "My 45 years in Astrochemistry" Section 2. **2013**, J. Phys. Chem. 117, 9308

[2] H. W. Kroto, "C₆₀, The Celestial Sphere that Fell to Earth" **1992**, Angew. Chem. 31, 111

[3] J. Dahlstrom et al. "Anomalous DIBs in the spectrum of Her 36. I" **2013**, ApJ, 773, 41

[4] T. Oka et al., "II. Analysis of radiatively excited CH^+ , CH , and DIBs" **2013**, ApJ, 773, 42

[5] J. Huang & T. Oka, "The size of the carrier of the $\lambda 5797.1$ DIB" **2015**, Mol. Phys. In press.