

星間塵表面反応による赤外発光 分子雲形成領域の新しい観測プローブ

高橋 順子

理化学研究所 情報基盤研究部 計算科学技術推進室

〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

E-mail: junko.takahashi@nao.ac.jp

【理論化学+理論天文学の研究から導かれた新しい観測プローブ】

星間水素分子は、星間塵表面上での水素原子再結合反応 $H + H \rightarrow H_2$ によって形成される際、塵表面と水素分子との相互作用下での生成熱 (= 4.5 eV) の再分配過程の結果、高い振動回転状態に励起されることがわかった (Takahashi et al. 1999)。これを形成励起 (Formation Pumping) 機構という。星間塵表面上での Formation Pumping 機構によって高い振動回転励起準位に上げられた水素分子は、やがて自然発光過程によって赤外線を放射する。このことは、紫外線励起起源や衝突励起起源が無い星間空間において、Formation Pumping による水素分子の赤外発光が観測される可能性を示唆する (Duley & Williams 1993)。

Takahashi and Uehara (2001) は、Formation Pumping による水素分子の振動回転励起分布の新しいモデル関数を作成し、分子雲形成領域において水素分子の Formation Pumping 過程および紫外線励起過程と自然発光過程が準平衡状態にある場合の赤外発光スペクトルを計算した。その結果、低い回転準位からの遷移線（例：1-0 S(1)）は紫外線強度に強く依存するのに対し、高い回転準位からの遷移線（例：1-0 S(7), 2-1 S(5)）は Formation Pumping のみに支配されて紫外線励起にはほとんど影響を受けないことがわかった。Formation Pumping による赤外発光スペクトルには、星間塵表面の種類による差異も見られる。

以上のことから、Formation Pumping による水素分子の赤外発光スペクトルは、分子雲形成領域を観測するための新しい有力なプローブになると考えられる。これは、分子雲が形成途上の領域においてのみ観測可能な強度を持つ。また、星間塵表面上での水素分子形成過程そのものを直接観測するためのプローブにもなり、星間塵の種類についての情報や、水素分子のオルソ／パラ比についての情報も得られる。さらに、従来は水素分子の赤外発光が観測できるとは予想もされなかつた紫外線励起起源も衝突励起起源も無いような星間空間においてそれが検出される可能性を示す。Formation Pumping 光の検出は、理論化学と理論天文学の研究から導かれた、天文学の新しい観測テーマであると言える。

【分子雲形成領域における Formation Pumping 光の観測計画】

純粋な Formation Pumping 光を検出するためには、強い紫外線励起起源や衝突励起起源が無い分子雲形成領域を観測する必要がある。その条件を満たす天体として、HI 雲を伴う高銀緯分子雲 MBM 11 を選んだ。まず、野辺山 45m 電波望遠鏡による ^{12}CO ($J=1-0$) emission の観測により、この天体における分子雲形成領域の場所を探した。次に、その場所へ向けて、すばる望遠鏡 IRCS-echelle による近赤外分光観測を行うことにより、Formation Pumping 光を検出する計画である。2001 年のクリスマスの夜、我々は、分子雲形成領域における世界で初めての Formation Pumping 光の検出を目指す。

共同研究者：高橋順子（理研）、上原英也（SGI）、斎藤正雄（Harvard-Smithsonian CfA）、臼田知史、臼田-佐藤功美子、小林尚人、阪本成一、立松健一（国立天文台）

【参考文献】

- 1) 高橋順子、「塵の上でつくられる宇宙の水素分子」、パリティ、2001 年 5 月号、24–30.
- 2) Takahashi, J., Masuda, K., Nagaoka, M., "Product Energy Distribution of Molecular Hydrogen Formed on Icy Mantles of Interstellar Dust," ApJ, 1999, 520, 724–731.
- 3) Takahashi, J., Uehara, H., "H₂ Emission Spectra with New Formation Pumping Models", ApJ, 2001, 561, 843–857.