

P117a 水素分子オルソパラ比の時間進化の簡易モデル構築

小道雄斗 (東京大学), 古家健次 (理化学研究所)

分子雲の主成分である水素分子は、2つの水素原子のスピンが平行であり回転遷移 $J = 1, 3, 5, \dots$ に対応するオルソ水素分子と、スピンが反平行であり回転遷移 $J = 0, 2, 4, \dots$ に対応するパラ水素分子の2つに大別される。それぞれの基底状態間のエネルギー差は約 170 K と、分子雲の典型的な温度である約 10 K と比べて十分大きく、分子雲におけるガスの熱状態や星間分子の重水素濃縮の効率はオルソ水素分子・パラ水素分子の存在度比 (オルソパラ比) に依存する。そのため、分子雲における水素分子のオルソパラ比の推定は重要な課題である。

低温ガスにおける水素分子のオルソパラ比を観測から直接推定することは困難である。また、オルソ・パラの転換は主に気相反応及びダスト表面での核スピン転換によって進むことが、理論・実験的研究により明らかにされてきた。これらの状況を踏まえて、オルソパラ比とその進化は、水素分子をオルソ・パラに区別して考慮した化学反応ネットワーク計算によって調べられてきた。しかし、そのような化学反応ネットワークは膨大な数の化学反応を要するため、取り扱いの難しさが問題視されてきた。

我々は、水素分子のオルソパラ比の時間発展方程式を導出し、それを水素分子のオルソ・パラの区別を要さない化学反応ネットワーク計算と同時に解く手法を開発した。本手法では、水素分子の形成・破壊、気相での陽子との反応によるオルソ・パラ転換、そしてダスト表面での核スピン転換など、オルソパラ比の進化に重要な過程を適宜モデル化した上で考慮している。本手法とオルソ・パラ水素分子を含んだ詳細な反応ネットワークそれぞれの計算結果を比較したところ、本手法でも十分な精度でオルソパラ比の推定が可能なが分かった。本講演では、以上の内容について報告するとともに、本手法の応用についても議論する予定である。