

## 星のかなたの放射線化学

東京工業大学 名誉教授

佐藤 伸



30年ほど前からフランス・レンヌの R. A. Rowe とイギリス・バーミンガムの I. W. M. Smith らが開発した CRESU (Cinétique de Réaction en Ecoulement Supersonique Uniforme) 法によって低温のイオン・分子およびラジカル・分子反応の速度定数が測定されるようになった。彼らが目指しているのは、現在発見されている 178 種におよぶ星間分子 (大半はラジカルとイオン) の生成機構の解明である。星間分子は 10 K 近い低温のなか、各種の放射線の存在下で生成消滅を繰り返している。低温なので、ここで起きている反応は反応障壁の高い Arrhenius 型の反応ではない。初期過程は障壁のない会合反応である。イオン・分子反応はもちろん、ラジカル・分子反応でも温度が下がるほど速度は速くなる。これらの反応の速度定数は、しばしば温度の逆数に比例するとして表現されている ( $k = a/T^n$ )。しかし、この速度式は温度が 0 K に近づくと無限大に発散する。実はこの数年、私はもっと良い式がないかと探してきたが、まだ成功していない。

現在、わが国での放射線化学の実験は電子加速器からの電子線照射と ESR スペクトルを調べるための  $\gamma$  線照射が中心のようだけれども、思い切って低温に眼を向けたらどうだろうか。低温の技術は、わが国の特技であるし、宇宙化学を気にしておられる天文学の方々とも共同研究できたらよいと思う。化学というと、比較的小さな研究室の研究で、多くのノーベル賞受賞者が出てしまったので、わが国では大きな予算が取り難いかもかもしれないが、

低温イオン・分子反応では、イオントラップを利用して  $\text{NH}_3^+ + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}$  の反応が上智大の方々によって研究されている。この反応は星間空間でアンモニアが生成する最終段階の反応だそうである。寡聞で申し訳ないが、このような低温化学反応をわが国のどこか

別の研究室でも行なっておられるかもしれない。因みに、アリゾナの R. A. Smith らはフリー・ジェット・フロー・リアクターで 1 K 以下の温度での希ガスイオンの会合反応の速度定数を測定している。しかし、反応機構は十分には説明できていない。

反応速度論は、水素原子・分子反応 ( $\text{D} + \text{H}_2 \rightarrow \text{DH} + \text{H}$ ,  $\text{H} + \text{D}_2 \rightarrow \text{HD} + \text{D}$ ) が、2003 年に純量子力学的に計算されてから、その方法をそのまま 3 電子より多い多電子系へ拡張するのが難しいので、少し頓挫しているようだけれども、低温におけるラジカル・分子反応やイオン・分子反応は、これからもっと研究しなくてはならない分野である。理論ではケンブリッジの D. C. Clary, ゲッティンゲンの J. Troe らが手を染めているけれども、実験も理論もまだ始まったばかりである。

残念ながら 87 才の私は見守っているだけである。

Interstellar Radiation Chemistry  
Shin Sato (Professor Emeritus, Tokyo Institute of Technology),  
〒232-0034 神奈川県横浜市南区唐沢 7  
E-mail: sato-s@mvh.biglobe.ne.jp