

## A242a 実験室酸素窒素プラズマの電子エネルギー・振動励起の非平衡性

赤塚 洋 (東工大)

酸素や窒素など分子性プラズマ中での、励起状態や電子エネルギー分布関数 (EEDF) の非平衡性は、励起種数密度の理論的検討、大気上空のエネルギー緩和過程、あるいはプラズマ酸化・窒化等の応用プロセスで重要である。

実験室の窒素プラズマでは、振動励起状態分布 (VDF) と EEDF の非平衡性が重要である。分子の X 状態の振動励起状態について、生成消滅の釣り合いを素過程に基づき立式するには、電子衝突振動励起 (e-V 過程)、振動振動交換過程 (V-V 過程)、振動並進緩和過程 (V-T 過程) につき、逆過程を全て含めて考慮する。その際、EEDF が重要な役割を演じる。EEDF の高エネルギーテール成分は、いわゆる超弾性衝突により大きくなりうるからである。同様に、e-V 過程の速度係数の決定に EEDF が重要となる。従って、理論的な解析には、振動励起状態に関するレート方程式と、EEDF を求めるための Boltzmann 方程式を連立して Self-Consistent に扱わねばならない。

結果として、 $N_2$  の VDF は振動量子数の増加と共に、急-緩-急という特徴的な勾配を示す。また、EEDF に関しても、2.5 – 3 eV 付近に急激な減少を示し、何れも非平衡となる。計算結果の妥当性は、例えば電離進行プラズマを実験室で生成し、計算で求めた X 状態振動分布に Franck-Condon の原理を適用して発光分光計測で求めた C 状態の振動励起分布とクロスチェックすることが可能で、両者は良い一致を示すことが確認された。

酸素プラズマの場合も、励起種の数密度を理論検討するには、EEDF を求めるべく Boltzmann 方程式を連立して解くことが重要で、これを怠ると例えば解離度などが非現実的に大きくなってしまふ。このように、EEDF と励起種密度は不可分の関係にある。電離圏のプラズマでもガス温度に比して電子温度がかなり高いことが報告されているが、振動励起と EEDF の超弾性衝突による相互作用が本質的であることに起因していると考えられる。