

星間塵放射の温度依存性とスペクトル指数に対する多準位系量子効果の影響

○梨本 真志¹ (1.新居浜工業高等専門学校)

星間塵放射は遠赤外線からマイクロ波にわたる広帯域放射を担っている。その放射特性の解明は、星間物質の物理状態や星形成環境の理解に加え、宇宙背景放射観測における前景放射成分の評価などの観点からも重要である。特にアモルファス星間塵では、放射スペクトルの温度依存性やスペクトル指数の変化が観測的に示唆されており、その起源として無秩序固体に特有の量子効果が議論されている。これまで、そのような量子効果を記述するモデルとして、原子や原子団が二つの安定状態間を量子的に遷移する二準位系 (TLS) モデルが広く用いられてきた。しかし、実際の無秩序固体中にはより複雑な局所ポテンシャル構造が存在すると考えられ、星間塵に対するTLS近似の妥当性や限界については十分に理解されていない。

本研究では、星間塵を構成する原子が非調和ポテンシャルに束縛されていると仮定し、多準位系に由来する量子効果が星間塵放射へ与える影響を調べる。特に、四次非調和ポテンシャルを用いて単井戸型および二重井戸型ポテンシャルを統一的に記述し、その量子準位構造および遷移確率から吸収・放射スペクトルを計算する。

放射スペクトルを第一原理的に計算するための数値計算コードの開発を進めており、準解析解が得られる既知のポテンシャルに対する検証計算では期待される結果を再現することを確認した。また、大規模なパラメータ探索や観測データとの比較に向けて計算手法の高速化を進めている。

講演では、多準位系モデルにおけるエネルギー準位構造の特徴を示すとともに、非調和性やポテンシャル形状の違いが星間塵放射の温度依存性およびスペクトル指数へ与える影響について報告する。また、従来のTLSモデルとの比較を通して、多準位系量子効果が観測される温度依存性およびスペクトル指数の理解に果たす役割について議論する。