

原子分子データベースとデータ評価

Atomic and Molecular Databases and Data Evaluation

核融合研¹, 総研大², 九大総合理工³ ○村上泉^{1,2}, 加藤太治^{1,3}

NIFS¹, SOKENDAI², Kyushu Univ.³, °Izumi Murakami¹, Daiji Kato^{1,2,3}

E-mail: murakami.izumi@nifs.ac.jp

プラズマの物理状態を調べるプラズマ診断の基本的な方法のひとつに分光診断がある。プラズマからの発光線の強度や強度比からイオン密度、電子密度、電子温度などを評価することができ、天体プラズマや核融合プラズマをはじめ、様々なプラズマで用いられている。発光線強度や強度比の電子温度、密度依存性の精度が高いほど信頼性の高い評価を行うことができる。発光線強度は、考えている遷移の上準位の占有密度（ポピュレーション）と遷移確率の積で得られ、ポピュレーションは、イオン密度、電子密度、電子温度に依存しプラズマ中の様々な衝突過程によって決まる。このポピュレーションは、非常に密度が低い場合はコロナ近似、高い場合は局所熱平衡で単純化して求められるが、通常は様々な原子過程を考慮したレート方程式を準定常近似で解く衝突輻射モデルで計算できる。このモデルに電子衝突励起速度係数や遷移確率といった多数の原子データを用いており、これらの原子データの信頼性が高いことが求められる。

従来のデータ評価の方法は、既存のデータを収集し、一つ一つ比較して、ある基準の下に、一番よいと思われるデータを選び出して推奨データとし、あるいは、エネルギー範囲ごとに異なる手法で計算された断面積データを、補完しながら連続したもっともらしい曲線を推奨データとしている[1,2]。この方法は比較すべき原子過程の数がそれほど多くない場合には有効だが、例えば高Z元素の多価イオンのように1万以上のエネルギーレベル間の電子衝突励起レートとなるとほぼ不可能である。電子衝突励起レートの計算方法、計算上の仮定などを比較して、推奨データセットを選んだり[3]、衝突輻射モデルの中にデータセットを用いて計算した発光線強度比を実験値と比較してより良いデータセットを選ぶ方法もある[4]。後者は、K殻～M殻イオンの場合は発光線が離散的なので有効だが、N殻イオンや高Z多価イオンは、多数の発光線が重なり合ったUnresolved Transition Array (UTA) と呼ばれる構造を形成するため[5]、不適當である。このような発光線構造を持つイオンの分光モデルや原子データを評価するためには、統計的な手法が必要となる。新しいデータ評価手法に対する要求事項や統計的評価の可能性について議論する。

References

- [1] I. Murakami et al., *At. Data Nucl. Data Tables*, **94**, 161 (2008)
- [2] I. Murakami et al., *Fusion Sci. Technology*, **63**, 400 (2013)
- [3] I. Murakami et al., *At. Plasma-Material Interaction Data for Fusion*, **17**, 129-159 (2017)
- [4] N. Yamamoto et al. *Ap.J.*, **689**, 646 (2008)
- [5] K. Asmussen et al., *Nucl. Fusion*, **38**, 967 (1998).