

原子衝突断面積の計算（入門編）

加藤太治^{1,2}

¹核融合研、²九大

原子衝突断面積は、プラズマの発光スペクトルや粒子輸送をモデル化する上で重要な基礎データ（しばしば原子過程データと呼ばれる）のひとつです。プラズマ中の原子衝突過程は複雑ですが、すべての衝突過程を切り出して個々の断面積を実験的に測定することは非現実的です。したがって、多くの場合、断面積データを理論計算によって求める必要があります。そこで、本チュートリアルでは、プラズマ研究を志す大学院生および若手研究者を対象として、原子衝突断面積データの計算を行うために必要な基礎知識を習得してもらうことを狙いとしています。限られた時間のため、主に原子・イオンによる電子散乱を取り扱います。予定している講義内容は以下の通りです。

- 電子波の散乱振幅（位相のずれ）
量子力学の世界では、電子は波動として取り扱われます。散乱とは、自由電子の波動が標的との相互作用によって乱されることです。散乱断面積は、電子波に生じた散乱振幅によって表されます。
- 散乱振幅のボルン近似
定常状態では、標的による電子波の散乱は無限回起こっていることになります。標的との相互作用が弱ければ、多重散乱の影響は無視できる場合があります。そのような場合に、散乱振幅を相互作用の冪で摂動展開して求める方法をボルン近似と呼びます。
- より正確な計算理論（緊密結合法、R行列法）
標的との相互作用が強くなり、散乱の途中で入射電子と標的電子を独立に取り扱うことができない場合に用いられる方法です。緊密結合法は、入射電子が標的の近傍にあるとき、標的が仮想的に励起される効果を表すことができます。R行列法は、これに加えて、特定のエネルギーで入射してきた電子が仮想的に励起された標的に捕獲される過程（共鳴過程）を表すことができます。

参考文献

- [1] プラズマ原子分子過程ハンドブック、浜口智志・村上泉・加藤太治 編（大阪大学出版会）
- [2] 電子・原子・分子の衝突（新物理学シリーズ10）、高柳和夫 著（培風館）