

B16b 近代的 WKB 法に基づく部分電離原子の超高速計算

杉山 慎也、山田章一、高部英明 (阪大レーザー研)

宇宙における様々な現象において、輻射輸送はエネルギーの輸送に最も重要な役割を果たしており、この輻射がどのようにエネルギーを輸送するかを決定しているのが原子過程であり、オパシティーである。オパシティーは輻射輸送、輻射流体コードの開発には欠かすことのできないものであるが、膨大な計算時間を必要とし、電離平衡を仮定して計算しているのが現状である。しかしながら、電離平衡が成り立っている保証はなく、様々な原子、電離状態、遷移に使えるオパシティーコードの開発が望まれている。

More は、半古典近似法を用いて多電子系の波動関数、エネルギー準位、振動子強度を導き出す洗練された、効率のよい計算手法を提案している。それは波動関数を半古典近似法で定義し、さらに積分を少なくすることで、ディラック方程式を解く方法よりも精度を維持したまま、劇的に計算時間の短縮になるというものである。そして、この計算手法の中で使われるポテンシャルは、解析的な任意の多電子系ポテンシャルを選ぶことが出来るので汎用性が高い。

この手法の特性を調べるべく、実際に計算を行い、その精度と計算時間を計った。計算結果は同じポテンシャルを用い、Dirac 方程式を解いて詳細な計算を行った結果と比較し、その精度と有効性を検証した。その結果、エネルギー準位は 1% 以内の誤差で求まった。振動子強度は少しばらつきはあるものの、数十%程度の誤差で収まっていることがわかった。また、計算時間も従来の方法より約 1 万倍程度に短縮できる事が分かった。

この手法を用いることにより、あらかじめ原子データ用意することなく、in line でオパシティー計算を行う新しい輻射輸送、輻射流体コードで非平衡過程天体現象の物理を解明することを目標としている。