

LHD 第一壁に入射する水素原子・ヘリウム原子エネルギー分布の
中性粒子輸送コードを用いた計算

Calculation of Kinetic Energy Distributions of Hydrogen Atoms and Helium Atoms Incident on the LHD First Wall

澤田圭司¹, 坂本隆一², 後藤基志², 中村浩章², 斎藤誠紀³

SAWADA Keiji¹, SAKAMOTO Ryuichi², GOTO Motoshi², NAKAMURA Hiroaki²,
SAITO Seiki³

信大工¹, 核融合研², 釧路高専³

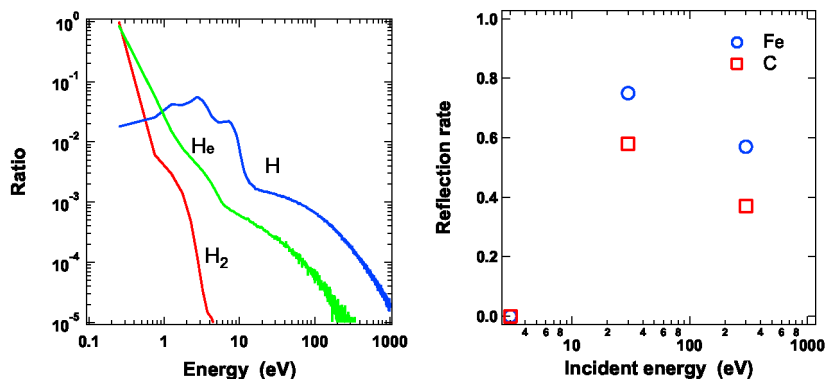
Shinshu Univ.¹, NIFS², NIT Kushiro College³

我々は、核融合プラズマの水素原子・水素分子の反応・空間的な流れ、粒子バランス・エネルギーバランスを理解することを目的として、水素原子・水素分子の内部状態を精密に考慮した核融合周辺プラズマ解析コード（原子・分子衝突輻射モデルおよび中性粒子輸送コード）の開発を行なっている。プラズマ中の水素分子の各種反応の反応速度係数は、例えば分子活性再結合など、分子の電子基底状態の振動・回転状態に大きく依存する。このため我々は現在、電子・振動・回転状態を区別（およそ 4000 の準位を考慮）した水素分子衝突輻射モデル、およびこれを組み込んだ中性粒子輸送コードの開発を進めている。輸送コードでは、分子が解離した際に生成される原子の速度分布が精密に考慮され、また中性粒子同士の衝突も組み込まれている。

現在、これらのモデルを LHD に適用し、水素原子および分子のスペクトルについて、計算結果を分光計測データと比較してモデルの検証を行っている。しかしながら、輸送コードの計算では、プロトンや水素原子・分子が容器壁に衝突した際、(1) 壁から反射・放出されるのは原子なのか分子なのか、(2) 分子であれば振動・回転状態はどうなっているのか、が重要であるにもかかわらず情報は乏しい。

我々のグループでは、今後これらの情報を計算により生産していく計画である。今回は、これに先立ち、予備的な計算を行った。まず、壁に衝突する原子・分子の運動エネルギーを見積もるため、輸送コードにより、仮に原子・分子が壁で鏡面的に反射されるとした計算を行った（左下図）。また、古典的な弾性衝突理論に基づく二体衝突近似モデルにより固体中の原子衝突過程を取り扱う計算コード [1] を用いて、水素原子の反射率を計算した（右下図）。固体内の原子軌道の計算では、固体電子との非弾性衝突、および最も強く相互作用をする 2 原子間の弾性衝突が考慮されている。今後このような計算結果を輸送コードに組み込んでいく。

核融合炉の実現には、ヘリウム原子による炉壁の損耗の評価が重要である。これには壁に当たるヘリウム原子のエネルギー分布が必要である。本研究では、このエネルギー分布についても計算できるように中性粒子輸送コードを整備している。



[1] 斎藤誠紀, 河村学思, 井内健介, J. Plasma Fusion Res. **86**, 690-693 (2010).