

イオン源プラズマで加熱された水素原子の速度分布関数測定 Velocity distribution function measurement of hydrogen atoms heated in an ion source plasma

橋口晴樹¹, 粕谷俊郎¹, 島袋祐次², 東海樹弘¹, 和田元¹

Haruki HASHIGUCHI, Toshiro KASUYA, Yuji SHIMABUKURO, Tatsuhiro TOKAI Motoi WADA

¹同志社大院理工,

Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

²量研NB, NB Heating Technology Group, Naka Fusion Institute, QST

1. 研究背景

中性粒子入射加熱用水素負イオン源において、イオン源内で生成された高速水素原子(H^0)が低仕事関数のプラズマ電極 (PG) 表面に衝突し変換されることで、水素負イオン(H^-)が生成されることが考えられている。PG表面での H^0 から H^- への変換効率は、表面仕事関数とともに、入射した H^0 の速度によっても大きく変化するため、PGへ入射する H^0 の速度と生成される H^- の関係を調査することは重要な課題である。しかし、PGへ入射する H^0 の速度分布関数をイオン源内で直接測定することは困難である。そこで、異なる励起法で生成した水素原子を、回転チョッパーを用いて振幅変調し、所定距離を飛行させたのちにイオン化して検出することで、 H^0 の励起法に対する速度分布関数の依存性を調査している。現在は2.45 GHzの電子サイクロトロン共鳴(ECR)型イオン源を用い、ECRプラズマ中で加熱された H^0 の速度分布関数を飛行時間質量型分析法(ToF)で測定中である。

2. 実験装置

Figure1 は、本研究用に開発した速度分布関数測定系の概略図である。計測に十分な S/N を得るために、 H^0 入射部でのスキミング、液体窒素シュラウドによる残留ガスの低減、イオンポンプと7台のターボ分子ポンプによる差動排気によって超高真空を実現している。ICF70 規格で設計した ECR イオン源は計測系最下部のポートに、鉛直上向きに取り付けている。 H^0 ビームは回転チョッパーにより振幅変調され、自由空間を飛行した後、電子衝撃イオン化法で H^+ へと変換し、偏向磁石を通過した H^+ のみを二次電子増倍管でパルス検出する。検出信号は回転チョッパーのトリガーに、

ToF スペクトルとして出力する。

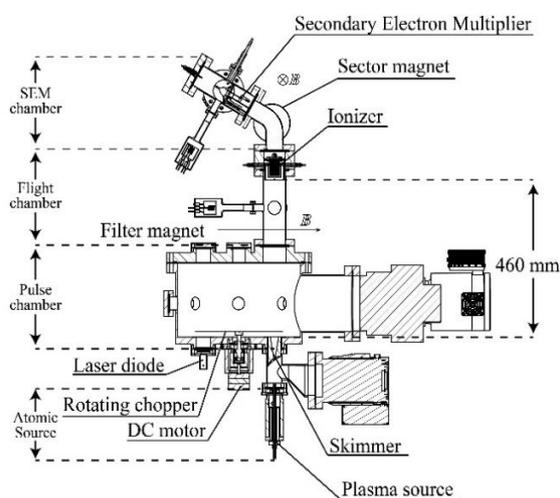


Fig. 1. A schematic diagram of experimental setup to measure the velocity distribution functions of hydrogen atoms formed in a test plasma.

3. 現状

現在、発光分光測定で観測した ECR プラズマの 2 段階の放電モード変化に伴う H^0 の速度分布関数変化が明確には観測されておらず、更なる S/N の改善のために、真空度と計測系の同期性能改善が必要であると考えている。そこで、飛行領域及びイオン化部での背景ノイズを低減するために、NEG ポンプを用いた活性ガスの排気速度改善を検討している。また、信号収集の安定化に向けて、イオン源取り付けポート、トリガー用光学系、回転チョッパーの改良についても検討を進めている。速度分布関数計測系の改良に加え、アーク放電型の原子源の設計も進めており、高分解能分光器で計測したドップラー広がりや速度分布関数の相関についても調査を行う予定である。