7P87

直線型 ECR プラズマ装置 NUMBER におけるレーザートムソン散乱計測システムの開発

Development of Laser Thomson Scattering in linear ECR plasma device NUMBER

樋口舜也¹、岡本敦¹、藤田隆明¹、杉本みなみ¹、矢ヶ崎誇楠¹、小池宗生¹ Shunya Higuchi¹, Atsushi Okamoto¹, Takaaki Fujita¹, Minami Sugimoto¹, Konan Yagasaki¹, Muneo Koike¹,

¹ 名大 ¹ Nagoya Univ.

ダイバータ周辺のプラズマにおいて二次電子の放出や 乱流輸送が原因で、非等方・非平衡の電子エネルギー分 布を持つ可能性が指摘されており、そのようなエネルギ ー分布を有するプラズマの診断方法が必要である。分光 計測における電子速度分布関数の非等方・非平衡性の影 響も解明が望まれている。実験装置 NUMBER では、電 子サイクロトロン共鳴により電子速度分布に非等方性 $(v_{\parallel} < v_{\perp})$ を有することが期待され、分光計測における影 響の解明が計画されている。本講演では、レーザーを磁 場に対して斜めに入射させ、散乱光を二か所で測定する ことにより電子の非等方性を計測する、レーザートムソ ン散乱計測システムの開発の現状について報告する。

光学系の配置を図1に示す。レーザートムソン散乱計 測で得られる散乱光は微弱なため、受光系の立体角を大 きくとる必要がある。ポートの制約がある NUMBER に おいて集光レンズを真空中に設置することで、プラズマ との距離を限りなく近づける機構を作成し、立体角 0.13 Sr を実現した。コア径 0.23mm, NA0.2 の光ファイバを 1列に15本バンドルし散乱光を集光する。光学系の配置 は、レーザーを磁場に対して 80° に入射し、磁場と受光 系の光軸のなす角を 95°(前方散乱)と-85°(後方散乱) とした。前方散乱光からは電子の磁場に対してほぼ平行 な速度分布が得られ、後方散乱光からは磁場に対してほ ぼ垂直な速度分布が得られる。レーザー入出射光学系は、 それぞれブリュースターウィンドウを製作し設置した。 真空容器本体までの伝送管にそれぞれ 3 枚(φ13, φ10, φ4)のバッフル板を設置し、自作のビームダンプも設置 した。レーザーは、繰り返し周波数 10Hz の Nd:YAG レ ーザーの第二高調波(532 nm)を使用し、実測したパルス 幅は6nsであった。

トムソン散乱計測で得られるスペクトルはドップラー 効果により広がる。電子温度の違いや散乱光とレーザー の角度の違いによるスペクトルの広がりの変化について も検討した。電子温度が9 eV、4 eVの時に後方散乱(速 度分布の垂直方向成分を反映)と前方散乱(速度分布の平 行方向成分を反映)において得られるスペクトルを図 2 に記す。図 2 の波長範囲は分光器に接続した ICCD の 360 ピクセルに相当する。4 eV における後方散乱スペク トル(赤の点線)の半値幅は 3.48 nm であり、前方散乱ス ペクトル(赤の実線)の半値幅は 0.46 nm である。同じ電 子温度でも、電子速度の垂直成分と平行成分でのスペク トルの半値幅は 10 倍ほどの差がある。分光器の装置幅 が 4.2 pix(0.14 nm)であるので、迷光を注意深く除去す れば平行方向温度も測定可能であると考えられる。

本研究は JSPS 科研費補助金(19H01869, 20H01883)に よる支援を受けた。





図2 電子温度が9eVの時(黒線)と4eVの時 (赤線)における前方散乱(実線)、および後方散乱 (点線)で得られるスペクトル。