

# シース領域における水素原子バルマー 線の シュタルクスペクトル

西山修輔<sup>1</sup>、中野治久<sup>2</sup>、後藤基志<sup>2</sup>、佐々木浩一<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大、<sup>2</sup> 核融合研

プラズマと固体表面の界面に形成されるシースおよびプレシース領域における電界構造は、プラズマ物理の基礎的な課題として議論が続けられており、また、プラズマ応用の面からも関心が持たれている。原子・分子の発光または吸収スペクトルが電界により影響を受けるシュタルク効果を利用する分光学的な電界計測法では、100V/cm 程度のシース領域の電界でドップラー広がり以上のシュタルク効果を得るためには Rydberg 状態への励起が必要となる。しかしながら、1 次のシュタルク効果が得られる水素原子でドップラーフリー分光法を用いれば、シース領域の電界で非 Rydberg 状態でも計測可能な程度のシュタルク効果が得られ、取扱いが容易な半導体レーザーで電界計測が可能となる。そこで、半導体レーザーを用いてドップラーフリー分光法である飽和吸収分光法によって得られた、シース領域における水素原子のバルマー 線のシュタルクスペクトルを検討した。

内部アンテナ型 ICP プラズマ装置で水素ガス圧力 70mTorr、RF 電力 1kW で水素プラズマを生成し、プラズマ中には直流電源に接続された 50mm × 150mm の矩形電極を設置した。光源の波長可変半導体レーザーは、ドップラー広がりをした水素原子バルマー 線を含む 50GHz の範囲を掃引した。レーザー光はプローブ光とポンプ光に分岐し、シングルモード光ファイバを通してファイバカプラで直径約 0.5mm のコリメート光として電極の表面に平行となる光軸上を互いに対向する方向から入射し、プラズマを透過したプローブ光をフォトダイオードで検出した。水素プラズマのバルマー 線は光学的に薄いため、プラズマ生成の RF 電源を 20kHz で ON-OFF 変調し、フォトダイオードからの信号はプラズマの変調と同期した成分をロックインアンプで増幅することで  $10^{-3}$  程度の吸収スペクトルが得られた。ポンプ光の有無による吸収スペクトルの差からドップラーフリーの飽和吸収スペクトルが得られた。

Fig. 1 はレーザーの偏光とシース電界の方向が平行となる状態で電極表面とレーザー光の距離を 0.4mm として得られた飽和吸収スペクトルで、横軸は  $2P_{3/2} - 3D_{5/2}$  のピーク位置を 0 とする相対周波数である。電極をチャンバーと同電位とした場合のスペクトルは、バルマー 線の微細構造がほぼそのまま現れているが、電極に負電圧を印加した場合には微細構造の各ピークがそれぞれシュタルク効果で分裂し重畳したスペクトルとなっている。理論計算で求めたシュタルクスペクトルと比較することで図中に示した電界強度が求められた。また、100V/cm 以下の電界においてもピークの移動量から電界強度が求められた。

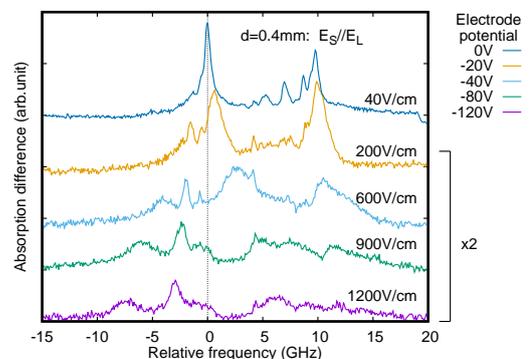


Fig. 1 負電圧が印加された電極近傍における H $\alpha$  線の飽和吸収スペクトル