

レーザー吸収分光法による水素原子 $n=2$ 状態の占有密度分布の解析(II)

西山修輔、佐々木浩一

北海道大

水素原子のバルマー α 線は、主量子数 $n=2$ および $n=3$ の準位の縮退が解けているため7本の微細構造スペクトルから構成される。レーザー吸収分光法で得られるスペクトルは、ドップラー広がりをした微細構造スペクトルの重ね合わせであり、 $n=2$ の各準位 $2s^2S_{1/2}$, $2p^2P_{1/2}$, $2p^2P_{3/2}$ の占有密度分布によってスペクトル形状が変わりうる。 $2S$ 準位は準安定状態であり、基底状態への光学遷移がある $2P$ 準位よりも占有密度分布が大きくなるはずであるが、電子や水素分子との衝突によって $2S$ 状態が $2P$ 状態と結合しているため、 $2s^2S_{1/2}$, $2p^2P_{1/2}$, $2p^2P_{3/2}$ の占有密度の比がほぼ統計重率に従ったスペクトル形状が得られる場合が多い。しかしながら、水素プラズマの生成条件によっては占有密度の比が統計重率から大きくずれていると思われるスペクトル形状が観測される場合もある。

本研究では、ICPプラズマ装置で水素ガス圧力や電子密度を変えて得られた吸収スペクトルから $n=2$ の各状態の占有密度分布を求めた。図1に示すように、水素ガス圧力が20mTorrの場合は、電子密度の低下とともに $2S$ 状態の割合が増加する結果となり、 $2S$ - $2P$ 準位間の電子衝突遷移が大きく影響していることが示唆される。一方で、80mTorr の場合には電子密度の低下とともに $2S$ 状態の割合が漸減している。講演では、飽和吸収スペクトルから求めた実効緩和レートとの関係も考慮して微細構造準位間の遷移過程について議論する。

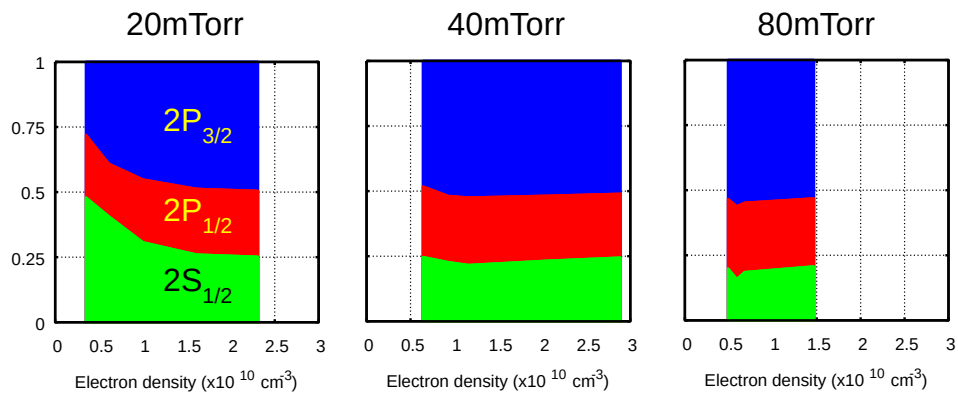


図1: 水素ガス圧力が 20, 40, 80 mTorr における $H\alpha$ 線の吸収スペクトルから求めた、 $n=2$ 状態の 3 つの準位($2s^2S_{1/2}$, $2p^2P_{1/2}$, $2p^2P_{3/2}$)についての占有密度の相対比率の電子密度への依存性。統計重率の比は $2s^2S_{1/2} : 2p^2P_{1/2} : 2p^2P_{3/2} = 2:2:4$ 。