

非接触プラズマの分光計測

西島 大輔^{*}、Uwe Wenzel (IPP-Berlin)大住 光一、
大野 哲靖、上杉 喜彦、高村 秀一 (名古屋大学)

Spectroscopic Measurement of Detached Plasmas

Daisuke Nishijima, Uwe Wenzel (IPP-Berlin), Koichi Osumi,
Noriyasu Ohno, Yoshihiko Uesugi, Shuichi Takamura (Nagoya University)

1. はじめに

ダイバータ領域において中性ガスとプラズマの相互作用によりダイバータ板への熱負荷を低減させるプラズマデタッチメント（非接触プラズマ）現象の理解が、次期熱核融合実験炉における定常もしくは長パルス運転の実現に対して最重要課題の1つとなっている。非接触プラズマの形成に対してプラズマ体積再結合過程が重要な役割を果たしているということが、環状装置及び直線型装置におけるこれまでの研究において示されてきているが、現在、放射及び三体再結合に加えて振動励起状態の水素分子が介在した分子活性化再結合の重要性が理論的に指摘され注目されている。

本研究は、定常高密度プラズマを生成可能な直線型ダイバータプラズマ模擬実験装置 NAGDIS-II[1]を用いて、ヘリウムプラズマ及びヘリウム-水素混合プラズマにおいて生成される非接触プラズマの基礎特性の理解を得ることを目的としている。

2. 実験結果及び考察

実験は、高密度ヘリウムプラズマにヘリウムまたは水素ガスを添加しておこなった。分光計測は、陽極から1.72 m下流（プラズマ終端板から0.33 m上流）の位置で、絶対較正された受光系を用いておこなった。また、陽極から0.25 m、1.06 m及び1.72 mの位置でダブルプローブにより電子密度及び電子温度の径方向分布を計測した。

図1にヘリウム-水素混合プラズマからの典型的な発光スペクトルを示す（ヘリウムガス圧：6.5 mTorr、水素ガス圧：3 mTorr）。ヘリウムと同様に水素原子の高励起準位からの線スペクトルが観測され、三体再結合が生じていることがわかる。これらの発光スペクトルから電子温度、電子密度及びイオン密度を評価することができる。電子温度は、ヘリウム及び水素バルマー系列からボルツマンプロット法により求められ、それぞれ0.20 eV、0.18 eVが得られた。電子密度は、水素バルマー線（ $n = 12 \rightarrow 2$ ）のシュタルク広がりから $1.7 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ と評価された。また、イオン密度比は1価の原子イオンのみを仮定してヘリウムと水素に対するそれぞれのサハーボルツマン方程式を組み合わせることにより得られ、シュタルク広がりから得られた電子密度を用いるとヘリウムイオン密度は $0.9 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、水素イオン密度は 0.8

$\times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ と評価された。

講演では、これらの分光学的手法の詳細及び非接触プラズマの構造に対する水素分子過程の影響について発表する予定である。

参考文献

- [1] N. Ezumi et al., Proc. 24th EPS Conf. on Contr. Fusion and Plasma Phys., 21A, Part III (1997) 1225.

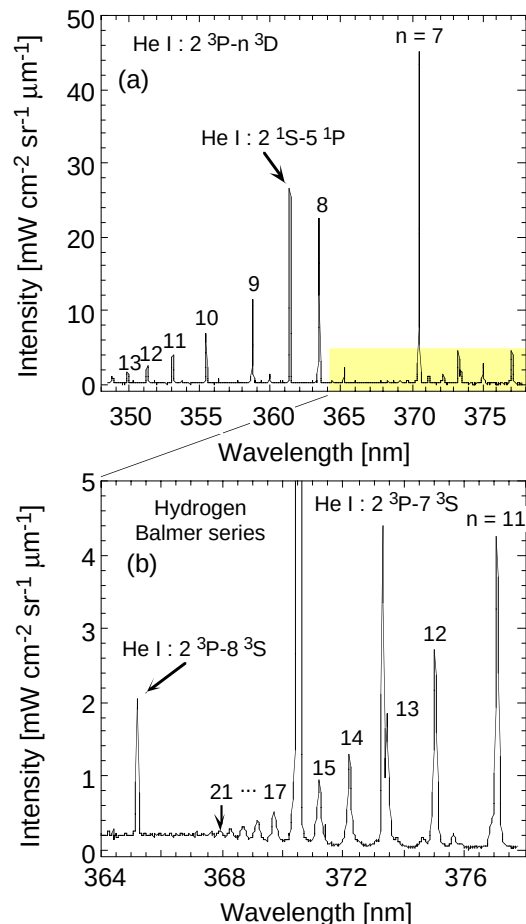


図1 ヘリウム-水素混合プラズマからの典型的な発光スペクトル。(a) ヘリウムバルマー系列、(b) 水素バルマー系列。

Fig. 1 Typical spectra from Helium-Hydrogen mixture plasma. (a) Helium Balmer series, and (b) Hydrogen Balmer series.