## プラズマ中のガス種および電子状態による並進温度の違い

Difference among translational temperatures of gas species and electronic excited states in plasmas

北大院工¹, ○(M1)高田 晃佑¹, 西山 修輔¹, 佐々木 浩一¹

Hokkaido univ., OK.Takada<sup>1</sup>, S.Nishiyama<sup>1</sup>, K.Sasaki<sup>1</sup>

E-mail: k wars-1115334@eis.hokudai.ac.jp

## 【はじめに】

プラズマプロセスには混合ガスプラズマが用いられることが多い。ガス温度は混合ガス中の一つのガス種あるいはトレーサーとして少量導入した別のガスの分子発光スペクトルや原子吸収スペクトルから光学的に計測されることが多いが、そのように計測した温度が混合ガスを代表する温度といえるかどうかは検討を要する。そこで、本研究では、レーザー吸収分光法を用いてドップラー広がりした原子線の吸収スペクトルを計測することで、混合ガスプラズマのガス種によって並進温度がどの程度異なるかを調べた。また電子励起状態によって並進温度がどの程度異なるかを調べた。

## 【実験方法】

内部アンテナ型 ICP プラズマ源に周波数 13.56 MHz の RF 電源から電力を供給してプラズマを 生成した。放電ガスにはヘリウムまたは分圧比 1:20 のアルゴン・ヘリウム混合ガスを用いた。光 源には中心波長が 667.8 nm(He:21Po - 31D) 、 763.5nm(Ar:4s $^2$ [3/2] $^0$ 2 – 4p $^2$ [3/2] $_2$ )、および 1082.9nm(He: $2^3S_1 - 2^3P_0$ )の波長可変半導体レー ザーを使用した。図1に示すように、2波長のレ ーザー光を重ねて1本の光ファイバーで伝送し、 プラズマを透過させた後に干渉フィルターで分離 してそれぞれの波長における透過光強度を測定し た。2波長のレーザーが同一の光軸を通ること で、空間的・時間的に同じ位置・時刻における並 進温度を比較できるようにした。それぞれのレー ザーの透過光強度から Lambert-Beer の法則を用 いて吸収スペクトルを得た。観測した吸収スペク トルをガウス関数でフィッティングし、ドップラ 22-広がり幅から並進温度を求めた。

## 【実験結果及び考察】

電力やガス圧力を変化させ、Ar と He の混合プラズマ中で準安定状態の並進温度を比較した結果、 準安定状態 Ar(4s<sup>2</sup>[3/2]<sup>9</sup>2)の並進温度は準安定状 態 He(2³S₁)に比べて常に高いという結果が得られたが、差は小さかった。このとき、Arと He の分圧比は常に一定とした。図 2 は、電力 700W 一定の時、He プラズマ中で準安定状態(2³S₁)と放射性励起状態(2¹P°)の並進温度を比較した結果である。2¹P° 状態は大きな遷移確率で基底状態に光学遷移し、光子補足による生成レートが大きいため、基底状態との交換が速く、基底状態の並進温度を反映しやすいと考えられる。この結果から、準安定状態の並進温度は基底状態の並進温度より 10%程度低いことが示唆されるが、準安定状態の並進温度が低い理由は現状では不明である。現在、測定法の正当性の確認として、自然幅がスペクトル幅に及ぼす影響を慎重に検討している。

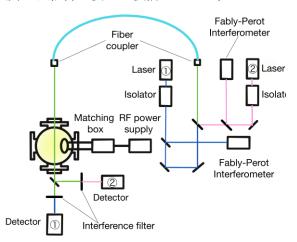


Figure 1. Experimental setup.

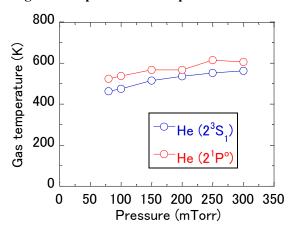


Figure 2. Observed temperatures in pure helium plasmas.