

二次高調波の波長変調幅依存性を利用した並進温度測定法の検証

Validation of translational temperature measurement using dependence on wavelength modulation depth of second harmonic signal

○山田 透、佐藤 裕亮、松井 信 (静大工)

○Tohru Yamada, Yusuke Sato, Makoto Matsui (Shizuoka University.)

E-mail: tohru3612@yahoo.co.jp

熱防護システム(TPS)の開発には地上で大気圏突入環境を模擬する必要性があり、地球や火星における突入環境模擬にはアーク風洞や誘導加熱風洞が用いられているが、金星の突入環境は700 kPaにもおよぶ高い総圧と大気組成の主成分が二酸化炭素であることから従来の風洞では実現されていない。

この現状を踏まえて東京大学ではレーザー駆動プラズマ風洞(LDPW)の開発が進められており、大気圧下での二酸化炭素プラズマの生成及びノズルによる極超音速高エンタルピー気流の生成に成功している。これまで酸素原子を対象としたレーザー吸収分光法(LAS)による温度測定を試みたが、いまだ吸収信号は得られていない。これは二酸化炭素分子の解離に多くの入力エネルギーが消費され、その解離温度以上に温度が上がらず、空気気流に比べ吸収対象である酸素の励起準位の数密度が小さくなるためだと考えられる。

従って、LDPWにより生成した二酸化炭素気流の温度測定にはLASの高感度化が必要である。我々はこれまでにレーザーの波長 λ を特定の変調周波数によって変調させる波長変調分光法(WMS)を用いてアルゴンプラズマの励起準位の数密度測定の高感度を40倍向上させることに成功している。WMSでは励起準位の数密度が得られるため、2ライン法による回転温度測定などは行われているものの、並進温度測定はこれまで行われていない。そこで本研究では二次高調波ピーク値の波長変調幅依存性を利用して、並進温度測定が可能であるかを、LASによって得られた並進温度と比較することによって検証した。

圧力30 Paのアルゴンプラズマに対して変調深さ a を直線的に上昇させて得られた曲線を図1に示す。変調深さと吸収スペクトルの半値全幅の間には密接な関係があり、数値計算によって単位半値全幅の場合の曲線を求めることができる。実験値に対してこの曲線の縦軸の倍率と横軸の倍率をパラメータとしてフィッティングし、半値全幅を求めることによって並進温度測定を行った。なお、図1の中にはLASによって求めた並進温度から $\pm 10\%$ 変化させた場合の曲線も載せており、フィッティング曲線が $\pm 10\%$ の間に納まっている。そのため、この測定法には $\pm 10\%$ の精度はあると結論付けることができる。

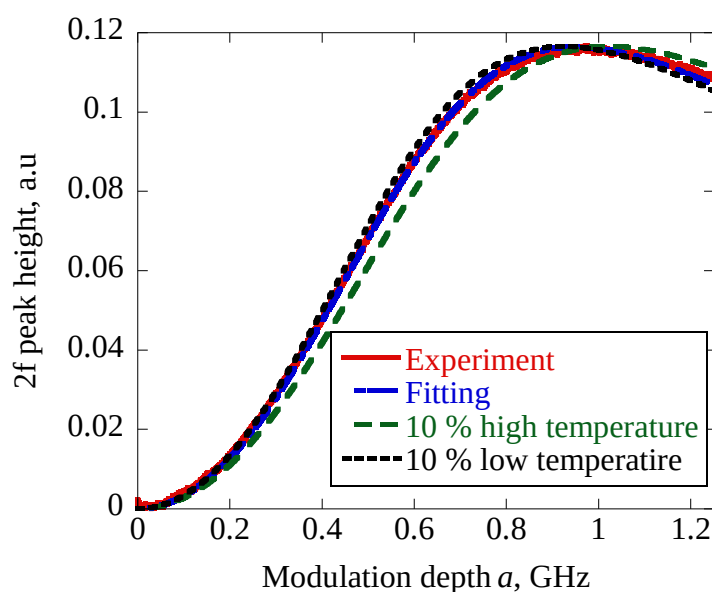


図1 変調深さに対する二次高調波ピークの関係