

## CARSによる大気圧パルスコロナ放電後のN<sub>2</sub>分子振動温度計測

学生証番号 96076 氏名 田中 邦理  
(指導教員 小野 亮 准教授)

Key Words : vibrational temperature, CARS, pulsed corona discharge, vibrational relaxation, humidity

非平衡プラズマによる、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>を始めとする環境汚染物質処理への応用研究が近年益々盛んになっている。これは非熱平衡プラズマが非常に高いエネルギー効率で反応性の高いラジカル種を生成できるという特徴を持っているためである。このラジカル反応速度はガス温度に影響されるが、ガス温度は振動-並進緩和現象により放電後に上昇するといった複雑な振る舞いをし、その時間的・空間的な挙動は未だ不明な点多い。放電後のガス温度上昇の鍵を握るものとして、振動温度計測の研究が行われている。振動温度の振る舞いが判明し、振動温度とガス温度が緩和現象によって結び付けられれば、ラジカルの反応性をより効率的にすることができる。

振動温度計測は、これまでバリア放電やマイクロ波放電における計測例があり、いずれもコヒーレント・アンチストークスラマン分光計測 (coherent anti-Stokes Raman spectroscopy: CARS) を用いている。本研究室ではレーザー誘起蛍光法 (LIF) によるパルスコロナ放電のO<sub>2</sub>振動温度計測を行ったが、より振動温度計測に適した手法として、本稿ではCARSを用いたパルスコロナ放電後のN<sub>2</sub>振動温度計測を行った。大気圧下でのストリーマ放電の振動温度計測は世界的にあまり例がなく、特に本研究で行った加湿空気中でのN<sub>2</sub>分子の振動温度計測は世界初の試みである。

実験に先立ち、ガスバーナを用いた予備実験によってCARSによる燃焼ガスのガス温度を計測した。これによってCARS計測がきちんと行えることを確認した。次に正極性ストリーマコロナ放電において、放電電圧・針軸方向からの距離・酸素濃度・湿度などの諸条件を変化させ、放電の変化がN<sub>2</sub>振動温度に与える影響を調べた。正極性ストリーマコロナ放電は直方体リアクター内で電極は針列-平板電極を用い、高電圧パルス発生回路を用いて発生させた。振動温度はN<sub>2</sub>(v=0)、N<sub>2</sub>(v=1)、N<sub>2</sub>(v=2)の3つの準位を用いて算出し、計測時間は放電後5μsから1msまで行った。

その結果、放電後の振動準位は非平衡であることが観測された。また乾燥空気中での振動温度は約100μsでN<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>のV-V緩和が起こり、次いで約300μsでN<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>のV-V緩和が起こっていることが実験において確認された。さらに放電電圧が高いほど、振動温度が上昇することが実験によって示された。放電電圧が30kVと22kVでは振動温度に約100Kの差が出た。軸方向での分布では軸から遠ざかるにつれて振動温度が低下していく様子が観測された。針直下と針から7mm離れたところにおける振動温度では約250Kの差が出た。次に酸素2%-N<sub>2</sub>混合気中における実験では、酸素密度の減少に伴いN<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>のV-V緩和が起こりにくくなり、そのため振動温度の低下が遅くなることが確認された。最後に加湿空気中における実験では、H<sub>2</sub>OによるV-VおよびV-T緩和が加わるため、振動温度が約30μsで急激に低下し、乾燥空気中と比べ速く低下することが実験によって示された。

本稿ではまず、様々な種類のある非熱平衡プラズマと振動温度についての説明し、本研究で使用するCARS、および振動温度の算出方法について説明する。その後、本研究で構築したCARSの光学系や放電部について述べ、予備実験の実験結果、本実験での実験結果を述べる。最後に、得られた結果からの考察およびまとめを述べる。