

9. ガスフローレーザにおける超音速気体混合に関する基礎研究

植 村 嘉 門

超音速流を混合し、化学反応、振動エネルギー移乗反応等によりポンピングを行う超音速混合型ガスフローレーザとしては、 CO_2 ガスダイナミックレーザ、 CO 化学レーザ、 HF 化学レーザ、化学励起酸素-ヨウ素レーザ等が挙げられ、いずれも高出力を特徴としており、実用化が期待されている。これらの超音速混合型ガスフローレーザにおいては、如何にエネルギー損失を少なく流れを混合するかが大きな問題となっている。混合過程の解析方法としては、光学的可視化法や、質量分析法等が用いられてきたが、いずれの方法も、レーザ媒質の混合を評価するという点に於いては不十分であると言える。

そこで本研究では、ガスフローレーザに於ける超音速気体混合過程を、小信号利得係数分布から評価する方法を提案した。小信号利得係数は、レーザ媒質の反転分布を直接反映する物理量であるので、その分布によってレーザ媒質気体の混合、及びエネルギー移乗がなされている領域を判断できると考えられる。

本研究では、超音速混合型ガスフローレーザとして後混合型 CO_2 ガスダイナミックレーザに注目し、混合領域に於ける詳細な小信号利得係数分布の計測を行い、ノズル出口圧力比が混合状況に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。また、層流混合を仮定して小信号利得係数分布の数値解析を行ない、ノズル出口圧力比が1.2と小さい場合には、実験値とよい一致を見た。ノズル出口圧力比が5.5と大きい場合にも、小信号利得係数分布の特徴を反映していることを明らかにした。