

大型真空チャンバーの概要と研究事例

概要：

宇宙空間を模擬した高真空環境や成層圏環境を模擬した低圧力環境を実現させるためのステンレス製チャンバー(日本真空株式会社、MB94-1066)で、直径は約 2m、奥行き 5m、容量は 10m³ である。排気装置として、2 台の油回転ポンプ(到達圧力 7×10^{-4} kPa)、メカニカルブースターポンプ(到達圧力 7×10^{-4} kPa)、および油拡散ポンプ(到達圧力 1.3×10^{-8} kPa)が取り付けられている。



Fig.1: 真空チャンバー外観

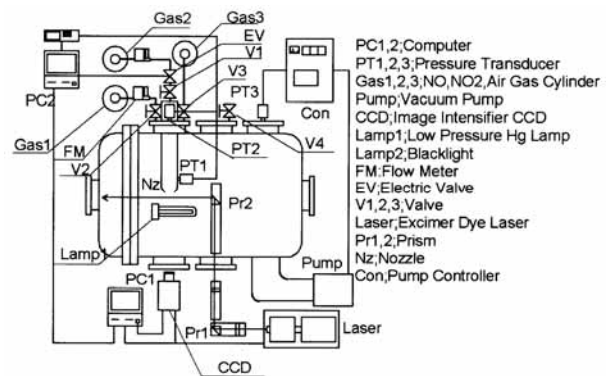


Fig.2: 実験装置系統図(LIF 計測時)

真空チャンバーを用いた研究事例：

航空機排気成分の成層圏オゾンに及ぼす影響

近年、民間用輸送手段として超音速航空機の開発が検討されている。このような超音速機は現在主流の亜音速機よりも高空を飛行するため、航空機エンジンの排出ガスが成層圏オゾンに及ぼす影響が懸念されている。本研究は、排気ガス中の一酸化窒素(NO)がオゾンに及ぼす影響を基礎的に明らかにすることを目的として、真空チャンバーを用いて高度 25km に対応するオゾンを含む成層圏環境を模擬し、そこに NO を含む模擬排気ガスをノズルから噴出させた場合の NO とオゾンの反応挙動を、レーザー誘起蛍光法、FTIR および紫外光吸収法を用いて NO、NO₂ およびオゾンの濃度計測を行うとともに、数値計算による反応挙動の解析を行っている。

図 2 はレーザー誘起蛍光法(LIF)を用いた実験装置の概要を示している。光源として、エキシマレーザーをポンプレーザーとするダイレーザーを使用し、NO 計測には波長 226.1nm の光を、また NO₂ 計測には波長 448nm の光を入射させる。受光部は、光学フィルタと強制冷却式 ICCD カメラ(LAVision, Flamestar)から構成されている。

図 3 は、約 50ppm のオゾンを含む 2.67kPa の圧力雰囲気中に NO を含む模擬排気ガスを噴射させた場合の噴流中の NO 濃度分布を LIF により計測した画像である。NO 濃度の減少量から NO と反応したオゾン量(オゾンの減少量)を見積もることがで

きる。図 4、5 は同様の条件下における噴流中の NO およびオゾンの濃度分布を数値計算により予測したものである。実験結果と数値計算結果を比較することで、NO とオゾンの反応モデルおよび計測方法の妥当性を検証することが可能となる。

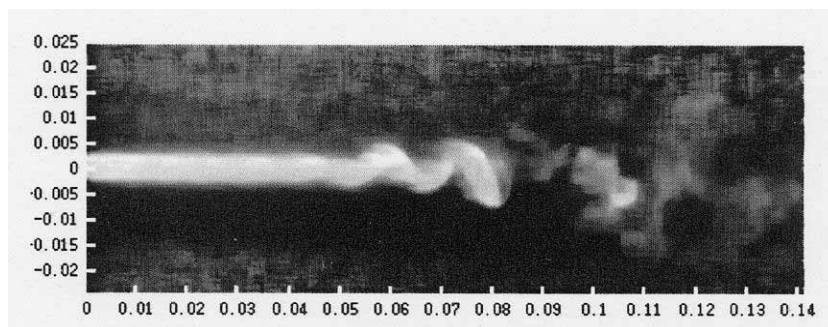


Fig.3：噴流中の NO 濃度分布 (LIF 計測)

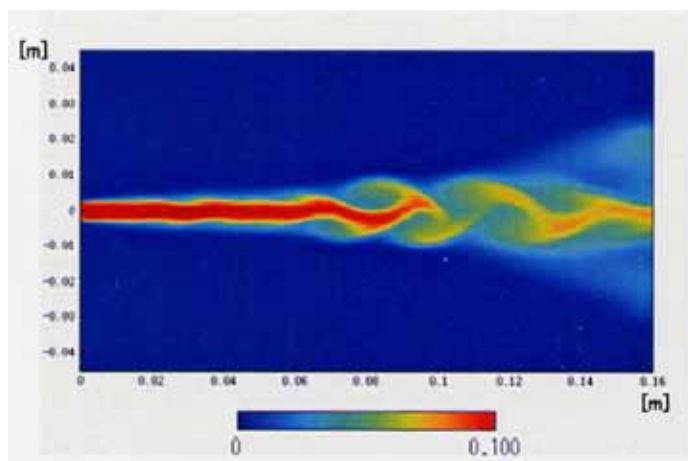


Fig.4：対応する数値解析結果 (NO 濃度分布)

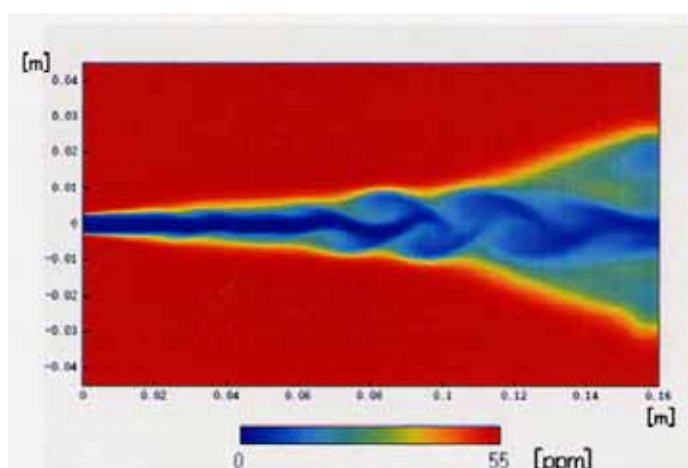


Fig.5：対応する数値解析結果 (オゾン濃度分布)