

バッファーガス冷却を用いた低速分子線の開発

Buffer gas – induced slow molecular beam

(東工大院・理工) 田地 和喜, 関口 貴郎, 金森 英人

Graduate school of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology
Kazuki Taji, Takao Sekiguthi, Hideto Kanamori

We demonstrate slow molecular beam by using buffer gas cooling. In this method, collisions with the cold buffer gas get rid of the internal and translation energy of molecules. We applied laser vaporization for supply of the sample molecules in the collision cell. The cooled molecules are blown out from a hole in the cell. The temperature is estimated from “Time of Flight (TOF)” measurement.

【序】近年、冷却分子は物理、化学の両分野において非常に注目を浴びている。例として、超高分解能分光、低温下での化学反応、分子 BEC が挙げられる。

原子ではレーザー冷却の技術により、原子の冷却・トラップが確立されている。一方、分子では、どの手法が有効であるか模索中であるのが現状である。

我々は、Buffer gas 冷却の手法を用いて分子の冷却を行った[1]。Buffer gas 冷却では、予め低温になった Buffer gas との衝突を繰り返すことによって分子の直接冷却を行っているため、並進速度と内部温度の両方を冷やすことができる。また、Buffer gas として He の様な分子間力の小さい原子を使えば、クラスターを形成することがないので分子種を選ばない。しかし、Buffer gas 冷却は Buffer gas 自体を冷やす必要があるため、液体 He 温度(4 K)が冷却限界となる。また、次の冷却ステップに進むためには、試料分子と Buffer gas を分離する必要がある。

本研究では液体ヘリウム温度での Buffer gas 冷却を目指しているが、本実験ではその前段階として、液体窒素温度での Buffer gas 冷却の評価を行っている。

【実験】図 1 に実験装置の概略を示す。Cu 製の金属セルを液体窒素温度に冷やし、その内部に試料ガスを噴きつけ結晶を作る。そこに Buffer gas を充満させる。Buffer gas は金属セルの壁面と衝突を繰り返す事によって壁面と熱平衡状態になる。そこに、波長 532nm のパルスレーザー (パルス幅 10ns) を照射すると、結晶は蒸発し、微量の気体分子を金属セル中に噴出する。試料分子は低温の Buffer gas と衝突を繰り返すことによって運動量を失い、金属セルに空けた取り出しピンホールから低速の分子線として取り出すことができる。我々は Buffer gas によって低速分子ができている事を確認するために、飛行時間(TOF)測定を行った。パルスレーザーを Photo Detector でモニター

することによって、
TOF の時間原点を決
定している。

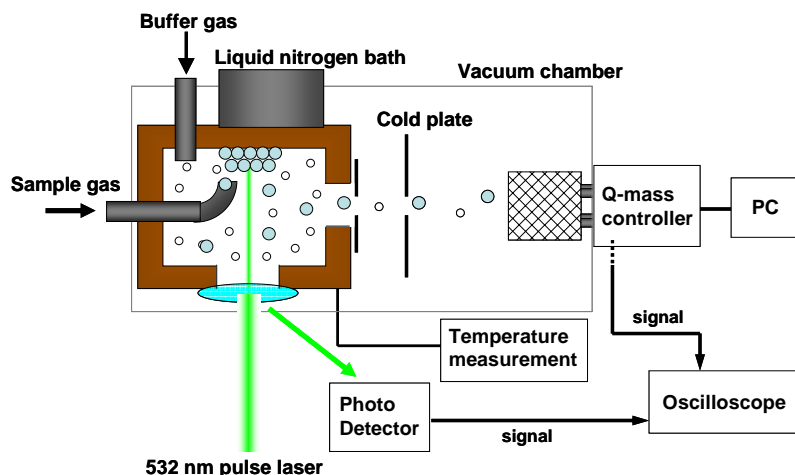


図 1 実験装置図

【結果と考察】 Buffer gasにHe , 試料分子にD₂Oを用いた場合のTOF測定結果を図 2 に示す。この時、レーザー照射部から質量分析器のイオン化源までの距離は 200mm である。赤の実線はパルスレーザーの光をモニターしたものであり、これをTOFの時間原点としている。Buffer gasを導入しなかった場合(圧力:0 mTorr)、飛び出した分子は2つの冷えたピンホールを通過する事が出来ず、質量分析器に到達する前に吸着してしまう為検出することは出来ない。Buffer gasを導入した場合は、試料分子はセル内の衝突によって、2つのピンホールを通過することが可能となる。また、Buffer gasの圧力を増やしていくと、信号のピークが遅延していく様子も観測されている。

【参考文献】

[1]Dima Egorov et al., Phys. Rev. A **66** , 043401 (2002)

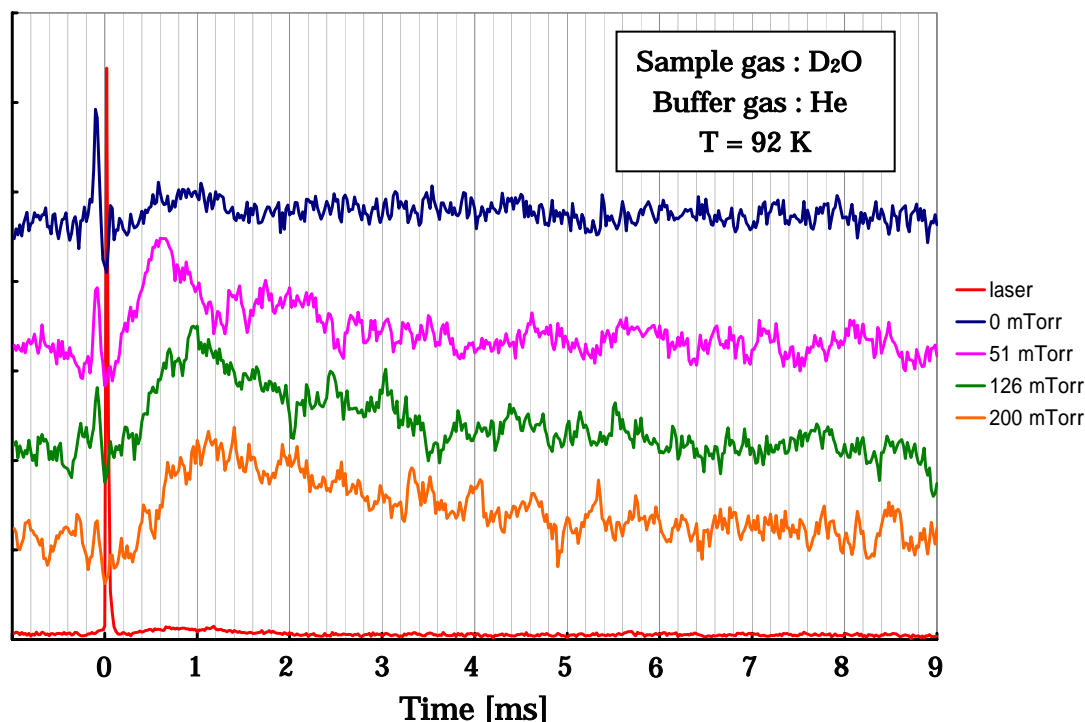


図 2 飛行時間(TOF)の Buffer gas 依存性