

## バッファーガス冷却を用いた冷たい分子線の開発

(東工大院・理工) 田地 和喜, 関口 貴朗, 金森 英人

【序】本研究室では四重極電極を用いた低速分子選択を行っており、並進速度が数 K まで冷却した分子集団を作ること成功している。しかし、室温の速度分布のうちごく僅かな低速の分子のみを取り出すため、分子数は非常に少なくなってしまう。また、選択された分子の内部状態は冷却されていない。これらの欠点を克服するためには、速度フィルターにかけの前にガスを予備冷却する必要がある。そこで我々は、Buffer-gas 冷却による低速分子線の開発を行った。低温の Buffer-gas との衝突を繰り返すことによって並進速度と内部温度を冷却することができる。この冷却された分子を取り出すことによって、低速分子線を作ることができる。

【実験】図 1 に実験装置の概略を示す。金属セルを液体窒素温度に冷やし、そこに Buffer-gas(Ar)を充満させる。Buffer-gasは金属セルの壁面と衝突を繰り返すことによって壁面と熱平衡状態になる。そこに室温の試料分子ガス( $\text{CH}_3\text{CHO}$ : 44 amu) 5 mTorrをセルの中央部に導入すると、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、低速の分子線として金属セルから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。CW の分子線を音叉型の Chopper で切り出し、質量分析器 (Q-mass) によって試料分子の検出をした。この時、Chopper の開閉を He-Ne laser でモニターし、飛行時間測定的时间原点を決定している。

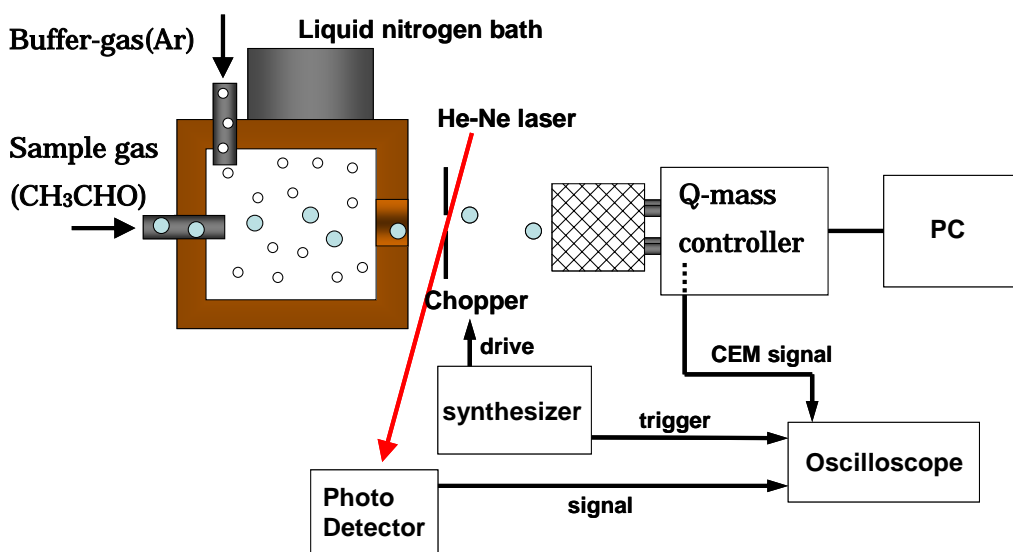


図 1 実験装置図

【結果と考察】金属セルを液体窒素で 90 Kまで冷やし、Buffer-gas(Ar)を導入した場合(圧力:16 mTorr)と導入しなかった場合(圧力:0 mTorr)の飛行時間測定結果を図 2 に示す。この時、ChopperとQ-massのイオン化源までの距離は 220 mmである。黒の実線は音叉型Chopperの開閉の様子をHe-Ne laserの透過光でモニターしたものであり、417.5 Hzで開閉を繰り返している。Chopperの開閉の様子は、飛行時間測定での時間原点を決める際に重要になる。我々はHe-Ne laserの透過光が検出される瞬間を、飛行時間測定の時間原点(実線緑)としている。CH<sub>3</sub>CHO分子は 90 Kに冷えたセル壁面と衝突すると壁面に吸着してしまう為、Buffer-gasが 0 mTorrの時検出されるCH<sub>3</sub>CHO分子はガス導入口から直線的に飛んできた 293 Kの分子が観測される。一方、Buffer-gasを 16 mTorr導入した場合は飛行時間に遅れが生じ、Buffer-gasによってCH<sub>3</sub>CHO分子の並進速度が冷却されたことがいえる。

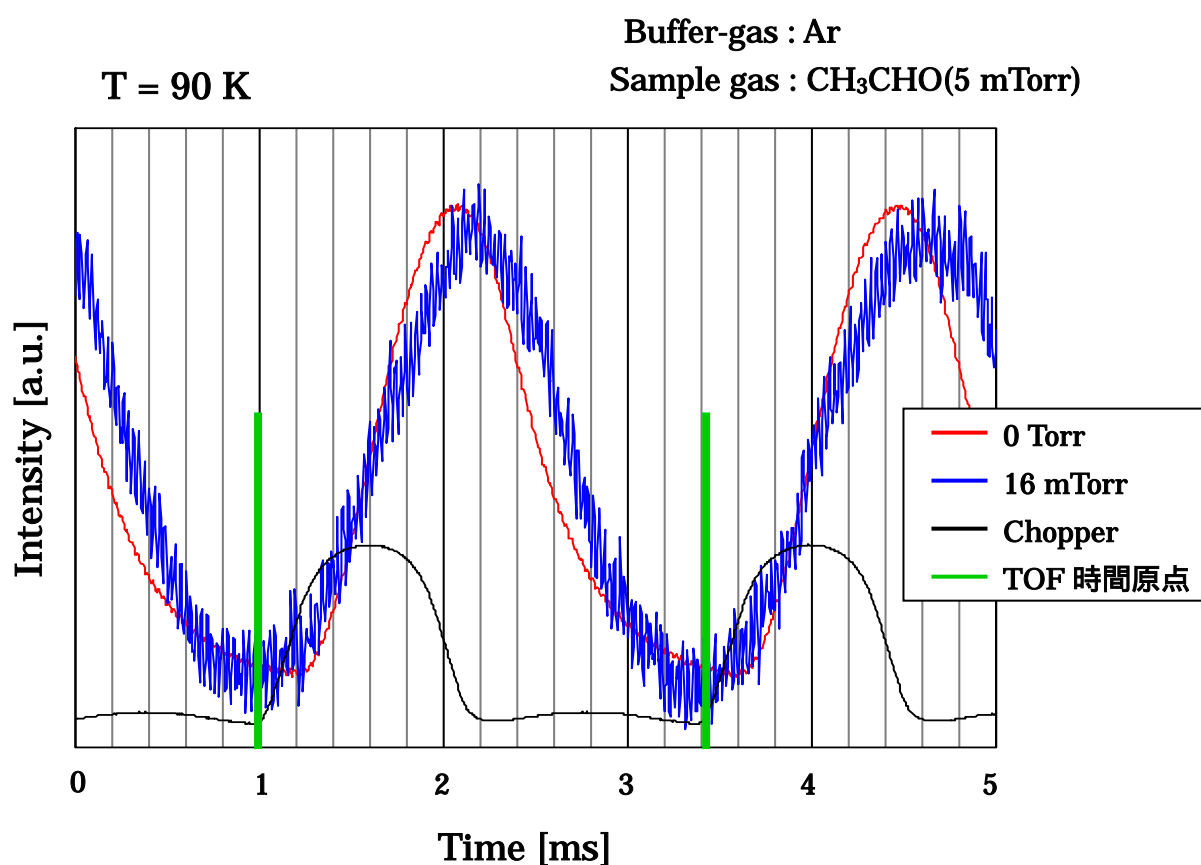


図 2 飛行時間(TOF)の Buffer-gas 依存性