

原子過程科学 教室

1 炭素分子正・負イオンが放つ再帰蛍光観測のためのレーザーアブレーションイオン源のイオン強度安定化・大強度化

氏名 岩本 佳奈

近年、宇宙空間のような孤立環境において、逆内部転換後に放出される再帰蛍光の存在ならびにそれに伴う急激な分子冷却が確認された。本冷却過程は宇宙空間での分子合成進化などに深く関連する事象として注目されている。現在、東邦大学 原子過程科学教室では炭素分子正負イオンを生成、イオン種を選択、レーザー励起し、内部エネルギーごとに再帰蛍光のスペクトル詳細測定を実現すべく、高効率で再帰蛍光を観測する新たな再帰蛍光観測装置の開発を進めている。本研究では、微弱な再帰蛍光の強度決定に不可欠となるイオン量の長期安定性向上、イオン収量増加を目指してイオン源の改良を実施し、長時間にわたり安定な大強度イオン生成を実現した。

2 凹面鏡を用いた再帰蛍光検出効率の向上

氏名 関 凜人

宇宙などの真空中における孤立分子の冷却過程として、近年に再帰蛍光放出過程の存在が確認された。再帰蛍光を観測するには孤立環境下に分子を長時間閉じ込めて蛍光を検出し続ける必要があり困難であったが、近年にイオンを長時間蓄積可能なイオントラップ技術の発展により、炭素分子正・負イオンなどを対象に再帰蛍光の直接観測研究が進められている。現在、東邦大学では透明電極を用いて炭素分子正・負イオンからの再帰蛍光観測が行われている。本研究では、微弱な再帰蛍光の検出効率向上を目指し、凹面鏡を用いた再帰蛍光の検出立体角向上を行った。実験装置の蛍光検出部を模したテストベンチで凹面鏡の効果を確認し、その後実際の観測装置内に凹面鏡を組み込むことで蛍光検出量の向上させることを試みた。

3 透明電極 RF イオントラップのための小型高周波高電圧回路制作

氏名 米山 佳祐

近年、孤立環境下における分子の冷却方法として、振動輻射や電子脱離の他に再帰蛍光という現象の存在が新たに確認された。再帰蛍光とは振動励起状態にある分子が電子励起状態へと逆内部転換した後に放出される蛍光であり、蛍光放出により分子の輻射冷却が急激に進行する。この新たな冷却過程は、星間空間における分子の合成進化理論にも大きな影響を与えうる。星間空間での再帰蛍光の存在を確かめるべく、東邦大学 原子過程科学研究室では、再帰蛍光の精密分光を目標とし、透明電極 RF イオントラップの開発を行っている。本研究では、イオントラップのイオンガイド電極に用いる共振回路の制作を行い、小型共振周波数の特性について調べた。

4 散乱電子-イオン同時計測装置の改良

氏名 大澤 柊哉

本研究室では、さまざまな原子・分子について、散乱電子-生成イオン同時計測実験を行ってきた。散乱電子と生成イオンを同時に測定すると、イオン化連続状態に埋もれた超励起状態の情報をあぶりだすことができる。本研究では、LabVIEW と DAQ デバイスを用いて昨年開発された MCS システムの性能評価と測定時間の短縮を目的とした。実験では、ヘリウム、水素、メタン分子を対象に電子損失エネルギー分光法を行い、それぞれの特性をもつ電子損失エネルギースペクトルを得ることができた。また、測定時間については、電子銃のアライメントを整えかつ出口アパーチャーを1段にすることで、エネルギースペクトル分解能等を維持したまま約 1/10 に短縮できた。

5 イオン移動度分析におけるピークシフト量の環境依存性

氏名 近藤 未来斗

イオン移動度分析は IMS と呼ばれ、大気圧下で測定できるリアルタイム化学物質分析手法の1つとして注目されている。イオン移動度は化学物質によって異なるため、その有無で IMS ピークも異なる。最近、労働衛生の立場から、IMS のピークシフト量を高濃度化学物質濃度測定の指標に用いる方法が労働安全衛生総合研究所で開発された。しかし、この方法は周囲環境の温湿度等に影響されることが懸念される。そこで本研究では、IMS のピークシフト量の環境依存性を調べるために、温度によるその変動量を測定した。その結果、ピークシフト量は温度上昇に伴い、わずかながらも減少していくことがわかった。

6 直交型イオン付着飛行時間分析装置による呼気分析の検証

氏名 平山 遥都

本研究室では、未知の気相試料を対象とした質量分析装置の開発を行っており、それをヒトの呼気を分析する装置に応用することを目指している。これまでに、バックグラウンドの低減やアダクトイオンの検出感度の向上、測定時間の短縮にも成功している。本研究では、実際にヒトの呼気分析を行い、呼気中成分の定性分析および定量分析の検証をすることを目的とし研究を行った。実験では、先行研究ではほとんど言及されていない結果、すなわちアダクトイオンである $(\text{N}_2)\text{Li}^+$ を経由し、 Li^+ が他の試料分子に付着する移行付着が確認された。これは、 $(\text{N}_2)\text{Li}^+$ を測定の規格化標準として使用する方法では定量分析できないことを示すが、定性分析は可能であることが検証された。