

原子過程科学教室

1 ポアンカレ蛍光観測用集光光学系の開発

井上 花

孤立環境下に存在する高温分子の冷却過程は電子脱離、および振動輻射による赤外線放射が支配的と考えられてきた。しかし、高温分子が逆内部転換により高振動励起した電子基底状態から電子励起状態へ無輻射遷移した後にポアンカレ蛍光を放出して急速に冷却され分子負イオンが安定化することが確認された。ポアンカレ蛍光放出による冷却機構をさらに詳しく解明するため、蛍光スペクトルなどポアンカレ蛍光のより詳細な情報が求められている。

本研究では、ポアンカレ蛍光の精密分光実験に向けて蛍光測定における光学系の設計・開発を行った。レンズとミラーを組み合わせたケージシステムを製作し、集光効率をシミュレーション計算結果と比較した。

2 ポアンカレ蛍光精密分光の蛍光検出画像解析のシステム開発

満村 柚奈

これまで孤立環境下における分子の冷却過程は、振動遷移による赤外線放出と電子脱離による2つが一般的と考えられてきた。しかし近年、振動励起状態から電子励起状態への逆内部転換を経てポアンカレ蛍光を放出する新たな冷却過程が確認された。本研究ではこのポアンカレ蛍光の詳細なスペクトル測定を実現すべく、高い検出効率が見込める透明電極を用いたイオントラップ装置によるポアンカレ蛍光のスペクトル測定システムに用いる分光器付き sCMOS カメラの制御プログラム開発を行った。

3 分光器付き sCMOS カメラを用いたレーザーアブレーションプラズマ観測

北川佳捺子

近年、孤立原子・分子のスペクトル測定実験が幅広い分野で注目されている。孤立環境下の分子に着目するとその振動励起状態から電子励起状態への遷移後に放出されるポアンカレ蛍光過程の存在が確認された。蛍光特性、特に蛍光スペクトルの詳細測定が期待されている。

本研究では原子過程科学教室で計画しているポアンカレ蛍光分光実験で使用予定の分光器付き CCD/sCMOS カメラを用いたスペクトル測定のテストとして、Cu・Al 標的に対してレーザー光を照射したときに発生するレーザーアブレーションプラズマを分光器付き sCMOS カメラで測定し、波長範囲や波長分解能などの観測を行った。

4 飛行時間差を利用した炭素鎖分子負イオンのイオン種選別

川中 匠

孤立環境下における高振動励起状態の分子・イオンの冷却過程において、振動エネルギーが電子励起エネルギーに遷移する逆内部転換の後、電子遷移に伴い可視光を放出し冷却するポアンカレ蛍光の存在が近年確認された。

ポアンカレ蛍光放出による冷却過程の詳細な過程を明らかにするために必要となる蛍光スペクトルなどの詳細な情報を得るため、当研究室では透明なイオントラップ中に質量選別した分子イオンを閉じ込めポアンカレ蛍光を観測する計画を進めている。

本研究ではレーザーアブレーションを用いて生成された多くの炭素鎖分子負イオンの中から一種類のみを選別してイオン輸送するため、イオン通過タイミングに合わせて電極にパルス電圧を印加し、飛行時間差を利用して目的のイオン種以外の軌道を逸らすことでイオン種選別を行った。

5 星間分子負イオン輸送効率向上のためのイオンビーム軌道シミュレーション

片岡 健太郎

近年、孤立環境下における負イオンの冷却過程の1つとして逆内部転換後に放出される「ポアンカレ蛍光」の存在が確認された。東邦大学原子過程科学教室ではポアンカレ蛍光精密分光を目指したイオン蓄積装置「T-POOT」を開発しポアンカレ蛍光の詳細な波長データの取得を目指している。

本研究ではT-POOTへのイオン輸送効率向上を目指し、イオン輸送部の 90° イオン偏向を収束しつつ行える四重極型イオン偏向器の荷電粒子軌道シミュレーションを行った。実験で用いるイオンの運動エネルギーなどのパラメータから偏向器の各部電極の電圧の決定を行った。

6 レーザーアブレーションを用いた炭素鎖分子正イオンの生成 10-10.5

佐藤 由海

近年、宇宙空間のような孤立した環境における分子の冷却過程として、分子の振動励起エネルギーが電子励起エネルギーに転換される逆内部転換を経て生じるポアンカレ蛍光が炭素鎖分子負イオン C_4^- 、 C_6^- などで発見された。一方、炭素鎖分子正イオンもポアンカレ蛍光を放出することが予想されるが、未だ研究は進んでいない。本研究では、レーザーアブレーションイオン源を用いた炭素鎖分子正イオンの生成、および飛行時間質量分析による生成イオン種の同定を行った。

7 Arの副殻励起スペクトルにあらわれるFano共鳴

鎬木 健太郎

電子と原子の衝突過程において、散乱電子が波として干渉し、共鳴散乱が生じることがある。共鳴散乱では、散乱強度の増大や減少に伴って、電子エネルギー損失スペクトル上にはディップや非対称ピークなどの複雑な構造が観測される。本研究ではそれらを特徴づけるパラメータについて解析することを目的とした。そこで、Arの副殻3s軌道の電子励起による共鳴現象を観測したデータを元に、Breit-WignerとFanoの公式を用いて解析を行った。結果として、ピーク形状を特徴づける各パラメータについての情報を得ることができた。

8 NH_3 の電子衝撃解離によるフラグメント生成比の衝突電子エネルギー依存性

岩上 藍子

電子と分子の衝突では、そのエネルギーがイオン化エネルギーを大きく超えると、イオン化に伴って分子が解離することがある。これをイオン化解離またはフラグメンテーションといい、質量分析にとっては大敵であるが、一方でそれを解析することで、分子の構造や励起状態のポテンシャル曲線に関する情報を得ることができる。本研究では、アンモニアの解離性の励起状態の情報を得るために、アンモニア分子を対象として、衝突電子エネルギーによる分子イオンおよびフラグメントイオンの生成比の変化を観測した。測定には散乱電子-イオン同時測定装置を用いたが、今回の実験では同時測定までにはいたらなかった。

9 イオン付着飛行時間型質量分析装置の装置の安定化

平戸 杏佳

呼気分析は、呼気に含まれる成分を分析し、健康状態や疾患を調べる身体に無侵襲な診断方法の 1 つである。本研究室で開発されたイオン付着飛行時間型質量分析装置は、対象試料分子を壊さず(フラグメントフリー)に検出することが可能な装置であるため、呼気分析に適している。これまでに原理的な実験には成功しているものの、実際の分析装置としては定量性に問題がある。定量的な測定のためには呼気中の各成分に対する検量線が必要なので、本研究では定量分析の第一歩として、呼気中の疾患と関係がある物質の中で検出効率の良いアセトンを用い、装置の安定性について調べた。

10 直交型イオン付着飛行時間型質量分析装置を用いた呼気の定量分析

佐藤 拓生

本研究室で開発を進めている直交型イオン付着飛行時間型質量分析装置は、イオンの引き出し方向と検出方向が直交しているためにイオン源の状態に左右されずに高分解能を保ちつつ、対象試料分子を壊さずに検出できる装置である。そのため本研究室では、この装置を呼気分析に応用しようとしている。呼気分析は呼気中に含まれる成分を分析し、健康状態や疾患を調べる身体に無侵襲な診断方法の一つである。これまでに原理的な実験には成功しているが、定性的にも定量的にもまだまだ問題がある。そこで本研究では、再現性のある条件の下で、バックグラウンドを減らし、呼気中の疾患と関係が深いアセトンを安定して得ることを目的とし、実験を行った。