

原子過程科学教室

1 チタンの X 線吸収特性を用いたサムピーク除去法によるステンレス鋼表面ウラン汚染の XRF 分析

氏名 柳澤 右京

ステンレス鋼を蛍光 X 線 (XRF) 測定すると、鉄に由来するサムピークが観測される。このサムピークは U La 線と重なるため、ステンレス鋼表面のウラン汚染を XRF 分析することは困難である。本研究では、チタン箔をステンレス鋼表面のウラン汚染部位に重ねることで、チタンの X 線吸収特性を用いて、サムピークを除去する方法の検討を行った。実験の結果、15 μm のチタン箔を用いることで、サムピークを除去することに成功し、ステンレス鋼表面ウラン汚染の XRF 測定を可能とする結果を得た。また、従来法である α サーベイメーターの約 100 倍の感度を達成した。

2 パルス電子銃における電子の収束率向上に向けたシミュレーション

氏名 村杉 廉

本研究室では、散乱電子-イオン同時計測法を用いて、これまでに水素分子や窒素分子などの二電子励起状態の崩壊過程の研究を行ってきた。しかし電子を効率よく発射させることができず、実験に多くの時間がかかってしまっていた。そこで、本研究では入射電子電流を増やすために SIMION を用いて電子銃内外の電子のシミュレーションを行った。その結果、以前までは 0.6 nA ほどしか電子が電子を発射させることができていなかったのに対し、5 倍以上となる 3.0 nA 以上もの電子を発射させることができた。これは、実験時間が 1/5 以下になることを意味する。

3 散乱電子-イオン同時計測装置のための計測システムの作成

氏名 永井 友望

本研究室では、二電子励起状態に着目し、その励起状態の性質や崩壊過程の研究を電子衝突による散乱電子-生成イオンの同時計測実験によって行ってきた。実験では、散乱角を固定して電子エネルギー損失スペクトルを得、同時にイオンの生成量の同時測定を行う。しかし、使用していた電子エネルギー損失スペクトルをとるためのマルチチャンネルスケーラー(MCS)の故障により、実験ができなくなっていた。そこで本研究では、National Instruments によって開発されたソフトウェア商品である LabVIEW とハードウェア商品である DAQ デバイスを用いて、散乱電子-生成イオン同時計測実験のための計測システムの開発を行った。

4 二方向二段デフレクターを用いた簡易質量分析計

氏名 小西 凌也

本研究室ではイオン付着飛行時間分析(TOFIA)法による質量分析装置の開発研究を行っている。TOFIA では低速イオンが直線的な軌道を持たないという問題点があった。そこで二組のデフレクターを用いて、直線的なイオンを導入できる方法が考案され、C 言語とイオン光学設計ソフトを用いたシミュレーションが行われた。それらを踏まえ、今年度は装置の実現に向けたパルスの立ち上がりや進行方向に直交する二軸を考慮したシミュレーションを行った。その結果、二軸を考慮すると各電極の影響で電場の歪みが大きく、実際に用いるには補正電極が必要であることがわかった。

5 直交型イオン付着飛行時間型質量分析装置のための検量線作成の試み

氏名 福田 拓馬

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、呼気分析に適用できる。これまでに原理的な実験には成功し、測定感度、分解能の向上を図っている。本研究では、本装置で定量分析が可能か否か調べるために、呼気中の疾患と関係がある物質の中で付着効率の良いアセトンを用いて検量線作成を試みた。その結果、線形型では描けた検量線が、直行型の本装置ではうまく描けず、標準試料の作成方法等に問題がある可能性はあるが、現状では定量分析には適さないことがわかった。

6 直交型イオン付着飛行時間型質量分析装置における簡易 RF カーペットの効果

氏名 小林 紳一郎

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、気相試料を壊さず(フラグメントフリー)に検出可能である。その特徴を生かし、呼気分析への応用を目指しているが、現在の装置では呼気中に含まれる疾患と関連のある物質の濃度である ppm レベルの検出は難しい。そのため、検出感度の向上のため高周波電圧を印加する「簡易 RF カーペット」が考案された。本研究では、簡易 RF カーペットの最適な設定を見出し、検出感度の向上を目指した。結果として、検出量が最大で 1.2 倍程度となる設定を得ることに成功した。

7 炭素分子負イオン C_9^- が放つ再帰蛍光の減衰測定

氏名 横山 寧々

孤立環境下にある分子の冷却過程は、宇宙空間における分子の合成進化にも関わる重要な物理事象である。近年、従来知られた過程よりも遥かに急速な冷却過程として、内部転換の逆過程である逆内部転換に続き可視・近赤外光を放出する再起蛍光が炭素分子正・負イオンや多環芳香族炭化水素正イオンで確認され、注目を集めている。特に炭素分子負イオンでは、これまで構成炭素数が偶数である $C_{4,6,8}^-$ で再帰蛍光が直接観測されていたが、近年に炭素数が奇数の C_9^- で再帰蛍光放出が確認され、偶奇性の逆転として興味を持たれている。本研究では、この偶奇性逆転が起こる炭素分子負イオン C_9^- に着目し、波長ごとに再起蛍光の減衰測定を試みた。

8 β 崩壊の核刺激脱離による反跳イオンビーム生成の研究

氏名 飯田 葉吏

ウランよりも原子番号 Z の大きな超ウラン領域 ($Z > 92$) の原子核において、核構造が特異的に安定となる「安定の島」の存在が予言されている。既存の技術では困難な安定の島近傍核の生成・研究を目指し、安定の島に至る超ウラン領域核の系統的な精密質量測定による核子結合エネルギーや安定性の研究が期待されている。

本研究では、超ウラン未開拓領域の精密質量測定に不可欠な高純度イオンビーム生成法を開発した。 α 崩壊など放射性崩壊に伴う娘核反跳を利用した吸着表面からのイオン脱離「核刺激脱離」に着目し、ラジウム ($Z = 88$, Ra) 同位体 ^{225}Ra の β 崩壊による金属表面からの核刺激脱離イオン生成・輸送の実証実験を行った。