

レーザ共鳴多光子吸収イオン化法を用いる高温炉内微量ガス高感度

リアルタイム分析装置の試作

(新日鐵・先端研、日鐵テックリサーチ、島津製作所、東工大・資源研)

○林俊一、鈴木哲也、草野英昭、石内俊一、酒井誠、藤井正明

【序】超音速分子ジェット多光子吸収イオン化質量分析 (Jet-REMPI) 装置は、高感度、高選択性という特徴を持つことより、高炉や焼却炉に代表される高温炉内から放出されるガス成分の高感度オンサイト・リアルタイム検出技術として期待されている。

本研究では、大排気速度チャンバと Jet-REMPI 装置を組み合わせた高温炉内排ガスのリアルタイム・オンサイト分析装置を試作した。本装置は、高温炉内のガスの雰囲気組成を再現するために、排ガスを煙道と同様の温度で搬送し、オリフィスを介して連続的にイオン化チャンバに導入する。試料にクロロベンゼンを用いて、試料ガスの冷却状態、検出感度を検討した結果について報告する。

【方法】超音速分子ジェット多光子吸収イオン化装置に接続可能な大排気速度チャンバは、イオン化チャンバとベローズを介して接続し、取り付け、取り外しが可能な構造とした。また、飛行時間型質量分析計の真空度を保持するために、大排気速度チャンバは 2 室に分かれており、分子流をスキマーを介してイオン化室に導入しレーザイオン化信号を得る。イオン電極から外れた位置に放出されるジェットは、シュラウドにより切り出され、飛行時間型質量分析計内に導入されることなく、チャンバ下部に設置された 1600ℓ/min のターボ分子ポンプにて排気されるようにした。このシステムを用いて、オリフィスを 50、100、300 μm を用いて検討した結果、真空度は $10^{-4}\sim 10^{-5}\text{torr}$ に保持できることがわかった。

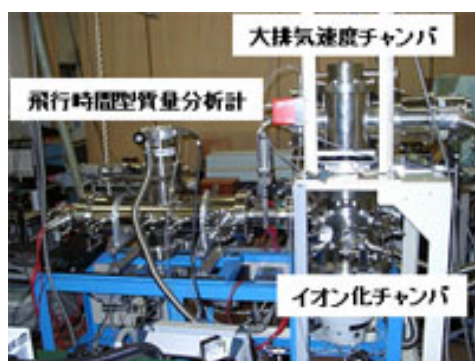


図 1. 大排気速度チャンバと接続された Jet-REMPI 装置

これにより、イオン光学系はシュラウドにより保護され、信号に供するガス成分のみを質量分析計に導入させるようになった。また、シュラウドは個別に排気され、飛行時間型質量分析計の真空度を $10^{-6} \sim 10^{-7}$ torr 台に保てるようにした。

【結果】

従来用いてきたパルスバルブと比較した場合、連続導入システムの課題となるのは、感度の低下である。試料にクロロベンゼンを用いて、本システムを用いてマスペクトルを測定した。

大排気速度チャンバを介して得られたクロロベンゼンのマスペクトルを図 2 に示す。 ^{35}Cl と ^{37}Cl が高い質量分解能で検出されていることがわかる。また、信号強度はパルスバルブを用いた場合と遜色ない程度に得られることがわかった。

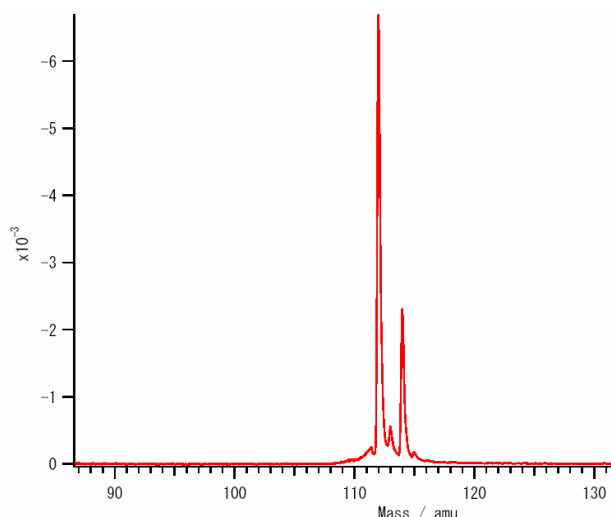


図 2. 得られたクロロベンゼンのマスペクトル

【まとめ】

大排気速度チャンバと Jet-REMPI 装置を組み合わせた高温炉内排ガスのリアルタイム・オンサイト分析装置を試作した。、従来のパルスバルブを用いる方法と遜色ない信号強度が得られることを確かめた。

更なる高感度化や分子検出の選択性を高めるために、今後、検出器の高感度化、分子の冷却効率の向上を検討していく。