

基盤科学セミナーのお知らせ

液体・液滴分子線による  
生体分子の  
気相単離と動的挙動

講師； **河野淳也**

(コンポン研究所 東東京研究室 主幹研究員)

日時； 平成 20 年 11 月 19 日 (水)

15 : 00            17 : 00

場所； 共同会議室 (総合棟 3F)

## 講演概要

分子のレベルから生命現象を理解することは、生物科学の大きな目標の一つである。このとき、溶媒としての水も含めた基本的な研究が出発点になる。特に、生命現象を制御する因子であるタンパク分子や、遺伝情報を維持しているDNA分子を取り上げて分子レベルで精査する必要がある。このような観点から、これら生体分子を気相単離し、その性質を調べる研究を行った。液体・液滴分子線法により溶液を直接高真空中に導入し、赤外レーザー蒸発法により溶質分子を気相単離した。また、気相単離したタンパク質分子の紫外レーザー励起気相プロトン移動過程を調べた。一方、長時間を要するプローブを適用するため、イオントラップを組み合わせた装置を開発した。

### 1) 液体・液滴分子線法

液体分子線法は連続液体流を、液滴分子線法は微小液滴をそれぞれ高真空下に導入する手法である。(図1)水溶液などの溶液は蒸気圧が高いため、高真空を保つ工夫が必要である。液体分子線法の場合は液体窒素トラップによる固体化、液滴分子線法の場合は差動排気という装置上の工夫により、高真空下への液体導入を実現した。

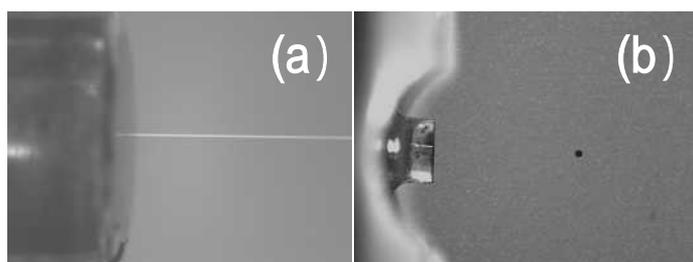


図1 (a) 液体分子線ノズル。液体が連続流として流れている。(b) 液滴分子線ノズル。直径 70  $\mu\text{m}$  の液滴が生成している。

### 2) 液滴分子線によるタンパク質分子の気相単離と動的過程

生体高分子の気相研究を進めるために、ピコリットルの微量試料を高真空中で取り扱える手法である液滴分子線法を開発した。この方法を赤外レーザー蒸発法と組み合わせ、生体分子の気相動的過程を調べた。まず、液滴分子線の特性評価を行い、水の液滴分子線が液体状態を保っていることを示した。次に、ウシ血清アルブミン(BSA)およびその塩酸塩(BSA·Cl)溶液を試料として用い、溶液中に存在するイオンが観測されるという結果を得た。(図3)ここから、気相単離した分子が溶液中の性質を保っていることがわかった。そこで、リゾチーム分子を水溶液から気相単離し、紫外レーザー照射に伴う気相プロトン移動反応について考察した。(図4)

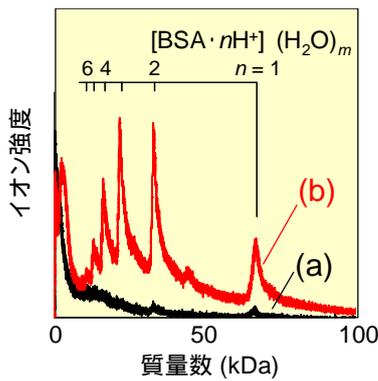


図3 BSA(a)および BSA-Cl(b)水溶液液滴分子線赤外レーザー蒸発により得られた質量スペクトル。溶液中にプロトン化物の存在する(b)からのみイオンが観測される。

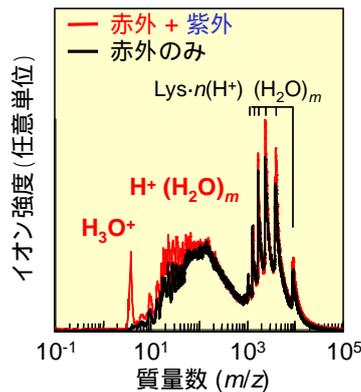


図4 液滴分子線より気相単離されたリゾチーム分子の紫外レーザー励起プロトン移動反応。紫外レーザー照射時のみ  $H_3O^+$ 、 $H^+(H_2O)_m^+$ が観測されている。

### 3) 液滴分子線イオントラップ質量分析装置の開発

気相単離した分子の性質を調べるためには、手法により数ミリ秒以上の時間が必要になる。そのため、液滴分子線からの生成イオンを、所定の時間気相中にトラップする装置を開発した。実験装置の概略図を図1に示す。円筒形のリング電極とそれをはさむ円板型エンドキャップ電極からなるイオントラップの中に液滴分子線を導き、赤外レーザーを照射した。150 - 1200 kHz の RF 電場をリング電極に与えることにより、気相中に生成したイオンを所定の時間 (トラップ時間、0 - 400 ms) トラップした。その後、RF 電場を切ると同時にエンドキャップ電極にパルス電圧を与え、生成イオンを飛行時間型質量分析装置により分析した。試料として 10  $\mu$ M のリゾチーム(Lys、分子量 14,400)水溶液を用いた。トラップ時間を 1 ms、RF 周波数を 300 kHz としたときに得られた質量スペクトルを図2に示す。質量スペクトル中のピークは、水和プロトン化リゾチームイオン、 $[Lys \cdot n(H^+)](H_2O)_m$  ( $n = 2-7$ )に帰属することができた。

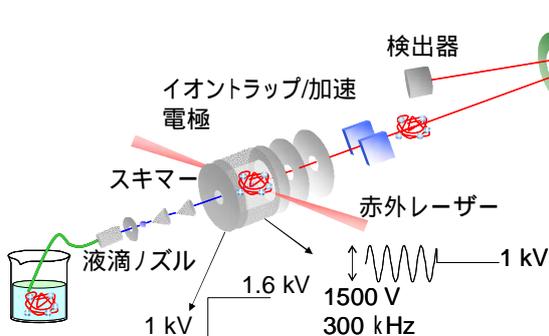


図1 イオントラップ型液滴分子線レーザー蒸発質量分析装置の概略図

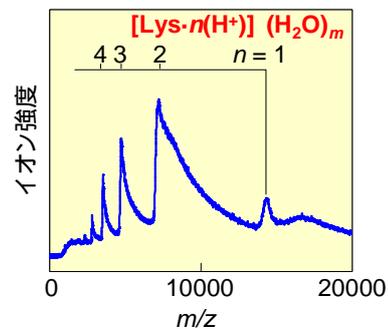


図2 10  $\mu$ M のLys水溶液液滴分子線より得られた質量スペクトル。トラップ時間は 1 ms。