

2P036

## 超音波霧化装置を用いた新規パルスノズルの開発

(兵庫県立大院・物質理) ○田尻 貴大、坂本 佳奈、下條 竜夫、本間 健二

### Development of a novel pulsed valve for probing large molecules in vacuum chamber

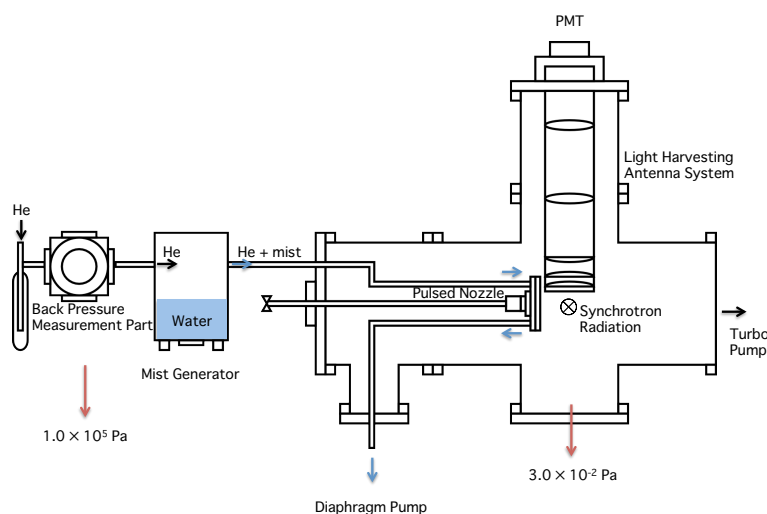
(Univ. of Hyogo) ○Takahiro Tajiri, Kana Sakamoto, Tatsuo Gejo and Kenji Honma

【序】周波数20 kHz～数 MHz の超音波を溶液に与えると、数  $\mu\text{m}$ ～数 nm の微小な液滴が生成することがよく知られている。この微小液滴を作り出す技術は超音波霧化法と呼ばれ、医療分野における吸入投薬やドライミストの生成技術として近年注目されている。この超音波による微小な液滴の発生メカニズムは、様々な説があるが、一番有力な仮説として、キャピラリ波説がある。液体に超音波が照射されると気液界面にキャピラリ波（表面波）が形成される。このキャピラリ波の振動振幅が臨界点を越えた時、波の先端が破断して微小な液滴が生成されるという考え方である。

近年、液滴状態あるいは、溶液状態に存在する溶質分子の光電子分光法が注目されている。これまで、液滴状態に溶けている分子の電子状態を観測する方法として、エレクトロスプレー（ESI）法や液体ビーム法が試みられてきた。超音波霧化法により、微小な液滴を生成し真空中に導入することができれば、同様の実験をすることが可能である。この方法では、従来の方法とは異なり、3つの利点が考えられる。①液滴を電気的に中性な状態で真空中に導入できる。②その液滴も比較的大きな3  $\mu\text{m}$ 程度のものである。③溶質と溶媒を一緒に取り出し、タンパク質等の巨大分子の溶液中における電子状態も観測できる。これらの利点を生かし、液滴中の溶質分子の光電子スペクトルを観測し、これまでに研究されてきた固体、気体の電子状態と比較することで溶液中特有の電子状態を調べることが可能となる。

本実験では、超音波霧化装置により生成した微小液滴をパルス状に真空中に導くノズルを開発し、水の蛍光励起スペクトルを測定することで微小液滴のサイズを評価した。

【実験】本実験では、真空チャンバーに微小な液滴を導入するため、超音波霧化装置を製作した。装置は液滴生成部、ノズル部の2つから成っ

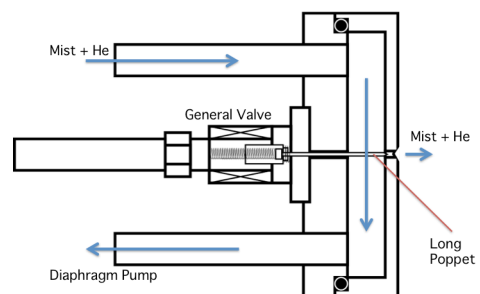


(図1) 実験装置の図

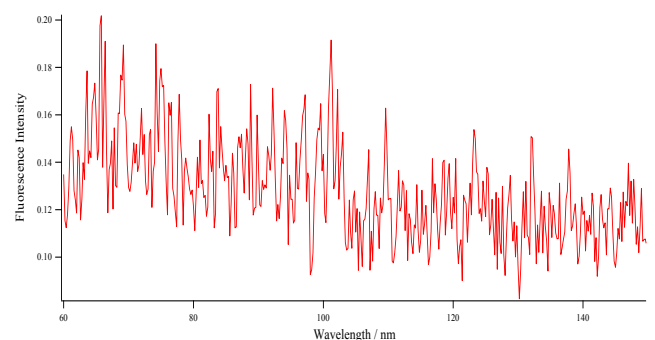
ている（図1）。液滴生成部では、水槽下部に取り付けてある超音波振動子により微小な液滴を発生する。振動子の振動周波数は2.4 MHz、大気圧下で約3 μmのサイズの液滴を作る能力を持っている。図2には、ノズル部の構造を示した。ノズル部には、断続的に液滴を真空中に導入できる様に、ポペットを自作したGeneral Valve (Series9, Parker Hannifin)を取り付けた。これにより、一方からキャリアガスをHeとして液滴を導入し、他方からダイアフラムポンプで引く構造になっている。これは、①真空チャンバーにたくさんの微小液滴を導入すると、ノズルに液滴が詰まる。②実験に必要な真空を保てなくなるなどの問題が発生するためである。主要な液滴をダイアフラムポンプで引き、真空チャンバーには一部の微小液滴のみを導入することでこれらを防ぐことができる。またノズルの径は500 μmとし、バルブの動作周期を1~2 Hzに設定した。このときのノズル内の圧力が $1 \times 10^5$  Paの場合、チャンバー内の圧力は $3 \times 10^{-2}$  Pa程度である。

本実験は、分子科学研究所UVSOR BL 5 Bにて行った。Heをキャリアガスとして、真空チャンバーの手前に先ほど述べた霧化装置を取り付け、水の微小な液滴を断続的に導入した。この水の液滴に10 eVから15 eVの真空紫外線を照射し、PMT (R928、浜松フォトニクス)を用いて水の蛍光励起スペクトルを観測した。

【結果・考察】水の微小液滴の蛍光励起スペクトルを測定した結果を図3に示す。M. Ahmedら[1]は、蛍光励起スペクトルの強度が液滴のサイズに依存することを見出し、120 nmの蛍光励起強度が大きくなるにつれてクラスターサイズが大きくなることを観測した。ここで、得られた蛍光励起スペクトルに注目すると、約1500個の水分子が微小液滴内に存在していることが考えられる。



(図2) パルスノズル概要図



(図3) 水の微小液滴の蛍光励起スペクトル