

和周波発生分光によるプラズマ-液相界面の計測

Plasma-liquid interface studied with sum-frequency generation spectroscopy

阪大工 ○伊藤 剛仁

Osaka Univ. Tsuyohito Ito

E-mail: tsuyohito@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

非平衡大気圧プラズマ技術の発展に伴い、プラズマと液相の相互作用を用いた研究が急速な広がりを見せている。液相内でのプラズマ誘起反応を利用した材料合成プロセスのみならず、環境浄化、殺菌・滅菌、農業応用、医療応用など、その応用分野は多岐にわたる。我々は、プラズマ誘起の液相内反応プロセスの更なる高度化を導くには、物質・エネルギー収支の場である界面における現象の理解が重要になってくると考え、界面活性振動分光である和周波発生分光を含む各種分光測定に取り組んでいる。

振動和周波生成 (Vibrational sum-frequency generation: VSFG) には、可視レーザー(波長:532 nm)と波長可変赤外レーザー(波長: 3150~3800 cm^{-1})を用いている。それぞれ発振周波数 10 Hz、パルス幅 3~5 ns である。これら二種のレーザーを水面に同時に照射し、水表面分子振動と赤外レーザーの周波数が共鳴するときに増強される和周波光を光電子倍增管で検出する (図 1)。

本研究で用いたプラズマは、大気中での誘電体バリア放電(Dielectric barrier discharge: DBD、電圧波形: 矩形、ピーク電圧: 10 kV、周波数: 1 kHz、Duty 比: 50%)であり、生成された反応活性種(OH, O₃, NO_x 等)は拡散によって水面に供給される構造をとっている。

表面水分子の OH 伸縮振動に起因する 3 つの VSFG ピーク強度は、活性種の供給時に弱くなる傾向が見られた。密度汎関数法による計算結果も踏まえると、活性種が水表面 OH へ吸着することを主たる原因とし、加えて OH のつくる双極子の配向方向の乱雑化等を引き起こしているものと考えられる。更に、ラジカル供給停止後にはシグナル強度が回復した点や、液相内のラジカル濃度が表面構造に影響を与えると報告されている値よりも極端に低い点などから、プラズマから供給されたラジカルは水表面に偏析しやすいものと考えている。

シンポジウムでは、ミスト含有プラズマにおける発光分光計測や、大気圧プラズマにおけるレーザー分光計測等、我々が進める関連研究も合わせて紹介させていただきたい。

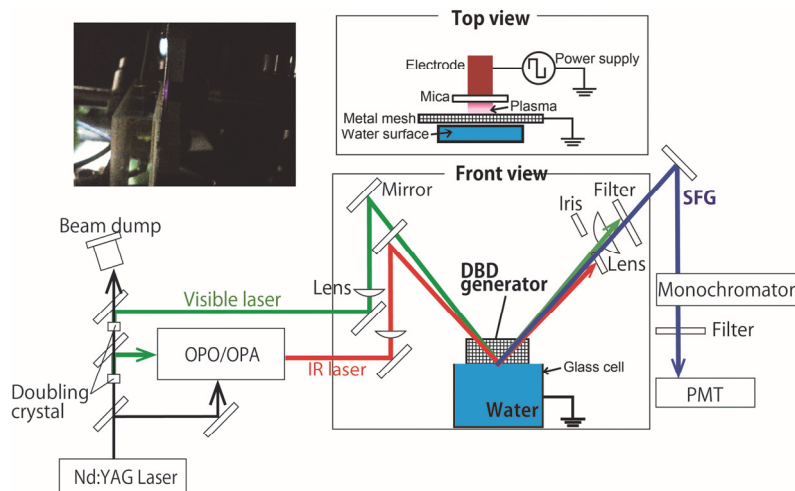


図 1 : プラズマ-水界面における和周波生成実験装置概略図