大気圧プラズマの空間アフターグローと相互作用する気液界面における表面張力の計測

Measurement of surface tension at liquid interface interacting with spatial afterglow of an atmospheric-pressure plasma

北大工　○(M1)金子 拓真，白井 直機，佐々木 浩一

Hokkaidou Univ., °Takuma Kaneko, Naoki Shirai, Koichi Sasaki

E-mail: takuma-k@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

【背景目的】

気液界面プラズマの研究は様々な分野への応用が期待されていることから注目されている。化学的な効果に関する研究が進んでいるが、代表的な物理的パラメータである表面張力がプラズマとの相互作用によってどのように変化するかを調べた研究はほとんどない。表面張力は分子間のファンデルワールス力や水素結合によって決定されるため、プラズマからの活性種輸送, 熱輸送, およびシース電界等によって変化する可能性は高く、定量的な評価が求められる。本研究では、大気圧プラズマの空間アフターグロー部と相互作用する水面の表面張力を測定した結果について報告する。

【実験方法】

図 1 に実験装置の概要を示す。音響ホーンを用いて周波数が 300～600 Hz の振動を水面に与えることによりキャピラリー波を励起した。キャピラリー波が存在する領域に He-Ne レーザー光を斜入射し、キャピラリー波によって生じる回折光の干渉パターンを撮影した［1,2］。干渉縞の間隔 Δx とキャピラリー波の分散関係から表面張力を算出した。この測定では、ジェット状のガス流やプラズマ照射の影響で水面に生じる振動が障害となる。今回の実験では、その影響を最小化するため、空気中で V 字型に交差する微細希ガス流を用いて直流駆動のグロー放電を生成し、その空間アフターグローガスを水面と相互作用させ、相互作用する領域の表面張力を測定した。

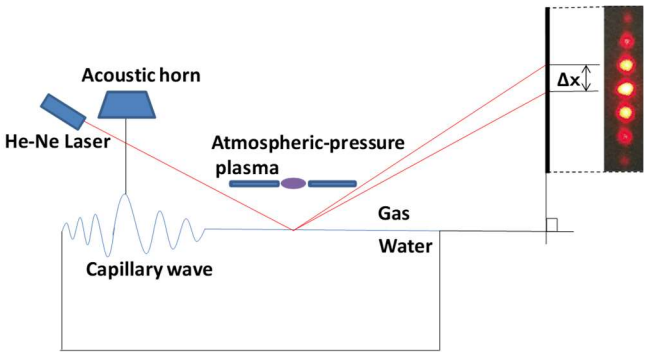

図 1.　実験装置図

【結果・考察】

まず、本実験で用いた方法により、プラズマと相互作用しない水の表面張力として、真値（72.8 mN/m）に近い値が求まることを確認した。図 2 は、プラズマ照射の前後の時間帯における表面張力の時間変化をあらわしている。表面張力はプラズマ照射開始後数分が経過した時点から増加し始め、12 分程度が経過した時点でほぼ定常値に達した。プラズマ照射を停止すると、10 分程度の時間を掛けて表面張力が低下し、ほぼプラズマ未照射の水の表面張力の値に戻った。プラズマによって生成した反応活性種が液体表面に到達することによって水分子の配向に影響を与えるという研究結果[3]があることから、分子配向の変化が今回の結果に影響している可能性がある。

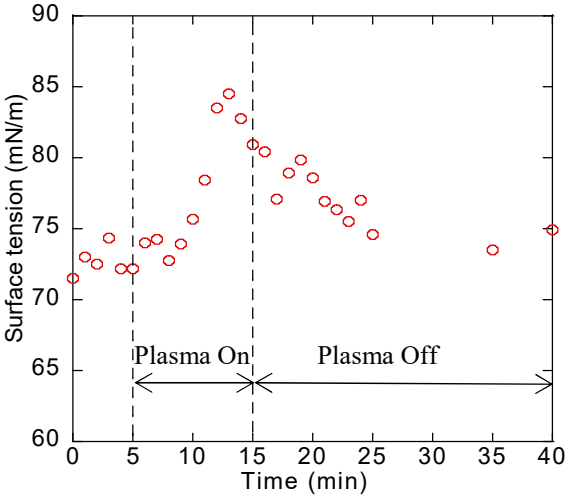

図 2.表面張力の時間変化

参考文献：

［1］ R. Miao, X. Zhao and J. Shi, Opt. Commun., 259 (2006), pp. 592-597

［2］Runcai Miao, Zongli Yang, Jingtao Zhu, and Changyu ShenAppl. Phys. Lett. 80, 3033 (2002)

［3］Takahiro Kondo et al, J. Phys. D: Appl. Phys.50 244002 (2017)