

## 和周波発生分光による界面水分子構造の外部電場依存性の調査

## Dependence of applied electric fields on interfacial water structure studied by sum frequency generation spectroscopy

阪大院工, °近藤 崇博, 伊藤 剛仁

Osaka Univ., °Takahiro Kondo, Tsuyohito Ito

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

【背景】近年の大気圧低温プラズマ技術の発展をうけ、プラズマと液体の相互作用を用いた液相反応の研究が盛んに進められており、有害物質の分解、殺菌・滅菌、細胞死滅、水中ナノ粒子合成等、プラズマ応用における新展開が導かれつつある。しかしプラズマの素性が不明なまま応用研究が先行しており、革新的応用展開のためには、物質・エネルギー輸送を担うプラズマ-液相界面の情報が不可欠であると考えられる。

そこで本研究では和周波発生(Sum frequency generation: SFG)分光により、プラズマの効果の中で重要なもののひとつである電場について、界面水分子構造へ与える影響を調査した。

【方法】SFG 分光には可視レーザー(波長:532 nm、パルスエネルギー:約 1 mJ/pulse、パルス幅: 3~5 ns)と赤外レーザー(波長:2600~3500 nm、パルスエネルギー:約 300  $\mu$ J/pulse、パルス幅: 3~5 ns)を用い、CaF<sub>2</sub>/水界面へ同時に集光した。これら二種類のレーザーの和周波の光(SFG 光)は界面における数分子層程度から発生し、また、赤外レーザーと計測表面分子の振動数とが共鳴するとき増強される。また本実験では、CaF<sub>2</sub>/水界面に垂直方向に電場を印加し、SFG 光の依存性から界面水分子構造の変化を調査した。

【結果・考察】CaF<sub>2</sub>/水界面では水の pH によって SFG スペクトルに違いが見られるが、これは、pH によって CaF<sub>2</sub> の表面電荷が異なるため、それに応じて水分子の配向が変化することに起因すると報告されている[1]。低 pH(例えば 3.8)では CaF<sub>2</sub> は図 1(b)に示すように正に帯電しており、CaF<sub>2</sub> 表面と水中の負イオン間に形成される電気二重層の電場  $E_p$  により水分子は主に酸素原子を CaF<sub>2</sub> 側へ向けた配向をとると考えられる。このような配向性に起因する水分子の振動モードは周波数 3150  $\text{cm}^{-1}$  付近に見られ、配向性が高まるほど強く現れるとされている[1]。この周波数における SFG 強度は、外部電場(電場方向は水面垂直下方向を正、上方向を負とした)を印加した時、図 1 のような変化を示した。電気二重層電場  $E_p$  と同方向に外部電場  $E_{ex}$  を印加すると水分子の配向性は高くなり SFG 強度は高くなる(図 1(c))。反対に  $E_p$  と逆方向に  $E_{ex}$  を印加すると、水分子の配向性が低くなり SFG 光強度も弱くなるが、さらに負電場強度を強くすると水分子が反転し(図 1(a))SFG 光強度が上昇したと考えられる。

以上、得られた成果の詳細について発表を行う。

[1]K. A. Becraft et al., Langmuir, 17(2001), 7721.

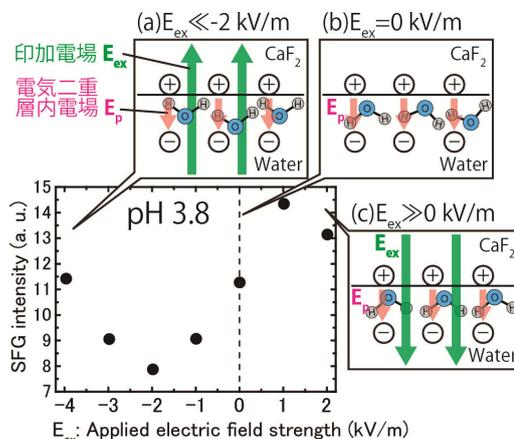


図 1、赤外レーザー周波数 3150  $\text{cm}^{-1}$  における SFG 強度の外部電場依存性(pH 3.8)。