

プラズマ生成反応活性種供給過程における 水表面構造の振動和周波発生分光による診断

Diagnostics of interfacial water structure supplied with plasma-generated reactive species by vibrational sum-frequency generation spectroscopy

○近藤 崇博^{1,2}、伊藤 剛仁² (1. 東海大、2. 阪大工)

○Takahiro Kondo^{1,2}, Tsuyohito Ito² (1.Tokai Univ., 2.Osaka Univ.)

E-mail: kondotakahiro@tsc.u-tokai.ac.jp

【研究背景】プラズマと液体とを用いたプロセスは、環境浄化、殺菌・滅菌、水中ナノ粒子合成等の応用が期待され、盛んに研究されている。液相接触プラズマプロセスでは、プラズマ由来のラジカルや高エネルギー粒子が、液相中の反応を促進するため、プロセスの更なる高精度化を導くには、その界面における反応機構の理解が重要となる。近年、プラズマ-液相界面に着目したシミュレーションが報告[1, 2]されてきているが、実験的な知見は未だ十分に得られていない。

本研究では界面に活性な分光学的手法の一つである振動和周波発生(Vibrational sum-frequency generation: VSFG)分光により、プラズマ-水界面を対象とし診断を行った。本発表では、プラズマ生成反応活性種(OH, O₃, NO_x等)を水面へ供給し、その際の水表面構造の変化について、診断した結果を報告する。

【実験方法】VSFG 分光には可視レーザー(波長:532 nm)と波長可変赤外レーザー(波長: 3150~3800 cm⁻¹)を用いた。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た。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和周波光は増強される。発生した和周波は光電子倍增管で検出を行った。

また、空気中で誘電体バリア放電(Dielectric barrier discharge: DBD)を生成し(電圧波形: 矩形、ピーク電圧: 10 kV、周波数: 1 kHz、Duty 比: 50%)、反応活性種源とした。

【結果・考察】表面水分子の OH 伸縮振動に起因する 3 つのピークは活性種の供給時、ピーク高さが低くなるという傾向が得られた。特に、図 1 に示す様に、3700 cm⁻¹におけるピーク (free OH 構造に起因) は活性種供給時、ほとんど見られなくなった。本診断より、O₃、NO_x等の気相中反応活性種は水面へ到達した際、水表面 OH への吸着、OH のつくる双極子の配向方向の乱雑化等を引き起こすと考えられ、また、特に free OH 構造へ大きな影響を与えることが判明した。

以上、詳細および更なる考察について学会にて発表を行う。

参考文献: [1] T. Shirafuji et al., JJAP, 53 (2014) 03DG04. [2] Y. Minagawa et al., JJAP, 53 (2014) 010210.

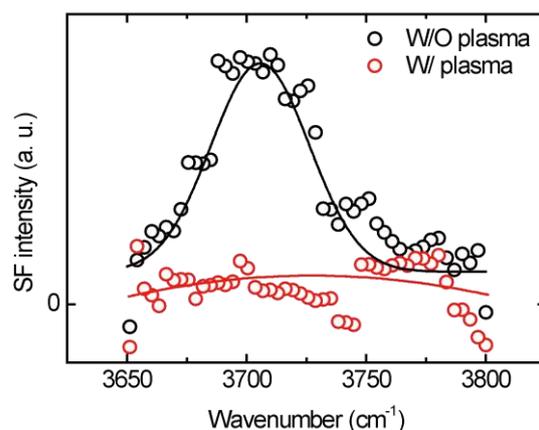


図 1、VSFG スペクトル。黒丸：活性種供給無、赤丸：活性種供給有