

光共振器による水分子の振動強結合制御

(北大理¹・北大院理²) ○吉光 創之¹・福島 知宏²・村越 敬²

Control on Vibrational Strong Coupling of Water in Electrolyte Solution (*Department of Chemistry, Faculty of Science, Hokkaido University*) ○ Soushi Yoshimitsu,¹ Tomohiro Fukushima,² Kei Murakoshi²

Vibrational strong coupling state of molecules in an optical cavity can modulate the reactivity of molecules. Therefore, creation and control of vibrational strong coupling state of water is also important for the electrochemical applications. In this study, we controlled the vibrational strong coupling state of water in optical cavity. When cavity mode was tuned to the OH stretching mode, Rabi splitting was observed. The degree of Rabi splitting energy was dependent on the concentration of water molecules. In addition, we observed the modulation of ionic conductivity depending on the vibrational strong coupling state.

Keywords : Cavity; Vibrational strong coupling; Ionic conductance

光共振器においては電磁場のゆらぎにより対向ミラーの間に電場モードの定在波が生じる。物質の振動子と相互作用することにより、準位の分裂を引き起こす強結合状態が知られており、触媒効果などの研究がされてきた。振動強結合状態にある水の構造やイオン伝導度に関する知見はなく、電気化学系への応用も期待できる。本研究では、電解質混合溶液を光共振器中での振動状態を赤外分光スペクトルで Rabi 分裂を観測するとともに、電気化学交流インピーダンス法によって伝導度を解析することで、強結合状態がイオン伝導度に及ぼす影響を調べた。Au を電子線蒸着した CaF₂ の IR セル窓板に対して、10 μm 程度の厚みを有するカプトンフィルムをスペーサーとして導入することによって振動領域においても共振特性が得られることを確認した。実際に、共振器内に電解質溶液などを導入し赤外分光スペクトルを取得すると固有振動の共鳴線が 2 つの準位に分裂する Rabi 分裂が観測された。Fig. に示すように DMSO-d₆ と水 9:1 混合溶液においては OH 振動伸縮モードが 3470 cm⁻¹ に観測され、膜厚 7.9 μm のときに共振器モードがマッチングし強結合状態となる時、離調が小さくなるにつれ上枝ポラリトンは 3530~3580 cm⁻¹、下枝ポラリトンは 3374 ~3340cm⁻¹ と変化した。また Rabi 分裂幅は分子の濃度に依存し、振動状態変調を観測した。この OH 振動伸縮モードと共振器モードの結合強度とイオン伝導度の相関について検証を行った。

