

振動強結合形成による水和イオン環境変化とイオン伝導度変調

(北大理¹・北大院理²) ○本川弘貴¹・福島 知宏²・村越敬²

Ionic conductivity modulation induced by the hydration structural change under vibrational strong coupling (Department of Chemistry, Faculty of Science, Hokkaido University)
○Hiroataka Motokawa, Tomohiro Fukushima, Kei Murakoshi

To understand the change in hydration environment under vibrational strong coupling, ionic conductivity behavior was evaluated. The appearance of polariton peaks due to strong coupling formation was confirmed by IR spectroscopy. The relationship between cavity thickness and ionic conductivity was confirmed. The hydration environment-dependent modulation of ionic conductivity was also discussed by comparing the conductivity of concentrated aqueous solution as well as the alkali metal salt solutions.

Keywords : vibrational strong coupling; ionic conductivity; impedance spectroscopy

【序論】 分子が存在する共振器の光学モードを規定することによって、真空場が顕在化し、強結合が可能となる。我々はこれまでに Fabry-Perot 型共振器内で形成される振動強結合状態において、電解質水溶液のプロトン伝導度およびイオン伝導度が上昇する現象について報告してきた。¹ 本研究では振動強結合形成下において、水和イオンの環境変化が与えるイオン伝導度変調に関して報告する。

【実験】 CaF₂ 窓板上に Ti 2 nm、Au 8 nm、SiO₂ 20 nm を蒸着し、2 枚の鏡面を対向させることにより、Fabry-Perot 型共振器を作成した。共振器長を調節しながら IR スペクトル計測とインピーダンス計測を繰り返し実施した。

【結果と考察】 Figure に代表的な IR スペクトルを示す。水分子の有する振動子強度を反映して 3400 cm⁻¹ 近傍の強い OH 伸縮が観測された。一方で共振器の厚さを 2.2 μm とすることで、2 次の共振器モードが OH 伸縮モードと結合し、760 cm⁻¹ 程度の真空 Rabi 分裂が観測された。本現象は 1 M 以下の電解質水溶液において観測され、電解質水溶液に含まれる水分子を振動強結合形成が確認された。インピーダンス測定の結果から、振動強結合条件下においてイオン伝導度の向上が観測され、イオン種に従って 2-5 倍程度の増大が確認された。また、共振器長の変化に伴う伝導度変調も確認された。以上の検討から、イオンの水和環境に依存

して、強結合の効果によりイオン伝導度の促進に寄与していることが明らかとなった。

参考文献 1) T. Fukushima, S. Yoshimitsu, K. Murakoshi (a) *J. Phys. Chem. C* **2021**, *125*, 25832–25840. (b) *J. Am. Chem. Soc.* **2022**, *144*, 12177–12183. (c) *Chem. Sci.* **2023**, *14*, 11441–11446.

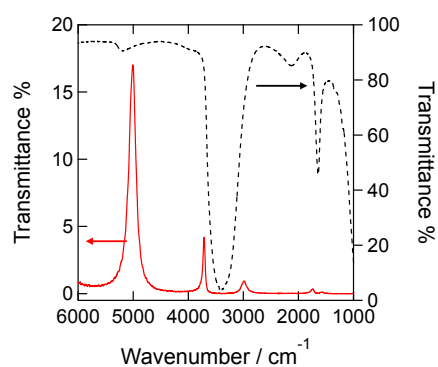


Figure. Representative IR spectra of water (black dotted line) and water in cavity (red line). Cavity thickness was 2.2 μm.