

酸化グラフェンの電子・プロトン混合伝導

大学院自然科学研究科（工学部物質生命化学科）	教授	松本 泰道
大学院自然科学研究科（理学部理学科）	教授	速水 真也
大学院自然科学研究科（工学部物質生命化学科）	講師	鯉沼 陸央
大学院自然科学研究科（工学部物質生命化学科）	助教	谷口 貴章
大学院自然科学研究科	博士後期	畠山 一翔

1. 緒言

酸化グラフェン(GO)は、表面に親水性となる様々な酸素官能基と疎水性となる π 電子共役系が共存する多機能材料である。そのため、応用範囲も非常に広く、世界で最も精力的に研究されている材料の1つである。さらに、炭素と酸素というありふれた原子のみで構成されていることから、資源に乏しい日本にとって将来非常に重要な材料となる可能性を秘めている。近年、電池や浸透膜に応用できることから GO のイオン伝導の研究が盛んに行われている。イオン伝導の中でもプロトン伝導は燃料電池の電解質として応用可能なことから非常に重要である。本研究では、GO が高いプロトン伝導度を示すことを明らかにした。また、そのプロトン伝導のメカニズムも報告する。

2. 実験

Hummers'法により作製した酸化グラファイトを超音波を用いて剥離し GO 溶液を得た。得られた GO 溶液をくし形電極上に滴下し、交流測定装置を用いプロトン伝導度の湿度依存性と温度依存性を評価した。GO 表面の化学状態は、工研設置の X 線光電子分光法で分析した

3. 結果及び考察

図 1 に GO 薄膜のプロトン伝導度の湿度依存性を示した。GO 積層膜は RH80% で $10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ 以上という非常に高いプロトン伝導度を示した。また、我々は GO モノレイヤーのプロトン伝導の測定に世界で初めて成功した。GO モノレイヤーのプロトン伝導は多層 GO 膜と比較して $10^4 \sim 10^2$ ほど小さいことがわかった。このことから、GO のプロトン伝導は GO 層間に挟まれた水が重要な働きをすることが示された。また、エチレンジアミン修飾によりエポキシ基が被覆されるとプロトン伝導が著しく減少することから、エポキシ基がプロトン伝導に重要であることが示された。

プロトン伝導度の温度依存から GO の活性化エネルギーが RH60% で $0.08 \sim 0.3 \text{ eV}$ と低い値を示すことがわかった。このことは GO のプロトン伝導が水素結合組み換えによりプロトンが移動するグロッタス機構により伝導していることが示された。

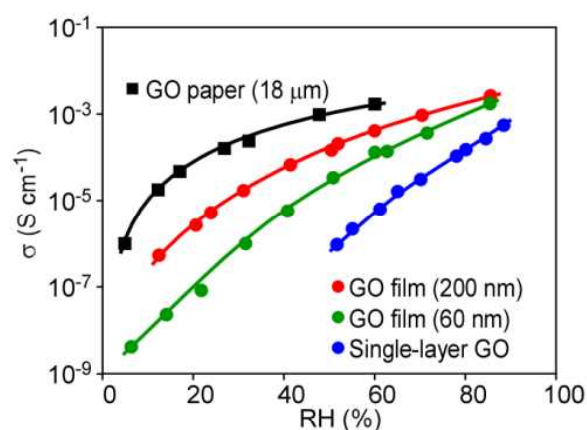


図 1 単層および多層 GO 膜のプロトン伝導度の湿度依存