

ナノ粒子表面における大気中吸着水を介したキャリア伝導

Carrier transport through adsorbed layers of water molecules on nanoparticles

産総研 [○]加納 伸也, 銘苅 春隆AIST, [○]Shinya Kano and Harutaka Mekaruru

E-mail: shinya-kano@aist.go.jp

材料表面における水分子の物理/化学吸着は、大気中で材料を扱う上で重要な現象となる。材料に吸着する水分子数が増えると、分子同士が互いに水素結合し、水分子層のネットワークを形成する。一般に、この水分子層を介する電気伝導には、プロトン(H^+)が水分子間をホッピング伝導する Grotthuss 型の伝導と、プロトンに水分子が結合した H_3O^+ 等のカチオンがホッピング伝導する Vehicle 型のキャリア伝導型が存在する¹。それぞれの伝導の差は、電気伝導度の活性化エネルギー(E_a)の違いに現れ、 $E_a < 0.4$ eV の場合に Grotthuss 型、 $E_a > 0.4$ eV の場合に Vehicle 型の伝導をしていると判断される²。これまでに我々は、シリコン酸化物を表面に有するナノ粒子を感湿膜として用いることで、湿度変化に素早く応答する湿度センサの開発を進めてきた³。水分子の表面吸着層の電気伝導を利用する湿度センサにおいても、上記のキャリア伝導型を議論することを今回報告する。表面の分子修飾がないナノ粒子(無修飾ナノ粒子)と、表面にアクリル分子修飾されたナノ粒子の2つを準備し、それぞれ薄膜を形成した。相対湿度 80%において、ナノ粒子塗布薄膜の電気伝導特性の温度依存性(Figure 1(a)、1(b))を調べ、活性化エネルギーを算出した。それぞれ得られた活性化エネルギーから、無修飾ナノ粒子表面では Grotthuss 型(Figure 1(c))、アクリル分子修飾表面では Vehicle 型のキャリア伝導(Figure 1(d))が起こっていることが推察される。

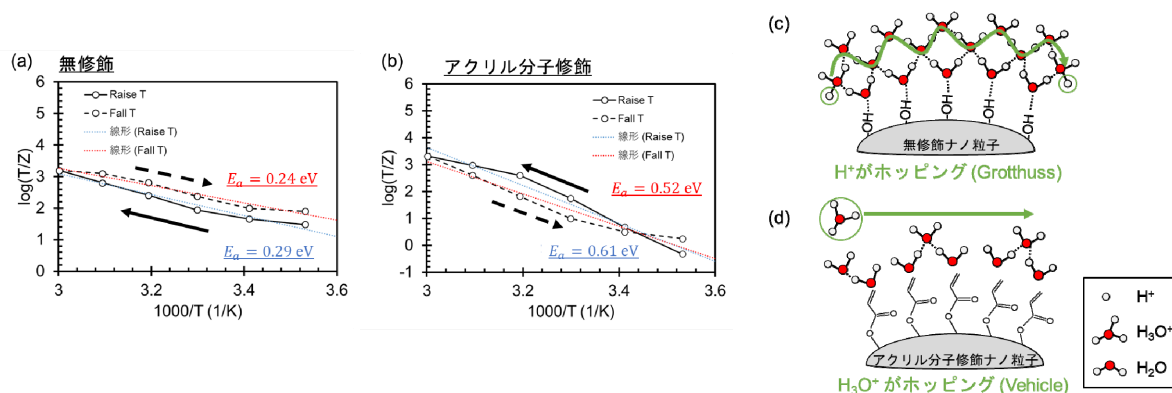
¹ K.D. Kreuer, Chem. Mater. **8**, 610 (1996).² P. Ramaswamy, N.E. Wong, and G.K.H. Shimizu, Chem. Soc. Rev. **43**, 5913 (2014).³ S. Kano and H. Mekaruru, Sensors **20**, 3858 (2020).

Figure 1. (a-b) Arrhenius plots of (a) bare nanoparticle and (b) acrylate ligand-protected nanoparticle in 80%RH. Z: impedance. T: environment temperature. (c-d) Schematics of carrier transport on the surface of (c) bare nanoparticle and (d) acrylate ligand-protected nanoparticle under 80%RH.