

### 理工系

# ゼオライト鑄型炭素による高容量で高出力な電気二重層キャパシタの開発

東北大学多元物質科学研究所 教授 京谷 隆



#### 研究の背景

電気二重層キャパシタ(EDLC)は、電極中の細孔にイオンが物理吸着することで電気を蓄えるので、充電時間が短い上、大きな電流も一瞬で取り出すことが可能です。しかも充放電のサイクルを繰り返しても劣化しません。性能向上さえ計れば理想的な蓄電デバイスになります。EDLCの性能を左右しているのは、電極材料として使われている活性炭の細孔構造です。しかし、活性炭の複雑な細孔構造を自在に制御するのは極めて困難で、理想炭素電極ができていたとは言い難い状況でした。

#### 研究の成果

私たちは、ゼオライト結晶の規則的に配列したナノ空間を鑄型とすることで炭素を合成しています。合成されたゼオライト鑄型炭素(ZTC)はグラフェンがジャングルジム状に規則的に連結した構造で(図1)、従来のどの炭素とも全く異なります。ZTCの表面積は $4000 \text{ m}^2/\text{g}$ と極めて大きく、径が約 $1.2 \text{ nm}$ の規則的に配列した均一な細孔をもっています。そこでEDLCの電極としての性能を調べてみました(図2)。縦軸が電気容量で、横軸が充放電速度に相当します。どんな炭素電極でも充放電速度を上げていくと必ず電気容量が減少していきます。活性炭電極がその典型例です。しかしZTCの場合、充電速度を上げてても電気容量がほとんど低下しないことが明らかになりました。

一般に有機系のEDLCでは炭素の細孔径が $2 \text{ nm}$ 以下になると性能が低下すると言われています。しかしこの実験から、細孔が規則正しく直線状に配列していれば、サイズが約 $1.2 \text{ nm}$ のマイクロ孔であっても性能が極めて高いことが分かり、従来の常識を覆しました。しかも、ZTCには大きい細孔がないので、体積当たりの電気容量も高く、理想的な炭素電極です。

#### 今後の展望

ZTCはEDLCの電極として高い性能をもっていますが、さらに高容量化、高出力化を目指しています。そのためには炭素の構造を分子レベルで厳密に制御していく必要があります。電気容量が二次電池などと同等になれば夢の電池となります。

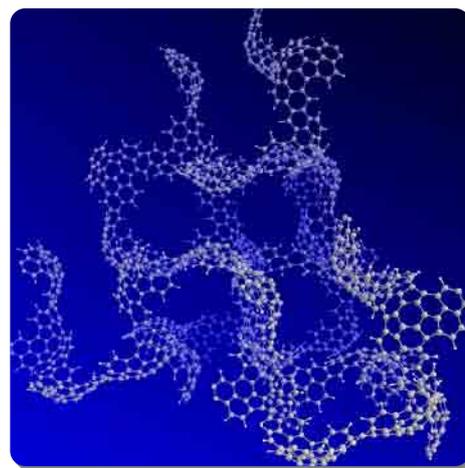


図1 ZTCの分子構造

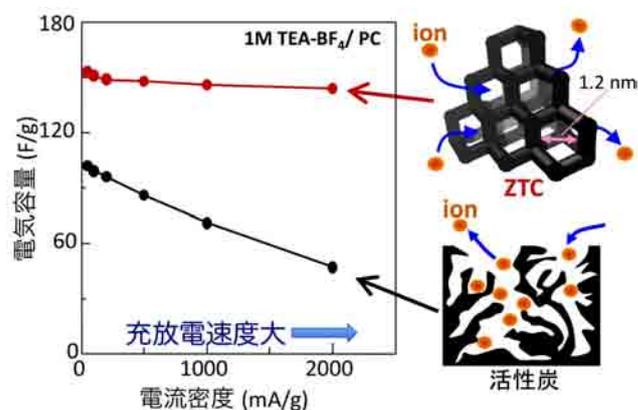


図2 ZTCと活性炭のキャパシタ特性の比較

#### 関連する 科研費

平成18-20年度 基盤研究 (A) 「世界最大の表面積とマイクロ孔容積をもつナノカーボンによるエネルギー貯蔵材料創製」