

公益財団法人 長岡技術科学大学技術開発教育研究振興会理事長 殿

所属機関 鶴岡工業高等専門学校  
専攻・学年 生産システム工学専攻2年  
氏名 丸山祐樹



1. 研究課題名

電気二重層キャパシタの高容量化に向けたマルチチャージ型電解質の開発

2. 研究成果

【目的】電気二重層キャパシタ (EDLC) は高出力、高サイクル耐久性の蓄電デバイスである。その電解質には現在、カチオン、アニオンともに一価のアンモニウム塩が用いられている。EDLCではイオンの吸着数が充放電容量を決定する。そこで一つの構造に複数のチャージを持つイオンを電解質に用いることで、EDLCの高容量化・高出力化を目指した。本研究では多価カチオンを含む新規アンモニウム塩の設計、合成ならびに試作EDLCでの特性評価を行った。

【研究成果】目標を実現しうるマルチチャージ型電解質の構造を表1. に総括した。原料アミンをヨードメタンで四級化し、ヨウ化物イオンを電気化学的に安定なビストリフルオロメタンスルホニルイミド (TFSI) にイオン交換して合成した。また基準の電解質として、DEME-TFSIを採用した。電解質はプロピレンカーボネート (PC) に溶解させて有機系電解液に調整し、コインセル型電気二重層キャパシタにて充放電試験を行った。電流率に対して静電容量を対応させたグラフを図1. に示す。電流率はEDLCの容量に対する放電電流の比を表し、放電速度の指標となる。同図より、二価アンモニウム塩TMA-2TFSIは従来の電解液の半分の濃度でもほぼ同等の容量を示した。これは、一つのカチオンが蓄えられるエネルギー量が倍になった事を示唆する。対して三価アンモニウム塩TAA-3TFSIは基準電解質の69%の容量しか得られなかった。これは溶媒能の増大に伴うイオンサイズの増大が原因だと考察され、三価以上のイオンは電解質として好ましくない。放電の高速化に伴い、新規の多価アンモニウム電解質は大きく容量が低下している。イオンの移動を妨げる要因として考える、粘度とカチオン半径を算出した。静電容量の低下の大きき順に、粘度、カチオン半径が上がっていることより、粘度およびカチオン半径が出力に影響を与えるファクターである事が確認された (表2. )。

表1. 調査したアンモニウム電解質の構造

Sample	Cation	Anion
DEME-BF <sub>4</sub>		
TMA-2TFSI		2
TAA-3TFSI		3

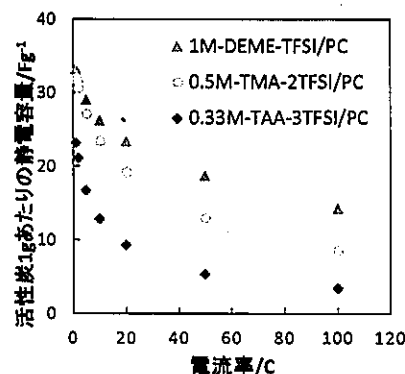


図1. 高速放電に伴う静電容量の推移

表2. 電解液の粘度ならびにカチオンのイオン半径

	viscosity/cP	cation radius/nm
DEME-TFSI/PC	4.65	0.261
TMA-2TFSI/PC	5.91	0.433
TAA-3TFSI/PC	7.18	0.594

【展望】二価アンモニウム電解質TMA-2TFSIは、従来応用されている電解液の半分の濃度でも同等の容量を示した。しかし高粘度であるため、“高出力化”は実現しなかった。そこで、低粘度化を実現しうるアニオンの選定をする。その候補の一つとしてテトラフルオロボレート (BF<sub>4</sub>) が挙げられる。報告した二価アンモニウム電解質TMA-2TFSIの特性を鑑みるに、TMAと組み合わせる事で“高出力” “高容量” EDLCが得られると推察する。

3. 助成金使用内訳 (助成額 200,000円)

備品費	0円
消耗品費	192,920円
旅費	0円
その他の経費	7,080円