

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 マイーシャ マリウム
Mayeesha Marium

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 博乙第449号

学位授与年月日 令和2年3月24日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第2項

学府・専攻名 理工学府 化学・生命系理工学専攻

学位論文題目 Studies on transport and rheological properties of nanocomposite electrolytes based on ionic liquids and nanoparticles
(イオン液体とナノ粒子からなるナノコンポジット電解質における輸送およびレオロジー特性)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 獨古 薫
横浜国立大学 教授 渡邊 正義
横浜国立大学 教授 跡部 真人
横浜国立大学 准教授 飯島 志行
横浜国立大学 准教授 上野 和英

論文及び審査結果の要旨

化石資源をエネルギー源とする社会は持続可能とは言えず、また地球環境にも影響を与えていることが危惧されている。燃料電池や二次電池のような電気化学的エネルギー変換・貯蔵デバイスの利用はこの問題を解決する一つの方法として期待されている。これら電気化学デバイスを構築するためには、イオン伝導性の電解質が必要であり、永く電解質水溶液が用いられてきたが、これらデバイスの高性能化のために、燃料電池ではイオン交換膜、二次電池では有機電解液などが開発され、その性能の飛躍は大きく、持続可能社会の構築に寄与している。しかし、燃料電池では無加湿、100℃以上での作動が期待され、また二次電池では電解質の不燃化が強く求められている。

イオン液体(IL)は、水、有機溶媒に次ぐ第三の液体として注目されている。特に、ILの蒸発しない、燃えない、イオン導電性が高いといった性質は、従来の液体には無いユニークな特性なため、新しい材料としても期待されている。当研究グループは世界に先駆けて、プロ

トン性イオン液体 (PIL) が 100 °C以上の温度域、かつ無加湿の条件下で燃料電池のプロトン伝導体として機能し、さらに PIL を高分子に複合化させた複合膜を用いた燃料電池発電が可能であることを示してきた。さらに溶媒和イオン液体 (SIL) を新しい次世代リチウム二次電池の難燃性電解質として提案して来た。本研究では、これら IL にシリカナノ粒子を添加することにより、そのレオロジー特性やイオン伝導性が制御できることを示した。PIL および SIL にシリカ粒子を添加すると、IL のアニオン構造に依存して、系が固体化 (ゲル化) する場合と、均一分散する場合があることを見出した。ゲル化する場合は疑固体電解質としての利用が可能で、さらにせん断応力を掛けると粘度低下する現象 (シェアシンニング) を発現するため、成形加工も可能であることを見出した。さらに、均一分散する系ではシリカ表面に溶媒和層ができるがせん断応力を掛けるとこれが破壊され粘度が上昇する現象 (シャアシックニング) を起こすことが分かった。この現象は、機械的な事故等による電気化学デバイスのシャットダウン機構にも展開し得ると期待された。

以上のように本論文は、イオン液体/シリカ分散系が、新しい機能性電解質材料になり得ることを論じた独創的な内容であり、博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認める。

