

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 Mahfuzul Hoque

学位の種類 博士(学術)

学位記番号 工府博甲第567号

学位授与年月日 平成30年3月23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1項

学府・専攻名 工学府 機能発現工学 専攻

学位論文題目 Advanced Electroactive Materials Derived from Protic Salts and Protic Ionic Liquids for Energy Conversion Devices Involving Oxygen Reduction Reaction
プロトン性塩及びプロトン性イオン液体から誘導される電気化学活性材料の酸素還元反応を用いたエネルギー変換デバイスへの展開

論文審査委員 主査 横浜国立大学 渡邊 正義
横浜国立大学 榊原 和久
横浜国立大学 獨古 薫
横浜国立大学 光島 重徳
横浜国立大学 稲垣 怜史

論文及び審査結果の要旨

現状の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。燃料電池のような電気化学的なエネルギー変換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。現状で最も普及している燃料電池は、固体高分子形燃料電池であり、家庭用の熱電併給装置さらに燃料電池車用の動力源と研究開発、社会実装が進められている。この燃料電池の最大の問題点は、心臓部である高分子電解質膜が十分に加湿されたときのみ高いプロトン伝導性を示すため、作動温度が通常 80 °C以下に限定されること、またこの低温作動を行うために、白金を中心とする多くの貴金属触媒を必要とすることである。

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、熱安定性が高い、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、新しい液体としての興味のみならず、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 PIL やより融点の高いプロトン性塩 (PS) を無酸素化で加熱すると N-doped C が得られることを見出した。さらにこの N-doped C は、酸素還元触媒能を有することを見出した。本研究は、PS/PIL を用いた電気化学活性材料に関する内容である。具体的には、第一に、PS であるフェナントロリン二硫酸水素塩に FeCl_3 を添加して焼成すると、非常に酸素還元触媒活性の高い炭素材料が簡便に得られることを見出した。その合成条件、構造と触媒活性の相関を詳細に論じた。第二に、PIL の構造と物性の相関を検討し、特に一級アミンからなる PIL を新たに創製し、その特徴を水素結合能の観点から明らかにした。第三に上記 PIL を電解質に用いたとき、得られた炭素材料が酸素還元活性を示すことを見出した。

以上のように本論文は、PS/PIL が酸素還元反応を用いたエネルギー変換デバイスに適用可能な新材料になり得ることを論じた独創的な内容であり、博士 (学術) の学位論文として十分な価値があるものと認める。