

プログラム名：超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現

PM名：伊藤 耕三

プロジェクト名：燃料電池電解質膜薄膜化プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成29年度

研究開発課題名：

含フッ素オリゴマーナノコンポジット類をキーマテリアルとした

新規フッ素系高分子電解質膜の開発

研究開発機関名：

国立大学法人弘前大学

研究開発責任者

澤田 英夫

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

- 1) 前年度の研究において、特定のゲスト分子をカプセル化した機械的強度、耐水性、寸法安定性、および水素ガス透過抑制効果に優れた新しいタイプの含フッ素オリゴマー/ペルフルオロスルホン酸(PFSA)ポリマー複合膜の開発に成功した。しかしながら、実用化に向けてはプロトン伝導率を従来の PFSA ポリマーより高める必要がある。そこで、当該年度においては、従来の PFSA ポリマー膜の場合に比べ、機械的強度、耐水性、寸法安定性、水素ガス透過抑制効果に優れ、かつプロトン伝導性も高い複合膜を開発する。
- 2) 過酸化フルオロアルカノイルとペルフルオロビニルエーテルモノマーおよびペルフルオロスルホン酸モノマー類との反応により得られる新規 PFSA ポリマーを用いた含フッ素オリゴマー複合膜の開発を行う。具体的には、一連のゲスト分子をこの複合膜へ組み込むことにより、膜強度の向上、寸法安定性、水素ガス透過抑制効果、さらには高プロトン伝導性を示す複合膜の創製を図る。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

- 1-a) 特定の無機系ゲスト分子が水素ガス透過抑制効果さらにはプロトン伝導性を高めうるゲスト分子として候補に挙がり、本ゲスト分子を用いた含フッ素オリゴマー/PFSA ポリマー複合膜を新たに作製した。
 - 1-b) ルイス酸系無機ゲスト分子を用いることにより調製される一連の含フッ素オリゴマー/PFSA ポリマー複合膜の最適作製条件を見出した。これら複合膜が、機械的強度さらにはプロトン伝導性にも優れることを明らかにした。
 - 1-c) 複合膜作製時に用いる特定のゲスト分子はカウンターカチオンを有するため、プロトン伝導率低下の要因になることが危惧される。すなわち、このカチオンを除去することによりプロトン伝導率の向上が期待できる。そこで、機械的強度さらには寸法安定性に優れた上記特定ゲスト分子をカプセル化した含フッ素オリゴマー/PFSA 複合膜中に存在するカウンターカチオンを除去し、除去後の複合膜のプロトン伝導率の測定を行った。
 - 1-d) 特定のゲスト分子をカプセル化した含フッ素オリゴマー/PFSA コンポジットを薄膜化した複合膜を作製することができ、得られた薄膜の発電評価を行った。
- 2) 過酸化フルオロアルカノイルとペルフルオロビニルエーテルモノマーおよびペルフルオロスルホン酸モノマー類との反応による新規な PFSA ポリマーを開発するため、他の研究開発機関との意見交換を密に行い、有効なモノマー類や合成条件等について検討を行った。

2-2 成果

- 1-a) 特定の無機系ゲスト分子を用いた含フッ素オリゴマー/PFSA ポリマー複合膜を新たに作製できた。ただし、本複合膜は従来のコンポジットに比べて調製時の分散安定性が低く、均一な複合膜の作製に問題のあることが判明した。この複合膜の機械的強度はもとの PFSA 膜の場合に比べて高まる傾向が見られることから、今後、さらに調製条件を検討し、目的とする機械的強度に優れ、水素ガス透過抑制効果さらにはプロトン伝導性にも優れた均一な複合膜の創出を図っていく。
- 1-b) ルイス酸系無機ゲスト分子を用いた含フッ素オリゴマー/PFSA ポリマー複合膜は、機械的強度やプロトン伝導性に優れることが明らかになった。プロトン伝導性の評価については、恒温・恒湿測定装置を新たに用いることにより、従来に比べて精度の高い測定が可能となった。
- 1-c) 特定のゲスト分子を用いた含フッ素オリゴマー/PFSA 複合膜のプロトン伝導率は、ゲスト分子中に存在するカウンターカチオンによりその値が低下することが危惧されるため、このカチオンの除去を行った。その結果、カチオン除去後の複合膜のプロトン伝導率が高まる結果が得られた。今後は、このカチオンを予め除去したゲスト分子を用いた含フッ素オリゴマー/PFSA 複合膜作製条件の検討と得られた膜の物性評価を行っていく。
- 1-d) プロトン伝導率が従来膜に近いレベルで、水素透過性が低いコンポジット材料からなる薄膜を作製した。MEA 化して発電評価を実施したところ、目標とするプロトン伝導率を有する無添加膜と同等以上の発電性能を示した。
- 2) 他の研究開発機関との意見交換の結果、柔軟構造を導入した PFSA ポリマーの有用性が明確になった。今後、この PFSA ポリマーを用いた含フッ素オリゴマーとの複合化、さらには種々のゲスト分子を用いた新たなコンポジット複合膜を開発し、プロトン伝導性、寸法安定性、水素ガス透過抑制効果、さらには機械的強度に優れた新規複合膜の創出を行う。

2-3 新たな課題など

含フッ素オリゴマーを用いることにより、機械的特性や水素ガス透過抑制効果に優れた複合膜の開発が可能となってきたが、得られた一連の複合膜のプロトン伝導率測定においては、常に測定誤差が生じることが危惧された。そこで、当該年度の研究において、新たに恒温・恒湿測定装置を導入することで改善を図ったが、今後、さらに精度の高い測定手法の確立が必要である。

3. アウトリーチ活動報告

該当なし