

## 審査の結果の要旨

氏名 羅淵

リチウムはガラスやセラミックスの加工、潤滑剤・医薬品の製造、電池に代表されるエネルギー技術など、さまざまな分野で幅広く応用されている。特にリチウムイオン電池は、携帯電話および電気機器、ノートパソコン、さらには電気自動車において、現在、不可欠のものとなっており、且つその使用量は着実に増加し続けている。これらの要因から、リチウムは現代社会にとって非常に重要な資源になっている。この需要に応えるために、リチウムをより効率的かつ経済的に獲得することは非常に重要な技術となった。従って、選択的なイオン認識機能材料の開発と応用は、リチウム獲得に関する新しい技術の開発に寄与することが期待されている。本論文は、選択的なリチウムイオン認識のための機能性ナノ構造材料の設計と構築に関する研究について述べられている。本論文は、六章で構成されている。

第一章は序論であり、選択的なイオン認識のための機能性ナノ構造材料の設計と構築に関する研究の背景について述べられている。リチウム製造プロセスの現状、生物におけるイオンの選択的な輸送ならびにその原理、さらにいくつかの代表的な人工イオン輸送材料が紹介されている。

第二章では、新しい液晶リチウム受容体の設計が報告されている。チューニング可能なナノ構造および相互作用能を持つ液晶自己組織材料は、ナノ構造を持つイオン受容体または輸送体の優れた候補になることが示されている。本章では、リチウムイオン選択性部位を持つ液晶材料として、安定な液晶相を示すメソゲン部分を有し、リチウムと選択的な相互作用を示す新規のクラウンエーテル分子が合成されたことが示されている。それらの液晶性に対する分子構造およびリチウム塩添加の効果の検討結果が示されている。安定した液晶ナノ構造を形成することが可能な、くさび型クラウンエーテル誘導体に基づくリチウムイオン選択的受容体が初めて開発されたことが報告されている。

第三章では、リチウムイオン選択性クラウンエーテル分子に基づくカラムナ一液晶の自己組織化における選択的なリチウムイオン認識に対する研究について述べられている。第二章では、クラウンエーテル部位を有するくさび型分子の

リチウムイオン受容性および液晶性が示されていた。本章では、この新しいナノ構造液晶材料におけるリチウムイオンの選択的な認識能が、ナトリウムイオンとの比較に基づいて評価・検討されている。カラムナー液晶構造の自己組織化は、クラウンエーテル部分とリチウムカチオンとの間の選択的超分子相互作用によって駆動されることが考察されている。化合物のリチウムイオン選択性は、核磁気共鳴分光法および赤外分光法によって調べられ、ジベンゾー14-クラウン-4部位を有する分子は、他のクラウンエーテル骨格と比較して、リチウムイオンに対する捕集選択性が高いことが示されている。

第四章では、重合性末端基で修飾されたリチウムイオン選択性液晶受容体が設計・合成されたことが述べられている。12-クラウン-4部位を有する重合性受容体はテトラフルオロホウ酸リチウムおよび過塩素酸リチウムとの複合化により、ヘキサゴナルカラムナー液晶構造を形成することが示されている。第二章に記載された非重合性複合体と比較し、重合性複合体はほぼ同じヘキサゴナルカラムナー構造を示すことが示されている。これらの結果は、重合性基による修飾が、修飾後の液晶ナノ構造をあまり変えないことを示唆している。液晶構造の固定は光重合によって行われ、ポリマーフィルムの調製のための最適条件を調べたことも報告されている。ヘキサゴナルカラムナー液晶ナノ構造を有するポリマーフィルムが得られたことが示されている。

第五章では、リチウムイオンがインプリントされたポリマー材料が作製されたことが報告されている。リチウム選択性クラウンエーテルであるジベンゾー14-クラウン-4部位、メタクリル酸メチル部位、架橋性ジメタクリル酸ジ(エチレングリコール)部位、および官能性アクリル酸部位からなるリチウムイオンインプリント共重合体を設計、合成したことが報告されている。調製したポリマーの構造および組成の核磁気共鳴分光法および熱重量分析測定による解析結果が示されている。

第六章では、本論文の結言であり、本研究を総括し、今後の展望について述べられている。

以上のように本論文では、選択的なリチウムイオン認識のための機能性ナノ構造材料の設計と構築に関する研究について述べられている。これらの結果は、液晶ナノ構造を活用するイオン認識機能材料設計のための新たな知見をもたらすものであり、超分子化学、高分子化学、材料化学の分野の進展に貢献するものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。