

杉本 渉

目的別テーマ：ナノ構造を制御した機能性金属酸化物の合成と応用

16年度研究テーマ

15-1-11：酸化物ナノシートコロイドを利用した機能性材料

ABSTRACT

Oxide nanosheet colloids can be utilized as structure building units for novel functional materials. The purpose of this study is the utilization of the such nanosheet colloids for the fabrication of porous organic-inorganic hybrids and electrode materials. The structure of a new ethylenediamine- $\text{H}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$ acid compound, which was obtained by self-assembly of $\text{H}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$ nanosheet colloids and ethylenediamine, was studied by SEM, XRD, TG-DTA, and solid state ^{13}C -NMR. Two types of ethylenediamine- $\text{H}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$ intercalation compounds, namely, compounds with ethylenediamine in a mono-layer or a bi-layer arrangement, could be prepared depending on the synthetic conditions. The latter composite material is a novel intercalation compound with the ethylenediamine arranged in a bi-layer with one amine group attached to the interlayer surface of $\text{H}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$ as an ammonium cation ($-\text{NH}_3^+$) and the other group present in the interlayer space in a neutral state ($-\text{NH}_2$).

研究目的

酸化物ナノシートコロイドはその特異な性質により、通常バルク固体では発現しない様々な機能性を有する。本研究では四チタン酸ナノシートコロイドを利用し、新規な無機/有機ナノ積層複合材料を創製する。すなわち、四チタン酸ナノシートコロイドとジアミンを反応させ、通常のインターカレーション反応では得られないエチレンジアミンバイレイヤー/四チタン酸層間化合物を創製し、その構造を検討する。

一年間の研究内容と成果

層状構造を有する四チタン酸を層はく離して得られた四チタン酸ナノシートコロイドとエチレンジアミンを反応させると、エチレンジアミンの濃度により、二種類の異なる層間化合物が得られることをSEM、XRD、TG-DTA、IR、 ^{13}C -NMRの解析により明らかにした。すなわち、エチレンジアミン濃度が比較的低い場合、層間でエチレンジアミンは層間でモノレイヤー配列する。これは、層はく離ナノシートを経由しない従来のインターカレーション反応で得られる生成物と類似した構造体である。一方、エチレンジアミン濃度が高い場合、エチレンジアミンは層間でバイレイヤー配列した新規な無機/有機ナノ積層複合材料が得られることを見出した。後者の層間化合物はエチレンジアミンの片方のアミン基が層表面に吸着し、有機鎖同士の弱い相互作用により再積層することにより、多孔質エチレンジアミンバイレイヤー/四チタン酸層間化合物が得られると考えられる。得られたナノ複合材料は一般的な合成手法では得られない、乱層構造を有するバイレイヤー層間化合物であり、ナノ空間を利用した機能性材料の新規な反応プロセスである。

展望

ナノシートコロイドは特異な化学的性質を有する。本研究ではこのような特異性を活かした反応プロセスを利用することにより、既存にない無機/有機ナノ積層複合材料や製膜手法が適用でき、材料の自由な「ナノ設計工学」と位置付けることができる。このような反応プロセスにより、所望の機能性に適した材料設計（例えば光学特性、電気化学特性、電極触媒活性、プロトニクスなど）を可能にする。今後、無機層の光半導体的性質や、電極触媒特性といった機能性に着目した高付加価値機能性材料の創製を目指す。