

# 高性能フレキシブルデバイスに向けた 単層二硫化モリブデンナノインク作製

SATテクノロジー・ショーケース2015

## ■ はじめに

グラファイトに代表される層状物質は、その2次元構造に起因する特異的な物性を有しています。特に、層状化合物半導体である二硫化モリブデン( $\text{MoS}_2$ )は、単層化により間接遷移型から直接遷移型の半導体へ変わることや、電界効果移動度が飛躍的に向上することが明らかにされて以来、各国で注目が高まり、精力的に研究が進められています。応用展開先として、電子デバイス・光デバイス・太陽電池・燃料電池等、様々なものが想定され、グラフェンに続く次世代ナノエレクトロニクス材料として期待されています。本研究では、高品質な単層 $\text{MoS}_2$ ナノシートを実現するために、 $\text{MoS}_2$ の剥離単層化プロセス、特に、液相剥離プロセスに着目し検討を行っています。これにより、溶液中に分散したナノシートを得ることができるため、フレキシブルデバイス用途に向けた、様々なウェットプロセスに適用するナノインク開発を目指しています。また、ナノシートのデバイス応用に向けた特性評価について、独自技術であるナノツール群や大学等の外部連携も活用し、デバイス作製・電気特性評価を行っています。

## ■ 活動内容

### 1. 液相剥離プロセスによる二硫化モリブデン単層化

層状物質の層間に分子・イオンなどを挿入(インターカレーション)することができることは、古くから知られています。我々は、インターカレーション法を利用した液相剥離プロセスにより $\text{MoS}_2$ 単層化を実施しました。不活性ガス雰囲気下、 $\text{MoS}_2$ にn-butyllithiumを室温で作用させ、Liインターカレーション化合物を作製しました。これを水に加えて分散させ、 $\text{MoS}_2$ ナノシート水分散液(ナノインク)を作製しました。透析プロセスによる精製により、リチウム残渣の極めて少ないナノインクを実現しました。また、インターカレーションによって $\text{MoS}_2$ 層間に機能性分子を挿入した層状ナノハイブリッド創製プロセスとしても有効な方法であり、環境発電材料としての展開が期待できます。

### 2. ナノインクの分散安定性評価

作製した $\text{MoS}_2$ ナノインクの分散安定性評価を実施しました。溶液中のナノシートサイズ経時変化を光散乱法により評価しました。1  $\mu\text{m}$ 以下の $\text{MoS}_2$ ナノシートは、数日後もサイズ変化がほとんど見られず、分散安定性が比較的良好ことがわかりました。

ナノインク実用化に向けて、さらなる分散安定性の

向上を目指し、界面活性剤添加による分散安定性を評価しました。その結果、アニオン性界面活性剤の添加において、分散安定性向上の効果を確認しました。

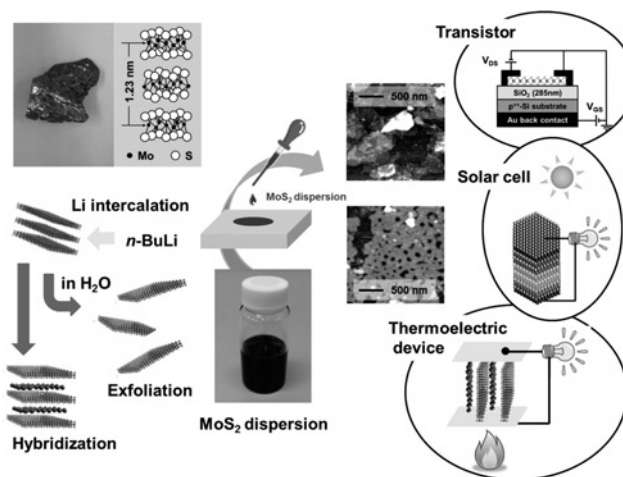
### 3. ナノインクに含まれる $\text{MoS}_2$ ナノシートサイズ評価

1  $\mu\text{m}$ 以下の $\text{MoS}_2$ ナノシートを含むナノインクを用いて薄膜を作製し、剥離したナノシートの形態をSEM、AFMにより評価しました。その結果、 $\text{MoS}_2$  2層分程度、横方向100–400 nmの $\text{MoS}_2$ ナノシートが多く存在することがわかりました。

このナノインクを用いて、3端子デバイス作製および動作確認にも成功しています。

## ■ 関連情報等(特許関係、施設)

- ・ナノシート材料の液相中剥離技術
- ・ナノ材料のマニピュレーション技術(走査電子顕微鏡観察下‘Nanomanipulator’)
- ・ナノ材料の電気および機械特性評価技術
- ・走査プローブ顕微鏡法による局所電気特性評価技術
- ・ノウハウ登録番号:H17NOH-331 名称:ナノ材料の強度、電気伝導度同時測定



代表発表者 **三枝 栄子 (みえだ えいこ)**  
 所属 **(独)産業技術総合研究所  
 ナノエレクトロニクス研究部門**  
 問合せ先 **〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2  
 TEL:029-849-1602 FAX:029-861-2576  
 eiko-mieda@aist.go.jp**

■キーワード: (1)機能性原子層状化合物  
 (2)ナノインク  
 (3)フレキシブルデバイス