

## 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 産業ニーズ対応タイプ

### 平成 30 年度中間評価結果

1. 研究課題名：ナノブロック高次秩序化による配向性ナノ構造体の開発と  
表面ドーピングによる高機能化

2. プロジェクトリーダー：増田 佳丈

(産業技術総合研究所 無機機能材料研究部門 研究グループ長)

3. 研究概要

ナノ粒子やナノシートなどのナノブロックを、外場を利用した自己組織化によりビルドアップし、ナノ構造体を開発する。また、表面ドーピング、配位子交換などによりナノブロック表面の高機能化を行い、デバイス特性の向上を図り、高表面積、高活性などの特徴を活用したセンサー、電池、光触媒などのプロトタイプを作製し、産業化へ推進する。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

広範囲の産業分野応用に資する機能性セラミックス膜の製造プロセスを開発することを掲げ、計画通りの進捗である。平坦表面に対して 100 倍以上の表面積を得る技術を確立し、その技術を用いることで、対象ガスの検知において、メタンに対して 10 倍以上のセンサー機能を確認した。しかし、ガス選択性については不明確であり、ナノブロックによる選択性が必要十分かの検証が必要である。

光触媒向けナノ構造体の開発において、ナノ粒子の結晶格子内への不純物イオンをドーピングする手法を世界で初めて開発した。また、ドーピングナノ粒子の光励起キャリアの再結合確率がある条件下で増強される現象を見出し、そのメカニズムを明らかにしている。

4-2. 今後の研究に向けて

センサーに関して、そのメカニズムをより正確に解析し、同分野への波及に繋げて頂きたい。特に、配向性ナノシートの各種特性に対する表面積増大、およびその他の因子の影響を明らかにするとともに、ナノシートの再現性、ガスセンサーとしての繰返し特性などの検討、耐久劣化のメカニズムの追求を期待する。さらに、生体系の「においセンサー」はこれから求められる分野であり、実用化に期待したい。

ナノ粒子からの超格子積層、厚膜、ポーラス膜の研究は世界に誇れる研究であり、各プロセスのポイントポイントをしっかり押さえて取り組んで頂きたい。特に、リチウムイオン二次電池負極の研究は、企業化のタイミングを逃さないよう早く進めることが重要で、完成度が低くても 2 年である程度の結果が出れば、企業化できる可能性があり、世の中の動向を良く捉えて

進めて欲しい。

#### 4-3. 総合評価及び研究継続の可否

##### 総合評価 A、研究継続 可

真空装置、高圧力装置、高温装置などの特殊装置を必要としない大気解放系での製造プロセスは、低設備投資であり産業界への貢献は大きく、ポリマーフィルムなどフレキシブルな基材への成膜は産業界での応用が期待できる。センサー特性で重要なのは反応点であり、どう評価するかは古くからの課題である。この問題に取り組んでいるガスセンサーの専門家との共同研究も必須である。また、ナノ粒子からの超格子積層、厚膜、ポーラス膜の研究の展開に期待する。

以上