

# 業務報告

村上達也

ナノマテリアルテクノロジーセンター ヘリウム液化室

## 概略

主にナノテク支援業務について報告する。まず、これまで継続してきた支援実績について触れ、その後、分析業務について報告する。最後に出張報告を行う。液化業務の詳細については同室、木村の報告を参考頂きたい。

## 1. 技術支援業務

### 1.1 ナノテク支援

ナノテク支援業務の主な業務内容は、技術代行（依頼測定）および装置利用（設備利用）機会の提供である。昨年の報告同様、装置担当者間のコーディネートを行うことで多角的ナノ支援を進めている。昨年との大きな違いは、新規導入装置（ECR スパッタ装置、正逆光電子分光装置）を用いた**新しい受託サービスの立ち上げを実施**、北陸メッセのような民間企業等が集う場を活用した**本事業の広報活動の実施**、**受託件数及び論文数が増加**した事である。その結果、**我々の技術レベル及びコミュニケーション能力が向上**した。今後も、技術レベル向上を軸にしつつ、顧客と本学スタッフ間のコーディネートを円滑にする事を目標とし、もう一步踏み込んで外部資金獲得を目指す。2014年9月から2015年7月の期間の各装置の受託件数等は下記の通りである。

#### 1. X線光電子分光装置(XPS) 榊島津製作所/KRATOS AXIS-ULTRA DLD

【受託件数】15件 【成果】論文投稿3件（共著）

#### 2. 光電子分光装置 理研計器株/AC-2

【受託件数】2件

#### 3. ECE スパッタ装置

【受託件数】5件 【成果】論文投稿1件（共著）

#### 4. 正・逆光電子分光装置

【受託件数】5件：【成果】論文投稿中1件

### 1.2 課題

去年に引き続き、測定技術ならびに関連知識を高めることができ、コーディネータ的な業務に携わることができた。昨年、指摘したマンパワー不足といった課題については、徐々に体制作りができていると感じる。実際に、私が取り扱っている装置は、私だけでなく他の技術職員も操作できるようになった。無理のない形で、1つの測定装置を1人で担当するシステムを数人で構成された形へ推移させていくことで、本学のチーム力の底上げならびに我々の技術的なスキル向上が期待される。

## 2. 分析業務

### 2.1 正逆光電子分光装置

分析技術向上を目指し、本学グリーンデバイスセンター 下田達也教授、井上聡教授、増田貴史助教と共同で、溶液プロセスで製膜されたアモルファス  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  薄膜の電子構造評価を正逆光電子分光装置を用いて行った。装置の外観図、概略図を図 1 に示す。本装置を用いる事で価電子帯 (正光電子分光 : PYS)、伝導帯 (逆光電子分光 : IPES) のエネルギー位置や状態密度の情報、そして直接的にバンドギャップエネルギー ( $E_g$ ) を得る事ができ、電子デバイスを作成するための基礎データを得る事ができる。

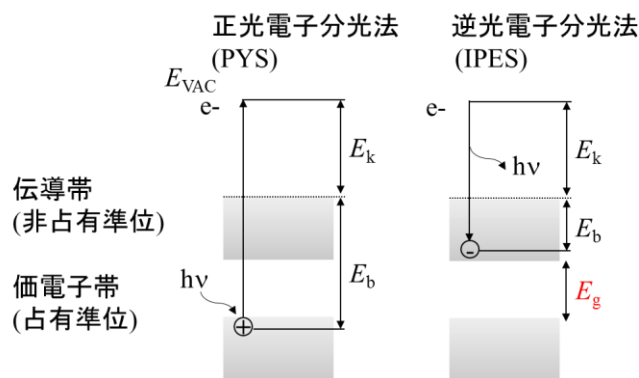
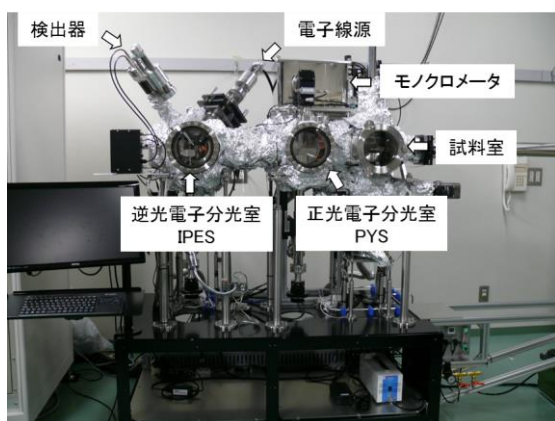


図 1 装置外観 (左) と測定原理 (右)

### 2.2 実験方法

厚さ 0.5 mm、18 mm 角の低抵抗 Si (100) 基板を用いた。前処理として、有機洗浄、純水洗浄を行い、最後に  $\text{N}_2$  ブローにより水分除去し、 $\text{N}_2$  ドラフト内で p 型  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  ( $x = 0.2, 0.4, 0.6$ ) インクを基板にキャストし製膜を行い (図 2)、その後、光学測定、PYS・IPES 測定を行なった。

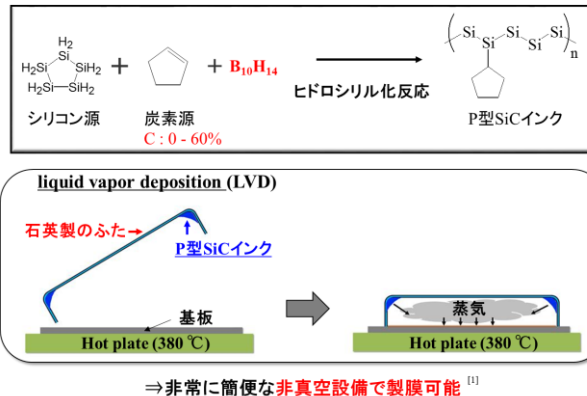


図 2 SiC インクの合成方法 (上) と製膜方法 (下)

### 2.3 実験結果

図 3 にアモルファス SiC 薄膜の概観と光学バンドギャップ測定の結果を示す。炭素源の量に応じ、半透明な薄膜が得られた。光学測定の結果から炭素源の仕込み量  $x$  ( $x = 0.2, 0.4, 0.6$ ) に応じ、光学バンドギャップが系統的に変化する事が分かる。しかしながら、価電子帯と伝導帯のエネルギー位置の推移については分からない。その知見を得るために PYS・IPES 測定を用い、まずは、 $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  ( $x = 0.2$ ) 薄膜の評価 (図 4) を行った結果、 $E_g$  は 2.3 eV であり、光学バンドギャップに近い値が得られた。一般的に光学バンドギャップよりも  $E_g$  は大きな値が得られる事が分かっており、矛盾はしていない。今後は、炭素源の仕込み量  $x$  ( $x = 0.4, 0.6$ ) の PYS・IPES 測定を行ない、その後、バンドダイアグラムを作成する。その後、様々な電極材料の仕事関数を測定し、基礎データの蓄積を行う予定である。

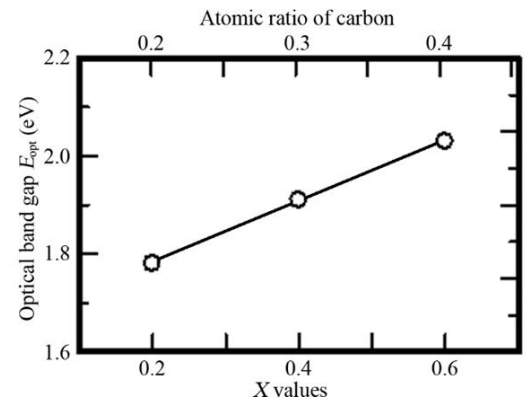
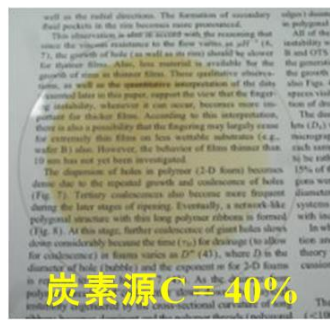


図3 アモルファス SiC 薄膜 (膜厚 100 nm 程度) (左) と光学バンドギャップ測定の結果 (右)

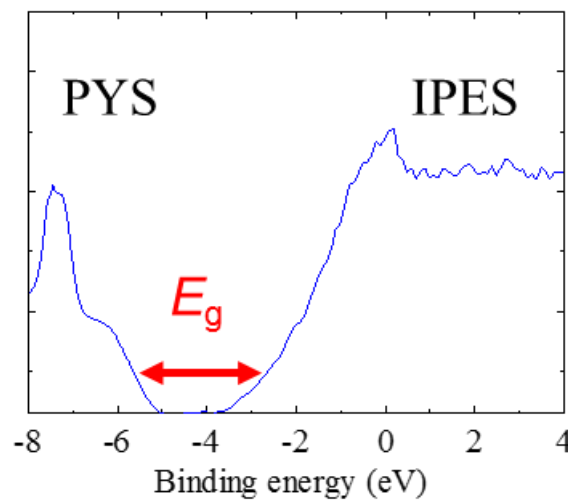


図4 アモルファス SiC 薄膜を用いた正光電子分光と逆光電子分光測定の結果

## 2.4 過去2年間の主な業績

1. A. Sasahara\*, [T. Murakami](#), and M. Tomitori :

“Hydration of MgO(100) Surface Promoted at <011>Steps” J. Phys. Chem. C 2015, 119, 8250–8257

2. H. Seto\*, T. Yoneda, T. Morii, Y. Hoshino, Y. Miura\* and [T. Murakami](#) :

“Membrane reactor immobilized with palladium-loaded polymer nanogel for continuous-flow Suzuki coupling reaction” AIChE Journal, 2015, 61, 582-589.

3. H. Iwasaki\*, I. Kimura, [T. Murakami](#) :

“Enhancing thermoelectric performance in non-stoichiometric Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>” Physica B in press

4. Y. Terada\*, W. Hashimoto, T. Endo, H. Seto, [T. Murakami](#), H. Hisamoto, Y. Hoshino, Y. Miura :

“Signal amplified two-dimensional photonic crystal biosensor immobilized with glyco-nanoparticles” J. Mater. Chem. B, 2014, 2, 3324-3332.

5. [村上達也](#), 赤堀誠志, 岩瀬比宇麻, 日高志郎, Harvey Rutt, 山田省二

“CaF<sub>2</sub> 基板上 GaAs 薄膜の MBE 成長” 応用物理学会 平成 26 年 9 月 北海道大学 札幌キャンパス

#### 4.出張報告

1.

期間：2014年7月17日-18日 / 用務先：ホテル グリーンハウス 滋賀県  
用務内容：分子物質合成プラットフォーム技術研修会での発表、意見交換

2.

期間：2014年9月18日-20日 / 用務先：北海道大学 札幌キャンパス  
用務内容：応用物理学会での発表ならびに討論

3.

期間：2014年10月16日-17日 / 用務先：ウイル愛知 愛知県  
用務内容：平成26年度著作権セミナー聴講

4.

期間：2015年1月16日 / 用務先：トヨタ 東京都  
用務内容：共同研究等の打合せ

5.

期間：2015年2月23日 / 用務先：石川県立音楽堂コンサートホール  
用務内容：技術サービス制度・ナノテクプラットフォームの事例紹介、パワーエレクトロニクス分科会での発表

6.

期間：2015年3月5日-6日 / 用務先：名古屋大学  
用務内容：分子物質合成プラットフォーム 平成26年度シンポジウムでの発表

7.

期間：2015年3月19日-20日 / 用務先：分子研 愛知県  
用務内容：微細加工に関する技術サロン会での発表

8.

期間：2015年6月18日-19日 / 用務先：島津製作所 秦野工場 神奈川県  
用務内容：表面研究懇談会での招待講演ならびに討論