

7. 重点研究

7-1 重点ナノテクノロジー支援

(財)高輝度光科学研究センター(JASRI)では、2002年度から2006年度の5年間、国家プロジェクトである文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジェクトを、放射光グループの幹事機関として実施した。この間、多くのユーザーにこのプロジェクトが利用され、研究成果も数多く発表された。ナノテクノロジー総合支援プロジェクトは政府により閣議決定された第2期科学技術基本計画において、ナノテクノロジー・材料分野が重点分野として設定されたことを受けて実施されたものであったが、第3期科学技術基本計画においても同分野は引き続き重点領域として設定されており、SPRING-8に対しても更なる成果の創出と新たな研究領域の開拓が期待されている。

これらの状況を踏まえ、JASRIでは5～10年後のイノベーション創出を目的としたナノテクノロジー・材料分野の研究を対象に、2007年1月26日付けで「重点ナノテクノロジー支援」領域を重点研究課題・領域指定型に指定し、2007年度以降も引き続きナノテクノロジー研究を重点的に支援することとなった。

「重点ナノテクノロジー支援」を実施するにあたり、旧プロジェクトではビームラインごとに支援テーマを決めていたのに対し、本支援では、「活発な利用研究が展開されており、今後の重点化により一層の成果拡大が見込まれる重点領域3テーマ」と、「全く新しい概念に基づく新規機能性材料研究開発やナノテクノロジー・材料分野の研究を強力に推進する新規利用技術開発を実施する先進新領域4テーマ」を設定し(表1)、ナノテクノロジー研究に特化した物性評価・解析手法を備えたビームライン8本(表2)

表1 重点ナノテク支援課題 支援テーマ毎の応募状況、採択状況、実施状況(NF1～3が重点領域テーマ、NA1～4が先進新領域テーマ)

[2007A]

| 支援テーマ | 応募件数 | 採択件数 | 不採択 | 採択率 |
|------------------|------|------|-----|-------|
| NF1 次世代磁気記録材料 | 17 | 7 | 10 | 41.2% |
| NF2 エネルギー変換・貯蔵材料 | 9 | 6 | 3 | 66.7% |
| NF3 ナノエレクトロニクス材料 | 14 | 11 | 3 | 78.6% |
| NA1 新規ナノ粒子機能材料 | 7 | 5 | 2 | 71.4% |
| NA2 新規ナノ薄膜機能材料 | 19 | 9 | 10 | 47.4% |
| NA3 新規ナノ融合領域研究 | 12 | 7 | 5 | 58.3% |
| NA4 新規ナノ領域計測技術 | 9 | 5 | 4 | 55.6% |
| 合計 | 87 | 50 | 37 | 57.5% |

[2007B]

| 支援テーマ | 応募件数 | 採択件数 | 不採択 | 採択率 |
|------------------|------|------|-----|-------|
| NF1 次世代磁気記録材料 | 12 | 8 | 4 | 66.7% |
| NF2 エネルギー変換・貯蔵材料 | 12 | 10 | 2 | 83.3% |
| NF3 ナノエレクトロニクス材料 | 14 | 9 | 5 | 64.3% |
| NA1 新規ナノ粒子機能材料 | 9 | 7 | 2 | 77.8% |
| NA2 新規ナノ薄膜機能材料 | 12 | 7 | 5 | 58.3% |
| NA3 新規ナノ融合領域研究 | 6 | 3 | 3 | 50.0% |
| NA4 新規ナノ領域計測技術 | 16 | 7 | 9 | 43.8% |
| 合計 | 81 | 51 | 30 | 63.0% |

表2 使用するビームライン

| | |
|--------|--------------|
| BL02B2 | 粉末X線構造解析 |
| BL13XU | 表面界面構造解析 |
| BL25SU | 軟X線固体分光 |
| BL27SU | 軟X線光科学 |
| BL37XU | 分光分析 |
| BL39XU | 磁性材料 |
| BL40B2 | 小角X線散乱 |
| BL47XU | 光電子分光、マイクロCT |

を選択して利用できるように変更した。また、文部科学省の委託を受け、独立行政法人日本原子力研究開発機構(JAEA)、独立行政法人物質・材料研究機構(NIMS)が実施する「先端研究施設共用イノベーション・ナノテクノロジーネットワーク(ナノネット)」による研究支援とも連携し、同じテーマの研究に対してJAEA、NIMSのビームラインも利用できるようにした。これにより複数の手法を利用した研究や新しいナノ研究領域の開拓が推進され、イノベーション創出に繋がることを期待している。

以下に、2007年度の主な活動を報告する。

1. 支援テーマ及び支援課題

支援テーマ別の課題採択状況の詳細を表1に示す。支援課題については、A期、B期とも大きなトラブルも無く、順調に支援が行われた。その結果2007A及び2007B期の応募数は168件、選定課題数101件(採択率60%)で、配分シフト数も810シフト(6,480時間)となった。

2007年度に実施した支援課題は、「重点ナノテクノロジー支援課題研究成果報告書」Vol.1(2007A)、及びVol.2(2007B)に纏められている。

2. 機器整備

「重点ナノテクノロジー支援」を実施するビームラインとして新たにBL40B2を追加し、有機・高分子の薄膜状態および表面・界面領域におけるメソ構造を解明することを目的とした以下の機器整備を行った。

水平配置の薄膜試料に対して、微小角入射小角X線散乱(GISAXS)の迅速計測と膜厚・表面ラフネス評価のためのX線反射率(XR)計測の両方を実施可能なゴニオ(以下、「GISAXS/XR計測用薄膜ゴニオ」と呼ぶ)を設計・製作し、BL40B2に導入した。図1は、BL40B2におけるGISAXS/XR計測用薄膜ゴニオの立ち上げ試験実験の様子

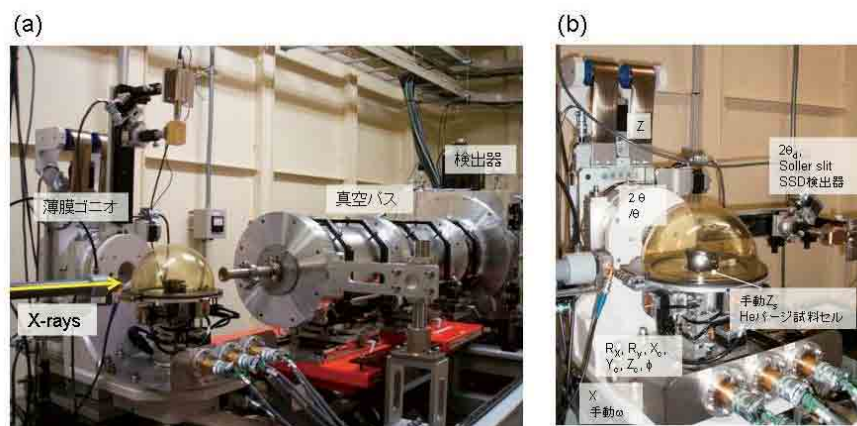


図1 BL40B2におけるGISAXS/XR計測用薄膜ゴニオの立ち上げ試験実験の様子。波長 (λ)=0.1nm、ビームサイズ：約0.50mm×0.25mm、GISAXSカメラ長：約1.8m、(a) GISAXS測定用セットアップ((II)+CCD検出器)、(b) XR測定用セットアップ(SSD検出器)。

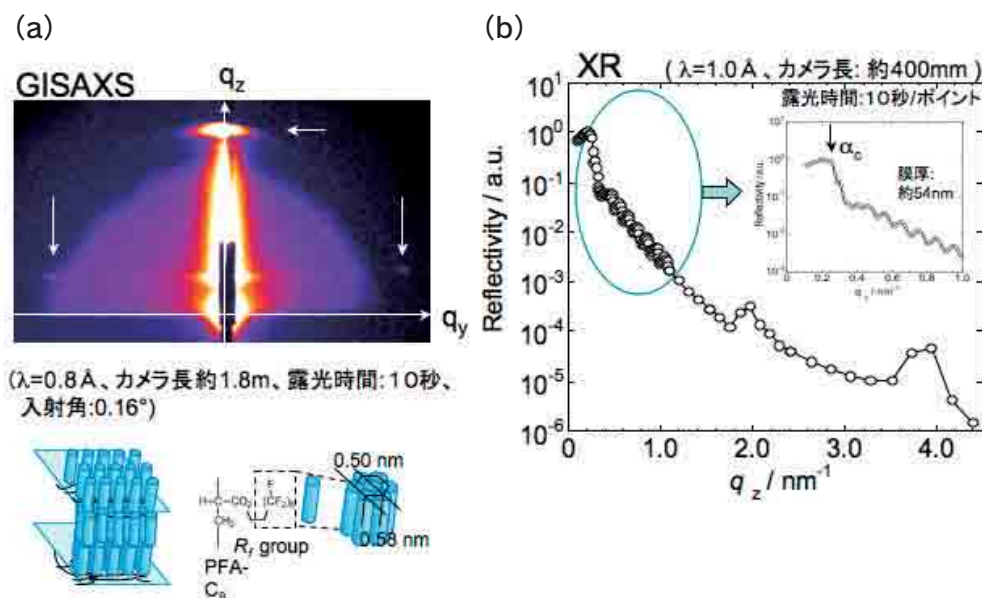


図2 Si基板上に固定化したPFA-C8ブラシ薄膜の (a) GISAXS散乱パターンおよび (b) XRプロファイル。

である。図1 (a) および (b) に示すように、試料をHe雰囲気下で測定できるようにカプトン製のカバーを設置、Image Intensifier (II) + CCD 検出器およびSSD検出器をそれぞれ利用してGISAXS測定およびXR測定を行った。図2 (a) および (b) は、それぞれSi基板上に固定化したC8F17を側鎖に有するポリフルオロアクリレート系ポリマーブラシ (PFA-C8) 薄膜のGISAXSパターンおよびXRプロファイルである。GISAXSパターンでは、 q_z 軸上 (膜厚方向) および q_y 軸に平行なYonedaピーク上 (面内方向) に、層構造およびC₈F₁₇側鎖のパッキング構造 (図2下) に対応する散乱ピークがそれぞれ明瞭に観測された。また、XRプロファイルでは膜厚に対応するフリンジをS/N良く

検出することができた [試料提供：山口央基氏、小林元康助教、高原淳教授 (九大先導研)]。

以上のように、GISAXS/XR計測用薄膜ゴニオは、BL40B2における有機・高分子薄膜の構造研究を行うために必要な機能と分解能を有していることが確認された。今後、制御・計測ソフトと試料カバーに改良を加え、重点ナノテクノロジー支援プロジェクトの薄膜研究課題に対するユーザー利用支援で活用していく予定である。

ナノテクノロジー利用研究推進グループ
グループリーダー 木村 滋