

(※本報告書は英語で記述してください。ただし、産業利用課題として採択されている方は日本語で記述していただいても結構です。)

	承認日 Date of Approval 2018/3/20 承認者 Approver Kazuhiko Soyama 提出日 Date of Report 2018/3/20
課題番号 Project No.2017B0091 実験課題名 Title of experiment 中性子反射率による有機薄膜界面の研究 実験責任者名 Name of principal investigator 大野 正司 所属 Affiliation 日産化学工業株式会社	装置責任者 Name of responsible person 曾山 和彦 装置名 Name of Instrument/(BL No.) BL17 実施日 Date of Experiment 2017/12/4~12/6 (2日)

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.
Si 基板 / PMMA 系ポリマー薄膜(20 ~ 70 nm) / シロキサン系ポリマー薄膜(20 ~ 70 nm) (PMMA: ポリメタクリル酸メチル)

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。) Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.
<p>X線反射率ではコントラストのつかないSi基板上の積層膜サンプルの中性子反射率測定により、積層膜の界面状態を調べることを目的として実験をおこなった。</p> <p>図1にCu Kα線で測定したSi基板 / PMMA系ポリマー / シロキサン系ポリマー 積層膜のX線反射率測定結果を示す。解析の結果、一層モデルとしてフィッティングが可能であったが、これはPMMA系ポリマーとシロキサン系ポリマーの膜密度がほぼ同じであるためである。すなわち、X線反射率測定では二層間にコントラストが付かないために、界面層について解析することはできなかった。</p> <p>そこで、本サンプルの中性子反射率シミュレーションを行ったところ、二層間にコントラストが付くことが想定されたため、BL17において入射角 0.3, 0.9, 2.7° で中性子反射率測定を実施した。重水素化していないサンプルでは軽水素の非干渉性散乱によるバックグラウンド上昇が懸念されたため、シロキサン系ポリマー薄膜とPMMA系ポリマー薄膜の膜厚比を変えたサンプルを用意した。得られた反射率データは、Motofitを用いて解析した[1]。</p>

2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

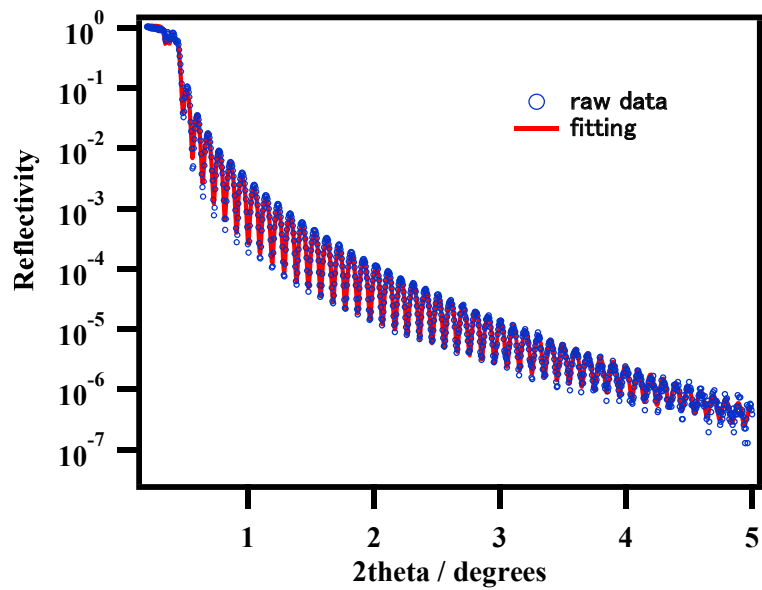


図 1. Si 基板 / PMMA 系ポリマー薄膜 / シロキサン系ポリマー薄膜の X 線反射率

図 2 に図 1 と同じサンプルの中性子反射率測定結果を示す. 中性子を用いると二層間にコントラストが付くことがわかり, 解析の結果, 図 3 のような散乱長密度プロファイルであることがわかった.

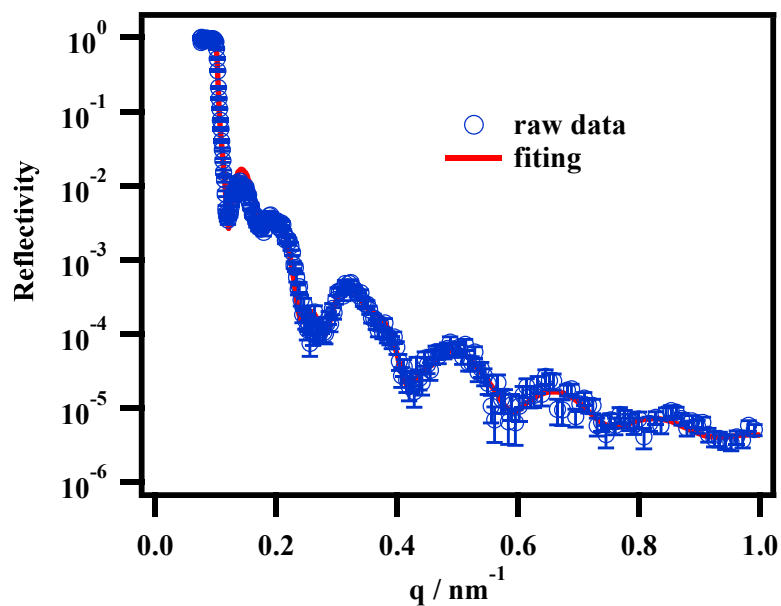


図 2. Si 基板 / PMMA 系ポリマー薄膜 / シロキサン系ポリマー薄膜の中性子反射率

2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

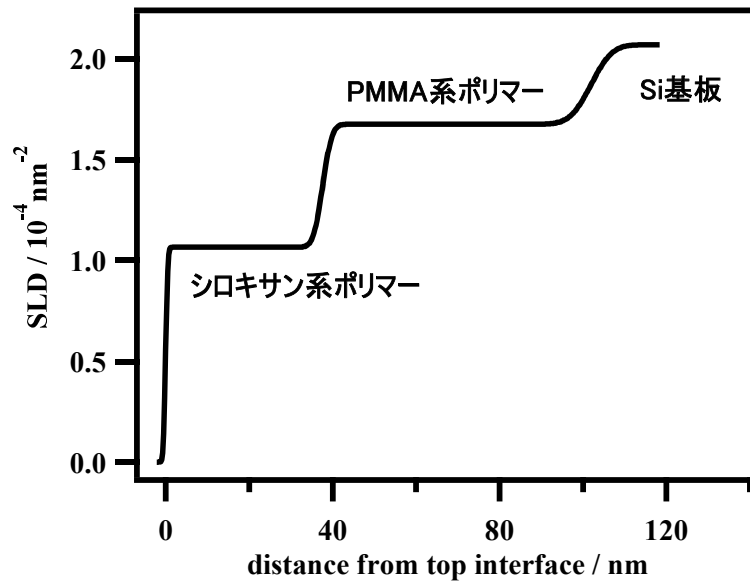


図 3. 散乱長密度プロファイル

本課題により, X 線ではコントラストが付かないシリコン基板上の PMMA 系ポリマー/シロキサン系ポリマー積層膜サンプルについて, 中性子反射率を用いることで積層膜界面の解析が可能となった. 今回用いたサンプル系においては重水素化なしでも解析が可能であることがわかり, 産業利用の観点からは, 非常に有用な知見となった.

今回は膜厚比を変えたサンプルを使って実験条件の最適化に時間をかけて実験を行った. 今後は積層膜界面のミキシング状態が異なると想定されるサンプル間の比較などを行うことで, 製品開発に直結するようなデータ取得を目指していく予定である.

参考文献

[1] Nelson, A. (2006). *J. Appl. Cryst.* **39**, 273-276.