

空間分解能を有する中性子反射率法の開発 (2)

Neutron reflection imaging

物材機構¹, CROSS 東海² ○桜井健次¹, 阿久津和宏², 宮田登², 伊藤崇芳², 水沢まり^{1,2}

NIMS¹, CROSS² ○Kenji Sakurai¹, Kazuhiro Akutsu², Noboru Miyata², Takayoshi Ito² and Mari Mizusawa^{1,2}

E-mail: SAKURAI.Kenji@nims.go.jp

中性子反射率法は、薄膜・多層膜の深さ方向の散乱長密度分布を非破壊的に解析し、各層の膜厚や密度、表面・界面のラフネス等のパラメータを精密に決定することのできる優れた方法である。数 $\sim 10\text{cm}^2$ レベルの均一試料を前提としているが、最近では、試料内の層・界面構造の不均一さ、場所的な違いをvisualizeする技術への期待が高まっており、本研究でも2010年よりJRR-3で、2013年よりJ-PARC/MLF で技術開発を行っている[1]。試料に入射する中性子ビームを小さく切り刻んで走査する方法、および入射ビームは試料の全領域にあてながらも、反射像をスリットで刻んで走査して強度プロファイルを測定する方法のいずれも強度の犠牲が厳しく、高品質の画像が得にくい。新たな方法の確立が求められている。図1は J-PARC/MLF の反射率ビームラインBL17 において実施中のレイアウトである。試料により反射された中性子の1次元の強度プロファイルを取得するために、幅の狭いスリットで切り刻まず、エンコーディングを行い、取得後にデコーディングする。図2はデコーディングにより強度プロファイルが再生できることを確かめたシミュレーションの結果を示している。試料を面内回転させながら、上記のようなエンコーディングされたプロファイルデータを収集すると、数学的演算により試料内の特定深さの散乱長密度の画像が得られる。パルス中性子を飛行時間法で測定しているため、一度の測定で異なる波長のデータも同時に取得しており、3次元的な解析にも発展させることができる。

(参考) [1] 桜井健次、伊藤崇芳、水沢まり、応用物理学会 2014年3月 (青山学院大学)。

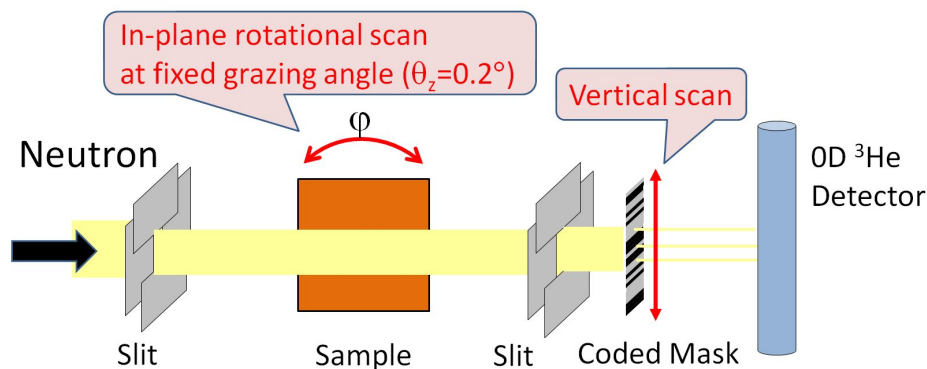


図1 J-PARC/MLF BL17 における中性子反射イメージングの実験レイアウト (2014年4月以後)

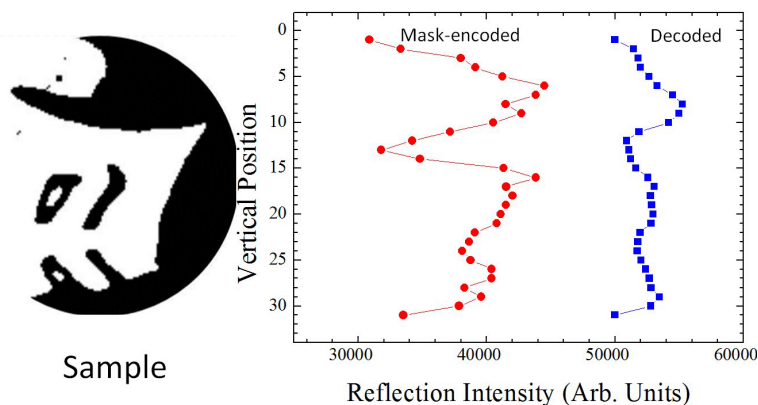


図2 デコーディングによる中性子反射1次元プロファイルの再生例 (シミュレーション)