

アモルファス・液体カルコゲナイド半導体における光誘起構造変化の GISAS/GID 法を用いた構造解析への展望

坂口佳史¹、吉田登¹、鈴木淳市¹、武田全康²、山崎大²、久保田正人²、
林田洋寿²、丸山龍治²、曾山和彦²

1 CROSS、2 JAEA

アモルファスカルコゲナイド薄膜は、光による構造変化を受けやすい物質であり、例えば、DVD に用いられている GST とよばれる Ge-Sb-Te では可逆な光相変化（アモルファス⇄結晶）が生じ、アモルファス As_2S_3 、 As_2Se_3 では光黒化現象が起こることが知られている[1]。こうした変化は光電子デバイスに応用されることが期待され、そのメカニズム解明に大きな関心が寄せられている。また、近年、このような光誘起による構造変化は、液体状態においても生じることが報告されており[2]、広く構造不規則系における光誘起現象としてとらえる立場からの、新しい研究の展開が見られている。しかしながら、こうしたカルコゲナイド系において構造変化を生じさせる光（一般にバンドギャップ光 2~4eV）の侵入長は 100~3000nm 程度と限られ、さらに回折実験において鋭い Bragg ピークは存在せず、弱い散漫散乱パターンを解析することでしか、原子配列に関する詳細な情報を得ることができないため、光照射によってどのような局所構造の変化が起きているのか、その実際は明らかになっていないといつてよい。一方、こうした光構造変化を起こすカルコゲナイド半導体の中では、ナノスケールレベルにおける秩序形成[3]、相分離を起こす薄膜があるが、試料が薄いことや、セルまたは基板の問題があり、小角散乱法により直接的にナノ構造の詳細を明らかにすることは容易ではなかった。

このような問題に対し、強力な放射光源またはパルス中性子源を用いた GISAS および GID 測定は、非常に強力な測定手段となり得る。特に、カルコゲナイド系では、X 線に対しても鋭敏に反応し、構造変化を起こす例があることや、X 線の場合、原子散乱因子 f が Q が大きくなるにつれて減衰し、高い Q 領域（例えば 10 \AA^{-1} 以上）において精度の高い構造因子の決定が難しくなるという問題があるため、信頼できる動径分布関数を最終的に得るにあたっては、中性子も使い、相補的に測定していくことがどうしても必要となる。

本ポスター発表では、このようなモチベーションの中、新設される放射光ビームライン (PF BL15)、共用運転が開始されるパルス中性子ビームライン(J-PARC/MLF BL17) において、どのようにしてその測定ならびに解析を実現させることができるか、その展望を示す。会場では、提示した案をもとに、今後必要な機器整備、解析技術整備の洗い出しをはじめとした詳しい議論を行いたい。

[1] “Photo-Induced Metastability in Amorphous Semiconductors” edited by A. V. Kolobov, (Wiley-VCH, 2000).

[2] Y. Sakaguchi and K. Tamura, “Photo-Induced Changes in Liquid Sulfur and Selenium” in [1], p.199.

[3] Y. Sakaguchi and K. Tamura, Eur. Phys. J. E 22 (2007) 315.