

蛍光 X 線ホログラフィーによる形状記憶合金関連試料の相転移挙動の観測

林 好一、Hu Wen、山本篤史郎、八方直久¹、細川伸也²、寺井智之³、福田 隆³、掛下知行³、鈴木基寛⁴
 東北大金研、¹広島市大情報、²広島工大工、³阪大工、⁴JASRI

TiNi 系の合金は、形状記憶合金として有名な材料である。変形させた合金が熱することにより元の形状に戻るという現象は、一次相転移であるマルテンサイト変態が関与している。この TiNi に Fe を徐々に添加していくと、明確なマルテンサイト変態は見られなくなるが、導電率等が変化する二次相転移は依然として残る。ここでは、形状記憶合金関連の材料である $Ti_{50}Ni_{44}Fe_6$ 単結晶を試料として選定し、その相転移挙動を蛍光 X 線ホログラフィーにて評価した¹⁾。本材料は、常温から低温に向かって parent 相、incommensurate 相、commensurate 相が存在する。(それぞれの相間の転移温度は、220K、180K である。) 本実験では、parent 相と commensurate 相に着目し、試料温度 225K と 100K のホログラムを測定した。実験では、8~12keV (0.5keV ステップ) の単色 X 線を試料に照射し、放出される $FeK\alpha$ 蛍光 X 線のみをトロイダル形状の結晶で分光し、アバランシェ・フォトダイオードの受光面に集光した。 $FeK\alpha$ 線の強度を試料の方位の関数として記録することによって、ホログラムを測定した。

225K 及び 100K で測定した、それぞれ 9 つのホログラムから、原子像を再生した。図 (a)、(b) は、それぞれ commensurate 相及び parent 相における (001) 面の原子像である。両者とも B2 構造をベースにした原子像が得られているが、違いがあることも分かる。大きく異なる点は、parent 相に比べて、commensurate 相では半径 8Å 以内の原子像強度が増加しており、それ以遠の原子像の強度は減少している点である。この強度の増減には、Fe 原子の位置からの相対的な原子のゆらぎが関与している。単純な B2 モデルによる理論計算によるホログラムから得られた原子像の強度の変化が、比較的、図 (a) のものに近いことから、parent 相においては、均一に分布していた原子が、commensurate 相では、半径 10Å 程度のクラスター的な構造をベースにした不均質な構造へと変化したことが考えられる。図 (c) は、図 (a)、(b) の原子像の強度から計算した parent 相-commensurate 相転移による原子像強度の増加率を○の明るさで表現したものである。これより、半径約 10Å 以内の原子位置が急激に安定化(フリージング)し、クラスター的な構造が形成される様子が明瞭に分かる。

本研究は、PF/BL6C ビームライン(課題番号：2007G514、2007G573)において行われた。

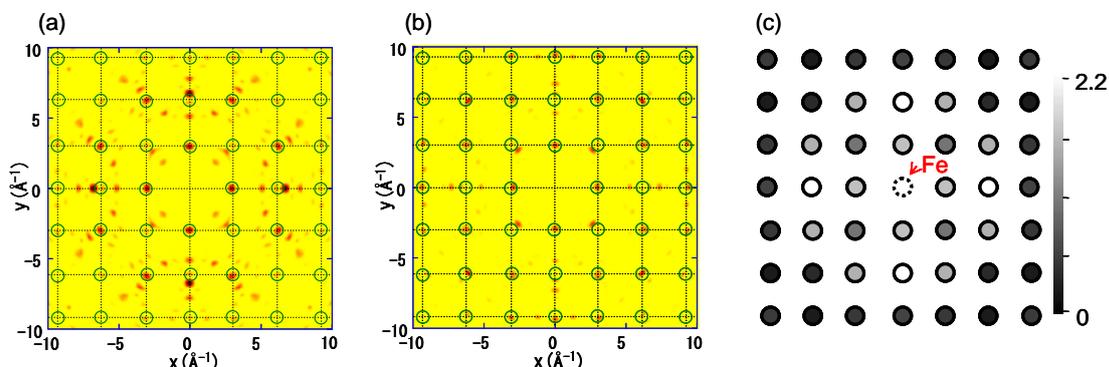


図 (001) 面の原子像。(a):commensurate 相。(b):parent 相。(c):(a)と(b)の比。

1) W. Hu, K. Hayashi, N. Happo, S. Hosokawa, T. Terai, T. Fukuda, T. Kakeshita, H. Xie and T. Xiao, J. Cryst. Growth 311, 982 (2009).