

新たな負熱膨張材料 Mn_3ZnN における Zn 近傍の局所構造解析

Local structure analysis of Mn_3ZnN with a large negative thermal expansion

松野 丈夫¹⁾ 竹中 康司¹⁾ 高木 英典¹⁾²⁾

松村 大樹³⁾ 西畑 保雄³⁾ 水木 純一郎³⁾

Jobu MATSUNO Koshi TAKENAKA Hidenori TAKAGI
Daiju MATSUMURA Yasuo NISHIHATA Jun'ichiro MIZUKI

¹⁾理研 ²⁾東京大学 ³⁾原子力機構

磁気体積効果を示す Mn_3ZnN および、マクロな熱膨張には異常のない C3%置換試料の双方において Zn 周辺の局所構造の温度変化を観測し、磁気転移と局所構造が密接に関係していることを見出した。

キーワード: XAFS, 局所構造, 負膨張, 逆ペロプスカイト型構造, 磁気体積効果

1. 目的 近年開発された新たな巨大負膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ は、精密光学部品や精密機械部品など、既存の負膨張材料が担っていた様々な分野での利用が期待されている。本研究では類似の磁気体積効果を示す Mn_3ZnN における Zn 近傍の局所構造を XAFS により解析し、試料の不純物が局所構造に与える影響を明らかにすることを目的とする。巨大負膨張の機能性を作り出す根底にあるのは Mn_3MN (M: Cu, Zn, Ga など) における一次磁気相転移や大きな磁気体積効果である。これらのメカニズムを解き明かすことで、磁性分野での基本問題解決に貢献できる。

2. 方法 本研究では、180 K で磁気体積効果を示す Mn_3ZnN を対象とし、不純物として C 3% を置換した試料とあわせて二種類を固相反応法により作製した。この C3% 試料においては、磁気転移は存在するものの磁気体積効果は観測されない。SPring-8・BL14B1 において、Zn K 吸収端での透過 XAFS 測定を行い、300 K から 15 K の間でスペクトルの温度依存性を測定した。

3. 研究成果 得られたフーリエ変換 EXAFS スペクトルを 15 K のデータを標準としてフィッティングすることで、各パラメータの温度依存性を求めたものを Fig. 1 に示す。C3% 置換の試料では、マクロな熱膨張には全く異常が見られないのかかわらず、180 K 付近で局所構造には変化が見える。ただしその変化は大きな磁気体積効果を示す純粋試料に比べると小さい。また、不純物のない試料で観測される Debye-Waller 因子の増大は C3% 置換試料には見られなかった。

4. 結論・考察 Mn_3ZnN において、マクロな熱膨張には異常のない C3%置換試料においても局所構造の変化を見出した。このことは不純物試料においても純粋試料と同じく、磁気転移と局所構造が密接に関係していることを示す。

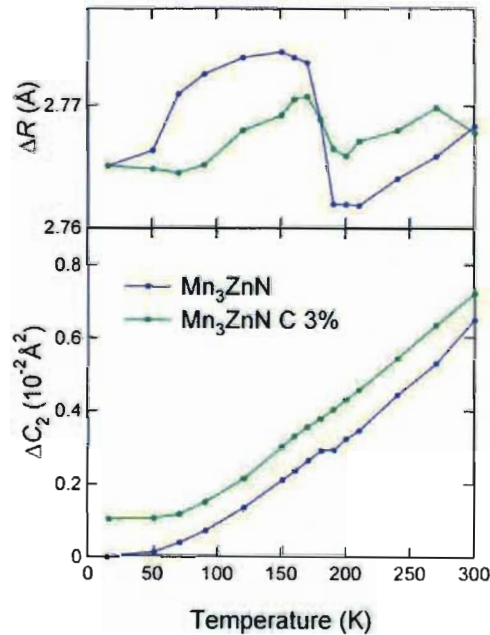


Fig. 1 Mn_3ZnN およびその C3%置換試料の Zn K 吸収端 EXAFS スペクトルから求めた (上段) Zn-Mn 間距離、(下段) Debye-Waller 因子。15 K でのデータを標準とした。ただし、データを見やすくするため C3%置換試料の Debye-Waller 因子には $0.1 \times 10^{-2} \text{Å}^2$ のオフセットを加えている。