

新たな負熱膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ における Ge 不純物の局所構造解析

Local structure analysis of Ge impurities in $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$
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⁾ 西畠保雄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

巨大負膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}M_x)N$ ($M = Ge, Ag$)において Ge 周辺の Debye 因子に見られた温度依存性の異常が Ag 周辺には見られなかった。このことから磁気体積効果の緩慢化と Debye 因子が強く関連することが見出された。

キーワード : XAFS, 局所構造, 負膨張, 逆ペロブスカイト型構造, 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、様々な分野での利用が期待されている。母物質 Mn_3MN ($M: Zn, Ga$ など) における不連続な体積減少を Ge 置換により緩慢化することが巨大負膨張の根幹である。本研究では $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ における Ge 近傍の局所構造を XAFS により解析し、Ge 置換が機能性発現に与える影響を明らかにすることを目的とする。緩慢化のメカニズム解明により負膨張特性を自由に制御できる可能性があるため、その応用上の意義は大きい。

2. 方法 本研究では、Ge 置換系[1]の参考として緩慢化を示さない $Mn_3(Cu_{1-x}Ag_x)N$ ($x=0.3$) を対象とし、固相反応法により多結晶試料を作製した。SPring-8・BL14B1において、Cu K 吸収端、Ag K 吸収端での透過 XAFS 測定を行った。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 Ge 置換系とともに Fig. 1 に示す。負熱膨張を示す温度領域において、Ge において観測された Debye-Waller 因子の温度変化が緩やかになるという異常は Ag には見られなかった。

4. 結論・考察 巨大負膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}M_x)N$ ($M=Ge, Ag$)において Ge 周辺の Debye 因子が Ag 周辺には見られない異常を示すことを見出した。このことが Ge にのみ見られる緩慢化と関係していることが予想される。今後は固溶体でない試料 (Mn_3ZnN など)についても同様な測定を行い、Ge 不純物が負熱膨張において示す特異性の理解を目指す。

5. 引用(参照)文献等

- [1] K. Takenaka and H. Takagi, Appl. Phys. Lett. 87, 261902 (2005).

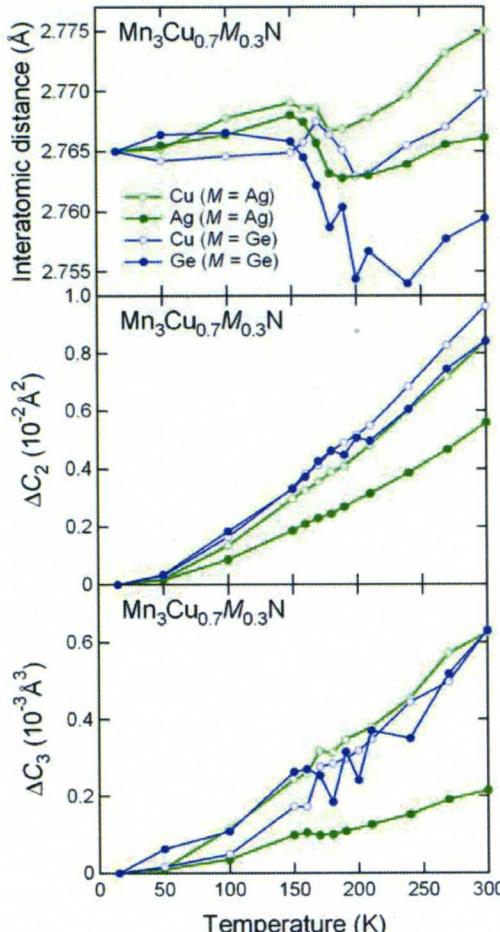


Fig. 1 $Mn_3(Cu_{0.7}M_{0.3})N$ ($M = Ge$ or Ag) の Cu, Ge, Ag K 吸収端 EXAFS スペクトルから求めた(上段) M -Mn 間距離、(中段)Debye-Waller 因子、(下段)3 次のキュムラント。15 K でのデータを標準とした。