

TbZn₂の磁場誘起磁気相転移の研究

Magnetic Field Induced Phase Transition for TbZn₂

山形大・工.
東北大・金研.

安達 義也
小山 佳一

Y. Adachi¹, K. Koyama²

¹ Faculty of Engineering, Yamagata University

² Institute for Materials Research, Tohoku University

1. はじめに

希土類金属間化合物 RZn_2 (R = 希土類元素)は、斜方晶系 $CeCu_2$ 型結晶構造をとる。 $TbZn_2$ は、 $T_N(\alpha) \sim 75$ K, $T_N(\beta) \sim 60$ Kの磁気相転移をもつ反強磁性とDebrayらによって報告されている[1]。Kitaiは、 $TbZn_2$ の単結晶を育成し、それを用いて磁化測定などを行った[2]。磁化率の温度変化では、 $H \parallel b$ 軸方向で $T_N \sim 75$ K(前述 $T_N(\alpha)$ に対応)、 $T_t \sim 63$ K(前述 $T_N(\beta)$ に対応)と $T_m \sim 38$ Kにおいて磁気転移のような振る舞いを示し、 $H \parallel a$, c 軸方向では目立った温度変化を示していない。

また、 $H = 150$ kOeまでの磁化曲線が $T = 5$ Kと $T = 77$ Kで測定されている。 $T = 5$ Kでは a , c 軸方向は磁化の値は 150 kOeまで直線的に増加するが、飽和していない。 b 軸方向では $H \sim 20$ kOe付近で大きなヒステリシスを伴ったメタ磁性転移を起こす。 $T = 77$ Kでは、 b 軸方向のメタ転移が消え、 a , b 軸方向ともに単純な常磁性的な変化を示すが、 c 軸方向に新たに、 $H \sim 130$ kOe付近で大きなヒステリシスを伴ったメタ磁性転移を起こす。この常磁性領域での磁場誘起磁気転移は、4極子秩序がある $DyCu_2$, $ErCu_2$, $DyZn_2$, $ErZn_2$ などに見られる磁場誘起転移と同様な転移と考えられる。

本研究では、 $TbZn_2$ 単結晶を用いて、種々の転移温度の領域で磁場誘起転移を詳細に調べ、磁気状態図を確定し、 RZn_2 化合物系における磁場誘起転移の機構解明のための知見を得ることを目的とする。

2. 実験方法

Kitaiらの作製した単結晶 $TbZn_2$ を用いて各軸方向の磁場 18 Tまでの磁化測定を行う。

3つの磁気転移温度($T_N \sim 75$ K, $T_t \sim 63$ K, $T_m \sim 38$ K)に対応した磁気相の温度領域で測定する。

3. 実験結果・考察

次に示す各温度範囲で各軸ごとの磁化過程の測定を行った。

- (1) $T < T_m$: $T = 4.2$ K で測定。
- (2) $T_m < T < T_t$: $T = 55$ K で測定。
- (3) $T_m < T < T_t$: $T = 70$ K で測定
- (4) $T_N < T$: $T = 80$ K で測定

測定された磁化曲線を Fig. 1. に示す。(a), (b), (c)は、前述の(1), (2), (4)対応しており、各温度での各軸方向($H \parallel a, b, c$)の磁化曲線を示している。(d)は 4.2 K $\sim$ 90 K までの各温度での磁場方向が c 軸($H \parallel c$)の磁化曲線を示している。

図(a)より、 b 軸方向でヒステリシスの大きなメタ磁性転移が観測され、 2.5 T以上の磁場で磁化の値は飽和しており、その大きさは Tb^{3+} の値にほぼ近い。また、 a 軸方向で新たに $H \sim 16$ T付近で磁化の跳び、メタ磁性転移が観測された。 c 軸方向ではときに目立った変化はなかった。

図(b)より、 b 軸方向でのメタ磁性転移は転移の磁場はあまり変化していないが、ヒステリシスが小さくなった。 a 軸方向でのメタ磁性転移は温度の上昇とも転移磁場が小さくなった。 c 軸方向では非常に大きなヒステリシスをともなったメタ磁性転移が観察された。

図(c)より、 a, b 軸方向では、常磁性の振る舞いを示して、結晶場の影響で湾曲しているものと考えられる。一方、 c 軸方向では非常に大きなヒステリシスをともなったメタ磁性転移が観察された。この c 軸方向のメタ磁性転移の様子は図(d)を見るとよくわかる。 $T = 30, 55$ K の磁化曲線と $T = 70, 80, 90$ K のそれとでは様子が異なる。 $T = 30, 55$ K では温度の上昇とともに転移磁場は小さくなっているのに対して、 $T = 70, 80, 90$ K の転移磁場は温度ともに大きくなっている。また、ネール温度 $T = 77$ K

をはさんだ温度領域でもこのメタ磁性転移に変化が少
ないことがわかる。

これらのことから、 a, b 軸方向にみられるメタ磁性転移
と c 軸方向に見られるメタ磁性転移は異なっていること
がわかる。 a, b 軸方向では磁気構造に由来するメタ磁
性転移であると考えられる c 軸方向では、常磁性領域で
もメタ磁性転移が観測されていることから、磁気構造に
由来するメタ磁性転移と、4極子秩序に由来するメタ磁
性転移の両方が起こっていると考えられる。常磁性領域
での磁場誘起磁気転移は4極子秩序を考慮して詳細
に検討する必要がある。

4. まとめ

単結晶 TbZn_2 を用いて各軸方向の磁場 18Tまで 3 つ
の磁気転移温度($T_N \sim 75$ K, $T_t \sim 63$ K, $T_m \sim 38$ K)に対
応した磁気相で磁化曲線を測定した。 a, b 軸方向では

反強磁性温度領域でメタ磁性転移を観測した。 c 軸方
向では、反強磁性温度領域だけでなく、常磁性領域で
もメタ磁性転移が観測された。各磁気転移温度領域で
の磁気構造と4極子秩序を考慮して詳細に検討す
る。

参考文献

- [1] D. Debray, M.Sougi, P. Meriel: J. Chem. Phys. 56
(1972) 4325.
- [2] T. Kitai: J.Phys. Soc. Jpn. 64 (1995) 3403.

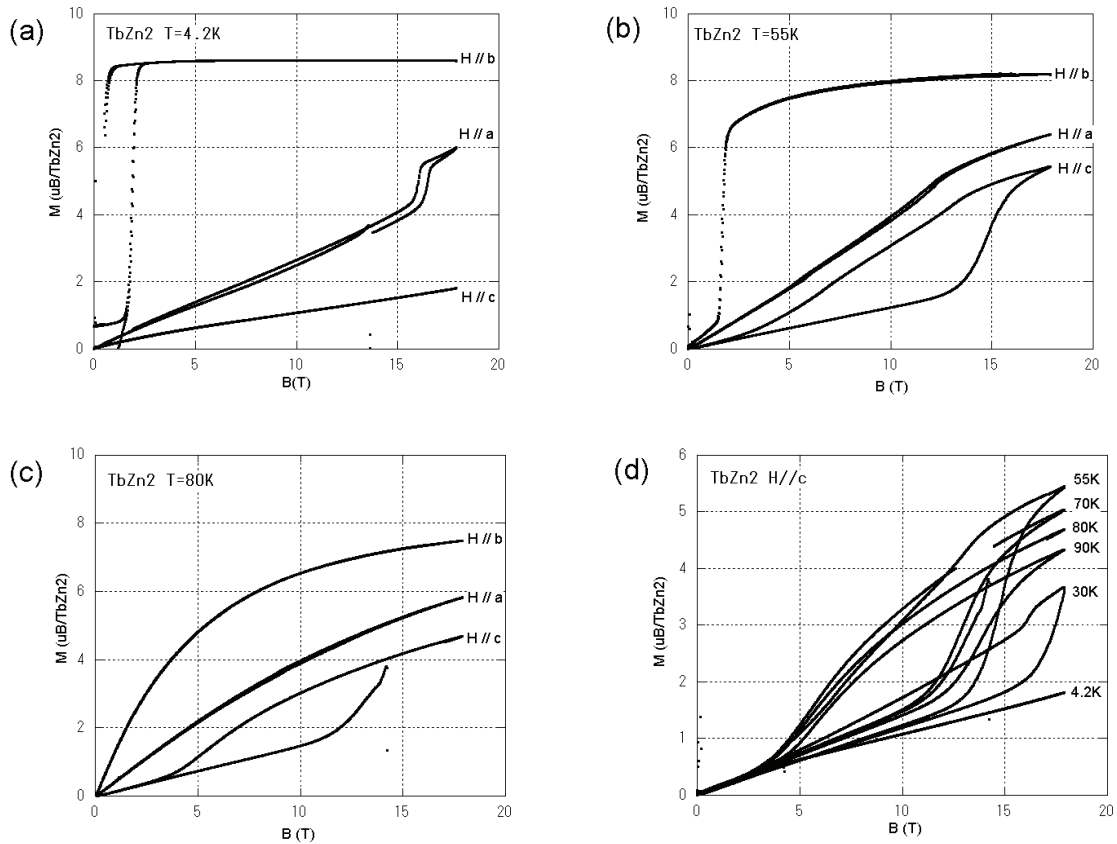


Fig. 1. Magnetization curves of TbZn_2 . (a) Field direction along a, b and c axes at $T = 4.2$ K, (b) at $T = 55$ K, (c) at $T = 80$ K, (d) Field direction along c axis at $T = 4.2, 30, 55, 70, 80$, and 90 K.