

DyPd₂Si₂ 単結晶の高磁場磁化過程

High Field Magnetization Process of DyPd₂Si₂ Single Crystal

山口大・理 繁岡 透, 崔 菁蔚, 藤原 哲也
 東北大・金研 小山 佳一, 渡辺 和雄

T. Shigeoka¹, J. Cui¹, T. Fujiwara¹, K. Koyama², K. Watanabe²

¹ Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University

² Institute for Materials Research, Tohoku University

1. はじめに

希土類三元化合物 DyPd₂Si₂, 正方晶 ThCr₂Si₂ 型結晶構造 (空間群: I4/mmm) を持つ, は反強磁性を示すことが報告されているが, その磁氣的振舞いの詳細は不明である。また, 磁気モーメントが基底面内(c面内)にあると報告されている[1]。我々は, この基底面内の磁気モーメントの振舞いに興味を持ち, 単結晶を育成し, その磁氣的振舞いを調べた。

Fig. 1 に DyPd₂Si₂ 単結晶の磁化率の温度依存性を示している。この結果は, この化合物が, ネール温度 $T_N=9.2$ K の反強磁性であることを示していると考えられる。また, 磁化容易方向はc面内方向であり, 面内の磁気異方性は小さい。面内方向の磁化率は, 低温で異常な増加を示している。同系の化合物 TbPd₂Si₂ の磁化過程から推測して, この DyPd₂Si₂ の磁化過程の全容を明らかにするためには10T以上の磁場が必要であると考えられた。そこで, 高磁場下での磁化測定を行った。

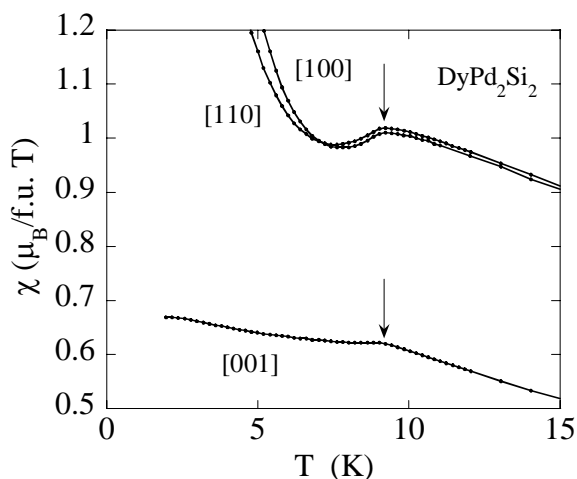


Fig. 1 Temperature dependence of magnetic susceptibility along the main symmetry directions on a DyPd₂Si₂ single crystal.

2. 実験

単結晶試料は, トリ・アーク・チョクラルスキー法により育成した。結晶の一部を粉末にし, X線回折により単一相であることを確認した後, 背面ラウエ法により結晶方位を決定し, 結晶三主軸がそれぞれ平面に垂直に立つように試料を固定し測定に用い

た。高磁場磁化測定は, 東北大学金属材料研究所付属強磁場超伝導材料センターの超伝導マグネット18 T-SM で18 Tまでの磁場で, 試料引き抜き法による磁力計を用いて, 1.6 K~10 Kの温度範囲で行った。

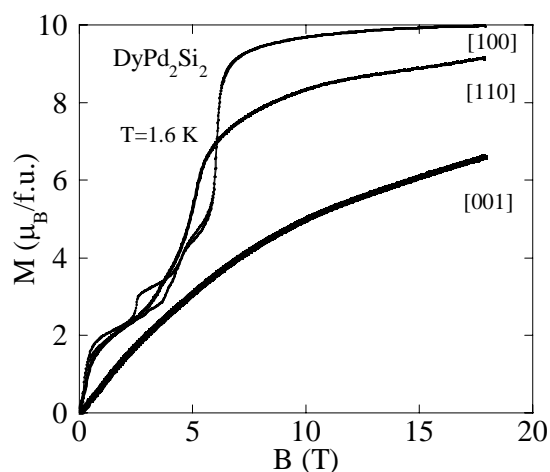


Fig. 2 Magnetization curves along the main symmetry axes at 1.6 K on the DyPd₂Si₂ single crystal.

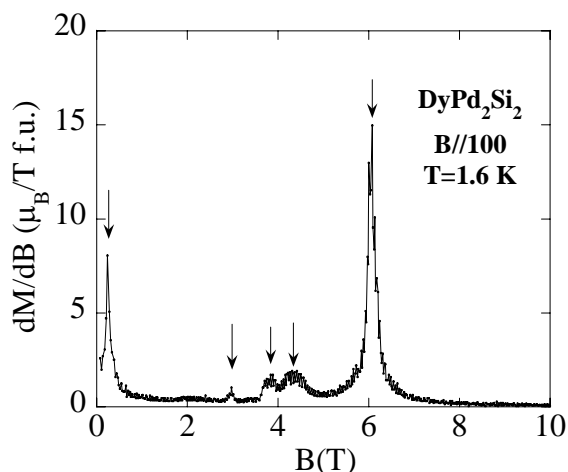


Fig. 3 Field derivative magnetic moment along the [100] direction at 1.6 K on the DyPd₂Si₂ single crystal.

3. 実験結果と考察

Fig. 2 に $T=1.6$ K における DyPd_2Si_2 単結晶の高磁場磁化曲線を示す。磁場は正方晶の主軸方向に、18 T までかけた。磁化困難方向である c 軸方向の磁化は、磁場増加とともに、上に凸の曲線状でゆるやかに増加する。最高磁場 (18T) での磁化は $6.6 \cdot \mu_B/\text{f.u.}$ である。磁化容易方向は、 c 面内の $[100]$ 方向で、磁化は、15 T 以上の高磁場側でほぼ飽和し、 $10.0 \mu_B/\text{f.u.}$ 、 Dy^{3+} イオンの理論値、に達している。磁化過程はいわゆる多段階メタ磁性磁化過程である。Fig. 3 の磁化の微分曲線から明らかのように、少なくとも5つの転移がある。転移磁場は、微分曲線のピークの位置とし、それぞれ、0.2 T, 3.0 T, 3.8 T, 4.3 T, 6.0 T である。 $[100]$ 方向でも、やはり多段階のメタ磁性転移があることがわかる。図では、わかりにくいですが、微分曲線（ここでは示していない）では、3つの転移（ピーク）が明らかにわかる。したがって、3段階メタ磁性磁化過程が現れていると考えられる。

Fig. 4 にさまざまな温度での磁化測定、磁化率の温度依存および比熱測定の結果から得られた $B/[100]$ - T の磁気相を示している。まだ不確定の要素はあるが、少なくとも5つの磁気秩序相が存在していると考えられる。この系の複雑な磁気的振舞いの機構解明のためには、これらの磁気相の磁気構造を決定することが必要であり、磁場中中性子回折実験などを予定である。

4. まとめ

DyPd_2Si_2 単結晶の高磁場下磁化測定を行った。磁化容易方向は c 面内の $[100]$ 方向であり、低温で、この磁化過程には多段階（少なくとも5段）メタ磁性転移が現れることがわかった。また、 $[110]$ 方向の磁化過程にも、3段階メタ磁性転移が現れる。今後、磁場中中性子回折実験により、磁気構造を決定し、この複雑な磁化過程の機構解明を行いたい。

参考文献

- [1] W. Bazela, et. al., J. Magn. Mater. 96 (1991) 114.

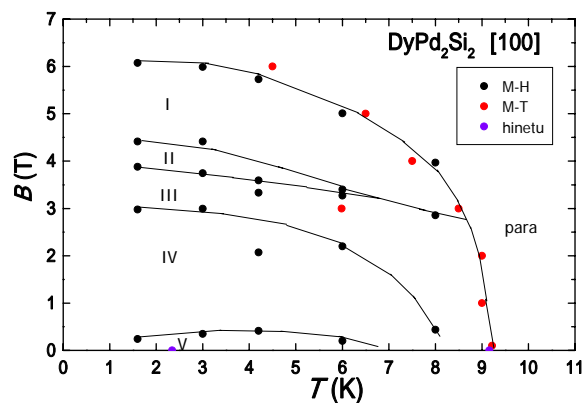


Fig. 4 B-T magnetic phase diagram along the $[100]$ direction on the DyPd_2Si_2 single crystal.