

# ホイスラー合金 $\text{Fe}_2\text{Mn}_{1-x}\text{V}_x\text{Si}$ の強磁場磁性の研究

## Magnetism in the Heusler-type Alloys $\text{Fe}_2\text{Mn}_{1-x}\text{V}_x\text{Si}$

秋田大・工資 左近 拓男  
 鹿児島大・理 廣井 政彦  
 東北大・極低温科セ 野島 勉  
 東北大・金研 小山佳一, 渡辺和雄  
 T. Sakon<sup>1</sup>, M. Hiroi<sup>2</sup>, T. Nojima<sup>3</sup>, K. Koyama<sup>4</sup>, K. Watanabe<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Faculty of Engineering and Material Research, Akita University  
<sup>2</sup>Faculty of Science, Kagoshima University  
<sup>3</sup>Center for Low Temperature Science, Tohoku University  
<sup>4</sup>Institute for Materials Research, Tohoku University

### 1. はじめに

本研究では  $L2_1$  型ホイスラー合金  $\text{Fe}_2\text{Mn}_{1-x}\text{V}_x\text{Si}$  の強磁場磁性についての研究を行なった。ホイスラー合金  $\text{X}_2\text{MnY}$  において Mn を非磁性遷移金属原子に置換するとキュリー温度  $T_C$  は徐々に低下する。しかしながら  $\text{Fe}_2\text{MnSi}$  合金では Mn を V に置換していくと  $T_C$  は上昇することが観測された[1]。  $\text{Fe}_2\text{MnSi}$  は強磁性体である[2]。一方、  $\text{Fe}_2\text{VSi}$  は常磁性であるので[3],  $\text{Fe}_2\text{Mn}_{1-x}\text{V}_x\text{Si}$  ではある V 濃度  $x$  で強磁性が消失すると考えられた。川上は  $x = 0$  では  $T_C$  が 219 K であるのに対して  $x = 0.5$  では 315 K まで上昇し、さらに V 濃度  $x$  を高くすると急激に  $T_C$  が低下することを確認した [1]。

さらに  $x=0$  ( $\text{Fe}_2\text{MnSi}$ )の磁化の温度依存性を観測したところ、60 K 付近にピークが現れた。このことは  $x$  が 0 または低濃度のもので反強磁性状態が実現している可能性を示唆している。

本研究では  $x=0$  および  $x = 0.2$  の磁化の温度依存性ならびに磁化の詳細な実験を行なったのでその結果について報告する。

### 2. 実験結果および考察

試料は鹿児島大のアーケ炉で育成された多結晶試料を用いた。詳細は ref.1 を参照のこと。粉末 X 線散乱から全ての濃度  $x$  で  $L2_1$  構造であることが確認された。図 1 に  $T = 4.2$  K での  $x = 0$  および 0.2 の磁化過程を示す。

$x = 0$  では磁場の印加で磁化が上昇し、弱磁場でも 60 emu/g の磁化を観測した。さらに磁化を上昇させると磁化は徐々に増加する。一方、  $x = 0.2$  は 1T 以上でほぼ一定値となる典型的な強磁性の特徴を示した。磁化曲線からも V 濃度の高い  $x = 0.2$  の方が  $\text{Fe}_2\text{MnSi}$  よりも  $T_C$  が高いことがこのグラフからも伺うことができる。

一定磁場中での磁化の温度依存性を Fig. 2 に示した。川上の論文 ref.1 によると  $x = 0$  では 200 K 以上では下に凸の、裾野を引くような温度依存性であるが、200 K から 60 K では上に凸の形を示している。60 K 以下では急激な磁化の減少が観測

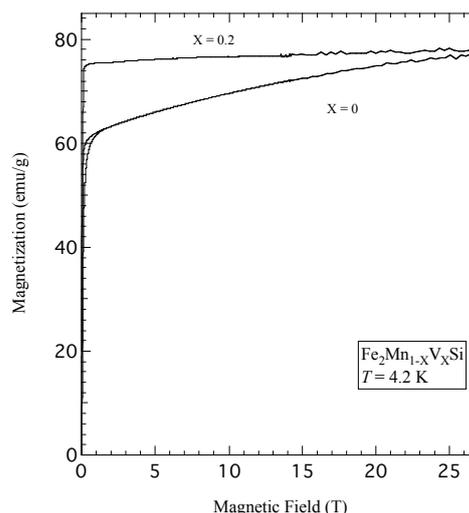


Fig. 1 Magnetization processes of  $\text{Fe}_2\text{Mn}_{1-x}\text{V}_x\text{Si}$  for  $x = 0$  and 0.2 at 4.2 K.

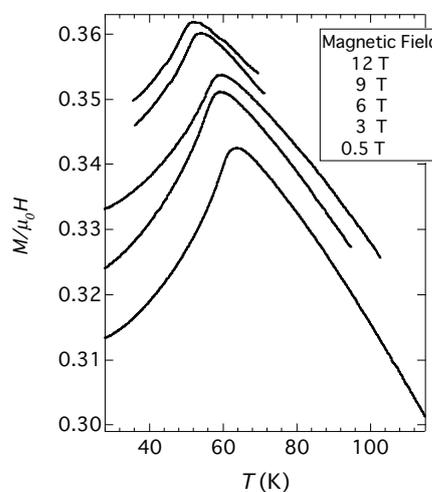


Fig. 2 Temperature dependence of magnetization of  $x = 0$  ( $\text{Fe}_2\text{MnSi}$ ).  $\mu_0 H$  indicates applied magnetic field.

された。

キュリー温度  $T_C$  に関する磁気相図を Fig. 3 に示す。

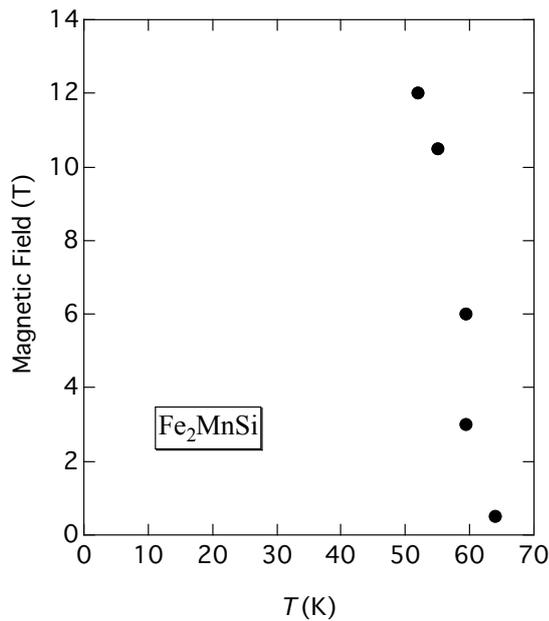


Fig. 3 Magnetic phase diagram of  $\text{Fe}_2\text{MnSi}$ . Dots indicate Curie temperatures which were measured at each static magnetic fields.

磁場の上昇とともに  $T_C$  は低下するが、12 T においても 52 K と高い温度を示すのが特徴的である。同じ  $L2_1$  型ホイスラー合金  $\text{Ru}_{2-x}\text{Fe}_x\text{CrSi}$  においても帯磁率に 30 K でピークが観測され、反強磁性的であることが我々の研究でも報告されている[4,5]。このようなホイスラー合金での反強磁性的な磁性に関しては遍歴磁性的な考察も重要であることが示唆されている。  $\text{Fe}_2\text{Mn}_{1-x}\text{V}_x\text{Si}$  においては  $\text{Fe}_{3-y}\text{Mn}_y\text{Si}$  との比較から[1,6]、磁気モーメントをもつと考えられている Mn サイトの情報の中性子散乱などの実験手段を用いて観測する必要があると考えられる。

#### 参考文献

- [1] M. Kawakami, *Physica B* **186-188** (1993) 1037.
- [2] S. Yoo, J. G. Booth, *Phys. Lett.* **48 A** (1974) 381.
- [3] V. Niculescu, T. J. Burth, K. Raj, J. I. Budnick, *J. Magn. Magn. Mater.* **5** (1977) 60.
- [4] 左近 拓男, 廣井政彦, 野島 勉, 小山佳一, 渡辺和雄, 東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター平成 18 年度年次報告.
- [5] K. Matsuda, M. Hiroi, M. Kawakami: *J. Phys.: Condens. Matter* **17** (2005) pp.5889–5894.
- [6] J.G. Booth, J. E. Clark, J. D. Ellis, P. J. Webster, S. Yoon, Proc. Intl. Conf. Magnetism, Moscow Vol.IV (1973) 577.