

学生番号	10674025	氏名	谷川 潤弥
論文題目	MgB <sub>2</sub> 超伝導体の微細組織が臨界電流に与える影響		

### 1. はじめに

MgB<sub>2</sub>は、金属超伝導体の中で最も高い臨界温度 $T_c$  (約39 K)と、金属系超伝導体特有の優れた粒間結合特性を持つことから、20 K近傍の冷凍機冷却下における通電応用が期待されている。これまでに焼成条件の違いで臨界電流密度や磁界依存性が大きく変わることが報告されている<sup>1)</sup>。これは、生成されるMgB<sub>2</sub>粒子の大きさやその分布などの違いが影響していると考えられることから、それらの微細組織が臨界電流密度に与える影響を調べた。

### 2. 実験

本研究で使用した試料は東京大学で in-situ法によって作製されたMgB<sub>2</sub>バルクである。焼成条件の違いによる特性への影響を調べるため、今回は表1のような諸元の試料を用意した。測定方法はSQUID磁力計を用いた直流磁化法で、 $J_c$ - $B$  特性を評価した。磁界は0-7 Tで、温度は4.2-30 Kとした。また、MgB<sub>2</sub>バルクの表面をSEMで撮影し、ライン・インターセプト法を用いて粒子の大きさを調べた。

表1. 試料諸元

試料	試料サイズ[mm]	$B_{c2}(20K)$ [T]	焼成条件
High	1.45×1.44×0.54	5.54	950°C, 12h
Middle	1.47×1.45×0.59	6.34	850°C, 3 h
Low	1.78×1.78×0.37	7.73	600°C, 24h

### 3. 結果及び検討

MgB<sub>2</sub> の粒子の直径の頻度を式(1)のような式に近似し、そのパラメータを表2に示す。

$$f(d_g) = K_d \exp \left[ -\frac{(\log d_g - \log d_{gm})^2}{\sigma_K^2} \right] \quad (1)$$

$d_g$ は粒子の直径で、 $d_{gm}$ は粒子の直径の平均値である。また、 $\sigma_K^2$ は粒径分布で、 $K_d$ は規格化定数である。焼成温度の高い試料の $d_g$ が一番大きいことが分かる。また、 $\sigma_K$ は焼成時間が長いほど短いことが分かる。

図1に20 Kにおける臨界電流密度 $J_c$ の磁界依存性の実験結果と理論値を示す。シンボルが実験結果であり、実線が磁束クリープ・フローモデルとパーコレーションモデルを用いた理論結果である。実験値と理論値がおおよそ一致していることが分かる。実験結果に注目すると、試料の違いによる自己磁界中

の $J_c$ の違いはないことが分かる。また、High試料はMiddle、Low試料比べて $J_c$ の磁界依存性が悪いことが分かる。これは、上部臨界磁界 $B_{c2}$ が低いことが原因だと考えられる。また、Middle試料がLow試料と同じような磁界依存性を示している理由は、Middle試料がLow試料に比べて粒径の分布が広く、ピン力の強い小さい粒子が多く存在しているからだと考えられる。

表2. 試料の粒子の直径及び粒径分布

試料	$d_g$ [nm]	$\sigma_K$ [nm]
High	79.7	0.507
Middle	65.2	0.530
Low	65.1	0.406

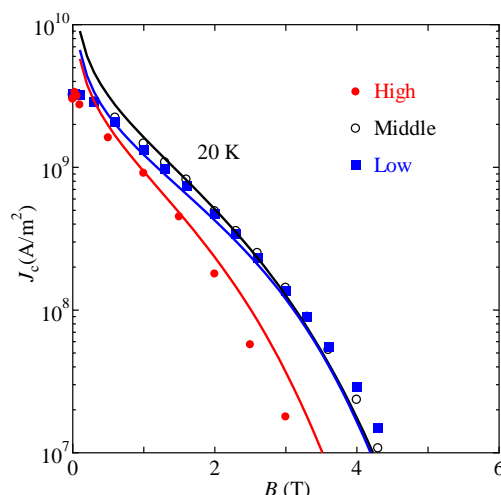


図1. 20 Kにおける $J_c$ - $B$  特性の実験値と理論値

#### [参考文献]

1) 桂ゆかりら : TEION KOGAKU Vol.41 No. 11(2006) 497-504.

#### [研究業績]

- (1)低温工学・超伝導学会(2010 春, 2010 秋, 2011 春)
- (2)応用物理学会(2010 春, 2011 秋)
- (3)International Symposium on Superconductivity(2010)
- (4)低温工学 九州西日本支部研究会(2010)
- (5)電気関係学会九州支部(2010)
- (6)The 2nd Japan-Korea Superconductivity Workshop (2010)
- (7)International Workshop on Coated Conductors for Applications (2010)