

## Bi-2223 線材の臨界電流密度分布に与える自己磁界の影響と 並列導体の電流容量に与える効果

### Influence of Self-field on Critical Current Density Distribution in Bi-2223 Tape and Its Effect on Current Capacity of Parallel Conductor

九大<sup>1</sup>, 住友電工<sup>2</sup>, 鉄道総研<sup>3</sup> ○古川 和樹<sup>1</sup>, 今戸 幸佑<sup>1</sup>, 東川 甲平<sup>1</sup>, 井上 昌睦<sup>1</sup>,  
木須 隆暢<sup>1</sup>, 菊地 昌志<sup>2</sup>, 小林 慎一<sup>2</sup>, 中島 隆芳<sup>2</sup>, 林 和彦<sup>2</sup>, 佐藤 謙一<sup>2</sup>, 富田 優<sup>3</sup>

Kyushu Univ.<sup>1</sup>, Sumitomo Electric Industries Ltd.<sup>2</sup>, Railway Technical Research Institute<sup>3</sup>,  
○Kazuki Furukawa<sup>1</sup>, Kosuke Imado<sup>1</sup>, Kohei Higashikawa<sup>1</sup>, Masayoshi Inoue<sup>1</sup>, Takanobu Kiss<sup>1</sup>,  
Masashi Kikuchi<sup>2</sup>, Shinichi Kobayashi<sup>2</sup>, Takayoshi Nakashima<sup>2</sup>, Kazuhiko Hayashi<sup>2</sup>, Kenichi Sato<sup>2</sup>,  
Masaru Tomita<sup>3</sup>

E-mail: k.furukawa@super.ees.kyushu-u.ac.jp

#### 1. はじめに

高温超伝導線材の機器応用に際しては、電力輸送ケーブルや大型マグネット応用、またそれらの低温環境への熱侵入を防ぐ電流リードなど、素線を束ねて所望の電流容量を達成する並列導体としての使用が重要な役割を担っている。一方、素線内の電流分布や素線間の相互作用など、導体の電磁現象は複雑であり、導体の電流容量の定量設計は困難となっている。そこで本研究では、走査型ホール素子顕微鏡を用いて素線内の電流分布を評価し、特に自己磁界の影響を明らかにした上で、数値解析により並列導体の電流容量に与える自己磁界の効果を評価した。

#### 2. 方法

測定対象とした線材は、加圧焼成法によって作製された 4.2 mm 幅の Bi-2223 線材であり、77 K 自己磁界下における  $I_c$  値は 200 A のものである。本線材を 87 K まで冷却し、 $I_c$  値通電時におけるシート電流密度分布を走査型ホール素子顕微鏡によって評価することで、線材内の臨界電流密度分布を得る。本測定を、自己磁界下、さらにオフセット磁界を印加した条件下で行うことにより、線材内の経験磁界分布を変化させ自己磁界の影響を評価した。また、明らかとなった局所  $J_c$  分布と磁場依存性を考慮し、並列導体の電流容量に与える自己磁界の影響を有限要素法による数値解析によって評価した。

#### 3. 結果・考察

線材幅方向に測定した磁界分布を Fig. 1 (a)に、対応するシート電流密度分布を Fig. 1 (b)に示す。電流の集中部が丁度ゼロ磁界付近に対応しており、経験磁界の小さな領域で局所的に臨界電流密度が高くなっている様子がわかる。すなわち、本質的な臨界電流密度分布は、同じ強度の磁界を経験している○印を結んだような形状をしており、それに自己磁界の効果加わることで線材内の臨界電流密度分布が敏感に変化する様子を明らかにすることができた。この結果を用い、有限要素法によって並列導体の電流容量を評価した結果を Fig. 2 に示す。線材を厚さ方向と幅方向に 3 本配置した際を例にしているが、自己磁界を強め合う効果と打ち消し合う効果により、导体構造によって電流容量が大きく変化することが示唆された。

#### 謝辞

本研究は JST の研究成果展開事業 S-イノベの支援によって行われたものである。

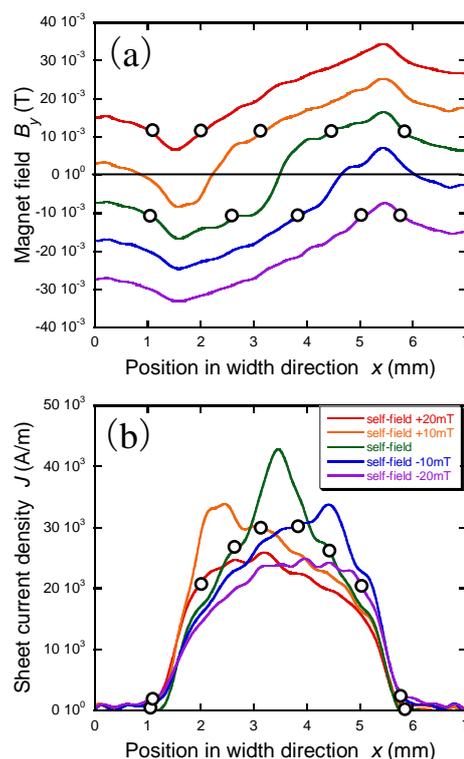
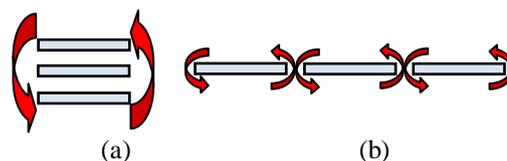


Fig.1 (a) distribution of magnetic field perpendicular to the tape surface and (b) the corresponding of critical sheet current density at 87 K along the width direction obtained by scanning Hall-probe microscopy.



(a)				
tape	top	center	under	total
current	87.8 A	85.5 A	87.8 A	261 A

(b)				
tape	left	center	right	total
current	104 A	117 A	104 A	324 A

Fig.2 current capacity of parallel conductor estimated by finite element method.