

REBCO 線材の I_c 統計分布に対する試料長ならびに空間解像度の影響Influence of Sample Length and Spatial Resolution on a Statistical I_c Distribution in REBCO Coated Conductor九大院シス情¹, iSTERA², °木須 隆暢^{1,2}, 東川 甲平¹, 井上 昌睦¹

Kyushu Univ., °Takanobu Kiss, Kohei Higashikawa, Masayoshi Inoue

E-mail: kiss@sc.kyushu-u.ac.jp

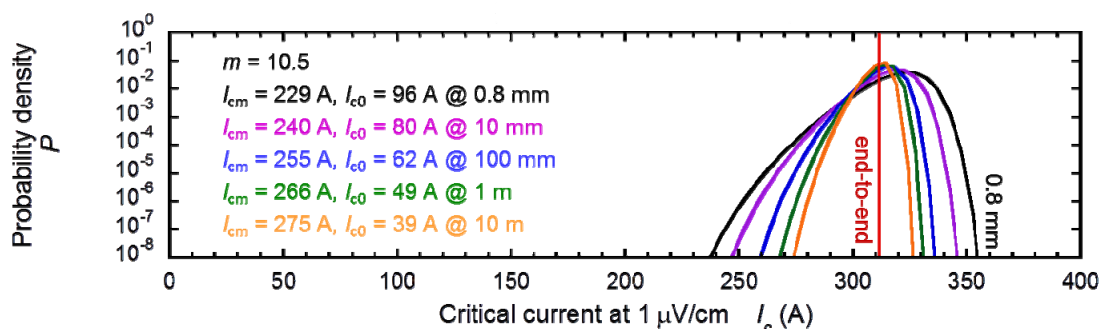
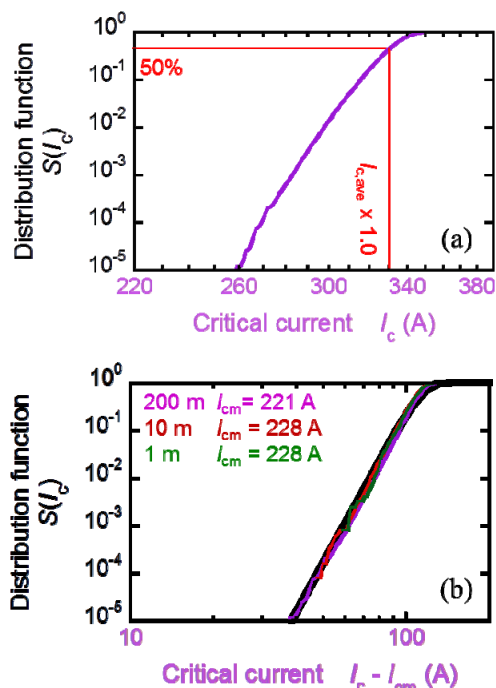
1. はじめに

希土類系高温超伝導線材 (REBCO 線材) の実用化において、空間均一性が最も重要な因子の一つとして顕在化しつつある。一次元の電流輸送媒体である線材は、臨界電流 (I_c) の最も小さい箇所が全体の性能を制限することから、空間均一性に対する厳しい要求があると同時に、線材開発において I_c 分布の機構解明が鍵を握る技術開発となる。一般的には、 I_c の長手方向分布は四端子法や TAPESTARTM によって評価し、その標準偏差等を均一性の指標とすることが多い。しかしながら、得られた I_c の統計分布に対する試料長、空間分解能などの測定条件がどの様に影響を及ぼすのかについて、ほとんど解明されておらず、 I_c 評価手法の標準化や、得られた結果をもとに機器設計を行う際の I_c マージンの根拠となる基礎的知見が不足している。本研究では、市販の 200m 級長尺 REBCO 線材を用い、リール式高解像度磁気顕微鏡 (RTR-SHPM) を用いて得られた I_c の長手分布の結果をもとに、観測される I_c の統計分布に及ぼす試料長、および解像度の影響について考察した。

2. 局所 I_c の統計分布解析

評価対象とした試料は、IBAD 基板上に PLD 成膜された、幅 5 mm、長さ 200 m の市販線材を用いた。RTR-SHPM によって長手方向に 830 ミクロンの分解能で局所 I_c 分布を評価し、得られた局所 I_c のバラツキより、 I_c の分布関数を調べたところ、Fig. 1(a)に示す様に確率ゼロの極限で有限の閾値を有しており、線材が無制限長の極限で有限の I_c 値を有する事を示唆している。また、観測される最小の I_c 値は試料長が長くなるにしたがって小さくなるが、長さに依らず次式で与えられる Weibull 関数によってスケールすることを明らかにした (Fig. 1(b))。

$$S(I_c) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{I_c - I_{cm}}{I_{c0}} \right)^m \right] \quad (1)$$

Fig. 2. Change of probability density of I_c as a function of spatial resolution.Fig. 1 (a) Distribution function of I_c obtained from a 200 m long REBCO CC, (b) scaled distribution function obtained from 200 m, 10 m, and 1 m section, respectively. The solid curves is obtained from eq. (1) with a constant power index $m=10.5$ and width $I_{c0}=96$ A.

さらに、分布幅 I_{c0} は Fig. 2 に示す様に、観測の際の空間分解能によって変化する。その依存性は、空間周波数スペクトルが 1/f 雑音的依存性を有する事によって説明出来ることを明らかにした。

謝辞： 本研究は、経産省高温超伝導コイル基盤技術開発プロジェクト「共通基盤技術の研究開発」による助成を受けて実施するとともに、日本学術振興会の科研費 (24360122) の助成を得て行ったものである。