

産業応用分野;電線、研究対象;酸化物超伝導薄膜、中性子手法;小角散乱
 利用BL; BL15 大強度型中性子小角散乱装置 (TAIKAN); Small and Wide Angle Neutron Scattering Instrument
 Used Beam Time; 2.5日 / Allocated Beam Time; 2.5日 / Requested Beam Time; 3.0 日
 課題番号;2012B0120

課題名	中性子小角散乱を用いた超電導薄膜の解析 Analysis of superconducting thin film using neutron small angle scattering	
実験代表者;佐々木宏和	所属;古河電気工業株式会社	

背景;超電導物質は電気抵抗がゼロであることから電力ロスのない電力輸送に資することが期待されており、酸化物超電導薄膜を用いた線材の開発などが進められている。超伝導物質の重要な特性の一つである臨界電流密度 J_c は、ピンニングサイトなどの超電導薄膜の構造と関連するといわれているが、両者の関係は十分には解明されていない。また、超電導薄膜の重要な特性の一つとして、印加磁場角度(θ)によって J_c が変わる $J_c-\theta$ 特性がある。この特性もピンニングサイトなどの超電導薄膜の構造と関連する特性の一つである。ピンニングサイトの分散状態などの膜構造の評価法の確立により、超電導薄膜の特性向上のための重要な指針が得られると期待されている。

中性子実験の必要性; 超電導線材の臨界電流密度(J_c)などの特性値を、ピンニングサイトなどの超電導薄膜の構造と関連付けて解析する必要がある。ピンニングサイトの制御が難しいため、人工的にピンニングサイトを導入する人工ピンの開発が進められている。人工ピンの評価には電子顕微鏡による局所領域の観察と同時に、小角散乱法等による薄膜全体の人工ピンの分散構造解析も必要である。金属ハステロイなどの基板に形成された状態で超電導薄膜を測定するには、物質透過能の高い中性子を用いた中性子小角散乱が有効である。さらに、超電導薄膜に磁場を印加後、磁場を消失させることにより、超電導薄膜中にピン留めされた磁束量子的中性子小角散乱による計測の可能性も期待される。

試料; ハステロイ基板上に中間層を積層させ、YBaCuO薄膜を $1\mu\text{m}$ 成長させた。これを約 1cm 角に切断し、50枚積層した。
実験; 最初に室温で小角散乱測定を行った。次に、永久磁石を用いて、試料に垂直に約500Gの磁場を印加した状態で、4Kまで冷却し、その後、永久磁石を除去した。4Kに冷却された状態で中性子小角散乱測定を行い、その後試料温度を上昇させ、30K、90K、120K、300Kの時点での小角散乱測定を実施した。

結果と考察; 図1に室温測定時の散乱曲線と、30Kの時の測定時の散乱曲線を示す。30K時は室温測定時よりも散乱強度が強くなっている。これは超電導薄膜中でピン止めされた量子磁束からの散乱であると考えられる。散乱強度の差が小さく見えるのは、ハステロイ基板からの散乱が支配的であるためと、印加した磁場が弱かったためであると考えられる。

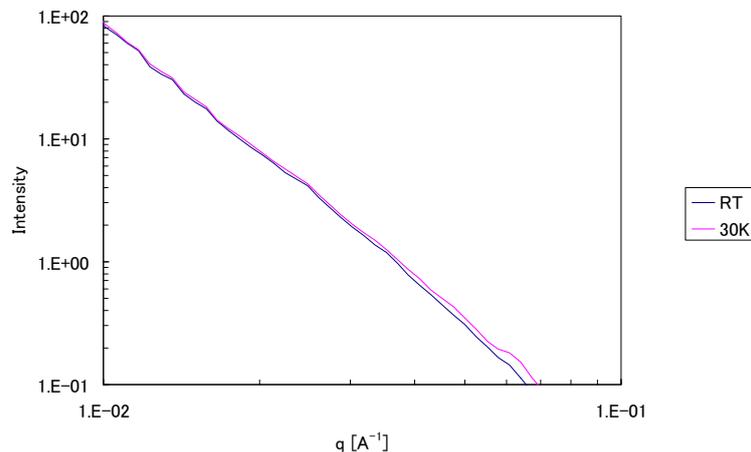


図1 超電導薄膜からの散乱曲線