

## 研究の背景と目的：

およそ 500 年間にわたる摩擦による物理現象に関する研究は巨視的視点からいくつかの経験的な法則を導き出した。しかし、微視的な立場から摩擦の研究が始められるようになったのはごく最近のことであり、巨視的視点からでは説明のつかなかった現象が解明されつつある。これまで考え出されてきたさまざまな摩擦のモデル系の中でも、超伝導体中の磁束量子のダイナミクスを摩擦モデルとして捉えたアプローチは、他と比較して磨耗による試料の変形や欠損が起こらないために、まったく同じ環境下での再実験が可能な系として注目されている[1]。この磁束量子を用いたモデル系では、超伝導体内部の格子欠陥によるピン止め力が下層の原子との相互作用から生じる静止摩擦力に相当し、磁束量子がすべり運動をする上層の原子に相当する。駆動力は外部電流(Lorentz力)になる。この卒業研究では、磁束量子のダイナミクスを摩擦モデルとして適用するにあたって満たしているべき摩擦系特有の性質のうち、最大静止摩擦力の待機時間依存性について調べた。また、静止摩擦係数と動摩擦係数の間にスケーリング則が成立するというマクロな摩擦実験の結果が存在し[2]、それについても検証した。

## 実験の方法：

磁束量子が動き出すとき  $E = B v$  の電場が発生するために、試料にはゼロ抵抗状態の時に発生しなかった電圧が生じる。この有限の電圧が生じ始めるときの外部電流(臨界電流)は加えるべき駆動力の目安を与えるため、臨界電流が小さくなる磁場、温度下で低電流密度領域の  $I-V$  特性を測定した。入力信号には 80 Hz のパルスを用いて、 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  薄膜 ( $T_c = 35 \text{ K}$ ) の 4 端子測定を行った。その後、この  $I-V$  特性を元に入力信号としてのこぎり状のパルスを加える際に間隔を様々にすることで、待機時間依存性を調べた。また、動摩擦力を求めるため高電流密度領域でも  $I-V$  特性を調べた。

## 結果と考察：

図 1, 2 に  $I-V$  特性と待機時間に依存した試料の臨界電流を示す。 $I-V$  特性から得た臨界電流の付近で、のこぎり状のパルスを加えたときの待機時間に依存して臨界電流が対数的に変化している様子が得られた。この結果はマクロな固体間の摩擦実験と同じものであり[2]、これを用いて静止摩擦力と動摩擦力との間のスケーリングを行っている。

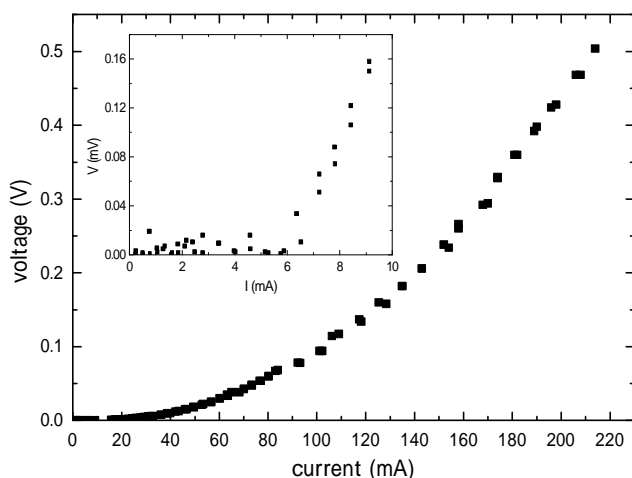


図 1  $I-V$  特性

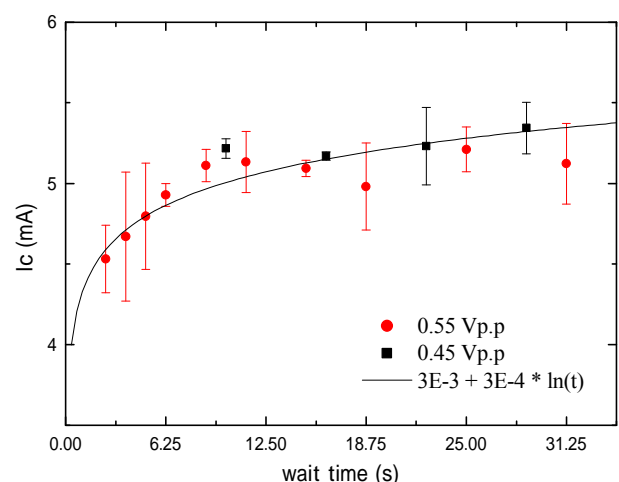


図 2 臨界電流の待機時間依存性

[1] A.Maeda et al., Phys. Rev. Lett. 94, 077001 (2005)

[2] F. Heslot et al., Phys. Rev. E 49, 4973 (1994)