

学生番号	08232013	氏名	内倉 信聖
論文題目	超伝導体のさまざまな電磁現象の FEM による解析		

1. 背景と目的

超伝導体について理解するとき、超伝導体内部の電磁現象の様子は対称性の高い場合を除いてなかなか想像しづらいという問題があり、例えば電流を流した時や磁石を近づけた時の超伝導体内部の電磁現象の様子を手計算で算出するのは複雑で非常に困難である。そのため、その問題を解決するために有限要素法(FEM)が用いられる。FEM とは解析的に解くことが難しい偏微分方程式の近似解を得るために有効な方法の一つである。したがって、FEM を使って解析し超伝導体内部の電磁現象の様子を可視化することができれば、超伝導体への理解がより深まると考えられる。

そこで、本研究では PHOTO-Series という FEM 解析ソフトウェアを用いて超伝導体を使ったモデルを作成し、超伝導体の電磁現象の数値解析を行うことを目的とする。

2. 解析方法

円筒超伝導体の上にコイルがある状態をモデルとする。解析モデルの寸法を図 1 に示す。

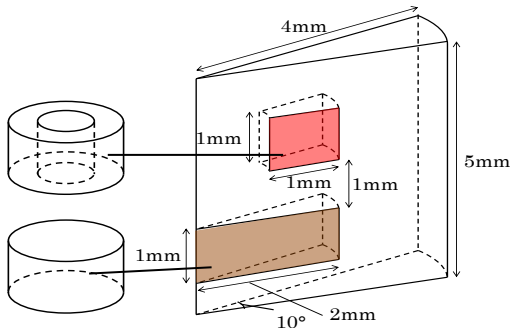


図 1 解析モデルの寸法

このモデルは対称性をもつため全体図から角度 10° を切り出し計算を行った。

コイルに時計回りの方向で流れる直流電流  $I_2$  を  $I_2 = 3.0 \times 10^4$  A に設定し、コイルを超伝導体に任意の速度で近づけなかった時と近づけた時の超伝導体内部の磁束密度の様子を解析した。設定したパラメータは電界基準を  $E_0 = 1.0 \times 10^{-4}$  V/m、臨界電流密度を  $J_c = 1.0 \times 10^{10}$  A/m<sup>2</sup>、 $n$  値を

$n = 20$  とした。

3. 結果及び考察

コイルを超伝導体に近づけなかった場合の超伝導体内の磁束密度の様子を図 2 に示す。このとき超伝導体内部の磁束密度の様子は、コイルに流す交流電流の影響を受けるため、交流電流の最大値が流れる  $t = 5.0$  s に近づくほど、より大きな磁束が侵入していることが分かる。

次にコイルを超伝導体に近づけた場合の超伝導体内の様子を図 3 に示す。超伝導体内部の磁束密度の様子は、コイルが超伝導体に徐々に接近していくため、時間の経過とともに近づけなかった場合よりもより大きな磁束の侵入が確認できる。

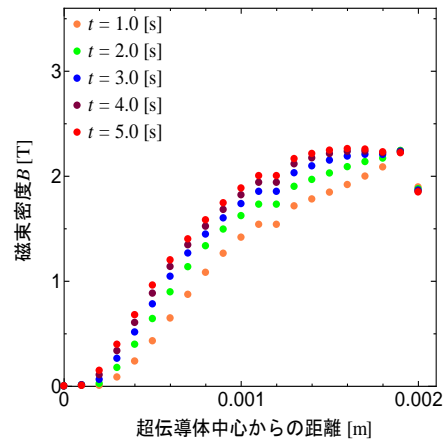


図 2: コイルを超伝導体に近づけなかった時の超伝導体内の磁束密度

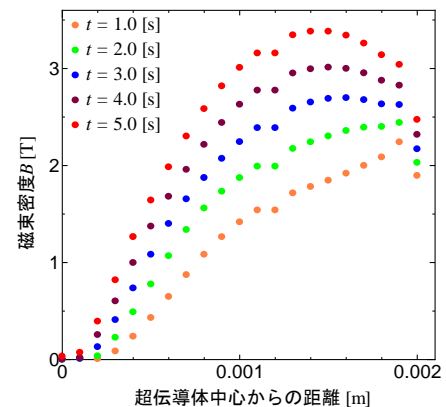


図 3: コイルを超伝導体に近づけた時の超伝導体内の磁束密度