

超伝導に於るエントロピーフィルター

椋原健明

(受理 昭和55年5月31日)

ENTROPY FILTERS OF THE SUPERCONDUCTION

Kenmei KUKIHARA

Existence of thermoelectric effects are proposed in the configurations consisting of superconductors and resistance materials to normal currents. They analogize with mechano-caloric effects in the superfluidity.

1. 序

常伝導成分に対しては十分な抵抗を持ち、超伝導電子が質量輸送を担う構成があれば電流による温度差の生成が観測されるであろう。逆に、温度差は電流を生じさせるであろう。この様な一種の熱電気効果の予想を行う。

2. 理論

超流体に於て、細いスリットがエントロピーフィルターになることに気付いたのは超流動の発見者カピツァ自身である。そして、これを用いる超低温の生成まで提案している。しかし実用にはならないことが後に指摘されている¹⁾。それでも本年その様な実験がなされ、0.7K位までにしか冷却しないことが報告されている²⁾。理由はまだよくわかっていないとしてある。が、超流体自身の温度波が大きいのではないかと推測される。

超伝導についても、かなりの程度まで二流体理論は適用できよう。すると同様の現象が予測されてもよいと思われる。通常の使用情況にある超伝導体には、必ず電流が存在し、程度の差はあっても、エントロピーフィルターによる温度差の発生が起きているのではなからうか。しかしながら、これらが議論されることはないといつてよいであろう。

最も普通の例をとる。超伝導体に、常伝導体からな

る導線が2本付けられている。電子流は1方の導線からエントロピー S を持つ質量流として超伝導体へ流入し、 TS 程度の放熱を行う筈である。一方、超伝導体の他端に於ては、エントロピーゼロが主体となった電子流が導線に流れ込み、導線の比熱の一部を担う。そこでは、当然 TS 程度の吸熱があらう。

3. 結 語

フィルターとして、常伝導物体との接点を挙げたが、ジョセフソンジャンクションはエントロピーフィルターの好例であらう。このタイプは、超流動ヘリウムの場合の直接のアナロジーとして、考え易い。

又、ジャンクションが、薄い絶縁膜、細い接点、常伝導物質等で作製されるということ自体も、フィルター材としてそのまま実験の為の参考になる。

逆の効果として、例えばジョセフソンジャンクションに温度差を与えることで電流を生ずることが予想される。これはヘリウムの mechano-caloric effect のアナロジーである。系全体のエントロピー増の為に不可逆過程として、低温部から高温部へ電子流が起るであらう。熱電対にならって、2つの異種ジャンクションの作る閉回路の電流として観測する方法もあらう。

超流動ヘリウムに於ては二流体理論はすぐれた現象論である。超伝導に於ても、熱力学の扱う巨視的な現象には充分適用できるであらうということが以上の予想の根拠である。

謝 辞

超流動ヘリウムでは、本年この様な実験がなされたとの文献を知らせてくれたのは小原幸三助手である。ここに記して感謝します。

付 記 (6月6日)

小原幸三氏が本効果の論文を見つけてくれた。

Superconducting tunnel-junction refrigerator, R.G.

Melton, J.L. Paterson, S.B. Kaplan, Phys. Rev. B,
21 no. 5, 1980

である。

彼等は、熱電冷却とのアナロジーから探索を行った

としている。実験的確認も行っている。

筆者は、このアナロジーは誤りであると考える。本文に示す様に機械-熱効果に直接相当するものである。

実験事実が重要であって出発点はそれ程重要ではないが、筆者の予想が確認されているとみたい。

この効果は将来の計算機、微小電流が比熱の小さな極低温領域で流れる、にあって雑音を与えかねない。

文 献

- 1) 中嶋, 神田, 碓井, 低温現象, 1958, 共立出版
- 2) 品田, 佐藤, 佐藤, 日本物理学会第35回年会予稿集 27. p-P-1