

微小試料用熱電能測定装置の試作

磁性研 小畑 欣之

指導教官 : 矢ヶ崎 克馬 仲間 隆男

長さが 1mm~4mm の微小試料の熱電能を測定できる装置を試作した。我々の研究室には既に 15 テスラまでの磁場中及び 1.5K までの低温で測定ができる熱電能測定装置がある。しかしながら、この装置では構造上 4mm 以下の試料を測定することができない。これは、試料作成が困難な試料について物性研究の手段が限られてしまうことになる。その為、1mm 程度の微小試料で熱電能が精度良く測定できる装置の開発を行う目的で、今回装置を試作した。

微小試料の測定で問題となるのは、起電力測定距離と温度差測定距離の差が大きな測定誤差の原因となることである。そこで微小試料の熱電能を正確に測定するために、試料の温度差と電位差を直接測定するのではなく、熱電能が既知の物質を参照試料としてその参照試料と試料の電位差を各々測定することで試料の熱電能を求めるようにした。

従来の装置では $V=S\Delta T$ に従い試料の熱起電力 V と温度差 ΔT を測ることで熱電能 S を測定していた。図 1 に試作した装置を模式的に示す。参照試料としてクロメルを用いた。参照試料であるクロメルと試料は同じ温度及び温度差になるように配置する。今、コンスタンタン-試料-コンスタンタン回路の起電力を V_{cox} 、コンスタンタン-クロメル-コンスタンタン回路の起電力を V_{coch} とすると、 V_{cox} と V_{coch} を測定することで試料の絶対熱電能 S_x を以下の式に従い測ることができる。

$$V_{coch} = S_{och} \cdot \Delta T \quad (1)$$

$$V_{cox} = S_{ox} \cdot \Delta T \quad (2)$$

S_{ch} と S_{och} を既知とすると、(1)及び(2)式から、 S_x は次のように求められる。

$$S_x = S_{ch} + (V_{coch} - V_{cox}) \cdot S_{och} / V_{coch} \quad (3)$$

すなわち試料とクロメルに同じ温度勾配 ΔT を与え、 V_{cox} と V_{coch} を測定することで試料の絶対熱電能 S_x を測ることができる。

図 2 に、この装置を用いて実際に測定した結果を示す。試料には、NdCo₂ を使い、4~300K までの温度範囲で測定した。図には従来の装置を用いて測定した結果(▲)も示してある。今回の微小試料用装置を用いて測定した結果(●)は従来の装置で測定した結果に比べ絶対値が約 2/3 となっている。しかしながら、定性的には温度依存性はほぼ一致し、100K 付近の磁気転移点も明瞭に確認できた。このことから、今回の測定では絶対値が小さく測定されているが、本方式を用いて熱電能の測定ができることが実証された。

絶対値が小さくなった原因としては、参照試料のクロメルと試料の温度及び温度勾配が等しくない、ということが考えられるが、これは原理的に解決可能な問題である。

今後は上の課題を解決するために装置設計及び試作を行っていきたい。

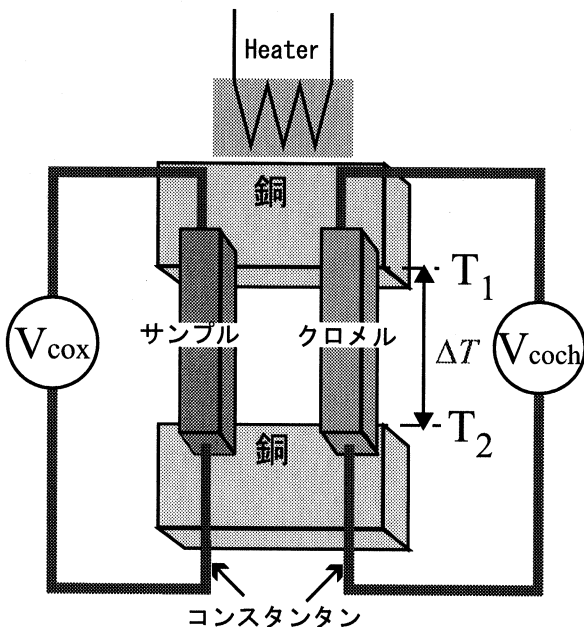


図 1. 微小試料用装置の模式図

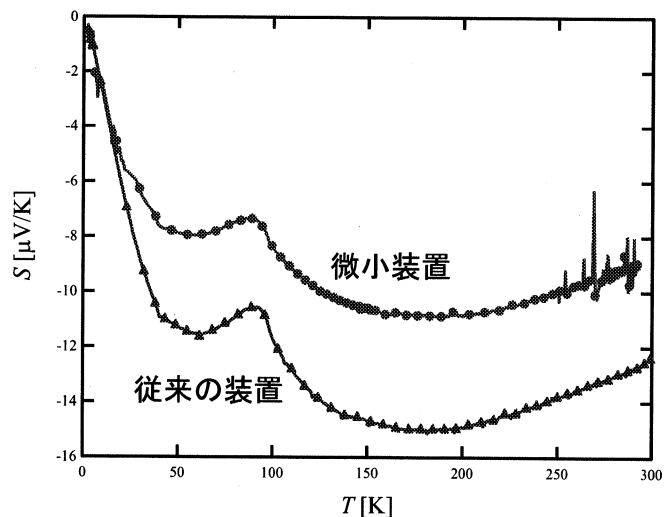


図 2. 熱電能 S の温度依存