

9. 低温における比熱測定

平 野 悟

2段階相転移を示す希薄合金スピングラス ZnMn 単結晶に関する研究を ^3He - ^4He 希釈冷凍機を使用した比熱測定により行なったが、現在迄のところ十分精度の良い測定データは得られていない。この研究の過程に於て製作した比熱測定装置及び測定法にいくつかの問題が明らかになった。修士論文では比熱の測定法及び測定装置について詳しく述べ今後の改良点について考察した。

我々は断熱法で比熱を測定した。断熱法とは、サンプルを周囲の熱浴から断熱にしてヒーターで熱を加え、その温度変化を測定し、比熱の定義式

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

から比熱を求めるという方法である。理想的な断熱法ではサンプルは周囲の熱浴から熱的に遮断されているが、実際にはヒート・リークがあり、それが無視できない場合がある。特に我々が製作した比熱測定装置の場合、少量のヒート・リークがある状態での測定になるように設計してあるので、ヒート・リークを無視することはできない。ヒート・リークのない理想の場合、加熱曲線はヒーターで熱を加える前後でサンプルの温度は一定であり、加熱による温度変化 ΔT は加熱前の温度と加熱後の温度との差から容易に求められる。これに対しヒート・リークがある場合、サンプルは加熱の前後でもわずかながら温度変化し、その変化の方向が変わるのが一般的である。従って単純に加熱の始めの時刻での温度と加熱直後の時刻での温度との差を ΔT とすることはできない。このときは、加熱前の温度曲線 T_f と、加熱後の温度曲線 T_a とを外そうし、ある時刻 t^* における $T_a - T_f$ を ΔT とする。通常この t^* は加熱時間 τ の $1/2$ にとり、我々の実験でも同様にして ΔT を求めている。しかし、近似を高めた式で t^* を計算した場合と比較すると、我々の測定で得られた典型的な加熱曲線の場合、約 0.3 % 程度の誤差を生じる。1/1000 の精度で比熱測定を行なうためには t^* を計算で求めるようにすべきである。

我々の製作した比熱測定装置では、サンプル・ホルダーとして銅板を使用した。このサンプル・ホルダーは、それ自体の熱容量が大きい。サンプル・ホルダーとしては、熱伝導率は銅板より悪いが、熱容量の小さいサファイヤ板を使用した方が測定精度が良くなる可能性がある

と思われる。サファイヤの 0.1 K における熱伝導率は銅に比べ 10^{-4} と小さいが、0.1 K における比熱は 10^{-5} 倍と非常に小さい。

比熱測定上最も重要な事は温度計の精度である。測定にはスピア及び松下の 1/16 W のカーボン抵抗を使用した。超低温の測定にはカーボン抵抗を用いる場合が多いが、安価である反面安定性に問題がある。今回使用したカーボン抵抗は、温度定点での抵抗値が実験のたびにどんどん増加していくという不安定なカーボン抵抗であったため、全く信頼性のないものであった。その温度計の温度較正の際に基準温度計として用いた温度計も同じような不安定なカーボン抵抗であったため、温度較正も信頼できない結果となった。カーボン抵抗を温度計として使用する場合、室温 $\leftrightarrow$ 4.2K の Heat cycle で再現性のよい抵抗を選び出してから CMN で直接較正したものを使うべきである。さらには、較正用に再現性のよい Ge 温度計を付け加えておく必要があるように思われる。

10. CW モード同期ピコ秒 YAG レーザー・同色素レーザーの製作とその特性に関する研究

福 島 悟

モード同期ピコ秒パルスレーザー（略して M. L. レーザー）は 10^{-12} 秒程度の狭いパルス幅をもつ光パルス列を発生する。このようなレーザーは高速緩和現象などの解明には唯一直接的手段と考えられる。この種の実験には、主に高繰返し CW M. L. Ar^+ レーザーが普及している。これに比べ CW M. L. YAG レーザーは多くの利点があるにもかかわらず実際には、安定化された装置とは言い難い。この為、物性研究には使用されていないと思われる。又、CW M. L. YAG レーザーについて安定性を考慮した基礎特性に関する研究も十分に成されていない。そこでこの研究では、CW M. L. YAG レーザー及び同起励起色素レーザーを安定な装置として製作が可能かどうかを調べ、各レーザーについて基礎特性と強度ゆらぎに関する知見を得ることを目的とした。

製作した YAG レーザー（図 1a）は、音響光学変調器を使用した強制モード同期方式を採用した。共振器の製作では特にロッドの熱効果を考慮しミラーの曲率半径、反射率及びレーザーヘッドの位置について詳しく調べ最適条件を見出した（表 1）。この結果と共振器理論¹⁾から求めた結果とを比較したところ一致をみなかった。この原因としてロッドに熱歪みによる複屈折効果²⁾が生じており、理論ではこの効果を取り入れていない為であることが実験でわかった。