

熱電対

(Thermo-couple)

熱起電力

金属線の片側を熱して金属線の両端に温度差を与えると、高温部から低温部への熱の拡散に伴い、金属線中の自由電子の移動が生じる。

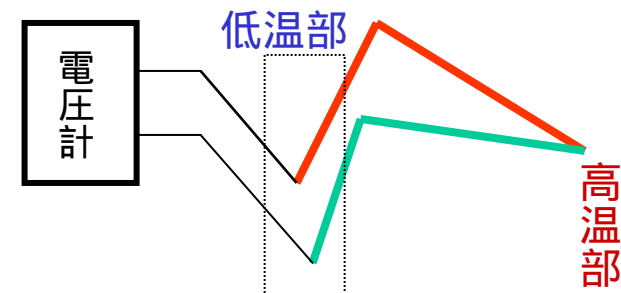
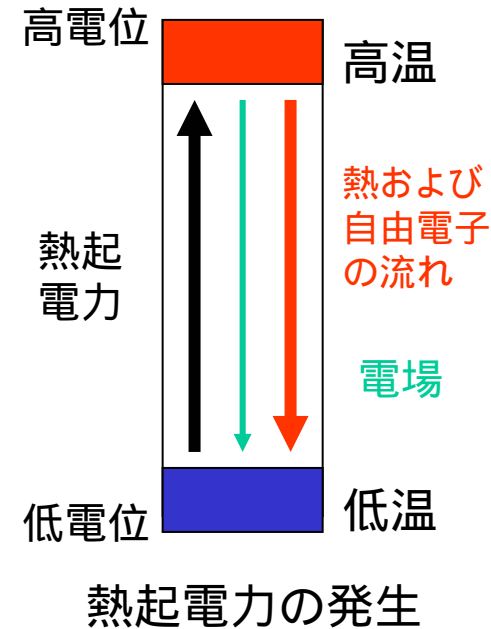
それに伴って、高温部がプラス、低温部がマイナスとなり、高温部から低温部に向く電場が生じる。すると自由電子は電場から逆向きの力を受けるようになる。

熱の拡散に伴う自由電子の移動が進むと電場が強くなり、電気力が熱拡散による力とつり合い、自由電子の移動が止んで平衡状態となる。

このときの金属線の両端には温度差に依存する電位差を生じる。これが熱起電力である。

同じ温度差における熱起電力の大きさは金属によって異なる。そこで、二種類の金属線を融着してつなぎ、融着部を高温に、他方を低温に保つと、二つの金属線の間にはそれぞれの電位の差の起電力(熱起電力)が生じる。

このように二種類の金属線を融着してつなぎ、両端の起電力から高温部の温度を求めるようにしたものが熱電対である。



熱電対の構成

二種類の金属線(アルメルとクロメル)を融着してつなぎ、この融着部を温度センサー部とする。

センサー部分から分かれた二つの金属線の両端(低温部)を、氷水を入れた保温瓶につけ、0 の状態に保つ。

融着した部分(センサー部)を熱すると、低温部の二つの金属線の両端には熱起電力が生じる。

この電圧をミリボルトメーターで測定することで、センサー部の温度を知ることができる。



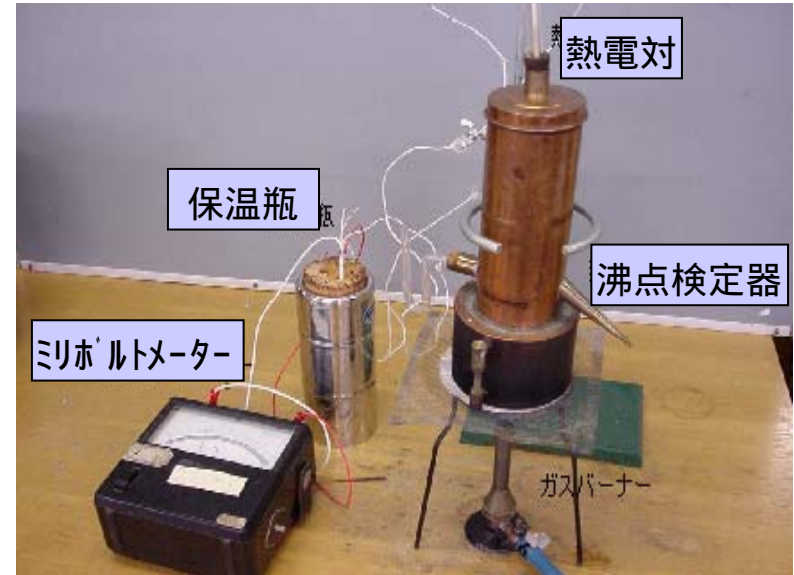
熱電対の配置図

熱電対の較正 (Calibration)

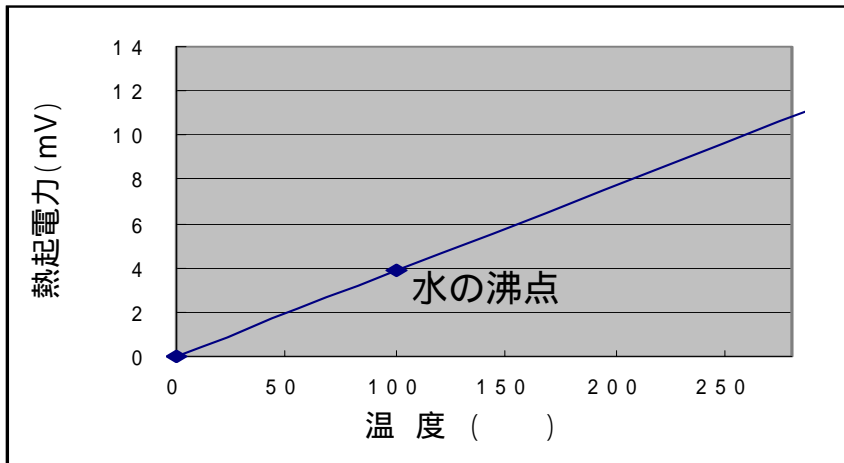
ガスバーナーでお湯を沸かし、沸騰したら熱電対をお湯からの水蒸気中に入れる (沸点検定器)。そして、平衡状態になったときの熱起電力を測定する。このとき、熱電対のセンサー部は100、低温部は氷水の中にあるので0 である。よって、この熱電対の、温度差100 における熱起電力が求められる。

熱起電力 E と温度差は概ね比例する。

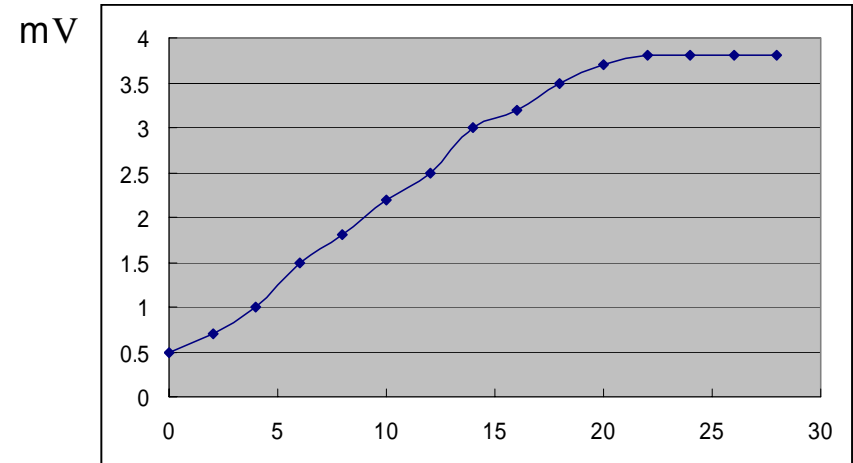
$$E_{[mV]} = A \cdot (t_{\text{センサー部} [\quad]} - t_{\text{低温部} [\quad]})$$



熱電対の較正



熱電対の較正曲線



熱起電力の時間変化 (分)

錫（スズ）の融点の測定

測定手順

熱電対を電気炉の中の、錫に入れた細いタンマン管に挿入する。

電気炉のコンセントを入れ、中の温度が上昇するのをミリボルトメーターの針を見ながら確認する。

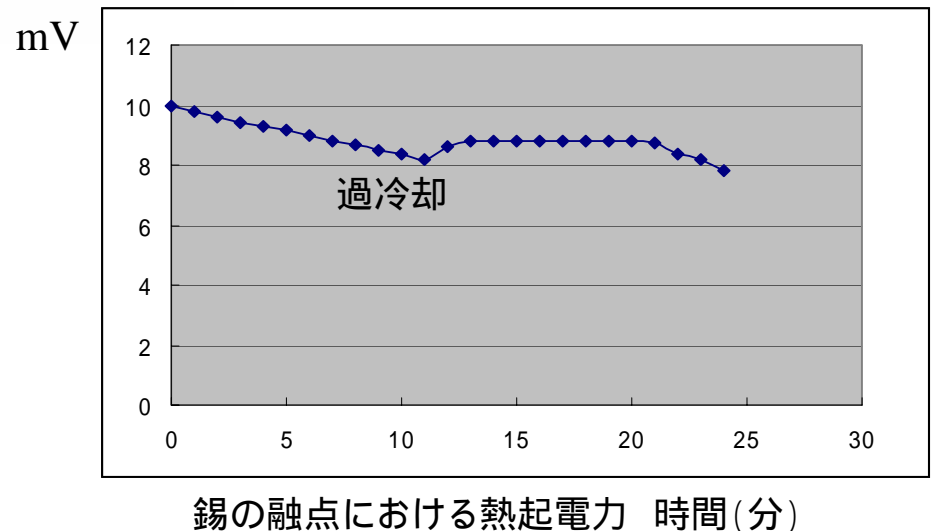
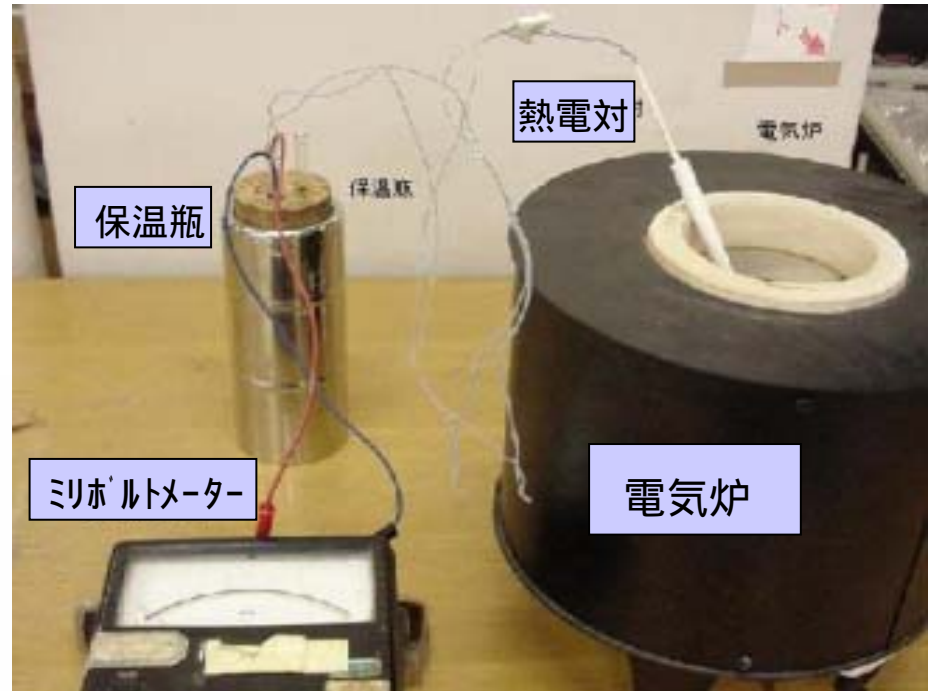
メーター針が10mVになったら電気炉のコンセントを抜く。（このとき、スズは融けている！）

メーターの針が下がり始めたら測定を開始する。

1分または2分間隔で、下がっていく針の値を読み取る。

途中、温度が上昇した後しばらく一定となる。 過冷却

値が一定になった後、再び下がり始めたら測定を終了する。



ゼーベック効果とペルティエ効果

ゼーベック効果 (Seebeck effect)

温度勾配による熱拡散によって金属中の電子が低温側に移動し金属の両端に電位差が生じる。この電位差は金属によって異なるので、二種類の金属を接合して、図-1のような閉回路を作り、**一方の接合部を加熱すると回路には熱電流が流れる。**この現象をゼーベック効果という。**熱電対**はこの現象を利用したもので、種々の金属を用いれば、液体ヘリウム領域から2000 を越える範囲での温度測定が可能である。

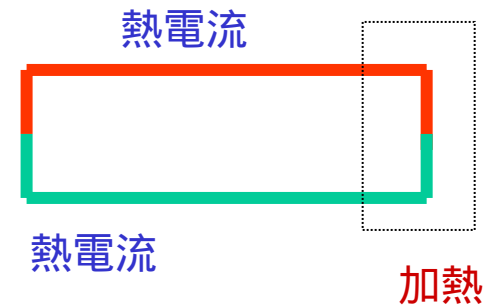


図- 1

ペルティエ効果 (Peltier effect)

二種類の金属を図-2のように、**直列につなぎ電流を流すと、接合部では発熱あるいは吸熱が起こる。**この現象をペルティエ効果というが、発熱か吸熱かは電流の向きに依る。電流の向きを逆にすると、発熱と吸熱が逆転する。ペルティエ効果の吸熱を利用して熱電冷却素子が作られている。

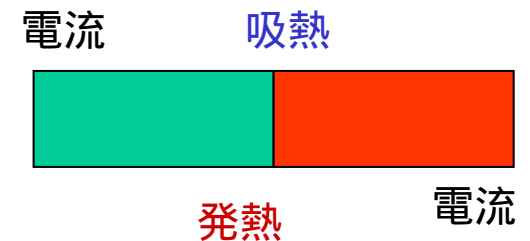


図- 2