

実験実習用器械・器具の工夫

歯学部・歯科理工学講座
中野周二

1. はじめに

教室系技術職員は研究は勿論のこと、学生教育の一旦をも担ってる人も多いと思う。私は学生実習(学部・歯科技工士学校)の準備および指導補助、という形で手伝いをしている。歯科理工学実習では、主に歯科材料の基本的性質を理解するための実験を行っている。実験に使う装置や器械・器具は、市販のものもあるが高価なものが多く、数多く揃えるのは困難な場合もある。しかし、その気になれば比較的簡単に、自作できるものも結構ある。そこで今回は、主に学生実習で使う実験装置や器械・器具で、私なりに工夫したものの中から2, 3を紹介する。

2. 簡便な熱分析実験装置の工夫

まず熱分析とは、分析する金属を加熱して完全に溶かし、溶けたらゆっくり冷却しながら、金属の温度変化を測定する実験である。実験で得られた熱分析曲線(温度-時間曲線)からは、凝固の開始および終了する温度などが読み取れる。そして、いろいろな組成の熱分析曲線をまとめると、状態図というものが完成する。

では、この状態図の必要性について少し説明すると、金属をある温度に加熱してゆっくり冷却したり、あるいは氷水の中で急冷したりすることによって、性質を変えることができるものがある。例えば硬くなるとか、逆に軟らかくなるとかである。このように性質の改善を目的として、固体の状態それぞれ違った条件や方法により、加熱・冷却を行う操作を熱処理という。一例として日本刀の焼入れが上げられる。この熱処理を行うための条件や方法を決めるのに、状態図が必要になる。つまり、状態図の見方・読み方が理解できないと熱処理ができないことになり、金属を扱う者にとっては重要である。

歯科用金属材料にも熱処理を行って、望ましい性質にしたい場合がある。

図1は、一般的な熱分析実験装置の模式図である。分析する金属を電気炉の中のルツボに入れ、電気炉の温度を上げて金属を溶かす。完全に溶けたら電気炉の電源を切り、溶けた金属の中に熱電対(温度を測定するもの)を挿入し、電気炉の中でゆっくり冷却しながら熱分析曲線を求める。

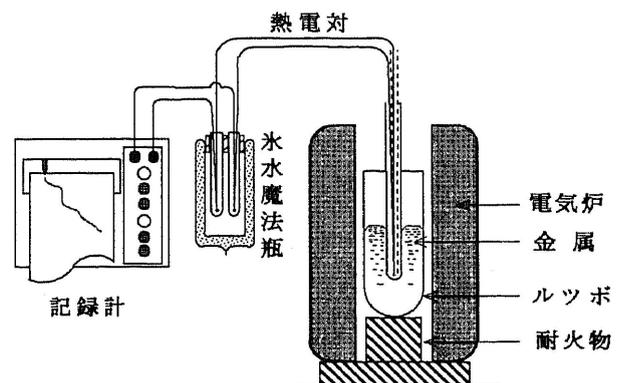


図1 一般的な熱分析実験装置

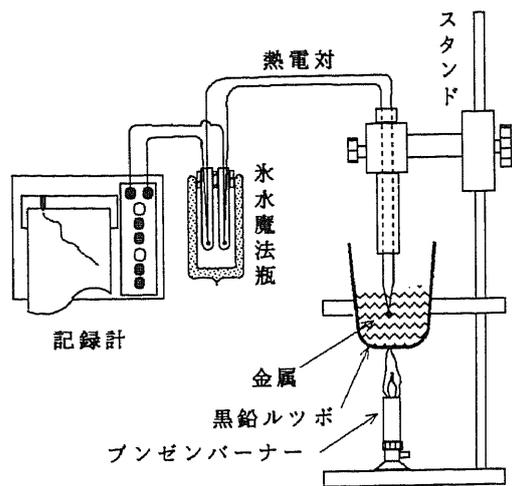


図2 簡便な熱分析実験装置

電気炉は温めにくく冷めにくいという性質があるため、加熱・冷却にかなりの時間がかかる。実習時間も限られているので、もっと短時間で熱分析曲線を求めたいと考え、図2に示した簡便な装置を考案した。この装置は黒鉛ルツボに試料(金属)を入れ、下からブンゼンバーナーやブローパイプで加熱する。完全に溶けたら加熱を止め、熱電対を下ろして先端を金属のほぼ中心に挿入し、自然冷却しながら熱分析曲線を求める。つまり、電気炉を使わずにブンゼンバーナーやブローパイプで加熱するため、短時間で金属を溶かすことができる。また、小さな黒鉛ルツボに少量の金属だけなので、冷却も短時間で済む。ちなみに一本の熱分析曲線を得るのに、電気炉の場合では1~2時間かかるが、簡便法は僅か5~10分で済み、しかも得られる情報(熱分析曲線)はほとんど同じである。金属量も以前は100~200gが必要だったが、簡便法では20gで十分で、経済的なメリットもある。

図3は学生実習で行っている、Pb(鉛)とSn(錫)の合金の熱分析曲線と状態図である。左側が熱分析曲線で、縦軸が温度、横軸が時間である。これらの熱分析曲線を元にまとめて完成したのが右側の四角に囲んである状態図で、縦軸が温度、横軸が合金組成を示す。図3では代表的な5種類の組成の熱分析曲線しか示してないが、これだけで状態図が完成するわけではなく、もっと沢山のいろいろな合金組成の熱分析曲線を実験で求めて、はじめて一つの状態図が完成することを付け加えておく。

3. 簡易型ピカー針装置の工夫

歯科材料も一般工業材料と同様に日本工業規格、つまりJISで定めた規格試験がある。歯科材料の性質を理解するのに、これらの規格試験を行うのも重要な方法である。歯科理工学実習でも、いろいろな歯科材料の規格試験を取り入れている。これら規格試験で使用する、装置や器械・器具で工夫したものの中から、歯科用硬質せっこうの規格試験(JIS T6605)に使うものを、ここで紹介する。

電気炉は温めにくく冷めにくいという性質があるため、加熱・冷却にかなりの時間がかかる。実習時間も限られているので、もっと短時間で熱分析曲線を求めたいと考え、図2に示した簡便な装置を考案した。この装置は黒鉛ルツボに試料(金属)を入れ、下からブンゼンバーナーやブローパイプで加熱する。完全に溶けたら加熱を止め、熱電対を下ろして先端を金属のほぼ中心に挿入し、自然冷却しながら熱分析曲線を求める。つまり、電気炉を使わずにブンゼンバーナーやブローパイプで加熱するため、短時間で金属を溶かすこと

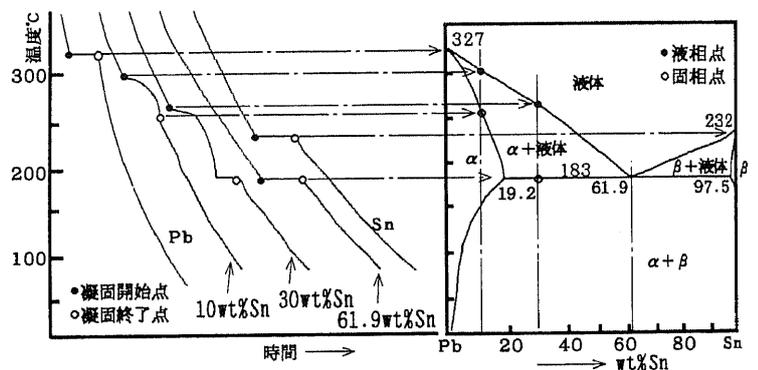


図3 Pb-Sn合金の熱分析曲線と状態図

歯科用硬質せっこうは、主に口の中の模型を作るときに材料である。正確にできたせっこう模型があれば患者がそこにいなくても、その患者に合った入れ歯などを作ることができる。せっこう模型を作るには、ゴム製の容器の中で、決められた割合の水とせっこう粉末を、専用のヘラを用いて均一に練る。予め患者の口の中の必要とする部分を、印象材という歯科材料で取った型に、振動を与えながら注意深く流し込んで硬化を待つ。すると写真1のようなせっこう模型ができ、この上で入れ歯などを製作する。

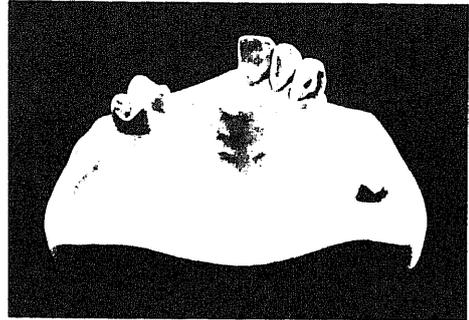


写真1 せっこう模型

写真2は市販のビカー針装置で、練ったせっこうの硬化時間を測定するものである。下のリングに練ったせっこうを入れて上面をほぼ平らにし、一定時間毎に直径2mmの針を含め300gの重さのビカー針を、静かにせっこうに下ろす。最初のうちは針がせっこうの底まで到達するが、硬化が始まると針が途中までしか入らなくなる。更に硬化が進むと針がほとんど入らなくなり、完全に硬化すると全く針が入らなくなる。いわゆる針入度試験で、J I Sは針が1mmの深さまでしか入らなくなった時を、凝結時間(硬化時間)と定めている。これは実際にせっこうを取り扱う場合の、操作時間の目安となる。

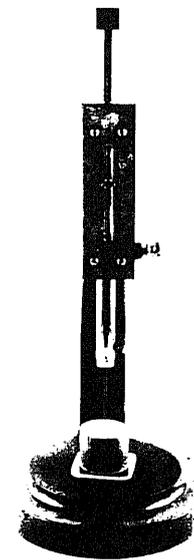


写真2 市販のビカー針

硬化時間の測定は基本的な性質を調べる実験であるから、学生全員にやらせるので数十台必要であるが、市販品は1台数万円もし経済的に困難である。そこで、廃品を利用した簡易型のビカー針装置を工夫・考案した。写真3に示すように、簡単なものである。要するに針の直径が2mmで、全体の重さが300g、そして重さが大体垂直にかかるようになっていればいい訳である。針の部分は直径2mmのドリルのシャンク(柄)部を使い、重りの部分は廃品(4で述べる)を利用したので、市販品から比べればただ同然である。この簡易型ビカー針装置を30台ほど作製した。写真4は、簡易型で実際に測定しているところである。



写真3 簡易型ビカー針



写真4 実際の測定

4. おもりの作製

写真5は和文タイプの活字である。近年パソコンやワープロの普及で、一部を除いてほとんど和文タイプが使われなくなった。そこで、廃棄になった活字を溶かして、簡易型ビカー針装置の重りの部分や、各種のおもりを作製した。

活字合金の性質を表1にまとめて示した。主な成分はPb, Sb, Snで、融点は約240°Cでかなり低く、比重が約6.8で鉄よりも少し軽い。実際の経験からは溶かしやすく、また切削などの加工も比較的容易である。

それでは、実際の製作手順を述べることにする。

①溶けた活字合金を流し込むための型を用意する。必要な径の鉄パイプを適当な高さに切ったもので、縦に割れ目(スリット)を入れて型から取り出し易くしておく。

②ルツボに活字を入れ、ブローパイプで加熱・溶解する。融点が低いので少量の場合は、ブンゼンバーナーでも溶解は可能である。

③完全に溶けた活字合金を型に流し込み、自然冷却で固まるのを待つ。

④冷えたら型から取りだし、旋盤等で切削加工し、必要な重さに調製する。

写真6は作製した各種おもりで、規格試験でもいろいろな重さのおもりが必要である。また中心に穴を空けたおもりは、別の用途に有効に使っている。なお黒いU字形は市販品で、参考までに載せた。

以上で、簡便な熱分析実験装置、簡易型ビカー針装置、各種おもりなどの実験実習用器械・器具の工夫したものを紹介した。

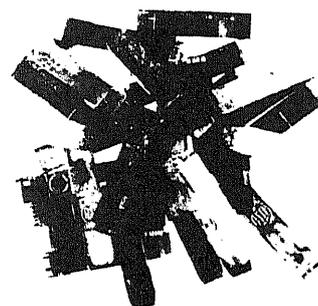


写真5 和文タイプの活字

表1 活字合金(和文活版用)について

成分組成	Pb:75~80, Sb:17, Sn:3~8 (%)
融点	約 240°C
比重	約 6.8
特徴	・溶融しやすい(鋳造性が大きい) ・印刷の圧力に耐える硬さがある

(理化学辞典, 金属データブック 等より)

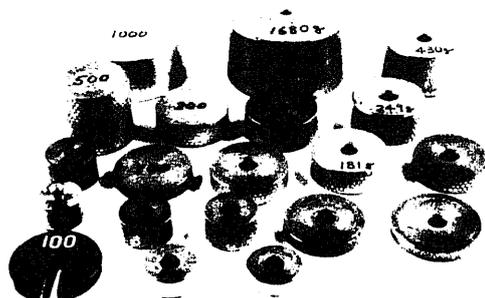


写真6 各種おもり