

②結晶組織と力学物性

後半：実践編

② 結晶組織と力学物性

金属結晶の組織を顕微鏡で観察
マイクロビッカース硬度計による硬さの評価

実験操作と解析

実験操作

1. 焼入れ
2. 研磨
3. エッチング(腐食)
4. 組織観察と硬さ試験

解析

1. 光学顕微鏡による組織観察
2. 平均結晶粒径を求める
3. ビッカース硬さ H_v の算出

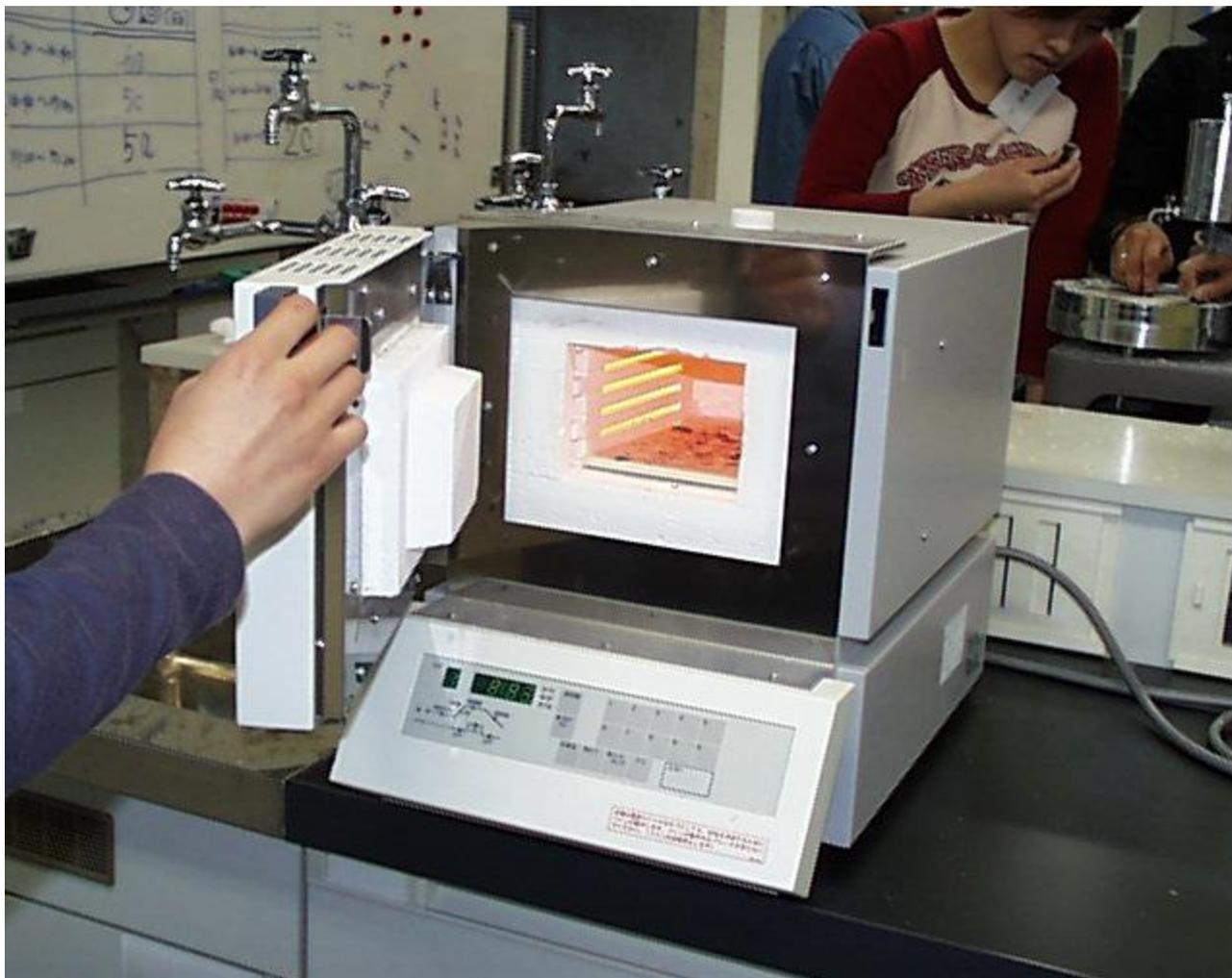
焼入れ



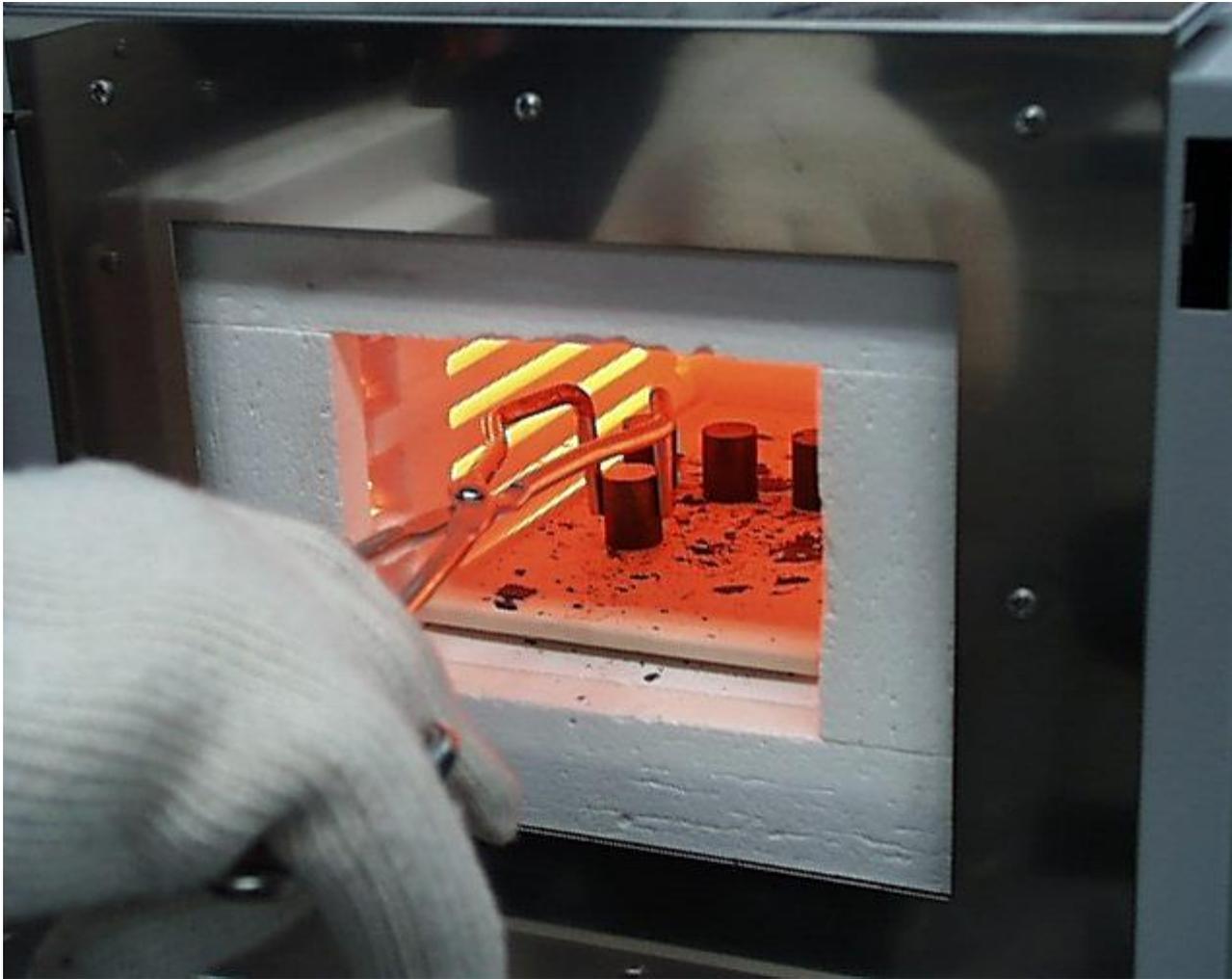
試料の熱処理に用いる電気炉



電気炉の扉を開けるには、右側のつまみの裏を押さえながら手前に引く。**輻射で熱い**ので注意すること。



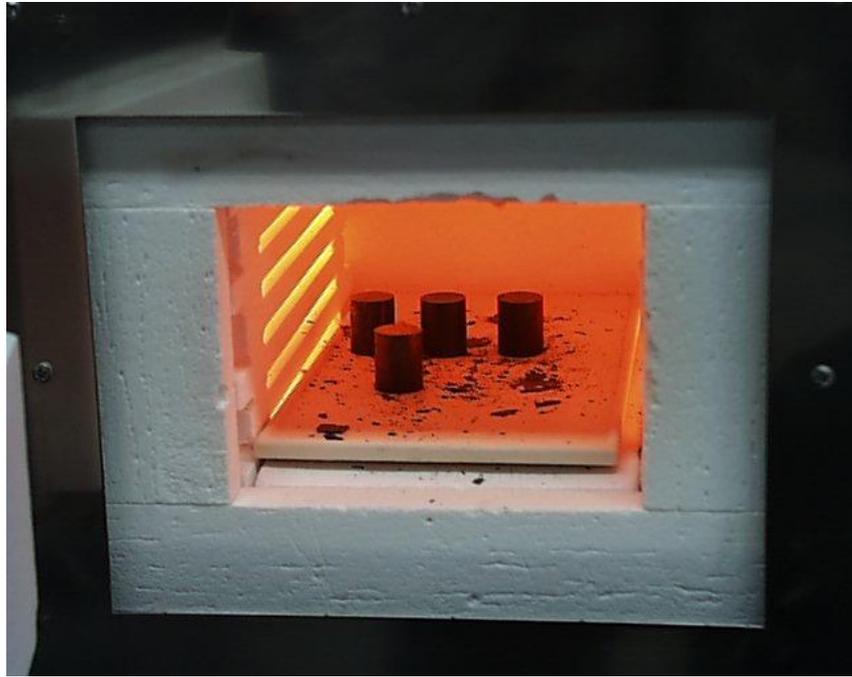
顔や手を近づけるとかなり熱い。中は900°Cに設定されてゐる



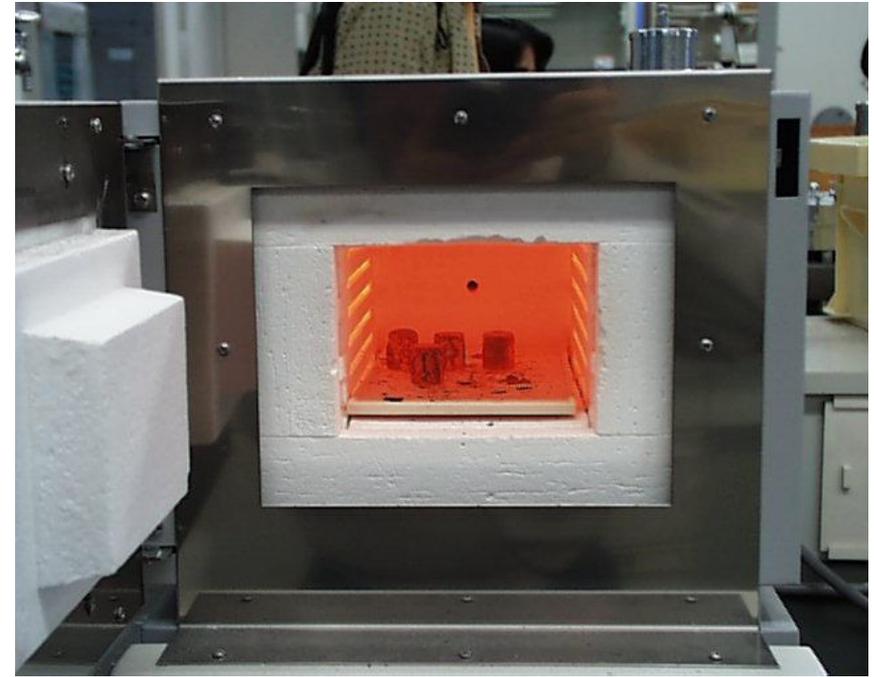
試料材質:「S45C」

トンクス(はさみのような器具)を使い、各自の試料を炉の中に入れていく。あまり長時間、炉の扉を開けていると、内部の温度が下がってしまうので、すばやく行うこと。

やけど注意

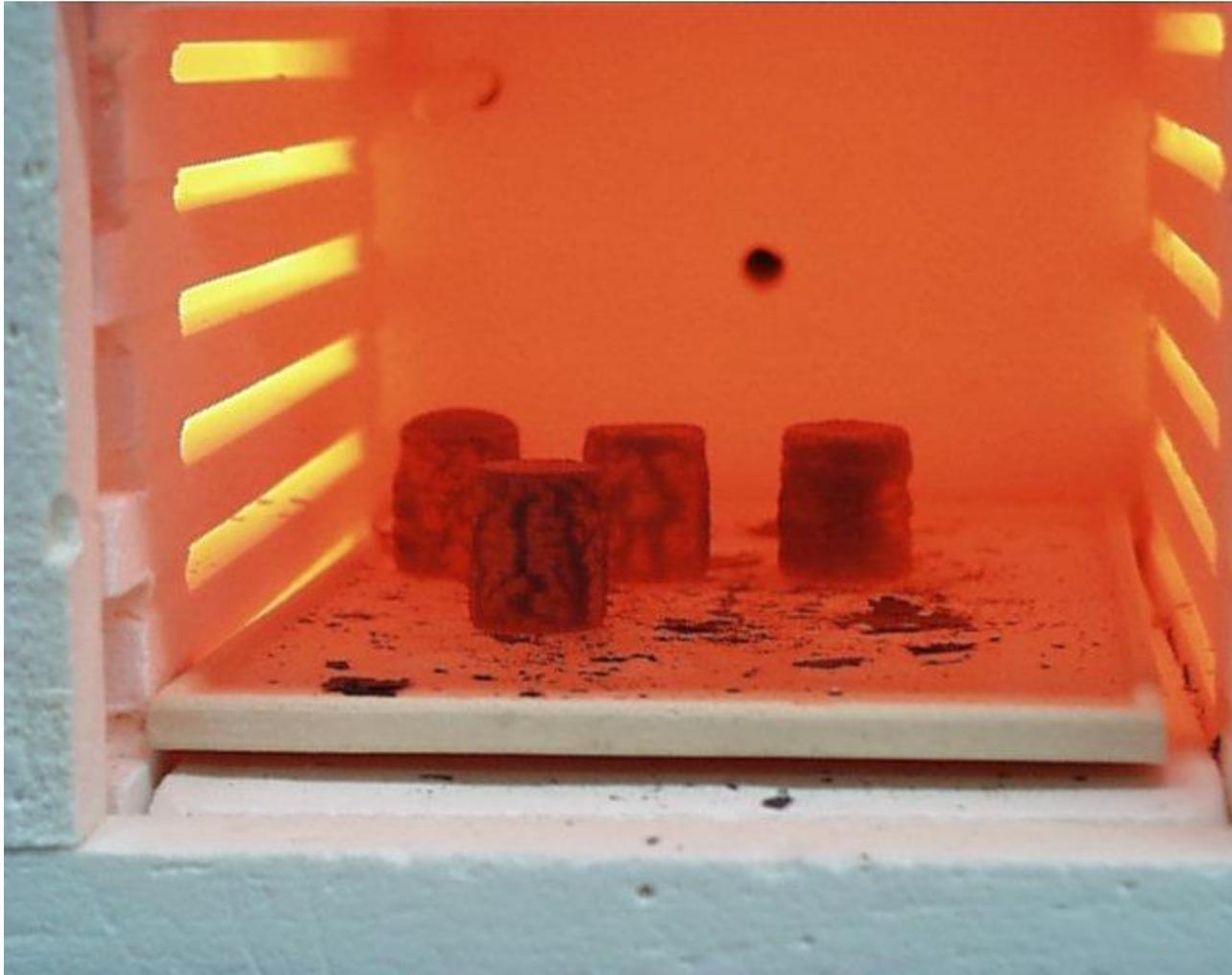


熱処理開始前

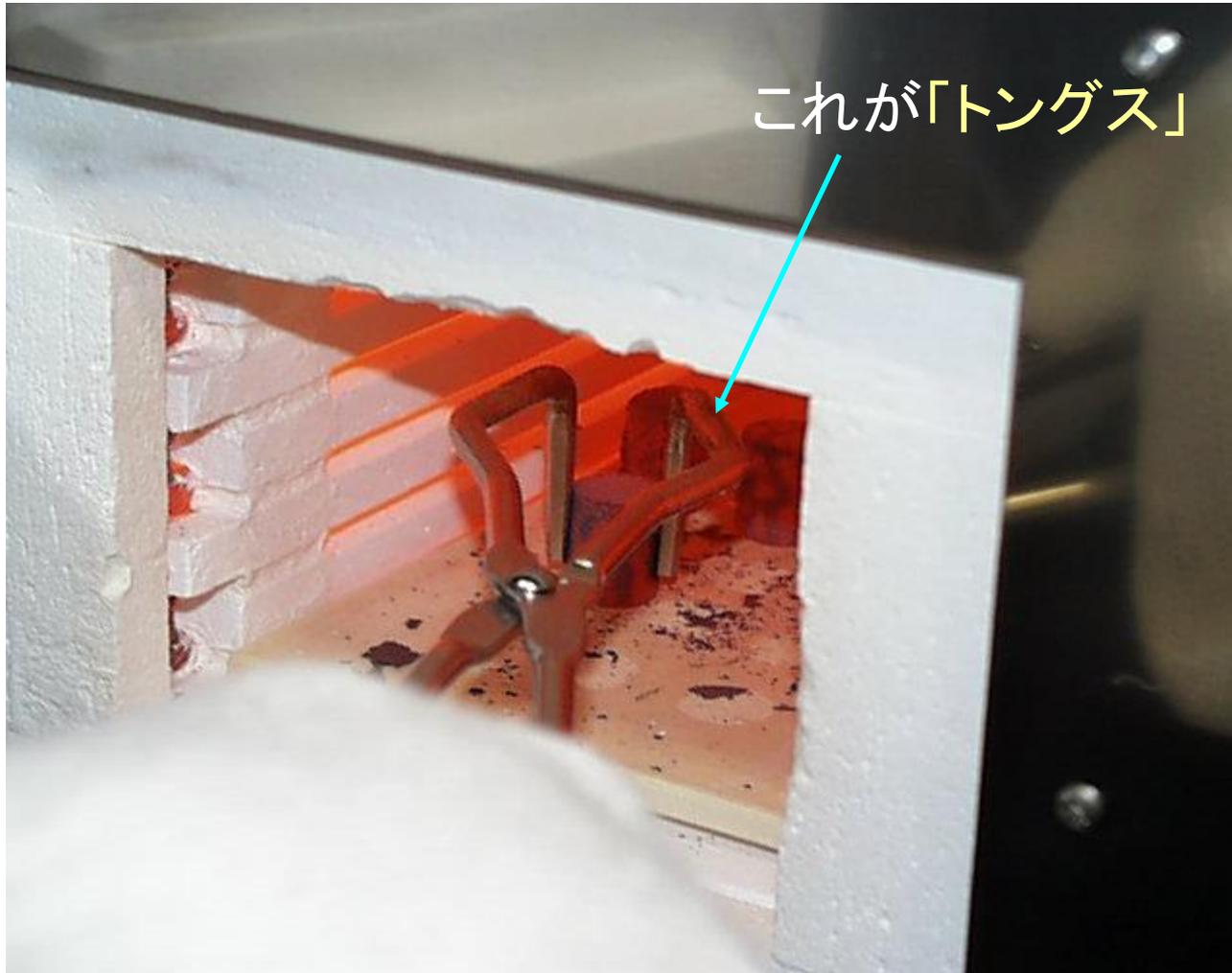


焼入れ直前

入れたばかりの最初は、試料が冷たいのでよく見える。
30分熱処理したあと、取り出す前には試料も周囲と同じ
900℃になっているので、見分けが付きにくい。



自分がおいた試料でなくてもよいので、手前から各自で1つずつ
トングス(ハサミ型の試料保持器)を使って取り、前に置いてある、
水を入れた容器の中に投入する。



あわてず・かつ迅速に



赤いうちにササッと焼入れする。
試料を水中へ落とすと、
試料の周りで水が沸騰して
音がでる。この音が止まった後、
10秒ほどで、手で触れる温度まで
冷める。

水につける前に1000K(727度)以下まで
温度が下がると**焼きが入らない**ので
注意すること(状態図参照)

あわてず、かつ迅速に！

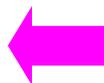
研磨 (エメリー紙による研磨とバフ研磨)



焼入れあるいは焼きなましの直後の状態だと、表面に酸化膜がこってりといっている。平坦な面のどちらかを観察面と決めて、その面をエメリー研磨紙で研磨する。



エメリー紙の手前を押さえ、手前から押し出すように研磨する。
一様に筋状の模様になったら
その研磨紙での研磨は終了である。

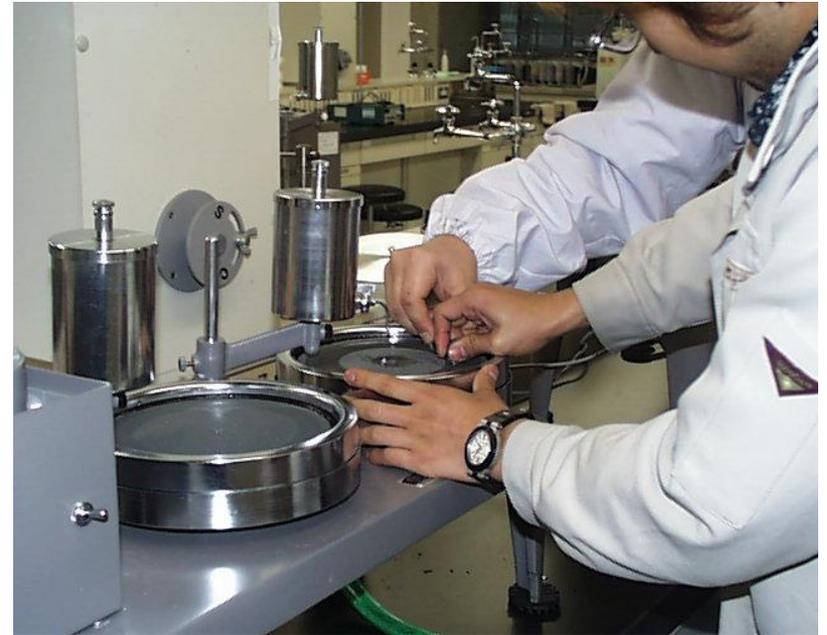


筋が一様についた試料終了





研磨紙の粒度を順次高く(細かく)して、より精密な研磨を行う。
粗い研磨の時の砂粒が残っていると、後の細かい紙で研磨しても意味がないので、**研磨紙を変える時には必ず水で洗い**、試料と手についた砂粒を除去する。



エメリー紙だけによる乾式の研磨が終わったら、回転式の湿式研磨機による研磨(#2000の研磨紙)に移る。この場合も、回転台を変えたときには必ず試料を洗うこと。湿式研磨は、2~3秒に1滴ずつ回転試料台に水を滴下させながら行なう研磨。



最後に、バフと呼ばれる布と研磨剤を用いた研磨を行い、仕上げとする。このときは水を流しっぱなしにせず、布が乾燥してきたら追加する程度でよい。アルミナ粒子を含む研磨剤は、入れすぎると逆効果なので注意する(教員が適切なタイミングで補充する)



研磨終了



このまま試料を観察しようとする、相手は鏡みたいなものだから見えない。
→ エッチング(腐食)を行なって、表面の組織を見えるようにしてやる。

エッチング(腐食)



キムワイプ(ケバが出ないティッシュペーパー)にエタノールを染み込ませ、それで試料の表面を拭く。



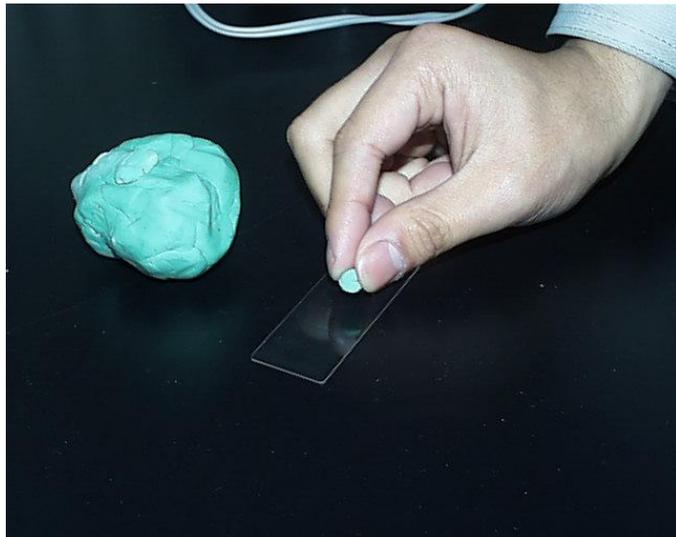
ナイトール液(硝酸を5%含むエタノール)に入れ、エッチング(腐食)する。液につける時間は、この時期なら数秒でよいが、気温によって度合いが変わるので、足りないと思ったら再度エッチングし、やりすぎた場合は、軽くバフ研磨を行ってもう一度エッチングすると良い。



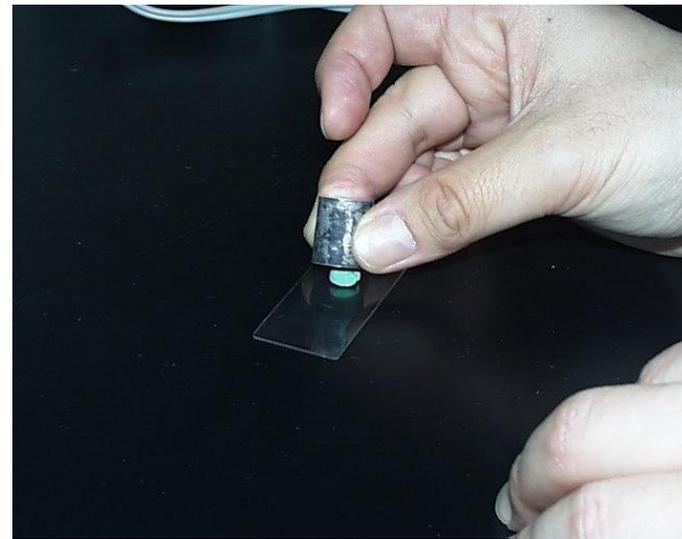
エッチングの進行は意外に速いので、終了したらすぐにエタノールで洗淨し、表面に残っているエッチング液を除去する。少し表面が白く曇ったようになれば完成。

焼入れした試料のエッチング面は、焼きなましたものよりムラが多いように見えるが気にしなくてもよい

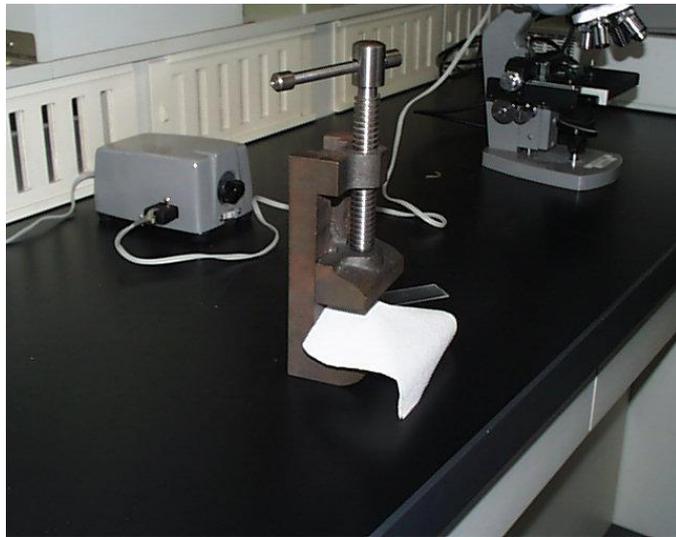
このあと、組織観察、硬さ試験へと移る。



スライドグラスに小さい粘土の塊を乗せる



研磨面を上にして、試料を粘土上に乗せる

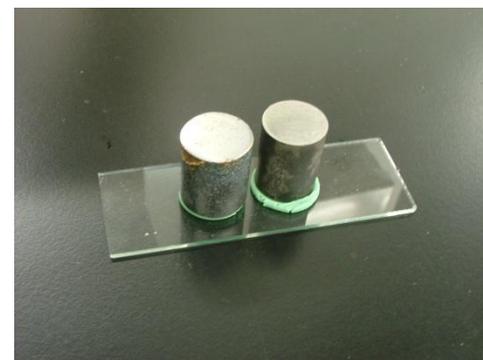


研磨面を傷つけないよう、キムワイプをはさんで....



軽く押さえつけ、試料面を水平にする。
力を入れすぎるとガラスが割れるので注意！

組織観察



光学顕微鏡

動かないように固定する

使い方の詳細は現場で説明します

硬さ試験

マイクロビッカース硬さ試験機



錘をロードしている間(約15秒)は
試料を動かしてはいけない

詳細は、第一期の説明で配布した
「本来のテキスト」(2019版)を参照。

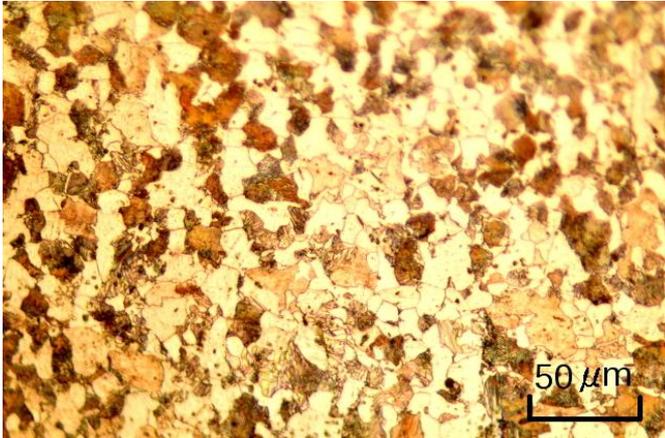
試料にピラミッド型の凹み(圧痕)が
つくので、その大きさを測る。
計測は、装置の光学系に仕組まれた
目盛セットを使って、顕微鏡のように
観察しながら読みとる。

本年度はこれが経験できないので、
圧痕を別の顕微鏡で撮影し、
デジタル画像を用いて大きさを
測る。

使い方の詳細は現場で説明します。

解析編

1. 組織観察



900°Cで焼き鈍した後、炉の中で徐冷したS45C鋼材の断面組織

きれいな組織写真がとれるまで**研磨を頑張る**こと。写真は、焼き鈍し材については3枚、焼き入れ材については1枚撮影し、焼き鈍し材のうち1枚を印刷して、その場で粒径を計算する。

2. 硬さ試験

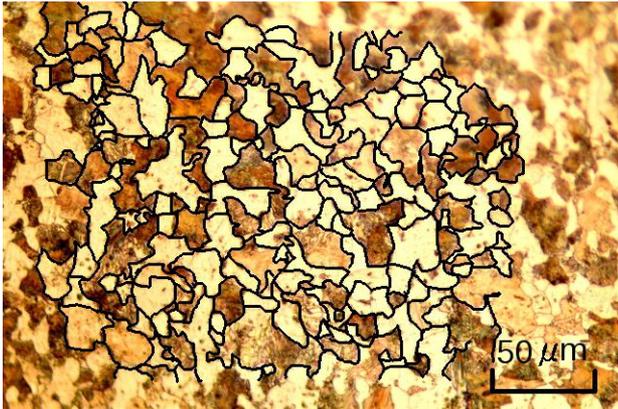
エッチングは少して良い(組織が左の写真のように見えていなくても◎)。エッチングはむしろ薄い方がビーカースの圧痕を観察しやすい。

焼き入れ材、焼き鈍し材の各々について、一つのサンプルにつき4点の硬さデータをとる。**硬さの値のばらつき**、圧痕の大きさと形状の違いについてよく見ておき、待ち時間(少し長い)を利用してその理由を考えておくこと。

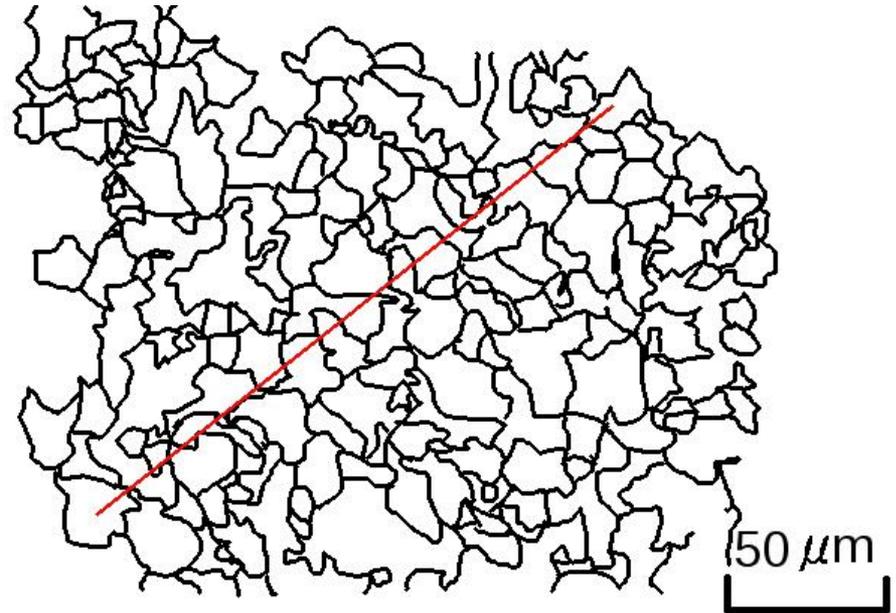
余力があれば5点目以上のデータをとっても良い。

解析編 2. 平均結晶粒径を求める

焼鈍しをした試料についてのみ行う



結晶粒界をトレースする



線を引く

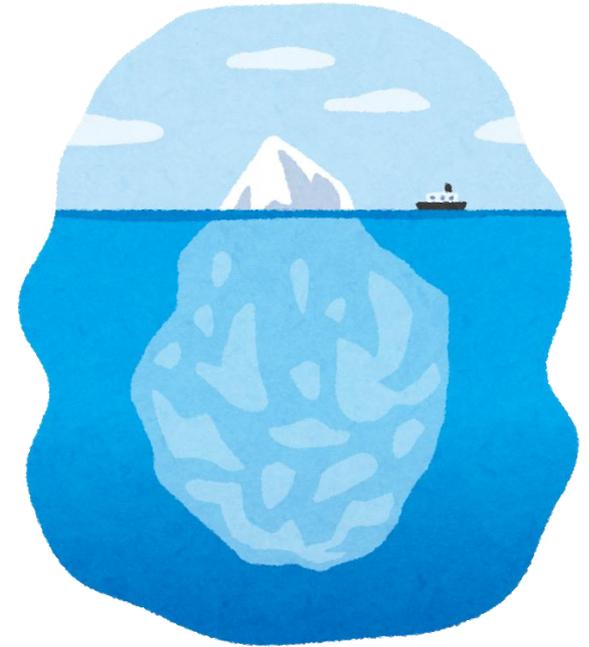
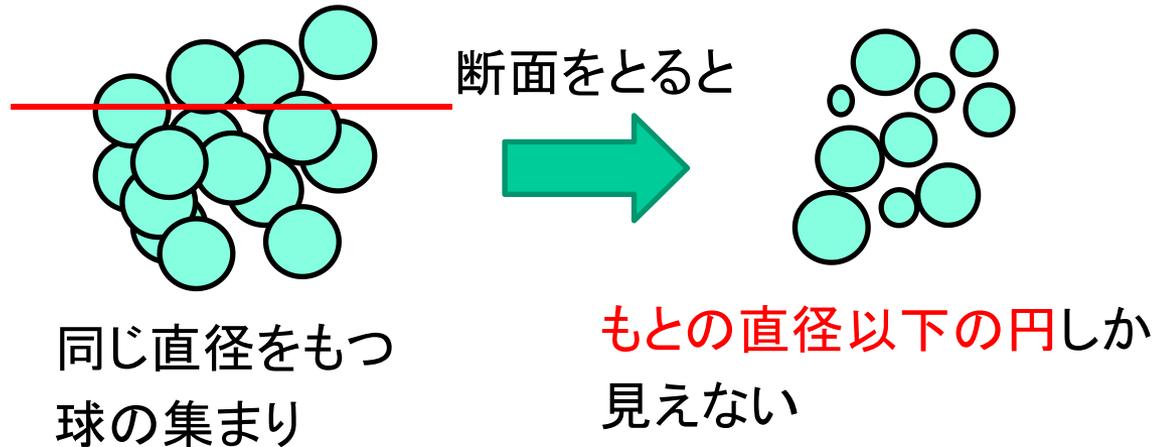
線の実際の長さはスケールから算出する。これが「本来のテキスト」に書かれた X である。この線が切る粒子の数を N とする(端の粒子は0.5個と数える)と、紙面上での粒子の平均切片長さ L は、

$$L = X/N$$

L は結晶粒径そのものではない

一つの写真に複数本の線を引き、いくつか L を求め、平均する。
最低3枚の写真について実施する。

解析編 2. 平均結晶粒径を求める



球の直径

断面の円の直径

$$D = 1.68L$$

係数 1.68 を出すのは少々面倒であるが、簡単な近似(同一の半径をもつ球と考える)をすると、 $D=1.5L$ という式を導出できるので、やってみること。

解析編

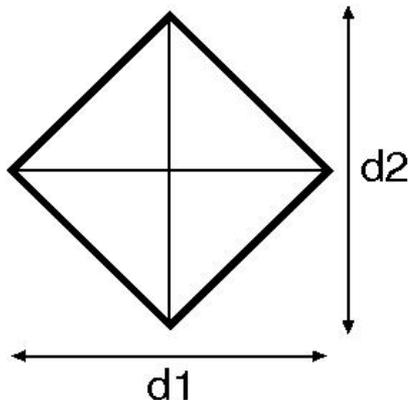
3. 硬さを求める

硬さ試験

- 急冷した試料
- 焼鈍した試料



ピラミッド型の凹み(圧痕)が
それぞれの試料に4個ずつ

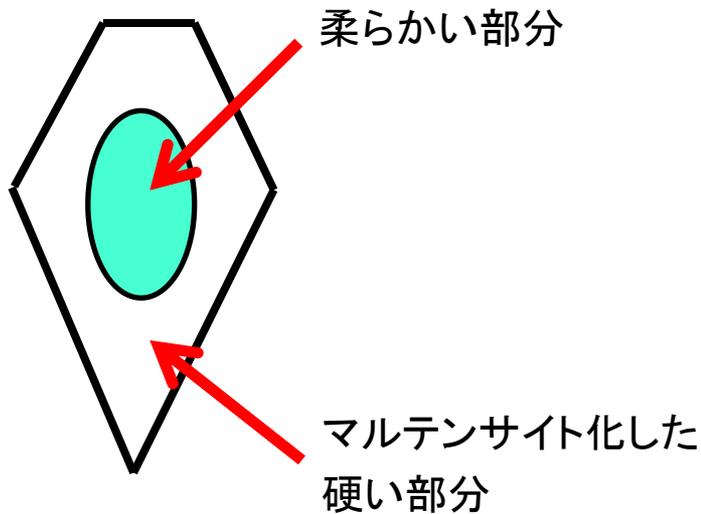


テキスト② - 6 ページを参照すること。
硬さを算出する式として

$$Hv = 1854.4 \times \frac{F}{d_1 \cdot d_2} = 300$$

焼き入れ試料と焼鈍し試料について、
それぞれ平均する。

解析編 4. その他の考察対象



日本刀の断面

日本刀の断面の強度について左図のように、中心部分に柔らかい部分が残る理由を簡単に説明できるか？

焼き入れによる強化が有効な材料とそうでない材料がある。この点について、

1. 用途の観点
2. 形状の観点

から説明できるか？

レポート

Microsoft Forms を使ってアップロード。
URLについては、各ローテーションごとにお知らせします。

アップロードがうまくいかない場合、
あるいは通信でトラブルが起こった場合
以下のアドレス宛てに連絡してください
miyamura@mat.usp.ac.jp