

## FT年代分析のための鉱物ハンドピック工程の省力化 山田隆二\*

### Laborsaving in mineral handpicking for FT analysis Ryuji Yamada\*

\* (独)防災科学技術研究所, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention.

#### はじめに

FT年代分析の工程において、最も時間が必要でかつ習熟が難しいものの一つが鉱物のハンドピックである。どのような粒子が年代分析に向いているのかを見極めることはもちろんのこと、せっかく選別した貴重な粒子を、その後の研磨やエッチング等の工程に適した形で配置したり、あるいは、紛失を防ぎ歩留まりを向上させたりするためにも、気も手も抜けない工程である。

一般的なアパタイト・ジルコンなどのハンドピックでは、年代測定に利用可能である径（たとえば  $100\ \mu\text{m}$ 程度）の粒子を、毛を減らした筆や竹串などを水・アルコール等で湿らせて、双眼実体顕微鏡下で観察しながら粘着させることが多い。この方法はコストをかけず、細かな粒子を拾うには長けた方法であるが、粒子を筆等から離し、好みの場所に置くことが難しいという問題がある。これは、道具の湿り具合によって粒子の粘着力が異なるのみならず、実験室の湿度やガラス板ほかの組み合わせによっては、静電気によって粒子が飛んでしまう事があるためであり、多くの習熟を要する原因となっている。

ここでは、上記の問題点を解決するために用いる道具に着目して、初級者でもハンドピック作業を効率的かつ確実にを行うために、金属製ピンセットとマイクロマニピュレータの導入を検討した。

#### 道具の検討

##### (1) 小型ピンセット

大きな径の粒子（たとえば  $500\ \mu\text{m}$ 以上）に対しては金属製のピンセットを用いる事が可能である。

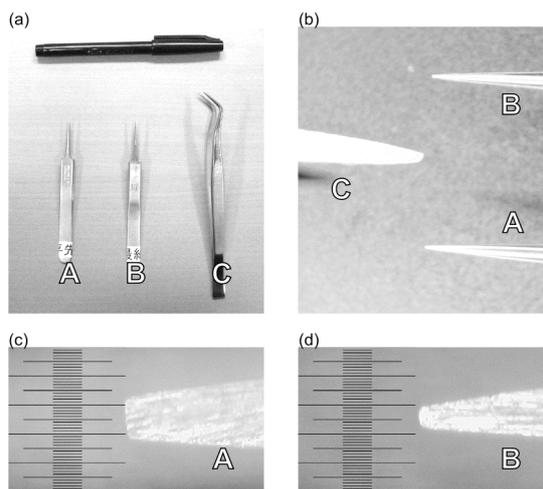


図1. 各種ピンセット先端の比較。(a) ピンセットの外見。A: N5 (先端幅約  $130\ \mu\text{m}$ )、B: N5-MBS (先端幅約  $60\ \mu\text{m}$ )、C: 一般的な歯科曲型ピンセット (全長  $160\ \text{mm}$ )。大きさの目安としてサインペンと比較した。(b) 各ピンセット先端部の大きさ比較。(c, d) N5とN5-MBSの拡大写真。スケールの最小目盛りは  $10\ \mu\text{m}$ 。

この場合、湿り気などのコントロールは不要で、静電気の影響も小さいと言う利点がある。しかしながら、 $100\ \mu\text{m}$ 径程度の粒子を扱う場合には、一般的に流通するピンセットでは大きすぎることが多く、力の加減で粒子を壊してしまうこともある。つまり適切な先端部を持つピンセットを用いる必要がある。今回、科学実験用に販売されているピンセットのうちで、比較的先端部が小さなもの2種を用いてハンドピックを行った(図1)。一つは幅約  $130\ \mu\text{m}$ で先端が細く平らなもの、もう一つは先端幅約  $60\ \mu\text{m}$ のものである。これらを用いることで  $200\ \mu\text{m}$ 径程度の粒子まで扱うことが可能であり、静電気等による取扱の困難はなかった。しかし、先端幅以下の径の粒子は扱いが困難であり、また、先端が細いため、ガラス面など固いところに当て

てしまうだけで先端がつぶれてしまうので取扱には注意が必要である。

## (2) マイクロマニピュレータ

半導体・遺伝子操作等で広く用いられる電動マイクロマニピュレータと、微細粒子などを扱うのに適した真空ピンセットの組合せによる鉤物ハンドピックを検討した。マニピュレータ (manipulator: 別名マジックハンド) は、離れた場所からの操作によって人間の手と似た動作をさせる装置であり、互いに連結されたスライドあるいは回転関節をもつ多自由度の腕状のメカニズムで、対象物を自動的につかむ、もしくは動かすことを目的とする。真空ピンセット (vacuum wand) は、バキューム式ピックアップツールで、本体に接続された減圧ポンプにより、微小物の吸着搬送を行う。先端に付けたチップの穴径や形状によって扱える物体の大きさなどを変えられる。

今回用いた器具は次の通り (図2)。

- マニピュレータ：駿河精機 M200/400 シリーズ、  
操作アームは一本のみ、PC用マウスを接続し、アームの移動等を行う。
- 真空ピンセット：上記マニピュレータ専用品。常時吸引しており対象物に先端チップを近づけて吸着する。コントローラにより吸引を止め弱い排気を行うことで、対象物を解放する。
- 先端チップ：ガラス針 (先端内径 20  $\mu\text{m}$ ) をアタッチメントを介して真空ピンセット本体の吸引軸に固定。
- 実体顕微鏡：Nikon SMZ1500。
- 鉤物粒子：ジルコンサンド (粒径  $\sim 200 \mu\text{m}$ )。

このシステムによって実際のハンドピックを行ったところ、アームの操作性は実効倍率 100 倍程度の実体顕微鏡下でも十分スムーズであり、筆や小型ピンセットを用いた場合に比較して、静電気による粒子の飛散も少なく、粒間が狭くても使えるため、粒子の選別が容易である。また、顕微鏡画像を映したモニターを見ながらの遠隔操作が可能で、場合によってはクリーンルーム内の作業を

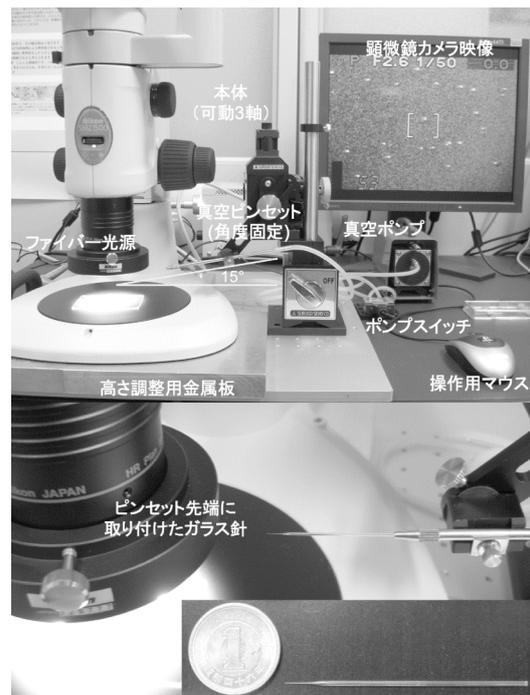


図2. マイクロマニピュレータと真空ピンセットの組合せによるハンドピックのセットアップ図。マニピュレータの1本のアームは3つの可動軸を持ち、コントローラに接続したマウスで操作する。顕微鏡の光源と干渉しないように、真空ピンセットの角度は約 15°に固定した。ガラス針の内径は 20  $\mu\text{m}$ 。顕微鏡の画像をデジタルカメラ経由でモニターに映した。

別室から操作することもできる。アームの上下操作によってガラス針破壊の可能性があるが、ガラス針先端の弾性があるため、それほどシビアではない。概して習熟度の要素は少なく、初心者でも短時間で効率的にハンドピックが可能である。問題は、粒子の吸着及び解放時のポンプの吸排気圧の調整が重要で、吸気が強すぎると周辺の微粒子を多く吸い込みすぎてしまい、弱すぎると吸着できない。排気が強すぎると粒子が飛んでしまい、弱すぎるとチップから解放できない。また、導入コストはアーム1本でも約150万円と高価である。しかし、短時間で作業者を育成する必要がある場合などには導入を検討する価値が十分あるといえる。

## 謝辞

駿河精機 (株) には、マニピュレータを試用する機会を与えていただいた。ここに感謝する。