フォーラム理科教育　No.1　1999

ブラウン運動の簡単な観察法

福島いずみ[1)]、芝原寛泰[2)]

1）京都教育大学大学院　理科教育専修　izumifu@kyokyo-u.ac.jp
2）京都教育大学　理学科　shiba@kyokyo-u.ac.jp

キーワード：ブラウン運動，　原子・分子の存在　教材提示装置
（受付け：1999 年 5 月 6 日）

Ⅰ．はじめに

ブラウン運動の観察は、水や空気が動き回る粒でできていることを視覚的に実感できる唯一の教材であるといってよい。歴史的にはアインシュタインによって、ブラウン運動は分子の熱運動によることが証明され、ペランによってそれが検証された結果、科学者たちに原子・分子の存在を認知させただけでなく、以後の量子力学、統計力学の誕生と発展の契機となったという意義を持つ。このブラウン運動の観察を通して、生徒たちに水や空気が動き回る粒でできていることを感じさせ、物質が分子・原子でできていることをつかむきっかけとしたい。従来より効果的で簡単なブラウン運動の観察方法を考案したので、本報告で紹介する。

Ⅱ．教材提示装置の使用

従来は、児童・生徒がそれぞれ別々に顕微鏡観察するため、個々の微粒子の動きについて、全員で具体的に話し合うことが難しかった。しかし、図１のように、顕微鏡に教材提示装置を接続し、モニター（ＴＶ画面）に映し出すことにより、全員が同じ微粒子の動きを観察し、これをめぐって議論することが可能になる。

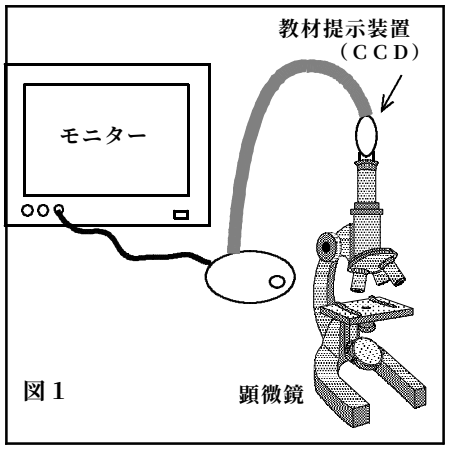

図１

なお、教材提示装置は以下で入手できる。

中村理科工業株式会社
TEL 03-3833-0741, Cat.No.　D20-2918,　¥55,000

Ⅲ．プレパラートの作り方と観察のポイント

１．水中でのブラウン運動を観察する場合（図２参照）

１）観察したい試料をできるだけ細かく粉砕し、水に懸濁させる。

後に、観察できたブラウン粒子ａ～ｊについて注意点を付記しておく。（ここでは周囲の水分子、気体分子と区別するため、ブラウン運動する粒子を一般にブラウン粒子と呼ぶ（米沢、1986)。）

２）懸濁液をスポイトで採り、ホールスライドグラスに滴下する。

３）上からカバーグラスをかける。（水の蒸発を防ぎ、対流の影響なく観察できる。）

４）観察倍率　３００～６００倍が適当である。

５）水中ではブラウン粒子の動きが小さいので、動かない大きな粒を視野に入れておくと基準になる。絵の具の銀粒子や蛍光ペンは光るので観察しやすい。

６）ブラウン粒子の変位を測定する場合は、顕微鏡の視野に、ブラウン粒子が５～１０個入る程度にうすめた方が追跡観察しやすい。

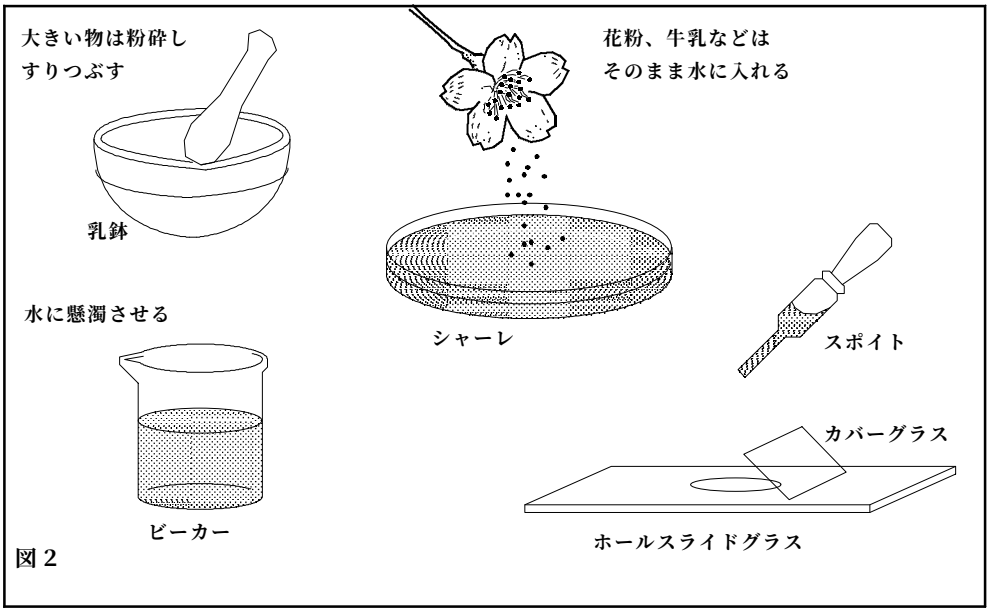

図２

（観察における注意点）

ａ.花粉　花粉を水に落とすと、花粉が水を吸って膨潤し中から微粒子（タンパク質粒など）がでてくる。それをスポイトでホールスライドグラスに滴下し、カバーグラスでふたをして観察する（出にくい時は花粉を　　押しつぶす)。

ｂ.植物　葉や花などの植物体は小片を水に浸し、ガラス棒などで押しつぶす。細胞内から微粒子がでてくるので、同様に観察できる。

ｃ.牛乳　水５ｍｌに牛乳１滴くらいを薄め、同様にして観察する。牛乳中の微粒子は脂肪球で、大きさが比較的そろっている。

ｄ.墨、墨汁、絵の具　水１０ｍｌに墨汁１滴くらいを薄めて観察する。

ｅ.チョーク　水にカッターナイフでチョークを削り落とし、かきまぜて懸濁

させる。身近にある無生物としてもっとも利用しやすい対象である。

ｆ.軽石　小さなかけらを紙に挟んで金槌でたたく。細かくなったら、さらに乳鉢ですりつぶす。このときかけらが目に入らないようにゴーグルなどをする。粘土のように十分細かくなったら水に懸濁させ同様にする。

ｇ.ガラス　軽石と同様にする。

ｈ.銀粒子（絵の具）　水でうすめて沈降の遅い部分（粒子の細かい部分）をスポイトでとり、同様にする。顕微鏡の下からの照明を消すと、動き回る銀の微粒子が部屋の明かりを反射してキラキラ光り、動いているのがよくわかる。

ｉ.蛍光ペン　蛍光ペンの液を水に混ぜ、同様にする。顕微鏡の下からの照明を消すと、微粒子が部屋の明かりで蛍光を発して光り、動いているのがよくわかる。

ｊ.ラテックス（径をそろえた樹脂）　極少量を水に懸濁させ、同様にする。径がそろっているので、高校や大学において、周囲の水分子などのアボガドロ数を求める実験などに適している（江沢、1986）。

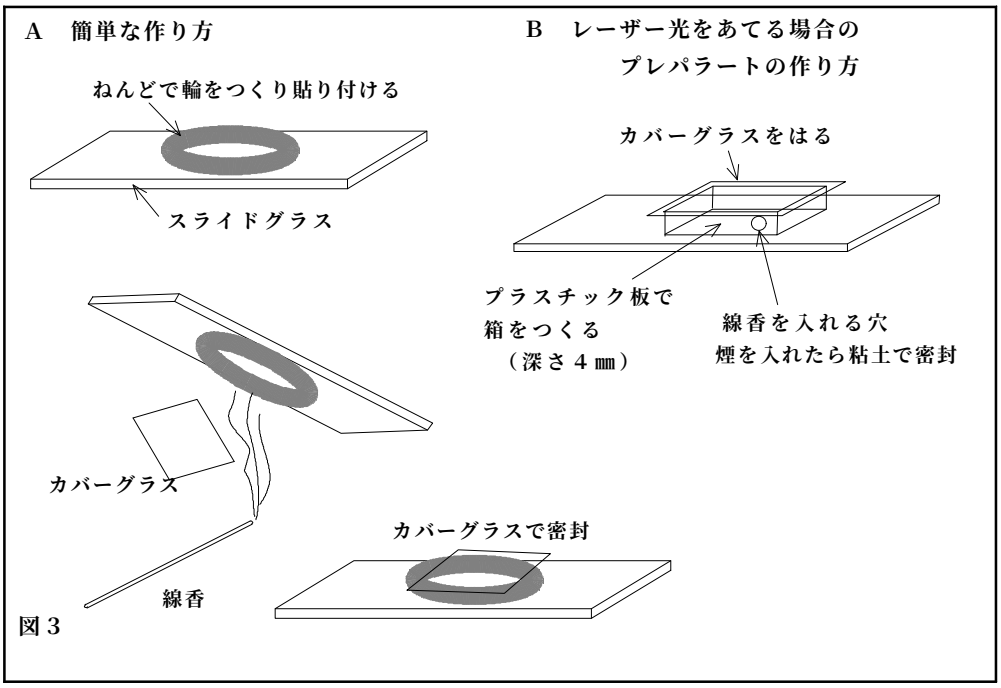

図３

２．　空気中でのブラウン運動を観察する場合（図３参照）

１）簡単で確実な方法

①図３Ａのように粘土を細長くしてそれを輪にしてスライドグラスに貼り付ける。

②線香（または煙草）の煙の上に①を逆さにしてかざす。
③煙が入ったら、ただちにカバーグラスでふたをし、粘土に押しつけて密閉する。
④流動が収まるまで待ち、平衡状態で観察する。水の場合と比べて動きが激しい　のでおもしろい。液体と気体の分子の状態の違いを感じることができる。
⑤密閉がよければ２０分間ほど観察できる。最終的には、煙の粒子がガラスやプ　ラスチック板の壁面にすべて付着してしまう。
⑥観察倍率　２００～６００倍が適当である。

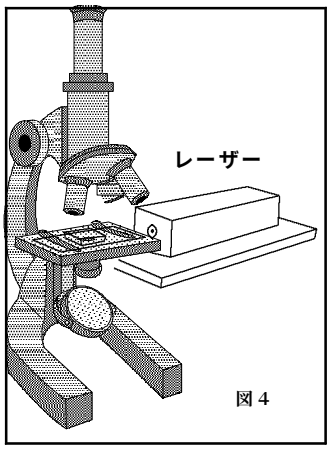

図４

２）レーザー光をあてる場合
①図３Ｂのように、スライドグラスの上にプラスチック板とカバーグラスで容器をつくって貼り付ける。
②側面に熱した釘で穴をあける。
③線香の煙を入れたら粘土で穴をふさぐ。
②顕微鏡の下からの照明で煙が確認できたら照明を消し、横からレーザー光を照射する。（図４参照）
③その際、必ずモニター画面を見るようにし、レーザー光を目に入れないように 注意する。
④レーザーを置く台を、顕微鏡の載物台にクランプで固定すると、載物台とレーザーが一緒に動くのでピント合わせが自由にでき便利である。
⑦レーザー光を照射する場合、直接倍率は２００倍ぐらいでも十分である。
⑧レーザー光がない場合には、明るい光源をもつ懐中電灯でもよい。
⑤光に照らし出された煙粒子の動きは、幻想的で美しく、大変印象的である。

ブラウン運動の観察を用いた、粒子概念導入のための教材開発については別途に報告の予定である。

文献

有光敏彦 1989.「エネルギーと熱」（初等物理シリーズ３）pp262. 培風館、東京
板倉聖宣 1976.「花粉はブラウン運動するか－ブラウンの見たものとその誤解の歴史－」（仮説実験授業研究、第Ｉ期、第７集）:94-109　仮説社、東京
板倉聖宣編 1983.「原子・分子の発明発見物語」（発明発見物語全集４）pp214. 国土社、東京
江沢　洋 1976.「だれが原子をみたか」（岩波科学の本、17 巻）pp302.　岩波書店、東京
小野　周 1974.「温度とは何か」（岩波科学の本、10 巻）pp230.岩波書店、東京
勝木渥 1975.「もう一つの誤解－ブラウン運動をめぐって－」（仮説実験授業研究、第Ｉ期、第６集）:46-51. 仮説社、東京

ジャン・ペラン(玉虫文一訳) 1978.「原子」(岩波文庫)、pp358.、岩波書店、東京
名倉弘 1975.「科学の本のウソに悩まされて－花粉はブラウン運動するか－」（ひと、30 号）:89-99
山内恭彦、平田森三、富山小太郎翻訳監修 1967. 「ＰＳＳＣ物理上」pp286. 岩波書店、東京
湯川秀樹監修 1978.「統計物理学」（現代物理学の基礎５）:187-226. 岩波書店、東京
湯川秀樹監修 1978. アインシュタイン選集１、201-264. 共立出版、東京
米沢登美子 1986. 「ブラウン運動」（物理学 One Point 27）pp147. 共立出版、東京
ロバート・ブラウン(伊藤篤子、板倉聖宣訳) 1975.「植物の花粉に含まれている微粒子について、また有機物・無機物を通じて活性分子が普遍的に存在することについて－ 1827 年の 6,7,8 月に顕微鏡によって観察された事柄についての短い考察」（仮説実験授業研究、第Ｉ期、第６集）:29-45.仮説社, 東京

ichiTaro & hanako by WIN98