

単分散コロイドによる集団 Brown
運動の観察 (その予備実験)

東教大・光研 蓮 精

液体の構造は、Short range order によって特徴づけられ、それは動径分布関数によって数量的に表現される。我々が、ここで関心をもつのは、そのような統計的平均としての構造ではなく、ある瞬間における一つの状態、及び、その次の状態、そして、その間の遷移の方式である。

気体と固体については我々は第零近似としての image を持つことができる。前者は、「各粒子の自由独立な運動と、稀に起る衝突」、後者では、「格子点のまわりでの各粒子の相互に独立した振動」とか、「物体全体にわたる格子振動」といった image である。これらを基礎として我々は気体や固体の性質を定量的に計算でき、その結果はまづまづの程度に満足すべきものとなる。独り液体においては、動的構造に第零近似の image を書き難い。

実験的には中性子散乱が色々なデータを与えるが、もっと具体的な直観的 image が捉えられないであろうか？

そこで、我々はコロイド系を simulation system として、それを試みてみた。単分散コロイドは Alder 転移を示すことから、濃厚系の良いモデルと考えられ、この中での粒子の振舞いは古典的な原子のそれと殆ど同じ筈である。

この試みは現在までの所、実現的なトラブルにさまたげられているが、可能性は充分あると思われる。実験方法は、濃厚なコロイドの状態を 16mm 映画に撮影し、各コマを分析して行くという simple なものである。

撮影の都合上、コロイドとしては観察し易い金コロイド (粒子直径 3000\AA) を使用した。これは、塩化金酸を中性下でサリチル酸で還元したものである。

また、粒子間の距離を充分開かせるため、電気二重層の厚さが 1000\AA 程度になるように、系の塩 (1-1 型電解質として) 10^{-5} mol/l とした。

このような金コロイドを、セルに入れ沈降させると非常に高濃度の沈澱ができ、その中には、規則的な構成ができるが、このとき、セルを傾けると、底面上に沈降圧の勾配

ができ、ある所で相転移して、不定形の構造が生ずる。この不定形部分は濃厚ではあるが、本当の「意味の液体か否か」は問題である — 粒子間には斥力しかなく、外圧によって濃厚になっているのだから — が、今はそれは問わない。

毎秒16コマで写真をとる(一コマの露出時間は $\frac{1}{40}$ 秒), その続いた二つのコマの間には $\frac{1}{40}$ secよりやや長い「時間の飛び」がある。

図1, 図2は続いた二つのコマ, 図3は, その重ね合せである。図1, 2では右下の部分に melt した不定形部分がある。装置の条件からすると, order-disorderの境界は画面を水平に横切っている筈であるが, 実際は活潑な fluctuation があって, 瞬間的には, このような様相を示す。

図3の重ね合せの中には, 何本かのヒモ状の連りが見える。これは粒子が集団で運動したことを示す。その偏位は粒子間隔の $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$ で, “ヒモ”の一端には vacancy に準ずる低密度の“点”や転位に準ずる“一コの粒子

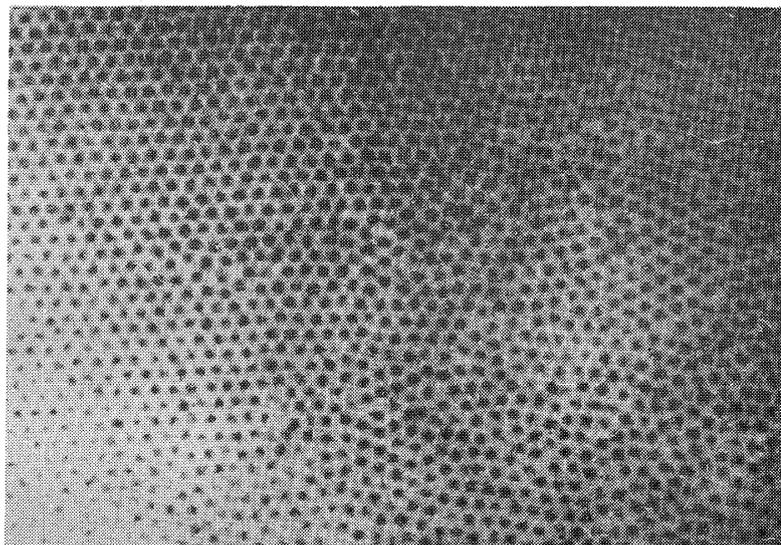


図 1

「16mm filmの一コマ, 金コロイド, 粒系 3000\AA , 上半分が結晶状態で下部は“融けて”いる。融けた部分に集団Brown運動が存在する。」

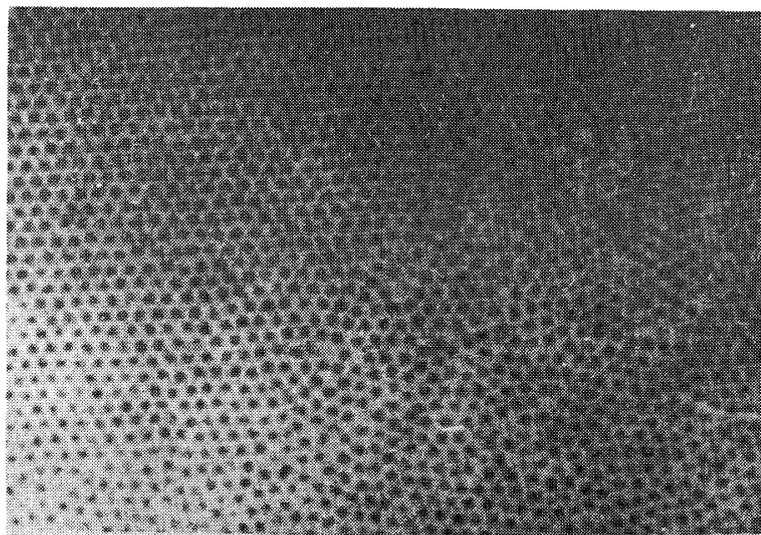


図 2

蓮 精

のまわりに、五ヶの配位しかない場所”まだ“七ヶの配位数をもった場所”が存在することが多い。唯、構造が液体的になると、粒子の上下運動が盛んになり、上述の事態が必ずしも100%起るとは云えない。

また“ヒモ”—collineationに参加している粒子数は、5ヶ~3ヶという例が多いが、結晶構造の端では、結晶の中に7~10ヶに及ぶ場合が見られる。

上記の「紐の両端」における構造を二枚の畫像の上で調査して行き、各粒子の偏位の大きさ、collineationに關与する数の統計的研究を進めているが、その過程で、実験上の大きな障害に直面した。

それは、セルの底面の上に粒子が固定されてしまう現象である。このため、我々が觀察して来た、集團ブラウン運動は“真性”のものでなく、“幾つかの固定粒子”によって“規定”されたものであることになった。

これは、幾つかのコマを重ね合せて觀察すると“全く不動”の粒子と、それを囲むリング状のヒモが、極めて安定に存在することで判明した。

目下、この原因となったセルの汚染 —これは細菌が発生し、その分泌物がガラス表面に吸着するらしい—の発生しない新しい実験系を開発中である。

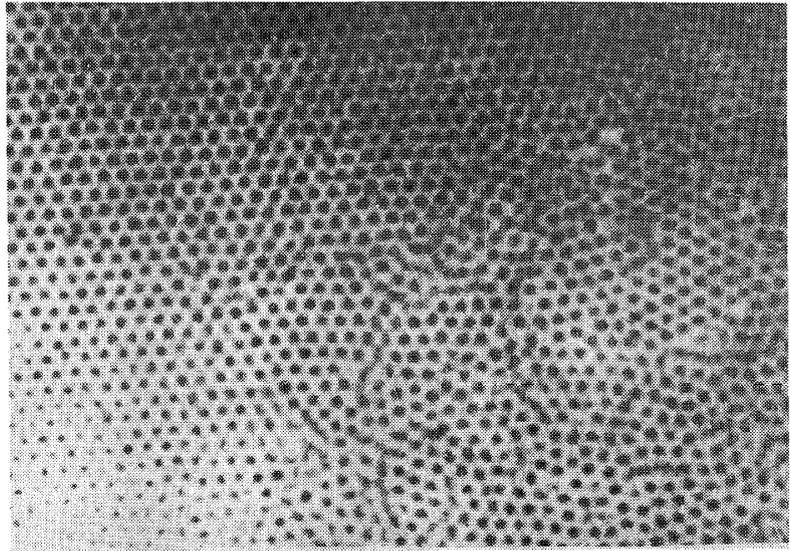


図 3

「図1と2と重ね合せ、ヒモ状の像は数箇(3~5ヶ)の粒子が同時に一方向に移動した結果である」