

強磁場による重力制御環境を利用した ナノ・マイクロ物質のマニピュレーション

(広島大院理)

○藤原好恒・柴田奈穂・谷本能文

「序」地上において重力を制御する手法がある。それは強磁石の強磁気力を用いる方法である。我々の研究室所有の強磁石の場合、微小重力（無重力）（重力加速度： $\sim 0 G$ （以下同様））環境から過重力（ $\sim 2 G$ ）環境まで見かけの重力を変化させることができる。微小重力環境での水などの反磁性物質の磁気浮上は、下向きの重力と上向きの磁気力が釣り合うために起こる。我々の研究室のキャッチフレーズである「ミニマトマトが宙に浮く」は、この強磁石を用いた微小重力環境を利用したものである。

この微小重力環境は、地球周回軌道上のスペースシャトル内の微小重力環境とは異なり、更に強磁場という因子が加わった複合環境となっている。したがって地球周回軌道上の単なる微小重力環境で生じる現象とは異なる現象も期待できる新種の環境場ということができる。

昨年はこの微小重力と過重力環境におけるゾウリムシの泳動について報告をした。今回は高分子薄膜のメゾスコピックパターンやナノメートルサイズの有機分子会合体の配向について、これら強磁場による見かけの重力制御環境の効果について報告する。

【実験】鉛直方向のボアをもつ中心最大磁場 $15 T$ の縦型超伝導磁石（JASTEC LH15T40, $\phi 40 \text{ mm}$ bore diameter）内に、試料をセットする位置を変えることで磁場強度と磁気力を調整した。 10.7 、 15 、 $12 T$ にてそれぞれ微小重力（ $\sim 0 G$ ）、通常重力（ $1 G$ ）、過重力環境（ $\sim 2 G$ ）を得た。各重力制御環境にて作製した高分子薄膜表面や有機分子会合体の配向の様子は、走査型プローブ顕微鏡（SPM）（SII, SPI 3800N & SPA-400）や通常の光学顕微鏡（Olympus CH30）を用いて観察した。

【結果と考察】以下には紙面の都合上、高

分子薄膜の結果のみを記す。図1は 0 ($1 G$)、 10.7 ($\sim 0 G$)、 15 ($1 G$)、 $12 T$ ($\sim 2 G$) の各磁場強度で作製したポリビニルカルバゾール（PVC）薄膜表面のSPMイメージである。 10.7 と $12 T$ においてナノメートルサイズのホールが多数確認された。 0 と $15 T$ においては観察されなかった。解析の結果、このナノホールの直径、深さ、出現間隔はいろいろであったが、1つのホールのサイズ例をあげれば直径 $222 \times$ 深さ 33 nm である。ナノワールドのクレーターのようなものである。このように強磁場によって見かけの重力を制御することで、ナノ構造を創製することができた。ところで上述の通り、 10.7 、 $12 T$ はそれぞれ微小重力、過重力環境を提供する。すなわち、本来 $1 G$ の下向きの重力がかかる反磁性試料に更にそれぞれ上向き、下向きの磁気力がかかる環境である。このような環境においてのみナノホールが観測された事実から、ホール出現のメカニズムには、磁気力の関与が示唆される。

【参考文献】

- 1) 藤原 等, 磁気科学合同シンポジウム 2004, 3AP12, 横浜 (2004).
- 2) 藤原 等, 第 54 回高分子討論会, 3K09, 山形 (2005).

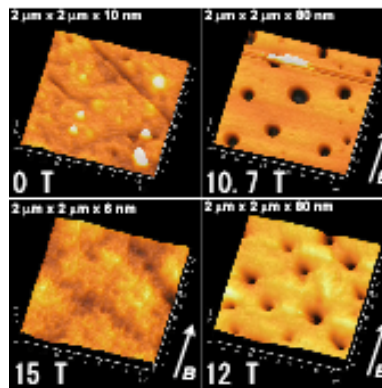


図 1 0 、 10.7 、 15 、 $12 T$ の各磁場において作製した PVC 薄膜表面の SPM イメージ ($2 \times 2 \mu\text{m}^2$)。矢印は磁場方向を表す。