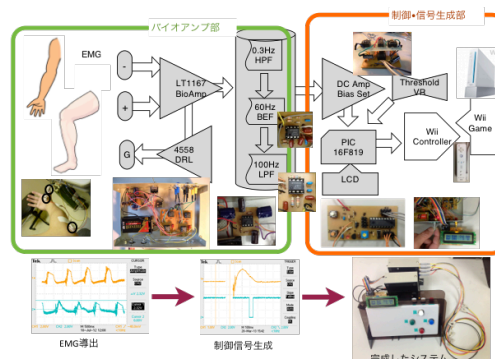


F-1 筋電図を活用した市販ゲーム機制御とリハビリについて

久留米工業大学 情報ネットワーク工学科^A, 久留米工業大学 機械システム工学科^B 松田鶴夫^A, 益本広久^B

養護学校や四肢麻痺者のリハビリ支援領域では、「遊びリテーション」等の言葉があるように、楽しく継続できるリハビリに注目が集まっている。特に好奇心を刺激し、行動意欲を増やす事を目的として玩具等を用いる手法が考案されているが、その多くは海外輸入製品であり、高額かつ、修理等の面からの国内サポートも乏しい。一方、脳波等の自発、誘発成分を計測する場合の瞬目や体動、あるいは末梢筋の伸展時に生じる筋電応答は広く知られている。これに付随する応答は獲得される振幅成分の大きさと周波数成分の低さから取り扱いの容易な信号と考える事が出来るため、積分筋電図や筋電位の時間密度を計測して使用する等の手法についても広く知られている。 本研究室ではリハビリ支援領域におい

て手軽に使用でき、かつ、久留米工業大学学生教育にも資する事を目的として、市販のゲーム機器等を有効活用可能な、筋電図とゲーム機コントローラを結ぶI.F.を開発したので報告する。



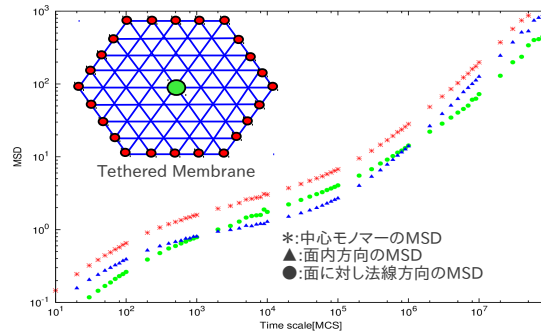
F-2 tethered membrane のダイナミクス

九大理^A 水落憲一^A, 坂上貴洋^A, 中西秀^A

ポリマーは、一般的にモノマーをボンドでつなげた一次元配列構造として考える。その自然な拡張として、モノマーを二次元配列の形で繋げた「膜」を考えることができる(図)。このようなモデルは tethered membrane(TM) と呼ばれる [1]。通常の流体膜と比べた場合、TM の特徴は、モノマーの結合性が失われないことにある。そのため、独特の性質を示す。最も注目すべき性質は、曲げ弾性を持たない柔らかな膜であっても、熱揺らぎの中でクシャクシャにならず、大きなスケールでは平らな構造 (flat phase) を維持することである。このように、静的な構造、揺らぎについては、1990 年代までに多くの研究がなされてきた。一方、ダイナミクスについては、依然として不明の点が多い。本研究では、数値シミュレーションにより、TM のダイナミクスを理解することを目的としている。今回、図の中心のモノマーの拡散運動について考察する。拡散運動は、平均二乗変位 (MSD) で t^α とスケールすることで考えることができる。

ブラウン運動では $\alpha = 1$ となり、それ以外の値となるものを異常拡散という。この指数を見積るためにポリマーと同様のスケール理論では説明できない。その原因は系の構造が異方的であることから、拡散運動も異方的になっていると考えた。そこで MSD を膜面に垂直方向と平行な方向に分けて計算した。その結果 2 つの MSD には異なる緩和時間があることが分かった。

[1][Y. Kantor, M. Kardar, D. Nelson, Phys. Rev. A35, 3056(1987)]



F-3 光ピンセットを用いた相分離リポソームの一軸変形

九大院理^A 祐下岳志^A, 柳澤実穂^A, 岩下靖孝^A, 木村康之^A

多成分リポソームは、ある転移温度以下で脂質が膜内相分離し、ドメインを形成することが知られている。相分離直後に現れる小さな多数のドメインは、相分離界面を小さくするために互いに衝突合体して成長し、最終的に一つの大きなドメインとなる (図 1.(b) の左)。

我々は、多成分リポソームに光ピンセットを用いて一軸性の外力を与えることで膜を変形させ、その時の力を測定した。その際、相分離完了前と完了後のリポソームに分けて実験を行った。完了後のリポソームでは、レモン型に変形した後、突起形成することが観察された。この時、必ず柔らかな L_d 相 (白) から突起形成し、堅い L_o 相 (黒) は突起を形成しないことが分かった (図 1)。また力はレモン型変形に伴って単調増加し、突起形成直後減少する様子が観察された (図 2)。一方、完了前のリポソームでは、完了後のリポソームとは異なる変形や力曲線が得られた。詳細は当日発表する。

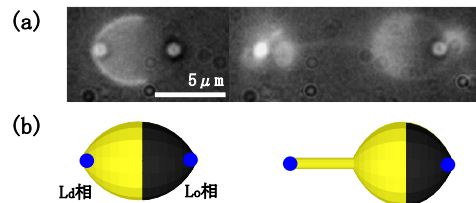


図1. 相分離完了後のリポソームを一軸伸長させた時の蛍光画像(a)とそのモデル図(b)。

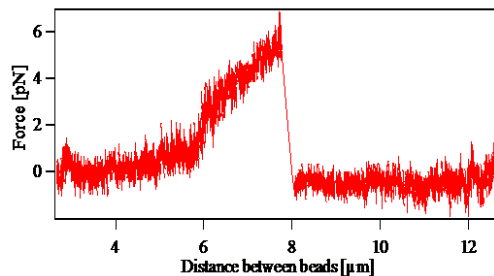


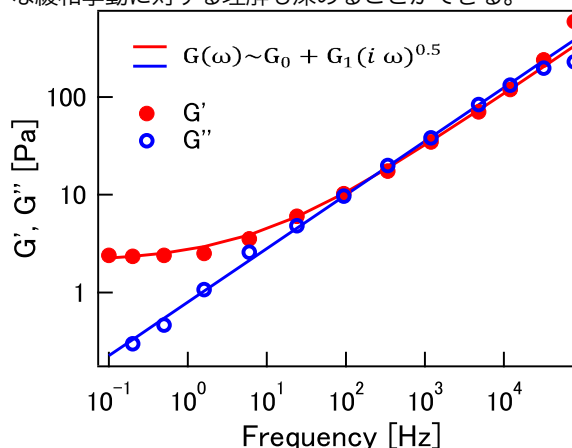
図2. 相分離完了後のリポソームの力測定

F-4 高分子ゲルの広帯域マイクロレオロジー

九州大学^A 栗原喬^A, 有留真人^A, 水野大介^A

ポリアクリルアミドゲルは架橋剤の濃度に依存して、ゾル状態からゲル状態に転移する。フレキシブルな高分子からなるネットワーク構造を持つため、ポリアクリルアミドゲルの粘弾性は、低周波域では弾性プラトーを示し、高周波域ではラウスモデルに従ったべき乗則を示す(下図)。他方で、ゾルゲル転移点の臨界点近傍では、モノマーから巨視的なサイズまで幅広い空間スケールを持ったネットワーククラスターの複合体を形成しているため、局所的な不均一構造を反映した非アファインな力学応答が期待される。これまで、転移点近傍の臨界ゲルでは、低周波数域の力学特性もべき乗則に従うことが報告され、異なるサイズのクラスター毎の特性時間の分布を反映した緩和挙動として理解されてきた。本研究ではポリアクリルアミドゲル中に分散させたコロイド粒子の熱運動を観測することで、媒質の力学特性を観測した。レーザートラップされたコロイド粒

子の微小変位を光学検出することで、従来よりもはるかに高周波帯域(0.1Hz-100kHz)でのゲルの粘弾性挙動が得られる。架橋点間のミクロな単一高分子鎖の動力学を反映する高周波挙動を観測することで、ネットワーククラスター集団の不均一複合体としての協働的な緩和挙動に対する理解も深めることができる。

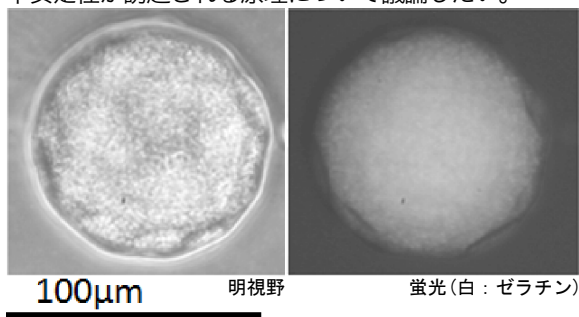


F-5 マイクロスケール空間内での高分子水溶液の相分離とゲル化によるパターン形成

九州大学理学研究院物理学部門^A 濁川慎平^A, 坂上貴洋^A, 鴫田昌之^A, 柳澤実穂^A

脂質膜で覆われた球形のマイクロ液滴内に、温度低下と共に相分離とゲル化を示す高分子溶液を内包することにより、ゲルの自己組織的なパターン形成を解析した。これまでに、高分子の組成や温度履歴などを変化させることによって、マイクロゲルの形や大きさが変化することを報告してきた。今回は、均一相から約15℃以下に急冷すると、液滴表面が内部に陥入する現象が観られたので報告したい(図1)。また陥入した液滴を一時的に相分離点以上(35℃)へ加熱すると球形へ戻り、再度急冷すると同じ場所

で陥入が見られた。急激なゲル化による力学的不安定性が誘起される原理について議論したい。

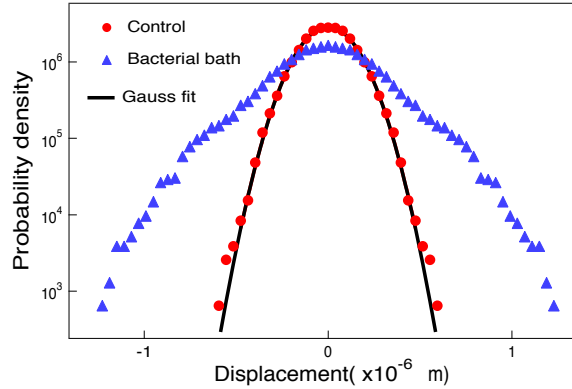


F-6 遊走バクテリア懸濁液中における非平衡揺らぎの統計分布

九州大学^A, オックスフォード大学^B 有留 真人^A, 栗原 喬^A, Heev Ayade^A, Irwin Zaid^B, 水野 大介^A

ビデオマイクロレオロジーを用いて遊走バクテリア懸濁液中に分散しているコロイド粒子の軌跡を観察し、粒子速度の分布形状を解析した。遊泳バクテリアは微小な力生成体であり、これが培養液体中にランダムに分散された懸濁液は、非平衡系の最も単純なモデル・システムである。遊走バクテリア懸濁液中のコロイド粒子速度の分布は幅広い裾野を引く非ガウスの形状を示し（右下図）、細胞骨格ネットワーク（ミオシンモータータンパク質によって駆動されるアクチンゲル）において観察されるコロイド粒子変位の分布形状と類似していた。細胞骨格ネットワーク中における非熱的な揺らぎは、一つの力生成体で駆動される変動の影響がべき乗則で伝播することから通常を中心極限定理が適用できず、複数の力生成体の作用が重ね合わさる結果はレヴィ分布に収束する。遊走バク

テリア懸濁液中における“速度揺らぎ”と細胞骨格ネットワーク中における“変位揺らぎ”の統計分布の類似性は、バクテリアの周囲の速度場やモータータンパク質の周りに変位場といったシステム中における力生成体の影響がともに距離の2乗に反比例して減衰する事実に基づく。



F-7 液晶電気対流によるコロイドの輸送と拡散

九大院理^A 高橋健太郎^A, 岩下靖孝^A, 木村康之^A

近年、非平衡系の研究対象として非熱的に駆動されたコロイド粒子の振る舞いが盛んに研究されている。本研究ではその典型例として、液晶電気対流中で対流により駆動されたコロイド粒子の運動を調べた。

負の誘電率異方性を持つネマチック液晶に交流電圧を印加すると、対流が発生することが知られている（電気対流）。対流発生の閾値電圧 V_c をこえると図1に示すような対流ロールが平行に並んだパターンが初めに現れる。

実験はこの中に分散した直径 $10\mu\text{m}$ のコロイド粒子の動きを観察した。図2にそのコロイド粒子の軌跡を示す。また制御パラメータとして $\varepsilon = (V - V_c) / V_c$ (印加電圧 V 、閾値電圧 V_c) を導入し、観察された様々な運動の ε 依存性を調べた。例として図3にロール軸に垂直な方向の拡散係数 D の ε 依存性を示す。その他の物理量の ε 依存性については当日発表する。

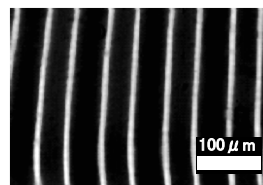


図1 ロールパターンの偏光顕微鏡写真

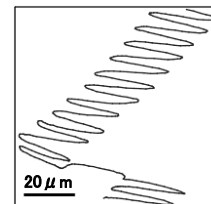


図2 対流に駆動されたコロイド粒子の軌跡

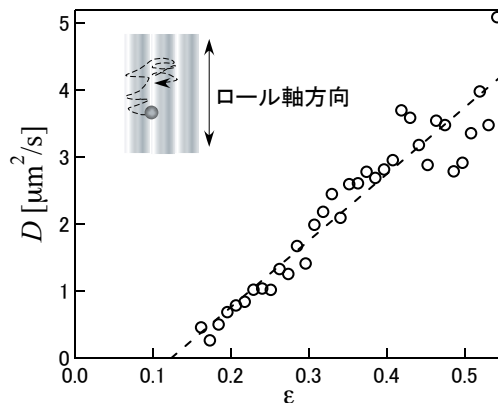


図3 ロール軸に垂直な方向の D の ε 依存性

F-8 拡散係数における溶媒和の効果

九大院理^A 中村有花^A, 吉森明^A, 秋山良^A

タンパク質程度の大きな粒子の拡散は、溶媒の粘性だけでなく、溶媒粒子が溶質周りに作る溶媒和構造にも影響を受ける。特に多成分溶媒では、その混合比によって溶媒和構造が大きく変わるため、粘性の変化だけでは説明できない実験結果が多く報告されている。

溶媒和の効果を調べるため、溶質および2成分溶媒(小粒子と中粒子)ともに剛体球のときの拡散係数を計算した。計算には私たちが近年定式化した、溶質と溶媒の半径比を用いた摂動理論を使う。溶媒和構造は、動径分布関数を通して考慮できる。

拡散係数は流体力学の Stokes-Einstein(SE)則から大きくずれることが分かった(図1)。中粒子が小粒子の3倍以上の大きさのとき、中粒子を添加するにつれてずれは大きくなる。

しかし半径比が2倍のときには、中粒子の充填率が大きくなるとずれは小さくなる。

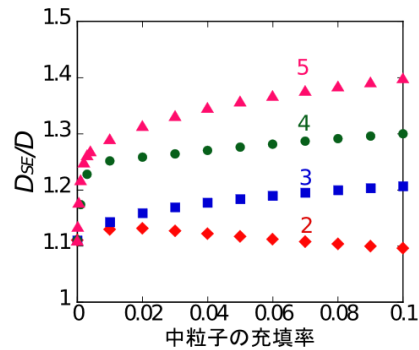


図1. 摂動理論により計算した拡散係数 D と、Stokes-Einstein 則から計算した拡散係数 D_{SE} の比。粒子の半径比は 溶質 : 小粒子 : 中粒子 = 50 : 1 : x , $x = 2, 3, 4, 5$ 。全充填率(小粒子と中粒子の充填率の合計)は0.38。

F-9 コロイド分散系のダイナミクスにおける粒子間相互作用の効果

九大院理^A 井上雅郎^A, 吉森明^A

[目的] コロイド分散系の中にプローブ粒子を一つ加えた系を考える。このプローブ粒子を一定の速度 U で動かすと、周りの溶媒やコロイド粒子から抵抗力を受ける。この抵抗力について、コロイド粒子から受ける部分を F とする。本研究では、コロイド粒子の濃度が薄い場合において、コロイド粒子間の相互作用が抵抗力 F に及ぼす影響を数値的に解明する。

[方法] コロイド粒子の密度場の時間変化を動的密度汎関数理論により計算する。動的密度汎関数理論は、主に液体の研究で成功しており、粒子間の相互作用を取り入れた計算に適している。密度場の時間変化を表す微分方程式を差分法で解くことで、定常状態におけるコロイド粒子の密度場を求めることができ、抵抗力 F も計算できる。

[結果] コロイド粒子間に剛体球相互作用がある場合と相互作用が無い場合について、抵抗力 F を計算した(下の図)。その結果、コロ

イド粒子間の相互作用を考慮すると抵抗力 F は小さくなった。また、コロイド粒子の体積分率 ϕ の増加や半径 b の減少に伴って、この効果は増加した。

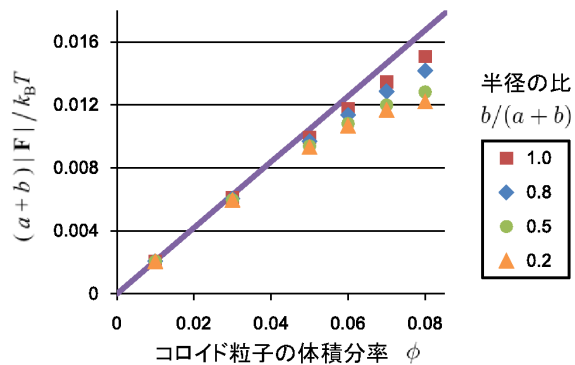


図: 抵抗力 F の体積分率 ϕ 依存性。

コロイド粒子間に相互作用が無い場合(直線)と剛体球相互作用がある場合(点)の計算結果。剛体球の場合には、プローブ粒子の半径 a とコロイド粒子の半径 b との比を変えて計算。

F-10 粒子間相互作用に極小が2つある系の固液転移

九大理^A 松本幸介^A, 松井淳^A

低温では自由エネルギーのなかで内部エネルギーが支配的なため、粒子間相互作用に極小が2つあると、それらがうまく整合する粒子構造が選択される。Engelらは、レナード・ジョーンズ(LJ)ポテンシャルにガウス井戸を加えた相互作用系

$$U(r) = \epsilon_0 \left\{ \left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} - 2 \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 \right\} - \epsilon \exp \left\{ - \frac{(r - r_G)^2}{2\sigma^2 r_0^2} \right\}, \quad \sigma^2 = 0.02$$

が、ガウス井戸の位置と深さの違いによって、面心立方晶(FCC)、体心立方晶、六方最密充填構造、六方晶や準結晶になることを、ゼロ圧力下の温度冷却の分子動力学シミュレーションで示した。我々が注目するのは、どの結晶も現れない非晶質領域 ($r_G/r_0 = 1.5$, $\epsilon/\epsilon_0 = 1.4$ 付近) である。低圧では、2つの極小がうまく不整合して結晶化が回避される。一方、高圧では、高密度のためLJ斥力が支配的になり、FCCへの一次転移がみられる。中間の圧力で、結晶化とガラス転移がどのように入れ替わるのかに興味がある。

幾つかの圧力下で高温の液体から冷却し、内部エネルギーと体積変化を調べ、T-P図を作成した。その結果、FCCのほかに、ガラスは高密度と低密度の2種、液体も高密度と低密度の2種があり、液液転移とその臨界点が現れた。

F-11 球と楕円粒子からなるコロイド系の構造

九大院理^A 松元大吾^A, 田中小百合^A, 岩下靖孝^A, 木村康之^A

これまでのコロイド分散系の研究は主に等方的な粒子を用いてなされてきたが、近年、異方性粒子による研究が盛んに行われている。異方性粒子の作る構造はパッキングが等方的な粒子の場合と異なり、ガラス転移などの興味深い物性を示すことが報告されている。球状粒子は粒子数密度を大きくすると図(a)のような6回対称秩序をもった結晶が形成されることが知られているが、球状粒子と楕円粒子の混合系の場合には明らかでない。本実験では球状ポリスチレン粒子と楕円形ポリスチレン粒子を混合して2次元密充填構造を作成した。球状粒子と楕円粒子の比率を変化させ、その構造を解析した。図(b)に楕円粒子のみによる2次元密充填構造を示す。楕円形粒子は結晶構造をとらず高濃度液体の状態となっている。当日は球状粒子と楕円粒子の混合系の構造の詳細について発表する。

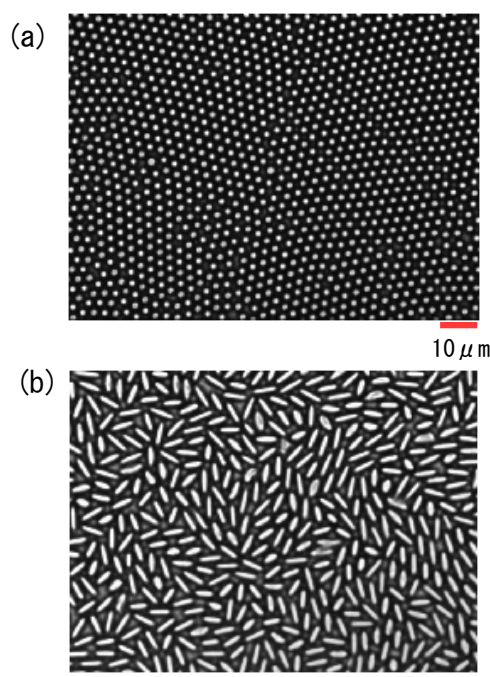


図. (a) 球状粒子の結晶状態, (b) 楕円粒子による液体状態

F-12 ヤマス粒子による金属粒子の被覆構造形成

九大院理^A 野口朋寛^A, 岩下靖孝^A, 木村康之^A

コロイド粒子の分散状態を保つことは、コロイド分散系の様々な応用において重要な課題である。コロイド粒子の不可逆凝集は主にファンデルワールス(vdW) 引力が起源であり、vdW 力は溶媒との誘電率の差が大きいほど強くなる。よって導電体である金属間では非常に強い vdW 引力が働き、金属粒子は凝集しやすい。そこで我々は、溶媒に対し分散安定な誘電体粒子で金属粒子を被覆することにより、分散安定化することを考えた。具体的には、誘電体粒子の一部を金属薄膜で覆ったヤマス粒子を作製し、金属面同士を選択的に凝集させる(図(a))。このとき、ヤマス粒子同士は凝集しないことが望ましい。

本研究では、Au-シリカヤマス粒子(図(b))と Au 被覆粒子の 2 次元分散系で実験を行い、粒子の表面物性や溶媒を変え被覆挙動を調べた。その結果、塩濃度の増加や溶媒の極性の低下に伴って凝集が促進され、ヤマス粒子の Au 面と Au 被覆粒子が選択的に凝集した被覆構造が形成された(図(c))。また、一定の条件下ではヤマス粒子-Au 被覆粒子間の方がヤマス粒子間よりも凝集しやすいことが分かった。そのほか、Au 膜厚依存性などについても調べた。

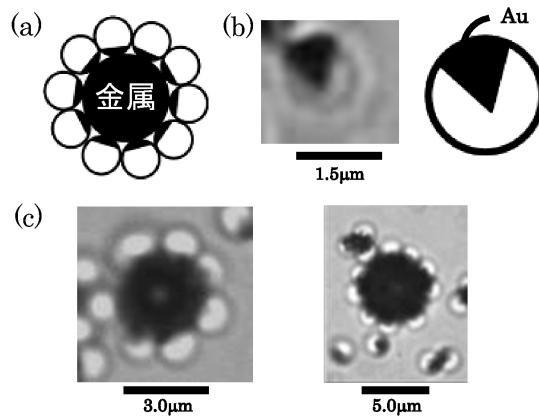


図 (a)ヤマス粒子で被覆された金属粒子
(b)Au-シリカヤマス粒子
(c)2次元分散系において形成された被覆構造

F-13 臨界由来相互作用による異種粒子混合系の凝集

九大院理^A 岩下靖孝^A, 木村康之^A, 玉井達哉^A

二相混合溶液にコロイド粒子を分散させた系において、溶液が一相状態から二相状態に相分離する温度の近傍では、粒子間に臨界揺らぎに由来する相互作用が働く。この相互作用は粒子の表面物性と溶媒の状態に依存することが知られている。我々は粒子の表面物性を変化させることに加えて、溶液に antagonistic salt という特殊な塩を加えて、この相互作用による粒子の分散・凝集がどう変わるかを調べた。

粒子には強アルカリ溶液で洗浄して表面を親水的にしたシリカ粒子(粒径 $2 \mu\text{m}$)とパーフルオロデシルトリエトキシシランで表面を疎水的にしたシリカ粒子(粒径 $2.5 \mu\text{m}$)を用いた。この二種類の粒子を、塩を添加していない水と 2, 6ルチジンの混合溶液に分散させ、分散・凝集状態を顕微鏡観察により調べた(図1)。この結果、各粒子の凝集する条件が組成に大きく依存することがわかった。講演では、塩を加えた系についても報告する。

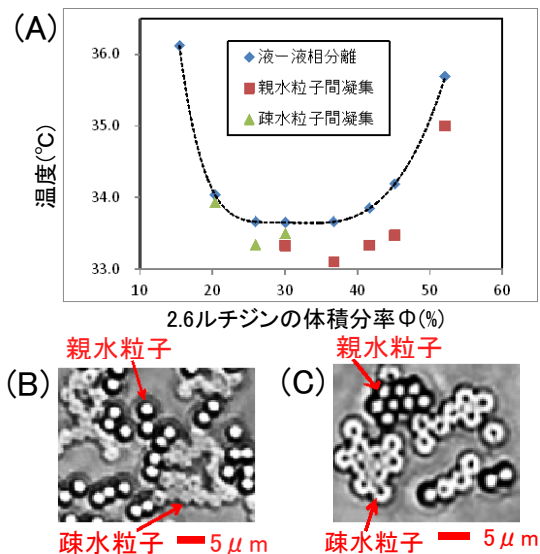


図1 (A)溶媒の相分離温度(binodal line)と、各粒子の凝集する温度(B)疎水粒子間凝集($\Phi=24.7$)。親水粒子はブラウン運動。(C)親水粒子、疎水粒子ともに凝集($\Phi=30$)

F-14 有限サイズの二次元コロイド結晶の研究

九大院理^A 田中小百合^A, 岩下靖孝^A, 木村康之^A

コロイド結晶は、原子・分子結晶のモデルとして、その融解過程の研究が行われている。しかし、有限サイズのコロイド結晶に関する研究はほとんど行われていない。本研究では、孤立した有限サイズ二次元コロイド結晶を作成し、その融解を実験的に観察し、シミュレーションとの比較を行った。

実験では、強く集光したレーザーにより発生させた局所温度勾配を用いて、孤立した二次元コロイド結晶を作成し(図1)、レーザー光を切った後の融解過程を顕微鏡下で観察した。得られた画像から、全粒子位置の時間追跡を行い、局所的な面積密度 ϕ や六回対称秩序 ψ_6 を求めた。

さらに結晶の端の効果を調べるために、結晶の中心から動径方向の面積密度 $\phi(r)$ や六回対称秩序 $\psi_6(r)$ の時間変化を求め、その融解ダイナミクスの空間変化を調べた(図2,3)。

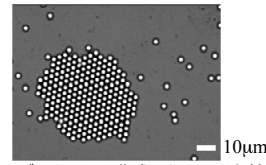


図1:レーザーを用いて作成したコロイド結晶

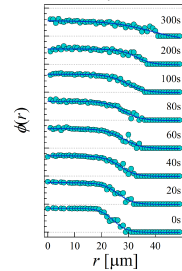


図2:動径方向の面積密度の変化

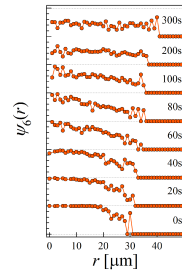


図2:動径方向の六回対称秩序の変化

F-15 光駆動粒子系のダイナミクス

九大院理^A, 九大理^B 大久保省吾^A, 増田壮大^B, 岩下靖孝^A, 木村康之^A

流体中の微小物体には流体力学的相互作用が働くが、その作用は壁面近くでは大きく異なることが知られている。

これまで我々はホログラフィック光ピンセットにより作製したリング光渦を用いて複数のコロイド粒子を水中で同一円周上を周回運動させる系の研究を行ってきた。このときコロイド粒子間に流体を介した相互作用が働き、特定のリズム運動を示すことが分かっている。

本研究では、薄いセルを用いて壁面近くでのコロイド粒子の周回運動の観察を行い、通常(壁面から離れた状態)とは異なるリズム運動が現れることを新たに見出した。図1、図2に3個の粒子が生み出すリズム運動の様子を示す。粒子数依存性などの詳細は当日発表する。

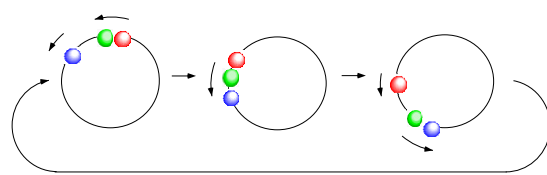


図1 通常の周回運動の際に見られるリズム運動

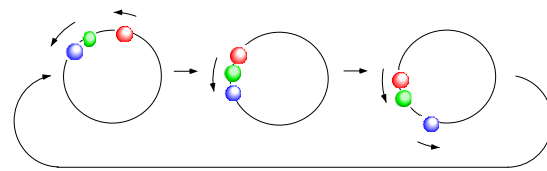


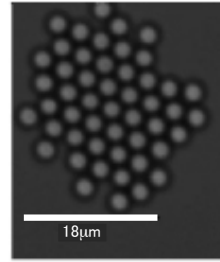
図2 壁面近くの周回運動の際に見られるリズム運動

F-16 ホログラフィック光ピンセットを用いた粒子操作

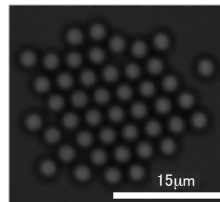
九大理^A, 九大院理^B 増田壮大^A, 大久保省吾^B, 岩下靖孝^B, 木村康之^B

強く集光したレーザーを照射することで微粒子を捕捉する光ピンセットに、ホログラフィー技術を応用したものがホログラフィック光ピンセットである。この方法では従来の光ピンセットでは困難な多数粒子の同時捕捉や同時操作が容易に可能となる。

本研究では、ホログラフィック光ピンセットで作成した井戸型ポテンシャル内に多粒子を捕捉して、その振る舞いを調べた。レーザーのパワー（ポテンシャルの深さ）やスポットのサイズ（ポテンシャルのサイズ）など種々のパラメータを変えた時、粒子の振る舞いがどのように変化するかを観察した。



(a) レーザー出力1.5wの場合



(b) レーザー出力2.0wの場合

図 レーザー光で作成した井戸型ポテンシャルにトラップされた多粒子のようす。

F-17 ネマチックコロイド相互作用の新たな測定法

九大院理^A, 九大理^B 井崎邦義^A, 河村隆弘^B, 岩下靖孝^A, 木村康之^A

コロイド粒子をネマチック液晶中に分散すると、粒子が液晶の配向秩序を乱すために、粒子近傍に配向欠陥が誘起され、粒子間には液晶の弾性歪みを介した長距離かつ異方的な力が働く。その粒子間力は free-release(FR) 法や2ビームトラップ (OT) 法など様々な方法で測定されてきたが、異なる測定法での測定結果の比較は行われていない。

本研究では、2粒子間に働く力を従来のFR法、OT法に加え、レーザートラップを用いたFR (FR-OT) 法により測定した (図1)。また、流体からの影響を受けるFR法については、Oseen近似を用いて補正した。そして、補正後の粒子間力と流体からの影響を受けない2ビームトラップ法による粒子間力とを比較し、良く一致することがわかった (図2)。また、この補正方法を利用することで、粒子-粒子クラスター間力の測定にも成功した (図3)。

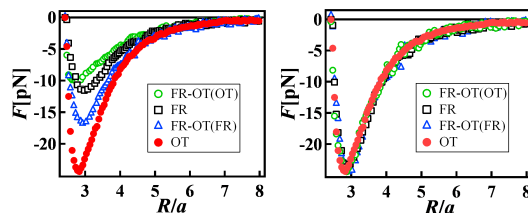


図1. 粒子間力 F の規格化粒子間距離 R/a 依存性(補正前)

図2. 粒子間力 F の規格化粒子間距離 R/a 依存性(補正後)

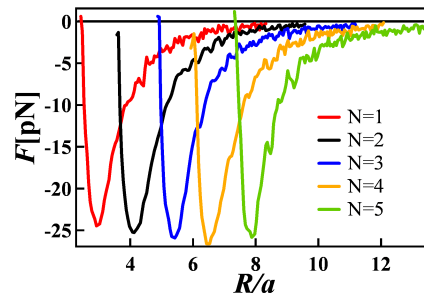


図3. 粒子-粒子クラスター(粒子数 N)間に働く力 F の規格化粒子間距離 R/a 依存性

F-18 電場下でのネマチックコロイド間相互作用

九大理^A, 九大院理^B 河村隆弘^A, 井崎邦義^B, 岩下靖孝^B, 木村康之^B

液晶中にマイクロメートルサイズのコロイド粒子を分散させると、粒子自身が液晶の配向秩序を乱すトポロジカルな欠陥となり、その近傍には新たな欠陥が生じる。このため、粒子間には液晶の弾性歪みを介した長距離かつ異方的な相互作用が働く。

本研究では、正の誘電異方性を持つネマチック液晶に垂直な方向に電場をかけ、電場下における液晶中のコロイド粒子の様子を観察した。その際、フレデリクス転移が生じ、クラスター中の粒子の配置が変化することがわかった(図1)。また、その状況下で粒子間に働く力を free-release 法で測定した。その結果、電場をかけた場合には電場をかけない場合に比べて粒子間力が小さくなることがわかった(図2)。詳細は当日発表する。

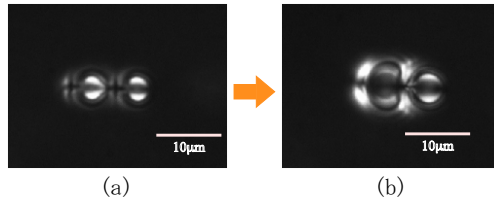


図1. 2つのdipole型粒子によるクラスターの偏光顕微鏡像
(a)電場なし、(b)電場あり

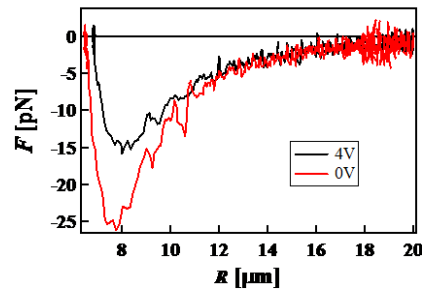


図2. 粒子間力 F の粒子間距離 R に対する依存性

F-19 リエントラント液晶 6OCB・8OCB の NMR

九大院理^A, 崇城大工^B 中野裕生^A, 木村康之^A, 町田光男^B

アルキルオキシシアノビフェニル液晶 6OCB と 8OCB (図1) をある割合で混合した試料は、冷却に伴い、ネマチック(N)相、スメクチックA(SmA)相に転移した後、再びN相に転移する(図2)。この低温側で現れるN相をリエントラントネマチック(RN)相、RN相を示す物質をリエントラント液晶(RLC)という。N相は液晶相の中で最も秩序の低い相であるが、RLCでは、秩序の高いSmA相から冷却すると、N相に転移するという興味深い現象が起こる。

本研究では、リエントラント相転移を調べるために、6OCBと8OCBのRLCの¹H核と¹³C核のNMRを測定した。図3は¹³C核のスペクトルシミュレーションから得られた配向秩序 S の温度依存性を示したものである。また、比較のために8OCBの S も示した。詳細は、当日述べる。

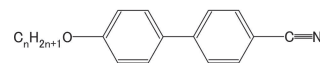


図1 アルキルオキシシアノビフェニル液晶 nOCB の構造式

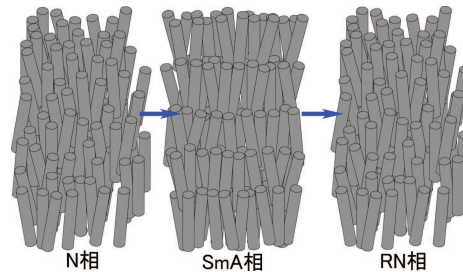


図2 RLCの相転移

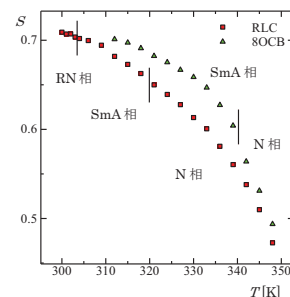


図3 RLCと8OCBの配向秩序 S の温度依存性

F-20 イオン液体 [DEME][BF₄] と水の混合物の NMR

九大院理^A, 崇城大工^B 松岡良春^A, 木村康之^A, 町田光男^B

多くのイオン液体は、急速に冷却することで容易にガラス転移を起こすことが知られている。その中でも、今回の測定に用いた [DEME][BF₄] (図 1) などの一部のイオン液体では、水やアルコールを加えることで相挙動が複雑に変化し、ガラス転移が 2 回起きることが観測されている。

本研究では、純粋 (pure) な [DEME][BF₄] と、[DEME][BF₄] に少量の水 (20mol%) を加えた試料を作成し、NMR 装置を使用して、プロトンの縦緩和時間 T_1 (図 2) およびスペクトル (図 3, 4) を測定した。2 種類の試料それぞれについて、123K まで急冷後に加熱していき、一定間隔で常温付近まで測定を行った。詳細は当日発表する。

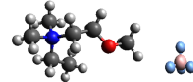


図 1. [DEME][BF₄] の分子構造

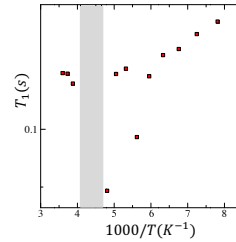


図 2. 20mol% 試料での縦緩和時間 T_1

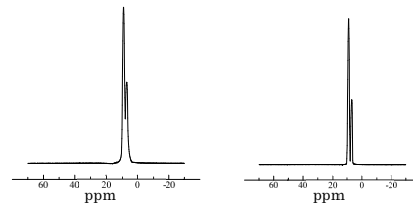


図 3. pure, 300K でのスペクトル 図 4. 20mol%, 300K でのスペクトル

F-21 イオン液体 bmimPF₆ の相転移とダイナミクス — NMR による測定 —

九大院理^A, 崇城大工^B 石垣武士^A, 木村康之^A, 町田光男^B

イオン液体は応用面から広く注目されているものの、基礎物性に関しては未解明な部分も多い。bmimPF₆ は、イミダゾリウム型の bmim (1-butyl-3-methylimidazolium) カチオンとフッ素原子を含む PF₆ アニオンから成る代表的なイオン液体で、融点が 276K、ガラス転移点が 197K であり、また加熱過程において 226.5K で過冷却液体⇒結晶、250.3K、276K で結晶⇒結晶の相転移が起こることが分かっている。

本研究は、¹H 核の NMR により、bmimPF₆ の液体⇌過冷却液体 (結晶) ⇌ガラス間の相転移に伴うダイナミクスの変化について調べることが目的である。実験は 373K から 8K ずつ冷却する過程と、室温から 149K まで急冷したのちに 8K ずつ加熱する過程で行った。図 2 と 3 がそれぞれ 2 次モーメント M_2 とスピン-格子緩和時間 T_1 の温度変化である。詳細は当日報告する。

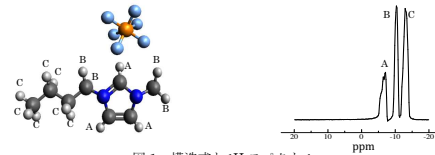


図 1 構造式と ¹H スペクトル

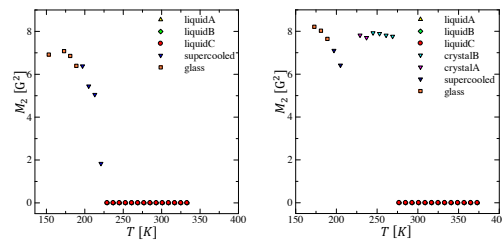


図 2 2 次モーメント M_2 の温度変化 (左: Cooling, 右: Heating)

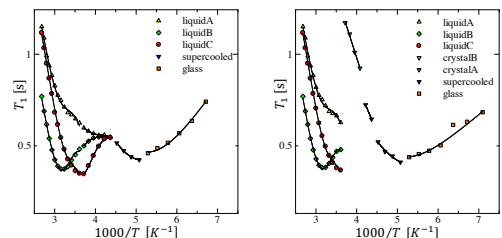


図 3 スピン-格子緩和時間 T_1 の温度変化 (左: Cooling, 右: Heating)