

	<p>針対平板電極系放電場を利用したマイクロ機構</p>
<p>1G02A108 神崎 雅海</p>	
<p>コロナ放電時に発生するイオン風に関する研究が広く行われており、イオン風により水の蒸発が促進されるという報告があるが、そのメカニズムは明らかにされていない。本研究では針対平板電極を利用したイオン風を局所的に送風する機構を用いて、イオン風による蒸発促進のメカニズムを、イオン、オゾン、イオンの泳動により発生する空気流、電圧印加時に生ずる電界に分けて考え、それぞれが蒸発に与える影響について調査した。イオン風による蒸発特性を調べるため、針対平板電極系放電場を用いて H₂O 電極の水面にイオン風が当たるようにして、自然蒸発との蒸発量の比較を行った。オゾンの影響は、正負コロナのオゾン発生量が電流あたり約 11 倍異なることを利用して正負の蒸発量の違いから調べた。また電界による蒸発への影響は、針電極先端を絶縁することによりイオン風が発生しないようにして、電界の影響のみを考慮した際の蒸発量の測定を行った。イオンが蒸発に与える影響は、ファンを使用してイオン風とは垂直方向から電極間方向に向かって送風し、イオン風の空気流のみを流してイオンが水面に到達するようにして蒸発量を測定し影響を調べた。これらの実験によって、以下の知見が得られた。</p> <p>(1) イオン風によって自然蒸発よりも数倍程度蒸発を促進させることができる。</p> <p>(2) オゾン、イオン、電界は水の蒸発に影響しない。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	<p>静電力を利用した粒子のマニピュレータ</p>
<p>236 平本 麻衣子</p>	
<p>近年、急速に小型化が進んでいる電子部品や機械部品の実装・組み立てに際して、粒子を 1 粒ずつ取り扱うなど、微小粒子を対象としたハンドリング技術が必要とされている。昨年度の研究では微小粒子を 1 粒ずつ正確に操作できるマニピュレータの開発を目的として、双極子プローブを作成し、その特性を把握した。しかし、双極子プローブでは操作対象とする粒子の直径が 200 μm 以下になると、分離が困難になる。そこで本研究では、これらの微小粒子の操作を目的として、イオン風分離機構を作成した。イオン風分離機構とは、絶縁コーティングした針電極の外側にイオン風を発生させるための針電極を取り付けたものである。この機構に低電圧を印加した状態でプローブ先端を粒子に近づけると粒子が付着し、さらに、高電圧を印加することで、イオンを伴う空気流を発生させ、粒子を分離できる。また、3 次元電界解析から双極子プローブの吸引力を計算し、実験結果の妥当性を検証した。本研究で得られた知見は以下の通りである。</p> <p>(1) イオン風分離機構を用いて、直径 200 μm 以下の粒子を捕捉・分離によって、正確に操作できることを実証した。</p> <p>(2) 双極子プローブの吸引力において、粒子表面の帯電による静電気力、粒子とプローブ間に作用する鏡像力を考慮することで、実験値と計算値の整合性を高めることができる。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	低電圧で駆動するマイクロ駆動機構
	029 井ノ上 博貴
	<p>近年，機構の小型化のため，単純な機構のマイクロマシンが必要とされている．これまで斜板や斜毛を用いた可動子を，静電力により駆動する機構が提案されてきたが，駆動に数kV もの高電圧が必要であり，金属平板上でしか駆動できないという欠点があった．そこで本研究では，低電圧でより自由度の高い駆動が可能な機構を目指し，温度変化に応じて伸縮を繰り返す形状記憶合金バネと機構脚先の摩擦係数の異方性により，メッシュ上で尺取虫のように駆動する機構を製作した．また駆動機構をモデル化し，ルンゲ・クッタ法による挙動解析を行うことで，実験結果の妥当性を検証した．さらに，2次元平面上を自由に駆動させることを目的として，光の輻射熱によりバネが収縮し，ワイヤレスで駆動する駆動機構を製作し，その駆動特性を調査した．本研究により得られた知見は以下のとおりである．</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 形状記憶合金バネを用いた駆動機構により，メッシュ上を低電圧で駆動させることができた．また実験値と計算値は定性的に一致した． (2) バネへの入力電力や duty を変えることで，機構の駆動速度を制御することができた． (3) 形状記憶合金バネを2本取り付けすることで，機構の2次元駆動ができた． (4) 光の輻射熱によりバネが伸縮する駆動機構を製作し，ワイヤレスでの駆動ができた．またこれにより，太陽光により半永久的に自立駆動する機構の可能性を見出した． <p style="text-align: right;">（指導教員 川本 広行）</p>

	静電インクジェットの高速化
	018 五十崎 良
	<p>インクジェットプリンタの新しい技術として，インクを満たしたチューブと平板電極間に電圧を印加し，発生する静電力で微細なチューブから液滴を吐出させる静電インクジェット現象の研究を行っている．この静電インクジェット現象の問題点として，印字速度が遅いという点がある．そこで本研究では2本のノズルからインクを吐出させることで印字速度の高速化を図るマルチノズル化の研究を行った．このマルチノズルにおいては，2本のノズルが互いの電界の影響を受け，インクの吐出に影響が生じ，描画したラインに偏心量が生じてしまう．この要因を解明するため，印加電圧，パルス幅，周波数，ギャップを変化させて影響を調査した．その結果，偏心量はギャップの大きさに影響を受けることから，テラーコーンの振動ではなく，その傾きが偏心の主原因であることが判明した．そこで，ノズルの両サイドに制御電極を設置し，ノズル先端の電界を安定させた．その結果，60～100 μm あった偏心量をほぼ0に抑えることが可能となった．このようなマルチノズルを用いることで，同時に別々の文字を描くことができ，印字速度の高速化が可能であることを実証した．また応用として，インクタンクを統一したシングルシリンジを用いたマルチノズル化の研究も行った．シングルシリンジを用いた場合，これまでのような導電性インクは使用できないため，絶縁性インクを用いて実験を行った．その際，電界をノズル先端部分に集中させることで，絶縁性インクをそれぞれのノズルから任意に吐出できることを実証した．</p> <p style="text-align: right;">（指導教員 川本 広行）</p>

	静電インクジェットによる電気回路パターンの作成
	301 山本 裕介
	<p>インクジェット技術によって導電性の液体を滴下し，マスクを用いずに基板上に電気回路を直接描画する技術が注目されている．そこで本研究では，静電インクジェットを利用して金属ペーストを滴下し，回路パターンを作成する実験を行った．静電インクジェットはインクと平板電極間に電圧を印加し，発生する静電力で液滴を吐出する方法であり，金属ペーストのような 30–40 Pa·s の高粘度のインクを扱うことができる．微細な回路を作成するために，基板やインクの改良，基板への放電処理，そしてパルス周波数による影響を検討した．その結果，回路の形成には，印加電圧とそのパルス幅および周波数，インクと基板の接触角，そしてインクの粘度や濃度が大きな影響を及ぼすことが明らかになった．次に，これらの実験結果を用いて回路パターンの描画実験を行った．高粘度の金属ペーストに直流電圧を印加し，幅 23 μm，間隔 500 μm の微細なラインが得られた．これを用いることにより，5.8 mm × 1.0 mm の領域に 5 本のラインから成る微細な回路パターンを描画することができた．しかし，このような微小な回路パターンを描画するために金属ペーストの粘度を高くすると，ドロップ・オン・デマンドによって金属ペーストを吐出することが困難になる．したがって，ドロップ・オン・デマンドによる吐出が今後の課題となる．また，絶縁性の液体としてガラスペーストを滴下し，回路上の絶縁コーティングとした．金属ペーストとガラスペーストを組み合わせるにより，立体的な電気回路が作成できることを実証した．</p> <p style="text-align: right;">（指導教員 川本 広行）</p>

	静電液滴吐出を利用した三次元造形と成膜
	203 西浦 雅登
	<p>インクジェット現象にはピエゾや熱による方式のほかに，液体を満たしたノズルに電圧を印加することにより液滴を吐出する静電インクジェット方式がある．静電インクジェットでは，粘度の高い液滴を吐出可能であり，印加する電圧により吐出を液滴状や霧状に変化させることができる．この静電インクジェットにより，アルミナを水に分散させたサスペンションを吐出し積層することで，3次元造形と霧状吐出を利用した成膜を行った．インクジェットにおいては，吐出する液体の粘性や濡れが吐出の形態やドットの大きさに及ぼす影響が大きい．そのため，サスペンションを構成するアルミナ，界面活性剤，バインダーの濃度を変化させ，粘性や接触角と描かれるドットの形状について調査したところ，アルミナの濃度を上げることがドットの微小化と高さの増大に有効であることが分かった．また，印加電圧，電極間ギャップに関する調査を行い，成膜に要求される霧状の吐出には，低電圧でギャップを大きくとるのが適しており，3次元造形に要求される微小な液滴の吐出には，低電圧でギャップを小さくとるのが適していることが分かった．さらに，3次元造形に適した条件において，50回の積層をしたところ，高さ 140 μm，幅 115 μm のライン成形を実現し，高さとライン幅の制御が可能であることを示した．また，成膜においても，複数回塗布することで，充填率の高い膜が形成可能であることを示した．</p> <p style="text-align: right;">（指導教員 川本 広行）</p>

進行波電界によるトナー粒子搬送の基礎特性	
174 辻 昂介	
<p>粉体搬送機構にはさまざまな種類があるが、静電気を利用した搬送装置は従来の搬送装置と比べ、機器に振動が発生しない、可動部がないため潤滑油などの不純物が混入しない、非接触搬送であるなどの利点がある。昨年度までは、この静電力を利用した搬送装置として平行電極パネル型粉体搬送コンベアを試作し、レーザープリンタに使用されているキャリア粒子の搬送を行ってきた。本年度は、この搬送原理を利用しトナー粒子の搬送を行った。トナー粒子はキャリア粒子に比べ粒径が小さいため同じ搬送機構では搬送されなかった。そこで、トナー粒子の搬送効率向上を目的とし、より詳しい搬送原理の解明、粒子の搬送形態の観察や帯電量測定、および付着力測定を行い、トナー粒子に合わせた基板の作製を行った。本研究の結果、以下の知見が得られた。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 粒子は搬送される際、基板上を進行波周波数に沿って弧を描いて搬送されるものや周波数に同期しないものが存在する。また、基板に接触せずに他の粒子の上を搬送されるものなどさまざまな挙動を示す粒子が混在している。 (2) 電界強度が大きければ粒子に加わる静電力や分極力が強まり搬送効率が向上する。 (3) 材質によって付着力は大きく異なるため、基板表面は搬送効率に大きな影響を与える。 (4) 搬送距離が長く搬送量が少ないほど粒子は基板に多く衝突するため、摩擦帯電により粒子の帯電量は大きくなる。 <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

進行波電界を利用した粒子の粒度分別	
042 内山 雅貴	
<p>高速・高画質が必要とされるレーザープリンタにおいては、画像形成過程でトナーやキャリアといった現像剤粒子が使用されている。レーザープリンタのさらなる高画質化には画像形成部において均一で適切な大きさをもつ現像剤の安定した供給が不可欠であるが、このような現像剤の搬送・供給は従来の機械的な方法から大きな変化を遂げていない。そこで本研究では、粒径の異なる粒子群から一定の大きさをもつ粒子を分別することを目的として、粒径の異なるキャリア粒子を進行波電界で搬送・摩擦帯電させた後、粒子にかかる静電力等の力のバランスを利用することによって粒度分別する3種類の機構を作成し、以下の知見を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 静電コンベアを傾け、粒子に重力の傾斜方向成分を加えて搬送させると、小径粒子は重力の影響をあまり受けることなく搬送されやすい。 (2) 連続搬送により摩擦帯電させた粒子の上に銅板を設置すると、小径粒子のみが付着しやすい。 (3) 渦状に配置した電極により粒子が周回運動をするように搬送させると、小径粒子が渦の中心を周回しやすく、大径粒子は遠心力の影響で渦外に飛散しやすい。 (4) 以上の3つの方法により分別性能はいずれも良好な結果が得られたが、収率、および連続運転の観点からは渦状電極を用いた遠心力式が最も優れていた。 <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	<p style="text-align: center;">摩擦帯電型電子ペーパー製造工程における粒子注入技術の開発</p>
<p style="text-align: center;">143 杉山 友彦</p>	
<p>摩擦帯電型電子ペーパーは、基板間の微小な空間(以下セル)内で2種類の粒子を静電気力により運動させることで画像形成を行う。したがって、セル内の粒子量が過剰であると画像表示応答速度の低下を招き、過少であるとドット抜けなどの画像欠陥が生じるため、適切な粒子量をセル内に注入する技術が重要になる。そこで本研究では電子写真技術に用いられる非磁性1成分非接触現象を利用した粒子注入方式を開発した。この静電注入方式は、粒子薄層を形成したローラと基板によって構成された装置を用い、ローラと基板の間に電界を発生させることによって粒子に静電気力を作用させ、セルへ粒子注入を行う。この際、基板をスライダにより等速移動させることによって、電子ペーパー全体のセルへの粒子注入が可能となる。実験ではギャップ間電界強度や基板の移動速度を変化させ、注入粒子量との関係を質量、高さ、標準偏差、概算粒子数によって評価した。実験結果から注入粒子量は、電界強度が増大すると共に増加し、基板の移動速度が速くなるにつれ減少するという傾向が確認された。また標準偏差の評価により、粒子注入が定量的に行われていることが確認された。これらの結果より、電界強度を大きく設定し、基板の移動速度を速くすることで、効率的な粒子注入ができることを示した。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	<p style="text-align: center;">レーザープリンタの二成分現像系における磁気ブラシの挙動と摺擦圧</p>
<p style="text-align: center;">010 足立 崇誌</p>	
<p>複写機やレーザープリンタに採用されている電子写真システムの二成分現像に関して実験と解析を行った。二成分現像では、軟磁性体であるキャリアがマグネットローラによって作られる磁界中で磁化し、相互に磁気的作用を及ぼし合い、現像器上に円錐状の磁気ブラシを形成する。従来の研究で、粒径が40, 50, 60 μmのキャリアを比較した場合に、粒径40 μmのブラシ剛性が他の粒子に比べて小さくなり、この違いにより、粒径40 μmのキャリアを用いた場合に他のキャリアよりも画像が鮮明になることが分かっている。そこで本研究ではキャリア粒径が画質に影響を及ぼすメカニズムの解明を目的として、キャリアの摺擦圧評価と高速度カメラによるキャリア挙動の撮影、さらにシミュレーション結果との比較を行った。</p> <p>高速度カメラ撮影では、局所的に法線方向磁束密度が大きくなる現像ニップに近づくにつれてキャリアが磁気ブラシを形成し、起立していく様子が観察された。また磁気ブラシは感光体に押し潰され塑性変形した。さらに磁気ブラシの傾斜方向はシミュレーションによる磁場方向と一致した。</p> <p>垂直・水平方向の磁気ブラシ長さ - 摺擦圧特性・磁束密度 - 摺擦圧特性実験を行った。垂直・水平方向ともに単位面積あたりの荷重は磁気ブラシ長さが短くなるほど、また磁束密度が大きくなるほど増加した。またそれぞれの結果において、粒径40 μmのキャリアのみ、他のキャリアに比べて剛性が小さくなった。これらの結果はキャリア粒子同士の磁気的相互作用力によるものと考えられる。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	