

	進行波電界と振動を利用した月土壌の搬送システム
454 松迫 淳也	
<p>宇宙開発において、人間が月面上で長期活動するためには、大量の酸素や水などが必要であるが、地球から輸送するのではコストがかかってしまう。そこで提案されたのが、必要な資源を現地調達で補う ISRU (In-situ Resource Utilization) である。この ISRU に対してわれわれは、進行波電界と呼ばれる静電気を利用した搬送技術に着目した。進行波電界とは、縞状電極に $\pi/2$ ずつ位相のずれた方形波を印加した際に生じる不平等電界のことである。この搬送機構は構造が単純、制御が容易など様々な利点があり、月面活動に適しているといえる。前年度に開発したシステムは、振動装置との組み合わせによって搬送量が向上したが、機械的な駆動部を有するため宇宙環境には適さないという問題があった。そこで本研究では駆動部がないピエゾアクチュエーターを用いて、進行波電界と併用することで大量搬送することを試みた。また、搬送装置の実用化を考慮し月模擬砂を連続的に供給して実験を行った。以下が得られた知見である。</p> <p>(1) 進行波電界のみによる搬送では、搬送量が 0.045 g/min であった。</p> <p>(2) 電界周波数 5Hz で、Z 軸方向にピエゾを併用すると搬送量は 0.31 g/min に向上した。</p> <p>(3) さらに、電界周波数 5Hz で、X, Z 軸方向にそれぞれピエゾを併用すると搬送量は 0.67 g/min となり、電界印加のみの場合の約 15 倍の搬送量を得た。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	誘電アクチュエータを利用した粒子搬送装置の開発
130 上遠野 雄太	
<p>近年、誘電性エラストマをサンドイッチした電極に電圧を印加することで、マクスウェル応力によりエラストマを変形させる誘電アクチュエータが注目されている。このアクチュエータ自体についての研究は数多く報告されているが、実際に誘電アクチュエータを利用したという報告は少ない。本研究では誘電アクチュエータを用いて月レゴリス等の粒子を搬送するための機構を開発し、その性能について検討を行った。まず、誘電アクチュエータから仕事を取り出す機構について検討を行った。実験の結果、ドーナツ状のフレームと誘電エラストマを組み合わせ、半円状に電極を塗布して作成した誘電アクチュエータが最も高い性能を発揮することがわかった。そこで、このアクチュエータを 4 つ組み合わせて、アクリル板を一方向に振動させ、これにより粒子を搬送する粒子搬送装置を作成した。4 つのアクチュエータは電氣的に並列接続され同期して動くようになっており、アンプを用いて 2~4 kVp-p の方形波 AC 電圧を印加することでアクリル板を加振した。作成した粒子搬送装置について、印加電圧と印加周波数の影響を測定した結果、印加電圧が高いほど搬送速度は速くなり、また印加周波数は 32 Hz の場合に搬送速度が最大となった。実験を通して、この装置による粒子搬送速度は最も速い場合で 3.0 cm/s となった。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	静電力を利用した月レゴリスの分級機構
387 葉賀 祐一郎	
<p> 近年、宇宙開発の拠点として月が注目されているが、将来、月面での長期間にわたる有人活動を本格的に展開するには、ISRU (In-Situ Resource Utilization) と呼ばれる現地の資源、エネルギーを利用することが必須となる。その一つに、月面上に大量に存在する月レゴリスと呼ばれる粒子が挙げられる。粒径数 μm 以下の粒子中にはプラチナが多く存在することが知られているが、月レゴリスの粒径は幅広いいため、利用するには粒子の粒径を大小に分別する分級と呼ばれる単位操作が必要となってくる。さらに、従来地球上で用いられてきた分級方法の多くは気体や液体を利用するが、これらの媒体は月面上で調達するのは困難である。そこで、媒体を利用せずに月面上でも効果を発揮できる分級方法として進行波電界型分級機構を開発した。位相を順に $\pi/2$ ずつずらした4相の交流電圧を縞状に並んだ電極に出力することより、電極表面に進行波電界が発生し、進行波方向に粒子が搬送される。この機構の電極上部に回収ボックスを設置し、粒径による飛翔高さの違いを利用し粒子を回収した。回収位置の高さや周波数などをパラメータとして実験を行い、以下の知見を得た。 </p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 本機構では、平均粒径 $70 \mu\text{m}$ の粒子を平均粒径 $10 \mu\text{m}$ 付近まで分級することができた。 (2) 回収高さが高くなるにつれ、小粒径に分級されることを確認した。 (3) 周波数により、収率に変化があることを確認した。 <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	ルナダストの侵入を防止する静電シールド機構
053 稲荷 秀太	
<p> 月面探査機器による月面環境の調査を行う際、探査機器の隙間へのルナダストの侵入は、機器の性能や寿命の低下を招く。また、月面上のような高真空・低重力環境下ではルナダストが巻き上がりやすい。従って、探査機器の隙間に防塵対策を施す必要があり、具体的な防塵機構として、ラビリンスシールやブラシ型シールを用いた機械的シール、静電力を用いた静電シールド機構などが開発されている。特に静電シールド機構についての先行研究では、隙間の両側の電極に電圧を印加する二相印加方式で性能評価が行われてきた。しかし、二相印加方式を静電シールド機構を回転機構の隙間に適用する場合、スリップリングが必要となり、構造が複雑化してしまう。そこで、我々は、隙間の片側の電極に電圧を印加し、もう片側の電極をアースする単相印加方式の静電シールド機構を開発した。さらに、電極を立体形状にすることで、さらなる性能の向上を図った。また、本機構を回転機構へ設置する場合を想定して、回転状態における性能評価を行った。実験結果より、以下の知見が得られた。 </p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 単相印加方式において、平面基板でシールド効率 $80 \text{ wt}\%$ の高い性能が得られた。 (2) 線電極を設置することで、シールド効率が $80 \text{ wt}\%$ から最大 $95 \text{ wt}\%$ に向上した。 (3) 線電極の配置の仕方によっては、設置しない場合よりもシールド効率が低下した。 (4) 周速度 0.4 m/s までの範囲では、回転によるシールド効率の低下はなかった。 <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	交流電界を用いた小惑星からの粒子採取システム
189 小島 拓未	
<p>2010年に小惑星探査機「はやぶさ」は「イトカワ」からのサンプルリターンに成功した。小惑星の試料を採取することの科学的意義は非常に大きく、今後もいくつかのサンプルリターンミッションが計画されている。しかし、現状の粒子採取システムには駆動部が存在し、プロセス・構造ともに複雑であり信頼性に課題が残る。本研究ではそれらのシステムを補完するため、駆動部がなくシンプルという利点を有する静電粒子採取システムを開発した。昨年までの研究で微粒子を採取できることを確認したが、大規模な調査をする上では大径粒子(mmオーダー)を採取することが望ましい。そこで新たに大径粒子で実験を行い、採取の可否を調査した。また、電極配置の改良によって粒子の帯電量に依存しないグレーディエント力を大きくすることで、より幅広い条件で粒子を採取できるシステムの開発を目指した。以下に実験によって得た知見を記す。</p> <p>(1) 採取システムによって生じるグレーディエント力の働きと特性を確認した。</p> <p>(2) 電極形状の改良によって粒子に働くグレーディエント力を増大させることができた。</p> <p>(3) 粒子の帯電量が少ない条件において性能向上が確認できた。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	交流電界と振動を利用した月・火星土壌の採取システム
237 繁田 彬	
<p>月・火星土壌の分析は、生命の誕生・維持に必要な環境条件を解明する上で、重要な作業となる。そして、土壌の詳細な分析を実行するには、月・火星表面において試料を回収するシステムが必要となる。惑星土壌の採取に関する研究は、ドリルやスコップ等の掘削方式について述べたものが多い。しかし、機構が複雑であり、機械操作に正確な制御が必要とされ、故障のリスクが高い。そこで本研究では、シンプルな動作機構を備え、信頼性が高い土壌採取システムを開発した。具体的には、パイプ先端を地中に挿入し、土壌を振動により捕捉し、パイプ後端まで搬送する。また、地表が硬い場合を想定し、静電力による地表面の土壌捕捉を検討した。具体的には、パイプ先端部に装着した電極に交流電圧を印加し、捕捉した土壌を、振動によりパイプ後端まで搬送する。開発した土壌採取システムの地上における性能実験により、以下の知見を得た。</p> <p>(1) 振動捕捉を行う場合、電磁振動フィーダ傾斜角 15 deg, 加振周波数 90 Hz, 加振加速度 3.0 G という条件の下、月模擬砂 FJS-1 を最大 5.8 g/s 回収できた。</p> <p>(2) 静電捕捉を行う場合、周波数 1 Hz, 電圧 10 kVp-p の方形波を印加することで、月模擬砂 FJS-1 を最大 0.4 mg/s, 火星模擬砂 JSC Mars-1A を最大 8.6 mg/s 回収できた。</p> <p>(3) 火星環境で適用可能な低い電界強度では、模擬砂の静電捕捉を行うことができない。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	太陽電池パネルに堆積する砂の静電クリーニング
	1W090260 柴田 祥伍
	<p>風力発電や水力発電など二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギーに関心が集まる中、日射量が多く広大な敷地面積が期待できる砂漠に太陽光パネルを設置することで大規模かつ効率的な発電ができるメガソーラは特に注目されている。その一方、砂漠での太陽光発電には、風によって飛散した砂がパネル表面上に堆積してしまい、発電量を低下させてしまうという問題がある。こうした問題に対する解決策として、人の手によるクリーニングが行われているのが現状である。そこで本研究では、人の手によらない、二相の交流電圧を用いた静電力によるクリーニングシステムを考案し、交流電圧や導線の配線形式、砂の状態が同システムに及ぼす影響を与えるかを調査した。調査で得られた、最適な条件下における堆積量、発電量の変化から得られた知見を以下に示す。</p> <p>(1) 本システムを太陽電池パネルに搭載した事による発電量の低下は、5%以下となった。</p> <p>(2) 100 g/m² の砂を 30 秒で散布した際、堆積した砂により発電量は 5 割まで落ち込むが、本システムを組み込むことにより 7 割以上まで回復させることができた。</p> <p>(3) 比誘電率、かさ密度、安息角などの物性値が異なる数種の砂について、本システムを用いることですべての砂で 60%以上の除去効率でクリーニングすることができた。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>

	太陽光発電パネルに堆積する砂の静電力と風力を利用した自動クリーニング
	317 田邊 淳平
	<p>近年、地球温暖化により CO₂ を排出しないクリーンエネルギーとして太陽光発電が脚光を浴びている。太陽光発電の最大の特徴は、日射量や日照時間が豊富な場所に適していることであるため、砂漠地帯に大規模な太陽光発電所が設置されている。しかし、砂漠地帯では太陽光発電パネルに砂や塵が堆積し、発電量が低下することが問題となっている。この問題を解決するために、本研究室では静電クリーナーを開発している。静電クリーナーとは、静電力によって砂を搬送する装置であり、静電クリーナーを太陽光発電パネル上に設置することによって、自動で砂のクリーニングを行うことが可能である。しかし砂の堆積量が多い場合、クリーニング効率(砂をクリーニングした基板をのせたときの発電量/太陽光発電パネルのみの発電量)が低下してしまう。そこで、送風機構や自然の風を利用する装置を組み合わせることでクリーニング効率の低下を防げるのではないかと考えた。本年度はスリットを作成し、自然風を利用することにした。この機構を用いてクリーニング効率を測定した結果、以下の知見が得られた。</p> <p>(1) 砂の堆積量 250 g/m² において、風のないクリーナーのみの状態と風はあるがスリットのない条件では、クリーニング効率はほとんど変わらない。</p> <p>(2) スリットを設けることによって、クリーニング効率は約 10%向上する。</p> <p>(3) 風速が早くなると、クリーニング効率も高くなる。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>

