

	太陽光パネルに堆積した砂の静電クリーニング
	288 鈴木 周哉
	<p>太陽光発電は数ある再生可能エネルギーのなかでも最も知られたものであり、今後さらに世界中で普及するものと考えられる。この太陽光発電を効率的に行う場所として砂漠が注目されている。その理由として日照時間が安定して確保でき、かつ広大な敷地を確保できるからである。その一方で砂が太陽光パネル上に堆積し、発電効率が低下してしまうことが課題の一つとして挙げられている。解決方法として、堆積した砂をパネル内に埋め込んだ導線から生じるクーロン力を用いたクリーニングを提案している。現状ではこの作業を人の手で行っているが、新たなシステムにより人件費をかけずに発電効率を維持することができる。さらにパネル上にコーティング剤を塗布することで、クリーニングの効率を上昇させられるか追究した。本実験ではコーティング剤を塗布していないパネルとコーティング剤を塗布したパネルで、印加電圧特性や表面特性を比較した。それにより次の知見を得た。</p> <p>(1) 印加電圧は放電が発生しない限りにおいて高く設定するとクリーニング効率が向上し、80%近くになる。</p> <p>(2) パネルの表面にコーティングを施すと、基板と砂の間に生じる摩擦は軽減される。</p> <p>(3) テフロンコーティングがパネル上のコーティングで最もよい結果が得られた。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>

	進行波電界を利用したルナダストのクリーニング機構
	583 尤 涵青
	<p>近年、月面探査技術は世界的に重大な課題の一つであるが、ルナダストと呼ばれる微小な粒子が探査機のソーラパネルやレンズに堆積し、探査活動に障害を与える問題がある。そのため、堆積したルナダストを自動的に除去するクリーニング機構の開発が求められている。そこで我々は、透明導電膜を利用した光透過率の高いITO電極基板を利用し、進行波電界と呼ばれる静電力により粒子が除去される機構の開発を行ってきた。本年度の研究では、従来のITO基板を改良し、除去特性、消費電力特性を測定し、新基板の性能を評価した。また月面環境での利用を考慮するため、様々な真空環境で除去実験を行い、真空と基板性能の関係を調査した。さらに月面は温度変化が激しいため、高温、低温環境における基板の性能変化についての実験も行った。さらに進行波電界と振動子による加振を複合させた除去手法についての検討についても行った。本研究では以下の知見が得られた。</p> <p>(1) 最適条件下において、常温常圧では90%以上の除去率が得られ、消費電力も0.3 W程度であった。</p> <p>(2) 10 Paの低真空環境では常圧より高い除去率が得られたが、0.015 Paの高真空環境では除去率が低下し、約31%になった。</p> <p>(3) 低温環境では除去率は変わらないのに対し、高温環境では除去率が低下した。</p> <p>(4) 振動子と進行波電界の複合手法では一定の除去率向上を得たが、10 μm以下の微粒子に関しては効果が見られなかった。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>

	進行波電界型分級機構を用いた静電分級
441 野崎 紘之	
<p>月は地球に最も近い天体で近年宇宙探査の前進基地として再度注目されており，長期有人活動を支えるために月面に存在する資源を使用する ISRU (In-Situ Resource Utilization) が検討されている．月資源の一つの月レゴリスという粉体は月面に大量に存在しており，粒径数 μm 以下の粒子中にはプラチナなどが多く存在することが報告されている．しかし月レゴリスの粒径は大小様々で粒子を任意の粒径ごとに選別する分級という操作が必要である．現在地球上では気体や液体を利用する分級方法が主であるが，月面上でそれらを手に入れるのは困難であり地球からの輸送も莫大なコストがかかる．先行研究では月面でも利用可能な静電力を用いた分級機構として進行波電界型分級機構を開発し，真空中において最少 $25\mu\text{m}$ 付近まで分級可能であったが収率が 1% 未満という問題があった．そこで本研究では静電力に加えて付着力にも着目した機構を開発し，大気中と真空中で性能試験を行い比較検討した．静電力と付着力は表面積に，重力は体積に比例する力であり，粒径が小さいほど表面積の影響が大きくなり静電力と付着力が支配的になることを利用している．本機構は位相を順に $\pi/2$ ずつずらした 4 相の交流信号を縞状に並んだ電極に出力することで電極表面に進行波電界を形成し，進行波方向に粒子を搬送するものである．印加周波数や基板角度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> <p>(1) 基板角度を大きくすることでより小粒径への分級ができ，大気中において基板角度 30deg のとき平均粒径 $60\mu\text{m}$ の粒子を平均粒径 $20\mu\text{m}$ 付近まで分級でき，収率も約 15% であった．</p> <p>(2) 印加周波数が 10Hz のときにより小粒径へ分級することができた．</p> <p>(3) 電極間ピッチを狭くするとより小粒径へ分級することができた．</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	静電力を利用した小惑星からのサンプルリターン技術
598 吉田 尚礼	
<p>太陽系の形成や生命の誕生の起源を解明するために必要なことの一つに，地球外の物質の調査が挙げられる．特に小惑星上の粒子には有用な情報が多く含まれていることが指摘されているため，サンプリング技術の確立に対する期待は大きい．しかし，地球から遠く離れた小惑星から粒子を持ち帰ることは困難であり，これを確実に実現するためには構造や制御が単純な採取機構であることが望ましい．そこで，信頼性の高さに主眼を置き，静電力を用いて粒子を飛翔させサンプリングする静電サンプラー機構の開発を行った．先行研究において，微小重力下でガラスや岩石の粒子を採取することに成功している．小惑星表面には岩石のほかに氷が存在することが確認されており，本研究では静電サンプラー機構が月模擬砂 FJS-1 に加えて氷に対して有用であるかどうか実験を行った．以下に実験で得られた知見を示す．</p> <p>(1) FJS-1，氷共に静電サンプラー機構を用いて粒子を採取することが可能である．</p> <p>(2) FJS-1，氷共に電圧特性では印加電圧が増加するにつれて採取量が増加する．</p> <p>(3) FJS-1，氷共にサンプリングに最適な周波数が存在する．</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

磁気力を用いた月・火星試料のサンプリングシステム	
336 舘野 倫和, 376 董 文康	
<p>宇宙には未知の生命や資源が存在する可能性があり、土壌調査により生命の誕生・維持に必要な環境条件および宇宙環境の解明につながる。現地で調査を行うこともできるが、精密に土壌調査するために天体の資料を回収し地球に持ち帰る機構が必要である。多くの機関は特に月や火星に注目し、月や火星の一部を回収する機構について研究している。そのような研究機関では、従来試料の回収方法としてドリルやスコップなどを利用した掘削方法が研究されているが、機具の重量および使用電力の制限が強いのに加え、駆動部が多く故障のリスクが高く制御が困難である。無人機で遠隔操作することを考慮した場合、単純で信頼性の高い機構が好ましい。そこで、月・火星に磁性体が存在することを利用した、より単純で信頼性の高い回収機構として、磁力を用いた回収機構の研究を行った。先行研究を踏まえ、コイルを2つに増やした実験を行った。このとき、コイル1つの場合ではパラメータが電流と印加時間であるのに加え、コイルを2つに増やすことにより2つのコイルに電流を流すタイミングの差や2つのコイルの距離の間隔といったパラメータが増える。そして、宇宙環境での運用を考慮し、コンデンサを用いた実験を行った。さらに故障のリスクが少ないことより、ISRUも考慮した長距離搬送への応用も視野に入れた実験も行った。本研究を行い、以下の知見を得た。</p> <p>(1) 直流電源を用いた場合、印加時間以外のパラメータは互いに影響が大きいですが、回収量を増加させることができる。</p> <p>(2) コンデンサを用いた場合、電流と印加時間のパラメータが複雑になるが、直流電源と同様の性質を示した。</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用いた振動搬送機構	
134 郭 浩聡	
<p>月面開発計画において、開発に必要な資源を現地で調達する ISRU という構想があり、レゴリスと呼ばれる月土壌の利用が考えられている。この構想にはレゴリスの大量搬送が必要となるが、レゴリス中の帯電した微細粒子が装置の機械的駆動部に侵入して故障を引き起こす恐れがある。したがって、搬送装置には機械的駆動部のないシンプルな構造が求められる。そこで我々は誘電性エラストマアクチュエータ (DEA : Dielectric Elastomer Actuator) を駆動部として用いることを考えた。DEA は誘電性エラストマを柔軟な電極で挟み込んだ層構造をしており、電極間に電圧を印加するとエラストマがマクスウェル応力を受けて伸張し、変位を取り出すことができる。粒子搬送への応用方法としては、DEA に正弦波状電圧を印加することによって生じる振動を利用している。先行研究で問題となっていた DEA の時間経過による変位量減少の原因調査と改善方法の検討、また様々な粒子を用いた搬送実験を行った。以下が本研究で得られた知見である。</p> <p>(1) DEA の変位減少の主な原因は DEA に塗布した電極の劣化である。</p> <p>(2) 電極の塗布面積を小さくすることにより DEA の変位減少率を約 35% から 8% に抑えることが可能である。</p> <p>(3) 電極を空気から遮断することにより DEA の変位減少率を約 20% に抑えることが可能である。</p> <p>(4) (2)(3) で用いた方法では DEA の変位減少の低減には効果があったが、変位量が減少して</p>	

しまった。

(5) DEA を用いた搬送装置で mm オーダーの粒子を搬送することが可能である。
(指導教員 川本 広行)

火星環境における電気集塵機構の開発

369 程 柯棟, 526 松本 侑樹

火星での長期滞在のために火星大気の 95% を占める二酸化炭素から電気分解により酸素を生成する計画がある。火星上で酸素を生成することで人間の生命維持だけでなく帰還時のロケットの燃料になり輸送コストの削減にも繋がる。しかし、火星大気には、砂塵嵐や塵旋風により粒径 10 μm 以下の砂が浮遊しており、酸素を生成する際装置の故障を生じる危険性がある。そこで我々は火星上でのダスト除去を目的とした電気集塵技術の研究を行った。昨年度までの研究で、同軸円筒型集塵機構において大気圧では砂が集塵極に付着するのに対し、700 Pa では砂が放電極に付着することが確認できた。また 700 Pa で集塵率は最大で約 70% であった。さらに減圧により粒子の帯電量が減少することが確認できた。本研究では、700 Pa で砂が放電極に付着するメカニズムの解明と、集塵率の向上を目的とした粒子の挙動解析と様々な電極配置における集塵率の調査を行い、以下の知見が得られた。

(1) 誘電泳動力とクーロン力のバランスによって砂の集塵位置が決定されることが確認できた。

(2) 大気圧では挙動計算との一致が確認でき、ワイヤ半径約 10 mm 以内の砂がワイヤに引き付けられることが確認できた。

(3) 700 Pa において平板+ワイヤ型集塵機構で集塵率は最大で約 80% を達成した。

(指導教員 川本 広行)