

修士論文概要書

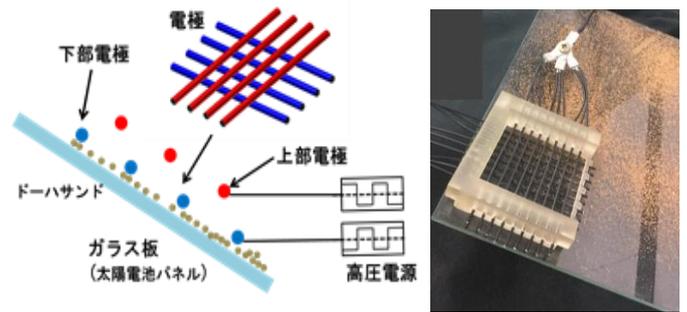
Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1/12/2018

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	加藤 恵	指導 教員 Advisor	川本 広行 印 Seal
研究指導名 Research guidance	精密工学研究	学籍番号 Student ID number	CD 5116C026-1		
研究題目 Title	静電力を利用した太陽電池パネル上の砂の除去機構				

1. 研究背景

近年、風力や水力、太陽光などのエネルギーが注目されている。これらのエネルギーは地球環境にやさしいものであり、枯渇しないことから、化石燃料の代わりに用いられることが多くなっている。その中でも太陽光発電はほかの発電と比較しメンテナンスの必要性も少なく、発電コストが低い。そのため、太陽光発電所は世界的に年々増加しており、特に砂漠地帯での建設も進められている。しかし、砂漠地帯では頻りに起こる砂嵐により太陽電池パネル上に砂が堆積することで発電量が低下する問題が生じている。そのような環境では、発電量を維持するために定期的に太陽電池パネルのクリーニングを行う必要がある。砂漠地帯では水が希少であるため、クリーニングに水を使うことはコストの問題上困難である。そこで現在は人の手により砂を掃き落とすことでパネル上のクリーニングが行われているが、人件費や作業環境にも問題がある。この問題を解決するために、人の手を使わず電気力でパネルをクリーニングするシステムの提案をしている。本研究ではこの静電力を利用した砂の除去機構の性能評価を行った。

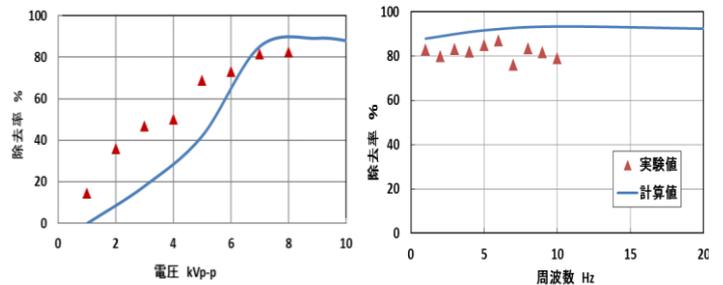


(a) 概略図 (b) 動作写真

図1 静電力を利用した砂の除去機構

2. 静電除去機構の原理

このシステムは電圧を印加するだけの簡易なシステムであり、パネル上にこの機構を載せて移動させることで、静電力により堆積した砂の除去が可能なるものである。この機構の概略図を図1に示す。格子状に配置された上部・下部電極に正負に切り替わる高電圧の方形波を印加する。このことにより堆積している砂にクーロン力や誘電泳動力が働き、パネル上にある砂を飛翔させる。太陽光パネルは通常 $15 \sim 30^\circ$ 程度傾いているため、飛翔した砂は重力によりパネルの下の方へ順に除去される。そこで、パネル上を移動できる機械を併用することで、人の手を必要とせずクリーニングすることが可能になる。



(a) 電圧特性 (8 kVp-p) (b) 周波数特性 (1 Hz)

図2 除去機構の基礎特性(初期堆積量: 1 g/m^2)

3. 研究手法と結果

3.1 基礎特性調査

実使用環境を想定し実際のドーハの砂漠の砂を用いて実験を行った。ガラス板上にドーハの砂を均一に堆積させて、クリーナーに電圧を印加しながら移動させた。ガラス板上に残った砂の重さを測定することにより除去率を測定した。電圧特性、周波数特性を調査した結果を図2に示す。電圧を上げると除去率が上昇し、 7 kVp-p を印加すると8割程度除去できることが判明した。周波数は $1 \sim 10 \text{ Hz}$ までの範囲では除去率に変化は見られず8割程度クリーニングすることができた。また、初期堆積量を変化させたときの除去率を調査した結果を図3に示す。初期堆積量に関わりなく、除去できない砂が2割程度存在することが判明した。

3.2 シミュレーション

この機構の評価を行うために剛体球モデルの個別要素法を利用し粒子の挙動計算を行った。実験値との比較を図2に付記する。実験結果の傾向を再現することができた。電圧を上げてても一定量は除去できないことが確認された。また、高周波数にしても除去率は低下しないことから、動作時間短縮の観点から、高周波数での動作が望ましいと考えられる。

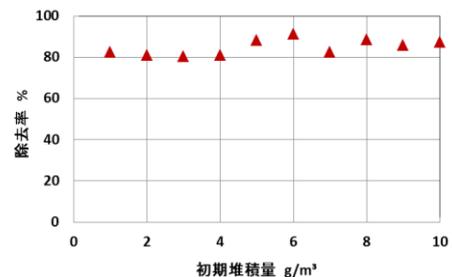


図3 初期堆積と除去率の関係

発表論文

- 加藤, 武田, 福山, 小島, 安達, 川本, 静電力や磁気力を利用した小惑星上のレゴリスのサンプリング, SEAD28 (2016).
- H. Kawamoto, M. Kato and M. Adachi, Electrostatic Transport of Regolith Particles for Sample Return Mission from Asteroids, 2016 Electrostatic Joint Conf. (2016).
- H. Kawamoto, M. Kato and M. Adachi, Electrostatic Transport of Regolith Particles for Sample Return Mission from Asteroid, J. Electrostatics, 84 (2016).