

# 修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/ 09/ 2020

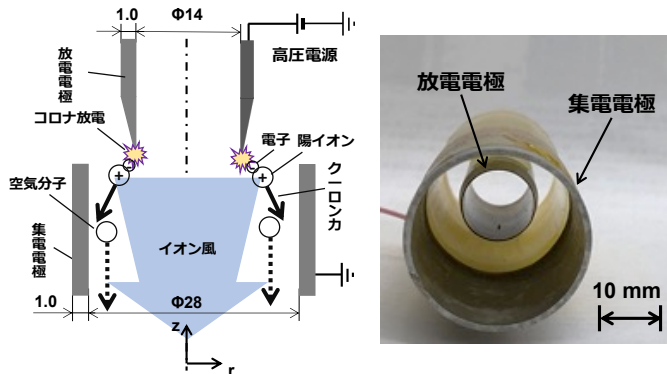
専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	市川 諒	指導員 Advisor	川本 広行 印 Seal
研究指導名 Research guidance	精密工学研究	学籍番号 Student ID number	5118C008-4 CD		
研究題目 Title	火星におけるコロナ放電場を利用したイオン送風機の開発				

## 1. 研究背景

近年、人類の生存領域の拡大などの観点から、火星が注目を集めている。現在、火星への調査は、無人探査機によって行われているが、各国の宇宙開発機関は、現地で詳細な科学研究が行えることは飛躍的な技術革新を図ることができるとして、持続的な有人火星探査を最終目標として掲げている。有人探査を行うためには、人類の生命維持や帰還時の燃料として利用することができる酸素の生成が必要不可欠である。そこで現在 NASA では、火星大気の 95% を占める二酸化炭素から酸素を生成する MOXIE と呼ばれる装置の開発が進められている。しかし火星では、粒径 10  $\mu\text{m}$  以下の微小なダストが宙を舞う環境であるため、酸素生成装置内や送風機内にダストが入り込みやすく、各機器の故障に繋がる恐れがある。従って、ダストが混入しても故障しない送風機、そして混入したダストを酸素生成装置に入り込む前に取り除く除去装置(電気集塵機)が必要となる。そこで本研究では、電気集塵機、そして酸素生成装置に火星大気を送り込む送風機に着目し、コロナ放電場を利用したイオン送風機の開発を行った。イオン風の利点は、プロペラなどの可動部品を使わず、化石燃料を必要としないことなどが挙げられる。ダストが浮遊している火星環境下において、イオン風の利点は故障リスクの低減に繋がるため、火星環境での利用に適していると言える。本研究では、同軸円筒型のイオン送風機を作成し、発生したイオン風の送風性能を計測し、数値計算との比較を行った。さらに、コロナ放電場を通過した粒子に作用する帯電量の変化を調査したので報告する。

## 2. 円筒型イオン送風機

図 1 のような尖った電極付近でコロナ放電が発生すると、コロナ電極付近の空気中の分子が電離する。すると、電離したイオンが電界によって対極方向(集電電極)へ加速される。その際、電離していない他の分子に衝突しながら移動する。以上の現象が連続的に起こることにより、イオン風と呼ばれる空気の流れが発生する。本研究では、20度の面取り加工を施した円筒パイプを放電電極とした。なお、このイオン送風機は内径 $\phi 14$ と $\phi 28$ の2つの同軸円筒パイプにより構成されているため、本研究では「円筒型イオン送風機」と名付けた。



(a) 概略図 (b) 外観写真  
図 1 円筒型イオン送風機

## 3. 送風性能評価

円筒型イオン送風機のコロナ放電の開始電圧は 11 kV となり、電圧を上げるにつれてコロナ電流(コロナ放電時の電流)が増加した。風速においても、図 2 に示すようにコロナ電流の増加に伴い増加したが、最大風速は 2.3 m/s (最大風量 5.1  $\text{m}^3/\text{h}$ ) で頭打ちとなった。これは、電圧を高くすると、図 3 のように渦が発生し、流れが乱れるからであると考えられる。また、最大静圧は 7.5 Pa となった。

図 4 から、気圧を下げるにつれて、コロナ電流が小さくなり各気圧下における最大風速も低下することが確認できた。気圧を 10 kPa まで下げると、熱線風速計(最小読取値 0.01 m/s)でイオン風を検知できなかった。

## 4. 帯電性能評価

地球大気圧下でコロナ放電場(印加電圧 15 kV)を通過した粒子の比帯電量を測定した結果を図 5 に示す。コロナ放電通過前の粒子の平均比帯電量は  $-0.012 \mu\text{C}/\text{g}$  であったのに対して、コロナ放電通過後は  $+0.4887 \times 10^{-3} \mu\text{C}/\text{g}$  となった。粒子が正コロナ放電域を通過したことで、比帯電量が 0.5  $\mu\text{C}/\text{g}$  正側に移動していることが確認できた。

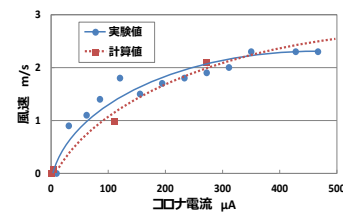


図 2 コロナ電流-風速特性 (1 atm)

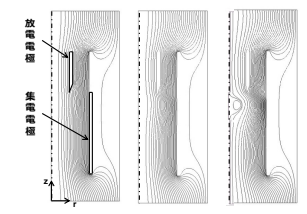


図 3 各印加電圧における流れ (左から印加電圧 13, 15, 17 kV)

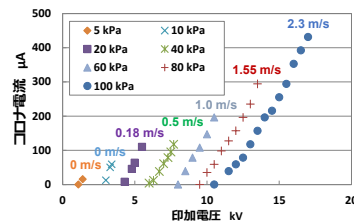


図 4 各低気圧下における印加電圧-コロナ電流特性

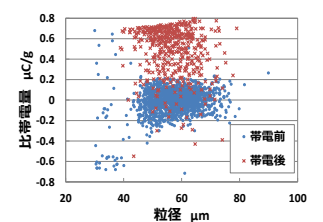


図 5 コロナ放電による帯電前後の粒子の比帯電量 (1 atm)

## 5. 結言

円筒型イオン送風機を作成し、送風性能と帯電性能の調査を行った結果、火星環境(700 Pa)下で送風・与圧を目的に使用することは困難である。しかし、コロナ放電場を通過した粒子は帯電するため、電気集塵機の集塵率向上に寄与できると考える。そのため、スクロールポンプなどで気圧を高めた後の補助装置として利用することが有効であると考えられる。

## 発表論文

市川, 諸岡, 川本, “真空中における月レゴリスの静電分級機構の開発”, 「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム SEAD30(2018), 電気学会(産業応用部門)