

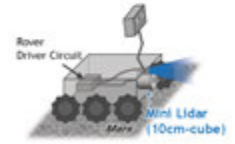
火星ローバ用ミニライダーの 定量性評価

下秋博紀¹, 権名達朗², 乙部真人³, はしもとじょーじ⁴,
Nofel Delacruz Lagrosas⁵, 久野宏明⁶, 廣子直弘⁷, 橋谷純弘⁸
¹国立工業高等専門学校, ²東京大学大学院工学系研究科, ³岡山大学理学部,
⁴岡山大学理学部, ⁵東京大学環境学モータリゼーション研究センター, ⁶岡山大学工学部,

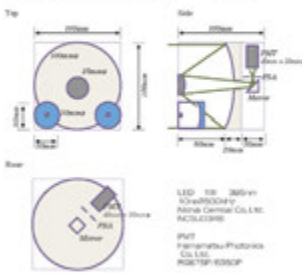


研究背景と研究の経緯

火星の大気中にはつむじ風（ダストデビル）が発生している様子が火星探査ローバによって撮影されている。ダストデビルは火星表面多くの地域で生じ、数m〜数100mのサイズを持っていることがわかっている。一方で画像による情報ではその内部構造までわからないため、ダスト供給量を求めるのは難しい。
本研究ではローバに搭載できるミニライダーを提案し、その実証実験を意図している。本報告では、霧及び気流観測の定量評価に関して発表する。



火星探査用LEDミニライダー

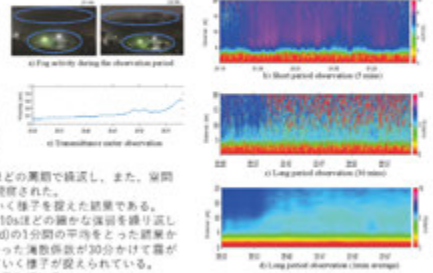


**LED-powered mini-lidar for
martian atmospheric dust
studies**

https://arxiv.org/abs/2008.00000

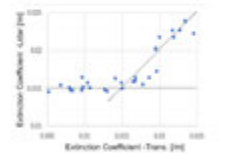
霧の観測事例

2020年1月8日の夜間に発生した霧で徐々に積っていく様子を捉えた。21時過ぎから23時にかけて千葉市内で発生した霧である。
a)は写真による観測である。
b)は霧が濃く立ち込めた中で、5分間の短い時間に0.2%精度で得た結果であり、時間変動が捉えられている。瞬間的な気流の変化ではなく、遅くもなったり遅くなったたり5-10秒ほどの変動が検出され、また、空間的にも数m〜5mほどの変動が検出された。
c), d)は30分間に霧が積っていく様子を捉えた結果である。
c)の0.2%精度での変動をみると10sほどの細かい変動を繰り返しながら変化していく。一方、d)の1分間の平均をとった結果からは、22-22の濃い霧で大きかった濃度係数が30分かけて霧が積れていく中で徐々に高まっていく様子が捉えられている。
e)は同時刻の透過率計の変化を示している。



定量評価

透過率計とライダーの計測結果をもとに、相互の相関を求めた。霧程は消散係数 σ に対してLambert-Beerの法則の関係をもつ。ライダーカウントは相対値であるため、ライダー方程式によって得た実測値を透過率計の消散係数 $\sigma=0.015 / \text{m}$ で補正した。



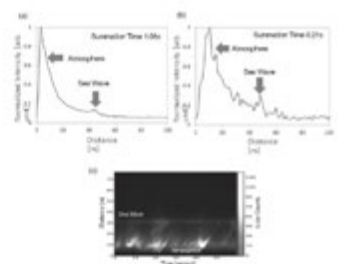
Extinction Coefficient (Lidar)	Quantity of Fog	Scattering Coefficient (Trans)
0.015	0.1	21,000
0.025	0.247	35,000

Lambert-Beerの法則
 $Visibilty = \frac{2.303}{\sigma} \log \frac{I_0}{I}$
 σ : 有効半径, ρ : 密度, $\rho \sigma$: 霧水量
霧の粒径を15 μm ($\sigma_s = 7.5\mu\text{m}$)として、左の相関で霧水量と散乱断面積を算出
Lidar方程式
$$I(R) = P_0 \exp(-2 \int_0^R \sigma(r') dr')$$

 P_0 : エコーカウント値, P_0 : 背散光検出距離, σ : 装置によって決まる定数

速い動きへの追従

海岸にて水平からわずかに仰角をつけて海面上の大気を計測した。
a)1秒, b) 0.2秒の結果である。傾斜はライダーからの距離 [m]、傾斜はエコーカウントである。1秒 (500,000 shots) 積算で大気変動が写りかかっている一方、0.2秒 (100,000 shots) 積算では波の動きが写りかかっている。この傾斜は大気エアロゾルや飛沫、砂塵の動きを反映したものである。
c)は同様の条件で打ち続ける波と大気変動の挙動となって現れている。波の挙動からは波長、周期、波速、波高といった基礎的な性質の他、潮汐による海面高さの変化に関しても検出できる。大気の変動は風速、風向との相関や波速との相関作用に依存している。



波浪情報の定量評価

狭隅角 (Shallow Angle) での計測で波浪の挙動を捉え、波速と波高、周期 (周波数) を定量的に評価し、それらの関係を得た。



波浪測定(中量角計子母丸)①
2021.1.22

測角(2020年8月26日)	波速	波高	周波数
17°	2.41 m/s	0.61 m	0.057 Hz
10°	1.77 m/s	0.69 m	0.073 Hz
測角(2021年1月22日)	波速	波高	周波数
11°	0.92 m/s	0.38 m	0.18 Hz
12°	0.88 m/s	0.42 m	0.18 Hz

