

第2章 カメラ/LiDAR/自己位置推定/AI… 未知な環境を調べながら進む

# 月面障害物をすり抜ける！ ローバ自律走行の基礎知識

吉田 和哉 Kazuya Yoshida

自律走行ロボットが障害物回避行動をするためには、周囲の環境を適切に認識する必要があります。その技術は時代とともに進化しています。特に、月や惑星の表面を自律的に探査するためには、未知の自然地形(不整地)を適切に移動することが必要であり、岩やクレータなどの障害物を認識し、回避する能力が不可欠となります。

本稿では、障害物の認識と回避について、LiDARを用いた環境の3次元認識から、最新のAI画像処理を用いた技術に至るまで紹介します。これらは、未知環境において地図を作りながら探査を行うロボットの根幹となる技術であり、今日の自動車の自動運転を可能とする技術にも共通する重要なものです。

## 障害物の検知

月面のように砂と岩石で構成される環境で、写真1に示すようなローバが岩と岩の間をすり抜けながら探査を行う状況を想定して、解説を進めていきます。

● 障害物検知のための代表的なセンサ

移動探査ローバが、与えられた環境において物体や障害物などに衝突せずに移動するためには、センサを用いて周囲の状況を認識する必要があります。そのためのセンサの種類として、超音波センサ、レーダ、LiDAR、カメラなどがあげられます。これらの中で、超音波センサ、レーダ、LiDARの3種類のセンサは、それぞれ音波、電波(マイクロ波)、レーザー光を照射して、その反射波を検出することにより、反射した物体までの方向・距離や、物体の形状を知ることができます。月面には空気が無いため、超音波センサは使えません。

ここでは、まずLiDARに注目し、カメラ画像を用いた手法については後半で述べます。

● 分解能と計測精度に優れたLiDAR

LiDAR(Light Detection and Ranging)は、光を使

って距離を測定する技術です。LiDARシステムは、レーザー光を対象物に向けて放射し、その光が物体に当たって反射し、センサに戻ってくるまでの時間を測定します。この時間を利用して物体までの距離を計算します。物体までの距離を $x$ 、光の速度を $c$ 、光の往復の時間を $t$ とすると、その関係は単純に、

$$x = ct/2$$

で表すことができます。光速は $3 \times 10^8$  m/sなので、5 m先の物体までの往復時間はおおよそ $3.3 \times 10^{-8}$  s (33 ns)となります。

具体的なLiDARシステムでは、赤外線レーザー光源を用いて短いパルスでレーザー光を放射し、反射光の受信までの時間差を計測しています。レーザー光源は1点のみを照射するビーム光源ですので、LiDARシステムはレーザー・ビームを広範囲に放射することができるように、横または縦方向にスキャンする機能を備えています。LiDARの分解能と計測精度は超音波センサやレーダと比べてはるかに優れており、また使用しやすい製品も数多く作られているため、移動ロボットのみならず、測量や自動運転車などさまざまな分野で利用されています。

LiDAR製品としては、日本の北陽電機や米国のVelodyne Lidar社(2023年Ousterと合併)などが開発

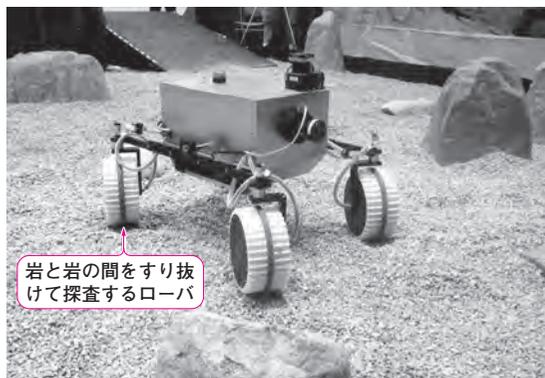


写真1 障害物をすり抜ける月面探査ローバの研究モデル El-Dorado-2(東北大学で開発された)