

ジャンプロボットの月面利用

北海道札幌啓成高等学校 理数科（2020 年入学）2 班

小倉響 水落琉 宮澤岳留 横山大徳

We focus on that there are no lunar exploration robots which use jumping as their main way of travel, to compare energy efficiency between running and jumping. And we explored that kind of jump mechanism is best suitable mechanism for lunar exploration.

1. はじめに

月の探査ロボットは多くある。

しかし、移動手段は走行によるものが一般的で、ジャンプが主な移動手段のロボットは存在しない。

そこで私たちはジャンプを移動手段とするロボットがあればより効率よく月面探査が可能なのではないかと考えた。

理由は、

①車輪移動と違ってクレーターなど凹凸に対応できる。

②地面を走るより飛んだほうが一回の電力の消費で済むので移動効率が良い可能性がある。

③月には空気がないのでドローンでは飛ぶことができなく、優れている。

そこで本研究の目的は、「月などの重力加速度の小さい天体では、探査ロボットの移動方法としてジャンプが最適である」という仮説を検証することとする。

そのアプローチ方法として、Parrot jumping sumo を用いて、ジャンプによる移動効率を、車輪走行と比較して、ジャンプ移動できる模型の制作を試みた。

2. 先行研究

2.1 仮説

「月などの重力加速度の小さい天体では、探査ロボットの移動方法としてジャンプが最適である」という仮説を検証することとする。

そのアプローチ方法として、Parrot jumping sumo を用いて、ジャンプによる移動効率を、車輪走行と比較して、ジャンプ移動できる模型の制作を試みた。

ジャンプするメリット

①車輪移動と違ってクレーターなど凹凸に対応できる。

②地面を走るより飛んだほうが一回の電力の消費で済むので移動効率が良い可能性がある。

③月には空気がないのでドローンでは飛ぶことができなく、優れている。

2.2 先行研究

2.2.1 Parrot jumping sumo とは

Parrot 社が開発し販売している二輪の地上走行ロボット。高速走行やその場回転、また後ろにある部品を使って最大 80cm もジャンプすることが可能。広角のフロントカメラを搭載し、走行中の動画をコントローラーとなる iPod/iPad/iPhone で見ることができる。通常は目の LED が緑に輝いているが、問題が起きると赤に輝く。コントロールには無料の (FreeFlight Jumping) アプリを使用する。

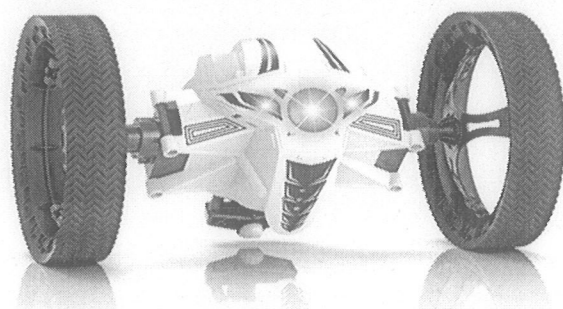


図 1 Parrot jumping sumo

内部に搭載された特殊な形の部品をモーターと歯車によって回転させることで 2 本のばねを引き、ばねの反発を利用することでジャンプする。

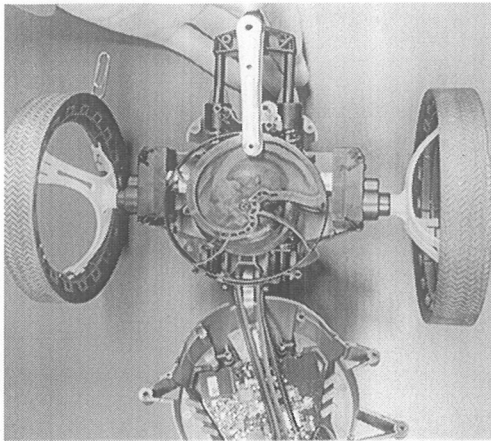


図 2 内部の歯車 1

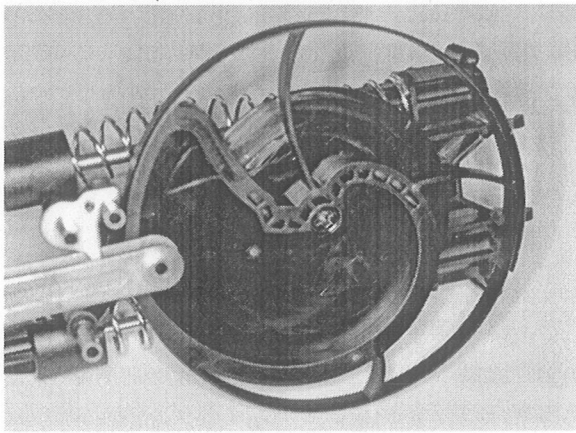


図 3 内部の歯車 2

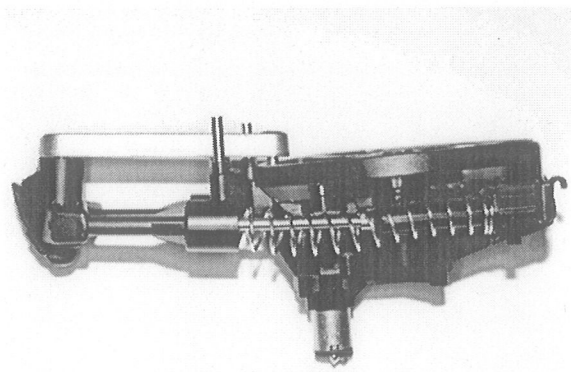


図 4 内部のばね

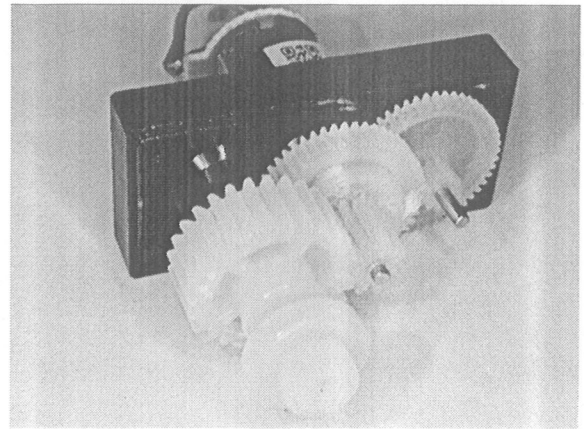


図 5 内部の歯車つきモーター

2.2 実験

実験 1

Parrot Jumping Sumo のジャンプを録画し、モーションキャプチャを用いて発射角度、最高到達点を測定した。

実験 2

Parrot Jumping Sumo の通常走行の動画を撮影し、車輪移動とモーターの回転時間を比較するため加速度を計算した。

実験 3

Parrot Jumping Sumo の電圧、電流と 1.6m* 移動するときのモーターの回転時間を測定した。

*一回のジャンプの飛距離をもとに計算した。

結果 1

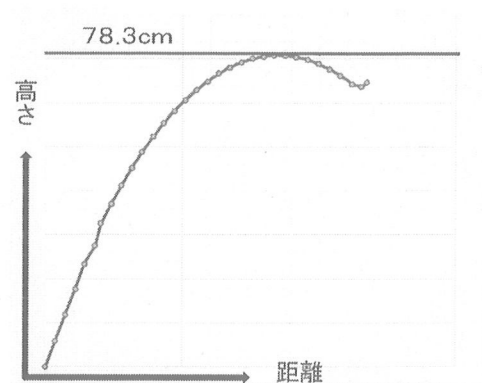


図 1 ジャンプの軌道

ジャンプ時の初速度は 3.95 m/s
発射時の角度は 75°

結果 2

タイヤ移動時の加速度は 5.6 m/s^2

結果 3

表 1 ジャンプと車輪移動の電圧、電流

	電圧(V)	電流(mA)
ジャンプ*	3.7	550
	5.0	550
タイヤ	3.7	90

*異なる電圧で 2 回モーターを動かす

※タイヤは左右独立

表 2 1.6m 移動時のモーターの回転時間

	1.6m 移動するときのモーターの回転時間(s)
ジャンプ	0.23 (3.7V) 0.10 (5V)
タイヤ	0.76

2.4 考察

発射角度を 45° と仮定すると飛距離は 1.6m

月で発射すると水平飛距離は 9.6m

(電圧) × (電流) × (時間) = (電力量)
で移動効率を計算した。

表 3 移動効率

	地球 (重力加速度 9.8 m/s^2) (1.6m 移動)	月 (重力加速度 1.6 m/s^2) (9.6m 移動)
ジャンプ	0.74 J	0.74 J
タイヤ	0.51 J	1.23 J

※9.6m をタイヤで移動すると 1.85s

移動効率は、月ではジャンプの方が良い。

4 制作

Parrot jumping sumo がばねを引く際に用いていた基盤を回転させてばねを引く機構をよりばねを長くまっすぐ引く機構に変えるためにラック歯車を組み込んだ。

また、モーターの回転速度を減速させてラック歯車を引く為に歯車を組み合わせて、

減速装置を組み込んだ。

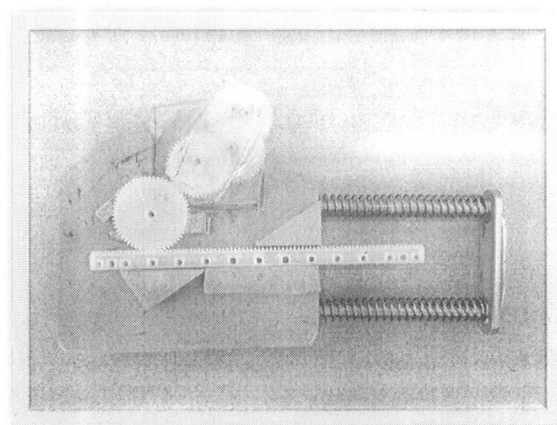


図 6 自作のジャンプ機構

4. 1 実験

自作ロボットのばねを Parrot jumping sumo に搭載されていたばねと、Parrot jumping sumo のばねより力の弱いばねに変え、それ以外の条件は変えずにモーターで歯車を回し、ばねを引くことを試みた。

4. 2 結果

Parrot jumping sumo に搭載されていたばねは、力が強く、モーターで引くことができなかった。Parrot jumping sumo のばねより力の弱いばねは、モーターで引くことはできたが、歯車が引っ掛かって元に戻す事ができなかった。

4. 3 考察

ばねを引く力が強いモーターを使うことで、ばねを引く力が足りなかったという課題が解決できると考察した。

チョロQのばねを引いた後に戻す機構を取り入れれば、歯車が引っ掛かって元に戻すことができないという課題を解決できると考察した。

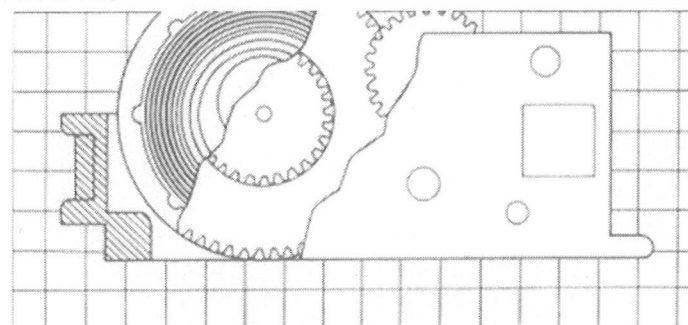


図7 チョロQの内部機構

<http://www17.plala.or.jp/choroq/choro4.html>

4.5 課題

使用する素材をより軽量な素材に変え、モーターやばねをよりジャンプするロボットに適したものに変わる。

4.5 課題

使用する素材をより軽量な素材に変え、モーターやばねをよりジャンプするロボットに適したものに変わる。

5. まとめ

- ・ 自作するにあたって適した材料を入手することが困難だった。
- ・ より正確な結果を得るのに実験の試行回数や環境の想定が不足していた。
- ・ 3Dプリンターがあればより精密な材料を用意できていた。
- ・ データを取るにあたってシミュレーションソフトが役立った。

□. 参考文献

- ・ 掲載者名(掲載年),「掲載 Web ページタイトル」(最終閲覧日:○月○日 URL)
- Alex Udanis (2017),「Teardown Tuesday: Sumo Jumping Robot」
(最終閲覧日:4月27日)

<https://www.allaboutcircuits.com/news/teardown-tuesday-sumo-jumping-robot/>)

「MiniDrones: Rolling Spider / Jumping Sumo とは」

(最終閲覧日4月27日)

https://www.apollomaniacs.com/ipod/how_to_ar_drone_basic_minidrones.htm)