

第25回衛星設計コンテスト

アイデア概要説明書

応募区分 ジュニアの部

1. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内） 火星におけるドローン運用について			
作品名 副題（これは公式文書では省略する場合があります） 低気圧下でのドローンの揚力の変化と超音波センサーの性能の変化			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	清田六連星(キヨタスバル)	熊本県立第二高等学校 理数科	2年
代表者(副)	島川久範(シマカワヒサノリ)	熊本県立第二高等学校 理数科	2年
メンバ1	安倍響佑(アベキョウスケ)	熊本県立第二高等学校 理数科	2年
メンバ2	嶋野匡伸(シマノマサノブ)	熊本県立第二高等学校 理数科	1年
メンバ3	土屋畝河(ツチヤセガ)	熊本県立第二高等学校 理数科	1年

2. アイデアの概要（プレスリリース等で使用するのので、200字程度でわかりやすく表現して下さい。）

私たちは火星でドローンを使用することを目的とし、その問題点として気圧の変化による揚力の変化と超音波センサーの性能の変化などを挙げた。そこで私たちは、真空槽を用いて気圧と揚力の関係と気圧と超音波センサーの示す値の関係について調査を行うことにした。気圧と超音波センサーの性能関係を調査すると、気圧が低くなると超音波の音の大きさが遅くなることが分かった。また気圧と揚力の関係を調査すると、気圧が低くなると揚力も減少することが分かった。

3. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

(a) 目的（今回考えたアイデアを何に利用するか等）

火星は人類にとって未開の惑星である。また、現在人類が火星に移住する「マーズワン計画」が進められている。よって、火星を調査することは大変価値があり、ドローンを使用し調査を行うことで火星に関する貴重な情報を得ることができるのではないかと考える。しかし、火星では大気圧や重力が地球と異なり、それによって揚力の変化や超音波センサーの性能の低下などが考えられる。そのため、私たちは大気圧の変化による揚力の変化や超音波センサーの性能の変化について調査し、火星での使用が可能なドローンを設計することを目的とする。

(b) 重要性・技術的意義等(ex:宇宙空間で利用する理由、他にない技術など)

先ほど述べた通り、火星では気圧が地球に比べて大気圧が約0.0075倍であり非常に少ない。そのため、火星ではドローンを飛ばすのに必要な揚力が十分に得られない可能性が考えられる。また、地形の情報を得るための手段として、超音波センサーが挙げられるが、超音波は空気を媒質としているため、火星での使用が困難または不可になる可能性がある。これらのことを研究することによって火星でドローンを運用することにつなげることができる。

4. アイデアの概要

※ミッション全体の構成・ミッション機器の形状・質量・機能・運用軌道など、図を使用するなどして分かりやすく説明して下さい。

I. 気圧の変化による揚力の変化について

方法

実験1. 気圧と揚力の関係について調べる

今回の実験では気圧を変化させた時のドローンが得る揚力の変化を見た。

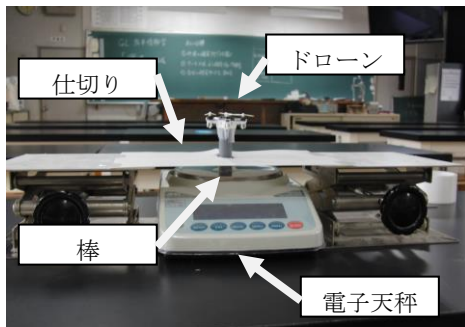
- ① 電子天秤の上に棒とドローンを配置しそれぞれをテープで固定する。
- ② その際、電子天秤とドローンの間に仕切りを配置し、風圧による質量の変化を防ぐ（図1）。
- ③ ドローンを一定の出力でプロペラを回転させることで上向きの揚力が発生する。
- ④ 電子天秤に 100g の重りを乗せる。
- ⑤ 上向きの揚力により電子天秤が読み取る質量が減少するので、減少した質量を測る。
- ⑥ 減少した質量に重力加速度（ 9.8m/s^2 ）をかけて揚力をもとめる。
- ⑦ ①～④の実験を真空槽を用いて気圧を変更させて行い、気圧と揚力の関係について調べる。

実験 2. 火星に近い大気組成と地球の大気組成との揚力の違いを調べる

今回の実験では火星に近い大気組成で実験 1 を行い、火星空間でドローンを使用した際と地球空間でドローンを使用した際との大気組成による揚力の違いを調べる。

- ① 実験 1 の①～⑦の実験を真空槽内の大気組成を二酸化炭素が 98% 通常の空気 2% にして行う。
- ② ①の結果と実験 1 の結果を見比べる。

※図 1 の実験を真空槽内で気圧を変更させて行う。



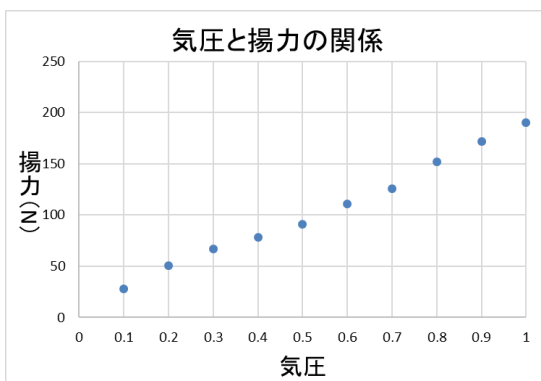
(図 1 I の実験の様子)



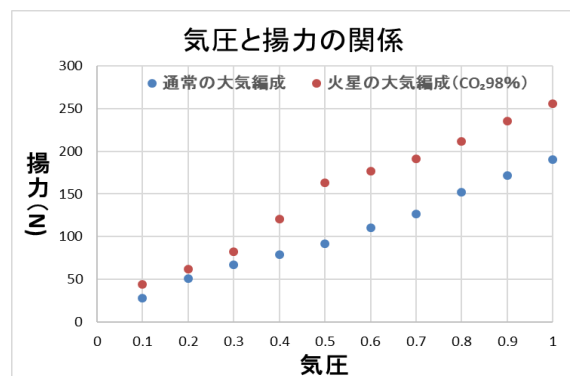
(図 2 ドローン)

結果

実験 1



実験 2



実験 1 では気圧が低くなると揚力もそれに比例して小さくなるのが分かる。また、実験 2 では通常の大気組成よりも火星に近い大気組成 (CO₂ 98%) のほうが揚力が大きいことが分かる。

考察

・ 気圧が低下すると揚力も低下した理由

揚力は通常プロペラを回転プロペラの上辺の気圧よりも下辺の気圧のほうが大きくなり、気圧の差から発生する。そのため、気圧が低下すると、プロペラの上辺と下辺の気圧の差が小さくなり揚力も小さくなったと考えられる。また、このことから火星空間と同じ重力でドローンを使用すると、地球空間と同じ重力で使用するのに比べ得られる揚力は小さくなると考えられる。

・ 大気組成の二酸化炭素の割合を増加させた場合に揚力が増加した理由

今回の実験では二酸化炭素の割合を全体の 98% にしたため真空槽内の大気の密度が大きくなったと考えられる。よってプロペラの上辺と下辺の気圧の差が大きくなり揚力が大きくなったと考えられる。また、このことから火星空間と同じ大気組成でドローンを使用すると、地球空間と同じ大気組成で使用するのに比べ得られる揚力は大きくなると考えられる。

結論

- ・ 気圧が小さくなると揚力も小さくなる。
- ・ 大気の密度が大きいと揚力は大きくなる。

今後の展望

- ・プロペラの大きさと揚力の関係、プロペラの回転数と揚力の関係を調査し、実際に火星でドローンを使用する際に必要なプロペラの大きさと回転数を調べる。
- ・プロペラの数や配置などを考え火星で使用する際に最適なドローンを設計する。

II. 気圧の変化による超音波センサーの性能の変化について

方法

- ①超音波センサーを取り付けたロボットを作成し、ロボットに壁から 15 cmの位置に停止するようにプログラミングする。そのロボットを真空槽内で作動させ、真空槽内の壁からロボットまでの距離を測定する。これを気圧を変えながら行う。これにより、気圧と超音波センサーの性能の関係について調査する。
- ②①で使用した超音波センサーのスピーカーとマイクにオシロスコープを接続し、超音波センサーがどのような音を感知しているのかを調査する。
- ③①②の結果より、気圧の変化により超音波の音速が変化していると考察したので、真空槽内で管の長さが決まっている閉管での基本振動を発生させ、その時の振動数と波長から音速を導く。これにより、気圧と音速の関係について調査する。
- ④②の実験と同様に超音波センサーのスピーカーとマイクにオシロスコープを接続し、超音波の波の振幅からマイクが読み取り取る超音波の音の大きさを調査する。これを気圧を変えながら行う。これにより、気圧と超音波の音の大きさの関係について調査する。

結果

- ①気圧が低下すると真空槽内の壁からロボットまでの距離が小さくなった。よって、気圧が低下すると超音波センサーの性能も低下するということが分かった。
- ②今回用いた超音波センサーは、振動数は 20,000 Hzで 0.05 秒ごとに超音波センサーを発生させていることが分かった。また、今回用いた超音波センサーは、スピーカーで超音波を送った時間からマイクで超音波を受け取った時間までの長さから壁までの距離を導いていることも分かった。
- ③気圧が低下しても、超音波の音速は変化しなかった。よって、超音波センサーの性能と超音波の音速には関係がないことが分かった。
- ④気圧が低下すると、超音波の波の振幅が小さくなった。よって、気圧が低下すると超音波の音の大きさも低下するということが分かった。

※気圧の変化による超音波センサーの性能の変化についての研究の詳細は「アイデアに関する説明資料」に記載

5. 得られる成果

※宇宙で利用することにより、どのような効果があるかなど。

今回の研究で

- ・火星で使用するドローンに必要なプロペラ大きさと回転数
 - ・火星で使用する超音波センサーの感度をどれくらいあげればよいか
- これらのことがわかり。また、火星でドローンを使用することにより、
- ・火星の地形情報をこれまで以上に正確に調査できることが期待される。
 - ・ローバーでは調査を行うことが困難である洞窟や渓谷の調査が容易に行える
 - ・火星で使用可能なヘリコプターを開発する際に今回の研究が活かせる

6. 主張したい独創性または社会的な効果

※「ここは新しいアイデアである」という部分や、このアイデアによって世の中のここに役立つなど、特に主張したい箇所。

私たちが主張したいことは、火星探査を行うのがローバーではなくドローンであるということである。現在人類が近い未来火星に移住する「マーズワン計画」が進んでいる。そのため、一刻も早く火星に関する調査を行う必要がある。ドローンはローバーとは違い転落する恐れがない。それだけではなく、ローバーよりも効率的に火星を調査することが可能である。よってドローンは火星をローバーよりも早く安全に調査を行うことができる。

以上