

100分の1の大気の中を飛ぶ 火星飛行機

◆火星飛行機ってなに？

火星にも大気があります。地球上の100分の1程度のとて薄い大気ですが、この大気を利用すれば、地球と同じように火星でも飛行機を飛ばすことができます。火星大気中を飛行できる飛行機が開発されれば、これまでの火星探査とはちがひ、火星を広範囲かつ詳細に調べることができるようになります。

▲地球と火星の大気の違い

	大気密度 [kg/m ³]	重力 [m/s ²]	大気 主成分	音速 [m/s]
地球	1.17	9.8	窒素, 酸素	345
火星	0.0118	3.2	二酸化炭 素	258



◆どうして難しいの？

飛行機は機体にかかる重力と同じ大きさの揚力を翼で作りだすことで飛行することができます。火星では重力が地球上の約3分の1しかないので、翼で作る揚力も地球上の約3分の1ですみます。これだけ聞くと、簡単に思われるかもしれませんが、じつはこの約3分の1の揚力を発生させることが火星ではとてもとても大変なのです。

大学などで航空宇宙工学を勉強するまでは習いませんが、飛行機の翼がつくりだす揚力は下の式で表されることが知られています。

$$\text{揚力} = 0.5 \times \text{大気密度} \times \text{飛行速度}^2 \times \text{翼面積} \times \text{揚力係数}$$

(ここで、揚力係数は翼の性能を表す指標です)

火星では、この式にでてくる「大気密度」が地球上の約100分の1になるので発生できる揚力もそのままでは約100分の1になってしまいます。重力が3分の1になることを考えても、火星で飛行機を飛ばすためには

- ・翼の面積を約33倍に大きくする
- ・約33倍の性能を持つ翼を作る
- ・約6倍(√33)の速度で飛ぶ飛行機を作る

もしくは

- ・飛行機の重さを約33分の1にする

が必要になってきます。



このことだけを考えても、機体構造や搭載機器の超軽量化や超高性能な翼の開発などが火星飛行機の実現には必要となるのです。しかしながら、火星飛行機の開発が大変なのはこれだけが理由ではありません。みなさんはわかりますか？

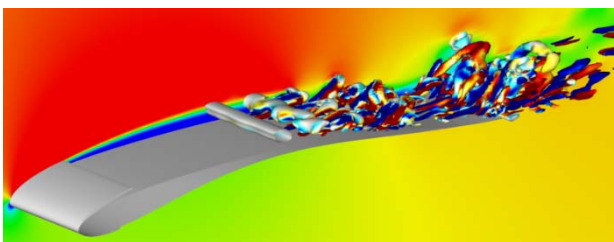
まず、地球と火星の間を電波が往復するのに10分以上の時間がかかります。また、通信データ量も小さいため飛行機に搭載されたカメラの映像を見ながら地球から機体を操縦することはほぼ不可能です。飛行機が自分で判断して自律飛行しなくてはならないのです。

地球上でならば、自律飛行することが可能な飛行機はすでに存在しています。しかしながら、これらの飛行機は地上設備やGPSを使っています。火星にはそれがないので、火星飛行機は太陽の方向や地平線、地形などを自分でみて現在の位置や方向を認識し判断しながら飛行しなくてはならないのです。

また、推進系も大きな課題です。火星には酸素がほとんどありません。そのため、ジェットエンジンを使うことができません。ロケットエンジンでは低速で長時間飛ぶことが難しく、プロペラ推進はプロペラがとても大きくなり、モータやバッテリーが重くなってしまうことが課題です。

このほかにも、低い大気温度(マイナス60度前後)でどうやって機体温度を適温に保つか、どうやってロケットに積み込むか(つばさを折りたたむ?)など、たくさんの課題が残されています。

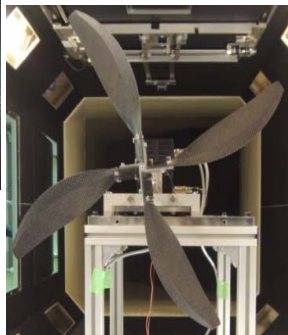
現在、火星飛行機を実現するために、翼の空力設計に関する研究、構造設計に関する研究、火星での自律飛行に向けた研究、推進系に関する研究、高性能超軽量な電源などの研究にJAXAや国内の大学・研究機関の研究者が取り組んでいます。



翼まわり流れのコンピュータシミュレーション



マグネシウム削りだし
超軽量主翼桁構造



推進用プロペラ
の風洞試験



姿勢検出用センサ

◆今後の計画

2020年代前半の打ち上げを目標にして、火星着陸探査ミッションの検討が進められています。このミッションで、火星飛行機を飛ばすことを目標とし、JAXAや国内の大学・研究機関の研究者が火星飛行機の研究を進めています。

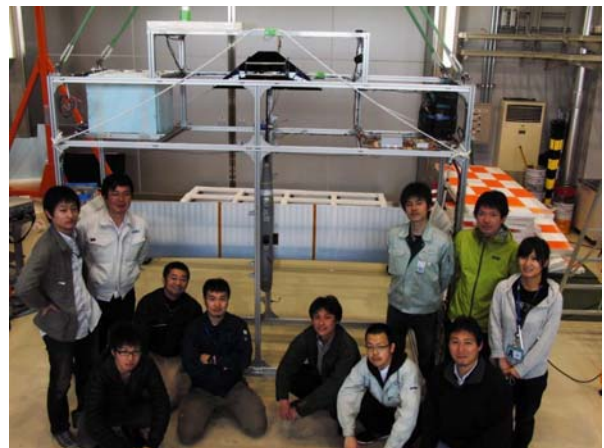
火星飛行機のミッションとしては、100km程度の距離を約30分で飛行して、地表の写真(できれば動画も!)を撮影すること、火星大気を観測すること、などを考えています。

我々のグループで概念設計検討を行った結果、重量5kg程度、翼幅2.5m程度があれば、これらのミッションが実現可能です(表の絵がそのイメージ図です)。

ただし、いきなり火星に飛行機を持って行って飛ばすわけにはいきません。実は、地球上でも高度36kmくらいまで上昇すると火星と同程度の大気密度、気温になります(ちなみに、旅客機が飛んでいる高度が10km程度、一般には高度100kmより上は宇宙と呼ばれます)。われわれのグループではJAXAの大気球を利用して高度36km付近での火星飛行機の飛行試験を実施する計画(Mars Airplane Balloon Experiment One (MABE-1))を立て、準備を進めています。



大気球による飛行実験MABE-1ミッションパッチ



ゴンドラに搭載されたMABE-1飛行試験機

◆関係者から一言

JAXA宇宙科学研究所の大山です。世界で初めての火星の飛行探査を目指して、研究を進めています。火星飛行機ミッションが成功すれば、より本格的な理学探査のための火星飛行機や、タイタンなど大気を持つ他の惑星や衛星でも飛行機を飛ばしたいと考えています。



火星飛行機に関するお問い合わせは mars@flab.isas.jaxa.jp まで