

マグヌスコップの流体力学



日本学生科学賞

大分県立大分上野丘高等学校 物理部／指導教諭 手島隆文

●どんな研究なの？

二つの紙コップの底をテープで張りあわせたマグヌスコップ（図1）に輪ゴムを下向きに巻き付けて飛ばすと、一度上昇して下降するという不思議な軌道を描きます（図2）。先行研究にはマグヌスコップのように、回転速度は大きいですがゆっくりと飛ぶ、回転速度比の高い物体についての研究がなかったのでマグヌスコップの流体力学について研究を行いました。



図1



図2

●研究（実験）の方法

I. マグヌスコップの揚力の解明

- (1) マグヌスコップの運動を知るために、カラートラッキングを行います。
- (2) 揚力測定装置（図3）で、回転数・風速を変化させて揚力を測定します。

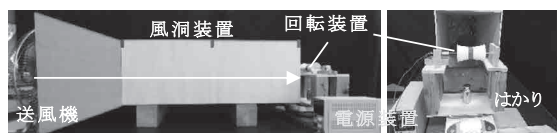


図3

II. 飛行中に発生するブレの解明

マグヌスコップ周辺の空気の流れを調べるために実験装置を開発し、風洞装置と回転装置を組み合わせて実際に飛んでいる状態（図4）を再現し、空気の流れを観察しました。

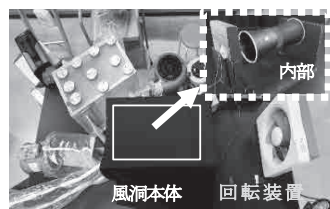


図4

●研究（実験）の結果

- I. (1) 発射速度など条件を変えても同様な軌道を描くことが分かりました。また、飛行中にブレ（図5）が発生していることが見て取れます。
- (2) 実験によりマグヌスコップにかかる揚力は一乗に比例する（図6）ことがわかりました。また、運動方程式を用いて現実にかなり近い軌道を得ることができました（図7）。

II. 軌道のブレは空気の流れの変化（図8・9）によるものだとわかりました。

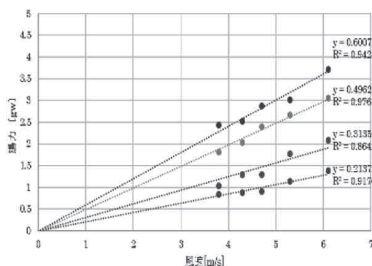


図6

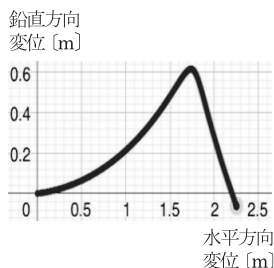


図7

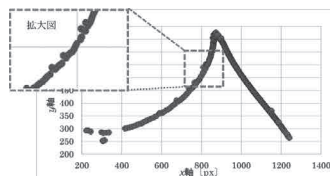


図5



図8 乱れなし



図9 乱れあり

●研究の結論

マグヌスコップの揚力は速さの一乗に比例することを理論的に示すことができました。また、軌道のブレはマグヌスコップ付近を流れる風の向きの不規則な変化によって起こる、空気の流れの乱れであることがわかりました。

●研究のアピールポイント／今後について

回転速度比が高い新しい流体力学分野の開拓、それを利用した新しい飛行物体の開発などを行っていきたいと考えています。