

小型観測気球用の着陸域選択式輸送システムの開発と評価

Development and evaluation of selective landing area carrier system for small sounding balloons

1215049 平塚 丘将 (宇宙地球探査システム研究室)

(指導教員 山本 真行 教授)

1. はじめに

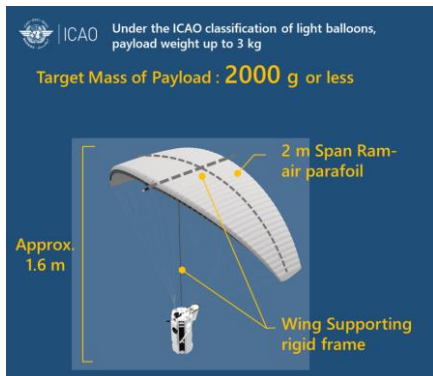
高層気象における科学観測手法の一つとして挙げられる小型観測気球は、低コスト、観測対象への影響が少ない、自由度の高い実験計画を構築できるなどの利点を持つ。近年の「メイカーズムーブメント」により、技術的障壁が下がったことで、国際的に実施人口が増加している。

しかし、日本国内では地理的な制約によって、安全かつ効率的な運用を行うのに過大な労力が必要となり、本来の利点が喪失していることから、国内の放球はほとんど見受けられない。

安全かつ効率的な回収を行うシステムとして NASA の X-38 プロジェクト[1]や JAXA の火星大気圏内飛行型探査機などの大規模な機材向けには存在しているが、小型観測気球の規模では存在していない。

本研究では、小型観測気球を利用する科学観測用ペイロードを搭載しての実運用が可能な着陸域選択式輸送システムの FM 機体の開発、及び高度 30 m からの手動制御飛行試験による飛行性能の評価が目的である。

2. 機体概要



機体は国際民間航空条約(ICAO)の軽気球の基準である 2 kg 以内を設計目標とし、翼幅 2 m の小型パラフォイルを用いて回収のための誘導制御を行う。機体は機能ごとにレイヤー構造となっており、メンテナンス性を向上させている。機体後方には緊急パラシュートが装備されており、非常時には機体から圧縮ガスによって押し出し、展開する。

過去の研究において、パラフォイルの着陸時に滑空速度方向のエネルギーが抑制できずに試作機体が破損したため、本機体では、抑制を行う展開脚を装備した。

搭載したフライトコントローラーには、GNSS モジュール、気圧計、温度計、加速度計、ジャイロ計、地磁気計が装備され、機体自身が 3 次元座標や軌道を把握し自律制御するために用いる。テレメトリ用に 920 MHz の LPWA(Low Power Wide Area)無線モジュールを搭載し、100 km スケールでの通信を可能とする。

3. 飛行実験

2019年2月4日に、高知工科大学香美キャンパス学内グラウンドにおいて、高所作業車を利用して 30 m からの飛行試験を実施した。

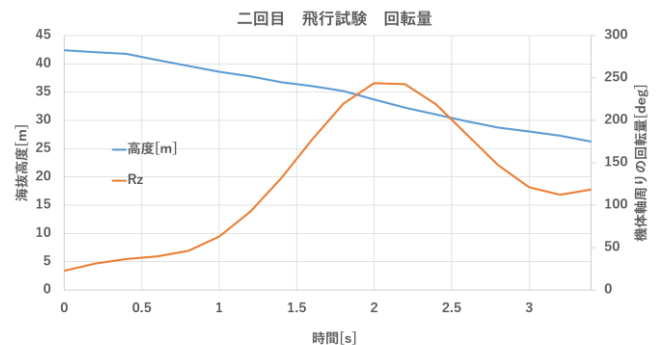
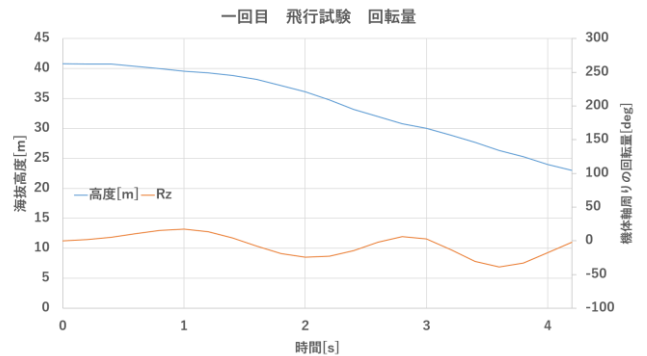
飛行時は 3 軸加速度、3 軸周回ジャイロ、3 軸地磁気を SD カードに記録した。両側面のサーボモーターアームの引き下げ角は、機体鉛直上方向に向いている状態を 0° とし、45° ずつ 180° まで無線経由で地上から調整可能にした。

飛行試験は 3 回実施し、それぞれ以下の条件で実施した。

回数	条件
1 回目	両アームを 45° に設定
2 回目	進行方向左アーム 90°、右アーム 135° に設定
3 回目	両アームを 90° に設定

4. 結果

4.1 飛行データ



5. 評価

2 回目の飛行において、旋回制御を行ったところ、ほぼ機体の軸を中心に回転したことを確認した。1 回目、3 回目の風に流された時の動作とは異なり、3 秒間で 3 回転という明確な動作であったため、機体の最大旋回速度に近い値が出たと考えられる。

着陸時に展開脚が破損によるエネルギーの消費を行ったことで、機体のログ機能停止などのダメージがほとんど発生しなかった。

6. 結論

本研究を通して、設計した機体の旋回性能を確認するとともに、新規設計部分の効果を確認することができた。

今後の博士課程では、より高高度の飛行が可能な実験場で長期間の飛行試験を実施し、より詳細な飛行性能を獲得して自律制御につなげる。

参考文献

[1] Stein, Jenny ¥& Madsen, Chris ¥& Strahan, Alan. (2005). An Overview of the Guided Parafoil System Derived from X-38 Experience. 10.2514/6.2005-1652.
 [2] 谷繁 樹林, 山田 和彦, 高橋 裕介, 安部 隆士, 火星探査への応用を想定した密閉型パラフォイルの風洞試験結果について, 平成 23 年度 宇宙航行の力学シンポジウム, 2011.