

小型観測気球用の着陸域選択式輸送システムの開発と実験計画

平塚 丘将、山本 真行（高知工科大学）

Development and experiment plan for future of selective landing area carrier system for small sounding balloons

Takamasa Hiratsuka, Masa-yuki Yamamoto (Kochi University of Technology)

小型気球は容積が小さく全質量 3 kg 未満であれば実施可能な成層圏観測ツールである。本発表では、小型気球にパラグライダー式の誘導型着陸支援装置を取り付け、着陸域を選択可能な輸送システムを開発する計画の進捗について報告する。

通常の小型気球は、気象庁などの機関が国際的に運用する高層大気観測用ラジオゾンデのようにパラシュートを備えて放球されるが、基本的に風任せであって着陸域は制御不可能である。本提案システムは着陸域を候補地の中から選択し、パラグライダーの自律制御によって誘導することで安全に着陸・回収可能な小型観測気球を使った実験の提案である。運用のコンセプトは、通常の小型気球同様に放球し、上空 30 km 程度の目標高度に到達後にアップリンクにより指令分離させる。そこから基本的には風任せに降下しつつ成層圏において観測を行い、対流圏の高度 5 km 程度以下になった後、予めセットした経緯度情報の中から推定される最も近い着陸点候補に向けて降下を続けるため、パラフォイルの 2 本の制御索をサーボモーターで操作し飛行（下降）方向の制御を開始する。最終的に着陸間際になれば、予測地点まで到達できないか行き過ぎることもあり得るため、候補地の中から着陸地を選び直す運用もあり得るが、上空に到達すればループを描きつつ徐々に降下する（図 1）。

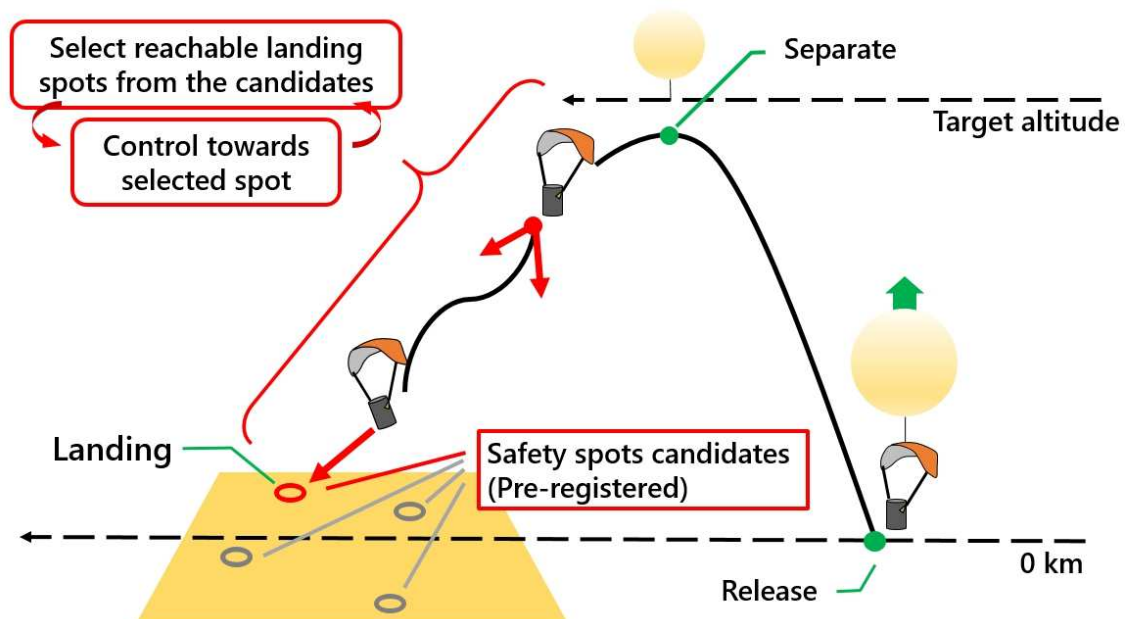


図 1 小型気球用の着陸域選択式輸送システム運用のコンセプト

このコンセプトを実現するため、図2、図3に示すようなシステムの開発を行った。



図2 システムのデザイン

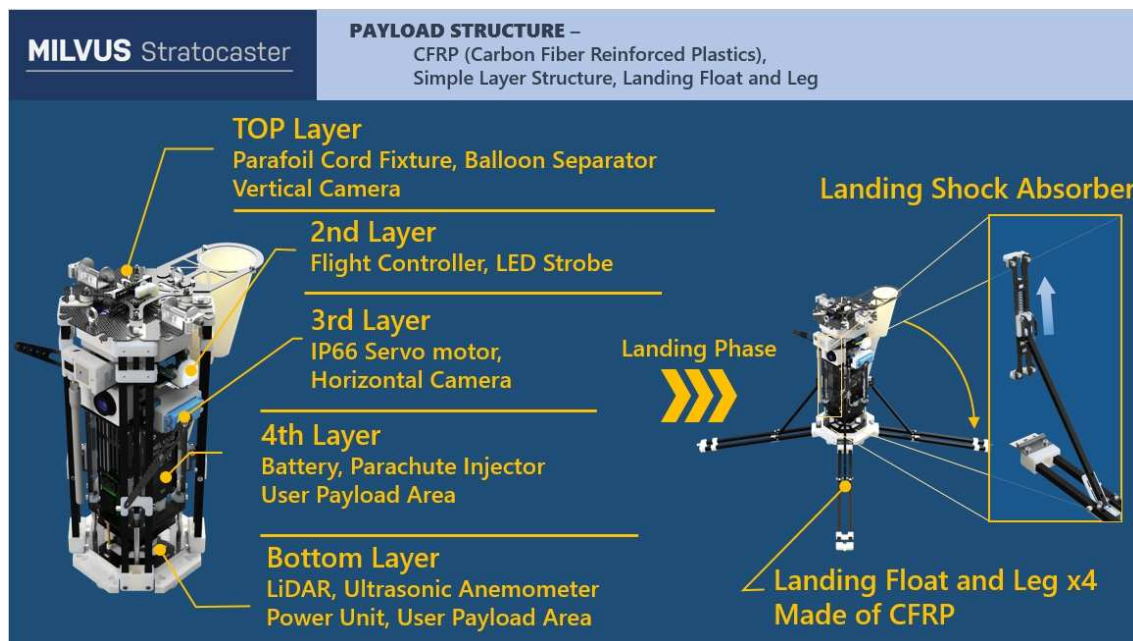


図3 システムのレイヤー化コンセプト

図2に示すように、放球時にはパラフォイルは既に関いた状態で離陸する。このとき軸索に沿った回転運動等で機能を喪失しないよう、固定ロッドにて緩く連結した状態を保つ。誘導制御用のサーボモーターとアームを含め、本システムの構成は基本的にレイヤー構造を基本として設計した。ここでペイロード部には、後述するようなセンサー群を想定している

が、1辺 60 mm の立方体程度の容積、質量 600 g 程度が割り当て可能である。着陸時の衝撃で前転運動を防止するため、4本の稼働脚を設けた。高度 1 km 程度で安全に展開する。

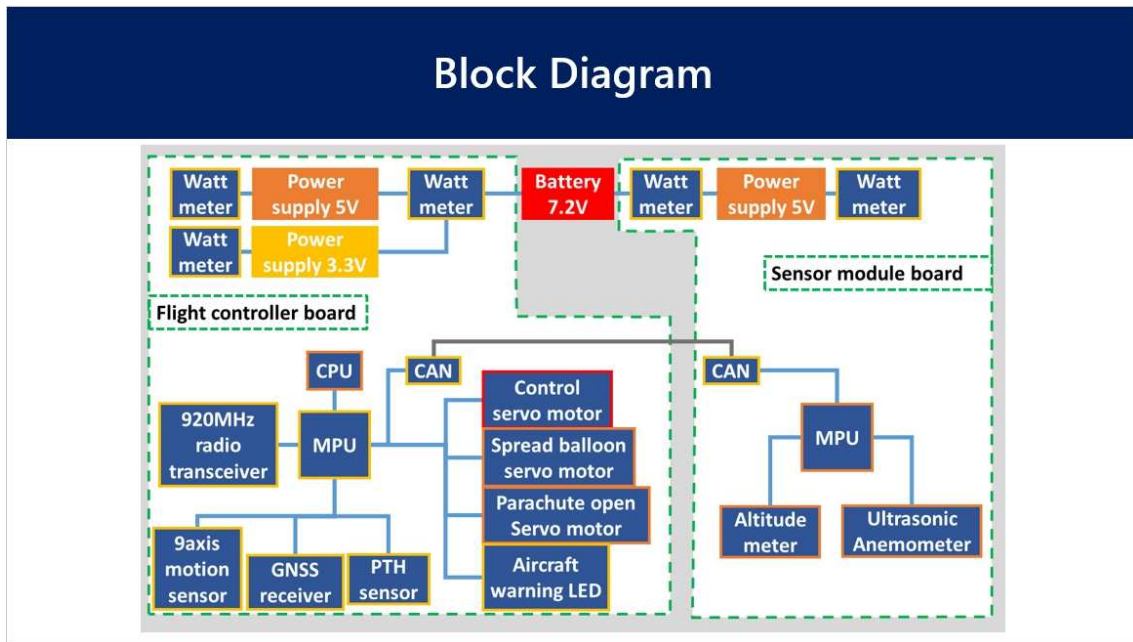
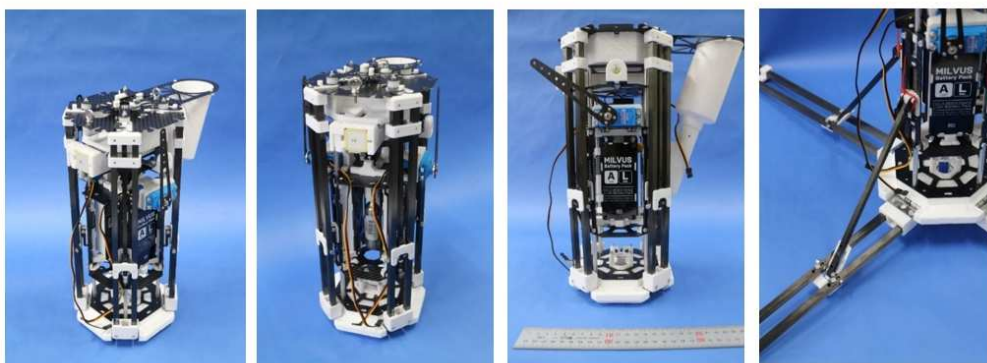


図4 システムブロック図

制御用には各種センサーが必要であり、ブロック図としては図4のようになった。各ブロックは基本的に CAN 通信で組み立てられており、入れ替え等に容易に対応可能である。MPUはマイコンで設計し、飛行制御モジュールとセンサーモジュールでそれぞれ独立させ、相互ウォッチドッグに対応する。通信には 920 MHz 帯の LPWA 通信機を用いる。

Current progress



Total Mass of Payload : 1200 g
(not include battery, flight controller, and Styrofoam cover)

図5 試作機の様子

Current progress



Finished avionics main board unit test and design

Designed Ground station board

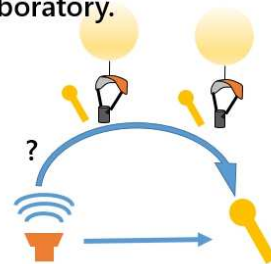
Testing ultrasonic anemometer circuit

図6 搭載予定センサー選定のための各種試験の様子

Assumed application details (infrasound)

Example : Observation of acoustic propagation characteristics up to high atmosphere

- Use infrasound to locate large natural phenomena in my laboratory.
 - > Sometimes the travel time does not match
 - > As a result of the simulation, there is a possibility that the sound has reached the microphone through the stratosphere.
- ☑ Observation of atmospheric structure by small balloons.
- ☑ Acquire sound propagation characteristics.



**Improvement of infrastructure sound sensor
Elucidation of high-rise atmosphere structure**

図7 成層圏インフラサウンド観測装置を搭載した実験提案

試作機の様子を図5に、搭載予定センサーの各種試験の様子を図6に、本システムを利用した成層圏における理学実験提案（インフラサウンド計測実験）を図7に示す。本システムの実証試験を予定している。上空 30 m 程度からの高所作業車を用いた飛行性能確認試験は実施済で、プロトタイプモデル（河野 他, 2016）とほぼ同等の性能を確認している。次のステップとして、ドローンを用いた数 100 m 上空での分離を想定し実験準備中である。