

気球分離式無人航空機による成層圏エアロゾル直接観測とサンプル回収

林政彦(福大)、東野伸一郎(九大)、長崎秀司(九大)、山元亮治(九大院)

In-situ observation and sample return of stratospheric aerosol using balloon-separated UAV

M. Hayashi (Fukuoka Univ.), S. Hugashino, S. Nagasaki (Kyushu Univ.), R. Yamamoto (Kyushu Univ.)

Abstract

New hybrid platform, combining balloon and unmanned aerial vehicle, have been developing for polar atmosphere observation. The system is designed for the observations of troposphere with low weight instrument, less than 2kg, and easy operation in polar field in this stage. This paper presents the plan of platform and the results of preliminary experiments, development of cutter, including recovering experiments with small plane, and simulation of recovering with gliding plane.

1. はじめに

近年、各種デバイスの進歩、GPSの普及などに伴い、小型で安価な小型無人航空機が開発されるようになってきている。このことにより、無人航空機を用いた地球科学研究の新たな展開が期待されている。筆者らは、気球と無人航空機を組み合わせた hybrid 飛行体の、極域における自由対流圏高度および成層圏高度における無人航空機観測のための有力なプラットフォームとしての可能性に着目し、開発、実験を進め(Fig.1)、第53次南極地域観測における夏季試験観測を計画を目指している。53次隊での目標は、高度10kmから1.5kgのペイロードを搭載して、エアロゾルの計測とサンプル回収を実現することである。

一昨年度のシンポジウムでは無人航空機システムの概要を中心に紹介した。昨年はモータグライダーの係留気球からの切り離し実験の結果について報告した。今回は、その後の開発状況を、特に計測装置の開発と動力とグライディング飛行の併用による帰還可能条件の緩和を中心に報告する。

2. 自由気球-無人小型モータグライダー切り離し帰還実験

昨年度の係留気球からの帰還実験の成功ののち、2010年2月に自律飛行が可能な無人航空機を自由気球に吊し、上空まで飛揚させ、対地高度700m、海拔高度1500mで自由気球からの切り離し、放球基地まで自律帰還させることに成功した。システム構成(Fig.1)は、気球-カッター-無人航空機および無人航空機運行のための地上基地と気球放球施設である。本実験により、自動制御による切り離し後の機首引き起こし、グライディング飛行、最適飛行経路・飛行速度制御が可能であることが確認された。

現時点では、ペイロードは搭載していない。ペイロード搭載などを想定すると、当初計画より機体をやや大きくする必要があることも分かった。現在、ペイロード1.5kgを含めて、10kg程度の重量でのオペレーションへ計画変更をして、開発を進めている。

3. 昭和基地モータグライダー帰還シミュレーション(2)-動力飛行の併用-

昨年の本シンポでは、各月の最強風の条件に対してシミュレーションした結果、滑空飛行のみでは放球ステーション(昭和基地)に帰還することが困難であるという結果を報告した。モータグライダーであることを活かし、動力用バッテリーを搭載することで、帰還中に動力飛行を行い強風条件でも帰還を可能にすることを検討した。その結果、2kg程度のバッテリーを搭載して、弱風高度での水平飛行を行うことで、4月、6月、7月以外は最強風条件でも、帰還できることが示された。現在、昭和基地における年間365日の全データに対して同様のシミュレーションを行い、帰還可能日数の検討を進めている。また、12時間前の風条件で搭載バッテリー量を決めた場合に、実際の飛行を行った際に帰還が可能であるか、安全率をどの程度見込

めばいいかなど、オペレーションを想定した計画立案についても検討を開始している。

4. 搭載機器の小型化

本研究では、初期実験として昭和基地上空の高度 10km までのエアロゾル観測を実施することを目標としている。そのために、搭載機器の小型化を行っている。エアロゾルの粒径分布の基本的な観測装置である光散乱粒子係数装置を小型化し、下記の仕様の OPC を開発した。

OPC 主要緒元

寸法	15×10×10cm
重量	650g (バッテリー含めて 850g)
光学系	光源 780nm、80mW
受光系	側方光学系 光軸交角 90 度 集光全角 123 度
サンプル系	ナイロンギアポンプ、シーブスエア方式
サンプリング流量	3 L/min
計測粒径	0.3~10 μ m (m=1.40、球形) 10 チャンネル
データ送信	明星電気 RS06G ゾンデ (搬送波 402~406MHz、PCM 変調) シリアルデータ交換

また、インパクターについてもバッテリーを含めて 750g に収めるよう検討を進めている。

5. まとめ

気球-無人機複合プラットフォームの可能性について検討、実験を行ってきた。この間、

- ①自由気球からの切り離し、自律飛行機による帰還を実験的に成功し、基本システムと制御プログラムがほぼ完成した。
- ②バッテリー搭載・動力飛行を組み込むことで、強風条件下でも、ほとんどの場合、安全に帰還できることとそのための必要バッテリー量の推定ができた。
- ③搭載粒子係数装置の開発が完了した。

これらの検討を並行的に進めつつ、第 53 次南極地域観測隊夏オペにおける昭和基地での試験観測へ向けて準備を進めてゆく。

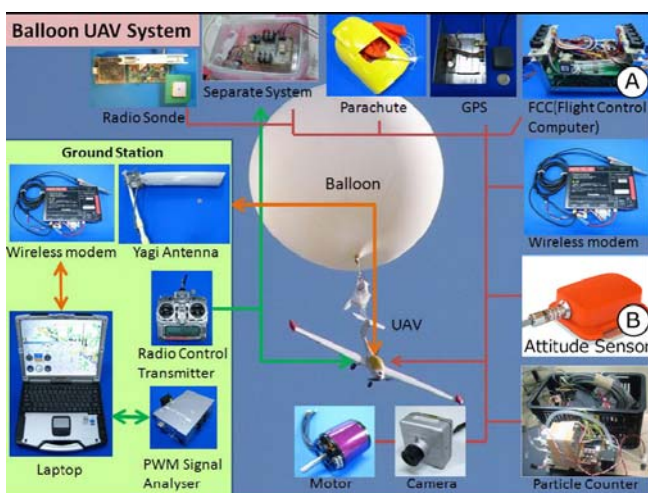


Fig.1 The UAV suspended from a captive balloon near the ground before ascent. Station

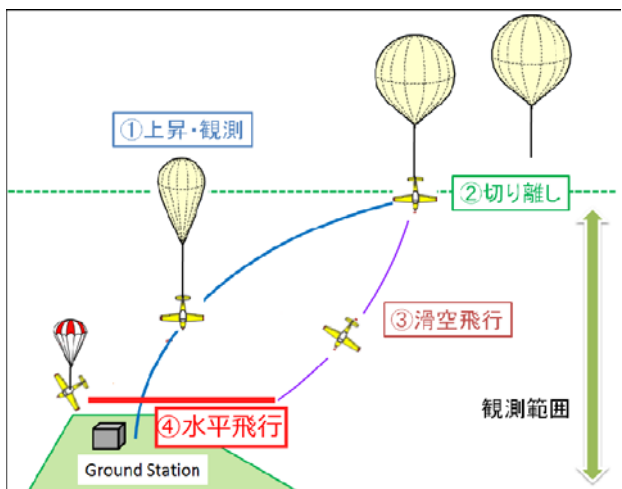


Fig. 2 Overview of the Observation and Recovery Mission