

薄膜型高高度気球のパッキング放球法

田村 誠, 飯嶋 一征, 池田 忠作, 井筒 直樹, 小財 正義, 斎藤 芳隆,
 梯 友哉, 濱田 要, 福家 英之, 植本 有海, 松坂 幸彦, 吉田 哲也
 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

Packing launch-method for high altitude balloons with thin polyethylene films

Makoto Tamura, Issei Iijima, Chusaku Ikeda, Naoki Izutsu, Masayoshi Kozai, Yoshitaka Saito,
 Yuya Kakehashi, Kaname Hamada, Hideyuki Fuke, Arimi Uemoto, Yukihiro Matsuzaka, and Tetsuya Yoshida
 Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

1. はじめに

JAXA 宇宙科学研究所では、極めて薄いポリエチレンフィルムを用いて、重量数 kg 程度の観測器を高度 40km 以上まで飛翔させる気球実験を行っている。この薄膜型高高度気球を予定高度まで飛揚させるため、一般的な放球方式に比べて気球に損傷を与えるリスクが低く、安全・確実に放球できるパッキング放球法という方式が開発されている[1]。本稿では、平成 28 年度の第二次気球実験にて大樹航空宇宙実験場では初となるパッキング放球を行った結果を報告し、今後の展望について述べる。

2. パッキング放球法

薄膜型高高度気球の最も一般的な放球法として、薄膜型気球放球装置を用いたダイナミックランチング方式がある。この方式は、図 1 のように気球を全長伸ばした状態で放球するため、放球場に広さや長さが必要であったり、浮揚ガス充填後に気球伸長のための人手と時間が必要である。一方、パッキング放球法は、気球頭部にガスを充填後、気球下部を折り畳んだ状態で放球し、上空で気球の伸長を行う方法である。満膨張容積 5,000m³ の薄膜型高高度気球の全長は約 32m であるが、この方式を用いた放球では見かけ上、長さ 7m 程度（総浮力 20kg 程度の場合）の気球と等しくなる。このため、パッキング放球法はダイナミックランチング方式に比べ、狭い場所で、短時間、少人数で簡単に放球ができるという利点がある。



図 1：薄膜型気球放球装置を用いたダイナミックランチング方式

3. 気球のパッキング

パッキング放球法を行うためには、事前に気球下部を折り畳んで「風呂敷」等で収納しておく必要がある。今回の BS16-04 実験で使用する厚さ 5.8 μ m、満膨張容積 5,000m³ の薄膜型高高度気球の収納作業を 7 月 14 日に藤倉航装(株)の船引工場にて行った。気球の収納手順の概略を以下に示す。

- (1) 気球のカラー位置から約 1m 下方を結束部分としてマーキングしておく。風呂敷の上に気球下部を蛇腹折りで折り畳む。(図 2-①)
- (2) 結束部のマーキングから 2~3cm 下の部分を広げ、フィルムを握り拳大に丸めたクサビを入れ、クサビを包み込みながら広げた部分を閉じる。(図 2-②)
- (3) 風呂敷の四隅を結束部まで集め、結束部をカッターを通した結束紐で仮縛する。気球尾部を風呂敷の切り込み部分から引き出す。(図 2-③)
- (4) 結束部から上部にはみ出している風呂敷の四隅を、包み込んだ部分にたるみが無くなるまで均等に引き出す。引き出した風呂敷の四隅の端部を結び止めする。
- (5) 総浮力ー気球重量分の錘を収納部分の外側に取付け、結束部の上から持ち上げても結束部分から気球本体が出て来ない(クサビが効いている)ことを確認する。(図 2-④)



図 2：気球の収納手順

4. 放球方法

パッキング放球方式の構成を図 3 に示す。観測器は観測器重量の 80% 程度の浮力をつけたゴム気球で吊り下げた状態にし、気球の伸長時に観測器の降下の影響を軽減している。ゴム気球には任意に切り離すことができるように切り離しカッターが付けられている。放球手順の概略を以下に示す。

- (1) 気球保持者と観測器保持者は荷姿が絡まない程度に離れる。両者が並ぶ向きは風向きに対して直角な方向とする。
- (2) 気球保持者が気球を放球した後、観測器保持者は適当な位置で観測器を離す。
- (3) 気球が伸長に十分な高度に達したら、地上からのコマンドで結束部のカッターを作動させ、気球の伸長を行う。
- (4) 気球の伸長が正常に行われたのを確認後、地上からのコマンドでゴム気球切り離しカッターを作動させる。

(5) ゴム気球が正常に切り離され、気球が正常に上昇することを確認。

地上からのコマンドを用いない方法として、シーケンシャルタイマーでカッターを作動させ、気球の伸長とゴム気球切り離しを行うことも可能と考える。

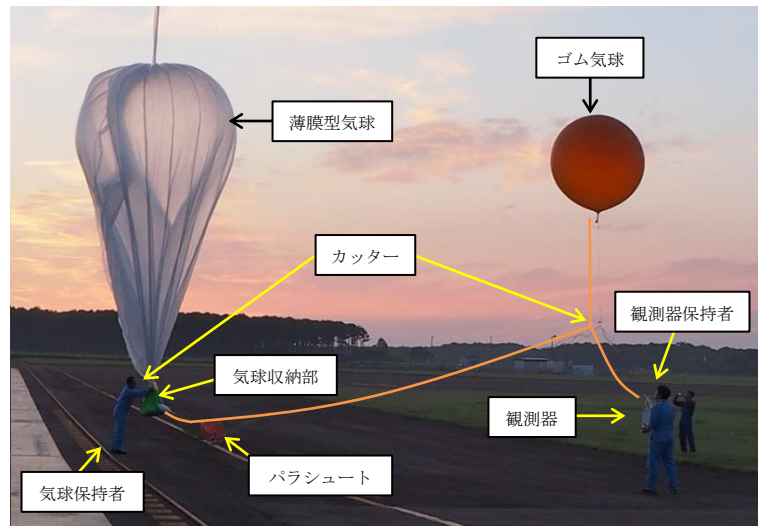


図 3 : パッキング放球の構成

5. 放球結果

BS16-04 実験（高高度測風）として、パッキング放球法による放球を 8 月 6 日に行った。表 1 に気球および荷姿の重量構成を示す。放球は上述の放球手順に従い、気球保持者と観測器保持者の 2 名で行った。放球後、高度 80m（放球から約 30 秒後）にてコマンドにより気球収納結束部のカッターを作動させ、気球下部の開放を行った。開放後、気球下部は正常に伸長した。伸長が終了し、気球が正常に上昇して行くことを確認した後、コマンドにより観測器を吊り下げているゴム気球を切り離した。気球はその後にも正常に上昇、到達予想高度の 40km まで到達し（図 4）、薄膜型高高度気球のパッキング放球法の有効性が再検証された。実際の気球伸長の様子を図 5 に示す。

一方、9 月 5 日に行った BS16-05 実験では、厚さ 3.4 μ m、満膨張容積 10,000m³の超薄膜型高高度気球を使用した。この時はダイナミックランディング方式による放球を行った。気球の大きさや重量、放球時の地上の風向・風速が異なるため、完全に対等な比較とはならないが、BS16-05 では気球が格納庫の外に出てから放球まで 10 分程度要したのに対し、パッキング放球法を用いた BS16-04 では放球までわずか 2 分程度であった。

表 1 : BS16-04 気球重量表

項目	重量 or 浮力
薄膜型気球重量	12.2kg
パラシュート・荷姿	0.8kg
観測器	2.4kg
総重量	15.4kg
自由浮力 (40%)	6.1kg
総浮力	21.5kg

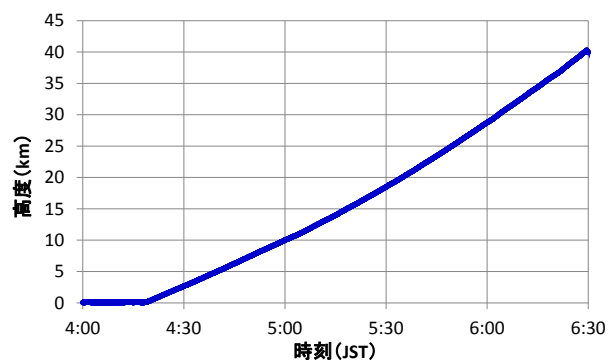


図 4 : BS16-04 気球上昇高度曲線

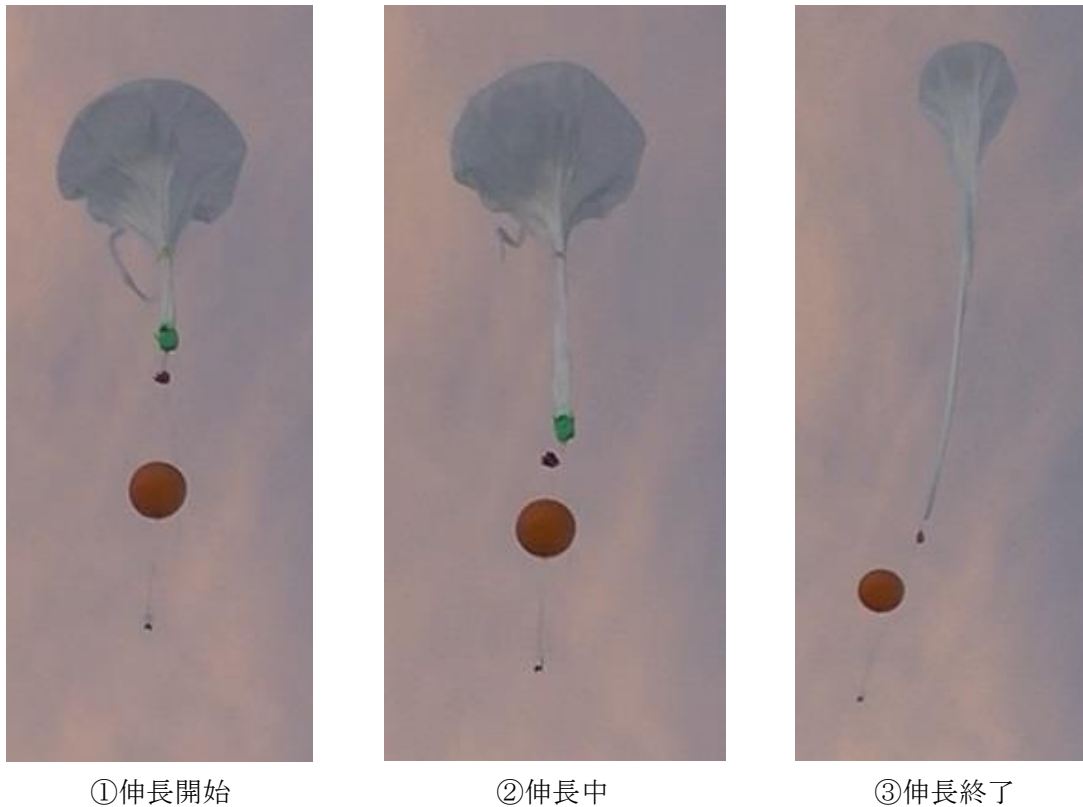


図 5：上空での気球の伸長の様子

6. 今後の展望

ペイロード重量が数 kg 程度以下で、かつ、ゴム気球では到達が難しい高度 40km 以上の高高度を飛行する必要がある実験には、薄膜型高高度気球を用いたパッキング放球法は非常に有用である。放球のための広い敷地や特別な装置が必要ないため、世界中のどこでも、さらには船の上のような場所でも放球が容易になる。また、少人数でゴム気球のように簡単に放球できるため、ポリエチレン気球を扱った経験の無いチームであっても、放球に失敗するリスクは小さいと考える。今後、このパッキング放球法によって高高度の小型気球実験の敷居が下がることで新たな実験の提案が創出されれば幸いである。

7. おわりに

大樹航空宇宙実験場では初となる薄膜型高高度気球のパッキング放球を行った結果を報告した。今後の展望で述べたように、パッキング放球法によって局地や海外等での新たな高高度の小型気球実験が実現されることを期待したい。

参考文献

- [1] 松坂 幸彦, 井筒 直樹, 山上 隆正, “薄膜型高高度気球の新しい放球法の開発”, 日本航空宇宙学会論文集, Vol. 49, No. 569, pp. 187-193, 2001.