

平成 29 年度の大気球実験概要

JAXA 宇宙科学研究所 吉田 哲也

平成 29 年度の大気球実験は大樹航空宇宙実験場で 6~8 月に第一次気球実験として実施された。本稿では気球実験の経過、来年のオーストラリア気球実験の準備状況、気球システムの開発等について報告する。

国内気球実験

昨年 11 月の第 4 回大気球専門委員会において、北海道大樹町で実施すべき理学観測 2 実験、工学実証 1 実験およびピギーバック 1 実験が採択された。このうち、理学観測、工学実証それぞれ 1 実験は、平成 28 年度気球実験として採択されたものの実験提案者側の都合で辞退、もしくは実験準備の遅れと気象条件不適合のため実施を見送ったものである。この 3 実験に加えて昨年度地上立ち上げ試験を実施した新型ロードテープを用いた気球の飛行性能試験を加えて 4 実験を計画することとした。

例年の国内気球実験は 5 月上旬から 6 月中旬までと 8 月中旬から 9 月上旬までの 2 シーズンで実施するが、今年度は計画した 4 実験全ての飛行高度が 30 km 以下であったため、その付近の高層風の状態が実験に適した 6 月上旬から 8 月中旬までの第一次気球実験として 1 シーズンで実施することとした。表 1 に実験結果概要を示す。

ここ数年の傾向として高層風が気球実験に適した状況が得難くなってきており、いかに少ない飛行機会を確実にとらえることができるかが実験の成否を大きく左右することとなっている。今年度計画した 4 実験は、到達高度や飛行時間への要求が似通っていたため、6 月 5 日からの実験期間中、どの実験も気象条件次第で実施できる可能性があり、各実験提案者には、気球実験期間の開始時には実験準備が整っていることを強く要請したところであったが、実際には 6 月上旬に実験準備が整った実験は 2 実験に留まり、残り 2 実験は 7 月中旬まで準備に時間を要することとなった。

B17-02 実験および B17-04 実験は 6 月中旬には大樹航空宇宙実験場での飛行前啣合せ試験等を完了し、気象条件が整うのを待つこととなった。待つこと暫く、気象庁および米海洋大気局の全球モデルによる高層風予測によれば 6 月 23 日、24 日の 2 日間、両実験を続けて実施できる可能性が生じ、ここ 10 年以上行っていない連日の気球放球に向けて、実験手順の見直し、回収体制の調整、関係機関への事前連絡など慎重に準備を整えた。

6 月 23 日に実施した B17-02 実験は、中層大気中の微生物の形態と高度分布を観測し、成層圏に微生物が存在するか完全決着を付け、どのような微生物が何故成層圏に存在しうるのかを理解し、

表 1 平成 29 年度第一次気球実験飛行概要

放球日時	実験番号	目的	高度	飛行時間
6 月 23 日	B17-02	成層圏における微生物捕獲実験	28.2 km	2 時間 34 分
6 月 24 日	B17-04	新型ロードテープ気球飛行試験	24.8 km	3 時間 02 分
	B17-01	気球 VLBI 実験	地上風不適合のため 放球を中止し実施見送り	
	B17-03	皮膜に網をかぶせたスーパープレッシャー気球 の性能評価	気象条件不適合のため 実施見送り	

地球生命圏の上端の場所とそれを定めるメカニズムを制約することを目的とした。地上微生物の混入可能性を劇的に減らす降下式インパクト型試料採集装置を高度 28 km からパラシュートで降下させ試料採集は予定通り行われたが、海上着水後に採集装置に海水が浸水したため、試料分析に至らなかった。採集装置に浸水した原因を究明し今後の計画に反映させることとなる[1]。

翌 6 月 24 日には、高度 30 km 以上の成層圏を飛翔する大気球の製作において、気球に重い実験装置を吊り下げるために気球の縦方向（経線方向）に挿入される強度が強く伸びのないロードテープの新規開発国産品を使用した大気球の飛翔性能試験を目的とした B17-04 実験を実施した。新しいロードテープを用いた気球は所期の飛翔性能を発揮し[2]、今後国内で製作される大気球や薄膜高高度気球への使用を進めていく所存である。

残る 2 実験は実験準備が当初計画より遅れ、7 月後半になってようやく飛翔前啗合せ試験等が完了した。一方で今年度は高度 30 km 以下での西向きの高層風が例年ほど強まらず、7 月上旬をピークにだんだん風速が弱まり 7 月下旬には風向が不安定になることが予測された。このような状況になってくると少々厳しい気象条件でも気球放球を行わないと実験を実施できる見込みが立たなくなってしまい実験班はたいへん追い込まれた状況となってしまった。

7 月 24 日に気球 VLBI[3]を目的とした B17-01 実験のおそらく今期最後と予想される飛翔機会が得られ、同日未明より放球作業を開始したが、放球直前より予期せぬ放球に適さない地上風の状況が継続したため放球を中止することとなった。ヘリウムガス注入が改良した状態で 1 時間近く地上風が弱まるのを待ったが改善せず、1 トン近い総浮力を負荷した気球を強風のなか安全に畳んで再利用することはできず、予備気球の用意もなかったため、今期の実験実施を見送ることとなった。本実験は昨年度実験準備遅れと気象条件不適合のため実施を見送っており残念な結果と

なった。

残る、皮膜に網をかぶせたスーパープレッシャー気球の性能評価[4]を目的とした B17-03 実験の実施を 8 月上旬まで目指したが、実験実施期間中に放球可能な高層風が得られる見込みがなくなったため、8 月 6 日に実験実施を断念し、翌 7 日をもって第一次気球実験を終了した。本実験も昨年度採択されながら実験提案者の都合により辞退されたものであった。

ピギーバック実験として採択された「ピギーバック分散配置 9 軸姿勢ロガー群による飛翔中の気球各部の挙動測定」は B17-02, B17-04 両実験の飛翔機会を利用して実施された[5]。

大気球実験の大きなメリットのひとつは、研究を発想してから成果を得るまでの期間が短い機動性である。最初に採択されてから 2~3 年経って実験が実施できていない状況は正常な姿とは言えない。大気球実験グループとしては飛翔機会最大化のために今後も努力を続けていくが、各実験提案者におかれても、気球実験期間前、もしくは大気球実験グループが放球ウインドウとして設定した期間前に準備を完了するようにご努力いただきたい。

オーストラリア気球実験準備

昨年度第 4 回、第 5 回大気球専門委員会で、平成 30 年にオーストラリアで実施すべき気球実験として、「気球搭載遠赤外線干渉計による晩成型星の高解像撮像(FITE)」[6, 7]、「気球による MeV ガンマ線天体国際共同観測(SMILE-II+)」[8-10]、「エマルジョンガンマ線望遠鏡による宇宙ガンマ線の観測(GRAINE)」[11-15]の 3 実験が選定された。これら 3 実験とも天体の配置や観測条件から夜間の観測を必要とするもので、放球後 24 時間以上の水平飛翔を必要とし、FITE では 1.85 トン、その他の 2 実験でも 500 kg 以上の大型観測器で実施されるオーストラリア気球実験ならではの計画である。

過去の高層風データからこれら 3 実験の放球日

を4月1日から5月12日と想定し、事前の測風気球放球を含めて3月25日から5月15日を放球ウインドウと設定することにした。SMILE-II+、GRAINE に比べて FITE は要求到達高度が低いため最後の放球となることが予想される。各実験提案者との調整で、現地実験準備を2月16日から開始することとし、最長3か月を超えるキャンペーンを実施することとなった。

大気球実験グループでは、各実験に担当者1名を配して準備状況の把握にあたらせるとともに、前回平成27年実験の経験を踏まえて、大型気球放球装置の改修[16]や移動追尾受信局の整備などを進めてきた。12月下旬には実験実施に必要な機材を発送すべく輸出手続き等を進めているところである。

また、JAXA とオーストラリア連邦科学産業研究機構(CSIRO)間の気球実験実施に関する協定が本年7月14日に署名され、本来 JAXA では平成29年度末が中期計画期間の最終年度にあたり、中期計画を跨ぐ契約等が基本出来ないところ、宇宙科学研究所科学推進部の協力で CSIRO 及びニューサウスウェールズ大学との支援契約については多年度の設定をいただき、予算的裏付けも得ることができた。アリススプリングス放球場に設置されている NASA 施設の利用についても間もなく了解が得られる見込みとなっている。

各搭載機器の国内での噛合せ試験も11月中には完了する予定である。各実験さまざまなトラブルに見舞われているものの現段階では大きなスケジュールインパクトは発生していないと理解している。3実験が所期の成果を上げられるように引き続き準備を進め、万全の態勢で実験実施に臨みたい。

開発研究

平成29年度はオーストラリア気球実験の準備に人、資金ともにリソースを集中させる必要があったため、昨年度の大気球シンポジウムで報告した開発研究[17]は減速せざるを得なかった。

とはいえ、昨年度地上試験を行った新型ロードテープを用いて製作した満膨張体積 5,000 m³ の試験気球の飛翔に成功したことは大きな進展である[2]。また、大樹航空宇宙実験場の長時間追尾受信システムに3つ目のテレメトリ受信アンテナと2つ目のコマンド送信アンテナを設置し、今後増加が予想される気球、搭載機器、試験体の3目標の独立追尾・受信に完全に対応するとともに、最後のシングルポイントであったコマンド送信アンテナの冗長化を完了した。さらに測距システムによる気球位置把握制度の向上を目指してパラボラアンテナの気球追尾指向誤差の改善にも取り組んだ[18]。

また、実験提案者が飛翔中のテレメトリ・コマンド環境を理解し気球実験期間前に搭載機器と地上系との通信を十分に試験することで、大樹航空宇宙実験場での噛合せ試験等を円滑に短期間で実行できるように、テレメトリ・コマンド環境模擬装置を開発した[19]。試行として2セットの環境模擬装置を製作し、今年度の国内実験参加グループおよびオーストラリア気球実験参加グループに使用してもらったが、コマンド遅れや、テレメトリ損失なども模擬できるため、実際の運用で発生するトラブルの減少を期待している。

小規模計画

JAXA 宇宙科学研究所では大学共同利用の枠組みで実施されている従来の観測ロケット・大気球実験と、小型科学衛星バスを用いたプロジェクトの間に位置するプロジェクトの中で、海外サブパイロード、海外の観測ロケット・大気球、国際宇宙ステーション(ISS)などの飛翔機会を利用した計画を「小規模計画」と位置付けた。この小規模計画の初めての公募が平成28年11月に発出された。

海外宇宙機関が実施する気球飛翔機会を利用する実験として4計画が提案され、そのうちNASAによる南極周回気球を用いた「宇宙線反粒子探索計画 GAPS」[20–22]と、同じくNASAがスウェーデンで放球する長時間飛翔気球を利用

した「国際大気球太陽観測実験 SUNRISE-3」[23]の2実験が採択された。最先端の科学成果を目指す気球実験が、宇宙科学研究所が実施する国外実験に加えて海外機関の実施する飛翔機会での実施できる枠組みが実行された意義は大きく、今後の公募にも多くの気球実験が提案されることを期待する。

まとめ

気球実験実施に適切な気象条件をなかなか得られない中で確実に飛翔機会を捉えるためには、飛翔可能期間に被らない確実な準備が不可欠である。数少ない飛翔機会を有効に生かし、科学成果を積み上げていくことが大気球実験全体の活性化につながってくる。来年7月には米国でCOSPAR 科学総会が開催されることとなり、ぜひ多くの日本からの成果が発表されるようお願いしたい。

参考文献

- [1] 大野 宗祐 他, 大気球を用いた成層圏微生物採取実験: Biopause プロジェクト, isas17-sbs-002
- [2] 田村 誠 他, 新型ロードテープ気球の飛翔試験, isas17-sbs-011
- [3] 土居 明広 他, 気球 VLBI 実験: 2017 年の実験の報告と 2018 年の実験再提案, isas17-sbs-021
- [4] 齋藤 芳隆 他, 皮膜に網をかぶせた長時間飛翔用スーパープレッシャー気球の開発 (NPB2-2), isas17-sbs-017
- [5] 莊司 泰弘 他, ピギーバックによる気球系各部の In-situ 姿勢計測結果と今後の展開, isas17-sbs-007
- [6] 芝井 広 他, 気球搭載遠赤外線干渉計 FITE の準備状況報告, isas17-sbs-022
- [7] 佐々木 彩奈 他, 遠赤外線干渉計 FITE の干渉光学系状況報告, isas17-sbs-023
- [8] 高田 淳史 他, SMILE-II+実験概要, isas17-sbs-024
- [9] 吉川 慶 他, SMILE-II+実験のシステム概要, isas17-sbs-025
- [10] 竹村 泰斗 他, SMILE-II+ MeV ガンマ線望遠鏡性能評価, isas17-sbs-026
- [11] 青木 茂樹 他, GRAINE 計画: 全体計画, isas17-sbs-032
- [12] 高橋 覚 他, GRAINE 計画: 2018 年豪州気球実験に向けて, isas17-sbs-033
- [13] 中村 悠哉 他, GRAINE 計画: 2018 年豪州気球実験に向けたエマルジョンフィルム準備状況報告, isas17-sbs-034
- [14] 呉坪 健司 他, GRAINE 計画: 2018 年豪州気球実験に向けたタイムスタンパーの準備状況, isas17-sbs-035
- [15] 小宮山 将広 他, GRAINE 計画: 2018 年豪州気球実験に向けた与圧容器ゴンドラ準備状況, isas17-sbs-036
- [16] 飯嶋 一征 他, 豪州放球システムの改良, isas17-sbs-010
- [17] 吉田 哲也, 平成 28 年度の大気球実験概要, isas16-sbs-001
- [18] 小財 正義 他, 気球追尾アンテナ指向誤差の較正, isas17-sbs-009
- [19] 井筒 直樹 他, テレメトリ・コマンド環境模擬装置, isas17-sbs-012
- [20] 福家 英之 他, 宇宙線反粒子探索 GAPS 実験用リチウムドリフト型シリコン検出器の開発, isas17-sbs-029
- [21] 橋本 岳 他, 宇宙線反粒子探索 GAPS 実験用 TOF シンチレーションカウンタの開発, isas17-sbs-030
- [22] 近藤 愛実 他, 宇宙線反粒子探 GAPS 実験用ヒートパイプシステムの開発, isas17-sbs-031
- [23] 勝川 行雄, 国際大気球太陽観測実験 SUNRISE-3, isas17-sbs-028