

## 平成 31 年度の大気球実験概要

JAXA 宇宙科学研究所 吉田 哲也

平成 31 年度の大気球実験は、5 月から 8 月に大樹航空宇宙実験場で第一次気球実験として実施された。本稿では国内実験の経過、本年度の実験実施を大きく制限したヘリウムガス供給不足と今後の対応、本年度のジェット気流の状況について報告する。

### 国内気球実験の経過

既報[1]のとおり、昨年度は実施予定の 4 実験すべてを気象条件不適合のために実施見送りとすることとなった。本年度は、それら 4 実験に加えて、新たに大気球で実施する 2 実験と、ピギーバックもしくはゴム気球で実施する 1 実験が大気球専門委員会により選定された。選定された大気球で実施する 6 実験については、ジェット気流の状況などの理由により全ての実験を実施できない可能性を踏まえて優先順位付けを行い、「マルチクロックトレーサーによる大気年代の高精度化」と「成層圏における微生物捕獲実験」が高いプライオリティを有するものとされた。

これらの実験実施に重大な影響を与える事態が明確になったのは、平成 30 年の暮れのことであった。例年のように実験計画の概要を策定し、関係機関との調整や、実験支援の契約準備などを

始めたところ、ヘリウムガスの調達が極めて困難になっていることが判明した。その原因の詳細については後述するが、ヘリウムの供給を 100% 輸入に頼っている日本において、主たる輸入元である米国の供給量が減少したことで、輸入量が国内需要に満たなくなり、国内のガス販売会社は平成 30 年の使用実績をベースに平成 31 年の顧客への供給量の割り当てを行うこととなった。

大気球実験にとって影響が極めて大きくなったのは、平成 30 年度の大気球実験において、気象条件の不適合により 1 実験も実施できず、同年のヘリウムガスの使用量が事実上ゼロであったことに起因する。平成 31 年度に選定された大気球による 6 実験を実施するためには 5,500 m<sup>3</sup> ほどのヘリウムガスを必要としたが、これを前年度ゼロベースから積み増して供給してもらうことは、これまで長年に亘って大気球実験をサポートしてきたガス卸会社にも極めて困難なことであった。

事態の打開のために、他の学術機関の備蓄を借用するなどさまざまな方法を検討したが、後日借用分を確実に調達できる見込みが立たず、また北海道への高圧ガスの輸送という特殊性から、ガス

表 1 平成 31 年度第一次気球実験飛翔概要

放球日時	実験番号	目的	高度	飛翔時間
7 月 6 日	B19-02	成層圏における微生物捕獲実験	27.7 km	2 時間 14 分
8 月 1 日	BS19-02	極薄ペロブスカイト太陽電池の気球飛翔	30.5 km	1 時間 48 分
	B19-01	気球 VLBI 実験	ヘリウムガスを確保できず 実施見送り	
	B19-03	皮膚に網をかぶせたスーパープレッシャー気球の性能評価		
	B19-04	マルチクロックトレーサーによる大気年代の高精度化		
	B19-05	火星探査用飛行機の高高度飛行試験		
	B19-06	サンプルリターンカプセルの遷音速飛行試験と空力減速装置の実証試験	実験提案取り消し	

販売会社以外からのヘリウムガス調達を断念せざるを得ず、大気球専門委員会で最優先とされた2実験以外の大気球による実験については本年4月末に見送りを決断することとなった。

最優先とされた2実験についても、両実験を実施できるヘリウムガスの調達は不可能であり、両実験の実施可能時期が異なることから、7月12日までは、B19-02実験「成層圏における微生物捕獲実験」に優先度を与え、それまでにB19-02実験を実施できなければ、B19-04実験「マルチクロックトレーサーによる大気年代の高精度化」に実施優先を切り替えることとした。

さらに、今後数年はヘリウムガスの供給が不安定であろうことを踏まえ、水素ガスを用いた大気球実験運営も検討することとし、本年度のゴム気球の飛翔を水素ガスで実施することとした。この詳細は別稿[2,3]に委ねるが、大気球実験に水素ガスを用いていたのは昭和47年以前の三陸大気球観測所でのことであり、現在のメンバーは誰も水素ガスで気球を放球した経験を持たない。宇宙科学研究所内の水素ガス利用に関する有識者の方々のご指導をいただきながら、安全を確保できる水素ガス供給システムの準備を進めた。ここにご指導くださった成尾 芳博 先生、宇宙科学研究所安全衛生委員会高圧ガス専門部会の皆様、鳥井 義弘 S&MA 総括他の皆様に謝意を表したい。

このような経緯を経ながら事前準備を進め、5月27日から大樹航空宇宙実験場での第一次気球実験を開始した。水素ガス系の準備に時間を要したため、6月7日にBS19-01 測風ゴム気球を放球した。本ゴム気球の飛翔によって、ジェット気流の状況を確認し、追尾受信系の動作を検証すると同時に、放球作業においてゴム気球表面や放球作業者の静電気電位を測定するなどして、水素ガスのより確実な取扱いに必要な知見を得て、後のBS19-02 実験の放球作業にフィードバックされた。

一方で、本年度採択された実験の準備は決して芳しいものではなかった。当初計画では、5月末

にはB19-02 実験「成層圏における微生物捕獲実験」、BS19-02 実験「極薄ペロブスカイト太陽電池の気球飛翔」の現地準備が整っている予定であったが、それぞれ相模原での準備段階からトラブルを抱え、B19-02 実験については約1か月、BS19-02 実験については2か月弱準備が遅延した。そのため、大樹町現地での活動を継続的に続けることが難しく、BS19-01 測風ゴム気球を放球して現地を一旦撤収、6月下旬にB19-02 実験のために現地準備を再開して放球後また撤収、再度7月下旬にBS19-02 実験のために現地作業を再開するという展開となった。こうした実験運営は実験支援を行ってくださる技術者の方や作業の方の業務計画を大幅に狂わせることとなるため、実験提案者の方にはマージンを持った準備計画の立案とスケジュール順守をお願いしたい。

結果として、B19-02 実験については、7月1日に飛行準備確認会を実施し、高層風の条件が整った7月6日に放球、降下式インパクター型試料採集装置を高度27.7 km からパラシュートで降下させ試料採集を行った。採集した試料は、千葉工業大学に持ち帰り分析に供された[4]。

その後、BS19-02 実験について、7月31日に飛行準備確認会を実施し、翌8月1日に放球された。放球時の地上風がほとんど無風であったために、ゴム気球の上昇に合わせて移動させなければならぬペイロードをうまくハンドリングできず、実験機器を地面に接触させてしまった。ヘリウムガスを利用してれば補助気球を利用してあらかじめペイロードを浮かせておくなども考えたところであったが、水素ガスによる放球であったため、使用するゴム気球数が最少となる放球法を採用することとなり、十分な放球確実性を維持することができなかった。一定のデータは取得できており、データ解析進めている[5]とのことではあるが、今後の検討課題である。

本年度の実施を見送った実験については、2020年度の実施を前提として、気球や荷姿などを維持している。一方で、毎年多くの実験を先送りする

状況が続いており、新規実験提案の意欲を削ぐ状況となっているのは大きな問題と認識している。

## ヘリウムガス供給の現状と対応

今回の日本国内でのヘリウムガス供給不足は、これまで世界全体でのヘリウムガスの供給において大きな役割を果たしていた米国土地管理局 (BLM) が戦略備蓄の削減計画の中で放出してきたヘリウムガスの供給が「計画通り」に終了したことによる供給減が大きな要因となっている。数年前にもヘリウムガスの供給不足が発生したが、その際はヘリウム精製工場のトラブルが原因であったため、供給量の回復が見通せるものであったが、今回は戦略備蓄の放出が再開される見込みはなく、より深刻な状況と言わざるを得ない。

もちろん、日本の各ガス販売会社もこの事態をただ待っていたわけではなく、ロシアやカタールなどの代替調達先の開拓を進めてきている。ただ、それら代替調達先のヘリウムガス生産の立ち上がりが必要でもなく、世界全体としては中国をはじめとする需要増の中で、日本での供給が不安定になったということらしい。

このような状況は代替調達先の生産が安定する 2~3 年後まで継続するものと想定されている。来年度以降大気球実験を継続するための対応策として、今年度気球実験での水素ガス利用に挑戦を始めたが、大気球実験で起こりうるケースを網

羅して検討すると、特にオフノミナルな事態において安全を確保することが容易ではないことが把握されてきた。来年度は一義的にはヘリウムガスでの大気球実験実施を想定せざるを得ないため、半年以上の期間を確保してヘリウムガスの調達を行い、ガス販売会社の負担をできる限り減らす形で、必要量のヘリウムガスの確保を進めていく計画である。

## 本年度のジェット気流の状況

本年度は大気球を用いた実験が一つのみという状況となったため、ジェット気流の状況が大きくクローズアップされることがなかったが、1 実験も実施できなかった昨年度と状況を比較してみたい。図 1 に 200 hPa 高度でのジェット気流の 5~9 月期の風向、風速の変動を示す。左図が平成 30 年度、右図が平成 31 年度の状況である。

一見して違いを見取れるような状況の変化は生じていないことがわかる。平成 31 年度のほうが真西(270 度方向)からを中心として南北に風向が揺れている期間が平成 30 年度に比べて多いように見えるが、一方でジェット気流の風速が弱く、放球に適さない日が平成 31 年度のほうが多いようにも見える。今年度は B19-02 実験を実施することができたが、それは僅かな機会を上手に捉えることができたと判断すべきであり、気象条件が改善したということではないことに留意すべきであろう。

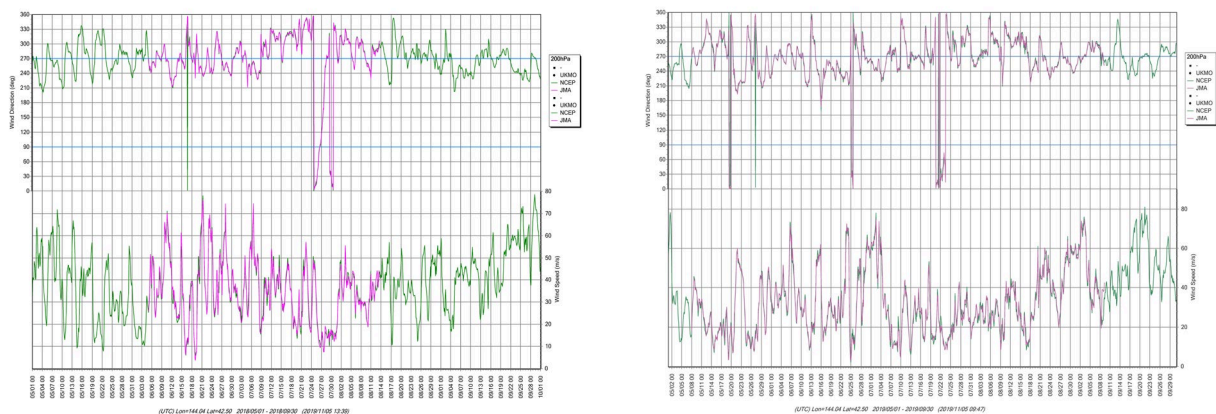


図 1: 200 hPa 高度におけるジェット気流の 5~9 月期の風向・風速の変動  
(左: 平成 30 年度, 右: 平成 31 年度)

こうした厳しい気象条件の中であっても飛翔機会の確保するための取り組みとして、回収海域の拡大と放球時の地上気象の的確な予測を、昨年度の大気球シンポジウムで挙げた。このうち、球時の地上気象予測については、JAXA 格納庫屋上に明星電気 POTEKA 気象観測システムを設置し、観測データを SYNFOSS-3D の予測に同化させることを開始した。定量的な評価に至っていないが、定性的には SYNFOSS-3D の予測の信頼性が向上しているように感じられる。

一方で回収海域の拡大については、関係する漁業協同組合から十分な同意を得られず、実現に至っていない。これまで十勝沿岸で 10 年に亘って大気球実験を安全に実施してきた実績をもってすれば、回収海域の拡大に関係者の理解を得られるであろうと考えてきたところであるが、実際にそうした海域で漁業を営んでいらっしゃる漁業者の立場に十分に配慮した計画となっていなかったことは大きな反省点である。当面は、現状の回収海域での実験実施を続けながら、漁業者など関係者への説明を続け、理解を求め、実験機会の確保に努めていきたい

## **まとめ**

平成 31 年度の大気球実験は、日本国内でのヘ

リウムガス供給不足により大気球専門委員会で選定された大気球 6 実験のうち 1 実験とゴム気球による 1 実験を実施するにとどまった。今後の対策として水素ガスの利用も検討し、本年度のゴム気球放球は水素ガスを用いて行ったが、大気球放球での水素ガス利用は容易ではない。また、ジェット気流の状況など気象条件も厳しい状態が継続している。来年度以降の大気球実験実施のために、ヘリウムガスの必要量の調達に努めるとともに、引き続き数少ない放球機会を確実にとらえる努力を実験提案者側とともに続けていきたい。

## **参考文献**

- [1] 吉田 哲也, 平成 30 年度の大気球実験概要, isas18-sbs-001
- [2] 飯嶋 一征 他, 2019 年気球実験における水素ガスを用いたゴム気球実験実施報告(1), isas19-sbs-019
- [3] 池田 忠作 他, 2019 年気球実験における水素ガスを用いたゴム気球実験実施報告(2), isas19-sbs-020
- [4] 大野 宗祐 他, 成層圏における微生物捕獲実験 Biopause プロジェクト, isas19-sbs-002
- [5] 金谷 周朔 他, 極薄ペロブスカイト太陽電池の気球飛翔実験, isas19-sbs-010