

2021年度の大気球実験概要

JAXA / ISAS / 大気球実験グループ 福家英之

本稿では、2021年5月から8月にかけて実施した国内2021年度実験や次期豪州気球実験など、ISASが運用する大気球実験の近況を報告する。

1. 国内気球実験の経過

1.1. 概要

今2021年度の国内気球実験は、大気球専門委員会によって2020年度中に行われた選定を踏まえ、表1に示す5実験を計画し、5月17日から8月25日にかけて連携協力拠点 大樹航空宇宙実験場 (TARF) にて実施した。

2020年度に引き続き2021年度も新型コロナウイルス感染拡大（所謂コロナ禍）の中での気球実験となった。緊急事態宣言の期間を回避した2020年度とは異なり、今年度は実験期間の一部が緊急事態宣言と重なったが、JAXAのBCP（事業継続計画）の対象に含める措置を得て、実験を実施した。

実施に際しては、2020年度と同様に、実験参加者数の抑制や実験参加日程の分散化、現地での三密の回避、日々の検温、手指の消毒、マスク着用等々、感染拡大防止に努めた。さらに、羽田空港などでPCR検査を受ける環境ができたことも踏まえ、参加者全員が現地入りする都度PCR検査を受け陰性を確認する方策も取った。

昨年と同様に地元の自治体や住民の皆様から温かく迎え入れて頂いたことも幸いであった。コロナ禍において実験を遂行でき、また、昨年に引き続き1人の発熱者も出ずに無事に完了できた。ご協力頂いた関係者の皆様に深く感謝する。

1.2. 実験実施

今年度も異常気象により飛翔機会が大きく制約され、悩まされたが、幸い3つの実験を実施でき、いずれも計画通りの飛翔を実現できた。

BS21-07実験「極薄ペロブスカイト太陽電池の気球飛翔」は、6月21日に飛行準備確認会（FRR）を実施後、7月4日に実験を実施し、高度約31kmまでの成層圏環境下で太陽電池の特性が測定された[1]。

B21-08実験「高精度変位計測装置の実証」は、6月11日にFRR実施後、7月9日に実験を実施し、高度約29kmまでの成層圏環境下で人為的に生成した変位が測定された[2]。

B21-06実験「成層圏における微生物捕獲実験」は、6月11日にFRR実施後、8月5日に実験を実施し、上部対流圏から成層圏にかけての広い高度範囲で大気中の微生物が採取された[3]。また、「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実験」がピギーバックとして搭載された[4]。

いずれの実験も、取得されたデータや試料の解析が進められている。

表 1 2020 年度気球実験飛翔概要

放球日時	実験番号	目的	高度	飛翔時間
7月4日	BS21-07	極薄ペロブスカイト太陽電池の気球飛翔	30.9 km	1 時間 21 分
7月9日	B21-08	高精度変位計測装置の実証	29.4 km	2 時間 25 分
8月5日	B21-06	成層圏における微生物捕獲実験	32.8 km	2 時間 09 分
	B21-05	火星探査用飛行機の高高度飛行試験	今年度の実施を見送り	
	B21-07	気球 VLBI 実験	今年度の実施を見送り	

一方、このほかに予定していた2つの実験は、相模原や大樹での準備を進めたものの、今年度の実施を見送ることとなった。

B21-05実験「火星探査用飛行機の高高度飛行試験」は、大樹航空宇宙実験場での最終準備と並行して行われていた飛行シミュレーションで発覚した機体構造強度不足に伴う飛行安全評価の再検討などに時間を要し、また、実験計画期間中に気球飛翔運用に適した高層風を得られる見込みがなくなったため、今年度の実施を見送った[5]。

また、B21-07実験「気球VLBI実験」は、6月初旬までに大樹での準備とFRRを終えたものの、実験計画期間中に気球飛翔運用に適した高層風を得られず、今年度の実施を見送った[6]。

1.3. 飛翔機会の確保

近年、以下で述べるような様々な外的要因を受けるようになってきているなか、今年度も気球実験の飛翔機会の確保に努めた。

① ヘリウムガス

2018年末頃から日本国内でのヘリウムガスの入手困難が顕在化し、2019年度実験は大型気球1機分の量しか確保できなかった[7]。この困難にあたり、水素ガスの代替使用も検討したが[8]、とりわけ大型気球への適用に関して、安全面で解決すべき課題が残されており、今すぐの水素ガスの代替利用は非現実的である。そこで、2020年度以降はヘリウムガスの調達に十分な期間を確保することでガスを調達する方針をとっている[7]。その結果、2020・2021年度ともに必要量のヘリウムガスを確保できた。2022年度も同様の方針により、必要量のヘリウムガス確保を目指す。

② 異常気象

異常気象により気球飛翔に適した機会が激減している状況[7, 9]も依然として続いている。今期もジェット気流の蛇行などの極端な気象が発生し、日本各地でも猛暑や大雨となって顕在化した。

国内での気球実験は、「高度10数kmの偏西風（所謂ジェット気流）」と「成層圏の東風」の組み合わせを利用することで、ブーメランのように気球を往復飛翔させ、海上上空での実験実施と沿岸での確実な回収を実現している。しかし、ジェット気流が南北に蛇行すると風向が西風から逸脱する日が多くなり、ブーメラン飛翔運用を実現できなくなる。

図1に今期の大樹上空（ジェット気流の目安となる高度150hPa）での風向風速値を示す。7月10日頃から8月3日頃にかけて、とりわけ風向の逸脱が顕著だったことが判る。今期の放球日（7月4日、7月9日、8月5日）はこの期間の前後のタイミングにあたる。ぎりぎりのタイミングで飛翔機会を得ることができ、しかも、多彩な複数の実験の準備を整えていたため、その日の気象に適合する実験を選択して実施できたのは幸いであった。なお、実際には、実験実施のための気象条件として各高度での風向のみならず風速も加わり、より複雑な条件のパズルを解く必要がある。

従来、成層圏の東風は、ジェット気流に比べると日々の変動や年毎の変化が非常に小さく、安定した風向風速が見られた。しかし、今夏は、成層圏風の風速が全体的に遅く、安定的に東風が吹く期間（放球ウィンドウ）が例年よりも短かった。例として図2に示す高度20hPaの場合、我々が目安とする風速10m/s以上の安定した東風の期間をウィンドウと見なすと、ウィンドウの開始は例年より約3週間も遅い6月末であった一方、ウィンドウの終息は例年同様の8月上旬であった。この狭まったウィンドウ期間の大半が上述のジェット気流の異常により気象不適合となったわけである。この成層圏風の傾向は今年の一過性のものだと期待したいが、今後も注視しなければならない。

異常気象の出現内容は毎年異なるため予想が難しく、当座の対策としては、実験の準備を速やかに終えて飛翔機会を待ち、限られた機会を逃さず確実に掴むことが引き続き重要となる。

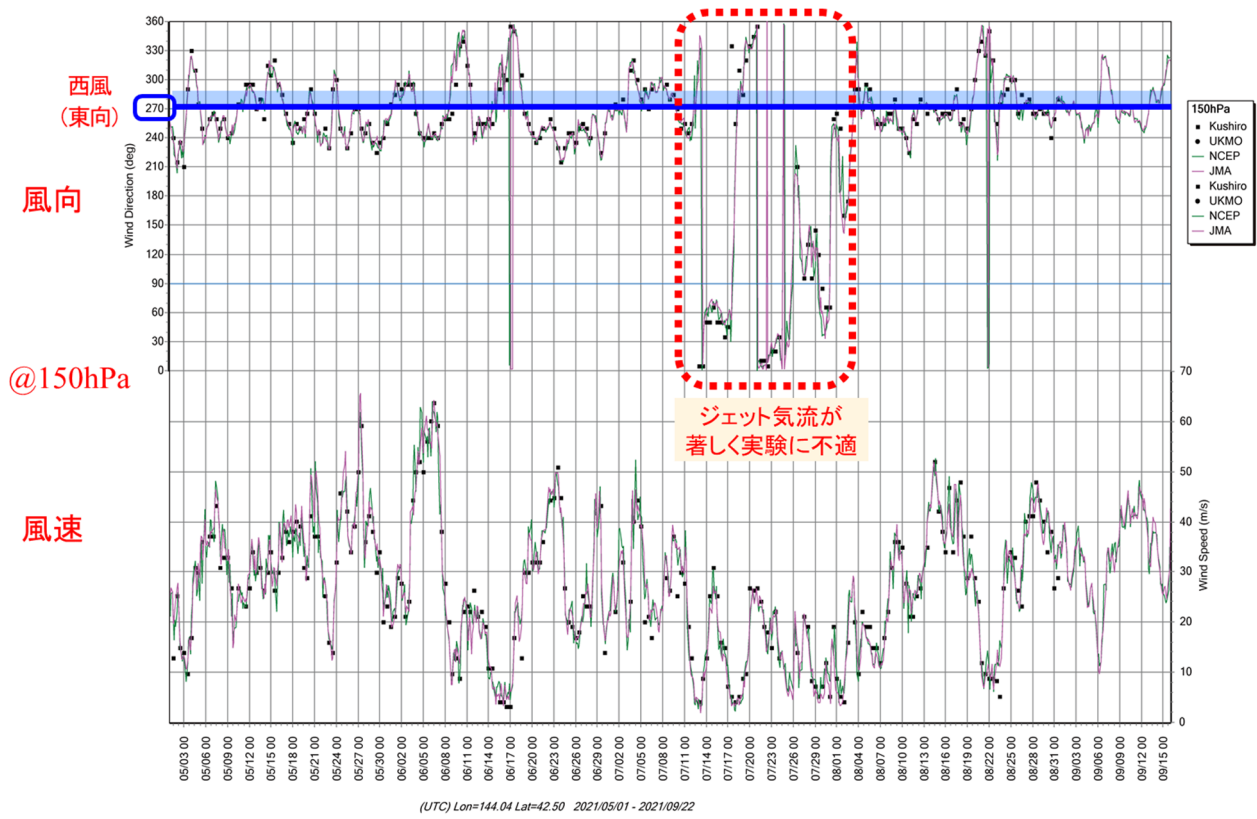


図1: 今期の大樹上空 (ジェット気流の目安となる高度150hPa) の風向風速値

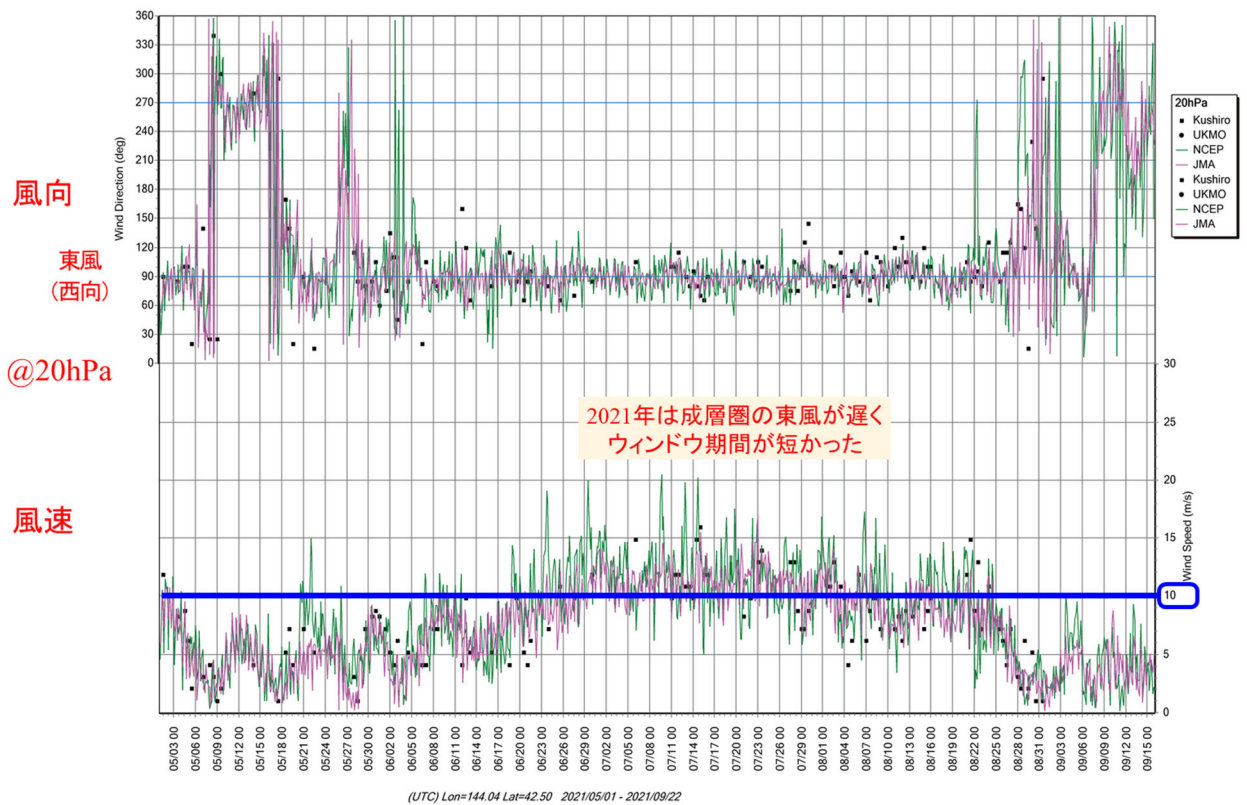


図2: 今期の大樹上空 (成層圏の一例としての高度20hPa) の風向風速値

③ 小規模な実験の活用などの検討

一般的に、使用する気球が小さい、飛揚ヘリウムガス量が少ない、必要な水平浮遊時間が短い、など規模が小さい気球実験ほど、飛翔のための気象条件が緩和される傾向にある。今期実施したBS21-07実験やB21-08実験は使用気球が比較的小さかった。B21-08の放球当日は降雨の恐れがあったが、ペイロードを含む気球荷姿全体をJAXA格納庫内に収容した状態で気球へのヘリウムガス充填を行い、雨が止むタイミングを狙って放球した。このようなガス入れの完全屋内化は、使用気球が比較的小さなB15であったため実現できたものである。また、B21-06実験は水平浮遊への要求時間が15分と短かった。

実験の規模を単に縮小するのではなく、期待される成果を維持しつつ、知恵や工夫によって実験のコンパクト化を図り、飛翔のための条件を緩和して機会を増やすマインドは、今後も必要だと考える。現在、大気球実験グループでは老朽化した無線送受信系の更新計画を策定中だが、こうした通信回線の高速化・高信頼化などのインフラ強化も活用して、実験のコンパクト化を下支えしていく。

また、中長期的な対策として、放球時の地上気象条件の緩和や飛翔範囲の拡大などによって飛翔機会を増やす検討[9]も進めている。

なお、大樹町では気球実験以外の航空宇宙関連活動も年々活発化している。気球実験の飛翔機会を確保しつつ他の活動と共存していくための調整も重要であり、引き続き行っていく。

2. 次期豪州気球実験

今回の豪州気球実験は、2020年夏の時点でコロナ禍に伴う1年延期を決め、2022年3月～5月の実施に向けて調整を進めてきた。しかし、実験準備や各種契約締結を本格化する時期（2021年7月）を迎えた段階でもコロナ禍の終息が見えておらず、豪州の入国制限も続いている状況だったため、ぎりぎりのリソースで運用している気球実験を2022年春に確実に実施できるとは言えないと判断し、さらに1年延期して2023年3月～5月の実施に向けて調整を進めることを6月28日に決定した。

実験延期の旨は、実施候補実験チームをはじめ、現地施設保有者である豪州当局やNASAなど、関係者と共有している。

引き続き、コロナ禍の影響を見極めつつ、豪州気球実験実施に向けて準備を進めていく。

3. 人材育成

今期に限らず、気球実験は概して、最先端の宇宙科学研究に資するだけでなく、若手や学生がミッション遂行の本番を経験できる貴重な場でもある。

今期は、JAXAに入ったばかりの新人3名を含む計11名のJAXA職員が短期研修などの目的で気球実験に参加した。また、例年同様、10名の大学院生や多くの若手研究者が全国の大学などから参加した。今後と同様の取り組みを継続し、次代を担う人材の育成にも貢献していく。

参考文献

1. 金谷周朔 他, 大気球シンポジウム (2021年度, 本シンポジウム抄録) isas21-sbs-005.
2. 石村康生 他, 大気球シンポジウム (2021年度, 本シンポジウム抄録) isas21-sbs-006.
3. 大野宗祐 他, 大気球シンポジウム (2021年度, 本シンポジウム抄録) isas21-sbs-029.
4. 莊司泰弘 他, 大気球シンポジウム (2021年度, 本シンポジウム抄録) isas21-sbs-008.
5. 大山 聖 他, 大気球シンポジウム (2021年度, 本シンポジウム抄録) isas21-sbs-002.
6. 河野裕介 他, 大気球シンポジウム (2021年度, 本シンポジウム抄録) isas21-sbs-015.
7. 吉田哲也, 大気球シンポジウム (2019年度) isas19-sbs-001.
8. 飯嶋一征 他, 大気球シンポジウム (2019年度) isas19-sbs-019.
9. 吉田哲也, 大気球シンポジウム (2018年度) isas18-sbs-001.