

2023 豪州気球実験回収作業報告

池田忠作、飯嶋一征、生田歩夢、田村誠、福家英之、水越慧太、森英之、山谷昌大

JAXA / ISAS

1. はじめに

2023年2月から5月にかけて行われた2023年豪州気球実験では、4月30日にB23-01（搭載ペイロード＝GRAINE：エマルジョンガンマ線望遠鏡による宇宙ガンマ線観測計画）[1]を放球し、5月2日にB23-01ゴンドラを回収した。続いて5月11日にB23-02（搭載ペイロード＝SRC：はやぶさ型カプセルの遷音速・低速域における空力安定性評価）[2]を放球し、5月12日にB23-02のSRC本体部（instrument module（ISM））とヒートシールド、5月13日にB23-02ゴンドラ本体、14日にB23-02気球を回収した。本報告では、回収オペレーションの内容について報告する

2. 回収対象物

図1に気球(B300型、649 kg)と荷姿を除く回収対象品の外観を示す。B23-01のゴンドラ（6 m（W）× 2.5 m（D）× 2.5 m（H）、760 kg）はこれまで豪州気球実験で我々が飛翔させたもの[3,4]の中では最も大きく、重いものであった。ゴンドラのシェル内側には回収が必須となるPIのエマルジョンフィルムやデジタル記録媒体が格納されており、フィルムの劣化を最小限にとどめるために、温度上昇をできるだけ避け、速やかに回収することが求められた。回収に当たってはクレーン付きのトラックを用いた回収を想定した。一方B23-02ではゴンドラ（1.7 m（W）× 1.0 m（D）× 1.0 m（H）、350 kg）やISM（直径0.6 m、22 kg）はいずれも比較的小さく、軽量であったため、ヘリコプタによる回収も可能と思われたが、ヒートシールドには降下後の位置情報発信機能が無いため、予想降下位置での目視発見が必要とされた。

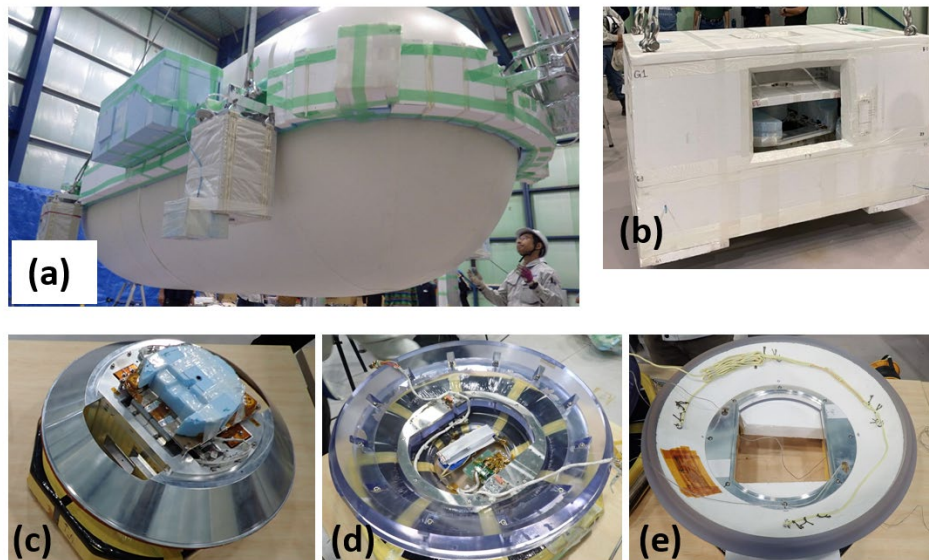


図1 回収対象品外観。(a) B23-01 観測器(ゴンドラ), (b) B23-02 ゴンドラ, (c) ISM, (d) SRC 前面ヒートシールド, 及び (e) SRC 背面ヒートシールド

3. 回収体制・器材

回収班は過去の豪州気球実験と同じく、JAXA1名（池田）、PI 1名、豪州ニューサウスウェールズ大学（UNSW）の現地スタッフ1名、UNSWが回収支援のために現地で雇用した1名の4人体制とした。回収対

象物へのファーストアクセスにはヘリコプタを積極的に利用し、小型軽量の ISM やヒートシールドは直接機内に搭載して回収することとした。他の回収物については上空から降下位置を確定した後、可能な限り車両で回収を行う方針とした。回収に用いる車両には、走破性の高い4輪駆動車（ピックアップトラックタイプのランドクルーザー）とクレーン付きのトラック、ランドクルーザーで牽引する小型のトレーラーを用意した。車両には回収で使用する工具類に加えて数日分の食料と水、燃料のドラム缶を搭載した。

回収班とアリスプリングス放球拠点との連絡手段としてはイリジウム衛星携帯電話のほか、イリジウム衛星経由で双方向のメッセージ通信が可能な小型イリジウム端末(Garmin 製 InReach Mini)を利用し、この端末のトラッキング機能を使って回収班の位置情報を放球拠点側と共有した。回収班自身の軌跡記録用にはハンディ GPS 端末を使用した。

4. B23-01 回収作業の実施

B23-01 ペイロードは4月30日の朝放球され、翌5月1日朝9時半ころアリスプリングスの放球地点から東方約1000 km、ロングリーチ受信局の南方230 kmの地点 (E 144.563567, S 25.462917) に降下した。飛翔経路予測からロングリーチ周辺への飛翔を予想していたため、放球に先立ち豪州メンバ2名は4月28日に車両2台でロングリーチへ移動した。池田、六條(PI)、長原(PI)は5月1日朝にチャーターセスナ機でアリスプリングスからロングリーチへ移動し、豪州メンバ2名と合流。長原を除く回収メンバ4名は13時過ぎにヘリコプタに搭乗してゴンドラに向かった。ゴンドラ着地後の座標はテレメトリから把握していたため発見は容易で、15時半ころゴンドラ近くに着陸した。幸運なことにゴンドラと荷姿は疎林の中の平地に着地しており、車両を横付けしてクレーンによる回収が可能であることが分かった(図2a, b)。機器の電源 OFF 作業や養生、電子データ記録媒体取り出しなどを実施した後、16時半に再度離陸して気球の探索を行ったが、日没が近いこともあって十分な時間を費やせず、発見には至らなかった。いっ

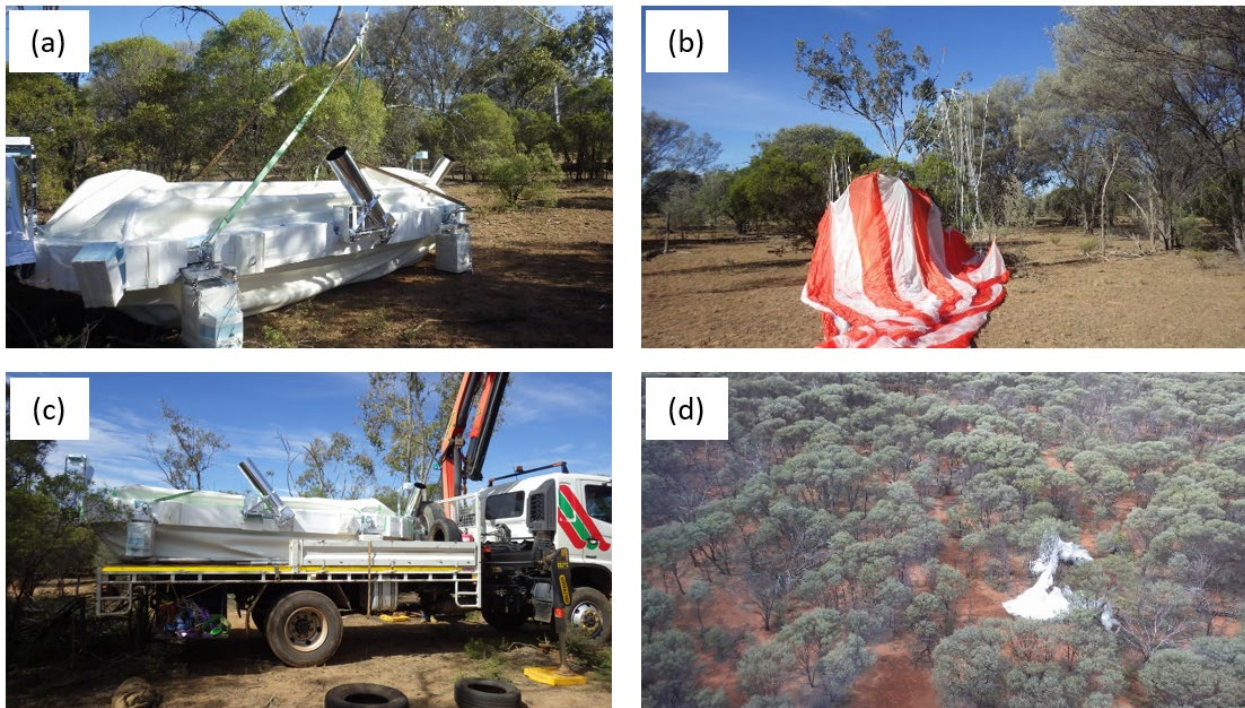


図2 (a) 着地した B23-01 ゴンドラ (b) 荷姿は一部木にかかっていた (c) トラックのクレーンを用いて回収 (d) B23-01 気球の様子。比較的密な森の中に降下していた

たんゴンドラ上空に戻り、ここからは最寄りの道まで車両で走行できそうなルートの上空を飛行した。幸運なことに車両の轍が残る小道が近くにあり、また川にかかる橋のような構造物が確認できたため車両のアクセスは可能であると判断した。翌5月2日、回収班4人は車両2台に分乗して朝5時にロングリーチを出発、Blackall-Adavale Rdを南下後、11時半頃道路から外れて前日フライトした際のGPS軌跡をたどりながら進み、12時半頃ゴンドラ脇に到着。大きな困難もなくトラックのクレーンを用いてゴンドラを回収することが出来た(図2c)。池田はここから再びヘリコプタに搭乗し、気球の再探索を実施。気球の降下予想座標近くで気球を見つけ、降下位置を確定することが出来た(図2d)。ゴンドラを乗せた車両は20時ころロングリーチ着。翌日よりPIによるフィルム取り出し、発送作業を経てHK機器を含むゴンドラ本体と車両は5月7日にアリススプリングスに帰還した。なお、B23-01気球は地元の産廃業者に回収いただくこととなった。

5. B23-02 回収作業の実施

B23-02のSRCユニットはアリススプリングスの東方約300kmのシンプソン砂漠に設定した特定の領域内に降下させることが定められていたため、あらかじめ降下エリアに近い集落(Atula)に豪州メンバ2名が車両2台にヘリコプタ用燃料を積んで先行し、待機した。B23-02の放球は5月11日の朝7時半に行われ、ゴンドラから投下されたSRCユニットは11時50分頃までに既定の領域内に降下した。一方ゴンドラと気球は車両回収による回収が困難な砂漠地帯への降下を避けるため14時半まで飛行を続け、放球地点の東約500kmの場所に降下した。回収班の池田、小野(PI)は、放球後にセスナ機に搭乗して降下エリアに先回りし、SRCユニット投下前に領域の監視飛行を行った。翌5月12日朝7時、池田、小野はアリススプリングス空港からヘリコプタに搭乗し、Atulaで給油後、テレメトリで把握していたISMの降下位置(S 23.5170583, E 136.4832417)に向かい、9時半にISM脇に着陸。無事ISMを機内に回収した(図3a)。続いて背面ヒートシールド、前面ヒートシールドについても降下予想位置周辺をくまなく飛行した結果、いずれも上空から発見。無事回収することが出来た(図3b, c)。ここから小野は回収物と共にヘリで帰還し、池田は豪州メンバと共に車両でゴンドラと気球の回収に向かった。ゴンドラと気球は広大な牧場(Glenormiston Station)の中に降下したため、翌13日朝に牧場事務所を訪れて回収作業への協力を依頼。牧場所有のヘリコプタを使って探索に協力いただけることになり、12時ころからヘリコプタによる探査を行った。把握していたゴンドラ降下地点座標や気球の予想降下位置から、1時間ほどのフライトでゴンドラ(図3d)、気球共に容易に発見することが出来たが、いずれも枯れた小川が多数存在する地帯に着地していたため、車両の通れそうな場所を選んで上空を飛んでもらい、ルートをハンディGPSに記録した。続いて車両に乗り換え、GPSの軌跡を頼りにゴンドラ降下地点に向かった。枯れた小川の横断に苦労しつつも15時半頃ゴンドラ脇に到着(図3e)。トラックのクレーンを用い、30分ほどでゴンドラを回収することが出来た。続いて気球の降下地点に向かったが、途中で日没を迎えたため適当な場所を選んでキャンプ泊とした。5月14日は日の出とともに起床し気球の回収に向かったが、気球の1.5kmほど手前の枯れた小川を渡る地点でトラックがスタックしてしまった。幸い1時間ほどで脱出できたが、この先トラックでの走行は危険と判断し、ランドクルーザー1台に3人乗車してさらに進み、10時過ぎに気球脇に到着した(図3f)。気球を小分けにしてランドクルーザーに搭載するのは現実的でなかったため、トラック脇まで気球を引きずって移動させた後、トラックのクレーンを用いて気球をトラックの荷台に回収することが出来た(図3g, h)。往路のGPS軌跡をたどって牧場事務所まで戻り、ここで気球を廃棄。一路帰路に就いた。途中日没のため道脇の適当な場所でキャンプし、翌日午後アリススプリングスに

帰還し、無事回収を完了した。



図3 (a) ISM 回収の様子 (b) 前面ヒートシールド (c) 背面ヒートシールド (d) B23-02 ゴンドラと物量傘 (e) B23-02 ゴンドラは着地の際引きずられて傷だらけだった (f) B23-02 気球 (g) トラックまで引きずって移動 (h)クレーンで回収

6. まとめ

以上、B23-01, B23-02 共に対象物を比較的スムーズに無事回収することが出来た。今回、いずれも車両のアクセス路を事前に上空から偵察できたこと、実際に車両によるアクセスもほぼ可能であったことは幸いであった。今回の経験を今後に役立ててゆきたい。

7. 謝辞

豪州気球実験の実施に際してニューサウスウェールズ大学(UNSW)の Ravi Sood 准教授をはじめとする関係各位にお世話になりました。とりわけ、Eric Hessling と Ashley Whear の両氏には回収オペレーション全般について多大なるご尽力をいただきました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

1. 青木茂樹 他, 「GRAINE 計画: 計画のロードマップ」, 大気球シンポジウム (2023 年度) isas23-sbs-007
2. 山田和彦 他, 「「はやぶさ」型カプセルの気球投下による自由飛行試験についての速報」, 大気球シンポジウム (2023 年度) isas23-sbs-004
3. 吉田哲也 「平成 30 年オーストラリア気球実験概要」, 大気球シンポジウム (平成 30 年度) isas18-sbs-009
4. 濱田要 他, 「オーストラリア実験実施報告」, 大気球シンポジウム (平成 27 年度) isas15-sbs-042