

オーストラリア実験の準備状況

JAXA 宇宙科学研究所

吉田 哲也, 飯嶋 一征, 池田 忠作, 井筒 直樹, 梯 友哉, 齋藤 芳隆,
佐藤 崇俊, 莊司 泰弘¹, 田村 誠, 濱田 要, 福家 英之, 松坂 幸彦

宇宙科学研究所では、日本国内では困難な長時間、南天、陸上回収というようなキーワードで表現される大気球実験を実現するため、海外での気球実験キャンペーンを定期的実施している。本稿では、来年度初頭に実施を予定しているオーストラリア気球実験について、その計画の概要を報告する。

国外気球実験の経緯

日本国内における大気球実験では、国土的な制約から必然的に、長時間飛行の実現に困難が伴う。これまで、宇宙科学研究所ではこの困難を回避するために、ブーメラン飛行というユニークな気球飛行運用を実施し、またリレー気球というアイデアで見通し圏外の飛行運用の可能性を拓いてきた。しかしながら、大気球実験が大型化し、長時間飛行後に日本沿岸に戻ってきた際に広い海域で、気球や搭載機器の回収を実施できる体制を構築することが困難となったことに加えて、最近の気象状況の変化でジェット気流が不安定となり、強い東向きのジェット気流を前提とするブーメラン飛行を実現できる飛行機会が極めて稀になってしまい、現状日本国内での大気球実験では、飛行高度にもよるが 2~3 時間の浮遊時間を確保できるに留まっている。

また、大気球実験の特徴のひとつに尖った最先端の科学成果の創出が挙げられるが、こうした気球実験はしばしば大型で複雑な観測機器を繰り返して飛行させることを必要とする。日本国内での気球実験では海上での回収を必然とするため、実験を計画するにあたって陸上回収が可能な状況

に比べて多くの制約を受け、また余計な労力を払うこととなる。

高感度、高精度な天文観測、宇宙線観測に代表される長時間飛行、陸上回収を要求する大気球実験を実施するために、これまで NASA や SSC などの海外宇宙機関の気球飛行機会を利用し、また宇宙科学研究所でも国外での気球実験キャンペーンを実施してきた。過去、日印、日豪、日中、日伯などの国際協力の枠組みで国外気球実験を実施し、ここ 10 年ではブラジル INPE との協力で、日伯共同気球実験を実施してきた。

サンパウロ州カシオエイラパウリスタから放球するブラジルでの気球実験は、①INPE にも気球運用を実施するグループがあり、現地での気球運用に強い協力を得られること、②ウルグアイ国境付近まで飛行させることにより 20 時間以上の長時間飛行を実現できること、③乾燥した平地での回収を期待できること、④物価が安く実施コストが比較的抑制できること、などのメリットに加え、天文観測において多くの興味深い観測対象がある南天をカバーできる魅力があった。

しかしながら、ブラジルの急速な経済発展に伴い、サンパウロ上空への飛行制限など気球飛行にさまざまな制約が生じ、また地上を含む気象状況も必ずしも気球実験に適した状況ではなくなってきたことが明らかになってきた。平成 20 年度、22 年度の日伯共同気球実験では、天候不順のために観測機器の調整が順調に進まず、また激しい雷雨のためか搭載機器や地上設備にさまざまな不具合が発生し、結果として気球飛行を見送り

¹ 現所属：大阪大学大学院工学研究科



図 1: BLS 施設。左が UNSW, 右が NASA 設置のハンガー。NASA ハンガーではクレーンレールが屋外に突き出し、ペイロードの取扱いを容易にしている。

キャンペーンを終了する結果となっている。

そこで、平成 23 年度から宇宙科学研究所大気球実験室では、今後の国外気球実験実施場所としてオーストラリアを候補とすることとし、実施可能性の検討および実施に向けた準備を進めてきた。

オーストラリア気球実験の概要

オーストラリア気球実験の準備および放球は北部準州アリススプリングスの空港に併設されニューサウスウェールズ大学(UNSW)が管理する気球放球基地(Balloon Launch Station, 以下 BLS)で行う。BLS には、UNSW が設置したハンガーに加えて NASA が設置したハンガーがあり(図 1)、クレーン設備なども含めて作業環境はネットワーク環境を除いて整備されている(図 2)。

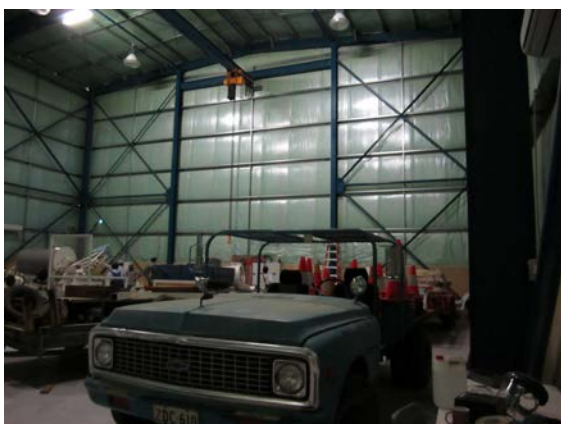


図 2: NASA ハンガーの内部。遮光性にも優れ、望遠鏡等の試験にも適する。



図 3: オーストラリア気球実験での放球点およびダウンレンジ局設置場所。3 か所ともほとんど南回帰線の直下にある。

アリススプリングスから放球された気球は、東に 1,200 km, 西に 1,500 km, 南北にはそれぞれ 700 km の広大な範囲を飛翔させることができ、飛翔高度によるが、5 月前後および 11 月前後には 20 時間以上の長時間飛翔を期待できる。高層風が非常に弱くなるターナラウンドの時期では、アリススプリングス近辺で 3 日以上飛翔を実現できたこともあるとのことである。

この広大な飛翔範囲での通信を確保するために、クィーンズランド州ロングリーチ及びサウスオーストラリア州ニューマンにダウンレンジ局を設置する(図 3)。これらのダウンレンジ局は BLS とともに回収拠点としての役割も果たす。これらのダウンレンジ局でも見通し圏外となるエリアを飛翔する場合に備えて衛星通信による気球追尾、飛翔制御も装備する。

回収は、着地点の最寄りの拠点から実施するが、その困難さは着地点の状況により大きく異なる。ロングリーチやニューマン周辺の乾燥した平地に着地すれば比較的容易に回収できるといわれているが、ロングリーチ西側の枯れ川が多く走るエリアやアリススプリングス周辺の砂丘様地形に着地するとかなり困難な回収になると想定される。NASA による気球実験では、10 日間以上かかるハードな回収作業になったこともあるとのこと、あらかじめさまざまな想定と準備を行っておくことが重要である。

オーストラリアでの気球実験は、上記のように長時間飛行、陸上回収を実現できることに加え、最先端機器の輸出入が比較的容易であることや日本との時差がほとんどなく、情報連絡等の対応を柔軟に行えることなど多くのメリットがあるが、一方で、現地に気球運用グループがなく、人員、機材等すべてのリソースを日本から持ち込まなければならない、また物価レベルが高くキャンペーン実施に多大なコストを必要とする難点も存在する。

平成 27 年度オーストラリア気球実験計画

オーストラリアで気球実験実施に向けて、平成 25 年、26 年、現地視察を行い、また BLS に小型気象観測装置とドップラーソーダを設置して放球点での気象連続観測を開始した。さらに、オーストラリアで気球実験を実施するために必要な実施取決め(MOU)や BLS に設置されている NASA の施設の利用するための書簡取決め(LOA)も宇宙科学研究所科学推進部の協力を得て平成 25 年度に締結された。

当初、最初のオーストラリア実験キャンペーンは、気球搭載遠赤外線干渉計による天文観測 FITE[1,2]とエマルジョン望遠鏡による宇宙ガンマ線撮像観測 GRAINE[3-5]の 2 実験を平成 25 年度に実施する計画であった。しかし、準備状況の遅れと昨年度第一次気球実験で発生した気球システムの不具合対応のために、実施時期を平成 27 年 5 月まで遅延させることとなった。その間に、光赤外天文学分野の SPICA 衛星計画を確実に進捗させるために FITE 実験を減速させることとなり、GRAINE 実験のみが初回キャンペーンでの実施候補となった。このような状況下で、宇宙科学研究所では、平成 27 年 5 月のキャンペーンを、今後オーストラリア気球キャンペーンを継続的に実施していくためのプリカーサと位置づけ、GRAINE 一実験のみをできる限りコストを圧縮して実施することとしたものである。

平成 27 年度オーストラリア気球実験は、同年 4 月 1 日から GRAINE グループの現地準備を開

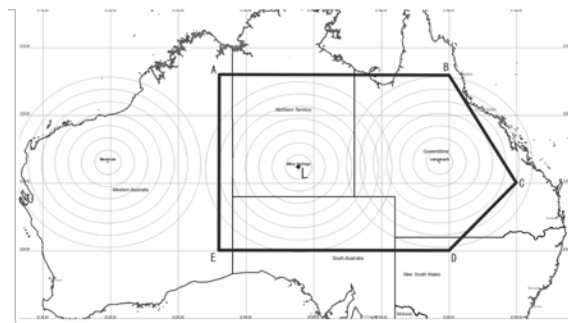


図 4: 平成 27 年度オーストラリア気球実験での飛行範囲(太線で示された五角形の内側)

始し、10 日頃から気球運用グループの準備開始、同下旬のアリススプリングス空港内放球点での最終噛合せを経て、5 月 1 日より放球可能とする計画である。放球可能な期間はノミナルには 5 月 31 日までとし、万一この期間に放球できない場合には、6 月 15 日まで延長可能な状況とする。この放球期間であると、GRAINE が飛行する高度 37 km 付近では西風となっているため、ニューマン方向への飛行を想定せず、ニューマンのダウンレンジ局は設置しない(図 4)。

5 月 1 日以降、まずゴム気球による測風および BLS 無線局の健全性チェックを行ったのち、必要に応じて薄膜ポリエチレン気球による測風を行い適切な西風が浮遊高度に吹いていることを確認したうえで、GRAINE 実験を実施する予定である。GRAINE 実験は現地時間午後 2 時から午後 8 時の間ガンマ線天体観測を実施する要求であるため、これまでの気象観測の結果とあわせて、早朝未明に気球を放球し、午後 8 時以降ロングリーチ付近の回収に適した地域で飛行を終了させる。飛行高度の風速によっては、夜間にロングリーチに到達してしまう可能性もあるが、その際には夜間切離し、降下を実施することとなる。

実験実施に向けた準備状況

前述のとおり、オーストラリア気球実験では、使用するすべての機材を日本から持ち込む必要がある。放球装置[6]、ヘリウムガス供給装置[7]の開発は完了し(図 5)、後者については本年度 B14-01 実験で実証運用を行った。さらに、移動地上局



図 5: 完成した放球装置(左上), ガス制御装置(右上), 移動地上局(下)

3 式も完成し[8,9], 本年度 6 月に 3 局をネットワークで接続して豪州仕様のゴム気球の追尾受信試験も行った。さらに必要な試験を行ったうえで、来年 2 月の輸出に備える予定である。

ロジスティクスについては、当初計画より遅れを生じているが、5 月の実験実施に向けて調整を進めている。豪州政府機関 CSIRO との豪州政府内調整に係る契約、UNSW との実験支援に関する契約が間もなく締結される見込みであり、また実験機材の輸送契約も年内には入札を実施できる見込みとなった。本シンポジウム開催後、11 月 17 日からはアリススプリングスおよびロングリーチでの現地最終調査を行い、実験実施に必要な詳細事項の確認を行う予定である。

現地で気球運用にあたる実験実施体制についても、これまで大気球実験に携わってきたメンバーを中心に現地での実験参加をお願いし、宇宙科学研究所から 13~14 名の実験班員を派遣することができる見込みとなった。これに気球、ガスの技術者を加え、国内実験と同等の陣容を組むことが可能となる。さらに、未知な事項が多い回収作業には、NASA の豪州実験、カナダ実験などで放球班メンバーとして 20 年以上にわたって活躍し、最近では NASA 南極気球実験のキャンペーンマネージャを務めている David Sullivan 氏のサポートを受けることとし、万全を期すこととしている。

まとめ

日本国内での気球実験と相補的な役割となるオーストラリア気球実験を平成 27 年度に実施すべく、大気球実験室では準備を続けている。当初予定に比べて 2 年近く実施が遅れたことは大変遺憾であるが、ぜひ来年度の気球実験を成功させ、今後定期的にオーストラリア気球実験を実施できる基盤を築きたいと考えている。

オーストラリア気球実験が定期的の実現できれば、日本の宇宙科学研究に新しい飛翔機会を提供できる。一方で、オーストラリア気球実験の実施には大きなコストを必要とする。実験実施に係る直接経費に加えて、限られた総予算の遣り繰りの中で国内実験を縮小する必要も生じる。こうしたコストを払っても実施する価値のある実験が数多く提案されることが今後オーストラリア気球実験を継続的に実施していくことができる不可欠である。この優れた実験機会をどのように活用していくか今後議論を重ねていきたい。

参考文献

- [1] 芝井 広 他, 気球搭載遠赤外線干渉計 FITE, 本シンポジウム
- [2] 寺農 篤 他, 気球搭載遠赤外線干渉計 FITE: 放物面鏡調整機構の開発, 本シンポジウム
- [3] 児玉 康一 他, GRAINE 計画: エマルジョン望遠鏡による宇宙ガンマ線観測計画, 本シンポジウム
- [4] 六條 宏紀 他, GRAINE 計画: オーストラリア実験の準備状況 1, 本シンポジウム
- [5] 六條 宏紀 他, GRAINE 計画: オーストラリア実験の準備状況 2, 本シンポジウム
- [6] 飯嶋 一征 他, オーストラリア実験用放球装置の開発, 本シンポジウム
- [7] 福家 英之 他, オーストラリア実験用ヘリウムガス充填装置の開発, 本シンポジウム
- [8] 佐藤 崇俊 他, オーストラリア実験用移動観測局の開発, 本シンポジウム
- [9] 齋藤 芳隆 他, オーストラリア実験用移動通信局の検証, 本シンポジウム