

## インドネシア・Biak 島での大気観測気球実験実施報告

池田忠作<sup>1</sup>、青木周司<sup>2</sup>、森本真司<sup>2</sup>、菅原敏<sup>3</sup>、本田秀之<sup>1</sup>、豊田栄<sup>4</sup>、石戸谷重之<sup>5</sup>、中澤高清<sup>2</sup>、長谷部文雄<sup>6</sup>、稲飯洋一<sup>6</sup>、林政彦<sup>7</sup>、柴田隆<sup>8</sup>、後藤大輔<sup>9</sup>、Halimurrahman Mukri<sup>10</sup>、Moedji Soedjarwo<sup>10</sup>、Ninong Komala<sup>10</sup>、Fanny Aditya<sup>10</sup>、Thohirin Chodijah<sup>10</sup>、Agus Hidayat<sup>10</sup>、Afif Budiyo<sup>10</sup>、飯島一征<sup>1</sup>、田村誠<sup>1</sup>、井筒直樹<sup>1</sup>、吉田哲也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ISAS/JAXA、<sup>2</sup>東北大学、<sup>3</sup>宮城教育大学、<sup>4</sup>東京工業大学、<sup>5</sup>産業技術総合研究所、<sup>6</sup>北海道大学、<sup>7</sup>福岡大学、<sup>8</sup>名古屋大学、<sup>9</sup>国立極地研究所、<sup>10</sup>インドネシア航空宇宙局

### 1. はじめに

平成 27 年 2 月 5 日から平成 27 年 3 月 6 日まで、インドネシア・Biak 島のインドネシア航空宇宙局 (LAPAN) 観測所 (01°10'32"S, 136°06'02"E) においてポリエチレン気球 4 機による成層圏大気採集実験を実施した。本実験は宇宙科学研究所 小規模プロジェクト「熱帯対流圏界層における力学・化学過程の解明 - 西部太平洋上の気球観測による統合的研究 -」(代表 長谷部文雄) の一環として実施したものであり、キャンペーンにはゴム気球による各種ゾンデ観測が含まれるが、本稿ではポリエチレン気球による実験実施について報告する。

### 2. 気球および荷姿概要

本実験の気球諸元を表 1 に、荷姿図を図 1 に示す。

表 1 気球諸元

実験 No	気球	ゴンドラ重量 (kg)	総重量 (kg)	総浮力 (kg)
JTBK-A	B5	44.8	88.4	102.8
JTBK-B	B5	44.8	88.9	103.4
JTBK-C	B9	44.8	105.6	119.9
JTBK-D	B9	44.8	106.1	120.4

今回の実験は海上回収が必須であるため、海上での位置情報発信装置として大気球実験グループが小型気球用に新規開発した小型、軽量のイリジウムブイをゴンドラ下部にぶら下げて放球した。このブイは重量 1.5Kg、高さ約 40cm で、通信間隔は 5 分から 24 時間で設定可能であり、単三型リチウム電池 (Saft 社 G06) 4 直列により約 800 回の通

信が可能である (図 2)。今回飛翔を含む運用は初めてであったため、防水加工を施した GPS ゾンデ

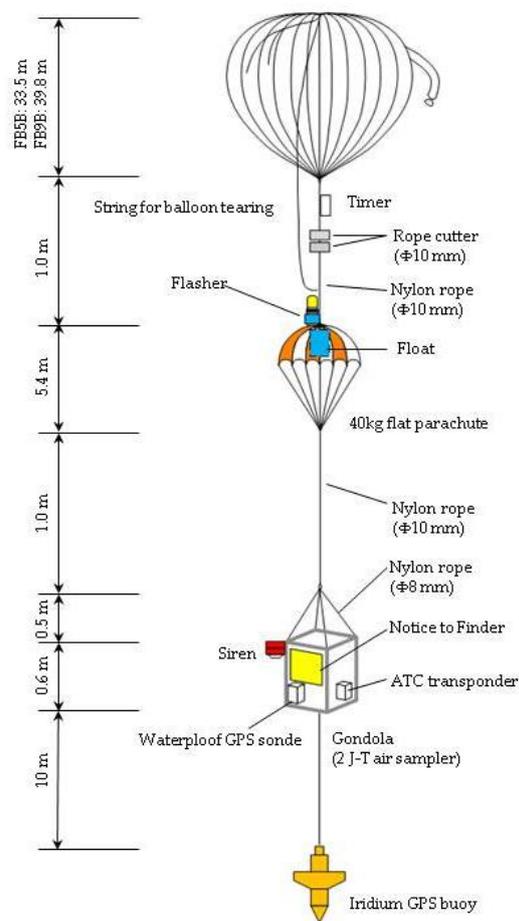


図 1 荷姿図



図 2 新型イリジウムブイ外観

を別途ゴンドラ本体に取り付け、海上での位置情報発信に冗長性を持たせた。観測器ゴンドラの基本的な構造、機能については過去の南極における実験と同様である[1-3]。

### 3. Biak 島でのオペレーション概要

実験班は2月7日にBiak島に入り、実験準備を開始した。大気球実験実施はBiak島では初めて、またインドネシアとしても約30年ぶりであったため大型気球飛翔に関する取扱いが定まっておらず、航空管制との調整に時間を要することとなった。最終的には測風ゴム気球を含むすべての観測器について、放球から着水まで数分おきに位置情報(仰角(度)、距離(海里)、高度(feet))をBiak航空管制に通報することが要求された。このためGPSゾンデ受信システムの位置情報を変換して通報情報を表示し、下降時低高度でゾンデシグナルが消感した場合は上昇時の風向風速データから予想される現在位置を着水まで表示するシステムを急遽構築することになった。これらの対応に加え貨物の一部受け取りが遅れたこともあり、当初予定から約一週間遅れて実験を開始した。

簡易地上支援装置(テレメータ受信・気球追尾)は南極実験で使用したものを2式用意し、テレメータ受信用400MHz八木アンテナ、ホイップアンテナをLAPAN敷地内の観測室に設置した[1, 2]。受信室には上記設備に加えGPSゾンデ受信システム2式とATC通報用のPCを設置した。放球場は受信室から100mほど離れたLAPAN敷地内の一角で、LAPAN側の協力により樹木の伐採、岩の撤去等が行われ、約50m×60mのほぼ平滑な放球場を確保することができた(図3, 6)。

ゴンドラの落下地点はビアク島西方海上で最大100kmまでの沖合と想定されたため、観測器回収はBiak島海上警察所有のスピードボートにより実施した(図4)。回収船と受信室との連絡は主にインマルサット衛星携帯電話のメール通信により行い、飛翔中の予着水位置や着水後のイリジウ

ムブイ位置情報が逐次回収船に伝達された。また、GPSゾンデの受信システムを回収船にも設置し、気球の位置情報は回収船でも把握可能とした。さらに方向探知用の小型受信機と指向性アンテナ、船の位置を受信室に知らせるためのイリジウムブイを回収船に搭載した。回収班の構成は海上警察5名、PI 2名、JAXA職員1名、LAPAN職員1名であった。

本実験実施に先立ち、回収リハーサルとして防水ゾンデのみ飛翔を行い、着水後回収することで回収船運用と防水GPSゾンデの動作確認を行った。

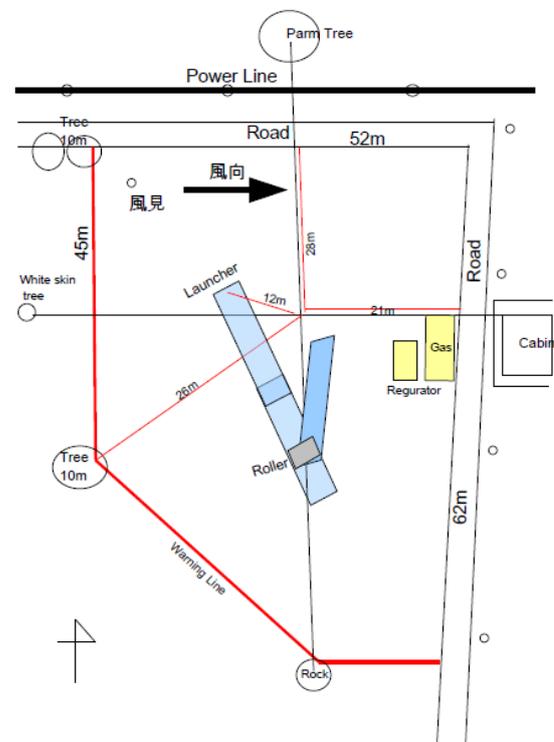


図3 放球場見取り図。青色の部分が放球シート展開場所



図4 回収船と海上警察官

表 2 各気球実験の放球日時、サンプル採集高度と回収時刻、位置

放球日時	実験 No	採集高度 (km)	気球切り離し時刻	着水時刻	回収時刻	回収位置
2月 22日 8:10	JTBK-A	17.2, 20.8	9:18	9:40	10:40	1°00'42"S, 135°37'11"E,
2月 24日 8:00	JTBK-B	18.5, 22.0	9:09	9:40	10:00	1°08'56"S, 135°36'50"E,
2月 26日 7:30	JTBK-C	23.9, 27.4	8:57	9:30	10:35	1°12'25"S, 135°31'47"E,
2月 28日 7:20	JTBK-D	25.2, 28.7	8:50	9:25	10:15	1°04'36"S, 135°35'32"E,

防水ゾンデは明星電気製の GPS ゾンデを簡易的な防水箱に入れ、送信アンテナのみ外に出した構造で、海上での見通し距離を稼ぐため、棒にフロートと錘を装着した構成とした (図 5)

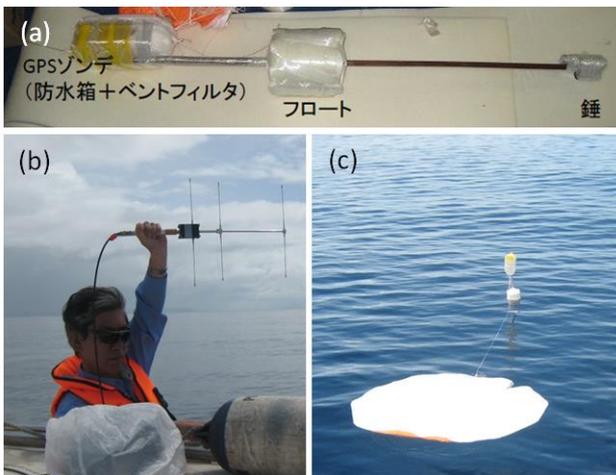


図 5 防水ゾンデの構成 (a) と回収時の様子 (b, c)

表 2 に各気球実験の放球日時と大気サンプル採集高度、回収情報を示す。実験実施は、大気球実験グループが日本から毎日送付した米国海洋大気局の気象予想データに基づく航跡予測、直前の測風ゾンデの結果および地上気象から総合的に判断した。放球は南極実験でも使用した小型気球用のスプーラーを用いて実施した。またガス注入から放球までの作業は LAPAN スタッフ 7 人と日本人 10 人が協力して実施した (図 6)。回収班は放球班を兼ねたため、放球後直ちに実験場から車で 10 分ほどの Biak 港に移動し、回収作業を開始した。JTBK-A から D の着水地点は放球点の西方約 50km から 65km ほどの海上で、回収船の現場到着は着水後 30 分から 1 時間後であったが、受信室から送ら

れた予想着水位置情報、イリジウムブイからの位置情報により 4 機ともスムーズに回収することができた (図 7)。各気球の飛翔経路を図 8 に示す。



図 6 放球作業。赤ユニフォームが LAPAN 放球班



図7 放球直後の気球と着水したゴンドラ



図8 気球飛翔航跡。JTBC-A, B, C, Dの航跡をそれぞれ赤、白、黄色、緑線で示している。同心円の間隔は10kmで同心円中心が放球地点である。

#### 4. まとめ

平成27年2月5日から3月6日にインドネシア・Biak島において成層圏大気採集装置を搭載した小型ポリエチレン気球4機を放球し、いずれも回収に成功した。実験実施に当たっては米国海洋大気局の気象予想データに基づく航跡予測が大変有効であった。また回収に関しては新規に導入した小型イリジウムブイが非常に有効であった。

#### 謝辞

今回の実験実施にあたっては、宇宙科学研究所大気球実験グループ、科学推進部、宇宙科学プログラムオフィスの全面的な御支援をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。また様々な事前調整、放球や回収作業を一緒に行ったLAPAN職員の皆さん、回収船運用に協力していただいたピアク海上警察の皆さんをはじめとする関係機関の方々にお礼申し上げます。

#### 参考文献

1. 森本真司、稲飯洋一、青木周司、菅原敏、石戸谷重之、豊田栄、本田秀之、菊池雅行、山内恭、中澤高清、飯嶋一征、井筒直樹、吉田哲也「昭和基地における成層圏大気採取実験 54 次隊実験報告」大気球シンポジウム（平成25年度）isas13-sbs-034
2. 森本真司、浅野比、青山朋樹、吉見英史、内田洋子、望月隆史、岩淵真海、水野大治、堤雅基、本田秀之、飯嶋一征、吉田哲也、山内恭、和田誠「小型クライオサンプラーを用いた昭和基地での成層圏大気採取実験：第49次隊実験報告」南極資料53, 95-109, 2009.
3. S. Morimoto, T. Yamanouchi, H. Honda, S. Aoki, T. Nakazawa, S. Sugawara, S. Ishidoya, I. Iijima and T. Yoshida, A new compact cryogenic air sampler and its application in stratospheric greenhouse gas observation at Syowa station, Antarctica, J. Atmos. Ocean. Tech. 26, 2182-2191, 2009.