

赤道域大気観測気球実験のための船上での放球方法の開発

ISAS/JAXA : 飯嶋一征、福家英之、井筒直樹、松坂幸彦、斎藤芳隆、加藤洋一、梯 友哉、
佐藤崇俊、荘司泰弘、田村啓輔、吉田哲也、本田秀之
東北大理: 青木周司、稲飯洋一
極地研: 森本真司

1. はじめに

2012年2月に小型クライオサンプラーを観測船から飛揚し、赤道域の成層圏大気を高度別に採取する計画がある。この計画は成層圏サンプリング用の観測器を海洋研管理の学術研究船「白鳳丸」船上から放球し、赤道域の成層圏大気をサンプリングする。サンプリング後の観測器は気球と切り離され、パラシュートで緩降下し、赤道域の海上に着水する。着水した観測器は白鳳丸で搜索回収し、採取した大気試料は日本に持ち帰る。実験概要を表1、荷姿図を図1に示す[1]。本実験計画を実行するためには、船上で気球に損傷を与えず安全・確実に放球できる放球方法の開発が重要な課題である。今回、大気球実験室では従来の放球方法の要素を取り入れた上、簡単に少人数でも放球可能な独自の船上放球方法を開発した[2][3][4]。本稿では船上での放球方法の開発および放球実証試験について報告する。白鳳丸の外観図を図2に示す。

表1. 実験概要

実験名	赤道域成層圏大気的直接採取による温室効果気体の観測
概要	小型大気オサンプラーを観測船「白鳳丸」から飛揚し、赤道域の成層圏大気を高度別に採取する
PI	東大気海洋研究所、東北大学、極地研究所
実験時期	白鳳丸航海:2011/12:日本出港~2012/3:日本帰港 実験班乗船:2012/1:ペルーカヤオ乗船~2012年2:ハワイホノルル下船 2012/2:気球観測4回実施
実験場所	赤道域(5° N, 5° S, 110° W, 120° Wで囲まれた海域)
使用気球	B2(全長 25m)および B5(全長 34m) 各2基ずつ飛揚
観測高度・回数	赤道域の高度 15kmから 30km の間で気球観測 4 回実施気球 (B2 到達高度:24m、B5 到達高度:29km)
観測器	昭和基地実験で使用した小型大気サンプラーと同型
観測器重量	約 30kg/基
総重量	60~70kg/基 程度
総浮力	70~90kg/基 程度 (F.L.16~20%)
白鳳丸諸元	管理:海洋研、全長:100m、幅:16.2m、深さ:8.9m、国際総トン数:3,991 トン、 航海速力:16 ノット、定員 89 名

気球 (FB2B, FB5B)

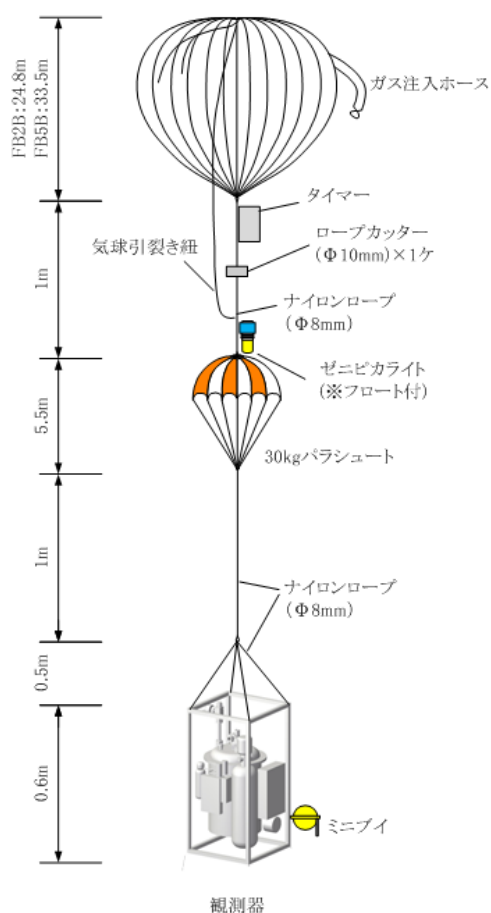


図1. 荷姿構成図



図2. 白鳳丸外観

2. 放球案の検討

白鳳丸甲板の実際の放球作業スペースを確認するため、2011年7月に白鳳丸の調査を行った。後部甲板は幅15m×20mほどの面積であるが、甲板には巨大な門型クレーン、大型クレーン、大型ウィンチ類が多数装備されており、実際に放球に使用できる面積は非常に狭いことが判明した。

以下に白鳳丸の調査結果から抽出した制約をもとに検討した内容を示す。尚、結線・結束、カラー取り付け等は地上と同じ作業のため割愛する。開発した白鳳丸放球手順を図5に、白鳳丸放球寸法図を図6に示す。

基本方針:

- ・安全・確実に、できるだけ簡単に少人数で放球可能なこと。
- ・専用の放球重機を持ち込むことは困難であるので、船上の装置をできるだけ利用すること。
- ・跳ね上げローラーは薄膜気球用跳ね上げローラを使用する。
- ・跳ね上げ方式の気球立て上げだとクレーンに干渉するので、甲板のウィンチを用いた「立て上げ放球法」を採用する。
- ・船尾方向を放球空間とするのが最良の為、気球に干渉する門型クレーンは甲板上に収納する必要がある(図3、図4)。
- ・船操作で船尾方向を常に風下にしておく。

気球展開:

- ・後部甲板ウィンチからの距離を最大限取るため、跳ね上げローラー位置は船尾末端に配置する(距離20m程度)(図6)。
- ・気球は後部甲板端の大型ウィンチから船尾端まで門型クレーン下を通して展開(収納後クレーン床高さ1.5m)(図4)。
- ・放球作業簡略化のため、カラーはガス充填前に取り付ける(B2、B5ともに)。

ガス充填:

- ・ガス充填ホースのクレーンとの干渉を避けるため、最初はクレーン外部からガス充填し、頭部立て上げ時にはガスホースを切断、頭部立て上げ後にクレーン内部からガス充填を再開する。

気球立て上げ:

- ・従来の立て上げ方式は気球頭部を保持したローラーが移動するが、今回は気球尾部を移動させる。
- ・頭部立ち上げ後、ウィンチ巻き出し操作により、気球を立て上げていく。
- ・跳ね上げローラー手前で床固定治具に連結された放球ロープに結束する。

跳ね上げローラー開放:

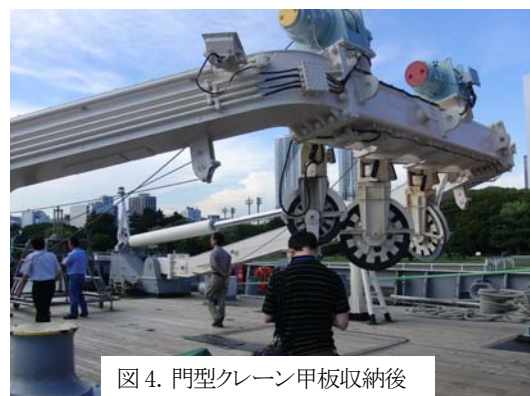
- ・ウィンチロープを安全ロープとし、放球直前までウィンチロープははずさない。
- ・ローラー開放時に荷姿が干渉しないよう、荷姿、観測器は気球立て上げた後に結線・結束する。

カラー開放:

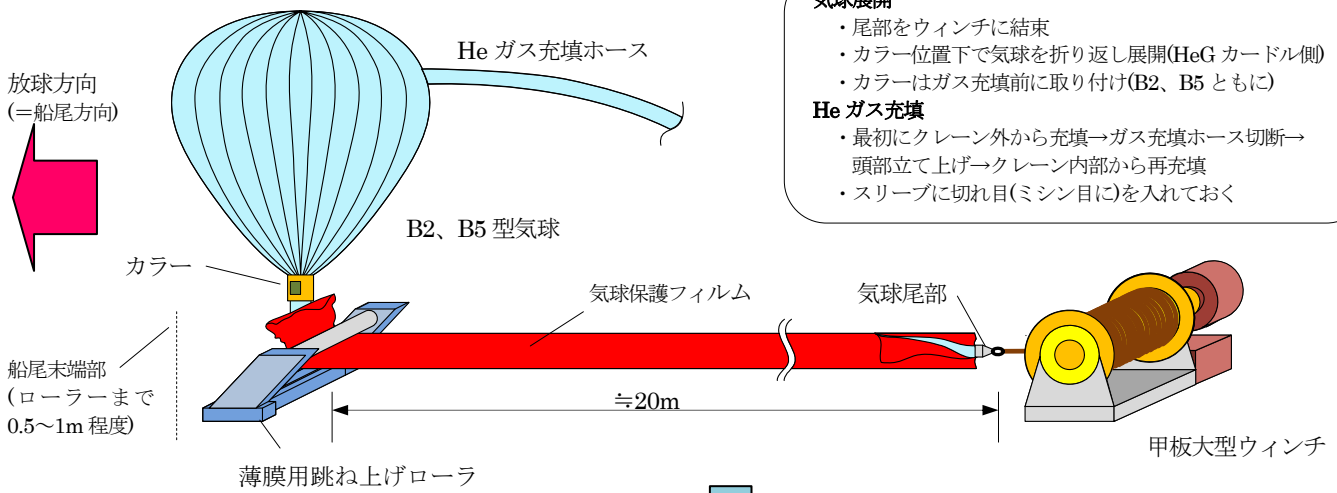
- ・カラーは海に落下するので基数分を準備し使い捨てとする。

放球:

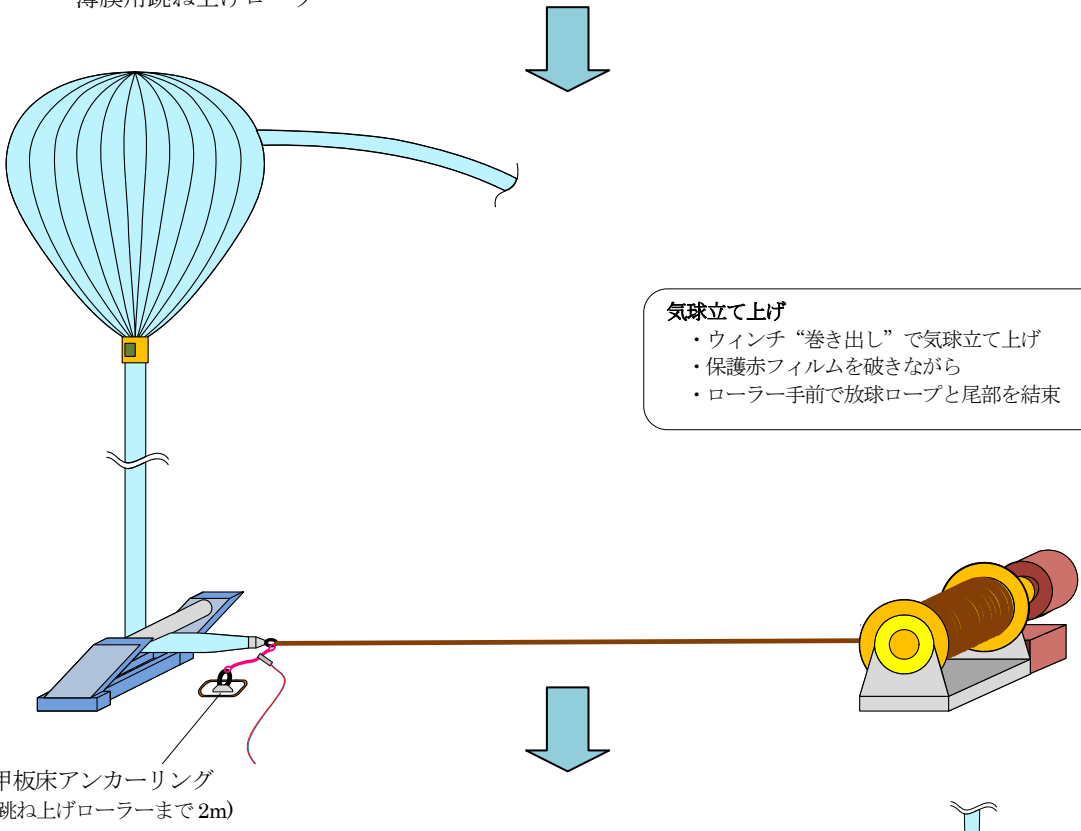
- ・放球装置は甲板固定治具を利用し、放球ロープ(長さ1m、ロープカッター付き)を使用する。



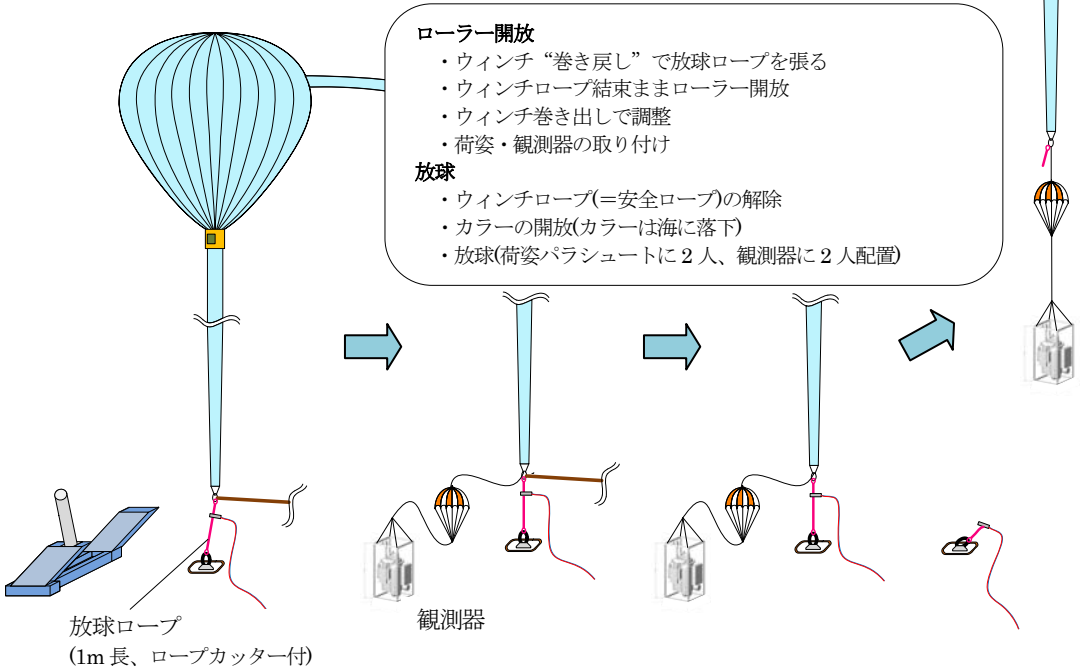
白鳳丸での放球手順



- 気球展開**
- ・ 尾部をウィンチに結束
 - ・ カラー位置下で気球を折り返し展開(HeG カードル側)
 - ・ カラーはガス充填前に取り付け(B2、B5 とともに)
- He ガス充填**
- ・ 最初にクレーン外から充填→ガス充填ホース切断→頭部立て上げ→クレーン内部から再充填
 - ・ スリーブに切れ目(ミシン目)を入れておく



- 気球立て上げ**
- ・ ウィンチ“巻き出し”で気球立て上げ
 - ・ 保護赤フィルムを破きながら
 - ・ ローラー手前で放球ロープと尾部を結束



- ローラー開放**
- ・ ウィンチ“巻き戻し”で放球ロープを張る
 - ・ ウィンチロープ結束のままローラー開放
 - ・ ウィンチ巻き出しで調整
 - ・ 荷姿・観測器の取り付け
- 放球**
- ・ ウィンチロープ(=安全ロープ)の解除
 - ・ カラーの開放(カラーは海に落下)
 - ・ 放球(荷姿パラシュートに2人、観測器に2人配置)

船尾方向へ飛揚
・ 船操作で常に船尾方向を風下としておく

図 5. 白鳳丸での放球手順

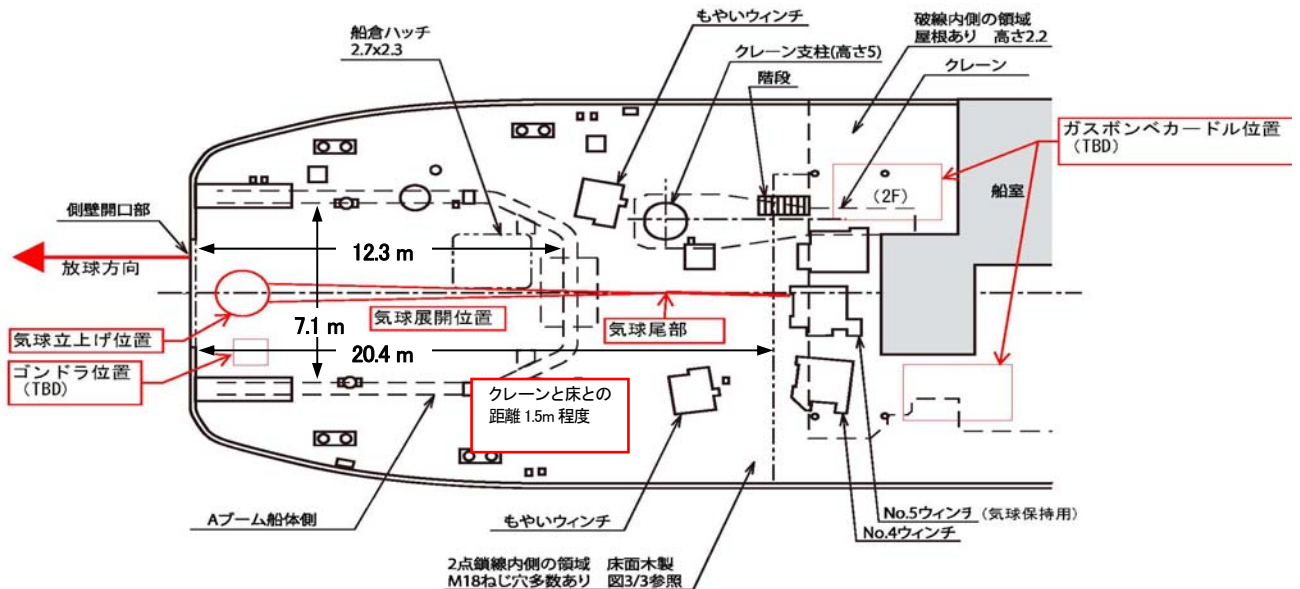


図6. 白鳳丸放球寸法

3. 実証試験

検討した放球案の放球訓練を兼ねて、2011年9月、大樹町航空宇宙実験場にて放球実証試験を実施した。実験場内のハンガー内に船上と同じ擬似スペースを作成した。本番と同じサイズの気球(B2)を用いて、ガス充填から気球の立て上げを行い、放球まで行った(観測器は地面とアンカーロープで連結)。また、訓練は実際に白鳳丸に乗船する人間が参加し実施した。

実証試験のようすを図7から図12に示す。実証試験の結果より、開発した放球案は白鳳丸甲板スペースでB5型気球までの放球が可能である。本実験では30kgの観測器を4機放球することになる。この観測器を安全確実に放球するために今回検討した方式が最も有効な放球方法である。

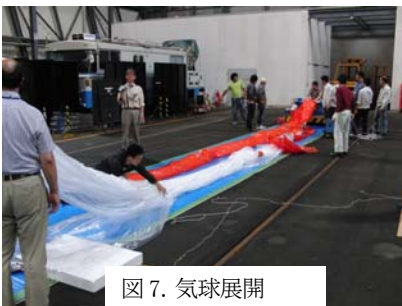


図7. 気球展開



図8. ガス充填



図9. 頭部立て上げ



図10. 気球立て上



図11. ローラー開放



図12. 放球

参考文献

- [1] 青木周司、他、JTサンプラーを用いた白鳳丸による赤道域成層圏観測計画、(2011)
- [2] 松坂幸彦、他、宇宙科学研究所報告特集第41号、p9、(2001)
- [3] 福家英之、他、平成20年度大気球シンポジウム集録、p25、(2008)
- [4] 高田敦史、他、平成20年度大気球シンポジウム集録、p29、(2008)