

# オーストラリア実験用ヘリウムガス充填装置の開発

JAXA/ISAS 福家 英之, 飯嶋 一征, 井筒 直樹, 梯 友哉, 斎藤 芳隆, 佐藤 崇俊,  
莊司 泰弘\*, 田村 誠, 松坂 幸彦, 濱田 要, 吉田 哲也

## 1. 基本仕様

豪州での実施が計画されている大気球実験[1]に向けて、ヘリウムガス充填装置を開発した。大樹と同様に、豪州ではヘリウムを浮力ガスとして用い、ガストレーラを供給源として気球にガスを充填する。従って、基本的には大樹で確立されたガス充填方法を豪州にも適用する。ただし、超大型の実験を行う豪州実験特有の事情に適合する必要がある。また、豪州実験と大樹での実験を同年度に実施できるようにするためには、日本-豪州間の輸送に要する期間を考慮すると、大樹用のガス充填装置とは別個に豪州用のガス充填装置を準備する必要がある。そこで、大樹用の現有ガス充填装置[2, 3]をベースとして、豪州用ガス充填装置を開発した。

豪州実験の最大設定浮力は 6 トンに及ぶ（ヘリウムガス量に換算すると約  $6000\text{m}^3(\text{N})^\dagger$ ）。豪州では屋外で放球作業を行うため、ガス充填途中の気球に対する損傷リスク要因である不慮の突風の恐れを抑制すべく、ガス充填に要する時間を極力短く（1 時間程度以内に）する必要がある。大型気球はガス注入口 2 本からの同時充填を行うため、注入口 1 本あたりの充填流量は単純換算で約  $50\text{m}^3(\text{N})/\text{min}$  となる。また、浮力 6 トンのガス源としてガストレーラを複数（2 台）用いる可能性にも適合する必要がある。

構造面では、大樹での地面据え置きとは異なり豪州では放球スプール台車上[4]に搭載して使用する予定であることや、日本-豪州間の輸送に適合させる必要がある。その他の機能面では、既存の大樹用装置からのアップグレードを図りつつ、大樹用のバックアップ機としても機能することを要求仕様とした。

## 2. ガス充填装置諸元

### 2.1. 主要諸元

開発した豪州用ヘリウムガス充填装置の操作面の概観を図 1 に、背面の装置内概観を図 2 に、主要諸元を表 1 に、全体配管図を図 5 に、それぞれ示す。筐体の片側の側壁に入力口を 2 系統、反対側の側壁に出力口を 3 系統（内 2 系統は大型気球用、残り 1 系統はゴム気球用）備える。入力 2 系統は逆止弁越しに筐体内で合流したあと、開閉弁越しに出力 3 系統へと分流する。

筐体内を含むガス充填システムの主配管径は 25A であり、最高 19.6MPa の入力ガス圧（一次圧）に対する使用耐圧を持つ。現有機同様に減圧器を用いない大気開放型であり、出力ガス圧（二次圧）は最高 0.99MPa である。ガス源の量的・時間的に効率的な活用のため、装置内の圧力損失の低減と流れ安定性の確保を図るべく、入出力間の筐体内配管が極力直線的になる配管設計としている。

### 2.2. 流量調節

出力 3 系統はそれぞれ独立かつ同時並行に弁で流量を調節できる。大型気球用 2 出力の流量調節弁は電動のグローブ弁であり  $2.5\sim 50\text{m}^3(\text{N})/\text{min}$  の範囲内で流量を調節できる。既述の通りガス充填時間短縮のために大流量が必要なことから、内弁径の拡張によって大樹用現有弁の max.  $30\text{m}^3(\text{N})/\text{min}$  から増強した。その一方で、ガス充填開始時などの流量微調節のため、小流量調節機能も維持している。この電動調節弁は外付けコントローラ（ガス充填担当者 2 名それぞれの手元に位置する）でマニュアル遠隔制御する。なお、ゴム気球用 1 出力の弁は手動の減圧弁であり  $5\sim 100\text{L}(\text{N})/\text{min}$  の範囲内で流量を調節できる。

### 2.3. 入出力ホース

筐体の入力側には、ガストレーラ（最大 2 台）それぞれからの入力用の一次圧ホース各 1 本とトレーラ内圧モニタ用の一次圧ホース各 1 本を着脱できる。筐体の出力側の二次圧ホースも着脱式であり、そのうち大型気球用の二次圧ホース（長さ 25m×6 本、流量調節弁コントロール用の信号線付き）は放球作業レイアウトに合わせて長さを調節できるよう任意の順番・数量で直列に連結可能である。大樹用現有機と同様に、入力側のホース継手は JIS 規格ネジ、出力側は SP カプラ型継手を採用している。豪州では英国 BS ネジ規格が主流のため、NPT ネジをインターフェースとする変換継手も用意した。

\* 現所属： 阪大院/工

† (N)は標準状態での体積の意



入力側

出力側

図 1: 豪州用ガス充填装置の概観 (操作面)

入力ガス圧	Max. 19.6 MPa
入力ポート	2 口 (装置内で合流)
出力ガス圧	Max. 0.99 MPa
出力ポート	大型気球用 2 口 ゴム気球用 1 口
出力流量	大型気球用 / 口 2.5~50 m <sup>3</sup> (N)/min ゴム気球用 5~100 L(N)/min
センサ	ガスの温度、圧力、 流量などをモニタ
筐体 (本体)	1.7m <sup>W</sup> ×0.9m <sup>L</sup> ×1.6m <sup>H</sup> 、580kg

表 1: 主要諸元



計算機

電装系

出力側

入力側

図 2: 豪州用ガス充填装置の背面 (扉開放状態)

圧力計	PG1	本流 (無電源)
	PG2	本流 (動圧)
	PG3	コンテナ (静圧)
温度計	TM1-1	コンテナ表面
	TM1-2	雰囲気 (参考値)
	FM 内	本流 (参考値)
流量計	FM1	本流 (質量体積)

表 2: 主要センサ



図 3: 豪州用ガス充填装置を放球スプール台車に搭載した状態



図 4: 輸送用梱包状態

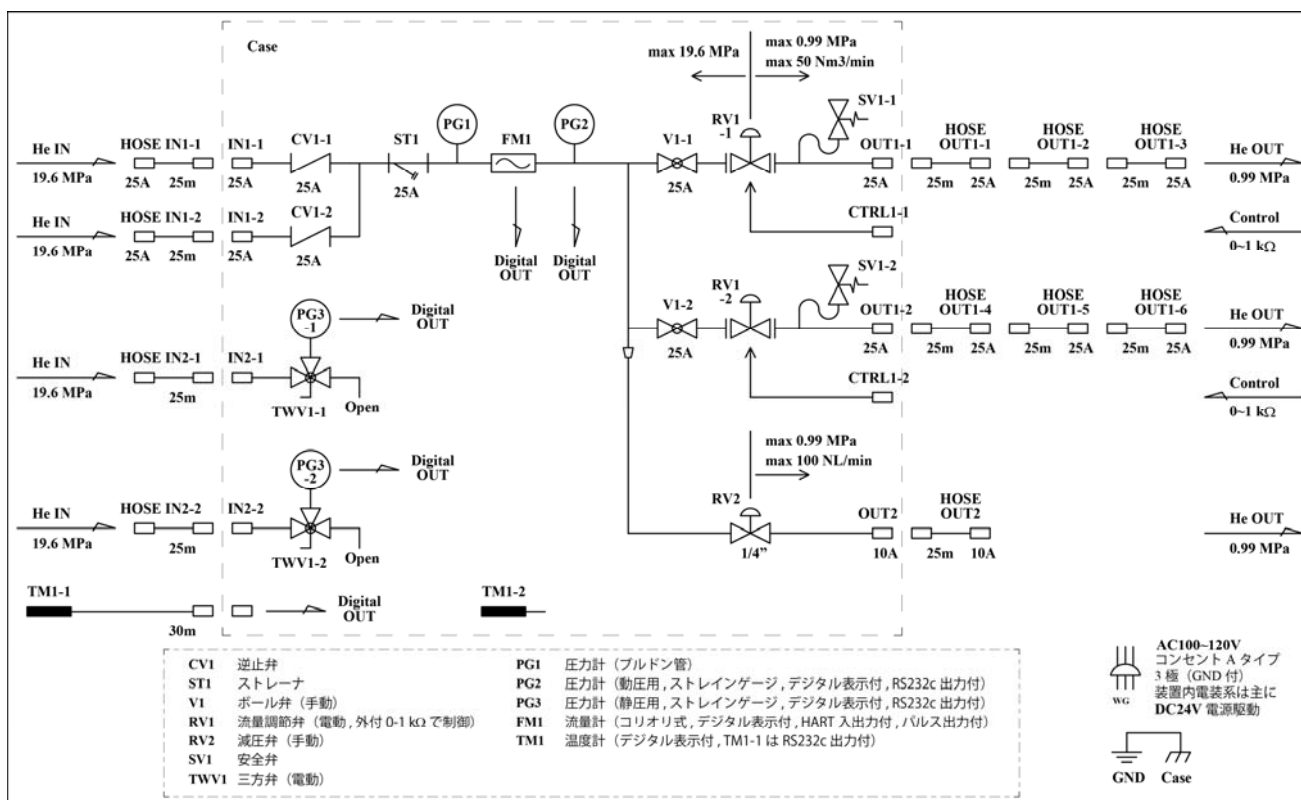


図 5: 豪州ガス充填装置の配管図



図 6: 豪州ガス充填装置ソフトウェア画面 (数値は参考例)

## 2.4. 圧力モニタ

筐体内に入力され合流したガス本流のガス圧は、電源を要しないブルドン管型のアナログ表示ゲージ圧計 PG1、および、ストレインゲージ型で動圧測定用のゲージ圧計 PG2 で測定する。コンテナ内圧 (静圧) はガス圧モニタ用ホース越しにストレインゲージ型のゲージ圧計 (PG3-1、PG3-2) で測定する。大気圧開放によるゲージ圧計のゼロ点補正のため、ガスモニタラインには電磁三方弁も備える。

## 2.5. 温度モニタ

コンテナ内のガス温度を（とりわけ充填開始時に）モニタするため、コンテナ外壁温度測定用にマグネット式の測温抵抗体温度計 TM1-1 を備える。また、参考値として筐体内の雰囲気温度（TM1-2）や流量計（後述）内の温度もモニタする。

## 2.6. 流量モニタ

筐体内の本流のガス流量を直接モニタするため、コリオリ式の質量流量計 FM1 を備える。これは既存の大樹用ガス充填装置には搭載されておらず新規に導入したセンサ種である。従来ガス充填量の推算には、初期圧力・初期温度・現在圧力とモデル計算によって算出する方法を用いてきたが、流量計の導入により将来的には、流量モニタ積分値を用いた直接的な充填量の把握が可能になると期待される。FM1 単体での圧力損失は最大で 600kPa 以下である（温度 20℃ のヘリウムガスが流量 100m<sup>3</sup>(N)/min の場合）。

## 2.7. データ収集系

上述の圧力・温度・流量の各モニタ値（PG1 を除く）は、筐体操作面に個別にデジタル表示されるほか、デジタル通信（RS-232C や HART）を介して搭載計算機（産業用コンピュータ）によってリアルタイムで収集され、筐体操作面に設置された液晶ディスプレイに一括表示される（図 6）。個別表示と一括表示の双方を併用するのは、計算機の不具合時にも各モニタ情報を把握できるようにするためである。なお、電源喪失時にも PG1 により最低限必要な情報としてのガス圧を把握できる。

筐体操作面の液晶ディスプレイは日中の屋外使用も可能な高輝度タイプであり、タッチパネル機能を備える。タッチパネルによりガスモニタソフトウェア上の入力設定が可能で、ガストレーラ容量の設定、最終浮力値に相当する目標ガス圧の算出、流量計の積算値リセット、などの機能を実行できる。放球装置にてモニタされる浮力情報も収集でき、大樹での LAN 接続方式と豪州での RS-232C 接続方式の双方に対応している。計算機はスタンドアロンでの動作（豪州での使用法）が勿論可能なほか、大樹では大気球指令管制棟の指令卓との LAN 通信によりモニタ値や設定値の送受信が可能である。

## 2.8. 構造設計、電源

筐体の外寸はおおよそ 1.7m<sup>W</sup>×0.9m<sup>L</sup>×1.6m<sup>H</sup> であり、本体重量は約 580kg である。底部の四辺にはフォークリフト運搬用の爪ポケットを備え、天板にはクレーン運搬のための吊り点 4 箇所を備える。豪州用放球スプール台車上に設置する（図 3）ための固定ボルト穴も有する。日本-豪州間の輸送の際は、専用の緩衝材とカバーで梱包する（図 4）。

筐体壁面には通気用ガラリや通線孔を備えるほか、筐体内には夜間使用のための LED 照明を有する。流量調節弁や出力系統に備えられた安全弁の状況を目視でモニタできるよう、筐体操作面に窓を有する。

AC100V を主電源とし、筐体内の無停電電源装置によって不慮の電源トラブルを防ぐ。電源喪失対処としては流量調節弁の緊急遮断弁機能も有する。豪州用放球スプール台車上では、台車上の発電機から給電する。

## 3. 実用試験

豪州での運用に先立ち、大樹で今年 8 月 22 日に実施された大気球実験 B14-01 にて豪州用ガス充填装置を実用に供し、実地試験とした。ガストレーラ 1 台をガス源とし、ガス注入口 2 本からの同時充填により、総浮力約 1.5 トンを充填した。ガス入れに要した時間は予定通り約 43 分（うち約 24 分間は注入口 2 本で同時充填）であった（トレーラ一次圧の低下に伴う流量低下があることに留意）。また、ゴム気球へのガス充填も問題なく実施された。これらにより、豪州用ガス充填装置の基本性能が実証された。来年の豪州気球実験にて使用する予定である。

## 謝辞

豪州用ガス充填装置の開発にご協力頂いた丸由工材(株)、e ヴォル高圧(株)、(有)ウィンドネットの関係各位に感謝申し上げます。

## 参考文献

1. 吉田 哲也 他、「オーストラリア実験の準備状況」、大気球シンポジウム 本抄録。
2. 松坂 幸彦 他、「新しいヘリウムガス充填装置の開発」、大気球シンポジウム（平成 17 年度）57 - 60。
3. 松坂 幸彦 他、「新しいヘリウムガス充填装置の開発(II)」、大気球シンポジウム（平成 18 年度）9 - 12。
4. 飯嶋 一征 他、「オーストラリア実験用放球装置の開発」、大気球シンポジウム 本抄録。