

飛行船の設計（準備編）

0．はじめに

飛行船部門で参加しようとする場合、

- 1．ヘリウムガスの入手方法（約 15,000 円～）
- 2．エンベロープ（船体気囊：ヘリウムガス袋）製作（数百円～）

の2つが障害になります。しかしながら、この問題は単に情報不足に起因する障害でしかありません。現実的に次の方法で参加することにより、十分に入賞を狙えます。また、この2点以外は比較的楽しく製作でき、他の航空機模型の部品やラジコン用品を流用することにより、他の航空機よりも楽に製作や飛行を楽しめます。

準備編では、以上2つの障害を取り除くための情報を提供します。

1．ヘリウムガスの入手方法（約 15,000 円～）

ヘリウムガスの流通方法は、大きく分けて次の4つがあります。この中から気に入った方法を選びます。流通方法を複数扱っている業者もありますが、各々専門業者から入手した方が安価です。

- | | |
|---|--|
| { | (1) プロパンガスを買うように、ヘリウムガスをガス販売業者から購入する方法
[再使用型の高圧ガスボンベにヘリウムガスを圧縮充填して流通] |
| | (2) 携帯のカセットコンロ用ガスボンベを買うように、ヘリウムガスを購入する方法
[使い捨ての高圧ガスボンベにヘリウムガスを圧縮充填して流通] |
| | (3) 灯油を買うように、ヘリウムガスを購入する方法
[使い捨ての袋に、ヘリウムガスを圧縮しないで充填して流通
ただし、この袋自体を飛行船に使うのは、重くて難あり] |
| | (4) 自家用のガソリンスタンドから給油するように、ヘリウムガスを購入する方法
[大学や研究所、プラントなどの特殊環境を利用した流通経路] |

これらの解説を、行います。

- (1) プロパンガスを買うように、ヘリウムガスをガス販売業者から購入する方法
[再使用型の高圧ガスボンベにヘリウムガスを圧縮充填して流通]

一般的な取引上の注意事項

ヘリウムガスは、ヘリウムガス専用のガスボンベによってリースで供給されます。使い終わったらボンベを返却するというのが、一般的な流通スタイルです。ただし、ガス販売業者にもよりますが、ガスボンベは到着してから1週間から2ヶ月以内に業者へ返却します。この時にヘリウムガスが残っていても、その分の値段は返還されません。ガスボンベは高圧ガス保安法下で管理されているため、5年毎の耐圧検査が必要です。もしもカラにならないからという理由で、長期間、ボンベをガス販売業者へ返却しないと、ボンベ自体の減価償却費用と、ボンベの耐圧検査費用を負担させられることがあります。

使用のために購入すべき機器

ガスボンベの使用に当たっては、ヘリウムガス専用の減圧弁（レギュレータ）をガスボンベへ取り付け、高圧ヘリウムガスを減圧して取り出すようにしてください。減圧弁はリースではなく、通常、使用者が購入します。減圧弁には、1次圧側ゲージと2次圧側ゲージが付いているものを購入することを推奨します。

具体的に必要な機器構成例：

- ・ヘリウムガス入りのガスボンベ [10000 円位 ~]
- ・ヘリウムガス専用の減圧弁（ 1 次圧と 2 次圧のゲージ付）[数千円 ~ 数万円] と、プラスチックのシールリング予備 [100 円程度]
- ・減圧弁取り付け用のレンチ（大き目のアジャスタブル・スパナ・レンチが扱いやすいですが、モンキー・レンチや、オープン・エンド・レンチでも可能です）[数百円 ~ 数千円]
- ・ 2 次圧側用の耐圧ホース 5 m 程度とホースバンド（減圧弁のガス出口から、飛行船へガスを入れるためのホース。半透明で、ホースに網がサンドイッチされている耐圧ホース。〕 数百円]
- ・軍手（取り扱い上の安全対策で、凍傷や怪我を防止する）

入手方法

ガス販売業者（特殊ガス部門）から入手します。イベント用の風船を扱う会社からも入手可能ですが、教育機関で扱うには安全対策に対する問題がある上に、割高になります。取り扱いのために必要な機器については、ガス販売業者の高圧ガス製造保安責任者や販売主任者の免許を受けている専門家から、取り扱い方法とともにアドバイスを受けてください。必ずヘリウムガス専用の減圧弁（レギュレータ）と併せて扱うようにしてください。取り扱いに必要な器具も、ガス販売業者から購入できます。

ガス販売業者例：

立川酸素、巴商会、東京ガスケミカル、岩谷産業、ユニオンヘリウム、日本ヘリウム、高圧ガス工業、東京酸素、大阪酸素、日本酸素、住友化学工業、エア・ウォーター、旭電化工業、日本エア・リキード、デナールシラン、大阪酸素工業、日本化学工業、大陽東洋酸素、ヤマナカヒューテック、高純度化学研究所、セントラル硝子、昭和炭酸、鶴見曹達、日本炭酸、ダイキン工業、住商エアウォーター、旭硝子、大同エアプロダクツ・エルク、三井・デュボンフロロケミカル、イネオスケミカル、昭和電工、関東電化工業、日産化学工業、小池酸素工業、宇部興産、クラレケミカル、信越化学工業、カネボウ、三菱マテリアルポリシリコ、コフロック、住友精化、フジキン、三井化学、エステック など（他にも無数あり）。

リースを受けるヘリウムガスボンベの種類と価格

目的が、本大会参加のみであるなら、1.5 ~ 3 立方m入りのヘリウムガスボンベを推奨します。3 立方mのヘリウムガスであれば、約 3 kg の浮力を得ら、300g の飛行船を 10 回程度試験飛行させられます。ただし、1 回あたりの試験飛行期間は、エンベロープ（船体気囊）の完成度によって数 10 分 ~ 数ヶ月と、幅があります。

主なヘリウムガスボンベ：（ガス販売業者による、搬入・搬出料金込み）

- ・ 7.0 立方m(7,000 リットル)入り：高さ 150cm, 直径 25cm, 重量 53kg, 価格 16,000 円
- ・ 6.0 立方m(6,000 リットル)入り：高さ 135cm, 直径 25cm, 重量 40kg, 価格 15,000 円
- ・ 5.0 立方m(5,000 リットル)入り：高さ 105cm, 直径 27cm, 重量 45kg, 価格 14,000 円
- ・ 4.0 立方m(4,000 リットル)入り：高さ 100cm, 直径 25cm, 重量 35kg, 価格 12,000 円
- ・ 3.0 立方m(3,000 リットル)入り：高さ 80cm, 直径 25cm, 重量 29kg, 価格 11,000 円
- ・ 1.5 立方m(1,500 リットル)入り：高さ 98cm, 直径 15cm, 重量 14kg, 価格 8,000 円
- ・ 0.5 立方m(500 リットル)入り：高さ 65cm, 直径 10cm, 重量 4kg, 価格 5,000 円

ヘリウムガス価格のほとんどは流通コストですので、価格はガス量に比例しません。ガスの流通は、輸入と人海戦術に頼っているため、定価が無く、寿司のように時価取引となります。上記の価格は、ガス販売業者から購入する場合の安全サイドの目安であり、地域、業者、本数

などにより、「大きな」差が出ます。

(2) 携帯のカセットコンロ用ガスボンベを買うように、ヘリウムガスを購入する方法

[使い捨ての高圧ガスボンベにヘリウムガスを圧縮充填して流通]

一般的な取引上の注意事項

ヘリウムガス入りの使い捨てガスボンベを購入します。ガスボンベには(1)よりも低い圧力で充填されたボンベが用いられています。ボンベとヘリウムガスを売り切る方式で、購入者は使い切ったカラのボンベを処分しなければなりません。(1)よりも単価が高いですが入手は容易です。

高圧ガス免許無資格者による再充填は、大変危険ですので絶対にやめてください。

使用のために購入すべき機器

購入するのはヘリウムガス入りの使い捨てボンベのみです。(1)よりも低い圧力で充填されているので、減圧弁は不要です。ガスの出口は玩具用に細くなっており、モノによってはストローが付属しています。

入手方法

ガス販売業者例：

東急ハンズのバラエティー・グッズ売り場や、バルーン・アート（イベント用の風船）のバラエティー・グッズを扱っているような大きな玩具店。ネット販売業者やネットオークション業者などからも購入が可能です。

主なヘリウムガスボンベの種類と価格

ヘリウムガス1リットルで、1グラム（1円玉程度）の浮力が得られます。300グラムの浮力が必要であるなら、300リットル以上になるように購入する必要があります。どれくらい漏れないかは、エンベロープ（船体気囊）の完成度によって数10分～数ヶ月と、幅があります。

主な使い捨てヘリウムガスボンベ

- ・ 0.0086 立方m(8.6 リットル)入り：高さ 35cm, 直径 7cm, 重量 0.2kg, 定価 1,000 円
- ・ 0.1800 立方m(180 リットル)入り：高さ 43cm, 直径 25cm, 重量 3 kg, 定価 8,000 円
- ・ 0.4200 立方m(420 リットル)入り：高さ 43cm, 直径 30cm, 重量 4 kg, 定価 11,000 円

(3) 灯油を買うように、ヘリウムガスを購入する方法

[使い捨ての袋に、ヘリウムガスを圧縮しないで充填して流通]

一般的な取引上の注意事項

ヘリウムガスは専用の袋に入っており、この袋が段ボール箱に入って配送されてきます。ヘリウムガスは上述の(1)や(2)のように圧縮されていませんので、使う分量の大きさで届きます。段ボール箱の中身は袋とヘリウムガスだけです。非常に軽いです。軽いですが、ヘリウムを充填している袋を飛行船に使うには重過ぎます。必要なときに必要量だけを使用者が販売店に直接注文し、配送してもらうのが一般的です。先に送料込みの金額を業者に振り込んでから発送していただくのが基本です。使用には、専用の小さな手動ポンプが必要です。袋に入っているヘリウムガスは、透過により分量が減ったり純度が落ちるため、商店や玩具店に置いてある事は稀です。

段ボール箱とヘリウムガスの入っていた袋は、家庭ごみとして処分します。入手は非常に容易です。

使用のために購入すべき機器

袋から飛行船へ、ヘリウムガスを移すための専用ポンプを購入する必要があります。袋を直接

押しつぶして移すと、袋が破損してヘリウムガスが漏洩する可能性が高いため、専用の小さな手動ポンプを使います（525円）

入手方法

バルーン・アートを扱っているようなバラエティー・グッズ店から入手します。

ガス販売業者例： 夢ふうせん

主なヘリウムガス入り段ボール箱の大きさと価格

ヘリウムガス1リットルで、1グラム（1円玉程度）の浮力が得られます。300グラムの浮力が必要であるなら、300リットル以上になるように購入する必要があります。どれくらい漏れないかは、エンベロープ（船体気囊）の完成度によって数10分～数ヶ月と、幅があります。

主な大きさ（大きさは外装の段ボール箱の寸法）

- ・ 0.060 立方m(60リットル)入り：高さ57cm、幅36cm、奥行37cm、価格2,100円
- ・ 0.100 立方m(100リットル)入り：高さ68cm、幅41cm、奥行46cm、価格2,625円
- ・ 0.120 立方m(120リットル)入り：高さ88cm、幅40cm、奥行45cm、価格3,150円

(4) 自家用のガソリンスタンドから給油するように、ヘリウムガスを購入する方法

[大学や研究所、プラントなどの特殊環境を利用した流通経路]

大学などで、超電導などの低温環境下での研究を行っている組織には、冷凍センターや低温センターがあります。ここでは常時、ヘリウムを多量に扱っている可能性が高く、この場合、ヘリウムガスを入手できる可能性があります。大学によりますが、1立方mあたりの単価を2000円程度に設定して、学内で一元管理取引しているようです。ただし、部外者は購入できません。あくまでも、センターのある組織に所属していなければ入手できない方法です。

2. エンベロープ（船体気囊：ヘリウムガス袋）の製作（約数百円～）

難しく考える必要は、ありません。とりあえず作って参加するのでしたら、身の回りのモノを利用するのが近道です。それでも入賞は狙えます。

ここでは、(1)材料の入手方法と、(2)加工方法について、案内します。

ゼロからスタートして、材料の選定も含めて1ヶ月もあれば、なんとか飛行できる1号機は完成すると思います。これを手がかりに2号機3号機へと改善させればよいです。

昨年の東京大学の教養チームのように、市販の飛行船や風船のエンベロープを流用したり、それらを複数個組み合わせて作るのも手です。バルーン・アートを扱っているようなバラエティー・グッズ店では、大きさや形状が様々なゴム製やプラスチックフィルム製の風船を見つけることができます。中には、そのままゴンドラをつけて飛行船にできるような大きなものもあります。

(1) 材料と、その入手方法

最も簡単に入手できる材料として、水色や黒、透明などのゴミ袋があります。大きければ大きいほど良いです。梱包やパッケージ関係の袋を扱っているDIY店や、東急ハンズのようなお店があれば、更に大きな袋も入手可能でしょう。運がよければ、長方形の底深いビニール袋も見つかるでしょう。

日本の和紙とこんにゃく糊で作った気球でも、太平洋を越えてアメリカまで飛んでいます。考え方一つで、単純に安く作ることができます。

(2) 加工方法

(1)で入手した材料を密閉してヘリウムガスを入れると、エンベロープ（気嚢：飛行船の船体部分）が完成します。単に口を堅く結んだだけでも、30分位は浮力を維持できます。

室内で飛行させる飛行船の場合、形状を流線型にしなくても、十分目的に沿った飛行を行えます。ゴミ袋を、そのまま使って袋の口を閉じるだけで、四角い座布団形状のエンベロープが出来上がります。見栄えが悪い、流線型で無ければならぬ、との先入観があるかもしれませんが、このような形状であっても、十分に入賞を狙えます。袋は四角形ですが、四角形4辺のうちの3辺は既に閉じているので、最後の1辺だけを閉じれば密閉できるのが良い点です。ヘリウムガスを入れて膨らませると座布団形状になりますが、傍から見て、見劣りするとは感じません。まずは形状にこだわらず、浮かせる袋を確保するのが優先事項です。1号機が完成してから、形状も含めて改良するのがお勧めです。

密閉する方法としては、セロハンテープやスコッチテープ、プラスチック製の両面テープなどのテープで接合する方法と、アイロン（クラフト用小型アイロン：家庭用のものでも可能）やコテ（電気工作に使う半田ごての先端が、厚いナイフ形状になっている）などを用いて、更に必要があれば、これらを改造して、熱で溶着する方法（半田ごてを改造して、先端に金属の板を取り付ける方法も良いかもしれません）と、接着剤を用いる方法があります。

テープのうち、メンディングテープのように剛性の高いものは時間とともに元の平面形状へ戻ろうとしますので、折り目のある接合場所では注意してください。ガス漏れの原因となります。接着剤による方法は、勧めません。

材料に適した接合材料や接合方法を模索することが重要です。密閉するには、地道に何度も失敗を重ねて、気密性の高い方法を会得する必要があります。やりやすい方法を選んで、完成後に再検討しながら、より良い方法を確立してください。

ただし、劣化しやすいテープや古いテープを用いると、1ヶ月程度でテープが劣化し、ヘリウムが漏れ、エンベロープが使えなくなることもあります。取り扱いを注意することによって、延命できます。

熱溶着は難しいかもしれませんが、治具などを駆使して接合技術を会得すると、漏れが気にならないエンベロープが作れるようになります。

高度になると、強く軽く漏れず劣化しない高機能材料の選定や材料設計から行うこととなります。接合方法も、インパルスや高周波による溶着へと発展、加工時には手袋着用を原則とします。そこまですると事業用の飛行船を目指す方向になってしまい、溶着装置だけでも数百万円の世界に入ってしまう。

接合様式について

地球儀のように、たくさんのサンマ形状の膜材を切り出して接合することにより、より美しい3次元曲面形状のエンベロープを作るとは可能ですが、高度な接合技術が無いと、ヘリウムガスを入れても直ぐに萎んでしまいます。楕円形状の膜材を2枚重ねることにより、流線型っぽい楕円座布団形状にするのが、最も漏れが少なく実用的なエンベロープを作る近道です。3枚以上の膜材をツナグのは高価なヘリウムガスが漏れないようにするという観点からは、得策ではありません。ただし、より大きなエンベロープを作るために、袋を裂いて大きな膜材を作る程度の接合は、問題なくできます。

[以上、準備編おわり]