

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月15日現在

機関番号：82645

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21686081

研究課題名（和文） スーパープレッシャー気球とゼロプレッシャー気球を組み合わせた長時間飛行気球の研究

研究課題名（英文） Study of a long duration flight balloon using a super-pressure balloon and a zero-pressure balloon

研究代表者

斎藤 芳隆（SAITO YOSHITAKA）

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・准教授

研究者番号：50300702

研究成果の概要（和文）：

長時間飛行が可能な、スーパープレッシャー(SP)気球とゼロプレッシャー(ZP)気球を組み合わせたシステムの開発として、菱形の目の網を薄いプラスチックフィルムでできた気球にかぶせた軽量、高耐圧の気球の開発、二つの気球を連結した状態で放球する手法の確立、2機の飛行試験を通じた飛行時の特性評価を行った。

研究成果の概要（英文）：

To make a tandem balloon system using a super-pressure (SP) balloon and a zero-pressure (ZP) balloon which can enable the long duration flight, we developed a light and high pressure-resistant SP balloon with a thin plastic film covered by a diamond-shaped net, developed new launching procedure of two balloons in the tandem configuration, and measured the properties of the system in the flight environment through two test flights.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
2010年度	10,600,000	3,180,000	13,780,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	17,800,000	5,340,000	2,314,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・航空宇宙工学

キーワード：スーパープレッシャー気球 長時間飛行気球

1. 研究開始当初の背景

長時間(数カ月程度)飛行できる気球が存在すれば、地球周回衛星で行なわれている科学実験の一部をこれで実現することができ、圧倒的な低コスト化が可能である。これは、スーパープレッシャー気球(SP気球)とゼロプレッシャー気球(ZP気球)を組み合わせたタンデム気球によって理論的には実現できることが指摘されていたが、十分な大きさと耐

圧を示す SP 気球がなかったために実証されてこなかった。近年、SP 気球の技術は飛躍的な進歩があり、原理的には実現可能な状況となっていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、SP 気球と ZP 気球のタンデム気球により、軽量で長時間飛行できる気球システムを実現するため、

- ・軽量、高耐圧の SP 気球の開発、
 - ・タンデム気球システムの放球方法の開発、
 - ・飛行試験による、原理実証とつりさげ飛行時の特性評価、
- を行なうことであった。

3. 研究の方法

本研究では、地上での膨張試験を通じて SP 気球を開発し、気球を連結して放球、飛行させるために必要な技術開発を行い、それを踏まえて実際に飛行させる実験を行い、飛行時の特性を評価する。

4. 研究成果

(1) 軽量、高耐圧気球の開発

2009年度に菱形の目の網を気球に被せることで重量を増やすことなく耐圧性能を向上させることができることを見出した。まず、直径3 mの気球にロープを縫い合わせて製作した網をかぶせて原理の実証試験を行い、所期の性能を発揮することを確認した。その後、軽量で強度の強い網の開発を行い、10 cm目で、網線の重量が0.36 g/m、破断強度が400 Nの網の開発に成功した。これを用いた直径3 mの気球を製作し、地上試験において耐圧性能9,600 Paを有することを確認した(図1)。この気球の製作にあたって、気球の極部の網の処理方法、網とフィルムの結合方法、網と網の結合方法の開発を行った。その後、直径6 m、直径12 mと順次大型化を進め、最終的には、体積3,000 m³の気球の開発に成功した。大型化の過程においては、フィルム長と網線長の比の最適化、大型気球用の極部の構造、気球破壊機構等の開発を行った。

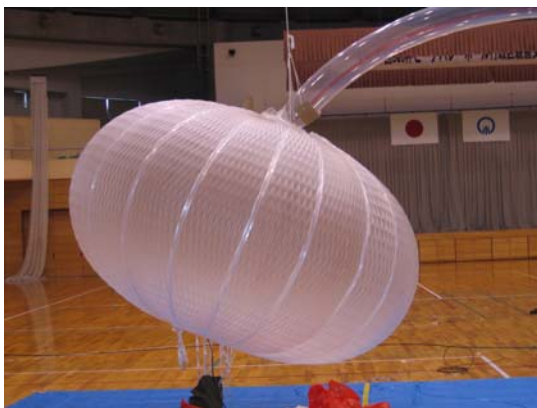


図1 直径3 mの網をかけた気球

この菱形の目の網をかけたSP気球は、従来のLobed-pumpkin型にくらべ、展開の不安定性や大型化に伴う製作精度要求の厳格化といった欠点が見られず、加えて、10 μm厚のポリエチレンフィルムを用いることで重量を6割程度にすることが可能である点で画期的である。タンデム気球のみならず、単独で飛行する気球においても有効な方法であり、今後、よ

り大型の気球の開発を進める所存である。

(2) 放球方法の開発

当初、放球時の扱いを容易にする方法として、気球の外側を強度が強い円筒状のフィルムで包み、ガスを詰めた後にファスナーを解放することで、このカバーフィルムを外す機構の開発を進めてきた。しかし、残念ながら、十分な信頼性を確保できなかった。その後、SP気球の頭部をカラーでしぼり、ZP気球にガスづめた後に、SP気球の頭部にガスを注入する方法を開発し、2012年に実施された放球実験において適用した。

(3) 飛行試験

2011年6月1日に、直径3 m(体積10 m³)のSP気球とゴム気球によるタンデム気球の飛行試験を大樹航空宇宙実験場において実施した。日昇をまたいだ飛行をさせ太陽光の有無による気球温度の変化を計測することに成功し、SP気球への要求耐圧が定量化できるようになった。しかし、0.6 cm²程度の穴からのガス漏れのため、飛行時の耐圧性能の確認は実施できなかった。

2012年6月9日に、体積3,000 m³のSP気球と体積15,000 m³のZP気球からなるタンデム気球システムの飛行性能試験を大樹航空宇宙実験場において実施した。飛行環境下における耐圧性能の検証、水平浮遊時の高度安定性の計測、高度が下がることで浮力を補償するというタンデム気球システムの原理実証実験が行われた。今後、データ解析を進め、飛行時の特性の定量化を行う予定である。

(4) 今後の展開

そもそも、タンデム気球システムの開発は、軽量で長時間飛行できる気球システムを具現化することが目的であった。本研究により開発された、網をかけた SP 気球はこれを単独の SP 気球で実現することを可能にするものでもあり、今後は、タンデム気球でなく単独の SP 気球で長時間飛行する手段を確立する研究を進める。一方、タンデム気球システムは、昼夜で高度を変動させながら飛行するメリットを生かし、地球大気成分の観測に用いることを検討している。今後、高層大気観測の研究者とともに、観測対象に合わせた気球の開発を進める所存である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

- ① 齋藤芳隆他、スーパープレッシャー気球とゼロプレッシャー気球を組み合わせた長時間飛行気球の開発 I、宇宙航空研究

開発機構研究開発報告、査読有、2012、
掲載予定

- ② 斎藤芳隆他、スーパープレッシャー気球とゼロプレッシャー気球を組み合わせた長時間飛行気球の開発、平成 23 年度大気球シンポジウム集録、査読無、2011、
isas11-sbs-031
- ③ 斎藤芳隆他、菱目の網を被せたスーパープレッシャー気球、宇宙航空研究開発機構研究開発報告、査読有、2011、P25-40、
RR-10-003
- ④ 斎藤芳隆他、はっさくのネット状の網をかぶせたスーパープレッシャー気球の提案、平成 22 年度大気球シンポジウム集録、査読無、2010、P21-24
- ⑤ 斎藤芳隆他、スーパープレッシャー気球とゼロプレッシャー気球を組み合わせた長時間飛行気球の飛行性能試験計画、平成 22 年度大気球シンポジウム集録、2010、
査読無、P25-28
- ⑥ 斎藤芳隆他、気球間距離を変えられるタンデム気球の特性と開発計画、平成 21 年度大気球シンポジウム集録、査読無、2009、
P21-24

〔学会発表〕(計 5 件)

- ① 斎藤芳隆他、スーパープレッシャー気球とゼロプレッシャー気球を組み合わせた長時間飛行気球の開発、平成 23 年度大気球シンポジウム、2011 年 10 月 7 日、神奈川県相模原市
- ② 斎藤芳隆他、はっさくのネット状の網をかぶせたスーパープレッシャー気球の提案、平成 22 年度大気球シンポジウム、2010 年 9 月 30 日、神奈川県相模原市
- ③ 斎藤芳隆他、スーパープレッシャー気球とゼロプレッシャー気球を組み合わせた長時間飛行気球の飛行性能試験計画、平成 22 年度大気球シンポジウム、2010 年 9 月 30 日、神奈川県相模原市
- ④ 斎藤芳隆他、スーパープレッシャー気球とゼロプレッシャー気球を組み合わせた長時間飛行気球の開発、第 4 7 回飛行機シンポジウム、2009 年 11 月 6 日、岐阜県岐阜市
- ⑤ 斎藤芳隆他、気球間距離を変えられるタンデム気球の特性と開発計画、平成 21 年度大気球シンポジウム、2009 年 10 月 1

日、神奈川県相模原市

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

(1) 新聞掲載

- ① 「2機打ち上げと回収成功」北海道新聞、
2012 年 6 月 10 日 29 面
- ② 「大気観測目指し新型気球の実験」北海道新聞、2012 年 6 月 10 日 31 面
- ③ 「大空にタンデム気球」十勝毎日新聞、
2012 年 6 月 9 日 27 面
- ④ 「新型気球打ち上げ実験」北海道新聞、
2011 年 6 月 2 日 21 面
- ⑤ 「大樹で気球実験スタート、JAXA 今年度、
長時間滞空の研究開発」十勝毎日新聞、
2011 年 6 月 1 日 3 面

(2) アウトリーチ

- ① 大樹町・JAXA 連携協カイベント「宇宙の
まち」大樹発 すごい気球をつくるぞ、
JAXA 大樹航空宇宙実験場、2012 年 3 月
24 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

斎藤 芳隆 (SAITO YOSHITAKA)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙
科学研究所・准教授

研究者番号：50300702

(2) 研究分担者 ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :