

S001-09

B会場：11/25 PM1 (13:15-15:15)

14:35~14:55

長時間飛翔用スーパープレッシャー気球の開発

#齋藤 芳隆¹⁾

(¹JAXA

Development status of super-pressure balloons for long-duration flight

#Yoshitaka Saito¹⁾

(¹Japan Aerospace Exploration Agency

The super pressure balloon is a new type of balloon that maintains a constant volume regardless of sunlight, for stable buoyancy and long-duration flights. Conventional zero-pressure balloons, which have been widely used in scientific experiments, are equipped with exhaust ports at their tails to equalize the internal gas pressure with atmospheric pressure, preventing rupture due to gas expansion caused by ascent or sunlight. However, zero-pressure balloons have the limitation of reduced volume and buoyancy loss at sunset, making long-duration flights difficult. The super pressure balloon was designed to solve these problems, requiring both pressure resistance to withstand increased gas pressure due to sunlight and gas-tightness to keep gas over long periods. Large super-pressure balloons have been used in scientific experiments by NASA since 2016, but their flight altitude remains limited to 33.5 km, indicating that the technology is still in its developmental stages. From a scientific perspective, their ability to maintain a constant altitude makes them suitable for atmospheric science experiments, and their capacity to carry approximately one ton of equipment and remain in the upper

atmosphere holds potential for applications in astronomy and cosmic ray science experiments. In 2010, we succeeded in developing a lightweight, pressure-resistant balloon by covering the membrane with a high-tensile-strength fiber net, and we have continued to develop this type of balloon since then. In 2018, we further enhanced gas-tightness by introducing double-layered membrane structure, and in 2022, we conducted the first scientific experiment in Japan using a super pressure balloon with a volume of 200 m³ in Antarctica. We also tried a flight test of a 2,000 m³ balloon in 2024. In this presentation, we will introduce the principles of this type of balloon and report on the current status of its development.

スーパープレッシャー気球は、日照の有無にかかわらず気球の体積を一定に保つことで浮力を維持し、長時間の飛翔が可能となる新しい気球である。これまで広く科学実験に利用されてきたゼロプレッシャー気球は、気球の尾部に排気口を設けることで内部のガスを大気圧と等圧にし、気球の上昇や日照によるガスの膨張での破裂を防いでいた。しかし、日没に伴い体積が減少し浮力が低下するため、長時間の飛翔が難しいという課題があった。スーパープレッシャー気球は、この課題を解消する気球であり、その成立には、日照によるガス圧の上昇に耐える耐圧性と、長時間にわたりガスを封じ込める気密性が必要である。大型のスーパープレッシャー気球は、NASAによって2016年から科学実験に使用されているが、飛翔高度は33.5 kmに留まり、依然として技術は発展途上である。科学実験の観点から見ると、同一高度を飛翔できることから大気科学実験に適しており、また、約1トンの装置を搭載して大気の上層に留まれるようにし、天文学や宇宙線科学実験で利用することも計画されている。我々は2010年に、皮膜に高張力繊維の網をかぶせることで軽量かつ耐圧性能を持たせる方法を見だし、以降、この型の気球の開発を進めてきた。2018年には、皮膜を二層にすることで気密性能を向上させることに成功し、2022年には体積200 m³の気球を南極で飛翔させ、日本初のスーパープレッシャー気球を用いた科学実験を開始した。そして2024年には、体積2,000 m³の気球の飛翔試験に挑戦している。本講演では、この型の気球の原理について紹介し、現在の開発状況を報告する。