

## 表現メディアとしての最小機能飛行船

## Minimum Function Blimp For Artistic Expression

三好賢聖 堀浩一  
Kensho Miyoshi Koichi Horii

東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻

Department of Aeronautics and Astronautics, School of Engineering, The University of Tokyo

Small unmanned aerial vehicles, such as blimps and quadrotors, have enabled us to produce many kinds of artistic expression in the air. Especially, blimps are easy to handle even for those without knowledge in aeronautics. However, they are still expensive and large, and needs large space to fly in. We propose blimp with minimum function as performance media, aiming to explore the potential of aerial artistic performance using blimp.

## 1. はじめに

UAVとはUnmanned Aerial Vehicle(無人航空機)の略称である。UAVは有人の航空機に比べ、ミッションによっては極端なまでに機体の小型化・簡略化が可能である。開発や利用における簡便さから研究対象としても注目を集め、様々な用途が提案されている。具体的には、気象観測、災害救助、広告、ラジコンロボットなど、研究・調査目的のものからエンターテインメント目的のものまで多岐にわたる。[4, 2]本研究では表現媒体としてのUAVの在り方を分析し、最小限の機能のみを備えた無人飛行船を提案する。

## 2. 表現媒体としてのUAVとは

表現媒体としてのUAVとは、視覚効果等によって表現者から鑑賞者へのパフォーマンスを具現化するUAVである。UAVの出現により、今まで困難であった空中を舞台としたパフォーマンスがより実現性をもつものになった。例えば、その華やかなオープニングイベントで有名なSaatchi & Saatchi New Directors' Showcaseにおいて、実際に16機のクアドロータを用いたパフォーマンスが行われるなど[3]、UAVを用いた空中パフォーマンスは注目を集めている。従来CGを用いてしか再現できなかったようなダイナミックな表現が、実機を用いて我々と同じ空間での再現可能となる。本研究はそうした表現媒体としてのUAVの、そしてロボットと実世界の関わり方の新たな可能性を探求するものである。

## 3. なぜ最小機能飛行船なのか

表1は空中パフォーマンスに用いられることの多い飛行船と回転翼機の特徴を比較したものである。

表から分かるように、浮力ガスにより揚力を得られる飛行船は回転翼機に比べて飛行における電力コストが低く、比較的長時間の飛行が可能である。一方で機体内に浮力ガスを多くするために慣性力の影響を非常に受けやすく、たとえ無風の状態でも意図した動きを再現するのが困難である。ゆえに風のない屋内環境で飛行させることが望ましいが、飛行船は体積あたりのペイロードが小さく、ある程度の大きさを帯びてしまう。必然的に

広い屋内スペースが必要となり、現状では実現性が高いとはいえない。

本研究で提案する最小機能飛行船は、個々の機能はミニマムであるが、制御と組み合わせにより豊かな表現を実現できる。また個々の機体を低コストで製作できることにより、全体でのコストダウンに繋がる。当然機体自体も小型化され、スペース面での敷居を下げることに寄与する。表現媒体としての飛行船の最も簡単な形、すなわち出発点を改めて提示するのである。

	飛行船	回転翼機
ホバリング	3	3
低速飛行	3	3
垂直離着陸	3	3
室内利用	3	3
製作コスト	2	2
電力コスト	3	1
制御コスト	3	1
体積あたりのペイロード	1	2
小型化	1	3
運動性能	1	3
高速飛行	1	3
屋外利用	1	2

表1: 飛行船と回転翼機の特徴比較 (1=悪い,3=良い)

## 4. 設計指針

最小機能飛行船の設計にあたり、以下のような設計要求を設けた。

- 自律的な運動を行うこと
- 可能な範囲での小型化を図ること
- 製作コストを最小限にとどめること
- 複製が容易であること
- ある程度の時間継続して飛行できること
- 一般的な屋内空間での飛行が可能であること
- 安全に利用できること

上記の設計要求を満たすべく実際に製作した試作機を次章で紹介する。

連絡先: 三好賢聖. 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻. miyoshikensho@ailab.t.u-tokyo.ac.jp

## 5. 製作と飛行実験

機体の重量は 57g(うち 15g が気囊), 推力は約 10g, 航続時間は約 30 分である. 気囊の直径は約 50cm である. 試作機は図 1 の通りである. 図 2 にはそれらを群飛行させたときの様子を示す.



図 1: 完成した試作機

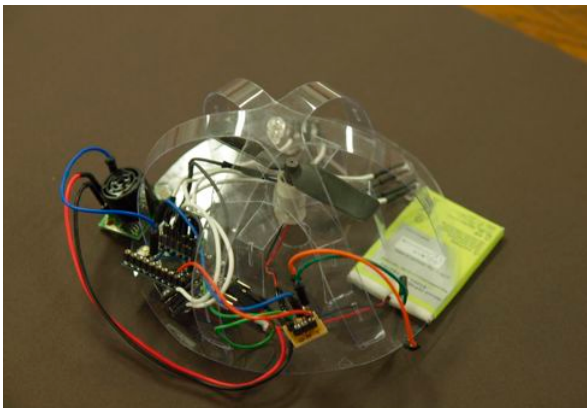


図 2: 試作機のゴンドラ部



図 3: 試作機を複数用いた飛行実験の様子

## 6. 力学的考察

Azinheira らの方法 [1] を参考に, 第二号機について力学的考察を行った. 空気力, 推力, 重力が相殺する場合に, 外乱に対し飛行船がどのような挙動を示すか調べた. 静止状態における擾乱に対するロール角挙動を示す.

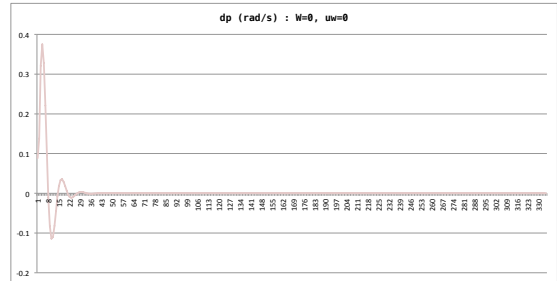


図 4: 静止状態における  $\delta p$  の挙動

## 7. 結論

本研究では空中表現に用いられた従来の UAV の特性を分析し, 表現メディアとしての最小機能飛行船を提案. 試作および飛行実験を行った. 最小機能飛行船には必要最低限のモジュールしか搭載されておらず, 小型で軽量の外部モジュールを容易に導入することが可能である. 搭載モジュールにより, 音楽との連動や鑑賞者とのインタラクションなどが実現可能となる.

## 8. 展望

最小機能飛行船そのものをオープンソース化することで, より多くの人々が空中をフィールドとした表現世界に参加することができるであろう. また, 本研究で製作した最小機能飛行船は製作コストが低く, また用意に組み立てられる. また飛行船としての最小機能が備わっていることから, 通信モジュールや各種センサを搭載するだけで, 例えば他種の小型 UAV と協調して何らかのミッションを行わせるなどといった実験に簡単に導入することができる.

## 参考文献

- [1] Jose Raul Azinheira, Ely Carneiro de Paiva, and Samuel Siqueira Bueno. "influence of wind speed on airship dynamics". (*Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol.25, No.6, November-December 2002), 2002.
- [2] Beatfly. <http://www.yoshimotohideki.jp/works/beatfly/>.
- [3] KMel Robotics. <http://kmelrobotics.com/>.
- [4] 宇宙航空研究開発機構, 航空プログラムグループ, 無人機利用技術チーム. <http://www.apg.jaxa.jp/research/mujinki/mm-index.html>.