

高精度な物理モデルベースのフライトコントローラプラットフォームの 開発

—「Tobas」全てのドローンのためのフライトコントローラ—

1. 背景

フライトコントローラとは、ドローンの頭脳にあたるものであり、姿勢推定と制御を行う。フライトコントローラはソフトウェアであるフライトコードと、ハードウェアであるFlight Management Unit (FMU)から構成される。既存のプレイヤーとして、フライトコードではArduPilot, やPX4, FMUではPixhawkが有名である。

しかし、既存のフライトコントローラには以下のような課題がある。

- 飛ばすことのできる機体形状が限定されており、重心が移動する、フレームが変形するといったカスタムドローンに対応していない。
- 産業用途目的において、どういった機体形状が適切であるか確かめられず、無駄な大型化や、カウンターウェイトの設置といった非効率な対応で運用されている。
- パラメータ調整に時間がかかり、初心者には安定して飛ぶ設定が把握できない。また、パラメータの影響を確認するすべが少なく、飛行試験により一つずつ確認しながら修正していくため、最中に墜落し破損するといったコストがかかる。

このような課題を抱えながらも、ドローンの社会的ニーズは黎明期の「とりあえず作って飛ばして試験を行い、墜落しても大してコストがかからない」という時代から、1機の開発コストが数千万円、空飛ぶ車で数十億円という産業機の時代に変化してきており、墜落コストも大きくなってきている。こういった産業機も、既存のフライトコントローラを用いて作成されることが多いため、各課題が大きく作用するようになり、新しい機体設計工程や事前シミュレーションが求められている。

2. 目的

Tobasではこのような背景から、各課題を克服し産業用途や研究でも使用できる新たなフライトコントローラを開発することを目的としている。さらにこのフライトコントローラをプラットフォームとしてコミュニティを運営し、toCでは機体設計の自由さ、toBでは事業範囲や可能性の拡大を目指している。

3. 製品・サービスの内容

Tobasの全体フローを図1で示す。フライトコードはROS2ベースで作成されている。フライトマネジメントユニットには、Raspberry Pi 5とオリジナル基板を採用している。

Tobas 全体フロー モデリングから実機試験まで支援

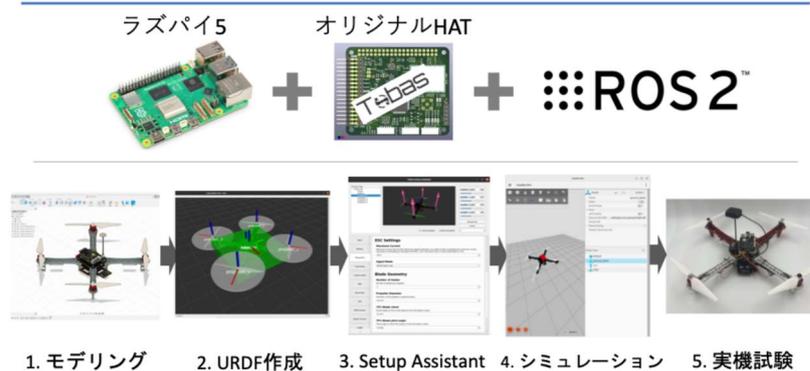


図 1: 全体フロー

Tobas の主要な機能を以下に示す.

- URDF Builder : 各剛体 (Link) とその接続関係 (Joint) を定義し, それらの視覚情報 (Visual), 接触情報 (Collision), 慣性情報 (Inertial) を入力するツール
- Setup Assistant : 機体の飛行特性を定義するパラメータのうち, URDF では表現できないドローン固有のものを設定するためのツール
- Hardware Setup : センサキャリブレーションや駆動系の動作テスト等のハードウェア関連の調整を行うためのツール
- Control System : 機体状態 (バッテリー電圧やモータ回転数など) の監視とミッション計画を行うためのツール
- Parameter Tuning : 制御器や観測器に関するパラメータを飛行したままオンラインで調整するためのツール
- Flight Log : 飛行ログのレコーディング及び表示を行うためのツール
- Simulation : シミュレーション環境の設定とその実行・終了を管理するためのツール

4. 新規性・優位性

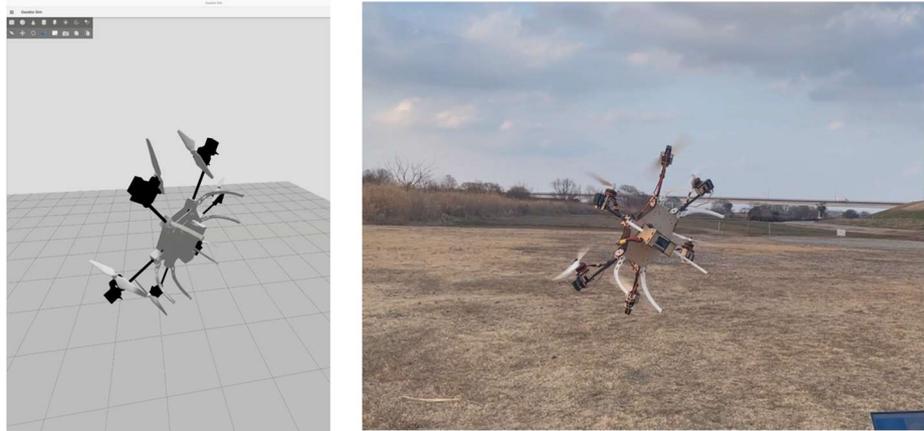
既存のフライトコントローラの場合はある程度決められた機体形状に沿ってユーザーが設計するのに対し, 逆にユーザーの設計が先にあり, その物理モデルを反映した制御器を構成するのが Tobas の最大の特徴である. また, ROS2 や Raspberry Pi 5 のように, 拡張性の高いシステムを採用しており, 他フライトコントローラに比べて, 追加機能をコンパニオン PC 無しで採用しやすいという優位性がある.

フライトコントローラと Electric Speed Controller (ESC) 間の通信にレースドローンに多く採用されている Bidirectional DSHOT を採用しており, モータ回転数のフィードバック制御を行っている. これにより, 推進系の誤差を大幅に減

小さらせることができ、耐風性能向上や、姿勢制御の精度向上といった優位性を有している。

機能的優位性を実際に検証するために、ユーザー検証を行った。点検作業用に採用されているアクティブティルトヘキサコプターを Tobas のフローで作成したところ、1 回目の飛行後簡単なパラメータ調整を経て 2 回目の飛行でホバリングしたまま姿勢を 90 度回転させることに成功した(図 2)。

ユーザー検証 アクティブティルトヘキサコプター



作成協力: 東大 岡本さん, 河野さん²²

図 2: ユーザー検証による実機試験の様子

また、図 3 に示すように、他フライトコントローラは OSS とプロプライエタリなものがあるが、ArduPilot などは OSS として発展してきたため、Tobas でも OSS を優位点として採用する。日本国産の OSS フライトコントローラは新規のものである。

OSS化 既存のFCのOSS思想からTobasの立場

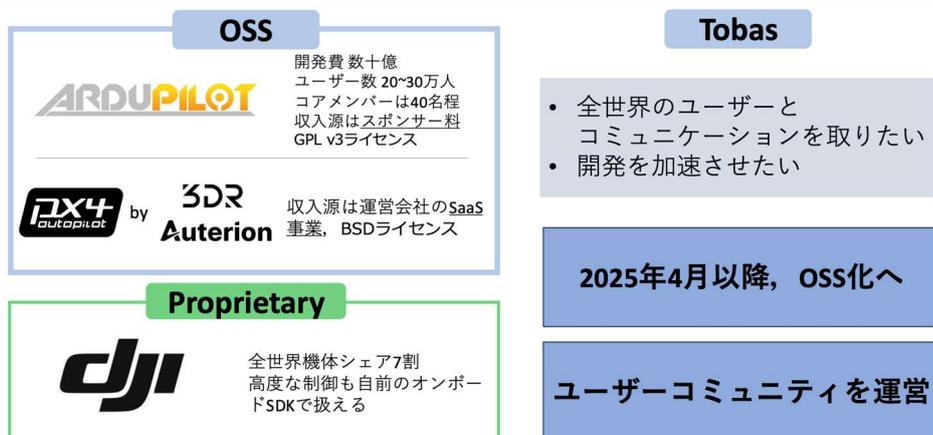
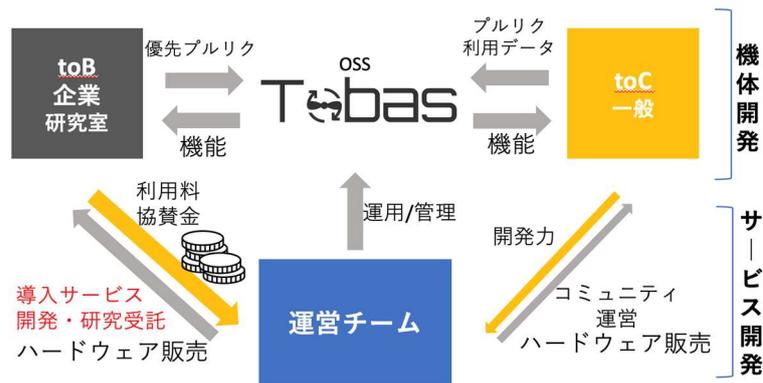


図 3: フライトコントローラと OSS

5. 事業普及（または活用）の見通し

Tobas のビジネスモデルを図 4 に示す。背景に記述したような産業用途や研究用途での普及を見込んでいる。現在までに、toB の受託開発として、2 件を受注しており、今後も受注数を増やす予定である。また、オリジナル基板の販売を行い、売上を立てる。

Business Model BtoBtoCでメインターゲットはtoB



32

図 4: Tobas のビジネスモデル

OSS 化に合わせてユーザーコミュニティを運営していくことで、toC の顧客数を拡大していき、既存のフライトコントローラと同じ数万人規模のユーザーを獲得していく見込みである。

その前段階のマーケティングとして、2025 年 2 月よりクローズドベータテストを開始した。

6. 期待される波及効果

新たなフライトコントローラの普及により、設計の自由度が増し、より効率の良い制御方法や、機体構造、自律化が研究・開発されることでドローン運用の効率・収益性改善につながる。また、ドローン作成が普及することで、ドローン産業全体の活性化に繋がると期待している。

7. イノベータ名（所属）

- ・土肥 正義(フリーランス)
- ・植竹 空(東京大学, 株式会社 EfficiNet X)

(参考) 関連 URL

- X : <https://x.com/dronewotobas>