



2013 年度 未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当 PM

藤井 彰人 PM
(KDDI 株式会社 サービス企画本部 クラウドサービス企画開発部長)

2. 採択者氏名

チーフクリエイター：此村 領（東京大学 大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻）
コクリエイター：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）

3. 委託金支払額

2,304,000 円

4. テーマ名

ホビー性と実用性を兼ね備えた手のひらサイズの飛行ロボットシステム

5. 関連 Web サイト

<http://phenoxlab.com/>
<https://www.kickstarter.com/projects/253110733/phenox-intelligent-interactive-and-programmable-dr>

6. テーマ概要

従来の飛行ロボットシステムにとって、ホビー性と実用性は全く別々の要素と捉えられてきたが、本プロジェクトではホビー性と実用性の両方を兼ね備えた、手のひらサイズの飛行ロボットシステムを開発する。飛行ロボットが普段からホビー素材として、一般家庭など人々の身近に常駐することで、結果的に航空機を利用した高度なシステムを、特殊な環境だけでなく住宅環境等にも普

及させることができる。

本プロジェクトでは、飛行ロボットシステム的设计開発、およびホビーのアプリケーションと実用面でのアプリケーション開発を行い、将来的には製品化を目指していく。

7. 採択理由

ホビーユースからビジネスユースまで、クワッドコプターの開発と活用は、その楽しさと大きな可能性から、世界各地でスタートアップを始め様々な製品を発表している。本提案は、飛行ロボットを開発し、ホビーから一般家庭などでの実用まで対応させようという提案である。

飛行ロボットで屋内限定の実用性に対してどの程度まで対応できるのかについては、疑問は残るものの、クリエイターの飛行ロボットに対する高い実装能力と情熱、及びホビーを含めたその応用力の高さから採択すべきと判断した。プロジェクトの期間内に、超小型飛行ロボットの実装だけでなく、その活用方法というソフト部分をも発展させてもらいたい。

8. 開発目標

本プロジェクトでは、人々のより身近な環境で様々なアプリケーションに活用できる小型の飛行ロボットを開発し、ユーザが自分で書いたプログラムを実行できるプラットフォームとして展開することで、空中というフィールドの可能性をこれまで以上に開拓することを目的とした。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、汎用性の高い小型の飛行ロボット「Phenox (フェノクス)」を開発した。Phenox は 4 枚のプロペラを備えたクワッドコプターで、モータから対角のモータまで 12cm、重さは 60 グラムとなっている (図 1)。



図 1 Phenox (フェノクス)

Phenox には以下の 3 つの特徴がある。

(1) 小さくて賢い

Phenox には独自の制御システム (ISCS) が組み込まれている。機体搭載の下向きカメラにより地面の明るさの違いが生じる点 (特徴点) を捉え、FPGA を用いてそれらの遷移を高速に処理することにより、自己位置推定が可能となっている。図 2 のように、ISCS を用いることで安定したホバリングが可能となっている。



図 2 ISCS を使った飛行 (左) と使わない飛行 (右)

(2) インタラクティブ

機体に搭載された前向きカメラ、下向きカメラ、マイクにより、人の動きや声、音に反応することができる(図 3)。Phenox の Linux システム上で、画像処理ライブラリ OpenCV や音声認識エンジン Julius を動作させるなど、既存ライブラリを活用したアプリケーションを作ることが可能である。



図 3 人の声やホイッスルの音に反応して飛行する

また、床と手袋の色を区別することにより、手の上を追従して飛行させることができる。手が見えないときは周囲の画像情報から特徴点を抽出し自己位置推定をすることで、手がないときでも自分の居場所を保ち、結果として安定した飛行とスムーズなインタラクションが可能となる。また、カメラの画角から手がいずれかの方向に動いたことを検知するとそちらの方向に飛ぶ、というようにプログラムすると、複数人でまるでキャッチボールをするようなアプリケーションが可能となる(図 4)。



図 4 手袋を追従して飛行する様子(左から右へ)

(3) プログラマブル

Phenox の Linux システム上でユーザは自分でプログラムを書くことがで

きる。システムは、図 5 のように CPU0、CPU1、FPGA という大きく 3 つに分かれており、CPU0 上で Linux を動作させ、ユーザはこの部分でアプリケーションを開発することができる。一方で、リアルタイム性の求められる飛行制御は CPU1 内で行い、特徴点抽出、音声取り込み、画像取り込みなどの高速処理は FPGA で行う。

Phenoxシステム

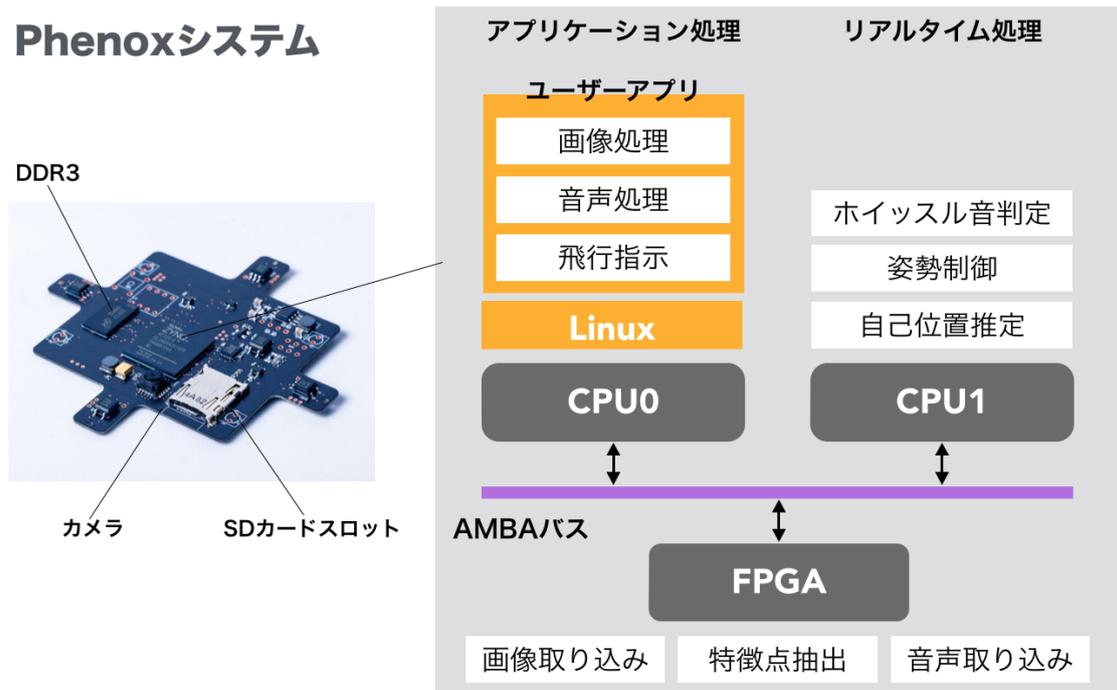


図 5 Phenox システム概要

制御プログラムは C 言語で書かれており、飛行制御を簡単に書くためのライブラリを公式 Web サイトにて公開、解説している。

また、本プロジェクト期間中に、クラウドファンディングサービス Kickstarter において 1 ヶ月間資金調達に取り組み、限定モデル 30 台の販売を行った。出品後 32 時間以内に完売し、その後も世界中から問い合わせが相次いでいる。国内外の大手メディアにも取り上げられ、本プロジェクトのインパクトおよびニーズの大きさを確信することができた。

10. プロジェクト評価

現在、様々なクアッドコプターが世界中で発表されているが、自律飛行が可能で、かつプログラマブルな小型飛行ロボットは他に例がなく、クワッドコプターの可能性を大きく広げた意義は大変大きい。加えて、技術的にも複数の CPU

と FPGA を利用し高度な機能を多数実装している。一見簡単そうに見えるが、この安定性を維持しつつ、画像処理やプログラム実行を制御することは、正に未踏の領域であると考えます。加えて、未踏期間中に、Kickstarter での販売を行い、ほぼ 1 日で 30 台を完売し、市場ニーズを掴んでいることを結果で示しています。米国 TechCrunch への掲載だけでなく、国内ニュースにも取り上げられたことは、予想外の嬉しい結果である。PM として、開発のクオリティ、外部向けの発進力ともに高く評価したい。

11. 今後の課題

プロジェクト期間内では、飛行ロボットのハードウェアとファームウェアの開発を中心に行い、様々なアプリケーションを実現するための土台を築くことができた。今後はその上で実現できるアプリケーションを開発していく一方で、現状のハードウェアを少し工夫することで生まれる新しい用途や、多くの人に浸透するために必要なことについて、現状の完全オンボード・小型化という制約にこだわらず柔軟に考えていくことが必要である。

Phenox は、Flying Application の Platform である。将来、世界中の Phenox ユーザーが、様々な Application を開発し共有するような Phenox Community へと発展してくれることを PM として期待している。