

監視用UAV RMAX G0-1

The Observation-use UAV "RMAX G0-1"

鈴木弘人 Hiroto Suzuki
●新事業推進部 スカイ事業部

製品紹介



図1 RMAX G0-1の外観

Abstract

In the summer of 2004, the Sky Operations division of Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC) released the "RMAX G0-1" as a UAV (Unmanned Aerial Vehicle) for observation use.

This craft is a specially outfitted version of Yamaha's autonomous flight-capable utility-use unmanned helicopter that has been developed specifically for observation operations. One of the focuses of the development project was to give this unit the capability to perform observation operations any time, day or night, and in any season or weather. Also, in addition to the helicopter and its systems, the project simultaneously developed a training system for the helicopter's operators. In this report we discuss the development project for this model.

1 はじめに

2004年夏、ヤマハ発動機株式会社(以下、当社という)スカイ事業部は、監視用のUAV(Unmanned Aerial Vehicle、無人航空機)としてRMAX G0-1をリリースした。

本機は、自律航行型の産業用無人ヘリコプターを監視専用用途に限定して開発したものである。昼夜、季節を問わずに運行をするところに開発の重点を置き、機体開発とともに、運行者の訓練システムも構築された。

2 監視用途の課題

目的は、空中からの監視作業であり、この作業は昼夜、季節、天候を問わずに行われる。よって、前モデルRMAX G0での使用条件が表1のように変更された。

その他にも、使用目的に応じて、荒天時に強い制御性能の開発、監視作業を効率的に行うためのカメラ装置の開発、地上局の開発等が同時に行われた。

表1 仕様変更内容

	G0-1	G0
飛行範囲	地上局から 5 km 以内	地上局から 1.5km 以内
夜間飛行	可能	禁止
雨天飛行	条件内で使用可能	禁止
温度条件	-10℃～ 45℃	-10℃～ 35℃

3 G0-1の構成

3.1 機体

機体の外観を図1に、三面図を図2に示す。各構成品の詳細は以下に記す。

3.1.1 プラットフォーム

プラットフォームは、既存の薬剤散布用に販売しているRMAX Type II (L17)である。それに自律装置の入ったボックスを左サイドに装着した形を取った。左右非対称な形状は一見不自然で、空力的なアンバランスをイメージするが、飛行速度の遅いこの領域における運用においてはさほど影響が無いことが確認されている。

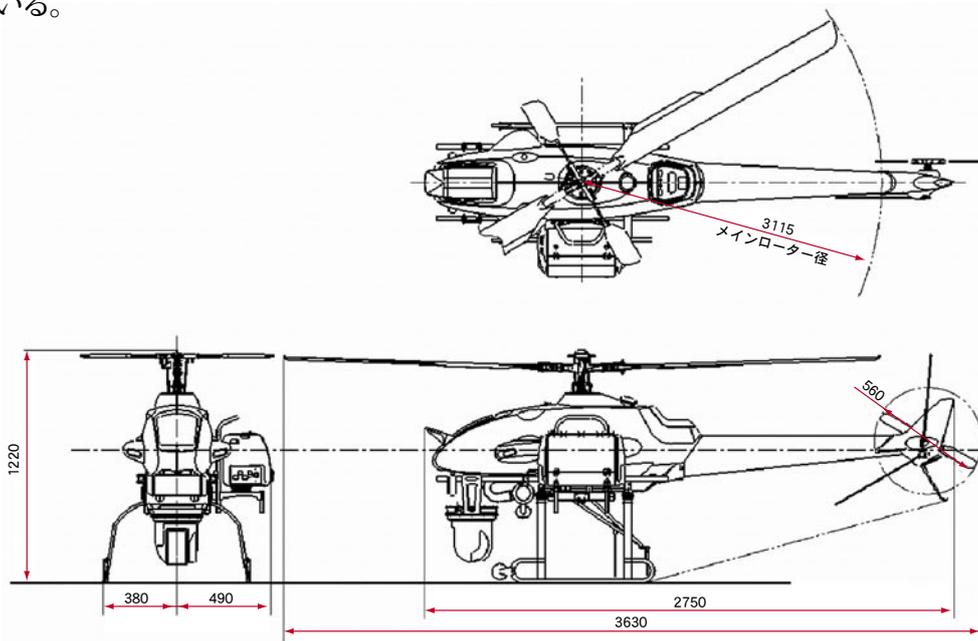


図2 三面図

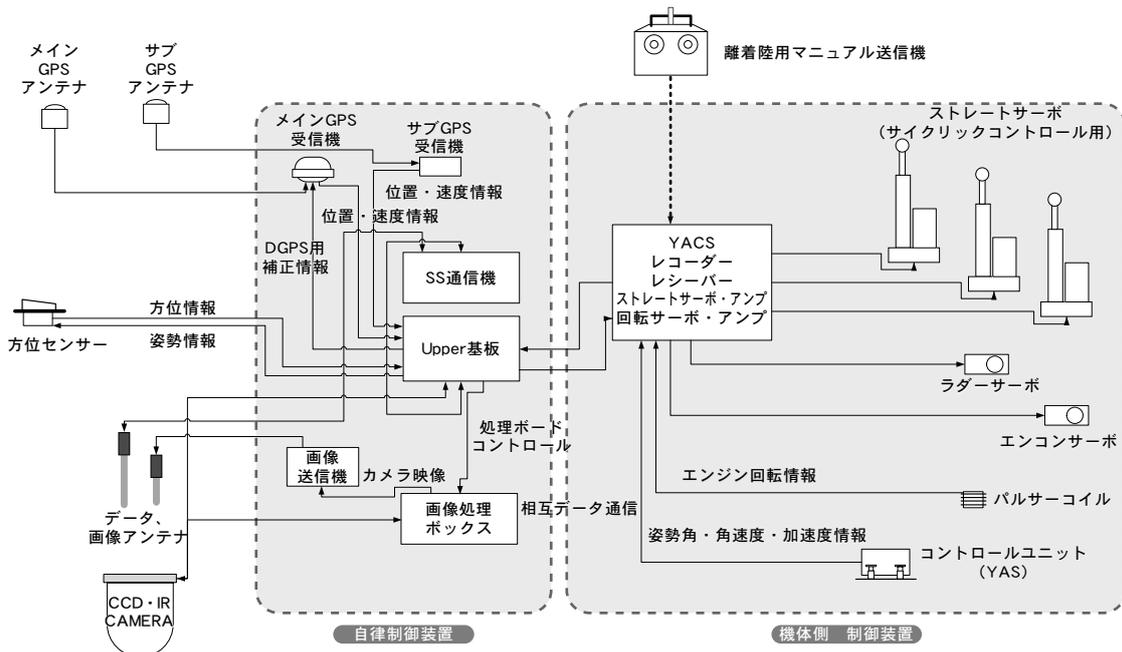


図3 機体側システム構成

3.1.2 自律装置

機体側自律装置の構成を図3に示す。

飛行制御は、3軸ジャイロを用いた姿勢制御の入った手動操縦システムに、GPS(Global Positioning System)を用いた速度、位置制御を付加したシステムで構成されている。自律飛行における操縦とは、地上から送られてきた速度、位置の指令を受けたヘリコプター側のインターフェース基板が、現在のヘリコプターの姿勢、速度、位置情報等を統合して、最終的に目標の位置にヘリコプターを誘導することをいう。その操縦は地上局のパソコン等を用いて行われる。

3.2 監視装置

本機の運用は、昼夜問わず行われる。そのために、2種類の監視用カメラ装置が用意されている。ひとつは昼間用のCCD(Charge Coupled Device)カメラ装置であり、もうひとつは夜間用の赤外線カメラ(以下、IRカメラという)装置である。両装置ともにチルト(上下動作)とパン(回転動作)動作に加え、CCDカメラには光学12倍のズーム機能を備えている。

両雲台の基本構造は共通であり、ヘリコプター特有の振動による画像のブレを抑える機能を持っている。メインローターから発生する比較的低周波の振動や本体の風による揺れを、ジャイロによる角速度制御、エンジンやテールローター等の高周波をソフトウェアによる画像制御で抑えている。これらによって、地上では、安定した上空からの画像を見ることが出来る。CCDカメラとIRカメラは、必要に応じて交換して使用する。装置は短時間(5分以内)で交換可能である。

両装置の主要諸元を表2に、概観を図4に示す。また、装置には画面の中心に捉えた目標物までの距離とその目標物の位置座標を概算する機能も有している。

表2 装置の仕様

	可視センサー	赤外線センサー
形式	カラー CCD	非冷却型赤外線カメラ
撮像素子	IT 方式 CCD	2次元マイクロボロメーター
雲台動作	パン；360° チルト；-90°～0° ズーム；光学 12 倍	パン；360° チルト；-90°～0° ズーム；無し
重量	4.3kg	5.3kg



図4 搭載装置の外観

3.3 地上局

G0-1システムでは、実機の旅客機の操縦室に相当する部分を地上局と呼ぶ。ここでは、ヘリコプターの飛行プログラムをマネジメントするパイロット、カメラで監視をする監視員、ヘリコプターの離着陸を行う離着陸パイロットの3名で運行される。離着陸をマニュアルで行う理由は、安全管理上の問題である。マニュアルで行う方が、不測の環境変化(突風や豪雨など)に対して、最も臨機応変に対応できるからである。もちろん、本システム運用に当たって、農業分野で育ったパイロットも有効に利用できるというバックグラウンドも少なからず関係している。

ヘリコプターは、難易度の高い操縦をセンサーを用いた電子装備の助けを借りて行われる。パイロットは運行地図を中心に置いた視認性のよいディスプレイ上で、簡便な操作のみで操縦することができる。その操作はゲーム的なイメージを持たれるが、操縦するというよりは、自動操縦飛行プログラムと機体から送られてくる種々の情報(エンジン回転数、水温、姿勢、GPS情報、通信情報他)を管理するといった表現が正しい。作業内容は、エアラインパイロットのそれに例えられることが多い。これらを運用するソフトウェア開発は、マンマシンコミュニケーションを考慮して設計されており、自律航行型のヘリコプター開発を開始した当初から、幾多もの改良を重ねて作られたものである。図5に地上局システムの構成を示す。



図5 地上局外観

4 制御性能について

今回のモデルにおける制御性能の特徴について簡単に説明する。

本モデルは、監視用ということで、荒天時の飛行を余儀なくされることが多く、その反面、測量飛行のような精度の高いホバリングは要求されない。よって、制御性能の重点は、主に風の影響によるヘリコプターのパワーロス を最小限に抑えることにおいた。例えば強い横風の中、かたくなに飛行ルート を維持しよう とすると、多大な操舵によって、大きなエンジンパワーロスを伴ってしまう。エンジンパワー、ローター推力性能が落ちる高温時の飛行においては致命的な弱点となる。こうした弱点に対して、ある程度飛行ルートを維持しつつも、過大な維持制御はしないという性格を持たせた制御プログラムが開発された。これにより、ヘリコプターは常に無理なく飛ぶことができる。

また、大きな側面積を持つ胴体がまともに横風を受けると、同じく多大なパワーロスを生んでしまう。そのため、ヘリコプターが自動的に横風を感知して、風向きに対して方位を変化させることでパワーロスを抑えるというプログラムが組まれている。航空用語では「偏流をとって飛行させる」というが、パイロットはかなりの横風まで、風向きの影響を無視して飛行させることができる。

5 飛行訓練とメンテナンス

先にも触れたが、本機は用途上、厳しい環境条件で使用されることが予想され、飛行方法において、多々の制限事項が存在する。また、飛行中のセンサーをはじめとする電子機器故障時の緊急対応も要求される。パイロットは、常に緊急時に安全確保のための処置を頭において運行しなければならない。よって、それらを熟知し、適応可能な経験を持ってから運用にあたる必要がある。

スカイ事業部では、本システムを運用するにあたって、離着陸パイロット、自律飛行パイロット、そして整備士をひとつのチームとして教育し、各課程を終了した者のみが運用を許可されるという教育システムを作った。訓練カリキュラムは、それぞれ20日間ずつである。

さらに、安全な運行をするため、日常の点検を含め、定期的な点検を義務付けている。これらを実行する運用者の訓練も20日間のカリキュラムに組み込まれている。

また、当社の無人ヘリコプターは、2004年11月に発足したJUAV(Japan Unmanned Aerial Vehicle Association:日本産業用無人航空機協会)が発行している安全運行規定に準じて運用されている。

6 おわりに

監視用途に特化された形で開発されたが、本用途における過酷な要求は、自律航行型無人ヘリコプターの出しうる性能を確認する場にもなった。今後は、その貴重なデータをもとに、空力的な改善、重量軽減、制御性能のさらなる改善等を行い、用途に見合った性能、機能、安全性を有した次世代の機体開発を進める予定である。