

当社ではマルチコプターのコントローラとして、APM を使用しています。  
これは、アメリカ ArduPilot のグループが開発し、ハード ソフト ともオープンソース  
で提供している品物です。

こちらの コプターに関するホームページに詳しい内容が掲載されています。

<http://copter.ardupilot.com/>

実際に使用してみると、安定性と製品価格に驚きます。  
APM発売元の 3DR製を筆頭に様々な基板メーカーが同様に使用出来るコントローラを  
販売しています。おなじみの HK社 [HK Pilot] も その一つです。  
各社、独自に電源部分やコネクター等を改良した商品ですが、ファームウェアとパラ  
メータ値は完全に互換性を保っています。

また、このAPMに関しては、2015年3月でファームウェアのバージョンアップを終了  
する旨の発表がありました。

“基本性能は出来上がった”的な発表で、今後は“改良のはずが改悪”なバージョンアップに  
悩まされることなくコプターの出産が出来ると、内心喜んでおります。

同グループは、Pixhawk という32bit版のバージョンアップは今後も続けるとの発表です。  
姿勢制御やフィルター計算式の試行錯誤を続けていくそうなので、さらに良いものが出て  
きたら、当社でも発売していきたいと考えています。

が、現時点では、価格と性能から、APMを広めたいと考えています。

APMの特徴としては

1、安定した飛行と正確なホバリング性能

きちんと機体に合ったパラメータをセットすれば、極めて安定に飛行します。  
東西南北の定位置性能は、精度の良いGPSセンサーと組み合わせることで、きわめて安定  
に保持します。また、高さ精度に関しては内蔵の気圧センサー (BARO) に加えて  
オプションの超音波ソナーを追加することでより正確な高度保持ができます。  
某社製コントローラ (DJ?) との飛行比較が様々な動画サイトにありますので、ご覧ください。

2、各種設定の簡単さ

一般的に難解な PID設定 や各種保護機能の設定が、実際に飛行している間に出来ます。  
簡単なテレメータユニットで、手元のパソコンに現在の状況が表示され、設定変更も  
パソコンに打ち込むだけでリアルタイムに飛行体に反映されます。  
実際に使用すると、手放せなくなる機能です。  
また、プロポのチャンネルを1つ使って“自動PID設定”の機能を働かせることもできます。  
これは、機体完成時に一度だけ行えばよいことです。少し 甘めな PID値が得られます。  
これをもとに、お好みでタイトに仕上げていく方法がお勧めです。  
機体の重量やプロペラの交換 などで PID値は変わるものです。傾向を知っておくことが  
実飛行での安心に変わります。

### 3, 落ちないための秘策

コプターの墜落原因で圧倒的に多いのが、バッテリー切れによるものです。バッテリーの思わぬ不良、充電が少ないものを勘違いで取付、もう少しで撮影が終わるので少々無理をしたなどで墜落事故になってしまうケースが多いです。また、余裕に余裕を重ねて、実際には20分飛行できるものを10分以下で取りやめるということもやむおえず行っているかと思います。

APMはバッテリー電圧低下とバッテリーの残量が少なくなったときにRTL(帰る)またはLand(その場に着地)が設定できるフェールセーフ機能があります。

実際に設定する時はこの機能をDisable(止めて)して使用するバッテリーと機体で何分飛行できるか? またバッテリー何ボルトで飛べなくなるか? を測定して、設定することが肝心です。

(バッテリーに関するフェールセーフは[商品コード301]のバッテリーモニターが必要です)

プロポの電波が届かない等のフェールセーフはRTLに設定しておけば、安心できます。(帰ってくればまた電波が届くかも)

さらにさまざまなフェールセーフが用意してあります。

GPS受信不良などの対策はALT HOLDが良いでしょう。

また、ジオ・フェンスと呼ばれる飛行制限区域を設定することも出来ます。

最大高度、ホーム位置から半径何メートルなど見失わないような制限が設定できます。

### 4, 飛行中の監視

テレメータユニットを付けるとコプターの状態がパソコンに表示されます。

パソコン側の設定で、何を見るか? が自由に選べます。

特に、GPSの状態 機体高さ バッテリーの状態 は常に監視しておきたい項目です。

GPSは 現在取得しているサテライトの数と高さ精度係数(HDOP) が重要です。

サテライト数 7個以上 HDOP 2,0以下ですときわめて高精度にホバリングします。

バッテリーは現在の電圧Vと消費電流A, 累計消費量mAH が表示できます。

(バッテリーモニター BM-01 が必要です)

あと どのくらい飛行できるか? がわかるので 安心出来ます。

### 5, オートパイロット

パソコンで地図上に点を置いてプロポからの操作をしないで自動飛行する機能が付いています。

テレメータユニットとパソコン(グーグルアースが取得できる環境)が必要です。

操作は簡単で、ミッションプランナー FRITE PLAN 地図にポイント置いて(Waypoint) Write WPsでコプターに書き込み、コプターをAUTOモードにするだけです。

ポイントは100個以上 設定でき、各ポイントの高さや操作が個別に選べます。

また、実際に飛行したポイントをグーグルアース上に3D表示するためのログも出力されますので、プレゼン等で威力を発揮できます。

### 6, フライトモードの切り替え

APMでは様々なフライトモードを持っています。以下 和訳文

---

Stabilize:パイロットはroll、pitch とthrottle とyawを直接コントロールします。ロールとピッチ・スティックを中央位置の方向へ戻し、コプターが水平に戻る。これが最も一般的に用いられる飛行モードで、通常は離着陸時に使用する。

Acro: パイロットはroll、pitch とyawの変化率をコントロールします。スロットルは完全に手動。このモードは経験豊富なパイロットによるアクロバット飛行用(コプター宙返りさせて飛行させるなど)

AltHold: 高さ安定モードです。パイロットがroll、pitch とyawを「Stabilize」モードと同様に

コントロールする。

Loiter: 自動操縦は、気圧計、ソナー、GPSを利用し、一定の位置に停止するようコントロールする。

Position Hold: Loiter と同様、パイロットが手動制御を維持するフライトモード。

Auto: 自動操縦はミッションプランナーFLIGHT PLANから、アップロードしたミッションを行う。

Guided: 自動操縦はマルチヘリコプターの高度と位置をコントロールし、「Flight Data」スクリーン上の地図をクリックすることで特定された一カ所の方向へ移動する。  
コントローラー上で「Guided」モードセットアップへの必要はない。  
「Flight Data」データ画面上の地図をクリックし、選択が「Fly to here」となれば、コプターは自動的に「Guided」モードになる。

RTL (Return-to-Launch): コプターが最初に15m※1まで上昇し、GPSロックを最初に指示した場所へ戻る。  
それから、2m※2降下した後「Loiter」モードに切り替える。  
この時点で、「Stabilize」モードに変え、パイロットが手動で着地を実行する事を勧める。(GPSが弱い場合)  
※1: ALT\_HOLD\_RTLパラメータは修正可能。(15mが良い)  
※2: APPROACH\_ALT\_RTLパラメータは修正可能。

Circle: 自動操縦はGPSで特定された場所の周辺を飛ばとする。  
コプターの正面は目的地の方向に向いてその周辺を飛ぶ。

OF\_Loiter: Loiter と同様ですが、GPSよりもオプティカルフロー・センサー (付いている場合) それを使用する。

---

これらはプロポからの指示で切り替えることができます。  
受信機信号の1チャンネルを使って最大で6項目を飛行中に選べます。  
が、実際のプロポではそのような機能は無いので、通常3項目程度(Low Mid HJGH)しか設定できません。

当社の商品コード421, 422 モード切替スイッチ MODE-2 をプロポに組み込むことで、アナログ設定のチャンネルを正確な6種の信号に変更し、モード設定が正確にできます。

Stabilize --- GPSも気圧センサーも使わないマニュアル飛行モード

AltHold --- 気圧センサーと超音波ソナーを使った一定高さ保持モード

Loiter --- GPS その他のすべてのセンサーを使った位置固定モード

Loiter + SuperSimple --- 同上でプロポ操作が簡単なモード

Auto --- パソコンで指定する飛行モード

RTL --- 帰還

などの設定にしておくことであらゆる状況に対処できるでしょう。

## 7, RTL と Land

A P Mでは GO HOME (帰還) のことを RTL (ランチなので帰る) と表現します。

RTL指示をすると設定された高さ、速度で離陸位置に戻り早い速度で決まった高さまで下りてからゆっくりした速度で着地します。この数値も設定できます。

着地後は disARM (プロペラ停止) になります。

Land はその場で同様に着地します。

とても安定した動作で、安心できます。

降下中もスロットル以外のプロポ操作が可能です。

以上 良い点を述べました。実際に使用するには、アメリカ製オープンソース ということもあり、いくつかの問題点もあります

8、機能や設定説明が難解でわかりにくい。  
設計者に近い人(あるいは設計者) が説明しているため、機械翻訳ではわけのわからない点が多くあります。  
また、それを解説している記事にも 明らかに間違いと思われることがわりとあります。  
設定内容も バージョンの古いファームウェアで説明していることが多く、歴史も考慮しないと、どうしても設定どおりにならない場面に当たります。  
先に記した通り、APMはバージョンアップはこれ以上ないため、当方の現状の説明が変更されることは無いと考えています。

9、APMコントローラ 基板の違い  
APM2.5 からAPM2.6になった時に、電源部分のノイズ対策強化とコンパス(地磁気センサ)がAPM基板上から外されました。GPSユニットにコンパスを載せて大電流変化の誤差を距離を離して軽減する目的です。  
また、本家 3DR製のオプションコネクタとその他製品は若干の違いがあります。  
当社では次のように分けています。

商品コード	型式	メーカー	コネクタ品番とメーカー	その他の違い
101	APM2.6-3DR	3DR製	DF13 ヒロセ	入出力が横向き
102	APM2.6-HK	HK製	PicoBlade MOLEX	入出力が上向き
103	APM2.6-OFB	台湾製	PicoBlade MOLEX	入出力が上向き

GPSユニットは 3DR製品のみ DF13 が使われています。他のものはすべて PicoBladeです。  
コネクタは双方とも1.25mmピッチで PicoBlade は両側のガイドを短く切り取ると DF13にも差し込めますが、やはり同メーカーのコネクタのほうが信頼性は高いです。  
当社でセット購入いただくときは、同メーカーで統一して出荷しています。

HK製品は 5Vラインに100 $\mu$ Fのコンデンサーを追加していると発表していますが、3DR製もは同じものが付いています。

APMコントローラは基板を薄く制作するために電源のデカップリングコンデンサーがどうしても不足がちになります。電源電圧の不安定はそのまま飛行の不安定に繋がります。各センサーはマイクロボルト以下の電圧をセンスしてCPUに送っています。

当社では、すべてのコントローラの5Vと3.3Vラインに 220 $\mu$ Fのコンデンサを追加して電源系統の不安定さを取り除いています。

当社では、産業用として確実に飛び、安定なホバリング性能を発揮するAPMコントローラ用に様々なオプション部品を設計、製造、販売しています。  
全ての商品が、メールで注文いただけます。  
次のページに現在販売中のリストと簡単な説明を紹介いたします。

産業用 調整済みフライトコントローラと周辺部品 2017年7月17日時点  
 全て [消費税込] の価格です。簡単な説明で紹介します。詳しい説明は各ユニットをご覧ください

商品コード	品名	仕様・型式	単価(¥)	備考
101	APMコントローラ	APM2. 6-3DR	¥34,500	3DR製APMコントローラ
102	APMコントローラ	APM2. 6-HK	¥18,200	HK製APMコントローラ HKPilot2.7
103	APMコントローラ	APM2. 6-OFB	¥12,600	ノーブランドAPMコントローラ すべてのコントローラは 当社標準QUADで実際に飛行試験テストしています。 ファームウェアとパラメータはその内容が書きこまれています。 飛行試験は Stabilize AltHold Loiter Auto RTL などです。SuperSimpleも確認しています。
201	GPSモジュール	3DR-NEO-7	¥14,600	3DR製 コンパス内臓
202	GPSモジュール	HK-NEO-7	¥8,400	HK製 コンパス内臓
203	GPSモジュール	HK-NEO-M8N	¥10,200	HK製 高感度品 コンパス内臓
204	GPSモジュール	HK-LEA-6H	¥12,400	HK製 最高感度品 コンパス内臓
301	バッテリーモニター	BM-01	¥3,300	APM2.6接続ケーブル付き バッテリーの電圧, 電流を見るために必要です。純正品のようにぶらぶらせずに固定できます
341	LEDドライブユニット	APMLED	¥2,840	基板単体ユニット
342	LEDドライブユニット	APMLED-3LED	¥3,550	3列LED付き APMの状態が一目で確認出来ます。ハイパワーLEDも12V電源から点灯できます。
361	APM電源ユニット	5VREG	¥1,500	5V1A レギュレーター 一番重要なユニットです。ノイズの無い安定した電源で他の5Vとは区別しましょう。
381	超音波ソナー	SNR-1	¥3,400	APM2.6接続ケーブル付き
382	超音波ソナー	SNR-1C	¥3,750	スケルトンケース付き 10cm~3m程度まではこれで高さ制御します。凸凹や障害物を飛び越えます。
421	モード切替スイッチ	MODE-2S	¥2,300	APMモード切替用スイッチ 角スイッチ
422	モード切替スイッチ	MODE-2P	¥2,700	丸穴スイッチ お使いのプロポ VRつまみ部分をこれと交換してAPMモード 1~6 をきっちりと切替します。 各種モードをわかりやすく使用しましょう。
321	バッテリー切替ユニット	BATTCHG-3A	¥15,000	電源スイッチ付きPWM=Atype
322	バッテリー切替ユニット	BATTCHG-3B	¥15,000	電源スイッチ付きPWM=Btype メインバッテリーと帰還用のサブバッテリーを知的に切替します。 メインバッテリーでフル活動して, 終わったらサブバッテリーで帰還だけをする目的で設計しました。電源スイッチはコネクタ接続時のスパークを無くします。 これで, [バッテリー切れで落ちる] 心配は無用です。
901	PWMコントローラ	PWMCON-1	¥13,800	PWMパルス, PPMパルスの入出力 6チャンネル LCD表示付きのPWMパルス, PPMパルスの入出力ができる計測ユニットです。 多機能ですが使いやすく設計しました。 難解なESCのキャリブレーションなどは 一発できちっとできます。すぐに確認もできます。 また, これまで計測が難しかったPPM信号も, 発生/計測 がワンタッチで出来ます。 APMはPPM信号で動作させるモードがありますので, 確認のためにご使用ください。
911	ロガーユニット	VALOG-1	¥3,500	飛行体に付けて電圧, 電流をロガー
912	ターミナルユニット	VALOG-TERM	¥12,600	上記ログを表示, PCに送信 セットで使用します。バッテリーの電圧, 電流, 積算電流 を計測・記録して ご使用の機体セットとバッテリーの限界値を知ること, フェールセーフや上記のバッテリー切替ユニットの切替点を正確に設定します。データはPC等に取り込んで検証します。

このページは現在検証中のものも含まれています。  
主に国内電波法に違反しないための商品です。

- 401 9X用送信ユニット 9X-TXUNIT ¥7,800 9Xプロポ用送信ユニット  
安価な Turnigy製プロポ 9X の送信部をXbeePROに置き換えるユニットです。  
商品コード442 プロポ受信機とセットで使用します。
- 461 プロポ受信機 PRX-COP1 ¥8,600 9X-TXUNITに対応した受信機  
上記の受信機です。
- 441 送信ユニット付きプロポ 9X-J ¥13,800 送信ユニット内蔵のプロポ  
442 送信ユニット付きプロポ 9X-JM ¥16,500 上記にMODE-2を内蔵したタイプ  
Turnigy製プロポ 9X 本体に各ユニットを内蔵したセットです。
- 501 テレメータ送信ユニット TEX-1 ¥7,500 アンテナ付属  
511 テレメータ受信ユニット USBX-1 ¥8,200 アンテナ付属  
良く使われる 3DR Radio433MHz, 915MHzなども日本国内では電波法違反になります。  
このユニットはその心配はいりません。約1500mの到達距離です。

以上