

# ドローン向け 製品 & ソリューション ガイド



# はじめに



ドローンは、RPAS (Remotely Piloted Aerial System : 遠隔操縦航空機システム) や UAV (Unmanned Aerial Vehicle : 無人航空機) の一般的な代替品として広く利用されるようになり、パイロットを乗せずに無人で飛行し、遠隔地からリモートで制御される航空機を言います。

ドローンの操縦性は、カメラの搭載によりパイロットがドローンの視点からのビデオ・ストリームを受信できるようになったために、大幅に向上しました。

一般的に、ドローンには以下の分類があります。

- ミニ・ドローン : 通常は小型で軽量のクワッドコプターです。
- 商業用 / ホビー用ドローン : 500g以下のカメラとジンバルを備え、より大型で高機能のドローンです。
- 業務用ドローン : HDカメラ等のペイロードを搭載し、GPSを使用して長距離の自動操縦が可能です。これらのドローンは、農業、運輸、監視等に使用されます。

STは、飛行安定化、高度制御、障害物回避、自律航法等の重要な機能をサポートするマイクロコントローラとセンサを提供しています。モータ制御、高精度アンプ、バッテリー管理システム、通信技術に加えて、設計ツールや開発ボードも提供しており、STのドローン用ポートフォリオはフルソリューションとして使用することができます。

STのソリューションは、より長時間の飛行に不可欠な2つの要素であるサイズと効率の面で最適化されていることから、ドローンを開発される多くのお客様に選ばれています。

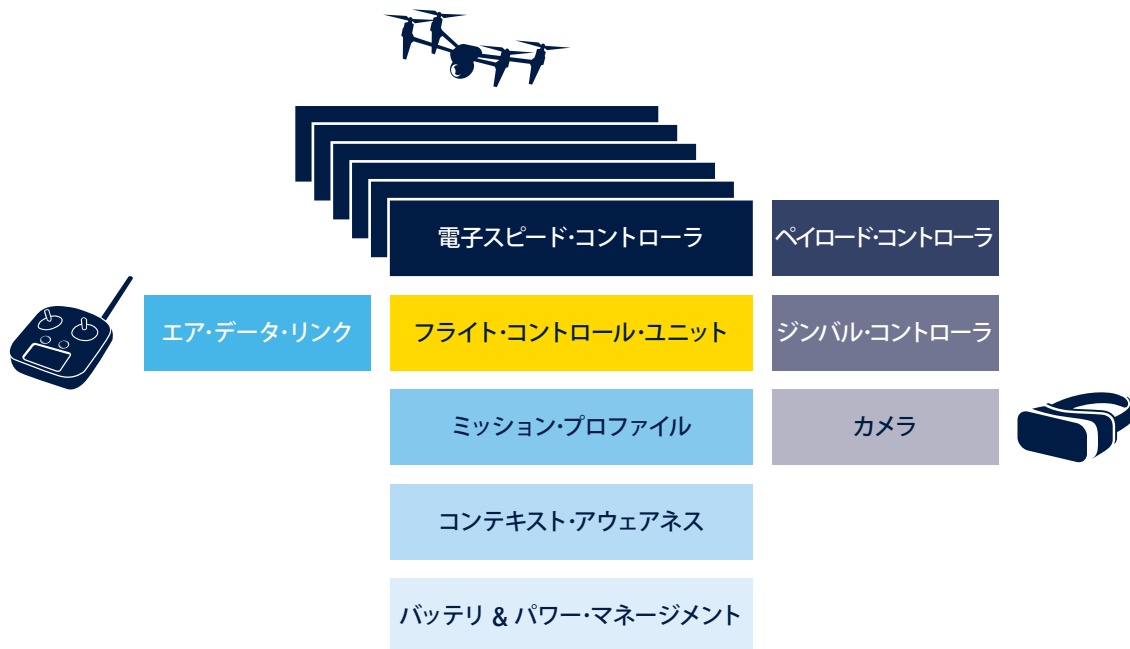
注記 : 次のページで紹介している製品は標準製品として分類されています。これらの製品は、安全性が重要なアプリケーションや航空または航空宇宙アプリケーションでの使用を目的としては認定されておらず、特別な仕様には設計されていません。

# ドローンのサブシステム

ドローン技術は、飛行時間、サイズと重量、安定性、システムの複雑性、ロジック、特殊機能、および安全な着地等の重要な機動のバランスを取る最先端の設計原理に基づいています。

ドローン製作では通常、以下の個別のサブシステムを開発する必要があります。

- フライト・コントローラ・ユニット (FCU) : 慣性測定ユニット (IMU) によりドローンのホバリングを安定させ、様々な条件下で飛行を管理します。業務用ドローンではGPS (Global Positioning System : 全地球測位システム) が内蔵され、オートパイロット・システムを形成します。
- 電子スピード・コントローラ (ESC) : 高度なアルゴリズムで電気モータを制御し、高い回転速度および長いバッテリー寿命を実現します。
- カメラ・ジンバル : サーボ・モータによりカメラの回転と安定化を行います。
- エア・データ・リンク : リモート・コントロールおよびFCUコマンドのリアルタイム通信を実現します。
- ミッション・プロファイル・ユニット : 監視、薬の配達、写真、ビデオ撮影などのオペレータのミッションを管理します。
- パワー・マネージメント : よりハイエンドのドローンで、バッテリー・エネルギーを各種モータに効率的に分配します。



# 電子スピード・コントローラ

## 高く遠くへ飛行させるために

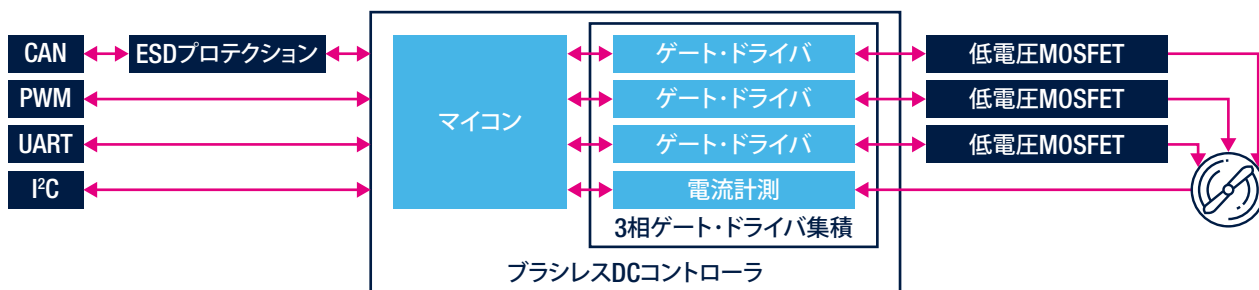
推進システムには、プロペラ、モータ、電子スピード・コントローラ (ESC)、およびそれに応じたバッテリーが含まれます。ESCの設計は、モータの最大電圧と電流、およびモータの極数がベースになります。

モータに関して、KVの定格は所定の電圧における回転速度を示し、推力は特定のプロペラで生成可能な力の量を示します。したがって、ペイロードを含む重量が2.5Kgのドローンには、650rpm/VのKVを備え11インチのプロペラで0.5Kgの推力を発揮するモータが必要です。

また、ファームウェアも重要です。フィールド指向制御を備えた最新のモータ制御アルゴリズムは、効率を最適化し、バッテリー寿命と飛行時間を延ばします。

STは、高いアルゴリズム性能を実現する高速マイクロコントローラと、効率的なモータ動作のためのゲート・ドライバとMOSFETを含んだ、完全なESC製品提案により設計をサポートします。また、STは独自ドローンの構築をすぐに開始するためのリファレンス・デザインも提供しています。

### 電子スピード・コントローラ・ブロック図



### 電子スピード・コントローラ製品構成

マイコン	ゲート・ドライバ	低電圧MOSFET	ESDプロテクション	ブラシレスDCモータコントローラ	電流検知	高集積3相ゲート・ドライバ
STM32F0シリーズ STM32F3シリーズ STM32G4シリーズ	L639xシリーズ	STripFET F7シリーズ	ESDA6V1L	STSPIN32F0シリーズ STSPIN32G4	TSV991 TSV792 TSV7722 TSC213	STDRIIVE101

### ハードウェア・ターンキー・ソリューション

品名	説明
STEVAL-ESC001V1	ドローン向け電子スピード・コントローラ・リファレンス・デザイン
STEVAL-ESC002V1	6ステップ・モータ・コントロール用電子スピード・コントローラ
B-G431B-ESC1	センサレスFOCアルゴリズム、速度調整が可能な6ステップ・コントローラ実装の3相ブラシレスDCモータ (BLDC/PMSM) 駆動用電子スピード・コントローラ

### ファームウェア

品名	説明
STSW-ESC001V1	STEVAL-ESC001V1用センサレスFOCリファレンス・デザイン・ファームウェア
X-CUBE-MCSDK	STM32 FOCソフトウェア開発キット (MCSDK)
STSW-ESC002V1	STEVAL-ESC002V1用6ステップ・デザイン・ファームウェア



# フライト・コントローラ・ユニット

## はるか遠くへの飛行を目指すために

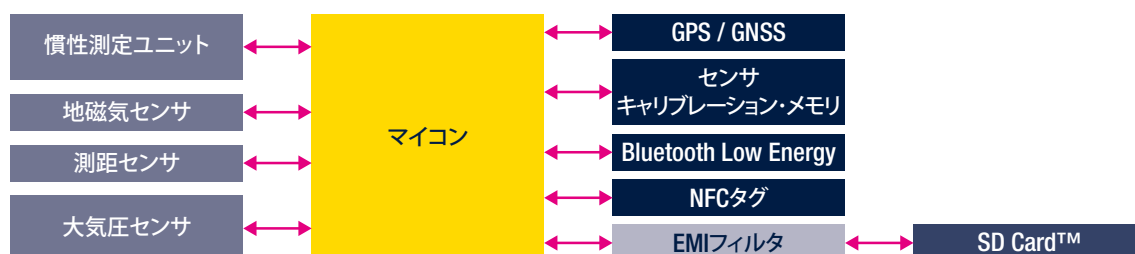
ドローンのフレーム、モータ、プロペラ、およびESCが決まったら、次は安定した安全な飛行のためのフライト・コントローラ・ユニット(FCU)の選択です。

FCUは、プロセッサと、安定した飛行に必要な高精度の加速度センサおよびジャイロセンサを備えた慣性測定ユニットで構成されます。そして、リモート・コントロールまたはミッション・プロファイルによる入力どおりの正しい飛行が要求されます。他にも、高度制御用の大気圧センサと、リターン・トゥ・ホーム、ジオフェンシング、飛行禁止区域、慣性ナビゲーション・システム等を実現するGPS/GNSSによって、さらに機能が得られます。

フル機能のFCUはオートパイロット・システムと呼ばれることが多く、「位置x,yに着地」のようなシンプルなコマンドを送るだけで、FCUが座標を変換し、ルートを立案し、安全な着地を実行します。

また、方向制御用のコンパス、障害物を回避するための測距センサ、および飛行パラメータをプログラムするためのNFCタグにより、さらに機能を追加できます。

### フライト・コントローラ・ユニット・ブロック図



### フライト・コントローラ・ユニット製品構成

マイコン	慣性測定ユニット	地磁気センサ	測距センサ	大気圧センサ
STM32F4 シリーズ STM32F7 シリーズ STM32H7 シリーズ	LSM6DSR LSM6DSV*	LIS2MDL	VL53L1 VL53L5CX	LPS22HH
GPS / GNSS	センサ キャリブレーション・メモリ	Bluetooth Low Energy	NFCタグ	EMIフィルタ
STA8090 シリーズ Teseo-LIV3 Teseo-LIV4 (multi-band)	M24xxx-F シリーズ	BlueNRG-2N	ST25DV	EMIF06-HSD03F3

\* 2022年3月提供予定

### ハードウェア・ターンキー・ソリューション

品名	説明
STEVAL-FCU001V1	ミニ・ドローン用フライト・コントローラ・ユニット評価ボード
STEVAL-FCU001V1	ミニ・ドローン用フライト・コントローラ・ユニット

\* STEVAL-FCU001V1の代替として2022年第1四半期提供予定

### ファームウェア

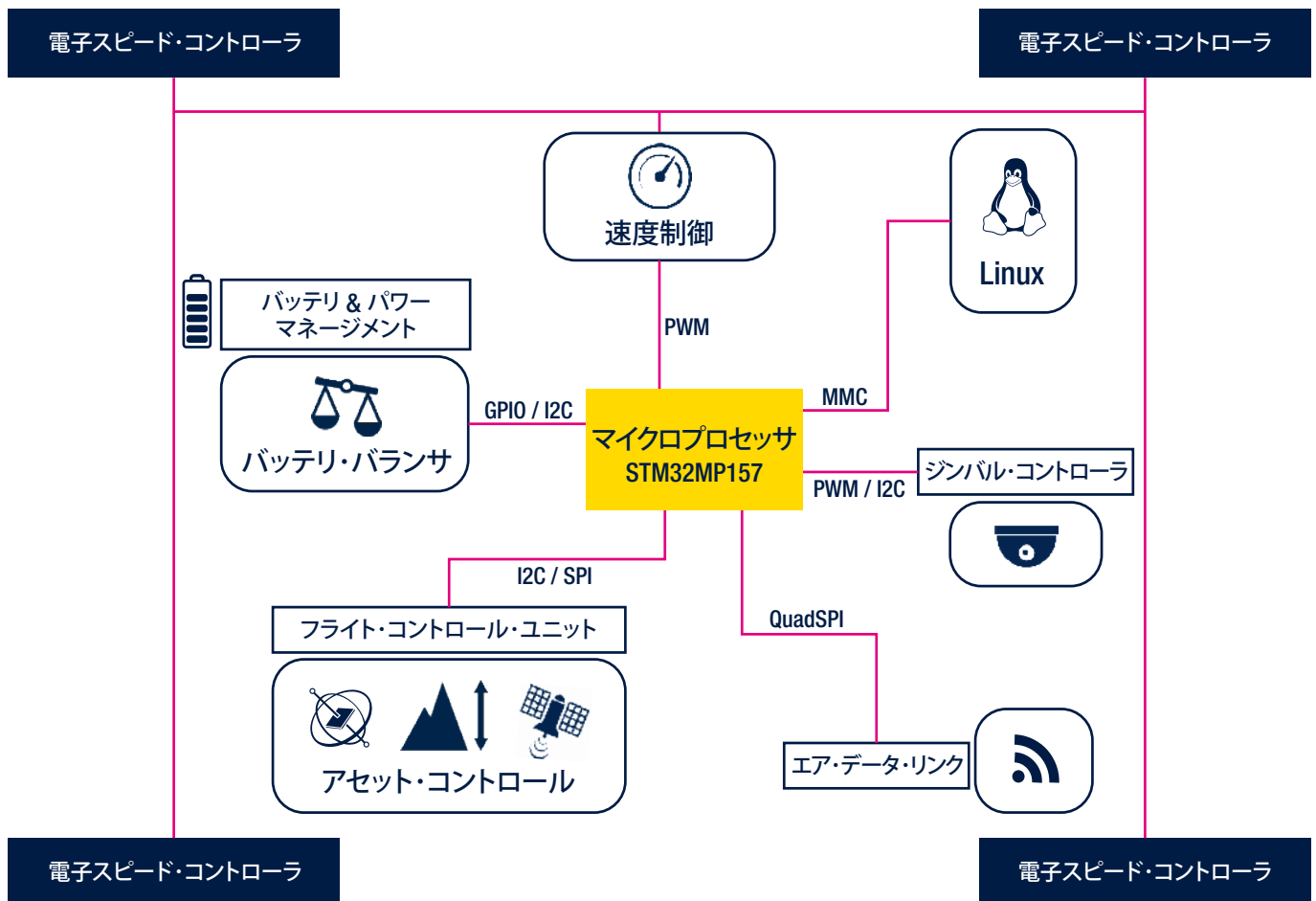
品名	説明
STSW-FCU001V1	ミニ・ドローン用リファレンス・デザイン・ファームウェア

# ミッション・プロファイル・ユニット

## 飛行計画の策定・管理をシンプルに

ミッション・プロファイル・ユニットを使用すると、ドローンとオペレータ間のやり取りを簡素化することができ、自動飛行制御やシステム障害時の適応、GNSSを用いたナビゲーション、経路計画と実行、ダイナミックなミッションの計画、スウォームとしての意思決定など、ドローンに搭載された機能の自律レベルを段階的に向上させることができ、最終的には完全自律飛行のドローンになります。これらのタスクはすべて、意図しない侵入を防ぐ安全な方法で実行する必要があります。また、Bluetooth Low Energyを介して、ドローンに搭載された機能ブロックのフィールドでの更新を行うことも可能です。(通信用デバイスの製品リストをご参照ください)

また、これらの主なタスクを実行するマイクロプロセッサ・ユニットとして、STはSTM32MP1を推奨します。



NEW



MPU  
@ 800 MHz

STM32MP151D	MP151F	STM32MP153D	MP153F	STM32MP157D	MP157F
1520 + 260 DMIPS 800 MHz Cortex-A7 209 MHz Cortex-M4	- - -	3040 + 260 DMIPS 800 MHz 2x Cortex-A7 209 MHz Cortex-M4 CAN FD	- - -	3040 + 260 DMIPS 800 MHz 2x Cortex-A7 209 MHz Cortex-M4 CAN FD - 3D GPU - DSI	- - -
	セキュリティ		セキュリティ		セキュリティ



MPU  
@ 650 MHz

STM32MP151A	MP151C	STM32MP153A	MP153C	STM32MP157A	MP157C
1235 + 260 DMIPS 650 MHz Cortex-A7 209 MHz Cortex-M4	- - -	2470 + 260 DMIPS 650 MHz 2x Cortex-A7 209 MHz Cortex-M4 CAN FD	- - -	2470 + 260 DMIPS 650 MHz 2x Cortex-A7 209 MHz Cortex-M4 CAN FD - 3D GPU - DSI	- - -
	セキュリティ		セキュリティ		セキュリティ


## STPMIC1

STPMIC1は、STのSTM32MP1マイクロプロセッサ製品ファミリ専用のコンパニオン・パワー・マネージメントIC (PMIC) であり、NVMを搭載し、I<sup>2</sup>Cインタフェースで全てを制御できます。STPMIC1はマイクロプロセッサおよびボード上の他のコンポーネント (DDRメモリや、Wi-Fi、Bluetooth、ブースト・コンバータによって供給されるUSB OTGポート、および電源スイッチなどのさまざまな外付け周辺機器) に電源を供給することに加えて、電力線の監視と保護機能を提供、パワーアップ / ダウン・シーケンスを処理、STM32MP1の精度と安定時間の仕様を満たします。

# ジンバル・コントローラ

## クリアでブレない映像を空撮するために

ここまでのステップで、ドローンはほぼ完成に近づきました。任意の位置まで飛行し、そこでホバリングすることはできますが、高画質の写真や映像を撮影するにはまだ粗削りな状態です。そのために、まずは高速ドローンやコンピュータ・ビジョン用に設計されたイメージ・センサが必要です。

<div>カメラ イメージ センサ</div> <div></div> <div>グローバル シャッター</div>	VD55G0 (0.4Mpixels)	VD56G3 (1.5Mpixels)
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 644 x 604ピクセル</li><li>• 2.6 x 2.5mm<sup>2</sup>センサ</li><li>• 2.6μm BSI GSピクセル、低ノイズ</li><li>• 自動露出 &amp; 画素欠陥補正</li><li>• 低消費電力</li><li>• 4 x 無遅延コンテキスト制御</li><li>• 4 x 汎用I / O strobe, PMW, sync, GPIO, ...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1364 x 1124ピクセル</li><li>• 4.3 x 3.6mm<sup>2</sup>センサ</li><li>• 2.6μm BSI GSピクセル、低ノイズ</li><li>• 自動露出 &amp; 画素欠陥補正</li><li>• 低消費電力</li><li>• 4 x 無遅延コンテキスト制御</li><li>• 8 x 汎用I / O strobe, PMW, sync, GPIO, ...</li><li>• ハードウェアのオプティカル・フロー対応</li></ul>

STは、最新の裏面照射型 (BSI) 技術とスタッキング技術を組み合わせた最小サイズのグローバル・シャッター・センサ VD55G0を提供します。グローバル・シャッター機能を備えた他のVGAセンサよりも高い解像度と、より小型化を実現しており、ドローンで撮影した画像の歪みを防ぎます。

STのイメージ・センサは、可視領域と近赤外の両方で高感度を提供することに加えて、高いMTF (空間周波数特性)、低ノイズ、低暗電流を実現し、高温でも高い性能を維持します。

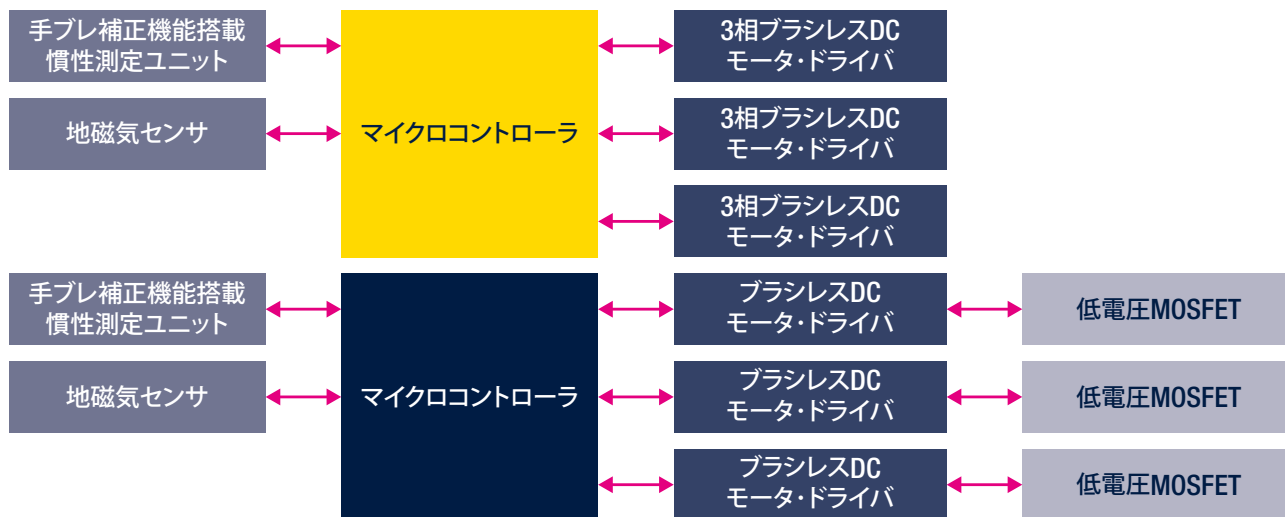
このセンサは欠陥補正と自動露出を内蔵しており、外付けのISPが不要です。高フレーム・レート (210fps 640×600または500fps 640×240ビニング) と低消費電力 (35mW / 30fps) の両方に対応します。シーケンスとしてリンク可能な4個の無遅延切替え可能コンテキスト (設定グループ) を内蔵し、マスタとスレーブの両方をサポートする要求の厳しいコンピュータ・ビジョンに最適で、フレキシブルな同期信号により、同一のドローン上に複数のセンサを搭載して360° SLAMを実現できます。数個の多機能GPIOによりセンサおよびイルミネーション制御が可能です。

VD56G3は完全なオプティカル・フローを内蔵し、ドローン・ナビゲーションのためのホスト処理と電力を節約して、わずか20mW増で最大2000の動きベクトルを60fpsで出力できます。より低解像度 (全視野、または画像クロップ) では300fps等のオプティカル・フローでのより高いフレーム・レートが可能で、動きベクトルは単独または画像データとのインタレースで出力できます。



ジャイロ・スタビライザ(手ブレ防止装置)付きカメラが必要な場合は、高性能なマイクロコントローラを搭載したジンバル・コントローラを実装して、慣性測定ユニットからのデータを処理し、2軸または3軸モータを作動して、ドローンとは独立してジンバル・フレームの方向を調整する必要があります。

#### ジンバル・コントローラ・ユニット・ブロック図(2ソリューション)



#### ジンバル・コントローラ・ユニット製品構成

慣性測定ユニット	地磁気センサ	マイクロコントローラ	3相ブラシレスDC モータ・ドライバ	
LSM6DSR LSM6DSV*	LIS2MDL	STM32F3 シリーズ STM32G4 シリーズ	STSPN233 STSPIN830 L6230Q	
		マイクロコントローラ	ブラシレスDC モータ・ドライバ	低電圧MOSFET
		STM32F1 シリーズ	STSPIN32F0 シリーズ STSPIN32G4	STripFET F7 シリーズ

注記 \* 2022年3月提供予定

#### ハードウェア・ターンキー・ソリューション

品 名	説 明
STEVAL-GMBL02V1	3 x サーボ・モータ・コントロール用ドローン・ジンバル・リファレンス・デザイン

#### ファームウェア

品 名	説 明
STSW-GMBL02V1	ドローン & 小型携帯アプリケーション用ジンバル・コントローラ・ファームウェア & GUI

# 基幹構成部品

## 電力と通信の重要性

通信バスとパワー・マネージメント・ロジックはドローンの基幹を形成し、フライアウェイ（行方不明、機体ロスト）や障害発生を防止します。

### コネクティビティ

品 名	説 明
BlueNRG-M2	Bluetooth® Low Energy v5.2超低消費電力アプリケーション・プロセッサ・モジュール
BlueNRG-LP	Bluetooth® Low Energy v5.2超低消費電力アプリケーション・プロセッサSoC
S2-LP	超低消費電力・高性能Sub-GHzトランシーバ
SPSGRF	Sub-GHz (433 / 868 / 915MHz) プログラマブル・トランシーバ・モジュール (UFLコネクタ内蔵)
SPSGRFC	Sub-GHz (433 / 868 / 915MHz) プログラマブル・トランシーバ・モジュール (UFLコネクタ内蔵)
S2-LPTX	低データレート・低消費電力Sub-GHzトランスミッタ
BALF-NRG-02D3	BlueNRGトランシーバ対応50Ω整合バラン、高調波フィルタ内蔵
BALF-SPI2-01D3	S2-LP対応 (433~470MHz) 50Ω整合バラン、高調波フィルタ内蔵
BALF-SPI2-02D3	S2-LP対応 (868~927MHz) 50Ω整合バラン、高調波フィルタ内蔵

### その他のセンサ

品 名	説 明
HTS221	容量式デジタル出力温湿度センサ
LPS27HHW	ピエゾ抵抗式デジタル出力防水パッケージ大気圧センサ、260 ~ 1260 hPa
MP23ABS1	高性能 ボトムポート シングルエンドMEMSアナログマイク
MP34DT06J	無指向性ステレオデジタルマイク

### LEDアレイ・ドライバ

品 名	説 明
STLA02	20mA最大6 x 白色LEDドライバ、ブースト・コンバータ内蔵
LED1202	12チャンネル、12bit、2.5V / 20mA/パターン・シーケンス処理
STLED524	120 (5 x 24) LEDマトリックス

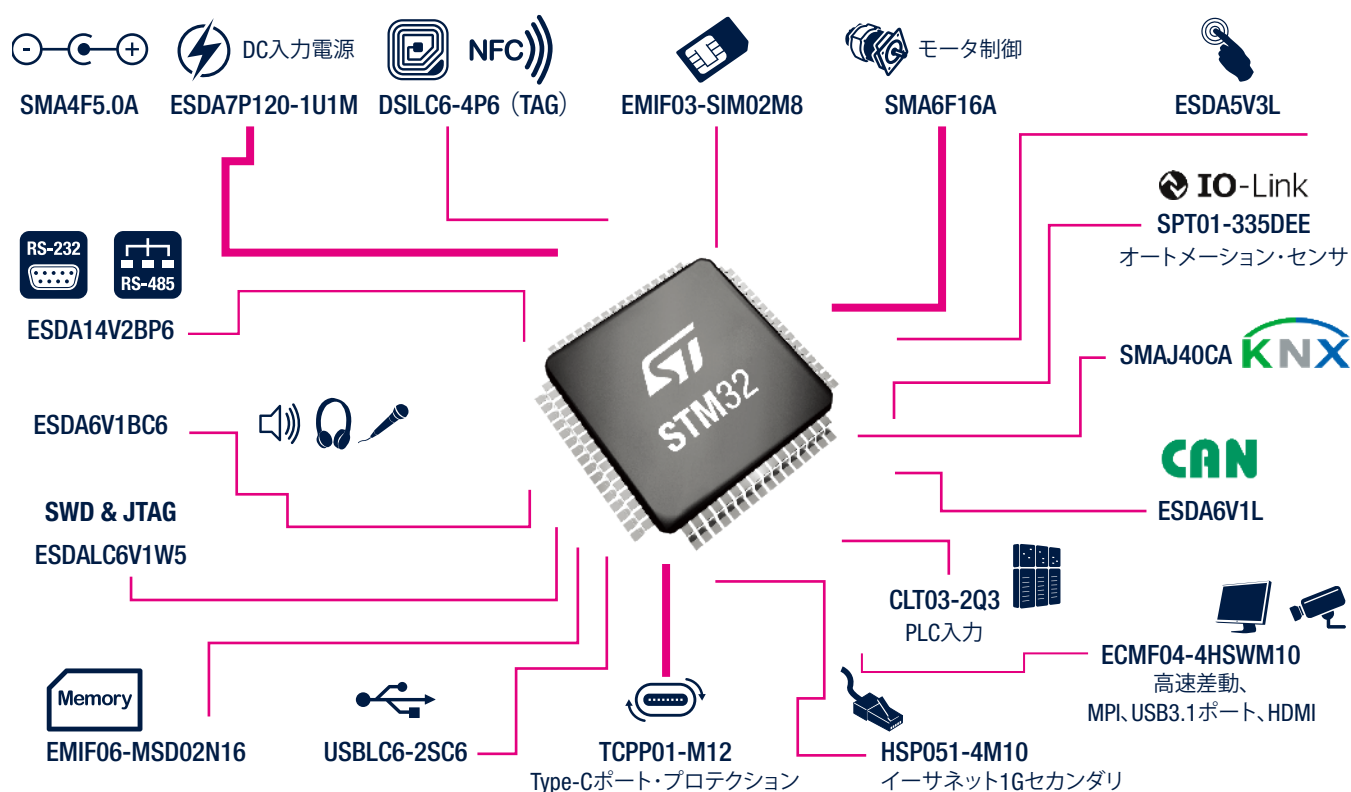
### パワー・マネージメントIC

品 名	説 明
L6981	38V-1.5A同期ステップダウン・コンバータ、低静止電流
L6982	38V-2A同期ステップダウン・コンバータ、低静止電流
L6983	38V-3A同期ステップダウン・コンバータ、17μA静止電流
LD57100	1A低ドロップLDO
ST730	300mA-28V超低静止電流LDO
STUSB1602	USB Type-Cコントローラ (トランシーバ/レシーバ・ドライバ & BMC)
STUSB4500	スタンドアロンUSB PDコントローラ (sink Auto-runモード)
TSV991	ローサイド電流検知用20MHzレール・ツー・レール・オペアンプ
TSV792	ローサイド電流検知用50MHz高精度オペアンプ
TSC213	最大26V電力線用ハイサイド電流センス・アンプ
TSV7722	高帯域幅22MHz、低オフセット (200μV) 5Vオペアンプ
TCPP01-M12	USB-C sink向け過電圧 & ESDプロテクション
TCPP02-M18	USB-C source向け過電圧 & ESDプロテクション
TCPP03-M20	USB-C DRP向け過電圧 & ESDプロテクション

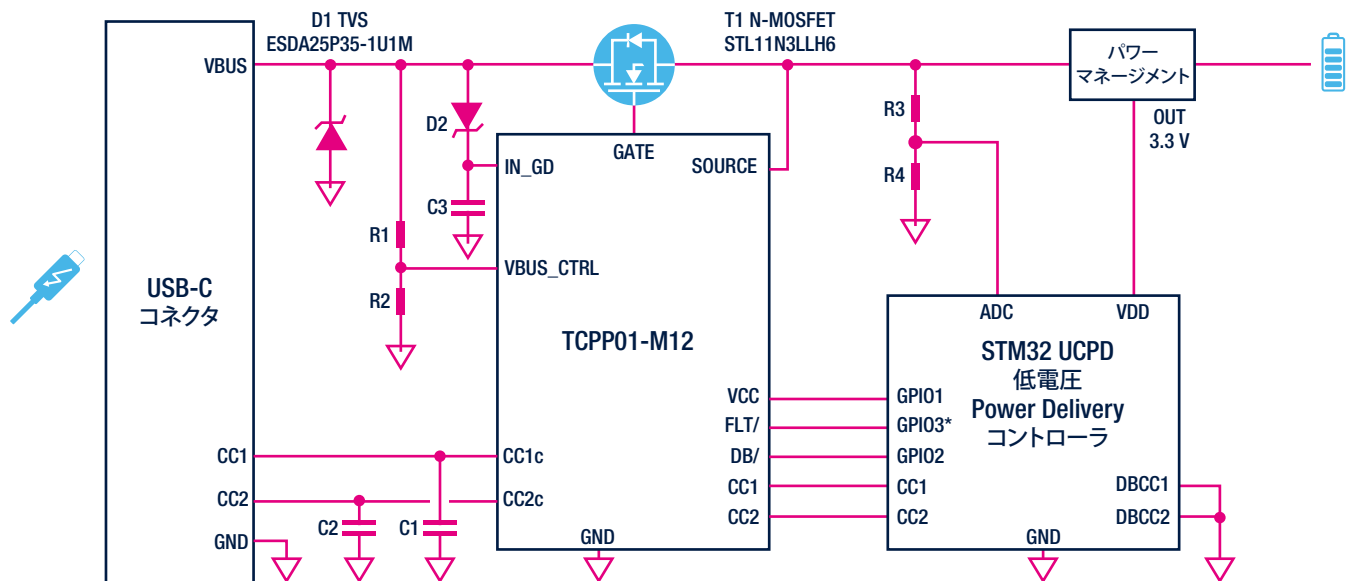
## 過渡電圧サージ・プロテクション (IEC61000-4-5および8/20μs)

		高速充電対応	中電力対応	大電力対応		特大電力対応
3/4Sセル	20 V	USB PD profile 2 & 3 QCM quick-charge 3.0		ESDA25P35-1U1M		ESDA24P140-1U3M ESDA22P150-1U3M
	15 V		ESDA17P20-F2	ESDA17P50-1U1M	ESDA17P100-1U2M	
2Sセル	12 V	USB PD profile 2 QCM quick-charge 2.0	ESDA13P70-1U1M	ESDA15P60-1U1M		
1Sセル	5 V	USB PD profile 1 QCM quick-charge 1.0	ESDA8P30-1T2 ESDA9P25-1T2 ESDA7P60-1U1M ESDA7P80-1U1M	ESDA7P120-1U1M ESDA8P80-1U1M		

## マイクロコントローラ・インタフェース用ESDプロテクション推奨デバイス



## USB 2.0 Full speedアプリケーション(OTG非搭載)例

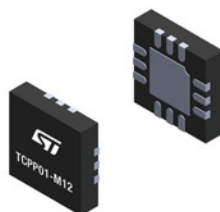


\* 必須ではありません

### 推奨デバイス

#### TCPP01-M12 + ESDA25P35-1U1M

- Type-Cポート用プロテクション
- USB-C対応 :  $V_{BUS}$  OVP
- CC OVP + ESDプロテクション



QFN-12

# ミニ・ドローン・キット & ST製Bluetooth®LE ドローン・アプリ

## ドローンの学習に役立つST製ドローン・キット

STは、高性能STEVAL-FCU001V1 (およびSTEVAL-FCU001V2) フライト・コントローラ・ユニットと組み合わせ可能な、4個のモータおよびプロペラ、フレーム、バッテリーを備えたミニ・ドローン・キットを準備しました。ミニ・ドローンを開発するために必要なものが、すべてひとつのボックスに入っています。

必要な情報はすべてウェブページ ([www.st.com/Drone-Kit](http://www.st.com/Drone-Kit)) で提供され、ファームウェアおよびソフトウェア・リソース、3Dプリンタでフレームを複製するためのSTLファイルの入手、および使い方を解説するビデオの視聴ができます。



品 名	説 明
STEVAL-DRONE01	ミニ・ドローン・キット (フライト・コントローラ・ユニット、モータ、プロペラ、フレーム、バッテリー同梱)
STEVAL-DRONE02*	STEVAL-FCU001V2フライト・コントローラ・ユニット用ミニ・ドローン・コンパニオン・キット

\* 2022年3月提供予定

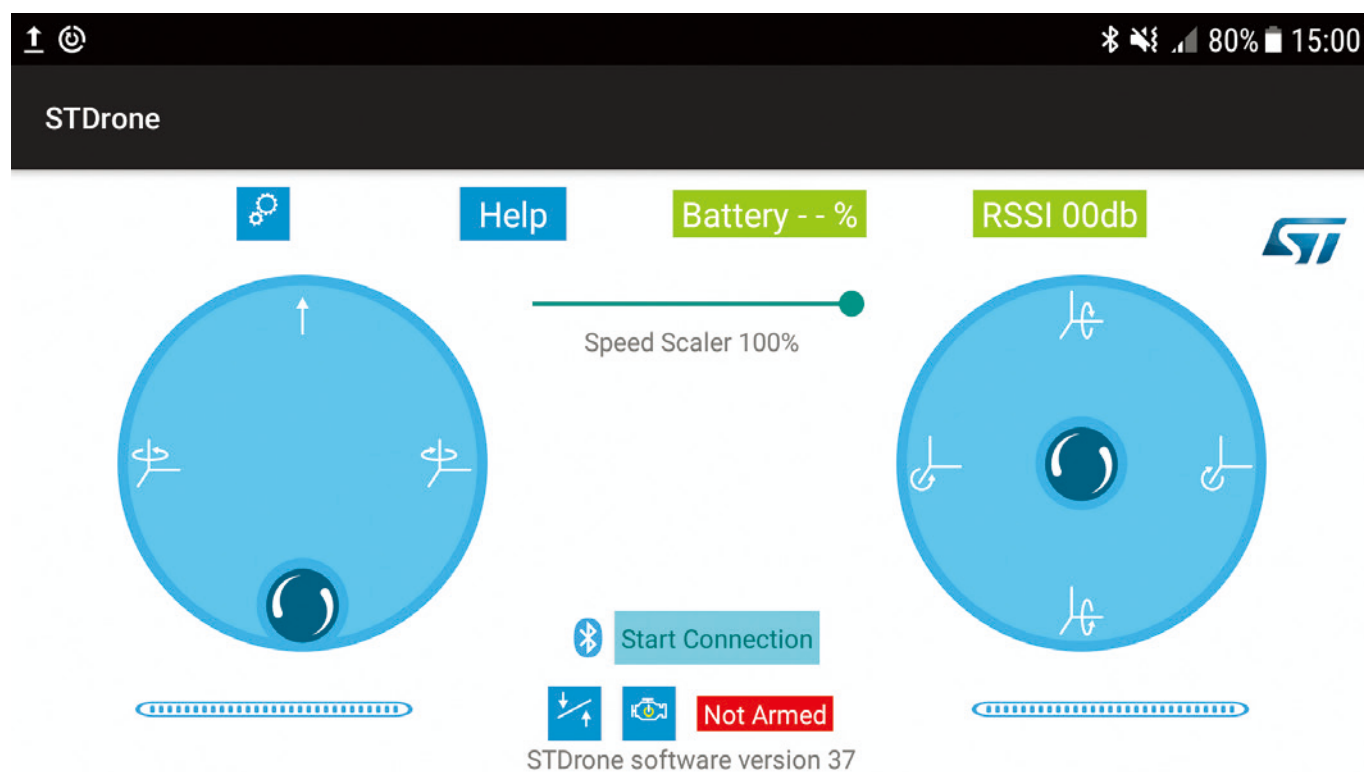


## ST BLE DRONE アプリ

STはST製フライト・コントローラ・ユニット(STEVAL-FCU001V1およびSTEVAL-FCU001V2)とミニ・ドローン・キット(STEVAL-DEONE01)の接続および制御が可能なスマートフォン用アプリを開発しました。実際に、スマートフォンをドローン・キット用の簡易なリモート・コントロールとして使用できます。このアプリはGoogle PlayとApple Storeで入手可能です。

アプリのすべてのソースコードがGitHubで入手可能です。

[https://github.com/STMicroelectronics-CentralLabs/ST\\_Drone\\_FCU\\_F401](https://github.com/STMicroelectronics-CentralLabs/ST_Drone_FCU_F401)



# STドローン・コミュニティ



## 是非コミュニティにご参加ください

STは新たにドローン専用コミュニティを用意しました。ユーザ、パートナー、およびお客様はそのコミュニティを通して、ドローン設計におけるヒントやアイデアを共有し、互いに協力することができます。誰でもこのコミュニティには自由に参加でき、メリットを享受できます。

また、STがドローン市場で行っている活動の最新情報も入手可能です。

[community.st.com/dronezone](https://community.st.com/dronezone)

# life.augmented



Order code: BRDRONE1121J

詳細はSTウェブサイトをご覧ください : [www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - March 2022 - Printed in Japan - All rights reserved

STMicroelectronicsのロゴマークは、STMicroelectronics Groupの登録商標です。その他の名称は、それぞれの所有者に帰属します。

STの登録商標についてはSTウェブサイトをご覧ください。 [www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks)

STマイクロエレクトロニクス株式会社 ■東京 TEL 03-5783-8200 ■大阪 TEL 06-6397-4130 ■名古屋 TEL 052-259-2725



life.augmented