

オープンソースによる ドローン開発の概要

ドローンワークス株式会社
代表取締役 今村博宣
hiro.imamura@drone.co.jp



自己紹介 会社案内

自己紹介

- 83年 ソード株式会社
 - ハードウェア開発に従事
- 87年 半導体ベンチャー
 - GPUの設計に従事
- 89年 ハフトテクノロジー株式会社設立
 - ワークステーション開発
 - デジタル放送設備開発
 - デジタル家電開発
 - スマートグラス開発
 - 音楽配信システム開発

会社概要

- 2015/9/1 ドローンワークス株式会社設立
 - 国産フライトコントローラの開発・製造・販売
 - ドローンの受託開発・製造・販売
 - バルーンカムの製造・販売
 - ドローン用クラウドサービスの開発・運営
 - ドローン教習サービス

自己紹介（２）

- **ドローンワークス株式会社** 代表取締役
- **IoTビジネス共創ラボ**
 - ドローンWG グループリーダー
- **Drone Community JAPAN Association (DCoJA)**
 - 発起人
 - オープンソースによるドローン開発
- **一般社団法人 組込みシステム技術協会 (JASA)**
 - IoT活用高度化委員会 ドローンWG委員
- **モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC)**
 - ドローンWG グループリーダー
- **一般社団法人 無人航空機操縦士・整備士協会 (UPMA)**
 - 会長
- **Facebook**
 - <https://www.facebook.com/hironobu.imamura>
- **Twitter**
 - <https://twitter.com/himamura>



- **【企業理念・事業目的】**
 - 「**安全な産業用ドローン**の普及」
 - 「**安全な産業用ドローン**のサービス提供」
- **【企業像を表すキーワード】**
 - 「**安全な産業用ドローン**の**先駆者**」
 - 「**安全な産業用ドローン**を**開拓し続ける**」

ドローンの用途

ホビー

- ・ビジネス記録撮影
- ・映画 / 記録撮影

災害対策

- ・津波・火山等の監視
- ・山岳遭難捜索/ 海上遭難捜索

IT農業

- ・農薬、肥料散布と虫防除
- ・土壌状況と作物の生育状況調査

点検

- ・高速道路、橋梁、トンネルの巡視
- ・送電線/ 河川・ダム の巡視・点検

警備監視

- ・密入国監視、麻薬管理
- ・海上、沿岸警備、国境警備

環境観測

- ・大気汚染、海洋汚染
- ・各種汚染の観測、計測

輸送物流

- ・緊急物資輸送
- ・配達



人が多いところで
安全に
ドローンを飛ばしたい

イベント会場などの人が多いところでは
ドローンは飛ばせない。



もし飛ばせられたら！

放送、撮影・広告、監視、点検・エンターテインメントなどの
ドローンサービスが広く提供できる。

- **提供するもの**
「バルーンタイプの安全なドローン」
- **提供形態**
カスタマイズ・製造・販売・付帯するサービス





オープンソースで開発する ドローンプロジェクト「DCoJA」の紹介

ドローンを取り巻く環境



- 現在ドローンを開発している会社は多数あるが、中国のDJI社が一番有名
 - Appleと同じように**完全垂直統合**の企業で、設計～製造～販売まで一貫して自社で行っている。まるで**Apple**
 - 最近ではドローンに搭載するデジタルカメラまで自社設計～製造をしていて、その技術力には眼を見張るものがある
- Dronecodeの中心メンバーは3DR (3DRobotics) で、率いるのはあの「MAKERS」の著者クリス・アンダーソン
 - 3DRは、一番肝心なフライトコントローラ部分を全部**オープンソースとして公開**している
 - まるで**Google**。こちらは**Android的なやり方**
 - たくさんのコミュニティーメンバーに支えられてバージョンアップを繰り返しながら機能・性能・安全を向上させている

DroneCodeって何？



LINUX FOUNDATION COLLABORATIVE PROJECTS

LINUX FOUNDATION COLLABORATIVE PROJECTS



「Dronecode」の概要



- 2014/10にLinux Foundationの元で発足した無人機のフライトコントローラ等をオープンソースで開発するプロジェクト
- オープンソース・ソフトウェア、オープンソース・ハードウェアの両面から無人ヘリコプターだけではなく、無人飛行機、無人ビークルも開発している
- 最近ではVTOL機の開発も進んでいる



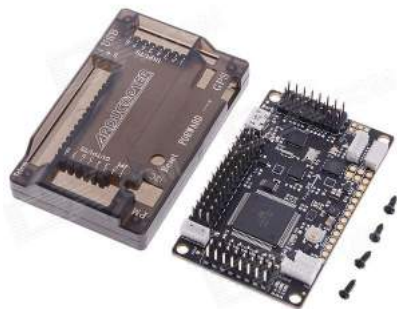
Dronecode プロジェクトメンバー



Dronecodeの分裂と現状（１）



コミュニティ主導
ArduPilot



ハードウェア：APM
ソフトウェア：ArduPilot

ポータリング

ワンボード化

チューリッヒ大学
PX4プロジェクト



ハードウェア：PX4
ソフトウェア：PX4



DrondCodeとしてスタート

Dronecodeの分裂と現状（2）



コミュニティ主導
ArduPilot

チューリッヒ大学
PX4プロジェクト

GPL v3ライセンス

BSDライセンス



分 裂

ハードウェア : PIXHAWK
ソフトウェア : ArduPilot

ハードウェア : PIXHAWK
ソフトウェア : PX4

2つともArduPilot系

NAVIO+



Raspberry Pi B+
または2がベース

Erle Brain



Beagle Bone
Blackがベース

Linuxベースだと何が良い？



- こだわりたいところだけ追加したり、イジればいい
 - > 姿勢制御(フィルタとか制御則とか)
 - > GNSSの精度(RTKとか)
 - > **無線方式の変更**
 - > センサの追加
 - > アクチュエータの追加
 - > **安全性の機能強化**

- 日本発のオープンソースのドローンプロジェクト
- **DroneCode Japan Association**
のつもりだったんだけど、Dronecodeが分裂して、我々が使おうとしていたコードはArduPilot.orgになってしまい、事実上Dronecode（ソース的にはPX4）を使わない方向になった
- **Drone Community Japan Association**
と言う名前に変更

Drone Community JAPAN Association

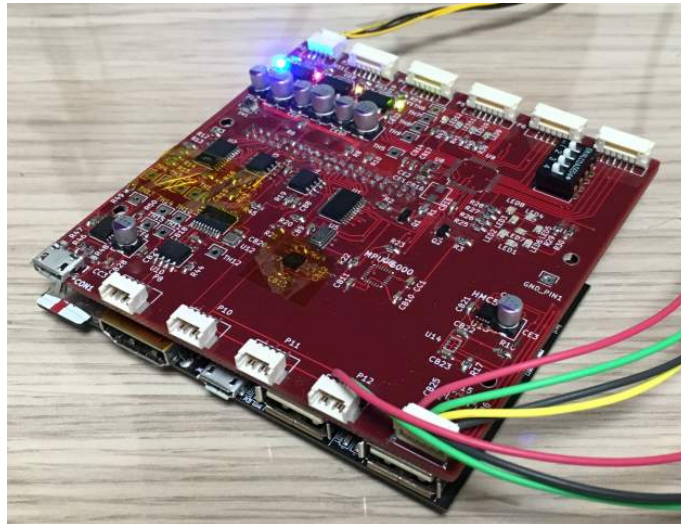


現在3つのプロジェクトが進行中
Yatagarasu(八咫鳥)
Hachidori(蜂鳥)
Hato(鳩)

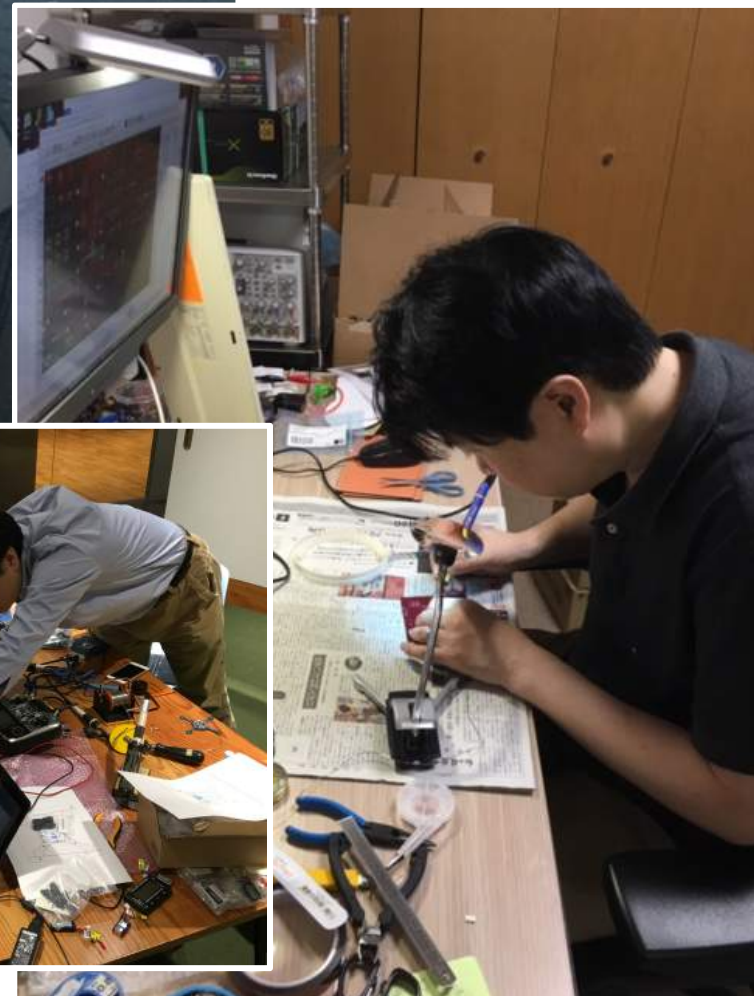
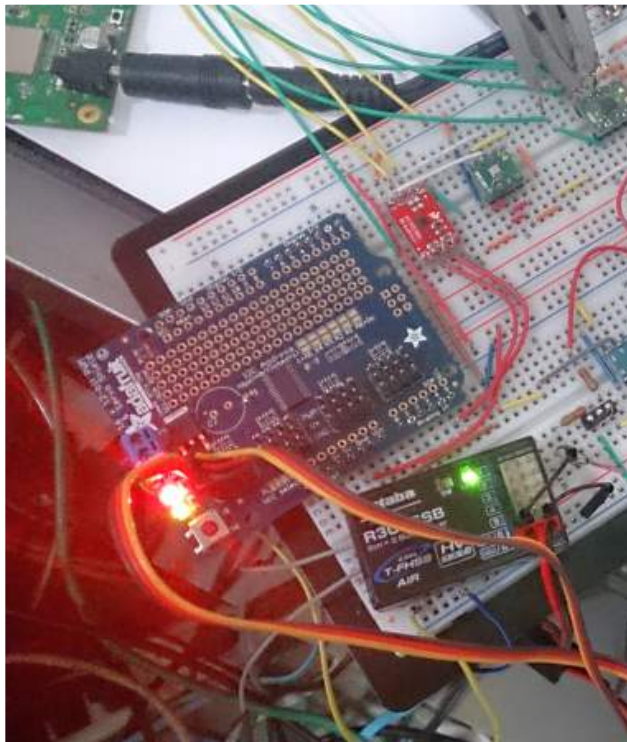
Yatagarasu (八咫鳥) の概要



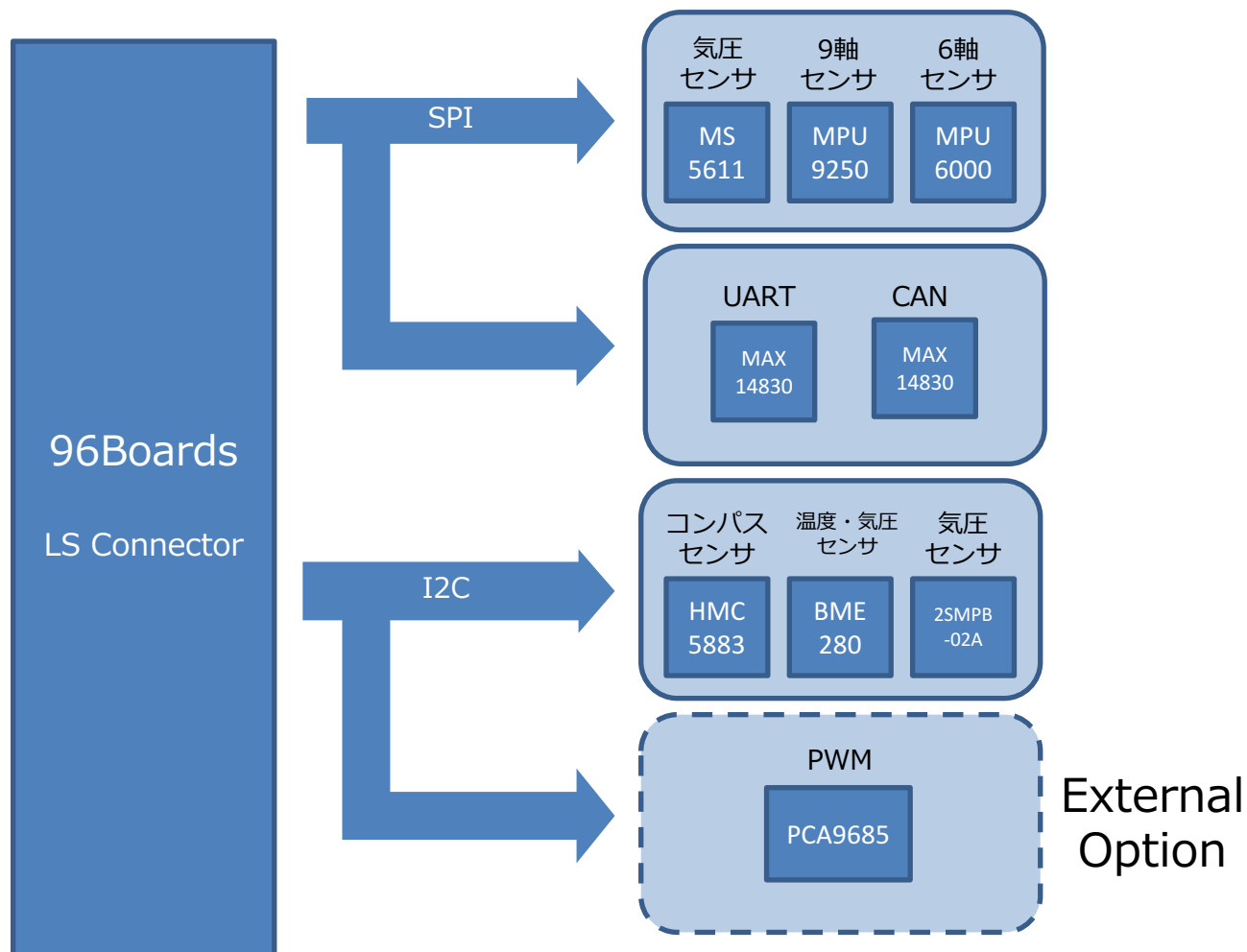
- 64bit ARM マルチコアSoC
- Linuxベース
- 96Boards用メザニンボードにFCに必要な機能を搭載
- 複数個のセンサを搭載



Yatagarasu (八咫鳥) の開発風景



Yatagarasu (八咫鳥) のブロック図



yatagarasu-RED



HiKey 960
Huawei Kirin 960



HiKey Board
HiSilicon Kirin 6220



DragonBoard 410c
Snapdragon 410



Mediatek X20
MediaTek X20

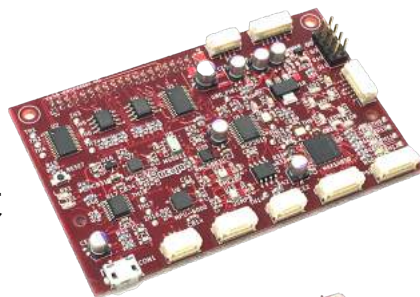


Bubblegum-96
Actions Semi S900

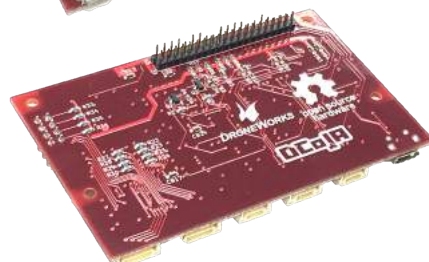
<https://www.96boards.org/products/>



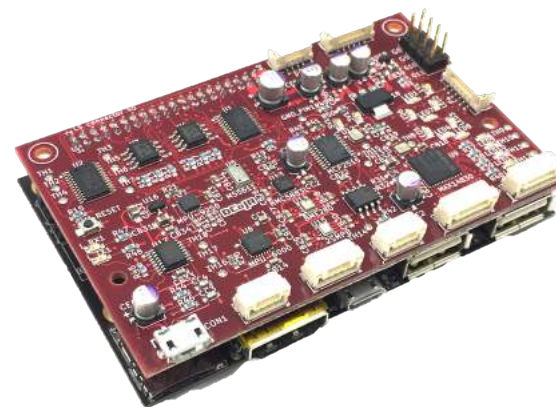
表



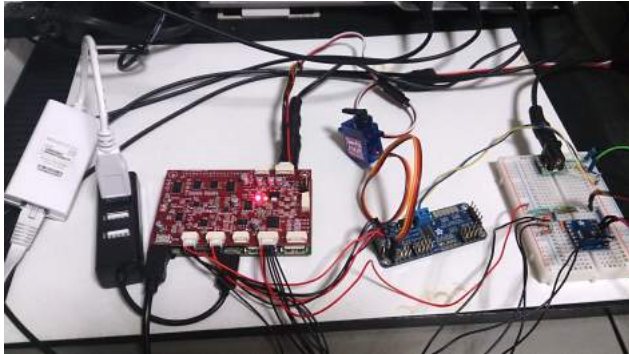
裏



世界中の**96Boards**を使って
フライトコントローラを作る



デバッグ風景



動いてます！



Hachidori (蜂鳥) の概要



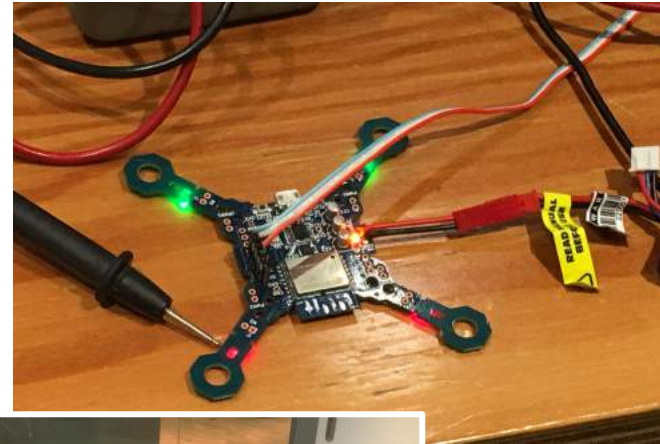
- **他律**制御 (**自律**制御をモジッタ造語)
- LinuxベースのYatagarasuから派生させ、ドローンのセンサ情報をWiFiで飛ばす
- 本来のドローンの制御部は96BoardsやPC上のLinux



Hachidoriの経緯



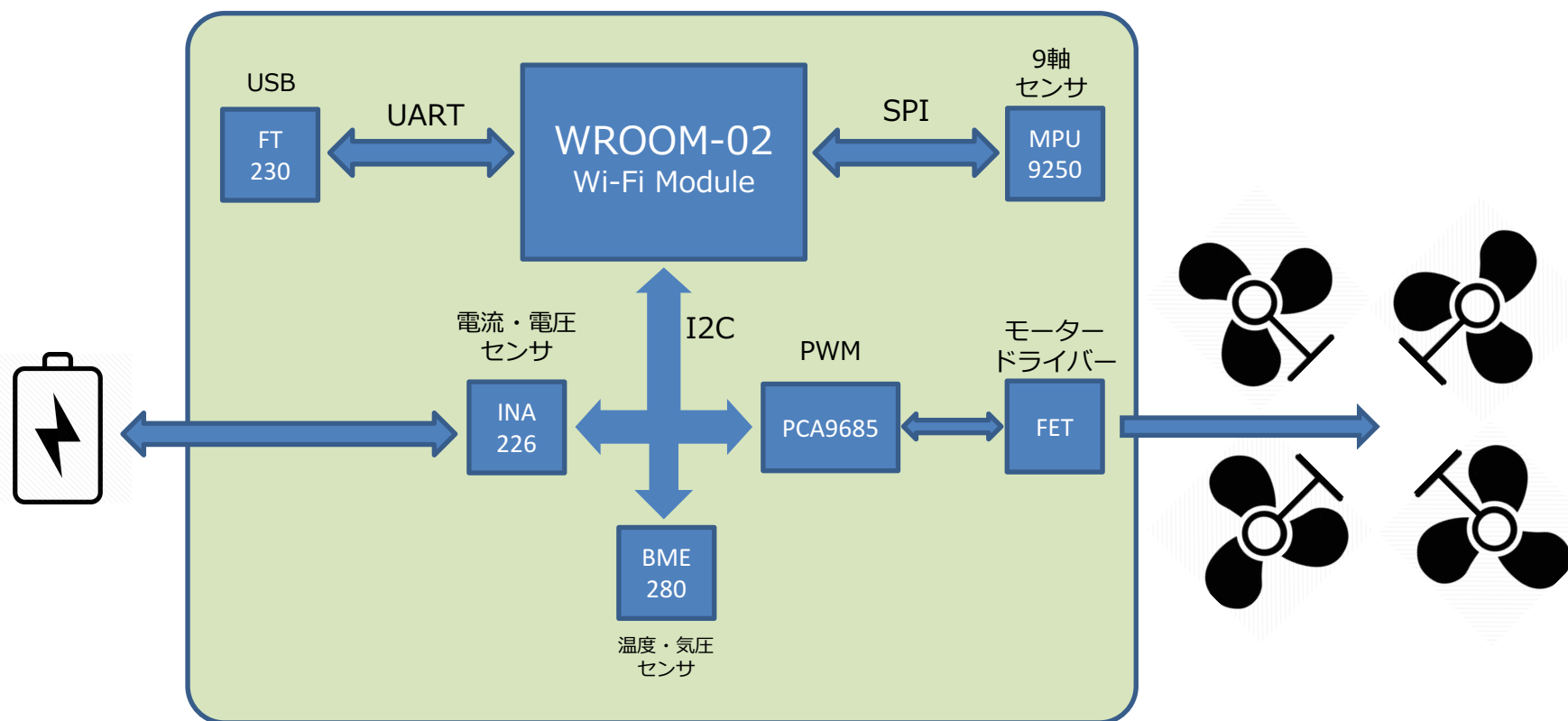
Hachidori (蜂鳥) の開発風景



Hachidoriのデバッグ動画



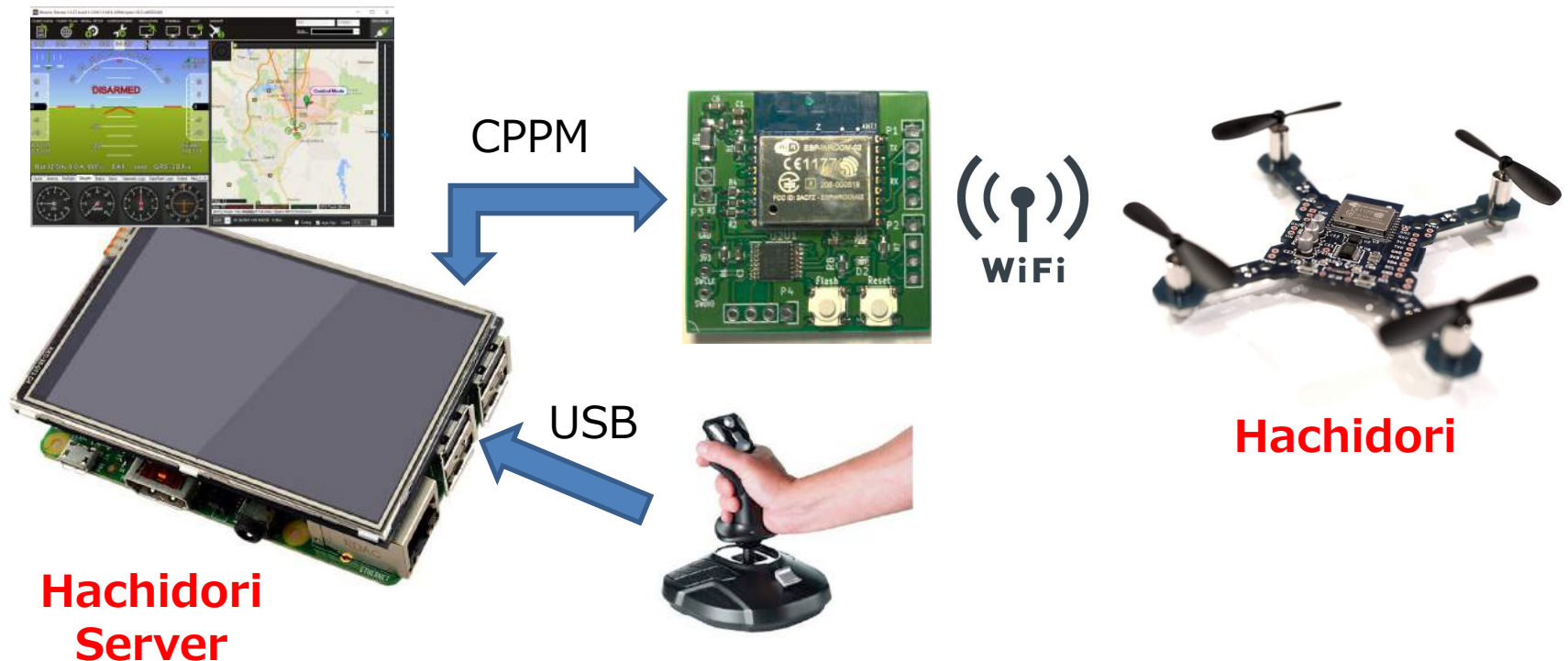
Hachidori (蜂鳥) のブロック図



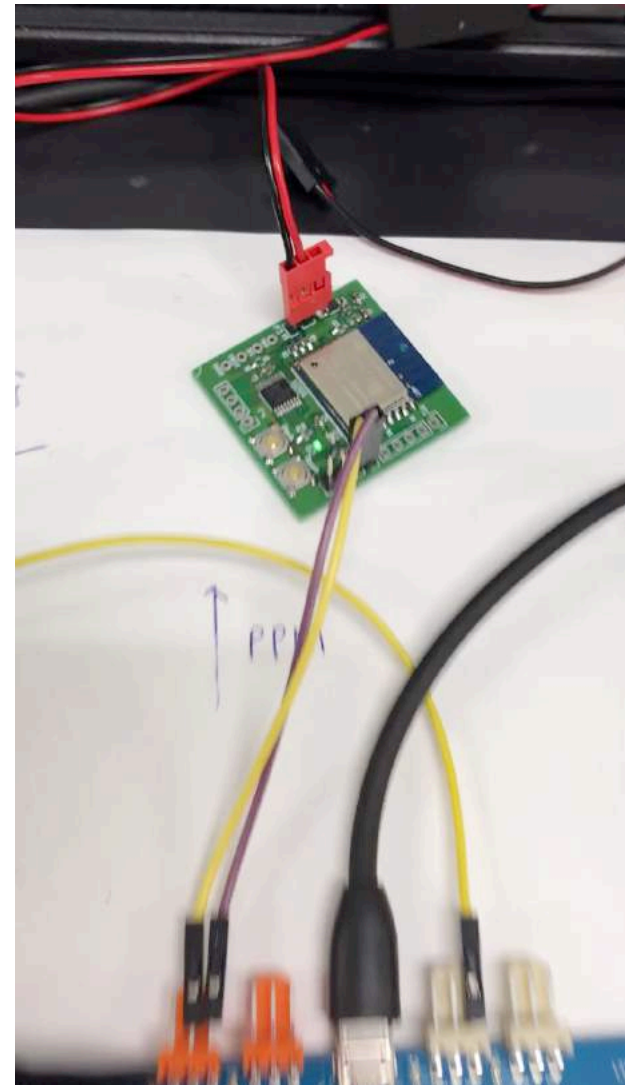
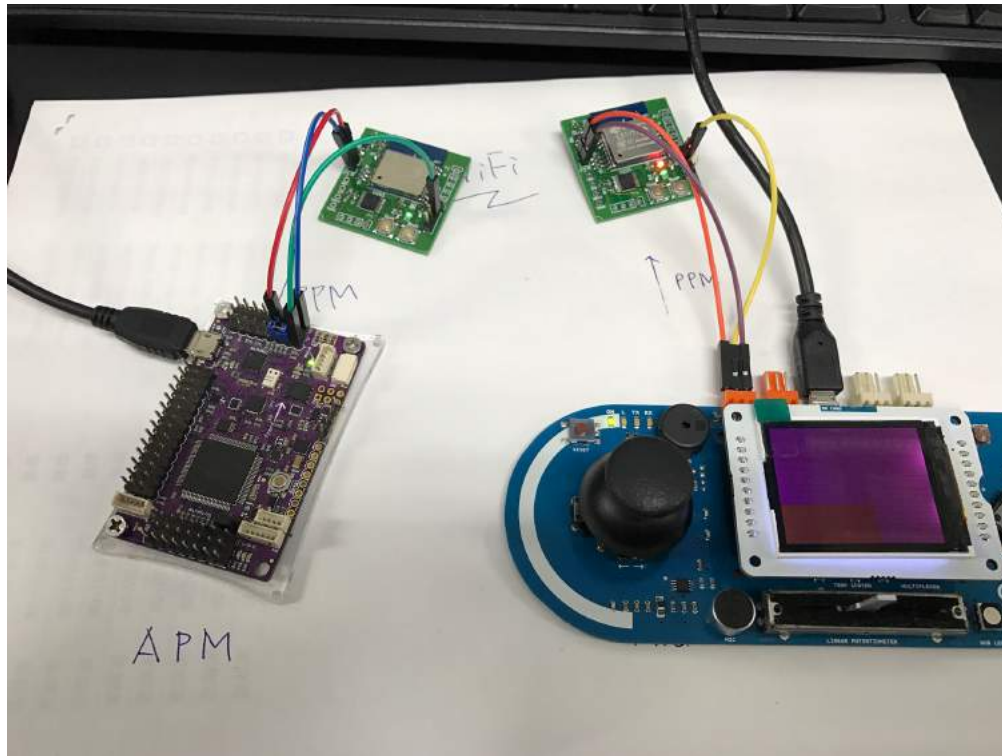
Hato (鳩) の概要

- OpenTXみたいなプロジェクト
- Raspberry Piで送信機を作る

Mission Planner



hatoのデバッグ動画



Hatoプロジェクトで用途に合った リモートコントローラが開発できるようになる



ロボット用電波利用システム

無線システム名称 /無線局種	周波数帯	送信出力	伝送速度	利用形態	無線局 免許
ラジコン操縦用微弱無線	73MHz帯等	※1	5kbps	操縦	不要
特定小電力無線局	400MHz帯	10mW	5kbps	操縦	不要 ※2
特定小電力無線局	920MHz帯	20mW	～1Mbps	操縦	不要※2
携帯局	1.2GHz帯	1W	(アナログ方式)	画像伝送	要
小電力データ通信システム	2.4GHz帯	10mW/MHz (FH方式は3mW/MHz)	200k～54Mbps	操縦 画像伝送 データ伝送	不要※2
無線アクセス	4.9GHz帯	250mW	～54Mbps	画像伝送 データ伝送	要
小電力データ通信システム	5GHz帯	10mW/MHz	～6.93Gbps	画像伝送 データ伝送	不要※2
簡易無線局	50GHz帯	30mW	(アナログ方式)	画像伝送	要

※1： 500mの距離において、電界強度が200μV/m以下

※2： 免許を要しない無線局については、無線設備が電波法に定める技術基準に適合していることを事前に確認し、証明する「技術基準適合証明又は工事設計認証」を受けた無線設備を使用する場合に限る。

⇒ 右図の「技適マーク」が表示された無線設備のみ使用可能である。





産業用ドローンについて

デカイです



現実のドローンの性能

- 離陸重量15kgのドローンをホバリングさせるために48V 50A必要
- 離陸重量25kgのドローンをホバリングさせるために48V 100A必要
- 現在、市販されているのリチウムポリマー電池の最大は20Ah
 - これを2個直列に使用し48V 16～20Ahを確保
- 理論的には15kgのドローンなら約30分、25kgなら10分程度の**ホバリング**が可能
 - 実際の飛行時間はもっと短くなるので、15kgで15～20分、25kgで7～8分程度の飛行時間になる

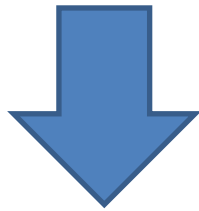
求められるのドローンの性能

- カメラのペイロード（カメラ＋ジンバル）
 - GoPro程度で500g程度のペイロードになる
 - ミラーレス一眼で1.5kg～1.8kg程度のペイロードになる
 - 一眼レフで4kg程度のペイロードになる
- 農薬散布のペイロード
 - 1反（10a）で800ccの農薬を散布
 - 5反（50a）で4ℓ（4kg）のペイロードになる

**今はペットボトル2本を積んで
約15分飛行させるのが精一杯の現状**

どの分野ならドローンが使えるのか？

- 物流系の物の運搬は**かなり厳しい**
- 農薬散布も**かなり厳しい**

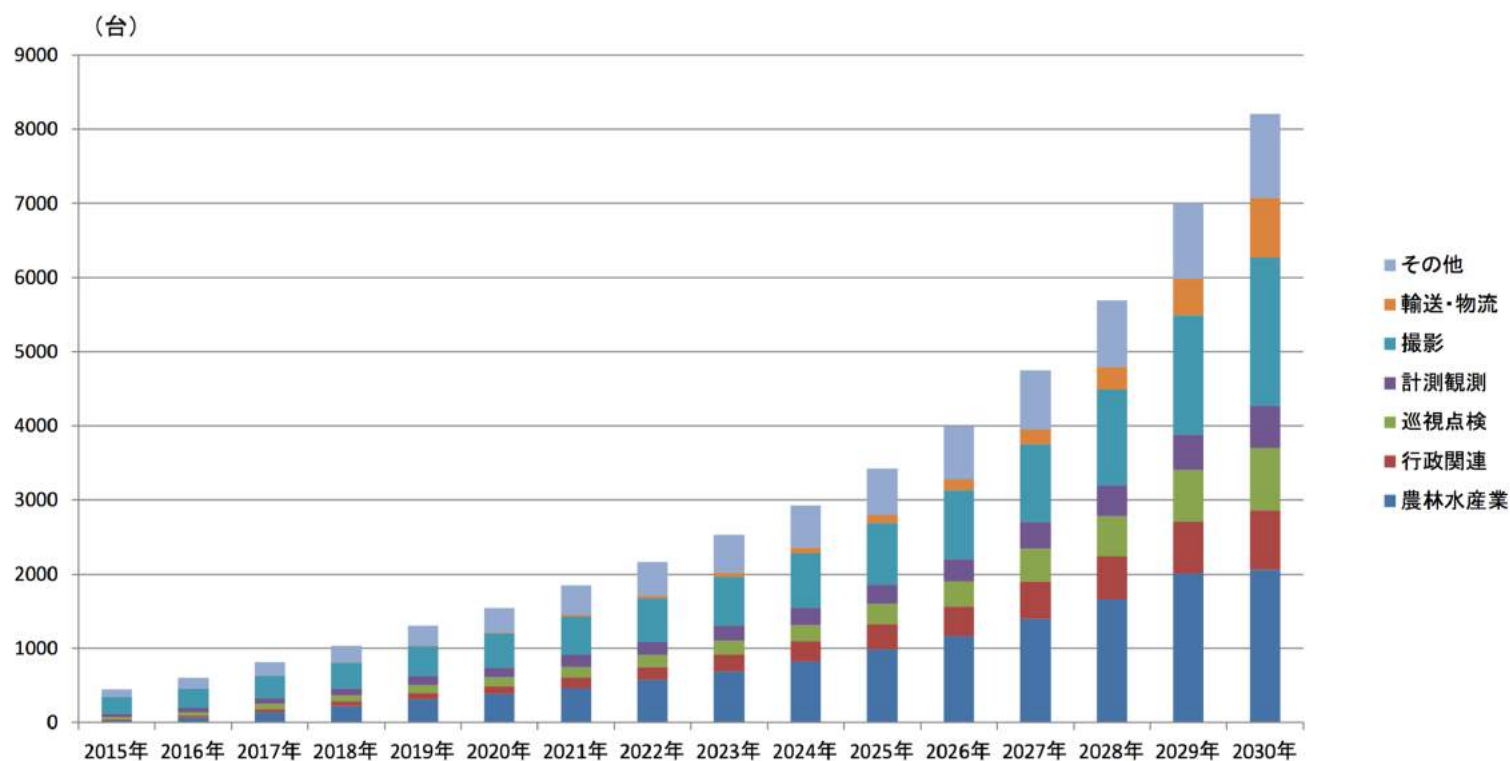


- 農業分野 ⇒ 写真撮影
- 測量分野 ⇒ 写真撮影
- 災害分野 ⇒ 写真撮影
- 撮影分野 ⇒ 写真撮影
- 防犯・警備 ⇒ 写真撮影
- 点検・保守 ⇒ 写真撮影

ドローンの肝は撮影！



農業分野と撮影分野が多数を占める



日経BPクリーンテック研究所

PCの黎明期

- 作れば売れる
 - カスタマイズが可能なショップブランド
- CPUの乱立
- 殆どが台湾メーカー
- 中国製の台頭
- 保証がない
- 日本のパーツが使われない
- 長期供給、保守部品の在庫がない



産業用PCの出現

現在のドローン

- 作れば売れる
 - カスタマイズ案件が多数
- FCの乱立
- 殆どが中国メーカー
- 中国製が独占状態
- 保証がない
- 日本のパーツが使われない
- 長期供給、保守部品に在庫に対する対応が無い

実はまだ



黎明期

**本当の産業用ドローン
が待たれている**

産業用ドローンのあるべき姿

サービス層

災害対応ドローン

物流向けドローン

測量・空撮向け
ドローン

農業向けドローン

サービス デバイス層

各種計測器 他

コンテナホルダー

カメラ&ジンバル

農業散布装置

標準化

- ・コネクタ
- ・プロトコル
- ・サイズ
- ・その他



DRONEWORKS

オリジナル
フライトコントローラ

(オープンソースのYatagarasu ベース)

コア デバイス層

・温度
・回転数
・その他

・温度
・電流
・その他

・温度
・電流
・電圧
・コンディション

・温度
・気圧
・加速度
・状態
・ジャイロ
・モード
・コンパス
・その他



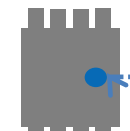
Motor



ESC



Battery



Sensors

アライアンス

- ・日本メーカー
- ・新たな規格
- ・フォーマット
- ・その他

<http://www.nidec.com/brand/tech/drone/index.html>



産業用ドローン モーター（Nidecモーター）

日本電産の永守会長は、こうした未来像を「一人一台のマイ・ドローンを持つ時代が来る」と予見しており、同社の主要事業である**モーターこそが、IoTを支えるキー・コンポーネント**であると確信したのだそう。旧来よりPCや携帯電話にも搭載されてきたモーターが、来るべき**ドローン普及時代にはさらに重要なIoT機器の構成要素**になっていくというわけです。



産業用ドローン モータースピードコントローラー
（STマイクロエレクトロニクス製ESC）

特にドローン向けモーターのモジュール化においては、半導体のトップメーカーである**STマイクロエレクトロニクス社との共同開発**を行い、**ハード・ソフト両面で高い品質のモーター・モジュールをパッケージにして供給することを目指**しているといいます。

Nidec（日本電産）製 国産モーターの飛行



モーターセンシングの必要性と緊急停止の例





圧着ネジ止めによる実装



安全性の高い
パッケージの採用

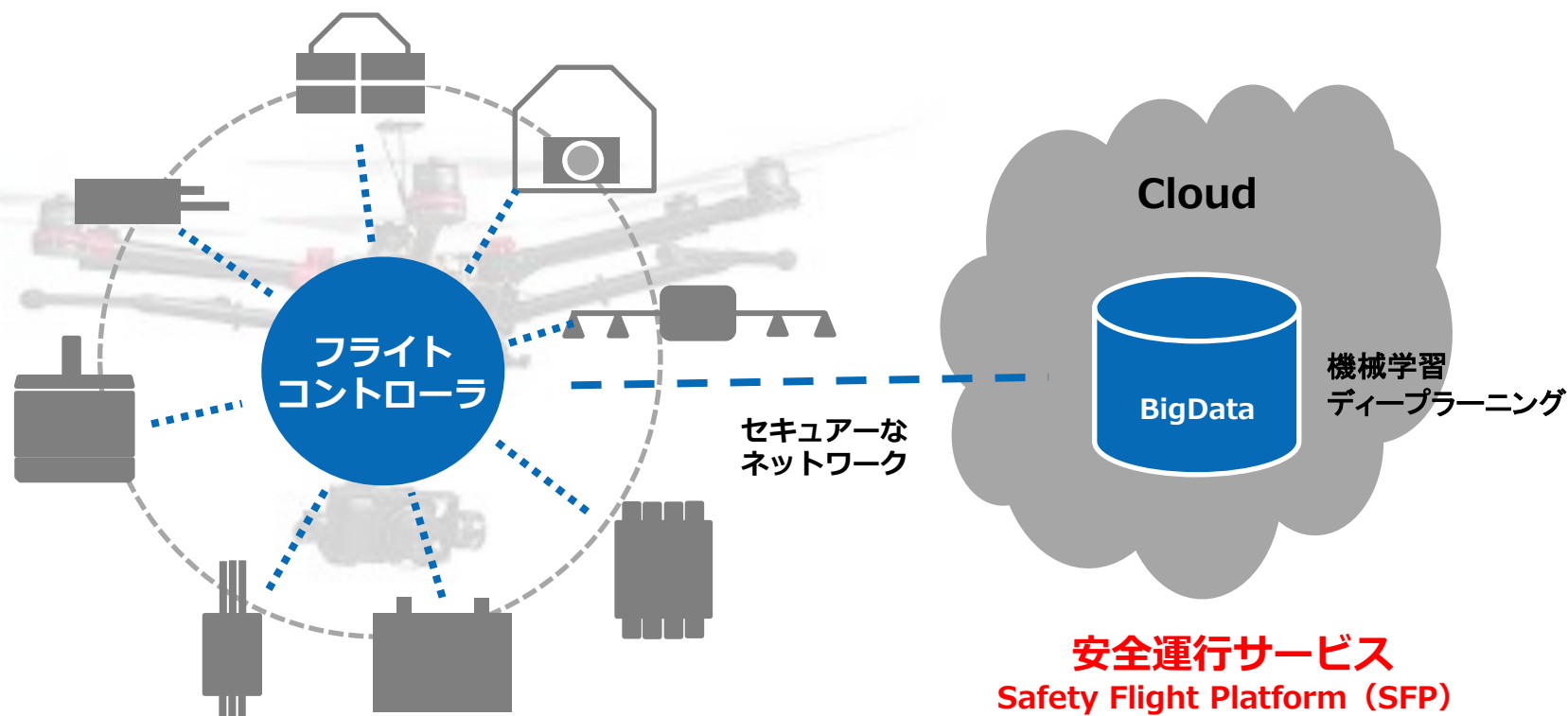
大容量コネクタの採用





クラウドサービス

産業用ドローンのクラウド連携

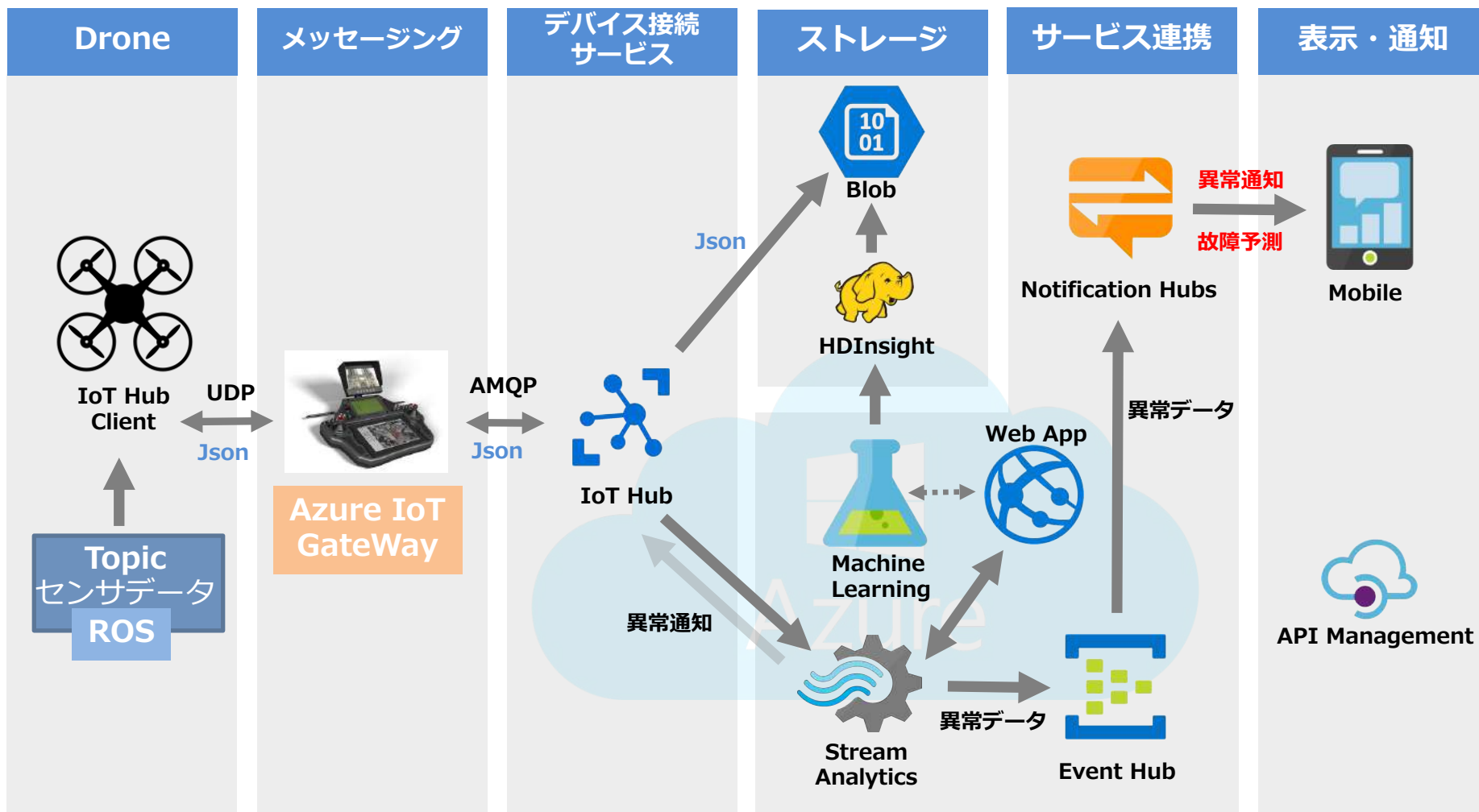


フライトコントローラに
約**50個**のセンサデータが集約
ドローンそのものがIoT

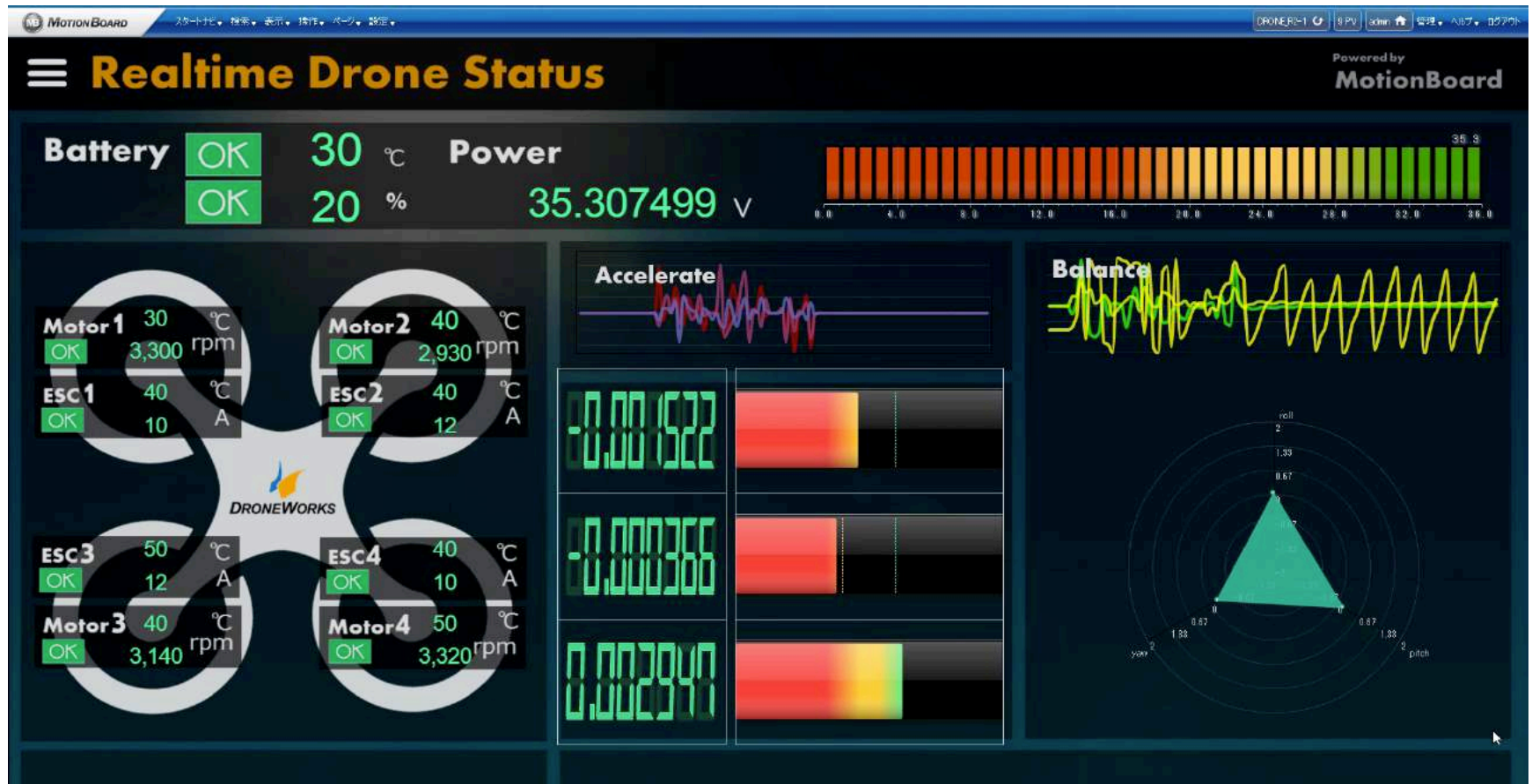
安全運行サービス
Safety Flight Platform (SFP)

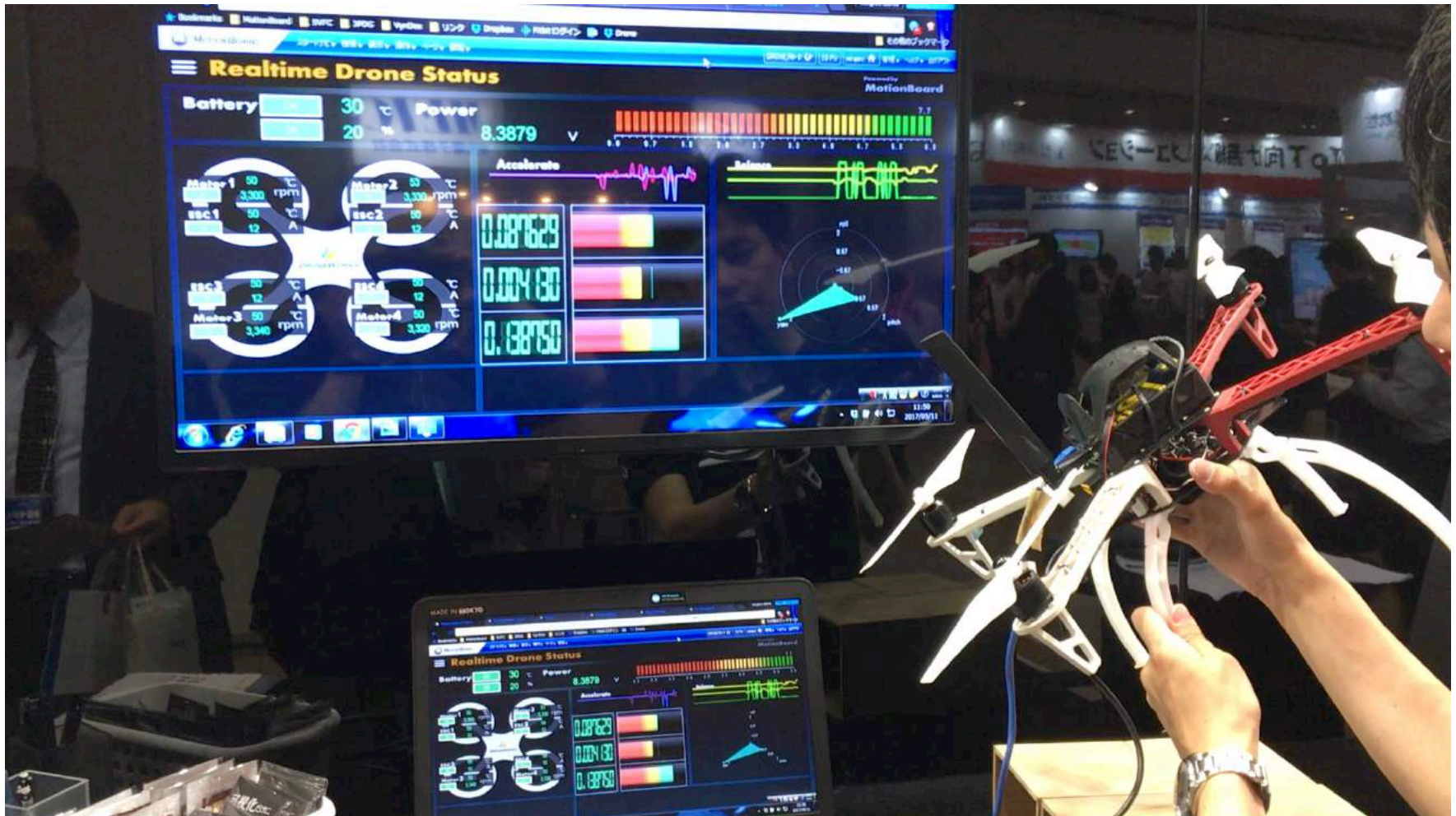
- ・ 航空管制サービス
- ・ 農業向けサービス
- ・ 測量向けサービス
- ・ 撮影向けサービス
- ・ 災害対応向けサービス

Azure Service (ゴールのイメージ)



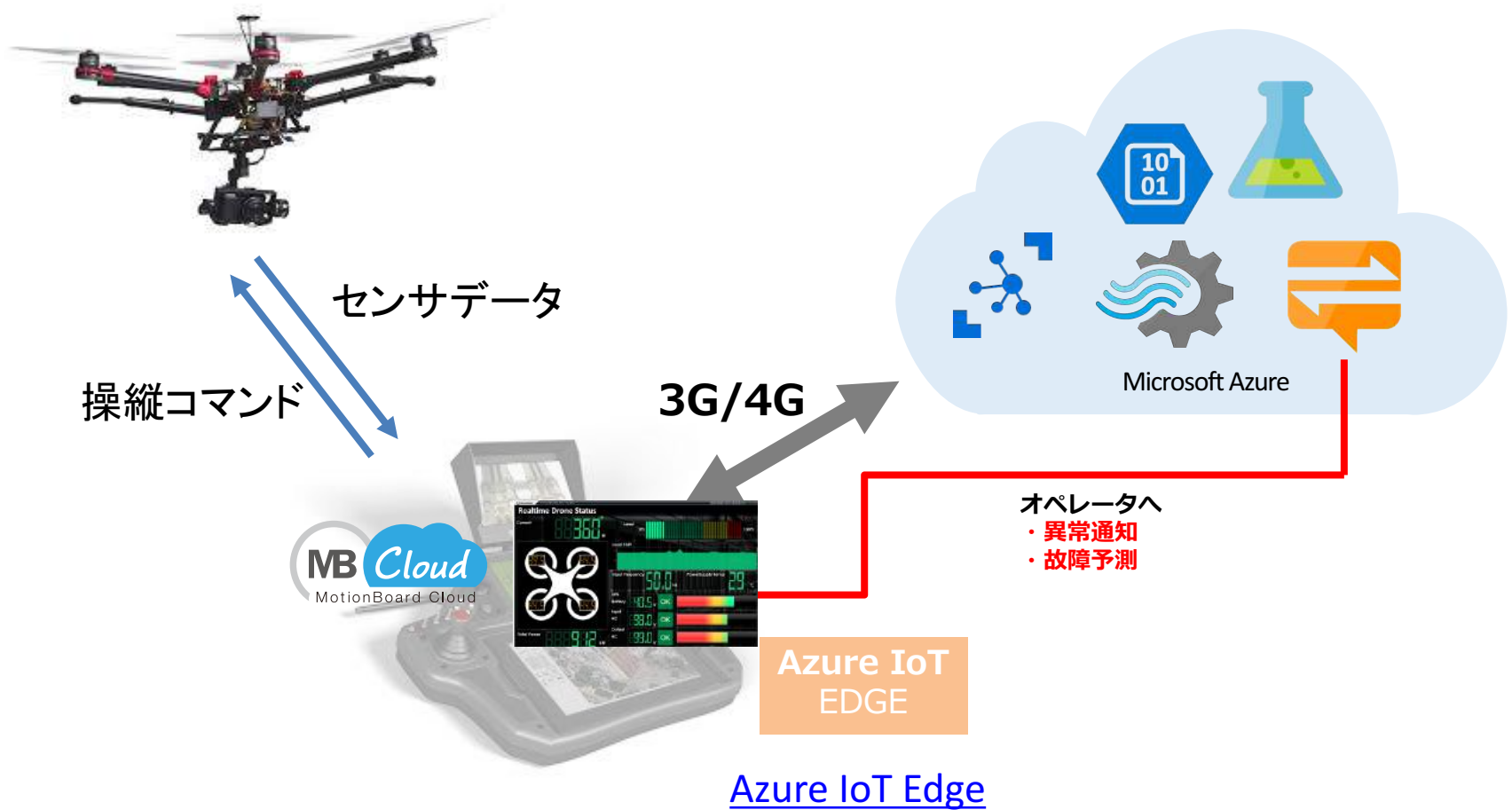
Erle Brainからのセンサ情報を Power BIで表示



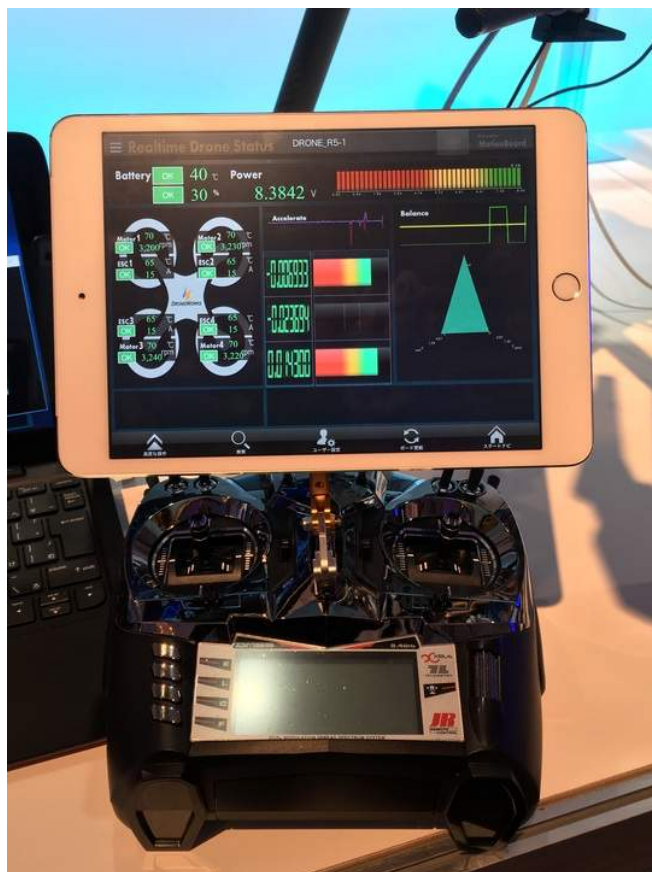


Phase-1

マニュアル オペレーションのイメージ



操縦者に対するクラウドサービス



ドローンのテレメトリ
データの可視化



他のドローンの飛行情報
の表示

クラウドインテリジェンスをエッジデバイスに拡張

- エッジで人工知能を実行する
- エッジ解析を実行する
- クラウドからエッジまで、IoTソリューションを導入
- クラウドから集中的にデバイスを管理する
- オフラインおよび断続的な接続で操作する
- リアルタイムの意思決定を可能にする
- 新しいデバイスと従来のデバイスを接続する
- 帯域幅コストの削減

エッジで人工知能と高度な分析を可能にする

高度な分析、機械学習、および人工知能をクラウドに構築し、IoT Edgeを使用して物理デバイスに展開します。Azureと第三者サービスのエコシステムは、エッジデバイス上で新しいIoTアプリケーションを有効にするのに役立ちます。Azure Stream Analytics、Microsoft認知サービス、Azure Machine Learningを活用して、より高度なIoTソリューションを短時間で作成できます。

IoTソリューションコストを削減

データをローカルで処理するようにエッジデバイスをプログラミングすることで、IoTデータをキャプチャしてクラウドに送信することを決定します。次に、クラウドに保存して分析する必要があるデータのみを送信します。デバイスからクラウドに送信するデータの量を削減することで、他のビジネスアプリケーションでのデータの保存と分析に伴う帯域幅のコストとコストを削減できますが、それでも洞察力が向上します。

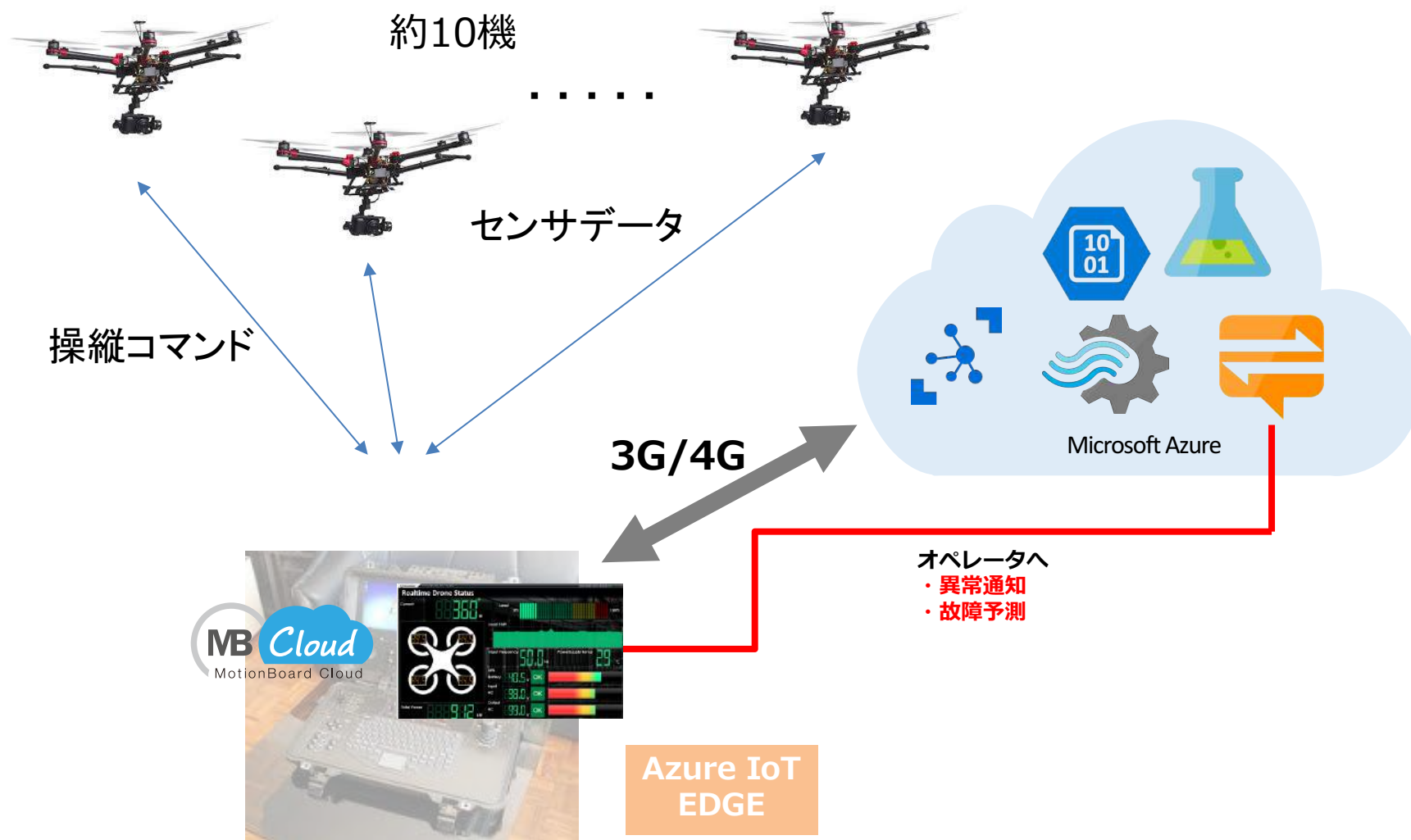
オフラインまたは断続的な接続で動作する

IoT Edgeを使用すると、エッジデバイスはオフラインであっても確実に安全に動作したり、クラウドへの断続的な接続しかない場合でも動作します。再接続すると、エッジデバイスは自動的に最新の状態を同期させ、継続的な接続性に関係なくシームレスに機能し続けます

<https://azure.microsoft.com/en-us/campaigns/iot-edge/>

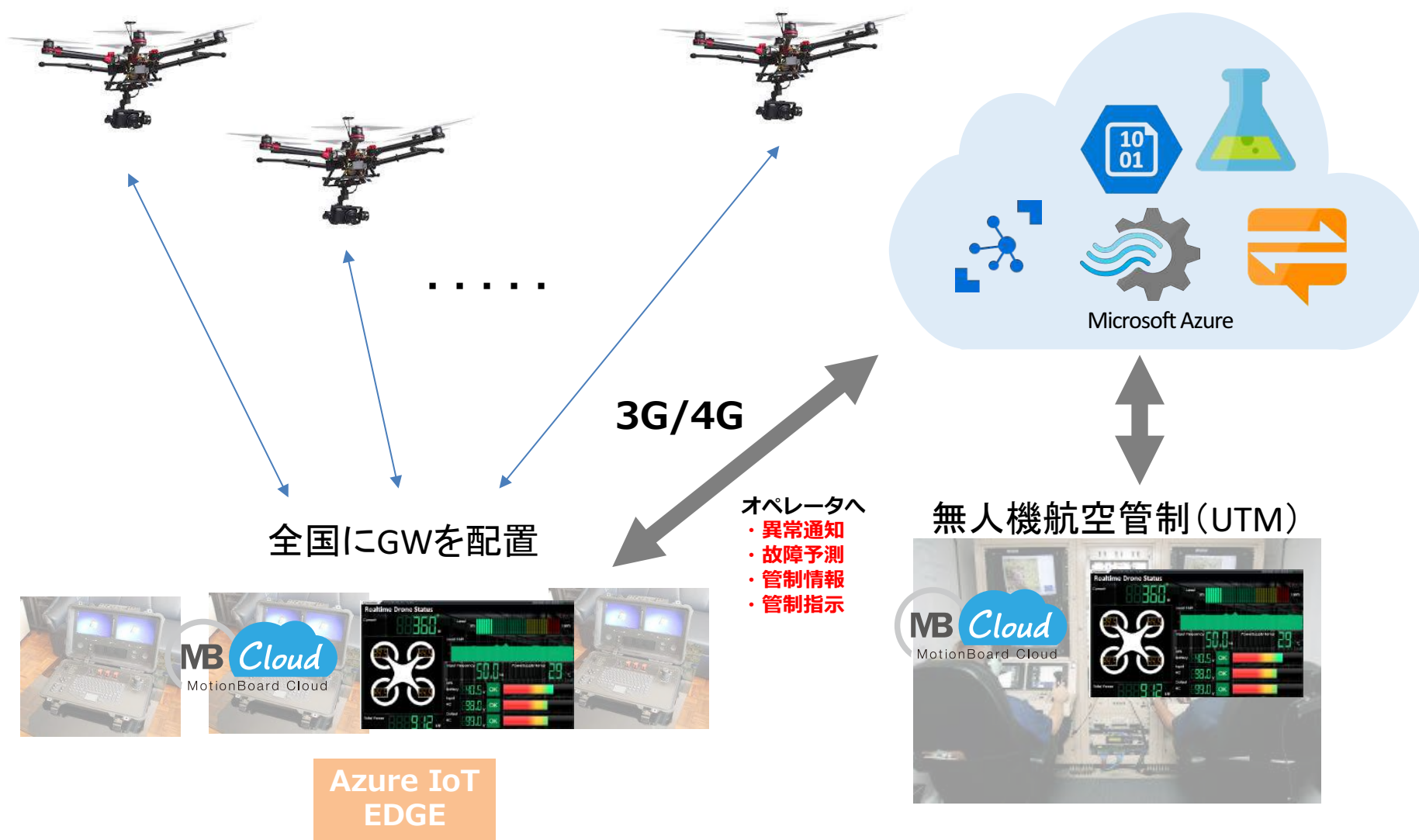
Phase- 2

WayPoint オペレーションのイメージ



Phase-3

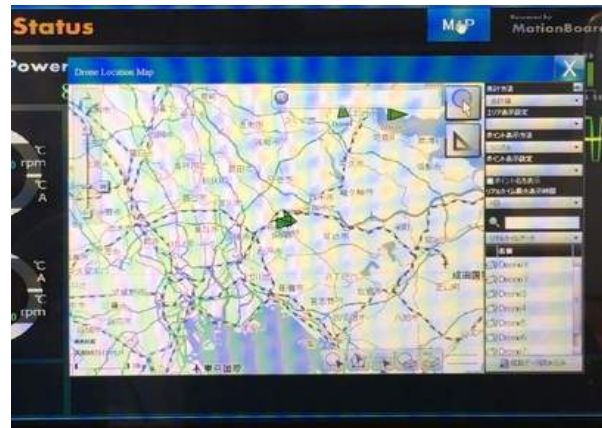
UTM オペレーションのイメージ



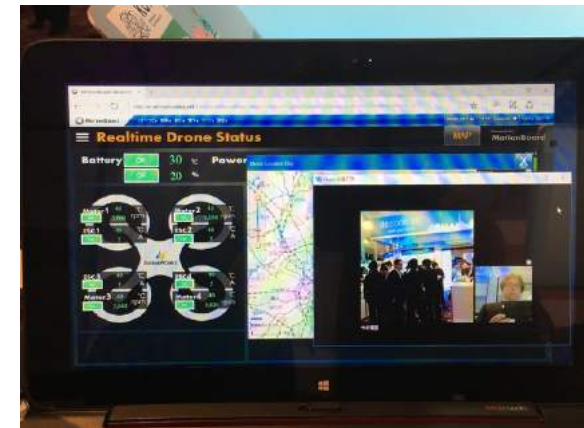
無人航空管制システムとSkype for Business



管制室でのドローンの管理



飛行経路の表示



Skype for Businessによる
多点間情報共有

産業用ドローンのサービス階層



サービス層



UTM層
(各国の無人航空機管制システムに対応可能)



位置情報・速度・高さ・方向

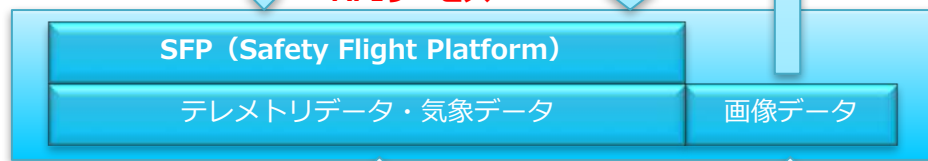
センサ情報

画層データ

・ JUTM
・ その他

SFP層

ストレージ層



ドローンワークス
+
マイクロソフト

Gateway層

DCoJA
オープンソース



フライト
コントローラ層

DCoJA
オープンソース



・ JASA
・ MCPC
・ IPA
・ その他

各団体との連携による開発



- 関連団体との協調
 - **DCoJA** (ドローン コミュニティー ジャパン アソシエーション)
 - **UPMA** (一般社団法人無人航空機操縦士・整備士協会)
 - **JUIDA** (一般社団法人日本UAS産業振興協議会)
 - **JUTM** (日本無人機運行管理コンソーシアム)
 - **JASA** (一般社団法人 組込みシステム技術協会)
 - IoT推進コンソーシアム
 - **MCPC** (モバイルコンピューティング推進コンソーシアム)
 - IPA (独立行政法人情報処理推進機構)
- ガイドラインの作成
- 通信セキュリティ
- 航空管制
 - 衝突回避
 - 電波干渉抑止
- マルチコプター以外の移動体
 - 海洋ドローン(水上、水中)
 - ローバー
- 海外対応

まとめ（１）



- ドローンは重いペイロードには不向き
 - 基本的に撮影することが効率がいい
- ドローンはプロペラが付いた**ロボット**である
- 市場は大きい
 - ドローン産業向けに、モーター、SoC、パワーTr、コネクタ、ケーブル、加速度センサ、角速度センサ、地磁気センサ、気圧センサ、GPSモジュールなどのコアデバイスだけは**ドローン専用**が必要
- ドローンはシステムでなければ売れなくなる
 - **クラウドサービス**が主戦場
 - 画像解析、**ビッグデータ**解析
 - **ディープラーニング**、**機械学習**

まとめ（２）



- ドローンの開発環境をオープンソースで整えつつある
 - **DCoJAプロジェクト**
 - yatagarasu、hachidori、hato
- 産業用ドローンの標準化は水面下で進んでいる
 - **センサーを積んだデバイス**で中国製と差別化
- 産業を立ち上げる組織が動き出した
 - **JASA内でドローンWGが発足**
 - **MCPS内でドローンWGが発足**
- **オープンソースでのドローンの国産化が目前**
- **既に国産UTM、クラウドサービスのためのプラットフォームは、ほぼ完成**

Q & A

ご清聴ありがとうございました

ご質問は hiro.imamura@drone.co.jp