



ドローン前提社会

～デジタルテクノロジーが包含するモビリティの未来像～



慶應義塾大学SFC研究所
ドローン社会共創コンソーシアム
副代表 南 政樹



MOM'S
OLD-FASHIONED
ROBOT
CIN

Coke

SWIFT
WET



ドローンとは？

- drone : 雄蜂
- 無人航空機
- 空を繋ぐノード
- 人の五感を空へ



ドローンと言えば...



速報

ドローンが首相官邸に落下

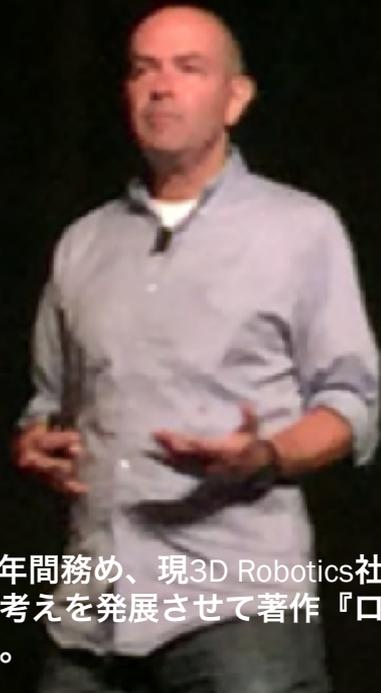


こち亀にも登場



ドローンは飛行機から操縦士を取り除いたものなんかではなく、
プロペラがついたスマートフォンのようなものなんだ。

ークリス・アンダーソン



【クリス・アンダーソン】

2012年までアメリカ合衆国の雑誌Wiredの編集長を約12年間務め、現3D Robotics社のCEO。
同誌の中でロングテールという概念を提唱し、後にその考えを発展させて著作『ロングテール』
にてインターネットビジネスの成功モデルを世に広めた。

農業



測量



物流



ドローンの活躍が确实視されている3つのビジネス領域



ドローン中継



ドローンコンテンツ





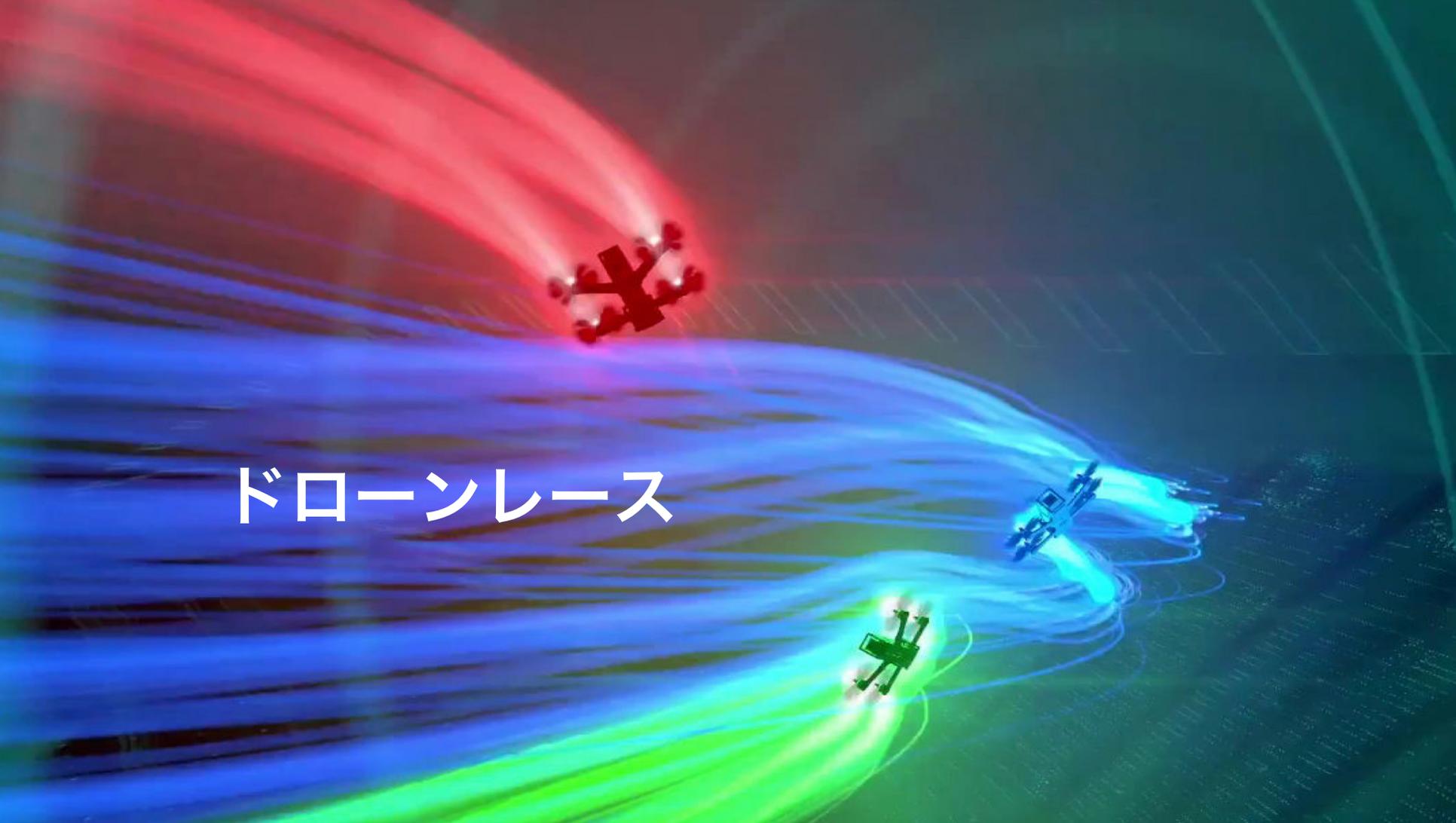
No.002

[MagicLab - 24 Drone Flight]



手品師マルコテンペストとライゾマティクスのコラボレーション。
ドローンが彼と共にまるで命が宿り
踊っているかのように見えてしまうのも見所。
<https://youtu.be/B4xtsH6pzoM>

ドローンレース





2/14：ドローンレース開催

World Drone Prix (3/14, Dubai)の日本選考会 <http://www.worlddroneprix.com>

日時：2月14日（日） 場所：慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス

主催：World Drone Prix、共催：SFC研究所ドローン社会共創コンソーシアム





浮力を使った飛び方





推力を使った飛び方





揚力を使った飛び方





現代社会はデジタルテクノロジーの上に成立している テクノロジーの変革は社会にとって大きなインパクト

インターネットとウェブ技術は、リアルスペースとは異なるサイバースペースを生み出したドローンやIoT、ロボティクス、ファブリケーションは、リアルスペースに存在し、移動し、私たちに直接働きかけられる。同じデジタルテクノロジーでも、人や社会との接し方が大きく異なる。





ドローン前提社会

いつ・どこでも・誰でもドローンを利用できる社会

昼夜問わず、地球上のあらゆる空間で、全ての人が
目的を達成する選択肢としてドローンを利用できる社会



EEZ(排他的経済水域)
世界第6位



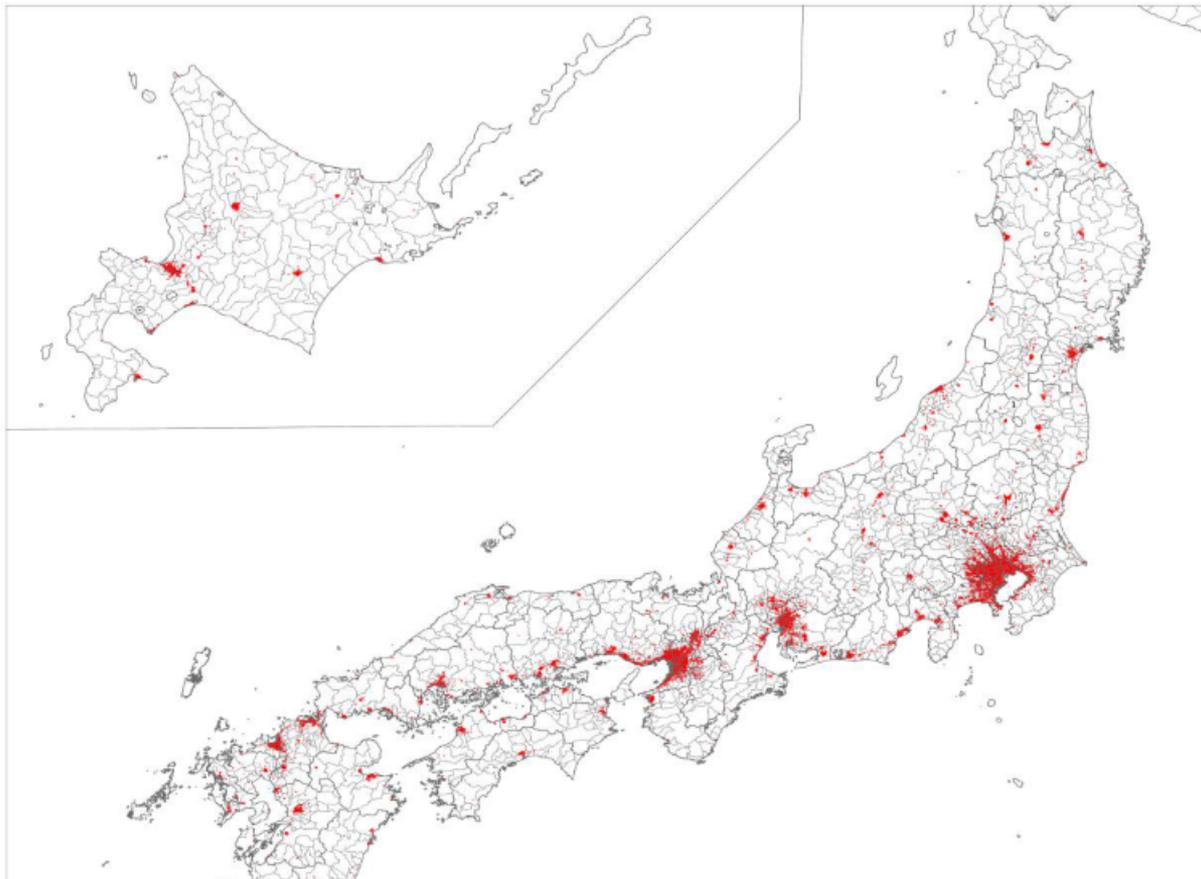
領土面積:世界第60位





参考

平成22年国勢調査
人口集中地区全国図
DENSELY INHABITED DISTRICTS OF JAPAN
COMPILED FROM THE RESULTS OF THE 2010 POPULATION CENSUS





ドローンとは？

- **無人航空機** (UAV : Unmanned Aerial Vehicle)

- 法律で定義されている言葉
- 「構造上、人を載せられない航空機」

- **回転翼と固定翼**

- **回転翼**

- プロペラを回転させて揚力を得る航空機
- マルチコプター：3枚以上のプロペラを持つ航空機
 - 4枚：クアッドコプター、6枚：ヘキサコプター、8枚：オクタコプター

- **固定翼**

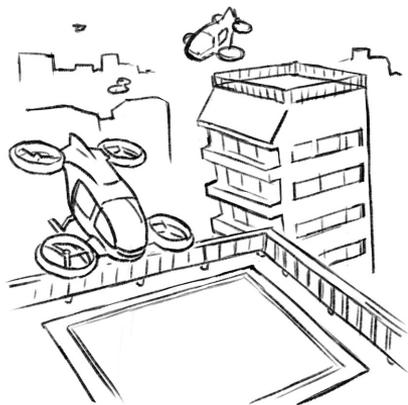
- 何らかの推力によって揚力を得る航空機



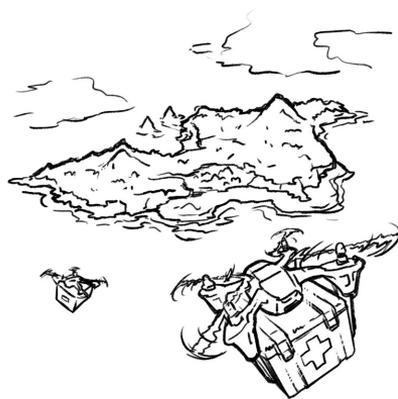


ドローン前提社会では何が実現するの？

都市や地方で、当たり前のように自律自動飛行ドローンが様々な仕事をして、その全てがインターネット経由で人工能によってリアルタイム管理されてます。また、ドローンとは、空を飛ぶだけでなく、地上も水上も水中も。もちろん人も乗ります。



ビルの屋上から屋上へ
人乗りドローンタクシー



離島や山岳部へ医薬品もすぐ
運べ空も海も陸もフル活用



24時間の安全も
警察ドローン巡回

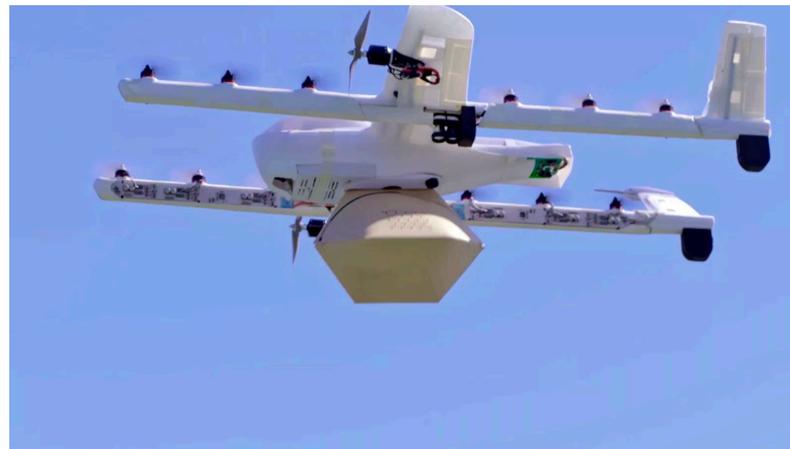


農業現場も空から陸から
精密農業



VTOL：固定翼と回転翼のいいところ取り

- Vertical Take-off and Landing（垂直離陸・着陸）
 - 回転翼のいいところ：離着陸の滑走路がいない、空中停止・微速移動
 - 固定翼のいいところ：エネルギー効率（長距離・長時間の運用）





2017 離島間自律航行 VTOL(Vertical Take-Off and Landing)





ドローンの歴史

1935 標的機としてイギリスで開発「Queen Bee」

1936 標的機としてアメリカで開発「drone」

無人攻撃機として開発するも失敗し、射撃手の標的機として発展

1970 偵察用無人機として発展

1987 YAMAHA 産業用無人ラジコンヘリコプター発売（農薬散布）

全世界のドローン利用の約65%が日本国内での利用（2002年）

アナログ

2007 iPhoneの発売

デジタル

2010 Parrot AR.Drone 発売

iPhoneで操作でき、撮影した映像を転送して表示させる機能を搭載

2012 DJI Phantom 1 発売

2013 DJI Phantom 2 発売

2014 DJI Phantom 2 vision 発売

2015 DJI Inspire 1 / Phantom 3 発売

2006年に中国深センでWang氏が創業したドローン企業

[参考ページ] <http://recreation.pintoru.com/dro-ne/the-history-of-the-drone/>
<http://investorz.dub/2331>

2016 DJI Phantom4 / MG01 / M600 発売



なぜ、いまドローンなの？

ドローンの進化には、

スマートフォンの普及・進化が大きく影響

- ✓ 【傾き】 加速度センサー
- ✓ 【角速度】 ジャイロセンサー
- ✓ 【高度】 気圧センサー / 光学センサー / 超音波センサー（衝突防止）
- ✓ 【場所】 GPS

小型で高性能なセンサーが**スマホ**によって**研究開発**が進み、
スマホの普及に伴って**チップ・センサー等**が大量に製造されることで
安く部品として使えるようになった！

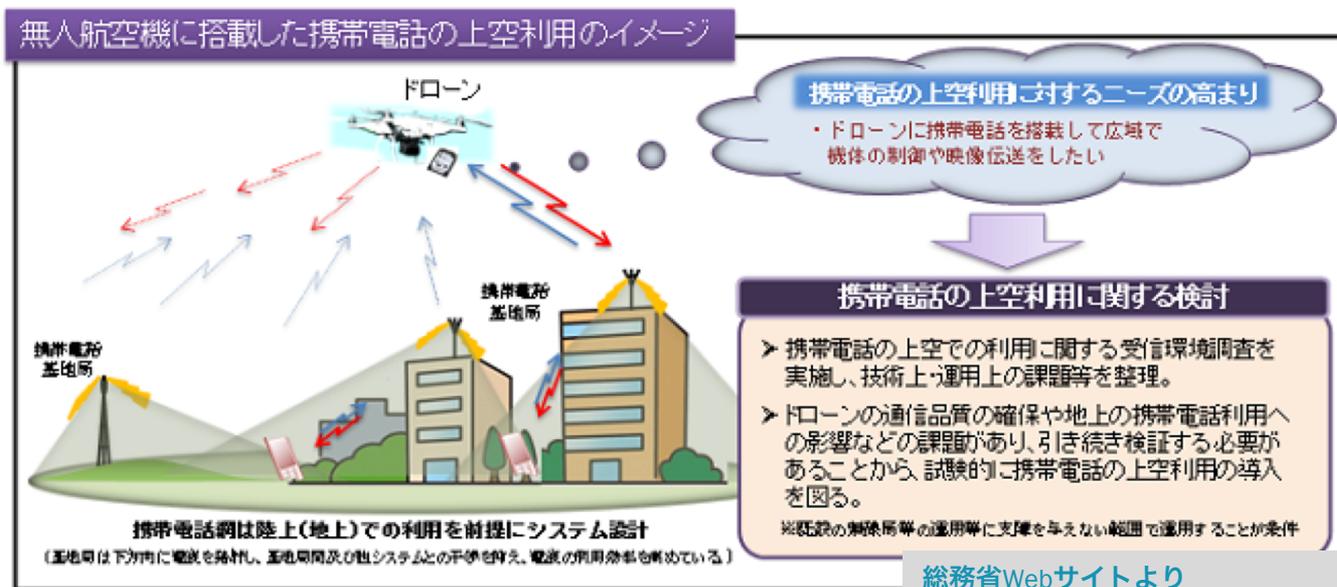
[参考ページ]

- <http://www.apple.com/jp/iphone-6s/>
- <http://recreation.pintoru.com/dro-ne/the-history-of-the-drone/>
- <http://weekly.ascii.jp/elem/000/000/255/255434/>



研究：通信分野：ドローン×SIM

- 電波法で認められていない携帯電話網との通信
 - 地上 1mm でも飛ばしてはいけない（陸上局として認可）
 - 上空での利用に関する研究



総務省Webサイトより

<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/uav/index.htm>



NTT DoCoMo 実用化試験局実験



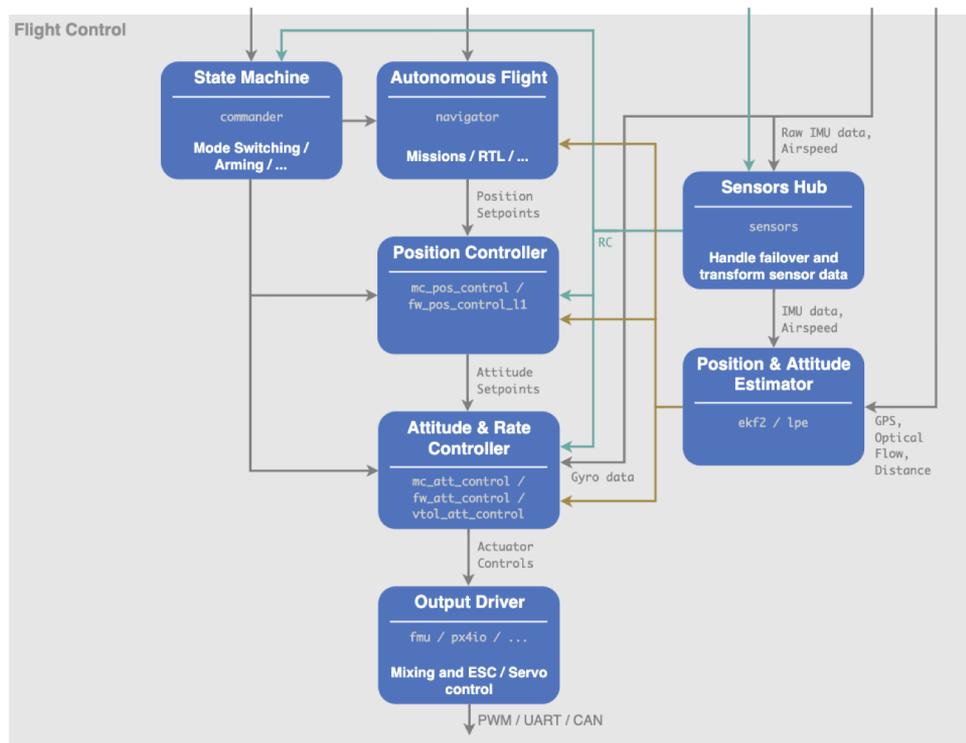
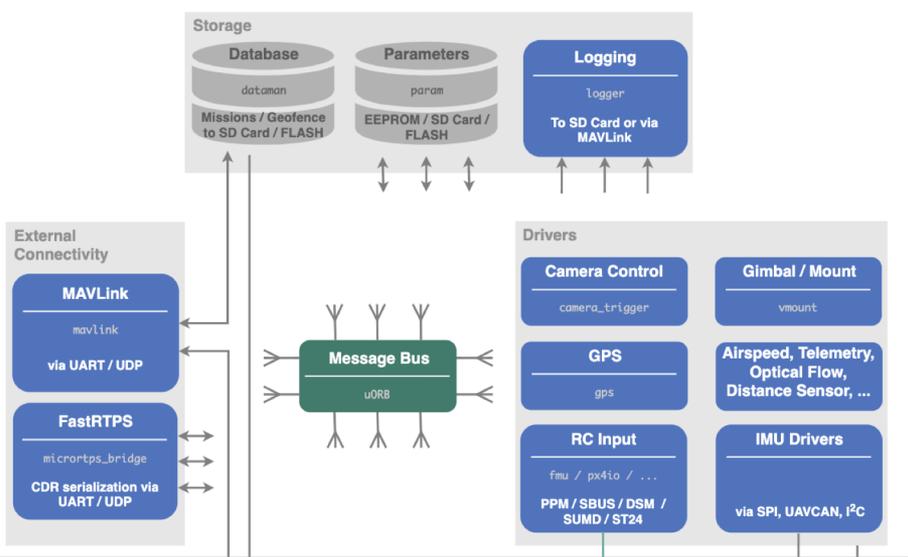


姿勢や位置を保つための仕組み

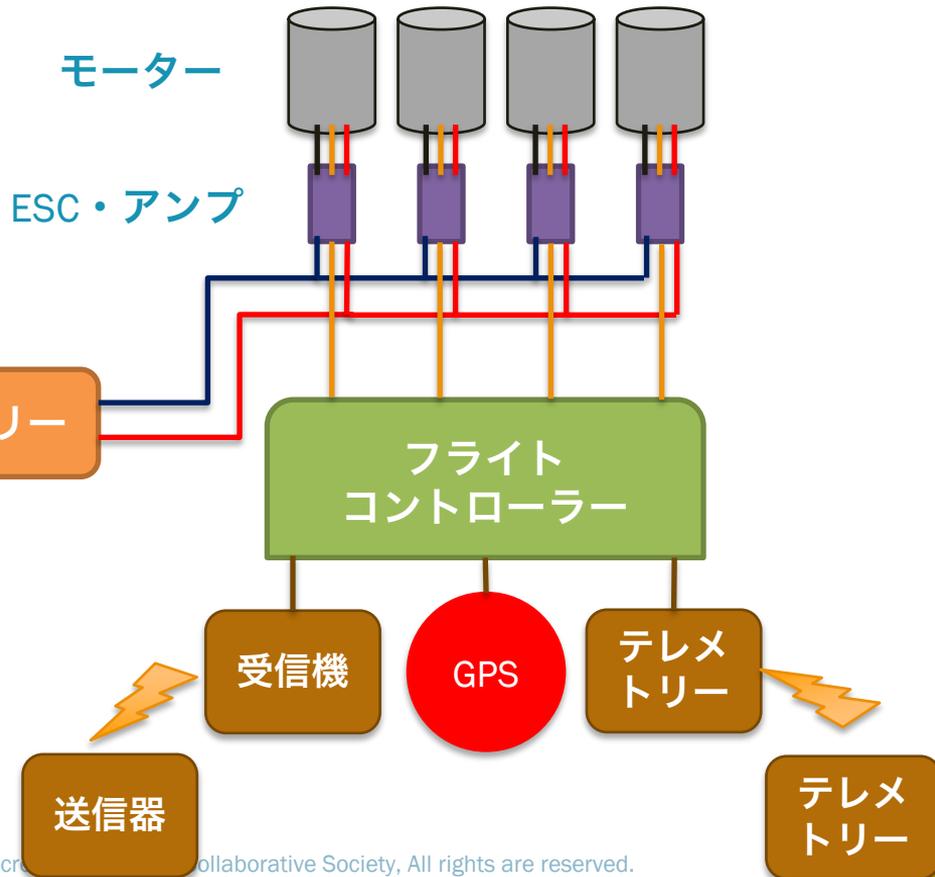
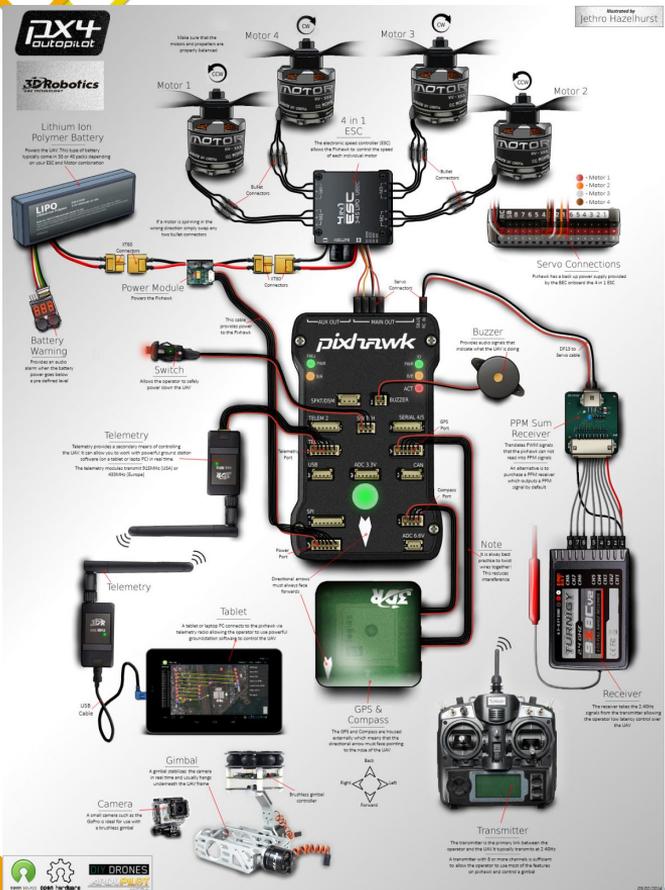
- 機体に取り付けられているセンサー
 - 加速度センサー：動こうと（加速）している力を検知
 - ジャイロセンサー：角速度（回転運動の速度）を検知
 - 赤外線センサー・超音波センサー：地上からの距離を検出
 - 気圧センサー：気圧によって高さを検出
- FC（フライトコントローラ）
 - センサー等からデータを集め、姿勢や位置を保つようにプロペラの回転数を制御
 - 例） 40m sec ごとにデータを収集し回転数などのフィードバックを計算



Open Source Drone Software: An Architecture



現代のドローンの構造





ドローンの制御例（倒立振り子）





マルチコプター（無人航空機）の可能性

- 人の見られない視点から観察できる
 - カメラを通じて人の視座では得られない新しい視点を持つ
- 空間（3次元）の正確な位置に移動できる
 - 回転翼の場合、空中で静止・微速移動できる
- インターネットと繋がることで、サーバやクラウドが提供しているサービスを使いながら実空間に働きかけられる
 - サイバー空間の潜在能力をリアル空間に活かせる
- 群れで行動できる
 - 自律的に移動しながら、能力を互いに補完できる



2014 Fireworks filmed with a drone



<https://www.youtube.com/watch?v=a9KZ3jgbbml>



2014 OK Go - I Won't Let You Down



https://www.youtube.com/watch?v=u1ZB_rGFyeU



2016年 Honeymoon selfie





2016年 DRONE x Fighting TUNA



<https://www.youtube.com/watch?v=8sdUZqOoAq4>



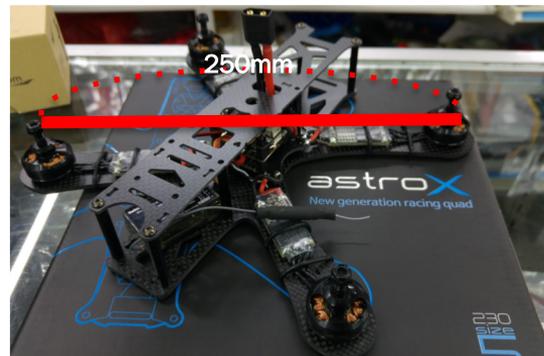
ドローンレース





ドローンレースとは？

レース用のドローンを操縦しながら、既定のルートやゲートをくぐりタイムを競うレースのこと。幾つかの категорияがあるが、フレームサイズが250mm位のものが主力カテゴリーとなっている。



ドローンに搭載されたカメラの映像をFPVゴーグルで見ながら操縦。ドローン視点の映像はSFの世界のようで、**臨場感ある映像を操縦者も観客もそのまま体験できる。**

エイジ、ジェンダー&バリアフリースポーツとして、注目を受けているが、特に新しい世代ではアクションスポーツのようなストリート感覚で楽しんでいる。



2017 Flight log レーシングドローンによる空撮





FPVレーシングドローンによる空撮

A few months ago I went to Iceland to help film a phone commercial with NEXXBLADES Racing.

NEXXBLADES
DRONE RACING TEAM



2018年 マイクロドローンによる空撮





2017 火炎放射ドローン





ホースを持ち上げるドローン





NVIDIA Jetson: autonomous flying robot

Autonomous Drone Navigation with Deep Learning

Nikolai Smolyanskiy, Alexey Kamenev, Jeffrey Smith

NVIDIA Corporation

**GPU Technology Conference
8-11 May 2017, Session #S7172**



2016 America's Got Talent 2016

Elevenplay: Dance Act Creates Stunning Visuals with Drones and Lights



<https://www.youtube.com/watch?v=Cjb6wZVYGt0>



2017年6月23日のニュース

CNET Japan > ニュース > 企業・業界



300機のドローンが夜空を舞う--ハウステンボスで日本初のライトショー開催へ

藤井涼 (編集部) 2017年06月23日 12時03分

シェア 348 ツイート Bf 2 Pocket 43 G+ 1 印刷 メール 保存 クリップ

- PR | 掛け声だけで終わらない「デジタル変革」、どうやって実現するか?
PR | もうメールの処理に追われない! グループウェア×ビジネスチャット活用の結果...

ハウステンボス、インテル、hapi-robo st (ハピロボ) は6月23日、300機のドローンが夜空を舞う「インテル Shooting Star ドローン・ライトショー」を、7月22日~8月5日まで、長崎県佐世保市のテーマパーク「ハウステンボス」のハーバーエリアで毎日開催することを発表した。



AV Watch テレビ | レコーダ | ポータブルオーディオ | ヘッドフォン | Bluetoothスピーカー | USB AVアンパ | アクションカム | デジカメ | プロジェクタ | PS4 | BDプレーヤー | 音楽記

ニュース

300機が夜空を飛ぶ、Intelのドローン・ライトショーがハウステンボスで日本初開催

山崎健太郎 2017年6月23日 12:40

ツイート リスト Bf 2 Pocket 9

LEDを搭載した300機のドローンを使い、夜空に様々なイルミネーションを描く、Intelのドローン・ライトショーが、日本で初めて、長崎のハウステンボスで7月22日~8月5日まで開催される。ハウステンボスの開業25周年スペシャル企画。



ドローン・ライトショーのイメージ

これまで、オーストラリア、ドイツ、オーストリア、メキシコ、シンガポール、アメリカで開催しているもの。日本での開催は、Intel、ハウステンボス、そして総合プロデュースを行なうhapi-robo st(ハピロボ)の協力で実現した。

開催場所はハウステンボスのハーバーエリア。料金は未定だが、別途、ハウステンボス入場料が必要となる。

使われるIntelのドローンは「Shooting Star」と名付けられたもので、フェスティバルやイベントなど、エンターテインメントに特化してデザインされている。LEDライトにより、40億のカラー・コンビネーションを実現可能。「あらゆるアニメーションにも簡単に対応できる」という。



2017 Intel Drone 300@ハウステンボス



2018 平昌オリンピック開会式 1218台群制御





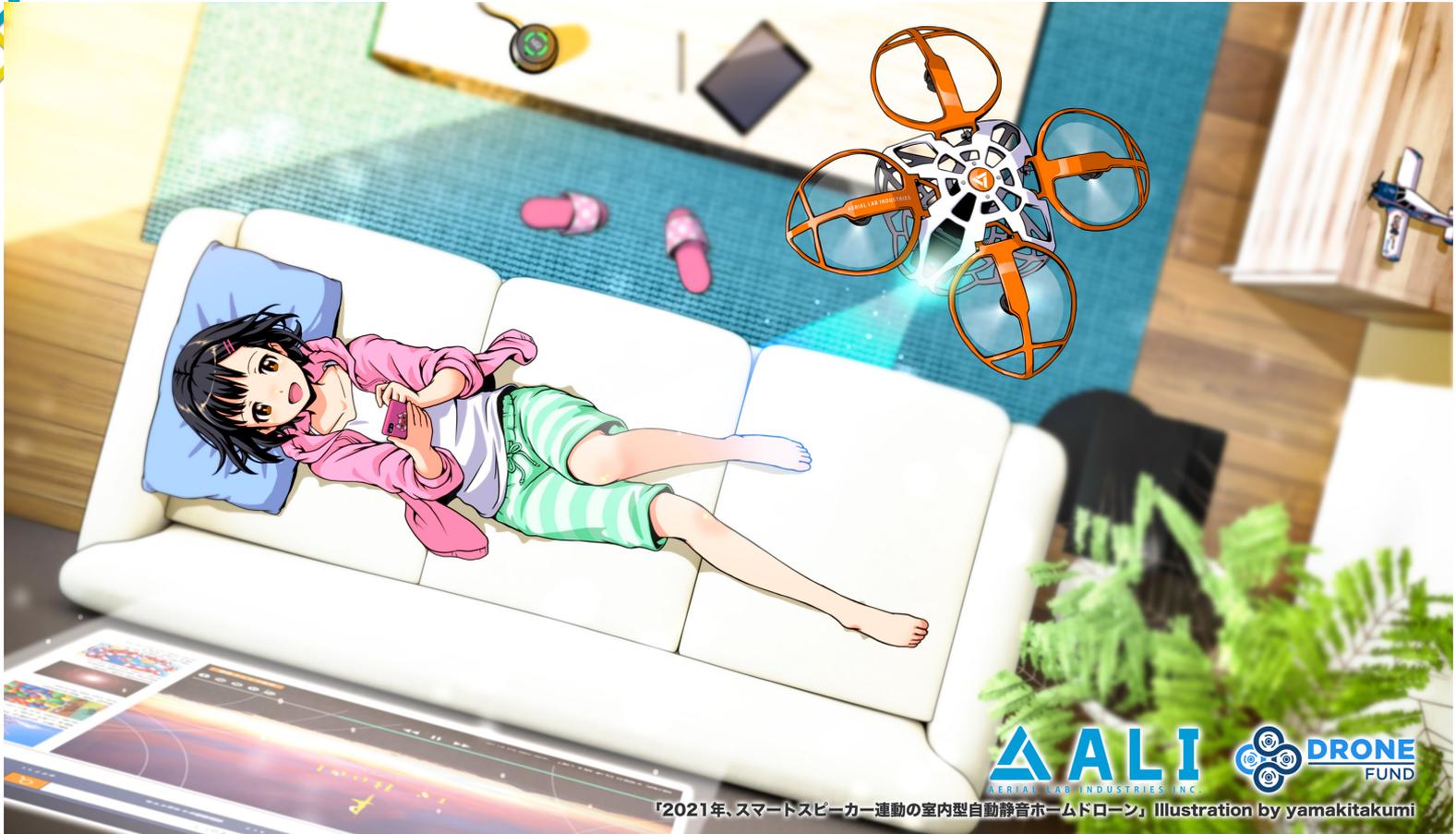
2018 Intel 50周年 2066台 群制御





SkyMagic





ALI
AERIAL LAB INDUSTRIES, INC.

DRONE
FUND

「2021年、スマートスピーカー連動の室内型自動静音ホームドローン」 Illustration by yamakitakumi

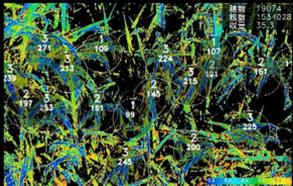




▲事前に圃場を測りタブレットに登録するだけで、飛行経路を自動生成



▲カメラにGPS、数々のセンサーを搭載



▲搭載カメラを使って画像解析、一株単位での収量予測



▲タブレットによって簡単に操作が可能



Nileworks  **DRONE FUND**

「2019年、作物上空30cmを自動飛行して薬剤散布と生育診断をするナイルワークス社製農業用ドローン」 Illustration by yamakitakumi



新規作物・希少作物に対する21世紀型営農法



経験や勘が共有できない新規作物や希少作物の営農には、客観的指標を活用した支援が有効と考えています





マルチスペクトラムカメラ



Red
Wavelength 660 nm
Bandwidth 40 nm
Definition 1.2 Mpx

Green
Wavelength 550 nm
Bandwidth 40 nm
Definition 1.2 Mpx

Red Edge
Wavelength 735 nm
Bandwidth 10 nm
Definition 1.2 Mpx

Near Infrared
Wavelength 790 nm
Bandwidth 40 nm
Definition 1.2 Mpx

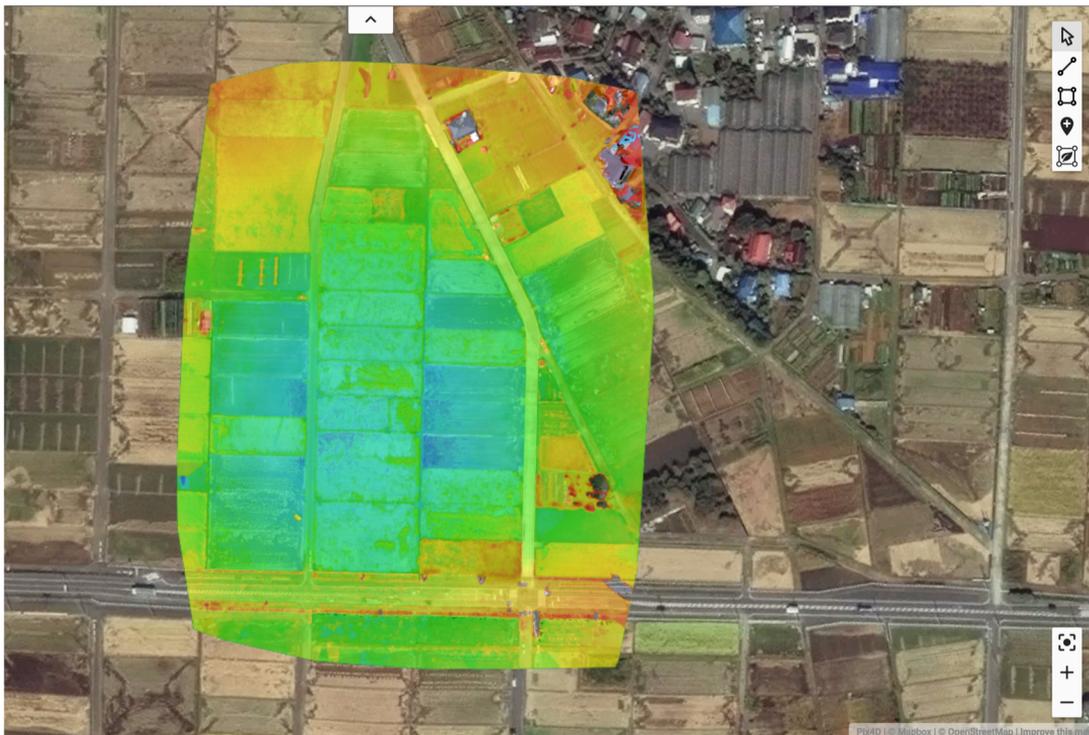
<https://www.dronetimes.jp/articles/1242>

Source: Micasense Parrot Sequoia web site

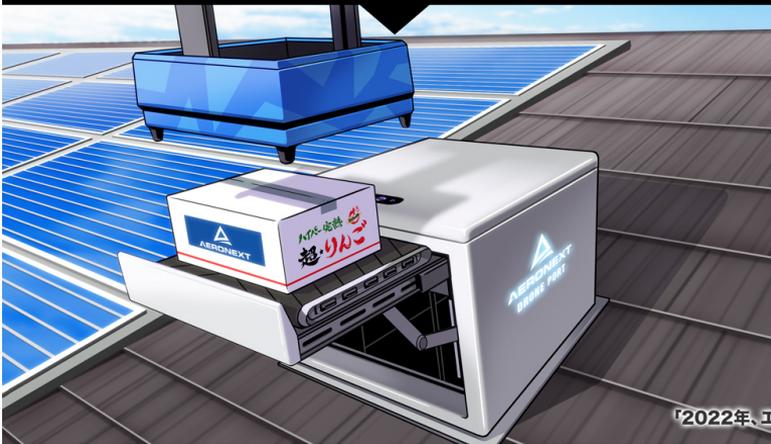


マルチスペクトラムカメラによる圃場観察

- 日常的な観察の効率化
- 人の目では捉えられない状況の把握
 - 正規化植生指数：NDVI
(Normalized Difference Vegetation Index) は近赤外線と可視光赤色域の値を用いて得られる指数
 - 植物がどのくらい「光を吸収しているか」を示す指数として、植生の活性度を表す
 - いわゆる目視による「青々とした状態」を知ることができる







「2022年、エアロネクスト社製宅配ドローンと屋根設置型ドローンポート」 Illustration by yamakitakumi



Cargo Drone





ルワンダ : Zipline ドローン医療スタートアップ





Swift 020





CLUE



DRONE
FUND

「2025年、CLUEのソフトウェアで、屋根点検や建設現場に革新が起きる社会」 Illustration by yamakitakumi



2011~2012 CONSTRUCTION ROBOT



<https://www.youtube.com/watch?v=rI7u2pPf-ak>



「2024年、被災地で活躍するドローン。ホバーバイクによる救助、無人救急ドローン、緊急物資輸送や自動被害調査」 Illustration by yamakitakumi





2018年1月 救助犬×ドローン





被災地支援航空地図作成UAVプロジェクト2018

当ホームページに掲載してある航空写真はすべて著作権フリー・2時配布・加工などすべて自由です。

連絡先：被災地支援航空地図プロジェクト（チーム藤沢）

所在地：神奈川県藤沢市連藤5608番地下田商会内 電話番号：0466-48-2386 メールアドレス：shimoda@ryoya.net

サイト更新履歴

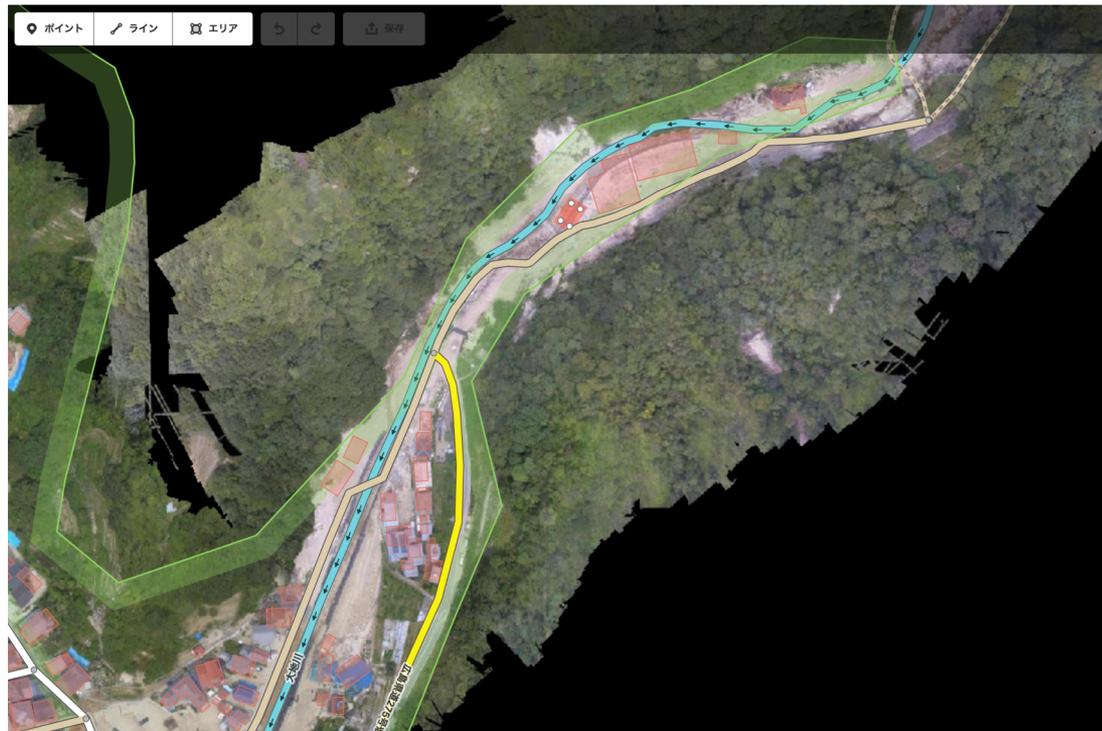
2018年9月9日 安芸郡坂町坂西地区被害状況空撮動画の配信を開始しました。（Youtubeリンク）

2018年9月5日 小鷹浦地区・天応福浦町 GoogleEarthファイルダウンロード可能になりました。

2018年9月5日 狩留家町 GoogleEarthファイルダウンロード可能になりました。



広島市安佐北区白木町大字三田 吉備線河川橋 崩壊現場写真 平成30年8月15日撮影





2017 Little Ripper: Rescue Pod





Search and Rescue: Little Ripper







2018年10月5日 広島県似島

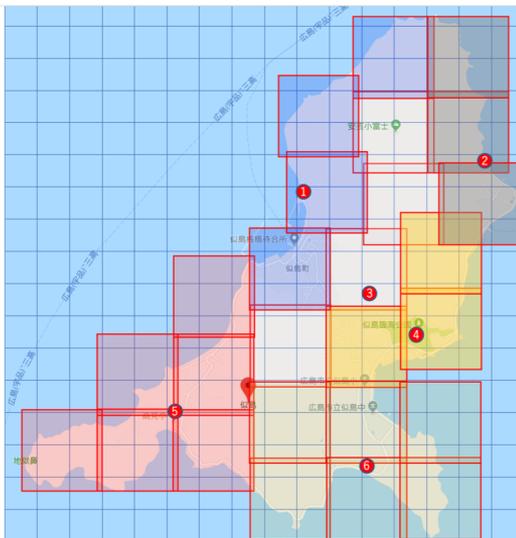
200mメッシュ

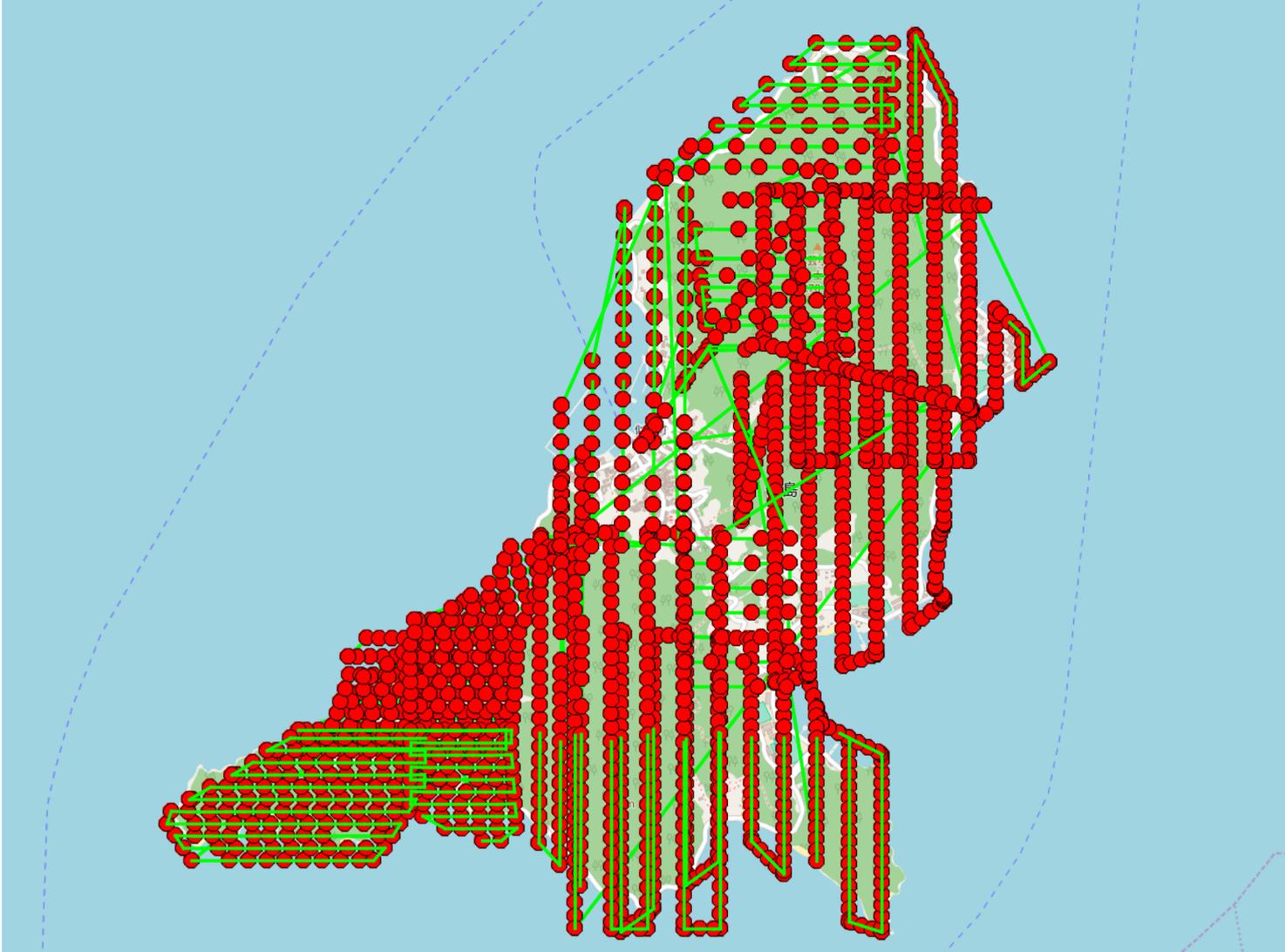
青線は200mメッシュ

赤線はP4/P4Pを高度150mで運用し、
1バッテリー（17分上限）で飛行できる限界
（500m×500m）

※ 地上分解能 3cm 程度のオルソタイルを生成

赤点は離着陸予定地







似島写真測量で確認できた土砂災害





2017 Little Ripper: SharkSpot





ドローン前提社会で実現する未来のイメージ



部屋の中でも気軽に
頼む、聞ける



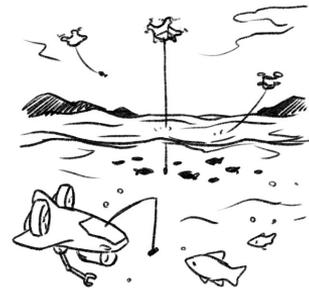
建築現場やインフラ
点検で欠かせない



車に混じって
ホバーバイクで楽々
運転



街のあちこちに
「ドローンの巣」が。



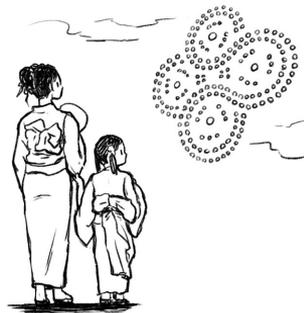
釣りも上空から、
水中から探しちゃう



24時間の安全も
警察ドローン巡回



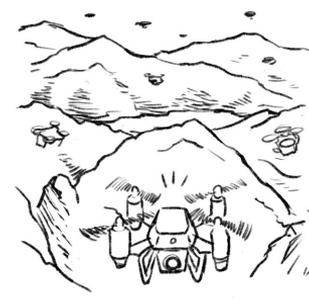
都心上空にも自動飛
行ドローンが飛び交
います。



花火のかわりに
夜空を彩るドローン



F1レースより熱狂
のドローンレース



被災地や山岳搜索
現場で活躍



2011年3月11日、私たちのドローンを使った研究がスタート

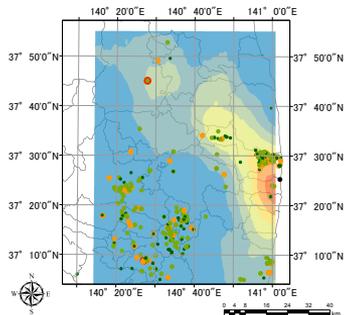
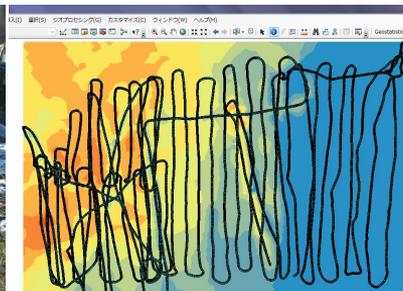
NHKスペシャル

Robin PARS
 Size: 1.84m x 0.3m x 1.03m
 Payload: 5kg
 Flight time: 1 hour
 Flight distance: 30-40km
 Wind resistance: 10km/h

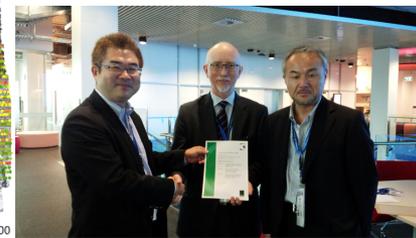
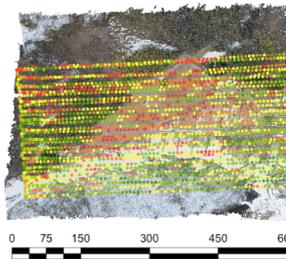
Nal scintillator
 (TA100)



甲状腺疾患なし・医師判定
 ● A1
 ● A2
 ● B
 ● C
 ● FNPP1
 Soil 1131 (Kriging)
 (as of 2011/6/14)
 Bq/m²
 23 - 500
 500 - 1,000
 1,000 - 2,000
 2,000 - 5,000
 5,000 - 10,000
 10,000 - 20,000
 20,000 - 40,000
 40,000 - 55,381



Legend
 Estimated
 uSv/h



国際学会賞を受賞



Photo by Kenichi Sasaki



ドローン社会共創コンソーシアム

- 慶應義塾大学SFC研究所に設置された産学官連携研究組織
 - 約20研究室、教員・研究員30名以上、ドローン300機以上
 - 3つの特区（国家戦略特区・ロボット特区・ライフイノベーション特区）、DID外という立地特性
 - 学部・大学院でのドローン人材育成（のべ600名超が履修）
- ドローン前提社会の実現に向けた活動
 - 教育・研究・社会応用の三本柱
 - シンポジウム、研究会を定期開催

ワーキング・グループ



産業政策WG

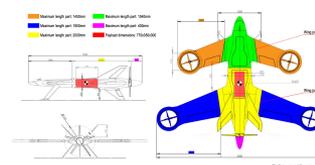


<http://izumibashi.com/>

地方創成WG



人材育成WG



技術戦略WG



慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス





慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス

3つの特区

国家戦略特区（東京圏）



京浜臨海部ライフイノベーション
国際戦略総合特区





「ドローン前提社会」へのアプローチ

ハード面
技術開発



ソフト面

社会応用

人材育成





慶應義塾大学ドローン社会共創コンソーシアム

私たちのミッション



- ドローン前提社会の実現に向け、マルチステークホルダーで「研究」「人材育成」「社会応用」を先導する
 - 研究
 - 技術：ドローン機体、ソフトウェア、航空機設計、ドローン応用技術 etc…
 - 制度：ドローン法制度・規制 etc…
 - 人材育成
 - 啓発：ドローンの普及に向けた施策、社会受容性 etc…
 - 専門職：オペレータ（パイロット）、メカニック、無人航空機管制、事故調査、安全性評価 etc…
 - 社会応用
 - 産業・ビジネス：スタートアップ支援、リスクテイク etc…
 - 社会課題：公共セクターへの応用、コモنزとしてのドローン etc…



2018.6.25 湘南UAVデモンストレーション



前人未踏の地で絶滅したと思われていた植物を ドローンにより確認

生き物

前人未踏の地で発見、史上初の出来事と専門家

アマゾンの奥地で外界と接触したことがない部族の撮影に成功したりするなど、ドローンの用途はどんどん広がり、これまでアクセスが困難な断崖絶壁を空撮し、これまで絶滅したと思われていた花を発見しました。

quartz

[discover-extinct-flowers/](#)

ウッド氏とドローンの専門家ベン・ナイバーク氏です。ウッド氏がハワイのカウアイ島固有種であるハイビスカス



戦争で使われたり。。。。

2017年01月18日 07時00分

ハードウェア

ISIS(イスラム国)が爆弾を投下するドローンを実験



今なおイラク北部やシリア国境沿いで活動を続ける過激派組織ISIS(通称「

ISIS modifying drones to drop bombs | Daily Mail Online

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4117940/ISIS-modi>

The Drones of ISIS - Defense One

<http://www.defenseone.com/technology/2017/01/drones-isis/1345>

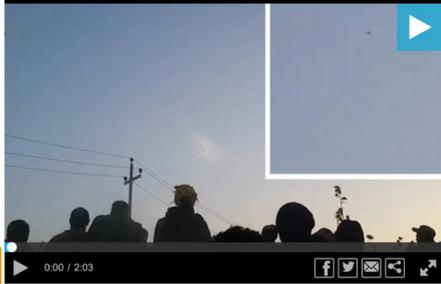
ISISは戦闘の最前線では、敵の部隊を偵察するためにドローンを使っている。最近、ドローンがムービーでアップロードされるなど、ISISがドローンを戦闘に利

Moment 'ISIS operated drone' shot down by peshmerga forces

MailOnline Video

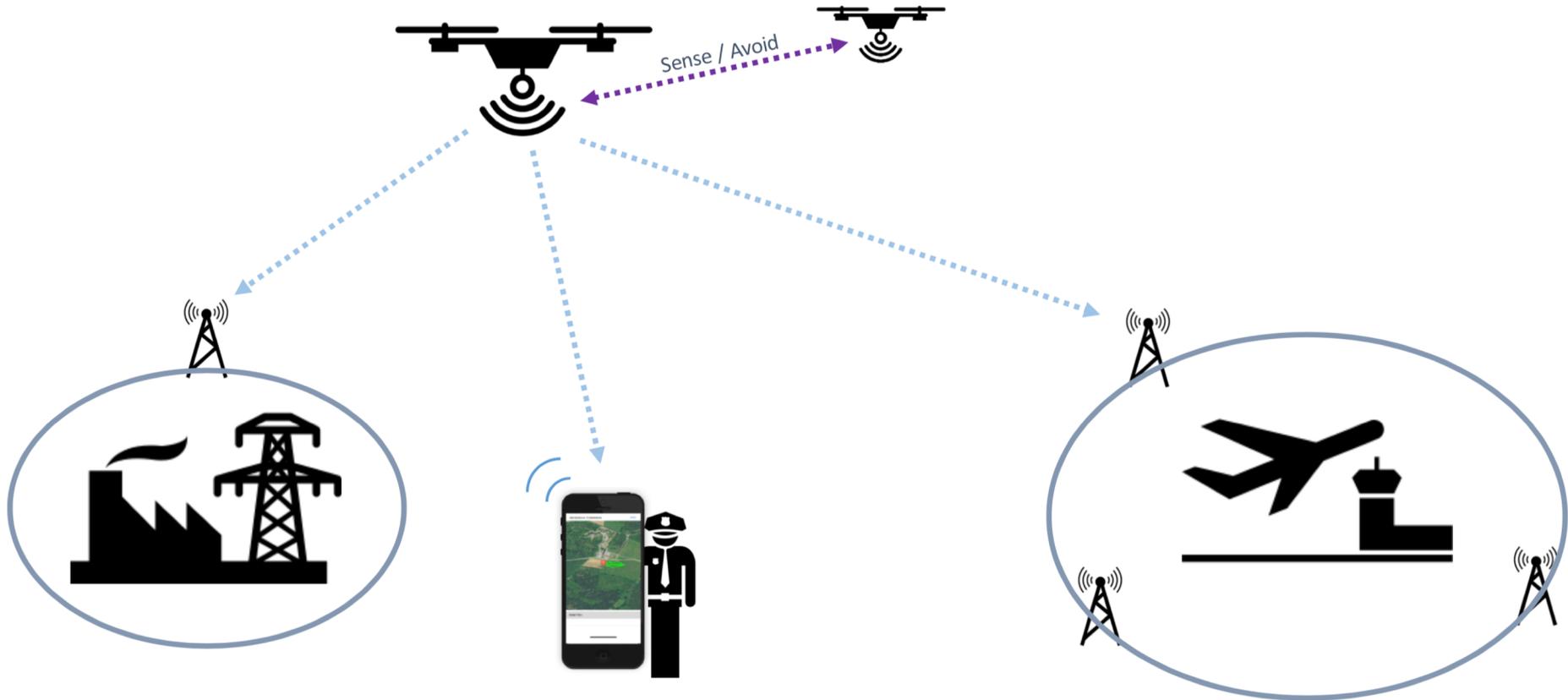
More Videos...

Moment 'ISIS operated drone' shot down by Peshmerga forces

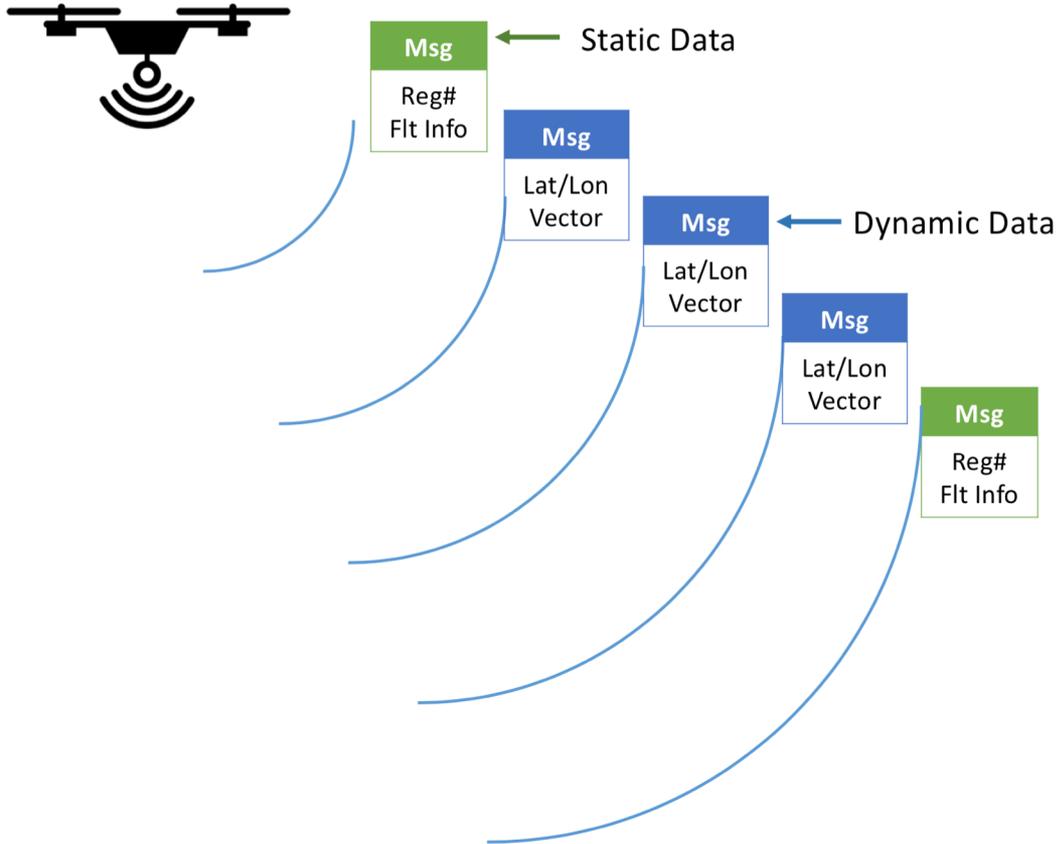


StratoEnergetics LIVE STREAM
<http://www.stratoenergetics.com>
 Buenos Aires Event
 TV Truck 02

Possibilities



Static and Dynamic Data Messages



- Static/Non-Changing Messages:
Lower Frequency (every 3 seconds)
- Dynamic/Changing Messages:
Higher Frequency (3 per second)



新たな知見・データに
基づく改善・挑戦

仕掛けから得られる
新たな知見・データ

仕掛けから得られる
フィードバック



プログラムごとの
新たな知見・データ

慶應義塾大学ドローン社会共創コンソーシアム

プログラムごとの
フィードバック

教育

研究

実践

仕掛け

ドローン人材育成
プログラム

ドローン産業振興
プログラム

ドローンによる
ソーシャル
イノベーション
プログラム

講座

検証

熟議

ドローン
人材の育成

ドローンを
活かした
産業の振興

ドローンに
よる地域課
題の解決

新たな産業の担い手 新たな地域産業 住みよい地域社会
自治体・小中高校・地域産業コミュニティetc...)



ドローンで旅客機

2017年01月22日 19時00分

動画

ドローンを飛ばして着陸中の旅客機を撮影した人物が逮捕される



カメラ付きのドローンを空港周辺で飛ばして、空港への着陸に向けて降下中の旅客機を同じ高さから撮影した男性が中国で逮捕されるという事態が発生しています。

DJI Mavic Pro drone user arrested after flying near Chinese plane

<http://www.ibtimes.co.uk/watch-dji-drone-narrowly-miss-crash-chinese-passenger-jet-mid-air-scare-1601519>

逮捕されたのは中国の杭州市に住む男性。着陸に向けて降下する北京首都航空の旅客機を、わずか数十～100メートル程度と思われる距離から撮影し、中国のWeibo(微博)で動画を公開していたとのこと。元の映像は見られなくなっているようですが、イギリスのメディア「IBTimes」がその動画を配信しています。