

UAVソリューションとテクノロジー紹介

2015

エンルートの提案するマルチコプター活用



株式会社エンルート

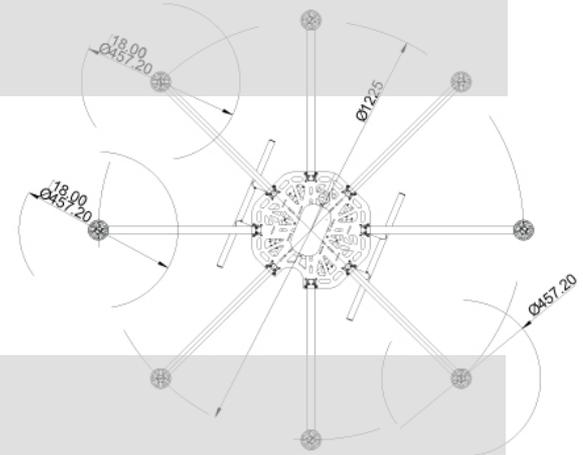
enRoute

目次

enRoute

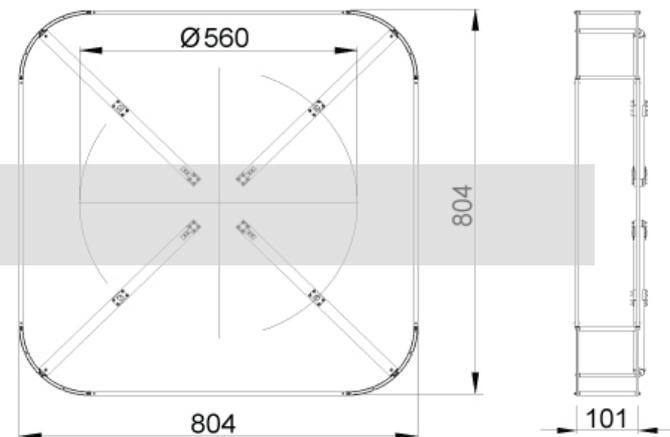
1. 無人機(UAV)基礎知識編

無人機の種類とそれぞれの特性の解説から始まり、どのようなシステムでソリューションを実現しているのか、機体設計上のポイントは何か等、UAVを理解する上で基礎となる知識の概要について解説。



2. ソリューション編

災害調査、救助や環境計測から、インフラ、プラント等の設備点検、保守、警備、通信中継など、マルチコプターを活用して実現したソリューションを紹介。



3. テクノロジー編

UAVの安定飛行以外に、様々なソリューションの実用化に向けて必要な周辺技術について紹介。

1. 無人機(UAV)基礎知識編

(1) 無人機の種類と特性について

人が搭乗しない無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle) は、米国の軍用固定翼機の開発で発展してきた。日本での産業利用としては、農業散布用の無線操縦ヘリコプターが有名。近年では、電動のパワーソースが大きく進化したことと、MEMSなどのデバイス進化による自動制御技術の急速な発展から、複雑な機械的制御機構を持たないマルチローターが登場したことで、様々な産業用途での爆発的な普及が予測されている。

固定翼



いわゆる飛行機タイプのもの。
高速で長距離を飛行させるのに適している。航空写真の撮影や、無線基地局として活用されている

回転翼(シングルローター)



実機のヘリコプターでは最も普及しているタイプ。機械的な制御機構が複雑なため、組み立てや、メンテナンスには熟練を要する。操縦技術習得も時間がかかる。

回転翼(マルチローター)



複数の小径ローターを回転方向を上手く組み合わせることで、シングルロータータイプと同様の動きを実現したタイプ。コンピュータ制御のサポートを受けることで驚くほどの安定感を持ち、今後の産業用 UAVの主流となりつつある。

空中停止ができない。

※離着陸にはある程度のスペースが必要

燃費が良いので長時間、
長距離フライトに適する。

用途によっては、長時間、長距離運用の特性を活かして非常に強力。ランチャーやパラシュート回収等のシステムで離着陸距離を必要としない運用方法も開発されている。機体は回転翼に比べ、非常に大きくなる。

空中停止や、低速移動が可能。

※離着陸にスペースを要さない。

ガソリンエンジンのため1時間以上の飛行が可能。

ローターが大きく、人や、物に対する攻撃性が高い。回転により発生する振動も大きい。ためセンサーや、カメラの防振対策が必要。機構の複雑さからパーツ数も多く、トラブル要因も多くなる。ペイロードあたりの機体重量が大きくなる。

空中停止や、低速移動が可能。

※離着陸にスペースを要さない。

電動であるため、バッテリー性能などを考慮すると10分から60分程度の飛行が適する。

騒音が非常に少ない。機体の構造がシンプルで、コストを抑えることができる。コンピューターとの親和性が高く、自動制御が行いやすい。ペイロードあたりの機体重量が軽い。Zion ZH940の例では、5Kgのペイロードで、バッテリー込みの機体重量は5Kg。

1. 無人機(UAV)基礎知識編

(2) マルチコプターシステム概要 (ドローンエコシステム)

複雑な機構を持たないマルチコプターは、コンピュータ制御との相性が良く、本体と、様々なセンサー、カメラ等のデータ収集機器、IT技術を組み合わせ、様々なソリューションを実現する事ができる。



2. ソリューション編

enRoute

産業用ソリューションMAP

①インフラ保守

- ・橋梁点検
- ・トンネル内部点検

②自然災害対応

- ・トンネル崩落
- ・火山災害
- ・土砂崩れ
- ・洪水被害調査

③救助

- ・山岳遭難(登山者)
- ・道迷い遭難(山菜取り)
- ・水難者探索・救助
- ・津波被害調査

④災害事故対応

- ・トンネル内火災
- ・プラント火災
- ・ビル火災
- ・交通事故現場検証

⑤設備メンテナンス

- ・プラント保守(高所作業)
- ・施工計画調査
- ・建造物3Dモデル制作

⑥警備(セキュリティ)

- ・工場内立ち入り者監視
- ・工場内高所定点監視
- ・侵入者追跡
- ・立てこもり事件偵察突入支援
- ・不法投棄監視

⑦資材管理

- ・プラント資材管理(RFID)
- ・プラント資材管理(画像処理)
- ・港湾等の貨物船積載物検査

⑧空撮

- ・イベント会場空撮
- ・各種TV番組制作
- ・各種映画制作
- ・各種イベント記念撮影

⑨農畜産業

- ・生育調査(葉緑素分析)
- ・農薬散布
- ・家畜分布調査
- ・生態調査

⑩環境調査

- ・PM2.5汚染計測&拡散予測
- ・海水、湖水の汚染調査

⑪その他

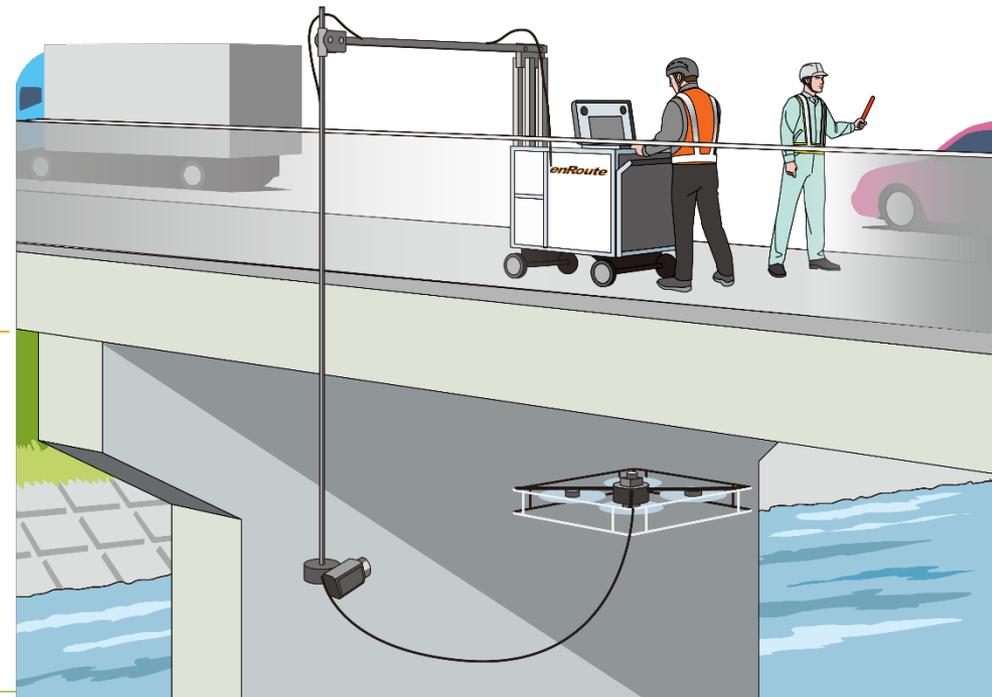
- ・地雷発見、除去支援
- ・空港のバードストライク対策
- ・小型貨物輸送(物流)

2. ソリューション編

インフラ整備・保守 事例：高速道路橋梁点検システム

高速道路の橋梁には、検査路の無いものも多く存在し、詳細点検を行うために、多くの労力と足場等に多額の費用を要する。マルチコプターによる点検システムを構築することで、大幅なコストカットを実現するとともに、地震発生時等の緊急時等の緊急点検においても活躍が期待されている。

本線より行う点検作業イメージ



使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- ジョイスティック型簡易コントロールBOX
- 赤外線カメラ 一眼レフカメラ
- 小型カメラ (遠隔制御用)
- 撮影用照明



テクノロジー

- 有線給電
- 画像処理フライトコントロール

バッテリーを機体に搭載しないため、重量を軽くでき、電源がある限り、飛行時間を確保できる。

2. ソリューション編

自然災害対応 事例：土砂崩れ被害状況調査

集中豪雨に起因する土砂災害などの現場では、いち早く災害場所の状況を把握し、その後の復旧計画を策定することが重要になる。道路の分断等で、人による調査が容易ではない現場でもマルチコプターを飛行させ、空撮データから3次元モデルを作成することで、被害状況をいち早く把握でき、迅速な災害対応を可能にする。洪水被害や火山被害、土石流による被害等も同様の方法で災害対策が可能。

◆ 使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- 空撮用カメラ

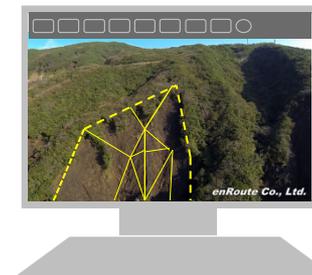
◆ テクノロジー

- 3Dオルソ画像
- 衛星通信
- リアルタイム映像転送

①伊豆大島崩落現場



②土砂崩れ現場上空より撮影



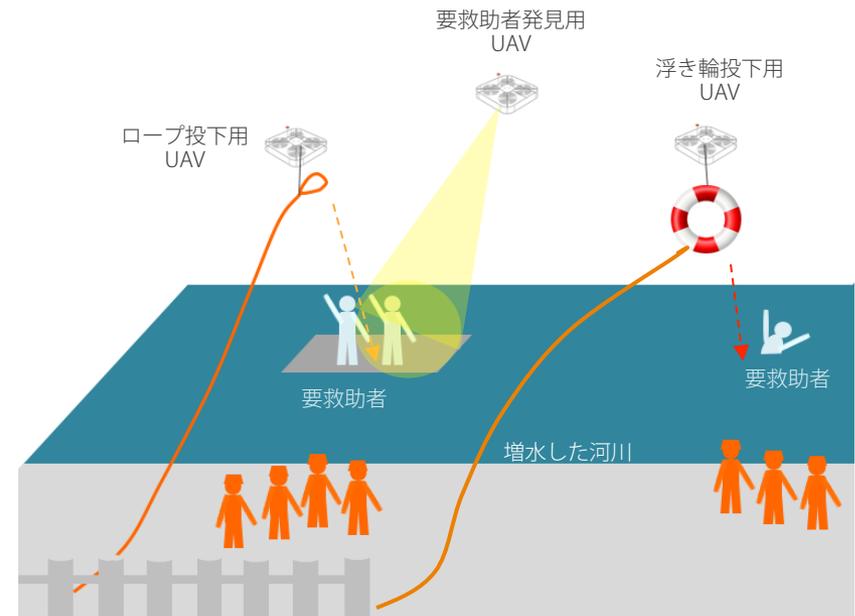
- ・被害状況分析
- ・復旧計画策定

2. ソリューション編

enRoute

救助 事例：水難者救助支援

急激に増水した河川などで、中洲に取り残された人や、濁流にのまれてしまった人を救助する際にマルチコプターが活躍する。要救助者へは、岸から張ったロープや浮き輪を一刻も早く手の届く範囲に届けなければならないが、レスキュー隊もリスクに直面することになる。マルチコプターであれば、レスキュー隊が河川侵入のリスクを冒すことなく、迅速に要救助者への対応が可能となる。



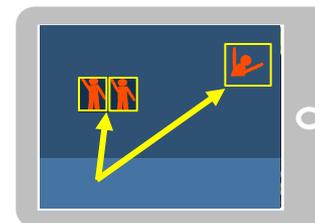
水難者救助支援イメージ

◆ 使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- 空撮用カメラ
- サーモカメラ

◆ テクノロジー

- レスキューコントロールシステム



飛行ルート設定用タブレット

モニター画像、もしくは、画像処理により、要救助者上空から浮き輪を投下することが可能。

2. ソリューション編

災害調査 事例：火災や被害状況の探査

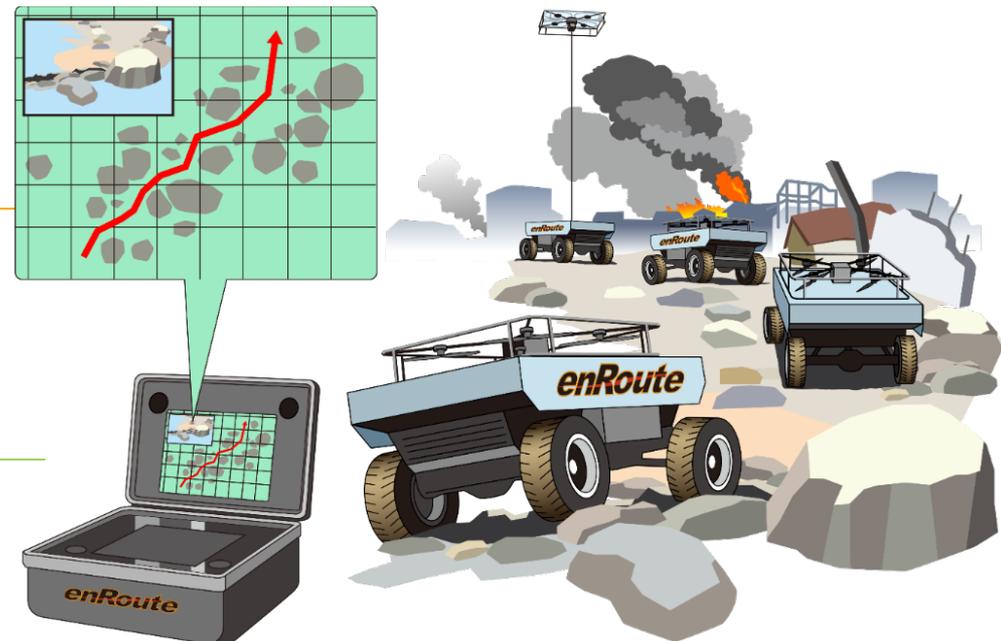
災害地を上空から長時間の探査を行うために、係留型のマルチコプターと、無人のグランドビークルを組み合わせ運用する。係留型のマルチコプターには、ジンバル付カメラを搭載し、上空から周辺を自由に探査できる。映像は、グランドビークルに転送され、グランドビークルに搭載されたスマートフォンで、映像の伝送を行う。さらに、グランドビークルは、スマートフォンの画像処理により自律走行も可能となる。

◆ 使用機器

- 係留型マルチコプター
- 空撮用ジンバル付カメラ
- マルチコプター係留用グランドビークル

◆ テクノロジー

- 画像認識飛行コントローラー
- ワイヤー巻き取り装置
- 有線式画像、制御伝送装置



2. ソリューション編

enRoute

災害調査 事例：トンネル災害

トンネル内の交通事故で、火災が発生しているようなケースでは、レスキュー隊がトンネル内に突入する前に、内部の様子を事前に把握することで、リスクの少ない的確な救助プランを立てることが出来る。マルチコプター偵察の際に、揮発性ガスが充満している可能性があるため、機体には耐着火性能が要求される。さらに車輪付きのマルチコプターは、移動のためのエネルギーを大幅にセーブできるため、距離の長いトンネルや、着地して詳細を観察したい場合に有効となる。複数機を中継器として運用することで、曲がったトンネルなどでも無線コントロールが可能となる。

◆ 使用機器

- 車輪付マルチコプター
- 無線中継装置
- サーモカメラ

◆ テクノロジー

- 衝突防止制御
- 耐着火性機体



2. ソリューション編

enRoute

災害事故対応 事例：プラント・コンビナート火災

様々な化学物質を取り扱う、プラントやコンビナートで火災が発生した場合、消火活動を行う前に、どのような物質が燃焼しているのかを特定し、それに応じた消火剤の選択を行う必要がある。実機の航空機は火災発生時に上空を飛行することはできないので、ガスセンサーを搭載したマルチコプターでサーベイ飛行を行い、リアルタイムで情報を送信し、確かな消火活動の支援を行う。無人機は使い捨てできるため、限界まで火災現場に接近することが可能となる。



◆ 使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- ガスセンサー
- カメラ

◆ テクノロジー

- 衛星通信
- 耐着火性機体



2. ソリューション編

enRoute

資材運搬 事例：災害地への資材運搬

資材を必要とする位置データを、ドローンコントロールセンターへ通知。コントロールセンタから各機体へ目的地と飛行コースをインプットし飛行可能な状態にする。現場では、資材運搬用ドローンに資材を搭載し、離陸命令を出せば、ドローンは自動飛行で資材を運搬し、ワイヤーを使って目的地に資材をゆっくり投下し、自動で帰還する。

◆ 使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- 運搬装置
- レーザー高度維持装置

◆ テクノロジー

- オンラインドローンコントロールサービス

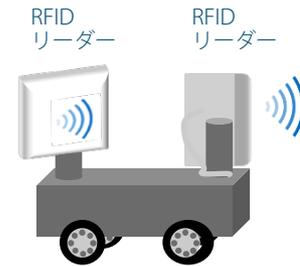


2. ソリューション編

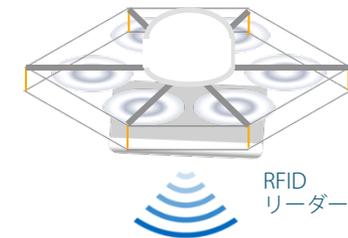
enRoute

資材管理 事例：プラント資材管理

プラントの建設現場は非常に広大な敷地であり、建設資材置き場も同様である。このため、資材の棚卸には莫大な人的リソースを必要とするが、これをマルチコプターと自動走行車(UGV)で資材のRFIDタグを読む、あるいは、画像を撮影することで、作業人員も大幅に削減でき、時間も短縮されるので、人手と時間をかけずに高頻度な棚卸が可能となる。タイムリーな資材在庫の把握が困難であったために出してしまう余剰資材の圧縮も実現し、大幅なコストカットが可能。



自動走行型UGV



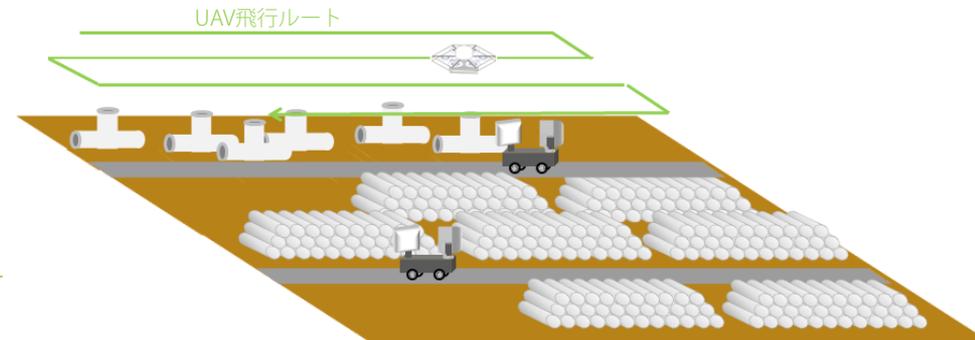
自動航行型UAV

使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- 自動走行型車両
- RFIDリーダ

テクノロジー

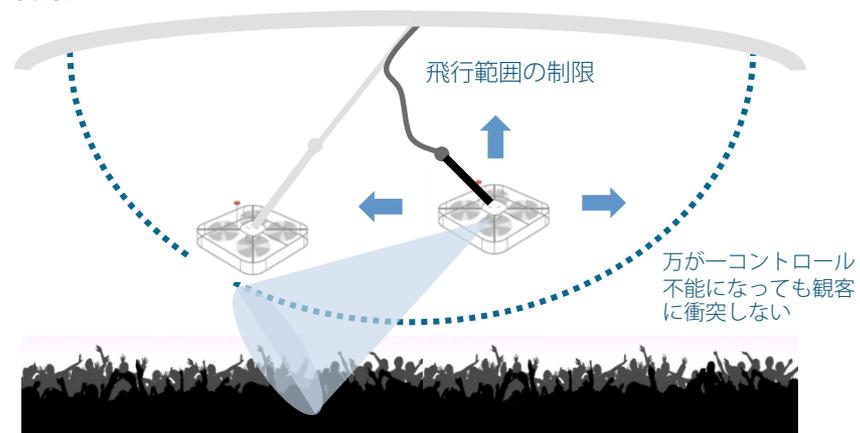
- 資材管理データベース
- 資材マッピングシステム



資材置場の棚卸イメージ

映像制作 事例：イベント・ライブ会場マルチアングル撮影

大型イベント会場やコンサート会場の上空からのアングル映像を撮影する際に、クレーンやワイヤーなどの設備が必要となるが、設備の設置やコストの問題がある。マルチコプターを利用することで、短時間でそのような撮影設備環境を構築することができる。



イベント会場撮影イメージ

◆ 使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- ジョイスティック型簡易コントロールBOX
- 業務用映像カメラ
- 小型カメラ(遠隔制御用)

◆ テクノロジー

- 有線給電
- 被写体自動追尾

2. ソリューション編

enRoute

農畜産業 事例：精密農業支援

マルチコプターを活用した農業支援は、今後の農業のあり方を考える上で非常に強力なツールとして注目されている。葉緑素分析を行える特殊なセンサーカメラ搭載のマルチコプターでサーベイ飛行を行い、データを分析、生育状況に問題のあるエリアをGISで明らかにする。この結果を元に、ピンポイントで農薬散布飛行などを行うなど、高品質で均一な農作物の育成を可能にする。

使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- 農薬散布型マルチコプター
- 可視光カメラ
- 赤外線カメラ
- 生育センサー

テクノロジー

- 農業用 GIS

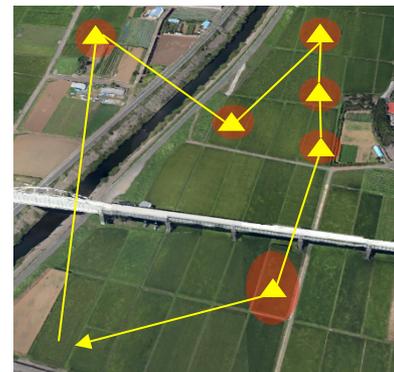
①サーベイ飛行



②葉緑素分析→GIS



③農薬散布飛行ルート設定



④農薬散布飛行



2. ソリューション編

enRoute

農薬散布 事例：精密農業支援

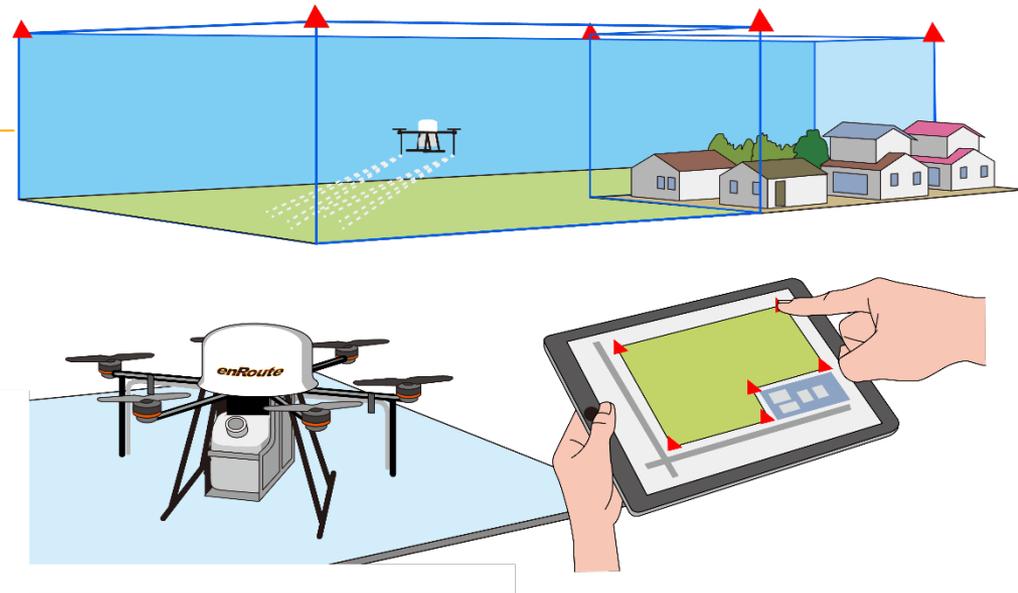
自動航行の可能な小型の薬剤散布機は、騒音も少なく、天候を選ばない飛行ができるため適期防除を可能とする。

使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- 薬剤散布用マルチコプター
- タブレットコントローラー
- 赤外線カメラ

テクノロジー

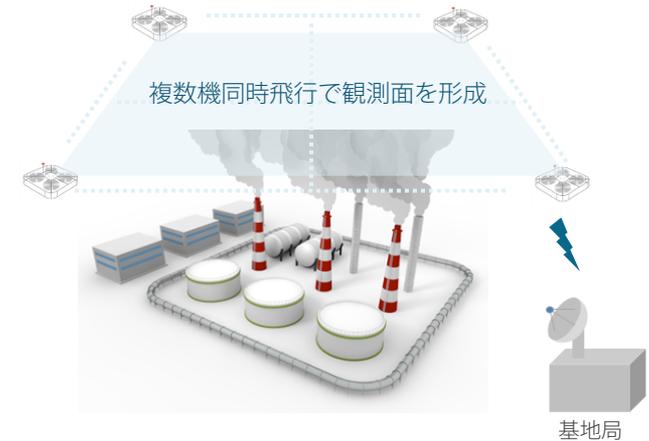
- 農業用自動航行プログラム



2. ソリューション編

環境調査 事例：大気汚染計測、拡散予測システム

昨今PM2.5のような化学物質による大気汚染や放射性物質の拡散などが環境問題として認識されている。汚染状況を計測し、現状を把握すると共に、複数観測点の汚染濃度の変化を分析することで、汚染の拡散予測を行なう試みが進行中である。



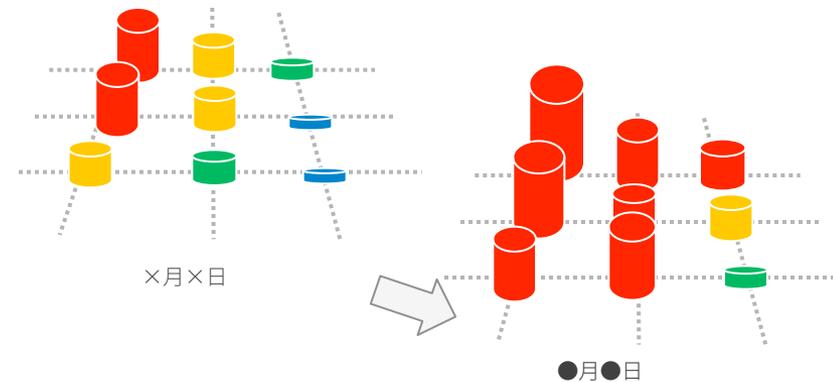
大気汚染計測イメージ

使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- ダストサンプラー

テクノロジー

- マルチノードテレメトリー
- GIS



大気汚染状況をMAP上に3Dイメージ化

2. ソリューション編

enRoute

水質調査 事例：ウォーターサンプリング

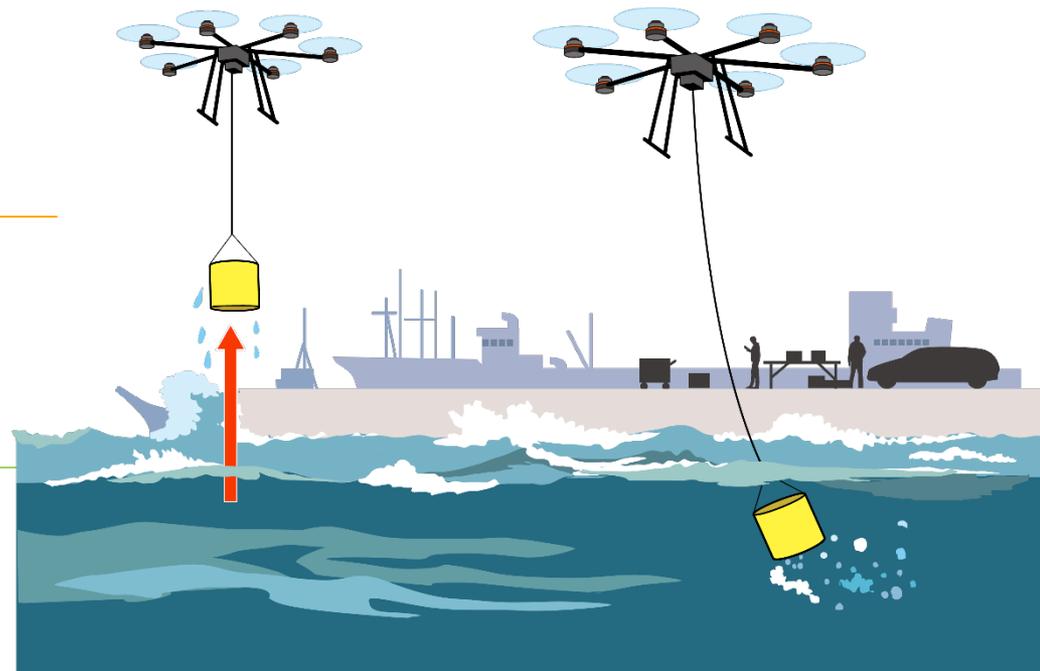
海水サンプリング装置を取り付け、複数個所の海水を同時サンプリングすることが可能で、汚染物質の分布計測も容易となる。また、同じポイントへの飛行も自動化できるため、定期的なサンプリングも容易となる。

◆ 使用機器

- 自動航行型マルチコプター
- ウォーターサンプリング装置
- ワイヤー巻上装置

◆ テクノロジー

- レーザー式高度制御装置

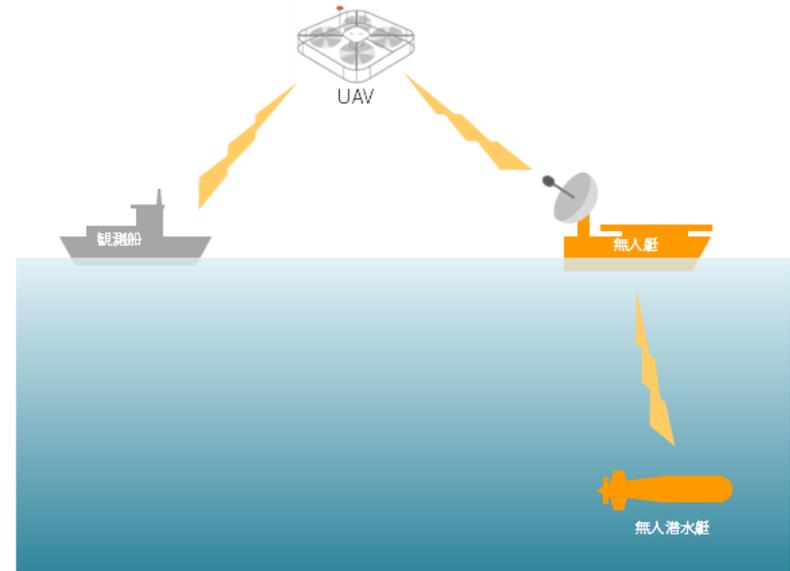


2. ソリューション編

enRoute

環境調査 事例：水中探査

水中探索を行う際に、無人艇上空にマルチコプターを飛行させることで、観測船と無人艇の通信距離を拡張することができ、無人艇単独で行なうよりも広範囲に渡る探索が可能となる。複数機のマルチコプターでマルチホップ通信を活用すればさらに通信距離を拡張することが可能。



マルチコプター中継水中探索イメージ

使用機器

- 自動航行型マルチコプター(通信基地局)
- 無人艇(マルチコプター&潜水艇ステーション)
- 無人潜水艇(サンプル採集)

テクノロジー

- マルチホップ通信
- 移動体追尾、自動着陸

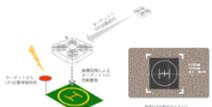
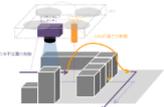
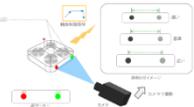
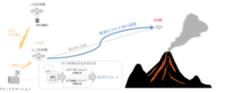
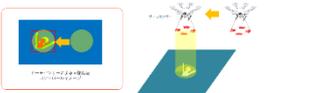


3. テクノロジー編

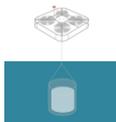
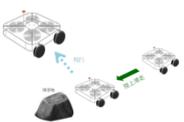
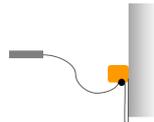


ソリューション構築テクノロジーMAP

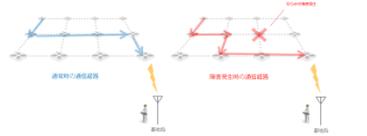
制御

 <p>移動体追尾、自動着陸システム</p>	 <p>オプティカルフロー&レーザーレンジコントロールシステム</p>
 <p>ARマーカークонтроールシステム</p>	 <p>UAVトラッキングシステム</p>
 <p>飛行ルート最適化プログラム</p>	 <p>レスキューコントロールシステム</p>

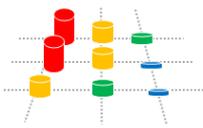
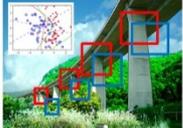
周辺技術

 <p>ウォーターサンプリング</p>	 <p>車輻付マルチコプター</p>
 <p>有線給電</p>	 <p>物資(ロボット)投下 レーザー投下</p>

通信

 <p>マルチホッピング通信</p>	 <p>マルチノードテレメトリー</p>
---	---

アプリケーション

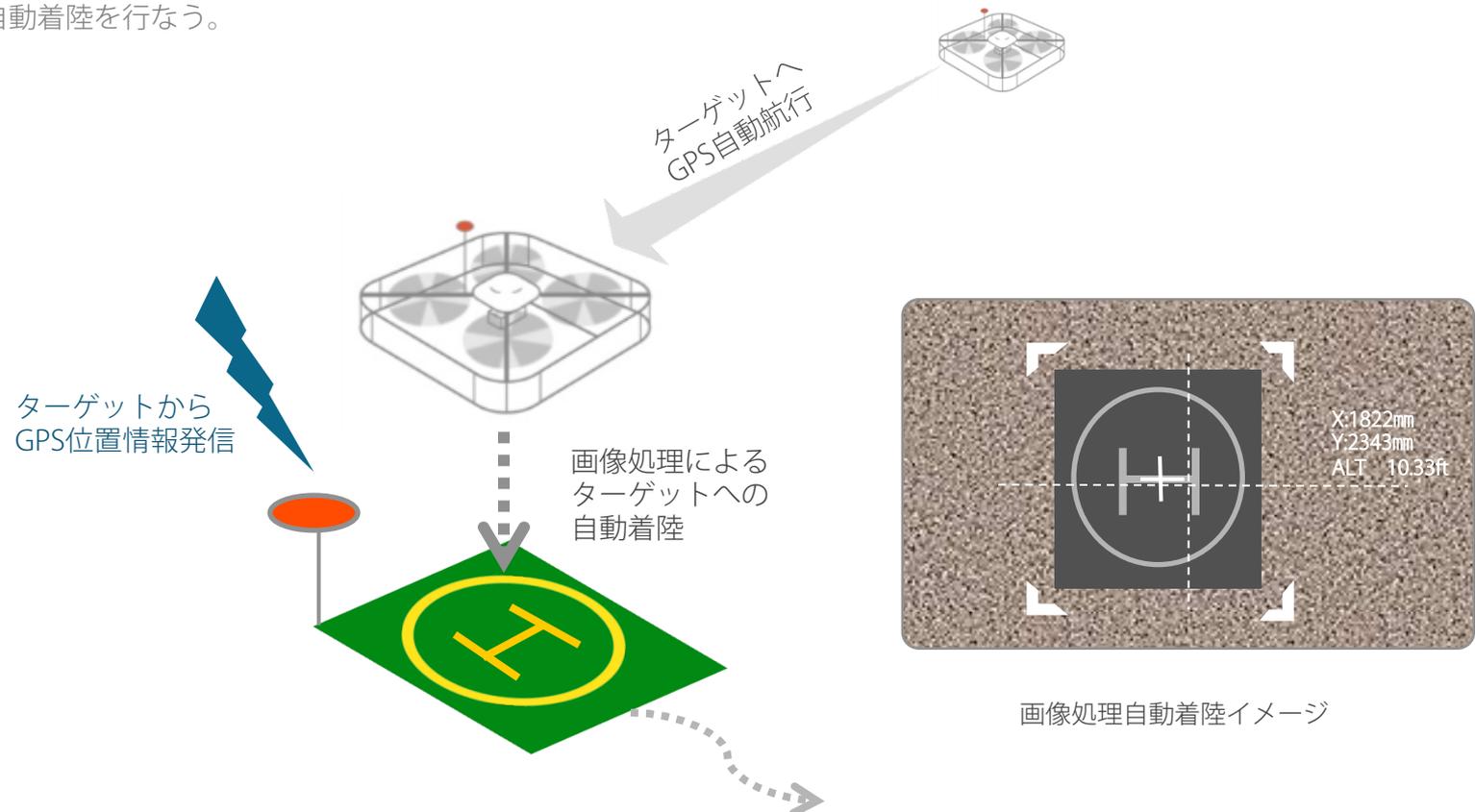
 <p>GIS</p>	 <p>3Dオルソ画像</p>	 <p>画像パターン認識</p>
--	--	---

3. テクノロジー編

enRoute

自動制御 移動体追尾、自動着陸システム

UGVや船舶などへの自動着陸を可能とする技術。移動体のGPS位置情報をUAVが認識し、移動体上空へ飛来、イメージセンサーによる画像処理で、自動着陸を行なう。

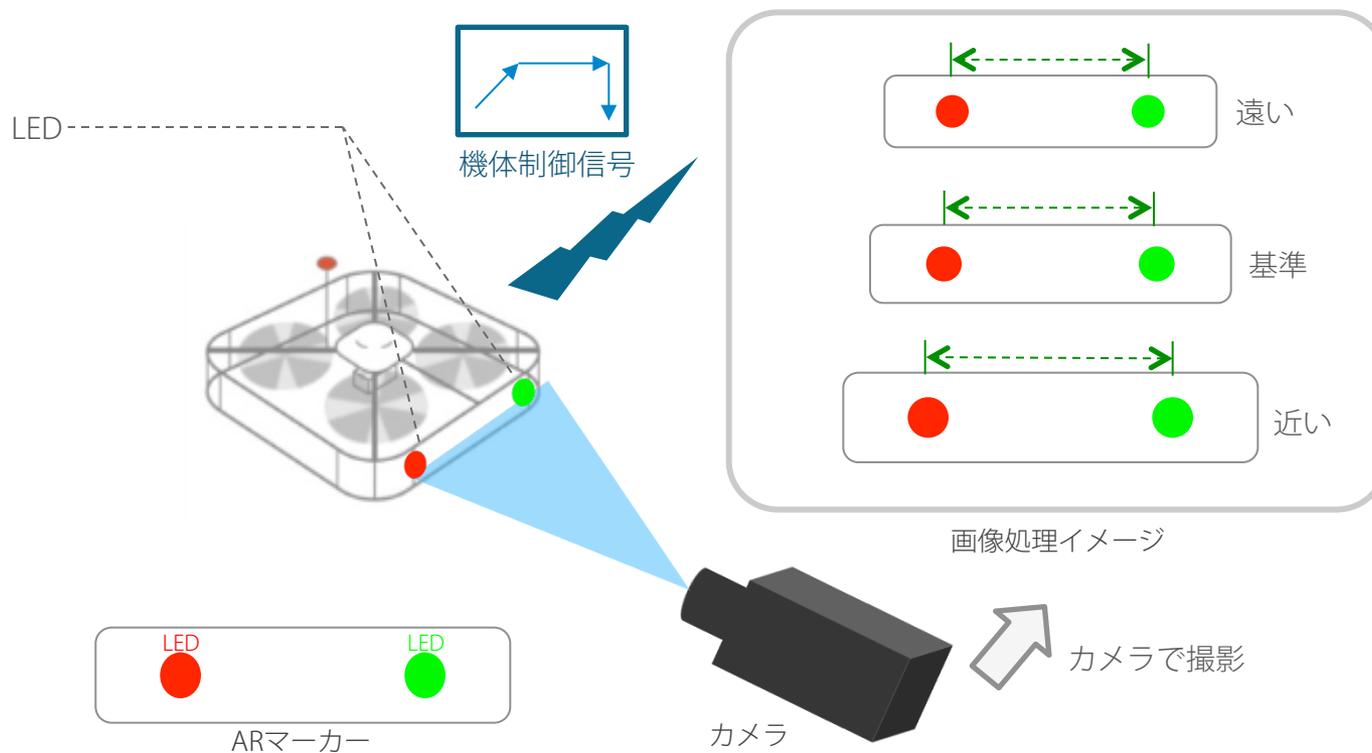


3. テクノロジー編

enRoute

自動制御 ARマーカークонтроールシステム

ARマーカークによるUAVの位置制御を行うシステム。LEDや、図形などのARマーカークを用いて位置制御を行う。GPSの使えない橋梁下や工場内などでの制御に有効。

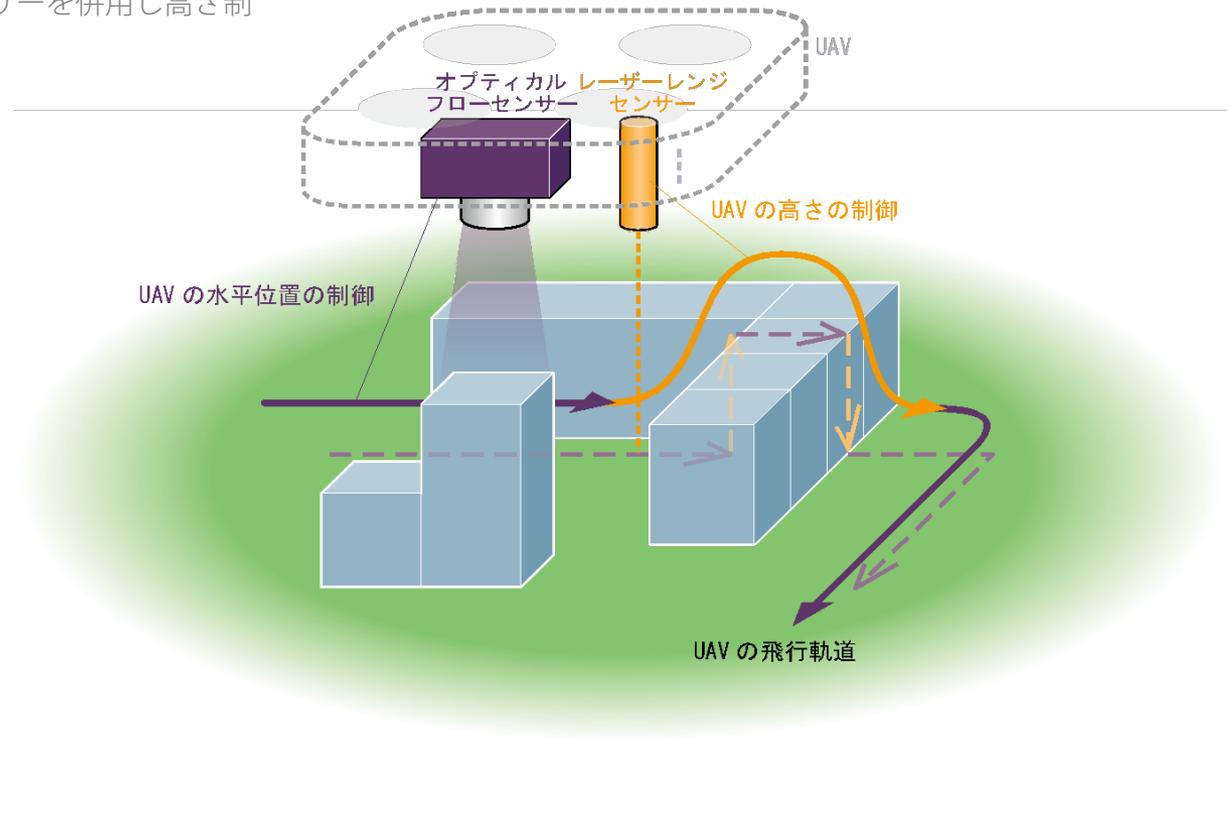


3. テクノロジー編

enRoute

自動制御 オプティカルフローコントロール

オプティカルフローセンサーとレーザーレンジセンサーを組み合わせたUAVの位置制御システム。オプティカルフローセンサーで水平位置を制御、レーザーレンジセンサーを併用し高さ制御を行なう。



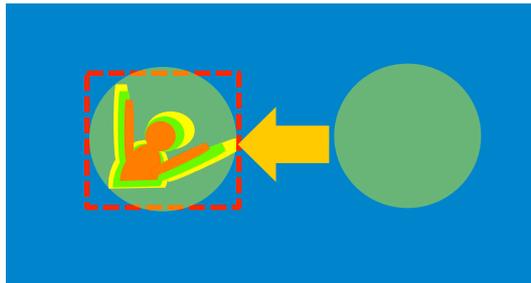
3. テクノロジー編

enRoute

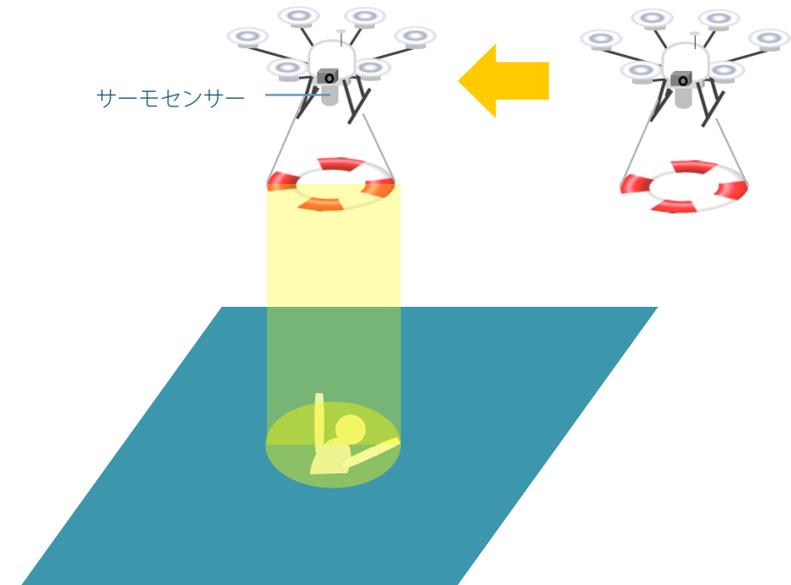
自動制御 レスキューコントロールシステム

自動追尾・自動着陸と考え方は同じであるが、夜間などの捜索救助を想定して、サーモセンサーによる画像で人体を認識し、画像処理によってターゲットの真上にUAVを誘導する。真上到達と同時に救援物資の投下を行うように設定すれば、より確実な救命救急活動が可能。

サーモセンサーによる画像処理
コントロールでUAVを要救助者
の真上に自動で誘導



サーモセンサーによる画像処理
コントロールイメージ



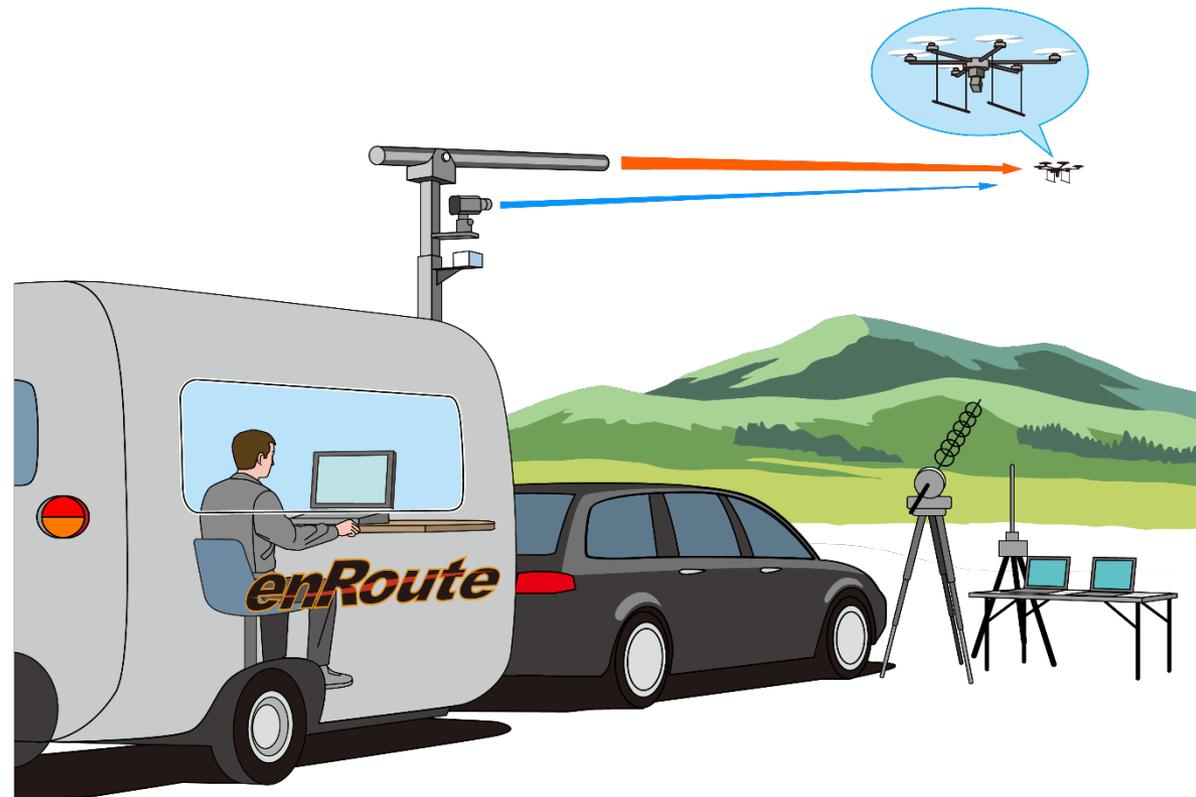
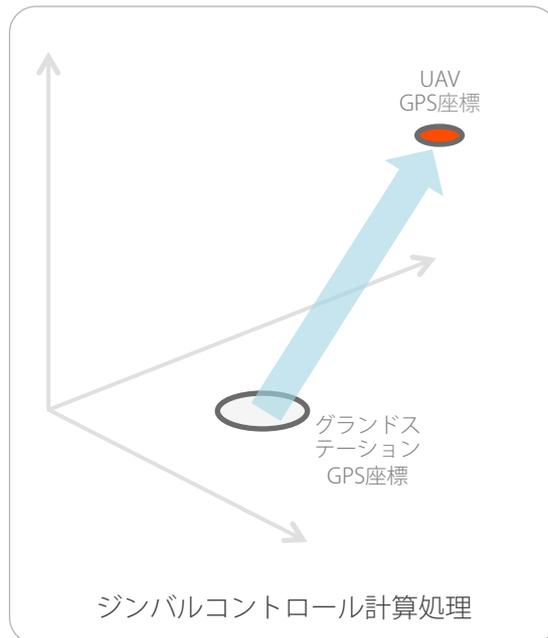
要救助者の真上にホバリングし、
浮き輪を投下するイメージ

3. テクノロジー編

enRoute

自動制御 UAVトラッキング

UAVの位置を自動追尾するジンバルシステム。
UAVのGPS位置座標とグラウンドステーションの
GPS位置座標から、アンテナやカメラをUAVへ
向け続ける。

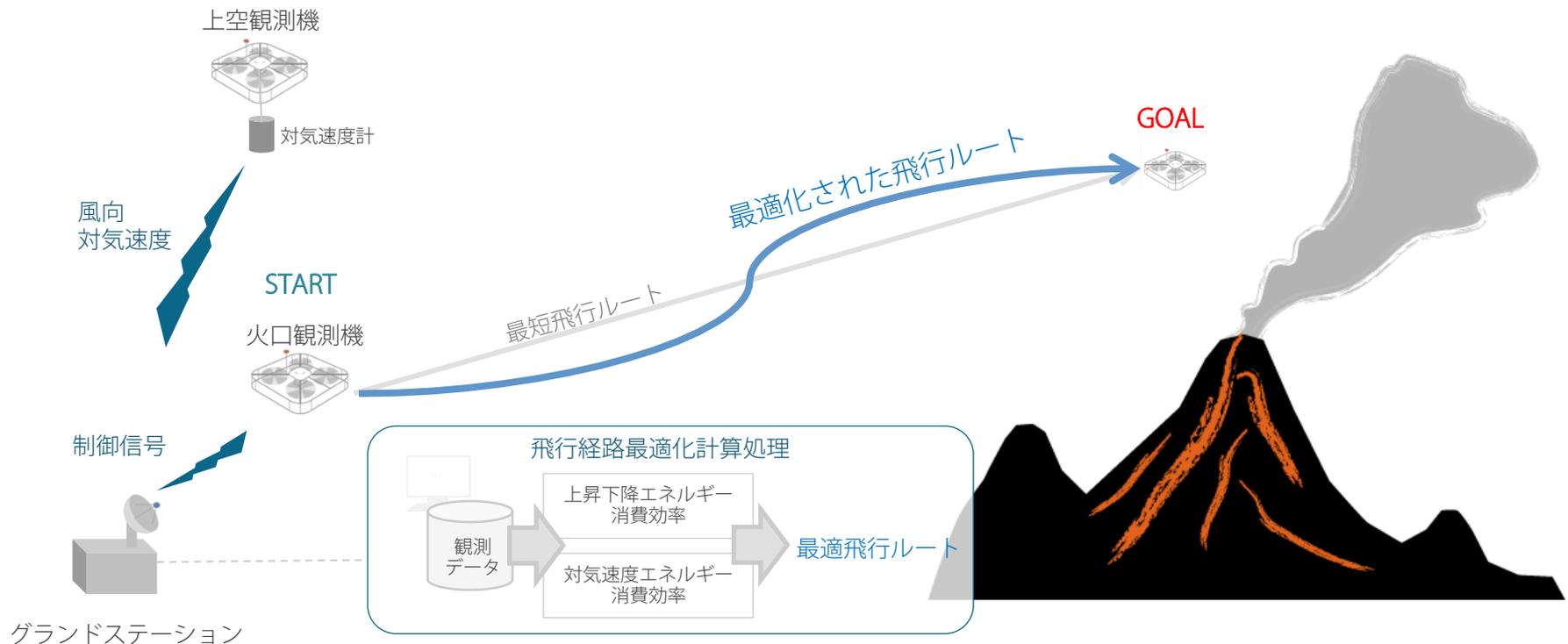


3. テクノロジー編

enRoute

自動制御 飛行ルート最適化プログラム

上空を飛ぶ観測器からの情報などを参考にしながら、よりエネルギー消費を少なくする、飛行経路の最適化を行うプログラム。上昇に要するマルチコプターのエネルギー消費率や、風に対抗するエネルギー消費率から、飛行経路の最適化を行う。経路はリアルタイムに変更可能で、飛行コントロールと、経路計算ソフトウェアのインターフェースを用意しているため、様々な飛行制御アルゴリズムを組み込む事が容易である。

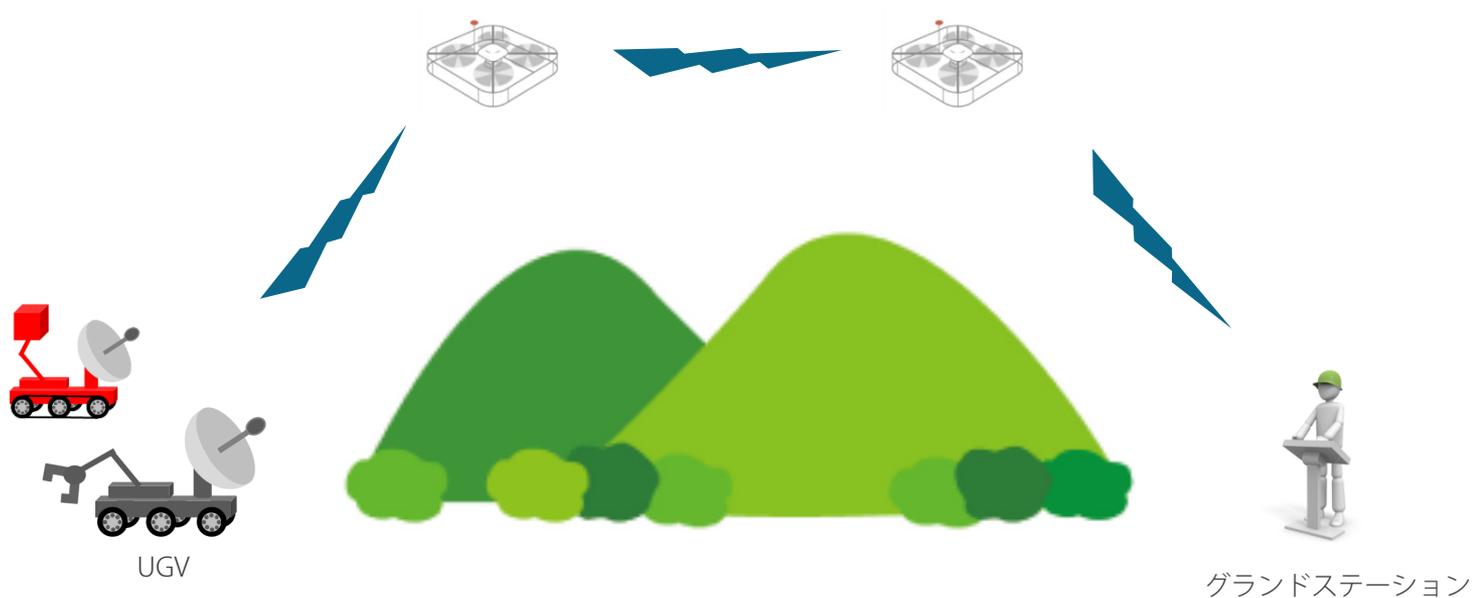


3. テクノロジー編

enRoute

通信 マルチホップ通信

マルチコプターで、リピーターやアンテナを高い位置に設置する事で、山間部や、障害物を越えての通信、遠距離通信に活用できる。マルチコプターは、有線給電で長時間飛行させたり、複数機をローテーション飛行させて長時間通信に対応することも可能

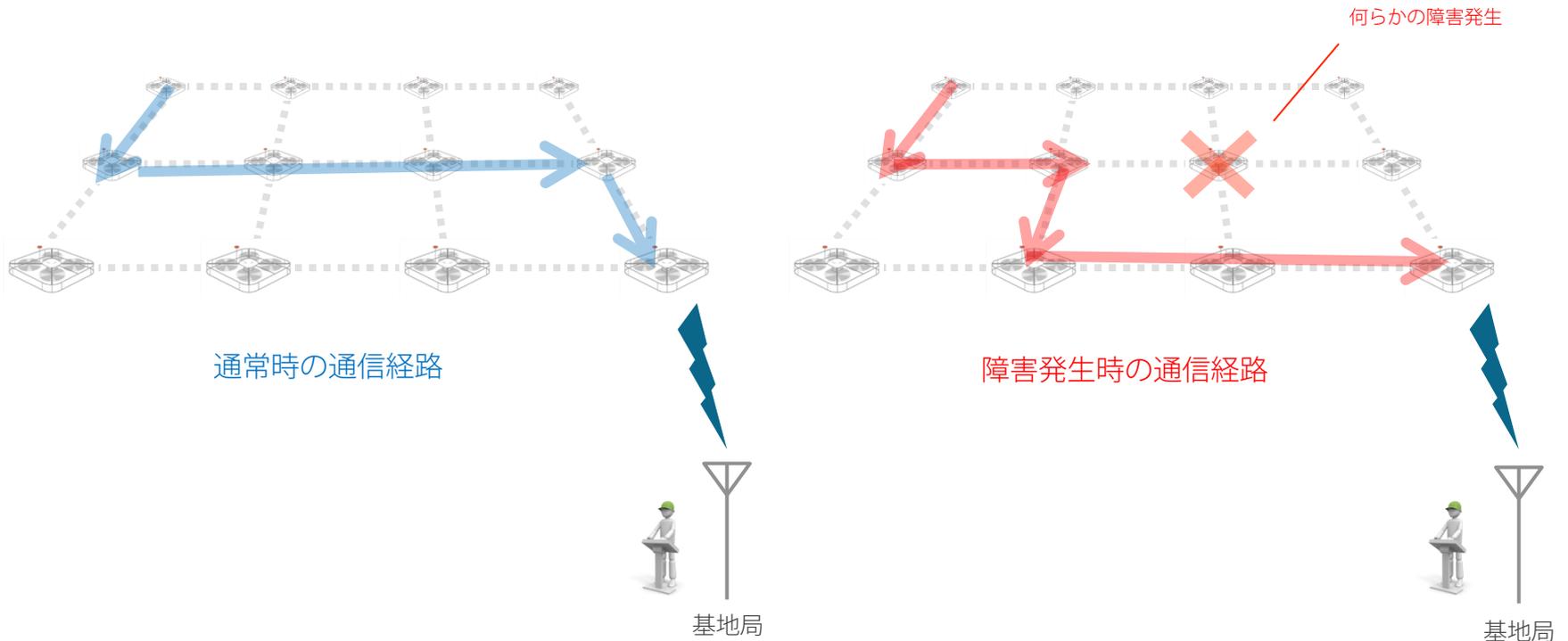


マルチホップ通信で見通しの悪い山岳地帯で遠隔地のUGVをコントロールするイメージ

3. テクノロジー編

通信 マルチノードテレメトリー

火山災害などで複数点のガス分布データを同時に取るなどの用途で有効な技術。テレメトリーのネットワークをデータ通信にも活用し、テレメトリーが破壊された場合でも、別のノード経由でデータの収集を可能にする。複数機の同時運用が可能なマルチコプターは、複数のテレメトリーを投下したり、測定点に飛ばして配置する事が、技術的にもコスト的にも適している



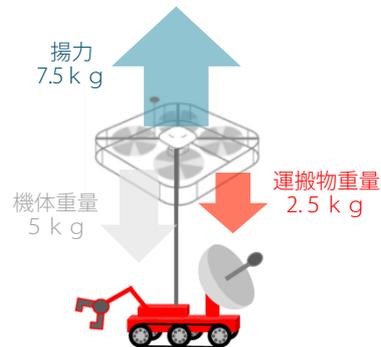
3. テクノロジー編

enRoute

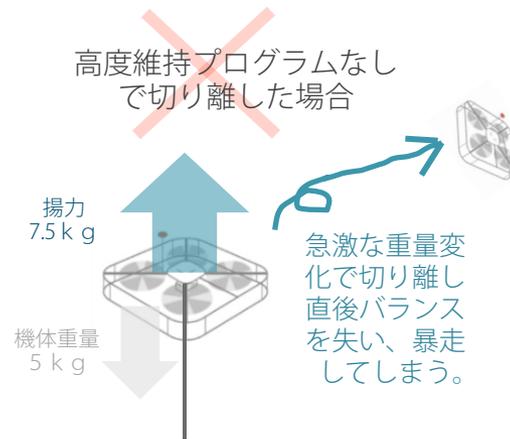
作業 物資(ロボット) 投下

物資やロボットなどを投下する場合、マルチコプターの特性上、機体重量に対して、運搬物の重量の比率が非常に大きいため、切り離しを行なった瞬間、急激に重量が変化し、揚力とのバランスが崩れ、暴走してしまう。**高度維持プログラム**を設定することで、この変化に即座に対応し、ほとんど高度変化なく、安定した飛行状態に即リカバリーが可能となる。またテザー投下でゆっくりと降下させることも可能。

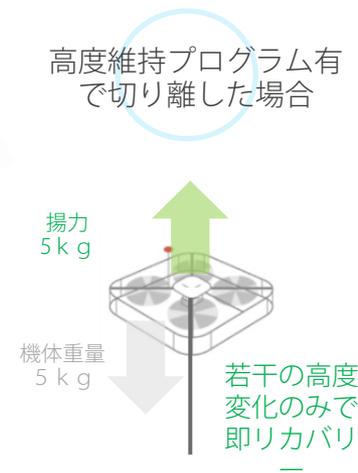
投下ポイントでホバリング



高度維持プログラムなし
で切り離した場合



高度維持プログラム有
で切り離した場合



テザー投下の場合

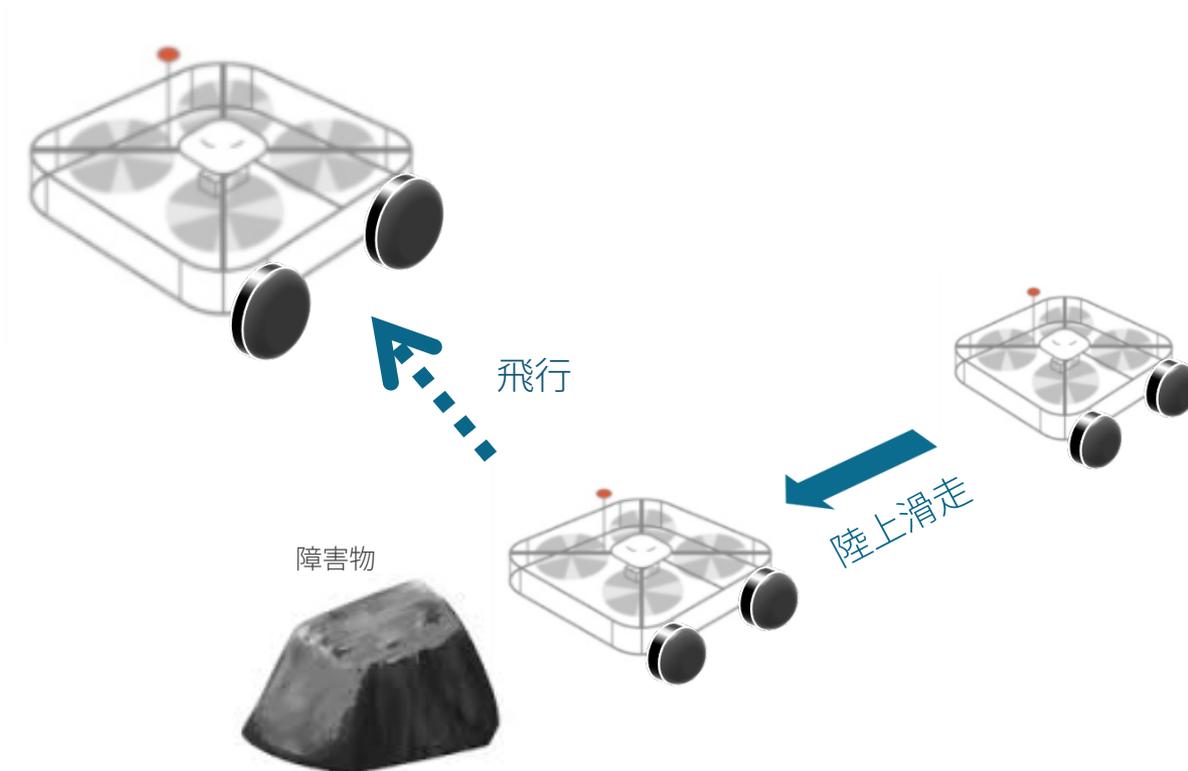


3. テクノロジー編

enRoute

ハイブリッド 車輪付マルチコプター

マルチコプターに車輪を付けることで、移動時のエネルギーをセーブすることができる。平らなフロアを移動するタイプであれば、飛行しての移動に比較し、1/10から1/20のエネルギーで移動可能とする。この際、車輪の駆動は不要で、プロペラの推力のみでの移動が可能で、方向転換なども特別な制御系は不要。障害物回避や、階段を移動する時にのみ飛行するなどの運用で、長時間の稼働を可能とする。

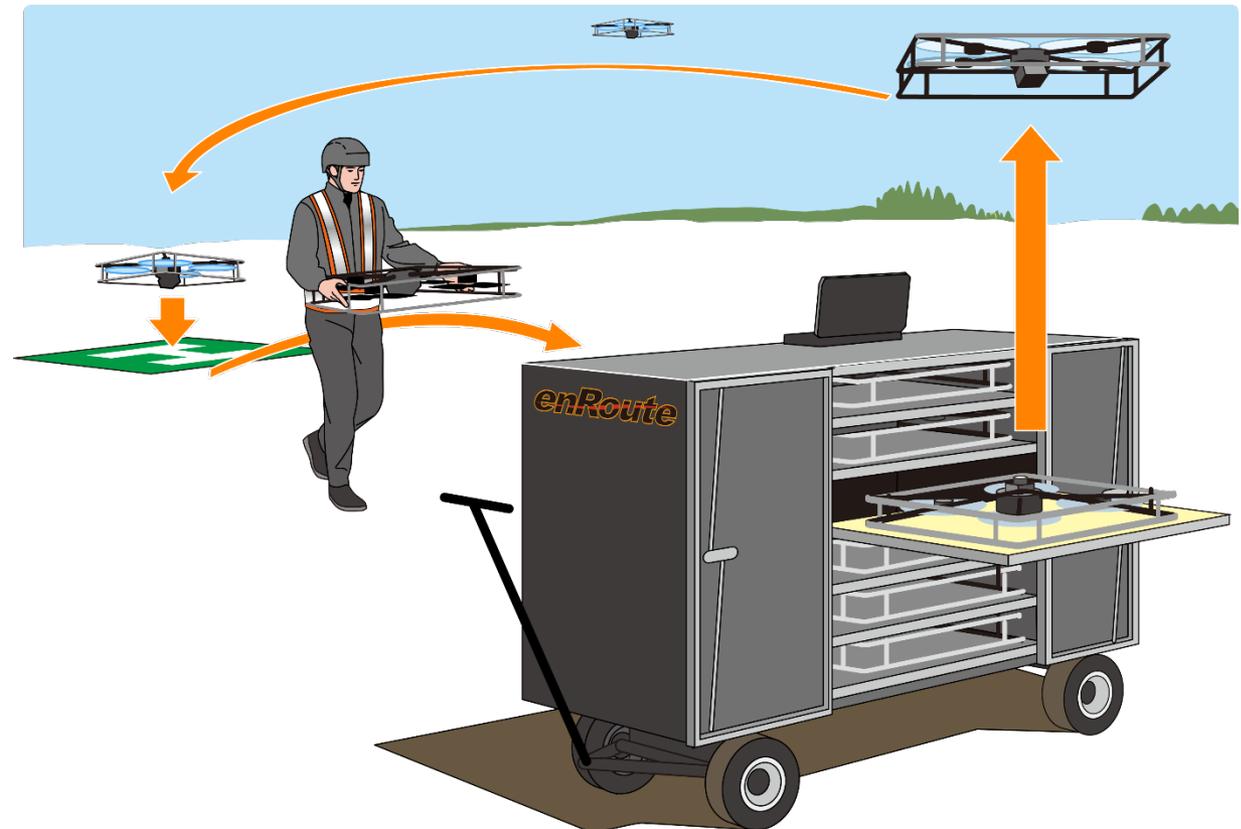


3. テクノロジー編

enRoute

無線充電 待機時に無線給電による充電がなされている。

非接触の無線給電は、機体の防塵、防水性を高めることが出来、バッテリーの付け外しなどによるトラブルが低減される。ラックに常に充電された機材が装填されており、取り出してすぐに活用できるため利便性が高い。

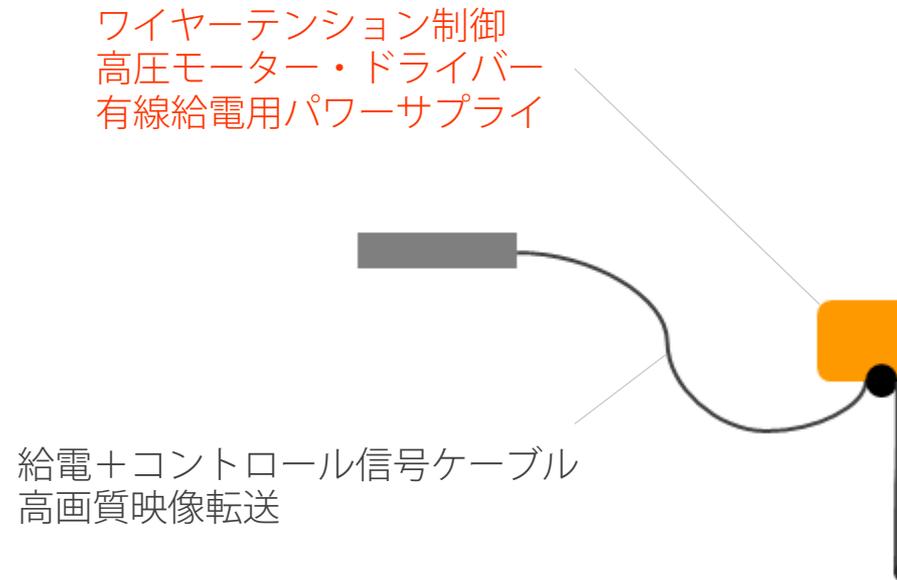


3. テクノロジー編

enRoute

周辺機器技術 有線給電

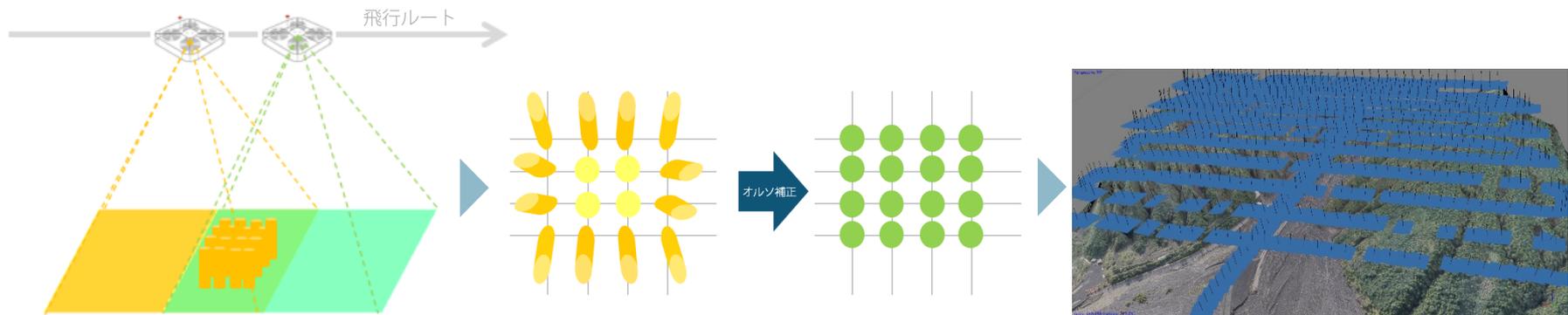
マルチコプターへの電源供給を有線にて行い、またフライトコントロールの信号も有線にて行うため、飛行時間の制限がなくなり、混信のリスクのない安定したフライトコントロールが可能となる。ワイヤーを上空から釣ったり、ワイヤーテンションコントローラと組み合わせたりすることで、ワイヤーの重量を軽減し、機動性を上げることも可能。橋梁点検や、UGVと組み合わせての災害救助支援、天井や高所への建材設置作業等、産業用途での活用において重要なテクノロジーである。



3. テクノロジー編

アプリケーション 3Dオルソ画像

通常の写真は中心から離れるほどにひずみが生じる性質がある。このひずみを補正し、地形図と同じ正確さを持たせたものをオルソ画像という。さらに、高さの情報も与えたものが、立体航空写真図 3Dオルソ画像となる。
この三次元データを3Dプリンタに送信することで、建物や地形の立体モデルを作成し、作業検討に使用することもできる。



マルチコプターで空撮

- 1 あらかじめ撮影用に飛行ルートを設定し、GPSで自動航行を行なう。シャッタータイミング等もあらかじめ設定を行なうことが可能。

オルソ補正

- 2 専用のソフトでゆがみの補正を行なう。

3Dオルソ画像

- 3 専用のソフトを用いて、作成したオルソデータにX,Y,Zの座標を与えて高さのデータも加えた画像が完成。

3. テクノロジー編

enRoute

ドローンマネージメント オンラインドローンコントロールシステム

クラウドでドローンの飛行管理を行うシステム。飛行プログラマーは、機体ごとの飛行コースのマネージメントを行う。現場では、機体を箱から取り出すだけの作業となり、特殊な技能は不要である。

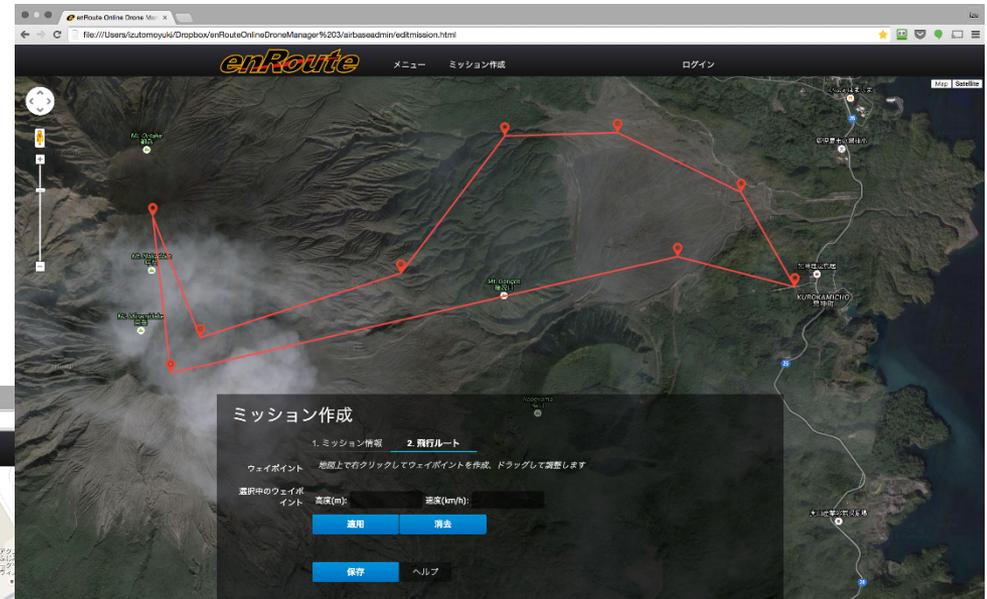
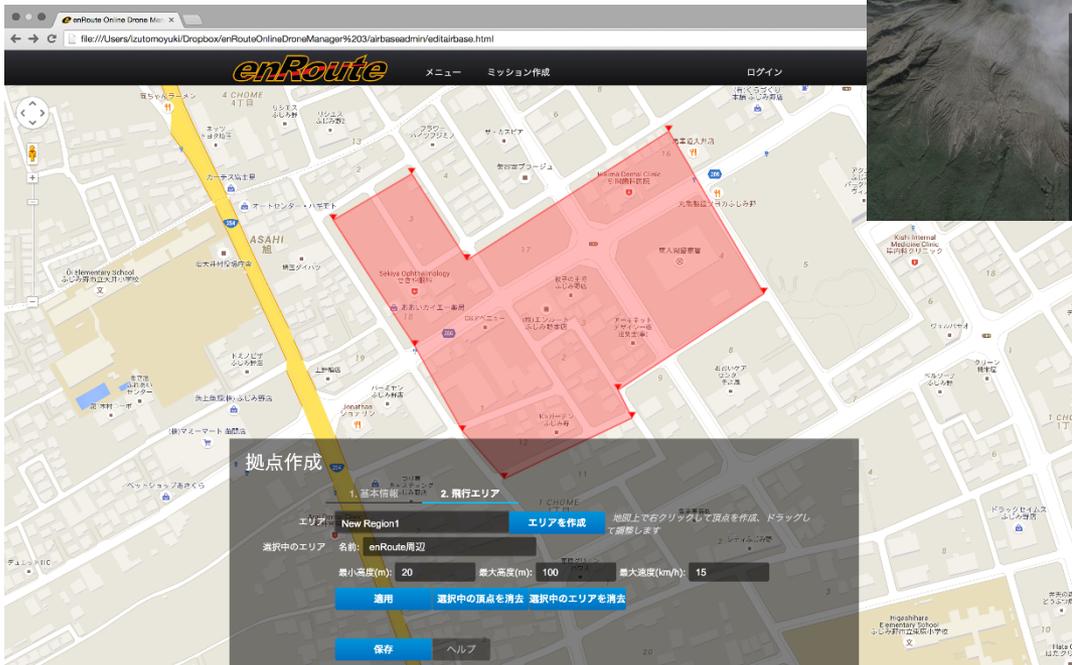
機体の飛行する空域と、飛行コースを設定するオンラインドローンコントロールと、リアルタイムに飛行指令を出せる、リアルタイムフライトコントローラーがある。



3. テクノロジー編

オンラインドローンコントロールシステム

各拠点での飛行エリアの制限を定義。
飛行コースのプログラムを設定。



3. テクノロジー編

enRoute

オンラインドローンコントロールシステム

機体の定義、登録。

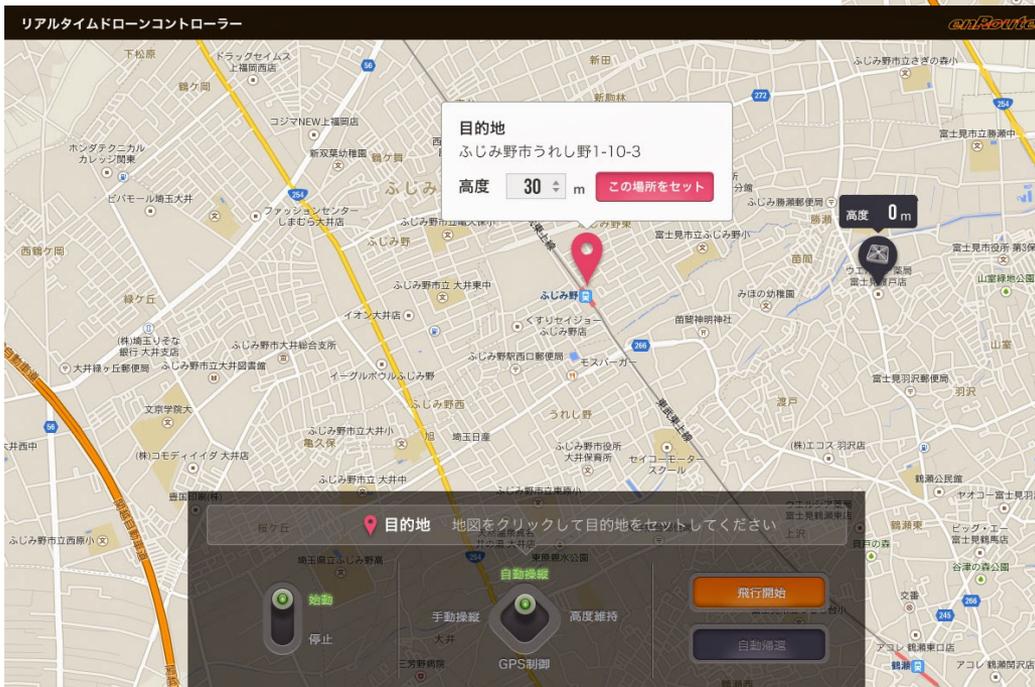


3. テクノロジー編



リアルタイムフライトコントロールシステム

MQTTを用い、遠隔地の機体をリアルタイムに飛行コントロール。

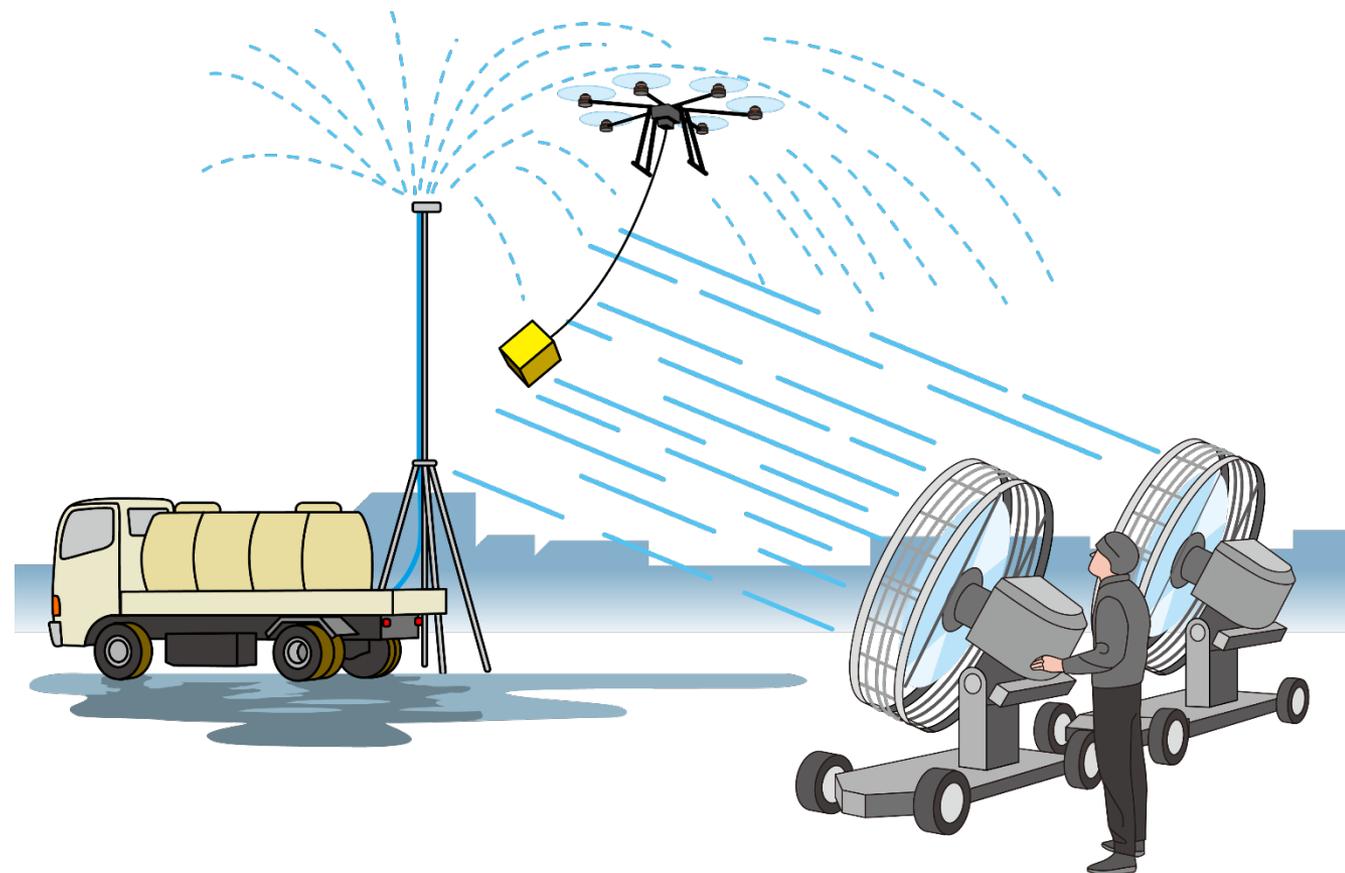


3. テクノロジー編

enRoute

耐候性試験 全天候型マルチコプターの開発

風に強く雨天でも使用できる機体の開発。

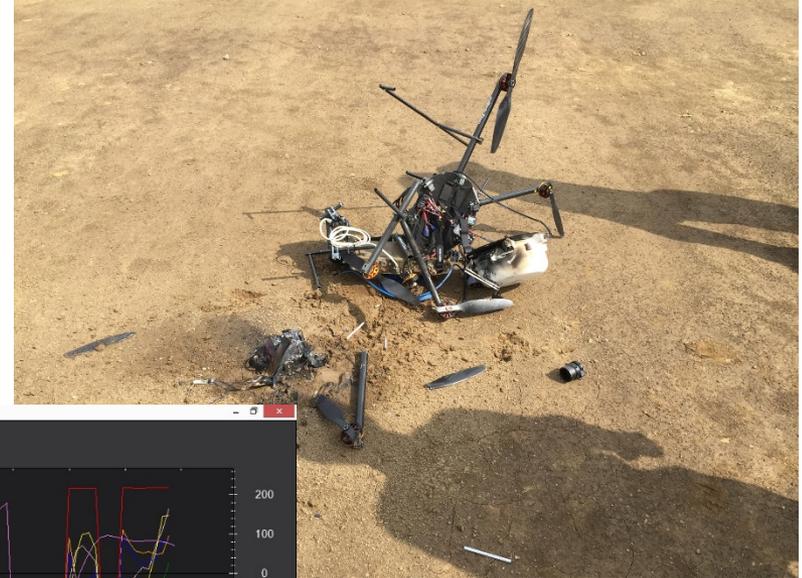


3. テクノロジー編



トラブル解析 データログ分析による原因究明

飛行に関する情報をロギング。

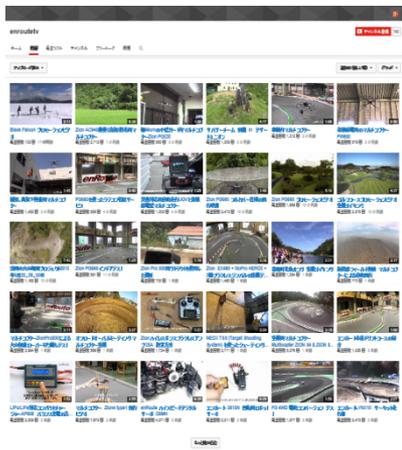


情報発信メディア



www.facebook.com/enRoute.Multicopter

Zion (ザイオン) マルチコプターFacebook



www.youtube.com/user/enroutetv

enRouteデモビデオ

