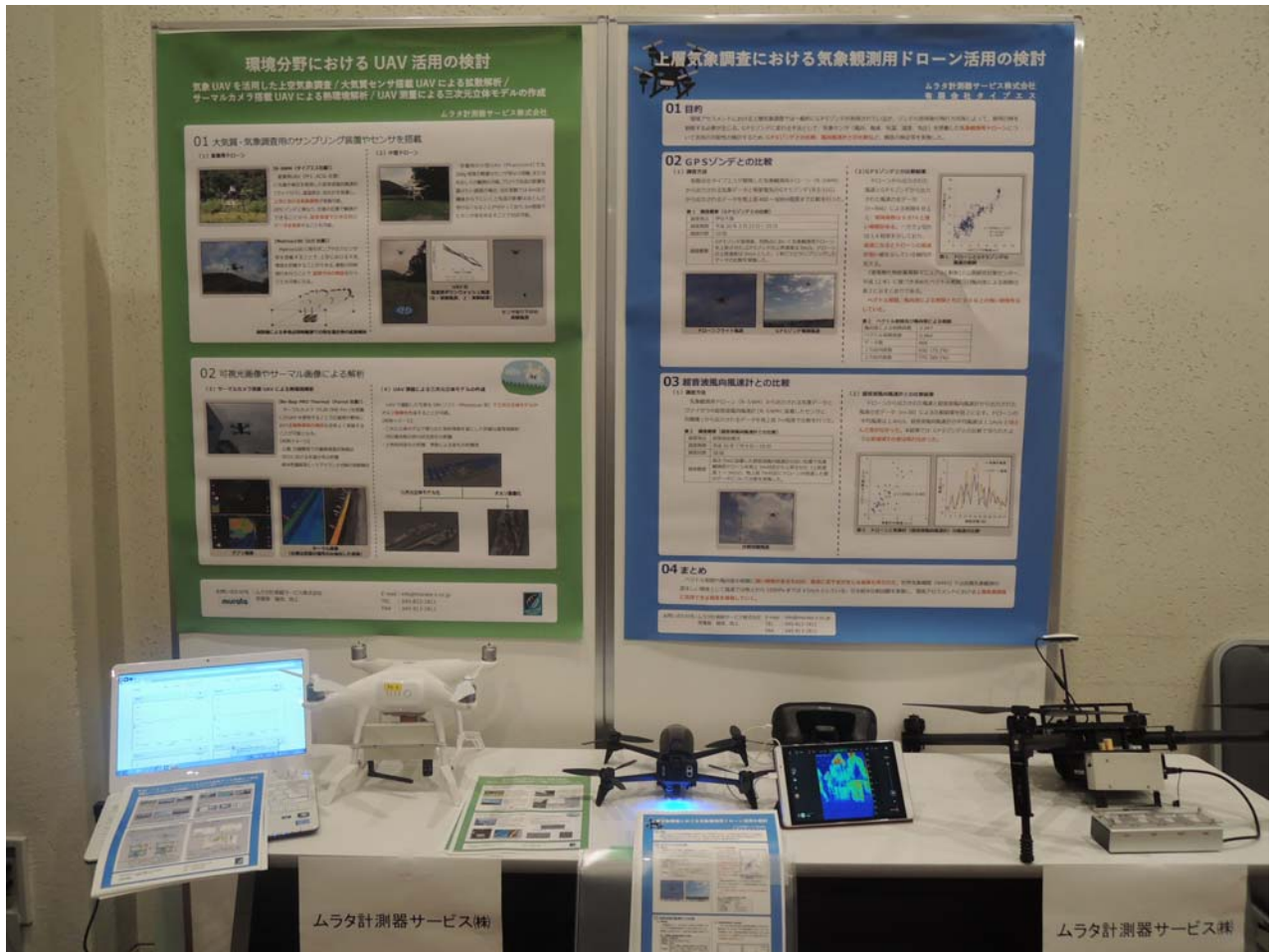


2018 年 J E A S 第 14 回技術交流会 展示発表

No.	展示会社・団体	展示内容
2	<p>ムラタ計測器サービス株式会社 「環境分野における UAV 活用の検討」</p>	<p>大気質や気象センサをドローンに搭載し、上空における環境状況を把握する手法について検討を行った。</p> <p>ドローンを活用することでこれまで困難であった三次元的なデータの収集が可能になる一方、バッテリー容量等の問題から飛行時間に制約があることから調査のデザインが重要となる。</p> <p>また、ドローンに搭載したセンサはプロペラ気流の影響や気圧の変化などを受ける可能性があることから、センサから出力された値が利用できるものなのかどうか、調査結果の妥当性の確認が必要となる。</p> <p>今回は気象センサ等を搭載したドローン及びその実証実験の結果の他、サーモグラフィ搭載ドローンの活用や空撮用ドローンの画像解析などを紹介する。</p>

展示風景



# 環境分野における UAV 活用の検討

気象 UAV を活用した上空気象調査 / 大気質センサ搭載 UAV による拡散解析 /  
サーマルカメラ搭載 UAV による熱環境解析 / UAV 測量による三次元立体モデルの作成

ムラタ計測器サービス株式会社

## 01 大気質・気象調査用のサンプリング装置やセンサを搭載

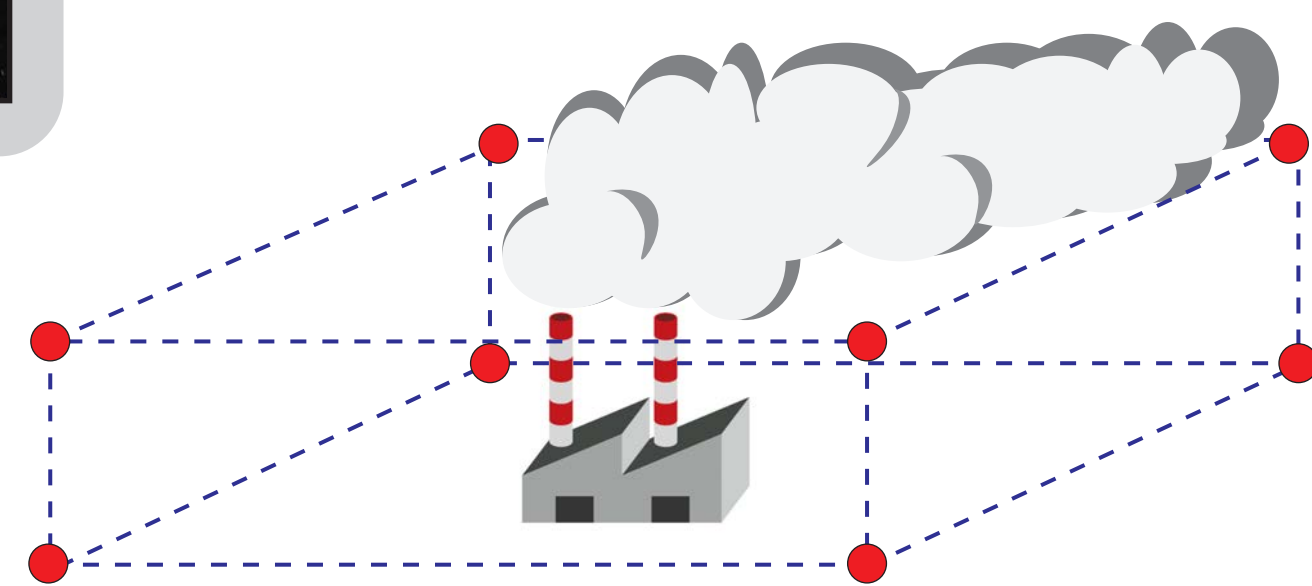
### (1) 産業用ドローン



**【R-SWM (タイプエス社製)】**  
産業用UAV (PF1 :ACSL 社製) に気象庁検定を取得した超音波風向風速計 (ヴァイサラ)、温湿度計、気圧計を装着し、**上空における気象調査**が実施可能。GPS ゾンデと異なり、任意の位置で観測ができることから、**指定高度で三次元的にデータを取得**することも可能。



**【Matrice100 (DJI 社製)】**  
Matrice100 に吸引ポンプやガスセンサ等を搭載することで、上空における大気環境を把握することができる。複数の同時飛行を行うことで、**拡散方向の検証**を行うことも可能になる。

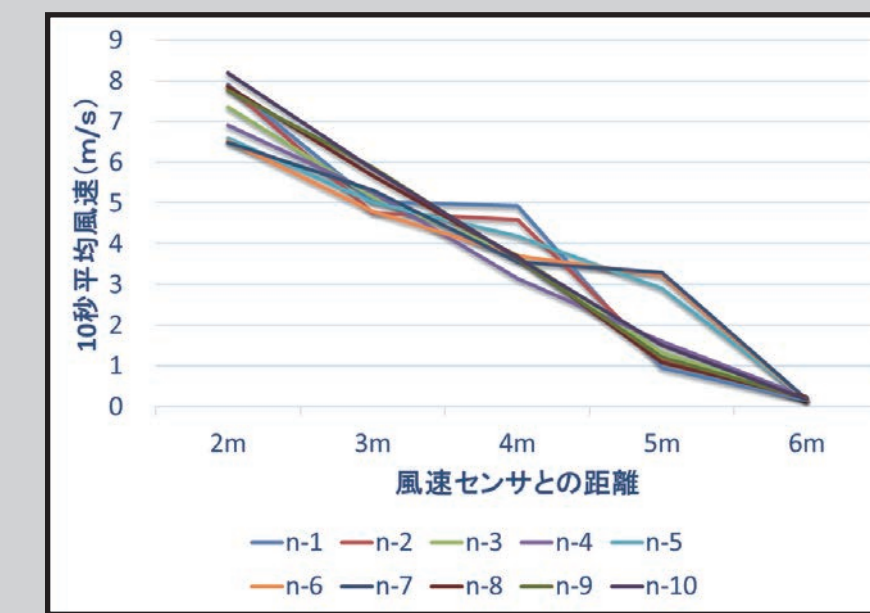


複数機による多地点同時観測での発生源近傍の拡散解析

### (2) 小型ドローン



空撮用の小型UAV (Phantom4) でも 200g 程度の軽量なセンサ等なら搭載、または吊るしての観測も可能。プロペラ気流の影響を避けたい調査の場合、当社実験では 6m ほど機体から下にいくと気流の影響はほとんど受けなくなることが分かっており、6m 程度下にセンサ等を吊るすことで対応可能。



UAVの高度別ダウンウォッシュ風速 (左: 実験風景、上: 実験結果)



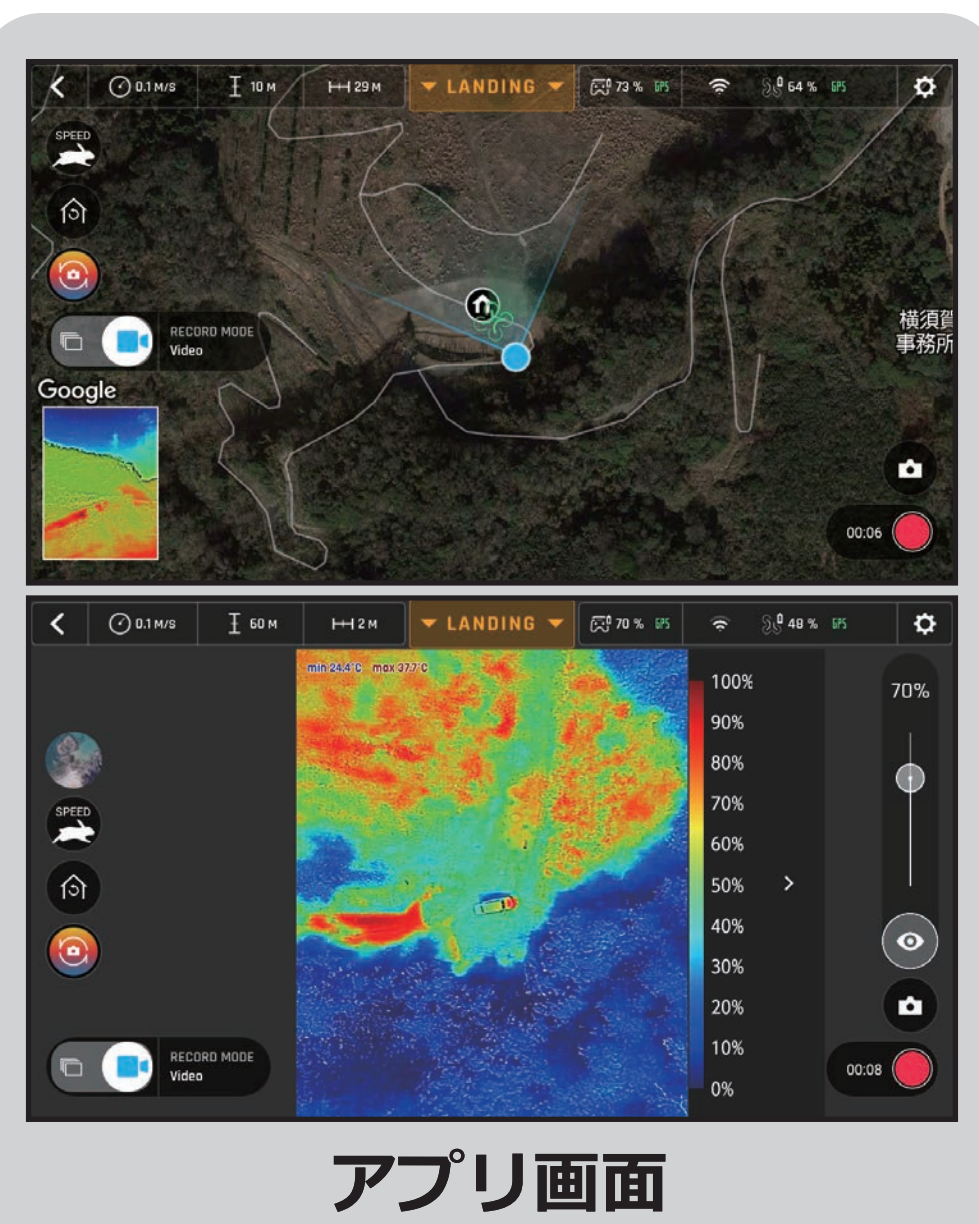
センサ吊り下げの実験風景

## 02 可視光画像やサーマル画像による解析

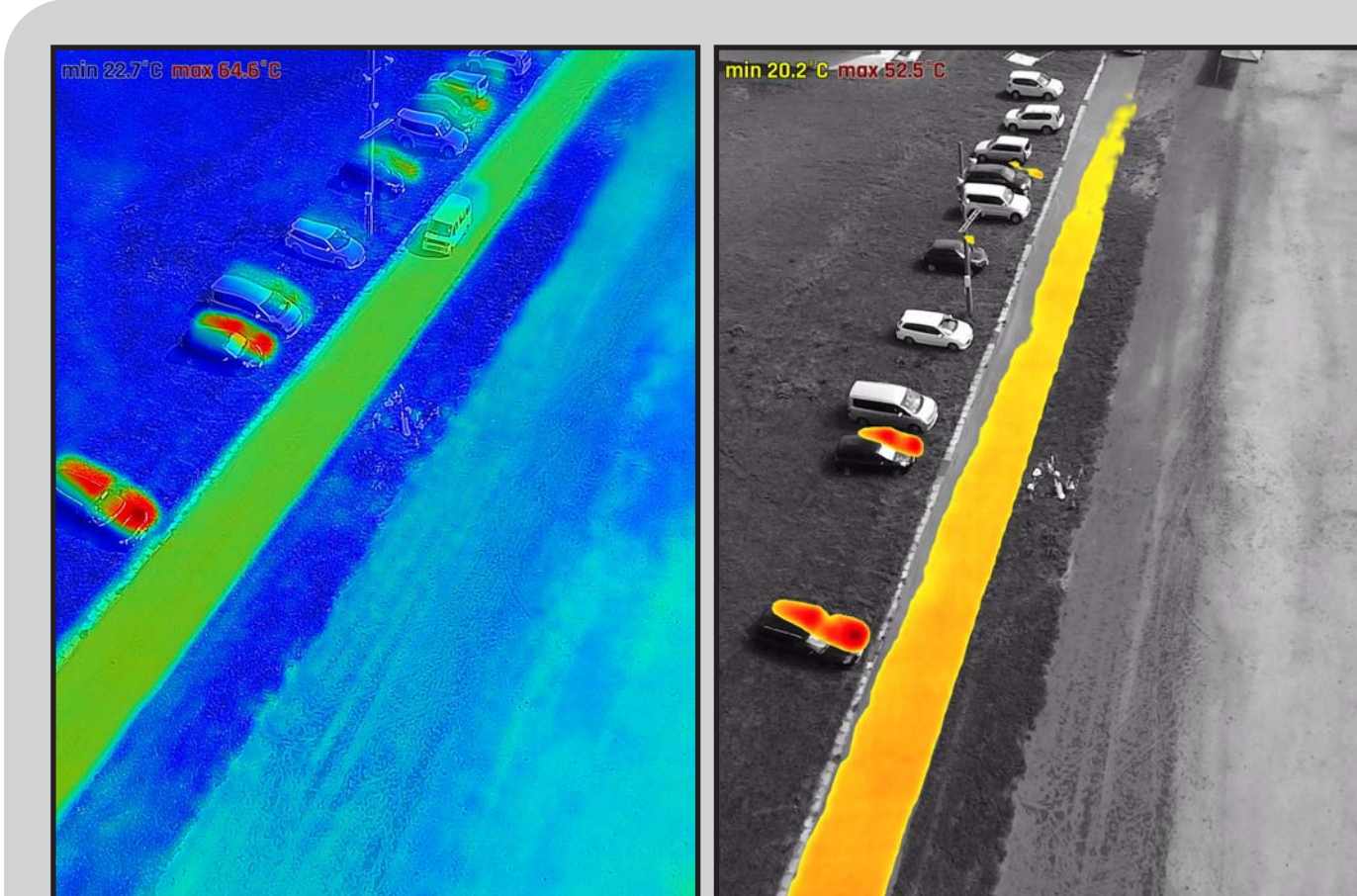
### (3) サーマルカメラ搭載 UAV による熱環境解析



**【Be-Bop PRO Thermal (Parrot 社製)】**  
サーマルカメラ (FLIR ONE Pro) を搭載したUAV を使用することで広範囲の敷地における**暑熱環境の確認**を効率よく実施することが可能となる。  
**【利用イメージ】**  
・公園、店舗敷地での暑熱環境対策検討  
・河川における水温分布の把握  
・保水性舗装等ヒートアイランド対策の効果検討

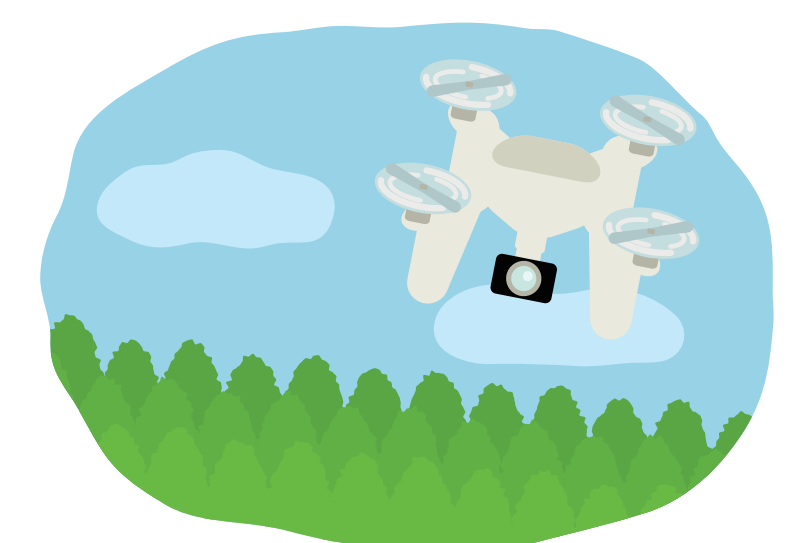


アプリ画面



サーマル画像 (右側は高温の場所のみ抽出した画像)

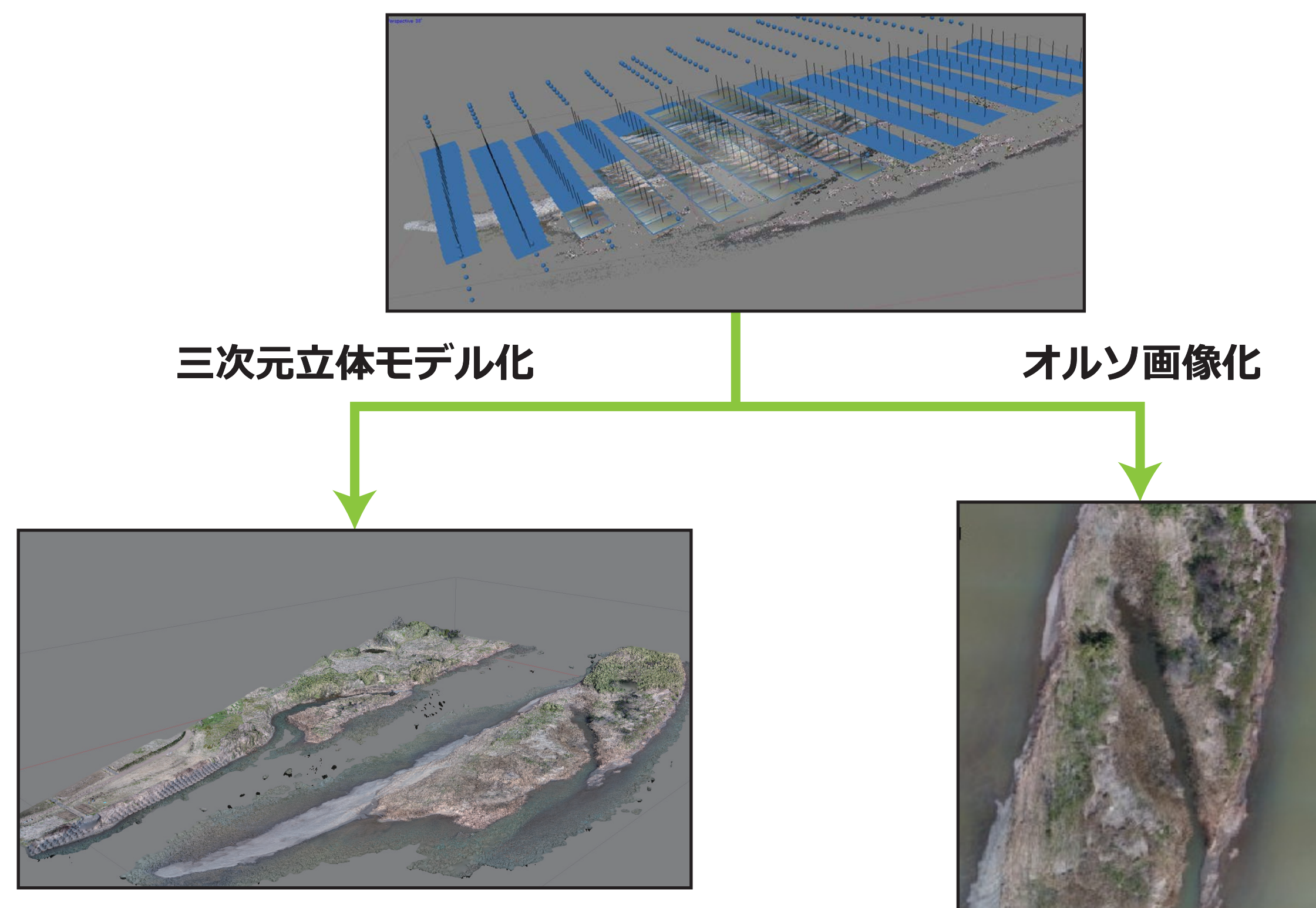
### (4) UAV 測量による三次元立体モデルの作成



UAV で撮影した写真を SfM ソフト (Photoscan 等) で**三次元立体モデル**や**オルソ画像**を作成することが可能。

**【利用イメージ】**

- ・三次元立体モデルで得られた地形情報を基にした詳細な風環境解析
- ・河川増水時の岸の状況変化の把握
- ・土地利用変化の把握、季節による変化の把握等



お問い合わせ先 : ムラタ計測器サービス株式会社  
営業部 福池、池上



E-mail : info@murata-s.co.jp  
TEL : 045-812-1811  
FAX : 045-813-2811





# 上層気象調査における気象観測用ドローン活用の検討

ムラタ計測器サービス株式会社  
有限会社タイプエス

## 01 目的

環境アセスメントにおける上層気象調査では一般的にGPSゾンデが利用されているが、ゾンデの放球後の飛行方向等によって、使用日時を制限する必要が生じる。GPSゾンデに変わる手法として、気象センサ（風向、風速、気温、湿度、気圧）を搭載した**気象観測用ドローン**について活用の可能性の検討するため、**GPSゾンデとの比較**、**風向風速計との比較**など、精度の検証等を実施した。

## 02 GPSゾンデとの比較

### (1) 調査方法

有限会社タイプエスが開発した気象観測用ドローン（R-SWM）から出力される気象データと明星電気のGPSゾンデ（RS-11G）から出力されるデータを地上高400～600m程度まで比較を行った。

表1 調査概要（GPSゾンデとの比較）

調査地点	伊豆大島
調査期間	平成30年3月23日～25日
調査回数	10回
調査概要	GPSゾンデ放球後、同地点において気象観測用ドローンを上昇させた。GPSゾンデの上昇速度は5m/s、ドローンの上昇速度は2m/sとした。1秒ごとにサンプリングしたデータの比較を実施した。



### (2) GPSゾンデとの比較結果

ドローンから出力された風速とGPSゾンデから出力された風速の全データ（n=866）による相関を見ると、**相関係数は0.874と強い相関がある**。一方でy切片は1.4程度を示しており、**低速になるとドローンの風速が高い値を示している傾向が見える**。

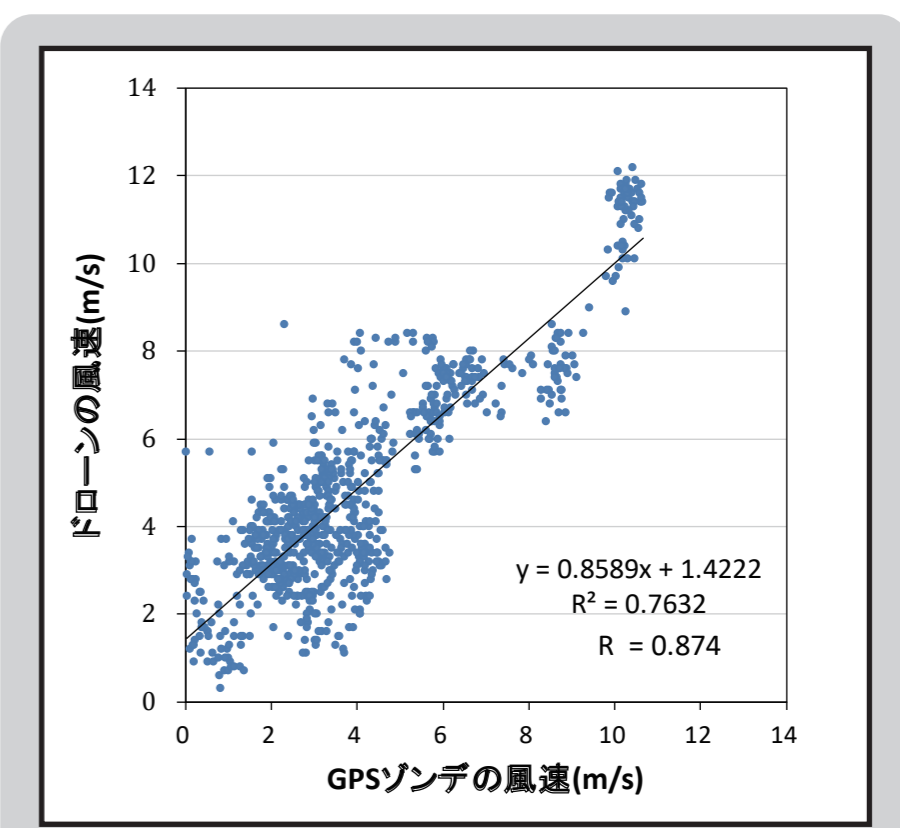


図1 ドローンとGPSゾンデの風速の相関

「窒素酸化物総量規制マニュアル[新版]」(公害研究対策センター、平成12年)に基づき求めたベクトル相関及び風向差による相関は表2に示すとおりである。

**ベクトル相関、風向差による相関ともに0.9以上の強い相関を示していた。**

表2 ベクトル相関及び風向等による相関

風向差による相関係数	0.947
ベクトル相関係数	0.964
データ数	866
1方位内度数	650 (75.1%)
2方位内度数	772 (89.1%)

## 03 超音波風向風速計との比較

### (1) 調査方法

気象観測用ドローン（R-SWM）から出力される気象データとヴァイサラの超音波風向風速計（R-SWMに装着したセンサと同機種）から出力されるデータを地上高7m程度で比較を行った。

表3 調査概要（超音波風向風速計との比較）

調査地点	群馬県前橋市
調査期間	平成30年7月9日～10日
調査回数	38回
調査概要	高さ7mに設置した超音波風向風速計の近い位置で気象観測用ドローンを地上3m付近から上昇させた（上昇速度1～3m/s）。地上高7m付近にドローンが到達した際のデータについて比較を実施した。



### (2) 超音波風向風速計との比較結果

ドローンから出力された風速と超音波風向風速計から出力された風速の全データ（n=38）による比較結果を図2に示す。ドローンの平均風速は1.4m/s、超音波風向風速計の平均風速は1.1m/sと**ほとんど差がなかった**。本結果では、GPSゾンデとの比較で見られたような**低速域での差は現れなかった**。

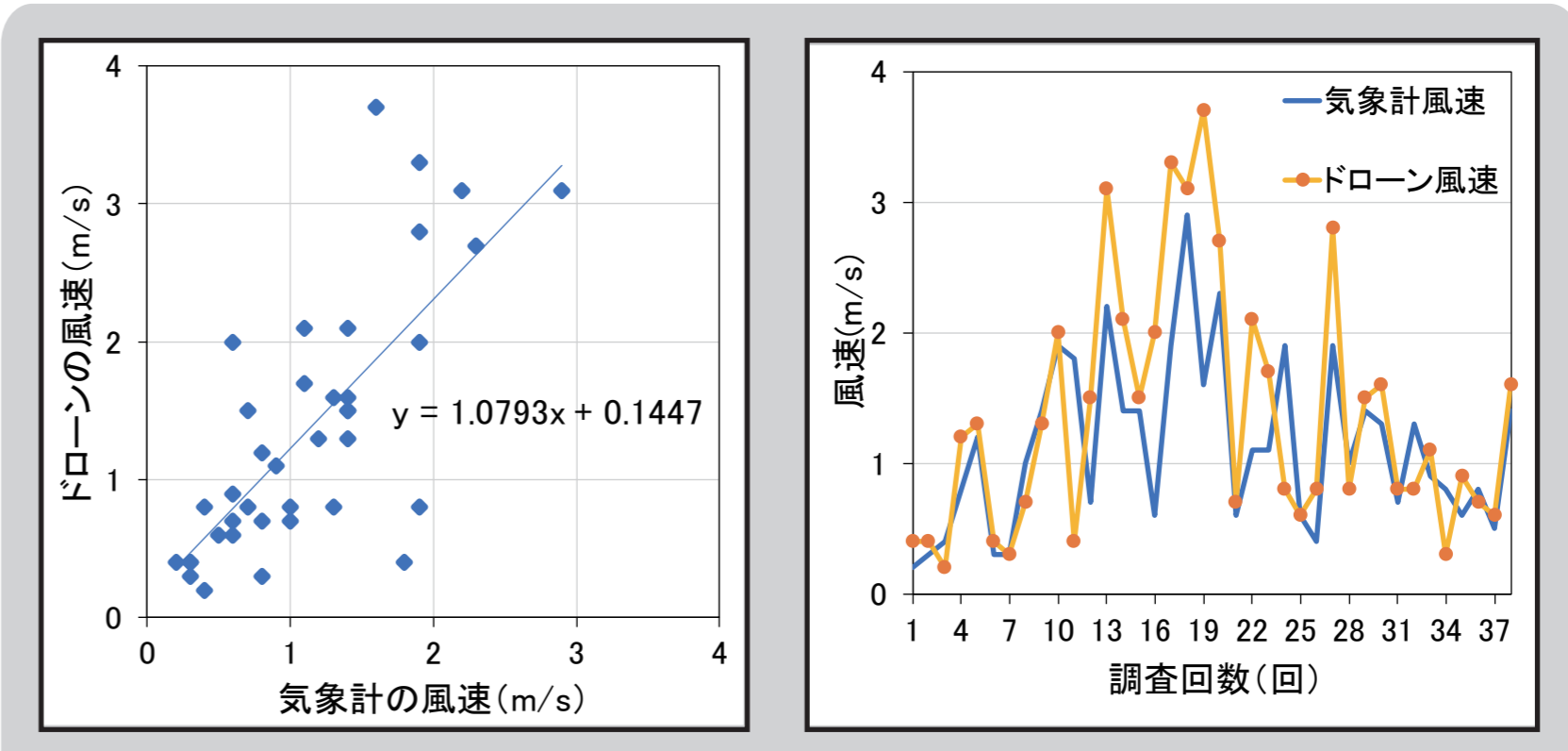


図2 ドローンと気象計（超音波風向風速計）の風速の比較

## 04 まとめ

ベクトル相関や風向差の相関に**強い相関があるものの、風速に若干差が生じる結果も見られた**。世界気象機関（WMO）では高層気象観測の望ましい精度として風速では地上から100hPaまでは±1m/sとしている。引き続き比較試験を実施し、環境アセスメントにおける**上層気象調査に活用できる精度を確保していく**。