

UAVの現状と可能性

株式会社田村測量設計事務所
代表取締役 田村道雄

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

1

本日本話すること

- 「UAS導入ガイド」の構成
- 県測協としての活動
- UAVによる作業で検討すべきこと
- 業務上配慮すべきこと
- 今後の可能性として

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

2

MicroUAS利活用研究部会のご紹介

- ・「現状の測量技術の効率化・革新に加えて新規事業の創出のためにMicroUASを全測連の会員構成員もしくはその共同体などで導入・運用する際の技術的一助となる資料を作成する。」を目的として設置された。

・部会の構成員

- ・ 部会長 佐々木義文(佐賀県測協会長 (株)精工コンサルタント)
- ・ 守岩 勉 (東京都測協 朝日航洋株)
- ・ 阿部正雄(福岡県測協 大成ジオテック株)
- ・ 藤巻重則(東京都測協 アジア航測株)
- ・ 田村道雄(山形県測協 (株)田村測量設計事務所)

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

3

MicroUAS利活用研究部会のご紹介

・ MicroUASとは

一般的に、UAVは、Unmanned Aerial Vehicle (無人航空機)の略称として使用されている。近年、UAVを技術システムとしてとらえ、システム全体をUAS(Unmanned Aircraft Systems 無人飛行システム)と呼んでいる。UASの中でも飛行体そのものが小型で、バッテリー駆動のものを本部会ではMicroUASと呼んでいる。大型のものに比較してペイロードや飛行時間は劣るが、安価で取扱が簡便でリスクも小さい。従って、新規導入にあたっての障壁は高くない。

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

4

MicroUAS利活用研究部会活動

- 平成26年 9月11日 平成26年度 第1回会議
- 平成26年10月16日 ” 第2回
- 平成26年12月 3日 ” 第3回
- 平成27年 1月28日 ” 第4回
- 平成27年 3月 3日 ” 第5回
- 平成27年 4月17日 ” 臨時検討会
- 平成27年 5月28日 平成27年度 第1回
- 平成27年 7月21日 ” 第2回
- 平成27年10月 8日 ” 第3回
- 平成27年10月 9日 ” チェックリスト現地検証

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

5

UAS導入ガイドの構成

- 機器紹介(プラットフォーム)
- 機器紹介(センサ)
- 機器紹介(処理ソフト)
- リスクヘッジ
- 「チェックリスト」
- 活用事例

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

6

UAS導入ガイドの構成【機器紹介】

- ・今後、新規に導入される方あるいは追加購入される方の参考となることを目的として、プラットフォーム（機体）、センサー（カメラ等）、処理ソフトについて選択に必要な主要スペック等を調査し一覧できるものとして作成。
- ・プラットフォーム・センサー・処理ソフト共に価格・性能ともに選択肢に大きな幅があるため、あくまで紹介に留めている。
- ・出来る限り最新のリストアップを目指すが製品化のサイクルは各社ともに短いため今年の秋頃程度の内容となる予定。

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

7

UAS導入ガイドの構成 【機器紹介(プラットフォーム)】

機材紹介(プラットフォーム)					
製品名	ed4-200	国名	ドイツ	型式	縦転翼(クワッド)
会社名	microdrones	URL	http://www.microdrones.com/en/home/		
販売代理店	イメージワン(東京都)	代理店URL	http://www.imagotone.co.jp/		
機体重量	900g	機体寸法	60×60×高さ23cm	飛行時間	20分(最大積載時)
飛行時間	20分(最大積載時)	ペイロード	200g(最大)	射風速	4.0m/s(安定飛行)
価格	約100万円(本体のみ)	その他機能	プログラム飛行、フライトレコーダー搭載		
利用用例	環境、農業、森林、エンターテインメントなどさまざまな分野で監視、測量、点検、観察				
機体写真					
(HPより引用)					
製品名	Spreading Wings S1000	国名	中国	型式	縦転翼(クワッド)
会社名	DJI Innovations	URL	http://www.dji.com/ja		
販売代理店	快通空間FC(福岡県)	代理店URL	http://www.kaiteki-fc.co.jp/		
機体重量	4400g	機体寸法	105×105cm(モーター対角軸間)		
飛行時間	15分(離陸重量5kg)	ペイロード	6600g	射風速	
価格	60万円~	その他機能	使用用途に応じてカスタマイズ		
利用用例					
機体写真					
(HPより引用)					

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

8

UAS導入ガイドの構成

【機器紹介(センサ)】

機材紹介(センサー)			
センサータイプ	デジタルカメラ	型式	PENTAX OPT10 S1 FOR MD4-200
会社名	マイクログローブズ社	国名	ドイツ
販売代理店	イメージワン	URL	http://www.1.com/maicr.co.jp/pan_products.html
CCDサイズ	1400万画素	シャッター速度	1/1800秒~1/4秒
重量	約126g	大きさ	約 90.5 (幅) × 54.5 (高) × 20.5 (厚) mm
計測精度		計測密度	
その他		価格	約2万
利用事例			
機体写真	 <p>(Pより引用)</p>		
センサータイプ	近赤外線改良カメラ	型式	YubiFlex
会社名	BIZWORKS	国名	日本
販売代理店	BIZWORKS	URL	http://www.bizworks.co.jp/Y_Tai.htm
CCDサイズ	1000万画素	シャッター速度	
重量	約120g	大きさ	W99×D27×H60mm
計測精度		計測密度	約1,210万画素
その他		価格	24万
利用事例			
機体写真	 <p>PMT703MA (Pより引用)</p>		

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

9

UAS導入ガイドの構成

【機器紹介(処理ソフト)】

機材紹介(処理ソフト)			
ソフト名	Smart3DCapture	価格	約2万/席~約30万/席 (バージョンによる)
会社名	Acute3D社	国名	フランス
販売代理店	みるくる(東京都)	URL	http://www.acute3d.com/
機能	ステレオ写真から3Dモデルを作成する		
処理例	http://www.acute3d.com/videos/		
ソフト名	TBC APM	価格	0
会社名	Trimble	国名	アメリカ
販売代理店	ジオサーフ	URL	http://www.trimble.com/specifications.aspx
機能	0		
処理例	↓		
ソフト名	Photomodeler	価格	0
会社名	Eos Systems Inc	国名	カナダ
販売代理店	ゼクトリーソフト	URL	http://www.eosystems.com/index.html
機能	自動オルソモザイク&3D処理ソフトウェア		
処理例	http://www.photomodeler.com/applications/surveying/default.html		
ソフト名	Map Matrix	価格	0
会社名	中国 航天遠景科技有限公司	国名	中国
販売代理店	シービーエス機	URL	http://www.cbs-n.com/
機能	自動オルソモザイク&3D処理ソフトウェア		
処理例	↓		

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

10

UAS導入ガイドの構成【リスクヘッジ】

- UASをこれから導入する方、また既に導入されている方にも様々なリスクが存在することを示し、より安全な導入・運用をしていただくことを目的に取り纏めた。
- 内容としては、コンプライアンス面のリスク、機体構造上あるいは飛行原理的に発生するリスク、事故事例とリスクヘッジのための各種保険の紹介で構成している。

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

11

UAS導入ガイドの構成【リスクヘッジ】

- **コンプライアンス面のリスク**
 - 航空法
 - 電波法
 - 民法
 - 道路交通法
 - 河川法
 - ガイドライン・自治体条例
- **機体構造上あるいは飛行原理的なリスク**
 - UASの動作原理(機器要素)
 - ロール・ピッチ・ヨーの制御
 - 電波関係
 - GPS関係
 - バッテリー関係
 - 磁気コンパス関係
 - 操縦スキル
- 事故事例
- リスクヘッジのための各種保険の紹介

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

12

UAS導入ガイドの構成【チェックリスト】

- UASの運用時にはコンプライアンス面や飛行原理上、また業務実施上の様々なチェック項目が多く存在するため、チェックリストを以って点検作業を行うことが有用であるとの判断からチェックリストの案を作成した。
- 確実な点検作業を行った上での業務実施であることのエビデンスとしても意味のあるものと考えている。

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

13

UAS導入ガイドの構成【チェックリスト】

- 飛行計画・飛行準備・フライト時のフェーズに分けてチェックリストを作成し、それぞれについて運用を行うもの。
- UASを活用した業務は空撮だけでも動画撮影の場合や3次元解析を伴うものなど多岐にわたるため、ほぼ標準的と思われるもの。
- 各々の業務に特化したものを作成していただくことを期待した内容としている。

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

14

UAS導入ガイドの構成【活用事例】

- UASの活用については今後も多くの分野において行われていくものと思われるが、今後の利活用が想定されるであろう分野の概要の紹介と、現状で実施されている業務例を紹介としてとり纏めた。

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

15

UAS導入ガイドの構成【活用事例】

- UAS活用事例
 - 火山災害調査
 - 深層崩壊災害調査
 - 橋梁点検
 - 森林病虫害被害対策

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

16

チェックリスト現地検証

- 平成27年10月9日(金) 千葉県木更津市にて実施。
- (株)イメージワン社様の協力を仰ぎ、実際に同社所有のMicroDrone MD4-1000を飛行していただいた。
- 部会で検討してきた「チェックリスト」に基づいて飛行前チェックを行い、過不足の有無や内容について確認出来た。
- イメージワン社様は販社であるが、飛行経験も豊富であるため経験に根ざしたご意見をいただき、ブラッシュアップに大いに役立った。

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

17

平成28年4月全測連HPにて公開

- 現在全測連のホームページで公開中
<http://zensokuren.or.jp/wp-content/uploads/2016/05/fb7b4279cf81a0280f9af5eed27ca19e.pdf>
- ダウンロード出来ない場合はこちらから
<https://www.dropbox.com/s/m7n9js57ld71h73/UAS%E5%B0%8E%E5%85%A5%E3%82%AC%E3%82%A4%E3%83%89.pdf?dl=0>

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

18

発刊後に変わったこと

- 法整備の追加 小型無人機等飛行禁止法
<https://www.npa.go.jp/keibi/kogatamujinki/>
- 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール
http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tkl000003.html
- 機体・フライトコントローラ・センサー類の進化
 - <http://www.dji.com/jp/product/matrice600>
 - <http://www.dji.com/jp/product/phantom-4>
 - <http://www.dji.com/jp/product/a3>
 - <http://www.dji.com/jp/product/zenmuse-xt>

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

19

今後の取り組み

- UAS利活用推進部会を設置
- 第1回会議を平成28年9月5日(月)に全測連(測量年金会館8F)で開催
- 部会の活動内容は現状未定、部会員は部長含め5名
- 前回の部会の活動を踏まえ、更なる活用推進に資するものという内容と思われる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

20

県測協として活動したこと

- 平成27年11月30日 山形県県土整備部防災訓練への参加
- 平成28年7月24日 山形県立産業技術短期大学校オープンキャンパスへの協力

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

21

県土整備部防災訓練への参加

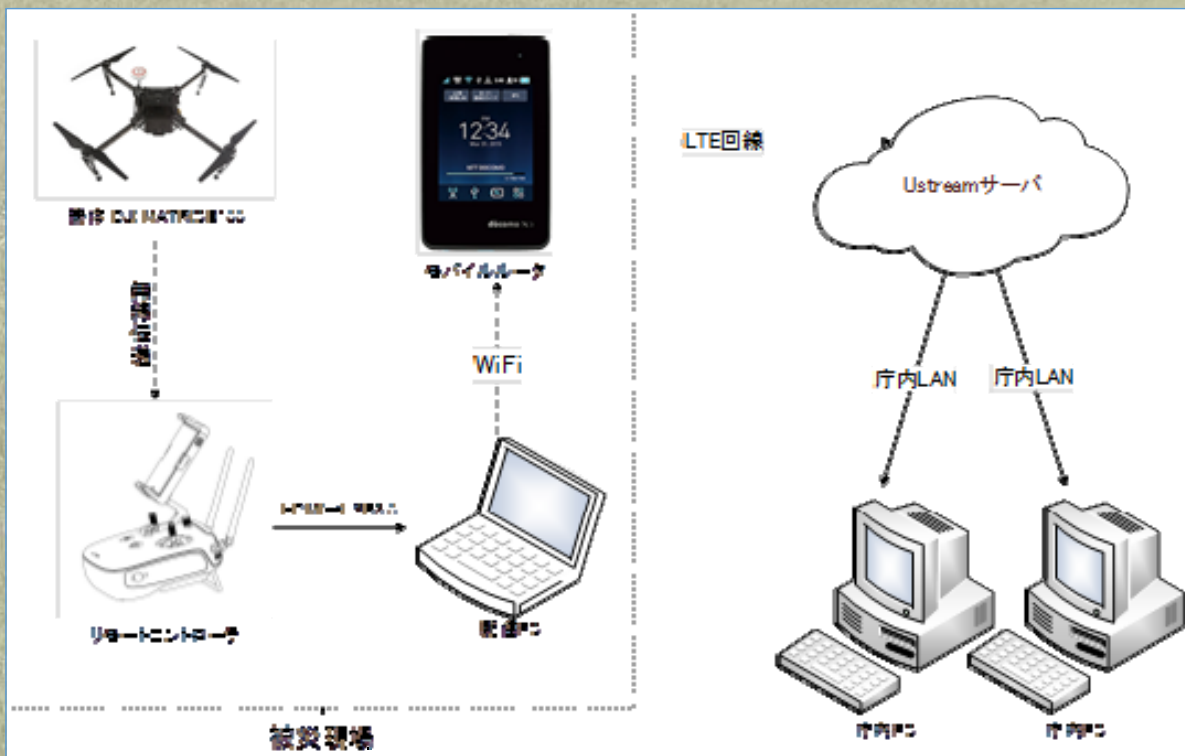
- 平成27年11月30日 山形県県土整備部防災訓練において被災想定箇所からのドローンによる映像のリアルタイム配信を行った
- システム構成
 - UAV DJI社MATRICE100
 - HDMI→USB3.0キャプチャユニット
 - PCソフト Ustream Producer 無償版
 - モバイルルータ NTTドコモ(LTE)
- テスト箇所
 - DID地区外であり電波状況の良いところとして蔵王総合グラウンドを選定

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

22

県土整備部防災訓練への参加



2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

23

県土整備部防災訓練への参加

・テスト内容

- ・グラウンドの北東側にブルーシートを敷きコーンを3本置き被災箇所と見立て、UAVをグラウンドの南東側の位置から離陸させ被災箇所上空まで飛行させ降下接近させながら、動画配信を継続するという内容とした

・テスト結果

- ・直前に最終テストとして飛行させての配信を行い明瞭かつ円滑な動画が得られていたが、本番として飛行させた際には動画にコマとびや画像の停止が発生した

・問題点と原因

- ・Ustreamのソフトとアカウントが無償であることによる帯域制限と思われる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

24

県土整備部防災訓練への参加

- ・ 今後の方向性として
 - ・ Ustreamのアカウント等について帯域制限・視聴ユーザー数等について調査検討が必要
 - ・ Ustream以外の配信サービスについても検討及びテストを行う必要
 - ・ 現状では雨対策をしていない機体であり、災害本番であった場合には防水対策が施された機体が必要と思われる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

25

山形県立産業技術短期大学校 オープンキャンパスへの協力

- ・ 平成28年7月24日 山形県立産業技術短期大学校土木エンジニアリング科のオープンキャンパスにおいてドローンによる測定のデモンストレーションとして実施
- ・ 実施内容としては、UAVを活用して3次元測量をする場合の概要の説明、自動航行飛行のデモンストレーション、操縦体験、3次元計測データを見せての説明とした。
- ・ 産技短の土木エンジニアリング科設置は担い手不足解消への一助と考え、今後も協力していきたい

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

26

UAVによる作業で検討すべきこと

- UAVによる公共測量
<http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/#02>
- 公共測量における UAV の使用に関する安全基準(案)
http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/doc/anzen_kijun_160330.pdf
- 運航計画の作成(公共測量における UAV の使用に関する安全基準(案) 7.2)

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

27

運航計画の作成

- 測量において求める精度と、これに必要な諸条件(運航高度、運航ルート間の間隔等)
- 予定範囲の地形や、範囲内に存在する構造物の位置及び高さ
- 使用するUAVの性能や操縦者の技能、作業体制
- 作業を行う日時及び当該日時における気象等の条件
- 離着陸場の場所及びその周辺的环境
- 航空法その他関連法令で運航が禁止又は制限されている場所
- プライバシーの配慮(「7-4. プライバシー保護の取組」参照。)

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

28

測量において求める精度と、これに必要な 諸条件(運航高度、運航ルート間の間隔等)

- UAVを用いた公共測量マニュアル(案)では要求精度の5分の1が地上画素寸法となる
- 地上画素寸法と重複率により運航高度、計測できる範囲が求められる
- [Excelによる計算ツール](#)等で概算の計画を算出する
- その後GCPの設置位置等を計画する
 - $NH=4+2\{(n-6)/6\}+2\{(c-3)/3\}+\{(n-6)(c-3)/30\}$ nが平均モデル数、cがコース数
 - 10枚撮影で5往復で10点必要となる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

29

航空法その他関連法令で運航が 禁止又は制限されている場所

- 地理院地図によりDID地区や空港周辺でないか確認
<http://maps.gsi.go.jp/#13/38.249235/140.320129/&base=std&ls=std%7Cdid2010%7Ckokuarea&disp=111&lcd=kokuarea&vs=c1j0l0u0f0&d=1>
- 空港周辺の場合には「空港高さ制限回答システム」
<https://secure.kix-ap.ne.jp/sendai-airport/>により高度を確認し必要であれば許可申請を行う
- 禁止空域で飛ばして送検された例もあり注意が必要

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

30

飛行の方法の確認

- UAV測量の場合にはウェイポイントでの飛行が前提となるが、この場合に目視外飛行となる場合がある。
- 航空局の見解では250mを超える場合には目視外飛行であり承認申請が必要となる
- 他には30mの確保にも注意が必要

2016/8/30

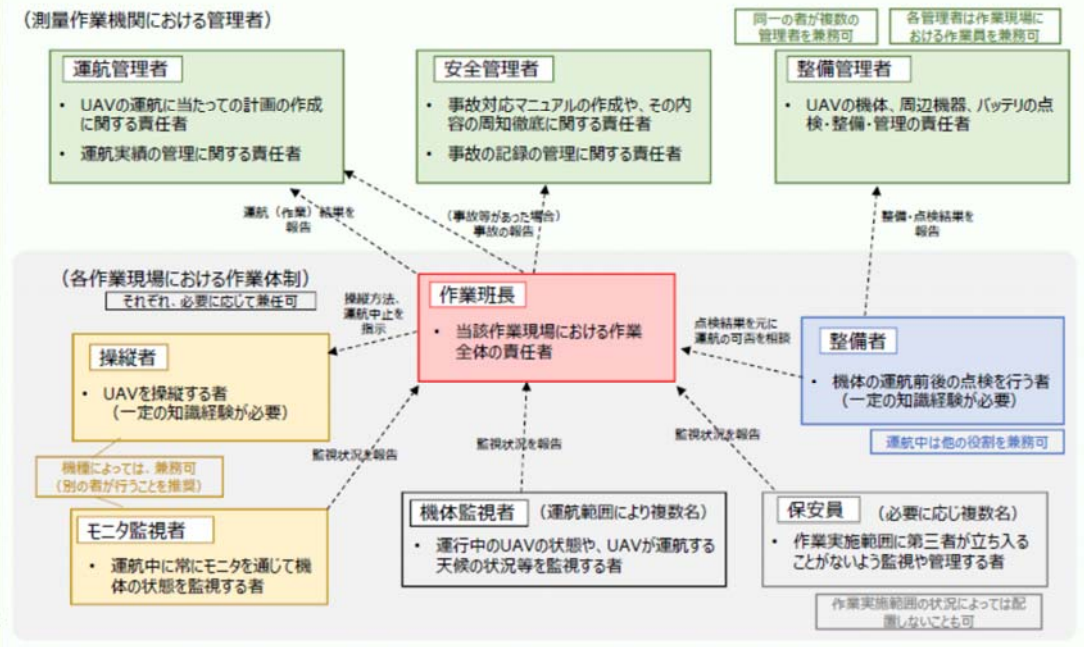
一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

31

公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)で定める作業体制

公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)で定める作業体制

実施者(測量作業機関、測量会社)は、UAVによる公共測量を実施する際には、以下のような作業体制の整備を必要とする



事故を避けるために

- 多くが墜落とフライアウェイ
- 複数サイトで検索
 - 基礎的な操作スキル不足、無理な飛行をする、風にあおられてコントロールを失う、電波をロストする、電池切れ
 - バッテリー問題、モーターの故障、アンプの故障、通信ロスト
 - モータートラブル、アンプトラブル、バッテリー不良(バッテリー切れ)、電波障害
- 主要な原因はバッテリーと電波と考えられている

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

33

バッテリーについて

- キリギリまで使わないのが基本
- 残容量がパーセンテージで表示されるものは半分切ったら帰還
- 電圧表示の場合には、着陸直後に電圧を計測して4割程度は残っていた時の電圧表示では帰還させる。
- ホバリング電圧と無負荷時の電圧は違い、搭載するペイロードが変わればホバリング電圧も変わる
- バッテリーによって重量、内部抵抗も異なるためデータを取る必要がある

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

34

電波について

- 2.4GHzが使われることが多いが、ISMバンドであり種々雑多な機器が使用しているため注意が必要
- 基本的には機器側で混信を防ぐ機能が実装されているが過信は出来ない
- 最近の画像転送装置(DJI LightBridge等)は複数の電波を同時に使い帯域を確保しているために、同時使用は3機までと規定されている
- 近くで上のような機器が使用されている場合には通常の2.4GHzの無線機器は影響を受ける可能性もある
- 距離についても注意が必要

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

35

磁気干渉について

- 現在のUAVに使用されているフライトコントローラは自機の方角を把握するために磁気コンパスを使用している
- 強い磁気を受けると機体の方向を間違えて検出してしまい、結果として最悪の場合墜落する
- 送電線の近く、鋼製の橋梁の近くでは十分な注意が必要
- 送電線の下は絶対に飛ばさない
- 機体内の電力線の配線の位置によっては影響を受けることもある

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

36

今後の可能性

- Intel RealSense Technology
- 風速測定
- 燃料電池
- 下水道点検



2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

37

Intel ® RealSense Technology

- Intel® RealSense™ 3D Camera Drone | Intel <https://youtu.be/f0HoyJbYCPQ>
- RealSense TechnologyとはIntelの3Dカメラにより手や指の検出をしたり3Dスキャンをしたりすることが出来る技術
- この技術を利用することにより、衝突回避しながらの飛行が可能としている
- これが実用化されれば自動航行で屋内や林の中での安全な飛行が可能となる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

38

風速測定

- フライトコントローラの制御データから逆に風速を算出する技術
- ミニサーベイヤーコンソシアムNEXTのデモンストレーションで披露された
- 地上風速と上空の風速が異なる場合に測定は有効と考えられる
- 風力発電の適地選定のデータ収集に威力を発揮すると思われる
- 従来は事前調査用の鉄塔を設置して調査していたことから大幅なコストダウンが見込まれる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

39

燃料電池

- ミニサーベイヤーコンソシアムNEXTのデモフライトにて披露される
- 現状でのLi-Poバッテリーの場合に飛行可能時間の制限があるが、燃料電池が使用出来れば長時間の飛行が可能になる
- 現在テストされている燃料電池では大電流の放電に難点があり、Li-Poバッテリーとの併用を行い相互補完している
- 詳細のスペックは明らかにされていないが、かなり実用に近いものと思われる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

40

下水道点検

- 下水道法では、管路施設の腐食の恐れの大い箇所について5年に1回の点検義務が課せられている。中大口径下水道管路(内径2m以上の下水道管)は人が入っての目視点検が必要だが、硫化水素の発生や流水などが障害となって調査困難な箇所があり、そうした箇所でのドローン活用を目指す。安全かつ効率的な調査を低コストで実現することが期待される
- 事前に実施した予備実験の様子(資料:横浜市)
[blob:http://www.nikkeibp.co.jp/a09d1ab0-286d-45b4-8622-b75c86c7b769](http://www.nikkeibp.co.jp/a09d1ab0-286d-45b4-8622-b75c86c7b769)
- 非GPS環境での安定飛行が条件となる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

41


非GPS環境での位置制御技術

- SLAM LiDARと呼ばれるレーザースキャナの一つを使い周辺の形状把握と自己位置推定を行う技術。原発建屋内での使用実績もあるが高価であり浸透は難しい可能性
- トータルステーションからの位置フィードバック 測量に使用するトータルステーションで機体の位置を計測し機体にフィードバックすることで位置制御を行う
- 超音波センサー 超音波距離計とステレオカメラを併用することにより自己位置を推定し位置制御をお行う。安価であるが、対象物から離れた場合に難しいと思われる

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

42



ご静聴ありがとうございました

2016/8/30

一般社団法人山形県測量設計業協会 平成28年度ICT研修会

43