UAV測量による土工管理システム

前田建設工業(株)　　松尾　健二

【目次】

1. 背景
2. UAV土工管理システム
3. 適用事例
4. 精度検証、作業量比較
5. まとめ

1.1 背景～ドローンの普及と法体制～

■ UAVの種類（固定翼型、回転翼型）

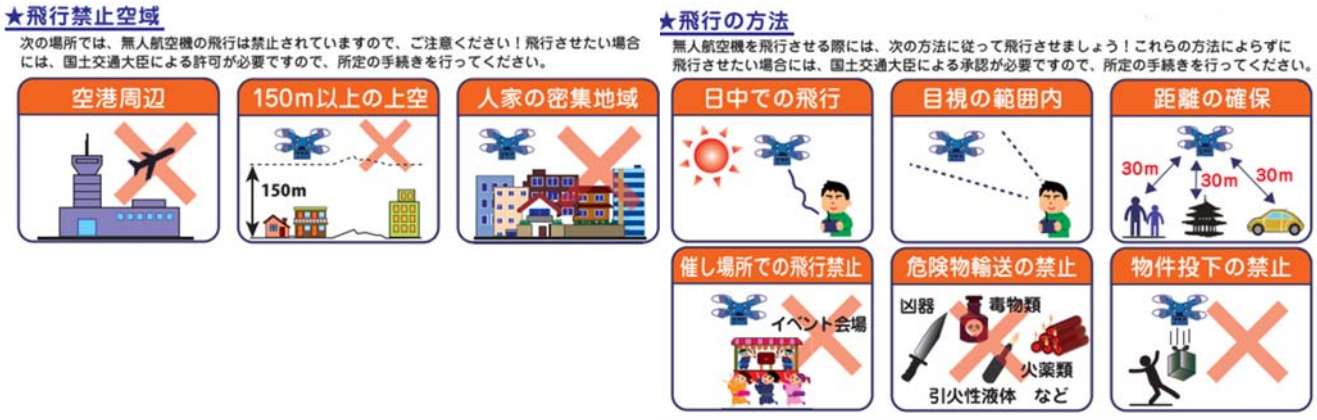
様々な価格帯で販売されており、空撮・測量・農薬散布などの用途で使用範囲が拡大している。

	固定翼型		回転翼型		
商品名	eBee	UX-5	PHANTOM	ミニサーベイヤ	RMAX
メーカー	senseFly社（スイス）	Trimble社（アメリカ）	DJI社（中国）	千葉大学（日本）	ヤマハ（日本）
駆動	電動モーター	電動モーター	電動モーター	電動モーター	ガソリンエンジン
飛行時間	45分	50分	10分	15分	60分
	※senseFly社HPより	※Trimble社HPより	※DJI社HPより	※千葉大HPより	※ヤマハHPより

1.2 背景～ドローンの普及と法体制～

■ 規制関係

2015.12.10航空法改正：許認可などのルールの明確化



国交相HP：http://www.mlit.go.jp/common/001110369.pdf

1.3 背景～ドローンの普及と法体制～

■「i-construction」の導入

2016.4～ 「15の基準及び積算基準」が発行された

〇UAVを用いた公共測量マニュアル（案）【新規】

〇空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）【新規】

〇空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）【新規】

前田建設では2014年～UAVの現場適用を検討してきた。

※必ずしも、上記基準に準拠は出来ていないが、適用範囲の報告を行う。

1.4 背景～現場におけるニーズ整理～

□測量業務の効率化ニーズ

① 迅速

測量と土量算出に時間がかかり、結果の取得にタイムラグがある。測量できる時間が限られている。

② 安全

重機土工、急峻な地形での測量は危険である。

③ 広域

広域な造成では、測量に時間がかかる。

以上のニーズを満足する技術の一つとしてUAVを検討した。

2.1 UAV土工管理システム～UAVの選定～

①広域の地形測量
②解析ソフトとのパッケージ性
③日本での販売・サポート

	固定翼				
商品名	eBee	UX-5			
メーカー	senseFly社（スイス）	Trimble社（アメリカ）	（中	（日本）	（日本）
駆動	電動モーター	電動モーター	電動モーター	電動モーター	ガソリンエンジン
飛行時間	45分	50分	10分	15分	60分
	※senseFly社HPより	※Trimble社HPより	※DJI社HPより	※千葉大HPより	※ヤマハHPより

2. 2 UAV土工管理システム～UX-5について～

◎TRIMBLE UX5 本体

固定翼タイプ

GPS
無線通信
制御用CPU
バッテリー
デジカメ搭載

対象地域を上空からデジカメで連続撮影する。

【寸法】
100cm×65cm×10cm
【重量】2.5kg
【飛行速度】80km/h
【航行時間】50分
【航行距離】60km
【限界風速】65km/h
【天候条件】雨、雷不可

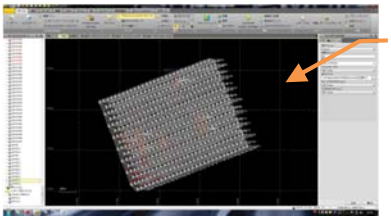
◎コントロールタブレット

【通信】無線通信（飛行中の位置を監視）
【地図】Google maps
【計画】エリアと風向き、航行高度を指定すると飛行ルートは自動設定される。

タブレット画面上で操作する。
飛行計画データの作成
機体の位置、高度、傾き等のモニタリング

◎解析ソフト

Trimble Business Center(ＴＢＣ) +高性能PC
解析・補正を行い、点群・オルソ画像データを出力



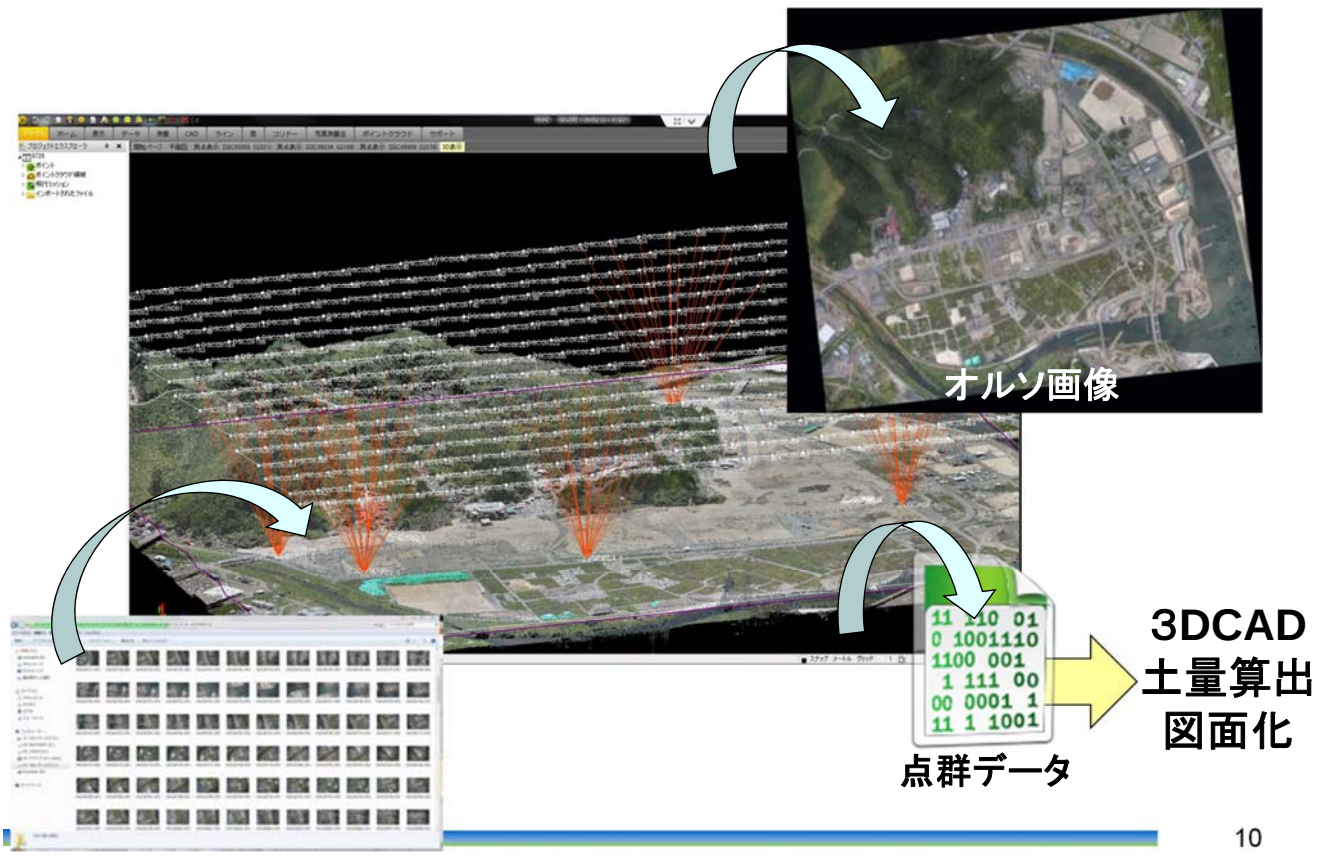
【CPU】Core i7 3.4GHz
【RAM】32GB
【OS】64bit win7

2. 2　UAV土工管理システム～UX-5について～

■ UX-5の離陸動画

専用のカタパルトにザイルのテンションで初速を与え、風上に向かって離陸する。

2. 2　UAV土工管理システム～データフロー～



3．1　適用事例～現地調査～

■ 現地調査

事業計画の為の現地調査案件に対する適用

〇熊本のUゴルフ場

⇒メガソーラの事業化計画

⇒山間部50ha範囲の測量

⇒ゴルフ場営業を邪魔しない迅速な測量

【フライト概要】

日時：12月中旬の早朝

フライト時間：20分

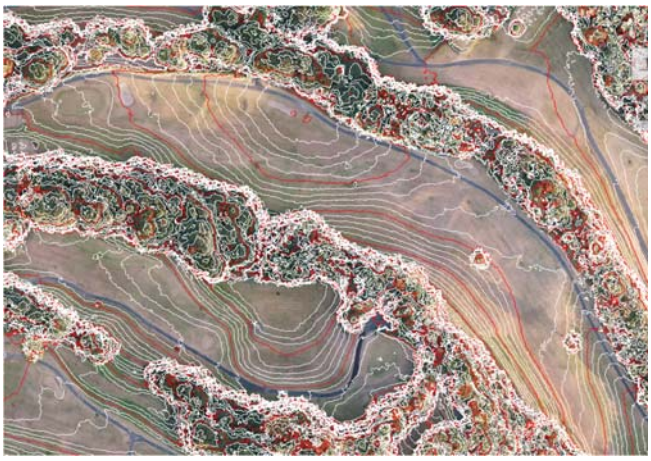
飛行範囲：50ha

ラップ率：80%

高度：地上+200m（最大）

地上解像度：6.4cm（最大）

3．1　適用事例～現地調査～



作業名	作業人工数
事前計画	1.5人工
フライト実施	0.2人工（2人）
データ処理	0.5人工
成果品加工	0.5人工
計	2.7人工

①ゴルフ場営業に影響する事なく、測量作業を実施。

②フェアウェイの面積、勾配がわかるコンター図の入手ができた。

③最新の図面で事業化計画を立案した。

3．2　適用事例～起工測量～

■ 起工測量

処分場造成の起工時の現地測量としての適用

〇北陸地方の処分場造成

⇒伐採後の迅速な測量（降雪直前）

⇒谷地形かつ砂質土で人力測量が困難

【フライト概要】

日時：12月初旬の昼過ぎ

フライト時間：30分

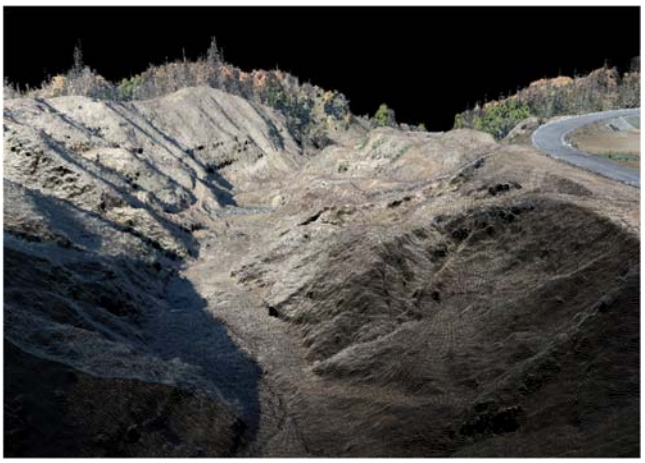
飛行範囲：50ha

ラップ率：80%

高度：地上+220m（最大）

地上解像度：7.0cm（最大）

3．2　適用事例～起工測量～



作業名	作業人工数
事前計画	0.5人工
フライト実施	0.2人工（2人半日）
データ処理	0.5人工
成果品加工	0.5人工
計	1.7人工

①迅速かつ安全に測量が完了した。

②図面と比較して既存構造物といっちしていた。

③1m程度設計図書の地形とかい離があった。⇒設計数量変更

3．3　適用事例～出来高測量～

■ 出来高測量

大規模土工での出来高測量としての適用

〇東北震災復興の造成工事

⇒大規模造成でのプレロードを含む毎月の出来高精算

⇒オルソ画像を使った打合せ資料と現場状況の記録

【フライト概要】

日時：毎月月末

フライト時間：35分

飛行範囲：200ha

ラップ率：80%

高度：地上+200m

地上解像度：6.4cm

3．3　適用事例～出来高測量～

作業名	作業人工数
事前計画	定常作業につきなし
フライト実施	0.2人工（2人）
データ処理	0.5人工
成果品加工	1.5人工
計	2.2人工

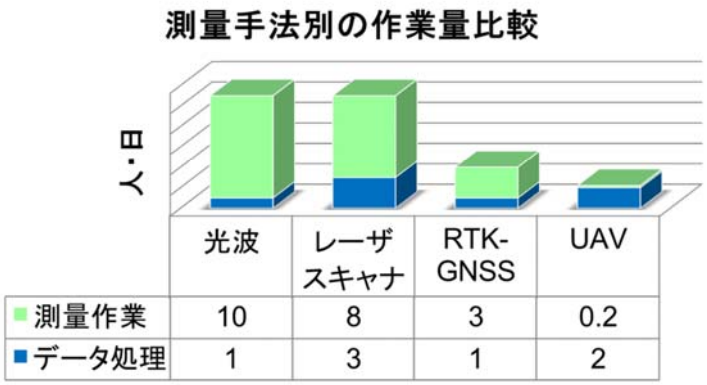
①広大な造成現場での測量の効率化。

②上記、VRは翌日に出力が可能であり、3日以内に出来高数量の計算が終了する。

③同時に出力されるオルソ画像にて打合せの円滑化ができた。

4.　精度検証、作業量比較

測量方法	土量(m^3)	土量比率
GNSS	2490	100.0%
UAV	2417	97.1%



【大規模土工での精度と測量手法別の比較結果】

①土工事の出来高把握に関しては十分な精度を要する。
②3DCADでの算出が前提で、UAVの効率は従来の1/5程度
⇒タイムラグを最小に結果の取得が可能。

5.　土工管理システムの適用のまとめ

■ UAV測量による土工管理システムの適用範囲
①供用中の施設での迅速な測量
②地形・地質の影響で危険が伴う測量
③広域な出来高を把握するための測量

■ UAV測量の精度
①GPS測量と同等程度の精度が発揮できる。

■ 業務効率化
①従来の手法に比べ1/5程度になる可能性がある。
②3DCADとの組み合わせにより図面化も簡便になる。