

「UX5 航空写真ソリューション 事業計画書」

2015年 3月

エミ一測量設計有限公司

取締役 浅野 輝顯

事業ビジョン

< 何を指す？/思い >

- ・身近な事からさきがけとして更なる顧客へのサービスと更なる営業の幅を広げることで、培った技術、営業の拡大促進を図る。
- ・多岐に渡る応用が期待される意味で蓄積された資料は後世の遺産にしたい。

事業背景 / 参入意義

< なぜこの事業を行う？ >

- ・さきがけの技術として CIM が土木分野の指標として広まりつつある中で、その1つの仕法として、設計の可視化がある。この仕法は土木分野であることからして、地理情報の上に立っての設計の可視化であることから地理情報取得の必要性はゆるぎなく、その取得方法は様々である。

当社が UX5 を取り上げたのは、UX5 での航空写真測量によるオルソ画像と 3D 地理情報を手にすることは他のどの仕法にも比較にならない迅速性があり、可視化という観点から CIM の普及の加速性に加え、広い分野での使用が今後考えられることに大きな意義があるためである。

CIM という視点から見ても、何の制約されない、空からの撮影になるため、刻々変わる地形の変化に瞬時に対応ができ、大所高所からの視点に数値数量が加わることで大きな力になり、具体的応用である先進技術 MG にも対応できることに意義を見出す。

CIM (Construction Information Modeling) : 建築分野で広がりを見せる BIM を土木分野にも広げ、公共事業の一連の過程で ICT ツールと 3 次元データモデルの導入・活用により、建築事業全体の生産性向上を図ろうとする取り組みのこと。

CIM の実用化により期待されている効果

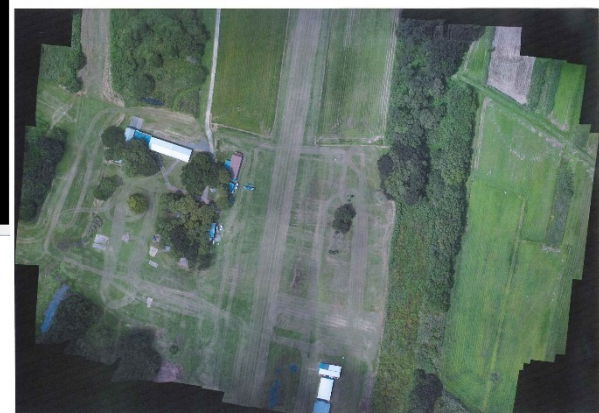
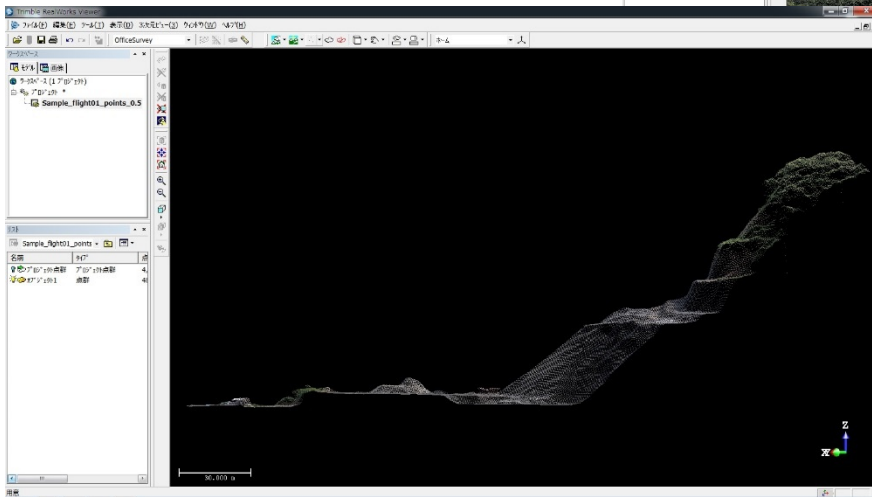
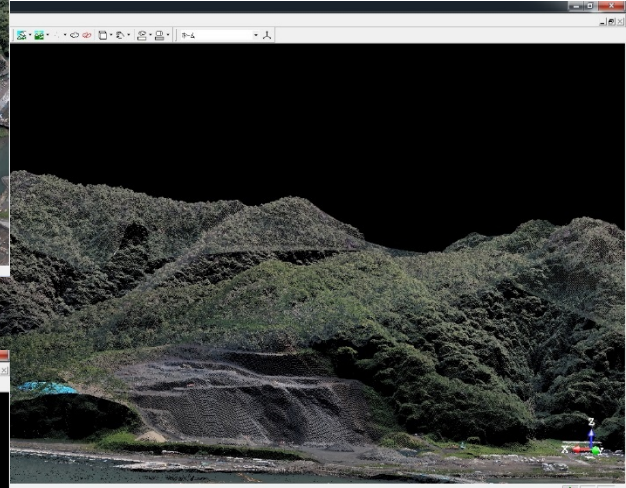
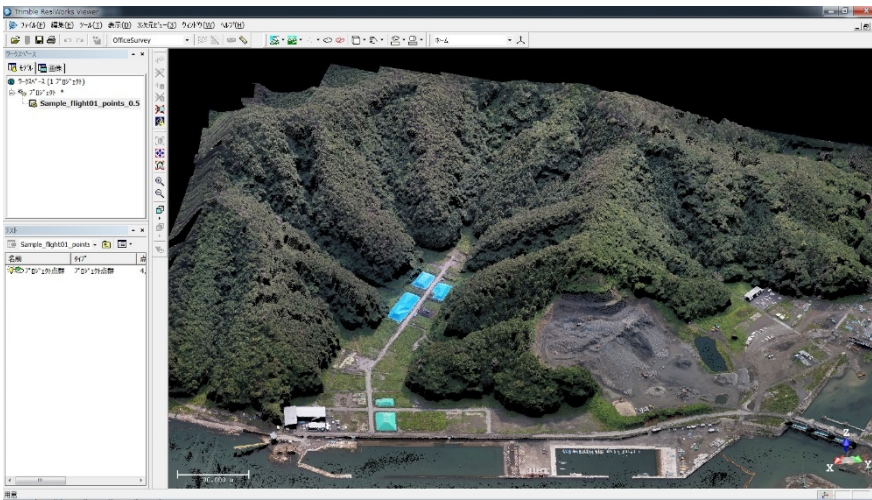
- 情報の有効活用（設計の可視化） ・施工の効率化、高度化（情報化施工）
- 設計の最適化（整合性の確保） ・維持管理の効率化、高度化

BIM (Building Information Modeling) : コンピューター上に作成した 3 次元の建物のデジタルモデルに、コストや仕上げ、管理情報などの属性データを追加した建築物のデータベースを、建築の設計、施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うためのソリューションであり、また、それにより変化する建築の新しいワークフローのこと。

ICT (Information and Communication Technology) : 情報通信技術のこと。

MG (Machine Guidance): TS、GNSS の計測技術を用いて、施工機械の位置や施工情報から設計値 (3次元設計データ) との差分を算出してオペレーターに提供し、施工機械の操作をサポートする技術のこと。

- ・ 資料の蓄積は多くの人々に利用されて役に立つ。
今は蓄積のみとし、この事業を、勇気を持って推進する。



地理情報成果の提供が見込める対象

1. 土木分野	5. 農地生育調査
2. 海岸保全	6. 環境調査
3. 資源開発（採石・埋め立て）	7. 災害調査
4. 島礁調査	8. 新たな領域

1.土木分野

土木開発計画事前調査（道路・橋梁・造成計画・環境保全）

土木工事

- ・ CIM における可視化で不可欠な地理情報の迅速な提供ができ、設計の最適化が図られる。（整合性を獲得）
- ・ 施工の効率化により MG の適応に寄与
- ・ 施工の維持管理で不可欠な地理情報を、工事を止めることなく瞬時ともいえる状況で提供、進捗状況及び竣工ができる。

2.海岸保全

保全対策の観点から、異なる時期の オルソ画像、地理情報を比較

- ・ 比較数値情報としての可視化。
- ・ 刻々変わる変異を数値として表示、可視化を図る。
- ・ 離岸堤、消波ブロック等の変形管理
- ・ 保全のための資料の蓄積を図り、後の比較資料とする。

3.資源開発

石灰石採石場、採石場、採砂場、及び埋立工事

- ・ 短時間で撮影ができるという特徴を生かし、工事の合間の少ない時間でも撮影データの収集ができ、オルソ画像、3D 地理情報を作成。資源の埋蔵量の計算、掘削工事の MG の作成による掘削自動化を提案。

4.島礁調査

島礁調査の基礎として基礎撮影を行う

- ・ オルソ画像、3D 地理情報を基に海岸線の侵食、動植物の生態系の基礎調査とし可視化資料を得ることができる。（NIR カメラを使用すれば

生態系の生育状況も探ることができる)

- ・ 島礁海岸保全のための資料の蓄積を図り後の比較資料とする。

5.農地生育調査

撮影では 100m~200m の低空での飛行のため、NIR カメラを使用することで領域は小さいが植生の生育状況、植生病疫の分布状況の調査をより綿密に行うことが可能である。これにより生産量の推計モデルの精度を上げることが可能であると考えられる。(穀物相場に影響)

6.環境調査

環境調査には現況のオルソ画像、3D 地理情報のデータ収集から影響のあった調査と予測影響調査、また異なった時期の比較による影響調査が考えられるが、可視化資料として応用できる。

- ・ 蓄積された資料の比較検討により影響調査予測に役立てる。

7.災害調査

土砂崩れ、火山活動、地震、水害等の被害状況をその日のうちにオルソ画像と地理情報として可視化、提供することが可能であり、災害対策等に有用な情報となる。

- ・ 資料の蓄積検討により、災害予測、災害防止に役立てる。
- ・ 災害地の発生後の把握,早期撮影

8.新たな調査領域

- ・ 四季の変化、刻々変わる地理情報の写真測量ができる。
- ・ オルソ画像の 3D 地理情報の蓄積を図り、後世の遺産としたい。
- ・ 観光資源の開発

オルソ画像...航空写真において、山間部や高層物または写真の中心から外側に行くに従って生じてしまう“ひずみ”を補正した状態の画像のこと。

NIR カメラ...近赤外線カメラのこと。赤外線を使った撮影ができ、肉眼では確認できない物の写真を撮ることができる。

製品コンセプト

- ・ 調査範囲のオルソ画像と地理情報（数値データ）を短時間で提供。
- ・ 資料の蓄積と蓄積資料の使用により社会に貢献。

許可申請

航空法に基づく

原則として飛行できない空域（許可が必要な空域）

- ・ 航空交通管制圏のうちの、地表または水面からの 150m 以上の空域および進入表面、転移表面、水平表面、延長進入表面、円錐表面、外側水平表面の上空の空域
- ・ 高度変更禁止区域
- ・ 航空交通管制区内の特別管制空域

通報が必要な空域

- ・ 「原則として飛行できない空域」
- ・ 航空路内の地表または水面から 150m 以上の高さの空域
- ・ 航空路外の地表または水面から 250m 以上の高さの空域

無条件に飛行できる空域

- ・ 「原則として飛行できない空域（許可が必要な空域）」を除く、以下の空域
- ・ 航空路内の地表または水面から 150m 以下の高さの空域
- ・ 航空路外の地表または水面から 250m 以下の高さの空域

上記の事から、飛行できない空域は無いといえる。

経済性 / 利便性

現場での準備（発着陸）撮影が短時間で行え、可視化データを短時間で入手できる。

- ・ 一回の飛行時間は 50 分（航続距離 60km）
- ・ 撮影面積はラップ率 80% で 1.2km（1.05km 四方）
- ・ 500 × 500 0.25 k m²（25ha）で準備時間入れて **15 分程度**

一例として、昼休みの時間があれば撮影が可能で、工事を止めることなく上記の性能から短時間で撮影することができるので、測定経過時間による変位を加味する必要なく、進捗の可視化及び迅速に 3D 情報も手にすることができる。

飛行撮影ルートの設定で、無理の無い飛行時間（風に影響大）と低空飛行による接触がないようにルート設定を行うだけで撮影可能（250m以下では飛行ルートの許認可は必要ない。____許可申請の項目参照）

安全性

- ・ 飛行においては離陸から着陸まで完全自動制御されており、特別な操縦技術は必要なく、ほぼ全ての場所と強風を除いた天候下での運用が可能である。
フライト計画とシミュレーションにより安全確認ができる。
- ・ 撮影中の飛行経路に予期せず他の飛行物体の侵入が確認された場合には撮影を一時停止し旋回行動（半径 50m）又は着陸を行う指令を出す事ができる。
これは地上からの操作によりボタン 1 つで行うことができ、安全面にも十分配慮した仕様となっている。
- ・ 離陸は専用のカタパルトから仰角 30° で射出、着陸時は仰角 14° で指定地点に侵入、胴体着陸を行い停止する。
- ・ 着陸動作は、一時着陸地点上空 75m で旋回、安全確認後、地上からの操作により予定地点に着陸態勢に入る。着陸直前に逆スラスト機能が作動、プロペラが逆回転し安全な速度まで減速する。
着陸範囲は 20m × 6m 内に留まり、安全圏は 50m × 30m 内である。周囲の安全確認を十分に行っていれば、確実に安全な形での離着陸が可能である。
本体は耐衝撃性フォームと合成素材で構成されており、胴体着陸にも十分耐える耐久性を持っている。（重量は 2.5kg）

技術的視点

- ・ UX5 航空写真ソリューションは、航空機によるデータ収集のスピードと安全性を基本として 逆スラスト、 フェイルセーフ機構などの技術を搭載、堅牢な本体設計とシステムの単純化により、迅速な地理情報の収集が可能である。
- ・ 着陸時においては狭いエリアへのより正確な着陸を行うため、高度制御方式を追加、逆スラストに基づき高度測定を正確に検知、常に信頼できる着陸性能を引き出すことに成功し、着陸地点が正確かつ予測可能となった。
- ・ 高品質な画像の取得には、大型のイメージセンサーが内蔵された UX5 カメラ（Sony）が使用され、暗条件や曇天の条件下でも美しい画像を撮影することができ、16.1MP カメラと専用光学部品により 2.4cm の解像度でデータを取得することが可能である。
- ・ 取得された UX5 航空写真ローバーから処理ソフトを使って編集することにより、精度の高い成果物を得ることができ、飛行エリアの点群、TIN モデルと地形図を作成することができる。〔数値図化（3D 地形図）作成は別仕様〕

逆スラスト...逆噴射

フェイルセーフ機構...飛行中に故障、障害が起きた場合に安全側に作動する仕組み

機体構成

- ・ Trimble UX5 Aerial Imaging Royer
- ・ Trimble Access Aerial Imaging ソフトウェア
- ・ エアフレーム
- ・ GPS & 姿勢センサー
- ・ 2.4GHz 無線機
- ・ Autopilot
- ・ カメラ
- ・ トラッキング・ビーコン（option）

解析ソフト

- ・ Data 処理用写真測量モジュール
Trimble Business Center、 Photogrammetry Module
- ・ 3DCAD
Trimble Real Works-ADV

死角

航空写真での解析は可視光線の分析となるため死角が起きる

- ・ 広く分布する森林地区等
- ・ 雑草の茂りが旺盛な場所
- ・ 枯葉、腐葉土に覆われた場所
- ・ 住宅地区
- ・ 橋、ビル等の陰
- ・ 水面下

対策

数値図化においての現況補測確認測量と共に必要であれば原則として従来法による TS 補測を行うが、場合によっては 3D スキャナーの使用や、落葉期での撮影などの方法も組み合わせ、作業を軽減していく。

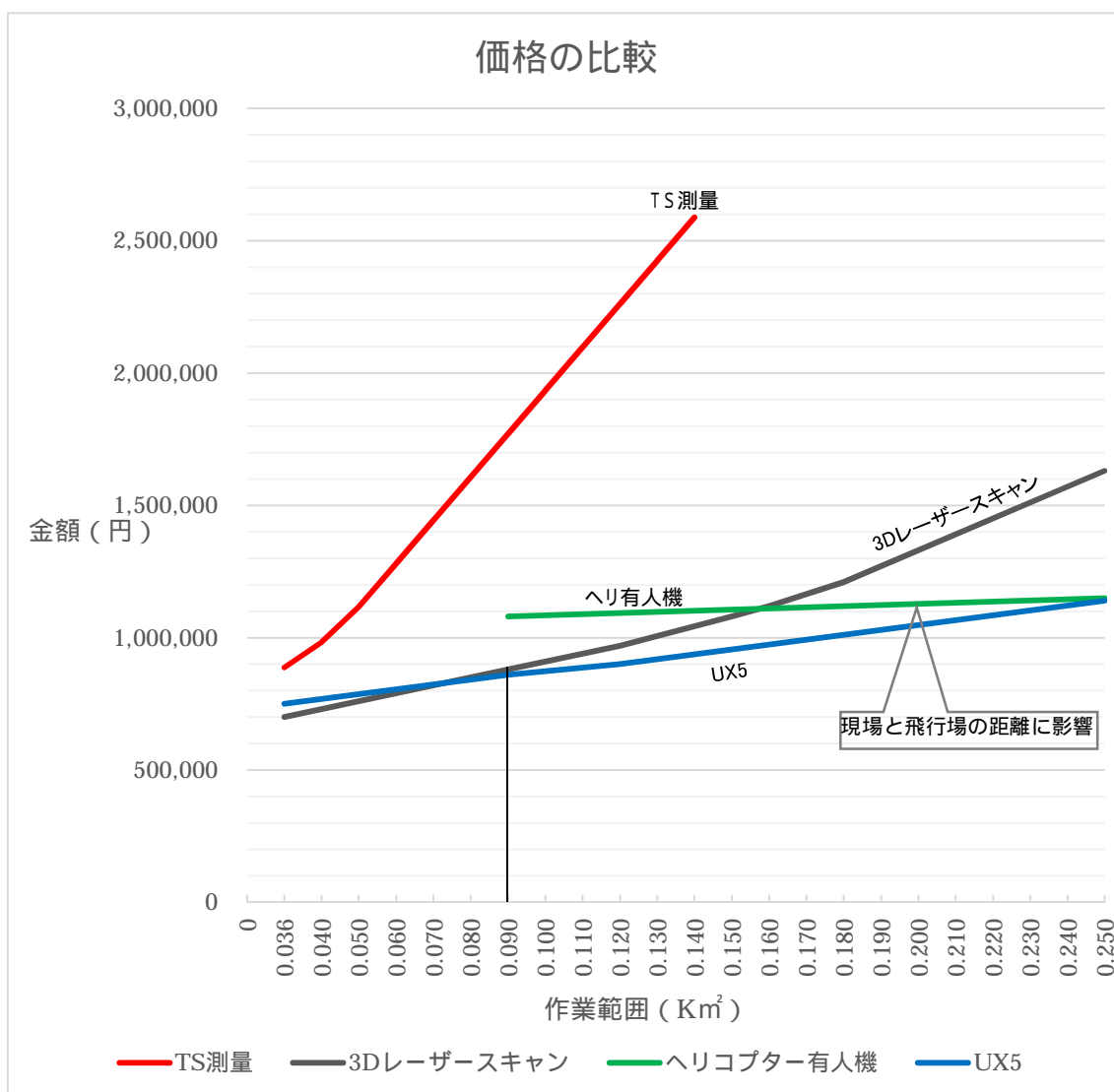
比較

UX5 モデルケースとの価格拮抗域を算出（自社計算による）

300 × 300 (0.09 k m²) でオルソ画像・3D 地理情報の場合

300 × 300 (0.09 K m²)

	日数	人数編成	
UX5	11.5	20.5	
3D レーザースキャン	14.5	23.5	
ヘリコプター有人機	14.5	24.5	



- ・3D レーザースキャンと UX5 解析それぞれの人員構成を比較すると、人員構成はほぼ拮抗している。300×120mの面積以下では 3D レーザースキャンの方がコスト面では優位である。しかし、この面積以上になると UX5 解析の方が広域での観測が行えるという点で優位性があるといえる。加えて UX5 解析では、3D レーザースキャンには無いオルソ画像があるので、成果内容の面で UX5 に優位性がある。
- ・マルチロータヘリコプターについては今回試算を行ってはいない。この仕方は 40×40m ほどの比較的小規模の 3D 地理情報に用いられており、この範囲で 50 枚程度の空撮での使用例がある。
規模が異なるため今回は比較対象とはしていない。
- ・ヘリコプター有人機による撮影は、オルソ画像、3D 地理情報が満載で、撮影枚数、ラップ率は下がるが FKP 方式による GNSS により標定点測量がヘリコプター上で記録されている。しかし飛行場からの移動、飛行ルート及び撮影箇所の許認可が必要であり、単独箇所での撮影を行うとなるとコストが大きくなってしまいうので、複数の箇所での撮影をまとめて行うのが通例である。
このモデルケースでは、他にも 3 ヶ所程度の撮影現場が飛行場から 60km 以内にあるとした場合の積算を行っている。
UX5 解析においては、ほとんどの場所で飛行場からの移動や許認可の取得の必要性が無いが、調査地内に 5 点以上の標定点の設置が必要である。この作業はヘリコプター実機の場合必要の無い作業であるが、上記のことを踏まえると UX5 の方がヘリコプター有人機と比べ柔軟に対応する事ができるといえる。
- ・従来の航空機による航空写真の試算については、比較できない大きな規模なので比較対象とはしていない。

UX5 による撮影の総評としては、機動性、迅速性、経済性において優れていると考える。

数値図化（3D 地形図作成）

- ・数値図化は、3D レーザースキャン及びヘリコプター有人機による撮影も持ってくる 3D 情報は同じになり、これらの情報と現況を合わせ地形の図化を行うが、UX5 解析、ヘリコプター有人機による情報にはオルソ画像も含まれているので、可視化が容易である。
- ・小縮尺（1/500～1/1000）を対象にすると現地踏査、補助編集の現地調査が必須となり、各条件により変動がある。
各条件については、縮尺、写真の撮影状況、撮影条件、小物体、小構造物の確認などの要求、要件を指す。
- ・死角部分については TS または 3D レーザースキャンの併用も考えられる。

例）300×300（0.09 K m²）

数値図化（地形図 1/500）

工程	日数	人数編成	人件費	材料費	機械経費	計
作業計画	0.5	1.5				
現地調査	2.5	6				
数値図化編集	6.0	10				
補助編集	1.5	3				
数値地形図データファイルの作成	1.5	1.5				
計	11.5	22				

例はモデルケースです（各条件により変動）

課題

D.G.P.S.が搭載当機の位置 精度

資料の取得

海上で着陸（着水）か船上への着船