

i-construction に向けた UAV の活用法についての考察

有株式会社アミューズワンセルフ ○富井 隆春

津山グリーン建設工業株式会社 坂田達法

岡山大学大学院 正会員 西山 哲

1. はじめに

図 1 に示す i-construction に向けて UAV (Unmanned aerial vehicle) による 3 次元測量が注目されている。i-construction とは、建設現場の生産性向上に向けて、測量・設計から施工さらには管理にいたる全プロセスにおいて、情報化を前提とした新基準を来年度より導入する取り組みのことである。建設現場は一品受注生産、現地屋外生産あるいは労働集約型生産といった特性により、製造業等で進められてきた「セル生産方式」や「自動化・ロボット化」などに取り組むことが困難と考えられてきた。その一方で、技能労働者約 340 万人のうち約 110 万人の高齢者が今後 10 年間で離職すると予想され、少子化対策は急務の課題となっている。そこで土木分野においても、我が国が得意とする ICT 技術によって生産性向上を図るイノベーションを起こす必要があると考え、図 1 の i-construction に取り組むことが進められている。そのためのツールとして注目されているのが UAV (Unmanned aerial vehicle) であり、これまで生産性があまり改善されていない土工をまずはターゲットとして、測量から設計、施工計画、施工そして完成検査という一連の流れを 3 次元データによって効率的に行う取り組みが検討されている。本研究は、このような背景を鑑み、測量ツールとしての UAV の計測精度を検証し、現在の写真測量技術を活用することで、どこまで測量の精度の向上を図ることができるのか、そのための課題は何かなどの今後の i-construction に向けた動きを考察した結果を報告する。

2. UAV を用いた測量技術の改善について

UAV で撮影されたデジタル画像から、カメラ位置・姿勢と撮影対象物の形状の両方を同時に復元する手法として、コンピュータビジョンの分野で用いられる SFM (Structure From Motion) と言われる手法を活用する例が多い。写真測量分野では、複数の飛行コースで撮影された一連の画像であるブロック画像中の既知の基準点や標定点などの座標をもとにして、モデル同士をつなぐために必要となるパスポイントおよびタイポイントと称される点の水平位置と高さを求める方法に用いるバンドル法を用いて 3 次元モデルを構築するが、近年ではカメラ位置・姿勢を求める外部標定を含めた絶対標定までの標定作業全体のことをバンドル法と表す傾向にあるため、同じ共線条件式を解くバンドル法に SFM が相当し、その結果として写真測量ができると混同されることも多い。コンピュータビジョンと写真測量ではパソコン画面内で再現される対象物の精度の考え方が異なっており、前者は主として対象物に類似の 3 次元モデルを復元することを目的とし、後者は画像を用いた測量を行うことを目的として理論を構築してきた違いがあり、写真測量は、正確な形状を再現す

るため、同じ共線条件式を解くバンドル法に SFM が相当し、その結果として写真測量ができると混同されることも多い。コンピュータビジョンと写真測量ではパソコン画面内で再現される対象物の精度の考え方が異なっており、前者は主として対象物に類似の 3 次元モデルを復元することを目的とし、後者は画像を用いた測量を行うことを目的として理論を構築してきた違いがあり、写真測量は、正確な形状を再現す

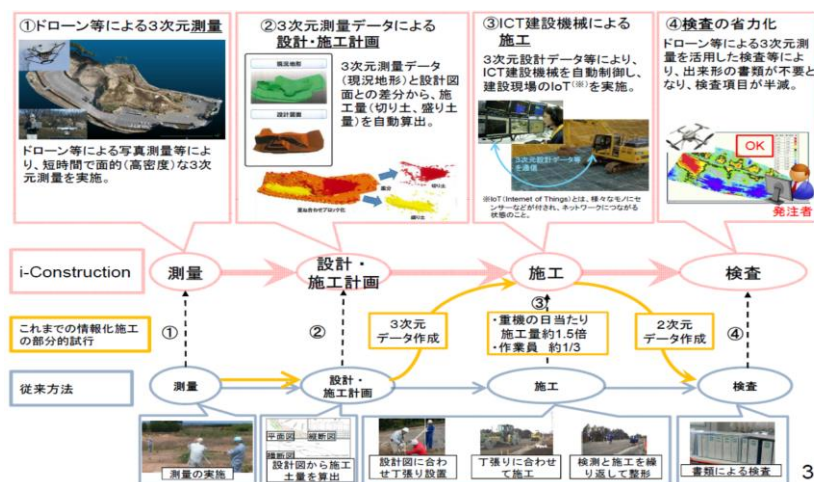


図 1 i-construction の概念：国土交通省の HP から抜粋¹⁾

キーワード i-construction, UAV, 写真測量, コンピュータビジョン

連絡先 〒541-0041 大阪市中央区北浜 1 丁目 1 番 14 号 北浜一丁目平和ビル 3 階 株式会社アミューズワンセルフ

るために、基準点やスケール等の情報を手動にて加える作業を必要とするが、大量の画像から自動標定を行なうコンピュータビジョンでは、精度管理のための工程をどこに入れるのかの検討が進められる機会が少ない。特に UAV には GNSS (Global Navigation Satellite System : 汎地球衛星測位システム) が搭載されているので、そこから 3 次元で復元された対象物の縮尺や座標を得て標定する例もあるが、コストを抑えるために携帯電話やカーナビゲーションに用いられる程度の精度しか得られない単独測位による座標を使うものが多く、高精度化のためには別途標定点の設置が必要となることに認識が少ないのが実情である。どの程度の精度が要求されるのかによって、標定点設置のために多大な時間を要することも必要になる場合があり、UAV の利便性が発揮できない事例も考えられる。また i-construction だけでなく、人が立ち入ることができない斜面を対象にした測量など、そもそも標定点の設置が困難な対象では、調査や設計に必要な座標の取得が不可能になるため、3 次元のモデル化作業はできても測量ができない場合も生じる。このような背景を鑑み、本研究では、UAV の利便性を保ちながら測量に要求される精度を確保する手法の研究結果を報告する。図 2 は 3 次元モデルとして再現された対象物に位置情報を付加する方法として、カメラのシャッタータイミングと GNSS 受信の

同期の制御方法を改善することにより、UAV の飛行データからモデルの座標を正確に把握した例である。UAV を 25km/h の速度で飛行させた場合、シャッターのタイミングと GNSS で把握した時間の誤差が、わずか 0.01 秒相違しても 70mm の位置誤差を発生させる。図 2 は、20mm 以下で UAV の位置を把握できた例であり、これにより 3 次元モデルを Google Earth などの GIS のアプリケーションソフトに自動的に貼り付けた例が図 3 である。本研究ではこの標定点設置作業を不要にした高精度計測の実例を紹介し、UAV の測量精度について考察する。

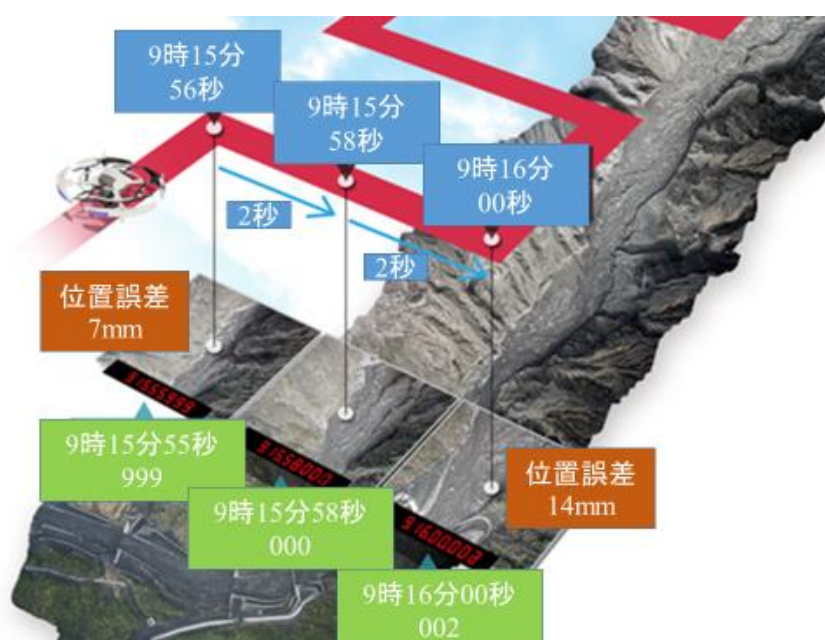


図 2 UAV における位置精度改良例 青色：UAV の撮影時間、緑色：把握された撮影時間

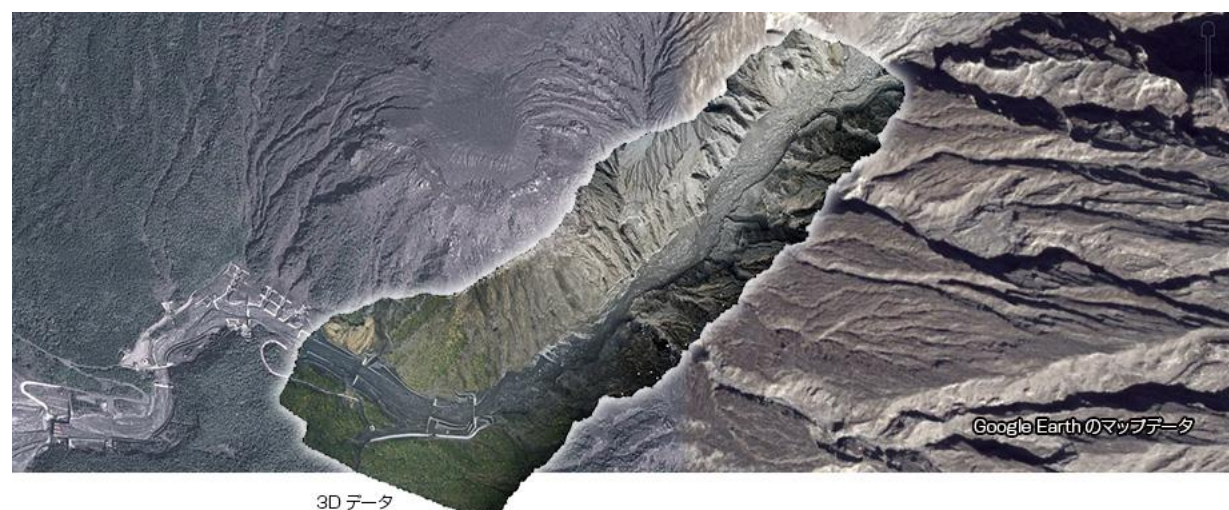


図 3 3 次元モデルと GIS アプリケーションの融合例

参考文献

- 1) 国土交通省ホームページ <http://www.mlit.go.jp/common/001111976.pdf>