

# ドローン「びわコプター」テイクオフ！！ 滋賀県のi-Constructionの取組

足立 憲悟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>滋賀県 東近江土木事務所 道路計画課 (〒527-8511 滋賀県東近江市八日市緑町7-23)

滋賀県では、2016年（平成28年）8月にドローンの組織的な活用体制を整え、「びわコプター」として運用を開始しました。3つの取組（マニュアル整備・操縦者認定・機体数拡充）で安全かつ積極的にドローンを活用する、公共事業の生産性向上への挑戦です。

「i-Construction」をはじめとして、いま、盛んに進められている「土木×ICT」の取組。滋賀県では、2014年（平成26年）8月より、ドローンや3Dプリンタなど最新技術の活用、職員による3次元CADの訓練、地上3Dレーザー測量・4Dモデル設計・情報化施工・3Dモデル施工管理などの試行的な発注、など様々なICT活用にチャレンジしています。

キーワード i-Construction, ドローン, 3Dプリンタ, 3次元CAD, 4D設計, ICT建設機械

## 1. はじめに

建設産業に関わる企業・人々は、社会資本整備の担い手であるとともに、社会の安全・安心を担う地域の守り手だと言われます。災害時や降雪時などに、これらの企業・人々が果たす役割については、議論の余地はないでしょう。

一方、建設産業をとりまく状況と将来展望は依然として厳しいものがあります。特に、人口減少や3K労働環境を背景とした従事者不足、また財政動向を背景とした予算制限は大きな課題であり、産業構造の変換を迫られていると言っても過言ではありません。

このピンチをチャンスに替える大きな武器の一つがICT（Information and Communication Technology）です。TVのコマーシャルのようですが「ICTで建設産業の構造を変える」、いま全国で始まっているそんな取組のうち、滋賀県のチャレンジについて紹介します。

## 2. 国土交通省の取組「i-Construction」と「CIM」

人口減少・高齢化により、日本の生産年齢人口（15～64歳）は約30年後の2045年には30%も減少する見込みです。なかでも建設産業は、労働力不足が特に顕著であることに加え、人手による作業が多く残るなど、省力化等による生産性の改善も遅れています。業界を維持・発展

させていくためには、産業全体の労働生産性の向上が必要不可欠となっています。

このため、国土交通省は建設産業のICT化などによる生産性向上の取組「i-Construction」を2016年1月に発表し、2025年までの生産性20%向上を目標としました。

また、CIM（Construction Information Modeling）も2010年に国土交通省から提唱されました。測量・設計・工事・維持管理を通して、3次元モデルを活用・連携・発展させ、業務の効率化・高度化を図るものです。現在は2次元である設計図などのデータが3次元になることで、合意形成や意思決定の迅速化、設計の一部自動化、ミス防止、ICT建設機械の活用促進、現場の安全・施工性の向上、などの効果が見込まれ、産業全体の生産性・品質・安全の向上につながるものと期待されています。

## 3. 滋賀県版i-Constructionの原動力 「滋賀県CIM推進勉強会」の誕生とその役割

滋賀県では、2014年（平成26年）4月からCIMへの取組みを本格化させ、数ヶ月の準備期間を経た2016年（平成26年）8月に、滋賀県CIM推進勉強会を設立しました。国土交通省のi-Construction発表に先駆け、3Dプリンタやドローンの導入、ICT活用試行事業の発注、3次元CADの訓練などを進める原動力となった組織です。

勉強会は、20～30代の若手職員30名程度で構成しています。県庁各課と各事務所等から集まることで、それぞれの機関にある情報や課題を持ち寄って議論し、その結

果を各機関で活用していくための受発信源になっています。また、まだまだ職員全体に浸透したとは言い難いi-ConstructionやCIMについて、効果や進め方を宣伝していく広告塔の役割も担っています。

具体的な検討内容は、ICT活用計画の立案、ICT活用試行事業の状況報告と情報共有(図-1)、ICT建設機械の視察(図-2)、最新ICT機器の活用調査(図-3)などです。勉強会での議論から、様々な試みが生まれて来ましたが、これからも生まれてくることを確信しています。



図-1 滋賀県CIM推進勉強会の開催状況



図-2 ICT建設機械の視察



図-3 最新ICT機器の活用調査(ドローン)



図-4 導入したドローン(DJI inspire1)

#### 4. びわこプター テイクオフ!! ドローンの組織的な活用に挑戦

2014年(平成26年)の滋賀県CIM推進勉強会での調査を経て、2015年(平成27年)7月に最初の1台を導入したことで始まった滋賀県のドローン利用。「びわこプター」という愛称を得て2016年(平成28年)10月に離陸を盛大に行い、1つの実を結ぶと同時に、新たなスタートを切りました。この詳細について以下に記述します。

##### (1) 機体の選定

導入したドローンは中国DJI社製のinspire1(図-4)。DJI社は、世界シェア7割を占めると言われる世界No.1のドローンメーカーです。最も有名な機体は、エントリークラス機のPhantomシリーズ(10万円前後)ですが、滋賀県では2つの理由からミドルクラス機であるinspire1(60万円程度)を採用しました。

1つ目の理由は、2つの操縦機を使用し、機体とカメラの操縦者を分割できることです。操縦者はそれぞれの操作に集中することができ、安全性が高まります。

2つ目の理由は、カメラのパン(横振り)ができることです。機首を被写体に向ける必要がないため、機体操縦者は操作しやすい機首方向を維持することができます。

導入コストは若干高くなりましたが、操縦のし易さや安全面を重視したことは、組織的な活用に向けて操縦できる職員を増やしていく上で、極めて有効であったと考えています。

##### (2) 先行導入機体の運用

最初の1台で飛行した回数は150回以上に上りました。災害による被害状況の確認から、住民説明用に使う事業予定地の写真撮影まで、用途は様々でした。

特に、導入直後の2015年(平成27年)7月に行った台風11号による被害状況(山の表層崩壊による県道への土砂流入)の確認では、これまでは撮影困難であった琵琶湖面上100mからの写真(図-5)で、被害の全容をいち早く把握することができ、その有効性を実感しました。



図-5 県道 西浅井マキノ線の被災 H27.7.29撮影

また、非常時だけでなく日常管理でも活躍の場面が数多くあることが分かりました。例えば、河川における河口閉塞（図-6）・河道内堆砂・河川内立木繁茂（図-7）、砂防えん堤の堆砂（図-8）など、インフラの維持管理で重要となる「点検」を行う手段としても、ドローンによる写真や動画が極めて有効になります。

### (3) 組織的な活用体制の整備

先行導入機体の運用実績から、ドローンの有効性は十分に確認できました。そこで、ドローンの活用を一層進めるべく、組織的な活用体制を整備することとしました。

体制実現に向けて課題となったのが、安全性の確保と積極的な利用です。単に機体数を増やすだけでは、最低限の知識や技術を持たない職員が操縦することで事故をまねいたり、逆に自信のなさから全く利用されなかったりする可能性が高いと考えられました。そこで、「ルール・人・モノ」を整備する次の3つの取組を行うことで、この課題を解決し、本格的な台風シーズンを控えた2016年（平成28年）8月に、運用体制を構築することができました。

#### a) マニュアルの策定

機体点検・危機管理・人員配置・利用方法・利用手続・利用者権限（ライセンス）など、ドローン利用に当たってのルールを定め、マニュアルとして整備しました。

#### b) 操縦者認定（ライセンス認定試験の実施）

職員に、ドローンを利用する上で必要となる知識や技術を習得させるため、学科講習と実技訓練を開催しました。それぞれに認定試験を設けて、水準をクリアした職員のみライセンス認定を与えています。（図-9）

#### c) 機体数拡充（1→5機）

機体を4機追加導入し、立地等を考慮しながら4つの出先機関に配備しました。県庁配備の機体を含めた計5機が、県土をバランス良くカバーするように配置されており、有事の際にも機動的に出動できる態勢となっています。

### (4) びわこプターの離陸

2016年（平成28年）10月には、ドローンを「びわこプター」と命名し、安全意識の向上と士気の高揚を図るため、離陸式を開催しました。式では、部長訓示・安全宣誓・5台同時飛行などを実施し、テレビや新聞などでも数多く取り上げられました。

H29.3末現在、ライセンス認定者は86名で、総飛行回数は300回を超えており、今後も増加に取り組んでいく予定です。



図-6 河川の河口閉塞（琵琶湖流入）の状況 H27. 11. 13撮影



図-7 河道内堆砂・河川内立木繁茂の状況 H27. 10. 13撮影



図-9 ライセンス認定証と認定試験（学科・実技）の様相



図-8 砂防えん堤の堆砂状況（訓練） H27. 10. 22撮影

## 5. ICT活用試行事業の発注・実施状況

2014年（平成26年）の滋賀県CIM推進勉強会での議論を経て、2015年（平成27年）より、いわゆる発注者指定型で6件（測量1，設計5），受注者提案型で20件（すべて工事），合計26件のICT活用を前提とした発注を行ってきました。この詳細について以下に記述します。

### (1) 【測量】地上3Dレーザー測量

2015年（平成27年）に滋賀県長浜市の県道 葛籠尾崎塩津線の法面崩落箇所で、地上3Dレーザー測量を実施しました。1秒間に数万回レーザーを照射し、その反射から座標値（点群）を取得する非接触方式の測量です。

崩落した法面は二次災害の危険があり、形状も複雑です。従来測量では、法面への立入りが必要で、横断測点以外は細密な座標を取得できません。対してレーザー測量は、法面への立入りが不要で、面的に細密な座標を取得できるため、安全に精密な測量を行うことができました。（図-10）

### (2) 【設計】橋梁4Dモデルの作成

2015年（平成27年）に滋賀県大津市で実施中の国道422号バイパスで、橋梁の施工段階毎の3Dモデル（いわゆる4Dモデル）を作成しました。対象としたのは、琵琶湖から流れる唯一の河川である瀬田川、これをまたぐ（仮称）瀬田川橋梁です。（図-11）

この橋は、やや珍しいバスケットハンドル式ニールセンローゼ桁形式で、図面を見慣れた職員でも、橋梁一般図からその全景を頭に浮かべることが難しい計画でした。そのため、設計図ではなく、作成した4Dモデルを使って住民説明を行うことで、目立った質問もなくスムーズに理解を得ることができました。

そのほか、合意形成用の3Dモデルを作成した業務が3件、設計全体を3Dで実施した業務が1件あります。（実施中を含む）

### (3) 【工事】ICT建設機械活用・3Dモデル活用

2015年（平成27年）から総合評価落札方式で次の二つのICT活用の取組について加点措置を行っています。

#### a) ICT建設機械の活用（情報化施工）

道路の切土・盛土工事や河川の堤防工事など、土工が主な工事で、これまでに11件のICT建設機械の活用を行っています。（実施中を含む）

おおむね土工10,000m<sup>3</sup>以上の工事を対象とし、入札時にICT建設機械の活用を約束すれば、加点する旨を明示して公告しています。

ICT建設機械は、ナビゲート画面が出るMG（マシンガイダンス）、操作の一部が自動化されたMC（マシンコントロール）があり、いずれも加点対象としています。GNSSなどの活用により丁張りが不要、経験の少ないオペレータでも精度の高い施工が可能、など様々なメリットがあります。（図-12）

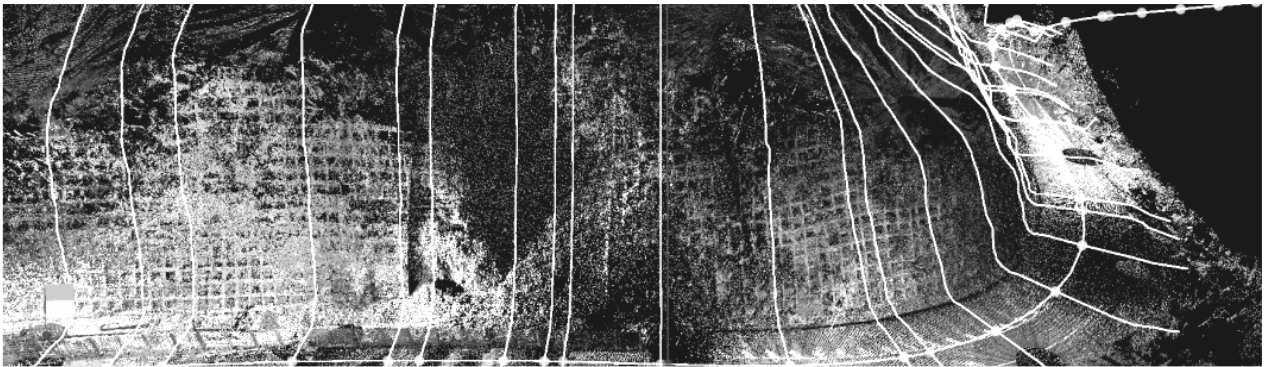


図-10 地上3Dレーザー測量により取得した崩壊法面における点群データ（滋賀県長浜市 県道 葛籠尾崎塩津線）

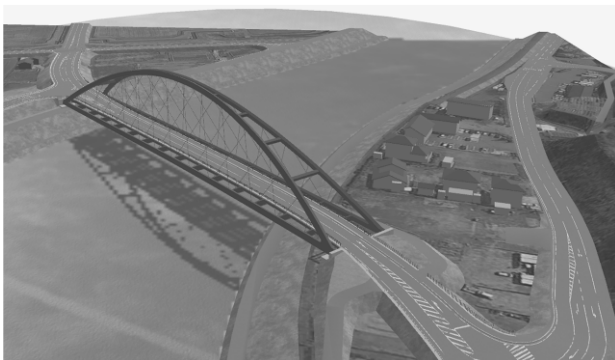


図-11 橋梁の4Dモデル（滋賀県大津市 国道422号BP）



図-12 ICT建設機械（MGバックホウ）

b) 3Dモデルの活用

道路・河川・砂防工事のうち、比較的規模の大きな構造物工事で、これまでに9件の3Dモデルの活用を行っています。（実施中を含む）

入札時に工事の中で何らかの3Dモデルの活用を約束すれば、加点する旨を明示して公告しています。

3Dモデルの活用方法は受注者の自由で、安全管理・施工管理・工事説明など、工事の特性に応じて様々な場面で3Dモデルが活躍しています。（図-13）

6. 最新技術 3Dプリンタの活用

2014年（平成26年）10月に、オランダ製3Dプリンタ「Ultimaker2」を導入しました。3Dデータを基に、熱で溶かした樹脂をノズルから押し出し、積み重ねて造形するタイプで、価格は50万円程度のものです。

設計で4Dモデルを作成した（仮称）瀬田川橋梁の1/300模型（全長約45cm）を作成して住民説明に活用したり、建設産業の魅力アップイベント「滋賀けんせつみらいフェスタ」（2015.11.8, 2016.10.22～23）で、来場者に楽しんでもらう3D市町パズル（標高に応じて凸凹のあるパズル）を作成したりしています。（図-14）

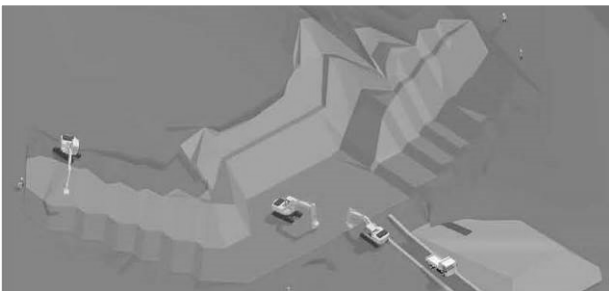


図-13 工事における3Dモデルの活用例（砂防工事）

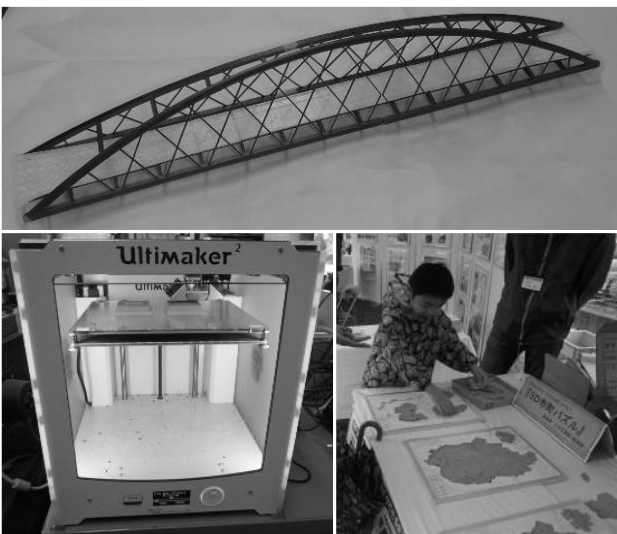


図-14 導入した3Dプリンタと造形物（橋梁模型, 3Dパズル）

7. 3次元CAD習得に向けた訓練

設計図は、かつてCALCSにより「手書き」から「CAD」に変化しました。そして今、i-ConstructionとCIMによって、2次元から3次元へ変化の時を迎えています。

図-15は、筆者が作成した砂防えん堤の図面です。これまでの設計図に比べ、その分かりやすさは明らかです。普段図面を見慣れていない方々への説明資料として、非常に有効なツールとなります。

滋賀県では3次元CADを2002年（平成14年）頃から導入し、現在は各職員のノートPCから、いつでも利用できる形になっています。2016年（平成26年）からは、集水木の3D図面を自分で作成するといった初歩的な研修も開催し、利用者教育を強化したところです。なお、研修で作成した3Dデータを3Dプリンタで印刷し、記念の名前入りペン立てとして配布するなど、職員の興味を引くような仕掛けも行っているところです。（図-16）

8. おわりに

今後も、ドローンの更なる高度利用（災害時の生中継など）、ICT土工（起工測量～検査までのICT全面活用）を始めとしたICT活用事業の発注など、「土木×ICT」の取組に積極的に取り組み、公共事業にi（愛）を注いでいきたいと考えています。

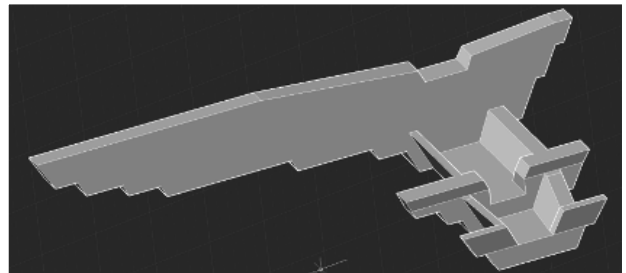


図-15 筆者が奮闘して作成した砂防えん堤の3D設計図

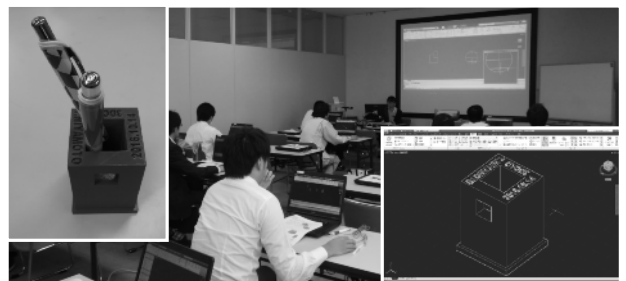


図-16 職員向け3次元CAD研修の様様

この論文は、筆者の昨年度（2016年度）の所属である滋賀県土木交通部 監理課 技術管理室の所掌内容について記載したものです。