

全自動ドローンによる 遠隔モニタリング・3Dモデリングシステム



2023年11月28日

飛島建設株式会社

技術研究所 第一研究室

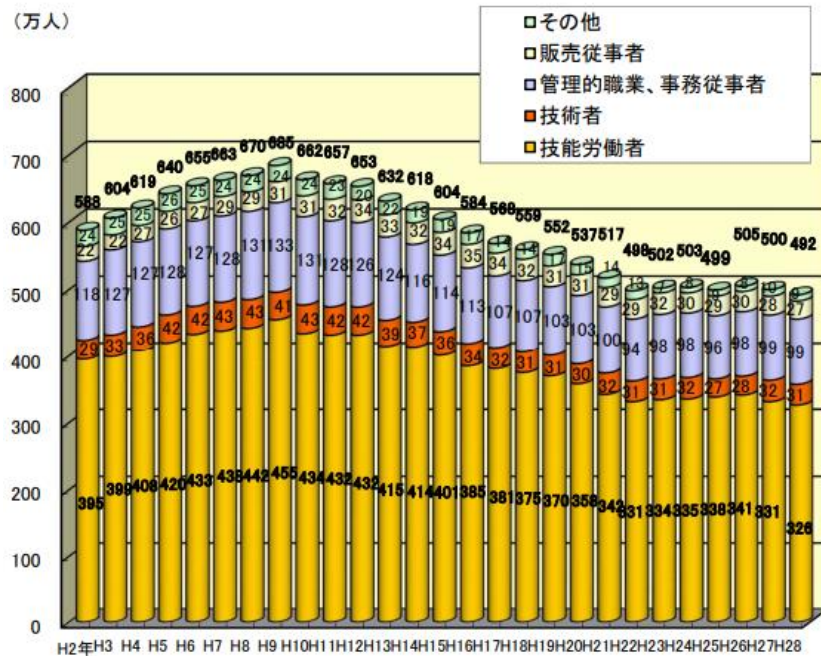
勝部 峻太郎



1. はじめに

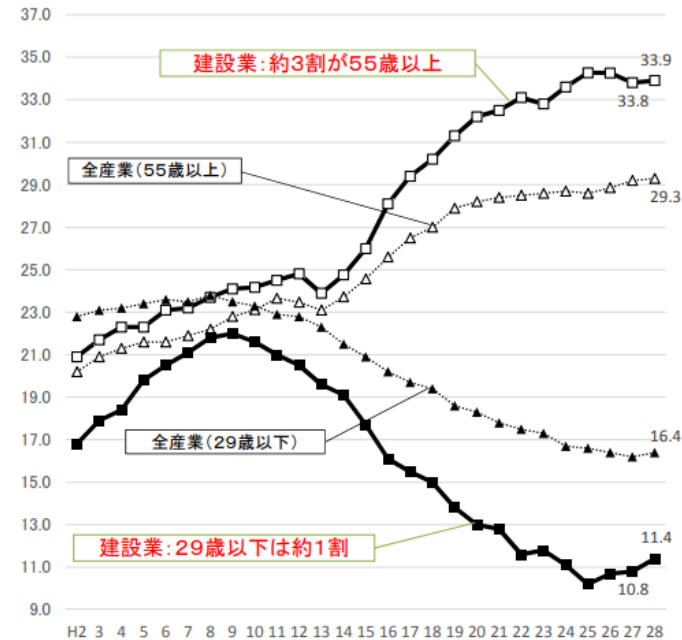
背景: 建設業における労働者数の減少

● 技能労働者等の推移



出典: 国交省「建設業及び建設工事従事者の現状」

● 建設業就業者の高齢化の進行



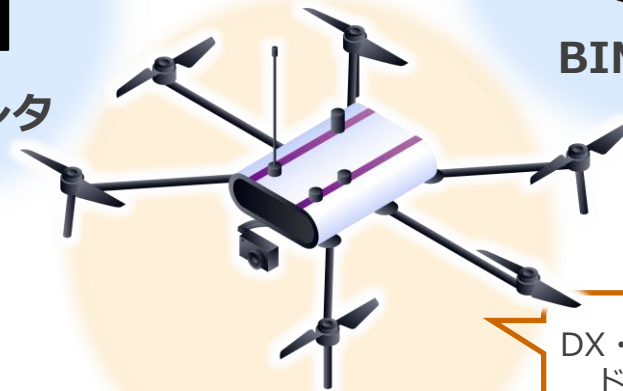
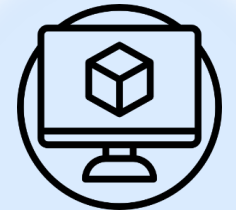
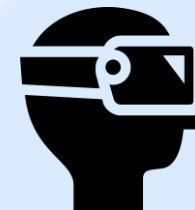
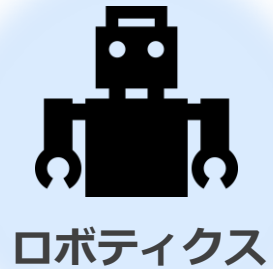
- ✓ 建設業就労者が**減少・高齢化**, 現場を支えている高齢者の**大量離職**
- ✓ 経済の持続的発展, 防災・減災など**社会インフラ整備**は必須

➡ **建設工事の生産性向上は喫緊の課題**



1. はじめに

DX・ICTによる課題解決



DX・ICT技術として
ドローンに着目

✓ DX・ICTによる生産性向上の取り組みが加速

➡ 法整備（2022年12月5日：レベル4飛行解禁）も進み ドローンの活用に着目



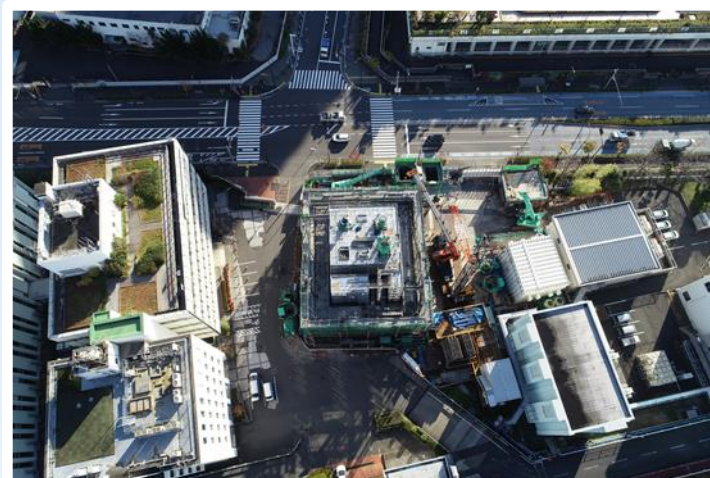
2. ドローン活用の現状

建設現場におけるドローン活用の現状

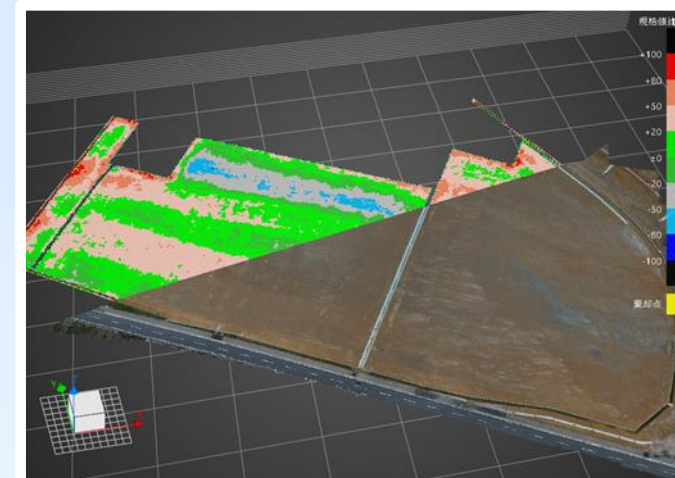


建設現場におけるドローン（無人航空機）の利活用は急速に進んでいる

● 定点写真の空撮



● 大型土工事における出来形測量



- ✓ **空撮・記録・測量**への適用に関して**ドローンは有用**
- ✓ **散布・運搬・通信中継**などへの活用も期待

一方… 実際のドローン運用に際しては**運用労力**や**法規制**により

- ✓ **日々の（高頻度な）管理業務**
- ✓ **監視・巡視**

へのドローン適用は**困難**という課題があった



2. ドローン活用の現状

ドローン運用における労力

撮影



- 操縦者による**操縦**，**撮影**
- **操縦者1名+補助者1名**の計**2名以上**の配置
(航空法第132条の86第2項第2号)

付帯業務



- 空撮地点までの**輸送**
- 機器の**セッティング**
- **バッテリー充電**
- **データ取り出し** …など

➡ 空撮ごとに**撮影 (2名)** と**準備**の**労力**が必要という課題



2. ドローン活用の現状

ドローン運用における法的制約：航空法



全てのドローン飛行は**航空法**の規制を受ける

- ✓ ドローンの**飛行リスク**に応じて**レベル1-4**まで区分されている
- ✓ 屋外での**ほぼ全ての飛行**において**航空局の許可が必須**
- ✓ **空撮**など操縦者が**手元を注視する飛行**の場合、**補助者の配置が必須**

↓
レベル2飛行 (無人地帯における補助者あり目視外飛行)

↓
レベル3・4飛行であれば**補助者不要**

ただし… 高リスクな飛行 (**レベル3・4飛行**) は、飛行許可を得ることが困難・時間を要する (数か月)

国交省航空局「無人航空機のレベル4の実現のための新たな制度の方向性について」を基に作成



3. 当社の取組み

ドローン運用における課題と解決方法

	ドローン運用の省力化・自動化に関する 技術的課題		ドローン運用の省力化・自動化に関する 法的課題
課題	空撮業務を要する ✓ 機体の操縦 ✓ 撮影	付帯業務を要する ✓ 空撮地点までの輸送 ✓ 機体のセッティング ✓ バッテリー充電 ✓ 空撮データ取出し	航空法の規制により、通常であれば操縦者1名+補助者1名の 計2名以上の配置 が必須
解決方法	自律飛行可能なドローン機体 の導入 ↓ 空撮業務を省略	建設現場に常設可能な ドローンポート の導入 ↓ 付帯業務を省略	建設現場における レベル3飛行許可 の取得 ↓ 現地の人員配置を0名に

今回、**全自動ドローン + レベル3飛行**により
労力削減しながら**高頻度なドローン利用を実現**

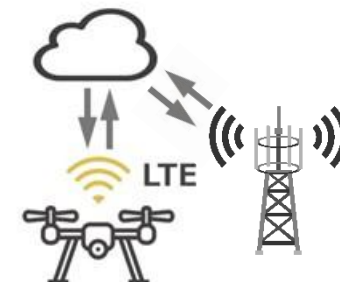
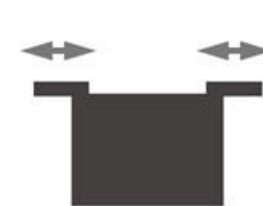
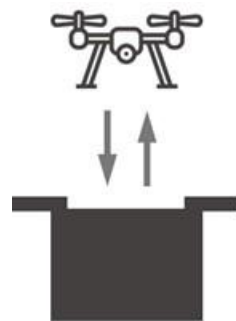


3. 当社の取組み

全自動ドローンの採用

ドローン機体とドローンポートからなる
全自動ドローンを採用

- 1 現場内に常設したドローンポート内にドローン機体を格納
- 2 ドローンポートのハッチが自動開閉し、機体が自動離着陸
- 3 事前に設定したフライトルートに沿って自律飛行
- 4 機体が直接携帯電話回線に接続し、リアルタイムに映像を配信
- 5 着陸後、空撮データの自動アップロードおよび自動充電を開始



機能

自動離陸
自動着陸

自動飛行
自動空撮

自動充電

ハッチ開閉

携帯電話回線
への接続



3. 当社の取組み

建設現場における全自動ドローンの試行

全自動ドローンの運用実績を持ち、ドローンソリューションを提供していることから、建設現場における全自動ドローンの活用に関して **KDDIスマートドローン株式会社** と共同で検証を行い、現場運用を行っている。



KDDIスマートドローンによる事例紹介記事
<https://kddi.smartdrone.co.jp/solution/case/case-008.html>



4. 試行現場の紹介

令和2年度 北勢BP坂部トンネル工事

飛島建設 坂部トンネル作業所における試行

工事名

令和2年度 北勢BP坂部トンネル工事
(全長L=870.15mのうち三期工事L=125m)

工事場所

三重県四日市市

発注者

国土交通省 中部地方整備局 北勢国道事務所

受注者

飛島建設

工期

令和3年3月16日 ~ 令和6年3月25日

主要工種数量

トンネル工事: L=114.2m, 内空 A=79.439m²
掘削補助工事: パイプルーフ工 Φ812.8, N=24本

北勢バイパスについて

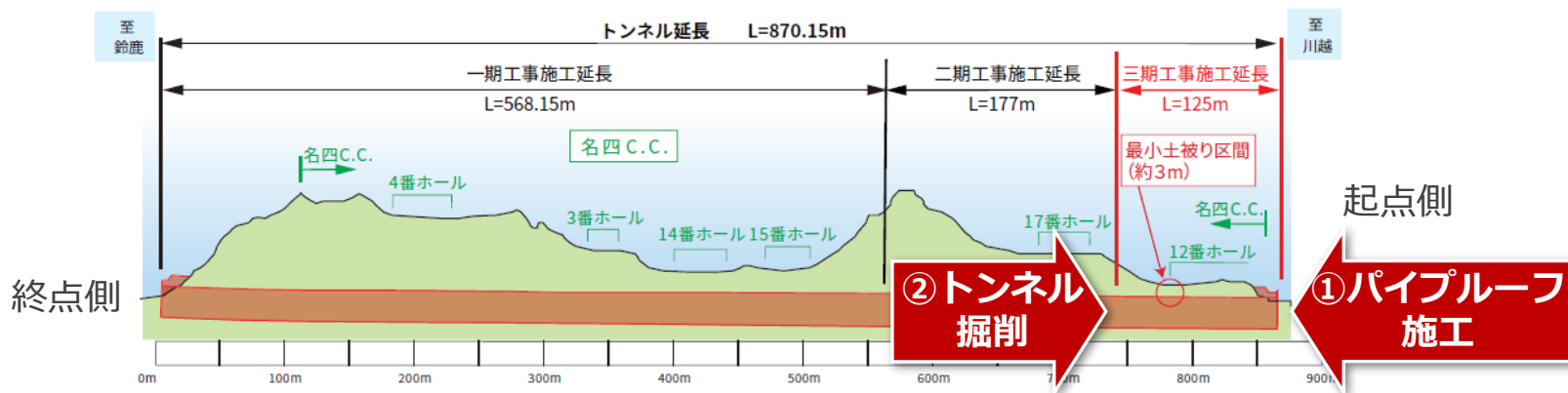
国道1号北勢バイパスは、国道1号・23号等の渋滞緩和・災害に強い道路機能の確保・地域活性化支援を目的に建設されており、現在南福崎～市道日永八郷線までの延長8.5kmが開通している。





4. 試行現場の紹介

令和2年度 北勢BP坂部トンネル工事



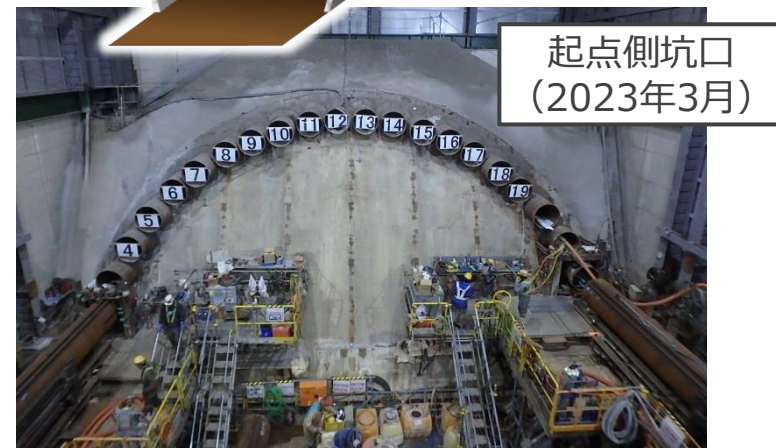
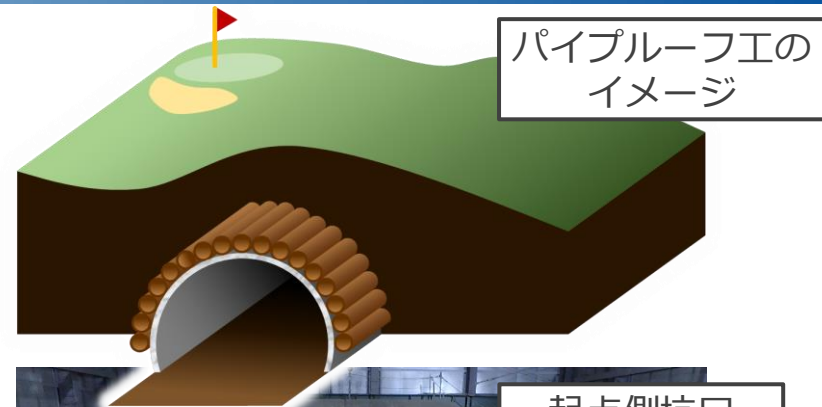
- ✓ 脆弱な未固結地山
- ✓ 最小土被り3.4m
- ✓ 営業中のゴルフ場直下

●●● トンネル掘削に伴う地表面変状の懸念

掘削補助工としてパイプルーフ工を採用

- ✓ 起点側坑口よりトンネル外周に沿って24本の鋼管を打設
 - ✓ その後、終点側よりトンネル掘削
- ↳ 地表面沈下の抑制

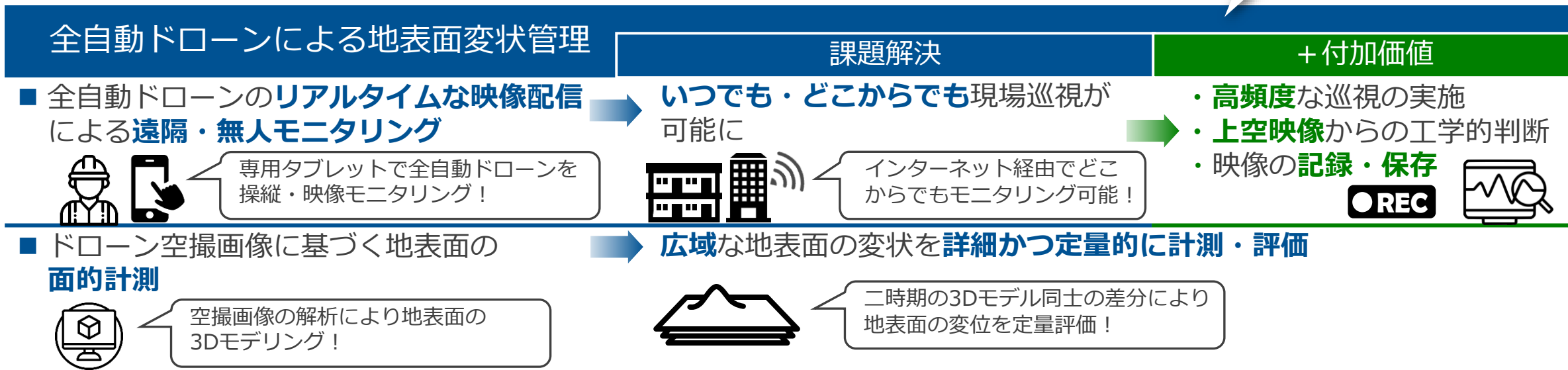
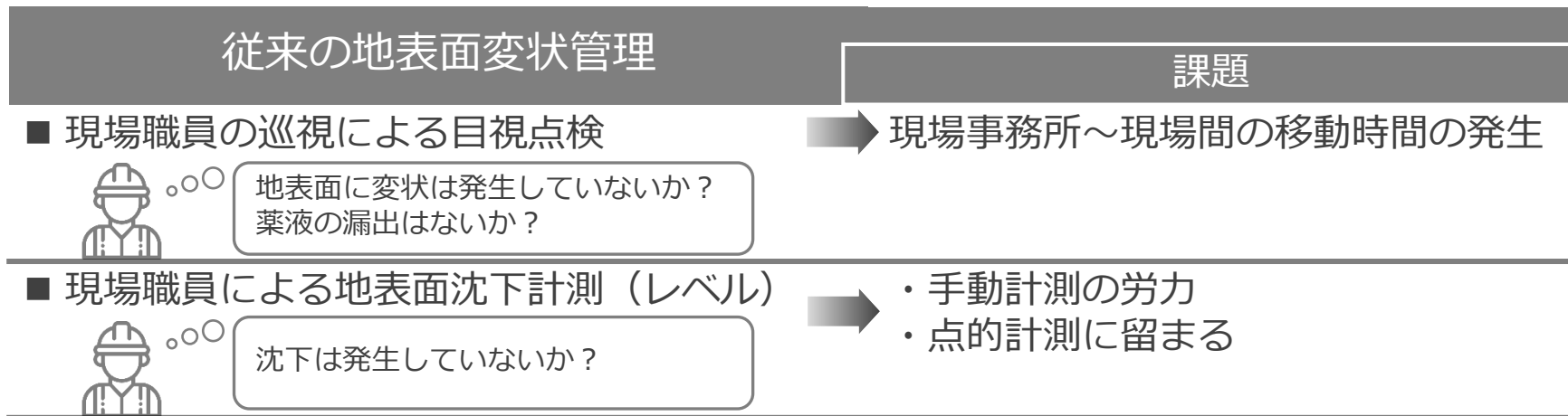
➡ トンネル直上のゴルフ場地表面を高頻度かつ詳細に安全監視したい





5. 取り組み内容

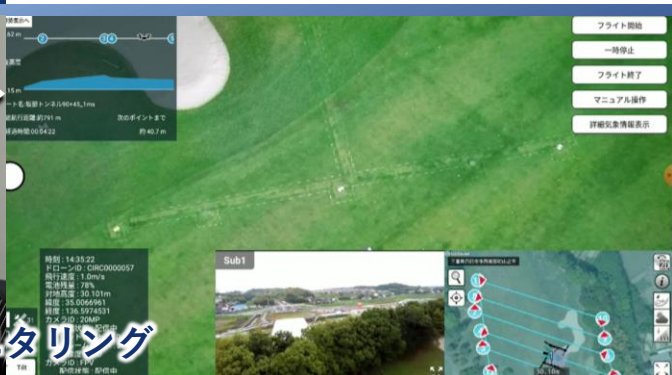
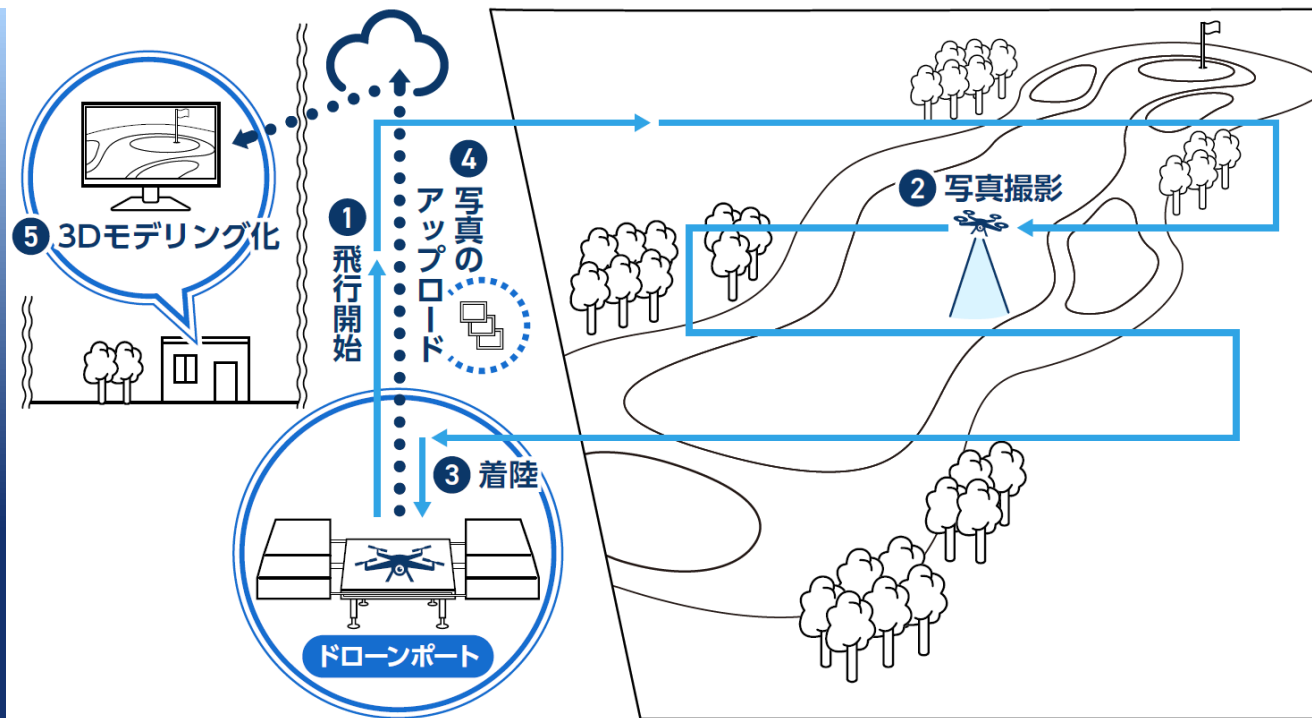
全自動ドローンの試行目的





5. 取組み内容

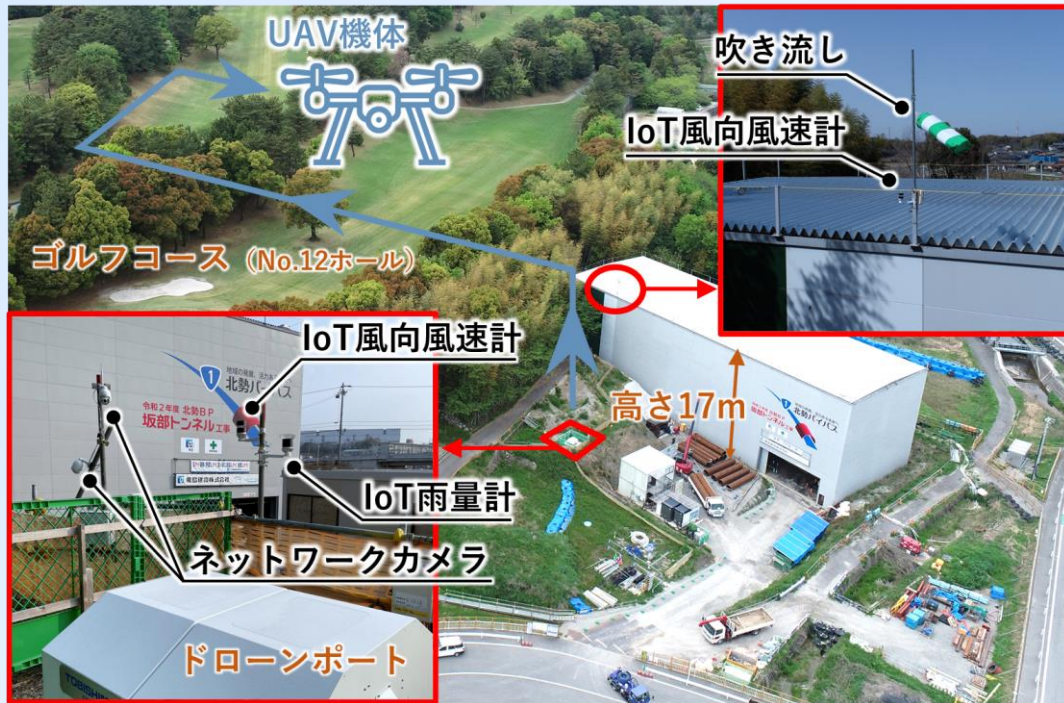
試行概要





5. 取り組み内容

全自動ドローンの運用に関する検証



- ✓ ドローンポート周辺にカメラ・気象センサを設置

吹き流し (防音ハウス屋根部)

ドローンポート

2023年04月26日 (Wed) 09:22

降水量 (mm/h)	7.4		
地上での平均風速 (m/s)	1.9	上空での平均風速 (m/s)	6.1
地上での瞬間風速 (m/s)	3.9	上空での瞬間風速 (m/s)	9.2

No.12ホール

強風・降雨につきフライトNG

- ✓ 取得した映像データ・気象データはアプリ上でリアルタイム・一元的に表示
- ✓ 雨量・風速が閾値を超過している場合、警告表示



結果...

- ✓ 全自動ドローンの**安全な遠隔・無人運用**を実現した
- ✓ 全自動ドローンの**レベル3飛行の承認**を取得した



5. 取組み内容

全自動ドローンの活用に関する検証①：無人運用・遠隔モニタリング

The screenshot displays a drone control application interface. At the top, it shows 'auto' mode, altitude of 0.00 m, and speed of 0.0 m/s. A central dialog box titled 'フライト開始前状態確認' (Pre-flight status confirmation) lists three items with green checkmarks: '上空モバイル通信利用申請' (Mobile communication application in flight area), '管制システム判定結果' (Air traffic control system judgment result), and 'クラウド録画状態' (Cloud recording status). The background interface includes a 3D flight path map, a camera view, and various status indicators like battery level (87%) and camera ID (20MP).

- ✓ 建設現場内のドローンポートから自動離着陸
- ✓ 設定された3Dフライトルートに沿って自動空撮
- ✓ 現場事務所から遠隔モニタリング

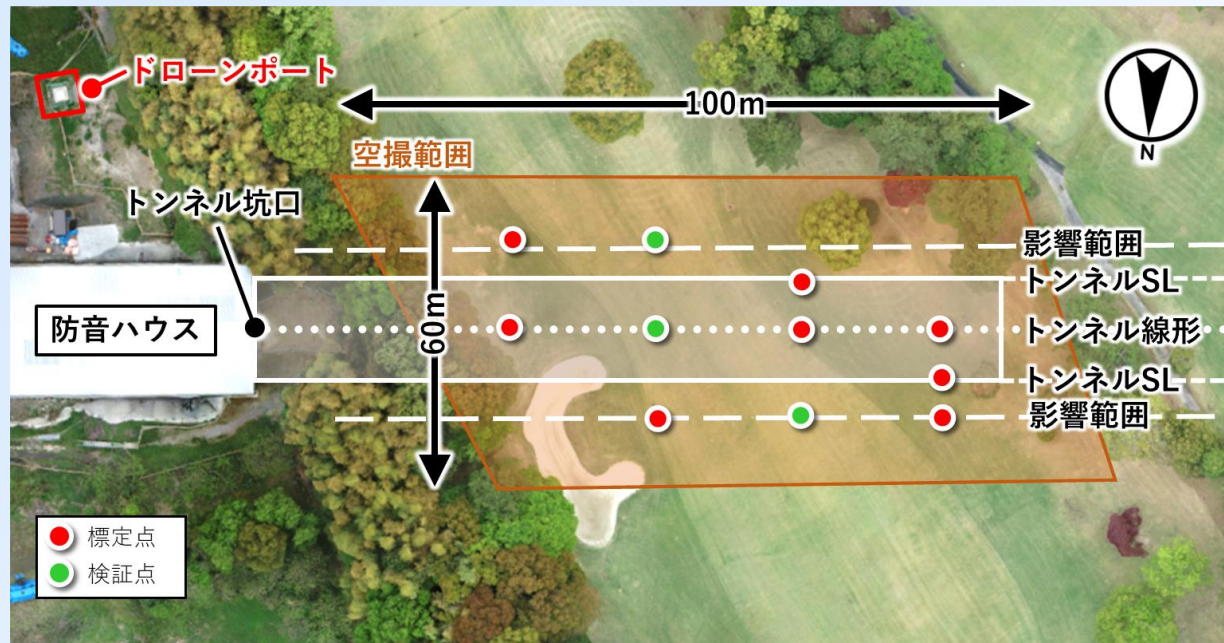
結果…

- ✓ 全自動ドローンの**無人運用**および**遠隔モニタリング**が可能であることを確認した
- ✓ 全自動ドローンの年間を通じた**屋外常設**が可能であることを確認した



5. 取組み内容

全自動ドローンの活用に関する検証②：3Dモデル生成



- ✓ ゴルフ場地表面を対象として面的計測を試行
- ✓ トンネル掘削の影響範囲を含むエリアを計測



- ✓ 空撮データはクラウドへ自動アップロードされる
- ✓ 空撮データの解析により地表面の3Dモデルを生成

結果…

- ✓ フェアウェイ・ラフ等の**植生被覆地**であるゴルフコース地表面を対象として、**鉛直方向10mm未満の誤差**でUAV面的計測が可能であることを確認した



5. 取組み内容

全自動ドローンの活用に関する検証③：面的変位計測

- ✓ 二時期に生成した3Dモデル（パイプルーフ施工前・施工中）同士の鉛直方向の差分を算出

空撮パラメータ

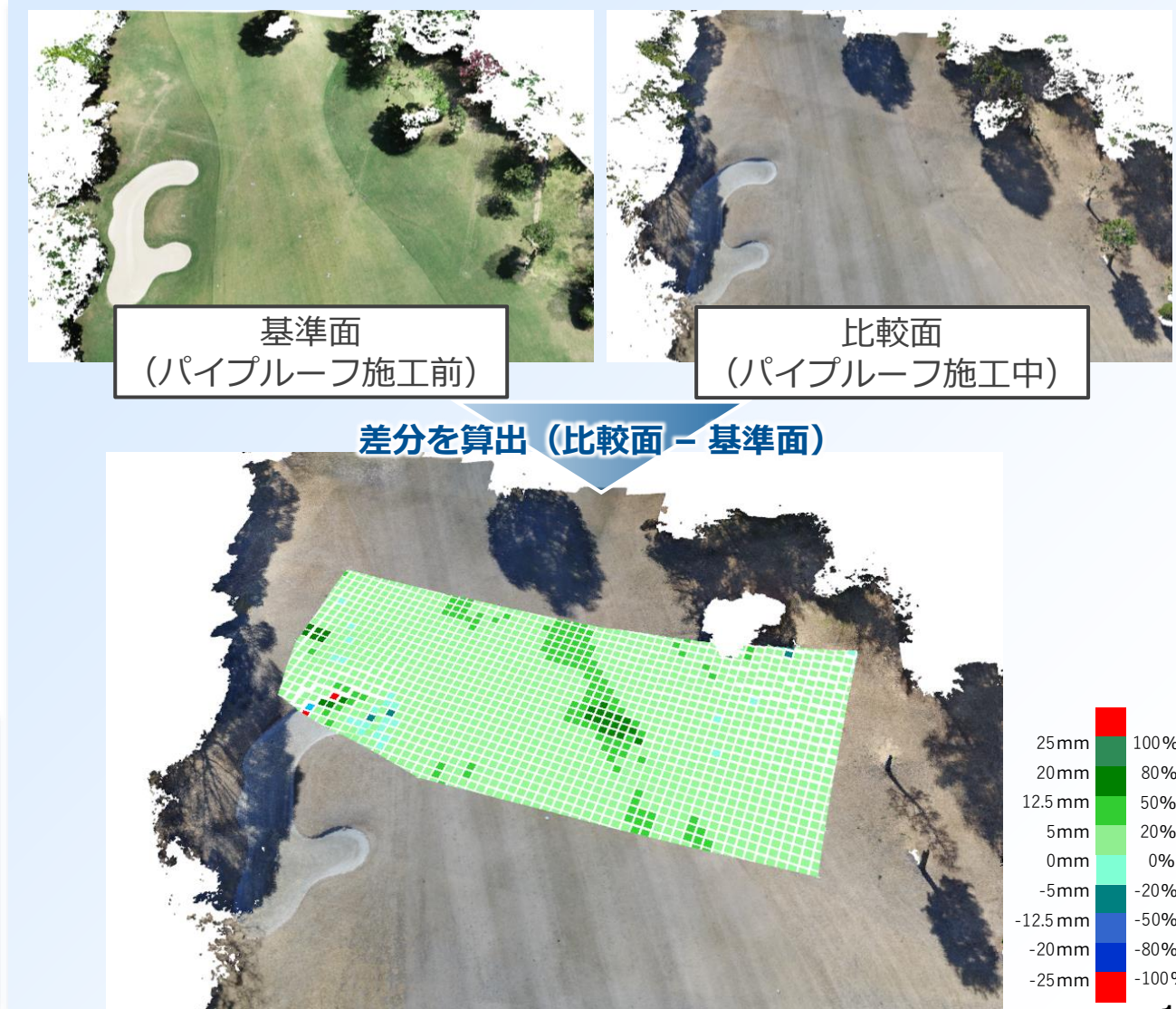
解析条件

対地高度	25m	評価面積	1,410m ²
地上解像度	8mm/pix	規格値	±25mm
ラップ率	OL80% × SL80%	メッシュサイズ	1m × 1m

97.9%の評価データが、規格値±25mmに対して±12.5mm（±50%）の範囲内となった

結果…

- ✓ パイプルーフ施工による**地表面変状は見られなかった**
- ✓ 手動計測による沈下量実測値（最大3mm）と**整合**
- ✓ 地形形状の不連続箇所（バンカー縁）やフェアウェイ・ラフのメンテナンス状況により、**見かけの変位が発生**する場合がある





5. 取組み内容

まとめ

全自動ドローンのレベル3飛行とドローンによる地表面変位計測の取組みにより、以下の結果を得た。


ドローン運用の省力化・自動化を実現

- ✓ 全自動ドローンの遠隔・無人運用
- ✓ 空撮画像の自動アップロード

ドローン活用の高度化を実現

- ✓ 建設現場の遠隔・リアルタイムなモニタリング
- ✓ 空撮画像に基づく3Dモデリング
- ✓ 3Dモデル同士の差分による地表面沈下計測

生産性・安全性の向上を実現

An aerial photograph of a golf course green. The green is a vibrant, well-maintained grass. In the center of the green, there is a small, dark-colored clubhouse or maintenance building. To the left and right of the green, there are several irregularly shaped water hazards, likely sand traps or ponds, which appear as bright white areas. The green is surrounded by a dense forest of tall, green trees. In the far background, a city skyline is visible under a clear blue sky. A semi-transparent dark grey horizontal bar is overlaid across the middle of the image, containing the Japanese text.

ご清聴ありがとうございました.