



非GNSS環境対応型ドローンやポールカメラを活用した 構造物点検支援技術



2023年5月18日(木)
公益財団法人愛知県都市整備協会 主催
『道路橋定期点検の新技術研修 ～実物に触れる～』

三信建材工業株式会社



【目次】

1. 会社紹介
2. 非GNSS環境対応型ドローンやポールカメラを活用した近接目視点検支援技術
3. 現場活用事例
4. 新技術の社会実装に向けて



会社紹介

Chapter 1

1. 会社紹介



会社名	三信建材工業株式会社	
設立	1963年7月5日	
本社住所	〒441-8077 愛知県豊橋市神野新田町字二ノ割35-1 2F	
支社・支店	豊橋支社 岡崎支社 浜松支店	
Tel/Fax	0532-34-6066 (代) / 0532-33-7155	
役員一覧	代表取締役社長 石田 敦則 専務取締役 岡崎支社長 岡田 康稔 常務取締役 開発室長 石田 晃啓 常務取締役 豊橋支社長 (浜松支店長 兼務) 杉浦 桂	
資本金	3,600万円	
事業内容	建築工事業 防水工事業 塗装工事業	構造物調査診断 各種調査装置・機能材などの開発 等
所属団体	日本アスファルト防水工業協同組合 公益社団法人ロングライフビル推進協会 全国マイクロカプセル工業会 一般社団法人全国防水工事業協会 一般社団法人日本赤外線劣化診断技術普及協会 一般社団法人日本建築学会 一般社団法人日本ドローンコンソーシアム 一般社団法人日本建築ドローン協会 あいちロボット産業クラスター推進協議会 東三河ドローン・リバー構想推進協議会 一般社団法人社会インフラメンテナンス推進協議会 等	



本社・豊橋支社



岡崎支社



浜松支店



ビルディングドクターによる調査・診断

営業・工事スタッフの半数以上が、**建物仕上診断技術者(通称:ビルディングドクター)**を保有。
下地の状況や損傷状況を適切に判断し、最適な改修方法をご提案します。
外壁調査や非破壊検査等では、損傷状況を示した調査報告書を提出します。



三信協力会や協力業者による施工

信頼のおける弊社協力会社(職人)による施工を行います。
定期的な安全啓蒙活動、新材料の勉強会等を開催しており、**安心して工事をお任せください**。
工事完了時には、**お引渡し前に社内スタッフによる完了検査を実施**します。



責任をもったアフターフォロー

防水工事は10年保証を発行。保証期間内における漏水事故等は無償で対応します。
(※ 防水保証書の発行には条件がございます)



実績紹介



防水工事: **1400件**以上/年
塗装工事: **250件**以上/年
信頼の絆: **9.7点**以上(※)

(※) 施工満足度調査/10点満点



三信建材工業株式会社 創立

愛知県豊橋市神野新田町字二ノ割 3 5 - 1

- S.38 ○
- S.43 ○ 浜松営業所 設置
- S.58 ○ 三信協力会 設立
- S.62 ○ 非破壊検査部門設立
- H.5 ○ (株)サンシンテクノ中部、サンシン工販(株)設立(グループ会社)
- H.13 ○ ペネトレイト低圧注入工法開発、特許取得
- H.26 ○ 本社に「開発室」を設置
ドローンによる点検技術開発に着手
- H.28 ○ 外壁点検昇降ロボット
「NOBORIN」の開発に着手
- H.29 ○ 経産省より、「地域未来牽引企業」認定取得
◎ 地域未来牽引企業
- H.31 ○ 国土交通省「点検支援技術性能カタログ」に
弊社技術が掲載
- R.1 ○ グループ会社の統合
- R.3 ○ 国土交通省発行「港湾の施設の新しい
点検技術 カタログ」に弊社技術が掲載
- R.4 ○ 国土交通省「NETIS(新技術情報提供システム)」
技術登録完了
- R.5 ○ 国土交通省「河川点検技術カタログ」に
弊社技術が掲載



防水・塗装工事



構造物調査・診断



ドローン事業



構造物改修・補修



非GNSS環境対応型ドローンやポールカメラ を活用した近接目視点検支援技術

Chapter 2



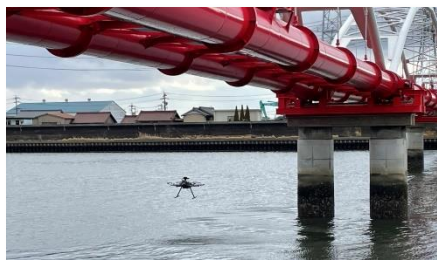
■ 非GNSS環境対応型ドローンやポールカメラを活用した構造物点検支援技術

GNSS頼らず自動飛行を行うことが可能なドローン、最大11mまで伸縮可能なポールカメラを活用し、撮影画像を解析することにより、建築・土木構造物に生じた損傷の抽出や3次元モデル化する技術(以下、点検支援技術と称す)

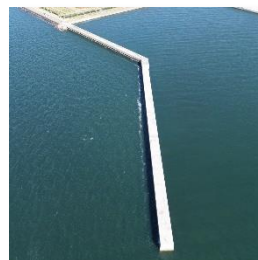
【点検支援技術 対象構造物(例)】



橋梁



水管橋



港湾施設



建築構造物

【点検支援技術 アウトプットイメージ】

大面積：大型機



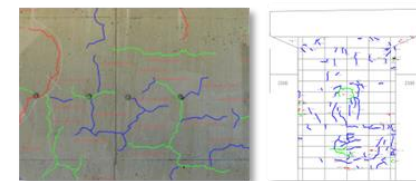
小面積／狭隘部：小型機



狭隘部：ポールカメラ



損傷写真・損傷図化



三次元化





■技術名称: 非GNSS環境対応型ドローンやポールカメラを活用した橋梁点検支援技術

「性能カタログ」「NETIS」共に登録済み

点検支援技術 性能カタログ(画像計測技術)

技術番号: BR010015-V0322 H.31年2月より掲載

港湾の施設の新しい点検技術 カタログ(案)

R.3年3月より掲載

河川点検技術カタログ

R.5年3月より掲載

NETIS R.4年6月より掲載

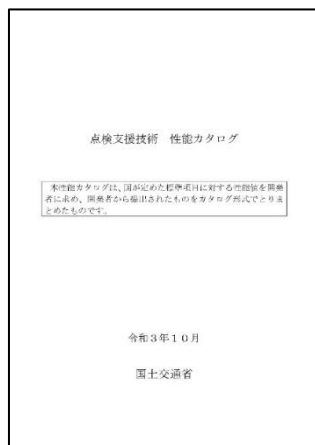


新技術情報提供システム
(NETIS: New Technology Information System)

○技術概要

橋梁点検の際に、橋梁の上部構造・下部構造のコンクリート部材に対して、**非GNSS環境においても自動飛行を可能としたドローン**を用いて近接撮影画像を取得し、画像解析することにより、**変状位置・変状規模を測定する技術**。

登録番号: CB-220017-A

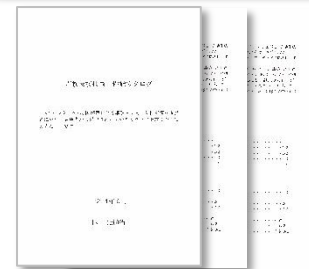
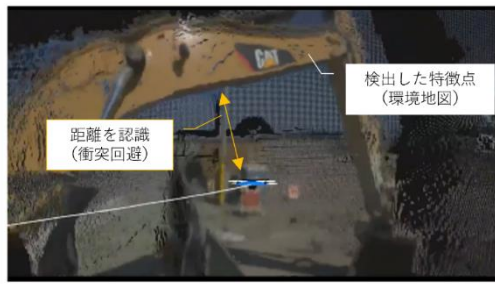


3. 計測性能		性能を有する機体条件	性能を有する機体条件
撮影速度	0.5m/s ~ 1.0m/s	【撮影距離】 0.3m~10m 【撮影機体】 非GNSS環境下での自動飛行が可能 【撮影機体】 GNSS機能付機体 【撮影機体】 GNSS機能付機体	
最小ひびわれ幅・計測精度	最小ひびわれ幅0.05mm ^{※1} 計測精度0.025	【撮影距離】 0.3m~10m 【撮影機体】 非GNSS環境下での自動飛行が可能 【撮影機体】 GNSS機能付機体 【撮影機体】 GNSS機能付機体	
最小ひびわれ幅・計測精度	最小ひびわれ幅0.1mm ^{※1} 計測精度0.033	【撮影距離】 10m~2000m 【撮影機体】 GNSS機能付機体	
最小ひびわれ幅・計測精度	最小ひびわれ幅0.05mm ^{※2} 計測精度0.025	【撮影距離】 10m~2000m 【撮影機体】 GNSS機能付機体	



■点検支援技術の特徴について

- ① VisualSLAMにより、非GNSS環境下においても**自動飛行**が可能
- ② ドローン本体は大型機(直径約1,300mm)と小型機(直径約700mm)を環境に応じて**使い分け**が可能
- ③ 機体に搭載したセンサーにより、**衝突回避機能**と壁面との**離隔距離**を一定に保つことが可能
- ④ 撮影画像は**図面**と合成し、解析を行うことができ、**ひびわれ幅0.1mm**から計測可能
- ⑤ 大型機が飛行不可な**狭隘部**などは**小型機・ポールカメラ**にて代替





■ 従来点検と点検支援技術の比較について(ワークフロー)



外業(ドローンの運用)から内業(画像解析、損傷図作成)まで一貫して行います



■ 導入のメリット



① 外業の時間の短縮・効率化

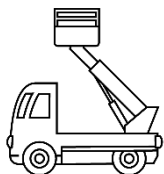
⇒「チョーキング・サンプリング」や「スケッチ作業」の削減



② 安全性の向上

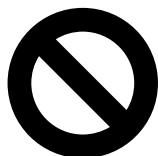
⇒ ロープアクセスや点検車による高所作業の削減

※ ロープアクセス時、壁面へのアンカー打ち込みが不要



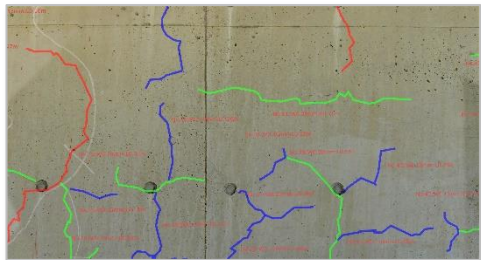
③ 調査可能範囲の拡大

⇒ 高所作業車、及び橋梁点検車の設置が困難な橋梁の点検が可能



④ 社会的な影響の軽減・事前手続きの簡略化

⇒ 橋梁点検に伴う交通規制が不要（橋梁点検車作業時など）



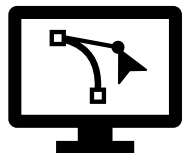


■ 導入のメリット



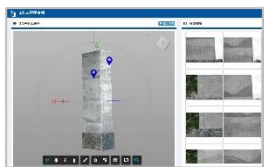
⑤ すべての部材を画像データ化

⇒ 点検対象範囲を全面撮影する為、**当時の状況をデータとして保管可能**
現場へ行っていない作業員への情報共有・引継ぎが可能
定期点検時の経過観察、災害発生後の**比較が容易**



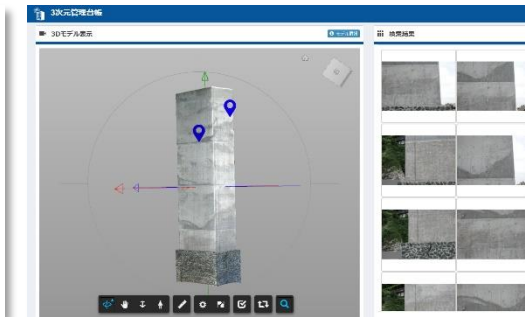
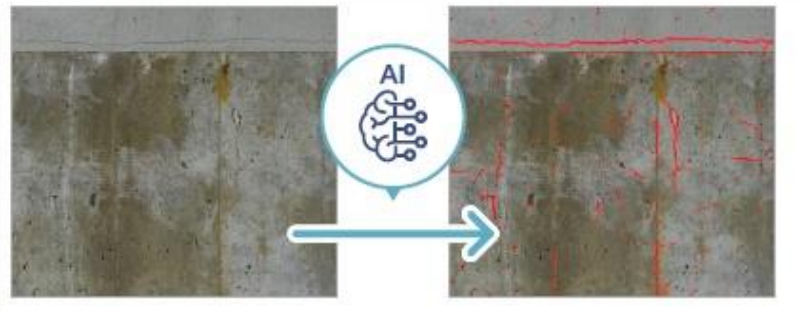
⑥ AIによる画像解析で効率化

⇒ 変状(ひびわれ・剥離等)の**位置や規模を正確に把握・計測可能**
画像に損傷を重畳表示させることができる為、損傷位置を正確に把握可能



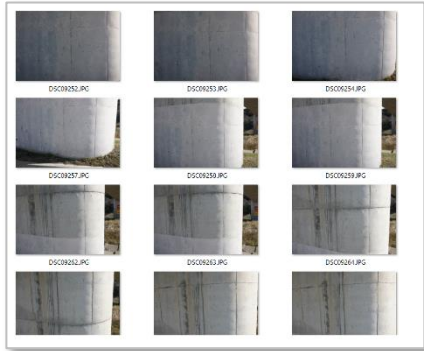
⑦ 3次元モデル上で構造物の調査結果を一元管理可能

⇒ データ管理により、無駄な資源の削減(ペーパーレス化)
点検記録の確認の簡易化、**損傷位置を客観的に把握可能**

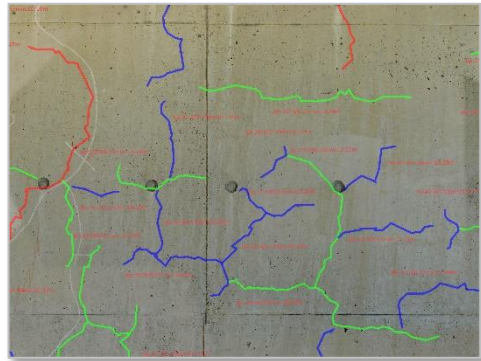




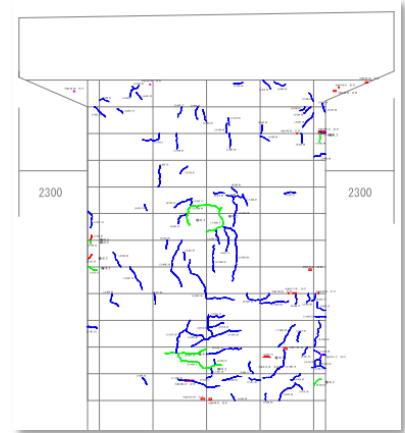
■ 主な成果物について



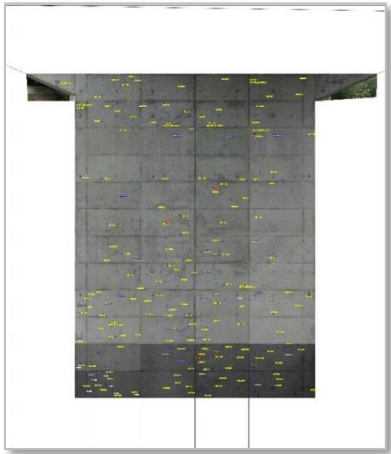
01 撮影画像 (.jpg 等)



02 損傷写真 (.jpg 等)



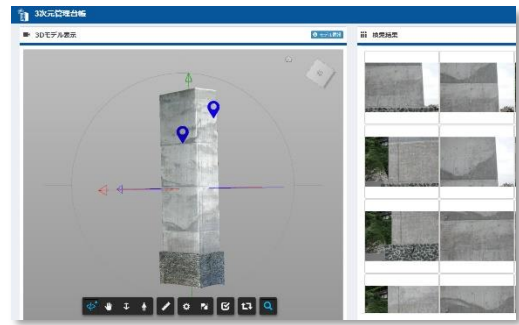
03 損傷図



04 合成画像 / 損傷表示

	3477	2450	2519	2572	2673	2670	
		3488	3525	2582	2653		
		3469	3521	3563	2650		
		3467	3514	3561	3615		
2300		3461	3512	3554	3613		2300
			3590	3551	3609		
		3457		3550	3602		
		2487	2596	2610	3598		
		4178	4167	4157	4149		
		4175	4165	4155	4147		
		4172	4161	4153	4145		
		4169	4159	4152	4143		

05 撮影画像配置図



06 三次元モデル

2. 非GNSS環境対応型ドローンやポールカメラを活用した近接目視点検支援技術



徳島



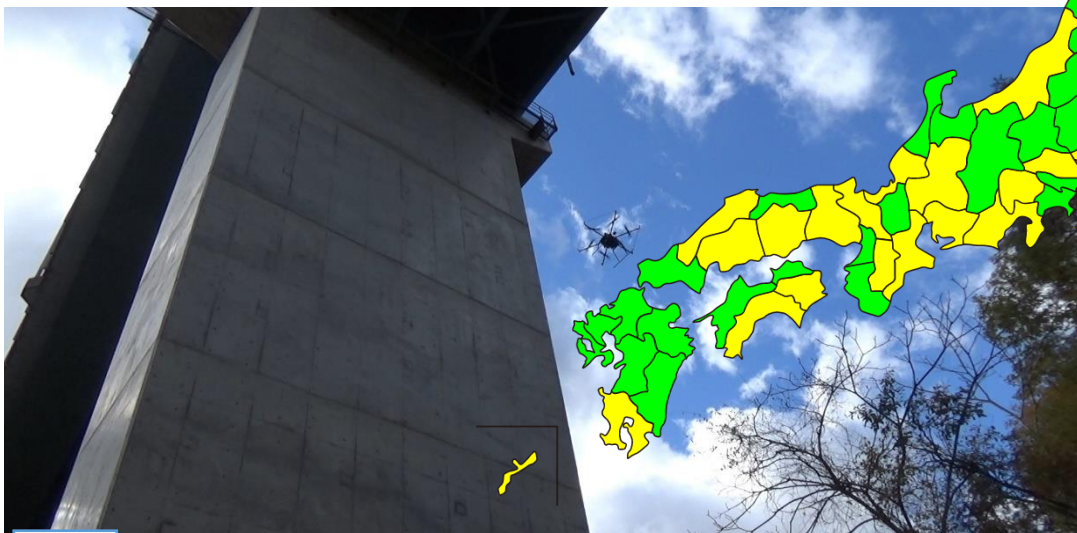
徳島



北海道



山梨



青森



※黄色で色塗りされた部分は点検等を実施した県になります。

これまでの実績

- ・建築物点検 … 22件
- ・土木構造物点検 … 94件
- ・設備点検、その他 … 86件
- ・測量 … 4件

合計 **206件**

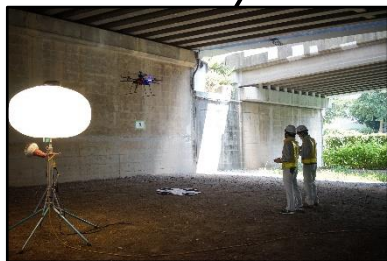
■ 愛知県内 新技術活用事例(抜粋)



名古屋市 某橋梁(中部地方整備局)
現場ニーズと技術シーズのマッチング



名古屋市 某橋梁



有松避溢橋 高架下(愛知県道路メンテナンス会議)



東郷町内 某橋梁



豊田市内 某橋梁



新城市 桜橋



豊橋市内 某橋梁



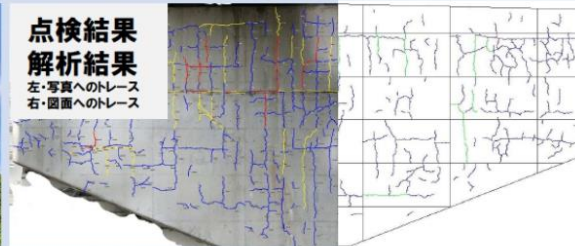


豊川市 三上橋

2. 非GNSS環境対応型ドローンやポールカメラを活用した近接目視点検支援技術



○ 橋梁点検や構造物点検等において、コンクリート構造物のひび割れ状況を目視以外の方法で把握できる技術

技術名	ドローンによる近接目視点検支援技術
シーズ提供者	三信建材工業株式会社
技術概要	橋梁下、屋内などGPSデータが取得できない箇所において、自己位置推定機能と衝突回避機能を備えたドローンを用い、搭載したカメラで構造物を撮影。撮影画像を解析ソフトウェアを用いて図面と合成、ひび割れ等損傷箇所の特定を行う技術。
試行状況	   <p>機器外観</p> <p>橋脚点検状況</p> <p>点検結果 解析結果 左・写真へのトレース 右・図面へのトレース</p>
有効性	<ul style="list-style-type: none"> ・GPSデータが取得できない橋梁下などでも自律飛行による撮影が可能。 ・高所作業、法面上での作業が不要となり安全性が向上する。 ・外業の効率化と、内業における調書作成の自動処理サポートにより、点検作業の効率化となる。
経済性	<ul style="list-style-type: none"> ・高所作業車、橋梁点検車が不要となり、また、現場作業の所要日数が軽減するため、経済性が向上する。
安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員が高所作業を行う必要がなくなるため、安全性が向上する。
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・モーター関連機器は総飛行時間 1 0 0 時間を目安に交換。 ・バッテリーの寿命は 5 0 サイクルの放充電が目安。
作業性	<p><適用可能な範囲>：自己位置推定機能の関係上、水面上や樹木、雑草が生い茂った上空は不適な場合がある。</p> <p><作業スペース>：設置スペースは 5 m × 5 m 程度。また、第三者の接近を防ぐため飛行高度と同程度の水平距離を作業区域として設置。</p> <p><自然条件に関する制約>：地上風速 5.0 m/s 以下。晴天または曇天。雷、濃霧、粉塵等は飛行を中断する。</p> <p><技術の取り扱いに関する難易度>：機体の操縦は、国土交通省航空局に登録された操縦者。また、基地局ソフト等の講習が必要。</p>
汎用性	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上の橋脚、床板であれば適用可能。
評価	試行現場検証により、公募ニーズについての適用が可能であることを確認した。



現場導入事例

Chapter 3

3. 現場導入事例



■ 石川県 某橋梁(2022年11月)



橋梁全景

【橋梁諸元】

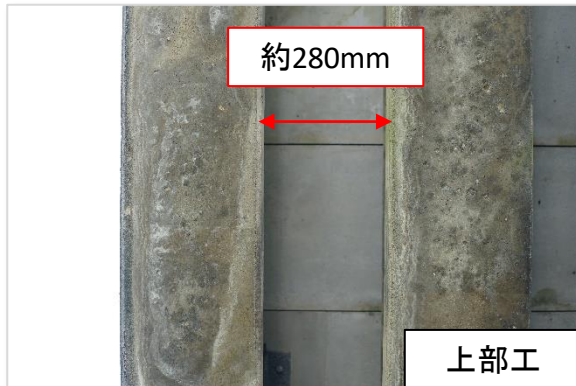
- ・橋梁形式 : 上部工 PCI桁橋、下部工 逆T桁橋台
 パイルベント橋脚、基礎 既成RCぐい
- ・橋梁規模 : 橋長:80.2m、全幅員:2.8m、総径間数:8径間
- ・前回点検 : ロープアクセス工法、潜水調査、地上点検(徒歩)
- ・対象範囲 : 上部工(下面、側面)、下部工

【橋梁周辺・桁下の環境】

- ・A1、A2付近にドローンの離着陸場所を確保可能
- ・近隣に空港
- ・水面を基準とした桁高が約2m、水深は1~3m

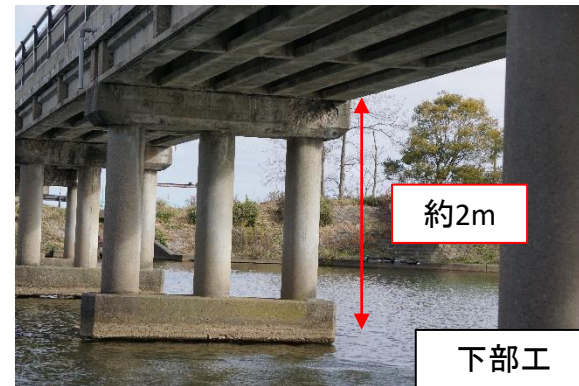


周辺環境



約280mm

上部工



約2m

下部工

3. 現場導入事例



■ 石川県 某橋梁(2022年11月)

【新技術活用の目的・ニーズ・課題】



2.8m

幅員が狭い、
橋梁点検車×



ロープアクセス、潜水土による点検
⇒ 点検費用増加

T桁の内部状況を確認したい
桁間: 約280mm

⇒ 点検支援技術性能カタログ、及びNETIS経由でお問い合わせ、御見積依頼

3. 現場導入事例



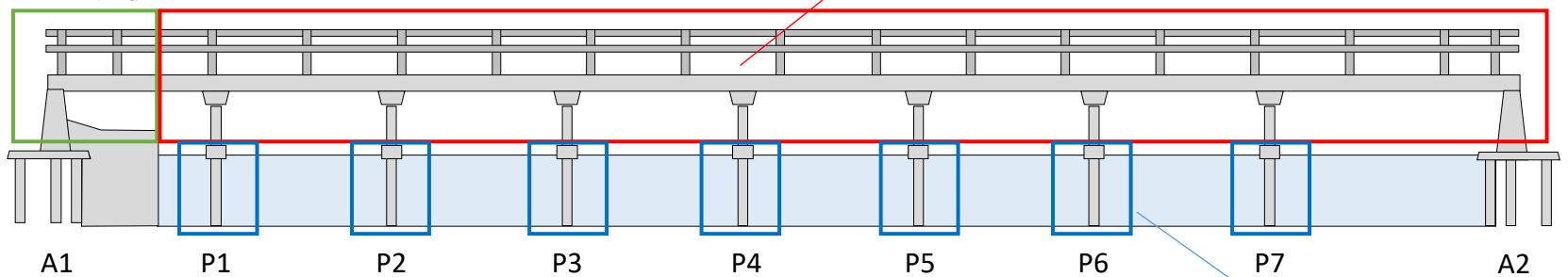
■ 石川県 某橋梁(2022年11月)

【使用機材・現場作業内容】



ドローン、及びボート上からの高解像度撮影

地上点検



360度カメラによる撮影※



水中カメラ撮影(参考)※



ドローン、及びボート上からの高解像度撮影

※桁間・水中の撮影は対象から除外して予定していたが、現地協議にて360度カメラ撮影に有効性、水中は参考撮影として実施した。

3. 現場導入事例



■ 石川県 某橋梁(2022年11月)

【実施結果】

- ・従来点検と**同等な点検結果を得ることができた。**
※近接目視点検以上に細かいひびわれ・損傷まで記録ができていた。
- ・従来点検に比べ、**点検費用を削減、現場作業時間を短縮**することができた。
- ・健全部、損傷部を問わず、**すべての範囲**を画像データとして**記録に残す**ことができた。
- ・合成した画像に損傷を重畳表示させることができる為、
 - ① **損傷位置を正確に把握**
 - ② **現場へ行っていない担当者への情報共有・引継ぎ**が容易となった。

3. 現場導入事例



■ 愛知県 某橋梁(2022年11月)



橋梁全景

【橋梁諸元】

- ・橋梁形式 : RC単純床版橋
- ・橋梁規模 : 橋長 : 約10m、全幅員 : 約11m、総径間数 : 1径間
- ・従来点検 : BT-400
- ・対象範囲 : 上部工(下面、側面)、下部工

【橋梁周辺・桁下の環境】

- ・桁下高5m程度、水深10cm
- ・足場が悪く梯子の設置が難しい



対象橋梁

周辺環境



周辺環境



桁下環境

3. 現場導入事例



■ 愛知県 某橋梁 (2022年11月)

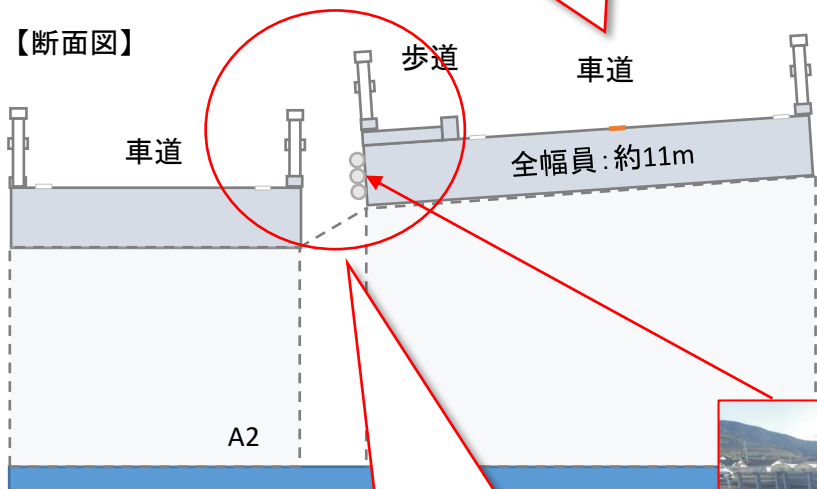
【新技術活用の目的・ニーズ・課題】

交通量が多いため、
交通規制を無くしたい

桁下高が5m
足場も悪い
梯子作業×



【断面図】



近接橋梁があるため、BT-200使用不可
BT-400の使用により、点検費用増加



⇒ **点検支援技術性能カタログ** 経由で弊社に問い合わせ、御見積依頼

3. 現場導入事例

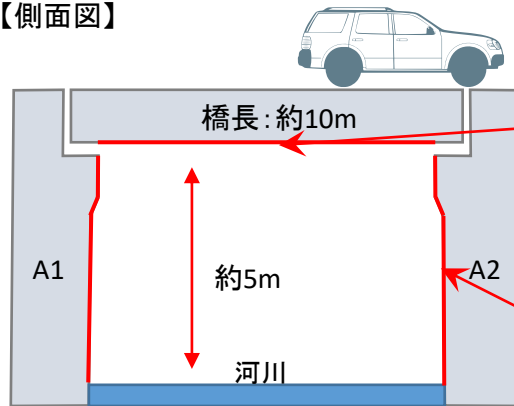


■ 愛知県 某橋梁(2022年11月)

【使用機材・現場作業内容】

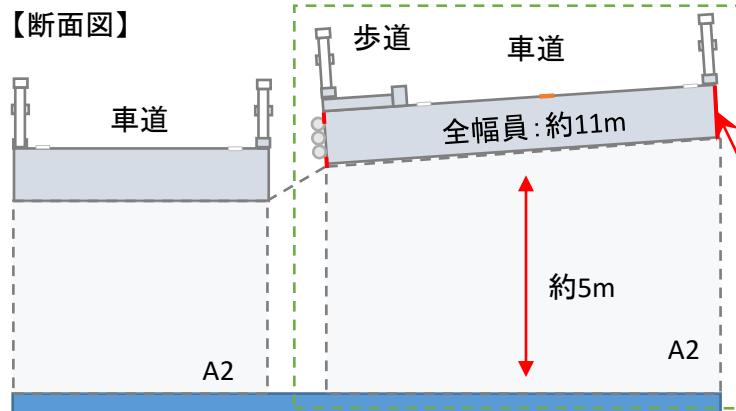


【側面図】

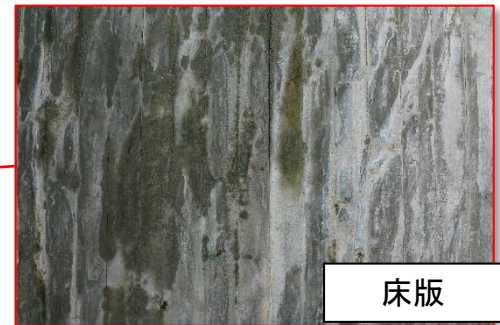


対象橋梁

【断面図】



撮影画像



床版



A2



側面



■ 愛知県 某橋梁(2022年11月)

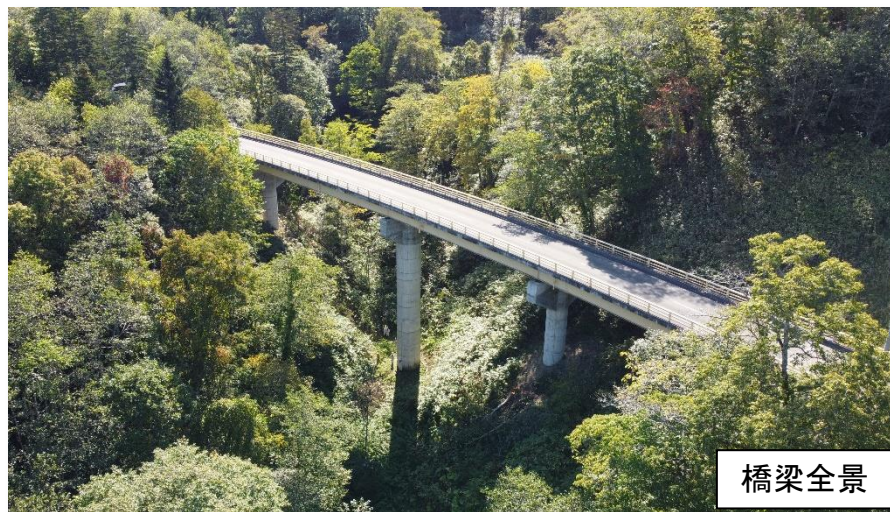
【実施結果】

- ・従来点検と**同等な点検結果を得ることができた。**
※近接目視点検以上に細かいひびわれ・損傷まで記録ができていた。
- ・健全部、損傷部を問わず、**すべての範囲**を画像データとして**記録に残す**ことができた。
- ・BT-400を使用せず新技術を活用したため、**点検費用を削減**することができた。
- ・車両の交通規制が**不要**となった。

3. 現場導入事例



■ 北海道 某橋梁(2022年9月)



橋梁全景

【橋梁情報】

- ・橋梁形式：上部工 鋼リベット橋 I桁、下部工 RC 壁式橋脚
- ・仮設年次：1992年
- ・橋梁規模：橋長：約100m、全幅員：約8.2m、総径間数：4径間
- ・前回点検：2017年6月 点検車、ロープアクセス
- ・対象範囲：下部工 P1～P3

【橋梁周辺・桁下の環境】

- ・河川、谷部に仮設された橋梁
- ・飛行範囲内に樹木や草があり、伐採が必要
- ・地表を基準とした橋脚の高さはP1:11m、P2:27m、P3:11m



周辺環境



周辺環境



下部工(P2)

3. 現場導入事例

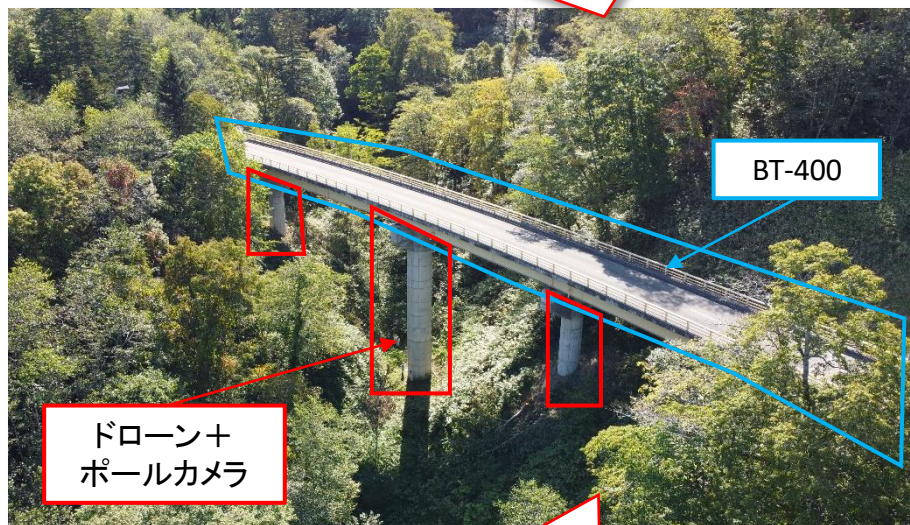


■ 北海道 某橋梁 (2022年9月)

【新技術活用の目的・ニーズ・課題】

新技術と従来点検の組み合わせ、
点検コストの削減したい

作業員の安全性確保
現場作業時間を短縮



ロープアクセス工法を使用せず、
新技術で点検を実施したい

BT-400の使用範囲外を
新技術で点検したい

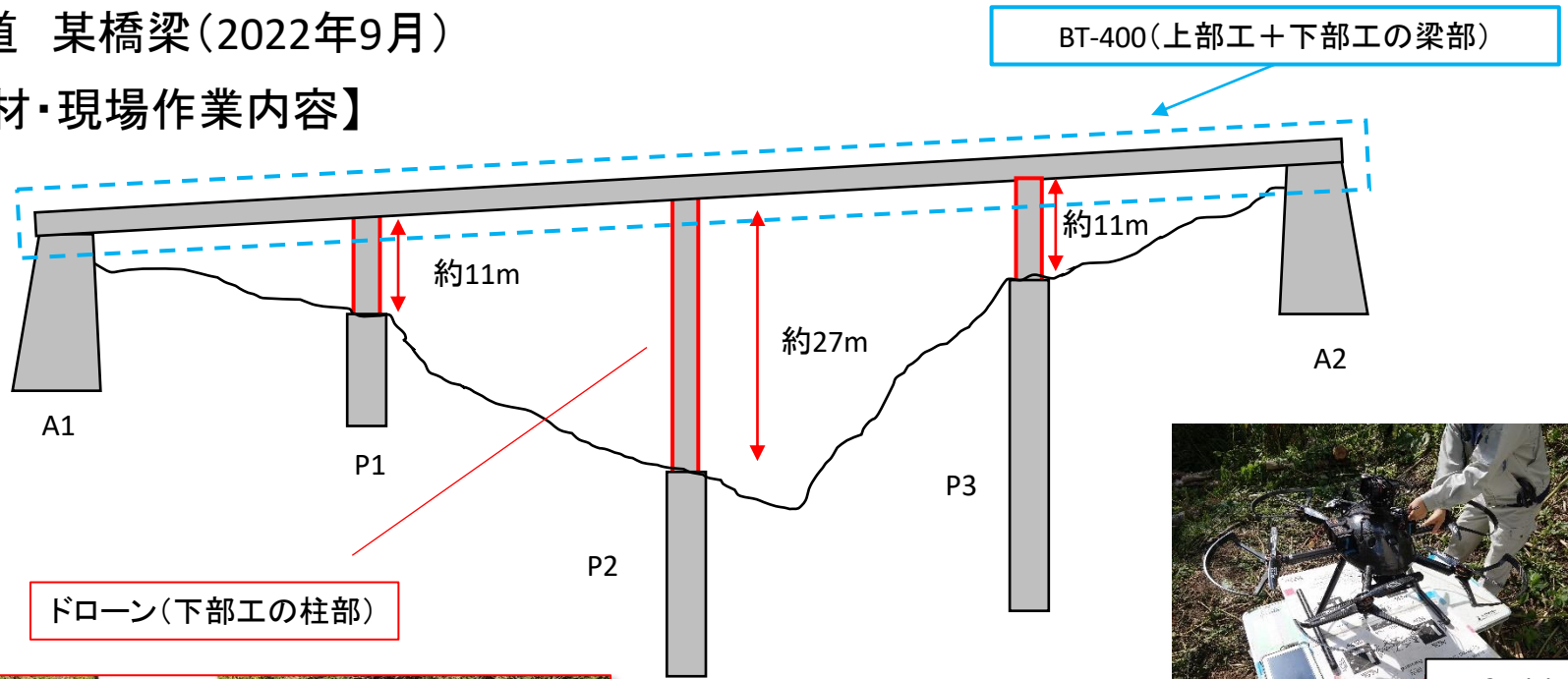
⇒ 点検支援技術性能カタログ 経由で弊社に問い合わせ、御見積依頼

3. 現場導入事例

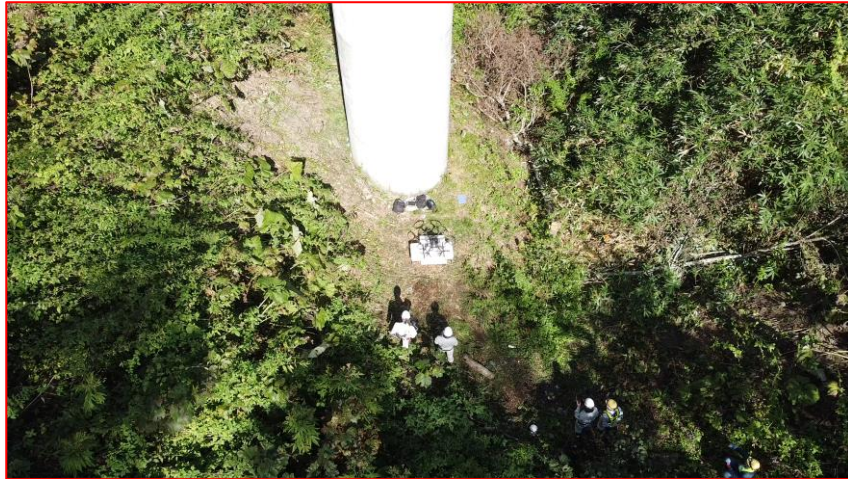


■ 北海道 某橋梁 (2022年9月)

【使用機材・現場作業内容】



PF2-Vision



ドローン(下部工の柱部)

ドローン撮影画像(参考)





■ 北海道 某橋梁(2022年9月)

【実施結果】

- ・従来点検と**同等な点検結果を得ることができた。**
- ・新技術活用による**現場作業時間の短縮**や作業員の**安全性を確保**することができた。
- ・愛知県所在の企業が北海道にて点検作業を実施
⇒ **直接業務費は削減**できたが、
旅費交通費等を含める点検に掛かる費用は増加

県外企業との協業
現場撮影・画像解析作業の分業体制を構築中



新技術の社会実装に向けて

Chapter 4

4. 新技術の社会実装に向けて



新技術の活用は進んでいる・・・？

3. 新技術の導入促進に向けた課題

(1) 民間開発者のシーズと現場ニーズのミスマッチ

工事や業務の履行にあたっては、法令や共通仕様書等の範囲の中で受注者がその責任において施工されるものが多数あり、履行上の課題を道路管理者や発注者が把握・抽出しにくい面もある。このため、現場のニーズ及びニーズに対応した技術に求めるリクエストを道路管理者や発注者が技術の開発者側に正しく伝えることができおらず、結果として、**開発された技術と質の向上やプロセスの効率化といった現場ニーズにミスマッチが生じている場合もある。また、従来のやり方に新たなニーズへの対応を追加するだけでは、結果として大幅なコストアップとなり、導入が進まないケースも多い。**

(3) 公共調達上の壁

建設工事や業務委託においては、**予め発注者の定めた仕様に基づき受注者が材料・工法等を調達している。道路管理者が実施するこれらの発注において、自らが指定した新技術を導入する場合には従来技術との比較検討による新技術の優位性をその都度説明する必要があること、会計検査の対応のため評価項目の一つではない経済性（初期コスト）への過度な偏重もある。結果、新技術の導入には、多大な作業と責任が発生し、優良な技術であったと判断しても、発注者としては一社固有の技術のみを指定して調達することをさける傾向にあるなど公共調達上の壁も存在する。**

国土交通省道路局「道路分野における新技術導入促進方針」(R2.4)より抜粋

Ver0.1

インフラ維持管理における 新技術導入の手引き（案） ～新技術導入は難しくない～

令和3年3月



山梨県北杜市における、新技術導入に向けた現場試行
【詳細：37ページ】（提供：JIPテクノサイエンス）

国土交通省 総合政策局

地方自治体に向けた維持管理への新技術導入尾手引き(案)



- 「点検支援技術性能カタログ」だけを見ても、
どのようなアウトプットが出てくるのか想像しにくい
- 使える現場、使えない現場をもっと明確に示してほしい
- 小規模構造物では、従来の点検方法の方が
効率的である場合がある。
- 点検費用のイメージが湧かない

4. 新技術の社会実装に向けて



「社会実装」のために・・・



橋梁を管理している地方公共団体のニーズと、受注者・技術提供者のシーズを「具体的に」協議する必要がある

ロープアクセス × 画像解析
× ドローン

選択と併用の可能性を広げる



より効率的な
社会資本の維持管理へ貢献

課題

- ・ 普段の点検における不具合、求めている内容を確認
- ・ 点検部位の優先順位等の確認
- ・ 通常点検業務における実施予算、期間等の確認

・・・など

評価

- ・ ドローンによる点検作業のメリット、デメリット(課題)
- ・ 成果品(二次元/三次元)の活用可能性
- ・ 定期点検以外の活用方法?

・・・など

理想

- ・ 求める成果品の内容を確認
- ・ 理想的な管理方法について確認(デジタルツイン?)
- ・ 将来的な点検のあり方について、意識調査

・・・など

4. 新技術の社会実装に向けて

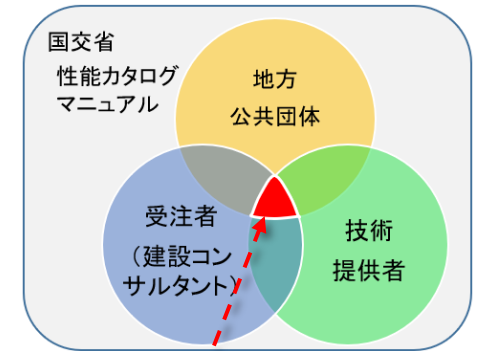


実験を行うにあたって

■ 各施設の管理者とのヒアリング

管理者の要望に則した検証を実施

課題	<ul style="list-style-type: none">・ 普段の点検における不具合、求めている内容を確認・ 点検部位の優先順位等の確認・ 通常点検業務における実施予算、期間等の確認 ...など
理想	<ul style="list-style-type: none">・ 求める成果品の内容を確認・ 理想的な管理方法について確認・ 将来的な点検のあり方について、意識調査 ...など



適用範囲検討
業務発注仕様検討

ヒアリング、実証実験、事後評価 協力

■ 東三河ドローンリバー構想推進協議会との連携

豊川市役所、新城市役所、参画企業との意見交換会
(課題抽出、普及への障壁確認、担い手確認)

必要不可欠



【実地参考資料】 現場使用機材



■ 現場環境、状況に応じて使用機材や撮影方法を選択

ドローン



ACSL



Skydio



- ・Visual SLAM制御^(※)による、GNSSに頼らない安定飛行
- ・赤外線カメラへ換装可能 / 赤外線カメラ標準搭載

(※) 制御用カメラで周囲の景色を認識し、リアルタイムマッピングを行いながら飛行

ポールカメラ



- ・フルカーボン製による軽量、かつ高耐久
- ・1kg程度までのカメラであれば、自由に換装可能

カメラ雲台
設置部



最長
11.5
m



■ 現場環境、状況に応じて使用機材や撮影方法を選択

大面積：大型機



小面積／狭隘部：小型機



360° 衝突回避

狭隘部：ポールカメラ





■ 現場環境、状況に応じて使用機材や撮影方法を選択

大面積：大型機



小面積／狭隘部：小型機



360° 衝突回避

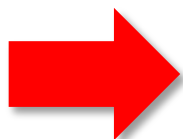
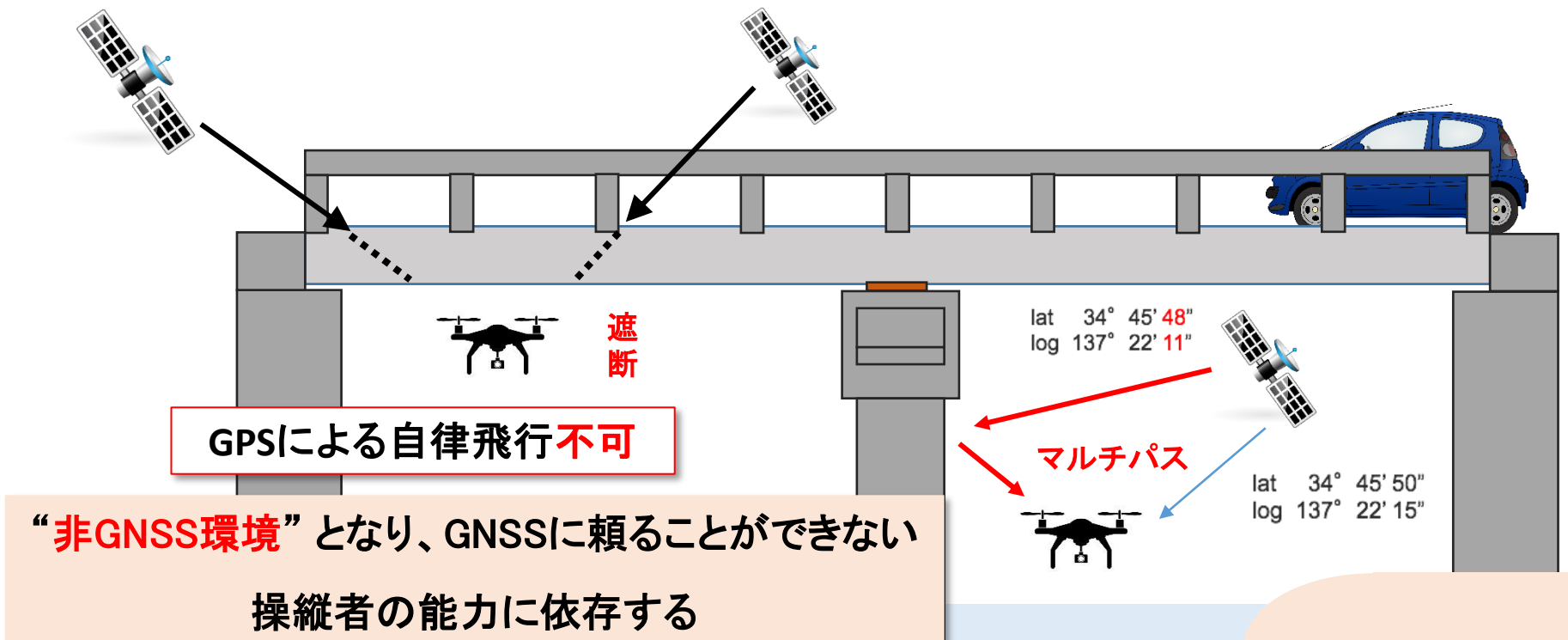
狭隘部：ポールカメラ



機体仕様・搭載機能を
次ページより説明



Visual SLAM制御による自己位置推定技術について



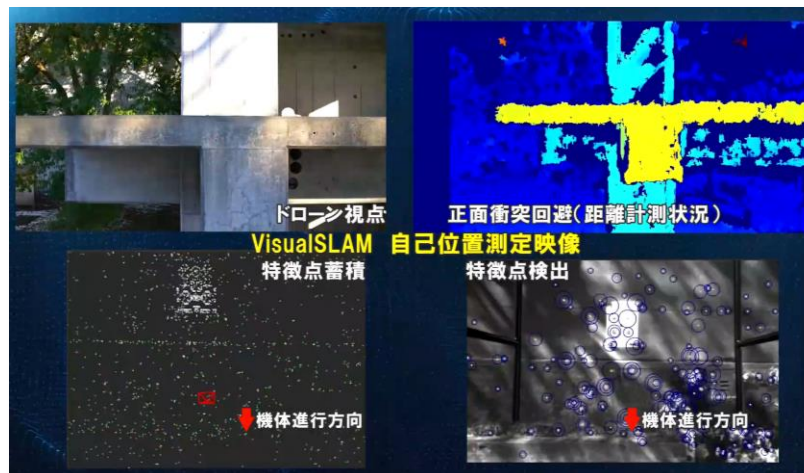
橋梁の桁下・トンネルなどの
“非GNSS環境”での自動飛行にて活用



■ Visual SLAM制御による自己位置推定技術について



Visual SLAM
制御用カメラ



制御用カメラで捉えた環境(特徴点)を記憶し、相対的な自己位置を推定

制御用カメラで自己位置を推定する、Visual SLAM制御を搭載



桁下環境でも安定した飛行が可能に



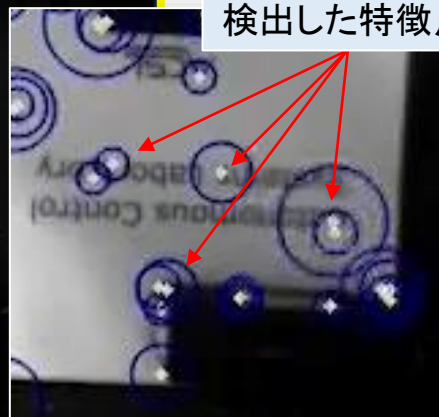
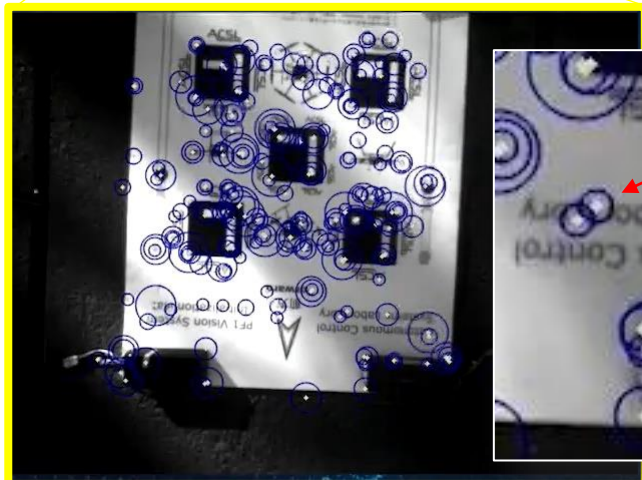
- 適用範囲の拡大
- 操縦者の負担 **減**



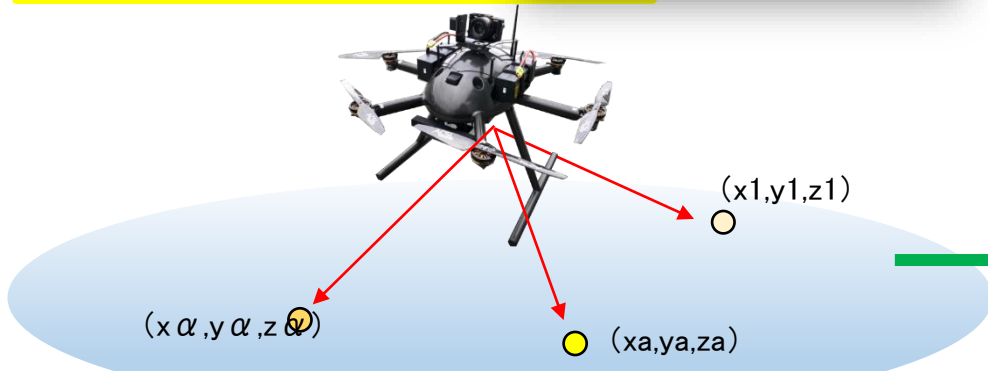
Visual SLAM制御による自己位置推定技術について



Visual SLAM
制御用カメラ

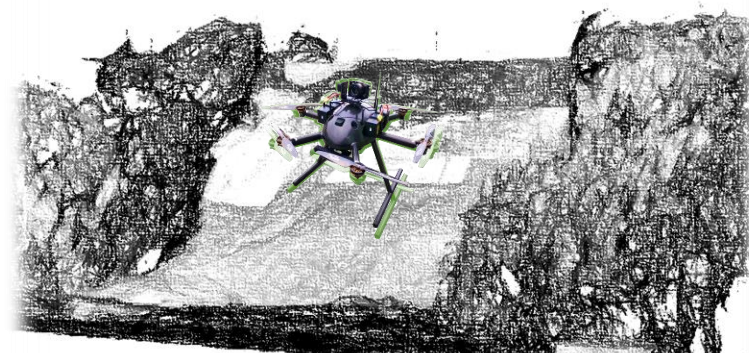
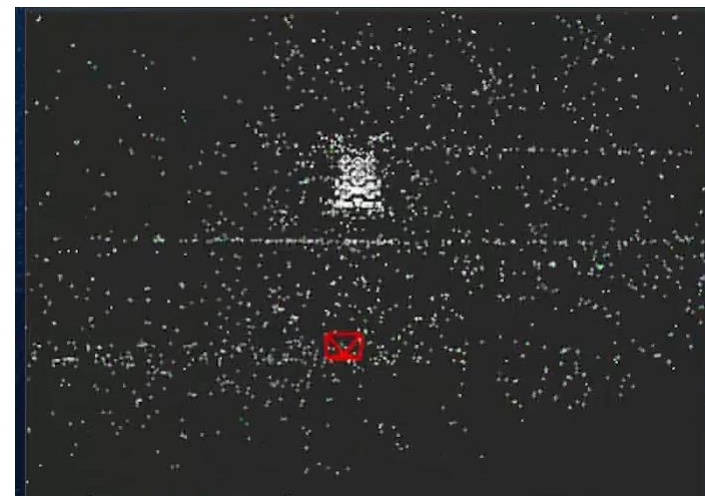


検出した特徴点



検出した特徴点の位置をリアルタイムに算出

検出した特徴点を3次元空間に蓄積
3次元点群モデルを構築



3次元点群モデル(空間)内で
相対的に自己位置推定が可能となる



■ 非GPS環境対応型ドローン [PF2-Vision]

大面積：大型機



機体名称	ACSL PF2-Vision(カスタム機)
メーカー	株式会社ACSL
自律制御	Visual SLAM or GPSによる自律制御
重量	約8kg
最大直径	1,300 mm(プロペラガード含む)
搭載可能重量	約1kg (バッテリー、制御装置搭載済み)
飛行時間	約10~15分
耐風速(点検時)	地上平均風速 5m/sec
耐風速(運用時)	地上平均風速 10m/sec



機体の上部・下部にジンバル搭載可能

アングル調整可能



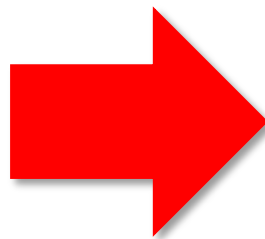
✗ 桁下に水が存在する河川橋等は苦手(GPS飛行は可)

○ 撮影画角が広く、効率的な点検作業が可能

○ 大型機体のため、比較的風に強い



■非GPS環境対応型ドローン [PF2-Vision] 搭載可能機器



ニーズに応じて
様々な機器を搭載

① ひびわれ・損傷の撮影



高精細カメラ or 望遠カメラ

② 周辺状況の把握



360度カメラ

③ 外壁の浮き・漏水



赤外線カメラ



■非GPS環境対応型ドローン [SkydioX2E]



小面積／狭隘部：小型機

機体名称	SkydioX2E
メーカー	Skydio (スカイディオ)
自律制御	Visual SLAM(上下左右前後) or GPSによる自律制御
重量	約1.3kg
長さ×幅×高さ	663mm×569mm×211mm
飛行時間	約35分
耐風速(点検時)	地上平均風速 5m/sec以下
耐風速(運用時)	地上平均風速 10m/sec



ACSL



【Visual SLAMの違い】



ドローンの中でリアルタイムに画像処理を行うことで

1方向SLAM



Skydio



全方向SLAM



桁下に水が存在する河川橋も対応可能



■非GPS環境対応型ドローン [SkydioX2E]現場作業の様子



GNSSの受信できない桁下環境かつ、
水上でも、安定した撮影が可能

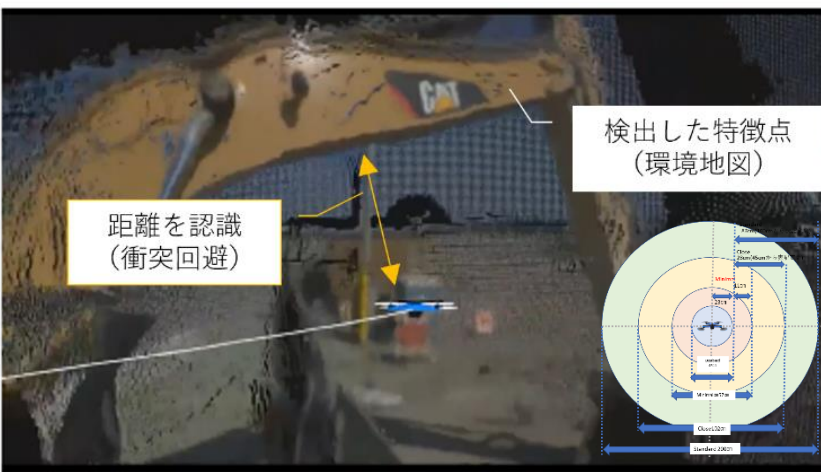




■非GPS環境対応型ドローン [SkydioX2E] 搭載機能

① 全方位VisualSLAMによる自己位置推定、自動衝突回避

機体上下6カ所に搭載された視野角200度のカメラより、撮影した映像を三次元化、周辺環境に対して自己位置推定、自動衝突回避(30cm~1mの範囲)を行う





■非GPS環境対応型ドローン [SkydioX2E] 搭載機能

② ウェイポイントミッション

地図上に設定した飛行経路に沿って、機体が自動飛行する機能。
自動飛行中に障害物を検知すると、AIにより最適回避ルートが計算され、回避行動をとる。

【設定可能項目】

- A.飛行高度 B.機種の方角 C.カメラ角度(真上～真下) D.飛行速度



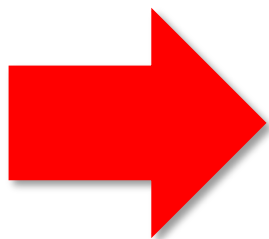
※作成したウェイポイントは機体の電源をオフにしても、直前の飛行経路は保存される。



■非GPS環境対応型ドローン [SkydioX2E] 搭載機能

③ キーフレーム機能(周辺環境記録による再現飛行)

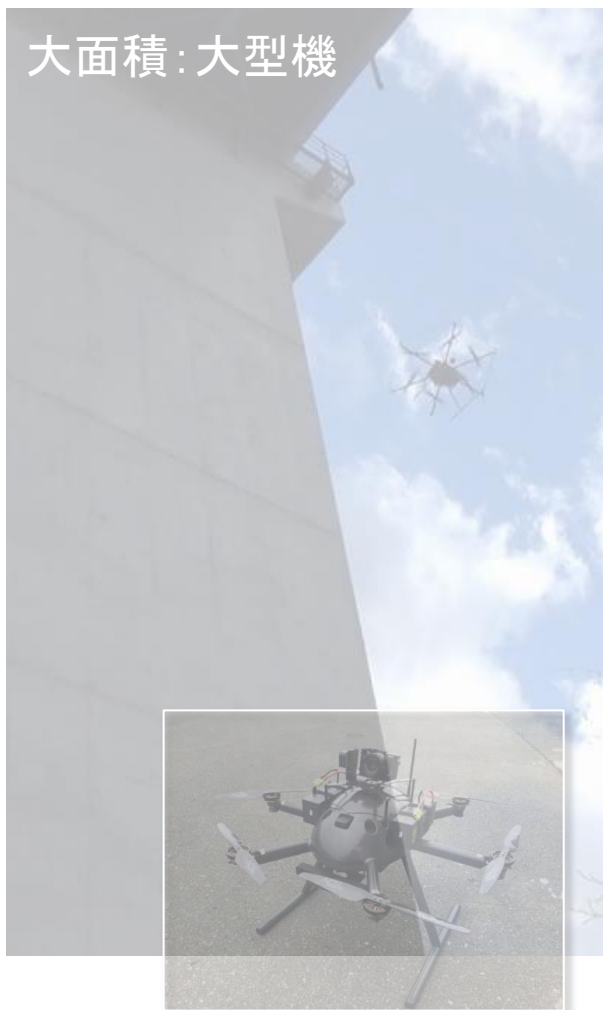
Visual SLAM制御が有効な環境下において、手動操縦にて飛行した軌跡を記憶し、飛行経路やカメラの角度を再現して飛行する「再現飛行」機能。



同一離陸箇所からの
定期的な巡回飛行に利用可能

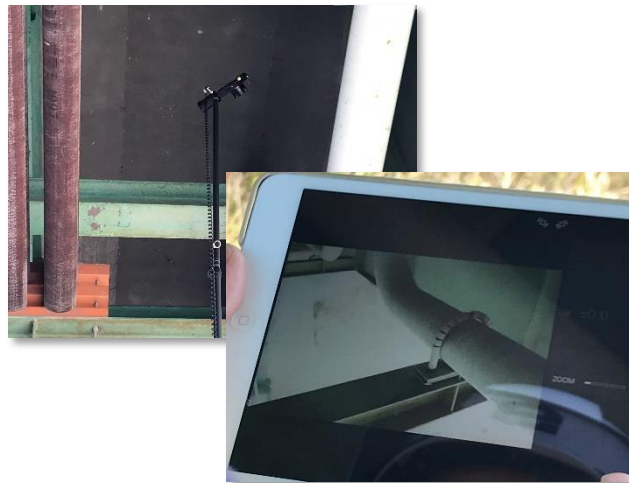


■ 現場環境、状況に応じて使用機材や撮影方法を選択





■ポールカメラ（最大11.5m伸縮可能）



【ポールカメラ仕様】

- ・高さ11.5m(最長)の伸縮型
- ・ドローンと同一カメラの搭載
- ・1~2人体制
- ・電動雲台あり(自由にカメラの角度を変更)

【現場での適用】

- ・ドローン(大型・小型共)が搬入、進入できず、人のみ立ち入れる箇所
- ・ドローンを飛ばすまでもないが、近接するには遠い箇所 ...etc



■ポールカメラ 360度カメラ搭載時 映像





【実地参考資料】 画像解析技術



■画像解析技術について

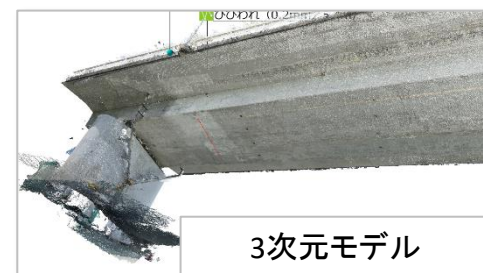
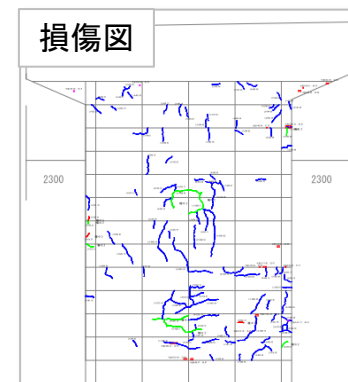
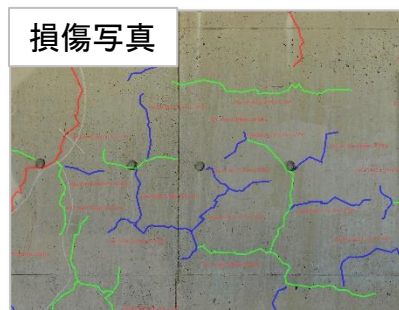
撮影画像をAIなどを活用して解析を行い、建築・土木構造物に生じたひびわれなどの損傷の抽出や3次元モデルの構築、オルソモザイク画像作成が可能。

①ドローンを使用して画像を取得



③各種成果物の完成・出力作業

② AI 画像解析



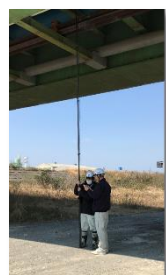
・・・etc



■AI画像解析による損傷の抽出

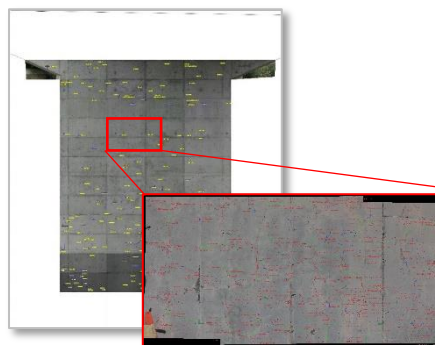
空中撮影

- ドローンにて撮影
- ポールカメラにて撮影
- 実測作業、等



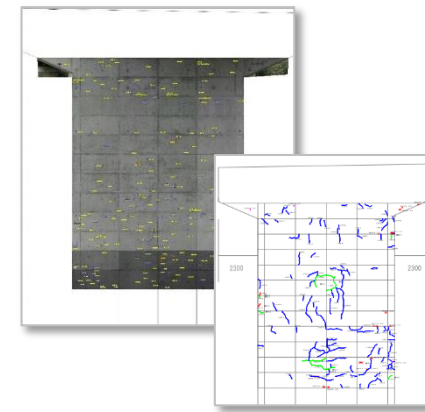
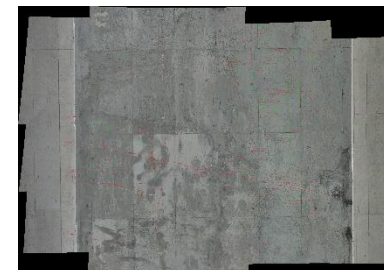
AI画像解析

- 撮影画像の選別
- 撮影画像の取り込み
- 撮影画像の合成
- ひびわれの自動抽出
- ノイズの削除



必要データ抽出

- 合成画像
- 合成画像/損傷表示
- 損傷図



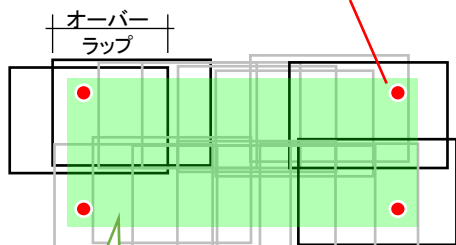


空中撮影

- ドローンにて撮影
- 標定点設置
- 実測作業、等



三次元モデルの
精度向上のために
標定点を設置



三次元化
範囲

写真の重なり合った範囲が
三次元化されます。

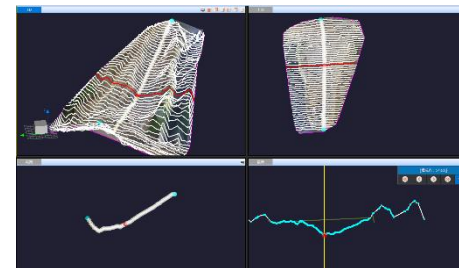
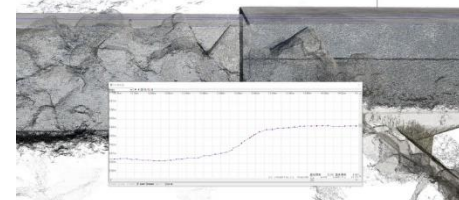
SfM解析

- 写真データを三次元モデルへ復元
- ノイズ等の除去
- 寸法情報付与



必要データ抽出

- オルソ画像
- 断面図
- 三次元モデルビューア
- 三次元点群モデルデータ(.txt等)





【ローカル上での一元管理】

■データ名
■データ数
■外周
■除外範囲
■ブレークライン
■TIN
■等高線
■ベクタ
■データ中心
X
Y
Z
■データ範囲
■最高標高
■最低標高
■3D描画設定
■描画モード
■Z倍率

ポイントクラウド
5,009,820
0
0
0
0
0
10
-2.647
1.434
271.126
287.463
264.769
自動
1.0

ひび抽出

地上撮影や、建物でも可！

三次元点群モデルと、画像ファイルなどを紐づけ
オフラインビューアにて一元管理

断面図や、コメント等を画像ファイルに変換すれば、
任意のポイントへリンク可能



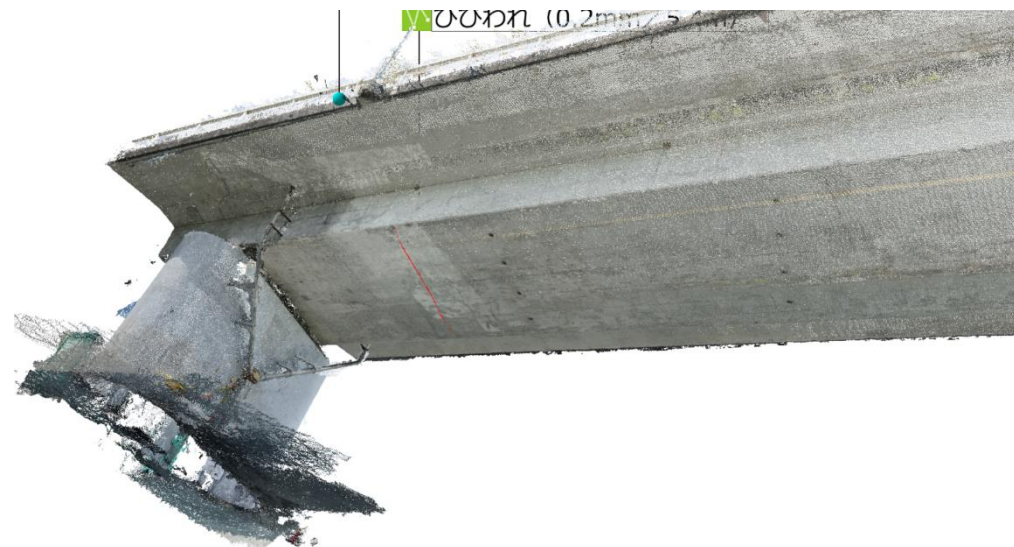
【ローカル上での一元管理】



三次元モデルに損傷を記入すると、
損傷の規模や、発生状況が分かりやすい



発注者向けに、インストール不要の
ビューアを提供することも可能





【参考資料】その他現場導入事例



■橋梁点検での利用

NETISと点検支援技術性能カタログに掲載



映像提供 北陸地方整備局 北陸技術事務所



■非GPS環境対応型ドローン [PF2-Vision] 360度カメラ 映像



搭載



YouTube



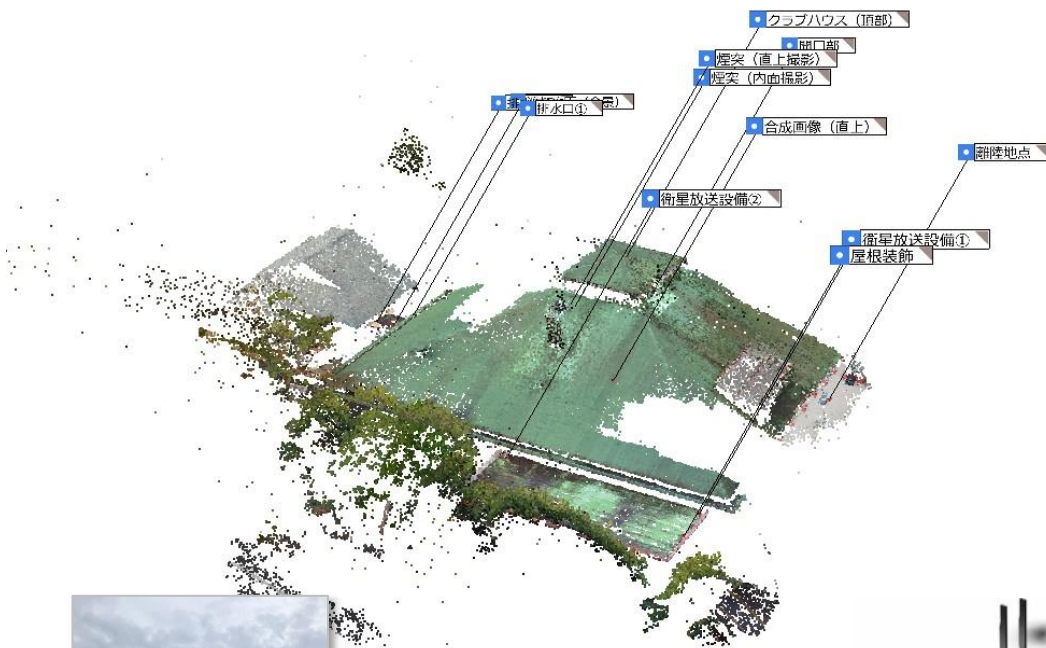
限定公開URL:https://youtu.be/sD0Pk4zm_G0

参加者限定！ 本動画をYouTubeにて**限定公開** ⇒



■ゴルフ場 クラブハウスの屋根点検での利用

3次元点群モデルに撮影画像をリンクして
調査結果をわかりやすく提供



近接撮影画像をリンク



VisualSLAM搭載ドローンで
50cmまで近接

衛星放送設備



排水口



煙突内部





■学校の外壁点検での利用

撮影画像から様々な形式の調査記録が可能

【3次元点群モデル】

www.Bandicam.com



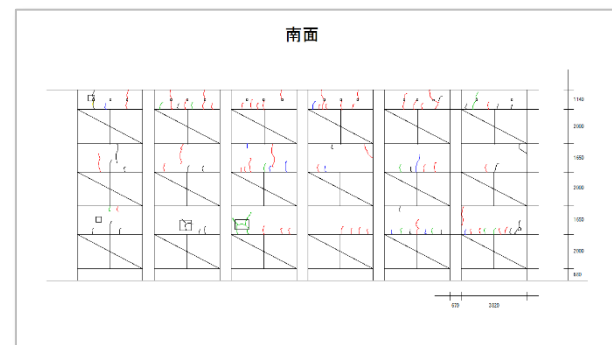
【ドローン撮影画像】



【オルソモザイク画像】



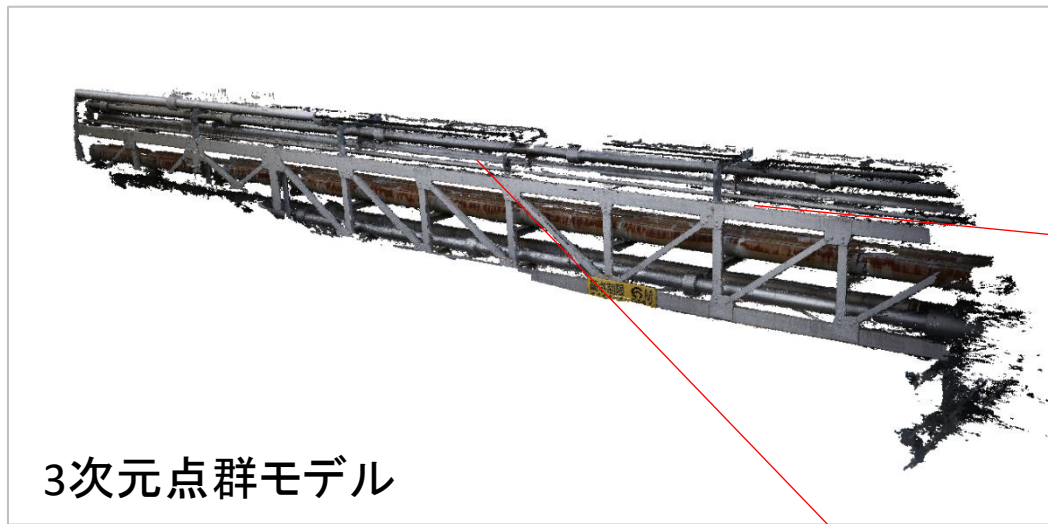
【損傷の抽出(画像解析)】





■配管点検での利用

高精細カメラ×ドローンで鋼材の損傷を把握



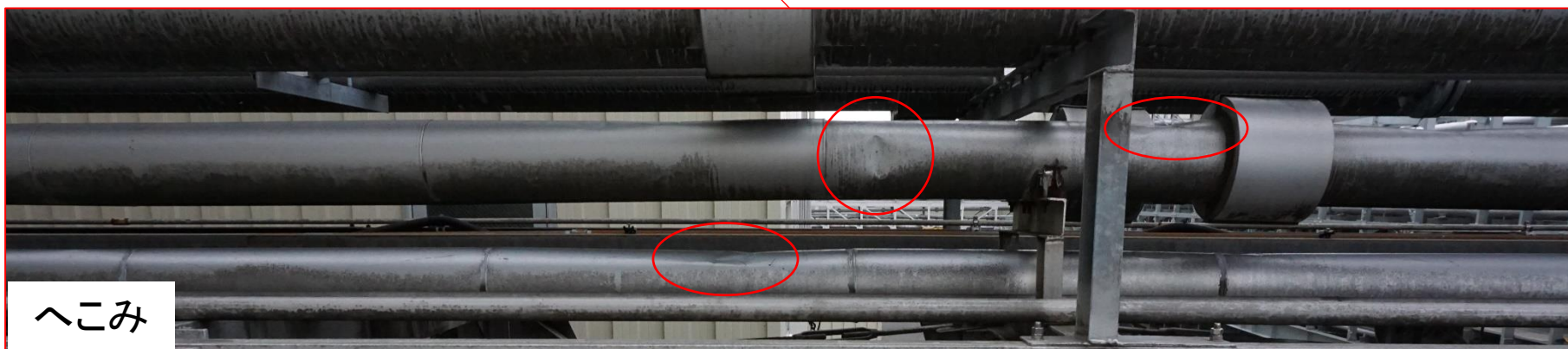
3次元点群モデル

【詳細写真(ガセットプレート)】



腐食・塗膜の破れ

【詳細写真(配管部)】



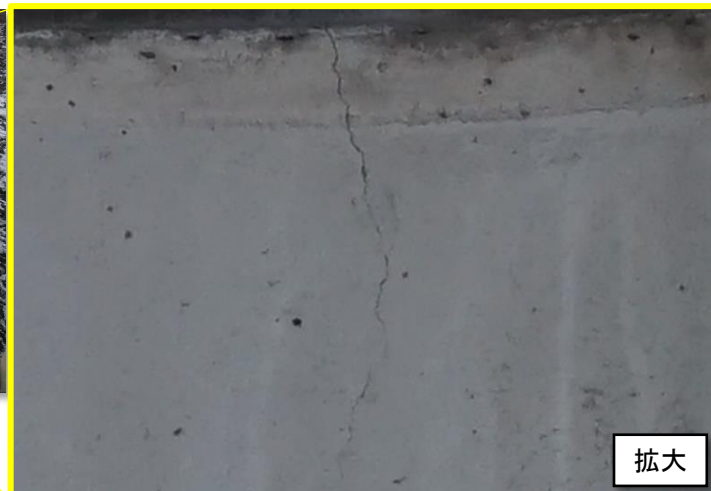
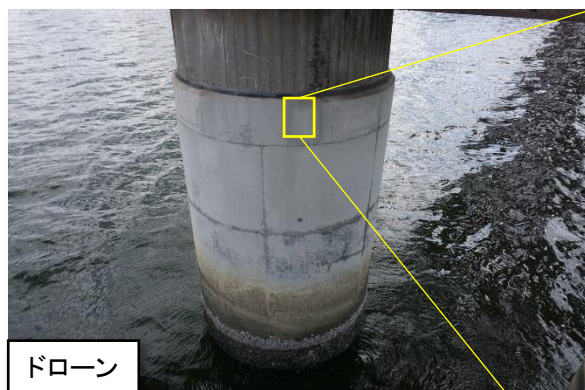
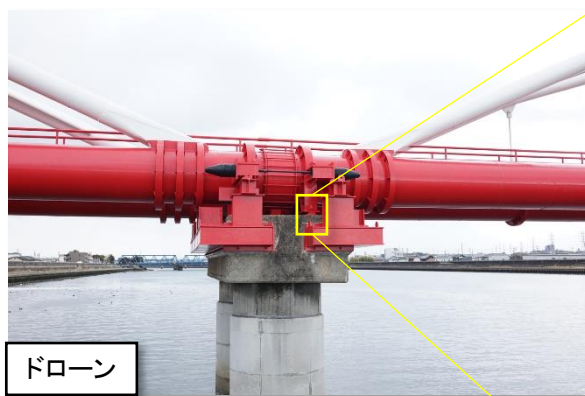
へこみ



■水管橋点検での利用

ドローン(大型・小型)、ポールカメラ、360度カメラなどの様々な機材を活用

愛知県内5施設で実施

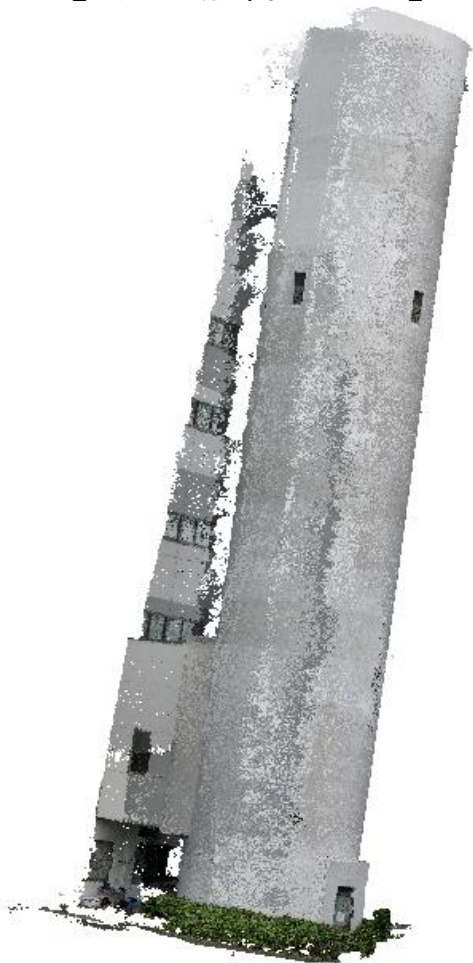




■ 煙突の外壁調査での利用

足場を設置せずに補修設計用の**損傷規模計測**

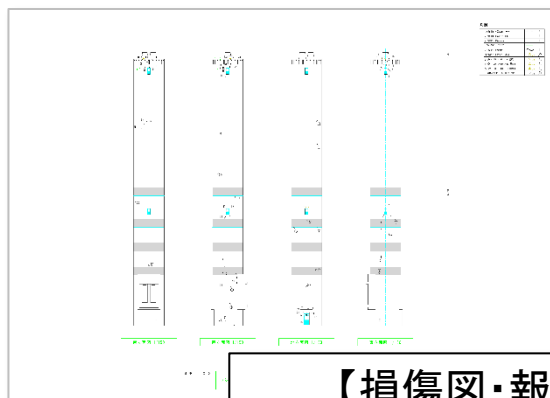
【3次元点群モデル】



【近接撮影】



【損傷の抽出(画像解析)】



部位	種類	番号	調査対象	調査結果
	ひび割れ	9,10	外壁躯体	■ 要是正 □ その他
特記事項 調査部位: 東面 写真番号: (1-2)-9686 ドローン調査にて下表の劣化を確認した。 ・ひび割れ幅: 9, 10ともに0.2~1.0mm				
図中番号	状態	数量(程度)		
9	ひび割れ	0.3m		
10	ひび割れ	0.8m		

【損傷図・報告書へのとりまとめ】



■照明塔での利用

愛知県内35施設で実施

照明塔など設備を4K動画で撮影して効率化(照明塔 撮影時間:3~5分/本)

【動画(キャプチャ)】

【3次元点群モデル(動画より作成)】

ピックアップ

さらに拡大

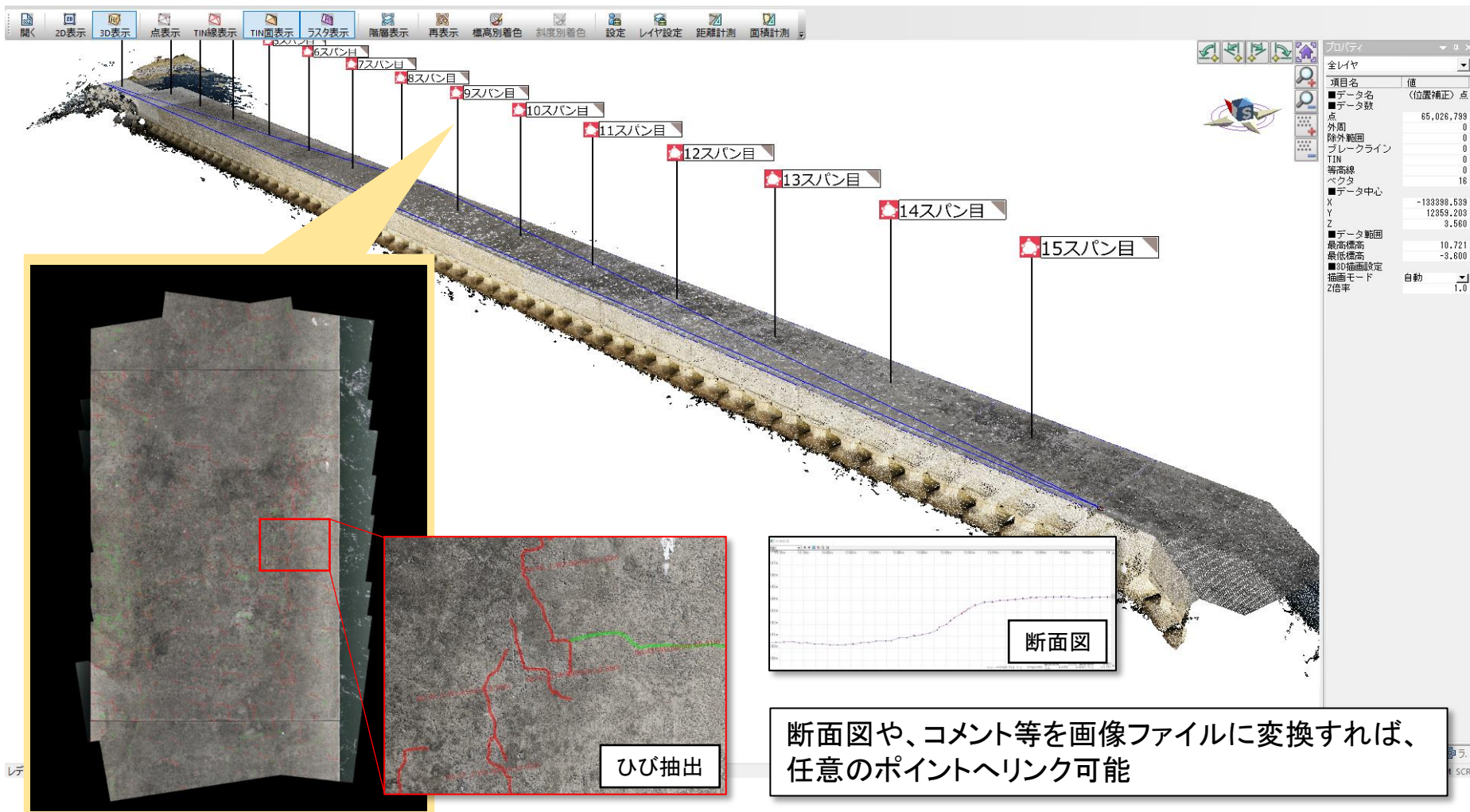
鳥糞

腐食



■ 港湾施設点検での利用

三次元点群モデルと画像ファイルなどを紐づけ、構造物の一元管理や経過観察が可能





QRコードから弊社のホームページやYouTubeチャンネルにアクセスすることができます。
弊社の技術について、ご質問がございましたら、下記連絡先までご連絡下さい。

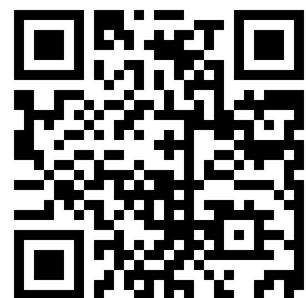
Face Book



YouTube



SANSHIN HP



twitter



三信建材工業株式会社 開発室

TEL: 0532-34-6066 Mail: kaihatsu@sanshin-g.co.jp