

インフラメンテナンスにおけるロボット活用シンポジウム
— 完全無人化に向けて —

橋梁点検用ドローン「マルコ[®]」の 点検業務利活用への展開、課題 および その解決に向けて



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

1

目 次

1. はじめに
2. 研究開発体制
3. 「マルコ[®]」機体概要
4. 点検業務利活用への展開
5. 課題と解決
6. その他



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

2

1. はじめに

大日本コンサルタント 株式会社

商号	大日本コンサルタント株式会社 NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.
設立	1963年1月23日
資本金	13億9,900万円
代表取締役 執行役員	新井 伸博
株式上場	東京証券取引所 市場第二部
本社所在地	〒101-0022 東京都千代田区神田練塀町300番地 住友不動産秋葉原駅前ビル4F
本社電話番号	03-5394-7611
従業員数	636名〔2019年6月30日現在〕



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

3

1. はじめに

川田テクノロジーズ 株式会社

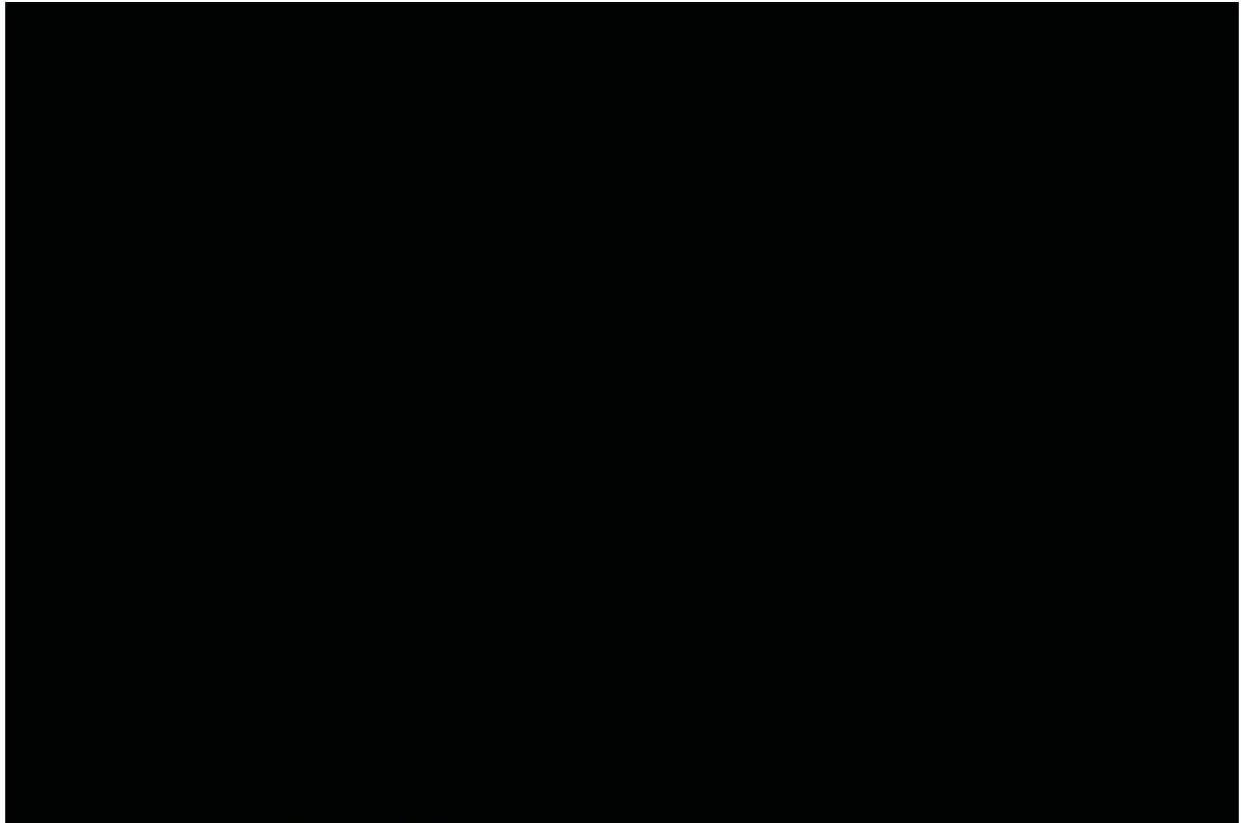
商号	川田テクノロジーズ株式会社 KAWADA technologies, Inc.
事業内容	鋼製・PC橋梁及び建築鉄骨の設計・製作・架設・据付、一般建築・システム建築、土木建設関連ソフトウェア開発等を営むグループ企業の経営計画・管理並びにそれらに付随する業務（経営の診断又は経営に関する助言、市場調査、商品の販売に関する情報の提供）
設立	2009年2月
所在地	東京本社 〒114-8563 東京都北区滝野川1-3-11 富山本社 〒939-1593 富山県南砺市苗島4610
代表者	代表取締役社長 川田 忠裕
資本金	5,271,379,850円 <2019年3月11日現在>
上場証券取引所	東京証券取引所 市場第一部
従業員数	（連結）2,362名 （単体）81名 <2019年9月30日現在>



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

4

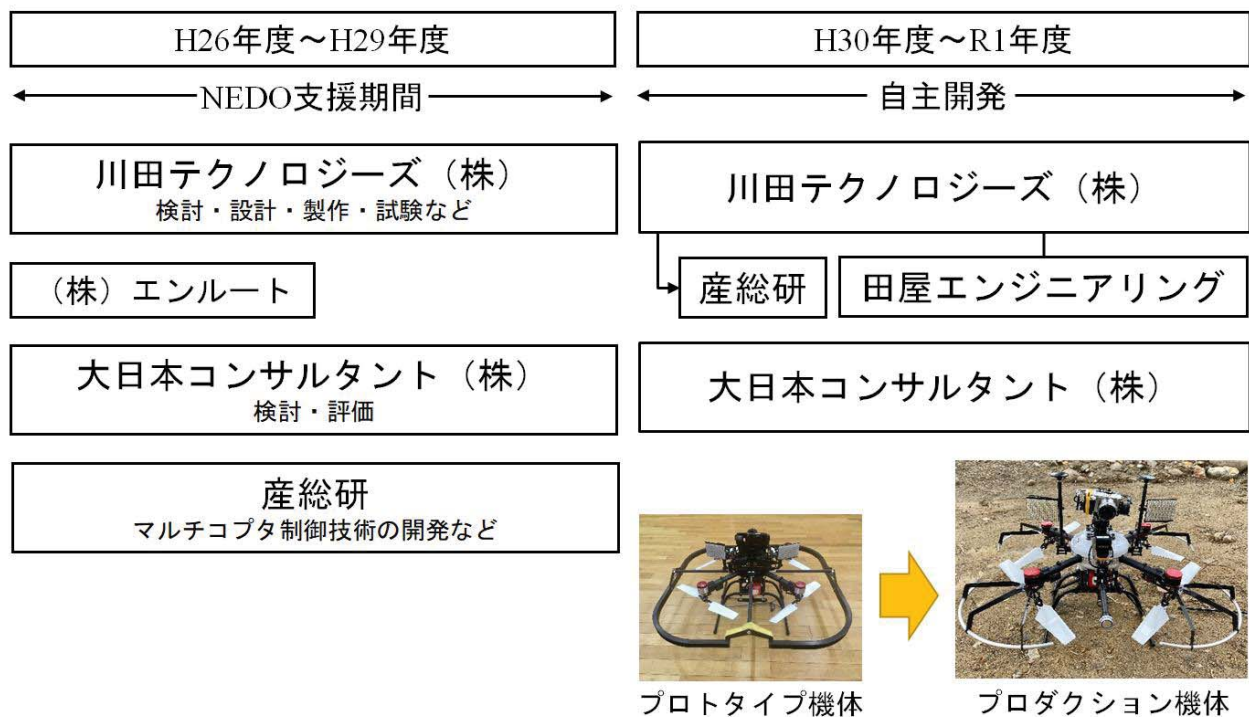
1. はじめに



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

2. 「マルコ[®]」研究開発体制

点検要領改訂



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

3. 「マルコ[®]」機体概要

- ・スタビライズド
3軸ジンバル

- ・光学カメラ
- ・APS-C
- ・6000Pixel × 3376Pixel
- ・f20mm
- ・SS優先1/1250



- ・照明
- ・+500lx程度

- ・正対制御用2D LiDAR

- ・可変ピッチロータ
- ・デルタスリーヒンジ
ガバナー

- ・間隔制御用超音波センサ
- ・カメラから部材表面まで2m
前方および上方



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

7

3. 「マルコ[®]」機体概要

形 式	・ AXM2000-K2000-B-C02
対象部位	・ コンクリート構造物（上部構造（主桁）、下部構造（橋脚））
取得データ	・ 画像（静止画）
利用する電波	・ 2.4GHz帯および100mW以下 ※. FPV操縦、あるいは併用する場合はFPV装置が使用する帯域。
測 位	・ 前方と上方の機体と部材の間隔 （超音波センサ、2.0m±0.4m） ・ 前方の機体と部材の正対 （2D LiDAR、0±5°）
外形寸法	・ 運用時：865mm × 865mm × 530mm（L × H × W） ・ 梱包時：600mm × 600mm × 400mm（L × H × W）
全備重量	・ 約8kgf
最大ホバリング時間	・ 9分 ※. 外気温：0～40℃、飛行開始時点でのバッテリー温度25℃の場合。
回転翼機構	・ 可変ピッチロータ ・ デルタスリーヒンジ ・ ガバナー
カメラ装置	・ SONY社製 α6000カメラ ・ 3軸スタビライズドジンバル ※. ピッチ方向下向き-15°～上向き+105°の範囲で任意に設定可。
照明装置	・ 写る範囲全体において500lx程度向上 ・ 前方および上方
運用最大風速	・ 平均風速5m/s ・ 瞬間風速10m/s
最小ひびわれ幅	・ 0.1mm（2000lx以上） ・ 0.2mm（1000lx以上）



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

4. 点検業務利活用への展開

- 実験室から実際の点検業務フィールドへ。 ≠ 現場試行
- 要求される成果を要求される時間内に完遂する。 ≠ 現場試行
- 様々な環境やその変化に対して頑強であること。 ≠ 現場試行

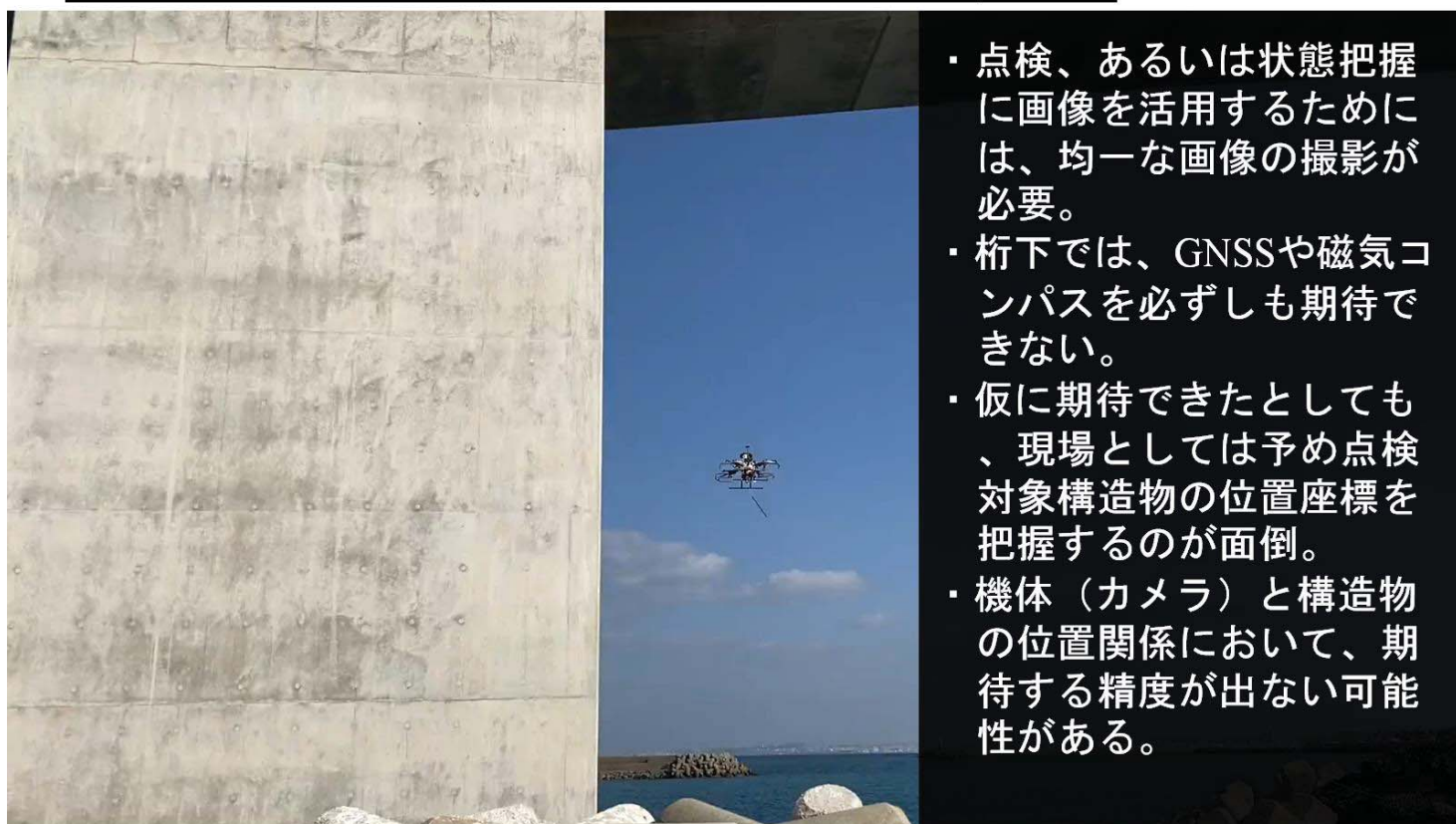


実際の点検フィールドとは？



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

4. 点検業務利活用への展開



- ・ 点検、あるいは状態把握に画像を活用するためには、均一な画像の撮影が必要。
- ・ 桁下では、GNSSや磁気コンパスを必ずしも期待できない。
- ・ 仮に期待できたとしても、現場としては予め点検対象構造物の位置座標を把握するのが面倒。
- ・ 機体（カメラ）と構造物の位置関係において、期待する精度が出ない可能性がある。



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

4. 点検業務利活用への展開

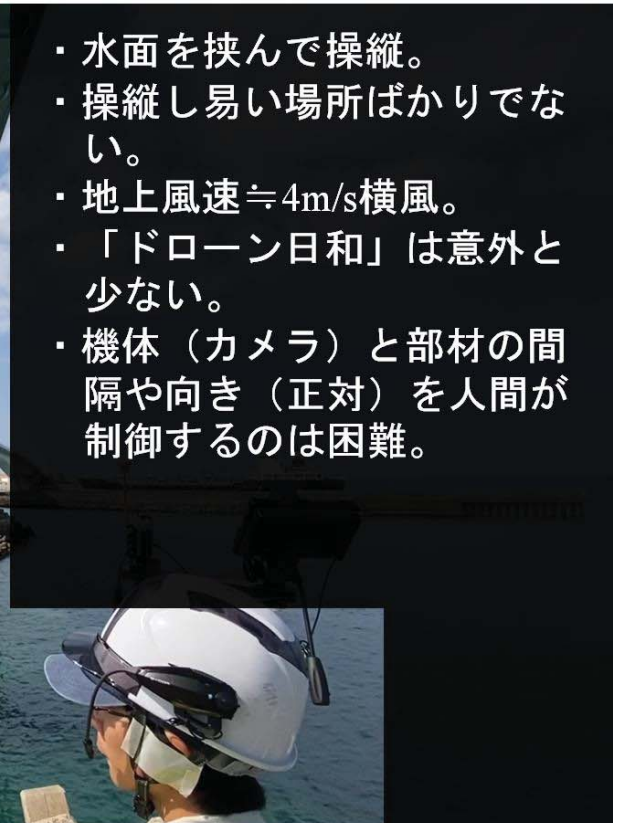
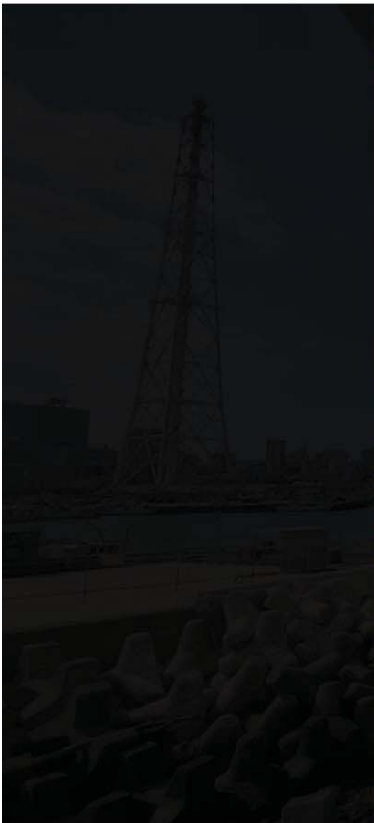
- ・ 川を挟んで操縦。
- ・ 操縦し易い場所ばかりでない。
- ・ 機体（カメラ）と部材の間隔や向き（正対）を人間が制御するのは困難。



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

4. 点検業務利活用への展開

- ・ 水面を挟んで操縦。
- ・ 操縦し易い場所ばかりでない。
- ・ 地上風速 \approx 4m/s横風。
- ・ 「ドローン日和」は意外と少ない。
- ・ 機体（カメラ）と部材の間隔や向き（正対）を人間が制御するのは困難。



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

4. 点検業務利活用への展開



- ・ 地上風速≒4m/s風下側。
- ・ 一定間隔で部材に接近して正対するのは最早人間技ではない。



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

4. 点検業務利活用への展開



橋脚左側（南側かつ開放的な空間）		橋脚右側（北側かつ閉塞的な空間）	
位置	推定照度	位置	推定照度 (lx)
②	10000lx 程度	④	500lx 程度
①	20000lx 程度	③	1000lx 程度



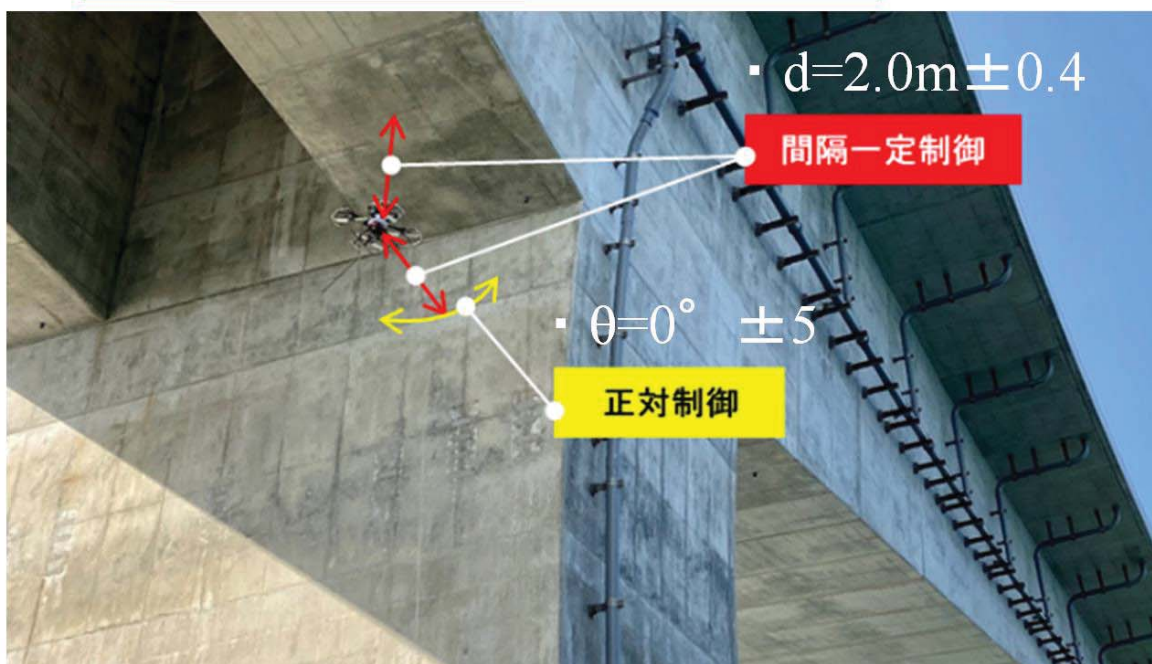
大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

5. 課題と解決

- 適切な画素分解能の確保と、照明により照度を確保するためには、安全かつ安定的に部材に接近した飛行の実現が課題。
- 操縦者の立ち位置の影響、風の影響などを考慮すると、人間では操縦が困難になる場合がある。
- ドローンを橋梁点検、あるいは損傷の状態把握に利活用するためには、自動化（≒無人化）技術の実装が条件。

5. 課題と解決

- 「確実に実用化に寄与できる技術」から実装。



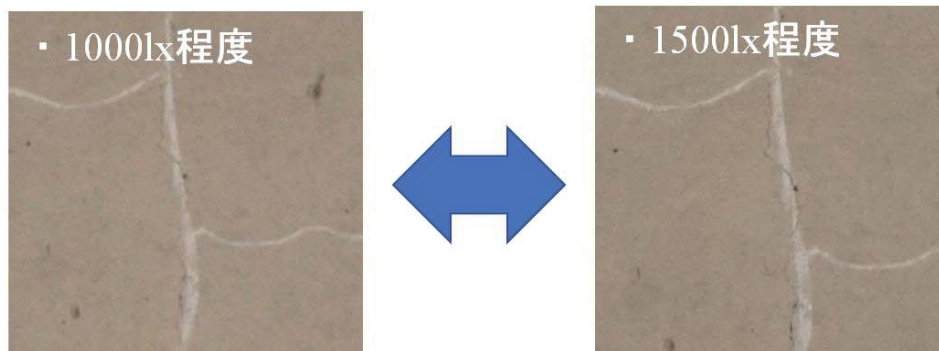
5. 課題と解決

- 「マルコ[®]」においては、「確実に実用化に寄与できる技術」として、2軸の自動制御を実装しているが、今年度末には、更に2軸の自動制御を実装予定。
- 自動化が比較的適用しやすいと考えられる橋脚の柱から実用化を開始。



6. その他

- 画像の精細さは、画素分解能のほか照度などの影響も受け、天候、撮影時間などにより画像の精細さが一様とは限らない。



- 損傷の評価や解釈、比較を行う際には留意が必要。



本研究開発は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の支援を受けて実施したものである。

GO MULCO AHEAD



大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.