

インフラ維持管理・更新・マネジメント技術（PD：藤野陽三）
 橋梁の打音検査ならびに近接目視を代替する飛行ロボットシステムの
 研究開発（代表：大野和則）

ドローンを活用した橋梁点検の実証実験

国立大学法人東北大学
 株式会社リコー
 株式会社千代田コンサルタント
 一般財団法人航空宇宙技術振興財団
 東急建設株式会社

平成 29 年 5 月 18 日（木）

1

研究開発テーマ全体の概要

橋梁の近接目視などを代替・支援するマルチコプタ

- ・受動回転球殻ヘリ（球殻ヘリ）で橋梁の近接画像を撮影、損傷を打音
- ・近接画像をつなぎ合わせて点検に利用する展開画像を自動で生成
- ・展開画像や打音を利用して人手や半自動で損傷を確認し点検調書作成
- ・中継ヘリを利用して球殻ヘリの目視外点検を支援



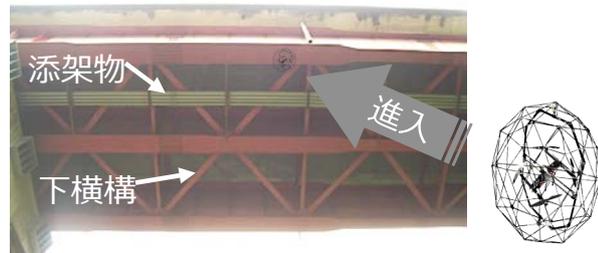
2

ソリューションコンセプト：特色1

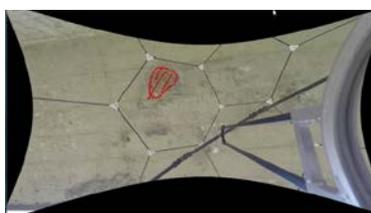
- ・ 空撮点検の特徴：橋梁を手軽に撮影（スクリーニング・点検）
交通規制を削減、足場不要でコストも削減
- ・ 球殻ヘリの特徴：桁間に進入し、近接画像を撮影
添架物の背面も撮影可能
- ・ 調書作成の特徴：近接画像から展開画像生成、傷と位置を特定



従来：橋梁点検車の点検



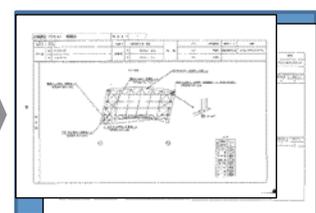
提案：球殻ヘリによる橋梁点検



球殻ヘリで近接画像を撮影



近接画像から展開画像の生成



調書作成の支援

ソリューションコンセプト：特色2

1. 損傷の正確な記録が出来る、記録に基づく点検で人的ミス減
2. 操縦スキルが低くても安全に飛ばせる、機体（カメラを含む）が安価

従来点検

- ・ 正確なスケッチが困難
- ・ 経験不足・疲れによる判断ミス
- ・ 第3者の確認が出来ない
- ・ 車線規制必要な時が多い
- ・ 損傷判別が現場で出来る
- ・ 打音・叩き落としが出来る

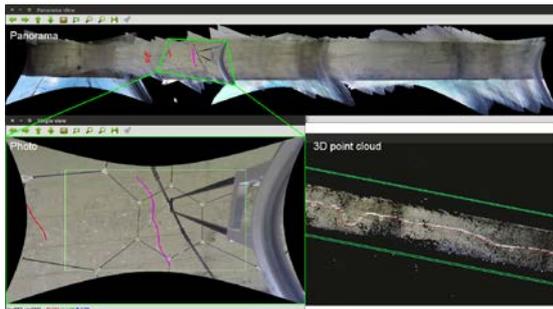
球殻ドローンの点検

- ・ 正確な記録が出来る
- ・ 記録に基づく点検で人的ミス減
- ・ 第3者の確認が可能
- ・ 車線規制が不要
- ・ 人と機械が共同で損傷判別が必要
- ・ 打音・叩き落としが困難

主な開発項目



1. 橋梁の近接画像を撮影する球殻ヘリの開発

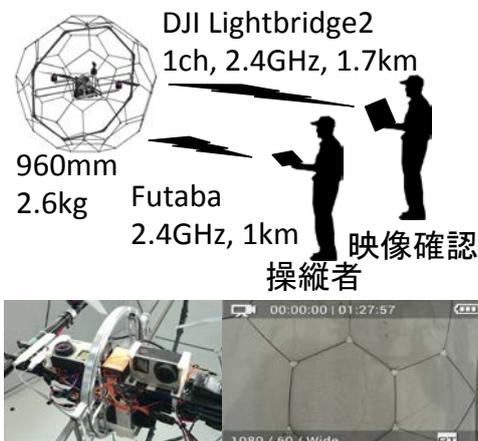


2. 展開画像を利用した人手による損傷点検を行うソフトウェアの開発

5

橋梁の近接画像を撮影する球殻ヘリ:概要

- 橋梁の狭隘空間の近接撮影：
 - 横構や添架物のある橋の桁間（1m程度まで）に進入
 - 床版や高力ボルトを0.5m程度の近距離で撮影
 - 8～10分の空撮、撮影中の映像をタブレットで確認
- 強風の中での飛行を実現：
 - 最大風速9.9m/sで飛行可能なことを実機で確認

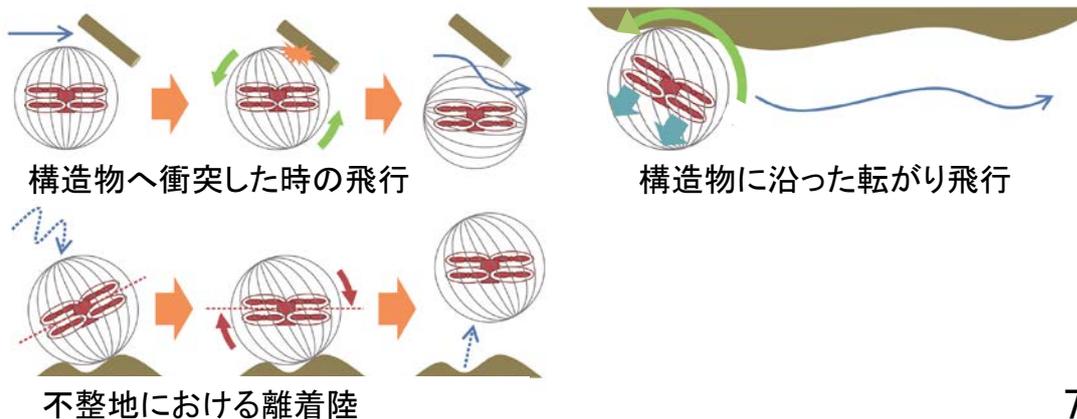
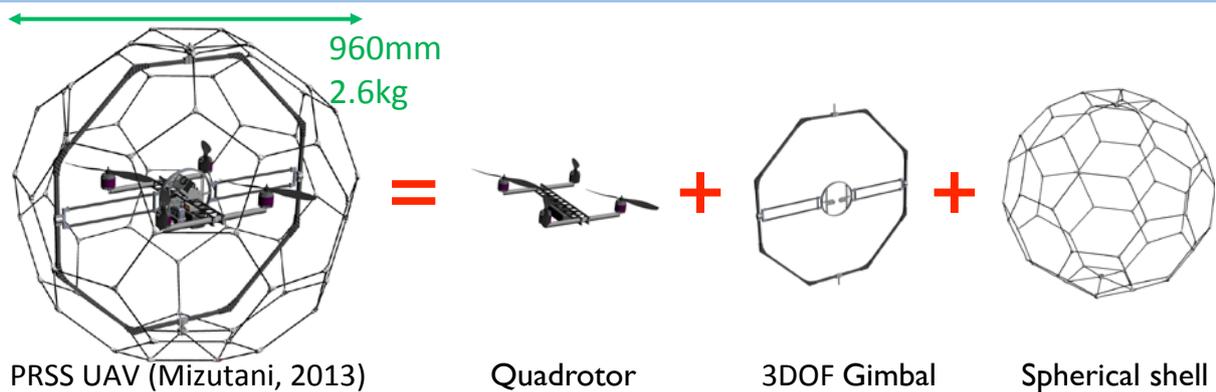


広角・小型カメラで撮影
タブレットに映像伝送

桁高20mの実橋梁で性能を実証評価
添架物の間をすり抜けて桁下を撮影可

6

橋梁の近接画像を撮影する球殻ヘリ：基本構造

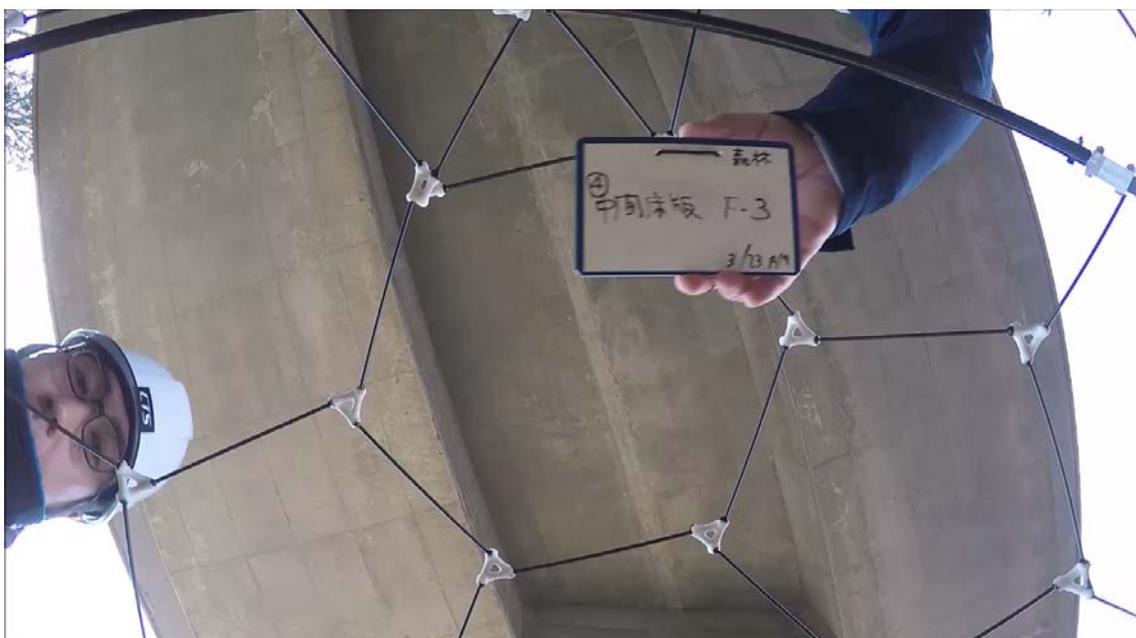


7

実橋を利用した実証評価

管理自治体の協力を得て点検形式の実証実験を定期実施

- 宮城県仙台市森林公園大橋を球殻ヘリで近接撮影



8

展開画像を利用した点検：概要

■ 点検支援コンセプト

1. ロバストな展開画像生成

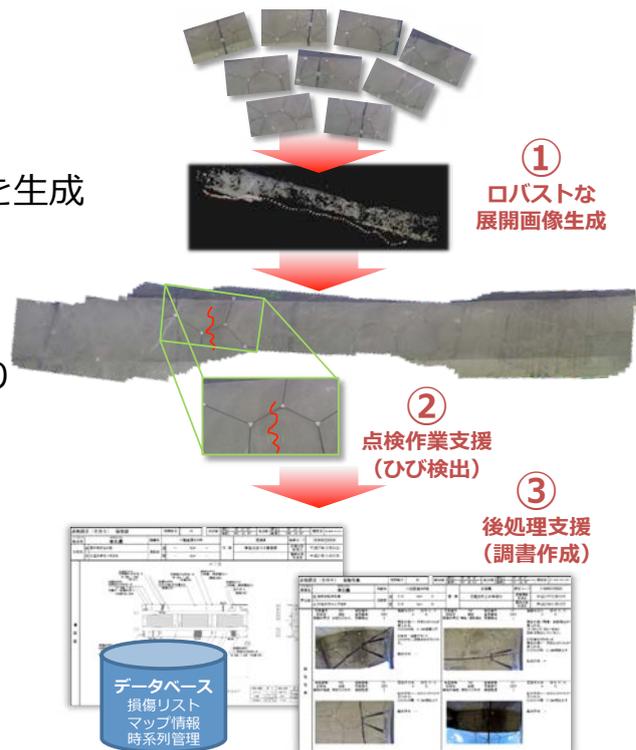
- 画像群を再構成し、3D点群とカメラ軌跡を使って展開画像を生成
 - 全体のどこを見ているか
正確・直観的に把握できる

2. 点検作業支援

- 詳細画像上でのひび検出により点検者のひびトレースを支援
 - 点検者の労力を低減

3. 後処理支援

- 損傷情報入力
- データベース管理
- 点検調書形式での出力



9

展開画像を利用した人手による損傷の点検

- 森林公園大橋の近接画像から展開画像を生成
- 人手により損傷を確認し調書を作成



10

龍沢橋：点検の課題

龍沢橋の特徴

- 全幅員が $W = 24.0\text{m}$ あり、大型の橋梁点検車が必要
- 橋梁の下に深い谷と川が有り、下からのアクセスが困難

従来は、橋梁点検車（BT-400）による点検

- 桁高（ $H = 2.7\text{m}$ ）が高く、床版まで手が届かない。
- 交通規制による渋滞が発生する。



BT-400による点検状況



点検時渋滞状況

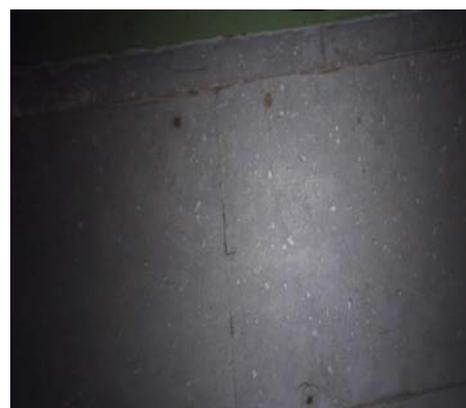
11

龍沢橋：実証実験の概要

- 球殻ヘリを利用することで交通規制を行わずに橋梁を点検
- 球殻ヘリにより、桁高の高い桁間に進入
- 0.5m程度の近接距離から映像を撮影

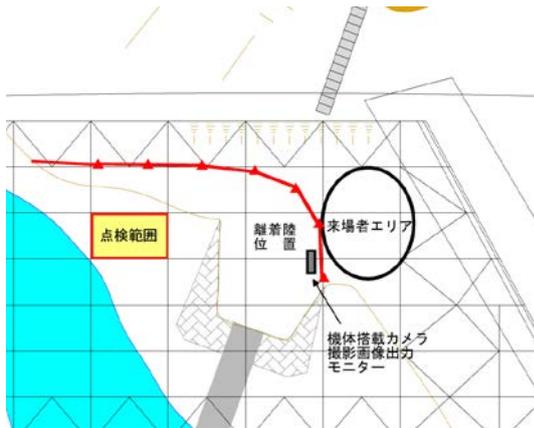
チャレンジ：

- 日中でも日陰になり薄暗い床版
- 高輝度ライトを搭載した球殻ヘリで近接撮影



12

龍沢橋：飛行計画



【点検範囲と会場概要】

点検は、左図の点検範囲の床版を上向きカメラで実施します。

離着陸位置は、三角コーンで示しています。

上向きカメラのライブ画像をモニターに映します。

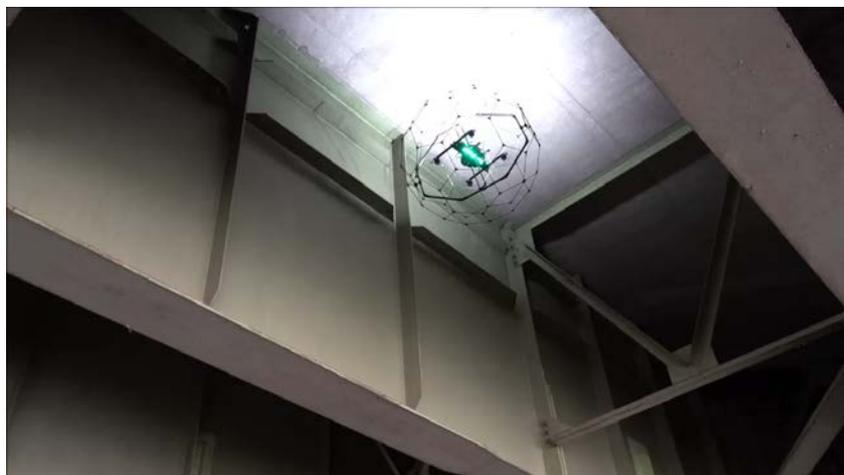
【飛行計画】

飛行は、以下の手順で行います。

- ①離着位置より点検パネル直下まで飛行。
- ②上昇し、点検個所まで進入。
- ③点検床版を網羅撮影する。
- ④対傾構を通過し、順次、床版を点検する。



13



14

[仙台市] ドローンを活用した橋梁点検の実証実験	
日 時	2017年5月16日(火) 11:00~12:00
場 所	仙台市青葉区 龍沢橋
参加者	仙台市、東北大学、民間企業
	NHK 仙台放送局、東北放送、宮城テレビ、KHB 東日本放送、仙台放送 (株)ジュピターテレコム(J:COM)、読売新聞東京本社、建設新聞社、 建設通信新聞社、日刊建設産業新聞社
内 容	球殻ドローンに搭載したビデオカメラで橋梁表面を近接で撮影し、その画像をリアルタイムでモニターに配信する
状況写真	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>仙台市副市長 伊藤 敬幹</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>東北大学未来科学技術センター センター長 長谷川 文彦</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>内閣府 SIP プロジェクト 総括担当参事官 竹上 嗣朗</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>東北大学未来科学技術センター 准教授 大野 和則</p> </div> </div>

[仙台市] ドローンを活用した橋梁点検の実証実験

状況写真

