

- 研究開発項目 : ロボット技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステムの研究開発
- 研究責任者 : 日本電気(株) 西沢俊広
- 共同研究グループ : (株)自律制御システム研究所 / (一財)首都高速道路技術センター / (国研)産業技術総合研究所



# 研究開発の目的・内容

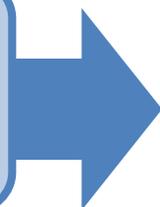


## 研究開発の目的

高所作業車等を利用した従来の打音検査の課題を解決するため、飛行ロボットを活用した点検システムを実現する。

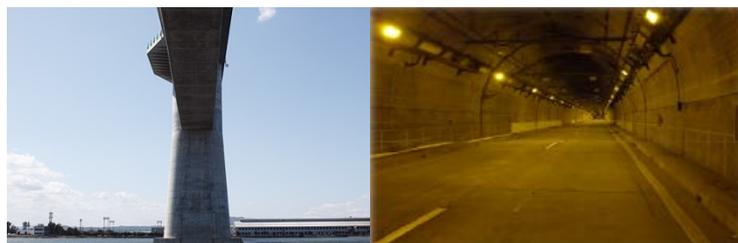
### 従来の打音検査の課題

- ① 高所作業車による長時間の車線規制
- ② 高い橋脚等の足場設置が困難
- ③ 災害現場での人による点検が危険



### 飛行ロボットにより解決

- ① 車線規制時間の大幅短縮
- ② 死角など点検困難箇所の点検
- ③ 危険な場所での人の作業が不要



橋梁やトンネルの環境



打音点検飛行ロボット



打音点検センサ

## 研究開発の内容

- ① 橋梁・トンネルなどの非GPS環境、風などの外乱がある環境での**飛行制御技術**
- ② コンクリート構造物の打音による変状の**状況検知技術**
- ③ ロボットによる点検の**安全確保**と、従来の人手の点検からロボット導入による**生産性の向上**

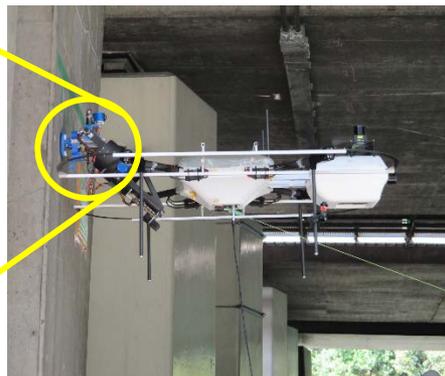
## 研究成果：

- 打音点検飛行ロボットを試作し、国土交通省主催の現場検証にて要素技術の部分的な機能を確認
- 非GPS環境での飛行を目標としたトータルステーションとLRF※による位置姿勢情報による自律制御飛行を実現。
- 搭載した打検機を壁面に押し当て、点検員が清音・濁音の判断がつく品質の打音の発生を実現。
- JAXA風洞での飛行性能の評価により、風速8m/sの整流での飛行安定性の確認
- 逸脱防止用ネットによる飛行試験現場の安全性確保。

※LRF：レーザレンジファインダ

## 打検機を押し当てる飛行制御

模擬変状を打音する様子



## 試作した打音点検飛行ロボット

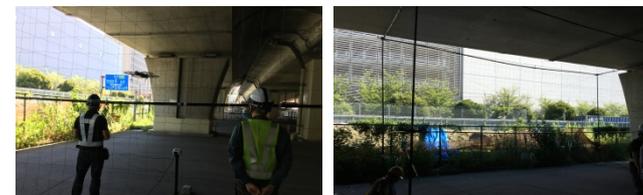


## JAXA風洞での飛行性能評価



6.5m×5.5mの大型風洞でのフリーフライト評価  
風速（整流）3m/s～8m/sで安定性確認

## 試作した逸脱防止用ネット展開システム



風を通しロボットをキャッチできる網を点検現場で展開可能な構造開発

## 研究成果：

- ・6m以下の高さで安価な打音点検支援を実現するため、打音点検飛行ロボットと共通のセンサヘッドを用いたポール打検機を試作。
- ・国交省の現場検証において実用性を評価。従来の点検と同等の時間での作業性を確認。足場の構築時間、費用を縮減。
- ・機械学習を用いた打音の清音・濁音の識別機試作。
- ・飛行ロボットのノイズを低減する音響処理フィルタの開発、点検員の評価により聞きやすさの向上を確認。

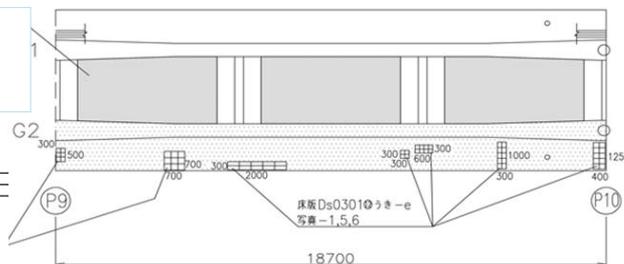
## 試作したポール打検機



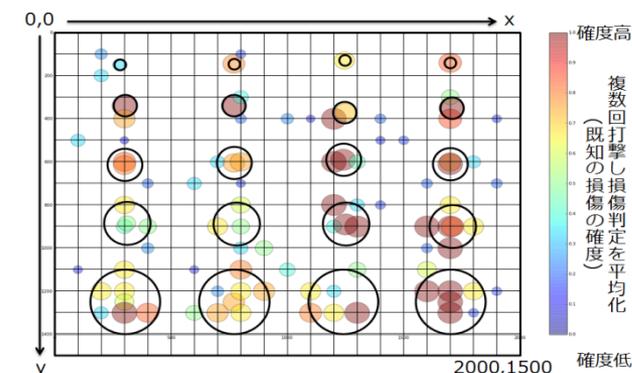
## ポール打検機による点検結果に基づく調書の例

茨城県幸久橋の床板下面濁音があった場所を変状個所として位置と写真を記録したもの

|       |        |      |      |       |             |
|-------|--------|------|------|-------|-------------|
| 写真番号  | 2      | 経路番号 | 10   | 撮影年月日 | 平成27年11月12日 |
| 部材名   | 張り出し床板 | 要素番号 | 0301 |       | メモ          |
| 損傷の種類 | 濁音     | 損傷程度 | *    |       |             |



## 試験体を用いた清音・濁音の判別結果



黒い円で囲まれた箇所が変状部ダミー、下にいくほど大きく、右に行くほど浅い格子の交点で打音データを収集、変状可能性がある部分に色付けをした点検員と同等の判別性能を確認

## 開発の最終目標：

### <共通>

- ・橋梁・トンネルの打音点検の支援
- ・清音／濁音の識別支援

### <打音点検飛行ロボット>

- ・連続運用2時間（有線給電）
- ・高度30m・平均風速8m/sで運用

### <ポール型打検機>

- ・足場なしで高さ6m以下の打音点検

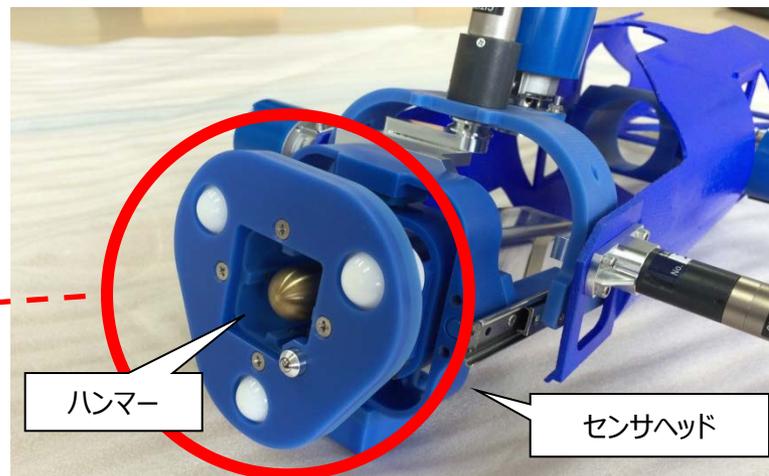
## 社会実装イメージ：

- ・従来の足場建設、または高所作業車や橋梁点検車が必要な高所の打音点検に本装置を活用
- ・従来の機械足場や点検装置と同じようにレンタルにより点検業者に提供
- ・点検データの管理、情報共有についてはクラウド型で情報サービスを提供
- ・岐阜大学SIP実装プロジェクトなどの現場検証に参加し、評価を反映した改良を経て、高速道路、国、地方自治体が管理する道路に展開さらに鉄道、ビル等の道路以外の点検に応用

改良中の打音点検飛行ロボットシステム



開発中の機体、昨年度より40%小型化  
今後評価を実施し、現場での実証実験を計画



ハンマー

センサヘッド