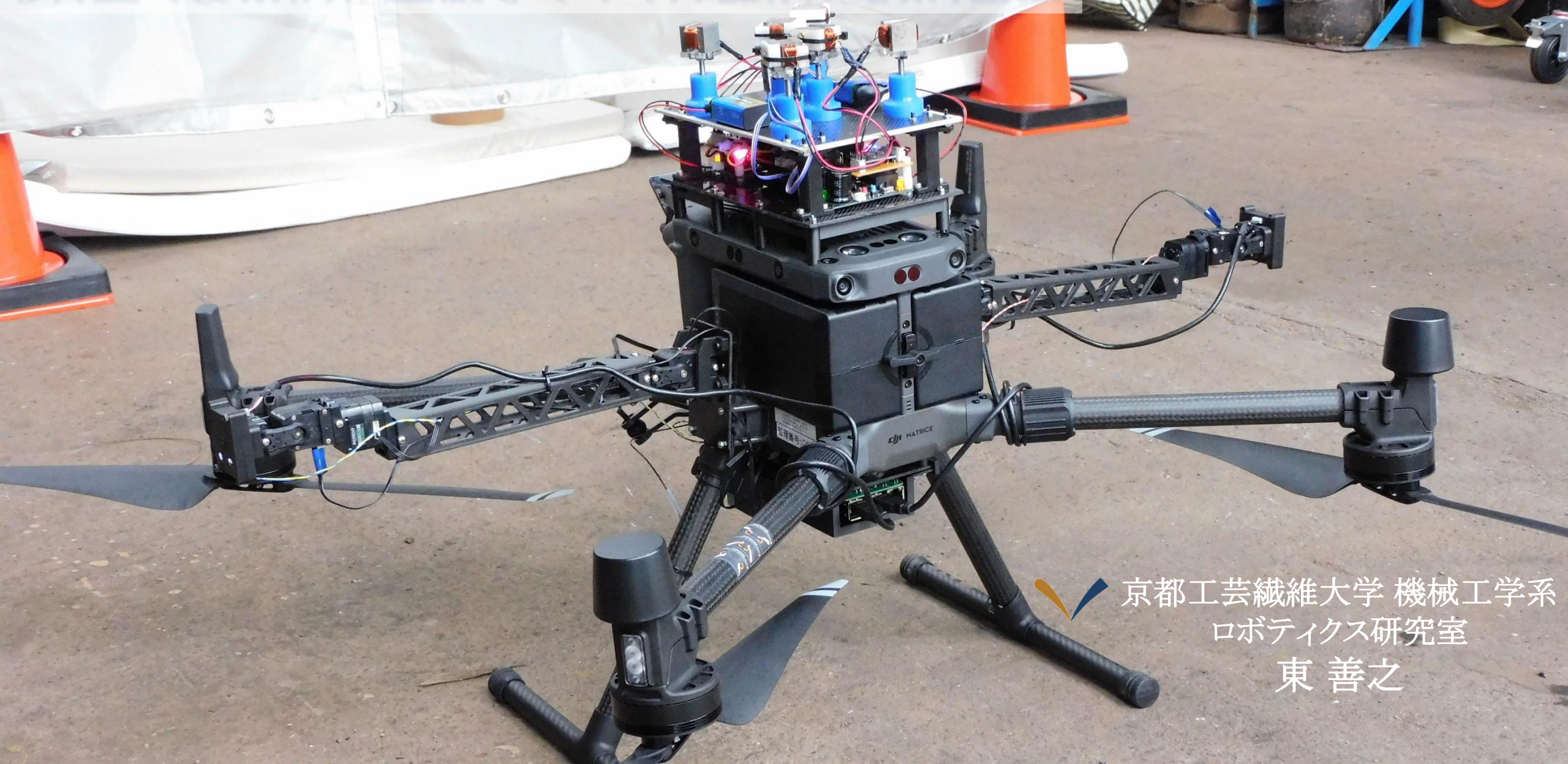


ドローンを用いた鋼製インフラ点検のための技術



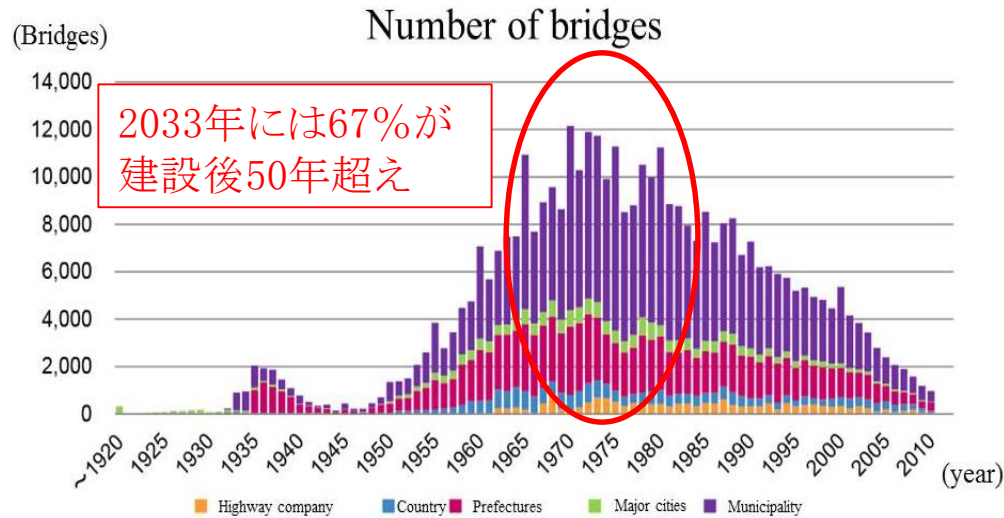
京都工芸繊維大学 機械工学系
ロボティクス研究室
東 善之

ドローンを使って安くて、早くて、安全な点検を

■ 課題

○ 橋梁の課題

- ・経年した橋梁の多さ
- ・点検作業員の少なさ
- ・足場のコスト・設置期間
- ・高所作業リスク



*国土交通省資料よりhttp://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo1_1.pdf

○ 点検用ドローンの課題

- ・飛行時間
- ・点検方法
- ・構造物への接近、接触
- ・操縦技術(点検技術者≠パイロット)

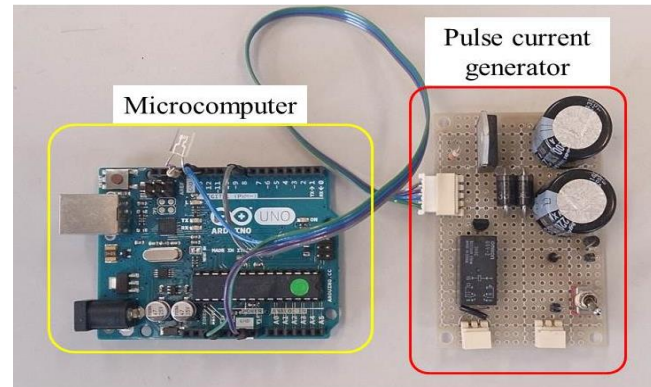
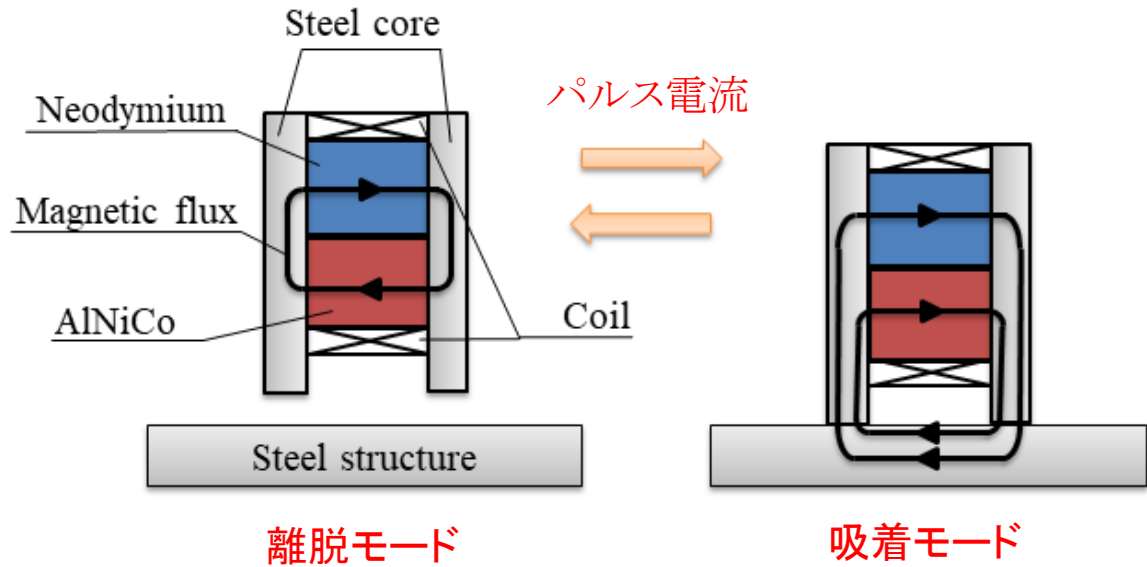
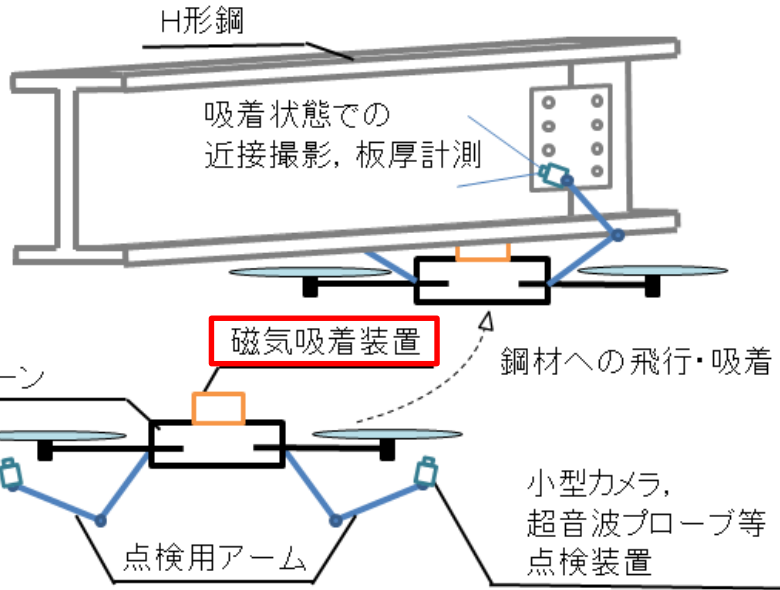
■ 解決策

- 点検対象(H鋼など鋼構造物)への自由な吸着・離脱
- カメラ撮影以外にも吸着状態で様々な点検
- 点検対象下(非GPS環境)での自律飛行

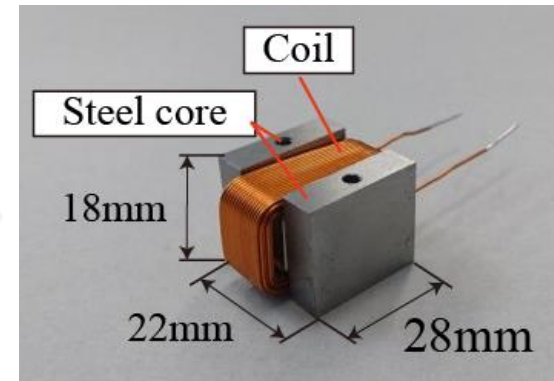


EPMを利用した構造物への吸着機構

EPM (Electro-Permanent Magnet) とは **ネオジウム磁石**, **アルニコ磁石**, コイルにより構成され, パルス電流により磁力のON-OFFが制御可能な磁石



パルス電流発生回路と制御用マイコン

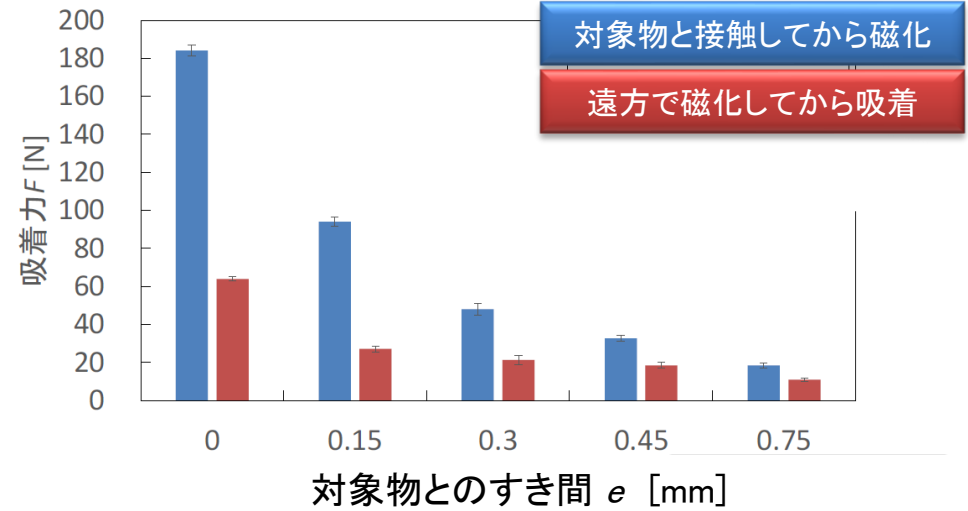


開発した
小型EPM(64g)
最大吸着力:300N
(引っ張り方向)



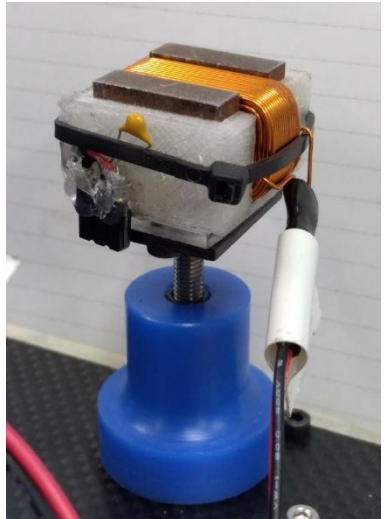
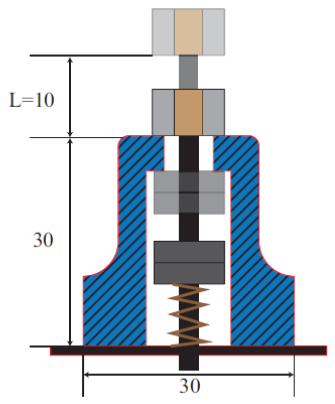
吸着の信頼性向上技術:高い吸着力を生み出す技術

- 対象に密着した状態での励磁が重要
- 予め磁化しておきコイルに生じる誘導起電力から対象物への接近を推定
- 最接近時(接触時)に再励磁することで強力な吸着力を発揮



サスペンション

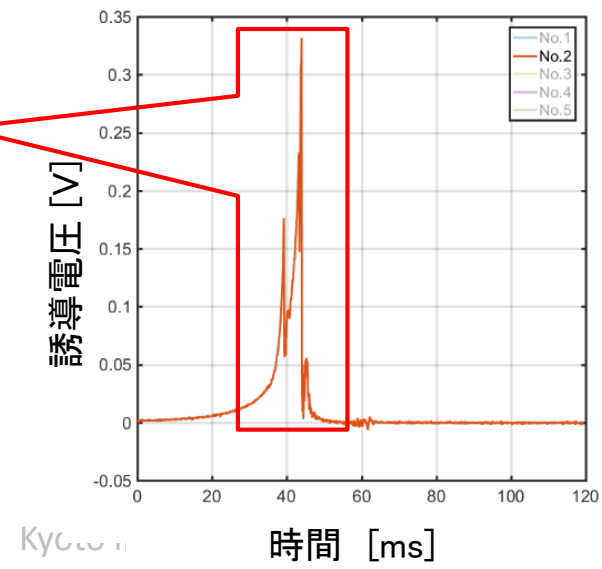
- 接触時の衝撃を吸収
- 対象にEPMを密着



自動吸着制御

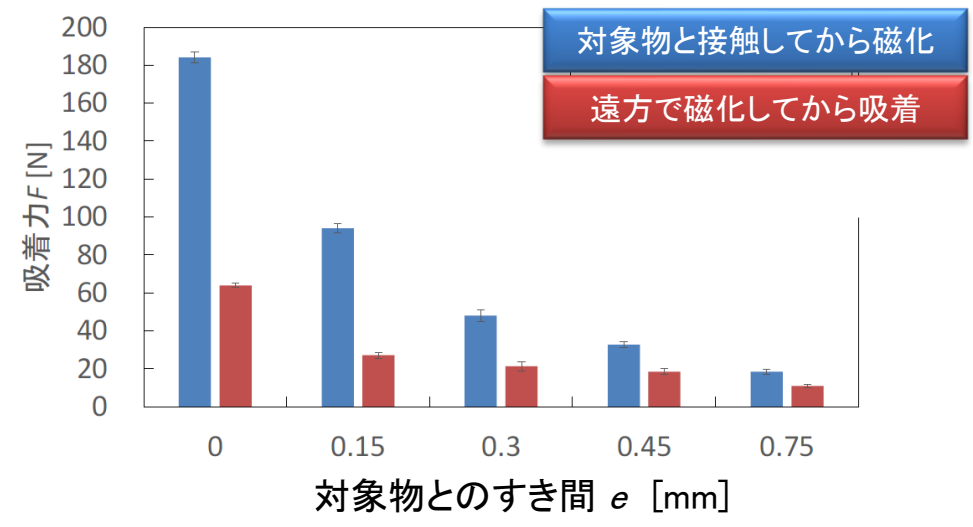
EPM回路内に電圧センサを取り付け
 誘導起電力のピークで励磁することで
 高い吸着力を発生

励磁タイミングも自動で制御し、
 適切なタイミングで励磁が可能

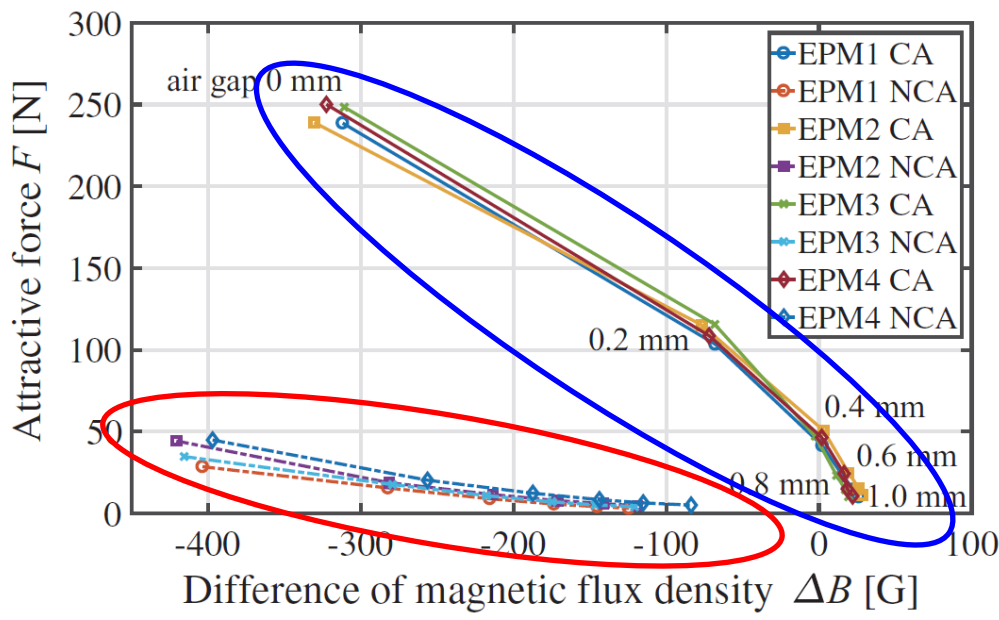


吸着の信頼性向上技術:吸着状態を判定する技術

- 対象物とのすき間により吸着力は大幅に低減
- 吸着状態によっては作業中に落下の危険性
- 遠方のドローンの吸着状態を把握**する必要
(手元の作業では作業員が触って確認)



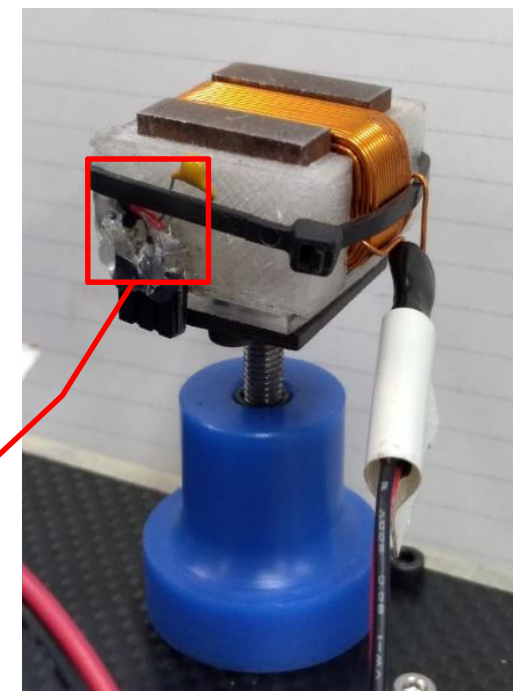
磁束密度に基づく吸着状態判定



- (blue) : 対象物と接触してから磁化
- (red) : 遠方で磁化してから吸着

磁化タイミング, 対象物とのすき間に応じて
明確な磁束密度の差が生じる

EPMにホールセンサを取り付けることで
吸着状態を自動判定



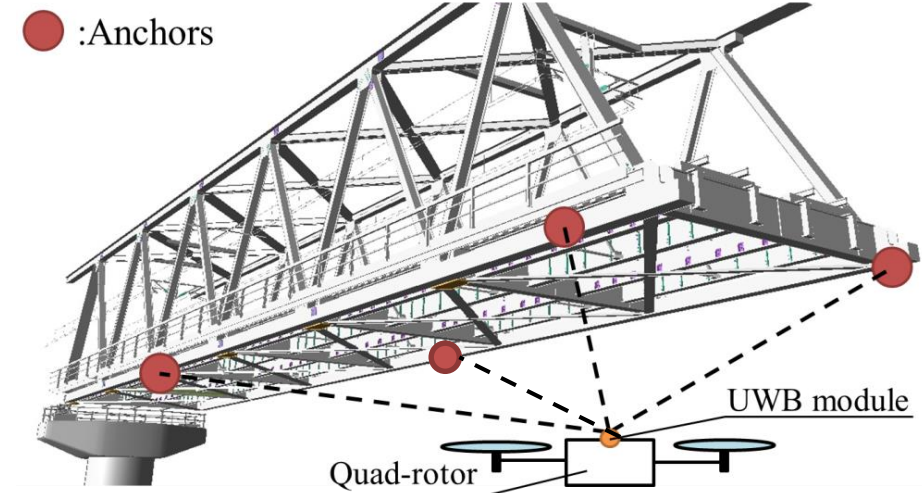
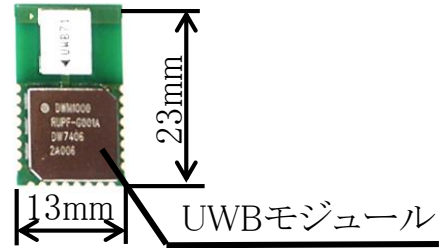
可動式カメラアームとEPM6個を搭載したドローンを
株式会社シュールド設計と共同で開発
ベース機はDJI Matrice300RTK(約6.3kg)



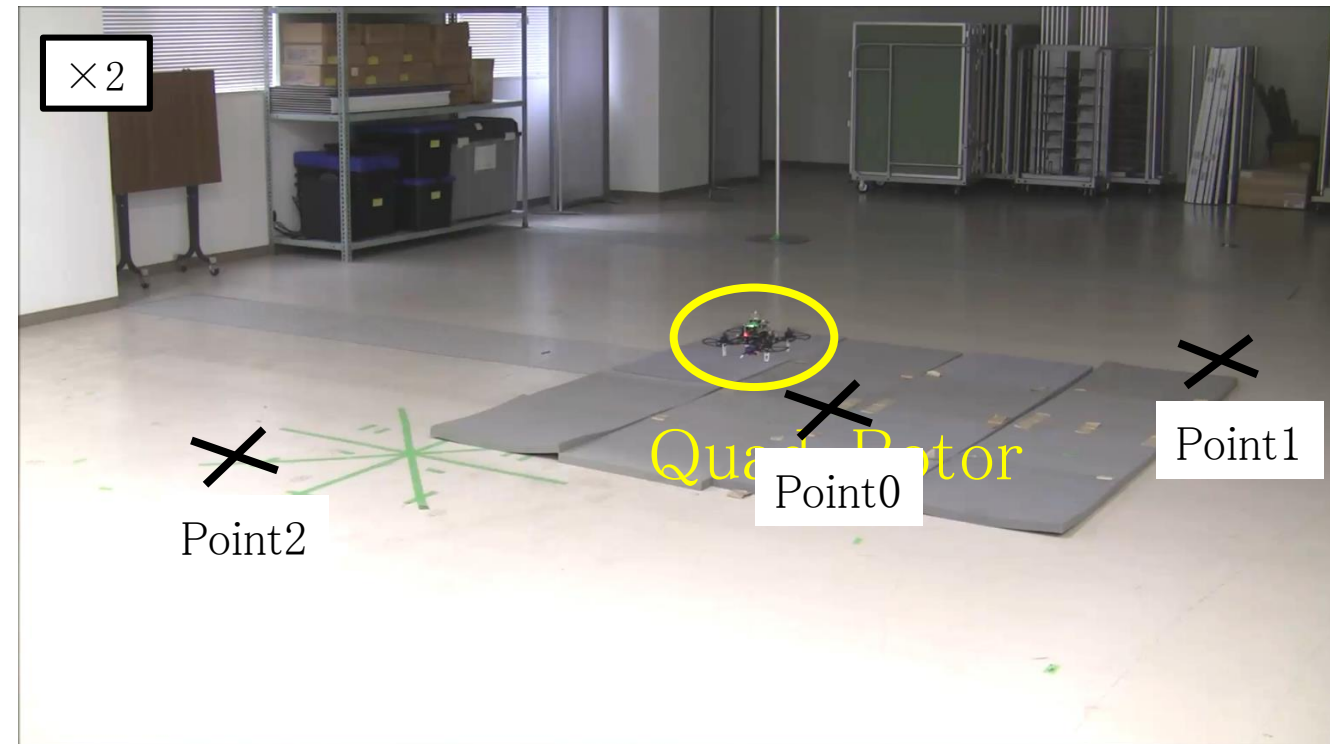
非GPS環境での自己位置推定技術

- ✓ UWB (Ultra-Wide Band) 通信を用いて橋梁下に無線を用いたローカルな Positioning System (PS) を構築

- ✓ 小型機にも搭載可能.
- ✓ 測定距離60m以上



- 絶対座標が得られるが更新周波数が遅いため、慣性センサ、距離センサなどと組み合わせて自己位置推定システムとして利用
- ドローンだけでなく屋内等で移動する様々なものの測位にも利用可能



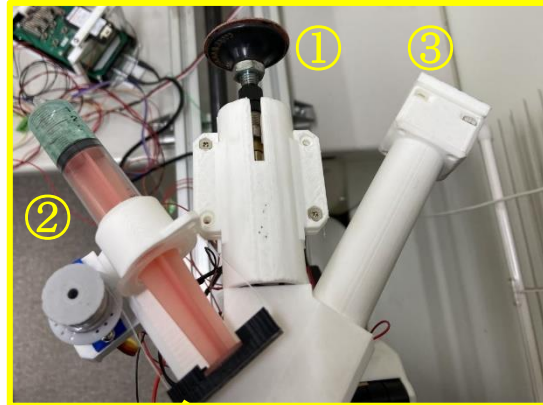
今後の展開: 開発中の技術

残存板厚の測定など実際に行われている点検が, 手軽に実施できるようなドローンへ.

さび取り・板厚計測可能な点検アーム

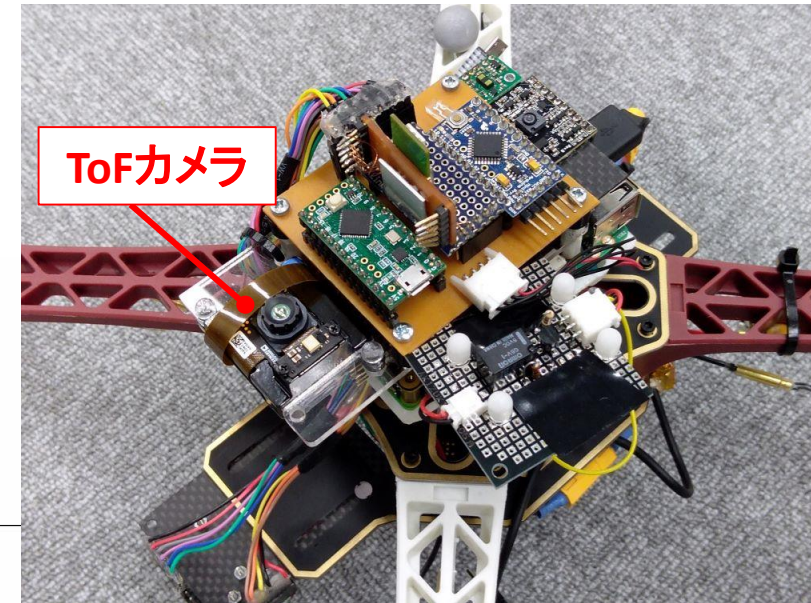
- ①さび研磨機構
- ②カプラント塗布機構
- ③板厚測定用プローブ を搭載

•wifiによる無線制御を実現

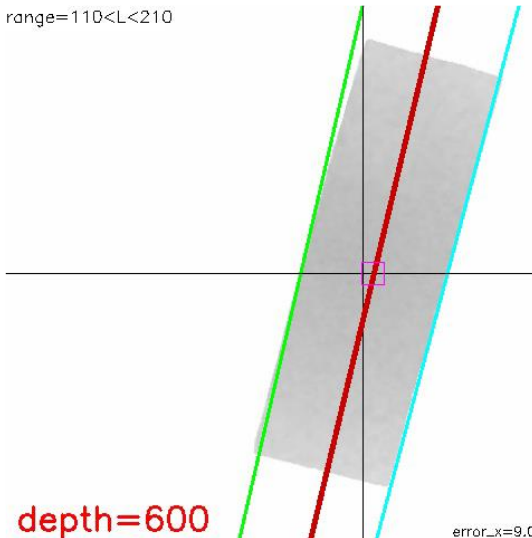


構造物下での操縦支援技術

- 各ピクセルが距離情報を持つToFカメラを使用
- 直線と平面を検出し, H鋼を自動認識
- 検出したH鋼下部での位置保持制御を目指す



range=110<L<210



error_x=9.00

angle=-13.18
x=9.00 pix



社会実装に向けた課題

○現場実証を経てのフィードバック:

- ・現開発技術の実装
- ・実証可能なフィールドの確保
- ・実証実験における作業員からの意見



○独自の飛行制御技術が搭載容易なプラットフォーム:

- ・市販ドローンの飛行制御部への介入が困難である点の解決
- ・オーダーメイドドローンの場合, 価格面での問題

