

火力発電所の煙突内部点検で活用する 非GPS環境下における自律飛行 ドローンの概要

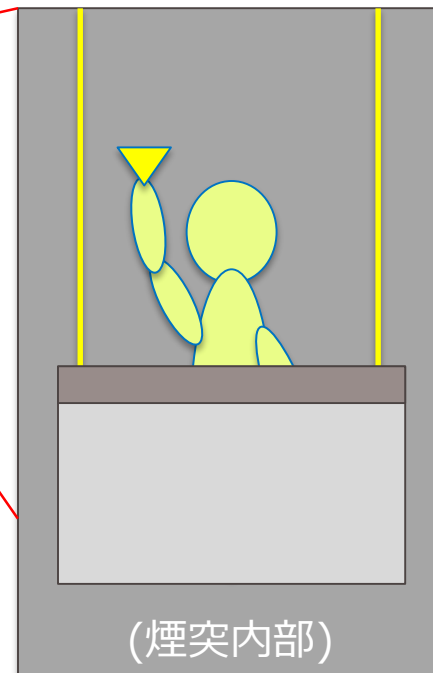
1. 火力発電所の煙突内部での点検方法について

【現状の点検方法】

- 火力発電所に存在する煙突内部は、排出ガスの熱や酸腐食等の要因により劣化していくため、定期的にゴンドラを架設する等し、目視点検を行う必要がある。

【現状の点検方法における課題】

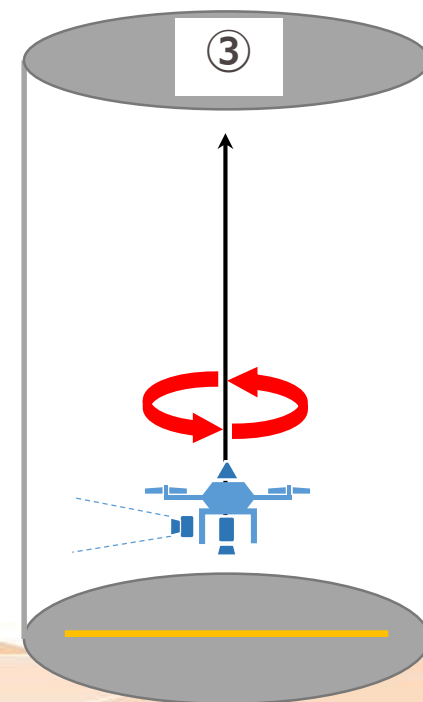
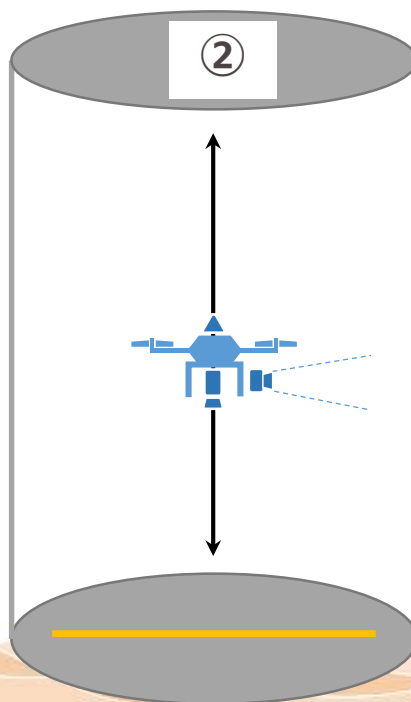
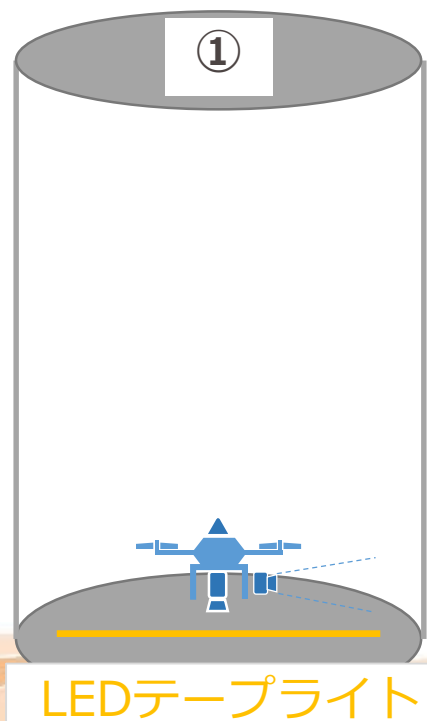
- ゴンドラによる点検では約3週間の日数と、約10名/日の作業員が必要であるため、相応の費用と時間を要する。
- 高所作業による安全上のリスクがある。



**⇒点検のコスト削減、作業効率向上および安全性向上を目的とし、
煙突内部（非GPS環境下）での点検で活用できる自律制御飛行が
可能なドローンの開発を目指した。**

2. ドローンによる点検方法について

1. 目印となるLEDテープライトを煙突内部に据え付け、煙突内部にドローンを搬入する。
2. ドローンは円中央を保持しながら、一定速度かつ一定の方位角を保ちながら自律飛行で上昇し、煙突内部の周方向のうち一定の範囲を撮影する。上部撮影後に下降する。
3. ドローンが底部に到達すると、機体を回転させ、異なる範囲（方位角）での撮影を開始する。
4. 1～3を繰り返し、全周撮影する



3-1. ドローンに採用した技術（特許出願中）について

自己位置推定技術を開発し、煙突内における安定的な自律飛行を実現。

①水平制御(X,Y) → 5ページ

内壁位置を測定し円中央に制御

Visual SLAM※1：水平制御カメラ搭載

LiDAR※2：LiDARセンサー搭載

②高度制御(Z)

高度による気圧差により制御

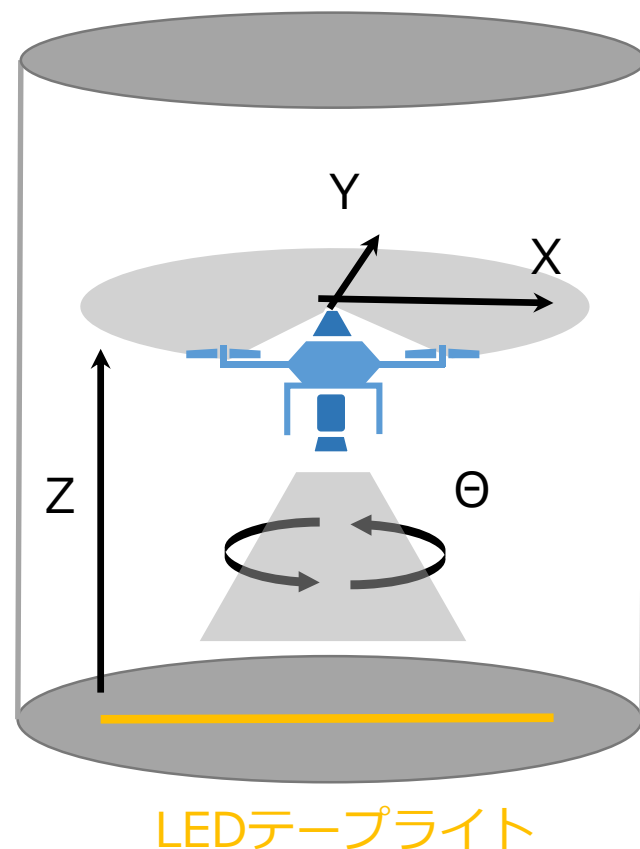
気圧センサ：ドローン標準搭載

③方位角制御(θ) → 6ページ

ライトのずれ（回転量）により制御

Visual SLAM※1：方位制御カメラ搭載

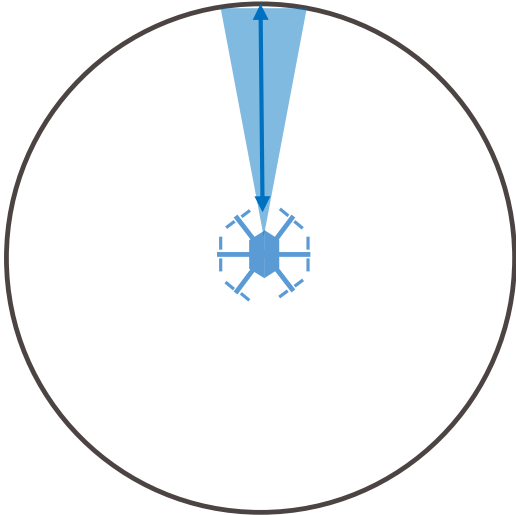
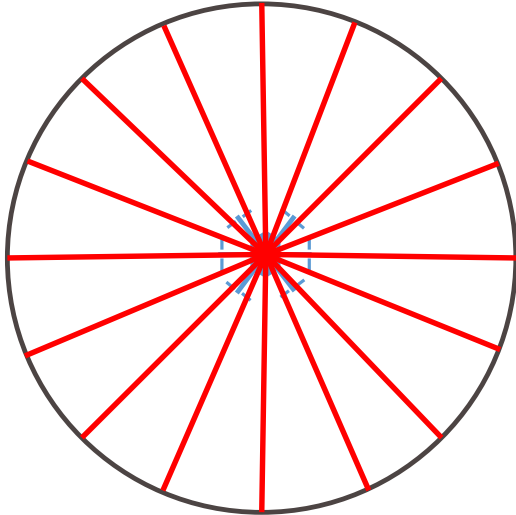
LEDテープライト：煙突底部に設置



※1：カメラ映像により自己位置を推定する技術

※2：光を用いて、対象物までの距離を計測する技術

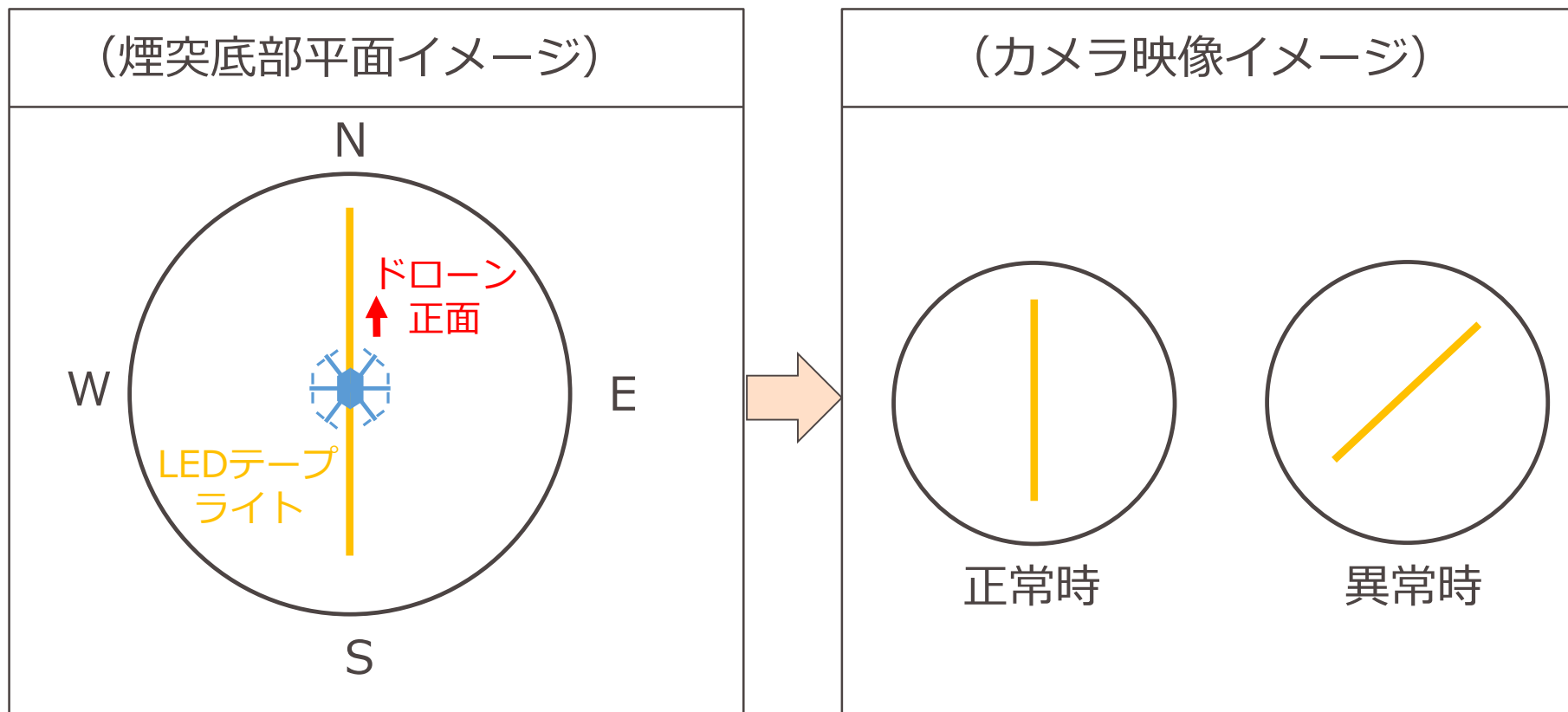
※特許出願済 特願2020-63862

技術	Visual SLAM 映像認識による自己位置推定技術	LiDAR 光による距離計測技術
煙突平面イメージ		
役割	カメラ正面方向の映像により、正面方向の自己位置を推定する。	360°方向の距離計測を行う。
課題	死角（カメラ設置方向以外）は把握ができない。側面および背面は壁面に衝突する恐れがある。	回転しながら、360°距離を測定するため、座標は把握できない。どの方向に変位しているか把握できない。

上記 2 つの技術を組み合わせることで、
円中央の安定的な保持を実現

3 - 3. 方位角制御技術について

- 方位制御用カメラにより、煙突底部を常時確認し、カメラ映像から正常時と異常時のずれ量（回転量）を認識することで、方位角（ドローンの向き）を制御する。



上記の技術により、方位角の安定的な保持を実現

4. 開発したドローンの概要

■ 機体ベース：(株)自律制御システム研究所製 PF2

長さ：1,117mm、幅1,223mm、高さ654mm、重さ：10.6kg

最大ペイロード(積載荷重)：2.75kg

■ 煙突点検用機材：「Visual SLAM」用カメラ(制御用カメラ)× 2 台

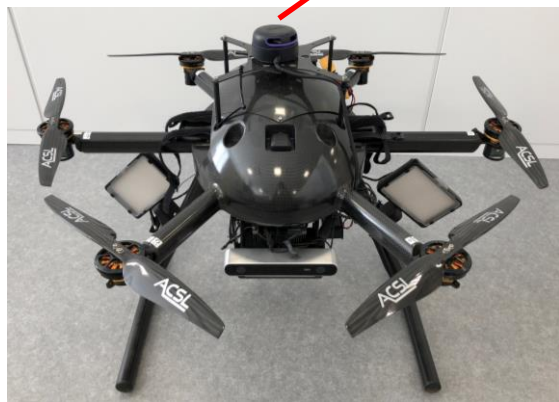
「LiDAR」× 1 台

点検用カメラ(一眼レフカメラ、全天球カメラ等)× 1 台

詳細点検用

全体確認用

LiDAR



ドローン全景

制御用カメラ
(水平制御用)



ドローン正面

制御用カメラ
(方位制御用)



ドローン背面

点検用カメラ

関西電力株式会社

設 立：1951年（昭和26年）5月

代 表 者：代表執行役 森本 孝

所 在 地：大阪市北区中之島3丁目6番16号

事業概要：電気事業、熱供給事業、電気通信事業、ガス供給事業等

株式会社KANSOテクノス

設 立：1974年（昭和49年）1月

代 表 者：代表取締役社長 大石 富彦

所 在 地：大阪府中央区安土町1丁目3番5号

事業概要：環境・土木・建築に関する調査、分析、コンサルティング、工事等

株式会社自律制御システム研究所

設 立：2013年（平成25年）11月

代 表 者：代表取締役社長兼COO 鷺谷 聡之

所 在 地：東京都江戸川区臨海町3-6-4 ヒューリック葛西臨海ビル2階

事業概要：自律制御技術を用いた無人化・IoT化に係るソリューションの提供等