

1. 目的

これまでの光周波数コムによる高精度計測は、主に実験室内など制限された環境で行われてきた。そこで本研究では、光コム(光周波数コム)の可搬化に向けて、光コムを用いた距離・形状計測・分光の技術を動的なターゲットに対して応用可能にすることを目的とする。

2. 計画

本企画では、屋外環境における光周波数コムを用いた大気計測システムの実現に向け、以下の計画を立てた。

既存技術の把握および課題抽出のため、光周波数コムを用いた大気計測システムに関する既存研究の収集と屋外環境での運用における耐振動性・計測安定性・ターゲット追従性などの課題整理を行う。

また、屋外実験に先立ち、屋内環境にてターゲットを模擬した基礎実験を計画する。空中・水上に浮かぶターゲットを模擬した試験体を準備し、レーザー光源およびレトロリフレクターを用いた干渉信号取得を実施する。

3. 調査方法

はじめに、耐振動性などの観点で現状の整理を行い、屋内環境下でレトロリフレクターを装着した試験体での干渉信号取得のデモンストレーションをPID制御を用いて実験を行う。

空中または水上での干渉信号の取得実験では、空中ではドローン、水上ではスポンジの上にレトロリフレクターを装着して実験を行う。実験系は図1に示す。PID制御が空中または水上で可能な状態で干渉信号の取得が達成できた場合、屋外環境下でも干渉信号取得の実験を行うものとする。それらがすべて達成できた場合、光コムを用いた実験を行うものとする。

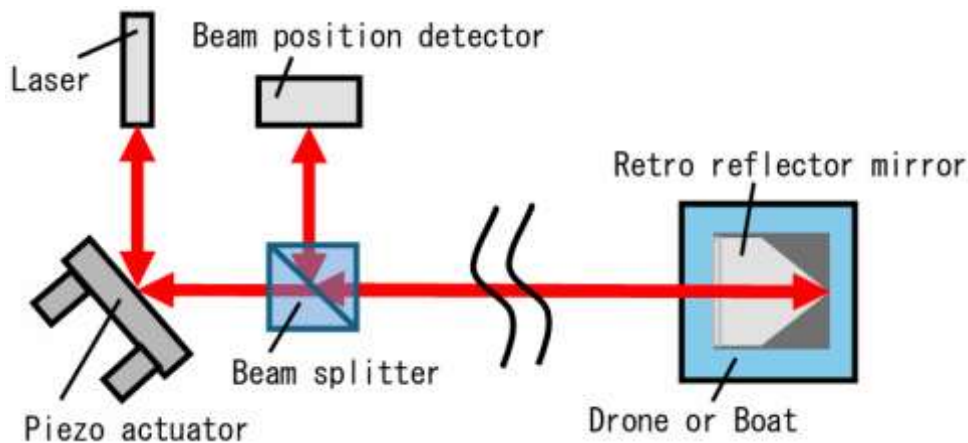


図1：PID制御を用いた実験系の構成

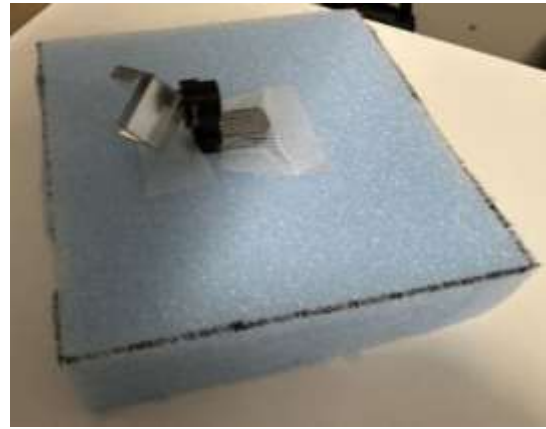


図2：レトロリフレクターを装着したドローンとスポンジ

4. 活動経過

基本的に活動するときは宮川と増田の二人で同時に作業した。

【6月】基礎準備・研究内容の把握

活動を開始するための基礎固めを中心に進めた。研究内容や装置の概要を確認し、必要となる文献調査を行ったほか、提出物であるポスターの作成をグループで協力して仕上げた。

【7月】装置操作の習得・実験系理解の深化

実際の実験に関わる作業を通じて、装置の理解と操作スキルの習得を重点的に進めた。X ステージや Piezo コントローラに関するマニュアル調査、ソフトウェアからの制御方法の学習、PID 制御の基礎理解などを行った。これらの取り組みにより、研究装置を扱うための基礎的な技術力が向上した。

【8月】装置制御の応用理解・必要機材の検討

位置制御装置や PID 制御のより深い理解に加えて、今後の活動で使用する機材の選定や用途の検討を進めた。X ステージの応答性や制御方法を詳しく確認し、Kinesis（制御ソフト）の操作も習得した。さらに、ドローンの導入可能性を検討し、必要物品や予算の整理、活動場所の調整も行った。教授への相談文面の作成など、研究運営に関わる準備も進め、活動の基盤を整えた。

【9月】ドローンの運用調査・実験体制の整備

ドローンの飛行に関するルール調査や許可手続きの確認を行い、安全な運用体制を整えた。また、学内での貸し出し条件や飛行許可の取得方法を調査し、運用に必要な情報を整理した。実際にドローンの飛行実験も行い、重量を変えた場合の安定性や挙動を確認した。

5. 成果・結果

本研究では、動的なターゲットに対して PID 制御を用いてレーザーの位置を制御し、干渉信号を取得しようとしていたが、レーザーとターゲットの位置が近すぎたことが原因で PID 制御をかけることができなかった。

レトロリフレクターを装着した試験体での干渉信号取得のデモンストレーションでは、レーザー

とターゲットとの距離を 1mで行うと、レトロリフレクターを左右にそれぞれ 5mm ほどずらした時点で制御から外れることがわかった。制御をかけられる範囲はレーザーとターゲットとの距離に比例する。ドローンのホバリング精度範囲は水平に±0.3m であり、レーザーとの距離は 60m ほど離れる必要があったが、実験当初はそれに気づかず、1mで行ってしまった。レトロリフレクターの中心部にレーザーが収まっている間に PID 制御が必要であったが、ドローンのホバリング精度範囲とターゲットまでの距離が噛み合わなかったことから、制御に時間がかかり、ドローンのバッテリーが制御を完了させるまで保たなかった。

以上のことから、ドローンや船をターゲットにする場合、レーザーとの距離をそれぞれ適切にする必要があり、距離が近すぎるほど制御範囲が狭まるといことが考えられる。

実験時(レトロから距離1m)のPID制御範囲：
水平：±5mm

ドローンのホバリング機能：
垂直：±0.1m, 水平：±0.3m → 300mm



図 1：レトロリフレクターとドローンとの適切な距離の計算