

# 「CubeSat の振動試験における外観検査及び試験レポート作成の自動化装置の開発」

九州工業大学 工学部 宇宙システム工学科 機械宇宙システム工学コース  
201A2130 松井翼  
指導教員 趙孟佑

近年、超小型衛星を用いたコンステレーションは、大型衛星と比較して、リスク管理、開発期間の短縮、運用の自動化、衛星 1 機あたりのコストなどの観点において優れる事から、ミッション数が飛躍的に増加している。しかし多数の衛星を打ち上げるコンステレーションでは、衛星全機を試験する時間の長さ、それにコストの高さが問題となっている。衛星数の多さ故に人的資源の管理が煩雑になり、その結果、時間やコストの増加やヒューマンエラーの増加を招いている。本稿では、環境試験の 1 つである振動試験に着目し、CubeSat に利用できる、振動試験中に必要となる外観検査を自動化するシステムを提案し、概念研究・設計及びシステムの機能について記述する。本研究で開発したシステムは、衛星のネジのトルクマークのずれや、太陽電池のような壊れやすい部品のひび割れなどの異常を、画像処理によって検出する。更に自動的に試験レポートを生成する機能を追加することで、人間による作業工程を減少させ、試験時間を短縮化する。

## “Development of Autonomous Visual Inspection and Report Generation System for Vibration Test of CubeSat”

Kyushu Institute of Technology  
201A2130 Tasuku Matsui  
Supervisor Mengu Cho

In recent years, small satellite constellations have grown exponentially in popularity and use due to several aspects and benefits such as risk management, faster development time, automation, and less cost per satellite than bigger ones. The testing time and cost for constellations can be considered higher due to the large number of satellites that must be tested before launch. Therefore, this generates a complicated situation with the management of human resources, leading to increased time and money consumption as well as human error. This paper focuses on the development of an automatic visual inspection system that is required after the vibration testing of a CubeSat. It introduces the conceptual study, design, and testing of the previously mentioned system for a CubeSat, which can detect anomalies such as torque mark shifts on the screws of the satellite, as well as cracks on fragile components such as the solar cells by using an image subtraction method and then generating an automatic report, this system aims to reduce documentation work leading to a minimized testing period.

# 目次

第 1 章 序章.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 研究背景 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.2 研究状況 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.3 研究目的 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
第 2 章 外観検査自動化装置 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1 振動試験における外観検査 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.2 自動外観検査 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.3 画像処理 <sup>(14)(15)(16)</sup> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.4 外観検査装置 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
第 3 章 機能試験.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.1 供試体 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.2 実験ケース .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.3 実験パラメータ .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
第 4 章 実験結果.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.1 焦点距離 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.2 閾値 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.3 膨張処理回数 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.4 照明方法 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.5 エラー無し .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.6 トルクマークシフト .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.7 構体の傷 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.8 割れ .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.9 考察 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
第 5 章 実証実験.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
5.1 実験概要 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
5.2 供試体 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
5.3 実験手順 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
5.4 実験ケース .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
第 6 章 実験結果.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.1 結果 .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

6.2	考察 .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>第 7 章</b>	<b>総括.....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
7.1	結論 .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
7.2	今後の課題 .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
参考文献	.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
謝辞	.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
付録	.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

全文を希望の方は [cho.mengu801@mail.kyutech.jp](mailto:cho.mengu801@mail.kyutech.jp) までご連絡下さい