

多目的ミッションを想定した 3U CubeSat の熱解析

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

181A2071 白石祥也

指導教員：増井博一

近年、大学や企業などで CubeSat の開発が盛んに行われている。その中でも 2022 年 1 月 1 日までに 1385 機の 3U CubeSat が打ち上げられており、CubeSat の中では打ち上げ数は最も多くなっている。これは 3U CubeSat がその他のサイズの CubeSat と比べ、ミッション機器搭載用のスペースが多く確保でき、比較的安価であるためである。よって本研究では 3U CubeSat に焦点を当て、ミッション機器に着目して熱解析を行った。今回は 3UCubeSat のミッションとしてポピュラーな地球観測と通信の 2 つのミッションについて検討した。本研究を通して、各ミッションの 3UCubeSat での妥当性の検討し、評価することが目的である。また最終的な目標としては、今後の 3UCubeSat の開発をする際、熱設計に必要な労力の軽減および設計に費やす時間の短縮を目指した。

Thermal Analysis of 3U CubeSat for Multi-purpose Mission

Kyushu Institute of Technology

181A2071 Shiraishi Shoya

Supervisor : Masui Hirokazu

In recent years, the development of CubeSat has been actively carried out by universities and companies. Among them, 1,385 3U CubeSats have been launched by January 1, 2022, which is the largest number of CubeSat launches in the world. This is because 3U CubeSats have more space for mission equipment and are relatively inexpensive compared to other sizes of CubeSats. Therefore, in this study, I focused on 3U CubeSat and conducted the thermal analysis focusing on the mission equipment. In this study, I discussed the two popular missions of 3UCubeSat, Earth observation and communication. The purpose of this study is to examine and evaluate the validity of each mission in 3UCubeSat. The final goal is to reduce the effort required for thermal design and to shorten the time spent for design in the future development of 3UCubeSat.

目次

第 1 章	序章.....	4
1.1	研究背景.....	4
1.2	研究目的.....	6
第 2 章	基礎理論.....	7
2.1	宇宙における伝熱.....	7
2.1.1	輻射伝熱.....	7
2.1.1.1	吸収、反射、透過.....	7
2.1.1.2	ステファン・ボルツマンの法則.....	7
2.1.1.3	プランクの法則.....	8
2.1.1.4	ウィーンの変位則.....	8
2.1.1.5	キルヒホフの法則.....	8
2.1.1.6	輻射伝熱.....	9
2.1.2	伝導伝熱.....	12
2.1.2.1	フーリエの法則.....	13
2.1.2.2	熱伝導方程式.....	13
2.1.2.3	平板の 1 次元定常熱伝導.....	14
2.2	熱制御の手法.....	15
2.2.1	輻射制御.....	16
2.2.2	断熱制御.....	16
2.3	熱設計.....	17
2.3.1	熱設計の温度条件.....	17
2.3.1.1	動作温度範囲と非動作温度範囲.....	17
2.3.1.2	計測予測温度範囲と最大予測温度範囲.....	17
2.3.2	熱解析モデル.....	18
2.3.2.1	節点分割と要素.....	18
2.3.2.2	熱コンダクタンス.....	19
2.3.2.3	熱回路網と熱数学モデル.....	19
2.3.3	熱設計の手順.....	21
2.3.4	宇宙熱環境.....	23
2.3.4.1	太陽光放射.....	23
2.3.4.2	地球アルベド.....	23
2.3.4.3	地球赤外放射.....	24
2.3.4.4	軌道 β 角.....	24
2.4	熱解析ソフトウェア.....	25
第 3 章	3U CubeSat の熱解析.....	27

3.1	3U CubeSat について	27
3.2	今回解析する 3U CubeSat の概要	27
3.2.1	バス機器及びフレーム	27
3.2.2	ミッション機器	28
3.2.2.1	地球観測ミッション	28
3.2.2.2	通信ミッション	30
第 4 章	3U 衛星の熱数学モデルと熱解析	32
4.1	バス機器及び構造の熱数学モデル	32
4.2	3U 衛星の熱数学モデル（地球観測ミッション）	35
4.2.1	解析結果 1	37
4.2.2	解析結果 2	42
4.3	3U の熱モデル（通信ミッション）	47
4.3.1	解析結果 1	48
4.3.2	解析結果 2	50
第 5 章	考察	55
5.1	地球観測ミッション	55
5.2	通信ミッション	56
第 6 章	今後の予定	57

全文をご希望の方は、cho@ele.kyutech.ac.jp までご連絡ください。